

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：32639

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24659546

研究課題名(和文)リアルタイムfMRIを用いたバイオフィードバックによる社会認知機能改善プログラム

研究課題名(英文)Improvement of Social Cognition Employing Real-time fMRI-based Neuro-feedback

研究代表者

松田 哲也(MATSUDA, TETSUYA)

玉川大学・脳科学研究所・准教授

研究者番号：30384720

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、リアルタイムfMRIによるバイオフィードバック法を用いて、局所脳活動を改善させることで高機能自閉症・アスペルガーの社会的認知機能を改善させることを目指し、感情機能や社会認知機能の改善・回復への有用性を調べ、臨床応用の可能性について検討することを目的とした。

その結果、アスペルガー症候群もニューロフィードバックによるトレーニングにより扁桃体の活動を制御することが可能であることが確認され、トレーニング後に扁桃体の活動がトレーニング前と比較し活性化されていた。これらのことから、今後このようなトレーニング法は精神科のリハビリテーションにも十分応用できる可能性があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Neuro-feedback refers to the method whereby a subject monitors his/her own neural activity in a particular brain region of interest, and gains the ability to willfully control the level of neural activity. Recently, self-monitoring of neural activity in subcortical and other deep brain areas, as well as areas related to higher-order brain function, became possible with the development of real-time fMRI. The purpose of this research is to develop the task of improvement of social cognition employing real-time fMRI-based neuro-feedback.

It is evident that pervasive developmental disorders (PDD) subjects are able to increase amygdala activity through neuro-feedback training, and that in order to willfully control amygdala activity, simultaneous activity in the insula and MPFC are necessary. Moreover, after the neuro-feedback training, the neural sensitivity of amygdala is increased.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・精神神経科学

キーワード：精神科リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

これまでの精神科医療は主に薬物療法が中心に行われてきた。ただその一方で、薬物療法があまり効かない、またはあまり薬物の効果がみこめない精神疾患を抱えている患者が多くいることも事実である。そのような患者の治療法として、認知行動療法などの心理療法の併用の必要性もとりざたされている。中でも高機能自閉症・アスペルガーは、特に感情・社会認知機能の障害が中核とされ、薬物療法よりむしろ心理療法が選択される。しかしながら、短期間で効率的な症状改善を求めることは難しい。つまり、心理療法は患者がどのように思考パターンを変化させ、その結果どのように脳の働きが改善されれば症状改善につながるかについては、客観的に可視化できる指標がないため効率的に行うことは難しいとされている。その思考パターンや脳の働きの変化を可視化させ、患者がリアルタイムで確認できる方法としてバイオフィードバック法がある。バイオフィードバックとは、自らの脳活動や生理的指標の変化を被験者本人にリアルタイムで提示し、自らその脳活動や生理的指標を自分の思い通りに変化させることである。これまでに脳波や皮膚電位を指標にしたてんかん患者に適用した例が報告されているが、これらの手法では脳の限局した活動をモニタリングすることが難しかったため、特定の脳高次機能改善に応用することは難しかった。

しかし近年、fMRI を撮像しながら特定の脳部位の活動をリアルタイムで計算できる、リアルタイム fMRI が開発されたことにより、脳の深部領域を含め、特定の機能に限局した脳領域の活動をリアルタイムにモニターすることができるようになった。さらに、このリアルタイム fMRI で得られた活動を患者に提示することで、リアルタイム fMRI によるバイオフィードバックも可能となった。それにより、感情・情動・社会認知といった脳高次機能に障害をもつ精神疾患にも、バイオフィードバックを用いた治療(トレーニング)を行える可能性がでてきた。しかしながら、リアルタイム fMRI によるバイオフィードバックを行うシステムをセットアップするには、fMRI 等のイメージング技術、基礎神経科学、工学など幅広い知識が必要なため、リアルタイム fMRI によるバイオフィードバックを行うことのできる施設は日本国内ではまだほとんどない。その中、我々は玉川大学脳科学研究所の3テスラMRIでそのシステムを完成させ、すでにバイオフィードバックにより、脳活動を変化させることができることを確認している。

2. 研究の目的

本研究では、リアルタイム fMRI によるバイオフィードバック法を用いて、局所脳活動を改善させることで高機能自閉症・アスペルガーの社会的認知機能改善を目指す。感情機

能や社会認知機能の改善・回復への有用性を調べ、臨床応用の可能性について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 課題

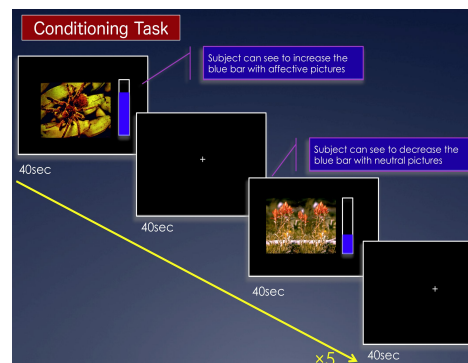
情動刺激呈示課題(1回目)(localizer)

情動を惹起する写真(IAPS:

International Affective Picture System)を呈示し、その間の脳活動を fMRI にて計測し、扁桃体の位置を同定する。ブロックデザインで20秒間情動を惹起する刺激を呈示し、繰り返しを5回とした(1枚あたり5秒間、1ブロック4枚呈示した)。被験者は、部位同定課題時はじっと写真を見ているように教示した。また、提示される写真の不快感を7段階で評価してもらった。

コンディショニング課題(neutral 刺激・unhappy 刺激)

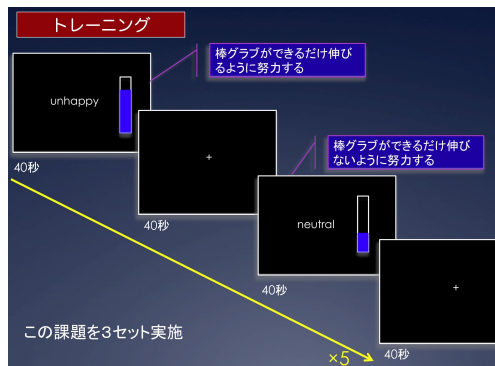
被験者の扁桃体の活動と情動を惹起する刺激画像を同時に呈示し、脳活動と情動の関係性を学習させる。ブロックデザインで20秒間情動を惹起する刺激(不快画像)もしくは中立刺激を呈示し、繰り返しをそれぞれ5回とした(1枚あたり5秒間、1ブロック4枚呈示した)。刺激画像と同時に提示される扁桃体の活動を示す棒グラフが刺激画面上に提示され、unhappy 刺激時はその棒グラフの目盛りを少しでも高くするように、neutral 刺激時は、少しでも低くなるように教示した。



トレーニング課題

(フィードバックあり)

被験者の扁桃体の活動と教示(neutral or unhappy)を被験者に呈示し、情動を惹起する写真刺激なしで、扁桃体の活動をコントロールすることができるようにトレーニングを行った。被験者には同時に提示される棒グラフの目盛りを unhappy では高くするように、neutral では低くするように教示した。



情動刺激呈示課題（2回目）

情動刺激呈示課題と同様の課題を行い、同じ刺激に対する脳活動と不快度を測定した。トレーニング前と後で扁桃体の感受性と認知機能の変化を調べた。

(2) 解析

リアルタイム fMRI の解析には、Turbo-Brain Voyager を使用した。Off-line 解析では、SPM 8 と Brain Voyager を使用した。

尚、本研究は玉川学園心理実験・脳活動計測実験倫理・安全委員会の承認を得ている。また、被験者へは書面ならびに口頭で説明し、同意を得て実験を行った。

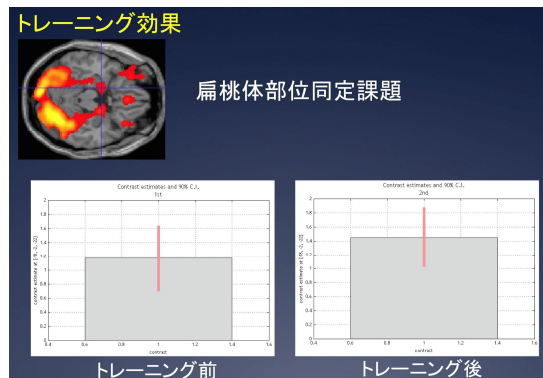
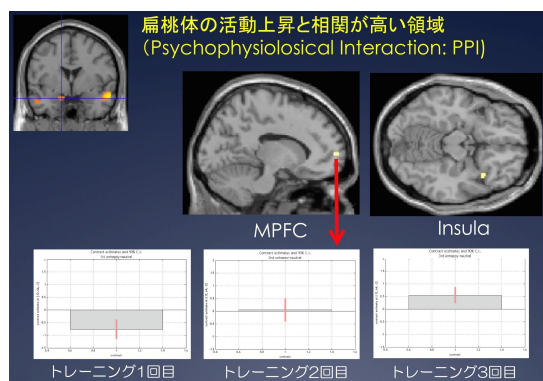
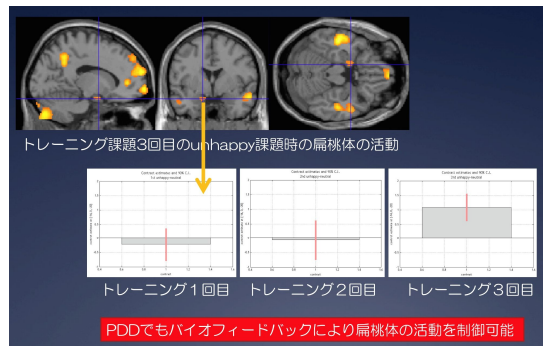
4. 研究成果

ニューロフィードバックトレーニングを行うことで、扁桃体の脳活動を被験者自ら制御することが可能であることが確認された。また、その時の扁桃体の活動を高めることができた時には、島、前部帯状回の活動も高くなっていることが明らかになった。またトレーニングにより扁桃体の活動が活性化され、感受性が高まった結果、同じ刺激を見ているにも関わらず、扁桃体の活動が強くなったということが明らかにされた。

また、感情惹起する刺激を呈示しなくても、アスペルガー症候群も自身の扁桃体の脳活動を上昇させることが可能であることが確認された。また、トレーニングを行う前の感情を惹起する刺激に対する扁桃体の活動とトレーニングを行った後の同様の刺激に対する扁桃体の活動を比較すると、ニューロフィードバックトレーニング後のほうが、扁桃体の活動が上昇していることが確認された。これらの結果から、アスペルガー症候群でもニューロフィードバックトレーニングにより、扁桃体の活性化を引き起こすことができることを確認した。

これらの結果から、アスペルガー症候群もニューロフィードバックによるトレーニングにより扁桃体の活動を活性化することが確認された。また、実験後の被験者からのインタビューでは、日常生活の中で辛いことがあったときに、このトレーニングのことを思

い出して自身で試すことで、「気分を落ちつかせることができた」という報告もあったことから、今後このようなトレーニング法は精神科のリハビリテーションにも十分応用できる可能性があることが示唆された。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

1. Kanero J, Imai M, Okuda J, Okada H, Matsuda T. How sound symbolism is processed in the brain: A study on Japanese mimetic words. PlosOne: 9(5). 2014. e97905. 【査読有り】 DOI: 10.1371/journal.pone.0097905
2. Ito T, Wu DA, Marutani T, Yamamoto M, Suzuki H, Shimojo S, Matsuda T. Changing the mind? Not really -activity and connectivity in the caudate correlates with changes of

choice. Soc Cog Affect Neurosci:2014
印刷中.【査読有り】

DOI: 10.1093/scan/nst147

3. 土師知己、松田哲也. リアルタイム fMRI によるニューロフィードバックの基礎とその応用. 精神科: 22(4). 2013. 375-381. 【査読無し】

〔学会発表〕(計3件)

1. Matsuda T. Haji T. Neural activity modulation employing Real-time fMRI based Neuro-feedback. International Conference of Clinical Neuroscience. 2014年3月20日~24日. ドイツ(ベルリン).
2. 松田哲也. 科学技術の将来ビジョンについて. 第90回日本生理学会. 2013年3月29日(東京都).
3. 松田哲也. 社会神経科学研究の今後の方向性. 第2回社会神経科学研究会. 2013年1月31日. 岡崎コンファレンスセンター(愛知県).

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

松田 哲也 (MATSUDA TETSUYA)
玉川大学・脳科学研究所・准教授
研究者番号: 30384720

(2)研究分担者

大久保 善朗 (OKUBO YOSHIRO)
日本医科大学・医学研究科・教授
研究者番号: 20213663