

令和元年6月25日現在

機関番号：32689

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K12952

研究課題名(和文) 瞳孔面積変化と事象関連電位P300を指標とした映像教材の高速提示効果の検証と実践

研究課題名(英文) Engagement Analysis of Hi-speeded Educational Materials Evidenced by Biological Information

研究代表者

長濱 澄 (Nagahama, Toru)

早稲田大学・人間科学学術院・助教

研究者番号：50779270

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、音などの刺激に対応して生じる脳電位である事象関連電位、特に、刺激から300ms以降に陽性の最大振幅を示して出現するP300の振幅を指標として、映像教材の高速提示における学習者の集中度合いを明らかにした。実験では、実験対象者に対して、映像教材を等倍速条件と2倍速条件で提示し、視聴時における脳波を測定した。その結果、2倍速条件におけるP300振幅は、等倍速条件に比べて有意に小さいことが明らかになった。このことから、映像教材の提示速度が高速化することで、学習者の集中度合いは高まる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、脳波データ(事象関連電位P300の振幅)を指標として、映像教材の高速視聴時における学習者の集中度合いを定量的に示すことを試みに成功した。このことによって、従来の方法に加え、生体情報をエビデンスとする映像教材に対する新たな評価方法が得られたといえる。今後は、本研究で得られた知見を基に、オンライン学習をはじめ、映像教材を活用した学習場面において、学習者の集中度合いに応じた適切な処遇を行える可能性がある。

研究成果の概要(英文)：This study examined whether a student's level of attention to high-speeded educational videos could be assessed by event-related brain potentials (P300). We recorded brain waves while participants viewing educational videos in two presentation speeds: original speed and double speed. As a result, the amplitude of P300 was smaller while participants were viewing videos at double speed than while viewing them at original speed. This finding suggests that, depending on the conditions, it may be possible that a level of attention to videos could increase by speeding up their presentation speed.

研究分野：教育工学

キーワード：映像教材 マルチメディアラーニング 高速提示効果 事象関連電位 瞳孔径変化 認知負荷 注意配分 生体情報

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) オンライン学習の隆盛は、大規模公開オンライン講座 (Massive Open Online Course; MOOC) が世界規模で急速に普及したことに象徴される。MOOC における代表的なプラットフォーム (edX や Coursera 等) では、開講より受講者の学習活動に関するログデータが大量に蓄積され、オンライン学習の様相が、これまでにない規模で明らかになりつつある。BRESLOW ら (2013) や KIZILCEC (2013) は、MOOC 受講における一般的な流れ; 映像教材の視聴 確認テストの受験 課題の遂行・提出 掲示板での議論への参加、において、受講者は最も多くの時間を映像教材の視聴に費やしたことを明らかにした。このことから、映像教材の視聴は、オンライン学習において、中心的な活動といえる。

(2) GUO ら (2014) は、edX 上での約 700 万回にわたる受講者の映像教材の再生データを分析した。その結果、映像教材の時間が 6 分を超えると視聴を継続する受講者が大幅に減ることを明らかにした。また、荒ら (2014) は、MOOC 受講を途中でドロップアウトしてしまう要因について 5 件法を用いて調査したところ、「十分な学習時間がとれなかった」の得点が最も高かったことを明らかにした。これらのことから、MOOC が抱える課題として、受講者の集中力や時間を考慮した映像教材を作成すること、また、提示を行うことが挙げられる。

(3) MOOC 上の映像教材を視聴する際、変速再生機能を活用することが可能である。また、受講者の多くは、変速再生機能を活用し、再生速度を通常 (等倍速) よりも速めて映像コンテンツを視聴していることが明らかになっている (BRINTON & CHIANG 2016)。そこで、長濱ら (2016) は、オンライン学習環境を想定した映像教材を作成し、大学生 75 名を対象にした高速提示実験を行った。その結果、等倍速、1.5 倍速、2 倍速の提示速度条件における学習効果に有意な差は見られなかった。このことは、条件によっては、一定時間にこれまでの 1.5 倍から 2 倍の学習ができる可能性を示唆している。主観評価の調査結果から、映像教材を高速で視聴した際に、学習者は集中の度合いが高まったと感じていたことが明らかになった。しかしながら、集中度合いに関するエビデンスは示されていない。

(4) 一方、集中度合いに関する指標として、村井ら (2006) は、瞳孔面積が動画の評価指標としての利用可能性について検討し、瞳孔面積の大きさと動画に対する興味度合いが相関関係にあることを明らかにした。入戸野 (2013) は、音などの刺激に対応して生じる脳電位である事象関連電位 (ERP)、特に、刺激から 300ms 以降に陽性の最大振幅を示して出現する P300 は、注意の配分量を反映することを報告した。また、P300 を出現させるにあたり、課題に向けられている注意量を、別の刺激に対する反応から間接的に推定するプローブ刺激法が有効であることを指摘した。重光ら (2007) は、映像視聴に対する注意の配分量を振動プローブ刺激に対する ERP によって評価できるかを検討し、映像に対する注意配分量が大きくなると P300 の振幅が低下することを明らかにした。

2. 研究の目的

映像教材の高速提示時における学習者の集中度合いを明らかにすることを目的とした。集中度合いは、学習者の瞳孔面積の変化と脳波データ (事象関連電位の P300 の振幅) を指標とする。

(1) 基礎研究: オンライン学習を想定した映像教材の高速提示において、学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。

(2) 研究 1: 映像教材の高速提示により生じた認知負荷に関する客観的な評価指標として、振動プローブ刺激に対する P300 振幅を活用することの有用性を検討した。そして、映像教材の提示速度と映像教材の視聴における注意配分量の関連性を明らかにした。

(3) 研究 2: 映像教材視聴時における瞳孔径変化に対する主観的難易度の影響を明らかにした。

3. 研究の方法

(1) 基礎研究: 実験では、FELDER の学習スタイル尺度によって分類された Visual 群 20 名と Verbal 群 20 名に対し、講師映像、スライド、字幕から構成された高等学校情報科に関する映像教材を等倍速と 2 倍速の提示条件で提示した。

(2) 研究 1: 実験では、被験者 21 名に対して、等質性が確認された 2 種類の高等学校情報科に関する映像教材をランダムに等倍速条件と 2 倍速条件で提示した。また、映像教材視聴中に振動プローブ刺激を与え、標的刺激に対するキー押し課題を課し、ワイヤレス生体計測器を用いて課題中脳波を記録した。

(3) 研究 2: 実験では、被験者 24 名に対して、高等学校情報科における映像教材を視聴させ、映像教材視聴時における瞳孔径の変化を記録した。映像視聴後には、映像教材に関する主観的

難易度調査を実施し、主観的難易度が高かった群（高群）と主観的難易度が低かった群（低群）における瞳孔径の変化について比較検討した。

4. 研究成果

(1) 基礎研究：映像教材の高速提示による認知負荷は、学習者個人の学習スタイルに関わらず、聴覚チャンネルにおける情報処理量が増大したことによるものである可能性が示唆された。このことから、本実験条件下で提示したようなスライド型映像教材を高速提示した際には、学習者に対して、聴覚的な認知負荷を増大させる可能性が示唆された。

(2) 研究1：P300 振幅の分析から、2 倍速条件における P300 振幅は、他の条件に比べて有意に小さいことが明らかになった(図1)。このことから映像教材を2 倍速条件で視聴した場合、等倍速条件で視聴した場合に比べて、注意配分量は大きくなった可能性が示唆された。一方、主観評定の分析から、2 倍速条件で映像教材を視聴した場合、等倍速で視聴した場合に比べて、負荷が多大にかかった可能性が示唆された。また、2 倍速条件で映像教材を視聴した場合、等倍速で視聴した場合に比べて、集中した可能性が示唆された。これらのことから、本実験条件下において、2 倍速条件で映像教材を視聴した際に注意配分量が大きくなったのは、高速な提示速度での学習に負荷を感じ、かつ、集中が促されたためであると考えられる。

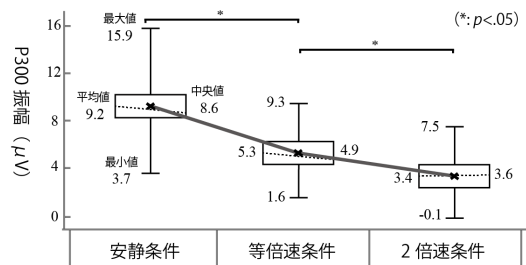


図1 各条件における P300 振幅

(3) 研究2：主観的難易度調査の結果、映像教材における主観的難易度の程度が高かった群では、映像教材の後半パートにおける主観的難易度は、前半パートに比べて、有意に高かったことが明らかになった。また、瞳孔径の変化に関して、映像教材の後半パートにおける瞳孔径の平均は、前半パートに比べて、有意に大きかったことが明らかになった(図2)。これらのことから、映像教材のタイムラインにおいて、難しさを感じたパートでは、映像に対する集中度合いが高まった可能性が示唆された。

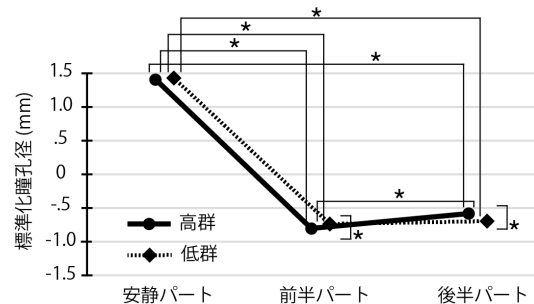


図2 各パートにおける平均瞳孔径

(4) まとめと今後の課題：以上のことから、映像への集中度合いは、映像教材視聴時における認知負荷の大きさによって影響される可能性が示唆された。そして、映像教材の提示速度を速めることによって、学習者における認知負荷は高まり、集中度合いは高まる可能性が示唆された。しかしながら、本研究では、映像教材の提示速度を変更することによって、適切な認知負荷の度合いを厳密に検討するに至らなかった。また、映像視聴時における認知負荷に関して、課題内在性負荷と課題外在性負荷の区別において、厳密に検討するに至らなかった(研究2は、この点における基礎実験の位置付けといえる)。さらに、P300 振幅と瞳孔面積の変化の関連性について、厳密に検討するに至らなかった。これらを今後の課題とする。一方、研究の進捗に伴い、実験用映像教材における講師の発話速度が交絡要因となるケースが増加したことから、その対処として、映像教材における合成音声の活用と高速提示効果を追加で検討した。

(5) 本研究の意義：国内外において、これまでに映像教材の高速提示効果について具体的に検討した研究事例は、ほとんど見られない。また、映像教材の提示速度を高速提示することによって生じる負荷と学習者の集中度合いについて、具体的に検討した研究事例はほとんど見られない。本研究は、映像教材の高速提示時における学習者の集中度合いについて、P300 の振幅をエビデンスとして明らかにした世界で最初の研究事例といえる。また、従来の方法に加えて、生体情報をエビデンスにした映像教材に対する新たな評価方法が、本研究によって得られたといえる。さらに、本研究によって得られた知見によって、映像教材の効果的な視聴方法に関して、従来の関連研究の多くが課題としてきた「いかに認知負荷を軽減するか」という方向のみならず、「いかに認知負荷を最適化するか」という方向において検討することの必要性が明らかになった。今後は、本研究で得られた集中度合いに関するエビデンスを基に、効果的な高速提示教材の活用方法について、包括的に検討される必要がある。

<引用文献>

- 荒優、藤本徹、一色裕里、山内祐平、MOOC 実証実験の結果と分析: 東京大学の2013年の取り組みから、東京大学大学院情報学環紀要、86巻、2014、83-100
BRESLOW, L., PRITCHARD, D. E., DEBOER, J., STUMP, G. S., HO, A. D. &

SEATON, D. T., Studying Learning in the Worldwide Classroom: Research into edX's first MOOC. *Research and Practice in Assessment*, 8, 2013, 13-25

BRINTON, G. C. & CHIANG, M., Mining MOOC Clickstreams: Video-Watching Behavior vs. In-Video Quiz Performance. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 64(14), 2016, 3677-3692

GUO, P. J., KIM, J. & RUBIN, R., How Video Production Affects Student Engagement: An empirical study of MOOC videos. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning*, 2014, 41-50

入戸野宏、P300 応用 認知科学の立場から、臨床神経生理学、41 巻 2 号、2013、86-92

KIZILCEC, R. F., PIECH, C. & SCHNEIDER, E., Deconstructing Disengagement: Analyzing Learner Subpopulations in Massive Open Online Courses. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. ACM, 2013, 170-179

村井真樹、中山実、清水康敬、テレビ番組視聴時の瞳孔面積と画像内容への興味・印象との関連、映像情報メディア学会誌、52 巻 11 号、1998、1748-1753

長濱澄、森田裕介、映像コンテンツの高速提示による学習効果の分析、日本教育工学会論文誌、40 巻 4 号、2016、291-300

重光ゆみ、入戸野宏、堀忠雄、振動プローブ刺激に対する P300 を指標とした視聴覚体験に対する注意配分の検討、*Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*、25 巻 3 号、2007、277-285

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

長濱澄、名取優太、岩附直登、川島一朔、森田裕介、百瀬桂子、映像コンテンツの高速視聴における事象関連電位 P300 振幅を指標とした注意配分量の分析、*日本教育工学会論文誌*、査読有、42 巻ショートレター号、2018、41-44

DOI: <https://doi.org/10.15077/jjet.S42026>

長濱澄、菅野弘朗、森田裕介、映像コンテンツの高速提示が学習効果に与える影響：学習スタイルと二重チャンネルモデルに着目して、*日本教育工学会論文誌*、査読有、41 巻 4 号、2017、345-362

DOI: <https://doi.org/10.15077/jjet.41065>

〔学会発表〕(計 8 件)

Toru Nagahama, Effect Analysis about High-Speed Presentations of Educational Video with Synthetic Speech, *Hawaii International Conference on Education*, 2019

Toru Nagahama, A Trial Study on Relationship between Learner's Pupillary Changes and Interests in an Iterated High-Speed Educational Video, *EdMedia*, 2018

長濱澄、振動プローブ刺激を用いた映像コンテンツの提示速度と認知負荷の関連性に関する一検討、第 34 回日本教育工学会全国大会、2018

長濱澄、映像コンテンツの主観難易度と変速再生機能活用行動の関連性に関する一検討；学習スタイルに着目して、*日本教育工学会研究会 JSET18-3*、2018

Toru Nagahama, How Learning Styles Influence Students' Learning Experience with Lecture Video Played at Different Speeds, *International Conference for Media in Education*, 2017

Toru Nagahama, An Analysis of Students' Learning Behaviors Using Variable-Speed Playback Functionality on Online Educational Platforms. *HCI International (19th)*, 2017

長濱澄、映像コンテンツ視聴時における変速再生機能活用行動に関する一分析、第 33 回日本教育工学会全国大会、2017

長濱澄、高速映像コンテンツの反復提示効果に関する一検討、*日本教育工学会研究会 JSET17-2*、2017

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。