家具に使用できる免震ゴムの作製

尾崎　友香[*1]・越智　俊哉[*1]・柳沢　蒼汰[*1]・渡部　智紀[*1]
指導教員：松下　吉之[*2]
Email: matsushita-yoshi@school.esnet.ed.jp

*1：愛媛県立松山南高等学校理数科 3 年
*2：愛媛県立松山南高等学校

◎Key Words　免震ゴム

1.　はじめに

［１］研究動機

現在、日本では非常に多くの地震が起こっており、甚大な被害をもたらしている。その被害の種類の中には、「家具の転倒」というものがある。東京消防庁によると、地震発生時に負傷した人のうち、約 3～5 割が家具類の転倒・落下・移動により負傷している。この問題を解決するため、我々は本来地震対策として建物の下に設置することで建物自体に揺れを伝えないようにする免震ゴムを、家具に用いることができないかと考えた。そこで、室内実験用の免震ゴム作製方法を考え、その方法で作った免震ゴムを用いて実験を行い、最も揺れを伝えない免震ゴムとはどんな条件を備えるものかということを調べることにした。

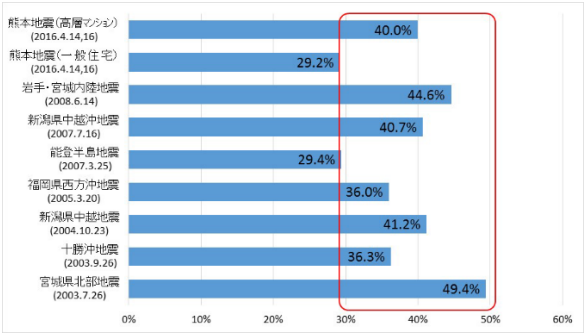


図１地震により負傷者の怪我の原因が家具の転倒・落下・移動によるものだった割合

［２］基本事項

・免震…建物の固有周期を長くし、建物に地震の揺れを直接伝えないようにすること。
・免震ゴム…ゴムと鋼板を積み重ね、加硫結合した免震装置。水平方向に力が加わると内部の板同士がスライドし、地震の揺れを遅くすることができる。また、鉛直方向に力が加わっても全く動かないため、建物を支えることができる。

2.　研究方法

［１］調べる条件について

実験では、免震ゴムの①潤滑油の有無、②形、③直径、④置くところ、⑤直径 4 ㎝における高さの関係、⑥直径 6 ㎝における高さの関係、⑦直径 8 ㎝における高さの関係の 7 つの観点で調べることにした。なお、実験する際は免震ゴムを構造物の下に 4 つ設置する。

表１今回の実験で調べる条件

調べる観点	比較する条件
①	(あ)(い)
②	(い)(う)
③	(い)(か)(き)
④	(い)(く)
⑤	(い)(え)(お)
⑥	(か)(け)(こ)
⑦	(き)(さ)(し)

(あ)潤滑油なし、直径 4cm の円、高さ 3cm、四隅
(い)潤滑油あり、直径 4cm の円、高さ 3cm、四隅
(う)潤滑油あり、一辺 4cm の正方形、高さ 3cm、四隅
(え)潤滑油あり、直径 4cm の円、高さ 4cm、四隅
(お)潤滑油あり、直径 4cm の円、高さ 5cm、四隅
(か)潤滑油あり、直径 6cm の円、高さ 3cm、四隅
(き)潤滑油あり、直径 8cm の円、高さ 3cm、四隅
(く)潤滑油あり、直径 4cm の円、高さ 3cm、箱の辺の中点
(け)潤滑油あり、直径 6cm の円、高さ 4cm、四隅
(こ)潤滑油あり、直径 6cm の円、高さ 5cm、四隅
(さ)潤滑油あり、直径 8cm の円、高さ 4cm、四隅
(し)潤滑油あり、直径 8cm の円、高さ 5cm、四隅

［２］実験に用いる道具及び装置

＜免震ゴム作製＞
ゴム板、鉄板、金切りばさみ、カッター、プレス機、やすり、風船、潤滑油、セロハンテープ、マジックペン
＜実験およびグラフ化＞

自作の振動装置[鉄板、段ボール、ビー玉、造波装置と接続するための鉄の棒、ナット、ボルト]、造波装置、電源装置、ハイスピードカメラ(Panasonic DC-FZ85 4K LUMIX)、質量約 12.5kg の箱(段ボールに石を入れたもの、家具の代わりに使用)、接着剤、セロハンテープ、ものさし、白い紙、パソコン

図２自作の振動装置

［３］免震ゴムの作製

家具に使用できる免震ゴムの作製方法は確立されていないので、実際に免震ゴムを作製し販売しているブリヂストンの製造方法に基づいて我々で考えた。

＜我々が考えた作製方法＞

1. ゴム板と鉄板にマジックペンで切り取る形を描き、それに沿って金切りばさみとカッターで切る。（枚数、形は以下の通り）

	直径 4 cmの円	直径 6 cmの円	直径 8 cmの円	一辺 4 cm の正方形
ゴム板(枚)	44	36	36	36
鉄板(枚)	40	32	32	32

図３免震ゴムの断面(左から 4cm 円、4cm 正方形、6cm 円、8cm 円で高さは全て 3cm)

2. 切った鉄板をプレス機で平らにし、後に包むために使用する風船を破らないように鉄板、ゴム板の側面をやすりで削って滑らかにする。
3. 切った鉄板、ゴム板を「ゴム板、鉄板、ゴム板、鉄板、…、ゴム板」となるように積み重ね、それを 4 つずつ作る。(高さ 3cm のものはゴム板 7 枚と鉄板 6 枚、高さ 4cm のものはゴム板 9 枚と鉄板 8 枚、高さ 5cm のものはゴム板 11 枚と鉄板 10 枚で積み重ねる。)
4. 風船の口から 2.5cm の部分を口と平行になるようにはさみで切る。
5. 4 で切った風船の口を一人が大きく広げ、もう一人がゴム板と鉄板が水平に積み重なっている状態で、風船の中に押し込んで包み込む。
6. (あ)以外で使う免震ゴムには 1 枚 1 枚の板の間に潤滑油を吹き込む。そして、風船の口をセロハンテープで塞ぐ。
7. 実験で使用する際は本来の免震ゴムと同様にするため、一方の底面に接着剤を用いて鉄板を接着し、その鉄板をセロハンテープで振動装置に固定する。これで完成。

図４免震ゴム(4cm、高さ 3cm)

［４］実験

1. 振動装置の上に免震ゴムを 4 つ載せ、その上に箱を置く。
2. 振動装置の前に、白い紙をセロハンテープで貼って目盛りを見やすくしたものさしを置き、箱の端が映る位置にハイスピードカメラを置く。
3. 振動装置を揺らし(免震ゴムなしの時の揺れ幅は 1.5cm である)、箱が揺れる様子をハイスピードカメラで 10 秒間撮影する。(これをそれぞれの項目(あ)～(し)で 10 回ずつ行う。)

［５］グラフ化

1. 実験で撮影した映像をパソコンに転送し、その映像を見て、揺れる箱が端に着いた瞬間にものさしが示す値を記録する。
2. 揺れ始め 1 回と揺れ終わり 1 回を除き、箱が端から端まで移動した幅を記録する。
3. 箱が端から端まで移動した幅のうち、揺れ始めは正確な値が出ていないことを考慮するため、最後から 35 回分の平均値をとり、そのとった値を項目ごとに箱ひげ図で表す。

図５値の取り方（この場合、23.5cm を示す。）

3. 実験結果と考察

［実験１　潤滑油の有無］

＜結果＞

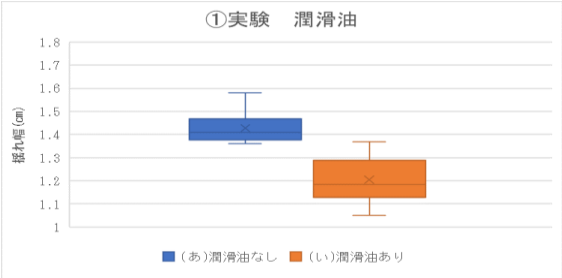


図 6 実験 1 のグラフ

＜考察＞

・潤滑油を吹きかけたときの方がゴム板と鉄板の動摩擦力が小さくなり、板同士のスライドがスムーズに行われたため、潤滑油ありのほうが揺れ幅が小さくなった、つまり免震の効果があったと考えられる。

［実験２　形］

＜結果＞

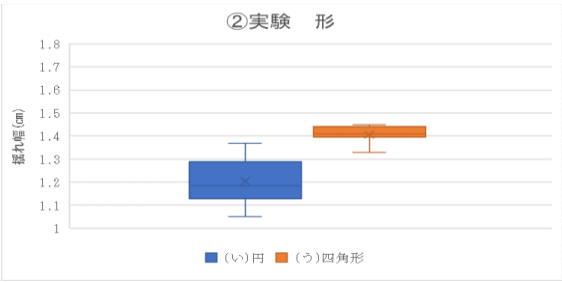


図 7 実験 2 のグラフ

＜考察＞

・円はどこをとっても長さ（直径）が等しいが、正方形は一辺の長さと対角線の長さが違うため、対角線の方向に揺れを受けると一辺の長さ分より板同士がスライドする距離が長くなると考えられる。そのため、どこからの揺れに対しても等しい距離を板同士がスライドする円の方が正方形よりも揺れ幅が小さくなった、つまり免震の効果があったのだと推測できる。

［実験３　直径］

＜結果＞

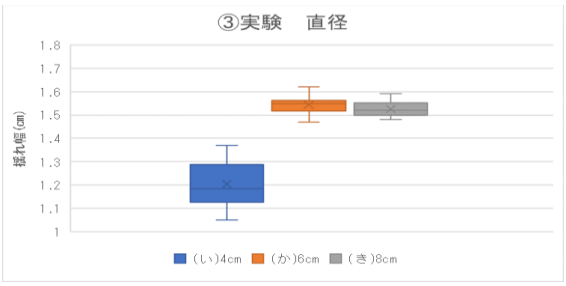


図 8 実験 3 のグラフ

＜考察＞

・実験３を考慮し、直径に合わせて風船の大きさを変えたが、直径と風船の大きさの比は不揃いであった。そのため、風船の張力の強さがそれぞれで異なり、風船内の空間的なゆとりがありすぎたと考えられる。そのため、適切な直径と風船の大きさの比を追って調べる必要がある。また、直径 4 cmと 6 cm・8 cmは結果が大きく違うため、この差も詳しく調べる必要がある。

［実験４　置くところ］

＜結果＞

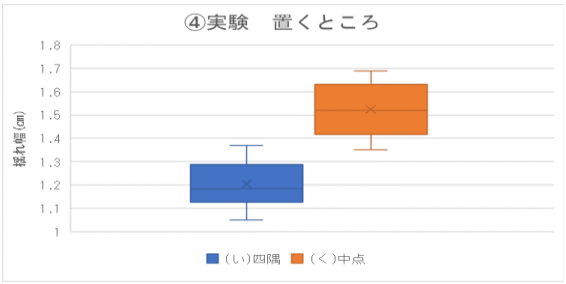


図 9 実験 4 のグラフ

＜考察＞

・四隅に置いたときの方が安定するため、中点に置くよりも四隅に置いたときの方が揺れ幅が小さかった、つまり免震の効果があったと考えられる。

［実験５　直径 4cm における高さの関係］

＜結果＞

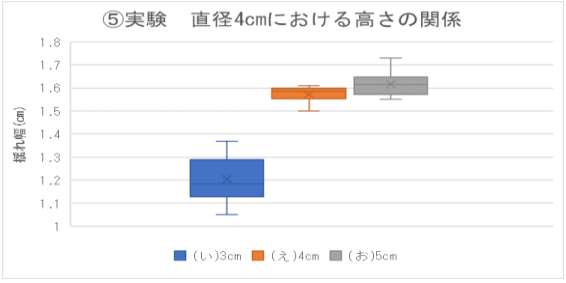


図 10 実験 5 のグラフ

＜考察＞

・三種類の免震ゴムは高さ以外の条件をすべて等しくしているため、包むのに使用した風船の大き

さも等しい。そのため、高さが高くなる（板の枚数が増える）につれ、風船の張力が強く働いて、風船内に空間的なゆとりがなくなっていったと考えられる。つまり、条件を揃えるうえで適切だったのは風船の大きさではなく、高さと風船の大きさの比であった可能性がある。そのため、適切な高さと風船の大きさの比を追って調べる必要がある。また、高さ３cmと４cm・５cmは結果が大きく違うため、この差も詳しく調べる必要がある。

［実験６　直径６cmにおける高さの関係］

＜結果＞

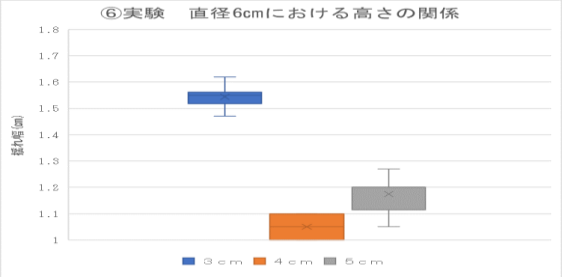


図 11 実験６のグラフ

＜考察＞

・高さが 4cm のときだけ大幅に揺れ幅が小さいため、直径 6cm、高さ 4cm という条件がより効果的な条件であると考えられる。

［実験７　直径８cmにおける高さの関係］

＜結果＞

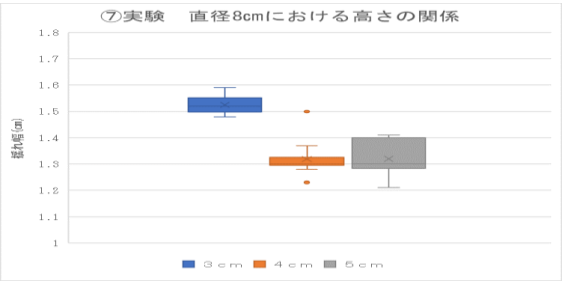


図 12 実験７のグラフ

＜考察＞

・高さが 4cm のときだけ大幅に揺れ幅が小さいため、直径 8cm、高さ 4cm という条件がより効果的な条件であると考えられる。

4.　おわりに

今回の実験から、潤滑油ありの円の免震ゴムを四隅に置いたとき、さらに直径 4cm の場合は高さ 3cm、直径 6cm の場合は高さ４cm、直径 8cm の場合は高さ 4cm の免震ゴムが最も揺れを抑えることができると分かった。ただ、安価で実験しやすいことから風船を使い、変形させた風船の形を固定するためにセロハンテープを用いて今まで研究してきたが、耐久性が乏しく再現性が低いため、市販できるような本格的な免震ゴムにするためには今一度材料の検討をする必要があると言える。そうなると、今回の実験で得られた条件が改良した材料でも同様の結果が得られるか検証しなければならないだろう。また、「一般に免震ゴムによる免震構造は水平地震力(加速度)を 1/3～1/5 に低減する効果を持っているとされている。[(2)]」つまり、今回の実験では振動装置の揺れ幅が 1.5cm であったことから、揺れ幅が 0.3cm～0.5cm となる免震ゴムを作る必要があったため、もっと揺れを抑える免震ゴムを作らなければならない。そして、今回の実験で免震ゴムの上に載せたものは 1 種類しかなかったので、様々な大きさ、重さ、形のものを載せて、免震の効果を発揮するかどうか調べたい。

5.　参考文献

(1) 室田伸夫”免震用積層ゴムの技術概要と今後の動向”，日本機械学会誌，116 巻，1139 号，pp. 711-714 (2013).
(2) 深堀美英”免震用積層ゴムの耐久性予測と安全設計”，日本機械学会誌，90 巻，826 号，pp. 1162-1166 (1987).
(3) 深堀美英”免震構造の効果と免震ゴムの耐久安全設計”，日本ゴム協会誌， 60 巻，7 号， pp. 397－408 (1987).
(4) 東京消防庁ホームページ
https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/hp-bousaika/kaguten/index.html
(5) ブリヂストンホームページ
https://www.bridgestone.co.jp/products/dp/antiseismic_rubber/question/process.html

校内放送自動録音システムの開発
—校内放送をより聞きやすくするために—

池上 聡範[*1]・奥村 友陽[*1]・末永 温和[*1]
指導教員：宇井 友寿[*2]・西澤 淳夫[*2]
Email: t-nishizawaat@e.osakamanabi.jp

*1: 大阪府立千里高等学校総合科学科 3 年
*2: 大阪府立千里高等学校

◎Key Words　Raspberry Pi，校内放送，連絡ツール

1. 研究動機

校内放送の重要な連絡を聞き逃して困った経験から、校内放送を自動録音できれば聞き逃しを防止できると考えた。さらに、その録音した音声を文字化して共有するまでを自動化し、常時稼働させるシステムがあればより便利と考えた。また、既存の放送設備に変更を加えずに、後付けで簡単に設置できる装置とすることを目指した。

2. 目的

①校内放送を聞き逃した人が再度、校内放送を確認できるようにすること
②自動文字起こしによって文字情報での校内放送の確認を容易に行えるようにすること
③高い安定性を持つシステムを開発すること
④高い冗長性を持つシステムを開発すること
ここでの冗長性とは、ハードウェアの故障時にシステムが停止することなく動作を継続できるという意味である。

3. 本校の放送システムについて

本校の放送システムは内線電話で校内放送をかけることができる。また、これとは別に放送室や各教科の職員室、会議室などからでも校内放送も行うことができる。このように校内放送をかけられる場所が非常に多い。そのため放送用マイクに機器を設置し、録音するということは現実的でなく、実現することが難しいと考えた。そこで、各教室に置いてある放送用スピーカーの 1 つに機器を設置し、録音することが現実的だと考えた。

4. 本システムの環境について

Raspberry Pi:	小型で低電力のコンピューター
Python3.7:	開発に用いたプログラム言語
FFmpeg:	音源の圧縮に用いたソフト
Slack:	校内放送の共有場所
Discord:	管理用のチャットツール

5. 校内放送の共有について

本システムは校内放送を共有することで再確認を可能とした。共有についての大まかな流れとしては、校内放送を録音する機器（Raspberry Pi）が校内放送を共有するという流れである。共有するものは、校内放送を録音した音声データと自動で文字起こしされた情報である。共有についての詳細は後述する。

6. 本システムの動作の流れについて

本システムは以下の図 1 のように動作する。

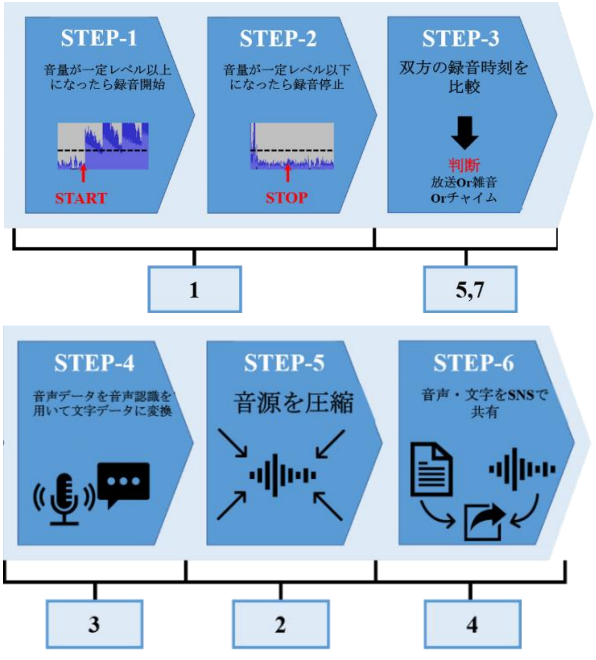


図 1：本システムの動作の一連の流れ
（数字は下記の説明とリンクしている）

7. 搭載されている機能について

7.1. 音声を録音する機能

録音の一連の流れを図 2 にまとめた。

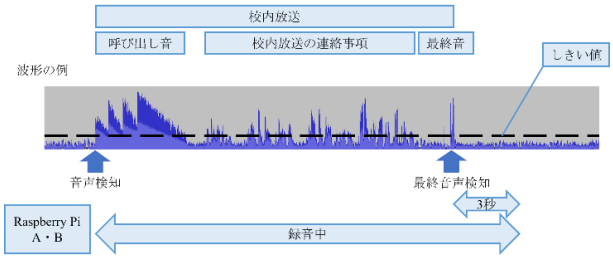


図 2：録音の一連の流れ

この波形は校内放送の一例を表しており、しきい値を超えている初めの波形が校内放送の呼び出すチャイムを表している。このチャイムがしきい値をこえるため、録音が開始される。その後、音量が 3 秒間しきい値を超えない状態が続いた場合に録音を停止する。放送の途中に 3 秒以内の空白があった場合でも録音は継続できる。

7.2. 音声を圧縮する機能

録音された音声は、非圧縮の wave 形式である。元々の音質、音声の長さの関係でそれほどサイズの大きいものではないが、圧縮することで、より素早く Slack への送受信ができるようになると考えた。圧縮には FFmpeg を使用した。FFmpeg とはオープンソースの CLI 上で映像・音声を簡易な編集や変換を行うソフトウェアであり、ライブラリを使用することで Python から操作することができる。以下は実際に使用している引数である（図 3）。

```
ffmpeg -ss 4s -i “入力ファイル”-c:a aac -af = dynaudnorm -ab
22kbps -ac 1 -ar xxxx “出力ファイル”
（実際には ffmpegpython 用の記述である）
```

図 3:FFmpeg の引数

これにより、放送内容の確認が可能な音質で、サイズを圧縮前の 10 分の 1 程度まで圧縮できた。また、録音された音声の先頭 4 秒を切り取ることで、放送開始の呼び出し音をカットし、より素早く放送内容が確認できるようになっている。こうして生成された音声ファイルを http リクエストにより Slack に送信する機構を作成し、音声を検知すると自動で Slack に送信されるようにした。

7.3. 音声認識機能（自動文字起こし）

Google が提供している Google Speech Recognition を利用した。このサービスは多少の誤認識（固有名詞などの漢字表記、似た語の認識ミスなど）はあるものの、校内放送の内容を文字だけで確認できる精度があった。この文字情報も Slack へ送信されるようにした。

7.4. 校内放送の音声・文字情報を共有する機能

共有場所の条件として以下の 3 点を考えた。

・校内放送の音声データを再生できること
・文字情報を表示できること
・生徒と教職員が簡単にアクセスできること

当初は、校内放送の内容をオープンなインターネットに公開せず、校内 LAN のみに共有し、内容を確認できるよう、専用の Web サーバーを立てて IP アドレス指定でアクセスする方法を考えた。また、この方法を採用することで LAN 外からのアクセスを防ぎ、セキュリティーを保つことができると考えた。しかし、令和 3 年度に全生徒に Chromebook が貸与され、それでインターネットを通じて確認できるシステムにすることにした。そこで、私たちは 3 つのチャットサービス LINE, Discord, Slack を比較し検討して、Slack を選択した。その理由は、貸与の Chromebook から接続できたのは Slack のみであったからである。さらに文字データ・音声データの送受信が可能であり、音声データは端末内にダウンロードせずに再生ができる点も適していた。また、ファイルやテキストの送信も可能であった。

7.5. 騒音排除機能

2 台の Raspberry Pi を離れた録音部屋に設置すれば、放送の場合は両方の Raspberry Pi が同時に検知するのに対し、騒音の場合は片方のみが検知するため、2 台の録音の比較により放送と騒音の判別ができるようになると考えた。また、録音開始の音量は非常に大きく、録音機材の近くで大声を出さない限り検知しないので、両方の録音部屋で同時に騒音が検知される可能性は低いと考えた。

2 台の機材をメイン機とサブ機とし、サブ機は検知した音量がしきい値を超えた場合、録音開始時刻をメイン機に送信する。メイン機は自身の録音開始時刻とその情報を比較する。双方の録音開始時刻の差が一定以内であればそれは放送であると判断し、その音声と文字情報を Slack に送信する。

ただし、この処理は 2 台の Raspberry Pi が必要になり、サブ機が故障すると、すべてを騒音として排除してしまう。後述の冗長化を利用することで Raspberry Pi の故障を検知し、故障があった場合は騒音排除機能すなわち録音開始時刻の比較を無効化し、単体で動作するようにする。つまり、故障していない端末が単独でメイン機として動作することになる。

7.6. チャイムによるシステムの故障検知

マイクやスピーカーの故障の場合、双方の Raspberry Pi は生存確認をしているが、録音開始時刻が一致しない（サブ機が音声を検知しない）ため騒音と認識してしまう。そこで私たちはマイクおよびスピーカーの故障検知が必要であると考えた。

チャイムは毎日必ず鳴るため、マイクとスピーカーがともに正常であれば、チャイムを検知するはずである。よってチャイムを検知しなかった場合は、マイクまたはスピーカーが故障していると判断できる。これを利用し、定時のチャイムを検知しなかった場合は、マイクとスピーカーのいずれかが故障していると判断するようにした。

7.7. チャイム排除機能

まず、定時のチャイム時刻をあらかじめ入力しておく。チャイムを検知した時の録音開始時刻と定時のチャイム時刻がほぼ一致すればその音声はチャイムであると判断でき、音声などを共有しない。

しかし、これではチャイムの終了後すぐに放送が入ってしまうと録音が継続されてしまう。この放送がチャイムと誤認識されて排除される可能性がある。そのため、録音した音声の長さを参照し、通常のチャイムの長さより長い場合は放送が含まれていると判断し、Slack に送信するようにした。

また、本校では 2 つの時程（A 時程：45 分授業、B 時程：50 分授業）によってチャイムの鳴る時刻が異なる。ただし、両時程において 8 時 25 分と 8 時 30 分のチャイムは共通しているため、その 2 つのチャイムでマイクの状況を毎日確認する。そして時程により時刻の異なる 1 限終了チャイムによりその日の時程を判断し、その後のチャイム排除は判断した時程によって動作する。

これによりほぼ確実にチャイムを判別し、排除することができた。

7.8. 共有されたデータの自動削除機能

個人情報の保護、容量削減のため音声ファイルと文字情報を一定時間経過すると削除する機能を実装した。本機能は Slack に投稿されたデータを削除するもので、主な動作としては日付が変わった時点で前日に送信されたデータを全消去するものである。

7.9. スイッチによるシステム停止機能

Raspberry Pi 本体に接続されているスイッチを押すことによりその Raspberry Pi の録音処理を停止させることができる。これにより録音教室を授業などで使用する際に、意図しない録音をされることなく使用することができる。

7.10. Discord によるシステムの管理機能

システムの様々な機能を切り替えるために Discord 上からコマンドにより制御をできるようにした。録音の停止やシステムの停止、再起動などが遠隔操作できる。

7.11. システムの冗長化について

システムを安定して動作を継続させる際に、本体の故障の可能性をなくすことはできないと考えた。そこで、故障しても問題の起こりにくい安定的なシステムを開発することにした。そこで、私たちはサーバーなどで用いている冗長化を実装することにした。メイン機（録音および送信処理を行う）とサブ機（7.5 の騒音排除のため）の 2 台の Raspberry Pi を用いて、それらが常に通信している。一方が故障したときはもう一方が管理者にそれを報告する。メイン機が故障した場合はサブ機がメイン機として動作を続ける。この仕組みによって Raspberry Pi の故障が発生しても騒音排除機能を除いて一連の処理を継続できると考えた。この通信はインターネット上で行う。また、LAN ケーブルの断線などにより片方のネットワークが遮断された場合はそもそも生存確認ができないため、故障として判断する。両方のネットワーク故障（ルーターなどによるもの）や停電などではそもそもデータを Slack に送信できないため対策は必要ないと考えた。しかし、停電時の動作は行わなくていいものの、停電による故障の可能性が考えられた。その場合、2 台同時に故障する可能性もあると考えられる。そのため、故障率を軽減させることにした。Raspberry Pi の故障原因の多くを占めるものとして電源の突然喪失による SD カード（Raspberry Pi の全データが入っている場所）の破損があげられる。これは、SD カードの書き込み中に電源の喪失により書き込みがストップし、SD カード内のデータが破損するというものである。そのため、私たちは SD カードを読み取り専用にすることで故障率を軽減させることにした。この際、録音データを SD カードに保存できなくなるため、USB メモリーなどの外部ストレージに保存することにした。それでも一方の SD カードが破損した場合、もう一方が故障を検知して管理者に報告するため、迅速な交換が可能である。

これらの機能により高い安定性を確保できるようになった。

8. 運用実験について

8.1. 第 1 回運用実験

期　　間　2021/12/15-2021/12/18

公開機能　録音・共有・文字起こし

公開範囲　開発者（私たち 3 人）

実験目的　システムが実際に放送を検知し、データの送信まで行うことができるか。

結　　果　問題なく放送の検知・送信ができていた。文字起こしは一部誤認識があったが、精度は予想以上に高かった。また、雑音排除を使用しなかったにもかかわらず雑音の送信はほとんどなかった。

8.2. 第 2 回運用実験

期　　間　2022/01/13-2022/02/03

公開機能　録音・共有・文字起こし

公開範囲　開発者・一部教員

実験目的　第三者に実際に利用してもらいシステムの使用感・改善点などの調査。また、従来の放送システムの使用感・問題点の調査。第 1 回より長期の運用による安定性の検証。

結　　果　おおむね使い心地は好評だったが、チャイム排除機能が未実装で、チャイムのたびにデータが共有される点が改善の要望として挙げられた。

8.3. 第 3 回運用実験

期　　間　2022/04/18-2022/10/05

公開機能　録音・共有・文字起こし・チャイム排除・データ削除

公開範囲　開発者・第 2 回より多くの教員

実験目的　追加した機能の使用感などの調査。より長期間の運用による安定性の検証。

結　　果　追加した機能はおおむね好評だった。長期間の動作により意図しないシステムの停止など安定性に悪影響が発生することがわかった。また、雑音が送信されることもあった。

9. 展望

9.1. 共有手段の追加

現状 Slack のみの共有手段を Google Classroom などでも閲覧できるようにする。前述したとおり Slack はアカウント設定が必要で、生徒および教職員を全員参加させるにはとても手間がかかってしまう。対して Google Classroom は、生徒および教職員の全員が既に参加しており、ユーザー側で新たな設定が不要となる。また将来的には、文字起こしの結果により、共有先の自動振り分けができれば、使用者にとって重要度の高い放送のみの通知を受け取ることなどが可能となると考えている。

9.2. LAN の 2 系統化

現状、本校のネットワーク上で接続されているが、ほかのネットワークを併用して一方で不具合が発生した場合でも一連の処理を継続できるようにしたい。

参考文献

Mac で python の Speech Recognition を使って音声認識ー Qiita
https://qiita.com/seigot/items/62a85f1a561bb820532a
最終閲覧日：2021 年 11 月 6 日
discord.py 入門(1) - Qiita
https://qiita.com/sizumita/items/9d44ae7d1ce007391699
最終閲覧日：2021 年 12 月 11 日
Discord に Webhook でいろいろ投稿する - Qiita
https://qiita.com/Eai/items/1165d08dce9f183eac74
最終閲覧日：2021 年 12 月 11 日

ＢＳアンテナで局地的豪雨予測Ⅱ
―ＳＮＳとＩｏＴを活用した観測網の全国展開―

西府 美音*1，前原 凛花*2，吉永 恵*2
指導教員：北迫 拓史*3
Email: kinkowan.ssh@gmail.com

*1：鹿児島県立錦江湾高等学校普通科２年
*2：鹿児島県立錦江湾高等学校理数科２年
*3：鹿児島県立錦江湾高等学校

◎Key Words　災害予測，災害避難，線上降水帯，台風

1. 研究背景

局地的豪雨の予測は困難であり，ラジオゾンデやドロップゾンデ，地上デジタル放送の電波利用など，様々な測定が行われている[1)]。しかし，これらの研究は費用や技術の面から，高校生には難しい。また，平成 26 年８月豪雨において，広島県南部の天気予報は曇りであったが，線状降水帯による豪雨に見舞われた。天気予報では局所的な天気は反映されにくく，より多くの地点での気象観測が重要である[2)]。

一方で，各家庭で受信しているＢＳ放送が荒天時に乱れることは一般的に確認されている。ＢＳ放送の電波は、赤道（ボルネオ島）上空から日本に向けて発射されていて，日本には南西方向から電波が飛んでくる。その距離は約 38,000 km であり，途中で雨雲等に当たると電波の強度が減衰する。また，雨が強ければ強いほど減衰が激しくなることも知られている[3)]。ＢＳアンテナの価格は安価で，世帯普及率も 75.1％と非常に高いため，数が多い[4)]。

2. 研究目的・意義

ＢＳアンテナを用いた気象観測については，局地的豪雨の予測に利用した検証結果が受信サービス株式会社より公表されている[5)]。本校でも昨年度，ＢＳアンテナの受信強度で天気を予想する研究を行い，雨のときに受信強度が減衰することを確かめた[6)]。しかし，いずれの研究も，観測点が１点であることや再現性の確認が十分にできていないことから，気象観測の方法として未だ確立していない。

本研究の目的は，ＢＳアンテナの受信強度を利用した，豪雨予測システムの確立と実用化である。実用化に向けて，次の４点が必要と考える。①降雨時にＢＳ受信強度減衰が確実に起こる，②どこで雨が降りそうか予測できる，③どのくらいの雨量になりそうか予測できる，④全国で予測ができ，皆が確認できる。

全世界のＢＳアンテナを利用した豪雨予測システムが確立すれば，災害時の避難の指針となり，多くの人の命を救えるのではないかと考えた。

3. 研究方法

3.1 本校での BS 放送の受信強度の 24 時間観測

テレビと BS アンテナを接続し，受信強度を表示させながら，テレビ画面を 24 時間動画撮影し，受信強度を観測した。受信強度の確認は，基本的にどのテレビにもリモコン操作等で受信強度を表示する機能が備わっている。観測された受信強度の変化と，天気予報における雨雲の動き，後日得られた気象庁の降水量のデータ[7)] を合わせることで，どこで雨が降るかの予報が可能であったか検証した。

3.2 令和３年台風 16 号接近時の受信強度確認

東京都の品川区の協力者から台風の接近前後において，定期的にテレビ画面の受信強度を確認してもらい，集約した。受信強度の変化と，収集した降水量[7)] を比較し，どこで雨が降るかの予報が可能であったか検証した。

3.3 県内の協力者募集とＢＳ受信強度の確認

本校生徒と先生方に，自宅のテレビで受信強度を確認してもらい，google form を用いて集約した。

4. 結果・考察

4.1 本校での BS 放送の受信強度の 24 時間観測

図１は，本校での，令和３年 10 月 30 日における受信強度の変化を表している。縦軸は受信強度，横軸は時刻である。18 時と 23 時に受信強度が減衰していることがわかる。

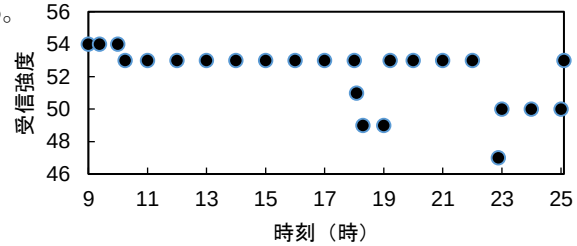


図１　令和３年 10 月 30 日本校での受信強度

また，この日の天気予報より，雨雲が西から東に流れることが確認できたため，ＢＳ放送の電波が南西から飛んでくることを考慮し，図２の通り，気象庁のアメダス観測点から，加世田，喜入，吉ケ別府を選び，受信強度と各地点での降水量を比較した。

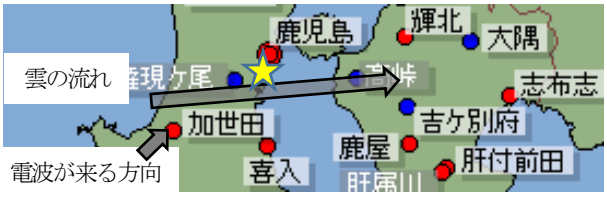


図２　降水量観測地点の選定(星印は本校)

図３は，吉ヶ別府の降水量のグラフである。縦軸は降水量，横軸は時刻である。図１と比較すると，受信強度が減衰した 18 時と 23 時から遅れて，降水量が多くなっていることがわかる。 すなわち，本校の受信強度が東に住む人たちへの予報に活用できた可能性がある。

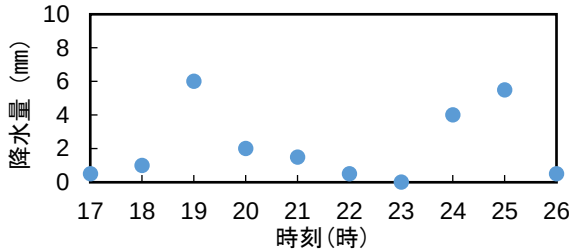


図３ 令和３年 10 月 30 日の吉ヶ別府の降水量

4.2 令和３年台風 16 号接近時の受信強度確認

図４は，台風 16 号接近時に，東京都品川区の協力者が測定したＢＳ受信強度の変化のグラフである。縦軸は受信強度，横軸は時刻である。また，図５は東京における降水量を表している。縦軸は降水量，横軸は時刻である。図４と図５を比較すると，受信強度の減衰から１時間半ほど遅れて雨量のピークがきたことがわかる。また，東京周辺の地点での降水量を確認し，雨量のピークをまとめたのが図６である。この図より，東京の南西方向に位置する世田谷の雨量がピークを迎えてから品川区の受信強度が減衰，その後，練馬と羽田，東京，江戸川臨海と雨量のピークが遅れて来たことがわかる。すなわち，品川区の受信強度が北東の人たちへの予報に活用できた可能性がある。

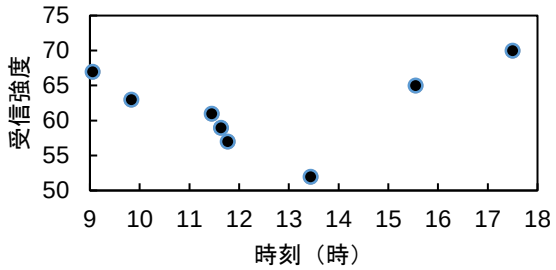


図４ 台風接近時の品川区の受信強度

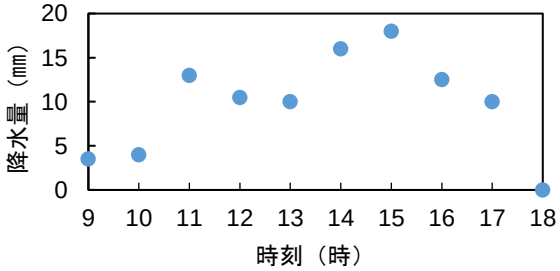


図５ 台風接近時の東京の降水量

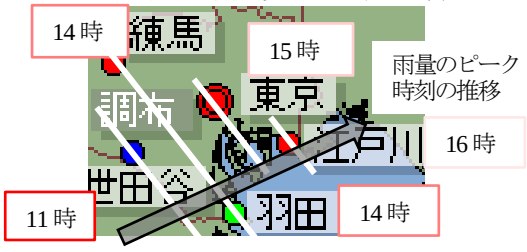


図６ 東京周辺の雨量のピーク時刻

4.3 県内の協力者募集とＢＳ受信強度の確認

図７は，本校の先生方と生徒が回答した天候と受信強度の関係を表すグラフである。縦軸は受信強度，横軸は天候である。雨の日は，他の天候より受信強度の値が小さくなることがわかった。

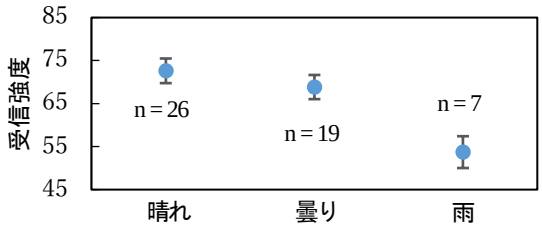


図７ アンケートの集計による受信強度と天候の関係

5. 結論及び今後の展望

本研究では，ＢＳアンテナの受信強度を利用した，豪雨予測システムを確立し，実用化することを目標とした。本校と東京でＢＳ放送の受信強度を観測し，降水量との比較考察を行った。また，google form を利用して観測者の増加を試みた。

その結果，全ての実験で降雨時の受信強度の減衰を確認できた。また，鹿児島においては，本校の南西方向に位置する加世田の降水と本校での受信強度の減衰が一致し，東に位置する喜入や吉ケ別府の降水の予報に活用できた可能性を見出した。台風 16 号が接近した東京においては，品川区の南西に位置する世田谷で雨量がピークを迎えてから品川区の受信強度が減衰，その後雨量のピークが北東方向へと流れたことから，その方向に住む人々への予報に活用できた可能性を見出した。

今後は，既報のＢＳ放送の受信強度の減衰と降水量の関係をまとめた研究を活用し，雨量の予測を行う。また，テレビの保守点検を目的とした，受信強度の 24 時間遠隔観測システムを開発した日本アンテナ株式会社に[8] 災害予測への用途転換を提案し，2022 年２月より連携を開始している。企業と連携し，ＢＳアンテナの受信強度を利用した，豪雨予測システムの確立を目指す。

謝辞

本研究は，一般財団法人 WNI 気象文化創造センターより助成をいただいております。深く感謝申し上げます。

参考文献

1）テレビ朝日 (2021)．「線上降水帯予測最前線」．サタデーステーション 10 月 9 日 21:42～21:52 放送

2）NHK (2021)．「予報が外れるワケ判明！？天気予報とことん活用 SP」．ためしてガッテン 12 月 15 日 19:30～20:15 放送

3）NTT AT (2010)．先端技術商品紹介サイト 降雨時におけるアンテナの電波減衰．https://keytech.ntt-at.co.jp/environ/prd_40011.html.

4）文化通信.com (2020) BS 世界普及率 75.1%，約 4356 万世帯に．https://www.bunkatsushin.com/news/article.aspx?id=151380.

5）受信サービス株式会社 (2017)．BS パラボラアンテナで集中豪雨がわかる「我が家のお天気レーダー」．https://www.jushin-s.co.jp/jushin/gouu_bs.html.

6）大津龍晃ほか 4 名 (2021)．「BS アンテナで局地的豪雨予報」．第 23 回 中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会 (福岡大会)，1 (0)，58-60.

7）気象庁．過去の気象データ検索．http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php.

8）日本アンテナ株式会社 (2020)．日アンねっと|特集 M-AMP|お客様とつながる「場」．https://www.nichian.net/shop/pages/special-mamp.aspx.

聖徳ゴミ拾いし隊　活動報告―

南井 洋人*1
指導教員：山名 和樹*2・三岡 恵子*2
Email: k_yamana@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園高等学校
*2：聖徳学園高等学校

◎Key Words　聖徳ゴミ拾いし隊，仮装ゴミ拾い，ゴミ拾いイベント，

1.　はじめに

私たちは昨年の６月から『聖徳ゴミ拾いし隊』として活動を重ねてきた。具体的な活動としては、毎週２時間前後「仮装」をしてゴミ拾いを行うというものだ。目標として、テスト勉強や行事などの学生の本分と照らしあわせ、ただゴミ拾い活動を行うのではなく、ゴミ拾いをカッコいいと思ってもらうこと、ゴミ拾いに興味関心を持ってもらうこととした。時期によっては、テストや行事などが重なり満足に活動を行えないこともあったが、ホームページやSNSなどを自作し、自分達独自の楽しみを追求しながら目標を達成できた。そして今後大規模なゴミ拾いイベントの開催も計画している。今回は私たちの活動についてと、これからの展望について紹介していきたい。

図１主要活動メンバー

2.　プロジェクトの発足

まずなぜこの『ゴミ拾いし隊』が発足したのかについて紹介していく。私たちが所属している聖徳学園ではSTEAMという授業があり、その中で自分達が地域にどのような貢献ができるかを考え、少ない予算の中で実践していく。先輩が行った地域貢献プロジェクトの成果についてのプレゼンテーションを視聴したことがきっかけで社会問題について関心を持つようになった。そこから自分なら何ができるかを考えるようになり、そこで思いついたのが、継続してゴミ拾いを行うことだった。そして活動を始める前に友人たちと共に、大人数で短時間のゴミ拾いを実行した。そこで普段何気なく過ごしている街にこんなにもゴミがあったのかと気付かされた。だがそれ以上にゴミ拾いが「楽しい」ということに気づき、驚いた。具体的にどのような事が楽しいかと言うと、感覚としては宝探しに近く、ゴミを見つけるたびに新しい発見をしているように感じた。活動の中で友人としたゴミについてのトークなど普段とは違ったコミュニケーションを取れたことも楽しく感じた要因の一つだと考える。そしてなにより、自分の行動が街を少しだけ綺麗にした、社会貢献ができたという感覚が一番私たちをトリコにした。この感覚をより多くの人に知ってもらいたい、ゴミ拾いの魅力にハマってほしい、そう思うようになった。そうしてプロジェクトを立ち上げ手伝ってくれるメンバーを募り、『ゴミ拾いし隊』は始動した。

図２初回大人数によるゴミ拾い活動メンバー

3.　仮装について

次に仮装の意義と期待される効果、そして結果について述べたい。まず仮装の意義についてだがここに至ったのはある問題に直面したからであった。それは私たちの目標である「ゴミ拾いをかっこいいと感じてもらう」、「ゴミ拾いに興味を持ってもらう」ということが達成しにくい、また活動を続けるには根気が必要であり、街の人の目に留まりにくいということだった。これらを解決するために取り入れたのが仮装であった。私たちは普段からいかに楽しく、学生らしく活動するにはどうしたらいいか

を考えていた。なぜなら、私たちは自分達が楽しむ延長線上で目標を達成する事が大切だと考えたからである。これが成されなければ『ゴミ拾いし隊』はただの作業として活動を行うことになってしまう。それではロボットと一緒だと感じ、自分たちで率先して、永続的に活動を続けるには「楽しむ」ということこそがポイントだと考えた。実際に仮装を取り入れ、僕らが活動を楽しむようになると、驚くことに前述した問題点が全て解決した。自主的にゴミ拾いを手伝ってくれる友人が増え、道ゆく人、子供、その親や、ラーメン屋の店長、おじさんおばさんなど年代問わず多くの人に声をかけてもらえるようになった。なかでも子供に「またあの人たちゴミ拾いをしている！」と言われたことがあり、多くの人の目に留まり、その存在を覚えてもらっていることから「ゴミ拾いをかっこいいと感じてもらう」や、「ゴミ拾いに興味を持ってもらう」と言う目標の達成にもつながった。そしてなによりも、自分たちの意識が根本的に変わった。「ご苦労様」「ありがとうね」「お疲れ様です」など、かけていただく言葉はどれも温かく、それらが次回のモチベーションとなった。通常、授業のための作業のような活動になりがちだったが、仮装を取り入れてからは率先して、「今週はいつやる！？」と言うようにそれまで以上に自分達から活動を行なえるようになった。まさに今自分たちになにができるのかという授業の枠を超えた取り組みとなった。このようなこともあり、自分たちの行動に自信が持てるようになり、活動を行う前と比べて学校行事やクラス行事などで積極的に活動をし、発言できるようにもなった。

図３ゴミ拾い活動風景

4.　ゴミについて

今まで一年弱活動を続けてきて、ある程度ゴミの落ちているスポットや、場所によって落ちているゴミの差異について気がつくことができた。まず道路についてだが、道路の隅や車道と歩道を隔てるガードレールの下や花壇の中にタバコの吸い殻、菓子パンのゴミなどが多く点在していた。そしてそのゴミはコンビニに近づけば近づくほど多くなり、コンビニがない住宅街に行くと上記のような場所にもそう言ったゴミがなくなり、コンビニをよく利用する者として複雑な気持ちになった。そしてなによりも驚いたのはガードレールの中にゴミを詰め込む人がいることだ。コンビニの近くのガードレールによくこのような光景がある。

図４ポイ捨ての実態（１）

信号の待ち時間などにこれらを参考にして周りを見てみてほしい。他にも自販機の下や裏には飲料系のゴミ、駐車場にはタバコの吸い殻やライター、タバコの箱などが大量に捨てられていたがこれらは想像に難しくない。ここで一つ、ゴミ分別の時に私たちが体験した事例について紹介したい。私たちはいつもどおりに回収したゴミを再度分別し、飲料系のゴミの中を洗浄してラベルとキャップを分別していた。その時だった。コーヒの缶を開けると何故かタバコの匂いがするのだ。そのコーヒー缶の中には目一杯にタバコの吸い殻が詰め込まれていた。それ以降私たちは飲料系のゴミ、特に中が見えないコーヒー缶などのゴミの洗浄を行う時に警戒するようなった。こういったゴミはリサイクルの妨げになるため、なくしていきたいと参加者一同が願った瞬間でもあった。ポイ捨てゴミを減らすことが海洋プラスチック問題などの環境問題を改善する一歩になるのではないかと考える。

図５ポイ捨ての実態（２）

5.　製作したホームページについて

私たちは自分達の目標を達成し、自分達の活動を広げるためにホームページを自作した。ホームページには活動内容、目標、活動のきっかけなどたくさんのことが記載されている。今回はこれらの中でも３つ取り上げて紹介していく。

図６ホームページトップとゴミ拾い成果

一つ目は活動場所、ゴミ分別表の記載についてだ。ここには私たちが普段ゴミ拾いを行なっているルートや、そのルートのどこにゴミが多いかなどをわかりやすく色付きで地図にまとめて掲載している。

図7ホームページ　ゴミ分別、活動場所ページ

二つ目は武蔵野市のゴミ分別についてだ。例えば燃えるゴミや特殊ゴミをいつ出すのかわからない、と言った時に指定された場所をタップすると武蔵野市の正しいゴミの出し方、曜日などを簡単に確認できるようになっている。

三つ目は活動の記録と詳細についてだ。ここには曜日、参加人数、時間、活動ルート、所見、目的、集まったゴミの写真などが記載されている。リアルタイム更新で活動するごとに内容を増やしている。

ホームページリンク
https://osoujidaisakusenwi.wixsite.com/my-site

6.　SNS について

今まではホームページ一筋だったが、活動を広げるためにインスタグラムでの活動も昨年から行っている。ここでも活動の内容などをコメントや感想を添えて投稿している。

7.　イベントについて

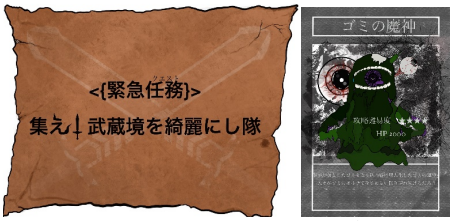


図８イベント　集え！武蔵境を綺麗にしたい

私たちは色々な思いから多くの人がゴミ拾いに対するハードルが高いのではないかと考え、そのような思いを払拭するために参加型のイベントを行うことを計画している。それらを払拭するために楽しいイベントを開催したいと考え、楽しいイベントとは何かと熟考を重ねた結果、ゲームがいいのではないかという考えに至った。そのゲームは、まずそれぞれのゴミに得点を割り振り、ゴミ拾いを行い、集めたゴミからその合計得点を算出する。そのポイントを用いて敵を討伐し、その討伐数、討伐難易度に応じて景品がもらえる、といったものだ。

7.1 敵について

我々がゴミを模した敵をデザインし、その敵にHP（ヒットポイント）を設け、そのHPを集めたゴミのポイント使って、ゼロにする事で討伐完了となる。

図９イベント　敵イメージ

7.2 景品について

景品については我々でまだ精査している段階だが、現在話し合いで出ていることについて紹介する。無難に駄菓子や、ジュースでもいいのではないかと言う案も出たが、のちにゴミが出てしまう。そこで長く使えるもので何個あっても困らないものとして、水筒やTシャツなどを検討している。

7.3 資金面や達成に向けて

イベントに必要な資金に関しては数ヶ月前からready for と言うクラウドファンディングサイトとメールでのやりとりを重ね実現に向けて行動している。

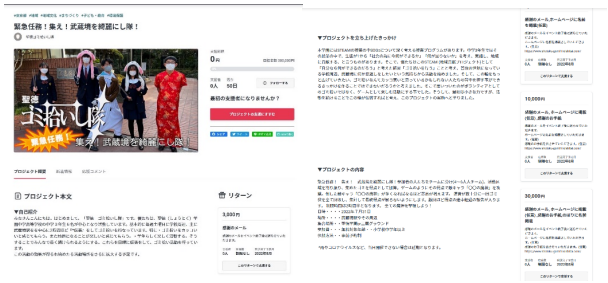


図 10 クラウドファンディング

そして実現をより強固なものにするため、武蔵野市の市長宛に活動報告文とイベントの展望についての文章を提出した。これにより武蔵野市のゴミ拾い用ゴミ袋の利用がしやすくなることや、同じ志をもった人たちと活動を共有していくことで、現在武蔵境だけの活動が武蔵野市全体、ひいては都全体に結びつき広がることを期待している。

図 11 市長への手紙

8. 課題とその対策

現在は集めたごみを写真で保存し、掲載しているだけだが、今後は集めたごみとその場所をデータ化し、インスタグラムやホームページなどで周知、拡散していく。そして今後、ポイ捨てがされないような対策を考え、根本的にポイ捨てがされにくい街にしていきたい。

9. 終わりに

この活動を通してゴミ拾いの楽しさや、人の温かさを知り、自分に何が足りないか、どうやったら社会が良くなるかをじっくり考えられ、成長することができた。一学生にやれることは限られているが、今まで協力してくれた人に恥じないように、ゴミ拾いの輪を拡げていくために自分たちにできることを今後も最大限模索していきたい。

寿司打を用いた中学生向けブラインドタッチ教材の開発

小倉 清遠*1
指導教員：新井 一成 *2
Email: koffice@u-gakugei.ac.jp

*1：横浜市立山内中学校 2 年
*2：サイエンスフロンティアラボ

◎Key Words　　ブラインドタッチ，情報教育，タイピングリテラシー

1. はじめに

私はブラインドタッチが出来るようになる寿司打[1]を使った教材を開発し、提供したい。近年 PC のキーボードを打てない新入社員や子どもが増えている。2017 年にマイナビが社会人 211 人に行った調査によると、図 1 のように、ブラインドタッチができると答えた人は 37.0%だった。また、ブラインドタッチができないと答えた人は 63.0%だった[2]。そのため、仕事の効率化が図れない職場が増えている。タイピングができない原因はスマートフォンの普及にあると考えられる。PC は難しそうなどといった先入観があるが、それに比べスマートフォンは操作が直感的で、どこにでも持ち運べるといったメリットがある。その結果、PC に触れる機会が少なくなっているのが現状なのではないか。そこで中学生向けの教材を考え、学校教育の中でカリキュラムのどの点と関連があるかを検討した。

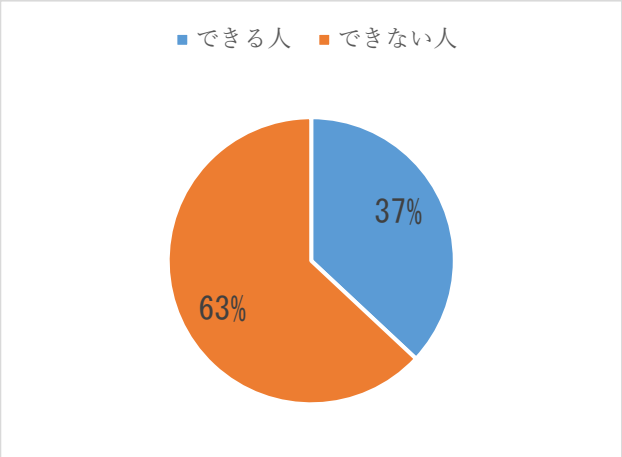


図 1 ブラインドタッチができる人の割合
(2017 年マイナビ調べ n=211)

2. 寿司打

2.1 寿司打とは

寿司打とは、Neutral タイピングが開発したローマ字のタイピング練習ゲームのことだ。無料で、かつ図 2 のようにブラウザで学習できる。そのため、若い世代から人気がある。ゲーム内容は、回転寿司のお皿が流れてしまう前に画面の文字をタイプして、どれだけモトを取れるか（=たくさん食べられるか）を競うというものだ。（図 3）

図 2 寿司打（ブラウザ）

図 3 寿司打のプレイ画面

2.2 寿司打を利用した理由

寿司打は上記の通りゲーム性があり、図 4 のように 5 段階の難易度と 3 つのコースを選択することができる。そのため、楽しみながら続けられるといったメリットがある。また、ブラウザベースであるので、専用のアプリケーションソフトをインストールする必要がなく、学習環境を選ばない。このことは、アプリケーションソフトのインストールに教育委員会の許可が必要なことが多い学校現場とも相性が良い。

図 4 難易度とコースの設定

3. 教育の内容

3.1 教育する対象

本研究は学校での ICT を活用した授業においてのブラインドタッチ速度の向上を測るのが目的である。本研究では中学生を教育の対象とする。

3.2 対象が中学生である理由

ブラインドタッチを行うにはまずローマ字を理解していなければならない。小学校学習指導要領の国語にある、「第 3 学年においては，日常使われている簡単な単語について，ローマ字で表記されたものを読み，ローマ字で書くこと。[3]」「第 3 学年におけるローマ字の指導に当たっては，第 5 章総合的な学習の時間の第 3 の 2 の (3) に示す、コンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得し，児童が情報や情報手段を主体的に選択し活用できるよう配慮することとの関連が図れるようにすること。[4]」とあるように、ローマ字は小学校 3 年生で学習する。本研究では、中学校社会科と中学校国語科での使用を考える。中学校学習指導要領社会の「地理的分野　C　日本の様々な地域　(4)　地域の在り方　ア　地域の在り方を，地域の結び付きや地域の変容，持続可能性などに着目し，そこで見られる地理的な課題について多面的・多角的に考察，構想し，表現すること。[5]」や、中学校学習指導要領国語（第２学年）の「C 読むこと (2) ウ　本や新聞，インターネットなどから集めた情報を活用し，出典を明らかにしながら，考えたことなどを説明したり提案したりする活動[6]」において、ブラインドタッチが役立つだろう。

3.3 教育の内容

中学校の社会の時間においては、第 2 学年の「地域の在り方」の授業で取り入れる。この授業では図 5[7]のように地域が抱えている課題に関してレポートやポスター、報告書にまとめ、プレゼンテーションソフトで発表する。その際、寿司打を活用し、ブラインドタッチができることによってその作業を素早くでき、内容を考える時間が持てるようになる。

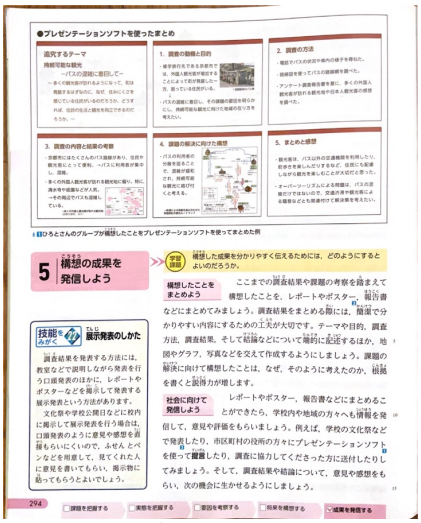


図 5 地域の在り方の教科書内容

また、同じく第 2 学年の国語の時間においては、図 6[8]の「表現を工夫して書こう」の電子メールを書くという単元で寿司打を取り入れる。ブラインドタッチができることにより、相手から電子メールがきても素早く返信することができる。

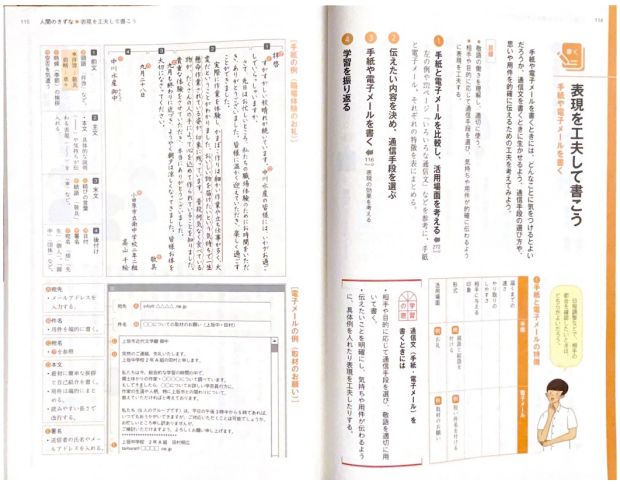


図 6 電子メールの授業

4. 考察

本研究では中学校社会と中学校国語を例に挙げた。私が取り上げた活動内容は、文字を早く打ち込む必要があったり、文字を大量に打ち込む必要があったりする箇所である。明日のインタビューまでに、インタビューを受けていただく方に体裁のととのったメールを返さなければならない。このときブラインドタッチができなければメールの返信が遅れ、準備が間に合わなくなってしまう可能性がある。また、20 枚程度のプレゼンテーション用スライドを作成する必要があるとき、文章を表示する位置や色、フォントなど、文章そのものよりも多くのことを決めていく必要がある。その時ブラインドタッチができないと、せっかくひらめいたレイアウトを反映させることができない可能性がある。

こうした特徴をもつ活動では、ブラインドタッチが出来ることで円滑に学習を進めることができると考えた。

引用・参考文献

(1) Neutral タイピング　寿司打 : http://typingx0.net/sushida/
(2) マイナビ学生の窓口フレッシャーズ : https://gakumado.mynavi.jp/freshers/articles/47594?page=2 (2017).
(3) 文部科学省 : “小学校学習指導要領(平成 29 年度告示)”, 国語, p.32.
(4) 文部科学省 : “小学校学習指導要領(平成 29 年度告示)”, 国語, p.39.
(5) 文部科学省 : “中学校学習指導要領(平成 29 年度告示)”, 社会, p.45.
(6) 文部科学省 : “中学校学習指導要領(平成 29 年度告示)”, 国語, p.35.
(7) 帝国書院 : “社会科　中学校の地理＜世界の姿と日本の国土＞”, p.294.
(8) 光村図書 : “国語 2”, pp.114-115.

細菌の遊泳運動におけるフリッキング現象とフックの関係性

狩野 遥斗*1・吉澤 恒太*1:・浦里 珠羅*1・濱松 篤洋*1
指導教員：横田昌章*2
Email: yokota7771@news.ed.jp

*1: 長崎県立長崎南高等学校普通科 3 年
*2: 長崎県立長崎南高等学校

◎Key Words　フリッキング、細菌、べん毛、プログラミング、ロボット

1. はじめに

私たちの身の回りに存在している細菌、中でもビブリオ菌はそのモーターを高速回転させて、生存に適した環境を目指して遊泳する。ビブリオ菌は後退運動から前進運動に切り替わった直後に、図 1 のように菌体を翻すような動きをして方向転換をすることが分かっている。この方向転換はフリッキングと呼ばれている。

本研究では、細菌の遊泳運動で発生するフリッキングは細菌の器官とどのような関係があるのかを解明するため、細菌べん毛モデルや細菌ロボットを作製し検証した。フリッキングの再現までには至らなかったが、細菌のべん毛接合部であるフックが高回転によってもねじれないための条件が存在する可能性が示唆された。

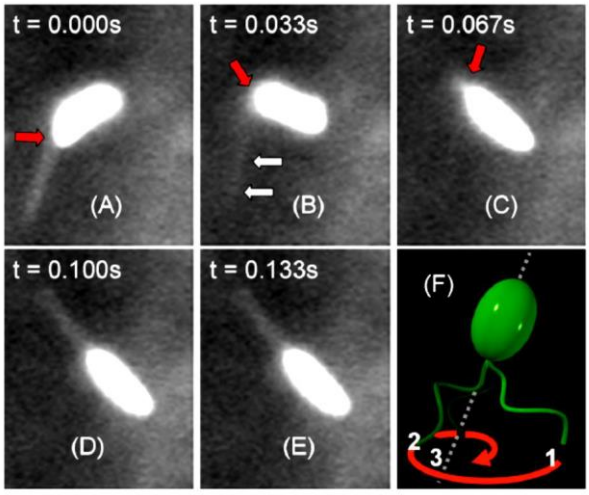


図 1　フリッキング(Xie et al. , 2015 [2])

2. 細菌べん毛の再現

2.1 本章の目的

細菌べん毛は、その性質上らせん形状をとっている。本章では、その特徴を再現した人工べん毛を作製するとともに、作製したべん毛が遊泳においてスクリューとしての働きをしているかを確認することを目的とした。

2.2 べん毛モデルの作製

先行研究[1]をもとに表1のようなパラメータを設定し、3D プリンタを使って、べん毛モデルを作製した。

表 1　作製したべん毛のパラメータ

べん毛長 (mm)	らせん数	らせん半径 (mm)	べん毛断面直径(mm)
130. 0	1. 0	250. 0	3. 0

2.3 べん毛の機能性について

細菌はべん毛の左巻きらせんのスクリューを回転させ、水を押した反作用で推進力を得て運動する。べん毛はスクリューとして機能するフィラメント、H+や Na+によって駆動されるモーター、そしてスクリューとモーターをつなぐユニバーサルジョイントであるフックから構成される（図 2)。また、べん毛とモーターの回転方向によって細菌の運動形態は変化する。例えば、モーターが左回転をしているときに前進し、右回転をしているときに後退する。

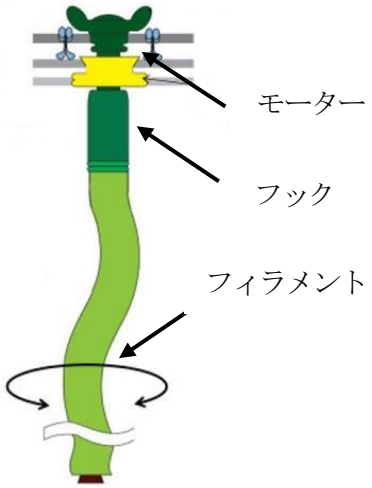


図 2　べん毛の模式図

2.4 作製したべん毛モデルの機能性

べん毛を構成するフックを内径 3mmのシリコンチューブを使って、べん毛モデルを作製した(図 3)。また、べん毛モデルをシリコンオイル中で回転させることで、細菌の慣性を無視できる環境を再現した。先行研究[1]では「モーター軸とべん毛軸のなす角が 10° 以下になることで、べん毛がスクリューとして働く」ことが分かっている(図 4)。

実際に、シリコンオイル中でべん毛モデルを回転させたところ、モーター軸とべん毛軸のなす角が 10° 以下になったことより、作製したべん毛モデルがスクリューとして働いていることが分かった。

図 3　べん毛モデル

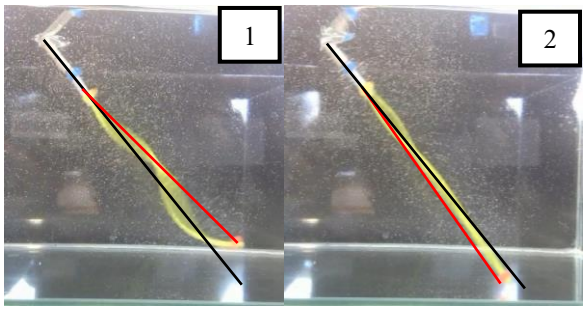


図 4　モーター軸とべん毛軸のなす角
(Angle　1: 5.597　2: 3.466)

3.　フリッキングの再現実験

3.1　本章の目的

前章で作製したべん毛モデルがスクリューとして働いていることが確認された。本章では、べん毛モデルを搭載した細菌ロボットを使用して、フックとフリッキングにどのような効果を与えているのかについての検証を目的とした。

3.2　細菌ロボットの作製

前章で作製したべん毛モデルが実際にスクリューとして働いているのかを確認するとともに、フリッキングについて細菌のフックがどのような効果を与えているのかを検証するため細菌ロボットを作製した(図 5)。

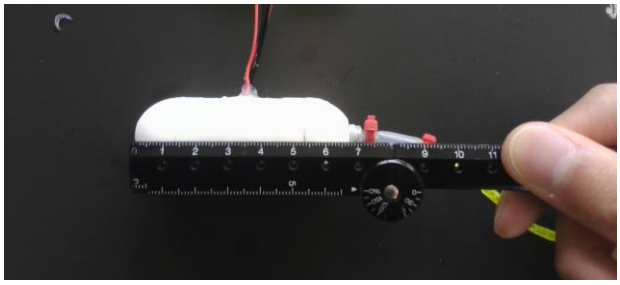


図 5　細菌ロボット（菌体部）

3.3　フリッキングの再現実験 1

作製した細菌ロボットをシリコンオイル中で回転させるにあたって、細菌ロボットのモーター(HS-GM21-BLGS.T.L　JAPAN)を arduino で毎 10 秒ごとに逆回転するようにプログラムし、フリッキング時と同じような状況に再現した。

シリコンオイル中で 1 分間回転させたところ、左回転時には前進運動を、右回転時には後進運動が確認された。しかし、フック部分にシリコンチューブを使用していてもフリッキング現象は確認されなかった(図 6)。

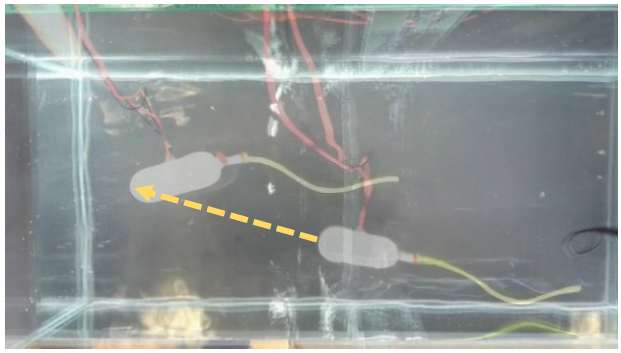


図 6　細菌ロボットの軌跡(前進)

原因の一つに、シリコンオイルと、べん毛フィラメントの抵抗に対するモーターの出力が小さかったため、本来、高速回転中に起こるフリッキングを確認できなかったと考えられた。この問題を解決するために、次にべん毛フィラメントを小型化し、モーターにかかる抵抗を小さくした細菌ロボット(a)、べん毛フィラメントは変えずに、シリコンチューブの内径を小さくした細菌ロボット(b)、べん毛フィラメントとシリコンチューブのどちらも変える細菌ロボット(ab)でフリッキング現象の再現実験の検証を試みた。

3.4　フリッキングの再現実験 2

べん毛モデルを小型化した細菌ロボット(a)の作製を試みたが結果として、小型化したべん毛モデルの TPU を材質にした 3D プリンタでの印刷が困難であり、作製できなかった。さらに、細菌ロボットの電子回路系の不具合により、細菌ロボットを使用したフックがフリッキング現象に与える影響についての検証(b) (ab)ができなかった。そのため、フックのねじれについての検証実験を行うことにした。

3.5　ねじれの起こらないフックの強度

この実験では、固定した回転数とフックの代わりであるシリコンチューブの関係性の解明を目指した。

はじめに、フックの内径を 3mm～1mmまで 0.5mm ずつ変えたシリコンチューブを用意した。そのべん毛モデルをやや大きなモーター(ﾏｯﾊﾊﾞｯｼｭﾓｰﾀｰ pro)を用いて、20000～24500rpm で回転させた（表 2)。

表 2 シリコンの内径（㎜）とねじれの有無

内径(㎜)	ねじれの有無
3.0	無し
2.5	無し
2.0	有り
1.5	有り
1.0	有り

その結果 2.5mmまではねじれは発生しなかったが、2mmより小さな内径からはねじれが発生した（図 7)。

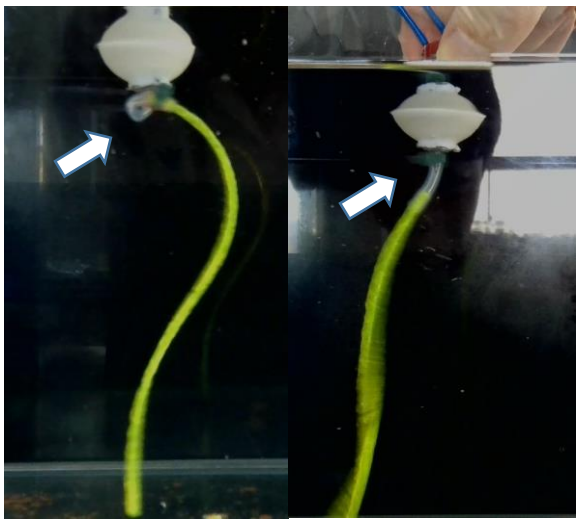


図7　フックのねじれ
(内径2㎜(左)、内径2.5mm(右))

3.6　本章のまとめ

細菌ロボットを作製しシリコンオイルを使うことで慣性の影響を小さくし、その遊泳を実際の細菌の生育環境に近づけた結果、作製した細菌ロボットに前後運動ができることが示された。しかし、フリッキング現象の再現までには至らなかった。次に、べん毛フィラメントを小型化し、モーターにかかる抵抗を小さくした細菌ロボット(a)、べん毛フィラメントは変えずに、シリコンチューブの直径を小さくした細菌ロボット(b)、べん毛フィラメントとシリコンチューブのどちらも変えた細菌ロボット(ab)でフリッキング現象の再現実験の検証を行ったが、作製段階で技術面での問題が発生したため実験を実行できなかった。しかし一方で、先行研究[(1)]で発生していたフックのねじれについて、フックを模したシリコンチューブの内径とねじれの関係性を、固定した回転数の場合において明らかにすることができた。

以上より、本章では、フックのねじれにはその回転数に耐えられるだけのユニバーサルジョイントがフリッキング現象の発生に何らかの影響を与えている可能性が示唆された。

問題点としては、フックのねじれについての実験において、細菌ロボットを使用した検証実験を行えなかったことが挙げられる。そのため、今回行った実験のようにモーターを固定した状態の実験だけでなく、実際に運動を観察できる実験系を構築する必要がある。また、細菌ロボットを用いた実験については、シリコンチューブだけではなく、より回転数を上げてもねじれに耐えられる素材でフリッキングの再現実験を行うことが今後の課題として挙げられる。

4　おわりに

本研究では、細菌の遊泳運動で発生するフリッキングは細菌の器官とどのような関係があるのかの解明を試みた。結果として、フリッキング現象のような大きな方向転換については再現するに至らず、フリッキングの発生条件についてフックの関係性を検証できなかったが、このフックが一定の強度を持つことで、回転によるねじれを防ぐことが実験により分かり、フリッキング現象には、細菌のフックが「回転数の大きい場合でも左右に屈曲しつつ、ねじれていない状態である条件」が存在する可能性が示唆された。このことから、その発生に細菌のフックは重要な役割を果たしていると思われた。細菌は、このフックを発達させることで、フリッキングのような高度な方向転換運動を獲得できたのかもしれない

謝辞

本研究を進めるにあたり、長崎総合科学大学工学部 七條大樹先生、長崎大学工学部 矢澤孝哲先生には、多くのご指導ご助言等をいただきました。心より感謝申し上げます。

参考文献

(1)　多貫多一,
“単一べん毛細菌の運動メカニズムに関する研究”
東北大学大学院　工学研究科　応用物理学専攻
生物物理学分野　工藤研究室, (2017)

(2)　Li Xie, Chunliang Lu, and Xiao-Lun Wu,
Marine Bacterial Chemoresponse to a Stepwise Chemoattractant Stimulus. Biophysical Journal, vol.108(3) 766-774(2015)

知って伝えよう！待機児童問題

磯村はるな*1・吉田美音*1
指導教員：山名 和樹*2・三岡 恵子*2
Email:k_yamana@shotoku.ed.jp
*1: 東京都私立聖徳学園高等学校普通科1年
*2: 東京都私立聖徳学園高等学校

◎Key Words　　待機児童問題、zoom、Instagram、学童問題

1.　はじめに

本校の「総合的な学習時間」では『地域貢献プロジェクト』という総合の授業で取り組んだ課題についてここでは論じる。地域貢献プロジェクトとは、自分達が住んでいる地域で起きている問題について考え・行動し、その地域をより良くしようという取り組みを行なっている。数ある社会問題の中から待機児童問題に着目した。待機児童問題を選んだ理由は、班員の1人が住む武蔵小金井市で待機児童が問題視されていたからだ。確かな情報もなくこの問題について考え始めた当時はまだ中学生だったため右も左も分からず、暗中模索しながら活動を進めていった。

しかし、インターネットで調べたり、周りの人、保育関係の方や専門知識のある方などからヒアリングをしていくうちに現状や原因など様々な事を知ることができた。今回は私達が実際に得ることができた知識、私達が今までやってきた具体的な活動、そして調べていくうちに見えてきた新たな課題などについて述べたい。

2、待機児童問題とは

「待機児童とは、保育の必要性の認定がされた子どもが保育施設へ利用の申し込みを行っているものの、利用ができていない未就学児のこととされている。（1）」

当初は、『地域貢献プロジェクト』ということもあって武蔵野市限定で活動をしていこうと考えていた。しかし、この待機児童問題とは全国の問題であり、根本を解決しなくてはいけない問題であるということがわかった。

まず私達が調べたことは、待機児童が起きてしまう原因と影響だった。

「保育所、保育士さんの不足

↓

入園できない子供が増える

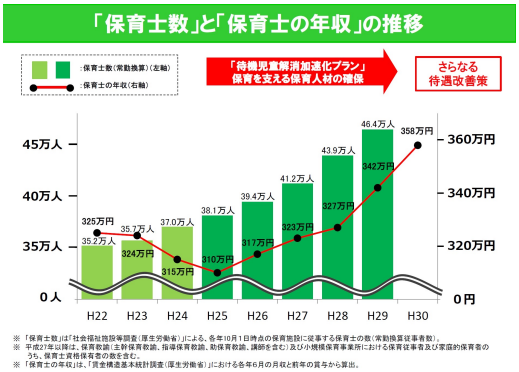
↓

親御さんが働くことができない

とされている（2）」

2−1、保育士さんの数

「【保育士の数と保育士の年収・図1】



※「保育士数」は「社会福祉施設等調査（厚生労働省）」による、各年10月1日時点の保育施設に従事する保育士の数（常勤換算従事者数）。
※ 平成27年以降は、保育教諭（主幹保育教諭、指導保育教諭、助保育教諭、講師を含む）及び小規模保育事業所における保育従事者及び家庭的保育者の
うち、保育士資格保有者の数を含む。
※「保育士の年収」は、「賃金構造基本統計調査（厚生労働省）」における各年6月の月収と前年の賞与から算出。

とされている。（3）」

(図1より、H25から年収に比例して保育士の数が年々増えていっている事がわかる。)

H22～H24までに年収は低下傾向だったが、H25から保育士の数と共に増えていっている。これらの理由として保育士への待遇が変化した事が理由となっている。保育士の労働内容、具体的に変化した待遇を幾つか紹介しようと思う。

まず、保育という仕事に対し、『給料が低い』という偏見を持っている人はいないだろうか。これは以前の見方である。少ない職員で多くの行動の予測をし難い子供の命を預かり、保育・教育をする保育士の仕事内容に対しての給料は低かった。一概に保育の仕事だけが大変かというのでは無いが、私たちが調べた結果、かなりの重労働だと感じた。例えば、多くの人が幼稚園・保育園に通った事がある、子供を通わせた事があるという人が殆であろう。その時に『連絡ノート』という物を貰ったことはないだろうか。児童の体調やその日の行動、連絡などが記載されているノートだ。このノートをクラス一人一人に手書きで書いていた。それだけでも大変だということは容易に想像がつくと。それに加え、行事の準備、怪我をしないように常に全員に目を配ったり。これらの労働が続くのだ。

こうした問題を解消しようと国及び各地域で対策が取られた。例えば後述する『連絡ノート』について、全国でデジタル化が実装され、以前と比べて負担が軽減された。また、図、にある給料の増加だが、年々上がっている事に加えて経験年数によって給料が加算されていく制度も取り入れてられている。

他にも自治体によって異なるが宿舎借り上げ支援事業という制度もある。

これらが保育士に対して変化した待遇の一例である。

2-2、保育所の数

「・保育所等利用定員*2は302万人(前年比5万人の増加)

・保育所等を利用する児童の数は274万人(前年比5千人の増加)

・待機児童数は5,634人で前年比6,805人の減少

とされている。（4）」

3、待機児童問題解決するに当たって具体的したこと

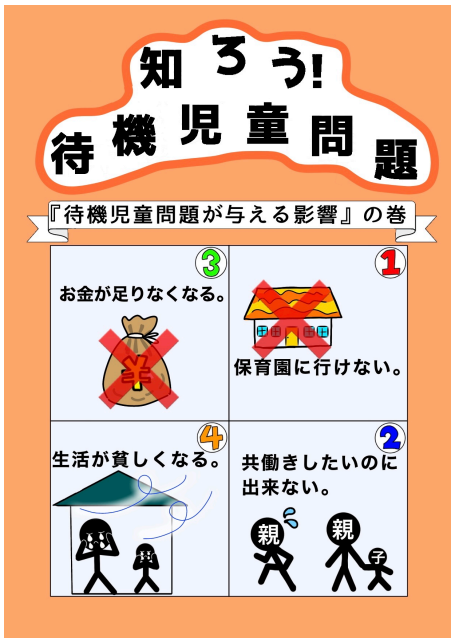
3-1、アイコン・ポスター作り

SNSを用いて活動をすることを考え、SNS用のアイコンを作った。

【SNS用のアイコンイラスト・図2】

簡単に待機児童問題を知ってもらう為にポスターを作った。

【SNSに投稿した待機児童問題ポスター・図3】



3-2、zoom

東京都議会議員の土屋美恵子さん、渋谷信之さんにzoomでお話しを聞くことができた。

【議員さんとのzoomの様子・図4】

この会を開いたきっかけは、総合の授業内で10月頃に自身らの取り組みを外部の有識者審査員を招いて発表するの中間報告会で審査員の方に「市長さんに質問してみたら？」とアドバイスをもらったことである。東京都都議会議員の渋谷のぶゆきさんは、環境問題の改善、緑地保全の実施、安全と安心の街づくりなどの活動をしている。土屋美恵子さんは、NPO法人子育てひろば全国 連絡協議会アドバイザー、 女性の生き方等の講師活動などの活動をしている。zoomで学んだ知識は、図5のとおりである

【zoomで学んだこと・図5】

・東京都の待機児童の現状

・保育士さんへの待遇の変化

・待機児童が起こる原因

・子供ができる事

・待機児童より先、これからの新たな問題・東京都が取り組んでいる子育て支援

話を聞くと、驚くことに東京都の待機児童問題の現状はほぼ解決していた。「2021年4月1日の待機児童数は、5，634人という3年連続で最少の人数とされている。（5)」

私達は古い情報をネットで見ていた為か、ネットの情報との違いに驚いた。問題は解決していたが、新たな問題があった。それは、現在、少子化が進んでいき保育園が余ってきていたり、保育士達の働く場所が減ってきていること、余った保育園の管理が難しいことである。さらに、保育園・幼稚園を卒園した児童を預ける学童の設置が整っていない「学童問題」に問題は移っていた。学童問題とは、共働き家庭などの小学生が放課後を過ごす「放課後児童クラブ」を利用したくても出来ないという問題である。「利用出来なかった児童数は、15,995人【前年比2,266人減】（令和元年：18，261人）とされている。(6)」

保育園に入園できない児童数より大きな数であった。

待機児童数が減ってきているが私達に出来ることはあるのか質問してみると、小さな子どもがいる親御さんが安心できる情報を発信することだと教えて頂いた。

3-3、Instagram

待機児童問題を詳しくまとめ、子供から大人まで分かりやすいように図のようにイラストや資料を使ってまとめたものをInstagramに投稿をした。

【Instagramに投稿した資料とオリジナルキャラクター・図6】

より多くの人に知ってもらうために、フォロワーを増やそうと積極的に保育関係の人をフォローしたり、ハッシュタグをつけたりという様な工夫をした。その甲斐もあって、40人にフォローしてもらうことが出来た。さらに、現役の保育士からフォローして貰うことができた。

初めは、インターネットからの情報を頼りに投稿をしていた。しかし、その情報に間違いがあると現役保育士からもコメントで教えてもらった。

【現役保育士から貰ったコメント・図7】

[redacted] 現役保育士です。
中学生の方々に待機児童問題を取り上げて頂き、とっても嬉しく思っています！
ありがとうございます。
待機児童問題は地域差もあります。私の働いている市では、実際に0歳児の定員に空きのある園もあります。
ですから、必ずしも0～2歳児に待機児童が多いとも限りません。
地域差の視点ももつといいですよ！
また、子どもの数に対する保育士の数ですが、厚生労働省「児童福祉施設の設備及び運営に関する基準」によって国が定めた基準がありますので、調べてみると正確な情報が得られます。
実際に働いていて感じてることもたくさんあります。
みなさんの活動にお手伝いできることがあったら言ってくださいね！何か役に立てたら嬉しいです！
頑張ってくださいね😊

[redacted] 陰ながら応援しています！
保育園とはどのような福祉施設なのかをしっかり理解することが鍵ではないでしょうか😊
保育内容に関することだったら、保育所保育指針を学んでみてくださいね！
私の園では連絡帳やお手紙はアプリを使っているので、パソコン作業です。時間短縮につながっています。また、保育士にはキャリアアップ制度があり、決められた研修に参加すると、キャリアアップが認められ、お給料も上げてくれるのですよ。保育士への待遇は少しずつ良くなってきていると言えます。しかし、課題はたくさんありますよ！
みなさん、頑張ってください！

コメントでは、昔とは違い連絡帳がデジタル化していると言っていた。その後、間違いを訂正し正しい情報をInstagramに投稿した。

3-4、学校では

そして、外部の有識者審査員を招いて行われた武蔵野市貢献プロジェクトの成果報告会でクラスを代表して発表する機会を与えられた。スライドでは情報を簡潔に載せ自分達の言葉で活動を説明することを意識した。

【学校での発表の様子・図8】

5、終わりに

私達が活動を通して学んだことは、待機児童問題は順調に解決しており、今は学童問題の方が深刻であったことだ。他には、ネットで調べた事だけを信じ、満足するだけでなく、詳しい人や実際に経験した人から直接話を聞いて情報を確かなものにすることの重要性だ。携帯電話が普及し、簡単にネットを使えて、匿名で情報を流せる今、たとえデタラメな情報だとしても書き方がそれらしければ信じてしまう人もいるだろう。そんなネットが簡単に使える今だからこそ見ただけの情報を鵜呑みにするのでは無く、その情報を見極め、正しい情報を発信することが大事なのではないだろうか。待機児問題や他の問題でも、正しい情報で色々な人の不安、悩みを解決し、助けることができる社会になれば良いと思う。

6、謝辞

渋谷信之さんと土屋美恵子さんには、活動の進め方の助言や待機児童問題の現状、新たな問題についてなど多くのことを私達に学ばせて頂きました。大変お世話になりました。有難うございました。

7、参考文献

（1）保育士バンクより

https://www.hoikushibank.com/column/post_1493-2#i1

(2)保育士バンクより
https://www.hoikushibank.com/column/post_1493-2
待機児童ネット
https://taikijidou.net/sitemap.html

（3）首相宮邸より

https://www.kantei.go.jp/jp/headline/taikijido/index.html

（4）厚生労働省保育所等関連状況取りまとめ(令和3年4月1日)より

https://www.mhlw.go.jp/content/11922000/000821949.pdf

(5)厚生労働省
https://www.mhlw.go.jp/content/11922000/000840529.pdf

（6）厚生労働省
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_15634.html

昭島市の魅力を伝えよう‼

～聖徳学園のSTEAM教育と昭島市の人口問題について～

松尾　桜歌[*1]・佐々木　麻衣[*1]
指導教員：山名　和樹[*2]・三岡　恵子[*2]
Email: k_yamana@shotoku.ed.jp

*1: 東京都　聖徳学園中学高等学校
*2: 東京都　聖徳学園中学高徳学校

◎Key Words　　STEAM、昭島市、人口問題、ユネスコ

1.　はじめに

聖徳学園中学校では特色ある教育の一環としてSTEAMという授業を行っている。中学3年生のSTEAMでは地域問題をテーマに、グループで取り組みたい地域問題について話し合い、解決のための行動を起こす。その授業の中で私たちの班は昭島市の人口問題に着目した。

なぜ昭島市かというと　インターネットで調べたところ，観光地としての見どころが多く、とても良い市なのに知名度が低いため、人口が少ない。知名度という部分に関して中学生の私たちにも何かできることがあると考え、この班の対象地域とした。

2.　STEAM とは

聖徳学園中学校では総合的な学習の時間をSTEAMと呼んでいる。聖徳学園のSTEAM教育とはS＝Science T＝Technology E＝Engineering A＝Aets M＝Mathematicsを表しており、生徒と教員が近い距離感で意見を交わすことを重んじている。これにより、学力だけではなく、多様な学びの機会を体験することができるという狙いがある。

中学3年生の私たちのSTEAMでは授業内で地域貢献プロジェクトという自分達が住む地域をより良い場所にするために自分達で何ができるかを考え行動するというテーマであった。

学期が始まると、クラス全員が自分が解決に取り組みたい地域問題を各自で調べる。学校後半では自分らが発見した問題とその解決策をクラス内で発表することとなる。全員の発表が終わると、クラス内で投票し、その結果選ばれた企画を実施するという流れとなる。企画者は自らの企画を放棄することができるルールであり、私たちが参加した企画の立案者は他班に移ってしまった。当初の企画では西東京市の人口問題について調べる予定だったが立案者が違うグループに移動してしまったため、グループ内の住んでいる地域の人口問題について再度調べ上げたところ、昭島市にたどり着いたのである。

図1　聖徳学園STEAM教育

3.　昭島市の人口問題

下の図の2020年6月1日人口総数に対する割合を表している(1)。周囲の八王子市や立川市、日野市に比べ、昭島市の人口は東京都の人口1%に満たない。このデーターを基に、昭島市の人口を立川、日野を越える一助になりたいと思い、企画実行することにした。

図2 東京都人口総数に対する割合

4. 昭島市の魅力

私たちは昭島市とはどのような場所なのか知るために昭島駅周辺に2021年10月中旬、調査に訪れた。各所を巡り、そこに暮らす人たちの話を聞くことで、昭島市の魅力を数多く知ることができた。

例を挙げると、水が有名で100%の地下水を市内四カ所で自由に水汲みができる給水スポットが設置されている。これには使い捨てにされるペットボトルを減らし、SDGsつなげる狙いもある。

また昭島市は太古の昔、海中に沈んでいたようで、昭和36年に鯨の骨が発掘された。ことからアキシマクジラが有名になりアキシマエンシスという公共施設でアキシマクジラについて知ることができる。

このような情報をもっと多くの人に知ってもらうために、班員で議論を重ねた結果SNSを活用し、宣伝することが最も効果的であろうという意見にまとまった。

図3 昭島駅にある給水スポット

図4 アキシマエンシス

5. SNS 活動について

2021年11月にInstagramを始めとしたSNSのアカウントを複数作成し、昭島市のいいところについて投稿を始めた。これらを通して，昭島市の魅力を発信し続けたところ、Instagramのフォロワー数は1000人に達し、1つの投稿には100いいねを越える反響のものもあった。

図5 Instagramの投稿

6. アイコン・バッチ作成

昭島市のキャラクターを利用するためには使用承認申請が必要である。私たちは所定の書式に従い、申請。昭島市から正式に公式キャラクターの使用許可を得ることができた。それらを使いSNS に載せるアイコンをAdobe Express で独自に作成した。またキャラクターを使った昭島市を応援する 缶バッチも独自に制作した。加えて、他クラスの昭島市の人口問題について同様の活動を行なっているチームとも共同をして、2 種類の昭島市のオリジナルバッチを作成した。

図6 使用承認申請書

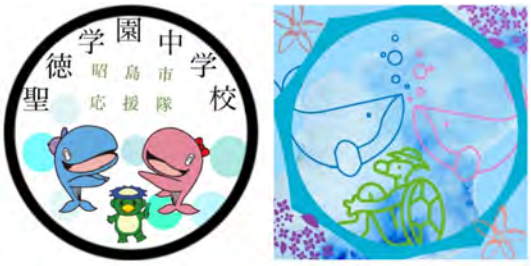


図7 使用承認申請書

図8 アイコンで使用したAdobe Express

図9 バッチ作成

7. ポスター作成

SNSだけではなく、さらに昭島市の魅力を知ってもらうため、昭島市の魅力が詰まったポスターを2枚Adobe ExpressとApple製Pagesを使用し作成した。これらポスターは昭島駅のホームやコンビニ等にお願いして貼らせてもらった。

この活動の反省点とすれば、連絡先をポスターに記入しておらず、反響やその後の活動への展開に結びつけることができなかったということだ。今後、このような機会があれば、その反省を活かし、反響から次の活動へと展開されるような工夫をしていきたい。

図10 ポスター作成

8. ユネスコ国際シンポジウム

12月下旬、私たちはユネスコが開催する国際シンポジウムに参加することになった。

『無形文化遺産の貢献～より良い学びと持続可能なまちづくりに向けて～』公開シンポジウムにオンラインで参加した。この会はSDGs 4（質の高い教育）、SDGs 11（すみ続けられるまちづくりを）がテーマとされており、それに倣って昭島市の魅力を発信した。具体的には、昭島市に無形文化財について、昭島市の古くから伝わる榊祭りと中神の獅子舞について紹介した。会にはバングラディッシュ、インドネシア、キルギスの有識者が参加しており、そこに参加したNGOとも無形文化財について意見交換し、世界の無形文化財についても深く知ることができた貴重な体験となった。

図11 ユネスコに参加した時のプレゼンの様子

9. 考察

私たちは一年間、STEAMの授業を通して『どうすれば沢山の方々に昭島市の魅力が伝わるのか』『どういう工夫をすれば色んな方の目に止まるものができるのか』など考え続けた。これらの体験 を通して工夫をするということの重要さなど数多くのことを学ぶことが出来た。その素晴らしい経験を無駄にせず、今後の学習活動に生かしていきたい。

10. まとめ

ここでは聖徳学園のSTEAM授業で取り組んだ、地域貢献プロジェクト内での自身らの活動について紹介した。私たちの班は昭島市の人口問題に焦点を当て、１年間かけて今の自分らにでもできることをテーマに活動を進めた。その過程の中で、多くの学びがあり、今後の学習活動にも活かせるに思えた。私たちは昭島市の魅力について今後も全世界に発信し続け、世界中の人たちに昭島市の魅力を感じてもらえるよう活動を続けていきたい。

参考文献

(1) INVEST ONLINE:”東京都23区人口ランキングTOP5【2019年6月】”https://invest-online.jp/news/tokyo-population-201906-14897/l, (2022年6月30日閲覧).

企業と南高生が取り組むデータマーケティング教育プログラム
—新商品菓子の販促研究—

松永紗英*1・岡本結衣*1・小池将吾*1・佐伯心太郎*2
指導教員：渡部 靖司*3・永野 真弘*3
Email: watanabe-yasus@school.esnet.ed.jp

*1: 愛媛県立松山南高等学校普通科３年
*2: 愛媛県立松山南高等学校理数科３年
*3: 愛媛県立松山南高等学校

©Key Words　産学連携，データマーケティング，販促・売場提案，アーリーアダプター，菓子

1. 研究の概要

私達は，スーパーサイエンスハイスクール（SSH）の取り組みの一環として，地元企業で中四国大手スーパーの株式会社フジと総合印刷会社のセキ株式会社，東京にある購買ビッグデータプラットフォームを運営する株式会社 True Data の３社のご協力をいただき，フジ藤原店の売上向上を目指し，購買データの分析・研究，販促企画の立案，店舗での実施，結果の考察を 7 か月に渡って行った。

2. 研究方法

研究を開始するにあたって，フジ藤原店の購買データと True Data のビッグデータを掛け合わせ,AI によるクラスタ分析から，A～F の 6 つのタイプに分類した。そこから，顧客タイプのそれぞれの購買傾向を掴み，分析を行った。その後，施策を実施する顧客の対象タイプを定めて施策内容を考案し，2021 年 7 月 26 日から 8 月 9 日の二週間にかけてフジ藤原店で施策を実施した。

2.1 顧客の分析

フジ藤原店における顧客を分析するにあたって，フジ藤原店の A から F タイプに分類された顧客のそれぞれのタイプの藤原店における構成人数，1 か月あたりの来店回数，1 来店当たりの購買データと，DataCOLORS という顧客の消費志向を数値で把握できるツールを活用した。指標の例としては，インナービューティー指数・アーリーアダプター指数・いまだけ指数などがあり，それぞれ健康的で美しいから身体作りに関するアイテムを購入する程度，新商品を購入する程度，限定品や規格品を購入する程度を評価する指標である。

6 つのタイプ A～F をフジ藤原店の購買データを用いて分析し，図 1 のように二軸を置いてマッピングを行った。x 軸は 1 か月あたりの来店回数，y 軸は 1 来店当たりの商品購入個数であり，タイプの全体に占める割合を丸の大きさで示した上で顧客の特徴をまとめている。これから得られる傾向を大きく捉えると，A・E タイプ，D タイプ，B・C・F タイプの 3 つに分けられると考えた。まず A タイプと E タイプは人数は少ないものの来店回数も 1 来店当たりの商品購入個数もとても高いという特徴があった。対して表中で正反対に位置する D タイプは構成人数は最多だが，来店回数と買い上げ個数が全タイプ中最低で，菓子や惣菜を始めとした手軽な商品を購入する傾向が高いという特徴があった。また，アーリーアダプターが高く新商品への志向性が見られた。そして，B・C・F タイプは比較的平均的なロイヤリティをもっていた。

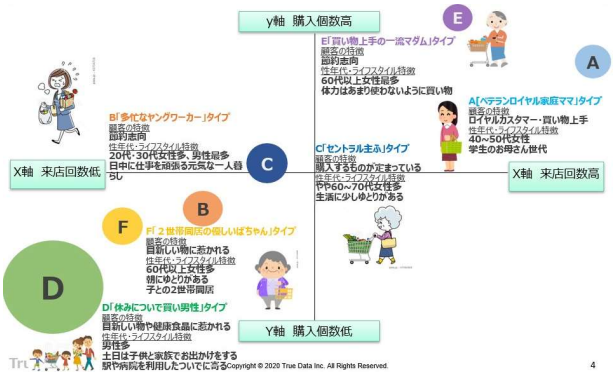


図１　顧客タイプ別マッピング

私たちは，この中で D タイプに着目した。その理由としては，構成人数が多く，アーリーアダプター指数・いまだけ指数が高く，1 人当たりの購入個数が少ないという特徴が活かせるのではないかと推測したからである。伸びしろの大きい購入個数が少しでも増えれば，構成人数の多さから効果的に売上向上が見込まれると考えて，D タイプの顧客に新発売の菓子をついで買いしてもらおうと考えた。菓子を売り出した理由は新商品が陳列されやすく，D タイプに菓子カテゴリへの関心が高いという特徴があったからである。ただし菓子カテゴリには，パン，菓子パン，和洋菓子も含む。

2.2 施策の設定

施策を考案するにあたり，5W1H に分けてまとめたのが図 2 である。

施策を行った箇所は大きく分けて 2 つある。まず 1 つ目は惣菜コーナーにおけるクロスマーチャンダイジング，すなわちはみ出し陳列であった。これは，D タイプの購買データに見られる傾向として，菓子の次に惣菜を高頻度で買うことが示唆されていたためである。

2 つ目はレジ横陳列であった。これは，菓子コーナーに対して行う陳列に比べてレジ横は目に入る可能性が高く，手頃に手に取りやすいのではないかと推測したから

である。

また，今回取り扱った新商品は，D タイプがファミリーパックのような大容量商品よりも少量で軽量な商品を購入する傾向があることから，それに相当する小容量商品を選択した。そしてこれらの推測とは別途に，実際にフジ藤原店でのフィールドワークを行い見受けられた傾向として，企画棚は多種類の商品をまとめて並べるより種類数を限った方が他の棚と差別化し，目に留まりやすいということがあったため，それも踏まえ厳選した商品を陳列した。

図２　施策の概要

2.3 実際に実施した様子

図３　惣菜コーナーでの陳列

図４　レジ横での陳列

図５　惣菜コーナーに設置した POP

3.　結果

3.1 結果の比較方法

今回施策を行って得た D タイプのデータを施策日当日の実績とし，施策日前の藤原店からの伸び率と，藤原店と類似した顧客層をもつ他店との伸び率の比較を増減率として算出した。算出した中で特に着目したのは 1 来店あたりの菓子買上個数と購入した菓子の単価，総来店客数の 3 項目である。

3.2 結果

フジ藤原店での施策前からの伸び率と比較店舗との伸び率を施策日当日の実績と比較したところ，D タイプにおいて 1 来店あたりの菓子買い上げ個数は減少した。一方で購入した菓子の単価と総来店客数は増加していた。

3.3 結果の数値

フジ藤原店での施策前からの伸び率と比較店舗との伸び率を施策日当日の実績と比較したところ，D タイプの 1 来店あたりの買い上げ個数は，施策前と比べて 0.84%，比較店舗と比べて 1.69%でともに減少した。購入した 1 商品当たりの単価は，施策前と比べて 5.92%，比較店舗と比べて 5.38%でともに増加した。また，D タイプの総来店客数は，施策前と比べて 2.26%，比較店舗と比べて 0.08%でともに増加した。結果として，D タイプの菓子全体の売り上げは，施策前と比較して 6.49%，比較店舗と比較して 2.37%でともに増加した。

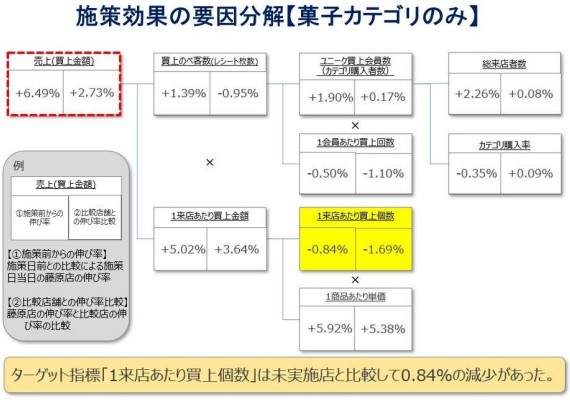


図６　売上分解ツリー

4. 考察

この施策では,1 来店あたりの買い上げ個数の増加を目的としていたが, 買い上げ個数は増えず, 1 商品あたりの単価が増加した。これは, 実施した施策が買い上げ個数の増加を目指す施策として適していなかったからだと考えられる。また, お菓子カテゴリの商品単価が伸びたのは, 施策 2 週目に売り出した新商品の単価がたまたま高かったからだと考えられる。したがって, 元々値段やポイントに興味のない顧客タイプだったことを踏まえ, 商品単価に目を付けて, 値段の高い商品を売り出せば, 更なる売り上げの伸びが見込めたと考えられる。

5. 結論

D タイプの 1 来店当たりお菓子カテゴリの買い上げ個数と購入率は伸びなかった。このことから, 施策を実施したにも関わらず, 菓子を買う傾向のあるとされた顧客が必ずしも販促品を購入したとは言えない。ただしここで購入率は D タイプの総来店客数に対するお菓子カテゴリを購入した客数の割合である。

また, 菓子カテゴリ購入率は減少した一方で, カテゴリ内の 1 商品当たりの単価は伸びた。このことから, D タイプのうち菓子を買う人の割合は減少し, 菓子を買った人は以前に比べて単価の高い菓子を買ったと考えられる。

買い上げのべ客数は店舗全体・D タイプ内いずれも施策日前と比べて伸びがあった。商品単価は施策日前と比べて D タイプカテゴリ内では伸びがあった。施策で売り出した商品の単価平均は, 2 週目に売り出した商品がほかのお菓子より高かったことから, 全体としてタイプ内, カテゴリ内ともに売り上げが伸びたのは総来店客数と商品単価の増加によるものであるとされる。したがって, 施策によって, 商品単価の面で全体の売り上げの伸びに貢献したが, 狙いであった買い上げ個数には影響を与えられなかったと分かった。

6. 今後の課題

今回の施策では, D タイプが元々値段やポイントに興味のある顧客タイプではなかったことを踏まえ, 商品単価に目を付けて, 値段の高い商品を売り出せば更なる売り上げの伸びが見込めたと考えられる。そのことから, 次回からは, 顧客のどの特徴に着目して施策を実施するかを決める段階により重点を置いて施策を考える必要がある。そうすることで, 具体的な施策を考える段階をスムーズに進めることもできるだろう。

7. おわりに

今回の研究ではデータサイエンスの考え方を利用して, スーパーにおける効率的な販促について考案・実施した。生活に密着した小売店の販売方法にも顧客データの具体的分析が有効的であり, 実際に現場では積極的にデータを利用したマーケティングが行われていることを知ることができ, 非常に有意義な研究活動となった。今後は, 身に着けたデータ分析についての知識を活かして更に他分野でのデータ利活用についても研究を行っていきたい。

謝辞

今回研究のご指導・ご協力をしてくださった株式会社フジ様, セキ株式会社様, 株式会社 True Data 様, そして先生方には, 貴重な経験をさせていただいたことを厚く御礼申し上げます。

企業と南高生が取り組むデータマーケティング教育プログラム
―お惣菜の販促研究―

渡部 真唯[*1]・松岡 夏鈴[*1]・松本 亜弥[*1]・篠崎 藍人[*2]
指導教員：渡部 靖司[*3]・永野 真弘[*3]
Email：watanabe-yasus@school.esnet.ed.jp

*1：愛媛県立松山南高等学校普通科３年
*2：愛媛県立松山南高等学校理数科３年
*3：愛媛県立松山南高等学校

◎Key Word　産学連携，データマーケティング，販促・売場提案，ユニーク買上会員数，惣菜

１．はじめに

私達は，地元企業で中四国大手スーパーの株式会社フジと総合印刷会社セキ株式会社，東京にある購買ビッグデータプラットフォームを運営する株式会社 True Data の３社の皆様にご協力いただき，「企業と南高生が取り組む購買ビッグデータを活用したデータマーケティング教育プログラム」を実施した。店頭視察と購買データを活用して，フジの売り場や販促施策を企画，提案しその効果検証を行った。

２．施策の目的

藤原店の購買データと True Data のビッグデータを掛け合わせ，AI によるクラスタ分析(クラスタ分析とは，個々のデータから似ているデータ同士をグルーピングする分析手法で，グルーピングされたデータの集まりをクラスタと表現する。)を用い顧客を６タイプに分けた。さらに，全ての各クラスタに対して，True Data が保有する DataCOLORS を掛け合わせてクラスタの特長を算出し，ターゲットを A から F の顧客タイプに分類し，表１と表２から顧客タイプの特徴を二軸で表した(図１)。縦軸は貢献度を表しており，上に行くほど高い。また，横軸を年齢にして右に行くほど高齢になるように制定した。すると，顧客タイプ B が比較的年齢が若く，貢献度が少し低かった。表１の顧客タイプ B を見てみると，人数構成と金額構成の割合に差がないことから，人数構成のの割合を増やせば金額構成のわりあの割合も増えると予想できる。そこで，施策目的を顧客タイプ B のユニーク買い上げ会員数(「ユニーク買い上げ会員数とは集計期間ごとに何人来店したのか集計したもの。ユニークとは同じ人が集計期間中に何回訪れても一人とカウントする。」)[(1)]を増加させることにして売り上げの向上を目指した。二軸から顧客タイプ B は年齢が比較的若いため，アプリでの施策も取り入れた。

表１　顧客タイプ別の特徴

	A	B	C
人数構成：金額構成	1：3	1：1	2：3
来店日時	平日昼に来店	夜	昼＆朝
性年代特徴	40～50代女性　中心	20代・30代女性多男性最多タイプ	やや60～70代女性は多いものの、構成バランスは平均的
購入商品カテゴリの特徴	肉類最多　酒類多 惣菜最少　ドライ最少	酒類多　肉多魚・日用品・青果最少	肉・青果多

表２　顧客タイプ別の特徴

	D	E	F
人数構成：金額構成	5：1	1：3	3：2
来店日時	土日に来店	朝	朝
性年代特徴	男性がBタイプの次に多い	60代以上の以上の女性	Eタイプに類似
購入商品カテゴリの特徴	デイリー最少　青果少 菓子＆ベーカリー最多	青果＆魚＆デイリー＆日用品最多　肉＆菓子最少	ドライ最多

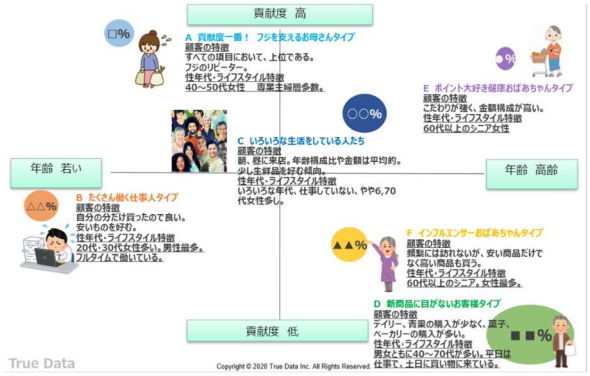


図１　顧客タイプ別マッピング

３．実施施策

○POP（写真１，２，３）

・「生野菜もいっしょ一緒にどうですか？」
　顧客タイプＢは仕事帰りである夜の来店が多く，手軽で調理する必要のない惣菜を買っている。そこで，POP で呼びかけサラダを一緒に勧めることで，健康への意識　を高めてもらう。また，サラダを併売して食べるときの罪悪感をなくしてほしい。

・「晩御飯はおいしい惣菜で決まり！」
　総菜を買おうか悩んでいる人を後押しできるようにした。

・「唐揚げと缶チューハイで気分をＶ字回復！」
　唐揚げと缶チューハイを一緒に食べて仕事の一日の

疲れを癒して，次の日からも仕事を頑張ってほしい。

遠くから見ても見えるようにレタリングにこだわった。言葉は「気分を V 字回復」など一度目にしたら忘れないようなキャッチコピーを考えた。また，POP の種類を手書きとデジタルの両方で作成した。手書きならではの字やイラストであたたかみのあり，親しみを持てるようにした。デジタルでは，画像を使うことでイメージしやすくなるようにした。POP を作ることで，お客様に唐揚げをおつまみにして缶チューハイを飲むという選択肢に気づき，買ってもらえるのではないかと考えた。

○併売酒（写真２）

惣菜売り場の横に缶チューハイを併売する。

顧客タイプ B はおつまみだけでなくアルコール飲料も購入が最多であった。そこで，本来別々の場所にあるが同じ場所に陳列することによって，お酒のおつまみとしても　食べられる唐揚げを買うついでに缶チューハイも買ってもらえると考えた。

○アプリクーポン(メッセージ付き唐揚げアプリクーポン)

私達が食べた総菜についてのメッセージにアプリクーポンをつけた。このアプリクーポンをフジのアプリで掲載し，閲覧するとクーポンを手に入ることが可能にした。

メッセージはターゲットにしているお客様に対して興味を持ってもらえるようにオノマトペを使った。また，いつもは買い手として利用しているためその時に感じる思いや意見を記事に反映し高校生らしくフレッシュな文章にした。

○DM はがき（顧客タイプ B のみ）（写真４）

３カ月間フジに来店していない顧客タイプ B のお客様に向けて，フジ藤原店限定で黒ウーロン茶と交換できる DM はがきを発送した。

顧客タイプ B はアルコール飲料が全顧客の中で最多の購入であった。このことより，DM はがきは黒ウーロン茶が焼酎と割って飲むというおすすめの飲み方を紹介したり，受け取ったお客様へのねぎらいの言葉を書いたりすることによって，より多くのお客様に来店していただけると考えた。

写真１

写真２

写真３

写真４

4. 結果

Ⅰ 施策前からの伸び率

施策日前との比較による施策日当日の藤原店の伸び率

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較

藤原店の伸び率と比較店の伸び率の比較

①店舗全体

Ⅰ 施策前からの伸び率 +0.9%

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較 −0.2%

店舗全体のユニーク買上会員数は，藤原店では施策前と比較して伸び率が+0.9%で大きな変化は見られなかった。また，施策未実施である比較店舗では+1.1%の伸び率であったため，藤原店と未実施店を比較すると−0.2%という結果になり，施策による大きな変化は見られなかった。

②ターゲット顧客タイプ

Ⅰ 施策前からの伸び率 −0.9%

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較 −1.9%

ターゲット顧客タイプのユニーク買上会員数は，藤原店では施策前と比較して伸び率が−0.9%で大きな変化は見られなかった。また，施策未実施である比較店舗では+1.0%の伸び率であったため，藤原店と未実施店を比較すると−1.9%という結果になり，施策による大きな変化は見られなかった。

③対象カテゴリ

Ⅰ 施策前からの伸び率 +0.1%

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較 −1.3%

対象カテゴリである惣菜のユニーク買い上げ会員数は，藤原店では施策前と比較して伸び率が+0.1%で大きな変化は見られなかった。また，施策未実施である比較店舗では+1.4%の伸び率であったため，藤原店と未実施店を比較すると−1.3%という結果になり，施策による大きな変化は見られなかった。

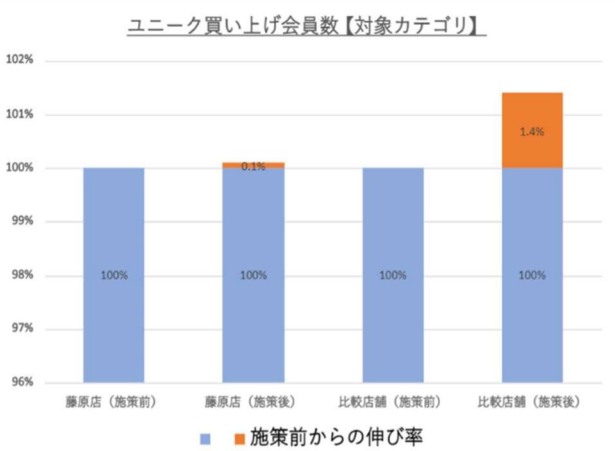


図２ 対象カテゴリの伸び率

④併売酒

Ⅰ 施策前からの伸び率 −32.5%

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較 +25.6%

併売酒のユニーク買い上げ会員数は，藤原店では施策前と比較して伸び率が−32.5%で大きく減少したように見えた。しかし，施策未実施である比較店舗では−58.1%の伸び率であったため，藤原店と未実施店と比較すると+25.6%という結果になった。

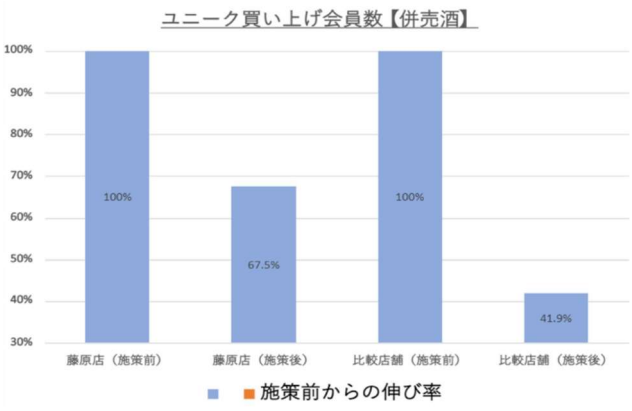


図３ 併売酒の伸び率

⑤アプリクーポン

Ⅰ 施策前からの伸び率 +5.0%

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較 +6.0%

アプリクーポンのユニーク買い上げ会員数は，藤原店では施策前と比較して伸び率が+5.0%で，少し伸びが見られた。また，施策未実施である比較店舗では−1.0%の伸び率であったため，藤原店と未実施店と比較すると+6.0%という結果になり，施策による伸びが少し見られた。

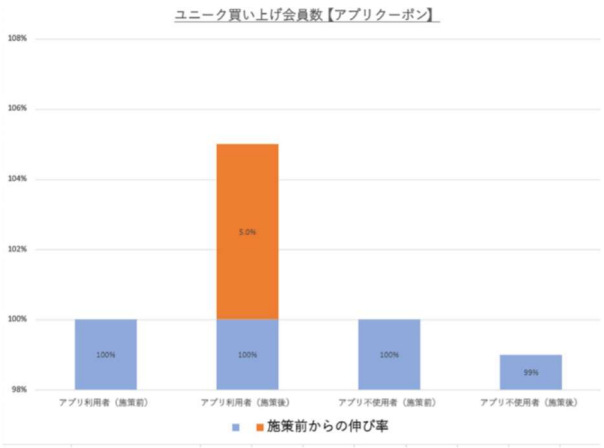


図４ アプリクーポンの伸び率

⑥DM はがき

Ⅰ 施策前からの伸び率 +23.0%

Ⅱ 比較店舗との伸び率比較 +24.0%

DM はがきのユニーク買い上げ会員数は，藤原店では施策前と比較して伸び率が+23.0%と大きな伸びが見られ

た。また，施策未実施である比較店舗では－1.0%の伸び率であったため，藤原店と未実施店と比較すると＋24.0%という結果になり，施策による大きな伸びが見られた。

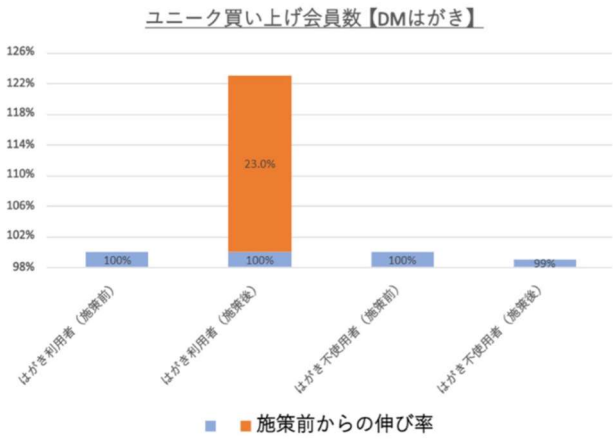


図５　DM はがきの伸び率

５．考察

対象カテゴリ(惣菜)のユニーク買上会員数の伸び率は－1.30%と比較店に比べて伸びていない。よって，行った施策は目的向上につながらなかったと分かる。しかし，一商品当たりの単価は比較店に比べて＋3.5%増加していたことから，惣菜の単価は上がった。また，顧客タイプ C は 6.6%上がっており，ターゲットである顧客タイプ B 以外の顧客に効果が見られた。

対象カテゴリ(惣菜)の売上は比較店の方がわずかしか増加していなかったことより，顧客タイプ B には POP による販促は効果がなかったことが分かる。これは，POP の内容が抽象的であったのが原因であり，POP は購入目的がない人に販促するツールとしてはふさわしくないと考えた。

併売酒は藤原店 67.5%，比較店舗 41.9%とどちらも減少していたことから，伸びはしなかったものの，併売酒を設置するほうが売上の低下が少ないことが分かった。また，併売酒による販促はわずかだが効果があった。また，一来店当たりの買い上げ金額は比較店舗と比べて，顧客タイプ B は 16.4%，顧客タイプ C は 46.3%上がった。併売酒もターゲット以外の顧客に効果が見られた。

DM はがきの伸び率は，DM はがきを配布していない人と比較すると＋24.0%，アプリクーポンの伸び率はアプリクーポンを配布していない人と比較すると＋6.0%であることから，DM はがき，アプリクーポンは配布していない顧客タイプ B に比べて配布した顧客タイプ B が多く来店したことから，アプリクーポン，DM はがきによる販促は，ユニーク買上会員数の増加の方法として効果が見られた。

また，アプリクーポンでは，顧客タイプ B で一来店当たりの買い上げ金額は 8.6%増加し，一商品当たり単価は 1.7%増加した。F タイプの商品単価が他のタイプと比べて 4.9%増加していたため，アプリクーポンによる販促が F タイプにも効果があったと考えた。

藤原店限定の割引券や黒ウーロン茶プレゼントなどは来店することでお買得になるため，来店者数が増えたのではないかと考えた。

TV の CM など規模が大きい広告では，顧客タイプ別に販促をするのが難しく，全体に共通する内容でしか販促ができないが，DM やアプリだと個人に合った販促ができる点が優れているため，状況によって使い分けを適切に行えば，成果につながると考えた。

また，今回の施策で，対象カテゴリでは一商品当たりの単価が，併売酒では一来店当たりの買い上げ金額が顧客タイプ B より C のほうが増加しており，F タイプの商品単価が増加していたことから，次は一商品あたりの単価に注目し，ターゲット顧客をタイプ C にして施策を行うとより効果が見られるのではないかと考えた。

６．結論

お客様に伝えたいことの要点を踏まえて，企業の方々にアドバイスを頂きながら顧客タイプの目に留まりやすいキャッチフレーズを作ったり，総菜売り場からサラダ売り場への誘導の仕方を考え，自分たちなりにメッセージを込めた販促ができた。

また，フジ様のご提案で，かつて藤原店に来ていたけれど現在は来ていない B タイプのお客様に，黒ウーロン茶を無料でプレゼントするという DM はがきを送り，総菜を購入する際に健康にも意識をしてほしいという思いをこの施策に込めることができた。

唐揚げなどの総菜と一緒にお酒も購入している B タイプのお客様に，総菜を購入する際に目につきやすく，手に取ってもらえるように「気分を V 字回復」というポスターとともにお酒の併売をしたが，施策の効果が表れていたことが分かった。

唐揚げのアプリクーポンによって，どのような表現をすれば，よりよく唐揚げの魅力を伝えられるかをフジ様に助言を頂きながら考え，読む人に興味を持ってもらえるような記事を書くことができた。

謝辞

この施策を進めるに当たって指導してくださった株式会社フジ様，セキ株式会社様，株式会社 True Data 様，本当にありがとうございました。

参考文献

(1)　「訪問者（数）」と「ユニーク訪問者（数）」はどう違うのか？ [アクセス解析 Q&A] | 衣袋宏美のデータハックス | Web 担当者 Forum (impress.co.jp)

企業と南高生が取り組むデータマーケティング教育プログラム
—青果の買上回数向上—

大野　海愛[*1]・池田　諒也[*1]・山根　正裕[*1]・濱田　みんと[*1]
指導教員：渡部　靖司[*2]・永野　真弘[*2]
Email：watanabe-yasus@school.esnet.ed.jp

*1：愛媛県立松山南高等学校普通科３年
*2：愛媛県立松山南高等学校

©Key Words　　産学連携，データマーケティング，販促・売場提案，青果，併売

1.　はじめに

私達は，地元企業で中四国大手スーパーの株式会社フジと総合印刷会社セキ株式会社，東京にある購買ビッグデータプラットフォームを運営する株式会社 True Data の３社の皆様にご協力いただき，「企業と南高生が取り組む購買ビッグデータを活用したデータマーケティング教育プログラム」と題し，課題発見・解決に向けて約７ヶ月間活動を行った。企業から提供された購買データを分析・活用し，高校生ならではのアイデアを出しながら，青果の売上向上を図ることを目的として初めにターゲット顧客と指標を決定した。

そこで，私たちは「1 会員当たりの買上回数の向上」を目標として定めて施策を考案し，フジ藤原店にて２週間実施した。

2.　実施方法

はじめに,藤原店の購買データと True Data のビッグデータを掛け合わせ,AI によるクラスタ分析を用い顧客を６タイプに分けた。さらに,全ての各クラスタに対して,True Data が保有する DataCOLORS を掛け合わせてクラスタの特長を算出し,ターゲットを「客単価」,「来店回数」などの７つの項目に分けて分析を行った。顧客の性年代特徴や来店日時，購買商品カテゴリなど細かい情報の分析も行い，ロイヤリティ（企業における顧客の重要性）や購買の傾向，顧客のライフスタイル等を表にまとめ，それらを人数構成と来店回数を軸としてマッピングした（図１）。

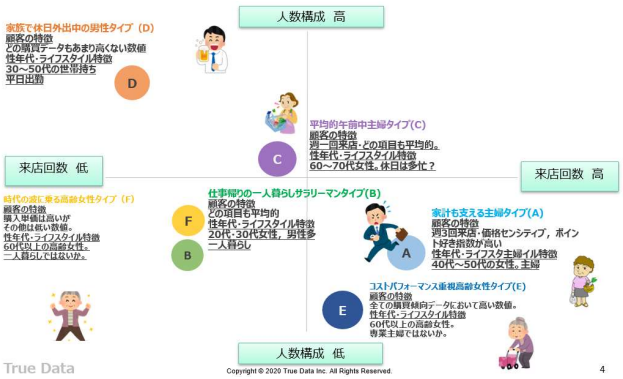


図１　顧客タイプ全体像

そこで，データ内の顧客タイプ A～F の中から，すべての項目において「平均的な位置付け」である顧客タイプ C を，今回のプログラムにおけるターゲットに選んだ。「平均的な位置付け」である顧客タイプ C を選んだ理由は，他の顧客タイプは７つの項目のうちいずれかの数値が高い，または低いため，既に極にあるものを向上させることは難しいと考えたからだ。次にターゲットとした顧客タイプ C のデータを再分析した。その結果,客単価・来店単価・買上商品単価は高くないため安価なものを好んでおり,来店時刻は平日の午前中であることからターゲットは主婦層であると推測した。ターゲットの「1 会員当たりの買上回数」を増加させるための施策を考えた（図２）。

Why - どんな目的で -	１会員当たりの買上回数をあげる
Who - 誰に対して -	タイプC（60～70代の女性、アクティブ、料理好き）
What - なにを -	便利野菜＆旬野菜（例トマト･きゅうり）
When - いつ -	平日（月･金が少ない）終日
Where - どこで -	旬野菜のPOP（サラダの献立提案も実施） 月金のみドレッシング併売（プラスポイント） →事前にレシートクーポンで告知
How - どうやって-	チラシに対象商品掲載 POPにドレッシングを利用した献立を記載し併売促進

図２　施策一覧（5W1H）

顧客タイプ C は平日の来店回数が少なく，野菜や果物といった青果を多く購入していた。よって施策を実施する日は平日（終日），施策の実施場所は野菜売り場とした。この分析をもとに施策を決定した。

その施策内容は，

・暖簾ポップとバスビラ・ポップを設置する
・野菜とドレッシングの併売を行う
　⇒並行してレシピ提案のポップを設置する
・野菜を購入した人にレシートクーポンを配布する
・対象商品をチラシに掲載する

というものである。

暖簾ポップ（図３）の設置目的は野菜売り場を目立たせ，顧客の目を引くことであるため「夏野菜で夏バテ予防」というフレーズを表裏に異なるデザインで記し，顧客の購買意欲の向上を図った。また記載するフレーズを「夏野菜で夏バテ予防」とした理由は２つある。一つは施策実施期間が 8 月の”夏野菜シーズン”であったからである。もう一つはデータ分析の結果，ターゲットが 60～70 代が多く，日用品などの購入数が少なかったことより買い物の際は複数の店に行っていると分かり,それらの高齢かつアクテ

ィブな層に対して夏バテ予防を訴えるのが良いと考えたからである。

図３　暖簾ポップ

バスビラ（図４）の設置目的は，暖簾ポップ同様野菜売り場を目立たせることと，おすすめの旬野菜の情報を提供し，旬野菜の購買を促進させることである。また，３つの野菜について野菜に含まれる栄養素やその野菜の豆知識を記載した。ポップの設置目的は野菜を手に取ってもらいやすくすることである。野菜のおいしい選び方の紹介や，野菜と惣菜を合わせ買いすることの呼びかけを行った。

図４　バスビラ

野菜とドレッシングの併売は，平日の中でも顧客タイプＣの買上回数が少ない月曜日と金曜日に実施した。レシピ提案のポップ（図５）では，野菜とドレッシングを用いたサラダのレシピを記載し，ドレッシングとのセットによる野菜の購買促進を狙った。

図５　献立提案 POP

3.　結果

ポップやバスビラによる施策の効果を要因分解するため，ターゲット指標である「1 会員あたりの買上回数」の伸び率を未実施店と比較し，同様に売り上げの伸び率を調べた。

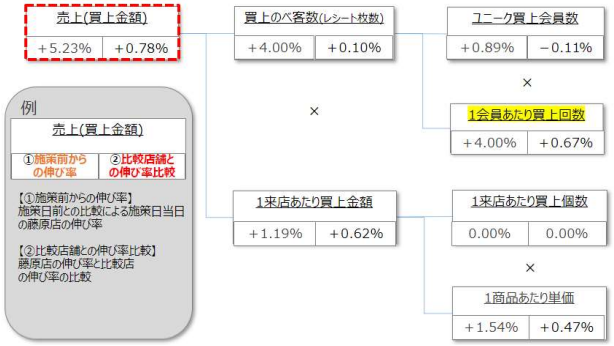


図６　売上分解ツリー(買上回数の伸び率)

買上回数を店舗全体で比較すると，0.67%伸びていた。今回ターゲットとしていた顧客タイプＣで比較すると，買上回数は3.33%落ちていた。また対象カテゴリで比較すると，買上回数は青果では4.76%，ドレッシングでは10.00%落ちていた。そして，レシートクーポンによる施策も行ったが，買上回数に変化はなかった（図７）。

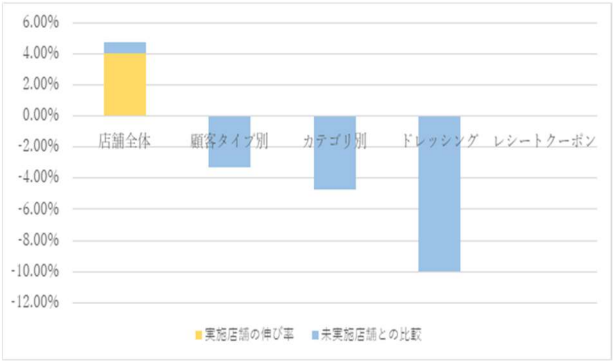


図７　ターゲット指標の伸び率

しかし，売り上げに注目すると顧客タイプＣでは0.66%減少していたが，店舗全体では0.78%，対象カテゴリは青果では2.06%，ドレッシングでは27.49%，レシートクーポンでの施策では0.36%の伸びがあった（図８）。ポップや献立提案は「店舗にいる顧客」に対する販促であり，「来店していない顧客」に対する施策ではなかったため，ターゲット顧客において「１会員当たりの買上回数」を増加させることはできなかった。レシートクーポン（ポイント付与）の効果も乏しく，あまり効果が見られなかった。しかしながら，青果全体の売り上げは増加しており，商品を買ってもらうための施策としては明確な効果が見られた。

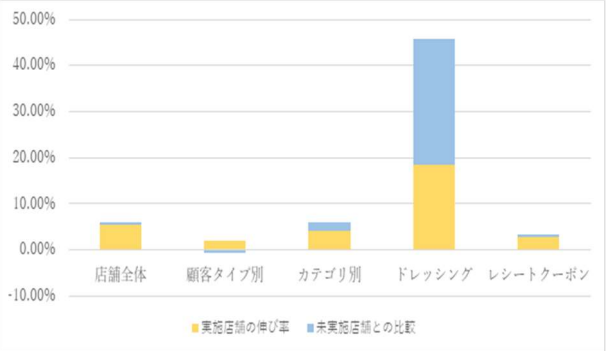


図８　売り上げの伸び率

4.　考察

ターゲット顧客においては，施策目標である「１会員当たりの買上回数の向上」を達成することはできなかった。しかしながら，店舗全体を分析すると目標の値は微量に増加しており，この顧客には向かなかったが他の顧客には効果のある施策だったと考えた。また，本施策により「１来店当たりの買上個数」や青果全体の売り上げが向上しているにも関わらず施策目標が達成できなかったことから，ポップ作成や献立提案は買上回数の増加には関係しないと分かった。これらを考慮した結果，今回の施策においては買上回数よりも買上個数の増加を狙うべきだったのではないかと考えた。

青果の販売促進に加えて行ったドレッシングの併売については，総来店者数に対してカテゴリ購入者数がごく少数だったことから，売り上げの向上には繋がらなかった。他の顧客タイプにおいても売り上げが伸びておらず，使用期間が長い（購入頻度が低い）商品は併売に向かないのではないかと考えた。

また，必要最低限の買い物だけでなく買上回数をさらに向上させることは，今回のターゲット顧客が主婦層であったことからそもそも困難だったのではないかと考えた。

5.　改善策と今後の展望

結果，考察を受け再考察を行い，施策に関し以下の通りに改善策を考案した。

① 施策の目標を「１来店当たりの買上個数の向上」とする。
② 施策の実施期間を「終日」とする。
③ ポップ作成やレシピ提案は変更せず実施し，併売商品を「お惣菜」とする。
④ ポップを利用し，お惣菜を用いたレシピを提案することにより，双方の購入を促進させる。

以上を考案した理由について，①は今回の施策における最大の問題点として挙げた「来店していない顧客」に対する施策が出来ていなかったという点を考慮し，最初に設定した目標を変更し，既存の施策ベースを活かした形で販促を行うのがよいと考えたからである。②については，当初実施期間を決定する際に，平日の来店回数が少ないという点に着目して実施期間を設けていたが，目標変更に伴い実施期間の縛りを無くした。また③については考察の通り，ドレッシングは短期間で実施する施策においては併売に適していないため，再考察の結果,お惣菜等のすぐに利用される商品とした。最後に④については併売商品を青果と共に購入してもらうため，大枠は変更せずレシピの提案内容を変更することとした。

これらの改善策について実際に行った場合どれだけの効果が期待できるのか，また今回実施した施策についても,結果を基に他グループとの比較を改めて行うことにより，さらに効果的な改善策がないか考察を深めていきたい。

6.　おわりに

今回の約７か月間の活動を通じ，私たちが１年生の頃から行ってきたデータサイエンスへの理解を深めるとともに，実際の購買データを用いた実践的なマーケティングに取り組んだことによって，データの分析の難しさや結果が伴ったことによる喜びを抱くことができた。今回の活動では売り上げの向上は果たせたものの，ターゲットの値は向上させることができず悔しさを感じた。いつか再びこのような機会を与えていただけるのであれば，反省点や改善点を活かし,効果的な施策を行いたいと思う。

謝辞

今回の研究にあたり，約７か月間ご協力・ご指導いただきました株式会社フジ様，セキ株式会社様，株式会社True Data 様には，このような貴重な機会をいただき，心より感謝申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

(1)日清オイリオ　わくわくレシピ
シャキシャキ野菜のサラダ｜わくわくレシピ｜植物のチカラ　日清オイリオ (nisshin-oillio.com)
キャベツのピクルス｜わくわくレシピ｜植物のチカラ　日清オイリオ (nisshin-oillio.com)

企業と南高生が取り組むデータマーケティング教育プログラム
—愛の瀬鯛の販促研究—

植木 大和[*1]・清水 穂乃[*1]・大西 奏都[*1]・中須賀 心美[*1]
指導教員：渡部 靖司[*2]・永野 真弘[*2]
Email：watanabe-yasus@school.esnet.ed.jp

*1：愛媛県立松山南高等学校普通科３年
*2：愛媛県立松山南高等学校

©Key Words　産学連携，データマーケティング，販促・売場提案，１商品当たりの平均単価，愛の瀬鯛

1.　はじめに

私達は地元企業で中四国大手スーパーの株式会社フジと総合印刷会社のセキ株式会社，東京にある購買ビッグデータプラットフォームを運営する株式会社 True Data の３社のご協力をいただき，フジ藤原店の売上向上を目指し，購買データの分析・研究，販促企画の立案，店舗での実施，結果の考察を行った。フジ藤原店へフィールドワークへ行った際に，「鮮魚コーナーにもっと活気を出せたら鮮魚の売り上げが上がるのでは」と考え，この施策を計画し行った。

2.　施策前

2.1　顧客のタイプ別の特徴

まず，藤原店の購買データと True Data のビッグデータを掛け合わせ，AI によるクラスタ分析を用い顧客を６タイプに分けた。さらに，全ての各クラスタに対して，True Data が保有する DataCOLORS を掛け合わせてクラスタの特長を算出し，ターゲットを決定した。

表１　A，B，C タイプの特徴

分類名	Aタイプ	Bタイプ	Cタイプ
来店日時	平日の昼	夜	朝&昼
性年代特徴	40~50代女性中心	20~３０代女性　多	60~70代女性　やや多
		男性　最多	構成バランス　平均的
購買商品の特徴	肉　最多	酒　最多	肉・青果　多
	惣菜　最小	魚・青果・日用品　最小	
その他の特徴	月の客単価　最多	商品単価　最小	
	価格センシティブ *1　高		
	ポイント好き *2　やや高		

表２　D，E，F タイプの特徴

分類名	Dタイプ	Eタイプ	Fタイプ
来店日時	土日	朝	朝
性年代特徴	男性　多	60代以上女性　最多	Eタイプに類似
購買商品の特徴	菓子・ベーカリー　最多	青果・魚・デイリー・	ドライ　最多
	デイリー　最小	日用品　最多	酒　最小
		肉・菓子　最小	
その他の特徴	インナービューティー *3・	価格センシティブ *1・	いまだけ指数 *5・
	アーリーアダプター *4・	ポイント好き *2　高	アーリーアダプター *4　高
	いまだけ指数 *5　高		

＊１　価格センシティブ指数
　　価格が安くなるタイミングで購入する程度
＊２　ポイント好き指数
　　ポイントデーに購買が増加する程度
＊３　インナービューティー指数
　　健康的で美しい身体作りに関わるアイテムを購入する程度
＊４　アーリーアダプター指数
　　新商品を購入する程度
＊５　今だけ指数
　　限定品や企画品を購入する程度

私たちは鮮魚を多く購入し，まとめ買いの傾向がみられるＥタイプをターゲットとした。

2.2　商品の決定

次に，E タイプの顧客の購入商品の売上げランキングなどを基にして，ターゲットの商品を決定した。

データから，E タイプの顧客が鮮魚がランキングの上位を占めていたことから，鮮魚をターゲット商品カテゴリに設定し，その中でも，特に鯛をターゲット商品に決定した。

鯛を選んだ理由としては，鯛の旬が施策を行う時期と合っていたのに加えて，フジでは「愛媛県産養殖真鯛を食べて地元を応援しようキャンペーン」が行われていたからである。

3.　施策

3.1　５W

施策を考えていくにあたって私たちは5W1H を基準に計画を立てていった。

Why（どんな目的で）ではターゲット指標として「1 人当たりの平均単価を上げる」と設定した。

これは鯛の価格は他の鮮魚と比べると高いのでそれをターゲットが購入することで売上が伸びると思ったからだ。

Who（誰に対して）では E タイプで最も来店している 60 歳以上の女性。What（何を）では愛媛県産養殖鯛。When（いつ）では７月 30 日と８月６日の終日。Where（どこで）ではレシピや愛の瀬鯛について説明したパネルを制作して，売り場に２つ設置した。１つ目のパネルでは，レシピ(1) を載せることで，鯛を利用した料理に関連する他の食材の購入にも繋がると考えた。２つ目のパネルでは，愛の瀬鯛がフジ藤原店までに届くまでを記載した。仕入れ先（養殖）や生産者の写真を載せることで安全性と新鮮さをア

ピールすることができると考えたからである。

3.2　1H

How(どうやって)では顧客の興味関心を引くための見出し「愛媛県産！万能朝どれ養殖鯛」を考えて売り場の下部に設置した(図１)。また，鯛の売り場を店舗の遠くからでも分かりやすいようにのぼりも設置した(図２)。下記のように鯛専用の売り場を設けて２日間施策を実施した。

図１　愛の瀬鯛の売場の様子

図２　愛の瀬鯛の売場の様子

4.　結果

施策をして得られたデータを来店者数や１来店当たりの購入金額など要因ごとに分解し，それを基にフジ藤原店の比較期間や藤原店と顧客層が似ているほかの比較店舗と比較を行った。

4.1　店舗全体について

店舗全体では売り上げは比較期間と比べて 5.2%上昇し，目的であった １ 商品当たりの単価は比較期間と比べて 1.5%，比較店舗と比較して 0.4%上昇した(図３)。

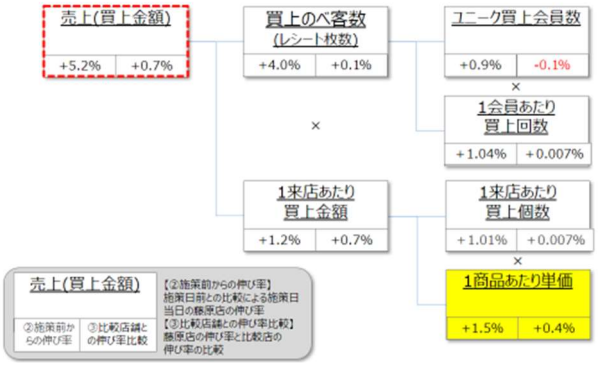


図３　売上分解ツリー(店舗全体)

4.2　対象とした顧客タイプについて

4.2.1　E タイプ

E タイプでは，売り上げは比較期間と比べて 5.7%上昇したが，のべ買上げ人数は減少していた。１商品当たりの単価は比較期間と比べて 2.7%，比較店舗と比べて 0.7%上昇していた(図４)。

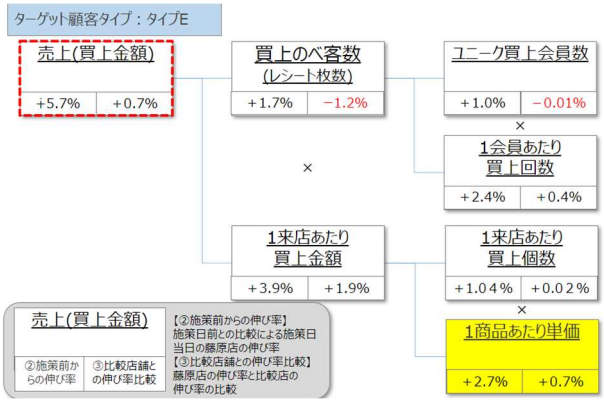


図４　売上分解ツリー(E タイプ)

4.2.2　E タイプの鮮魚カテゴリ

E タイプの鮮魚カテゴリの分析結果から，売り上げは比較期間と比べて 20%も上昇したが E タイプの分析結果と同様に買い上げ人数が減少していた。１商品当たりの単価は比較期間と比べて 17.5%，比較店舗と比べて 2.0%上昇していた(図５)。

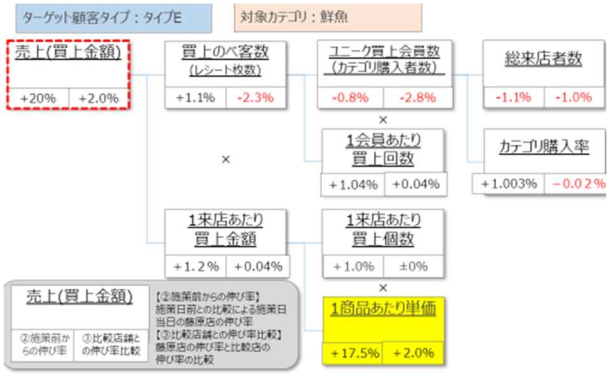


図５　売上分解ツリー(E タイプ・鮮魚)

4.3　他の顧客タイプについて

他の A，B，C，D，F タイプでは，１商品当たりの単価は以下のようになった(表３)。どの顧客タイプも比較期間と比べて 10%以上伸びているが，A，B，C，D タイプは比較店舗と比べるとあまり伸びていなかったのに対し，F タイプは比較期間と比べて 23%，比較店舗と比べて 13%も上昇していた。

表３　施策実施による１商品当たりの単価比較

	比較期間との比較	比較店舗との比較
タイプ A	+17%	− 1%
タイプ B	+15%	+ 0%
タイプ C	+14%	+ 1%
タイプ D	+16%	+ 2%
タイプ F	+23%	+13%

5.　考察，展望

鮮魚の１商品当たりの単価が，同一店の比較期間と比べて約18%も上がり，比較店舗と比べて2.0%上がっていた。そこから，鯛の単価は他の鮮魚や精肉より高く，60歳以上の女性の顧客はもともと鮮魚をよく買っていたため，鮮魚の１商品当たりの単価も上がったのではないかと考えられる。

また，ほかの顧客タイプの単価も実施店の実施期間外と比較すると伸びており，特にＦタイプは当店の実施期間外と比較して20%超，非実施店と比較して13%も伸びていた。このことから，　ＦタイプはＥタイプと来店日時，性年代や購買商品カテゴリの特徴が酷似しており，Ｆタイプには，限定品や企画品によく反応を示すという特徴があったからではないかと考えた。

以上のことから，私たちのターゲットとした６０歳以上の女性には鯛を売るという施策が合っていたと言える。

また，私たちは展望として，もう一度施策を実施できるならと考え，変更点を３つ挙げた。

１つ目に，Why(目的)を『顧客タイプＥの１商品当たりの単価を上げる』から『総来店者数を増やす』に変更する。上記の「4.2　対象とした顧客タイプについて」の結果から，総来店者数が約1.0%下がっていたので，総来店者数が増えると鮮魚だけでなく他の商品も含め購入する顧客が増えるのではないかと考えたからだ。

２つ目は，When（いつ）で施策実施日をシニア感謝デーに変更する。６５歳以上の人には５%割引される日があるため価格の高い鯛でも買ってもらえるのではないかと考えたからだ。

３つ目は，Where（どこで）でお客様に情報を知ってもらうためにレシピのパンフレットを配る。パネルでおすすめの鯛料理を紹介したが，パンフレットとして手に取れる形にすることでまとめ買いをしやすくなり，まとめ買いをする人が増えると１来店当たり買い上げ個数や１来店当たり買い上げ金額も上がるのではないかと考えたからである。

6.　終わりに

約１年間このプログラムに参加して，実際に企業の方々と連携し，販促を２日間実施した。社会人として働くことの難しさだけでなく，マーケティング・プランニングの楽しさを経験できた。施策の効果を見ると，売り上げも伸び，自分たちで立てた仮説が立証されたことが一番嬉しかった。もう一度施策を行えるのであれば展望で述べたことを実施し，Ｅタイプの売り上げを更に上げ，他のタイプの売り上げも上げられる効果的な施策も考えていきたいと思っている。

謝辞

今回このようなプログラムを行える貴重な機会をいただきました，株式会社フジ様，セキ株式会社様，株式会社True Date 様には感謝申し上げます。

参考文献

(1)cookpad:
https://cookpad.com/recipe/6767756,https://cookpad.com/recipe/6384857,https://cookpad.com/recipe/6204491

数学オンラインテストの問題作成支援

鶴岡篠[*1]・内橋夏実・浅本紀子[*2]
Email: tsuruoka.shino@is.ocha.ac.jp

*1：お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース
*2：お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 教授

◎Key Words　　オンラインテスト，数式処理，LMS

1. はじめに

近年，教育現場における ICT の活用がますます盛んになっている。その一例として，授業時間外に様々な場所で学習できるオンライン教育システムを充実させ，これを対面授業と併用することで，より効果的な教育に繋げようとする動きがある。しかし，特に数式を含むオンラインテストの作成には，Moodle のような学習管理システム(LMS)の他に，数式処理システムや STACK のような数式評価システムに対する知識が求められるため，教員側の負担を増やす恐れがある。そこで本研究では，このようなシステムにあまり詳しくない教員でも Moodle 上で数学オンラインテストシステム STACK を用いた作問・採点ができるようなツールを開発し，教員による数学自習教材の作成を支援する。

2. Moodle と STACK

2.1 Moodle

Moodle(1)とは生徒の学習について管理する LMS(Learning Management System)のひとつで，オンラインでの課題提出・評価，出欠確認，小テスト等を利用できる e ラーニングプラットフォームである。オープンソースであり，導入コストの面から導入組織が多く，国内の大学での使用率は約 40%と LMS の中でトップシェアである(2)。プラグインを追加することで機能を拡張することができる。

2.2 STACK

STACK(System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)(3)とは，数式による回答が可能なオンラインテスト・評価システムのことである。STACK での数式の入力は，基本的には Excel 等の記法と同じように，フリーの数式処理システムである Maxima の数式入力記法に従う。バーミンガム大学の Sangwin らによって 2004 年から開発が始められ，2008 年にリリースされた STACK2.0 では Moodle と連携可能となり利便性が大幅に向上した(4)。STACK3.0 以降では Moodle のプラグインとして動作し，小テストの問題タイプの一つとして利用可能となっている。

3. オンラインテスト作成支援ツール

3.1 背景

Moodle の小テスト作成には，問題作成者が Moodle の使い方に慣れるまでにある程度の時間を要するという課題がある。Moodle には小テストで使用される問題をインポートおよびエクスポートするための Moodle 固有の XML フォーマットが存在し，関連研究では，代数学問題の作成に特化した問題様式の Excel ファイルを Moodle 用 XML ファイルに変換するツールの開発(5)などがある。このように Moodle に慣れていない人でも小テストを作成できるようにするための研究が進められている。

3.2 意味形式 MathML からオンラインテストを作成

本研究では，HTML で記述された数学小テスト問題を Moodle の小テストに変換できればこの課題を克服できると考えた。MathML に注目した理由は，数式を MathML で記述して公開されている Web ページは多いため簡単に MathML コードを入手できると考えたからである。この方法は先述した既存研究と比較すると，複雑な数式を Excel に入力する際の煩雑さが無いという点や，Excel の入っていないパソコンでも利用できるという点でメリットがある。そこで，数式の書かれた HTML ファイルを Moodle 用 XML ファイルに変換するツールを設計し，簡単な計算問題に対応するツールを開発した。

さらに，本研究では，変換の際に問題タイプを指定することで，対応するポテンシャル・レスポンス・ツリーを自動的に設定するよう改良を行う。ポテンシャル・レスポンス・ツリーとは，STACK には解答した内容を評価する機能であり，様々な想定される学生の解答（ポテンシャル・レスポンス）をツリー状に整理することで，学生の解答が正解かどうかだけでなく，入力された解答に応じて様々な応答を返すことができる。このポテンシャル・レスポンス・ツリーを適切に設定することにより，学生の理解に寄り添った採点をし，復習すべき点を明確に示すことが可能となるが，その設定は容易ではない。そこで，複雑なポテンシャル・レスポンス・ツリーにも対応できるよう，問題タイプを導入した。

3.3 対象とする数式

変換の対象とする数式の範囲は，高等学校までの算数及び数学の学習指導要領(6)に記載されている範囲に含まれる数式とし，指導要領は平成 20 年及び平成 21 年に改訂されたものを参照する。

3.4 単一の数式からなる簡単な計算問題の場合

一元多次方程式/一次方程式/展開/因数分解/微分/積分などの，一つの MathML タグを 1 つの問題とする簡単な計算問題については先行研究(7)で扱っている。

そのツールで，HTML 文書から Moodle 用 XML ファイルを作成し Moodle の問題バンクにインポートし，それをプレビューした様子が図 1 である。

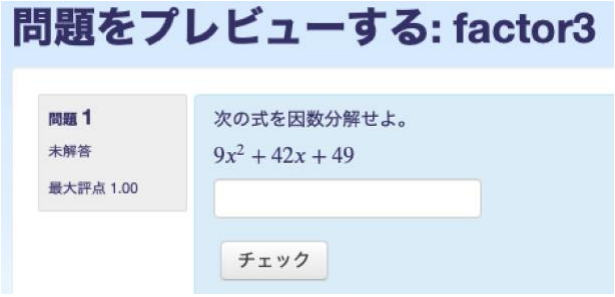


図 1 インポートした問題

3.5 問題タイプを指定する方式

前節の方式では，簡単なポテンシャル・レスポンス・ツリーの問題にしか対応できなかった。ポテンシャル・レスポンス・ツリーを柔軟に設定できれば多様な問題を作ることができる。そのために，問題タイプを指定する方式を考えた。

現在利用できる問題タイプは次のとおりである：

1) 文字式演算
2) 一元一次方程式
3) 連立二元一次方程式（連立方程式（2））
4) 連立三元一次方程式（連立方程式（3））
5) 一次不等式
6) 因数分解
7) 式の展開
8) 二次方程式
9) 二次不等式
10) 微分
11) 積分
14) 三角関数
15) その他

例えば，問題タイプに二次方程式を指定した場合，ポテンシャル・レスポンス・ツリーは図 2 のように設定される。緑のブランチは True，赤のブランチは False を表す。（例：「$x^2+4x+3=0$ を解け。」）

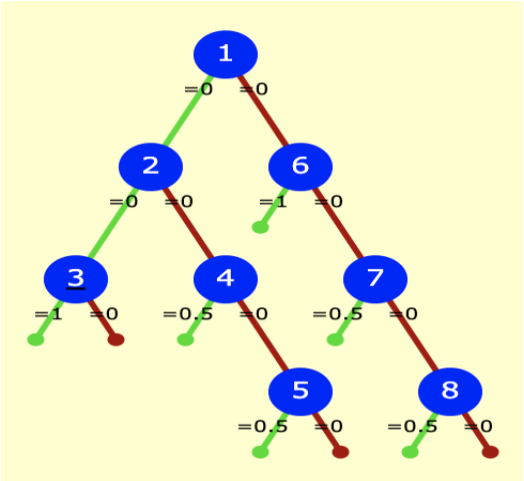


図 2 二次方程式のポテンシャル・レスポンス・ツリー

各ノードの評価内容は下記のようになっている：

ノード 1：問題の二次方程式が重解かどうか
ノード 2：入力された 2 つの解が等しいか
ノード 3：解答 1 が正しいか
ノード 4：解答 1 が正しいか
ノード 5：解答 2 が正しいか
ノード 6：入力された 2 つの解が正しいか
ノード 7：解答 1 が正しいか
ノード 8：解答 2 が正しいか

4. おわりに

数式部分が意味形式で記述された HTML ファイルから，Moodle 上の STACK を利用した数学オンラインテストを自動生成するツールを開発し，適切なポテンシャル・レスポンス・ツリーを容易に設定できるよう改良を行った。

今後の課題として，現在はポテンシャル・レスポンス・ツリーの自動設定は限られた計算問題にしか対応していないが，グラフを用いた問題など，より幅広い数学問題に対応させることが挙げられる。また，現在は Python3 の実行環境でターミナルコマンドを入力することによって変換結果を取得する形式になっているが，一意な表現形式への変換ツール(8)と統合させ，Web アプリケーションの形で実装できる様にしてユーザビリティを高めたい。

参考文献

(1) ”Moodle”：Moodle <https://moodle.org>
(2) 葉利江子，酒井博之，辻靖彦，平岡斉士，重田勝介：“日本の大学における LMS の導入状況”，大学 ICT 推進協議会 2019 年度年次大会論文集，TP-27（2019）.
(3) ”STACK”：Moodle <https://moodle.org/plugins/qtype_stack>
(4) 中原敬広，中村泰之：“Moodle の完全なプラグインとなった数式評価システム STACK3.0”，大学 ICT 推進協議会 2012 年度年次大会論文集，G8-5（2012）.
(5) 畑篤，上木佐季子，遠山和大，中原敬広：“Moodle 小テスト問題の一括作成-数式記述問題支援ツールの改良及び代数学小テスト作成支援ツールの開発-”，日本ムードル協会全国大会発表論文集，pp.9-14（2020）.
(6) 文部科学省：「学習指導要領」<https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1282000.htm>
(7) 内橋夏実，浅本紀子：“数式記述言語 MathML の表現形式から意味形式への変換およびオンライン小テスト作問への応用”，情報処理学会コンピュータと教育研究会 161 回研究発表会（2021）.
(8) 八巻澄奈：“MathML における一意な表現形式記述への変換ツールの開発”，お茶の水女子大学大学院　人間文化創成科学研究科　理学専攻　情報科学コース　修士論文（2022）.

VR プログラミングの学習システム

岡田大平*1・十河穂*1・清水直繁*1・鎌田洋*1
Email: c6201777@st.kanazawa-it.ac.jp

*1：金沢工業大学

◎Key Words　　VR，プログラミング，学習

1. はじめに

2016 年に VR 元年を迎えて以来，世間の VR に対する注目度は大きく高まった．近年では新型コロナウイルスの影響により，離れた人と臨場感のあるコミュニケーションを楽しむことが出来る VR 技術への需要がより高まっている．

しかし，VR 技術への需要が高まる反面，その作り手である IT 人材の不足が問題視されている。みずほ情報総研株式会社の発表によれば，IT 人材の供給が追いつかず，2030 年には最大で 78.7 万人もの需給ギャップが生まれると推測している(2)。ここ数年で注目され始めた VR 業界では，既に大きな需給ギャップが生じており，IT 人材が不足している状況においては，今後も需給ギャップが更に拡大していくと考えられる。これからの VR 業界を支えるためにも，VR 技術に理解のある IT 人材を育成できる学習システムの普及が望まれている。

この論文は 2021 年に PC カンファレンスで発表した学習システム(1)を発展させたものである。主に学習機能を発展させ学習内容を充実させた。

2. 従来のシステムと問題点

従来の VR 制作のためのプログラミングを学習する手段としては，主にプログラミングスクールに通うことと，書籍を購入することの二点が挙げられる。

プログラミングスクールに通う方法では，高い技術力を身につけることが可能であるが，受講料が非常に高く定員も限られていることが多いため，人材の需給ギャップを埋めることは難しい。

書籍による自学は，人員に限りはなく学習費用も安く抑えることが可能だが，VR プログラミングを学べる書籍は非常に少なく，現在のバージョンに対応していないことも多々ある。

その他にも VR を学習に用いるシステムがいくつかあり，その一例として「mcframe MOTION VR-learning」というものがあげられる(3)。これは，現場教育のための VR 教材を，簡単に自作する事が可能となる VR 学習システムである。VR 独自の没入感を利用することで，高い学習効果を期待することが可能となる。しかし，このシステムは VR を媒介とした学習システムであり，VR の為のプログラミングを学ぶ事は出来ない。

以上から，現状の従来システムには VR プログラミングについて学習する手段が非常に少なく，特に大衆的な学習方法である書籍による自学も，高い学習効果を期待することが出来ないという問題点がある。

3. 本システムにおける解決方法

従来システムの問題点を解決する方法について図 1 に示す。本システムは，VR の制作に必要な環境構築の方法を学び，次にサンプルとなる 3D ゲームの作成について学んでいく。その後は 3D ゲームを VR に対応させていくまでの流れを学習させるシステムとして構築した。環境構築から VR 化までの一連の流れを学習した後は，知識を復習するための問題に回答していく。問題に解答する事で，正誤判定に基づいて，成績の記録をとるようにしてある。これによって，どこが分からなかったのか振り返ることを可能とし，復習に役立てることができる。また，従来の書籍による学習では，情報が古くなることで現行のソフト等に対応出来なくなるという問題点があった。本システムはデジタル教材として構築する事で，最新版へのアップデート対応を取ることが可能となり，書籍が抱える問題点も解消することが出来る。

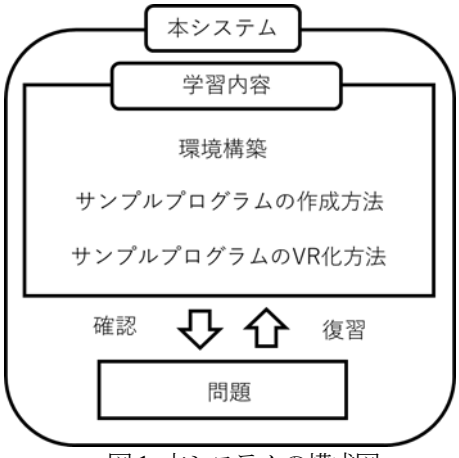


図 1 本システムの構成図

4. 本システムの構成

本システムのタイトル画面を図 2 に示す。本システムは，スライドによる学習と問題による復習が可能な VR プログラミングを学ぶためのデジタル教材である。本システムは学習スライドと問題の 2 つのコンテンツで構成されている。学習スライドでは教科書を読み進めるような感覚で VR の制作手順を学べるようにしてある。学習スライドボタンを押した際に表示される画面を図 3 に示す。利用者は図 3 の画面から，各学習スライドへと遷移する事ができる。次に，問題集ボタン押した際の画面を図 4 に示す。利用者は図 4 の画面から各問題を選択し，回答していくこととなる。学問代のボタン下には，その問題の正

誤及び未回答が表示され，間違えた問題や未回答の問題が一目で分かるようになっている。なお，学習にあたっては VR を制作するために必要な Unity と Steam の導入手順から説明するなど，環境構築を行いやすいようにしてある。環境構築を行った後は，3D ゲームを制作するための手順を学習していく。今回は，それぞれシューティングゲームと，料理風サンプルプログラムの二つを用意した。利用者は好きな方のプログラムを制作し，それらの VR 化を目指していくという流れになる。

以前の学習内容にシューティングゲームとスマートフォンを使った VR コンテンツの制作方法を新たに加えて異なる形式のゲームとスマートフォンを使った VR について学習できるようになった。

図 2 本システムのタイトル画面

図 3 学習スライドの選択画面の一部

図 4 問題選択画面の一部

4.1. 料理風サンプルプログラムについて

本システムで制作できる料理風サンプルプログラムについて具体的に示す。料理風サンプルプログラムとは，ユーザが 1 人称視点で包丁を使い野菜を切るゲームのことだ。図 5 は VR に対応する前の実行画面である。できるだけ要素を減らし始めて VR コンテンツを作る人でも簡単にせ作できるようになっている。実際の料理風サンプルプログラムの制作方法の流れは図 6 に示す。

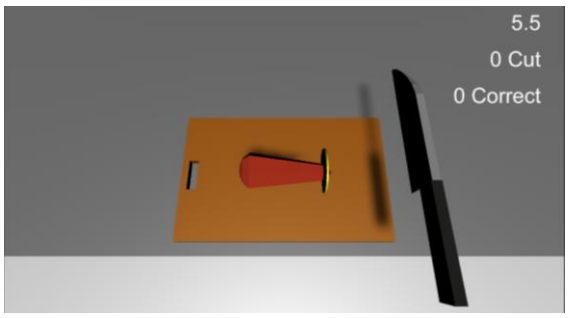


図 5 料理風サンプルプログラムの実行画面

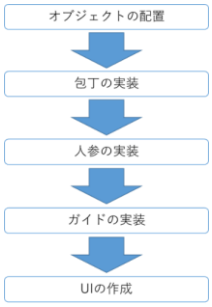


図 6 料理風サンプルプログラムの作成の流れ

4.2. シューティングゲームについて

本システムで制作する事が出来るシューティングゲームについて具体的に示す。図 7 は VR に対応する前のシューティングゲームの実際の実行画面である。利用者は VR シューティングゲームを制作する前段階として，通常の 3D ゲームの制作を目指す流れとなる。今回のシューティングゲームの制作にあたって必要な銃と的のモデリングについては事前に配布するものとし，銃弾のような簡単な形状のモデルに関しては，Unity 内で作成してもらう方式とした。実際のシューティングゲームの制作方法の流れについて図 8 に示す。

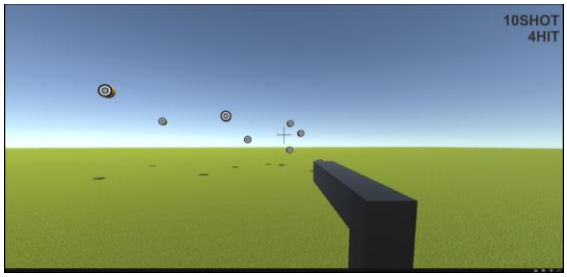


図 7 シューティングゲームの実行画面

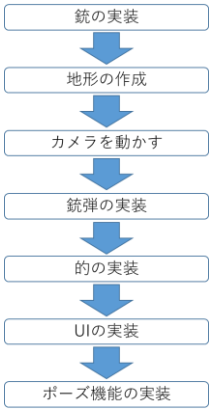


図 8 シューティングゲームの制作方法の流れ

4.3. スマートフォンを使った VR について

これまで HMD を使用した VR コンテンツの作成方法について紹介してきたが，これからスマートフォン向け VR コンテンツの特徴と作成方法について紹介していく。スマートフォンを使った VR は HMD 向けの VR と大きく異なる点は安価で手に入れることができるところだ。市販で売られている HMD は安い物でも 30，000 万円以上する高額な商品ばかりで，初心者が初めて購入するには少しハードルが高くなっている。一方スマートフォン向けの VR ゴーグルは 100 円ショップで売られている物や段ボール製でできたゴーグルを用意すれば簡単に VR コンテンツを楽しむことができる。

今回は初心者でもスマートフォン向け VR コンテンツが作成できるよう外部機器を使用しない方法でプログラムを制作した。Unity のプログラムをスマートフォンで楽しむためには画面をタッチして操作する等限られた方法でしか操作できないが，スマートフォンを VR ゴーグルに入れてしまうと画面が触れず，操作ができなくなる。そこで画面の操作を必要としないスマートフォンのジャイロセンサーを使用した方法で操作できる VR コンテンツの開発を行った。図 11 はスマートフォン版の VR コンテンツの構成を表したものである。

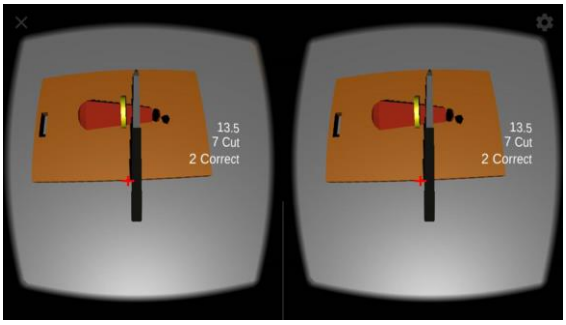


図 9 スマートフォン版の料理風サンプルプログラム

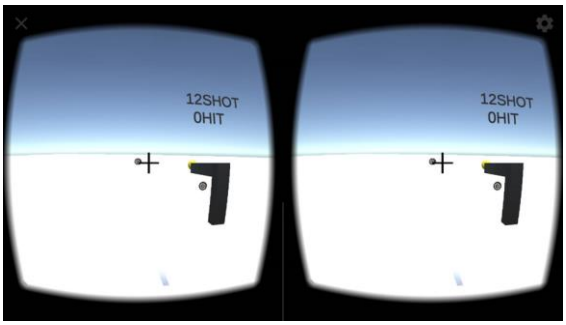


図 10 スマートフォン版のシューティングゲーム

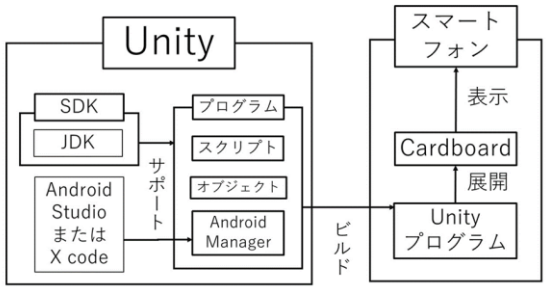


図 11 スマートフォン版 VR コンテンツの構成図

図 12 で示すように今回の学習システムでは上記 3 つのソフトウェアをインストールする方法から始まり，Unity 内の環境構築，スマートフォン向け VR コンテンツに適したカメラやオブジェクトの配置，スマートフォン向け VR コンテンツのスクリプト解説まで行っている。スマートフォン向け VR コンテンツは HMD 向けの VR コンテンツとかなり仕様が異なるため，VR 化前のシューティングゲームと料理風サンプルプログラムの学習システムを使用して学習していく。

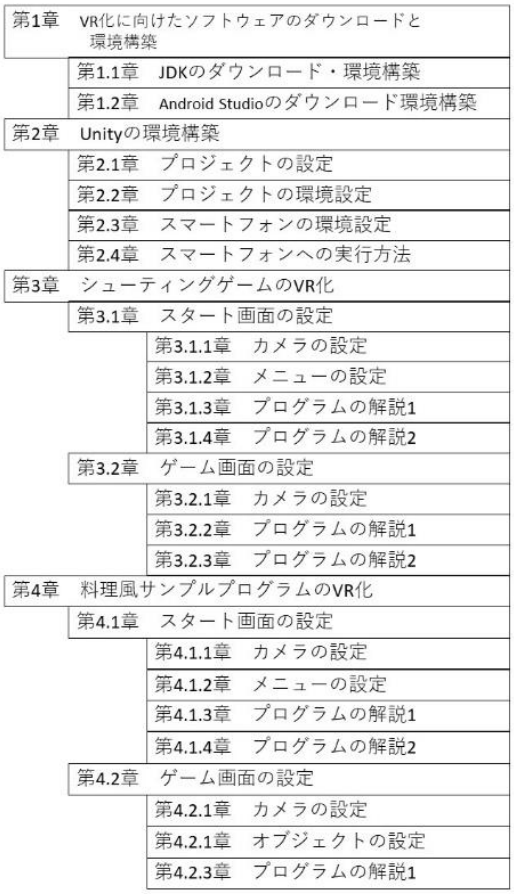


図 12 スマートフォン版 VR 学習システムの概要

4.4. 正誤判定機能について

問題に対して目標の画像と代表的な間違いの画像を用意し実際に学習者がプログラミングして実行した画像と比較することで正誤を判定する。目標の画像と合致した場合は正解と判定され，そうでなかった場合は代表的な間違いの画像と合致するか調べ，合致するものがあれば対応したアドバイスを学習者へ提示するものである。構造は図 13 のとおりである。

図 14 は正誤判定機能の実行例である。上段の画像は入力された画像で，下の画像が目標の画像である。これらの画像は比較され正誤判定される。図 14 のような場合では 2 つの画像を比較したとき合致しないので不正解と表示され右に一致しなかった部分の画素を強調し表示される。

本正誤判定機能は，A Description-Type Programming Learning System Which Advises about Main Wrong Answers[4] によって提案された手法を本学習分野に適応したものである。

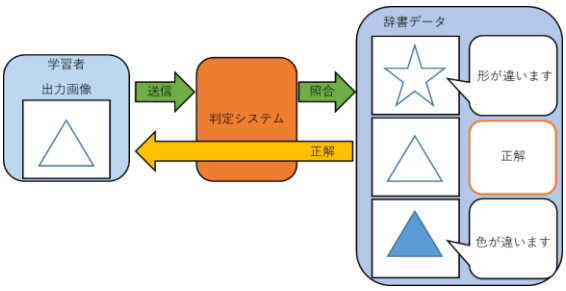


図 13 正誤判定機能の構造

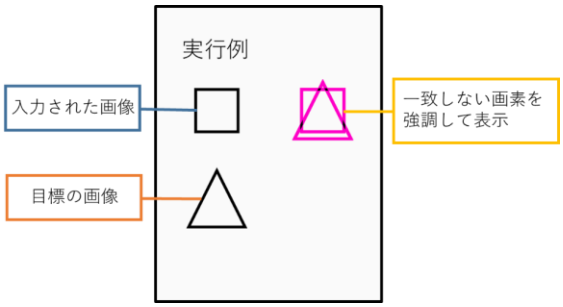


図 14 正誤判定機能の実行例の画面と説明

5. 評価実験とその結果

本システムは，大学生 17 人に正誤判定システムを除いて学習・クイズ・成績照会までのサイクルの実演を見てもらい，その後アンケートに回答してもらうことで評価実験を行った。評価項目は問 1「VR プログラミングの知識は身につくと思うか(有用性)」，問 2「VR プログラミングを学習したいと思うか(需要)」，問 3「学習する内容は分かりやすいか(学習性)」，問 4「新規性はあると思うか(新規性)」，問 5「使いやすいか(機能性)」の 5 項目に設定した。評価方法は 1 から 5 までの 5 段階評価とし，5 が最も良い結果とした。これらの条件で行ったアンケートの結果を図 15 に示す。

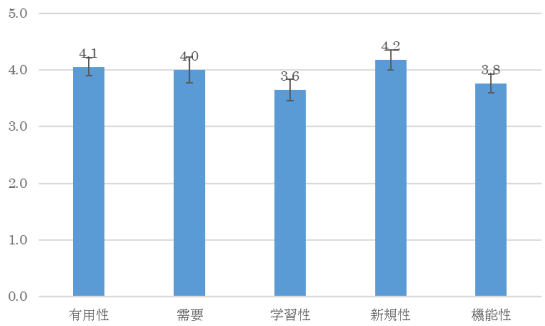


図 15 実験結果

6. 考察

評価実験の結果全ての項目で評価点の中央値である 3 点を超えており，本システムの方向性が妥当であることが確認できる。新規性に関しては評価点の平均が 4.2 点と最も高い評価を得ており，これまでに VR コンテンツの開発に焦点を当てた学習システムがあまり存在しなかったのでこの評価に繋がったのではないかと考えている。また，有用性・需要についても評価点の平均が評価点全体の平均である 3.9 点を超えているのでこのシステムは VR コンテンツの開発に有用性が有り，ある程度の需要が見込めるのではないかと考えている。しかし，学習性や機能性については評価点の平均が評価点全体の平均よりも低くなっていたので改良の余地があると感じた。特に学習性は評価点の平均が 3.6 点と最も低くなっていたので学習内容の見直しやシステムの使いやすさを改善する必要がある。ボタンの配置や説明スライドの説明文の分かりづらさ，ボタンや説明スライドの位置やサイズの不統一などが評価点のマイナスに繋がったのだとアンケート結果から分かった。

肝心の学習内容や本システムの使いやすさの評価が悪かったことから学習内容とシステムの使いやすさを向上させる必要があると感じた。

7. まとめ

本研究は VR 業界に従事する IT 人材の不足を解消することを目的として，本システムの開発を行った。評価実験の結果から本システムには新規性があり，ある程度の需要と有用性があることが確認できた。今後の課題はシステムの使いやすさの改善と評価である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K02869 の助成を受けたものです。

参考文献

(1) 十河穂，清水直繁，岡田大平，鎌田洋：“VR プログラミングの学習システム”，2021 PC Conference 論文集，pp.286-289（2021).

(2) みずほ情報総研株式会社：“平成 30 年度我が国におけるデータ駆動型社会にかかる基盤整備(IT 人材等育成支援の為の調査分析事業)―IT 人材需給に関する調査―”，(2019)，(https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkokusyo.pdf)，(2021 年 6 月 28 日取得).

(3) ビジネスエンジニアリング株式会社:“自社で簡単作成できる VR 教材｜製造，建設，物流，医療の現場教育に活用”，(https://info.mcframe.com/lp_vr-learning)，(2022 年 1 月 14 日取得).

(4) Shun Sasaki，Hiroshi Kamada：“A Description-Type Programming Learning System Which Advises about Main Wrong Answers” ICIC Express Letters，Part B: Applications，pp.807-813（2021）.

COVID-19 による講義形態の変化に伴う影響

鈴木大貴*1・鉾建僚祐*1・阿部柚人*1・松浦寛*2・七海雅人*3・佐藤洋志*3・髙木龍一郎*3
Email: s2294107@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1：東北学院大学大学院工学研究科
*2：東北学院大学工学部機械知能工学科
*3：東北学院大学生活協同組合

◎Key Words　　COVID-19，Moodle，製図

1. はじめに

近年，COVID-19 の影響により大学の講義形態は，オンラインミーティングツールを利用した遠隔形式が主流となった．本学の機械知能工学科における専門科目カリキュラムは，2 年生で基礎学習（座学），3 年生で応用学習（実習）という構成であり，昨年度に続き今年度も全て遠隔で実施された．

前報では，実習科目の遠隔化に伴う影響を調査するため「機械設計製図」に着目した．課題は「手巻きウインチ」の計算書作成と組立図，部品図の製図である．単位習得率，課題提出日時を Moodle で調査し，昨年度（COVID-19 の流行後）と一昨年度（COVID-19 の流行前）の比較を行った．昨年度は，6 回目までを遠隔で行い，対面時は，進捗確認のみで課題を宿題化した．これに対し今年度は，3 回目までを遠隔で行い，対面時は課題実施の時間とした．本報では，一昨年度，昨年度，今年度における単位習得率，課題提出日時の調査結果を比較し，講義形態の変化に伴う影響を調査した．

2. 専門科目カリキュラム

2.1 従来の講義方法

図 1 に本学科における専門科目のカリキュラムを示し，以下に各講義の具体的な内容を述べる．

2 年前期の「機械設計学」は，機械設計および製図に必要な基礎知識の習得を目標とし，機械部品の原理や特性等について学習する．講義後半では学生 2 人 1 組で「機械設計」に関するプレゼンテーションを行ってもらい，知識の定着度を確認する．

2 年後期の「機械設計製図」は，2 年前期に学んだ機械設計における基礎知識の深い定着を目標とし，手巻きウインチの設計を行う．ウインチ構成部品の機械強度計算後に，ドラフターを使用して手描き図面を作製する．

3 年前期の「ユニバーサルデザイン」は，説明，コミュニケーション能力の向上を目標とし，学生をグループに分けてユニバーサルデザインの商品を企画・開発・プレゼンしてもらう．

表 1　一昨年度以前の講義スケジュール

時間配分 / 講義回	30 分	60 分	休憩	90 分	自習
第 1 回	ガイダンス	実習		実習	実習
第 2～15 回	実習				

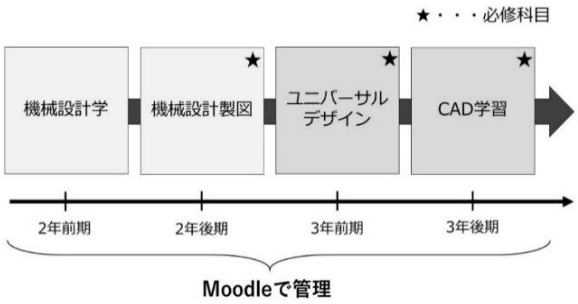


図 1　専門科目のカリキュラム

3 年後期の CAD（Computer-Aided-Design 以後 CAD）学習は，CAD による図面作製技術の習得を目標とし，簡単な図面を PC 上で描く．講義時間が 180 分と短く，時間内での習得は難しいため 3 年次の夏季休暇に補講を設け事前学習の機会を与える．

2.2 遠隔講義方法

遠隔講義では，オンラインミーティングツールの Zoom を使用した．

「機械設計学」は座学を中心とした講義であるためすべて遠隔とし，Zoom で教員と学生間の接続を行った．講義後半のプレゼンも Zoom を用いて行った．

「機械設計製図」は，実習科目であるため，遠隔と対面のハイブリッド型で行った．今回は 15 回の講義のうち 1～3 回目までを Zoom による遠隔形式で行い，4 回目からの講義を従来と同じ対面とした．

「ユニバーサルデザイン」は「機械設計製図」と同様，座学中心の講義であるためプレゼン発表も含めた全講義を遠隔で行った．

CAD 学習は，実習科目であるため対面で行い，夏季休暇中の補講は遠隔で行った．

3. 機械設計製図講義内容

3.1 一昨年度以前の講義内容

表 1 に一昨年度以前の講義スケジュールを示す．本講義時間は 180 分であり，初回講義の 30 分間でガイダンスを行った．

課題は手巻きウインチの設計である．講義回においては 1～6 回までを前半，7～15 回までを後半と設定した．学生は，前半にウインチ構成部品の強度計算を行い，各寸法の決定後，計算書を作成する．完了した学生から製図に移った．

後半は，計算書に基づいて組立図 2 枚（正面図，側面図），部品図 5 枚（フレーム，巻胴，中間歯車，ブレーキドラム，中間軸）の製図を行った．学生間での図面トレースを防ぐため，寸法の値を学籍番号によって変えた．計算書の確認は，同学科を卒業した TA（Teaching-Assistant）が行い，図面は，見落としを防ぐため TA，教員の順で 2 重に確認した．この際図面に関する口頭試問を実施し，図面理解度の確認も行った．

3.2 昨年度の講義内容

1～6 回目までを遠隔で実施し，7 回目以降を対面で実施した．

遠隔時は，学生を 6 班に分けた．各自 2 つの Zoom ミーティンで教員のミーティング（全体）と TA のミーティング（班別）に入ってもらった．班別のミーティングを設けることで質問への対応および学生間の情報共有が容易になった．また，遠隔では PC を用いるため，計算書を手書きから Excel へと変更した．

対面時は，学生を 12 班に分け，3 密を避けるため教室への入室可能時間を班別に指定した．そのため講義時間内は，主に課題の進捗確認のみ行った．図面は，講義時間外に開放した教室での自習か自宅で実施させた．また「自宅が遠い」「感染リスクの懸念」などの理由で指定時間に登校できない学生には宅配便での対応を行った．

3.3 今年度の講義内容

表 2 に今年度の講義スケジュールを示す．1～3 回目までは遠隔，4 回目以降を対面で行った．計算書は，昨年度と同様 Excel とし，進歩確認のため提出させた．

遠隔時は，学生を 1 つの Zoom ミーティングに入室させ講義を行った．講義に関する質問は全体のチャットで発言してもらい，他学生にも内容を共有できるようにした．その場で解決が難しい場合，ブレイクアウトルームで TA が対応した．

対面時は，学生を 2 グループに分けて，それぞれ別教室で計算書を作成させた．製図は 1 つの教室にまとめて実施させた．前報の結果より，自宅で課題を実施した学生の単位習得率が悪かったため基本的に学校で課題を行わせた．

4. 評価項目と結果

講義形態の変化が課題の進行度に及ぼす影響を調査するため，単位習得率と課題提出回を調査した．単位習得率は，合格者と不合格者の割合から算出し，課題提出日時は各講義回で課題を提出した人数を比較した．Moodle（e ラーニングプラットフォーム）で上記の評価項目に関するフォームとアンケートを作成し，学生に回答してもらった．いずれも再履修者は評価対象から除いた．

表 2 今年度の講義スケジュール

時間配分 講義回	90 分	休憩	90 分	自習
第 1~3 回	実習（遠隔）		実習（遠隔）	実習（遠隔）
第 4~回	実習（対面）		実習（対面）	実習（大学）

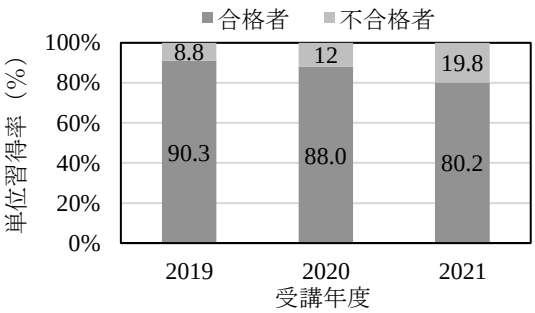


図 2 単位習得率

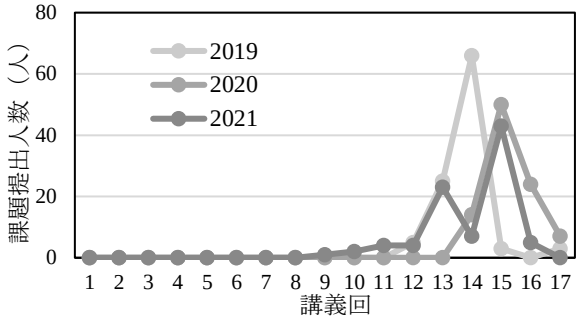


図 3 課題提出回

図 2 に過去 3 年間（一昨年度，昨年度，今年度）における単位習得率を示す．一昨年度は 90.3%，昨年度は 88.0%，今年度は 80.2%となった．昨年度から 7.8 ポイント，一昨年度からは 10.1 ポイント下がっており，単位習得率は悪化していることが分かる．

図 3 に過去 3 年間における課題提出回を示す．一昨年度，昨年度は 17 回まで課題提出が及んだのに対し今年度は 15 回までにほとんどの学生が課題提出を完了させた．講義回が 17 回目まで実施されているのは 15 回目までに提出できない学生が少なくないためである．

一昨年度は 14 回目，昨年度は 15，16 回目，今年度は 13，15 回目に提出する学生が多かった．一昨年度ほどではないが昨年度より講義提出回が早まった．

単位取得率が悪化した理由として，昨年度の学生は 2 年前期の機械設計学をすべて対面で受講し，今年度の対象学生はすべて遠隔で受講したことが基礎知識の習得度に影響しているのではないかと考えられる．

課題提出回の短縮理由として，遠隔講義回の減少と自宅実習撤廃により学生間での協力が容易になったことが影響していると考えられる．

5. まとめ

過去 3 年間における単位習得率と課題提出回の比較結果を以下に示す．

(1) 単位習得率が悪化した．
(2) 課題提出回の短縮が見られた．

以上により，講義形態の変化が単位習得率，および課題の進行度に影響することが分かった．この理由として，機械設計学の講義形態と学生間の協力の有無が関係していると考えられる．これより，機械設計学の成績と学生の協力度合いを調査比較し，単位習得率の悪化と課題提出回の遅延を抑制する．

YouTube を利用した MS Forms によるオンデマンド型授業の構築
—資格中国語における授業実践より—

永江貴子*1
Email: tnagae@ner.takushoku-u.ac.jp

*1：拓殖大学外国語学部中国語学科

◎Key Words　ICT　YouTube　MS Forms オンデマンド型授業

1.　はじめに

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)拡大により、国際的な移動が厳しく制限され、海外からの教員の招聘が難しくなった。本発表者所属の学科でも、中国から教員を招聘していたが、このコロナ禍により入国が困難な状況が続いている。中国語を主専攻とする学生も未だ中国に留学できない。

中国において、中国語を学習するために留学生は入国できず、また中国語教育を担う教員も各国への移動が制限されているため、中国語学習者向けのオンライン授業が盛んになっている。北京大学の対外漢語教育学院の教員により漢語水平考試（以下、HSK と称す）**エラー! 参照元が見つかりません。**対策講義の動画が、YouTube にアップロードされている。この中には、発表者の大学に過去に招聘した教員や招聘予定だった教員も含まれている。以上の教員から許可を得た上で、これらの動画を Microsoft Forms(以下，Forms と称す)に組み込み、更に関連問題を入れた学習システムを作成しオンデマンド型授業で活用した。本発表では、その試みと問題点を報告する。

2.　オンライン中国語教育に関する先行研究

コロナ禍におけるオンライン中国語教育について中国では様々な特集が組まれた。オンライン中国語学習のシステム面に言及した論稿を中心にまとめ、その問題点を述べる。

陆俭明（2020:1）[2]は“加速开发研制、建设灵便多样、有效的网上 / 线上汉语国际教育资源。”（ユーザビリティが高く効果的なオンライン上の中国語教育資源の開発・構築を加速する）ことが重要な対策の 1 つで、同時双方向授業やオンデマンド型授業、MOOC 等の各種オンライン授業に言及している。そして“如今需要进一步加速开发研制能应对多个语种、板块布局更为合理、链接跳转更为灵便的更具创新性的汉语国际教育网上 / 线上资源。”（現在では多言語対応、モジュールの最適化、リンクのしやすさなど更なる創意を加えた中国語教育のオンラインリソースを開発することが必要とされる）と指摘する。また李先银(2020:15-16)[3]は“线上教学的未来发展走向与平台建设”（オンライン教育の今後の方向性とプラットフォーム構築）という題で“未来的教育样态有三种：独立的线下教学、线下线上结合的混合式教学、独立的线上教学。”（今後の教育形態はオフライン単独の授業、オフラインとオンラインを組み合わせたブレンド授業、オンライン単独の授業の三種類である）と指摘し、更にオンライン授業で用いられる WeChat や Zoom など様々なプラットフォームを紹介した上で、教員と学生のフィードバックによると既存のプラットフォームは何らかの支障があると述べている 。また李宇明（2020:437-438）[4]では、“新冠疫情促使中文教育转移到线上。”(コロナ禍は中国語教育のオンライン化を促した)と指摘し、更に“线上中文教育业将常态化。”（オンライン中国語教育は常態化した）という。その一方で、注意すべき点として、まず“要提升线上教学效果”（オンライン教育の効果を向上するべきだ）としている。その中には“开发适合教学的专用软硬件，集聚整合教育资源”（教育・学習に適した専用のハード・ソフトの開発、教育リソースの集結・統合）が含まれている。崔希亮（2020:296-297）[5]において、こういった世界的な公衆衛生の突発的な事の下での中国語教育について、その対策の 1 つとして“加强网络环境语言教学的理论与实践研究”(インターネット環境下の言語教育の理論的・実践的研究の強化)を挙げている。

コロナ禍の中国語教育面で王辉（2021 : 16-17）[6]では問題点をいくつか挙げている。中でもシステム面として、学習者参加度の不足を述べている。“线上学习具有便捷性、灵活性、自主性等特点，全球各地的学习者可随时随地参与。”（オンライン学習は敏捷性・迅速性・自律性等の特徴があり、世界各地の学習者が時間と場所に左右されず参加できる）という。しかしながらオンライン学習は各種問題があり、例えばシステム面に関して“学生的网络信息素养不一，对教师采用的线上教学平台的操作可能不熟练”(学生によってネットリテラシーが異なり、教員が準備したプラットフォームの操作を熟知していない可能性がある)という。“教学平台多种多样，学生对如何利用平台功能和网络资源进行有效学习缺乏了解，难以与教师的教学设计形成良好配合。”(学習プラットフォームの多種多様により、学生がプラットフォームの機能とネットのリソースをいかに利用して効果的な学習をするかについて理解が不足しており、教員による学習計画にはつり合いが取れない危険性がある）としている。更に王辉（2021 : 20）では、対策の 1 つに“完善线上教学平台中文教学质量的重要保障”（学習のプラットフォームを完備することが中国語教育の質保障に重要である）とし、“增强操作上的友好性和便利性”（操作上のやさしさと利便性を強化すべきだ）と説いている。

コロナ禍により中国語教育のオンライン化が促進され、ポストコロナの中国語教育もオンライン化を取り入れながら実施されることが予測される。しかし現在のシステムはまだ改善すべき点が多々あり、更なる創意工夫がなされ、理論的・実践的研究を行っていくことが求められている。

3. YouTube を利用した授業実践

3.1 HSK の講義動画

現在、YouTube 上で “Learn Chinese”というチャンネル[7]には中国語の学習動画がアップロードされている。その中に、HSK の 1 級～6 級の講義動画がある。これは、北京大学の対外漢語教育学院の教員による講義で、各級の試験概要、リスニング・リーディング・ライティングに分けた細かい説明、それぞれの解答解説といった大変内容豊富なコンテンツになっている。

図 1 YouTube 上の HSK 講義動画

なお、この解答解説を担当している教員は発表者の大学に過去に招聘した教員や招聘予定だったが新型コロナウイルス感染症拡大により来日が不可能になった教員も含まれていた。そこで、北京大学の教員にこの YouTube の授業利用可否について聞いたところ、「(ダウンロードしたりせずに) ネット上で視聴するのは問題ない」といい、「これは HSK 慕課課程 (MOOC) で、外国人中国語学習者のために公開されている動画」であるからだとのことだった。また著作権などについて、「新型コロナウイルス感染症拡大のため、やむを得ない措置に入るのではないか」との意見も聞いた。従来、中国から招聘していたネイティブ教員の授業が受講できず、更にその渡航が予定されていた教員や過去に招聘した教員が講義した動画ということで、中国語ネイティブスピーカーの教員による講義を味わってもらうべく、この動画を活用して授業に組み入れることとした。

3.2 資格中国語における講義動画の活用

本発表で扱う「資格中国語」という科目は、2021 年度の前期は中国語検定試験対策[8]、後期は HSK の対策をオンデマンド型授業で実施した。後期の HSK 対策では、HSK という試験の概要を知り、目指す級を合格することを目標としたものである。

この科目は 2019 年度までは対面授業で実施されていたが、2020 年度は新型ウイルス感染症の影響で遠隔授業となり、オンデマンド型授業を実施した。2021 年度も引き続き、オンデマンド型のみで行うことになった。その際、オンデマンド型授業について実施要件が細かく定められた。表 1 を参照されたい。

表 1 オンデマンド型授業の実施要件

項目	説明
使用ツール	原則「Blackboard」使用
掲出開始曜日	原則として設定された「掲出開始曜日」の前日までに掲出
授業資料	①前週授業のフィードバック、②今週授業資料、③今週授業課題、④次週授業予習
出席確認	③今週授業課題
課題締切	「提出開始曜日」から原則 3 日間

Blackboard（以下、Bb と称す）という LMS (Learning Management System; 学習管理システム)に、時間表で設定された「掲出開始曜日」の前日まで授業資料をアップロードすることになった。ここで提示した③今週授業課題により、出席確認をした。この提出課題について、「学生に過度の負担とならないよう、出席の確認ができる程度の課題（感想や授業コメント、簡単なレポート等）とするように配慮が求められた。また課題の締切は原則 3 日間となっていたが、「担当教員の判断で引き伸ばし可・日曜日は除く」という補足もあった。

では、LMS から先に挙げた HSK の講義動画を視聴でき、かつ授業課題を設定するために、いかなる方法を用いたら良いか。2020 年度の資格中国語の授業で Bb に解説サイトや学習サイトなど様々なコンテンツ掲出したが、学生にとって使い勝手が悪ければ活用はせず、使用したとしても、時間の関係でじっくり学習しないことが明らかとなった[9]。そのため、2021 年度前期の資格中国語の授業では、Bb では実施する Forms のリンク先のみ提示し、クリックすると、図 2 のように Forms の画面が開くように設定した。

図 2 Bb と Forms 表示画面

この Forms の中に解説動画や課題を組み入れた。1 つのサイトの中に解説動画や課題を入れることで、学生の操作の煩雑性を減らし、使いやすさが向上し前年度比で課題未提出の学生が減少した。

Forms は YouTube とリンク付けた動画を視聴できるため、先述の授業実践を応用して中国の HSK 講義動画を活用した授業を構築した。

4. HSK 動画をリンクした Forms による授業

4.1 資格中国語（HSK 対策）の授業方法

後期の資格中国語は、目標として「HSK の問題形式に慣れ、自身のレベルに応じた級の合格を目指す」ことで、授業で扱う範囲として「HSK4 級、5 級、6 級の対策問題」とした。全 15 回であったため、HSK4 級が 5 回、HSK5 級が 5 回、HSK6 級が 5 回とした。その 5 回の詳細は、次の

表2の通りである。

表2　授業の実施詳細

項目	説明	課題点
第1回-第4回	HSK動画視聴と課題提出	5点
第5回	第1回-第4回のまとめ課題	13点/14点

それぞれ4回の授業動画視聴を課し、その動画に基づいた課題を提出し課題点をつけた。第5回目はまとめの回とし、第1回から第4回で学習した内容に基づいた課題を出した。成績はオンデマンド型授業であるため、全て提出された課題点により採点した。第1回から第4回は満点が5点、第5回は課題の難易度と問題数によりHSK4級と5級が満点が13点、HSK6級は満点が14点にし、全て満点ならば100点になる計算である。締切日を過ぎた場合は、一律0点とした。

学生の授業動画や課題実施までの煩雑さを軽減するため、BbにはFormsのリンク先のみ提示した。

図 3　Bbの掲出画面

Bbの掲出画面ではFormsのリンク先と諸注意を表示した。また選択授業であり、学生によって中国語のレベルも異なるため、必ずHSKの動画のスクリプトと日本語訳も同時に添付した。HSK4級の動画はwordで3、4ページぐらいであったが、5級、6級と級が進むにつれ内容が難解になったため日本語訳に説明も付け加えたため、訳文がwordで10ページを超えることもあった。

次の図4がFormsの画面である。

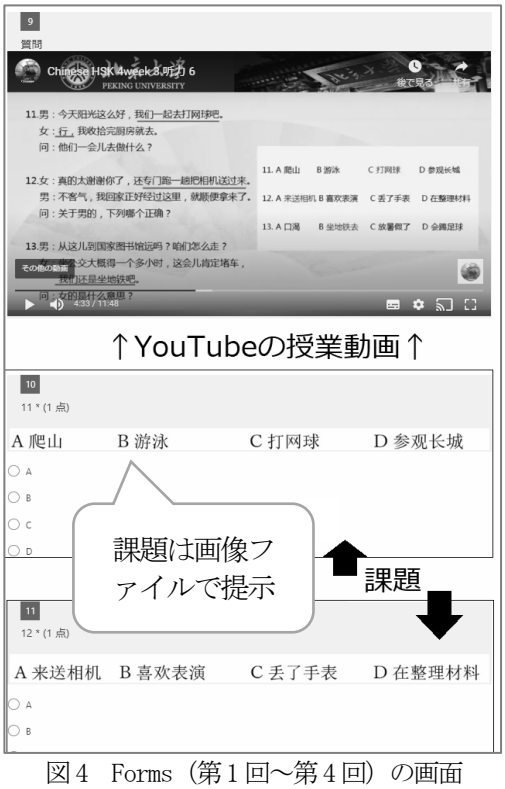


図4　Forms（第1回～第4回）の画面

Formsに YouTubeを表示させ、更にそれに関連する課題を作成した。中国語の漢字は文字化けして日本語の漢字になってしまう可能性があるため、課題は必ず画像ファイルで提示した。

なおFormsで YouTubeを表示する方法は、図5を参照されたい。

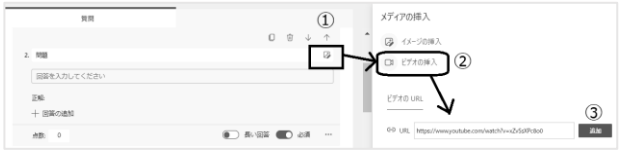


図5　Formsへの YouTube表示方法

まず①「メディアの挿入」をクリックし、②「ビデオの挿入」をクリックし、③URL のボックスに表示したいYouTubeのリンクを貼り付け、「追加」をクリックすると、図4のように授業動画がFormsで表示される。

HSKの授業動画は1本当たり15分から20分であったため、第1回から第4回の授業は1回の授業でだいたい4、5本の動画をアップロードした。課題の問題数は動画に基づいて20題や25題など5の倍数で作成し、5点満点になるように成績を出した。

第5回のまとめの回は、第1回から第4回で学習した内容をもとに、図5のような問題を出した。

図5　Forms（第5回）の画面

学習内容に基づき、選択式もしくは入力式の問題とした。日本語のブラウザで中国語を入力すると、日本語の漢字に文字化けしてしまうが、Formsでは集計されることを学生にも事前に伝えておいた。

4.2　授業実践の結果

本節では、資格中国語における授業実践の結果について、述べていく。まず、授業の履修人数は37名、平均点が75.3点であった。受講生は中国語学科の2年生が12名、3年生が22名、他学科の学生が3名であった。

中国語学科の34名についてSPSS[10]を用い、2年生と3年生の提出率の差と中国語の検定試験と提出率の相関関係を求めた[11]。なお、検定試験取得級のデータが取れなかった他学科3名は、この分析から除外した。

まず平均点について、2 年生は 81.6 点、3 年生は 70.0 点で 2 年生の方が高かった。SPSS による t 検定は以下のようになった。

有意確率＝ 0.114 ＞ 有意水準 0.05

そのため、母平均に差がある、即ち 2 年生と 3 年生に差があると言えない。その要因として、2 年生でこの授業を選択する履修者は、3 年生に匹敵するような中国語能力を備えていると考えられる。

また、中国語の検定試験の取得と提出率の相関関係を観察していく。中国語の検定試験とは、HSK と中国語検定試験である。HSK と中国語検定試験は中国語検定試験協会のホームページ(12)によると、「試験の目的も出題形式も異なるため厳密な比較」はできないということであるが、おおよその目安は次の通りだという。

中検	-	準4級	4級	3級	2級	準1級	1級
HSK	1級	2級	3級	4級	5級	6級	-

図 6　中検・HSK 対比表（中検ホームページより）

この図 6 を参考に、統計をかけるにあたって取得級によって次の点数で換算した。

表 3　中検と HSK の得点換算

	級	得点	級	得点	級	得点
中検	4 級	2 点	3 級	3 点	2 級	4.5 点
HSK	3 級	2 点	4 級	3 点	5 級	4 点

まず、HSK4 級を中間の 3 点とし、中国語検定試験もほぼ重なるので 3 点計算とした。HSK5 級は 4 点、中検 2 級はやや高いので 4.5 点、更に HSK4 級や中検 3 級のレベルに満たない HSK3 級と中検 4 級をそれぞれ 2 点とした。この換算で、散布図を作成すると次の図 7 のようになる。

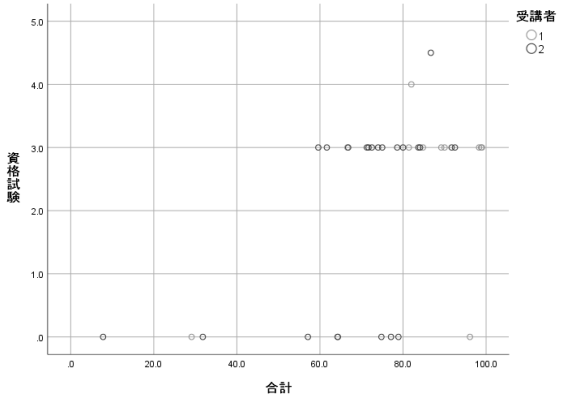


図 7　資格試験の得点と合計点の散布図

以上より、大多数の学生が 3 点以上、即ち中検 3 級もしくは HSK4 級以上を取得済みであることがわかる。更に、この検定試験と課題点の相関関係は次のようになる。

相関係数 = 0.523

有意確率 = 0.002 ＜　有意水準 0.05

したがって、資格試験の級が高いほど課題点が高いという相関があることがわかった。即ち、このオンデマンド型授業の結果は、実際の中国語能力と関係があるといえる。

5.　おわりに

本発表では、YouTube を利用した Forms によるオンデマンド型授業の構築の試みを述べた。動画を Forms に組み込み、関連問題を入れた学習システムを作成しオンデマンド型授業で活用した。その結果、オンラインではあるが、中国にいるネイティブスピーカーの中国語による授業を実現し、課題提出により理解を深めることができた。また、課題点はそれぞれの中国語の検定試験の結果と相関することがわかった。

一方で、いくつか問題点を挙げておく。まず、著作権についてである。今回は新型コロナウイルス感染症拡大のため使用できたが、ポストコロナ時代においては、動画の利用などは厳しく制限されると考えられる。次に、海外の動画も学生のレベルに合わせ、全て当該言語のスクリプトを作成し、翻訳や注釈をつける作業は時間がかかったので、何らかの工夫が必要である。以上の問題点があるが、今回の Forms を使用した学習サイトと課題が一体型になったシステムは、YouTube に講義がアップロードされていれば、授業に容易に活用でき、更に課題を設定できるため、様々な授業への応用が期待される。

6.　謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K00895 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) HSK（漢語水平考試）とは中国語が第一言語ではない受験生の中国語コミュニケーション能力を考査する試験。
汉语考试服务网（中国語試験サービスネットワーク）
http://www.chinesetest.cn/gosign.do?id=1&lid=0
(2022 年 6 月 26 日参照)

(2) 陆俭明 李先银他 2020“新冠疫情下的汉语国际教育：挑战与对策”大家谈（下）《语言教学与研究》第 5 期：1-16 页（陆俭明：新冠疫情下的汉语国际教育急需采取的两大对策/李先银：线上教学的未来发展走向与平台建设——“‘新冠疫情下的汉语国际教育：挑战与对策’大家谈”代结束语）

(3) 同(2)

(4) 李宇明他 2020“新冠疫情对国际中文教育影响形式研判会”观点汇辑《世界汉语教学》第 4 期：435-450

(5) 崔希亮 2020“全球突发公共卫生事件背景下的汉语教学”《世界汉语教学》第 3 期：291-299

(6) 王辉 2021 新冠疫情影响下的国际中文教育：问题与对策《语言教学与研究》第 4 期：11-22

(7) Learn Chinese
https://www.youtube.com/channel/UCB6Okp3lWoEpN17bY1y15gg(2022 年 6 月 26 日参照)

(8) 永江貴子「「資格中国語」におけるオンデマンド型授業実践―COVID-19 下における授業対応―」、『コンピュータ＆エデュケーション』、Vol.50、pp.28-31、2021 年

(9) 永江貴子「テスト・学習の一体型中国語システムの構築」、ICT 利用による教育改善研究発表会発表要旨」、2021 年

(10) 使用は IBM SPSS Statistics ver25 である。

(11) 内田治『すぐわかる SPSS によるアンケートの調査・集計・解析第 5 版』東京図書、2016
https://www.youtube.com/channel/UCB6Okp3lWoEpN17bY1y15gg(2022 年 6 月 26 日参照)

(12) 中国語検定試験 http://www.chuken.gr.jp/
(2022 年 6 月 26 日参照)

外国語授業におけるコンテンツ駆動学習の導入

田邉 鉄[*1]
Email: ttanabe@iic.hokudai.ac.jp

*1：北海道大学情報基盤センター

◎Key Words　大学教育，CLIL，中国語授業，入門期の外国語

1. はじめに

日本の大学における外国語授業では、学習者が当該外国語に対して高い学習動機付けを持っているとは限らない。抽選漏れなどで、意に染まない外国語を履修している学生にとって、外国語学習の初歩は、退屈な作業ばかりでできている。中国語学習は、発音と語彙に大きく依存するので、なおさらそう思う。

もちろん、大学の言語教育が、せいぜい数日の旅行で滞在中のサバイバルだけを目標とするならば、この方法を特に改める必要はないだろう。ただ、来る日も来る日も、教科書を音読し、単語を覚えるだけでは「興味を持たせ、それを持続する」ことは困難だ。

外国語授業が退屈なものにならないようにする方策として、近年 CLIL(Contents Language Integrated Learning)が注目を集めている。CLIL とは「外国語『を』学ぶ」授業から、「外国語『で』学ぶ」授業へとシフトすることを指す。

ところが、英語以外のいわゆる初習外国語で、「外国語で学ぶ」授業を実現するのは極めて困難である。英語ならば高校までの積み上げがあり、充実した授業を展開できるかもしれないが、初習外国語では難しい。「で」学ぶを実現するために、「を」学ぶことが、よけいに厳しくなっていくのでは、本末転倒であろう。

そこで、CLIL の C を再定義し、教科コンテンツを直接学ぶのではなく、希望するコンテンツを自律的に学ぶための多言語スキルを身につけることをコンテンツとするような、コンテンツ駆動学習を構築する研究・実践を着想、2020 年度から試験的に授業を実施している。

2. 外国語演習「インターネットで中国語」

北海道大学の初習外国語は、1 年次に週 2 回、合計 60 コマが必修である。例年およそ 800 人が履修、統一教科書で学び、学期末は統一試験がある。最終的には、ここに CLIL 的要素を導入する計画だが、非常勤講師を含む多数の教員が担当しているため、内容や方法をもう少し詰める必要があると考え、文系学部の一部で必修の、外国語演習科目で、人数を限って実施することにした。

授業は週 1 回、1 学期 15 回ある。各回のテーマは表 1 のとおりである。前半は「インターネットと大学図書館で、各分野の研究に必要な情報を収集するための方法」、後半は「SNS などでのコミュニケーションと、「中国語でのプレゼンテーション」を主に取り上げた。各回は、概ね次のように進行する。

2.1 ウォーミングアップ（5 分～10 分）

歌やドラマのワンシーン、中国式ラジオ体操、アニメの一部など、視聴覚教材を鑑賞、フレーズを発音してみたり、歌ってみたり、体操したり、決めポーズをしてみる。

2.2 ミニ講義（30 分以内）

テーマに関して、「レファレンスの使い方」のような技術や、「中国の Web サイトに掲載された情報の読み解き方」などについて、教員が経験に基づいて話す。

2.3 実習（30 分程度）

講義で取り上げた、各種「オンライン・レファレンス」、場合によっては図書館の紙媒体も活用しながら、出された課題を解決してゆく。各種「チート技」の使用も認める。

2.4 発展学習（自習）

自分が興味を持っている内容について、様々な「疑問」を考え、ネットを用いて、その疑問を解決する。また、自分で選んだオンラインテキストを、自動翻訳・音声合成・ピンイン（ラテン文字による“ふりがな”）自動付与などのオンラインサービスを駆使して「自分専用教材」を作る。最終課題の「プレゼンテーション」の準備を兼ねる。

回	テーマ
1-3	○ これまで学んだ中国語の復習 ○ 中国語入力練習、中文 IME のいろいろ ○ 手書き・音声など多様な入力方法
4-5	○ インターネットと Web のしくみ ○ 百度ではじめる、中国語サイト検索 【実習】辞書・レファレンスサイトを利用する
6-8	○ 中国の政治体制/政府や自治体の Web 発信 ○ 地図・官職・文芸――昔のことを調べる 【実習】「工具書」サイトを使う
9-10	○芸能と文芸 ○中国料理 【実習】テキスト解析で教材を作る
11-12	○SNS で中国のオタクと出合う ○プログラミングで/を学ぶ中国語 【実習】オンライン・コミュニケーション
13-14	【実習】中国語でプレゼンテーション
15	プレゼンテーション実践 講　評

各自、自分の興味に基づいて、インターネットから面白そうなテキストを発掘し、各種オンラインサービスを利用して、辞書で意味を確認したり、ふりがなをふったり、音声合成で発音を聞いたりして、あらゆるネットリソースを「教材」にできることを知った。また、KHCoder というテキスト解析ソフトを用いて、頻出単語を調べて集中的に学んだり、内蔵されている形態素解析エンジンを利用して単語単位で切り分け、Google スプレッドシートで単語集を作ったりした。

3. 最終プレゼン

こうして、検索や資料収集、分析などを通して、自分の興味ある領域の語彙や例文を中心に収集し、無理なく身につけることができた。最後に、それを用いて実際に中国語で発表をすることを課した。主たるテーマを挙げる。

・日本のアニメは中国にどのように受容されたか
・易経と占いについて
・中国発のビデオゲームについて
・中国語の歌は本当に声調を踏まえていないのか
・中国料理のプレゼンテーション
・少林寺について・・・など

最終回の発表は、ネイティブの TA とともに、プレゼン資料と実際のプレゼン、それぞれを 5 段階で評価した。特に 2 年目である 2021 年度では、必修クラスも全てオンラインだった、という学生が新 2 年生として履修しているので、発音が十分にできていないんじゃないか、と思っていた。ところが、蓋を開けてみると、発音がとても流暢な学生が多いことがわかった。

授業で発音練習はほとんどしていないが、音声合成を提供するサイトで練習しているせいか、正確で美しい発音をする学生が多く、驚かされた。面白いのは、Google 翻訳の音声出力機能と、そっくりな読み方をする学生が少なくないことである。ネイティブや教員が「ん？」と思うような、Google 翻訳の独特なクセまで再現している。ここまで似せるために、いったい、どれくらいの練習を積んだのだろう。クラスで一斉に読んだり、指名朗読することなどがあれば、その場で「正しい読み方」を聞くこともできようが、そういうインスタントフィードバックを得られないために、「とことんまで Google 先生の真似をすることになったのではないか。

4. 学力面の効果

2020・2021 年に、受講生が誰も受けたことのない、3 年以上前の統一試験問題を解かせてみたところ、だいたい 80%程度の点数を上げていた。

これは、レギュラークラスで、1 年生が統一試験を受けたときの平均に近い。この授業以外では中国語から離れていたことを考えると、1 年生の時から、中国語の学力が落ちていない、と言え、少なくとも中国語を忘れない程度には保持できた、と考えてよい。だが、「この授業のおかげで、中国語の学力を落とさずにいられた」のか、「もともと成績優秀、かつ努力家で、1 年やそこらで中国語の実力が錆びないような学生だけが、この授業を履修している」のかは、これだけではわからない。

授業中の様子を観察した限りでは、大半の学生についてはどうも後者ではないかと思う。こちらから、いろいろなワザを教えたり、便利ツールを紹介したりすると、食いつきがよく、それを便利に使うだけではなく、私が紹介したサービスやソフトよりも、使い勝手のいいものを探し出してくる。その情報はクラスの掲示板等で気前よく共有してくれるので、授業をするたびに情報が厚くなっていく。

そういう授業は、多段階評価になじまないのかもしれない。スキル獲得が目的なのだから、どんなスキルをどれだけ身につけたのか、ということで測るしかないから、獲得スキルの数を単純に数えて、パス・ノンパス評価にしてしまえばよいようにも思う。どうしても段階評価をしなければならないなら、ディストリビューションで考えるのがいいのではないだろうか。

5. 情意面の効果

学力よりも顕著だったのは、情意面での効果、モチベーションの維持向上である。自分ひとり、がむしゃらに頑張って、人を出し抜いてトップに立つ、という競争原理から外れることで見える景色は、多くの学習者に心地よいものなのではないかと思う。

多くの学習者は、「調べ方」の選択肢の多さに驚き、「教材化」の容易さに感謝し、「言いたい中国語」が結果として言えているという事実に感嘆する。

Youtuber のように、ネットでの発信を高収入に換えている人びとがいる一方、無償で人生相談に乗ったり、専門知識を匿名で披瀝したり、便利なツールを提供してくれるような人びともたくさんいる。昨今インターネットの「変質」を嘆く向きも多いが、この授業は、存外まだまだネットには牧歌的な部分が残っているのでは、と思わせるものがあるように思う。

6. おわりに

2020 年度に、この授業を受けた 3 年生の学生から、「この授業で教わったことを、1 年生の時に知っていたら、もっと苦労しないで中国語の単位がとれたし、もっと授業を楽しめたかもしれないのに」と、文句（？）を言われた。

なるほど、漢字の国の言葉なのに、いきなり「フリガナ」としてラテン文字の記号を覚えさせられる。你好（ニーハオ、こんにちはの意）が、Nǐ hǎo と書かれ、でも、普通のローマ字や英語じゃないからね、というのは、あまりに意地悪なように思う。「サイトに全てピンイン表記をつけてくれるサービスがあるよ」と教えてやるのはマズいことだろうか。むしろ、面倒くさい「手続」のせいで、やる気や興味を失ってしまうことの方が問題ではないか。この授業で教えたような「便利ワザ」は、オープンにし、誰もが使えるようにした方がいいに決まっている。

授業に翻訳サイトを使うことの是非が議論されるようになって何年か経っている。そろそろ、機械翻訳が間違えそうなパターンを探すのはやめて、コンピュータをどう使い、どう分業していくか、を考え、この授業のような「リテラシ」「スキル」を学ばせる授業をさらに追求していきたい。。

謝辞　本研究は JSPS 科研費 JP18H00682 の助成を受けたものです

対面とオンラインを併用した 新入生向け ICT 環境セットアップ支援の実施

山本望実[*1]・尾崎拓郎[*2]
Email: j219703@ex.osaka-kyoiku.ac.jp

*1：大阪教育大学大学院 教育学研究科
*2：大阪教育大学 情報基盤センター

◎Key Words　　PC セットアップ，新入生対応，オンデマンド

1. はじめに

大阪教育大学 ICT 教育支援ルーム(1)(2)では，新型コロナウイルスの影響を受け，2020 年度より，オンラインによる PC セットアップ支援を実施している. 本報告に至るまでに，筆者らはメッセージングアプリを用いた対話的ハイブリッド型応答システムを開発し，相談者への対応の充実を図ってきた(3)(4). 2022 年度では，これまでに行ってきたオンラインでの支援実績を踏まえて，オンデマンドでの相談者対応を可能にするべくマニュアル整備に着目し，対面とオンラインを併用した新入生向け ICT 環境セットアップ支援を実施した．本稿では，2021 年度及び 2022 年度において，年度当初の相談者対応の実施における比較報告を行う.

2. 研究背景

2.1 ICT 教育支援ルームについて

大阪教育大学 ICT 教育支援ルームでは，全学的な ICT 利活用の推進のため，学生や教員を対象に ICT 環境のセットアップや授業における ICT 活用のコンサルティングといった ICT 利活用支援を行っている．例年 4 月には，新入生に対して大学の ICT サービスを円滑に利用してもらうべく，ICT 環境設定支援並びに PC セットアップ支援を実施している．2020 年度は，新型コロナウイルスの影響を受け，対面による設定支援がかなわなかったためにオンラインによる支援を開始した. 以降，オンラインでの支援を継続しており，相談者及び支援者双方のユーザビリティ向上のため，支援システムの改良を行ってきた(3).

2.2 2021 年度の支援体制

2021 年度は，2020 年度の課題を踏まえ，相談者に対して個別最適な支援を実施するため，利用の敷居を下げること，相談者―支援者間におけるコミュニケーションを促進することを目標に，相談窓口にて利用するシステムの構築を行った(4). 学生が平時から使用しているツールを利用することで，操作手順を簡略化する狙いがある. 相談受付方法を LINE に集約したことで，支援を受ける際の敷居を下げることができ，相談者とのコミュニケーションの促進についても実現できた. これらの結果から，自動応答により対応スタッフの対応工数を削減しつつ，対応スタッフによる直接の支援が必要な相談者に対しては，より個別最適な支援を実施することができた.

2021 年度においては，4 月 2 日から新入生向けのセットアップ支援として対面とオンラインを併用した支援を実施していたが，同年 4 月 22 日以降は，大阪教育大学の授業実施方針により対面での授業実施が困難となったため，その実施方針にあわせて ICT 教育支援ルームにおいても対面による支援は実施できず，オンラインによる支援のみ実施していた.

2022 年度においては，原則対面での授業実施の方針が出されたこともあり，学生の大学キャンパスへの登学機会の増加が見込まれたことから，対面による相談件数が増加することが予想された. そのため，オンラインを原則とした支援体制から対面による支援体制の充実をはかるため，特にセットアップが急務である項目に絞って，紙冊子マニュアルの整備を行ったり，一斉セットアップ会の実施を行ったりして，対面による新入生向け ICT 環境セットアップ支援の充実を図ることとした.

2.3 他大学での事例

武蔵野大学では，2020 年 4 月のオンライン授業の全面導入に伴い，オンライン授業のユーザサポート体制が構築されている(5). 対面での対応，電話及びメール（問い合わせフォーム）による人を介した窓口の他，情報発信のためのホームページ，チャットボットによる自動応答の 3 つの窓口が提供されている．課題としては，「リテラシー不足の問題」「情報へのアクセスパスの問題」「コミュニティの不在」の 3 つがあり，課題を解消しトラブルを未然に防止するために必要な施策として，「教育」と「コミュニティの形成」が挙げられていた.

先に述べられた課題である「リテラシー不足の問題」や「情報へのアクセスパスの問題」については，大阪教育大学 ICT 教育支援ルームにも共通しているものであり，新入生に向けてアクセスガイドの提示を行う上で参考になる知見であった.

3. 2022 年度の ICT 環境準備支援体制

本章では，2022 年度の新入生支援実施に向けた準備及び支援体制について述べる.

3.1 支援実施に向けた準備

支援実施に先立って，マニュアルの充実を図った. セットアップ作業が必要な項目を列挙し，それぞれの項目に優先度を設定した. 優先度が高い事項については，ガイダンス時に配布する紙冊子マニュアルを作成し，優先度の低い項目は，Web マニュアルを作成して新入生に展開することとした.

また，新入生にとってアカウント付与直後に直ちに実施しなければならない項目については，優先度が最も高い事項であることから，紙媒体のマニュアル配布のほか，

新入生ガイダンス向けに作成した動画による説明や，別途の個別の設定支援を行うこととした．具体的には，次の項目について最優先の説明事項とした．

- **履修登録に必要な大学メール閲覧方法の確認**
  履修登録システムへの認証は大阪教育大学情報基盤センターから付与された ID を利用する．統合認証システムを経由して認証を行うが，認証の際に，ワンタイムパスワードを利用する場合があるため，その初期設定値である大学のメールアドレスに対して，各ユーザーが確実にアクセスし，履修登録作業そのものを滞りなく実施できるようにするための確認事項である．
- **Google2 段階認証の設定**
  学生向けの大学メールは Google Workspace を利用しており，メールアドレス付与直後は ID とパスワードによる認証で利用可能となるが，情報セキュリティ強化の観点から，5 月初旬の大型連休明けを過ぎた時点で付与したアカウントに対して Google 2 段階認証の適用を強制するように案内している．アカウント付与直後に直ちに実施する必要はないものの，セットアップ時に設定を実施しておくことが望ましいため，本項目については優先事項を最高のものと位置付けた．

3.2 2022 年 4 月以降の支援体制

2022 年度における新入生の主要な予定について図 1 に示す．新入生向けガイダンスの対象者が多く登学する 2022 年 4 月 2 日において，「大学メールの閲覧方法」及び「Google2 段階認証の設定支援」を実施する体制を整えた．これは，新入生向けガイダンス時に大阪教育大学情報基盤センターから発行される利用承認書に基づく説明に起因するものである．本支援実施のもととなる説明資料・動画等については，3.1 にて作成したコンテンツを各専攻・コース別のガイダンスにて説明することを基本としているが，同日のガイダンス同時展開数によって以下の 2 種類の支援を実施した．

- 情報基盤センター担当教職員並びに ICT 教育支援ルーム担当スタッフが，ガイダンス会場に出向いて設定支援を実施
- 動画説明及びセットアップ支援の案内を行い，ガイダンス後にセットアップ支援会を実施

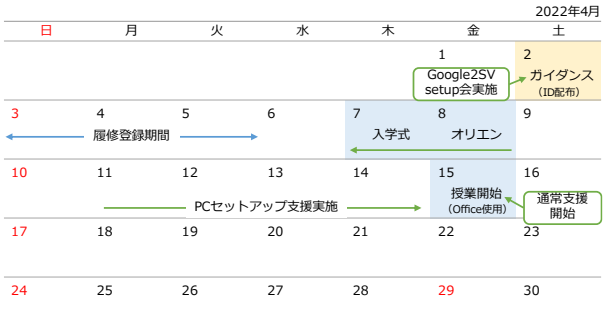


図 1 2022 年度における新入生の主要な予定

ガイダンス終了後，前期授業開始までの支援について，2022 年度の前期授業開始は 4 月 15 日からであったが，授業準備期間に相当する 4 月 7 日から 4 月 14 日においては，新入生向けのセットアップ支援として，全日対面とオンラインを併用した支援を実施した．具体的に相談者に対して，主として「直接の来訪」，「LINE」，「Zoom」による方法で支援を行った[1]．

4. 2022 年 4 月の運用結果の 2021 年 4 月との比較

2022 年度に対面支援を充実させたことによる変化を確認するため，2022 年 4 月に実施した新入生向け ICT 環境設定支援の運用結果について，「日毎の相談件数」，「相談内容の内訳」及び「相談内容の重要度」の観点から 2021 年 4 月との比較を行う．

4.1 日毎の相談件数

2022 年 4 月に対応した相談件数を図 2，2021 年 4 月に対応した相談件数を図 3 に示す．相談件数の合計は，2022 年が 226 件，2021 年が 137 件で，相談件数は全体的に増加していることが確認できる[2]．2021 年 4 月と比較して，2022 年 4 月では LINE や Zoom 等のオンライン支援が減少し，対面支援の件数が増加していることが確認できる．

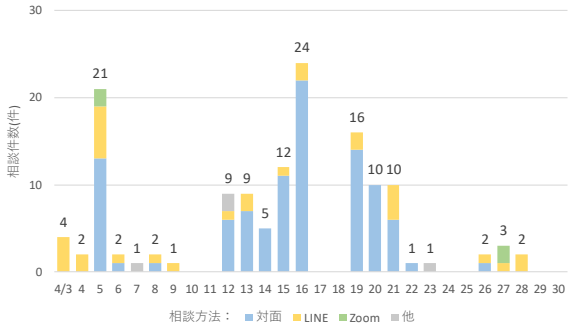


図 2 2021 年 4 月の相談件数

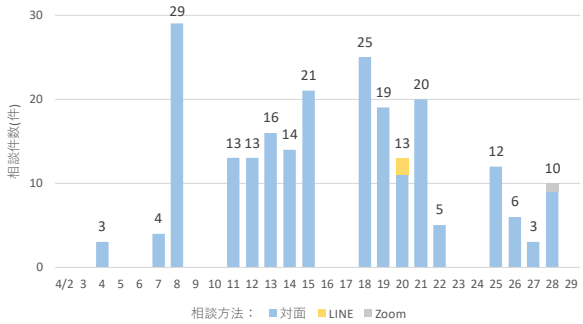


図 3 2022 年 4 月の相談件数

4.2 相談内容の内訳

2022 年 4 月及び 2021 年 4 月に対応した相談内容の内訳を図 4 に示す．2021 年度の対応に比べて，2022 年度の対応では PC セットアップ全般に関する項目が倍近く増加した．多要素認証に関する項目の件数に大きな変化は確認できなかった．

[1] その他，メール対応や電話対応も存在するが，新入生向けには大々的に案内していない．

[2] 1 つの案件に対しては，複数の相談方法があった場合も 1 件として計上している．

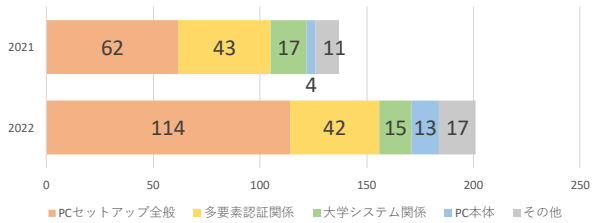


図 4 2022 年 4 月及び 2021 年 4 月の相談内容の内訳

4.3 相談内容の重要度

相談内容の重要度に関する変化を比較するため，「緊急性」，「授業への影響」及び「マニュアルの有無」の 3 つの観点から問い合わせのあった案件に対してそれぞれの重要度を設定し，比較を行った．「緊急性」及び「授業への影響」については，相談者にとって 1 週間以内程度に問題が発生しうる可能性がある事項を “High”，1 か月以内程度の事項を“Medium”，そしてそれ以上または特に支障のない事項を“Low”と定めた．マニュアルの有無については，紙冊子マニュアルに記載・配布されているもの，Web マニュアルに記載・公開されているもの，そしてマニュアルが存在しないものに区別した．

これらの内容をもとに分類した相談内容の重要度分布を図 5 に示す．2022 年 4 月に対応した支援は，2021 年 4 月のそれと比較して，緊急性が “High” の質問が少なくなり，“Medium” の質問が増えた．また，授業への影響が少ない質問もわずかに増えている．マニュアルの種類については，紙冊子マニュアルは 2022 年に追加されたため比較できないが，マニュアルを利用しない相談内容の割合は変化していない．

5. 考察

4 章で示した 2021 年 4 月と 2022 年 4 月の対応実績の比較結果をもとに，支援内容の優先度を考慮したハイブリッド支援活動に関して考察を述べる．

日毎の相談件数より，2021 年 4 月の対応支援と比較して，2022 年 4 月の対応支援においては相談件数の総数が増加している．これは，対面での授業が増加し，大学に登学する機会が大幅に増加したことや，ガイダンス実施時において積極的に環境設定支援の案内を行っていたことが理由として挙げられる．問い合わせ対応について，相談者からの問い合わせきっかけがオンラインによる相談であったとしても，支援拠点である ICT 教育支援ルームへ来訪・案内する事例も確認することができ，相談者にとって，来訪による対面相談がもっとも受け入れられていると考えられる．

相談内容の内訳で示した結果について，PC セットアップ全般に関する相談件数は，上記の理由で増加している．とりわけ，3.1. で述べた多要素認証に関する相談について，2021 年 4 月当初，情報基盤システムリプレースに伴い導入された統合認証システムに関する質問が多かったが，2022 年 4 月においては，新規ユーザーの初期設定値を変更し，セットアップ作業を簡略化するようにしたため，多要素認証の設定に関する相談内容の質問機会は減少した．そのほか，2021 年度からの変更事項として新たにクラウドサービスである Microsoft 365 及び Google Workspace の多要素認証の設定に関する項目が追加されたが，紙冊子マニュアルの整備及びガイダンスでの設定案内を実施したため，相談件数に大きな変化は確認できなかった．

相談内容の重要度について，緊急性の高い質問が少なくなり，中程度の質問が増えたことについては，新入生にとって統合認証システムの多要素認証に関わる初期設定が簡略化されたことにより，緊急性の高い設定項目が減少したことが理由として挙げられる．また，紙冊子マニュアルを配布したことによって，相談者の選択肢が増えたことも利用として挙げられる．配布した紙冊子マニュアルを持参して来訪する事例も確認されており，支援者側にとっても相談対応を実施する際に簡単なヒアリングによるトリアージの実施にもつながり，相談案件の迅速な対応に繋げられていると考えている．

2021 年度の対応を踏まえて，アナウンス内容や支援内容の優先度順位付けや，新入生ガイダンス等の新入生の登学日にあわせて支援体制を拡大することで，対面支援の際に多くの来訪案件を円滑にすすめることができた．また，ハイブリッド支援を実施できるようにしたことで，登学日でなくとも対面以外の選択肢を新入生に選択できるようにした．しかしながら，自身の ICT 環境に関わる状況説明の文章化が困難であったり，そもそもの状況把握が困難であったりすることもあり，対面が基本となる支援体制であったがゆえに，駆け込み寺に飛び込んで，自分自身で状況把握できていないながらも，問題解決を支援者に求めるような場面も見られた．

6. まとめ

本稿では，2021 年度及び 2022 年度において，年度初めである 4 月期の支援実施体制の比較による評価を行った．比較評価の結果，従来の対面による支援に加えて，オンラインによる支援の実施やマニュアル整備の充実を図ることで，相談者への支援機会の一層の充実を図ることができた．

今後の課題としては，セットアップ機会の内容の一層の充実が挙げられる．大阪教育大学 ICT 教育支援ルームとして，すべての構成員に ICT の環境活用を自分自身で実施できることを目指して支援を行っている．大学入学直後の非常に重要な時期であるため，円滑な案内並びに充実した支援体制について，引き続き検討を行っていく．

参考文献

(1) 尾崎拓郎，糸数学，岡本匡史，佐藤隆士：“ICT 教育支援ルームによる全学的な ICT 教育支援の取り組み”，大学 ICT 推進協議会 2015 年度年次大会，2b1-9(2015).
(2) 尾崎拓郎，佐藤隆士：“BYOD 環境利用を促進するための ICT 教育支援ルームの活用”，大学 ICT 推進協議会 2018 年度年次大会，MP-12(2018).
(3) 山本望実，尾崎拓郎：“自動応答システムを活用したオンライン IT サポートデスクの構築と運用”，情報科学技術フォーラム 2020，N-007(2020).
(4) 山本望実，尾崎拓郎：“汎用的なメッセージングアプリケーションを用いた対話的ハイブリッド型応答システムの構築 ～新入生を対象とした ICT 環境セットアップ支援の実施に向けて～”，情報科学技術フォーラム 2021，N-018(2021).
(5) 田丸恵理子：“ヘルプデスクの一年間の運用経験に基づくオンライン授業を支えるユーザサポートの検討”，Musash

ino University Smart Intelligence Center 紀要，第2号，p.10
4-119(2021)

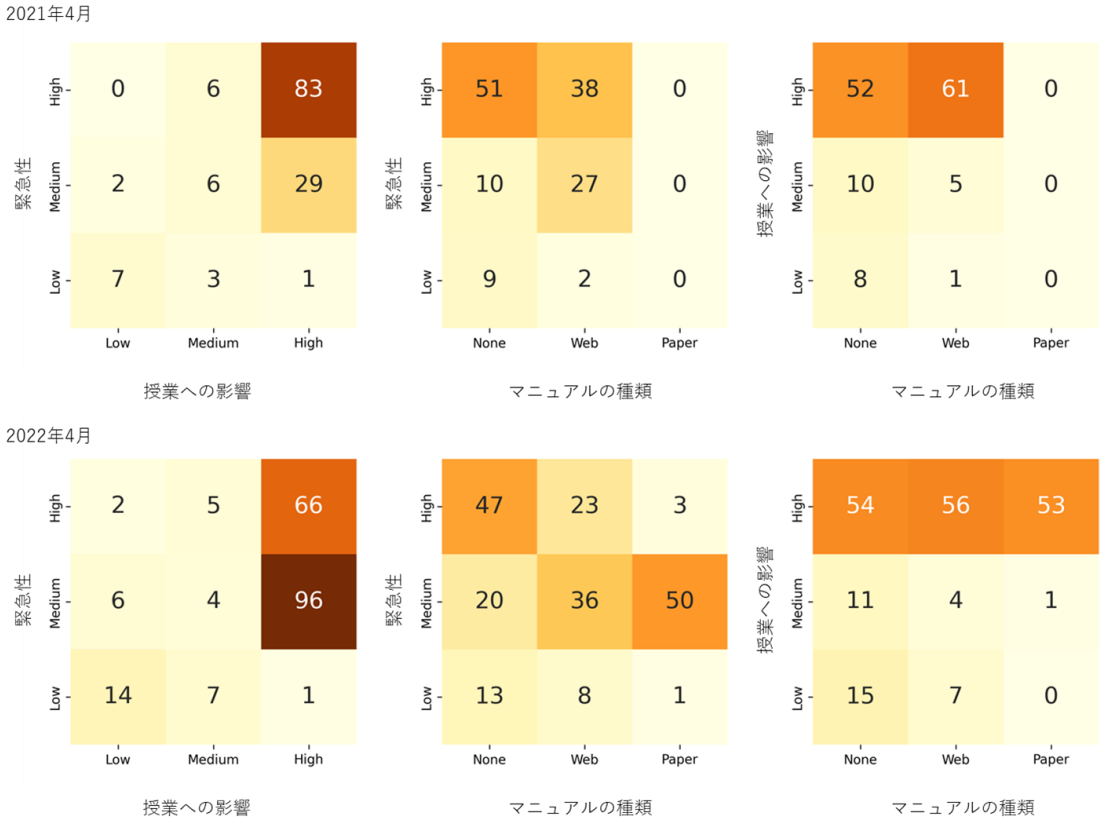


図 5 相談内容の重要度の分布

ペアワークにおける２者の視線パターンの観察

奥野琳太郎[*1]・市川寛子[*2]
Email: 6422513@ed.tus.ac.jp

*1：東京理科大学理工学研究科応用生物科学専攻
*2：東京理科大学教養教育研究院野田キャンパス教養部

◎Key Words　　視線計測，オンライン学習，CSCL，ペアワーク

1.　はじめに

近年、新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、オンライン学習の機会が増えている。コンピュータによってオンライン学習を支援しようとする協調学習は、CSCL(Computer Supported Collaboration Learning)と呼ばれる。昨今の教育現場では、オンライン授業の導入によってZoom のブレイクアウトルーム機能を用いたペアワークなどオンラインでペアワークを行う機会が増えている。

ペアワークの成否の評価には、アイトラッカーを用いた実験研究がある。アイトラッカーとは、眼球に近赤外光を照射することで瞳孔とプルキニエ像の位置関係を計測し、これらをもとに被計測者の視線がどこに向いているかを測る装置である。これを使うことで学習時の視線行動が、学習前に比べて学習後の理解が促進されたか(学習促進度)にどのような影響を与えるのか調べることが可能である。Richardson ら[(1)]は、教授者が学習者に向かって学習内容を説明する際の、学習者の視線行動を計測した。彼らの実験では、特殊な方法で教授者の視線の動きを可視化してリアルタイムで示すことによって、学習者は教授者の視線を参照しながら学習した。この実験の結果、教授者の視線に近いところを学習者が見ている時間が長いほど、学習者の学習促進度が向上することを示した。Jermann ら[(2)]は、同じ立場で学習する学習者 2 名を対象に実験課題であるプログラミングの問題をペアワークで取り組む際の、それぞれの学習者の視線行動を計測した。その結果、良い話し合いができたグループでは、画面中の近い位置を見ている状態が典型的に見られることを示した。

本研究は、オンラインでのペアワーク中の二者の視線行動を計測し、ペアワーク前後での学習促進度の違いが、ペアワーク中の視線行動の違いと関連するのかを検討した。学習促進度が高いほどペア間の視線が近いところにあるという仮説を立て、これを検討した。Zoom の画面共有機能を使用し、画面に提示された問題文と図を見ながら、正答をペアワークによって考えさせた。その際、二者それぞれの視線をアイトラッカーで計測した。ペアワークの前後には、学習者それぞれにテストを行い、その成績の差分(学習促進度)を算出し、ペアワークで得られた学習成果と定義した。ペアワーク中の視線行動の計測結果から、二者の視点の距離を算出し、その結果と学習促進度との相関を調べた。

2.　方法

2.1　実験参加者

大学生 12 名(男性 7 名、女性 5 名、平均年齢=21.0 歳)を 2 名ずつのペアとし、6 ペアが実験に参加した。ペアは、実験参加前の親密度によってペアワークの成果に影響があると考え、面識がないと考えられる異なる学年、学科のもの同士を組ませた。またペアを組ませた後、互いに面識がないことを口頭で確認した。

2.2　実験装置

実験課題は、24 インチ PC モニター（BenQ ZOWIEXL2411P）を 2 台用い、Zoom の画面共有機能にて提示した。視線計測は Tobii 社製アイトラッカー（Tobii Pro Nano）を 2 台用い、それぞれサンプリングプレート 60Hz で計測した。実験参加者は、モニターの観察距離 60cm となるよう椅子に座り、ペアワークを行った。実際の実験室内の配置は、図 1 に示した。

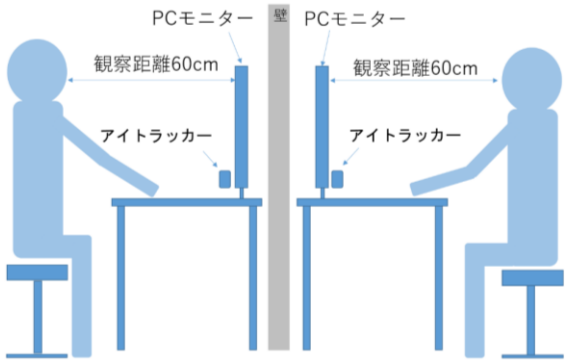


図 1　実験室内の配置

2.3　実験課題

Schneider ら[(3)]の研究を元にした神経科学分野の「視交叉」に関する課題で、視神経をある位置(図 2 中のア～エの各位置)で切断すると視野はどのように変化するかを選択肢(図 2 中 1~4)から選ばせる問題であった。図 2 は実際に提示した実験課題である。この課題を Zoom の画面共有によって実験参加者それぞれのモニターに提示し、ペアで協力して正答を考えさせた。課題をペアワークで取り組む時間は 12 分間でその時の両者の視線行動を計測した。ペアワーク中は、メモは禁止とし、なるべくモニターから目を離さないように教示した。

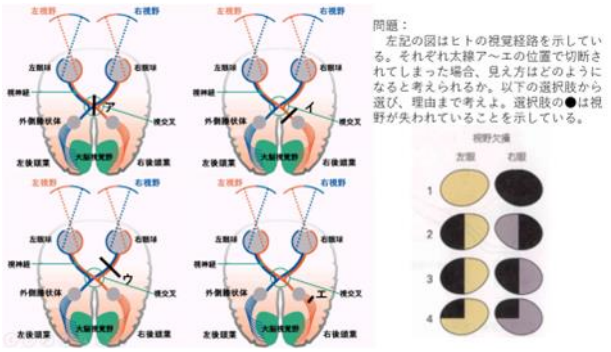


図 2　実験課題

2.4　手続き

実験参加者は、2 名同時に実験室に来室し、まず個別で事前テストを受験した。問題はペアワークで提示するア～エの問題を 1 問ずつに分けた全 4 問で、A4 用紙 1 枚に 2 問ずつ計 2 枚印刷して紙で解答させた。問題形式は、正解と考えた選択肢を選ばせ、併せてその選択肢を選んだ理由を記述式で解答させるものであった。また生物初修者がペアワークで全く議論できないことを防ぐため、事前テストの最中のみ教科書（「カンデル神経科学」[4]）を元に作成した参考テキストを問題文と合わせて提示した。

その後、個別に視線計測機のキャリブレーションを行った。キャリブレーションが完了した後、実験者から参加者 2 名が観察する PC モニターに Zoom 上で画面共有を行い、図 2 に示した問題を提示した。ペアワークは、参加者それぞれの画面に問題が正しく表示されたことを実験者が確認した後、実験者による合図に合わせて開始した。

12 分間のペアワーク後は、その成果を確認するため、個別で確認テストを行った。確認テストの問題は事前テストと全く同じものであった。ただし参考テキストに関しては、参照不可とした。

最後に内田ら[5]の「ペアワーク満足度に関するアンケート」を行った。ペアワーク自体の満足度を評価する 8 項目とペア相手に対する満足度を評価する 4 項目の計 12 項目について 4 件法で当てはまるものを選ばせた。ペアワーク自体の満足度を評価する項目の例は、「ペアワークは楽しかったです」、「ペアワークによって理解が深まりました」などでペア相手に対する満足度を評価する項目の例は、「今回のペアの組み合わせは良かったです」などがあった。

3.　解析

3.1　学習促進度

ペアワークを行うことで参加者の内容理解が進んだのかを調べる指標として、ペアごとに学習促進度を算出した。事前テストの点数をペア間で平均した値を、確認テストの点数をペア間で平均した値から引いた値を学習促進度[点]と定義した。例えば、被験者 1 の事前テストが 6 点、確認テストが 12 点で被験者 2 の事前テストが 4 点、確認テストが 8 点とすると事前テストの平均が 5 点で確認テストの平均が 10 点となるので学習促進度[点]は 10 点−5 点＝5 点となる。

3.2　視線行動

実験参加者の視点を 60Hz で計測し、視線の位置を画面上の座標で表現した。画面解像度は 1920×1280 ピクセルであった。ペアワーク中の二者の視点がどれくらい近くにあったかを調べるため二者の視点の距離 AB は、ペアとなった者の固視点をそれぞれ$(X_1、Y_1)$、$(X_2、Y_2)$とし、以下の式で算出した。

$$AB = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

4.　結果

6 ペアのデータを解析対象とした。各ペアの学習促進度とペアとなった二者の視点の距離の相関を調べた結果、学習促進度が高さと、視線の距離の間に有意な正の相関が見られた(r=.87,p = .025) (図 3)。学習促進度が高いペアほど視線の距離が小さいという仮説は支持されなかった。

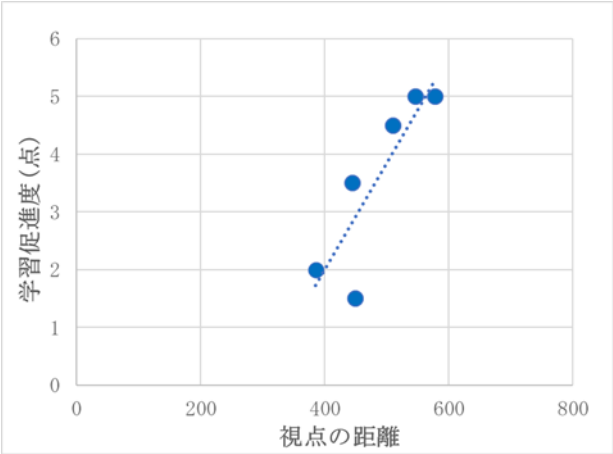


図 3　視点の距離と学習促進度(6 組)

先行研究[1]では、教授者と学習者のように事前知識の量が異なるペアにおける視点の距離の小ささを検討していたため、本研究でもペア間での事前知識の差異の大きさによって、ペアワーク中の視点の距離が異なった可能性があった。そこで各ペアの参加者の事前テストの得点に注目し、ペアを事前テスト高者と低者に分類し、各ペア内の事前テストの得点差を算出した(表 1)。例えば、ペア番号 1 の事前テストの得点は、事前テスト高者が 6 点、低者が 4 点なので、点数差は 2 点となった。

表 1　事前テストの得点まとめ

ペア番号	事前テスト高者群	事前テスト低者群	事前テストの点数差
1	6	4	2
2	9	6	3
3	12	9	3
4	9	5	4
5	9	4	5
6	11	3	8

図 3 において、各ペアのプロットを事前知識量の差が少ないペアから赤(ペア 1)、黄(ペア 2)、オレンジ(ペア 3)、水色(ペア 4)、緑(ペア 5)、黄緑(ペア 6)と着色したところ

事前知識量の差が少ないほど、ペアワーク中の視点の距離が小さいことが示唆された(図 4)。

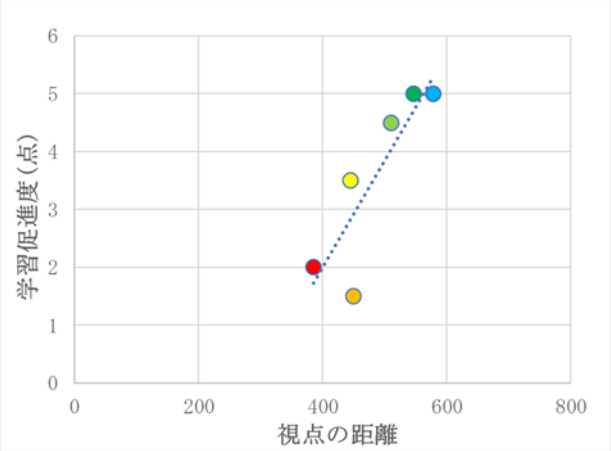


図 4　視点の距離と学習促進度(色分け)

一方、視点の距離とペアワーク満足度には、有意な相関が見られなかった(r=-.36,p=.258)(図 5)。各ペアで事前テスト高者の結果を青、事前テスト低者の結果をオレンジでプロットした。

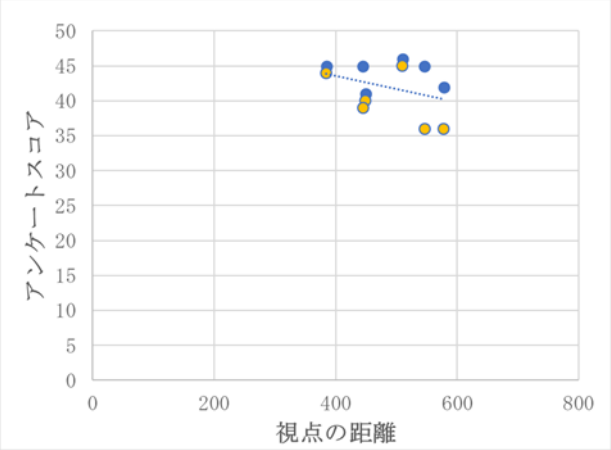


図 5　視点の距離とペアワーク満足度

5.　まとめ

本研究では、Richardson ら[1]の研究を元に、ペアワーク後のテスト結果が良いほど、ペアワーク中のペア間の視線が近い位置にあるという仮説を検討した。その結果、ペアワーク後のテスト結果が良いほどペア間の視線が離れており、図 3 に示されるように仮説に反する結果になった。

なぜこのような結果になったのか本研究と Richardson ら[1]の先行研究を比較して検討する。まず先行研究では、内容を教授する側とその説明を受ける側のように互いの立場が明確になっていたことから教え手に引っ張られるような形でペアワークが進行していったのだと考える。それに対して本研究では、事前知識の有無は参加者によって異なっており、Richardson ら[1]先行研究とは異なるペアワークのパターンが見られたと考える。つまりペアワークのパターンにより、視線行動の特徴にも違いがあることが示唆される。

そこでペア間の事前知識量の差に着目して視線行動を分析すると、事前知識量の有無によって視点の距離が異なることが示唆された。つまり視点の距離の近さは、ペアワーク中の学習促進度ではなく、ペアの事前知識量の差が少ないほど見られる可能性が考えられる。今後、個人の視線の移動距離を算出することで事前知識の有無によって、見るべき箇所への修正に伴うコストに違いがあるのか検討したいと考える。

今後の展望として、視線に加えてペアワーク中の発話データを取得し、学習の成否を左右する原因を明らかにしたいと考える。近年、教育現場では、生きる力を育むための授業改善としてアクティブラーニングによる学習機会が増えており、その取り組みに対する多角的な評価が求められている。よってこれを探求することで学習活動に対する新たな評価基準を提案できると考えられる。

参考文献

(1) Richardson, D. C. & Dale, R.：“Looking to understand: The coupling between speakers’ and listeners’ eye movements and its relationship to discourse comprehension”,Cognitive Sci. 29(6). pp.1045-1060 (2005).

(2) Jermann, P., Mullins, D., Nussli, M. A. ：“Collaborative Gaze Footprints: Correlates of Interaction Quality”, CSCL 2011 Proceedings. 1. pp.184-191 (2011)

(3) Schneider, B. & Pea, R. ：“Real-time mutual gaze perception enhances collaborative learning and collaborationn quality. Educational media and technology yearbook”, 40. pp.99-125 (2017)

(4) Kandle, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., Hudspeth, A. J., 金沢一郎, 宮下保司, 岡野栄之, 和田圭司, 加藤総夫, 入來篤史, 藤田一郎, 伊佐正, 定藤規弘, 大隈典子, 笠井清登.：“カンデル神経科学”, pp.551-553, メディカル・サイエンス・インターナショナル, (2014).

(5) 内田君子, 大矢芳彦, 奥田隆史. ：“情報基礎教育におけるペア効果とパーソナリティの特徴”, 情報処理学会研究報告, 123(7), pp.1-10 (2014)

MAS を用いた坂の多い地域における災害時避難ルートの検証と避難誘導アプリの提案

小笠原和香*1・浅本紀子*2
Email: ogasawara.nodoka@is.ocha.ac.jp

*1: お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科 理学専攻 情報科学コース
*2: お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 教授

©Key Words MAS, 避難経路

1. はじめに

災害時の避難では, 高齢者や身体の不自由な人など, 要支援者への配慮が必要である. 特に急な坂や階段は要支援者にとって移動の妨げとなるため, 避けるべきである. しかし災害発生時におかれる状況は様々であり, 安全なルートを選択しながら目的の避難所へ向かうことは困難である.

そこで本研究では, マルチエージェント・シミュレーションを用いて災害時避難における最適経路を求め, それを応用するモバイルアプリを開発し, 災害時避難安全性向上における情報技術の活用を目指す.

2. MAS

マルチエージェント・シミュレーション(以下 MAS)とは複数の「エージェント」を用いた仮想実験のことを意味する. 「複雑系の現象」について, 個々のエージェントの相互作用が積み重なった結果として捉え, その仕組みを解析するのに適した手法である.

3. 神田川氾濫避難モデル

MAS のプラットフォームである artisoc を用いて「神田川氾濫避難モデル」を作成し, 文京区を中心とした高低差の大きい地域での災害時避難ルートの検証を行った. なお, 本モデルは「河川氾濫モデルの作り方」[1]を参考に作成した.

3.1 ポイント・リンクの設定

東京都文京区・新宿区・豊島区の神田川外水氾濫区域を対象とし, ポイントエージェントを交差点・避難所, それぞれを繋ぐリンクエージェントを道路として定義した. 本モデルでは, ポイントエージェントを 170 (うち交差点 126, 避難所 44), リンクエージェントを 240 定義した.

ポイントエージェントには初期値として経度, 緯度, 地盤高の情報を与え, それぞれ X, Y, Z 座標として設定した.

3.2 最短経路計算

本モデルでは, 参考モデル[1]で用いられるダイクストラ法を応用し, 災害時に危険な要素である急坂・橋・階段などを考慮して独自の最短経路探索を行った.

ダイクストラ法はリンク間の重みを考慮して計算を行うが, 平面的な距離だけでなく傾斜も重みづけに加えることで, 高低差の大きい地域に焦点を当てたルート取得を目指した. 更に橋や階段の有無の条件を重みに加え, 避難者の経路の初期値を作成した.

また, 重みが一定値以上の場合, 要支援者(高齢者や身体の不自由な人など)にとって通用不可とした.

3.3 避難者の設定

避難者数は文京区の人口を元に, 以下の通り設定した.

総エージェント : 1500 (226,332 人)
うち 15 歳~74 歳 : 1125 (174,187 人) [1.0m/s]
~14 歳,75 歳~ : 375 (52,145 人) [0.8m/s]

避難先の決定方法は, 文京区 HP[6]掲載の防災情報を元に, 以下の 2 通りを設定した.

1. 指定の避難所 : 地震時
…町会・自治会により割り振られた避難所
2. 最寄りの避難所 : 水害/土砂災害時
…経路探索の際, 最も重みが小さい避難所

避難者エージェントは全 126 ヶ所の交差点から行動を開始し, 事前に決めた目的地に向かって最短経路を移動する. 避難者が多く道が渋滞している場合や, 坂の上り下りをする場合, その混雑度/勾配に応じて減速する. また移動先が浸水している場合, 迂回ルートを探索する.

ルート変更があれば, 実際の移動経路として記録する.

3.4 検証結果 -ルート取得-

本モデルにおける最短経路探索の有効性を検討するため, 変更前(重みづけに距離のみを用いる場合)の経路探索も同時に行い結果を比較した.

最寄り(=移動コストが最も低い)避難所を比べたところ, 図 1 のように高低差 16m の厳しい坂道を避け, 平坦な道を利用する避難所を選択している様子が確認された.

変更前 : 距離のみ　　変更後 : 距離+傾斜

図 1 最寄りの避難所 変化例

3.5 検証結果 -避難実行-

最短経路探索の重みづけ方法 2 通り, 避難者の目的地決定方法 2 通り, 計 4 通りについてシミュレーションを行い, 避難者全員が目的地へ辿り着くまでのステップ数を比較した.

結果は表 1 のようになった. 経路探索の計算方法に関わらず, 指定の避難所へ向かう状況の方が避難完了までに時間がかかることが確認できた. また経路探索に傾斜等を加えた場合のシミュレーションでは道の混雑度が上がっていたように感じたが, ステップ数に大きな差は見られなかった.

表 1 実行結果

経路探索＼目的地	指定の避難所	最寄りの避難所
距離のみ	139 step	112 step
距離+傾斜	145 step	115 step

(1step ≒ 2min)

4. モバイルアプリ作成

本研究では災害時避難における MAS の活用を目指し, Swift を用いて独自の避難誘導アプリケーションを開発している. なお, 対象デバイスは iPhone, iPad としている.

現在搭載している機能は以下のとおりである.

4.1 機能 1：交差点・避難所の表示

表示/非表示の切り替えを「設定」画面 (図 2)で行い, マップ上にピンを刺す形で交差点や避難所の位置を示す. データは避難モデルで使用した緯度・経度のデータを用いている.

この機能によりアプリ利用者は, 最寄りの避難所を探すことができる. また家族と連絡が取れていれば, 家族のいる避難所の場所を確認可能だと考えている.

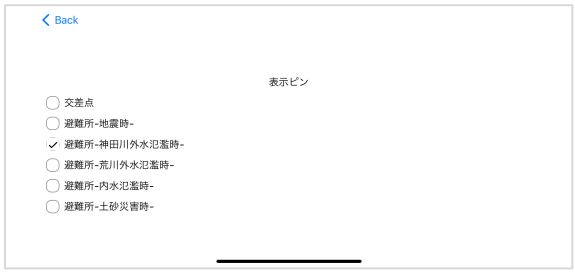


図 2「設定」画面 (デバイス：iPhone11)

4.2 機能 2：避難ルートの表示

出発地 (現在地, または任意の交差点)・目的地 (任意の避難所)をそれぞれリストから選択し,「✔」ボタンを押すことで目的地へのルートを示す(図 3). 表示する移動経路には, 避難モデルで得た経路探索のデータを使用している.

アプリ利用者は表示された交差点のピンを辿ることで, 迅速に目的地まで移動することができる.

4.3 アプリの実装

ここまでの検討をもとに, 神田川氾濫モデルを組み込んだモバイルアプリの試作版を実装した. 開発環境は, macOS Monterey 上で Xcode 13 と Swift5.5 を使用している. 今後改良を加えて避難誘導アプリ開発を進めていく. 現在は簡素な画面構成なため, 更に機能を追加した上で, 利用状況や年代を問わずに利用できるよう UI 改善を行いたいと考えている.

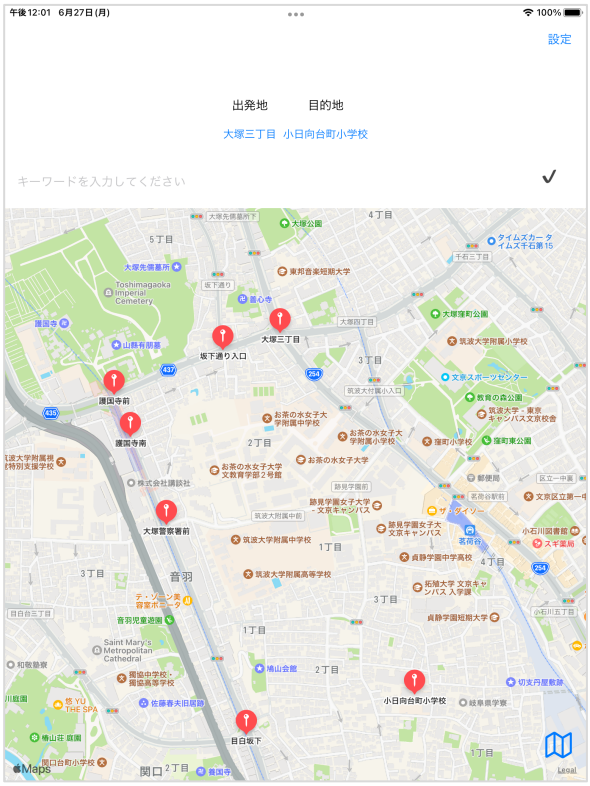


図 3 メイン画面例 (デバイス：iPad Pro)

5. おわりに

MAS を用いて急坂や安全性を考慮した避難経路探索を行い, それを活用したモバイルアプリを提案した.

今後の展望として, 現在は広い道のみを利用しているが, 危険性を考慮した上で, 細い道や裏路地も組み込んだ経路探索を行いたいと考えている. また文京区全体など, 範囲を広げた経路探索・ルート表示を検討している.

また交差点・避難所の初期値設定やマップの描画設定など手作業で行うものが多く, 汎用性が低いことが課題として挙げられる. 公開されているデータから簡単に経路探索やマップ表示が可能か検討し, 改良を進めていきたい.

参考文献

(1) (株) 構造計画研究所：“河川氾濫避難モデルの作り方” (2007)
(2) 第２章　文京区の地域特性：https://www.city.bunkyo.lg.jp/var/rev0/0100/1549/2.pdf
(3) グラフで見る! 文京区(ﾌﾞﾝｷｮｳｸ 東京都)の人口の推移 -GD Freak!：https://jp.gdfreak.com/public/detail/jp01005000000101310 5/1
(4) MapFan - 東京都の交差点：https://mapfan.com/genres/3/13
(5) artisoc モデル集, 「芦屋高校論文伝えて繋げる　2017 年版構造計画研究所提出　20180222.pdf」：https://mas.kke.co.jp/artisocmodel/artisocmodel_category/sample_model/
(6) 文京区ホームページ「文京区水害ハザードマップ.pdf」, 「文京区防災地図.pdf」：https://www.city.bunkyo.lg.jp/index.html
(7) “MAS とは?”：https://mas.kke.co.jp/about/
(8) 藤 治仁, 小林 加奈子, 小林 由憲：” Swift UI 対応 たった 2 日でマスターできる iPhone アプリ開発集中講座 Xcode13/iOS15/Swift 5.5 対応”, pp.191-256, ソシム (2021)

AI を用いた学内のコンビニ店における弁当の残数を提供するシステムの開発

池本健太郎[*1]・熊澤典良[*1]・奈良大作[*1]・上谷俊平[*1]
Email: kumazawa@mech.kagoshima-u.ac.jp

*1：鹿児島大学大学院　理工学研究科

◎Key Words　　AI，IoT，ニューラルネットワーク，可視化，弁当の残数

1.　はじめに

鹿児島大学郡元キャンパスでは複数の食堂とコンビニ店舗により飲食が提供されている。昼休みの時間帯になると複数ある店舗のうち食堂に利用者が集中する傾向があり非常に混雑する。先行研究[1, 2]において食堂及びコンビニ店の待ち時間を利用者に提供するシステムが開発されている。特に(2)の研究において，複数の店舗の待ち時間を一目で把握できることで利用者の店舗選択は容易となったが，待ち時間が短いからとコンビニ店に訪れても弁当の在庫がない場合があることが分かった。

本研究ではこれまでの店舗の待ち時間に加えて弁当の在庫状況を利用者に提供することにより，利用者の店舗選択に寄与することを目的とする。売り場の弁当の個数をリアルタイムに導出し，待ち時間と併せて弁当の残数を提供することで利便性は高まるはずである。本論文では陳列された弁当の残数を AI によってリアルタイムに導出し，その情報をインターネット及び店舗前に設置したモニタにて提供するシステムについて述べる。

2.　弁当の残数の導出

先行研究によって提供される情報は食堂及びコンビニ店(ミニショップ)の待ち時間であり，図1に示すように2店舗の情報が同時に提供される。図の左側には食堂において利用者が食事を受け取るまでの待ち時間が提供され，右側にはコンビニ店において利用者が食事を手に取り会計レジにたどりつくまで待ち時間が表示される。これらの待ち時間は AI によって 1 分ごとに導出され，両店舗前に設置しているモニタで提供されている。提供される待ち時間の情報をもとに利用者は店舗を選択するが，弁当の完売によって無駄足になることも見受けられた。本研究では，この待ち時間の情報に加え，コンビニ店の弁当の残数も表示することで利用者の店舗選択の利便性の向上を図る。

本研究の対象店舗であるコンビニ店では図 2 に示すように，店舗中央のワゴンで弁当が提供される。図中の実線で囲う位置には弁当が積み上げられて陳列され，四つのワゴンには最大 100 個以上の弁当が並ぶ。弁当の配置は決まっておらず，日や時間によってレイアウトは変わる。四つのワゴンにある弁当の数を導出するためには，弁当の種類や重なりを考慮する必要がある。

2.1　物体認識による弁当の検出

本研究では，はじめに画像内から特定の特徴をもった範囲を導出することができる物体認識の AI によって，積み上げられた一番上の弁当の数を導出する。弁当の数

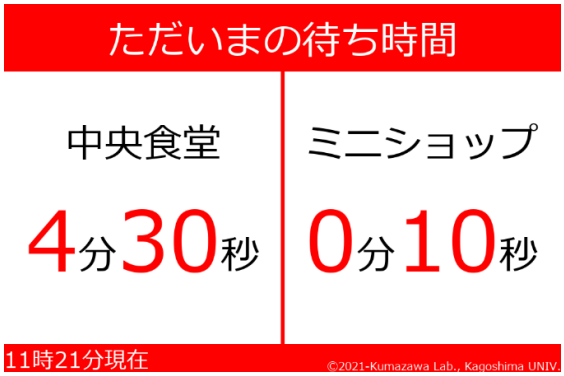


図 1　提供している待ち時間の情報

図 2　店内の様子

図 3　アノテーションされた弁当の例

を物体認識によって導出するために CNN を使用する。CNN を使用する上で必要となるデータセットは，図 3 のようにアノテーションを行うことで作成した。枠で囲われている部分が弁当の特徴として学習するデータの範囲である。陳列されている弁当の種類は複数でありその弁当のサイズや色も違うが，弁当の蓋はどの弁当も同じような特徴をもつため本研究の物体認識では蓋の部分をアノテーションする。データセットの作成に用いた画像の枚数は 500 枚であり，約 2500 個の弁当の蓋を弁当としてアノ

テーションした。作成したデータセットをもとに，TensorFlow [3] ライブラリを使用して学習用データに対して学習を行った。30,000 回の学習による学習用データの認識精度はほぼ 100%であり，検証用に別途用意したテストデータに対する認識精度も 98%だったため，適切な学習がなされたと判断した。

学習により作成した物体認識モデルは適切に弁当の数を検出するが，それは最も上部の弁当の数であり積み上げられた弁当の下部の弁当までは把握できない。さらに 4 つの陳列ワゴンのうち奥側のワゴン上の弁当も，画像解像度及び店内ポップの影響で適切な検出が行えないことがある。物体認識では把握できない箇所を補うために，本研究では他の検出方法を併用することとし，画像分類を行う CNN および背景差分法による画像処理の結果をニューラルネットワークによって物体認識の推定結果に補正をかけることを考えた。

2.2 画像分類による在庫状況の分類

カメラの画像からおおよその弁当の数を把握するために本研究では弁当の在庫状況を 5 段階に分類する。その 5 段階は「在庫なし，10 個未満，10 個以上 50 個未満，50 個以上 90 個未満，90 個以上」である。在庫なしもしくは 10 個未満の弁当が少ないという情報は利用者にとって有益な情報である。10 個以上の残数は細かく分類してもそれほど需要はないと判断したため 40 個ずつの分類とした。5 段階の在庫状況の画像に加えて，利用者の重なりの影響で弁当の在庫状況を把握できない画像もデータセットに加え，計 6 パターンの状況を学習させる。6 パターンの分類を図 4 に示しており，学習する画像は図 2 の画像をトリミングした画像となっている。図 4 に示すような 6 パターンの画像を複数用意し，それらの特徴を学習することで入力画像がどのパターンの画像に近い状況であるかを推定する。学習にはそれぞれのパターンの画像と画像に応じた情報を付随したデータセットを必要とする。作成したデータセットの内訳を表 1 に示している。在庫なしの状況は教師用のデータを 100 枚，テスト用のデータを 25 枚用意し，その他の 5 パターンの在庫状況では教師用のデータを 400 枚，テスト用のデータを 100 枚用意した。学習に使用したデータ数は合計で教師用が 2100 枚，テスト用が 525 枚である。弁当の在庫がある状況に比べて全くない状況はほぼ同じ映像であったためデータ数を少なくした。

本研究の画像分類に使用した 3 層の CNN（畳み込みニューラルネットワーク）[4] の構造を図 5 に示す。入力層には使用する画像データが当てはまり，入力した画像データを畳み込み層に入れることで特徴を際立たせることができる。プーリング層では画像の詳細な情報を消し，画像内の細かいずれやノイズに対処しやすくなる。局所領域を一つのピクセルとして計算するため元の画像よりデータが小さくなり計算量を大幅に減らすことができ，畳み込み層とプーリング層を複数回繰り返すことで精度が向上する仕組みである。繰り返しを抜けた全結合層では隣接する層のニューロンをすべて連結し出力の数を決めることができる。今回は画像の種類を 6 つに分類するため出力の数は 6 となる。畳み込み層や全結合層の後にある活性化関数とはあるニューロンから次のニューロン

図 4　在庫状況の分類

表 1　データセットの内訳

在庫状況	データ数	
	教師用	テスト用
在庫なし	100	25
10 個未満	400	100
10 個以上 50 個未満	400	100
50 個以上 90 個未満	400	100
90 個以上	400	100
判定不可	400	100
合計	2100	525

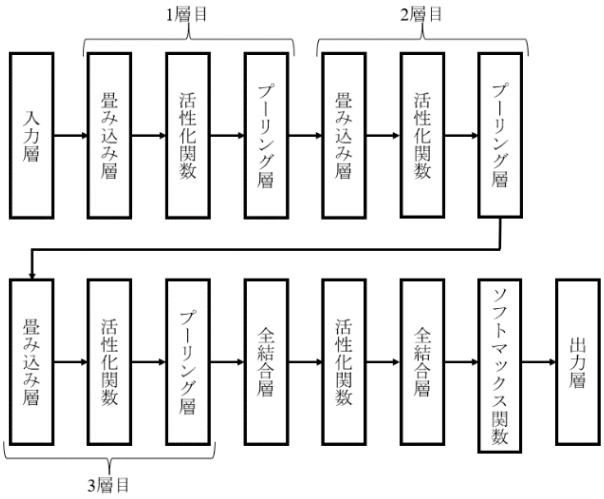


図 5　CNN の構造

へ出力する際に別の数値に変換する関数であり，活性化関数により学習効率は高まる。

表 2 に中間層は 3 層，入力画像はカラー画像，各中間層のニューロンの数は 32 に設計した CNN によって作成したモデルに対するテスト用のデータセットに対する推定結果を示す。縦の列は入力画像を示しており，横の行は推定された結果の割合を示している。0～4 の数値は 5 段階に分類した在庫状況を表し，×は判定不可であることを表している。下線で示す数値は入力画像が正しく推定された割合である。正しく推定される確率はどの種類の入力画像においても 90%以上の結果を得られた。

表 2　画像分類の推定結果

		推定結果					
		0	1	2	3	4	×
入力画像	0	**92%**	8%	0%	0%	0%	0%
	1	1%	**96%**	2%	0%	0%	0%
	2	0%	5%	**92%**	3%	0%	0%
	3	0%	0%	4%	**94%**	2%	0%
	4	0%	0%	0%	10%	**90%**	0%
	×	0%	0%	2%	4%	2%	**92%**

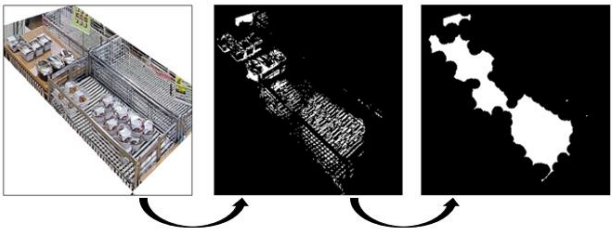


図 6　画像処理の様子

2.3　画像内に占める弁当の面積抽出

ここでは入力画像内に占める弁当の映る面積について考える。弁当の占める面積を把握できることで，弁当の積みあがっている部分および奥のワゴンの物体認識では把握できない箇所を補正する。入力画像における弁当の占める面積を画像処理によって導出することでその面積と実際の弁当の数の関係を学習し，弁当の数の補正に役立てる。

画像内の弁当の面積を抽出するために背景差分法およびモルフォロジー演算を使用した。まずワゴン上に弁当が陳列されていないときの画像と現在の画像をグレースケール化し，それぞれの画素値の差分をとることで弁当の映るピクセルのみを抽出する。つぎに，弁当のみに注目し余分な情報を無視するために弁当を陳列しているワゴン以外の箇所はマスク処理を行い，背景差分処理を行った。背景差分処理では大まかに弁当のあるピクセルを把握できるが，処理の精度は粗く面積を導出するにはさらに画像処理を行わなければならないため，さらにモルフォロジー演算を使用して処理を行う。モルフォロジー演算によってあるピクセルとその近傍のピクセルを比較して変換することでノイズを除去し，弁当の面積を明確に抽出する。この画像処理全体の流れを図 6 に示す。左図はワゴン以外をマスク処理した画像，中央の図は背景差分処理後の画像，右図はモルフォロジー演算による処理後の画像である。左図と右図を比較すると，一連の流れによって 弁当の面積を導出することを可能としていることが分かる。処理後の画像における画素値が 255（白）のピクセル数を 10 段階の指標で表し，その結果をニューラルネットワークの入力として利用する。 ピクセル数を 10 段階に分割することでおおよその弁当の数と紐づけることができ，ニューラルネットワークの入力として扱うことで精度の向上が期待できる。

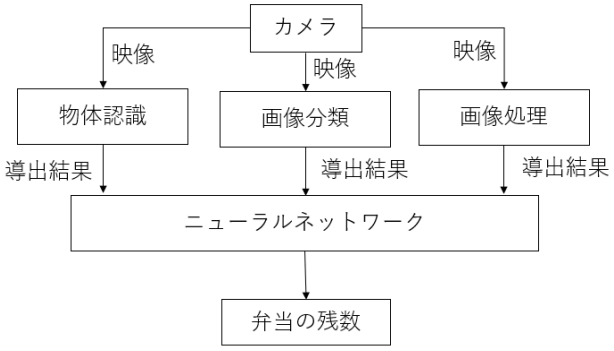


図 7　弁当の残数導出のフローチャート

表 3　テストデータでのモデルの精度（単位：個）

モデルの種類	平均誤差	誤差の標準偏差
C+P	1.98	4.87
R+C	2.85	7.21
R+P	2.50	6.68
R+C+P	0.25	3.83

3.　残数の推定実験

物体認識の結果に補正をかけて弁当の残数を推定するために，画像分類の結果および画像内に占める弁当の面積を使用し，ニューラルネットワーク作成する。本研究ではより精度の高いモデルの作成を目指して 4 パターンのモデルを作成し比較した。4 パターンのモデルはそれぞれ 3 種類の入力値「物体認識の結果（R），画像分類の結果（C），画像内に占める弁当の面積（P）」の組み合わせを変えて作成した。本研究では C+P，R+C，R+P，R+C+P の 4 種類のモデルを作成しそれぞれ精度の確認を行った。作成したモデルを使用した弁当の残数の導出のフローチャートを図 7 に示す。はじめにカメラ映像を取得し，取得した画像を用いてそれぞれの処理を行う。処理によって導出された結果をニューラルネットワークに入力することで弁当の残数を導出する。

3.1　予備実験

300 パターンのデータを用いて学習を行い，学習したモデルを用いて 100 パターンのテストデータで評価を行った。作成した 4 パターンのモデルの平均誤差と誤差の標準偏差を示したものを表 3 に示す。表よりテストデータでの検証ではどのモデルも非常に誤差は小さくなったが，入力値に画像分類の結果，画像内に占める弁当の面積，物体認識の結果の全てをいれた R+C+P のモデルの精度が最も高くなる結果を得た。

3.2　実証実験

実装して問題ないかを確かめるために，ある一日の弁当の残数と作成したモデルの推定結果を比較した。比較した様子を図 8 に示す。上図はある一日の実際の弁当の残数の推移を示しており，横軸は時間，縦軸は弁当の残数を表している。図より 10 時過ぎに弁当は並べられ，14 時半ごろに弁当は完売したタイミングで補充されていることが分かる。下図は R+P および R+C+P のモデルによって推定された弁当の残数と実際の残数との誤差を表して

いる。横軸は時間，縦軸は誤差を表しており，実線は R+P の誤差，点線は R+C+P の誤差である。誤差を比較すると予備実験とは異なって R+P よりも R+C+P の方が誤差が大きくなった。この原因は R+C+P で使用している画像分類の実証実験に対する精度が 80%程度に減少して，誤判定を起こしていることが原因である。この誤判定は使用した教師用データの数が少なく様々なパターンを網羅しきれていないことと，陳列のレイアウト変更及び想定外の弁当の残り方に対応しきれていないからである。

画像分類を使用していない R+P では一日の最大誤差は弁当が 100 個以上ある時に生じた 20 個であり，この結果は提供に支障はないと判断した。よって物体認識の結果と画像内に占める弁当の面積を入力としたニューラルネットワークによって導出した弁当の残数を利用者に提供する。

4. 情報提供

本研究で構築したシステムは 3.2 節の実験より，図 7 に示す画像分類を除いた物体認識（R）および画像処理（P）を使用する。はじめにカメラ映像を取得し，物体認識を AI コンピュータ（Jetson Xavier NX）によって行い，その他の処理を PC（CPU：Intel Core i7-10510U，メモリ：16GB）によって行う。それぞれの直近の導出結果をニューラルネットワークの入力とし，毎秒弁当の残数の推定を行う。推定された結果を用いて提供する画像を作成して Web サーバ上にアップロードし，店舗前に設置されたモニタにて情報を提供する。

利用者への情報提供は先行研究によって作成された図 1 の情報に弁当の残数の情報を加えた図 9 の画像をモニタに表示することで可能にする。本研究で導出したコンビニ店の弁当の残数の情報を待ち時間の下部に追加表示している。右側はニューラルネットワークで推定された 1 個単位で表示される弁当の残数となっており，左側に 5 段階の顔文字で弁当の残数をしている。顔文字はニューラルネットワークによって導出した弁当の残数をもとに 5 段階に分割した結果を表示している。一番左のマークは在庫なし，左から二番目のマークは 10 個未満，中央のマークは 10 個以上 50 個未満，右から二番目のマークは 50 個以上 90 個未満，一番右のマークは 90 個以上在庫がある状況となっており，現在の状況に当てはまるマークは大きく表示されている。顔文字を利用することで画像を見て瞬時に大体の弁当の残数を把握することが可能となっている。本研究によって利用者は昼食を摂る店舗を選択する際に待ち時間の情報に加え，コンビニ店の弁当の残数の情報も加味することが可能となった。

5. おわりに

本研究では，コンビニ店のカメラの映像を使用し物体認識の AI および背景差分処理によって弁当の在庫状況を把握し，それらの情報に加え画像処理によって得られた弁当の面積の情報をもとにニューラルネットワークによって弁当の残数を導出するシステムを開発した。複数のモデルを検証した結果，予想に反して物体認識の結果および弁当の面積の情報をニューラルネットワークの入力にしたモデルが最も精度の高いモデルとなった。導出した弁当の残数の情報を待ち時間と併せて店舗前のモニタに表示することで利用者にその情報を提供した。今まで，待ち時間が短いからとコンビニ店に訪れても弁当の在庫がないという状況が生じていたが，このシステムによってそのような状況を改善することができた。

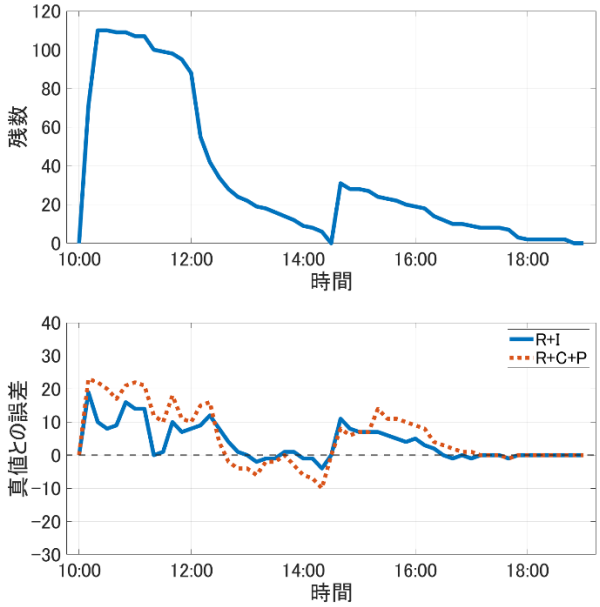


図 8　実験結果

図 9　提供する情報

参考文献

(1) 吉野陽，熊澤典良，　奈良大作，　上谷俊平：“AI を用いた学生食堂内の待ち時間を見える化するシステムの開発”，2021 PC カンファレンス論文集，pp. 260-261 ，（2021）.

(2) 池本健太郎，吉野陽，熊澤典良，　奈良大作，　上谷俊平：“学生食堂の店舗選択に寄与する混雑情報システムの開発”，2021 PC カンファレンス論文集，pp. 262-263 ，（2021）.

(3) TensorFlow：“TensorFlow”，　https://www.tensorflow.org/ ，2022 年 5 月 10 日アクセス.

(4) 斎藤康毅，“ゼロから作る Deep Learning”，pp. 66-71，オライリー・ジャパン，（2016）.

講義形態変化と課題難易度による学習成果の影響

井上慶星*1・佐々木洸斗*1・齋裕大*1・松浦寛*2・七海雅人*3・佐藤洋志*3・髙木龍一郎*3
Email: keisei.inoue19990615@gmail.com

*1：東北学院大学大学院工学研究科
*2：東北学院大学工学部機械知能工学科
*3：東北学院大学生活協同組合

◎Key Words　Moodle,　jReadability,　コピペルナー

1.　はじめに

AO・推薦入試で入学した学生は一般入試で入学した学生に比べ，基礎学力が低い傾向にある．それに加え，理工学系の専門科目は高校知識の応用が多いため講義内容の理解に差が生じる．その対策として大学講義において基礎科目を復習できる工夫をしているが，短期間で膨大な量である高校知識を定着させることは難しい．

そこで我々は専門科目である「機械設計学」にアクティブ・ラーニングを取り入れることで，より効果的に学習成果を得るための研究を行っている．前報ではCOVID-19による遠隔講義が及ぼす影響について，e ラーニングシステム（Moodle）を利用したアンケートや提出課題，ペアリング学習をもとに調査した(1)．本報では遠隔講義から対面講義へ移行したことによる，学習成果の影響をコピー判定ソフト（コピペルナー）や日本語文章難度判別システム（jReadability）を用いて解析を行う．また，課題を任意提出と要提出に分け，文字数を徐々に上げることで学習成果に与える影響も調査したので合わせて報告する．

2.　評価基準について

2.1　講義方法

機械設計学のスケジュールを表 1 に示す．今回講義形態は，COVID-19 の影響を考慮し，第 1 回～第 3 回まで遠隔で行い，それ以降を対面で実施した．各学生の入試形態による学力差を図るため第 3 回の講義にて基礎学力試験を Moodle 上で実施した．入試形態別の基礎学力試験の点数を図 1 に示す．各学生の学習意欲等を調査するためアンケートを遠隔講義，対面講義で計 4 回行った．それらの成績をもとに上位同士・中位同士・下位同士でペアを編成し，それぞれテーマを与え発表を行った．

表 1　講義スケジュール

時間配分	30 分	30 分	30 分
第 1～2 回	ガイダンス，通常講義		アンケート
第 3 回	基礎学力試験		アンケート
第 4～8 回	通常講義，グループワーク		
第 9 回	専門試験 I		アンケート
第 10～14 回	通常講義，プレゼンテーション		
第 15 回	専門試験 II		アンケート

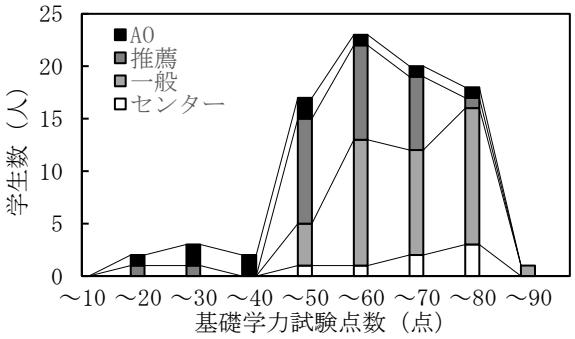


図 1　入試形態別の基礎試験点数の分類

また，講義を勧めていく中で学力推移を確認するため，第 9 回と第 15 回に機械設計学に関する専門試験を行った．

2.2　レポート課題概要

レポート課題（以下，レポート）を第 1 回から第 15 回まで，各講義終了から次週講義の 1 週間を提出期日として設けた．このレポートをもとに文章難易度判定とコピー率判定を行い学習成果に対する影響を調査する．また，復習レポートを 300 文字，予習レポートを 400 文字で開始し，講義ごとに文字数を 100 文字増加させることで文章量が与える影響を調査する．レポートは学習意欲を図るため，予習課題を要提出，復習課題を任意提出とした．

2.3　文章難易度判定

学生が提出したレポートの評価方法として日本語文章難易度判定システム（jReadability）を使用した(2)．文章難易度を数値化したものをリーダビリティ値とする．

表 2　リーダビリティ値と文章難易度

レベル	リーダビリティ値	レベル感
初級前半	5.5-6.4	単文を中心とする基礎的日本語表現に関して理解できる．
初級後半	4.5-5.4	基本的な語彙や文法項目について理解できる．
中級前半	3.5-4.4	ある程度まとまった文章でも内容が把握できる．
中級後半	2.5-3.4	やや専門的な文章でも大まかな内容が理解できる．
上級前半	1.5-2.4	専門的な文章に関してもほぼ理解できる．
上級後半	0.5-1.4	高度に専門的な文章に関しても不自由なく，理解できる．

この値は，文章単位で形態素解析した平均的な長さ，動詞や助詞の数量を計算した，jReadability 公式の係数である[3]．表 2 にリーダビリティ値と対応する文章難易度，レベル感を示す．本報では，専門的な文章を簡単な文章で各能力を図るため，文章難易度が低いほど文章作成能力が高いと定義した．このリーダビリティ値から学生の言語能力による論理的な文章作成能力を評価した．

2.4 コピー率判定

文章の不正引用を防止するためのテキストファイルチェックソフト「コピペルナー®」を使用し，学生が提出する予習・復習課題のコピー率を調査した[3]．講義内容を深く理解し，レポートを作成する際に用いた参考文献を学生自身が自分なりに解釈することができれば，インターネット上の文章やほかの学生とレポート内容が類似することはないと考えた．

3. 調査結果

3.1 講義形態別の調査結果

図 2 に講義形態別の平均リーダビリティ値を示す．グラフから遠隔講義である 2 回と 3 回の値に大きな差が見られた．一方で対面講義の 4 回と 5 回に大きな差は見られなかった．これは対面講義による学生同士の意見交換が活発になったためであると考えられる．

図 3 に講義形態別の平均コピー率を示す．グラフからわかるよう遠隔講義に比べ対面講義は平均コピー率に上昇傾向がある．これは，対面講義に伴う移動時間等の増加による課題着手時間の減少が要因であると考えられる．

3.2 文字数増加による学習成果の影響

図 4 に 6～9 回の平均リーダビリティ値を示す．グラフから法則性はみられなかったため再度調査する必要がある．

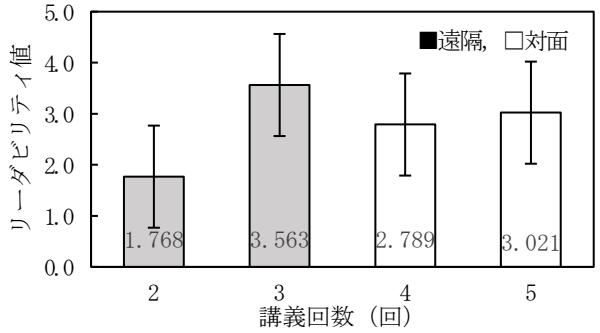


図 2　講義形態別の平均リーダビリティ値

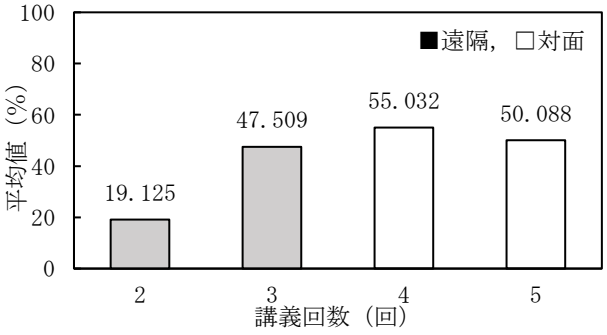


図 3 講義形態別の平均コピー率

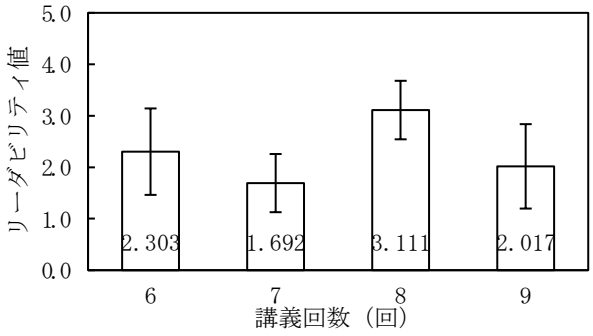


図 4　6～9 回の平均リーダビリティ値

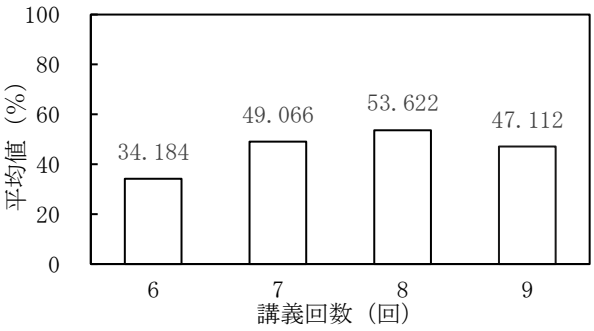


図 5　6～9 回の平均コピー率

図 5 は 6～9 回の平均コピー率を示す．グラフから多少の誤差はあるが，基本的に文章量が増加するほどコピー率は上昇していく傾向にある．これは文章量が増えるほど学習意欲が下がるためであると考えられる．

4. おわりに

授業形態の変化と文字数増加による学習成果の影響を文章難易度とコピー率から調査した．

1) 遠隔講義に比べ，対面講義は学生同士の意見交換が活発になるためリーダビリティ値は上昇する．
2) 遠隔講義に比べ，対面講義は移動時間等の観点から，平均コピー率は上昇する傾向にある．
3) 文章量が増加するほど，学習意欲が低下するため平均コピー率は上昇する傾向にある．

今後の講義内で専門試験および成績と学習意欲の上位・中位・下位者によるプレゼンテーションを行う予定である．また，再度アンケート調査を行い学習意欲の観点を詳しく調査する．今回グラフの法則性が見られなかった 6～9 回までの平均リーダビリティ値もデータの個数を増加させることで，再度法則性を見つけていく．

参考文献

(1) 丹勇人ほか “新型コロナウイルス対策による遠隔授業と対面授業の学習効果の比較”, 2020PC カンファレンス (2020)
(2) jReadability　日本語文章難易度判別システム (http://jreadability.net/)
(3) 李在鎬, 柴崎秀子 : “文章の難易度と語彙の関連性に関する考察～学年の違いを特徴づける語彙的要素とは何か～”, 「コーパスとテキストマイニング」 共立出版, pp.181-192
(4) コピペルナー　コピペ判定支援ソフト (http://www.ank.co.jp/)

授業形態の差異とグループ分け方法変更による アクティブラーニング効果

櫻田 陸人[*1]・櫻井 風花[*2]・松浦 寛[*2]・髙木 龍一郎[*3]・佐藤 洋志[*3]・七海 雅人[*3]
Email: s2094112@g.tohoku-gakuin.ac.jp

*1: 東北学院大学大学院工学研究科
*2: 東北学院大学工学部機械知能工学科
*3: 東北学院大学生活協同組合

◎Key Words　アクティブラーニング，Moodle，ユニバーサル・デザイン

1. はじめに

近年，自ら主体的に行動することで個人の認知力や社会的能力を養うことが期待できるアクティブラーニングが注目されている．そこで我々は，専門必修科目である「ユニバーサル・デザイン(以下，UD)」に導入し，アクティブラーニング効果(以下，学習効果)を得るための研究を行っている．この講義では，6～8 人のグループを作り，ユニバーサルデザインを採用した商品を企画し発表を行う．昨年度は，COVID-19 の影響により Zoom を使用した遠隔授業で発表を行ったが，今年度は対面で行う．さらに昨年度よりグループ分けの基準や評価基準を増やし，学習効果を調査した．

2. 講義内容

今年度は，第 1～4 回を遠隔，第 5～15 回を対面で行った．遠隔講義では，ビデオミーティングシステムである Zoom を使用しリアルタイムで行った．さらに，講義の予習復習課題(以下，課題)の提出やアンケート，基礎数学試験(以下，試験)は Moodle を用いて管理している．課題を日本語文章難易度判定，システム「jReadability」とテキストファイルチェックソフト「コピペルナー」を使用して分析し，成績との関連性を調査する．

2.1 講義スケジュール

表 1 に今年度の講義スケジュールを示す．第 1 回のガイダンスは，講義での注意点や Moodle の使用方法を説明した．第 3 回では，小学 5 年生から高校 2 年生までの試験を行い学生の基礎学力を測った．これは学生の学力の変化をみるためであり，2 年次の選択必修科目である「機械設計製図」で得られた結果と比較する．

第 12 回～15 回にかけて，各グループで企画した商品のプレゼンテーションを行い，学生同士で質疑応答を行った後，Moodle のアンケート機能を使用して発表内容を評価する．発表時間は，15 分，質疑応答を 3 分とし，各グループのメンバー全員が発表するように指示をした．

図 1 に基礎数学試験の点数変化を示す．2019 年度入学の学生と比較して，基礎学力が上昇した学生が多かった．昨年は，遠隔で試験を行ったが試験時の持ち込みやインターネット検索に対して規制をしたが，今年は規制を行わなかったことが理由であると考える．2018 年度入学の学生の試験も持ち込みの規制はなかったが，2020 年度入学の学生と差が生まれた理由は，人脈によると考える．

表 1　講義スケジュール

時間配分[分]	30	30	30
第 1 回	ガイダンス	通常授業	
第 2 回	通常授業		
第 3 回		基礎数学試験	
第 4 回	班分け公開，通常授業		
第 5 回	通常授業		
第 6~11 回	通常授業，グループワーク		
第 12~15 回	企画商品発表		

表 2　グループ分け

	試験	製図		試験	製図
G1	高	高	G9	低	高
G2	高	高，低	G10	低	低
G3	高	中	G11	高，低	低
G4	高	低	G12	中	低
G5	高，低	高	G13	中	中
G6	中	高	G14	高，中	無
G7	低	高	G15	中，低	無
G8	低	高，低	G16	女子	

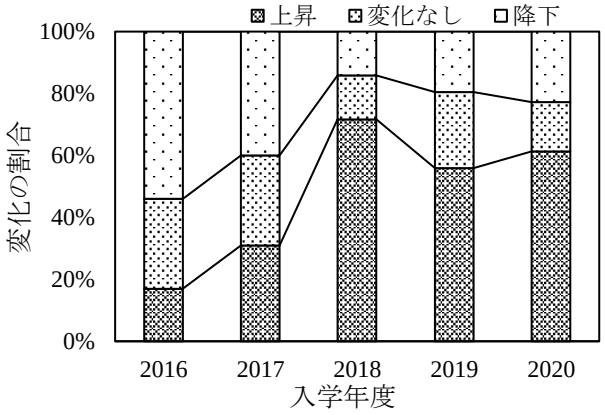


図 1　基礎数学試験の点数変化

2.2 グループ分け

昨年度までは，第 3 回講義で実施した試験の結果を用いてグループ分けを行っていたが，今年度は，試験の結果に加え 2 年次の専門必修科目である「機械設計製図(以下，製図)」の成績や GPA を考慮してグループ分けを行った．

グループ分けの判断基準を増やすことで，学業成績や基礎学力と学習効果の関係を調査することが目的である．

3. 評価方法

日本語文章難易度判定システム「jReadability®」,テキストファイルチェックソフト「コピペルナー®」を用いて課題を分析し，グループワークの回数が増えることによる値が変化や，グループごとの値の関係性を観察する．加えて発表時の分かりやすさを学生同士で評価させ，課題の結果と他者評価，学習効果の関連性を調査する．

3.1 jReadability

この分析によって得られる「リーダビリティ値」は論理的な一貫性のある文章を作成するための「論理力」と，正しく文章を構成するための「言語能力である」.「難易度が高い単語を解釈して文章作成ができるため文章難易度は平易になる」と考え，論理的な文章を作成する能力としてリーダビリティ値による指標を用いて 6 段階で判定することにした．値が高ければウェブサイト上や参考文献内の文章を理解して文章作成ができると考えられる．

3.2 コピペルナー

文章の不正引用を防止するためのソフトで学生が提出する課題のコピー率を調査した．レポートを作成する際に用いた参考文献を学生自身が自分なりに解釈することができれば，コピー率が低くなり，インターネット上の文章やほかの学生とレポート内容が類似することはないと考えられる．

3.3 他者評価

他者評価は，第 12～15 回の企画商品発表時，発表内容の理解しやすさ，資料の見やすさを学生間で評価することを判断材料とした．評価はアンケートを用い，班ごとの完成度を評価するためのものと，講義回別に完成度を評価するための 2 つを行った．1~5 の 5 段階で評価してもらい，高評価になるほど高得点となるように設定した．以下に班ごとの完成度を評価するためのアンケート内容を示す．

1) 発表が分かりやすい
2) パワポが見やすい
3) 商品を購入したい
4) ユニバーサルデザインを採用した商品であると感じる

これらの結果と，課題の分析結果を比較し他者評価と学習効果の関連を調査する．

4. 評価結果

第 2 回から 6 回の予習課題のリーダビリティ値を図 2 に，コピー率を図 3 に示す．グラフの上位は G1(試験高 – 製図高)，中位は G13(試験中 – 製図中)，下位は G10(試験低 – 製図低)に該当する．

図 2 より，成績が上位であるとリーダビリティ値が低い傾向がある．また，図 3 より成績が上位であるとコピー率が低くなる傾向にある．ウェブサイト上や参考文献内の文章を自分なりに解釈できていると考えられる．

2 つの図よりわかる傾向として，リーダビリティ値が高いと，コピー率が低くなるということが言える．
さらに，リーダビリティ値が高く，コピー率も高い学生は，文章難易度が低い文献を探すことができていると考える．

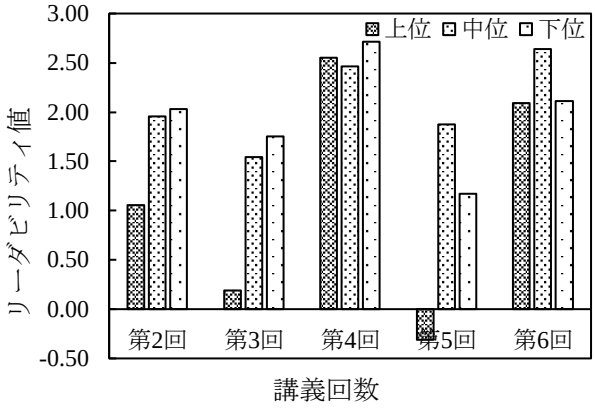


図 2　リーダビリティ値

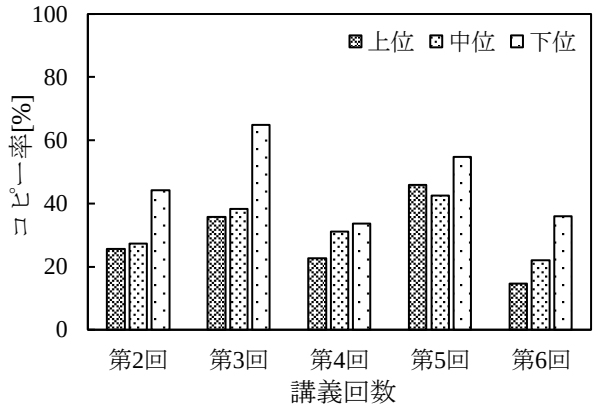


図 3　コピー率

5. まとめ

本研究では，工学専門必修科目である「UD」において，グループ分けの基準を増やしたことによる学習効果の関係性を調査した．Moodle を使用した試験では，2018 年度入学の学生と比べると 11 ポイント減少した．これは，1・2 年次遠隔授業による交友関係の少なさが原因であると考える．得られたデータをもとに成績と文章内容の関係を調査した結果，以下のことが言える．

1) リーダビリティ値は上位が低く，下位が高い．
2) コピー率は上位が低く，下位が高い

これらから，成績上位の学生は下位の学生よりウェブサイト上や参考文献内の文章を自分なりに解釈でき，レベルの高い文章を書くことができているといえる．

講演では，今後行う企画商品発表時の他者評価の結果と課題の分析結果を比較し，他者評価と課題の分析結果を比較し学習効果の有無，グループワークの回数と課題の分析結果の関係性を報告する．

参考文献

(1) 柳田慎吾他：“COVID-19 の影響による Zoom 同時接続での遠隔アクティブラーニングの効果”，2020PC カンファレンス(2020).
(2) 高橋悠他：“工学専門科目における遠隔講義によるアクティブラーニングの効果”，2021PC カンファレンス(2021).
(3) 日本語文章難易度判定システム：“jReadability ”(https://jreadability.net/).
(4) コピペ判定支援ソフト：“コピペルナー”，株式会社アンク(2009).

コロナ禍における子どもの学びと居場所づくりを目指したオンラインプログラムの実践

鈴木 あこ[*1]・菅谷 克行[*1]
Email: 20l1063g@ vc.ibaraki.ac.jp

*1：茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

◎Key Words　オンラインプログラム，サードプレイス，学び支援

1. はじめに

本論文では，コロナ禍でも子どもたちの創造性ある学びを止めないために実施した完全オンラインでの伴走プログラム「カタリバオンライン」について，その活動内容と実践結果を報告する。

筆者は当プログラムの中で，伴走者として参加者の子どもたちをサポートし，安心できる居場所づくりを目指して活動を行ってきた。継続的な関わりを通して，対面コミュニケーションと同等あるいはそれ以上の学びを，子どもたちが得ていると思われるような事例が多く見られた。だが，単にオンライン上で人が集まるだけでは，これらの成果を得ることはできないと考えられる。そこで，本稿では特に ICT を活用した完全オンラインの活動を行う上で，何を行えば他の集団でも成果を再現することが可能なのかについて考察する。

なお，本研究におけるオンラインプログラムとは，カタリバオンラインが提供し子どもたちが参加する活動の内容および日程のことを指し，コンピュータのプログラム・アプリケーション等を指すものではない。

2. 研究の背景

首相官邸[(1)]によると，新型コロナウイルス感染拡大防止のための方針により，2020 年 2 月 27 日「全国全ての小学校，中学校，高等学校，特別支援学校について，来週 3 月 2 日から春休みまで，臨時休業を行うよう要請」された。これに伴い，遠隔・オンライン教育への対応が併せて要求されることとなった。

一方で，オンライン上のコミュニケーションにおいては課題もある。そのひとつが情動の伝達である。朝日新聞の記事[(2)]によると，「脳活動センサーを用いて対面とオンラインのコミュニケーションを比較した結果，対面で顔を見ながら会話しているときは，５人の脳反応の周波数は同期していたが，オンラインではそれが一切見られなかった」という。オンラインにおいては「脳にとってはコミュニケーションになっていないということ[(2)]」を示しており，「情報は伝達できるが感情は共感していない[(2)]」ことが報告されている。また，子どもたちの学力と生活習慣のデータを解析すると「コロナ禍で，子どもの自尊心や自己肯定感が急激に下がっている[(2)]」ということにも言及している。すなわちオンラインコミュニケーションは，脳科学的な知見から考慮すると効果的なコミュニケーション手段とは言い難いということである。

そこで，子どものオンライン上のサードプレイスづくりや学び支援に関わる「カタリバオンライン」を取り上げ，子どもとのオンラインコミュニケーションにおける効果的な要素を明らかにしたいと考え本題目を設定した。

3. カタリバオンラインの活動概要

3.1 カタリバオンライン及び NPO カタリバについて

カタリバオンラインは，認定特定非営利活動法人カタリバ(以下カタリバ)[(3)]が 2020 年に開始したオンライン教育サービスである。カタリバは 2001 年から「すべての 10 代が意欲と創造性を育める，未来の当たり前を目指して」というポリシーのもとで，学校に多様な出会いと学びの機会を届け，社会に 10 代の居場所と出番を作るための活動に取り組んでいる。特に貧困や被災によって生まれる「きっかけ格差」を是正する取り組みを行ってきた。一斉休校に見舞われた 2020 年，子どもたちに学びの機会を提供し続けるという目的で創始されたサービスがカタリバオンラインである。

3.2 活動内容とキャストの役割

平日の放課後の時間帯にオンライン会議システム「Zoom」でルームを開室し，運営者・キャスト・子どもたちが入って共にプログラムに参加する。子どもたちのプログラム参加は完全任意である。プログラムの内容は，英語，イラスト，ゲームや Web ツール，ヨガ，ダンス等幅広い題材を扱っている。他にも子どもたちが自主的にプログラムを企画する時間(以下，自主企画)も設けられており，キャストが子どもと話し合ってやりたいことを実現するための計画・実施サポートを行っている。

運営者とキャストは，プログラム実施前後にミーティングを行う。事前ミーティングでは当日の流れを確認し，子どもたちに関する情報共有を行ったり目標を設定したりする。事後ミーティングではプログラムを振り返って意見や感想を述べる。事後ミーティングの内容は，チームコミュニケーションツール「Slack」上で毎回共有される。事前事後ミーティングには，「子どもの様子シェアシート」と呼ばれる情報共有用スプレッドシートの記入・閲覧の時間も含まれている。曜日ごとに参加するキャストのメンバーが異なるため，子どもの様子や気にかかる点は曜日間での共有がしにくい。曜日間のキャスト連携を図るため，文面での記録を行っている。

3.3 活動効果の仮説

メディアプラットフォーム「note」のカタリバオンライン公式アカウント(以下公式 note)[(4)]においては利用保護者へのインタビュー記事が 10 本公開されている。これらには以下のような保護者の声が掲載されている(各記事のタイトルより一部抜粋)。

・「“1 日中ずっとゲーム”がなくなりメリハリができた」
・「ひとりの留守番が楽になった」
・「「上手になりたい」刺激をくれた，学校とは違う出会い」

このような良い影響を子どもたちに与えたいと考えたとき，単にオンラインで集うことのみでは効果を得ることができないと考えられる。

筆者は，カタリバオンラインが良い効果を子どもたちに与えることができたのには，キャストの効果的な関わり方に要因があり，オンラインコミュニケーションの不足部分を補っていたのではないかという仮説を立てた。この仮説に基づき，カタリバオンラインのキャストと運営に関わる特長を具体的に分析する。

4. 事例に基づくオンライン支援の検討

他の教育機関でのオンラインプログラム実践における成功例と特長を取り上げ，それらとカタリバオンラインの共通点を見出すことで，効果的だと考えられる要因を明らかにする。

ここでは，新型コロナウイルスで全国の学校が休校措置を取る中，数ある自治体の中でもいち早く小中学校でオンライン授業実施に踏み切り，その対応が評価された熊本市教育委員会の事例について取り上げる。

田邊[5]によると，熊本市教育委員会が優れていた点として以下の三つが報告されている。

① 熊本市教育委員会の対応の早さ
② 学習権の保障のための方法論として「双方向型オンライン授業」等を実施していたこと
③ 「最悪の事態」を想定した教育長のリスクマネジメント

この三要素は，カタリバオンラインの創始過程にも当てはまっている。

① 対応の早さ
政府からの一斉休校要請が 2020 年 2 月 27 日であるのに対し，カタリバオンラインのサービス開始は同年 3 月 4 日である。公式 note[6]上で，3 月からのサービス開始告知を掲載したのは，政府の要請からわずか 2 日後の同年 2 月 29 日であった。

② 学習権保障の方法論としてのオンライン活用
公式 note[6]によると，カタリバオンライン創始のコンセプトとして「自分の可能性を広げる多様な人との出会いや機会を，住んでいるエリアに限らず多くの子どもたちが手にする。(中略)日本全国の子どもたちに，安全に双方向でやりとりできるオンラインの居場所を届け，「ひとりぼっちでつまらないこども」を一人でも減らすことを目指します。」と示している。すなわちカタリバは学習権を教育に加え出会いと機会を手にするものと定義し，それを保障する手段としてオンラインでの事業を立ち上げたといえる。

③ 最悪の事態を想定したリスクマネジメント
田邊[5]は「最悪の事態」を，「休校期間が延長されるかもしれないこと，予定通り学校を再開できないかもしれないこと」しており，民間教育機関であるカタリバのそれとは若干異なる。だが類似する点として，子どもたちの学びが止まることの長期化を想定し，修学援助受給世帯を対象にパソコンと Wi-Fi 機器の無償貸与を行う「キッカケプログラム」を導入したことが挙げられる。公式 note[7]によると，「学校再開ができるのかは地域によっては厳しい状況にあり，週末の外出自粛要請を出す自治体も多く，オンラインを活用することがまだまだ続くと想定されます。」と休校の長期化に言及している。

これらの事例より，初動の早さ，学習権保障という目的意識，長期化を見越した対応の三点は，不測の事態におけるオンライン教育環境整備に効果があったといえる。

また，西日本新聞[8]によると「タブレットを使った授業を始めて現場に変化はあったか」という問いかけに対し，「授業の主役が，先生から子どもたちに変わっていった。子どもたちがタブレットを使い，自分で調べて深く学び，互いに話し合う。先生はそれをサポートしながら，さらに高いレベルに引き上げていく」と，子どもたちの主体性と対話の重要性について言及している。

主体的・対話的で深い学びを目指すことの要請は，新学習指導要領[9]で言及されている。カタリバオンラインも例外ではなく，子どもたちの主体性を重視し，対話を通してやりたいことを実現させていく風潮がある。自主企画は特にキャストとの対話を交えて実現まで到達するという目的に特化しており，子どもたちの趣味嗜好ややりたいことが色濃く反映される。自主企画以外のプログラムに関しても，事後ミーティングのキャスト振り返りで「子どもたち中心のプログラムを作っていきたい」という声が上がっている。

5. 事後ミーティングの振り返りから見るキャストの関わり方の特徴

5.1 分析方法

本章では，キャストがプログラム後に行う事後ミーティングにおいて発言された内容の記録を分析して，そこから把握できるキャストの関わり方や向き合い方の特長を明らかにする。事後ミーティングの記録は曜日ごとにルーム管理を担当する運営者が行っている。本研究では，運営者によって記録および「Slack」への投稿がなされたデータを対象とし，期間は 2022 年 4 月～5 月のものとした。

日付，記録者(その日の運営者)，発言者，発言内容を抽出した。発言内容については，キャスト同士でどのような情報共有が行われているのかを明確にするため，筆者が独自にカテゴリー分けを行った。カテゴリーの名称および分類基準は，表 1 のとおりである。

5.2 結果と考察① 全体的な発言内容の傾向

各キャストによる発言内容のカテゴリー分けを行い，カテゴリーごとの合計値を出した。結果を図 1 に示す。

全体として子どもやプログラム，キャスト等に対して様々な角度から発言があるものの，発言数の多い上位 4 つのカテゴリーに関する発言の合計値が，全体の過半数を占めていた。よって，主となる発言の内容は「子どものプログラムへの姿勢・取り組み」「子どもの輝いていた点」「運営上の報告」「キャストプログラム評価」が大きな割合を占めていることになる。

表 1 カテゴリー名称及びその分類基準

カテゴリー	発言者	発言対象(人・プログラム)	発言対象(時系列)
子どもの輝いていた点	全員	子ども	当日
子どものプログラムへの姿勢・取り組み	全員	子ども	当日
子どもの近況について	全員	子ども	当日(過去数回を含む)
子どもについて心配なこと	全員	子ども	当日(過去数回を含む)
子ども同士の相互的なコミュニケーション・雰囲気	全員	子ども	当日
運営上の報告	全員	プログラム	当日
参加状況	全員	自身	以前～当日まで
キャストプログラム評価	キャスト	プログラム	以前～当日まで
実施者プログラム評価	プログラム実施者	プログラム	以前～当日まで
推察	全員	子ども	当日
反省	全員	自身	当日
感想	全員	自身	当日
対応	全員	自身	当日
対応における課題	全員	全体	今後
感謝	全員	キャスト	当日
称賛	全員	キャスト	当日
同意	全員	キャスト	当日
応答	全員	キャスト	当日
フォロー	全員	キャスト	当日
進め方の提案	全員	プログラム	今後
関わり方の提案	全員	子ども	今後

これらに次いで発言数の多い４つを合算した上位計 8 カテゴリーの発言数は，全体の４分の３を占めることとなり，下位 13 カテゴリーの内容が占める割合は 25%未満に留まった。傾向としては，発言対象が「プログラム」である４つのカテゴリーのうち，上位８つに入っているものは３つであった。また，「感謝」や「称賛」といったキャスト同士のコミュニケーションは比較的少ない。

5.3 結果と考察② キャスト別の発言内容の違い

先程のカテゴリー分類を，発言者別にまとめたのち，個々が最も発言しているカテゴリーはどれなのかを抽出した。

例えば「子どもの輝いていた点」が 20，「子どものプログラムへの姿勢・取り組み」が 14，それ以外のカテゴリーが 10 未満であれば，最も発言しているカテゴリーは「子どもの輝いていた点」となる。該当期間に活動に参加したキャスト全員の，最も発言しているカテゴリーを出し，その数を表 2 に示す。

同数だった場合，複数のカテゴリーにおいて最も発言したものとカウントしている。また Slack 内に投稿されたもののうち，発言者が誰かわかるものを対象としている。

集計の結果，「子どもの輝いていた点」に言及しているキャストが最も多かった。だが，それ以外の分布にはばらつきがある。キャストによって発言の傾向が異なっているということがわかる。

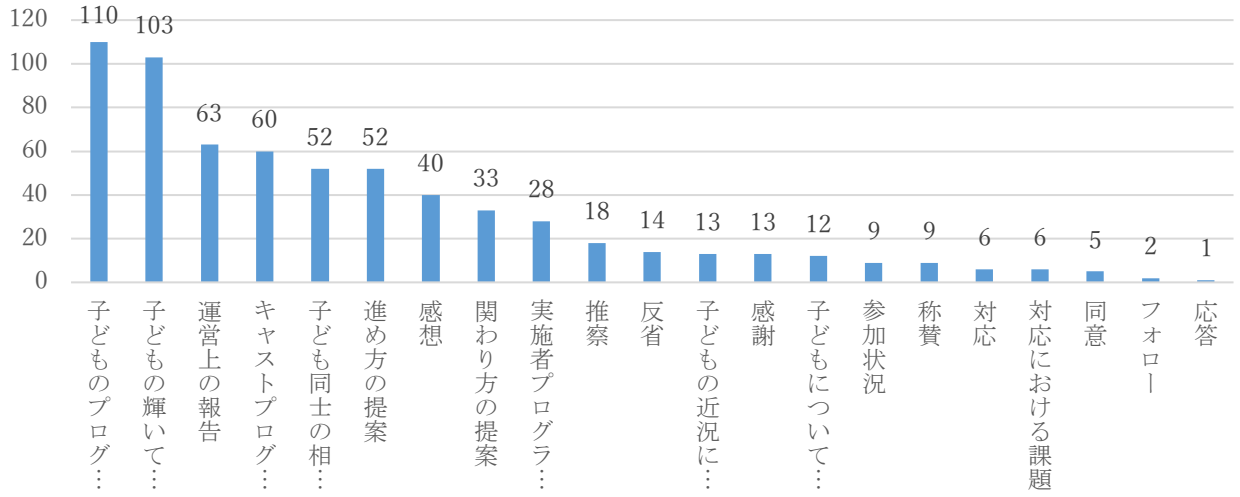


図 1 カテゴリー別の発言数

表 1 カテゴリー別 最も発言していたキャストの数

カテゴリー	最も発言していたキャストの数(名)
子どもの輝いていた点	6
関わり方の提案	3
キャストプログラム評価	3
子どものプログラムへの取り組み	3
実施者プログラム評価	2
進め方の提案	2
子ども同士の相互的なコミュニケーション	2
推察	1
同意	1
反省	1
運営上の報告	1
応答	1

また，プログラム実施者キャストは運営の振り返りと今後の展開として「実施者プログラム評価」をしている。その実施者と同じ日に参加しているキャストがフィードバックとして行うために，「キャストプログラム評価」の発言数が増えているという関連も見られた。

留意点として述べておきたい点が，前節で大きな割合を占めていなかった「同意」や「応答」を最も発言しているとされるキャストがいることである。これは主にミーティングの司会を行う運営者の発言であり，発言数や記録数が極端に少なく，内容もキャストに向けたものに偏るためこのような結果になったと考えられる。

6. おわりに

本論文では，カタリバオンラインの活動事例をもとに，オンライン上に居場所を作り守る上での子どもとのコミュニケーションにおいて，効果的な要素は何だったのかということを明らかにしようとしてきた。

先行事例との比較からは，子どもたちの主体性を重視したプログラム設計を行い，対話を通してやりたいことを実現していく経験からさらなる主体性を育んでいるという点に注目すべきであるとわかった。

また，事後ミーティングの振り返りデータからは，キャストが全体的に「子どものプログラムへの姿勢・取り組み」「子どもの輝いていた点」に注目して伝達・情報共有を行っていることがわかった。また，プログラムを対象とした発言が上位に入る傾向があり，プログラムに関して互いにフィードバックを行い子どもたちにとってより良いものに改善する上での基盤となっていることが推測できた。プログラム改善に意欲的な傾向は個別の集計データからも読み取れ，キャスト間で意見交換が行われていた。

個別の集計データにおいては「子どもの輝いていた点」に最も頻繁に言及しているキャストが多かった。感情を共有しにくいオンライン上のコミュニケーションだからこそ，子どもの肯定的な要素を積極的にピックアップしている様子が窺える。だがそれ以外のカテゴリー分布にはばらつきがあり，キャストごとに発言内容の傾向が異なることがわかった。つまり，様々に違った角度から見た子どもの様子報告やプログラム評価が行われており，多角的な意見が出るため，互いがより解像度の高い振り返りをすることに繋がっているのではないかと考えられる。

今後の課題としては，まず，キャスト同士のコミュニケーションを詳細に分析し，その効果を検証することが挙げられる。本研究において，データ集計前の段階ではキャスト同士の「称賛」や「感謝」が多く発言されているのではないかと予想していたが，実際はそれほど多くなかった。それは，運営上，2022 年度から各曜日に振り分けられる人員が減ったため，キャスト同士のコミュニケーションが以前よりも減少していることを示しているのでないかと考えた。そこで，2021 年度以前のデータまで対象を広げて比較分析を行い，キャスト同士のコミュニケーションにおける効果を明らかにしたいと考える。

また，今回の検証結果が適用できる範囲は，大人も子どもも複数人が参加する団体に限られている。当初の目的として，コミュニケーション効果の再現性を挙げていたため，この結果を何に対してどう還元するか，さらに一般的な事例に応用するにはどのような分析を行うべきか，今後も検討していく必要があると考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの助言をいただいたNPO法人カタリバの後藤諄様に感謝いたします。

参考文献

(1) 首相官邸「令和 2 年 2 月 27 日 新型コロナウイルス感染症対策本部(第 15 回)」 https://www.kantei.go.jp/jp/98_abe/actions/202002/27corona.html (最終閲覧 2022.06.28)
(2) 朝日新聞「オンラインの会話 心は通じるか」2022 年 2 月 3 日 朝刊 28 面 東京本社
(3) 「認定 NPO 法人カタリバ 未来は，つくれる。」 https://www.kataribа.or.jp/ (最終閲覧 2022.06.28)
(4) 「note」カタリバオンライン公式アカウント「カタリバオンライン利用者の声」 https://note.com/kataribaonline/m/m6eee68e170c1 (最終閲覧 2022.06.28)
(5) 田邊良佑「コロナ禍における熊本市教育委員会の双方向型オンライン授業実施に関する協議-教育委員会議事録の分析を通じて-」地域創生第 41 集, p.12 (2022)
(6) 「note」カタリバオンライン公式アカウント「「カタリバオンライン」 3/4(水)よりスタート！」 https://note.com/kataribaonline/n/n3d78c5d8fac8 (最終閲覧 2022.06.28)
(7) 「note」カタリバオンライン公式アカウント「情報機器とネット利用環境を無料貸与する「カタリバオンライン・キッカケプログラム (奨学PC)」開始！」 https://note.com/kataribaonline/n/nca3ec63ca7ef (最終閲覧 2022.06.28)
(8) 西日本新聞「全公立小中校で導入，オンライン授業の舞台裏 熊本市教育長に聞く」2020 年 5 月 18 日
(9) 文部科学省「平成 29・30・31 年度改定学習指導要領(本文，解説)」内 https://www.mext.go.jp/content/1421692_8.pdf (最終閲覧 2022.06.28)

文系大学生のタイピング能力とタイピングソフト間のスコア変換

姉川 正紀
Email: masanori@anegawa.com

中村学園大学 流通科学部 流通科学科

©Key Words　　タイピング，タイピング能力の比較，情報リテラシー

1. はじめに

著者が勤務している文系の大学・学部では，初歩的なプログラミング関係も含んだ情報リテラシー教育をおこなっている。しかし，スマートフォン等の普及により，パソコンに触れる機会が少ない学生が多くなっている。特に，著者が担当しているプログラミング関係の授業では，タイピング能力が学生の授業の進捗に大きく影響を与えている事が分かっている。そこで，4 年前(2018 年度)から，プログラミング関係の授業中に，タイピング能力の調査を定期的に実施している。

本調査では，過去にご報告したタイピング能力の調査結果に加え，最新の調査結果を追加すると共に，詳細な分析を加えてご報告する。また，現在タイピング練習ソフトは，数多くの種類があり，その評価（タイピング能力）の比較は困難である。2021 度，2 種類のタイピング・ソフト（e-typing [1]と美佳タイプ [2]）を利用した授業を担当する機会があった。そこで，この 2 種類のタイピング・ソフトに関して，比較可能なスコア変換を検討する。

なお，本論文では，過去のデータとの比較をおこなう都合上，過去に公開した文章やデータ等 [3]~[5] の再掲載をおこなう場合もある。

2. タイピング能力の変化

2.1 タイピング能力の確認方法

タイピング能力の確認方法としては，ホームページ上でタイピング能力の確認が可能な，「e-typing」のサイトを 2018 年度から利用している。このサイトは，英文とローマ字のタイピング能力の確認が可能であり，その結果がスコアとして表示される。このサイトでは，スコアが 100 以上であれば，「個人的な用途でのパソコンの利用には問題のないレベル」と具体的な記載がある。また，毎週問題文が定期的に更新される等の工夫もなされている。この「e-typing」を，1 年・後期のプログラミング関係の授業中に 3 回程度実施した（1 回の実施で，2 回程度のタイピング能力の測定をおこない，高いスコアを採用した）。実施の時期は，各年度で異なるが，概ね授業の前半・中間・後半となる様にしている。

2021 年度からは，これに加えて古くから利用されているタイピング練習ソフトである「美佳タイプ」も授業で利用した。このソフトを「e-typing」に加えて利用した理由は，非常勤講師として授業を担当した大学において，このソフトを利用したタイピング能力の測定・評価を依頼された為である。この結果，2 つのタイピング・ソフト間でタイピング能力の比較が必要となった。

2.2 外発的動機づけと内発的動機づけ

2018 年度の著者が担当する授業では，e-typing（英文）のスコアが 100 以上の場合加点し，スコアが 100 未満の場合，単位が取得できない（不合格）という，強い外発的動機づけを導入した。

これに対し，2019・2020 年度は，スコアが 100 以上の場合加点するのみとし，減点や単位の取得ができない（不合格）等のペナルティは実施しない，弱い外発的動機づけを導入した。

また，2021 年度は，タイピング能力の必要性や練習を推奨するだけで，加点や減点等は一切おこなわない，内発的動機づけを導入した。

表 1 2018～2021 年度のタイピング実施方法

年度	動機づけの方法
2018	強い外発的動機づけ
2019	弱い外発的動機づけ
2020	弱い外発的動機づけ
2021	内発的動機づけ

2.3 2018～2021 年度の授業概要

小学校でもプログラミングが必修化される等，プログラミング教育の必要性が高まっている。著者の担当する授業でも，2018 年度以前からプログラミング関係の授業をおこなっている。2018 年度以降の具体的な授業の内容は，表 2 の通りである。

しかし，2020 年度はコロナ禍の為，前期の授業のほとんどがオンライン形式の授業となった。そこで，2020 年度は，当初予定していたプログラミング関係の授業では無く，日商 PC の資格取得に関する授業（全て対面形式で授業を実施）に変更した。

また，2021 年度の授業も授業の前半（授業開始から 3 回）は，コロナ禍の為，オンライン形式の授業となった。そこで，プログラミングのコード入力等のタイピングを極力必要としない，Scratch を用いたプログラミングの授業に急遽変更した。

表 2 2018～2021 年度の授業概要

年度	授業概要	タイピングの必要性
2018	html と JavaScript	かなり必要
2019	JavaScript と Scratch	かなり必要
2020	日商 PC の資格取得	ある程度必要
2021	Scratch ゲーム作成	ほとんど無い

表 2 に示す通り，年度毎の授業内容によって，タイピングの必要性が異なる。但し，このタイピングの必要性は，あくまで著者の授業中の観察・経験からの主観的な判断となっている。コロナ禍前の

2018・2019 年度は，html や JavaScript のコードを入力する関係上，授業中に英文のタイピングを多くおこなう必要がある。

2.4 タイピング能力の結果概要

表 3 に 2018～2021 年度のタイピング能力の結果概要を示す。2018 年度は，強い外発的動機づけを導入した。その結果，高い平均スコアとなっている。

2019・2020 年度は，弱い外発的動機づけを導入した。その結果，2019・2020 年度は，2018 年度の約 7 割程度の平均スコアとなった。また，2021 年度は，内発的動機づけのみとしたが，その場合の平均スコアは，2019・2020 年度とほとんど変化が見られなかった。

表 3 e-typing による英文タイプのスコア概要

実施年度	2018	2019	2020	2021
データ数(n)	262	281	249	253
最高スコア	302	195	203	177
最低スコア	69	45	42	43
平均スコア	138.3	91.0	99.6	96.7
標準偏差	32.9	26.7	24.4	24.3
2019 年と比較	152.0	100.0	108.1	106.3

※データ数や各種数値が過去の報告と異なるのは，今回のデータ作成にあたり，再度データを再集計・再修正（失格となった学生のデータを削除等）した為である。「2019 年と比較」という項目は，2019 年度の平均スコアを 100 とした場合の比較である。

図 1 に 2018～2021 年度のタイピング・スコアのヒストグラムを示す。図 1 から，2020 年度に限り，弱い外発的動機づけの効果が若干見られた。しかし，同様の弱い外発的動機づけおこなった 2019 年度は，その効果が見られなかった。2021 年度は，内発的動機づけのみであったのにもかかわらず，2019・2020 年度とほぼ同等のタイピング・スコアの分布を示している事が分かる。

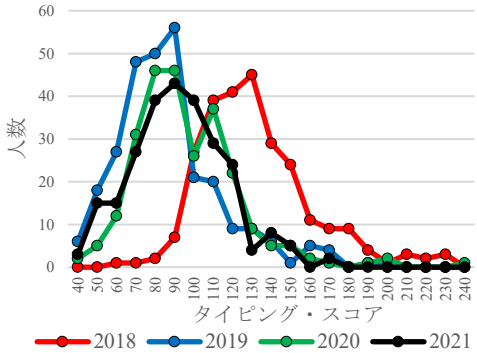


図 1 タイピング・スコアのヒストグラム

※タイピング・スコアが 40 未満及び 250 以上のデータは少数である為，この図からは割愛しています。

2.5 タイピング能力チェック時期とスコアの変化

前述した通り，タイピング能力のチェックは，1 年・後期の授業中に，概ね前半・中間・後半の約 3 回程度実施している。図 2 に 2018～2021 年度のタイピング能力チェック時期と平均スコアの推移を示す（3 回以上タイピング能力チェックを実施した年度は，時期を考慮して 3 回分を掲載している）。

図 2 からも 2018 年度の強い外発的動機づけを導入した場合，授業の後半にその効果が表れている事が分かる。これは，タイピング能力が一定以上の場合は加点という点だけでは無く，一定以下の場合は不合格になるという要因が大きいと考えられる。

2019 年度に弱い外発的動機づけを導入した場合，あまりその効果が見られなかった。2020 年度は，授業の後半に弱い外発的動機づけの効果が若干見られた。しかし，その平均スコアは，内発的動機づけのみの 2021 年度と比較してもあまり高くは無く，その効果は低いと考えられる。図 2 における 2019～2021 年度のスコアの変化をみると，弱い外発的動機づけ及び内発的動機づけによる，学生の自主的なタイピングの練習による，タイピング能力の向上は期待できない事が分かる。

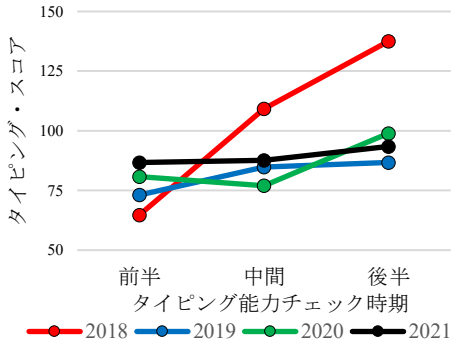


図 2 タイピング能力チェック時期とスコア変化

2.6 著者の勤務する学部の特徴・特性

著者の勤務する大学・学部は，経済・経営系の学部である。しかし，一般的な経済・経営系の学部に比べて女性比率が高く，年度にもよるが男性は全体の 30～40%程度である。女性が多いという事も理由の一つではあるが，その要因を考慮しても成績が優秀である割合は，女性の方が多い傾向が見られる。

図 3 に年度毎の男女別平均スコア及び男性の平均スコアを 1.0 とした場合の女性の平均スコア比を示す。図 3 に示す通り，例年女性の平均スコアの方が高い。

しかし，2018 年度の強い外発的動機づけを導入した場合，男女の平均スコアの差は，5%以下と小さくなっている。この結果から，男性も女性と同等のタイピング能力を潜在的に持つものの，その能力が発揮できていないと推測される。

また，2019・2020 年度の様に，弱い外発的動機づけを導入した場合，男女の平均スコアの差が，20%弱と大きくなっている。この一因としては，女性の方が男性より高評価（加点等）を目指している事が考えられる。実際，加点等をおこなわない，内発的動機づけのみを導入した 2021 年度の男女の平均スコ

アの差が，約 10%程度と 2019・2020 年度に比べて小さくなっている。

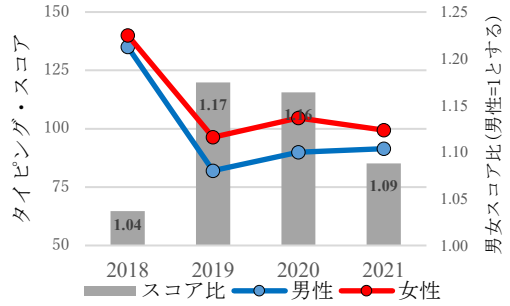


図 3 男女別のタイピング・スコア及びスコア比

2.7 タイピング能力の結果からの考察

当初は，ほとんど授業中にタイピングを実施せず，内発的動機づけのみ導入した 2021 年度のタイピング能力は低下すると予測していた。しかし，実際の結果は上述した通り，弱い外発的動機づけを導入した，2019・2020 年度とほぼ同じ平均スコア及びスコアの分布となった。これらの結果から，授業中のプログラミング関係のコード入力は，タイピング能力の向上にはほとんど影響しない事が分かった。

また，弱い外発的動機づけの導入に関しても，2019 年度はその効果は見られなかった。但し，2020 年度は，弱い外発的動機づけを導入した場合，若干の効果が見られた。2020 年度後期の授業は幸いにも全ての授業が対面形式で実施出来た。しかし，常に何時オンライン形式の授業に移行するか分からない状態で授業を続けており，学生の評価に対する危機感が，弱い外発的動機づけの効果が見られた一因とも考えられるが，詳細な原因の解明は困難である。

また，昨(2021)年度の報告 [5] において，「2020 年度のタイピング・スコアの平均が，2019 年度に比べて，約 8%向上している理由として，コロナ禍でパソコンを利用する機会が増えた可能性」を示唆した。しかし，2021 年度は，2020 年度程オンライン形式の授業やパソコンによる課題の提出が多くなかった事を考慮すると，今回のコロナ禍でパソコンを利用する程度では，タイピング能力の向上の可能性は低いと考えられる。

但し，これはあくまでも著者が勤務している大学・学部・学科における特定の情報系の授業の結果である。実際には，各種条件が異なれば，違う結果が得られる可能性が高い。

3. タイピング・ソフト間のスコア変換

3.1 「e-typing」と「美佳タイプ」の比較

現在，様々なタイピング練習ソフトが存在し，それぞれに特徴がある。それらのタイピング・ソフトでは，タイピング能力の評価に関して，「タイピングのスピード」や「入力の正確性」・「変換の正確性（かな漢字変換の場合）」等を個別または総合的に評価するのが一般的である。したがって，継続してタイピング能力の変化を調査する場合には，同一のタイピング練習ソフトを用いる事が望ましい。その為，著者は前述した「e-typing」の利用を継続している。

しかし，他の大学・学部・学科または教員や利用環境によって，他のタイピング練習ソフトの利用が必要になる場合がある。2021 年度は，古くから利用されている「美佳タイプ」を利用する機会があった。「美佳タイプ」では，様々な種類のタイピング練習が可能であるが，大きく分類すると，「e-typing」と同じ，「英文入力」と「ローマ字入力」の 2 つに分類される。また，それぞれの入力方法でさらに細分化された練習が可能である。その全ての練習に関して，比較検討をおこなう事は困難である為，今回は「美佳タイプ」におけるタイピング練習の中で，

a. 基本英単語練習
b. ローマ字単語練習

の比較をおこない，タイピング・スコアの変換の可能性を検討する。

3.2 タイピング・スコア変換の手法

タイピング能力は個人差が大きく，また同一人物であっても調子が異なり，日によってタイピング・スコアが変化する可能性がある。そこで，可能な限り同一条件の同じ日・同じ時間帯に，同一人物が 2 種類のタイピング練習ソフトを用いてデータを比較する事が望ましい。この様にして収集したタイピングのスコアのデータを用いる事で，タイピング・スコアの変換をおこなう。

図 4 に「e-typing」と「美佳タイプ」における英文のスコア比較結果を示す。図 4 からも分かる通り，かなり相関の高い関係を示している。具体的には，

$y(\text{美佳タイプ}) \fallingdotseq x(\text{e-typing}) \times 0.92 + 40$

$R^2 \fallingdotseq 0.6189$

とスコアの簡易的な変換が可能である。但し，他の大学で同様の調査(n=74)をおこなった所，10～15%程度の差が生じた。

図 5 に「e-typing」と「美佳タイプ」におけるローマ字のスコア比較を示す。図 5 からも分かる通り，かなり相関の高い関係を示している。この結果から，

$y(\text{美佳タイプ}) \fallingdotseq x(\text{e-typing}) \times 0.58 + 47$

$R^2 \fallingdotseq 0.6611$

とスコアの簡易的な変換が可能である。但し，他の大学で同様の調査(n=69)をおこなった所，10%程度の差が生じた。

これらの結果から，同一の環境（例：A 大学・学部の学生における，他ソフトのスコア変換）におけるスコア変換は，ある程度の精度の高い変換が可能である。しかし，他の環境（例：A 大学・学部と B 大学・学部の学生における，他ソフトのスコア変換）

におけるスコア変換は，更にスコア変換に関するデータの収集と調査をおこない，精度を高める必要がある。

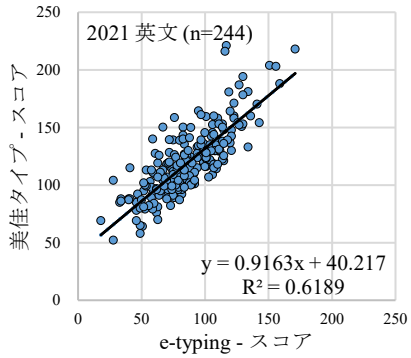


図 4 e-typing – 美佳タイプ 英文スコア比較

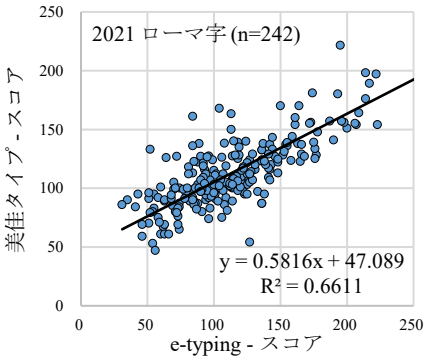


図 5 e-typing – 美佳タイプ ローマ字スコア比較

3.3 英文入力とローマ字入力の相関

プログラミング関係の授業をおこなっている都合上，タイピング能力の調査は，継続して英文入力を実施してきた。今回，初めてローマ字入力の調査もおこない，その相関を図 6 に示す。

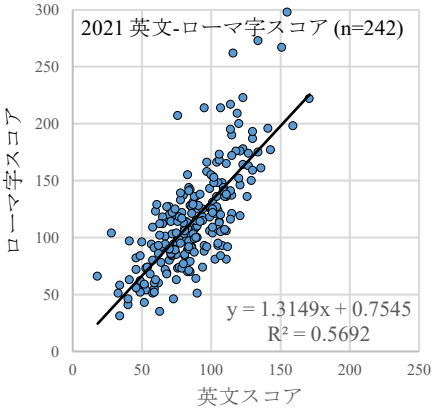


図 6 e-typing における英文入力とローマ字入力

図 6 からも分かる様に，タイピング能力には，英文入力とローマ字入力に相関がある事が分かる。但し，ごく一部ではあるが，ローマ字入力のみが高い能力を示す学生が存在している事が分かる。逆に，英文入力のみが高い能力を示す学生は存在しなかった。この一因としては，多くの学生が日本語を母国語とし，ローマ字入力を日常的に多用している為と考えられる。また，過去の研究において，学生の英語単語能力と英文タイピング能力との間に，ほとんど相関が無い事を報告 (4) している。したがって，英文タイピング能力の向上には，外発的動機づけを含むタイピングの練習が必要と考えられる。

4. まとめ

著者は，プログラミング関係の授業をおこなってきた。当初は，プログラミング関係の授業において，コード入力等を通して，ある程度英文タイピング能力も獲得・向上が可能であると推測していた。しかし，今回の調査結果から，プログラミング関係の授業のみでは，タイピング能力の獲得・向上が期待できない事が分かった。また，弱い外発的動機づけ及び内発的動機づけによる，学生の自主的なタイピングの練習やタイピング能力の向上も期待できない事も判明した。但し，この結果は、著者が勤務している大学・学部・学科における，特定の環境下のみの調査結果である。

また，異なるタイピング練習ソフト間でのスコア変換は，同一環境（大学・学部）では，高い精度の変換が可能である。これにより，おおまかではあるが，外部の環境（他大学・他学部）とのスコア変換の可能性も見出された。

5. 今後の課題

現実問題として，著者がおこなっているプログラミング関係の授業では，タイピング能力の不足が，授業の進捗に悪影響を与えている。今回の結果を踏まえて，今後の授業では，積極的にタイピング練習や強い外発的動機づけを導入する予定である。その結果，タイピング能力がどの様に変化したのか，今後ご報告する予定である。

今回ご報告出来なかったが，以前に研究・報告 (5) したスマートフォン等のフリック入力に関しても，現在調査・研究を継続している。今後，キーボード入力と共存・共栄するであろう，フリック入力に関してもその可能性を検討する予定である。

参考文献

(1) https://www.e-typing.ne.jp/ (2022/06/08 参照)
(2) https://sun.ac.jp/prof/hnagano/mikatype/mika.html (2022/06/08 参照)
(3) 姉川 正紀, 木下 和也：“高等学校「情報」の知識と大学情報科目における成績相関の調査 ”, 2019 PC Conference, https://gakkai.univcoop.or.jp/pcc/2019/papers/pdf/pcc016.pdf, pp.89-92 (2019)
(4) 姉川 正紀：“タイピング 能力と情報関連科目の相関 ”, 2020 PC Conference, https://gakkai.univcoop.or.jp/pcc/2020/papers/pdf/pcc058.pdf, pp.61-64 (2020)
(5) 八木 優佳, 姉川 正紀：“コロナ禍におけるタイピング能力の調査”, https://pcgakkai.univcoop.or.jp/pcc/2021/pdf/2021PCC 論 文集.pdf, pp.148-151 (2021)

タッチタイピング習得における振り返りの効果

阪上潤*1
Email: ritsusak@fc.ritsumei.ac.jp

*1：立命館大学言語教育センター

◎Key Words　　タッチタイピング，振り返り，タイピング速度

1. はじめに

生徒一人に一台のパソコンということが言われ、ますますコンピュータを使いこなす技術が必要になってくる。しかしながら、文部科学省が 2013 年に実施した情報活用能力調査では、高校生でさえ、1 分間に 24.7 文字しか入力できないことが明らかになった(1)。これでは、報告書などの作成にも当然時間がかかり、「ICT 捜査スキルが十分でないが故に思考の広がりや深まりが妨げられてしまう可能性があ(2)」ると言える。

情報活用能力の基礎となるタイピングスキルの向上を目指した研究はこれまでたくさん行われてきた。しかしながら、現在においても、大学入学時においてタイピングに自信のない学生は非常に多く、十分であるとは言えない。そこで、本実践では、プレゼンテーションや発音学習で効果を上げている、自己のパフォーマンスを振り返る活動を取り入れることで、タイピング能力の向上を目指し、その効果を測定する。

2. 先行研究

2.1 タイピングに関する現状

大学入学時におけるタイピング速度は年々延びてきているという報告もあるが(3)、タイピングに自信がある学生は少ない(4)。さらに、約 75%の学生がタッチタイピング習得の必要性を感じているという報告もある (5)。

2.2 タイピング習得に対する振り返りの効果

振り返りは、プレゼンテーションや発音指導の分野において効果を上げているが(6)、タイピングにおいてこの手法を取り入れたものはあまりない。吉永・金川などはタイピング指導において振り返りを行っているが、意識など気持ちにフォーカスしたものであり(7)、実際のパフォーマンスを録画したうえで振り返りを行ったものは筆者の知る限りない。

また、オンラインのタイピング練習サイトでは、自分が間違いやすいキーなどを知ることはできるが、間違った指使いをしているからなど、何故間違いやすかったり、タイピングに時間がかかるのかを知ることはできない。

3. 研究の方法

3.1 本研究の目的

以上のことを踏まえて、必須となるタッチタイピングを習得しながら、タイピング能力の向上、すなわち速く、かつミスが少なくタイピングを行えるようになることを本実践の目的とし、そのための手段として、録画した自己のパフォーマンスを振り返り、問題点と改善策を考える課題を設け、その効果を検証する。

ゲーム性を高めることはモチベーションの維持において重要であるが、一方で速さに意識が行き、正確性が疎かになったり、間違った指使いを定着させてしまう可能性がある。ある程度練習を行った段階で自分のタイピングの様子を録画・分析し、癖や課題、そして改善策を考えることは、これら課題を克服し、その後のさらなる成長に役立つと考え、今回の実践を行った。

3.2 授業の概要

本実践の対象となる授業は、2020 年度前期にオンラインで行われた、コンピュータを使って英語を学ぶ CALL クラスで、その中でタイピングも学習するという位置づけである。オンラインでの実施の為、タイピングに関して直接的な指導は行っておらず、タイピングの指導に関しては、ホームポジションの解説を行った後、Mikatype(8)を用いてホームポジションを練習して、手元を見ずに入力が出来るようになることを促した。それと同時に、後述のように寿司打(9)を自分のペースで練習してもらった。

3.3 具体的な実施方法

まず、4 月 22 日を締め切りとして、寿司打を使ってタイピングを練習する前の記録を計測した。寿司打を用いた理由は、ゲーム性が高く、学生からの人気も高いため、半期という長期間でも飽きずに続けられると考えたからである。その後、最終的な寿司打のスコアが成績に入ることを伝えたうえで、自分のペースでの練習を促した。そして、学期の約半分が過ぎた 6 月 22 日に自分のタイピングの振り返りを行った。具体的には、寿司打をプレイしている様子を自分でビデオ撮影し、録画したビデオを見返したうえで、課題と改善策を上げてもらった。振り返りとともに、その時点での最高スコアも提出してもらい、これを中間地点の結果として扱う。そこからは、自らが挙げた課題を、自分で考えた改善策でクリアすることを目指しながら、前半と同じく、自分のペースで練習をしてもらった。最後に、最終授業終了後 1 週間後の 7 月 30 日を締め切りとして、自分のベストの記録を提出してもらい、これを練習後の結果とした。なお、最終成績となるスコアは、4 月 29 日から 7 月 30 日まで何度でも提出できるようにし、学生には記録を更新するたびに提出するよう促した。

寿司打の普通難易度の中には、3,000 円コース、5,000 円コース、10,000 円コースとあり、それぞれ一定時間に打つことが求められる数や制限時間が異なり、値段が上

がるほど難しくなる。今回はタイピングの学習が初めての学生も多いことから、3,000 円コースと 5,000 円コースの練習を行い、練習前後でスコアを提出してもらったが、振り返りと中間スコアについては、学生に負担をかけ過ぎないこと、どちらかで行えば課題の把握としては十分であると考えたことから、3,000 円コースのみで行った。よって、今回の分析は、制限時間はが 60 秒＋ボーナスの 3,000 円コースを使って行う。タイピングが速くても、ミスが多ければ余計な時間がかかり意味が無いので、そこに意識を向ける目的も含め、正しく打った数とミスタイプ数の両方を報告してもらい、分析対象とした。

さらに、学生がタイピングに関してどのような意識を持っているかを知るため、アンケート調査も行った。

3.4　実験協力者

本研究の分析対象は、筆者が担当する CALL 授業 2 クラスの学生 43 名のうち、学習前後のデータを両方とることができた 18 名である。2020 年度、本学はコロナ禍における緊急事態宣言の影響で、新学期開始直後いったん休講となり、当該クラスは第 1 回授業を行うことなく休講となったため、予定していた第 1 回授業でのデータ取得ができなくなった。

そこで、学習前のデータや課題を提出したかは一切成績には入らないことを強調したうえで、任意でタイピングを練習する前のデータ提出を頼んだ。今回の分析対象となる 18 名は、学習前のデータを提出してくれ、かつ中間、学習後のデータも得られた学生である。他の 25 名に関しては、学習前後での比較ができないという理由のみで、今回の分析からは除いた。

4.　結果と考察

4.1　タイピングに対する意識調査

学習開始前の、実験協力者のタイピングに対する経験と意識を示す。これまでにタイピングを学んだことがある学生は、18 名中 5 名と約 28%であった。学習指導要領で基本的な操作としてのタイピングの学習が課題として挙げられていることを考えると、この数字は少ないと言える。学習経験のある 5 名のうち、中学校で経験がある学生が 2 名、高校で経験した学生が 3 名であった。次に、タイピングに自信があるかを 5 段階のリッカートスケールで聞いた結果、11 名が「まったく自信が無い」と回答した（図 1）。「非常に自信がある」「やや自信がある」と回答した学生は一人もおらず、タイピングに対する自信は非常に低いことがわかった。

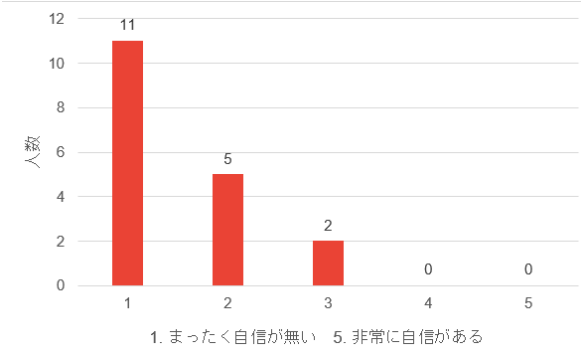


図 1 学生のタイピングに対する自信

また、これからの大学生活や卒業後にタイピングはどれぐらい重要だと思うか、という問いに対しては、16 名が「非常に重要である」と答えた。さらに、タイピングが正確に速くなりたいと思うか、という問いに対しては、17 名が「非常にそう思う」と回答した。

以上の結果から、タイピング学習経験のある学生は少なく、先行研究と同様に、タイピングに対する自信もない、しかし、タイピングは非常に重要であり、習得したいと考えていることが明らかになった。

4.2　タイピング能力の変化

まずは、表 1 に学習前後でどれだけの伸びがあったのか、全体の平均値を示す。

表 1 学習前後でのタイピング能力の変化

	前	中間	後	練習後ー練習前
正しく打った数	123.7	164.9	191.7	67.9
ミスタイプ数(率)	7.0 (5.4%)	8.8 (5.1%)	5.9 (3.0%)	-1.1 (-2.4%)

正しく打った数は、1.55 倍になり、ミスタイプの数や全体に占める割合も減少した。ミスタイプの数はタイピングスピードが上がるにつれて増えたが、最終的には学習開始前よりも少なくなった。

次に、振り返りの効果を検証するため、結果を折れ線グラフで示す（図２～４）。学習前から中間まで 61 日、中間から学習後まで 38 日だが、これは横軸の距離としてグラフに反映されている。

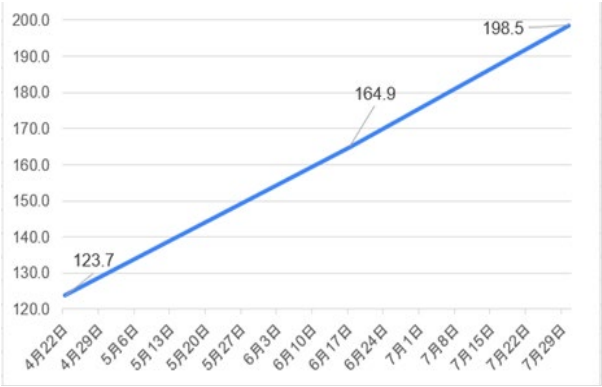


図 2 正しくタイピングできた数の推移

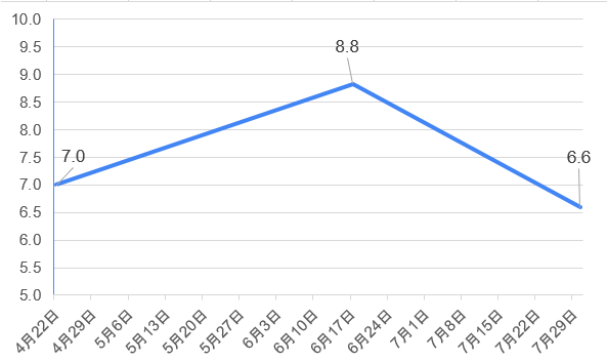


図 3 ミスタイプ数の推移

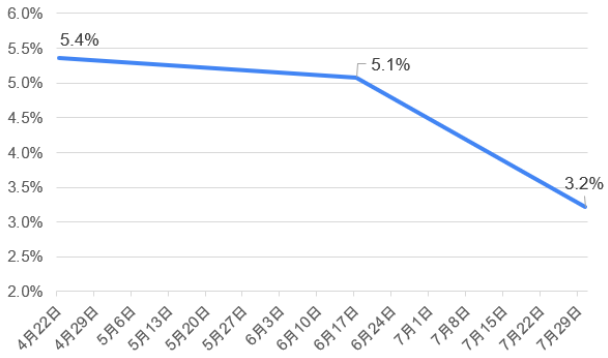


図 4 全体に占めるミスタイプの割合の推移

正しく打った数は、振り返り時点で 164.9 だったものが、学期末には 198.5 となり、増加のペースはほとんど変わらないが、学期の最後まで伸び続けた。また、振り返りを行うまではタイピングが速くなるにつれてミスタイプ数も増えていたが、振り返りを機に減少に転じ、それに伴い、全体に占めるミスタイプの割合も、振り返り後に大きく減少していることがわかる。

4.3 振り返りに対する感想

次に、学生が振り返りについてどう感じたかのアンケート結果を示す。アンケートは全授業終了後に、任意として行った。ここでの 14 名は、分析対象の 18 名のうち、アンケートに回答した者である。

まず、「動画を撮影し、自分のタイピングの様子を振り返ったことは、苦手キーの把握など、現状を知るのに役立ちましたか?」という質問に対しては、9 名が「役立った」、もしくは「非常に役立った」と回答した（平均 3.7 、SD=1.16）（図 5）。

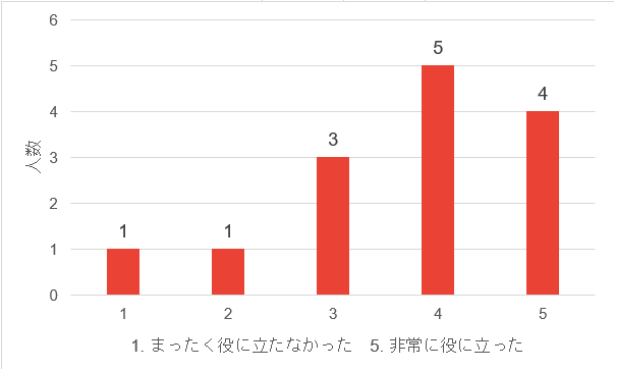


図 5 振り返りは現状を知るのに役立ったか

具体的な気付きと改善策は図 6 のようなもので、それぞれ苦手なキーに違いはあるが、手元を見る時間が長いので今後は手元を見ないこと、更なる練習が必要なことを再確認したものが多かった。一方で、役に立たなかった、全く役に立たなかった、と回答した学生も 1 名ずついたが、今回は理由は聞かなかったので、今後の改善点としたい。

問題点

・「ー」や、qなどの少し離れているキーを探してしまう事が多い。

・画面で文字を確認した後はほとんどキーを確認しながら打ってしまっているため、ミスタッチをした時にそれに気付きにくく、時間を無駄にしてしまう。多くの場合では最初から打ち直している。

・ややこしいカタカナや漢字で読みの難しいもの、馴染みのない単語が来ると戸惑ってしまう。

・左右どちらとも真ん中三つの指しかほぼ使っておらず、右手では顕著にその指を使おうとするために動きが大きくなってしまっていた。その証拠として右の小指がずっとピンとしていてとても気になった。

・全体的に左手で打つべきキーも右手で打っている事が多かった。

改善策

・ホームポジションを再確認し、これまでの自分の打ち方とは違う正確な打ち方を身に着ける。

・右手でカバーしようとせずに左手で打つべきところは左手で打つ。

・ややこしい単語でも冷静に見る。

・ブラインドタッチができるように画面を見るように心がける。

図 6 学生の振り返りの一例

次に、「動画を撮影し、自分のタイピングの様子を振り返ったことは、その後のタイピング力の向上に役立ったと思いますか?」という質問に対しては、10 名が「役立った」、もしくは「非常に役立った」と回答した（平均 3.8 、SD=0.94）（図 7）。

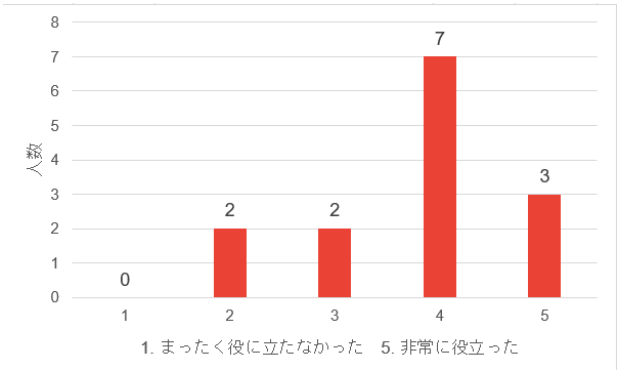


図 6 振り返りは今後のタイピング力向上に役立つと思うか

以上の結果から、多くの学生にとっては何かしらの形で役に立つ活動であったと考えらえられる。

4.4 考察

タイピングの学習は、一定期間後には伸びが鈍化すると報告されており [10] [11]、また、モチベーションの維持も難しいと言われている [12]。その中で、正しく入力できる数が学期を通して順調に伸び、今後も練習次第でタイピング能力を伸ばしていける余地を残せたことは非常に大きい。また、振り返りを行った後に、ミスタイプやその割合が減ったことからも、自分のパフォーマンスを自ら分析してみることが気付きを生み、それがその後のパフォーマンスの向上につながったと考えられるため、一定程度の効果があったと言える。

更に、本実践はコロナ禍のため、全てオンラインで行われたが、そのような状況でもタイピング能力を延ばすことが出来たことは意味があったということが出来る。

5. おわりに

本実践では、タイピングの学習において、自分のパフォーマンスを振り返る効果を検証した。学期を通して文字の入力数は伸び続け、また、振り返りを機にミスタイプの減少が大きくなり、全体に占める割合も下がったことから、タイピングの習得において、振り返りを行うことは有効である可能性が示唆された。ただし、今回はコロナ禍のオンライン授業という特殊な状況により、実験協力者の数が少なく、統制群との比較ができておらず、条件が異なるため、過去との比較も難しい。また、タッチタイピングの習得を目指すのであれば、視線の分析や、更に詳しいアンケートの結果も必要になる。加えて、寿司打は正しく連続で打てていると、時間のボーナスがあり、今回の結果から正確な WPM を知ることはできない。学習前、中間、学習後の 3 点しかデータが無いことにも改善の余地がある。今後はこの様な点を改善し、さらに研究を進めていきたい。

参考文献

＊オンライン資料の最終アクセス日は全て 2022 年 6 月 30 日

(1) 文部科学省：“情報活用能力調査の結果概要”，（2013）. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2015/03/24/1356195_1.pdf

(2) 文部科学省 : “次世代の教育情報化推進事業 (情報教育の推進等に関する調査研究）成果報告書”，（2019）. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/icsFiles/afieldfile/2019/06/04/1416859_03.pdf

(3) 松山智恵子, 中島豊四郎 : “新入学生のタイピング練習効果の推移”, 椙山女学園大学文化情報学部紀要, 14, pp.101-109（2014）.

(4) NEC パーソナルコンピュータ株式会社 : “「若者＝デジタルネイティブは本当？大学生の 7 割以上が, PC スキルに自信なし”，（2017）. https://www.nec-lavie.jp/common/release/ja/1702/0704.html

(5) 木村修平, 近藤雪絵 : “パソコンが使えない大学生” 問題はなぜ起こるか―立命館大学大規模調査から考える―”, 2018 PC Conference 論文集, pp.179-182（2018）.

(6) 園田遥也, 永井孝幸 : “プレゼンテーション発表者の身体動作分析に基づく練習映像振り返りツールの作成”，研究報告教育学習支援情報システム (CLE), 2020(5), pp.1-8 (2020).

(7) 吉長裕司, 金川明弘 : “打鍵技術の習熟過程における学習者の振り返りとメタ認知”，教育システム情報学会誌= Transactions of Japanese Society for Information and Systems in Education，23(1)，pp.40-45（2006）.

(8) 今村二朗：“美佳のタイプトレーナ”，https://www.asahi-net.or.jp/~bg8j-immr/

(9) Neutral：“寿司打”，http://typingx0.net/sushida/

(10) 高岡詠子，橋本知佳 : “タッチタイピング学習システムを用いたタッチタイピング訓練法に関する研究”，研究報告コンピュータと教育 (CE)，2010(2)，pp.1-10（2010）.

(11) 甲賀崇史，大内里紗 : “保育系短期大学生におけるタッチタイピング練習の有効性”, 湘北紀要, 38, pp.115-123 (2017).

(12) Hosoi, K., Hosokawa Y. : “Data Mining of Training Records by an On−line Typing System”， 2009 International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing，pp.309-312（2009）.

眼球運動データによる読解過程の分析

菅谷 克行*1
Email: katsuyuki.sugaya.principia@vc.ibaraki.ac.jp

*1：茨城大学 人文社会科学部 現代社会学科

◎Key Words 読解，眼球運動，メディア特性，集中力

1. はじめに

近年，電子書籍サービスの普及により，利用する書籍を印刷版にするのか電子版にするのかを選べる時代となっている。教育分野においても，従来の印刷版教科書と並行し，デジタル教科書・教材が導入されるようになってきており，電子メディア上での文章読解の機会が増えている。

その一方で，読解中の集中度，読みやすさなどの評価には差異があり，各読書メディアの特性や読者に及ぼす影響力を慎重に検討すべきとの指摘もある。

本研究は，文章読解時における視線の動きに着目し，読解過程における眼球運動データの特徴量を抽出し分析する。特に，電子書籍使用時と印刷書籍使用時の視線移動・注視点などを比較し，それらの特徴と読解行動およびメディア特性との関係性を明らかにすることを目的としている。本稿では，読解の集中度と眼球運動データの関係に焦点を絞り，実験結果を示しながら考察を加える。

2. 文章読解過程と眼球運動

これまで著者らの研究グループでは，各種書籍メディアにおける読解過程・行動に注目し，調査や実験を通じて，メディア間の読解行動の比較，書籍メディアが読解方略に及ぼす影響の分析，メディア特性に適応した読書方略の探究等を続けてきた[1]-[3]。これらを通じて，書籍メディアの違いによって読書時の疲労度，集中度，注意力に差異が生じる可能性があることや，書籍メディアに対する読者の評価の違いの要因を明らかにすることなどが，新たな課題として示唆された。そこで本研究では，文章読解行為をより詳細に分析するために，読者の視線移動・眼球運動に着目し，これらの課題解決に取り組むこととした。

人の視野は解像度の高い「中心視野」と解像度の低い「周辺視野」で構成されており，読書時には中心視野を移動させ，注視状態（停留）と次の停留点への移動運動（サッカード）を繰り返す視線移動により文字・文章を認識している[4]。そのため，文章読解行動と眼球運動には深い関係性があると考えられる。

読書中の視線移動に関する研究には，読書の知覚過程を分析したもの[5]や，言語教育を対象としたもの[6]，音読時と黙読時の眼球運動の役割を認知科学的に比較分析したもの[7]などがある。しかし，書籍メディア間の読解過程・行動の差異を，眼球運動データに基づいて，理解度，疲労度，集中度，注意力に注目・分析している事例はなかなか見つからない。

本研究では，視線計測機器を用いて文章読解中の視線移動・停留データを獲得・分析し，書籍メディア間の文章読解過程の特徴を考察することを目標としている。

3. 文章読解時の眼球運動データ獲得実験

3.1 実験の手順

文章読解中の視線移動・停留を分析するために，眼球運動データを実験によって獲得する。実験の手順は，以下のとおりである。

① 実験目的と内容の説明および実験参加承諾
② 日常の読書に関する質問紙調査
③ 視線計測機器の装着と較正
④ 読書時の眼球運動測定（電子書籍，印刷書籍）
⑤ 実験後インタビュー

まず①において，研究目的とデータの取り扱い方等の留意事項を実験参加者に説明し，同意を得た上で実験に臨んでもらった。②の調査では，実験参加者の日常の読書習慣を把握するため，読書が好き・嫌い，平日と休日の読書時間（分），よく読む書籍のジャンル，書籍メディアの使用状況（割合），電子書籍の利用状況（デバイス，画面のタイプ，サービス名），好みの書籍メディアとその理由，一ヶ月の読書冊数などを回答してもらった。③で実際に視線測定機器を装着し各種調整と設定を行った後，④で視線計測実験を実施した。計測実験終了後，⑤で読んだ書籍の概要，実験中の読書への集中状況，疲労，書籍メディアの評価を，半構造化インタビュー形式で聞き取った。

3.2 視線計測機器と獲得データ

本研究で使用した視線計測機器は，竹井機器工業株式会社の Talk Eye Lite（両眼タイプ）である。視線の検出は瞳孔画像処理方式，サンプリング周波数は 30Hz，獲得データは以下のとおりである。

- 眼球角度［deg］（両眼）
- 瞳孔径［dot］（両眼）
- 視線移動速度［deg/sec］（両眼）
- 注視時間［msec］（両眼）
- 瞬きの有無（両眼）
- 奥行き［m］
- 両眼合成角度［deg］

これらのデータを専用の解析プログラムにかけることによって，画像上に視線の軌跡表示，軌跡の注視表示（ヒートマップ）などが可能である。

図 1 は，電子書籍使用時の視線の軌跡・注視点をヒートマップで表したものである。赤色部分は停留時間が長く，青系色の部分は停留していないことを示している。図 1 から，視線が文章上をスムーズに移動と停留を繰り返している様子が判る。

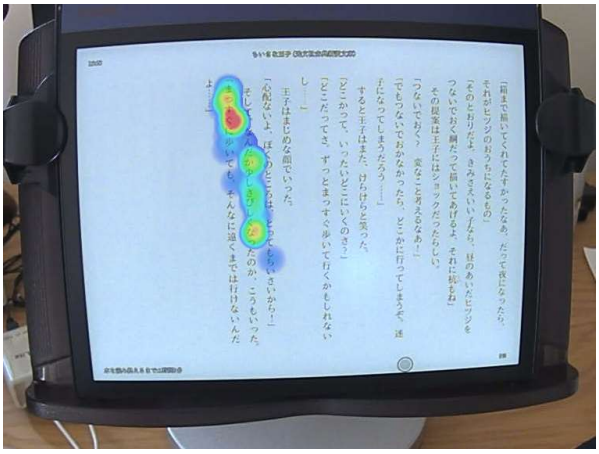


図 1　視線の軌跡・注視点（電子書籍使用時）

4.　結果と考察

実験で獲得した眼球運動データに基づいて視線の軌跡・注視点を分析した結果，読書に集中していた場合と集中していなかった場合とで，視線移動に差異があることが判った。実験後のインタビューで，読解中に集中力が途切れていた時（その時に読んでいたページ番号など）について聞き出し，その時の視線移動データをヒートマップで表してみると，図 2 に示すように，視線が散らばっていることが判った。実験参加者に，このヒートマップ動画を見せながら，この時の状況を詳しく聞いたところ，「読書を進めるうちに少し疲れてきて，多少の眠気を感じ，集中力が途切れそうになっていた」と回答していた。

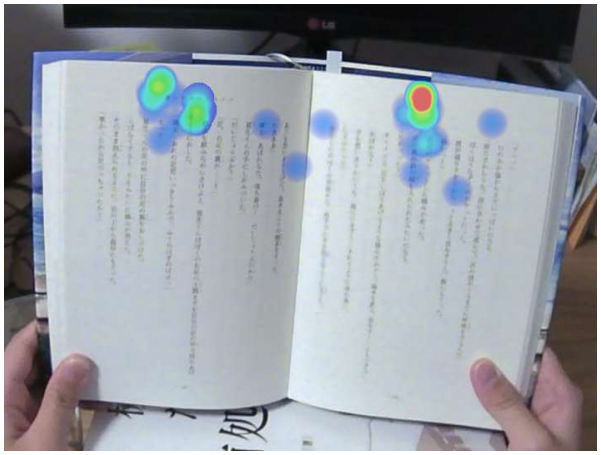


図 2　視線の軌跡・注視点（非集中時）

その一方で，図 3 は集中して読書を進めていた時の視線データのヒートマップ表示で，停留と移動を繰り返しながら視線が文章上を進んでいることが判る。

以上より，視線の移動・停留状態が判れば（視線移動データとして入手できれば），その人が読書に集中している状態なのか，集中していない状態なのかが判断できると考えられる。つまり，ある人が一冊読み終えるまでに，集中力を切らさずに読み進めていたのか，途中で何度も集中力が途切れてしまっていたのか，視線移動データを見れば一目瞭然であるということである。

ただし，ページをめくる動作時や誤操作をしてしまった時に視線移動がスムーズでなかったり飛んでしまったりすることがあることや，測定機器が正しく瞳孔を認識していない場合もあるため（その結果として，視線が散らばっているように測定されてしまう場合もあるため），データの確認には慎重を要することを付記しておく。

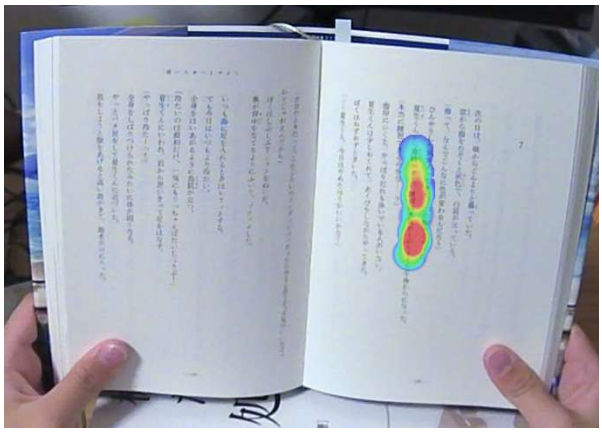


図 3　視線の軌跡・注視点（集中時）

5.　おわりに

本稿では，視線移動データに基づく移動・停留ヒートマップ表示から，文章読解中に集中しているか否かを判定できることを報告した。しかし，媒体による視線移動の差異やメディア特性との関係性については，現在，明確な結果を得られていない。そこで，実験を重ねることにより，各書籍媒体のメディア特性と視線移動データとの関係性を明らかにすることや，実験前調査で得た実験参加者の読書習慣情報と実験データとの関係性を分析することを，今後の課題として挙げておきたい。さらに，理解度の評価を含めた読解過程全体を眼球運動データから説明できるか否かについても検討項目に加え，今後の電子メディアを利用した文章読解・教育の可能性を探ってみたい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K02824 の助成を受けて実施したものである。

参考文献

(1)　菅谷克行："電子書籍上の読書に関する一考察", 2010PC カンファレンス論文集, p.267-268(2010).
(2)　中嶋彩菜, 菅谷克行："紙媒体と電子媒体における「読み」の比較―高校現代文の読解問題を用いた実験より―", CIEC 研究会論文誌,Vol.4,p.75-78(2013).
(3)　菅谷克行："書籍のメディア特性の違いが及ぼす読書行動の変化",茨城大学人文社会科学部紀要『人文コミュニケーション学論集』,Vol.2, p.123-144(2018).
(4)　苧坂直行編："読み－脳と心の情報処理", 朝倉書店(1998).
(5)　村石昭三："読書過程の分析",ことばの研究, Vol.1, p.411-426(1959).
(6)　柳澤絵美, 大木理恵, 鈴木美加："アイカメラを使って観察した日本語レベルによる文章の読みの特徴",日本語教育方法研究会誌, Vol.16, No.1, p.46-47(2009).
(7)　高橋麻衣子, 清河幸子："読解活動における眼球運動の役割：黙読時と音読時の比較から",認知科学, Vol.20, No.4, p.470-480(2013).

Moodle に於ける問題 data 階層の考察

石川高行[*1]・藤井みゆき[*1]・横田詩織[*1]

Email: ishikawa_t+pcc2022@higashiosaka.ac.jp

*1: 東大阪大学こども学部国際教養こども学科

◎Key Words Moodle, data 階層, 問題

1. はじめに

広く普及している LMS である Moodle の問題 (question) には、例えば「問題に取り組む際に読むべき参考資料」のような項目は存在せず、そのような内容は全て HTML 形式で問題の説明文 (description) に埋め込むことが前提とされている。

これらを毎回手作業で作り込むと作業量が膨大になるため、より本質的な形式で問題 data を保持し、それを自動変換して Moodle に import 可能な file を自動生成する仕組みを試作した。

本発表では、様々な分野の科目に於いて本質的な data 階層がどうあるべきかについての考察を述べ、また試作した仕組みを紹介する。

2. Moodle に於ける問題の活用方法の整理

2.1 resources, activities

Moodle は、1 つの科目につき 1 つの course というものを用意することが多く、course はいくつもの resources と activities で構成される。

大変大雑把に言えば、resource とは教員から学生へ渡す資料であり、activities とは学生から教員への提出物である。

2.2 assignment, quizzes, questions

Moodle の activities のうちよく使われるものは assignments と quizzes である。

感想文、写真、文書など、手動で採点される課題には主に assignments が利用される。一方、quizzes とは自動で採点される[1]課題であり、「小テスト」と訳される。

1 つの quiz はいくつもの questions から構成される。言い換えると、quizzes は「1 回分」「2 回分」…と数えることができる、学生が受験する単位であり、questions は「1 問」「2 問」…と数えることができる、正否を判定する単位 (またはまとまり) である。

2.3 question bank と作成手順

現場の教員の感覚では「明日の授業で理解度確認試験を実施したい」→「Moodle 上で quiz を 1 つ用意する」→「その quiz の中にいくつもの questions を用意する」といった手順を辿ることが多いが、Moodle の設計思想はこれとは逆である。

即ち、question bank と呼ばれる場所に questions を蓄積していき、その後、question bank から必要な questions を選んで 1 つの quiz に詰め込む、という形である。

2.4 説明文と疎結合

例えば、ある URL を開いて読んでから解答しなさい、という指示を学生に出す場合、以下の方法がある。

1. 当該 quiz の description 項目に URL を埋め込む。(この場合、URL は受験直前しか表示されない。)
2. 当該 quiz に詰め込む question として 'description' 型を選び、そこに URL を埋め込む。(この場合、本来の question とは別に 'description' 型 question を用意するため、管理が煩雑になる。)
3. 当該 question の description 項目に URL を埋め込む。

1 番目の方法は、受験中に当該 URL が表示されないため不適切である。2 番目の方法は、本来の question と 'description' 型 question とが疎結合ではないため、管理が煩雑となる。本稿では、question 同士をなるべく疎結合に保つため、3 番目の方法を採ることとする。

3. 問題の自動生成

3.1 問題出力側の対象

学生にとって分かりやすいように questions を作り込む際、作り込みの対象は主に次の 5 つに分類される。

3.1.1 style 属性、とりわけ背景色

背景色を工夫すると、学生の視線誘導に役立つ。特に、教科書が色刷りである場合は教科書と同じ配色にすることで何と何が対応しているのかが分かりやすくなる。

3.1.2 ルビ

HTML の inline 系要素であり、元の文字列を保持したまま情報の追加が可能である。

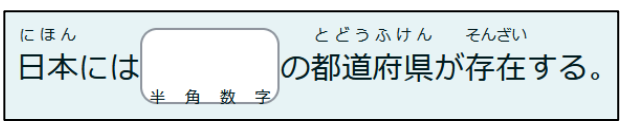


図 1 ルビの例

[1] 手動で採点される quizzes も作ることができるが、例外的である。

ルビは主にふりがなのために利用されるが、図 1 のように解答欄に入力すべき文字種を指示する用途でも利用できる。ただし、1 つの文字列に複数のルビを設定することはできない[2]。

文を (plain text として) copy & paste するとルビ部分は消えるので、留学生が機械翻訳を利用する際には便利である。

3.1.3 sup, sub などの inline 系要素

HTML の inline 系要素。ルビと異なり、copy & paste しても追記部分は残る。

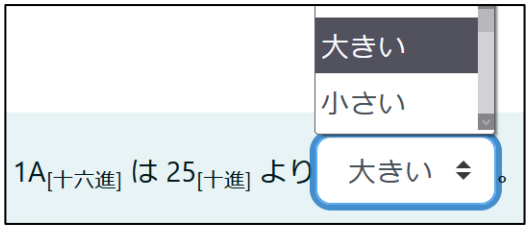


図 2：下付き文字による追記

3.1.4 block 系要素

HTML の block 系要素。問題文の最上部や最下部に追記する。図 3 は、問題が解けなかった場合に参照すべき資料を示した例である。

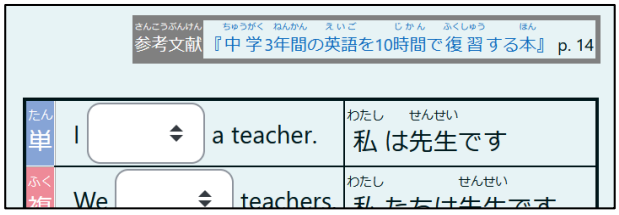


図 3：参照すべき資料の提示

3.1.5 時系列による複数問題の出力

一連の作業を 1 段階ずつ作業させるための、複数の問題の出力。図 4 は、標準偏差の計算過程の一部であり、学生は全問正解することで次の段階の問題に取り組むことができる。これら一連の問題を手作業で作り込むことはかなりの量の作業となる。

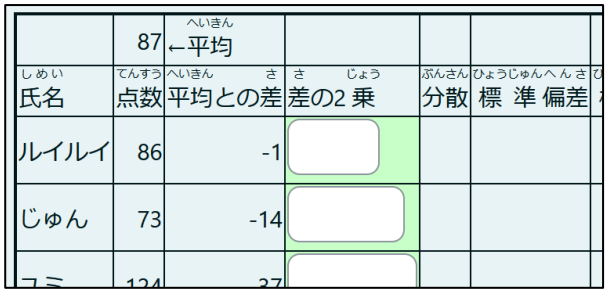


図 4：標準偏差の計算過程の一部

3.1.6 問題形式別の出力

同一の元 data からの複数の問題形式の出力。例えば、英語の教科書に出てくる英文を、学生の学力に応じて穴埋め問題として出題したり並べ替え問題として出題したりしたい、という需要がある。単一の英文からいくつもの問題形式の問題を自動生成できれば、それだけで教員側の出題の幅が広がる。

1 つの元 data から Moodle 用の複数の形式の問題を自動生成する試みとして、龍則道らの先行研究[1]があり、問題作成の効率化につながることが述べられている。

3.2 自動生成の内部処理

出力の前段階でもいくつか留意すべき点がある。

3.2.1 ルビと誤ふりがな

問題文にふりがなを振る際は、ふりがなの web service を利用すると便利であるが、誤ふりがなが時々発生する。

誤ふりがなが発生する文字列は固定的なので、よくある誤ふりがなを修正するための差分を用意し、出力前に適用する必要がある。

3.2.2 穴埋め問題とルビ

Moodle の穴埋め問題 (Cloze 形式) における SHORTANSWER 内にルビを振ってしまうと学生は正解できなくなるため、SHORTANSWER 内にルビがあった場合には除去する必要がある。

3.2.3 固有名詞と外国語表現

留学生にとって、カタカナで書かれた固有名詞は理解がかなり困難である。例えば「オランダ」なら (留学生の母語に合わせて) 「the Netherlands」「荷兰」「네덜란드」といったルビを振ることで、理解が容易になる。

3.2.4 穴埋め問題の場所の乱数化

不真面目な学生は、既に問題を解き終えた学生の解答をそのまま見て入力することがある。これをなるべく防ぐには問題の数を増やせばよいのだが、穴埋め問題を手作業で増やすことはかなり大変である。

例えば以下の穴埋め問題は 7 か所の解答欄があるが、乱数でそのうち 2 か所を選んで解答欄を元の文字列に戻してしまい、残る 5 か所だけを出題することで、21 通りの問題を自動生成することが可能となる。

祇園＿＿の＿の声　諸行＿＿の響きあり。
娑羅＿＿の＿の色　盛者＿＿の＿を表す。

3.3 元 data の形式

元 data の形式は、教員によって最善形が異なる。例えば、日本語の助詞の選択問題を自動生成するには、形態素解析 program によって日本語例文から助詞を自動抽出し、それを元に自動生成する方法が効率的である。そのため、元 data の標準化は追及しないこととした。

4. おわりに

試作物と試行結果は分科会にて発表する。参加者から様々な意見を賜りたい。

参考文献

(1) 龍則道, 古川文人, 渡辺博芳「臨床工学技士国家試験を対象とした過去問から複数形式の問題を生成するツールの提案と評価」情報処理学会『第 81 回全国大会講演論文集』。

[2] 実際には、複数のルビを指定することはできるが、描画が崩れる。

武蔵野 EMC における AI 技術を用いたオンライン型 1on1 の効果測定に関する報告

山内萌[*1]・高松宏弥[*2]
Email: e01a17@gmail.com

*1：武蔵野大学アントレプレナーシップ研究所
*2：武蔵野大学アントレプレナーシップ学部アントレプレナーシップ学科

◎Key Words　　オンライン教育，1on1，AI 解析

1. はじめに

武蔵野大学アントレプレナーシップ学部（以下武蔵野 EMC）ではキャリア教育の一環として教員と学生間でオンライン型 1on1 を実施している。2022 年 4 月からは教育効果の改善に向けて AI 動画解析の導入を開始しており、その実践内容と効果について本発表では報告する。従来の教育現場では、教員と生徒の交流は属人的であり、また指導方法が比較研究される機会も少なかった。武蔵野 EMC では AI 解析技術を活用することで、どのような交流が学生の関心をひき、また学生毎の反応のばらつきはどのようなものか、心理的安全性は担保されているのか、といった要素を具体的なデータによって比較検討することで、指導の属人化を防ぐことが可能となった。こうした指導の数値化による教育効果の改善について、解析データとともに紹介する。報告の最後では、オンライン技術の教育現場への普及が今後もますます予測される現代における、本取り組みの応用可能性を示す。

2. 本取り組みの概要

2.1 武蔵野 EMC における個別指導の実践

武蔵野 EMC は、日本の大学で初めての「アントレプレナーシップ学部」という名称の学部として、起業家精神を発揮する人材の育成を目的に開設された。本学部では社会の第一線で活躍する現役実務家教員たちの経験を学生に教え、実践的な教育機会を提供している。

中でも、1on1 ミーティングを中心とした個別指導に力を入れ、学生一人一人の学習状況や日常生活を教員がじかに把握することで、より効果的な教育の実施を狙う。上記目的のためには、1on1 ミーティングの様子を継続して解析し、データとして蓄積することが望ましい。一人一人の学生の時系列での変化を把握し、対象の学生のコンディションをより深く理解した上で、それぞれにあったサポートを行うために本取り組みの実施を計画した。

2.2 1on1 ミーティングの教育効果

個別指導としての 1on1 ミーティングの効果についてはビジネス人材の育成現場で実証されている。1on1 はそもそもビジネス領域において導入された用語であり、ヤフー株式会社は 2012 年と日本では比較的早い段階から人材育成に取り入れている(2)。

島岡・高田・朝日・小林・田上（2017）は、アントレプレナー教育における一対一コーチングとしての 1on1 に着目している。実証研究として、研修プログラムの受講者へ実際に 1on1 を導入しアンケート調査を実施した。その結果、1on1 ミーティングが受講者のフォローアップとして役立ち、「やりぬく自信」を維持する機能を果たしていることが明らかになった(3)。

また国分（2021）は、1on1 ミーティングが上司と部下の信頼関係の構築に役立ち、職場における心理的安全性を高める効果を持つと述べる。しかし同時に、そのような成果は一朝一夕に得られるものではなく、上司のスキルが必要であることも指摘している(1)。

上記からは、1on1 ミーティングにおけるスキル向上、さらにはスキルの属人化を防ぐことが、1on1 ミーティングの教育効果を安定的に発揮する上で必要であると導くことができる。

よって本取り組みにおいては、教員と学生の交流を分析結果として数値化し、どのような交流が学生の関心をひき、喜怒哀楽の感情を引き起こすのか、学生毎の反応のばらつきはどのようなものか、心理的安全性は担保されているのか、といった成果のみえる化を図る。

2.3 I'mbesideyou について

1on1 ミーティングのデータ化および解析の実施にあたっては、株式会社 I'mbesideyou と共同で行う。I'mbesideyou は、”社会全体を学校にする”というビジョンを掲げ、すべての人がお互いをリスペクトし学びあえる社会の実現を企業理念としている。具体的なサービスとしては、オンラインコミュニケーションの AI による動画解析によって、一人一人の個性をみえる化し、心理的安全性の向上やメンタルヘルスの予防につなげていくことに取り組んでいる。今回は I'mbesideyou の AI 解析をオンライン型 1on1 ミーティングの分析に活用することで、武蔵野 EMC における個別指導の教育効果を向上させることを目指す。

3. 実施した解析

3.1 解析手法

今回の解析では、4 月に実施した教員と学生のオンライン型 1on1 ミーティングを録画した動画のうち 50 動画を対象とした。参加学年は大学 1 年生である。ミーティングは ZOOM の機能を使用して録画し、AI 解析を行った。I'mbesideyou の AI 解析においては、以下を指標とした。さらに「発言割合」、「発言のネガポジ」、「話速」という三つの分析項目を加え、ミーティングの効果を計測した。

表 1 解析指標

指標	内容
Happy	ポジティブな雰囲気、心理的安全性が担保されているとき
Angry	真剣に考えているとき、集中しているとき、理解できていないとき
Neutral	飽きている時や感情表現を遠慮しているとき
Sad	理解度が低いとき
Fear	緊張しているとき
Surprise	リアクションがあるとき

3.2 解析結果

まずミーティングの形式面に関わる項目として、発言のネガポジスコアは平均 1.27 であり、これは他社（平均 0.695）と比較した際に高い数値であると言える。これは、新学期最初のミーティングだったため、将来の夢について話すなどポジティブな内容が出やすい環境だったことが要因として考えられる。

発言割合について平均発言は短く、発話量も教員、学生共にあることから、短い会話でレスポンスよく話していた。また話速に関してはややゆっくり話している傾向にあった。

次にミーティング内のコミュニケーションを各指標に沿って解析すると、教員、学生ともに Neutral や Fear の値が比較的高い一方、Happy と Surprise の合計も高い値を示した。このことから、楽しむというより真剣に取り組んでいる度合いが高いことが伺えた。また、平均と比べて緊張度合いの高い学生も見られた。この点に関しても、実施時期が学期の始めだったことや、参加学年が 1 年生ということもあり、緊張感をもってミーティングに臨んでいたことが要因として挙げられる。

4. おわりに

本報告では、武蔵野 EMC と I'mbesideyou の共同で実施したオンライン型 1on1 ミーティングの AI 解析について、その実施概要ならびに第一回効果測定の結果を報告した。1on1 ミーティングは教員と学生の信頼構築に寄与するものであり、教育現場における心理的安全性を高める効果が期待できるが、教員のコミュニケーションスキルに依存することから、効果測定の困難や属人化が課題である。本取り組みはこれらの課題の克服に向けて、AI を活用したミーティング動画の解析を通じてより効果的なコミュニケーションの可視化を目指すものである。

今後も継続的に分析を行うことで、一人一人の学生の変化を追うと同時に、学生の参加態度のパターンを把握することを試みる。これにより、教員からのどのようなアプローチが学生の緊張を和らげ、打ち解けた雰囲気を作るのかといった個別指導における教育基盤を構築することが可能となるだろう。

今後、ライフスタイルの変化等にともない教育現場ではオンライン環境の整備および普及がますます進展することが予想される。本取り組みが試みるミーティングの数値化および解析は、教育現場での IoT 活用の事例としても可能性を示すものである。

参考文献

(1) 国分さやか：“職場における心理的安全性の要因についての考察”, 立教ビジネスデザイン研究, 18, pp.65-75 (2021).
(2) 松尾睦：“経験学習を活性化する人事制度――ヤフー株式会社の事例”, Discussion Paper, Series B, 114, pp.1-6 (2013).
(3) 島岡未来子, 高田祥三, 朝日透, 小林直人, 田上誠司：“アントレプレナー教育におけるコーチング手法導入の有効性”, イノベーション学会年次学術大会講演要旨集, 32, pp.592-597 (2017).

電子教科書用新ビューワー「EDX UniText」を用いた「材料力学」の予習促進

赤星保浩*1
Email: akahoshi.yasuhiro144@mail.kyutech.c.jp

*1：九州工業大学工学研究院宇宙システム工学研究系

◎Key Words　　材料力学、デジタル教科書、予習促進

1.　はじめに

2020 年度から新型コロナの影響にもありオンライン講義に着目が集まり、小中では一人端末一台を目指す「GIGA スクール構想」[1]が急速な勢いで進められた。端末の普及に伴いその端末上で利用するコンテンツが重要となるが、初等中等教育では「デジタル教科書の今後のあり方等に関する検討会議」[2]が開催され、2021 年 6 月 8 日には第一次報告が公表された。この報告書では「これからの学びを支える学校 ICT 環境整備の実現に向けたイメージ」が提示されており、2024 年度にはデジタル教科書の本格的導入が予定されている。教科書出版社を始め、従来紙で出版されていた参考書や問題集などもデジタル化が大きく進もうとしている。一方、大学の講義ではオンライン化は進んだものの、教科書のデジタル化は一部に留まり、デジタル化されたとしても紙の教科書を PDF 化した程度の物が多い。デジタルの特徴を活かしたインタラクティブな教科書はまだ非常に少なく、黎明期と言える。1980 年代頃から、CAI(Computer Aided Instruction)に関する研究がなされてきたが、非情報系学科での教育にはそれほど普及していない。ところが、近年大学入試が多様化してきており、一部の入試では TAO[3]を始めとする CBT(Computer-Based Test)が導入されつつある。このような背景のもと、2020 年度から九州工業大学工学部機械知能工学科知能制御工学コースの材料力学 I においてデジタル教科書を試み、2022 年度からは宇宙システム工学科機械宇宙システム工学コースでも採用するに至った。本講演ではその採用例を紹介するとともに、予習と成績との関係についても考察してみる。

2.　電子教科書の採用

2.1　2020 年度

著者は機械宇宙システム工学コースと知能制御工学コースの材料力学を担当しているが、前者のコースで採用している教科書は大学生協 DECS (Digital Education Contents Support、VarsityWave eBooks) ではデジタル化されておらず、一方後者のコースで使用している教科書はすでにデジタル化されていた。そこで、後者のコースでまずは前年度まで使用していた森北出版の材料力学(村上敬宣著)の電子教科書版を採用することとした。本講義は２年生が対象の科目であり、2019 年度入学生からは全員 BYOD の一貫として自分用のノートパソコンを所有している。しかしながら、一部の学生から紙の教科書を使いたいという要望が出て、全員が電子教科書へ移行することはできなかった。

2.2　2021 年度

前年度の反省から別の教科書を採用することとし、2020 年度から非常勤講師として勤務した先で採用されていた教科書を新たに知能制御工学コースのデジタル教科書として採用することとした。すでに電子書籍化されていたものの、DECS ではまだデジタル教科書化されておらず、DECS への採用を大学生協に相談／依頼し、第２Q の講義に間に合わせることができた。この教科書は１５章から成っており、１章／コマのペースで講義するものとし、講義前までにデジタル教科書を開き、図１に示すように重要と思われる箇所に予めマーカーでマークするように受講生に指示した。

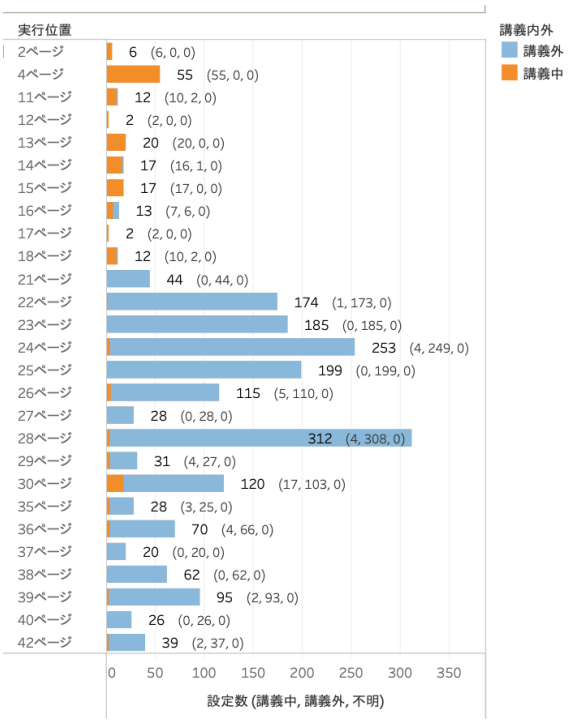


図１　学生から教員への共有例(マーカー)

2.3　2022 年度 1Q

2022 年度の機械宇宙システム工学コースの教科書も 2021 年度知能制御工学コースで採用したものと同じものを採用した。と同時に電子教科書へのアクセス方法が DECS アプリから Web ブラウザ「EDX UniText」へと変更された[4]。学生が利用した機能別に回数をカウントすると図２のようになり、表示、ペんの編集と終了が大部分を占めることになる。そこでこれらの機能以外で整理しなおすと図３のようになる。４番目に利用している機能はマー

カーに対してメモを付けるという機能であり、５番目がマーカーである。

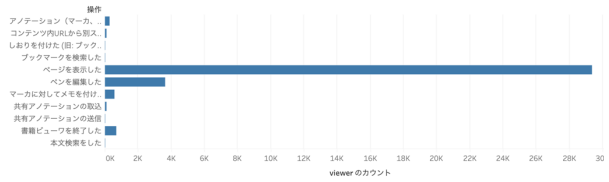


図３　機能別の利用回数

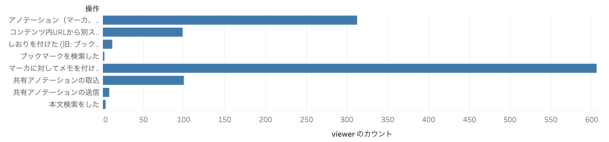


図４　上位３機能を除く機能の利用回数

図３の利用状況を日毎に比較してみたものを図５に示す。講義日ならびにその前後に利用が集中している。

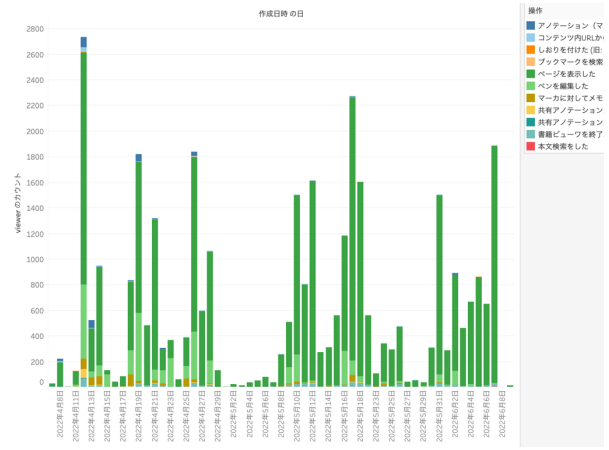


図５　日毎の各機能の利用状況

図５の中で、４番目に多かったマーカーにメモを付けるという機能の日別利用を図６に示す。講義開始後はしばらくこの機能を試す学生が多かったが、５月の連休以降は急激に減ってきている。

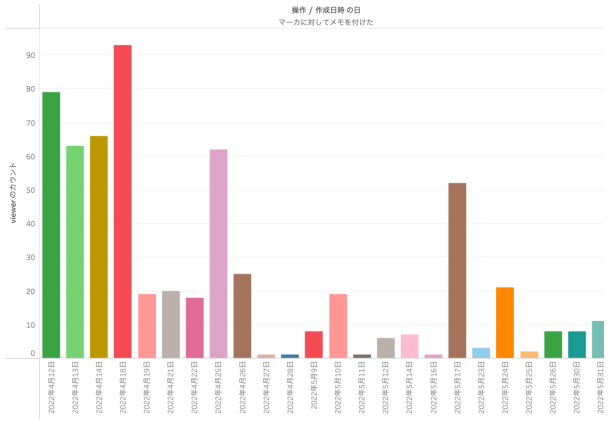
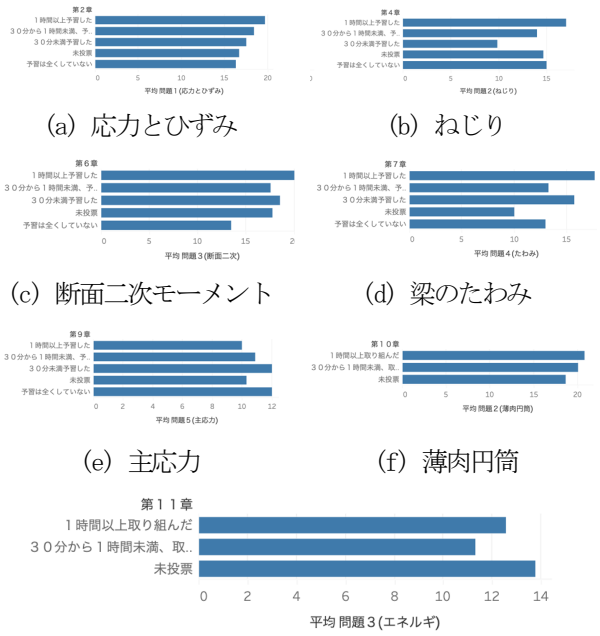


図６　日毎のマーカーにメモを付ける回数

また、ブラウザ型に移行したことに伴い図１に示される学生から教員へのマーカの共有機能が廃止となり、教員から生徒への一方向共有のみとなってしまった。そこで、今年度は予習状況を把握するために、毎講義開始時に Moodle のアンケート機能を利用して予習状況を調査(学生による自主申告)することとし、予習状況と中間試験、期末試験における対応する章と設問の得点との関係について図７のように調べてみた。



(a) 応力とひずみ　(b) ねじり

(c) 断面二次モーメント　(d) 梁のたわみ

(e) 主応力　(f) 薄肉円筒

(g) ひずみエネルギー

図７　予習状況と対応する設問の解答状況

応力とひずみ、断面二次モーメント、薄肉円筒については予習していると中間試験、期末試験での当該設問の点数が高くなっているが、他の項目では必ずしもそうなっていない。今回予習した時間数のみ調査しており、予習が効果的な項目と復習が効果的な項目に分かれることが考えられる。

最後に電子教科書のページを開いた回数と成績との関係を図８に示すように調べてみた。

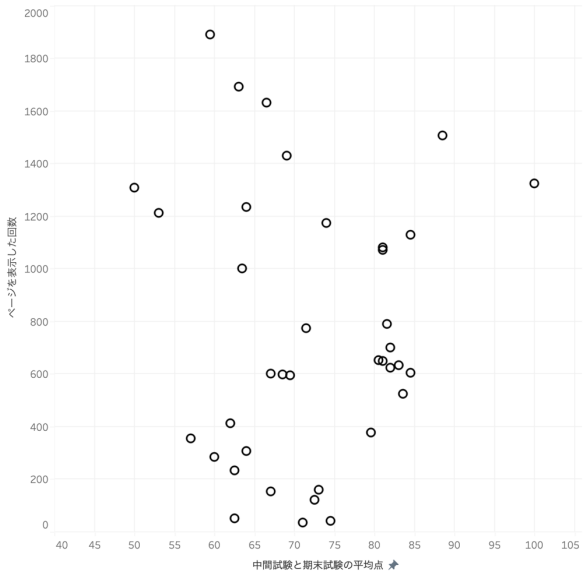


図８　ページを表示した回数と成績

ページを開いた回数が多くても必ずしも成績が高いとは言えない学生がいる。これはただページを次から次へと開いたため、ページを表示した回数が多く記録されたものと考えられる。そこで、電子教科書を閉じた回数と成績との関係を図９に示すように調べてみた。ページの表示回数に比べて成績との相関は強いと言える。この場合も回数のみでどれくらいの時間電子教科書と向き合っていたかまでは把握することができていない。

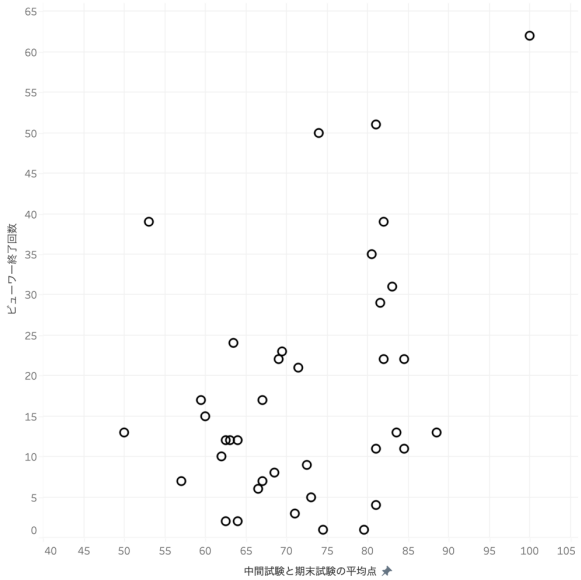


図９　ビューワーを閉じた回数と成績

2.4　2022 年度 2Q

講義開始直前までの１週間の期間において、高校物理の理解状況の確認を行った。材料力学では、高校で学習する「力の釣り合い」、「モーメントの釣り合い」、「作用反作用の関係」を習得していることを前提としている。しかしながらこれらの単元は大学入試問題において直接問われるような問題が出題されることはほとんどない。このため知ってはいるが、実際の問題を解かせるとこちらが期待するほどでないことが多い。今回も１０問を解かせたが図１０に示すように全問正解は２割に留まっており、半数近くの学生が２問以上間違えている。高校物理の正解率と材料力学Ⅰの成績との間で相関があるのか否かを検討したいと考えている。

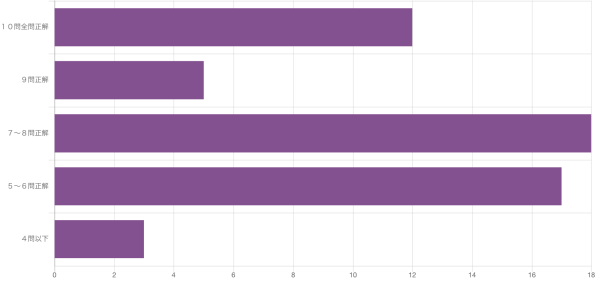


図１０　高校物理の問題の正解状況

３．電子教科書の問題点

(1) 購入に関して

大学の講義では教科書を指定するものの、購入を強制している訳ではない。このため講義開始までに電子教科書を購入していない学生もいれば、紙の教科書で勉強したいと申し出てくる学生もおり、履修生全員のアクセスログを取得することは必ずしもできない。電子教科書が定着するまでは電子教科書を利用することに対する何らかのインセンティブが必要である。

(2) 利用状況の把握に関して

電子教科書のアクセスログを解析することで利用状況を把握することができるが、リアルタイムではない。講義中に学生たちがどのページを開いているのか、リアルタイムで把握できれば授業への集中度も把握できるようになるであろう。

(3) 利用状況と学習時間との関係について

ページ閲覧回数と成績とを比較したところ、必ずしも相関が高いとは言えなかった。ただページをスクロールしているだけの場合もあり、閲覧回数と閲覧時間の把握が必要である。

(4) Moodle と電子教科書との関係について

九工大では LMS として Moodle を使用しており、講義資料の配布、小テストやレポートの提出に利用している。このため Moodle の機能と電子教科書の機能とが一部重なる。特に、講義スライドを Moodle で配布している関係で教科書を読まなくても講義の内容を把握することができるようになっている。このため講義開始当初は電子教科書へのアクセス数が多いが、５月の連休明け頃からアクセス数の低下が見られる。

(5) 複数クラス対応について

同じ電子教科書を利用する複数クラスがある場合、その切替に工夫が必要であると思われる。幸い、著者の講義では同時期に複数クラスとなることはないが、1Q に機械宇宙システム工学コース、2Q に知能制御工学コース、4Q に機械宇宙システム工学コースに材料力学を教えており、マーカーやリンクなどの共有をクラスごとに設定が必要である。各コースに共通なもの、各コースごとで提示するものが異なる場合など、利用方法に Tips の蓄積が必要になってくるだろうと思われる。

４．電子教科書への期待

電子教科書を利用し始めて今年度で３年目となった。当初は教科書を学生がどの程度利用しているのかを把握できるだろうという軽い気持ちで利用を開始したが、使うに連れて、電子教科書への期待・要求が高まってきた。材料力学ではただ教科書を読み込むだけでなく、実際の練習問題を多数解いてみて、実践を通じて理解が深まっていく側面がある。このため、単なる電子教科書に留まら

ず、AI 型ドリルのような機能が付随していることが理想である。従来、紙の教科書では各章末の練習問題をノートなどに解いて、解答が正しいかどうかを解き終わってから少し時間が経って検証していた。AI 型ドイル機能が付随すると、タブレット上でデジタルペンで解答を記載し、途中で間違え出したら、解答がさらに進む前にその間違いをタブレット上で表示し、必要に応じてヒントなどを提示することも可能となる。

５．おわりに

2020 年度より材料力学の講義にデジタル教科書を採用した結果、学習者の予習復習状況をある程度把握できるようになってきた。2022 年度よりアプリ型からブラウザ型への移行に伴い、電子教科書の利用方法を改めて検討しなおす時期に入った。現行の電子教科書では何かと組み合わせて利用する必要があり、九工大ではMoodle との役割分担をどのようにすると、効果的に利用することができるのか検討していく必要がある。電子教科書を活用されている事例を参考に、材料力学での利用改善を計っていきたいと考える。

謝辞

2020 年度から大学生活共同組合で開発されている電子教科書を採用している。採用にあたり、大学生協事業連合九州地区の藤井諭様、片平綺乃様、DECS 事業推進課の森川佳則様、九州工業大学生協の井上真佑華様にはたいへんお世話になりました。この場をお借りして、お礼申し上げます。

参考文献

(1) https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm
(2) https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/157/index.html
(3) https://edu.infosign.co.jp/tao
(4) https://sites.google.com/view/univ-decs-uni-text-ikou/schedule
(5) https://www.mext.go.jp/content/210330-mxt_kyoiku01-000013731_09.pdf
(6) https://kyoiku.sho.jp/51024/

商品企画開発とデザイン思考

藪野美生
Email: miu.yabuno@gmail.com

*1：慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科　リサーチャー

◎Key Words　　デザイン思考、商品企画、開発

1.　はじめに

2022 年春学期、文教大学環境学部メディア表現科にて 3 年生と 4 年生の合計 29 名に、「商品企画研究」という授業を計 15 回実施した。講義ではデザイン思考の方法論を使い、商品企画開発を行うスキルを身につけることを目的とした。

2000 年代に入ってから国際競争市場においては、安い労働力、且つ、知識のコモディティ化によるアジア諸国の追い上げが進み、マーケットに存在するものに差別化が無くなってきた。しかしながら消費者は、製品・サービスの持つ機能以上に、プラスアルファの何かを求めている(2)。使用中の高揚感や心地良さ等、消費者を夢中にさせる魅力的な経験が必要なのだ。この“魅力的な経験”を見つけ出すには、創造過程において人々の行動を観察する学問の民族誌調査（エスノグラフィー）が必要である (2)。民族誌調査で、経験を自分のものとして取り入れ、身体化する。これを「経験の拡大」と呼ぶ(2)。経験を拡大し、身体性の介在するコンセプトをデザインし、人々に魅力的なものとして提案するのである。一方で、企業は効率性を追求した従来の経営手法では限界を迎えている。そこで必要とされているのはデザイン主導の創造性である。個人の創造性に頼った製品企画開発能力だけではなく、会社組織全体が創造的な活動を行えるような体制にならなくてはならない。新製品の開発は、デザイナーや特殊な技術を持った者しか行えないと思われていたが、デザイン思考を用いれば誰でも創造することができる(2)。授業ではこのことを実践で身に付ける。

2.　目的

自ら企画開発した商品コンセプトを、社会に出してその価値を確かめるまでのプロセスを行うことによって、実社会で役立つ商品企画開発のスキルを身につけることを目的とした。

独創的なアイディアを生み、デザインすることは、従来はデザイナーだけが有する能力と思われていたが、デザイン思考の方法論に従いコンセプトを企画することで、誰でも顧客の欲しい物を創り出すことができる。差別化を技術や知識だけではなく、創造性で生み出し、新製品企画開発から、ビジネス戦略、政策の立案へと、ダイナミックな意味でのデザインが行えるようにする。実践することで、自ら感覚を掴み、身体性の介在するコンセプトを生み出せるようにした。

3.　授業設計

3.1　教材と参考文献

デザイン思考のプロセスについては、研究者の開発したフェミニン・ハイジーン・ユニット（生理用品を捨てるゴミ箱）のコンセプト開発過程を記述した博士論文『ハイジーンファニチャーのデザイン』(1)を参考例として使用した。ワークショップでは、ワークシートを使い、履修者が書き込みながら作業ができるようにした。参考文献は、『デザイン思考の道具箱』(2)、『デザイン思考と経営戦略』(3)の 2 冊を使用した。

研究者は 2006 年から起業、新規事業立ち上げ、新製品企画開発に携わってきたので、その経験を授業に反映させた。

3.2　授業方針

まずは事例研究を行い、その後にワークショップを行った。29 名を 7 つのグループに分けて、グループワーク形式にした。毎回の授業で、各グループの発表とフィードバックを行い、学習内容の不足がないように努めた。

3.3　事例研究

商品企画開発から事業経営において、デザイン思考の方法論を用いることの重要性を社会的背景から説明した。先行研究として、IDEO(4)、GE、P&G を例に上げた。これらの世界的企業が、デザイン思考を重視する経営に舵を切った背景から、デザイン思考を使用した新製品企画開発のストーリーを紹介し、デザイン思考の有効性と社会へのインパクトを履修者らに理解し

てもらった。

4. 実践　ワークショップ

次に履修者らはデザイン思考の方法論に沿ってワークショップを行い、民族誌調査、コンセプトプロトタイプ制作、バリデーションまでを実践した。

4.1 哲学とビジョンの設定

履修者らの社会的関心のある事項に基づいて、哲学と、ビジョンを設定した。哲学は自分たちの信じている信念であり、ビジョンはそれを実現する具体的な欲望である。哲学は「私達は〜を信じている」という文体で掲げ、ビジョンは「〜が欲しい」というように具体的に書く[2]。この２つを最初に設定することにより、デザイン思考の作業を進めていく上で、ブレなく遂行できる。

4.2 フィールドワーク調査

設定したビジョンを確立するのに、最も相応しいと思われるユーザーの民族誌調査を行う。インタビューや静的な観察ではなく、対象者の実際の働きに同行し、一緒に経験をする参与観察を行った。参与観察をすることで、「観察対象に感情移入し、見慣れた日常生活を他者の目で見る[2]」ことに注意した。観察対象者を師匠として、その師匠に観察者が弟子入りをする「師匠／弟子モデル」を取り入れた。

4.3 技術の棚卸し

設定した哲学とビジョンが既存の技術で対応できるものがあるのか、または、まだ確立されていない技術なのか調査を行った。

4.4 濃い記述

フィールドワーク終了後は、フィールドで起きていた対象者の行動を、直ちに５W1H で「濃い記述」を行うことを徹底した。これをラップアップと呼ぶ。文化人類学者のクリフォード・ギアツが定式化した考えである。ラップアップを作成することにより、経験を自分のものとして取り入れ、身体化する。このことが「経験の拡大」である[2]。

4.5 ５つのモデル分析

濃い記述を基に５つのモデルに分析した。フローモデル、シークエンスモデル、アーティファクトモデル、カルチュラルモデル、フィジカルモデルの５つである。５つのモデルに分析することで、観察対象者の身体性を記録し、あらゆる方面から分析し、総合的に認識できるようする。身体性の介在するコンセプトを生み出すための方法である[2]。

4.6 メンタルモデルの分析

メンタルモデルとは、対象となるユーザーの行動を促す土台となるものである。観察対象者の行動を、認知とアクションに分類する。「雨が降ってきた」と認知すると「傘をさす」というアクションが生まれる。人間は非常に複雑な仕組みの中で生きていて、様々な事柄を自分の中で内在化し、解釈をして、ひとつのものとして捉えている。人間のこのような行動を現象学ではアプロプリエーションと呼ぶ[3]。メンタルモデルを作成するためには、アプロプリエーションの中で、２つのことに注目する。1 つ目は、ブレイクダウン（認知とアクションのペアが壊れていることを示す）が起きているが気が付かないで続けている状況。2 つ目は、認知とアクションのペアが、こうしたらもっと巧くいくだろが面倒な方法でやっている状況である。このようなアプロプリエーションを見付けたら、もっとスマートにできる方法をアイディアとして提案する。

4.7 サービスエコシステムの書出し

ターゲットを中心に、そこに関わる人、サービス、企業、モノ、場所等を書き記す。登場するものは全て「アクター」と呼び、そのアクター間の価値の交換(value proposition)を書き出す。サービスエコシステムを書き出すことで、商流の中で工夫できる部分や、新しく価値をもたらせる部分等のヒントが見えてくる。

5. コンセプト作成

5.1 ターゲットペルソナの抽出

これまでの調査と分析を行った上で、自分がデザインを提供したいと考える人物をターゲットペルソナとする。ターゲットペルソナにどのようなメンタルモデルを持ってもらえば良いのかを考える。ターゲットペルソナの物語を5W1H の文体で書き、さらにそのモノ・サービスを使った時に起こる感情等も書く。ペルソナの具体的な名前や背景も設定し、特定の個人をイメージする。ペルソナを具体的に考えることで、提供するモノやサービスの使い方が具体的になり、機能や、使い方を決定する時の基準が、そのペルソナによって判断できるようになる。不特定多数を想定してしまうと、アイディアが曖昧なものになってしまうので、具体的なターゲットペルソナに向けて考えていくことがポイントである。

5.2 ポストイットアイディエーション

グループ全員でブレストを行い、ポストイットに 100 くらいのアイディアを出す。ポイントは考え込まずにテンポよく、とにかく数をたくさん出すこと。ダンボール板に、ポストイットを貼り付けて、出し切っ

たら写真で全体を記録する。

5.3　コンセプトスキーム

コンセプトが既にあるものと仮定し、そのモノ・サービスがもたらす価値を考える。A3 のワークシートの中心にコンセプトがあり、左側に RESOURCE(リソース)、右側に VALUE(価値)というスタイルで書き込めるようにした。この作業を行うことで、コンセプトがどのような価値をユーザーに提供することができるか、そして、どのような要素を含むことができるか等、アイディアが出せるようになる。

5.4　コンセプトスケッチ

コンセプトを、だれが (who)、どのような時に (when) 、どこで (where)、どのような機能があって(what)、どのように使うか(how)をスケッチする。スケッチを行うことで具体的な形が見えてくる。

5.5　メイキングストーリー

提案するモノ・サービスをターゲットペルソナが使い、目標を達成する物語を自由に描いてみる。この段階では、前出のターゲットペルソナの物語よりも、より具体的に書けるようになっている。

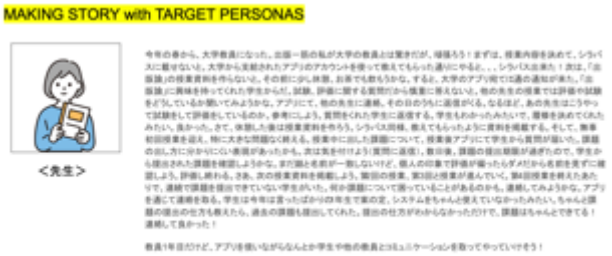


図 1　A グループのメイキングストーリー

5.6　ユースケース

コンセプトを中心に置き、それがターゲットにどのような機能をもたらし、どのような動作が生まれるのかを書き記す。提案したいモノ・サービスが置かれる場所、その間で起きる機能、現象、認知、アクション等も書き込めるワークシートのスタイルになっている。

図 2　G グループのユースケース

5.7　ファインディング・キーパス

コンセプトがもたらす機能の具体的な形を描き、それがどのように動くのか、詳細を書き記す。この作業を行うことで造形に具体性が生まれていく。これは色や形の意味でのデザインの要素を生み出す作業でもある。

図 3　F グループのファインディングキーパス

5.8　ストーリーボード

提案するモノ・サービスを、想定するターゲットが使用するシーンをカット毎に描く。使用中のオペレーションがスムースに行えるか？無駄な動きや、無理な動作は無いか？を確認できる。さらに、このストーリーボードは、プロトタイプを作成した後に、プロトタイプを使用したスキット（寸劇）を行う際や、ビデオプロトタイプを作る時の台本になる。

5.9　コンセプト・ドローイング

コンセプト・ドローイングでは、どのようなインタラクションで働き、どのような形、大きさ、色、使い方だとターゲットが使い易いか等を考えながら、詳細を詰めていく。ここまで出してきたアイディアを統合し、洗練されたものを描く。そして、創造したコンセプトに、“ラディエンス（人を惹き付ける輝き）”があるか？それを使った人に、感動をもたらすことは出来るか？これを使うことで社会はより良くなるか？という視点で考えてみることが重要である。次のステップではダンボールで実寸サイズのプロトタイプを作るので、これが設計図になる。

図 4　F グループのコンセプトドローイング

6.　プロトタイプ制作

いよいよプロトタイプを作成する。この段階ではコンセプトが更に具体的になり、各部分の詳細の機能や、形、大きさなども出来てきている。プロトタイプはダンボールで作成する。このプロトタイプのことを、ダ

ーティープロトタイプやラピッドプロトタイプと呼ぶ。時間をかけずに、スピードを持って作ることがポイントである。プロトタイプを作った時に、疑問が生まれるので、この疑問に答えていく[3]。この流れを行うことで、コンセプトの課題が鮮明になり、課題を解決して、より洗練されたコンセプトに近づけていく。デザイン思考で重要なことは、「作ったら、考える」を繰り返す「プロトタイプ思考」で創造活動を行うことである。

7. 履修者の提案したコンセプト

各グループの提案するコンセプトを紹介する。A グループは「学内でつながるコミュニケーションツールの開発」、B グループは「店舗から出る食物廃棄を無くすための、新サービスの開発」、C グループは「海洋汚染問題を解決するために、ゴミの出ない自動販売機とサービスの仕組みの開発」、D グループは「猫の言葉が解る翻訳機の開発」、E グループは「どこでも傘をレンタルできるサービスの開発」、F グループは「スーパーで従業員が快適に働けるようにするため、従業員の作業効率向上を目的としたデバイスの開発」、G グループは「公共トイレの清掃を効率化するためのデバイスとサービスの開発」。

8. バリデーション

バリデーションは、単なるアンケート調査ではなく、実際にプロトタイプを使ってもらい、企画したコンセプトがターゲットとなる顧客に価値を与えられたか？そのものに感動したか？等を調査する。コンセプトを通じて、顧客の中に物語が生まれる様子を、質的調査であるナラティブ法を使って調査する。

9. 商品企画の方法論

商品開発の過程は、一般的に大きく分けると、企画開発を行う「上流過程」と、出来上がった商品を生産、販売する「下流過程」に分けられる。下流過程においては、製造コストの効率化や、マーケティング等の分野にて学問が確立されているものがあるものの、「上流過程」においては、学問としてほとんど議論されていない。企画開発において、デザイン思考を使いながら創造活動を行うことで、顧客に新しい価値を与えるものを創り出す方法論としての学問を確立させたい。個人がアイディアを生む力を鍛えるだけではなく、組織全体が創造性をもつ体制になることで、イノベーティブな社会になると信じている。

10. 履修者からのフィードバック

「デザインはデザイナーしか行わないものだと思っていたけれど、デザイン思考の方法論のステップを踏めば誰でも創造性を発揮できることが分かった。」「どんどん形になっていくのが楽しかった。」「食品売り場で値下げのアルバイトの様子をフィールドワークした。いつもはお客さんとして値引きしている様子をただ見ていたが、実際にどういう業務内容なのかを知り、仕事の大変さを実感した。大変さを知ったことで、今回の企画に対するモチベーションが上がった。実際に働く現場を見て、世の中には様々な仕事があるということも実感出来きた。フィールドワークを通して、今までにない経験を積むことができた。」「課題は大変だったけれど、講義を聴くだけでなく実践することで、身に付いていく感覚を得られた。」「プロトタイプを作る理由が、思いついたコンセプトに疑問を持つためというのが、少し驚いた。しかしこのまま進めてしまったら、改善してより良くすることも出来ないため、重要な事だと思った。」「物の機能が評価されるよりも、実際に使って良かったと思える経験の方が評価されるものを作ることを目標にしたい。」以上のコメントから、デザイン思考を使って創造する姿勢が確認できた。

11. おわりに

履修者からのフィードバックにより、本講義の目的である、身体性の介在するコンセプトをデザインすることが達成された。授業を通じて、履修者の考えるデザインの持つ意味が、色や形等のデザインを意味する狭義の概念から、インタラクティブでダイナミックなデザインの意味へとコンテキストが変わったのが分かった。講義で身に付けたデザイン思考を使い、今後社会に出てから、商品企画開発、ビジネス戦略、イノベーションの立案等を率先してデザインすることを切実に望む。

講義ではプロトタイプ思考を重視しているので、課題の可処分時間が 1 週間に 1 コマだと、時間の不十分さを感じた。今後の課題としては、集中講義や、連続講義などにした方が学生たちにとって取り組みやすいのかと考えた。

参考文献

(1) 藪野美生 : “ハイジーン・ファニチャーのデザイン”, pp.37-122（2020）.
(2) 奥出直人 :『デザイン思考の道具箱』, 早川書房（2007）.
(3) 奥出直人 :『デザイン思考と経営戦略』, NTT 出版, (2012).
(4) IDEO: “ IDEO and a Story of Design ” https://www.youtube.com/watch?v=_KK958OkD6g&t=13s

PBL 型授業における学生スタッフの効果について

竹内光悦*1・末永勝征*2
Email: takeuchi-akinobu@jissen.ac.jp

*1：実践女子大学人間社会学部
*2：鹿児島純心女子短期大学

©Key Words　学生ファシリテーター，グループワーク，社会調査

1. はじめに

PBL 型授業では学生同士のグループワークも多い。この場合に教員のグループワークへの関与は学生同士のみによる議論の妨げるになる場合もあり、また教員の教え過ぎ指導の問題にもつながるケースもあり、参加者の先輩など、身近で経験をもつ学生がファシリテーターとして、グループワークへの介入の方が望ましい場合もある。このことに関して、オンライン／オフラインに関わらず学生ファシリテーターの存在の有用性については、既にいくつかの研究結果が示すように、受講生からの支持も高い。一方で、学生ファシリテーターにおいても、グループワークのサポートという立場を体験することで、自身の成長を期待でき、これらのサポート方法についても標準化、最適化を目指すことは有益ではあるが、このことに関する研究はまだ十分とは言い難い。

本研究では社会調査実習における受講者が感じる学生スタッフの効果に加え、学生スタッフからみた課題を報告する。

2. 社会調査実習における学生スタッフについて

本節では本研究の対象とする社会調査実習および収集したデータの詳細について述べる。

2.1 社会調査実習の授業内容について

著者の一人が担当する社会調査実習は社会調査協会（2022）が認定する「社会調査士」を取得するために必要な「社会調査を実際に経験し学習する科目」であり、90 分×30 回相当が決められている。著者らの一人が所属している大学では 100 分授業のため、100 分× 28 回でこの授業を構成している。

この科目では、社会調査協会（2022）の「社会調査士科目認定に関わる授業内容と確認項目」に書かれているように、『調査の企画から報告書の作成までにまたがる社会調査の全過程について、体験を通じて学習する科目で、中心となるものは量的調査あるいは質的調査のどちらでもよい。調査の企画、仮説構成、調査項目の設定、質問文・調査票の作成、対象者・地域の選定、サンプリング、調査の実施（調査票の配布・回収、面接等データ収集）、インタビューなどのフィールドワーク、フィールドノート作成、エディティング、集計、分析、仮説検証、報告書の作成。また、実際にアプリケーション・ソフトを利用した量的データの統計的分析の実習、もしくは、質的データの分析ないし事例研究を行う実習を含む。』（社会調査協会、2022）を内容として含み、著者らの一人の担当する授業では、量的調査を主とし、前期で調査企画から実査の実施、データ収集までを行い、後期でデータ分析および報告書作成を行う。後期の分析次第では補足的にインタビュー調査などの質的調査も行うこともある。

著者らの一人が担当する社会調査実習の特徴として、社会調査を通じ、プレゼンテーション能力の育成も意識し、前期・後期ともに、中間発表、最終発表と 2 回の発表を行っている。特に後期の最終発表では、毎年 2 回に分けて、担当教員以外のゲスト教員を招いて、最終報告会を実施する。これにより、調査実施の際の過程を知っている担当教員だけだと、気づきにくい点の指摘も行うことができ、最終の調査報告書作成の参考にしている。また、学生が主体的に活動し、グループワーク力の向上を目指し、毎回の授業の半分は社会調査に関する知識・技能に関する講義を行い、残りの半分はグループワークを行っている。グループワークでは、KJ 法を用いた調査課題の抽出や先行研究分析、仮説構築や調査設計を含めた調査企画、また調査の実査や収集データの分析なども含め、すべて、グループで一通りを体験させ、主体的に学べる環境を作ることを心掛けている。特に教員の教え過ぎ指導を避けるために、毎回の作業目標は示すが、それ以外は質問に答えることを主として、可能な限りグループで考えることを指導している。なおグループワークにおけるフリーライダー問題などにも注意喚起を行い、毎回の授業の最後にはワークの議事録を提出させ、グループの進捗状況を把握している。

該当講義は 2008 年から毎年開講され、受講者数も多いときは 100 名を超える年度もあるが、おおむね 60 名程度であり、1 教員、1 クラスで開講している。なおグループは 2 名以上が原則であるが、おおむね 3 名から 6 名程度の人数で構成され、ほぼ毎年、途中での履修取りやめはおらず、前期・後期を通じた同一グループでの活動を行っている。履修ガイダンスの際にその旨を伝え、また前期でデータ収集、後期でデータ分析及び報告書作成という形式から、年度をまたいだ受講は受け付けられないなどの授業条件も提示している。ごくまれにグループ内でのトラブルは発生するが、データ自体は前期で取得済みであることから前期から後期においてグループの再構成も可能であることを提示しながら、10 年以上開講しているが、いまだに再構成を希望したグループはない。

なお新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、2020・2021 年度は一部でオンラインでの双方向型授業（遠隔授

業）となったことに注意されたい。

2.2 社会調査実習における学生スタッフの活動

該当科目における学生スタッフは、毎年 1 名から 2 名おり、その前年度に該当科目を受講している。学生スタッフの活動は、グループワーク時の質問受付や毎回の議事録へのコメント、また発表時の運営サポートなどを行っている。受講者からすれば、身近な先輩であり、前年度の受講者でもあることから、専門家である教員からの指導よりも、ファシリテーターとしてグループワークに参加し、より人間関係に関することも相談できる親しみやすい存在と言えよう。また学生スタッフ自身もサポートする立場での参加であることから、自身の成長も期待できることから、本研究ではこの学生スタッフの効果を測り、標準化・最適化を目指す。

3. 学生スタッフに関する調査

本節では本研究の対象とする社会調査実習における学生スタッフに関する調査の詳細を述べる。

3.1 社会調査実習における学生スタッフの調査

2020・2021 年度は、遠隔授業となり、グループワークが見えにくくなったこともあったため、特に学生スタッフの重要性を感じたことから、前期・後期の最終授業で、「遠隔授業における学生スタッフ制度について、良かった点」「遠隔授業における学生スタッフ制度について、改善点」を調査している。また学生スタッフに伝えることを示しながら、「学生スタッフへのコメント」も尋ねている。調査対象は当日の受講者であり、クリッカーアプリ respon （respon、2022）を用いた記名式での調査である。2020 年度はその多くをオンラインで授業を行い、2021 年度はオンラインと対面授業が半々であり、現在の 2022 年度は対面授業である。この 3 年間の授業形式の違いも含めて今回データの検証を行う。

(1) 2020 年度後期「先輩スタッフ制度への良かった点」について

回答者 57 名に対して、全回答をユーザーローカル（2022）にて、テキストマイニングをした結果、図 1 のようになった。ワードクラウドをみると、大きく中心に「聞きづらい」があるが、これは「直接先生に聞きづらいことやちょっとしたことでも聞けてよかった。」「初めは少し聞きづらいのかなと思いましたが、先輩方から何か聞きたいことある？と声をかけていただいたことで、聞きやすかったです。」など、好意的なものであり、その他にも、ブレイクアウトのときの話や気軽に質問できた点など、制度として、有益であったと考えられるコメントが多かった。

(2) 2021 年度後期「先輩スタッフ制度への良かった点」について

回答者 63 名において、全回答をユーザーローカル（2022）にて、テキストマイニングをした結果、図 2 のようになった。ワードクラウドをみると、一番中心に大きく「聞きやすい」があり、そのほかに「アドバイス」や「質問」「議事録」などの言葉が並んでいる。細かく見れば「わかりやすい」「話しかけやすい」「決めやすい」などの言葉も多く見受けられる。「先生」という言葉もあるため、細かく原文を参照すると、「質問する時、先生がなかなか来れない時でも先輩はすぐきていただける」「先生だけだと、質問したい時に質問できないという状況が生まれていたと思うので、先輩スタッフ制度があってとても助かりました。また、歳も近いため、先生よりも気軽に相談できたところはとても良かったと思います。」「先生に尋ねに行こうか迷っていた些細な疑問点を簡単に聞ける。2 人いてくれたおかげで 2 つのアドバイスがもらえた。」などがあり、おおむね好意的な意見も多かった。

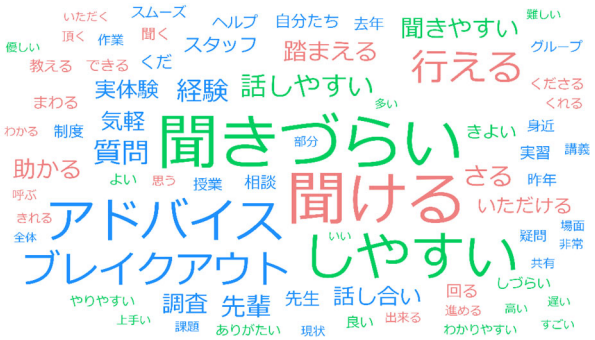


図 1. 2020 年度「先輩スタッフ制度への良かった点」

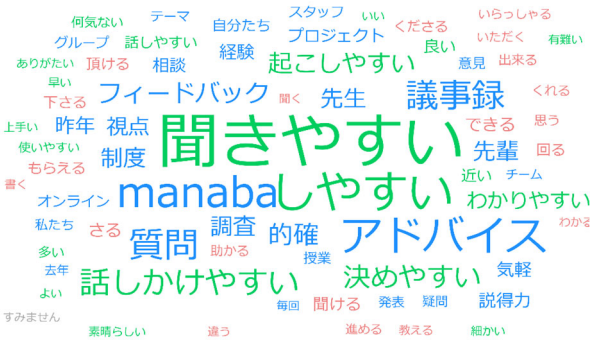


図 2. 2021 年度「先輩スタッフ制度への良かった点」

これらの 2 年間の比較においては、受講生も学生スタッフも異なるため、完全な比較はできないことに注意されたい。なお同年度における良かった点と悪かった点のコメントの比較を含め、詳細については当日会場にて紹介する。

4. おわりに

本研究では社会調査実習というグループワークが主となる授業での学生スタッフの効果について、遠隔授業時の比較も含め、検証した。これらの分析を通じて、よりよい制度の構築を検討する。

参考文献

(1) 社会調査協会：社会調査協会公式ホームページ，https://jasr.or.jp/（2022）（最終確認日：2022 年 6 月 30 日）。
(2) ユーザーローカル：AI テキストマイニング（https://textmining.userlocal.jp/）（2022）（最終確認日：2022 年 6 月 30 日）。
(3) respon：respon 公式ホームページ、https://respon.jp/（2022）（最終確認日：2022 年 6 月 30 日）。

武蔵野 EMC におけるアクティブ・ラーニングとその実践に関する報告

高松宏弥*1・山内萌*2
Email: takamatsuhiroya@gmail.com

*1：武蔵野大学アントレプレナーシップ学部アントレプレナーシップ学科
*2：武蔵野大学アントレプレナーシップ研究所

©Key Words　武蔵野 EMC，アントレプレナーシップ，アクティブ・ラーニング

1. はじめに

2021 年 4 月に開設した武蔵野大学アントレプレナーシップ学部（武蔵野EMC）は「世界の幸せをカタチにする。」ために、実践重視のカリキュラム、現役実務家教員による伴走、そして多くの起業家たちや仲間たちとの対話を通じてアントレプレナーシップを育み、未来へ力強く踏み出していくことを目指している。

プロジェクト型の「実践科目」、社会に対する好奇心や挑戦する情熱を育む「マインド科目」、アイデアを実行しカタチにするための「事業推進スキル科目」の 3 つの柱からなるカリキュラムを通して、学生に「ことを成す」ために必要な要素を身につけさせることが教育の目的である。多くの授業でアクティブ・ラーニングを導入しており、グループ学習、事例研究、ゲスト起業家との対話など、双方向の学びを重視している。

本報告では、武蔵野 EMC におけるアクティブ・ラーニングの実践について報告する。

2. 先行研究

2.1 アントレプレナーシップをめぐる議論

ここではまず、武蔵野 EMC の教育の根幹にある、アントレプレナーシップ（Entrepreneurship）の定義や議論について整理する。アントレプレナーシップとは、「高い志を持ち、新規性があり、付加価値を生む組織を作り、成長させること」と定義される(1)。これは「起業」においてのみ必要なものではなく、社会における様々な局面において必要とされる能力である(2)。

また、アントレプレナーシップを実現する個人をアントレプレナー（Entrepreneur）という。アントレプレナーの定義は多くの研究者によってなされてきたが、アントレプレナーの訳語である「起業家」と「企業家」の違いは以下のように整理される。起業家は企業の潜伏期・起業期・急成長期を担当する者、企業家は企業の安定成長期を担当する者を指すという(3)。

本報告では、武蔵野 EMC がアントレプレナーの起業家的側面に着目することに留意し、起業家に必要な能力であるリーダーシップの醸成について検討する。

2.2 アントレプレナーシップ教育

アントレプレナーシップ教育は、1947 年に Harvard Business School で始められ、1970 年代の初期にはアメリカ全土のビジネススクールにおいて本格的に導入されたという(4)。日本におけるアントレプレナーシップ教育は 2000 年前後から行われるようになったが、教育プログラムや教育者、研究者が不足していることが指摘されている(5)。

アントレプレナーシップをめぐる議論と同様に、アントレプレナーシップ教育についても様々な定義がなされてきた。国内外における既存研究のレビューを行った稲田は、アントレプレナーシップ教育を「価値を創造するアントレプレナーとアントレプレナーシップマインドを育成し、理論と実践を融合したアプローチで個人の成長と社会の発展を促進するための教育」と定義する(6)。

2.3 アントレプレナーシップをめぐる調査

アントレプレナーシップをめぐる代表的な調査としてグローバル・アントレプレナーシップ・モニター（Global Entrepreneurship Monitor : GEM）がある。GEM は「ベンチャー企業の成長プロセスを解明し、起業活動を活発にする要因を理解し、その上で国家の経済成長や競争力、雇用などへの影響を定量的に測定すること」を目的とし、日本を含む 44 カ国が参加する国際比較研究である(7)。

また、GEM を測る指標のひとつとして、総合起業活動指数（Total Early-stage Entrepreneurial Activity : TEA）が挙げられる。TEA は起業活動の活発さをあらわす指標であり、日本においては 30 代後半で TEA が最も高まることが指摘されている(8)。

他方で、GEM のサンプル抽出における懸念点を改善した計測をもとにした研究によれば、TEA が最も高まるのは 20 代で、年齢とともに減少することが指摘されている(9)。このことからも、アントレプレナーシップ教育を早期に受けることに一定の意義があることがうかがえる。

3. 分析手法

3.1 アントレプレナーシップ教育のフレームワーク

アントレプレナーシップ教育について理解し、分析を行うためには、そのフレームワークに関する議論が必要となる。既存研究では、①定義、②目的、③プログラム（プログラムの種類、対象者、科目内容、実践活動）、④教授法、⑤効果測定、の 5 つがアントレプレナーシップ教育のフレームワークとして挙げられている(10)。

本報告では以上の 5 つの要素からなるフレームワークを前提に、武蔵野 EMC で実践するアクティブ・ラーニングに着目し分析を行う。

3.2 武蔵野 EMC の教育実践とアクティブ・ラーニング

武蔵野 EMC は「実践」（アクティブ・ラーニング）をカリキュラムの中心に置いており、学生は実践をしながら「マインド」と「事業推進スキル」を並行して鍛えることができる点に特徴がある。1 学年あたりの定員が 60 名である武蔵野 EMC では、20 名ごとに 1 名のアドバイザー教員が配置され、3 クラスに分かれて授業内外での学生の実践をサポートするといった体制で教育を行っている。

図 1 武蔵野 EMC における実践中心のカリキュラム

また、1 年次は全員がアントレプレナーシップ学部教育寮に入寮し、学生同士で共に学び、刺激を受け合うことができる環境を提供している。寮内に起業家やビジネスパーソンなどのゲストを招くことをとして、学生は授業外でもさまざまな刺激を受けることが可能である。

また教育寮には、寮生全員が集まることのできる共有スペースを配置しており、学生は授業課題や自身のビジネスプランの立案に取り組むことができる。

3.3 武蔵野 EMC の教育実践とアクティブ・ラーニング

以下の表は、アクティブ・ラーニングをカリキュラムの中心に据える武蔵野 EMC における教育実践を、前述の Mwasalwiba（2010）によるアントレプレナーシップ教育の 5 つのフレームワークに対応させたものである。

表 1 武蔵野 EMC における教育実践と
アントレプレナーシップ教育の対応

項目	説明
定義	「世界の幸せをカタチにする。」ために、実践重視のカリキュラム、現役実務家教員による伴走、そして多くの起業家たちや仲間たちとの対話を通じてアントレプレナーシップを育み、未来へ力強く踏み出していく
目的	『ことを成す』人を育てる
プログラム	プロジェクト型の「実践科目」、社会に対する好奇心や挑戦する情熱を育む「マインド科目」、アイデアを実行しカタチにするための「事業推進スキル科目」
教授法	グループ学習／事例研究／対話／ゲスト起業家との対話など、双方向に学ぶアクティブラーニング
効果測定	AI 技術を用いたオンライン型 1on1 の効果測定など

4. おわりに

本報告では、武蔵野 EMC におけるアクティブ・ラーニングを中心とした教育実践について、アントレプレナーシップ教育に関する既存研究の議論をもとに報告した。武蔵野 EMC はアドバイザー制や教育寮を活用することを通して、授業内外における学生のアクティブ・ラーニングを支援している。

アントレプレナーシップ教育のフレームを前提に武蔵野 EMC のアクティブ・ラーニングを中心とした教育実践を捉えることによって一定の教育効果を期待できる一方で、より精緻で多角的な教育効果の測定が求められる。

岸田内閣が 2022 年を「スタートアップ創出元年」と位置づけ、初等中等教育における起業家教育を後押しするなかで、アントレプレナーシップ教育とその効果測定の重要性はますます高まるだろう。こうした背景からも、今後の我が国におけるアントレプレナーシップ教育の在り方を議論するうえで、本報告で検討を行ったような、アクティブラーニングとその実践の蓄積は極めて重要であるといえよう。

参考文献

(1) 松重和美監修，三枝省三，竹本拓治編著：“アントレプレナーシップの教科書”中央経済社（2016）.
(2) 馬場晋一：“アントレプレナーシップの発生および構成要素に関する一考察――起業家精神の要素分解および市場利子率と起業の相関分析”，立教 DBA ジャーナル，4，pp.79-95（2014）.
(3) 村杉健：“起業家行動論――アントレプレナーシップ研究”税務経理協会（2006）.
(4) Katz, J. A. :“The Chronology and Intellectual Trajectory of American Entrepreneurship Education:1876-1999”，Journal of Business Venturing，18，pp.283-300（2003）.
(5) 原田紀久子：“地域連携型アントレプレナーシップ教育とその効果”，経済教育，29，pp.81-83（2010）.
(6) 稲田優子：“MBA アントレプレナーシップ教育フレームワークの構築――授業・プログラムの効果検証”，関西学院大学大学院経営戦略研究科 2020 年度博士論文（2021）.
(7) みずほ情報総研株式会社：“令和 2 年度グローバル・スタートアップ・エコシステム強化事業（起業家精神に関する調査）報告書”（2021）.
(8) 高橋徳行，磯辺剛彦，本庄裕司，安田武彦，鈴木正明：“起業活動に影響を与える要因の国際比較分析”，RIETI Discussion Paper Series，13-J-015（2013）.
(9) 内田浩史，郭チャリ：“日本の起業家精神に関する一考察――インターネット調査データを用いた分析”，國民經濟雜誌，220，3，pp.31-48（2019）.
(10) Mwasalwiba, E. S. :“Entrepreneurship Education: A Review of Its Objectives, Teaching Methods and Impact Indicators”，Education and Training，52，pp.20-47（2010）.

いかにして「コスパのよい」学び方を学ぶか

角南 北斗[*1]
Email: hello@shokuto.com

*1: フリーランス（ウェブデザイナー）

◎Key Words　オンライン授業，オンデマンド，学習デザイン

1. 教室に縛られない授業運営

新型コロナウイルス（COVID-19）感染症拡大の影響を受け、発表者の大学での授業も、2020年度前期はすべて強制的にフルリモート実施となった。同年度後期からは、一部の授業は教室で実施・自宅で受講する学生にも対応せよ（＝ハイブリッド式）と求められたり、講義系科目は原則オンデマンド式で行うことと定められたりと、状況に応じた授業の実施形態を取るように迫られた。

発表者は、情報、デザイン、プレゼンテーション、知財といった内容の授業を担当しており、講義が中心のものもあれば、ドキュメント作成などの演習が中心のものもある。しかし、すべての授業で「教師による説明要素は文書化して配布し、受講生とのやり取りはチャットツールで行う」という授業方式をフルリモート時に採用し、教室実施に移行した授業もその基本方針は変えていない。

そのようにしている理由は大きく２つある。１つは、どの授業方式でも基本的に同じリソースで対応できるという、教師側の準備コスト面のメリットである。もう１つは、受講生が取り組むスピードには大きな個人差があることをフルリモート実施時に改めて実感し、極力「受講生全員の足並みを揃えるような教師主導の進行」を減らした方が良いと考えたことである。毎週の授業では、理解度確認のチェックポイントとしてタスクをいくつか設定し、周囲よりも早く終えた学生を不必要に拘束しないようにしている。教師はサポートがより必要な受講生に優先的にリソースを割く、という方針である。

災い転じて福となす、ではないが、コロナ禍によるフルリモート授業で得られた「教室以外での学びかた」に関する知見を、大学も教師も学習者も積極的に活かしていくべきだと発表者は考える。フルリモート時は、学習環境が思うように整わないなかでも「自分がしっかり学ぶことを最優先に、場所や時間や人のリソースを選択する」よう、教師として繰り返し伝えてきた。多くの受講生がそれを自分なりに実行していることが感じられ、担当教師としての手応えも得ている。

2. 自由の裏返しとして求められる自己管理

その一方で、用意されたリソースを活用せず、授業内容の理解が不十分な成果物を締切間際に提出することを毎週のように繰り返す、という受講生も一定数存在する。時間や労力をかけずに単位を得たいというのは、発表者が学生時代にも「要領よく」という言葉で語られていた受講姿勢であるし、今風の言葉で表現するなら「コスパよく」というところだろうか。

もちろんそうした受講生には、提出物の質として不十分であることを伝えはするのだが、特にオンデマンド式の授業ではメッセージを送るようなアプローチしかできず、受講生の反応を得られないことも多い。受講生とコミュニケーションを取りながら（お互いに）軌道修正する機会という面で、場所や時間を「強制的に」共有する教室の存在は改めて大きいと感じる。

こうした学生は一般に「学ぶ意欲がない」のであり、昔から一定数いたではないか、と言われれば確かにそうであろう。ただ、大学生活全体で見た場合、昔よりもずっと自己管理能力が問われるような環境になっていることは、もっと議論されてしかるべきではないだろうか。

以前なら、極端な言い方をすれば「決められた時間にとりあえず教室に行く」ことだけで、そこには目的を同じくする学生や教師がいて、学びの流れにも乗りやすかった。時間も場所も学び方も固定的だったため、そこで「コスパよく」立ち回りたくとも、実際の選択肢は限られていた。

それが現在は、オンライン上の様々な情報を自分からアクセスして取得し、整理して管理することが求められる。情報が公開されているメディアは必ずしも使いやすいとは言えない場合も多く、情報を取得するためのICTについても、その環境やスキルが十分にないと何をするにも大変である。

特にオンデマンド式の授業では、基本的に参加者が場所や時間を共有しないため、問題を抱えていても他の人に察してもらうことが期待しにくい。そのことを理解して、自分からアクションを起こしてサポートを得るような振る舞いが求められるが、そもそもそうしたことが苦手な学生も一定数いるわけで、それが学習意欲の低下に拍車をかけている実態があるのではないだろうか。

時間や場所の（実質的な）選択の自由度が増したことで、うまくいけば「コスパよく」立ち回れる部分はあるだろう。発表者の担当授業でも、そうした立ち回りができる受講生は（クラスのうち数パーセントではあるが）いて、そのような受講生を不合理なルールで縛らないよう、担当教師としても意識している。

難しいのは、授業内容の理解が不十分だったり、指示の見落としや勘違いがあったりするような取り組みにも関わらず、目先の時間効率を優先してしまうタイプの学生への対応である。もちろん機会があるごとに指摘はするのであるが、自分の理解度や状況をモニタリングする意識が薄いと、自分だけが厳しく指摘されているように捉えられかねない、という心配もある。

3. 授業の安易なオンデマンド化の弊害

発表者が関わる大学の最近の方針は「講義型の授業はオンライン実施、原則オンデマンド式で」というものだ。教室実施の授業の前後にオンライン授業があるような時間割の場合に、オンライン授業へリアルタイム出席を求めてしまうと、自宅との移動時間と重なって受講できない、あるいは大学内でオンライン受講できる環境が確保できない、といった問題が起こるからだろう。ただ、それではオンデマンド式の授業は「自宅での隙間時間に取り組むもの」という扱いにならざるを得ないのではないか。

たとえば、1日の中で1コマだけ教室授業、その前後はオンデマンド実施という時間割の場合を考えてみる。通学時間も含め日中の大半の時間を使って学習に充てられるのは教室実施の1コマのみ、他のオンデマンドの授業は早朝か夜間、あるいは深夜や休日にこなすしかない。これでは、1コマのためだけに大学に行くのは「コスパが悪すぎる」と感じてしまいかねないだろう。

オンデマンド式には、授業に取り組む時間を学生が決められる自由はあるが、授業内容に関する質問には回答待ちの時間が生まれやすく、それを見越した学習計画を立てる必要がある。発表者が担当する授業ではPC関連のトラブル相談も多く、トラブルで困っているときにサポートが行えないと原因の究明も困難になり、受講生とのやりとりが長期化しやすい。もちろんその間は肝心の授業内容に取り組めないのだから、学習計画が破綻することもよくある。また、そもそも学習計画をきちんと立てられない、学習時間を十分に確保できていない学生は、質問の回答待ちをするような余裕もなく、提出物の締切間際に慌てて形だけ整えるような学習になりがちである。

オンデマンド式は、そもそも非同期（＝教師は受講生と時間を共有しないことが前提）の仕組みであるため、状況の把握と手立てを迅速に行うことが難しく、結果として学習成果も「学生が自分でうまく学んでくれる」ことへの依存度が高い。

4. コスパのよい学びという視点

以前のように授業を教室と強く紐付ける方針に戻せば、大学や教師が学生の学習に介入しやすくなるだろう。しかしそれでは「きちんとコスパよく学べる」学生は自由を奪われたと感じるはずである。学びのコスパにおける「パフォーマンス」とは何かを考えてもらうことも含め、学生には自ら学習をデザインするスキルを身につけてほしいと発表者は考える。

そのためには、大学全体として何が必要か。学生の限られた時間を浪費させない時間割編成にすること。学習ストラテジーはもちろん、時間やタスクの管理スキルの育成を大学全体で取り扱うこと。教師や学生の日常を支えるICTに対しても、活用と環境整備のサポートを強化すること。そうした取り組みを、今こそコロナ禍における暫定措置からの次の一手として、真剣に検討していくべきではないだろうか。

流体応力・波動・熱概念の能動的深い探究

ー学制 150 年の実相・教訓・再創生によるー

小林昭三*1・興治文子*2
Email: kobayasiakizo@gmail.com

*1：新潟大学教育学部
*2：東京理科大学教育支援機構教職教育センター

◎Key Words　Graf の浮力背理の解明，ICT 活用アクティブ・ラーニング，学制 150 年の教訓と再創生

1.　はじめに

コロナ禍中でも対面と遠隔とを結合した併用型でのアクティブ・ラーニング（AL）型科学授業に於いて，科学の簡易実験も実現するような教材の開発が望まれている。更に，高速な無線情報化の進展が著しい，５G 時代に至っている今日には，最新の無線 ICT 環境を最大限に活用した AL 型教育法の新展開の可能性が大きく開かれている。そうした科学教育開発の事例を，流体・波動・熱学などの分野で試みてきている。より深い概念形成を可能にする ICT 活用アクティブ・ラーニング（AL）授業の新展開を試行した授業研究事例の報告をする。その際，コロナ禍中でも可能な自宅学習に於ける手作り・ホームメイド簡易実験機材開発と活用とによる，その新展開を目指した。

特に，100 円ショップ等での手軽で安価な素材を活用した簡易実験的アクティブ・ラーニング法の進展を期待できるような実例の蓄積などの成果を得て来た。その身近に入手可能で手軽に工作可能な資材で，親しみ深い簡易実験装置を作成して，その簡易実験機器・装置を活用した「流体・波動・熱分野の家庭的で簡易な実験装置作り」の実践例を基づく授業展開例の紹介や実例の報告をする。

これは，コロナ禍中での遠隔学習教材の開発・能動的深い学び・探究授業の具体化した実践の報告でもある。

本年 2022 年は 1872（明治 5）年学制発布 150 年に当る。実は，その学制以来の「流体・波動・熱学などの分野における物理筆記や授業記録を読み解いて来たが，その新時代を画した明治期に於いて，こうした分野の日本的な簡易実験開発と活用による日本型授業の進展には，世界的に見ても先端的新展開があったと確認する事ができた[1]。

日本の学制 150 年に於ける科学教育の進歩・停滞・教訓の実相を読み解き，科学教育史的な観点から，歴史的にも貴重な経験や教訓などを読み解いてきた[1]。その史的価値ある教材を，ICT /AI 時代に於ける新たな可能性・必要性に応えるように「現代的に再構成・再創成する」観点での，AL 型教育法の新展開と再創生の試行を報告する。

今回は，流体力学分野における「E. H. Graf の浮力背理」の問題点の AL 型授業[1, 2]への新たな展開を目指し，それを流体力学分野に焦点化して，核心部の抜本的な解明と見做せる論理的かなめの解決の具体化に重点化する。

アルキメデスからガリレイ・トリチェリー・パスカルへとその流体力学分野は科学革命的な大転換を遂げた[1,2,3]。

特に，流体中で受ける圧力や浮力の本質理解の変遷に関する点では，マッハ力学[3] の流体静力学的な批判的発展史の著述に，特筆すべき論点や指摘を見出し得る。これ等を土台にして，静力学に潜む「アルキメデスの原理とパスカルの原理との相互関連性と新概念的発展内容」の解明が不可欠となろう。そうした流体圧や浮力をめぐるパラドックス的な論点を幅広く再検討しその進展を期そう。

２．E. H. Graf の浮力背理的誤謬の解読と解明

最初に，E. H. Graf による「アルキメデスのパラドックス（背理）」核心部を紹介し誤謬点を解読・解明する[1,2]。

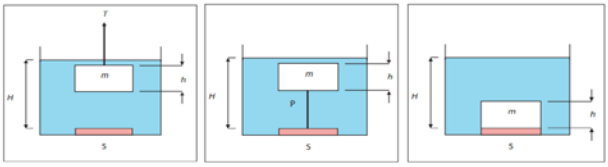


Fig. 1. The block is suspended in the fluid. The scale S reads $F_A = \rho gHA$. The magnitude of the suspending force T is $(mg - \rho gHA)$, the apparent weight of the block.

Fig. 2. The block is balanced on the pin P. Now scale S reads $F_A = \rho gHA + (mg - \rho gHA)$. The block's apparent weight is obtained by subtracting the quantity ρgHA from F_A.

Fig. 3. The block now rests directly on S. Scale S still reads $F_A = \rho gHA + (mg - \rho gHA)$. The apparent weight of the block is the same as it is in Fig. 2.

図 1. Graf の着底物体の「見かけの重量」の測定手順[2]

E. H. Graf は対象物体が水底で静的に釣り合った状態にある時に，その「見かけの重量の測定法」を詳細に論じている。彼は，下記の３手順の測定法に基づいて，水底に着底した物体でも一般的な水中の「見かけの重量」の測定と全く同様に，次の様な定義が可能だと主張した。特に，「アルキメデスの原理は着底しても成り立つ」と，Graf は浮力のパラドックス的な主張の正当性を論じた[2]。

2.1 物体の見かけの重量を上図 1,2 の実験計測で定義

①水中に物体を沈め，水底のスケール（秤）上に着底させて（物体をスケールに糊付してもよい）測定値を記録する。
②着底物体をスケールの上から除いてその上が水だけの時のスケール目盛値（秤のゼロ目盛基準値）を記録する。
③上記の２手順のスケール値の差から物体の「見かけの重量値」を得る。即ち，測定値１，２の差が，着底物体の「見かけ重量」が真重量より減少した分を浮力と定義した。即ち，Graf は「①と②の秤目盛りの差」なる「則定操作手順」で水中物体の見かけ重量と浮力を定義した[2]。

更に，この①～③による「見かけの重量」の定義は，空中での物体の「リアル」な重量をはかる手順とも同一であり，これはとても自然な「見かけの重量の定義」だ，と Graf は主張した。このようにして，水中での着底状態でもアルキメデスの原理は，常に成り立つ。という明瞭な実験操作によって，着底状態でもアルキメデスの原理と等しい，水を押し退けた重量分が減少した「見かけの重量」変化を測定するが故に「着底しても常に同一浮力がある」，とアルキメデスの原理の着底状況への拡張を主張した。

更に，Graf は，比重<1 の場合には，見かけの重量は負になるが，物体を秤に糊付けか・物体を糸で秤に引くかで，水中に沈むようにすることで，物体が押しのけた水量に

相当する浮力を①②の差として測定したと強調する[2]。

こうしたGrafの論理展開は，実は，垂直方向の1次元的な固体の対象物を1次元的水固体（氷）の同体積部と置き換えた際の測定手順でも，重量目盛り差の減少で示し得る故に[1]固体でも同一の結論を得る展開だと見抜ける。

2.2 Grafの見かけ重量減少が浮力原因でない事例考察

上述のGrafの主張の問題点は，「一元的物体が固体水(氷)を押し退けて氷と置き換わる」前後の重量の差，即ち，垂直一次元方向で，「物体と氷との総重量は，押し退けた氷の分に相当する重量が減少することを確証する」という，固体世界での重量測定の場合と同じものだった[1]。その際に「下部の液体面からの上向きの圧力が浮力を生む」という流体特性を考慮する必要がない点に注意したい。

そのような「Grafの浮力のパラドックス」の矛盾点をすっきりと解消する方法，簡易実験検証法に基づく新たなAL型授業法の具体化と実践的な展開事例を報告する。

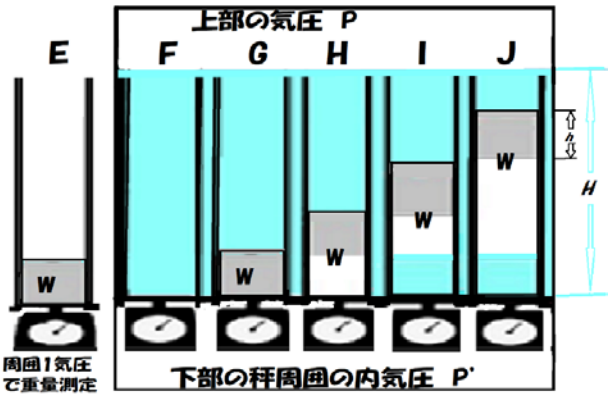


図2. 上下領域の圧力 P,P'での吸盤型物体Wの重量秤

そこで，Graf流の重量測定操作の手順的な整理を，図2，に示した1次元的な測定条件の場合；図Eから図Jの異なる重量目盛りを列挙し重量値をより厳密に定義する。

①最初は真空中で，②1気圧大気圧中，③一般の気圧中で，秤による重量を測定する手順を，より厳密に定めよう。

簡単のために，対象とする吸盤型物体 W は上下の面積が S高さ h，体積 hSの直方体で，質量m，真空中での重量はmgである。図2は1次元的な正面図を図示したものだ。

（1）図Eのように，大気中での吸盤型物体Wの重量は，静止された摩擦の無い筒（固定され空間に静止）中で，ピタリはめ込んで，1気圧の大気圧中で，1次元的に秤の上にWを静止させ重量測定をする。重量は押しのけた大気重量分の浮力を受け軽くなる。大気密度ρ_0なら，大気中の見かけの重量は，$mg-\rho_0 hS$ となる。比重1の水中で実際的な実験では，図3のような吸盤型物体（ペットボトルの先端を切る・円形で上部に丸みがある・内部に空間がある）であり直方体はその近似形である。大気による浮力は水の浮力の10^{-3}倍（1.293g/L）で3桁精度では無視出来る。図Eが真空中の重量なら，浮力ゼロで，mgとなる。

（2）図Fのように，水のみで満たされた筒中の底部に秤を設定して，固定され静止した筒（以下の全てで，計量する物体との摩擦が無視できるとする）内で，秤を設置して，**高さ Hの水柱の水重量を秤る際の重量となる。**しかし，密閉された上部部分の大気圧力 P と，物体の下部の秤のある空洞の大気が，水柱を上向きに圧する内気圧 P' が，はかり上部の境界面でどうなっているかは特定されていない。吸盤を取ると水漏れがする時は，図FでGraf流の底部に設置した秤の零点値が静的に測れず定まらない。

水漏れを防ぐ秤の構造が不可欠だが，その際に秤と吸盤接点と大気圧とで接触応力と圧力を，どう分担して上部の水圧と大気圧を押し上げて静止させるか，で状況が異なる。

もしも，上下の PP' が眞空の 0 値なら，密度ρの水の重量は（高さ H，断面積 S，体積 HS）$=\rho HSg$ と定まる。

（3）図Gは，固定された筒の底部に，体積 hS の吸盤型物体を載せた時の重量を示す。秤を下向きに押す力は吸盤型物体Wの重量mg，上部の水は体積 S (H−h) の総重量，$\rho g S(H-h)$ と下向きの大気圧 PS，上向きの内側からの大気圧の総和 P'S'，ここで断面積 S'（≪S） での内部圧力を P' のように仮定した。秤から物体に及ぼされる応力（固体同士の抗力）は，上記の力の総和を打ち消して吸盤物体をゼロ（静止）にする条件で定まるものである。従って，S' と P, P' がどうなるかで，内気圧 P' と秤のシリコン密閉部の接触面積の応力と吸盤内圧力との分担（総和は不変）が様々に変化する。実際値は一方が定まれば他方が解る。

（4）HIJの場合もこれと全く同様な議論で，秤が吸盤物体に及ぼす応力（固体同士の接触抗力）が吸盤内圧 P' と内圧領域S'が定まれば，接触面積の応力が定まる。

2,3 吸盤型測定物体と秤との接触応力・抗力の測定法

上述の測定法では，上下の密閉空間の外と内の気圧の詳細が定まる。吸盤型物体と秤の表面間で作用しあう応力の詳細が定まる。それが眞空である場合には，吸盤型物体と測りの表面間で作用しあう応力は明確に固体同士の接触応力として，吸盤物体への力の釣り合いから定まる。従って，以下では，図3の様な，吸盤物体と秤の方面での小穴を通じた吸盤内の内圧と接触応力で論述しよう。

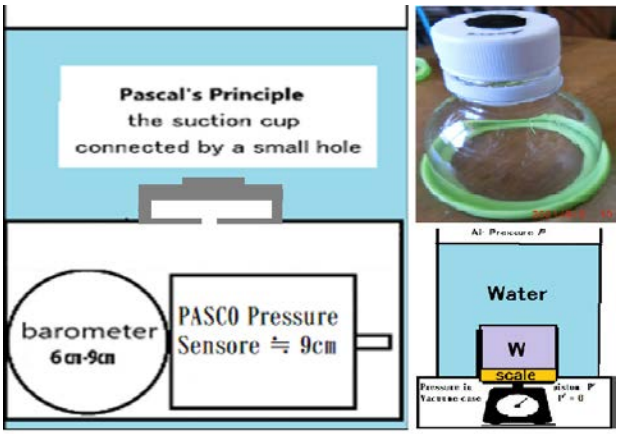


図3. 圧力計・PASCO 無線圧力計で圧力測定と秤での接触抗力測定の際に吸盤型物体と秤上部との接触構造の詳細

図3の左側には，吸盤の下部に小さい穴が開いていて，その下に圧力計を設置できる広さの小部屋を設けて，コンピュータに無線で吸盤内外の圧力値を送りグラフ表示し，圧力計の目盛りを見て吸盤が分離する際の圧力を見ることができる。右上がその吸盤を示し，下のWは吸盤が張り付いた秤の上部を示す。その張り付いた吸盤内の圧力変化も小穴を通じてつないだビニール管の先に小部屋を設ければ，図3の左の測定器で同様に測定できよう。

以上の様にして，圧力計やPASCO無線圧力計で圧力測定を行い，その圧力を変化させるとともに，秤の目盛りに，刻々とその接触抗力の変化が視覚化されよう。つまり，はかりの接触抗力測定の際に，図3のような，吸盤型物体と秤の上部の接触構造が，力の視覚化で威力を発揮する。

3. Graf 浮力の真相は吸盤物体が秤に及ぼす接触抗力と小穴を通じ作用する吸盤内大気圧力の総和

Graf の実験操作手順（特別な前提条件）で比較して，置き換えた分だけ軽くなった理由「置き換えた重量変化」は流体を固体に替えて成り立つ加え減じる質量保存則だ。

それが「下部からの水圧が全く無しでも浮力が生じる」との Graf の虚言が，疑い難く見抜き難い所以であった。

そのトリックを見抜けば，流体圧のより深い概念形成が可能になろう。その様な観点に立つ分析を深めて，Graf 背理の核心部を鮮明に解明する論理を，以下に示そう。

3.1 吸盤物体と秤との固体的接触抗力をどうはかる？

図２で，水を比重１の固体に替えても Graf 背理手順は成立する。固体世界でも生じる「秤上での物体入れ替えに於ける垂直一次元的な重量の保存則」に起因する故，着底部で，物体下部から流体圧なしでも成立する。以下では秤と吸盤との接面の構造を図３の特定な吸盤構造に単純化して，水溶液の簡易実験として論証論する。図２の E から J のケース毎に，「Graf 背理の真相」を検証する。

（1）図２の筒 G 内の秤上の水の重量と筒 F 内の水と対象物 W の重量とを引き算して比較すると，体積 hS の水を同体積の吸盤物体 W で置き換えた分になり，その質量差の分だけ軽くなる。これは流体の水が同じ比重の固体に置き換えると，重量保存則により「置き換えた分の重量変化分，軽くなるからで，液体か固体かで相違は生じない。物体の総重量保存則の帰結なのだ。①見かけ重量減少の Graf 定義は，重量保存の別表現で着底では浮力と無縁だ。②針で支える抗力ケースは，対象物体の周囲全体が水で囲まれたと仮定して浮力相当分減少した重量で支え，対象吸盤下に水が入り物体 W 下の全表面が水に囲まれ浮力を生む極限は図 2G でない。針先点での接触部応力で W を静止させる，Graf 図１中央への特殊な極限状態なのだ。③しかし正反対の極限もある。吸盤内が眞空ポンプで真空になった場合で，上向きの水圧はゼロで，シリコンの接触面の断面積（S-S'）での応力が，全上向きの抗力を生じる極限で対象物を底部に静止させる抗力=吸盤シリコンシール部と秤の上面との接触面の応力となる。吸盤内が眞空極限になると上向き圧ゼロの真空状態の極限である。④もしも，吸盤内の大気圧の真空度が下ると吸盤と秤上面間の吸着力も弱まる。吸盤内圧の増で秤目盛りは減少する。固体吸盤接触応力と吸盤内圧力の総和は不変だが。⑤吸盤の内部に水が入る場合でも④と同じように吸盤内部の大気圧分が上向き浮力を生む部分の核心部である。

Graf 背理の矛盾解明学習は有益な AL 的課題研究を生む。

従って，吸盤内の大気圧とその体積や水が入る時の変化，のような条件の変化により，上向きの圧力と接触部の応力，押しのけた水の体積と浮力との関係の追及などは興味深い。閉じた境界面の上からの基準圧値から水深と共に増加する流体圧値（=パスカルの原理）と，全重量の保存則，等の基本法則を駆使するＡＬ型授業を構成する。

以上の様に，測定する対象物体を上下や左右に囲む閉じた領域毎に，液体や気体の流体は異なる最小基準値からの深さ圧(大気≒等圧)が定まる事。吸盤物体では吸盤シリコン境界で分割された上下の領域毎の基準値から圧が定まること。吸盤への上向力は流体圧と接触固体応力の合力であり，（気体と水の領域からの）吸盤上部境界での下向圧力と自重力(mg)に釣り合って，吸盤は静止している事。固体的な接触面的応力を大気圧や水圧との分担＝総和は不変。に基づいて，いずれかの測定値を求めれば，他方が定まる。というような基本や本質を論じてきた。

しかし，水圧や大気圧には横や，斜めの壁に吸着させる吸盤吸着に関する興味深い現象がある事にも注目したい。自宅で簡易実験装置の作成が可能で，上部・壁部斜面部などで多様な吸着現象を学ぶ，ＡＬ授業プランを考察する。

①自宅でも実現可能な安価で明快な定性的な簡易実験。
②流体圧の深い概念形成を生む定量的な検証実験。

の二段階の実験検証での AL 型授業法（定性から定量へ）を考慮した概念形成の手順を考慮した展開を論述する。

4．アルキメデスの原理からパスカルの原理へ

アルキメデスの原理からパスカルの原理に至る科学革命では，何時・何処で・何を・誰が・如何に発見したか？

ルネッサンス期には，活気に満ちた仕事場・炭鉱などで，ガリレイやトリチェリーやパスカル達が，ポンプで水を吸い上げる高さに限界（水 10m 水銀 76 cm）がある事を伝聞し，圧力を下げ得る極限・最小状態が眞空であることを発見したことで，流体力学の革命がもたらされた[1,3]。

地球上の様な重力が存在する世界では，流体圧はその深さにのみ依存して，同一の深さでは同圧となる。大気や水や水銀などは重量を持つ流体なので，その流体圧は同一の高さで等しい圧を及ぼし合う。そこに細管を通じさせ，圧力測定装置（水銀柱の高さ・圧力計・圧センサー）により，その圧力を測定できる。そうした測定法を「パスカルの原理」として確立した。

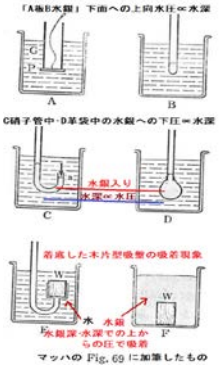


図4. パスカルの検証実験

その 3 次元的な断面の圧力概念として，物体を囲む周囲の圧力の総和，特定方向への圧力差，垂直方向の浮力・圧力差による吸着や分離や落下現象などを生じさせる。というような，パスカルの原理での重大革新が次々と実現した。図４はその興味深い流体圧力をめぐる「パラドックス的な現象」に関する「パスカルが提起した興味深い鍵実験」の例示なのである。

4.1 自宅で出来る簡易実験用の手作りの教具と機器

パスカルは，その図４の A と B のように，水圧や水銀圧による下部からの水圧差で筒の下部に吸着／宙づり（筒内の下部に静止する水銀球）に出来るという，パラドックス的な現象（押し上げる板や水銀柱を工夫）を考察・提示して「深さと水圧を如何に視覚化できるか」提示した。

図４の C と D では，水圧が水銀柱を押し上げる様子と水銀入り皮袋の水圧での圧縮で水銀上昇を例示した。

更に，図４の E と D では，円筒柱勘中に丁度ハマる「木片が大気入りの U 字ガラス管の右上部の円筒内にハメ込む着底状態，及び同様に下部に水銀を侵入させない吸盤構造で着底させた木片は浮上しない（無浮力）事などを的確に示し，底部に吸着する実験的検証例を提示した。

パスカルは着底物体のパラドックスにも注目し核心を視覚化し深い理解の実験を我々は工夫した。着底壁の下辺を物体上横辺の流体から隔離して上向き流体圧を消せば，浮力が消える事を簡潔に実証した。マッハ力学で称賛

した[3]。「液体を研究している時現れたパラドックスはさらに深い思索をうながす刺激となった」。「空気静力学上の諸発見は沢山驚くべき新事実を与えてくれたからそれから生まれた知的刺激はどの方向に向かっても決して過小評価されるべきない」とのマッハ指摘の具現化を，我々は期してきた。パスカルのパラドックス的な流体圧の視覚化を教訓にし，前述の様な Graf の逆理の検証と解明を果してきた。更に，それを史的価値ある教材の現代的な再構成として，手作り吸盤・真空ポンプ・吸盤圧着容器・手作り簡易実験・流体圧の現代的視覚化実験等の AL 授業プランを作り，数年来の課題探究を実践した。

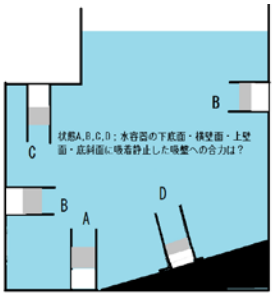


図 5. 着壁吸盤物体の A,B,C,D 状態

その AL 授業法展開の手順として次の問を起点とした。

(1)大気中のタピオカボトル上壁（図 5C 水なしに対応）に減圧吸盤が吸着静止した。吸盤はどんな力を受けるか？

(2) 真空ポンプで減圧された，図 5 の吸盤 A,B,C,D の様な吸着状態で，水の入った容器中の下底面・横壁面・上壁面・底斜面等に吸着静止させた。この状態 A,B,C,D に吸着した吸盤は，どの様な力で静止した状態になるか？

(3)図 5 の ABCD 状態の様に吸着した吸盤を外すには容器内圧力を「ⅰ減圧する。ⅱ加圧する。」のどれか？

この実験は①安価・明快な定性的な簡易実験に位置づく。

これ等は，気体と吸盤の吸着面での圧力差の変化を，気圧計・PASCO の無線圧センサによって，前述したような，図 5 の実験計測法で視覚化する簡易実験の実現である。このような ICT 活用実験・観察・視覚化の工夫で，現代的な圧概念をより深め得る。更に，「(3) 吸着した吸盤を外す」事を簡易実験的に検証する。容器内圧力を減圧し吸盤を剝せるかとの安価で簡明明快な自宅実験を実現できた。

4.2 水入容器の底面・壁面・上面・斜面に吸着

更に，**「真空ポンプで減圧された図 5 の吸盤 A,B,C が水の入った容器の底面・壁面・上面・斜面に吸着静止した。A,B,C の状態で，吸盤はどの様な力を受けそこに静止しているか？」，を解明する簡易実験検証を次に行う。②定量的な実験的検証による，流体圧概念形成への AL に位置づく。**

水中での実験なので「気圧計・無線圧力センサ」が水没後も水に触れない様に，2 重ポリ袋で水からの隔離が不可欠だ。より注意深さが必要な定量段階に入る。その結果，水中での気圧計・センサの示す圧力が接近し，吸盤の内外の圧力差がある限度以下になった時に水が侵入する。

水中での大きな吸盤内ならセンサーや圧力計も入る。入らなければ管で通管して測る。大型の丸形や角形容器に水を入れ，底部や横壁部の場所に吸盤を吸着し，容器を減圧する時の圧変化を視覚化して，吸盤分離瞬間までの圧力変化を検証する。大型容器の底部に吸盤を吸着させ容器内圧を減圧すると，吸盤内に水滴がジワットと侵入し始め，更に減圧すると吸盤が分離しフワッと浮き上がる様子が観察できる。容器内の水圧が減少し吸盤を上から押す下向圧と吸盤内で吸盤を上向きに押す内圧とで，吸盤への重量を超える合力(浮力)を生む。その瞬間に吸着吸盤の隙間に水泡が侵入し，吸盤の剝離を生む。以上の様な実験が，吸盤を空中や水中の上壁，横壁，下壁，斜め壁等に貼り付けて，吸盤内圧と空気と水の容器との圧力差を刻々とセンサ表示で視覚化する実験観測を実現した。

5．おわりに

小川正孝の明治期以来の流体圧や波動や熱学をめぐる大ガノー書型の授業等の解読を進展させてきた[4,5]。旧制中学校(静岡や水戸)・高等中学校・師範学校等でのそうした分野の多様な新展開により，明治 20 年代にも，欧米の教育改革の流れと呼応した日本独自の面を交えた世界先端レベルの教育が実現した。しかし，ガノー・スチュワート・ゲージ型等の潮流の記述の紙幅は無い。

終に，パラドックス的課題解明が盛り上がった明治期授業の現代的再構成の試行，現代的簡易実験装置作りでの流体圧分野（波動熱学の分野は省略）の AL 型授業展開の実践的研究の成果，を 5 論点に整理し結語とする。

1．「排除した水の重量分を減じる浅い理解」のアルキメデスの原理の教育から「ガリレイ・トリチェリー・パスカル時代」の「壁面の減圧・流体圧の 3 次元面圧」による浮力・沈力・横力を視覚化し実験的検証に基づく AL 型探究型のより深い概念へとその応用とに達した。

2．流体の圧力は，深さに比例し，四方八方に及ぶ。流体分子の熱運動で境界面の圧力の及ぼし合いや熱的分子運動概念，等の圧概念形成への目標へ進展を探索した。

3．対象物の境界面では圧力差が境界面での流体と物体との力の及ぼし合う現場だ。密着吸盤が剝離する時の圧力差，圧力計や圧力センサーで視覚化体験を深めた。

4．圧力差を圧着弁等でギリギリ耐える接触応力での理解が，逆流阻止弁の原理として，実用的に応用する器具作りにつながる。吸盤・真空ポンプ作り，圧力差を活用した簡易実験モノ作り，などの「圧力概念形成と圧力概念の応用」を進め，AL 型授業形成体験を蓄積してきた。

5. Graf の浮力背理の有する誤謬性までも根本的に解明した。即ち，測定する対象物体を上下や左右に囲む閉じた領域毎に，流体（液体気体）は異なる最小基準値からの深さ（大気は等圧近似)で，吸盤物体では吸盤シリコン境界で分割された領域毎の基準値からの深さで，圧が定まる。吸盤への上向き力とは流体圧と接触固体応力の合力で，吸盤上部境界面への気体・水域の下向圧力と自重力(mg)の合力に釣り合うと，吸盤は静止するからだ。

謝辞:本研究は JSPS 科研費 21K02947，19H01711 及び，21K02890 によるものです。

参考文献

(1) 小林昭三，興治文子:授業筆記や学会誌等で解明する科学教育 150 年の史的新実相とその現代的再創成，2020PCC 論文集，CIEC，pp. 207-210(2020)，同:" Graf の浮力背理と流体圧力をめぐる能動的深い学び-明治期授業の解読による-"，2021PCC 論文集 PDF，pp. 189-192。

(2) Erlend H. Graf:" Just What Did Archimedes Say About Buoyancy"，Phys. T. 42，296 (2004)。

(3) E. マッハ著(1883)，伏見譲訳："マッハ力学"，pp. 7-111，講談社（1969)。マッハ力学史・岩野秀明訳(公論社）と同一。

(4) A. Ganot(1879)："Elementary Treatise on Physics Experimental and Applied for Use of Colleges and Schools"，Wood&Company。

(5) 小川正孝："物理筆記・化学筆記"，静岡尋常中学校講義の生徒・田中宗一郎による筆記（1893 年・明治 26 年以後)，小林研究室蔵。同："物理学筆記第 1 号，第 2 号，第 3 号"，静岡尋常中学校講義の生徒・石川武平の筆記（1890 年・明治 23 年)，静中静高同窓会蔵。

Rust を用いたプログラミング教育について

箕原辰夫
Email: *minohara@cuc.ac.jp*

千葉商科大学政策情報学部政策情報学科

◎Key Words　プログラミング教育，Rust，コンパイラ，オブジェクト指向プログラミング言語，C/C++

1. はじめに

C/C++言語の後継と目されている、オープンソースのコミュニティベースで開発されている Rust プログラミング言語[1]が昨今注目されている。コンパイラ型の言語で、C 言語よりも高速に実行される場合も計測されている。Rust を用いたオペレーティングシステムや組込みシステムのコーディングも盛んに行なわれている。Rust は、C/C++と比べて、メモリ管理が厳格であり、実行時の安全性に優れているからである。しかしながら、そのために、プログラムの文法が非常にわかりにくくなっている面も否めない。プログラム初心者の教育には向かない。C/C++あるいは Java での教育を経た後に、組込みシステムやオペレーティングシステムに特化した教育場面で使うべきである。Rust には、Python の Python Tutor[2]と同様に、Web 上でも実行できるインタープリタ（Rust Playground[3]）も開発されている。VSCode[4]上での Rust の開発および Rust Playground を用いて、Rust 言語をゼミナールで採り上げて、2022 年度春学期に授業を展開した結果について報告する。

2. 各回の授業内容の構成

2.1 授業内容

最初は、基本的な式から始まり、ターミナルとの入出力、制御構文に行く形になるが、ここまでにおいても、独特の記法がでてくるので、Rust を熟知していないと難航することになる。C 言語の後継なので、プログラムは main 関数の定義から始まる。出力するのが、関数呼出しではなく、マクロ呼出しになるので、print(), printf()等の関数呼出しの記述法ではなく、println!();として、!マークをつけなければならない。マクロの文法的な詳細は、C 言語をかなり熟知した学生しかわからないだろう。単なる約束として進むしかない。入力については、悲惨で、プロンプトを出して入力を促す Python の input( )関数に該当するものがなく、かなり面倒な記述をしなければならない。Java も最初は同じ状態で、後から Scanner クラスが導入されたのと同じような経緯を辿るのではないかと思われる。たぶん、マクロとして C 言語の scanf に該当するものが登場するのではないかと推測される。

各回の授業内容は表1のようになっている。実際には、各回の内容が前後にずれているが、主に扱った内容として記述した。参照した文献に従った結果、かなり初期に関数定義を導入しているのが、これまでの新しい言語を扱った授業内容とは異なっている部分である。Swift や Julia と同様に Option 型が導入されており、また switch 文の後継である複雑な match 文（この頃は Python 3.10 以降にも導入されている）もお約束の如く、導入されている。

表 1 授業内容（第 1 回～第 13 回）

授業回	実際に授業で扱った内容
第 1 回	開発環境の導入と最初のプログラム
第 2 回	Rust の型とリテラル・構造的なリテラル
第 3 回	変数への代入と型指定を伴う初期値代入
第 4 回	ターミナルからの入力、型変換
第 5 回	関数定義と呼出し、局所変数、ブロック
第 6 回	フォーマット文字列の指定
第 7 回	if 文による条件分岐、loop 文による繰返し
第 8 回	while, for 文による繰返し・その他の制御文
第 9 回	match 文による条件分岐
第 10 回	Option 型の導入、if let 文・while let 文
第 11 回	クロージャ、ジェネリック型
第 12 回	構造体、メソッドの定義、enum 型
第 13 回	クレート、GTK の導入

2.2 参考とした文献・Web サイト

Rust のコミュニティでは、日本語訳も含めた積極的なドキュメントが制作されており、入門書の「The Rust Programming Language[5]」および、少し詳しく解説されている「Rust by Example[6]」などが標準の参考文献、あるいは教科書して使用することができる。また、公式のリファレンスとしては、「Crate std[7]」があるが、こちらの日本語訳は、Rust by Example の一部として出されている模様である。文法の詳細なリファレンス[8]を初期には見つけられなかったため、毎回の授業では試行錯誤することが多かった。また、それでもわからないところは、日本では Qiita (quiita.com) や Stack overflow (stackoverflow.com) などに追うところが大きい。

Rust のライブラリについては、クレート（crate）という形でまとめられており、それを扱った総合的なサイト（crate.io）を参照した。

3. Rust 特有の文法規則

ここでは、間違って Rust をプログラミング教育に導入しなければならなくなった教員のために、Rust 特有の文法的な特徴（嵌まりポイントとも言える）をいくつか紹介する。これら以外にも、学生にとってはかなり嵌まるポイントがあると思われる。

3.1 変数への代入・書換え

Rust のメモリ管理の安全性、不要なメモリの早期の廃棄について考え方が現れているのが、変数への代入である。let で導入された変数は、局所変数用のスタック上にメモリが確保されて、そこにオブジェクトへの参照や値が置かれるのであるが、再度同じ変数に let で代入された場合は、その変数が持っていたメモリは一旦解放されて、新しく変数へのメモリが割り当てられて、上書きされる形になる。変数が持つ値を、直接書き換えるためには、let mut (mutable の略) で変数が導入されなければならない。

```
let x = 32;         // 変更不可能な変数の導入
let x = x + 24;     // 再度の let で上書きされる
let mut y = 32;     // 変更可能な変数の導入
y = y + 24;         // 通常のような代入ができる
```

同じことは構造体についても適用される。たとえば、以下のような構造体を導入した場合、let 文で導入された場合は、初期値代入後は書き換えができないので、中のメンバーの値を書き換えたい場合は、let mut 文で導入する必要がある。

```
struct Point { x: i64, y: i64, }
fn main( ) {
    let mut p = Point { x: 34, y: 89 };
    p.x = 12; // let mut の場合は書換え可能
}
```

3.2 オブジェクトの移動

Python の場合、関数のパラメータとしてオブジェクトを渡す場合（リストなどの構造的リテラルも含む）は、基本的には参照渡しになっており、リストの中の要素などを置き換えることは可能になっている。これと対照的なのが、Java の配列であり、Java で引数として関数に配列を渡すと、すべてコピーされる形になっている。Rust の場合、どちらの形でも採れるように、参照渡しの場合には、C++と同様に&をつけて構造体等のオブジェクトを渡す形になるが、値渡しにした場合は、関数側にオブジェクトが移動して、呼出し側からは、使えない状態になる。

これもメモリ運用の効率化という目的に合致した取組みに起因しているものと思われる。オブジェクトのために確保したメモリを、そのまま関数側で運用するために呼出し側からは削除されることになっている。なお、当然のごとく、受け渡されて移動してきた構造物の中身（構造体のメンバー）を書き換えるときは、mut を付けておく必要がある。呼出し側で移動されて使えなくなったオブジェクトを再度利用するためには、関数側で、return で受け渡されたオブジェクトを再度戻して、呼出し側で上書きする必要がある。

3.3 不統一な制御構文の記法

画期的と思われるのは、関数定義で return なども記述しなくても、ブロックの最後に実行された式が、そのブロックの評価値として残ることである。これは、関数定義以外のブロックでも同じことが起こる。Rust では、ブロックは複数の文をまとめるものではなく、複数の文や式を含む評価されるべき式としての役割をもっている。ただし、関数定義においては、return があった方がわかりやすいのではないだろうか。

```
fn cube( x : i64 ) -> i64 { x * x * x; }
```

面白いのは、loop 文による繰返しの中で break 文を使ってブロックから抜け出すときに、関数定義の中の return 文と同様に、break 文の後に式を記述し、値を返すことが可能になっている。ところが for 文や while 文による繰返しの中では、break 文の後に式を記述することができない。この不統一性は、将来の言語拡張がされるときに解消されるのではないかとも思われる。

```
let mut n = 1;
let square_under_hundred = loop {
    if n * n > 100 { break n*n; }
    n = n + 1;
};
```

match 文は、switch 文の拡張で複雑なパターンマッチングができる条件分岐ができる制御構文になっているが、なぜか、分岐の最後をカンマ (,) で終了する必要がある。match 文自体はブロックの後にセミコロンで終わる必要がある。これは、match 文が文というよりも式であることに起因している。

```
for n in 1..20 {
  match n {
    2 | 3 | 5 | 7 | 11 | 13 | 17 | 19 =>
        println!( "{} is prime number", n ),
    _ => (),
  };
}
```

3.4 ブロックによるクロージャ

関数の引数の型を動的に変更できる方式として、C++/Java のようなテンプレートを用いたジェネリック型以外に、ブロックによるクロージャを用いることができる。このクロージャは、||で囲むことによって、仮引数の変数を導入することができる。クロージャの評価値は、例によって、ブロックの最後に書かれている式に依存する。

```
println!( "{}", {|x| x * x}( 12 ) );
println!( "{}", {|x| x * x}( 34.7 ) );
```

しかしながら、一旦クロージャを何らかの変数に割り当てて名前付きにしてしまうと、「最初に呼出しされて割り当てられた引数に対しての型」に固定されてしまう。そのため、別の型を引数にして呼び出すとエラーになってしまう。コンパイラ言語の宿命というものであろうか。

```
let square = |x| x * x;
println!( "{}", square( 12.2 ) ); // 実数用として固定
```

3.5 Option 型

Swift 以降の言語に特徴なのがオプショナル型である。値が入っているとき、入っていないときを区別して使うために、通常の型にラップして掛けるものになっている。過年度紹介した Swift や Julia では、ラップ・アンラップのための演算子があるが、Rust では型指定と Some 関数を使ってそれらを代用している。また、Rust では、Option 型と Result 型（失敗したときに使う）の 2 つが用意されており、更に使い分けが強要されている。

```
fn squareOp( a: i64 ) -> Option<i64> {
    return (a > 10) ? Some( a * a ) : None;
}
fn main( ) {
  if let Some( v ) = squareOp ( 7 ) {
    println!( "Found Seven at {}", v );
  }
  let value = 22;
  match squareOp( value ) {
   Some( v ) => println!( "square of {} is {}", value, v ),
    None => println!( "{} is not greater than 10", value ),
  }
}
```

Result 型では、Some と None の代わりに、Ok と Err を使う形になる。

```
fn input_int( prompt: &str )
  -> Result<i64, <i64 as FromStr>::Err> {
    print!( "{}", prompt );
    stdout().flush().unwrap();
    let mut buffer = String::new();
    let stdin = io::stdin();
    stdin.read_line(&mut buffer).expect( "入力失敗" );
    let buffer = buffer.trim();
    return String::from( buffer ).parse()
  }
  fn main() {
    match input_int( "整数を入力:" ) {
      Ok( result ) => println!( "{}", result ),
      Err( msg ) => println!( "変換エラー{}", msg ),
  }
```

3.6 構造体によるクラスの定義

構造体の定義は前出であるが、これも match 文が式であるのと同様の考え方で、最後はカンマ（,）で終わる必要がある。また、構造体をオブジェクトとして捉えて、メソッドを追加する場合は、impl という名前のついた別ブロックを構成する必要がある。これは、仕様と実装の切り分けを意図したものと考えられるが、Swift のクラスの外付けの拡張と同様に、ライブラリの構成の仕方によっては、わかりにくくなる可能性がある。

```
struct Point { x: i64, y: i64, }
impl Point {
    fn move_point( &mut self, dx:i64, dy: i64 ) {
      self.x += dx;
      self.y += dy;
    }
}
```

3.7 静的な型推論

いくつかの例でみてきたように、let 文で代入される変数やクロージャに関数名をつけた場合は、初期値で代入された値によって（クロージャの場合は最初呼ばれた引数の値)、その変数は何型であるかが型推論される。これは、コンパイル時に推論されるので、静的な型推論と考えることができる。インタープリタ言語との明確な違いになっており、Rust の特徴であるとも捉えることができる。なお、let 文で代入するときに、いちいち型を指定することも可能になっている。関数定義の際には、引数や戻り値の型を指定する必要があるので、これは従来のコンパイラ型の言語と同様になっている。

3.8 他の言語との比較

Rust と最近の他の言語とをプログラミング教育という観点から比較してみたい。対象となるのは、Python, Julia, Swift, JavaScript である。以下にそれぞれの言語の用途を比較してみたが、C/C++/C#/Java 言語等のコンパイラベースの言語と違うのは、それぞれ型推論の機構が組み込まれているところである。型推論の機構がないプログラミング言語では、せいぜい、ジェネリック型ぐらいでしか

対応ができない。ただし、Rust に特徴的なのは、型推論が、動的ではなくて、コンパイル時に静的に行なわれるところである。それが、他の型推論機構を持つ言語と一線を画している。

表2 各言語の比較

言語	主な用途	型推論
Python	汎用・プログラミング教育	動的
Julia	数値計算	動的
Swift	アプリケーション開発	動的
JavaScript	Web アプリケーション	動的
Rust	組込みシステム・OS 開発	静的

4. Rust の開発環境の設定

4.1 開発環境の設定

Web サイトから Rust の開発環境をダウンロードすると、開発環境設定用の rustup コマンドと Rust コンパイラの rustc コマンドが使えるようになる。

また、プロジェクトパッケージ開発のための管理システムとして、cargo というコマンドが用意されており、プロジェクト開発用の環境も整っている。しかしながら、授業で扱うように、1 ファイルで 1 プログラムの場合には、プロジェクト開発のフォルダをいちいち作って、設定を行なうのは面倒である。Python でも PyCharm などがこの方式を採用している。授業では、ターミナルからコンパイラの rustc を用いてコンパイルを行ない、プログラムの実行をそのままターミナルから行なう方式（C 言語と同じ）を採用した。

開発環境の設定が面倒な場合は、標準ライブラリだけが利用できる Rust Playground[3]の開発環境があるため、Web 上で記述、実行まで行ない、コピー&ペーストでファイルに保存するという方式を採ることもできる。できれば、Rust Playground には、ファイルのロード・セーブができるようなボタンの追加が欲しいところである。

なお、外部ライブラリを利用する場合は、必然的に前出の cargo と呼ばれるプロジェクト開発用の環境を利用する必要がある。

4.2 VSCode 上での Rust プログラムの実行

VSCode では、プロジェクト開発主体に機能拡張が用意されている。VSCode 上でも単なる個別のファイルのコンパイル・実行を行なうには、プロジェクト開発の部分（cargo のための設定）を使わずに、ターミナルから、コンパイルして、実行をさせる必要がある。VSCode 上では、プロジェクト開発の設定をして、main 関数が 1 つしかない場合は、main 関数のところに、「Run, Debug」のためのアイコンが現れるので、コンパイル・実行を連続的に行なうことができる。

4.3 外部ライブラリの利用

Python の pip によるインストールと同様に、rustup コマンドによって、外部ライブラリ（Rust ではクレート：Crate と呼ばれている）をインストールできるが、pip コマンドと異なり、残念なことに、外部ライブラリのインストールは、rustup コマンドだけで終わらないものもある。授業で導入した GTK[9]は、GUI アプリケーションを作成するためのライブラリであり、過年度 Julia 上で使ってみて、安定して使えるものであったので、Rust 上でも導入を試みたが、Windows 版では、GTK の本体も合わせてインストールする必要がある。そのためには、MSYS2[9]を利用して、mingw-w64[9]ベースの gcc（Gnu C Compiler）をインストールする必要があった。Unix ベースでの開発環境（Mac OS や Linux）を利用した方が、Rust の場合は外部ライブラリを利用した開発環境構築が楽なのではないかと思われた。

5. おわりに

プログラミング初等教育として Rust を採用するのは、学生が混乱をするので、やめた方が良い。順当に、Python などのインタープリタベースの言語や、コンパイラベースでの言語では、従来からの C 言語、あるいは Java 言語を使うべきではないかと思われる。Rust は、最初のプログラミング言語を学んだ後、特定の用途、メモリが限られていて、厳密にメモリ管理をしなければならない組込みシステムや、メモリの利用の安全性が保証されなければならない（ポインタがおかしな場所を指さない）オペレーティングシステムの開発などを扱う場合に、導入するべきではないかと思われる。ただ、組込みシステムでも MicroPython が動いており、普及しているため、用途はオペレーティングシステムの開発に限られるのかも知れない。ただし、C/C++言語や Unix などに熟練した学生であれば、汎用のプログラミング開発言語として、学ぶ価値はあるだろう。

参考文献

(1) “Rust Programming Language,” Rust Foundation, https://www.rust-lang.org/ja
(2) “Python Tutor,” https://pythontutor.com/
(3) “Rust Playground,” https://play.rust-lang.org/
(4) “Visual Studio Code,” https://code.visualstudio.com/
(5) “The Rust Programming Language,” Steve Klabnik, Carol Nichols, https://doc.rust-lang.org/book/, 日本語訳は https://doc.rust-jp.rs/book-ja/
(6) “Rust by Example,” https://doc.rust-lang.org/stable/rust-by-example/, 日本語訳は https://doc.rust-jp.rs/rust-by-example-ja/
(7) “Crate std,” Version 1.62.0, https://doc.rust-lang.org/std/
(8) “The Rust reference,” https://doc.rust-lang.org/reference/index.html
(9) “GTK,” GNOME Foundation, https://www.gtk.org/
(10) “MSYS2,” https://www.msys2.org/
(11) “MinGW-w64,” https://www.mingw-w64.org/

電子教科書「ためしながら学ぶC言語」を活用した授業の工夫

土肥紳一*1
Email: dohi@mail.dendai.ac.jp

*1：東京電機大学システムデザイン工学部デザイン工学科

◎Key Words　電子教科書，C 言語，プログラミング入門教育，BYOD

1. はじめに

電子教科書「ためしながら学ぶC言語」を出版した後，2 年間，授業で使用した．その前身はプリント本から始まっており，初版の内容はPCC2019 で述べた．その後，改版を行い，プリント本として第 2 版を出版し，その内容はPCC2020 で述べた．プリント本での過去 2 年間の授業実績を反映し，書籍化を行った．出版時期の都合で，電子教科書として出版し，少し遅れて書籍を出版することになった．PCC2021 では，主に電子教科書の内容を中心に紹介し，利用者のログ情報を使い利用状況等を述べた[1]．PCC2021 の開催後，2021 年の後期の授業では，受講者が電子教科書と書籍を選べるように販売し，授業を実施した．電子教科書と書籍の両方を出版しているため，書籍の制約によって電子教科書の機能を使い切れない問題が生じている．電子教科書と書籍の両方を使った授業を取り上げ，本論文では授業の工夫について述べる．

2. 授業の工夫

電子教科書の出版は，新型コロナ感染拡大の最中に遭遇し，遠隔授業を強いられた．本学の遠隔講義システムはZoom を導入している．授業の工夫は，Zoom による授業の録画の公開，授業毎の理解度調査の実施，LMS(Learning Management System)の活用，補助資料の提供等がある．

2.1 録画の公開の工夫

従来は授業の録画を行う場合，ビデオカメラや収音のための設備などが必要で大がかりであった．最近のノート PC はこれらの機能が内蔵されており，Zoom による授業の録画は，容易に行えることを体験した．授業後に録画内容は box へ格納し，授業の web サイトに動画のリンクを設定し，学内限定で公開している．box は本学が導入しているネットワーク上のストレージである．授業で使用している web サイトの様子を図 1 に示す[2]．

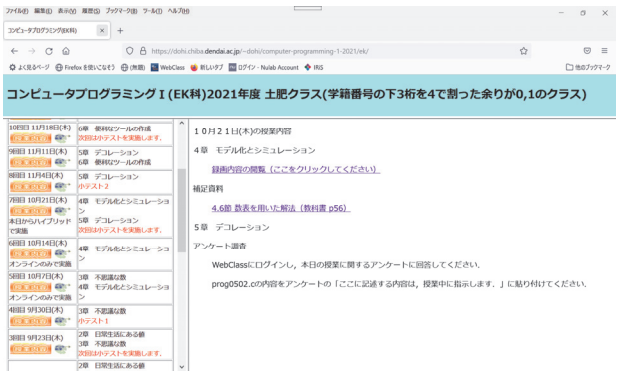


図 1 授業の web サイトの例

録画内容の再生の様子を図 2 に示す．録画の公開は，授業の見直しに役立っており受講者から評判が良い．録画内容は収録後に編集することはせず，収録内容をそのまま公開している．画質や音質にこだわらなければ，電子教科書へ組み込むことは容易である．ただし，見たい場所をスムーズに発見できる何らかの仕組みは必要であろう．

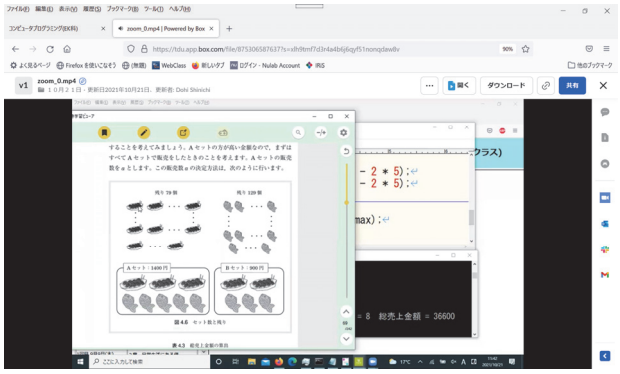


図 2 録画内容公開の様子

2.2 授業毎の理解度調査の工夫

毎回の授業では理解度調査のアンケートを実施しており，各調査項目は，「はい」「いいえ」の 2 択での回答を求める．「はい」の割合が 80%を下回る場合は授業での説明が不十分であったと判断し，次回の授業で復習や補足の内容を増やす工夫を行っている．この様子を図 3 に示す．

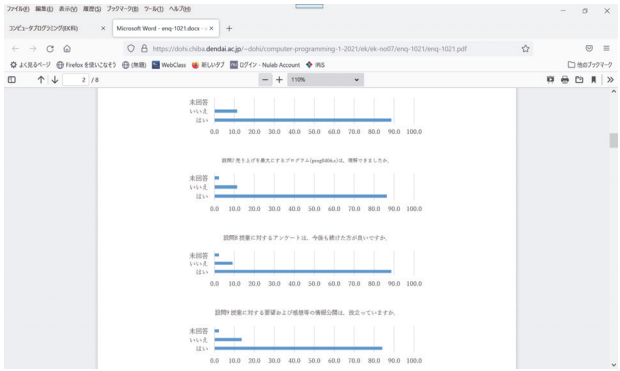


図 3 理解度調査結果の例

アンケート調査では，授業に対する要望感想も自由記述で回答できるようになっており，回答者が誰か分からないようにして公開している．ささいな工夫であるが，受講者および教授者にとってフィードバックを掛けることができ，教授者の一方的な授業を防ぐ効果がある．

2.3 LMS の活用の工夫

本学の LMS は WebClass を導入している．穴埋め式の課題を出題し，中間試験や期末試験等でも活用している．特に採点機能は，その時間を大幅に短縮でき重宝してい

る．その他に，自学自習用に小問を準備し公開する工夫を行った．WebClass で公開している小問の一覧を図 4 に示す．これらは何度でも解け，正解になるまでリトライできる．期末試験前になると，利用者が増える傾向がある．

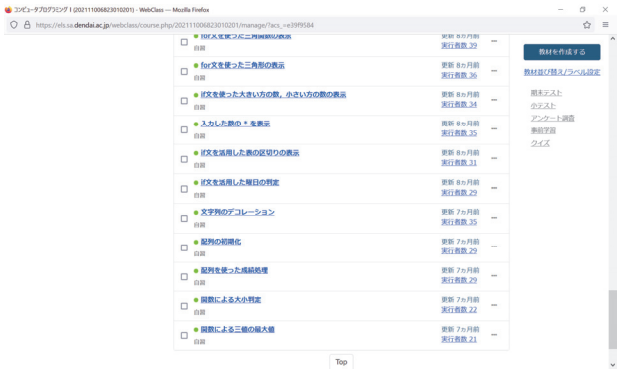


図 4 WebClass で公開している小問の一覧（抜粋）

文字列のデコレーションに関する小問の例を図 5 に示す．本学は BYOD(Bring Your Own Device)を推進しており，受講者が所有するノート PC を活用する．プログラムを完成し，(1)と(2)に当てはまるプログラムを回答欄に入力する．この後，正解か否かを自ら確認できる仕組みである．

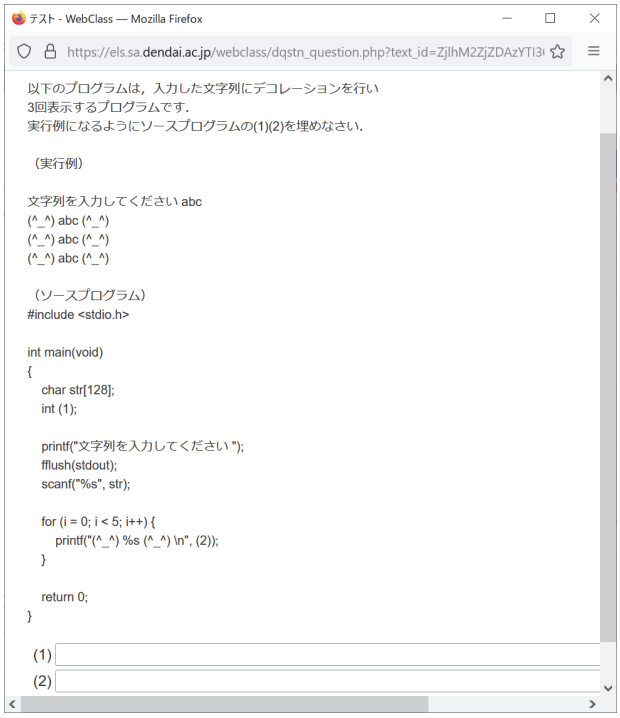


図 5 文字列のデコレーションに関する小問の例

このようなクイズ形式の小問は，電子教科書へ容易に組み込めると考えられる．

3. 補足資料を活用した授業の工夫

3.1 パワーポイントの活用

電子教科書で記載しきれなかった内容は，補足資料を作成し，授業の web 頁で公開している．補足資料は作り易さからパワーポイントのスライドで作成し，PDF に変換したものを公開している．複数のスライドを切り替えることにより，プログラムの実行に合わせて図が動いて見えるように工夫した．補足資料は事前の準備から 8 章までで合計 43 個，470 枚のスライドになる．この様子を表 1 に示す．資料の個数と枚数が多い章や，授業回が複数並ぶ章は，教授するのが難しい内容である．特に 3 章と 4 章が大きな山場であることが分かる．

表 1 補足資料の量

章	章名	授業回	個数	枚数
1	動作環境の準備	1	7	37
2	日常生活にある値	2,3	1	1
3	不思議な数	3,4,5	8	274
4	モデル化とシミュレーション	5,6,7	3	33
5	デコレーション	7,8,9	2	11
6	便利なツールや部品の作成	9,10,11	5	5
7	暗号	12,13	14	77
8	文字の出現頻度	13	3	32
	合計	--------	43	470

3.2 変数の宣言と代入の補足資料

初学者には，プログラムの実行によって，内部でどのようなことが起こっているのかをイメージさせることが重要である．スライドではソースプログラムを左側に配置し，実行中の部分を示すために黄色の文字で示した．変数は長方形で表現する工夫を行った．変数が順に宣言される様子を図 6 に示す．

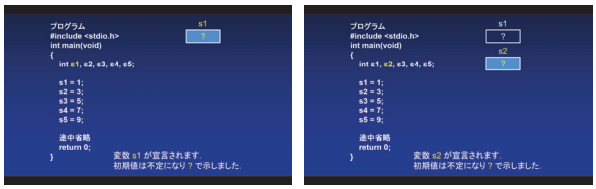


図 6 変数の宣言の様子（抜粋）

C 言語では変数の宣言によって，その値は不定になるため，長方形の中は?で示した．プログラムの進行によって，どの変数が対象になっているのかを示すために，長方形の中を水色で塗りつぶした．どのようなことを行っているのかを，スライドの右下に簡潔に記述した．同様に代入の実行によって長方形の中の値が?から代入した値になる様子を図 7 に示した．スライドは，計 12 枚である．

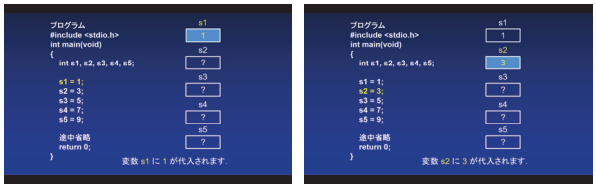


図 7 変数に値が代入される様子（抜粋）

3.3 配列の宣言と代入の補足資料

配列は初学者にとって，難関の一つである．補足資料では配列を連続した長方形を並べ，変数がたくさん連続して並んでいるように表現を工夫した．C 言語では配列の

宣言によって，その値は不定になるため，配列の要素を示す長方形の中は?で示した．プログラムの進行によって，どの配列の要素が対象になっているのかを示すために，該当する要素の長方形の中を水色で塗りつぶした．配列の宣言と配列の要素に代入する様子を図 8 に示した．スライドは，計 8 枚である．

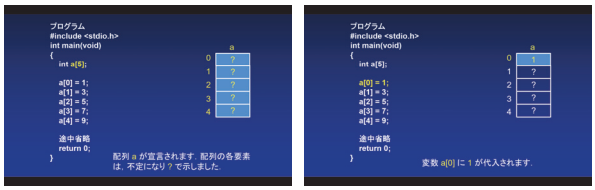


図 8 配列の宣言と要素に値が代入される様子（抜粋）

3.4 配列を使った数列の補足資料

教科書の 3 章では配列を使った数列を求める例を掲載している．繰り返しを活用しながら数列を求めるプログラムは，初学者にとって複雑である．スライドでは，配列や変数が宣言される様子から始め，数列を求める仕組みを図で示し計 41 枚になった．プログラムの進行によって，どの変数と配列の要素が対象になっているかを明確にするために，該当する要素の長方形を水色で塗りつぶす工夫を行った．等差数列を 10 項求める様子を図 9 に示す．

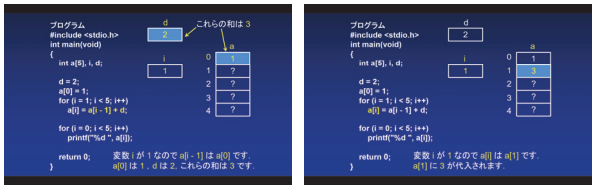


図 9 等差数列を求め配列の要素に代入する様子（抜粋）

初学者にとって等差数列と等比数列のプログラムは，まったく異なるプログラムと思われがちである．しかしこの違いは，公差を加えるか公比を掛けるかの違いでしかなく，プログラムはほとんど同じであることに気が付く．解いている問題が違っていても，プログラムはほとんど同じである点は，興味深いことである．

さらに，プログラムを書き換え，直前の 2 つの項を加えることによってフィボナッチ数列を求めることができる．フィボナッチ数列を 10 項求める様子を図 10 に示す．スライドは，計 47 枚になった．

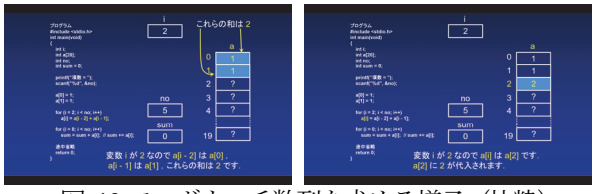


図 10 フィボナッチ数列を求める様子（抜粋）

以上，プログラムの実行に同期する方法で，内部でどのようなことが起こっているのかを，パラパラ漫画の原理でスライドを工夫した例を述べた．このような補足資料は電子教科書に組み込むことは容易であるが，書籍に組み込むことはページ数の大幅な増加につながり，現実的でない．ここでも電子教科書と書籍の両立は難しい．

4. モデル化とシミュレーション補足資料の工夫

教科書の第 4 章はモデル化とシミュレーションを取り上げている．内容は鶴亀算から始まり，連立方程式で解く方法，クラーメルの公式で解く方法，売上最大化を解く方法を取り上げている．中でも売上最大化のプログラムは，考え方が難しいため，補足資料を工夫した．

4.1 売上最大化の問題

ここで取り上げる問題は，「たこ焼き」と「鯛焼き」の A セットと B セットを考えるものである．A セットは，「鯛焼き」5 個と「たこ焼き」3 個で 1400 円，B セットは，「鯛焼き」3 個と「たこ焼き」2 個で 900 円である．「鯛焼き」の残数が 129 個，「たこ焼き」の残数が 79 個の場合，売り上げが最大になる組み合わせを求める問題として取り上げている．

この問題を解くためにはモデルを作成し，そのモデルを使って実現可能なすべての組み合わせをシミュレーションし，売り上げが最も高い組み合わせを発見することを行う．ここでの補足資料は，プログラムの進行に合わせ，内部でどのようなことが起こっているのかではなく，考え方を理解させ，プログラムでどのように記述するのかに重点を置く工夫を行った．

4.2 前提条件の表示

前提条件となる A セットと B セットの様子を図 11 の左側に示した．残っている「鯛焼き」と「たこ焼き」の数を絵で表示し，絵の個数も合わせ図 11 の右側に示した．

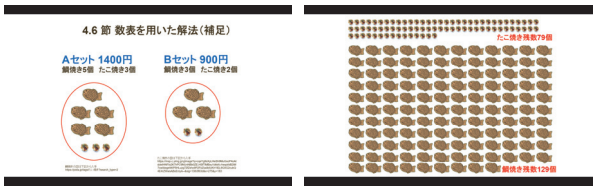


図 11 前提条件の表示

4.3 A セットの数の算出

ここでは A セットに着目し，残った「たこ焼き」の個数から A セットがいくつ作れるかの式を図 12 の左側に，残った「鯛焼き」の個数から，A セットがいくつ作れるかの式を図 12 の右側に示した．

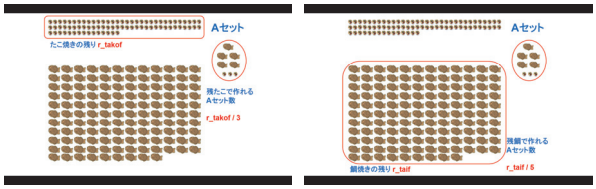


図 12 A セットの個数

残った「たこ焼き」の個数から，A セットがいくつ作れるかを求めるプログラムを「たこ焼き」の図と併記し図 13 の左側に，残った「鯛焼き」の個数から A セットがいくつ作れるかを求めるプログラムを「鯛焼き」の図と併記し図 13 の右側に示した．この工夫は，ソースプログラムの記述が，具体的にどのようなことを行っているかを図に関連付けている点である．

次は，少ない方の数を採用する必要がある．残った「たこ焼き」の数から A セットが 26 個，残った「鯛焼き」の

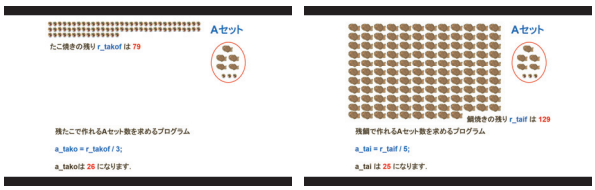


図 13 A セットの個数を求めるプログラム

数から A セットが 25 作れることが分かり，少ない方の 25 を採用する必要がある．もし 26 個を採用すると，「鯛焼き」きが不足する事態を招く．このようなロジックは，初学者にとって頭では分かるものの，プログラムでどのように記述すればよいのかは難しい．図 14 の左側にこの判定を行う if 文の部分を，右側にはプログラムを示した．

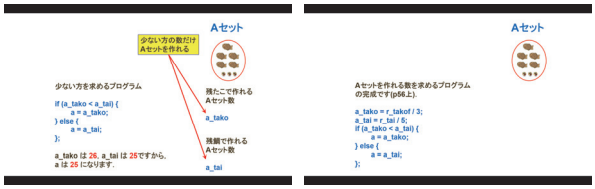


図 14 小さい方の判定

25 個の A セットを作った結果，残りの「たこ焼き」と「鯛焼き」の個数は共に 4 になる．この様子を図 15 の左側に，これを実行するプログラムを図 15 の右側に示した．

図 15 残りの「たこ焼き」と「鯛焼き」の個数

4.4 B セットの数の算出

残った「たこ焼き」の個数から B セットがいくつ作れるかを図 16 の左側に，残った「鯛焼き」の個数から B セットがいくつ作れるかを図 16 の右側に示した．

図 16 B セットの個数

この時，少ない方の数を採用する必要がある．残った「たこ焼き」の数から B セットが 2 個，残った「たい焼き」の数から B セットが 1 個作れることが分かり，少ない方の 1 を採用する必要がある．もし 2 個を採用すると，「鯛焼き」が不足する事態を招く．図 17 の左側にこの判定を行う if 文の部分を，右側にはプログラムを示した．

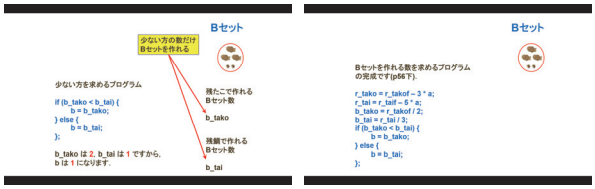


図 17 小さい方の判定

4.5 シミュレーションの実行

以上のモデルを活用し，A セットは 25 から始め B セットがいくつ作れるかを，A セットが 1 になるまで順番に調べる．この様子を図 18 に示す．この過程の中で売り上げが最大になる組み合わせを求めることになるが，紙面の都合でスライド等は省略した．売上最大化の問題のスライドは，計 27 枚になった．考え方が理解できないとモデルを作ることはできない．モデルが作れないとプログラムを作れないことになり，補足資料は欠かせない．

図 18 シミュレーション（抜粋）

5. おわりに

本論文では，電子教科書と書籍の両方を使った 2 年間の授業を取り上げ，その工夫について述べた．補足資料の内容は，電子教科書に組み込みやすいが，書籍に組み込むとページ数の大幅な増加につながり，価格への影響が大きく現実的ではない．Zoom の録画内容を電子教科書に組み込むことも容易であろうが，画質や音質の問題が残る．さらに LMS のように小問を電子教科書に組み込むことも可能であろう．今後，電子教科書に何をどこまで組み込むべきかは，難しい問題である．このような問題を含め，今後は書籍を止め，電子教科書へ移行することを検討していく必要がありそうである．学期末に調査した授業に対する要望感想の中に以下のものがあった．

- とても分かりやすい授業で今自分が何をやっているのが何なのかが常に理解できていたのでとても役にたったと感じました．
- この授業を通して、よりプログラミングへの興味を持つことができました。

電子教科書や書籍を活用しながら，録画，LMS の活用，補足資料等の効果が総合的に出ているものと考えている．

これまで電子教科書は VW-eBooks 専門書学習ビューアで利用してきた．9 月からは EDX Uni Text に変わるそうである．さらに使い勝手が良くなり，受講者の学習意欲の喚起につながることを期待したい．

参考文献

(1) 土肥紳一：電子教科書「ためしながら学ぶC言語」を活用したC言語プログラミング入門教育の実践，PC カンファレンス 2021 講演論文集，pp.30-33（2021）．

(2) コンピュータプログラミング I (EK 科)2021 年度 土肥クラス web サイト，https://dohi.chiba.dendai.ac.jp/~dohi/computer-programming-1-2021/ek/，2022 年 6 月 19 日閲覧．

オンライン・オープンソースを活用した プログラミング x 数学 x アートの学び

中島さち子*1
Email: sachiko.nakajima@steam21.com

*1：東京理科大学理数教育研究センター数学体験館副館長

◎Key Words　オンライン教育，オープンソース，プログラミング，デジタルアート，数学，GIGA

1. はじめに

2020 年度から全面実施された学習指導要領[1]において，小学校プログラミング教育が必修化された。また，2022 年度より高等学校で開始した学習指導要領[2]では情報科関連の内容が大きく改訂され，2025 年度から大学入試共通テストとして「情報 I」の科目が出題される。また，2020 年より始まった COVID-19 パンデミックによりオンライン教育の比重は世界的にも一気に高まった。2019 年 12 月に文部科学省より発表された「GIGA スクール構想」[3]は全般前倒しとなり，全国の多くの小中学校では一人一台 PC やタブレットなどの端末が準備される，など，日本の学校における ICT 環境は近年劇的に変化している。しかし，どのように学校でプログラミング教育や ICT の活用を行っていけば良いかわからない，や地域格差などの教育現場の課題も多い[4]。

一方，世界では，さまざまな知を人々が開いて共有し知の格差を是正していこうとするオープンラーニングの流れが急速に進んでいる。1998 年オープンソースソフトウェア（Open Source Software : OSS，以下 OSS とする。OSS : ソースコードが入手でき、目的を問わず利用、修正、頒布できることの明示的な許可および、それを利用する個人や団体の努力、利益を遮ることがないライセンスを適用したコンピューターソフトウェアと、そのソフトウェア開発の手法）という用語が正式に提唱され，組織 OSI（Open Source Initiative）が立ち上げられた。また，2001 年にマサチューセッツ工科大学（Massachusetts Institute of Technology : MIT，以下 MIT とする）が大学における全授業を無償公開すると宣言し，オープンコースウェア（Open Course-Ware : OCW，以下 OCW とする）の流れを生み出した。MIT における OCW の成功を受けて，ハーバード大学やコロンビア大学などが Coursera, Udemy, edX といった MOOCs（Massive Open Online Courses，インターネットを通じて有名大学が無料で講座を展開）を開始した[5]。2008 年には GitHub が立ち上がり，世界中のエンジニアの間でオープンソースコミュニティが生まれ，イノベーションや教育も飛躍的に推進されている。英語圏中国圏の情報教育では，このように OSS を活用した OER（Open Educational Resources，開かれた教育リソース）が多く生まれており，それは教育格差是正やイノベーション創出にも繋がっていると考えられている[6]。

一方，日本語圏の人口が少ないこともあり，日本ではこうしたオープンラーニングの勢いは英語圏中国圏に比べて弱い。文部科学省はプログラミング教育の指導案や授業実践事例なども一部公開している[7]が，プログラミング的思考としての事例が多く，ソースコードまで公開されて実際にリテラシーとしてプログラミングを用いて何か作品やプロトタイプを制作させることを促進するものはほぼない。その中，筆者は経済産業省「未来の教室」にて 2020 年度より STEAM ライブラリーを開設し，企業や大学，学校が主体となったさまざまな学際的な STEAM プログラムの動画・ワークシート・指導ガイドを開発し無償公開している[8]。筆者らは，中でも，21 世紀の STEAM リテラシー “Playful steAm シリーズ” を展開し，“Playful Coding” [9]プログラムでは，世界のオープンソースプロジェクトの中で最もよく利用されているプログラミング言語の一つである JavaScript を簡単にライブラリ化した p5.js を用いている。ここでは，使い方の動画やワークシート，指導ガイドとともに必要なソースコードを OSS ライセンスで公開しており，英語圏におけるニューヨーク大学ダニエル・シフマン教授の YouTube “Coding Train”の簡易日本語版となっている。p5.js は，元々アーティストやデザイナーのために開発されたプログラミング言語 Processing をさらに簡素化したものであり，言語の中身は日本の学習指導要領上では中学・高校の数学科（座標平面，座標平面の移動，図形と方程式，関数，変数他）に近い。また，アーティストのために開発された言語であるため，コードの基本が「キャンバス」に「スケッチ」を描く，など，絵画の視点で作られており，多様な作品制作に向いた言語となっている。つまり，数学・科学・アートなどと絡みあう学際的な STEAM 教育の一環として p5.js は有効と言える。

p5.js は JavaScript であるため，ウェブエディタを利用した場合は，URL にて互いの作品を共有したり，校正・協働することが容易である。そこで，筆者らはソースコードの共有・無料公開や OER の開発・無償提供を開始した。また，関連研修やワークショップ，メンタリングなどを，主にオンラインにて開発し，有償提供を開始した。

本稿では実際に COVID-19 パンデミックの中で OSS や OER : STEAM ライブラリー“Playful Coding”を活用して実施した特徴的なオンライン学習事例のうち，カンボジアの方々の事例を紹介する。なお，彼らのデジタルアート作品はさまざまな数学やプログラミングの理解と活用に基づいており，数学やプログラミングが多様なアートの表現の幅を広げることを実証する好事例ともなっている。将来は原則として学習素材や事例作品が無償公開され，OSS 定義のライセンスで共有・編集可能となることで，日本語をベースとした情報教育が飛躍的に促進していくこと，および情報教育が数学やアートと密接に結びついて発展していくことを目指している。

2. OSS・OER を活用した実証事例の基本情報

2.1 OSS としての p5.js 概要

p5.js は，JavaScript のライブラリであり，アーティストやデザイナー，教育者，プログラミング初学者にとって容易に始めることができる創造的なプログラミング言語であり，無料のオープンソースソフトウェアとして誰でも利用することができる。ジェンダーや人種，セクターや文化などが多様な人々によって協働開発されており，Processing Foundation やニューヨーク大学芸術学部 ITP 大学院などのサポートを受けている。また，ウェブエディタも無償公開されており，自分の作品をクラウド上で保存し，URL で作品をやりとりすることが可能である。実際に絵で描くアートと異なり，アニメーションや html5 をベースとしたインタラクティブな表現を生み出すことが可能である。言語としては，英語・スペイン語・中国語・韓国語・ヒンディ語に対応している（一部日本語も対応）。

2.2 p5.js を利用した OER としての “Coding Train” および “Playful Coding”

“Coding Train” は，2006 年よりニューヨーク大学 ITP 大学院シフマン教授が展開する YouTube チャンネルであり，2022 年 6 月現在，登録者数は 144 万人にのぼる。動画によるチュートリアルで，シフマン教授がコードとホワイトボードなどを行き来しながら楽しく展開している。基本的にチュートリアル内で扱われるコードは全て OSS の定義に基づき公開されている。内容は，プログラミング初心者向けのプログラミング言語の基本からデジタルアート全般，さらには “Coding Challenge” として機械学習，自然科学のシミュレーション，応用数学の視覚化など幅広いテーマを扱っており，累計数百本の動画は世界中で計 1 億回以上視聴されている。数理科学・生命科学などとの学問的・学際的な連携が見られる点も特徴的である。

一方，“Playful Coding” は経済産業省「未来の教室」STEAM ライブラリーで 2021 年 3 月に株式会社 steAm がリリースしたプログラムであり，日本語にて動画チュートリアルとともに，ワークシートや指導ガイド，コードを展開している。以下の 9 コマ（Module）から成り立つ。

表 1 “Playful Coding” の 9 コマの流れ

コマ(Module)	ポイント
1	全体の概要 / 環境の準備
2	21 世紀の図工！プログラミングで絵を描こう Part 1（RGB の考え方，2進法）
3	21 世紀の図工！プログラミングで絵を描こう Part 2（座標平面，楕円他）
4	アニメーション Part 1 お絵かきツールをつくる（マウスの座標をとる）
5	アニメーション Part 2 変数とは？・ボールを動かそう
6	アニメーション Part 3 条件 if 文を学び、跳ね返るボールを描こう
7	アニメーション Part 4 美しい幾何学模様を描こう（座標平面の移動）
8	インタラクションとは（クリック他）・たくさん繰り返す（ループ）
9	21 世紀メディア コンセプトを作り形にする

また，別途，“Playful Coding” のウェブサイトも立ち上げ，用語のリファレンスが日本語で準備されている。
http://playfulcoding.jp/

2.3 実証事例概要：カンボジアの方々との実証

今回は，カンボジアの山本日本語学校卒業生の方々（カンボジア人であるが，普段は現地の旅行会社で日本語ガイドとして活動するため日本語での会話が可能）を対象としたオンラインプログラミング学習の様子を報告する。

対象は，20 代から 30 代のカンボジア人 6 名，日本人コーディネーター 1 名であり，パソコンやインターネット環境は現地旅行会社から一人一人に支給されたノートパソコンと有線・Wi-Fi インターネット環境を用いて，オフィスおよび自宅で作業を自由に行った。また，彼らは普段は日本語ガイドの仕事をしているが，パンデミックの中 2021 年度は仕事が激減しており，時間がある状態でプログラミング学習を開始した。

2021 年 8 月時点では全員プログラミングの経験は皆無であり，慣れない日本語でのやりとりとなったため難しい点もあったと想定されるが，週 2 回の大学生メンターとの勉強会（交流会）と共に日々オンライン上で “Playful Coding” の動画・ワークシート・指導ガイド・例となるコードを活用し，数回のオンライン研修などを通して学習を進めていった。オンライン交流では遠隔会議ツールである Zoom を利用した。学習の際の言語としては主に日本語を用いたが，カンボジア側でも現地のクメール語で互いに学びを深めた。

なお，週 2 回のオンライン勉強会は，やはりプログラミング初心者である四国大学などの大学生を中心に，原則各々が作ってきた作品を見せ合い，感想や助言を言い合うという形とし，誰かが何かを「教える」のではなく部活のように交流し学び合う場として設計した。

3. カンボジアにおける OSS・OER を活用したプログラミング教育事例報告および簡単な考察

2.3 の結果，日常の学習では “Playful Coding” を活用し，以下のように，各々飛躍的な成長が見られた。

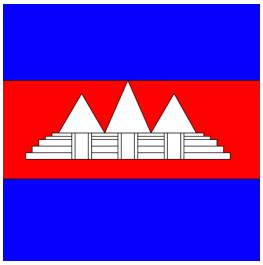


図 1：「カンボジアの国旗」
（カンボジア A さん，2021 年 9 月）

図 1 のように，8・9 月頃は座標平面や，図形の座標平面上での表現を理解し，動かないが精緻なアート作品を作り始めた。この時点で数名がプログラミングに没頭しはじめ，「朝から晩まで描いている」状態となった。ただし，図 2 のように，図 1 のソースコードの中身ではまだ変数も使われておらず，長方形も三角形も全て手動で座標を微調整しながら都度数字を書き込んでおり，まだ Computational（計算論的，数理的）な側面は少ない。簡単な顔やパンダを作る人もいれば，図 1 のように徐々にカンボジアらしい作品を作る人が出てきた。

```
fill(255, 255, 255);
triangle(125, 140, 160, 200, 90, 200);
triangle(195, 120, 230, 200, 160, 200);
triangle(265, 140, 230, 200, 310, 220);

rect(80, 200, 30, 05);
rect(70, 205, 40, 10);
rect(60, 210, 50, 10);
rect(50, 220, 60, 10);
rect(40, 230, 70, 10);
```

図 2：図 1 のソースコードの一部

その後，図 3 は実は画面の左から右へ牛車が動いている作品となる。10・11 月頃には 4–6 コマ目に入り，変数の概念を理解し，画像を動かし始めた。また，この頃は日本の大学生とカンボジアのメンバーが勉強会を通じてコミュニティ化し，ここでカンボジアの牛車になぜか日本の大学生が描いたサンタクロースが乗る，などといったウェブ上での協働が生まれた。

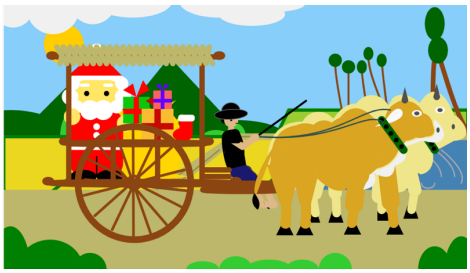


図 3：「牛車とサンタクロース」（カンボジア B さん＋日本の大学生 C さん，2021 年 11 月）

```
//cloud(くも)
push()
translate(cloud,-cloud);
fill(240);
noStroke();
circle(10,10,60);
circle(70,10,80);
circle(130,0,70);
ellipse(190,0,120,50);
ellipse(320,0,120,50);
ellipse(390,5,120,25);
ellipse(370,20,100,35);
pop()
```

```
push()//前足1
rotate(0.12);
rect(505, 155, 20, 45, 8);
pop();
```

```
if(sun>70) {background(255,127,30); }
if(sun>120) {background(255,165,0); }
if(sun>150) {background(47,79,79);}
```

図 4：図 3 のソースコードの一部

なお，この牛車が右まで通り抜けると景色は夜となり蛍が舞う状態となる。このように，図 4 のように条件文 if を用いてシーンを切り替えることもできるようになった。また，この頃から，オンラインを通じて，より深い文化交流も生まれはじめ，カンボジアの文化を日本人に伝えたいという想いが芽生えていることが見てとれる。

また，図 4 にあるように，11 月頃には日本側・カンボジア側共に座標平面の平行移動や回転移動，関数，変数などを用いて，アニメーションを生み出すことができるようになった。数学概念の理解やテクノロジーを扱う技能が深まれば深まるほど，作品が動きや変換を含むものに成長したり，表現したいアートの幅が広がり，オンライン上での文化交流も深まっていく様子が観察された。このように，“Playful Coding”などの OER やオンライン上でのコミュニケーションを通じて，数学やプログラミングの力が育成され，結果として多様な幅のアート表現や文化交流がオンライン上で行われ得ることが実証された。

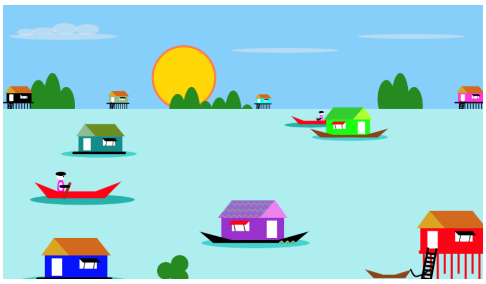


図 5：「トンレサップ湖の巨大水上集落」（カンボジア D さん，2022 年 1 月）

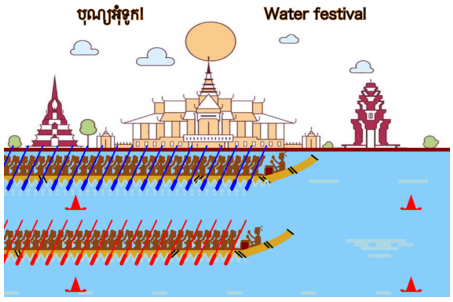


図 6：「水祭り：ボートレース」（カンボジア E さん，2022 年 1 月）

```
//ぜん（オール）
push();
translate(oar,0)
oar=oar+1
if(oar>5){oar=0}
var y=0
while(y<=400){
stroke(0,0,250);
strokeWeight(2);
line(y+400,255,y+422,302);
strokeWeight(5);
strokeCap(ROUND);
line(y+422,302,y+427,313);
y=y+20
}

w4=w4+speedw*directionw
if (w4> 5) {
directionw = -1;
} else if (w< 0) {
```

図 7：図 6 のソースコードの一部

図 5・図 6 で見てとれるように，8・9 月の頃はあまり深く考えずに「遊び」としてさまざまな作品に取り組んでいたが，1 月頃には描きたいものや描きたい理由としての「コンセプト」が形成されていることがわかる。今回のカンボジアでの実証事例では，最終的に「見て魅てカンボジア！」というプロジェクトとなり，カンボジアの文化を写真だけではなく彼ら自身が試行錯誤して作ったデジタルアートとして表現し紹介したい，という情熱やコンセプトが生まれた。実際，日本側は，トンレサップ湖の巨大水上集落の様子や水祭りのボートレースの様子などはこうしたデジタルアートを通じて生き生きと，初めて知るこ

ととなった。もちろん写真や動画を通じても文化に出会うことはできるが，こうしたデジタルアートの文化発信の可能性を改めて感じるに至った。アート表現の多様化や深化の背後には，やはり数学やプログラミングの知識・技能の向上がある。実際，図7に見られるように，1月頃にはwhile文を使って「変数が一定の数値を超えるまでは〜〜を繰り返す」といった繰り返し構文を変数や座標平面の移動と合わせて理解し活用するようになっており，徐々にコードも必要に応じて短縮されたり，より複雑に重層化した変数・関数の利用がされている。また，音楽や画像素材の取り込みも行われ，マウスのインタラクションによって場面や音量が変わる，などの指示も数学概念を用いたテキストプログラミングによって行われている。

何よりも，元々プログラミングを全く知らなかったカンボジアの方々が，国境や時間・場所の限界を越えたオンライン教育やOSS，OERを活用して劇的にプログラミングのスキルを身につけ，喜びを感じ，「寝食を忘れるほど夢中に」なったことを見て，プログラミング教育におけるオンライン・オープンソース活用の大きな可能性を感じた。なお，コロナ禍にあって，彼らはプログラミングを「未来へのチャレンジ」ととらえ，プログラミングを通じて希望を見出した。コロナ禍で「成長」できたレアケースだと語っている。

また，本ソースコードの中には先に記載の通り，座標平面をはじめとする多くの数学が使われている。徐々に数学概念の理解としても，座標平面，座標平面の移動，関数，変数，ループの考え方（図7ではwhileと変数を用いた構文）などの理解が深まっていることがわかる。こうした概念は，日本では大学入学共通テストの数学などで扱われる考え方である。しかし，テストにて問われるより，デジタルアート作品を創るプロセスの中で応用されることで，より深い概念理解に至るのではないかと推測される。このような「応用」は，ブルームの認知的領域[10]のスキルのステージでは，知識・理解・応用・分析・統合・評価の3ステージ目であり，高度な認知領域に属している。プログラミングのデバギングの際には分析，全体設計に際しては統合・評価・創造的な力も養われると考えられる。

4. おわりに

世界では，21世紀に入り，OSSやOERの活用が広がり，教育格差是正やイノベーション創出が加速している。一方，日本では情報教育の大幅変革が始まり，小学校からプログラミング教育が開始し，GIGAスクール構想による学校教育におけるICTの活用も急務となっている。

今回，日本からカンボジアに提供したプログラミング教育は主にOSSやOERを活用し，全てオンラインにて行っており，パンデミックの中でも実施することができた。また，OSSやOERを活用すれば，プログラミングを全く知らない方々であっても，オンライン教育のみで一定のプログラミングを用いたデジタルアートアニメーションやインタラクティブなデジタルアートを制作することができることがわかった。

本事例は，オンラインやオープンソースを活用することで，プログラミング・数学・アートといった領域を横断する学際的な学びを，構築主義的に創作を通じて行うことができることを証明するものであると言える。

また，OSSやOER，オンライン教育を活用することで，例えば本事例ではカンボジアまでの渡航費用を一切使っておらず，その点においても格段に費用を押し下げている。今後も原則日本発信のOSSやOERを用いることで，今後も，カンボジアにおけるプログラミング教育を継続的に安価に推進していくことができることがわかる。

このように，オンラインやオープンソースを活用した学びは，場所や時間の制約を超えて，継続的に社会全体が情報教育を創造的に推進していく上では非常に大きな意義や可能性を持つことが示唆されている。

なお，本論文では扱わないが，カンボジアの事例以外でも，ウェブ上でのOSSやOERをベースとした学び方で，プログラミング初学者から，多くのインタラクティブで創造的なデジタルアート作品が生まれている。例えば日本の中学校や高等学校など学校教育への導入方法は，「3時間のリアルワークショップと数回の放課後オンラインメンタリング」「情報や探究の週2時間の授業を活用した3ヶ月程度の学習と数回のオンラインメンタリング」などさまざまである。これらの事例は，国内の学校における情報教育や学際的な探究学習へのプログラミングの活用においても，OSSやOERが重要な役割を果たすであろうことが示唆されている。また，カンボジアの事例をはじめ，多くの場合，プログラミングの学習を通して「コンセプトを作る力」「アイディアを形にする力」「試行錯誤する力」など，創造性とイノベーション，批判的思考や問題解決，メタ認知などの21世紀型スキル[11]に関わる力において著しい成長が見られた。また，国際文化交流の一環としても，こうしたプログラミングを用いることができることがわかり，今後日本国内の情報教育のみならず，日本から国外への教育輸出の観点からも情報や数学，アートを絡めた発信が期待できることを本事例は示している。

参考文献

(1) 文部科学省：“小学校学習指導要領解説 総則編”，東洋館出版社，東京（2018）.
(2) 文部科学省：“高等学校学習指導要領<平成30年告示>解説 情報編”，開隆堂出版，東京（2017）.
(3) 文部科学省：“GIGAスクール構想の最新の状況について”，文部科学省教育課程部会（第124回），東京（2021）.
(4) 登本洋子，高橋純：“初等中等教育における情報端末の整備と活用に関する教員の意識”，日本教育工学会，45巻，3号，pp. 365-373（2021）.
(5) Robert A. Rhoads：“MOOCs, High Technology, and Higher Learning”, JHU Press, Baltimore (2015).
(6) Fahad Sherwani, Muhammad Mujtaba Asad, Prathamesh Churi, Razali Bin Hassan: “Innovative Education Technologies for 21st Century Teaching and Learning”, CRC Press, Florida (2021).
(7) 文部科学省：“小学校プログラミング教育の手引”，初等中等教育局学校デジタル化プロジェクトチーム，東京（2020）
(8) 経済産業省「未来の教室」事務局：“STEAMライブラリーご紹介”，経済産業省教育産業室（2021）
(9) 株式会社steAm，“Playful Coding”，経済産業省「未来の教室」https://www.steam-library.go.jp/content/37(accessed: 2022-6-23).
(10) Bloom, B.S.: “Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals”, NY: Longmans, Green, New York (1956).
(11) Patrick Griffin, Barry McGaw, Esther Care (eds.): “Assessment and Teaching of 21st Century Skills”, Springer, New York (2012).

チャットボットのルール記述を利用したAIとプログラミング教育の試み
—初等中等教育での論理的思考力育成利用に先駆けた文系大学での実施報告—

吉田 智子*1　藤田 昭人*2
Email: tyoshida@notredame.ac.jp

*1：京都ノートルダム女子大学　教育センター
*2：プログラマー

◎Key Words　　AIと人間の共同作業，チャットボット，プログラミング教育，論理的思考力

1. はじめに

2020年度からの小学校学習指導要領には,「児童がプログラミングを体験しながら，コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」が盛り込まれ(1)，多様なプログラミング的思考を身につける教材が提案されている(2)。また，中学校の技術・家庭科の技術分野においては，2012年度よりプログラミング教育が実施されており，ロボットや車以外の題材も提案されてきた(3)。そして2022年度からは高等学校においてもプログラミングの単元が含まれる「情報I」が必修となった(4)。

さらに我が国では、内閣府よりSociety5.0（サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させた新たな社会の実現）を目指すことが発表されており(5)，人工知能（以下，AI）に関する学びが学校教育の中でも必要となっている。

そのような背景の中で，著者らは今回，**「チャットボットのルール記述を利用したAIと人間の共同作業を学ぶための教材」**を開発した。これは，童話の読み聞かせをする音声チャットボットを用いた教材である。チャットボットとは「会話できるロボット」という意味を持つ言葉で，AIを利用した**自動会話プログラム**である。

このチャットボットに対して学習者がAIのトレーナーとしてルールセット（質問と答えのペア）を定義しておくことにより，自動会話が可能になる。学習者はルールセットの記述および，質問や発話をするチャットボットの利用に，PC，スマホ，タブレットのいずれかのWebブラウザを利用する。

このAIの理解に関わる教材が，初等教育で求められているプログラミング的思考を学ぶために使えると同時に，中等教育で本格的にプログラミングを学ぶ際の準備として使えると考えた。そこで，初等中等教育での教育教材としての利用に先駆けて，筆者の職場である文系大学の「インターネット社会論」の授業内で利用したので報告する。

2. 「インターネット社会論」の授業での利用

2.1 授業実施時期及び受講者

「インターネット社会論」という科目は，京都ノートルダム女子大学 国際言語文化学部 国際日本文化学科の専門科目である（90分授業を15回で2単位）。2年次生以上向け選択科目であり，他学部の学生の履修も認めている。実施時期は，2021年度の後期授業（2021年10月～2022年1月）で，受講したのは他学部の3年次生1名を含む31名であった。

2.2 授業内容

「インターネット社会論」の15回の授業の中で4回，本教材を中心にAIと人間の共同作業に関して学んだ。4回の授業のうち，3回は開発者の藤田が担当し，1回（第10回）は授業担当者の吉田が担当した。

詳細は，次の表1の通りである。

表1「インターネット社会論」8回～11回の授業概要

回	内容
第8回	総務省の「情報通信白書」より，人工知能の進化が雇用等に与える影響を学んだ後，**チャットボットとは何か**，さらには，商用チャットボットが人間に寄り添う応答例を考えた。その後，開発教材の概要を紹介した。
第9回	対話システムの今昔と題して，対話コーパスの具体例を紹介した。スムーズな応答を機械にさせようとすると，対話コーパスを10万ペア程度用意する必要があることを説明した。今回のシステムでは，**一つの段落に対して，質問文を一つ，想定応答文に即した返事応答のペアを三つ，想定が外れた時の応答文を一つ入力する**という仕様を紹介した。
第10回	チャットボットを含む，**AIに関する講義**を行った。近年のAIブームの要因が主に三つあること（機械学習の技術，ハードウェアや通信コストの進化，大量のデータが得られるようになったこと）や，現在のAIは特化型AIであることを紹介した。
第11回	**19段落のシンデレラのストーリーに対して，各自がルール記述**をして，実際にどのように応答するかを実験した。他人の記述を紹介することで，想定応答文とそれに即した返事応答の上手な書き方を学んだ。

3. ルール定義の記述から応答までの流れ

3.1 ルール定義の記述画面

ルール定義は，それぞれに異なるものが保存できるため，最初に学籍番号などを入力し（図1），Edit Rulesのボタンを押して，記述画面に進む（図2）。

図１　入力開始時の画面

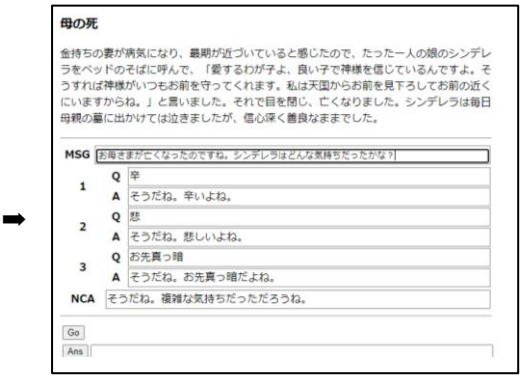


図２　ルール定義を記述する画面

Whole Story のボタンを押すことで，ストーリーの文章とルール記述がどちらも書かれた画面を開き，編集することもできる。

3.2　読み聞かせ画面

Reading Aloud のボタン押すことで，読み聞かせの画面に進むことができる。

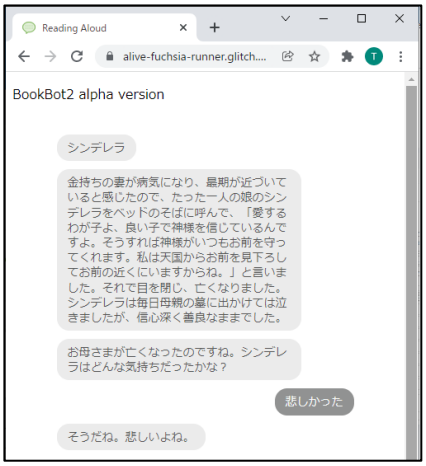


図２の 2-Q 2-A に対応

図３　図２のようにルール定義した場合の返答

チャットボットは図２の画面で書いたルール通りの応答を返していることが，図３で確認できるであろう。つまり，このルールの定義は，プログラミングの条件分岐の記述に相当する。MSG の行に書いた質問の応答の条件のいずれかに該当すれば，それに対する返答がなされ，それ以外の時には NCA に書いた返答が表示される。

4.　この教材のプログラミング教育との関連性

この教材が，初等教育で求められるプログラミング的思考を学ぶために使えると考える理由は，「この表現が登場したらこの応答を返す」というチャットボットのルールセットの定義には，プログラミングにおける条件分岐を書く論理的思考力が要求されるからである。

今回の実習の感想には，「ルールを考えるのは難しい」との感想があった一方で，すぐに記述のコツをつかんで，楽しそうに記述している学生も見られた。この違いは，この教材が条件分岐の概念を要求していたことに起因すると考えられる。そのため，この教材を使った実習が，本格的にプログラミングを学ぶ際の事前学習として使えると考えた。

さらに，この教材での実習では，AI が人間の指示通りに動いていることも実感できる。今回の実習を行った大学生を含み，普段の生活ではコンピュータが動く舞台裏は極力隠されているので，「AI は脅威である」と思いこんでしまう場合がある。しかしこの実習を行うことで，人間がたくさんのデータを与えているからチャットボットが返答できているという構図が実感できる。**AI にきちんと学習させるためには，たくさんのデータが必要**で，AI には人間との共同作業が不可欠なことが体験できる点に，この教材の意義があると感じた。

プログラミング教材には，ロボットや車を動かすものが多く蓄積されている。しかし，学研総合研究所が 2018 年に「プログラミングを学ぶのにしたいこと」を小学生に質問したところ、男子に人気だった「ロボットや機械を動かしたい」(47.8%)、「ゲームを作りたい」(39.3%)に対して，女子に人気なのは「絵を動かしたい」(31.2%)、「曲を作りたい」(17.8%)であった[(6)]。筆者はプログラミングの教材テーマのために，女子がプログラミングは自分から遠い分野であるという認識を強化することを危惧している。そのため，この女子も楽しめる「読み聞かせ」というテーマのチャットボットをプログラミング教育の教材のテーマとすることに意義があると考えている。

5.　おわりに

本稿では，初等中等教育でも利用できると思われる，チャットボットのルール記述を利用した授業実践を報告した。なお，本教材のシステム構成については，2022PC カンファレンス分科会のポスター発表“音声チャットボットによる対話型 AI 体験実習”でより詳しく発表される。

参考文献

(1) 文部科学省：“「生きる力」小学校学習指導要領”，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/05/12/1384661_4_2.pdf，文部科学省（2017）.
(2) 松田悠　他著：“小学生への食育におけるプログラミング的思考を身につける実践と検証”，情報処理学会第 84 回全国大会，pp. 4-425～4-236（2022）.
(3) 吉田智子，中村亮太，酒井知果，松浦敏雄：“かわいいモノ作りを通してプログラムを学ぶコースウェアの提案と実践”，情報学，14 巻，1 号，pp.16-30（2017）.
(4) 文部科学省：“高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説「情報編」”，https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf，文部科学省（2018）.
(5) 内閣府：“第 5 期科学技術基本計画”，https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf，内閣府閣議決定（2016）.
(6) 学研教育総合研究所：“小学生白書 Web 版（2018 年 9 月調査）”，プログラミング教育で学びたいこと、男子は「ロボット」や「ゲーム」、女子は「絵」や「音楽」が人気！ https://www.gakken.co.jp/kyouikusouken/whitepaper/201809/chapter7/08.html (2019)

簿記習熟と論理的思考力
―視覚に訴える教育実践の功罪―

来栖正利*1
Email: Masatoshi_Kurusu@red.umds.ac.jp

*1：流通科学大学商学部経営学科

◎Key Words　貸借平均の原則、加算的減算、残高、等価交換、論理的思考力

1. はじめに

「簿記に関する①知識と②技術を習得させ、③その基本的な仕組み」の理解促進を高等学校学習指導要領は謳っている。とはいえ、学習者が簿記会計の初学者であるか否かを問わず、この教育効果の享受を自ら断念する学習者の数が顕著に増加しているように筆者(来栖)は感じる。

当該学習者に共通する事項は簿記技法の習得を暗記に頼り、当該技法の理解を疎かにしていることである。このような仮説を構築し、その検証を行うべく③の理解を主軸に据え、①②の習得を目指す教授法を考案し、実践している。Word 等を用いた学習者の視角に訴える教授法の実践から観えてきた学習者の現状を報告する。

本報告の構成は次の通りである。第一に、合計残高試算表を説明する際に言及する貸借平均の原則が簿記一巡の流れを根幹で支え、これが記帳技法と計算思考を形成・機能させていることを論じる。第二に、足し算の発想に基づく加算的減算という計算思考が減算結果(差額)とは異なる「残高」概念を創出することを確認する。

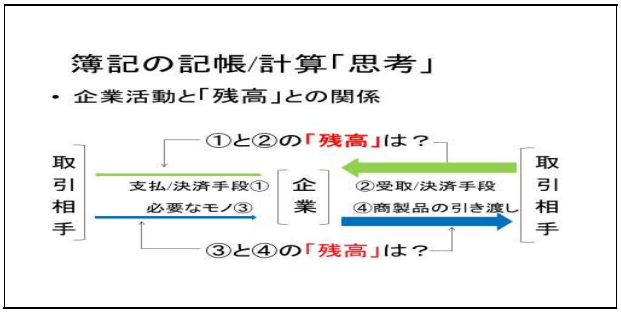
第三に、記帳技法が取引実態の中から等価交換が成立する会計事象だけを記帳対象にしていることを確認する。第四に、簿記一巡の流れに論理的飛躍がないことを確認した上で、簿記技法の習得に反復練習を必然とするものの、学習者の論理的思考力の強化が簿記技法の習熟度にプラスの影響を与えると結論づける。

2. 簿記技法のからくり

2.1 貸借平均の原則

借方合計と貸方合計が等しいという貸借平均の原則が簿記一巡の流れに底流する基幹概念である。これを学習者に認知させるために、開いたノートに例えて説明を行う(図 1)。ノートの左右のサイズが同じであるという事実そのものが制約条件となり、これが加算的減算に基づく差額計算を可能にすることを説明する。

図 1　ノートに見立てた貸借平均の原則の説明



2.2 コメント

学習者(初学者)に対する簿記または仕訳のイメージを持たせるために、T(勘定形式)を示しながら、簿記が左右に(仕訳を)記入していく等の導入説明を行うことが多いと思われる。これを学習者の視角に訴え、直観的な理解を得ることを志向して図 1 のスライドを作成した。

ただし、簿記の計算思考が貸借平均の原則に準拠していることを学習者が理解するという筆者の期待とは裏腹に、この説明は(a)数学に対するイメージを抱き、拒否反応を示し、自ら学習を断念する学習者と(b)数字合わせのゲームと直観的に認識する学習者を生み出す素地となる。

2.3 加算的減算[1][2]

図 1 で示したノートを思い浮かべながら、図 2 の Step3 をたどる計算思考が引き算の結果(差額)ではなく加算的減算の思考によって得る「残高」概念の導出になることを学習者に認知・受容させる(図 3)。

図 2　加算的減算の説明 1

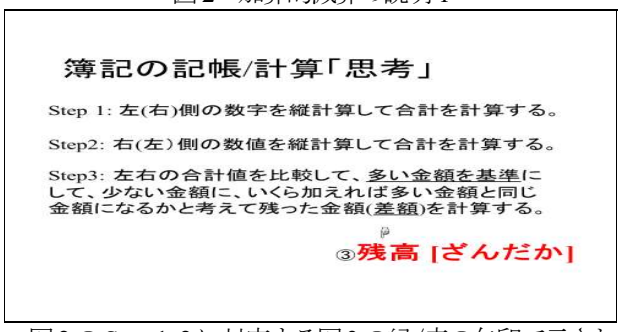
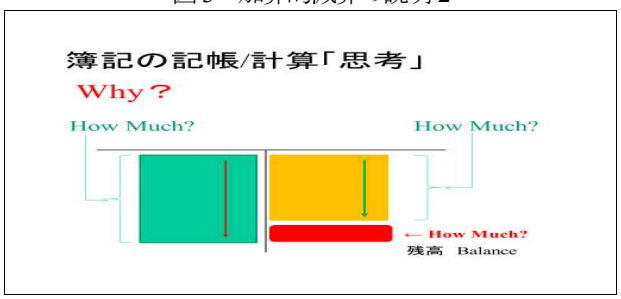


図 2 の Steps1・2 に対応する図 3 の緑/赤の矢印で示される計算手続きの流れを示す加算的減算という「違和感」に馴染むか否かが簿記技法の習熟度を左右する。そこで、大きさの異なるパズルのピースをイメージさせ、(借方合計[緑のピース]と貸方合計[黄色のピース])、大きな箱のサイズに合わせるために黄色のピースに赤色のピース(残高)を追加する思考手順を示し、当該思考を採る理由・目的を学習者に問い、差額から残高概念への発想の転換を学習者に促す機会とする(図 3)。

図 3　加算的減算の説明 2



2.4 コメント

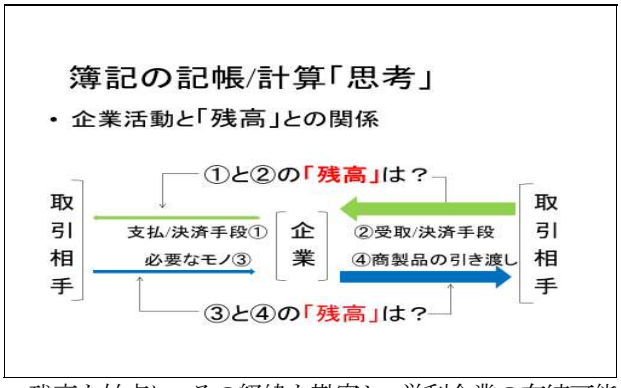
簿記一巡の流れで行う計算は借方/貸方合計を得るための足し算が大半を占める。ただし、残高とはいえ差額計算

を行うことに変わりはなく、したがって、引き算を行う思考そのものを苦手と感じる可能性が高く[3]、これが簿記習熟の妨げや断念の決め手になる可能性がある[2.2 の(a)]。

2.5 残高の意味

営利企業の目的は[a]利益を稼ぎ、[b]その分配/処分を継続できることにある(存続可能性の維持強化)。この進捗度と達成度を理解するために、日々の事業活動を仕訳と呼ぶ簿記技法を用いて勘定科目毎に記録・計算・分類する。これを企業会計という。勘定科目の[c]変化量と[d]この経緯(理由)を金額表示に置き換え、借方合計と貸方合計、そして両者の差額を算定し、この変化に着目して存続可能性の維持強化の程度を評価する。

図 4　営利企業の事業活動



残高を始点に、その経緯を勘案し、営利企業の存続可能性の維持強化を図るべく企業内部者は何らかの意思決定を行う。以上から、借方/貸方合計という二つの計算要素の引き算の結果が加算的減算に基づく残高と同じ意味ではない理由を、企業会計を行う目的に即して説明できる。

利益を稼得するために必要な財貨・役務[4]の(i)取得量、(ii)消費(費消)量、(iii)収益の稼得量、そして(iv)(iii)が(ii)をまかなってなお、どの程度余剰できたか(上回ったのか)という質問を期間毎に答え、(i)-(iv)の反復拡大の実現を志向し続けることが営利企業の存在目的であり、この支援が企業会計の役割である。

ある財貨・役務の(i)追加取得量を増加、(ii)消費量を減少と呼び、これらを取引によって行う。当該取引のうち資本取引を構成する勘定科目の期末時点の差額計算を行い、残高を得る。これは利益を稼ぐために当期の事業活動に消費(減少)しなかったに過ぎず、営利企業の存続可能性の維持強化を図る「手段」として次期以降の事業活動に必ず投入されるために「存在している量」、つまり残高の金額表示を意味し、「余り/残り物」にはならない。

2.6 コメント

残高を「余り/残り物」と説明することによって、学習者が発する質問に返答することが困難な二つの事項を指摘しておこう。例えば、仕入勘定の借方残高(売れ残り商品)を繰越商品勘定の借方に振替仕訳を行う。これによって、売れ「残った」費用が在庫として資産に突如として変貌する。他方、減価償却費を控除した有形固定資産の次期繰越高は利益を稼ぐために利用できる有形固定資産を意味する。これは「余り/残り物」なのだろうか。

3.　記帳技法の論理

3.1 等価交換

簿記(企業会計)が等価交換を裏付けとする取引だけを記帳対象とするのは、企業会計が財貨・役務の本質である価値を認識し、当該変化の量を貨幣単位で数量表示(測定)するためである[5]。ここで等価交換とは、等しい価値を有すると判断するものの交換を言い、価値流入(増加/発生)と価値流出(減少/消滅)との組み合わせからなる会計事象を必然とする。そのさい、当該定義づけは交換の対象である財貨・役務が有形か無形かを問わない。

等価交換が成立した取引であることは、表 1 の借方合計と貸方合計(の金額)が同じになることを必然とする。これを踏まえ、観察可能な部分に基づいて記帳する。引き渡した財貨・役務は商品と称する貨幣単位¥7 の貨幣価値を有する。これと引き換えに受け取った財貨・役務は現金と称する貨幣単位¥10 の貨幣価値を有する。観察可能な部分だけを記帳した表 1 の仕訳が不完全なため、加算的減算という計算思考に則って、貸方合計¥7 に¥3 を加算して仕訳を完成させる(表 2)。

表 1

商品(取得原価¥7)を¥10 で現金販売した(分記法)。						
(借)	現　　金	10	//	(貸)	商　　品	7

ここで表 1 の仕訳を完成させるために加算した¥3 の意味を考えよう。まず、損益取引(会計事象)であると会計学に基づいて理論的に説明すれば十分である一方、釈然としない可能性が高い。そこで、「安い価格で仕入れ(¥7)、仕入れた価格よりも高い値段で販売できた(¥10)ので、この差額が稼いだ儲け(¥3)」を生み出す販売活動(商行為)という「事実」に基づいて、加算した¥3 に商品売買益と称して説明する。

表 2

商品(取得原価¥7)を¥10 で現金販売した(分記法)。						
(借)	現　　金	10	//	(貸)	商　　品	7
					商品売買益	3

なお上述の説明は首尾一貫していない。価値の変化(「会計事象」)に基づく表 1 の説明から、商品売買益と称する貨幣価値の増加分¥3 を加算して仕訳を完成させるための説明を、商行為という「事実」に依拠したのである(表 2)。

前述の説明はあらゆる仕訳を説明できかねる。例えば、損益取引であることと前述の基幹概念の成立・機能にある点を所与とすれば、表 4 の給料¥17 という「事実」が観察できないからである。これを解決するために必要なことは、価値消費(費用発生)に着目する会計事象の記帳という「必然性」を予め認知していることである。

表 3

会社は従業員に給料¥17 を現金で支払った。						
(借)	給　　料	17	//	(貸)	現　　金	17

3.2 コメント

表 3 の取引を仕訳する場合、現金支出の理由を考える旨の説明を筆者は行っている：(i)「給料というコストが発生したので、会社は現金(¥17)を支払って決済した」、(ii)「現金(¥17)を支出した理由は給料というコストに対する決済を行ったからである」等である。なお、「給料というコスト」が観察不可能な会計事象であることに変わりはなく、(i)(ii)とも首尾一貫した説明とはいえない。あくまでも学習者の理解を促すための教授法の一つである。

3.3 会計事象

営利企業の資産・負債・資本の増減をもたらす事業活

動(ただし、簿記会計上の取引)を記帳対象にしているので、表 1 の取引の記帳を理路整然と説明することは相対的に容易である。ただし、「事実」を観察できない「事象」を含む表 2・表 3 の取引に関する仕訳を首尾一貫して説明することは困難である。これを事前に回避するために教授者が学習者に暗記を推奨する場合があるだろう。

ここで、企業会計を含む社会科学は、人間が観察し、理解し、認識し、説明する対象を事象と定義づける[6]。この定義づけに基づけば、事象と人間の行為が相互作用かつ連関関係にあるので、事象という概念は人間の行為の意味も含む[7]。前述の事象という概念の定義づけを踏まえ、表 2 と表 3 の仕訳をもう一度考えてみよう。等価交換を記帳したにも関わらず、貸借不一致の仕訳(表 1)は、実は、貸方に認識できていない価値(の正味増加分)の金額表示を行っていないことを示している。

そこで、これを加算的減算という計算思考によって価値の正味増加分を企業が認識し、金額表示(¥3)した(測定)。これは企業という主体の販売行為によって発生した価値の正味増加分であり、これを意味する商品売買益という勘定科目を付与して仕訳を完成させたことを意味する。

他方、表 4 で例示した仕訳の説明を行おう。利益を稼ぐために企業と称する組織が(利益を稼ぐことを実現するために)従業員の労働力を消費した。これは企業が利益を稼ぐためにかけた(発生させた)コストである。次に、発生させたコストを負担するために、企業は現金決済した。

3.4 コメント

表 1 の取引の説明が相対的に容易である理由は、「事実」と「事象」とが表裏一体の関係にある取引の一つだったことである。他方、表 2・表 3 のそれが困難な理由は「事実」と「事象」とが表裏一体の関係にある取引ではなかったということに起因する。

表 1 の取引の仕訳の説明が容易なのは、商品と称する価値の変化(増加)と現金と称する価値の変化(減少)とを実際に観察できるからである。なお注意すべきことは、会計学が貨幣価値一定という公準を設けているため[注(5)を参照]、表 1 の取引を仕訳する場合、両者の価値ではなく「商品」と「現金」という「事実」に基づいて記帳しても支障がなかったということである。

しかしながら、次の勘定科目を含む取引を仕訳する場合、「事実」にのみ着目する説明は早晩行き詰まる：売掛金、貸付金、借入金、または貸倒引当金等、他方、費用・収益に分類される勘定科目である。これらを「事実」(実は、概念)と我々は観念しており、観念できる程度が表 2・表 3 の取引に関する仕訳の容易な説明を妨げるのである。

4. 「事実」と「事象」

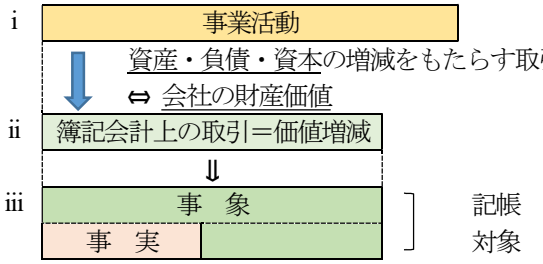
4.1 暗記に頼らず理解する

仕訳を説明する場合、その説明が容易である場合とそうでない場合とがあることを前述した。この原因が(会計)「事象」と「事実」とを学習者(と講義担当者)が意識、区別していない可能性にあることも述べた。簿記会計上の取引、(会計)事象、そして事実との関係を示してみる(図 5)。

簿記会計上の取引である(会計)事象のうち、iii の事実と表裏一体の関係(事象＝事実)にある取引を仕訳する場合、事象または事実のいずれに着目した説明であっても、学習者は当該取引の仕訳を容易に理解できるだろう。なぜならば、貨幣価値一定の公準が成立しているため、「事実」だけを「見ながら」仕訳できるからである。

しかしながら、3.4 で言及した借入金や売上といった事実の裏付けがない事象を仕訳する場合、「事実」を見ることができないため、仕訳の意味を説明することが困難になる。このような場合、理解ではなく暗記に頼ることになる。なぜならば、事象を理解(観念)できないからである。

図 5 取引・事象・事実の関係



4.2 コメント

簿記が具体的な存在(事実)に加えて我々の観念に基づいて導出された事象を含む取引を記帳対象にしている以上、少なくとも事象に対する学習者の理解力を改善することが簿記の習熟度を高めることに資する。我々の主観的な考え・像である観念に基づいて取引内容を事象であると「我流」に基づいて即断するのではなく、簿記会計の基幹概念の「手順」通りに思考でき、かつ、それを会計事象として論理的に理解できる能力強化を図ることが求められる。これは文章読解力(国語力)を強化することによって改善できる[8]。

5. 反復練習の功罪

5.1 自己管理能力

「習うより慣れよ」という諺は反復練習を行う過程で蓄積される経験知が学習者の習熟度を高めると謳う。そのさい、当該諺が反復練習を学習者が主体的に行うと仮定していることを知る人はほとんどいない。主体的な学びによって思考の深化を図ることができている学習者は、当初計画した学習事項の習熟に加え、当該事項に底流する、何らかの規則性の発見/気づきも得るだろう。これをコツの体得と称する。独力で会得したコツをテコにして反復練習を続けることができれば、学習者の習熟度が飛躍的/加速度的に高まっていくと期待できる。

しかしながら、反復練習の対象項目を習熟し、かつ経験智の蓄積を会得できるには、これらを実感できるまで反復練習を続ける根気力/忍耐力の保持が必要である。そのさい、過去の自分の習熟度と現在のそれとを対比し、的確な修正を施し反復練習を続けるという価値観(自己管理能力)を維持強化することが有効である[9]。

5.2 慣れるために習え

反復練習によって蓄積できる知識と知恵を、無理なく無駄なく自身の思考力強化に取り込む「基幹」能力を改善し続けることも重要である。これを論理的思考力と筆者は考える。与えられた手順を正確に理解し、かつ従順に実行する能力の高さは、物事の再現可能性、つまり、手順に示された成果を独力で実感/実現できる可能性、を高める。

なお、当該能力が脆弱である場合、反復練習に費やした時間と努力に見合う成果を学習者が享受することは困難

になる。例えば、余りにも単純軽量な問題は学習者に思考する機会(試行錯誤)を殆ど与えず、したがって、当該学習者の論理的思考力の改善に必ずしも有効とはいえない。

適切に思考する(考える)ことは学習者の経験知を増やし、これが既存の思考力を強化する。視角に訴える教授法が学習者に「見て分かる」ことを実感させるものの、これが「独力で再現できる」能力改善に直結しないことを理解している学習者や教授者はほとんどいない。これは抽象的な事項を説明するさい、具体的かつ容易に(何かに例えて/何か具体的な事項を借用して)学習者の視覚に訴えようとする場合、特に顕著になると思われる。

「見て分かる」ことは何かを習熟するための論理的思考力を学習者が独力で改善する「きっかけ」に過ぎない。そうであるにも関わらず、なぜ視覚に訴える教授法が学習者の主体的な反復練習(学習/勉強)を続けることに結び付きにくいのだろうか。「きっかけ」を「小さな成功体験/達成感」という表記に置き換えて考えてみよう。

5.3「生みの苦しみ」の軽減策

「小さな成功体験/達成感」を実感できた学習者の満足感/達成感(プラス)は、これを得るための苦痛(マイナス)を上回っている場合、他の事項を所与とすれば、反復練習の継続が持続する：0＜[反復練習によって実感した満足度/達成感]－[反復練習を続けることの苦痛] 。そのさい、当該不等式の成立期間が、学習者によって差異があるものの、比較的短期間であることを意識している人は極めて少ない。したがって、当該不等式の成立維持を図る工夫をし続ける限り、当該学習者が反復練習の継続可能性を、他の事項を所与とすれば、少なくとも維持できる。

「反復練習を続けることの苦痛」の軽減を図る工夫を考え、継続することが[反復練習によって実感した満足度/達成感]の維持強化に貢献すると筆者は考える。例えば、簿記検定の合格と合格後のメリットを勉強継続のための動機付けとするのではなく、当該合格を目指して行う勉強の量(解くべき問題数)や費やす時間を「苦痛/苦役」と実感しない程度に決め、これを機械的に淡々と続けるのである(10)。これは日々の不測の事態をこなし、飽きずにできる「軽度」な勉強量であるものの、これを二日分まとめて行うには苦痛を実感する程度に決めることが重要である。

この軽度な勉強量を小馬鹿にしながらも呆気なくこなし続けることができることの実質的な意味は、余裕をもって学習者が自身の学ぶ姿勢を「観察できる」ことである。学習事項に底流している何らかの規則性の発見もできる余裕を保持した勉強は、当初の目的である知識に加えて汎用性の高い知恵も授けてくれる。

6. おわりに

「習うより慣れよ」と学習者を鼓舞するだけの教育環境はいつの間にか消え失せ、何事も優しく、易しく伝えなければ理解しない/できない学習者が大半を占める状況になって久しい。向学心が稀薄に見える学習者に落胆/失望しながらも、この原因と打開策を探るための研究対象として、かかる学習者を筆者は興味深く観てきた(11)。

考察対象である学習者は実に興味深い多種多様なデータを筆者に提供してくれた。そのいくつかを本報告は筆者のコメントと共に提示した。以上の報告に基づいて、抽象的な事項は無論のこと、具体的なそれも的確に理解するために必要なことが論理的に考える力を改善し続けることであると本報告は結論付ける。これは国語力(読解力)の維持強化によって可能である。ただし、「千里の道も一歩から」であり、「継続は力なり」なのである。

参考文献

(1) 木村和三郎、「ヨーロッパにおける加算的減算」、『會計』、第 68 巻、第 2 号、pp.165-168、(1955)。

(2) 高寺貞男、『簿記の一般理論』、pp.84-90、ミネルヴァ書房(1967)。

(3) 藤井寛子・加藤宏志、「現代人は『引き算』が苦手」、『日本経済新聞(朝刊)』、(2021 年 5 月 9 日)、p.26。

(4) 「財貨(goods)・役務(services)」とは、(営利)企業が利益を稼得するために必要な会社財産のことであり、有形・無形の財産を包含する概念である。つまり、会社財産が「物」に限定されないことを明示するためにモノと筆者はカタカナ表記し使用している。なお、「役務」を「用役」ともいう。

(5) 貨幣単位に基づく数量表示を企業会計が採用する目的は営利企業の設立が拠出資本を投下し、その回収余剰の状況を理解する等価資本の回収計算と親和性があるからである。拠出資本の価値の増加を志向する活動が事業活動であり、その回収余剰の程度を、金額表示を通じて、理解するために報告書を作成することが企業会計の実施目的なのである。そのさい、会計学は数量表示の単位である貨幣価値が一定であるという公準を設けている。これらを含む詳細は、例えば、次を参照されたい。
飯野利夫、『財務会計論[三訂版]』、同文舘出版、(2007)。
岩田　巖、『利潤計算原理』、同文舘、(1956)。

(6) 岡明秀忠、「社会的事象」、森分・片上(2000)所収、p.85。
森分孝治・片上宗二、『社会科重要語 300 の基礎知識』、明治図書出版、(2000)。

(7) 斎藤雄三、「社会科探究学習の基礎・基本」、社会科教育研究センター(2010)所収、p.31。
社会科教育研究センター、『いまこそ社会科探究学習』、三晃書房、(2010)。

(8) 例えば、論理的思考力を訓練する方法として来栖(2021)は要約する力の改善を提案している。
来栖正利、「『ゆるく』つながりたがる大学生の論理的思考力の改善方法」、『流通科学大学高等教育推進センター紀要』(流通科学大学)、第 6 号、(2021)、pp.1-19。
https://ryuka.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=1501&item_no=1&page_id=13&block_id=35

(9) 例えば、次の書籍は勉強の意義を平易に述べている。
パク・ソンヒョク(吉川南訳)、『勉強が面白くなる瞬間』、ダイヤモンド社、(2022)。

(10) 筆者が過去に実践したことを、例えば、安達(2016)は下記のブログで適切に説明している。
安達裕哉、「『コツコツ努力できる人』は前向きでも、モチベーションが高いわけでもない。自動的に動いているだけ」、(2016)。https://blo.tinect.jp?p=26804

(11) 学習者(大学生)の勉強に対する考え方が、少なくとも筆者が考えるそれと比較して、著しく異なっているように実感する。この点に関する考察を別の機会に行う予定である。

オンラインテストを知った学生に対しての対面式試験に戻す意義と条件

小川健*1
Email: takeshi.ogawa.123@gmail.com

*1：専修大学経済学部国際経済学科

◎Key Words　対面筆記試験，オンラインテスト，試験での監視，一時的接続障害，参照制限

1. はじめに

2020 年度，各地でコロナ禍により大学でも講義のみならず，試験等も遠隔化あるいはレポート評価を余儀なくされた。遠隔試験に関する監視の取り組みも小川(2022a)[1]を含め存在することはする。しかし，監視の画像・録画の保存に関する受講生の強制無き同意や，監視に関するルールの組織による整備等を始め，技術面以外にも課題は多い。そのため，多くの大学でレポート評価や持ち帰り試験が多く取り入れられた。その反面，レポート評価や持ち帰り試験においてはその監視が出来ず，相談・参照制限が困難な部分だけでなく，代行業者の暗躍も叫ばれている。そのため，緊急事態宣言が全国的に解除され，60 単位の遠隔制限の例外扱いが無くなった 2022(令和 4)年度は遠隔化していた大学も多くが対面講義を再開した。それに伴い，対面定期試験の全面的再開も開始されようとしていて，授業内テストも対面の科目が復活しつつある。

しかし，参照・相談の制限の無かったレポート評価や，参照・相談の制限が難しかった遠隔試験で 2 年間を過ごした学生・元生徒にとっては，対面試験を何故実施しなければならないのか，という疑問が残る場合が少なくない。教員にとって「参照・相談の制限や監視が難しいから」という採点側の事情だけで押し付けて納得するものではない。遠隔試験の中にはオンデマンド試験の事例も有り，受ける時間を自由に選べることも経験している。そして，レポート評価や遠隔試験等での方が，単位認定率が上がった事案等も報告されている。

そこで本報告ではこうした「監視無き」オンラインテスト等での成績評価事案を経験した学生・元生徒に対して対面式試験を再開するための条件等を考察する。

なお，2022(令和 4)年度前期では新型コロナ等の感染症は完全に収束しているとは言い難い。そのための入国制限問題や感染の危険性，特に本人や家族が基礎疾患を抱えている等の特殊事例は今回，対面式試験を避ける理由になる。しかし，終息状況や政策に基づくもので教員の工夫では対処できないので，今回は考察対象外とする。

2. 対面式授業内テストに関するアンケート考察

2.1 多様化する受講生の要求

2020(令和 2)年度に講義が遠隔化するに伴って，講義形態にも対面・中継・収録配信と様々な形態が存在することが明らかになった。それに伴って，受講生の要望もそれらへと分散するようになり，理由無き非対応の講義はサービスが悪い，という扱いにされるようになってきた。試験等評価も同様であり，評価方法に関する要求も割れるようになってきた。2019(令和元)年度までとは大きく異なる。

2019(令和元)年度まではスマホや PC・タブレットを始めとする通信機器を有していない学生への配慮等が教員に求められることも少なくなかった。例えば報告者は所属大学において Respon というスマホ用クリッカーアプリを導入しているが，スマホ非保有者への配慮として紙媒体等の配付を求められていた。また当時は（繰り返し再生や速度調整が可能な）YouTube に講義用資料動画等を上げても，パケット上限への配慮が足りないとして（大学に Wi-Fi 環境は整備されていても）「講義時間中に」再生すべき，という要求も報告者は受講生から届いていた。

しかし 2020(令和 2)年度以降の状況を経験して，対面の方が良いと言う声と対面でない方が良い，という声がはっきりと分かれるようになってきた。旧来は就活や教育実習も含めて参加できない場合については，講義の資料（やノート）等の確保と課題の提出期間の確保が主要な求めであった。そこでは講義のビデオ会議による中継や，収録しての配信等が教員に要求されることは無かった。但し収録しての配信を全受講生が求めている訳では無く，纏められた内容等の確認の方が都合は良い扱いを受ける。

また，遠隔試験に関しては一般的に監視等が困難な反面，出題のランダム化と時間制限，そしてアカウントによる本人確認が中心となった。Google Forms や Microsoft Forms 等のアンケートフォームを利用した遠隔試験の出題のランダム化等の手法の拡張については小川(2022b)[2]による「運命の扉」方式の拡張等でも取り上げられている。小川(2022b)[2]によると，アンケートフォームを利用した時間制限の多くが解いた部分までの強制提出では無く，強制閉鎖のため送信できなくなる状況になる。moodle 等の LMS(Learning Management System)を利用した遠隔試験ではその LMS によるが，強制閉鎖のため送信できなくなる状況に加え一時的接続障害により「不当に」受験できない状況を実感することで，遠隔試験の問題点も知る。

2.2 講義を利用したアンケート結果

報告者は 2022(令和 4)年度前期，受け持っている講義「国際経済論 1」(水 1 限)において，一部授業内テストを対面に戻した際に，講義に関連して様々なアンケートを取った。その一部をここで紹介する。受講生 72 名の講義で，授業内テスト「小テスト#1,#2」（各 65 分）の通過を単位認定上の最重要な要件としている。本試は一括して対面マークシート式での試験とし，再試・追試は単元毎にオンデマンドの遠隔試験とし，定期試験期間より後に行われる通過期限までに通過することを求めている。定期試験は行わず，第 15 回の授業内テストでは対面で単位に影響しない残り 40%を主に判定する。

まず小テスト#1 本試当日に受験者 57 名に対して行った質問から取り上げる。質問 1「今回，本試は 2019(令和

元)年度同様の対面マークシート方式に戻しました。小テストの在り方に関する貴方の意見に近いものを選んで下さい。」質問 2「再試の実施には全ての受験生が異なる時間を希望し，(水曜昼・3 限等)指定時刻での週 1 回の実施には強い不満があったこともあり，再試はオンデマンドで単元別を予定しています。貴方の意見に近いものを選んで下さい。」結果は次の通りである。

表 1 小テスト#1 の感想戦より

質問 1 (本試)	一括して試験を行い判定する対面マークシートが望ましい	7 人	12.5%
	単元別に時間制限を付けた一斉受験型オンラインテストが望ましい	28 人	50.0%
	どちらでも構わない	21 人	37.5%
質問 2 (再試)	一括して試験を行い判定する対面マークシートが望ましい	3 人	5.4%
	単元別に時間制限を付けたオンデマンドのオンラインテストが望ましい	42 人	75.0%
	どちらでも構わない	11 人	19.6%

ここから言えることは，単に監視が必要であるから，という教員側の事情だけで対面式試験とする場合，受講生の理解が得られるものではない，という事が挙げられる。何故その監視が必要で，その参照制限が必要なのか，ということに対し充分な説明が無い場合，教員が無理強いしているだけであり成績評価の方法について受講生の同意は得られていない，と考える必要があることを意味する。

#1 実施の翌週の回に行った 7 回目講義でのアンケート調査の結果を示す。49 名の回答を得た。これは，本試は対面マークシートで一括判定とし，再試は単元別での遠隔でのオンデマンド試験とし，本試での通過率 19/56(約 33/9%)である状況を示した上でのアンケート調査である。なお，#1 本試の当日，不参加の受講生には収録配信で通常講義の追加分の内容と通常並の課題を課している。本試通過者には+2%のボーナス点を成績評価で追加した。#1 本試の通過ラインは 85%(40 点/47 点)としている。

表 2 #1 本試結果提示直後の実施方法等のアンケート

あくまで本試 1 発勝負にして，未通過者は一律単位不認定とすべき	1 人	2.0%
本試は時間外にオンデマンドでの実施とし，当日は通常通りの講義を行うべき	5 人	10.2%
本試参加・不参加で視聴させる講義内容が変わるのはおかしく，当日も全員に課題を課して理解を促すべき	0 人	0%
通過型なら本試を欠席しようが当人の勝手で，本試は受けたい人だけで他は欠席でも良いのではないか	2 人	4.08%
今のやり方で大きな問題は特に感じない	29 人	59.2%
再試の受験可能回数を（例えば 1 回とか）大幅に制限したらもう少し本試をまともに勉強するはず	0 人	0%
本試通過者へのボーナス点が+2%では少なすぎるから本試を手抜く人が出るのではないか	8 人	16.3%
再試の通過ライン(現行:各単元 80%)を(例えば 100%等に)引き上げれば本試を真剣に勉強するようになる	0 人	0%
その他	1 人	2.0%
分からない・特に意見は無い	3 人	6.1%

ここから言えることとして，対面式試験に参加している学生の多くが，不参加の学生に対しそのまま欠席となるだけでペナルティが無い事へは不満を持っているからこそ，現行の「対面式試験に参加しない場合は 1 回分追加講義と課題を課す」方式を支持していると考えられる。一方で，試験を一律同じ時間とする在り方へは疑問の声も一部で残り，オンデマンド試験が存在するなら当日は講義を行ってその方式にすべき，という声も存在することになる。家族負担などが多い日本では従来，講義が休みになることへは一般的に歓喜の声が強かった。また，時間外に試験ということを全員に課すと時間外への強制となることもあり，一般的には講義時間内に 1 度は実施すべきという声が強かった。しかし，そういう傾向が弱まってきている可能性があり，講義は講義で行い，評価判定のための試験などは自分の好きな時に受けさせてほしい，との新たな選択肢が受講生間で出てきた可能性を示す。但しこれは，通過率の低さからどうせ再試を受けるなら，初めから，と考えた可能性も否定できない。

そして，集計中であるが#2 本試(46 名受験)実施後の段階で次のようなアンケート調査結果も 13 名から得た。

表 3 #2 本試結果提示直後の実施方法等のアンケート

本試不参加なら 1 回分楽しているので，追加講義提供はあって然るべき	10 人	76.9%
せっかく本試をさぼって 1 回休めると思ったのにこれでは休めないから提供しないでほしい	0 人	0%
対面参加できない事情があるので，追加講義提供はあった方がその分勉強できる	3 人	23.1%
実質的に学ぶ内容に差が出るので小テスト本試を受けた人も含めて全員に課すべき	0 人	0%
不参加の人は本試に参加できない事情があって本試には参加していないわけだから止めて欲しい	0 人	0%

参考文献

(1) 小川健：“LMS 依存の試験とアンケートフォーム型試験への挑戦”，大学教育と情報，2022 年度，第 1 号（通巻 178 号），pp.10-13（2022）.

(2) 小川健：“アンケートフォームを用いたオンラインテストとその特性比較”，情報科学研究（専修大学情報科学研究所），第 42 号，pp.1-26（2022）.

一般情報教育科目での AI とロボットを活用した授業実践報告

小川真里江*1
Email: ogawa@mejiro.ac.jp

*1：目白大学外国語学部中国語学科

©Key Words　　情報基礎教育，AI 導入教育，人型ロボット，Lobe

1.　はじめに

大学での情報教育の役割は年々多様化しており，情報スキルにはじまり情報リテラシーや ICT リテラシー，および，情報活用能力といった知識やスキルを広く段階的に学ぶ必要がある [1]。更には，2021 年度より文科省による「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度」がはじまり，文理を問わず AI が利活用できる人材の育成が求められている。しかし情報工学を専門としない学生にとっては，リテラシーレベルであったとしても基礎的な数学やプログラミングに対する苦手意識が強い傾向にある。このため，数的な要素が強く感じられる AI 教育を進めるにあたっては，一般的に見られる座学形式のみに囚われず，興味関心を持って主体的に学ぶ実践的な学びの場が必要であると考えられる [2]。

本稿では，AI 教育への導入段階に位置付け，一般情報教育科目におけるロボットと AI を教材にした体験を主とする授業の実践を報告する。

2.　人型ロボットと AI との連携

AI の導入教育を目指した授業の実施にあたり，教材には人とのコミュニケーションを主体とした Softbank Robotics 社の人型ロボットの NAO（以下，NAO と言う。）を用いた [3]。

NAO には，ロボットの動作をプログラムするための開発ツールである Choregraphe が付随している。このツールは，アプリケーション上に配置されたシミュレーターを用いて動作確認ができ，実機のロボットに接続しなくても利用可能である。PC が配置された教室においては，複数台にインストールして同時に利用できるため，一斉授業への導入の利点がある。

この授業ではもう一つの教材として，画像識別ができる AI（以下，AI と言う。）を構築することのできる Microsoft 社の Lobe を活用した [4]。通常 AI の学習には膨大な学習用データが必要となるが，Lobe は少量のデータを準備するだけで画像の識別をさせることができる。また，限られた時間の授業の中で学習者自身が AI の構築を体験することができるツールとしての利点がある。これら 2 つのアプリケーションは，無償で提供され各社のサイトからダウンロードして利用することができる。

授業では 2 種類の教材を一つひとつ個別に扱うだけでなく，NAO と AI とをネットワークを介して接続した形で活用をおこなった。図 1 は NAO と AI を連携させた模式図で，Lobe を用いてあらかじめ画像の識別ができるよう AI を構築し，Choregraphe を用いて NAO から AI へ識別させる画像の送信と識別結果を受信するための接続の様子を表している。連携部分について実機を使って動かすと，NAO の頭部にあるカメラで写真を撮影し AI に送信，AI が識別した結果を NAO が受信し音声で発話する仕組みとなっている。

この連携させた使い方を一連の流れを通して体験することは，身の周りにあるロボットや AI がどのようにして動いているのか，また，どのように連携されているのかについて，手を動かして実感しながら学ぶことのできる導入教育のための教材の一つとして位置付けることができるのではないかと考えている。

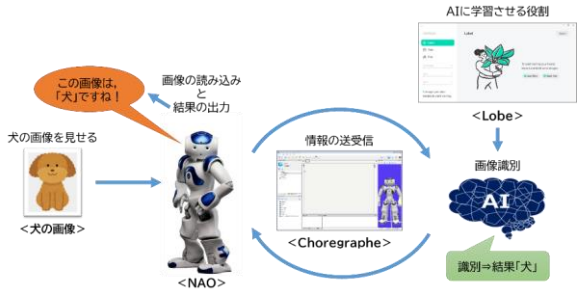


図 1 人型ロボットと AI の連携

2.1　Choregraphe を使ったプログラミング

授業前半では，NAO の動作に必要な発話や振る舞いのプログラムを作成するための基本操作からはじめた（表 1）。取り組みにあたっては，人と NAO との会話に重点を置き，プログラミングの基本となる NAO から人への発話方法を習得した。次に，人との双方向の会話に加えてより自然な対話をするための工夫など少しずつ難易度を上げながらプログラミングをおこなった。プログラム作りにあたっては，「クイズ」における対話などの取り組み易いテーマを与え，はじめから AI との連携を考えずプログラミングに慣れることを中心に進めた。

図 2 はビジュアルプログラミングを可能とする Choregraphe の画面の一部で，左側がプログラムの作成部分，右側がシミュレーターとなる NAO が表示されている。プログラムの作成にあたっては，“発話させる”や“手を振る”などのさまざまな機能を持った Box と呼ばれる部品を線でつなぐ直感的な操作性で，初学者であってもプログラミングに対するハードルを軽減させることができると考えられる。また，この Box は Python 言語で記述され，改変または新規に作成が可能で発展的な学習につな

げることもできる。NAO と AI との連携には，この機能を利用し，ネットワーク上のサーバーが提供する WebAPI を NAO から利用する Box を作成し実現している。

授業後半では「AI との連携」を目的に，授業中盤でおこなう画像識別ができる AI の構築後，この WebAPI を活用したプログラムの作成をおこなった。取り組みにあたっては，AI が識別する画像に合わせて「動物博士」や「ギター職人」など設定したテーマに合わせてプログラミングした。また，NAO と AI とを接続する部分のプログラムは，あらかじめ準備した Box を配布することとした。

表 1 プログラミング学習内容

順序	内容
操作 1	NAO から人への発話
操作 2	人との双方向の会話
操作 3	繰り返しの発話
操作 4	メモリー
操作 5	AI と NAO との連携方法

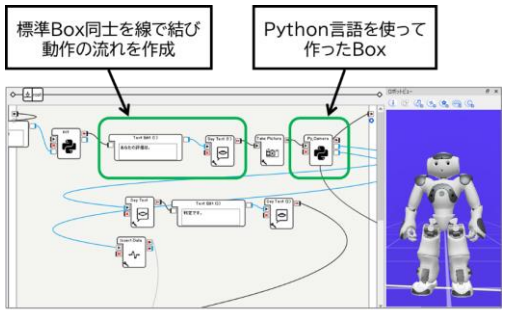


図 2 NAO と AI を連携させたプログラムの様子

2.2 Lobe を使った画像識別 AI の構築

授業の中盤では，Lobe を用いて各自のアイデアに沿ったモデルの作成をおこなった。取り組みにあたっては，Lobe の操作方法からはじめ，収集する画像の種類や選定する画像のポイントなどを練習用のモデルを作成し，実際に操作しながら動作を確認した（表 2）。ここでは，どのような目的に合わせて識別をおこなうのか，また，目的に合わせるためにはどのような画像を AI に学習させるべきか，何枚の画像を学習させたら信頼に足る AI が構築できるのか，といったことを考え試しながらモデル作りを進めた。

Lobe は，Choregraphe と同様にコードを記述する必要はなく GUI 操作のみでモデルを構築することができるように工夫されていて，誰でもが簡単に扱うことができる。また，Lobe 上で生成したモデルは Tenser Flow の save model としてファイルをエクスポートすることも可能で，今回取り組んだ NAO との連携に見られるように他のプログラムと接続して活用することもできる利点がある。

Lobe を使って AI を構築する具体的な手順は，識別グループごとにフォルダ分けした学習用データを“Label”（図 3）からインポートし学習を開始させ，“Train”では学習の進行状況が確認できる。学習終了後，検証用データを使って“Use”から識別の精度を確認することができ，また，識別結果が思い通りではないときには追加学習させることもできる。学習を完了したモデルは，NAO からアクセスできる Web サーバーにアップロードし，Choregraphe で作成したプログラムを介して画像識別ができるよう準備する。

授業を進めるにあたっては，モデルの識別グループを「犬と猫の識別」のように 2 種類または 3 種類とし，学習用データを各種類に 20 枚以上を準備しておくことにした。同時に検証用データを数枚準備させた。

最後に，授業の課題として NAO と AI を連携させたプログラム作りにあたっては，設定したテーマに合わせて NAO と人との双方向の会話の中に AI を取り入れ，ストーリー性のある作品づくりを集大成としておこなった。

表 2 AI 構築の内容

順序	内容
操作 1	Lobe の使い方
操作 2	学習用画像選定のポイント
操作 3	学習用および検証用画像の収集
操作 4	Lobe での構築
操作 5	モデルのアップロード

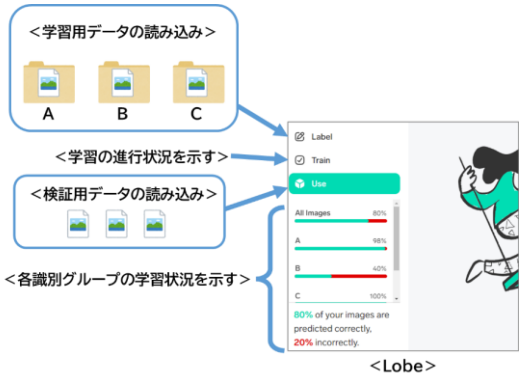


図 3 Lobe を用いた学習の様子

3. おわりに

授業の最後に受講者から NAO と AI を使った感想を伺ったところ，「良い経験」「充実した時間」「実践的な授業で楽しめた」といった内容が見られた。実際に動かして体験することは，導入段階の授業の位置づけとして興味関心を引く教材の一つになる可能性を見いだせたのではないかと思われる。その一方では，「プログラミングに苦戦した」「思い通りに識別ができなかった」など学習手順を見直す必要があることが明らかになった。

参考文献

(1) 松山恵美子，石野邦仁子：“大学における情報教育と課題-さまざまな領域の基盤につなげていく情報活用能力の育成-”，淑徳大学研究紀要，53，pp.21-34（2019）.
(2) 葛西正裕，他：“文系 AI 人材教育に対する調査研究”，経済研究所所報，第 2 号，pp.50-78（2022）.
(3) ソフトバンクロボティクス株式会社：Choregraphe（https://www.softbankrobotics.com/jp/developer/document/#nao-v6）参照日 2022 年 6 月 25 日.
(4) Microsoft lobe（https://www.lobe.ai/）参照日 2022 年 6 月 25 日.

留学生のための AI 表情解析システムを用いたコミュニケーション支援の試み

吉嶺加奈子*1
Email: kanako@nda.ac.jp

*1：防衛大学校人文社会科学群人間文化学科

◎Key Words　AI，表情解析，コミュニケーション，留学生，日本語教育

1. はじめに

外国人留学生を対象とした学校教育における日本語教育において，初級段階では文化圏の異なる教師およびクラスメイトと共通言語を持たない際のコミュニケーションが困難である。一方で初級段階は教師やクラスメイトとの信頼関係を構築する重要な時期でもあるが，言葉の裏側にある感情を読み取ることは難しい。

コミュニケーションには言語的なものと非言語的なもの（動作・空間・音声等）がある。日本語によるコミュニケーションが難しい際に非言語的コミュニケーションで意思伝達を支援する方法があるが，オンライン環境下ではジェスチャー等の体の動きによる非言語的コミュニケーションには限界がある。そこで比較的オンライン環境下でも目視でき，かつ感情が表出されやすい「顔」に着目した。本研究では留学生が日本語を話しているときの表情を解析し，その結果に基づいてコミュニケーションを支援する方法を検討したい。

2. AI 表情解析システム

2.1 AI 表情解析システムの概要

研究を遂行するにあたって，顔の表情を認識して感情を判定する方法として，AI（人工知能）を用いることとした。以降，本研究では表情の認識から感情の判定までを機械学習している AI が組み込まれた画像解析システムを「AI 表情解析システム」と呼称する。

AI 表情解析システムは，既にテレビ会議システムの拡張機能やアプリケーションとして教育やビジネスの中で活用され始めている。しかしパッケージ化された AI 表情解析システムは，①使用するには組織的なシステム導入が大前提である，②Zoom 等の特定のツールに依存する形で使用する，③録画映像や写真画像といった記録済の動画像に対してクラウド上で解析を行うケースが多い。

2.2 AI 表情解析システムの構築

本研究においては，上記 3 点の問題から解放されるべく，パッケージ化された AI 表情解析システムではなく AI 表情解析システムを構築した上で，留学生の表情を解析することとした。試作した AI 表情解析システムの仕様を表 1，概念図を図 1 に示す。

OpenVINO を活用したことにより，動画像だけでなく，リアルタイムで実行ウインドウ中の「顔」を読み取ることが可能である。また構築環境上で再生した動画像に対して解析を行うため，ツールに依存せずオフラインで解析できる。そしてプログラムソースを構築環境で個別に呼び出す形式を取るため，個人単位での AI 表情解析システム導入が実現できる。

表 1 仕様

OS	Windows10
形式	顔領域の特徴点検出
分析方法	AI による顔認識・表情解析
プログラム	Intel 社の OpenVINO ツールキット(1)を活用
特徴	・5 つの感情要素から解析 （Neutral, Happy, Sad, Surprise, Angry） ・最も要素の強い感情をアイコンで表示

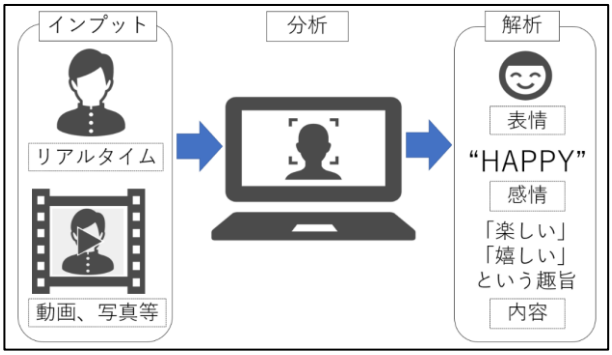


図 1 概念図

図 2 は実際の実行ウインドウである。ウインドウに表示された動画像から自動で顔を検知し，解析結果として 5 つの感情要素が占める割合を左下部，最も要素の強い感情のアイコンを右下部に出力する。図 2 ではウインドウ上で国際交流に関するインタビュー動画(1)を再生して同期的に解析したが，感情要素は neu（平坦）が最も強く，次いで sad（悲しみ）や ang（怒り）も含まれていることから，「微笑」のアイコンが表示されている。Hap（幸せ）や sur（驚き）の感情要素はほとんど存在しない。

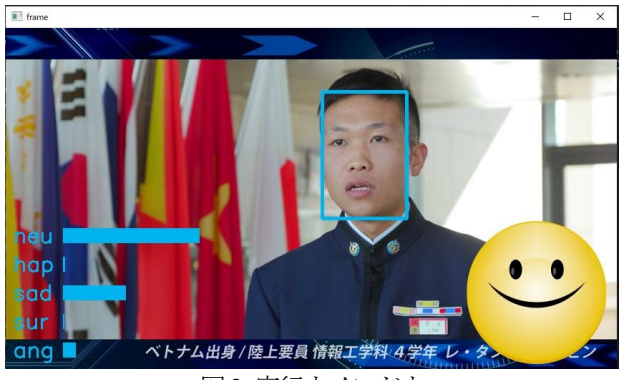


図 2 実行ウインドウ

3. パイロット調査

3.1 調査概要

AI 表情解析システムの検証，すなわち留学生の表情から感情を適切に解析できるかを検証するために，筆者の所属機関に在籍する留学生に対してパイロット調査を実施した。

調査対象者：ラオス国籍留学生 6 名（20 代男性）
調査方法：
1．「休日の過ごし方」等について，日本語で会話
2．会話中の表情をリアルタイムで解析

3.2 倫理的配慮

本調査は，防衛大学校研究倫理審査委員会から承認を得て実施した。

3.3 調査時に生じた問題

パイロット調査において，3 点の問題が生じた。①マスクの装着有無によって不正確な表情解析が行われること，②解析する動画像に複数名が存在する場合は，1 名のみの顔をランダムに検知すること，③留学生の内包する文化や特性によって，解析された感情と会話内容から推察される感情に差異が生じることである。

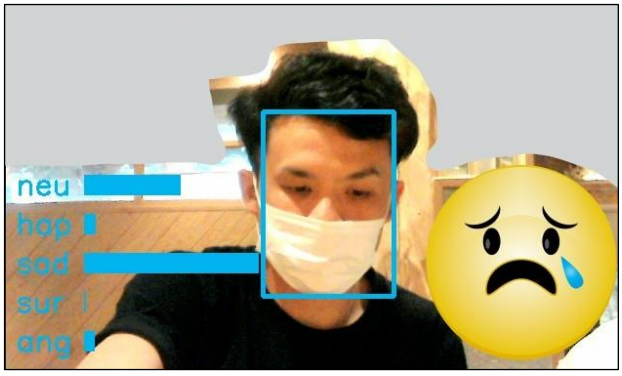


図 3 パイロット調査の解析例

例えば図 3 に示す感情要素は sad（悲しみ）が最も強く，次いで neu（平坦）が強いため，「泣き顔」のアイコンが表示されている。これはマスクを装着していることにより，顔領域のうち下半分の特徴点を検出することが困難であることが関係していると推測される。また，図 2 と図 3 では共に sad（悲しみ）という感情が解析結果で強く表示されている。恐らく今回使用した OpenVINO は，表情が豊かだとされる欧米系の表情解析を円滑に行うべく，顔の特徴点が大きく取られている可能性がある。そのため，表情が穏やかなアジア系に対する表情解析が不正確なものとなったのであろう。

3.4 対応策

今回の AI 表情解析システムを使用する場合，以下の行為によって表情解析の精度を高めることが可能である。

1. Web 会議システムを介する，あるいは動画を提供してもらうことで，マスクを装着していない状態にした「顔」の表情を解析する
2. 解析を行う際，複数名ではなく 1 名のみが実行ウインドウに表示されるよう，web カメラによる入力範囲や動動画の映像範囲を調整する

このような対応をすることで「3.3 調査時に生じた問題」で挙げた①と②の問題については改善された。しかし③の問題については，現時点で対応策はない。もし当該問題を解決するのであれば，顔の特徴点がより細かく・より多く設定された AI モデルデータを選定する必要がある。また感情要素も Neutral, Happy, Sad, Surprise, Angry の 5 つではなく Disgust（嫌悪）や Fear（恐れ）等の更に多くの感情要素へと振り分けるよう学習された AI モデルデータに変更することが今後の対応となる。

なお感情の持ちようには個人差があるため，より AI 表情解析システムの精度を高めるために性別や人種，年齢等といった識別パラメータを入力した上で表情解析を行う方式を取り入れることも視野に入れたい。

4. おわりに

本研究は，AI 表情解析システムを用いて外国人留学生の「顔」から感情を解析し，気持ちや発話内容を推測することで日本語によるコミュニケーションを支援することを最終目的としている。その第一段階として用途に合った AI 表情解析システムを構築し，システムの検証を兼ねてパイロット調査を実施した。パイロット調査からは 3 つの問題を発見するとともに，問題を解決するためには AI 表情解析システムに使用している AI モデルデータの見直しあるいは独自開発という抜本的な変更が求められることが分かった。

同時に，マスクを装着していない状態で外国人留学生 1 名に対して会話する場合は，実行ウインドウに出力される感情と会話内容から推察される感情が近しいことも分かった。今回は「休日の過ごし方」等の感情の推察が容易なトピックについて会話を行ったことも関係していると思われるが，解析に適した条件であれば，実行ウインドウに表示される感情要素やアイコンは外国人留学生の感情に近いものが表示される。つまり日本語でのコミュニケーションが不得意な外国人留学生であっても，AI 表情解析システムを通じて自分の感情を伝えるだけでなく，相手の感情も知ることができる。

今回のパイロット調査の結果からは，AI 表情解析システムが外国人留学生と日本人間のコミュニケーション支援のための新たな道具となる可能性を見出すことができたと言える。今後の課題として，AI 表情解析システムにおいて外国人留学生の表情から適切な感情を判定できるよう AI モデルデータの精度を高める方法を模索する必要がある。

参考文献

(1) ものものテック：“OpenVINO でゼロから学ぶディープラーニング推論（3.リアルタイム感情分析アプリ）”，https://monomonotech.jp/，JellyWare 株式会社（2022）．
(2) 防衛大学校広報チャンネル：“高い志で未来を見つめる防衛大学校”，https://www.youtube.com/watch?v=iuC9j47nL8g，防衛省（2021）．

反転ゼミ形式による多大学で連携するオンライン研究交流の試み
― データサイエンス領域のオンラインゼミを事例として ―

後藤正幸[*1]・小林 学[*2]・守口 剛[*3]・関 庸 一[*4]・鈴木秀男[*5]・生田目 崇[*6]・中田和秀[*7]
石垣 綾[*8]・上田雅夫[*9]・佐藤公俊[*10]・三川健太[*11]・山下 遥[*12]・田尻 裕[*2]
Email: masagoto@waseda.jp

*1: 早稲田大学・創造理工学部・経営システム工学科　*2: 早稲田大学・データ科学センター
*3: 早稲田大学・商学学術院　*4: 群馬大学・情報学部
*5: 慶應義塾大学・理工学部・管理工学科　*6: 中央大学・理工学部・ビジネスデータサイエンス学科
*7: 東京工業大学・工学院・経営工学系　*8: 東京理科大学・理工学部・経営工学科
*9: 横浜市立大学・データサイエンス学部・データサイエンス学科　*10: 神奈川大学・工学部・経営工学科
*11: 東京都市大学・メディア情報学部・情報システム学科　*12: 上智大学・理工学部・情報理工学科

◎Key Words　反転ゼミ，データサイエンス，多大学連携，オンライン発表会，研究交流

1. はじめに

本稿では，オンライン環境下において，学生達の研究活動に対する教育効果を最大限発揮することを目標として実施した，新たな多大学・多研究室間のオンライン研究交流会の試みについて報告する。高等教育機関である大学では，研究室配属後のゼミや研究活動において様々な研究指導やゼミ（議論のための研究会・発表会）が行われているが，その際，学生が発表資料を準備し，プレゼンテーションを行い，その後で質疑や教員による指導（コメント）が行われるスタイルが一般的である。しかし，このような方法では，聴講参加している発表者以外の学生にとっては，リアルタイムで発表内容を理解し，深い議論に参加することがしばしば高いハードルとなってしまう。特に，一研究室だけでなく，多くの大学・研究室が参加する形の研究交流会のような場は，様々な研究テーマやアプローチに対して，相互の考え方やノウハウを交換できる有意義な機会であると考えられるものの，それまで交流がなかった他大学の学生間で，いきなり議論を活性化することは容易ではない。これは，コロナ禍によって，活動がオンライン化した現状ではさらに顕著である。すなわち，発表学生と教員間のコミュニケーションを傍観する形になり易く，聴講学生も含めた参加者全体による研究内容の議論を活性化し，参加者全体の学びに結び付けるためには何らかの工夫が必要と考えられる。

これに対し，近年，一般の授業においては，反転授業[(1)]の形態が注目されるようになっており，その有効性についても様々な議論や検証がなされている[(2)]。この反転学習は，基本的には教える側（教員）と学ぶ側（学生）があり，学ぶ側の学びを最大化するための教授法とみなすことができる。我々は，データサイエンス分野を題材にした他大学連携の研究交流ゼミを対象とし，この反転授業の考え方をゼミ発表にも導入することで，聴講参加側の学生からの議論参加を促すと共に，リアルタイムの発表会におけるディスカッションの密度を最大限に高めるような方法を検討し，反転ゼミ形式による多大学連携オンライン研究発表会の取り組みを実施した。この取り組みは，2017年度・文部科学省のデータ関連人材育成（D-DRIVE）プログラムとして採択された早稲田大学・高度データ関連人材育成（D-DATa）プログラム[(3)]の一環として実施し，その成果は早稲田大学データ科学センターの Web ページ[(4)]でも紹介している取り組みである。本稿では，この反転ゼミ形式で実施した多大学連携オンライン研究交流会の概要と実施状況，並びにその効果について報告する。

2. オンライン研究発表会のスタイル

2.1 概要

本節では，設計したオンライン研究発表会の概要を紹介する。

本取り組みでは，早稲田データ科学センターで設置した LMS（Learning Management System）を最大限活用することにより，リアルタイムで実施する研究発表会のディスカッションを活性化する方法について検討した。その結果，各発表者がリアルタイムで発表して，その場で質疑応答するのではなく，事前に録画収録した発表動画を参加者が閲覧し，事前に質問やコメントを考える時間を確保する方式が望ましいという結論に至った。すなわち，発表者は図１に示す LMS 上に，事前に発表動画をアップロードし，聴講者から質問やコメントを LMS 上のコメント機能によって受け付けることにより，聴講学生は各々のペースで発表を閲覧し，必要に応じて何度も繰り返し見返すことで，発表内容の理解を深めることが可能になる。

図１　LMS（Learning Management System）

リアルタイムの研究発表では，理解が追い付かない箇所があったとしても，発表や議論が先に進行してしまうが，オンデマンド形式の発表動画であれば，聴講者が必要に応じ，遡って何度も発表を見直して，理解を深めることができる。また，発表者に取っては，LMS 上のコメント機能によって入力された様々な質問やコメントに対して，時間をかけて回答や対応策を検討することができる。このような時間を確保した上で，リアルタイムの発表会を実施することにより，参加者がリアルタイムに集うオンライン研究発表会では，通常のゼミや研究発表会におけるプレゼンテーションのように，ある程度の時間をかけて発表するのではなく，聴講者の記憶を呼び起こす程度で 5 分程度の概要説明のみを行ってから，ディスカッションに十分な時間を割くことが可能になる。聴講する学生に取っても，事前に発表内容を十分に理解し，疑問点や議論の論点を明確にしてから，リアルタイムのオンライン発表会に臨むことができるので，学生間の議論が飛躍的に活性化する。

2.2 LMS を用いた事前発表動画共有

LMS では，動画コンテンツのアップロードが可能であるため，各発表者に発表動画を撮影してもらい，1 週間程度，それらの発表動画を閲覧し，コメントや質問を入力する期間を設けた。これにより，聴講学生には，十分な時間をかけて疑問点やコメントを考える余裕が与えられ，また他の学生の意見を見ながら，各自の考えを熟考し，疑問点を明確にする時間的余裕が得られる。

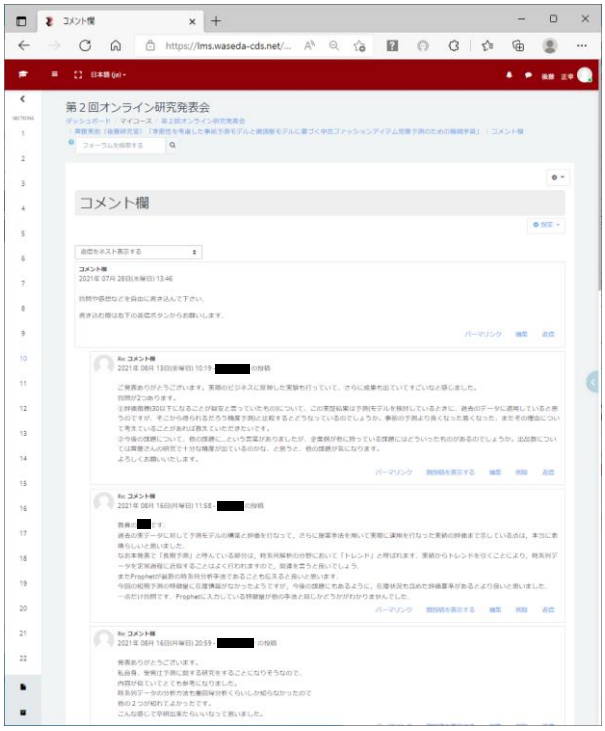


図 2　LMS 上でのコメント

2.3 リアルタイム・オンライン発表会

LMS 上での発表動画の閲覧とコメント機能を用いた質疑やコメントを踏まえ，リアルタイムのオンライン発表会を実施する。その際，すでに発表の内容自体については，動画コンテンツを LMS 上で共有し，質問やコメントをやり取りしているため，オンライン発表会におけるプレゼンテーションは概要のみの 5 分程度で内容を再確認するものとし，残りの時間を全てディスカッションに充てることが可能になる。

このように，反転ゼミ形式を採用することで，参加学生には，各々のペースで発表内容を理解し，疑問点やコメントを考える時間的余裕が生まれ，リアルタイムのディスカッションの密度を高めることが可能になる。

3. 実施概要

3.1 実施概要と体制

我々は，高度データ科学人材の教育を目的とした D-DATa プログラムの一環として，このオンライン研究発表会を実施し，その効果を実証的に検証した。本プログラムでは，D-DATa プログラムの実施箇所である早稲田大学データ科学センターを事務局とし，経営工学関連のデータサイエンス分野で活躍する研究者（大学教員）に協力を依頼する形で実施した。発表する学生としては，比較的高度な研究を展開している大学院生だけでなく，学部学生による発表を推奨し，異なる学年間での研究交流に主眼をおいたオンライン発表会を計画し，綿密な準備のもとで実施した。

なお，本取組みの名称は「オンライン研究発表会」としたが，その内容は，日頃，各研究室内で行われる研究室のゼミを，多大学・多研究室間でオンラインにより結んで実施するというものであり，オンラインゼミの延長線上にある取り組みである。従って，発表内容は，研究成果ではなく，研究構想や従来手法の実験結果など，研究経過に関する内容でよいものとした。このオンラインゼミを通じ，他大学の学生や教職員から様々なアイディアやコメントをもらい，学生達の研究をさらに発展させることに結び付けることを狙いとしている。

3.2 スケジュール

この取り組みは，まず，2021 年 3 月にトライアル的な実施として，早稲田大学，湘南工科大学，上智大学の 3 大学から合計 10 件の発表者を集い，第 1 回のオンライン研究発表会を実施した。そのスケジュールを表 1 に示す。

表 1：　第 1 回進行スケジュール

月日		担当者
2 月上旬	発表学生の決定	各教員
2 月 28 日まで	LMS への研究発表動画・プロフィールのアップロード完了	発表学生
3 月 1 日～7 日	研究発表動画の閲覧とコメント入力	全員
3 月 8 日	オンライン研究発表会	全員
9 月 2 日	事後アンケート回収	参加学生

参加した教員と学生は，1 週間の研究発表動画の閲覧・コメント期間の間に，LMS 上の発表動画を閲覧し，質問や感想，コメントを投稿する。リアルタイムで実施するオンライン研究発表会の場では，聴講側の参加者は全員，事前に LMS 上の発表動画を閲覧し，コメント機能による相互のコミュニケーションを終えていることを前提に，1 件の発表あたり 5 分程度の概要紹介のみを行い，15 分をディ

スカッションに充てることにより，研究内容に関する議論に十分な時間を確保すると共に，限られた時間内で多くの発表件数をクリアすることが可能となる。また，参加学生も，事前に発表動画を閲覧し，時間を置くことで，自らの疑問点を明確にすることが可能となり，オンライン研究発表会当日の質疑応答を活性化させることが期待できる。

この第 1 回の取り組みの成果を受け，2021 年 8 月に実施した第 2 回オンライン研究発表会の企画は，参加大学・研究室数を増やして実施した。2021 年 4 月に構想を練り，表 2 に示すようなスケジュールで実施した。第 1 回実施時に，発表学生から，LMS 上でもらったコメントや質問に対して対応する時間が欲しいという意見があったことから，発表動画閲覧とコメント入力の期間後に 1 週間の発表者による対応期間を置き，その間に発表者は質問やコメントに対する返答を行い，発表資料の更新も行ってオンライン研究発表会当日に備えることとした。

表 2： 第 2 回進行スケジュール

月日		担当者
7 月上旬	発表学生の決定	各教員
8 月 11 日まで	LMS への研究発表動画・プロフィールのアップロード完了	発表学生
8 月 12 日～18 日	研究発表動画の閲覧とコメント入力	全員
8 月 19 日～25 日	発表資料修正期間	発表学生
8 月 26 日	オンライン研究発表会	全員
9 月 2 日	事後アンケート回収	参加学生

3.3 第 2 回オンライン研究発表会の内容

2021 年 8 月に実施した第 2 回オンライン研究発表会のプログラム（発表者・題目一覧）を表 3 に示す。このように 9 大学の研究室から 18 件の発表が集い，様々なテーマの内容の濃い発表会を実施することができた。

表 3： 発表者・題目一覧 (4)

発表者	大学・学年	題目
齊藤芙佑	早稲田大学 修士 2 年	季節性を考慮した事前予測モデルと微調整モデルに基づく中古ファッションアイテム需要予測のための機械学習
円城寺怜	湘南工科大学 学部 4 年	l_1 正則化を用いたオンライン型 Factorization Machine を用いた文書分類に関する一考察
佐藤 優	神奈川大学 学部 4 年	機械学習による J リーグのチケット販売枚数の予測とシミュレータ開発
濱田 聖	湘南工科大学 学部 3 年	教師あり非負値行列因子分解を用いたテキストデータ分析に関する一考察
柴山はづき	東京理科大学 学部 4 年	科目・就職先マップを用いた経営工学の特徴分析
小林優介	上智大学 修士 2 年	ウェブ広告データを用いた状態空間モデルによる分析
茂木雅祥	早稲田大学 博士 1 年	BGM とブランドとのマッチングに関する考察
北嶋弓月	中央大学 修士 2 年	食卓日記データを用いた書き手の感情に関する分析
白地 立	慶應義塾大学 修士 1 年	野球における waste pitch の有効性に関する研究ー傾向スコアによる分析
星野雄毅	東京工業大学 修士 1 年	階層構造に対応した Attention 付ニューラルネットワークによる特許文書の IPC 予測
豊重翔大	慶應義塾大学 修士 2 年	Clumpiness を考慮した RFM 指標による顧客の購買行動分析―階層ベイズモデルによる購買回数，購買金額，顧客生涯価値の予測―
野中芽依	中央大学 修士 2 年	アイトラッキングデバイスを用いた商品探索行動と消費者価値観の関係に関する研究
川崎 翔太郎	群馬大学 修士 2 年	潜在空間での共起確率モデルによるネットワーク表現学習法の評価
嶋崎颯人	慶應義塾大学 修士 2 年	目的変数を含むクラスタ対応分析を用いた継続意向予測
Shahrzad Mahboubi	湘南工科大学 博士 2 年	慣性付メモリーレス準ニュートン学習法に関する研究
川上達也	早稲田大学 修士 2 年	ビジネスチャットにおける発言特性に着目した社員ネットワーク分析モデルに関する研究
夏堀雄太	上智大学 修士２年	Uplift Modeling を利用したノンコンプライアンスが存在する状況下での説得可能層の推定
片桐優帆	中央大学 修士 2 年	ヘアサロンにおける来店間隔を考慮した店販商品購入予測

4. 結果と考察

4.1 第１回オンライン研究発表会の成果

2021 年 3 月にトライアルで実施した 3 大学間でのオンライン研究発表会の取り組みでは，3 大学から教員 7 名，学生 18 名の参加があり，実施を通じて様々な知見が得られた。特に，この取り組みで試行した「事前にオンデマンド動画でプレゼンを共有し，コメントや質問を交わした上で，実際の発表会では簡単な要約説明で済ませ，質疑に十分な時間を取る“反転ゼミ”という取り組み」は予想以上に効果が高い感触が得られた。参加者からは，事前に研究発表を動画で共有することで，「視聴の際に分からないところを何度も見直して理解し，その上で質問やコメントをすることができる」，「発表会当日のディスカッションの質が向上する」といったメリットがあるというポジティブな意見が多数得られた。

一方，反省事項として，「M2 の修士論文の発表をしてもらった場合，すでに修士論文が集大成であるため，この研究会で得られたアイディアや知見を元にさらに研究を深め，その先の研究に繋げる期間がないためもったいない」という意見が見られた。学生の負担が少ないのは既発表の研究成果の再発表であるが，発表前の研究に対して完成度を高め，研究シーズの段階でアイディアや研究の方向性に対して意見交換を行うゼミの延長のような方向性が好ましいのではないかと考えられる。

総合すると，このような方式での研究会の実施と改善を積み上げていくことで，LMS を活用した効果の高い研究会モデルが造り上げることができるという結論に至った。

4.2 第２回オンライン研究発表会の成果

2021 年 8 月に実施した第 2 回オンライン研究発表会では，研究の途中経過の発表とその後の秋に向けて研究を発展させていくための議論を行うという位置付けで実施した。10 大学から教員 13 名，学生 44 名の合計 57 名が参加して実施した。前回の３大学を大きく上回る１０大学共同の取り組みとして開催したが，協力いただいた他大学の教員や参加学生から有益な取り組みであるという意見が多く寄せられた。

この取り組みでは，事前に研究発表を動画で共有することで，「視聴の際に分からないところを何度も見直して理解し，その上で質問やコメントをすることができる」，「発表会当日のディスカッションの質が向上する」といったメリットがあるというポジティブな意見が，参加者から多数寄せられた。細かい点では色々と改善すべき点があるが，このような方式での研究会の実施と改善を積み上げていくことで，LMS を活用した効果の高い研究会モデルが造り上げることができるという手応えをつかむことができた。また，参加学生からは，以下のようなポジティブな意見を得ることができた。

- 発表した学生（学部４年生）の反応としては，色々な先生のご意見をきくことができ，満足していた。
- 指摘事項の中には，普段気づいていない点もあり，とてもためになった。
- 教員のコメントによって他の専門分野の研究の意義についての気づきを得ることもできた。
- 他大学の研究室との貴重な交流の機会となったため参加できてよかった。
- 他大学の研究室の学生の話をきくことが刺激になり自分ももっと頑張らないといけない，という気持ちになることができる。
- 多面的で様々な研究発表があっていい。
- 事前に動画を見ることにより，他の研究分野について勉強できる機会にもなる。
- オンライン研究発表会の試みはとても参考になり，学部生も発表していて感心した。
- 教員・学生は，動画をみるデューティーはあるが，コメントをもらった学生はその場ではなく，深く考える時間を取ることができ，自分でフィードバックやリカバリーの力を鍛えることができた。

4.3 反転ゼミ形式のスタイルを導入したオンライン研究発表会のメリット

本稿で紹介した反転ゼミ形式の多大学連携オンライン研究発表会では，定性的ではあるが，非常に高い教育効果が得られた。特に次の点は特筆できる。

- 聴講学生は，事前収録の発表動画を自分のペースで閲覧し，必要があれば遡って繰り返し見直して理解を深めることができる。
- リアルタイムのオンライン研究発表会では，発表時間は必要最小限とすることで，殆どの時間を議論やコメントに費やすことができる。
- 様々な研究室の所属学生間の議論により，参加学生には強烈な刺激となり，研究や勉強へのモチベーションが非常に高まる。

5. おわりに

本稿では，早稲田大学データ科学センターを中心に，広くデータサイエンス領域に関わる複数の大学の研究室から学生が参加して実施する，オンライン研究交流会の取り組みについて報告した。学生の研究活動に関わるゼミにおいても，ICT を活用して反転ゼミ形式で実施することにより，多大学・多研究室間での共同ゼミの実施や学生間の議論の活性化が可能となる。現在，2022 年 8 月の第 3 回オンライン研究発表会を準備中であり，さらにプログラムの内容を改善して教育効果を高める予定である。

謝辞

本稿で紹介したプログラムは，2017 年度・文部科学省のデータ関連人材育成（D-DRIVE）プログラムとして採択された早稲田大学・高度データ関連人材育成（D-DATa）プログラムの支援を受けて実施しました。

参考文献

(1) 重田勝介 : “反転授業 ICT による教育改革の進展”, 情報管理, 56 巻, 10 号, pp.677-584（2014）.
(2) 小川 勤 : “反転授業の有効性と課題に関する研究 : 大学における反転授業の可能性と課題”, 大学教育, 12 号, pp1-9, 山口大学教育機構（2015）.
(3) 早稲田大学 高度データ関連人材育成（D-DATa）プログラム，https://www.waseda.jp/inst/cds/education/d-data （2021）.
(4) https://www.waseda.jp/inst/cds/news/2341（2021）.

クラウド型教育コンテンツを活用した AI リテラシー基礎授業の試み

阿部 一晴
Email: i_abe@koka.ac.jp

京都光華女子大学 キャリア形成学部

◎Key Words 情報教育，AI リテラシー，授業外学習，補助教材コンテンツ

1. はじめに

本学では、PC 操作を中心とした演習（2 科目）と情報倫理・モラル等を中心とした講義、コンピュータとネットワーク技術の基礎を扱う講義の合計 4 つの情報リテラシー科目をカリキュラムに組み込んでいる。このうち技術の基礎科目にAIリテラシーの内容を取り込み、新たに全学を対象とする一連の AI・データサイエンス教育プログラムの一部として提供することとした。プログラム内でのこの科目の位置づけから、AI に関する最新の動向や事例等を取り上げることが求められた。そこで、授業では教科書ベースの基本的な内容を中心に取り上げ、最新の話題や実践的内容は授業外で学習させるという組み合わせで進めることを考えた。このうち、授業外の学習教材として、日経 BP 社の提供する定期刊行雑誌と連携したクラウド型教育コンテンツである「日経パソコン Edu」というサービスを利用した。

本稿では、2021 年度に開講したこの科目の取り組みの概要と評価や受講生の反応等について報告する。

2. 「光華 EDUAL プログラム」について

社会や産業構造の変化等に対応するため、高等教育においても数理・データサイエンス・AI 教育への注目が高まっている。文科省による認定プログラムの選定も始まり、人材育成の具体的数値目標も示され、各大学でもこの分野での取り組みが求められている。

本学においても、2021 年度から「光華 EDUAL プログラム」という名称で、これに対応した教育プログラムを立ち上げ、実施している。デジタル時代の「読み・書き・そろばん」と言われる「数理・データサイエンス・AI」はこれからの社会で最も必要となるスキルの一つであると捉え、各学部の専門知識に加え、データや AI を日常の生活、ビジネス・健康科学・教育等の場で使いこなすための基礎的素養（リテラシー）を併せ持つ、2 つの強み(Dual advantage)を持った人材の育成を目指す実践的な教育(Education)をその趣旨としている。

このプログラムは、全学共通として日常の生活、ビジネス・健康科学・教育等の場でデータを使いこなすための基礎的素養（リテラシー）を修得する「リテラシーレベル」と、筆者の所属するキャリア形成学部を対象に、目的に応じて適切にデータを収集・抽出・分析し、その結果を分かりやすくフィードバックする能力と、ビジネス・ソーシャル・ホスピタリティ分野での課題解決にデータ・AI を活用する知識・技能を修得する「応用基礎レベル」から構成される。なお、応用基礎レベルも内容を若干見直し、2022 年度から受講対象を全学に広げている。この「応用基礎レベル」での必修科目としてプログラムの中核に位置付けているのが、後述する「情報技術の理解」という科目である。

3. 「情報技術の理解」について

本学には現在、もっぱら情報分野を専門とする学科・専攻等はない（過去メディア情報専攻があったが改組により募集停止となった）が、社会の情報化がますます進む中、いわゆる文系学部の学生においても必須ツールとしてのパソコン操作等を中心とした情報の利活用実践以外に、それらを支える情報通信技術そのものについても学んでおく必要があるという趣旨で、共通基礎教育の位置づけとして「情報技術の理解」という科目を開講している。

「情報技術の理解」の授業概要は、

現代社会の特徴は高度な情報化にあり、社会経済システム・生活・文化とあらゆる面で情報化が進み、情報社会と呼ばれる。この情報社会がかかえる種々の問題の解決に積極的に ICT（情報通信技術）が活用されている。本科目では、現代の高度情報化社会における諸問題の発見と解決を図るために必要となる情報処理・情報通信に関する基礎的な知識を習得することを目的とする。また、昨今身の回りの様々な分野で活用されるようになっている AI（人工知能）の概要と AI が社会をどのように変えるか等についても取り上げる。

具体的には、①コンピュータの仕組み（ハードウェアの構成や動作） ②OS とアプリケーション（ソフトウェアの構成や動作） ③インターネットの技術（ネットワークの仕組み・ネットコミュニケーション・クラウドコンピューティング・情報セキュリティ） ④AI（人工知能）の技術（データサイエンス・ビッグデータ・AI の活用事例） その他コンピュータおよびネットワーク利用と AI の概要理解に必要な知識・技術の基本を取り扱う。

となっている。

また、到達目標は、

1．情報処理技術（コンピュータ）全般・情報通信技術（ネットワーク）に関して、その概念や動作の仕組みの基本について理解できる

2．情報社会での様々な問題解決の基本として必

要となる情報通信技術の現状や将来について幅広く理解することができる

3．身の回りの様々な分野で活用されるようになったAI（人工知能）とはどういったもので、社会をどのように変化させる可能性があるか等について考えるための基本的な知識を理解することができる

となっている。

前述した「光華 EDUAL プログラム」の応用基礎レベル中核科目に位置付けており、2021 年度はキャリア形成学部のみが受講する専門科目であったが、2022 年度は受講対象を全学とするリベラルアーツ（基礎・教養）科目に移行することになっている。

4. 授業外学習に取り組ませることの困難さ

現在の大学における単位制度は、学習時間をベースとしたものとなっている。すなわち、一般的な講義科目は1週90分（これを2時間と換算する、以下同様）の授業に加え各2時間の予習・復習の合計6時間の学習を15週おこなうことにより2単位というのが基本となっている。2単位の講義の場合、半期15週で90時間の学習を要する。この単位制度自体には、その実質化という観点で是非についても様々な議論が進んでいる。しかし、現在の大学設置基準において上記の規定がある以上、教員としてはこれを意識した授業提供をおこなう必要がある。このため、レポート等を中心とした宿題や事前学習課題を毎回課す等で、強制的に次回までに授業外学習をおこなわせる工夫等をおこなっていることが多い。ただし、特に実験や実習等を一切伴わない講義科目では、現実には確実に規定時間どおりの授業外学習を確保させることは容易ではない。

5. 「日経パソコンEdu」について

情報関連テキストの出版社である日経 BP 社から、「日経パソコン Edu」（図 1）という名称で、教育機関向けのクラウドコンテンツ提供がされている。4年前に、当時開講されていた別の情報リテラシー科目で利用したことがあるが、上記目的を達成するために再びこのサービスを授業と連携して利用することにした。これは、同サービスの Web によると、

雑誌「日経パソコン」が提供するクラウド型の教育コンテンツ提供サービスである。学生・生徒の IT リテラシー向上、資格取得、就職活動などに役立つ多彩なコンテンツを届ける。新しいコンテンツを随時追加するので、学生・生徒は常に最新の情報を入手できる。紙の書籍ではフォローできない最新トレンドや活用情報を Web 上で提供していく。（「日経パソコン Edu とは」より）

といったものである。

図1：日経パソコンEdu（https://pcedu.nikkeibp.co.jp/）

6. 授業と連携した取り組み

このサービスを個人で契約する場合の標準価格は月額 660 円（税込）であるが、テキストにアクセス権をセットしたものが提供されている。今回は、その中でも特に日経パソコン Edu のコンテンツとの連携を意識した「基礎から学ぶ ICT リテラシー」を指定教科書として採用した。受講生には授業開始時に、具体的にどのようなコンテンツが提供されているか、またどのような利用方法があるか等をレクチャーした。主に授業内で取り扱った情報技術・通信技術や AI・データサイエンスの普遍的な内容に関しても連携テキストを教科書として採用したため、関連コンテンツが網羅されており、学習の補強に役立てることができた。それとは別に、今まさに役立つ実践的でタイムリーな内容に関して、毎回授業外での学習を促すことを意識した課題を課し、これらの課題への取り組みに日々アップデートされる日経パソコン Edu のコンテンツを参照させる様にした。例えば、「機械学習やディープラーニングに関連する用語」や「具体的に社会で活用されている AI 技術に関する記事」などでコンテンツの検索をさせて、出てきた記事から興味のあるものをまとめてレポートとして提出させるといったものである。課題ということで強制されることもあるが、受講生はこれらのコンテンツを利用して、積極的に最新の情報分野を学ぶことを楽しんでくれていた様である。

7. まとめ

これまで述べたとおり、継続的な学習と最新の情報通信技術動向等に積極的に触れる態度を養うことを意識して、授業外学習の確保と習慣づけのため、出版社の提供するクラウド型コンテンツサービスを利用した。受講終了後に実施したアンケートでは、こういったコンテンツの授業での利用に肯定的で、内容についても良かったと評価する回答が多かった。また、AI・データサイエンスに関する最新の話題に興味を持つきっかけになったいった前向きな自由記述への回答もあった。受講生の多くがこの科目の学習を進める上で役立ったと感じてくれた様である。また、授業以外にも資格試験対策やその他自分の興味があることに積極的に利用したという受講生もあった。

関連する最新の話題に触れさせる、授業外学習にしっかり取り組ませるといった当初の目的は、このサービスの利用により達することが出来たと評価している。特に AI・データサイエンスという情報通信技術分野でも比較的新しく、変化が速いテーマとの親和性は高いと考えており、次年度以降も継続して授業の一部として組み入れ、積極的に活用していく予定である。

参考文献

(1) 阿部一晴、“情報リテラシー基礎科目におけるクラウド型コンテンツの授業外学習での活用”、コンピュータ利用教育学会　2017 PC Conference 論文集　pp.351-352（2017）
(2) 「基礎から学ぶ ICT リテラシー」、日経 BP 社（2020）
(3) 日経パソコン Edu、https://pcedu.nikkeibp.co.jp/ 日経 BP 社（2022）

マス・コラボレーションによるデータドリブンな業界研究実験

小野田哲弥*1
Email: onoda@mi.sanno.ac.jp

*1：産業能率大学 情報マネジメント学部 現代マネジメント学科

◎Key Words　　マス・コラボレーション，データドリブン，業界研究

1. はじめに

2005 年以降，大学進学者は 18 歳人口の半数を超え(1)，大学生は 9 割以上が民間企業への就職を希望している(2)。その一方で，大卒新規就職者の 3 年以内離職率は，2010 年以降一貫して，3 割以上の高水準にある(3)。

当該社会問題に呼応するように，2011 年に経団連が人材育成に関する大学への要望を含んだアンケート結果(4)を公表し，翌 2012 年には中教審より「高等教育の質的転換答申(5)」が出された。それ以降，多くの大学において，大学生から社会人へのトランジションを円滑化することを主目的の一つとした「アクティブラーニング」が展開されていることは周知の通りである。

しかしながら，PBL 等による汎用的な就業力(6)の養成だけでは，高離職率の背景にある「企業と大学生とのミスマッチ問題」を解消することはできない。そのため，キャリア教育に特化した科目や，専門職員が就職活動をサポートするキャリアセンターも各大学に設置・拡充されてきた。キャリア教育科目には，資格取得や筆記試験対策を支援する科目も含まれるが，本質的に重要な主題は，自身の特性を理解する「自己分析」と，直近の社会情勢や将来予測を踏まえた「業界研究」の 2 つである(7)。なぜなら，その両者を擦り合わせることこそが，「自身(大学生)と企業のマッチング」に他ならないためだ。

本稿で取り上げる科目は，その両輪の片方を担う「業界研究」をテーマとする。同目的を掲げる授業例は多く存在するが，題材が特定業界や有名企業に限られる，あるいは従来型の知識伝授型に留まる等の課題が挙げられる。上述の課題克服に向け，前例のない方法で挑戦した実験的授業内容について以下に述べたい。

2. 2 つの主要コンセプト

授業内容について具体的に説明する前に，本授業の新規性を支える 2 つの概念について触れておきたい。

2.1 マス・コラボレーション

一つ目は「マス・コラボレーション」である。マス・コラボレーションとは，オンライン百科事典の『ウィキペディア』（https://www.wikipedia.org/）が成功事例として知られるように，ICT を活用して不特定多数の人々が協働することにより，「集合知(8)」に代表される成果が創造され，多くの人々がその恩恵にあずかることのできる社会的意義の大きい活動をいう(9)。

先行研究において，大人数授業におけるアクティブラーニングを，LMS（Learning Management System）や「ジグソー法」を援用して実現した事例報告(10)-(15)は数多いが，ロングテール(16)に通底した「塵も積もれば山となる」という発想で，大人数だからこその利点を存分に活かした事例としては本科目が最初になると考えられる。

2.2 データドリブン

そしてもう一つは，「データドリブン」である。その先駆けはライフサイエンス分野であったとされる(17)。当該分野においても従来は既知の知識から仮説を立て，その仮説を証明するために，そのつど実験を行ってデータを取得し，検証作業を行っていた。ところが「ゲノム解析」が進むと，すでにあるビッグデータから仮説を導出するデータマイニング的アプローチが主流となっていく。同様の手法は EC サイトの ID-POS データの蓄積においても普及し，現在多くの企業において「データ・ドリブンマーケテイング(18)」が一般化していることは論を俟たない。

業界研究に話を戻すと，先行研究として多く存在するのは，有名企業数社に絞って分析を行う授業である(19)。中堅・中小企業を取り上げる事例もあるが，卒業生の就職先や教員の人脈に基づいて企業が選定されるケースであり(20)，未知の知見をデータマイニングによって掘り起こす事例ではない。本科目では，数千社のデータベースを予め準備し，先入観に寄らない発見をデータ駆動的に学生たちに提供している点も独自性として挙げられる。

3. 科目の概要

本章から当該科目の説明に入る。まずは大学のカリキュラム内での位置づけと，授業概要についてである。

3.1 カリキュラム内での位置づけ

産業能率大学情報マネジメント学部（以下，本学部）の科目群は，「ゼミ」「キャリアデザイン科目」「基礎教育科目」「専門教育科目」の 4 つに大別される。他の 3 つは多くの大学に共通する区分だが，「キャリアデザイン科目」が主要区分の一角を構成する点が本学部の特色である。

表 1　本学部の主要なキャリア設計科目

授業科目名	配当期	単位	必修
情報マネジメント学部の学び方	1 年前期	2	○
キャリアを考える	1 年後期	2	○
キャリア設計と自己開発	2 年前期	2	○
キャリア設計と業界研究	2 年後期	2	○
インターンシップⅠ	2 年通年	4	
インターンシップⅡ	3 年通年	4	
キャリア設計と企業研究	3 年前期	2	
キャリア設計と自己表現	3 年後期	2	

キャリアデザイン科目はさらに「キャリア設計科目」と「資格取得支援科目」とに分かれる。キャリア設計科目には全13科目が含まれるが，筆記試験対策等を除き，一般学生が広く受講する主要な科目は表1の8科目になる。

本学部では，入学直後の『情報マネジメント学部の学び方』においてカリキュラムの全体像を理解し，4年間の学修プランを立てる。つづく 1 年後期の『キャリアを考える』において，キャリアの主要概念を学ぶとともに，卒業生・上級生のゲスト講義を受け，彼らを参考ロールモデルとしながらキャリア設計を行う。2年次からは，冒頭で述べた「自己分析」と「業界研究」を2本柱としたキャリア設計科目が組まれる。その名の通り，前期の『キャリア設計と自己開発』(以降「キャリア設計と」は〜で省略)は自己分析に，後期の『〜業界研究』は業界研究に比重が置かれている。ここまでの4科目が必修科目である。

3年の前期『〜企業研究』は『〜業界研究』で理解したマクロな業界動向を前提に，個別企業のミクロな分析へと研究を深めていく科目であり，後期の『〜自己表現』は，本格的な就職活動の開始を前に，それまでに積み上げてきた自己分析と業界研究をもとに，履歴書やエントリーシート，面接等において自らのアピール方法を磨く科目である。その間，2・3年それぞれに配当された通年の『インターンシップⅠ』『インターンシップⅡ』において，希望者は企業で一定期間の職場体験をし，イメージとリアルとの擦り合わせを，身をもって行うことができる。

3.2 『キャリア設計と業界研究』の概要

前節で紹介した 8 科目のうち，筆者は 1 年後期から 2 年後期までの必修 3 科目の科目主務者として，シラバスと各週の教材作成を担当している。そのうち，本稿で扱う科目は，2年後期配当の『キャリア設計と業界研究』であり，担当教員数は筆者を含む計5名である。1学年の人数は約400人であるため，1クラスの学生数は約80人だ。

この科目は全14週で構成される(表2)。「クラス別」と「5クラス合同」の週があり，授業形態も「対面」「LIVE」「On-D(オンデマンド)」の3形態が含まれる，学部内でもユニークな科目である。なお，本学部における LIVE とは「オンラインでリアルタイムに受講する」形態を指す。

表2 『キャリア設計と業界研究』全14週の授業概要

週	テーマ	クラス	形態
1	全体ガイダンス	合同	On-D
2	スポーツ業界	合同	LIVE
3	情報・通信業界	合同	LIVE
4	業界の多様性	合同	LIVE
5	業界研究の手法	合同	LIVE
6	新聞・データベースの活用法	別	対面
7	担当業界の決定	別	対面
8	研究テーマの検討	別	対面
9	ターゲット企業の研究	別	対面
10	業界研究レポートの作成	別	対面
11	クラス内審査①書類	別	対面
12	クラス内審査②発表	別	対面
13	クラス代表チームによる発表	合同	LIVE
14	全体の振り返り	合同	LIVE

本科目は，到達目標として「自らの力で業界研究を進められるようになる」ことを掲げ，前半(第5週以前)と後半(第6週以降)とに大きく分かれる。前半は「講義」により一般的な業界の特徴や業界研究の手法に関する知識・スキルを吸収することをねらいとし，後半は「実習」により，前半の講義で学んだ知識・スキルの修得を確かなものにする。後半では担当する一つの業界の分析をグループワークで行い，いずれは自らの興味・関心に基づいて特定業界の分析に応用できるようになるための経験を積む。

第1週の「全体ガイダンス」がオンデマンドである理由は，本科目の目的や概要の説明に加え，キャリアセンター職員を招いて就職活動の最新動向や本学学生が陥りやすい課題等が説明されるため，全14週を通じて適宜振り返ってほしい内容だからである。第2〜5週は，各業界や分析手法に精通した専門家をゲストに招いて行う LIVE 授業であり，文字通りライブ感を重視した質疑応答等が行われる。なお第2・3週が特定業界である理由は，本学部学生の入学時点での関心が最も高い業界が「スポーツ業界」，卒業時点での進路決定者が最も多い業界が「情報・通信業界」であることに基づく。

第 6 週からの後半は，「新聞・データベースの活用法」からスタートする。学期末まで一緒にグループワークを行うメンバーと初対面する週でもあることから，アイスブレイクも意図し，現代の学生たちにとって身近ではなくなっている紙媒体の新聞を配布して読み合う。また，多くの大学で取り入れながら，学生の利用機会が少ない点が課題として挙げられている[21]，日経テレコン・東洋経済デジタルコンテンツライブラリー等のデータベースサービスについて，互いの PC 画面（本学では BYOD で全員がノート PC を必携）を見ながら利用と考察を行う。各クラスのチーム数は9ずつであり，5クラスで計45のチームに学生たちが所属する。

第7週以降が本稿の主題「マス・コラボレーションによるデータドリブンな業界研究実験」が該当するプロセスとなる。その詳細については次章で取り上げるとして，大まかな流れを説明しておきたい。第 7 週において提示された12の業界候補の中から，1チーム1つずつ，クラス内で他チームと重複しない業界を担当する。第 8 週では何をテーマにして研究に取り組むのかを決め，第 9 週ではそのテーマに関連の強い特定企業について研究を深める。そして第10週には「業界研究レポート」としてアウトプットを提出する。

第 11・12 週は採用試験を模した評価フェーズであり，第11週の書類選考（業界研究レポートの評価）における上位5チームのみが第12週において発表を行うことができる。そして，その5チームの中で最優秀と認められた1チームのみが，第13週の合同授業において，約400名の2年生全員の前で発表する栄誉にあずかることができる。

「全体の振り返り」となる最終第14週は，授業評価アンケートを実施した後，筆記試験模試，課題レポートのフィードバック，チーム内貢献度評価を行う。課題レポートは授業外に取り組むものであり，自己分析としてメジャーリーグで活躍する大谷翔平選手が高校時代に実践していたことで有名な「マンダラート[22]」をもとに自身の向いている業界を一つ挙げ，その業界に対して，講義とグループワークで身につけた業界研究手法を実践する。

4. 業界研究実験

本章では，2021 年度の『キャリア設計と業界研究』において実施した「マス・コラボレーション」および「データドリブン」の試みについて詳説するとともに，授業評価アンケート等の記述から，成果と課題を明らかにする。

4.1 「マス・コラボレーション」の試み

データドリブンを可能にするためには，ある程度の規模を誇るデータベースの存在が前提となる。本学部のキャンパスは高速 Wi-Fi が完備され，全学生に Excel を同時に共同編集可能な Microsoft365 ライセンスが付与されている。それらの環境が整っているのであれば，本科目の受講生全員が自身のノート PC を持ち寄っている点を利用し，各自が労力を少しずつ分担し合うことで，独自の企業データベースを構築できないかと考えた。

その独自データベースの構築において定義しておかなければならいのは，行となる「企業」と，列となる「成分」のリストである。まず企業リストについては，第 6 週で扱った契約データベースを利用し，『業界地図』(東洋経済新報社)の 12 業界ごとに Sheet を分けた Excel を提供し，当該電子書籍の 170 の小分類(pp.14～271)を参照して，証券コードのある上場企業を分業で入力してもらった。

成分としては「規模」「業績」「株価」「社員」の 4 指標を設けた。1 つめの規模は大手企業か否かを示し，2 つめの業績は当該企業が好調か否か示す。両者とも多くの学生が就職時に考慮するポイントである。3 つめの株価は投資家の評価を反映するため，その企業の将来的な業績を予測するための指標となる。そして社員評価は，冒頭の離職問題に直結する重要指標だ。なお，行の企業リストを上場企業に限定したのは，これら 4 指標が確実に入手できる企業だからという理由による。

本科目におけるマス・コラボレーションは，第 7・8 週に実施した。クラスは別々だが，同じ Excel リンクと 4 指標の入力規則（表 3）を提示し，以下の手順で一斉に取り組んだ。なお，万が一の事態に備えて数分刻みでバックアップを取ったが，妨害行為などは一切見られなかった。

1. チーム内で 2～3 人で 1 組となって入力範囲を分担し，担当業界のデータをダブルチェックで入力せよ。
2. 担当業界のデータが完成したら未完成業界のヘルプに回り，全員協力でデータベースを完成させよ。

表 3 成分 4 指標と入力規則（0～5）

指標名	規模	業績	株価	社員
参照サイト	ユーレット	ユーレット	Yahoo!ﾌｧｲﾅﾝｽ(10 年)	OpenWork
基準	売上高	目視		総合評価
5	≧1 兆円	安定した上昇		≧3.50
4	≧1000 億円	不安定ながら上昇		≧3.25
3	≧100 億円	近似直線がやや上昇		≧3.00
2	≧100 億円	近似直線がやや下降		≧2.75
1	≧10 億円	明確な下降線		≧2.50
0	＜10 億円	低迷が数年間継続		＜2.50

ユーレット https://www.ullet.com/
Yahoo!ﾌｧｲﾅﾝｽ https://finance.yahoo.co.jp/
OpenWork https://www.vorkers.com/

4.2 「データドリブン」の試み

前節のマス・コラボレーションによって，2,136 社×4 指標の独自データベースが完成した。学生が自らの手で高度なデータ解析まで行うのは本科目の範囲を超えるため，データマイニングは筆者が行い，その結果を学生たちに提供することを通して，彼らのデータドリブンな業界研究を支援することとした。

自己組織化マップ[23]（SOM: Self-Organizing Maps）の市販アプリ Viscovery SOMine 7.1 を用いてクラスタリングを行ったところ，4 指標を入力成分とした場合の最適クラスター数は 5 であった。各クラスターの平均値をもとに筆者がネーミングを行った結果が表 4 であり，12 業界内で各クラスターの構成比は表 5 となった。

なお，SOM を用いた企業分類を筆者が行った前例[24]はあるが，研究目的でのクラスタリングであり，学生の学習支援目的ではない。また学習支援目的の先行研究としては白土(2016)[25]があるが，インプットデータをマス・コラボレーションによって構築した点に本研究の新規性がある。

表 4 導出クラスターの特徴

クラスター名	企業数	構成比	規模	業績	株価	社員
C1_社員満足企業	615	28.8%	◎	△	○	◎
C2_株主満足企業	583	27.3%	△	◎	◎	△
C3_社員納得企業	200	9.4%	×	○	×	○
C4_巨大斜陽企業	356	16.7%	○	△	△	△
C5_視界不良企業	382	17.9%	△	×	△	×
合計	2,136	100.0%		－		

記号の意味は，◎が 5 クラスター中 1 位，○が 2 位，△が 3・4 位，×が 5 位。

表 5 業界別クラスター構成比(%)

業界	企業数	C1	C2	C3	C4	C5
01_自動車・機械	195	25.1	29.7	2.6	26.2	16.4
02_ｴﾚｸﾄﾛﾆｸｽ機器	197	29.4	35.5	11.2	18.8	5.1
03_情報・ｲﾝﾀｰﾈｯﾄ	149	49.7	19.5	13.4	3.4	14.1
04_資源・ｴﾈﾙｷﾞｰ	160	29.4	29.4	1.9	33.1	6.3
05_金融・法人ｻｰﾋﾞｽ	263	31.9	20.9	20.2	12.9	14.1
06_食品・農業	133	27.1	44.4	9.8	9.8	9.0
07_薬・生活用品	127	18.1	17.3	14.2	11.0	39.4
08_娯楽・ﾒﾃﾞｨｱ	208	25.0	18.3	8.2	13.5	35.1
09_建設・不動産	136	41.9	32.4	3.7	14.0	8.1
10_運輸・物流	78	19.2	35.9	10.3	28.2	6.4
11_流通・外食	356	26.4	28.9	3.1	19.4	22.2
12_生活・公共ｻｰﾋﾞｽ	134	19.4	22.4	18.7	8.2	31.3
合計	2,136	－	－	－	－	－

5 クラス 45 チームが提出した「業界研究レポート」に目を通すと，表 5 の比率をもとに他業界との相対比較を通じて担当業界の特徴を説明していることに加え，担当教員にとってさえ新鮮な企業名が数多く登場していた。もし仮にこの 2,136 社のリストとクラスタリングが提供されていなかったなら，彼らの業界研究は，CM などで目にすることの多い有名企業のみを対象とした，既視感のある分析結果ばかりだったに違いない。

4.3 本実験の成果と課題

本科目では学期末の授業評価アンケートのほかに，毎回の出席レポートにも「感想」欄を設け，学生の反応を捕捉している。その主な声を抜粋した結果が表 6 である。

表6　受講生の反応（抜粋）

マス・コラボレーションに関するコメント
・他の人が調べた箇所が次々と埋まっていくのは壮観だった。 ・どんどんセルが埋まっていき，他の人の意識の高さを感じた。 ・皆で分担するとこんなにも早く完成できるのかと驚きだった。
データドリブンに関するコメント
・データ入力がクラスタリングに使われた事が誇らしく嬉しかった。 ・思い浮かぶ企業には限界があるため，データからの気づきをヒントにすることによって，新たな発見にもつながっていくと感じた。 ・業界研究は何から始めたらいいのかわからなかったが，データに導かれて調べていくうちに，自然と知識が増えていく気がした。

上記の作業が企業データベースの構築に終始していたなら，単なる「人海戦術」だが，僅かばかりの分業の集積が，唯一無二のマイニング結果へと転じ，学生本人にフィードバックされたことにより，マス・コラボレーションと呼ぶに足る活動として認識されたといえよう。

またこの実験は，これまでの特定業界や有名企業限定された業界研究授業の課題を克服する可能性を示した。すなわち，教員からの知識伝授に頼るのではなく，データそれ自体が学生たちの好奇心に火を点け，業界研究へと誘うデータドリブンな役割を果たしたのである。

5.　おわりに

本授業において学生たちがデータ入力に用いた Excel や，筆者がクラスタリングに用いた SOM は，Google スプレッドシートや他のデータ解析ツールでも代替可能であり，その他で必要となるのは，多くの大学において所与の BYOD と Wi-Fi のため，すぐにでも応用可能である。

実は，本授業はデータ入力週に限らず，全 14 週全体が「マス・コラボレーション」を意図している。個人あるいは 1 グループで全業界を分析することはできない。だが，書類審査や発表審査を通じてその成果に触れることにより，5 クラス全体でその果実を享受しているのである。

「データドリブン」のみを重視すれば，AI が人に取って代わるという議論にエスカレートしてしまう。大人数授業は，ICT によってその効率化をいかに図るかではなく，「マス・コラボレーション」を組み合わせ，生身の学生が大勢集まるからこその価値を創出することが肝要である。

謝辞

2021 年度『キャリア設計と業界研究』の共同担当として，本実験の趣旨に賛同し，各クラスの授業運営に協力いただいた，情報マネジメント学部の柴田明彦教授，中野耕助講師，兼任教員の安倍麻樹子氏，田中慎太郎氏，ならびにゲスト講師として「業界研究手法」について講義をいただいた客員教授の西野嘉之氏に感謝申し上げる。

参考文献

(1) 文部科学省:「令和 3 年度学校基本調査（確定値）の公表について」, https://www.mext.go.jp/content/20211222-mxt_chousa01-000019664-1.pdf, (2021).
(2) 就職みらい研究所:「2021 年 7 月 1 日時点内定状況」, https://shushokumirai.recruit.co.jp/research_article/20210707001/ , (2021).
(3) 厚生労働省:「新規学卒就職者の離職状況」, https://www.mhlw.go.jp/content/11652000/000845829.pdf, (2021).
(4) 日本経済団体連合会,「産業界の求める人材像と大学教育への期待」, https://www.keidanren.or.jp/policy/2011/005honbun.pdf, (2011).
(5) 文部科学省中央教育審議会:「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け，主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）」, https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm, (2012).
(6) 文部科学省:「平成 22 年度「大学生の就業力育成支援事業」の選定状況について」, https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/shugyou/1296632.htm, (2010).
(7) 山口佳和:「ゼミナールにおける自己分析と業界研究の試み」,『工学教育研究講演会講演論文集』, pp.298-299, (2018).
(8) James Surowiecki: *The Wisdom of Crowds: why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies, and nations*, Random House, (2004).
(9) Don Tapscott, Anthony D. Williams: *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*, Portfolio, (2006).
(10) 田島貴裕, 大津晶:「コミュニケーションを重視した大規模講義向けアクティブラーニング手法の開発」,『コンピュータ&エデュケーション』, 45, pp.103-108, (2018).
(11) 都築学:「大人数講義における学生の能動性を高める教育実践の試み―manaba と respon を用いたアクティブ・ラーニング―」,『教育学論集』, 61, pp.259-278, (2019).
(12) 菊地直子, 内野秀哲:「大学の大人数授業におけるアクティブ・ラーニングを意図した 「Google Classroom」の活用」,『仙台大学紀要』, 50(2), pp.1-7, (2019).
(13) 佐藤智彦, 三田池真実, 岡田徹太郎:「大学経済学専門科目の「大人数講義型授業」における「アクティブ・ラーニング型授業」導入効果の検証」,『京都大学高等教育研究』, 25, pp.1-12, (2019).
(14) 片山昇, 髙木優香, 金青男, 本田周二, 森朋子:「大人数授業におけるアクティブラーニングとしてのジグソー法の導入」,『工学教育』, 68(3), pp.2-7, (2020).
(15) 福島耕平, 下村勉:「コミュニケーションを重視した大規模講義向けアクティブラーニング手法の開発」,『2021PC Conference 論文集』, pp.221-222, (2021).
(16) Chris Anderson: *The Long Tail: Why the future of business is selling less of more*, Hyperion Books, (2006).
(17) Sabina Leonelli: “Introduction: Making sense of data-driven research in the biological and biomedical sciences”, *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 43(1), pp.1-3, (2012).
(18) Mark Jeffery: *Data-Driven Marketing: The 15 Metrics Everyone in Marketing Should Know*, John Wiley & Sons, (2010).
(19) 新村秀一:「「問題解決型授業」の考察：ゼミ学生の企業分析と就活支援」,『成蹊大学経済学部論集』, 46(1), pp.37-80, (2015).
(20) 田中史人:「優良中堅・中小企業研究の軌跡と展望」,『国士舘大学経営研究所紀要』, 51, pp.56-63, (2021).
(21) 浅野京子:「部署連携による講習会実施効果の検証 -「企業研究・業界研究のためのデータベース講習会」を通して-」,『明治大学図書館紀要』, 26, pp.129-135, (2022).
(22) スポーツニッポン新聞社:「大谷 花巻東流“夢実現シート”」,『スポニチ Annex』, https://www.sponichi.co.jp/baseball/news/2013/02/02/kiji/K20130202005110330.html, (2013).
(23) 徳高平蔵, 岸田悟, 藤村喜久郎:『自己組織化マップの応用―多次元情報の 2 次元可視化―』, 海文堂, (1999).
(24) 小野田哲弥:「学生および企業の類型化とそのクロス集計―ジェネリックスキルの成長と就職先企業の関連性についての仮説提起―」,『コンピュータ&エデュケーション』, 49, pp.34-39, (2020).
(25) 白土由佳:「「社員による会社評価」クチコミに基づいたワークスタイルの多様性―San-Q ネット掲載企業を対象として―」,『産業能率大学紀要』, 36(2), pp.19-47, (2016).

統計学の履修に対する意識調査
―文系履修者を対象に初年次の入門科目として―

岩田一男*1
Email: k-iwata@kwansei.ac.jp

*1：関西学院大学共通教育センター

◎Key Words　　統計学，演習科目，初年次教育

1. はじめに

コンピュータの発展とともに統計学は注目を浴びるようになり，大学でも専攻分野にとらわれず授業として多方面で実施されている。学問として統計学を学ぶことを主眼とするのではなく，理屈に深入りするよりも，面倒な計算はコンピュータに任せておいて，データ分析の結果活用を重視する取組が増えているのではないだろうか。実際に統計学はデータに関係する様々な場面で使われている。例えば，意思決定する場合，KKD（経験・勘・度胸）に頼るのではなく，データに基づく物事の把握，適切な統計的手法から導き出された結論や予測などを踏まえることで，妥当性により優れた判断に導ける可能性がある。

このような統計学の位置づけのなか，「どのように授業運営をしていくか」検討するうえで，まずは現状把握するために調査することにした。ここでの調査は，実際に履修している学生たちが統計学に対してどのようなイメージを持ち，どのような意思を持て取り組んでいるのか確認し，これからの統計学の授業に活かせることがないか探ってみることにした。今回の発表では，その取り組みの中間状況として，統計学に対する文系履修者（初年次入門科目）の意識調査について報告する。次のステップとして，今後統計学の授業を効果的に進めるにあたってどのようなことに留意すべきか，探るヒントに繋げたい。

2. 調査方法

2021 年度後期（2022/1/21）に，アンケートツールである Google Form を使い調査を実施した。非常勤先（中堅私大）の文系学部に所属する学生のうち，統計学入門を受講した 1 年生の学生を調査対象とし，授業終了直後に調査を受諾した任意回答者 93 名のデータを分析した。この授業は統計学の基礎概念，基本知識，基本の統計法を学習するもので，1 コマの中で「講義とパソコン（Excel）を使った演習」を繰り返すものである。

今回のアンケートは，「統計学の学習に対する意識」，「統計学を学習するにあたって大事なこと」について実施した。これらの選択肢は比較しやすいように，すべて「全くそうだ（高い）」「どちらかというとそうだ（やや高い）」「どちらともいえない（並）」「どちらかというとそうではない（やや低い）」「そうではない（低い）」の 5 段階で回答を選択することとした。また，「統計学の活用能力を高める方法」については，分析よりも学生のさまざまな意見を吸い上げることを優先し，選択肢は準備せず自由記述とした（表 1）。

表 1 アンケート内容

質問項目	質問項目	回答方法
1 学習に対する意識	統計学の学習に対する意識はどれに近いですか？	5択
2 学習での重要事項	統計学を学習するにあたって大事なことは何だと思いますか？	5択
3 活用能力を高める方法	統計学の活用能力を高める方法について，あなたの考えは？	自由記述

3. 調査結果

3.1 学習に対する意識

統計学の学習に対する意識については，「統計学の学習に対する意識はどれに近いですか？」という設問で，「必要である」「身につけたい」「やってみたい」「期待がある」「自信がある」「得意である」の 6 項目について確認した（図 1）。「全くそうだ」「どちらかというとそうだ」の 2 つの選択肢を肯定的な回答とすると，「必要である」（82.8%），「身につけたい」（77.4%）となり，統計学に関しての頭の中では必要度合を強く意識している。同様の方法で確認すると，「やってみたい」（47.3%），「期待がある」（48.4%）となり，実際自分の実現度合に置き換えると半分ぐらいに減少する。さらに，「自信がある」（6.5%）「得意である」（9.7%）となり，自分のスキル到達度合に置き換えると 1 割未満でそれほど身についた感はないと回答している。

必要なので身につけたいという気持ちは強いものの，実際には胸を張って身についたとは言い難い結果となった。シャイな学生も含まれるだろうし，調査当日は最終の確認テストを実施する直前であったため不安もあっただろうから，なかなか身についたと回答できにくかった可能性も排除できない。この裏付けとして，確認テストの上位者 10%だけを抽出して肯定的な回答（「全くそうだ」「どちらかというとそうだ」）を確認したところ，「自信がある」（10.0%）「得意である」（20.0%）と割合が増えるものの，この 2 つの設問でズバリ「全くそうだ」と言い切った学生はいなかった（図 2）。遠慮がちな回答結果であったため，今後はバイアスを軽減すべく調査タイミングを検討するなどの配慮が必要といえよう。

3.2 学習での重要事項

統計学を学習するにあたっての重要事項については，「統計学を学習するにあたって大事なことは何だと思いますか？」という設問で，「論理的に物事を考えること」「パソコンの操作」「パソコンの知識」「定義やルールを覚

えること」「発想力」「あまり悩まずに，早く考えること」「とにかく試してみること（トライアンドエラー）」「間違えを直すこと」「じっくり考えること」「みんなで意見を出し合うこと」「タイピング能力」の 11 項目について確認した（図 3）。なおここで 11 項目に選定した理由は，ほかの情報科学科目と整合性を取るためで特段の理由がある訳ではない。このなかで肯定的な回答が多かった指標は，「論理的に物事を考えること」(79. 6%)「パソコンの操作」(78. 5%)「パソコンの知識」(80. 6%)「定義やルールを覚えること」(82. 8%)「間違えを直すこと」(80. 6%) で，重要と捉える傾向にあった。逆に「あまり悩まずに，早く考えること」(35. 5%)「みんなで意見を出し合うこと」(33. 3%) については重要ではないと捉える傾向にあった。

この授業では，統計学の基礎知識を学んだあとすぐにパソコンを使って演習するという形態をとったので，パソコンについて重要視したと推定できる。授業のオリエンテーションで，パソコンはあくまで学んだことを確認するための手段であり，単なるツールの利用にすぎないと説明したが，毎回課題としてパソコンをつかった演習を課したので，このような回答になったと考えられる。また逆に重要視されなかった項目は，学生通しの共同作業やトライアンドエラーの機会がなかった結果であろう。

3.3　活用能力を高める方法

ここでは統計学の活用能力を高める方法について問うてみた。「統計学の活用能力を高める方法について，あなたの考えは？」という設問である。これまでは統計学の学習に関して選択肢を準備した設問であったが，学生のさまざまな意見を集めたかったのでこの設問は自由記述とした。なお学生がしっかり考えながら文章として回答させるために，字数制限は 100 文字以上とし上限は設けていない。

この自由記述で単語のセットが同時に出現する状況を共起キーワード [1] として描いてみた（図 4）。併せて，為参考として階層的クラスタリング [1] も掲載しておく（図 5）。これによると，統計学の活用能力を高める方法の例として，「基礎知識を身に付ける」「教科書の問題を解く」「演習を行う」「何度も繰り返す」などが挙げられた。これらの回答は実際に授業中実施内容や課題として与えたものであり，普段からの学習内容の理解とパソコンを使っての演習でスキルの定着が重要であると認識していたようである。

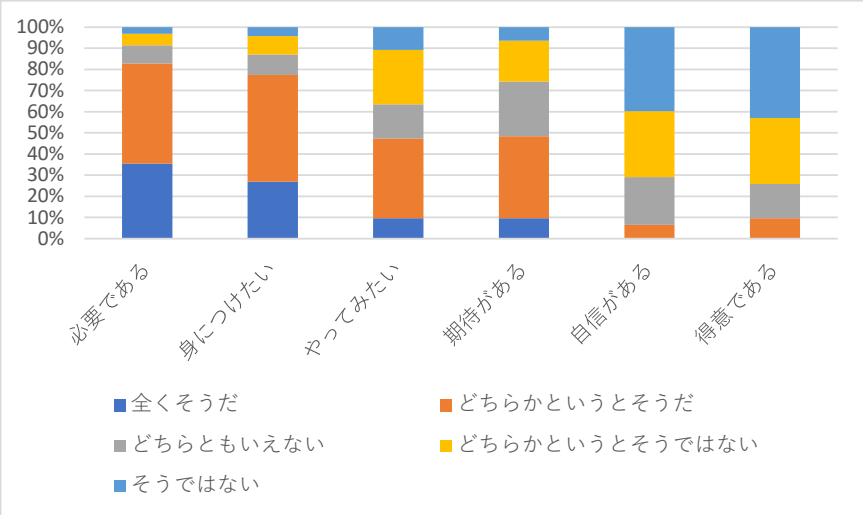


図 1 統計学の学習に対する意識（全員）

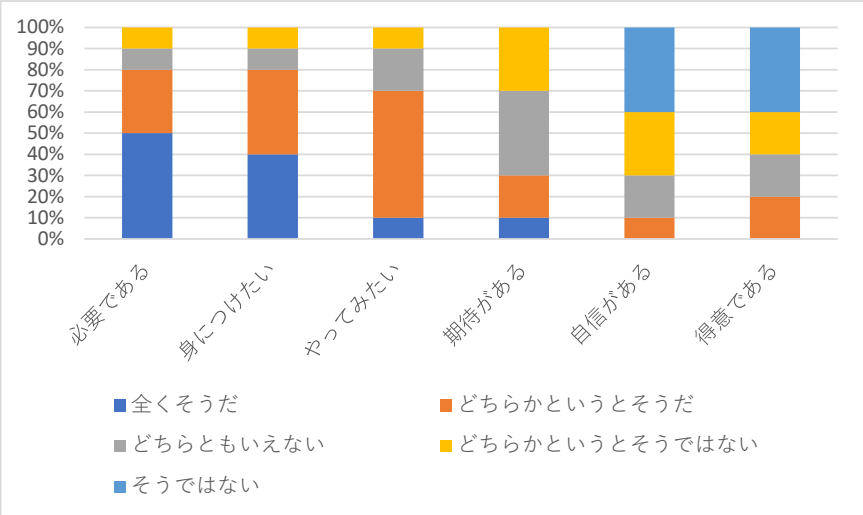


図 2 統計学の学習に対する意識（確認テスト上位者 10%のみ）

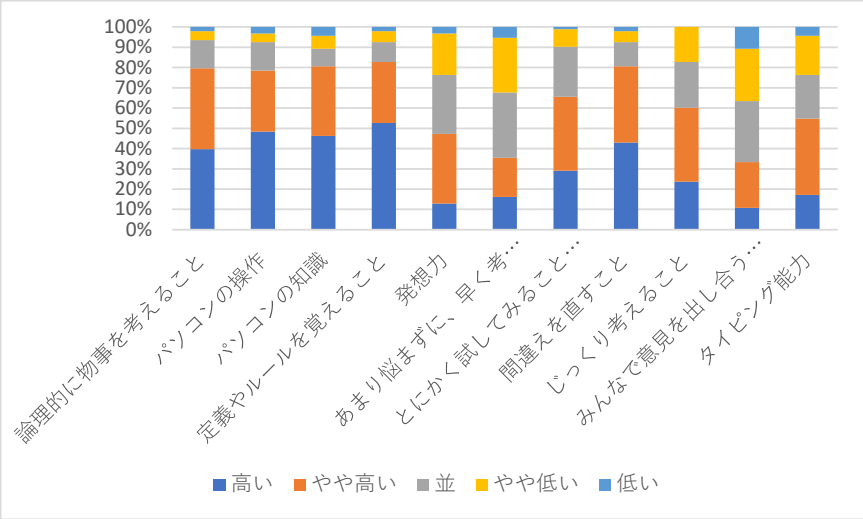


図 3 統計学を学習するにあたって大事なこと

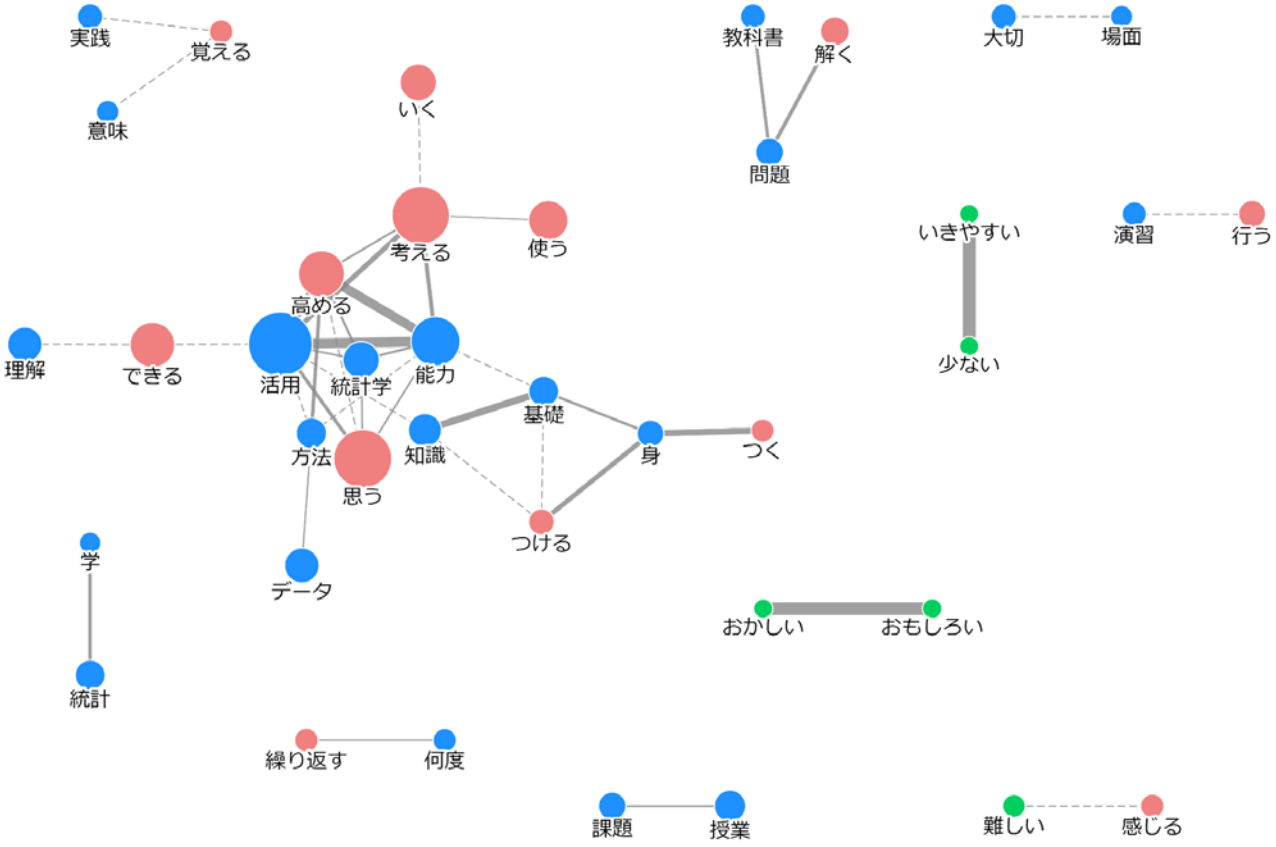


図 4 統計学の活用能力を高める方法（共起キーワード）

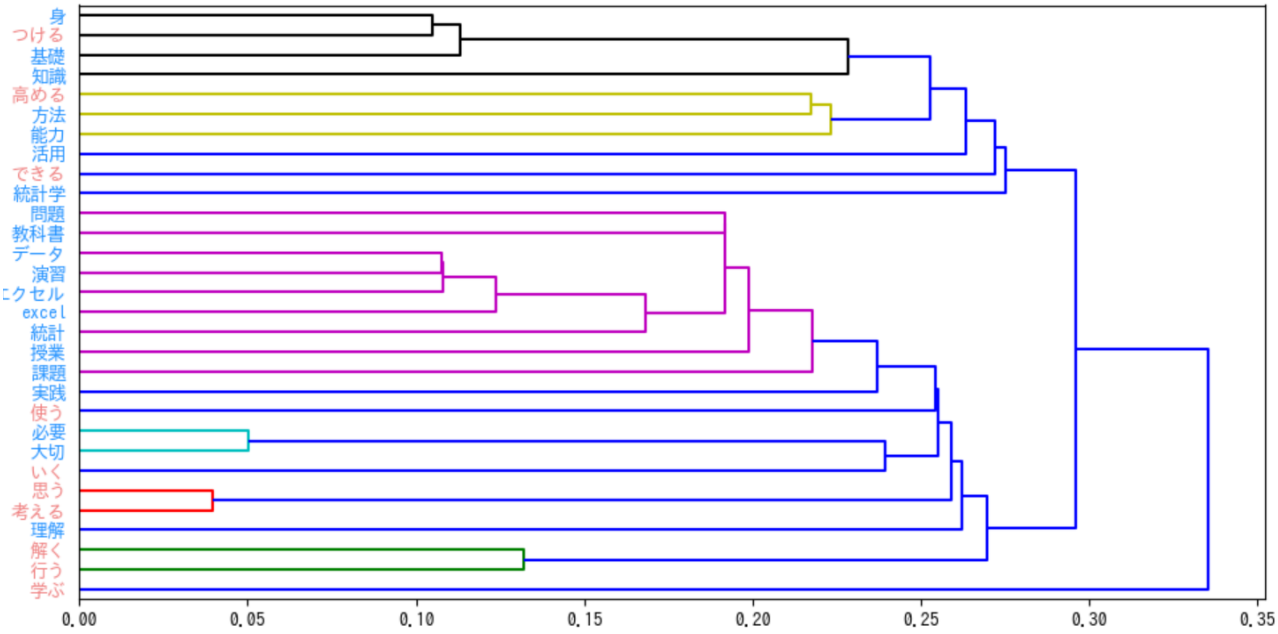


図 5 統計学の活用能力を高める方法（階層的クラスタリング）

4. まとめ（今回の調査で分かったこと）

統計学がさまざまなところで活用され，履修の学生はその必要性や身に付けたいという意欲は高い。しかしながら実際に学んでみると一筋縄ではいかず，自信をもって身に付けたと胸を張れる学生はこの調査結果ではいなかった。この授業に参加する学生は数学が苦手な学生が多いので，なるべく計算など厄介な箇所はパソコンに任せる方針で授業を行ったが，パソコンも苦手意識がある学生も少なくなく，学習効果が充分に高まらなかった学生が一定数存在する。この授業は後期に行っているが，前期で行うパソコン演習をメインとする授業にて，Excel でデータを扱う時間を増やすなど検討の余地がある。ただ調査タイミングが最終回の授業中であり，最後の確認テストを受ける直前であったのでプレッシャーがかかっていた可能性があったかもしれないので，今後の調査では配慮が必要といえよう。

統計学の活用能力を高める方法として，普段からの学習内容の理解とパソコンを使っての演習でスキルの定着が重要と捉えている学生が多い。このことは大部分の学生が暗記だけではスキルが身につかないと理解した上での意見だと思われるが，相変わらず最後の確認テストだけで勝負しようとする学生もゼロではない。普段から実施している授業を聞いてそのあとパソコンで実習するという方式は変えるつもりはないが，学生通しの共同作業やトライアンドエラーの機会を設け，学生通しの刺激を高めることも必要ではないかと考えている。

5. おわりに（今後の課題）

今回の報告は，統計学に対してどのようなイメージを持ち，どのような意思を持て取り組んでいるのか確認し，これからの統計学の授業に活かせることがないか探ってみることへの取っ掛かり調査であった。学生は統計学に対して必要性や身に付けたいという意欲は高いものの，実際に学んでみると一筋縄ではいかない学生が多いことを報告した。

今後は，授業で学ぶ項目ごとに学生がどのように重要度や理解度を捉えているか確認し，併せて実際の理解度確認としてクイズや確認テストの結果との関係を探り，学生の強み弱みを詳細に見ていきたい。そして統計学の授業を効果的に進めるにあたって，どのようなことに留意すべきか探っていく予定である。

参考文献

(1) ユーザーローカル テキストマイニングツール（ https://textmining.userlocal.jp/ ）による分析。

高等学校「情報Ⅰ」教科書の索引に掲載された語句の傾向

中園長新[*1]
Email: nnakazon@reitaku-u.ac.jp

*1：麗澤大学国際学部

◎Key Words　情報科，情報Ⅰ，教科書，索引，学習内容

1. はじめに

1.1 研究の背景

高等学校では2018（平成30）年3月に新しい学習指導要領（以下，新学習指導要領）(1)が告示され，学校現場への周知徹底や教科書の執筆・検定等を経て，2022（令和4）年4月から学年進行で実施が始まっている。高等学校情報科は，2009（平成21）年告示の学習指導要領（以下，旧学習指導要領）に基づいて「社会と情報」「情報の科学」の2科目から2単位を選択必履修とするこれまでの形態から，「情報Ⅰ」を原則として全員必履修とし，選択科目として「情報Ⅱ」を積み上げ型で設置する形態へと変化した。これらの新科目のうち，必履修科目「情報Ⅰ」は1年生での履修も想定されることから，2022（令和4）年度から新しい教科書が採択・使用されている。なお，選択科目「情報Ⅱ」の教科書については，文部科学省による検定が完了しており，2023（令和5）年度より採択が始まる予定である。

社会的側面（情報社会に参画する態度）と科学的側面（情報の科学的な理解）を2つの科目で分担していた従来とは異なり，新学習指導要領では「情報Ⅰ」において情報科すべての学習内容を網羅することになる。さらに，新学習指導要領では情報デザインやプログラミングに関する内容の充実が図られており，これまで扱ってこなかった内容も含まれている。そのため，学びの主たる教材である教科書（文部科学省検定済教科書）においても，その内容が大きく変化したであろうことが推察される。

教科書内容は，学習指導要領に準拠しながらも各出版社（発行者）が創意工夫を凝らして作成しており，それぞれに独自色がある。一方で，各教科書において共通の扱いを受けている内容については，「情報Ⅰ」において必ず理解すべき内容になっていると考えられ，学習指導における主軸になることが予想される。そのため，各教科書において，どのような内容を共通に扱っており，どのような部分で独自性を出しているのかについて確認することは，新学習指導要領における情報科の学習を推進するために意義あることと考える。

本研究では，教科書内容を象徴するものとして，巻末の索引に着目する。索引は教科書を使った学習の便宜を図るために作成されるものであり，どのような語句をどの程度取り上げるかという点において，各教科書の特徴が反映される。

1.2 研究の目的

本研究では，2022（令和4）年度用として執筆・発行された高等学校「情報Ⅰ」の教科書を対象として，それらの巻末索引に掲載された語句の傾向を調査することを通して，「情報Ⅰ」の学習内容を把握するとともに，各教科書において独自性がどの程度表れているのかを調査・検討する。本研究により，新学習指導要領における「情報Ⅰ」の学習内容の中で重視すべき内容がどのようなものであるかを把握できると同時に，各教科書の特徴を把握することができ，教科書を活用した学習指導の方針検討の一助となることが期待される。

1.3 索引を調査・研究することの意義

『図書館情報学用語辞典』によると，索引とは「単行書や雑誌，その他の資料，情報源を対象として，その中の特定部分に容易にアクセスできるよう，アクセスの手がかりとなる語（見出し語）を一定の規則（五十音順やアルファベット順など）で排列し，各見出しのもとに該当する情報の所在指示を記載したリスト」(2)のことである。教科書を含む書籍において，索引は読者が必要な情報にアクセスすることを補助するものであるため，読者が知りたいと考える語句が掲載されている。逆に言えば，索引は図書の著者・編集者等が，読者に対してアクセスの手がかりを提供したいと考える語句の集合体とも考えられる。

こうした索引の特性を踏まえると，索引に掲載されている語句とはすなわち，読者が確認したい，あるいは著者等が読者に確認してほしい語句であり，教科書等媒体に特化して述べるならば，学習者が学習したい，あるいは執筆者が学習者に学習してほしい語句と考えられる。

一面的ではあるものの，索引は，膨大な情報量の教科書内容を端的に表すものである。そのため，教科書の索引に掲載されている語句を調査・研究することは，その教科書がねらいとしている学習のポイントを間接的に調査・研究することになる。

2. 調査の概要

2.1 調査の対象

本調査では，文部科学省の検定を受けて2022（令和4）年度に採択となった，高等学校情報科「情報Ⅰ」の教科書を対象とする。「情報Ⅰ」の教科書は全部で13種が発行されており，「教科書の記号・番号」として「情Ⅰ701」から「情Ⅰ713」までの番号が付与されている(3)。

これらのうち，日本文教出版が発行している『情報Ⅰ図解と実習：図解編』（情Ⅰ711）と『情報Ⅰ 図解と実習：実習編』（情Ⅰ712）の2冊については「ブックインブック」形式で編集されており，2冊同時に利用することを想定するとともに，索引は「情Ⅰ711」にのみ掲載されている(4)。そのため本調査では，索引が存在しない「情Ⅰ712」を除くすべての「情報Ⅰ」の教科書（12種）を調査対象とする。

2.2 調査の方法

本調査では，各教科書の巻末に掲載された索引を調査対象とする。それぞれの教科書の索引に収録されている語句（索引語句）をすべて抽出し，五十音順に整理するとともに，それぞれの語句が何種類の教科書に収録されているのかをカウントした。

調査にあたり，索引語句の選定基準や表記には，各教科書の独自性がみられた。本調査ではできるだけ各教科書索引語句の条件を揃えるため，次のような処理をおこなった上で分析した。

- ひとつの索引項目において，カンマ区切りや中黒区切り，あるいは括弧書きで複数語句が併記されている場合は，それぞれを別個の索引語句として扱う。
- 語句内の記号や長音，アルファベット表記と仮名表記等，表記ゆれは原則として同一語句として扱う。たとえば，語句内のスラッシュの有無は，表記ゆれと考え，区別しない（例：「A/D」と「AD」は同じ語句として扱う）。
- 「1 対 1」と「1 対 1 型」のように，明らかに同じものを指す語句は表記ゆれと見なし同一語句として扱う。ただし，「DNS」（システム名）と「DNS サーバ」（機器名）のように，似た語句でも異なる概念を指す場合は別個の語句として扱う。
- パス表記（「../」等），HTML タグ（「
」等），プログラミング言語や表計算ソフトウェアの関数名等（「beginPath()」「SUM」等）については，索引とは別個に解説している教科書もあるため，本調査では索引語句から除外する（語句数にカウントしない）。

3. 調査の結果

3.1 索引に収録された語句数

本調査で対象とした 12 種の教科書において，索引に収録された語句数は表 1 の通りであった。なお，本調査では 2.2 節で述べたように語句の調整をおこなっているため，実際の索引項目数と（本調査における）索引語句数は一致しないことに注意が必要である。

表 1 教科書ごとの索引に収録された語句数

発行者略称	教科書の記号・番号	索引語句数
東書	情 I 701	299
東書	情 I 702	574
実教	情 I 703	599
実教	情 I 704	599
実教	情 I 705	612
実教	情 I 706	362
開隆堂	情 I 707	189
数研	情 I 708	384
数研	情 I 709	428
日文	情 I 710	471
日文	情 I 711	300
第一	情 I 713	486

※ 発行者の略称は次の通り。東書：東京書籍／実教：実教出版／開隆堂：開隆堂出版／数研：数研出版／日文：日本文教出版／第一：第一学習社

索引語句数は 189 から 612 までの開きがあり，教科書によって大きく異なっていることが確認できる。参考までに，索引語句数の平均は 441.9，中央値は 449.5，標準偏差は 139.1 であった。

また，すべての教科書の索引語句を統合して重複を除いた結果，1,825 語句が抽出された。

3.2 索引語句が収録された教科書数

各索引語句が，12 種のうち何種の教科書に収録されているかを調査したところ，表 2 ならびに図 1 のような結果となった。

表 2 収録された教科書ごとの索引語句数（表）

教科書数	語句数	割合
1	710	38.9%
2	455	24.9%
3	167	9.2%
4	117	6.4%
5	91	5.0%
6	78	4.3%
7	34	1.9%
8	47	2.6%
9	26	1.4%
10	33	1.8%
11	28	1.5%
12	39	2.1%

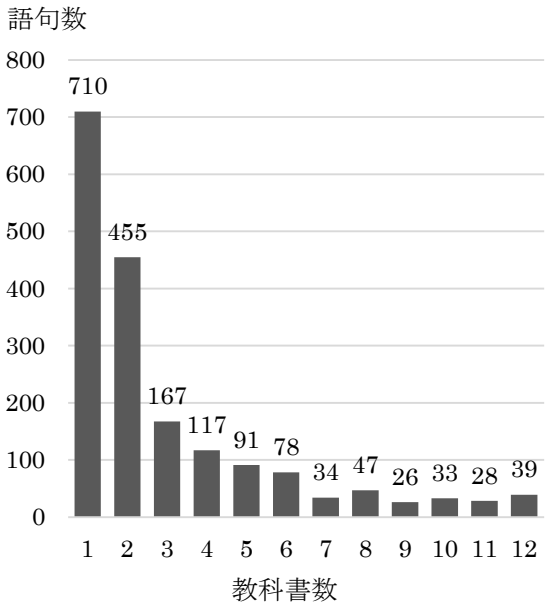


図 1 収録された教科書数ごとの索引語句数（グラフ）

これらの表およびグラフから，総語句数 1,825 のうち，38.9%にあたる 710 語句は，いずれか 1 種の教科書にしか収録されていないことが判明した。1 種または 2 種の教科書にのみ掲載されている語句の合計は 1,165 であり，これだけで全体の 63.8%を占める。また，すべて（12 種）の教科書に収録されている語句は 39 語句であり，これは全体の 2.1%にあたる。10 種以上の教科書に収録されている語句数に着目しても，その数は 100 であり，全体の 5.5%にすぎないことが確認された。

3.3 収録された索引語句の傾向

抽出された 1,825 語句のうち，12 種すべての教科書で収録されていた 39 語句は，表 3 の通りであった。また，1 種の教科書の索引にのみ収録された語句は 710 語句であったが，その一部を抜粋して表 4 に示した。

表 3 すべて（12 種）の索引に収録された語句

IoT	データベース
IP アドレス	テキストマイニング
LAN	ドメイン名
OS	ハードウェア
POS システム	パスワード
TCP/IP	非可逆圧縮
圧縮	ビット
アルゴリズム	標本化
解像度	ファイアウォール
階調	符号化
可逆圧縮	プレゼンテーション
画素	フローチャート
個人情報	プログラム
産業財産権	変数
シミュレーション	メディア
情報デザイン	メディアリテラシー
人工知能	モデル化
知的財産権	量子化
著作権	量的データ
データ	

表 4　1 種の索引にのみ収録された語句（一部抜粋）

4G	コンセプトマップ
ccTLD	サテライトオフィス
DivX	差分バックアップ
IMAP over SSL/TLS	シンギュラリティ
LATCH	ステークホルダー
Wikipedia	データ構造
歩きスマホ	テクノ依存症
アンケート調査	トロッコ問題
移動体通信	バイナリ形式
χ（カイ）二乗検定	分散型データベース
カレントフォルダ	ミドルウェア
基本統計量	連想配列
携帯電話	ワードクラウド

4. 調査結果の分析と考察

本節では，3 節で整理した調査結果を元に，「情報 I」教科書の索引語句の傾向を考察する。また，先行研究における調査結果と比較検討し，学習指導要領改訂等が索引にどのような影響を与えているのかを考察する。

4.1 索引語句の収録数

今回調査した 12 種の教科書は，索引に収録されている語句数と傾向に大きな違いがあった。索引語句数の最小値 189 と最大値 612 の間には 3 倍以上の開きがあり，同じ発行者の教科書でも種類ごとに語句数が異なっており，発行者ごとの傾向はさほど強くは見られない。これらのことから，索引語句数は発行者の傾向が反映されるのではなく，どちらかといえば各教科書の特性が反映されているものと考えることができる。

教科書の内容は学習指導要領に準拠しつつも，画一的なものには留まっておらず，教科書ごとに創意工夫が凝らされている。このことから，教科書が学校や生徒の実態に応じた多彩な授業展開をサポートする主教材として機能できることが明らかになった。

収録された索引語句は，その多くが数種類の教科書のみに収録されており，ほぼすべての教科書に収録された語句はわずかであった。これは，教科書ごとに重視する学習ポイントが異なり，それが索引語句の選定に影響を与えているのではないかと推察できる。

なお，索引語句は教科書すべての語句を収録するものではないため，索引語句に含まれないからといって，その語句や内容が教科書内に登場しないという意味ではない。また，語句によっては表記ゆれや異なる表現による記載が行われていることも考えられ，本研究の調査では 2.2 節で述べたようにある程度の統制を行ったものの，一つひとつの索引語句をより詳細に検討すれば，同一語句とみなすことができるものがさらに見つかる可能性もある。この点については今回の調査では十分に検討ができなかったため，今後の課題として引き続き分析を行う予定である。

4.2 収録されている語句の傾向

前掲の表 3 から，すべての教科書に掲載されている語句は，情報のデジタル化に関するもの（「可逆圧縮」「標本化」等），ネットワークに関するもの（「IP アドレス」「ファイアウォール」等）といった科学的側面に関する語句から，情報活用に関するもの（「IoT」「情報デザイン」等），権利に関するもの（「個人情報」「著作権」等）といった社会的側面に関する語句まで，網羅的に含まれていることが確認できる。また，全体の傾向としては，情報学の基本的な用語が多いことがわかる。もっとも，書籍の索引というものは読者が知りたい項目を網羅するものであるから，基本的な語句が多くなるのは当然ともいえよう。

一方で，1 種の索引にのみ収録された語句は，語句数が多いことも相まって内容が多岐にわたっている。前掲の表 4 に抜粋したように，「DivX」や「Wikipedia」のような固有名詞，「4G」や「シンギュラリティ」のように時事的なトピックに関連する用語，「ccTLD」や「分散型データベース」のようにやや高度な専門用語が目立つが，それらに混じって「LATCH」や「ワードクラウド」等の語句が見られることが興味深い。

「LATCH」や「ワードクラウド」等の語句は，文部科学省が作成・公開している「高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材」（以下，「教員研修用教材」）[5]で扱われている語句であり，「情報 I」の学習内容として扱うことに違和感はない。しかしながら実際に教科書索引における掲載はそれぞれ 1 種に留まっており，「教員研修用教材」に掲載されているからといって，多くの教科書が扱うわけではないことが示唆された。なお，「教員研修用教材」はあくまでも教員用の教材であるから，「教員としては知っておくべきだが，生徒に指導する必要はない」という内容が含まれている可能性もあるため，教科書の索引に掲載されていないからといって，ただちに何らかの問題が発生するわけではない。

4.3 先行研究調査との比較検討

高等学校情報科の教科書索引を対象とした研究として，中園による旧学習指導要領の科目「社会と情報」7 種の教科書を対象とした先行研究[6]や，相澤・小河による「社会と情報」「情報の科学」計 16 種の教科書を対象とした先行研究[7]がある。本項では，相澤・小河による研究の調査（以下，先行研究調査）と本研究調査の結果を比較検討する。なお，先行研究調査は本研究調査とは異なり，「情報の科学的な理解」に基づいた知識を検討することを主眼に置いたものであるが，ここでは先行研究における調査部分にのみ着目することにより，本研究調査との比較を行っている。

先行研究調査によると，「社会と情報」の教科書 8 種については，1 種だけに掲載された索引語句は全体の 64.3%，8 種すべてに掲載された索引語句は全体の 1.8%を占めていた。また，「情報の科学」の教科書 8 種については，1 種だけに掲載された索引語句は全体の 49.9%，8 種すべてに掲載された索引語句は全体の 2.1%を占めていた。一方，本研究調査では，1 種だけに掲載された索引語句は全体の 38.9%，12 種すべてに掲載された索引語句は全体の 2.1%を占めていた。

これらの数値を比較すると，旧学習指導要領から新学習指導要領への移行に伴い，科目構成や学習内容に大きな変化があったものの，教科書の索引語句の収録傾向については，大きな変化は見られないことが明らかになった。すなわち，学習指導要領の新旧や科目にかかわらず，4 割以上の索引語句が 1 種の教科書にのみ掲載され，（各科目における）すべての教科書に掲載される語句は 2%前後であった。

この結果から，教科書ごとの独自性は，学習指導要領改訂に伴う科目改編を経ても，同様に維持されているものと考えられる。なお，1 種の教科書にのみ掲載された語句数については，先行研究調査と比較して本研究調査では割合が小さくなっているように見受けられる。これが学習指導要領改訂に起因する変化なのか，あるいは調査・分析における表記ゆれ等の扱いの違いによる変化なのかについては，改めて考察する必要がある。

5. おわりに

5.1 研究のまとめ

本研究では，2022（令和 4）年度用として執筆・発行された高等学校「情報 I」教科書の索引に着目し，掲載語句の傾向を調査した。調査の結果，ほぼすべての教科書で掲載されている語句も多く見られる一方で，一部の教科書にのみ見られる語句も多いことが明らかになった。情報科の教育内容は学習指導要領に基づき，教科書が異なっても同じ内容・水準の学習が達成されるようになっているが，実際にはそのような画一的内容だけに留まらず，教科書ごとに創意工夫が凝らされており，学校や生徒の実態に応じた多彩な授業展開をサポートする主教材として機能できることが明らかになった。「情報 I」を開講する各高等学校は，こうした教科書の特性をよく検討した上で，各学校の生徒に適した教科書を採択する必要があるといえよう。

また，本研究調査と先行研究調査との比較検討を行った結果，索引語句の収録傾向については，旧学習指導要領のときの教科書とおおむね同じような傾向であることが明らかになった。教科書ごとの独自性は，学習指導要領改訂に伴う科目改編を経ても，同様に維持されているものと考えられる。

5.2 今後の展望

本研究調査では，発行されている「情報 I」すべての教科書を対象として分析を行った。先行研究との比較検討により，旧学習指導要領の教科書と傾向の類似性が認められたが，今後のカリキュラムの変化によってはこの傾向が変わることも考えられる。今後も調査ならびに研究を継続し，情報科の科目構成や学習内容の変更等が，教科書の索引すなわち学習内容にどのような影響を与えていくのか注視していく。次の調査対象としては，2023（令和 5）年度より採択・使用が開始される「情報Ⅱ」の教科書を分析予定である。

また，未来だけでなく過去の動向を振り返っておくことも必要であろう。本稿で参照した 2 つの先行研究では 2009（平成 21）年告示の旧学習指導要領に準拠した教科書を対象としていたが，いずれの研究も当時の教科書すべてを網羅してはいない。また，情報科新設が行われた 1999（平成 11）年告示の学習指導要領に基づいた教科書（「情報 A」「情報 B」「情報 C」の 3 科目）については，管見の限りでは調査が行われておらず，教科新設時から現在の教科書の変遷を確認しておくことは，今後の情報科教育の内容を検討していく上でも重要であると考えられる。これらについては今後の課題としたい。

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 JP17K14048 ならびに JP21K02864 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 文部科学省：“高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）”，文部科学省（2018）.
(2) 日本図書館情報学会用語辞典編集委員会：“図書館情報学用語辞典”，pp.83-84，丸善出版（2020）.
(3) 文部科学省：“高等学校用教科書目録（令和 4 年度使用）”，文部科学省（2021）.
(4) 日本文教出版：“情報 I 図解と実習｜高等学校 情報” https://www.nichibun-g.co.jp/textbooks/joho/2022_joho01_2/（2022-06-27 確認）.
(5) 文部科学省 “高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材”，文部科学省（2019）.
(6) 中園長新：“高等学校「社会と情報」教科書の索引からみる教育内容の多様性”，日本教育工学会第 30 回全国大会予稿集，pp.463-464（2014）.
(7) 相澤崇，小河智佳子：“高等学校情報科の「情報の科学的な理解」に基づいた知識に関する重要語句の整理分類：検定済教科書の索引語句から”，都留文科大学研究紀要，第 91 集，pp.95-108（2020）.

ニューラルネットワークを用いたケインズ『確率論』の検討

新井 一成*1
Email: koffice@u-gakugei.ac.jp

*1：サイエンスフロンティアラボ

◎Key Words　　ディープラーニング，意思決定論，Python

1. はじめに

本研究の目的は，確率的意思決定モデルの検討である。不確実な現代において，教育における意思決定論の価値は高まりつつある。サヴェジ，サイモン，カーネマン=トゥベルスキー，ギルボア=シュマイドラー等多分野の研究者が意思決定モデルの構築を試みたが，未だ合意に至る結論は出ていない。

本研究では，決定理論や確率概念が明確に確立する以前の，ケインズ『確率論』(1921)[1]に着目する。

ケインズは計算も比較もできない非数値的確率に着目し，多くの論理式からなる公理系の構築を試みた。そして，それらの論理式にはブールの挑戦問題などの19世紀の諸課題を含み，数理的に解くことが困難である。

本研究はPythonによるニューラルネットワークを用いて論理式の解の範囲を検討する。ケインズ『確率論』の意思決定メカニズムを解明することを通じて，高等教育における初学者向けに他の決定モデルとの違いがわかる教材を開発する。

2. ケインズ『確率論』とその現代的解釈

『雇用・利子および貨幣の一般理論』(1936)で知られる経済学者 J.M.ケインズの研究範囲は，たんに経済学にとどまるものではなかった。ケインズは19世紀までの分析哲学・数学・論理学について幅広く研究し，その集大成ともいえるのが『確率論』(1921)である。

2.1 20世紀初頭の確率理論

19世紀以前，確率論の体系は確立されていなかったが，ラプラス『確率の哲学的試論』(1814)によって体系づけられた。いわゆる古典確率である。ラプラスは確率を次のように定義した。確率とは，m 個の「ある結果が起こる場合」と，n 個の「可能な場合」の商 m/n である。ラプラスの確率は，現代でいうところの客観的確率と主観的確率の両方の性質を持つ。これは，m や n をどのように計測するか決める必要があるからだ。

「サイコロを1回ふったとき1の目の出る確率」を例に考える。サイコロの目が全部で6種類あり，それらが出る確率はそれぞれ同様に確からしいので，サイコロの1の目の出る確率は6通り中1通りなので確率を1/6とする。これは主観的確率の考え方である。一方，サイコロを6万回ふったところ，約1万回，1の目が出た。そこで回数の相対頻度をとって10000/60000 = 1/6とする。これは客観的確率の考え方である。主観的確率はベイズによる先駆的研究ののち，20世紀に入りラムジーやデ・フィネッティにより掘り下げられた。またサヴェジにより意思決定論の分野に取り入れられ，プロスペクト理論の成立に大きな影響を与えた。また客観的確率はエリスとヴェンによる先駆的研究ののち，20世紀に入りミーゼスが極限を用いた頻度理論を完成させた。また20世紀にはこれらの議論とは別にコルモゴロフによる公理論的確率が提唱され，確率の定義そのものが修正され現代数学との親和性が高まった。このように，ケインズの『確率論』は，確率論の百花繚乱であった20世紀初頭の過渡期に執筆されており，現在主流となっている確率概念とは大きく離れたものであった。

2.2 ケインズ『確率論』と論理確率

『確率論』で提唱される確率はいわゆる論理確率である。確率とは，ある命題から別の命題に至るまでの，ひとの推論に付随するという解釈を基本とする。つまり，前提命題と結論命題の間の，必ずしも確実とは言い切れない推論の信頼性に関する合理的信念の度合いこそが確率であるとし，ケインズはこれを「確率-関係(Probability-relation)」と呼んだ。現代的に解釈するにはこれは写像にあたる。

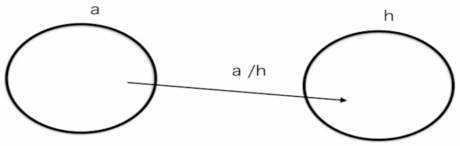


図 1　著者によるケインズ確率の図示
(前提命題を a，結論命題を h,確率関係を α とすると $\alpha=a/h$)

古典数学において，前提の真偽から結論の真偽は論理的に導くことができるが，哲学的命題を含む一般の命題については論理的に導ける保証がない。ケインズはそうした一般的な命題さえも確率論の範疇に取り込もうとした。すなわちケインズは，確率をたんに数学の一分野としてではなく，ひとの認識に関する分析哲学の一分野として扱おうと試みた。ケインズ以前にも，すでに確率の哲学的議論は多く行われてきたが，数理モデルの中に認識論的要素を取り入れた点が，『確率論』の画期的な点である。

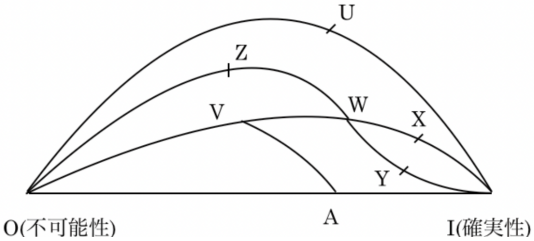


図 2　ケインズ(1921)による確率-関係の図示

ケインズ『確率論』が従来の理論の拡張系にあたることは，ケインズ自身が図示した図２からもうかがえる。図２において，O は確率 0 を，I は確率 1 を示している。数直線 O-A-I 上にある確率は数値的確率であり，必ず何らかの数値をもつ。その一方，曲線 O-V-W-X-I や曲線 O-Z-W-Y-I のように確率には複数のシリーズがあり，シリーズ上の確率は数値で表現することが不可能である。ただし数値表現が不可能であるものでも，他の確率との蓋然性の比較をすることが可能なものもある。例えば W の確率は数値表現できないが，V，Z の確率より大きく X，Y の確率より小さい。また U のように他のどの確率とも比較不可能な確率もある。これは現代的には O を下限，I を上限とする半順序束であると解釈できる。

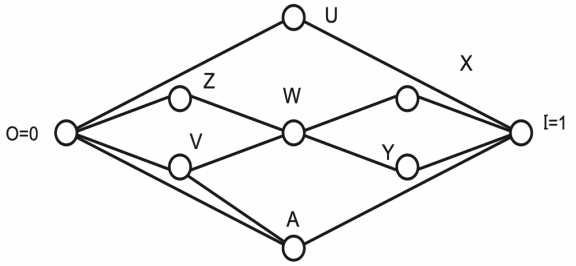


図 3　村田(2009)[2]による半順序束のハッセ図
(ただし内部に線形順序束 O-A-I を含む)

もう一つ，ケインズの確率には特徴的な点がある。それは，確率の数値が決定するまでの間の推論自体に，重みづけが行われる点である。推論の重みは有利な証拠と不利な証拠の比率によって決まり，推論の重みが高いほど，導き出された確率が「真の確率」である可能性が高まることを意味する。

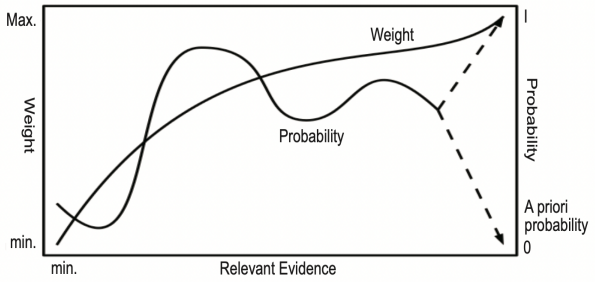


図 4 オドンネル(1989)[3]による推論の重みモデル

これは後世のシャノン(1948)[4]の情報エントロピー理論や，デンプスター＝シェーファー(1967,1976)[5][6]の証拠理論とも関連が深い。

2.3　『確率論』におけるブールの挑戦問題

『確率論』は５部 33 章からなる，500 ページ以上の大作である。第１部で確率関係と推論の重みに関する概要を示した。第２部では多くの論理式を用いて公理系を構築し，確率関係によって表現可能な範囲を模索した。第３部は推論の重みを掘り下げ，帰納および類比(アナロジー)との関連を探った。第４部ではパース(1883)[7]やムーア(1903)[8]といった分析哲学の大家を引き合いに出しながら，確率による意思決定モデルの構築を目指した。第５部は第２部で構築した自身の確率体系を，当時主流であった統計的頻度説や主観的確率論のなかに位置付けようとした。このように『確率論』の議論する範囲は多岐にわたるが，本研究では第２部 17 章「逆確率ならびに平均に関する若干の問題」におけるブールの挑戦問題(Boole's Challenge Probrem)に着目する。これはブールが 1851 年に方程式を雑誌に掲載し，読者に方程式の解を求めるよう出題したのが初出である。ケイリー，ウィルブラハム，マッコールらが解を提出し，それをもとにブールは『思考の法則』(1854)[9]の中で正解を提示した。

$$\frac{[1c_1(1-p_1)-u][1-c_2(1-p_2)-u]}{1-u}=\frac{(u-c_1\,p_1)\,(u-c_2\,p_2)}{(c_1\,p_1+c_1\,p_2-u)}$$

式 1　ブールの挑戦問題

ブールは式１をもって，解はc_1p_1とc_2p_2より大きく，かつ$1-c_1(1-p_1)$と$1-c_2(1-p_2)$と$c_1p_1+c_2p_2$の間にあるとした。しかし，ケインズはその正解こそ間違いであり，自身の公理系を用いて正しい解は$u=(c_1p_1+c_2p_2)-y$であると主張した。とくに，公理系において論理式(24)で表される加法定理の誤った適用により，ブールは正しい解に辿り着けなかったと考察した。なおブレディ(2004)[10]による別解釈もあり，雑誌に提出された解が正しいのか，ブールが正しいのかケインズが正しいのか今なお結論は出ていない。挑戦問題に関する学説史は拙稿(2016)[11]に譲る。『確率論』におけるケインズの解が正しいかどうかによって，ケインズの提案する確率の公理が，挑戦問題などのほかの立場から現れた確率論上の課題を解くために有用かどうかの判断につながるため，誰の解答が正しかったのか明らかにする数学的意義は大きい。

しかし，議論の整理に必要な前提条件が倫理学や認識論といった多くの哲学的分野にまたがっており，かつ，ケインズ自身が示した論理式の展開が極めて難解であるため，解析的に解を導出することは非常に困難といえる。

3.　ニューラルネットワークを用いたモデリング

前章ではケインズ『確率論』が置かれた状況を整理した。確率論史において重要な意味をもつブールの挑戦問題の正しい解を，学説史的に解決したり解析的に解決したりすることは現状難しそうであることがわかった。そこで，シミュレーションによる解決を提案する。

3.1　『確率論』の課題

ケインズ『確率論』の最大の問題点は，第１部で「確率」とともに提示された「推論の重み」に関する議論が，第２部以降でほとんど記述されていない点にある。これは，数値化できない確率を導く際に，数値化できない推論の重みを割り振ることで複雑化した確率関係を用いて，現実世界の，理論上は数値化できるとされる確率論の諸問題の解決に適用しようとしたことに起因している。ケインズは自らの公理系の有用性を示そうとするあまり，「確率」とともに提示した「推論の重み」の提示を控えざるを得ず，そのため『確率論』全体で議論の簡明さが失われてしまったと推察される。そこで，前提命題から結論命題を導くメカニズムの可視化を試みる。

3.2 Prolog による確率関係の整理

Prolog(Programing Logic)とは論理プログラミング言語のひとつであり，述語論理学の発想に基づいて設計されている，コンピュータ上で記号処理を行う言語である。すなわち，R 言語や Python といった処理の手順を記述する一般的な手続き型プログラミングとは異なり，手続きをこちらで決めることなく，値を宣言的に決めた後，望む結果について質問することでプログラミングができる。Prolog のプログラムは事実(ホーン節)・規則(ルール節)・質問(ゴール節)の 3 つの役割に分けられる。

```
ksmall(0,prob(u/h)).
ksmall(0,prob(z/h)).
ksmall(0,prob(v/h)).
ksmall(0,prob(a/h)).
ksmall(prob(z/h),prob(w/h)).
ksmall(prob(v/h),prob(w/h)).
ksmall(prob(v/h),prob(a/h)).
ksmall(prob(w/h),prob(x/h)).
ksmall(prob(w/h),prob(y/h)).
ksmall(prob(u/h),1).
ksmall(prob(x/h),1).
ksmall(prob(y/h),1).
ksmall(prob(a/h),1).
```

```
keynesorder(X,Z) :-
ksmall(X,Z).
keynesorder(X,Z) :-
ksmall(X,Y) , keynesorder(Y,Z).
```

```
?- keynesorder(prob(x/h),prob(y/h)).
false.

?- keynesorder(prob(w/h),X).
X = prob(x/h) ;
X = prob(y/h) ;
X = 1 ;
X = 1 ;
false.
```

図 5 拙稿(2010)[12]によるケインズ確率関係の表現
(上から順にホーン節，ルール節，ゴール節)

図 5 は，図 3 の半順序束による確率関係の解釈に基づき著者がプログラムしたものである。ゴール節で確率の順序関係を質問すると，自身と比較可能なものがある場合全てを網羅的に解として返す。また任意の２つの確率の順序関係を確認することが可能で，順序比較が不可能な場合には Prolog は false を返す。Prolog により，ケインズの確率関係については可視化することが可能といえる。

3.3 区間推定による意思決定モデルの検討

確率関係については，半順序束の性質を用いることで，Prolog を用いた可視化が可能となった。次に，確率関係と推論の重みの関係性について，区間推定の観点から整理する。

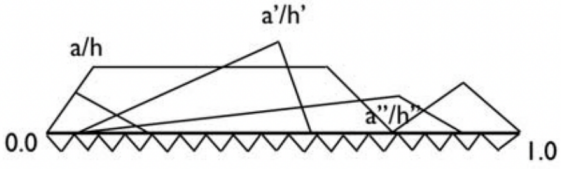


図 6　キーバーグ(2000)[13]による確率関係の解釈

図 6 はベイズ確率の信念関数のモデリングを行う SIPTA プロジェクトにおいて，キーバーグが示した『確率論』の解釈である。原著にある図 2 との相違点は，確率関係をつねに上限・下限をもつ概念として扱っている点にある。上限と下限の数値が一致する場合にのみ，ケインズのいう確率は数値解をもつという。これは統計学上の区間推定・点推定の関係にあたる。推論の重みが最大のとき，上限と下限は一致する。キーバーグは図 2 の数値解の数直線集合 O-A-I の代わりにノコギリ状の集合を想定した。これは数直線上を，任意の微小区間において区間推定可能な集合として扱うことで，つねに点推定可能な集合とみなしている。本研究もキーバーグの解釈に従う。この解釈によれば，推論の重みが最も軽いとき，確率関係は上限 1，下限 0 の区間推定で表現できる。反対に推論の重みが最大のとき，確率関係はある数値のまわりの点推定で表現できる。この解釈に従えば，推論の重みとは，確率関係を決定する際の誤差分布のようなものと考えられる。

3.4 Python による推論の重みの表現

本研究では，キーバーグの解釈に基づくモデリングのため，Python を用いてニューラルネットワークの構築を行う。Pyhton は TensorFlow や Keras をはじめとするディープラーニング関連のライブラリが豊富であり，ブラウザ上の実行環境である Jupyter Notebook や Jupyter Lab をもつので検証環境に恵まれている。また数理モデルとしてニューラルネットワークを選択した。ニューラルネットワークは最初からある値の数値解を決めて収束させるのではなく，数値解を特に決めずに，逆誤差伝播によって徐々に値の修正を行うモデルである。これはデンプスター＝シェーファーの証拠理論の表現ともいえ，従って，ポストケインジアンであるオドンネルが提案した推論の重み解釈(図 4)とも矛盾しない。

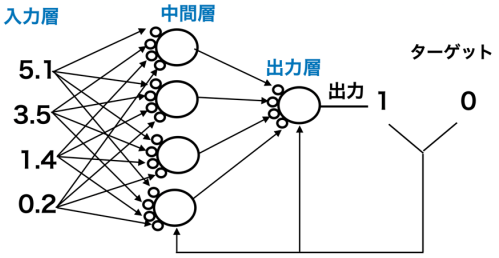


図 7 ニューラルネットワークのモデリング
(金丸(2018)[14]を参照して著者作成)

なお，高籔(1993)[15] のように『確率論』のニューラルネットワークによるモデリングはすでに存在する。近年，ニューラルネットワークは AI の意思決定に幅広く用いられている。AI は，ひとが最適解を算出するのが容易ではない事象や，一見すると主観的確率も客観的確率もよくわかっていない事象に対しても一定の解答を与える。このことから，『確率論』の意思決定モデルとしてニューラルネットワークを用いることは妥当であるといえる。『確率論』が 100 年後の現在に執筆さ

れていたら，ケインズは推論の重みの説明にニューラルネットワークを採用したのであろうか。

```
def make_generator_model():
    kernel_size = (5, 5)
    noise_vector_dim = 100  # ノイズのベクトルサイズ

    model = tf.keras.Sequential()

    model.add(layers.Dense(units=32*32*128, use_bias=False,
                           input_shape=(noise_vector_dim,)))
    model.add(layers.BatchNormalization())
    model.add(layers.LeakyReLU())

    model.add(layers.Reshape(target_shape=(32, 32, 128)))
    assert model.output_shape == (None, 32, 32, 128)

    model.add(layers.Conv2DTranspose(64, kernel_size, strides=(2,2),
                                     padding='same', use_bias=False))
    model.add(layers.BatchNormalization())
    model.add(layers.LeakyReLU())
    assert model.output_shape == (None, 64, 64, 64)
```

図 8 ディープラーニングの例（DCGAN）

3.5 今後の課題

具体的に，ニューラルネットワークを用いて『確率論』をどのようにモデリングすれば推論の重みを区間推定における信頼区間の誤差修正にあて，確率関係を点推定の数値解とすることができるか，現在検討中である。拙稿(2022)[16]で扱ったように，複数のディープラーニングを組み合わせることができれば，Prolog のプログラムについてもモチーフを生かすことができるだろう。ただし，塩沢(1983)[17]の指摘にあるように，束論によるモデリングと数値解をもつモデリングの両立は通常であれば困難を伴う。うまく工夫したい。

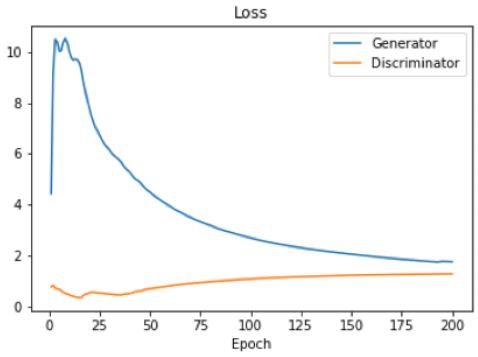


図 9 損失関数の収束

4. ケインズ『確率論』の高等教育への応用

『確率論』の内容理解はどのような教材の開発につながるのか。検討をもって含意にかえたい。

4.1 教育対象

対象は大学生とする。事前に統計学や意思決定論について前提知識がなく，講義を通じて初めて触れると仮定する。通年ではなく，半期の講義を想定する。

4.2 教育目的

サヴェジやカーネマン=トゥベルスキーといった既存の確率的意思決定モデルの提示ののち，ケインズ『確率論』の意思決定メカニズムを提示する。両者の比較を通じて，以下の内容理解が進むことが望ましい。

- 確率的意思決定には複数のモデリングが可能であること。
- どのモデルにも長所と短所があり，一概に優位性を決められないこと。
- そもそも「確率」の捉え方に複数の立場があり，高校までに学習した，場合の数による数え上げは古典確率にすぎないこと。
- ひとの確率認識には曖昧な点があり，それは AI も同じであること。
- ひとの意思決定の仕方と AI の意思決定の仕方は大きく異なるが，得られる結果が似通うこともあること。
- 上記の理解を通じて，受講前よりも AI の仕組みに詳しくなり，AI を身近なものとして感じること。
- ひとや AI が計算可能な範囲はごくわずかであり，世の中には計算が困難な事象が非常に多いことを知ること。

参考文献

(1) Keynes.J.M.(1921),*A Treatise on Probability*, London;Macmilan. 佐藤隆三訳(2010)『確率論(ケインズ全集 第八巻)』,東洋経済新報社.

(2) 村田晴紀(2010)「ケインズ『確率論』における「短期確率加重関数」の研究 —不確実性下における意思決定の考察—」,東京学芸大学 2009 年度修士論文 .

(3) O'Donnell, R. M.(1989)KEYNES: Philosophy, Economics & Politics, Palgrave Macmillan.

(4) Shannon, ClaudeE.(1948)"A Mathematical Theory of Communication, "The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379-423,623-656.

(5) Dempster.A.P(1967), Upper and lower probabilities induced by a multi-valued mapping, The Annals of mathematical statistics,38,325-339.

(6) Shafer.G(1976),*A Mathematical Theory of Evidence*,Princeton Univ.Press,Princeton.

(7) Peirce.C.S(1883),"A Theory of Probable Inference",*Johns Hopkins Studies in Logic*.

(8) Moore.G.E(1903), *Principia Ethica*,深谷昭三訳(1977)『倫理学原理』,三和書房.

(9) Boole.G(1854),*An Investigation of the Laws of Thought,on which are founded the Mathematical Theories on Probabilities*,Dorer Publications.

(10) Brady.M.E(2004) *J.M.Keynes' Theory of Decision Making, Induction, and analogy The Role of Interval Valued Probability in His Approach*, Xlibris.

(11) 新井一成・高籔学(2016)「ケインズ『確率論』における「ブールの挑戦問題」の扱われ方の整理 -M.E.ブレディ(2004)を参考に-」『東京学芸大学紀要』67 号,人文社会科学系 II pp.143-149.

(12) 新井一成,高籔学,村田晴紀(2010),「Prolog を用いた教材の提案 -意思決定論の視点から-」『2010 PC Conference 論文集』

(13) Kyburg.Jr.H.E .and Imprecise Probabilities Project(1998-2000),"Interval-Valued Probabilities",SIPTA.

(14) 金丸隆志(2018),『Raspberry Pi ではじめる機械学習 基礎からディープラーニングまで』,講談社.

(15) 高籔学(1993),「証券需要価格の粘着性--ケインズ「確率論」再考」, 『修道商学』34 (1), pp.183-202,広島修道大学商経学会.

(16) Arai.K,Hosokawa.M and Kunishima.M(2022),"Analysis of fuzzy images by close-up photography of large industrial drones", International Symposium on Affective Science and Engineering ISASE2022 (0), 1-4, 日本感性工学会.

(17) 塩沢由典(1983),「『確率論』からみたケインズ」,『別冊経済セミナー ケインズ生誕 100 年』, pp.76-82, 日本評論社.

コロナ禍での大学生のストレスと遠隔授業

大橋 裕太郎[*1]
Email: yohashi@shibaura-it.ac.jp

*1：芝浦工業大学工学部情報通信工学科

◎Key Words　　コロナ禍，遠隔授業，ストレス，大学生

1. はじめに

コロナ禍をきっかけに日本の大学の多くが遠隔授業を導入した。2020 年時点で，大学の約 2 割が授業を全面的に対面で実施し，8 割が対面授業と遠隔授業を併用していた[1]。2021 年には，授業の半分以上を対面で実施する予定とした大学等は，1064 校中 1036 校（約 97.4%）となった。授業形態はコロナ前に戻りつつあるが，今後もこうした新しい形態の学習方法はある程度日本の大学教育に引き続き残ると考えられる。しかし，約 1 年の遠隔授業への移行期間を経て，教育・学習方法の急激な移行による遠隔授業の負担感，メンタルヘルスの不調や孤独感といった具体的な問題が指摘されている。たとえば飯田らは，経済的に困っている学生がコロナ発生以前の 2.7 倍に増加し，学生の半数以上がストレスを抱え，そのうち約 17%は強いストレスによる気分・不安障害を伴っている可能性があることを報告している[2]。また，新入生は大学生活への不安感が強く，一人暮らしの学生の方が，心身ともにストレスを感じていることが報告された[3]。橋本らは，コロナ禍に伴うあらゆる出来事や制約が大学生のストレスの原因となっていた一方，活動中止などのようなライフイベントよりも，日々の学業や生活で生じている日々のストレス（例えば不規則な生活や規則を守ることなど）の方が，抑うつと関連していたことを報告している[4]。

このように，大学生はコロナ禍による複合的な要因から経済的，精神的，身体的なストレスを受けていることが数多くの報告から明らかになっている。本研究では，大学生が遠隔授業に対してどのような意識を抱きどのような評価をしたのか，ストレスにどのような関連性があったのか（またはなかったのか）について調査することとした。

2. 方法

2.1 調査方法

インターネット調査会社の協力を得て 2021 年 7 月に大学生と大学院生を対象にインターネット上での質問紙調査をおこなった。リサーチクエスチョンを以下に示す。

(1) 学生はコロナ禍においてどのようなストレスを抱え，そのストレスの主な要因は何か

(2) 学生は遠隔授業をどのように評価し，評価に何が影響を与えているのか

(3) 教材のわかりやすさが授業評価にどのように影響を与えているのか

分析については，総計を算出し，場合によっては属性ごとに比較を行った。自由記述（問 11）は，質的データ分析手法である「事例–コード マトリクス」[5]を援用し，意味内容に応じて分類した.

2.2 質問項目

調査で使用した質問項目を表 1 に示す。Q2 の「居住地」と Q5 の「遠隔授業の割合」は，飯田らの先行研究で使用された質問項目を参考にした[2]。Q3 の「ストレスチェック」には，心理的ストレス反応尺度 SRS-18 を使用した[6]。SRS-18 は日常的に経験する心理的ストレス反応を測定することができる 3 つの因子（抑うつ・不安，不機嫌・怒り，無気力，各 6 問）計 18 問で構成される。選択肢は「全くちがう」0，「いくらかそうだ」1，「まあそうだ」2，「その通りだ」3 の 4 種類で，値の合計をストレスの指標とする。すでに信頼性と妥当性が検証されており，質問数と回答のしやすさからも本調査に適当であると判断した。Q6 の「遠隔授業の困り度」は筆者が作成した評価尺度である。遠隔授業に対する肯定的な文（例：遠隔授業は対面授業と比較して先生や友達に質問しやすい）と，それと対になる否定的な文（例：遠隔授業は対面授業と比較して先生や友達に質問しにくい）のセットが 10 組，計 20 項目の質問で構成される。肯定的な文を選択すると+1，否定的な文を選択すると-1 とカウントし，その合計の値で回答者の遠隔授業に対する総合的な評価の度合いとして判断することとした。なお，何も選択しない場合は合計 0 となり，肯定的な評価も否定的な評価もしていないと判断する。Q11 は大学や生活で感じていることを自由記述形式で記述する項目である。ストレスの理由を尋ねる設問として Q4 を設定しているが，調査者が想定しない項目について知ることには限界があり，選択式の項目では分からない細かな背景も知りたいと考え，この質問を用意した。

表 1　質問項目

項目	質問
Q1	学校種と学年（選択）
Q2	居住地（選択）
Q3	ストレスチェック（SRS-18）（4 件法）
Q4	Q3 の理由（選択）
Q5	遠隔授業の割合（選択）
Q6	遠隔授業の困り度（複数選択）
Q7	遠隔授業への評価（5 件法）
Q8	スマートフォン利用時間（選択）
Q9	ゲームの利用時間（選択）
Q10	勉強や進路について信頼する人・もの（選択）
Q11	大学や生活で感じていること（自由記述）

表2　各因子の平均値の比較

	第I要因「抑うつ・不安」		第II要因「不機嫌・怒り」		第III要因「無気力」	
	先行研究[6]	本研究	先行研究[6]	本研究	先行研究[6]	本研究
全体	5.34	6.37	5.04	4.71	4.87	6.64
男性	4.85	5.12	5.22	4.11	4.69	5.74
女性	5.80	6.86	4.87	4.94	5.03	6.99

表3　遠隔授業に対する考え（上位10項目のみ抜粋）

+/−	質問項目	回答者数（割合）
+	遠隔授業は通学の必要がないので良い	1071（51.1%）
+	遠隔授業は家など自由な場所で学習できるので良い	797（38.0%）
−	遠隔授業は学費に対して損をしている感じがする	746（35.6%）
+	遠隔授業で使うデジタルの資料や教材は利用しやすい・分かりやすい	726（34.6%）
+	遠隔授業は自分のペースで学習できるので良い	604（28.8%）
−	遠隔授業は対面授業と比較して先生や友達に質問しにくい	537（25.6%）
−	遠隔授業は孤独である	452（21.6%）
+	遠隔授業は一人で学習できるので良い	449（21.4%）
−	遠隔授業は対面授業と比較して全体的に分かりにくい	436（20.8%）
−	遠隔授業は自主性・自律性が求められるので大変だ	386（18.4%）

3.　結果

3.1　Q1　回答者の属性

計2096名（男性587名，女性1509名）から解答を得た。内訳は私立大学1445名，国立大学651名であった（どちらも短大，大学院生含む）。

3.2　Q2　居住地

もともと実家に住んでいるのが1246名（59.4%），一人暮らしをしていたが実家暮らしが67名（3.2%），アパートやマンションなどで一人暮らしが594名（28.3%），学生寮や学生会館が130名（6.2%），シェアハウス等が20名（1.0%），上記以外が39名（1.9%）であった。

3.3　Q3　ストレスチェック（SRS-18）

全体の平均が17.72，男性14.97，女性18.78と女性の方が有意に高かった（$p < .01$）。しかし，大学生を基準としたストレス反応の程度としては男女ともに「普通」に分類され[6]，特に高いストレスが示されたわけではなかった。

しかし，大学生を対象とした先行研究と各因子を比較すると，全体・男性では第I因子「抑うつ・不安」と第III因子「無気力」が，女性ではすべての因子が高い結果となった（表2網掛け部分）。なお今回の調査では，先行研究のデータセットが得られなかったことから，先行研究のデータセットと比較した有意差の検定はおこなわず，単純な値の比較をおこなっている。

3.4　Q4　ストレスの主たる理由

最も多い不安は就職や進路などの将来（24.2%）で，「いずれも該当しない」が15.1%，「好きなことややりたいことができない」が12.9%，「新型コロナウイルスの感染蔓延」が11.8%であった。「大学の授業が分からない，難しい，意義が見いだせない」がストレスの主たる理由と回答したのは5.4%にとどまった。

3.5　Q5　遠隔授業の割合

遠隔授業の割合は以下のようになった。約9割が何らかの形で遠隔授業を受講していた。文部科学省が2021年3月に大学に対しておこなった調査（全面的に対面授業は36.4%，ほとんど対面授業が28.9%）と比較すると，本調査の方が対面授業の割合が低く，遠隔授業の割合が高い結果となった[7]。

表4　遠隔授業の割合

遠隔授業の割合	回答
すべて遠隔授業	314（15.0%）
大半が遠隔授業	730（34.8%）
遠隔授業と対面授業が同じくらい	450（21.5%）
大半が対面授業	384（18.3%）
すべて対面授業	218（10.4%）

3.6　Q6　遠隔授業に対する考え

遠隔授業に対して肯定的な意見が上位を占め，遠隔授業は多くの学生に肯定的に受容されていることが分かった（表3）。合計点の平均は0.33となり，総合的に若干肯定的な評価がなされた。授業の分かりやすさに関して，「遠隔授業で使うデジタルの資料や教材は利用しやすい・分かりやすい」と回答したのが726名（34.6%）に対して，「利用しにくい・分かりにくい」は345名（16.5%）で，デジタルの資料や教材に対する評価は肯定派が否定派を上回った。一方，「遠隔授業は対面授業と比較して全体的に分かりやすい」と回答したのは262名（12.5%）に対して「分かりにくい」が436（20.8%）となり多かった。原因については，「遠隔授業は対面授業と比較して先生や友達に質問しやすい」と回答したのが203名（9.7%）に対して「質問しにくい」が537名（25.6%）であった。このことから，デジタル教材の分かりやすさや教員の配慮は問題ではないものの，教員や友達への質問のしにくさが遠隔授業を分かりにくいものにしていると考えられる。

3.7　Q7　遠隔授業の評価

「良い」または「やや良い」と回答した合計が 53.5%，「悪い」と「やや悪い」と回答した合計が 17.7%となり，遠隔授業を評価する回答がそうでない回答を上回った。

3.8 Q8　スマートフォンの利用時間

スマートフォン利用時間の最頻値は「4 時間から 5 時間未満」(15.0%) であった。スマートフォンの利用時間は，ストレスや遠隔授業の評価と関連があると予想していたが，相関は認められなかった。

3.9 Q9　ゲームの利用時間

ゲーム利用時間の最頻値は「利用しない，ゲーム機等を持っていない」(39.3%)，続いて「1 時間未満」(26.2%) であった。ゲームの利用時間とストレス，遠隔授業の評価との相関は認められなかった。

3.10 Q10　勉強したり進路について考えたりする上で最も信頼している人やもの・こと

学生が勉強や進路について考える上で最も信頼している人やもの・ことは表 5 のようになった。家族・親戚が最も多く，直接知っている人と回答した人が 4 分の 3 にのぼった。一方で「当てはまるものはない」と回答した人が 2 割近くにのぼった。

表 5　勉強したり進路について考えたりする上で最も信頼している人やもの・こと

評価	回答
家族・親戚	577 (27.5%)
自分が今通っている大学の先生や授業	568 (27.1%)
あてはまるものはない	392 (18.7%)
友達	342 (16.3%)
自分が今通っている大学以外の先生や授業	111 (5.3%)
ネットの情報	59 (2.8%)
主にネットで発言や活動をする有名人やインフルエンサー	23 (1.1%)
主にテレビや新聞などで発言や活動をする有名人や芸能人	21 (1.0%)
会社社長などの経営者	3 (0.1%)

3.11 Q11 大学や生活で感じていること（自由記述）

大学や生活で感じていることに関する自由記述の内容について，「ない」「特にない」といった回答を除いた 900 件を前述の方法で分析した。こうした調査では自由記述への回答は少ないのが一般的であるが，本調査では半数近くが何らかの具体的なコメントを残した。このことは，彼らが彼らの実情を知ってほしいと考えている表れなのではないかと感じている。分析の結果，「生活全般」と「学業」の 2 つの大分類と，合計 12（それぞれ 8，4）の小分類が生成された。それぞれについて以下で述べる。

＜生活全般＞

(1) 対面機会の減少・孤独・対人ストレス (N=164)

オンライン授業への移行，活動の制限や自粛で対面機会が急激に減少したことによるストレスや孤独を訴える声が最も多かった。ただ，人に会えないことがつらいと訴える人もいれば，反対に人に会うのが億劫になっていたり，人に会いたくなくなったりするという意見も見られた。

「遠隔授業が増えるなかで，帰省をしていても授業に参加できるのは利点だと思うが，教員や友人との距離が非常に開いたと感じどこか虚無感を感じながら生活をすることが多くなった。(国公立大学 4 年生)」

(2) 精神的・身体的不調 (N=158)

退屈・憂鬱・倦怠感・無気力・失望感・焦燥感・不安といった症状を訴える回答者が多く見られた。中には精神的な不調だけでなく，身体的な不調を訴える者もいた。対人関係や学業，経済的困窮や将来への不安など，原因は様々で複合的である。明らかな原因が分からず「なんとなく」や「漠然とした」といった表現で不調を訴える場合も多く見受けられた。

「うつ病が再発してつらい。好きな研究分野に興味を持てなくなった。(私立大学 4 年生)」

(3) 将来や進路への不安・戸惑い (N=82)

前述の Q4 同様，将来への不安を訴える声が多かった。

「就職活動を始めるタイミングやコロナ禍でどのように就活が変わったのかなど心配事や分からないことが多く，不安な気持ちになっている。(国公立大学 3 年生)」

(4) 充実・楽しい (N=75)

筆者の予想に反して，現在の状態が充実しているという回答が見られた。

「現在は将来のことやコロナウイルスで心配になることが多いが，それ以上に自由な生活を送れていることで充実している。(国公立大学 3 年生)」

(5) 経済的困窮・学費に対する不安・不満 (N=64)

多くの学生がアルバイトからの収入を家計の足しにしているため，アルバイトの活動停止が直接的に家計を逼迫していることや，大学の施設が利用できないにも関わらず支払う必要がある学費 (特に施設利用費) に対して不満を感じていることが分かった。

「大学で授業を受けなかった期間の設備費などが返還されると嬉しい。(国公立大学 4 年生)」

(6) 活動制限・自粛，規則への不満や戸惑い (N=51)

調査時点で多くの大学で授業だけでなく校内への立ち入りやクラブ活動等の制限がかかり，緊急事態宣言が発出されていた時期には多くの活動 (部活やサークル，集会，アルバイト等) が停止していた。

「いつまでコロナ禍が続くのか不安だ。留学や海外インターンシップに参加したいのに行けなくて残念。(国公立大学 1 年生)」

(7)　コロナウイルスへの感染，感染蔓延が不安 (N=23)

筆者は調査前，この項目が最も大きな関心ごとの一つであると予想していたが，予想に反して少なかった。今回の調査では，直接的な感染への恐怖よりも，上記の対人関係のストレスや就職活動といった間接的な影響の方が大

きなストレス要因となっているようである。
「持病があり，いつコロナにかかって重症化するかと思うと気が気ではない。未来に希望を持てない。(国公立大学1年生)

(8) 生活の乱れ (N=10)
日々のルーティンは遠隔授業などである程度確保されているものの，外出の機会や人の目がなくなってしまったことで生活リズムに狂いが生じていることが報告された。中には体調を崩し休学を余儀なくされた例もあった。
「生活のメリハリがつかなく，休学を余儀なくされた。こうした学生に対する支援体制を民間・公的を問わずしっかり整えてほしい。(私立大学2年生)」

＜学業＞
(9) 学習や研究への支障・不安，授業が大変 (N=110)
様々な理由から自身の学習や研究，実習などが滞り支障をきたし，それにより不安を抱えているという声が多く聞かれた。また，オンライン教育の質を担保するために課題が多く課されている事例が見受けられた。
「看護学部なのですが，コロナ禍での実習にとても不安がある。(国公立大学4年生)

(10) 対面授業への支持・遠隔授業への不満 (N=71)
対面授業の復活を望む声，遠隔授業の教育の質，遠隔授業でのコミュニケーションやサポートの不足といった不満が多く聞かれた。
「オンライン授業で明らかに楽をしている教授もおり，授業としてのクオリティは全体的に落ちている。(私立大学4年生)」

(11) 遠隔授業への支持・対面授業への不満 (N=56)
こちらはひとつ前のカテゴリーとは反対の意見である。対面授業を望む声よりも少ないものの，遠隔授業のメリットを訴える声も筆者の予想に反して多く聞かれた。何らかの障害があり，合理的な配慮が必要な学生にとっても遠隔授業は有用であるとの意見もあった。
「遠隔授業だとペアワークなども機械で振り分けてくれるので，ペアワークのペア作りに苦戦してきた私にとっては大変ありがたいと思っています。(国公立大学1年生)」

(12) 通学や対面授業，大学の対応への不満 (N=36)
遠隔授業が一旦普及してしまったために，対面授業に戻ることが億劫に感じる学生もいることが分かった。大学によっては，その対応が曖昧であったり不揃いであったりして，学生を混乱させている様子がうかがえる。
「遠隔授業になるのは良いが，授業ごとに遠隔授業と対面授業のどちらを実施するかという方針を決めるのはやめてほしい。例えば，遠隔授業が2コマあり，4コマ目に対面があるとその授業のためだけに外出をしなければならないので時間の無駄である。(私立大学3年生)」

4. おわりに

3つのリサーチクエスチョンに対する結果を述べる。
(1) 大学生のコロナ禍における主なストレス要因
SRS-18 の結果から，学生たちは全体として「抑うつ・無気力型」のストレスを感じているものと考えられる。具体的なストレスの要因として，遠隔授業がストレスの主な要因と回答したのは5.4%にとどまった。一方，回答者のストレス要因や関心ごととして，生活全般では「対面機会の減少・孤独・対人ストレス」，「精神的・身体的不調」，「将来や進路への不安・戸惑い」，「充実・楽しい」，「経済的困窮・学費に対する不安・不満」，「活動制限・自粛，規則への不満や戸惑い」，「コロナウイルスへの感染，感染蔓延が不安」，「生活の乱れ」，学業に関する事柄では，「学習や研究への支障・不安，授業が大変」，「対面授業への支持・遠隔授業への不満」，「遠隔授業への支持・対面授業への不満」，「通学や対面授業，大学の対応への不満」が挙げられた。
(2) 大学生の遠隔授業に対する評価
約 9 割が何らかの形で遠隔授業を受講していた。遠隔授業に対して肯定的な評価をした人 (53.5%) は否定的な評価をした人 (17.7%) を大きく上回った。肯定的に評価する人は，移動時間や移動費の削減といった効率性や合理性を挙げる人が多く，一方で遠隔授業を否定的に評価する人は，教育の質の低下，教員からのサポートの欠如，学生間のコミュニケーション機会の欠如，課題が多すぎること，学費に見合った教育が得られていないと感じていることなどが挙げられた。
(3) 教材のわかりやすさと授業評価
遠隔授業に対して肯定的な意見が上位を占め，遠隔授業は多くの学生に肯定的に受容されていることが分かった。デジタル教材の分かりやすさや教員の配慮はさほど問題ではないものの，教員や友達への質問のしにくさが遠隔授業を分かりにくいものにしていると考えられる。
この他，スマートフォンやゲームの利用頻度が遠隔授業の評価に関係していないこと，勉強や進路について考える上で最も信頼しているのは家族や親戚，教員，友達など，人的資本を挙げる割合が多いことが分かった。

参考文献

(1) 文部科学省：“大学等における後期等の授業の実施方針等に関する調査”，https://www.mext.go.jp/content/20200915_mxt_kouhou01-000004520_1.pdf (2020).
(2) 飯田昭人，水野君平，入江智也，西村貴之，川崎直樹，斉藤美香：“新型コロナウイルス感染拡大が大学生に及ぼす影響（第1報）～北海道内の大学への調査結果から～”，北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要，12, pp.147-158 (2021).
(3) 伊藤美奈子，栗本美百合，白水倫生：“コロナ禍による大学生のストレスと大学生活への意識”，人間文化総合科学研究科年報，36，pp.25-37 (2021).
(4) 橋本剛：“コロナ禍初期における大学生の心理社会的ストレスに関する探索的検討：社会規範としての援助要請スタイルの効果も含めて”，人文論集，71(2), pp.15-34 (2021).
(5) 佐藤郁哉：“質的データ分析法-原理・方法・実践”，新曜社，(2008).
(6) 鈴木伸一，嶋田洋徳，三浦正江，片柳弘司，右馬埜力也，坂野雄二：“新しい心理的ストレス反応尺度 (SRS-18) の開発と信頼性・妥当性の検討”，行動医学研究，4(1), pp.22-29 (1997).
(7) 文部科学省：“令和3年度前期の大学等における授業の実施方針等について”，https://www.mext.go.jp/content/20210702-mxt_kouhou01-000004520_2.pdf (2021).

デスクトップキャプチャ画像による アプリケーション操作演習の進捗状況解析の検討

占部 弘治 *1 · 福田 裕也 *1

Email: k.urabe@niihama-nct.ac.jp

*1: 新居浜工業高等専門学校電子制御工学科

◎ **Key Words**　演習進捗解析 ラーニングアナリティクス ディープラーニング

1　はじめに

ワードプロセッサや表計算ソフト・プレゼンテーションソフトなどを用いた文書・資料・発表スライドの作成は日常の業務に欠かせないものとなっている。

そのため、ICT 活用技術を学ぶ上でアプリケーション操作方法を習得する演習は重要なカリキュラムの一つとなっている。新居浜工業高等専門学校においても全学科の 1 年生で開設されている科目「情報リテラシー」において、セキュリティや情報モラルを学ぶとともに、ワードプロセッサや表計算ソフトの操作習得を目的とした演習を実施している。

この演習実施時において、受講者個別の進捗を把握できれば、進捗の遅れている受講者を発見し、これに対して適切な指導を行うことができると考える。また、受講者全体の進捗の傾向からは、演習の内容やテキストの改善の助けになると考える。

そこで本研究では演習時の PC のデスクトップ画像を収集し、これを解析することで、進捗の段階を判定するシステムを構築した。演習時のデスクトップ画像に表示される演習の状況は、画像のマッチングなどの画像処理による判定は難しいと考え、ディープラーニングを用いることにした。

以前の行ったスライド提示型授業における学生の受講態度を解析する研究 (1) でデスクトップ画像の解析を導入し、その報告を行っている。この解析においても画像処理の手法だけでなく、ディープラーニングを用いることでその精度が上がることを示しており、今回もディープラーニングの導入の効果が期待できると考える。

今回は、構築したシステムについて検証実験を行い、判定に用いるディープラーニングの比較検討を行った結果を報告する。

2　システムの構成

本研究で作成したシステムは図 1 に示す通り画面キャプチャアプリケーション・画像受信サーバ・進捗判定システムによって構成する。

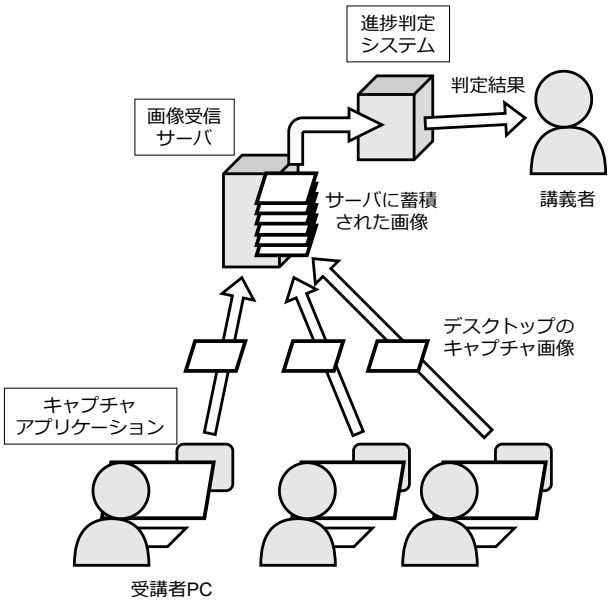


図 1 システム構成図

画面キャプチャアプリケーションは Visual C# で作成した Windows アプリケーションである。これは受講者が使用する PC にインストールされ、一定の時間ごとにデスクトップ画像をキャプチャし、PC の IP アドレス とともに画像受信サーバへアップロードを行う。

画像受信サーバはキャプチャアプリケーションからアップロードされるデスクトップ画像を受信し、保存を行い、Web サーバ Apache とその上で動作する PHP スクリプトで構成されている。画面キャプチャアプリケーションからアップロードされた画像にアップロードされた時刻と PC の IP アドレスを含んだファイル名を付け、サーバ内のストレージに保存する。これに

より、画像のファイル名からデスクトップ画像をキャプチャした PC と時刻の情報を得ることができるようにした。

進捗判定システムは得られた画像から進捗を判定する。判定には MATLAB の ディープネットワークデザイナー を用いて、事前学習済みネットワークに学習データを与えることで再学習し、これを用いる。事前学習済みネットワークには ResNet 101 [2], AlexNet[3], SqueezeNet[4] を採用し、比較検討を行った。

3　システムの検証実験

実際の演習課題を用いて、システムの検証を行った結果を示す。

3.1　演習課題

このシステムを実際に新居浜工業高等専門学校電子制御工学科 1 年の科目「情報リテラシー」で行っている演習課題について行った。

この課題は、この科目の教科書に掲載されている表とグラフを含んだ文書の見本「実験報告書の書き方」[5] を元に文書を作成するというものである。図 2 に作成例を示す。

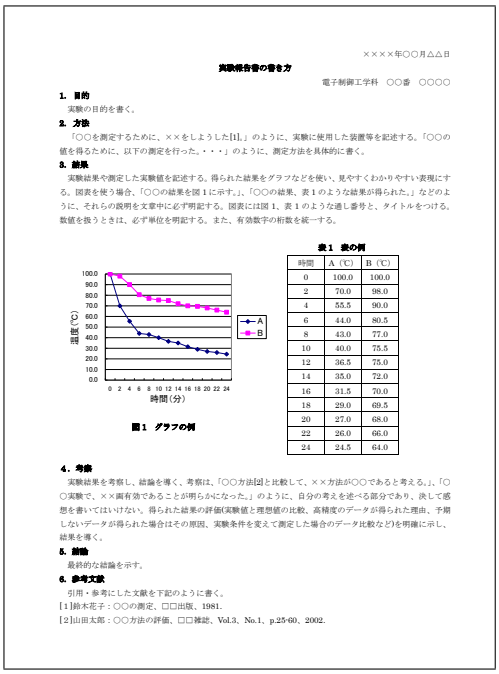


図 2 表とグラフを含んだ文書の作成演習の完成例

この文書の作成の進捗を次の 6 段階に分け、デスクトップ画像からどの段階かを判定させる。

1. 全てのセクションを入力
2. 「結果」の文書まで入力
3. 表計算ソフトで表を作成
4. グラフの作成が完了
5. 「結論」までの文章の入力
6. 参考文献までが入力（完成）

なお、セクションの入力には見出し機能を使うため最初に入力するよう指示したが、それ以外の手順は特に指示は行わなかった。

3.2　キャプチャ画像の収集

今回の実験に用いるデスクトップ画像は実際の授業で収集したものではなく、学生 4 名に同じ演習を実施させ、これを収集した。このときのキャプチャの時間間隔は 2 秒とした。なお、収集されたデスクトップ画像はネットワークに与えるデータにする際にネットワークに合うように縮小している。

これらを学習データおよび評価データとするために得られた画像について目視の判定で 6 段階のいずれかに分類し、段階ごとに無作為に抽出した。学習及び評価に用いた画像の枚数を次の表に示す。

表 1 画像データ

演習の段階	学習データ 訓練データ	学習データ 検証データ	評価データ	合計
1	480	120	200	800
2	480	120	200	800
3	480	120	200	800
4	480	120	200	800
5	480	120	200	800
6	480	120	200	800
計	2880	720	1200	4800

3.3　学習の結果

この画像データを今回の実験の判定に用いた事前学習済みネットワーク ResNet 101, AlexNet, SqueezeNet に訓練データを与え、再学習を行った。再学習後のネットワークを用いて学習データの判定結果からの正解数を 表 2 に、正解率を 表 3 に示す。

また、評価データの判定結果からの正解数を表 4、正解率を表 5 に示す。

表 2 学習データの正解数

段階	ResNet-101	AlexNet	SqueezeNet
1	567	572	572
2	585	555	535
3	560	556	553
4	552	554	553
5	594	591	586
6	600	585	600
合計	3458	3413	3399

（各段階のデータ数は 600, 合計で 3600）

表 3 学習データの正解率（%）

段階	ResNet-101	AlexNet	SqueezeNet
1	94.5	95.3	95.3
2	97.5	92.5	89.2
3	93.3	92.7	92.2
4	92.0	92.3	92.2
5	99.0	98.5	97.7
6	100.	97.5	100.
全体	96.1	94.8	94.4

表 4 評価データの正解数

段階	ResNet-101	AlexNet	SqueezeNet
1	200	194	200
2	191	121	184
3	195	172	163
4	184	180	165
5	128	65	114
6	152	144	165
合計	1050	876	991

（各段階のデータ数は 200, 合計で 1200）

表 5 評価データの正解率（%）

段階	ResNet-101	AlexNet	SqueezeNet
1	100.	97.0	100.
2	95.5	60.5	92.0
3	97.5	86.0	81.5
4	92.0	90.0	82.5
5	64.0	32.5	57.0
6	76.0	72.0	82.5
全体	87.5	73.0	82.6

以上の結果から、学習データおよび評価データに対する正解率が最も高かったモデルは ResNet-101 であった。また、評価データに対して 5 段階と 6 段階における正解率が低くなっていた。

3.4 進捗判定の結果

再学習後のシステムに対して、時系列でデスクトップ画像データを与え、演習開始からの時刻に対する進捗の段階を判定した例を図 3 に示す（図中の青色のグラフ）。ネットワークは再学習後の正解率が最も高かった ResNet-101 を採用した。また、時系列の画像データは学習用に採取した学生のデータである。

段階が変わる前後において、判定の切り替わりのが多く発生している。これは段階が変わる前後に判定が難しい画像が多く、そのため誤判定が生じていると考えた。

これは雑音に似た現象と考え、解消するために移動平均を用いることで進捗状況の表現を行った。これも図 3 に合わせて示している（図中の赤色のグラフ）。この移動平均の区間数は 20 である。

4 まとめ

本研究では、学生のアプリケーション操作演習における進捗状況を判定するために、演習中のデスクトップ画像を収集するシステムについて提案した。また、収集されたデスクトップ画像より進捗状況を判定するために学習済みネットワークの再学習を行い、これを用いることを試みた。学習済みネットワークには ResNet-101, AlexNet, SeezeNet を用いて再学習を行い、これを用いて学習データおよび評価データのにおける正解率を調べたところ、ResNet-101 によってもっとも良い結果が得られた。

しかしながら、演習を行っている画像データに対して判定を行い、進捗状況の解析を行ったところ、段階が移り変わる前後での誤判定が多く現れた。これに対しては、移動平均を用いることで進捗を表現する方法を提案した。

学習に用いた学習データおよび評価データの数を増やすことでより精度の良い結果が得られると予想する。また、デスクトップ画像全体でなく、対象とするアプリケーションの画像のみを取得し、これを用いて学習や判別に用いることで改善できるのではないかとない

かと予想している。これらについて、今後の研究を進めていきたい。また、実際の授業での演習で用いた場合についても調査したいと考えている。

参考文献

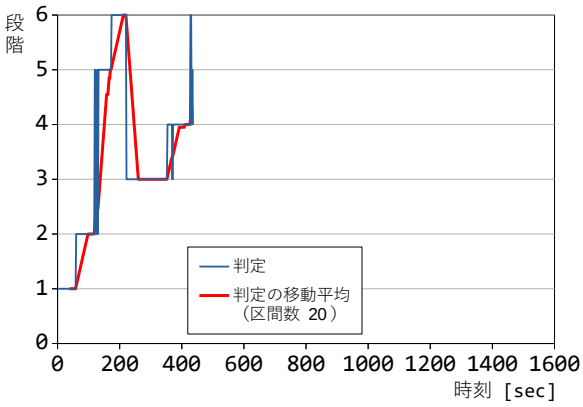
(1) 山内拓磨, 占部弘治, “スライド提示型授業受講状況収集システムにおけるデスクトップ画像解析”, PC カンファレンス 2017 論文集, p.237-239, 2017.

(2) K.He et al., “Deep residual learning for image recognition”, IEEE CVPR 2016, p.770-778.

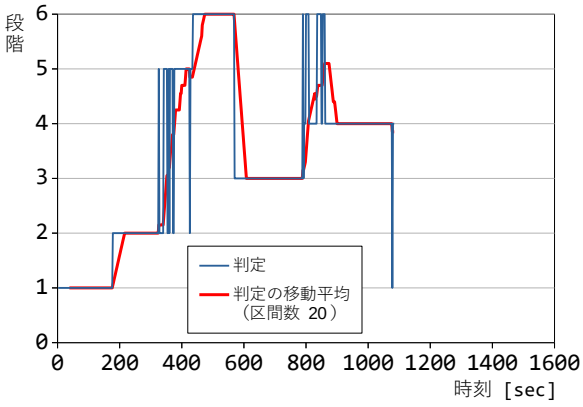
(3) Alex Krizhevsky et al., “ImageNet Classification with Deep Convolutinal Neural Networks”, Neural Information Processing System, p.1087-1105, 2012.

(4) F.N. Iandola, et al., “SqueezeNet: AlexNet-level accuracy with 50x fewer parameters and < 0.5 MB model size”, arXiv:1602.07360, 2016.

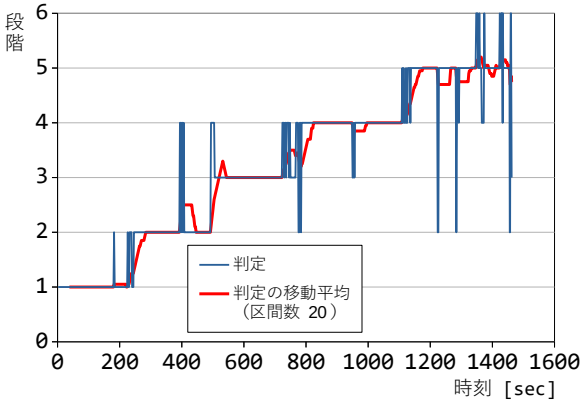
(5) 岡田正, 高橋参吉, 藤原正敏, “ネットワーク社会における情報の活用と技術 三訂版”, p.36, 実教出版, 2010.



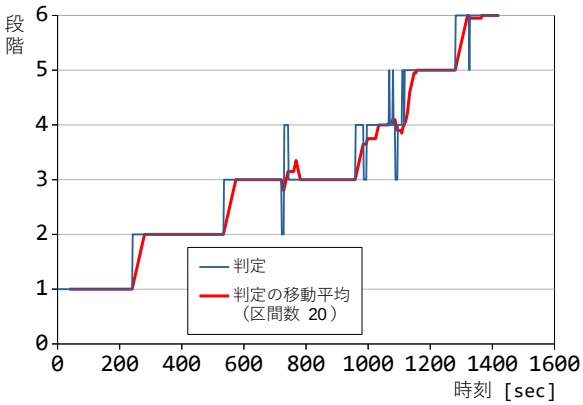
(a) 学生 1 の 進捗状況



(b) 学生 2 の 進捗状況



(c) 学生 3 の 進捗状況



(d) 学生 4 の 進捗状況

図 3 ResNet-101 による進捗状況判定

ソーシャルリスニングにおける分析アプローチの類型化

白土由佳*1
Email: yuka@bunkyo.ac.jp

*1：文教大学情報学部メディア表現学科

◎Key Words　ソーシャルリスニング，データ分析，ソーシャルメディア，社会調査

1. はじめに

ソーシャルメディアの一般化に伴い，それを通じたコミュニケーションの蓄積をデータとして活用することがさまざまな分野で行われている。ソーシャルメディアのデータを分析し活用する取り組みをソーシャルリスニングと呼ぶ。

筆者はこれまで，社会学の立場からソーシャルリスニングの実践を通じた社会の理解や，実践のためのフレームワークの検討に取り組んできた(1)。本稿では，フレームワークの中の「データ理解」において，分析アプローチに焦点をあてる（図 1）。ソーシャルリスニングを行うにはどのような分析アプローチが有効か。ソーシャルメディアのデータ特性を鑑みて，いくつかの事例を通じて検討し俯瞰的な視座を得たい。

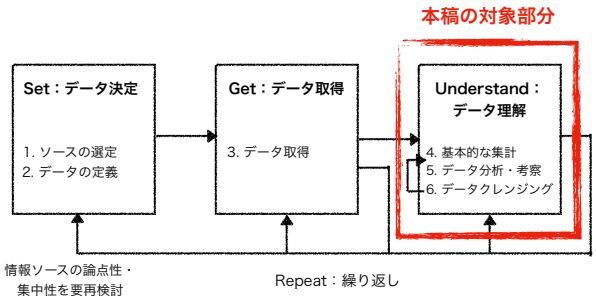


図 1 ソーシャルリスニング実践フレームワーク “SGUR”における本稿の対象部分

2. デジタル社会調査におけるソーシャルリスニング

本稿では，瀧川によるデジタル社会調査の整理(2)に基づき論を進める。瀧川は，社会生活のデジタル化を前提にデジタルデータを観察データ，サーベイデータ，実験データに 3 分類している（表 1）。ソーシャルリスニングで対象とするデータはデジタルトレース（デジタルの足あと）と呼ばれるソーシャルメディアを通じた発信やコミュニケーションであり，観察データにあたる。

表 1 「デジタルデータの分類」瀧川(2)より引用

観察データ	デジタルトレース，オフライン行動のデジタル化，デジタル歴史・文書資料
サーベイデータ	様々な新種のデジタルサーベイ，サーベイと観察データのリンケージ
実験データ	サーベイ実験，マクロ社会学的実験，デジタルフィールド実験

瀧川はさらに，デジタル社会調査を社会学における 3 つの理論的・方法論的課題に関連づけて論じている。3 つの理論的・方法論的課題とは，(1)社会ネットワークの構造や関係的メカニズムの解明，(2)因果の推論と因果メカニズムの解明，(3)意味世界の探求である。

筆者がこれまで取り組んできた研究について，3 つの理論的・方法論的課題に分類し，さらにソーシャルメディアのデータを主体と行動およびその集計という観点から分け，分析アプローチを類型化した（表 2）。

表 2 社会学の理論的・方法論的課題とデータ特性による分析アプローチの類型

			主体の属性			主体による行動		属性・行動の集計
社会学の理論的・方法論的課題	分析パターン	研究題目	つながり	コミュニティ・グループ	テキスト	ハッシュタグ	テキスト	属性や行動の傾向
構造・関係	A	Wikipediaにおける編集者の活動分析	●					●
意味世界	B	“東京県民”の多様な東京スタイル－mixiの県民コミュニティにみる共有性と固有性－		●				●
		共有化と生活化から生成される2つの“かわいい”－4ファッションスタイルをめぐるネットコミュニティ分析－		●				●
	C	当事者の語りに見る不妊治療を内包する生活の特徴				●	●	●
	D	Twitterに見る不妊治療当事者のリアリティとメディアとしての役割の検討			●		●	●
	E	ソーシャルメディアTwitterからみる「尾瀬」とは -尾瀬国立公園の保全と活用に向けて-				●	●	
	F	商店街に関するソーシャルメディア情報の分析－横浜六角橋商店街の事例－					●	●
		口コミ情報によるバクチー（香菜）ブームの分析					●	●

ソーシャルメディアのデータの分類について詳しく触れておきたい。本稿では，ソーシャルメディアのデータを主体と行動という観点で分けた。頻繁に更新されることのない属性，頻繁に更新されることを想定した行動，それらの集計である。主体の属性とは主体同士のつながりやグループあるいはコミュニティへの参加，テキストによる主体自身の属性の表明などを想定している。主体による行動とは投稿内容のテキストやハッシュタグ等を想定した。最後に属性や行動の集計とは，行動の頻度などである。

3. 各分析アプローチの事例

本章では，筆者によるいくつかの研究事例を通じて各分析アプローチを説明する。なお，筆者は因果の推論と因果メカニズムの解明の研究には取り組んでいないことから除外する。

3.1 社会ネットワークの構造や関係的メカニズムの解明

パターンA

主体の属性としてつながりデータ，およびその集計値を用いるパターンである。事例として Wikipedia における編集者の活動分析[3]をあげる。各編集者が編集した記事をノード，編集順をリンクとしたネットワーク分析を行い，さらにネットワーク分析によって得られた平均経路長やクラスター係数を集計値として編集者の行動の類型化を行った。集合知はいかにして形成されるか，編集者の行為という観点から考えている。

3.2 意味世界の探求

パターンB

主体の属性としてコミュニティへの参加データ，およびその集計値を用いるパターンである。事例として上京者のライフスタイル分析[4]をあげる。本研究では mixi の上京者コミュニティに参加するユーザを対象に，そのユーザらが他に参加するすべてのコミュニティから上京者らがどのようなライフスタイル特性を持つかを明らかにした。

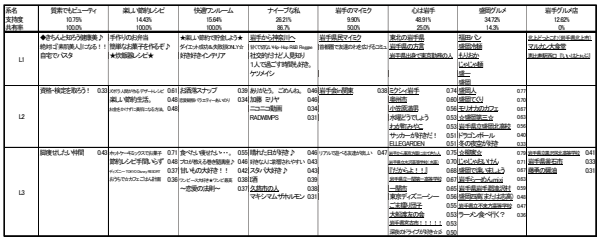


図 2 岩手出身東京在住者コミュニティに参加するユーザのライフスタイル特性　山崎[4]より引用

ここで注目したいのは mixi におけるコミュニティの特性である。mixi ではユーザが自由にコミュニティを作成，参加できる。それはさながら，ユーザが自由に項目を作成できるライフスタイル調査のようなものである。ユーザが自由に作成・参加できるコミュニティは，一般的なアンケート調査よりもはるかに自由度が高いことに加えて自己紹介のようなテキストによる属性開示よりもまとまりのあるデータとして捉えられることから，特定の集団に関するライフスタイル特性を見る上では有益であることが示唆される。

パターンD

主体の属性としてテキストデータ，主体による行動として同じくテキストデータ，さらにその集計値を用いるパターンである。事例として Twitter に見る不妊治療当事者の言説分析[5]をあげる。Twitter はしばしば，不妊治療当事者がどのような治療を行っているか自己紹介に掲載し，同じ治療に取り組むユーザらが交流するという形で使われている。そこで自己紹介文に掲載されるキーワードを変数としてユーザを分類し，どのような治療に取り組んでいるかというユーザの傾向から当事者の悩みやメディア利用のあり方を明らかにした。

ソーシャルメディア上には不妊治療に関連する投稿が溢れているが，当事者による投稿，さらにはどのような治療に取り組んでいる当事者による投稿かという観点で分類し言説を精査することで，より当事者の生活におけるリアリティに迫ることができた。

パターンF

主体による行動としてテキストデータ，およびその集計値を用いるパターンである。事例として六角橋商店街に関するソーシャルリスニング[6]をあげる。六角橋商店街に関する投稿をデータとして収集したのちに各ユーザの投稿数という集計値を用いて投稿を分類した上で，投稿内容から商店街の価値共創のあり方を明らかにしている。

4. 分析アプローチの類型化によって示唆されること

以上，ソーシャルリスニングにおける分析アプローチの類型について，いくつかの事例を紹介しながら説明した。今や，ソーシャルメディアのデータ分析は決して珍しいものではなく，学術的のみならずマーケティングへの活用など多方面に応用されている。さらに，ソーシャルメディアのデータも手に入りやすい環境となっていることから，取り組みへのハードルは決して高くない。

一方で，ソーシャルリスニングを通じて社会学の理論的・方法論的課題へ迫るためには単に「特定のキーワードを含む投稿を集め分析するだけ」では不十分であると考えられる。これまでいくつかの事例で示した通り，分析は常に複数のデータを組み合わせて行われている。そのどれもが事前に決まった方法論に則っているわけではなくその時々に応じて分析アプローチを工夫しての結果だが，本稿で分析アプローチを俯瞰することで改めて複数のデータの組み合わせの重要性が示唆された。複数のデータの組み合わせは，研究の目的とデータ特性に応じて取捨選択が求められる。

5. おわりに

今後は，従来型のアンケート調査を通じた社会調査のように，社会調査としてのソーシャルリスニングの方法論をより精緻化させていきたい。

参考文献

(1) 白土由佳:“ソーシャルリスニングのフレームワーク SGUR（サグール）の提案と実践”，CIEC 春季カンファレンス論文集，Vol.12, pp.9-16 (2021).

(2) 瀧川裕貴；“世界および日本におけるデジタル社会調査”，社会学評論，Vol. 71, No. 1, p. 84-101 (2020).

(3) 山崎由佳, 井庭崇, 熊坂賢次: “Wikipedia における編集者の活動分析”，人工知能学会第二種研究会資料, No. SWO-021, pp.02- (2009).

(4) 山崎由佳，熊坂賢次：““東京県民”の多様な東京スタイル － mixi の県民コミュニティにみる共有性と固有性 －”，情報社会学会学会誌，Vol.6, No.1, pp.59 – 73 (2011).

(5) 白土由佳，白土慧：“Twitter に見る不妊治療当事者のリアリティとメディアとしての役割の検討”，2021 年度社会情報学会(SSI) 学会大会 (2021).

(6) 白土由佳, 寺嶋正尚: “商店街に関するソーシャルメディア情報の分析–横浜六角橋商店街の事例–”，余暇ツーリズム学会誌，No. 9, pp.31 – 40 (2022).

文系大学生の高等学校情報科における知識習得の傾向

小河 智佳子*1
Email: chika-co@tf7.so-net.ne.jp

*1：広島修道大学経済科学部

◎Key Words 高等学校情報科，学習指導要領，検定教科書，質問紙調査，重要語句の理解度

1. 背景と目的

2019 年，政府は「AI 戦略 2019」を発表した。AI 人材を教育するための改革等が掲げられているこの方針では，大学教育においては，正規課程で数理・データサイエンス・AI への関心を高めること，適切に理解すること，活用する基礎的な能力を育成することが求められている。一方で，高等学校においては，2018 年に学習指導要領が公示された。高等学校普通科の共通教科情報科（以下，情報科）は，これまで実施されてきた「社会と情報」と「情報の科学」の 2 科目から，両科目の内容を統合する「情報Ⅰ」に科目改訂された。2022 年度より「情報Ⅰ」は必修科目として適用され，2023 年度には「情報Ⅰ」の応用として位置付けられた選択科目「情報Ⅱ」が適用される予定である。「情報Ⅰ」では，新たにプログラミングやシミュレーション等が追加されるため，大学教育で求められている数理・データサイエンス・AI に関連する内容が，高等学校でも取り扱われるようになる。社会の変化に伴い，情報教育で身に付ける内容にも変化が生じる。これは，旧科目でも新科目でも同様である。

大学の情報教育では，高等学校情報科の学習内容や学生の理解度を把握することで，さらなる情報活用能力の向上を目指した授業を提供することができると考えている。そのためには，大学入学時点の学生の情報活用能力を測るための調査が必要である。

高等学校を卒業した学生の情報活用能力を知るために，相澤（2015）[1]は知識習得の状況に着目した先行研究を行っている。「社会と情報」の検定教科書 8 冊の各索引に記載されている語句を抽出した質問紙による調査を実施し，多くの学生が情報活用能力における基礎的な知識を身に付けられていない状況を報告している。

先行研究を参考にし，今回の報告に関連する研究は，2019 年度から継続して行っている。目的は，情報の科学的な理解に基づいた知識と重要語句の関連について，文系学生を対象とした質問紙による理解度調査を実施して理解度が不十分な項目の傾向を分析し，大学の情報教育の授業内容に活かすことである。

1 回目の理解度調査では，学生の重要語句に対する理解度は全体的に低く，高等学校の情報科の知識習得が不十分であることを示した[2]。その後，「社会と情報」と「情報の科学」の全検定教科書（各 8 種類・全 16 冊）より，全ての索引に共通して記載されている語句を抽出して重要語句と位置付け，学習指導要領の「情報の科学的な理解」に基づいた知識に関する解説から，これら重要語句の整理・分類を行った[3]。2 回目の理解度調査では，重要語句の分類結果を踏まえた上で，多くの学生が「情報のディジタル化とその特徴」に関する項目の理解度が特に低い傾向にあることを示した[4]。さらに，3 回目の理解度調査では，いずれの実施回の結果においても理解度が高い項目は日常的に触れる機会が多い語句であること，一方で，理解度が低い項目は「⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論）」の「2）情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む）」に分類する語句が多い傾向にあることを報告した。

前回の報告では，理解度調査を実施した大学が 2019 年度と 2021 年度において異なること，実施期間も 2019 年度は前期と後期，2021 年度は前期と異なることが課題のひとつであった。精度を高めるためにも，2022 年度前期に 4 回目の理解度調査を実施することとした。

以上の経緯より，本報告では 2019 年度の前期と後期および 2021 年度前期の調査結果に加え，新たに 2022 年度前期に 4 回目の理解度調査を実施した結果から，学生の日常的なコンピュータ利用の有無や情報科の履修科目の状況，重要語句の理解度から知識習得の傾向を分析する。

2. 調査方法

高等学校での情報教育の実態を調査するため，(1)自分専用のコンピュータの有無と利用状況，(2)高等学校での情報科目の履修状況，(3)重要語句の理解度の 3 項目で構成した質問紙調査を実施する。

(1)では，自分専用のコンピュータの有無（タブレット端末は含むが，スマートフォン等の携帯電話は含まない）を，「持っている」「家族で共有している」「持っていない」に分類する。さらに，自分専用のコンピュータの有無で「持っている」「家族で共有している」と回答した学生の利用状況を，「ほぼ毎日利用している」「たまに利用している」「ほとんど利用していない」に分類する。

(2)では，高等学校で履修した情報科目の傾向を把握する。複数回答可とし，商業科や工業科等で共通教科情報科以外を履修した学生は「その他」を，科目名が不明な学生は「わからない」に分類する。

(3)では，相澤・小河（2020）[3]にて分類した 144 の重要語句を用いた 5 件法での調査を実施する。それぞれの解答を，「大変よく理解している」を 5 点，「やや理解している」を 4 点,「どちらともいえない」を 3 点，「あまり理解していない」を 2 点，「全く理解していない」を 1 点として点数化し, 平均点が高い語句(3.5 点以上)と低い語句（1.5 点未満）を抽出，分類する。

調査対象は, 文系学部で情報基礎演習科目を履修している学生とする。4 回分の調査対象者を以下に記す。

1 回目：2019 年度前期，T 大学，80 名
2 回目：2019 年度後期，T 大学，115 名
3 回目：2021 年度前期，H 大学，134 名
4 回目：2022 年度前期，H 大学，138 名

授業内容が結果に影響しないよう, 第 1 回目の授業時に調査を実施する。なお，2020 年度は，新型コロナウィルス感染拡大の影響により本調査を実施することができなかった。

3. 調査結果

各回の有効回答数（有効回答率）は，2019 年度前期は 78（97.5%），2019 年度後期は 103（89.6%），2021 年度前期は 126 (94.0%) , 2022 年度前期は 131 (94.9%) であった。

3.1 自分専用のコンピュータの有無と利用状況

表 1 に，自分専用のコンピュータの有無を示す。いずれの回においても, 自分専用のコンピュータを所持している割合が最も多く, 家族で共有している学生を含めると，9 割以上の学生が自宅でコンピュータを使用できる環境にあり，実施回による大きな差はみられない。

表 1 自分専用のコンピュータの有無

（単位：人）

	2019 年前期	2019 年後期	2021 年前期	2022 年前期
持っている	64 (82.1%)	96 (93.2%)	110 (87.3%)	119 (90.8%)
家族で共有している	7 (9.0%)	5 (4.9%)	12 (9.5%)	6 (4.6%)
持っていない	7 (9.0%)	2 (1.9%)	4 (3.2%)	6 (4.6%)
合計	78	103	126	131

次に，自分専用のコンピュータを「持っている」または「家族で共有している」と回答した学生のコンピュータの利用状況の結果を表 2 に示す。各回共に約半数の学生が「たまに利用している」と回答しており，「ほぼ毎日利用している」と合わせると，日常的にコンピュータを利用している学生は 7 割程度である。

表 2 コンピュータを所持している学生の利用状況

（単位：人）

	2019 年前期	2019 年後期	2021 年前期	2022 年前期
ほぼ毎日利用している	10 (14.1%)	16 (15.8%)	30 (24.6%)	25 (20.0%)
たまに利用している	36 (50.7%)	61 (60.4%)	63 (51.6%)	64 (51.2%)
ほとんど利用していない	25 (35.2%)	24 (23.8%)	29 (23.8%)	36 (28.8%)
合計	71	101	122	125

3.2 高等学校での情報科目履修状況

表 3 は, 高等学校で履修した情報科目とそれぞれの人数である。本設問は複数選択可であるため, 合計値は有効回答数を上回る。いずれの回においても「社会と情報」を履修した割合が最も多く, 約半数から 6 割程度であった。一方で，「情報の科学」を履修した割合は，2019 年度前・後期の 11.3%から 2021 年度と 2022 年度の 3.0%と減少傾向である。また，「わからない・未回答」の割合は，約 2 割から 3 割弱を推移しながら増加傾向にあり，現行科目は「社会と情報」と「情報の科学」であるのに対して旧科目を回答した学生が僅かにみられた。

表 3 高等学校で履修した情報科目（複数回答可）

（単位：人）

科目	2019 年前期	2019 年後期	2021 年前期	2022 年前期
社会と情報	48 (60.0%)	49 (46.2%)	65 (50.8%)	78 (58.6%)
情報の科学	9 (11.3%)	12 (11.3%)	4 (3.1%)	4 (3.0%)
情報 A	3 (3.8%)	11 (10.4%)	1 (0.8%)	4 (3.0%)
情報 B	0 (0%)	2 (1.9%)	1 (0.8%)	0 (0%)
情報 C	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
その他	2 (2.5%)	4 (3.8%)	23 (18.0%)	10 (7.5%)
わからない・未回答	18 (22.5%)	28 (26.4%)	34 (26.6%)	37 (27.8%)
合計	80	106	128	133

3.3 重要語句の理解度

重要語句の回答割合を表 4 に示す。全ての回において「全く理解していない」と回答した割合が最も多いが，一方で，「大変よく理解している」の回答割合は増加傾向がみられる。また，各回の全体の平均点は，2019 年度前期が 2.27 点，2019 年度後期が 2.37 点，2021 年度前期が 2.66 点，2022 年前期が 2.63 点であった。

表 4 重要語句の回答割合

回答	2019 年前期	2019 年後期	2021 年前期	2022 年前期
大変よく理解している	1048 (9.8%)	1554 (10.5%)	2982 (16.5%)	3312 (17.7%)
やや理解している	1642 (15.4%)	2362 (16.0%)	3364 (18.6%)	2805 (15.0%)
どちらともいえない	1457 (13.6%)	2330 (15.8%)	2667 (14.7%)	3025 (16.2%)
あまり理解していない	1389 (13.0%)	2219 (15.1%)	2706 (14.9%)	2745 (14.7%)
全く理解していない	5145 (48.2%)	6276 (42.6%)	6401 (35.3%)	6790 (36.4%)

表 5 は, 学習指導要領における情報の科学的な理解に基づいた知識の分類の 5 つの大項目での平均点を算出した結果である。いずれの実施回においても「②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響」と「③情報に関する法律・規則・マナー」の平均点が高い傾向にあり, 「①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法」と「⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）」の平均点が低い傾向がみられた。

表 5 情報の科学的理解に基づいた知識の分類（大項目）における各項目の平均点

	2019 年前期	2019 年後期	2021 年前期	2022 年前期
①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法	1.98	2.10	2.33	2.22
②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響	2.93	2.93	3.19	3.11
③情報に関する法律・規則・マナー	2.72	2.80	3.08	3.10
④個人が果たす役割や責任等	2.31	2.29	2.70	2.66
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	1.93	2.07	2.38	2.37

さらに, 情報の科学的理解に基づいた知識の分類の小項目での分類を行った。2022 年度前期の調査の結果, 平均 3.5 点以上の理解度が高い語句は, 平均点が高い順に,「SNS, 個人情報, 著作権, インターネット, URL, 肖像権, 個人情報保護法, パスワード, ワンクリック詐欺, 迷惑メール, 架空請求, プライバシー, 電子マネー, コンピュータウイルス, メディア, 電子メール, ユニバーサルデザイン, チャット, ユーザ ID, サイバー犯罪, 不正アクセス, データ, チェーンメール, ブログ, GPS, メディアリテラシー, ウイルス対策ソフト, 知的財産権, 著作権法, Web サイト, アナログ, 色の三原色, 解像度, バックアップ, ソフトウェア」の 35 語句であった。

一方で, 平均 1.5 点未満の理解度が低い語句は, 平均点が低い順に,「ASCII, キーロガー, SSL, サンプリング周波数, ITS, A/D 変換, BMP 形式, Unicode, 可逆圧縮, MPEG 形式, DNS, dpi, SMTP, KJ 法, 階調, GUI, プロバイダ責任制限法, 非可逆圧縮, 平文, TCP/IP, 実用新案権」の 21 語句であった。

表 6 は, 各実施回における理解度が高い, または, 低い語句数である。理解度が高い語句数が増え, 低い語句数が減っている傾向がみられた。

表 6 理解度が高い語句と低い語句の数

	2019 年前期	2019 年後期	2021 年前期	2022 年前期
理解度が高い語句数	23	21	32	35
理解度が低い語句数	40	28	10	21

さらに詳しく傾向を探るため, 表 7 にて, 全ての実施回の結果で平均点が 3.5 点以上であった理解度が高い語句を抽出した。理解度が高い語句は 18 語句あり, 大項目 5 つの分類全てに該当する語句があった。特に多い項目は,「②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響」で 6 語句,「③情報に関する法律・規則・マナー」で 7 語句が該当した。一方で,「⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）」は, 項目全体で 67 語句あるのに対して, 該当する語句は「インターネット」1 語句のみであった。

表 7 理解度が高い語句（平均 3.5 点以上）

大項目	小項目	語句
①情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法	5）情報デザイン	ユニバーサルデザイン
②情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響	1）情報化の進展により発展した事項	SNS, 電子マネー, 電子メール, ブログ
	2）情報化により発生した問題	迷惑メール, 迷惑メール
③情報に関する法律・規則・マナー	1）個人情報の保護に関する法律	個人情報, 肖像権, プライバシー, 個人情報保護法
	2）知的財産に関する法律	著作権
	5）その他の犯罪	架空請求, ワンクリック詐欺
④個人が果たす役割や責任等	2）情報管理とセキュリティ対策	パスワード, コンピュータウイルス, ウイルス対策ソフト
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	3）ネットワーク, データ通信に関する基礎的事項等	インターネット

また，2022 年度前期の調査結果を加えても，3 回目の報告と同様に，各回を共通して平均点が最も高かった語句と 2 番目に高かった語句が「SNS」と「個人情報」であった。「SNS」は，2019 年度前期で 3.99 点，2019 年度後期で 4.35 点，2021 年度前期で 4.40 点，2022 年度前期で 4.52 点という結果だった。「個人情報」は，2019 年度前期で 4.12 点，2019 年度後期で 4.26 点，2021 年度前期で 4.43 点，2022 年度前期で 4.51 点であった。

同様に，全ての実施回の結果で平均点が 1.5 点未満であった理解度が低い語句を抽出した。理解度が低い語句は 9 語句あり，中でも「⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）」に該当する語句が 6 語句と，情報のディジタル化のしくみに関する項目が特に多い傾向がみられた。

表 8 理解度が低い語句（平均 1.5 点未満）

大項目	小項目	語句
③情報に関する法律・規則・マナー	3）サイバー犯罪に関する法律	プロバイダ責任制限法
④個人が果たす役割や責任等	1）情報の送信，受信に関する留意事項	SSL
	2）情報管理とセキュリティ対策	キーロガー
⑤その他（情報及び情報技術に関する基礎理論等）	2）情報のディジタル化とその特徴（表現や伝達を含む）	ASCII，サンプリング周波数，A/D 変換，BMP 形式，MPEG 形式
	3）ネットワーク，データ通信に関する基礎的事項等	DNS

4. 考察と今後の課題

本調査は，1 回目と 2 回目が T 大学，3 回目と 4 回目が H 大学と調査実施校が異なるが，学生のコンピュータの所持率と利用率における大学の違いによる特段の差はみられず，9 割以上の学生が自宅でコンピュータを利用できる環境にあることがわかった。

高等学校での情報科目の履修に関しては，全国的な履修割合は「社会と情報」が約 8 割，「情報の科学」が約 2 割とされており，多くの高等学校で「社会と情報」が採択されているのが現状である(6)。これまでの 4 回の調査結果では，いずれも半数から 6 割程度の学生が「社会と情報」を履修したと回答しているが，「わからない・未回答」と回答した学生が 2 割から 3 割弱であったことや，高等学校で普通科以外の学科を卒業した学生がいることを踏まえると，いずれの実施回も全国平均を大きく逸脱していないことが推察できる。

重要語句の理解度に関しては，語句全体の平均点での実施回による大きな違いはみられない。しかし，「全く理解していない」の回答割合が減少し，「大変よく理解している」の回答割合が増加していること，理解度が低い語句数が減少し，理解度が高い語句数が増加していることから，全体的に理解度が向上している傾向がみられる。理解度が高い語句の内，表 7 には該当しなかったが 4 回中 3 回において平均点が 3.5 点以上だった語句として，「不正アクセス，メディア，URL，Web サイト」の 4 語句が該当した。また，1 回のみ該当する語句は「知的財産権，著作権法」の 2 語句であり，いずれも 4 回目のみ該当する結果であった。実施回に関わらず一貫して平均点が高い傾向にある語句が多い印象である。一方で，理解度が低い語句の内，表 8 には該当しなかったが 4 回中 3 回において平均点が 1.5 点未満だった語句は，「ITS，プロバイダ責任制限法，Unicode，可逆圧縮」の 4 語句が該当した。1 回のみ該当する語句は，1 回目のみが「KJ 法，ユーザビリティ，産業財産権，プロバイダ，復号，CPU，量子化，JPEG 方式，減法混色，加法混色，JIS，IP，HTML」の 13 語句，2 回目のみが「公開鍵暗号方式」の 1 語句，3 回目と 4 回目は該当なしであった。語句数の違いからも，理解度が低い語句が減少傾向にあることが推察される。

これら知識習得の傾向を踏まえた上で，大学の情報教育科目では，引き続き理解度が低い傾向にある項目を重点的に取り扱っていくことで，学生の情報活用能力をより向上させることができると考えられる。一方で，旧科目である「社会と情報」と「情報の科学」等を履修した学生に対しても，新たにデータサイエンスやプログラミングを取り扱っていく必要があるため，高等学校での知識習得の現状を考慮した内容に加え，科目改訂や内容の変更を行う必要がある。また，2025 年度入学生から「情報 I」を履修した学生が入学する。今後の課題は，引き続き理解度が低い傾向にある語句を調査し授業に活かすこと，また，2025 年度以降は，「情報 I」の知識習得状況を把握し，情報教育を提供することである。

主な参考文献・URL

(1) 相澤崇：“高等学校「情報」における知識の習得状況－初年次の大学生に対する重要語句の理解度調査から－”，日本教育情報学会年会論文集，第 31 回，pp.306-307（2015）.

(2) 小河智佳子：“初年次学生の高等学校情報科における知識習得の現状”，コンピュータ利用教育学会，2019PC カンファレンス論文集，pp.97-98（2019）.

(3) 相澤崇・小河智佳子：“高等学校情報科における「情報の科学的な理解」に基づいた知識に関わる重要語句の整理分類－検定済教科書の索引語句から－”，都留文科大学，都留文科大学研究紀要，第 91 集，pp.141-154，（2020）.

(4) 小河智佳子：“文系大学生の高等学校情報科における知識習得の現状”，コンピュータ利用教育学会，春季カンファレンス 2020 論文集，pp.201-202（2020）.

(5) 小河智佳子：“文系大学生の高等学校情報科における知識習得の現状（2）”，コンピュータ利用教育学会，春季カンファレンス 2021 論文集，pp.144-147（2021）.

(6) 文部科学省：「情報教育に関連する資料」，教育課程部会情報ワーキンググループ（第 8 回）配布資料，https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/siryo/__icsFiles/afieldfile/2015/11/11/1363276_08_1.pdf（アクセス日：2022 年 6 月 3 日）

スポーツＤＸを俯瞰する
～特に育成指導支援におけるデジタル貢献の可能性～

妹尾 堅一郎*
Email: kensenoh@senoh.institute
＊ 産学連携推進機構

◎Key Words　スポーツ／ＤＸ／指導育成／コンピュータ利用教育

1. はじめに：アスリートのハイパフォーマンス

近時，トップアスリートのハイパフォーマンス（高度な実技）には目を見張ることが少なくない。サッカーの FIFA ワールドカップロシア大会（2018），ラグビーのワールドカップ日本大会（2019），そして新型コロナ禍中での東京五輪・パラリンピック（2021）や北京冬季五輪・パラリンピック（2022）等，世界的なスポーツ大会における選手達の躍動は記憶に新しい。また，プロ野球大リーグにおける大谷翔平選手の二刀流の大活躍は信じがたいほどでさえある。

その背後にある大きな要因は，スポーツ科学の進展とトレーニング指導における「デジタル技術」の活用であると言えるだろう。それらを「スポーツDX（デジタルトランスフォーメーション）」と呼んでみよう。センサー，コンピュータ，ネットワーク等を通じたデータ集積とＡＩ分析等が競技者のパフォーマンス向上から育成指導支援や医学的知見に裏付けられた体調管理に至るまで大きく寄与している。また DX は画期的な用具・道具等の開発や競技施設の大幅改良から斬新な戦術・戦略形成に至るまで新局面を拓いている。

そこで本論では，まず五輪やプロにおけるトップアスリートの高度実技育成の DX 支援事例や競技場への影響，および民間におけるフィットネス指導の DX 支援事例について概観する。次に「スポーツとテクノロジー」「スポーツとイノベーション」「スポーツの教育」に関して，DX を広義の「スポーツにおけるコンピュータ利用教育」としてとらえ俯瞰的・概観的に論点を整理・考察する。（本論では e-スポーツの類は取り上げない）

なお，筆者は既に昨年の本学会においてＤＸの段階説を提案している（①デジタル化の段階，②ネットワーク化の段階，そして③ＡＩ活用化の段階）【1】。

2. ＪＩＳＳによるハイパフォーマー強化と育成

まず，五輪レベルのアスリート（ハイパフォーマー）の育成指導について，どのようなＤＸが進んでいるかを見てみよう。以下は，国立スポーツ科学センター（JISS）において開発され，現在トップアスリートに普及・役立っている３つのシステムである【2】【3】。

2.1 トレーニング映像即時ＦＢＳ

「トレーニング映像即時フィードバックシステム(以下 FBS と略す)」は，JISS がウエイトリフティングの選手から自身のフォームチェックを都度行いながらトレーニングを進めたいという要望に基づき開発が始まった。速いリフティングの細かい動作まで視認できる必要がある。JISS はフォトロン社と共同でハイビジョン対応の映像遅延再生システム（通称スポレコ）を開発した。フルハイビジョン対応，60 フレームの録画・再生を可能にしてスポーツ特有の高速動作にも対応できるようした。またハイビジョン映像を最大 4 チャンネルまで同時入力，高精細な分割表示を可能とした。これにより過去と現在の映像を比較できるようになった。さらにコマ送り，スロー，繰り返し再生等の機能をリモコン操作でできるようにした。

本システムの導入により実際の動作映像を即時に見返すことができ，動作改善が急速に進んだという。また，指導者と選手とが同じ映像を見ることにより問題点や課題の共有が図られ，意思疎通も進んだと聞く。

以降，各種スポーツ（体操の試技，トランポリンのジャンプ動作，卓球でのスマッシュ動作，バレーボールのアタックフォーム等）の実技確認に用いられるようになり，現在はより多くの分野で活用されている。（先進指導者のいる高校の相撲部等でも活用されている。）

2.2 スキージャンプ映像即時ＦＢＳ

スキージャンプでは練習でも本番でも以前より映像が活用されていたという。指導者は，選手がテイクオフ（踏み切り）するカンテ（ジャンプ台先端の踏み切り台）の真横にあるコーチャーズボックスでビデオ撮影する。また審判が飛型から着地までよく見えるところにある飛型審判台のある建物から飛型や着地動作などのジャンプ後半の映像も撮る。すぐにコーチがビデオカメラを持って選手がいる場所まで降りたり，リフトの途中で待ち合わせる等の工夫をしていた。ただし，ジャンプ台の下の選手キャビンで選手自身が、2 カ所で撮影した映像をすぐに確認できるようにするには，スタッフが毎回走り回らなければならなかった。

そこで無線 LAN を用いてコーチャーズボックス，飛型審判台，選手キャビンの３カ所を接続し，ビデオカメラの映像ファイルを自動転送して，実技後の選手が即時閲覧できるシステムが構築された。練習においても選手とコーチは同じ映像を見ながらトランシーバで意思疎通を図れるようになった。この映像転送システムは他国に先駆けた取り組みであった。

現在はさらに複数のコーチが別々の地点から選手と映像共有できる P2P（Peer to Peer）技術による映像フォルダの自動同期も可能になっている。

2.3 スポーツ映像データベース（SMART-system）

「JISS スポーツ映像データベース（(SMART-system)」は，「スポーツの現場で撮影されたさまざまな映像をインターネット上で共有し，利用者が簡単に検索，閲覧ができるシステム」である【3】。2004 年に開発に着手，2006 年から本格的な運用を始め，現在では多くの競技で活用されている。主要な国際大会等でナショナルチームのスタッフやコーチが撮影・蓄積した映像をいつでも・どこでもアクセスできる。これにより自己省察，対戦相手研究，世界動向分析等が一気に進んだ。

映像はストリーミングで配信され，コマ送りやスローモーションなどスポーツに必要な機能が付けられている。また競技特性にあったメタ情報（技の情報，時間情報など）を自由にタグ付けできるので，シーンまで特定を簡易にできる。さらにグループやユーザの特定や閲覧範囲制限等ができる管理ツールも充実された。

なお，大会開催国によっては必ずしも高速回線が保証されるわけではないので，どのような通信環境でもストレスなく映像配信をできるだけ可能とし，また多様なデバイスへの対応も順次図られている。

配信映像の利用目的としては，選手とコーチは自分達の演技の見直しのみならず，好調時の映像をイメージトレーニングにも利用している。また演技系競技（体操やシンクロ等）でも対戦系競技（柔道や卓球等）でも，対戦相手の研究にはよく利用されている。

なお，このシステムはナショナルチーム内での映像共有が主目的として開発され，現在夏冬を問わず多くの競技分野で活用されているが，近年では地域指導者の利用拡大を進めており，競技全体の底上げやタレント発掘に関する映像を強化にも活用が進んでいる。

３．プロスポーツにおける実技強化と育成

プロスポーツにおける DX は加速度的に進展している。例えば，米国プロ野球大リーグの DX は我が国でも日々TV やネットで目にできるようになった(大谷効果)。そこでの映像やデータの活用例を列挙してみよう。

①パフォーマンス(以後実技と呼ぶ)の映像を多くの選手がスマートフォンあるいはパッドで都度再確認する。技術改善の気づき等，省察が促進される。

②コーチと選手が映像共有を行い，イメージの共有と問題点や課題の確認がなされている。

③実技の映像やデータ(投球/打球の速度や軌跡，守備位置や実技)が即時に会場や TV に表示され，競技の魅力が向上し，楽しみ方が増している。

④実績値の統計データに基づく作戦立案が行われ(守備シフト等)，戦術･戦略の高度化がなされている。

⑤審判の微妙な判定に「チャレンジ」がなされ，複数のビデオ映像で確認されて再判定。公平性が増す。

⑥実技記録を基に各種データが統計処理され，選手やコーチ監督の公平な成績評価がなされる。

⑦日々の練習がセンシングとデータ処理によって支援される。例えば，練習時の大谷選手のバットバットグリップに装着される「ブラストモーション」は，スイングの質自体を大きく向上させたといわれる。あるいは，近時推奨される筋力トレーニングもデータに基づく。

これらを概観すると，前述の五輪ハイパフォーマーにおけるDXと同様に，「自己省察」「動作研究」「実技の改善」「対戦相手研究」や「指導力の向上」といったことがスポーツDXの効果として顕れていると言えるだろう。

４．競技場や練習場の DX 化

ところで，競技場（や練習場の）DX もある。それは３つの観点で語れるであろう。

第一は，もちろんスポーツの競技力向上を支えることである。たとえば柔道やレスリング等の格闘技や卓球等の国際大会では，一会場内で複数の試合が同時進行する。現在はスタッフ陣が駆け回って撮影し，SMART-system へアップしている。これらを，例えば8K ビデオカメラ１台のみで俯瞰的に撮影し，その高精細画像からゼッケンやスコアボード等を自動認識させる。それに試合情報を自動付与し、システムに自動登録する…、このような会場のＤＸ武装によりスタッフは周辺作業から解放されれば，本来業務（ゲーム分析や作戦立案等）に注力できるだろう。

なお，このようなシステムが整備されれば，例えば素人ボランティアによる支援関与も可能になる。特に，地域スポーツや学校スポーツの底上げに資するだろう。そのためには産学連携の推進や関連テクノロジーの開発者，エンジニアの育成等が課題となる。

第二は，エンターテインメント，大衆娯楽としてスポーツの魅力向上に寄与するだろう。会場や練習場の多様で詳細な映像表示や解析データの提供は「みる」「する」のどちらにとっても新たなスポーツの楽しみ方を開拓してくれるに違いない。

第三は，施設運営側にとってビジネス価値の向上が期待できる。利用客の利便性を向上させ，魅力ある施設にできれば施設稼働向上が高まるからである。

第二と第三は，例えば「イチローはバッティングセンターで育った」と言われることを想起する。トスバッティングが道具（ティー）の導入で変容し、さらにピッチングマシンの導入がバッティングセンターという新ビジネスを生んだ（社会実装）ことが背景にある。同様に今後はＤＸにより，さらに高度な実技を体得するアスリートが生まれていく可能性もあるだろう。

５．フィットネスクラブにおける指導や支援

ＤＸは一般スポーツ愛好家にどのような恩恵を与えるか。新型コロナ禍の巣ごもり状況は，運動不足を解消しようとする在宅トレーニング者を増加させた面もある。これに対応したネットワークを通じて提供される指導情報や支援情報も少なくない。例えば，一流アスリートや一流コーチによるユーチューブ等への実技や指導の投稿もあれば，オンラインの直接指導もある。

ここではフィットネス指導を見てみよう。

フィットネス指導に関する情報は，文字から画像，映像へと進歩したものの，最近になるまでは専門家からの一方向的なものであった。だが，インターネット関連サービスの普及によって現在ではプロからセミプロ，アドバンストアマチュアまで情報発信側に加わってき

た。さらに一般アマチュアもトレーニングの試行体験をコンテンツとして発信するようになってきている。

つまり，フィットネス学習は，発信者と受信者が固定された一方向的な「知識伝授型」から，誰もが発信者にも受信者にもなりうる，双方向の「互学互習型」へと変容していると言えるだろう。

以前我々は運動に関する指導のアプローチを，トレーナー（教える側）とトレーニー（教わる側）の関係性という観点から2軸で整理したことがある【4】。

第1の軸「同期／非同期」は，トレーナーによるコーチングとトレーニーによる運動が同時に行われているか否かという軸である。第 2 の軸「同所／異所」は，トレーナーとトレーニーが同じ場所にいるか否かという軸である。これら 2 軸によって生まれるフィットネスにおける運動指導を四象限に整理できる。

そして，従来の指導が「同期・同所」と「非同期・異所」の2タイプに大別されていたことが分かる。

「同期・同所」とは，1：1（トレーナーの人数：トレーニーの人数）の場合は対面でのパーソナルトレーニングであり，1：N の場合はスタジオでのレッスンなどがその代表例となる。他方，「非同期・異所」では，従来トレーナーの指導を映像教材化したものが多く普及していた。最近ではオンラインでの映像提供サービスが普及しつつある。

ネット速度の向上や新型コロナ禍等の外部環境変化に伴い，近年は「同期・異所」での指導が急増し，1：1 や 1：N 形式の指導がオンラインライブで行われるようになった。そこで，オンラインを介した「同期・異所」型と従来の「同期・同所」型との関係性を「代替・補完・相乗」という概念セットで考察してみよう。

一つ目の「代替」は，オンラインで指導を受けることにより，「同期・同所」型の対面指導を受けなくても良い場合である。地理的制約を受けないので，世界中の優秀なコーチから指導を受けることも不可能ではない。ただし，現状では「同期・異所」型は「同期・同所」型を完全代替することは難しい。理由は装置器具だ。現在，主にオンライン代替されているのは自体重による運動やチューブ等の軽量小型な器具を用いた運動に限られている。バーベルやダンベル等の大型器具を自宅利用できる人は限られるからだ。ただし，この問題を解消する技術やビジネスモデルが生まれれば「代替」可能性は高まるかもしれない。

二つ目は「補完」である。トレーニーはトレーニングジムで高重量を扱う指導を中心に受ける一方で，自体重を活用したオンライン指導も補完的に受けるというものだ。逆にトレーナーは対面型指導を主としつつも，空き時間はオンラインで直接指導を行うものである。このように「同期・異所」型は「同期・同所」型を補完することもある。

もちろん，「同期・同所」型が「同期・異所」型の指導を補完するという反対の関係性も成り立つ。つまり「同期・同所」型と「同期・異所」型は第 3 の関係である「相乗」，すなわち相互補完関係を生む可能性もあるとも言えるだろう。このように「代替」という“OR”の関係も，「補完」「相乗」といった“AND”の関係もありうるのである。

ちなみに，前述の JISS が開発した「トレーニング映像即時ＦＢＳ」は「同所・同期」に対応したものであり，「スキージャンプ映像即時ＦＢＳ」はコーチと選手の間に物理的距離がある場合なので「同期・異所」の問題解消の手立てであると見ることができるだろう。

６．３つの観点からの考察

スポーツと DX は３つの観点から論じられる。

第一は，スポーツとテクノロジーの関係である。

第二は，スポーツのイノベーションとの関係である。

第三は，スポーツにおける実技と座学の関係である。

以下，DX を広義の「コンピュータ利用教育」とみなして，その論点を概観していく。

6.1 スポーツとテクノジー

第一の「スポーツとテクノロジーの関係」については，既にいくつもの研究がなされている【5】【6】。

まずスポーツに関わるテクノロジーの分野の変容と多様化が指摘できる。従来は，素材の進歩がスポーツを大きく変えてきた。例えば，棒高跳びの棒の素材から陸上トラックの素材まで。あるいは水着の繊維素材やコースロープの形状からゴルフシャフトの素材まで。主として用具や道具の進歩を中心にしたテクノロジーの寄与である（現在パラリンピックアスリートへの支援でも急速に進歩している）。

近時は明らかに情報技術の進歩，すなわち ITC や DX が大躍進している。特にセンサの小型化や測定精度の向上，映像と配信の簡易化は飛躍的に向上している。またそれらによって得られるビッグデータは AI 分析を進展させている。

これらが相俟って，実技・指導・管理等を急激に進歩させている。また審判・判定等も向上している。さらには一般の人々にとってもスポーツ観戦から健康増進まで大きな変容をもたらしている。

ところで、特許庁はスポーツ関連技術に関する技術動向調査を行った【7】。そこでは，技術分類を「みる」「する」「ささえる」に分け，その調査結果を踏まえて次の４提言を行っている。

ーーーーーーーー

【提言 1】スポーツ関連技術のビジネス活用に向けた，成長性の高い技術分野，日本国籍に強みのある技術の活用への注力

【提言 2】観戦支援など「みる」市場で注目される技術への注力

【提言 3】「する」「ささえる」市場で極めるスポーツにとって価値の高い技術の強化

【提言 4】一般の人がスポーツや運動を楽しみ，健康増進するための「する」「ささえる」市場にも適用できる技術の展開

ーーーーーーーー

各提言の詳細は省略するが，本提言は日本企業を前提に書かれている。しかしながら当然，スポーツ科学は JISS や大学等の研究機関も大きく推進している。今後，産学官公民連携によるスポーツテクノロジーの進展は，知財等の扱いも含めて大きく進展するものと期待できる。

6.2 スポーツとイノベーション

第二の「スポーツとイノベーション」の関係はどうか。ここでイノベーションとは「ドミナントモデル（ノーマル）の転換」を意味する。以前，その変遷をよう俯瞰的に概観し，いくつかのモデルを見出した【8】。

○動作モデル転換：走り高跳びは，正面飛び⇒ベリーロール⇒背面跳びと移行した。短距離走のスタートは，スタンディング⇒クラウチングに移行した。札幌五輪時のスキージャンプはクラシックスタイルだったが，長野五輪ではV字に移行していた。ドミナントモデルの転換はイノベーションである。
○難度進化によるモデル転換：フィギアスケートのジャンプも，今や男子四回転，女子三回転が標準だと言えよう。体操では，東京五輪の最高難度はウルトラCだったが，今やＪ難度が求められるという。ミュンヘンで世界を驚かせた塚原の月面宙返りは，今や中学生でもできる技なので難度Cだそうだ！
○進化的発展によるモデル転換：サッカーにおけるバックスやミッドフィルダーの役割は年々進化している。野球でも，先発完投が，押さえ（セーブ），中継ぎ（ホールド）と次第に分業制となり，最近では１～２回ずつの完全分割継投も試みられている。
○複数モデルの両立：ピッチャーとバッターの二刀流は，高校野球では珍しくないが，プロ野球では極めて稀であった。大谷選手は画期的な例外である。
○モデルの多様化：野球投手のオーバースローは本流でサイドスローやアンダースローは傍流であるものの貴重な戦力として重宝される。巨漢力士の中で小兵の活躍もこれまた貴重である。ドミナントモデルは基本だが，多様性もこれまた貴重である。
○孤高独自モデルの例外化：水泳のバサロ泳法（潜水泳法）は危険だと制限されるようになった。王の一本足打法，野茂のトルネード投法，イチローの振り子打法等は「超技術創新による独自モデル」はドミナントモデルにはならなかったが，「孤高の例外化」と呼べるだろう。

以上は実技動作に関するものが主である。今後はＤＸにより実技動作のドミナントモデル転換（なスポーツイノベーション）はさらに進展するかもしれない。

6.3 スポーツにおける実技と座学

第三はスポーツにおける教育，実技と座学の関係である。従来のスポーツは，実際に「する」人（と指導する人）と，それを座って「みる」人（と応援する人）がいる。これは教育における実技と座学の関係に近いのではないか。だが，それらの関係を変える技術が登場しつつある。特に，現在はマルチモード（音像・画像・映像・テキスト）を扱うマルチメディアとしてのデバイスが発達した。例えば2022年４月に「家の中が競技場に」をキャッチフレーズとして登場した「ＮＩＮＴＥＮＤＯ　ＳＷＩＴＣＨ　ＳＰＯＴＲＴＳ」である（以下ＮＳＳと略）。バレーボール，バドミントン，ボーリング，サッカー，チャンバラに加えてゴルフが秋に登場するという。

ＮＳＳは多面的に解釈できる。例えば第一に，従来のスポーツや運動が「今だけ・ここだけ・私たちだけ」でしか楽しめなかった「だけだけモデル」に対して，「いつでも・どこでも・誰とでも」楽しめるというスポーツの「でもでもモデル」を提供するものだと言えよう。第二は，一種の疑似体験とその体験支援テクノロジーの社会実装の試みと見なせる。これは一種のシリアスゲームなのだ。第三は，ＣＰＳ（サイバーフィジカルシステム）型のシミュレーションという広義の「コンピュータ利用教育」と見なせるはずだ。

７．むすび：身体知の体得と創発を支援する

スポーツ分野における科学技術の活用は大きく進展している【9】。

中でも特にデジタル活用ＤＸは，アスリートや指導者の自己強化・育成支援に留まるものではない。周辺のスポーツ技術・実技・技能，スポーツ用具・道具，スポーツ施設設備，さらにはスポーツ戦術戦略等にも大きく寄与がなされつつあり，その大きな発展が期待される。

従来「コンピュータ利用教育」はどちらかというと「知識の習得と創出」への寄与が中心であった。それに対し遅れがちであった「身体知の体得と創発」に関する情報活用の貢献が始まっている。これからの期待領域であるに違いない。今後は，今回概観した論点をさらに整理し，論考を深めていくこととしたい。

謝辞

久木留毅センター長，横澤俊治氏をはじめ国立スポーツ科学センター（JISS）の皆さんにご協力いただいた。また三浦智和氏には資料を頂戴した。御礼申し上げる。
（ただし本論の責任は筆者にあることは言うまでもない）

参考文献

【1】妹尾堅一郎「“ＤＸ五段階進展論”に対応する〝コンピュータ利用教育〟の可能性」PCC2021(3C8)，CIEC学会(2021)
【2】三浦智和，清水潤「ビデオフィードバックシステムを用いたスキージャンプ支援」Journal of High Performance Sport 4, 120-126(2019)。
【3】三浦智和「トップスポーツでの映像システム活用 ―トレーニング映像即時フィードバックシステムとスポーツ映像データベースを例として―」『情報処理』 Vol.55 No.11 Nov. 2014. 1221-1227, (2014)。
【4】宮本聡治，妹尾堅一郎，伊澤久美「フィットネス産業の変容と多様化」，研究・イノベーション学会第 35 回年次学術大会予稿集（2E03）(2020)。
【5】「スティーヴ・ヘイグ『スポーツを変えたテクノロジー～アスリートを進化指せる道具の科学』，白揚社，2020。
【6】北岡哲子『スポーツをテクノロジーする～トップアスリートの記録を引き出した技術の力』日経ＢＰ社，2017。
【7】『スポーツ関連技術～令和元年度　特許出願技術動向調査 結果概要』特許庁(2020)
【8】妹尾堅一郎「ノーマルが変わり世代が変わる，時代が変わりノーマルが変わる～ビジネスにおけるノーマル転換を考える～，「妹尾教授のビジネス探訪～新潮流の Business 航海術～」No.45，『月刊時局』2021.01，時局社(2021)。
【9】久木留毅『アスリートの科学～能力を極限まで引き出す秘密』ブルーバックス，講談社，2020。

中学校における１人１台端末運用のすすめ

平田義隆*1
Email: hiratay@kyoto-wu.ac.jp

*1：京都女子中学校高等学校教諭・京都女子大学現代社会学部非常勤講師

◎Key Words　　GIGA スクール構想、１人１台環境

1.　はじめに

2021 年４月、生徒１人１台環境の実現のために、筆者の勤務校（京都女子中学校）に全生徒分 650 台の端末が届いた。しかし、導入準備を始めてから環境の実現までの時間が短かったため、校内のインフラ整備や運用ルールがきちんと定まらないまま導入が進み、大変な１年となった。この発表では、筆者が情報システムセンター長として、導入された端末を教育活動で使うことができるようにするために取り組んだ作業内容や、構築した運用システムなどについて報告したい。また、これらの活動を通して得た今後の課題等についてもまとめ、同じような問題を抱えている学校の先生方と意見交流を行いたいと考えている。

2.　GIGA スクール構想導入以前

2020 年３月、コロナウイルス感染拡大を受け、本校を含め、全国の学校で一斉休校となった。そこで、生徒たちの学びを止めないために、急遽オンライン学習についての手立てを検討し始めた。当初、４月には学校活動が再開できるという甘い見通しで作業を進めたが、実際には５月末まで休校することとなり、急遽「ICT 教育推進委員会」を設置し、これらの策定を請け負うことになった。当時、本校は１人１台環境ではなく、休校中に生徒と連絡を取る手段が電話しかないことから、まず生徒全員への学校アカウント発行に取り組んだ。生徒個人のデバイスに依存する形となったが、これができたことで飛躍的に多くのことができるようになり、ZOOM を用いたリアルでのオンライン学習と Youtube を用いた授業動画配信での学習をすすめることになった。

６月には対面での教育活動が再開されたが、第２波や再閉校のリスクに備えて、教員および生徒の早急なスキルアップが求められた。また生徒全員が同じ環境で学習できるスタイルの確立へ向けて、2021 年度４月を目処に、１人１台環境の実現を早急に行うべく、検討を進めることになった。

3.　１人１台環境の実現へ向けての機器の準備

先述の通り、コロナウイルス感染拡大への対応を進めるうちに、国から GIGA スクール構想の実現が前倒しされる方針が出され、目前の対応だけでなく、GIGA スクール構想の対応についても同時に進めなければならなくなった。2020 年５月下旬に、業者により GIGA スクール構想の提案を受け、具体的な検討を開始した。

検討すべき事項は、次年度本当に導入を行うのか、導入を行う場合は、機種・OS・仕様等の決定、学校のネットワーク環境の整備についてであった。

まずは導入の是非についてであるが、そもそも生徒１人１台構想は、国が推進している事業であり、近隣の公立学校が足並みをそろえて導入される予定であることから、私学である本校が導入しない選択肢はないという観点で、最速の 2021 年度４月の導入で進めることに決まった。管理職へは導入に関するスケジュールを示しながら、機器の選定など、関連業者と何度も面談しながら丁寧に検討した。機器については、WindowsPC、iOS 端末(いわゆる iPad)、Chromebook の 3 つからの選択になったが、本校ではこれまで、図書館やラーニングコモンズに iPad をクラス人数分の台数を整備してきたことや、WindowsPC については管理がかなり大変であること、また機器の価格に差があることなどを考慮して、最終的に Chromebook を導入することに決めた。またネット環境については、本校の現状を考え、当初は LTE 対応機器を導入することで、段階的に Wi-Fi の工事を行う予定で検討を進めていたが、コスト的に最初から Wi-Fi 工事を行う場合とあまり差が出なかったことから、LTE 機器ではなく、Wi-Fi 対応機を導入することで検討を進めることにした。また、導入学年については、国の GIGA スクール構想が小中学校への補助だったため、本校では中学１年生から３年生の全員への導入(650 台)と決めた。当初委員会としては、その後の進学状況も踏まえて、高校１年生まで同時に持たせたいと管理職に提案したが、急な導入でどのくらいの稼働が見込めるか未知数であることや、ネットワーク環境の整備工事が高校エリアにまで思うように進めることができない見通しなどがあり、2021 年度の導入は断念することになった。逆に、ここで PC を手にした中学３年生が進学するタイミングで高校にも１人１台端末を導入することにしたので、2022 年度高校１年生より年次進行で PC を導入することを決定した。これらについては 2020 年６月末の会議で、教員には周知している。

これらの検討の結果、次の機器が導入されることになった。

・Chromebook(HP 製 Chromebook x360 11 G3 EE)
(OS:Chrome OS、CPU:インテル Celeron N4020、メモリ:32GB、ストレージ:32GB、ディスプレイ:11.6 型、Web カメラ･無線 LAN 付き、質量 1.45kg、バッテリー約 13 時間(満充電時))

他の中学校での導入事例や、本校導入時における活用場面等の想定を踏まえて、バッテリーの持ち時間が教育活動中は十分なもので、タッチパネルディスプレイとなっている本機が導入されることになった。

4.　ソフトの導入

導入する機器も決定しながら、実際に学校での授業活用方法の検討が行われた。再休校や学級閉鎖時に家庭で

の学習デバイスとしての活用はもとより、対面授業時には、個々の生徒が活用できるツールとしてどのような利用が考えられるか、様々な視点から検討された。業者のアドバイスも受け、導入時は次のソフトウェアをプリインストールすることになった。

・Metamoji Classroom
・フィルタリングソフト
・ZOOM
・QR コードリーダー

まず、授業支援アプリケーションとして、ロイロノートと Metamoji Classroom の選択となったが、本校教員はどちらの利用歴もなく、他校での状況を見てもどちらの評価も似ていることから、今回は業者とも相談した上で Metamoji Classroom とした。またフィルタリングソフトについては学園から必ず導入するよう指示があった。さらに、再休校や学級閉鎖等で家庭からオンライン授業を受ける場合に備えて、全員の機器に ZOOM のインストールを行い、URL 入力などを回避して、簡単に必要な Web ページにアクセスできるように QR コードリーダーもインストールした。なお、Metamoji Classroom とフィルタリングソフトは有料であるが、ZOOM と QR コードリーダー、また今後必要となりインストールするアプリケーションについては基本的に無料のものを考えているが、今後デジタル教科書や個別最適化アプリケーションの導入など学校としてどのようなものが必要か検討する必要がある。

5. 機器の搬入・整備

年度末の 2021 年 3 月上旬、650 台の Cheomebook が本校に一気に搬入された。計画当初より 650 台という数の大きさは感じていたつもりだったが、実際に搬入された姿を目の当たりにするとそれは壮観だった。基本的な環境に関しては、すでにキッティング済みだったが、本校のネットワーク環境での稼働については、搬入後に検証が行われた。3 月いっぱいをかけて機器に不具合がないかのチェックが行われ、４月配付の準備を着々と進めた。

図１：搬入された Chromebook

6. 校内での教員研修

Chromebook の搬入と時期を同じくして、教員への研修を行った。主には、Chromebook の使用感を確かめてもらうことと、インストールされる Metamoji Classroom の説明会を兼ねてのものだった。約 80 名の専任教員で、生徒が使用する機器を初めて操作して分かったことは、操作感やトラブルシューティングの方法が WindowsPC とは異なるため、教員も生徒と同じ機器を持たないと、使用方法などが教えにくいことだった。すでに教員には Windows のノート PC が１人１台配付されており、それを使って授業が展開されていた。そして、それとはやはり使用感が異なっていた。さらに、生徒に導入される Chromebook はタッチディスプレイのタイプであったが、本体にペンはついておらず、指での操作はかなり難しいこともわかり、ペンを持たせるかどうかについても検討が必要となった。

学校としては、WindowsPC と Chromebook の２台を各教員に持たせる余裕はないことから、教員は WindowsPC、生徒は Chromebook という形でスタートすることになった。また、タッチペンについては、Chromebook が本格稼働してから状況を見て検討することになった。

7. 校内での利用ルールの設定

１人１台環境で活動するにあたって、Chromebook の利用規定および校内ネットワーク利用規定を策定する必要があった。ちなみに、2020 年度にコロナ禍になり、教員が様々な状況で PC、ネットワーク機器やソフト類を利用することができるよう徐々に校内でのルールを作っていたこともあり、2021 年度当初の時点で、ZOOM、Youtube、Google ドライブ、Google Classroom の利用ガイドラインは定めており、全教員への研修もすでに終了していた。

利用規定の策定において、条文にどのような項目を入れるべきか検討するに当たり、先進的に進めている学校の規定を参考にした。このような学校の多くは、利用規定を学校ホームページ等で公開しているとことが多く、誰でも見ることができるようになっていた。そこで、以下の自治体ホームページから情報を得た。(2021 年３月現在)

・宮城県岩沼市	・宮城県気仙沼市
・群馬県前橋市	・福島県立須賀川高等学校
・東京都練馬区	・東京都武蔵村山市
・大阪府大阪市	・大阪府交野市
・奈良県吉野郡下市町	・兵庫県神戸市
・香川県教育センター	・岐阜県揖斐郡大野町
・熊本県熊本市	・東海大菅生高等学校

基本的には GIGA スクール構想を実現した学校なのだが、先進的な高等学校についても参考にした。また、公立学校だけではなく、私立学校についても調査したが、こちらは１校しか見つけられなかった。

これらを調査しているうちに分かったことがあり、各校に必ず含まれている条文と、カスタマイズされている条文があるということだった。そこで、本校では今後必要に応じて改訂を行うことを前提に、最低限のものを含めるような利用規定を作成することにした。本校の条文に入れた項目は次のとおりである。

・趣旨	・目的
・管理総責任者および現場管理責任者	
・管理責任者の責務	・使用者
・使用者の責務	・Chromebook の適正利用
・校内ネットワークの利用	・セキュリティ関連
・使用の制限	・障害、事故

・その他

参考にした学校では、使用している機器がタブレットであったり、破損や故障等の扱いに相違があったので、それについては、本校のルールに則って策定を行った。

Chromebook を学校から貸与するため、生徒や保護者には先ほどの利用規定の内容も含めて、Chromebook 借用に関する同意書を提出してもらうことにした。これは、他校での利用規定を調査するうちに、同意書をとっている学校が多く、本校でも何か起こってからでは遅いと判断し、導入を決めた。これらの機器は、生徒専用機だが、学校からの貸与という意味では、完全にそうではなく、保護者を含め、借用しているという意識をある程度保つためにも、この方法は有効であると考えた。機器の運用については今後の状況に応じて変更することも考えられるが、初年度は年度末に一度全員から回収して、リフレッシュをかけ、不具合や故障等がないか確認してから新年度に再配付することにした。返却という作業も借用の意識付けの要素が大きい。同意書の内容については、利用規定に関わる内容に加え、学習以外で使用しないことや、信頼できない Wi-Fi に接続しないこと、ID やパスワードの管理、著作権や人権侵害に関わること、機器の取り扱いなどについて記載している。どの項目を見ても当然守るべき内容で、中学１年生の生徒が読んでも理解できるように心がけた。この同意書の提出と引き換えに、Chromebook を貸与している。

8. 生徒への貸与

2021 年度は中学生全員が初めて Chromebook を所持することになるので、全員に対して、貸与と同時にオリエンテーションを同じ内容で行った。特に中学１年生に対しては、ID やパスワードの扱いも初めてなので、それについても詳しく説明した。

オリエンテーション時は、校内ネットワークが未完成だったことから、全員一斉での実施は難しかったので、中学１年生から３年生まで全クラスについて、１クラスずつ、合計 18 回のオリエンテーションを行った。オリエンテーションでは、Chromebook の開封から始め、電源の入れ方から、キーボードおよびタッチパネルの使用方法、Web ブラウザおよび Youtube の使用方法、最後に電源を切ることまで行った。また、同意書に書かれている禁止事項についても説明した。さらに中学１年生では、ここで ID とパスワードの配付も行い、これらの管理についても説明を行った。すでに家庭や小学校で機器に触れている生徒も多く、ほぼ全員が正しく理解し、最低限の利用ができた。学校や家庭では他人の機器を借りていたという感覚の生徒も多く、これらの配付ではじめて専用機を手にした様子で、とても楽しそうに扱っていたのが印象的だった。

図２：オリエンテーションでの様子

9. 校内ネットワークの整備

先述の通り、機器の導入を先行したため、校内ネットワークの整備については後回しになった。既設ネットワークが利用できる教室や会議室等が 13 箇所あり、当面はそこでの使用に限られた。そこで、2021 年の夏休みにネットワークの整備工事が集中して行われ、９月以降利用できる予定で進められていた。ところが、既設ネットワークとの切り替え工事がうまく行かず、予定より遅れること２ヶ月後の 11 月上旬にようやく新ネットワークが稼働し、校内のほぼ全教室で無線 LAN との接続が可能になり、生徒たちもようやく自教室で Chromebook を使える日がやってきた。整備完了までとそれ以降で、明らかな稼働率の差は認められないが、生徒たちが自分の教室で、１人１台環境での学習を進めている姿が各所で見られるようになり、ようやく本格稼働した実感が湧いてきた。

10. 実際の授業での活用

実際の授業での活用においては、2021 年４月当初は先述の通り、ネットワーク環境が未整備であったこともあり、ほとんど利用されなかった。それよりも学級閉鎖などで家庭への持ち帰りを行い、オンライン授業を行うことがいくらかあった。時間が経つにつれて、対面での授業においての１人１台の活用も見られるようになってきた。利用の多くは、Google サービスの利用で、その中でも Google スライドの利用が最も多かった。教員も様々な使い方を研究し、最初は生徒１人ずつにスライド作成をさせていたが、作成したファイルを複数の生徒たちで共有することで、チームでの作成が可能となり、これまでと違った利用を行う教員も現れた。さらに、ホームルーム活動では、修学旅行の調べ学習など、これまでは、調べる目的だけで機器を利用していたが、まとめる作業にも機器を利用するようになり、生徒たちもスキルが上がった。中には、自分でプログラミングを学習した生徒もおり、文化祭の展示発表の部において、配付した Chromebook を組み込んだ簡易なロボットを制作し、発表に用いたクラスも現れた。教員が教えるだけでなく、生徒たちが自ら利用方法を考えて活用する良い事例がいろいろなところで見られた。

11. トラブルシューティング

650 台も配付すると、少なからずトラブルは発生するものだが、生徒たちは基本的に大切に扱ってくれ、2021 年度に修理対応を行ったものは８件だけであった。そのうち自然故障ではないケースとしては、飲み物をこぼしてしまったケースが２件、落下による損傷が１件、ディスプレイの開閉による接続部の故障が１件であった。いずれも、保険適応内で処理を行うことができ、生徒からの修理費用の徴収などは行っていない。

修理以外のトラブルとしては、充電を完全に行っても電源を入れることができない事象が最多で、１ヶ月に５～10 件程度起こった。メーカーのホームページでも紹介されているが、機器リセットを強制的に行うことで解決できるものがほとんどだった。どのような操作でその事象が起こるのかはわからないので、防止することは難しいが、簡単に解決はできている。さらに、機器のトラブルではないが、その都度対応したものとして、生徒の ID およびパスワードの失念による再発行および、アカウントリセット、またフィルタリングシステムによるホームページ非表示の解除であった。ID およびパスワードの管理については先述の通り、正しく管理できるようにオリエンテーションも行ったが、機器の使用頻度が多くない中で、ネットワーク環境が整い、急に利用が増えた 11 月に頻発したことから、ID やパスワードは常に使っているからこそ覚えられるものであることを改めて感じた。また、フィルタリングシステムは、特に強力に設定したつもりはないが、想像以上に非表示となるページが多く、その現象が確認される度に対応を行ったため、とても大変だった。これについては今後も同じことが起こる可能性が高いので、対応を考える必要がある。

2022 年 3 月の年度末に一旦回収した際には、故障などがないか全台確認を行った。すると、生徒たちからの申し出はなかったが、使いづらくなっている機器も少なからずあり、その多くは、すでに修理対応も行った、ディスプレイ開閉の接続部の緩みであった。これについてはその具合を各機器で確認し、あまりに酷いものについては修理を行った。

12. 今後の課題

導入初年度ということで、手探り状態の 1 年となった。ネットワーク環境の整備が遅れたことなどを理由に、本校ではまだ本格稼働しているとは言えない状況である。したがって、2022 年度は、稼働率はこれまで以上に上がるものと想定し、管理方法を考えていかなければならない。そこで、いま想定できる今後の課題について挙げておきたい。

2021 年度、すべての中学生が１人１台環境で利用できるよう整備したが、2022 年度は、生徒たちが高等学校へ進学し始める。そこで、本校では、高校でも Chromebook を利用できるよう整備を計画している。高校での機器は、保護者負担とし、個人の所有物として扱うことにしている。3 年計画で高校も全学年での整備を検討している。中学生と高校生では利用内容が異なる部分もあるので、今後どのように活用していくのかを検討しなければならない。高校では、入学時に購入してもらう方式をとっているのでよいが、中学校は貸与方式なので、そのリプレイスも早々に考えておかなくてはならない。いくら Chromebook が安価だとはいえ、保護者負担に変更するとなると、本校は私立学校であることから、そう簡単に家庭の負担を増やすことはできない。これらを導入することでどのような教育効果が上がるのかをきちんと精査し、保護者に説明できるようにすることが必要である。

機器の導入だけでなく、利用するソフトの問題も大きい。教育用ソフトやデジタル教科書については無料ではないため、良いと思われるものをすべて導入するわけにはいかない。各教科で検討したものを集約すると、結局膨大なソフトの量になるため、学校として最低限必要なものをきちんと選択する必要がある。

細かく挙げればまだまだ課題はあるが、最も考えなければならないことは、機器の導入はゴールではなくスタートだということである。学内の雰囲気を見ていると、機器を導入した時点で、他校とも足並みが揃い、とりあえずホッとした雰囲気に見えるが、最も大切なのは、この導入した機器をきちんと教育活動の中で活用できるかである。先ほどの導入ソフトの件もそうだが、この機器を使って何がしたいのか、生徒たちにどのような力をつけたいのかを明確にし、まず教員がそれに対応できる力をつけていくべきである。そのためには教員の研修も必要であるし、他校での GIGA スクール構想の進捗状況や世間の情勢などに敏感に反応し、本校もそれに乗り遅れないように全体で研鑽を行い、常に学校をアップデートしていくべきであると考える。

参考文献

(1) 堀田龍也、佐藤和紀、三井一希、渡邉光浩『GIGA スクールはじめて日記』さくら社、(2021)
(2) イーディーエル㈱『今すぐ使える Google for Education』技術評論社、(2020)
(3) 宮城県気仙沼市『気仙沼市学習用 iPad 利用についての同意書』http://www.kesennuma.ed.jp/hashikami-cyuu/?action=common_download_main&upload_id=1451
(4) 福島県立須賀川高等学校『パソコン機器及びインターネット利用に関する校内規定』https://sukagawa-h.fcs.ed.jp/wysiwyg/file/download/1/4
(5) 東京都練馬区大泉第二中学校『生徒用タブレットの配付に伴う同意書の提出について』http://cms.nerima-tky.ed.jp/weblog/files/228/doc/63039/500870.pdf
(6) 東京都武蔵村山市『タブレット端末貸与に関わる誓約書』https://www.city.musashimurayama.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/708/seiyakusyo.pdf
(7) 大阪府大阪市『大阪市タブレット導入のガイドライン』https://www.city.osaka.lg.jp/ictsenryakushitsu/cmsfiles/contents/0000472/472015/tabletguideline.pdf
(8) 大阪府交野市『交野市学習用タブレット等貸与規定』https://www.city.katano.osaka.jp/docs/2020062900016/file_contents/taiyokitei.pdf
(9) 奈良県吉野郡下市町『下市町立学校タブレット端末使用規程』https://www.town.shimoichi.lg.jp/cmsfiles/contents/0000001/1127/tablet-kitei.pdf
(10) 岐阜県揖斐郡大野町『学校用コンピュータ及びネットワーク利用規定』http://www.mirai.ne.jp/~oononisi/kitei.pdf
(11) 熊本県熊本市『熊本市学習用 iPad の利用についての同意書』http://www.kumamoto-kmm.ed.jp/sch/e/kawashiries/files/items/10894/File/学習用 iPad の利用について の同意書_川尻小.pdf
(12) 東海大学菅生高等学校『Chromebook ご利用の手引き』https://tokaisugao.ac.jp/wp/wp-content/uploads/2020/06/img1_200512102355.pdf

PC 実習室環境と個人の PC 環境との間にある差異
—来るべき BYOD 環境へ向けて—

長澤直子*1
Email: nagasawa.naoko@kuas.ac.jp

*1：京都先端科学大学経済経営学部経営学科／立命館大学大学院社会学研究科

◎Key Words　　BYOD, PC 実習室, ノート PC

1.　はじめに

コロナ禍にあって，日本の学生は，従来と比較してオンライン授業を受講する際などにPCを用いる機会が増えた。また，自宅にPCを持つ学生の数も圧倒的に増えたと考えられる。これにより学生は，対面授業時に自身のPCを大学へ持ち込む機会が増えつつあるが，それに伴い，従来，実習室として学内に備え付けられていたPC環境と学生個人のPC環境との違いが，ある意味，学生たちを苦しめつつある。

本稿では，従来，スタンダードとされてきた実習室PCの環境と個人のPCの環境の違いがどこにあるのか，また，実習室利用からBYOD環境へ向けて切り替えていかなければならない考え方はどこにあるのかについて，整理することを試みる。

2.　先行研究

PC実習室の環境について，櫻田武嗣ら(2017)は次のような問題を指摘している。まず，運用コストの面で「講義は入れ替わり行われるため，直前の利用者の操作の影響を受けないように端末やソフトウェアを設定する必要がある。また昨今のセキュリティの状況を考えるとOS等を含めたソフトウェアアップデートを頻繁に行う必要がある」といった指摘である。次に，端末を用意してもそれをフル活用できないという教室占有の問題については，「受講人数が少なければ使用されていない端末がある。他方で予習や課題等のために講義で使用しているものと同じ環境を使いたいという要望がある。このために講義が行われていないPC教室を開放したり，自習用の端末を別の場所に並べたりしていた。このため設置される端末が増える傾向にあった。」という指摘がある。これらの問題は，運営上・運用上の問題としてはもっともであり，PC実習室を備える大学としては，教育上，PC利活用を進めていくに当たっての足かせとも言うべきものになる。

一方，BYODが事実上の標準となっている環境下での報告として，木村修平(2018)は，ITの利活用が及ぼす効果を具体的な授業タスクとの関係で明らかにしている。それによると，「タスクに密接に紐づいたITスキルほど肯定的な評価が多く，ITを活用する目的合理的なタスクを授業デザインに組み込む重要性が示唆された」という見解を示している。こちらは，BYODが学生たちの間で根付いていく中で，タスクとスキルが紐づくことによって利活用の幅が1つ1つ拡がっていくことが学生たち自身によって自覚されている事例である。各自のマシン，LMS，クラウド環境が問題なく活用されている。

3.　本論における問題提起

本論で整理していきたいのは，前項で見てきた問題点と成功事例の間に存在する，様々な事象である。これらは，筆者が2021年度～2022年度春学期の1年半に渡って学生が個人で持つノートPCと実習室を併用したことと，情報リテラシーのオンライン授業を実施したことによる学生からの声を元に，気づいたことを整理したものとなる。

具体的な内容は，学生たちが大学のPC実習室と個人で持つノートPCとの間にある相違点に悩まされることで，それによって個人のノートPCがうまく活用できないところに焦点を置く。主な論点は，①ハード面での相違問題，②アプリケーションソフトのライセンスの問題，③スマホ育ちであるが故の弊害，④データの扱い，⑤ブラウザ利用の問題，⑥クラウドストレージおよびMSとGoogleの間の問題である。

4.　具体的な差異

4.1　ハード面での相違問題

大学の実習室に備え付けられているPC環境は，従来のスタンダードといえば，図1のようなデスクトップPCではなかっただろうか。

図 1　大学備え付けのデスクトップ PC（例）
（立命館大学究論館　筆者撮影）

この環境で学生が学ぶ場合，ノートPCとの間にある差異は，キーボードがフルキーボードか否か（テンキーの有無），ポインティングデバイスがマウスかスライドパッドかといった要素になる（図2，図3）。

図 2　デスクトップ PC のキーボードとマウス（例）
（立命館大学究論館　筆者撮影）

図3　ノートPCのキーボードとスライドパッド（例）
（筆者撮影）

PCを使い慣れない学生は，大学の授業において実習室が使われた場合，図2の環境に触れることが先になるため，テンキーのあるフルキーボードとマウスがある環境に順応していく。そうなると，ノートPCで右クリックするにはどうすればよいのか，あるいはドラッグ操作をするにはどうすればよいのかといった疑問が出る場合がある。図3のようにボタンがあるタイプのスライドパッドでは解決できても，ボタンがないタイプの場合は解決できないケースもある。また，マウスに対する認識もさまざまである。2021年度，筆者は対面でスタートした情報リテラシーの授業を，途中からオンラインへ移行するという状況になった。ある時，Wordの範囲選択方法をビデオ上で説明したら，学生から「私の家のPCにはマウスがついてないので，範囲選択ができませんでした」というコメントが寄せられた。それに対して「家電量販店でマウスを買ってくるといいですよ」「Bluetoothのマウスもありますよ」とアドバイスすると，「マウスって買うものなんですか？」というコメントが寄せられた。

また，ノートPCの場合，ファンクションキーに各種機能が割り当てられていることがあり，メーカーによっては［Fn］キーを押しながら操作するケースがある。図4は［Fn］を押さなければならない事例の1つである。

図4　ファンクションキーにその機種独自の
機能が割り付けされているケース（筆者撮影）

オンライン授業でExcelの絶対参照を説明する際，「ここで［F4］キーを押しましょう」と説明したら，「［F4］キーを押しても反応しません」というコメントが戻ってくることがあった。教員側がフルキーボードを使用して動画教材を作成したことの弊害ともいえる。

同じく，テンキーの有無も，学生にとってはハード面での大きな差異を感じる部分である。先のExcelでの例で言えば，教室PCで四則演算のための［+］［−］［*］［／］のキーの位置を説明する際，「テンキーの外側にある」という説明が最もシンプルでやりやすいため，ついそのように発言してしまうが，これを教室で学んで自宅で復習しようとすると，テンキーがないがために，これらのキーをどこで操作すればよいかに迷うことになる。ことに，［+］と［*］はシフトキーの操作が必要になるため，悩むケースがあると考えられる。

入力装置だけでなく，出力装置の問題も存在する。実習室環境で広いディスプレイが用意されている場合，その環境での画面の見え方に慣れていると，個人のPCで同じものを見たときに，画面が小さいため見え方が異なるケースがある。ことに，11インチなどの小画面PCでは，解像度が高いと細かくて見えづらいことから，画面表示が150%に設定されていることがある。そうなると，アプリによっては100%表示の実習室環境とボタンの配置や文字表記が異なってくる（図5，図6）。学生の中には，この違いで違和感を覚えるケースもある。

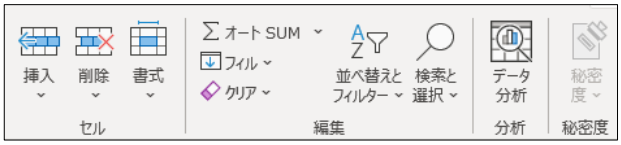


図5　1920×1080（100%表示）のExcelのリボン（右端部）

図6　1920×1080（150%表示）　Excelのリボン（右端部）

また，大学内にPCサポートをしてくれる部署が存在しない場合は，使い始めの設定からして躓くケースもある。メーカーごとに細かな仕様の違いも存在するため，友達同士の助け合い・教え合いだけでは，ことにそれがオンライン授業の場合に解決できないことがある。

4.2　アプリケーションソフトのライセンス問題

次に，ソフトウェアライセンスの問題である。大学によってMS Officeのサブスクリプション契約がなされている場合は，学生がWordやExcel等のアプリケーションを大学のサイトから無償でダウンロードして利用できるが，それがない大学の場合，こういったアプリは各自の負担で用意することになる。

ただ，Word文書の場合は，Wordがインストールされていなくても，Windowsに付属のワードパッドで開くことができる。ある学生が「ビデオで説明されているメニューが私の画面にはないのですが」という質問をしてきたため，画面の様子を写真で送ってもらったら，Wordではなくワードパッドであることが発覚した。画面上部には黄色い帯が表示されており，**「このドキュメント形式の一部の機能がワードパッドではサポートされていません．一部の内容がまったく表示されない場合や，適切に表示されない場合があります。」**というメッセージが記載されていた。そこで，「Wordは有償のソフトウェアなので」という説明をすると，「それは知りませんでした」「買わないと宿題できませんか？」というコメントが寄せられた。「買うか，（緊急事態宣言下ではあるが）学校へ行ってやるかのどちらかです」と返答するしかなく，苦しい状況となった。実習室環境は，こういった学生にとってはWordやExcelを無償で使う機会を提供しているとも言えるが，そうなると個人のPCが活用できないという問題が発生する。

他にも，ライセンス認証が通っていないWordで作業を

しようとしたら，メニューが使えないということを訴えてきた学生がいた。黄色いバーには「**通知　利用しているOffice製品がアクティブでないため，ほとんどの機能が無効になっています。無料で使用するには，サインインしてWebバージョンをご利用ください。**」と記載されている。確かに，Microsoftアカウントは学生に無償で提供されているため，ブラウザベースのWordであれば無償で利用できるが，大学側が実習でデスクトップ版のOfficeアプリを使用しようとする限りは，個人のPCにライセンスのあるアプリを用意してもらうしかない。これもまた，実習室環境と個人のノートPCとの差異である。

4.3　スマホ育ちであるが故の弊害

昨今の学生はPCよりも先にスマートフォン（スマホ）を操作することに馴染んでいるケースが多数であることから，スマホ育ちであるが故の弊害も存在する。

たとえば，前項でのソフトウェアライセンスの問題であれば，昨今のスマホアプリは無償で提供されているものが多い中で「Wordは有償のアプリです」と説明すると，「アプリって普通，ただじゃないんですか？」という質問が出ることがある。また，Googleの提供するプラットフォームの場合はほとんどがスマホアプリに対応されているため，PCでのExcelやWordの課題を課した場合に「この課題はスマホでできないんですか？どうしてですか？」と尋ねられることがある。

これは，大学側が用意しているLMSや，課題提出のための環境に拠るところが大きい。この質問をしてきた学生の場合は，Google Classroomがオンライン授業の課題掲出および提出のプラットフォームとなっており，文章を書いて提出する類の課題はスマホアプリのGoogleドキュメントを利用するのが標準であると解釈しているため，スマホでできない課題が存在することに驚いた，という例である。

また，スマホは1つ1つのタスクに対してアプリが用意されているが，PCではそれらがすべてブラウザ経由で叶う場合がある。先のGoogle Workspaceの事例で言えば，Google ClassroomやGoogleドキュメントは，スマホの場合それぞれ個別のアプリが用意されているが，PCの場合はブラウザでGoogleへアクセスし，メニュー（図7・○印）から各アプリを起動できる。その違いが分からない学生は，「PCでGoogle Classroom のアプリがないし，見つけられないから，アプリが入れられてなくて，PCで課題が見れないです」という発言をしてくるケースがあった。

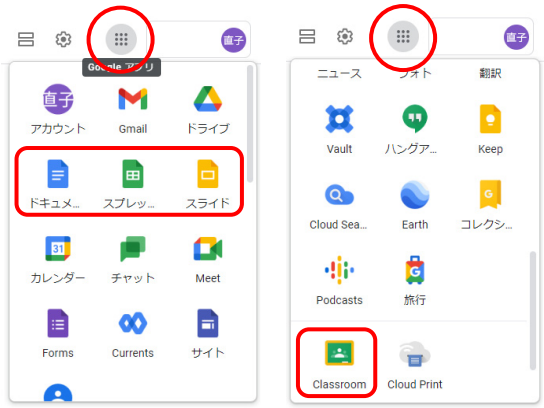


図7　PC のブラウザでの Google アプリの開き方

4.4　データの扱い

大学の実習室環境では，ファイルサーバー上に共有ドライブが存在するケースがある。

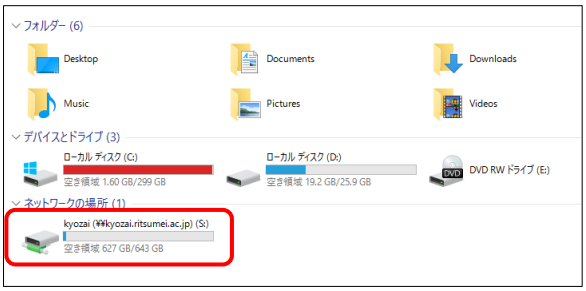


図8　共有ドライブの例（立命館大学衣笠キャンパス）

これが存在する実習室環境では，教員側はここへ必要なファイルを入れておけば，学生の個人の領域へコピー&ペーストさせることで，実習のためのデータを配布することが可能になる。確かに，授業中はそれで事足りるかも知れない。しかし，いざ学生が自宅で復習をしようとした際に，このネットワークドライブへ容易にアクセスすることができる仕組みが存在しないと，データが入手できないことになる。

そのため，学生の復習環境に配慮してデータをLMS経由で配布すると，学生はデータをLMSからダウンロードすることになる。しかし，実習室環境ではWindowsのダウンロードフォルダ内に入ったデータは，その時間限りで全て消去されてしまう。次の利用者が利用することを考えて，完全にリセットされた状態を作り出すためである。

そのため，「ダウンロードフォルダで上書き保存したファイルを残しておきたければ，別の場所へコピーしておくこと」という注意喚起をすることになる。BYOD環境であれば不要なアナウンスであり，いかに特殊な環境で学ばせているかが際立つアナウンスだとも言える。

そして，実習室環境で得たデータを，学生が各自のPCへ持ち込みたい場合にどうするかという問題もある。よくあるのはUSBメモリーによる持ち運びであるが，紛失や持ち出し忘れ，物理的な故障などのリスクがある。それに絡む相談として，グループで作ったPowerPointのファイルがメンバーAの持ち物であるUSBメモリーに入っているが，発表当日にメンバーAが体調不良で欠席して，メンバーBやCが発表のスライドにありつけないというケースもある。「Aさんからメール添付で送ってもらえば？」とアドバイスしても，「特に親しくないから連絡先を知らない」と返されたり，AさんがPCでファイルをメール添付でクラスメートへ送る方法を知らないと言われたりする。こういうケースでは，あらかじめクラウドストレージをメンバー間で共有しておくという解決方法が考えられるが，PCに詳しくない教員にその発想がなければ「USBメモリーに入れてきなさい」という指示が出されてしまう。

4.5　ブラウザ利用の問題

実習室環境のブラウザには，起動時に開く独自のポータルサイトが設定されていたり，あるいは，独自のブックマークが記憶されていたりすることがある（図9, 図10）。

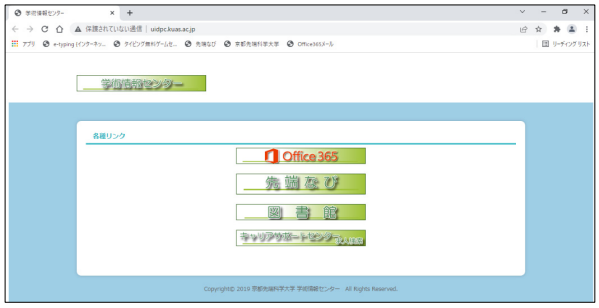


図9　大学独自のポータルサイトの例
（京都先端科学大学　PC 教室）

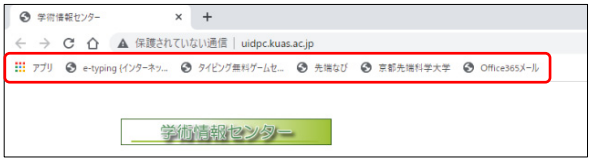


図10　図9の左上部分のアップ
（京都先端科学大学　PC 教室）

これらを用いて授業を展開すると，このポータルサイトがなければ目的のサイトへたどり着けないケースが出てくる。「自分のPCで，メールの画面にどうやったら行けますか？」という類の質問がそれである。大学の実習室環境にあるものが個人のPCにない場合，学生はブックマークの方法を知らない限り，リンク先へ辿り着くために毎回検索をすることになる。一方，大学の実習室環境では，ブラウザにブックマークをしても毎回リフレッシュされてしまうことから，履歴が残らないことを扱っても意味が見出せないため，授業内で扱わずに済ませてしまいがちである。そうなると，知識の伴わない学生は，ますます個人のPCを活用する方法を見失ってしまう。

4.6　クラウドストレージおよびMS／Google利用の問題

4.4で述べたデータの問題は，クラウドストレージが適切に使えれば問題が解決するが，そのクラウドストレージも，実習室環境ではブラウザベースの利用となる。PCにGoogleドライブやOneDriveといったクラウドストレージのアプリをインストールすればローカル環境との間での同期が図れるため，シームレスな利用が可能になるが，実習室では管理者権限がなければアプリのインストールができないことと，仮にインストールができたとしてもシャットダウン時に毎回環境がリフレッシュされてしまうことから，現実的に実習室環境におけるアプリの利用は困難である。そのため，クラウド上にあるデータを利用するためには，毎回ローカル環境へダウンロードすることが必要になる。編集後はクラウド環境への再アップロードが必要になる。その概念を理解することは，PCを使い始めたばかりの学生にはハードルが高い。

クラウドストレージのアプリをPCへインストールする便利さを実習室環境で教えることができないのは，実習室環境での教育活動に制限があることのひとつである。これに限らず，マシンにアプリをインストールする作業自体や各種カスタマイズを一切経験できないのが，実習室環境であるとも言える。

また，各大学で用意されているLMSとファイルとの間の関係性にも注目しておく必要がある。特に，プラットフォームがGoogleで，かつ，扱うファイルがMSのものである場合，ブラウザ上で見えるファイルのアイコンをクリックすると、Word文書であればGoogleドキュメントでのプレビューが，Excelファイルであれば Googleスプレッドシートでのプレビューが開く。さらに，「アプリで開く▼」というボタンが表示されるため，それを押せばGoogleのアプリが起動する。学生が気づかずにそのまま編集すると，意図した機能が使えない可能性がある。仮にMoodleなどのLMSであれば，ファイルがダウンロードされる仕様になっているためこのようなトラブルは起きないが，Googleのように「自社のアプリを使ってもらおう」という意図がある場合には，学生がその意図を理解できない限り，悩みが増えることになる。

同じことは，Webメールの環境でも起こり得る。仮にGmailにWord文書が添付されてきた場合，それをダウンロードしてから開く操作をすればWordで編集できるが，そのままクリックするとGoogleドキュメントで編集する流れになりがちである。同じことは，MSのOutlookでも起こり得るが，こちらはブラウザ版のWordで開くか，あるいはダウンロードするかを選択するように促される。LMSやWebメールに添付されてきたファイルの扱いを理解し，なおかつそのダウンロードしたファイルが実習室のリフレッシュ機能で削除されるか否かの違いも，初心者にとっては理解が難しい概念であろう。

5.　おわりに

本稿では，大学のPC実習室環境と個人のノートPCとの間に存在する差異について確認し，整理してきた。従来は，学生が，PC上で動くExcelやWordなどのアプリケーションソフトの操作方法を習得することに重きが置かれており，全員が同じ環境で学ぶこと，マシンがカスタマイズされていないことの方が重要視されてきた。そのためにリフレッシュ機能が動作してきたことは目的に合致していた。ただ，クラウド環境下でのデータ共有や共同作業を教育環境に取り込むとなると，従来からの実習室環境には多くの足かせが存在することになる。

今後の大学教育におけるBYOD環境への移行は，必然の流れであろう。その際，安易にPC必携を言い渡すだけではなく，ライセンスの問題，LMSの問題，利用サポートの問題など，多くの問題をクリアしておく必要がある。そして，学生がよりスムーズに自身のPCを活用していけるような授業内容を確立していくことも，大学全体で考えていく必要があるだろう。

参考文献

(1)　櫻田武嗣，三島和宏，萩原洋一，辻澤隆彦：“端末の無いPC教室の実現–BYOD 化のための仮想端末教室の設計と実現–”『コンピュータ＆エデュケーション』，Vol.42，pp.12-18（2017）.

(2)　木村修平：“BYOD 型大学英語プログラムが IT スキルの自己評価に及ぼす影響”，『コンピュータ＆エデュケーション』，Vol.45，pp.127-132（2018）.

ホームページを活用した探求型学習の効果と発展
—地域課題の解決を目指して—

山名和樹*1
Email: k_yamana@shotoku.ed.jp

*1：聖徳学園中学・高等学校

◎Key Words　　PBL，ICT，問題解決，探求活動

1.　はじめに

聖徳学園中学校では ICT を積極的に活用した授業を実践している。生徒、教職員全員が iPad を所持し、授業を行う各教室にプロジェクターと Apple TV が設置されており、コードレスでの授業展開を可能としている。これらのツールを活用し、本校の教育目標である自身の強みを活かし、社会の担い手としての心の育成を目指している。本論の舞台となる中学 3 年生「地域貢献プロジェクト」ではこの教育目標を実現する授業としての役割を担っている。

ICT の教育場面での活用に関して、本校は平成 24・25 年度東京私学教育研究所研究協力学校事業指定を受けて以来、全学の取り組みとして研究を重ねてきた。筆者自身も平成 26 年度日本私学教育研究所より委託研究指定「気づきから実践まで繋げる 21 世紀型心の教育法～問題予防力を高めるための ICT 機器の効果的活用による自己学習・双方向型授業展開～」をはじめ、2018 年度にはパナソニック教育財団研究助成事業「国際協力教育における ICT 機器の効果的な活用に関する研究」に採択されるなど、ICT を活用した授業実践の研究に関して積極的に携わってきた。研究を重ねるにつれ、社会課題の解決を目的とした探究型学習と ICT は親和性が高く、生徒たちが持つアイデアを表現したり、実現するために必要不可欠なものであるということを確信するようになった。その中で、外部発信ツール、双方向型授業展開を有効に行うためのみならず、探究学習を進める上で重要と思われる主体的な学びを進める上での ICT 活用に関しても研究を深めていく必要性を感じるようになった。

このような流れの中で、学校方針として開設を推奨された授業専用ホームページ(以下 HP)を本授業においても 2020 年度より本格的に導入を始めた。この HP の目的は当初授業の指示、そして過去のデーターの集積所を目指していた。しかしながら、運用していく中で、その役割は探求学習において大きな役割を担う可能性を秘めているのではないかと感じるようになった。本論では探求学習を進めていく上でどのような HP 活用が効果的であるかについて生徒アンケートを基に考察したものである。

図 1 HP の外観

図 2 HP では生徒の課題提出状況や過去の取り組みも閲覧できる

2.　地域貢献プロジェクトについて

地域貢献プロジェクトとは本校中学 3 年生の総合的な学習の時間に実践している探求学習である。生徒たちは学校が所在する東京都武蔵野市、もしくは自身らに馴染みのある地域を選び、その地域のSDGs課題を発見し、解決の取り組みを実践するまでを通年のカリキュラムとしている。

授業の流れとして、まず4月に年度がはじまると生徒たちは過去の先輩たちが残したプレゼンテーション動画を視聴し、取り組みについて理解を深める。次に地域の課題を発見するステップへと移行するのだが、多くの生徒は社会課題について考えた経験がない。そのため、「地域課題発見ワークショップ」と題し、日常を異なる視点で捉えることをテーマとした授業を行い、多様な視点で社会を捉える力を育むようにしている。その後、「ロジックツリー」という思考ツールを用いて、社会課題の発生要因を導き出し、解決に向けた行動へと繋げられるよう指導している。ロジックツリーとは課題解決の際に活用されるツールで、上位概念を分解し、問題構造を表出化する際に用いられるものである(1)。

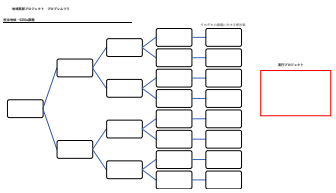


図3 ロジックツリー

このような課程を経て導き出した生徒個々のアイデアを１学期の最後にはクラス内で発表する。この発表の際には中学2年次に学んだプレゼンテーションアプリケーションkeynoteやクリエイティブツールAdobe Creative Cloudなどを使い、発表資料を作成するよう指導している。多くの生徒はkeynoteに自作のイラストを載せるなどの工夫をするが、中には動画制作をする生徒もいる。全ての企画発表が終わると自身らが取り組みたいアイデアに関するアンケート調査を行なう。結果的に5名以上の賛同者を集めたアイデアをそのクラスの実施企画として採用する。

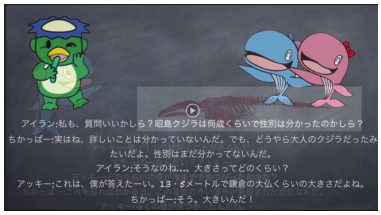


図4　企画発表を動画で行なう生徒もいた

2学期に入ると、グループ学習が主となる。まずは自身らの参加した企画を深く掘り下げるために「リーンキャンバス」という思考ツールを使ってグループ内で話し合いを行う。これは、起業家のアッシュ・マウリャによって提唱されたフレームワークで、主にスタートアップ企業が自身らの今後のビジネスについて推考する際に使われるものである[2]。それをこの授業に適した形にアレンジして活用している。

図5　リーンキャンバス

このツールを使い、自分らの企画をあらゆる角度から検証した後、生徒たちは自分らのプロジェクトについて外部識者にプレゼンテーションする「中間報告会」に向けて準備を進めていく。中間報告会では大学教授や企業家を招き、その前でプレゼンテーションを行う。終了後には有識者から助言をもらい、自身らの企画に反映させるように指導している。

中間報告会が終わるといよいよ企画の実現に向けて行動を起こす。今まで自分らのアイデアを発表したことはあるが、実行まで求められたことはなかった生徒たちはここで多くの困難に直面するが、メンバーとコミュニケーションを重ね、実現に向けて進んでいく。3月には1年間のまとめとして成果報告会を開催する。ここでは、外部識者の他にすでに活動に取り組んだ経験のある先輩や次年度取り組む後輩たちに自身らのプロジェクトの成果を報告する機会としている。

表1 1年間の授業の流れ	
個人学習フェーズ	
4月～5月	・ 過去のプロジェクトの閲覧 ・ 地域課題発見ワークショップ ・ ロジックツリー
6月～7月	・ 企画発表資料の作成 ・ クラス内企画発表
グループ学習フェーズ	
8月～9月	・ リーンキャンバス ・ プレゼンテーション資料作成
10月～11月	・ 中間報告会
プロジェクト活動・成果報告フェーズ	
12月～2月	・ プロジェクト活動
3月	・ 成果報告会

3.　取り組みについて

ここでは2021年度の取り組みを例としていくつか紹介したい。

3.1　東京都昭島市の PR 活動

東京都昭島市の人口を増やすために PR 活動を展開した。生徒たちは自主的に博物館や商業施設などを訪問し情報収集を行った。その後、収集した内容を精査し、それを紹介するポスターと缶バッジを自作。缶バッジはクラス内や知人に配布した。ポスターは自身らで昭島市にある施設や店舗を訪問し、掲示をお願いした。施設の都合により掲示できるところと断られるところがあったが、その経験も生徒たちにとって良い学びの機会になったものと考えている。12 月にはユネスコ無形文化遺産に関するオンライン研究発表の機会があり、その席で日本国内だけではなくバングラデシュ、インドネシア、キルギスの大学関係者に向けても発表を行った。

図6 昭島市を PR する缶バッチを制作

3.2　東京都武蔵野市での清掃活動

「ゴミ拾いはかっこいい！」をテーマに本校が所在する東京都武蔵野市のゴミ収集活動を実践。単にゴミ拾いをするだけでは活動が認知されにくいことから、仮装して市内を清掃。その様子を SNS や自作ホームページで発信した(URL: https://onl.bz/jvTmRFS)。本授業が終了した後も活動を継続。より多くの人たちを巻き込むイベントを現在企画中である。

図7 仮装しながら市内のゴミ拾いしている様子と活動を紹介している自作HP

3.3 待機児童の問題について市議会議員・都議会議員にヒヤリング

図8 zoomでの市議会議員・都議会議員へのオンラインインタビューの様子

東京都の待機児童問題について取り組んだ班は企画を進めていく中で、自身らがこの問題についてあまり知識がないことに気づいた。そのため、筆者や生徒自身が伝手のあった市議会議員　土屋恵美子氏、都議会議員　渋谷信之氏に連絡をとり、オンラインで意見を聞く場を設けた。その席で、生徒たちは東京都の待機児童問題は実質上0に近いことを知った。また、今の問題は児童施設が有効活用されていなかったり、学童の数が足りないという問題に移り変わっているということが理解できた。しかしながら「数字上の問題解決と市民が感じる問題解決とでは開きがあり、自分自身が問題であると感じることは、次世代を担う若者を代表して積極的に声をあげるべきである。」という言葉が生徒たちには強く印象に残ったようである。インタビューの後、学んだ内容をまとめたプレゼンテーションを行い、その様子を撮影した動画を学内に共有し、問題の啓発活動を展開した。

4. 授業専用ホームページの開設

平素の授業の内容はこの授業用に立ち上げたHPを介して指示を伝えている。それにより、教師が課題指示に割く時間を大幅に短縮することが可能となった。また、指示がうまく伝わらなかった生徒もそのページを閲覧することにより再確認することができるようにもなった。短縮できた時間を個別指導に充てることにより、生徒個々に対する指導の充実も実現できるようになってきた。

2022年6月現在HPの構成は以下の通りである。

- その週の課題
- 過年度の企画と成果報告
- 他クラスの企画資料
- グループ割
- 情報箱（授業で紹介できなかった情報の集積）

このHPが現在行われている授業内で果たしていると思われる内容は以下の通りである。

1. その日の授業内容をより正確に伝える
2. 過去の事例やクラスを超えた取り組みを閲覧できることにより、自身らのアイデアの拡張や問題解決の糸口を発見できるようになる
3. 「情報箱」の項目に代表されるように、授業では伝えきれなかった情報を紹介し、より高度な自学自習環境を整える

5. HPの運用に関するアンケート

2021年度授業内でHP利用に関するアンケート調査を実施した。本アンケートには中学3年生74名が回答（学年総数78名）。有効回答率は94.9%。性別は男子生徒41名（学年総数48名）、女子生徒26名（学年総数48名）、未回答7名。その結果は表1のとおりである[(3)]。

表2 中学3年アンケート回答
1. 授業専用ホームページの満足度 (5=大変満足している, 1=不満)
5 = 15人　4 = 29人　3 = 28人　2 = 2人 1 = 0 人
2. 3～5に記録した生徒に質問します。どのようなことに満足していますか？（複数選択可）
授業内容がわかること = 51人 過去の取り組みがわかること = 28人 参考になりそうな動画や資料がある= 19 人 課題が提出されているか確認できる = 22人 その他・未回答 = 5 人
3. 1～2に記録した生徒に質問します。どのようなところに不満を感じているか記述してください。
見にくい リンク先をまとめて欲しい
4. HPをどのように活用しましたか？（複数選択可）
授業の指示を確認した = 21 人 写真や動画をダウンロードした = 7人 過去の取り組みを閲覧した = 30人 他のクラスの取り組みを見た = 20人 その他・未回答 = 7人
5. 今後HPに掲載してほしい内容について教えてください
Q&A用チャットボット 先生とのコミュニケーション機能 グループメンバーとのコミュニケーション機能 外部団体とのコミュニケーション機能

6. 考察

アンケート結果から考察すると、HP の運用は生徒たちの学びに有益な効果があるものと期待できる。自身の力で検索する習慣が根付いている現代の若者にとって情報が格納されている場所に自らアクセスし、そこから必要なものを引き出すという方法は、学びのスタイルとして合致しているように感じられる。それは過去の例や他のクラスの取り組みの例を参考にするためにHP を活用したと回答した生徒が多かったことからも明らかであろう。教師から知識が授けられ、それを欠かすことなく受け継いでいくという従来の教育方法はもはや適さない時代が訪れようとしている。このような流れの中で、HP のような情報が集約されている場というのは今後の授業実践において大きな役割を占めていくことが予想される。

図 9 自ら HP にアクセスし指示を確認する生徒

それでは、今後どのようにHP を活用した探求学習は展開されていくべきなのであろうか。鈴木によると探求学習の価値はスキルの習得が本来の目的ではなく、

1. 現実を直視する姿勢を養う
2. 社会の未来に向けてビジョンを構築できる
3. ビジョンの実現に向けて前向きに考えられる

これらを体験的に学ばせることが最も重要なことであると述べている[4]。これらの目的を叶えるための補助ツールとして HP の活用を今後は模索していくべきであろう。そのために

1. 時事に即した情報をHP を通じて提供していくことで、実社会を知ることにつなげる。
2. 現代社会がどのように課題解決し、発展してきたのか歴史的な情報を共有していくことで、自分らが暮らす未来がより良いものになる可能性があることを認識させる
3. 過去の取り組みの例を数多く共有し、先輩たちが同じ授業でどのようなビジョンを思い描き、活動してきたかという実例を知ることができる。それは社会課題の解決は今の自分の力でも十分可能であるという動機付けにつなげる。

これらの学びの充実を目指すことでHP はPBL を支える重要なツールとなり得る。それに加えて、現状運用して発見した課題は以下のことが挙げられる。

1. HP を閲覧する習慣の無い生徒に対する習慣づけ
2. HP の内容の充実
3. コミュニケーションツールとしての役割

HP を閲覧して授業を受けるという習慣の無い生徒に対して、どのようにそこに定期的にアクセスをさせるかという工夫は必要である。特に今年度から欠席者に対する課題もHP を通じて伝えていることから、このことは重要であると捉えている。授業の冒頭でHP を見せたり、毎回の授業でHP へアクセスするよう求めたり、日々の声かけと行動への結びつきを強化していく必要があろう。

HP の内容はまだまだ不十分なところがある。過去の取り組みだけの紹介では生徒たちの学びの発展になかなか結びつかない。その他の参考資料や新聞などから最新の情報を紹介するなど、HP にアクセスすることのメリットを増やしていく工夫が今後必要である。現在、プレゼンテーション手法や視覚に訴える効果的な動画製作方法などの動画リンクも紹介している。今後も授業では紹介しきれないコンテンツをHP を通じて提供していきたい。

本授業では外部とつながるということが大きなテーマとなっている。現在本校ではTalknote という学内SNS を運用し、そこで生徒たちとの日々の連絡やコミュニケーションをとっているが、学外とつながるためのツールの導入とHP への紐付けを今後検討していきたい。そうすることで、授業内の課題という観念から抜け出し、生徒それぞれが持つ強みを活かした探求学習の実現が可能になるだろう。

7. おわりに

本論では授業内で立ち上げたHP が果たす効果と今後の展開について論じた。舞台となったのは聖徳学園中学校3年生総合的な学習の時間で実施している「地域貢献プロジェクト」である。この授業では地域の課題を自ら発見し、解決することをテーマに通年の授業実践を行っている。その授業内での指示や過去の取り組みをまとめたHP を昨年度開設し、運用している。生徒たちはHP を通じてその日の授業内容を知るだけではなく、過去の取り組みを参考にし、自身らの企画に反映させたりと、自学自習の用途でも活用している。教師自身もHP にその日の授業指示を掲載しておくことにより、明確化できるので、今までよりも円滑に生徒たちに授業内容を伝達することが可能となった。それにより空いた時間を個別対応などに充てられるようにもなった。探求学習を展開していく上で、HP が抱える今後の課題として 1. HP 閲覧の習慣づけ 2. HP 内容の充実 3. コミュニケーションツールとしての役割の模索などが挙げられる。これらの課題を念頭に、今後もHP を通じた探求学習の進め方を模索し、生徒たちの強みを伸ばしながらも社会問題に対して興味関心から行動へと結びつけられる人材育成を目指していきたい。

参考文献

(1) グロービス経営大学院:”ロジック・ツリー” https://mba.globis.ac.jp/about_mba/glossary/detail-12056.html, (2022 年 6 月 21 日閲覧).

(2) 東大 IPC:”リーンキャンバスとは？簡単に起業・事業アイデアを可視化できるフレームワークを解説” https://www.utokyo-ipc.co.jp/column/lean-canvas/, (2022 年 6 月 21 日閲覧).

(3) 山名和樹,石田恒平,清水啓己: “ポストコロナ時代のオンラインを活用したハイブリッド型 PBL 学習形態の発展性と教師の関わり方に関する研究”, 私立学校研究助成事業令和 3 年度研究報告（概要）集, No.38, pp.160-162 (2021).

(4) 鈴木敏恵:”課題解決力と論理的思考力が身につくプロジェクト学習の基本と手法”, pp.16, 教育出版（2016）.

小学生の Web 検索でデジタルシティズンシップを育む「ログ共有システム」の環境整備

佐藤正範[*1] [*2]・平山秀人[*3]・早川光洋[*3]・中出伸哉[*4]・松本雄太[*5]
Email: sato.masanori@s.hokkyodai.ac.jp

*1: 北海道教育大学 未来の学び協創研究センター 特任講師
*2: 北海道大学 大学院教育学院
*3: 東京学芸大学附属竹早小学校 教諭 *4: 札幌市立丘珠小学校 教諭 *5: 札幌市教育委員会

◎Key Words GIGA スクール構想，Ｗｅｂ検索，小学校

1. はじめに

本論文は，GIGA スクール構想で貸与された端末のＷｅｂ利用に関して，従来のフィルタリングサービスとは違うアプローチであるＷｅｂログ共有システムの開発と導入，そして運用による効果などについて報告を行う。また，デジタルシティズンシップ教育(1)という従来の情報モラル教育とはちがうアプローチが注目されているが，本システムの運用とも親和性が高く，実際に児童生徒や保護者と活用してきた事例を交えながら，主体的なデジタル技術を活用できる児童生徒を育むための１つの方向性を示していく。

1.1 GIGA スクール構想に対する学校の検討事項

GIGA スクール構想による端末貸与が始まった 2020 年度。自治体によって若干の差がありつつも，全国の小中学校は，過去に学校環境には存在しなかった PC 端末が大量に届いたことへの対応に追われていた。当時勤務していた東京学芸大学附属竹早小学校（以下附属竹早小）での検討事項と他の学校や自治体で検討されてきた項目に関する情報をまとめ，検討材料の軸となった「関係対象」「予算の出どころ」も合わせて以下の表１にまとめる。

表１ GIGA スクール構想 環境整備に関する検討事項

	関係対象 キーワード	予算の 出どころ
保管	校内（保管庫設置場所） 電源の確保	自治体の予算
充電	校内(保管庫設置場所) 持ち帰り対応	自治体の予算
故障対応	端末保険 持ち帰り対応	学校と各家庭 (持ち帰り時)
セキュリティ	管理 セキュリティソフト 活用の方針	学校と各家庭 (持ち帰り時)
活用の方針	教育課程 家庭(持ち帰り) 共通理解	－

[保管][充電]に関しては，学校それぞれの物理的な場所の確保と，充電のタイミングや持ち帰りによって決まる要素であり，保管庫等の予算もついている状況であったため，大きな問題とはならなかった。

[故障対応][セキュリティ][活用の方針]に関しては，予算が各学校や自治体で確保しなければならない部分であり，持ち帰りも含めて各家庭との共通理解を図っていく必要があったため，実際の運用へのハードルとなった部分である。当時，学校現場には ICT 支援員の配置も進んでいない状況であったため，学校や自治体ごとに先行事例の情報を参考に，上記の検討事項を確定していった。実際の運用も，実験的に学年を限定するなどしながら貸与端末を使い始めるなど，学校それぞれは手探りのスタートであったと言える。特にセキュリティ面については，方針や取り組みも自治体や学校ごとによって様々な状況であり，継続して議論が続いている部分である。

2. 学校で運用される Web フィルタリング

2.1 インターネットの学習利用に向けた動き

児童生徒が学校でインターネットを使用する目的は様々だが，最も多い目的は情報収集であろう。2000 年頃からインターネットが社会インフラとして普及し，インターネットの教育利用についても文部科学省の方針として大きく出された。学校でも視聴覚教室がコンピュータ教室へ改修され，インターネットに接続できるコンピュータが 1 クラス分は使える状況となっていった。回線速度が速くなり，保存領域(サーバー・HDD)の運用コストも下がるにつれ，ネット上のコンテンツも豊かになっていった。世界中のあらゆる情報に接続できる事が，学校現場できちんと理解されはじめ，危険なサイトへのアクセスを防ぐ教育的配慮から Web フィルタリングソフトの導入も進められていった。(1998 年 デジタルアーツ社 日本初のフィルタリングソフトの開発)

また，2008 年には通信事業者に対して，フィルタリングサービスの環境整備を必須化した青少年インターネット環境整備法(2)が施行され，これを機に文部科学省からもフィルタリングの導入に関しての啓蒙普及の冊子を発行するなどの対応が行われている。

2.2 フィルタリングソフトの機能

フィルタリングソフトは，危険な Web サイトに対して子どもたちのアクセスをさせないふるまいをするソフトで各社から多くのソフトやサービスが提供されているが，動作の方法を分類すると，大きく 2 種類に分けることができる。

[ブロック対応]
登録した「危険なサイト」へのアクセスをブロックする

[許可対応]
登録した「安全なサイト」のみアクセスを許可する

ソフトやサービスによってブロック対応と許可対応を組み合わせた動作が可能なものもある。また，集約した「危険なサイト」「安全なサイト」のURLリストが簡単に使えたり，キーワード指定によって関連するサイトへのアクセスを制御したりする機能なども備えるなど，最近のフィルタリングソフトは高機能化してきている。

2.3 フィルタリングソフト運用上の課題

子どもたちが安全にインターネットを使えるようになるならばフィルタリングソフトを積極的に利用していけばよいのだが，学校現場で導入と運用をしていく上での課題も多い。次に具体例を挙げる。

2.4 費用面の課題

フィルタリングソフトの運用は有償（1,500円～3,000円／年間1台につき）であることがほとんどである。本文1章で述べた通り，費用負担は学校と家庭となるため，教材費等で購入する場合には費用対効果などについても説明責任が発生するため，予算確保と説明責任の部分は学校でのフィルタリングソフト導入のハードルとなる。

2.5 メンテナンスの課題

Webサイトは日々増え，更新され続けている。新しいサイトが作られたり，更新されたりすることによって，フィルタリングのサービス内に登録されていたURLリストも逐次更新していく必要がある。ソフトやサービス側でデータベースを更新していく部分は，学校側からすれば自動的なメンテナンスとなり全く問題ないのだが，ある（安全と思われる）サイトが見られない等のローカルの対応については，別途2.2で述べた[ブロック対応][許可対応]の設定をするためのURL登録作業が学校の先生に求められる。端末の活用が積極的になればなるほど，フィルターの設定に関する業務が発生してしまう部分は，人的リソースが足らない学校現場にとって，もう1つの大きなハードルとなる。Webが増えていく限り，URLに関するデータベースを更新していかなければならない部分は，フィルタリングソフトの宿命であると言える。

2.6 選択肢も議論の場も必要

フィルタリングソフトの運用などに課題がありつつも，増え続けるWebの情報に対しての手立てがフィルタリングソフトしか無かったという現状も問題である。GIGAスクール構想以前は，学校現場に情報活用等に関して積極的な先生が多くなく，積極的な議論が起こらなかった状況があった。昨今は先生方のオンラインコミュニティも盛んになり，様々な取り組みや，方法が共有され議論されるようになってきた事は大きな変化である。

3. フィルタリングではない方法の実験へ

3.1 Webログ共有が解決策になるのではという仮説

2020年の夏に私が参加していた情報担当教員の研究会で，教育委員会ごとでGIGA端末の基本OSや運用方法が大きく違っている事やフィルタリングソフトの運用についての情報交換をしていた中で，Webアクセスのログが保護者と教員で共有できる環境があれば，子どもたちは気を付けてWebを使うのではないかという話になり，技術協力をして頂いていたソフトウェアメーカー(HA ソフトウェア)に相談をしたところ，実験的にWebログ共有ソフトを共同開発する運びとなった。2021年4月にはソフト開発がリリースレベルとなり，実験的な運用を附属竹早小学校の限られた学年で始めることとなった。

3.2 Webログ共有ソフトの仕組み

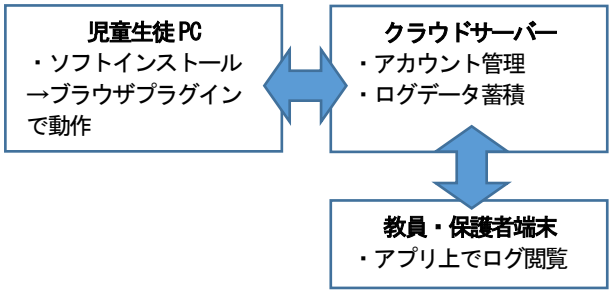


図1　Webログ共有システム 端末等の動作関係図

ソフトの開発に際し，メーカーに出していた希望は以下のようなものであった。

- Webのログが教員と保護者で閲覧したい
- ブラウザを変えても常に動作するようにしてほしい
- 各OS（Windows ChromeOS iOS）に対応してほしい
- 子どもたちが設定を変えられないようにしてほしい

これらの要望やアイデアを元にして完成したソフトはWindowsとChromeに対応することができ，どのブラウザを導入してもログを送信するプラグインが自動で追加される仕組みとすることで，常時の動作を実現することができた。また，ソフトの設定を変更する際にはパスワードが求められ，担任や保護者のみが設定できるようになっている。また，システム導入の際には，保護者への実験導入についての説明と使用許諾，保護者端末の設定の説明会をオンラインで実施した。

3.3 Webログ共有閲覧用サイト

図2　担任・保護者が確認するWebログ閲覧用サイト

教師や保護者は，ログ閲覧用サイトにログインすることで，児童生徒が使用している端末のWebアクセスの状況を閲覧することができる。保護者は自分の子の端末のみ閲覧可能で，担任は組織全体のログを見ることが可能

となる。ログはパスワード付きのWebサイトであるため，手持ちのスマートフォンやPCなど，OSやブラウザを問わずにサイトへアクセスすることができる。

4. 実験導入後の活用事例

4.1 Webログ共有ソフト導入を児童生徒と共有

導入後には，児童生徒とWebログ共有ソフトの導入について，実際に教員が見ることができるログ共有画面を見せるなどしながら，保護者も閲覧ができる事も含めて説明をした。児童からは「授業中にゲームをしたらバレちゃうじゃん。」「それは，授業中は普通だめでしょ。」などの声が上がったが，貸与されている端末であることもあり思ったほどのリアクションは起きなかった。

4.2 迷惑となるWeb利用

導入した学校ではMicrosoft Teamsを導入していたが，当時はチャットの使用を解禁していた。必要な時に使おうという事を児童と話し合って運用していたが，授業中にチャットを使ったいたずらがあり，それを嫌がる子の訴えがあり，Webログを確認してチャットを使った子とログを確認しながら，正しい使い方について考える時間をとり，クラス全体でも改善点を共有することができた。

4.3 持ち帰り時の深夜の端末使用

週末の土日で端末を持ち帰りした際に，寝不足で朝起きてきた児童を見た保護者が，Ｗｅｂログを確認したところ，深夜まで端末を使っていた状況が判明し，話し合いのきっかけになったという事で，喜ばれた事例がいくつかあった。

このような件もあり，Ｗｅｂ見守りソフトにはブラウザの使用できる時間帯を設定できる機能が付けられている。

4.4 活動に関係のないサイトへのアクセス

子どもたちとは，学習や活動に必要な場合に正しく端末を使っていくという事を共有している。だが，特に高学年では活動に関係のないサイトにアクセスする案件があり，その際には教師と該当の子との話し合いでWebログを活用したという例が，一番多い活用案件であった。

4.5 なりすましアカウント使用時

子どもたちには，端末のアカウントとパスワードの重要性をはじめ，ログインに関する責任などについても話し合い，友達の端末を操作することの怖さを確認して，端末の正しい使い方を共有していた。

ある子が持ち帰り端末を学校にもってくるのを忘れ，どうしても使用したかったのか，休み時間に友達の端末を勝手に使用していた事が判明し，様々な情報とWebログから判明した使用状況（時間・アクセス先等）で事実を確認することができた。自分のではない端末を使用しない事やアカウント，パスワードの保管などについて，改めて全体でも確認するきっかけとなった。

4.6 担任や保護者のWebログの使い方

Webログ共有ソフトの導入時は，目新しさからログを確認することが多かったが，上記の活用事例のように，何かあった際の事実確認のためにログを活用する使い方へと担任も保護者も使い方が変化していった。

4.7 調べ学習での個々の検索の状況

GIGAスクール構想の端末の一番多い使い方は調べ学習であるが，どのような情報を元に，どのようなサイトを巡って情報を集めたのかなど，情報収集の足跡についてWebログを使う事によって確認することができる。

5. 札幌市の公立小学校での実験導入

5.1 要望が多かったChromeOS版の開発まで

Webログ共有システムに関して，情報担当教員などと実験運用の状況を共有していたところ，「自分のクラスでも導入したい」という声がたくさん寄せられた。全国のGIGAスクール構想の基本プラットフォームはChromeOSが半数近くを占めており，声をかけてもらった先生方の勤める自治体ではChromeOSを運用している状況であった。そこで，状況をメーカーに伝え，2021年の秋ごろに同様の機能をもつChrome版のリリースをすることができた。

5.2 自治体管理のChromeOS端末への導入手順

既に運用が進んでいる小学校の１つである，札幌市立丘珠小学校の導入までの例を挙げる。プラットフォームがChromeOSであることや，端末を教育委員会のICT担当部局で集約している事などが，Windows端末で自己管理をしていた附属竹早小と運用状況が全く違う状況であった。

導入したいという連絡を受けてから，導入して運用するまでの動きを以下に簡単にまとめる。

①研究協力としての実験導入の枠組みをつくる
②学校長と教育委員会へ研究協力の依頼
③保護者への研究協力の依頼
④Chromeへのインストールに必要な「セキュリティ等に係るチェックリスト」「導入端末のシリアルナンバー」を教育委員会へ提出
⑤導入学級の担任の先生の管理アカウント登録
⑤教育委員会側で一括インストール命令

5.3 自治体のセキュリティポリシーへ対応

各自治体の教育委員会ごとに，ソフトウェアインストールに関するきまりが定められており，札幌市でも安全なソフトであるという証明をするための書類を用意する必要があった。特に，今回のソフトウェアの実験導入までは，札幌市教育委員会では，GIGA端末に外部の新しいソフトウェアのインストール許可を出したことが無かったようで，この対応自体が初めての試みであった。

しかし，初の事例を成功させようと，教育委員会が積極的に動いてくださった事，メーカー側がセキュリティポリシーに対するソフトの資料を快く作成していただけた事などが，何より導入に向けた大きな後押しとなった。

5.4 ChromeOS版を一括管理している良さ

ChromeOSのGIGAスクール端末に関しては，自治体で端末を一括管理するシステム「管理コンソール」を教育委員

会で運用していることが多い。新しいソフトも管理コンソール側から全端末へのインストールや削除も簡単に行うことができる。教育委員会との連携の元であれば，導入後の端末管理はスムーズに行うことができる部分は，ChromeOS の良さである。

Windows の場合も iOS の場合も同様の管理コンソールのサービスがあるが，ChromeOS に比べると導入している割合は少ない状況のようである。

6. デジタルシティズンシップ教育とＷｅｂ利用

6.1 情報モラル教育の限界

教育の情報化が文部科学省から出され，情報活用能力の育成が資質能力として定められるなど，テクノロジーや情報をよりよく使っていこうとする子どもたちを育むことが求められている。具体的な教育のスタンスとして，禁止や危険を前面に出して，制限をかけていくスタンスの旧来の情報モラル教育から，ア主体的な利活用ができる子たちを育むデジタルシティズンシップ教育への転換が進んできている。

情報モラル教育は30年ほど前から学校教育で扱われてきたが，道徳的な規範として学習活動とは切り離されて実施されてきている。個別最適化を求められている教育において，児童生徒が自ら考えて判断できる事が求められる中で，情報モラル教育の方針は現状にそぐわなくなってきていると言える。

6.2 情報モラル教育とデジタルシティズンシップ教育の比較

２つの教育方針を元に，両者の違いについて，いくつかの具体例を挙げたものを以下の表にまとめる。

表２ 情報モラル教育とデジタルシティズンシップ教育の比較

	情報モラル教育	デジタルシティズンシップ教育
教育の方針	ルールが守れるようになる	どうすべきか自分考えて全体で共有する
責任の所在	大人や社会	児童生徒自身
教材の特徴	一方的で印象操作的な教材	考えるきっかけとなる教材
Web へのアクセス	安全なサイトだけに制限	情報の多さを認識し必要なサイトを選べる

デジタルシティズンシップ教育の大きな特徴は，価値判断を児童生徒が主体的に行い，前向きに情報やテクノロジーを使っていく姿勢が重んじられているという点と言える。

6.3 Web 上の情報との向き合い方が問われる

GIGA スクール構想の端末貸与によって，増え続ける膨大なデジタルデータに児童生徒が簡単にアクセスできる環境が整っている。先に述べた，フィルタリングの考え方は情報モラル教育を実現するためには適当な手立てと言える。しかし，全てを大人や教師側で制限をしていく手法は，学校 3.0 や個別最適化，デジタルシティズンシップ教育の方針と合致しているとは言えない。

膨大な情報から，適切な正しい情報を見つけて，子どもたち自身が情報をより良く活用していけるように，校種を超えて，情報活用能力育成という軸での取り組みや活動内容を整理していくことが必要となる。Web へのアクセスは情報活用能力の育成において，現実に即した最高の教材と言えるだろう。

7. Web ログ共有システムの可能性

7.1 実験運用から継続的な利用へ

現状は，運用をしている団体が大きく２つである。初めて導入した附属竹早小学校は実験運用を終えて，商用利用を開始した。サーバー運用費用などから費用負担は当然必要になるが，継続して実験的な運用と機能改善に向けた協力をいただくという前提で，100 円/1 か月 1 児童でサービスを利用させていただいている状況である。また，札幌市教育委員会では実験導入機関中という事で無償での利用となっている。 運用前ではあるが，札幌市内の小学校や他地域の学校からも問い合わせが来ている状況のようであり，本システムの方向性が学校 3.0 の方針とも合うという事で評価をいただけている。

7.2 Web ログの研究利用の可能性

開発当初から，Web ログはフィルタリングソフトの代替案としてメーカーと共同開発をしてきていた。運用を進める中で，ログを追う事によって，子どもたちの情報収集のプロセスをたどる事ができたり，検索に関する子どもたちの試行錯誤を読み取ることができたりする事が見えてきた。これは開発当初は全く考えていなかった事であるが，情報活用能力の育成という軸での教育研究へWeb ログを活用していく事を進めている。

8. おわりに

本稿は，GIGA スクール構想の環境整備とフィルタリングソフト運用に関する先生方の困り感をきっかけに，Web ログ共有システムの開発と実験運用を行うまでの取り組み等を報告してきた。

導入から運用まで進めることができたのは，よい教育環境を整えたいという先生方の想いと，環境づくりを実現するためのシステムを開発いただいたメーカーさん，導入に関して前向きに取り組んでいただいた学校や教育委員会，そして保護者の皆さんの協力があったからと言える。関係各所に感謝を申し上げたい。

また，デジタルシティズンシップ教育を見据えたWeb アクセス環境の構築に寄与できるという部分だけでなく，教育研究への利用にも大きな可能性があることからも，Web ログ共有システムの良さを広げ，協力団体も集めながら，新たな研究へ繋げていきたい。

参考文献

(1) 今度珠美，坂本旬，豊福晋平，芳賀高洋：“デジタル・シティズンシップ教育をモデルにした新たな情報モラル教育を実現するための理論的要件の検討”，日本教育工学会研究報告集 = Research report of JSET Conferences 18 (5)，pp. 285-290，(2018)

(2) 総務省：“青少年が安全に安心してインターネットを利用できる環境の整備等に関する法律施行令”(2008)

小さな（大学）生協、大きな（大学）生協、どこも同じ組織委員会

仲田　秀
nqb41457@nifty,com
元　法政大学大学院
後期博士課程満期終了

キーワード：階層別組織委員会、組合員組織委員会、全構成員の大学生協

はじめに

2021 年 12 月大学生協連全国総会では、大学教職員に生協加入を呼びかけ、教職員委員会を作って議論してほしいと呼びかける方針を出した。この方針は大学生協の歴史の中で、1970 年代から 80 年代の、大学紛争後の大学全構成員を対象とした大学生協、として組織も事業も発展させた時代の事業組織方針の再来である。この小論の課題として、①大学生協の各組織委員会がいつ誕生したのか、②なぜ今協同組合事業組織の中で各組織委員会が重要なのか、③小さくても組織委員会とはどういうことか、④大学生協が持続的に発展するための組織委員会の位置として組織委員会の意義と役割を考えてみる。

1.，組織委員会について

1－1学生委員会

学生委員会は（戦後の大学生協の歴史の中で）最初の組織委員会だったが、初期の段階では、理事会の補助機関としての役割が大きかった。学生委員会の任務は、学生組合員の生活を守るために、協同組合事業を直接守ることに振り向けられた。学生層としての自らの要求を組織するための組織委員会の任務より優先させてである。設立当初は大学との関係で、学生生活に理解のある教職員の役割が大きかったが、一旦設立された後は、大多数の組合員が学生であるために、学生に委ねられてすすんだ。学生理事が事業部を分担していたと東大生協及び早稲田生協の歴史に述べられている。1954 年から多くが卒業生である専従専務理事が誕生することになると事業活動の改善は専従職員の連帯活動が担うことになり落ち着いてくる。

さらに、大規模生協で教職員や院生の利用が進み、利用者としての参加組合員となってくる。（利用者懇談会として、専従職員に組織されていた。）利用者からの脱出が必要である。また。「この時期（50 年代後半～60 年代）の大学生協は法人化前期の 57 年全学協第 10 回大会で整理した方針を，教育環境整備運動、消費者運動、平和と民主主義を守る運動として進めながら、事業体としての整備を図っていったのである。」（仲田秀　2006p21）

1－2　学生委員会以外の組織委員会の誕生

大学生協における階層別組織委員会は、大学生協を大学の構成員、「全構成員のものとしようとした」大学紛争が治まった頃、1970 年代のはじめに、その階層の要求を自ら組織するために必要な組織として誕生した。利用者として誰かに組織されるのではなく、自らの大好きな大学生協に自らを組織するために誕生した。ということはその階層の立場に立ち切ることで必要である。立場に立ち切ることで、その階層の要求がはっきりと見えてくる。それが階層別組織委員会の任務の第一義である。自らを組織するということは要求解決の活動だから、当然運動的性格を伴ってくる。東大生協の例をとってみると、69 年 5 月院生委員会発足、70 年 10 月に職員委員会が発足している。従来本郷学生委員会、駒場学生委員会が存在していたため 4 つの組織委員会となった。70 年代初頭の全構成員生協にとの方針を出した時点から、組織委員会は組合員要求を実現する立場と、事業組織としての経営する立場の理事会を補完する立場の 2 面性を持つこととなった。

1-３ 全階層の組織をという方針とその実践

大学生協は、教育環境整備運動等の方針を掲げてから 12 年後、大学紛争のほぼ収束した 1969 年 8 月、大学生協連第 12 回大会で「大学生協運動の到達点と当面の課題」を明かにした。その中で位置付けられている「組合員の要求実現のために、大学に働き学ぶすべての人々を組合員に、大学生協相互の団結を（以下略）」（仲田秀　2006p21）が、総合的、包括的に述べられている。ここから確信をもった階層別組織委員会の取り組みが全国的に広がるのである。

ちょうどその頃、福武（70 年～76 年東大生協理事長）は厚生施設の拡充が自分の仕事と考えて、大学紛争が治まった 70 年に東大生協の 2 度目の理事になり、理事長になった。まず初めにやったことは、各学部教授に向けて手紙を書き、それを持って専務理事は各学部長のところを回ったという。今、その原文は残っていないが、内容は①厚生施設が貧困である。②学生のために骨を折ってほしい。③そのために生協の組合員になって運営に加わってほしい。という趣旨だったという。総務課長が骨筆で罫紙に書いて増やしていったとのことである。この発展した形が今回の 2021 年総会の教職員委員会の取り組み方と言えるのではないだろうか。

もう一つ例としてとり挙げると、東大生協 70 年度総代会議案書の 69 年度活動報告で、院生委員会が院生の要求に根ざした活動を実践することにより、院生要求が組織しやすくなった（仲田秀　2006p30）と述べられている。このことは、要求実現運動が、理事会の意思に直結して役立って実践されたことになる。

1-4 小規模生協の学生専務、組織委員であり学生理事であるという立場

筆者はお茶大という小規模生協（供給規模 5 億未満）の設立（1959.6）の時期に入学し、事業規模を拡大することになった学校福祉協会からの食堂生協移管（1965.9）の時期にお茶大生協の専従職員（65.2）となった。（その時の学生専務は国文科の２年生でよく頑張った。お茶大生協が専従専務制度にしたのは 70 年代の前半である。設立後 10 数年学生専務制度であった。）生協設立要求の柱は自主的に運営できる自分達の店が欲しいということであった。食堂生協移管の柱は文部省がいくつかの大学で生協を作らせないために推奨する学校福祉協会が運営する食堂は栄養管理もいい加減だから追い出して自分達で運

営したいという学生の要求だった。組合員要求を実現するには、東大生協という大規模生協の援助や経営指導を受けてクラス討論を繰り返し、食堂の場合はボイコット闘争などの強い戦術も組みながら、学生組合員の要求をまとめ、教職員の合意を取りながら大学交渉をするという運動の側面を伴っていた。学生専務は要求を実現する立場と経営を軌道に乗せる立場の両面を持たなければならないという理事会の立場に立った。そのことを学生専務が自主的に考え実践することを、支援する東大生協からも、教職員理事を含む理事長からも徹底してサポートし続けてもらえた。それができるのが大学生協である、

小規模生協では 10 人前後の学生組織委員（多くが理事兼務とか）、数人の教職員理事であったりするかもしれない。しかし、組合員があるいは組合員になる人が代表を選び運動に参加しているのである。その時、組合員要求実現の立場と経営を守るという立場の 2 面性を受け持っているという立ち位置を堅持できることが必要である。特に、後述の事業連合との関係では。

２．各大学生協基本組織の中で、組織委員会の位置

大学生協を「学生生協から全構成員の大学生協に」変えるためには、利用者懇談会を超えて、組合員が自主自立して自分達の階層を組織する階層別組織委員会が必要なのである。

（これらの歴史的経過及び分析は仲田　秀 2006P31～33）

2-1 組織委員と組合員及び総代との関係

大学生協が学園紛争の中から学んだ階層別組織委員会の明確な立場は「組合員の立場から」要求実現の方策を提起していくというものである。要求実現運動の中で組織委員会は大学生協の置かれている社会構造を認識していく。一つの方針案が何処かから常任理事会に出されたとしても、その組織委員会の合意がなければ差し戻しされる。階層別組織委員会での吟味が必要なのである。階層別組織委員は組合員の立場と理事会の補助執行委員の立場を併せ持つ。ただし、理事に選出されなければ組合員の立場が優先され、総代と共に理事会に要請する。

2-2 組織委員と理事会及び専従職員との関係（東大生協の場合）

「組織委員と理事会及び専従職員の関係を東大生協の「組織委員規定」と「理事会議事録」から見てみると、次のことがわかってくる。すなわち、「①階層別組織委員は自らの要求を背景に、総代の活動をサポートするので活動補償費を補償される。組織委員は専従職員と同様、常任理事会で採用辞職を月毎に確認される。②組織委員は、階層別組合員の要求の政策化と執行機関としての理事会の補助機関という二重の役割を果たす。③組織委員会は階層別組織委員会の要求を日常的に把握する責任を持ち、それぞれの組合員組織である階層別生協委員会議、階層別総代会議を開催する。④組織委員は階層ごとに委員会を構成し、週一回の会合をもって、政策立案と執行をチェックする。⑤組織委員会は階層選出枠の理事を理事会に推薦し、理事会はまとめて総代会に理事会推薦理事の一覧を提出する。⑥組織委員会は委員長を決めて理事会に推薦し、理事会は理事長、専務理事、委員長、常務理事を互選する。⑦理事は総代会で選出される（信任投票となる場合が多い。される場合が多い。ここに理事は組合員とフィデュシャリーの関係ができると考えている。）」（仲田秀 2006 p32-33）

2-3 組織の強さを決める組織容量と組織文化　（仲田秀　2017 p1）

筆者は、大学という個々独立した区域の中で、その構成員によって構成された大学生協が持続的に発展していく組織要件は何かを検討して論文にまとめた。その際、経営数字の健全であることとともに、組織状況が重要であると考えるにいたった。そしてその

「組織状況とは、その事業組織の意思決定と執行のシステムと運営、組織がもつ文化（組織文化）、その組織が問題解決のためにもつ力（つまり組織容量）の総体であって、組織容量とは発信する理事長や専務理事の役割があり、個性的な各階層別組織委員会と生協職員集団が協同して物事を解決する総合的力である。それぞれの組織内組織が自立して創造的である時により強く大きくなる。」と規定した。

3.　持続的発展を目指して高事業業績のための組織状況における組織要件

上記を提案している。（仲田秀　2017p45～47）

①　理事会の民主的リードと執行

どのように小さくても、専務理事が他生協と兼務であろうとも

②　民主的意思決定への協同文化を伴った組合員の主体的参加

協同文化というのは共同で解決しようとする組織文化を持った組合員組織委員会の代表であるメンバーで理事会が組織されているか

③　大義ある大学との信頼関係

④　各大学生協と事業連合との対等で効率的で、民主的な関係

どのように小規模であろうとも個性ある大学の大学とも事業連合とも対等で自立的な関係であること

終わりに

今回のレポートは、本年 2 月 14 日に開催された協同組合学会教育部会例会に参加して、考えたことである。階層別組織委員会は大学生協発展の鍵となるものであると考える筆者の研究テーマでもある。幾許かの参考になればと提起してみることにしていた、自らの要求の立場に立った個性的各組織委員会が構成する理事会がリードすることで、難関を切り抜けられると考える。

参考文献。引用文献

「大学食堂にあらわれる福祉協会」全国大学生協連学協運動　33 号　p33～42　1966,2

仲田　秀「業者食堂生協移管のとりくみ」　而立　お茶大生協 30 年史　p33～35　お茶大生協　1992.5、

仲田秀　「大学生協と福武直」　p29～36　他　　私費発行冊子　2006.5

仲田秀　　「大学生協の持続的発展について～―大学生協における理事会のリーダーシップと経営業績」　全般　　私費発行論文集　　2017,7

東京インターカレッジコープの学生活動の現状と課題

石毛昭範*1・椎葉尚之*2
Email:ishige1963@hotmail.co.jp

*1：東京インターカレッジコープ常務理事、拓殖大学商学部教授
*2：東京インターカレッジコープ理事、拓殖大学商学部国際ビジネス学科

◎Key Words インターカレッジコープ，学生活動，組織活動

1. はじめに

本報告は、学園内に店舗を持たないという特殊な形態である東京インターカレッジコープ（以下、東京インカレという）において、組合員（学生理事）による取り組みの展開に関する実践報告である。

東京インカレは、他の大学生協とは異なる特殊性や制約を有している。従って、その中で展開されている学生活動にも独自性がある。この点については本学会でも数次にわたり報告を行ってきており、2017 年にはその当時の学生委員会活動について[5]、2019 年には東京インカレ組合員の学生の「Peace Now」参加について報告を行った[3] [4]。今回は、その後の学生活動の展開、および現在新たに進められつつある学生理事による活動とその問題点、今後の展望について報告する。

2. 東京インカレの特徴 - 組合員加入勧誘活動を中心に

東京インカレは、所属する学園内に生協を持たない学生･教職員のために 1983 年に設立された生協である。直近では組合員数約 17,000 人（2022 年 2 月末）、年間供給高約 5 億 4 千万円（2021 年度）であり、組合員数でみる限りある程度の規模を有する大学生協である。

現在、加入のための勧誘活動は、WEB によるもののほか、一部協力校（東京インカレの活動に協力いただいている大学等）におけるものを除いては、それほど積極的には行っておらず、東京インカレの商品・サービス購入時に加入してもらうことが一般的になっている。具体的には、東京インカレの扱っている自動車教習所のプランやパソコン、書籍（主に一部の協力校での教科書）などの購入時や、学生総合共済（以下、共済という）への加入時の生協加入である。

コロナ拡大前には、推薦入試や入学式の日に、東京インカレ職員が、東京ブロック等の連帯組織の方の応援を受けて、主要大学に赴いてパンフレット等の配付を行っていた。現在ではこのような宣伝活動は行っていない。これは、コロナ拡大に伴って、入学式等の行事が縮小ないしオンライン化したことや、東京インカレとしても宣伝を自粛したこと、さらには宣伝活動のための人員の確保が難しくなってきたことが背景にある。このため加入者数は、コロナ以前の 2018 年度新学期が 3,077 人であったのに対し、2022 年度新学期は 1,130 人にまで減少している。もっとも、これまで入試や入学式の宣伝によって加入した組合員に対し、東京インカレの商品・サービスを加入後に十分アピールしてきたかについては反省すべき点もあると思われ、加入後ほとんどインカレを利用しない会員も少なくなかったのではないかという疑問もある。

なお、共済については、入試・新学期宣伝の配付資料にも案内があり、生協加入と同時、ないし加入後に利用（共済加入）することが他の商品・サービスを利用することに比べ容易であったと思われる。実際、新学期の共済加入は相当数にのぼっていたが、入試・新学期宣伝をとりやめたことに伴い、新学期の生協加入が減少するとともに共済加入も減少しており（共済加入数は 2018 年度新学期 1,667 名、2022 年度新学期 782 名）、入試・新学期宣伝中止後における共済のアピールが十分でない可能性はある。

東京インカレには現在実質的には店舗はなく、本部（本店）のみでの運営であって、加入希望者や組合員との接点はメールや WEB が中心である。従って、一般の大学生協のような店舗を拠点とした組織活動、とりわけ学生活動は難しく、組合員相互のコミュニケーションにも限界がある。そもそも、実店舗でない通販での購入（現在は多くは WEB 経由）の場合、特定の商品やサービスの購入（例えば自動車教習所）だけのための生協加入となることが多く、それ以降の商品・サービスの利用はもちろん、大学生協横断的な行事やイベント、さらには学生活動への参加はここ数年ほとんど見られなかったのが実情である。

3. 東京インカレの学生活動

3.1 これまでの活動

2013 年ごろまでは、東京インカレにはある程度の人数の学生委員がおり、定期的な会合が行われていたほか、新入生歓迎をはじめとしたイベントの開催や機関紙の発行、東京ブロックや全国規模の連帯の行事への参加などが行われていた。

学生委員による会合（部会）は、2017 年ごろまでは断続的ながら行われていた。大学生協渋谷会館があったころは、同会館に東京インカレの本部があったことから、同会館にいる東京ブロックの学生常勤の方との交流も多く、学生常勤が部会に参加したり、企画の立て方や会議の進め方などについてアドバイスをもらったりすることもあったという。しかし同会館がなくなってからは、こういった交流は非常に少なくなり、連帯組織や他の大学生協とのつながりも弱くなっていったと思われる。

新入生歓迎イベントは、休日を利用して都内をめぐ

る「山手線すごろく」が例年開催されていて、主に上述した入学式宣伝の際に配付する資料により告知が行われていた。この新歓イベントから東京インカレの活動に参加し、学生委員や理事になった学生が多かった。2013 年ごろまでは、活動している学生の所属大学も多様で、特定の大学に偏ることはあまりなかった。逆に言えば、各自の所属大学から友人や後輩を連れて参加することはあまり見られなかった。新歓イベントは2017 年までは行われていたが、以後は行われていない。このほか、2013 年ごろまでは毎年冬にスキー・スノーボードのツアーが行われていた。

機関紙は、上述の行事の告知や参加記、商品やサービスの紹介や利用談、一言カードの内容や回答などが主な内容で、かつては毎月発行していたが、2015 年ごろから発行されなくなり、2017 年に一時復活したが、2018 年ごろからは発行されていない。機関紙の発行は紙媒体が主で、WEB や SNS による学生活動の発信はあまり行われていなかった。現在でも東京インカレ学生委員会の Facebook のページが残っているが、書き込みはほぼ 2013 年に限定されており、その後に引き継がれていないことがわかる。

そのほか、東京インカレが中心となって運営していた就職活動支援のための「就活応援ステーション」のスタッフ活動[2]、東京インカレの広報の支援活動[1]といった取り組みもあったが、いずれも一時的なものが多かった。

なお、学生活動に参加していた学生が生協への関心を強め、大学生協や地域生協に就職した例は、比較的最近まであった。

地区や全国規模の連帯の行事、例えばブロックやエリアの学生交流イベントや、大学生協全国総会や「Peace Now」などのイベントへの東京インカレからの参加は、比較的最近でもあった。学生理事や学生委員としての参加もあったが[5]、教員が関心をもって自らのゼミ生に東京インカレに加入してもらって「Peace Now」に参加させたという例もあった[3]。ただ、これらも継続的な取り組みとはならなかった。

2018 年ごろからは学生委員会としてのまとまった活動はほとんど見られなくなってしまった。学生理事・監事は、ほとんどが教員理事の紹介で参加している当該教員の所属大学の学生が就任している。実質的には、経営や会計を専攻とする学生に、生協という事業組織の運営経験を持ってもらうのが主な目的になっている（本来の理事・監事のあり方からは多少問題がある可能性はあるが、これが貴重な経験であることはもっと認識されてよいと思われる）。その中で、少数ながら、生協の学生活動に興味を持つようになる学生がいることも事実である（今回の報告者（椎葉）もその１人である）。

3.2　これまでの活動の問題点

東京インカレの学生活動は、他の多くの大学生協と同様、新歓などのイベントをきっかけに参加したメンバーを中心に学生委員会を構成し、イベントや広報活動などを行いながら理事などの役員として生協運営にも参加していくという形をとっていた。ところが、イベントのマンネリ化などもあって参加者が次第に減少し、イベント後のフォローも乏しかったことなどから、学生活動の参加者も減り、そのため個々人の負担が大きくなってイベントの運営が難しくなり、学生委員会が維持できなくなっていったと思われる。

特定の学園に根差したものではないというインターカレッジコープの特性のため、学生活動を行うことに対する所属校からの支援は期待できないことに加え、学生の所属校での他の学生へのネットワークの拡大が容易でなく、学内で孤立するケースもあったようである。東京インカレの教職員理事も学生の所属校とは異なることも多く、教職員からの支援も十分とはいえなかった。前述の協力校は大部分が教科書販売などでの協力関係にとどまり、東京インカレと当該協力校の学生との接点は少なく、学生活動に参加する学生はほとんど出てきていない。

一方、他の大学生協と異なり、学生委員会の会合が行われる東京インカレ本部と所属校が離れていることが学生活動の障害となることもあったようである（会合も土曜日などに行わざるを得ず、これもアルバイトをする学生にとっては負担だったようである）。

組織やイベントの運営のノウハウが属人化してうまく継承されなかったことや、WEB や SNS の活用がなかなか進まなかったことも問題であった。熱心に活動していた学生が大学を卒業するとともに、それまで取り組まれていた活動がしぼんでしまうケースが散見されていた。

専従職員や連帯組織による支援はある程度行われていたと思われるが、地区で唯一のインターカレッジコープゆえに、他の大学生協での経験やノウハウが活用しにくいという問題もあった。食堂や日配品販売を行わず、自動車教習所など同一組合員の頻繁な利用が期待できない商品・サービスが中心であることから、店舗づくりや商品提案といった活動がほとんどできないという問題もあった（HP や WEB 販売の改善のための活動は可能であったと思われるが、東京インカレで WEB 中心の販売活動が本格的に行われるようになったのは 2019 年ごろからのことである）。さらに、共済加入者やＰＣ購入者のネットワーク化も行われてこなかった。

このような問題を抱える中で、新たな可能性を探るための活動が 2021 年から行われるようになった。以下その取り組みについて紹介する。

4.　現在の学生活動の取り組み

4.1　取り組みの内容

今回、報告者（椎葉）が中心となって行ったのは就活イベントである。

就活を始めたばかりの 3 年生、コロナ禍で不安な 2 年生に向けて、過去に東京インカレの学生理事であり、現在社会人をされている方に、仕事選びを考える上でのセミナーをして頂いた。

背景として 2 点理由がある。１つ目は、私個人が就職活動をする上で就活の考え方を聞く機会が少なかった事。２つ目は、東京インカレへ学生が参加する機会が少なく、生協を知り参加するきっかけの一つを作り

たかったからである。

時間としては９０分間、実施回数は２回だった。参加人数は１回目が５人、２回目で０人という結果になった。

結果としては、参加人数は振るわなかったものの、判明したことがいくつかあった。まず第一に、東京インカレのメールリストやツイッターアカウント等の広報機能はほとんど機能していないということである。第二に、友人経由での集客効果は強いということである。第三に、生協の活動によって学生に機会を作ることが可能であるということである。

これら三つの学びによって、今後の生協の展開方針と、私が今後できることににについて発見があった。

4.2 現在の取り組みを踏まえた今後の展開

東京インカレで活動を考えている後輩や、これから大学に入学する学生に対して、東京インカレとして開催可能なイベントのリストと必要な確認事項、生協参加に繋げるためのプロセスを記したマニュアルを残そうと考えている。私の個人的なキャリアとして、起業の経験があり、また過去２回のイベント開催により得られた知見を還元する意図で、マニュアルを作成し、志を持った学生がすぐに活動をできるような環境を作りたいと考えている。

マニュアルには、開催しやすいイベントのリスト、そのために必要な人員やツール、生協として活動するにあたっての必要なスタンスと認識、イベント開催の際に学生が参加する仕組みを東京インカレの活動の中にどのように入れていくかについて記す予定である。

5. おわりに

上述のとおり、新たな取り組みはまだ緒に就いたばかりである。しかも、この取り組みの中心となっている学生理事は、現在４年生で来年には卒業予定であるうえ、継承できる学生は今のところいない状況である。このため今回の取り組みは、今後新たに参加する学生が出てきた場合、すぐに活動できるようなノウハウなどが中心の内容となっている。

今後、連帯組織や他の大学生協や連帯組織の経験や知見からも学びつつ、この取り組みをさらに推し進めていくとともにその成果を活用していくこととしたい。

併せて、インターカレッジコープの特質を踏まえた学生活動、ひいては組織活動のあり方についても考察を進めていくこととしたい。

参考文献

(1) 秋山翔太，石毛昭範：“東京インターカレッジコープの広報活動の新たな展開”，2016 PC Conference 論文集 pp.81-84（2016）.
(2) 石毛昭範，田中義信，石井伸明：“大学生協の「就活応援ステーション」 - 就活生の「あったらいいな」がココにある”，2015 PC Conference 論文集 pp.151-152（2015）。
(3) 石毛昭範：“インターカレッジコープの現状、課題と新たな可能性”，2019 PC Conference 論文集 pp.111-112（2019）.
(4) 石毛昭範，藤本俊明，大澤寛太，内田陽菜：“インターカレッジコープの意義と抱負”，univ.CO-OP，vol.427，pp.39-40（2019）.
(5) 木村真那，鶴田英人，石毛昭範：“東京インターカレッジコープの学生委員会活動の展開”，2017 PC Conference 論文集 pp.273-274（2017）.

メタ認知の視点を考慮に入れた「学びのスタイル」による対面式情報基礎授業の調査

篠田有史[*1]・岳五一[*2]・鳩貝耕一[*1]・松本茂樹[*2]・高橋正[*2]・河口紅[*3]・吉田賢史[*4]
Email: shinoda@konan-u.ac.jp

*1: 甲南大学全学共通教育センター
*2: 甲南大学知能情報学部
*3: 一般社団法人さんぴぃす
*4: 早稲田大学高等学院

◎Key Words 学習スタイル，学習者分析，情報基礎教育

1. はじめに

個性豊かな学習者に適応するために，学び方をモデル化した学習スタイルに関する多くの取り組みがなされている。筆者らは，好みの教示方法を調査するための質問をまとめた「学びのスタイル」調査アンケートを構築し，授業改善につなげる取り組みを続けてきた。数学の模擬授業における取り組みでは，客観的指標と自己認識を比較し，自身の状態について考えを深めながら，主体的に学びを進めていく活動が重要であるといった示唆が得られた(1)。

一方で，「学びのスタイル」と，学習者からの授業の難易度に関するレスポンスとを結ぶ取り組みについて結論を得るのは難しく，「学びのスタイル」を基にした新しい取り組みとして，メタ認知(2)の観点からの質問を追加したアンケートを作成し，2020 年度に調査を試みた(3)。メタ認知とは，「自らの認知過程をひとつ高い次元から知覚，記憶，学習，思考する」認識を指し(2)，ここでは学びにどのように向き合っているかにフォーカスした質問を盛り込んだ。このメタ認知の知見を組み込んだ新しいアンケートをオンライン授業下で実施・分析した結果，学習者の状況が「メタ認知」を利用して把握できる可能性が示唆された(3)。さらに，2021 年度には，コロナ禍でのオンデマンド型授業へのニーズの高まりに対応し，オンライン授業に特化する形で，オンライン学習コース上での学習者の状況の調査した(4)。

他方，研究調査の対象となっている甲南大学の情報基礎教育である「IT 基礎」は，2022 年度より学生が自分のデバイスを大学に持ち込んで活用する BYOD 化を推進するモデル授業としての役割が与えられ，さらに対面形式で開講されることとなった。BYOD を全学に広める過程では，学生が PC を積極的に使いこなしていく姿勢を獲得することが重要となる。また，授業に向かう学生の状況の把握は，従来にも増して重要な意味をもつことが考えられる。

そこで，本研究では，メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートを用いて，対面式授業の現場で，学習者の状況を捉えることが可能かどうか調査を実施する。本稿執筆の段階では，プレアンケートとなる調査のみが完了した状況である。そのため，本稿ではプレアンケート調査から読み取ることができる情報を検討し，ポストアンケートで実施するべき調査について議論する。

2. メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートによる学習者の調査

本研究で用いるメタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートは，筆者らが独自に検討していた「学びのスタイル」アンケートをベースに，阿部らによって学術論文として公開されているメタ認知の調査アンケート(2)の要素を追加し，学習者の学びの個性に加えて，学びの促進の上で好ましい知識を得ているかを質問するものである。

このアンケートは，19 の質問からなり，Q1～Q11 の 11 問は自分の好きな学び方を質問する部分となっている。Q12～Q19 の 8 問は阿部らによるメタ認知の調査アンケートの中から，メタ認知的知識の質問(2)を適用したものとなっている(3)。

このアンケートを用いて調査を行うのは，甲南大学で 2022 年前期に開講している，「IT 基礎」の授業である。ここでは，筆頭者の担当する 2 つのクラスについて，アンケートの趣旨や内容を説明の上，任意で回答を募る方式で調査を実施することとした。授業は，序盤の第 1 回～第 5 回にかけて情報リテラシーの内容を扱い，第 6 回より，オフィスソフトウェアの利用を開始する構成である。そこで，第 6 回の開講にあわせて，プレアンケートとして，メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートを実施することとした。調査の期間は，第 6 回授業日の 2022 年 5 月 18 日から 5 月 27 日までとし，授業の際にアンケートに協力を求める簡易な説明と資料を公開して回答を募った。プレアンケートでは，履修者 93 名中，79 名の有効回答を得ることができた。

3. メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」による 2022 年の学習者の可視化

収集したアンケート結果については，筆者らの 2020 年の検討(3)と同じ方法でテータを整理すること

とした。メタ認知的知識については，得られたスコアをシンプルに合算し，学びのスタイルについては，項目ごとにまとめたものとした。項目ごとの集計結果を表 1 に示す。また，メタ認知的知識の度合いの分布，自習傾向，および，説明への依存に関する学びのスタイルの度数分布を図 1-図 3 に示す。これらの度数分布から，学習者ごとの学びの状況が存在し，学びの個性が把握できていることがわかる。

メタ認知的知識の度合いと学びのスタイルを組み合わせることで，学生のおかれた状況を類型化し，躓きやすいと考えられるようなグループを見いだすことが可能である。例えば，メタ認知的知識の度合いが低く，不安が高く，主体的な自習傾向が低い，といった学習者群である。不安が平均の 9.49 を上回り，自習傾向が平均の 11.52 を下回る学習者を調べると，23 名がピックアップできた。そのうち 17 名はメタ認知的知識の度合いが平均を下回っており，何らかの支援の必要性が見受けられる。また，パラメータの意味を考えると矛盾があり，注意が必要なグループも見いだすことができる。例えば，メタ認知的知識の度合いが高く，積極的な学びのための知識を有しているとレスポンスしているにもかかわらず，主体的な自習の傾向が低く，説明への依存が高い学習者である。平均値を軸に整理したところ，このような一見すると矛盾のあるレスポンスをしている学習者は 7 名いることが確認できた。

授業を通じ，学習者の受講に対する姿勢が変化するか，あるいはどのような変遷が見られるかを調査することは，BYOD 下における IT 基礎の位置づけを考慮すると重要な意味を持つものと考えられる。そこで，今回については，授業の感想の調査に特化して実施してきたポストアンケートの内容を変更し，メタ認知的知識と学びのスタイルをポストアンケートでも再度調査し，その変遷について検討を試みる予定である。

4. おわりに

本稿では，メタ認知の視点を考慮した「学びのスタイル」アンケートを用いて，情報基礎教育の授業における学習者の状況を調査し，どのようなレスポスが得られているか検討した。得られたデータからは，学びのスタイルとメタ認知的知識に関する情報を得ることができ，特徴的な学習者の類型を見いだすことが可能となっている。今後は，学習者の状況に授業後半のポストアンケート中でどのような変化がみられるか，さらに調査を実施する予定である。

参考文献

(1) 篠田有史, 松本茂樹, 岳五一, 鳩貝耕一, 高橋正, 河口紅, 吉田賢史, “主観評価と客観評価の組み合わせで検討する数学の模擬授業における学びのスタイル,” Proc. of 2015 PC カンファレンス, pp. 237-240 (2015).

(2) 阿部真美子, 井田政則, “成人用メタ認知尺度の作成の試み --Metacognitive Awareness Inventory を用いて,” 立正大学心理学研究年報, Vol. 1, pp. 23-34 (2010).

(3) 篠田有史, 岳五一, 鳩貝耕一, 松本茂樹, 高橋正, 河口紅, 吉田賢史, “学習に関するメタ認知の知見を組み込んだ「学びのスタイル」アンケートによるオンライン授業の分析,” 甲南大学教育学習支援センター紀要, No.6, pp. 99-107 (2021).

(4) 篠田有史, 岳五一, 鳩貝耕一, 松本茂樹, 高橋正, 河口紅, 吉田賢史, “オンライン情報基礎学習コースの受講と「学びのスタイル」,” Proc. of 2021 PC カンファレンス, pp. 62-63 (2021).

表 1. 項目ごとの集計結果

回答区分	最小値	最大値	平均値	分散	標準偏差	四分位偏差
授業内容の概要把握	3	11	7.22	3.74	1.93	1.00
手順への依存	4	12	9.57	4.48	2.12	1.50
説明への依存	3	12	9.18	4.53	2.13	1.50
不安	5	12	9.49	3.51	1.87	1.50
自習指向	4	17	11.52	5.30	2.30	1.50
メタ認知的知識の度合い	22	46	35.13	21.11	4.59	2.75

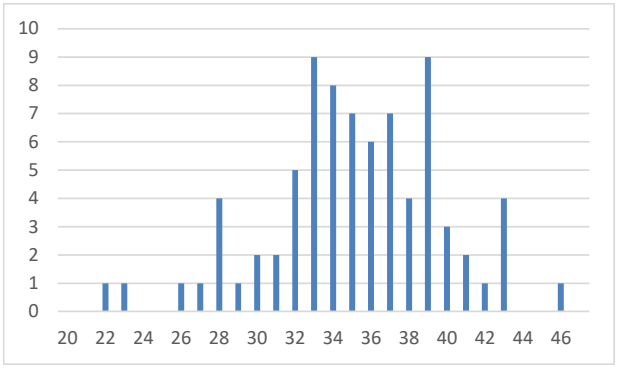


図 1. メタ認知的知識の度合いの度数分布

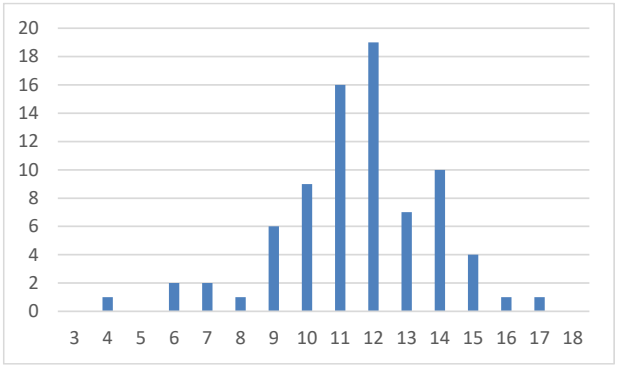


図 2. 自習傾向に関する 3 つの質問の合計の度数分布

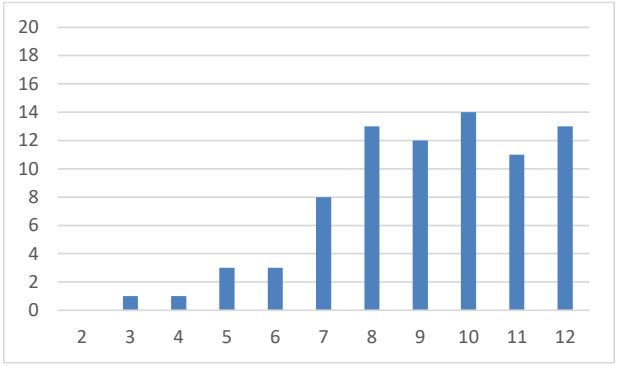


図 3. 説明への依存に関する
2 つの質問の合計の度数分布

CIEC サタデーカフェの取り組みについて

平田義隆*1・高瀬敏樹*2・吉田賢史*3
Email: hiratay@kyoto-wu.ac.jp

*1：京都女子中学校高等学校教諭・京都女子大学現代社会学部非常勤講師
*2：市立札幌旭丘高等学校
*3：早稲田大学高等学院

◎Key Words　ワールドカフェ，オンライン研究会，インフォーマル

1. はじめに

コロナ禍になって２年以上が経過し、これまで行っていたような対面での研究会開催は難しくなった。そこで、CIEC 小中高部会では、「インフォーマルで小規模なオンライン研究会」として、2021 年 4 月より「CIEC サタデーカフェ」を毎月第３土曜日に始めることになり、すでに 10 回以上行った。本稿では、サタデーカフェの様子を始め、これまで取り扱ったテーマや、カフェの運用などについて紹介し、会員の皆様と一緒に今後の活動について考えたい。

2. サタデーカフェ開始の経緯

CIEC 小中高部会では、毎年３回の研究会を行っている。各研究会のテーマは多岐にわたるが、基本的には小学校、中学校、高等学校における情報活用に関する教育をテーマにするものが多い。これまで多くの参加者にも支えられ、活発に活動してきたが, 2020 年度末、コロナ禍により、対面での研究会の開催は非常に難しくなった。そこで CIEC 小中高部会では、対面で集まることができなくても、研究会のようなものが企画できないか議論し、学校が休校している中、他校の先生方がどのように日常を乗り越えようとされているのかについて、多くの先生方と話し合いの機会を持ちたいという要望に応える形で、この CIEC サタデーカフェが開催されることになった。

3. サタデーカフェの概要

サタデーカフェの開始にあたり、まずは開催趣旨の策定を行った。小中高部会の世話人で検討を行い次のようになった。

「CIEC 小中高部会では、従来と比べ、小規模でインフォーマルな研究会として、『CIEC サタデーカフェ』を立ち上げることとなりました。内容は小中高に関わる『情報教育』や『情報科学』から、『授業デザイン』や『未来への学び』まで CIEC に関係するものならどのようなものでも扱います。ZOOM によるオンライン開催ですので、全国どこからでも気軽に参加いただけます。月１回、土曜日の夜に、みなさんで情報教育にまつわるいろいろな話題について気軽に考えてみませんか？」

この趣旨を元に、具体的な開催ルールの検討を行った。まず、このカフェを定期的に開くことを前提とし、それを毎月第 3 土曜日とした。また，クラブ指導や授業準備など教員の校務終了時間を鑑み，開催時間を 20 時から 21 時と設定した。土曜日の理由として，翌日が日曜日であることが挙げられる。日曜日夕刻の開催となると、翌日からの勤務への影響があると考え、土曜日の設定にし、会の名称も「サタデーカフェ」とした。ただ、参加される方の多くが学校教員であり、公立・私立や学校種も様々であることから、土曜日も勤務の方に配慮して 20 時から 1 時間だけの実施とした。開始時間が遅いので、食事やおやつなどを飲食しながらの参加も奨励し、趣旨にもあるように CIEC の中では「小規模でインフォーマルな研究会」と位置づけて開催するに至っている。

また、話題を提供してくださるスピーカーを毎回お願いすることとした。たった 1 時間しかないため、最初の 15 分間を話題提供に充て、その後の 45 分間について参加者を交えてのフリーディスカッションとすることにした。

これらを元に、開催概要として次のように定めた。

「定例として、毎月第 3 土曜日の 20:00～21:00 に行います。(定例通りでない回を設定することもあります。) また、基本的に各回ともスピーカーによる話題提供 15 分に加え、フロアとのディスカッション 45 分で構成する予定です。『学校ではこのような取り組みをしています。』や『授業の実践を聞いてください。』、また『学校でこんなことに困っています。』などテーマの設定はスピーカー次第です。参加者の皆さんでスピーカーの話を聞きながら、いろいろな意見を出し合い、お互いの教育力向上を目的とする研究会です。」

ここにもあるように提供される話題については、教育に関わることであればどんなものでもよく、多くは、提供者ご自身の実践を元に話される構成が多い。

さらに、オンライン(ZOOM)での開催ということで、小中高部会で ZOOM アカウントを 1 つ取得し、それをホストとして毎回カフェを運営している。基本的には参加者の方々に毎回改めてエントリーしていただいているが、一度参加していただいた方には，2 回目からは気軽に参加していただけるように工夫をし、気軽に参加できる雰囲気を作っている。

4. これまでの経過

2021 年 4 月の開始から 2022 年 6 月まで、合計 13 回のカフェを実施した。ここでは各回のテーマと話題提供者について紹介したい。(話題提供者については敬称

略としている。)

・第 1 回 : 2021 年 4 月 17 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : ICT 活用実践事例集「まなびの旅」の制作について
話題提供者 : 平田 義隆(京都女子中学校高等学校)
・第 2 回 : 2021 年 5 月 15 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : BYOD への長い道のり
話題提供者 : 八百幸大(早稲田大学高等学院)
・第 3 回 : 2021 年 6 月 19 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 公立高校での GIGA スクール構想実現への取り組み
話題提供者 : 高瀬敏樹(市立札幌旭丘高校)
・第 4 回 : 2021 年 7 月 17 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 小学校におけるプログラミング教育の取り組み ～高校情報 I へどうつなげるか～
話題提供者 : 森棟 隆一(白百合学園中学高等学校)
壁谷 祐亮(白百合学園小学校)
・第 5 回 : 2021 年 9 月 18 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 高校生が「海女」の魅力の VR 映像を制作・発信するまで
話題提供者 : 黒田 昌志(三重県立鳥羽高等学校)
水野 拓宏(㈱アルファコード代表取締役 CEO 兼 CTO)
・第 6 回 : 2021 年 10 月 16 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 主婦と変人が創り出す新たな学びとは
話題提供者 : 河口 紅(NPO 法人さんぴぃす理事長・兵庫県立大学非常勤講師)
大脇 巧己(NPO 法人さんぴぃす事務局長)
・第 7 回 : 2021 年 11 月 20 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : プログラミング教育における、はじめの一歩～子どもたちの現在と未来を考えた教師の可能性～
話題提供者 : 慶徳 大介(3rdschool)
・第 8 回 : 2021 年 12 月 18 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 学校教育でのクリティカルシンキング、教科教育、生活指導、プロジェクト(総合)
話題提供者 : 若林 靖永(CIEC 会長、京都大学経営管理大学院経営研究センター長)
・第 9 回 : 2022 年 1 月 15 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 町の高校生が考える地域の魅力化
話題提供者 : 石谷 正(北海道霧多布高等学校)
・第 10 回 : 2022 年 2 月 19 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : ICT の 3 文字の中で大切なのはどれでしょうか?
話題提供者 : 伊藤 正徳(聖徳学園中学高等学校校長)
・第 11 回 : 2022 年 4 月 16 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : デマ・フェイクニュース・ディスインフォメーションそしてネタ
話題提供者 : 山田 夕子(社会医療法人愛仁会)
・第 12 回 : 2022 年 5 月 21 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : GIGA スクール構想の現場より／GIGA スクール構想の現状と課題・今後について
話題提供者 : 大橋 剛(札幌市立大谷地小学校)
・第 13 回 : 2022 年 6 月 18 日(土) 20:00〜21:00
テーマ : 情報科　新カリキュラムについて
話題提供者 : 柴田 直美(日本女子大学附属高等学校)

これまで 13 回にわたり、本当に多くの方々にご協力をいただき、毎回充実したカフェを運営できている。この場を借りて話題提供者の方々に御礼を申し上げます。

5. サタデーカフェの運営

これまで、全回にわたり、司会・記録ともに部会長の平田が行ってきた。特に大きな問題もなく運営できたと思っている。

先述の通り、毎回 1 時間のうち、約 15 分間は話題提供で、参加者が自由に発言できる時間は約 45 分である。毎回 15〜20 名程度の参加者で、できるだけ全員に発言いただこうとすると 1 人当たりの発言時間はかなり短時間になる。そこで、オフィシャルには 1 時間のカフェとしているが、その後、出入りも発言も自由に行えるフリーディスカッションの時間を約 1 時間とっている。Web に掲載されているオフィシャルな報告書を作成するために最初の 1 時間は録画ディスカッションの内容を録画機能により残している。フリーディスカッションの時間は録画していない。ところが、このフリーディスカッションの時間におけるディスカッションが充実している回が多く、最後まで録画したかったと思うことが多い。そのようなこともあり、オフィシャルの時間を過ぎても、そのまま参加してくださる方が非常に多い。

6. 話題提供者の人選

話題提供者の人選については、小中高部会世話人からの推薦で決めていることが多い。対面で行っていた時代に研究会などに参加していただいた方を始め、小中高部会の世話人、その世話人の関係の方など多方面の方々にお願いをし、2021 年 12 月の第 8 回については CIEC 会長である若林先生も話題を提供していただいた。

今後も、さまざまな分野の方々に話題提供いただけるように声かけをしていきたいと考える。

7. サタデーカフェの広報

会の広報活動については、カフェの最後に、次回のテーマについて告知を行ってきている。毎回、1 ヶ月前にはある程度の話題も決定しているように準備をしている。さらに、事務局にお願いし、会員メールにて周知を行っている。毎回、会員メールが送られるタイミングでの申し込みがあるので、これについては一定の成果があると考えている。開催の約 3 週間前と約 1 週間前の 2 回、会員メールを送っているので、ギリギリまで都合が分からない方でも 1 週間前の周知メールをみて、申し込みをして下さる方も多い。今後は、CIEC の Twitter なども併用しながら広報を行っていければと考えている。

8. サタデーカフェの雰囲気

最初にも述べたように、サタデーカフェは「小規模

でインフォーマルな研究会」という位置づけで行っていることもあり、通常の研究会と比較しても、あまり堅苦しくなく、気軽に参加いただけるものを目指している。司会もそれを意識して運営を行っているが、回を重ねるごとに参加者の方も雰囲気をつかんで下さり、さまざまな視点から積極的に発言して下さる様子もうかがえ、とても落ち着いた雰囲気で楽しく運営ができている。また、お互いの教育力の向上を目的にしていることもあり、アカデミックな話題が展開されることも多い。そういったことが功を奏して、回を重ねるごとに、毎回参加して下さる方も増え、また新しく来て下さる方も毎回のようにおられ、とても活気にあふれていると感じている。今後も、新しく参加いただける方の開拓を行いながら、一度参加いただいた方には次回も参加いただけるよう、工夫をしていけたらと考えているところである。

9. おわりに

開始当初、本当に参加者の方が集まって下さるのか、不安しかなかったが、いざ実施してみると、多くの方が参加して下さり、心をなで下ろしたことを今でも鮮明に覚えている。これまで対面での研究会しか経験がない状況だったが、コロナ禍のおかげで逆にオンラインでの研究会がニューノーマルとなり、違和感なく運営できていることには我々自身驚いている。対面での研究会では難しかったが、オンラインで行うことで、日本全国幅広く同じ時間に多くの方々で共通の話題についてディスカッションできることを実感し、逆に対面では味わうことのできない良さについても認識できた。中には、通勤電車の中からカフェに参加下さる方もおられ、この時代、場所を選ばず研究会に参加できるようになったことに改めて驚かされた。

開始して約 1 年半、ようやく軌道に乗ってきたように思う。課題としては、話題提供者の人選について今後うまく機能するかどうかである。各方面で活躍されている方々に積極的に声をかけながら決定できればと考えている。今後も多くの方々に参加していただき、CIEC サタデーカフェをますます発展させ、充実した時間を皆さんにお届けできるよう CIEC 小中高部会として研鑽を重ねたいと考えるところである。

謝辞

CIEC サタデーカフェの運営にあたり、多くの参加者の方々をはじめ、毎回有意義な時間を創出していただいている話題提供者の方々に改めて御礼を申し上げます。さらに、この会の運営はCIEC 小中高部会世話人の先生方のお力なしでは到底なしえないものである。心より感謝申し上げるとともに、世話人の先生方の氏名を掲載させていただき(敬称略)、謝辞に代えさせていただきます。

石谷 正 (北海道霧多布高等学校)
尾池 佳子 (八王子市立松枝小学校)
大木 誠一 (元神戸国際大学附属高等学校)
大橋 真也 (千葉県立千葉中学校・千葉高等学校)
澤田 あゆみ (立命館高等学校)
柴田 直美 (日本女子大学附属高等学校)
武沢 護 (早稲田大学高等学院)
橘 孝博 (早稲田大学高等学院)
中西 通雄 (追手門学院大学)
平井 俊成 (日本女子大学附属高等学校)
三岡 恵子 (聖徳学園中学・高等学校)
森棟 隆一 (白百合学園中学高等学校)
八百幸 大 (早稲田大学高等学院)

参考文献

(1)香取一昭、大川恒 『ワールドカフェをやろう』 日本経済新聞出版社、(2017)

Virtual Reality 技術を活用した語学の運用練習の有効性についての検討

小渡悟*1・渡邉ゆきこ*2
Email: sodo@okiu.ac.jp

*1：沖縄国際大学産業情報学部産業情報学科
*2：沖縄大学人文学部国際コミュニケーション学科

◎Key Words　Virtual Reality，外国語教育，言語プロトコル法，視線分析法

1. はじめに

我々は中国語の運用練習に臨場感のある Virtual Reality（VR）映像を活用することで，受講者に興味を持たせるだけでなく学習効果の高い授業運営を行えることを報告してきた[1]。同報告において語学の運用練習に置いて VR 映像は学習者が興味を持ちやすく，発話のためのモチベーションが顕著に向上することを示した。VR 映像を見た学習者が自分の習得してきたレベルで情報を引き出すため，事前に教員が学習者のレベルに配慮する必要がないばかりでなく，レベルの異なる学習者間でもある程度のコミュニケーションが成立していた。実際の言語景観を使うことで，例えば，看板に書かれている文字の字体や店先に並べられている商品の傾向から場所の限定を行い，道に迷った際に手助けとなる地番標記の見方を指導するなど，言語の習得だけではなく，言語習得のためには間接的ではあるものの非常に有効で豊富な情報を与えることが可能であった。

VR 技術を活用した語学の運用練習を行うと学習者が興味を持ち，発話のためのモチベーションが向上することの定量評価を発話単語数，観察時間，注視位置から検討を行った。語学の運用練習において使用する教材をディスプレイに提示した静止画像，ディスプレイ上での 360 度静止画像，Head Mount Display（HMD）を装着した VR 空間の 3 種類の条件下において言語プロトコル法と視線分析法を用いて多面的観察を行った。さらに，Mozilla hubs にて立体的な 3D 空間を構築し，ディスプレイ上で VR 空間を移動する場合と HMD を装着した場合との比較も行った。また，併せて拡散的好奇心と特殊的好奇心に関するアンケート調査を行い関連性の検討を行ったので報告する。

2. アンケート調査

被験者には VR に関する事前知識があるかどうか，また，VR を用いた場合での学習意欲測定として ARCS モデルを用いたアンケート，ならびに拡散的好奇心と特殊的好奇心[2]についてアンケートを行う。

3. ディスプレイ画像と VR 画像の比較実験

3.1 実験環境

360 度カメラ RICOH THETA V にて解像度 5376×2688 にて撮影した静止画像を用いる。画像の提示方法は 3 種類準備した。図 1 に示すように静止画像をディスプレイ全面に表示するタイプ A，図 2 に示すように RICOH THETA 専用アプリにて視点位置を変更できるタイプ B，図 3 に示すようにブラウザで動作する VR プラットフォーム Mozilla hubs 内に全天球画像として配置し，ヘッドマウント（HMD）を装着した状態で閲覧する形式のタイプ C を評価実験の対象とする。視線情報についてはタイプ A，タイプ B のディスプレイ提示時には Tobii Pro ナノ，タイプ C の HMD には Vive Pro eye を用いて計測を行う。

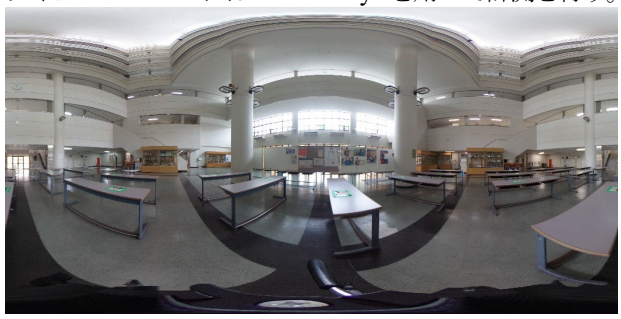


図 1　ディスプレイに提示した静止画像の表示例

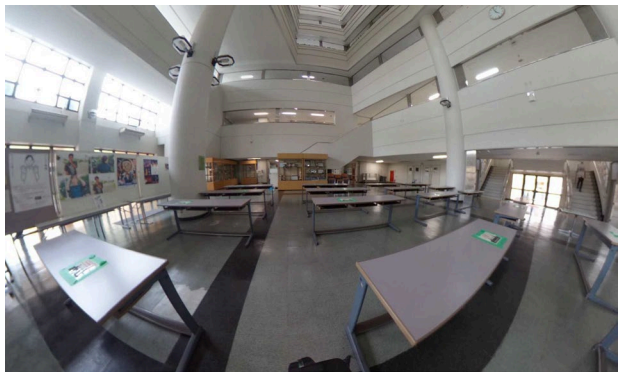


図 2　ディスプレイ上での 360 度静止画像（RICOH THETA 専用アプリの画像）の表示例

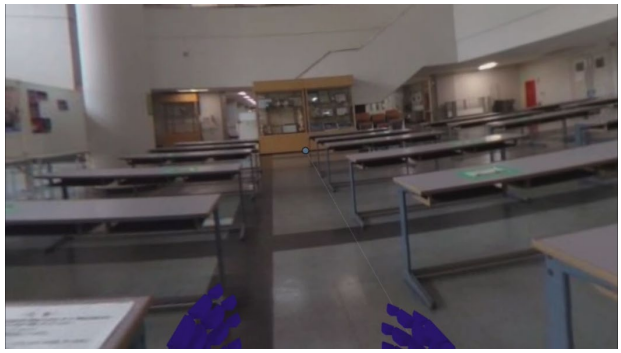


図 3　HMD 上での 360 度静止画像（HMD 映像を PC にミラーリングした画像）の表示例

3.2 実験方法

VR 技術を活用した語学の運用練習を行うと学習者が興味を持ち，発話のためのモチベーションが向上することを発話単語数，観察時間，注視位置から検討を行う。

被験者にタイプ A，タイプ B，タイプ C の画像を提示し，タイプ A については「表示されている映像について説明してください。」，タイプ B については「マウスを映像上でドラッグすると映像をスクロールさせることができます。マウスを自由に操作し，表示されている映像について説明してください。」，タイプ C については HMD を装着後に「体を動きに合わせて映像が表示されます。表示されている映像について説明してください。」と教示する。すべての場合において考えていることを報告してもらう同時言語報告を行ってもらうために「説明内容を考えている間も頭の中の様子を実況中継してください。」と教示する。

被験者には実験を行う前にタイプ B，タイプ C の映像の視聴方法と操作方法を教示し，実験で使用する映像とは異なる映像で操作方法に慣れてもらう。また，映像試聴時に考えていることを報告してもらう同時言語報告についての説明と実験とは異なる課題での練習を行う。

実験では事前説明後，操作する様子をビデオ撮影，視線位置の記録，タイプ B，タイプ C については表示映像の記録を行う。

4. 3D オブジェクトによる VR 空間との比較実験

4.1 実験環境

360 度画像で提示された VR 空間と 3D オブジェクトで構成された VR 空間を比較検討するために，ブラウザで動作する VR プラットフォーム Mozilla hubs にて図 4 に示す 3D オブジェクトを組み合わせたルームを作成した。

図 4 3D オブジェクトによる VR 空間の例

画像の提示方法は 2 種類準備した。ディスプレイに表示されたブラウザ上で表示するタイプ D，HMD を装着した状態で閲覧する形式のタイプ E を評価実験の対象とする。視線情報についてはタイプ D のディスプレイ提示時には Tobii Pro ナノ，タイプ E の HMD には Vive Pro eye を用いて計測を行う。

4.2 実験方法

「3.2 実験方法」と同様の手順で行う。

5. おわりに

VR 技術を活用した語学の運用練習を行うと学習者が興味を持ち，発話のためのモチベーションが向上することを発話単語数，観察時間，注視位置から検討を行った。

ディスプレイ画像と VR 画像の比較実験については大学生 6 人（平均 21 歳）に対して行った。提示する順番による影響を抑えるため，提示する順番は 6 パターン準備し，被験者において重複がないようにした。また，提示する画像も 3 種類準備し，被験者は 3 種類の画像を評価対象とするようにした。

3D オブジェクトによる VR 空間との比較実験については大学生 4 人（平均 22 歳）に対して行った。被験者はタイプ D から提示するグループとタイプ E から提示するグループの 2 グループに分けて行った。また，提示する mozilla hubs のルームも 2 種類準備し，タイプ D とタイプ E では違うルームを評価対象とした。

比較実験の結果についての詳細は当日会場にて報告する。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 20K03137，JP22K00703，JP22K00682 の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 小渡悟，渡邉ゆきこ：“VR（仮想現実）画像を使った中国語教育の試み”，私立大学情報教育協会，2019 年度 ICT 利用による教育改善研究発表会，C-9，pp.149-152（2019）.

(2) 西川一二，雨宮俊彦：“知的好奇心尺度の作成,”，教育心理学研究，63 巻，4 号，pp.412-425（2015）.

VR 空間内での活動を経験的記憶につなげる外国語教育

渡邉ゆきこ*1・小渡悟*2・大前智美*3
Email: watanabe@okinawa-u.ac.jp

*1: 沖縄大学人文学部国際コミュニケーション学科
*2: 沖縄国際大学産業情報学部産業情報学科
*3: 大阪大学サイバーメディアセンター言語教育支援研究部門

◎Key Words　VR, 外国語教育, エピソード記憶, Mozilla Hubs, アクティブラーニング

1. はじめに

学習者が能動的に動き，他者との協働の中で学ぶというアクティブラーニングは，学習者が自ら体験することを通して学習内容を記憶するもので，その記憶は経験的記憶（以下エピソード記憶とする）として長く記憶に残るとされている。また，「記銘」「保持」「想起」という記憶の過程の「保持」をより確かなものとすると同時に「想起」をもより容易なものとし，より実用的な知識として活用しやすくなるともされている(1)。

では，外国語教育におけるアクティブラーニングとは，どのような形であるべきなのだろうか。湯舟（2007）(2)では，教室での学習で得られる「意味記憶」をエピソード記憶へと移行させるポイントとして，「授業でペアワークを導入し，他者が介入することで学習を出来事化する」ことと「多様な『活動』をさせて思い出にする」ことを挙げている。また，外国語がリアルタイムで使用できるようになるためのポイントとして，「文法が意識されない形で記憶されなければならない」とし，トレーニング方法として「文法を意識させない，というよりもむしろ意味に集中せざるを得ないようなタスクおよびトレーニングが必要である」ともしている。

では，初修外国語の限られた単語数と文法知識の中で，学習者が他者と協働して「意味のあること」を伝え，聞取り，「意味に集中」することができるアクティブラーニングとは具体的にどのような形が可能なのか。本稿はその可能性をソーシャル VR(Virtual Reality)プラットフォーム・Mozilla Hubs（モジラ・ハブス）(3)の活用に求め，2021 年 4 月から現在まで，中国語の初級会話クラス(4)で行っている試みについて報告するものである。

本稿のもう一つのポイントは，コロナ禍によりリモートや対面，あるいはその混合型であるハイブリット授業と，さまざまな授業形態が日常的に混在する現状において，アクティブラーニングを実施するための新たな方策の提言である。特にリモート授業やハイブリッド授業では，アクティブラーニングを実現することは難しい。しかし，インターネット上の VR 空間であれば，教室であれ自宅であれ，学習者はワンクリックで学習活動の場に参加が可能となる。リモート授業が長く実施されるにつれ，遠隔地での教育や海外との交流など，リモートでなければ実現し難い新たな授業形態も認知され始めているのも事実である。リモート授業が選択肢のひとつとして将来的にも行われ続ける可能性がある以上，リモートでもアクティブラーニングを実現する方策の必要性は高い。本稿で取り上げる VR 空間の活用は，いかなる授業形態にもシームレスに対応できるアクティブラーニングの新しい授業の形とも言えるものである。

2. Mozilla Hubs とは

Mozilla Hubs はブラウザベースの VR プラットフォームで，Head Mount Display（以下 HMD と称す）だけでなく，パソコンやモバイル端末でもアクセス可能な VR プラットフォームである。ブラウザベースなのでソフトのインストールは必要なく，利用は完全に無料であることから，大学のパソコンなど使用制限のある端末でも利用しやすい。また，学習者が自らの端末で利用する場合も特別な設定が必要ないため便利である。

VR 空間は「ルーム」と呼ばれ，1 つの「ルーム」には同時に 23 人まで入ることができる。１つ１つの「ルーム」には固有の URL が割り振られ，一旦作成すると常に存在し，いつでも入ることが可能だ。

「ルーム」を生成するための３D 画像ファイルを「シーン」と呼ぶ。Mozilla Hubs には多くのモデルシーンが用意されているだけでなく，利用者自身が作成して公開しているシーンも多く，教室などの室内の他，海底や宇宙空間，現実には存在しない仮想空間まで，その数は数百におよぶ。（図１を参照）

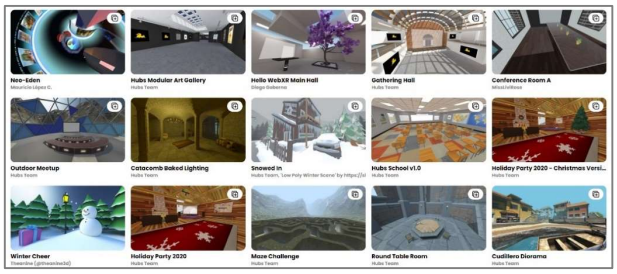


図１　Mozilla Hubs のモデルシーンの一例

2.1　VR 空間内でできること

利用者は用意されているアバターから好きなものを選び，VR 空間に入る。教室では HMD やコントローラーに付いているセンサーのないパソコンでの利用のため，アバターは手や足のない頭と胴体だけの状態だが，マウスやキーボードの簡単な操作で以下の活動ができる。

① 音声での会話と文字でのチャット。
② 前後左右への移動と飛行。
③ 「ペン」を使ってものを指し示し，線を引く。
④ ネット上の画像，動画，３D モデルを VR 空間内に表示する。

⑤　VR 空間内に置かれた「Spawner（スポナー）」と呼ばれる 3D モデルを移動させ，VR 空間内の任意の場所に置く。
⑥　自らのパソコンの画面や Web カメラの画像を VR 空間に表示して共有する。

以上は機能の一部だが，VR 空間内で行える活動は非常に多彩である上，学生が操作に習熟するスピードも速く，基本的な操作説明と操作練習は 30 分程度で完了できる。

2.2　シーンのカスタマイズ

Mozilla Hubs のシーンは豊富にあるが，必ずしも教科書の内容や教員の意図と合致するとは限らない。シーンに新たに画像や音声，3D モデルなどを加えて加工し，必要に応じてカスタマイズできるのが Mozilla Hubs の編集機能「Spoke（スポーク）」である。（図２を参照）

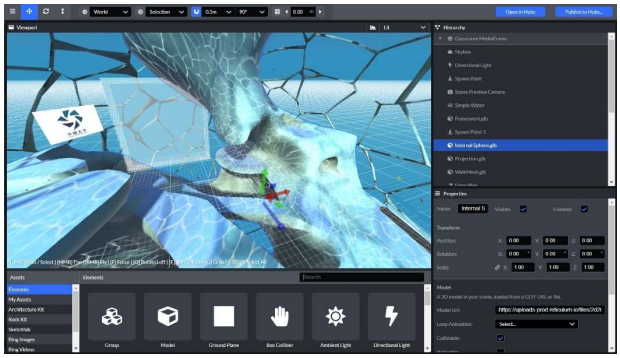


図２　Spoke の画面

加えられる機能には，Spoke 自体があらかじめ備えている各種ライトや画像や動画へのリンクの設置，建設資材や岩石の 3D モデル集などの他，自分のパソコンから画像や 動画，音声，3D モデルなどをアップロードして配置することもできる。（表１を参照）

表１　VR 空間に加えられるファイルとその形式

ファイルの種別	形式
画像	png，jpg，gif
動画	mp4
音声	mp3
3D モデル	glb

音響は聞こえ方の細かい設定が可能で，音量や音源からの距離や方向による音の減衰のレベルの設定により，特定の位置でしか音を聞こえないようにすることなど，現実ではありえない音の表現が可能である。特に音声を多用する語学の学習ではさまざまな活用の可能性があると思われる。

3．VR 空間を使ったアクティブラーニング

初級中国語の授業では，発音指導や会話練習など，さまざまな授業で VR 空間を活用している。VR 空間の使用形態や空間内での活動内容を元に，大きく以下の３タイプに分類される。

①　体感型
②　通話型
③　同一空間での対話型

3.1　体感型

授業ではパソコンを使って VR 空間に入っているため，没入感や臨場感では HMD には劣るが，自由に移動でき，動くにつれて風景がリアルに変化するため，想像以上にリアルな「体感」を得ることができる。このような「体感」を一種の体験と捉え，シーンの中で何らかの作業をする際「感じたこと」を記憶の定着に役立てようとするのが，このタイプの意図である。

具体的な活用例として挙げられるのが，今年度 4 月から使用を始めた「四声の階段」と名付けたシーンである。（図３を参照）中国語のすべての音節（＝漢字）には「四声」と呼ばれる抑揚があり，意味弁別機能がある。つまり語音が同じでも抑揚が異なれば全く異なる意味を表す。中国語学習者はまずこの「四声」を学ぶことになるが，その習得は容易ではなく，従来の教授法では音の抑揚にあわせて学習者に手を振らせたり，頭を振らせたりと様々な方法が試みられて来た。本稿ではこれを VR 空間での上下運動によって、音の上がり下がりを疑似的に「体感」させて記憶に結び付けようと試みた。

図３　「四声の階段」

具体的には，まず図 3 のような上り階段と下り階段を作り，上り階段には上昇の声調番号を表す数字の「2」，下り階段には下降の声調を表す数字の「4」，そしてその下の平面には最も低い声調を表す「3」を配置する。上り階段の先には平らな部分があり屋根のテクスチャーが表示されている。その先に高く伸ばす声調の番号を表す「１」を設置した。「1」をやや傾斜させて設置しているのは，アバターが VR 空間内に入る階段の踊り場にあたる位置から見えないようにし，上に上がって初めて見えるようにするためである。手順は以下の通りである。

①　学生は「シーン」の URL をクリックして各自別々の「ルーム」に入る。
②　教師が流す音声に合わせて上下に移動する練習を何度か繰り返し，ある程度イメージがつかめた段階でクイズ形式に切り替える。
③　学生は聞こえた音声が何声か判断し，番号のところまで移動して番号を見る練習を繰り返す。

それぞれのアバターが見た番号は CALL システムのサムネイル画面に大写しで表示されるため，どのくらいの学生が正しく判断できているかが容易に把握できる。

毎回の練習時間は 15 分程度で，この練習を行った

後，発音練習ソフトである「ST Lab（エスティーラボ）」[5] の音声合成機能を使った「四声の聞取り練習」を行った。このような練習を約２週間，週２回の授業で繰り返した。

「体感型」には他に，日本人には区別が難い鼻母音（中国語のアルファベット表記であるピンインが「n」もしくは「ng」で終わる母音。いずれも日本人には「ん」に聞こえる）のイメージトレーニングがある。（図４を参照）

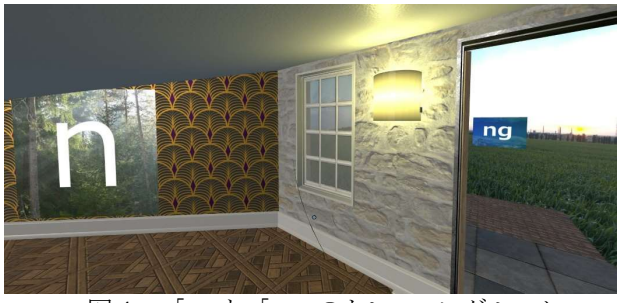


図４　「n」と「ng」のトレーニングルーム

天井の低い部屋を自分の口の中に見立て，アバターは頭が天井すれすれの位置に立っている形でVR空間に入る。これはアバターを「舌」に見立て，天井を硬口蓋に見立てて，舌を硬口蓋に付けて発音する「ん」であることを表現している。一方部屋の外は広々とした空間が広がっており，口腔から鼻腔にかけての空間が広がっていることを表わす。また，「n」と「ng」だけが対立する３組の語音の音声ファイルを部屋の中と外に貼り付け，部屋の中では「n」，部屋の外では「ng」で終わる語音を繰り返し流し，部屋の中と外を行き来することで，発音する際の口の中のイメージと音の違いを「体感」させるというものである。

このタイプの練習では他に，中国語の「理由による不可能表現の言い分け」を「物理的に渡れない橋」と「怖くて渡れない橋」，「通ることが許可されていない橋」をVR空間で渡ってみることで，その意味と使い方の違いを体験するというものなどがある。

3.2　通話型

このタイプも「ルーム」に１人ずつ入るが，同じ形状の「ルーム」に入る場合と異なる形状の「ルーム」に入る場合に分けられる。いずれも２人１組になり，Zoomの通話機能を使い情報をやり取りする練習である。これは「意味＝知るべき情報」を聞き取って書き取り，伝えることで「意味に集中させる」タスクの実現を試みるものである。

このタイプの練習の場合，単語や文法の解説を行う前に使用するVR空間を示し，そこで行う作業について説明を行う。これは「出力を前提とした学習スタイルの優位性は明らかである」[6] という知見を元に，学習目標を明確にし，目標をイメージしやすくするためである。解説を行った後は，できるだけ「意味」に集中できるようST Labを使って単語や文型の発話練習を繰り返し，その後VR空間での練習に入る。

3.2.1　同じ形状の「ルーム」に入るタイプ

このタイプの使用例には「我有～（私は～を持っている）」という所有文と数，そしてそれに付随する中国語の助数詞である「量詞」の練習がある。（図５を参照）使用する「ルーム」の中央には低い舞台があり，周辺には既習の単語を表す移動可能な３Dモデルが並んでいる。

図５　所有文と数詞・量詞の練習ルーム

手順は以下の通りである。

① 各自３Dモデルの中から「自分の所有物」を選び，中国語で書きとめておく。
② Zoomのブレイクアウト機能を使い，２人ずつブレイクアウトルームに入り，各自「ルーム」に入る。
③ まず一方が舞台周辺のものを一つずつ「持っているか」と相手に聞き，持っていると答えた場合は所有する数を尋ね，その数だけ該当する３D モデルを舞台の上に移動させる。一方が聞き終わったら交替して同じ要領で質問を繰り返す。

学生は何度も聞き返し，聞き取った内容が正しいか確認しながら作業を進めていた。「伝えよう」「聞き取ろう」と集中する内に学生は教科書から次第に目線を上げて聞くことに集中し始め，会話が自然に行われていく様子が観察された。

3.2.2　異なる形状の「ルーム」に入るタイプ

このタイプには「物を正しい位置に置く」という練習がある。これは同じ形状だが１人は3Dモデルが配置済みの「正解ルーム」に入り，１人は一部が移動可能な3Dモデルが隅に置かれている「作業用ルーム」（図６を参照）に入るというもので，「正解ルーム」の学生が口頭で置くべき位置を「作業用ルーム」の学生に伝えるという練習である。

図６　位置の練習の「作業用ルーム」

学生は伝えあう内に「左右」が相対的なものであり，位置の説明が想像以上に難しいことに気づいて行った。

これはVR空間で行う練習ならではの「気づき」であり，より実践的な練習でもあると思われる。

3.3　同一空間での対話型

このタイプは2人1組で1つの「ルーム」に入り，タスクに従って作業を行うという練習方法である。Zoomのブレイクアウト機能を使って2人ずつのグループに分かれ，通話もZoomを使って行う。これはVR空間では現実同様距離によって音量が減衰するため，アバター同志の距離にかかわらず明瞭な音声を維持するためである。

このタイプの例には「AをBにあげる」という意味を表す「(主語) 給BA」という表現と「連体修飾語」の練習として行った「プレゼント合戦」という練習がある。(図7を参照) 手順は以下の通りである。

図7　「プレゼント合戦」のVR空間

① 相手の贈るプレゼントである3Dモデルが置かれている2つの島に1人ずつ立つ。
② まず一方が「何をくれるのか？」と聞き，相手は贈る物に既習の贈り物の価値を高める修飾語を付け，例えば「流行の腕時計をあげます」などと答える。
③ もらう方は更に数量を尋ね，贈る方は使用するべき量詞（助数詞）に配慮しながら贈る個数を答える。答え終わったら，予告したプレゼントを伝えた個数相手側の島に移動させる。
④ 1回目のプレゼントが終わったら役割を交替し，同じ要領で繰り返す。

このタイプの練習には他に，好きな食べ物を質問し合って3Dモデルで表示し，相手がより好きだと言った方を上に移動させ，最後に中国語の比較文としてVR空間に表示する練習などがある。

4. おわりに

上記の練習内容を見てもわかるように，VR空間での練習では比較的大規模な舞台装置や多数の3Dモデルを使用している。これらを現実の授業でそろえることはほぼ不可能である。また，ネット上の仮想空間で行うアクティブラーニングであるからこそ，オンライン授業やハイブリッド授業でも自在に参加が可能となる。VRは「現実には不可能なことを実現する」ところに大きな存在価値がある。この活用法は正にVRの特性を十分に生かしたものだと言える。

VR空間「四声の階段」の練習を行った際にMicrosoft formを用いてアンケート調査を行った。練習3回目（2022年4月25日）と練習4回目（2022年4月28日）の両方に出席した受講生21人のアンケート結果を図8に示す。設問は以下の通り。

Q1：VRの利用は授業内容を理解するのに役立つ。
Q2：中国語での会話の仕方についての知識が深まった。
Q3：中国語を身近に感じることができた。
Q4：もっと中国語について勉強したいと思った。
Q5：この授業の内容は授業以外にも役に立つ。
Q6：この授業は自分の知識レベルにあっている。
Q7：空間内で勉強することは楽しかった。
Q8：授業以外でも中国語を勉強したいと思った。

各設問の選択肢は「まったくあてはまらない(0)」「あまりはてはまらない(1)」「ややあてはまる(2)」「とてもあてはまる(3)」とした。各選択肢を0～3に点数化し，平均値を算出した結果も併せて図8に示す。

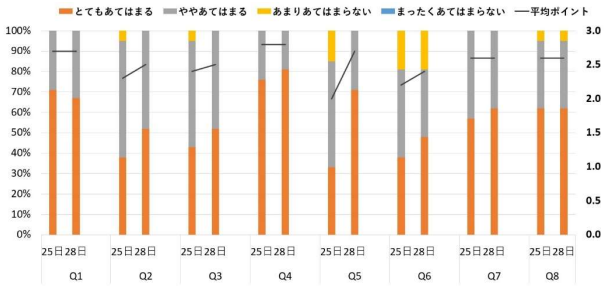


図8　VRを使った授業に関するアンケート結果

3回という短い期間ではあるが授業に対する満足度は高い。また，「この授業の内容は授業以外でも役に立つ」，「中国語の会話の仕方について知識が深まった」，「中国語を身近に感じることができた」の3項目は，4回目に否定的な回答がなくなり，微増ながら授業をより高く評価するようになったことが分かる。

今後の課題としては，まずVRを活用した学習が長期記憶となっているか検証する必要がある。さまざまな状況下における課題などについての検証も行いながら，新たな活用法について研究を進めていく所存である。

【謝辞】本研究はJSPS科研費JP22K00703, JP22K00682の助成を受けたものである。

参考文献

(1) 枝川義邦・谷益美・佐藤哲也: “アクティブラーニングが知識学習に与える影響と実践に向けた課題—高大接続移行期の教員に対する効果的な対応の考察—”，早稲田大学高等教育研究所紀要，第8号，pp. 129-140 (2016).
(2) 湯舟英一：“長期記憶と英語教育(1) —海馬と記憶の生成，記憶システムの分類，手続記憶と第二言語習得理論—”，東洋大学人間科学総合研究所紀要，第7号，pp. 147-162 (2007).
(3) https://hubs.mozilla.com/
(4) 全学を対象とした共通科目で，週2回90分ずつの授業。履修者は昨年度23人，本年度24人で，いずれも中国語学習経験のない日本語ネイティブ。
(5) 筆者らが開発した発音練習ソフト。https://stlab-elearning.jp/#/login/ 詳細は，渡邉ゆきこ・大前智美: “発話を促す多言語教材の開発—外国語教育における音声認識・合成API の可能性—”，2018PC conference 論文集，pp. 56-59 (2018) を参照。
(6) 注1に同じ。

E-Learning 提出レポートの誤答自己確認支援システムの試行実践報告

片平　昌幸*1
Email: katahira@med.akita-u.ac.jp

*1：秋田大学大学院 医学系研究科 医療情報学講座

◎Key Words　　情報リテラシー教育，表計算ソフトウエア，自動採点

1.　はじめに

本年度開始時点では，COVID-19 の感染収束が見通せない中、筆者らが担当する 1 年次対象の情報リテラシー実習科目も、PC 実習室での対面実習はできず，当初から完全遠隔での講義で実施した状況であった。本科目前半では表計算ソフトウエアの実習を行い，毎回，実習結果のレポート提出を課しているが，提出レポートの中には誤りがあるもの，出題意図にそぐわないものが存在する。対面実習であれば，実習室内を巡回しながら目に止まったものを適宜指摘可能であり，誤答レポートについての質問も直接確認・指導が可能であるが，遠隔講義においては全学生に漏れの無い対応は容易ではなく，不具合が指摘された場合，学生自身が自力でどこが誤っているのかを判断しなければならないことも多い。

本稿では、以前 2015PCC で報告[1]した表計算ソフトウエアレポート内容分析評価支援システムを発展させ，学生が各自のレポートをアップロードすると誤答部分を表示・指摘するような誤答自己確認システムの構築と，本システムを試験運用した結果について報告する。

2.　「情報処理」講義の概要

2.1　「情報処理」講義について

「情報処理」は、秋田大学医学部医学科及び保健学科の一年次学生（それぞれ約 130 名・110 名）を対象に、前期（4 月～8 月）に開講している基礎教育科目である。講義内容は主に表計算ソフトウエア、インターネット利用上の諸問題、簡単なプログラミング、レポート作成総合演習等である。講義内容の詳細については，これまでの PCC[2] および CIEC 会誌[3]等でも報告しているので参照されたい。

2.2　遠隔講義への対応

情報処理の講義は基本的に E-Learning System の WebClass を用い、提示された資料を参照しつつ指示された作業や課題を実習する形式で進行する。毎回、複数の必修課題、及びすでにある程度習熟している者のための応用課題が用意されており、学生は課題を実習した後に WebClass のレポート提出機能により提出を行う。そのため，ここ数年のコロナ対応のための遠隔講義でも，基本的にはこの WebClass コースを用いたオンデマンド学習と，Zoom によるリアルタイム解説講義を組み合わせることにより対応した。遠隔講義対応の詳細については，一昨年及び昨年の PCC にて報告[4][5]しているので参照されたい。

2.3　本年度の講義実施状況

本年度開始直後は，全国的な感染状況から，当面の間，完全遠隔講義として講義を行った。感染状況がある程度落ち着いてきた 5/23 から，1m 間隔での対面授業が可能となったため，半クラス毎に他の講義と交代であれば 1m 間隔で実習室利用可能な医学科は対面授業に移行，1m 間隔では全学生を実習室に収容できない保健学科は遠隔／対面の併用で実施した。6/9 からは間隔制限無しでの対面授業が許可されたため，両学科とも完全対面での授業に移行できた。本年度実施の講義各回（WebClass のユニット）の講義内容と講義形態の状況について表 1 に示す（なお本稿執筆時点では表内ユニット 10 まで終了済）。

表 1　2022 年講義実施状況

月	unit	講義内容	形態(医)	形態(保)
4	0	ガイダンス・導入教育	遠隔	遠隔
4	1	開始時確認問題	遠隔	遠隔
4	2	表計算ソフト(1):基礎	遠隔	遠隔
5	3	表計算ソフト(2):絶対参照	遠隔	遠隔
5	4	表計算ソフト(3):書式・罫線	遠隔	遠隔
5	5	表計算ソフト(4):グラフ,表示,ソート	対面	遠隔
5	6	表計算ソフト(5):フィルタ	対面	遠隔
6	7	表計算ソフト(6):unit5,6復習	対面	遠隔・対面
6	8	表計算ソフト(7):総合復習	対面	対面
6	9	表計算(8)/ネット(1)	対面	対面
6	10	インターネット(2)	対面	対面
7	11	インターネット(3)	(対面予定)	(対面予定)
7	12	プログラミング	(対面予定)	(対面予定)
7	13	レポート総合演習 (excel+word)	(対面予定)	(対面予定)
7	14	まとめテスト	(対面予定)	(対面予定)
8	Ext.	特別課題・補習・質問対応	(対面予定)	(対面予定)

本項で述べる，提出レポート自己確認支援システムは，遠隔での実施となった，本年度開始当初（ユニット 2～4）の表計算ソフトウエア（基礎および絶対参照）のレポート課題を主に対象として開発・試行実践したものである。

3.　提出レポート自己確認システムの概要

3.1　システム構成

本稿で述べる，提出レポートの誤答自己確認支援システムは，既に述べたとおり，2015PCC で報告[1]した教職員用の提出レポート内容評価分析支援システムを改良，発展させ，学生がある程度容易に利用できるように再構築したものである。システムは Web サービス処理でよく用いられる PHP 言語を用いて構築されており，表計算ソフトウエア Excel 書類の分析については，PHPExcel[6][7]というライブラリを使用している。PHPExcel ライブラリにより Excel 書類からセル座標を指定してその内容（文字，数値，数式）を抽出した後，あらかじめ模範解答データから作成した正答判定用テンプレートファイルとパターンマッチングさせることによって，正答／誤答，および誤答の状況を判定するという基本部分は前回報告のシステムをベースとしている。

3.2 前回報告のシステムからの修正点

しかしながら，前回報告のシステムでは教職員が学生からの多数のレポートを効率よく処理することを補助する目的で作成したものであり，まとめてダウンロードしたレポートファイルに対してコマンドラインから一括処理を起動する，レポート課題毎に処理プログラムの修正を要する，出力結果も正否等最小限で，教職員が分かればよい程度とする等，一般向けではない構成であった。

今回のシステムでは，学生が自らレポートファイルの内容をチェックし，正否や問題点を容易に判断できるようにする必要がある。そのため，前回システムから下記の点について修正，および新たに構築を行った。

・学生がレポートをアップロードし，判定結果や不具合点を確認できるよう，Web インターフェースを新たに構築した。アップロードページでは，判定するレポート課題番号を選択し，レポートファイルをアップロードするようになっている。実際の画面の例を図 1 に示す。アップロードしたファイルはシステムにより分析された後，各セルの内容（値及び数式）と，セル毎の正否をわかりやすく色分けで表示するとともに，誤ったセルに関する不具合情報も表示する。出力結果画面の例を図 2a,b に示す。

・今回のシステムでは，処理対象となるレポートを表 2 に示す課題に限定した上で，テンプレートファイルにチェック対象セル領域等のパラメータを追加し，すべての判定対象課題について同一のプログラムで処理できるように改良した。

・前回システムでは，セル毎に想定される正答パターン一つのみをテンプレートファイルに記述し，それに一致するか否かで正否を判定していたが，今回システムでは，セル毎の判定パターンを複数使用できるようにした。正答パターンに一致した場合は正答判定されるのは同様であるが，あらかじめ想定される複数の誤答パターンも用意しておくことにより，学生が誤答した場合にどのような不具合であったかわかりやすくなるよう試みた。問題 ID=4-4Q2 のテンプレートファイルに含まれる，正答パターン・誤答パターンの一部の例を図 3 に示す。

・利用状況を記録するため，レポート課題番号，接続元 IP アドレス，レポートの判定対象セル毎の値と正否判定結果等のログ，及びアップロード Excel ファイルを保存した。ただし，判定システムは WebClass からは独立しているので，誰がどのレポートをアップロードし判定に用いたかは分からないようになっている。

・WebClass の情報処理講義のコースには，システムへのリンクを含んだ教材として，システム開発への協力依頼を記載するとともに匿名アンケートを設置し，システムを利用した結果と感想を答えてもらった。

4. レポート自己確認システム実践結果

4.1 利用状況について

本レポート自己確認システムは，5/15 から学生に公開を開始した。5 月および 6 月の，課題番号毎の利用状況を表 3 および図 4 に示す。また，課題番号毎の正答・誤答数を表 4 および図 5 に示す。これらのデータから，遠隔講義が主で，かつ処理対象レポート提出時期であった 5 月の利用が多かったこと，どうしても理解が難しく誤答を起こしやすい絶対位置参照の課題のレポートに対する仕様が多かったことが分かった。なお，利用状況からは，教職員からのアクセス（学内特定 IP）は除いている。

4.2 学生アンケート結果

本レポート自己確認システムへのリンク教材には，匿名アンケートを設置し利用状況や感想を記入してもらうことにしていたが，残念ながら記入率は低く事前に予想していたほどの利用状況や意見等を得ることはできなかった。アンケート回答記述欄に記入されていた内容のうちいくつかを表 5 に示す。

5. おわりに

本稿では，コロナ禍の状況下での遠隔講義による情報処理実習レポートの回答正否や不具合の箇所・理由等を学生自身で確認することができるレポート自己確認システムの構築と試行実践結果について報告した。システムの利用はそれほど多くはなく，アンケート回収率も提要であったが，利用者からはとくに絶対参照の課題で不具合部分が明確に分かり，レポート提出前の確認のために役に立ったとの感想も寄せられた。

今後の課題として，以下のような点が挙げられる。

・使用している PHPExcel ライブラリは既に開発が終了した状態である。改良された後継のライブラリが公開されているので，新ライブラリへの移行が必要である。

・一部の利用者からは，誤答の説明がわかりにくいとの感想があった。想定する誤答パターンとその解説についてさらに検討／修正する必要がある。

・今回のシステムは対象としているレポート課題を限定したものであったが，グラフ課題など，他のレポート課題への対応も進めてみたい。

参考文献

(1) 片平昌幸: “E-Learning 提出レポートの内容分析評価支援システムの試み”, 2015 PC カンファレンス論文集（富山大学）, pp.335-338 (2015)

(2) 片平昌幸, 中村彰 : ” 近年の医学科・保健学科 1 年次学生の入学時 ICT 技量および学習効果の推移動向調査”, 2012 PC カンファレンス論文集（京都大学）, pp.109-112 (2012)

(3) 片平昌幸, 中村彰 : "新入生の ICT 素養と学習効果の統計学的評価", コンピュータ＆エデュケーション, vol.29, pp.86-91 (2010)

(4) 片平昌幸 : ” 実習をともなう情報リテラシー科目における遠隔授業の試み”, 2020 PC カンファレンス論文集（オンライン開催）, pp.53-56 (2020)

(5) 片平昌幸 : ” 情報リテラシー実習科目における 2 年目の遠隔授業の実践報告”, 2021 PC カンファレンス論文集（オンライン開催）, pp.205-208 (2021)

(6) https://github.com/PHPOffice/PHPExcel (github PHPExcel project archive) (2022/6/30 参照)

(7) 西沢直木 : ” Excel+PHP Web データベース開発”, pp.241-278, 毎日コミュニケーションズ (2009)

レポート内容自動判定システム（試験運用中）

【注意事項】

- チェックしたいレポート課題をリストから正しく選択して下さい。誤ったレポート課題を指定した場合、正しく判定されません。
- チェックしたいレポートファイルをアップロードして下さい。Excelファイル以外はアップロードできません。
- 複数のシートが含まれているExcel書類の場合、自動判定対象のシートはファイル保存時に表示されていたシートになります。
- 自動判定は、あらかじめ想定した正答・誤答パターンとの照合により行います。想定外のデータが入力されていた場合、誤判定されることがありますがご了承下さい。
- 現時点では、自動判定できるレポート課題は限られています。
- アップロードされたファイルによる自動判定結果は、個人を特定しないように統計的に処理した上で、本システムの研究開発および改良等のために使用することがありますのでご了承下さい。また、本システムを利用することにより、成績評価に影響を及ぼすことはありません。
- 本システムは試験運用中のため、予測できない不具合が発生したり、予告無しのサービス停止、システム修正等を行ったりすることがあります。
- 本システム利用結果に関する質問・問い合わせは片平宛てにお願いいたします。(WebClassメッセージであればユーザID='kata'宛て、Microsoft365メイルであれば'katahira@med.akita-u.ac.jp'宛てに送信して下さい)

ファイルアップロード　判定したいレポート課題を選択

チェックしたいレポート課題：[3-4]問1 (四則演算練習問題)

アップロードするレポート課題ファイル：ファイルの選択 2-5Q3.xlsx

アップロード実行　ファイルを選択しアップロードする

図1　レポート自己確認システム
ファイルアップロードページ

レポート内容自動判定システム（試験運用中）

レポート情報

レポート番号	4-4Q2
レポートテーマ	[4-4]問2：絶対位置参照練習問題（行および列の絶対参照）
判定対象領域	A3:H17

自動判定結果

正解　問題あり　(判定対象外)

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	西暦	2012	2013	2014	2015	2016		平均
4	青森県	138	137	137	135	134		=AVERAGE(B4:F4)
5		=B4/$H$17*100	=C4/$H$17*100	=D4/$H$17*100	=E4/$H$17*100	=F4/$H$17*100		
6	岩手県	132	131	131	130	129		=AVERAGE(B6:F6)
7		=B6/$H$17*100	=C6/$H$17*100	=D6/$H$17*100	=E6/$H$17*100	=F6/$H$17*100		
8	宮城県	230	232	233	233	232		=AVERAGE(B8:F8)
9		=B8/$H$17*100	=C8/$H$17*100	=D8/$H$17*100	=E8/$H$17*100	=F8/$H$17*100		
10	秋田県	109	108	107	106	104		=AVERAGE(B10:F10)
11		=B10/$H$17*100	=C10/$H$17*100	=D10/$H$17*100	=E10/$H$17*100	=F10/$H$17*100		
12	山形県	116	116	115	114	113		=AVERAGE(B12:F12)
13		=B12/$H$17*100	=C12/$H$17*100	=D12/$H$17*100	=E12/$H$17*100	=F12/$H$17*100		
14	福島県	199	198	198	197	195		=AVERAGE(B14:F14)
15		=B14/$H$17*100	=C14/$H$17*100	=D14/$H$17*100	=E14/$H$17*100	=F14/$H$17*100		
16								
17	東北地方計	924	922	921	915	907		=SUM(H4:H14)

※入力データ、数式のみ読み込まれます。字体、文字寄せ等の書式は読み込まれません。

誤答判定セル数: 0（チェック対象セル総数 83）

自動判定の結果、誤答は検出されませんでした。

report_check_id: 20220630-184358-62bd705ebdc6f

図 2a 判定結果の表示（問題なしの例）

表3 月毎の課題番号毎の利用状況

	2-5Q2	2-5Q3	3-3Q1	3-4Q1	3-4Q2	3-5Q1	3-5Q2	4-3Q1	4-4Q1	4-4Q2	総計
5月	6	13	10	8	16	5	7	15	88	57	225
6月	2			1	4		1		8	13	29
総計	8	13	10	9	20	5	8	15	96	70	254

レポート内容自動判定システム（試験運用中）

レポート情報

レポート番号	4-4Q2
レポートテーマ	[4-4]問2：絶対位置参照練習問題（行および列の絶対参照）
判定対象領域	A3:H17

自動判定結果

アップロードファイル名に区切り文字(空白、カンマ)が含まれている可能性があります。

正解　問題あり　(判定対象外)

	A	B	C	D	E	F	G	H
3	西暦	2012	2013	2014	2015	2016		平均
4	青森県	138	137	137	135	134		=AVERAGE(B4:F4)
5		=B4/$H17*100	=C4/$H17*100	=D4/$H17*100	=E4/$H17*100	=F4/$H17*100		
6	岩手県	132	131	131	130	129		=AVERAGE(B6:F6)
7		=B6/$H17*100	=C6/$H17*100	=D6/$H17*100	=E6/$H17*100	=F6/$H17*100		
8	宮城県	230	232	233	233	232		=AVERAGE(B8:F8)
9		=B8/$H17*100	=C8/$H17*100	=D8/$H17*100	=E8/$H17*100	=F8/$H17*100		
10	秋田県	109	108	107	106	104		=AVERAGE(B10:F10)
11		=B10/$H17*100	=C10/$H17*100	=D10/$H17*100	=E10/$H17*100	=F10/$H17*100		
12	山形県	116	116	115	114	113		=AVERAGE(B12:F12)
13		=B12/$H17*100	=C12/$H17*100	=D12/$H17*100	=E12/$H17*100	=F12/$H17*100		
14	福島県	199	198	198	197	195		=AVERAGE(B14:F14)
15		=B14/$H17*100	=C14/$H17*100	=D14/$H17*100	=E14/$H17*100	=F14/$H17*100		
16								
17	東北地方計	924	922	921	915	907		=SUM(H4:H14)

※入力データ、数式のみ読み込まれます。字体、文字寄せ等の書式は読み込まれません。

誤答判定セル数: 30（チェック対象セル総数 83）

誤答判定リスト

セル座標	セル入力値	誤答判定コメント
B5	=B4/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
C5	=C4/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
D5	=D4/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
E5	=E4/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
F5	=F4/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
B7	=B6/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
C7	=C6/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
D7	=D6/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
E7	=E6/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
F7	=F6/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
B9	=B8/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
C9	=C8/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
D9	=D8/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
E9	=E8/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
F9	=F8/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
B11	=B10/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
C11	=C10/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
D11	=D10/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
E11	=E10/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
F11	=F10/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
B13	=B12/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
C13	=C12/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
D13	=D12/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
E13	=E12/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
F13	=F12/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
B15	=B14/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
C15	=C14/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
D15	=D14/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
E15	=E14/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
F15	=F14/$H17*100	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)

※自動判定のため、あらかじめ想定した正答と異なる場合、誤答に誤判定されることがあります。

report_check_id: 20220630-184739-62bd713b0af31

図 2b 判定結果の表示（問題ありの例）

表2　判定対象レポートの一覧

問題ID	問題番号と内容
2-5Q2	[2-5]問2 (四則演算を用いた数式の入力練習)
2-5Q3	[2-5]問3 (関数を用いた数式の入力練習)
3-3Q1	[3-3]問1 (絶対位置参照を用いた数式の入力練習)
3-4Q1	[3-4]問1 (四則演算を用いた数式の練習問題)
3-4Q2	[3-4]問2 (関数を用いた数式の練習問題)
3-5Q1	[3-5]問1 (四則演算を用いた数式の追加問題)
3-5Q2	[3-5]問2 (関数を用いた数式の追加問題)
4-3Q1	[4-3]問1 (絶対位置参照＋書式設定，書式は判定せず)
4-4Q1	[4-4]問1 (絶対位置参照の練習問題1)
4-4Q2	[4-4]問2 (絶対位置参照の練習問題2)

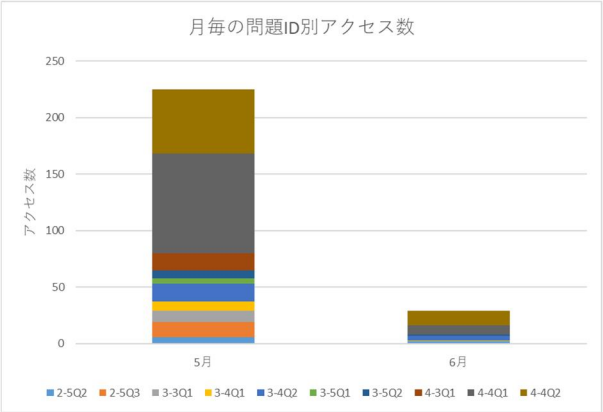


図4 月毎の課題番号毎の利用状況のグラフ

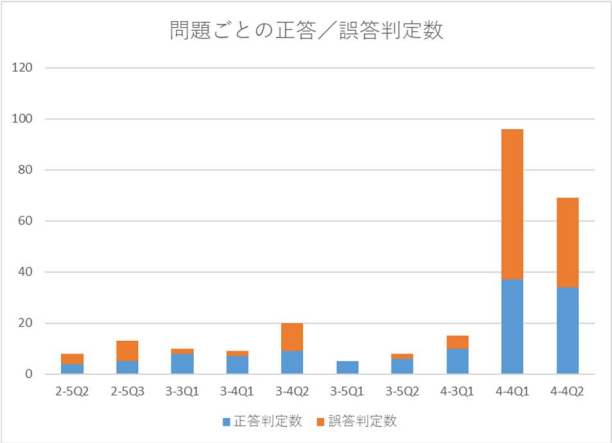


図5 課題番号毎の正答・誤答数のグラフ

表4 課題番号毎の正答・誤答数

問題ID	正答判定数	正答率	誤答判定数	誤答率	計
2-5Q2	4	50%	4	50%	8
2-5Q3	5	38%	8	62%	13
3-3Q1	8	80%	2	20%	10
3-4Q1	7	78%	2	22%	9
3-4Q2	9	45%	11	55%	20
3-5Q1	5	100%	0	0%	5
3-5Q2	6	75%	2	25%	8
4-3Q1	10	67%	5	33%	15
4-4Q1	37	39%	59	61%	96
4-4Q2	34	49%	35	51%	69
総計	125	49%	128	51%	253

表5 アンケート回答例

アンケート設問「もし差し支えなければ、システムの出力結果により誤答判定の状況がわかった、もしくはよくわからなかった点について、記載して下さい」への回答例
誤答がないか確認したいときに使用することができ、安心することができるのでとてもありがたい。
行を固定したらいいのか列を固定したらよいかをはっきり把握できてとてもよかった。
数式が反映されず、数字だけだった。
四則演算を使っていなかったこと

パターンタイプ	セル座標	値/パターン	判定	表示コメント
S	A4	青森県	O	OK
N	B4	138	O	OK
N	C4	137	O	OK
N	D4	137	O	OK
N	E4	135	O	OK
N	F4	134	O	OK
E	H4	=AVERAGE(B4:F4)	O	OK
E	B5	=B4/$H$17*100	O	OK
E	B5	=B4/H17*100	X	絶対位置参照使用せず
RE	B5	/¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
RE	B5	/^=(¥$|)B(¥$|)4¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り
E	C5	=C4/$H$17*100	O	OK
E	C5	=C4/H17*100	X	絶対位置参照使用せず
RE	C5	/¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
RE	C5	/^=(¥$|)C(¥$|)4¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り
E	D5	=D4/$H$17*100	O	OK
E	D5	=D4/H17*100	X	絶対位置参照使用せず
RE	D5	/¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
RE	D5	/^=(¥$|)D(¥$|)4¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り
E	E5	=E4/$H$17*100	O	OK
E	E5	=E4/H17*100	X	絶対位置参照使用せず
RE	E5	/¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
RE	E5	/^=(¥$|)E(¥$|)4¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り
E	F5	=F4/$H$17*100	O	OK
E	F5	=F4/H17*100	X	絶対位置参照使用せず
RE	F5	/¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り(列・行いずれか片方だけの固定は誤り)
RE	F5	/^=(¥$|)F(¥$|)4¥/(¥$|)H(¥$|)17¥*100$/	X	絶対位置参照指定の誤り

注：パターンタイプ種別は，N:数値，S:文字列，E:数式，RE:正規表現。判定は，O:正答，X:誤答。同じセル座標のパターンでは上にある方が優先。

図3 問題ID 4-4Q2 のテンプレートの一部

都市のデジタルツイン教育の提案

— 4D for Innovation part 2 —

笹谷康之[*1]・山本奈美[*2]・根岸健太[*3]・菱川貞義[*4]・西田隆人[*5]
Email: sasatani@se.ritsumei.ac.jp

*1: 立命館大学理工学部環境都市工学科
*2: （株）CAD ASSIST／立命館大学非常勤
*3: （株）光陽メディア
*4: 275 研究所
*5: 内外エンジニアリング（株） ／立命館大学非常勤

◎Key Words　デジタルツイン，VR，3D 都市モデル，まちづくりゲーム

1. 課題認識

筆者は，学生中心の学びとして 4D for Innovation を 2021 年に着想して(1)，文部科学省が公募する Scheem-D に応募し，大学人では 7 組のピッチアクターの一員に選ばれた。本研究は，これを 1 年間進めた実践報告と次の構想である。

今日，メタバースがバズワードとなり，デジタル社会であり，アナログとデジタルの賢い融合について，種々の意見が流布している。この混乱状況に対して，2D から 3D へと空間データの活用を拡げている筆者は，教育研究や実務に取り組む明瞭な視座が必要と判断している。さらに，時代が転換期を迎えて，多くの識者が，比較優位の社会システムとされてきた資本主義の限界を指摘している(2)。以上を踏まえ，筆者の課題認識を次の 5 点にまとめた。

第 1 に，デジタル技術が急速に発展し，DX が普及しつつあるが，組織・個人は，イノベーションに対応できるかできないかに 2 極化されて，社会経済的な歪を生み出している。

第 2 に，グラスゴー気候合意で増々加速する脱炭素社会への移行である。産業革命が生み出してきた化石エネルギーの利用とともに発展してきた工学は，再生可能エネルギーの活用へと，抜本的に変革される。

第 3 は，生物多様性保全である。多様な地域に適応してきた生態系サービスが損なわれてきたことに対して，伝統的ライフスタイルの再評価と再生について，DX を使って支えていく NbS（自然に根差した社会課題の解決）が望まれる。

第 4 は，こういった包括的な課題を解決するための SDGs は，社会に浸透してきたが，2030 年の目標年度までの過半となり，各方面からその限界を超える必要性が唱えられていることだ(2)。上記 3 点の課題などを包括的に変革する SDGs を超えるしくみづくりが必要だ。

第 5 は，上記 4 点の課題解決の力となる日本の若者が，十分に育っていない問題だ。入学時に元々意欲が高い少数者や，大学教育の中で主体性を伸ばす一定数の者がいるが，受動的なまま過ごす者があまりにも多く，学生は 2 極化している。日本の理工系学部では，今日，つくるという視点でなく分析中心の授業が多くなっていることも問題だ。そこで筆者は，ウェルビーイングを実現する課題発見解決型の授業改革が必要だと判断した。

2. 理念

ウェルビーイングは，健康・幸福・福祉を含めた持続可能な生き方の包括的概念である。これを実現する理工系の高等教育として，時空間を創造する学生中心の教育 DX を実現して，持続的なまちづくりの人材を育成することを目標に，次の 4 点の活動理念を掲げる。

① ライフ中心主義：Life，すなわち，ヒト以外も含めた生命，各自の人生や生活の尊重を中心に据える。
② 地域主義：デジタル世界も含めた地産地消を実現して，持続可能な地域を目指す。
③ オープンイノベーション：オープンデータ，オープンソース，オープンコミュニティなどの開かれたしくみを重視する。
④ バックキャスティング：将来から逆算して余命が長い若者が創造的に活躍できる場をつくる。

この理念のもとに，4D for Innovation という図 1 の概念モデルを考案した。これは，リアル空間とサイバー空間を，インフラから小さなモノまで明確に対比させて捉えるとともに，時間軸の過去・現在・未来を含めてフィードバックできる時空間を指している。過去や現在の良いモノを残し，悪いモノを取り除き，不足しているモノを付け加えて未来をつくることを念頭に，サイバー空間で，アバターが活動し，モノを活かして，コトが起こるというモデルである。

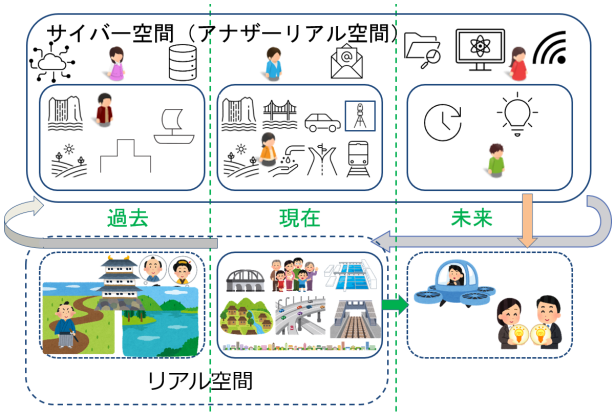


図 1　4D for Innovation の概念モデル

この概念モデルを，演劇メタファーによるデジタルツイン活動として示したのが図 2 である。デジタルツイン

は，デジタルとリアルの双子の世界を示す言葉である。この中で，配役・衣装はアバター，照明はレンダリング，大道具・小道具はインフラや小物，音響は会話と環境音，舞台エンジニアは舞台の動き，広報は Web 発信などのように，演劇の担当者に当てはめると理解しやすい。ただし，エンターテイメントで先行するメタバースとは異なり，あくまでもリアルとサイバーが時空間的に明確に対応するデジタルツインである。

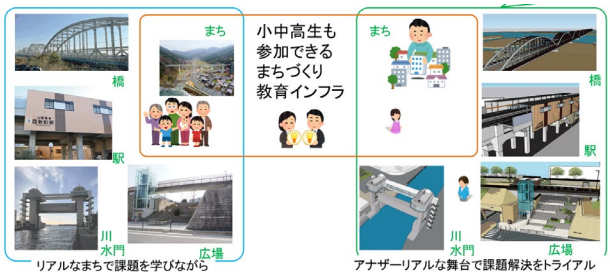


図 2　演劇メタファーのデジタルツイン活動

3.　方法論

この 4D for Innovation を学ぶ試行的授業として，2022 年度理工学部通年「専門ゼミナール」を，図 3 のフレームで開設した。3D-CAD を活用して VR を制作・活用する膳所城 VR，3D 都市モデルを作成・活用する草津市 PLATEAU，高校の探究学習や小中高大連携を狙って簡易な教育メタバースをつくる探究学習 Hubs，現場のまちづくりをサイバー空間と結び付けてゲーム化して遠隔地の人も参加してリアル空間を応援するまちづくりゲームの 4 テーマのアプローチを想定している。本研究では，この活動を支える専門家であり，小中高生・住民と連携して，学生が挑戦的な課題に対して，課題解決学修をとおし，能動的，主体的に学ぶフレームを提案する。

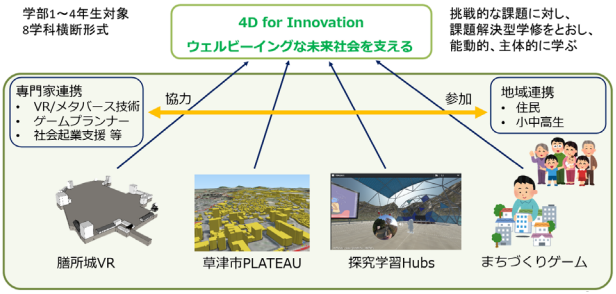


図 3　「専門ゼミナール」の授業フレーム

表 1 は，フレームを支えるテーマ別の専門家連携，地域連携のパートナーである。授業プログラムを組み立てるという意味では，現場で真剣に大学教育に取り組んでいる Scheem-D のアクターが，専門分野を超えて頼りになる。

表 1 テーマ別の連携先

テーマ	専門家連携	地域連携
膳所城 VR	3D-CAD，VR	膳所まち協
草津 PLATEAU	3D-GIS	草津市/市民
探究学習 VR	VR/AR/MR/xR	○○小学校
まちづくり	ゲームプランナー	毛原集落
ゲーム		（綾部市）
全般	Scheem-D アクター	―

筆者メンバー間では，表 2 に示すように授業間連携を行っている。メンバーは，授業担当者やゲストスピーカーとして，他授業とツール，データを共有して，「専門ゼミナール」の授業を実施している。

片方の授業のノウハウや授業収録動画を，別授業ですぐに使い回している。カードゲームの「SDGs de 地方創生」では，「専門ゼミナール」の受講生に他の授業に参加してもらった。また，両授業を関連付ける柔軟な課題を，重複受講者に与えている。

なお，「CAD 演習」で成果を挙げた学生を，「膳所城 VR」Pr.にスカウトしている。

表 2 授業間連携

授業/プロジェクト	対象学年	内容
CAD 演習	1 年生	3D-CAD の基礎
専門ゼミナール	全学年	全般
景観計画	2 年生	まちづくりゲーム
		SDGs de 地方創生
環境科学	2 年生	SDGs de 地方創生
測量学実習	4 年生	3D-GIS
「膳所城 VR」Pr.	―	3D-CAD

4.　膳所城 VR

「膳所城 VR」Pr.は，琵琶湖に浮かんでいた膳所城を 3D-CAD を用いて 3D 復元して，それを地域のまちづくりに活用する活動である。

残念ながら，3D-CAD は，適切なオープンソースのソフトがないので，有償の SketchUp Pro などを使っている。

図 4 は，安価なドローンとモバイル端末の LiDAR や地図アプリを用いたデータの入手や計測，3D モデリング，レンダリング，VR データ作成，VR の活用と続く流れであり，今日までの専門家の支援を得ながら地元との交流していくオープンコミュニティの活動を表している。

そして，地域と一緒に育てていく作品をつくり，膳所城界隈に多くの人が訪れるきっかけを提供して，多世代を巻き込むための地域発のクラウドファンディングを予定している。

今後の作業は，膳所城址公園の現況と 3D 膳所城を対比して，その作成過程を共有しながら膳所城ムービーを作成し，スマートフォンやタブレットで GPS を取得して，当時の風景をリアルタイムに表現するコンテンツを制作する予定である。

図 4　膳所城 VR の活動例

5. 草津 PLATEAU

PLATEAU とは，国土交通省が推進し，都市計画法で調査が義務付けられている都市計画基礎調査データを用いて作成された CityGML 形式のオープンデータの 3D 都市モデルである。2020 年度から事業が始まり，2021 年度までに全国 56 都市が PLATEAU をつくって，都市の課題解決に利用されはじめている。

残念ながら，キャンパスが所在する草津市では，PLATEAU のデータが存在しないので，草津市から都市計画基礎調査データを入手して，「専門ゼミナール」「測量学実習」の授業でオープンソースのソフトの QGIS を利用して，CityGML の LOD1 に相当する最も簡易な建物の箱型モデルを作成した。

国土地理院から公開されている基盤地図情報の数値標高モデル（DEM）の上にオルソ画像の写真を配して，都市計画基礎調査の建物データの構造，用途，階数から，建物高さ別に 3D で色分けした図 5，用途別に色分けした図 6 などをつくり始めている。

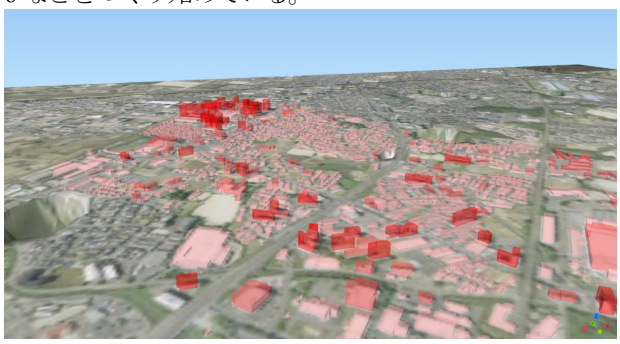


図 5　草津市の建物高さの 3D と色分け

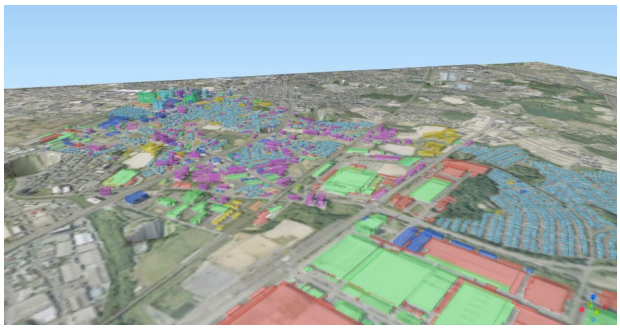


図 6　草津市の建物用途の 3D と色分け

都市計画基礎調査には，建物とともに，人口，事業者，産業，土地利用，土地転用，新築動向，都市施設，自動車・鉄道・バス交通，緑景観，災害防災に関する都市のセマンティックと，点・線・面の形を持つトポロジーが紐づいており，これを 3D 化してまちの課題・資源を可視化する効果は大きい。

卒業研究レベルでは 2021 年度に使われている例があるかもしれないが，2022 年度の通常の大学の授業では PLATEAU を使った最初の例になったと判断している。

オープンデータの OpenStreetMap もまちづくりに活かせる。OpenStreetMap は，Wikipedia の地図版と言われ，800 万人が編集して，世界で最も使われているオープンデータの地図である。OpenStreetMap の編集は，ボランティアであるマッパーによって行われるために，地域によって地図の充実度が異なる。幸い草津市は，Code for Kusatsu が率先して OpenStreetMap を充実させてきたので，このデータも QGIS に取り込んで活用できる。

学生が発見した地物を OpenStreetMap で編集することにも取り組む予定である。

6. 探究学習 Hubs

筆者は 15 年ほど前に，約 50 名の大学生と約 100 名の小学生が，ともにまち歩きをして成果をまとめる図 7 のような小大連携授業を数年間継続的に行ってきた[3]。このときは，小学生が手書きでまとめた内容を，大学生が PC でまとめなおして，成果を共有した。この経験をもとに，小学生と大学生が，オンラインで協働編集できるメタバースがつくれないかと考えている。

大学教育は，大学内に閉じるのではなく，小中高大社連携のハブとしての役割を担うべきだ[4]。新学習指導要領では，形骸化していた高校の総合学習が一新し，探究学習が設けられた。探究学習では，地域と連携した課題解決型の学習が各地で進められており，オンライン会議で地域団体と高校生が交流する例も多く，今後サイバー空間上での地域連携のプラットフォームづくりが必要とされる。

図 7　デジタルとアナログを組み合わせた小大連携授業

オープンソースのメタバースとして Mozilla Hubs がある。図 8 は，Spoke を使って，準備されている素材を選択して比較的簡易に Hubs のメタバースをつくった例である。Hubs は，参加人数や空間サイズの制約などの機能が低く，エンターテイメントには適さないが，学生がつくる教育メタバースとしては適すると判断している。

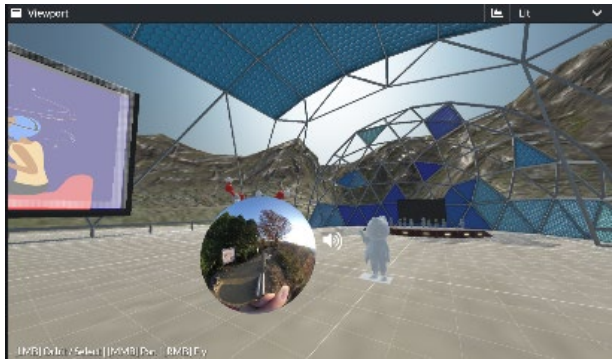


図 8　Spoke で作成した Hubs のメタバース

図 9 は，高校はもとより，小中高大社が連携する，多世代が参加体験するまちづくりを通じた探究学習のプラットフォームの活動イメージである。GIGA スクール構想を支える MEXCBT，学習 e ポータルに，以上のプラットフォームを設けることが有益だと考えている。

図 9　探究学習のプラットフォームの活動イメージ

7.　まちづくりゲーム

図 10 は，従来の施設インフラと，そのデジタルな 3D データを扱うサイバー・インフラとのデジタルツインとともに，両者を融合してウェルビーイングを実現するアメニティ・インフラ加えた舞台に展開する，まちづくりゲームを用いたコミュニティ開発のコンセプト図である。

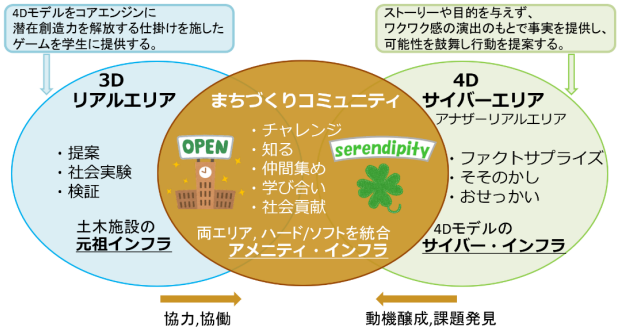


図 10　まちづくりゲームのコンセプト

まちづくりゲームを開発しようとする主な理由は次の 2 点である。

第 1 に，特産品開発や観光開発やこれに伴う移住促進など短期目標を掲げたまちづくりと異なり，100 年後，1000 年後の将来像を構築し達成するための計画をつくり実践を重ねていく「持続可能なまちづくり」は，経済だけでなく，自治，福祉，文化，自然環境など暮らし全体について長期の取り組みになるので，参加者への負荷は大きく，将来に危機感を持っていてまちづくりに対してモチベーションの高い一部の住民しか参加できていない。

第 2 に，筆者一人がかかわれる集落はせいぜい 10 集落がやっとで，日本にある約 10 万集落のまちづくりを進めるには 1 万人のファシリテーターを養成しなければならないが，これはおよそ不可能といえる。

危機感や関心がなくても熱中できるまちづくりゲームが完成すれば，上記の課題を解決することができる。

リアルで取り組んでいる持続可能なまちづくりのプロセスは次のとおりである。

① 地域社会が過疎化・高齢化する根本課題を認識・共有する
② 表層課題（移住促進・経済発展・環境保全・棚田保全・担い手育成・福祉向上など）に取り組むだけでは解決しないことを理解・共有する
③ 持続可能なまちの理想像をイメージ・共有する
④ 地域環境に合わせた社会システムを構築する
⑤ 中長期計画をつくる
⑥ PDCA サイクルをまわしていく

このプロセスをそのままゲームに仕立てても，誰から言われるまでもなく熱中できるゲームの完成は期待できないことから，基本構想を練っているところであり，ゲームヒントを得るために現在，学生とまちづくりゲーム開発を試みている。

8.　まとめ

1 年間の活動の中で，Scheem-D のアクター仲間や，ステアリングコミッティーと，分野を超えて交流することで，学生が理解しやすく授業改善につながるリフレクションシート，Slack を利用したナレッジマネジメントなどの授業改善についての貴重な知見が得られた。また，専門分野を超えて，個々の教育実践に共通する教育工学的な理論が学べた効果は大きい。この状況で，筆者メンバーがユーザー会や同業者仲間から得た従来型の技術情報収集を元に，本稿で報告する段階まで徐々に到達できた。

しかし，Scheem-D のアクターとしてピッチで発表し，それを皮切りに他方面でも発表し，Scheem-D 事務局からメンターの紹介があり，その場で交流した人々には一定の関心を持ってもらえたとは言え，筆者の活動に対する確認になっても，筆者の構想を技術的に支える情報，協力者，資金は，残念ながら得られなかった。これは，筆者の発表が，既存の分野を超えて広すぎる授業プログラム開発がゆえに，焦点を絞った協力依頼が難しかったのが一因である。

アクターからの意見では，アクター側が運営に関われない，受託した事務局が多忙で対応しきれないなど，Scheem-D の体制不足が指摘された。この問題の解決先として,アクター間での自主的交流会が複数回開催されている。Scheem-D も，行政が呼びかけて集まる PLATEAU など他の先進 DX の例のように，自律性を持ったオープンコミュニティを育んで成長していくことが望まれる。

今後，4 テーマのアプローチを統合するために，SketchUp でつくった 3D と QGIS でつくった 3D を融合して 3D-CG のファイル形式に変換し，Unity などのゲームエンジンを使って，Hubs のサイバー空間に落とし込み，アナザーリアル空間としてまちづくりゲームに活用することを目指している。2022 年度の授業実践では，簡易で安価なデジタルツインをつくって活用するために，多様な教訓が得られると期待している。敷居が下がったデジタルツイン教育は，文系を含む大学教育はもとより，各地のまちづくり支援，高校の探究学習，そして小中高大社連携教育などに，幅広く展開できると考えている。

参考文献

(1) 笹谷康之，山本奈美，建山和由，菱川貞義，根岸健太：“4D for Innovation”，2021 PC Conference，pp.160-163（2021）.
(2) 斎藤幸平：“人新世の「資本論」”，集英社（2020）．など
(3) 野村香奈子，笹谷康之，出羽浩明：“WebGIS とその出力図を活用した環境学習の研究～朱雀第三小学校を事例として～”，土木学会環境システム研究論文発表会講演集，Vol.32，pp365-372（2004）．など
(4) Scheem-D ステアリングコミッティー座長の溝上慎一は，同交流会にてこの趣旨の発言をしている。

フォニックス学習用タブレットアプリケーション

岩崎晟也[*1]・北英彦[*1]・大野恵理[*2]・須曾野仁志[*2]
Email: 422M207@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学工学研究科
*2：三重大学教育学部

©Key Words　外国語教育，教材・ツール開発

1. はじめに

2017(平成 29)年度に告示され 2020(令和 2)年度から施行された新しい学習指導要領では外国語活動の学習時間が増大されアルファベットの持つ音についての指導が始まっている(1)。しかし、教員により指導の経験に差がありすべての児童に同様の教育を受けさせるのが難しいという問題がある。また、文部科学省は ICT を利用し資質・能力が確実に育成できる教育環境を構築するために 1 人 1 台の端末と高速大容量な通信ネットワークを整備する GIGA スクール構想を実現しようとしており(2)、タブレットアプリケーションケーションによる学習の促進を図っている。これらの背景から工学部と教育学部の学内での共同研究で「Let's Phonics!!」という文字の音について学習するための iPad 用アプリケーションケーションの研究・開発を行ってきた(3)。当初予定していた部分の実装が完了したので紹介する。

2. フォニックス

フォニックスとはアルファベットを文字の持っている音で学習する方法である。アルファベット毎の音と単語の綴りの法則性を学ぶことで、単語のスペル・発音・意味を同時に理解することができ初めて見た単語を正しく発音する、初めて聞いた単語を正しくスペリングするなどのことができるようになる(4)。フォニックスは表 1 のようにレベル 1～8 の 8 段階にレベル分けされており、2017 年度から 2020 年度にかけてレベル 1～4 までの実装を行い(5)、2021 年度にレベル 5～8 の実装行った。

表 1　フォニックスのレベル分け

レベル	内容
1	フォニックスアルファベット
2	短母音
3	e のついた母音(サイレント e)
4	礼儀正しい母音
5	2 文字子音
6	2 文字母音
7	連続子音
8	r のついた母音

3. レベル 1 フォニックスアルファベット

レベル 1 はアルファベットの音を学習するレベルで「音を聞いてみよう」「音の 3 たくクイズ」の 2 つの活動を実装した。

3.1 音を聞いてみよう

図 1 はレベル 1 の「音を聞いてみよう」の画面例で、A～Z のアルファベットとそのアルファベットから始まる単語を聞くことができる。聞いた後は自身の発音を録音して手本の発音と聞き比べることができる。

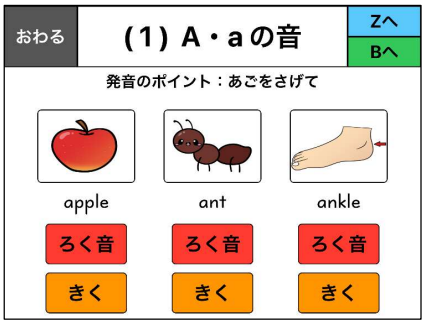


図 1　レベル 1　音を聞いてみよう

3.2 音の 3 たくクイズ

図 2 はレベル 1 の「音の 3 たくクイズ」の画面例で「アルファベットをきく」のボタンを押して聞こえたアルファベットから始まる単語を 3 つの選択肢から解答する。

図 2　レベル 1　音の 3 たくクイズ

4. レベル 2　短母音

レベル 2 は a, i, u, e, o の 5 つの母音の音を学習するレベルで「音を聞いてみよう」「音の足し算」「どっちかな」の 3 つの活動を実装した。

4.1 音を聞いてみよう

図 3 はレベル 2 の「音を聞いてみよう」の画面例で、5 つの母音についてその音とその母音が含まれる単語の音声と口の形の見本があり、音を聞いた後は自分の口元を見ながら発音を録音し練習することができる。

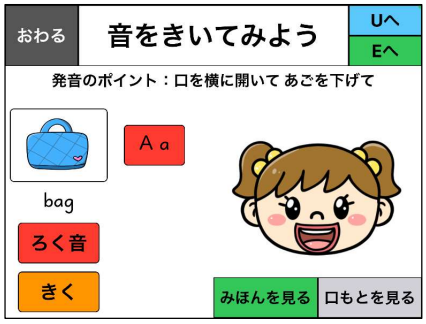


図3　レベル2　音を聞いてみよう

4.2　音の足し算

図 4 はレベル 2 の「音の足し算」の画面例で短母音を含む単語を構成するアルファベットの音を聞き、その後組み合わせた単語全体の音を聞くことでフォニックスの基本的な単語の発音の方法を学ぶことができる。

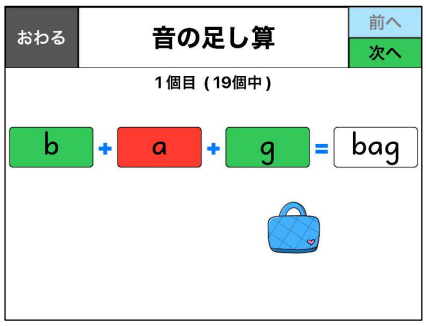


図4　レベル2　音の足し算

4.3　どっちかな？

図 5 はレベル 2 の「どっちかな？」の画面例で短母音を含む 2 つの単語の音声を聞いてから、問題を聞いてどちらの単語かを聞き分けて解答する。

図5　レベル2　どっちかな

5.　レベル3　e のついた母音（サイレント e）

レベル 3 は母音+子音+e のときに 1 つ目の母音をアルファベットの名前で読み e を読まないという規則であるサイレント e について学習するレベルで「音を聞いてみよう」「どっちかな？」の 2 つの活動を実装した。これらはレベル 1 の「音を聞いてみよう」とレベル 2 の「どっちかな？」と同じ仕様であるため省略する。

6.　レベル4　礼儀正しい母音

レベル4は母音が二つ並んだ時に一つ目を名前で読み、二つ目を読まないというルールを学習するレベルで「言えるかな？」「音の足し算」「どっちかな？」「読めるかな？」の 4 つの活動を実装した。「音の足し算」「どっちかな？」はレベル 2 のものと同じ仕様であるため省略する。

6.1　言えるかな？

図 6 はレベル 4 の「言えるかな？」の画面例で、礼儀正しい母音が含まれる単語と単語のイラストがあり、イラストをタップすると単語の音声が流れるのでそれを聞いて練習することができる。

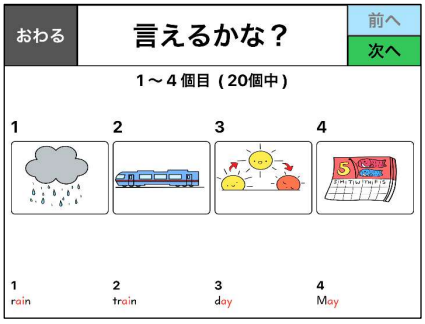


図6　レベル4　言えるかな？

6.2　読めるかな？

図 7 はレベル 5 の「どっちかな②」の画面例で英単語の綴りや 2 つの英単語の表すイラストを見て 2 つの英単語を組み合わせてできる英単語の発音を推測する。

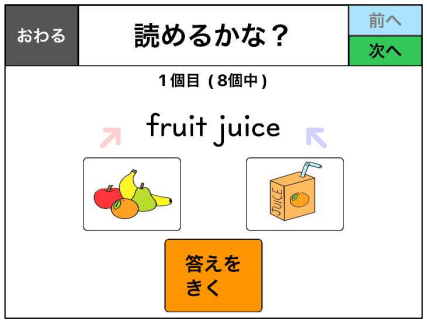


図7　レベル4　読めるかな？

6.3　クイズの結果

レベル 4 開発時に問題に解答する活動に関して、児童が自身で活動の結果を確認し評価できるように、解答終了後に図 8 のように問題の単語、正誤、所要時間、達成度を表示する結果画面を実装した。

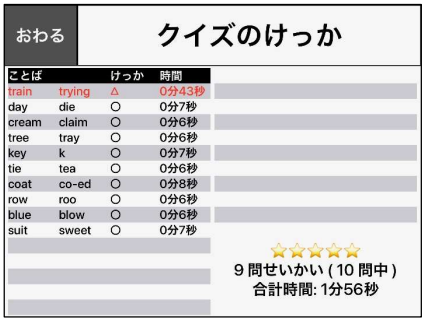


図8　クイズの結果画面

7. レベル5 2文字子音

レベル 5 は特定の二つの子音がつながったときに全く別の音になるというルールを学習するレベルで「音を聞いてみよう」「どっちかな①」「どっちかな②」の3つの活動を実装した。「音を聞いてみよう」はレベル2の「音の足し算」と「どっちかな?①」はレベル 2 の「どっちかな?」と同じ仕様であるため省略する。

7.1 どっちかな?②

図9はレベル5の「どっちかな②」の画面例で問題を聞くボタンをタップすると2文字子音を含む絵の単語の音声が流れ、聞こえた単語を選んで答える。

図9 レベル5 どっちかな②

8. 実践調査（1回目）

レベル5の実装完了後、2021年11月2日に教育学部の大野に依頼し、三重大学東紀州サテライトエリア内の中学校の2年生の生徒9名を対象とした調査を行った。調査ではレベル 5 の三つの活動を行ってもらいアンケートへ回答を求め、クイズに答える活動では正答率・解答時間を記録した。アンケートでは図 10～12 の結果が得られ、自由記述の質問では「画面の向きに合わせて回転してほしい」「英語の音声に比べて正解の音が大きすぎる」「自分の音声の正確度を表示してほしい」などの意見があった。

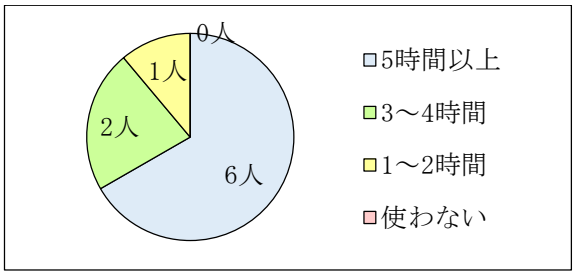


図10 学校以外のスマートフォン・タブレット使用時間

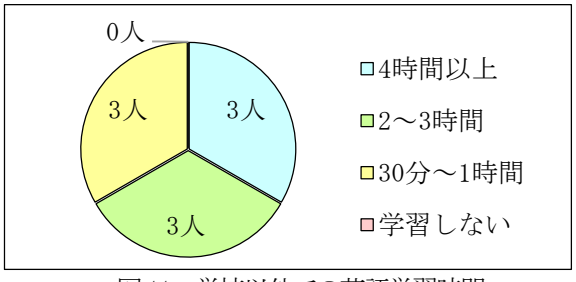


図11 学校以外での英語学習時間

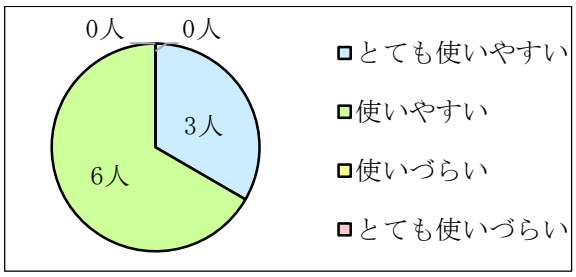


図12 アプリケーションの使いやすさ

9. レベル6 2文字母音

レベル 6 は特定の二つの母音がつながったときに全く別の音になるというルールを学習するルールで「音の足し算」「音を聞いてみよう」「仲間じゃないのは?」の3つの活動を実装した。「音の足し算」についてはレベル5の「音を聞いてみよう」と、「音を聞いてみよう」はレベル1の「音を聞いてみよう」と同じ仕様であるため省略する。

9.1 仲間じゃないのは?

図13はレベル6の「仲間じゃないのは?」の画面例で問題と三つの選択肢の音を聞き、三つの選択肢から問題と異なる2文字母音の単語を選ぶ。

図13 レベル6 仲間じゃないのは?

10. レベル7 連続子音 ・レベル8 rのついた母音

レベル 7 は特定の二つの子音がつながったときに元の音を残しながらつながった音になるというルールを学習するレベルで「音を聞いてみよう」と「どっちかな?」の活動があり、レベル 8 は母音に r が付くと音が混ざってうめくような音になるというルールを学習するレベルで「音の足し算」「音を聞いてみよう」「仲間じゃないのは?」の活動があるが、これらの活動はレベル5、6のものと同じ仕様であるため省略する。

11. 実践調査(2回目)

2022年2月9日に一回目と同様に東紀州サテライトエリア内の中学校で1年生9名、2年生の生徒9名を対象として調査を行った。アンケート結果は図14～16が得られ、自由記述の質問では「あと○問などを表示すればよいと思う」「仲間じゃないのは?の結果がみにくかった」などがあった。

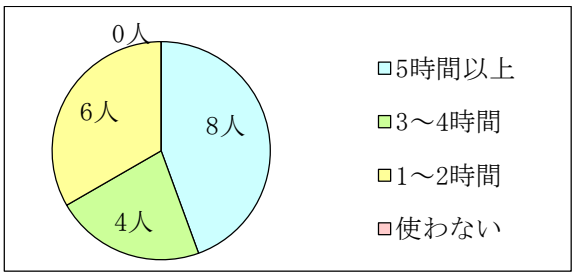


図 14　学校以外のスマートフォン・タブレット使用時間

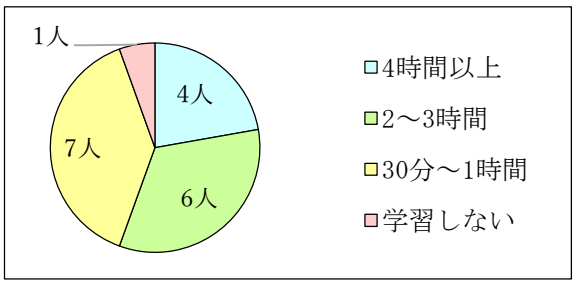


図 15　学校以外での英語学習時間

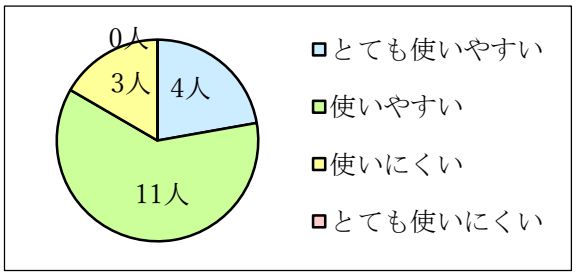


図 16 アプリケーションの使いやすさ

12. 結果

使いやすさについてのアンケートでは良好な意見が多かった。アンケートと解答時間・正答率のデータについて整理すると英語の学習時間が多い生徒のほうが正答率が良く、スマートフォンやタブレットを多く使用している生徒のほうが解答時間が短かった。また行程数・必要タップ数が多い活動ほど解答時間が長くなる傾向があった。

教員からのコメントで「無料のアプリで練習ができるのは読む能力を効果的に育成にできると思う」という肯定的なコメントや「能力の高い生徒は早く終わりすぎるので問題数を増やしたりチャレンジ問題などを作ってほしい」「能力の低い生徒は遊んでしまうので遊ばないように何か仕掛けをしてもらいたい」「クイズの成績を生徒間で共有できるようにしたら良いと思う」など改善案のコメントをいただいている。

13. 改善

1 回目と 2 回目の実践調査の後、得られた意見をもとに改善を行った。1 回目については、画面の方向に合うように回転するように変更し、正誤判定の音を小さくした。2 回目については、図 17 のようにあと何問あるかの表示を追加し、すべての活動で共通であった結果画面を図 18 のような「仲間じゃないのは？」専用の結果画面に変更した。

図 17 仲間じゃないのは？（改善後）

図 18　「仲間じゃないのは？」に合わせた結果画面

14. おわりに

著者らは三重大学の工学部と教育学部の共同研究として日本人の児童向けの英語発音学習用のタブレットアプリケーション「Let's Phonics!!」の開発を行っている。2021 年度にレベル 5「2 文字子音」レベル 6「2 文字母音」レベル 7「連続子音」レベル 8「r のついた母音」の実装を行い、すべてのレベルの実装が完了した。今後は教員からいただいたコメントについての改善や音声認識による児童の発音の評価などの追加機能の検討、GIGA スクール構想の展開にしたがって導入が増加している Chromebook への「Let's Phonics!!」の移植、使用画像の著作権問題の解決後にはアプリストアへの登録などを行っていく。

参考文献

(1) 文部科学省：小学校学修指導要領（平成 29 年度 2 月告示)

(2) 文部科学省：GIGA スクール構想の実現へ、https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf （2022 年 5 月 31 日 閲覧)

(3) 奥山陽斗・北英彦・大澤遼・大野恵理・須曽野仁志（2021)「フォニックスを学ぶためのアプリケーション」, 2021 PC Conference 論文集, pp78～81, コンピュータ利用教育学会

(4) Winbe 子供向け英語・英会話スクール；フォニックスってなあに? https://www.winbe.jp/phonics/ （2022 年 5 月 31 日 閲覧)

(5) 大澤遼、フォニックスを学ぶためのタブレットアプリケーションに関する研究―「礼儀正しい母音」― （2021）

フォトレジスタを用いた学生の姿勢推定
—腕の左右位置の検出の試み—

有馬寛太*1・高瀬治彦*1・北英彦*1
Email: 421M203@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学工学研究科電気電子専攻

◎Key Words　　姿勢検出，フォトレジスタ，機械学習

1. はじめに

講師は授業中の学生の様子を把握する必要がある。学生に対してより良い授業を行うためには，講師が授業中の学生の状況を把握し，その情報をもとに授業の質の向上を行う必要がある。これは講師 1 人に対して生徒が少人数であれば可能であるが，100 人規模の教室での授業の場合など，生徒が多人数になる場合は困難になる。

また、講師は授業中の学生の様子を把握するためにさまざまな情報を参考にする。そのうち学生の行動について考える。行動は連続的な姿勢の変化によってもたらされるものである。そのため，行動の一部分を切り取ったものは行動ではなく姿勢と言える。また，姿勢を連続的に把握できるのであれば，姿勢から行動を把握することができる。よって，本研究では学生の行動を把握する一環として，学生の姿勢を把握することを目標にする。

学生の姿勢を把握するためのさまざまな研究が行われている。例えば，カメラを使用し授業中の学生の骨格の抽出を行い，その情報から姿勢を推定する方法[1]，影を使った姿勢推定方法[2]などが提案されている。カメラを使用する方法はプライバシーや撮影される際の精神的負担の点で問題があると考えられる。影を使った姿勢推定方法では，簡単な姿勢の情報しか推定できないという問題がある。簡単な姿勢の情報とは腕の上げ下げや上体の傾き（前傾・後傾）などである。これらの情報だけでは，授業中に講師が確認する学生の行動の一つである[3]ノートに筆記することと教科書を見ることの識別ができない。

そのため，本研究では影による学生の姿勢推定において，細かな姿勢の違いを検知することを目標にする。

2. 影を使った姿勢推定について

この章では，従来手法として佐々木らによる方法[2]を紹介するとともにその問題点について簡単に説明する。

2.1 影を使った姿勢推定の方法

光センサであるフォトレジスタ 4 個を 1 つのセンサ群として，これを 3 個それぞれ左腕，上体，右腕に対応する箇所の机の縁に取り付け，そこにかかる学生の影の濃淡を測定値として使用し，姿勢推定を行う。センサ群を図 1 に示し，これらセンサ群を設置する場所を図 2 に示す。

2.2 影を使った姿勢推定についての問題点

この手法によって両腕の上げ下げ，上体の傾き（前傾・後傾）などの簡単な姿勢の情報の推定ができる可能性が示された。

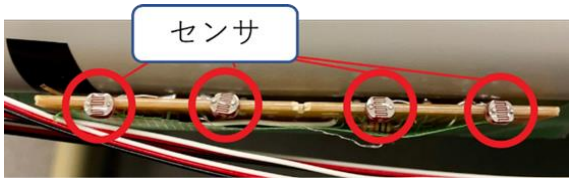


図 1 フォトレジスタを使ったセンサ群

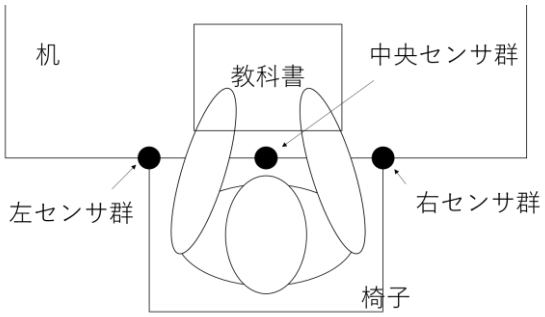


図 2 センサ群を設置する場所

しかし，センサ群の上以外での姿勢や細かな姿勢の変化に対応できないという問題がある。両腕の上げ下げが分かるだけでは，ノートへの筆記を行うときの腕が左右に移動するという姿勢の変化と教科書を開いている状態を保つ姿勢の 2 つの姿勢の違いを検出できない。これらの姿勢の違いは授業中に講師が確認する生徒の行動の一部であるため検知したい。

3. 提案法

3.1 検知したい細かな姿勢の違いについて

本研究で検知を目指す細かな姿勢の違いは，横方向に 5cm の移動と定義する。授業中の学生の姿勢推定において、検知したい姿勢の一部に、ノートへの筆記を行うときの腕の姿勢と教科書を開いている状態を保つ姿勢がある。これらを比較した時にわかりやすい違いはノートへの筆記は腕が机の縁に平行に横移動していくことである。

よって，本研究では机の縁に平行に 5cm の分解能を目標とする。

3.2 腕の位置の推定法

従来法で姿勢推定に対する必要な分解能が得られなかった理由は，腕の上下のみを測定していたことにある。上下のみであれば，多少の腕の位置の違いを許容するために 4 個のセンサを用いれば十分であった。しかし，横方向の腕の位置を検出するためには，これではセンサが足

りない。

そこで，多数の光センサを帯状に配置することを提案する。これらのセンサで測定した影の濃淡を電圧として読み取る。電圧は，明るい箇所は高く，暗い箇所は低く計測されるので，計測値の小さいセンサに対応した位置に影を落とすもの(腕)があると判断する。

ただし，センサ全体では左腕・右腕の影を測定したり，服・体格などの違いにより複数のセンサが影を測定したりすることが考えられる。そのため，予め定めたしきい値を下回るセンサを抽出し，抽出された連続して並んでいるセンサの位置の重心に腕があると判定する。

4. 実験

4.1 目的

多数の光センサを帯状に配置することで細かな姿勢の変化を検知できるのかを確かめる。

4.2 実験方法

実験は，14 個の光センサを帯状に 2cm ほどの間隔で配置した帯状センサを使用した。帯状センサを図 3 に示す。

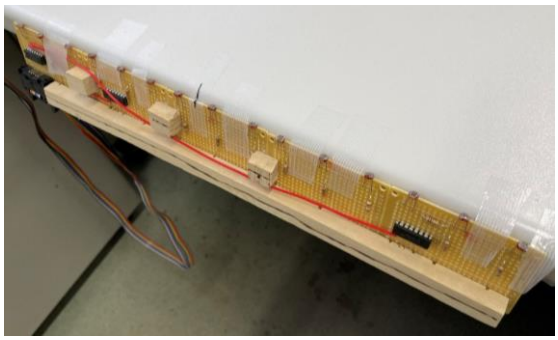


図 3 帯状センサ

今回試作した帯状センサは右腕を対象としていない。しかし，人体の構造上左腕と同じよう結果が得られると考えられるため，左腕の結果のみを扱う。設置した 14 個のセンサは識別のため，左から順番に番号を割り振りセンサ 1～センサ 14 とする。机の縁に帯状センサを設置し，椅子に座った状態で測定を行う。測定はセンサ 1 から順番にセンサ上で左腕を固定し影の濃淡を電圧として測定し 0 から 1023 の数値として記録した。

4.3 実験結果

左腕の姿勢に対して影の濃淡をグラフに示す。図 4 はセンサ 1，2，3，5，9，13 上に腕が存在した場合の影の濃淡を示したものである。

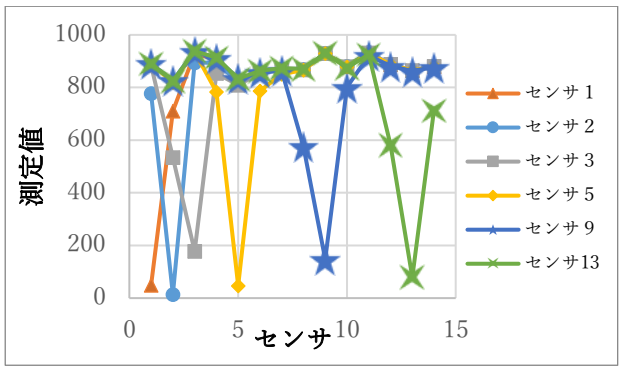


図 4 センサ番号 1，2，3，5，9，13 上に腕を置いた場合

4.4 考察

図 4 の全てのセンサに対するグラフより，しきい値を 200 に定めることで，しきい値以下の場合に腕を置いたと仮定すると，いずれの場合も腕の位置を正しく判定できることがわかる。

また，図 4 のセンサ 1 からセンサ 3 のグラフより，隣り合ったセンサであってもどのセンサの上に腕を置いたのかがわかる。そして，センサは 2 ㎝の間隔で設置しており，隣り合ったセンサで識別できるということは 2cm の分解能を持つことがわかる。そのため，2 ㎝の間隔での横移動は検知できる。よって，今回の研究の目標であった，横方向に 5cm の分解能を持つことがわかる。

しかし，今回は理想的な場合を想定しており，天気などの周りの状況次第では測定値が 200 以下等の簡単なしきい値での姿勢推定が困難であると考えられる。そのため，今後はそれらを考慮に入れ詳しく解析を行える機械学習が必要だと考える。

5. おわりに

本研究の目標は，講師が授業中の学生の情報を把握する手助けの一環として、影を用いた姿勢推定方法でより細かな姿勢の変化を検知することであった。

多数の光センサを帯状に設置することで，細かな姿勢の変化に対応できるかの検討を行った。

その結果，簡単なしきい値をもって着座姿勢の学生の腕の姿勢推定が可能であることが示された。しかし，今回の実験は理想的な場合であったのでより詳しい解析を行う場合は機械学習等による，周りの状況を考慮に入れた解析が必要であると考える。

今後は，左右の腕の姿勢ごとの違いを識別させるために，機械学習を用いたより正確な判断を行いたい。

参考文献

(1) 藤白智也，浅利恭美，宮田真宏，山田徹志，大森隆司：“授業中の画像からの姿勢推定による集中度の評価”，人工知能学会全国大会論文集，第 34 回全国大会，一般社団法人人工知能学会（2020）.

(2) 佐々木皓平，高瀬治彦，北英彦：“多数のフォトレジスタによる学生の姿勢推定―体格の違いへの対応―”，2020PC Conference 論文集，pp.261-263（2020）.

(3) 須田昂宏：”講義型授業における学生の表出行動の内在的意味の解明”，名古屋大学大学院大学教育学会誌，第 37 巻第 2 号，(2015)

フォニックスを学習するための Chromebook アプリケーション

奥山陽斗*1・高瀬治彦*1・北英彦*1・須曽野仁志*2・大野絵理*2
Email: 422M216@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学工学研究科
*2：三重大学教育学部

◎Key Words　フォニックス，Chromebook，GIGA スクール構想

1. はじめに

文部科学省は，2020 年に GIGA スクール構想を発表した．これは，一人一台端末と，高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備することで，特別な支援を必要とする子供を含め，多様な子供たちを誰一人取り残すことなく，公正に個別最適化され，資質・能力が一層確実に育成できる教育 ICT 環境を実現するものである(1)．GIGA スクール構想の進展に伴い，PC やタブレットを用いた学習の取り組みが行われている．

三重大学では，工学部と教育学部との共同研究として，三重県南部地域（東紀州）における小学校英語教育の支援を行っている(2)．具体的には，英語発音学習用のタブレットアプリケーションとして，フォニックスを学ぶ「Let’s Phonics!!」を開発し実践授業を行っている．対象とするデバイスは操作がわかりやすい iPad としている．

GIGA スクール構想の進展に伴い三重県を含む全国の小学校で安価で管理しやすい Chromebook の導入が進んでいる(3)．しかし Chromebook で利用できるアプリケーションが少なく十分な学習環境が整っていない．本研究では「Let’s Phonics!!」を Chromebook に移植し，より多くの小学生に英語学習の機会を与え，小学生の英語能力の向上をめざす．

2. フォニックスと「Let’s Phonics!!」

2.1 フォニックス

「Let’s Phonics!!」で学習するフォニックスとはアルファベットの文字と音の関係を教える手法である(4)．例として「A」には「ェア」，「B」には「ブ」がフォニックスの発音となっている．これらの発音を組み合わせることで英単語の発音が成り立っている仕組みを学習する．

2.2 「Let’s Phonics!!」

「Let’s Phonics!!」は学習内容に応じて 1 から 8 までレベル分けされており，iPad 版においては 2017 年から 2022 年にかけての研究ですべてのレベルの実装が終了している．本研究では，Chromebook を対象デバイスとしてレベル 1「フォニックスアルファベット」とレベル 2「短母音」の開発を完了した．レベル 3 以降は今年度以降に実装を予定している．昨年行った小学校での実践調査では，「Let’s Phonics!!」は英語学習の楽しさ，アプリケーションの使いやすさ，今後の英語学習の希望の各項目において児童から高い評価を受けている(5)．以下の表 1 に「Let’s Phonics!!」のレベル分けを示し，図 1 に iPad におけるレベル 1 の画面の例を示す．

表 1：「Let’s Phonics!!」のレベル分け

	学習内容	例	iPad 版開発年度	Chromebook 版開発年度
1	フォニックスアルファベット	A[æ], B[b]…	2017~2018	2021
2	短母音	cat, bag…	2018	
3	“e” のついた母音	game, time…	2019	開発中
4	礼儀正しい母音	rain, tea…	2020	
5	2 文字子音	ship, chime…	2021	
6	2 文字母音	zoo, book…		
7	連続子音	skip, black…		
8	“r” のついた母音	car, corn…		

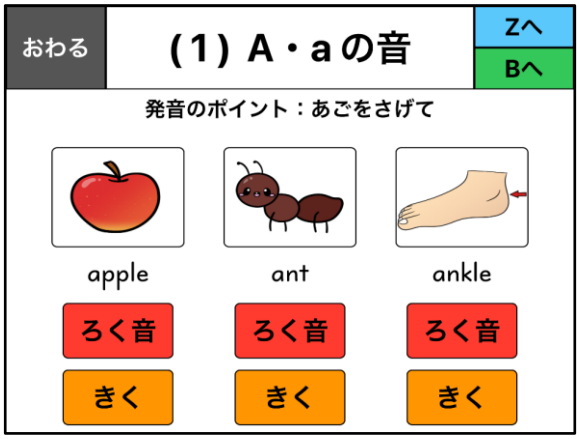


図 1：iPad 上でのレベル 1 の画面例

3. 方針と研究方法

本研究では，小中学校で導入が進んでいる Chromebook を対象のデバイスとして，「Let’s Phonics!!」を利用できるようにすることを目的とする．Chromebook の OS は Chrome OS であり Android をベースとしている．そのた

め, Chromebook で動作するアプリケーションは Web アプリケーションか Android アプリケーションとなる. 本アプリケーションは小中学校で使用されるため，外部へのアクセスが厳しく制限されることを考慮し，Web アプリケーションではなく Android アプリケーションとして開発する.

本研究では「Let's Phonics!!」の Android 版を開発する. 開発後に，三重県の小中学校の協力を得て実践授業を行い，使用感や iPad との比較などについてアンケート調査を行う．その結果を用いて，改善や機能の拡張を行う．

その後, 児童の音声データを集約して解析し, 見本の音声と比較して児童の発音の良し悪しなどを教師にフィードバックするシステムを開発する.

3.1 Chromebook

Chromebook は，Google が開発した Chrome OS を搭載したデバイスである．Chromebook の特長として以下の項目があげられる(6).

- GIGA スクール構想における端末の価格は 45,000 円以下と定められており，安価なため導入しやすい.
- データが主にクラウド上で管理されるため，端末をなくした場合や忘れてきた場合でも別の端末を用いて普段通りの活動ができる.
- 起動が速く 10 秒以内に立ち上がる（2021 年 2 月時時点）．Windows と異なり，OS の更新が自動的に行われるため起動時に待つ必要がない.

例えば, 三重県鈴鹿市の鈴鹿中等教育学校では, 2021 年度から Chromebook を導入した(3).

Chromebook にはタブレット型，ノートパソコン型，両方の使い方ができるコンバーチブル型がある．また，メーカーについても Lenovo や HP など各社が生産している．現在小中学校で使われている Chromebook の多くはタッチパネルが導入されているものであり，これは低学年の児童が直感的にデバイスを操作できるためである.

3.2 AndroidStudio

Android 用のアプリケーションの開発のために Google は開発環境として AndroidStudio を提供している(7). 開発に用いる言語は Java である．Android を OS とするデバイスのエミュレート機能を備えている． これにより，Chromebook 用のアプリケーションの開発を行うことができる．図 2 に AndroidStudio の画面例を示す.

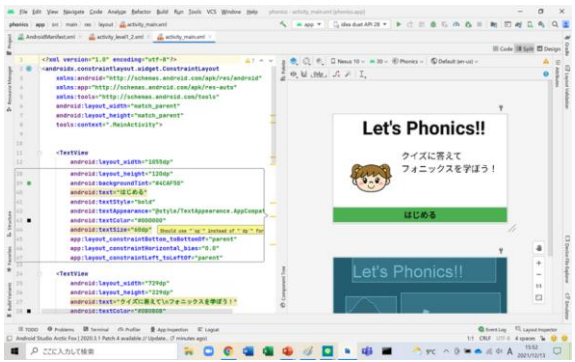


図 2：AndroidStudio の画面例

3.3 必要なソフトウェア機能

「Let's Phonics!!」の Android 版の開発に必要なソフトウェアの機能に，音声再生機能，録音機能，カメラ機能がある．音声再生機能と録音機能は利用できる API を入手した．カメラ機能に関しては現在調査中である.

4. Chromebook 版「Let's Phonics!!」

4.1 「Let's Phonics!!」レベル 1

レベル 1「フォニックスアルファベット」は「音をきいてみよう」「音の 3 たくクイズ」の二つにわかれている．ここではアルファベットの文字と発音の関係を学習する．「音をきいてみよう」では，iPad 版「Let's Phonics!!」と同様に, 児童の英単語の発音を録音・再生して見本の音声と聞き比べることで正しい発音を身に付けることができる．以下の図 3 に Chromebook に実装したレベル 1「音をきいてみよう」の画面例を示す.

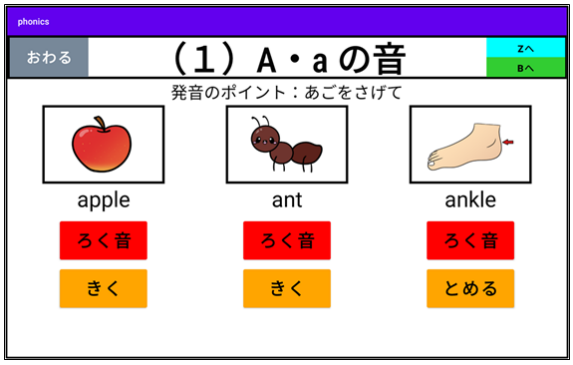


図 3：レベル 1「音をきいてみよう」の画面例

「音の 3 たくクイズ」は，アルファベットの発音を聞いて，その単語から始まる英単語を絵から選択するクイズとなっている．解答した英単語・クイズの正誤結果・かかった時間をそれぞれ表示し，正解した問題数と合計時間を表示する成績画面を実装した．成績表示画面では，正解率に応じて星印を表示したり間違えた問題についてバツ印ではなく三角を表示したりすることで児童の学習モチベーションの向上に貢献している．以下の図 4 に Chromebook に実装したレベル 1「音の 3 たくクイズ」とその成績画面の画面例を示す.

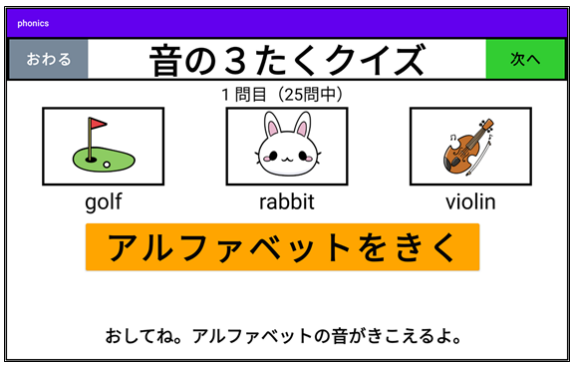


図 4：レベル 1「音の 3 たくクイズ」の画面例

図 5：レベル 1「音の 3 たくクイズ」の成績画面例

4.2 「Let's Phonics!!」レベル 2

レベル 2「短母音」は「音をきいてみよう」「音の足し算」「どっちかな？」の三つにわかれている．ここでは，母音の発音とそれらの違いについて学習する．「音をきいてみよう」では，短母音を含む英単語について，見本の発音を聞き，発音した音声を録音して聞き比べをすることができる．また見本の口の形をイラストから学習することもできる．iPad 版で実装されているカメラを用いて自分の口元を見ることができる機能は未実装ある．以下の図 6 にレベル 2「音をきいてみよう」の画面例を示す．

図 6：レベル 2「音をきいてみよう」の画面例

「音の足し算」では，短母音を含む英単語について，アルファベットの文字が持っている音を足し合わせることによって未学習の英単語の発音を身に付けることができる．次ページの図 7 にレベル 2「音の足し算」の画面例を示す．

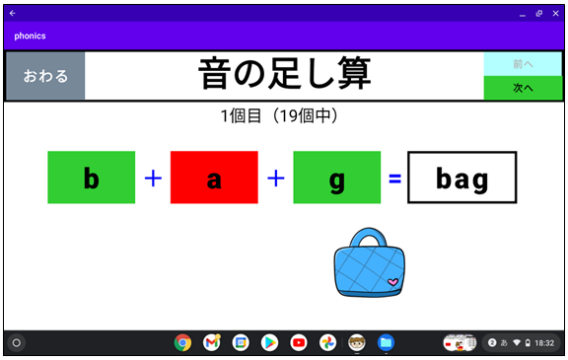


図 7：レベル 2「音の足し算」の画面例

「どっちかな？」では，短母音のみが異なった二つの英単語から，発音された英単語を選択するクイズとなっている．ここでも，レベル 1「音の 3 たくクイズ」と同様の成績画面を実装している．以下の図 8 にレベル 2「どっちかな？」の画面例を示し，図 9 にその成績画面例を示す．

図 8：レベル 2「どっちかな？」の画面例

図 9：レベル 2「どっちかな？」の成績画面例

4.3 アンケート調査

4.2，4.3 の内容について，2022 年 2 月 9 日に，三重県尾鷲市立輪内中学校の 1・2 年生の児童計 18 人を対象として，三重大学教育学部の協力のもとに実践を行った．英語の授業において本アプリケーションを児童に利用してもらい，その後アンケートへの回答を求めた．アンケートの内容は「iPad と Chromebook どちらのほうが操作しやすいか」「iPad と Chromebook どちらの音声がよかったか」とした．以下の図 10～11 にアンケート結果を示す．

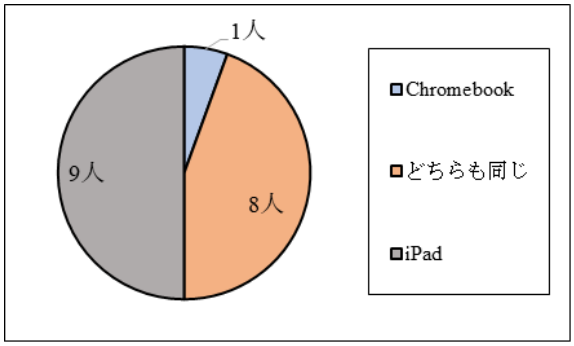


図 10：どちらが操作しやすいか

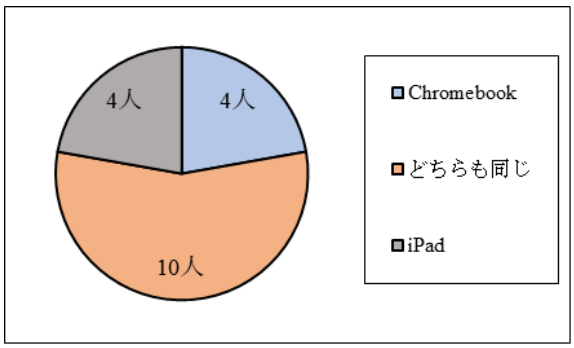


図 11：どちらの音声がよかったか

図 10 より，操作性に関して，以下のような意見が得られた.

- iPad のほうが家で使う機会が多く，操作しやすかった.
- iPad のほうが直感的に操作できた.
- Chromebook は画質が悪かった.
- Chromebook はタッチやクリックした際の感度が悪かった.

Chromebook のハードウェア面での問題を多く指摘された.

iPad のほうが直感的に操作できたといった意見について，実践を行ったデバイスはタッチパッドを搭載した Chromebook であったが，タッチでも操作できることを知らなかった児童がいたためであると考えられる.

Chromebook は画質が悪かったといった意見について，実践で使用した Chromebook の解像度は 1,366×768[dpi]であり，iPad の解像度は 2,048×1,536[dpi]であるため，確かにデバイス間において違いがみられた.

Chromebook はタッチやクリックした際の感度が悪かったといった意見について，著者が実際に確認したところ，確かに iPad と比較して Chromebook のほうが反応の悪さが目立つ場面があった.

画質や感度の問題に関して，アプリケーション側で解決することは難しいが，ボタンを大きくするなどして視認性や操作性を向上させるなど工夫が必要であると考えている.

図 11 より，音声に関して「どちらも同じ」の意見が多く，iPad と同様に Chromebook でも問題なく使用できることがわかった.

自由記述欄では以下のようなコメントが得られた.

- アプリケーションの操作の仕方がわかりやすくてよかった.
- 自分の声とアプリの音声を聞き比べられるのがよかった.
- レベル 1「音をきいてみよう」において A~Z まで自分の音声を録音・再生しながら進むのにかなり時間がかかった.
- クイズで間違えたときに何が正解なのか表示してほしい.

これらの改善の要望については次回のバージョンアップのときに反映させる.

5. 教師へのフィードバック機能

開発した「Let's Phonics!!」を用いて，以下の内容について教師にフィードバックする機能を実装する予定である.

- 児童の進捗
- クイズの正解率
- 児童の発音の音声認識結果

6. 今後の課題

本研究の今後の課題を以下に示す.

- レベル 1「音をきいてみよう」において，A~Z まで自分の音声を録音・再生して見本の音声と聞き比べながら進めるのに時間がかかりすぎる問題を解決する必要がある．これについては，iPad 版に関しても検討する必要がある.
- レベル 2「音をきいてみよう」において，見本の口の形と児童自身の口の形を比べるためカメラ機能を実装する必要がある.
- Chromebook においてレベル 3 以降が未実装であるため，研究・開発を行う必要がある.
- 本アプリケーションを Google Play Store に公開し，より幅広い活用を求める必要がある.

7. おわりに

本研究では，iPad を対象デバイスとして開発を進めているタブレットアプリケーション「Let's Phonics!!」の Android 版を開発し Chromebook で利用できるようにした．これにより，三重県を含む全国の小学校で導入が進んでいる Chromebook を用いた授業による児童の英語能力の向上に貢献することをめざす.

参考文献

(1) 文部科学省：GIGA スクール構想の実現へ，https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf（2022 年 2 月参照）
(2) 三重大学地域貢献活動支援：31_東紀州地域における小学校外国語（英語）教育のシステム開発と支援活動(継続 2 年目)，https: //www.mie-u.ac.jp/kouken/h31-22.html（2022 年 2 月参照）
(3) 鈴鹿中等教育学校：オンライン英会話－Chromebook－，https://suzukakyoei.ed.jp /suzuka6/news/%E3%82%AA%E3%83%B3%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%83%B3%E8%8B%B1%E4%BC%9A%E8%A9%B1-chromebook/（2022 年 2 月参照）
(4) Mpi 松香フォニックス：英語の基礎基本フォニックス，https://www.mpi-j.co.jp/store/phonics/ （2022 年 3 月参照）
(5) 大澤遼：フォニックスを学ぶためのタブレットアプリケーションに関する研究－「礼儀正しい母音」－，令和 2 年度三重大学工学部電気電子工学科卒業論文（2021）
(6) Google For Education： Chromebook と Google Workspace for Education で最適な GIGA スクール構想を実現，https: //edu.google.com/intl/ja/ giga-school-plan /?topic=first-time-users（2022 年 2 月参照）
(7) ANDROID STUDIO：Android Studio の概要， https: // developer.android.com/studio/intro?hl=ja（2022 年 2 月参照）

プログラミングの学習可能性を事前に把握するための素養診断テスト

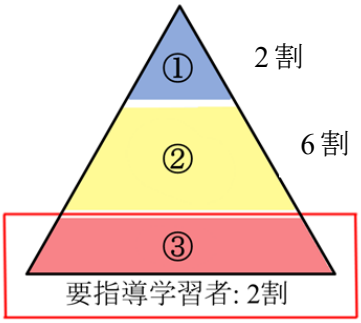
荒木諒[*1]・高瀬晴彦[*2]・北英彦[*2]
Email: 422M203@m.mie-u.ac.jp

*1: 三重大学大学院工学研究科博士前期課程電気電子工学専攻
*2: 三重大学大学院工学研究科

◎Key Words　　プログラミング能力，素養診断，プログラミング学習

1. はじめに

経済産業省によると，2030 年には IT 人材が 79 万人不足すると言われており(1)，大きな課題となっている．このような時代を生きる我々は時代のニーズに応えられるような資質や能力を習得しておく必要がある．小学校では，中学校や高校に先駆けて，2020 年度からプログラミング教育が必修化されている(2)．電気電子工学コースのプログラミング授業の担当をしている著者らにアンケートをとり，経験則から図 1 にプログラミング学習者のおおよそのレベル分けを示す(3)．



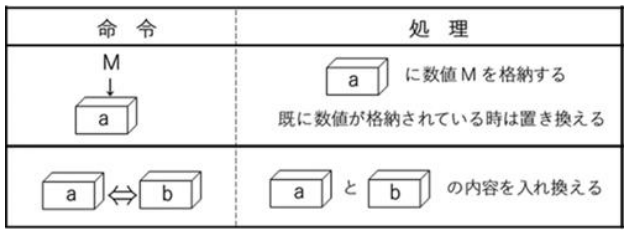
① 自分でプログラム作成できる学習者
② 教科書を参考にプログラム作成できる学習者
③ 講師による指導を必要としている学習者

図 1 プログラミング学習者のレベル分け

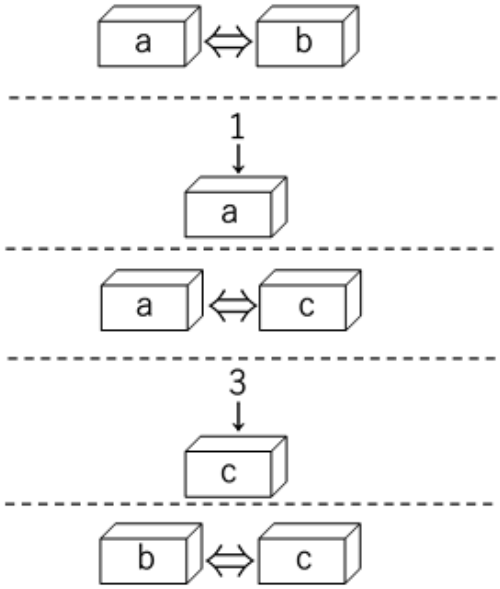
プログラミングを学ぶために必要な素養には人によって大きな差がある．プログラミングを学ぶ前に素養の有無を知ることができれば適切な指導をできる可能性がある．著者らはプログラミング演習を受講する学習者を対象とするプログラミング素養診断テストを開発した(4)．しかし，高得点者の中にもプログラミングに関係する科目の成績の低い学習者がいるため，プログラミング素養診断テストを改善する必要がある．

2. プログラミング素養診断テスト

プログラミング素養診断テストではプログラミングを習得するうえで学習者に必要とされる「新しく学んだ構文や意味を理解して，それを正しく使用する能力」と「目的の動作を実現するために表現を組み合わせる論理的思考力」についての診断をしている．この能力を診断するために素養診断テストは代入とシーケンス実行・分岐実行・繰り返し実行に関する問題がある．代入とシーケンス実行問題例を図 2 に分岐・繰り返し実行問題を図 3 に示す．

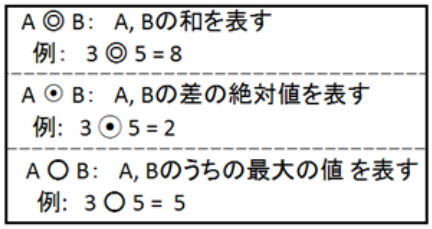


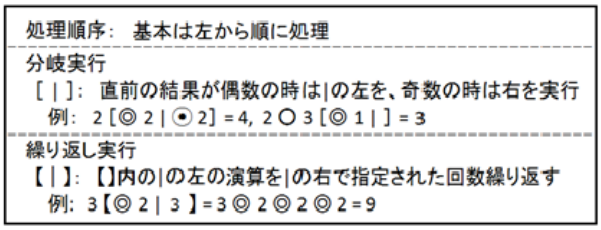
箱 a，b，c にそれぞれ数値 1，2，3 を格納する



答え　a＝3, b＝3, c＝1

図 2 代入とシーケンス実行問題





問題例)　3[⊙5|◎4]【⊙2○4|2】=（？）

図 3　分岐・繰り返し実行問題

3. 従来の素養診断テストの課題

従来の素養診断テストの結果を図 4 に示す．結果としては素養診断テストとプログラミング演習 I の科目の成績との間に相関があり，赤破線の素養診断テストの点数が低い学習者は科目の成績も低い．この結果からプログラミング能力が低い学習者の弁別は可能である．しかし，問題点としては黄色実線の従来の素養診断テストの点数が高くても，プログラミングに関係する科目の成績が低い学習者がいる点である．考えられる要因として診断できていない素養があることや問題形式に問題があることがあげられる．また，素養はあるがプログラミングにやる気がない学習者がいることも考えられる．

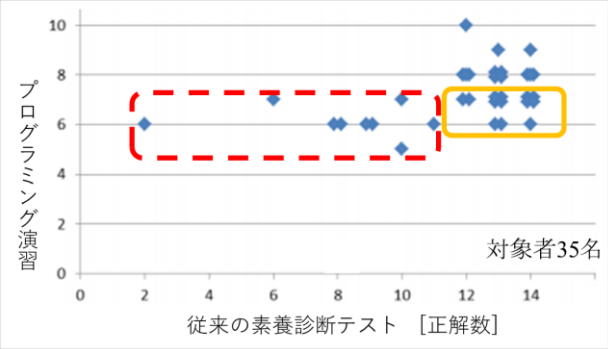


図 4 素養診断テストの結果と
プログラミング演習 I の成績との関係

4. プログラミング素養診断テストの改善

本研究では，プログラミングの学習に苦労する学習者を事前に把握できるようにするために，プログラミング素養診断テストを改善する．方法としては素養診断テストに 2 つのテストを追加する．プログラミングに必要な素養の中で以下の 2 点について検討する(5).

・プランニング力
・間違い探しの能力

4.1 プランニング力

プログラミングで求める動作を実装する際にプランニング力は必要であると考える．よって，素養診断テストで診断できていないプランニング力について診断する．実際のプランニング力とは目的や結果のための処理内容や方針を決定する力のことである．しかし，素養診断テストではプランニング力の中でもプログラミングで結果を得るために処理の順序だけを考え計画する能力を診断する．フローチャートの穴埋めをする問題を検討した．問題例を図 5 に示す．

4.2 間違い探しの能力

プログラミング演習ではプログラミング作成の演習を行っている．このとき，スペルミスなど簡単なコンパイルエラーを修正できず，プログラムの作成が止まっている学習者がしばしば見受けられる．プログラムの作成を円滑に進めるためには間違い探しの能力が必要である．素養診断テストで診断できていない間違い探しの能力について検討する．この能力は間違いを見つけ修正する力のことである．問題例を図 6 に示す．

文字列に以下の規則を定義する。
<規則1> 使ってよい文字は半角英数字と半角記号のみ
<規則2> 文字列の最後が「;」「{」の記号で終わる
<規則3> 同じ文字を含まない
<規則4> 4文字目は数字
<規則5> 奇数の次は大文字のアルファベット

以下の文字列が違反している規則をすべて選びなさい。
db3A2v{

図 6 間違い探し問題例

5. 結果

プログラミング素養診断テストを三重大学総合工学科電気電子工学コースのプログラミング言語 I で 88 名の学習者を対象に実施した．過年度生は全員プログラミング経験者であるため対象外とした．

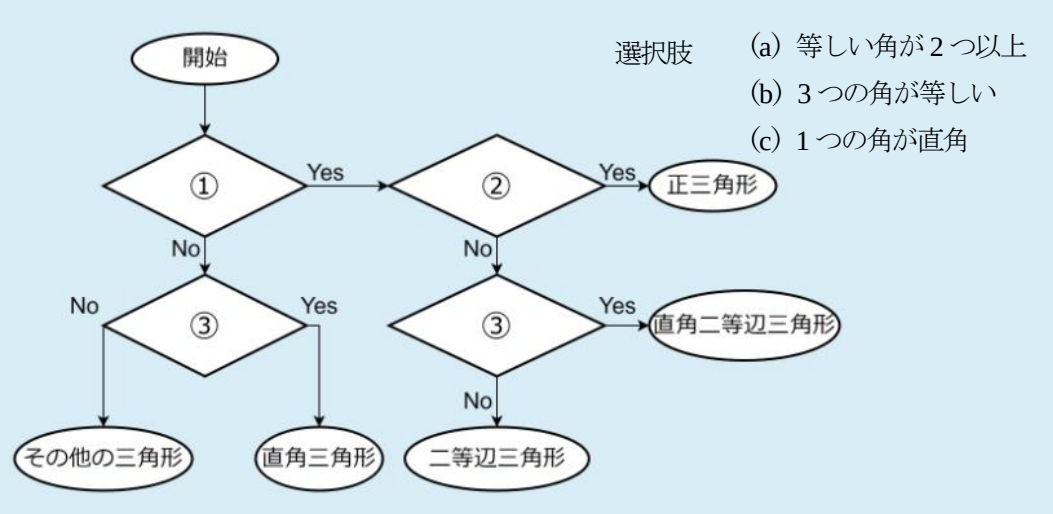


図 5 プランニング問題例

5.1 プランニングの結果

図 8 にプランニングの結果を示す．プランニング問題の結果について，高得点への偏りが発生した．プランニング問題では学習者の素養の有無が診断できず，事前に学習者を弁別することができない．要因としては問題の難易度が低かったことや制限時間が長すぎたことがあげられる．

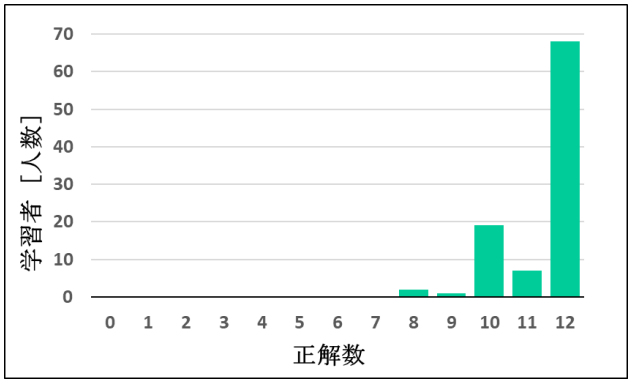


図 8　プランニング問題の結果

5.2 間違い探しの結果

図 7 に間違い探し問題の結果を示した．結果としては分布にばらつきがあり良い結果を得られたと考える．図 7 の赤枠に囲まれた学習者 16 名は間違い探しの素養が無いためコンパイルエラーの修正が遅い可能性が高く，講師は注意が必要である。

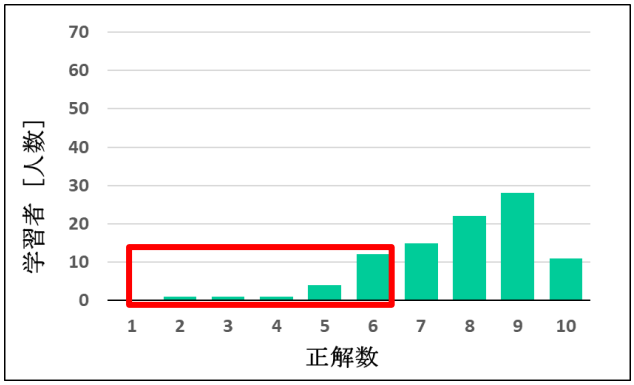


図 7　間違い探し問題の結果

6. 考察

表 1 に本研究であるプログラミング素養診断テストの事前判定結果を示した．結果を以下の 5 つについて考察をした．

1. プログラミング素養診断テストで素養項目ごとの低得点者であった 30 人のうち，11 人がプログラミングの能力が低い要指導学習者である．
2. 間違い探しの項目で見ると，事前判定 16 人の内 8 人が要指導学習者であり，有用性が確認されている従来の素養診断テストより検出率が高い．
3. 間違い探し問題と従来の素養診断テストの 2 つのテストで低得点者であった 4 人の重複者は要指導学習者であることから，2 つのテストが低得点であった場合，要指導学習者である可能性が非常に高い．
4. 要指導学習者 11 人の内プログラミング言語 I の不合格者は 7 人である．対象者全体の不合格者が 10 人であるため検出率は 70%もあり，有用性があると考える．
5. 不合格者の検出率に関しても従来の素養診断テストより検出率が高い結果であった．

7. 本手法の利用案

本手法には改善点があるが，本研究の弁別度向上のための診断項目の追加によって弁別できる学習者が増えていることが確認できており，プログラミングの素養を測る手法として効果が期待できる．この手法の利用案を示す．

7.1 プログラミング演習システム PROPEL に反映

PROPEL はプログラミング演習機能や学習者のコーティング状況把握システムもあり，このシステムによってコンパイルエラーや動作エラーなどを長時間修正できない学習者を PROPEL によって把握することができる．また，講師はタブレットで学習者の座席とコーティング状況を確認できる．利用案としては以下のものである．

- 要指導学習者の把握
- 座席を指導しやすい席に移動
- それぞれの学習者にあった教育や演習

7.2 IRT テスト（項目応答理論）

項目応答理論とは受験者を評価したテストに対する受験者や受験者の解答データを確認することで，そのテストの難易度や，問題の適正度を調べることができる試験理論のことである．これによってテスト項目が受験者の能力を適正に評価できるかを示す指標をつくることができる(6)．本手法ではテスト受験者の分布から要指導学習者を弁別しており，学習者それぞれに正確な結果や診断ができない．よって，本手法を用いて IRT を用いた CAT（コンピュータ適応テスト）の作成を考えている．

8. おわりに

プログラミングの授業において，プログラミングの素養によってプログラム作成にかかる時間には大きな差がある．教師はプログラミングに苦労する学習者を中心に指導するため，プログラミングを得意な学習者が時間を余らしてしまうのが現状である．

プログラミング素養診断テストは授業を受ける前に学習者を素養の有無を事前に判定することができ，この問題の改善に役立てることを目的としている．

本研究では素養診断テストの弁別度を向上させるためにテスト問題を 2 題追加した．プランニング問題については大幅な改善が必要であるが，間違い探し問題は弁別度向上に期待できる結果となった．

学習者を弁別する際に点数の高低による判別のみであるため判別方法を改める必要がある．結果としては素養項目の追加により，従来の素養診断テストでは弁別できていなかった学習者を弁別できており，目的に近い結果を得ることができた．

表 1　素養診断テスト事前判定結果と不合格者内訳

	対象者全体	プログラミング素養診断テスト				未検出者
		合計	間違い探し（本研究）	従来の素養診断テスト	重複者	
低得点者（事前判定）		30	16	18	4	
要指導学習者（事後判定）		11	8	7	4	
不合格者	10	7 (70%)	6	4	3	3 (30%)
脱落者	4	3 (75%)	2	2	1	1 (25%)
定期試験不合格	6	4 (67%)	4	2	2	2 (33%)

参考文献

(1) 経済産業省「IT 人材需給に関する調査」, https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/houkokusyo.pdf（閲覧日 2021 年 7 月 18 日）

(2) 文部科学省「小学校プログラミング教育の手引き（第三版）」, https://www.mext.go.jp /content/20200218-mxt_jogai02-100003171 _002.pdf（閲覧日 2021 年 7 月 18 日）

(3) 高桑稔, 北英彦 : プログラミング能力向上を目的としたプログラムテストの学習システム, CIEC コンピュータ利用教育学会, PC カンファレンス 2014 （2014）

(4) 小林史生, 北英彦 : 学習者のプログラミングの素養を調査する手法, CIEC コンピュータ利用教育学会, PC カンファレンス 2014（2014）

(5) 大塚, 12 の素養で判断できる！プログラミングに向いている人の特徴, https://pro-academy.tech/programming-suited/（閲覧日 2021 年 7 月 22 日）

(6) 宇佐美慧, 荘島宏二郎, 光永悠彦, 登藤直弥 : 項目応答理論（IRT）の考え方と実践, 研究委員会企画チュートリアルセミナー2019（2019）

英語の発音指導に対する音声認識エンジンの利用可能性の調査

小泉明日香*1・岡井光輝*2・大野恵理*3・須曽野仁志*3・高瀬治彦*4・北英彦*4
Email: kita_yh@yahoo.co.jp

*1：三重大学工学部電気電子工学科
*2：奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科先端科学技術専攻情報理工学プログラム
*3：三重大学教育学部
*4：三重大学工学部研究科

◎Key Words　　フォニックス，音声認識，個別学習

1. はじめに

2020 年より実施された新学習指導要項において，小学校における外国語（英語）学習において，英語の音声から文字への学習に円滑に接続することは困難であるという課題が挙げられている(1).

この課題を解決する英語の発音指導方法として広く用いられているものの 1 つにフォニックスがある．フォニックスとは，英語の文字と綴りの読み方のルールであり，英語圏の子どもたちに読み書きを教えるために開発されたものである(2).

三重大学の工学部津と教育学部との学内の共同研究として，iPad 用アプリケーション「Let's Phonics!!」を 2017 年度に開発を始め 2021 年度に当初予定していた機能の実装を完了した．図 1 に学習画面を示す．このアプリケーションは，段階的学習機能やテスト機能に加えて録音・再生機能が備わっており，発音学習が可能である(3). しかし，発音の評価機能を備えていないために，児童および英語が得意ではない先生が，客観的に発音の良し悪しを判断できないという問題がある．

日本人の英語学習者に対する発音指導方法には，フォニックスのほかに，プロソディーを中心とした指導法がある．プロソディーとは，自然な英語の発話の中における，言語の音の特徴を表す総称である．その代表例が，

① リズム（緩急・間・テンポ）
② ストレス（強弱・強勢・アクセント）
③ イントネーション（高低・抑揚）

である．日本人なまりの英語の発音に対しては，この指導法が有効であると言われている(4).

プロソディー重視の指導法は，対面指導が一般的であるが，大学生を被験者として，音声認識エンジンを採用した英語発音評価ソフトウェアを用いた指導を試みた実験の例がある(5). しかし，音声認識による英語の発音評価の正確性や妥当性は検証されていない．

近年，人工知能（AI）の技術が進歩したことで，精度を増した音声認識の分野が注目されている．音声認識は，人の話し言葉や音声を分析し，文字に変換したり機器を操作したりする技術のことで，様々なソフトウェアや製品の開発に応用されている．

例えば，iPhone に搭載された「Siri」(6)をはじめとする音声アシスタントや，Amazon で開発された「Alexa」(7)のような，住宅で行うあらゆる操作を音声指示で自動化する機器などがあげられる．

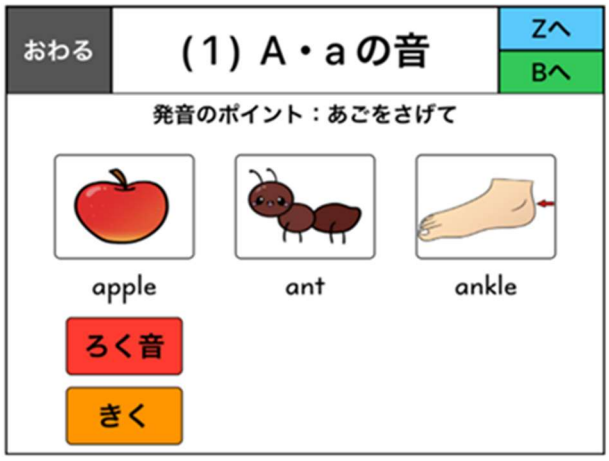


図 1 「Let's Phonics!!」発音学習画面

これらに代表される音声認識の機能は，他の開発者がソフトウェアなどを開発するうえで，共通の機能を利用するためのインタフェースとして，ほとんどの音声認識アプリケーションは Application Programming Interface（以降，API）を公開している．

2. 研究目的

「Let's Phonics!!」において，児童および英語が得意ではない先生が，客観的に発音の良し悪しを判断できないという問題を，音声認識の機能を用いて解決する手段を検討する．しかし，音声認識は話者の発音を認識することが目的であり英語の発音評価に特化して開発された機能ではない．英語の発音評価に対して音声認識を利用した際の正確性・妥当性は未検証であるため，本研究では利用可能性を調査する．

3. 研究手法

Apple が提供している API の「Speech Framework」を音声認識エンジンのサーバー版を調査対象とする．これは，「Let's Phonics!!」が iOS のタブレットアプリケーションとして開発されていることと，音声認識の使用制限が少なく，無料で提供されていることを加味している．さらに，オンデバイス版と比較したときに，音声認識の認識率が高いと予想したためである．

ネイティブの発音とノンネイティブの発音をテストデータとして収集し，音声認識させた出力結果から英語の発音評価への利用可能性を検証する．

3.1 録音アプリケーション

音声のテストデータを収集するため，専用の録音アプリケーションを作成した．音声のテストデータ収集に協力していただく被験者用に仕様を決定した．被験者としては，ネイティブスピーカーとして外国人指導助手と，「Let's Phonics!!」の使用者である小中学校の児童・生徒を想定している．特に児童のために，録音する単語の綴りが読むことができなくても利用できるように工夫した．

本アプリは被験者に合わせて，日本語と英語の二言語に対応している．被験者は，図 2，図 3 に示す画面で言語を選択し名前を入力する．これは，複数の被験者の音声データを整理するための仕様であり，本名は非公表とする．

必要となる音声のテストデータは，単語・文の単位で収集する．テストデータ項目の内容については大野に依頼した．「r」などをはじめとする，日本人が苦手とする発音を含む英単語，フォニックスの学習において使用する英単語を含む「a」から「z」までの全 26 単語，小学校 4 年生から 6 年生までのレベル別に全 33 フレーズを用意した．図 4，図 5 に音声のテストデータ項目の表示画面の例を示す．被験者は録音する単語またはフレーズを選択する．

そして，図 6 に示す録音画面で音声を録音する．録音するテストデータの項目を被験者に示すため，単語またはフレーズを画面上部に表示させる仕様にした．その下の画像は，録音するテストデータの項目に合わせたイラストを表示したボタンであり，押すと見本音声を聞くことができる．マイクのボタンを押して録音することができる．

図 2　言語選択・名前入力画面（日本語版）

図 3　言語選択・名前入力画面（英語版）

図 4　テストデータ項目（単語）表示画面

図 5　テストデータ項目（フレーズ）表示画面

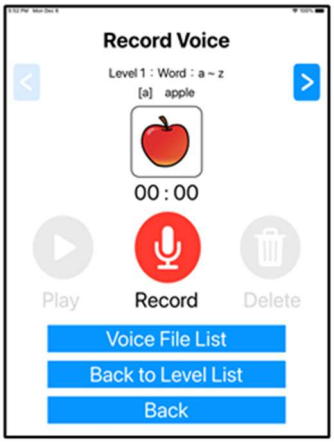


図 6　録音画面

3.2 被験者

今回の調査に協力していただいた被験者は以下のとおりである．

① 見本音声（D さん）：1 名
② ネイティブ（外国人指導助手）：4 名
- A さん（アメリカ人）
- B さん（ラテン系アメリカ人）
- C さん（中東出身カナダ人）
- D さん（カリブ諸国出身）

③ ノンネイティブ：2 名
- E さん（日本人）
- F さん（日本人）

ネイティブの発音データを収集するために，外国語指導助手 4 名に協力を依頼した．ノンネイティブの発音データの収集においては，計算機工学研究室の日本人 2 名に協力を依頼した．日本人の方には，ネイティブの発音は意識せず，日本人なまりの英語（カタカナ英語）の発音で音声を録音するように指示をした．

録音アプリケーションの見本音声は，外国人指導助手の D さんに担当していただいている．D さんの音声において，①では見本らしくゆっくりとした発音，②では見本を意識しない自然な発音を録音しているため，被験者は同じであるが，区別して音声認識させた．

3.3 音声認識

Apple が提供している音声認識 API の「Speech Framework」を用いて調査を行った．これは，「Let's Phonics!!」が iOS のタブレットアプリケーションとして開発されていることと，音声認識の使用制限が少なく，無料で提供されていることを加味している．音声認識を行う際，サーバーとの通信を行う方法とオンデバイスで行う方法の 2 通りあるが，サーバーを介した音声認識の方が，オンデバイスよりも認識率の精度が上がると予想されるため，サーバー版を利用した．

収集した音声のテストデータそれぞれに対して，北米英語で音声認識をさせて，出力結果の比較・検討を行い，英語の発音評価に対して音声認識を利用した際の正確性・妥当性を検証した．

音声認識を行った例（A さん：単語「bear」）と，出力結果として表示できる項目の例を表 1 に示す．認識結果の最有力候補として「bestTranscription」が出力される．他候補があれば「alternativeSubstrings」，それぞれの認識結果の信頼度が出力される．表 1 において，単語間の平均休止時間が「-1」秒として出力されているのは，音声データが 1 単語であったためである．

英語の発音において，ただひとつの正解というものは存在しない．音声認識を行った際，ネイティブ（英語を母国語とする人）が聞き取ることのできる発音に対して，音声認識の認識率が高くなること，そして，日本人なまり（カタカナ英語）の発音に対して，音声認識の認識率が低くなることの 2 点が望まれる．

表 1　音声認識結果の例（A さん：単語「bear」）

bestTranscription	segments	
formattedString	substring	alternativeSubstrings
文字列（全体）	文字列（一部）	他候補
Bear	Bear	
		Beer
		Better
segments		
timestamp	duration	confidence
発話開始時間［秒］	発話時間［秒］	信頼度［%］
0.48	0.6	83.4
		1.4
		1.2
speechRecognitionMetadata		
speakingRate		averagePauseDuration
1分間あたりの話す速度［単語数 / 1分］		単語間の平均休止時間［秒］
100		-1

4.　研究結果

収集した音声のテストデータそれぞれに対して，北米英語で音声認識を行った結果のまとめを表したものが，表 2，表 3，表 4 である．

表 2，表 3 において，「第一候補」の数は，表 1 のように，発音した単語・フレーズと認識結果の最有力候補が一致した数を表している．そのうちで「信頼度 50%未満」の数と，「信頼度 50%以上」の数を表している．

「信頼度 50%以上」の数を比較すると，ネイティブの発音の方がノンネイティブ（日本人）の発音よりも，音声認識を行った際の結果が良いことが分かる．そして，単語の認識結果よりも，フレーズの認識結果が良いことが，ネイティブの発音とノンネイティブの発音の認識結果で共通している．

フレーズの音声認識は，発音した前後の単語から推測することにより出力結果の信頼度を高めている．この事実は，表 3 のノンネイティブの発音の認識結果に着目すると，単語の認識結果における「信頼度 50%以上」の数が少ないことにもかかわらず，フレーズの認識結果における「信頼度 50%以上」の数が多くなっていることから分かる．特に F さんの認識結果は顕著である．

しかし，フレーズの認識結果の信頼度が高いことは，必ずしも英語の発音の正確性が高いことを表していないという点が重要である．

表 2 のネイティブの単語の発音の認識結果に着目すると，「信頼度 50%以上」の数のなかでも，北米人の A さん，B さん，C さんで差があった．これは，同じ北米英語であっても，出身地域によってイントネーションなどに差があり，多様性が存在することを示している．

表 4 は，音声認識を行った結果の中で，特に認識の信頼度が低かった単語をまとめたものである．これらの結果から，「fan」の「f」などの無声音（声帯振動を伴わない，息だけで出す音），「pen」の「p」などの破裂音が，ネイティブの発音であっても音声認識されにくい音であることが分かる．

表 2　音声認識結果のまとめ 1

		ネイティブ				
		見本音声	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
単語 (26)	第一候補	20	24	21	23	24
	信頼度50%未満	2	3	7	4	6
	信頼度50%以上	18	21	14	19	18
フレーズ (33)	第一候補	32	33	32	33	32
	信頼度50%未満	2	1	1	2	2
	信頼度50%以上	30	32	31	31	30

表 3　音声認識結果のまとめ 2

		日本人	
		Eさん	Fさん
単語 (26)	第一候補	9	10
	信頼度50%未満	7	6
	信頼度50%以上	2	4
フレーズ (33)	第一候補	16	31
	信頼度50%未満	3	1
	信頼度50%以上	13	30

表 4　音声認識結果のまとめ3

confidence	ネイティブ					日本人	
信頼度[%]	見本音声	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん	Eさん	Fさん
fan	1.6	91.9	5.2	91.0	2.6	0.8	0.0
hat	4.3	45.4	0.2	80.0	18.1	0.0	0.0
pen	2.6	1.1	1.0	1.6	7.0	0.0	0.0
racket	5.4	36.0	12.8	3.7	45.1	0.0	0.0
box	0.0	0.0	0.0	0.0	76.4	0.0	0.0

5.　利用可能性

本研究の総合結果から，音声認識エンジンを用いた英語の発音評価では，単語については，認識率の低い無声音・破裂音を除いて教材として利用できる．フレーズについては，発音した前後の単語から推測しており，発音が適切でなくても認識してしまっているので，教材としての利用は不適切である．

つまり，ネイティブとノンネイティブの発音において，音声認識の結果に差が出る単語，無声音や破裂音が含む単語を除いた，有声音を中心とする単語に対して利用可能性があることが分かる．

英語の発音指導に対して音声認識エンジンを利用する際に，指導に取り入れる単語の選択が重要となる．北米英語をモデルとするうえで，言語の多様性を認める観点から，ネイティブの発音の中で音声認識の結果で差が出るものは除くべきである．

6.　考察

「Speech Framework」以外の音声認識エンジンも機械学習であるため，本研究と同様の結果になることが予想される．ただし，詳細については調査する必要がある．

7.　おわりに

本研究では，英語の発音指導に対する音声認識エンジンの利用可能性を調査した．ネイティブとノンネイティブの発音において，音声認識の結果に差が出る単語に対して利用可能性があるという研究結果が得られた．小中学校の児童・生徒を被験者とした調査は未検証である．小中学校での教育を通して英語を学んでいる途中の被験者の発音，音声データは非常に有益であるので，調査を進めることで本研究のさらなる追究ができる．

将来的な展望として，「Let's Phonics!!」が持つ録音・再生機能による発音学習に音声認識機能を導入することで機能拡充を行いたい．本アプリケーションをアプリストアに公開することで，より広範囲での利活用を目指すことで，日本の外国語科教育の質的向上に寄与することができる．

参考文献

(1)　文部科学省：“小学校外国語活動・外国語研修ガイドブック”，(2017)．

(2)　平野美沙子：“小学校英語の課題―フォニックスの導入に向けて―”，環境と経営：静岡産業大学論集，22，1，pp.55-66，(2016)．

(3)　一柳佑介：“小学校向けの英語発音学習システムに関する研究～児童へのフィードバック支援機能～”，三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻，令和 2 年度修士論文，(2020)．

(4)　金丸紋子：“プロソディー中心の英語発音指導の効果―日々の授業に取り入れることのできる指導法を求めて―”，日本私学教育研究所紀要，49，pp.25-28，(2013)．

(5)　冬野美晴：“リスニング中心の大学英語科目における英語発音評価ソフトウェアの使用と学生による評価”，西南学院大学言語教育センター紀要，3，pp.21-33，(2013)．

(6)　Apple：“Siri”
https://www.apple.com/jp/siri/（2021 年 7 月参照）

(7)　Amazon：“Alexa”
https://developer.amazon.com/ja-JP/alexa（2021 年 7 月参照）

プログラムの動作の可視化によるプログラムの動作理解の支援

宮崎壮麻*1・TRAN THANH TUNG*2・高瀬治彦*2・北英彦*2
Email: kita_yh@yahoo。co。jp

*1: 三重大学工学部電気電子工学科
*2: 三重大学大学院工学研究科

◎Key Words　動作理解支援，可視化システム，プログラム修正

1. はじめに

近年，情報社会の発展とともにプログラミング学習の重要性が高まっている。一般にプログラミング学習方法として，演習型の授業が行われている。プログラム作成の演習において，学生の中にはプログラムを実行してみて動作の間違いことに気が付いてもそれを取り除けないものがいる。間違いを取り除くためには，実行途中のどこで・どうして正しい動作をしなくなったのかを知る必要がある。熟練者は頭の中でプログラムを1行ずつ実行することで変数や配列の値がどのように変化するのかを考えるが，初学者はこれを行うことが難しい。

プログラムの配列や変数の値を知る方法として，一般的にデバッガが用いられる。しかし，デバッガは初学者向けに作られていないことが多い。そこで，プログラミング初学者のためにプログラム実行中の配列や値を可視化し，プログラムの動作確認の支援をする可視化システムが開発されており[1,2]，可視化システムはプログラミング学習に効果があると知られている[3,4]。既存のものはプログラムのある行の実行直後の変数や配列の値を図的に表示するものであるが，どの変数やどの配列の要素が変化したのが把握しにくい。ステップごとの変数や配列の値を可視化することで，学習者は各ステップでの変化が分かりやすくなる。しかし，プログラムの動作を理解するために，ステップごとの変化だけでなく，ブロックやメソッドを通した時，変数や配列の値がどのように変化するのかを把握することも重要である。既存の多くの可視化システムはステップごとの変化しか行われていないため，大局的なプログラムの変化の理解を支援していない。

本研究では，初学者向けの可視化システムを提案する。ステップごとの実行前後の比較の可視化，ブロックの実行前後の比較の可視化，という 2 種類の可視化を行い，学習者に動作理解の支援をする。ステップごとの実行前後の比較では，ステップごとの実行前と実行後を対比して表示し，変化した部分に色付けをする。変化した理由が明示する。ブロックの実行前後の比較では，ブロックの実行前後を比較し，変化した部分に色付けをする。これらの変化を強調し，可視化することでプログラムがどのように動作し，変化するのかを支援する。最後に構築した可視化システムを初学者に使用してもらい，アンケート調査により本システムの有効性を確かめた。

2. 先行研究

プログラムの動作理解の支援を行うシステムに関する先行研究として伊藤の可視化システム紹介する。

本研究室の院生である伊藤は，Java を学習する初学者を対象としてプログラムの動作中の配列や変数の値の移り変わりを可視化するシステムを開発した[5]。このシステムは既存システム Online Python Tutor[6]を拡張して，1 行の実行の前後の変数・配列の値の変化を 1 つの画面で閲覧できるようになった。また，変数・配列の値の変化している部分に色づけをして強調表示を行う。可視化部分に実行前後の状態を表示して変化を示すことで，プログラムのソースコード 1 行の実行前後の動作を確認できるようになっている。伊藤の可視化システムの使用画面を図 1・図 2 に示す。

伊藤のシステムはステップ実行時に実行前後を比較し，変化する変数・配列の値に色付けし，可視化を行っているが，なぜ次のステップで変数・配列の値が変化するのか理由を提供していない。また，ブロック実行時に実行前後の比較を行なっていない。

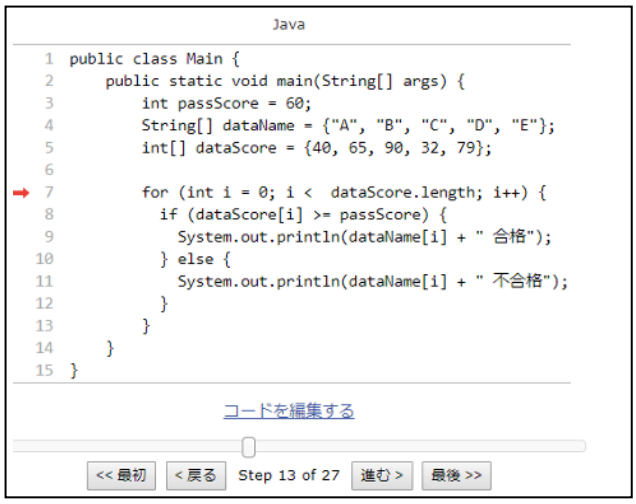


図 1　伊藤のシステムのソースコード部分

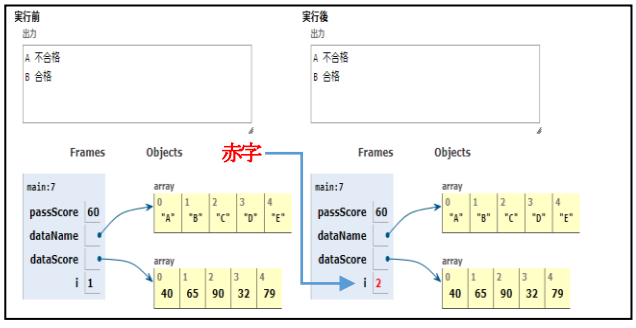


図 2　伊藤のシステムの可視化部分

3. 提案手法

学習者から受け取ったソースコードより，抽象構文木を生成する。生成した抽象構文木を分析し，受け取ったソースコードの要素とプログラム全体のトレースの間の関係を見つけることでプログラムの変化を把握し，変化の可視化を行う。

本システムは，Online Python Tutor と伊藤のシステムを拡張することで実装を行い，プログラムの動作理解を支援するために以下の 2 つの手法を提案する。

(1) ステップ実行時に変化する理由の可視化
(2) ブロックの実行前後の比較

3.1 ステップ実行時に変化する理由の可視化

プログラムのステップごとの実行前後の変化を可視化する。可視化を行っている命令に関係のある条件判定や繰り返し文の評価式の内容を表示し，その判定結果 TRUE, FALSE を表示する。同時に，計算式の内容を可視化部分に表示する。これらの表示により，学習者に変数・配列の値が変化した理由の把握を支援する。

実行時に変化する理由の可視化機能について説明する。図 3 の while 文は n > 0 の条件式により n の条件を確認する。n=234 を条件式に代入し，条件 n>0 をチェックした後に TRUE の判定結果が図 4 のように表示される。

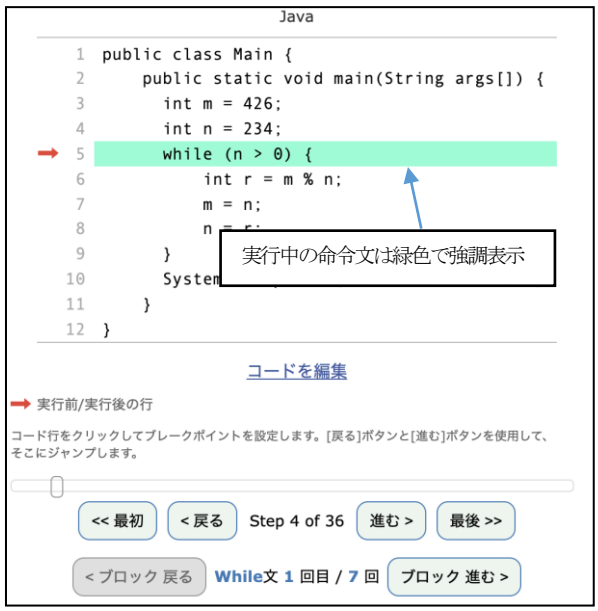


図 3　本システムのソースコード部分

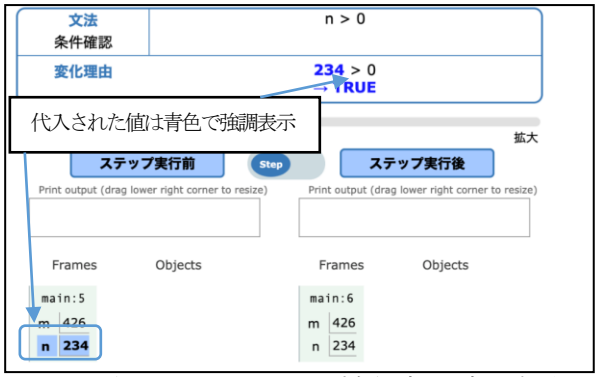


図 4　本システムのステップ実行時の可視化部分

3.2 ブロックの実行前後の比較

プログラムのブロック単位での実行前後の変化を可視化する。プログラムの繰り返し文やメソッドの動作は 1 ステップずつ実行を追いかけるだけでは理解しにくい時がある。ブロック単位で配列・変数の値の変化が可視化されることにより，繰り返しブロックの 1 ループごとの配列・変数の変化など，複数ステップを通した後，プログラムがどのように変化するのか分かりやすくなる。ブロックの実行前後を比較し，配列や変数の値が変更された箇所を強調表示することで，値がいつ変更されたのか分かりやすくなる。ブロックの実行前後の変化を表示することで，マクロな視点でプログラムの動作の把握を支援する。

図 5 に示すソースコードにより，繰り返しブロック実行前後の比較機能について説明する。図 5 の繰り返しブロックを操作する部分より，for ループは全部 6 回があり，2 回目のループを実行していることが分かる。繰り返しブロックの可視化を操作するブロック戻るボタンとブロック進むボタンは繰り返しブロックを実行時のみ有効になる。これらのボタンを操作することで繰り返しブロックの各ループの実行前後の比較が確認できる。

図 5 に示すソースコードのステップ 13 で実行する 13 行 for 繰り返しブロック実行前後の比較を図 6 に示す。for 繰り返しブロック 2 回目ループを実行する前の値と，2 回目ループを実行した後の値の両方を表示し，実行後で変化する値を強調表示する。図 6 の結果より，for 文が 2 回目ループをした後，変数 i と配列 resultArray の位置 1 の値が変化することが一目で分かる。

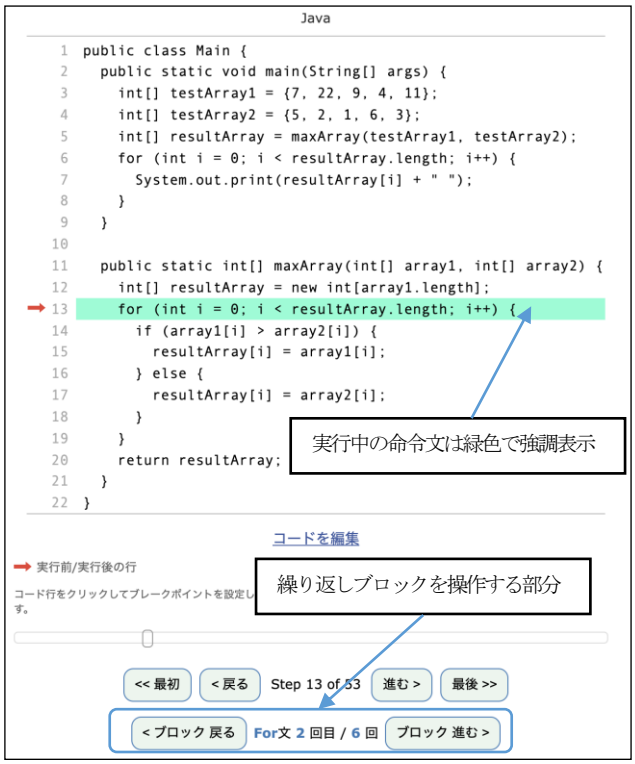


図 5　繰り返しブロック実行のソースコード部分

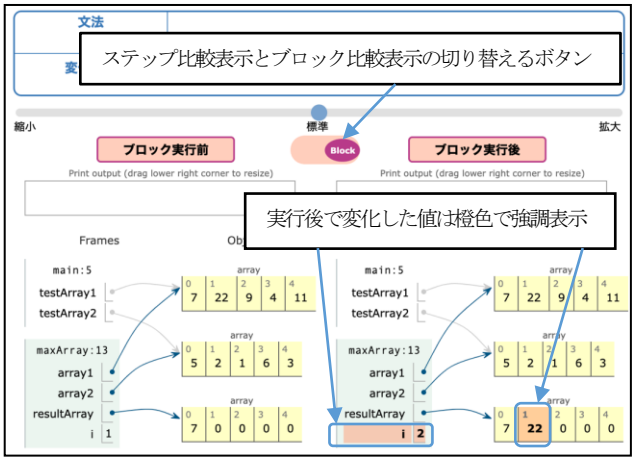


図 6　繰り返しブロック実行前後の比較の可視化部分

4.　実験とアンケート調査

本システムの提案により，学習者のプログラムの動作追跡に有効であるかを確認するため，以下の実験とアンケート調査を行なった。

4.1　実験

学習者は以下の 3 つの作業（各作業時間：20 分）を通して, 3 つのプログラムの誤りを修正してもらう形式で実験した。

(1)　可視化システムを使わずにプログラムを修正
(2)　Online Python Tutor を用いてプログラムを修正
(3)　本システムを用いてプログラムを修正

3 つのプログラムは簡単な順番になっているが, 学習者は作業中に次のプログラムに移ることを認める。実験後に学習者が回答してもらった報告結果より，デバッグできた人数を解析し, 従来のシステムと比較し, 本システムの有効性を確認する。

4.2　アンケート調査

本システムは学習者のプログラムの動作追跡に有効であるかを確認するため使用後にアンケート調査を行った。

- 質問Ⅰ，Ⅱ：本システムが提案した可視化機能が動作追跡するのに役に立ったかについての質問
- 質問Ⅲ，Ⅳ：学習者のコメントや感想

5.　結果と考察

4 章で行なった実験の報告結果とアンケート結果を以下に示す。

5.1　実験結果

各デバッグ作業の報告結果を図 9 に示す。プログラム 2 の報告では，作業 2（Online Python Tutor）で 48 人が「時間あってもできない」と答えたが, 本システムを使用した後，35 人に減った。この結果より，従来の可視化システム（Online Python Tutor）を使っても修正できない学習者が，本システムを使用すると修正できたことが分かった。また, 本システムは動作追跡の支援ツールであり, 本システムを使うと動作の間違いが必ずしも修正できるわけではないが，プログラムの動作追跡の支援に有効であることを確認した。

5.2　アンケート調査結果

質問Ⅰ，Ⅱの内容と結果：本システムが提案した機能の有効を確認するため学習者が本システムを使用した後, 質問Ⅰと質問Ⅱに回答してもらった。質問Ⅰの内容を図 7 に，その結果を表 1 に示す。質問Ⅱの内容を図 8 に，その結果を表 2 に示す。

> **質問Ⅰ**：ステップごとを実行する際に可視化部分の変化理由の支援は役立ちましたか？
> 1.　役に立った
> 2.　どちらかといえば，役に立った
> 3.　どちらかといえば，役に立たなかった
> 4.　役に立たなかった

図 7　質問Ⅰの内容

表 1　質問Ⅰに対する回答

	変化理由の可視化は動作追跡に役に立ったと感じたか				
選択肢	1	2	3	4	合計
票数（人）	39	29	12	6	86
百分率（%）	45	34	14	7	100

> **質問Ⅱ**：繰り返し文を実行する際に 1 つのループの実行前後の比較は役立ちましたか？
> 1.　役に立った
> 2.　どちらかといえば，役に立った
> 3.　どちらかといえば，役に立たなかった
> 4.　役に立たなかった

図 8　質問Ⅱの内容

	ブロック実行前後の可視化は動作追跡に役に立ったと感じたか				
選択肢	1	2	3	4	合計
票数（人）	39	23	18	6	86
百分率（%）	45	27	21	7	100

表 2　質問Ⅱに対する回答

質問Ⅰ，Ⅱのアンケート結果より，「1（役に立った），2（どちらかといえば，役に立った）」の回答が 79%と 72%に達した。これより，本システムが提案した可視化機能は，プログラムの動作追跡を支援することに有効である。

質問Ⅲ，Ⅳの内容と結果：本システムの良い点と改善点を調べるため，使用後に学習者に質問Ⅲ，質問Ⅳに回答してもらった。質問Ⅲの内容を図 9 に，その結果を表 3 に示す。質問Ⅳの内容を図 11 に，その結果を表 4 に示す。

> **質問Ⅲ**（任意）：質問Ⅰ，Ⅱで「1（役にたった），2（どちらかといえば，役に立った）」を選択した方に質問です。
> どのような点で役に立ったと感じましたか。

図 9　質問Ⅲの内容

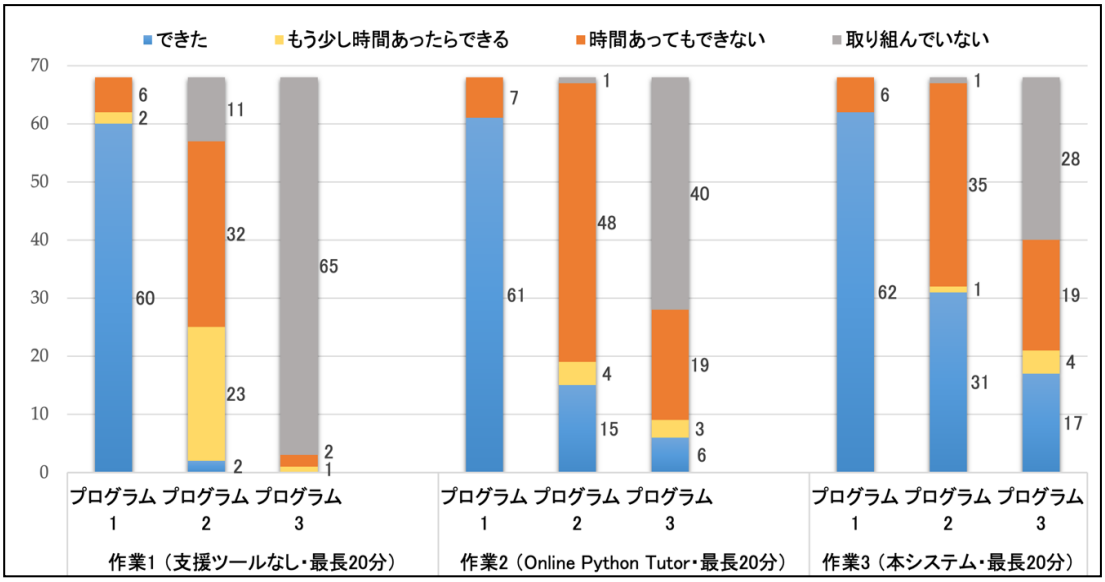


図 10　各デバッグ作業の報告結果

表 3　質問Ⅲに対する回答

コメント	票数
(1)　変数の変化が分かりやすかった	32
(2)　条件が成立するか視覚的に確認できた	15
(3)　配列の入れ替えが分かりやすかった	13

質問Ⅳ（任意）：質問Ⅰ，Ⅱで「3（どちらかといえば，役に立たなかった），4（役に立たなかった）」を選択した方に質問です。
どのような点で役に立たないと感じましたか。

図 11　質問Ⅳの内容

表 4　質問Ⅳに対する回答

コメント	票数
(1)　使い方が分からない	5
(2)　見てもプログラムが理解できなかった	5

表 3 の結果より，本システムに対して多くの肯定的なコメントを頂いた。表 4 の結果より，「使い方が分からない」などのコメントがあったが，実験当日の説明不足が原因だと考えられる。

6.　まとめ

本研究では，プログラミング初学者が自身で作成したプログラムの動作追跡の支援することを目的として，Online Python Tutor と伊藤の可視化システムを拡張し，以下の機能を実装した。

- ステップごとの実行時に変化する理由の可視化
- ブロック実行前後の比較の可視化

実験結果より，本システムがプログラムの動作追跡の支援に有効であることを確認した。また，本システムが提案した 2 つの機能についてどちらも 70%を越える割合で高い評価が得られた。

参考文献

(1)　中原進，紫合治：“オブジェクト指向プログラムの動作の可視化”，情報処理学会研究報告，ソフトウェア工学研究会報告，vol.2010，no.9，p.18（2010）
(2)　中村亮太，西村知博，松浦敏雄：“プログラミング入門教育用学習環境 PEN”，情報処理学会研究報告，p.6571（2017）
(3)　Sassi Bentrad and Djamel Meslati：“Visual Programming and Program Visualization − Toward an Ideal Visual Software Engineering System −”, ACEEE International，vol.1，no.3，pp.56-62 (2011)
(4)　Christine Alvarado，Briana Morrison，Barbara Ericson，Mark Guzdial，Brad Miller and David L. Ranum: “Performance and use evaluation of an electronic book for introductory Python Programming”, Technical Report GT-IC-12-02，Georgia Institute of Technology (2012)
(5)　伊藤 福晃，北 英彦：“プログラミング演習における動作確認を支援するためのプログラム動作の可視化”，2018PC カンファレンス論文集，pp.29-32（2018）
(6)　Philip J. Guo: “Python Tutor: Embeddable Web-Based Program Visualization for CS Education”, Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education”, pp.579 - 584 (2013)

日本語学習者の作文からの誤り検出
—形態素解析時のラティス値による誤り検出—

村田紘基*1・趙艷*1・高瀬治彦*1・北英彦*1
Email: 421m242@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学大学院工学研究科電気電子工学専攻

◎Key Words　誤り検出，作文添削，形態素解析

1. はじめに

近年，日本語教師の増加対して日本語学習者の増加が大きい。日本語学習の支援が必要とされているといえ，特に負担の大きい作文授業に支援が必要である。このような支援としてさまざまな試みがされているが，本研究では，計算機による作文の自動添削に着目する。

これまでにも，日本語の文章を自動添削（校正）するシステムは提供されてきたが，日本語学習者の作文授業に対して十分に誤りを検出できない。例えば，リクルート社の提供している A3RT[1]では，「今度の休みは、国に帰ようと思います」という誤りを含んだ文章に対して，誤りを指摘しない。そこで我々は，授業中に発生した誤りをもとに決定木を機械学習することで作文中の誤りを自動で検出できるシステムを構築した。しかし，この手法では作文を形態素解析器によりある程度正しく形態素に分割できていないと効果を発揮しない。

そこで，形態素解析か破綻している文節を検出し，それを除外することで，誤りの検出能力の向上をめざす。本稿ではその第一歩として，形態素解析時のラティス値を分析することで，形態素解析が破綻している文節の検出を試みる。

2. 作文の誤り指摘

文献(2)の手法では，与えられた作文を形態素解析・係り受け解析し，その結果得られた文節・形態素の情報を特徴量として抽出し，それを収集し機械学習することにより，正誤の判定を行う。しかし，文中に誤りが存在すると正しく形態素に分割できず，機械学習は効果を発揮しない。形態素解析では，さまざまな文法情報をもとに，解析を行うため，誤った文に対して解析が破綻する可能性がある。実際，よく用いられる形態素解析器 Mecab では，多少の誤りが含まれた文でも解析結果が破綻することは少ないが，学習者の作文に含まれる誤りには，破綻した形態素解析結果をもたらすものも含まれる。例えば，「あなたは」という文節を形態素解析すると「あなた」「は」という 3 つの形態素に分けられる。しかし，「あたなは」という学習者による誤りを含んだ文節を解析した場合，「あ」「た」「な」「は」と 4 形態素に分かれてしまう。
機械学習による誤文節の検出性能の向上のためには，このような文節を事前に取り除くのが良いと考える。そこで次の章で，このような形態素解析の破綻が生じた文節を検出する方法について提案する。

3. 提案法

形態素解析が破綻しているかどうかを判断するために，形態素解析の際に計算されているラティス値に着目する。ラティス値とは単語自体の表れにくさである生起コストと単語同士の連続しにくさである連結コストの累積の値である。形態素解析では一般に，この値を考えうるすべての分割パターンに対して計算し，最も値が小さいものを解析結果として出力する。このとき，形態素解析が破綻している場合には，どの分割候補も不自然な分割があるため，分割候補間のラティス値の差は小さくなるだろう。

そこで，形態素解析時のラティス値を分析することで形態素解析が破綻している文節を事前に検出する。例えば，「あなたは」と「あたなは」について，Mecab を使って形態素解析した際の，ラティス値が最も小さい 3 件分の結果は，表 1 のようになる。正しい結果が得られた「あなたは」の場合は，第 1 位と第 2 位の差が，第 2 位と第 3 位の差に比して大きい。それに対し，破綻した結果になっている「あたなは」の場合は，これらの差は「あなたは」の場合比べて顕著ではない。

表 1「あなたは」と「あたなは」のラティス値

候補	ラティス値
あなた(代名詞)+は(助詞)	6, 789
あな(名詞)+た(助動詞)+は(助詞)	17, 967
あなた(代名詞)+は(動詞)	18, 169
あ(フィラー)+な(助動詞)+た(助詞)+は(助詞)	18, 988
あ(感動詞)+な(助動詞)+た(助詞)+は(助詞)	20, 070
あた(動詞)+な(助詞)+は(助詞)	22, 349

この考えに基づいた形態素解析に破綻した文節の具体的な検出手順は以下のとおりである。

(1) 与えられた文を文節単位に分割する。
(2) 各文節に対して，形態素解析を行う。このとき，ラティス値の小さい順に n 通りの分析結果を得る。
(3) 各文節の n 番目に小さいラティス値と一番小さいラティス値の差を求める。
(4) しきい値を決め，ラティス値の差がしきい値以下の文節を，形態素解析が破綻した文節と判定する。

次の章では，この手順により形態素解析が破綻している文節を正しく検出できるかを確かめる。

4. 実験

4.1 概要

ここでは, 3 章で提案した手法によりの形態素解析が破綻している文節を検出できるのかを，簡単な実験を通じて確認する。

4.2 実験方法と実験条件

実験には，文献(2)と同様の，正しい文節 38 個，誤りの文節 60 個を含むデータを用いた。形態素解析結果が破綻している文節は，日本人の著者二人が共通で破綻していると判断したものを選んだ。共通で破綻していると判断した文節は 15 個であった。

実験の方法は以下のとおりである。3 章で示した手順における n を 5 とし，ラティス値の差を①2 番目−1 番目，②3 番目−1 番目，③4 番目−1 番目，④5 番目−1 番目の 4 種類求めた。

4.3 結果

図 1，2 に結果を示す。

まず，ラティス値の値と破綻の有無の関係を調べる。図 1 は, ラティス値の①2 番目−1 番目が最も小さい 7 件分の文節の形態素解析の成否とラティス値の差を示したグラフある。図 1 より，破綻している 15 文節のうち 5 文節がこの 7 件に入っており，破綻した文節では形態素解析において候補間のラティス値の差が小さくなるという予想はおおむね正しいといえる。しかし，形態素解析が破綻している文節の中に正しい文節や誤りだが形態素解析は破綻していない文節が含まれているため，しきい値により判定することは難しいと考えられる。

次に，ラティス値の値そのものではなく，順位と破綻の有無の関係を調べる。図 2 は，前節①から④それぞれの場合について，差の昇順に文節を並べ，上位から 7 文節ずつの 14 グループに分割し，それぞれのグループ内で日本人が破綻していると判定した文節の数を数えたものである。凡例の①〜④は前節の①〜④を表している。横軸は文節を 7 個含むグループを表しており，左に行くほどそれぞれのラティス値の差が小さいグループで，右に行くほどラティス値の差が大きいグループである。縦軸はそれぞれのグループに含まれる形態素解析が破綻している文節の個数を表している。例えば，横軸 1 の①のグラフは，最も小さいラティス値と 2 番目に小さいラティス値の差が小さい 7 個の文節の中に，形態素解析が破綻している文節が 5 個あることを示している。図 2 より，ラティス値の差が大きくなるにつれて形態素解析が破綻している文節数は少なくなっているため，ラティス値による検出自体は有効であると考えられる。

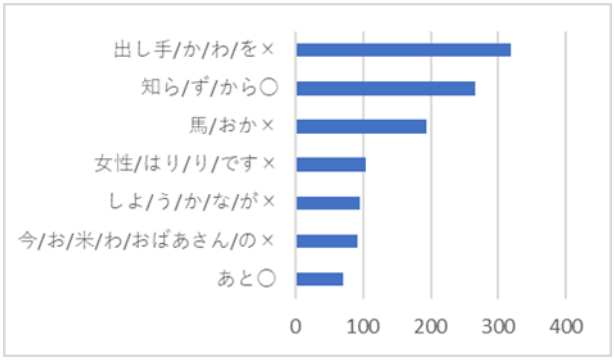


図 1　2 番目−1 番目のラティス値の差

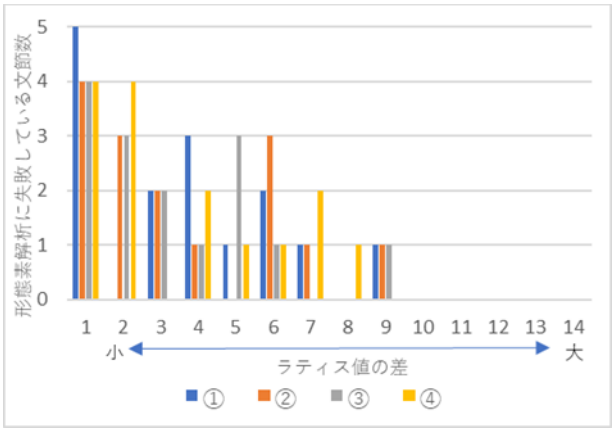


図 2　ラティス値の差に対する形態素解析が破綻している文節数

5. おわりに

本研究では，形態素解析時のラティス値を用いて形態素解析が破綻している文節の検出を試みた。

今回の実験ではあるしきい値を持って形態素解析が破綻している文節を完全に検出することは難しいが，ラティス値の差と誤り文節の数に負の相関があり，ラティス値を用いることの有効性は確認できた。

今後は，今回試した方法以外でのラティス値の活用や，いくつかの形態素解析が破綻した文節を除いた状態での作文の誤り検出を行う。

参考文献

(1) Proofreading API：“https://a3rt.recruit-tech.co.jp/product/proofreadingAPI/”, (accessed July 15, 2021).

(2) 趙艶，高瀬治彦，北英彦：“機械学習による日本語学習者の作文からの誤り検出―1 文節内の文法誤りの検出―”，知能と情報，32 巻，5 号，pp.887-890（2020）

読解授業からの脱却
—ドイツ語プレゼンテーションに挑戦—

大前智美*1
Email: omae.tomomi.cmc@osaka-u.ac.jp

*1：大阪大学サイバーメディアセンター

◎Key Words　外国語教育，ICT 活用授業実践，プレゼンテーション，　動画撮影

1.　はじめに

大学における初習外国語の授業は，コミュニケーションクラスを除き，1 年目に初級文法を一通り学習し，2 年目には中級に向けての読解授業を行うことが多い。筆者も 2 年目のドイツ語授業を担当することになり，読解中心の教科書を選定した。しかし，ドイツ語を読んで日本語に訳すという本来求めているはずの学習過程を，Google 翻訳をはじめとする翻訳アプリに任せ，実際にはドイツ語を読解できていない学生が多数存在することは否めない。そこで，筆者は一文一文を「訳す」授業をやめ，読解テキストから読み取った使い回しのきく表現をピックアップし，その表現や読解内容をアレンジして，自分の言葉としてドイツ語を話すことを目標とする授業に転換した。

自分達でプレゼンテーション用のシナリオを作成する際，教科書から得たドイツ語表現に加え，最終的にはクラス内でプレゼンテーションをする。そしてそれを相互評価することで，ただ読んで訳す学習ではなく，「言いたことを言える」ようになる外国語学習を実施した。プレゼンテーションやビデオ撮影をすることで，人に聞いてもらえるドイツ語，「通じる」ドイツ語を話す意識を高め，外国語の発話への抵抗感をなくし，読解授業では得られない学習体験を行なった。本稿では，2 年目のドイツ語学習者がドイツ語でプレゼンテーションができるまでの過程を報告するとともに，使用したツールの紹介や学生の評価，今後の展開について記述する。

2.　授業概要

2.1　クラス

第 2 外国語としてドイツ語を履修する 2 年目の学習者約 35 名ずつのクラス 2 クラスでドイツ語プレゼンテーション授業を実施した。本クラスでは，1 年次に習得したドイツ語技能を発展させ，知識の定着，表現力の育成，読解力の養成を図ることを目的とする。教科書は「知りたいドイツ語〜読みながらステップアップ」を採用し，文法の確認と練習問題を行い，読解文章を発展させたプレゼンテーションを行なった。

2.2　授業構成

本クラスの授業構成は以下のとおりであった。

① 上記の教科書にある文法確認により，初級文法からの応用問題を解きながら，文法事項の確認を行う。
② 読解テキストの音声を聞き取り，「理解度チェック」を行う。この時点でドイツ語を聞いて，どの程度理解できるかの確認を実施する。
③ 理解度チェックの内容を，本文のどこを根拠に判断したのかを確認する。
④ 本文から覚えて，プレゼンテーションで使用したい表現の解説を行う。
⑤ レッスンごとに，その内容を発展させたプレゼンテーション準備をする。（ドイツ語のシナリオ作成と PowerPoint などの資料の作成）
⑥ プレゼンテーションを行い，クラス内で相互評価を行う。

この①〜⑥の流れを 5 回の授業 1 クールとして実施し，半期につき 3 回のドイツ語プレゼンテーションを行なった。

2.3　使用したツール

教科書，辞書の他に，以下のようなツールを使用してプレゼンテーション準備を行なった。

・Tatoeba：さまざまな言語の例文とその翻訳からなる大規模データベース。使用したい単語が文の中でどのように使われるのかを例文で見るためのツールであり，一部は例文に音声もついており，発音の確認も可能である。

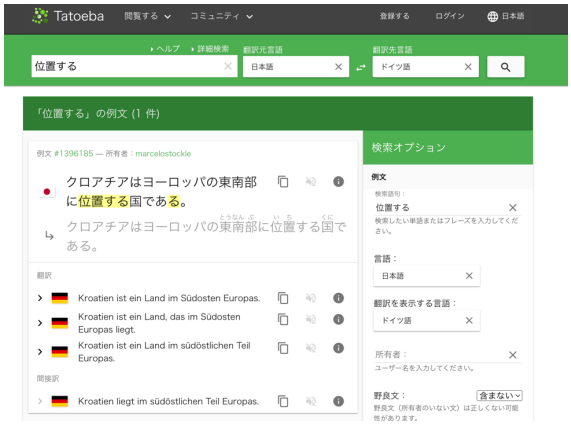


図 1 Tatoeba での例文検索

・ttsMP3.com：作成したドイツ語シナリオの音声を入力し，音声ファイルを作成する。

・ロイロノート・スクール：作成した合成音声の聞き取り練習を実施した。作成した音声はスピードが速く聞き取りが難しいため，ロイロノートに読み込み，スピードコントロールをしながら，自分達の発話したいドイツ語の音声を確認する。

・Microsoft Word：イマーシブリーダーの機能を使い，ドイツ語シナリオを読み上げさせ，音の確認を行う。

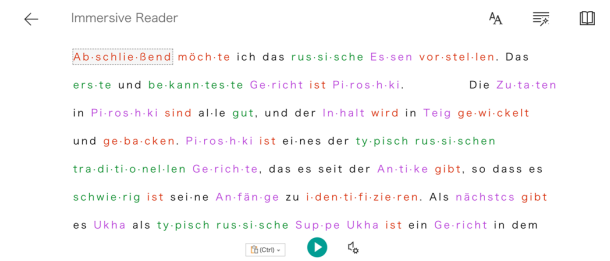


図2　Microsoft イマーシブリーダー

・Google 翻訳/DeepL：翻訳アプリのマイク入力の機能を利用し，作成したシナリオを音声入力する。自分の発音したドイツ語が翻訳アプリに聞き取ってもらえるかどうかによって，「通じる」発音にまで練習できているかの確認を行う。同時に，入力したドイツ語を日本語に翻訳させ，自分の作ったドイツ語が自分の言いたい内容に合っているかの確認を実施する。

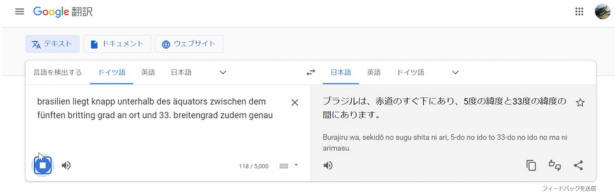


図3 Google 翻訳へ音声入力

・padlet：グループごとに資料の共有やスクリプトの共有を行う。Padlet にアップされた学生のスクリプトチェックを教員が行い，コメントを返すなど，クラス全体の掲示板的な役割をする。

図4 padlet での情報共有

3.　プレゼンテーションとビデオ撮影

3.1　プレゼンテーション

2.2 に記載した手順と 2.3 に紹介したツール類を用いて，自分達のプレゼンテーションの内容を，ドイツ語にして全員の前で発表を行なった。また，クラス内で Google Form を用いた簡易な相互評価を行なった。

図5 相互評価

3.2　ビデオ撮影と編集

プレゼンテーションに慣れてきたタイミングで，グループごとにビデオ撮影と編集を行い，完成した作品を相互評価することにした。手順は 2.2 を基本として，自分達で作成したスクリプトを自分の言葉として話す姿，また紹介したいものを動画に組み込んで，字幕をつけたビデオを完成させた。

図6 ビデオ作品

4.　おわりに

本稿は，ドイツ語学習 2 年目の授業を，単調な読解授業にせず，学生が主体的に学び，学習したドイツ語を「使う」ことに着目した授業の実践報告である。授業後のアンケートによると，様々なツールを使うことで，戸惑うこともあったが，ドイツ語学習を通して，プレゼンテーションの技能アップと ICT スキルの向上ができたことに対するポジティブな意見が多くみられた。また，「自分で文章を書いて発音を覚え、スライドを作るという工程が大変だったが、終わった後の達成感が大きかった。」，「伝わりやすい文章を作ることが難しかった。しかし、学んだドイツ語の知識を発表という形で実践に生かすことが出来たのは良かった。」など難しいながらも実践的な外国語学習に高い評価をしている。今後は，より詳細に学習効果の検証を続けていく予定である。

参考文献

(1)　岩居弘樹：“学びの成果をビデオに残す試み”，サイバーメディアフォーラム 2020，大阪大学サイバーメディアセンター（2019）.
(2)　大前智美，渡邉ゆきこ：“音声認識機能を使った自律型発音学習”，2020 PC Conference 論文集，コンピュータ利用教育学会（2020）.
(3)　斎藤太郎，Siegfried Kohlhammer：“知りたいドイツ語～読みながらステップアップ～”，朝日出版(2018)
(4)　渡邉ゆきこ,大前智美：“発話を促す多言語教材の開発”，2018 PC Conference 論文集，コンピュータ利用教育学会（2018）.

参考 URL

(1)　Tatoeba：https://tatoeba.org/ja
(2)　ttsMP3：https://ttsmp3.com/
(3)　padlet：https://padlet.com/

小学校体育科におけるICTを活用した実践研究 —タブレット端末を活用した協働学習の推進—

齊藤　勝[*1]・慶徳　大介[*2]
Email:masaru.saito@thu.ac.jp

*1: 帝京平成大学人文社会学部
*2:　3rdschool

◎Key Words フラッグフットボール，タブレット端末，ドローン，協働学習

1.　はじめに

Society5.0の実現に向けて急速な技術革新が進む中，学習指導要領（文部科学省，2017）においては，「言語能力」等と同様に教科等を越えた全ての学習の基盤として育まれ活用される資質・能力の一つとして情報活用能力が位置付けられた。教育の情報化の重要性が一層増す中，学習指導要領を踏まえた「主体的・対話的で深い学び」の実現，特別な配慮を要する児童生徒等に対する合理的配慮の観点からの授業改善が求められている。

GIGAスクール構想によって整備された一人一台端末の環境整備によって，教師が蓄積した知見・経験に加えてICTを利活用することにより，これまでの指導方法をより効果的に行うことや，実現できなかった指導方法を行うことが可能となり，学習の充実につながっている。体育科においても，学習に必要な情報の収集，課題の発見や解決方法の選択のためのICT活用の拡充が期待されている。

体育科では，タブレット端末等で撮影した動画によって，自身の動きを確認しながら課題解決に取り組んでいく実践が多く報告されている。久保・堤・松本（2015）は，ゴール型ゲームのハンドボールの単元において，動画視聴による振り返りを行った結果，仲間や相手など周囲の状況について気付きや理解が促進されゲームパフォーマンスの向上も認められたとしている。高柳・堤・福本（2014）は，高学年の跳び箱運動において，タブレット端末，遅延再生ソフト，学習支援プログラム等を活用した授業実践を行った。協働学習においては実演を録画し，動画を見ながらアドバイスするようにした結果，技能面と理解面はともに効果があり，特に新しい技の習得過程において効果がより高く発揮されたということが報告されている。齊藤・河村（2017）は，同様の単元において，児童同士がタブレット端末で撮影した映像を，ペアやグループで話し合ったり教え合ったりする際の補助ツールとして活用することで，技のポイントが明確になり，技能面とともに関心・意欲の向上が認められたと報告している。

本研究は，小学校第5学年の児童を対象に，体育科フラッグフットボールにおけるICT活用の効果について検討するものである。ドローンを用いた空撮動画によって，子どもたちが自身の動きをより俯瞰的に捉え，自分たちが立てた作戦が有効に実行できたか，課題があるとすればどのように改善すべきかを話し合う活動が，子どもたちの学習にどのような変容を及ぼすかを考察する。

2.　研究方法

2.1　対象と期日

調査対象

A県内の公立小学校B校第5学年3クラス99名（男子53名，女子46名）であった。2022年1月から2022年2月にかけて調査を行った。なお，授業及び各学級の担任，本研究者は各種調査の調査，分析，T2として補助的な役割を実施した。

2.2　調査方法とその内容

本調査は，児童及びその保護者，児童の在籍する学校長に承諾を得た上で実施した。測定には，標準化された心理尺度「Q－U」の中の学級生活満足度尺度，（河村，1988），児童による体育授業における形成的授業評価（髙橋ら，1994）を用いた。

学級生活満足度尺度は承認と被侵害の2つから構成され，それぞれ各6項目，全12項目について，現在の自分に当てはまる程度を4件法で回答を求めた。なお，「承認」と「被侵害」の全国平均値をもとに児童を学級生活満足群，非承認群，侵害行為認知群，学級生活不満足群の4つの群に分類して4群の出現割合から学級環境の状態を理解することが可能な尺度である。

形成的授業評価は，体育授業の目標や内容に対して，学習者がそれらの内容をどれだけ習得できたかを適切に評価するために作成されたもので，「成果」，「意欲」，「学び方」，「協力」の4つの因子で構成されている。回答は各項目4件法で行い，各因子の単純加算をして因子得点とした。児童による形成的授業評価は，授業実施後その日のうちに児童に回答を求めた。

3.　本授業実践について

3.1　単元計画及び学習の流れ

フラッグフットボールは，アメリカンフットボールのゲームの楽しさを小学生でも味わえるように簡易化した陣取り型のボールゲームである。タックルの代わりに，腰に付けたフラッグを取ることによって，一回の攻撃が終わるよう工夫されており，経験がない子どもでも安全に取り組むことができる攻守入交の運動である。

一単位時間の進め方は，学習内容の確認の後に，スキルゲームとして，しっぽ取りゲーム，ランダムパスゲームを行った。次に作戦を成功させるために兄弟チームで，4対3の簡易ゲームを行った。主な内容は，「手渡し（フェイク）＆ラン」「ブロック＆ラン」「ルートパス」である。第

4時以降は，作戦を成功させるための練習の時間を確保しつつ，ゲームを中心とした単元構成（全6時間扱い）とした。

時間	1	2	3	4	5	6
学習内容・活動	1オリエンテーション 2学習内容の確認 3スキルゲーム ・しっぽ取り ・ランダムゲーム 4ルールを知る 5試しのゲーム 6振り返り	1学習内容の確認 2準備運動・スキルゲーム 3チーム練習 4作戦の例を知る 5兄弟チームでの練習 6ゲーム 7整理運動 8振り返り		3ゲーム① 4振り返り，作戦に応じた練習 5ゲーム② 6整理運動 7振り返り		

図1　単元計画

3.2　チームの特徴に応じた作戦の指導

ボール運動の学習指導で最も重要なことは，「仲間と共にゲームの中で攻防する楽しさを味わわせること」である。そのために，技能の習得や向上だけを意識させるのではなく，チーム内で活躍できる有用感や所属意識を高めることをねらいとした。作戦を考えるために，チームの仲間がもっている力の把握や，それらを生かしたチームの特徴を理解することで「見方」を学び，さらにチーム内で役割分担し，それを発揮できる作戦の形成，実行，再考を通して「考え方」を育成することとした。

また，「チームの特徴に応じた作戦」を児童に意識させるため，「動き方」に関しては，フェイク，ブロックを伴う動きが得意な子のよさを生かしたものになっているか，「ボール操作」に関しては，ラン・パス・キャッチが得意な子のよさを生かしたものになっているか，「役割分担」に関しては，一人一人の位置取り（ポジション）がメンバーのよさを生かしたものになっているか，といった3つの視点を示した。また，自分たちが立てた作戦が有効であったか，さらに効果的に得点するためには，どのような改善が必要なのかを振り返らせることとした。

3.3　タブレット端末を活用した協働学習の推進

メインゲーム終了後に，動画を用いたチームの振り返りを行った。フラッグフットで使用するコートは，横12m，縦25mであり，ビデオカメラを用いた定点撮影で，チームの動きを確認することには限界がある。そこで今回は，4人で1台のiPad，ドローン（DJI；Tello），操作アプリ（TelloEdu）を用い，ドローンによって地上6m地点から空撮された動画を用いた。

4.　結果と考察

学級満足度尺度と学習後の形成的授業評価の結果から相関関係を分析したところ，次の結果が得られた（表1）。児童の承認感と学習後の学び方（動画視聴による振り返り）と協力（チームごとの作戦の形成）には，正の相関がある。被侵害感と協力には，負の相関がある。

相関分析の結果から，以下のことが推察される。チーム内で有効な作戦について話し合える児童，動画によって仲間と振り返り活動ができる児童ほど，侵害行為を低く認知している。つまり，否定されたり批判されたりしないと感じている児童ほど，学び方，協力が高まっている傾向があるといえる。逆に被侵害が高い児童ほど，協力や承認が低くなる傾向にある。つまり，友達から侵害されていると感じている児童は，チームごとの作戦形成の際に意欲が低下する傾向があるといえる。

学級生活満足度尺度の結果，承認得点が高く，被侵害得点が低い学級は，5年2組（満足度88%）>5年3組（満足度72%）>5年1組（満足度64%）の順となった。調査対象とした3学級中，5年2組・3組の2学級が，成果（技能）の項目に有意な向上が見られた。学び方（動画視聴による振り返り）の項目に関しては，5年2組の1学級のみが有意に向上した。つまり学級の状態がよいほど，動画を有効に活用しながら振り返りをすることができ，そのことが次の作戦の形成にも役立てられ，「成果」にも影響を及ぼすことが示唆された。

表1　各項目の相関関係

	①	②	③	④	⑤
①意欲3群					
②成果3群	.289 **				
③学び方3群	.432 **	.213 *			
④協力3群	.394 **	.231 *	.441 **		
⑤承認2計	.134	.063	.315 **	.414 **	
⑥被侵害2計	-.082	.180 +	-.054	-.349 **	-.607 **

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$

5.　おわりに

児童生徒の1人1台のICT端末を活用した体育・保健体育授業の事例集（文部科学省，2022）によれば，教員の意識調査結果から，授業で活用する効果をほぼ全員が感じていながらも，約半数の教員が活用に踏み切れていないという結果が示されている。その多くは，体育授業へのICTの導入が，運動量の減少につながるのではないかという懸念があるためである。

バスケットボールやサッカーといった他のゴール型ゲームの場合，1ゲームあたりの時間は少なくても5分を超過することが多い。運動した時間よりも動画視聴による振り返りの方が長くなる場合も想定される。学習のねらいに応じて，学んだ内容を実際に体験させる活動を十分に授業に組み込まなければ，本末転倒になってしまう。

本研究で扱ったフラッグフットボールは，一人の攻撃時間が1分未満であるという運動特性上，動画による振り返りの有効性を確かめることができる最適な運動領域であった。他の運動領域で，動画による振り返りを行う際には，運動量確保の観点から，教師が着目すべき視点，留意すべきポイントを児童に明確に示すことが求められるだろう。また，学習の準備性として，学級内にルールが定着していること，さらにはICTの効果を高めるための人間関係が醸成されていることが重要となる。

参考文献

(1) 文部科学省：小学校学習指導要領（2017）.
(2) 文部科学省：児童生徒の1人1台のICT端末を活用した体育・保健体育授業の事例集（2022）
(3) 久保明広・堤 公一・松本大輔：ICTを利活用した「わかる」「できる」をつなぐ体育学習:小学校第6学年の「ハンドボール」の授業を通して，佐賀大学教育実践研究，32号，pp193-pp204（2015）.
(4) 齊藤勝・河村明和：初等教育における ICT を活用した授業改善―協働学習を取り入れた体育科の実践から―，学級経営心理学研究，6巻，pp174-pp182（2017）.
(5) 高栁元・堤公一・福本敏雄：体育授業における ICT 利活用教育の効果：跳び箱運動におけるタブレット PC の利活用について，佐賀大学 教育実践研究，31巻，pp73-pp90（2014）.

ボランティア主体と傾聴を中心にした授業の成果と課題

筒井洋一*
Email: ytsutsui@gmail.com

*: 大谷大学

◎Key Words　　ボランティア、傾聴、対話

1. はじめに

これまでの大学教育と言えば、教室にいる教師と学生との間でおこなわれてきたが、近年、産学や地域との連携授業では、企業や地域の人々が授業に関わってくることが多い。

学生が現場に行って、企業や地域の人の話を聞いたり、実態調査したり多様な関わり方がある。しかし、多くの場合、企業や地域の方々の語りが大きな位置を占め、学生は調査者として受け身的な対応をする場合が多い。

しかし、学生が主体となって、学生グループでの取り組みに対して、それ以外の人がどのような関わりをするのだろうか?

本授業では、授業を担っている授業ボランティアや見学者のいずれもが学生に対して傾聴を主とした関わりをしてきた。これによって、学生の自律的学習者への成長にどのようにつながっているのかについて、検証する。

2. 授業ボランティア中心授業における対話の特徴

2013 年から始まった大学の授業は、学外からの授業ボランティアが中心になって、学生や見学者と一緒に創っていく授業である。事前に教員が学生向けのシラバスは作成しているが、全体のゴールと 15 週間での大枠のテー時だけであって、毎回の授業設計・進行についてはボランティアに全面的に委ねられている。したがって、毎回の蓄積よりも、集まったボランティア同士の話し合いの中で毎回異なった授業がおこなわれてきた。

授業準備および授業中には、教員とボランティアが一緒になって授業設計するので、授業中の大半はボランティアが進行する。したがって、授業には教員の権限がなく、ボランティアが全面的に責任を持って進行する。

授業進行の責任を持つボランティアは、大学生に対してどのような接し方をするのかですが、授業の最初にボランティアが本日の課題について提示する以外は、学生同士のグループワークが主体となる。ボランティアは学生に対して何らかの知識提供する以外は、学生同士の話し合いの中から生まれてきたことを肯定的に受け止めている。このように従来の授業では、教員から大学生への一方向の知識提供が主体になっているのに対して、この授業では、考えるきっかけとしての話題提供をボランティアがおこなうことがあっても、判断すること自身は学生がおこなうのである。

3. 対話を中心にした授業における大学生の対話とは

授業では、ボランティアが教壇に立って、問題提起をおこなうことが終わると、後は、学生だけでグループを組んで話し合う。

この授業では、学外の見学者も自由に見学可能であり、学生グループの話し合いを側で見ることができる。見学者の多くは、通常だと学生と離れた場所にいて観察するか、逆に、学生グループの話し合いの中に入り込んで意見を言うことが多い。

この授業では、いずれもせず、見学者は学生の話に関わらず、ひたすら聞き続ける傾聴を主とした対応を求められる。

教員と学生だけの従来の授業であれば、学生グループだけでの話し合いは学生だけであり、外部の人とは隔絶された環境でおこなう。その一方で、学生グループの話し合いの場に、外部の見学者がいることは、当初、違和感を感じる学生もいる。その一方で、学生は常に外部の存在を意識しながら、話し合いを始めることになる。

もちろん、そこでは自己紹介をのぞき、学生同士の話し合いの中では見学者はひたすら傾聴することになるので、学生からは見学者のコメントを意識する必要はない。学生の話し合いにとって、常に見学者という外部の存在があることがどのような影響が与えるのかについては、発表時に詳細について述べるが、当初見学者の存在に違和感を抱いていた学生であっても、徐々にその違和感がなくなり、終盤になるとまったく違和感がなくなっていくのである。15 回の授業において、見学者の存在は学生に置いては大きな変化をするのである。

では、対話を中心にした授業の中で、大学生はどのような対　話をおこない、それがどのような影響を与えたのか?

これについては、以下の質問について受講生に尋ねた。

問1.　受講動機
問2.　授業の特徴
問3.　授業ボランティアや見学者に対する見方
問4.　自律的学習者への変容

詳細については当日報告するが、多くの学生は、この授業ではグループワークや他の学生との協働がおこなわれることを事前に知っており、それらに対する興味関心が強い。

当初、授業ボランティアや見学者と一緒に学ぶとい

うスタイルへの戸惑いがありつつも、徐々に学生グループの意欲が高まってきたのである。

4. 自律的学習者としての成長と対話

授業に外部の第三者が関与しつつも、第三者は傾聴で学生に接することは何を目的にしているのだろうか？

従来、授業は、教師の力量を示して、教師によって学生にどこまで影響をあたるのかと考えがちである。これによって、教師の存在意義を明らかにすることで、教師集団の中での該当教師の影響力を強めようとしてきた。

しかし、そもそも授業は教師の顕示欲の発現の場ではない。むしろ、学生自身がどのように成長するのかが問われなければならない。仮に教師によって学生が変化したとすれば、教師なしには学生の成長がない。つまり、教師のいない場では学生は成長しないことになる。

そこで、授業の場で、学生自身が自ら判断して自律的学習者になるためには、教師がいなくても学生が成長することが目標となる。当授業では、授業の中心は外部のボランティアが進行し、学生グループにも教師は関与せず。見学者も学生に対して傾聴を主とすることによって、学生自身は自らの思考、判断力が求められる。

自律的学習者の育成を授業の目標にする限り、教師は教師の知識や思考方法の伝達者、つまり、「教える人」ではなく、学生が自身の過去や現状を振り返り、そこから得られることが求められる。

教員がいなくても、学生が自律的学習者になるためには、学生が街角で出会った人々と交わる中で新しい学びが生まれる事に似ている。つまり、学生が何か疑問が出てきたり、その学ぶ姿を第三者に見せたりすることで、相談したり、意見を求めたりする。

課題に関する質問に対して学生が教員に尋ねるのではなく、自分たちで考えたり、ボランティアや見学者と相談することが当たり前になり、最終発表ではいずれの学生チームも相互に高め合ってクオリティーの高い発表をおこなった。受講生に対して、課題に対して自律的に取り組む点に関して多くの学生が向上し、ボランティア・見学者との中で、学びの共同体を作っていることがわかる。

当該授業の対面授業では、実際に授業ボランティアや見学者が授業にやって来て、学生の学びを見守っている。見学者は最初はひたすら学生のやりとりを傾聴するが、徐々に学生の相談に乗って対話が生まれていく。ここ二年間はオンライン授業となっているが、ボランティアや見学者のスタンスは変わらない。学生に対しては傾聴を中心にして、学生自身で思考し、判断することを旨としているが、最終段階では相談も可能にしている。過去二年間のオンライン授業では、大学に来られない、遠距離からのボランティアや見学者が多数参加し、しかも見学者であってもほぼ毎回参加する見学者が多いことで、授業当初から最後までの学生の変容を見ることができた。

2021 年度後期のオンライン授業では、海外からの参加者も多かった。授業ボランティアの一名がフランスの日本語教師であり、欧州全域におけるオンライン日本語学校代表であることから、見学者も欧州やアジアからの参加も多かった。

5. おわりに

授業の進行を授業ボランティア中心にすることで、教師と学生との上下関係を意識することが極端に減少する。授業を進行する授業ボランティアも学生の学びの同伴者として接し、見学者も傾聴を基本にする限り、学生は誰かに依存することよりも、学生同士の対話の中から課題に向き合おうとする。このことから、教師は「教える人」としての力量を高めることよりも、授業ボランティアを中心にしたオープンでフラットな「学びの場を創る」ことが求められる。

教師が授業内で大きな影響力を行使するのではなく、むしろそこから退却し、学生、ボランティア、見学者の学びの場を創ることに専念することで、自律的学習者としての学生の変容を得ることができるのである。

見学者が当初傾聴に徹する意味は大きい。つまり、教師がいない、学生だけの場に参加する見学者が積極的にコメントすることで、見学者の望む学生の場になりやすい。しかし、学生だけでの話し合いは、社会人と比べると順調に進展するわけではない。しかし、学生特有の動きの中で学生グループの発表に向けては大きな成長が見られる。学生独自の動きを見学者がひたすら見守ることで、学生自身が判断しながら変容することができるのである。

参考文献

(1) 筒井洋一他編著『CT(授業協力者)と共に創る劇場型授業―新たな協働空間は学生をどう変えるのか』(東信堂、2015 年)

プログラミング再学習の支援
—基本アルゴリズムの学習カリキュラムを通して

土屋孝文*1
Email: tsuchiya@sist.chukyo-u.ac.jp

*1：中京大学工学部

◎Key Words　　学習支援，プログラミング

1. はじめに

本研究はC言語入門科目に続く情報系基礎科目「アルゴリズムとデータ構造」を対象に、学習支援環境の開発と運用を行っている。

この科目は対象問題の「アルゴリズムの理解」の後に「アルゴリズムのコーディング（プログラミング演習）」が続く。学習者の多くは、プログラミングの学習初期にあたり、カリキュラムを通じて、不完全で不安定な知識の再学習を繰り返しながら、次第にプログラミングスキルを熟達させていくと考えられる。「アルゴリズムのコーディング」をプログラミングの再学習の機会とするためには、実際の学習者に応じた話題（対象問題）の選択と適切な順序づけが必要となる。

そこで、この科目では教科書[1]の目次をCプログラミングの難易度順に並び替えている。表1に「一次元配列に対する二重ループ」まで、Cの制御構文知識が段階的に複雑となるように配置した話題提供順を示す。標準的な教科書は計算量分析の入門の後、第2章でスタック、キュー、リストといった基本データ構造を扱うが、この講義では自己参照型構造体の理解に必要なメモリ操作や再帰の知識を準備できる（再学習できる）段階へ先送りする。

表1　目次の再構成　（C言語構文の複雑さ順）

	基本アルゴリズム	データ表現	制御構文
1	線形探索、二分探索 （キーの探索）	一次元配列 変数操作，値更新	配列処理ループ
2	素朴法、kmp法、bm法 （文字列パターン照合）	配列2つ 添え字操作	ループ 条件分け
3	ユークリッド互除法 （最大公約数）	複数変数の値更新	ループ、再帰
4	エラトステネスの篩 （N以下n素数列挙）	一次元配列	二重ループ
5	基本ソート （系列の並び替え）	一次元配列	二重ループ 要素交換（swap）

以下では、5.の基本ソートのうち選択ソートを例に、「基本スキーマの再学習」「アルゴリズムの説明型理解（アルゴリズムのなぞり）」「コーディングの方向づけ（ヒント）」に関する（再）学習の支援環境について報告する。

2. 基本スキーマの再学習

プログラミングの基本的知識には、構文や意味の知識のほか、プログラミングに固有の知識がある。たとえば、プログラムは逐次的にどこかが実行されていることや、変数の値は実行に応じて変化していくこと、複数の文が適切に組み合わされ組織的に実行されることによって1つの処理が表現されていることなどである。このような重要な基本スキーマ[2]が不十分な初学者は、基本的知識の組み合わせで理解できるはずのプログラムを正しく読み取ることができない。表面的な手がかりから、何をするプログラムなのかに注目した「物語読み」にとどまってしまい、変数値の変化や実行順序を追いかける「トレース読み」や、基本構文の組み合わせで構成される定型的処理パターンの読みとりまでは進まないことが多い。

そこで、何を出力するかを表面的に読み取ることのできないプログラム例を作成し、深い読みへの注目から基本スキーマの確認を行う再学習ツールを運用している。

図1の例題は「適当回ループして条件を満たすとbreakする」といった表面的な読みができないため、出力結果の推論には誤答が多く見られる。このツールでは変数値の変化と実行順序を追いかけながら、誤概念（ループ脱出時の変数値）や基本的知識（breakの動作）を確認する。

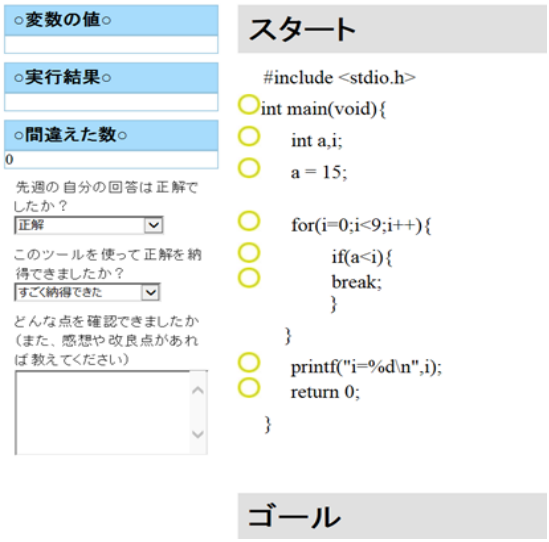


図1　for文例題　実行順序の確認ツール

もう1つの再学習ツールは、コーディングに必要な定型的処理パターンを持つ例題について、読むだけではなく、一部のプログラムを再生する（写経）ツールである。

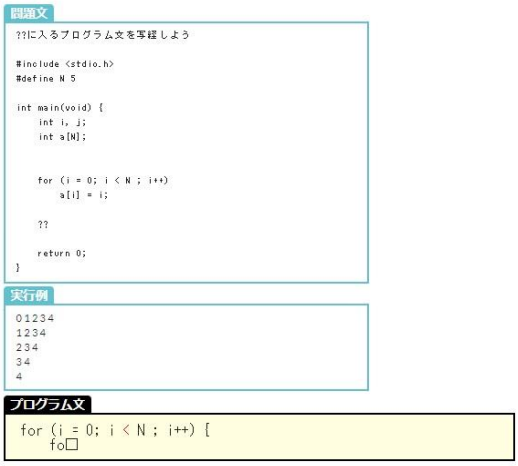


図 2　二重ループ例題　再生入力ツール

図 2 は、一次元配列を二重ループで操作する定型処理にあたる例題である。選択ソートのほか、表 1 の後半のコーディングで繰り返し利用される知識である。入力文字への正誤判定を通して、基本構文の組み合わせによる構成を確認する。

3.　アルゴリズムの説明型理解

アルゴリズムの形式的な説明とは別に、具体的な図的情報表現をアルゴリズムにしたがって操作する、いわば「アルゴリズムを正しくなぞる」ツールを提供している。図 3 は選択ソート用ツールの観察部である。

図 3　選択ソートアルゴリズムのなぞり

ツールは、典型的な入力([3, 5, 4, 2, 1])の操作例のほか、バブルソートと誤りやすい入力([5, 1, 2, 3, 4])やユーザ自身の入力について順に操作例を表示する。その後、自分自身で操作を行い、検証した手続きの説明を電子掲示板に共有する。最後に教員が講義を通して正解例を示す。

何をプログラムするのかが明確になったところで、説明コメントを付加したプログラムと実行結果のレポートが課題になる。多くの学習資料が利用できるはずだが、なぞれるけれど、プログラムにはできないという声も多い。実際には、全くできないわけではなく、個別には理解できている多様な基本的知識を組み合わせて利用しながら、アルゴリズムに対応するプログラムを生成していく方略知識が不十分と考えられる。

4.　コーディングの方向づけ

外的な図的情報表現上の操作をプログラムに対応づけるには、大きく 2 つの視点が必要と考えられる。1 つはデータの表現や制御に使用される変数、定数およびデータ構造の設定である。選択ソートの図的情報表現（トランプ列）は配列で表現され、最小値の決定や配列操作には変数が必要となる。もう 1 つは、操作を適切に一連のプログラムに対応づけることである。選択ソートでは、最小値の発見と交換の繰り返しを二重ループのブロックに対応づける必要がある。

このようなコーディング知識の獲得支援は容易ではない。現在は、アルゴリズムのなぞりとプログラムとの間に、コンピュータ側の操作にあたる中間的なアルゴリズム表現を提供する支援を検討している。現状の中間表現は、変数の役割の記述と日本語による疑似コードで、プログラムの説明コメント（アルゴリズム読み）に対応する。

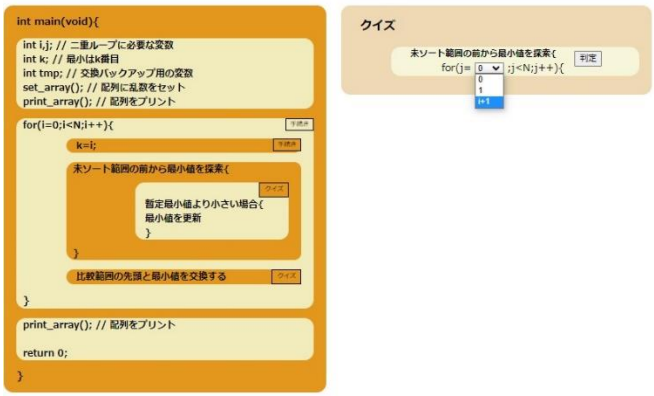


図 4　選択ソート　中間表現からプログラムへ

ここから、中間表現内の構文要素やブロックを、クイズ形式を用いて対応するプログラムへ変換する様子を学習者に提供する。クイズ（ヒント）は、関連知識の想起や問題解決 1 ステップの推論にあたる。最終的に中間表現（アルゴリズム読み）と解答プログラムを比較表示する。現在は 5 つの基本アルゴリズムについて運用を行っている。

5.　おわりに

再学習を支援するツールの運用を報告した。様々な学習資料（ツール）をメディアに用いて、各自の思考、理解や疑問について、教員や先輩、仲間と協調的に対話しながら学んでいける環境が望ましい。

参考文献

(1)　広瀬貞樹：あるごりずむ, 近代科学社 (2006).
(2)　江川紘美, 三宅芳雄："詳細な観察に基づくプログラミング学習過程の研究", 中京大学人工知能高等研究所ニュース (IASAI News) , 12,　pp.10 -15 (2003).

情報スキル教育における コンピュータ適応型テストの運用検討とナレローの有効性

神山　博*1，瀬戸山　光宏*2
Email: kamiyama at b.nebuta.ac.jp，setomi at narero.com

*1：青森公立大学　経営経済学部，*2：株式会社ナレロー
◎Key Words 基礎情報教育，反転授業，コンピュータ適応型学習

1. はじめに

近年の大学生は高校で「情報」を履修してきているが、25 年度以降の入試に「情報」を課さない大学では入学時の知識やスキルに大きな差のあることが予測され、初年次情報科目では「専門科目の修得に資する力の獲得」という本来の目的に加え、基礎スキル不足を補えるような内容・構成で設計する必要がある。

本学の 1 年次必修科目「情報リテラシーⅠ」は、経営経済学系の上級年次での学習に欠かせない内容を扱う科目として開設されており、問題解決型プロジェクト遂行を中心とする授業をおこなって成果を上げてきた。しかしコロナ渦の下での三密回避の必要から、2020 年度以降は課題研究型の自学自習を軸とし、オンプレミス型の MS-Office 実習・成績管理システム「ナレロープレミアムシステム[(1)-(2)]」と、記事型教材「日経パソコン Edu[(3)]」による課題研究を併用して授業展開することで、学生の知識と操作スキルの底上げを目指した。その結果、自学自習ベースの課題研究方式でも、知識やスキル向上に加えて、自己有能感や取り組み姿勢が大幅に向上することが明らかとなっている[(4)]。

今年度は特にナレローに実装されているコンピュータ適応型テスト(CAT)の問題毎の制限時間や合計試験時間等の終了判定条件を検討し、運用で調整をした結果、授業時間での CAT 受験のしやすさが大きく改善した。本論文ではこれによる波及効果としてナレローの CAT, CAL の有効性を評価した結果を報告する。

2. 授業のための環境

先に述べたように授業ではクラウド型の記事データベース教材「日経パソコン Edu」と、オンプレミス型の実習教材「ナレロープレミアムシステム」で提供されているコンピュータ適応型学習（CAL）[(4)]とを組合わせた、課題研究型の反転授業を主軸として授業展開することとした。

授業運営のプラットフォームとして Google Classroom を用い、対面授業での説明に加えて Classroom 上でも各回の主題や要点の解説をおこない、課題の提示とレポート収集、小テストの実施・採点等をおこなった。また各授業回での出席確認や質疑応答、個別指示などの双方向性を担保する手段としては Google Forms により質問やコメントを受け付け、敢えて Classroom は用いなかった。質問に対する回答や追加の指示については、全員に共通する事項は Google Sheets を介して QA 集の形で受講生に公開し、個別の事項や個人的な質問に対する回答には電子メールを併用した[(6)]。Google サービスのためのアカウントは、G Suite for Education により約 350 人分の Google アカウントを一括作成した。

対面授業では課題の提示と、ポイントや留意点の説明をおこない、授業外では日経パソコン Edu 収録の記事やインターネット上の資料を参考にして学習を進めさせ、次回の対面授業では課題研究成果の試問や発表を中心に進めた。また自学部分ではナレローによるスキル学習も進めさせたが、ナレローにはプログラム学習の原則を備わっており、ゲーム感覚で学習を進められるようになっているが、これに加えてさらなる動機付けとして、4 度の CAT により実力が身についていることを実感させるようにした。ナレローの学習によって MS-Office の操作スキルの能力値が 20~25 ポイント程度向上することが、これまでの研究で明らかとなっているからである[(1),(1)-(2)]。

CAL では CAT により測定された能力値に基づいて、出題される問題の難易度が調整される。このため、学習者は自分のスキルレベルに合った、最適な難易度の問題群に取り組むことができる。これにより学習者の負担は大幅に軽減されて難しすぎて挫けることが減り、学習意欲の持続することが大いに期待される。

3. 結果と考察

3.1 試験時間短縮による CAT 成績への影響

古典的な試験理論では受験者全員が同じ問題を決まった時間内に解くことで、公平性を担保している。一方 CAT のような IRT に基づく試験は、能力値が収束することを目標にして、問題毎に難易度を調整しつつ推移するので、当然のことながら、問題の内容や問題数は、受験者毎に異なる。

つまり古典的な試験理論と異なり、試験時間や問題数を固定して公平性を担保する必要がなく、試験時間も受験者によって変わって構わない。しかし現実的には時間が限られるし、出題できる問題項目数にも限りがあるので、高精度で収束するまで試験を継続するわけにはいかない。だから試験の打ち切り時間を設定する必要がある。

ナレローの CAT では、あらかじめ試験の終了判定条件が複数種類設定されている。詳細は大会発表にゆずるが、ここでは終了判定条件の1つである、科目あたりの解答時間の上限について検討することにする。CAT では他の終了判定を最適化することで、昨年から試験時間の上限を

20 分に短縮することができた。それ以前は準備時間も含めると 90 分1コマの授業に収めることが難しかったが、昨年度からは、三科目連続して受験した場合でも、最大 60 分で CAT 試験を終えることができるようになった。

実際に学生に受験させると、試験時間が短時間になった分、メニューやリボンを探し回って試行錯誤する頻度は減ったが、依然として練習が不充分なまま、試験で初めて見る問題や、うろ覚えの問題を解こうとして試行錯誤する姿が散見された。

表 1 試験時間を 20 分に制限した場合の成績と、概ね 12 分に制限した場合の成績。それぞれの最大値、平均値、標準偏差。初回と、学習が進んだ 3 週間後の比較。

	制限無(20分)(T1)	初回(約12分)(T2)	3週後(約12分)(T3)
最大値	84.10	75.20	84.80
平均	54.34	53.99	58.63
標準偏差	8.93	6.95	7.39

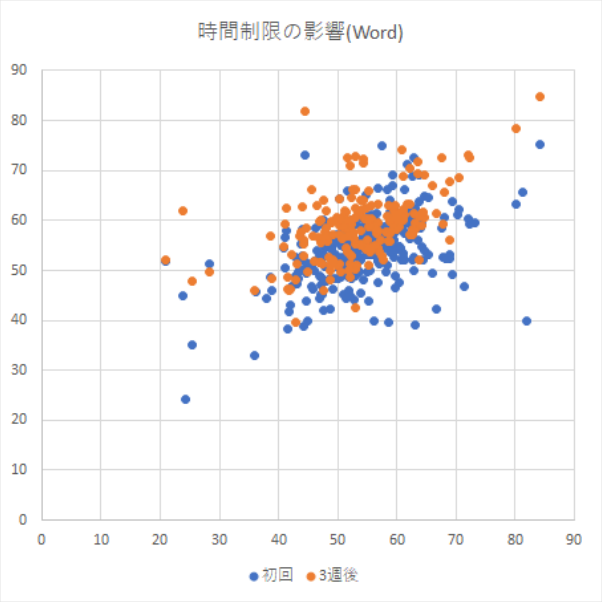


図 1 試験時間上限20分の場合の成績分布（横軸）に対する、概ね 12 分に制限した場合の成績分布（縦軸）。青は初回、橙は学習が進んだ3週後。

メニューをあちらこちら探し回って、ようやく目的のメニュー項目を見つけて正しい操作ができるのは、方法を発見する実力だと言えないこともないが、当該の操作が身についていないということでもある。

基礎情報科目としての本科目では、試行錯誤しなくとも素早く正しい操作ができるところまで習熟することを目標としたい。

そこで本研究ではCAT試験時間を、授業内の運用でさらに制限しつつ、学生に対しては試行錯誤しなければ解けない問題を試験ではスキップすることを指示し、試験開始後 12 分程度が経過した時点から以降の問題をすべてスキップさせることにした。当然のことながら、正解の操作をせずにスキップすれば、IRT の能力値は漸減していく。スキップしないで済むように、十分学習して習熟しておくように、学生には周知しており、スキップした問題は、学習時に、解説文や解説ビデオを見ながらしっかり解法を身につけるように指導した。

表 1 に、試験時間を 20 分に制限した場合(T1)の成績と、概ね 12 分に制限した場合(T2,T3)の成績それぞれの、最大値、平均値、標準偏差を示す。初回を T2、学習が進んだ 3 週間後を T3 とラベリングした。

制限時間の短い T2 は制限時間の長い T1 と比してわずかに成績平均が下がってはいるものの、最大試験時間が 20 分から 12 分へと大幅に短くなっているにもかかわらず、成績平均値は殆ど変わっていないと言うことができる。

一方、T3 は T1 と比較すると 4 ポイント程度、成績が向上していることから、学習が進むことにより、短時間の試験時間でも試行錯誤することなく素早く正解の操作ができ、成績も向上する傾向が示唆された。

図 1 は、T1 の成績分布(横軸)に対する、同一学生の T2(青)および T3(橙)の成績分布(縦軸)を示す。T1 は試験時間の上限が CAT の設定値のままの 20 分で、特に運用で制限することなく、試行錯誤を許している。

一方 T2 と T3 は、同一学生が概ね 12 分以内に試験を終えるよう制限した場合の成績分布(縦軸)である。試行錯誤を許した T1 では 84 点と高得点を得る学生が、試験時間の短い T2 では 75 点まで下がったが、T3 では再び向上し、試行錯誤をすることなく 85 点近くの高得点を取っている。

T1 で 70 点以上の学生は、T1-T2 回帰直線の傾きがおおむね 1 に近い、つまりもともとあった能力値の伸びはあまり期待できないことが示唆される。一方 T1 で能力値 45～65 の範囲だった学生については、回帰直線の傾きが 0.3～0.4 程度と小さくなっており、T1 で低値だった 学生の能力値の伸びが、高値だった学生のそれよりも大きい。つまり苦手な学生ほど伸びが大きい傾向があることが示唆される。

なお本論文で報告したデータは、学期途中のものである。今後 4 回目の CAT を予定しており、これまでの研究の経験から、今後さらなる成績向上が期待される。

3.2 試行錯誤の意義と実力の評価

Office ツールの活用スキルに何が求められるか。問題の解き方を自分で調べて正解に至るという力ももちろん必要であるが、特定の操作をするために長い時間がかかってしまうのでは、即戦力の実力とは言えない。

一般論として、実力を測定するためには試験が使われるが、筆記試験の場合は資料持ち込み禁止か、あるいは持ち込み可だとしても持ち込み範囲に制限があるのが通例である。

一方実習を伴う試験では、知識のみを問う試験と異なり、Word 等の画面に表示されるリボンのボタンやメニューを探し回って試行錯誤する事で正解を発見したり、機能検索機能を使ってやり方を調べたり、ネットにアクセスして機能を調べたり、隣の詳しい友人に尋ねたり等、種々の方略が考えられる。

これらの是非については、おそらく大方の意見では四番目が不正行為、三番目は非推奨、二番目はグレーゾーンと判断されることが予想される。

一方、一番目の「アプリ操作画面での試行錯誤」については、「自分で探せる実力」とみるか「活用力が定着していない」とみるかによって判断は分かれるところであるが、基礎情報科目としての本科目では、試行錯誤しなくとも正しい操作ができるところまで習熟することを目標としていることから、学習時には試行錯誤をせずにまず解説文や解説ビデオを見て覚えるよう指導している。

CAT では問題毎の制限時間が設定されており、解法を知らない問題でも試行錯誤することで偶然解法を見つけるといった学生の方略に、一定の歯止めをかけており、この点において授業の方針と合致している。(なお CAT での個々の問題の制限時間は、大多数の受験者が問題を解くためにかかった時間から得られる統計値を元に設定している。)

適度な試行錯誤は正しい操作を身に着けるチャンスとなりうるし、学習としても有効といえるが、度を越した試行錯誤や、あちらこちらとメニューやリボンを探し回る癖がついてしまうと、迷った思いや苦しい思いだけが残ってしまい、間違いの練習をしていることにしかならない。筆者が学生に対して、まずは正解の操作を解説ビデオや解説文で覚え、それを模倣することを推奨している理由はそこにある。ビデオを見て一発で正解の操作ができるようになれば、試行錯誤で遠回りすることなく、ストレートに自己有能感につながっていくと考えられる。

4. まとめと今後の展望

ナレローに実装されているコンピュータ適応型テスト(CAT)の問題毎の制限時間や合計試験時間等の終了判定条件を検討し、運用で調整をした結果、授業時間でのCAT受験のしやすさが大きく改善した。大会ではこれによる波及効果としてナレローの CAT, CAL の有効性について報告する。

参考文献

(1) ナレロー : “ナレローシリーズ”, 株式会社ナレロー(2022), https://www.narero.com/personal/products/products.html .
(2) ナレロー : "ナレロープレミアムシステム",株式会社ナレロー(2022), https://www.narero.com/school/school.html .
(3) 日経パソコン : “日経パソコン Edu:クラウド型デジタル教材サービス”, https://info.nikkeibp.co.jp/media/NPC/sales/edu/ , 日経 BP(2022).
(4) 神山　博, 瀬戸山　光宏 : "課題研究型基礎情報科目におけるコンピュータ適応型学習(CAL)の有効性", 2021CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 213-214(2021).
(5) 高木 正則 : "MS-Office 操作スキルを測定するコンピュータ適応型テストの開発", 日本リメディアル教育学会合同フォーラム, 2017.
(6) 青森公立大学 : “Syllabus2022 春学期 1 年次”,pp.7-9(2022).
(7) 神山　博 : "アクティブラーニング用オンプレミス教材の運用方法検討と学習効果分析", 2017CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 59-60(2017).
(8) 神山　博 : "反転型基礎情報科目における自宅実習教材による学習効果の検討", 2018CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 86-87(2018).
(9) 神山　博, 瀬戸山　光宏 : "反転型基礎情報科目におけるコンピュータ適応型テスト(CAT)活用の検討", 2019CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 25-26(2019).
(10) 神山　博, 瀬戸山　光宏 : "反転型基礎情報科目におけるコンピュータ適応型学習(CAL)の導入効果", 2020CIEC PCC 論文集, CIEC, pp. 59-60(2020).

地域から支えるプログラミング教育の実践

慶徳　大介*1・齋藤　勝*2
Email: daisuke.keitoku@3rdsch.jp

*1: 3rdschool
*2: 帝京平成大学

◎Key Words　　プログラミング教育，企業・地域連携，オンライン授業

1. はじめに

現在 GIGA スクール構想の中、児童・生徒は一人一台端末の環境の中で学んでいる。2022 年度の全国学力・学習状況調査にプログラミングの問題が出題されるようになり、環境が整った現在プログラミング教育の必要性がより高まっていると考えられる。また、保護者のプログラミングに対する意識も高まっており、習い事としてプログラミング教室を選択することも増えている。[1]

実践者は子ども向けのプログラミング教室を運営している。2018 年度より A 市におけるプログラミング教育の推進を支えるため、学校に出向きプログラミングの授業を行ってきた。連携を進めていく中で、A 市の教員から「学校でプログラミング教育を進めていく上で、一人一台端末の環境をどのように活用したらよいか悩む」という声や「忙しく（プログラミング教育について）考える余裕がない」という声を聞いた。

そこで、学校だけでプログラミング教育を推進するのではなく、地域を巻き込んだプログラミング教育の機会を弊社が提供することで、A 市におけるプログラミング教育の推進を支えることができるのではないかと考えるようになった。

はじめは、弊社において地域から支えるプログラミング教育の機会提供を検討したが、弊社単体のボランティア活動として実施するよりも、開催規模や持続性の観点から地域の他の企業との連携を模索するようになった。そこで、A 市の B 社 CSR 部と連携をして、企業の社会貢献の一つとして弊社との共同開催で、プログラミング教育の企画「プログラミング博士になろう」を開催する運びとなった。

この企画は、「参加費無料」、「オンライン開催」で実施することとし、A 市内の小学生を対象とした。これは「小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類」[2]においては、F 分野に該当するものである。

本研究では、教育課程外・外部人材を活用したプログラミング教育の実践をすることで、地域のプログラミング教育環境の整備と、保護者へのプログラミング教育の理解の推進について、実践とアンケートをもとに考察していくものとする。

2. 「プログラミング博士になろう」企画について

2.1 A 市のタブレット PC の利用状況

A 市におけるタブレット PC の利用状況については、学校によってそれぞれの段階にある。A 市内の C 小学校においては、児童の利用の仕方に課題があり休み時間等に使用することは一定期間禁止（授業時間以外は制限した利用）となっており、D 小学校においては休み時間に児童が教室等でプログラミングに取り組んでいる。また、E 小学校では積極的にタブレット PC を授業に取り入れ、プログラミングの授業を工夫して実施している学校もある。学校によってプログラミング教育の取り組みには、ばらつきがあるのが A 市の状況である。

2.2 地域から支えるプログラミング教育支援の意義

実践者は、2018 年～2021 年度にかけて、A 市の小学校 11 校にプログラミングの出張授業を実施した。授業内容は各校の要望に合わせた授業を実施した。要望としては、「小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類」における A 分野の授業実施希望が特に多かった。次いで C 分野の授業実施希望が多かった。

実施後に振り返りを行った際にあがった課題の一つに、A～C 分野における授業要望が多く、児童が好きなようにプログラミングを組む機会を多く担保することが難しいことがあげられていた。また、学校に出向き A～C 分野の授業支援を行うのは、単発の支援を行うことしかできず、2 回以上の連続した支援を実施することが難しいという声があがった。3 年にわたる実践と振り返りから、「児童が自由にプログラミングを組むことができる機会の提供」、「児童と継続的に活動できる環境」という視点でプログラミング教育を推進できることが、地域から支えるプログラミング教育支援の意義となるのではないかと考えた。

2.3 「プログラミング博士になろう」企画の詳細

本企画は、2021 年 10 月に 1 カ月間実施した。詳細についてのポイントは以下 5 点である。

1　1 回 90 分の授業を 1 ヶ月に渡り全 2 回提供する。
2　授業で実施する内容は、Scratch とする。
3　オンラインでの開催とする。
4　連携企業の方が連携しやすい環境づくりをする。
5　個別進捗型の授業で実施する。

1　受講者は、1 ヶ月に渡り Scratch を用いたプログラミングについて無料で学ぶことができる。授業の展開は、初回にテキストに沿ったゲームを制作する時間をもち、2 回目は、つくったゲームにオリジナリティを加えるための改造を行う、このような流れで実施した。初回と 2 回目の間には、「何かしら」の改造案を考えてきてもらうことを児童に提示し、1 回目と 2 回目の時間につながりが生まれるようにした。

2　基本的に取り組むプログラミングの内容は以下 2 点の理由から Scratch を使ったプログラミングとした。

(1)Scratch については、A 市の全小学校にて取り組みがあること。(2)児童がインターネットさえつながれば参加できる環境であること。
３　以下 2 点の理由から、Zoom を使用しオンラインでの開催とした。(1)新型コロナウィルスの感染状況が日々変化し、対面での授業実施の可否が直前まで決定できない状況にあったこと。(2)連携企業の方にとってオンラインでの実施の方が負担を少なくできること。
４　B 社との連携は、弊社が授業の内容の決定、テキストの制作、授業全体のファシリテーターを担い、B 社は授業の指導スタッフを担っていただいた。B 社の社員の方が授業に関わりやすくするために、取り組むテキストや指導ナレッジを B 社の指導スタッフに事前共有し、「授業実施時に何をしたら良いのか」ということをあらかじめ示した。
５　授業形式は個別進捗型とし、参加している児童のペースで学び、つくりたいと思ったプログラミングに自由に取り組めることができるように授業を設計した。

3.　結果と考察

3.1　実施結果

弊社からはスタッフ１名、連携企業からは７名の指導スタッフと１名の事務局スタッフと共に企画を実施した結果、「プログラミング博士になろう企画」への児童の参加は計 14 名となり、一年生 4 人、二年生 2 人、三年生 3 人、四年生 3 人、五年生 2 人、六年生 0 人だった。14 名すべての児童が途中で辞めることなく、最後まで取り組んだ。

また、個別進捗型にしたことや、児童 1 人に対して 1 人のスタッフを配置できたことで、児童たちが作品に創意工夫を凝らす環境を整えることができた。それによって、児童がつくるプログラミングの作品は十人十色の作品が完成していた。

B 社は、今回の企画を通して、今後も地域貢献として、A 市の子どもたちのためにプログラミング教育の機会を提供する運びになった。

3.2　保護者に向けた参加への満足度アンケートより

活動に参加した児童の保護者を対象に事後のアンケートを行った。同意の下、14 名からの回答が得られた。

今回は、特徴的な 4 つの質問項目を取り上げ、考察に繋げていく。

(1)「プログラミング博士になろう」の企画の満足度を教えてください（4：満足～1：不満の 4 件法で実施）
④ 86%　③ 14%　② 0% ① 0%
(2)その理由を教えてください
・私（保護者）の中ではプログラミングが敷居の高いイメージがあったが、このような企画で気軽にプログラミングに参加できたことが良かった
・どの子にもこのような形でプログラミングの世界に触れられる機会があると良い
(3)お子様の様子や、感想を教えてください
・夢中になって取り組んでおり、授業が終わってからも続けて取り組んでいました
・初回を終えた後、2 回目のレッスンをとても楽しみにしていました
・プログラミングは思っていたイメージと違うことがわかった(3 人)
・得意顔になって説明をしてきました。すごいことを習得した気になり自信を得たようです
(4)プログラミング教育に対しての期待や不安はございますか
・学校教育でのプログラミングがどういうものなのかはよくわからないです(5 人)

3.3　アンケートからの考察

満足度が満足：86%、やや満足：14%であったことから、今回の企画は、地域から支えるプログラミング教育支援に手応えを感じる結果となった。そして、児童が楽しみながら、積極的にプログラミングに取り組み自信を得ることができていたことがわかった。これは、F 分野での実践であることと、B 社と連携して手厚く指導を行うことができたことが影響したと考える。また、プログラミングのイメージが思っていたことと違うことを保護者に感じてもらうこともできた。

他方、学校におけるプログラミング教育に対しては、どのようなものなのかよくわからないという回答もあり、プログラミング教育への理解を進めるための活動の必要性も感じることとなった。

4.　おわりに

本研究では教育課程外・外部人材を活用したプログラミング教育の実践をすることで、地域のプログラミング教育環境の整備と、保護者へのプログラミング教育の理解の推進について、実践とアンケートをもとに考察した。弊社としては、このように地域企業と連携したことによって、継続的に支援を行うことができることを感じた。一方、企画に参加した児童数が 14 名にとどまったことが、本実践の課題として残る。次年度以降も実施できるように計画を進めていきたい。

本研究は、地域の児童や保護者にとってプログラミング教育を知る一助になったのではないかと考えている。

プログラミング教育は、学校だけでどうにかすることを考えるのではなく、例えば本研究内の実践のように、地域と連携して実施していくことも考えていけたらよいのではないだろうか。地域には、子どもたちのために何かしたいという思いをもった個人や企業がいることであろう。そのような個人や、地域の企業が連携して学校教育を支えることができる枠組みが、プログラミング教育の分野でも推進していくことを願う。また本実践が、地域から支えるプログラミング教育のあり方について、ヒントになることを願っている。

参考文献

(1)　ベネッセ「小学生の習い事調査」　小学生が今後してみたい習い事の上位は ICT 技術に関連　「動画制作」「プログラミング」が人気（2021 年 8 月 17 日）
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000939.000000120.html
(参照 2022 年 6 月 9 日)
(2)　文部科学省：プログラミング教育の手引 (第三版)

オンライン授業ツール使用練習システムの大学での配備と使用傾向の分析

樋口三郎*1
Email: hig@math.ryukoku.ac.jp

*1：龍谷大学先端理工学部数理・情報科学課程

◎Key Words　　オンライン授業，初年次教育，クラウドサービス，ビデオ会議

1. はじめに

学生がオンライン授業で効果的に学ぶには，Office アプリなどに加え、大学の指定するビデオ会議システム，大学独自の LMS など，様々なツールの使用方法に習熟する必要がある．大学の初年次学生に対しては，入学前教育でこれらに習熟させる試みもあるが，入学してから，授業が始まるまでの短期間に説明を受け習熟することを強いられる場合がある。

龍谷大学の2020年度以降のオンライン授業では，LMS として manaba course，ストリーミングサーバを兼ねたコンテンツサーバ，ビデオ会議システムとして，それぞれ Google Workspace for Education の一部である Google Drive, Google Meet が指定されている。

初年次学生に対しては，入学前の 3 月中旬から使用方法を説明する動画やマニュアルを公開しているが，実際のシステムに登録されて試せるようになるのは 4 月に履修登録が完了してから，極端な場合は初回の授業が始まる時刻からである。

そこで，動画やマニュアルの内容を，学生が実際のシステムで試すことができ，また学生の習熟状況のデータを収集できる，オンライン授業ツール練習システムを開発している。(1) 本稿では、2022 年 4 月の練習システムの運用で得られた知見を述べる。

2. システムの概要

本システムは，アンケートツール Google Forms のアクセス制限のないフォームに集約されている．利用者は，各問の説明文からリンクされた Google Drive 上の各種コンテンツにアクセスできるかを順に確認し，その結果をフォームに入力する．

1. ログイン/PDF: Google アカウントで Google Drive にログインし，PDF 文書が閲覧できることを確認する。以下はログインした状態を仮定する。
2. 動画: Google Drive 上の MP4 形式のファイルをストリーミング再生できることを確認する。
3. Meet: Google Meet のミーティング URL から会議に参加する(図 1)
   (ア) 画面共有:システムの画面共有が見えることで，会議に参加できていることを確認する。
   (イ) スピーカー: 会議でシステムが再生している音楽が聞こえることで，他の会議参加者の声が聞こえることを確認する。
   (ウ) マイク: 利用者が発話して，システムがそれを文字起こしして画面共有内に表示することとで，自分の音声が他の会議参加者に届くことを確認する。
   (エ) カメラ: 利用者がカメラをオンにすると画像が画面共有内に現れることで，自分の画像が他の会議参加者から見えることを確認する。
4. 自由回答のアンケートに答え，フォームを送信する。この段階で回答結果が初めて記録される。

各操作ができなかった場合はガイドの文書に誘導し，修正した後で確認を進められるようにしている。

Google Meet はデバイス設定にマイク，カメラのテストを備えるが，ここではさらに，会議中にマイクのカメラのオンオフができることを確認し，会議でカメラ画像がどのように表示されるか，をあらかじめ知ることができる。

本システムでは，フォームの回答の他に Meet の参加ログが取得されるが本稿では分析していない。

3. 配備

本システムは一教員が運用しているので，何らかの方法で初年次学生に周知する必要がある。本システムで収集したデータから初年次学生全体についての推測を行うときには周知方法を考慮する必要がある。

2022 年 4 月には次のような周知方法を取った。

1. 2 月から，龍谷大学先端理工学部に入学予定の学生の twitter アカウントをフォローし，4 月以降に本システムの説明と URL を繰り返しつぶやく。
2. 龍谷大学先端理工学部新入生全員が登録している LMS のコースに説明と URL を置く。
3. 龍谷大学の教員用 SNS に説明と URL を置く。

図 1 Google Meet に参加中の Web ブラウザのスクリーンショット

4. 使用傾向

2022 年 4 月 3 日から 19 日までに, 773 回のアクセス, 177 個の回答を得た。なお, 龍谷大学先端理工学部の 1 学年は 600 名程度である。アクセス数は, URL を秘匿し, URL 短縮サービス bit.ly を経由してのみアクセスされるようにして bit.ly の統計から得た。回答は Google Forms の回答が送信された回数である。いずれも同一ユーザが複数回数えられている可能性があるが, 自己申告された複数回答は 2 回答で, 集計に含めている。龍谷大学と無関係なユーザのアクセス, 回答が含まれる可能性があるが, これらのユーザは回答できても, Google Drive のコンテンツのアクセス制限のため, 練習することはできていない。

アクセスと回答の経時変化を図 2 に示す。最初の授業日, オンライン授業の多い曜講時などによってアクセス数, 回答数とも変動しているが, 回答率は 20%から大きく離れていない。

各確認項目で, 使用できた(OK), 設定を修正して使用できた(修正後 OK), 使用できなかった(NG), この項目をチェックしなかった(例えばカメラオンを試みなかった), この項目以降をすべてスキップして最後のアンケートにとぶ, の回答者数を図 3 に示す。スキップのためにグラフの長さは異なる。各段階でスキップを選んだ回答者は多いが, 試した回答者の多くは, 正しく使用できている。

最後に「この接続診断の説明・操作はわかりやすかったですか?」, 「この接続診断は, 入学直後の 1 年生に役立つと思いますか?」の 2 つの任意回答の質問を行ったところ表 1, 2 に示すとおり, いずれも肯定的な結果を得た。

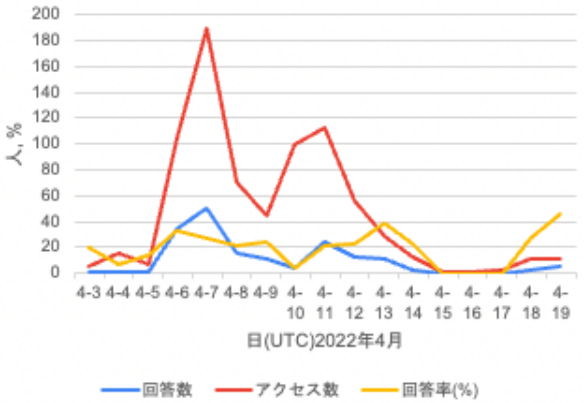


図 2 UTC1 日当たりのアクセス数・回答数の経時変化

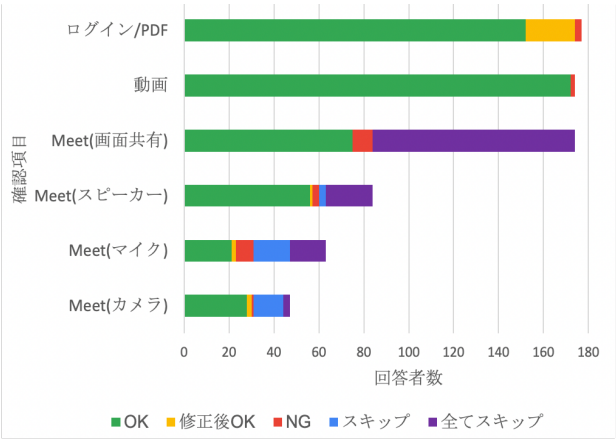


図 3 各確認項目の回答者数

表 1 アンケート結果「この接続診断の説明・操作はわかりやすかったですか?」

選択肢	回答数
わかりやすい	127
まあわかりやすい	44
ややわかりにくい	5
わかりにくい	0
無回答	1

表 2 アンケート結果「この接続診断は, 入学直後の 1 年生に役立つと思いますか?」

選択肢	回答数
役立つと思う	120
ある程度役立つと思う	52
あまり役立たないと思う	2
役立たないと思う	1
無回答	2

5. 結果と議論

使用傾向のデータは, 自分が正しくツールを使用できることを多くの回答者が確認したことを示す。当初は設定が正しくなかったが, 設定を修正して利用できるようになった回答も少数あった。

アクセスしたが回答しなかった利用者についても, この傾向は同じと推測する。傍証としては, 学期初めと, ツールへの習熟が進んだと考えられる学期開始 2 週間後とで, 回答率に大きな変化がないということがある(図 2)。

このことを直接に確認するのは Google Forms を使用する範囲では難しい。Google Forms は利用者が送信ボタンを押したときだけ記録を残すからである。直接確認するには, ひとつの問に回答するたびに記録するような Web アンケートツールを使用する必要がある。また, ページ遷移なしにアドバイスを表示すると, 練習の効果が高まり, 回答率も高まると予測する。

6. おわりに

本稿では Google Workspace の要素を組み合わせて構築したオンライン授業ツール使用練習システムの使用傾向を分析した。利用者は本システムを利用して自分がツールを正しく使える状態にあることを確かめた。本システムで回答を行った利用者の多くは, 準備のできた状態でオンライン授業に参加したと推測する。本システムが初年次の学生のオンライン授業準備に有用であることが示唆される。

参考文献

(1) 樋口三郎：“大学初年次学生向けオンライン授業ツール使用練習システムの開発と試用”, 教育システム情報学会第 46 回全国大会講演論文集, pp.5-6 (2021).

学校教員を対象とした授業での ICT 活用頻度と指導への自信に関する調査研究

髙瀬和也[*1]・酒井郷平[*2]・田中奈津子[*3]・臼杵ふたば[*2]・中村美智太郎[*3]
Email: k-takase@edu.kagoshima-u.ac.jp

*1：鹿児島大学大学院
*2：東洋英和女学院大学
*3：静岡大学

◎Key Words　　ICT 活用，学校教員，調査研究

1. はじめに

2019 年に文部科学省より「GIGA スクール構想」が発表され，さらに 2020 年以降，新型コロナウイルスの影響により，学校現場において ICT 環境が急速に整備された。同環境は，文部科学省および GIGA スクール実現推進本部が掲げているように，「ハード」「ソフト」「指導体制」の 3 観点から充実が図られている(1)。その内容としては，ハード面では端末の配布と高速ネットワークの完備，ソフト面ではデジタル教科書やデジタル教材の活用促進，指導体制面では ICT 活用教育アドバイザーや ICT 支援員（4 校に 1 人）の配置などである。

このうち，指導体制面に着目すると，ICT 支援員の配置人員は限られていることから，すべての学校に支援員が常駐し，教員や児童生徒の ICT 活用サポートを常時行えていないことが分かる。実際に，2021 年度当初の調査資料（暫定の最新版）によれば，ICT 支援員を配置済みの都道府県は 43%，市区町村等においても 43%にとどまっている(2)。外的なリソースが不足する現状では，教員は子どもと教員との双方に対して端末活用の指導を行い，活用や実践の知見を校内外へ広めていく必要がある。

しかしながら，教員がこれらの指導に対する自信をどの程度有しているか，またそれらがどのように身につくかについては調査がなされていない。国内では，村上ほか（2021）が活用頻度の視点から子ども・教員の意識調査を行っている(3)が，授業や学習場面に関する項目が主である。この活用頻度と指導への自信との観点から教員の意識を明らかにすることで，ICT 支援員をはじめとした外的リソースが不足する学校現場において，校内 ICT 活用研修や活用・知見の共有を今後どのように行っていくかに関する示唆を得ることができると考える。

そこで，本研究では，ICT 活用を指導する主体として教員に焦点を当て，GIGA スクールにおける 1 人 1 台端末環境下において，教員が端末を活用する頻度はどの程度か，ならびに子ども・教員への端末に関する指導の自信をどの程度有しているかを明らかにしつつ，今後の学校現場での ICT 活用に関する適切な指導とその体制への示唆を得ることを目的とする。この目的に従い，現職教員を対象とする意識調査を実施し，その結果を分析・考察した。

2. 研究の方法

2.1 調査項目

本研究では，小・中・高等学校ならびに特別支援学校の教員への調査を想定し，1 人 1 台端末環境における端末の活用状況や活用頻度を問う質問項目を設定した。具体的には，①調査対象者に関する項目（勤務先の学校種，学校教員歴），②1 人 1 台端末の活用状況に関する項目（授業での活用頻度），③1 人 1 台端末環境での意識に関する項目（児童生徒に ICT 機器の利用を指導する自信，同僚教員に ICT 機器の利用を指導する自信）を設定し，調査の実施にあたっては，オンラインによるアンケートツールを使用した。

2.2 調査概要

調査は 2021 年 11 月～12 月にかけて，X 大学の卒業生である現職の小中学校教員（31 名），X 大学と Y 大学の教職大学院に在籍している現職の小中学校教員（23 名），私立の小中一貫校である Z 学校の現職教員（32 名）の計 86 名へ調査依頼を行った。なお，X 大学の卒業生については，勤務する自治体の方針による影響を考慮し，神奈川県，埼玉県，静岡県，愛知県，岡山県など複数の都道府県に勤務する教員を対象とした。その際，回答は無記名とし，調査協力は任意である旨を伝えた上で同意する場合のみ回答するように依頼した。

結果，小学校教員 25 名，中学校教員 16 名，高等学校 4 名，特別支援学校 3 名の計 48 名から回答が得られ，回答率は 55.8%であった。

3. 結果と考察

3.1 分析にあたって

分析に先立ち，回答者の属性や活用状況による回答結果の差異を明らかにするべく，得られた回答のカテゴリー化を行った。項目①の学校教員歴は，回答のうち 1～5 年を「若手」，6～10 年を「中堅」，11 年以上を「ベテラン」とした。項目②の活用頻度は，回答のうち「毎時間活用している」「4 時間程度活用している」「2～3 時間程度活用している」「1～2 時間程度活用している」を継続的に活用できている者として「活用群」とし，「活用する日もあれば，しない日もある」「ほとんど活用していない」を「非

活用群」とした。項目③の各指導自信は，「とても自信がある」を 7，「まったく自信がない」を 1 としたリッカートスケールで回答させたため，カテゴリー化せずにそのまま分析に用いることとした。以下に結果を示す。

3.2 結果

まずは活用頻度ごとで結果を比較する（図 1）。子どもへの端末指導自信について，中間の 4 を除き，7 ないし 5 の回答率は活用群で 42.1%，非活用群で 27.6%であり，3 ないし 1 の回答率は活用群で 26.3%，非活用群で 44.8%であった。教員への端末指導自信については，7 ないし 5 の回答率は活用群で 52.6%，非活用群で 31.0%であり，3 ないし 1 の回答率は活用群で 31.6%，非活用群で 41.4%であった。

次に，教員歴ごとで結果を比較する（図 2）。子どもへの端末指導自信について，7 ないし 5 の回答率は若手で 35.7%，中堅で 40.0%，ベテランで 26.3%であり，3 ないし 1 の回答率は若手で 21.4%，中堅で 40.0%，ベテランで 47.4%であった。教員への端末指導自信については，7 ないし 5 の回答率は若手で 42.9%，中堅で 53.3%，ベテランで 26.3%であり，3 ないし 1 の回答率は若手で 21.4%，中堅で 33.3%，ベテランで 52.6%であった。

3.3 考察

図 1 より，児童・生徒への端末の指導に対する自信は，端末を含む ICT 活用頻度が高い群の方が，肯定的回答の割合が高く，否定的回答の割合が低かった。よって，ICT 活用頻度の高さと児童・生徒への端末の指導に対する自信の高さとの間に関連性があることが明らかとなった。教員歴による比較では，特にベテランから若手になるほど，端末指導自信の否定的回答が減じており，世代が若いほど児童・生徒への端末の指導に関する苦手意識が少ないことが明らかとなった。これを踏まえると，今後，中堅・ベテラン教員が端末の指導に関する苦手意識を克服するためには，中堅・ベテラン教員が若手教員と共に活用頻度を高めていくことが 1 つの解決策となると考えられる。ただし，活用頻度が高いために端末指導自信が高まるのか，あるいは元から自信の高い教員が頻繁に活用しているのかについては，さらなる調査によって因果を明らかにしていく必要がある。

他方で，同僚教員への指導に対する自信は，ICT 活用頻度が高い群の方が，肯定的回答の割合が高かったが，1 および 2 と回答した割合が非活用群よりも高かった。これは，活用頻度が高いとしても，そのうちの一定数の教員は同僚教員への指導自信が低いことを示している。教員歴による比較では，前段の結果と同様，若いほど苦手意識が減じていく傾向が明らかとなった。この点，特に一定の活用頻度の高い教員が同僚教員への指導に対して苦手意識を持っている点にはより慎重になる必要があると考える。例えば，ICT を頻繁に・積極的に活用している教員が校内の ICT 活用研修を担当することは容易に想像できることであるが，その際，子どもに教えるのと同様に同僚教員にも教えられるわけではない可能性があることに留意する必要がある。学校内や教員間で ICT 活用の知見を共有する方法には，こうした ICT 活用に積極的な教員における特有の課題があると言える。

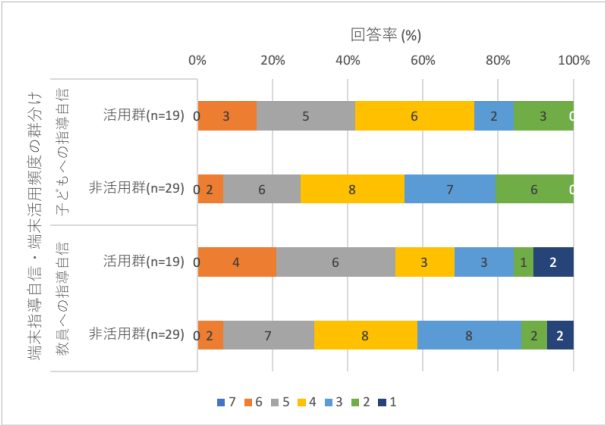


図 1 端末活用頻度ごとの端末指導自信の比較

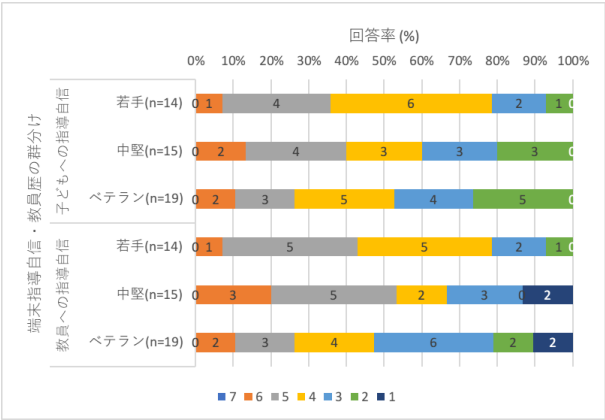


図 2 教員歴ごとの端末指導自信の比較

4. おわりに

本研究の成果としては，①端末活用頻度の高さと子どもへの端末指導自信が関連し，教員歴が浅いほど ICT を活用した指導への苦手意識が少ないこと，②一定数の教員は活用頻度が高いとしても同僚教員への端末指導自信が低いことを明らかにした点である。

今後の研究課題としては，先に述べたように，さらなる調査によって活用頻度の高さと児童・生徒への端末の指導に関する自信の高さとの因果を明らかにすること，ならびに学校内・教員間で ICT 活用の知見を共有する方法，すなわち，ICT 活用を頻繁に・積極的に行うが同僚教員への指導に難しさを感じる教員の存在を視野に入れた，ICT 活用研修の在り方を再検討していく必要がある。

参考文献

(1) 文部科学省 GIGA スクール実現推進本部 HP：“「児童生徒 1 人 1 台コンピュータ」の実現を見据えた施策パッケージ（案）”，https://www.mext.go.jp/content/20191219-mxt_syoto01_000003363_10.pdf（最終アクセス 2022/06/29）.

(2) 文部科学省 HP：“「ICT 支援員の配置促進に関する調査研究」：ICT 支援員の配置状況と支援事例等”，https://www.mext.go.jp/content/20210408-mxt_jogai01-000014079_001.pdf（最終アクセス 2022/06/29）.

(3) 村上唯斗，水谷年孝，登本洋子，高橋純：“1 人 1 台端末及びクラウド活用が日常化した中学校における教員及び生徒の意識”，日本教育工学会研究報告集，2021 巻，3 号，pp.98-105（2021）.

既存学習語彙表の再評価の試み
—学習サービスの視点から—

小野真嗣[*1]・曽我聡起[*2]・菊地真人[*3]・田邉鉄[*4]
Email: onomasa@mmm.muroran-it.ac.jp

*1：室蘭工業大学大学院工学研究科ひと文化系領域
*2：公立千歳科学技術大学理工学部情報システム工学科
*3：名古屋工業大学大学院工学研究科つくり領域
*4：北海道大学情報基盤センターデジタルコンテンツ研究部門

◎Key Words　語彙頻度表，学習語彙表，WordNet，上位語と下位語

1. はじめに

語彙表とは、短時間で素早く効率よく学習するための基礎資料として存在価値があり、市販の英単語帳などに応用されるものである。言語情報処理技術が大衆化し、機械処理による言語分析が進むにつれ、多種多様な語彙表が公開されてきた。一方、語彙表が多く生成されると、今度は語彙表自体をどのように選択すればよいのかという問題も見えてきた。語彙表は生成される数に比べて、その評価数は少なく、統合的な利活用も少ない。

本発表では、既存の学習語彙表を収集・集約して、データの再活用を図り、新たな語彙学習法や提供サービスを見出すために語彙表分析を試み、その処理結果を報告する。具体的には、①英語の実態調査としての語彙頻度表や、②英語の学習指標としての学習語彙表の双方の特徴を踏まえ、③概念辞書などの語彙関係性データベースの情報と組合せることで、各語彙が持つ新たな特性の解明を試みる。1 語 1 語覚える単調な作業となる語彙学習について、難易度と頻出度と相関度の３点からなるグループ化を通じて再分析することにより、これまでにない有効性、効果、満足度が得られる語彙学習提供サービスの開発を目指す。本発表は、その処理過程で得られた分析結果の中間報告とする。

2. 先行研究

1990 年代以降、汎用英語コーパスの普及とコンピュータを用いた機械処理の語彙研究が隆盛したことにより、様々な語彙表が各研究者により編纂されている。本節では、本研究で利用するデータセットとしての既存英語語彙表について、それぞれの特性についてまとめる。

2.1 語彙頻度表データ

語彙の使用状況を調査する目的で、コーパスに基づく語彙頻度調査は、Kucera & Francis (1967)を皮切りに始められた。アメリカ英語における総語数約 100 万語により編纂された Brown Corpus に基づく語彙頻度表作成により、初めてコンピュータ解析に基づいた語彙使用状況が明らかとなった。

その後、1990 年代に入り、英国においてコーパスに基づく語彙研究は進み、Kilgarriff (1995)はイギリス英語における総語数約 1 億語により編纂された British National Corpus（以下、BNC）に基づく語彙頻度表(以下、BNC 語彙表)を作成し、大規模データによる頻度分析がさらに進展した。

また、Windows95 の爆発的な普及以降は、言語学者も容易に自分で機械的に語彙分析を行える時代となり、自ら集めた言語資料データに基づき、様々な分析が進められ、今日に至っている。英語教育の分野では、杉浦(2002)が一例であり、高校英語の検定教科書に掲載されている英語語彙を収集し、語彙表を編纂して使用語彙の検討を行っている。本研究では、英語の使用実態に基づいた調査を行うため、BNC 語彙表を分析尺度として用いた。

2.2 学習語彙表データ

一方、学校教育における教材作成や語彙学習の難易度の観点から、学習英語語彙表もこれまでに編纂されてきた。園田(1996)は語彙の効率的な学習を促し、学生の英語学習のための手引として、7454 語を学習語彙に選定し、各語にレベル 1 から 5 の難易度を付与する形でリスト化して、一般的には北大語彙表として認知されている。

学会組織としても学習語彙表の試みがあり、大学英語教育学会(JACET)の英語語彙研究会が中心となり、JACET8000 が編纂され、8000 語が学習語彙として選定されている。これは前節で述べた BNC 語彙表と学会独自のサブコーパスに基づいて、中学校および高等学校の教育現場状況に配慮した学習語彙表として編纂されたものであり、「日本人英語学習者のための科学的教育語彙表」と表現されている。この他、全国高等専門学校英語教育学会(COCET)が編纂した理工系の科学技術英語語彙を指向した COCET3300 の他、出版社ではアルク教育社が「中学生から一般社会人まで全ての英語学習者が段階を追って効率的に学べるよう、有用性と重要性を考慮して選定」したとされる標準語彙水準 12000(SVL12000)などが編纂されている。

本研究では、英語の学習向け難易度の指標として、園田(1996)による北大語彙表を用いた。

2.3 機械可読の概念辞書データ

前節までの語彙表の他、コンピュータプログラム化された語彙データセットとして、WordNet と呼ばれる機械可読の概念辞書が存在する。WordNet は、ある語が synset と呼ばれる同義語のグループに分類されており、簡単な語義のほか、他の同義語グループとの関係性が標準出力

で示すことができるデータ集である。各語は上位語や下位語と呼ばれる語群との関係性を示す情報を有しており、適切な検索をかけることによって、語の意味や関係性が出力され、データとして抽出することができる。本研究では、主に上位語と下位語の関係性に絞り、既存の語彙表情報と組合せる形で、学習者が覚えるべき総語彙の範囲内の言語世界観における小さな語彙関係性の可視化を試み、いわゆる Learner's Minimized WordNet の構築を試みた。

2.4 問題の所在と研究の仮説

これまで英語語彙表の活用は、学習者にとっては、主に高校受験や大学受験のための効率的な英語語彙習得の学習活動のために用いられてきた。一方、昨今では教育現場のデジタル化が進みつつある中で、英語教育環境も大きな変化を迎えている。小学校においては外国語教育の波が押し寄せ、従来の 5.6 年生に限られていた外国語活動から、3 年生以上へ外国語活動が引き下げられ、5 年生以上は教科化して英語教育が本格的に始まった。大学英語教育や一般社会人向けには e-Learning コンテンツは多様に揃っているが、小学校英語教育においては、アクティビティ向けの語彙選定やデジタル機材を通じた学習法、および学習提供のサービス手法については、まだ発展途上段階の分野と言える。

これまでの研究の過程においては、言語学分野による語彙表編纂と情報学分野における概念辞書構築にそれぞれ分かれ、その分野内に限って行われてきた経緯がある。双方のデータの関連性について教育工学の観点、また小学校英語教育の観点からの学際的研究は始まったばかりであり、この点についての一層の研究が求められる。そこで、本研究ではその学際的研究の試みとして、使用頻度に基づく学習語彙間の相互関係性の調査と関係性の可視化について実験・調査を行った。

3. 学習語彙の相互関係性の調査分析

3.1 調査分析対象

本研究では学習語彙間の相互関係性を調査するためでも、従前のような新たに独自の語彙表を生成することはせず、既存の英語語彙表を再活用することとした。語彙使用の頻度と学習すべき語彙の重要性や難易度の捉え方については、Lonsdale(2013)が参考となる。Lonsdale によると、図 1 に示すように、1000 語の習得により日常会話の 85%の語彙をカバーすることに繋がり、3000 語の習得では 98%の語彙をカバーすることになると述べている。そのため、核となる語の習得が必要であり、使用頻度の高い語彙から習得した方が効率的である点に言及している。

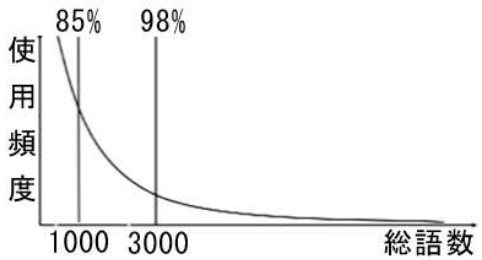


図 1 総語数と使用頻度の関係(Lonsdale(2013)より引用)

具体的な語彙データに基づく調査を行う上で、語彙頻度の情報としては、BNC 語彙表を用いることとし、一方の学習語彙の情報としては、北大語彙表を用いることとした。それぞれの語彙表の掲載語彙の統計情報については、次節の表 1 と 2 に示す。調査分析の基準として Lonsdale の尺度に倣い、語彙頻度表については 1000 語ごとに区切って語彙数を計算し、上位 1000 位以内と 3000 位以内のレベルにおける語彙を調査対象とした。一方、学習語彙表については北大語彙表で示されている語彙難易度の指標をそのまま用い、レベル 1 から 3 までを調査対象とした。

3.2 語彙の生起状況に関する分析と考察

本研究は萌芽研究である。分析を容易に進めるために、まずは出来る限り少なく、核となる語彙に焦点を絞り、分析を始めることとした。前節までに述べた通り、小学校英語を念頭に置き、取扱う語彙頻度情報は、英語の基本五文型の主要素となる名詞と動詞に絞り、頻度順位の上位 3000 語以内にある 2105 語を対象とした。

表 1 語彙頻度表(BNC 語彙表)の収録語彙数

頻度順位	名詞語彙数	動詞語彙数	小計
上位 1000 位以内	419	218	637
上位 2000 位以内	954	419	1373
上位 3000 位以内	1477	628	2105
3001 位以降	1785	653	2438
左記品詞内小計	3262	1281	4543
掲載総語数		6318	

一方、学習語彙の絞込みにおいても、目安となる Lonsdale の尺度である上位 1000 語と 3000 語に注目し、北大語彙表のレベル 1 から 3 までを調査対象とし、4659 語を分析とした。

表 2 学習語彙表(北大語彙)の収録語彙数

難易レベル	語彙数	語彙指標
レベル 1 のみ	785	中学必修
レベル 2 以下	2563	高校必修
レベル 3 以下	4659	大学受験
レベル 4 以下	6179	大学基本
レベル 5 含む合計	7453	大学上級

表 3 語彙頻度と学習語彙の生起分布比較

BNC＼北大語彙	中学必修	高校必修	大学受験
動詞上位 1000 位	129	197	197
動詞上位 2000 位	148	308	330
動詞上位 3000 位	154	389	439
名詞上位 1000 位	184	366	379
名詞上位 2000 位	256	693	772
名詞上位 3000 位	274	901	1058
合計上位 1000 位	313	563	576
合計上位 2000 位	404	1001	1102
合計上位 3000 位	428	1290	1497

BNC 語彙表において、名詞と動詞に限って使用頻度が高く上位 3000 位以内に入っており、かつ、北大語彙表において学習語彙として重要性が高くレベル 3 以内に入っている語、つまり、これら双方の語彙表において共通となる語を対象に、概念辞書である WordNet の上位語および下位語の関連性を抽出する作業を行った。語彙頻度と学習語彙の生起分布比較については、表 3 に示した。

表 3 は語彙の生起数を表示したものであるが、実際の語彙の例示を次の(1)と(2)で示す。紙面の関係で全て示すことはできないため、頻度上位 1000 位以内に生起する中学必修名詞 184 語、および頻度上位 1000 位以内に生起する中学必修動詞 129 語のみ例示する。

(1) 頻度上位 1000 位以内に生起する中学必修名詞 184 語

act, age, air, animal, answer, area, arm, baby, bed, board, body, book, box, boy, brother, building, business, car, care, case, chance, change, child, church, city, class, club, company, condition, country, course, cup, date, daughter, day, doctor, dog, door, end, evening, example, eye, face, fact, family, father, feeling, few, field, figure, fire, floor, food, foot, force, form, friend, front, game, garden, girl, glass, government, ground, group, hair, hand, head, heart, home, horse, hotel, hour, house, husband, idea, interest, job, kind, king, land, language, leg, letter, library, life, light, line, list, lot, machine, man, market, matter, measure, member, mile, mind, minute, moment, money, month, morning, mother, music, name, news, night, note, number, office, order, page, paper, parent, part, party, pattern, people, percent, person, picture, piece, place, plan, plant, point, power, president, price, problem, product, question, reason, record, report, rest, result, road, room, rule, school, science, sea, season, service, shop, side, son, sort, sound, space, state, station, step, story, street, student, study, summer, system, table, teacher, test, thing, thought, time, top, town, tree, value, village, voice, wall, war, water, way, week, wife, window, woman, word, world, year

(2) 頻度上位 1000 位以内に生起する中学必修動詞 129 語

add, agree, allow, appear, arrive, ask, base, be, become, begin, believe, break, bring, build, buy, call, carry, catch, cause, choose, close, come, continue, cover, cut, decide, die, do, draw, drive, drop, eat, enjoy, enter, explain, fall, feel, fight, fill, find, finish, fly, follow, forget, get, give, go, grow, happen, have, hear, help, hit, hold, hope, include, introduce, keep, kill, know, lead, learn, leave, let, lie, listen, live, look, lose, love, make, mean, meet, move, need, open, pass, pay, pick, play, present, pull, put, raise, reach, read, receive, remain, remember, return, rise, run, say, see, seem, sell, send, serve, set, show, sit, smile, speak, spend, stand, start, stay, stop, suppose, take, talk, teach, tell, thank, think, throw, train, try, turn, understand, use, visit, wait, walk, want, watch, wear, work, write

表 3 や(1)、(2)による分析結果から考察する。初修学習における英語語彙において、頻度 1000 位以内に限ると、動詞よりも名詞の語彙数が多く、比に換算すると、およそ 1:1.43 となるが、頻度 3000 位以内まで拡大すると、動詞と名詞の語彙生起数の差はさらに開き、その比は 1:1.78 となる。さらに、高校必修レベルや大学受験レベルになると、その差は一層広がり、頻度 3000 位以内において高校必修レベルでは 1:2.31 に、大学受験レベルでは 1:2.41 となり、物事そのものの知識量に比例しているように感じられる。

一方、動詞は基本五文型に共通して出現し、どの文においても英文の核となる存在になることから、動詞の語彙数の伸びは、中学必修レベルから大学受験レベルにおいて 310 語ほどの増加であるのに対し、名詞の語彙数の伸びは、874 語もの増加となっていることが判明した。学習過程や時間経過とともに 564 語分をより多く名詞を覚えなければならない点は、物事の事象などの知識量の増加に反映している可能性があり、中学必修レベルにおける動詞と名詞の学習するべき語彙数の差が 55 語である点からも想像できる。これらの点についてグラフにより可視化したものが、図 2 である。

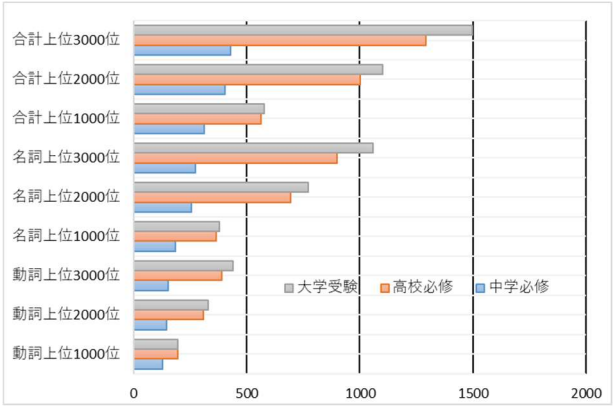


図 2 語彙頻度と学習語彙の品詞別生起分布グラフ

3.3 概念辞書情報の付与と可視化

表 3 に示す通り、小学校英語を念頭に、核となる英語語彙を見出し、合計上位 1000 語以内の 313 語を対象にして、その各語に対する概念辞書情報を関連付ける作業を行った。しかしながら、300 語程度では他の語との関連性はまだまだ薄く、図 3 のような期待していた語の階層構

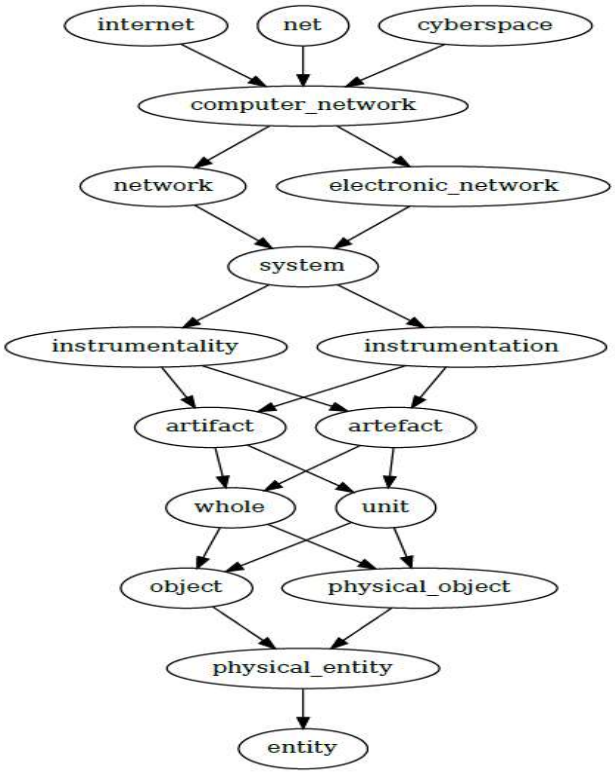


図 3 制限内の語彙世界における語彙関連性の表示例

造は得られなかった。図 3 は総語彙を約 15000 語に拡張した際に、ようやく語の関係性が階層構造となって現れたものである。頻度上位 3000 語の語彙世界となる範囲においては、名詞と動詞からなる 15000 語の 10%である約 1500 語の語彙世界の中では、まだ関係性を示すに至る十分な語彙数が揃っていないものと現時点では考えられる。今後はこの点のさらなる継続的な研究が必要となる。

3.4 今後の課題：概念辞書内に存在しない語の存在

最後に、前節において、語の関係性を階層構造として示すに至らなかった点は述べたものの、その副次的な結果として、上位語・下位語といった他の語との関係性を持たない語の存在も見えてきた。これは、いわゆる「代用の利かない基本語」と考えられるのかもしれないが、頻度上位の 1000 語、2000 語、3000 語の各範囲内において、それぞれ 31 語、55 語、80 語が他の語との関係性を持たないことがわかった。こちらも、一層の研究が必要となる。

(3) 頻度上位 3000 語以内の語彙世界において、WordNet 上において、上位語・下位語を有さない 80 語

acid, advice, airport, apple, artist, beer, brick, camera, century, childhood, cigarette, citizen, city, clock, corridor, critic, daughter, decade, democracy, diary, diet, director, disaster, doubt, drama, economics, equivalent, farmer, festival, few, god, grammar, guitar, hospital, insist, king, knee, lake, laugh, lawyer, marry, merchant, mile, mine, mountain, museum, night, parliament, passenger, percent, phone, plastic, poem, poetry, pollution, pot, potato, poverty, president, prince, prisoner, pupil, refugee, republic, rid, sea, sheep, shrug, son, studio, television, tennis, thank, tourist, town, valley, video, violence, week, year

4. おわりに

本稿は、中間発表としての位置付けで、既存英語語彙表の再評価として、従来の目的別に編纂された単体での語彙表利用から、各語彙表情報をコンピュータ処理を加えることで融合し、教育改善に応用することを目的に調査を行った。また、概念辞書を用いて各語が有する他語との関係性を辞書記述レベルから図示する形で可視化を試み、語彙の学習定着を図る手法を試みた。

本研究では、語彙頻度表と学習語彙表の統合を通じて、概念辞書との掛け合わせを試みたが、語彙の世界観の創出には他の語彙表を用いることで、違った様相が示されることも期待され、SVL12000 などにおける上位 3000 語レベルでは、「英語の基礎をなす必須単語」、「日常生活で活躍する英単語」、「楽しく会話がはずむ英単語」と定義付されているため、また異なる結果が得られる可能性がある。小学校英語語彙を検討する上では、SVL12000 も研究の価値があると考える。引続き既存語彙表の有効利用や再活用の検討を続け、教育現場に求められる効果、効率、満足度の高い語彙学習の提供サービスについて研究を進めていく所存である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22K02825 の助成を受けたものです。

本研究の遂行にあたり、研究協力者として室蘭工業大学大学院修士課程の西山幹泰さん、細川大和さん、ならびに名古屋工業大学大学院修士課程の按田将吾さんには、データ処理プログラミングの実装において、細部にわたりご支援をいただきました。ここに感謝いたします。

参考文献

(1) 杉浦千早：“高校英語教科書語彙リストの作成と使用語彙の検討”，Language Education & Technology，39 号，外国語教育メディア学会，pp.117-136.（2002）.

(2) 園田勝英：“大学生用英語語彙表のための基礎的研究”，言語文化部研究報告叢書, 7 巻, 北海道大学言語文化部, p.200.（1996）.

(3) Kilgarriff, A.: BNC Database and Word Frequency Lists, (1995) Retrieved from https://www.kilgarriff.co.uk/bnc-readme.html (June 30, 2022).

(4) Lonsdale, C.: How to learn any language in six months, (2013) Retrieved from https://youtu.be/d0yGdNEWdn0 (June 30, 2022).

(5) Kucera, H. & Francis, W.N.: Computational Analysis of Present Day American English, Brown University Press, p.424. (1967)

(6) Miller, G.A.: WordNet: An Electronic Lexical Database, MIT Press, p.423. (1998)

1人1台端末と学習支援システムを活用した児童の推敲活動を促進する実践とその効果

福島耕平[*1]・勝井まどか[*2]・松野秀治[*3]・市川理紗子[*4]・下村 勉[*5]
Email: fukushima.kohei@s.hokkyodai.ac.jp

*1：北海道教育大学大学院教育学研究科
*2：鈴鹿市立合川小学校
*3：津市立明小学校
*4：津市立修成小学校
*5：三重大学名誉教授

◎Key Words　作文，1人1台端末，LMS，共有・交流，推敲

1. はじめに

OECDが2018年に実施した国際学習到達度調査(PISA調査)において，日本の生徒の「読解力」が前回の8位から15位に落ち込んだ。このPISA調査で測られる読解力は，単に「読む力」だけでなく，自らの考えを相手にわかりやすく「書く力」も含まれている。日本の生徒は，読解力の自由記述形式の問題において，自分の考えを他者に伝わるよう根拠を示して書くことに課題がみられた(1)。

PISA調査における日本の生徒の「書く力」の低下傾向は以前から指摘されていることであるが，2019年に実施された全国学力学習状況調査の小学6年生国語の問題では，学習指導要領の領域等で分類した回答の結果，「話すこと・聞くこと」の平均正答率72.4%，「読むこと」の平均正答率81.8%に対して，「書くこと」の平均正答率54.6%であった(2)。このことから小学生においても，「話す・聞く・書く・読む」の言語活動のなかで，「書く」活動が他の活動と比べ大きく落ち込んでいることがわかる。

児童の「書く力」や作文に関しては，これまでにも多くの実践や研究がなされている。

保坂(2015)は，相互推敲(お互いに評価し合う活動)と共同推敲(アドバイスし合う活動)の2段階の相互推敲を取り入れた実践の結果，児童の「書く力」の向上がみられたとしている(3)。しかし，この実践は，全17時間をかけた学習計画に基づくものであり，日常的に繰り返し実践できない。また，作文は従来通りの手書きによるものである。

近年，GIGAスクール構想により1人1台端末が整備された。この端末と児童の作文を共有・交流できるシステム(以下「学習支援システム」とする)を活用することで，日常的に短時間で児童が推敲に取り組む活動が実施可能ではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は，日常の学習場面で，1人1台端末と学習支援システムを活用し，1コマ(「45分」以下同様)で作文，共有・交流，推敲の活動が可能かどうか，また，ICTを活用した共有・交流によって，児童の推敲が促進されるのかを明らかにすることである。

その際，どのような交流の視点を与えると効果的なのか，教員の有効な支援方法についても検討をおこなった。

3. 研究の方法

3.1 実践時期と対象児童

実践は共同研究者の小学校教諭が在籍する三重県内公立小学校でおこなった。実践協力校では，GIGAスクール構想で配布された端末は，2021年度当初から活用されていたが，キーボード入力による作文や交流では，児童に一定の文字入力リテラシーが必要になる。そのため，実践は2021年度後半におこなった。

なお，実践協力校は複式学級のある小規模校である。対象は小学4年生(n=9)，小学6年生(n=8)の児童とした。

3.2 活用したシステム

1人1台端末はGIGAスクール構想で配布された端末を活用した。学習支援システムとしては，LMS（Leaning Management System）の一つであるMoodleを活用することにした。

具体的にはMoodleのフォーラム機能を使い，児童が直接フォーラムに作文を入力して投稿し，その後，相互にコメントをつける形で共有・交流をおこなった。

3.3 実践及び検証

実践は主に国語科の時間におこなった。学級全員で共有・交流させると少人数とはいえ時間がかかりすぎるため，各学級の実態に応じ，3〜4人のグループをつくり，グループ内で共有・交流させることにした。グループをつくるにあたっては，グループ間で学力差が生じないように配慮した。

検証として，児童の書いた作文やコメントの内容，推敲後の作文との関係について検証するとともに，各実践後には，推敲に関して児童に質問紙調査を実施した。

4. 各実践の結果と考察

4.1 実践1

4.1.1 概要

実践1は，2022年1月に小学4年生(n=9)を対象に国語科の時間で実施した。共有・交流は3人グループの3組

でおこない，他のグループのやりとりはみられない設定でおこなった。

児童の文字入力リテラシーや Moodle の操作スキルを確認するため，同時期に端末が配布され，同様の頻度で活用していた同規模の別の学校において予備的な実践をおこなった。その結果，推敲を促進させるためには，課題設定が重要であること，また交流の際の視点を明確に教示することが重要であることが明らかになった。

そのため，実践1では，「絵を見て危険なところを3つ選び，絵からわかる事実と自分の考えをかき分け，読み手によくわかるように作文する」という課題でおこなった(**図1**)。

また，交流の際は，児童に「わかりやすい文になっているかどうかお互いにアドバイスをする」という視点を与えた。児童は，交流後，アドバイスをもとに最初に書いた文の推敲をおこなった。推敲後の作文は，一から書き直すのではなく，最初に書いた作文をコピー&ペーストして，必要な部分を修正することとした。

図1 課題の絵

4.1.2 結果

危険だと思うことを 3 つという設定であったため，最初から①②③のように箇条書きにする児童が 9 名中 4 名おり，修正後は，6 名と半数以上であった。ここでは児童 A の記述をもとに結果を示す。

A は，最初の文では事実のみを記述し，理由を書いていなかったが，B のアドバイスを取り入れ，推敲後の文では「理由は～」と付け足しをしていた。また，B へのアドバイスのなかに「どうなるかが書いてあっていいと思いました。(未来の事)」とあり，推敲後の自分の理由の記述のなかに「～になるかもしれない」という表現を取り入れていることがわかる。また，C へのコメントでは「文を短くしてあっていいと思います。」と書いている。A は最初の作文では事実ごとに文を分けず 1 文で書いているが，推敲後の文では，3 つの事実と理由とで文を短く分けて書いている(**表1**)。

実践では，1 コマ(少し延長あり)で全員が作文，共有・交流，推敲後の作文の入力まで終えることができた。

表1 A の推敲前後の文とコメント

A の最初の作文
2022 年 01 月 17 日(月曜日) 14:12－A の投稿
絵から分かる事実は横になって並んでいる事と，傘が相手の方に向けている事と，本を読みながら歩いている事です。
僕は，だらしがないと思いました。

グループメンバーの A へのコメント
2022 年 01 月 17 日(月曜日) 14:30 - B の投稿
A の良いところは，最後に事をつけるのが良いと思ったよ。直したら良いところは，理由とかつけた方がわかりやすいと思うよ。

2022 年 01 月 17 日(月曜日) 14:37 - C の投稿
直すと良いところ ①や②を書けばもっと見やすいと思う。

A の B へのコメント
2022 年 01 月 17 日(月曜日) 14:28 -A の投稿
どうなるかが書いてあっていいと思いました。(未来の事)
真ん中の一番横という表現の仕方がちょっとわかりにくいことと，横と言っても左右あるのでどっちか分からない。

A の C へのコメント
2022 年 01 月 17 日(月曜日) 14:35－A の投稿
文を短くしてあっていいと思います。
②の文章のじゃまというところがひらがなと漢字になっているのでどちらか一つにしたらいいと思います。
。や，がなかったり変なところにあったりするので直した方がいいと思います。

A の推敲後の作文
2022 年 01 月 17 日(月曜日) 15:00 - A の投稿
一つ目は，横になって並んでいる事です。
理由は，他の人が，通れないからです。
二つ目は，傘が相手の方に向けている事です。
理由は，向けている相手に傘が当たってしまうかもしれないからです。
三つ目は，本を読みながら歩いている事です。
理由は本を見てしまって，前を見ていないので，何かにぶつかってしまうかもしれないからです。
僕は，だらしがないと思いました。

4.1.3 考察

A の推敲前後の文や共有・交流のやりとりから，作文の際，教員による添削指導がなくても，児童はお互いの書いた文章を共有・交流することで，友達からのコメントや友達の文章を読むこと，自分がコメントしたことからのフィードバックにより，自ら書いた文章を推敲できる可能性が示唆された。

ただし，今回の実践ではほとんど推敲がみられない児童もいた。教員による添削指導ではないため，コメントには強制力が働かないことが原因だと考えられる。また，コメントに対する受容性の差やグループ構成によるコメントの質の差によって推敲が進まない可能性もある。

4.2 実践2

4.2.1 概要

実践 2 は，2022 年 3 月に小学 6 年生(n=8)を対象に国語科の時間で実施した。共有・交流は 4 人グループの 2 組でおこない，他のグループのやりとりはみられない設定でおこなった。

実践 1 で絵を文で表現させる課題について取り組ませたが，どうしても短文になり，まとまった作文にならなか

ったことから，実践2では「6年間の教科書教材から自分のお勧めの話を要約する」という課題でおこなった。その際，文字数として250程度にまとめるという条件つけた。また，交流の際は，実践1と同様，「わかりやすい文になっているかどうかお互いにアドバイスをする」という視点を与えた。児童は，交流後，アドバイスをもとに最初に書いた文の推敲をおこなった。実践1と同様，推敲後の作文は，最初に書いた作文をコピー&ペーストして，必要な部分を修正することとした。

4.2.2 結果

小学4年生の実践1と比較すると実践2では，まったく推敲していない児童はおらず，8名のすべての児童に一定の改善がみられた。ここでは児童Dの記述をもとに結果を示す。

Dの推敲前後の文をみると，友達からもらったアドバイスについては，推敲後の文章に全て反映させている。また，Dにコメントをしているgのアドバイスには，「詳しく説明したほうが聞き手(おそらく「読み手」)にわかりやすい」というアドバイスがみられた。

Dの友達へのアドバイスには，文章のおかしな部分を的確に指摘したり，自分が使っている「」の表現を進めたりしている(**表2**)。

実践1同様，1コマで全員が作文，共有・交流，推敲後の文の入力まで終えることができた。

表2 Dの推敲前後の文とコメント

Dの最初の作文

2022年 03月 9日(水曜日) 09:11 - Dの投稿
やまなしは水の中にいるカニたちのお話です。まずこの話には正体のわからない「クラムボン」や不思議な表現があって，聞く人の想像を豊かにしてくれます。二つ場面があります。まずカニたちが「クラムボンは笑ったよ」と言うがその後黒い影が通ると「クラムボンは死んだよ」となる。その後魚が尖ったものに連れて行かれた。カニが「怖いよ」と言っておしまい。
次はかにの兄弟が泡で競争していた。父「もう寝なさい」そこにドボンとやまなしが流れた。カニ親子が追いかける。もう少し待つと酒ができると言って終わりです。

グループメンバーのDへのコメント

2022年 03月 9日(水曜日) 09:16 - Eの投稿
やまなしは幻灯の話なので幻灯を入れればいいと思いました。

2022年 03月 9日(水曜日) 09:18 - Fの投稿
父を父カニにしたらいいんじゃないかな？

2022年 03月 9日(水曜日) 09:21 – Gの投稿
5月の話と12月の話があるんだから，そこでEちゃんみたいに分けた方がわかりやすいと思います。魚が尖ったものに連れて行かれたところを見たカニは，怖いという文章よりも魚が尖ったものに連れて行かれてカニも連れて行かれそうで怖いと言うふうに詳しくしたほうが聞き手にわかりやすいと思います。

DのEへのコメント

2022年 03月 9日(水曜日) 09:18 - Dの投稿
クラムボンは笑ったよ。とかクラムボンは死んだよ。の所にかっこにしたほうがいい
こんな感じ→「クラムボンは笑ったよ。」

DのFへのコメント

2022年 03月 9日(水曜日) 09:22 - Dの投稿
「呪文を柿主を操っているかと・・・」の所が言葉がおかしいかなぁ？と思った
こんな感じ→呪文で柿主を・・・って感じかな？

DのGへのコメント

2022年 03月 9日(水曜日) 09:15 - Dの投稿
最後の「みんなが木の代わりになって・・・」のところで人が木になってしまったみたいで怖い？
そこを変えたらいい

Dの推敲後の作文

2022年 03月 9日(水曜日) 09:26 - Dの投稿
やまなしは幻灯です。まずこの話には正体のわからない「クラムボン」や不思議な表現があって，聞く人の想像を豊かにしてくれます。二つ場面があります。
まず五月はカニたちが「クラムボンは笑ったよ」と言うがその後黒い影が通ると「クラムボンは死んだよ」となる。その後魚が尖ったものに連れて行かれた。カニは自分も連れて行かれそうで「怖いよ」と言った。
次に十二月は，カニ兄弟が泡で競争中。父カニ「もう寝なさい」そこにドボンとやまなしが流れた。カニ親子が追いかける。父カニ「もう少し待つと酒ができる」と言って終わりです。

4.2.3 考察

Dは，グループの他のメンバーからのアドバイスを全て推敲の際に反映させていた。実践2では，8名のすべての児童に推敲による一定の改善がみられたことから，小学6年生では，教員による添削指導がなくても，共有・交流によりある程度推敲が進むことが示唆された。

「詳しく説明したほうが聞き手(おそらく「読み手」)にわかりやすい」というアドバイスがみられたことから，小学6年生では実践1ではみられなかった読み手意識をもってアドバイスができている児童がいることがわかった。

5. 質問紙調査

5.1 概要

実践1・2の後，推敲の際に気をつけた点(Q1~5)について，児童に「はい」4点，「ややはい」3点，「ややいいえ」2点，「いいえ」1点の4件法で回答を求めた(**表3**)。

また，推敲する際に，「友達の作文を読むこと」・「コメントすること」・「もらったコメントを読むこと」・「友達の作文についている他の人のコメントを読むこと」の4つのうち，どれが役立ったかについて1つを選ぶ方法で回答を求めた。

表3 質問紙の項目

Q1	誤字，脱字はないか気をつけたか
Q2	わかりやすい文になっているか気をつけたか
Q3	内容ごとに段落にまとめようと意識したか
Q4	読点や句点に気をつけたか
Q5	自分が書いた文をしっかりと読み返したか

5.2 結果

文章を推敲する際に気をつけた点(Q1~5)の平均値は，実践 1 では，Q1 の「誤字脱字の修正」が一番高かった。一方，実践 2 では，Q2 の「わかりやすい文になっているか」が一番高い結果であった。各項目に関して，学年間で差があるか対応のない t 検定をおこなった結果，どの項目にも有意な差はみられなかった($t(14) = 0.41, p = .68$; $t(14) = 0.67, p = .53$; $t(14) = 1.21, p = .24$; $t(14) = 0.08, p = .94$; $t(14) = 0.61, p = .54$)。結果を**表 4** に示す。

推敲する際に役立ったものについては，「もらったコメントを読むこと」が各実践とも半数以上であった(**表 5**)。

表 4 推敲の際に気をつけたこと

項目	4 年生(*n=9*)		6 年生(*n=8*)	
	Mean	*SD*	*Mean*	*SD*
Q1	3.44	0.96	3.25	0.83
Q2	3.11	0.87	3.38	0.70
Q3	3.22	1.03	2.63	0.86
Q4	3.22	0.79	3.25	0.66
Q5	3.22	1.23	2.88	0.93

表 5 推敲の際に役立ったこと（人）

項目	4 年生 (*n=9*)	6 年生 (*n=8*)
友達の作文を読むこと	3	1
コメントすること	0	1
もらったコメントを読むこと	6	6
友達の作文についている他の人のコメントを読むこと	0	0

5.3 考察

文章を推敲する際に気をつけた点について，学年間に有意な差はみられなかったが，実践 1 では，Q1 の「誤字脱字の修正」の値が高かった。小学 4 年生の段階では，「わかりやすい文になっているかどうかお互いにアドバイスをする」という視点を与えて共有・交流をおこなっても，推敲の際に，その視点を児童に強く意識させることは難しいと推察される。

一方，実践 2 では，Q2 の「わかりやすい文になっているか」が最も高く，小学 6 年生の段階では，視点を与えて共有・交流させることで，推敲の際にもその視点を児童に意識させられる可能性が高い。

推敲する際に役立ったものについて，「もらったコメントを読むこと」が最も多く半数以上であった。小学生にとって，自分で書いた文章を自分自身で直すことは難しい作業である。そのため，友達からのコメントで推敲の視点を得ることは，教員による添削指導と同様に有用であると考えられる。

しかし，その際のコメントに対する受容性の個人差やコメントの質の問題も推敲に影響する可能性がある。

推敲の際に役立ったもののなかで，「友達の作文についている他の人のコメントを読むこと」については，選択している児童は 1 人もいなかった。小学生では，自分が友達の作文を読んで感じたコメントと他者が同じものを読んで感じた別のコメントとの差異に気づき，そこから新たな視点を得ることは難しいかもしれない。

6. 総合考察

実践 1・2 ともに 1 コマで作文，共有・交流，推敲後の文の入力まで終えることができた。時間については，作文課題の難易度やグループ構成人数により一概にはいえないが，1 人 1 台端末と学習支援システムを活用することで，1 コマの時間でこれらの活動を完結することは可能である。1 コマで完結するからこそ，日常的に繰り返し取り組むことができる。

小学 6 年生では，教員の添削指導がなくても，視点を与えて作文の共有・交流をさせることで，推敲が可能である。また，小学 6 年生では視点を与えて共有・交流させることで，推敲の際にその視点を児童に意識させられる可能性が示唆された。

7. おわりに

小学校において，教員が担当しているすべての児童に，丁寧に添削指導ができる時間的な余裕は，年間を通じてそれほど多くない。しかし，ICT を活用することで，年間を通じ，児童による作文，共有・交流，推敲のサイクルを繰り返すことは可能である。その際，「書く力」をつけるために，何についてどのように書かせるのかの課題設定や共有・交流の際，お互いの表現に着目し，改善の視点についてコメントするように伝えるなど，教員が明確な視点を与える必要がある。

今回の研究では，年間を通じてどの程度，児童に「書く力」がついたかは検証できていない。また，児童同士のコメントは，教員の添削指導とは異なり，強制力が働かないため，コメントに対する個人の受容性が，推敲に大きく影響すると考えられる。

一方，教員の添削指導は，強制力が働くかわりに，児童は言われた通り文を修正し，その際に自分で考えることは少ないのではないだろうか。教員の添削指導ではなく，友達のコメントは，それを受け入れて推敲に生かすかどうかその都度，児童は考える可能性が高く，それがより推敲につながっていく可能性もある。今後の検討課題としたい。

謝辞

本研究は公益財団法人 博報堂教育財団による第 16 回児童教育実践についての研究助成を受けておこなわれた。

参考文献

(1) 国立教育政策研究所：“OECD 生徒の学習到達度調査 2018 年調査（PISA2018）のポイント”（2019）. https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/01_point.pdf（参照日 2022.5.20）

(2) 国立教育政策研究所: “平成 31 年度(令和元年度) 全国学力・学習状況調査の結果（概要）”（2019）. https://www.nier.go.jp/19chousakekkahoukoku/19summary.pdf（参照日 2022.5.20）

(3) 保坂国馨 : “推敲活動の工夫を図り書く力を育む指導 － 4 年生説明文単元「僕が、私が見つけたひみつブックを作ろう」の実践を通して －”, 教育実践研究, 25, pp.25-30 (2015).

音声チャットボットによる対話型 AI 体験実習

藤田昭人*1・吉田智子*2
Email: akito_fujita@mvg.biglobe.ne.jp

*1：プログラマー
*2：京都ノートルダム女子大学

◎Key Words　AI と人間の共同作業，チャットボット，プログラミング教育

1. はじめに

人工知能（AI）は今日の情報教育において外すことのできないトピックである。マスメディアでも，SNS などのネットサービスでも AI という文字を目にしない日はない。文系大学生の間でも AI は関心を集めるキーワードであるが，その関心はいささかネガティブな方向を向いているように感じる。

大学で AI の講義をするたびに**「AI が人間の仕事を奪うと聞きますが本当ですか？」**というような質問が寄せられる。実際，今日の AI 技術の基礎を成す機械学習は，統計学などの数学理論に基づくので，説明することも理解することも短時間では難しい。一方でシンギュラリティやディープフェイクといった AI 技術が社会に与える影響に関わる議論を頻繁に耳にすることから，「得体の知れない技術に我々が支配される」などと，不安を感じてしまうのであろう。

AI 技術が普及期に入って 5 年以上が経過して，AI の有識者の発言も徐々に変化しており，**「今後は人間と AI が共に歩む時代がやってくる」**とされる。しかしこれは，AI に不安を感じる学生への答えにはなっていない。「AI と一緒に仕事をする」ことのイメージがつかめないからである。そこで「AI と一緒に仕事をする」ことを学生に擬似体験してもらう授業を考えるに至った。

本稿では，機械学習などの専門的な知識を持たない学生に対し，AI を実感してもらうための体験実習を交えた授業実施の概要について報告する。スマホでも PC でも動作可能な実習ソフトウェアを開発し，音声チャットボットの簡単なルールセット作成を課題として提示し，授業後も課題に取り組める環境を提供したことで，学生の積極性を引き出すことが確認できた。

2. チャットボットによる体験実習のプラン

2.1 「AI との対話」とは

「AI との対話」は第 1 次 AI ブームに沸く 1960 年代に登場した ELIZA[1]にインスパイアされたアイデアで，1964 年に米 MIT で開発されたチャットボットの元祖として知られているプログラムである。当時，最先端だった対話型コンピュータシステムのデモンストレーションのために作成されたこのプログラムは，一般的な商業誌で「人間と対話できるコンピュータ」として紹介され，広く一般にも認知されたことから大ブームが起きた。現在よりも一般的にコンピュータのリテラシーが低かった当時，「コンピュータとの直接対話」は専門家でない一般の人々の好奇心を強く刺激したという。

今日の AI に畏怖と同時に好奇心も感じている学生にも「直接対話」は同じ効果が期待できると考えた。

2.2 対話の要：応答文生成の方法

人間同士の対話では，いずれの話者も相手が最後に発話した文章に対する返事を返す。このように話者が相互に返事を返し続けることにより，対話が続いていく。いずれかの話者がチャットボットに置き換わった場合，人間の発話内容を入力として応答文を生成できれば対話ができることになる。

応答文生成は，今日，自然言語処理の一般的な課題のひとつとして広く認識されており，近年では機械学習を用いたアプローチが多数提案されている。例えば，Google が機械翻訳のために開発した seq2seq[2] と呼ばれるアルゴリズムを応用して質問文から応答文を生成する試みは多数存在する。

このように，応答文生成は人間がルールセットを書いて実現することもできれば，機械学習のアルゴリズムを使ってデータを学習させることにより実現することもできる。そこで，今日の商用チャットボットが用いている機械学習による応答文生成のロジックを模倣したルールセットを書く実習を考えた。つまり，学生に AI の真似をしてもらって，その処理の中身を体験的に考えてもらおうという試みである。この方法であれば，機械学習そのものの説明を割愛しても，機械学習を体感できる。

3. 対話の状況の設定

3.1 チャットボットのルールセットの問題

ELIZA スタイルのルールセットは，原則的に人間が発すると想定される質問文（パターン）とそれに対するチャットボットの応答文のペアで構成される。ELIZA は予め大量のペアを登録しておき，応答文生成の際には実際に人間が発した質問と登録済みのペアのパターンとを比較してマッチしたパターンに対応する応答文を返す。

それ故，ELIZA スタイルのチャットボットの応答性能を向上させるためには，大量のルールセットを用意しなければならない。例えば，AliceBot は実用的な ELIZA スタイルのチャットボットとして知られているが，４万ペア以上のルールセットが内蔵されている[3]。

また，機械学習を用いた応答文生成では，ELIZA と同様の質問文と応答文のペアを学習データとして用意し，予め学習させておく必要がある。しかし，今日の一般的な商業チャットボットでは最低でも１０万ペア以上のルールセットを学習させないとチャットボットは妥当な応答を返さないと言われている。

このようにチャットボットの応答性能を向上させるためには大規模なルールセットが必要になるのだが，その理由は一般的なチャットボットに対し人間はどのような質問を投げかけるか予め推定することができないからである。さまざまな質問に適切に応答させるためにはルールセットを次々と追加していく必要がある。

今回の実習は学生にルールセットを考えることを体験してもらうことを主眼としているので，チャットボットは必ずしも実用的な精度で応答を返す必要はないが，学生自身が入力した少数のルールセットが機能しているところを学生に示すためには，人間の発する質問の内容的な広がりを自然に絞ることができる仕組みが必要である。

そこで，チャットボットとの対話に（国語のテストでよく設問される）文章読解問題のような枠組みを導入する方法を考えた。すなわち，

* まず人間に比較的短い文章を提示する
* 先にチャットボットから人間に提示した文章に因んだ質問を投げかけ，人間からはそれに答える発話を引き出す
* 人間から引き出した発話に対応する応答文を返す

このような対話であれば，人間からの発話は提示する文章の範囲に大きく絞られる。また提示する文章は予め用意するので，学生はルールセットを格段に考え易くなる。

3.2　実習での状況設定：「童話読み聞かせ」

本稿で提案している体験実習には，応答文生成に関わる煩雑さから，様々な制約が付随した。しかし学生にこの事情を説明すると長くなり，混乱させる可能性もあったので，スムーズに授業に入っていけるように実習の状況設定を細かく丁寧に決める事にした。それが「童話読み聞かせ」の状況設定である。

この「童話読み聞かせ」は一般の図書館で司書の方々が実際に担当されているサービスのひとつである。この講義は女子大学で実施するので，卒業後の就く職業として「図書館司書」や「幼児の関心を集める」にリアリティを感じてもらえるのでは？と考えた。具体的には

* 童話の読み聞かせをするAIを考える
* 対象は幼稚園児〜小学校低学年
* 基本的には童話を音読して聞かせる

であるが，なかには途中で飽きる子供もいるため，子供が飽きないように，

* 童話の段落を読むごとにコメントをしたり，質問したりして，子供たちの参加を促す
* 質問をした場合には子供のリアクションに対してさらにもう一言返す必要がある
* このような対話ができるAIのルールを考えましょう

という状況を設定し，そのことだけを学生に説明した。ルールセット作成は「対話している状況のイメージを膨らませる」集中力を要する作業なので，学生が「なりきれる」状況設定であることが重要だと考えた。

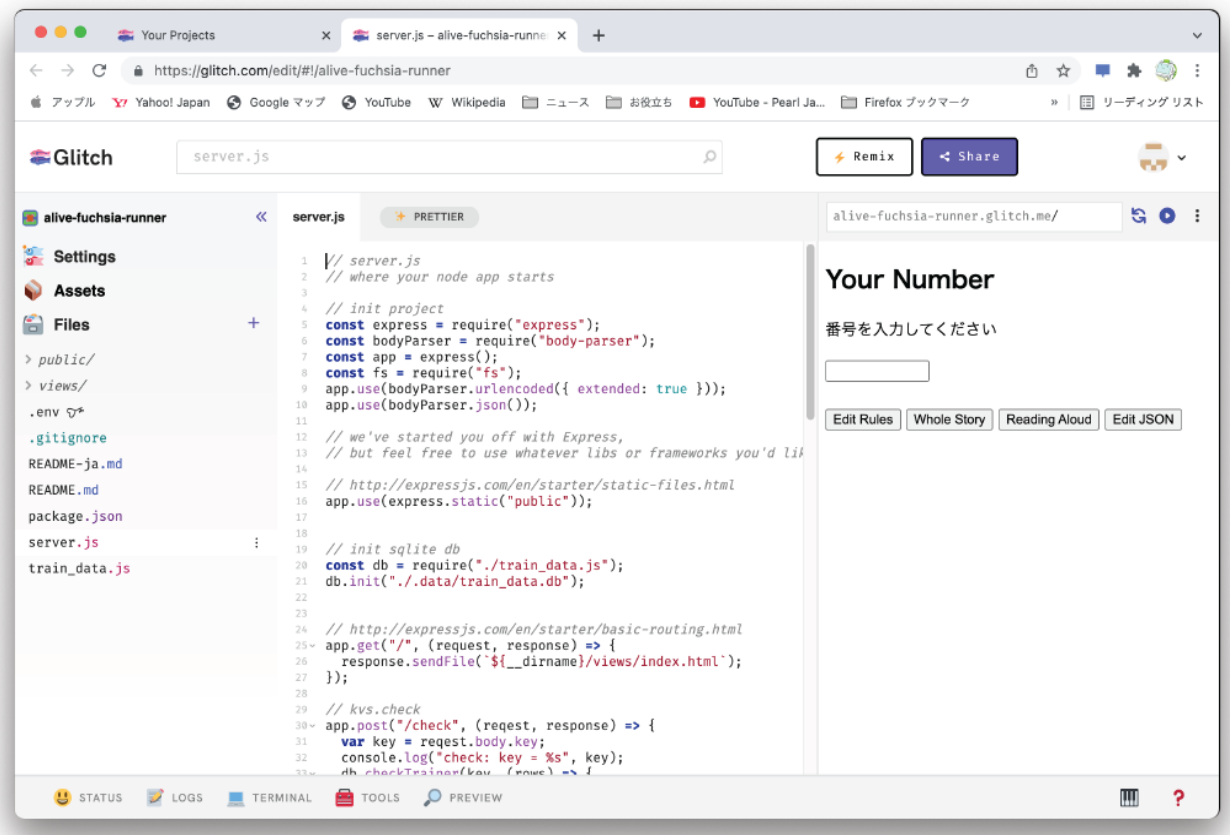


図１　開発中の作業スクリーン（Glitch, Vue.js, Web Speech API を使って実装）

4. 実習システムの開発

実習システムを用意するにあたって，次の２つの課題を解決する必要があった。

a. 実習システムは学生が所有するスマホで動作するものとする
b. 実習システムは音声機能をサポートすることが望ましい

a. は学生のルールセットの作成には時間を要すると見込まれたため，持ち帰って作業できる環境を提供する必要があったからである。b. は AI と対話するという状況を演出したい」という理由による。「童話読み聞かせ」というテーマ設定をする関係上，少なくとも音声合成はサポートする必要があると考えた。

いわゆる ELIZA 互換のオープンソースのチャットボット実装はネットで多数出回っているが，上記の２つの課題をクリアできるように修正するには時間が足りなかったため，実習に必要な機能だけをサポートするウェブ・アプリケーションを新たに作成した。実装には Glitch, Vue.js, Web Speech API を使った。

Glitch [4] は同名のソフトウェア企業が運営する JavaScript 向け PaaS (Plathome as a Service) で，JavaScript を使った簡単なウェブ・アプリケーションが構築できる。Glitch の作業スクリーンを図１に示す。

図１に示したように，ブラウザだけでコード実装が可能な環境なのだが，特筆すべきは軽量 RDB の SQLite が利用可能で，小規模であれば外部データベースなしで，ウェブ・アプリケーションを構築可能なことである。

Vue.js [5] はオープンソースの model-view-viewmodel (MVVM) [6] に基づくユーザインタフェースと単一ページアプリケーション (SPA) [7] を構築するためのフロントエンド向け JavaScript フレームワークで，スマホアプリに匹敵する UI を簡単に実装することができる。Web Speech API[8] は，W3C (World Wide Web Consortium) が HTML5 audio の一部として開発した音声認識・音声合成のための JavaScript API で，2020 年に W3C から draft として公開された。「実験的な機能」とされているが, Google Chrome, Apple Safari, MS Edge など主要なブラウザで動作する。但し，スマホ版ブラウザでは音声認識機能が停止されている場合がある。実習システムでは音声合成機能のみを使用した。実習システムの概要を図２に示す。

なお，読み聞かせ対象の童話の文章は https://www.grimmstories.com/ で公開されているグリム童話のシンデレラを活用した[9]。

5. 体験実習をした講義の概要

体験授業を実施したのは，京都ノートルダム女子大学の国際言語文化学部の 2 年次生以上対象の選択科目「インターネット社会論」であった。2021 年度の後期の 90 分授業の 15 回中 4 回分をこの体験実習に使った。履修者は 31 名で，うち 23 名が２年次生であった。

授業はあくまでも AI の体験を目的としていたので，4 回のうち 3 回を AI の歴史や現状についての説明を行って，学生が「AI と協業する仕事」をイメージしやすいように配慮した。

4 回目の授業ではルールセット作成を体験してもらったが，実習プログラムの使用方法をレクチュアするとともに，今日普及している対話型 AI が内部で行っているデータ処理を模倣していることを強調した。さらに児童に対する童話の読み聞かせの際に配慮すべき事柄などを指摘して，プログラム処理では難しいポイントについて学生の気づきを促すように工夫した。

授業の概要については，2022PC カンファレンス「チャットボットのルール記述を利用した AI とプログラミング教育の試み」（吉田智子・藤田昭人著）を参照されたい。

6. 学生の反応に対する考察

6.1 文章読解問題のような枠組み

実習では事前の予想を超えて学生は積極的にルールセットを作成してくれた。「文章読解問題のような枠組み」を採用する作戦はかなり成功したと考えている。学生が書いてくれたルールセットを丁寧に見ていくと，実習で用いた「シンデレラ」のストーリー展開に起因するところが多いように感じた。

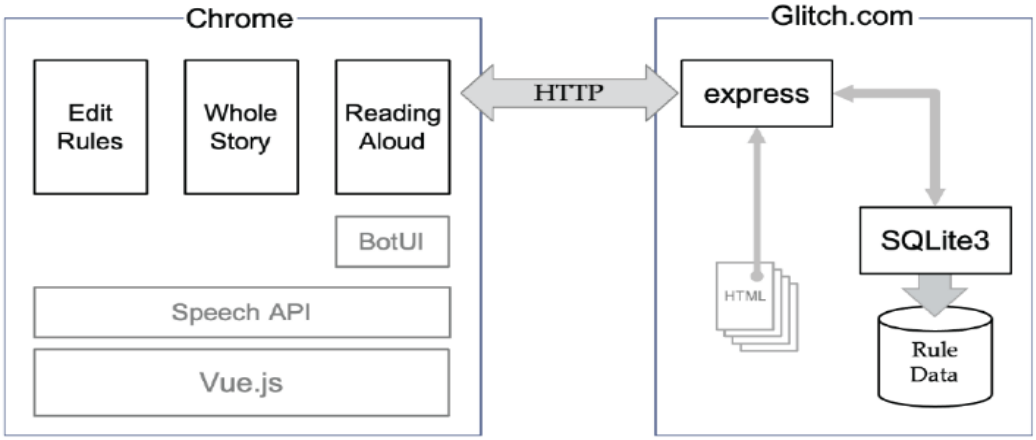


図２　実習システムの概要図

https://www.grimmstories.com/ のグリム童話 シンデレラはオリジナルのグリム童話の日本語訳であり，いわゆる「本当は怖いグリム童話」的な内容であったことから，ストーリーにグロテスクな表現が登場する。学生が作成したルールセットにはこういった表現を取り上げた「怖いですね」というニュアンスのルールの記述が多く見られた。この点に関しては，本来の「幼児向けの読み聞かせ童話」に適していたか？という議論はあるが，インパクトのある文章を提示することが学生の実習へのモチベーションに大きく影響することが確認できた。

6.2 「童話読み聞かせ」の状況設定

前項と関連して，学生が「なりきれる」ような分かりやすい状況を設定することも効果を発揮したと考えている。体験実習の前の講義では「人間に寄り添う AI」という表現で説明したが，学生が将来就職を希望する職業や現在アルバイトをしている職場を想定した設定を与えることで，AI 技術の社会実装について，具体的に考え易くなるのだろう。

大学生に馴染みのあるアルバイト先ということを考慮すれば，コンビニのレジ係，ケーキショップやパン屋の店員，レストランのウェイトレスといった設定も，今後の授業の設定の候補に挙げられるのではないかと考えている。

6.3 プログラミング教育との関連性

学生からの「ルールを考えるのは案外難しい」との感想が散見された。講師が用意した設定にハマり込んでくれた証拠なので歓迎したいのだが，その「難しい」理由を熟考すると「論理的思考に不慣れ」という場合もあるのではないかと考えている。

「この表現が登場したらこの応答を返す」という ELIZA スタイルのルールセットは，プログラミングにおける条件分岐をプログラミング言語を全く使わない形で提示する。プログラミングを習得していない学生には，その側面でもハードルが上がった可能性がある。逆を返せば「文章読解問題のような枠組み」は，プログラミング言語を使わずに論理的思考を促す教材にもなり得る。

6.4 スマホを使った実習

今回の授業では用意できる実習環境の問題などから学生自身のスマホを使って実習してもらったが，日常的に扱い慣れている機材を使った実習であった事も，結果的に実習のハードルを引き下げた要因になったと考えている。

音声合成を使った童話読み上げは予想外に学生の AI 感を盛り上げた。既にこのような音声機能を持った機器は社会に溢れているし，音声機能をサポートするスマホアプリも出回っているように思うのだが，多くの学生にとっては「自分の発案したセリフを自分のスマホがしゃべる」ことにインパクトを感じたようである。反面，実習用のアプリを自分のスマホにインストールすることには抵抗があるようなので，ブラウザが利用できる今回の Glitch + Vue.js + Speech API による実習システムは，学生のニーズにきっちりフィットしたように思う。

7. おわりに

一般に情報系の科目では聞き慣れない概念や用語が多数が登場することが多いが，教養として学習する場合には，これが学生とって大きなハードルとなる。特に日進月歩のペースで研究開発が進む今日の AI 技術のレクチャーではこの問題は顕著に現れるため，多くの学生に実感的に理解してもらうためには工夫が必要である。今回の授業では AI を体験してもらうことに重点をおいたことで，学生が個々に AI を感覚的に捉えられる機会を用意できたと考えている。

現在各大学は，オンライン教育の拡充に務めているが，大学が用意するオンラインによる教育システムの隙間を埋める手段として，今回の実習システムのような軽量の教育ツールは今後さらに需要が高まって行くと予測している。例えば，講師が授業中に実施する小テストやクイズなどは，講師の裁量で簡便に済ませたい需要もあるであろう。

また，音声機能の活用は学生の積極性を引き出す上で役立つことが今回確認できた。今回は活用できなかった音声認識機能も利用できれば，自宅で学生のクイズへの回答をアシストするシステムが開発できるのではないか。そしてこれも AI の社会実装の一つの例ではないかと筆者は考えている。

参考文献

(1) ELIZA -- A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine, http://web.stanford.edu/class/cs124/p36-weizenabaum.pdf (参照 2022.06.01).

(2) seq2seq (https://en.wikipedia.org/wiki/Seq2seq) (参照 2022.06.01).

(3) Artificial Linguistic Internet Computer Entity (https://ja.wikipedia.org/wiki/Artificial_Linguistic_Internet_Computer_Entity) (参照 2022.06.01).

(4) Glitch, Inc. (https://en.wikipedia.org/wiki/Glitch_(company)) (参照 2022.06.01).

(5) Vue.js (https://ja.wikipedia.org/wiki/Vue.js) (参照 2022.06.01).

(6) Model View ViewModel (https://ja.wikipedia.org/wiki/Model_View_ViewModel) (参照 2022.06.01).

(7) Web Speech API (https://developer.mozilla.org/ja/docs/Web/API/Web_Speech_API) (参照 2022.06.01).

(8) Web Speech API Draft (https://wicg.github.io/speech-api/) (参照 2022.06.01).

(9) グリム童話 シンデレラ (https://www.grimmstories.com/ja/grimm_dowa/shinderera) (参照 2022.06.01).

提言～情報モラルを教えるひとに知って欲しい法とステークホルダー

山田夕子*1
Email: yamada.yuuko@aijinkai-group.com

*1：社会医療法人愛仁会／*2 九州大学 SECKUN（サイバーセキュリティセンター）

◎Key Words　　整理学　LSMAP　法令

1.　はじめに

事業所を想定した組織内の規則,手順あるいは技術技術的課題について触れた情報モラル,情報セキュリティの教材は IPA の成果物等にも見られるが,そこで紹介される法令は,個人情報保護法,不正アクセス禁止法が中心になりがちである.

しかし,実際に関わってくる法令はそれだけではなく,教育の場においても学科やカリキュラム構成によって多様な法令が関係する. 場合によっては既存の教材では網羅しきれないことも起こり得る. そこで,各種法令をステークホルダー別に LSMAP（注１）に基づいて整理する手法の教育機関への応用を提案する.

2.　LSMAP（注１Legal Stakeholder Map）の概要

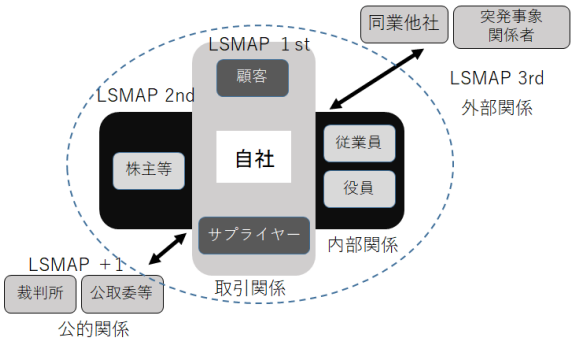
2.1　LSMAP とは

Stakeholder Mapping は,マーケティング等において用いられる整理学の一つであるが,用途は分析対象の洗い出しにとどまることが多い.

大久保,平本らによれば LSMAP（Legal Stakeholder Map）は様々な法的課題の相対的な位置を確認することで経営判断上の意義を明らかにする.

このような視点は,法律専門家のそれとは異なるが,ビジネス法務においては利害関係者（ステークホルダー）マネージメントの一環として下記にしめす図表（図１）とともに用いられる.

図１　LSMAP の概念図



2.2　LSMAP におけるステークホルダーとは

図１に示したように,LSMAP においては,自組織を中心としてステークホルダーを LSMAP 1st,～3rd,LSMAP +1 の４つに分類する. すなわち,自組織の事業が対象とする存在,たとえば顧客またはサプライヤー（取引先）を示す LSMAP 1st,,自組織内部の関係者を示す LSMAP 2nd,同業他社等を示す LSMAP3rd,監督官庁等の公的機関を示す LSMAP +1 である.

自組織が対処を要する事象について,関係する法令や含まれる条文をこれらの分類に基づいて抽出するが,この時,必ずしも１つの法令,限定的な条文にとどまらないのがこの整理学の特徴である. たとえば業法,やステークホルダーが保有する資格・免許等が抽出の条件に影響する.

今回の発表においては,ビジネス法務の手法として開発された LSMAP を教育機関における情報モラル・情報セキュリティ関する事案に応用した場合の可能性と限界について２つのシナリオを用いて考察する.

3.　教育機関における LSMAP の可能性

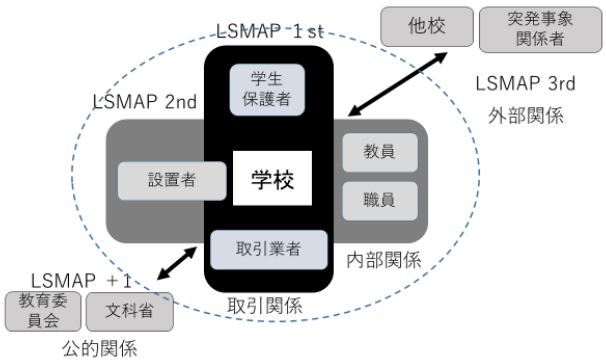
3.1　関係者の網羅性

教育機関における情報モラル・情報セキュリティに関連する事案の特徴として,同じ種類の事案であっても生徒の学年によって関連する法律が異なり得る点がある.

また,教育内容によっては,学校―学生・生徒（以下,学生と表記する）だけでなく,実習や課外活動において広く外部関係者と接する場合があり,活動内容によっては,教科のシラバスの範囲では考えにくいステークホルダーとの関係性も生じ得る. このような場合に,学校,学生,その他のステークホルダーを網羅的にとらえ,学生の行動についてさらに多方面からリスクの検討が求められる.

そこで,まず学校を中心とした一般的なステークホルダーを LSMAP で示し（図２）,ポスターではこれをもとに事例１,事例２の考察を試みる.

図２　学校を中心とした一般的な LSMAP



※設置者の種類によっては,学校と設置者にこの図に示すよりも強い一体性がみられる
※学校によっては,調達等の契約主体が学校ではなく設置者になる例がみられる
※成人のみの学種も存在するが,学費の負担者,入学時の保証人を考慮し便宜上保護者として記載する

3.2 関係性の可視化

前項で示した事例１,事例２のステークホルダーを LSMAP に当てはめると,教育内容によっては,学生が複数の立場にあるように見える可能性が示される.

もちろん,学校を中心に考えれば,学生は顧客と同様の LSMAP 1st,にあたるが,学生が接した対象者あるいは販売相手から見れば,学生は（学生でありながら）LSMAP 2nd の従業員に近い存在ともいえる.

たとえば,学生を顧客とみなした場合には,対象者並びに販売相手は突発事象関係者に類似した関係性となるが,学生を従業員に近い存在と考えた場合には,対象者並びに販売相手は,突発事象関係者ではなく,顧客により近いといえる．なお,これら関係性の違いと抽出される法令の違いはポスターで示す.

3.3 SNS への不適切投稿発生時に考慮すべき法令

まず,事例１としてポスター2013 年に発生した医療系学生による SNS の不適切投稿を取り上げる.

当該事案では,不適切投稿を行ったのが無資格の学生であったが,例えば,准看護師免許の保有者であれば,検討を要する法律は,ここであげただけにとどまらない.

この場合,学校は,いわゆる業法の規定も考慮が求められる.（ポスターでは准看護師免許の有無の両方の場合を示す.）なお,医学教育 2016．47 において諸井らは医療系学生・医療専門職のインターネット上のモラルハザード事例を合わせて研究対象としていることから,資格の有無と事例を全く区分するべきではないことも付記する.

3.4 知り得た情報の漏洩時に考慮すべき法令

事例２としては,学校が設置した店舗（またはそれに類する施設）で学生が商品を販売する中で,学生が購入者の情報を外部に漏洩した事例をとりあげる.

学校の情報漏洩については,令和２年度（2020 年度）学校・教育機関における個人情報漏えい事故の発生状況（教育ネットワーク情報セキュリティ推進委員会）でも報告されているが,全て教職員に関する事例である.

学生が引き起こした情報漏えい事例は限られ,紹介されるのは稀であるが,産経新聞電子版(2021.5.11)の記事でも,大学による学生向け注意喚起の例が紹介されており,SNS の不適切投稿の一つとしての発生は十分に考え得る.

4. LSMAP の限界と情報モラル教育

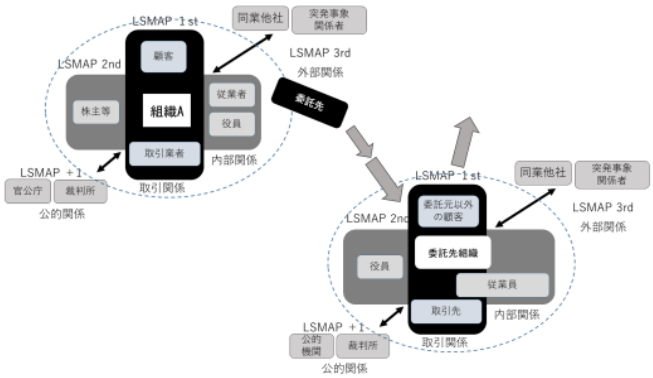
4.1 枠外の考慮

LSMAP は主なステークホルダーとの関係性を可視化するには有効であるが,その反面,場面ごとに関係性が変動する例や, LAMAP 1st～3rd,LSMAP +1 の中間あるいは枠外にあるステークホルダーとの関係性を示す目的には不向きともいえる．特に関係性に変動があり,その一部が枠外にある場合は,１つの組織を中心に置いた LSMAP は関係する法令の網羅に用いるのには不十分である.

このような場合は,組織を中心とした LSMAP と,一部を取り出して再度構成した LSMAP を組み合わせて用いるのも解決策の一つと考える．（図３）

また,関連する法令を抽出することから,ケーススタディとしての理解には便利ではあるが,法律の目的や概要を LSMAP から読み取ることは難しい．従って,これらを知るためには法令の序文や立法趣旨を示す条文の参照が求められる.

図３　２つの LSMAP の組み合わせ（イメージ）



4.2 情報モラル教育と順法教育

今回のポスターでは, ステークホルダーごとに関連する法令, 考慮を求められる法令を抽出し, 関係性を考察するにとどまっており, この段階から情報モラル教育, 情報セキュリティ教育（利用者としての）への発展, 教材としての展開には至っていない．また, 高等教育機関以外ではそもそも「法を守る」という視点での情報モラル教育も定着しているとはいえない.

今後, 展開を試みた場合に, 教育機関で実際に誰がそれを担うべきかという課題もある．より多くの事例を集めて分類し, インデックスを付すことで, 個別指導の補助的教材として提供し, 学生自らが法令にあたる動機付けとするのが現時点では現実的であると考える.

５．おわりに

今回の発表は,発表者の SECKUN（九州大学サイバーセキュリティリカレント教育訓練プログラム）セキュリティコンプライアンスコースにおける科目「セキュリティとコンプライアンス経営」受講生課題を実践に向けて展開したものである．ステークホルダーと法令という観点から情報モラル・情報セキュリティ教育にアプローチした一例となれば幸いである.

末尾になるが,在籍中にご指導いただいた大久保先生,カリキュラム運営にご尽力いただいた諸先生方への感謝をもって締めくくりとする.

参考文献

(1) 大久保紀彦・平本政則編著『「ビジネス法務」集中講義』12-35 頁（中央経済社，2014）

(2) 令和２年度（2020 年度）学校・教育機関における個人情報漏えい事故の発生状況（教育ネットワーク情報セキュリティ推進委員会）

(3) 諸井陽子ほか「医療系学生・医療専門職が起こしたインターネット上のモラルハザード事例」医学教育　47/3（篠原出版新社　2016）

*2：2022 年３月当時,現在はサブファシリテータとして在籍中

あいまいなアナログとデジタルの境界の理解を支援する教材の試作
― 表面実装部品を用いた同型ライントレーサー ―

加藤良将[*1]・宮下十有[*2]・亀井美穂子[*2]・鳥居隆司[*2]
Email: kato@nua.ac.jp

*1：名古屋芸術大学 芸術学部 芸術学科 デザイン領域
*2：椙山女学園大学 文化情報学部

◎Key Words　センサ，マイコン，アナログ，デジタル，PWM

1. はじめに

2003年度に新たな教科として加わった「情報[1]」、は2022年度に入学した高校生から独立行政法人国立大学を受験する場合、「情報I」の選択を必須とすることとなった。一般社団法人国立大学協会では、会長談話[2]や「2024年度以降の国立大学の入学者選抜制度－国立大学協会の基本方針－」において、「2024年度に実施する入学者選抜から、全ての国立大学は、・・・原則としてこれまでの「5教科7科目」に「情報」を加えた6教科8科目を課す。・・・2024年度に実施する入学者選抜での経過措置問題を含む「情報 I」の活用の方法等について、各大学は、速やかに・・・」と記述[3]している。

「情報I」が、大学入試の科目として多くの大学で必須科目に採用されることで、東京書籍からは、大学入試センター試験や大学入学共通テストの問題の他、個別学力試験で出題された情報に関する問題を含んだ教科書傍用の問題集[4]も出版された。東京書籍の「情報I」の教科書は、都立高校及び都立中等教育学校（後期課程）では、実教出版に次ぐ採択率[5]となった。また、大学入試に採用されるとなると、公平性の視点からその内容や範囲を明確化する必要があるという考え方が強くなり、問題文中に明確な定義がされていたとしても、学習指導要領の範囲を逸脱しているという議論は必ず出てくる。このような視点から「情報I」の検定済教科書の分析では、それぞれの用語についての調査・考察[6]も行われている。

共通教科「情報」に関しては、ここまで述べてきた大学入試に関する問題点以外にも、様々な問題が存在する。現状の情報科は、２単位必修であるが、そのような単位数であれば、特に公立学校では、人口当たりの高校数やクラス数、人件費、教員一人当たりの担当コマ数等の面からも、２単位では、1校1名の配置は、困難である。このため、以前は、教科「情報」の教員免許のみの取得者の場合には、教員採用試験を受験する資格がない状況があった。

文部科学省は、この問題を解決するために、情報を担当する教員の専門性の向上や採用・配置を促進する文書[7]を各都道府県教育委員会教育長及び各指定都市教育委員会教育長宛てに通知し、さらに、1人の教員が複数の高等学校で授業等を担当するためには、どうしたらよいかという手引書[8]を配布しているが、簡単に解決する問題ではない。さらに、マルチメディア、ユビキタス、Web2.0に始まり、ロングテール、クラウドコンピューティング、シンクライアント、ビッグデータ、○○テック、IoT、AI、DX等々、あいまいな表現の用語が日常的に非常に多く用いられていることも、状況を複雑にしている。

そもそも教科「情報」の履修すべき内容は、広く深いだけでなく、情報技術の進展にも著しいものがあるので、高等学校段階であっても、情報学のそれぞれの分野を専門とする教員が複数で担当すべき科目であるかもしれない。本研究では、これらの問題点の一部に過ぎないが、アナログとデジタルについて、実感を持って理解できるための支援教材を試作したので報告する。

2. アナログとデジタル

2.1 「情報I」による扱い

アナログは、基本的に、数値を連続した量で示すと説明され、デジタルは、有限桁の数字列によって離散的に示すと表現されていることが多い。今日の情報社会が進展しているのは、デジタル化の恩恵である。様々なメディアがマルチメディアという形で統合的に処理できるのは、デジタル化によるところが大きい。

しかし、アナログ、デジタルという言葉は、高等学校学習指導要領[9]の第2章第10節「情報」には、直接記述されておらず、その高等学校学習指導要領解説の「情報Ⅰ[10]」の単元「コミュニケーションと情報デザイン」において、デジタルは、「・・・情報のデジタル化に関して標本化，量子化，符号化，二進法による表現などを理解するようにするとともに，標本化の精度や量子化のレベルによって・・・」と表現され、アナログは、「イ 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。」の「(ア) メディアとコミュニケーション手段の関係を科学的に捉え，それらを目的や状況に応じて適切に選択すること」において、その例として、「・・・数値や文字，静止画や動画，音声や音楽などの情報について，アナログ情報をデジタル化する一連の手続（標本化，量子化，符号化）を行い，効率的に伝送するためにデータの圧縮を行うなど・・・」と記述されているに過ぎない。

したがって、「情報I」の教科書によっては、単元「コミュニケーションと情報デザイン」を「メディアとデザイン」と「システムとデジタル化」に分け、「システムとデジタル化」の中に「情報のデジタル化」という単元を設け、教科書全体の一割に及ぶ20ページの紙面を割いてかなり詳しく説明しているもの[11]もある。

2.2 アナログとデジタル

前述の教科書の単元においては、「システムとデジタル化」が、「アナログとデジタル」、「２進数と情報量」「演算

の仕組み」「数値と文字の表現」「数値の計算」「音声の表現」「静止画と動画の表現」「情報のデータ量」等のセクションに分けられ、アナログとデジタルの表現から、2進数と情報量、論理回路による演算の仕組みの他、音声をデジタル化する事例を挙げ、標本化、量子化が扱われている。また、正弦波をデジタル化する際の最小標本化周波数に関する例題も扱っており、アナログ・デジタル変換（AD変換という言葉は、扱われていない）の考え方がある程度把握でき、論理演算の仕組みを理解できていれば、入力されたアナログ信号の電圧を比較し、どちらが大きいかで出力を切り替えることのできる素子（コンパレータ）に渡したのち、何らかのエンコーダによってデジタル出力されることを想像できるかもしれない。

ところが、デジタル信号をアナログ信号に変換するDA変換については、ほとんどの教科書で扱っていない。自然界に存在する情報のうち、人にとって身近で、最も直感的に理解できるものはアナログ情報であること、コンピュータが内部で扱うデータはデジタルデータであり、その直接の出力はデジタル信号であることは、詳しく説明する。しかし、コンピュータの出力をDA変換によってアナログ信号にしなければ、人は音楽や音声として聞くことができないことには、あまり言及しないようである。

最近は、低電圧、低電流で点灯するLEDと、Raspberry Piや Arduino 等のワンボードマイコンが身近になり、その出力にLEDを直接接続して、簡単なプログラミングによってLEDを容易に制御することが可能であることから、コンピュータにモーターを直接接続すると動作させられるのではないかと短絡的に考える人も多い。LEDは、低電圧、低電流で点灯する素子であるので、コンピュータの直接の出力程度の電流・電圧で点灯することができただけであって、動作させるために大きな電流・電圧が必要なモーターを動作させることが不可能であることは、なかなか想像できない。

音声については、さらに説明が困難で、たとえば、コンピュータの出力に圧電スピーカーを直接接続し、そのデジタル信号のままで音を出すことが可能である。デジタル信号は、1か0しかないが、コンピュータの動作周波数は十分に高いので、デジタル信号を出力する間隔を調整することによって、PWMで出力できる。この方法によって、疑似的にデジタル信号は、人にとっては、アナログ信号的に聞こえるものとなるので、容易に耳年齢測定にも応用できる。この方法を前述のLEDに応用すれば、LEDの明るさを疑似的にアナログ制御することも可能になる。このように、コンピュータが様々なデータを処理することで成立する情報社会において、デジタル化は、非常に重要な考え方であるものの、基礎的な理解のうえ、その原理や仕組みに基づいて、アナログやデジタルという言葉を使用していないことが多い。

3. ライントレーサーの試作

3.1 ライントレーサーの回路

本研究では、あいまいなアナログとデジタルの意味を少しでも正確に、体験をともなって、直感的にも理解できること、さらに、現在の情報機器の中身を知ることができるように、表面実装部品を用い、アナログ回路とデジタル回路で、ほぼ同型のライントレーサーをそれぞれ試作した。アナログ回路のライントレーサー（以下、アナログライントレーサー）では、赤外線LEDとフォトトランジスタが一体となっている反射型フォトセンサからの信号をトランジスタで増幅し、その後、比較的大きなコレクタ電流を流せるトランジスタを用いたダーリントン回路で電流を増幅している。光センサの捉えた信号を増幅してモーターを駆動する仕組み（図1）とした。

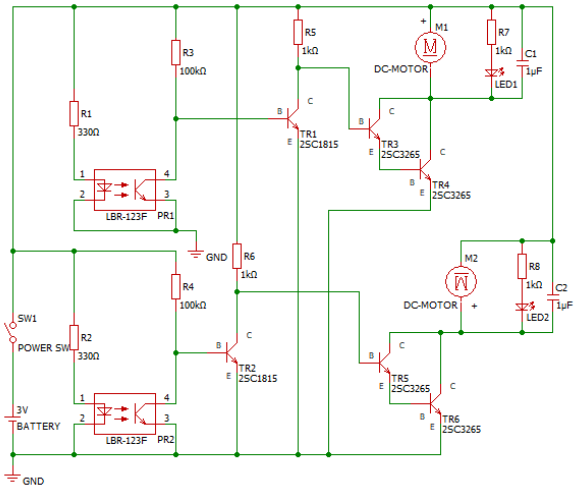


図1　アナログライントレーサーの回路図

マイコンを用いデジタル信号で動作するライントレーサー（以下、デジタルライントレーサー）では、光センサからの信号は、マイコンに入力され、AD変換の後、プログラムによって処理され、その結果に基づいて、マイコンから送られるモーターを動かす制御信号によって動作する。マイコンからの制御信号は、低電圧フルブリッジモータドライバーを用いて、モーターを動作させる仕組み（図2）とした。低電圧フルブリッジモータドライバーは、低い電圧で動作し、ひとつの電源でモーターを正転、逆転、ブレーキ、フリーの制御が可能である。なお、光センサからの信号をマイコンに伝える部分は、前述のアナログ回路と全く同じ回路（図2）とした。

マイコンを用いたライントレーサーでは、前述の理由からマイコンのデジタル出力をできるだけそのまま使用する方針としたため、マイコンの端子として、少なくとも、センサからの入力2端子、モーターの制御出力4端子の他、電源、プログラムの書き込み2端子、接地の10端子が必要となる。したがって、14ピンのマイコン（PICAXE）を用いた。駆動には、3V、100rpmのギアードモータを用いた。このマイコンには、Revolution Education Ltd.が開発したシステムが組み込まれており、開発環境 PICAXE Editorで作成したプログラム（ビジュアルプログラミングも可能）をUSB－シリアル変換ケーブルを用いて容易に書き込むことができる。なお、このマイコンは、元々Microchip社製PIC16F1825-I/SLで、半導体パッケージとしては、ピンピッチ1.27mmのSOICの汎用PICマイコンであるので、PICライタを用い、C言語のプログラムを書き込んで使用することもできる。

図3にアナログライントレーサーの基板デザインを、図4にデジタルライントレーサーの基板デザインを示す。デジタルライントレーサーでは、前述の端子10個以外に

4 つの端子の空きがあるので、後ろの光センサ 2 端子、圧電スピーカー、タクトスイッチを取り付けられるように回路設計し、基板デザインを行った。

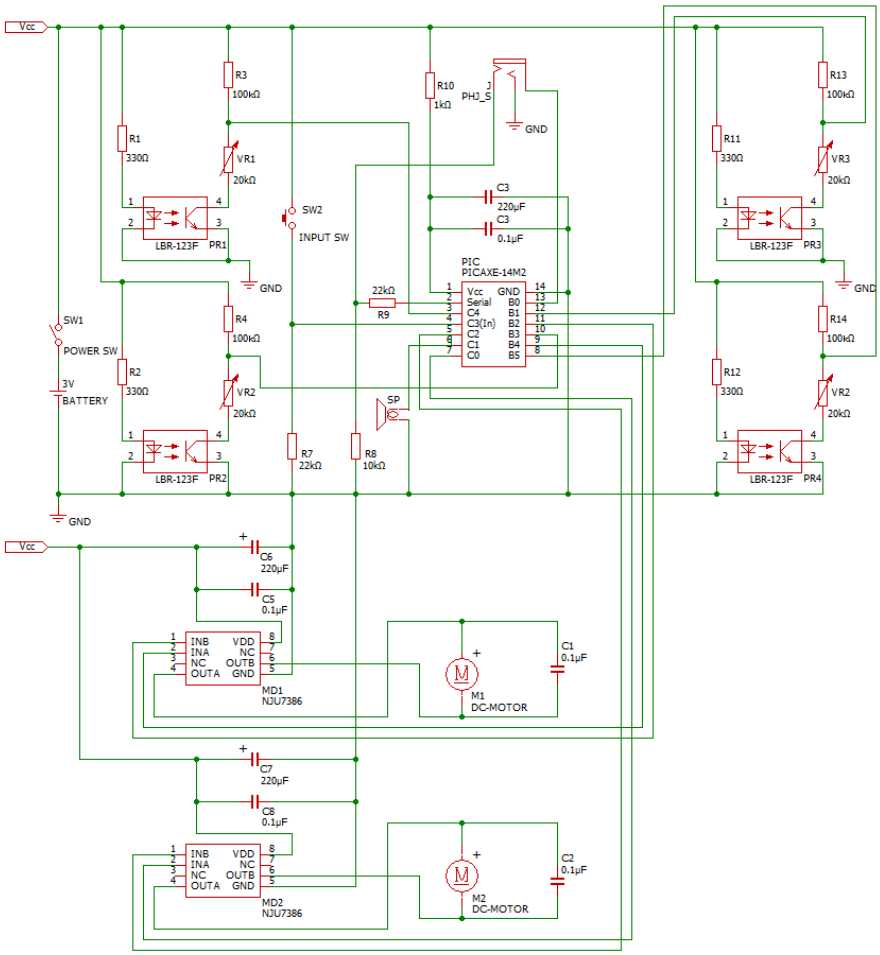


図 2　デジタルライントレーサーの回路図

3.2　ライントレーサーの基板デザイン

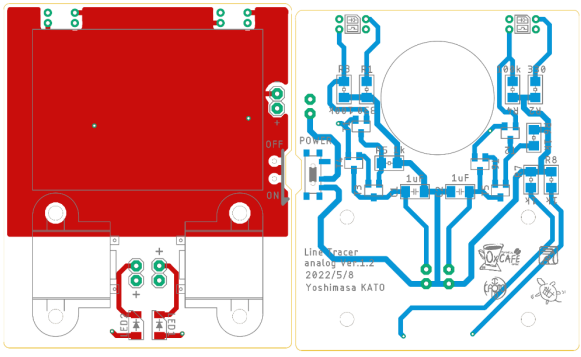


図 3　アナログライントレーサーの基板デザイン
（左：上面、右：下面）

なお、光センサからの入力部分の回路は、昨今の半導体不足や部品調達の困難さに対応できるように、冗長ではあるが、CdS 素子等に変更しても問題なく動作させることが容易になるようにしている。

4.　ライントレーサーの試作

4.1　アナログとデジタルのライントレーサー

試作したライントレーサーは、図 5 に示すように、アナログライントレーサーもデジタルライントレーサーも、基板の色は異なる設計としたが、基板形状、光センサ、電池ボックス、モーター及びその位置は、ほぼ同じである。

4.2　ライントレーサーの走行

アナログライントレーサーの実際の走行の様子を図 6 に示す。アナログトレーサーでは、その後ろの部分に LED を 2 つ取り付けており、光センサに光が入り、モーターが駆動するときに点灯するようになっている。図 6 は、右側の光センサに光が入った結果、左側のモーターが動作している様子を示している。デジタルライントレーサーには、モーターの動作を示す LED を取り付けられるように設計していないが、マイコンにアナログライントレーサーの動作と同様の働きをする単純なプログラミングを行った後、アナログライントレーサーと同じコースを走行させたところ、図 7 に示すように同様に走行できた。本試作教材では、学習者は、同型のアナログライントレーサーと、デジタルライントレーサーの光センサやトランジスタの働き等を学びながら、表面実装部品を用いて、はんだ付け等を行うことで、我々が常に使用している情報機器でも同様の非常に小さな部品が使用されていることを知ることができる。

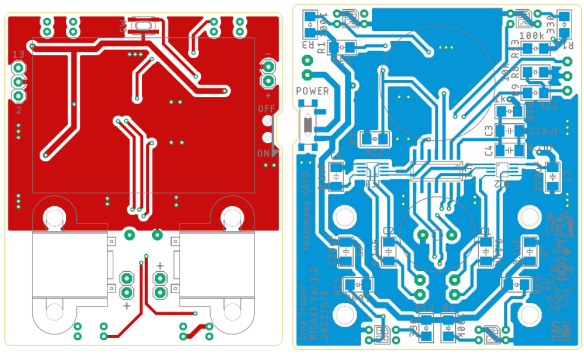


図 4　デジタルライントレーサーの基板デザイン
（左：上面、右：下面）

今回開発したライントレーサーにおいて、ブラックボックスとなっている部品は、マイコンとモータードライバのみであるが、マイコンは、プログラミングを行うことで、その働きを理解できるし、モータードライバについて

は、入力信号に対する出力の対応は単純であるので、理解も容易である。そして、アナログライントレーサーでは、その制御や走行の仕組みを学び、デジタルライントレーサーでは、光センサの挙動を確認しながら、どのようにモーターを駆動させたらよいかを考え、マイコンにプログラムを書き込む。これらのプロセスを通して、アナログとデジタルによる制御の考え方やその仕組みの違いを理解する支援ができるのではないかと考えている。

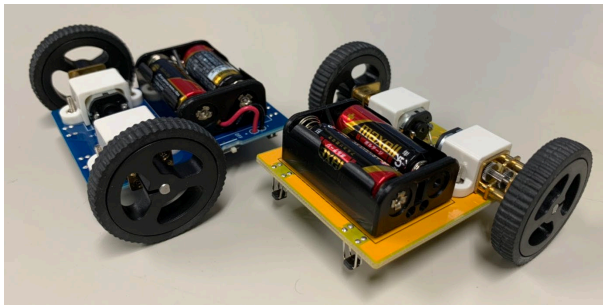


図 5　試作したライントレーサー、電源は単 5 電池を用いた（左：デジタルライントレーサー、右：アナログライントレーサー）

例えば、デジタルライントレーサーの走行速度を変化させるためには、マイコンによる PWM 制御により、モーターを回転、停止させる時間間隔を細かく変化させることで、容易に可能であるが、アナログライントレーサーで走行速度を変化させるためには、モーターを駆動させる電圧を変化させるか、モーターと車輪の間に変速機を加える等、ライントレーサー自体の設計に基づいた変更が必要になる。このような違いもアナログとデジタルを理解するための一助になるのではないかと考えられる。

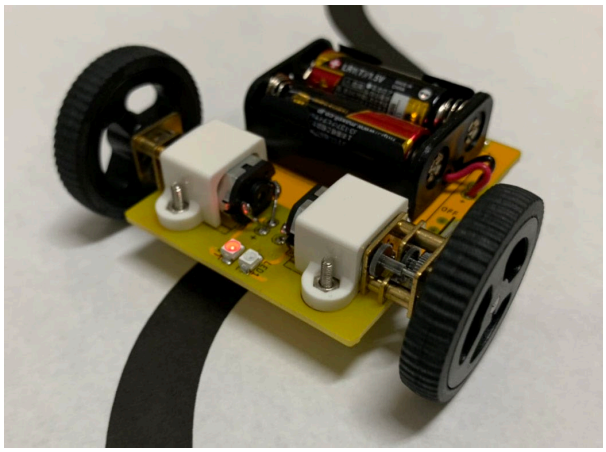


図 6　アナログライントレーサーの走行の様子

5.　おわりに

本研究では、アナログとデジタルに注目し、その理解を支援するため、アナログ回路とマイコンによるデジタル信号で動作するほぼ同型のライントレーサーを試作した。その部品には、最近、身近な電子機器に一般的に使用されている表面実装部品を用いた。どちらのライントレーサーも、センサからの信号の処理方法は、全く異なるにも関わらず、ほぼ同様の挙動を示した。

今回は、マイコンのデジタル出力でモーターを駆動させるためにモータードライバを使用したが、今後は、すべてトランジスタで構成する回路とし、さらに仕組みが理解しやすいデザインとしていきたいと考えている。また、本ライントレーサーは、普通教室で使用されている一般的な机の上であっても走行させることが可能な大きさであるが、もう少し小型化することで、さらに複雑なコースを走行させることが可能となるものとしていきたい。

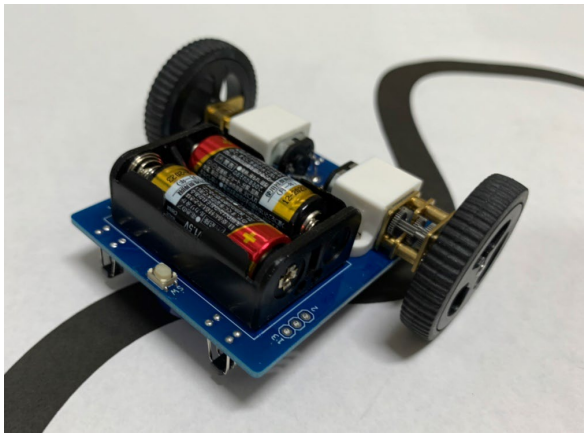


図 7　デジタルライントレーサーの走行の様子

また、マイコンによるライントレーサーには、後部の光センサ、圧電スピーカー、タクトスイッチを用いることで、より複雑なプログラミングや PWM によるデジタル信号の直接の音声出力等を扱う教材としても活用できるため、我々が、例年、開催している「あいちワークショップギャザリング」等で、これらの教材を用いたワークショップを実施する予定にしている。

参考文献

(1) 高等学校学習指導要領（平成 11 年 3 月 29 日告示第 58 号），文部科学省，ISBN 978-4-17-153522-6（2007）.

(2) 2024 年度以降の国立大学の入学者選抜制度－国立大学協会の基本方針－の策定に当たって（会長談話），（2022 年 1 月 28 日），一般社団法人国立大学協会，2022.

(3) 2024 年度以降の国立大学の入学者選抜制度 －国立大学協会の基本方針－（2022 年 1 月 28 日），一般社団法人国立大学協会，2022.

(4) ニューステップアップ情報 I 教科書傍用問題集，日経 BP 編集，東京書籍（2022）.

(5) 令和 4 年度使用都立高等学校及び都立中等教育学校（後期課程）用教科書教科別採択結果（2021 年 10 月），東京都教育委員会（2021）.

(6) 赤澤紀子，赤池英夫，柴田雄登，山根一朗，角田博保，中山泰一，高等学校共通教科情報科の知識体系に関する一考察, 情報教育シンポジウム SSS2021 論文集, 情報処理学会, pp.261-268 (2021).

(7) 文部科学省：高等学校情報担当教員の専門性向上及び採用･配置の促進について（通知）, 令和3年3月23日（2021）.

(8) 情報教育指導充実事業「情報教育指導充実に向けた調査研究」高等学校教科「情報」の免許保持教員による複数校指導の手引き，文部科学省（2021）.

(9) 高等学校学習指導要領（平成 30 年 3 月告示）, 文部科学省, ISBN 978-4-8278-1567-2（2019）.

(10) 高等学校学習指導要領（平成 30 年 3 月告示）解説 情報編, 文部科学省，ISBN 978-4304041655（2019）.

(11) 文部科学省検定教科書 情I705 最新情報I, 実況出版（2022）.

高齢者のスマートフォン活用意欲の向上を目指した講座プログラムの開発と評価

酒井郷平*1・中路秀興*2・西尾勇気*3・岸本博樹*3・福島直央*3・高橋誠*3・原幸彦*2・平野和*2
Email: sakai.kyohei@toyoeiwa.ac.jp

*1: 東洋英和女学院大学国際社会学部
*2: 山口市役所デジタル推進課
*3: LINE 株式会社

◎Key Words　デジタル・ディバイド，情報リテラシー，教材開発

1. はじめに

近年，我が国では，インターネット環境の整備や様々なコンテンツの登場により，日常生活においてスマートフォンを活用する場面が増加してきている。企業や自治体では，COVID-19 の感染拡大や自然災害などへの懸念を念頭に，より ICT や AI を活用した社会の実現を目指し，デジタルトランスフォーメーション（DX）に向けた取り組みも行われるようになった。

他方，こうした取り組みは，多くの市民にとって生活の便利さをもたらすものの，デジタル・ディバイド（情報格差）の問題が懸念される。デジタル・ディバイドとは，「インターネットやパソコン等の情報通信技術を利用できる者と利用できない者との間に生じる格差」と示されており[1]，身体的・社会的な条件（性別や年齢，学歴の有無）の相違により生じる可能性がある。

特に，最近では高齢者におけるデジタル・ディバイドが懸念されている。我が国の ICT 機器の利用状況において，60 歳以上のスマートフォン所持率が 81.0%となっており[2]，端末の普及はしているものの，情報リテラシーに関しては，60 歳以上が顕著に低い傾向が示されている。[3]さらに，ICT の中でもスマートフォンは，個人単位で利用する場合が多く，デジタル・ディバイドの影響を受けやすいことが考えられる。

こうした高齢者のデジタル・ディバイドの問題を解消するため，高齢者にスマートフォンの使い方を教える実践が行われている。例えば，大学生による高齢者へのスマートフォン講習[4]や情報ボランティアによる定期的なインターネット講習会の実践[5]が先行事例として挙げられる。さらに，通信キャリアや携帯電話の販売店が地域の高齢者を対象として，スマートフォンの基本的な使い方や初期設定を教える講座を開催している場合もある。このような取り組みは，ICT を使いたいと考えている高齢者にとって具体的な操作方法や機能を知る機会となり，情報リテラシーの向上に貢献するものと考えられる。

しかしながら，デジタル・ディバイドの解消の視点から考えれば，こうした従来の高齢者向けの実践には，2 つの課題が考えられる。1 つ目の課題は，過疎地域に居住する高齢者については，講座を受講できる機会が少なく，継続的に学べる機会が少ない点である。過疎地域では，大学生をはじめとする若い世代が少なく，携帯電話の販売店なども近隣に設置されていない場合が多い。そのため，そもそも情報リテラシーを高める機会が少なく，デジタル・ディバイドの要因になっていると考えられる。

2 つ目の課題は，従来の講座の対象が，スマートフォン活用に意欲を持っている高齢者が中心となっている点である。従来の講座は，任意で参加者を募集する場合が多く，参加する高齢者の多くは日常生活の中でスマートフォンを活用したいと考えていることが想定される。こうした対象者に対して，スマートフォンの操作方法を教えることも大切ではあるものの，デジタル・ディバイドの問題を考慮すれば，スマートフォンの活用へ消極的な高齢者に対しても，その使い方や便利さを学ぶ機会を設け，スマートフォン活用の意欲を向上させることが大切であろう。もちろん，金銭的な理由や身体的な理由などの事情からスマートフォンの利用が最善ではない場合もあるため，全高齢者がスマートフォンを利用することがデジタル・ディバイドの解消と言うわけではない。しかしながら，スマートフォンを使わないという選択をする場合であっても，その機能や利便性，自分の生活スタイルなどを考慮した上で，スマートフォン活用の有無を判断することが望ましいと考える。

上記を踏まえ，本研究では，高齢者のスマートフォン活用意欲の向上を目指した講座プログラムを開発することとした。また，過疎地域に居住する高齢者にも継続的な学習機会を提供できるように，自治体が主導で企画・実施することを想定した講座プログラムの開発を試みた。

2. 講座プログラムの開発

2.1 課題を踏まえた講座プログラム開発の視点

講座プログラムを開発するにあたり，「高齢者がスマートフォンを利用しない理由」に着目した。国の調査によれば，70 歳以上がスマートフォンやタブレットを利用してない理由として，「自分の生活には必要ないと思っているから」（52.3%），「どのように使えばよいかわからないから」（42.4%）が上位 2 つの理由として挙げられている。[6]そこで，講座開発に向けた視点①として，「自分の生活とスマートフォンの利便性のつながりを持たせること」，視点②として，「自分の生活と関連付けながらスマートフォンや SNS の活用方法を学習すること」を取り入れた。これらの視点について，視点①を目的とした講座を「基本編講座（以下，基本編）」，視点②を取り入れた講座を「活用編講座（以下，活用編）」として 2 つのフェーズに分け

た講座プログラムの開発を行うこととした。

各講座は，参加者同士のスマートフォンの使い方や考え方の共有を目的として，グループワークを交えながら進行するワークショップ形式で設計した。

2.2 講座プログラムの概要

2.2.1 基本編講座

基本編では，スマートフォンを活用する動機づけを行うことを目的として，日常生活でスマートフォンを活用できる場面を考える内容とした（表 1）。基本編の工夫として，A3 を半分に折ったワークシートを作成した（図 1）。表面に高齢者の日常生活で課題となりそうな場面（例えば，地域の情報をすぐに知りたい，災害時の避難情報が知りたい，いつでもお店の予約をしたい，など）を記載し，裏面にはコミュニケーションや防災などの目的に応じた 5 種類のアプリケーション（LINE, Yahoo!ニュース, Yahoo! 防災速報，Retty，Google 翻訳）に対して，「すでに使っている」「とても役立ちそう」「少し役立ちそう」「あまり役立たなそう」「全く役立たなそう」の選択肢を記載した。参加者は，表面で日常生活における解決したい課題を確認し，裏面で説明を聞いて役立ちそうと考えたアプリケーションを確認することができる。最後に，ワークシートを広げる（A3 の大きさにする）と，表面と裏面で自分がチェックした項目を比較することが可能となり，日常生活でスマートフォンが役立てられそうな場面を可視化できる仕組みとなっている。

また，基本編を進行するための PowerPoint 資料と進行するためのガイドブック，講座内容の応用的な操作を記載した持ち帰り用資料を作成し，自治体で汎用的に活用できるような設計とした。

表 1 基本編講座の流れ

時間	内容
7 分	1．導入・アイスブレイク ・講座テーマの説明 ・“スマートフォン”の意味は？（クイズ）
10 分	2．“こんなことができたらいいな”を考えよう ・ワークシート（表面）を見ながら，日常で出来たらいいなと思うことに〇をつける。
15 分	3．「スマートフォン」って何ができるの？ ・スマートフォンアプリの機能紹介
10 分	4．私の生活に「スマートフォン」は必要？ ・ワークシート（裏面）を参照し，紹介したアプリに対して使ってみたいと思うものに〇をつける。 ・アプリが使えそうと想像した場面をグループ内で共有する。
3 分	5．まとめ ・ワークシートを広げ，「日常で出来たらいいなと思うこと（表面）」と「使ってみたいアプリ（裏面）」の〇をつけた項目を比較する。 ・スマートフォンは「生活を便利にするための道具」であることを説明する。

図 1 基本編ワークシート（右：表面，左：裏面）

2.2.2 活用編講座

活用編では，自分の生活と関連付けながらスマートフォンや SNS の活用方法を学ぶことを目的として，実際の操作方法を体験する内容とした（表 2）。活用編の工夫として，「操作指向」ではなく，「目的指向」による内容を重視することとした。従来の講座では，スマートフォンの操作方法の説明に特化した内容が散見されるが，参加する高齢者にとっては，自分の生活にとって優先的に習得するべき機能が見えにくく，たくさんの機能を一度に覚えなければならないという負担感につながる恐れがある。そこで，活用編では，機能に対して「こういう場面で使える」という目的を想定し，その目的を達成するための方法として，操作方法を説明することとした。そのため，活用

表 2 活用編講座の流れ

時間	内容
10 分	1．導入・機器操作のための準備 ・講座テーマの説明 ・LINE オープンチャットへの登録 ・スマートフォンによる「暮らしの便利」
10 分	2．スマホ・SNS の活用度チェック ・ワークシートを使用し，自分ができると思う操作に〇，人に教えられると思う操作に◎をつける。
15 分	3．地域とつながる SNS 活用 ・自治体の LINE 公式アカウントによる情報収集を考える。
20 分	4．災害時の SNS 活用 ・LINE 公式アカウントによる情報受信を考える。 ・写真や動画による情報発信を考える。
5 分	5．まとめ ・ワークシートを使用し，講座の最初にチェックした項目について，できるようになった操作と人に教えられるようになった操作を確認する。 ・スマートフォンや SNS を活用することで，生活を便利に安全にすることができることを説明する。

図 2 活用編ワークシート（抜粋）

編の最初と最後に目的に応じた使い方（近所の美味しいお店を調べる，近所の休日当番医を調べる，家族や友達に写真を送る）に対して，その操作が行えるか，他者に操作を教えることができるかを確認する時間を取り入れた。「他者に操作を教えることができるか」という項目を入れた理由として，デジタル・ディバイド解消のためには，講座を受けた高齢者が他者へ使い方を共有していくことも有効であると考えたからである。

また，A4 版 4 ページで構成されているワークシートを作成し，活用編で紹介する操作手順を記載した（図 2）。さらに，参加者同士全体での意見交換や撮影した写真を送信する練習を行う場として，LINE オープンチャットを活用することとした。この LINE オープンチャットでは，参加者が LINE と同様の機能を使うことができ，参加者同士の連絡先が共有されないため，個人情報保護の観点からも有効であると判断した。

これらに加え，活用編を進行するための PowerPoint 資料と進行するためのガイドブック，講座内容の応用的な操作を記載したお持ち帰り資料を作成し，自治体で汎用的に活用できるような設計とした。

3. 講座プログラムの評価

3.1 評価方法

開発した講座プログラムについて，実践による評価を試みた。具体的には，講座プログラム（基本編・活用編）を高齢者に対して実施し，講座プログラム実施前（事前調査），基本編終了後（事後調査①），活用編終了後（事後調査②）の 3 回の質問紙調査により，講座プログラムに対する感想やスマートフォン活用に対する意識変容について調査を行った。

その調査項目としては，基本編と活用編のそれぞれに対して，「Q1 わかりやすい内容でしたか？」，「Q2 ご自身にとって役に立つ内容でしたか？」，「Q3 他の人に教えたいと思える内容が含まれていましたか？」，「Q4 ご自身にとって初めて知る内容が含まれていましたか？」，「Q5 満足度はいかがでしたか？」の 5 項目について「5. とてもそう思う」～「1. 全くそう思わない」の 5 件法で回答する方法とした（事後調査①，事後調査②）。スマートフォン活用に対する意識の変容については，「Q6 スマートフォンや SNS を積極的に使いたいと思いますか？」，「Q7 スマートフォンや SNS を使うことや操作に自信があると思いますか？」，「Q8 今後，ご自身でスマートフォンや SNS を便利に使えると思いますか？」，「Q9 今後，ご自身でスマートフォンや SNS を便利に使っていきたいと思いますか？」，「Q10 スマートフォンや SNS は“暮らしの安全のため”に役に立つと思いますか？」，「Q11 スマートフォンや SNS は“情報を得るため”に役に立つと思いますか？」の 6 項目について，「5. とてもそう思う」～「1. 全くそう思わない」の 5 件法で回答する方法とした（事前調査，事後調査①，事後調査②）。これらの項目で構成した質問紙調査により，講座プログラムの評価を行った。

3.2 対象

講座プログラムの実践対象として，山口市 A 地区の地域交流センターの協力の下，住民に告知と呼びかけを行い，参加者を募集した。尚，参加者を募る際には，講座プログラムの趣旨を告知し，スマートフォンを積極的に使いたいと考えている住民だけではなく，スマートフォン活用に消極的な参加者も加わるように心がけた。

その結果，20 名（60～64 歳：1 名，65～69 歳：1 名，70～74 歳：5 名，75～79 歳：10 名，80～84 歳：1 名，無回答：1 名）の参加協力を得られたため，講座プログラムの対象者として実践と質問紙調査を行った。

3.3 結果

質問紙調査を集計した結果，回答率は 100%であった。得られた質問紙調査の結果について，以下に述べる。

3.3.1 基本編講座の感想

事後調査①で実施した基本編の感想について集計を行った結果を表 3 に示す。いずれの項目についても概ね「とてもそう思う」，「少しそう思う」と回答しており，肯定的な感想がうかがえる。特に，「Q4 ご自身にとって初めて知る内容が含まれていましたか？」については，参加者の 75.0%が「とてもそう思う」，「少しそう思う」のいずれかに回答していることから，基本編の受講を通じて，新たな知識や考えのきっかけになったことが推察される。

表 3 基本編の感想

	とても	少し	どちらとも	あまり	全く	無回答
Q1	4 20.0%	10 50.0%	4 20.0%	2 10.0%	0 0.0%	0 0.0%
Q2	4 20.0%	11 55.0%	3 15.0%	2 10.0%	0 0.0%	0 0.0%
Q3	1 5.0%	10 50.0%	4 20.0%	4 20.0%	1 5.0%	0 0.0%
Q4	6 30.0%	9 45.0%	2 10.0%	2 10.0%	0 0.0%	1 5.0%
Q5	3 15.0%	10 50.0%	4 20.0%	1 5.0%	1 5.0%	1 5.0%

3.3.2 活用編講座の感想

事後調査②で実施した活用編の感想について集計を行った結果を表 4 に示す。活用編についても，概ね肯定的

な感想を持った参加者が多かったことがうかがえる。特に,「Q2 ご自身にとって役に立つ内容でしたか?」,「Q4 ご自身にとって初めて知る内容が含まれていましたか?」については, 参加者全員が「とてもそう思う」,「少しそう思う」のいずれかへ回答していることから, 日常のスマートフォン活用に活かせる内容であったと考えられる。他方,「Q3 他の人に教えたいと思える内容が含まれていましたか?」については,「あまりそう思わない」,「全くそう思わない」と回答した参加者が 20.0%となっていた。この要因として,「他の人に教える内容ではない」と判断した可能性や,「自分が他の人に教えることは難しい」と判断した可能性が考えられる。この理由については, 更なる追加調査が必要である。

表 4 活用編の感想

	とても	少し	どちらとも	あまり	全く	無回答
Q1	8	9	2	1	0	0
	40.0%	45.0%	10.0%	5.0%	0.0%	0.0%
Q2	8	12	0	0	0	0
	40.0%	60.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Q3	4	9	3	3	1	0
	20.0%	45.0%	15.0%	15.0%	5.0%	0.0%
Q4	13	7	0	0	0	0
	65.0%	35.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Q5	8	8	3	1	0	0
	40.0%	40.0%	15.0%	5.0%	0.0%	0.0%

3.3.3 スマートフォン活用に対する意識の変容

事前調査, 事後調査①, 事後調査②で実施したスマートフォン活用に対する意識の 6 項目について, 対応のある一元配置分散分析を施した（表 5)。さらに, 有意差が認められた質問項目について, Holm 法による多重比較検定を行ったところ,「Q7 スマートフォンや SNS を使うことや操作に自信があると思いますか?」では, 事前調査＜事後調査①＜事後調査②（MSe=0.50, p<.05),「Q8 今後, ご自身でスマートフォンや SNS を便利に使えると思いますか?」では, 事前調査＜事後調査①, 事前調査＜事後調査②（MSe=0.43, p<.05）であった。

この結果から, 講座プログラムの実施により, 参加者のスマートフォン活用に対する意識の変容が生じたと考えられる。具体的には, スマートフォン操作への自信が生じたことや便利に使えるという考えが生じたことが挙げられる。この要因として, 基本編で取り入れた日常生活でスマートフォンを活用できる場面を考えたことや活用編で目的指向によりスマートフォンの操作方法を学んだことが考えられる。

他方,「Q9 今後, ご自身でスマートフォンや SNS を便利に使っていきたいと思いますか?」については, 有意差は認められなかったものの, 他の質問項目と異なり事後調査①に対して, 事後調査②では平均値が低下していることが明らかとなった。この原因として, 基本編により動機づけが行われた後, 活用編で実際に操作を体験したことで難しさや困難さを感じた可能性が考えられる。このことは, スマートフォンで行いたい内容と自己の操作スキルのギャップを感じられたことを示すものでもあり, 更なる学習への喚起を促す可能性がある。

以上のことから, 基本編と活用編で構成した講座プログラムについて, 高齢者のスマートフォン活用意欲を向上させる一定の成果があったと考えられる。

表 5 スマートフォン活用に対する意識の結果（n=20）

	事前	事後①	事後②	
	m *sd*	*m* *sd*	*m* *sd*	*F*
積極的に使いたい	3.80 0.93	4.10 0.83	4.30 0.71	2.87†
操作に自信がある	1.80 1.10	2.45 0.86	3.00 1.01	14.5**
便利に使える	2.75 1.04	3.35 0.73	3.50 0.92	7.31**
便利に使っていきたい	4.00 0.77	4.30 0.64	4.20 0.51	1.60, *n.s.*
暮らしの安全に役立つ	4.10 0.77	4.30 0.64	4.35 0.57	1.67, *n.s.*
情報収集に役立つ	4.00 0.95	4.05 0.74	4.30 0.56	1.51, *n.s.*

$^{**}p$<.01, $^{*}p$<.05, $^{\dagger}p$<.10

4. まとめと今後の課題

本研究では, 高齢者のスマートフォン活用意欲の向上を目指した講座プログラムの開発を目的として, 実践によりその有効性について評価を行った。実践の結果, 参加者のスマートフォン活用に対する意識の変容が認められたことから, 一定の成果のある講座プログラムであったと判断できる。

今後の課題としては, 講座プログラム内で扱うスマートフォンの機能の充実や活用意欲の向上が見られた後の段階的な講座プログラムの検討が必要である。

付記

本研究は東洋英和女学院大学と LINE 株式会社による共同研究の成果である。本研究で開発した講座プログラムの教材は, 山口市ホームページ（https://www.city.yamaguchi.lg.jp/soshiki/8/115841.html）において無償提供している。

参考文献

(1) 総務省 :“平成 23 年版情報通信白書”, p89（2011）.
(2) 総務省 :“令和 3 年版情報通信白書”, p52（2021）.
(3) 総務省 :“ウィズコロナにおけるデジタル活用の実態と利用者意識の変化に関する調査研究”, p92（2021）.
(4) 須藤智, 大木朱美, 新井田統 :“大学生による高齢者向けスマートフォン講習会の設計とその効果測定”, 静岡大学教育研究, 17, pp87-93（2021）.
(5) 金子正光 :“地域の高齢者・障害者に対する情報ボランティアの支援活動事例と展望”, 宮崎公立大学人文学部紀要, 12, 1, pp63-76（2005）.
(6) 総務省 :“令和 3 年版情報通信白書”, p71（2021）.