

授業動線記録・分析システムを用いた授業分析の実施と提案

- 授業改善のためのリフレクションツール -

福島健介*1・谷川真一*2・佐藤長康*2・花岡拓也*3

Email: hukusima@ehusi.org

*1: 帝京大学教育学部初等教育学科

*2: 株式会社ムロオシステムズ

*3: 東広島市立西条小学校

◎Key Words 授業分析, 動線記録, Web ツール

1. 問題の所在

教室における教師の「動線記録」(1時間の授業の中でどのように教室を動いたか)は、教師の授業効果と課題を提示するための方策の一つとして、日本の「授業研究」の場で古くから用いられてきた。

Reid(1980)は、教室内の教師を観察し、「Black-board confined」と「itinerant」と呼ばれる教師の行動形式の相違を見だし、後者の教師の方が子どもとの相互作用が活発であるとの知見を述べている。すなわち、授業において、教師がどのように教室内を動き、子どもとの間のパーソナル・スペースを統制するかということは教師にとって重要な課題であると言える。

このことは日本の教師にも強く意識されており、指導案にも必ず「机間指導」は指導上の重要事項として記載され、研究授業終了後の協議でも「机間指導」に言及されないことはない。

しかしながら、その具体的な指導内容(動線記録)を客観的に示すことは非常に難しかった。従来の動線記録は fig.1 に典型的に見られるように、記録者の手書きのものであり、それ自体は客観性を有しないばかりか、授業者を含め第三者には、内容の理解すら困難なものであった。

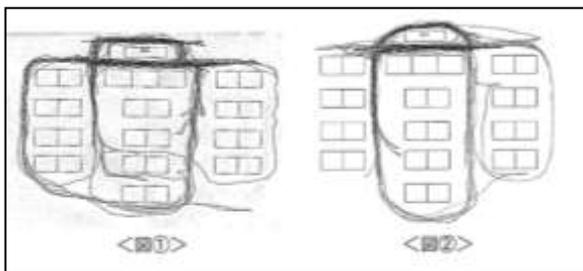


Figure 1 典型的な動線記録

そのため、その重要性は認知されながら、その場に居合わせた教師集団の協議の材料とはなり得ても、アーカイブ化されたデータとして保存され、研究対象となることはなかった。この点は、例えば授業のプロトコル分析やエスノグラフィック研究に比較して極めて遅れた分野だと言える。

これに対して、近年、ICTの飛躍的な進歩を反映し、例えば河野(2009)らは、VTRと記録用紙を用いた「空間行動記録」を提唱している。「VTRの映像と教室の観

察メモを併用することで、教師の教室内での空間行動はかなり正確に把握できるようになった」と述べている。

これ自体は事実であるが、この記録をするためには最低でも3名程度の観察者(2名の記録用紙担当と1名のVTR担当)が必要であり、さらに授業終了後、データのコーディング、VTRと記録用紙の照合等の膨大な時間を要する作業が必要となる。

さらに、一部の教師は教室に固定VTRを設置し、自らの授業を記録する試みをした。これは意欲的な取り組みではあったが、設置や操作、視聴に労力が必要であり、広く実施されることはなかった。

すなわち、従来の動線記録は

- 1)客観的・定量的なデータとなり得ない
- 2)授業者とは別に、記録者が必要となる
- 3)記録をアーカイブ化し、比定することができない等の弱点を持っており、現場の教師が自らの授業を日常的に振り返り、授業改善をするためのツールとして用いることはできなかったのである。

2. 動線記録・分析システムの開発と運用

筆者らは、こうした課題を解決するために新たなシステムを開発した。本システムの概要については、2015年秋に開催された「北海道PCC」にて報告を行っている。本稿では、その後システムの改良が行われた点を中心に以下に述べたい。

2.1 動線記録システム

教師の動線を取得するためさまざまな技術、手法について考察した。

動線情報の精度、システム導入の容易さ、そして授業に影響のない使いやすさを考慮した結果「iBeacon」と「スマートフォン」を使った動線記録システムを開発することとなった。

2.1.1 iBeaconとスマートフォンの採用

簡単に本システムのコアとなるiBeaconについて触れておく。

iBeaconはBluetoothを基本とした通信帯域2.4GHz帯の電波を発信するための小型の装置である。特徴は固有のproximityUUID/Major/Minorのみを発信するという点である。iBeaconそのものはこれ以上の機能を有しているわけではなく、スマートフォン側で電波を

受信し、受信したデータによりどのような処理を行うかを判断している。

今回開発した動線記録システムは、受信したデータから教師が教室内のどの位置に居て、どの方向に向かって移動をしようとしているかを予測・確定することで動線情報を作成している。

iBeaconは電池で稼働し、電波を発信する機能に特化しているため、電源・配線工事が不要というメリットがある。また単価が安く導入しやすいことも付け加えておく。

2.1.2 利便性の問題

以上の通り本システムには iBeacon とスマートフォンが必須となる。教師はスマートフォンを使って授業の開始処理、授業中の「ポイント」処理、授業終了の処理を行う必要がある。

スマートフォンを授業中に持ち歩くこと自体はそれほど問題ではないが、上記の通り1回の授業で何度かスマートフォンを操作する作業が行われ、かつ授業回数が増えると操作そのものが非常に煩わしいと感ぜられる。

またスマートフォンの操作を行うことで、生徒（特に低学年ほど）がスマートフォンに意識が向いてしまい、短い時間ではあっても授業以外のことで集中力が散漫になる傾向がある。

2.1.3 Apple watchの採用

操作をより簡単にいき、授業中によりスムーズな操作を実現するためApple watchとiPhoneを使った動線記録システムを実装した。

教師はApple watchをタップすることで、これまでのすべての操作を簡単に行うことができ、スマートフォンの画面で確認をしていた授業の経過時間や歩行距離をよりスマートに確認することが可能となった。

Apple watchとiPhoneの仕様についてはtable.1の通りである。

Table 1 ソフトウェア仕様

項目	ソフトウェア	Ver
スマートフォンOS	iOS	9.3.x
スマートフォン開発	Swift	2.2
Apple watch OS	watchOS	2.2

2.1.4 Apple watchとiPhoneの関連について

本稿執筆時（2016年6月時点）では、Apple watch単体でiPhoneと同程度の操作を行うことはできない。Apple watchはiPhoneとペアリングしてはじめて効果を発揮する。つまりApple watchはiPhoneの利用を補完することが主な用途となっている。

その意味では本システムに採用したApple watchもiPhoneで稼働する動線取得システムを補完するシステムとなっている。

2.1.5 Watch Connectivity

watchOS2より「Watch Connectivity」というフレームワークが実装された。これはiOSとwatchOSの双方向データ通信を実現できる比較的新しい技術である。

iPhone側では従来と同様のシステムが稼働するが、Apple watch側で何かしらの入力が行われると、Watch Connectivityを経由してiPhone側にその入力が通知される。この通知データを用いることで、iPhone側で必要

な処理を実行することが可能になる。

例えば、授業開始時の入力や授業中のポイント通知、授業終了通知などApple watchをタップすることでiPhone側が必要な処理を行うことができる。もちろん従来通りiPhoneで操作をしてもよい。

Watch Connectivityは双方向データ通信を可能とするためiPhone側の情報（授業の経過時間や歩行距離）をApple watchへ通知することも可能である。（fig.2）



Figure 2 iPhoneとApple watchの連携図

2.2 動線分析システム

以上の記録システムを用いて収集されたデータはサーバ上でコーディングされWebで3種類の分析結果として表示される。表示システムはJavaを用いて作られており、ブラウザ以外の特別なアドインソフトは不要である。したがって、インターネット接続環境があれば、教師は教室・職員室・自宅など、どこでも通常のPCで自分自身の動線を確認、振り返りをすることができる。

2.2.1 動線アニメーション

動線アニメーションとは、授業者の1時間の授業における教室内の移動の様子をポイントで動的に表現したものである（fig.3）。アニメーションの再生は、時間軸に沿って自由に設定できるため、たとえば授業案と照合しながら「授業開始20分後から10分間の移動の様子」等を指定して見ることができる。

また、アニメーション速度は等速から10倍速まで指定できるため、概括的に動線を把握するだけならば45分間の授業の様子を5分程度で確認することができる。



Figure 3 アニメーション表示画面

2.2.2 滞在時間ヒートマップ

教室を9つの区画に区分し、それぞれの場所に授業者がどの程度の時間滞在（通過も含む）したかを可視化したグラフが「滞在時間ヒートマップ」である。

滞在時間が長い区画ほど、色が赤く濃く表示され、そうでない区画は青で薄く表示される。色の変化は10段階となっており、区画毎の滞在時間は、数字でも表記される。

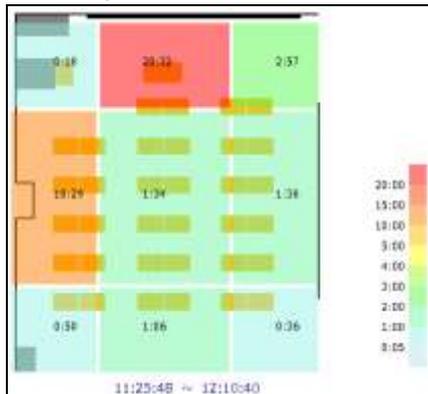


Figure 4 ヒートマップ実例

fig.4は、昨年10月に行われた5年生理科授業のヒートマップである。この記録を見ると、45分の授業中20分以上は黒板の前に滞在していること、教室の窓側の滞在時間が長いこと、また、教室後方の角にいる児童に対する指導時間がほとんど無いことなどが確認できる。教室の中央にアクション・ゾーンと呼ばれる空間が存在することは既に50年近く前にAdamsらによって指摘(Adams & Biddle 1970)されているが、今回の結果からもそのことが分かる。

それぞれの授業にはそれぞれの「意味」や「構造」があるため、このデータだけを通して授業を検討することはできないが、研究という視点から見れば、「なぜ」という問を發するきっかけとなり得るし、当事者である授業者にとっては自身の授業を考察する材料となり得る。

2.2.3 複数授業の比較検討

複数の授業の「動線アニメーション」「滞在時間ヒートマップ」を表示する機能を今回付加した。

fig.5は、同日に同じ授業者が実施した国語(左)と理科(右)の授業を同時に表示させたものである。両者を比較すると、それぞれの授業で、同じ授業者であっても動線が異なることが分かる。

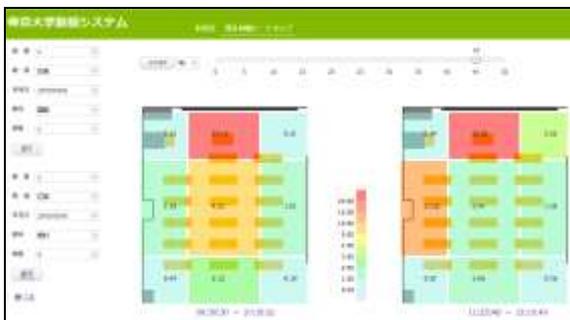


Figure.5 同一授業者による異なる授業科目の比較

fig.6は、同日に同じ学年の二人の授業者が実施した算数の授業での動線を比較したものである。同じ内容の授業を行ってもそれぞれの授業者の個性が出る。

このように、複数の授業の様子を定量化し、蓄積・比

定することで、教師集団はそれぞれの授業者の特長や改善点、情報の共有化を図ることができる。

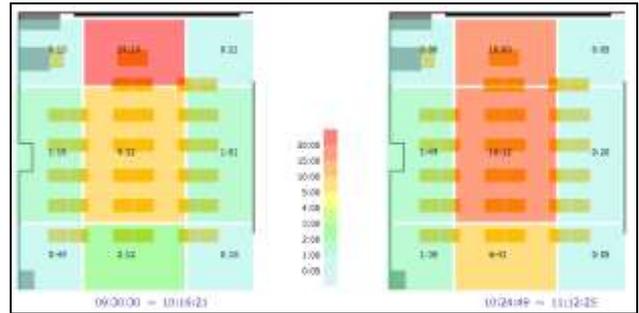


Figure6 二人の授業者の同じ教科授業での違い

3. 実践の概要

本システムを授業改善にどう活用するか、使用してどのような改善が必要か、等実際の学校現場で使用しての所感を以下に述べたい。

3.1 システム導入の概要

2015年10月より第5学年を対象に定期的に検証授業を行った。その結果、自分の思っていた以上に限られた範囲だけを移動しながら授業をしていたこと、特定の児童のいる場所を意識してその場所に多く移動していること、等を視覚的に実感することができた。また、2016年5月より第3学年で行った検証では、同一学年を担当する複数の教員(教員経験1年目と15年目)の動線を比較することで、教員経験年数による違いを分析し授業改善及び初任者指導に活用した。

3.2 データの分析と授業改善への活用

3.2.1 動線から支援を振り返る

どの学級にも個別に支援を行わないと理解が難しいと考えられる児童がおり、教師はその児童を把握している。具体的な支援の方法に関しては指導案等に記載しているが、実際にどの程度支援を行ったかを客観的に振り返ることは難しい。動線アニメーションを活用することで該当児童にどれくらいの頻度で支援をしているかを振り返ることができた。

Fig.7は2015年10月の3日間の算数科の学習の動線アニメーションである。支援が必要だと考えられる児童が2名おり(①②)、その児童の近くへ何度も足を運んでいることが分かる。実際、個人思考や練習問題に取り組む際に支援をしようということを意識していた。一方で、3日間通して③の周辺にほとんど行っていないことは想定していないことだった。③には、算数を得意とする児童が座っており、安心して配慮を怠っていたのだと考えられる。配慮が必要な児童を意識することはもちろん必要だが、全体に目を配ることも大切であることに、動線アニメーションを見ることで気付くことができた。

今年度、動画アニメーションが昨年度よりスムーズに動き、色の濃さの変化で動きを追えるようになったことでより視覚的に自分の動きを振り返ることができた。しかし、昨年度まで実装されていた動線図(1時間の動き全てを一括で表示される機能)が使用できなくなっているため、色の濃さという概念を加えて改善するとより分析が容易になると感じた。

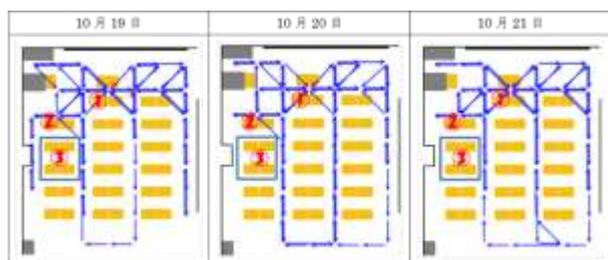


Figure7 算数科連続した3日間の動線図

3.2.2 自分の動線にくせを見つける

教師には発問や板書の仕方に個々の特徴があるように、動線にも特徴があり、それは意図のない偏った動きであり改善すべき点の場合も多い。Fig.8 は、ある日の国語の授業で授業開始25分経過時と授業終了時の滞在時間ヒートマップを比較したものである。自分が授業後半に教室中央部分しか移動していないことが分かる。授業後の実感として、全体を回れていないとは感じていたが、授業後半の全体思考からまとめにかけて個への支援が不足していることが視覚的に分かった。

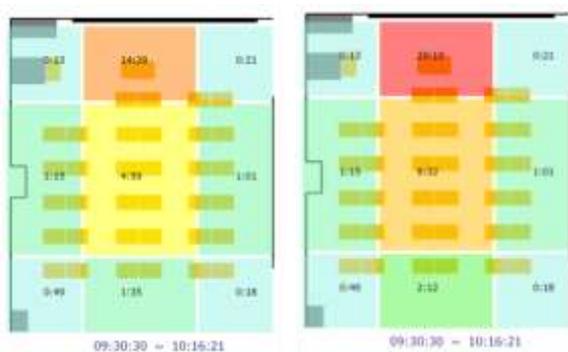


Figure8 開始25分後(左)と終了時(右)の滞在時間

昨年度、本システムを使用して「授業後半、教室中央部分に偏った移動をしている。」「ペアトークやグループ学習の際に意図のない無駄な動きがある。」といった自分の課題を自覚することができた。そこで、今年度は、滞在時間ヒートマップを使用し、授業後半やグループ活動時に焦点を絞って振り返りたいと思った。その際、時間軸に沿って自由に設定できる機能はおおいに役立った。

3.2.3 初任者研修に生かす

教職1年目の教師には、他の教員の授業を見て学ぶ示範授業や指導教諭に授業を見てもらいアドバイスをもらう参観授業等の初任者研修が設定されている。本システムを研修の資料として活用した。

Fig.9 は国語の授業での滞在時間ヒートマップである。教室の左側の児童への指導時間がないことが一目で分かる。この課題を踏まえて動線アニメーションを見ると右後方には頻りに指導に向かっているが左半分にはほとんど移動していないことが分かる。

また、同授業の初任者の歩行距離は324.68m、停止時間は36分01秒である。同単元を教職15年目の教員が行った授業では、歩行距離569.29m、停止時間33分22秒であった(Fig.10)。45分の授業の中で200m以上の歩行距離の差が出ている。長い距離を移

動することが良いとは限らないが、45分の授業の中でいかに全体に気を配りながら机間指導することが大切かを考える機会となった。

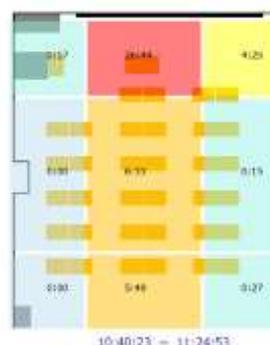


Figure 9 教職1年目教師の授業での滞在時間

中間結果	中間結果
開始時間: 10:24:49	開始時間: 11:10:57
現在時間: 11:09:49	現在時間: 11:55:57
歩行距離: 324.68 m	歩行距離: 569.29 m
平均速度: 2.30 km/h	平均速度: 2.63 km/h
最高速度: 4.28 m	最高速度: 4.21 m
停止時間: 36:01	停止時間: 33:22

Figure10 教職1年目(左)と15年目(右)教師の歩行距離

4. おわりに

筆者らは、現在も本システムを用いた実践を継続しており、動線記録及び分析から得られた「授業分析」の知見については、登壇時に詳細を述べたいと考える。

参考文献

- (1) Reid, D. J., 'Special involvement and teacher: pupil interaction patterns in school biology laboratories. ', "Educational Study" 6, pp.31-40 (1980).
- (2) 東原義訓, 谷塚光典, 三宅直樹. ティーチングポートフォリオシステム" STEPS" の作成機能の設計. 日本教育工学会第23回全国大会講演論文集. 691-692. (2007)
- (3) 河野義章他: "授業研究法入門", 108-117, 図書文化(2009)
- (4) 福島健介, 谷川真一, MOHAMMAD RASOOL SARRAFI AGHDAM: "授業研究における非言語行動解析に関する手法", PCカンファレンス北海道2015, pp.37-40(2015)
- (5) Aplix MyBeacon® 汎用型 MB004Ac, <https://www.aplix.co.jp/product/mybeacon/mb004ac/> (平成27年12月8日参照)
- (6) Joonyoung Jung, Dongoh Kang, Changseok Bae: "Distance Estimation of Smart Device using Blue tooth", ICSNC 2013: The Eighth International Conference on Systems and Networks Communications, pp.5(2013)
- (7) 谷川真一他, "iBeacon とスマートフォンを用いた授業動線分析システムの試作と評価", 情報処理学会第78回全国大会論考集,
- (8) Adams, R., & Biddle, B. ,The classroom scene. Realities of Teaching. New York: Holt, Rinehart, & Winston, Inc. (1970).
- (9) Apple Watch 開発について <https://developer.apple.com/jp/documentation/General/Conceptual/WatchKitProgrammingGuide/DevelopmentOpportunities/DevelopmentOpportunities.html>(2016年6月13日閲覧)
- (10) Watch Connectivity について <https://developer.apple.com/reference/watchconnectivity>(2016年6月13日閲覧)