

生徒の授業エンゲージメントを導く教員技能の分析の試み Analysis of Teacher Skill for Guiding Student's Class Engagement

大森 隆司[†], 宮田 真宏[‡], 山田徹志[†], 倉見昇一[†]
Takashi Omori, Masahiro Miyata, Tetsuzi Yamada, Shoichi Kurami

[†]玉川大学, [‡]武蔵野大学
Tamagawa University, Musashino University
omori@lab.tamagawa.ac.jp

概要

教室での授業の映像から生徒と教員の顔情報を抽出し、生徒の関心集中を導く教員の働き掛けや授業の質の評価手法を開発する。そのため、AIにて顔情報を抽出し、機械学習で個々の生徒の授業参加を推定した。この結果を踏まえ、今後の教室での授業の在り方を検討する。

キーワード：教室センシング, 教員技能, 授業映像

1. はじめに

1-1. エンゲージメントを導く教員の技能

目は口ほどにものを言いなど、人の心の内は行動に表れる。我々はしばしば、他者の行動からその心的状態を読み取り、それに応じて自身の行動を変える。そのような心の読み取りと対応行動が不可欠な場面の一つが教育である。対面でもオンラインでも、教員は授業中に生徒を観察してその状態を推定し、働きかけを変える。結果、その働きかけの成功/失敗を教員は認識し、それに応じて授業の進め方を改善している[1][2]。

ただ、このような生徒の観察は人数が増えると難しい。生徒の数が多いとクラス全員の観察は難しく、記録する時間もないことが多い。さらにその認識は教員の経験に依存していて主観的であり、経験が浅い教員には生徒の状態を正しく認識することも困難であろう。

一方で、最近のAIやICT技術の進展は急速で、映像から人の感情を認識することも可能となってきた。そのような技術を教室での授業に対する生徒の状態推定に利用できるなら、それは教員の能力の拡張につながるであろう。そのためには、授業中のクラスの状態や個々の生徒の状態を推定する手法の開発が必要である。

そこで本研究は、授業の質、すなわち分かり易さや面白さを反映すると考えられる生徒の授業へのエンゲージメントに注目する。教員が自らの授業への生徒のエンゲージメント状態を知ることは、教員が授業を振り返ってその質や魅力を向上させる鍵となろう。

では、教員は何をみて生徒のエンゲージメントを認

識するのだろうか。我々はこれまで、教室での対面形式の授業映像からクラス全体および個々の生徒のエンゲージメントを推定する手法を開発してきた。しかし、授業には対面形式の他に、個別学習、対話形式、グループワークなど多様な活動が含まれる。それらの活動には個々の目的に沿った生徒の異なる行動がある。本研究で目指す授業を導く教員技能の分析のためには、その個々の活動についてエンゲージメントの推定手法及び、それらを統合した授業の質評価手法が求められる。

1-2. 2. クラスと個人のエンゲージメント

本研究では、教室での通常の授業の映像からAIにて個々の生徒および教員の顔情報を抽出し、その挙動からクラス全体および個々の生徒のエンゲージメントを定量的に推定する。そして、それを誘起したと思われる教員の働きかけ行動やそれに対する生徒の個性が表れた応答特性を抽出することで、生徒の授業エンゲージメントを導く教員の行動を分析する。この方法により、教員個人の経験や勘に依らない機械的手段による教員技能の客観的な理解を得ることを目指す。

これまで、映像からの生徒のエンゲージメントの推定手法は affective computing 分野を中心に研究されてきた[3][4][5][6][7]。しかし、その多くは一対一、あるいは少人数の場面である。そして人数が多くなると研究は急激に少なくなり、さらに生徒との相互作用を行う教員の技能を論じる研究は極めて少ない。特に、教室でのクラス全体のエンゲージメント推定は見当たらない。

生徒のエンゲージメントは、集団と個人の二通りがある。クラスの生徒集団のエンゲージメントはそれを導く教員の技能の反映と考えられる一方で、個々の生徒のエンゲージメントは個々人の学びの意欲の現れと考えられる。日本の公教育の1クラスの標準人数は35名であり、授業の観察によるエンゲージメント推定においても、クラス集団と個々人の推定を目指す必要がある。そこで本研究では、この2種のエンゲージメントを推定するセンシングシステムを構築する構成的手法により学びの活動の理解を試みる。

2. 教室センシングの方法と分析

授業の計測は2022年10月17日(月)に、玉川学園小学部2年生(小学2年生)の算数45分および中学部8年生(中学2年生)の歴史50分で行った。計測された画像の一例を図1に示す。映像は、教室の前後の左右で合計4台のDepthカメラ(OAK-D OpenCV DepthAIカメラ,4K解像度,PoE版,15fps)をフレーム同期をさせて記録し、同時に教室の後部から4Kビデオカメラで教員の映像を記録した。初期分析として、授業全体の活動を記述し、NECから提供されたAIソフトウェアを用いて映像中の顔向きと視線の向き情報を抽出した。

それにDepthカメラの距離情報を加えることで、検出された個々の顔の教室内の位置と向き・視線が判り、ひいては教室内の個々の生徒の位置と顔向き・視線の向きが抽出できた。この顔の配置と顔向き・視線向きを教室内で再構成すると、図2に示すような関心の集中状態を表す図を描くことができる[8]。



図1 中学2年生のクラスの計測映像の一例。

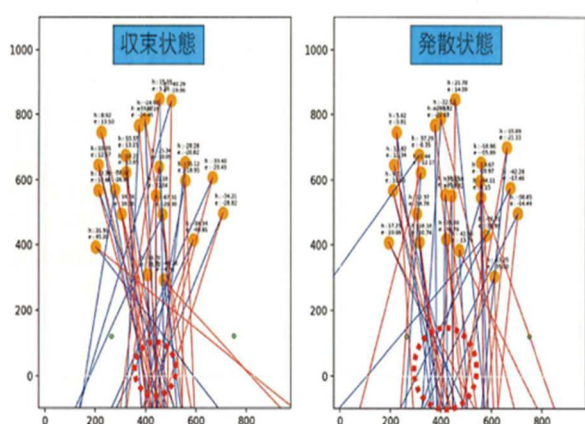


図2 中学2年生のクラスの関心の焦点の抽出例。オレンジ色の丸は抽出された顔の教室内の位置を、青線は各生徒の顔向きを、赤線は各生徒の視線の向きを表す。この線群の交点を求めると、その交点群の中心に生徒達の関心対象があると想定できる。

3. 分析1:対面形式場面のエンゲージメント

図2は中学2年生のクラスで教員が対面で説明をしている場面の視線の状態を示している。図2の左側は生徒の視線が狭い領域に収束した瞬間を、右側は生徒の関心が緩んで視線が発散した瞬間を表している。図中の多くの生徒の顔向きや視線は特定の場所に収束していることから、その交点は生徒達が注視する関心対象の位置を示していると考えられる。その交点群の広がり狭い瞬間には生徒達はその狭い領域にある何かを注視しており、交点群が広がっている瞬間は特定の対象への集中はないと解釈できる。そこで、この交点群の広がり正規分布で近似し、その標準偏差をもってクラス全体の集中(クラス焦点)の程度と考える。

しかし、生徒の中にはその瞬間に異なる対象に注意を向けている者もいる。そこで、上記の正規分布で近似された分布の中心から大きく外れた交点は計算の対象から除外し、改めてクラス焦点を求めた。

得られたクラス焦点の集中の時間経過と、その間の教員の行動のアノテーション結果を図3に示す。図3には同時に求められた他の行動指標も示されているが、教員行動が最もクラス焦点の集中と相関があった($r=0.64$)。その中央下部の赤矢印区間で、教員の生徒への問いかけにクラス焦点が大きく収束(図中2個の↓矢印)、その後で集中が大きく低下した場面があった。これは、教員の働き掛けにクラス焦点が集中と緩和で応答したと解釈できる。同様のクラス焦点の集中と緩和ことは、小学2年生の授業でも見られた。

一方で、図3下部の2つの青矢印区間の活動は教員の板書と生徒の書写の活動であった。この活動では生徒のエンゲージメントを反映するのは板書を見ながら

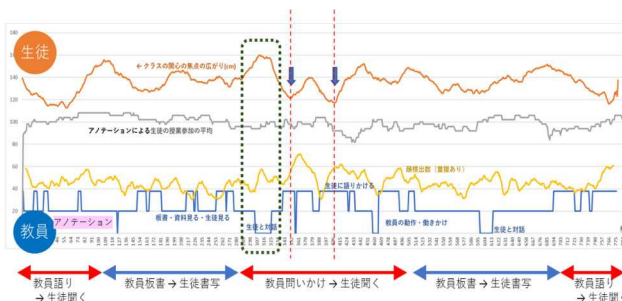


図3 中学2年生の一斉授業型の学びの活動13分39秒中の、クラスの関心焦点の広がり(オレンジの線)、アノテーションされた生徒の授業参加の平均値(灰色)、生徒の顔の検出数(黄色)、教員の行動(青色)とその期間中の授業進行。

自身のノートに書き写す行動であり、それは顔情報としては「数秒前を向いた後に下を向いてやや長く顔が検出できなくなる」という特徴に対応する。実際、アノテーションによると、平均 2.2 秒間前を見た後に平均 4.4 秒間下を向くという動作が繰り返されていた。この動作は、エンゲージメントと明確に関連していた。

4. 分析 2：個別作業のエンゲージメント

個別作業は課題の実施などの場面で行われる、個々の生徒の机上での作業である。教員が対面形式で指示をした後、生徒は個々に作業に取り組むが、往々にして作業以外の行動（筆記用具の準備、無関係な個人動作、周囲を見回す、周囲に話しかける等）の行動を示す。本研究で観察した小学 2 年生のワークシートへの記入の個別作業では、作業開始当初のエンゲージメントの立ち上がり、作業時間の終盤の作業終了に伴う不参加が目立つが、実際には作業途中で常時、不参加が発生している。その変化と教員の机間巡回および働きかけの間の関係については今後の分析が必要である。

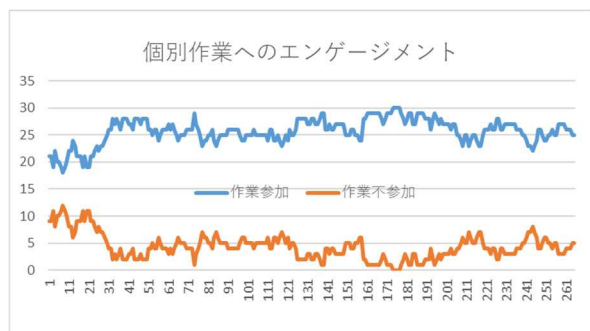


図 4 小学 2 年生の授業での、アノテーションによる個別作業へのエンゲージメントの変化。一定比率で作業への不参加が発生している。

5. 分析 3：個々の生徒のエンゲージメント

クラスの焦点の位置に対する個々の生徒の顔と視線の向きを評価した。図 2 左図に示すように、多くの生徒はクラスの焦点に向けて集中しているときはその対象に顔を向けて動きが少なく、飽きるとキョロキョロするなど異なる動きが出るのが経験的に知られている。そこで、顔の動きを用いて個々の生徒の授業に対する参加度を評価した。

対象は、中学 2 年生の対面型授業のある時間区間である。この場面での個々の生徒の授業参加度をアノテーションで評価した後、その生徒の顔の向きおよび顔の画像中の位置のフレーム間移動量、顔検出の成否、さ

らにクラスの焦点の位置に対する視線の向きの距離を求めた。そして、アノテーションによる授業の参加/不参加をこれらの情報を用いてロジスティック回帰により推定した（図 5）[9]。

その結果、推定の正答率は平均 66%と比較的低かったが、その詳細を見ると生徒の特性がそこに表れていた。対象とした 11 人の生徒の内 5 人は 90%程度の正答率が得られた一方で、3 人は正答率が 40%よりも低く、当初に想定した典型的なエンゲージメント行動をとっていないことが推測された。また他の 3 人は時間と共に行動が変化しており、当初は正答率が高い典型的な行動をとっていたが、授業の後半では正答率が低下し、典型モデルとは異なる行動を示していたと考えられる。その行動の違いに関しては、学習データ数の不足のため強力な機械学習手法による分析が行えなかった。生徒の特性に合わせた状態推定は今後の課題である。

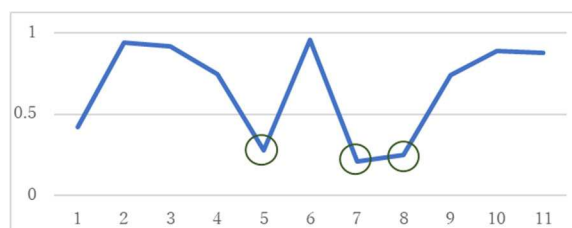


図 5 中学 2 年生の授業参加の推定精度。

11 人中 5 人は高精度で推定できているが、○で示した 3 人は大きく外れている。

6. 考察

クラスの関心集中を表す焦点の動きが教員の働きかけに伴う現象が、小学 2 年と中学 2 年という離れた学年で観察された。これは先述のクラスの生徒の多くの関心の現れとしての顔向き及び視線の向きから集中の指標を推定する手法の有用性が示唆される。この指標は一斉授業型の活動場面でのみ有効であると考えられるが、生徒の関心の集中という行動指標から教員の技能を推定するという方針の妥当性を示していると考えられる。このような教員の技能の指標を、センサの映像からの情報処理で客観的に定量化する方法はこれまで存在しなかった。

本実証研究で開発したクラスの焦点の広がり、中学と小学の授業の双方で教員の授業への集中とその緩急があることを示した。図 3 の矢印部分の生徒の関心の集中は、その前後及び中間に大きなクラスの焦点の

発散を伴っている。これは、生徒の関心を集中させる働きかけの合間に、教員が集中を緩めてもよい間を作り、生徒にある種の休憩効果を与えていると考えられる。

図3で見たクラスの関心の集中は、中学2年生と小学2年生で時間長が13分39秒と3分57秒と大きく異なるが、その中での説明の導入、板書、生徒に向かっての語り、板書とまとめ、というパターンが共通にあり、さらにその中央部で教員が生徒に向かって語る部分で生徒の視線の集中が2回とその前後の緩和の大きな波が発生している。さらに細かく見ると導入部の初頭効果、終了部の終末効果が発生し、それを引き越す教員の働き掛けも同様に変化している。一方で、図中の生徒の顔の検出数やアノテーションによる生徒の授業参加度の平均にはそのような変化が見られず、教員と生徒の相互作用の指標としては有効ではないと考えられる。

以上、中学2年生と小学2年生の2つの事例の共通点について考察した。本稿では小学2年生のデータは示していないが、ほぼ共通した結果が得られている。しかし本研究では授業の事例が少なく、集中と緩和のサイクルの定性的なモデル記述のためにも事例を多く集めて検証していく必要がある。

7. まとめ

授業中のクラスの映像からクラス全体の関心の集中度としての焦点を定量的に推定する手法を開発した。この手法により生徒のエンゲージメント推定を通じた教員と生徒の「学びの相互作用」の抽出に成功するとともに、教員が生徒の関心を維持するために行う集中と弛緩のリズムの存在を確認できた。

また、クラス全体の関心の焦点と個々人の顔情報から、個々の生徒の授業への参加度を推定した。その結果、関心があるときは対象をじっと見つめて関心がなくなるとキョロキョロするという典型的な行動を示す生徒に対しては高い推定精度を実現できた一方で、ある比率で存在すると考えられる非典型的な行動パターンを示す生徒の推定には課題が残った。

これ以外にも課題は多く残る。授業中には多くの種類の活動があり、その個々の分析は今後の課題である。例えば生徒が班に分かれて行うグループワークは、本方式では顔情報の取得が困難である。

教育の実践現場では教員が日々の授業の質の改善を試みている。教員研修はその支援として有効ではあるが、頻度は少なく、指導も定性的かつ属人的である。そ

のため、教員は自らの経験に基づき授業改善を試行錯誤しているが、そこにエビデンスを持ち込むことは容易ではない。これを支援するための先端技術の利用は不可避であろうが、その最も難しいものが教室での教員と生徒の多様な活動の数値化であろう。本研究は、そのボトルネックを解消することを目指したものである。教室の活動が詳細にデータ化されたなら、現在の機械学習や数理科学は多様な方法で現在の教室の問題を解決する方法を探ることができる。その推進に必要なものは、データの量と特徴抽出の技術であろう。そのためには、まずは計測の継続が求められる。より多くの授業サンプルがあれば、本実証研究で課題として残ったものは大きく改善されると予想される。

もう一つの課題は、このような技術が開発されたとき、それを社会実装して広く普及させるしくみである。本研究に必要な機材は比較的low価格であるが、その機材を運用し、データの収集、分析、フィードバックとその手法の改良を継続していくには一定の費用がかかる。現場の教員にそれを期待するのは無理があり、この活動をサービスとして継続していくしくみが必要で、それを今後の研究から作り上げていかねばならない。

文献

- [1] 文部科学省, (2023.1.9 閲覧)学校教育の質の保証のためのシステムの構築, https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyc0/toushin/attach/1346332.htm.
- [2] 吉田勝哉: (2005) “授業ビデオによる授業分析及び授業改善に関する研究” 奈良県立教育研究所, 研究紀要
- [3] Wang Yuchen 他, (2021), “新任教員の授業力向上のための授業振り返りシステムに関する研究”, 情報処理学会インタラクション論文集 pp.753-757
- [4] 李凱 他, (2016), “モーションセンサを用いた学習活動の状態推定手法の開発”, 教育システム情報学会誌, Vol.33, No.2, pp.110-113
- [5] Gupta, S. K., Ashwin, T. S., & Guddeti, R. M. R., (2019), “Students’ affective content analysis in smart Classroom environment using deep learning techniques. *Multimedia Tools and Applications*”, 78(18), 25321–25348.
- [6] Jacob Whitehill et al, (2014), “The Faces of Engagement: Automatic Recognition of Student Engagement from Facial Expressions”
- [7] 小竹原祐希 他, (2020), “講義映像に基づく受講者の多様な状況認識のための挙動のクラスタリング”, 教育システム情報学会誌, Vol.37, No.2, pp.120-130
- [8] Masahiro Miyata et al, (2022), “Estimating Child’s Participation to Class Activity from Teaching Scene Image Analysis” *IEEE LifeTech 2022*
- [9] 丸山真優子 他, (2022), “リフレクション支援のための顔情報による子どもの授業参加度の推定”, 人工知能学会全国大会 第36回