

脳波バンド“MUSE”による心理計測の可能性について

The possibility of psychological/emotional measurement --- using the brain-band "MUSE"

長嶋 洋一

YOICHI NAGASHIMA

静岡文化芸術大学大学院・デザイン研究科

Shizuoka University of Art and Culture

nagasm@suac.ac.jp.jp

内容梗概：メンタルエクササイズのために開発された脳波センシングヘッドバンド“MUSE”について、既に「脳波楽器としては使えない」と判断する報告を行った。しかし加速度センサによる首振りセンシング、そしてアーティファクトを表情筋/外眼筋センサとして活用することで、Computer Musicパフォーマンスに使える新楽器としての可能性を指摘するとともに、表情の筋電センサとして情動/感情の心理計測に活用できる可能性を指摘していた。本稿では、後者に関する関連研究等のサーベイ/考察から、“MUSE”が心理計測に使える可能性について検討した。

Key Words : 脳波バンド, MUSE, 情動, 表情筋, 筋電

1 はじめに

筆者は2016年3月に音楽情報科学研究会において、メンタルエクササイズのために開発された脳波センシングヘッドバンド“MUSE”について詳細に報告し、**脳波楽器としては使えない**と結論づけた。しかし、加速度センサによる首振りセンシングやアーティファクトを表情筋/外眼筋センサとして活用すれば新楽器としての可能性がある事を指摘するとともに、表情の筋電センサとして情動/感情の心理計測に活用できる可能性を指摘した[1]。本稿では、表情と情動/感情に関する先行研究、表情認識による情動/感情計測に関する関連研究、そして顔の筋電計測による情動/感情センシングの関連研究について調査検討するとともに、MUSEがこの領域で活用できる可能性について検討したので報告する。

2 脳波センシングヘッドバンド“MUSE”

カナダのInteraXon社が発表した脳波センシング・ヘッドバンド“MUSE”は図1のような小型軽量ヘッドバンド(299ドル)であり、医療器具でなくMeditation Tool(メンタルエクササイズの道具)とされている。バンドの細い中央部を額にあてて両端を眼鏡のように両耳にかけて装着する。61グラムと軽量で眼鏡の上に重ねても良好に装着でき、従来の生体センサのような電極ジェルや密着ベルト類も皆無で、ストレスなく長時間装着が可能である。7個のセンサと5時間連続使用可能なバッテリーとBluetooth送信システムを内蔵し、MicroUSBポートに接続して充電する。脳波センサは額の部分に5個の乾式電極が並び、さらに耳たぶ部分の導電ゴム性センサ電極がクッションを兼ねている。最近の流行に乗って3次元加速度

センサも内蔵しており、頭頂部の方向ベクトルを良好に検出する。“MUSE”の標準的な使い方は、iPhoneやiPad用のアプリをインストールしてユーザアカウントを登録し、BluetoothでMUSEと接続してアプリを使うというものであり、リラクセスを目的としてメンタルトレーニング(エクササイズ)するバイオフィードバックシステムと言える。

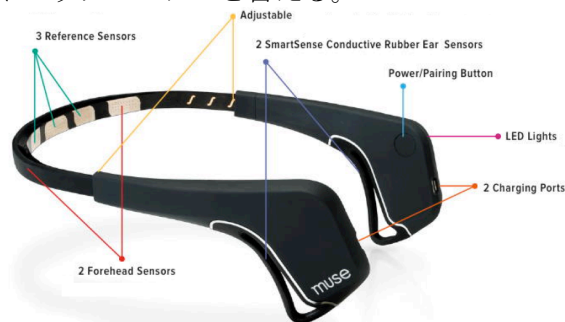


Figure 1 Brain sensor-band "MUSE"

出来合いのMUSEアプリで坐禅のようなリラクゼーションを行うのではなく、筆者はMUSEを開発したカナダの研究者グループがWebで公開している技術情報の奥底を探訪してシステムを解析/実験し、オリジナルの起動スクリプトによって直接にMUSEからBluetooth経由でセンサ情報をOSCプロトコルのメッセージとして受け取る環境を開発した[1]。これによってMax等でMUSEから刻々と送られてくるセンサ情報を料理でき、図2は筆者が筋電センサMyoを同時に2個利用できる環境“DoubleMyo”[2]と新楽器“MRTI2015”[3]とMUSEとを同時に稼働実験している様子である。また図3は本稿に関連するMUSEの実験で、Maxパッチの左側に縦に3つ並ぶのが3次元加速度センサによる頭の傾きであり、右側に3列並んでいる上下4段の脳波デー

タは、MUSEの「TP9/Fp1/Fp2/TP10」の電極に対応して上から「シータ波/アルファ波/ベータ波/ガンマ波」のFFT演算結果であるという。この1列目のごく微細に変化しているのが脳波であり、それ以外の大きな変動は全て、眼を開けているために起きる外眼筋(まばたき)や表情筋によるセンサ電極の接触不良ノイズ(アーティファクト)である。

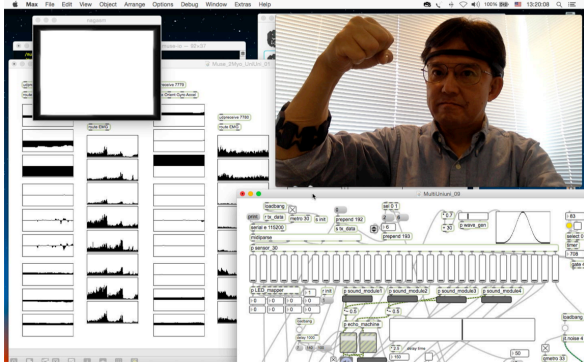


Figure 2 DoubleMyo + MRTI2015 + MUSE

そこで図3パッチの右側の2列目の縦4段のグラフでは、このセンサ信号を10倍ゲインで拡大しているが、脳波の波形が見えてきたものの、アーティファクト部分でグラフが振り切れてしまう。そこで右端の縦4段のグラフでは簡単なアルゴリズムでAGC(自動ゲイン制御)を加えており、微弱な信号では10倍ゲインで増幅しつつ、10倍された信号レベルが大きくなると急速に圧縮をかける非線形変換により、結果として脳波部分も外眼筋や表情筋の筋電情報も振り切れることなく取得できていて、MUSEが顔筋電楽器として使える可能性を示している。

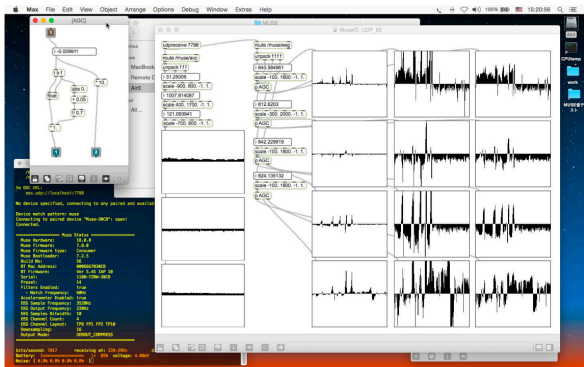


Figure 3 Experiment of MUSE sensors

3 関連研究/事例の調査検討

3.1 表情と情動/感情

筆者はこれまで多くの種類の筋電センサを開発研究してきた[4]が、たいいていは腕や身体(呼吸筋)だったので、MUSEで登場した外眼筋や表情筋は初めてとなった。そこでまずは心理学研究の領域で、表情と情動/感情に関して調査してみると[5-16]、情動は通常は生理的的身体的变化を伴い外的行動として表れるが感情は内在的な反応であり必ずしも表情や行動には表れないこと、表情(非言語コミュニケーションの一部)の認識は文化によって違いがあ

ること、感情が情動的起源をもつこと、扁桃体が知覚された刺激が生体にとって安全で報酬的であるか脅威をもたらすかを速やかに評価して顔面神経と三叉神経を介した顔の表情筋の出力にも関わること、内受容感覚のモデルで主観的な情動の経験よりも先に顔の筋肉の変化が起きて感情に合った表情が作られることによって情動が自己知覚される説、しかもつらを作ると怒った気持ちを発生する」という、顔の筋肉の動きが脳に伝えられ表情に合った感情が作り出される仕組み、など多くの知見を確認した。

3.2 表情の画像認識等のセンシング技術

前項は主として心理学的な調査だったが、筆者は次いで、実際に表情計測・表情センシングを工学的に実現できているのかを調査してみると、学術的な裏付けは不確かなものの、既に現実にもそれっぽいものが出現していた[17-19]。しかし感情認識ロボットは対話音声から音声感情認識したり[20]、顔面皮膚血流だったり[21]、あとは画像認識から表情をパーツの組み合わせとして感情認識する手法が主流であった[22-24]。

3.3 表情筋による感情センシング

このような調査の末に、ようやく本命と言える表情筋の筋電計測と感情/表情とをターゲットにした研究や事例紹介の情報に到達した[25-30]。しかしURLを添えたこれら各文献を参照いただくと判るが、いずれも本研究で対象としているMUSEのように、額に並んだ電極だけという限られた計測手段にざばり似たものは無かった。なお文献[30]において、図4のような主な表情筋の定義に関する参考文献[31]や、表情筋の筋電(FEMG)計測に関するガイドライン(EMGは10Hz~1000Hzを500Hz以上でサンプリング。HPFは2Hz又は50Hz、LPFは1000Hz又は500Hz)や、通常のEMGが数百 μ Vレベルなのに対してFEMGが数 μ Vレベルと非常に微弱である事など、今後の筋電研究に関する有益な知見を得られた。

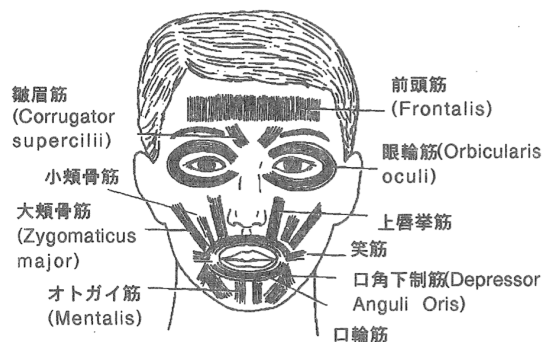


Figure 4 Face Muscles [31]

4 MUSEを使った予備的実験

MUSEを脳波楽器としてでなく、小型軽量のBluetooth無線センサとして、尺八の首振り演奏のように活用する可能性は確認した[1]。また演奏者がパフォーマンスの補助情報として表情筋に対応したアーティファクトを活用す

ることは、リハーサル時に本人に固有の情報としてチューニングすれば容易である。問題は一般的な心理情報センサとして、汎用性のある表情認識に使えるか、という部分である。ここでは今後の実験システム構築のために、予備的な実験として筆者本人のみで進めた経過について報告する。

4.1 実験のための音声ガイド

筆者はこれまで、被験者を使ったメディア心理学実験のための心理学実験システムをMax環境によって数多く構築して実験/研究を進めてきた[32-37]。それぞれの心理学実験は、視覚・聴覚・身体動作などの組み合わせされたものであるが、走行中のクルマの座席でイヤホンで音響を聴取する被験者実験[37]でのみ、被験者が瞑目するように視覚を閉ざしたが、たいていの場合には開眼での実験であった。

しかし今回は、開眼ではまばたきの筋電がもろにMUSEの額の電極の脳波信号計測に影響するので、瞑目の実験は必須である。そこでまず、実験中の教示や指示を統一を行うために、Max環境で日本語音声を読み上げるシステムを整備した。具体的には、図5のSpeakLineというフリーソフトが日本語テキストを自動読み上げして音声ファイルにexportできるために、音声ライブラリ"Kyoko"、読み上げスピード"220%"という条件に統一して、必要な音声ファイルを完備した。

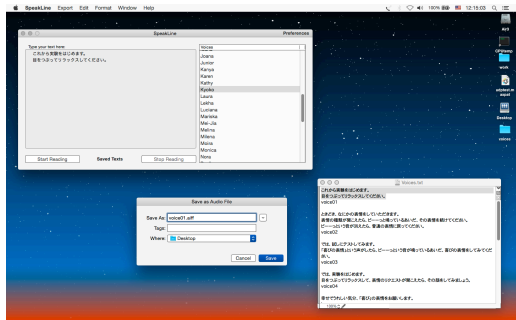


Figure 5 Experiment with "SpeakLine"

今回は予備的な実験のため、「感情の分類」「表情の分類」というようなサイトを調べて、以下のような素材としてみた。ここでは日本語読み上げ音声のイントネーション等があまりに不自然な場合には、提示文章の方を試行錯誤的に修正して目的に合わせる、というやや不純な方法をとった。この素材に関して、本格的な実験のためにより適切な分類への教示をいただければ幸いである。

これから実験をはじめます。

目をつぶってリラックスしてください。

→ voice01.aiff

ときどき、なにかの表情をしていただきます。

表情の種類が聞こえたら、ピーっと鳴っているあいだ、その表情を続けてください。

ピーっという音が消えたら、普通の表情に戻ってください。

→ voice02.aiff

では、試しにテストしてみます。

「喜びの表情」という声が出たら、ピーっという音が鳴っているあいだ、喜びの表情をしてみてください。

→ voice03.aiff

では、実験をはじめます。

目をつぶってリラックスして、表情のリクエストが聞こえ

たら、その顔をしてみましょう。

→ voice04.aiff

幸せでうれしい気分、「喜び」の表情をお願いします。

→ happy.aiff

怒っている気分、「怒り」の表情をお願いします。

→ angry.aiff

もの悲しい気分、「悲しみ」の表情をお願いします。

→ sad.aiff

楽しくてはまっている気分、「楽しみ」の表情をお願いします。

→ fun.aiff

大好きで、いとおいしい気分、「愛しい」の表情をお願いします。

→ love.aiff

恨みに思っ、とても嫌いな気分、「憎しみ」の表情をお願いします。

→ hate.aiff

びっくりした気分、「驚き」の表情をお願いします。

→ surprise.aiff

恐ろしくて、すくんでいる、「恐怖」の表情をお願いします。

→ fear.aiff

盛り上がって、たまらない、「興奮」の表情をお願いします。

→ excite.aiff

これで実験は終わりました。

ご協力、ありがとうございました。

→ voice05.aiff

4.2 予備的な実験のためのシステム開発

既筆者は既に、図3で示すようなMUSEデータ解析システムとともに、図6で示すような、この脳波センシング情報(シータ波/アルファ波/ベータ波/ガンマ波の4チャンネル)と3次元首振り情報からサウンドをリアルタイム生成するシステムを試作していた。そこで、今回の実験はこれをベースとして、楽音生成の代わりに教示音声読み上げとデータ連続表示のモジュールを追加することにした。この詳細は音知学会2016年5月研究会にて報告する[38]。

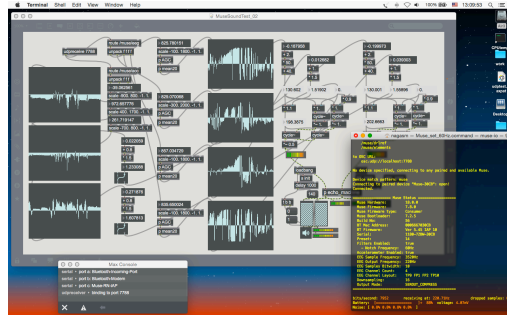


Figure 6 BrainWave Synthesizer Prototype

5 おわりに

脳波センシングヘッドバンド"MUZE"を表情の筋電センサとして情動/感情の心理計測に活用できる可能性について検討した。表情と情動/感情に関する先行研究、表情認識による情動/感情計測に関する関連研究、そして顔の筋電計測による情動/感情センシングの関連研究について調査検討して、MUZEがこの領域で活用できる可能性について考察した。

参考文献

[1]長嶋洋一, 脳波センサ"MUZE"は新楽器として使えるか, 情報処理学会研究報告(2015-MUS-110) 1-6, 2016. <http://>

- nagasm.org/ASL/paper/SIGMUS201603.pdf
- [2] 長嶋洋一, DoubleMyo <http://nagasm.org/ASL/paper/doubleMyo.pdf>
- [3] 長嶋洋一, お触り楽器, 情報処理学会研究報告 (2015-MUS-108) 1-6, 2015. http://nagasm.org/ASL/paper/SIGMUS201508_1.pdf
- [4] 長嶋洋一, 筋電センサ関係情報 http://nagasm.org/ASL/CQ_mbed_EMG.html
- [5] 佐藤香, 感情現象の諸相. ナカニシヤ出版, 2007.
- [6] 佐藤幸子, 子どもの表情による情動表現の発達の変化に関する検討. 日本看護研究学会雑誌Vol. 29 No. 2 27-32, 2006. <http://www.jsnr.jp/test/search/docs/102902002.pdf>
- [7] 藤本素子, 表情表出による情動調整の特性に関する実証的検討. 京都大学学術情報リポジトリ 1-175, 2014. <http://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/192134/1/dkyok00163.pdf>
- [8] 東真由美, 顔表情の感情認知に及ぼす音楽の影響. 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要 第10号 157-162, 2011. <http://ir.iwate-u.ac.jp/dspace/bitstream/10140/4205/1/jcrc-n10p157-162.pdf>
- [9] 大久保智紗, 不快情動体験過程に関する神経心理学的研究の動向. Tsukuba Psychological Research 2011. 41. 69-82.
- [10] 宇津木成介, 基本的感情の数について. 明治大学教養論集 通巻482号 33-56, 2012. http://m-repo.lib.meiji.ac.jp/dspace/bitstream/10291/14872/1/kyouyoronshu_482_33.pdf
- [11] 東京大学理科一類2009年度35組シケプリ, 感情心理学. http://ut0935s1.web.fc2.com/examprint/sougou/d/behavior/03_affect.pdf
- [12] Emotion 情動・感情. <http://www.everywherepsychology.com/p/emotion.html>
- [13] 感情と行動. <http://www.eonet.ne.jp/~human-being/page4.htm>
- [14] 野村理朗, 情動 - 脳科学辞典. <http://bsd.neuroinf.jp/wiki/情動>
- [15] シャクターの情動二要因理論と情動の形成機序. <http://www5f.biglobe.ne.jp/mind/knowledge/basic/social002.html>
- [16] 藤村友美, 表情認知. <https://sites.google.com/site/tomomifujimura/home/funding/facialexpressionsrecognition>
- [17] 写真から感情を分析! ? 本当に認識してくれるのか試してみた <http://www.appps.jp/201291/>
- [18] オムロンの画像センシング技術のご紹介: OKAO Vision 顔の詳細を認識する <http://plus-sensing.omron.co.jp/technology/detail/>
- [19] 表情認識アプリをつくってみた http://lab.synergy-marketing.co.jp/blog/tech/emotion_recognition_application
- [20] 任福継, 感情認識及び感情創生に基づく知的学内案内ロボットの構築. 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部研究報告 9-18, 2011. <http://www.lib.tokushima-u.ac.jp/repository/file/74429/20110413163954/LID201104131006.pdf>
- [21] 林直亨, 顔面皮膚血流の非接触計測を利用したヒトの情動センシング. 上原記念生命科学財団研究報告集, 26 1-4, 2012. http://ueharazaidan.yoshida-p.net/houkokushu/Vol.26/pdf/032_report.pdf
- [22] 小谷野信一, 表情と音声を用いたサポートベクタマシンによる感情認識. 情報処理学会第76回全国大会講演論文集 5S-8(2) 475-476, 2014.
- [23] 石井雅樹, 表情画像の位相特性に基づいた感情特徴空間の生成. 計測自動制御学会東北支部 第244回研究集会 244-2 1-5, 2008. <http://www.topic.ad.jp/sice/papers/244/244-2.pdf>
- [24] 任福継, 言語・表情など外観情報と心的状態移に基づく人間感情の認知について. 情報処理学会研究報告 2006-SLP-62 43-48, 2006. <http://www.lib.tokushima-u.ac.jp/repository/file/74429/20110413163954/LID201104131006.pdf>
- [25] 中丸茂, 平均表情筋電図を用いた顔文字刺激の提示による表情変化. 駒沢大学心理学論集 (KARP), No. 6, 29-46, 2004. <http://repo.komazawa-u.ac.jp/opac/repository/all/17439/karp006-04.pdf>
- [26] 徳志偉, 顔表情の人間工学的研究 - 顔写真の提示による表情筋電図と好感度の関係. 千葉大学人間生活工学研究室卒論概要 2002. <http://humanomics.jp/wp-content/uploads/toku.pdf>
- [27] 小越康宏, 感情の脳科学 - 人は表情をどのように理解し, 表情でどのように感情を伝えているのか? - . 平成25年度 ひらめき☆ときめきサイエンス - ようこそ大学の研究室へ - KAKENHI (研究成果の社会還元・普及事業). http://www.jsps.go.jp/hirameki/ht25000_jisshi/ht25109jisshi.pdf
- [28] 林隆博, 脳が笑いの表情を作る. <http://www.blog.crn.or.jp/report/04/31.html>
- [29] 表情計測と表情筋計測. <http://neuroscience.hatenablog.jp/entry/2015/09/02/114133>
- [30] 古西浩之, 表情筋電図を指標とした感情研究. 関西学園大学リポジトリ 人文論究, 43(4): 39-54, 1994. <http://kgur.kwansei.ac.jp/dspace/bitstream/10236/5915/1/434-04.pdf>
- [31] 藤原武弘, 社会精神生理学. 脳生理心理学重要研究集(1):意識と行動. 誠信書房, 1993.
- [32] 長嶋洋一, 音楽的ビートが映像的ビートの知覚に及ぼす引き込み効果. <http://nagasm.org/ASL/beat/>
- [33] 長嶋洋一, サウンドの空間的予告による映像酔いの抑止について. 情報処理学会研究報告 Vol. 2007, No. 127 (2007-MUS-73), 2007. <http://nagasm.org/ASL/paper/sigmus0712.pdf>
- [34] 長嶋洋一, 新しい筋電楽器のための筋電情報認識手法. 情報処理学会研究報告 (2010-MUS-085), 2010. <http://nagasm.org/ASL/paper/SIGMUS201005.pdf>
- [35] 長嶋洋一, グロックン音色の利用に関する考察. <http://nagasm.org/ASL/Glocken/>
- [36] 長嶋洋一, 聴覚的クロノスタシスに関する研究. <http://nagasm.org/ASL/Chronostasis/>
- [37] 長嶋洋一, 身体に加わる加速度とサウンドの音像移動に関する心理学実験報告. 情報処理学会研究報告 (2012-MUS-95), 2012. <http://nagasm.org/ASL/paper/sigmus201206.pdf>
- [38] <http://www.youtube.com/watch?v=qwd1WulKuHg>