

# 授業時の心拍数計測を用いた授業改善方法の提案

川田 拓<sup>1</sup>, 安藤 明伸<sup>2</sup>, 川崎 聡大<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大学大学院教育学研究科, <sup>2</sup>宮城教育大学技術教育講座

本研究では、簡便に計測した授業中における授業者の心拍変動が、授業改善の一つの要素として活用できるか検討するために、小型かつ簡便に心拍の測定が可能なスマートウォッチを用いて独自の心拍計測アプリケーションを開発した。開発したアプリケーションは従来の計測の問題を解決するために、1)任意のタイミングで計測を開始・終了できる、2)計測した心拍数のデータを他のデバイスからも開くことができる形式のファイルとして保存するという二つの機能を実装した。開発したアプリケーションを用いて、模擬授業において授業者役の学生を対象に、心拍の計測を行った結果、心拍数を計測し変化が生じた部分を把握することで、授業者の行動や表現として現れにくい困難さを感じている場面等を把握することができた。

キーワード: 授業改善、ICT、心拍数、スマートウォッチ、スマートフォン

## 1. はじめに

本研究は、簡便に計測した授業中における授業者の心拍変動が、授業改善の一つの要素として活用できるか検討することを目的とした。

従来、生理指標は様々な分野で活用されてきた。例えば、生体医工学の分野では、村上ら(2009)は唾液アミラーゼを用いてストレスの程度を把握すること[1]、中村ら(2010)は脳波や脳血流等の指標を用いて映像刺激環境における心理状態を生理指標でモデル化する試み[2]等が行われている。生理指標を用いる研究では、専用の分析機器が必要かつ分析にある程度の時間を要し、加えて結果の解釈に専門的な知識を要するため、誰もが研究を行なえるわけではない。

このような中、他の指標に比して簡便に測定ができ、かつ計測終了時に結果が分かる、心拍を用いた研究が多く行われている。秦ら(2008)はパイロットの精神的な緊張度を推定するために、心拍数と音声を用いている[3]。また、高井ら(2009)は、競技中に心拍音を傾聴することが心理・生理的状态とパフォーマンスに及ぼす影響を検討している[4]。さらに、山口(2010)は、心拍の変化からストレスを分析する研究をしている[5]。山口の研究では、胸部に装着したトラン

スマッターで心拍を計測し、手首に装着している時計型レシーバーにデータを送信し、赤外線を用いてPCにデータを送信し、心拍の変動を分析している。車の運転時と非運転時の心拍数の変化を分析した結果、運転時には心拍数の上昇が見られ、非運転時には心拍数の低下が見られた。この結果から、ストレスを感じていると考えられる場面では心拍数が上昇し、リラックスしている場面では心拍数が低下したことが示されている。

このような心拍を対象とした研究は教育分野でも行われている。田中ら(2000)は、重症心身障害児を対象に、対象児の授業中の認識活動場面を心拍数の変化から検討している[6]。また、渡邊ら(2008)は、ある一定の期間中同一音楽を聴取することによる学習効果(飽き)の影響を調査するためにHRV(心拍変動)の経日変化を測定している[7]。これらの研究は主に学習者を対象としており、授業者を対象としたものは少ない。例えば授業者を対象とした研究として、遠山ら(2011)は、教員志望の大学生を対象として心拍数の変化から困難さや緊張を感じていたと思われる授業場面を把握するために、大学生を対象に模擬授業における授業者役の学生の心拍数を計測している[8]。その結果、授業者自身がミスに気がつく、ア

ドリブでの補足を加えたと行った困難さや緊張を感じたと考えられる場面での心拍の上昇が示されている。しかし、遠山らの研究は心拍数が上がった場面のみを検討の対象としている。山口の研究を参考にすれば、心拍数が下がる場面はリラックスができていと考えられる。心拍数が上がった場面だけでなく、心拍数が下がった場面も検討の対象とする必要がある。また、遠山らの研究では心拍数の計測間隔が5秒であった。授業の中では絶えず状況が変化しているため、出来る限り計測間隔を短くすることで、より正確な授業場面の把握ができるのではないだろうか。

多くの先行研究の中で心拍の変化が緊張度やストレスを表す指標の一つとして用いられていることから、授業中の授業者の心拍の変動を把握することができれば、授業の場面において授業者の行動や表現として現われないようなストレス等を感じた場面の把握が可能になるのではないかと考えられる。心拍に変動が生じた場面について議論を行うことができれば、授業者の内面の変化に焦点を当てた授業改善が可能になるのではないだろうか。

一方で、今日のテクノロジーの進歩によって、より簡便にかつ小型のもので計測を行えるようになってきた。例えば、ハイスピードカメラや光学式動作計測装置を用いることが一般的であった動作の分析に対し

て、板垣ら(2016)は、スマートフォンに搭載されているセンサを活用し、かんたんな掛け動作の学習を支援している[9]。前述の心拍に関しては、高精度の計測をするためには電極を体に貼り付け拍動時に生じる電流を計測する心電計、光の反射で血管中のヘモグロビン量を計測する光学式心拍計が用いられている。これらの計測装置は、計測した値を専用の機器やPCと有線で接続していなければ使用できず、行動範囲が限られる、装着や機器の設置が煩雑などの問題があった。しかし、テクノロジーの進歩により小型かつ簡便に計測できる心拍計が開発されている。

## 2. 心拍計測の方法

本研究では、授業者に計測機器を装着するため簡単に着脱でき、計測中に動きを妨げないものとして、近年フィットネスやヘルスケアの分野などでの活用が期待されているウェアラブルデバイスに着目した。ウェアラブルデバイスには心拍数計測機能を搭載しているものもあるが、一定時間しか計測できず授業時間全てを計測・記録できないことと、計測データを任意の形式で取り出せないという問題があった。

そこで、独自のアプリケーションが開発可能なスマートウォッチに着目した。しかし、スマートウォッチ単体では、計測開始終了の制御が遠隔で行えないこと、記録したデータを分析可能な形で外部装置に保存することができないこと、リアルタイムに計測データを受信することができない等の課題がある。

そのため本研究では、1)任意のタイミングで計測を開始・終了できる、2)計測した心拍数のデータを他のデバイスからも開くことができる形式のファイルとして保存するファイル出力の機能を作成した。開発したアプリケーションの基本機能を表1に示す。なお、本研究ではスマートフォンはLG エレクトロニクス社のNexus5[10]、スマートウォッチはMotorola社の

表 1 開発したアプリケーションの主な機能

| 機能名    | 役割                                  |
|--------|-------------------------------------|
| 心拍数計測  | 装着者の心拍数を計測                          |
| データ送受信 | 計測の開始・終了の合図の送受信<br>計測したデータの送信       |
| グラフ描画  | 送信されてきたデータを基に<br>スマートフォンの画面上にグラフを描画 |
| ファイル出力 | 計測したデータを他のデバイスからも閲覧可能なファイル形式で出力     |

moto360[11]を用いた。

心拍計測機能は moto360 に搭載されている光学式心拍モニタというセンサを用いて計測を行っており、1 秒毎に計測したデータを参照している。計測される心拍データの単位は「bpm」である。データ送受信機能は、スマートフォンから Bluetooth でペアリングしたスマートウォッチに計測の開始・終了の合図を送信することで任意の時間計測を行うことができる。スマートウォッチの画面が小さく操作が難しいことからスマートフォン側から合図を送信することとした。また、スマートウォッチで計測した心拍のデータを逐一スマートフォンに送信し記録している。これはスマートウォッチのデータ保存領域が非常に小さいためである。

グラフ描画機能は、スマートウォッチで計測し送信された心拍データをスマートフォンの画面上に折れ線グラフとして描画する。実際のアプリケーションの動作画面を図 1 に示す。縦軸が心拍データの値、横軸が時間(秒)となっている。時間が進むとともに、グラフも移動するようになっており、常に直前 15 秒のデータを見ることができる。

ファイル出力機能は、計測したデータの確認や蓄積ができるように、スマートウォッチで計測したデータをスマートフォンに送信し、計測が終了すると同時に他のデバイスから閲覧できるテキスト形式の csv ファイルとして保存できる機能である。出力するファイルには、「unixtime、計測した心拍数の値」が記録され

ている。unixtime を記録することで、計測した日時を知ることができる。

### 3. 実践および結果

開発した心拍計測アプリを用いて、大学の教科教育法の講義で行われる模擬授業において、実践を行った。対象は、教科教育法受講者で、模擬授業で授業者役を行った学生1名である。授業者の学生に教育実習の経験はない。授業者役の学生には予め、スマートウォッチを使って模擬授業中の心拍数を計測することを説明し承諾を得た。授業中の授業者の心拍数の変化が生じた場面を確認するために、模擬授業の様子をビデオカメラで撮影した。模擬授業の内容は、「振り子の 1 往復の条件を確認し、それを利用したおもちゃを考える」というもので、指導案における導入から展開の前半までの約 18 分までが模擬授業として行われた。模擬授業終了後に、撮影したビデオ記録とスマートウォッチで計測した心拍数の変化を比較し、変化が生じた場面を確認した。模擬授業を通して計測した心拍数のデータを、PC を用いてグラフとして表したものを図 2 に示す。図 2 に示した心拍数の変化のグラフの縦軸は心拍数(bpm)、横軸は授業開始を 0 秒として経過時間(秒)となっている。特徴的な変化が生じた考えられる部分にそれぞれ㉠～㉤を示した。㉠の部分は、授業開始後すぐに心拍数が上がっている場面で、前時の内容を確認していた場面であった。㉡の部分は、心拍数が下がっている場面で、前時までの学習内容を整理し板書している場面であった。㉢の部分は、心拍数が上がっている場面であり、動画を用いて説明する際に動画の再生に失敗した場面であった(図 3)。㉤の部分は、振り子の条件を確認し終えた場面であった。

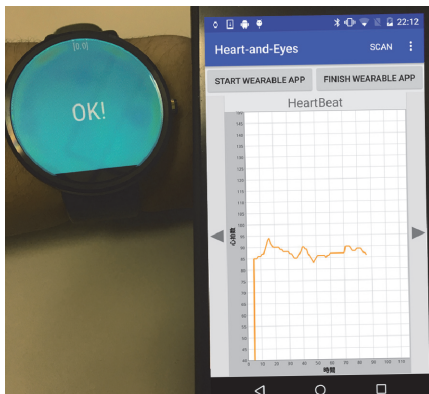


図 1 アプリケーションの動作画面

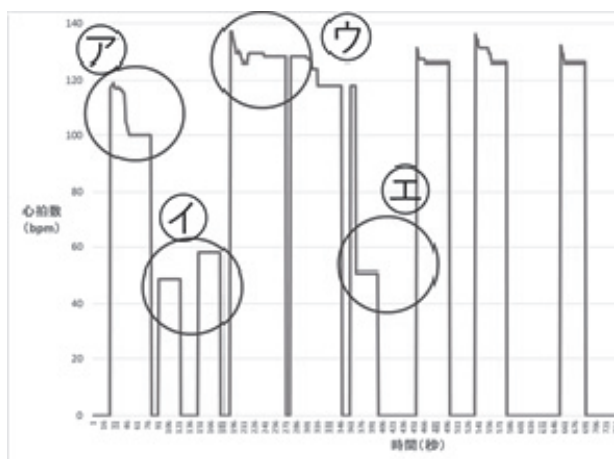


図 2 模擬授業で計測した心拍数



図 3 動画再生に支障が生じた場面

#### 4. 考察

模擬授業で行った実践の結果から、スマートウォッチを用いて心拍数を計測することで、心拍数に変化が生じた授業場面を一部特定することができた。㊦や㊧の心拍数が上がった場面は、前時の内容を確認する場面や動画の再生に失敗した場面等の、授業者が予期しないことが起きる可能性のある場面や予期しないことが起きた場面等の緊張を余儀なくされる場面であったと考えられる。㊨や㊩の心拍数が下がった場面は、板書をしている場面や確認を終えた場面であり、授業者自身のペースで授業を進めることができ、授業の中で一区切りついた場面等の比較的落ち着ける場面であると考えられる。㊪の動画の再生に失敗した場面や㊫の振り子の条件を確認し終えた場面では、授業動画からも授業者が困難さを感じている様子や落ち着いている様子を見取ることができた。

一方で、㊦の前時の内容を確認している場面や㊨の板書をしている場面で、授業者が困難さを感じている様子や落ち着いている様子を授業動画から確認することはできなかった。これらのことから、心拍数を計測し変化が生じた部分を把握することで、授業者の行動や表現として現れにくい困難さを感じている場面等がある程度推測できる可能性があることが示されたと考えられる。これは、遠山らの研究と一部一致する。今回の結果と比較すると、㊪の授業動画の再生に失敗した場面は、授業者自身がミスに気がついた場面であり、心拍数が上昇している。困難さや緊張を感じた場面での心拍数の上昇と同じであると考えられる。㊦の前時の内容を確認している場面での心拍数の上昇は、授業者が予期しないことが起きる可能性があり緊張していたと考えられるが、先行研究と同じとは言い難い。また、心拍数が下がって落ち着いたと考えられる場面は、前述の山口の研究結果と類似していると考えられる。

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、簡便に計測した授業中における授業者の心拍変動が、授業改善の一つの要素として活用できるか検討することを目的とした。そのために、小型かつ簡便に心拍の測定が可能なウェアラブルデバイス、特にスマートウォッチを用いて独自のアプリケーションを開発した。開発したアプリケーションを用いて、模擬授業において授業者役の学生を対象に、心拍の計測を行い、心拍に変動が生じた授業場面を把握した。その結果、心拍数を計測し変化が生じた部分を把握することで、授業者の行動や表現として現れにくい困難さを感じている場面等を把握することができたと考えられた。他者からは把握が難しい、授業者の内面に着目した授業改善を行うための要素の一つとして活用できる可能性がある。

本研究で用いた手法によって簡便に心拍を測定することが可能であった。しかし、図2に示した授業中の心拍の値に「0」が生じた。これは、計測中のスマートウォッチと被験者の腕の間に隙間ができ、計測ができなかったことが考えられる。一方で心拍は、体動の影響でも変化が生じる。本研究では、体動の影響を考慮できなかった。今後は、前述の計測中の機器装着や体動の影響をどのように軽減・除するか検討する必要がある。また、本研究では授業中の授業者の心拍数の変化を計測することで、困難さを感じていると考えられる場面を一部把握できたと考えられるが、この結果を用いての授業改善までは至っていない。そのため、困難さを感じた場面の把握からどのように授業を改善していくのか、改善手法を検討する必要がある。例えば、心拍数の変化があった授業場面を簡便に把握することができるよう、授業動画と心拍数の変化を同時に閲覧可能なインターフェイスの開発し、原因を特定し、原因の解消に向けた授業の反省ができるようにすることが望まれる。

### 参考文献

- [1] 村上満, 田原祐助, 竹田一則, 山口昌機: 唾液アミラーゼ活性は中学生の心身ストレスの指標になり得るか, 生体医工学, vol.47 (2), pp.166-171 (2009).
- [2] 中村透, 山本松樹, 佐藤弥: 映像刺激環境における心理状態と生理指標との相関モデルの研究, 生体医工学, vol.48 (2), pp.197-206 (2010).
- [3] 秦淳一郎, 竹内由則: 音声分析による精神緊張度評価の試み—横風着陸時の音声と心拍数との関係—, 人間工学, vol.44 (3), pp.171-174 (2008).
- [4] 高井秀明, 西條修光, 楠本恭久: アーチェリー実射中の心拍音の傾聴が心理・生理的状态とパフォーマンスに及ぼす影響, スポーツ心理学研究, vol.36 (1), pp.13-22 (2009).
- [5] 山口勝機: 心拍変動による精神負荷ストレスの分析, 志學館大学人間関係学部研究紀要, vol.31 (1), pp.1-10 (2010).
- [6] 田中道治, 乾初枝, 久米清一, 前川千代, 柳川千尋: 重症心身障害児の授業過程の分析—行動カテゴリーと心拍変動との関係に着目して—, 特殊教育学研究, vol.38 (1), pp.1-12 (2000).
- [7] 渡邊志, 高上僚一: 音楽教育を受けた被験者に同一吹奏楽曲を反復聴取させた場合の心拍変動, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, vol.10 (1), pp.19-25 (2008).
- [8] 遠山孝司, 吉田重和: 心拍数から捉える教員志望の大学生の模擬授業での緊張の変動, 日本教育心理学会, 第53回総会発表論文集, p.336 (2011).
- [9] 板垣翔大, 安藤明伸, 安孫子啓, 堀田龍也: かんな掛け動作の学習を支援するスマートフォンアプリケーションの開発と家庭学習における有用性の評価, 日本産業技術教育学会誌, vol.58 (1), pp.39-47 (2016).
- [10] Google: Nexus 技術仕様, <https://support.google.com/nexus/answer/6102470?hl=ja> (2018.1.9 取得).
- [11] Motorola: Moto360(1st Gen), <http://www.motorola.co.jp/products/moto-360-gen-1> (2018.1.9 取得).