

原 著

読み困難児の眼球運動と読字能力・認知機能の関係について

増本利信¹⁾・川中瑞帆²⁾・岩永竜一郎²⁾Relation of ocular movements and reading ability/cognitive function
in children with reading difficulty.

Toshinobu MASUMOTO・Mizuho KAWANAKA・Ryoichiro IWANAGA

[要約] 本研究では、通常学級に在籍し通級指導教室を利用している小学生を、読み困難の有無によって2群化し、読み行動時の眼球運動の様相を比較することで、読み困難が読み行動に与える影響を明らかにすることとした。その際、音読と黙読、縦書きと横書き、精読と速読、有意味文と無意味文の比較を通して、各条件における影響を認知機能、学習習得度及びデコーディング能力の関係から考察した。本研究参加者は、知的発達については読み困難有り群が有意に高いものの、学習習得度については差が見られなかった。眼球運動については、黙読条件を除く各条件下において、読み困難群に固視時間や固視回数が増加傾向が見られた。また、読み困難群にデコーディング能力の低下が見られた。以上から、読み困難群は、知的能力が学習習得に反映されていないことが推測された。また、読み困難群は、固視回数及び固視時間の増加などの眼球運動不全が認められた。意味理解を必要とする音読時に見られる眼球運動不全には、意味理解能力やデコーディング能力が影響していることが示唆された。

キーワード：読み困難児、眼球運動、読字能力、認知機能

I. 目的

平成24年の文部科学省の調査では、発達障害の可能性があり特別な教育的支援を必要とする児童生徒は通常の学級に6.5%在籍している可能性があることが報告されている(文部科学省, 2012)。そのうち、学習面に何らかの問題があるとされる児童生徒は4.5%にのぼり(文部科学省, 2012)、学習面での特別な支援体制を構築し、効果的な指導方法を確立することは喫緊の課題である。

学習面で困難がみられる子どもには、知的発達に遅れはないものの読みや書き、計算など特定の分野での学習習得が低い症状を見せる学習症(Learning Disabilities: LD)や、学習課題に一定時間集中して取り組めなかったり、作業が乱雑になったりして成果が得にくいことがある注意欠如多動症(Attention Deficit/Hyperactivity Disorder: AD/HD)、社会コミュニケーションを

適切に維持することが難しかったり、感覚面の問題がみられたりする自閉スペクトラム症(Autism Spectrum Disorder: ASD)等がある子どもがいる。

特に読みの困難さは、学習の内容理解に直結するだけでなく、新聞や読書など印刷物による情報収集を阻害する要因となりやすいことから様々な困難を引き起こす可能性がある。読み困難(reading disorder)は学習症の診断カテゴリーの1つである(DSM-5, 2013)。欧米では、読み困難者が全人口の5~10%に及んでいるとされ、社会的な問題として支援がなされてきた(Rodgers, 2013)。国内でも小学生5万人を対象とした読字障害の実態調査において、特異的な読字障害の有病率は、0.7~2.2%と報告されている(稲垣, 2018)。

読み行動は、文字を見ることから始まり、文章の内容を理解することを目的とする一連の行動である。その過程は文字を音韻に変換する「デコーディング過程」と「音声言語に変換された文の内容を理解する過程」とに分けられる(Philip and William, 1986)。また、印刷された文章を読ん

¹⁾九州ルーテル学院大学

masumoto@klc.ac.jp

²⁾長崎大学大学院医療科学専攻

で音声として表出する際には、1文字ずつを分析して音声化する「非語彙経路」、単語として音声化する「語彙経路」の双方があるとし、語彙経路中には「非意味的語彙経路」と「意味的語彙経路」があるとする2重経路モデルをまとめているものがある(Max, Kathleen, Conrad, Robyn, and Johannes, 2001)。

正確に文章を読むためには、その文字の形を正しく認識し分析することが必要であり、そのために視覚情報を正確にかつ効率よく処理する必要があるが、輻輳や調節不良など視覚情報入力不全がある子どもは、定型発達児の中に55%存在すること(Borsting, Rouse, Deland, Kimura, Park, and Stephens, 2003)、発達性読み書き障害児では、傾き知覚と視覚性記憶に低下が認められ、視覚情報を処理する段階で困難さがあること(後藤・宇野・春原・金子・栗屋・狐塚・片野, 2010)が指摘されている。また、発達障害診断がある子どもの約半数が、屈折異常や輻輳・開散運動の困難さ、眼球運動の不器用さや視知覚処理の特異性のいずれかを有しているとする報告もあり(三浦, 2009)、特に読みの困難さがある子どもには、衝動性眼球運動と輻輳視の不全があるとされる(Aparna, Sowjanya, Emily, David, Deborah, 2018; Gaertner, 2013)。実際の指導場面においても、眼球運動の不器用さがある子どもにおいては、文章の勝手読みや読み飛ばしが頻発する例が見られ、教育現場における眼球運動トレーニングがこれまでも進められてきた(Jung, Kim, Hwang, 2017)。学級一斉指導における継続的なトレーニングが子ども全体の視覚機能の向上に繋がった報告もある(岡野・増本・奥村, 2011)。

しかし、眼球運動の不器用さが学習にどのような影響を及ぼすかについて、実際の眼球運動と、認知能力や文字習得、計算力等との関係から分析した研究は見られない。

本研究では、通常学級に在籍し通級指導教室における個別指導を履修する小学生を、読み困難の有無によって2群化し、それぞれの読み行動時の眼球運動の様相を比較することで、読み困難が、読み行動に与える影響を明らかにすることを第一の目的とした。読み行動は、2重経路モデルを念頭に5条件を設定し、「音読と黙読」、「縦書きと

横書き」、「意味を考えながら読む精読ととにかく速く読む速読」、「有意味文の音読と無意味文の音読」の4視点から各条件の影響について検討を試みた。さらに読み困難の有無と認知機能及び学習習得度との関係をとらえることで、対象児が有している知的発達を、学習習得にどの程度生かすことができているのか。そこに読み困難の有無がどのように関係するのかを検討することを第二の目的とした。

II. 方法

1 対象

対象は、A県内の小学校においてLD、AD/HD児を対象とした通級指導教室に通う子ども19名(男児14名、女児5名;年齢幅:6-12歳;平均年齢:10.15±1.76歳)である。対象児のうち医療機関において発達障害の診断を受けていた子どもは15名(ASD:2名、AD/HD:11名、LD読字障害:1名、LD書字障害1名)であった。また、全対象児が発達障害以外の身体的あるいは知的な障害の診断を受けていなかった。

本研究は、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会の承認を得ている(承認番号:17020815)。対象児とその親、小学校の校長に対して本研究の目的と内容を十分に説明し、校長より研究実施の承認を得た上で、保護者同意の得られた子どもに対して調査を実施した。校長の承認と保護者同意は書面により行なった。

2 研究の方法

(1) 実施検査について

本研究を進めるにあたって、第一に対象児の知的発達を測定するために日本版Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth edition (WISC-IV)。学習習得度を測定するために日本版Kauffman Assessment Battery for Children-Second Edition (KABC-II)の習得度尺度検査。読み困難の有無を、特異的発達障害診断・治療のための実践ガイドライン(ひらがな読み検査)を用いて評価した。加えて、眼球運動困難の有無をDevelopmental Eye Move Test (DEM)を用いて評価した。そして、読み行動における眼球運動を、意味理解や文字表記方向で条件付けした5つ

の環境において測定した。

WISC-IVについては、動作性下位検査における練習効果が1年から2年で極めて小さくなる（日本版 WISC-IV 実施採点マニュアル, 2010）ことから、医療機関における再査定の間隔が概ね2年であることを鑑み、2年以内の検査結果がある場合には所属校長の許可を得た上で採用した。各検査は2019年1月から3月の期間内に行い、KABC-II、ひらがな読み検査、DEM については眼球運動測定日前後1ヶ月以内に実施した。

(2) 実験環境について

椅子に座った対象児の正面に、机上にモニター（LCD-MF277XDB-B, I・ODATA, Japan, 27-inchwide, LED, 1920×1080pixels）を設置した。頭位の変化を抑制するために顎のせ台を設置し、対象児は顎を置いて検査に取り組んだ。顎の

せ台からモニターまでの距離は50cmとした。モニター中央部と視線の高さが等しくなるように椅子の高さを調整した。

モニター下端部に眼球運動記録装置を設置し、課題文読みの眼球運動座標を記録した。本装置は非接触型眼球運動測定装置であり、対象児の注視点を測定し算出することができる。対象児は検査姿勢を取った状態で内蔵プログラムによりキャリブレーションを行なった。音声はスタンドマイクによって同時録音をした。採集したデータはPCに転送し、解析プログラムにて記録解析を行った。

読み課題5種類とDEMの実施は乱数表によりランダム化した。

(3) 文章読み課題について

読み課題は5種類設定した。読み課題の各条件を表1に課題提示文の例を図1に示す。

表1 読み課題の条件

課題番号	課題名	読み方向	内容理解	音声表出	文の意味
①	縦音読精読課題	縦	要	要	有
②	横音読精読課題	横	要	要	有
③	縦黙読精読課題	縦	要	不要	有
④	有意味文速読課題	縦	不要	要	有
⑤	無意味文速読課題	縦	不要	要	無



図1 読み課題の提示文章例

〈音読精読課題〉

①文意をとらえることを意図しながら縦書き提示された意味のある文字列を音読する際の眼球運動座標と音声を記録する。

②文意をとらえることを意図しながら横書き提示された意味のある文字列を音読する際の眼球運動座標と音声を記録する。

〈黙読精読課題〉

③文意をとらえることを意図しながら縦書き提示された意味のある文字列を黙読する際の眼球運動座標と音声を記録する。

〈有意味文速読課題〉

④早く正確に読むことを意図しながら、縦書き提示された、意味のある文字列を音読する際の、眼球運動と音声を記録する。

〈無意味文速読課題〉

⑤早く正確に読むことを意図しながら、縦書き提示された、意味のない文字列を音読する際の、眼球運動と音声を記録する。

読み課題①②③における画面提示文は、対象児が使用している教科書会社（光村図書）とは異なる会社（東京書籍）の教科書に採択された当該学年の物語文で、対象児が未習のものを選択した。

①と③の課題文は、同一提示条件（縦書き精読）であることから文章による影響を低減するために、A文とB文をランダム化して提示した。

①②③課題については、読み終わり次第画面左端に文章の内容に関する質問を提示し、回答を記録した。

提示文の文字数は各学年課題④の文字数と等しくなるように調整した。

読み課題④⑤における画面提示文章は、河野式書字能力検査（河野・平林・中村，2013）で採用された課題文を用いた。河野式書字能力検査は有意味文章と無意味文章からなる検査であり、学年相応の物語文と、文中の文字を全て入れ替え無意味にした文で構成されている。画面提示については①③④⑤において、「列20字×必要行」とし、文字数や画面上の配置は全学年全試行で等しくなるようにした。②においては「行33字×必要列」とし全学年で等しくなるようにした。

音声記録と映像から読み始めと読み終わり時間を同定し、抽出した眼球運動座標から、100文字

単位の「固視時間」「固視回数」「注視点移動距離」を算出した。

「固視」は、注視点の移動が50msec中に画面上で15pixel以内と設定された専用プログラムを用いて算出した。「固視」ではない眼球運動は全て「跳躍」として記録された。「固視時間」とは「固視」状態が維持された時間を表し、「固視回数」は「跳躍」を挟んだ「固視」の回数を表す。また、学年により課題文の文字数が異なるため、100文字を単位とする値を算出した。

(4) 読み困難群の抽出について

診断場面では、問診およびひらがな読み検査4種目のうち、2種目以上で年齢標準値に対して2SD以上の差がみられる場合に読み障害の診断となる。本研究においても、ひらがな読み検査2種目以上に年齢標準値との乖離がある場合を読み困難群とし、読み困難あり群11名と読み困難なし群8名に分類した。

(5) データ分析

統計処理は、ひらがな読み検査により抽出した読み困難あり群と読み困難なし群に対してマンホイットニーのU検定によって群間比較を行った。比較した項目は、WISC-IVによる全検査IQと指標得点、日本版K-ABC IIの習得度尺度、読み課題の各所要時間および眼球運動の3要素「固視時間」「固視回数」「注視点移動距離」、DEMの各所要時間と比率、誤り数、および眼球運動の3要素とした。統計解析には、統計解析ソフトウェアSPSS version 22を用い、有意水準は全て5%で設定した。

Ⅲ. 結果

本研究の対象児の年齢・性別および在籍教室における行動面の課題を、表2・3に示す。

ひらがな読み検査による判断基準に則り、対象児を読み困難あり群と読み困難なし群に分けた。

(1) 知的発達と習得度尺度の比較

読み困難あり群と読み困難なし群の知能指数と、習得度尺度のデータを表4に示す。

知能指数は読み困難あり群が高く、特にワーキングメモリーの高さが見られた。

表2 対象児の性別と年齢

児童名	年齢	男女	読み困難有無	診断名	服薬	在籍教室での行動課題
A	6:11	女	○	ADHD		入室しぶり
B	7:08	男	○	ADHD		学習理解・整理整頓
C	7:11	男	○	ADHD ASD	コンサータ エビリファイ	活動参加・学習理解 整理整頓
D	8:01	男		ADHD		入室しぶり・学習理解
E	8:11	男				学習理解・忘れ物
F	9:00	女		ADHD	ストラテラ	対人関係
G	9:01	男	○	ADHD		学習理解・整理整頓 忘れ物
H	9:05	男	○	LD		学習理解
I	9:10	男	○	ADHD		学習理解・整理整頓 忘れ物
J	10:03	男	○	ADHD	ストラテラ	学習理解・整理整頓
K	10:09	男	○			学習理解
L	11:02	女		ADHD		学習理解
M	11:07	男	○			学習理解
N	11:11	男	○			学習理解・対人関係
O	11:11	女		ADHD	ストラテラ	学習理解
P	12:00	男		ADHD ASD	ストラテラ エビリファイ他	学習理解・対人関係
Q	12:00	女		LD(書き)	ストラテラ	学習理解
R	12:01	男		ADHD		学習理解
S	12:05	男	○			学習理解・登校しぶり

表3 対象児の属性の平均と標準偏差属性

	平均	標準偏差
WISCIV(標準得点)		
FSIQ	83.72	7.00
言語理解指標得点	92.66	10.90
知覚推理指標得点	83.83	6.44
ワーキングメモリー指標得点	81.11	11.18
処理速度指標得点	87.66	13.78
K-ABC II(標準得点)		
習得総合尺度	84.36	8.38
語彙尺度	87.52	8.65
読み尺度	89.84	11.85
書き尺度	86.89	10.65
読み書き尺度	86.84	9.42
算数尺度	86.78	9.90
ひらがな読み検査(z得点)		
単音連続読み検査	-1.82	1.34
有意味語速読検査	-2.48	2.12
無意味語速読検査	-1.74	1.16
単文音読検査	-1.18	1.08
DEM (z得点)		
縦読み時間	-0.04	1.78
横読み調整時間	-0.33	1.59
比率(横時間/縦時間)	-0.29	1.21
間違い数	-0.08	1.10

表4 読み困難あり群と読み困難なし群の比較, ガイドライン, 知的発達, 習得度, 読み課題所要時間, DEMの各データ

	読み困難あり群 (n=11)	読み困難なし群 (n=8)	p 値
年齢	9.56(1.98)	10.45(1.75)	0.328
ひらがな読み検査 (zスコア)			
単音読み	-2.70(0.34)	-0.59(0.10)	<0.001
有意味単語読み	-3.61(0.60)	-0.93(0.45)	0.006
無意味単語読み	-2.42(0.32)	-0.80(0.19)	<0.001
単文読み	-1.85(0.28)	-0.27(0.18)	<0.001
WISC-IV(標準得点)			
全検査IQ	86.81(1.76)	78.85(2.53)	0.029
言語理解指数	95.45(3.53)	88.28(3.60)	0.159
知覚推理指数	85.54(1.28)	81.14(3.39)	0.385
ワーキングメモリー指数	87.18(2.43)	71.57(3.65)	0.007
処理速度指数	87.54(4.80)	87.85(4.56)	0.927
K-ABC II (標準得点)			
習得総合尺度	85.27(1.56)	83.12(4.32)	0.206
語彙尺度	88.27(2.06)	86.50(4.09)	0.452
読み尺度	91.09(2.81)	88.12(5.60)	0.383
書き尺度	87.18(3.40)	86.50(3.97)	0.835
読み書き尺度	87.45(2.74)	86.00(3.89)	0.562
算数尺度	86.27(2.83)	87.50(4.16)	0.739
読み課題所要時間 (秒)			
①縦精読音読	81.52(15.24)	60.12(14.21)	0.010
②横精読音読	71.85(14.51)	59.27(14.88)	0.098
③縦精読黙読	59.78(18.79)	57.12(21.06)	0.741
④有意味文速読	87.27(22.43)	74.60(19.89)	0.098
⑤無意味文速読	203.40(81.69)	149.55(38.84)	0.137
DEM (zスコア)			
縦読み時間	-0.79(0.61)	0.98(0.26)	0.016
横読み時間 (調整値)	-0.97(0.50)	0.54(0.40)	0.038
比率	-0.42(0.41)	-0.12(0.39)	0.620
誤り数	-0.13(0.37)	-0.01(0.37)	1.000
平均 (標準偏差)			

学習習得度については顕著な差は見られなかった。

(2) 読みの所要時間と眼球運動の比較

表4に, 5つの読み課題の所要時間を示す。

所要時間について, 縦精読音読で読み困難あり群が時間を要した ($p = 0.010$)。

図2に, 読み課題中の100文字あたりに換算した固視時間, 固視回数, 注視点移動距離について, 読み困難あり群と読み困難なし群で比較したデータを示す。

精読音読課題 (①②) では, 固視の時間と固視の回数及び注視点移動距離について, それぞれに読み困難あり群の方が大きい傾向がみられ, 特に

縦方向の固視時間が長かった ($p < .01$)。

速読課題 (④⑤) では, 読み困難あり群の固視時間が長かった (④ $p < .01$, ⑤ $p < .05$)。また無意味文 (⑤) において, 読み困難あり群の注視点移動距離が長かった ($p < .05$)。

黙読課題 (③) においては, 2群間に差は見られなかった。

(3) 読みの困難さと DEM の比較 (読み困難群間)

DEMの所要時間と比率, 誤り数について, zスコアで群間比較したデータを表4に示す。

縦読み時間と横読み時間に差が見られた ($p = 0.016$)。

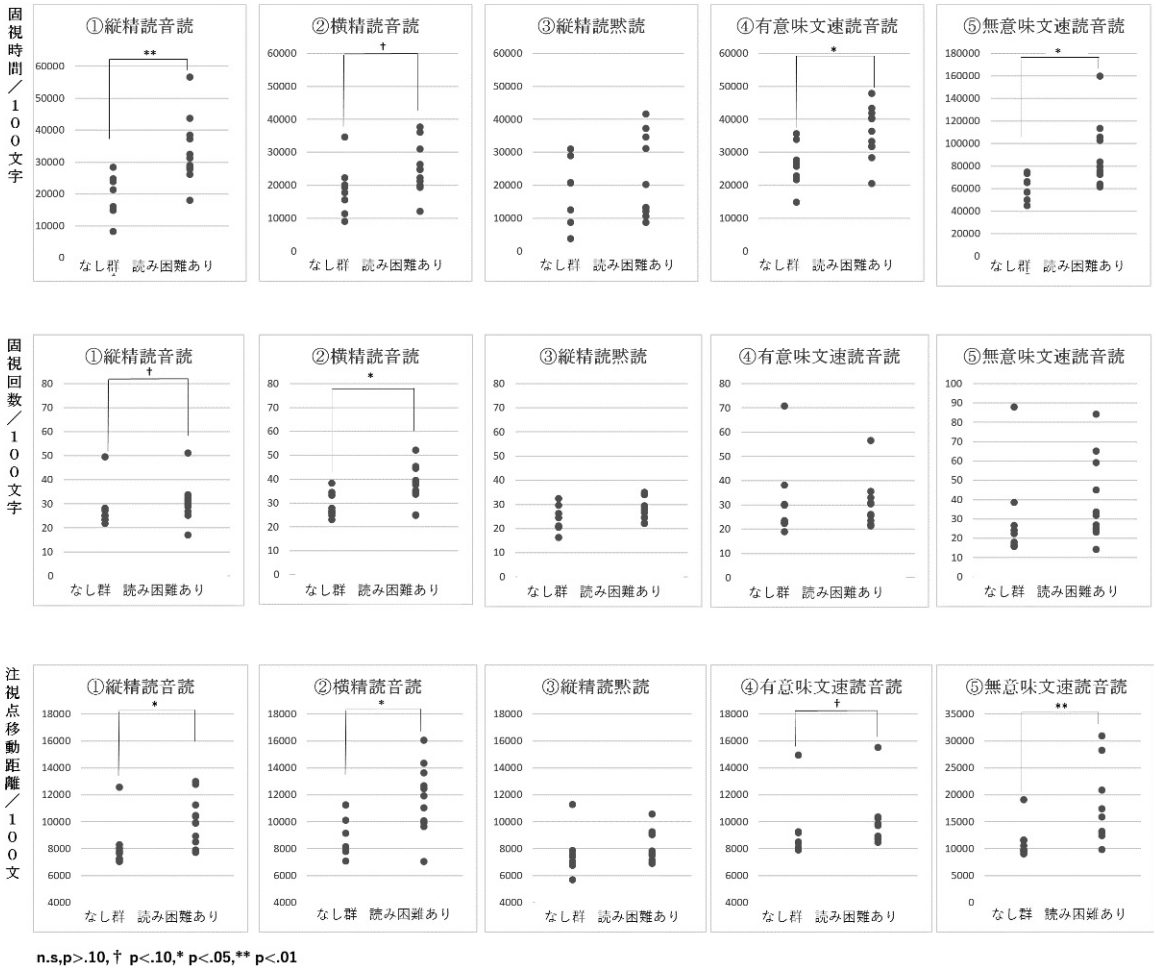


図2 読み困難あり群と読み困難なし群の比較，固視時間，固視回数，注視点移動距離の全員データ

IV. 考察

本研究では、ひらがな読み検査のリスクの有無により、読み困難あり群と読み困難なし群に分類し比較した。

知能と学習習得には相関があること示されてきた (Kate and Jane, 2006)。本研究においては、対象児の知能指数を WISC-IV の FSIQ で、学習習得度を K-ABC II の習得度尺度で考察する。

読み困難あり群の知能指数は、読み困難なし群より有意に高く、先行研究との一致はしなかった。これは、本研究の対象児がすでに学級内で学習面や生活面での困難さがあり通級指導を利用している背景があることで、一般的な認知特性の児童を対象とした先行研究との差異が影響したと推察される。また、読み困難なし群に分類された児童の

中には、通級指導開始以前に学級適応が悪く、行動問題がみられ、検査実施当時には服薬をしていた者が多い傾向があったことから、この群には、読み困難はないものの、知的発達の高さと AD/HD の特性が影響することで、入室しぶりや対人関係不全等の不適応を見せていた者が含まれる可能性が推察された。

一方、習得度尺度においては、両群に差は認められなかった。読みの困難さと学力との相関については、多くの指摘がこれまでになされてきた (Nivedita and Falk, 2014; Uno, Wydell, Haruhara, Kaneko, and Shinya, 2009; Kate, 2006; Danielle, Saskia, Karen, and Lyndsey, 2016) が、本研究においてはそれと一致しなかった。要因としては、読み困難あり群の知能指数が高かったことが挙げ

られる。その上で習得度には差がないという点から、読み困難あり群の子どもが、知能を学習習得に生かすことができていることが推察された。

読み困難があると読み速度が低下することが指摘されている (Sunjung and Rebecca, 2017)。その原因としては、音韻処理の問題や呼称速度の問題が指摘されること (田中, 2005; Wakamiya, Okumura, Nakanishi, Takeshita, Mizuta, Kurimoto, and Tamai, 2011) が多く、ひらがな文の読み障害を示す例全てに、数字の読み困難が示された報告もある (成川・小池・若宮, 2010)。また、読み困難がある子どもの中には音韻処理に問題はないが、文の意味理解に困難さがあり読みがたどたどしくなる者の存在も指摘されている (若宮, 2010; Charles and Margaret, 2016)。また、読み障害児は読み中に固視時間が長くなったり、戻り読みが増えたりする報告 (Mattias, Gustaf, Jan, Tony, Agneta, Christer, 2016; Florian and Heinz, 2004; Lionel, Christophe, Hugo, Maria, 2018) も多く、意味のある文字列をどの程度の長さまで一度に認識できるかを表す Visual Attention Span の低下 (関口・吉田, 2012; Chloe, Matthieu, and Sylviane, 2007; Bosse and Valdois, 2009; Bosse, Tainturier, and Valdios, 2007) が指摘されている。また、文章の書記方向の影響として、縦読みでは固視回数が有意に増加し、視線移動速度が遅くなることも明らかにされている (井川・中山・前田・田淵, 2006)。

本研究において、DEM 検査においては、テスト ABC 共に読みの所要時間で、読み困難群が成績の低下を見せた。これは音を素早く思い出すデコーディング速度の低下を示し、読み困難群にデコーディング速度の低下があると推察された。読みの所要時間については、縦方向の精読課題で読み困難あり群と読み困難なし群間に有意な差が認められた。眼球運動の群間比較でも固視時間に有意な差がみられることから、読み困難あり群においては、意味を考えながら縦方向の文章を読む際に、眼球の固視時間が長くなる傾向があることが明らかになった。横方向の精読課題では固視回数に有意な差が認められ、また、縦方向の固視回数、横方向の固視時間についても有意な傾向がみられること、視線の移動距離にも有意差がみられるこ

とから、読み困難あり群が、内容を考えながら文章を音読する際には、音韻処理の遅さなどが影響することにより、眼球運動の停留が増え、かつ意味理解の弱さや一度に把握できる文字数の短さから戻り読みや跳躍が出現することにより、結果的に固視回数が頻繁になることが推察された。

速読課題においては、文章の意味の有無を問わず、固視時間に差が認められた。奥村ら (2006) は、読み障害児が文を読む際に視点の停留時間が長くなることを明らかにしたが、この結果はそれと一致し、読み困難がある子どもには読字処理における何らかの障害が現れることを示唆している。また、視線の移動距離については有意味文では、読み困難群に増加傾向がみられ、さらに無意味文では顕著な増加が示されたことから、読み障害児は視線の移動が大きく、特に非語・造語などの無意味語読みで顕著な遅さを示す先行研究との一致が推察された。

V. 本研究の限界

本研究の限界の一つ目に、対象児が19名と少数であることが挙げられる。そのため、今後さらに対象児を増やして調査を行い、読み能力と眼球運動の問題と学習習得との関連について詳細に調査を進めていく必要があると考える。

二つ目に、本研究においては知的発達や学習習得度と、読み速度、読み行動中の眼球運動について考察をしたが、読みの要素である対象児の音韻処理能力についての評価は行なっていなかった。音韻処理能力の低下群と対照群での眼球運動の様相の比較などを行うことで、読み行動における影響要素を整理する必要性が明らかになった。

三つ目に、定型発達児による比較を行っていないことが挙げられる。本研究の対象児は、通常学級に在籍しているが、学習上もしくは生活上の困難さがあることから全員が通級指導教室を利用していた。また、ADHD や ASD など発達症診断がある子どもも含まれることにより、知的発達が境界域にある。もしくは発達症の特性が影響し学習習得度に偏りがある児が含まれていたことが推察される。今後は知的発達に差がなく、発達症の診断のない群で比較し検討を重ねる必要がある。

四つ目に、本研究用で使用した眼球運動測定装

置については、先行研究により使用されてきた解析プログラムを使用することができず、本研究用に作成された複数のプログラムによって注視点の解析を行った。先行研究との比較をし、より正確な分析をしていくためにも、装置やプログラムなどの実験環境設定について検討する必要がある。

VI. 謝辞

本研究にあたり、快く同意を賜りました各小学校校長先生及び保護者の皆様、そして検査を受けてくださった全ての子どもたちに心より感謝申し上げます。

付記：本論文は増本利信の長崎大学大学院医歯薬学総合研究科2019年度修士論文の一部に加筆修正したものである。

VII. 文献

Akira Uno, Taeko N.Wydell, Noriko Haruhara, Masato Kaneko, Naoko Shinya (2009): Relationship between reading/writing skills and cognitive abilities among Japanese primary-school children: normal readers versus poor readers (dyslexics), *Read Writ*, 22:755-789.

Aparna Raghuram, Sowjanya Gowrisankaran, Emily Swanson, David Zurakowski, David G. Hunter, Deborah P. Waber, (2018) : Frequency of Visual Deficits in Children With Developmental Dyslexia, *JAMA Ophthalmol*, 136 (10), 1089-1095.

American Psychiatric Association (2013) : Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition: Washington, DC: American Psychiatric Publishing, Inc.

Borsting, Rouse. MW, Deland. PN, Hovett. S, Kimura. D, Park. M, Stephens, M. (2003) : Association of symptoms and convergence and accommodative insufficiency in school-age children. *Optometry*, 74 (1), 25-34.

Charles Hulme, Margaret J. Snowling (2016) : Reading disorders and dyslexia. *Current Opinion*, Volume 28, Number 6, December.

Chloe Prado, Matthieu Dubois b, Sylviane Valdois (2007) : The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: Impact of the visual attention span,

Vision Research, 47, 2521-2530.

Danielle Colenbrander, Saskia Kohonen, Karen Smith-Lock, Lyndsey Nickels (2016) : Individual differences in the vocabulary skills of children with poor reading comprehension. *Learning and Individual Differences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2016.07.021>, 2016.

David Wechsler (2010) : 日本版 WISC- IV 刊行委員会訳編. 日本版 WISC IV マニュアル, 日本文化科学社.

Eiji Wakamiya, Tomohito Okumura, Makoto Nakanishi, Takashi Takeshita, Mekumi Mizuta, Naoko Kurimoto, Hiroshi Tamai (2011) : Effects of sequential and discrete rapid naming on reading in Japanese children with reading difficulty. *Brain & Development* 33, 487-493.

Florian Hutzler, Heinz Wimmer (2004) : Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language*, 89, 235-242.

Florian Hutzler, Heinz Wimmer (2004) : Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language*, 89, 235-242.

Gaertner, C. et al. (2013) : Binocular coordination of saccades during reading in children with clinically assessed poor vergence capabilities. *Vision Research*. 87 (9). 22-29.

後藤多可志・宇野彰・春原則子・金子真人・粟屋徳子・狐塚順子・片野晶子 (2010) : 発達性読み書き障害児における視機能、視知覚および視覚認知機能について、*音声言語医学*, 51 (1), 38-53.

井川美智子・中山奈々美・前田史篤・田淵昭雄 (2006) : 縦書き・横書き文章における読書時の眼球運動の比較, *臨床眼科* 60 (7), 1251-1255.

稲垣真澄 (2010) : 特異的発達障害・診断治療のための実践ガイドライン-わかりやすい診断手順と支援の実際-, *診断と治療社*.

稲垣真澄 (2018) : 神経学的基盤に基づく発達障害の診断・治療ガイドライン策定に関する総合的研究: 総括研究報告書 (平成19年度~21年度). http://www.ncnp.go.jp/pdf/cost_report_h21_19s_8.pdf [2018.8.9].

Jung Un Jang, Jung Yun Jang, Kim Tai-hyung, Hwang Woon Moon (2017) : Effectiveness of Vision Therapy in School Children with Symptomatic Convergence Insufficiency, *J*

- Ophthalmic Vis Res*, 12 (2) : 187-192.
- Kate Cain, Jane Oakhill (2006) : Profiles of children with specific reading comprehension difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, 76, 683-696.
- Kate Cain (2006) : Individual differences in children's memory and reading comprehension: An investigation of semantic and inhibitory deficits. *MEMORY*, 14 (5), 553-569.
- Kaufman AS, Kaufman NL (2013) : 日本版 KABC-II 制作委員会訳編 : 日本版 KABC-II マニュアル, 丸善出版.
- 河野俊寛・平林ルミ・中邑賢龍 (2013) : 小学生の読み書きの理解 URAWSS, こころのソースブック出版会.
- Lionel Moiroud, Christophe Loic Gerard, Hugo Peyre, Maria Pia Bucci (2018) : Developmental Eye Movement test and dyslexic children: A pilot study with eye movement recordings. *PLOS ONE*, September. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200907>.
- Mattias Nilsson Benfatto, Gustaf Oqvist Seimyr, Jan Ygge, Tony Pansell, Agneta Rydberg, Christer Jacobson (2016) : Screening for Dyslexia Using Eye Tracking during Reading. *PLOS ONE*, December 9. DOI:10.1371/journal.pone.0165508.
- Marie-Line Bosse, Marie Josèphe Tainturier, Sylviane Valdois (2007) : Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104, 198-230.
- Marie-Line Bosse, Sylviane Valdois (2009) : Influence of the visual attention span on child reading performance a cross-sectional study: *Journal of Research in Reading*, 32 (2), 230-253, 2009.
- Max Coltheart, Kathleen Rastle, Conrad Perry, Robyn Langdon, Johannes Ziegler (2001) : DRC: A Dual Route Cascaded Model of Visual Word Recognition and Reading Aloud, *Psychological Review*, 108 (1), 204-256.
- 三浦朋子 (2009) : 発達障害児における視機能低下 - 小児科発達外来での出現頻度 -, 小児の精神と神経. 49 (2), 141-147.
- 文部科学省 (2012) : 通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする子ども生徒に関する調査結果について. 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課.
- Nivedita Mani, Falk Huettig (2014) : Word reading skill predicts anticipation of upcoming spoken language input: A study of children developing proficiency in reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 126, 264-279.
- 成川敦子・小池敏英・若宮英司 (2010) : 特異的発達障害・診断治療のための実践ガイドライン - わかりやすい診断手順と支援の実際 -, 診断と治療社, 131.
- 岡野由美子・増本利信・奥村智人 : 通常学級担任が取り組んだ子どもの「見る」力へのアプローチ - 日常活動として取り組んだビジョントレーニング - (2011) : 第20回日本LD学会紀要. 268-269.
- 奥村智人・若宮英司・鈴木周平・玉井浩 (2006) : Reading disorder 児における衝動性眼球運動の検討, 脳と発達, 38, 347-352.
- Philip B. Gough and William E. Tunmer (1986) : Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, 7 (1), 6-10.
- Rodgers, B. (2013) : The Identification and Prevalence of Specific Reading Retardation, *British Journal of Educational Psychology*, 53, 369-373.
- Razuk M, Barela JA, Peyre H, Gerard CL, Bucci MP (2018) : Eye movements and postural control in dyslexic children performing different visual tasks, *PLoS One*, 24 ; 13 (5) : e0198001. doi: 10.1371/journal.pone.0198001. eCollection.
- Sunjung Kim, Rebecca Wiseheart (2017) : Exploring Text and Icon Graph Interpretation in Students with Dyslexia: An Eye-tracking Study. *DYSLEXIA*. DOI: 10.1002/dys.1551.
- 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), 70-83.
- 田中裕美子 (2005) : 言語学習障害・読み書き障害, 言語音声医学, 46, 148-154.
- 若宮英司 (2010) : 特異的発達障害・診断治療のための実践ガイドライン - わかりやすい診断手順と支援の実際 -, 診断と治療社, 38-41.

(受稿 : 2020年12月25日, 受理 : 2021年3月31日)

Relation of ocular movements and reading ability/cognitive function in children with reading difficulty.

Toshinobu MASUMOTO

In this research, elementary school students were divided into two groups, one group with reading difficulty, and one group without. Comparing aspects of eye movements during reading, reading confusion influence on reading become evident. Moreover, in the group with reading difficulty, fixation number and fixation duration increase were noticed. Ocular imperfections at the time of reading aloud, for which understanding of meaning is necessary, suggest that the imperfections influence reading comprehension and decoding ability.

Key words: Children with reading difficulty /Ocular movements/ Reading ability/ Cognitive function