

令和 3 年 7 月 4 日現在

機関番号：34445

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13218

研究課題名（和文）発達性ディスレクシアのオラリティに関する神経基盤の解明

研究課題名（英文）Oral neural basis of developmental dyslexia, focusing on the process of nonverbal visual cognitive processing

研究代表者

浅野 孝平（Asano, Kohei）

大阪総合保育大学・児童保育学部・教授

研究者番号：50713319

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、オラリティにおける非言語の視覚処理に着目し、ディスレクシアがもつ視覚認知処理の特性を認知神経科学的手法である機能的磁気共鳴画像法（fMRI）を用いて検討した。fMRI実験では、Multi-Variate Pattern Analysis（MVPA）を用いて、視覚刺激処理中の脳活動のパターンの検出をすることで定型発達とディスレクシアの差を検討すること、その結果を基にディスレクシアの判別することの可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

発達性ディスレクシアは、学習障害の中で最も大きい割合を占める発達障害である。そのため、その神経基盤の解明と、早期発見・早期支援は急務である。また、ディスレクシアを持ちながら非言語の認知特性を生かして活躍する人々がいることから、読み書きの障害と有意な非言語の特性が同一の神経基盤に起因するかは認知神経科学上意義ある探究と言える。

MVPAを用いた脳fMRIデータの解析が示した定型発達とディスレクシアの視覚認知処理の神経基盤の差異および、脳活動によるディスレクシア判別の可能性は、早期の発見・支援の進展に寄与する認知神経科学上の有益なデビデンスであると考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this study, we focused on non-verbal visual processing in orality and examined the characteristics of visual cognitive processing of dyslexia using functional magnetic resonance imaging (fMRI).

In the fMRI experiment, we examined the difference between the group of typical developmental children and dyslexic by detecting the pattern of brain activity during visual stimulus processing using Multi-Variate Pattern Analysis (MVPA), and examined the discrimination of dyslexia. As a result, these possibilities were shown.

研究分野：特別支援教育

キーワード：発達性ディスレクシア fMRI 学習障害

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

## 1. 研究開始当初の背景

認知処理において言語・非言語のどちらを優先的に選択するかは、発達期で形成される認知処理の特性であり、認知スタイルと呼ばれる。発達性ディスレクシア（以下、ディスレクシア）の中には非言語の豊かな才能を発揮させる人たちが存在し、これは極端な非言語優位の認知スタイルとも考えられる。研究代表者は、これまで認知の個人差の神経基盤に関心を持ち、MRIを用いた脳イメージングの手法で、定型発達児の認知スタイルと脳活動・脳構造の関係や、発達性ディスレクシア児の神経基盤に焦点をあて研究してきた。

Schneps (2007, 2014)は、定型発達に比べ、ディスレクシアがもつ周辺視野を用いた視覚認知の優位性を報告している。一方、熟達した読み手は文字や単語に集中して注意を向け、周囲への気づきを自動的に抑制する。例えば、Ventura (2013)は、人の表情や建物などの視覚情報処理において、文盲時は包括的な認知の傾向を示していた被験者が、リテラシー獲得後は、周辺視野の情報処理を抑制し、中心視野の情報を分析的に処理する傾向に変化することを示した。つまりリテラシーの獲得は、流暢な文字の読み書きができるようになるだけでなく、非言語情報処理の仕方を変える別の側面をもつのである。Dehaene (2015)は、脳fMRIの結果から、リテラシーの獲得は背側側頭後頭経路の初期の視覚処理が効率良くなるよう脳活動を変えようとしている。ディスレクシアでは中心視野への注意の集中ができにくいため、広く周辺への気づきが可能となると考えられる。この脳の発達異常は、オラリティにおける非言語の視覚認知と関係がある可能性が考えられる。しかし、ディスレクシアのリテラシーに関する研究の多さに比べ、オラリティに関する研究、特に非言語の視覚処理に関する認知神経科学的研究は極端に少ない。

## 2. 研究の目的

本研究の核心をなす学術的「問い」は、「リテラシーの障害を生むディスレクシアの視覚処理特性は、非言語オラリティの優位性を生む神経基盤と同一なのか」である。本研究では特に、オラリティにおける非言語の視覚処理に焦点化し、ディスレクシアがもつ非言語オラリティの特性を認知神経科学的手法で解明することをねらって、機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用いて日本語話者ディスレクシアの非言語オラリティに関する神経基盤を解明することを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) Impossible figure test

先行研究から非言語の視覚認知データを収集しできるfMRI課題を検討した、Impossible figure testを候補として選定した。さらに、これまでの私たちの研究結果から、読字処理に関係する領域間結合のもつ情報からディスレクシアかどうかを予測する方法が見出されているため、既存の安静時脳活動データを用いて、視覚情報処理に関連する脳領域間結合を検討するとともに、領域間結合解析を用いてディスレクシアか定型発達か否かを予測する方法の検討を行った。テスト実験を行いImpossible figure testの妥当性を検討したが、課題に含まれる認知処理が厳密に限定できないことや先行研究の行動データが頑健ではないことなどから、より明確な認知処理をターゲットにすることが必要と判断した。

### (2) 視覚刺激処理中の脳活動のMVPA

(1)の結果を受け、まず先行研究で行動データに明確な差が存在する課題をfMRI課題

として行うことに変更した。これにより、発達性ディスレクシアを持つ小児においては、視覚情報が音韻化される過程および言語情報の意味の脳内処理が定型発達児とは異なることを脳活動として示すことを考えた。そこで、従来の fMRI 研究で用いてきた脳活動の差分を解析する univariate の解析手法ではなく、ボクセルが持つ様々な情報を用いて活動パターンを multi-variate に解析する手法 (Multi-Variate Pattern Analysis, MVPA) を用いて、視覚刺激処理中の脳活動のパターンの検出することにした。その結果を基に、視覚刺激の条件を判別できるかどうかを検討する方法を選択した。

### (3) fMRI 課題

MRI スキャナー内で、平仮名 3 文字の文字列 (非単語) の視覚刺激を見て黙読しようとする際の脳活動を収集した。

視覚刺激は、P (音読可能な拗音を含む文字列)、N (音読不可能な擬似拗音を含む文字列)、D (音読可能な促音を含む文字列)、C (音読可能で拗音・促音を含まない文字列) とした。この fMRI 課題中の脳活動と脳構造、安静時脳活動を、定型発達群とディスレクシア群で収集した。

## 4. 研究成果

2020 年度に発生した新型コロナウイルス感染症拡大の影響で、定型発達群は予定数に達したが、ディスレクシア群のデータ収集は途中で停止せざるを得なかった。そのため、予定数の実験協力者が確保できず、データの解析結果は、暫定的な状態となっている。

### (1) 脳画像データ

中間段階の暫定的な解析結果 (サンプル数は各群 20) では、以下の結果が得られた。

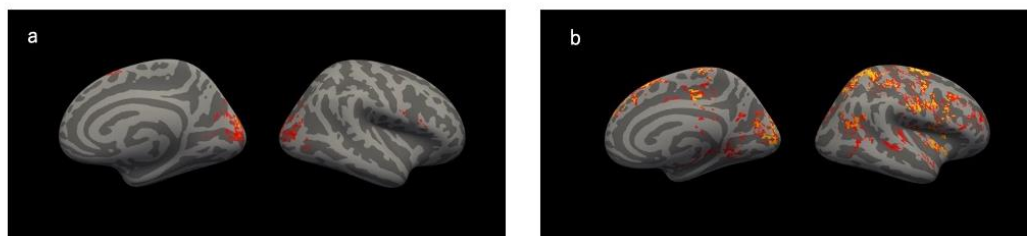


図1 MVPAで得られたPNDCの4条件の識別に関連する脳領域

a: 定型発達群、b: ディスレクシア群。各図とも右が大脳右半球の外側、左が内側面を示す。

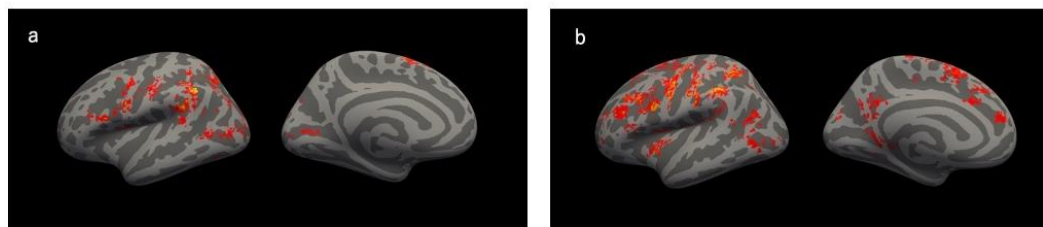


図2 MVPAで得られたPNの2条件の識別に関連する脳領域

a: 定型発達群、b: ディスレクシア群。各図とも右が大脳左半球の外側、左が内側を示す。

これらの暫定的結果は、ディスレクシア群の方が各条件の刺激識別に多くの脳領域の活動が関与している可能性を示している。また、Leave-One-Subject-Out Cross-Validation を用いて MVPA で得られた結果を基に、ディスレクシアか否かを判断できるかどうかについても検討した。

### (3) 今後の展望

暫定的な解析の結果ではあるが、本研究から、視覚刺激課題中の脳活動を MVPA の手法で解析することで定型発達とディスレクシアの差を検討すること、その結果を基にディスレクシアの判別することの可能性が示唆された。今後は、新型コロナウイルス感染症の終息後に、予定数のデータ収集を行い、暫定的な解析結果の傾向が保持されるかどうか検証し、学会・研究会での報告や情報収集を行い、国際的な学術雑誌において報告する予定である。

また、本研究に先行して行った「発達性ディスレクシアのオラリティに関する神経基盤の解明」(基盤 C) から蓄積している安静時脳活動のデータを用いたディスレクシアの判別についても、継続して検討を進めていく。

#### <参考文献>

Dehaene, S., Cohen, L., Morais, J., Kolinsky, R., 2015. Illiterate to literate: behavioural and cerebral changes induced by reading acquisition. *Nat Rev Neurosci* 16, 234-244.

Schneps, M.H., 2014. The Advantages of Dyslexia. *Scientific American Mind* 26, 24-25.

Schneps, M.H., Rose, L.T., Fischer, K.W., 2007. Visual learning and the brain: Implications for dyslexia. *Mind, Brain, and Education* 1, 128-139.

Ventura, P., Fernandes, T., Cohen, L., Morais, J., Kolinsky, R., Dehaene, S., 2013. Literacy acquisition reduces the influence of automatic holistic processing of faces and houses. *Neurosci Lett* 554, 105-109.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0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 浅野孝平	4. 巻 270
2. 論文標題 発達性ディスレクシアのfMRI研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 医学の歩み	6. 最初と最後の頁 829-834
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 無
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1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 浅野孝平
2. 発表標題 観察・実験における「見る」行動に及ぼす言語能力の影響
3. 学会等名 日本理科教育学会
4. 発表年 2019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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------