

(408) メディア情報

生徒の活動状況に基づくヘルバルト的学習支援に向けた 学習データセットの構築

Dataset construction for student activity towards Herbartian learning support

松下 任[†] 溝口 達也^{††} 西山 正志[†] 榎田 大輔[†] 吉村 宏紀[†] 岩井 儀雄[†]

Ataru Matsushita[†] Tatsuya Mizoguchi^{††} Masashi Nishiyama[†] Daisuke Kushida[†] Hiroki Yoshimura[†]

Yoshio Iwai[†]

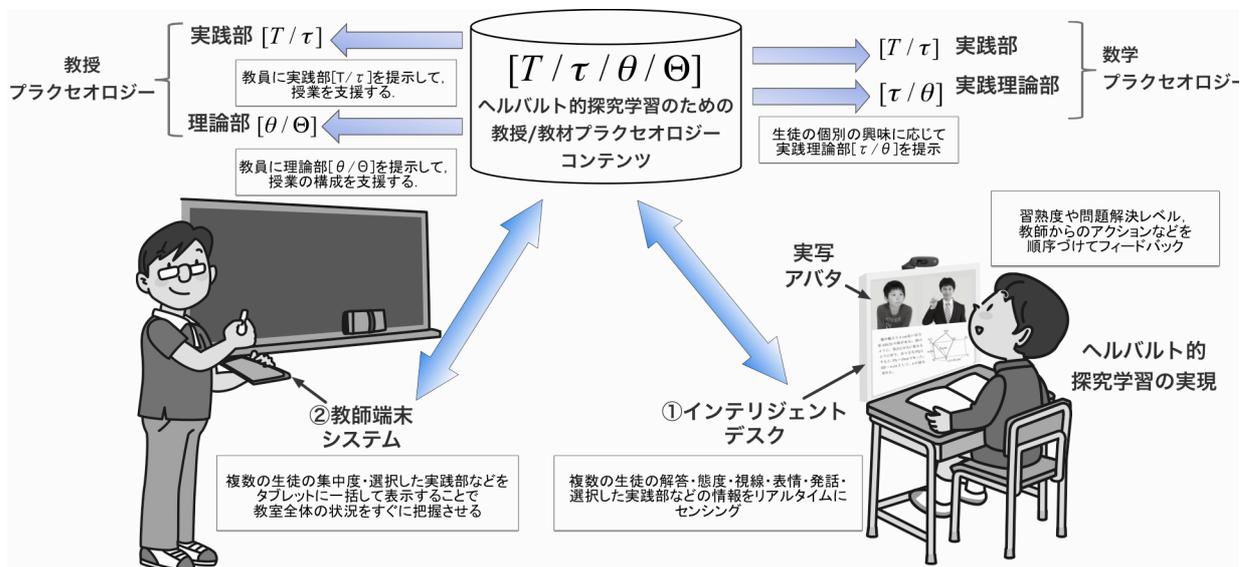
[†]鳥取大学 工学部 ^{††}鳥取大学 地域学部

1 はじめに

近年、日本では少子化や高齢化による生産年齢人口の減少、グローバル化の進展などにより、従来とは違う社会変革に貢献しうる人工知能やアンドロイドなどの技術・倫理などが必要とされている。このような社会的背景において、人文学的要素や社会科学の知識に加えて、物事を倫理的に判断する数学的素養を持った人材の育成が日本でも求められ始めている。

このような状況で、文部科学省も小中高学校での数学的な素養をより養うために、倫理的なものの方・考え方を働かせ、「数学的活動」を通して、その資質・能力の育成を目指すように新学習指導要領などが制定されている。「課題学習」、「総合的な学習の時間」、「理数探究」、「スーパーサイエンスハイスクール」、「プログラミング学習の導入」といった探究を組織するための制度的な仕組みも整備されている。また、高校教育課程では、従来の「センター試験」を廃止し、筆記問題を追加した「大学入学共通テスト」が2020年から導入される予定である。

しかし、現在日本で 行われている「探究」学習を教授人間学理論 (ATD) のヘルバルト図式に基づいて分析すると、そもそも「探究」学習の最初の問いが探究するほどのレベルになく、最終的な答えが教師の期待する答えの範囲に収まってしまっているという問題点がある。特に、学習支援が行われるときに、通常は当該の問題解決に直接的に有効なものがほとんどであるが、数学的探究を育成するためには、個々の学習者の数学的活動の行動を変容させるだけでなく、自らの知識として思考を変容するための支援が必要である。また学校教育分野では、タブレットなどを用いた教育 (ICT) などがスマートスクール・プラットフォーム実証事業として実施されているが、学務システムによる成績や課題の進捗具合といった生徒の習熟度を推定しているだけであり、一つ一つの授業における個人個人の学習効果を高めているとは言えない。その理由は、前にも述べたように主体的で深い学びを実現する新たな教育理論に基づく学習コンテンツやそれに習熟している質の高い教師が不足しているためである。よって、学習コン



テンツの整備や経験が不足している現場では教師の支援システムが必要とされている。

このような背景のもと、本研究では、「数学的活動」を通して、生徒の活動状況をリアルタイムに推定することで、適応的に生徒や教師への探索学習の支援を提供することができるヘルバルト的探究学習支援システムの研究開発を行うためのデータセットの構築を目的とする。

2 ヘルバルト的探求学習

前節で述べたように、本研究では、数学的に考える資質・能力の育成に必要な好奇心を喚起し、数学的探求能力を育てるのに効果的な探究学習を「数学的活動」の対象とする。未回答の問いや未解決の問題に対する理解ある態度のことをヘルバルト的 (Herbartian) という。ヘルバルト的

(Herbartian) 探究学習とは、未知の問い(Q)に対し、事前に用意された答えではない答え (A) に到達するまでに、学習される内容が事前に計画したものとは異なる経路を、調査と研究 (SRP, Study & Research Paths) という探究活動を行いながら学習する方法である[1]。生徒が到達する答え (A) は必ずしも授業前に計画された答えではない点が特徴である。

このヘルバルト的探究学習中に支援するためには、数学的活動を行っている生徒の状況をリアルタイムに認識する必要がある。そのためには、認識するための学習データとなる学習用データセットがまず必要となる。以降、そのデータセットを収集するための手法について説明する。

3 データセットの収集実験

3.1 実験詳細

学習用のデータを収集するにあたり、学習に有効なデータは未判明なので、できる限り複数の種類の生データを含んだデータセットを構築する。そこで、本実験ではカラー映像、深度映像、音声、加速度、脳派、視線情報、描画ログの7つの多角的なデータを取得する実験を行った。データセットの収集実験には、実験協力者として外部から中学生を生徒役として参加してもらった。さらに中学校の数学教師に教師役として協力してもらい、生徒2人・教師1人を1組として約15分の授業を行っている様子を撮影した。この実験を2日に渡り合計2回行った。授業では、思考を誘発する問題として、「店内の監視カメラの配置場所の検討」という題材の、筆記と論述を合計4問含む問題を解いてもらった(図2参照)。

実験では、正面からの撮影として「RGB-Dカメラ」(KinectV2 センサ)、生徒の手元及び表情を取る「handカメラ」, 「faceカメラ」(logicool Web camera)、実験空間を俯瞰的に撮影する「俯瞰カメラ」(SONY HandyCam)、生徒の描画の軌跡のログの撮影にペンタブレットを用いた。これらを図3及び図4の配置で固定したインテリジェントデスクを作成し、撮影を行った。

また、生徒役には脳波や加速度などの身体的情報を取得するために脳波計1台, 9軸センサ1台, マイク1台を、教師役には授業中の生徒とのコンタクトを把握するために、視線計測カメラ1台, マイク1台を装着した。

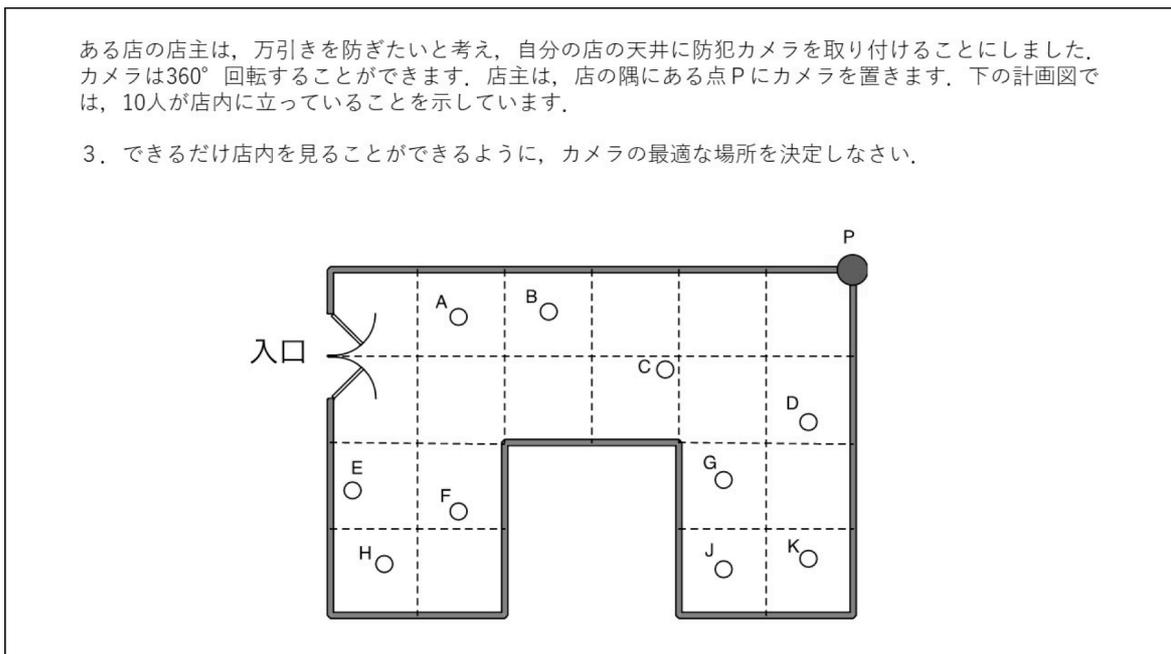


図2 実験に使用した問題 (問3)

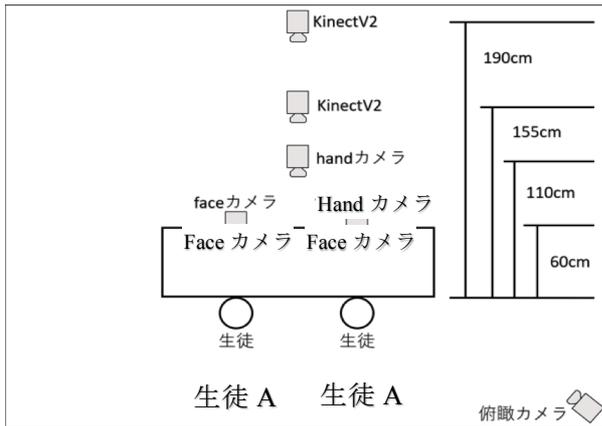


図 3 実験の上空からの撮影レイアウト

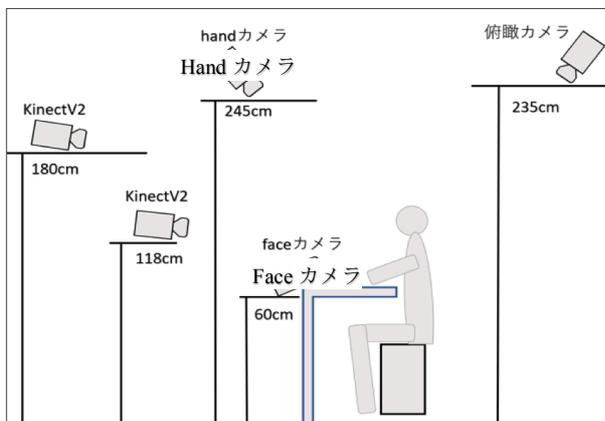


図 4 実験の横からの撮影レイアウト

教師・生徒には、インテリジェントデスクで授業を行ってもらい、図5のように実験中の生徒・教師の状態を収集した。この時、実験時間15分とは別に、照明の点灯と手拍子を映像、音声により記録する過程をデータに含ませた。これによって取得したデータを後に時間同期する際のターゲットポイントとする。



図 5 実験風景

3.2 実証フィールドと収集データ

前節で説明した実証フィールドと収集されるデータをまとめたものを下記に示す。本実験で収集した映像データ及び軌跡データは30fpsである。また、脳波計の計測間隔は0.125s/div、加速度の計測間隔は0.02s/divである。

実証フィールド：鳥取大学工学部棟教室

収集データ：生徒（脳波計28ch、心電2ch、

9軸センサ（加速度・ジャイロ・地磁気）108ch、音声2ch、）

生徒用インテリジェントデスク（映像6ch、生徒用タブレット入出力データ、ペン軌跡データ）、教師用センサ（視線計測情報1ch、音声1ch）

3.3 収集したデータの特徴

収集したデータは1日目で約18分、2日目で19分であり、授業を当初の15分で打ち切るのではなく教師の経験に沿って回答状況が充分進行するまで続けてもらった。収集したデータ上では画面右をAさん、画面左をBさんで統一しており、データには「センサ識別名+対応する英字(A, B)+実験日」で名前付けを行った。この授業中には生徒同士が答えを確認し合う動作や教師にヒントを貰う動作、図6のような問題が解けて笑顔を浮かべる等の特徴的行動が多く存在する。これらの特徴的行動をラベリングしていくことで学習データとしての精度を高められる。



図 6 問題が解けて笑顔を浮かべる生徒Aのfaceカメラの画像

次に、ペンタブレットのペン軌跡データはタブレットからの描画イベントが発生する毎に時刻とともに記録しており、これを用いて授業中の描画映像を正確に再現可能である。描画の過程は生徒の行動と密接に関係しており、生徒の活動状況をラベリングする上でこのデータは重要な意味があると言える。

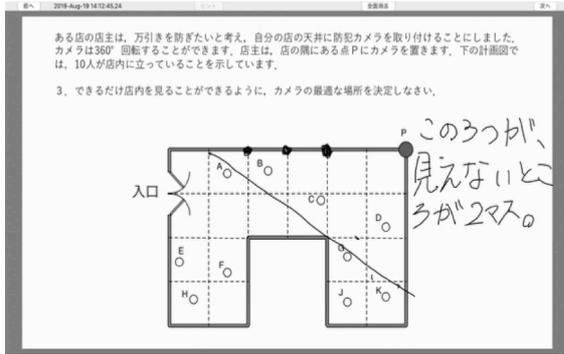


図 7 描画の映像化

上記のように複数のデータが正常に収集できた反面、不具合のあったセンサもあり、1日目の加速度が実験中に一部停止して収集が出来ておらず、脳波計は脳波を計測する電極の接続が一部不安定であり、実験全体を通して28ch全てを安定して計測することは出来なかった。

4 学習データセットの作成

この実験で取得した生データをもとに、全てのデータを時間同期し、生徒・教師の各動作に活動状況のラベリングを行う。ラベリングする活動状況は教育的観点から、問題解決過程、解決行動(発見的方法)、解決行動(過程)、解決行動(結果)、質問記号、誤謬記号、句読法記号、に分類されてラベリングされ、学習データセットをもとに、各活動状況で機械学習を行い、活動状況を推定出来るように開発していく。図8にアノテーションツール「ELAN」を使用したタグ付けの様子を示す。

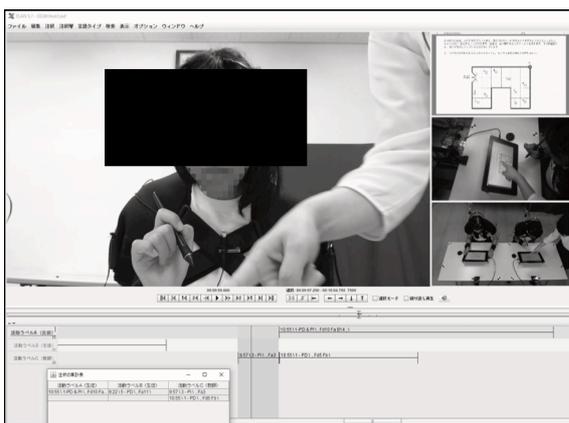


図 8 タグ付けの様子

4.1 データ間の時間同期

時間同期する上で、データは光源を記録できる映像、音を記録できる音声、どちらも記録できない脳波・加速度・描画データの3種に分けられる。ここで、実験時に記録した照明の点灯と手拍子に

よる音で、映像と音声を時間同期する。次に、脳波・加速度・描画データをデータ生成時刻とタイムスタンプを使用して映像・音声と同期することで三種のデータが時間同期される。

5 おわりに

本実験では生徒の教育支援の研究のための学習データセットの作成を行った。データを収集した上で、データの同時収集人数を複数にし、教師を設定したことにより、生徒間のインタラクションや教師とのインタラクションが発生し、その状況をデータとして収集することができた。本研究の対象は中等数学教育であり、生徒個人の動き以外にも、生徒同士のアクションや教師とのインタラクションという、外的要因を収集できたことで学習データセットとしての質を高める結果となった。

参考文献

- [1] Mizoguchi, T. & Shinno, Y. (2019). How Japanese teachers use mathematics textbooks for "kyozai-kenkyu": Characterizing their different uses by paradidactic praxeologies. In Rezat, S., Fan, L., Hattermann, M., Schumacher, J., & Wuschke, H. (Eds.). (2019). Proceedings of the Third International Conference on Mathematics Textbook Research and Development (pp. 257-262). Paderborn: Universitätsbibliothek Paderborn.