

令和元年5月27日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K13065

研究課題名（和文）日本語の読み書きの発達の生物学的指標の検討

研究課題名（英文）Neurobiological basis of development of Japanese reading and writing

研究代表者

橋本 照男（Hashimoto, Teruo）

東北大学・加齢医学研究所・助教

研究者番号：40553756

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：日本語話者の子どもにおける読み能力の習熟とその神経基盤を解明を目的とした。ひらがな単語の読み流暢性と、漢字の読みの正確性を検査し、それらの得点と脳部位間結合の関係を検討した。ひらがなの読み成績が左下前頭回と左中前頭回の機能的連絡強度と関係しており、それは文字から構音への変換の熟達ひらがなの読みに関わることを示唆した。漢字の読みは、左下頭頂皮質と左右の前頭前野との連絡強度と関係しており、視覚、音韻処理に加えて意味処理の統合と制御が関わっていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ひらがなと漢字の習得・習熟に異なるメカニズムが必要であり、かつ、それぞれ複数の機能が関わった複雑な処理であることを示した。2つの文字体系を習得する日本語話者の子どもは、多くの脳機能を有機的に制御することが求められており、その習熟の困難さには適切な対応、教育が必要であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：Relationship between reading scores (Hiragana fluency and Kanji accuracy) and resting-state functional connectivity were examined in Japanese children. Dissociated neural network for Kana and Kanji were detected.

研究分野：認知神経科学

キーワード：読みの発達 日本語 安静時脳結合

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本における読み書き障害の出現頻度は0.98%から2.2%と報告されており、英語圏の10から17%、中国語の10%程と比較して格段に低い。音と文字の対応が一对一で規則的であることが読み書き障害の頻度の低さとされているが、かなと漢字という異なる2つの文字体系の読み書きを習得できているメカニズムは十分に検討されていない。脳損傷等による文字に特異的な失読・失書の報告は多くあり、日本語の脳内基盤が特殊であること知られているが、発達期、獲得・習熟段階における研究は不十分である。発達期の子どもを検討する際、課題時の脳活動計測では年齢に応じた異なる課題が必要で、狭い年齢幅でしか検討が困難だが、特定の課題に依らない脳構造・形態及び安静時脳活動を対象にすることで、学習の基礎となる発達期の読み書き習熟の脳内基盤を明らかにすることができる。

2. 研究の目的

日本語の読みと書きの習熟に伴う脳の発達的变化を明らかにすることであった。小学1年生から6年生のひらがな、カタカナ、漢字の読みの流暢性と正確性および、書きの正確性を各学年ごとに測定し、それぞれの得点と脳構造の関係を、磁気共鳴画像法(MRI)を用いて検討する計画であった。6年間の発達的变化を横断的に解析することで、読み書きの習熟と脳局所の構造や脳部位間の連絡との関係を検討する。それぞれの文字の習熟と脳の間関係を検討することで、子どもの学習の基礎となる読み書き能力の詳細な発達神経基盤を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

読み書き成績の評価に使用した改訂版標準読み書きスクリーニング検査(宇野ら、2017)が小学2年生から中学3年生までが対象だったため、対象者を小学2年生から中学2年生に変更した。かなと漢字の文章の読みの流暢性、ひらがな単語読みの流暢性、漢字単語読みの正確性の検査を実施し、それらの成績に対応する脳形態と安静時脳活動(機能的脳部位間結合)をMRIを用いて検討した。カタカナの成績はひらがなの成績との相関が高すぎたため、解析の対象としなかった。また、書きの検査は知能検査に時間がかかったため、実施できなかった。

脳構造画像では神経細胞容量を反映する灰白質と神経線維容量を反映する白質の解析を行った。機能的脳部位間結合は、各脳部位間の神経活動の同期の高さを神経連絡の強度の指標として解析する手法であり、子どもにおいても成人に同様のネットワークのが多く確認されている。安静時の自発的な神経活動ネットワークは課題時にも利用されていることから、読みの成績と相関する機能的脳部位間結合は、読みに関わる神経ネットワークと考えられる。

さらに知能検査も実施し、知的な遅れがないことを確認した。また、専門家(筑波大学 宇野彰教授)に診断を受けた発達性読み書き障害児をリクルートすることができたため、限られた対象者ではあったが、定型発達群と同様に読みと知能検査と脳計測を行い、ひらがなと漢字の読みの神経基盤をした。脳画像解析はSPM8とData Processing Assistant for Resting-State fMRIを用いた。

4．研究成果

107名の子どもに読みの検査と脳計測を実施した。各学年から同数の対象者を集める計画であったが、リクルートの結果、小学校低学年の参加者が少なめであった。平均年齢は10.7歳であった。読み書きのスクリーニング検査により、12名が平均よりも1.5標準偏差以上成績が悪く、10名が脳画像撮像中に大きく動いてしまい解析できなかったため、85名を解析対象とした。

灰白質容量、白質容量ともに読み書き成績との有意な(FWE corrected $P < .05$ at cluster level with uncorrected $P < .001$ at for voxel level)関係性は検出できなかった。また年齢の効果も検出できなかったが、年齢幅が広がったため、脳発達に関して2次または3次の曲線を想定した解析が今後の課題である。

発達性読み書き障害児26名と85名の定型発達児の脳形態を比較したところ、白質容量において有意な群間差があった。小脳から大脳皮質につながる広い範囲の神経線維において、発達性読み書き障害児の容量が少なかった。小脳は、大脳皮質の感覚運動野における学習を促進するため、その神経連絡が多くの機能の習熟に寄与している。読み書きには、視覚、音韻、運動、意味等の複数の処理とそれらの連携が重要であり、その習熟には発達期に小脳と皮質を結ぶ十分な神経線維容量が必要であることを示唆した。

ひらがなの読み流暢性と、漢字読みの正確性の成績と、機能的脳部位間結合の相関を検討した。定型発達児のみでは読み成績の分散が少なかったため、発達性読み書き障害児と併せて検討した。機能的脳部位間結合を解析する脳領域は、読み課題時の脳活動のメタアナリシスから5つの関心領域を選択した。それらは、文字形態(文字の視覚処理)に関わる脳部位と音韻処理(文字の視覚情報を音に変換)および意味処理に関わる部位であった。その関心領域と全脳との結合、ネットワークを測定し、それらと読み成績の関係を、年齢、性別、知能、撮像時の頭の動き指標を共変量として統制して解析した。読み成績を考慮しない機能的脳部位間結合の群間比較の結果、音韻処理に関わる領域と、小脳および学習に関わる海馬とのネットワークが定型発達児のほうが有意に強かった。ひらがなの読み成績は音韻・意味処理と注意に関わるネットワークと関わっており、流暢に、読み間違えないようにひらがなを読むためには、音から意味への変換を注意深く行う必要があることを示唆した。漢字の読み成績は、右半球のネットワークを含む文字形態、音韻、意味領域に関わる領域および、それらの統合に関わる領域との関係があった。成人における脳画像研究や損傷研究と異なり、左半球の文字形態領域のネットワークとの関係が検出されなかった。機能的脳部位間結合の手法の問題か、より習熟した読みと関連しているネットワークなのかもしれない。

読みは複雑な機能であり、その発達は多くの脳部位間が適切に連携して初めて達成できるものであると考えられる。小脳を介する学習の特徴は、繰り返しによる修正、調整にあるとされていることから、字を何度も読み書きする手法と整合性が高い一方、ひらがなと漢字には別のネットワークが関わっていることから、それぞれに適した学習法を考慮することが好ましいと示唆される。

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

橋本照男、樋口大樹、宇野彰、瀧靖之、川島隆太

日本語話者における発達性読み書き障害児の脳形態の特徴

高次脳機能研究 38 巻、2018 年、p272-276.

〔学会発表〕(計 1件)

橋本照男

シンポジウム : 日本語話者における発達性ディスレクシア (発達性読み書き障害)

小児における脳形態の特徴

第 41 回 高次脳機能障害学会学術総会 2017 年 12 月、大宮ソニックシティ

〔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 :

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 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名 :

ローマ字氏名 :

所属研究機関名 :

部局名 :

職名 :

研究者番号 (8桁):

(2) 研究協力者

研究協力者氏名 :

ローマ字氏名 :