

令和 2 年 7 月 1 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K02347

研究課題名（和文）芸術表現に適した脳波計と脳波分析方法の開発

研究課題名（英文）Development of EEG electrodes, headset, and analytical methods for artistic expressions

研究代表者

寺澤 洋子（Terasawa, Hiroko）

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号：70579094

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：脳波によるメディアアートは魅力的な存在であるが、入手可能な医療用脳波計の殆どは芸術表現に向けた使用を前提としておらず、また、安価なBMI用脳波計はごく一部の脳波の解析手法しかサポートしていないため、実施可能なパフォーマンスやインスタレーションの形が限定されてしまう問題がある。そこで本研究では、装着が容易な脳波計の開発を行った。また、この脳波計を用いて、メディアアートにERP（事象関連電位）を取り入れる場合の精度や所要時間の検討を行なった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、脳波の測定の普及を受け、BMIをはじめとした様々な応用は、市民から大きな期待を受けている。メディアアートももちろんその一つである。しかしながら現状では、安価で信頼できる脳波計を自由に用いられる状況ではなく、またユーザが行える活動も制限がある。そのため、キャンドル型電極を用いて信号に含まれるノイズを低減しつつも、装着が簡単で、ユーザの身体活動が可能な脳波計とその活用を目指して研究を行った。このような脳波計の仕様は、今後、脳波測定が日常生活に普及していくために必要不可欠である、メディアアートでの事例を先駆例として、脳波測定とその応用が一般社会に広く普及していくことを期待する。

研究成果の概要（英文）：Media arts generated with brain-wave are attractive, yet their implementation is limited due to the available EEG loggers; many of them do not allow users to move at all, and the EEG analysis methods beyond alpha-beta wave band analysis are often not available. We developed a new fixation mechanism for the candle-type electrodes, which is easy to wear. We investigated the required precision for ERP measurements for media arts implementations, using the newly developed fixation methods for the candle-type electrodes.

研究分野：音楽

キーワード：メディアアート 脳波 音楽

1. 研究開始当初の背景

脳波によるマルチメディア作品は、医療用脳波計・BMI デバイスの技術的・美学的限界がボトルネックとなり、表現の自由度が低い。また、脳波に観測される特徴抽出を活用していないために「なんだか面白そうだがよくわからない」作品も多見される。そこで、我々は微細針構造を有する脳波計測電極（以下、キャンドル型電極と呼ぶ）と、注文帽子製作技術を組み合わせ「美しく、かぶりやすく、計測精度の高い」帽子型脳波計を開発する。その上で、我々は、「驚き」を表す P300 反応に着目して、構造的な芸術表現をもち、かつ脳波の状態が認知可能なマルチメディア作品を製作する。

2. 研究の目的

本研究は、以下の技術的検討を中心に展開した。

- 1) 帽子型測定キャップとキャンドル型電極の組み合わせにおける固定方法の検討
- 2) DIY を想定した脳波測定用アンプ OpenBCI とキャンドル型電極を組み合わせた場合の ERP (Event Related Potential) 計測精度の検討
- 3) OpenBCI の信号入力から可視化・可聴化を行う作品のためのソフトウェア開発

検討(1) では、帽子型脳波計における被りやすさと固定強度にトレードオフの関係があるため、「被りやすくしっかり固定される」固定方法を、複数の試作を通じて検討した。また、検討(2)では、メディアアートに ERP を用いた場合（通常の非防磁環境で脳波計を DIY で制作する状況で ERP を測定する）に必要な観測回数と測定精度の検討を行った。検討(3)では可聴化と可視化のソフトウェアの開発は一定の目処が立ったが、信号入力から分析のソフトウェアの開発に配分された科研費を大幅に上回るリソースが必要なことがわかり、途中で本予算内での開発を断念し、今後の課題とした。

3. 研究の方法

検討(1)

帽子型脳波計における髪かき分けの機構を開発し、またこの機構を取り付けられる帽子の素材や形、内部に装着する骨組みなどを複数の試作を通じて検討した。

検討(2)

皿電極、およびキャンドル型電極と OpenBCI を接続した場合での ERP 測定を（防磁室でない）通常室内で行った。このセッティングにおいて、統計的に有意な程度で ERP を検出するには、何回程度の刺激提示と、測定時間が必要になるかを検討し、リファレンスとなる BNCI Horizon 2020 のデータセット分析結果と比較した。

4. 研究成果

検討(1)

帽子型脳波計、髪かき分け機構の様子を図 1、図 2 に示す。これらの設計によって、装着時間が大幅に短縮され、安定した信号測定が可能となった。この結果は参考文献[1]に詳述されている。

検討(2)

図 3 に測定された ERP、図 4 に ERP 算出時の加算平均における加算回数と振幅の推移を示す。本研究データでもリファレンス同様、0.3 秒付近で電位が高くなっており、P300 は観測できた。加算回数を多くしすぎると、P300 が観測しづらくなるため、刺激提示の回数は多ければいいというわけでもないことがわかった。メディアアートにおいて ERP を用いる場合は、低頻度刺激が 24 試行程あれば十分であり、高頻度刺激と合わせても、3 分程度を見込めば良いことがわかった。この結果は参考文献[2]に詳述されている。

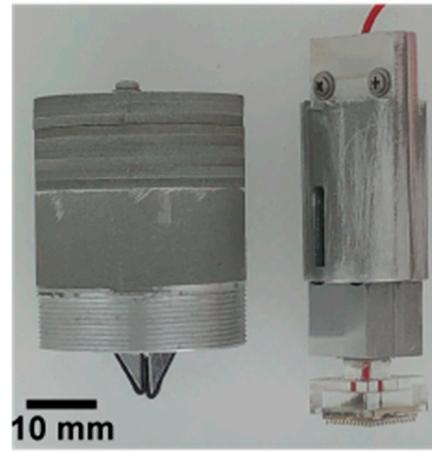
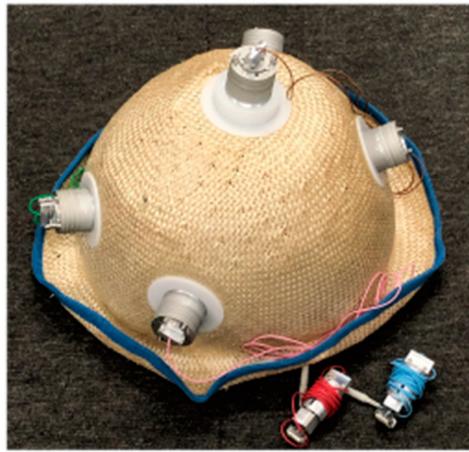
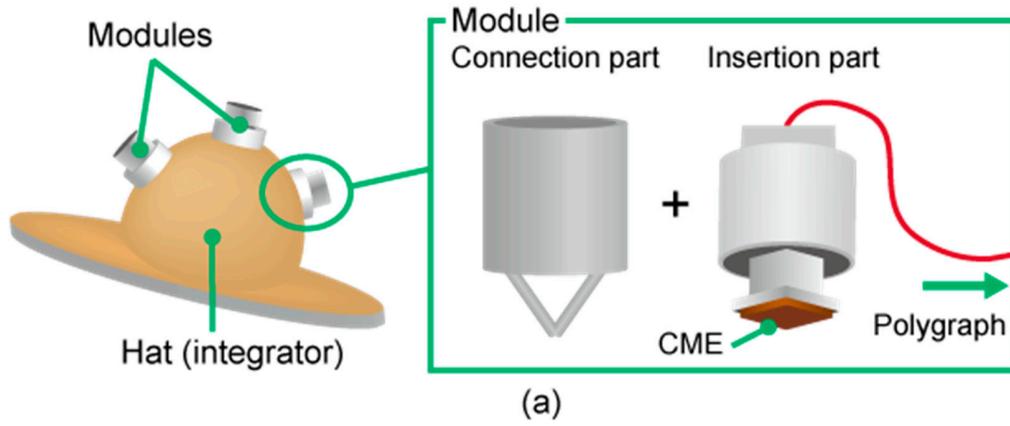


図 1：開発された帽子型脳波計（参考文献[1]より転載）

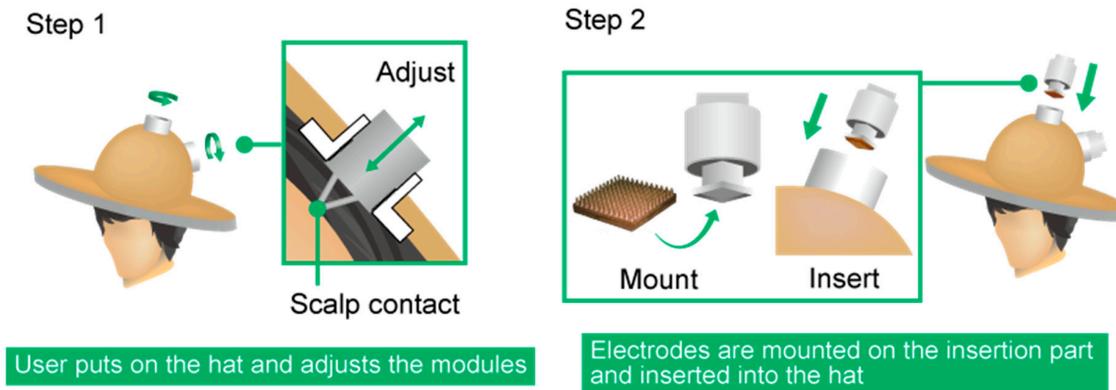


図 2：開発された髪かき分け機構の構造（参考文献[1]より転載）

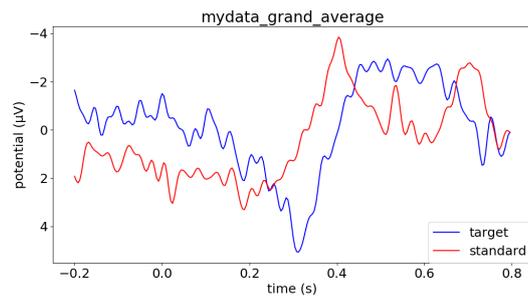


図 3：ERP 測定結果

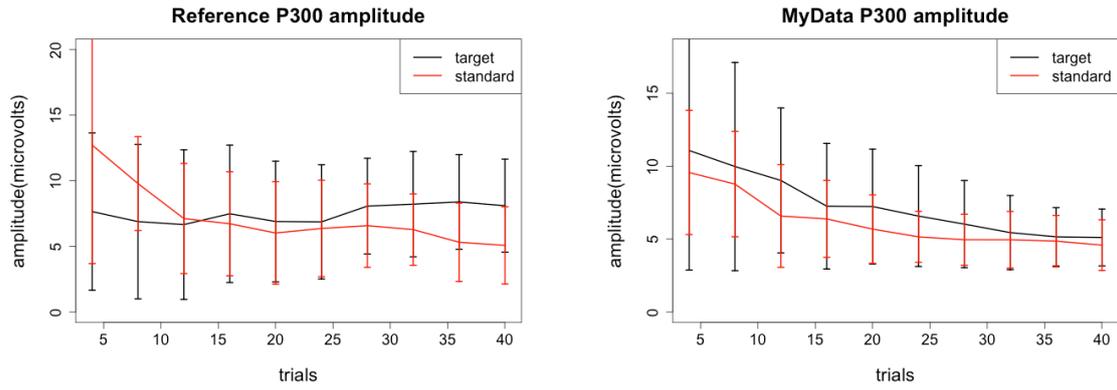


図3：ERP測定における加算回数と振幅の推移（左：リファレンス，右：本研究のデータ）

参考文献

[1] Kawana, T.; Yoshida, Y.; Kudo, Y.; Iwatani, C.; Miki, N. Design and Characterization of an EEG-Hat for Reliable EEG Measurements. *Micromachines* **2020**, *11*, 635.

[2] 三井颯人, 寺澤洋子, 濱野峻行, 柴玲子, 三木則尚, 古川聖：脳波音楽における ERP 測定に関する検討, 先端芸術音楽創作学会 会報 Vol.12 No.1 pp.25-31, (2020.3)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kawana, T.; Yoshida, Y.; Kudo, Y.; Iwatani, C.; Miki, N.	4. 巻 11-635
2. 論文標題 Design and Characterization of an EEG-Hat for Reliable EEG Measurements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.3390/mi11070635	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件/うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Y. Yoshida, Y. Kudo, E. Hoshino, Y. Minagawa, N. Miki,
2. 発表標題 Preparation-free measurement of event-related potential in oddball tasks from hairy parts using candle-like dry microneedle electrodes
3. 学会等名 IEEE EMBC 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田有里, 工藤優汰, 星野英一, 皆川泰代, 三木則尚
2. 発表標題 脳波計測用キャンドル型微小針電極を用いたERP検出
3. 学会等名 日本機械学会2018年度年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉田有里, 工藤優汰, 星野英一, 皆川泰代, 三木則尚
2. 発表標題 キャンドル型微小針電極を用いた脳波計測による音韻・韻律処理の聴覚野機能側性化の評価
3. 学会等名 日本機械学会第9回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川名拓己, 吉田有里, 三木則尚
2. 発表標題 キャンドル型微小針電極の東部固定装置の開発
3. 学会等名 日本機械学会第9回マイクロ・ナノ工学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺澤洋子
2. 発表標題 生体信号の「動き」を音にする
3. 学会等名 2017年日本音響学会秋季研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuri Yoshida, Yuta Kudo, Eiichi Hoshino, Yasuyo Minagawa, Norihisa Miki
2. 発表標題 Preparation-free measurement of event-related potential in oddball tasks from hairy parts using candle-like dry microneedle electrodes
3. 学会等名 IEEE EMBC 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Norihisa Miki
2. 発表標題 Wearable human interface device using micro-needles
3. 学会等名 Microsoft Research Asia Academic Day 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Ohmura, T. Shibayama, M. Yuasa, T. Hamano, and R. Nakagawa
2. 発表標題 Development of a System to Generate Artificial Ambiance based on Entropy
3. 学会等名 The 10th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Ohmura
2. 発表標題 Generative Music System Based on Expectation for Musical Structure
3. 学会等名 2017 International Symposium for Advanced Computing and Information Technology (ISACI2017) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	古川 聖 (Furukawa Kiyoshi) (40323761)	東京藝術大学・美術学部・教授 (12606)	
研究分担者	三木 則尚 (Miki Norihisa) (70383982)	慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授 (32612)	
研究分担者	大村 英史 (Hidefumi Ohmura) (90645277)	東京理科大学・理工学部情報科学科・助教 (32660)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	中川 隆 (Nakagawa Ryu) (60631124)	名古屋市立大学・大学院芸術工学研究科・准教授 (23903)	