

# 算数・数学の授業における学びの実態を把握する試みについて — 生理計測データによる活動状態の解析 —

愛知教育大学 青山和裕

## 1. はじめに

現在の教育課程では「学びの過程」が重視され、資質・能力3つの柱にも「学びに向かう力と人間性」が設定されるなど学んだ結果である知識及び技能や思考力・判断力・表現力だけでなく、子どもたちがどのように学ぶか、どのように取り組むかなどについても注視する必要がある。とはいえ、教師が授業を進行しながら個々の児童・生徒の取り組みの様子をすべて把握するというのは容易ではない上に、思いや感情が表面に表れにくく観察しにくい児童・生徒がいるのも確かである。仮に観察できたとしてもその評価や見取りはその教師の主観に基づくため、経験や力量によっても左右される。

上記の問題点に対する解決策を模索する研究の一環として、本稿では、児童・生徒の生理計測データから活動状態を解析する試みについて検討する。近年のIoT等の開発や普及により、腕時計型のデバイスを装着するだけで脈拍や心拍数を計測できたり、眼鏡型デバイスで視線や瞬きの回数を計測できる機器も廉価・軽量で販売されるようになった。このような機器を児童・生徒に装着してもらうことで、児童・生徒の授業内での生理データを計測し解析することで、活動状態をある程度把握することができれば、教師による主観的観察を補完する情報を得ることができ可能性がある。

すでに2021年12月に愛知教育大学附属岡崎中学校にて、上記のような機器を用いた調査は実施しているが、本稿ではそれに先行して大学生を対象に、活動状態の変化がどの程度機器による計測データに反映されるかについて調査した予備実験の結果をまとめ、今後の研究の方向性や研究成果の活用方法に関する注意点などについてまとめる。

## 2. Learning Analytics との関連と本研究の位置づけ

本研究に近い研究領域としては、Learning Analytics が挙げられる。Learning Analytics の研究の目的については「学習者やその振舞いのモデリング」など次の6つに分類されている(Papamitsiou, 2014)。

- 学習者やその振舞いのモデリング
- 学習達成度の予測
- 振返りや自己認識の増加
- 退学予測
- 評価やフィードバックサービスの改善
- 教材のリコメンデーション

Learning Analytics では、基本的に学習者を個々独立した存在と捉え、その学習過程と結果の関係について分析している。過程として集めるデータは本研究と類似しているが、学習結果として研究の俎上に上がっているものは、個別学習者の成績や達成度、退学予測など、学習の終着点や定点、あるいは知識や技能面に偏っているといえる。

それに対して学校現場で求められている授業像は、協働的な問題解決など社会集団としての営みであり、教師の働きかけや授業運営の学習者への影響や学習者のモニタリングについて、社会集団として客観的に捉え、分析する必要がある。田村(2020)によると、文字情報、挙動情報、生理情報を分析対象とする Multimodal Learning Analytics(以下 MMLA)と呼ばれる研究も Learning Analytics の分野の中で取り組みが始まっているとされており、本研究は MMLA の方向性に近いものであるといえる。

本研究は、教科教育の専門家の視点から社会集団としての学びを捉えることと Learning Analytics や MMLA の研究知見に基づく計測データの分析とを組み合わせるものである。

### 3. 予備実験に用いた器具と実験方法

#### (1) スマートウォッチと眼鏡型デバイス

予備実験にはスマートウォッチと眼鏡型デバイスを用いた。附属岡崎中学校での調査の際には、これら2つの機器に加えて脳血流計も用いる。スマートウォッチは Fitbit luxe, 眼鏡型デバイスは JINS MEME を用いた。



図1：スマートウォッチと眼鏡型デバイス

スマートウォッチでは脈拍や心拍数、心電図を計測でき、眼鏡型デバイスでは視線や瞬きの回数が計測される。眼鏡型デバイスのアプリでは、ストレスや集中力の状態も表示される。

#### (2) 実験方法

装着者の状態の変化を各機器がどの程度検知できるのかどうかを調べることを目的として、予備実験を行った。青山ゼミ所属の3年生、4年生を対象に各機器を装着させ、次のような条件の下でデータを計測した。スマートウォッチの実験は4年生6人、眼鏡型デバイスの実験は3年生3人を対象にそれぞれ行った。

- ・手を上げたり下げたりする
- ・教科書を黙読する
- ・教師から指名される
- ・頭の中で一人でしりとりする

- ・人前でスピーチする・スピーチを聞く
- ・癒し系動画や恐怖系動画を見る など

授業中の子どもの動きを想定しているものが多いが、それ以外にも機器の計測機能を調べるためのものもある。

スマートウォッチで心電図を計測するには、左腕に装着したウォッチに右手の指を当てる必要があり、かつ計測時間も1分間に限定される。両手が使えなくなるため、授業中に子どものデータを計測することはできないが、あくまで機器による検知能力を探るために行った。脈拍や心拍数は右手の指を当てる必要はないので、装着中は常時計測できる。眼鏡型デバイスも装着中は常時計測可能である。

#### 4. 予備実験の結果について

##### (1) スマートウォッチでの計測について

個人差はあるものの行動や刺激に対して反応する様子が一部の刺激に対して見られた。反応が顕著なものとしては、教師から指名される、スピーチをする、挙手をするなどが挙げられる。挙手で反応が出た理由は、機器を装着しながら腕を上げるという行為が影響していると考えられる。

教師からの指名については、被験者が待機している状態で教師役の実験者が不意のタイミングで指名をする形で行った。図2は2人の被験者の記録である。図の上部には計測していた1分間の心拍数が表示され、中央から下に表示されている波形が心電図である。心拍数が通常時よりも増えているかどうかという点と心電図の波形に変化が表れているかどうか分析の際の着眼点である。心拍数に大きな変化はないが、心電図の波形を見ると、指名されたタイミングで反応が出ているのがわかる。

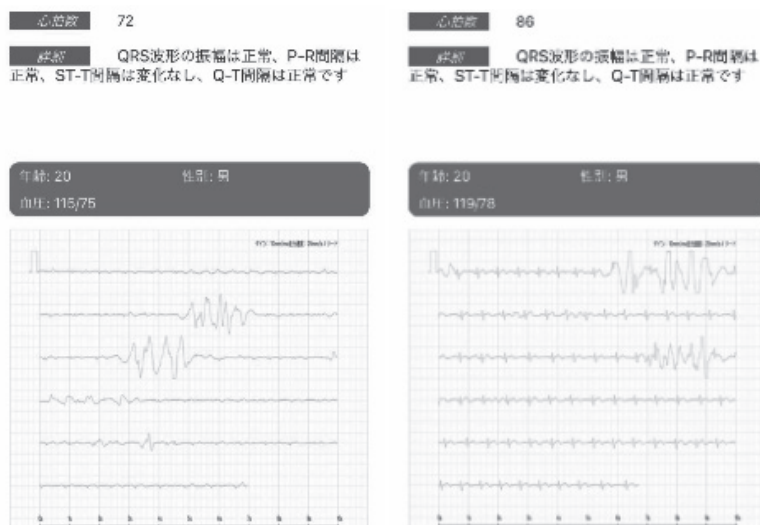


図2：教師から指名された際の計測データ

この画面はスマートウォッチをペアリングしたスマートフォンの画面に表示されたものであるが、

計測データについて断片的にしか情報が得られないため、附属岡崎中での調査の際には、API を用いてデータを解析する。

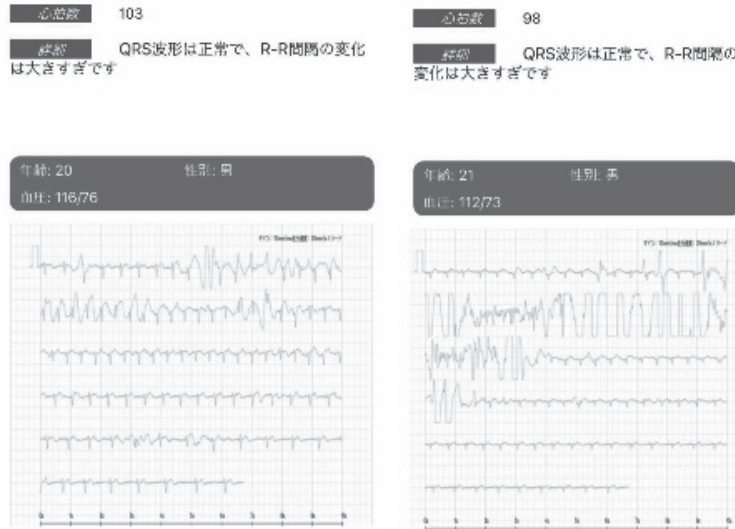


図3：被験者がスピーチした際の計測データ

図3は被験者がスピーチした際の記録である。スピーチ開始直後に波形に変化が生じているが、話が進むにつれて落ち着いてきていることが分かる。心拍数は通常時よりも多い傾向であった。

スマートウォッチは6名の被験者が装着したが、個人差による影響もあるようで、波形の変化が生じやすい人とほとんど変化が生じない人もいた。附属岡崎中での調査の際にも、装着する生徒個人の特性による影響も考慮する必要がある。

## (2) 眼鏡型デバイスでの計測について

眼鏡型デバイスでは、実際に計測されているデータは、視線や瞬きの回数などはずだが、アプリ画面に結果として表示されるのは集中力の状態が表示される。実際に計測されているデータと結果として表示される集中力に関してどのような解析に基づいているのか不明のため、附属岡崎中での調査の際には、計測データにアクセスして解析を行うが、本稿での予備実験においてはアプリ画面で表示される集中力に関する結果について取り上げる。

眼鏡型デバイスでの計測結果については、刺激に対して反応が出やすい人とそうでない人の個人差が大きいという印象である。例えば、図4は教科書を黙読しているときの結果である。画面の中ほどに「集中外」「軽集中」「ZONE」と3段で表示されている部分が集中力の状態を示している。時間経過に沿って左から右に進んでいる。左の被験者の場合、集中外から始まり軽集中を経て途中と最後に計2回ほどZONEとなっている。世間一般でいうところのZONEは集中力が極度に高まった状態を指すものと思われるのに対し、このデバイスでのZONEは軽集中よりも集中力が高いという程度だと思われる。右側の被験者の場合は、最初と最後に軽集中、それ以外は集中外となっている。



図4：教科書を黙読している際の計測データ



図5：猫の癒し動画を見ている際の計測データ

図5は猫の癒し動画を見ているときのものであるが、これも個人差が大きく出ている。左の被験者はかなり集中しているのに対し、右の被験者はほとんど集中していないことが分かる。

個々人によって同一の刺激に対する反応が異なるのは当然であるため、計測データに個人差が出る

のは悪いことではないが、事後の聞き取りでは、本人の集中状態の認識と計測データの結果とが必ずしも一致しないため、計測データの信頼性について検討が必要であると感じた。何をもって集中していると判定しているのかどうかなど、計測されているデータと出力される結果との間の解析方法について検討を行うこととする。

## 5. 今後の研究の方向性

### (1) 附属岡崎中での調査に向けて

予備実験の結果から、被験者の状態の変化についてある程度機器が計測できるということは分かったが、実際の被験者の状態とどの程度リンクしているのかどうかについては疑問の余地も残った。アプリ上で表示される結果は計測データそのものではなく、内部関数によって処理された結果であるため、その段階で実態とのずれが生じている可能性もある。附属岡崎中での調査に際しては、API などを用いて計測データそのものを解析することとする。また予備実験では用いなかった脳血流計も用いることで、計測データの幅を広げる。



図 5 : 脳血流計 NeU HOT-2000

授業の生徒数人に各種機器を取り付けて授業を受けてもらい、活動状態の変化と計測データとを関連付けて分析を行う。

### (2) 研究成果の活用方法についての可能性と危険性

本研究が進展し、仮に機器を用いることで児童・生徒の活動状態が把握することが可能となった際の成果の活用方法については注意が必要である。本研究の立場としては、教師の主観的観察を補完し、授業運営の効率化のために生かすことや、遠隔授業、院内学級など、通常学級環境とは異なる環境下での児童・生徒の学習状態を比較したり、環境改善へと生かすことをねらいとしている。

一方で、研究成果の活用の方向性としては、児童・生徒の学習に対する態度面の評価に用いるということも想定される。機器を装着させておけば、集中していなかったり、学習に対して前向きでない児童・生徒の拾い出しや、態度面の評価の根拠の自動生成などに用いることもできるかもしれない。そのような利用方法が採用されると、児童・生徒は常に学習状態を監視されているような圧迫感を受けることにもなるので、本研究においては、個々の児童・生徒の評価に用いることはせずに、あくまで授業者の授業運営に対するフィードバックを得るという立場で今後も進める。児童・生徒から授業内における生理計測データを得ることやその利用方法に関するガイドラインの策定についても並行して取り組んでいく予定である。

## 引用・参考文献

- Papamitsiou, Z. and Economides, A. 2014. Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence, “Educational Technology & Society”, Vol. 17, No. 4, pp. 49-64.
- 田村恭久. 2020. 「ラーニングアナリティクスとモデリング」, 『人工知能』第 35 巻第 2 号, pp.234-240.