

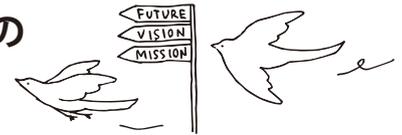
Vol. 88

## CONTENTS

- 【コラム】 今後の全国高等学校情報教育研究会の役割と使命… 牛来 峯聡  
【解説】 青森県での教員研修の実施報告… 高木 正則  
【解説】 中学校でのタブレット活用の実践と学習ログの分析… 村上 正行・飯山 将晃・美濃 導彦

## COLUMN

### 今後の全国高等学校情報教育研究会の 役割と使命



2018年5月17日に未来投資会議が開催され、翌日に「大学入試にプログラミング IT人材育成急ぐ」「大学新テスト プログラミング試験導入 政府検討 情報科目,36年度にも」という新聞記事を通勤電車の中で見かけたとき、夢中でこの記事を読んだことを鮮明に覚えています。このことは、情報教育に長い間携わってこられた多くの関係者の悲願ではないでしょうか。教科「情報」が大学入学共通テストの科目に導入される方向性で検討されていることを歓迎します。

全国高等学校情報教育研究会は、2008年に設立、全国の都道府県等情報教育研究会に呼びかけ研究会同士が連携した団体で、以来10年に渡り、情報に関する発表会や研究協議会を定期的に行い、研究会のネットワークを全国に広げております。情報教育の推進に寄与することを目的に、特に、教科「情報」についての実践や研究の発表を積極的に行い、情報モラル、問題解決学習、プログラミングなど、多くの事例や活動を共有し、情報科教員のスキルアップの一端を担っております。また、各種学会との共催やイベントの後援などを通じ、全国の高等学校情報教育関係者に向け、情報提供や研修機会の提供等も行っております。

このたび、「情報Ⅰ」などが文系・理系を問わず基礎的科目として、共通テストに加わる方針を受け、研究会同士の連携、大会等を通じての実践事例の共有など、教員同士の情報交換の活性化や研修機会の提供を、より一層図っていく予定です。その際、現在行っております情報処理学会との連携による教員研修だけでなく、より専門性の高い「情報Ⅱ」や専門教科情報科の科目を意識した高度な内容、また、情報に関する現在の技術トレンドなど最新の内容が得られる研修の機会や情報提供なども、情報処理学会に期待することができたらありがたいと感じております。

このように、全国高等学校情報教育研究会は、我が国の将来を見据え、関係団体と連携し、研究・研鑽・実践を行い教員の指導力向上を目指すとともに、将来を担う子供たちのために、また、我が国の情報教育の発展のために、より一層尽力していく所存です。

牛来峯聡(東京都立町田高等学校 統括校長/全国高等学校情報教育研究会 会長)

# 青森県での教員研修の実施報告

## —小学校段階におけるプログラミング教育の在り方—

高木正則

岩手県立大学

### 小学校でのプログラミング教育の必修化

2017年3月に小学校の学習指導要領が告示され、2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化されることになった。小学校のプログラミング教育では、専門科目を置かずに既存の教科（算数、理科、総合の学習の時間）等でプログラミングを体験しながら、教科理解を深めることとしている。2018年3月に文部科学省から公開された「小学校プログラミング教育の手引（第一報）」<sup>1)</sup>では、各学校において、プログラミングによってどのような力を育てたいのかを明らかにし、必要な指導内容を教科等横断的に配列して、計画的、組織的に取り組むカリキュラム・マネジメントの重要性が指摘されている。しかし、小学校でのプログラミング教育はこれまでほとんど実施されておらず、多くの教員はプログラミングの指導経験がない。また、そもそもプログラミングを体験したことがない教員も多数いる。そのため、鹿野<sup>2)</sup>が指摘しているように、教える先生方の研修体制を整えることが重要である。

本会情報処理教育委員会では2014年から教員免許更新講習（2018年度は東京、愛知、大阪で開催）を実施しており<sup>☆1</sup>、2017年8月末からは教員研修の講師紹介の相談窓口を設けている<sup>☆2</sup>。現在、東京都立の高校から、講師派遣の依頼を受け、調整を進めているところである。本稿では、この相談窓口に最初に講師紹介の依頼があった青森県の教員研修の

☆1 <https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2018.html>

☆2 <https://www.ipsj.or.jp/education/9faeag000000ueoe.html>

講師を筆者が担当したことについて解説する。なお、青森県の教員研修は来年度も筆者が担当することになっている。

### 教員研修の概要

教員研修は2018年8月28日に青森県総合学校教育センターで行われた。研修のスケジュールは表-1に示した通りで、筆者はこのうち午前の部の講義を担当した。受講者は表-2に示した25名であった。研修の様子を図-1に示す。

講義は「小学校プログラミング教育の手引き（第1版）」<sup>1)</sup>に基づいて、以下の流れで進めた。

- (1) 小学校プログラミング教育導入の経緯
- (2) 小学校プログラミング教育で育む力

表-1 研修講座の概要

時間	形態	形態
9:30～11:20	講義	①事前アンケート ②小学校段階におけるプログラミング教育の在り方 ③事後アンケート
11:30～12:00	発表	自校におけるプログラミング教育
12:00～13:00		休憩
13:00～16:00	演習・協議	ビジュアルプログラミングソフトウェアによるプログラミング

表-2 研修講座の受講者内訳

小学校 教諭	15名
中学校 教諭	1名
特別支援学校 教諭	4名
青森県総合学校教育センター 研究員	2名
平川市教育委員会 主任指導主事	1名
十和田市教育委員会 指導主事	1名
平川市教育委員会 主事	1名

- (3) 各教科等の目標・内容を踏まえた指導の考え方
- (4) 企業団体や地域等との連携(外部の人的・物的資源の活用)の考え方

筆者の講義の後の発表では、青森県総合学校教育センター研究員の先生から、現在取り組まれている研究概要や授業で児童がプログラミングを実践している様子について紹介があった後、参加者全員でファクシミリの仕組みを題材としたCS アンブラグド<sup>3)</sup>を体験した。午後の演習・協議では、PC教室に移動し、青森県総合学校教育センターの指導主事の先生から、ビジュアルプログラミング言語について説明があった後、LightBot, Hour of Code, CodeMonkey, プログラミン, プログル, Scratchの概要が紹介された。その後、Scratchの基本操作を学び、Scratchによるプログラミングを体験してもらった。

### プログラミング教育を実施可能な教科・単元

筆者が担当した講義の(3)「各教科等の目標・内容を踏まえた指導の考え方」では、教育課程内のプログラミング教育の指導例を紹介した後、参考資料としてプログラミング能力で育てる資質能力表<sup>4)</sup>と、授業案と到達目標(評価規準)の対応表<sup>5)</sup>を配布し、



図-1 研修の様子

表-3 プログラミング教育を実施可能な教科

国	社	算	理	生	音	図	家	体	学	総
4	4	15	7	5	3	6	2	2	1	6

プログラミング教育を実施可能な教科・単元を10分程度で各自のワークシートに記載してもらった。シートに記載された教科を集計した結果を表-3に示す。この結果では、学習指導要領にも例示されている算数や理科、総合的な学習の時間の授業例を考えた受講者が多かった。

### 受講者アンケート

筆者が担当した講義では、講義前後に事前アンケートと事後アンケートを実施した。表-4に事前・事後アンケートの質問項目を示す。表-4(1)~(4)は事前・事後で同じ質問をした。図-2に表-4(1)~(4)のアンケート結果を示す。4つの質問すべて

表-4 事前・事後アンケートの質問項目

No	質問	事前	事後
(1)	小学校のプログラミング教育は必要だと思う。	○	○
(2)	プログラミング教育の必修化は必要だと思う。	○	○
(3)	プログラミング教育で育成できる資質・能力を理解している。	○	○
(4)	プログラミングの授業ができそうだ。	○	○
(5)	プログラミングやプログラミング教育についてどう思うか自由に記述してください。	○	—
(6)	企業・団体や地域等との連携について、今後希望する連携方法や支援してほしい内容があれば自由に記述してください。	—	○
(7)	本講義の感想を自由に記述してください。	—	○

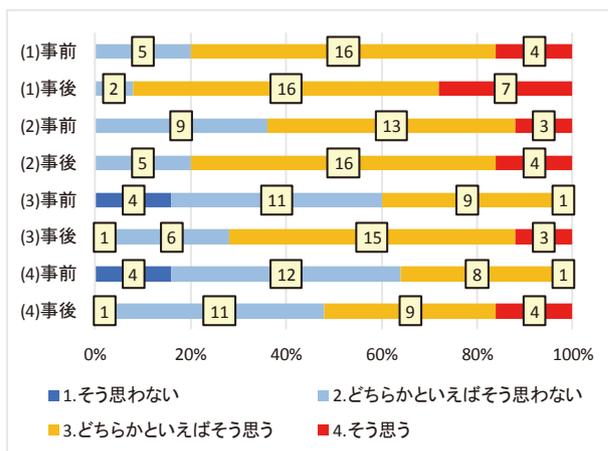


図-2 アンケート結果



で「そう思う」と回答した人数が事後で増加し、「どちらかといえばそう思う」と回答した人数も(1)を除いて増加した。事前と事前での回答結果の変化の分析結果を表-5に示す。表-4 質問(4)「プログラミングの授業ができそうだ」の結果では、講義後も約半数が「そう思わない」、「どちらかといえばそう思わない」と回答した。プログラミングの演習は事後アンケート後に行われたため、研修終了後にこれらの回答結果がどの程度変化したかは評価できなかったが、今後もプログラミング教育に関する研修や授業実施時の教員への支援の必要性がうかがえる。

### 現場教員が望む企業・団体や地域等との連携方法や支援内容

事後アンケートで質問した「企業・団体や地域等との連携について、今後希望する連携方法や支援してほしい内容」(表-4(6))の回答結果では、IT機器や教材等の貸し出し(5名)、講師や補助員、支援員の派遣(4名)、研修(4名)、情報機器、環境の整備(3名)、出前授業(2名)、導入教材や機材の活用のための支援、技術指導(2名)、などの要望があった。具体的に得られた意見を以下に示す。

- IT機器や教材等のレンタル、機器使用の技術指導。
- 学校のPCにインストール不要なプログラミングアプリ。
- 物的支援。プログラムしたものをアウトプットする教材が購入できない。
- プログラミング教育を支援する人材の確保。
- 教員の資質もそうですし、児童のスキルにも格差があるので、補助員が来てくれると助かります。

表-5 事前・事後での回答結果の変化の分析

No	評価が上がった人数	評価が下がった人数	評価が変わらなかった人数
(1)	6	0	19
(2)	6	0	19
(3)	13	0	12
(4)	10	0	15

- 出前授業があると助かるなと思いました！児童の意欲、関心が高まり教師の活動イメージも膨らむので。
- 支教員の必要な資質、能力の参考があれば、依頼しやすい。
- 支教員として、学習教員、外国語活動教員、特別支援教員と多くの支教員のほかに、また、プログラミング支教員、となると行政側の予算的な対応も大変で取り組む内容にもよるが、考えただけでも頭が痛くなります。
- 教員への研修、授業の支援がなければ、プログラミング教育は難しいと思います。
- 以前勤務していた小学校では、地域でICT関連の仕事をしている方に外部講師として来ていただき、コンピュータ操作やScratchを用いたプログラミングについて児童に教えてもらいました。そういった活動の継続と、教員の授業力向上のための講習会等が大変助かるので、希望したいです。
- インターネット上に授業につながるサイトが出てくればと思う。人材については確保できればと切実な願いがあるが、現実的に不可能なのは分かっているので期待はしていない。それよりは教師自らの研修(スキルを身につける)が必要。
- 小学校の各教科の単元でどうプログラミング教育を組み込んでいるのかの実践例を今後も情報公開してほしいです。
- 気軽に相談できる窓口。授業プランなど提供、サポートいただけるとありがたいです。
- まず、先生方にプログラムに触れてみる体験が必要。その支援。
- 学校側と今後のプログラミング教育の在り方を相談する場の設定。
- 教師への支援体制構築のために、具体的な準備についての支援。
- 予算措置が必要となる自治体の各課の連携への支援。
- 各自自治体との協議を進め、可能なことを提案してほしい。

今後は上記の意見を踏まえ、企業団体や地域等と連携しながら、教員への支援体制を充実させていくことが重要になってくる。プログラミング教育が開始される2020年度まで残り1年半を切り、今後ますます準備が加速する中で、本会の役割も重要になってくると考えられる。

- 4) 小島寛義, 高井久美子, 渡辺博芳: 小学校におけるプログラミング教育で育てる資質能力を考慮した指導内容の検討, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol.2018-CE-144, No.26, pp.1-12 (Mar. 2018).
- 5) 大森康正, 今出巨彦: 初等・中等教育における体系的なプログラミング教育のための評価規準に関する試案, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol.2018-CE-145, No.11, pp.1-9 (Jun. 2018).

(2018年10月6日受付)

#### 参考文献

- 1) 文部科学省: 小学校プログラミング教育の手引(第一版) (Mar. 2018).
- 2) 鹿野利春: 学習指導要領の改訂と共通教科情報科, 情報処理, Vol.58, No.7, pp.626-629 (2017).
- 3) 兼宗 進 監訳: コンピュータを使わない情報教育 アンソロジー コンピュータサイエンス, イーテキスト研究所 (2007).

高木正則 (正会員) takagi-m@iwate-pu.ac.jp

2007年創価大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)。同年創価大学工学部助教。2010年岩手県立大学ソフトウェア情報学部講師。2013年同准教授。



### 教員研修の講師派遣

情報処理学会では、全国の教育委員会からのご要望に応じ、教員研修に適切な専門家を派遣しています。講師派遣をご希望の教育委員会は、お気軽に詳細をお尋ねください。

問合せ先: sig@ipsj.or.jp

※メールの Subject を「問い合わせ: 研修講師派遣」としていただくと幸いです。



# 中学校でのタブレット活用の実践と学習ログの分析—京都 ICT 教育モデル構築プロジェクト—

村上正行 飯山将晃 美濃導彦  
京都外国語大学 京都大学 理化学研究所

## 京都 ICT 教育モデル構築プロジェクト

近年、学校現場における ICT 活用基盤の構築や活用が進められており、2010 年度から 2013 年度にかけて実施された総務省の「フューチャースクール推進事業」や文部科学省の「学びのイノベーション事業」などの支援によって、無線 LAN 環境のもとで 1 人 1 台のタブレット PC や電子黒板などの ICT 機器を活用した教育活動が行われるようになってきている。そして、文部科学省は、2020 年に向けて教育の情報化やデジタル教科書の活用について検討を進めている。

その一方で、情報処理技術の発展により、さまざまな種類のログの取得が可能となり、教育・学習の観点においてラーニングアナリティクスの研究が盛んになりつつある。初等教育での 1 人 1 台の情報端末を活用した教育・学習環境においても、学習ログを分析することによって、教員や児童・生徒の教育・学習支援が可能になってきている。

このような背景から、筆者らは 2014 年度から 2016 年度にかけて、「京都 ICT 教育モデル構築プロジェクト」を進めてきた。このプロジェクトは京都大学、京都市教育委員会、日本マイクロソフト、NEC が中心となり、「産官学の連携により、ICT を利用した教育モデルを構築し、情報社会を生き抜く上での必須の知識、スキルの習得を目指す。また、学習履歴等のデータを通じて、ICT 利活用の効果を分析する」ことを目的としている。京都市立西京高等学校附属中学 3 年生の 3 クラス 120 名

の生徒と教員にタブレット PC を準備し、3 年間を通してさまざまな教育実践を行い、多様な学習ログを取得して、学習ログの分析方法、分析結果の学習支援への活用について検討してきた。

本稿では、「京都 ICT 教育モデル構築プロジェクト」の概要と成果について解説する。

## 京都市立西京高等学校附属中学校におけるタブレットの活用と学習ログの取得

### □ 環境整備と学習ログの取得

2014 年 10 月より、京都市立西京高等学校附属中学校第 3 学年の 3 クラス 120 人を対象に 1 人 1 台のタブレット端末 (NEC 製 Microsoft Windows 8.1) や電子黒板 (60 インチ)、無線 LAN 等の環境を整備した。

ログについては、OS 層のログ、アプリ層のログ、学習層のログの 3 層に分けて取得した。OS 層のログは、活動状況、活動内容を把握するためのものであり、どのソフトを立ち上げたか、操作しているか、といった情報である。アプリ層のログは、個別アプリの利用を把握するためのものであり、各問題での解答所要時間や解答結果、書き間違いなどの情報である。学習層のログは、学習内容や達成度を把握するためのものであり、生徒が自身で学習した科目や内容、時間などを記録したものや、小テストの結果といった学習内容の理解度などの情報である。

生徒のログを取得するにあたっては、中学校から保護者に対して説明を行い、承諾書をいただいた上で行ってきた。また、筆者らが毎年、生徒に対して

情報モラル教育を行い、インターネットを利用する上での問題点、本プロジェクトの目的、タブレット端末を使う注意点について説明してきた。

### □ 授業におけるタブレット活用

2014年度は年度途中からの利用であったが、2015年度からは年度当初から生徒がタブレット端末を利用できるようになり、さまざまな形で利用された。たとえば、社会における調べ学習として、死刑制度や大きな政府、小さな政府などをテーマとして、OneNoteを用いて生徒の意見を一覧して議論することによって、インタラクティブな授業が展開された。保健の授業においても、タバコや飲酒、薬物について生徒が考えた上で意見を書き、それをクラス全体で共有した上で、喫煙率を0にするための方策について考える授業が行われた。数学の授業においては、問題演習を行う際にペアワークを取り入れ、生徒が問題を解き、隣同士で結果を共有・確認し、生徒がクラス全体に対して解答を説明する、といった授業を行っている。また、総合的学習では、大阪への研修旅行や東京への修学旅行における事前学習や訪問する大学・企業についての調べ学習、ポスター発表などを行う際にタブレット端末を活用していた。

また、2015年10月からは、生徒がタブレット端末を自宅に持ち帰ることができるようにした。2015年度はデジタルテストシステムであるAnswer Box Creatorを利用した宿題を毎週末に1教科ずつ出し、生徒は土日に自宅でタブレット端末を利用して宿題を行い、週明けに教員に提出するようにした。たとえば、英語の音声データを聞きながら行うテスト、理科の化学式に関する記述問題などである。2016年度からは生徒は恒常的に持ち帰ることができるようになり、数学の問題演習や理科のレポート作成などの宿題が課されるようになっている。日常的に授業でタブレット端末が使われるようになることで、生徒も教員も自然にタブレット端末をツールとして教育、学習に利用するようになっていった。

図-1、図-2に活用の様子を示す。

## 学習ログの分析結果

### □ 学習状況の可視化

学習ログを収集、分析することによって得られた成果として、3点紹介する。1点目は、学習している時間帯や解答時間などの学習状況の可視化である。例として、2016年5月と8月の学習時間帯を集計した結果を図-3に示す。ここから、5月においては、放課後に宿題をすませってしまう生徒がいること、帰宅後すぐには宿題にはとりかからないこと、20時～22時の取り組みが多いことなどが読みとれる。夏休みの8月においては、PowerPointやWordを用いた資料作成が中心となり、23～1時の深夜帯の利用が若干増加していることが分かる。また、生徒ごとにも勉強時間を集計しており、あくまでタブレット端末を利用して学習している時間のみではあるが、このようなログをほかのデータと関連付けて個別に分析していくことによって、さまざまな教育・学習支援を行うことが考えられる。



図-1 一斉授業におけるタブレット活用



図-2 ペアワークにおける教え合い



## □ 解答停滞個所の検出

2点目は、紙の答案からは見えない学習者の傾向を明らかにするために、問題を解く際のペンストロークの分析による解答停滞個所の検出を行った<sup>1)</sup>。ここでの「ペンストローク」とは記述における一筆のことであり、ペンダウンの時刻、ペンアップまでの経過時間、ペン先の二次元座標列で表現されるペン先が通った軌跡などからなる。このようなペンストロークデータからは、紙の答案から得られる静的な情報に加え、動的な解答の過程も得ることができる。これらのデータを分析することによって、習熟度が低い個所を把握できるようになることが期待できる。

解答の停滞が見られた個所に基づいて生徒の理解度や思考の過程を分析することを想定した場合、単に解答に時間を要した個所を検出するのではなく、答案をほかの複数の生徒の答案と比較することによって、相対的な解答時間の遅れを検出できることが重要である。その際、この比較は答案間における解答過程内の同一ステップにあたる個所ごとに行われるべきであり、答案間の同等個所がペンストロークデータ上で対応している必要がある。これを実現するために、1) ペンストロークデータからの文字列抽出、2) DP マッチングによる答案文字列同士の対応付け、3) 解答停滞個所の検出、の手順にて答案の対応付けと解答停滞個所の検出を行った

実際に、中学校3年生86名が数学の因数分解を中心とした課題7題に解答した際に得られたペンストロークデータを用いて実験を行った。取得し

た602個のデータの中から消しゴムとしてのストロークが含まれたものを除いた211個の答案データを選択し、その中から同様の解答ステップを経たと考えられ、かつ、7割以上の対応がある比較対象答案が存在する93個の答案を実験に利用した。なお、実験にあたっては、氏名・出席番号等個人を特定する情報を削除して匿名化処理を行ったものを利用している。

解答停滞個所の検出閾値は、人目で停滞と感じられる長さを元に2秒と定めた。つまり平均2秒以上遅れている個所を解答停滞個所として検出する。解析の結果、93個の答案のうち14個の答案から計298個所の解答停滞個所が検出された。検出結果の例を図-4に示す。結果を提示する際に、直前のストロークが2秒以上遅れている個所を解答停滞個所として赤く、遅れが0に近づくほど青く着色した。この問題については、式展開後に項ごとにまとめる計算に時間を要し、また中かっこを記述する際に少し時間を要していることが確認できる。

ほかにも、2つの答案の解答過程を同期させながら動画再生することによって、各個所でどちらがどれだけ停滞しているかを可視化するインターフェースも作成した。

## □ 図形問題の解答過程の可視化

3点目は数学の図形問題を対象に、解答に至る過程を可視化した上で分類し、特徴を明らかにした<sup>2)</sup>。解答に至る過程を行為(筆記, 消去, 考え込

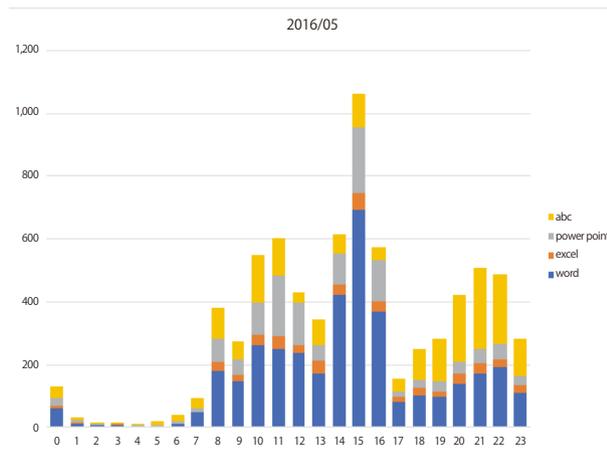
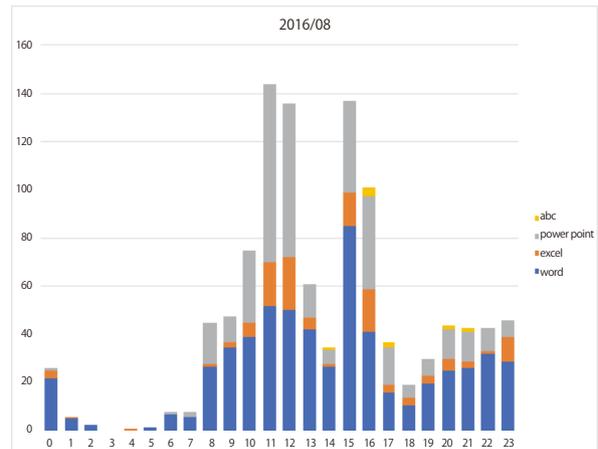


図-3 タブレット端末を用いた学習時間帯



む)と、書き込む対象(図, 図以外)を組み合わせせた6つの状態で表現した。可視化した例を図-5に示す。この場合, “10秒ほど考えた後, 図に書き込みし, さらに30秒ほど悩んでさらに図に書き込み。その後, 計算して, 30秒ほど答えを確認して解答を書き込む”という過程を表している。生徒全員分の解答に至る過程の一覧を図-6に示す。

6つの状態を手掛かりに階層型クラスタリングを用いて解答を分類した結果, 4つのグループ(長時間, 中間, 短時間計算, 短時間暗算)に分類できた。分析の結果から, 解答に長い時間を要したからといって正答率が低いわけではなく, むしろ中間グループの正答率が低かった。今後, 消しゴムの使用意図な

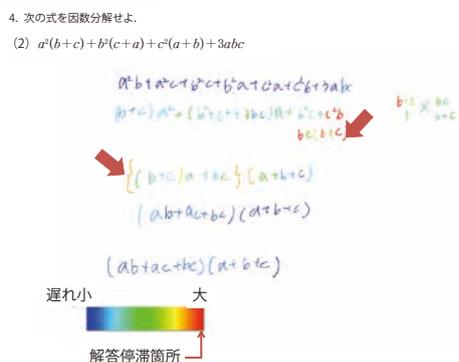


図-4 解答停滞個所の検出結果

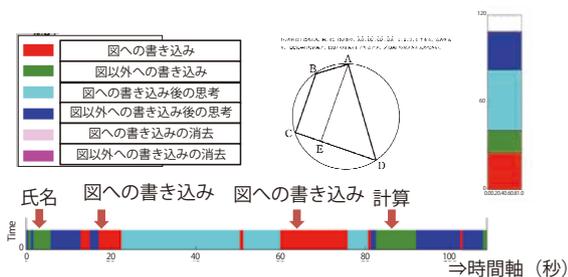


図-5 図形問題における解答に至る過程の可視化

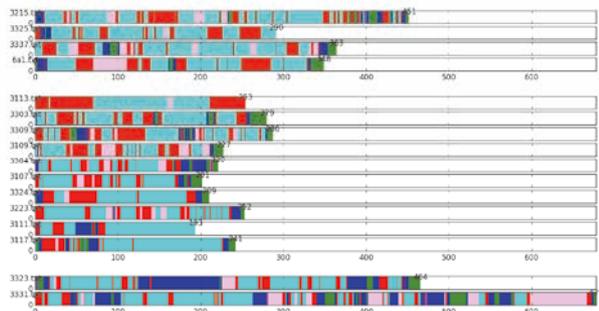


図-6 解答に至る過程の一覧

ども含めてより詳細に分析する予定である。

## 今後の課題

このプロジェクトを通して課題になったのは, “生徒が自然にタブレットを学習に利用する環境づくり”, “教員が必要とするデータ分析の結果の提供”である。プロジェクトとして, タブレットを活用した教育データ分析を目的としても, 単にタブレットを配布したからといって生徒が使うわけではない。まず, 教員が教育目標に応じて授業でタブレットを適切に活用しなければ, 生徒は授業や自宅で学習することは難しく, 学習データの収集ができない。そのために, 教育面における教員への支援が重要となる。また, 教育改善に必要なデータ分析がどのようなものなのか, という点について, 教員が暗黙的に求めているニーズをいかに明示化していくか, という点が必要となる。

今後, 教育現場における教育データ分析を進めていく上で, 研究成果, 教育改善の両面から進めていける環境づくりを考えていくことが重要であると考えている。

## 参考文献

- 1) 飯山将晃, 中塚智尋, 森村吉貴, 橋本敦史, 村上正行, 美濃導彦: ペンストロークの時間間隔を用いた解答停滞個所の検出, 教育システム情報学会誌, Vol.34, No.2, pp.166-171 (2017).
- 2) 村上正行, HOU, C., 飯山将晃, 美濃導彦: 数学の図形問題における解答に至る過程の可視化と分析, 日本教育工学会第33回全国大会講演論文集, pp.205-206 (2017).

(2018年10月4日受付)

村上正行 (正会員) [masayuki@murakami-lab.org](mailto:masayuki@murakami-lab.org)

京都外国語大学外国語学部教授。京大大学院情報学研究所博士後期課程指導認定退学。博士(情報学)。高等教育における教育データ分析, FDに関する研究に従事。

飯山将晃 (正会員) [iiyama@mm.media.kyoto-u.ac.jp](mailto:iiyama@mm.media.kyoto-u.ac.jp)

京都大学学術情報メディアセンター准教授。京都大学大学院情報学研究所博士後期課程指導認定退学。博士(情報学)。コンピュータビジョン・3次元データ処理・パターン情報処理の研究に従事。

美濃導彦 (正会員) [michihiko.minoh@riken.jp](mailto:michihiko.minoh@riken.jp)

理化学研究所理事。京都大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。京都大学学術情報メディアセンター教授等歴任。画像処理, 人工知能, 知的コミュニケーション関係の研究に従事。

