

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：33709

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01498

研究課題名（和文）リハビリテーション効果向上に資する感情調整と認知機能の相互メカニズムの解明

研究課題名（英文）Elucidation of interactive mechanisms between emotional regulation and cognitive function for improving rehabilitation effectiveness

研究代表者

大星 有美（Oboshi, Yumi）

岐阜保健大学・リハビリテーション学部・講師

研究者番号：70613975

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、感情と認知機能がどのように結びついているかについて脳機能イメージングを用いて調べた。感情的な状況を想像している時には、前頭前野や前部帯状回、小脳等が活動することが機能的核磁気共鳴画像法（fMRI）測定から明らかになった。近赤外分光法（NIRS）測定でも前頭前野の活動が記録されたことから、感情状態を簡易的な方法で評価できる可能性が示された。また、感情的な状況想像時の前頭前野賦活と認知機能成績とが関連していることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義はfMRIとNIRSによって感情調整時の脳活動が明らかとなったことや脳活動と脳代謝との関連から前頭前野や小脳の感情調整への関与が確認されたことである。社会的意義として、NIRS計測によって簡易的に感情を評価することが可能であることがわかり、意思表示が難しい対象者の感情を脳血流変化から推測することにつながる可能性を示した点がある。また、感情と認知機能との関連性の知見から、感情状態の客観的評価及び介入が認知機能低下の予防につながる可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：In this study, we used functional brain imaging to investigate how emotion and cognitive function are linked. fMRI measurements revealed that the prefrontal cortex, anterior cingulate gyrus, cerebellum, and other areas were active during imagining emotional situations. NIRS measurements also recorded prefrontal cortex activity, indicating the possibility of assessing emotional states in a simple manner. The results also revealed that prefrontal cortex activation during imagining emotional situations was associated with cognitive performance.

研究分野：作業療法

キーワード：感情調整 脳賦活 前頭前野 認知機能

## 1. 研究開始当初の背景

高齢期障害患者の認知機能向上を目標としたリハビリテーション介入において、その効果は患者自身の取り組み意欲や感情状態に大きく左右されることを経験する。認知機能と感情生成及び調整を担う脳部位は機能的にも解剖学的にも密接に結びついているとされるが、両機能が関与する部位は脳深部から大脳皮質表層と広範囲に亘るため複雑であり、その脳内メカニズムは一定の見解に至っていない。高齢者やアルツハイマー病における検討では、感情による記憶力向上の報告がみられるものの、感情が認知機能成績に及ぼす影響がないとするものもあり、その結果は一致していない。しかし一方で、感情に関わるとされる扁桃体を中心とした辺縁系部位及び前頭前野の働きと、両者間の機能的な関係性が加齢や疾患によって変化することは明らかであり、感情と認知機能の関連性を調べることは加齢や疾患による認知機能低下に有効な介入方法につながる可能性がある。

感情調整には前頭前野が大きく関わるが、感情生成には脳深部の関与が主であるため、機能的核磁気共鳴画像法 (fMRI) による前頭前野と脳深部の脳活動の測定や核磁気共鳴スペクトロスコピー (MRS) による脳化学物質測定などの複数の脳機能イメージング手法を取り入れ、感情調整と認知機能の相互関連性を明らかにする。

## 2. 研究の目的

リハビリテーション医療では、患者の意欲や感情の状態がその治療効果に影響を与え、特に高齢者では意欲低下や抑うつが認知機能を低下させる大きな要因となっている。これまで高齢者の認知機能を前頭前野の脳賦活パターンから評価してきたが、前頭前野は感情調整にも関与するため両者の相互関連性を明らかにすることが重要と考えられた。

健常成人を対象とし、快及び不快な感情生成及び感情調整による脳活動と認知機能との関連性について、fMRI と近赤外分光法 (NIRS) を用い、扁桃体、前部帯状皮質、海馬と前頭前野の賦活の大きさ及び賦活の時間的特徴を調べ、それらと認知機能検査得点間との関連性を明らかにする。また、MRS を用いて gamma-aminobutyric acid (GABA) 等の脳内化学物質の濃度と感情による脳賦活間との関連性や刺激の感情価 (快、不快) 間に相違があるかどうかを検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 対象者

健常成人 34 名 (女性 18 名・男性 16 名、平均年齢 22 歳) が研究に参加した。解析は装置的エラーによるデータ不完全から 1 名 (21 歳、女性) を除く 33 名で実施した。

### (2) 賦活課題

International Affective Picture Systems (IAPS; Lang et al, 2008) の快画像、不快画像を用いた感情課題を作成した。課題では、呈示された快・不快画像の状況をその感情も含めてできるだけ鮮明に想像する試行 (想像) と、客観的に画像を観察する試行 (観察) があり、被験者は各試行後に気分を「非常に不快」から「非常に快」まで 9 段階で評価した。

### (3) 測定手順

測定は 2 回に分けて実施し、1 回目は NIRS 検査と認知機能検査を行った。NIRS 装置は OEG-SpO<sub>2</sub> (Spectratech 社、16 チャンネル) を使用した。NIRS 測定と同日に論理的記憶 (ウェクスラー記憶検査、直後・遅延再生) 数字の順唱・逆唱、文字流暢性課題 (3 語頭音) 意味流暢性課題 (3 カテゴリー) Trail Making Test-A/B 等の認知機能検査を実施した。2 回目には、同課題時の扁桃体、前部帯状皮質、海馬等の脳活動を調べるため fMRI 検査を行った。また、脳神経化学組成検査として、MRS 検査を行った。前頭葉前野 (vmPFC) / 前帯状皮質 (pgACC) におけるグルタミン酸 (Glu)、グルタミン酸 + グルタミン (Gln) = Glx と GABA の濃度を計測した。脳構造画像検査 (T1 強調画像) fMRI 検査、MRS 検査には、Ingenia (Royal Philips 社、3T) を用いた。

### (4) 解析

行動データの解析では、各実験条件における各参加者の平均感情評価得点を算出した。fMRI 及び NIRS 測定中の感情調節がうまくいったかどうかを調べるために、感情価 (快、不快) と課題条件 (想像、観察) の被験者内因子による繰り返しのある二元配置分散分析 (ANOVA) を実施した。fMRI データ解析は SPM12 を用いた fMRI データの前処理後、一般線形モデルにより、各ボクセルにおける条件効果を被験者ごとに推定した。

MRS データ (vmPFC/pgACC の GABA 濃度) と fMRI データ (想像時における脳活動) の関連性について、GABA 濃度と関連する領域について、その脳活動が感情画像に対する被験者の感情増幅効果に関係しているかどうかを調べる目的で、想像 (不快) と想像 (快) 間の脳活動差と感情評価得点の差との相関を解析した。

NIRS データ解析は脳血流変化の指標を酸素化ヘモグロビン濃度変化 (oxy-Hb) とし、想像時及び観察時の平均 oxy-Hb 値をチャンネルごとに加算平均化し、想像による変化値として両試行間の差分の oxy-Hb (想像時平均 oxy-Hb 値 - 観察時平均 oxy-Hb 値) を算出した。想像による oxy-Hb 値と認知機能検査得点との相関について Pearson または Spearman 相関係数によって解析し

た。

統計解析は統計解析ソフト SPSS ( ver.25 ) を用いて実施した。

#### 4 . 研究成果

##### ( 1 ) fMRI 及び MRS データについて

想像 ( 不快 ) 条件と想像 ( 快 ) 条件の比較では、想像 ( 不快 ) で両側前島、左側頭頂接合部、内側前頭前野の後方と前方 ( それぞれ pDMPFC と aDMPFC )、両側小脳で有意な活性化が認められた ( 図 1 )。

左中前頭回および右小脳の活動 ( 不快な想像 - 快な想像 ) は MPFC/ACC の GABA 濃度と有意な正の相関を示した。さらには、右小脳の活動 ( 不快な想像 - 快な想像 ) と感情調整の有効性を表す感情評価得点の差 ( 不快な想像 - 快な想像 ) との間に負の相関が示された。快な想像に特異的な脳活動は観察されなかったが、不快な想像では、快感情と比べて右小脳の活動が増加した。さらに、同部位の活動が pgACC の GABA 濃度と関連することが明らかになった。

##### ( 2 ) NIRS データについて

快な想像と不快な想像の両者において前頭前野における oxy-Hb 上昇がみられたが、両者間の脳血流変化値に有意差は認められなかった ( 図 2 )。快感情を伴う想像によって生じた前頭前野における oxy-Hb 変化値と、論理的記憶 ( 遅延再生 ) 得点間、文字流暢性課題の生成語数間、数字の逆唱得点間で有意な正相関が示された。不快感情を伴う想像によって生じた oxy-Hb 変化値と、TMT-A 反応時間の間で有意な負の相関が示された。

得られた成果の国内外における位置づけとして、本研究では感情制御における右小脳の重要性が示唆される結果となったが、感情制御課題による小脳の活動の報告は数少ないためその点において意義がある。前頭前野の賦活は、fMRI と NIRS とで共通にみられているため、NIRS による簡易的な方法での感情状態の推定につながる可能性が確認された。

しかしながら、快感情と不快感情の差が fMRI 及び NIRS ともに出なかったため、刺激内容を見直す、サンプル数を増やすなどの再検討が必要である。今後の展望として、本研究では健常成人での検討にとどまったが、認知症などの疾患を持った対象者での検討を行っていきたいと考え

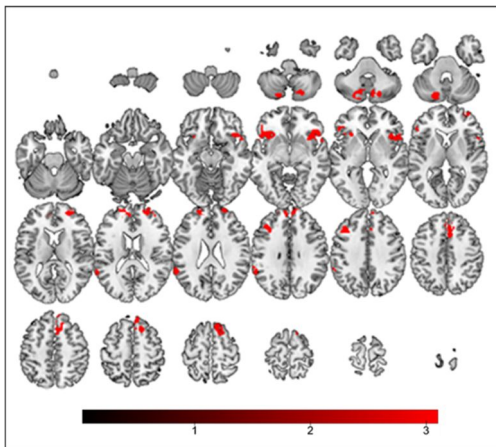


図 1 . 不快な想像 > 快な想像の脳活動部位

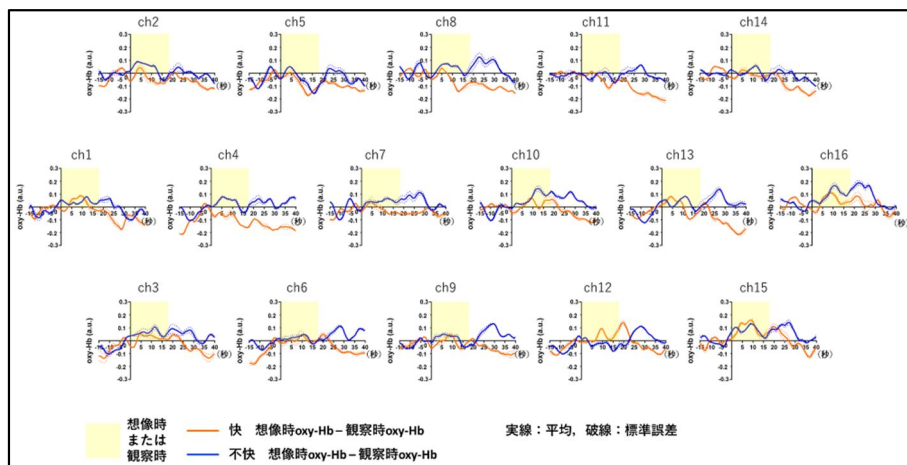


図 2 . 感情を伴う想像による oxy-Hb 変化値 ( 想像時平均 oxy-Hb 値 観察時平均 oxy-Hb 値 )

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 0件）

1. 著者名 大星有美	4. 巻 3
2. 論文標題 快・不快画像を用いた感情的状況のシミュレーションによる前頭前野賦活について	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 岐阜保健大学紀要	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 大星有美、武内智康、尾内康臣
2. 発表標題 感情を伴う想像時の前頭前野賦活と認知機能成績との関連性
3. 学会等名 第54回日本作業療法学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大星有美、武内智康、尾内康臣
2. 発表標題 快不快感情の惹起及び調整時における前頭前野の働き
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中川真希、岩崎実歩、河本麻帆、熊田竜郎、大星有美
2. 発表標題 報酬提示による気分変化と前頭葉賦活時の脳血流量の関係
3. 学会等名 第53回日本作業療法学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大星有美、山本清二、田村和輝、福司康子、橋本秀比呂
2. 発表標題 楽しみを伴う作業課題時の脳活動
3. 学会等名 COI精神的価値が成長する感性イノベーション拠点令和元年度成果報告会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yumi Oboshi, Kohei Miyata, Takahiko Koike, Norihiro Sadato
2. 発表標題 Self-relevant imagination enhances frontal pole activity - a NIRS study.
3. 学会等名 Annual Meeting Organization for Human Brain Mapping 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohei Miyata, Yumi Oboshi, Takahiko Koike, Norihiro Sadato
2. 発表標題 The imagination of self-relevant emotional events activates rostral anterior cingulate cortex.
3. 学会等名 Annual Meeting Organization for Human Brain Mapping 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 1.Yumi Oboshi, Kohei Miyata, Takahiko Koike, Norihiro Sadato
2. 発表標題 The frontal pole activity in imagination of a self-related future situation.
3. 学会等名 fNIRS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018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	尾内 康臣  (Yasuomi Ouchi)  (40436978)	浜松医科大学・光先端医学教育研究センター・教授   (13802)	
研究 分担者	田中 悟志  (Satoshi Tanaka)  (10545867)	浜松医科大学・医学部・教授   (13802)	
研究 分担者	武内 智康  (Tomoyasu Bunai)  (20754188)	浜松医科大学・光先端医学教育研究センター・特任助教   (13802)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------