

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	算数・数学における児童・生徒の学習状態の解析に関する研究-生理計測データと教師による主観的評価を照合して-
Title	Research on Analysis of Students ' Physiological Data in Subject Mathematics ~ Can Teacher ' s Observation will be Substituted for Physiological Data? ~
著者	青山和裕, 岡島彩莉, 山村雅幸, 吉川厚
Authors	Kazuhiro Aoyama, Akari Okajima, Masayuki Yamamura, Atsushi Yoshikawa
出典	日本科学教育学会年会論文集, 46, , pp. 31-34
Citation	Proceedings of the Annual Meeting of Japan Society for Science Education, 46, , pp. 31-34
発行日 / Pub. date	2022, 9

算数・数学における児童・生徒の学習状態の解析に関する研究
Research on Analysis of Students' Physiological Data in Subject Mathematics
～生理計測データと教師による主観的評価を照合して～
Can Teacher's Observation will be Substituted for Physiological Data?

青山和裕*¹・岡島彩莉*²・山村雅幸*²・吉川厚*²

AOYAMA Kazuhiro*¹ OKAJIMA Sairi*² YAMAMURA Masayuki*² YOSHIKAWA Atsushi*²

愛知教育大学*¹ 東京工業大学*²

Aichi University of Education*¹ Tokyo Institute of Technology*²

[要約] 2017・2018年の学習指導要領改訂により、主体的・対話的で深い学びや資質・能力が強調され、学びの過程が重視されることとなった。教師にとって授業を進行しながらすべての児童・生徒の取り組みの様子を把握するのは困難である。その理由としては、教師個々人の経験や力量による観察力の違いもあれば、児童・生徒個々人の特性の違いによる観察のしやすさの違いなど様々に考えられる。本研究は学習者の生理計測データを解析することにより学習状態に関するフィードバックを提供し、より効果的な授業運営に資するモデルを提案することにある。そのために本稿では、学習者の心拍数、瞬き数、脳血流量に関する生理計測データを用い、教師による主観的評価と照らし合わせることで、学習者の状態を特定できるかどうかについて検討した。特に瞬き数の変化は集中力の変化に連動しやすく、学習状態を見取る要素として用いられる可能性を見出すことができた。

[キーワード] 生徒の学習状態, 生理計測データ, 心拍数, 瞬き数, 脳血流量

1. はじめに

2017・2018年の学習指導要領改訂により、資質・能力3つの柱や主体的・対話的で深い学びなどが強調されることとなった。試験で高得点が取れるなどの学習の結果や知識・技能ばかりに重きを置くのではなく、「どのように学ぶか」など学びの過程が重視されることとなった。

教師は指導において、児童・生徒の関わりや取り組み方にも注目し、ときに協働的に取り組ませるなど様々な活動を取り入れて学びを支援する必要がある。教師にとって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。

このような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可能性について検討する。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る可能性がある。

Learning Analyticsにおいては、学習した結果のデータを基に、学習者の振る舞いと学習結果に関する分析が行われている(例えばPapamitsiou, 2014など)。それに対してSharplesらは学習のための分析としてFormative Analyticsを提唱し、教師や学校が教育に活かせるために、「学習者が何を学んだか、何を改善できるか、どの目標を達成できるか、そしてどのように前進するかを振り返ることを支援する」ことが大切としている(Sharples et al. 2016)。そこでは、個別学習の中での学習分析(Maseleno et al. 2018)とは異なり、学習プラットフォームに組み込まれた集団としての学習分析を紹介している。

本研究は、教師が日常観察できる学習者の行動観察を、教室全員に目が届かない現状を踏まえて、学習者の生理計測データで、教師の観察を補い、効果

的な授業運営に資する補完モデルを構築するための一環としてデータの照合を行うものである。

そのために本稿では、学習者の生理データを計測した後に、特徴的な変化が生じていた箇所を抽出し、教師による主観的評価と照らし合わせることで、生理計測データから学習者の状態を推定できるかどうかを検討する。合わせて生徒に装着する測定装置を最小にする組み合わせ等についても検討する。

2. 使用機器

本研究では生徒に装着しやすい価格や使用感になっている心拍数・瞬き数・脳血流の測定デバイス、JINS MEME^[1]、Fitbit Luxe^[2]、HOT-2000^[3]の3種類の測定機器を用いた。JINS MEME はメガネ型の端末であり、3点式眼電位センサーが取り付けられている。これにより瞬きの回数や速度、眼球の動きについて測定ができる。Fitbit Luxe はスマートウォッチ型のフィットネストラッカーである。手首に装着することによって心拍数の計測ができる。HOT-2000 は携帯型脳活動計測装置である。前頭葉部の2箇所センサーブロックが取り付けられており、脳血流の変化を測定できる。また、心拍計もついているため心拍数の計測も可能である。

3. 研究の方法

3.1 計測方法

愛知教育大学附属岡崎中学校の第1学年、16名の生徒に協力してもらい、測定機器をつけた状態で1コマ45分間の数学の授業を受けてもらった。授業コマ数は6回で、複数の計測に協力していただいた生徒もいる。1授業あたり5人ずつに協力してもらい、5人全員がFitbit Luxe もしくはHOT-2000を装着することにより全ての被験者の心拍数を計測できる状態とした。また、HOT-2000とJINS MEMEは装着箇所が近いことから測定結果に影響が出る可能性があったため、これら2つの計測機器は1人が同時につけることがないように調整した。計測データと被験者の様子を事後に照合できるよう、ビデオカメラ6台を用いて授業中は教室全体の様子と測定機器を装着した被験者をそれぞれビデオに収めた。実験中の教室全体の様子を図1に、JINS MEME 装着の様子を図2に、Fitbit Luxe 装着の様子を図3に、HOT-2000の装着の様子を図4に示す。



図1 教室全体の様子



図2 JINS MEME 装着の様子



図3 Fitbit 装着の様子



図4 HOT-2000 装着の様子

3.2 計測機器の絞り込み

全ての計測終了後、瞬き数、心拍数、脳血流量についての計測データの値の変化が大きかった部分、変化のなかった部分についてそれぞれの測定機器ごとに2、3箇所ずつ抽出した。個人ごとに測定値が異なるため、今回の実験による抽出では指標を定めず変化量が感覚的に大きいものを選んだ。そのように

して、各人ごとに全 15 箇所を決め、該当箇所ごとに測定機器を装着した観察録画を 2 分間切り出した。

切り出した動画を授業者に見ていただき、その生徒の取り組みの様子について主観的に評価してもらった。その結果から 3 つの測定器の中で授業者の観察事項と最も一致する測定器を選び、そのデータを更に詳細に分析し、データから解釈できる授業者への報告事項を抽出することにした。

4. 実験結果

JINS MEME によって得られた瞬き数の測定データの例を図 5 に、Fitbit Luxe によって得られた心拍数の測定データの例を図 6 に、HOT-2000 によって得られた脳血流量の測定データの例を図 7、心拍数の測定データの例を図 8 に示す。

瞬き数、心拍数、脳血流量それぞれの増加、減少、変化なしという 3 種類の状態について授業者に動画から評価していただいた結果を表 1 に示す。この表は、例えば瞬き数が増加していた場合、動画を 2 つ提示し (分母)、授業者が 2 つとも集中力減少と判断した (分子) ことを示している。

表 1 より測定項目の状態なるべく単一の解釈できるものは瞬き数である事がわかる。表 1 では瞬き数のサンプルが少ないため、追加で JINS NEME の表 1 とは別の部分、瞬き数の変化した箇所を 7 箇所、変化していない箇所を 5 箇所計 12 箇所の動画を切り出して評価をしていただき、表 2 を得た。

5. 考察

実験協力者の負担としては明らかに、HOT-2000 > JINS MINE > Fitbit Luxe である。したがって、心拍数のみで学習者の状態が推定できることが望ましい

表 1 評価結果

	増加	減少	変化なし
瞬き数	集中力減少(2/2)	集中力増加(2/2)	始終集中(1/2) 始終散漫(1/2)
心拍数	始終散漫(1/2) 落ち着かない(1/2)	始終集中(1/2) 始終散漫(1/2)	始終集中(1/2) 落ち着かない(1/2)
脳血流量	始終集中(1/2) 動揺(1/2)	始終散漫(2/2)	始終集中(2/3) 始終散漫(1/3)

表 2 瞬き数のみの評価結果

	増加	減少	変化なし
瞬き数	集中力増加(1/3) 集中力減少(1/3) 始終集中(1/3)	集中力増加(4/4)	始終集中(2/5) 始終散漫(3/5)

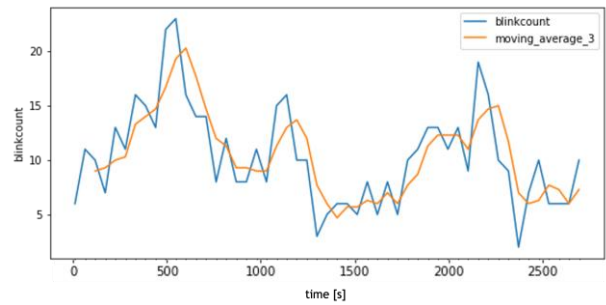


図 5 JINS MEME による瞬き数の測定データ

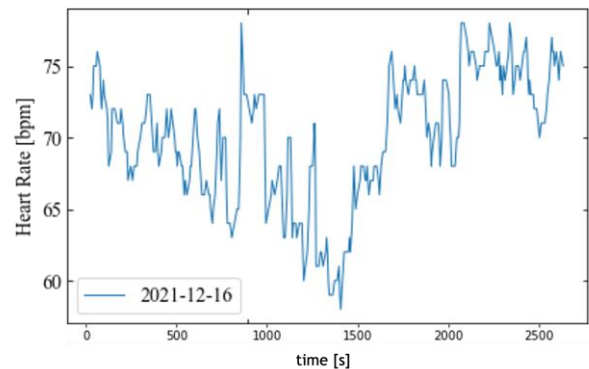


図 6 Fitbit による心拍数の測定データ

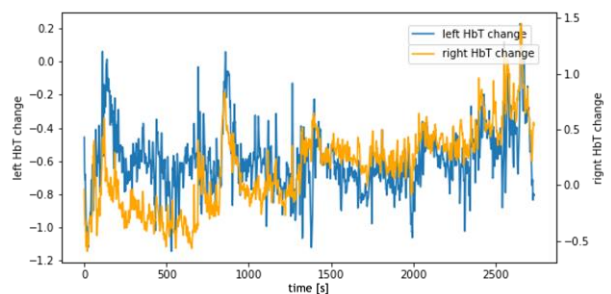


図 7 HOT-2000 による脳血流量の測定データ

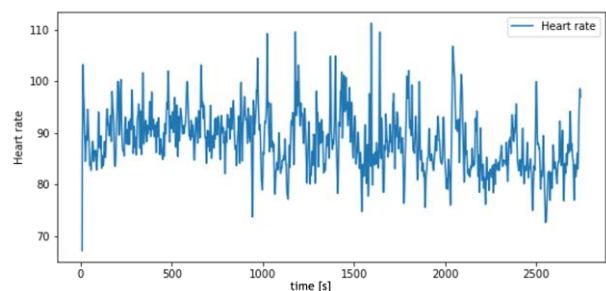


図 8 HOT-2000 による心拍数の測定データ

が、実験からは言えなかった。表 1 より瞬き数と脳血流量の 2 つが有用な測定装置と考えられるが、実験協力者の負担を考え、JINS MINE のみでどこまで推定できるかを考える。今回は JINS MINE で測定できる瞬きの回数や速度、眼球の動きの 3 つのうち、瞬き回数に着目して分析したが、瞬き数減少のみが授業者の解釈と一致した。瞬き数が増加していた箇所については、集中力の増加が見られるもの、集中

力の減少が見られるもの、始終集中しているものなど生徒の状態はさまざまであった。この原因としては個人特性と日差変動が影響していることが考えられる。個人特性については、データ量が少ないため正規化を行っておらず、特性毎に瞬き数の変化パターンがあるかどうかはまだ調べていない。また、日差変動は、日によって実験協力者に示される教授項目が異なるために、知っていることや発見したことなどが異なるので反応も異なる可能性がある。実際授業の中で実験しているためすべてを統制しながら実験を行うことは不可能であるが、例えば特定の生徒を固定し当該の生徒の学習の様子を追跡する方法や、複数台の計測機器を組み合わせることでより多くの情報を取得し補正する方法により、更に実験をすすめることでわかることもあると考えられる。

6. 結論

今回の実験により、瞬き数の変化は教師が観察する集中力の変化に連動しやすく、教師の把握すべき学習者の学習状態把握のための補助手段として用いる可能性を見出すことができた。また、そのためには、JINS MEME で十分であると考えられる。しかし、HOT-2000の脳血流も検討の余地は残っており、今後の検討としたい。現状では両装置の同時装着が難しいことから、比較研究ができないので、今後これらを解消できるような他の測定機器の導入も検討したい。

また、今回は測定値の増加・減少といった二値的な評価しか行っていないが、変化量の違いや正規化により生徒の変化を定量的に捉えることができるのかということについても考えていきたい。

余談ではあるが、心拍数について、Fitbit Luxe とHOT-2000の2つの計測機器で測定を行ったが、いずれの機器でも値は異なっていたが、上昇下降の特徴は一致していた。しかし、心拍数そのものが、例えば手を挙げるなど身体的な動きによって影響を受けやすく、生徒の学習状態を定性的に捉えるのは難しいと考えられる。

脳血流量の変化については、血流量が増加した場合には特徴的な状態の変化を捉えることができそうであるが、減少した場合と変化しなかった場合に差を見ることができなかつたため、現状定性的な判断

指標を導くことはできていなかった。脳血流は時間分解能が数秒ほどであるが、2分間という時間で評価を依頼したため、その時間内で状態が細かく変化していたと考えられる。そのため、より細かい時間単位で再評価を行なっていくことや、授業中に検出できそうな事項について再度検討を行なっていく必要があると考えられる。また、時間分解能を何らかの方法により調整することも考えられる。

付記・謝辞

本実験に快く協力していただいた愛知教育大学附属岡崎中学校と、お忙しい中にもかかわらず授業実施と事後解析にご協力くださった山田晃広先生に厚くお礼申し上げます。

註釈：本研究で用いた計測機器について

[1] JINS, JINS MEME, <https://jinsmeme.com>

[2] Google, Fitbit,

<https://store.google.com/jp/category/fitbit?hl=ja>

[3] NeU, HOT-2000,

<https://neu-brains.co.jp/solution/nirs/hot-2000/>

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.
- Maseleno, Andino, Noraisikin Sabani, Miftachul Huda, Roslee Ahmad, Kamarul Azmi Jasmi, and Bushrah Basiron. 2018. "Demystifying Learning Analytics in Personalised Learning." *International Journal of Engineering & Technology* 7 (3): 1124.
- Sharples, M., R. D. Roock, Rebecca Ferguson, M. Gaved, Christothea Herodotou, Elizabeth Koh, A. Kukulska-Hulme, et al. 2016. "Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 5." <https://www.semanticscholar.org/paper/78f94c9f0cb0eacfee311aa7bb25d039d142d342>.