

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やってきた。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¹⁾。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²⁾。解答に至る過程を行為(筆記, 消去, 考え込

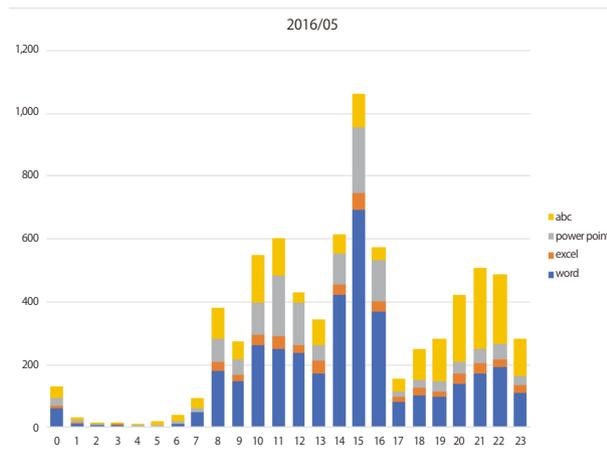
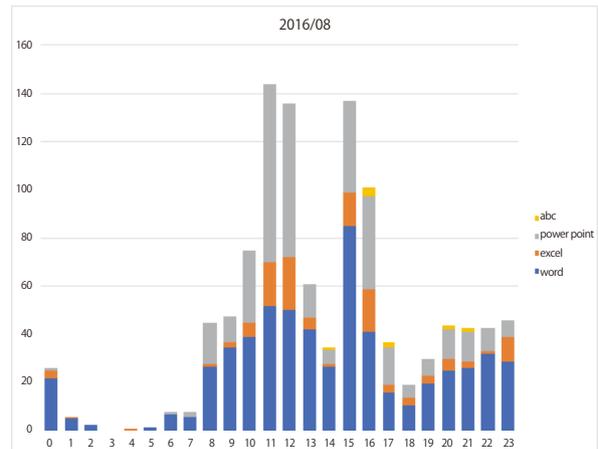


図-3 タブレット端末を用いた学習時間帯



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

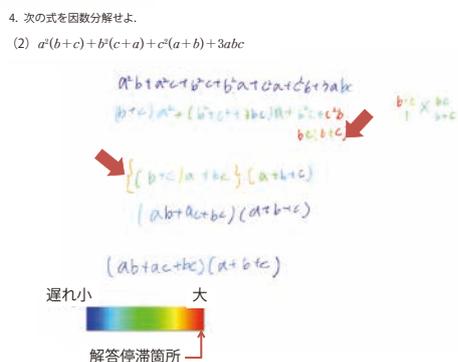


図-4 解答停滞箇所の検出結果

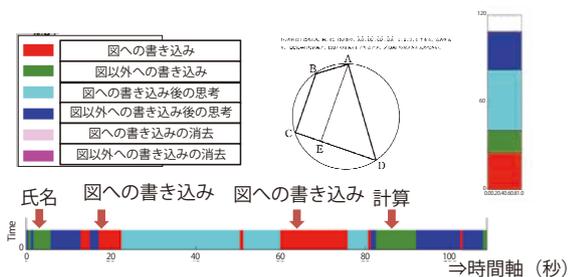


図-5 図形問題における解答に至る過程の可視化

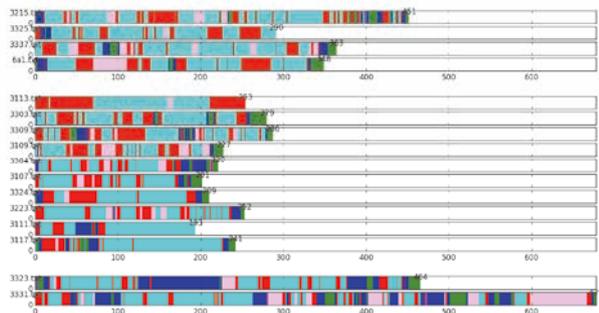


図-6 解答に至る過程の一覧

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箇所の検出, 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

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

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

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。

