

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：13103

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650133

研究課題名(和文) 前言語期の乳幼児の意志理解のための脳情報の利用

研究課題名(英文) Use of brain information to understand mental process in preverbal infants

研究代表者

森口 佑介 (Moriguchi, Yusuke)

上越教育大学・学校教育研究科(研究院)・准教授

研究者番号：80546581

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、近赤外分光法を用いて乳幼児の脳活動を計測し、彼らの好みや考えなどのコミュニケーションに関わる心的活動との関連を検討することを第一の目的とした。また、第二の目的として、脳情報を利用して乳幼児の心的活動を読み解くことを目指した。具体的には、まず、好みなどに関わる脳活動の指標づくりを行い、乳幼児を対象に脳情報デコーディングを実施した。好みに関わる脳活動として、モノに対する好みとヒトに対する好みを計測し、前頭前野や運動野の活動が、好みの強さと関連することを示した。また、脳情報のデコーディングについては、運動野の活動から乳幼児が乳幼児の運動情報が読み解けることが示された。

研究成果の概要(英文)：The present study examined relationships between brain activations and mental activities, such as preferences in young children using near-infrared spectroscopy. Moreover, this study aimed to decode the mental activities from such brain information. As the results, we showed that children's activations in the primary motor cortex were related to their preferences to humans. In addition, the results revealed that children's motor information can be decoded from the activations in the primary motor cortex.

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：乳幼児 脳情報の利用 前頭葉 好み 意思

1 . 研究開始当初の背景

言語機能が未発達である乳幼児が、何を好み、何を考えているかを理解することは容易ではない。近接性の高い他者（養育者など）であれば、蓄積した経験から彼らの出すサインを理解することは可能かもしれない。しかし、医療検査や学術調査などで、近接性の低い他者が乳幼児の好みや意志を理解することは非常に難しい。行動指標や生理指標では、特定の対象に対する彼らの心理状態がどのようなものであるかを具体的に理解するには限界がある。

本研究は、これらの問題に脳情報を用いることでアプローチする。近年の脳機能イメージング手法の進展により、ヒトがある特定の精神活動を行っている際に、ある特定の脳部位を活動させることが明らかになりつつある。それらの技術を進展させ、脳情報デコーディング手法も用いられるようになってきた。脳情報デコーディングとは、脳活動を計測・解析することにより、脳情報からそれに対応する心の状態を推定する技術のことを指す。これまで、成人を対象に、fMRI や近赤外分光装置 (NIRS) などの非侵襲的方法を用いて、運動情報や好み、視覚的注意などに関するデコーディング技術が開発されてきた。また、運動機能に困難を抱える人々の意志伝達手段としての応用もなされてきている (Birbaumer et al., 1999; Kamitani & Tong, 2005; Luu & Chau, 2010)。しかしながら、乳幼児を対象にする場合、脳機能イメージングを用いた研究ですら少ないのが現状である。

2 . 研究の目的

本研究では、NIRS を用いて、乳幼児の脳活動を計測し、彼らの好みや考えなどのコミュニケーションに関わる心的活動との関連を検討することを第一の目的とする。また、第二の目的として、脳情報からデコーディングすることを目的とする。具体的には、まず、好みなどに関わる脳活動の指標づくりを行いつつ、乳幼児を対象に脳情報デコーディング技術を確立することを目指す。

3 . 研究の方法

(1) 好みに関わる脳活動

研究(1)では、好みに関わる脳活動を計測することを目的とした。先行研究から、対象の好みと前頭葉の活動の関連が指摘されているため (Luu & Chau, 2009)、主に前頭前野や運動野の活動を指標とすることにした。

(1)のAでは、モノに対する好みに関する脳活動を検討した。また、(1)のBでは、ヒトに対して選択的に活動する脳領域を同定した。

モノに対する好みの研究

まず、成人5名を対象に予備実験を行った。対象として適切なものを飲料などの複数の対象から選定した。具体的には、成人を対象を評定させ、比較的個人差が出やすいもの、それらの対象を知覚している際に前頭前野の活動がみられるものを選定した。その結果、飲料が適切な対象として選定された。

本実験の対象は、成人5名であった。まず、被験者に、10種類の飲料を提示し、それぞれの好みの程度を6件法で評定させた。そして、それらの飲料を提示している際の左右の前頭前野の活動を計測した。NIRSは、スペクトラテック社のOEG-16を用いた(下図1)。ブロックデザインを用いて、10秒間のベースラインと15秒間の飲料の提示を1試行として、計10試行×2ブロックを実施した。

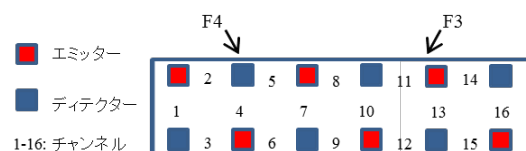


図1. 研究(1)-A に用いた NIRS プロープ。国際 10/20 法の F3, F4 領域を含む。

次に、5-6歳の幼児3名を対象に予備的検討を実施した。成人と同様に、飲料を対象とし提示し、スペクトラテック社のOEG-16を用いて前頭前野の活動を計測した。しかしながら、子どもを対象にした場合、飲料が刺激として不適切であることが明らかになった。そのため、ヒトへの好みに関する検討を実施することとした。

ヒトとモノを対象にした研究

先行研究から、ヒトと他の対象を比較した際に、乳幼児がヒトを好んで見つめることが知られている。これらの研究では主に視線を指標としていたが、本研究では、乳幼児がヒトおよびヒト以外の物体を見つめているときの脳活動を計測し、それらの対象を区別するかを検討した。

まず、成人 15 名を対象に実験を実施した。参加者に、ヒトがボールを運んでいる映像と、ボールだけが動いている映像を提示し、その際の運動野・運動前野の活動を、島津社製の FOIRE-3000 を用いて計測した（下図 2）。参加者には、ヒト映像およびボール映像をそれぞれ 20 秒、4 試行提示した。

次に、2-6 歳児 20 名を対象に実験を実施した。幼児を対象にした研究は、一部の刺激を除き、成人を対象にした研究と同じであった。

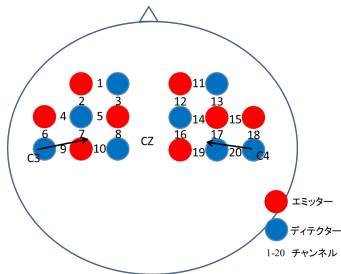


図 2. 研究(1)-B に用いた NIRS プローブ。国際 10/20 法の C3, C4 領域を含む。

(2) デコーディング

実験参加者は成人 10 名、幼児 5 名であった。NIRS を用いたデコーディングの研究は指タッピングを用いたものが多いため、本研究でも Sitram et al (2007) のタッピング課題を幼児向けにカスタマイズした（図 3）。画面の右半分に刺激が提示され場合、参加者は右手のタッピングを、左半分に提示された場合は左手のタッピングをするよう練習したのちに、本実験を開始した。NIRS は、島津社製の FOIRE-3000 で、C3/C4 を含む左右の運動野にプローブを配置した。実験手続きは、10 秒間のベースラインと 10 秒間の手のタッピングを 1 試行として、左手のタッピングおよび右手のタッピングをそれぞれ 10 試行、計 20 試行×2 ブロック実施した。

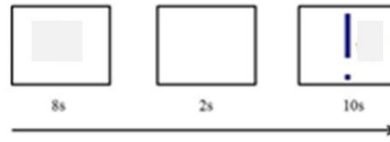


図 3. 実験手続き。8s + 2s がベースライン、10 がテスト試行。刺激としてアニメのキャラクターを使用したが、著作権の都合で一部修正。

4. 研究成果

(1) 好みに関わる脳活動

モノに対する好みの研究

参加者の平均の評定値は 3.53 であった。次に、参加者の脳活動を分析した。図 4 は、飲料を提示している際の、ある被験者の右側前頭前野の活動である。図から明らかなように、何も提示していないベースラインの段階と比べると、飲料呈示時には前頭前野の有意な活動がみられた。

次に、飲料の評定値と前頭前野の活動の強さに関連があるか否かについて検討した。その結果、飲料の評定値と、右の前頭前野の複数のチャンネルの間に中程度の相関関係が認められた。これらの結果は、前頭前野の活動と主観的な好みに関連がみられることを示唆している。

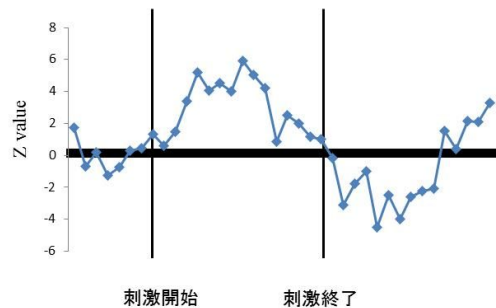


図 4. 研究(1)-A の結果。刺激（飲料）提示前後の右側前頭前野の活動

ヒトとモノを対象にした研究

まず、成人の脳活動を分析した。その結果、運動野の複数のチャンネルにおいて、ヒトを提示した場合とモノを提示した場合で、異なった活動がみられた。具体的には、ヒトを提示された場合には、何も提示されていないベースラインと比べて、有意に強い活動が認められた。一方、ボール条件ではそのような活動は認められなかった(下図5)。映像終了時に顕著であった。これは、運動野が活動するのに時間を要したためかもしれない。

次に、同様の分析を幼児に実施した。成人ほど明確な違いは見られないものの、5-6歳の幼児においても成人と同様のパターンがみられた。つまり、ヒト条件において、ボール条件よりも強い脳活動がみられたのである。

これらの結果は、成人や幼児の前頭葉が、ヒトとその他の物体を明確に区別していることを示している。脳情報から、幼児の考えや好みを理解できる可能性を示唆された。

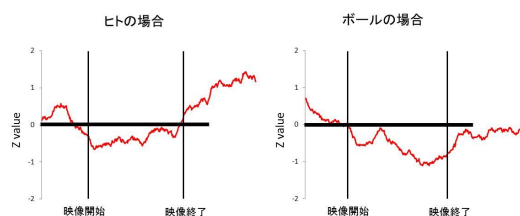


図5. 研究(1)-Bの結果。刺激(ヒト or ボール)提示前後の右側運動野の活動

(2)デコーディング

解析はサポートベクターマシンを用いて左右のタッピングをデコードできるか否かを検討した。トレーニング32試行・テスト8試行として、5回のクロスバリデーションを実施した。その結果、成人のデコーディングの精度は6-7割程度であった。つまり、トレーニング試行の脳活動に基づいて作成したモデルは、6-7割の確率で正しくテスト試行の脳活動を分類することができた。先行研究と比べると相対的に低いですが、チャンスレベル以上に正しく分類することができた。

幼児は5名中3名が実験を完遂できなかったため、2名のみ解析した。二人の参加者のデコーディングの精度は全チャンネルを用いてデコードを実施した場合6割弱であり、成人と比べると精度が低いことが明らかになった。

これらの結果は、幼児の脳情報からデコーディングすることが可能であることを示している。ただし、精度は高くないため、今後の研究によってより精度の高いデコーディングの方法を考案する必要がある。

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5件)

Moriguchi, Y., & Hiraki, K. (2014). Behavioral and neural differences during two versions of cognitive shifting tasks in young children and adults. *Developmental Psychobiology*, 56, 761-769. (査読有)

Moriguchi, Y. and Hiraki K (2013) Prefrontal cortex and executive function in young children: a review of NIRS studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:867. doi: 10.3389/fnhum.2013.00867. (査読有)

Yasumura, A., Kokubo, N., Yamamoto, H., Yasumura, Y., Moriguchi, Y., Nakagawa, E., Inagaki, M., Hiraki, K. (2012). Neurobehavioral and hemodynamic evaluation of cognitive shifting in children with autism spectrum disorder. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 2, 463-470. (査読有)

Moriguchi, Y. (2012). The effect of social observation on children's inhibitory control. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113, 248-258. (査読有)

Moriguchi, Y., Matsunaka, R., Itakura, S., & Hiraki, K. (2012). Observed human actions, and not mechanical actions, induce searching errors in infants. *Child Development Research*. ID 465458. (査読有)

〔学会発表〕(計3件)

森口佑介・開一夫 (2013). 現実およびテレビの他者から学習する際の幼児脳の反応. 第77回日本心理学会, 札幌コンベンションセンター・札幌市産業振興センター, 札幌, 2013,9.19-21.

森口佑介 (2013). 実行機能の初期発達とその脳内機構 第14回日本認知神経リハビリテーション学会, 門真市民文化会館ルミエールホール 2013.7.7

森口佑介・金山範行・安村明・開一夫 (2012) 近赤外分光法を用いた運動情報のデコーディング: 成人と幼児を対象にした予備的検討 第15回光脳機能イメージング研究会, 星陵会館 2012,7.28.

〔図書〕(計2件)

森口佑介 (2014). おさなごころを科学する: 進化する乳幼児観. 新曜社(ページ数 276)

Moriguchi, Y., & Hiraki, K. (2013).
Developmental relationship between
executive function and the prefrontal
cortex in young children. In R. O. Collins
& J. L. Adams (Eds), Prefrontal Cortex:
Developmental Differences, Executive and
Cognitive Functions and Role in
Neurological Disorders (pp155-174).
NY:Nova Science Pub Inc.

〔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：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
<http://www.juen.ac.jp/lab/moriguchi/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森口 佑介 (Moriguchi, Yusuke)
上越教育大学・大学院学校教育研究科・
准教授
研究者番号：80546581

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：