

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：32645

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K15279

研究課題名(和文) 受動的な表情変化で惹起される感情の脳科学的研究

研究課題名(英文) A brain study of emotion evoked by opening eyes wide passively

研究代表者

佐々木 光美 (SASAKI, MITSUYOSHI)

東京医科大学・医学部・教授

研究者番号：10170698

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：表情を指で受動的に変化させると気分が変わること、特に目を普通より大きく開けると「頭が冴えた」、「意識がはっきりした」などポジティブな気分になることを示した。このとき脳波を測定するとα波が出現した。通常α波は目を閉じているときに出現し、目を開けると消失するので非常に不思議であった。fMRIという機能的磁気共鳴画像法によって脳の活動を調べると、脳の最前部にある前頭極の活動が減少した。この結果はα波の出現(脳の活動が低下する)を説明し得るものである。目を大きく開くことは、相対的な価値を活発に探索している前頭極の活動を鎮静化させる結果、物事を冷静に観察するのに寄与していると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The passive change of the facial expression using their fingers affected the mood. Especially, opening eyes wide increased a positive mood. When measuring the brain waves, alpha waves emerged during opening eyes wide. It puzzled us since alpha waves usually appear during closing eyes and disappear during opening one's eyes. Then we investigated the brain activity with a functional magnetic resonance imaging. The result showed that the opening eyes wide deactivated a wide area of the frontal pole cortex. This seemed to be consistent with the emergence of alpha waves: brain activities are lower at alpha waves than at beta ones. Opening eyes wide might calm down the actively working frontal pole cortex that is suggested to explore the relative value of novel alternative strategies toward more advanced goal-directed behaviors.

研究分野：神経生理学

キーワード：表情 機能的磁気共鳴画像

## 1. 研究開始当初の背景

感情の発露は表情に表れる。また、喜びなどのポジティブな感情は気分をリラックスさせるとともに自律神経系の機能を高め、免疫機能を向上させること、一方怒り、抑うつ、不安などのネガティブな感情は逆の結果をもたらすことが明らかになってきた(Lissoni et al, 2001: Review)。一方研究代表者は、受動的に顔の表情を変えるだけで、ある感情が生じる、あるいは気分が変わることに気がついた。例えば指で両目を受動的に開ける(受動的開眼)と、数分で気分がすっきりし、頭が冴えた感覚になる。感情評価テストを行ったところ、活気度が有意に増大し、うつや疲労などのネガティブな項目のスコアが有意に減少する結果を得た(Sasaki et al, 2009; 佐々木ら, 2012)。脳波の測定により、受動的開眼時、脳の全域、特に前額部で波成分が増大した(2010, Sasaki)。さらに近赤外分光法(NIRS)による測定で、前額部の脳血流増大、すなわち脳活動の増大、を示唆する結果を得た(未発表)。しかし、ある実験課題において、NIRSは脳血流ではなく大部分が頭皮の血流を測っていることが示された(Takahashi et al, 2011)。受動的表情変化で脳血流が増大するというNIRSの実験結果は脳活動というよりむしろ頭皮の血流変化を大きく反映しているかもしれないという疑問が残った。

## 2. 研究の目的

一般に波は、心身がリラックスした状態の時に出現するとされ、脳がアイドリング状態にある、すなわち脳の活動が低下していることを意味する。脳血流が増大する(すなわち脳活動が増大)というNIRSの実験結果は、二つの疑問を提起している。すなわち波の出現(脳活動の低下)を説明できないこと、および頭皮の血流変化を反映している可能性である。波の出現と脳活動の相関を明らかにする必要がある。そのためにはNIRSの実験結果を、脳活動を反映することが既に確立している機能的磁気共鳴画像法(fMRI)によって追試する必要があると考えた。本研究は、fMRIを用いて受動的表情変化を行ったときに脳活動の増減の有無を明らかにし、脳活動と脳波および気分変化の三者の相関を明らかにすることを目的とする。また多くの被験者が、受動的開眼により頭がすっきりして目が覚める感覚になると述べた。波の増大はリラックスだけでなく覚醒にも積極的な役割を持っている可能性がある。この新しい解釈を導き出すことができるかについても検討する。

## 3. 研究の方法

健常な成人被験者を対象にして受動的表情変化を行い、感情/気分、脳波、および脳血流変化を調べた。

### (1) 受動的表情変化の手法

既に行った受動的表情変化(大きく目を開く、目尻を上げる、目尻を下げる)に加えて、目尻を横に引く、および口の受動的変化(口角を上げる、下げる、横に引く)目と口を組み合わせた受動的変化(目尻を上げ、口角を下げるなど)を行った。目を普通に開けた状態から、被験者の指で、強すぎず弱すぎない適度な強さで両方の瞼を上下に開く、あるいは両方の目尻を斜め上下45度方向、あるいは真横に変形させて受動的表情を作らせた。安静状態で行い、特に、実行中の表情やその他のことについて何も考えないように指示した。指示された表情変化を5分間、あるいは2~4分間(fMRI測定)を行い、その後に感情評価テストを行った。

### (2) 感情評価テスト

感情評価テストとしては、気分プロフィール検査(POMS日本語版)を行った。POMSは活気、緊張-不安、抑鬱-落ち込み、怒り-敵意、疲労、混乱の六つの因子を測定する。そのうち、活気はポジティブな感情/気分、他の5項目はネガティブな感情/気分である。記入終了後、受動的表情変化実行中の感情/気分を被験者に記述してもらった。

### (3) 脳波の解析

感情評価テストで最も効果が見られる受動的表情変化について、脳波の追試実験を行った。表情変化前(5分)受動的開眼(5分)変化後(5分)について測定した。記録部位は、Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, O1, O2である。高速フーリエ変換によりパワースペクトラムを導出し、波周波数成分を解析した。

### (4) 脳血流変化(fMRI)

健常な成人被験者を対象にして、最も効果のある受動的表情変化について調べた。fMRI画像の測定にはレストブロック(目を普通に開く)とタスクブロック(受動的に大きく目を開く)を2回繰り返す標準的なブロックデザインパラダイムを用いた。各ブロックの持続時間は初期の実験では4分で行い、その後1分20秒、2分、2分40秒で測定を行った。なお指を用いて受動的開眼を行うと脳画像に歪みを生じるため、被験者には実験中に水泳用ゴーグルを着用してもらい、ブロック間に出される指示により、受動的に大きく開眼あるいは普通に開いた状態を被験者自身の指で作った後、その状態をゴーグルで維持した。測定中は考え事をせず、目の前の点を見ているように指示した。また脳機能画像取得の前後に気分プロフィール検査を行い、最後に感情/気分の変化を自由に記述してもらった。

1.5テスラMRI装置を用い、GRE型EPI法で脳機能画像を取得した。EPI法の撮像パラメータは、TR: 4080ms、TE: 50ms、Flip angle: 90degree、voxel size: 3x3x3 mm、slice

thickness: 3.00 mm、36 slices/volume、135 volumes/session と設定し、全脳をカバーした。脳機能画像は SPM8 ソフトウェアを用いて解析した。前処理 ( Realignment、Normalization、Spatial smoothing ) を行ったのち、個人ごとの解析を行い、更に被験者全体について集団解析を行った。有意水準は  $p < 0.001$  ( uncorrected ) とし、連続するボクセルが 20 以上ある部分を脳活動部位とした。活動領域の解剖学的位置は SPM8 に付属するツールボックス「Anatomy」の最大確率マップを用いた。

#### 4. 研究成果

##### ( 1 ) 感情/気分変化

両目を大きく開く受動的開眼では活性度が増大し、他のネガティブな 5 項目の全てのスコアが減少して、気分がポジティブな方向に改善されることが示唆された。口角を下げる受動的表情変化においては逆に活性度の低下、緊張-不安度と疲労度の増大がみられた。目尻を下げるあるいは目尻を横に伸ばす受動的変化で活性度が減少し、口角を上げる変化でうつ度が低下した。目尻と口角の組合せでは、目尻と口角を同時に下げた場合に活性度の低下および疲労度の増大が見られた。本研究は、これまで誰も試みたことのない、表情を受動的に変化させるという方法で、感情/気分をコントロールするという新しい可能性を示した。

##### ( 2 ) 脳波

最も効果があった受動的開眼を行い、脳波の変化を調べた。受動的開眼時、波の周波数成分は左右の殆どの記録部位、特に前額部で有意に増大し ( $p < 0.01$ )、前に行った結果と一致した。前額部での波周波数成分は、受動的表情変化終了 5 分後も増大していた。

##### ( 3 ) fMRI

最も効果があった受動的開眼を行い、機能的磁気共鳴画像 ( MRI ) 装置を用いて脳活動にどのような変化が起こっているかを調べた。

取得した fMRI 画像について集団解析した結果、前頭前野の広範囲で活動が減少するのが特徴的に見られた。一方活動が増大した部位は、前頭前野の一部、顔の認知に関する部位、ウェルニッケ言語野を含む言語関連領域であった ( uncorrected、 $p < 0.001$  )。言語関連領域の賦活については、何も考えないようにするのは難しかったと被験者が述べており、おそらくそれと関係するものと考えられた。

前頭前野の活動の減少部位を最大確率マップに重ね合わせてみると、前頭極、およびそこから両側に広がる前頭前野の活動が低下していた。この結果から、受動的開眼時の波成分の増大は脳の活動が低下してアイドリング状態になっていることを示した。一

方先に行った近赤外光脳機能イメージング装置 ( NIRS ) を用いた脳血流測定と異なる結果となっており、NIRS での血流増大は脳部位というよりむしろ、主に測定部位の頭皮の血流変化を反映しているものと結論づけられた。

前頭極の活動変化について個人ごとの詳細な解析を行った。初期の実験で、各ブロックの持続時間 ( 普通に目開け、大きく開眼 ) を 4 分に設定して行った。活動に 3 つのパターンが見られた。主に活動が減少するタイプ ( 約 60% )、活動低下と増大の両方を示すタイプ ( 約 30% ) および主に活動が増大するタイプ ( 約 10% ) であった。多くの被験者が長すぎて疲れたと訴えており、疲労がデータに影響する可能性があったため、各ブロックの時間を 1 分 20 秒、2 分、2 分 40 秒に変えて調べたところ、どの時間で行ってもほぼ同じような比率を示した。従って、ブロックの時間が長すぎたり短すぎたから活動パターンにばらつきが出たのではないことを示した。

低下と増大の両方が見られるタイプについて、脳の断面図で見ると活動が減少しているのは前頭極の表層部であり、活動が増大する部位はそれよりも深部であった。集団解析において前頭前野の一部で賦活が見られたが、おそらく前頭極の深部が活動している被験者の痕跡を示しているのではないかと考えられた。

開眼時に生じた気分変化と脳活動のパターンとの関係についてみると、大きく目を開いている時に「頭が冴えた」、「意識がはっきりした」、「スッキリした」と記述した被験者において、前頭極の活動が減少する傾向が見られた。一方、活動が増大する例は少ないが、気分が高揚した、気持ちが明るくなったという記述が見られた。

本研究はいくつかの受動的表情変化で、有意に気分変化が起こることを示した。特に受動的開眼により気分がポジティブな方向に改善されることが示唆された。受動的開眼では前頭前野の活動が低下することを示し、NIRS による前額部血流の減少は脳部位ではなく、頭皮の血流変化を大きく反映したものであることを明らかにした。受動的開眼時の波の増大 ( 脳のアイドリング状態 ) は前頭極を中心とした前頭前野の脳血流の減少と一致することを示した。さらに、多くの被験者が報告した「気分がスッキリし、頭が冴えた感覚」は覚醒度が高まっていることを意味し、これは、波の増大を伴う脳活動の低下によって覚醒度が高まることを意味する。

波は心身のリラクセス時だけでなく、覚醒状態を引き起こすのに積極的な役割を持っていることを提案する。前頭極は前頭葉の最上位に位置し脳の最高中枢とされているが、機能的な役割についてはまだ未解明なところが多い領域である。最近、前頭極は、新しく提示された選択枝について、どちらを選ん

だ方がより相対的価値が高いかまた目的にかなうかを探索していることが、示唆されている (Boschlin et al.(2015))。目を大きくひらくことによりスッキリするなど気分が好転する被験者では前頭極の活動が低下しており、受動的開眼は相対的価値の探索で活発に活動している前頭極の活動を鎮静化させる結果、頭が冴え、物事を冷静にあるいは客観的に観察するのに寄与しているのではないかと考えられる。

両目を開ける以外にも効果があると考えられる表情変化が幾つかある。目尻を下げるあるいは目尻を横に伸ばす受動的変化で活性度のスコアが減少し、怒っているときでも穏やかな気分になる。就寝時に行くと入眠時間が短縮されると被験者は言う。また口角を上げる変化でうつスコアが低下した。これらの表情変化は不安を軽減し、気分を安らかにすることが期待される。ストレスの多い現代社会にあって心の病を抱える人、特に若い人たちに広がる新型うつ病や在宅看護に携わる人たちのうつ病率が急増している。不安障害を持つ人たちも増加の一途にある。怒り、疲れ、あるいはうつ状態になっているときにポジティブな気分になるのはなかなか難しいものであるが、受動的に表情を変えるのは比較的容易である。この方法の継続的施行により、あるいは臨床治療との併用により、うつや不安などの気分障害を大幅に改善することができれば、既に心の病を抱える人たちやその予備軍の人たちのQOLの向上に大きく貢献できるものと考えられる。

受動的な表情変化は皮膚の単純な変形刺激である。これまでの心理学や生理学では説明がつかないことであるが、皮膚からの求心性情報が脳内に感情/気分を生起させるという新しい原理の発見を意味する。さらに顔の表情を超えて、体の静的・動的表現(姿勢や舞踏など)と感情/気分、および生理的反応の三者は密接不可分である、すなわち一つを変化させると他の二つも相応に変化するというような生命機能発現の原理の開拓に繋がる可能性を秘めていると考える。

#### <引用文献>

Lissoni P, Cangemi P, Pirato D, Roselli MG, Rovelli F, Brivio F, Malugani F, Maestroni GJ, Conti A, Laudon M, Malysheva O, Giani L. A review on cancer--psychospiritual status interactions. *Neuro Endocrinol Lett*, vol.2, 2001, 175-80

Sasaki M, Sakurai T, Hashimoto H. The assessment of emotion evoked by passive change of eye-expression. *Neurosci Res*, 65, S254, 2009

佐々木光美、櫻井透、橋本浩次、顔への触刺激(表情変化)と情動。自律神経、49

巻, 2012、86-88

Takahashi T, Takikawa Y, Kawagoe R, Shibuya S, Iwano T, Kitazawa S. Influence of skin blood flow on near-infrared spectroscopy signals measured on the forehead during a verbal fluency task. *Neuroimage*. vol.57, 2011, 991-1002.

Boschin EA, Piekema C, Buckley MJ. Essential functions of primate frontopolar cortex in cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol.112, 2015, E1020-E1027

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

佐々木光美、表情と情動、東京医科大学雑誌、査読有、2018 掲載予定

〔学会発表〕(計3件)

【発表者(代表)名、発表標題、学会等名、発表年】を記入】

Sasaki M, Araki Y, Yoshimura N, Yoshimura M, Hayashi YK. Deactivation of the frontal pole cortex caused by opening eyes wide passively: an fMRI study. 23rd World Congress of Neurology, 2017

佐々木光美、荒木洋一、吉村宣高、吉村真奈、林由起子、受動的に目を大きく開くことにより前頭極の活動が低下する、第94回日本生理学会、2017年

佐々木光美、受動的な表情変化が感情・気分を与える影響、第93回日本生理学会、2016年

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

佐々木 光美 (SASAKI, Mitsuyoshi)

東京医科大学・医学科・教授

研究者番号: 10170698