

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 1 日現在

機関番号：82611

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21700150

研究課題名（和文）

運動と認知の脳内統合モデルに基づいた巧緻運動困難な学習障害児への支援

研究課題名（英文） Investigation of the contribution of the fine motor function to learning based on the action-perception coupling model

研究代表者

矢田部 清美 (YATABE KIYOMI)

独立行政法人 国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所 知的障害研究部 協力  
研究員

研究者番号：90455410

研究成果の概要（和文）：

本研究は、健常者及び学習障害者に対する検査結果に基づき、認知特性を生かした工学的支援の基礎となる知見を得ることが目的である。新たに開発した読字過程を模した眼球運動検査や文字表象・音韻表象の複雑度を統制した漢字読み書き課題を通じて、注意欠如／多動性障害（ADHD）児や発達性読み書き障害児の読み書きにおける障害特性を一部明らかにした。さらに健常者での行動・生理実験を通じて、書かれている文字を読むといった学習に必要な技能は、視覚と運動の相互作用に深く関わりがあるという知見を得た。

研究成果の概要（英文）：

The aim of this research is to obtain insight that can be used as the foundation for engineering-aided intervention for helping children learn how to read and write, on the basis of experimental results regarding healthy adults, typically developing children, and children with learning disabilities. By employing (i) newly developed saccade tasks that mimic the process of reading and (ii) writing achievement tests for assessing orthographical and phonological impairments of Japanese children with developmental disorders, we revealed some of the cognitive properties of the disabilities being experienced by children with Attention Deficit and Hyperactivity Disorder and children with Developmental Dyslexia. In addition, through behavioral and neurophysiological experiments involving healthy adults, we showed that perception-action coupling plays a larger role in the skills required for performing the tasks of reading written letters than has previously been thought.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度	—	—	—
年度	—	—	—
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：認知神経科学

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：運動, 認知処理, 学習障害

## 1. 研究開始当初の背景

我が国の通常学級人口の 6.3%に発達障害が疑われることが文部科学省の全国実態調査で明らかになっている。発達障害の中でも、学習障害が最も多く、次いで ADHD の順となっている。

こうした学習障害や ADHD の中には、発達性協調運動障害を併せ持つ場合が多いことがよく知られている。発達性協調運動障害とは、神経疾患や身体障害、精神遅滞、知的障害が認められないが、協調運動に困難を持つ障害である。粗大運動及び巧緻性に関わる微細運動に困難を生じ、日常諸動作に留まらず、学級における模写や筆算等で学習の遅れを来す原因になる場合が多い。発達性協調障害は青年期を迎えても治癒することがなく、障害に伴う生活の負担を軽減し、自尊心の低下や対人関係困難といった二次障害を防ぐためにも、早期支援が欠かせないというのが、一致した見解である。

## 2. 研究の目的

本研究の課題は、巧緻運動困難を持つ学習障害児への支援インターフェース構築に向け、障害の認知特性・障害機序を明らかにすることである。特に本研究課題の特徴的な点は健常者及び学習障害者に対する検査結果に基づき、認知特性を生かした工学的支援の基礎となる知見を得ることを目標とする点である。

## 3. 研究の方法

本研究では学習障害の中でも他の学習の基礎となる読み書きの障害に焦点をあて、読み書きという学習技能において、視覚や運動面での障害がどのように現れやすいのか((1)と(2)の研究)、また読みの技能における運動の記憶と認知の関わりについて((3)と(4)の研究)、検討した。

### (1) 読字過程を模した眼球運動検査

読字中には眼球運動は一定の速度で平滑に行われるのではなく、一点から別の点への衝動性の眼球運動を繰り返すことが一般に知られている。その際に、中心視野の文字に注視しつつ周辺視野から一部の情報を得て衝動性眼球運動の統制に役立てていることも知られている。そこで、読字過程を模しながら、高次の音韻・意味処理を伴わない眼球運動課題を作成した。被験者は中心に現れる 3 種類の仮名文字か図形を注視しその後左か右 15 度に現れる同様の仮名文字か図形

に衝動性眼球運動を用いて視線を移し、最初の形と後に現れた形が同一かどうかをボタン押しで回答する。課題の半分において常に正しい左右方向を指示する手掛かり刺激が周辺視野に並列して現れる。施行時の眼球運動を、眼電位検査手法を用いて計測した。

国立精神・神経センター病院（現：国立精神・神経医療研究センター病院）を受診した 6 歳～11 歳の読み書き障害児群 10 名と年齢・性別を統制した健常児 13 名に説明と同意のもとに検査を実施した。読み書き障害児群は先行研究(特異的発達障害診断・治療のための実践ガイドライン, 診断と治療社)に従い読み困難と診断された。

### (2) 文字表象・音韻表象の複雑度を統制した漢字読み書き課題

読み書き課題は各学年における習得順序になるべく沿うよう、単語中の漢字は各学年で既出のものとし、読字課題以外にはルビを付与した。単語は 2 から 4 文字から成るものとし、成人向けの NTT データベースを参考に各問の親密度及び心像性が同等で、同音異義語との区別がつくものから、小児向けの教科書語彙データベース及び児童参考書に含まれる単語を選定した。文字表象の難度(画数)、音韻表象の難度(読替有無)の二つの条件設定をし、それらの 2 x 2 のデザインとし、4 条件を設定した。読替有無の決定には小学校で使用されている一般的な国語の教科書(光村図書, 東京書籍, 教育出版)を調査し、読み替え学年を決定した先行研究(財団法人総合初等教育研究所)を参考にした。

健常対象は東海地方の公立小学校 1 校 16 クラスに協力を得て、通級支援児を除いた通常学級在籍の小学 2 年～6 年生の 492 名に検査を実施した。発達障害児群は国立精神・神経センター病院（現：国立精神・神経医療研究センター病院）を受診した 21 名に対して説明と同意のもとに検査を実施した。

健常群の各学年の正答率を逆正弦変換し、その分布をもとに障害児の Z 値を求め、成績の低下が言語処理により強く現れるのか、視覚・運動処理により強く現れるのかを検討した。

### (3) 健常者での行動実験

観察する文字様の形とその形を手書きする際の筆使いの記憶がある時とない時で、文字(様の形)の認識の違いが生じうるかどうかを、自分の筆跡と他人の筆跡を用いて検討した。文字様の形は実際に存在する文字の一部(発音しにくい部首) 50 個とそれら

を変形して作成した形 50 個を用いた。

平均年齢 21.8 歳(SD 2.5 歳)の日本語を母語とする健康な大学生・大学院生 24 名に説明と同意のもとに検査を実施した。

被験者はあらかじめ文字様の形を模写し、それら自筆の刺激と他者の刺激をランダムに観察し、観察した文字様の形が自分で書いたものか、他人が書いたものかを判断することとした。各人が 200 回の試行回数を行った。

#### (4) 健常者での電気生理実験

(3) の研究と同様、観察する文字様の形とその形を手書きする際の筆使いの記憶がある時とない時で、文字(様の形)の認識に違いが生じうるのかどうかを、自分の筆跡と他人の筆跡を用いて検討した。文字様の形は実際に存在する文字の一部(発音しにくい部首)48 個とそれらを変形して作成した形 48 個を用いた。

平均年齢 20.3 歳(SD 1.4 歳)の日本語を母語とする健康な大学生・大学院生 16 名に説明と同意のもとに検査を実施した。

被験者はあらかじめ文字様の形を模写し、一週間後、ランダムに提示されるそれら自筆の刺激と他者の刺激を 2 秒(±150ms)間観察し、その後観察した文字様の形をペンタブレットに自分のペースで筆記した。刺激の順序は疑似ランダムとし各条件で 96 回の刺激提示を行った。顎載台を用い、文字観察中に自分の四肢は見えないようにした。

一時運動野の律動変化、特に運動施行時及び運動観察中の一次運動野のβ帯域成分の抑制後再賦活の低下は前運動野の賦活を示唆することが知られている。そこで、施行中の脳波を記録し、ERSP法(Makeig, 1993)にて周波数解析した。先行研究に倣い、一次運動野の所望の帯域成分の脳律動変化を時間経過に従った抑制(50-300ms 区間)と再賦活(400-1000ms 区間)の比率として各条件間で比較した。

#### 4. 研究成果

(1) 読字過程を模した眼球運動検査および(2)文字表象・音韻表象の複雑度を統制した漢字読み書き課題を通じて、ADHD 児や発達性読み書き障害児の読み書きにおける障害特性を一部明らかにした。さらに(3)健常者での行動実験(4)健常者での電気生理実験を通じて、書かれている文字を読むといった学習に必要な技能は、視覚と運動の相互作用に深く関わりがあるという知見を得た。

#### (1) 読字過程を模した眼球運動検査 (英文誌に投稿済)

読み書き障害児群のボタン押し正答率・反応時間は、健常児群のそれに比較し、文字か図形に関わらず、有意に低下・延長していた。このことから読み書き障害児群の読みの困難さは言語処理だけに留まらない可能性が示唆された。

読み書き障害児群および健常児群は共に手掛かり刺激があった方が正答率・反応時間が上昇・短縮していることから、両群共に周辺視野の有効活用が可能なことを示唆する結果となった。

一方、読み書き障害児群の衝動性眼球運動の開始時間は、健常児群のそれに比較し、有意に延長していた。このことから読み書き障害児群は動眼機能の一部に何らかの障害がある可能性が示唆された。

#### (2) 文字表象・音韻表象の複雑度を統制した漢字読み書き課題 (出版済)

発達性読み書き障害児群は読字課題・書字課題共に健常群に比べて著しい成績の低下が認められたが、ADHD 児群は書字課題に大きな成績の低下が認められたが、読字課題には大きな低下が認められなかった。

また ADHD 児群は文字表象の複雑度の高い課題でより書字に困難を持つ傾向が高いことが認められた。これは ADHD 児群が複雑な文字の識別や書字運動に問題があることを示唆した。

発達性読み書き障害児群では音韻表象の複雑度の高い課題でより読字に困難を持つ傾向が高いことが認められ、これは先行研究と同様の結果と考えられた。

#### (3) 健常者での行動実験 (出版済)

文字様の形がよく知っているもの(実際にある文字の一部)の場合の正答率・反応時間は、文字様の形がよく知らないもの(実際にある文字の一部を変形したもの)の場合のそれらよりも有意に高く短かった。

一方、文字様の形の既知度と自他判断の条件間に有意な相互作用が認められ、文字様の形がよく知っているものは自己の筆跡と解釈し、文字様の形をよく知らないものは他者の筆跡と解釈する傾向があることが明らかになった。このことから文字様の形の観察やその自他判断(自分で書いたのかどうか)は、判断対象の形を知っているかどうかといった記憶にも因ることが示唆された。

(4) 健常者での電気生理実験  
(英文誌に投稿済)

各条件間の抑制後再賦活の低下, つまり前運動野の賦活は, 文字様の形がよく知らないもの(実際にある文字の一部を変形したもの)を観察した時のほうが, 文字様の形がよく知っているもの(実際にある文字の一部)を観察した時より大きく, また他人が書いたものを観察した時のほうが自分で書いたものを観察した時よりも大きいことが認められた。またこれらの低下は視覚刺激への注意の度合いでは説明が困難であった。このことから, 文字様の形を観察するときの運動関連部位の賦活は, 形の既知度や, その形を手書きする際の筆使いの記憶がある時とない時で, 異なることが示唆された。

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 4 件)

- ① Yatabe, K., Watanabe, K., DaSalla, CS., & Hanakawa, T. (2011). Mastery biases agent-representation in visual perception of handwritings. The IEEE Proceedings of international conference on biometrics and kansei engineering. pp.129-133. DOI: 10.1109/ICBAKE.2011.10 査読有.
- ② 山崎広子, 矢田部清美, 稲垣真澄 (2010). 発達性読み書き障害とその眼科的異常、神経眼科、査読無、27巻2号、125-138. <http://www.shinkeiganka.com/journal/backnumber.html>

[学会発表] (計 12 件)

- ① Yatabe, K., Watanabe, K., DaSalla, CS., & Hanakawa, T. “Mastery biases agent-representation in visual perception of handwritings”. International Conference on Biometrics And Kansei Engineering (ICBAKE) 2011, 平成 23年 9月 20日, サンポートホール高松 (香川県)
- ② Yatabe K., Hosoda C, Watanabe K, Hanakawa T. “Priming effect of sense of agency in handwritten traces”. The 15<sup>th</sup> Annual meeting of the Association for the Scientific

Study of Consciousness (ASSC),  
平成 23年 6月 11日, 京都大学(京都府)

- ③ Yatabe K., Inagaki M, Suzuki K, Kaga M, Watanabe K. “Hand-actions implied in hand-written Chinese radicals in the human motor system”. 第29回国際臨床神経生理学会集会 (29<sup>th</sup> International Congress of Clinical Neurophysiology), 平成 22年 10月 30日, 神戸ポートピアホテル(兵庫県)
- ④ Yatabe K., Inagaki M, Suzuki K, Watanabe K, Kaga M.. “Motion perception of explicit and implicit hand action associated with writing letters”. 第50回生理心理学会年次大会 (the 50<sup>th</sup> Annual meeting of Society for Psychophysiological Research), 平成 22年 9月 26日, Portland Marriott Downtown Waterfront Hotel (アメリカ合衆国オレゴン州)
- ⑤ 後藤隆章, 加地雄一, 矢田部清美, 稲垣真澄. 「発達性Dyslexia児における漢字の読み困難と平仮名読み特性との関連について」日本特殊教育学会第48回大会, 平成 22年 7月 20日, 長崎大学(長崎県)
- ⑥ 加地雄一, 後藤隆章, 矢田部清美, 加我牧子, 稲垣真澄. 「発達性Dyslexia児とADHD児における漢字の書字障害特性に関する研究」第15回認知神経科学学会学術集会, 平成 22年 7月 17日, 松江テルサ(島根県)
- ⑦ 矢田部清美, 鈴木浩太, 稲垣真澄, 加我牧子. 「擬似文字の書字運動観察中の脳律動変化:  $\beta$  帯域成分の抑制後再賦活に注目して」第39回日本臨床神経生理学会学術大会, 平成 21年 11月 18日, 北九州国際会議場(福岡県)
- ⑧ Yatabe K., Inagaki M, Suzuki K, Yamazaki H, Kaga M. “Visual perception and oculomotor control by developmental dyslexics in a parafoveally cued saccade task”. 第49回生理心理学会年次大会(the 49<sup>th</sup> Annual meeting of Society for Psychophysiological Research), 平成 21年 10月 26日, Berliner Congress Center (ドイツ連邦共和国ベルリン市)

- ⑨ 矢田部清美, 鈴木浩太, 稲垣真澄, 加我牧子. 「発達障害児における漢字読字・書字困難の類型化: トライアングル・モデルによる検討.」第14回認知神経科学会学術集会, 平成 21年 7月 25日, 東京大学生産技術研究所(東京都)

〔図書〕(計 1 件)

- ① Yatabe, K., Goto, T., Watanabe, K., Kaga, M., & Inagaki, M. (2012). “Reading and writing achievement tests for assessing orthographical and phonological impairments of Japanese children with developmental disorders”, In W. Sittiprapaporn (Ed.), Learning Disabilities. (pp. 69-86). Rijeka, Croatia : InTech Publishing. ISBN 978-953-51-0269-4. (Book chapter, 査読有).

〔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  
なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

矢田部 清美 (YATABE KIYOMI)

独立行政法人 国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所・知的障害研究部  
研究者番号 : 90455410

### (2) 研究分担者

なし ( )

### (3) 連携研究者

なし ( )