

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 8 日現在

機関番号：20101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700264

研究課題名(和文)顔表情認知における母親顔特殊性をもたらす神経ネットワークの解明

研究課題名(英文)The neural network involved in processing own mother's emotional face

研究代表者

篠崎 淳(Shinozaki, Jun)

札幌医科大学・医学部・助教

研究者番号：30510953

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)：本研究では、母親と子の情動的関係性が、母親顔表情認知にどのような影響を与えるのかについて、閾値下刺激を用いてその神経基盤を明らかにすることを目的とした。研究には12名の大学生が被験者として参加した。バックワードマスクング法を用いて機能的イメージング実験を行った。この際には、短時間刺激(17ミリ秒)+長時間刺激(483ミリ秒)の組み合わせで、視覚刺激を行った。短時間刺激として、自身の母親の笑顔・真顔・怒り顔を提示した。さらに「知っている顔」効果を排除するために、友人の顔表情写真も用いた。その結果、左側外側眼窩皮質が、自身の母親の怒り表情の無意識的知覚に関与することが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We hypothesized that covert presentation of emotional faces would be affected by the specificity of emotional relationship between mother and children. Twelve female adult subjects participated in the functional magnetic resonance imaging (fMRI) study. Stimulus faces were presented subliminally by the backward masking procedure (17 ms presentations of anger or neutral facial expressions plus 483 ms presentations of neutral face). To control familiarity such as friendship, photos of these faces of subject's own female friend were also presented. The lateral orbitofrontal cortex is related to unconscious perception of own mother's anger face, and not related to familiarity like friendship. Presentation of anger face of own mother in this context can enhance activation of the prefrontal cortex without induction of explicit perception.

研究分野：神経科学、認知科学

キーワード：母親顔 顔表情認知 無意識的知覚 閾値下刺激 外側眼窩皮質 機能的イメージング

1. 研究開始当初の背景

近年、虐待など親子間におこる問題は増加の一途をたどっており、これらの問題に対処することは緊急かつ重要な課題である。乳幼児では、生きていく上で親との間の情動的关系性は非常に重要であり、親の表情は子にとって重要な意味を持つ。実際に乳幼児は、母親の表情がポジティブであれば「視覚的断崖」をわたる (Sorice, 1985)。また近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) を用いた研究から、母親の笑顔を見ることで乳幼児の前頭前野内側部の活動が上昇することが示されている (Minagawa-Kawai, 2009)。一方で、成人後においては、恋人や友人との関係性が重要になってくるなかで親との情動的关系性は相対的に小さくなっていくと考えられている。しかし愛着理論 (Bowlby, 1969) によれば、幼少期における養育者との情動的关系性によって生じる心の在り様・性質 (内的作業モデル) は成人後においても対人関係に影響を与え続けるとされる。虐待に世代間連鎖が存在することから、愛着理論が示すように成人後においても親との情動的关系性が行動や脳機能に影響を与えている可能性が高い。研究代表者はこれまで、母親の情動 (喜び・怒り) をあらかず顔表情を子 (成人女性) が見たときの脳活動について脳機能画像法を用いて測定し、扁桃体は顔の表情という側面に、側頭・頭頂領域は自身の母親かどうかに関与することを発見した。さらに興味深いことに、前頭前野内側部は自身の母親の笑顔によって活動が増加し、怒り顔によって活動が減少した (Shinozaki J, Neurosci Res 2007)。

成人を対象とした先行研究は、見知らぬ他者の怒り顔の認知によって前頭前野内側部の活動が、研究代表者が見出した結果とは逆に増加することを示している (Dougherty, 1999)。Davidson らは、怒り顔認知の際には前頭前野内側部の活動が上昇することで扁

桃体の活動を抑制しているという仮説を提唱している (Davidson, 2000)。

この Dougherty らの先行研究と研究代表者の研究結果との相違は、異なる神経ネットワークによるものであろうか？研究代表者のこれまでの研究では、母親と一緒に実験室に来る被験者が多かった。このことから研究代表者のこれまでの研究では母親との関係性が安定的である被験者が多かった可能性もある。母親との関係性がより密接である子ほど、母親怒り顔認知の際の前頭前野内側部の活動が低く、そうでない子ほど活動が高いことが示されれば、関係性のない他者の怒り顔で前頭前野内側部の活動が増加するという先行研究と矛盾せず、研究代表者の研究結果と先行研究とは同じ神経基盤を見ていたことになる。

一方で先行研究と研究代表者の研究結果との相違が、母親との情動的关系性を考慮しても説明できない場合には、母親顔認知ネットワークと他者顔認知ネットワークという2つの異なる神経ネットワークが存在している可能性がある。本研究計画では閾値上・閾値下の刺激を用いて課題を工夫することにより、母親の怒り顔認知のときの脳領域間の関係性について他者の怒り顔認知のときの場合と比較し、検討した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、母親の怒り顔に対する前頭前野内側部の特殊な反応 (母親顔特殊性) について、母親との情動的关系性 (愛着型) で説明可能かについて検討し、母親顔認知ネットワークと他者顔認知ネットワークとが2つの異なる神経基盤によって成り立っているのかを明らかにすることであった。

前頭前野の内側部は、他者の怒り表情の認知によって活動が上昇することが知られている。これに対して研究代表者は、母親の怒り表情の認知では逆に同部位の活動が減少

することを見出した。本研究で研究代表者の発見した母親顔特殊性についてその神経ネットワークを提言することにより、脳における顔表情認知モデルに母親顔という新たな要因を加えることをめざした。

本研究計画では、段階1) 母親との情動的关系性という要因を加えることによって、母親の怒り顔認知に対する前頭前野内側部の活動減少と、他者の怒り顔認知に対する同部位の活動増加という2つの異なる結果を統合できるかを明らかにすることを目的とした。段階2a) 統合できる場合には同一の神経ネットワークを仮定し、検証し、段階2b) 統合できない場合には母親顔認知ネットワークと他者顔認知ネットワークの差異を明らかにすることを目的とした。

<段階1> 母親との関係性(愛着型)を心理尺度を用いて個人ごとに数値化し、母親の怒り顔を見たときの前頭前野内側部の活動と心理尺度点数との相関を調べる計画であった。

より密接な愛着をもつ人ほど前頭前野内側部の活動が下がり、そうでない人ほど同部位の活動が上がるという傾向が見られれば、関係性のない他者の怒り顔に対して同部位の活度が上昇するという先行研究の結果と研究代表者の研究結果について矛盾なく説明でき、研究代表者の研究結果と先行研究とを統合できると推測した。

<段階2a> 段階1にて、研究代表者の研究結果と先行研究とを統合できた場合には、Davidson の提唱する扁桃体と前頭前野内側部との抑制的关系が、母親顔認知と他者顔認知の両方で認められるかについて検討することとした。これら領域間の抑制的关系を検証するために、閾値下刺激で扁桃体の活動が増加する現象を利用し、扁桃体の活動を増加させた際に前頭前野内側部の活動が減少す

るかどうかを調べ、さらにネットワーク解析にて、母親顔認知と他者顔認知とは同一の神経ネットワークが関与しており、これを母親との情動的关系性が調整していることを明らかにすることを目的とした。

<段階2b> 段階1にて、母親との情動的关系性という要因を加えても研究代表者の研究結果と先行研究とを統合できなかった場合には、母親の怒り顔認知と他者の怒り顔認知とは前頭前野内側部と扁桃体の機能的な関連が異なることを検証することとした。

母親怒り顔の閾値下提示において扁桃体の活動を増加させた際に、前頭前野内側部の活動が増加する場合には、Davidson が提唱する扁桃体と前頭前野内側部との抑制的关系とは異なる神経基盤の存在を示すことができる。この場合には、ネットワーク解析にて母親顔認知ネットワークと他者顔認知ネットワークの2つのネットワークの差異を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究計画では、研究代表者の見出した母親の怒り顔認知による前頭前野内側部の特殊な反応(母親顔特殊性)について、(段階1) この反応は母親との情動的关系性という要因を加えることで説明可能かについて検討し、説明可能であった場合には、(段階2a) 単一の神経ネットワークを提案し、母親顔認知と他者顔認知の両方を説明できるか検証し、説明可能でない場合には、(段階2b) 母親顔認知ネットワークと他者顔認知ネットワークそれぞれの差異を明らかにすることを目指した。このために、

- A. 母親との情動的关系性を測る心理尺度測定
- B. 母親および他者顔表情写真の閾値上・閾値下提示を利用した機能的MRI実験

を行った。

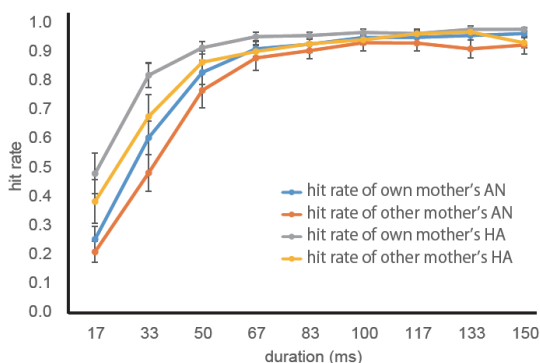
研究には 12 名の大学生が被験者として参加し、それぞれが自身の母親の笑顔・真顔・怒り顔の写真を準備した。さらに対照のために自身の同性の友人の笑顔・真顔・怒り顔の写真も準備した。

A．心理尺度を用いて母親との情動的关系性（愛着型）の個人差を数値化

母親との情動的关系性を数値化するために、母親との関係性を心理尺度「内的作業モデル尺度（戸田、1998）」を用いた。

B．閾値上・閾値下提示を利用した機能的 MRI 実験

閾値下刺激提示方法としてはバックワードマスキング法を用いた。すなわち、短時間の視覚刺激の直後に比較的長時間の刺激提示を時系列的に行う方法である。本研究ではまず、この「短時間」が具体的に何ミリ秒であればよいのかについて同じ被験者に協力してもらい行動実験を行った。行動実験では、短時間刺激の提示時間として、17, 33, 50, 67, 83, 100, 117, 133, 150 ミリ秒とし、短時間刺激 + 長時間刺激 = 500 ミリ秒になるように設定した。この際に表情が読み取れるかどうかを調べた。その結果、ディスプレイの 1 フレームである 17 ミリ秒であれば表情判断の正答率がチャンスレベル以下になった。



この結果を元に、バックワードマスキング法を用いた機能的 MRI 実験を行った。この際には、短時間刺激（17 ミリ秒）+ 長時間刺

激（483 ミリ秒）の組み合わせで、視覚刺激を行った。短時間刺激として、自身の母親の笑顔・真顔・怒り顔に加えてコントロールとして見知らぬ母親（他の被験者の母親）の笑顔・真顔・怒り顔をもちいた。このように刺激を使いまわすことにより、本研究の結果は、メガネをかけている等の顔写真の属性・性質による効果ではなく、母親の表情そのものによる効果であることを示せる。これに加えて、長時間刺激（閾値上）による脳活動も測定した。刺激提示時間は500 ミリ秒とした。これにより、閾値下での結果がそれに特異的なものであることを示せる。さらに「知っている顔」効果を排除するために、自身の同性の友人の顔表情写真（笑顔・真顔・怒り顔）も用いた。短時間刺激による残像効果を排除するために、短時間刺激と長時間刺激とはわずかにずらして表示を行った。被験者は課題として知覚にのぼった表情判断をボタン押しにて答えた。

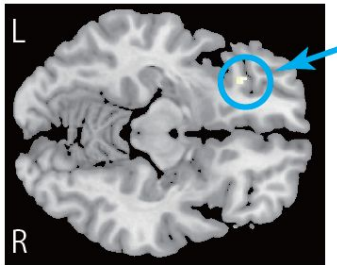
4．研究成果

A．心理尺度を用いた個人差の数値化

参加者全員について、「内的作業モデル尺度（戸田、1998）」を用いて尺度点数を求めた。今後、この数値と関心脳領域の活動との相関について調べ、脳活動が内的作業モデルで説明できるかについて検討する。

B．閾値上・閾値下提示を利用した機能的 MRI 実験

自身の母親の怒り顔を閾値下（短時間）で提示すると左側外側眼窩皮質の有意な活動がみられた。



z = -12

この活動は友人の怒り顔の閾値下提示ではみられなかったことから、自身の母親の怒り顔を閾値下に知覚した際に特異的な脳活動であることを示せた。これらのことから、左側外側眼窩皮質は、単なる友情のような親密さに関係せず、自身の母親の怒り表情の無意識的知覚に関与することが示唆された。

今後の検討事項として、神経ネットワークモデルの検討があげられる。母親との情動的关系性という要因を加えることで脳機能が説明可能であった場合には、単一の顔認知ネットワークの存在を仮定できる。情動的关系性という要因を加えても説明可能でなかった場合には、母親顔認知ネットワークと他者顔認知ネットワークという2つの神経ネットワークの存在を仮定できる。扁桃体、前頭前野内側部に本研究結果で見出した左側外側眼窩皮質も加えたネットワークモデルを構築し、検証する。Dynamic Causal Model (DCM; Friston, 2003) を用いて領域間の機能的因果解析を行い、モデル選択および領域間の機能的関係性を調べる。これにより各脳領域間の機能的結合を見出すことができる。また、機能的な結合の裏づけをとるため、これら領域間が解剖学的に接続しているかどうかを確認する。このために FSL による確率論的神経線維トラッキング法 (Behrens, 2003) を用いて領域間の神経線維を描出する。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1. Ichihara-Takeda S, Yazawa S, Murahara T, Toyoshima T, Shinozaki J, Ishiguro M, Shiraishi H, Ikeda N, Matsuyama K, Funahashi S, Nagamine T. Modulation of Alpha Activity in the Parieto-occipital Area by Distractors during a Visuospatial Working Memory Task: A Magnetoencephalographic Study. *Journal of cognitive neuroscience* (2014). 査読有り、(27), No. 3, 453-463. doi:10.1162/jocn_a_00718
2. Jun SHINOZAKI, Kuniaki HARADA, Hiroshi NAGAHAMA, Yuuki SAKURAI, Yoshihiro AKATSUKA, Takashi NAGAMINE, Takanori KOCHIYAMA. In the Range of 20 to 35ms, an Echo-time of 20ms is Preferred for 3-tesla Functional Magnetic Resonance Imaging. *Advanced Biomedical Engineering* (2013). 査読有り、(2), 47-54. <http://dx.doi.org/10.14326/abe.2.47>

〔学会発表〕(計 7 件)

1. Shinozaki J, Saito H, Nagahama H, Sakurai Y, Murahara T, Nagamine T. The fusiform gyrus represents emotional facial expressions of familiar people. *Human Brain Mapping*. 2015年6月(発表決定). Honolulu (USA)
2. Shinozaki J, Saito H, Murahara T, Nagahama H, Sakurai Y, Nagamine T, Matsumoto H. Low blood concentration of alcohol enhances stop failure response in the inferior frontal cortex in healthy social drinkers. 日本神経科学大会、2014年9月、パシフィコ横浜(横浜市)

3. Shinozaki J, Murahara T, Saito H, Harada K, Nagahama H, Sakurai Y, Nagamine T. Unconscious perception of own mother's anger face enhances the lateral orbitofrontal cortex activity. Society for Neuroscience. 2013 年 11 月, San Diego (USA)
4. Shinozaki J, Hiroe N, Yoshioka T, Sato M, Sekiyama K. Visual motion in audiovisual speech perception affects superior temporal sulcus in English speakers more strongly than in Japanese speakers: An effective connectivity analysis. Society for Neuroscience, 2012 年 10 月、New Orleans (USA).
5. 篠崎淳、廣江総雄、吉岡琢、佐藤雅昭、積山薫．視聴覚音声知覚の脳内統合機構の言語差．日本心理学会．2012 年 9 月、専修大学（川崎市）
6. 篠崎淳、積山薫、廣江総雄、吉岡琢、佐藤雅昭．ヒト脳の視聴覚情報処理におけるくちの動き情報の上側頭溝への入力：脳領域間結合の日英母語者間の違い．日本ヒト脳機能マッピング学会．2012 年 7 月、京王プラザホテル札幌（札幌市）
7. 篠崎淳、村原貴史、齊藤秀和、原田邦明、長濱宏史、櫻井佑樹、花川隆、長峯隆．運動前野は運動イメージと運動抑制の両方に関与する．Motor Control 研究会．2012 年 6 月、生理学研究所（岡崎市）

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況(計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

篠崎 淳 (SHINOZAKI JUN)

札幌医科大学・医学部・助教

研究者番号：30510953

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：