

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 4月27日現在

機関番号：12604

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22730503

研究課題名（和文）眼球運動計測を用いた発達障害児の視覚刺激処理に関する検討

研究課題名（英文）An eye-movement study on visual information processing by children with developmental disorders

研究代表者

関口 貴裕（SEKIGUCHI TAKAHIRO）

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号：90334458

研究成果の概要（和文）：

読み書きの困難を抱えた発達障害児について、その視覚刺激処理の特徴を眼球運動分析により検討した。その結果、1) 読み書き障害児の漢字の見方に注視領域の偏りがあり、どの文字に対しても左上を多く見ていること、2) 読み書き障害児の読みの有効視野および視覚的注意スパンが健常児に比べて小さいこと、3) 読み書き障害者の大学入試センター試験の問題文の読みに、読み返しの多さなど眼球運動上の問題があることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

This study explored characteristics of visual information processing by children with developmental disorders, in particular those with developmental dyslexia, using eye-movement analysis. Three findings were obtained. First, children with developmental dyslexia showed a biased fixation pattern during Kanji reading. Specifically, they often gazed at upper-left area for every Kanji characters. Second, both effective visual field and visual attention span of dyslexic children were smaller than those of normal children. Third, dyslexic adolescents showed problems with eye movement, for example, repeated re-reading of each word, in reading of comprehension passages in the National Center Test.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・教育心理学

キーワード：発達障害、読み書き、眼球運動、特別支援教育

1. 研究開始当初の背景

発達障害 (developmental disorders) は、全般的な知的発達に遅れはないが、認知、言語、社会性、運動などの一部の機能の獲得が発達初期から阻害された状態を指す。発達障害の代表的なサブタイプは、読み書き障害 (developmental dyslexia) であり、英語圏では 10~15% の児童にそれが見られるという。読み書き障害の認知的特徴に関する英語圏の研究は、音韻処理能力の低下にその原因を求めるものが多い (Ramus, 2004)。これに対し、我が国における研究では、音韻処理能力の問題だけでなく、視覚認知能力の問題を指摘するものが多く (宇野, 2000)、読み書き障害の原因や出現の仕方が文字・言語の特性により異なることが示唆されている。

英語圏における読み書き障害に関する研究が、様々な領域の研究者により多面的に行われてきたのに対し、我が国における研究は、臨床心理学者と一部の医療関係者による指導面に関する研究が大半であった。このため、日本人読み書き障害児の読みの特性については、各種心理テストや行動観察を通じて大まかに分かっている程度であり、彼ら・彼女らが実際にどのように文字や文章を読んでいるのかは、十分に明らかとなっていないのが現状である。

2. 研究の目的

そこで本研究では、発達障害の中でも読み書き障害に注目し、それをもつ児童が文字・文章を読む際の視線の動きを眼球運動計測で調べ、心理テスト等では知ることのできない、彼ら・彼女らの視覚情報処理の特徴を明らかにすることを目的とした。眼球運動計測は、計測対象者が画面上の何に、いつ注意を向けたかを調べることでできる手法であり、読み書き障害児が文字や文章の中のどの情報から、どのような処理を行っているかを知ることができる。

具体的には、以下の3つの検討を行った。

(1) 研究1：読み書き障害児の漢字に対する注視パタンの分析

読み書き障害児における視覚処理過程の問題は、形状が複雑な「漢字」の学習で顕著に表れると考えられる。しかしながら、読み書き障害児が実際に漢字をどのように見ているかについては、それを実証的に調べた研究は存在しない。そこで研究1では、読み書き障害をもつ児童に、漢字 (疑似漢字) を写字する課題を課し、その際の注視パターンを眼球運動計測で調べることで、読み書き障害児

の漢字処理の特徴を明らかにすることを目的とした。

(2) 研究2：読み書き障害児の読みの有効視野および視覚的注意特性の検討

研究2では、読み書き障害児の読み処理の特徴として、有効視野における周辺視機能に注目した。有効視野 (effective visual field) とは、注視点の周囲にあって情報処理が及ぶ範囲のことである。有効視野範囲内の周辺視は読みを流暢に遂行する上で重要な役割を果たしており、このことから読み書き障害を持つ児童では有効視野の範囲が狭く、それにより周辺視機能を十分活用できないことが読みの困難につながっている可能性が考えられる。そこで研究2では、読み書き障害児の読みの有効視野を移動窓法 (McConkie & Rayner, 1975; 眼球運動計測により注視点の周囲のみに文字を提示し、窓サイズによる読み行動成績の変化から有効視野を推定する方法) で測定し、その大きさを健常児のそれと比較した。

また、研究2では、視覚的注意の能力の側面である Visual Attention スパン (VA スパン; Bosse et al, 2007) も測定し、その成績を群間で比較した。VA スパンは、有効視野の範囲内に同時に呈示された複数の文字をどれだけ並列的に処理することができるかの指標であり、欧米の研究では読み書き障害児は健常児に比べ VA スパンが小さいことが示されている。そこで研究2では日本人の読み書き障害児にも同様の VA スパンの低下が見られるかを検討した。

(3) 研究3：読み書き障害者による大学入試センター試験問題文の読みの特徴

平成23年度入学者対象の大学入試センター試験 (以下、センター試験) より受験特別措置の障害区分に「発達障害」が追加され、発達障害を抱えた受験生が受験時にその障害の様態に応じた特別措置を受けることができるようになった。こうした特別措置の中で特に汎用性の高いものは、試験における時間延長であるが、試験時間の延長は障害のない受験生との間の公平性の面で議論がおきやすい措置でもある。

そこで研究3では、発達障害の中でも、特に時間延長の措置が有効であると思われる読み書き障害を持つ者を対象に、彼ら・彼女らがセンター試験の問題文を読む際にどのような困難を示すかを眼球運動計測で明らかにし、それを通じ時間延長措置の妥当性を議論するための基礎データを提供することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究1：読み書き障害児の漢字に対する注視パタンの分析

①対象児

読み書きの問題を主訴として民間の発達支援教室に通う小学生8名（読み書き障害児群；年齢7:11～12:8）、および普通学級に在籍する読み書きに問題のない小学生10名（健常児群；年齢7:4～8:10）。

②刺激及び手続き

対象児の眼球運動を非接触型眼球運動記録装置（EMR-AT VOXER, NAC）により記録した。刺激は、対象児の顔から80cmの距離に置かれた液晶ディスプレイ上に灰色を背景として黒字のゴシック体で呈示した。

対象児の課題は、画面に呈示された実在しない漢字（以下、偽漢字）を覚えて、紙に書き写すものであった。偽漢字は6文字あり、それぞれ小学1、2年生で学習する漢字の部首を組み合わせて作成した（図1参照）。偽漢字は、画面中央に縦横11.5 x 11.5 cmの大きさで警告音とともに15秒間呈示した。対象児は、偽漢字が呈示されている間、それをよく見て覚えるよう指示された。偽漢字の呈示終了後、画面に「いまのかんじをかみにかいてください」と表示され、対象児は記憶した偽漢字を回答用紙に書き写した。

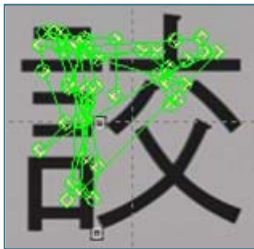


図1 偽漢字、およびそれに対する読み書き障害児の注視パタンの例

(2) 研究2：読み書き障害児の読みの有効視野および視覚的注意特性の検討

①対象児

小学校3～6年生でIQ70以上の読み書き障害児12名（年齢8:7～12:5）、および普通小学校に通う読み書きに問題のない児童12名（健常児群；年齢8:6～12:3）。

②読みの眼球運動・有効視野の測定

対象児にPC画面上の文章の音読を求め、その際の眼球運動を非接触型記録装置（EMR-AT VOXER, NAC）により記録した。刺激文章は小学3年生用教科書の文章をもとにした漢字仮名混じり文（5種類）であり、長さは平均362文字であった。文章は移動窓

を通じて提示され、各窓サイズ条件に対し1つの文章がランダムに割り当てられた。窓サイズ条件（被験者内要因）は「窓なし」「9文字」「6文字」「3文字」の4条件であり、常にこの順で実施した。

③VA スパン課題

数字5文字を画面中央に200ms呈示したのち、その全ての報告を求める「全体報告課題」と、指定箇所1字のみを報告する「部分報告課題」の2課題を30問ずつ、実施した。

(3) 研究3：読み書き障害者による大学入試センター試験問題文の読みの特徴

①対象者

専門機関において読み書き障害の診断を受けた青年期男性3名（以下、それぞれD1, D2, D3）。年齢はそれぞれ27歳（D1, 英語圏からの帰国子女）、17歳（D2）、15歳（D3）であった。健常者群には、読み書きに問題のない大学生11名（21～24歳）が参加した。

②刺激

過去の大学入試センター試験で実際に使用された公民、国語、英語の問題文を刺激とした。これらは、横書きの論説文4種（公民）、横書きの会話文2種（公民）、縦書きの文章2種（国語）、英語の文章2種（英語）の10種からなっていた。刺激の文章は、17インチの液晶ディスプレイに3～5ページにわけて呈示した。各ページの行数は、横書きの場合で5～10行、縦書きの場合で9～15行、英語文章で7～10行であった。文字の大きさ・行間は、実際の問題を30cmの距離から読んだ時と同じ視角サイズとなるように調整した。

③課題・手続き

対象者の課題は、内容を理解しながら読む「理解課題」と、内容の理解を求めず、ただ頭の中で声にしながらかみ進める「黙読課題」の2つであった。これら2つの課題に刺激文章を5つずつ割り当て、ランダム順で呈示した。対象者は各文章の呈示前にどちらの課題として読むかを指示され、スペースキーでページを切り替えながら各自のペースで文章を読み進めた。そして、それぞれの文章を読む際の視線の動きを非接触型記録装置（QG-PLUS, ディテクト）で記録した。

4. 研究成果

(1) 研究1：読み書き障害児の漢字に対する注視パタンの分析

漢字に対する注視領域が群間で異なるかを調べるために、それぞれの文字を覆う正方形の領域を上下×左右の4領域に分割し、各

領域における総注視時間を算出した。各領域に対する総注視時間の全体平均を図2に示す。総注視時間の全体平均に対し群×上下×左右の3要因分散分析を行ったところ、3要因の交互作用が有意であった ($F(1, 14) = 7.25, p < 0.05$)。下位検定として群ごとに上下×左右の2要因分散分析を行ったところ、健常児群では上下の主効果のみが有意であったのに対し ($p < 0.01$)、読み書き障害児群では上下×左右の交互作用が得られ ($p < 0.05$)、上領域においてのみ左右の効果があった ($p < 0.05$)。この結果は、読み書き障害児の注視領域が左上に偏っていたことを示す。

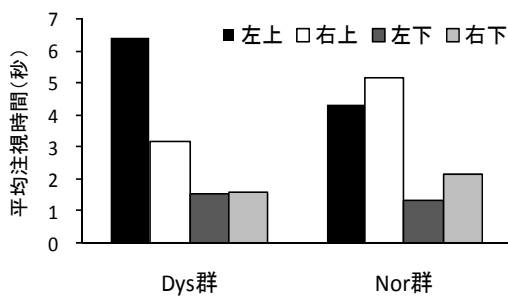


図2 漢字に対する平均注視時間の領域分布 (Dys群：読み書き障害児, Nor群：健常児)

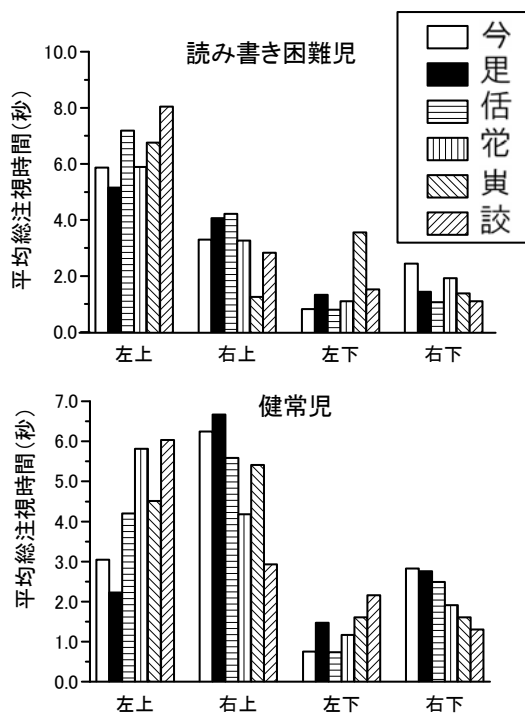


図3 各文字に対する上下左右領域の平均総注視時間

次に注視領域の偏りのパターンが文字ごとにどのように異なるかを分析した。図3は、それぞれの群の各領域 (左上・右上・左下・

右下) に対する平均総注視時間を、文字ごとに示したものである。3要因分散分析の結果、群×領域×文字の交互作用が有意であり ($F(15, 195) = 1.85, p < 0.05$)、領域×文字の交互作用のパターンが群間で異なることが示された。グラフを見ると、健常児群では左上を長く見るか右上を長く見るかが文字により異なるのに対し、読み書き障害児群では文字の違いによらず一貫して左上を右上よりも長く見ていることが分かる。すなわち、健常児がどこをよく見るべきかを文字に応じて調整しているのに対し、読み書き障害児は文字の形の違いに関わらず、どの文字も同じように見ていることが示された。

こうした読み書き障害児の漢字注視の特徴が彼ら彼女らのどのような特性を反映したものであるかは現時点では明確でないが、いずれにしろ読み書き障害児が漢字に対し健常児とは異なる見方をしていることは事実であり、今後はこうした見方の違いが漢字写字課題の成績の低さ、さらには漢字の読みや書きの問題につながっている可能性について、より詳しく検討する必要がある。

(2) 研究2：読み書き障害児の読みの有効視野および視覚的注意特性の検討

①文章音読課題における窓サイズの効果

文章音読課題中の眼球運動の指標として、順行方向 (右方向) への平均サッカード距離と順行方向への注視回数 (100字あたり)、そして、平均注視時間を対象児ごとに算出し、それらの平均値に対する窓サイズの効果が群により異なるかを検討した (図4)。

平均サッカード距離の分析の結果、群×窓サイズの交互作用 ($F(3, 66) = 3.67, p < 0.05$) が有意であり、下位検定の結果、読み書き障害児群では、3文字窓条件でのみ窓なし条件との差が有意であったのに対し ($p < 0.001$)、健常児群では6文字窓条件 ($p = 0.001$) と3文字窓条件 ($p < 0.001$) の両方で窓なし条件との差が有意であった。すなわち、健常児群では窓による表示範囲制限が6文字の場合ですでに、窓なし条件と比べた場合の平均サッカード距離の短縮、注視回数の増加が生じていたのに対し、読み書き障害児群では、窓サイズを3文字まで狭くして初めて眼球運動への影響が見られた。

同様の結果は平均注視回数の分析でも見られており、健常児群では6文字窓、3文字窓の両条件で窓なし条件に比べた平均注視回数の増加が見られるのに対し、読み書き障害児群では3文字窓条件でしかそれが見られなかった (交互作用; $F(3, 66) = 2.62, p = 0.058$)。一方、平均注視時間の分析では、群と窓サイズの交互作用は有意でなく ($F(3, 66) = 2.57$)、群の主効果 ($F(1, 22) = 7.55, p$

< 0.05) と窓サイズの主効果 ($F(3, 66) = 9.92, p < 0.001$) のみが有意であった。

これらの結果は、読み書き障害児群の読みの有効視野が健常児群のそれよりも狭いことを意味している。実際、読みの有効視野を対象児ごとに推定した場合 (各窓サイズ条件のうち、その平均サッカード距離が窓なし条件の平均値と有意差を示す最大の窓サイズを特定することで推定)、健常児群では、推定有効視野が 7 文字以上である児童が 12 人中 7 人であったのに対し、読み書き障害児群では 12 人中 2 人しかいなかった。

こうした読み書き障害群における読みの有効視野の狭さは、中心視の処理 (音韻化や意味理解) に注意が多く消費されることで、周辺視野に注意が及ばなくなっていることを反映すると考えられるが、一方で、このように中心視での処理困難が周辺視の情報を減らすことが、中心視における処理をさらに困難なものにしているのかもしれない。

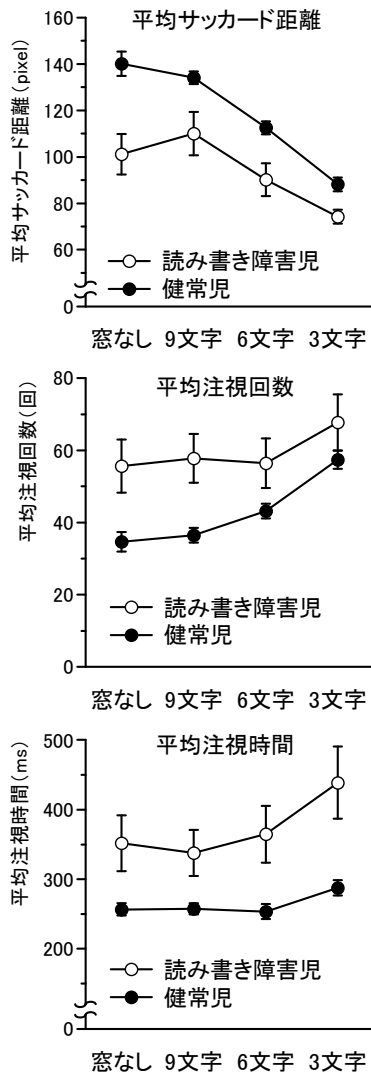


図 4 平均サッカード距離, 平均注視回数, 平均注視時間に対する窓サイズの効果

②VA スパン課題の成績

全体報告課題, 部分報告課題の平均正答率を群間で比較した。その結果, 両課題とともに, 読み書き障害児群の平均正答率が健常児群のそれに比べ低くなっていた (全体報告課題: $F(1, 22) = 5.92, p < 0.05$, 部分報告課題: $F(1, 22) = 9.49, p < 0.01$)。

さらに VA スパン成績と文章音読課題の眼球運動データ (平均サッカード距離, 注視回数, 平均注視時間), および推定有効視野との関係を調べるため, 群ごとにこれらの値間の偏相関係数 (制御変数: 年齢および WISC-III の VIQ, PIQ) を算出した。その結果, 読み書き障害児群の VA スパン成績と平均サッカード距離, 注視回数, 平均注視時間, 推定有効視野との偏相関係数はそれぞれ 0.68 ($p < 0.05$), -0.90 ($p < 0.001$), -0.60 ($p = 0.089$), 0.70 ($p < 0.05$) であり, 中程度~強い相関が示された。一方, 健常児群の VA スパン成績と眼球運動データの相関は, いずれも有意でなかった。

これらの結果は, 読み書き障害児が健常児に比べ, VA スパン (複数の刺激に同時に注意を向け, それらを並列的に処理する能力) が小さいこと, および VA スパンの小ささに起因する単語処理単位の小ささが中心視における処理負荷を高め, そのことが一因となって周辺視野におよぶ注意の広さ=有効視野を狭くしている可能性を示唆している。

今後は, VA スパンと読みの処理, 読みの処理と読みの有効視野, VA スパンと読みの有効視野それぞれの因果関係を縦断的研究や VA スパントレーニング等の手法により明らかにしていく必要がある。

(3) 研究 3 : 読み書き障害者による大学入試センター試験問題文の読みの特徴

理解課題は読み方の個人差が大きかったため, ここでは黙読課題の読み時間および眼球運動特性のみを報告する。眼球運動特性は, 各文章での注視回数, 順行方向の平均サッカード距離, 平均注視時間, 逆行サッカード回数のそれぞれを読み書き障害者 D1, D2, D3 につき分析し, それらの値を健常者群の平均値と比較した。その結果を表 1 に示す。

D1 および D3 では, 健常者に比べ, 問題文の読み時間が長くなっていた。眼球運動特性について見ると, D1, D3 ともに注視回数と逆行回数が多くなっていたが, D1 では順行サッカード距離, 注視時間ともに健常者との差は見られず, また D3 では順行サッカード距離は短くなっていたが, 注視時間は健常者のそれと同程度であった。これらのことから D1, D3 における読み時間の長さは, サッカード距離に反映される文・単語処理単位の細かさや一回の注視における処理時間の長さ

によるものではなく、読み返しの多さによる注視回数の増大を反映したものと考えられる（ただし、D3には、文・単語処理単位の細かさの影響も伺える）。

これに対し、D2では読み時間、眼球運動特性ともにパフォーマンスの低下は見られなかった。D2の読みはむしろ健常者に比べても早く、注視回数も少なく、読みが適切に行われていないことが伺われた。実際、本人へのインタビューでは、視線の移動に理解が追いつかないため、同じところをくり返し読むことが多く、結果として、読みに多く時間がかかることのであった。

これらの結果は、読み書き障害者が内容の理解を伴わない黙読課題においても読み時間に関わる特有の問題を持つことを示しており、試験における時間延長措置の妥当性を支持している。一方で、D1・D3とD2とで読み困難の状態像が異なっていたことから、より多くの読み書き障害者を対象に、彼ら彼女らのセンター試験問題文に対する読み困難の特徴をさらに詳しく検討していく必要がある。

表1 読み書き障害者の読み時間および眼球運動特性。黒、灰色のセルはそれぞれ健常者の平均±2SD, ±1SD以上の成績低下を示す。

	D1	D2	D3	健常者
読み時間/100字・words (sec.)				
				平均
論説文	17.7	5.6	21.3	10.4
会話文	15.7	6.6	18.1	9.0
縦書き	14.7	7.5	21.2	10.5
英語	49.0	40.3	95.3	53.1
注視回数/100字・words (回)				
				平均
論説文	27.8	11.6	32.6	19.7
会話文	25.5	12.0	28.0	17.0
縦書き	23.1	13.0	31.9	18.5
英語	80.3	70.9	134.5	90.6
平均順行サッカー距離 (pix)				
				平均
論説文	125	190	97	124
会話文	114	172	101	133
縦書き	101	125	97	113
英語	127	126	86	105
平均注視時間 (msec.)				
				平均
論説文	339	226	316	291
会話文	336	229	283	273
縦書き	279	235	310	303
英語	276	272	311	314
逆行回数/100字・words (回)				
				平均
論説文	8.9	3.9	8.2	4.8
会話文	7.8	6.2	9.6	5.6
縦書き	10.2	5.3	10.8	6.9
英語	22.3	15.3	28.1	18.8

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3件)

- (1) 関口貴裕・吉田有里 (2012). 読み書き障害児の視覚的注意特性—読みの有効視野および視覚的注意スパンの検討—. *LD研究*, 21(1), 73-83. (査読あり)
- (2) 関口貴裕・立脇洋介 (2012). 読み書き障害者による大学入試センター試験問題文の読みの眼球運動特性. *東京学芸大学紀要 総合教育科学系 I*, 63, 203-211. (査読無し)
- (3) 関口貴裕・小林玄 (2011). 読み書き困難児の平仮名单語, 文章, 漢字の読みにおける注視パターンの分析. *LD研究*, 20(2), 180-193. (査読あり)

[学会発表] (計2件)

- (1) 関口貴裕・立脇洋介. (2011). 読み書き障害者による大学入試センター試験問題文の読みの特徴～眼球運動計測による検討～ 日本LD学会第20回大会, 跡見学園女子大学
- (2) 関口貴裕・吉田有里. (2010). 読み書き困難児の読みの有効視野および視覚的注意特性の検討 日本教育心理学会第52回総会, 早稲田大学

[図書] (計1件)

- (1) 関口貴裕 (2011). 読みのメカニズム, 脳とところの視点から探る心理学入門 (松本絵里子 編), 培風館, pp.89～103.

[その他]

研究室ホームページ

<http://www.u-gakugei.ac.jp/~sekiguti/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

関口 貴裕 (SEKIGUCHI TAKAHIRO)
東京学芸大学・教育学部・准教授
研究者番号：90334458

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし