

通常学校における情報機器を活用した特別支援の検討 ー学びのユニバーサルデザインに向けた可変キーボードの導入モデルー

荒巻恵子*1

Email: k.aramaki@aoni.waseda.jp

*1: 早稲田大学高等学院

◎Key Words 特別支援教育, 可変キーボード, ユニバーサルデザイン

1. はじめに

1994年スペイン・サマランカで開催された「特別なニーズ教育に関する世界会議」における「サマランカ宣言」では、全ての子どもたちが教育を受ける権利と教育ニーズに対するアプローチの方向性が確認され⁽¹⁾、また、2001年WHO総会で採択されたInternational Classification of Functioning, Disability and Health (以下、ICF)では、「心身機能」、「身体構造」、「活動と参加」、「環境因子」という4観点で障害を捉え、障害者支援は生活機能に着目することが必要であるとする新しい障害概念が発表された⁽²⁾。わが国では、2004年、文部科学省が特別支援教育を推進するための制度の在り方についての答申⁽³⁾をまとめ、通常学級に在籍する発達障害をもつ児童生徒への一人一人の教育的ニーズをはじめ、「特別支援教育」への転換や小・中学校における制度的な見直し等について考え方が示された。このような国内外の特別支援教育に関する動きは、教育課程にも顕れ、特別支援学校学習指導要領では、ICFの障害概念による教育課程の在り方が提唱された⁽⁴⁾。小・中学校、高等学校の学習指導要領においても、障害のある児童・生徒については、児童・生徒の実態に応じた指導内容や指導方法を工夫し、教師間の連携による、効果的な指導を行うことが示されている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。現在、文部科学省が定める障害種は、視覚障害、聴覚障害、知的障害、肢体不自由、病弱・身体虚弱、言語障害、自閉症・情緒障害、学習障害・注意欠陥多動性障害の8分類で、これら障害の状態や発達の段階等に応じた指導や支援に、情報機器の活用が推奨される⁽⁷⁾。特別支援学校では、情報機器を活用した実践研究⁽⁸⁾⁽⁹⁾が行われ、ペンタブレットやキーボードの書字用具の使用による書き言葉の表出や、テレビ電話などを活用した遠隔通信によるコミュニケーションの拡張など、Assistive Technology (以下、AT)の開発研究も進められている⁽¹⁰⁾。一方で、通常学校での特別支援教育における情報機器活用の実践研究はほとんど報告がなく、また、通常学校での特別支援教育体制整備の遅れが報告され、特に小・中学校に比べ、私立学校での遅れが顕著であると指摘されている⁽¹¹⁾。

大学付属A高等学校は、情報科教員を中心に特別支援教育への取組みを進めている。大学には、「障がい学生支援室」が設置され、主に視覚・聴覚障害学生にノートテイク・パソコン通訳の支援を行っている。しかし、肢体不自由学生への対応の未整備や、高校、大学の連携の中での教育的ニーズへの対応に、課題がある。

2. 研究の概要と目的

本研究では、A高等学校に在籍する障害をもつ生徒への有効なATとしての情報機器を活用した特別支援教育を検討することを目的に、実践研究を行う。対象生徒は、運動機能に障害をもち、通常の授業では、筆記具による筆記は可能であるものの、指先運動に困難さがあるため、情報科授業でPC操作をする場合、標準装備のマウス、およびキーボードに代替する機器の使用と支援が必要である。本研究では、対象生徒へのATとして情報機器の選択とその活用の検討を、4段階のフェーズで実施する。第1段階では専門機関(障害者IT地域支援センター)との連携を図り、障害特性とATに関する調査から、マウス機器の選択について検討を行う。第2段階では授業実践を通じた活動記録調査から、キーボードの選択について検討を行い、さらに標準キーボードと可変キーボード(Touch-Screen Virtual Keyboard)の有用性を、認知工学の手法であるキーストロークモデルを用いて、比較検討する。第3段階では可変キーボード搭載タブレット型PC操作時における疲労評価を、NASAが開発したNASA-TLXを用いて行い、タブレット型PCの試行について検討を行う。第4段階では今後の授業に向けた学習環境について、学びのユニバーサルデザインの見地から、可変キーボードを導入した学習環境モデルについて提案を行う。また、大学付属A高等学校の、高大連携による支援の方向性も合わせて検討する。

3. 研究の内容

3.1 第1段階 ATとユニバーサルデザイン ーAT製品の比較ー

米国では、1998年AT法(Assistive Technology Act)が制定され、2004年には米国障害児教育法(以下、IDEA: Individuals with Disabilities Education Act)の大幅な改訂が行われ、AT機器とATサービスについての定義が明らかにされた。AT機器は、“障害をもつ子どもたちの運動機能、生活機能の改善、向上、維持のために、いつでも購入可能であり、変更可能である機器やシステム”のことで、ATサービスは、“障害をもつ子どもたちのAT機器の選択や使用に対して、支援するサービス”のことである。また、米国連邦教育省(U.S. Department of Education)は、米国障害児教育プログラム(IEP: Individuals with Disabilities Education)の中で、障害児のAT活用を特別な要素に位置づけ、活用のための具体的な事例やAT選択の方法について呈示してい

る⁽¹²⁾。近年、AT の活用が、学校教育における学びのユニバーサルデザイン (UDL : Universal Design for Learning) に波及して、米国幼児技術支援センター (NECTAC : National Early Childhood Technical Assistance Center) を中心に、研究が進んでいる⁽¹³⁾。IDEA では、UDL は、“個々の学習者の違いやニーズに対応するために新しい技術を使用した、教育、学習、カリキュラム開発や評価へのアプローチであり、このことは、障害のあるなしに関わらず、全ての学習者にあてはまる”として、その必要性を示している⁽¹⁴⁾。

対象生徒へのマウス機器の選択は、東京都障害者 IT 地域支援センターの協力のもと、実施した。支援センターでは、障害特性に対応した AT 機器 (視野拡張支援デバイス 13、入力支援デバイス 53、コミュニケーション支援デバイス 13、その他 27) を常時展示し、AT 機器活用の支援サービスも行っている。対象生徒に対しては、入力支援デバイス 53 のうち、マウス 17 について、サイズと価格の調査から検討を行った。調査の結果、センターに常設するマウスのサイズは 5cm～28cm で、運動機能障害に対応した入力支援のための開発製品が多く、ジョイスティック装備、トラックボール装備のマウス、音声認識による製品などがある。価格は、1,680 円～78,540 円であったが、AT 機器は障害によってカスタマイズされるものも多く、価格には幅があった。検討の結果、選択基準は、汎用性、移動性、可動性の 3 点で、一般的なマウスのミニサイズ仕様 (5cm) が選択された。

3.2 第 2 段階 可変キーボードの可能性 —入力文字数の比較—

A 高等学校における情報科カリキュラムでは、PC 操作として、1 年次タイピングおよびワープロ編集ソフト操作、2 年次 Web ページ作成の HTML・CSS 記述およびスプレッドシート操作の演習および実技課題がある。対象生徒は、手指先運動では、近位指節間関節 (指の第 2 関節) と中手指節関節 (手の付け根の関節) を使った入力が可能である。キーボード機器の選択をするために、以下の調査を行った。

【方法と遂行課題】1 学期 12 時数 50 分授業内で、生徒は可変キーボード (Virtual Keyboard) および標準キーボード (Standard Keyboard) のいずれかのキーボード機器を選択し、ワープロ編集ソフトを利用して授業の板書記録を日本語入力する。入力内容については、生徒自身に任せ、毎回入力文字数をカウントし、入力における感想の聞き取りを記録する。

【使用機器】標準キーボード : JIS 標準配列・109 キー配列・キーピッチ 19mm、キーストローク 25mm、外形寸法 W440×D150×H27.5mm、重量 約 457g
可変キーボード : Touch-Screen Virtual Keyboard、米国 Apple2010 製、米国特許 7844914⁽¹⁵⁾

【結果】12 回の授業のうち、5 回の授業で使った標準キーボードでは、5～25 文字/回であったのに対し、可変キーボードは、5 回の使用で、38～96 文字/回であった。標準キーボードの凹凸への加圧が、対象生徒の手指先運動にストレスがあり、可変キーボードには、それほど負荷をかけず、入力できることがわかった。

—キーストロークレベルモデル—

キーボードの使い易さを検討するために、認知工学の手法である、キーストロークレベルモデル (以下、KLM : Keystroke Level Model)⁽¹⁶⁾ を用いて、対象生徒のキーボード操作を調査した。KLM は、ユーザがそのシステムを用いてある課題を遂行するのに必要な実行時間 (または、キーストローク数) が使い易さの指標になる。この使い易さがユーザビリティの評価になる。つまり、KLM では、課題遂行時間が速いことが、使い易いという評価になる。

【方法】Web ページ作成の HTML 記述の同一課題を可変キーボードと標準キーボードで入力し、時間測定、可動域、左手右手のキーストローク数、エラー修正数を測定し、可変キーボードと標準キーボードとの使い易さを検討する。課題遂行時の様子をビデオで撮影し、時間、回数を測定し、入力の様子を観察し、記録する。

【遂行課題】

HTML 記述の課題は、以下である。

```
=====
<p>
<h1>ゴングール賞</h1>
<hr>

<br>
<strong>フランス</strong>における最も権威ある文学賞のひとつ。</p>
<hr>
<a href="page1.html">概要</a>
<a href="page2.html">受賞者・受賞作品</a>
=====
```

【使用機器】標準キーボードと可変キーボードは、入力文字数の比較調査と同様の機器を用いる。

撮影は、XPERIA SO-03D (NTT docomo) を使用する。

【結果と考察】標準キーボード使用時のビデオ撮影ができなかったため、可変キーボードについてのみ、分析を行った。遂行時間は 709sec であった。また、標準キーボードのキーストローク数は、エラーなしの最小回数をカウントした。同一課題において、キーストローク数は、標準キーボードが、左手 116、右手 157 に対し、可変キーボードは、左手 159、右手 330 であった (表 1)。これは、HTML のタグ記述では、特殊記号 < > を用いるため、可変キーボードの 3 つのレイアウト画面を切り替える必要があり、画面をシフトする回数が増えるからであった。また、対象生徒の可動域が、左手に比べ、右手のほうが広く、キーストローク数が多くなった (図 1)。そのため、対象生徒の右手の操作は、負荷がかかり、課題遂行の後半では、タイピングミスによるエラーが検出されている (図 2)。

表 1 Keyboard Comparison

		virtual	standard
左手	keystrokes	159	116
	error	0	-
右手	keystrokes	330	157
	error	31	-

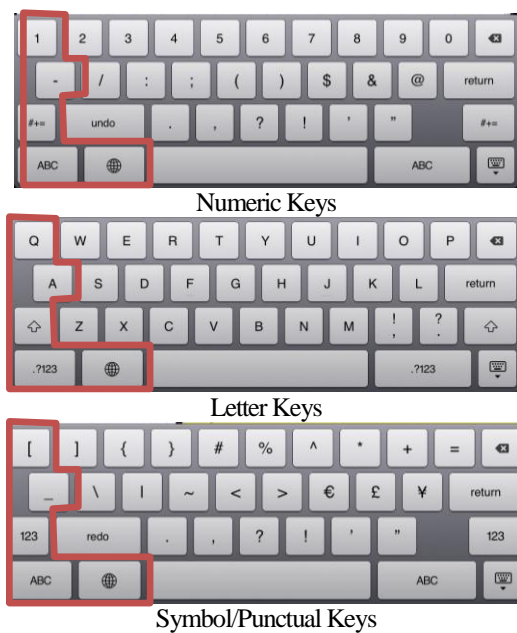


図1 Virtual Keyboard Layout and Range of Motion, Left Hand
 Img Source: Quoted from Apple Wins Patent Virtual Keyboard for iOS Devices⁽¹⁵⁾

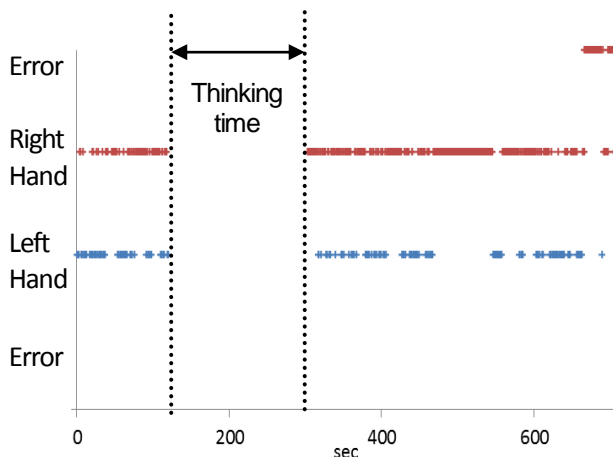


図2 Event Records by Virtual Keyboard

3.3 第3段階 タブレット型PCの疲労評価 -NASA-TLX 疲労評価-

障害のある児童生徒が情報機器を教具活用する場合、学習評価だけでなく、操作に対するストレスへの配慮など心的要因に関する評価も必要である⁽¹⁷⁾。タブレット型PCを導入するに当たり、操作に対する精神的な作業負荷 (MWL : mental workload)、疲労評価を実施した。評価手法としてNASA-TLXを採用した。NASA-TLXは、NASAが航空パイロット用に開発した主観測定尺度で、知的・知覚的要求 (Mental Demand)、身体的要求 (Physical Demand)、タイムプレッシャー (Temporal Demand)、作業成績 (Performance)、努力 (Effort)、フラストレーション (Frustration) の6因子の得点をもとに、個人の評価基準の重みづけを考慮して、総合的負荷度を算出する。日本語版NASA-TLXプログラムは、三宅ら (1993)⁽¹⁸⁾ 芳賀ら (1996)⁽¹⁹⁾ によって開発され、荒巻ら (2011)⁽¹⁷⁾ により、中学生版NASA-TLXが開発された。

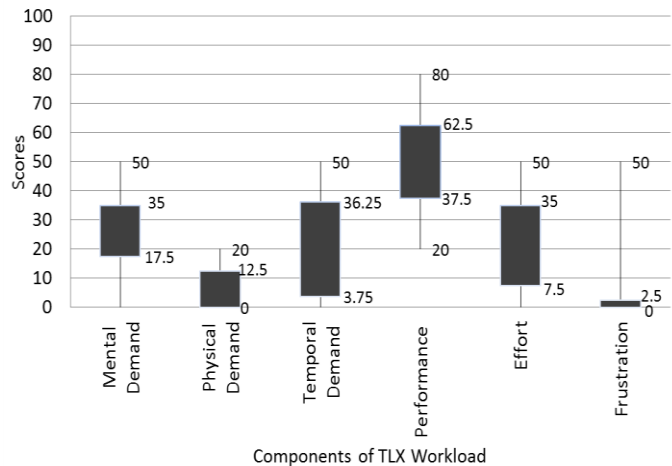


図3 NASA-TLX Scores

【方法】タブレット型PCの操作と簡単なタップ反復練習の遂行課題を実施後、対象生徒に、質問票の記入をしてもらい、総合的負荷度を算出、分析する。

【対象生徒】B 高校通常学級生徒 8 名 (年齢 16.8~17.5)

【遂行課題】タブレット型PCの基本操作8項目 (電源ON-ロック解除-フリック-タップ-戻る-タップ2-戻る-シャットダウン) と反射テスト (反射 de Tap Version 1.0.3 パルティール製, 2010) を行う。反射テストは、30 秒間毎秒 1 問、画面上にターゲットの白い○を正確にタップする。

【使用機器】タブレット型PC (Apple 社製, 2010)

【疲労評価法】日本語版NASA-TLX 中学生版

【結果と考察】対象生徒 8 名のNASA-TLX のスコア分布の結果は、図 3 である。生徒最低点と最高点、および第 1 四分点から第 3 四分点は、全体の 50% の範囲を示す。身体的要求では、最低 0 点から最高 20 点、第 1 四分点 0 点、第 3 四分点 12.5 点、フラストレーションでは、最低 0 点から最高 50 点、第 1 四分点 0 点、第 3 四分点 2.5 点で、いずれも疲労負荷度は低かった。実際の授業での課題と調査による遂行課題には相関はないため、今後、さらに検討する必要があるが、タブレット型PC操作における疲労評価は低く、試行を決定した。

3.4 第4段階 学習環境の整備 -遠隔操作アプリ-

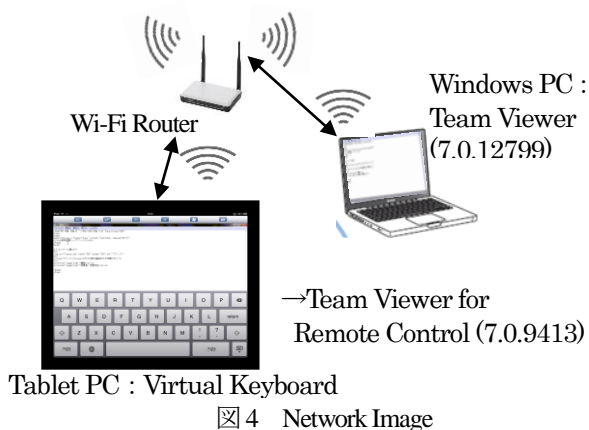
A 高等学校のPC室は、Windows 端末をクライアントとするネットワーク環境で、大学のネットワークセンターによって、サーバ・クライアントのネットワークの集中管理がされている。情報科授業では、ネットワークを活用した指導が行われている。

【学習環境条件】

提案する学習環境では以下の2項目を条件とする。

1. 対象生徒は、障害に対応した可変キーボードを使用する。
2. すべての生徒は、同じソフト (MSOffice ソフトなど) での授業をする。

今回、これらの条件を満たすために、遠隔操作アプリ (Team Viewer 7.0.12799) による Windows 端末の遠隔操作を提案 (図 4) し、試行実験中である。今後さらに学習環境整備、セキュリティ課題について、大学のメディアネットワークセンターと検討していく。



4. まとめ

特別支援学校における障害のある児童生徒への情報機器活用の実践研究は、個別の障害に応じた特別な支援機器、アプリケーションの開発研究が中心になっている。しかし、通常学校の学習環境では、予算や既存の学校ネットワーク接続などの課題から、実際の学習環境下での特別支援教育への方策を考えていかなければならない。また、支援体制の充実も重要な課題である。本研究では、生徒、保護者、担任、教科教員、外部専門機関による支援体制によって、対象生徒への支援対応は、短期間で迅速に図られた。

有用な AT としての情報機器の選択基準は、汎用性、移動性、可動性の 3 点で、これらは、生徒自身が学校生活だけでなく、家庭生活や将来の大学生活も想定しており、障害生徒が自立するための情報機器活用の基本要素になっていると考えられる。本研究では、現状の環境を維持しつつ、ほかの生徒たちとの関わりや教員の授業の在り方を大きく変えることなく、支援が実践された。

また本研究では、可変キーボードの有用性を認知工学のキーストロークモデルを用いて、生徒の PC 操作時の行動分析をした。キーストロークモデルでは、時間効率がユーザビリティ評価になるという理論である。つまり、実行時間が速ければ、ユーザビリティが高いことになる。しかし、障害者にとっては、実行時間の速さや他者との比較よりも、一つの課題がやり遂げられる、できなかったことができるようになるということが大切で、このことは、L.S. Vygotsky の発達最近接領域理論⁽²⁰⁾にある子どもがひとりのできるレベルと誰かの介助、何かの道具を媒介すればできるレベルとの間の領域に、教育のあり方が示唆されていることにつながり、支援者は、障害者の支援の中で、効率性よりも、操作や活動の中でのつまづきを観察し、優位なものを見つけ、さらに高めるための次の支援につなげることが大切である。また、このことは、障害のある生徒だけでなく、すべての生徒にも必要な支援であり、学びのユニバーサルデザインの概念につながっていくと考える。

新しい入力デバイスとして検討した可変キーボードは、米国 Apple の特許技術で、ユーザの入力キーを予測し、可能性の高いキーのストローク面積を広げ、タイピングミスを防ぐ技術である。この技術は、近年、

iPhone などのスマートフォンにも採用されている。対象生徒のような手指に障害のある生徒の入力デバイスとしては有用である。スマートフォンの目覚ましい普及の中では、新しいデバイスに対応できる学習環境とその整備が、今後の課題になる。学びのユニバーサルデザインでは、全ての学習者に適応できる環境整備が必要であるが、人ができることと、技術が補填できることを見極めながら、支援の方向性を検討する必要があるのだろう。今後は、授業デザインや教材づくりでも学びのユニバーサルデザインについて考察していく。

参考文献

- (1) 嶺井正也：“共育への道—「サラマンカ宣言」を読む”，アドバンテージサーバー（1998）。
- (2) 厚生労働省：“国際生活機能分類—国際生涯分類改訂版—”，（2002）
- (3) 文部科学省：“特別支援教育を推進するための制度の在り方”，（2004）。
- (4) 文部科学省：“学習指導要領 特別支援学校編”，（2010）。
- (5) 文部科学省：“小学校学習指導要領 解説編”，（2009）。
- (6) 文部科学省：“中学校学習指導要領 解説編”，（2009）。
- (7) 文部科学省：“教育の情報化に関する手引き”，（2010）
- (8) 松田基章：“学校図書館（情報メディア支援）における ICT 支援機材—PDA を活用したユビキタスラジオの活用例—”，横盲教育（研究紀要），46 号，pp.27-38（2007）。
- (9) 外山 世志之，金森 克浩：“視線入力装置を活用した障害の重い子の指導”，日本教育情報学会論文集（27），pp.86-89，（2011）。
- (10) 中邑賢龍，近藤武夫，岡耕平：“障がいのある人の生活支援ツールとしての携帯電話の可能性”，モバイル社会研究所，（2007）。
- (11) 文部科学省：“特別支援教育体制整備等状況調査”，（2010）。
- (12) Amy GDell, Deborah A. Newton, Jerry G Perroff：“Assistive technology in the Classroom”，Pearson Education, Inc., pp.191-207（2008）。
- (13) Gordon, David T., Gravel, Jenna W., Schiffer, Laura A.：“A Policy Reader in Universal Design for Learning”，Harvard Education Press, pp.35-45,（2009）。
- (14) Hehir, T.：“Policy foundations of universal design for learning”，Nation Center on Universal Design for Learning at CAST（2006）。
- (15) Bartley K. Andre, Bas Ording, Greg Christie：“Activating virtual keys of a touch-screen virtual keyboard”，United States Patent, Patent No.US 7844914,（2010）。
- (16) 原田悦子：“人の視点からみた人工物研究—対話における「使いやすさ」とは—” 共立出版，pp.13-21（2008）。
- (17) 荒巻恵子，前川久男：“特別支援学級でのモバイル端末を教具活用した学習の検討：知的障害生徒のタブレット型コンピューター操作時の教示刺激と学習効果”，日本教育工学会研究報告集，2011(1), pp.137-142,（2011）。
- (18) 三宅晋司，神代雅春：“メンタルワークロードの主観的評価法—NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案—” 人間工学, Vol.29, No.6, p399-408,（1993）。
- (19) 芳賀繁，水上直樹：“日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定—各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度—”，人間工学, Vol.32, No.2, p71-79,（1996）。
- (20) Lev Semenovich Vygotsky：土井捷三，神谷栄司訳，“「発達の最近接領域」の理論—教授・学習過程における子どもの発達—”，三学出版，（2003）。