

文章音読の正確性・流暢性に困難を示す

日本語話者高機能広汎性発達障害児の認知特性

—中学生生徒を対象に—

**Cognitive characteristics in Japanese speaking children  
with high-functioning pervasive developmental disorders  
showing difficulty in paragraph reading accuracy / fluency  
: Junior high school students as participants**

筑波大学博士課程人間総合科学研究科

障害科学専攻

野内友規

# 目次

## 序論

はじめに	1
本論文の構成	2

## 第1部 「読み困難」と実行機能

第1章 「読み困難」の要因に関する文献的検討	3
第1節 ディスレクシア	3
1. アメリカ合衆国でのディスレクシアの定義	
2. 古典的研究に見るディスレクシアの原因	
3. 英語圏の研究に見るディスレクシアの原因	
第2節 後天性失読症	12
1. 音韻失読	
2. 表層失読	
3. 深層失読	
第3節 「読み」の発達と認知プロセス	14
1. 「読み」の発達	
2. 「読み」の認知プロセス	
第4節 日本における「読み困難」	20
1. 日本での「読み困難」の定義	
2. 日本での研究に見る「読み困難」の原因	
第5節 実行機能	25
1. 実行機能とは	
2. 実行機能の問題で生ずる困難や障害	
第2章 本研究の目的	35

## 第2部 高機能広汎性発達障害児の「読み困難」の有無と実行機能課題の遂行成績に関する研究

第1章 高機能広汎性発達障害児の「読み困難」の有無と記憶の更新	37
【研究1】「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児が <i>N-back task</i> で示す遂行成績の比較研究	38
【研究2】表象の記銘から想起までの時間要因が <i>N-back task</i> の遂行成績に及ぼす影響について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究	63

【研究3】 構音抑制が *N*-back task の遂行成績に与える影響について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究  
.....71

第2章 高機能広汎性発達障害児の「読み困難」の有無と自動的意味処理の抑制制御とシフティングの検討  
.....79

【研究4】 ひらがな単語・非単語認知における文字の位置関係とプライミング効果について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究  
.....80

【研究5】 単語・非単語速読課題における記憶表象の抑制制御について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究  
.....86

【研究6】 単語・非単語速読課題における認知処理方略のシフティングについて「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究  
.....92

総合考察

第1章 本研究の結論と総合考察.....132  
第2章 本研究の教育における意義.....138  
第3章 今後の課題.....139

引用文献

資料

謝辞

## 序論

## はじめに

「読み」は、「音読」「黙読」「読解」などその意味は多義であるが、「音読」に限定した「読み」といった場合、それは、すでに身につけている話し言葉の処理を書き言葉の処理に統合していく過程であり、形態的記号（書記素）を視覚認識し音素変換の過程を経て発話するまでの行為を指す。この書記素と音素の対応関係の成立過程は、脳の様々な部位が複雑に連携することによって実現される。「読み」の過程は非常に複雑な脳活動によって遂行されているにもかかわらず、通常、ほとんどの子どもたちは、学齢期に「読み」の行為を比較的簡単に獲得する。しかし一方で、この「読み」の行為を獲得することができない子どもたちもいる。日本では、「読み」の行為を身に付けられない知的に遅れのない子どもたちは、特異的読字障害、ディスレクシアなど「読み困難」を強調したいくつかの名称で呼ばれている。一方、英語圏でも、*dyslexia*, *reading disability*, *reading impairment*, *reading disorder*, *retarded reader*, *poor reader* など「読み困難」を強調した多くの名称で呼ばれている。

このような「読み困難」は、通常、遺伝的要因と言語的な文化背景などの環境要因の両方が関わる。環境要因について言えば、当然だが文字言語を用いないような文化では観察されない。一方、文字言語を用いる多くの国においては、世界的に観察され、とりわけアメリカ合衆国やカナダ、イギリスなど英語を文字言語とする地域では顕著に見られる。日本においても、このような「読み困難」は観察される。

日本では、「読み」は9年間の義務教育の中で学習すべき中核的な能力である。そのため、「読み困難」をもつ子どもは、学齢期に「読み」の周辺領域で、さまざまな困難を示し、教師や親によって発見されることが多い。このような「読み困難」のある子どもは、知的に遅れが見られない場合、通常、学校では他の子どもと一緒に一斉授業の中で学習することになる。仮に、教師が彼らに対して「読み」を改善するための個別指導を行ったとしても、「読み困難」の原因が明示されていないため、効果的な指導を期待できない。日本のこのような現状を考えると、特別な教育的ニーズをもった子どもたちに対する教育システムの整備とそれと並行して「読み困難」の原因を明示し、それに基づいて効果的な指導法を確立していくことは非常に重要な課題であると思われる。

そこで、本論文は、これまで指摘されてきたような「読み困難」の原因について整理し、さらに高機能広汎性発達障害 (*High Functioning Pervasive Developmental Disorder [HF-PDD]*) 児に焦点をしばり、「読み困難」の原因を実験研究によって明らかにすることで、日本の「読み困難」児への効果的な「読み」指導を確立するための指針を提供することを目的とする。

## 本論文の構成

本論文は全2部と序論、総括から構成される。

第1部の第1章では、英語圏のディスレクシアの定義と原因について(第1節)概観した後、後天性失読症(第2節)や「読み」の発達と認知プロセス(第3節)について簡単に触れ、それから、日本における「読み困難」の定義と原因について(第4節)述べる。最後に、実行機能とは何か、実行機能の問題で生ずる困難や障害(第5節)について述べる。第2章では、第1章で述べたことを踏まえながら、本研究の目的について述べる。

第2部では、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児を対象に、実行機能の主要な要素である記憶の更新(研究1、研究2、研究3)、自動的な意味処理の抑制制御とシフティング(研究4、研究5、研究6)について実験的に検討を行う。

最後に総括として、本研究のまとめと総合考察、そして、今後の課題について述べる。

## 第1部 「読み困難」と実行機能

## 第1章 「読み困難」の要因に関する文献的検討

### 第1節 ディスレクシア

#### 1. アメリカ合衆国でのディスレクシアの定義

アメリカ合衆国やグレートブリテン及び北アイルランド連合王国（イギリス）などの英語圏において、ディスレクシアは、LD (Learning Disability, Learning Disorder) の一つとして考えられている。そこで、ディスレクシアの定義について概観する前に、まず始めに英語圏におけるLDの歴史と定義について概観する。

LDの原因は、高次脳機能障害とされる。高次脳機能障害とは、言語、意図的な行為、視聴覚認知、注意、記憶、遂行機能という、より高次機能を担う脳領域の欠損が原因となって引き起こされる障害の状態を指す。LDとは、環境や経験に依存しない個人が生来的に持っている能力と学習や経験に依存する能力の間に差（ディスレパンシー）が見られる状態であるとされる。つまり、全般的な知的能力は比較的保たれているが、「読み」「書き」など特定の学習能力の発達に顕著な遅れが見られる特異的な障害であると解釈される。LDの状態像は単一ではなく、学力や認知特性も個人により異なる。そのため、教育的指導介入が非常に困難である。そこである一定の教育的指導介入の方向性が必要となってくる。このことに関して、McIntosh & Gridley (1993) はLDを理解するには単一の側面からではなく、学力と認知能力の双方からのアプローチが必要であることを指摘している。LDに関連する事項の最初の報告は、歴史的には、1896年、アメリカ合衆国の研究者であるMorganによる「先天性語盲」である(Catts, 1996; 佐々木・上村・上野・緒方, 1992)。その後、「読み」などの認知的側面、あるいは行動的側面における問題は、内因性の問題に限らず、脳炎後遺症など外因性の脳障害においても見られることが報告され、1960年代から1970年代になると、そうした内因性、外因性由来の脳機能障害の総称として、小児神経科医の間で微細脳機能障害 (Minimal Brain Dysfunction Syndrome [MBD]) と呼ばれる。

LDという名称自体は、1962年にKirkによって、はじめて脳障害、知覚障害、微細脳機能障害という名称に代わるものとして提唱される。Kirk (1962) によるLDの最初の定義を以下に示す。

「学習障害は、脳性機能異常および（あるいは）情緒ないし行動異常におそらく由来し、精神遅滞、感覚剥奪、あるいは文化的ないし教育上の要因には由来しない障害、異常ないし遅滞-すなわち、話しことば、言語、読み、作文、書き方、数計算のひとつないしそれ以上の障害、異常ないし停滞-に関連する」

一方、Johnson and Micklebust (1967) は、LDを神経心理学的立場からとらえ、現在の



定義の原形とも言える診断基準を示している。この定義を以下に示す。

「LD は、視聴覚などの感覚器官、知的水準、運動機能、情緒的な問題がないのに学習面で障害が見られ、このような偏奇が神経系の機能障害によるものである」

このような歴史的な流れを汲んで現在の LD の定義が構築されてきたのだが、LD の特別支援教育における位置付けについては、英語圏の中でも、アメリカ合衆国やカナダなど北米諸国とイギリスなどヨーロッパ諸国では、とらえ方がかなり異なる。アメリカ合衆国やカナダでは、LD を特殊教育の直接対象としているのに対し、イギリスでは、LD という概念にとらわれず、より広い「学習の困難」という概念で特別支援教育の対象を規定している。

次に、LD を特殊教育の直接対象として位置付けているアメリカ合衆国での LD の教育的定義と医学的定義について概観する。

現在、アメリカ合衆国の教育的診断には、**National Joint Committee on Learning Disabilities (NJCLD)** の定義が用いられることが多い。この定義は以下のとおりである。

「話し言葉や書き言葉の理解や使用に關与する基礎的心理的過程において、1つないしそれ以上の障害 (disorder) のある子供を意味し、これらの障害は、聞く、考える、話す、読む、書く、綴る、または計算する能力の不完全として現れる。知覚の障害 (handicap)、脳損傷、微細脳機能不全、読字障害、発達性失語などの状態を含む。一次的に、視覚、聴覚、運動の障害 (handicap) の結果、精神遅滞、情緒障害の結果、または環境的、文化的もしくは経済的に恵まれない結果として、学習上の問題をもつ子供は含まない」。

一方、医学的基準には、1994年に発刊されたアメリカ精神医学会 (American Psychiatric Association [APA]) 編纂による精神疾患の診断と統計のための手引き (DSM-IV) の2000年改訂版である DSM-IV-TR の「通常、幼児期、小児期、または青年期に初めて診断される障害」の項目内の「**Learning disorders (学習障害)**」の「読字障害」、「算数障害」、「書字表出障害」、「特定不能の学習障害」の定義が用いられる。以下にこれらの定義を示す。

#### 読字障害

- A. 読みの正確さと理解力についての個別施行による標準化検査で測定された読みの到達度が、その人の生活年齢、測定された知能、年齢相応の教育の程度に応じて期待されるものより十分に低い。
- B. 基準 A の障害が独自能力を必要とする学業成績や日常の活動を著明に妨害している。

- C. 感覚器の欠陥が存在する場合、読みの困難は通常それに伴うものより過剰である。

#### 算数障害

- A. 個別施行による標準化検査で測定された算数の能力が、その人の生活年齢、測定された知能、年齢に相応の教育の程度に応じて期待されるものよりも十分に低い。
- B. 基準 A の障害が算数能力を必要とする学業成績や日常の活動を著明に妨害している。
- C. 感覚器の欠陥が存在する場合、算数能力の困難は通常それに伴うものより過剰である。

#### 書字表出障害

- A. 個別施行による標準化検査(あるいは書字能力の機能的評価)で測定された書字能力が、その人の生活年齢、測定された知能、年齢相応の教育の程度に応じて期待されるものよりも十分に低い。
- B. 基準 A の障害が文章を書くことを必要とする学業成績や日常の活動(例: 文法的に正しい文や構成された短い記事を書くこと)を著明に妨害している。
- C. 感覚器の欠陥が存在する場合、書字能力の困難が通常それに伴うものより過剰である。

#### 特定不能の学習障害

このカテゴリーは、どの特定の学習障害の基準も満たさない学習の障害のためのものである。このカテゴリーには、3つの領域(読字、算数、書字表出)の全てにおける問題があつて、個々の技能を測定する検査での成績は、その人の生活年齢、測定された知能、年齢相応の教育の程度に応じて期待されるものよりも十分に低いわけではないが、一緒になって、学業成績を著明に妨害しているものを含めてもよい。

このように、LDの診断は、教育的基準と医学的基準の定義をもとになされている。

次に、アメリカ合衆国のディスレクシアの定義について概観してみる。現在、アメリカ合衆国で多く用いられるディスレクシアの代表的な教育的定義として、2002年、The International Dyslexia Association (IDA) の定義がある (Lyon, Shaywitz, & Shaiwitz, 2003)。この定義は以下のとおりである。

ディスレクシアは、神経生物学的原因に起因する特異的学習障害である。その特徴は、正確かつ/または流暢な単語認識の困難さ、および綴りと音韻的再符号化の能力の劣弱さである。これらの困難さは、しばしば、他の認知能力や、授業における効果的な指導の提供との関連からは予測されないものである。二次的に生ずる結果として、読解にお

ける問題や読む機会の減少を生ずるかもしれないし、それは語彙と背景知識の成長を妨げる。

その他、代表的なものとして、Orton Dyslexia Society (1994) の定義がある。この定義は以下の通りである。

ディスレクシアは、学習障害の一つである。言語を基盤とする生得性の特異的障害で、文字単語の音声化の困難を特徴とし、通常は音韻処理能力の不足が背景にある。こうした文字単語の音声化の困難さは、年齢や他の認知能力から予測される範囲を超えることが多く、またそれらは、一般的な発達障害や（目耳の）感覚障害から来るものではない。ディスレクシアでは、言語形態の違いに応じてさまざまな困難があらわれ、読みの問題の他にも、書きや綴りの習熟に明らかな問題が見られる。

一方、アメリカ合衆国の「読み困難」の医学的定義には、LD の定義の箇所で記述した DSM-IV-TR 中の「通常、幼児期、小児期、または青年期に初めて診断される障害」に分類される「学習障害 (Learning Disorders) 」の下位分類である「読字障害 (Reading Disorder) 」が用いられる。

次に、前述したような定義の妥当性について考えてみる。Frith (1997) は、ディスレクシアの因果モデルを示し、生物学的レベル、認知レベル、行動レベルのそれぞれの因果関係を理解する必要があることを指摘している (Fig. 1)。ディスレクシアの定義にある「読み書き」の困難は、最も低い行動レベルの事象であり、ディスレクシアを理解するためには、根底にある認知的レベル、さらには生物学的レベルの解明が必要である。すなわちディスレクシアが、特殊な認知パターンによって「読み」が妨げられているとすると、「読み書き」の能力だけで定義するのは間違いである (Morton & Frith, 1995)。ディスレクシアをとらえる際には、「読み」が困難という視点だけではなく、根底にある認知的な基盤を理解しようとするのが重要であり、このことがディスレクシア研究の目的になる (Frith, 1997)。

以上のことから、ディスレクシアをとらえる際には、行動レベルのみを具体的に記載してある現在の定義だけでは妥当性に欠き、定義に規定されている「読み」の困難という行動レベルだけではなく、その認知的背景の理解が欠かせないと考えられる。次に、ディスレクシアの原因について見ていく。

## 2. 古典的研究に見るディスレクシアの原因

古典的には、特異的な読み困難の子どもと「読み」に困難のある知的障害の子どもの能力の比較研究が行われた。このような対象群を比較した代表的な研究に Rutter and Youle (1975) の研究と Shaywitz, Fletcher, Holahan, and Shaywitz (1992) の研究がある。

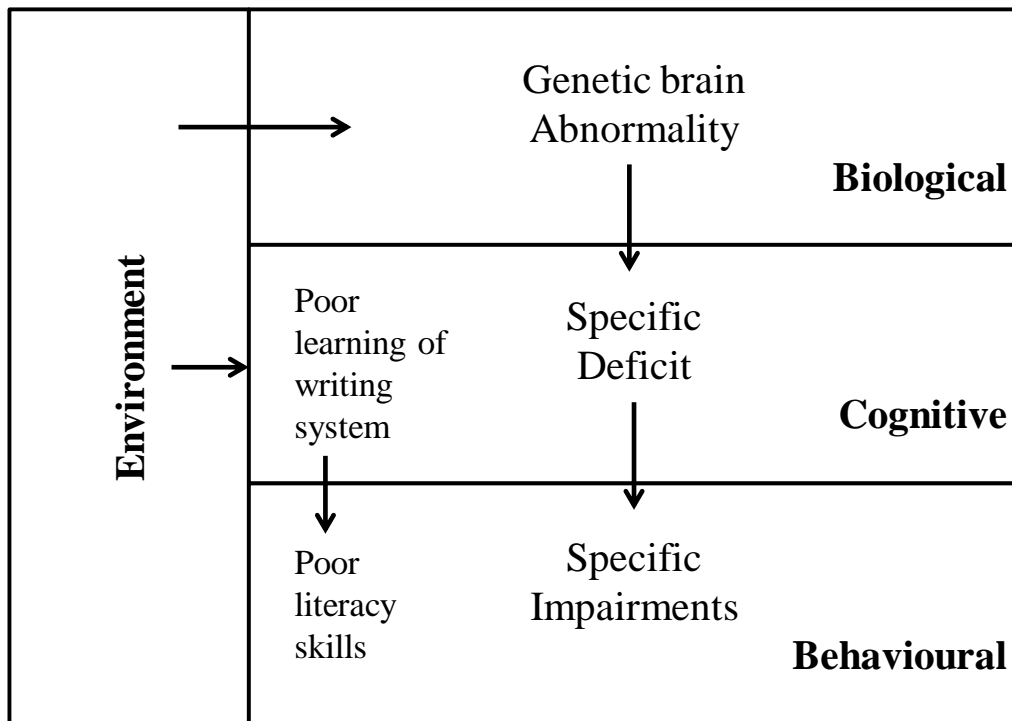


Fig.1 ディスレクシアの因果モデル (Frith, 1997)

Rutter and Youle (1975) は、これら2つの対象群間で「読み書き」以外の部分にどのような違いがあるかについて調査した。その結果、てんかんや協調運動障害などの神経学的徴候を除いては、その差はほとんど見られなかった。特に両群とも発達の過程で発話や言語における問題を抱えている子どもの多かった点が共通していた。言語に関する点で明確に異なっていた点は、言語の複雑な用法に関するものであり、特異的な読み困難の子どもは有意に高かった。

Shaywitz et al. (1992) も、小学校低学年期の子どもを対象に、特異的な読み困難の子どもと「読み」に困難のある知的障害の子ども、読みの問題を示さない健常の子どもの比較を行っている。彼らの幼稚園の状態を調査したところ、運動発達、器用さ、言語スキル、視覚認知において、特異的な読み困難の子どもと「読み」に困難のある知的障害の子ども間に差は見られなかった。しかし、手指失認、文の記憶、物品呼称で特異的な読み困難の子どもが「読み」に困難のある知的障害の子どもより有意に高かった。

このように、特異的な読み困難の子どもと「読み」に困難のある知的障害の子どもを対象群とした比較が古典的な研究では行われたが、このような対象群で比較することは、「読み」困難の有無による違いが比較できず、さらに知的障害の有無をどのようにとらえたら良いのか疑問があるとされ、その解釈に限界があるとされた。

### 3. 英語圏の研究に見るディスレクシアの原因

「読み困難」の原因について広範囲に検討したものとして Vellutino et al. (1996) がある。Vellutino et al. (1996) は、小学校1年生の時に、ディスレクシアと判断された子どもは、音韻スキルを用いる課題の成績が低く、音声言語の短期記憶や音韻認識、Rapid Automatized Naming (RAN) などに障害が見られることを報告した。以下に、ディスレクシアの(1) 音声言語の短期記憶の問題、(2) 音韻認識の問題、(3) 呼称の問題、(4) その他の問題について検討した先行研究について概観する。

#### (1) 音声言語の短期記憶の問題

Vellutino, Pruzek, Steger, and Meshoulam (1973) は、10歳から13歳までのディスレクシア児と健常児を対象に、視覚的に単語を提示し、それに基づいて単語を書かせる課題を実施した。その結果、既知の文字であるアルファベット語の単語では、ディスレクシア児の成績が劣るが、未知の文字であるヘブライ語の単語では両群間に差が認められなかった。このことからディスレクシア児は、視覚記憶に困難があるのではなく、文字単語の音声化、それによって行われる記憶保持のプロセスに問題があると考えられた。Vellutino et al. (1973) 以外にも、ディスレクシアのある人の場合、視覚情報の記憶は正常であるにもかかわらず、音声言語の記憶は低下することが報告されている (Hulme, 1981; Shankweiler, Liberman, Mark, Fowler, & Fischer, 1979)。この点について、Hulme, Newton, Cowan, Stuart, and Brown (1999) は、ディスレクシア児は、聞いた言葉を思い出

して言う課題では記憶を保持できるのが 4 秒程度と健常児に比べ短いことを明らかにした。そして、このような言語の短期記憶における困難は成人のディスレクシアでも見られる (Snowling, Nation, Maxham, Gallagher, & Frith, 1997)。

ディスレクシアで見られるこのような音声言語の短期記憶障害は、音素による記憶表象が健常の人に比べ困難であると解釈することができる。このような音声言語の短期記憶障害を考える上で、短期記憶のメカニズムの研究が参考になる。音声言語の短期記憶自体は、リハーサルによる記憶表象の再活性と整復という記憶痕跡の再構築によって支えられていることが示されている (Hulme & Roodenrys, 1995)。リハーサルとは、通常 15 秒以内に 90%が忘却される短期記憶を、繰り返しその内容を反復することで、より長く保持しようとするプロセスである。一方、整復とは、記憶痕跡が薄れた際、欠落した情報を長期記憶に貯蔵されている類似する記憶表象を参照して補おうとするプロセスである。

さらに、リハーサルは、発話速度と相関があることが示され (Hulme, Thomson, Muir, & Lawrence, 1984)、ディスレクシアの子どもは、発話速度が遅いことが明らかになっている (McDougall, Hulme, Ellis, & Monk, 1994)。また、ディスレクシアでは、長期記憶から言語的な表象を検索することにも困難があるため、整復に頼ることも難しくなり、その結果読み学習が適切に行われない (Baddeley, 1986)。

## (2) 音韻認識の問題

音韻認識とは、音韻系の機構や意識に支えられるメタ認知能力である (Gombert, 1992)。音韻認識の評価には、通常、音韻の分解、抽出、削除、混成、置換、押韻の識別などを求める課題によって測定される。その代表的なものに単語完成課題がある (Stuart & Colthert, 1988)。この課題では、rabbit (うさぎ) の絵を見せ、[rab] を言い、足りない [it] を補わせることが求められる。この課題以外にも異語課題などがある (Bradley & Bryant, 1983)。この課題では、口頭や絵で示されたいくつかの語の中から、韻の異なる語を選択させることを求められる。例えば、sun, gun, rub, fun が提示されれば、韻の異なる rub を選択する。

Bradley and Bryant (1978) は、ディスレクシアの子どもと読み年齢を対応させた年下の子どもに対し、韻を踏まない語を選択する課題と頭韻が異なる語を選択する課題を実施した。その結果、ディスレクシアの子どもは、読み年齢を対応させた子どもより誤答が多く見られた。また、ターゲット語と同じ韻をふむ単語を選択する課題でも成績が劣っていた。ディスレクシアが音韻認識の問題を示すことを指示する研究は他にも多くみられる (Bruck, 1990; Campbell & Butterworth, 1985; Funnell & Davison, 1989; Manis, Custodio, & Szesulski, 1993; Olson, Kliegel, Davidson, & Foltz, 1985)。

さらにこれら音韻認識の問題に関して Olson, Wise, Connors, Rack, and Fulker (1989) や Swan and Goswami (1997) は、ディスレクシアの子どもが音節、韻、音素のどのレベ

ルの音韻認識に困難があるのか検討している。それらの研究の結果、音素レベルの課題で困難を示すことが明らかになっている。

また、ディスレクシアの音韻認識については、対連合学習という観点から検討されている。「読み」は、文字と音、あるいは単語と読み方の対連合学習である。ディスレクシアでは、こうした音声言語と視覚言語刺激を結びつけることに困難を示すが、視覚図形同士を結びつけることには、さほど困難を示さない (Vellutino, Scanlon, & Spearing, 1995; Vellutino, Steger, Harding, & Spearing, 1975)。

### (3) 呼称の問題

Katz (1986) はディスレクシアの子どもと平均的な速読課題遂行能力の子ども、読み能力の優れた子どもを対象に、物体の絵を見せ呼称を問う課題を実施した。その結果、ディスレクシアの子どもは、単語の定義は正確に説明できるにもかかわらず、呼称には誤りが多く見られた (Katz, 1986)。同様の結果は Snowling, Wagtendonk, and Stafford (1988) の追研究によっても示されている。またディスレクシアの子どもは、読み年齢を対応させた年下の対象群に比べ呼称に困難が見られることも明らかにされている (Swan & Goswami, 1997; Wolf & Obregon, 1997)。Swan and Goswami (1997) の研究でも、やはり呼称できなかった単語の意味を言えることが報告されている。

このことからディスレクシア児は、意味表象の想起には困難を示さないが、音韻表象の想起に困難を示すことが考えられる。

また、ディスレクシアの呼称の問題は、RAN でも顕著に見られる。RAN は、既知の文字、数字、色、絵などの刺激をできるだけ早く命名していく課題である。RAN のスピードは、読みの発達的な特徴と関連し (Ackerman & Dykman, 1993; Bowers, 1995; Bowers, Steffy, & Swanson, 1986; Bowers & Wolf, 1993; Cardoso-Martins & Pennington, 2004; De Jong & Van der Leij, 1999; Kirby, Parrila, & Pfeiffer, 2003; Schatschneider, Fletcher, Francis, Carlson, & Foorman, 2004)、読みの習得度 (De Jong & Van der Leij, 1999; Kirby, Parrila & Pfeiffer, 2003; Schatschneider, Fletcher, Francis, Carlson, & Foorman, 2004) を予測することが示されている。このような RAN において、ディスレクシアの子どもは同年齢の健常の子どもに比べ、最後まで言い終えるのに時間がかかる (Wolf, 1986)。また、ディスレクシアの成人においても同様の結果が得られる (Felton & Wood, 1989; Pennington, Orden, Smith, Green, & Haith, 1990)。ディスレクシアのこのような RAN の困難も音韻表象の問題が根底にあると考えられている。

### (4) その他の問題

ディスレクシアの子どもその他の問題として、復唱の問題がある。Snowling, Goulandris, Bowlby, and Howell (1986) は、ディスレクシアの子どもは、高頻度語より低頻度語の方が、復唱が困難であることを示している。さらに、ディスレクシアの子ども

は、定型発達の子どもや読み年齢を対応させた年下の子どもに比べ非単語の復唱が困難である。このような結果から、Snowling et al. (1986) は、非単語の復唱は、意味表象を利用するような構音運動プログラムを用いることができないため、音韻障害のあるディスレクシアの子どもは困難を示すと考察している。

また、ディスレクシアの子どもの困難として語音認知の問題もあげられている。Brandt and Rosen (1980) は、語音認知に関してディスレクシアの子どもと定型発達児の検討を行っている。その結果、ディスレクシアの子どもは、音素の抽出や符号化が読みの発達段階が初期の子どもに類似した。Godfrey, Syrdal-Lasky, Millay, & Knox (1981) も同様の研究をし、ディスレクシアの子どもは反応に一貫性がないことを報告している。さらに、Adlard and Hazan (1997) は、ディスレクシアの子どもの語音認知課題の成績を個々に分析した。その結果、13 名中 4 名が、語音弁別課題において困難が見られた。以上から Adlard and Hazan (1997) は、ディスレクシアの子どものすべてに語音認知の困難があるわけではなく、一部に困難をもつ子どもが見られると指摘している。この点に関して Manis et al. (1997) は、ディスレクシアの子どもを音素認識課題の成績をもとに音素認識の高得点群と低得点群に分けて検討を行っている。すると、音素認識の低得点群では、bath と path の b と p などの音を聞き取るのに困難を示すのに対し、高得点群は語音認識の困難を示さないことが明らかになった。彼らの研究でも、25 名中 7 名にのみ語音認識障害があることが報告されている。

一方、認知処理方式の視点から、ディスレクシアの子どもは順序の知覚における困難を示し (Bakker, 1967; Kaufman, 1980)、継次処理を要求する課題の困難を示すことが指摘されている (Rugel, 1974)。ディスレクシアの場合、継次処理の障害が発達初期から存在する場合、初歩の継次的な言語過程の獲得に困難を示し、概念的な言語操作への分化を遅らせる (Cummins & Das, 1977)。また、初歩の継次的な言語過程の獲得の困難のため、文字を読み取ることに失敗し、一連の単語の正確で自動的な知覚が妨げられることが指摘されている (Golinkoff, 1976)。



## 第2節 後天性失読症

「第1部、第1章、第1節、2、3」では、ディスレクシアの原因について検討した先行研究を概観した。本節では後天性失読症について簡単に述べる。

ディスレクシアなど発達性の失読症に対し、後天性の失読症がある。発達性失読症は、知能が健常域であるが文字言語の習得が困難な状態であるのに対し、後天性失読症は、通常、文字や音声言語の処理機能が確立した後、脳損傷を受けた結果として生じる。

後天性の失読症として代表的なものに純粋失読がある。これは、日常会話が可能で、発話理解も可能、書字にも障害がなく、物体認知にも障害が認められないにもかかわらず、文字だけが読めない症状を指す。「読み」の過程だけが選択的に障害されているという意味で純粋失読と呼ばれる。一方、多くの認知神経心理学的研究から、音韻失読 (phonological dyslexia)、表層失読 (surface dyslexia)、深層失読 (deep dyslexia) の分類法がある。以下にそれぞれの症状について述べる。

### 1. 音韻失読

非単語の音読が困難で、規則語、不規則語の音読は良好である。「せたんくき」を「せんたくき」と語彙化して読むことがある。音韻システムの障害が仮定されている。二重経路モデル (Coltheart, 1978; Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993) に照らして考えれば音韻失読は書記素から音韻へ変換 (直接経路という) の障害と考えることができる (「第1部、第1章、第3節、2」を参照)。音韻性失読に選択的障害を持つ患者は、通常の単語であれば問題なく読むことができるので、一見すると失読患者ではないように見える。

### 2. 表層失読

規則語や非単語を読むことができるが、低頻度の例外語を読むことができない (例えば yacht)。表層失読では視覚性の誤り (dog を dot と言ったりする) もするが意味の誤りはない。健常者であれば、自分の知らない単語であっても、綴りと音の規則から、それらしい発音をすることができるが、表層失読ではそれができない。表層失読は分散表現モデル (Seidenberg & McClelland, 1989) に沿って考えれば、意味への間接経路の障害と考えることができる (「第1部、第1章、第3節、2」を参照)。

### 3. 深層失読

読解に比べて音読の著しい低下が見られる。音韻失読と同じく非単語を読むことができない。また、非単語 (脳内辞書に登録されていない文字連鎖) の読みが著しく困難であり、shadow を ghost と読むなど意味性錯読が多発する。加えて、視覚性の誤りを示すことがある。ときには上記二つの混ぜ合わさった読みの誤り、例えば symathy

(sympathy と綴りの似ている symphony と解釈して) を orchestra と言ったりする。深層失読では、抽象語と具体語の成績にも差が見られることもある。具体語である「椅子」よりも抽象語である「真実」の読みの成績が悪い。二重経路モデルに沿って考えれば、書記素から音韻への直接経路の障害の他に意味経路の障害が加わったと考えられる(「第1部、第1章、第3節、2」を参照)。

### 第3節 読みの発達と認知プロセス

#### 1. 読みの発達

英語圏における読み書きの代表的な発達段階モデルとして、Marsh, Friedman, Welch, and Desberg (1981) のモデル、Frith (1985) のモデル、Ehri (1992, 1995, 1998, 2002) のモデルがある。各モデルの読みの発達の対応関係を Fig. 2 に示す。

Marsh et al. (1981) のモデルでは、読みの発達は、まず単語の音読の基礎的方略を身に付けた後、「言語的な推測 (Rote, linguistic guessing)」が行われる。次に「視覚識別による学習 (Discrimination net guessing)」を行い、左から右へ一つずつ文字を音声化するなど知らない語を発音するために必要な「逐語的音声化 (Sequential decoding)」を獲得する。そして、make の a は [ei] と発音するなど、より高次の「規則」を学ぶ階層的音声化を獲得する。最後に、実在語の laugh から推測して非単語の faugh を [faf] と発音するなど形態音素の類推を獲得する。一方、綴りは、逐次的音声化の段階に並行して、音を逐次的に文字符号化し単語を綴ることができるようになる。その後、階層的符号化へと進み、最後に類推方略 (Hierarchical decoding) を用いて次の段階の規則を利用することができるようになるとしている。

Frith (1985) のモデルでは、読みと綴りは互いに相補しながら発達していくとしている。まず始めに通常3歳から5歳の時期に、意味記憶をもとに文字表象を用いて、単語の視覚的な一部の特徴から読もうとする (語標第一期; Logographic stage)。次に、5歳から7歳の時期に、書きたいという意欲から綴りの段階に入り (アルファベット第一期)、そこで獲得した1つ1つの文字情報に注目する技能が読みにフィードバックされて、逐次的な読みが可能となり、未知の単語を読むことができるようになる (アルファベット第二期; Alphabetic stage)。その後、7歳から9歳の時期に、読みスキルが自動化されると、a を [a] と発音するような単純な文字素と音素の関係の他に、韻など綴りの関係性や形態素の綴りのパターンを用いることができるようになる (綴り法第一期; Orthographic stage)。最後に、これらの綴り法の技能を書きに利用することができるようになるとしている (綴り法第二期)。

Ehri (1992, 1995, 1998, 2002) のモデルでは、読みの技能は音韻表象と出現した文字形態の相互作用によって獲得されるとしている。このモデルでは、前読み書き能力段階 (Pre-literacy)、部分的なアルファベット段階 (Partial alphabetic)、完全なアルファベット段階 (Full alphabetic)、自動的、統合的なアルファベット段階 (Consolidated alphabetic, Automaticity)の順に読みが発達するとされる。これらの能力は、始めに、文字の名称や文字がもつ発音の知識を記憶内の単語の発音を引き出すために利用することで、話し言葉の音と綴りの関係を形成し綴り表象を発達させていく。その後、書かれた文字と話し言葉の間に明瞭な対応関係が形成されていくことで獲得される。

このように、これらのモデルでは、読みの発達段階が示されており、共通する部分も

	Marsh et al. (1981)	Frith (1985)	Ehri (1992, 1995, 1998, 2002)
1. Pre-reading	Rote, linguistic guessing	Logographic	Pre-literacy
2. Early reading	Discrimination net guessing		Partial alphabetic
3. Decoding	Sequential decoding	Alphabetic	Full alphabetic
4. Fluent reading	Hierarchical decoding	Orthographic	Consolidated alphabetic, Automaticity

Fig.2 Marsh et al. (1981), Frith (1985), Ehri (1992, 1995, 1998, 2002) の読み書きの発達段階モデルの対応

多く、通常、ロゴグラフィック段階、アルファベット段階、綴り法段階の順に発達する。しかし一方で、子どもの読みの発達プロセスは、教わり方 (Johnston & Thompson, 1989)、言語の違い (Wimmer, 1996; Wimmer & Hummer, 1990) によって異なることが明らかになっており、必ずしも普遍的な段階を踏むとは一概に言えないことには注意すべきである。ディスレクシアの子どもにおいても、アルファベットの段階を経ずに綴りの段階に到達するなど、通常とは異なる読みの発達段階をたどるといふ報告も見られる (Campbell & Butterworth, 1985; Funnel & Davison, 1989; Snowling, Hulme, & Goulandris, 1994)。そのため、ディスレクシアの読みの発達段階においては特に注意が必要である。

## 2. 読みの認知プロセス

「読み(音読)」の認知プロセスを考えてみると、「読み」とは、形態情報を音韻に変換し、最終的に発話という運動に至るまでのプロセスを指す。ここで注意しなければならないのは「音読」と言っても文字、単語、文章で認知プロセスが異なるということである。「単語」の認知は「単文字」の認知とは異なり、意味やスキーマといった情報のまとまりの概念が含まれてくる。さらに文章となると、その認知プロセスはさらに複雑になる。

ここでは、とりわけディスレクシア研究で話題となる単語の読みのプロセスの主要な二重経路モデルについて取り上げ、二重経路モデルと局所モデル、分散モデルの関係について概観する。

最も主要な読みの認知プロセスモデルに二重経路モデル (Coltheart, 1978; Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993) がある (Fig. 3)。このモデルは、もとは局所モデルであるロゴジェンモデル (Morton, 1969) に基盤を置いている。

ロゴジェンモデルは単語処理ユニットであるロゴジェンの活性化という概念で単語認知プロセスを説明する。ロゴジェンの活性化という発想の背景には神経細胞の動作があり、特定の単語に対応するロゴジェンが発火するとその単語の認知が成立するとされる。このモデルでは高頻度語は低頻度語よりも高い準備水準にあるとされる。

二重経路モデルはこのような有意味単語の経路と直接形態情報を音韻へ変換する非単語の経路の枠組みを受け継いでいる。読みのプロセスは、文字を視知覚することで形態に対応するロゴジェンが活性化し、それに連動して音韻、意味に対応するロゴジェンへのルートがそれぞれ活性化する。音韻ロゴジェンへの活性化の流れが音韻ルート (非語彙経路) であり、意味ロゴジェンへの活性化の流れが語彙ルート (語彙経路) である。音韻ルートでは文字の音韻的側面が処理され、語彙ルートでは、文字の視覚的要素の直感的把握から意味へのアクセスがなされる。通常、これらのルートでの処理が調和的になされる。

ロゴジェンモデルのような局所モデルとは異なった読みに関する基盤モデルとして分散表現モデル (Seidenberg & McClland, 1989) がある (Fig. 4)。局所モデルでは単語レ

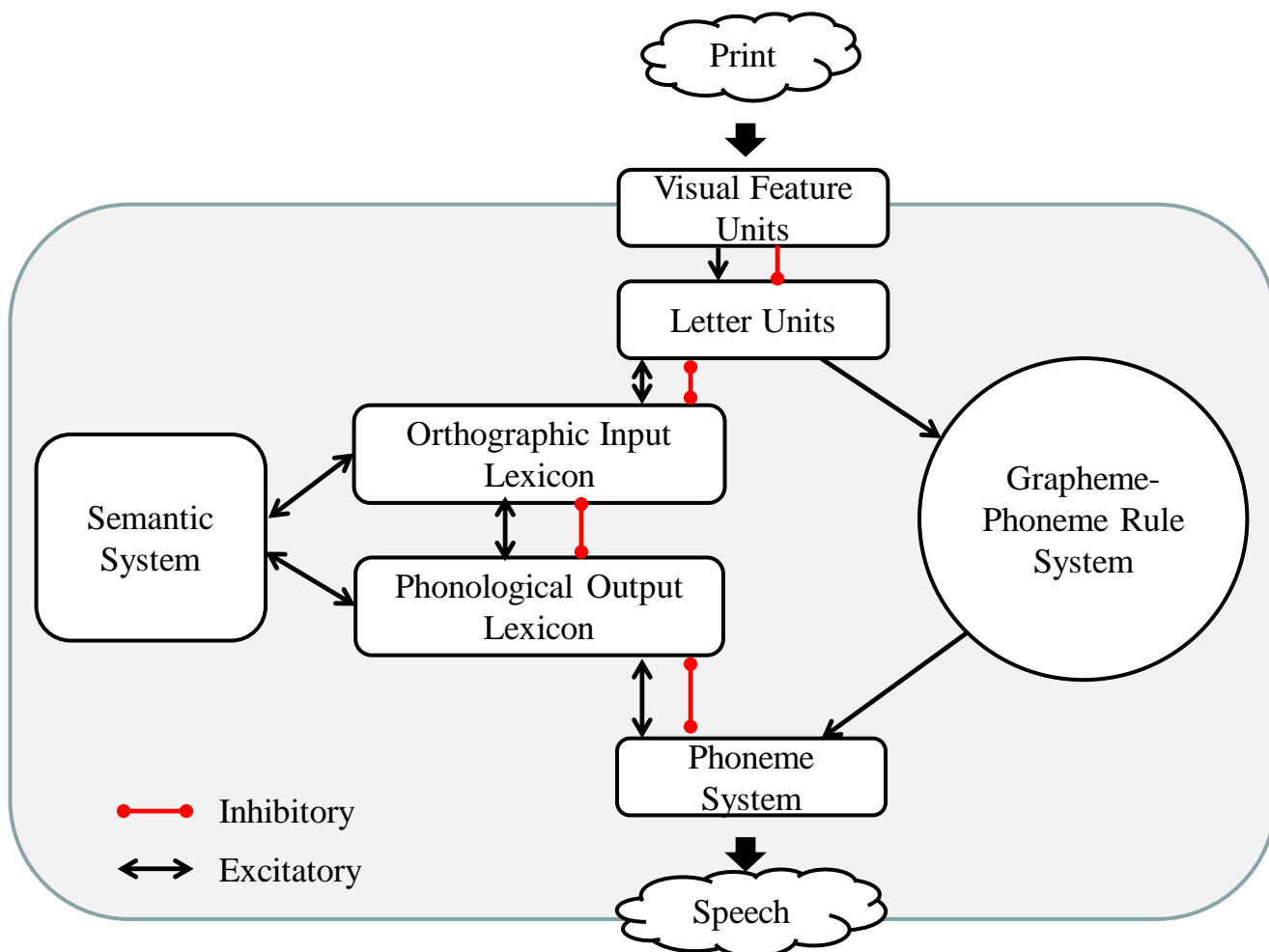


Fig. 3 読みの二重経路モデル (Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993)

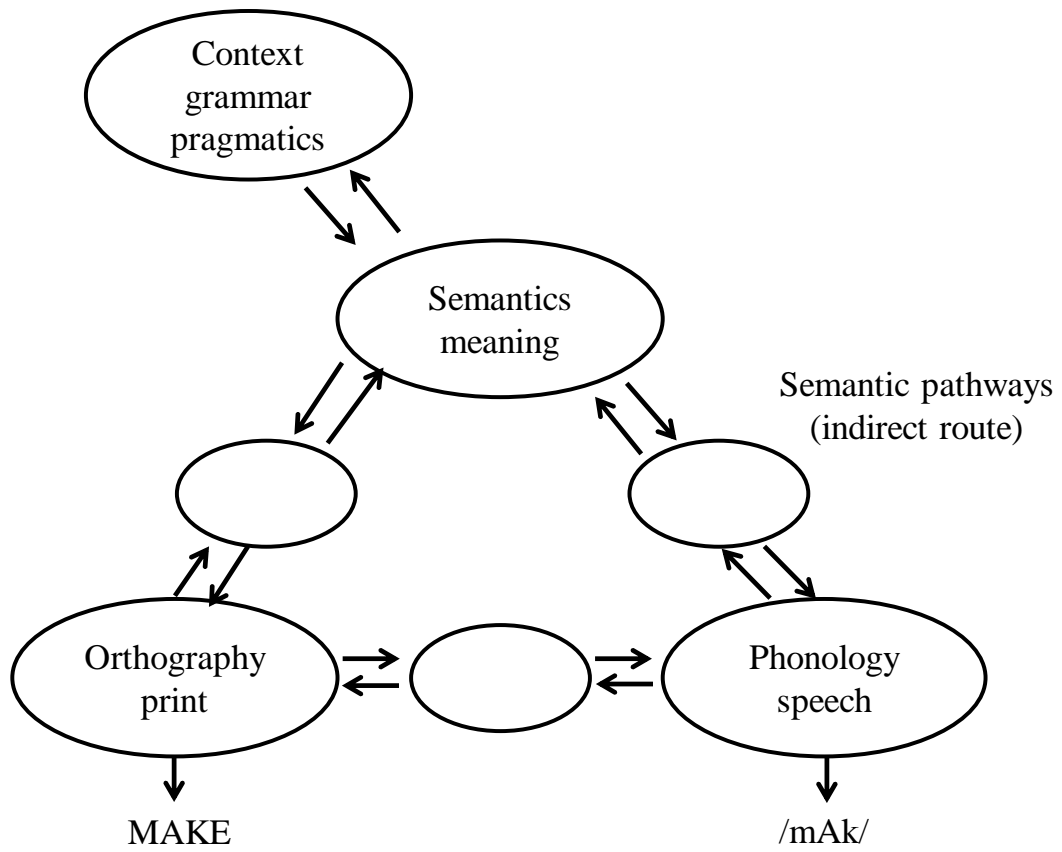


Fig. 4 分散表現モデル (Seidenberg & McClelland, 1989)

ベルのユニットが明示的に用意されているのに対し、分散表現モデルではそのようなものを想定しない。分散表現モデルでは学習によって成立したユニット群の結合パターンによって単語情報を表現する。分散表現では学習ステップにおいて、綴りと音韻、綴りと意味、音韻と意味というように対提示すると結合情報が隠れユニットに形成される。提示は頻度に対応するようになされるので、頻度は結合強度に反映される。

局所モデルであるロゴジェンモデルと分散表現モデルでは単語認知におけるシステムの表現形式の違いはあるが、読みの認知プロセスを説明する二重経路モデルを表現するシステムモデルとしては異なるものではない。ロゴジェンモデルと二重経路モデルについては前述の通りであるが、分散表現モデルについても、綴りと音韻、綴りと意味、音韻と意味の間に形成される隠れユニットの発想は、二重経路モデルの各経路間に構成されるレキシコンの考え方に他ならない。



## 第4節 日本における「読み困難」

### 1. 日本での特異的読み困難の定義

日本においても英語圏と同様、発達性の特異的な読み困難は、LDとして考えられている。現在、日本におけるLDの定義には、教育における定義と医学における定義がある。

教育的定義では、LDは「基本的には全般的な知的発達に遅れはないが、聞く、話す、読む、書く、計算する、または推論する能力のうち特定のものの習得と使用に著しい困難を示す様々な状態を指すものである。その原因として中枢神経系に何らかの機能障害があると推定されるが、視覚障害、聴覚障害、知的障害、情緒障害などの障害や、環境的な要因が直接の原因となるものではない(文部省, 1999)」とされている。

これに対し、医学的定義では、英語圏と同様、「第1部、第1章、第1節、1」で述べたDSM-IV-TRの定義が用いられる。また、ICD-10も用いられる。LDは「読字障害、算数障害、書字表出障害、特定不能の学習障害(DSM-IV-TR, 2000)」、「特異的読字障害、特異的綴字障害、特異的算数能力障害、学力の混合性障害、その他の学力の発達障害、特定不能の学力の発達障害(ICD-10, 1992)」とされ、「聞く」「話す」「推論する」といったことは直接的には入っていない。このようにLDは教育的用語と医学的用语で若干とらえ方に違いがみられる。

次に、日本の「読み困難」の解釈について述べる。LDの定義は教育的用語と医学的用语に違いがあり、LDの一つに位置づけられている発達性の「読み困難」の定義にも違いが見られる。日本でもアメリカ合衆国と同様、「読み困難」の診断の際、教育的診断基準と医学的診断基準が用いられる。教育的診断基準には1999年に文部省(現、文部科学省)が提示した定義が用いられる。この定義は以下のとおりである。

「学習障害とは、基本的には、全般的な知的発達に遅れはないが、聞く、話す、読む、書く、計算する、推論するなどの特定の能力の習得と使用に著しい困難を示す、様々な障害を指すものである」

一方、医学的診断基準は、DSM-IV-TRと1993年に発刊された世界保健機構(World Health Organization [WHO])による国際疾患分類第10版(International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems Version 10 [ICD-10])が用いられる。

「第1部、第1章、第1節、1」の繰り返しになるが、DSM-IV-TRでは、「読み困難」の診断には「通常、幼児期、小児期、または青年期に初めて診断される障害」に分類される「学習障害(Learning Disorders)」の下位分類である「読字障害(Reading Disorder)」が用いられる。一方、ICD-10では、「心理的発達の障害(Disorders of Psychological Development)」に分類される「学力(学習能力)の特異的発達障害

(Specific Developmental Disorders of Scholastic Skill) 」の下位分類である「特異的読字障害 (Specific Reading Disorder) 」が用いられる。ICD-10 の定義を以下に示す。

A (1) または (2) のいずれかがあること。

(1) 読みの正確さと理解力が、その小児の暦年齢と全体的な知能をもとにして期待される水準から、少なくとも 2 標準誤差劣る。この際、読字能力と Intelligence Quotient (IQ) は、その小児の文化・教育体系において標準化された検査を個別に施行した評価を用いておくこと。

(2) 過去に重度の読字困難の既往があった、または、幼い頃の検査が基準 A (1) に該当していたことに加えて、綴字検査の成績が、その小児の暦年齢と IQ を基にして期待される水準から、少なくとも 2 標準誤差劣る。

B 基準 A の障害のために、読字能力を要する学業の成績あるいは日常生活の活動に明らかな支障をきたしていること。

C 視聴覚障害または神経学的障害に直接に起因するものでないこと。

D 平均的に期待される範囲の就業暦であること (つまり著しく不適切な教育暦ではない)

E 主な除外基準: 標準化された検査を個別に施行して、IQ が 70 以下。

DSM-IV-TR、ICD-10 とも「読み困難とは、読みにおける困難さが知能や教育の程度や感覚器(視覚、聴覚)からは説明困難である」という共通の記述がみられる。

次に、アメリカ合衆国のディスレクシアと日本の発達性の特異的「読み困難」におけるとらえ方の違いについて見ていくことにする。「第 1 部、第 1 章、第 1 節、1」で述べたように、アメリカ合衆国では、医学的診断におけるディスレクシアのとらえ方として、DSM-IV-TR の読字障害の項目に「読み困難」をもつ人はディスレクシアとも呼ばれる」という記述がされていることから、少なくとも、実質的にはほぼ「読み」の特異的な困難と同義であると考えられる。

一方、日本でディスレクシアと言った場合、難読症、読み書き障害、読み書きの LD とほぼ同義で使われ (加藤, 2003)、発達性の特異的な「読み困難」を指す。しかし、日本では、IDA のディスレクシアの定義にある「単語の認識、音韻的再符号化といった認知的側面の困難さが基盤として存在し、それが派生する形で読解や語彙の問題に発展する」のような基盤となる障害のメカニズムについては検証が不十分な段階であり、アメリカ合衆国のディスレクシアの定義より、広義にとらえられている。アメリカ合衆国のディスレクシアと日本の「読み困難」の発生メカニズムについては、明らかになっておらず、現在議論がなされているところである。言語文化によらず普遍的な共通の生物学的要因により引き起こされているという見解 (Paulesu et al., 2001) がある一方で、異なる脳領域の機能異常があり、それが言語文化によって出現したり出現し

なかつたりするという見解(Siok, Perfetti, Jin, & Tan, 2004) が報告されている。このことから、今後、これら障害のメカニズムを明らかにし、アメリカ合衆国のディスレクシアと日本の「読み困難」の共通性や差異について検討し、日本の「読み困難」を慎重に捉え定義していく必要がある。

## 2. 日本での研究に見る「読み困難」の原因

英語圏では、「第1部、第1章、第1節、1」で述べたとおり、ディスレクシアの原因について考える際には、生物学的レベル、認知レベル、行動レベルの3つの階層を分けて議論することが重要であることが指摘されている (Frith, 1997)。「読み困難」について考えてみると、生物学的レベルの問題とは、左半球欠損仮説に代表されるような脳機能としての問題であり、認知レベルの問題とは、音韻障害、視覚認知障害など情報処理の問題である。そして行動レベルの問題が、「読み困難」である。本節で述べる「読み困難」の原因は、認知レベルに的を絞ったものである。

英語圏におけるディスレクシアの原因については、「第1部 第1章 第1節」で概観したとおりであり、ディスレクシアの最も明らかな原因は「音声言語の短期記憶」「音韻認識」「呼称」の困難であり、その中核には、「音韻表象」の問題があるされる。

それでは、日本における「読み困難」の原因も「音韻表象」の問題によるのだろうか。日本における「読み困難」の音韻の問題を考える上で Wydell and Butterworth (1999) は、重要な仮説を提唱している (Fig. 5)。この仮説では、文字体系のもつ「粒性と透明性」の問題が、「読み困難」の発生に関わるとしている。粒性とは、綴字における最小単位の大きさであり、透明性とは、綴字と音の対応関係である。例えば、英語のアルファベットは綴字が音素レベルであるのに対して、日本語のひらがなは、綴字が音節レベルであるので、英語のアルファベットは粒性が細かく、日本のひらがなは粒性が粗いと解釈する。また、英語のアルファベットは綴字と音の対応が1対多数であることが多いのに対し、日本のひらがなは1対1対応であるので、英語のアルファベットは透明性が低く、日本のひらがなは透明性が高いと解釈する。このような文字体系の特徴と「読み困難」の発生に関する仮説は、英語圏における「読み困難」の発生頻度 (10~12%; Rutter & Yule, 1975; Rodgers, 1983) と、日本における発生頻度 (1~3%; 国立特殊教育総合研究所, 1996) の違いをよく説明する。さらにこの仮説は、日本語では「読み困難」を示さないが、英語では「読み困難」を示すという事例をもよく説明する (Wydell & Butterworth, 1999; Wydell & Kondo, 2003)。

次に、日本の文字体系を粒性と透明性から考える。通常、日本語の文章は、ひらがな、カタカナ、漢字で構成される。ひらがなは綴字と音が1対1に対応しており英語に比べ透明性が高く、さらに1つの文字が1音節または1モーラに対応しているため、英語に比べ粗い。カタカナもひらがなと同じように英語と比較すると、透明性が高く粒性が粗い。漢字においては、ひらがなやカタカナとは異なり、形態書記要素を音声

**Granular Size**

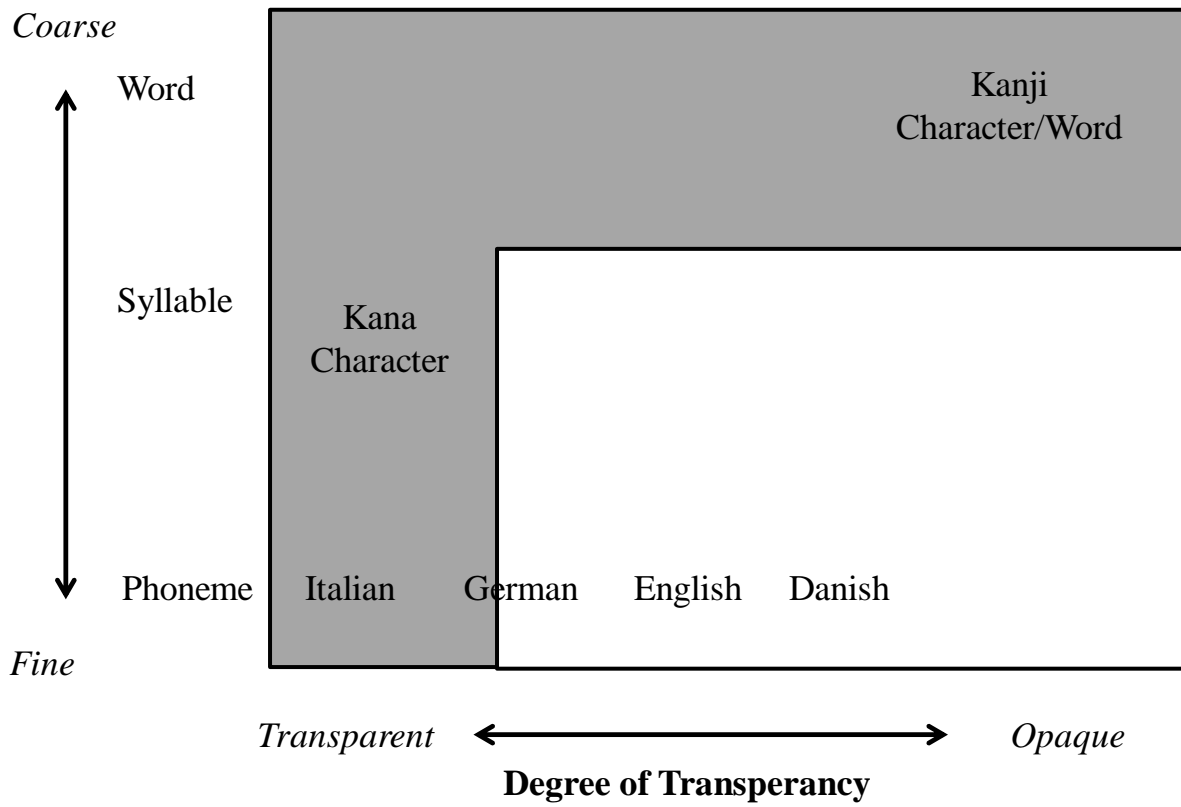


Fig. 5 「粒性と透明性」の仮説 (Wydell & Butterworth, 1999)

的に分解できず、文字と発音の関係は極めて不明瞭である。さらに、漢字は、文字レベルあるいは単語レベルで学習が行われる。つまり透明性が低く、粒性は粗い。

以上のような研究から、「読み困難」は、ある障害をもつことによって普遍的に引き起こされる障害ではなく、認知能力と文字体系を「読む」のに必要とする処理過程との関係によって引き起こされる問題であると考えられる。英語圏の「読み困難」の原因に音韻処理の問題があるという報告が多数あるのは、粒性が粗く音韻処理を必要の負荷が高い英語という文字体系のもつ特徴が関連していると思われる。一方、日本では、ひらがなの速読に困難を示す子どもが報告されているが (Goto, Kumoi, Koike, & Ohta, 2008; 熊谷・野内・前川, 2010; 松本, 2006)、粒性が粗く、透明性の高いひらがなで「読み困難」を示すこのような子どもの原因が、音韻処理の困難だけではなく、他に存在する可能性を示唆しているように思われる。このような文字体系の特性という背景を考慮して「読み困難」を検討する必要があるにもかかわらず、日本における「読み困難」は、英語圏同様、音韻処理の障害 (細川・室谷・二上・前川, 2004; 大石・斎藤, 1999) が多く報告されている一方で、それ以外の処理の問題については、報告が少ない。音韻処理の障害以外の「読み困難」の要因としては、実行機能の問題 (河村・中山・前川, 2004) や視覚認知の問題 (宇野ほか, 2002) が報告されている。以下に、「それ以外」の問題として考えられる実行機能の問題について、実行機能とは何か、実行機能の問題が生じさせる障害の2点について述べる。

## 第5節 実行機能

### 1. 実行機能とは

実行機能とは、Luria の脳損傷患者の観察に基づいた前頭葉機能を説明する概念であり、特定の目標達成のために計画を立て、行動を調整するために必要な高次の機能である (Ardila, 2008)。

この実行機能とよく似た概念に Working Memory (WM) の中央実行系がある。はじめに WM の歴史的変遷、次に主要な WM モデル、最後に WM の中央実行系との比較から実行機能とは何かについて見ていくことにする。

歴史的に WM という用語は、Miller, Galanter, and Pribram (1960) の著書「Plans and the Structure of Behavior」の中に見ることができ、WM は目標やプラン達成の行動制御機構としての心的概念として用いられている。しかしながら、ここでは理論的定義において明確性が足りなかった。一方、同時期、記憶システムにおいて研究していた Broadbent (1958) は、記憶には短期記憶が重要であるという視点に立ち 3 ステージモデルを提案している。このモデルでは、入力刺激は容量制約のない感覚貯蔵庫に入り、容量制約のある短期貯蔵庫を経て、最後に長期貯蔵庫へ転送されるという 3 つのステージを想定していた。その後、Atkinson and Shifrin (1968, 1971) が情報の貯蔵空間とコントロールプロセスを 3 ステージモデルに取り込み、マルチストアモデルが提案された (Fig. 6)。このモデルでは、視覚や聴覚など感覚情報が感覚レジスタに保持された後、情報は短期貯蔵庫へ転送され、リハーサルなどの符号化プロセスを介して長期貯蔵庫に転送されるということが想定されている。マルチストアモデルは、記憶システムにリハーサルなどのコントロールプロセスを想定したところが特徴である。そして、1986 年になってはじめて、最初の WM の理論的な概念が Baddeley によって提案された (Baddeley, 1986)。

最も主要な WM モデルに Baddeley (1986) のモデルがある (Fig. 7)。このモデルでは、中央実行系というメインシステムと音韻ループ、視空間スケッチパッドという 2 つのサブシステムが想定された。モデルの中では、中央実行系が Norman and Shallice (1980, 1986) の Supervisory Attentional System (SAS) と類似した注意の管理調整システムとして考えられた。一方、音韻ループと視空間スケッチパッドの二つのサブシステムは、高次認知の核である言語と空間の理解に関わるものとして想定された。音韻ループは言語情報を音韻的コードによって符号化し一時的に貯蔵する場として、視空間スケッチパッドは形態情報、空間情報を視空間コードによって符号化し一時的に貯蔵する場として想定された。その後、Baddeley (1986) のモデルに沿って、多くの研究がなされることになる。以下に、これまで解明されたサブシステムの機能について細かく見ていくことにする。

音韻ループは、音韻ストアと構音コントロールからなり、両者の連携によって働くとされた (Paulesu, Firth, & Frackowiak, 1993)。音韻ストアは時間経過とともに情報が衰退し

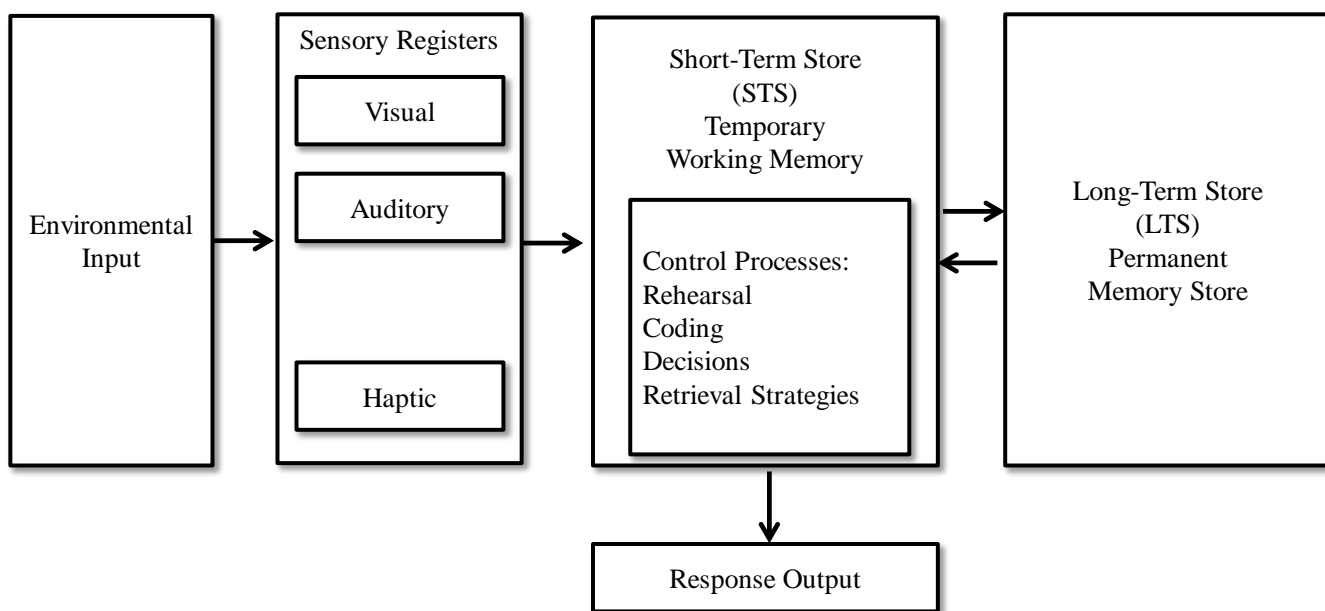


Fig. 6 マルチストアモデル (Atkinson & Shiffrin, 1968, 1971)

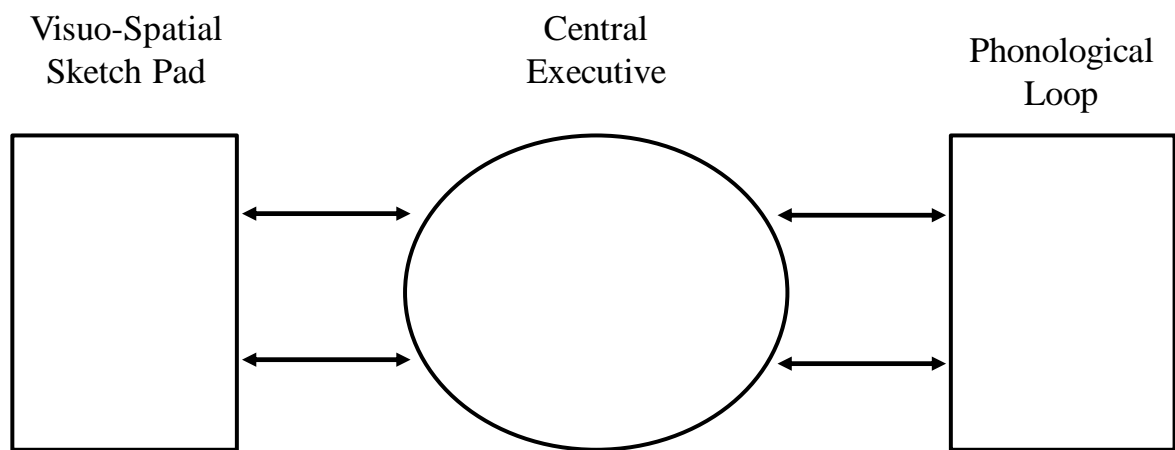


Fig. 7 Working Memoryモデル (Baddeley, 1986)



ていくような受動的な貯蔵機構として位置づけられ、構音コントロールは衰退していく情報を再活性化するようなアクティブな情報保持機能を担う機構として位置付けられた。音韻ループを音韻ストアと構音コントロールからとらえる際には、構音コントロールが処理プロセスをも含むシステムであるので、より中央実行系に近い概念であるにとらえることには留意が必要である。

視空間スケッチパッドは、視空間キャッシュとインナースクライブから構成されると考えられた (Logie, 1995)。視空間キャッシュは情報の衰退などの時間的制約を受ける受動的な貯蔵機構として、インナースクライブは、リハーサルなどを担うアクティブな情報保持機構として想定された。視空間スケッチパッドにおいて視覚性 WM と空間性 WM がそれぞれ独立したリハーサル機構を持つことも指摘されているが、視空間スケッチパッドは、音韻ループほど研究がなされていないため、視空間スケッチパッドの構造解明は今後の重要な検討課題とされている (Mohr, Gorbel, & Linden, 2006)。

その後、Baddeley (1986) のモデルは改正が加えられ、Baddeley (2000) のモデルが提案された (Fig. 8)。このモデルでは、従来のモデルに加え、エピソードバッファと長期記憶が付け加えられた。エピソードバッファは、従来の音韻ループ、視空間スケッチパッドでは説明できなかった複合コードを説明するために想定された概念であり、WM の他のサブシステムや長期記憶からの情報をもとに統合的な表象を作る機能をもった複数のコードを使用した一時的な貯蔵システムとして想定された。エピソードバッファのコントロールは、中央実行系に依存している。そのため、意識的な認識を通して情報検索を可能にすると考えられた。長期記憶は3つのサブシステムが相互作用を持つことで意味的理解の働きを助けるものとして想定された (Kondo & Osaka, 2004)。

これら Baddeley のモデルの特徴は、サブシステムのモダリティ特異性があるという点である。言語理解、読みや書きなどの学習、推論のような処理過程において想定された認知モデルであり、視覚や聴覚の感覚器官が重要視されていること (Baddeley, 1986) からモダリティ特異性が想定され、これは言語性短期記憶障害者の神経心理学的知見における聴覚性言語短期記憶と視覚性言語短期記憶の存在 (Baddeley, Papagno, & Vallar, 1988; Luria, Sokolov, & Klimkowski, 1967) によって支えられている。

次に Cowan (1999, 2001) のモデルである。このモデルはモダリティ別に保持システムを仮定してはいないところに特徴がある (Fig. 9)。このモデルは、中央実行系の注意の焦点の概念によって、短期記憶の貯蔵容量を説明する。短期記憶 (活性記憶) は長期記憶の一部が活性化したものであり、特に活性値の高いものが注意の焦点で保持される。つまり、活性化していない長期記憶の情報の中で、現在の心的活動を反映した、ある程度の活性値を持った部分が短期記憶であるとし、その中で、さらに最も活性値の高い部分が注意の焦点として意識上で処理される。この注意の焦点には、容量制限が想定されており、これが短期記憶の純粋な貯蔵容量であると仮定された。その容量は、成人で 4±1 チャンクと規定し、注意の焦点の容量を超える場合は、チャンキングなど何らかの方略

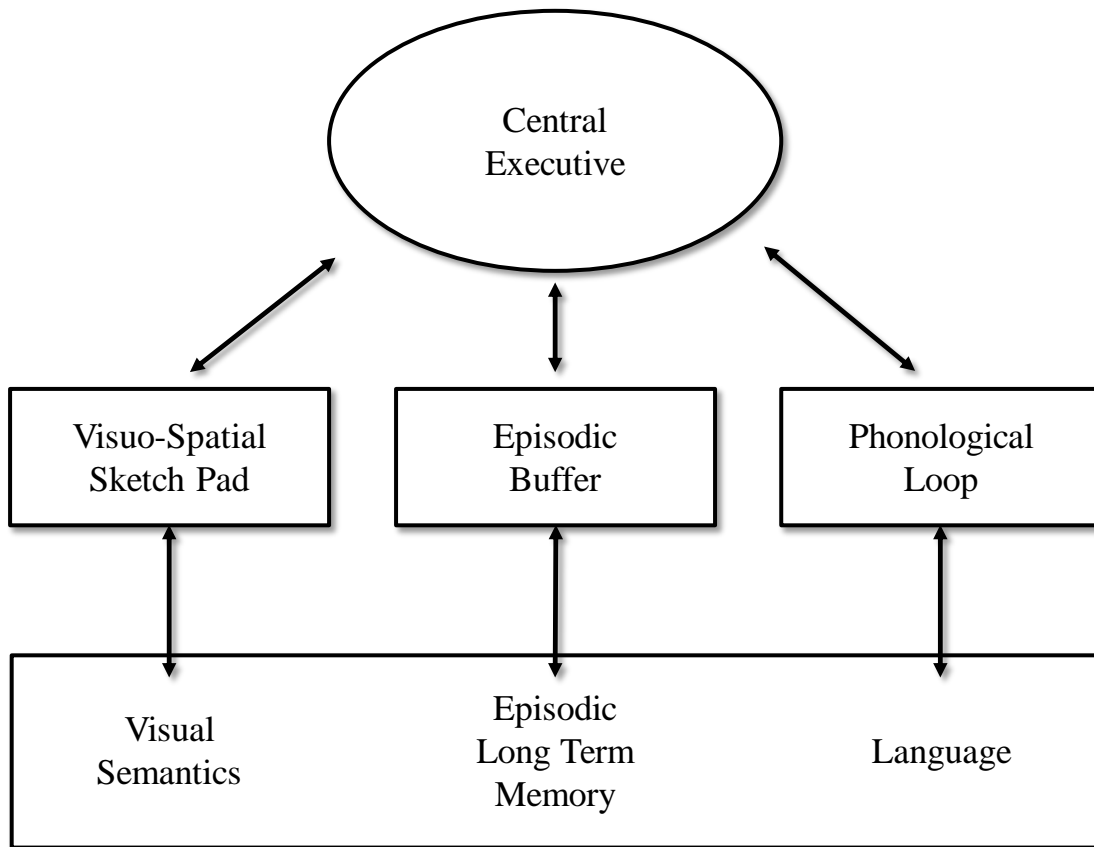


Fig. 8 Working Memoryモデル (Baddeley, 2000)

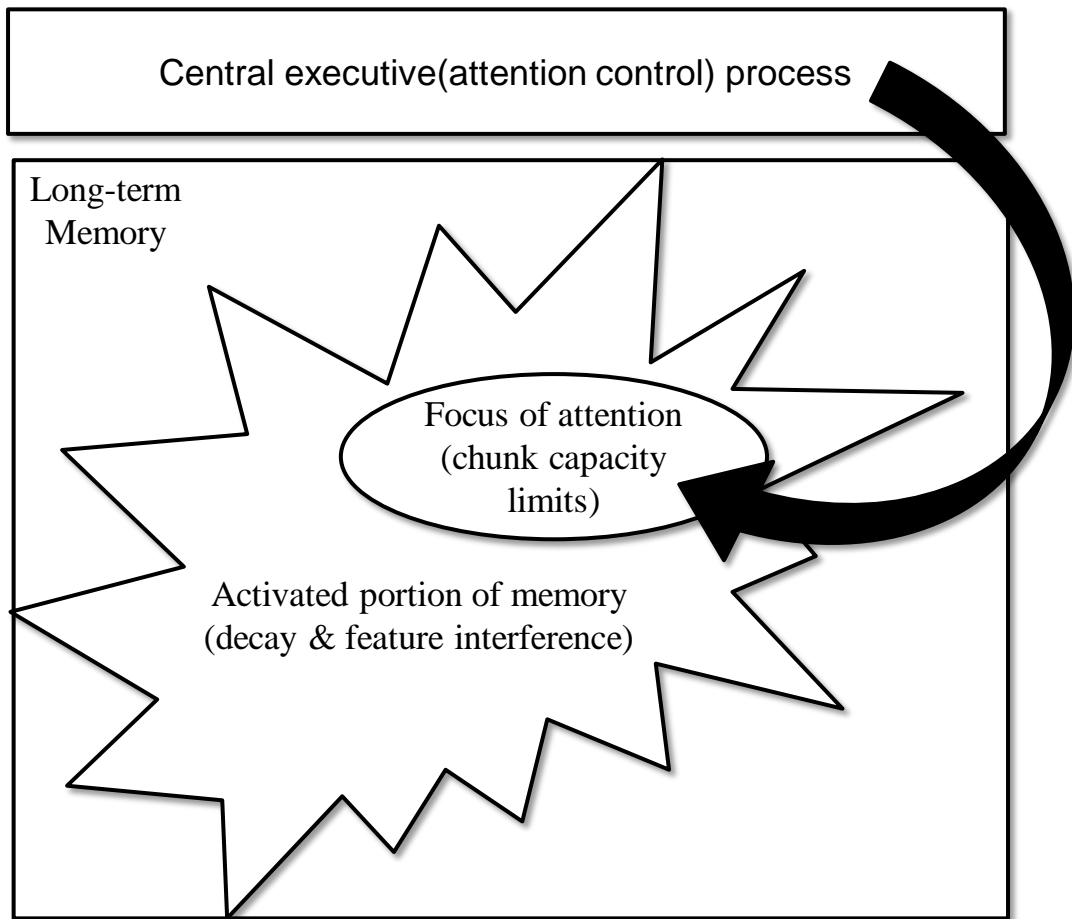


Fig. 9 Working Memoryモデル (Cowan, 1999, 2001)

を用いなければならないとされた。一方、注意の焦点の外側の短期記憶情報は時間的制約を受けると仮定された。つまり、時間の経過とともに活性値が低下することされた。また、その際、再活性化すれば、再度注意の焦点に含まれ意識上で利用可能になるとされた。Cowan (1999, 2001) のモデルの重要な点は、長期記憶、短期記憶、さらに注意の焦点がそれぞれ独立したシステムであるとは仮定せず、注意によって連動したシステムとして仮定している点である。

このように二つの WM モデルには異なった記憶システムが仮定されているが、いずれのモデルにおいても注意の制御というのがキーワードになっているという点では酷似している。特に Baddeley (1986, 2000) のモデルでは、中央実行系という単独のシステムを設け、Norman and Shallice (1986) の SAS の概念に関連付け、その機能として、注意の維持と切り替え、ストラテジーの選択と実施、プランニング、二つのサブシステムと長期記憶との連絡、いくつかのシステムからの情報の調整をあげている。上述した SAS の概念はもともとヒトの前頭葉の機能モデルとして提案されたものであり、行動の開始困難、自発性の減退、行動転換の障害、行動の維持困難や中断、中止困難、衝動性や脱抑制、そして誤りの修正困難などいわゆる前頭葉症状を説明することを目的として考案された。これは、前頭葉機能の機能概念として提案された実行機能と同義であり、実行機能と中央実行系の双方を表現する主要な機能として、注意の制御があること意味する。この SAS モデル (Norman & Shallice, 1986) では、Perceptual System、Trigger Data Base、Schema Control Units、Contention Scheduling、SAS、Effector System が想定され、ヒトの日常行動は行為の集合であるスキーマによって達成されることが仮定された (Fig. 10)。スキーマ間の共同、競合は Contention Scheduling という機構によって自動的に調整される。その自動的な調整システムを監視、制御する高次のコントロールシステムとして SAS が仮定された。そしてこの SAS により新奇な事態への対処や柔軟な解決が可能になるとされている。Effector System ではスキーマの活性化から実際の行動への変換が行われる。

以上のように、実行機能と WM の中央実行系の共通表現として前頭葉機能によって支えられる注意機構がある。また、この注意機構には監視注意システムとしてだけでなく、抑制メカニズムにおいても重要な役割を担っている (Gunter, Wagner, & Friederici, 2003)。このような注意の制御については、実行機能研究において、記憶の更新 (updating)、抑制制御 (inhibition)、シフティング (shifting) という具体的な 3 要素として指摘されている (Miyake et al., 2000)。実行機能は、主に生理学的指標を用いて検討されており、前頭葉との関連において記憶の更新、抑制制御、シフティングという主要機能についても頑健な証拠が示されている。

記憶の更新は、課題遂行に必要な情報を内的に保持、あるいは記銘し、不必要な情報を消去する過程である。記憶の更新については、N-back task を用いて多くの研究がなされている。N-back task は、連続して提示される刺激において、N 個前の文字との同異の

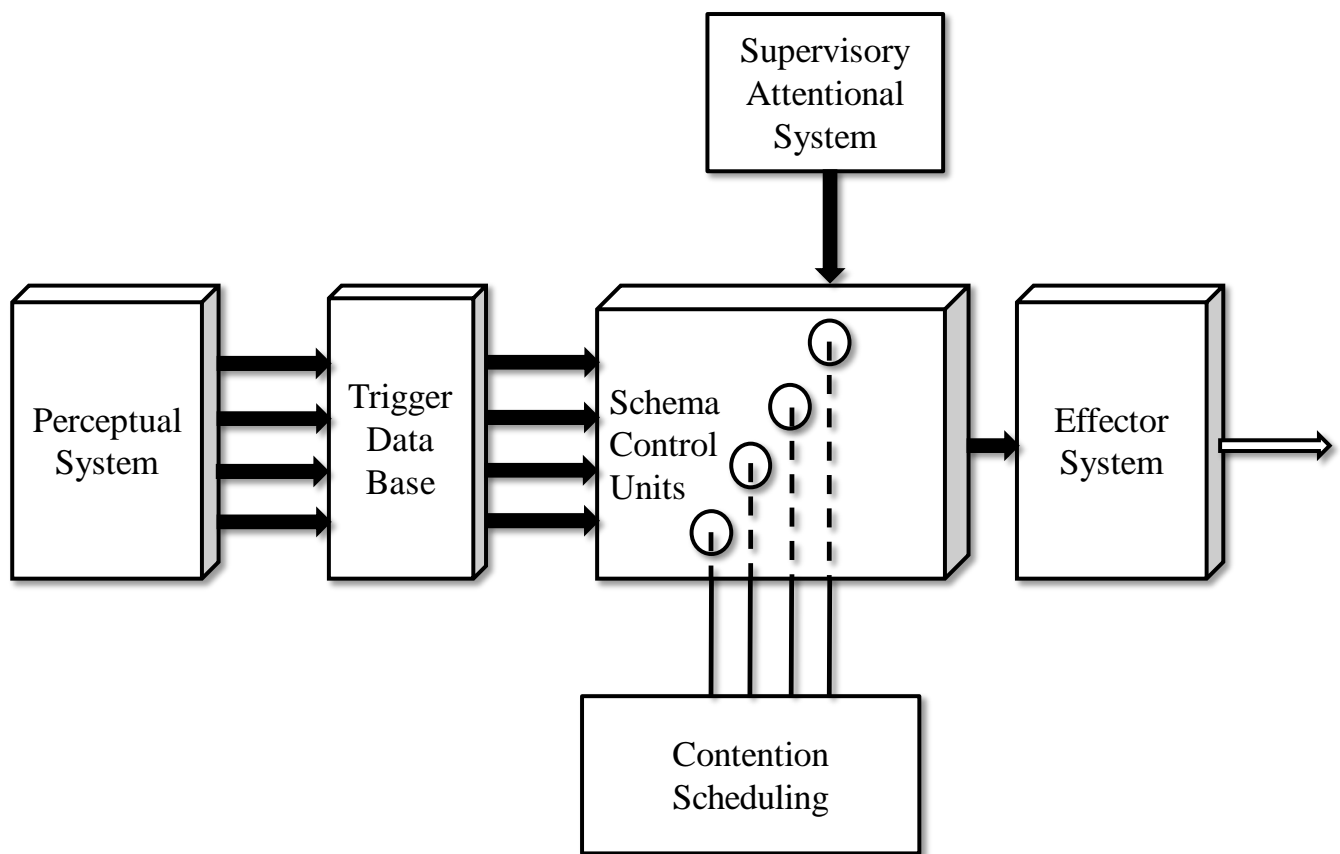


Fig. 10 Supervisory Attentional System モデル (Norman & Shallice, 1986)

判断を順次求められる課題である。この課題においてブローカ領域 (BA44) と背外側部 (BA9, BA46) の二つの脳領域が重要な役割を果たすことが明らかになっている。Cohen et al. (1997) は、fMRI を用いて課題遂行中の脳の賦活領域を検討した。その結果、 $N$  の値の増加、すなわち記憶負荷の増加に伴って、ブローカ領域や背外側部の活性化が見られた。また、課題遂行中の時間の経過との関連についても検討を行い、背外側部の活性化が持続的であるのに対し、ブローカ領域は課題遂行の時間経過に伴って活性化が変動することから、ブローカ領域は記憶の更新に関連し、背外側部は注意の持続に関連することを指摘した。Smith and Jonides (1997) は PET により、 $N$ -back task による記憶負荷と更新の効果を検討した。Smith and Jonides (1997) は、この課題において、 $N$  の値の増加、すなわち内的に保持しておく記憶表象数の増加に伴って前頭葉の背外側部がより活性化することを報告した。同様の研究は多く見られ、ブローカ領域を含む左腹外側前頭前野皮質は記憶の更新に、背外側部は「どの心的表象に注意を向けるか」という注意の持続に関連すると考えられている (Owen, 1997, 2000; Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005)。また、 $N$ -back task では、言語刺激と非言語刺激の脳の賦活領域の違いについても検討され、言語刺激を用いたときのほうが、非言語刺激を用いたときより、左腹外側前頭前野皮質 (ブローカ領域を含む)、中央と両側の運動前野皮質、視床で活性化が高く、前頭極、背側の帯状の領域で活性化が低くなることが確認されている (Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005)。

抑制制御とは、プロセスを抑止、妨害、禁止する過程を指す。認知、行動レベルにおける抑制制御とは、当該の状況で不適切かつ有意な行動を抑止する過程のことを指す。抑制制御については、Go/no-go task や Stroop task を用いて検討がなされている。Go/no-go task では、実験対象者は、go 試行ではできるだけ早くボタン押しなどの反応を行い no-go 試行では反応を抑止するように教示される。Braver, Barch, Gray, Molfese, and Snyder (2001) は Go/no-go task を用いて脳の賦活領域を検討した。その結果、no/go 試行の抑制場面において前頭葉の前部帯状回 (ACC) の活性化が見られた。一方、Stroop task では、実験対象者は、書かれている文字の色を答えるように教示される。文字の意味が文字の色と関係のない場合 (中立条件) と、文字の意味がその色と異なる場合 (不一致条件) が設定される。不一致条件では、色の単語の自動的な意味的処理が妨害として働いたため、通常、中立条件に比べ、不一致条件の遂行成績が低くなる。MacDonald, Cohen, Stenger, and Carter (2000) は、Stroop task を実施し、課題遂行中の脳の賦活領域について fMRI を用いて検討した。その結果、不一致条件において ACC の活動が見られた。このような Go/no-go task や Stroop task の結果から、前頭葉の ACC は、単語の自動的な意味処理の活性化の抑制制御に関わっていると結論付けられている。

シフティングとは、既知情報と新規情報への視点の切り替え、慣習的な行動と不慣れな行動の視点の切り替えなど注意・認知的視点の切り替え、認知的柔軟性を指す。シフティングについては、Wisconsin Card Sort Task を用いて検討されている。Wisconsin Card

Sort Task では、色、数、形がそれぞれ異なるいくつかのカードが提示され、実験対象者はカードを記号の色、数、形のどれかに基づいて分類するのかを定めることを求められる。この課題では、途中で分類のルールが突然変更され、新しいルールを学習するためにかかる時間やこの学習の際に生じるミスの数などが解析され点数化される。Berman et al. (1995) や Cabeza and Nyberg (2000) は、PET を用いて、課題遂行中の脳の賦活領域について検討し、前頭前野の背外側部が活性化することを報告している。また、fMRI による研究から、前頭葉の腹外側部 (Konishi, Nakajima, Uchida, Sekihara, & Miyashita, 1998) や尾状核 (Monchi, Petrides, Petre, Worsley, & Dagher, 2001) の領域が Wisconsin Card Sort Task に関連することも指摘されている。

## 2. 実行機能の問題で生ずる困難や障害

ここでは、実行機能の問題は、どのような知的活動や社会的スキルに困難を示すのかについて、本研究に関連のある「読み」「書き」学習などの知的活動と広汎性発達障害が示す情緒、行動面について見ていく。上述したように実行機能の問題とは、前頭葉欠損による注意の問題である。前頭葉障害は知的活動、情緒、行動的側面の問題に関係する。発育早期に起きた前頭葉障害は、損傷直後は明瞭ではないが、発達が進むにつれ、学習障害、推理障害、衝動性、情緒不安定、道徳的判断力欠如、触法行為など発達上の問題を引き起こす (Marlowe, 1992; Price, Daffner, Stowe, & Mesulam, 1990; Welsh & Pennington, 1988)。さらに前頭葉障害は「多動」をもつ注意欠陥障害 (Attention Deficit Disorder [ADD]) (Chelune, Ferguson, Koon, & Dickey, 1986; Mattes, 1980; Rosenthal & Allen, 1978; Satterfield, Cantwell, & Atterfield, 1974) に関連する。ブレインイメージングを用いた研究からは、隠し絵課題において、自閉症が健常者に比べ、前頭葉の活性化の低下が見られるという報告 (Ring et al., 1999) や、N-back task 遂行中に、自閉症は、健常者に比べ、前頭葉の活性化の低下が見られたという報告 (Koshino et al., 2005) がされている。さらに、実行機能の障害は PDD にも関わることが指摘されている (Happé, Booth, Charlton, & Hughes, 2006; 室橋, 2009; O'Hearn, Asato, Ordaz, & Luna, 2008)。また、これまで前頭葉障害は実行機能障害症候群 (dysexecutive syndrome) として認識され、注意と干渉制御、WM およびプランニングの困難 (Baddley, 1986)、あるいは言語的表出、記憶、抽象機能の困難 (Hamlin, 1970; Drewe, 1974) を単独または複数示すことが指摘されている。一方で、IQ については、正常値を示したり、卓越した知能成績を発揮したりすることが指摘されている (Stuss & Benson, 1986)。

## 第2章 本研究の目的

「第1部、第1章、第1節、3」で述べたように英語圏では、「読み困難」の原因について音韻処理に関する問題が中心に検討され、音韻処理が原因となっていることが明らかにされてきた。日本の「読み困難」の問題についても、そのような英語圏の流れを汲んで、音韻処理の問題を中心に検討されてきた。しかし、「第1部、第1章、第4節、2」で述べたような日本のひらがな、カタカナ、漢字という文字体系の特徴を踏まえると、英語圏における「読み困難」とは異なり、音韻処理以外の要因が強く関わっていることが予測される。

「第1部、第1章、第5節、1、2」で述べたように、英語圏では、「読み困難」の原因として、音韻処理が有力であるが、それ以外に実行機能の不全が関わるということが報告されている (Swanson, 2003; Swanson & Ashbaker, 2000; Swanson & Sachse - Lee, 2001)。実行機能は、「第1部、第1章、第5節、1」で述べたように、注意機構である。英語圏のディスレクシア研究において、ディスレクシアの人は「Rapid Automatized Naming」の「Switching Stimuli」(Wolf & Denckla, 2004) や「Delis-Kaplan Executive Function System」の「Inhibition, Inhibition / Switching」や「Process Assessment of the Leamer Test Battery for reading and Writing」の「Alphabet Writing」(Berninger, 2001) など注意の切り替えや制御、自動的想起に関わる実行機能課題で困難を示すことが指摘されている。また、WM 研究からも、「Comprehensive Test of Phonological Processing」の「Nonword Repetition」(Wagner, Torgesen, & Rashotte, 1999) など、複雑な音韻的単語形態の表象の正確な記憶保持を要する課題で困難を示すことが指摘されている。

「第1部、第1章、第4節、2」で述べたとおり、日本においても、英語圏と同様、「読み困難」の原因として音韻処理の障害 (細川・室谷・二上・前川, 2004; 大石・斎藤, 1999) が指摘されている。一方、WM の中央実行系の問題も指摘されているが、実行機能の不全が関連するという研究報告は非常に少ない (河村・中山・前川, 2004)。しかしながら、「第1部、第1章、第4節、2」で述べたような日本語のもつ文字体系 (粒性と透明性) の特徴を踏まえると、音韻処理の障害以外に「読み困難」を引き起こす主要な原因として実行機能がある可能性は、英語圏に比べ高い。

日本では、実行機能の不全が「読み困難」を引き起こす原因になると予測される一方で、「第1部、第1章、第5節、2」で述べたように、実行機能の障害は「読み困難」だけではなく、PDD に関連している (Happé, Booth, Charlton, & Hughes, 2006; 室橋, 2009; O'Hearn, Asato, Ordaz, & Luna, 2008)。

そこで、本研究では、知的に遅れの見られない PDD (HF-PDD) に的を絞って、実行機能と「読み困難」の検討を行った (アメリカ合衆国におけるディスレクシア研究においては、PDD を除外診断として採用することも多いため、ディスレクシア児と本研究の「読み困難」児が異なるという点には留意する必要がある)。なお、方略を十分に使



用することができる年齢である中学生生徒を選び、本研究の対象とした。

本研究では「読み困難」を示す HF-PDD 児は、実行機能課題の記憶の更新、自動的な意味処理の抑制制御、シフティングのどの側面に困難を示すのか。「読み困難」を示さない HF-PDD 児との違いは何かという 2 点について明らかにすることを目的とした。第 2 部第 1 章の研究 1、研究 2、研究 3 では、*N-back task* による記憶の更新の検討を行った。第 2 部第 2 章の研究 4、研究 5、研究 6 では、二重経路モデルの語彙ルートの処理機能と抑制制御、そしてシフティングについて検討を行った。

第2部 高機能広汎性発達障害児の「読み困難」の有無と  
実行機能課題の遂行成績に関する研究

## 第1章 高機能広汎性発達障害児の「読み困難」の有無と記憶の更新

英語圏のみならず、日本においても「読み困難」の原因について、音韻処理の問題を中心に検討がされてきた。そして、英語圏では主に音韻処理の問題が「読み困難」の原因となることが明らかにされてきた。一方、日本における「読み困難」については、「第1部、第1章、第4節、2」で述べたように **Wydell and Butterworth (1999)**の仮説を踏まえると、日本のひらがな、カタカナ、漢字という文字体系の特徴は、英語とは異なり、「読み困難」の原因も異なることが予測される。つまり、英語圏の「読み困難」の原因に音韻処理の問題があるという報告が多数あるのは、粒性が粗く音韻処理能力の負荷が高い英語という文字体系のもつ特徴が関連しているのものであって、日本語では必ずしも同様ではないことになる。日本では、「読み困難」を示す子どもは、ひらがなの速読に困難を示すことが報告されているが (**Goto, Kumoi, Koike, & Ohta, 2008; 熊谷・野内・前川, 2010; 松本, 2006**)、ひらがなが、粒性が粗く、透明性が高いという文字体系のもつ特徴を考慮すると、このような子どもの原因は、音韻処理の困難だけではなく、他に困難を有している可能性を示唆しているように思われる。このような文字体系の特性という背景を考慮して「読み困難」を検討する必要があるにもかかわらず、日本における「読み困難」は、英語圏同様、音韻処理の障害 (**細川・室谷・二上・前川, 2004; 大石・斎藤, 1999**) が多く報告されている一方で、それ以外の処理の問題については、報告が少ないのが現状である。

英語圏では、「読み困難」の原因として、音韻処理が有力であるが、「第1部、第2章」で述べたように、英語圏のディスレクシア研究においても、実行機能課題で困難を示すという報告が見られる。一方、日本においては、実行機能の問題と「読み困難」については、検討されていない。実行機能は、「第1部、第1章、第5節、1」で述べたように、注意機構であり、その主たる機能として記憶の更新、抑制制御、シフティングがある。

そこで、第2部第1章の研究1、研究2、研究3では、実行機能と「読み困難」について検討するため、**HF-PDD**児を対象に、**N-back task**を用いて実行機能の主たる機能である記憶の更新について検討を行う。

**【研究 1】「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児が *N-back task* で示す遂行成績の比較研究 (Yanai & Maekawa, 2010)**

## I. 目的

研究 1 の目的は、通常、音韻処理と視知覚処理の双方を含む数字、ひらがな、漢字、そして音韻処理が困難であると考えられるランダム図形という 4 種類の刺激を用いた *N-back task* を実施し、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児の遂行成績を比較検討し、音韻情報と視知覚情報の双方を含む記憶の更新プロセスに困難が認められるか、また、視知覚情報のみの記憶の更新プロセスに困難が認められるかについて明らかにすることである。記憶の更新の不全が HF-PDD 全般に共通した問題であるならば、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児の両方で *N-back task* の遂行成績の低下が認められると考えられ、一方、記憶の更新の不全が「読み困難」に特有の問題であれば、「読み困難」を示す HF-PDD 児では、*N-back task* の遂行成績が低下するが、「読み困難」を示さない HF-PDD 児では *N-back task* の遂行成績は低下しないと考えられる。また、もし「読み困難」が音韻処理のみの困難に起因し、それを反映した結果になるのであれば、「読み困難」を示す HF-PDD 児では、音韻処理と視知覚処理の双方を含む数字、ひらがな、漢字の *N-back task* の遂行成績は低下するが、音韻処理が困難であると考えられるランダム図形の *N-back task* の遂行成績は低下しないと考えられる。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、矯正視力を含む両眼視力が 1.2 以上、中学校で行われた聴力検査の結果が正常、右利きの中学 3 年生の男子生徒 61 名（「読み困難」を示す HF-PDD 児 14 名、「読み困難」を示さない HF-PDD 児 7 名、定型発達児 40 名）であった。「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児のプロフィールの詳細を Table 1 に示した。一方、通常学級に在籍し、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と性別、生活年齢を統制した生徒（平均 CA: 178 [年齢幅 176–182]）を定型発達児とした。

本研究における「読み困難」の定義は、流暢性と正確性によって測定される日本語の文章の音読に困難を有することとした。対象者のいずれも医療または教育の専門家により LD または読みに困難があると判断された者であり、TK 式読み能力診断検査（北尾, 1984）から得られた読み年齢が生活年齢から 2 学年以上下回る者とした。さらに、「読

Table 1 「読み困難」を示す／示さないHF-PDD児のプロフィール

## 「読み困難」を示すHF-PDD児

対象者	(月)	WISC-III							DN-CAS				TK式読み能力検査	診断名	
		FIQ	VIQ	PIQ	VC	PO	FD	PS	FS	PLAN	SIM	ATT			SUC
A	178	92	84	104	86	105	79	83	91	87	124	83	81	9; 10	PDD
B	178	98	85	113	88	115	73	89	99	117	133	78	71	10; 07	PDD
C	180	96	91	103	94	103	85	94	94	91	113	83	96	10; 07	AS
D	176	96	92	101	94	105	82	86	96	100	122	76	89	10; 07	AS, ADHD
E	174	93	85	101	85	103	88	89	-	-	-	-	-	< 8; 00	PDD
F	176	88	101	76	105	82	85	69	-	-	-	-	-	10; 07	PDD
G	176	91	94	90	95	93	85	80	95	89	120	83	94	10; 07	PDD
H	182	94	97	92	102	93	82	83	101	108	118	85	91	10; 04	PDD
I	178	101	92	111	99	111	82	94	101	106	131	85	83	10; 04	PDD
J	179	96	91	103	94	110	82	72	95	98	118	85	85	9; 10	PDD
K	177	101	104	97	108	105	91	75	98	106	116	85	87	10; 07	PDD
L	176	97	101	93	105	97	91	83	98	91	127	81	96	10; 07	PDD
M	180	101	106	96	109	97	94	80	99	117	113	74	94	11; 07	AS
N	178	100	105	94	111	97	88	83	94	98	124	76	85	10; 04	PDD

## 「読み困難」を示さないHF-PDD児

A	176	93	87	101	86	108	100	83	96	87	111	89	100	-	PDD
B	177	96	95	97	99	102	88	78	89	79	120	83	87	-	PDD
C	176	105	100	110	95	105	115	108	96	98	107	100	85	-	PDD
D	180	98	103	93	103	95	109	94	-	-	-	-	-	-	PDD
E	176	98	103	93	102	93	100	92	-	-	-	-	-	-	PDD
F	176	101	108	93	106	89	103	111	-	-	-	-	-	-	AS
G	179	96	91	101	94	103	85	100	-	-	-	-	-	-	PDD

Note. PDD: Pervasive developmental disorder, AS: Asperger's disorder, ADHD: Attention-deficit hyperactivity disorder.

み困難」の有無については、音読流暢性課題（熊谷・野内・前川，2010）で、文章の音読に困難があることを確認した（Fig.11；資料1参照）。その他、宇野・春原・金子・Wydell（2006）の「小学生の読み書きスクリーニング検査」の中の「全学年共通」と「6年生」の検査から（1）ひらがな1モーラ、（2）カタカナ1モーラ、（3）ひらがな単語、（4）カタカナ単語、（5）漢字単語の読み課題を抜粋し、「読み能力」について確認した（Table 2；資料2参照）。これらの「読み能力」課題は、「文字通りに読む」ことを対象者に要求し、課題正答数を算出し、読み時間は測定しなかった。また、英語圏の「読み困難」の主要な原因とされる音韻の問題について確認するために、ひらがなの（1）音韻分解、（2）音韻抽出、（3）音韻削除の各課題を20問ずつ作成し実施した（Table 3；資料3参照）。音韻分解課題は、聴覚的に提示されたひらがなの言葉、例えば「りんご」という単語を「り」「ん」「ご」と1音韻（1モーラ）ごとに区切る課題であり、対象者には各音韻の区切りに手を叩くよう指示した。音韻抽出課題は、聴覚的に提示された単語を、実験者の「真ん中の文字は何ですか」などの指示に従って答える課題である。音韻削除課題は、聴覚的に提示された単語の特定の音韻を削除して答える課題である。加えて、言語性WMを測定するためReading Span Test、Listening Span Testを作成し実施した（Table 4；資料4参照）。Reading Span Testは、文章を音読しながら、文章中の赤下線部の引かれた箇所の単語を覚え、その後再生する課題である。例えば、2文条件のときは文章を2文読んだ後に再生する。Listening Span Testは聞きながら赤下線部の引かれた箇所の単語を覚え、その後再生する課題である。例えば、2文条件のときは文章を2文聞いた後に再生する。

HF-PDDの有無は、医療機関でPDD（アスペルガー-症候群を含む）と診断され、Wechsler Intelligence Scale for Children third Edition（WISC-III）におけるFIQが80以上の得点を示した者とした。「読み困難」を示すHF-PDD児14名、「読み困難」を示さないHF-PDD児7名のWISC-IIIの結果をFig. 12（各対象群の平均値をFig. 13）に示した。また、認知機能の評価としてDas-Naglieri Cognitive Assessment System（DN-CAS）を実施した。「読み困難」を示すHF-PDD児14名、「読み困難」を示さないHF-PDD児7名の結果をFig. 14（各対象群の平均値をFig. 15）に示した。

実験の実施に先立ち対象生徒およびその保護者に対して、研究内容の説明を行い、書面により研究参加に対する同意を得た。

## 2. 実験材料

N-back taskと単純反応課題を実施した。N-back taskはディスプレイ上に順次刺激が視覚提示され、N個前に見た刺激と同じかどうかを判断する課題である。Nは0から3まで変動し、Nが0のときは試行前にあらかじめ指定した刺激を記憶してもらい、その刺激と画面上に提示されている刺激が同じかどうかを判断させる課題となる。本実験では（1）数字、（2）ひらがな、（3）漢字、（4）ランダム図形の4種類の視覚刺激を用いた



Table 2 研究対象者の「読み能力」の確認するための課題の成績(正答数)

「読み困難」を示すHF-PDD児

	1モーラ		単語		
	ひらがな	カタカナ	ひらがな	カタカナ	漢字
A	17	17	20	18	16
B	19	18	20	19	18
C	19	19	20	19	17
D	18	17	20	19	16
E	18	18	20	19	18
F	20	20	20	20	19
G	20	20	20	20	20
H	19	20	20	19	20
I	19	19	20	20	19
J	18	19	20	19	18
K	20	20	20	20	19
L	20	20	20	20	20
M	19	19	20	20	18
N	20	20	20	20	20

「読み困難」を示さないHF-PDD児

A	20	20	20	20	19
B	20	20	20	20	19
C	20	20	20	20	20
D	20	20	20	20	20
E	20	20	20	20	19
F	20	20	20	20	19
G	20	20	20	20	20

定型発達児

平均値	20	20	20	20	19.8
-----	----	----	----	----	------



Table 3 研究対象者の「音韻処理」を確認するための課題の成績(正答数)  
「読み困難」を示すHF-PDD児

	音韻分解	音韻抽出	音韻削除
A	20	19	19
B	20	19	19
C	20	20	20
D	20	20	20
E	20	20	17
F	20	20	20
G	20	20	20
H	20	20	20
I	20	19	19
J	20	19	18
K	20	20	20
L	20	20	20
M	20	20	20
N	20	20	20
平均	20	19.7	19.4

「読み困難」を示さないHF-PDD児

A	20	20	20
B	20	20	20
C	20	20	20
D	20	20	20
E	20	20	20
F	20	20	20
G	20	20	20
平均	20	20	20

定型発達児

平均	20	20	19.8
----	----	----	------

Table 4 研究対象者の「言語性Working Memory」を確認するための課題の成績(メモリースパン数)

「読み困難」を示すHF-PDD児

	Reading Span Test	Lestening Span Test
A	1.5	1.5
B	1.5	2
C	1.5	2
D	2	2
E	1	1.5
F	1.5	2
G	2.5	2.5
H	2	2
I	2.5	2.5
J	3	2
K	1.5	2
L	2.5	2
M	2	2
N	1.5	2
平均	1.9(0.6)	2(0.3)

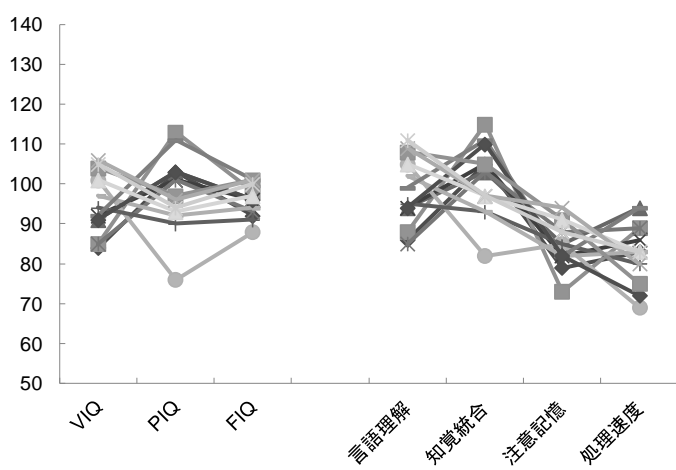
「読み困難」を示さないHF-PDD児

A	2	2
B	2.5	2.5
C	3	3
D	3	2.5
E	2.5	2.5
F	2.5	2.5
G	3	3
平均	2.6(0.4)	2.6(0.3)

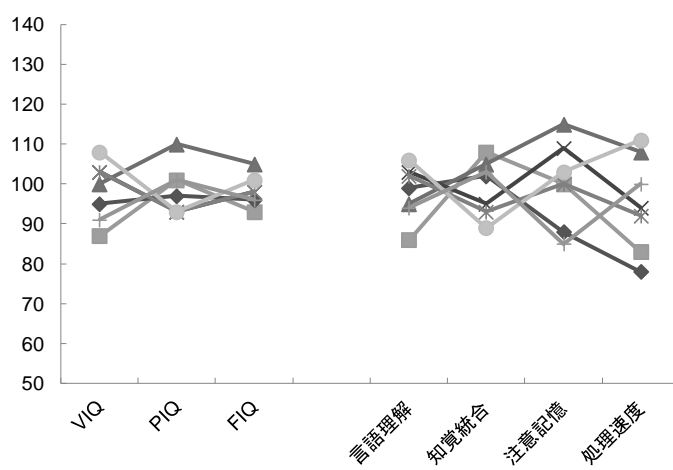
定型発達児

平均	2.6(0.4)	2.8(0.4)
----	----------	----------

Note. ( )はSDを示す.

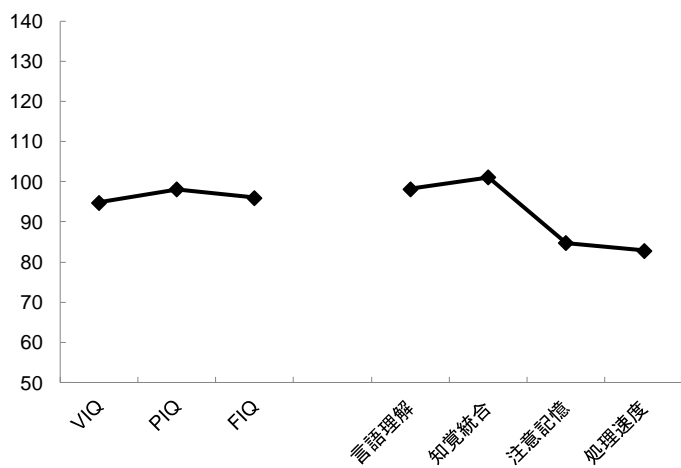


「読み困難」を示すHF-PDD児

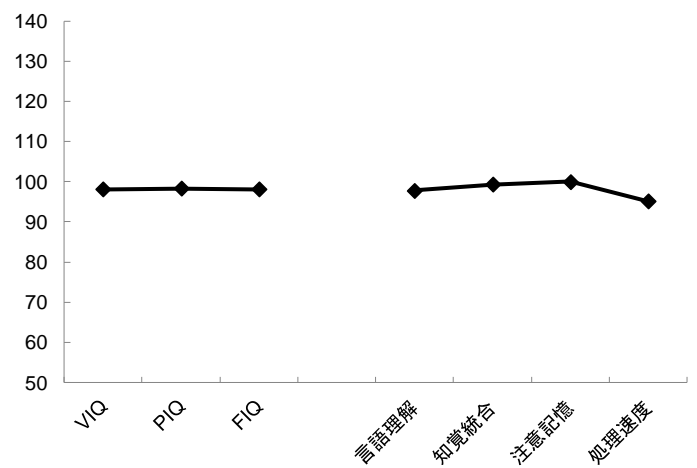


「読み困難」を示さないHF-PDD児

Fig. 12 「読み困難」を示す／示さないHF-PDD児のWISC-IIIの結果

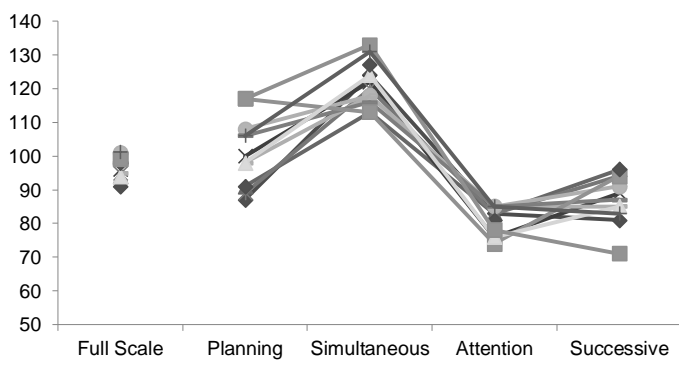


「読み困難」を示すHF-PDD児

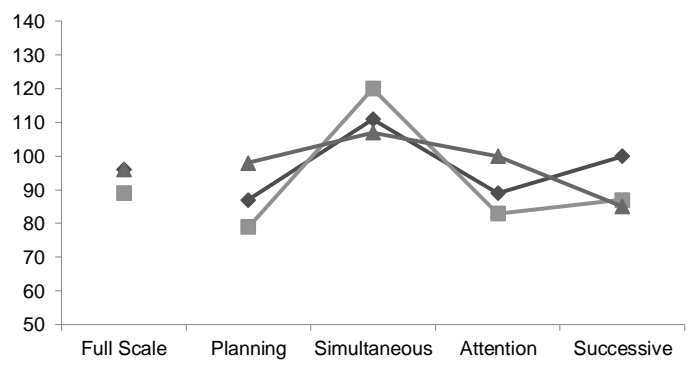


「読み困難」を示さないHF-PDD児

Fig. 13 「読み困難」を示す／示さないHF-PDD児のWISC-IIIの結果の平均値

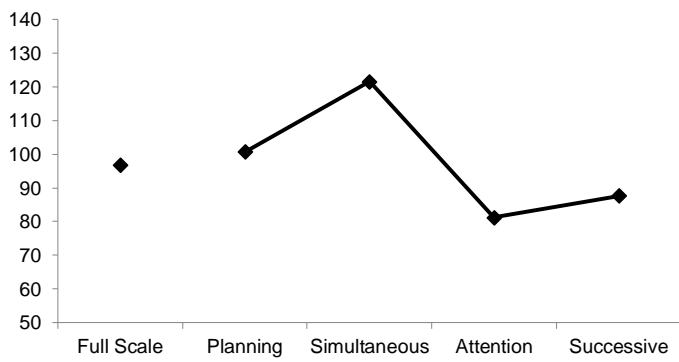


「読み困難」を示すHF-PDD児

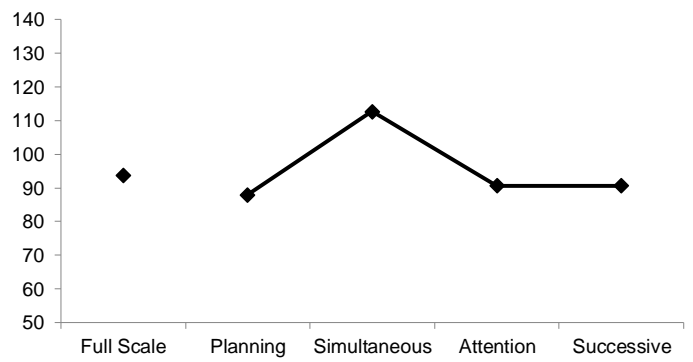


「読み困難」を示さないHF-PDD児

Fig. 14 「読み困難」を示す／示さないHF-PDD児のDN-CASの結果



「読み困難」を示すHF-PDD児



「読み困難」を示さないHF-PDD児

Fig. 15 「読み困難」を示す／示さないHF-PDD児のDN-CASの結果の平均値

*N-back task* を作成し、課題の種類 4 (数字、ひらがな、漢字、ランダム図形) × 課題条件 5 ( $N +$  単純反応課題) × 試行数 40 (練習試行 10 + 本試行 30) の全 800 試行を実施した。視覚刺激は白色背景に黒色で提示した。視角度は約  $2.2 \times 2.2^\circ$  に調整した。

提示刺激に用いる数字は 0~9 までの 10 種類を用いた。また、ひらがなには清音 10 種類を用いた。漢字には、海保・野村 (1983) をもとに読み方、画数、学年配当 (小学校で既習の漢字)、規則性を統制した計 10 種類を選定した。ランダム図形には、大学生を対象とした予備実験による内省報告から音韻的な操作が困難であった図形 10 種類を選定し用いた。全刺激の詳細を Table 5 に示した。

反応時間やエラーの測定、刺激の作成、制御はパーソナル・コンピューター (Windows XP の REAL basic 5.5) によって行われた。また、反応時間やエラー測定用の入力装置としてゲームパッドを使用した。刺激提示には 15.4 型カラーディスプレイを使用した。

### 3. 手続き

実験に先立って、対象者には *N-back task* で使用する数字、ひらがな、漢字 (少なくとも音読みまたは訓読みのいずれか一方) を読むことができることを確認した。また、本実験で使用する刺激が各 10 種類ずつであることは対象者には、実験前には知らせなかった。

単純反応課題では、ディスプレイ上に刺激が出現したら、刺激にかかわらず全ての刺激に対して、できるだけ速く [1] のボタンを押すように教示した。

各 *N-back task* では、対象者は、次々と出現する刺激において  $N$  個前に提示された刺激との一致 ([1] のボタンを押す)、不一致 ([2] のボタンを押す)、わからない (ボタンを押さない) の 3 種類の判断が順次要求され、できるだけ速く正確にボタンを押すように教示が与えられた。声に出して覚えること (発話リハーサル) は行わないように教示した。デモ用の画面を用いた実験者による 3 試行の実演と課題説明の後、練習試行、本試行の順に実施した。また、*0-back task* では、対象者は本試行直前に 20 秒間提示した参照刺激を記憶し、それに基づいて順次判断することが要求された。

実験開始直後、凝視点が画面中心に 2000msec 提示され、その後、刺激が 250msec 間提示され、刺激間隔 4000msec の後、次の刺激が提示された (Fig .16)。この試行が連続して行われた。ディスプレイ上に提示刺激が出現した直後から、ボタン押しまでを反応時間として測定した。さらに課題は *0-back*、*1-back*、*2-back*、*3-back* の順に休憩をはさみながら実施した。(1) 数字、(2) ひらがな、(3) 漢字、(4) ランダム図形の 4 種類の *N-back task* は対象者の疲労を考慮し、1 週間おきに 1 課題ずつ 4 週間にわたって異なった日に実施した。なお 4 種類の課題の順序については対象者間でカウンターバランスをとった。

すべての実験において、ディスプレイが眼前、約 50cm であることを確認した上で実験が開始された。また、疲労などにより課題遂行が困難な場合、いつでも課題を中止す

Table 5 N-back taskに用いた刺激

数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ひらがな	あ	き	す	て	の	は	み	ゆ	れ	を
漢字	飲	運	宮	解	橋	減	港	辞	植	整
ランダム図形										



スタート

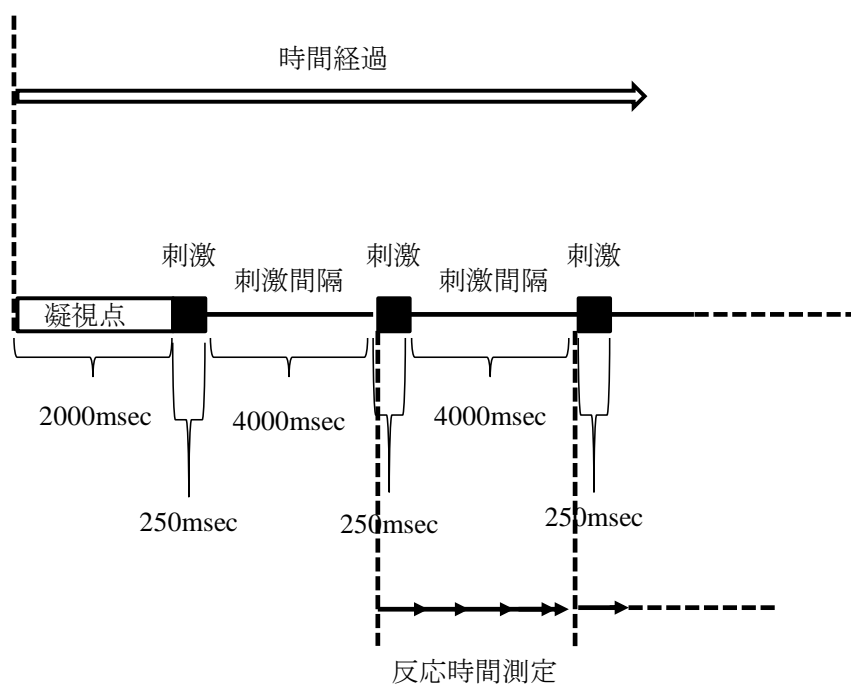


Fig. 16 研究1のN-back taskの時間構造

ることができることを対象者に説明した上で実験が開始された。

#### 4. 分析方法

各  $N$ -back task の平均正答率と平均正答反応時間、各々の標準偏差を算出した。平均正答反応時間の分析については、誤答は欠損値として扱い平均正答反応時間の分析からは除外した。また、外れ値を分析から除外した。外れ値の特定は、対象者の生徒ごとに反応時間の分布図をもとに $\pm 3SD$ を基準に明らかに逸脱した反応のみ除外した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児の群間比較を行うため、提示刺激 4 (数字、ひらがな、漢字、ランダム図形)  $\times N$  値 4 (0-back、1-back、2-back、3-back) の 16 項目に関して、群 (「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児) を独立変数とし、平均正答率を逆正弦変換した値と平均正答反応時間を対数変換した値をそれぞれ従属変数に設定し、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。また、刺激の違いにおける正答率と平均正答反応時間の違いについては、各群の刺激間ごとに Wilcoxon 検定を実施した。各ノンパラメトリック検定では効果量  $r$  を算出した。本実験では、各群における実験対象者の数が異なること、反応時間や正答率は正規分布ではなく、分布が正や負に歪曲していることから、分散分析ではなくノンパラメトリック分析を行った。

### III. 結果

「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示す HF-PDD 児、定型発達児における数字、ひらがな、漢字、ランダム図形を用いた各  $N$ -back task の平均正答率と平均正答反応時間、各々の標準偏差を Table 6 に示した。

#### 1. 平均正答率の群間比較 (Fig. 17)

平均正答率の結果について、群間比較をするため Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の 0-back 条件、数字の 1-back 条件、ランダム図形の 3-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、数字 2-back ( $z = -3.510, p < .01, r = .77$ )、数字 3-back ( $z = -2.423, p < .05, r = .53$ )、ひらがな 1-back ( $z = -3.104, p < .01, r = .68$ )、2-back ( $z = -3.606, p < .01, r = .79$ )、3-back ( $z = -2.436, p < .05, r = .53$ )、漢字 1-back ( $z = -3.686, p < .01, r = .81$ )、漢字 2-back ( $z = -3.681, p < .01, r = .80$ )、漢字 3-back ( $z = -3.693, p < .01, r = .81$ )、ランダム図形 1-back ( $z = -3.503, p < .01, r = .77$ )、ランダム図形 2-back ( $z = -2.974, p < .01, r = .65$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の 0-back 条件、数字の 1-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一

Table 6 N-back taskの平均正答率と平均正答率

	単純反応	0-back	1-back	2-back	3-back
「読み困難」を示すHF-PDD児					
平均正答率(%)					
数字	—	99.57(1.1)	99.14(1.4)	87.21(3.7)	74.57(6.0)
ひらがな	—	99.14(1.4)	90.21(8.7)	77.57(8.5)	69.07(8.0)
漢字	—	99.57(1.1)	79.79(5.8)	69.21(5.8)	65.93(4.0)
ランダム図形	—	98.93(1.5)	80.07(5.6)	68.79(6.3)	58.43(7.6)
平均正答反応時間(msec)					
数字	271(12)	381(10)	585(75)	936(108)	1173(145)
ひらがな	274(12)	415(20)	840(174)	926(196)	1089(126)
漢字	270(11)	475(34)	1015(105)	1083(94)	1182(130)
ランダム図形	278(6)	542(18)	1006(124)	1071(173)	1276(220)
「読み困難」を示さないHF-PDD児					
平均正答率(%)					
数字	—	99.14(1.5)	98.71(1.6)	96.29(3.6)	84.71(8.5)
ひらがな	—	99.14(1.5)	99.14(1.5)	97.57(3.3)	84.29(13.6)
漢字	—	99.14(1.5)	98.14(2.7)	95.71(2.8)	86.71(5.3)
ランダム図形	—	98.57(2.7)	94.00(4.1)	80.43(6.1)	59.86(10.84)
平均正答反応時間(msec)					
数字	275(9)	405(43)	576(86)	725(108)	871(147)
ひらがな	278(12)	442(51)	607(108)	808(128)	957(182)
漢字	275(9)	514(88)	678(127)	884(143)	1009(148)
ランダム図形	270(5)	546(64)	804(172)	1219(89)	1436(165)
定型発達群					
平均正答率(%)					
数字	—	98.95(1.4)	98.98(1.9)	97.13(3.8)	91.20(7.6)
ひらがな	—	99.03(1.4)	98.40(2.3)	98.18(2.8)	92.95(7.7)
漢字	—	98.83(1.9)	97.88(2.6)	97.50(2.9)	89.18(9.1)
ランダム図形	—	98.23(2.6)	97.68(3.1)	83.10(8.5)	68.30(14.2)
平均正答反応時間(msec)					
数字	274(11)	390(33)	592(99)	704(129)	931(227)
ひらがな	275(12)	425(54)	518(112)	628(156)	788(209)
漢字	274(12)	466(81)	535(128)	646(161)	849(200)
ランダム図形	279(6)	555(63)	766(169)	1096(263)	1331(275)

Note. ( ) は SD を示す。

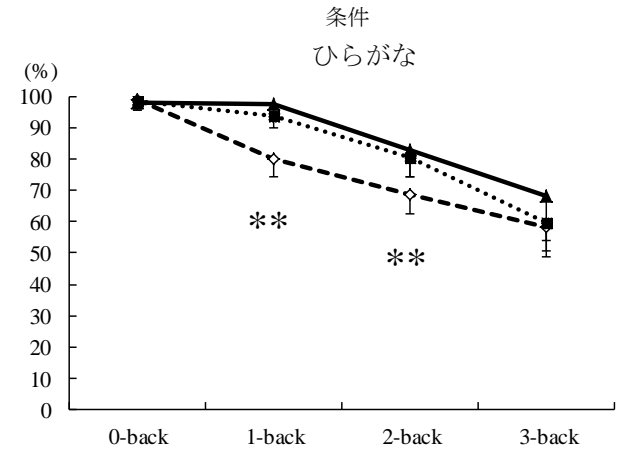
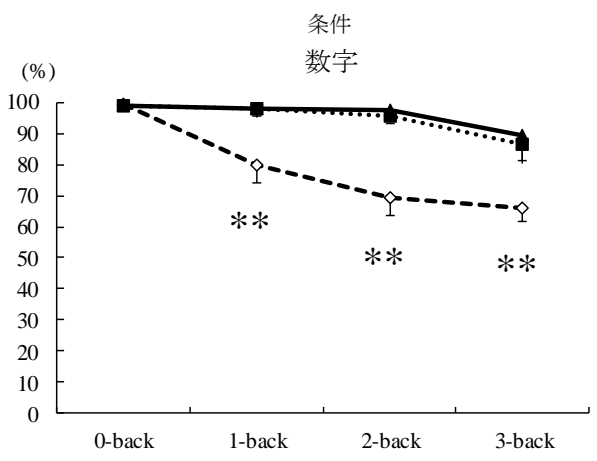
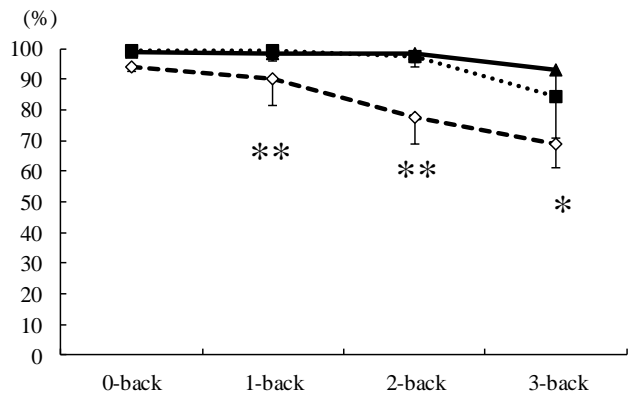
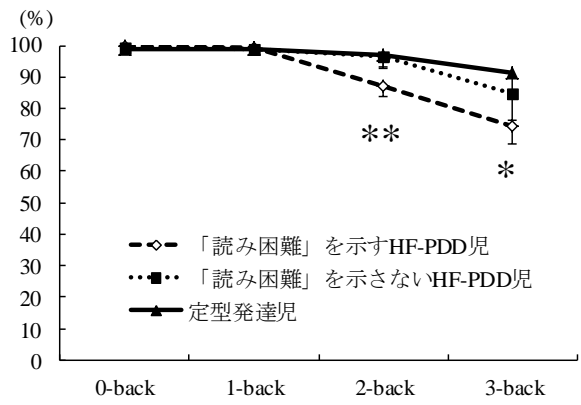


Fig. 17 平均正答率の群間比較

Notes. \*,\*\*は、「読み困難」を示すHF-PDD児と「読み困難」を示さないHF-PDD児の群間比較の結果を示し,\*はp<.05、\*\*はp<.01を表す.

方、数字 2-back ( $z = -5.326, p < .01, r = .73$ )、数字 3-back ( $z = -5.004, p < .01, r = .68$ )、ひらがな 1-back ( $z = -4.313, p < .01, r = .59$ )、ひらがな 2-back ( $z = -5.716, p < .01, r = .78$ )、ひらがな 3-back ( $z = -5.251, p < .01, r = .72$ )、漢字 1-back ( $z = -5.738, p < .01, r = .78$ )、漢字 2-back ( $z = -5.699, p < .01, r = .78$ )、漢字 3-back ( $z = -5.186, p < .01, r = .71$ )、ランダム図形 1-back ( $z = -5.677, p < .01, r = .77$ )、ランダム図形 2-back ( $z = -4.397, p < .01, r = .60$ )、ランダム図形 3-back ( $z = -3.082, p < .01, r = .42$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、ランダム図形 1-back 条件 ( $z = -2.633, p < .05, r = .39$ ) のみ有意な差が認められた。

## 2. 平均正答率の刺激間比較 (Fig. 18)

各群において、正答率の刺激間比較をするため、Wilcoxon の検定を実施した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児では、0-back 条件では、各刺激間に有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、1-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -3.076, p < .01, r = .82$ )、数字と漢字 ( $z = -3.299, p < .01, r = .88$ )、数字とランダム図形 ( $z = -3.302, p < .01, r = .88$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -2.982, p < .01, r = .80$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -3.041, p < .01, r = .81$ )、2-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.580, p < .05, r = .69$ )、数字と漢字 ( $z = -3.301, p < .01, r = .88$ )、数字とランダム図形 ( $z = -3.300, p < .01, r = .88$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -3.181, p < .01, r = .85$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.803, p < .01, r = .75$ )、3-back 条件では、数字と漢字 ( $z = -3.081, p < .01, r = .82$ )、数字とランダム図形 ( $z = -3.180, p < .01, r = .85$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.982, p < .01, r = .80$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -2.710, p < .01, r = .73$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、0-back 条件では、各刺激間に有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、1-back 条件では、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.032, p < .05, r = .77$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -1.997, p < .05, r = .76$ )、2-back 条件では、数字とランダム図形 ( $z = -2.371, p < .05, r = .90$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.375, p < .05, r = .90$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、3-back 条件では、数字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -2.371, p < .05, r = .90$ ) で有意な差が認められた。

定型発達群では、0-back 条件では、各刺激間に有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、1-back 条件では、数字と漢字 ( $z = -2.508, p < .05, r = .40$ )、数字とランダム図形 ( $z = -2.254, p < .05, r = .36$ )、2-back 条件では、数字とランダム図形 ( $z = -5.487, p < .01, r = .87$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -5.446, p < .01, r = .86$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -5.514, p < .01, r = .87$ )、3-back 条件では、数字とランダム図形 ( $z = -5.512, p < .01, r = .87$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -3.329, p < .01, r = .53$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -5.512, p < .01, r = .87$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -5.512, p < .01, r = .87$ ) で有意な差が認められた。



Fig. 18 平均正答率の刺激間比較

Note. 各条件において、ノンパラメトリック検定の結果、有意な差が認められなかった項目を同一色の枠組みで示す。

### 3. 平均正答反応時間の群間比較 (Fig. 19)

平均反応時間の結果について、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の 0-back 条件、数字の 1-back 条件、ひらがなの 2-back 条件、3-back 条件、ランダム図形 3-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、数字 2-back ( $z = -3.059, p < .01, r = .67$ )、数字 3-back ( $z = -3.059, p < .01, r = .67$ )、ひらがな 1-back ( $z = -2.984, p < .01, r = .65$ )、漢字 1-back ( $z = -3.657, p < .01, r = .80$ )、漢字 2-back ( $z = -2.835, p < .01, r = .62$ )、漢字 3-back ( $z = -2.024, p < .05, r = .44$ )、ランダム図形 1-back ( $z = -2.351, p < .05, r = .51$ )、ランダム図形 2-back ( $z = -2.089, p < .05, r = .46$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の 0-back 条件、数字の 1-back 条件、ランダム図形の 2-back 条件、3-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、数字 2-back ( $z = -4.599, p < .01, r = .63$ )、数字 3-back ( $z = -3.711, p < .01, r = .51$ )、ひらがな 1-back ( $z = -4.974, p < .01, r = .68$ )、ひらがな 2-back ( $z = -4.214, p < .01, r = .57$ )、ひらがな 3-back ( $z = -4.639, p < .01, r = .63$ )、漢字 1-back ( $z = -5.507, p < .01, r = .75$ )、漢字 2-back ( $z = -5.143, p < .01, r = .70$ )、漢字 3-back ( $z = -4.619, p < .01, r = .63$ )、ランダム図形 1-back ( $z = -3.997, p < .01, r = .54$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、数字の 0-back 条件、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件、ひらがなの 0-back 条件、漢字 0-back 条件、ランダム図形の 0-back 条件、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、ひらがな 1-back ( $z = -2.137, p < .05, r = .31$ )、ひらがな 2-back ( $z = -2.64, p < .01, r = .39$ )、ひらがな 3-back ( $z = -2.032, p < .05, r = .30$ )、漢字 1-back ( $z = -2.585, p < .01, r = .38$ )、漢字 2-back ( $z = -3.168, p < .01, r = .46$ )、漢字 3-back ( $z = -2.465, p < .05, r = .36$ ) の各条件で有意な差が認められた。

### 4. 平均正答反応時間の刺激間比較 (Fig. 20)

各群において、刺激の違いにおける平均正答率の違いについて検討するため、Wilcoxon の検定を実施した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児では、全刺激間の 0-back 条件、数字とひらがなの 2-back 条件、数字と漢字の 3-back 条件、数字とランダム図形の 3-back 条件、漢字とランダム図形の 1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件では、各刺激間に有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、1-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -3.296, p < .01, r = .88$ )、数字と漢字 ( $z = -3.296, p < .01, r = .88$ )、数字とランダム図形 ( $z = -3.296, p < .01, r = .88$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -2.605, p < .01, r = .70$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.731, p < .01, r = .73$ )、2-back 条件では、数字と漢字 ( $z = -3.233, p < .01, r = .87$ )、数字とランダ

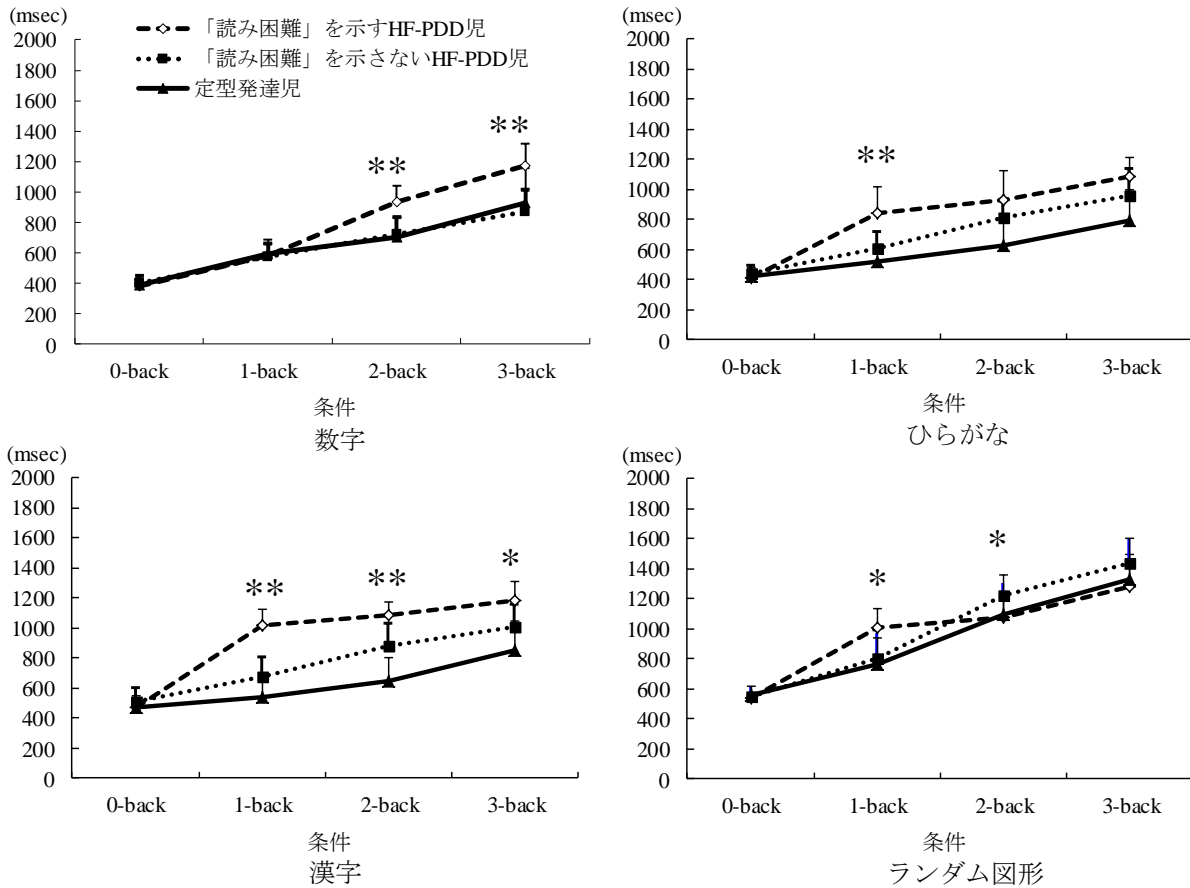


Fig. 19 平均正答反応時間の群間比較

Note. \*, \*\*は、「読み困難」を示すHF-PDD児と「読み困難」を示さないHF-PDD児の群間比較の結果を示し,\*は $p < .05$ , \*\*は $p < .01$ を表す.





Fig. 20 平均正答反応時間の刺激間間比較

Note. 各条件において、ノンパラメトリック検定の結果、有意な差が認められなかった項目を同一色の枠組みで示す.

ム図形 ( $z = -3.107, p < .01, r = .83$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -3.296, p < .01, r = .88$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.982, p < .01, r = .80$ )、3-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.668, p < .01, r = .71$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -2.794, p < .01, r = .75$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.291, p < .05, r = .61$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、数字とひらがなの 0-back 条件、ひらがなと漢字の 2-back 条件、3-back 条件、漢字とランダム図形の 0-back 条件、1-back 条件では、各刺激間に有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、0-back 条件では、数字と漢字 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、数字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、1-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.028, p < .05, r = .77$ )、数字と漢字 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、数字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -2.197, p < .05, r = .83$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、2-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.197, p < .05, r = .83$ )、数字と漢字 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、数字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、3-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.201, p < .05, r = .83$ )、数字と漢字 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、数字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ ) で有意な差が認められた。

定型発達群では、ひらがなと漢字の 1-back 条件、2-back 条件、数字と漢字の 2-back 条件、3-back 条件の各刺激間に有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、0-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -3.600, p < .01, r = .57$ )、数字と漢字 ( $z = -5.040, p < .01, r = .80$ )、数字とランダム図形 ( $z = -5.511, p < .01, r = .87$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -3.698, p < .01, r = .59$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -5.444, p < .01, r = .86$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -5.000, p < .01, r = .79$ )、1-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -3.858, p < .01, r = .61$ )、数字と漢字 ( $z = -2.903, p < .01, r = .46$ )、数字とランダム図形 ( $z = -4.570, p < .01, r = .72$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -5.457, p < .01, r = .86$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -5.323, p < .01, r = .84$ )、2-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.850, p < .01, r = .45$ )、数字とランダム図形 ( $z = -5.457, p < .01, r = .86$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -5.511, p < .01, r = .87$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -5.511, p < .01, r = .87$ )、3-back 条件では、数字とひらがな ( $z = -2.836, p < .01, r = .45$ )、数字とランダム図形 ( $z = -4.946, p < .01, r = .71$ )、ひらがなと漢字 ( $z = -3.154, p < .01, r = .50$ )、ひらがなとランダム図形 ( $z = -5.511, p < .01, r = .87$ )、漢字とランダム図形 ( $z = -5.511, p < .01, r = .87$ ) で有意な差が認められた。

#### IV. 考察

平均正答率の群間比較の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の刺激を用いた *N*-back task の 0-back 条件では「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と同程度の平均正答率であるのに対し、数字を用いた *N*-back task を除く 1-back 条件では、平均正答率が低下することが明らかになった。一方、平均正答反応時間の群間比較の結果においても同様に、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、0-back 条件では「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と同程度であるのに対し、数字を用いた *N*-back task を除く 1-back 条件では、平均正答反応時間が長くなることが明らかになった。さらに、このような平均正答率の低下と平均正答反応時間の遅延は、2-back 条件、3-back 条件でも認められた。このような結果は、ディスレクシア者が健常者とは異なり、*N*-back task 遂行中、*N* 値の増加により通常 WM で確認されるはずの脳領域の活性化がみられないという先行研究の報告(Beneventi, Tønnessen, Ersland, & Hugdahl, 2010)と関連すると思われる。

これらの結果から、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、前もって提示された刺激と同じであるかどうかの判断を単純に要求されるような 0-back 条件では、困難を示さないのに対し、前もって提示された刺激の表象を随時切り替えていかなければならない 1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件のような課題では、困難を示すことが明らかになった。言い換えれば、記憶の更新を要求されない条件では、困難を示さないのに対し、要求される条件では困難を示すことが明らかになった。また、このような結果は、数字、ひらがな、漢字など言語刺激を用いた *N*-back task だけではなく、ランダム図形という非言語刺激においても認められた。

各群における平均正答率の刺激間比較の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児は 0-back 条件では、各刺激とも同等の平均正答率であった。一方、1-back 条件、2-back 条件では、数字は他の刺激とは異なった平均正答率を示し、ひらがなも他の 3 つの刺激とは異なった平均正答率を示した。一方、漢字とランダム図形の平均正答率は同程度であった。平均正答反応時間の刺激間比較でも同様に、1-back 条件、2-back 条件では、数字は他の刺激とは異なった平均正答反応時間を示し、ひらがなも他の 3 つの刺激とは異なった平均正答反応時間を示すのに対し、漢字とランダム図形の平均正答率は同程度であった。これらの結果から、1-back 条件、2-back 条件と実行機能の負荷が増えるにしたがって、刺激特異的な平均正答率や平均正答反応時間を示すことから、このような課題状況においては異なった記憶保持方略がなされている可能性がある。そのように考えると漢字とランダム図形は 1-back 条件、2-back 条件においては、視覚性のリハーサルなど同様の記憶保持方略を用いている可能性があると考えられた。

一方、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児においても 0-back 条件では、各刺激とも同等の平均正答率であった。また、1-back 条件、2-back 条件では、ランダム

図形のみが、その他の刺激に比べ平均正答率の低下を示していた。平均正答反応時間では、「読み困難」を示さない HF-PDD 児では 2-back 条件と 3-back 条件、定型発達児では、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件でランダム図形の平均正答率の低下が見られた。以上の結果から、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児は、1-back 条件、2-back 条件下では、非言語など異なった記憶方略を用いてランダム図形を処理し、言語的な方略を用いて数字、ひらがな、漢字を処理している可能性が示唆された。

また、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児のいずれの群も、いずれの刺激を用いた  $N$ -back task でも、 $N$  の値が増えるにしたがって、平均正答反応時間が順に遅延していくことから、継時的な方略によって保持や検索を行っているため、情報量に比例して反応時間が長くなる可能性が示唆された。

研究 1 では、「読み困難」を示す HF-PDD 児が音韻情報と視知覚情報の双方を含む数字、ひらがな、漢字の記憶の更新のみならず、音韻情報を含まないランダム図形の記憶の更新においても困難が認められた。研究 2 では、研究 1 の実験的デザインで統制されていなかった各条件( $N$ )での刺激の記銘から想起までの時間間隔を統制し検討を行う。

## 【研究 2】表象の記銘から想起までの時間要因が *N-back task* の遂行成績に及ぼす影響について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究

### I. 目的

研究 1 の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、*N* の増加にともなって困難を示す可能性があることが示唆された。しかし、*N-back task* が、ある刺激 targetS1 に基づいて刺激 targetS2 の同定判断を行う課題であるということを考えると、研究 1 の実験デザインでは targetS1 から targetS2 までの時間間隔は *N* 値によって異なることになる。すなわち targetS1 から targetS2 までの時間間隔という提示刺激の記銘から想起の関係に注目すると *N* 値が小さいほど短く、大きいほど長くなり、*N* は記憶項目数と時間的要因の二つの変動を示すことになる。これでは研究 1 の結果が単に遅延時間による忘却率の群間差である可能性を完全に否定できない。そこで研究 2 では、*N-back task* において、targetS1 から targetS2 までの時間間隔を統制した実験デザインを組み、平均正答率、平均正答反応時間を測定し、研究 1 の結果が操作しなければならない記憶表象数の増加というような中央実行系の負荷によるものであったのか、それとも時間的忘却の影響によるものであったのかについて検討することを目的とする。

### II. 方法

#### 1. 対象者

対象者は、研究 1 と同様、中学 3 年生の男子生徒 61 名（「読み困難」を示す HF-PDD 児 14 名、「読み困難」を示さない HF-PDD 児 7 名、定型発達児 40 名）であった。実験の実施に先立ち対象生徒およびその保護者に対して、研究内容の説明を行い、書面により研究参加に対する同意を得た。

#### 2. 実験材料と手続き

研究 1 と同様、*N-back task* を実施した。本研究ではひらがなを刺激として用いた *N-back task* を作成し、課題条件 4 (*N*) × 試行数 40 (練習試行 10 + 本試行 30) の全 160 試行を実施した。ひらがな刺激には研究 1 と同様の刺激を用いた。

手続きは研究 1 に従った。実験デザインで、研究 1 と異なるのは、時間的構造のみである。研究 2 では、実験開始直後、凝視点が画面中心に 2000msec 提示され、その後、刺激が 250msec 間提示され、刺激間隔の後、次の刺激が 250msec 提示された。実験の時間的構造図を Fig. 21 に示した。targetS1 提示開始から targetS2 提示開始までの時間間隔は各条件で 3150msec に統制された。刺激間隔は *N* = 0、*N* = 1 で 2900msec、*N* = 2 で

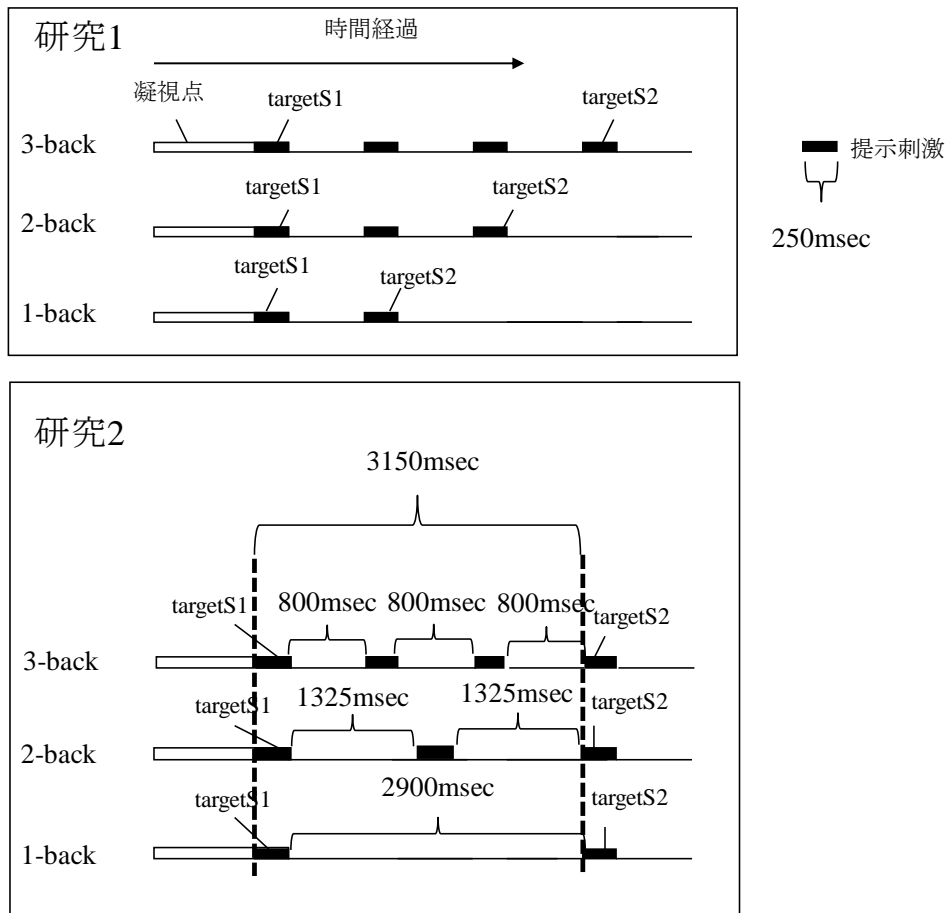


Fig. 21 研究2のN-back taskの時間構造(研究1との比較)

1325msec、 $N = 3$  で 800msec であった。この試行が連続して行われた。疲労などにより課題遂行が困難な場合、いつでも課題を中止することができることを対象者に説明した上で実験が開始された。

### 3. 分析方法

研究 1 の基準に従い、平均正答率と平均正答反応時間、それぞれの標準偏差を算出した。「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児の群間比較を行うため、提示刺激 1 (ひらがな)  $\times N$  値 3 (1-back、2-back、3-back) の 3 項目に関して、群 (「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児) を独立変数とし、平均正答率を逆正弦変換した値と平均正答反応時間を対数変換した値をそれぞれ従属変数に設定し、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。本実験では、反応時間や正答率が正規分布せず、その分布が正や負に歪曲していることから、分散分析ではなくノンパラメトリック分析を行った。分析では 5% を有意水準とした。

## III. 結果

「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児における  $N$ -back task の平均正答率と平均正答反応時間、各々の標準偏差を Table 6 に示した。

### 1. 平均正答率の群間比較 (Fig. 22)

平均正答率の群間比較を行うため、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。その結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、1-back ( $z = -2.455, p < .05, r = .54$ )、2-back ( $z = -3.682, p < .01, r = .80$ )、3-back ( $z = -3.428, p < .01, r = .75$ ) の各条件は有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、1-back ( $z = -4.877, p < .01, r = .66$ )、2-back ( $z = -5.300, p < .01, r = .72$ )、3-back ( $z = -5.567, p < .01, r = .76$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、1-back 条件、2-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、3-back 条件 ( $z = -2.762, p < .01, r = .40$ ) で有意な差が認められた。

### 2. 平均正答反応時間の群間比較 (Fig. 23)

平均正答反応時間の群間比較を行うため、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。その結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、1-back ( $z = -3.587, p < .01, r = .78$ )、2-back ( $z = -3.581, p < .01, r = .78$ )、3-back ( $z = -2.390, p < .05, r = .52$ ) の各条件は有意な差が認められた。

Table 6 時間条件を統制したN-back taskの平均正答率と平均正答反応時間

	0-back	1-back	2-back	3-back
<b>「読み困難」を示すHF-PDD児</b>				
平均正答率(%)	99.57(1.1)	94.07(4.9)	76.43(6.1)	64.29(6.4)
平均正答反応時間(msec)	400(25)	736(57)	985(91)	1011(95)
<b>「読み困難」を示さないHF-PDD児</b>				
平均正答率(%)	99.57(1.1)	98.71(1.6)	97.29(2.4)	83.00(8.2)
平均正答反応時間(msec)	401(23)	535(55)	759(41)	915(75)
<b>定型発達児</b>				
平均正答率(%)	99.48(1.2)	99.40(1.2)	95.50(5.9)	91.65(6.2)
平均正答反応時間(msec)	389(29)	517(48)	662(114)	799(106)



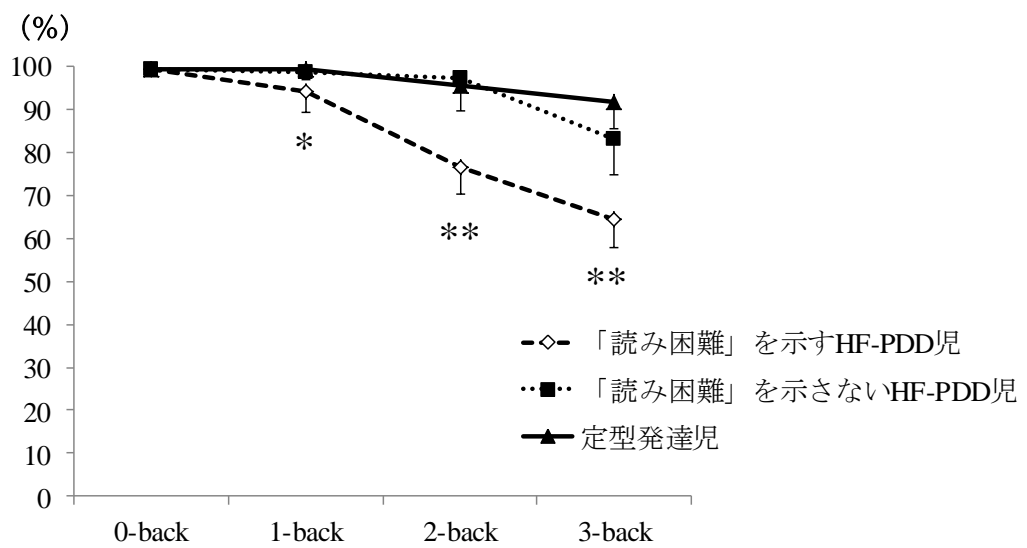


Fig. 22 時間統制条件を設けたN-back taskの平均正答率の群間比較

Note. \*, \*\*は、「読み困難」を示すHF-PDD児と「読み困難」を示さないHF-PDD児の群間比較の結果を示し,\*は $p < .05$ , \*\*は $p < .01$ を表す.

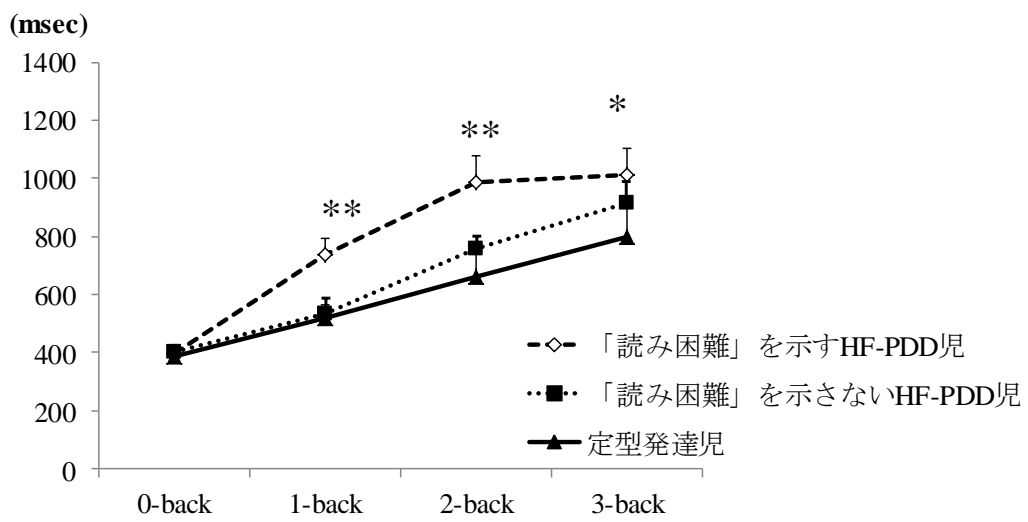


Fig. 23 時間統制条件を設けたN-back taskの平均正答反応時間の群間比較

Note. \*, \*\*は、「読み困難」を示すHF-PDD児と「読み困難」を示さないHF-PDD児の群間比較の結果を示し,\*は $p < .05$ , \*\*は $p < .01$ を表す.

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、1-back ( $z = -5.449, p < .01, r = .74$ )、2-back ( $z = -5.211, p < .01, r = .71$ )、3-back ( $z = -4.688, p < .01, r = .64$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、1-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、2-back 条件 ( $z = -2.600, p < .01, r = .38$ )、3-back 条件 ( $z = -2.689, p < .01, r = .39$ ) で有意な差が認められた。

#### IV. 考察

研究 2 では、刺激の記録から想起までの時間を統制した  $N$ -back task を実施した。その結果、研究 1 の結果と同様、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、0-back 条件では、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児と同等の平均正答率と平均正答反応時間を示したのに対し、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件では、低い平均正答率とより遅い平均正答反応時間を示した。記憶刺激の記録から想起までの時間を 0-back 条件から 3-back 条件の各条件で統制したにもかかわらず、研究 1 と同様、「読み困難」を示す HF-PDD 児が、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件で遂行成績に困難を示すという結果が得られたということは、記録してから想起するまでの時間の延長による忘却が、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児より速いためではなく、内的に保持、操作しなければならない記憶表象の増加が、困難に影響していることが明らかになった。

本研究で用いた  $N$ -back task は、f-MRI を用いた実験のメタ分析による先行研究 (Owen, 2000) から、リハーサル過程を担う脳領域のブローカ野の活性も認められることから、通常、リハーサル過程によって支えられているとされる。そうであるならば、記憶表象の増加によると考えられる 1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件の困難は、リハーサル過程を含まない純粋な短期記憶の問題ではなく、リハーサル過程を含む WM の問題によるものである。「読み困難」を示す HF-PDD 児は、言語的あるいは視空間的なリハーサルの過程に問題があるため、 $N$ -back task の  $N$  値の増加による遂行成績の低下を示すと考えられる。また、「読み困難」を示す HF-PDD 児では、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件と遂行成績の低下が顕著になることから、リハーサル量の増加が記憶の更新の困難さを引き起こしていると考えられた。本実験で用いた  $N$ -back task は、時間的に前に提示された刺激と現在提示されている刺激が同じであるか異なっているかを順次求める再認課題である。このことを踏まえると、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、内的に保持していた音韻的あるいは視覚的表象に対して心内に後続して入力される刺激の音韻あるいは視覚表象が干渉しやすいため、保持しなければならないはずの表象が保たれず、再認の困難を示す可能性が考えられた。

研究 2 では、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、表象の保持の数が増加した状況での記憶の更新に困難があることが示された。研究 2 に続いて、研究 3 においても「読み困

難」を示す HF-PDD 児が *N-back task* で低い遂行成績を示す要因について、音韻リハーサルスキルとの観点から検討を行う。

### 【研究 3】 構音抑制が *N-back task* 遂行成績に与える影響について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究

#### I. 目的

研究 1、研究 2 の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児が *N-back task* で低い遂行成績を示す原因に、刺激表象の操作過程の問題が考えられた。その主たる要因としてリハーサル過程が考えられた。本研究では、刺激表象の保持が、内的な言語リハーサル (内言) 方略によって支えられているのかどうかについて明らかにすることを目的とした。そこで本研究では、研究 1 で「読み困難」を示す HF-PDD 児が「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と最も大きな遂行成績の乖離を見せた漢字を用いた *N-back task* を用い、その遂行成績について、構音抑制状況を設けたときに低下するかどうかについて検討する。

言語リハーサル過程は、Baddeley (2000) の WM モデルでは、音韻ループにおいて遂行される。そしてこの言語リハーサル過程は、構音抑制によって妨害されることが知られている。構音抑制とは、数字や言葉などを繰り返し呟くことによって、情報の保持作業であるリハーサルを抑制する手法である (斉藤, 1993; Saito & Ishio, 1998)。Baddeley (2000) の WM モデルと構音抑制について検討した先行研究 (Baddeley, Logie, Bressi, Della Sala, & Spinnler, 1986; Logie, Zucco, & Baddeley, 1990) から、構音抑制は、音韻ループに依存した課題では遂行成績に妨害的に影響するのに対し、視空間スケッチパッドに依存した課題では遂行成績に影響しない (Smyth & Pendleton, 1989)。つまり、対象者が漢字の *N-back task* の遂行に、内的な言語リハーサルという音韻ループに依存した方略を用いていれば、構音抑制条件を設けることによって成績が低下することが予想される。一方、視空間スケッチパッドに依存した方略を用いていれば、構音抑制条件を設けても遂行成績の低下は見られないことが予想される。

#### II. 方法

##### 1. 対象者

対象者は、研究 1 と同様、中学 3 年生の男子生徒 61 名(「読み困難」を示す HF-PDD 児 14 名、「読み困難」を示さない HF-PDD 児 7 名、定型発達児 40 名)であった。実験の実施に先立ち対象生徒およびその保護者に対して、研究内容の説明を行い、書面により研究参加に対する同意を得た。

## 2. 実験材料と手続き

研究1と同様の *N*-back task を構音抑制条件のもとで実施した。本実験では漢字を刺激として用いた *N*-back task を作成し、課題条件 4 (*N*) × 試行数 40 (練習試行 10 + 本試行 30) の全 160 試行を実施した。漢字刺激には研究1と同様の刺激を用いた。

研究1の手続きに従った。実験デザインとして研究1と異なるのは、構音抑制条件を設けた点のみである。構音抑制条件では、対象者は、約1秒間隔で「あ、あ、あ……」と声に出しながら *N*-back task を遂行することが要求された。

疲労などにより課題遂行が困難な場合、いつでも課題を中止することができることを対象者に説明した上で実験が開始された。

## 3. 分析方法

研究1の基準に従い、平均正答率と平均正答反応時間、それぞれの標準偏差を算出した。「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児の群間比較を行うため、提示刺激 1 (漢字) × *N* 値 4 (0-back、1-back、2-back、3-back) の4項目に関して、群 (「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児) を独立変数とし、平均正答率を逆正弦変換した値と平均正答反応時間を対数変換した値をそれぞれ従属変数に設定し、Mann-Whitney の *U* 検定を実施した。また本研究では、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児のそれぞれの平均正答率と平均正答反応時間の結果を、研究1で用いた漢字の *N*-back task の結果と比較検討するため、Wilcoxon 検定を実施した。本実験では、反応時間や正答率が正規分布せず、その分布が正や負に歪曲していることから、分散分析ではなくノンパラメトリック分析を行った。分析では5%を有意水準とした。

## III. 結果

「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児における *N*-back task の平均正答率と平均正答反応時間、各々の標準偏差を Table 7 に示した。

### 1. 平均正答率の群間比較

平均正答率の群間比較を行うため、Mann-Whitney の *U* 検定を実施した。その結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、3-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、1-back ( $z = -3.246, p < .01, r = .71$ )、2-back ( $z = -2.049, p < .05, r = .45$ ) の各条件は有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、1-back ( $z = -5.738, p < .01, r = .78$ )、2-back ( $z = -4.285, p < .01, r = .58$ )、3-back ( $z = -2.485, p < .05, r = .34$ ) の各条件で有意な差

Table 7 構音抑制条件を設けたN-back taskの平均正答率と平均正答反応時間

	0-back	1-back	2-back	3-back
<b>「読み困難」を示すHF-PDD児</b>				
平均正答率(%)	98.43(2.1)	78.64(7.3)	67.71(5.1)	59.36(5.5)
平均正答反応時間(msec)	475(34)	986(135)	1028(141)	1130(144)
<b>「読み困難」を示さないHF-PDD児</b>				
平均正答率(%)	98.71(1.6)	91.00(4.0)	75.29(7.6)	55.71(10.8)
平均正答反応時間(msec)	465(102)	766(81)	970(60)	1076(105)
<b>定型発達児</b>				
平均正答率(%)	99.18(1.4)	97.88(2.6)	84.60(10.6)	64.20(13.4)
平均正答反応時間(msec)	456(87)	749(170)	889(182)	956(178)

が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、3-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、1-back ( $z = -3.711, p < .01, r = .54$ )、2-back ( $z = -2.379, p < .05, r = .35$ ) で有意な差が認められた。

## 2. 平均正答反応時間の群間比較

平均正答反応時間の群間比較を行うため、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。その結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、1-back 条件は有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、2-back ( $z = -2.463, p < .05, r = .54$ )、3-back ( $z = -2.726, p < .01, r = .60$ ) の各条件は有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、1-back ( $z = -4.244, p < .01, r = .58$ )、2-back ( $z = -2.162, p < .05, r = .30$ )、3-back ( $z = -2.952, p < .01, r = .40$ ) の各条件で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、1-back 条件では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、2-back 条件 ( $z = -3.705, p < .01, r = .54$ )、3-back 条件 ( $z = -3.900, p < .01, r = .57$ ) で有意な差が認められた。

## 3. 研究 1 の平均正答率との比較 (Fig. 24)

研究 1 で用いた漢字の  $N$ -back task の平均正答率の結果と比較検討するため、Wilcoxon 検定を実施した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児は、0-back 条件、1-back 条件、2-back 条件で有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、3-back 条件 ( $z = -2.625, p < .01, r = .70$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児は、0-back 条件、1-back 条件で有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、2-back 条件 ( $z = -2.197, p < .05, r = .59$ )、3-back 条件 ( $z = -2.197, p < .05, r = .59$ ) で有意な差が認められた。

定型発達群では、1-back 条件 ( $z = -2.795, p < .01, r = .44$ )、2-back 条件 ( $z = -4.767, p < .01, r = .75$ )、3-back 条件 ( $z = -5.498, p < .01, r = .87$ ) で有意な差が認められた。

## 4. 研究 1 の平均正答反応時間との比較 (Fig. 25)

研究 1 で用いたひらがなの  $N$ -back task の平均正答反応時間の結果と比較検討するため、Wilcoxon 検定を実施した。

「読み困難」を示す HF-PDD 児は、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件、で有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児は、1-back 条件で有意差が認められなかった ( $p > .05$ )。一方、2-back 条件 ( $z = -2.197, p < .05, r = .83$ )、3-back 条件 ( $z = -2.197, p < .05, r =$



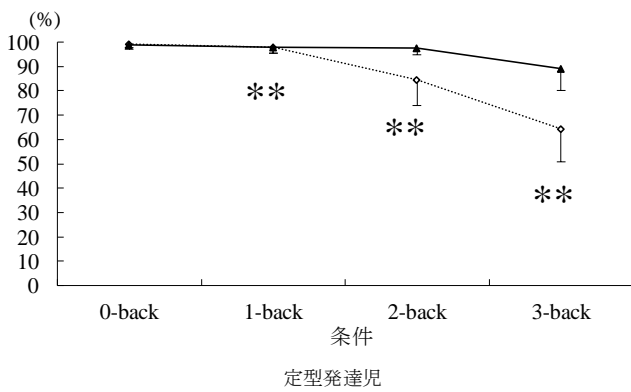
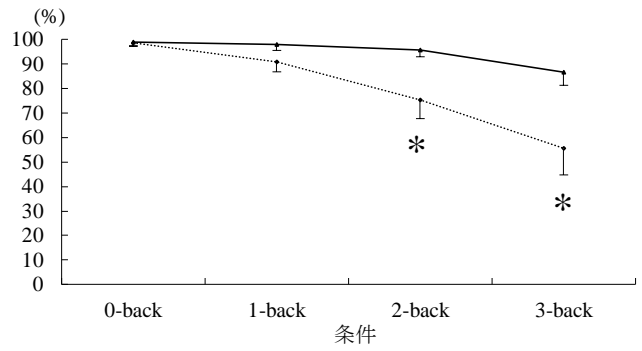
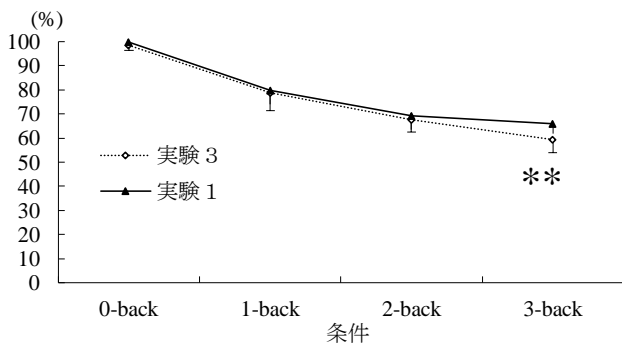
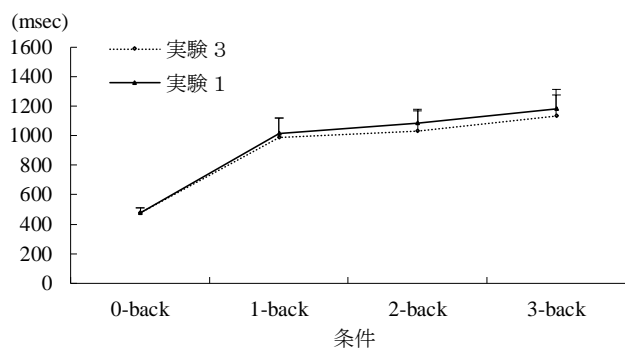
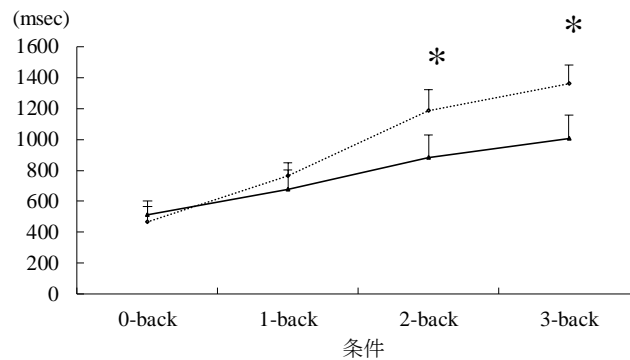


Fig. 24 構音抑制条件を設けたN-back taskの平均正答率(研究1との比較)

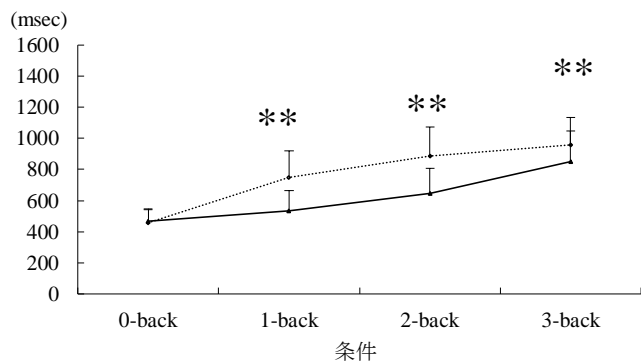
Note. \*, \*\*は, 研究1と研究3の比較の結果を示し, \*は $p < .05$ , \*\*は $p < .01$ を表す.



「読み困難」を示すHF-PDD児



「読み困難」を示さないHF-PDD児



定型発達児

Fig. 25 構音抑制条件を設けたN-back taskの平均正答反応時間(研究1との比較)

Note. \*, \*\*は、研究1と研究3の比較の結果を示し、\*は $p < .05$ , \*\*は $p < .01$ を表す。

83.) で有意な差が認められた。

定型発達群では、1-back 条件 ( $z = -5.081, p < .01, r = .80$ )、2-back 条件 ( $z = -5.242, p < .01, r = .83$ )、3-back 条件 ( $z = -2.850, p < .01, r = .45$ ) で有意な差が認められた。

#### IV. 考察

研究 3 の結果、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児は、漢字を刺激として用いた *N*-back task に構音抑制の状況を課すことで、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件で、構音抑制の状況を課していない研究 1 に比べ、平均正答率が低下し、平均正答反応時間が遅延したのに対し、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、平均正答率の低下や平均正答反応時間の遅延が認められなかった。これらの結果の説明として、2つのことが考えられた。

1つ目として、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児は、心内で言語的なリハーサルを用いながら漢字の記憶表象の操作を行っており、それが構音抑制によって妨害されたため遂行成績が低下し、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、漢字の記憶表象の保持に言語リハーサルを用いていなかったため遂行成績が低下しなかったのではないかということが考えられた。定型発達児が構音抑制を設けることで言語的な刺激を用いた記憶の更新課題に著しい困難を示すという結果は先行研究 (齊藤, 1993) の結果を支持するものであった。さらに、構音抑制が、Baddeley (1986, 2000) の WM モデルの音韻ループと中央実行系の機能からなる言語性 WM の過程に影響し、視空間スケッチパッドと実行機能から成る視覚性 WM の過程には影響しないという先行研究の報告 (Smyth & Pendleton, 1989) を考慮に入れると、「読み困難」を示す HF-PDD 児が、研究 3 の構音抑制条件を設けた漢字の *N*-back task で、研究 1 の構音抑制条件を設けない漢字の *N*-back task の遂行成績と同等であったのは、視覚性 WM で漢字の表象の操作が行われていたためかもしれない。このような解釈は研究 1 での「読み困難」を示す HF-PDD 児の漢字の *N*-back task の遂行成績とランダム図形の *N*-back task の遂行成績が同程度であるという結果からも支持できるように思われた。「読み困難」を示す HF-PDD 児の言語性 WM は、研究 1 の数字やひらがなの *N*-back task (1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件) の遂行成績がランダム図形の各条件の遂行成績より高いことを考えると、数字やひらがなの表象の操作については言語リハーサルに頼っている可能性が高いと推測された。しかし、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児の数字やひらがなの *N*-back task と比べ、「読み困難」を示す HF-PDD 児が 1-back 条件、2-back、3-back 条件で低い遂行成績を示すことから、「読み困難」を示す HF-PDD 児は言語リハーサルの過程にも問題を有すると考えられた。一方、研究 1 のランダム図形の 1-back 条件においても「読み困難」を示す HF-PDD 児は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児に比べて低い遂行成績を示すことから、視覚的リハーサルにも問題を有すると考えられた。

研究3の2つ目の説明として、「読み困難」を示す HF-PDD 児が、注意の制御に困難をもつため、同じ処理を繰り返す単純作業である遂行中の *N-back task* に注意を多く配分した結果として、構音抑制条件によって自動的に入力され、妨害となるはずの音韻刺激へ注意が向かず、研究3の構音抑制条件下の *N-back task* でも遂行成績が下がらなかったという可能性である。この点に関しても今後の検討が必要であると思われる。

研究1、研究2、研究3を総括すると、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、記憶の更新に不全があり、内的に保持する表象数の増加に伴って顕著になる、さらに、その不全は、音韻情報を含む刺激のみならず視知覚情報のみにおいても見られる。また、定型発達児では、通常、音韻的なりハーサルによって保持される漢字の刺激を、「読み困難」を示す HF-PDD 児は音韻的なりハーサルを用いないで保持していることが明らかになった。

## 第2章 高機能広汎性発達障害の「読み困難」の自動的意味処理の抑制制御とシフティングの検討

「第1部、第1章、第3節、2」で述べたように、読みは二重経路モデル (Coltheart, 1978; Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993)の音韻ルートと語彙ルートのような2つの異なる認知プロセスによって遂行されると考えられている。音韻ルートでは文字の音韻的側面が処理され、語彙ルートでは、文字の視覚的要素の直感的把握から意味へのアクセスがなされ、通常、これらのルートでの処理が調和的になされる。つまり、音韻ルートと語彙ルートという2つの読みプロセスを必要に応じて選択したり、各々のルートの情報を統合したりして読みは遂行される。「第1部、第1章、第3節、1」で述べたように、Marsh, Friedman, Welch, and Desberg (1981) のモデル、Frith (1985) のモデル、Ehri (1992, 1995, 1998, 2002)のモデルから、読みのプロセスは通常、ロゴグラフィック段階、アルファベット段階、綴り法段階の順に発達する。これは、二重経路モデルで言えば、音韻ルートによる処理と語彙ルートによる適応的な処理の発達プロセスであり、この発達のプロセスには一定の発達傾向がある。しかし、ディスレクシアの子どもにおいては、アルファベットの段階を経ずに綴りの段階に到達するなど、通常とは異なる読みの発達段階をたどるといふ報告も見られる (Campbell & Butterworth, 1985; Funnel & Davison, 1989; Snowling, Hulme, & Goulandris, 1994)。このような事実から、二重経路モデルの音韻ルートと語彙ルートの2つの処理を用いた適応的な処理プロセスの発達は読みのプロセスにおいて非常に重要な役割を果たすと考えられる。このような音韻ルートと語彙ルートの選択的、あるいは統合的な処理は、SASモデル (Norman & Shallice, 1986)のSASのような注意機構によって制御されると考えられる。

第2部第2章の研究4では、二重経路モデルの語彙ルートで処理されるような文字の視覚的要素の直感的把握から意味へのアクセスへ至る処理プロセスについて検討を行った。

研究5では、二重経路モデルの語彙ルートにより生起される意味処理を抑制しながら、音韻ルートによって読みを行うプロセスについて検討を行った。別の言い方をすれば実行機能の主要な機能である抑制制御について検討を行った。

研究6では、二重経路モデルの音韻ルートと語彙ルートを適宜切り替えながら読みを行うプロセスについて検討を行った。別の言い方をすれば実行機能の主要な機能であるシフティングについて検討を行った。

【研究 4】 ひらがな単語・非単語認知における文字の位置関係とプライミング効果について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究 (Yanai & Maekawa, 2013)

## I. 目的

研究 4 では、単語の文字位置と意味的プライミングについて検討する。プライミング効果とは先行刺激が後続刺激の反応に影響する効果である。とりわけプライムとターゲットの意味的関連によって生じるものを意味的プライミングと呼ぶ。意味的プライミングは、活性化拡散モデル (Collins & Loftus, 1975) で説明される。活性化拡散モデルでは、各概念が意味的な関連性に基づいて結合し、意味的ネットワークに貯蔵されていると仮定する。そして、ある概念が提示されると、活性化がネットワークを通じて拡散するとされる。意味的プライミングは、プライムによって、ネットワークに拡散が起こった結果であるとされる。意味的プライミングは、語彙決定課題を用いて測定される。語彙決定課題とは、プライムの後に提示されたターゲットが実際に存在する単語であるかどうかを判断する課題である。プライムとターゲットの間隔 (Stimulus Onset Asynchrony [SOA]) は、自動処理過程と制御処理過程を区別するために操作される (Neely, 1977)。SOA が短ければ自動処理過程を測定し、長ければ制御処理過程を測定する。

英語圏のアルファベットでは、単語の文字の位置がプライミング効果に影響することが明らかになっている。Perea and Lupker (2003) は、SOA の短い語彙決定課題を用いて、単語の中央(内部)の文字の交換は両端 (外側) を含む文字の交換よりプライミング効果を生じさせることを報告した。このような結果は、単語読みにおけるニューラルネットワークモデルからも予測され (Shillcock, Ellicson, & Monaghan, 2000)、単語の中央の文字の交換を行っても、自動的な意味処理がなされ、結果としてプライミング効果が起こることが示された。そこで研究 4 では、ひらがな単語と非単語の自動的な意味処理過程について検討するため語彙決定課題を用いて、ひらがな単語・非単語の文字位置と意味的プライミングについて検討する。プライミング効果は意味処理過程によって引き起こされるので、このようなプライミング効果は、読みの二重経路モデルの語彙ルートのプロセス、あるいは SAS モデルの Schema Control Unites のプロセスによる処理の結果を反映していると考えられる。「読み困難」の要因が、先行研究で指摘されているような注意の困難、あるいは音韻処理 (音韻ルート) に起因し、語彙ルートや Schema Control Unites の問題に起因しないのであれば、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と同等のプライミング効果を示すことが考えられる。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、研究 1 と同様、中学 3 年生の男子生徒 61 名（「読み困難」を示す HF-PDD 児 14 名、「読み困難」を示さない HF-PDD 児 7 名、定型発達児 40 名）であった。実験の実施に先立ち対象生徒およびその保護者に対して、研究内容の説明を行い、書面により研究参加に対する同意を得た。

### 2. 課題

語彙決定課題を実施した。2 × 3 要因計画を用いた。第一の要因はプライムとターゲットの意味的関連性であり、関連条件と無関連条件、ターゲット語が非語彙である NO 条件の 3 条件を設定した。第二の要因は、プライムの文字位置についてであり、単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語の 3 条件が設けられた。刺激はいずれもひらがな 5 文字の文字列で構成された。単語は単語である（例「かぶとむし」）。内部文字交換非単語は、5 文字の単語の中央部 3 文字をランダムに並べ替えた非単語文字列である（例「かぶむとし」）。外側文字交換非単語は、5 文字の単語の先頭と末尾の文字を入れ替えた非単語文字列である（例「しぶとむか」）。実験に用いた刺激の総数は 162 セット（9 条件×18 セット）であった。刺激の提示順序は各条件がランダムに配置された。実験に先だって、本実験対象児とは異なる中学 1 年生から中学 3 年生の生徒 30 名を対象に、質問紙を行い、連想されやすかった単語の対を関連条件の「プライム-ターゲット」刺激として用いた。一方連想されなかった単語の対を無関連条件の「プライム-ターゲット」刺激として用いた。

ディスプレイが眼前、約 50cm であることを確認した上で実験が開始された。また、疲労などにより課題遂行が困難な場合、いつでも課題を中止することができることを対象者に説明した上で実験が開始された。

### 3. 手続きと分析

反応時間とエラーの測定、刺激の作成、制御はパーソナル・コンピューター (Windows XP の REAL basic 5.5) によって行われた。また、反応時間やエラー測定用の入力装置としてゲームパッドを使用した。刺激提示には 15.4 型カラーディスプレイを使用した。

スクリーンには、1500msec の凝視点、100msec のブランク、200msec のプライム、300msec の SOA、ターゲットの順に提示された。ターゲットはボタン押しによって消失した。SOA は、先行研究から自動処理過程であるとされる 300msec に設定した。

対象者には、プライムは黙読、ターゲットは「A (語彙)」「B (非語彙)」のボタン押しにより判断することを要求した。6 試行の練習試行の後、本試行を行った。関連条件と無関連条件の単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語の正答反応時間を測定し、

各対象児の平均正答反応時間を算出し分析対象とした。NO 条件は分析から除外した。誤反応の反応時間については分析から除外した。

分析にあたり、正答反応時間の分布が正規分布ではなく、正に歪曲した分布であったので、ANOVA を用いなかった。群間比較を行うため、関連の有無 2 条件 (関連条件、無関連条件) × プライムの文字位置 3 条件 (単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語) の 6 項目に関して、群 (「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児) を独立変数とし、平均正答反応時間を対数変換した値を従属変数に設定し Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。

また、関連の有無 2 条件 (関連条件、無関連条件) を独立変数とし、3 群 (「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児) × プライムの文字位置 3 条件 (単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語) の 9 項目の平均正答反応時間を対数変換した値を従属変数に設定し Wilcoxon 検定を実施した。

### III. 結果

各条件におけるターゲット刺激への正答反応時間を Table 8、Fig. 26 に示した。

Mann-Whitney の  $U$  検定によって群間比較を行った結果、全ての群間において、関連条件の単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語に統計的に有意な差は認められなかった ( $p > .05$ )。一方、無関連条件では、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児の内部文字交換非単語 ( $z = -2.462, p < .05, r = .54$ )、「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児の内部文字交換非単語 ( $z = -2.507, p < .05, r = .34$ )、外側文字交換非単語 ( $z = -2.833, p < .01, r = .39$ )で有意な差が認められた。

Wilcoxon 検定の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児では、単語 ( $z = -3.296, p < .01, r = .52$ ) と内側文字交換条件 ( $z = -3.296, p < .01, r = .52$ ) で無関連条件に比べ関連条件の正答反応時間が短かった。一方、外側文字交換非単語では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、単語 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ ) と内側文字交換条件 ( $z = -2.366, p < .05, r = .90$ ) で無関連条件に比べ関連条件の正答反応時間が短かった。一方、外側文字交換非単語では有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。定型発達児では、単語 ( $z = -5.497, p < .01, r = .87$ )と内側文字交換条件 ( $z = -5.511, p < .01, r = .87$ )、外側文字交換非単語 ( $z = -5.175, p < .01, r = .82$ ) で無関連条件に比べ関連条件の有意に正答反応時間が短かった。

### IV. 考察

研究 4 の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児は、単語と内部文字交換非単語において、無関連条件に比べ関連条件の正答反応時間が



Table 8 語彙決定課題における各条件でのターゲット刺激への平均正答反応時間

	関連条件			無関連条件		
	単語	内部文字交換非単語	外側文字交換非単語	単語	内部文字交換非単語	外側文字交換非単語
「読み困難」を示すHF-PDD児						
平均(msec)	446	449	492	500	494	498
標準偏差(msec)	15	17	12	17	14	14
「読み困難」を示さないHF-PDD児						
平均(msec)	442	447	493	499	497	502
標準偏差(msec)	9	11	9	4	5	9
定型発達児						
平均(msec)	440	441	492	495	499	508
標準偏差(msec)	20	22	12	9	10	10

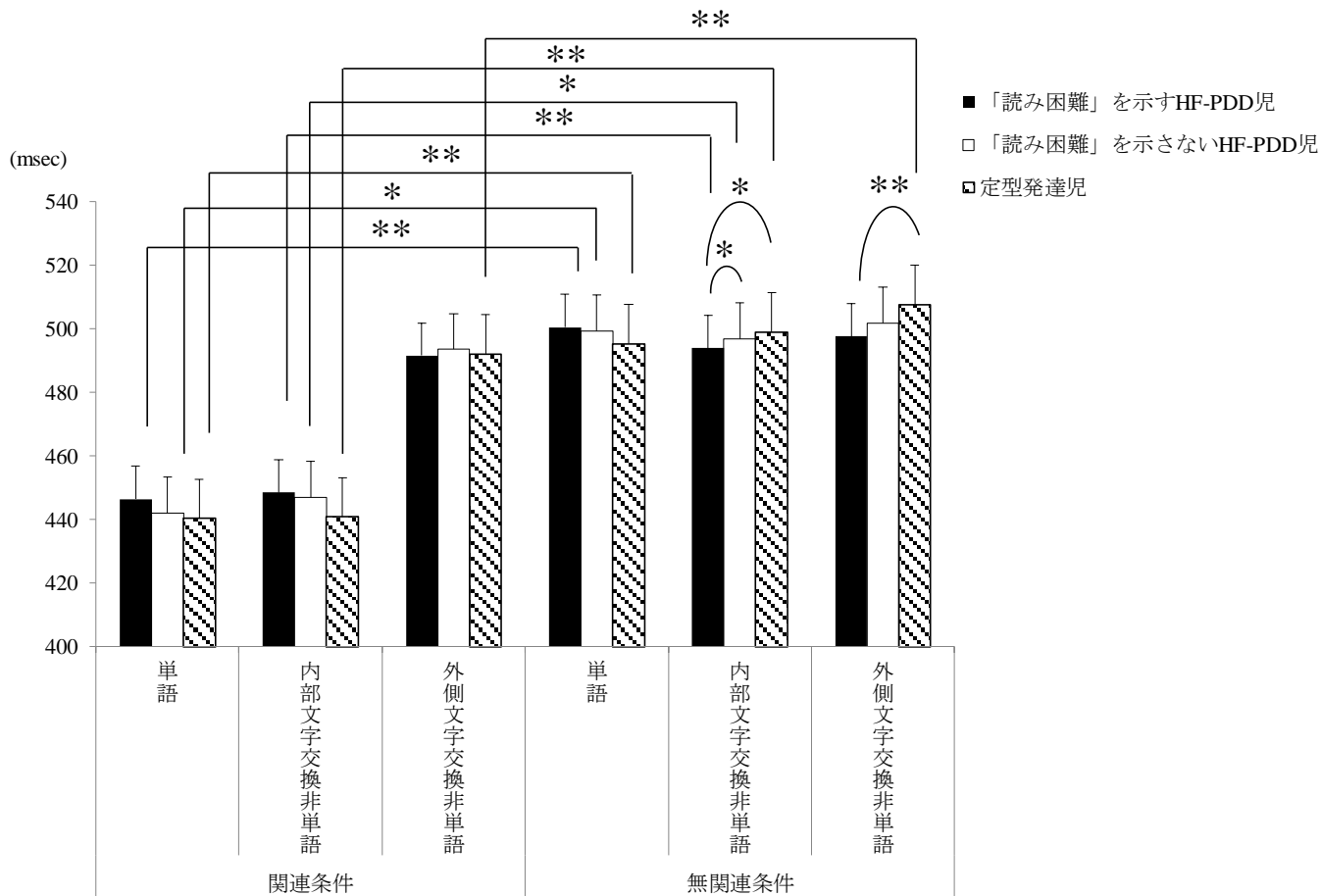


Fig. 26 語彙決定課題における各条件でのターゲット刺激への平均正答反応時間

Note. \*は $p < .05$ , \*\*は $p < .01$ を表す.

短くなることが明らかになった。一方、外側文字交換非単語では、無関連条件と比較した関連条件の正答反応時間の有意な短縮は見られなかった。定型発達児でも単語と内部文字交換非単語において、無関連条件に比べ関連条件の正答反応時間が短くなることが明らかになった。外側文字交換非単語でも、関連条件の平均正答反応時間において、無関連条件の平均正答反応時間との間に 16msec の短縮が見られたが、単語の 55msec や内部文字交換非単語の 58msec という差に比べるとわずかであることが明らかになった。これらの結果から、全ての対象群において、単語と内部文字交換非単語では、意味的なプライミングが生じるが、外側文字交換非単語では、意味的プライミングが生じないか、生じてもわずかであると考えられた。そして、このような結果は、アルファベット圏の単語の文字位置とプライミング効果の研究 (Perea & Lupker, 2003) と同様の結果であった。活性化拡散モデル (Collins & Loftus, 1975) に照らし合わせると、少なくとも本実験で用いた単語や内部文字交換非単語を視覚的に提示した場合、全ての対象群で同様に、意味的ネットワークの拡散が生じている結果であると考えられた。このような意味処理過程は、注意を必要としない自動的処理であると考えられ、SAS モデルの Schema Control Units で処理されると考えられる。一方自動的な処理過程であるので注意の制御を担う SAS 自体は関与しないだろう。

また、本実験の結果から「読み困難」を示す HF-PDD 児が無関連条件の内部文字交換非単語と外側文字交換非単語で他の群に比べ、正答反応時間が有意に短かった。このことは、「読み困難」を示す HF-PDD 児が非単語の認識において、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児とは異なった処理過程によって遂行されていることも考えられ、今後の検討が必要である。

研究 4 では、「読み困難」を示す HF-PDD 児が「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児と同程度のプライミング効果を示すことが明らかになった。また、内部文字交換条件ではプライミング効果が認められ、外側文字交換条件では、プライミング効果が認められないという文字位置の効果も同様であった。このように、読みの二重経路モデルの語彙ルートのプロセス、あるいは SAS モデルの Schema Control Units のプロセスのような処理過程には困難を示さないことが明らかになった。研究 5 では、SAS モデルの SAS にも関連するプロセス、すなわち自動的な意味処理過程を抑制しながら、読みの二重経路モデルの音韻ルートを遂行するプロセスについて検討する。

**【研究 5】 単語・非単語速読課題における記憶表象の抑制制御について「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究 (Yanai & Maekawa, 2013)**

## I. 目的

「第 1 部、第 1 章、第 5 節、1」で述べたとおり、実行機能には、記憶の更新、抑制制御、シフティングの 3 つの主要な機能がある。研究 5 では、研究 4 の結果をもとに、音読過程における自動的な意味処理の抑制制御について検討し、明らかにすることを目的とする。自動的な意味処理の抑制制御は SAS モデルに照らし合わせれば Schema Control Unites を SAS により制御するプロセスである。これはまた、二重経路モデルに照らし合わせれば、語彙ルートを抑制しながら音韻ルートにより処理を進めていくプロセスである。「読み困難」の原因が先行研究 (Berninger, 2001; Wolf & Denckla, 2004) で指摘されているような注意機構の問題であれば、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、本実験で用いられる内部文字交換条件を文字通りに読むという課題において、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児に比べ、読み速度の顕著な低下やエラー数の顕著な増加が認められることが予想される。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、研究 1 と同様、中学 3 年生の男子生徒 61 名（「読み困難」を示す HF-PDD 児 14 名、「読み困難」を示さない HF-PDD 児 7 名、定型発達児 40 名）であった。実験の実施に先立ち対象生徒およびその保護者に対して、研究内容の説明を行い、書面により研究参加に対する同意を得た。

### 2. 課題

ひらがな単語・非単語の速読課題を実施した。単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語、非単語の 4 条件を設定し、いずれも提示された単語または非単語を出来るだけ速く正確に文字通りに音読することを対象者に要求した。単語、内部文字交換非単語、外側部文字交換条件の本試行で用いた単語・非単語は研究 1 でプライムとして用いた単語・非単語を使用した。

### 3. 手続き

刺激は、MSP ゴシックの 32pt で 1 画面 3 行 × 6 列でスクリーンに提示された。スクリーン 1 ページの読みの速度とエラー数を測定した。エラーの判断は、先行研究 the Gray

Oral Reading Test-4th Editoin (Wiederholt & Bryant, 2001) の passage score を基準とした。

課題への言語反応は、音声録音ソフトにより wave ファイルを作成し、音声分析可視化ソフト SUGI Speech Analyzer を用い、読み時間やエラー数を測定した。刺激の作成、制御はパーソナル・コンピュータ (Windows XP の PowerPoint 2007) によって行われた。刺激提示には 15.4 型カラーディスプレイを使用した。

すべての実験において、ディスプレイが眼前、約 50cm (ディスプレイの視覚度は約  $36.5 \times 23.2^\circ$ ) であることを確認した上で実験が開始された。また、疲労などにより課題遂行が困難な場合、いつでも課題を中止することができることを対象者に説明した上で実験が開始された。

#### 4. 分析

群 (「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児) を独立変数とし、速読課題遂行能力には、読みの速度と正確性が関係すると考えられることから、読み時間とエラー数の  $z$  得点を加算した値を従属変数に設定し、Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した。本実験では、対象群のデータ数が少ないため、ANOVA ではなく、ノンパラメトリック検定を実施した。さらに、各群の 4 つの文字条件 (単語、非単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語) について読み時間とエラー数の  $z$  得点を加算した値から、各条件における速読課題遂行能力の平均からの乖離の程度についても検討を行った。ここでは本実験に参加した全対象者の速読課題遂行能力の平均からの乖離の程度を求めるため、 $z$  得点を算出した。 $z$  得点の値が大きいほど速読課題遂行能力が低いと解釈できる。

### III. 結果

速読課題の各条件(単語、非単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語)の読み時間とエラー数の結果を Table 9、Fig. 27 に示した。

「速読課題遂行能力」の群間比較を行うため Mann-Whitney の  $U$  検定を実施した結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児で、単語 ( $z = -3.545$ ,  $p < .01$ ,  $r = .77$ )、非単語 ( $z = -3.656$ ,  $p < .01$ ,  $r = .80$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -3.657$ ,  $p < .01$ ,  $r = .80$ )、外側文字交換非単語 ( $z = -3.656$ ,  $p < .01$ ,  $r = .80$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児でも、単語 ( $z = -4.986$ ,  $p < .01$ ,  $r = .68$ )、非単語 ( $z = -5.330$ ,  $p < .01$ ,  $r = .73$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -5.507$ ,  $p < .01$ ,  $r = .75$ )、外側文字交換非単語 ( $z = -5.241$ ,  $p < .01$ ,  $r = .71$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、単語、非単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語に有意な差は認められなかった ( $p > .05$ )。

次に速読課題遂行能力の平均からの乖離という視点で検討した。「読み困難」を示す

Table 9 速読課題の各条件の読み時間とエラー数の平均と標準偏差

	単語	非単語	内部文字交換非単語	外側文字交換非単語
「読み困難」を示すHF-PDD児				
読み時間	28.5(2.2)	44.3(6.4)	54.6(6.1)	45.7(6.4)
エラー数	0.8(0.8)	4.4(1.6)	6.9(2.7)	4.1(1.8)
「読み困難」を示さないHF-PDD児				
読み時間	24.2(2.9)	28.1(2.1)	30.9(2.2)	28.3(1.9)
エラー数	0.1(0.4)	0.9(0.7)	1.0(0.8)	0.3(0.5)
定型発達児				
読み時間	24.2(2.9)	27.6(5.1)	28.7(5.1)	27.0(5.1)
エラー数	0.1(0.3)	1.2(1.2)	1.3(1.3)	1.2(1.2)

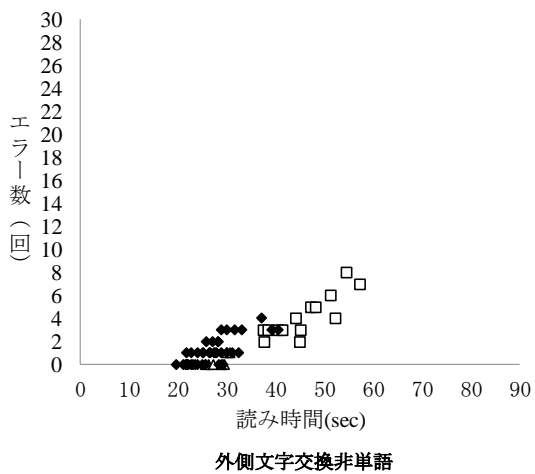
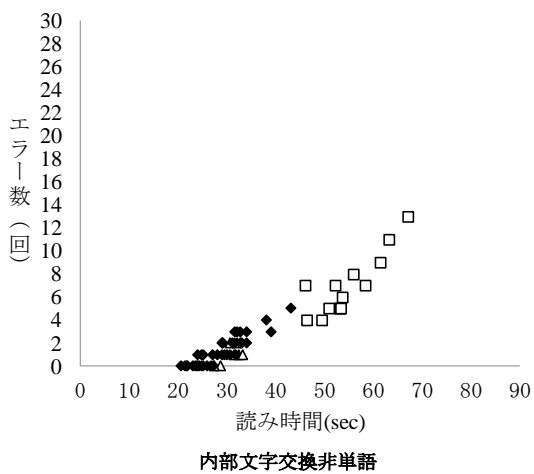
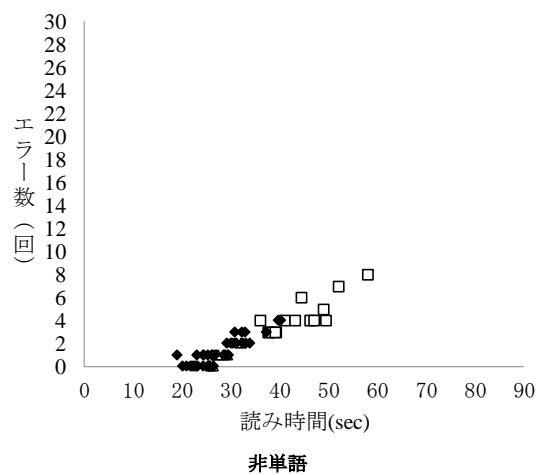
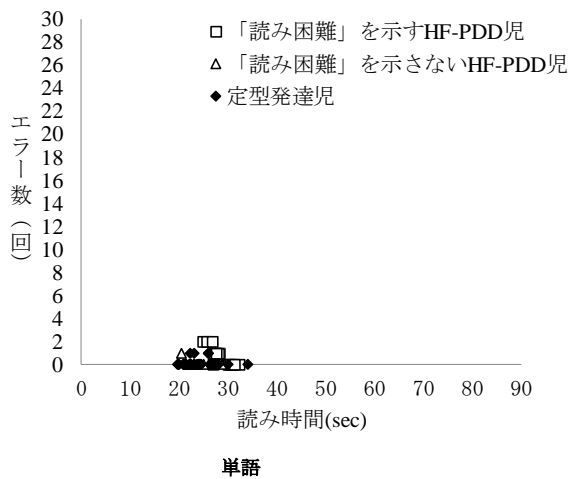


Fig. 27 速読課題の各条件の読み時間とエラー数の結果

HF-PDD 児は、非単語 ( $z = 2.837$ )、内部文字交換非単語 ( $z = 3.141$ )、外側文字交換非単語 ( $z = 2.843$ ) で、単語 ( $z = 1.968$ ) より遂行成績の平均値からの乖離が大きかった。さらに、「読み困難」を示す HF-PDD 児は内部文字交換非単語の方が非単語より遂行成績の平均値からの乖離が大きかった。一方、外側文字交換非単語と非単語では同程度の読みの遂行成績であった。「読み困難」を示さない HF-PDD 児は、単語 ( $z = -0.527$ )、非単語 ( $z = -0.933$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -0.871$ )、外側文字交換非単語 ( $z = -1.095$ ) であった。定型発達児は、単語 ( $z = -0.531$ )、非単語 ( $z = -0.720$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -0.857$ )、外側文字交換非単語 ( $z = -0.731$ ) であった。

#### IV. 考察

研究 5 の結果から、2 つの重要な結果が得られた。1 つ目として、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語、非単語のいずれにおいても他の 2 群に比べ、遂行成績の低下が見られるという点である。特に、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語、非単語では遂行成績の低下が顕著である。「読み困難」を示す HF-PDD 児は、これまで「読み困難」児の先行研究 (Goto, Kumoi, Koike, & Ohta, 2008; 熊谷・野内・前川, 2010; 松本, 2006) で指摘されてきたような非単語の音読の問題を有することが確認された。

2 つ目として、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、他の 2 群に比べ非単語で困難を示すが、それ以上に内部文字交換非単語の音読の遂行に困難を示すという点である。これら 2 つの点について、二重経路モデルに当てはめると、非単語と外側文字交換非単語では、音韻ルートで処理がなされると考えられる。1 点目の非単語の音読の困難はこの過程の問題によるものであると考えられる。単語と内部文字条件では、音韻ルートの処理が要求されるが、同時に自動的な意味処理がなされるため、語彙ルートの処理も同時に要求されると考えられる。単語では、語彙ルートの処理が促進的に働くと考えられる。これに対し、内部文字条件では、語彙ルートによって引き出される語彙情報は、音韻ルートによって引き出される音韻情報と異なるため、文字通りに音読するには語彙ルートを抑制しなければならないと考えられる。2 点目の内部文字交換非単語の音読の困難はこの過程の問題によるものであると考えられる。さらにこの過程は、SAS モデルでは Schema Control Units で生起される自動的な意味処理を SAS によって抑制する過程を含んでいると考えられる。つまり、内部文字交換非単語の音読の困難は、単に非単語の困難のみで説明できるものではなく、SAS など注意の抑制制御過程の問題をも含んでいると考えられる。

研究 5 では、「読み困難」を示す HF-PDD 児が、自動的な意味処理を抑制制御し、音韻ルートによって音読していく過程に顕著な困難を示すことが明らかになった。研究 6 では、二重経路モデルの語彙ルートと音韻ルートの処理の切り替えという視点を設定し、



研究 5 の結果と比較検討する。

## 【研究 6】 単語・非単語速読課題における認知処理方略のシフティングについて「読み困難」を示す高機能広汎性発達障害児と「読み困難」を示さない高機能広汎性発達障害児の比較研究

### I. 目的

本研究では、実行機能の主要な機能であるシフティングについて検討し、明らかにすることを目的とする。「第 1 部、第 1 章、第 5 節、1」で述べたように、シフティングとは、既知情報と新規情報への視点の切り替え、慣習的な行動と不慣れな行動の視点の切り替えなど注意・認知的処理の切り替え、認知的柔軟性を指す。本研究におけるシフティングは、特に認知的視点の切り換えを指し、この過程は、「第 1 部、第 1 章、第 3 節、2」で述べた二重経路モデルのボトムアップ処理（音韻ルート）とトップダウン処理（語彙ルート）の切り替えに相当すると考えられる。また、SAS モデルの SAS の負荷をより要求するプロセスである。

SAS のような全般的な注意制御機構の問題が「読み困難」の原因であるならば、「読み困難」を示す HF-PDD 児のみ、シフティングを設けた本課題において読み時間が遅くなり、エラー数が増えることが予想される。

### II. 方法

#### 1. 対象者

対象者は、研究 1 と同様、中学 3 年生の男子生徒 61 名（「読み困難」を示す HF-PDD 児 14 名、「読み困難」を示さない HF-PDD 児 7 名、定型発達児 40 名）であった。実験の実施に先立ち対象生徒およびその保護者に対して、研究内容の説明を行い、書面により研究参加に対する同意を得た。

#### 2. 課題

本研究では、交互シフティング条件とランダムシフティング条件の 2 つのシフティング条件を設定し、さらに各々の課題につき単語と非単語文字を混ぜた課題と単語と内部文字交換非単語を混ぜた速読課題を実施した。研究 4、研究 5 と同一の単語、内部文字交換非単語、非単語を用いた。交互シフティング条件では、単語と非単語文字を 1 行ずつ交互配列した文字列を読む課題、単語と内部文字交換非単語を 1 行ずつ交互に配列した文字列を読む課題の 2 課題を実施した。また、ランダムシフティング条件では、単語と非単語をランダムに配列した文字列を読む課題、単語と内部文字交換非単語をランダムに配列した文字列を読む課題の 2 課題を実施した。交互シフティング条件比べ、ランダムシフティング条件は、より認知的視点の切り換えを必要とする課題である (Fig. 28)。

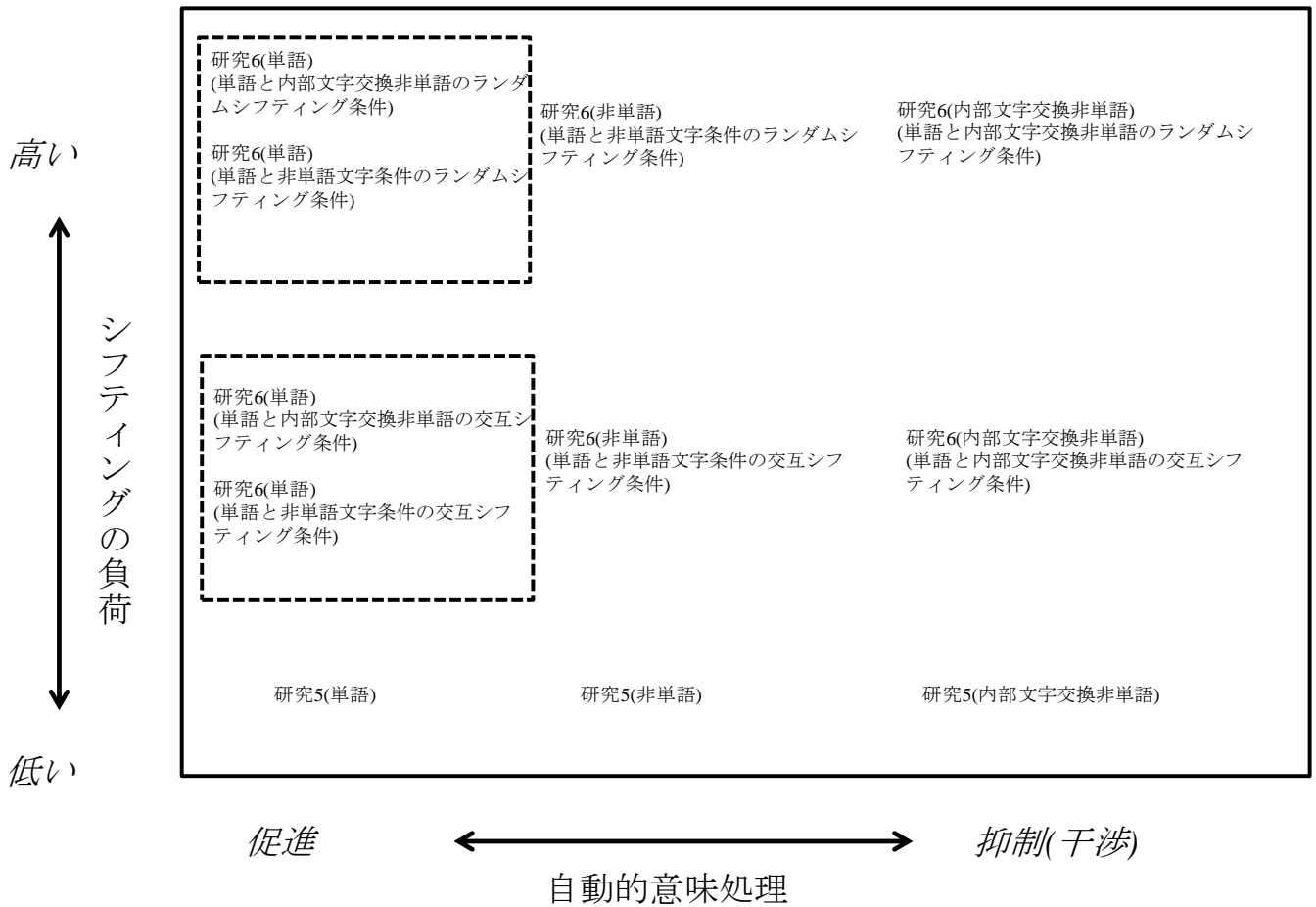


Fig. 28 研究5, 研究6の課題特性

### 3. 手続き

研究5と同様、いずれも提示された単語または非単語を出来るだけ速く正確に文字通りに音読することを対象者に要求した。刺激はノートパソコンのディスプレイに提示し、交互シフティング条件の2課題、ランダムシフティング条件の2課題の4課題は、それぞれ1回の練習試行(1行3項目で2行)の後、2回の本試行(1行3項目で6行、刺激は各試行でランダムに配置)で構成された。

刺激は、MSPゴシックの32ptで1画面3行×6列でスクリーンに提示された。スクリーン1ページの読みの速度とエラー数を測定した。エラーの判断は、先行研究 The Gray Oral Reading Test-4th Edition (Wiederholt & Bryant, 2001) の passage score を基準とした。

課題への言語反応は、音声録音ソフトにより wave ファイルを作成し、音声分析可視化ソフト SUGI Speech Analyzer を用い、読み時間やエラー数を測定した。刺激の作成、制御はパーソナル・コンピューター (Windows XP の PowerPoint 2007) によって行われた。刺激提示には 15.4 型カラーディスプレイを使用した。

すべての実験において、ディスプレイが眼前、約 50cm であることを確認した上で実験が開始された。また、疲労などにより課題遂行が困難な場合、いつでも課題を中止することができることを対象者に説明した上で実験が開始された。また、各対象者は、研究5の課題や研究6の交互シフティング条件、ランダムシフティング条件は、1か月以上の間において課題が行われた。

本実験の結果と研究5の結果を比較するため、本実験の結果は、単語、非単語、内部文字交換非単語それぞれにおいて、当該条件の実験開始の合図または前の条件の読み終わり直後から読み終わりまでの読み時間とエラー数を算出し、それぞれ同一条件で加算した値を算出した。各条件では研究5と同単語数、同文字数になるように速読課題を作成した。

### 4. 分析

各条件における「速読課題遂行能力」の群間比較を検討するため、群(「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児)を独立変数とし、読み時間とエラー数のz得点の加算値を従属変数に設定し Mann-Whitney の U 検定を実施した。本実験では、各対象群人数が異なることに加えて、データ数が少ないため、ANOVA ではなく、ノンパラメトリック検定を実施した。

各対象群の文字条件(単語、非単語、内部文字交換非単語)ごとに、各シフティング条件(シフティングなし(研究5)、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)を独立変数に、読み時間とエラー数をそれぞれ従属変数に設定し、Wilcoxon 検定を実施した。単語では、単語-非単語と単語-内部文字交換非単語という異なった刺激間の分析は行わず、同一刺激条件間においてのみ検討を行った。

さらに、各群の各条件 (交互シフティング条件 (単語と非単語、単語と内部文字交換非単語)、ランダムシフティング条件 (単語と非単語、単語と内部文字交換非単語)) について、それぞれ読み時間とエラー数の  $z$  得点の加算を算出し、各条件における対象者全体の速読課題遂行能力の平均からの乖離の程度についても検討を行った。ここでは本実験に参加した全対象者の速読課題遂行能力の平均からの乖離の程度を求めるため、 $z$  得点を算出した。 $z$  得点の値が大きいほど速読課題遂行能力が低いと解釈できる。

### III. 結果

本実験の交互シフティング条件の速読課題における読み時間とエラー数の平均と標準偏差を Table 10、ランダムシフティング条件の速読課題における読み時間とエラー数の平均と標準偏差を Table 11 に示した。また、単語と非単語の交互シフティングとランダムシフティングを設けた速読課題と研究 5 のシフティングを設けない速読課題の単語の読み時間とエラー数の結果を Fig. 29、非単語の結果を Fig. 30 に示した。本実験の単語と内部文字交換非単語の交互シフティングとランダムシフティングを設けた速読課題と研究 5 のシフティングを設けない速読課題の単語の読み時間の結果を Fig. 31、内部文字交換非単語の結果を Fig. 32 に示した。

#### 1. 交互シフティングを設けた速読課題の単語と非単語の結果

Mann-Whitney の  $U$  検定の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、単語と非単語 (交互シフティング条件) の単語 ( $z = -2.875, p < .01, r = .63$ )、非単語 ( $z = -3.656, p < .01, r = .80$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、単語と非単語 (交互シフティング条件) の単語 ( $z = -3.958, p < .01, r = .54$ )、非単語 ( $z = -5.468, p < .01, r = .75$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、単語と非単語 (交互シフティング条件) の単語、非単語で有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。

#### 2. 交互シフティングを設けた速読課題の単語と内部文字交換非単語の結果

Mann-Whitney の  $U$  検定の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、単語 ( $z = -3.432, p < .01, r = .75$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -3.656, p < .01, r = .80$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、単語 ( $z = -5.034, p < .01, r = .69$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -5.527, p < .01, r = .75$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、単語、内部文字交換非単語で有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。

Table 10 交互シフティング条件を設けた速読課題の各条件の読み時間とエラー数の平均と標準偏差

	単語—非単語		単語—内部文字交換非単語	
	単語	非単語	単語	内部文字交換非単語
「読み困難」を示すHF-PDD児				
読み時間	29.2(2.6)	52.2(7.3)	30.0(2.6)	60.7(6.5)
エラー数	1.7(1.1)	5.6(1.6)	2.5(0.9)	10.6(4.6)
「読み困難」を示さないHF-PDD児				
読み時間	24.3(3.4)	30.6(2.5)	24.9(3.6)	33.7(3.0)
エラー数	0.3(0.5)	1.1(0.7)	0.4(0.5)	1.7(0.8)
定型発達児				
読み時間	25.4(3.3)	28.1(5.2)	24.9(3.0)	29.0(5.2)
エラー数	0.4(0.6)	1.1(1.2)	0.5(0.7)	1.5(1.4)

Table 11 ランダムシフティング条件を設けた速読課題の各条件の読み時間とエラー数の平均と標準偏差

	単語—非単語		単語—内部文字交換非単語	
	単語	非単語	単語	内部文字交換非単語
「読み困難」を示すHF-PDD児				
読み時間	31.3(2.4)	57.5(7.2)	32.8(3.4)	71.7(9.1)
エラー数	1.4(0.9)	9.2(2.8)	3.5(1.1)	23.9(4.2)
「読み困難」を示さないHF-PDD児				
読み時間	25.8(3.7)	31.5(3.2)	25.4(3.3)	33.7(4.6)
エラー数	0.3(0.5)	1.0(0.8)	0.3(0.5)	2.4(1.3)
定型発達児				
読み時間	27.4(2.9)	31.8(5.6)	26.5(3.6)	31.9(5.1)
エラー数	0.6(0.7)	1.2(1.0)	0.6(0.7)	2.1(1.3)

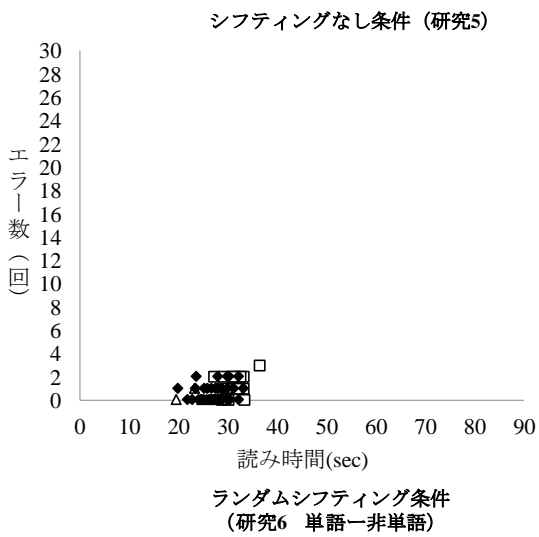
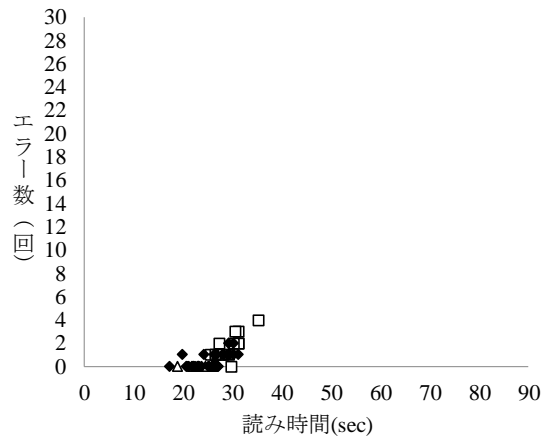
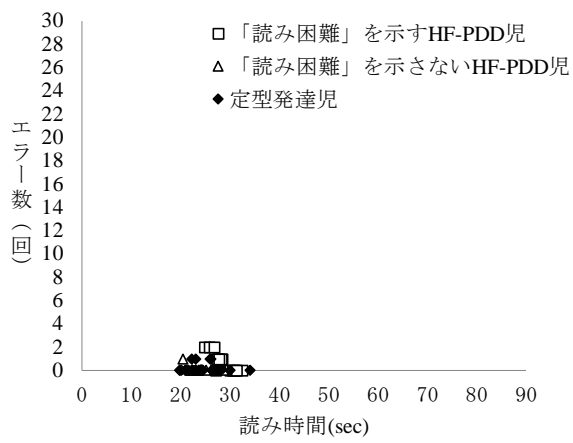


Fig. 29 速読課題のシフティング(単語-非単語)の有無と単語の読み時間とエラー数の結果



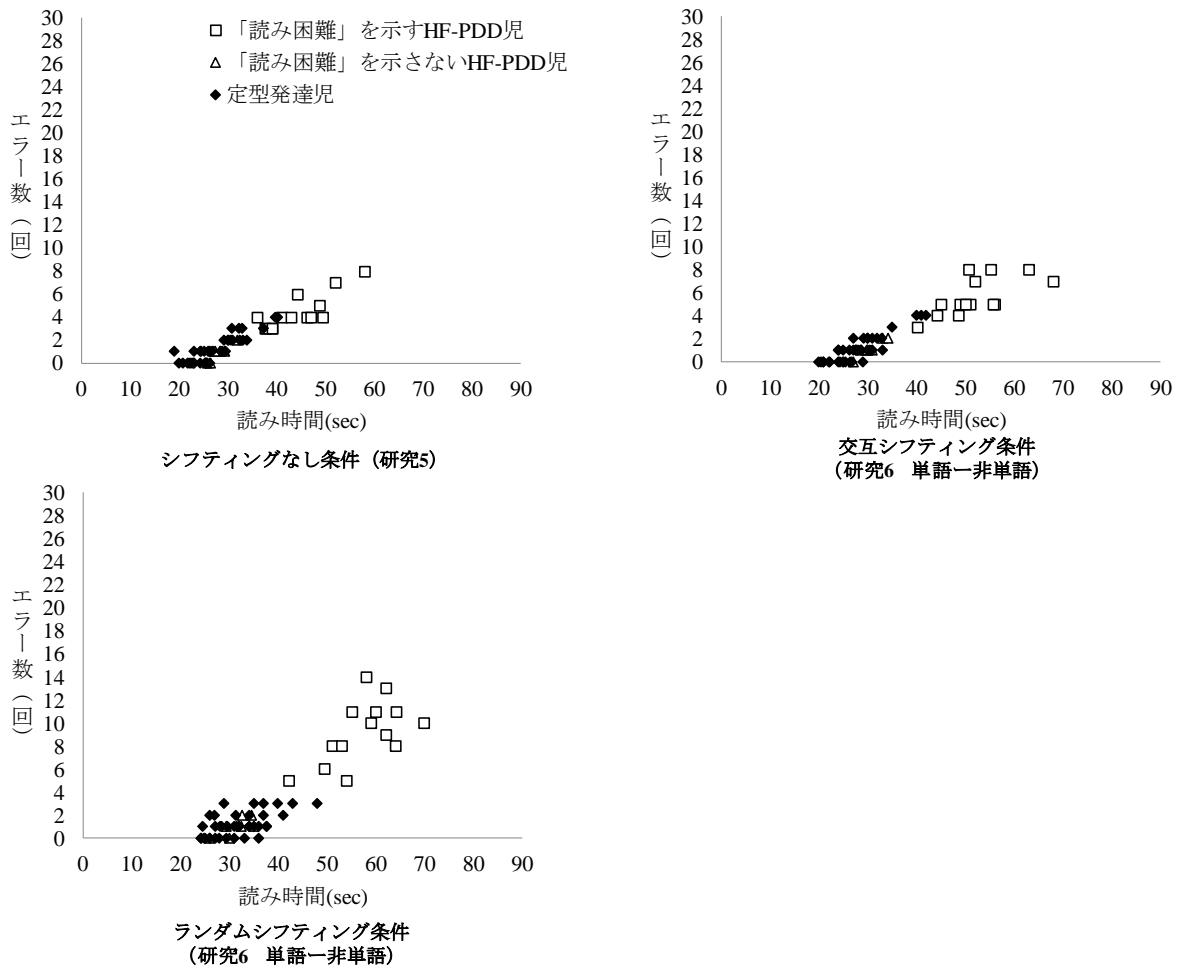
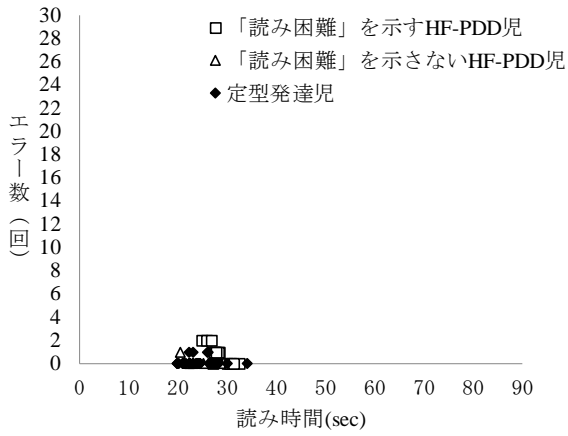
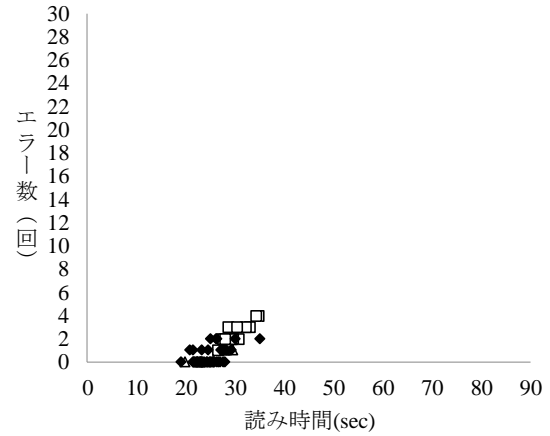


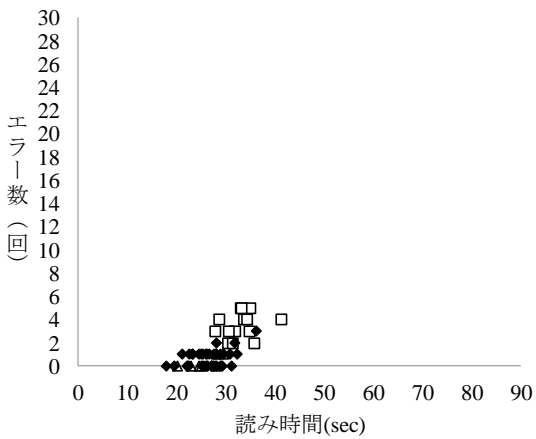
Fig. 30 速読課題のシフティングの有無と非単語の読み時間とエラー数の結果



シフティングなし条件 (研究5)



交互シフティング条件  
 (研究6 単語—内部文字交換非単語)



ランダムシフティング条件  
 (研究6 単語—内部文字交換非単語)

Fig. 31 速読課題のシフティング(単語—内部文字交換非単語)の有無と単語の読み時間とエラー数の結果

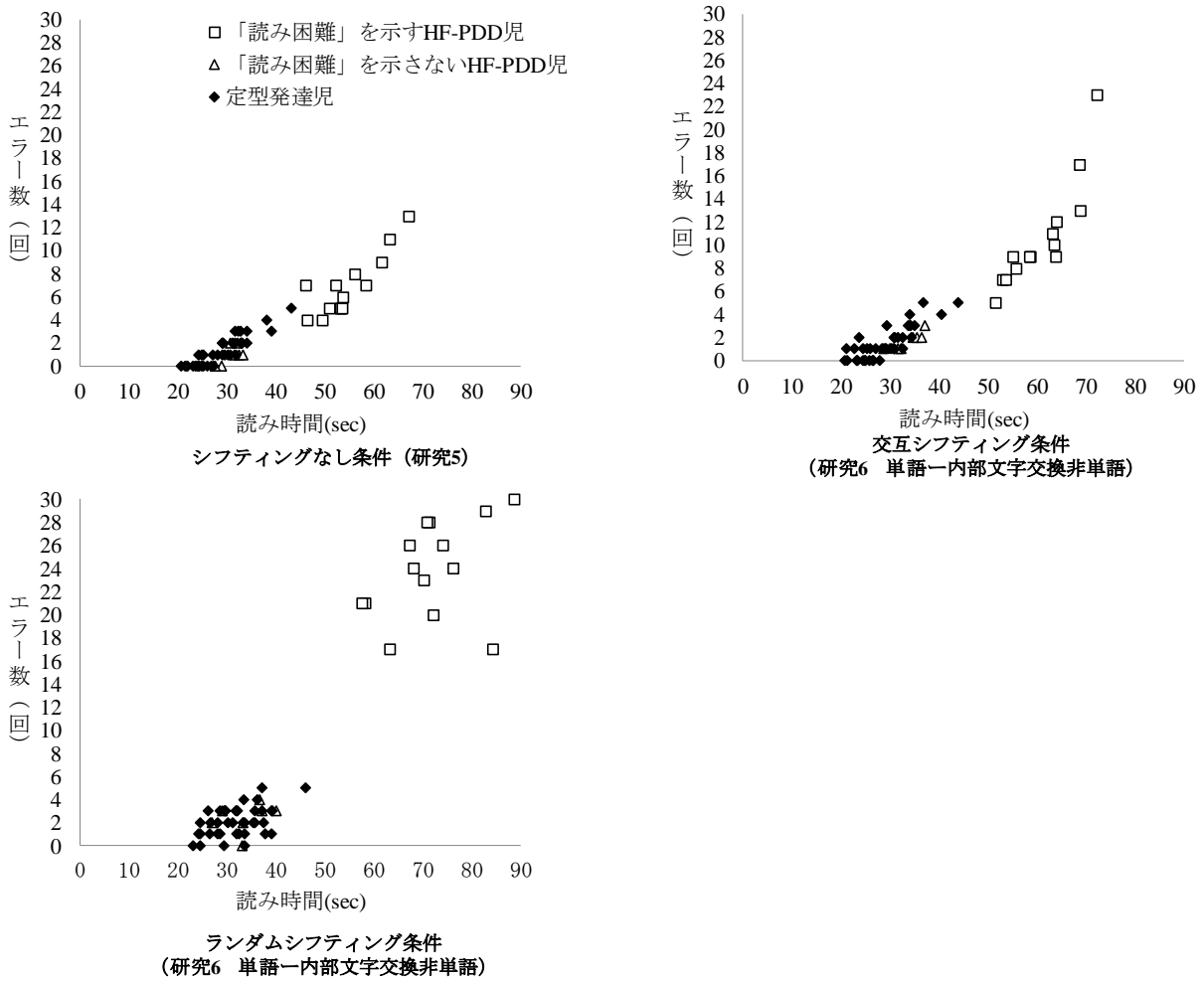


Fig. 32 速読課題のシフティングの有無と内部文字交換非単語の読み時間とエラー数の結果

### 3. ランダムシフティングを設けた速読課題の単語と非単語の結果

Mann-Whitney の  $U$  検定の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、単語 ( $z = -3.283, p < .01, r = .72$ )、非単語 ( $z = -3.656, p < .01, r = .80$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、単語 ( $z = -3.880, p < .01, r = .54$ )、非単語 ( $z = -5.527, p < .01, r = .75$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、単語、非単語で有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。

### 4. ランダムシフティングを設けた速読課題の単語と内部文字交換非単語の結果

Mann-Whitney の  $U$  検定の結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児と「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、単語 ( $z = -3.656, p < .01, r = .80$ )、内部文字交換非単語 ( $z = -3.656, p < .01, r = .80$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示す HF-PDD 児と定型発達児では、単語 ( $z = -5.310, p < .01, r = .72$ )、非単語 ( $z = -5.527, p < .01, r = .75$ ) で有意な差が認められた。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児では、単語、非単語で有意な差が認められなかった ( $p > .05$ )。

### 5. 各シフティング条件 (シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の読み時間の比較

「読み困難」を示す HF-PDD 児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 12 に、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の分析結果を Table 13 に示した。非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 14 に示した。内部文字交換非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 15 に示した。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 16 に、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の分析結果を Table 17 に示した。非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 18 に示した。内部文字交換非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 19 に示した。

定型発達児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 20 に、各シフティング (単語-内部文字交換

Table 12 「読み困難」を示すHF-PDD児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$z = -2.920, p < .01, r = .78$
交互シフティング条件	-	-	$z = -3.297, p < .01, r = .88$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 13 「読み困難」を示すHF-PDD児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -3.235, p < .01, r = .87$	$z = -3.174, p < .01, r = .85$
交互シフティング条件	-	-	$z = -2.480, p < .05, r = .66$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 14 「読み困難」を示すHF-PDD児が、非単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -3.297, p < .01, r = .88$	$z = -3.296, p < .01, r = .88$
交互シフティング条件	-	-	$z = -3.107, p < .01, r = .83$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 15 「読み困難」を示すHF-PDD児が、内部文字交換非単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -3.297, p < .01, r = .88$	$z = -3.296, p < .01, r = .88$
交互シフティング条件	-	-	$z = -3.299, p < .01, r = .88$
ランダムシフティング条件	-	-	-



Table 16 「読み困難」を示さないHF-PDD児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$z = -2.032, p < .05, r = .77$
交互シフティング条件	-	-	$z = -2.366, p < .05, r = .90$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 17 「読み困難」を示さないHF-PDD児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$z = -2.197, p < .05, r = .83$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 18 「読み困難」を示さないHF-PDD児が、非単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.266, p < .05, r = .86$	$z = -2.371, p < .05, r = .90$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 19 「読み困難」を示さないHF-PDD児が、内部文字交換非単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.366, p < .01, r = .90$	$p > .05$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 20 定型発達児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.414, p < .05, r = .38$	$z = -4.833, p < .01, r = .77$
交互シフティング条件	-	-	$z = -5.102, p < .01, r = .81$
ランダムシフティング条件	-	-	-

非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 21 に示した。非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 22 に示した。内部文字交換非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 23 に示した。

#### 6. 各シフティング条件 (シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件) のエラー数の比較

「読み困難」を示す HF-PDD 児の単語のエラー数について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 24 に、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の分析結果を Table 25 に示した。非単語のエラー数について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 26 に示した。内部文字交換非単語のエラー数について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 27 に示した。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児の単語のエラー数について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 28 に、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の分析結果を Table 29 に示した。非単語のエラー数について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 30 に示した。内部文字交換非単語のエラー数について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 31 に示した。

定型発達児の単語のエラー数について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 32 に、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の分析結果を Table 33 に示した。非単語のエラー数について、各シフティング (単語-非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 34 に示した。内部文字交換非単語のエラー数について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件の Wilcoxon 検定による分析結果を Table 35 に示した。

#### 7. 各条件における速読課題遂行能力の平均からの乖離 (研究 5 との比較)

「読み困難」を示す HF-PDD 児の単語の  $z$  値は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z = 1.968$ )、単語と非単語の交互シフティング条件 ( $z = 1.991$ )、単語と内部文字交換非単語の交互シフティング条件 ( $z = 2.475$ )、単語と非単語のランダムシフティング条件 ( $z = 1.684$ )、単語と内部文字交換非単語のランダムシフティング条件 ( $z = 2.674$ ) であった。非単語の乖離は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z = 2.837$ )、単語と非単語の交互シフティング条件 ( $z = 3.126$ )、単語と非単語のランダムシフティング条件 ( $z = -3.265$ ) であった。内部文字交換非単語の乖離は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z = 3.141$ )、単語と内部文字交換非単語の交互シフティング条件 ( $z = 3.126$ )、単語と内部文字交換非単語

Table 21 定型発達児が、単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -3.096, p < .01, r = .49$	$z = -4.299, p < .01, r = .68$
交互シフティング条件	-	-	$z = -3.445, p < .01, r = .55$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 22 定型発達児が、非単語の読みにかかる時間について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$z = -5.157, p < .01, r = .82$
交互シフティング条件	-	-	$z = -5.039, p < .01, r = .80$
ランダムシフティング条件	-	-	-



Table 23 定型発達児が、内部文字交換非単語の読みにかかる時間について、各シフティング (単語-内部文字交換非単語) 条件 (シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件) の比較結果 (Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$z = -3.065, p < .01, r = .49$
交互シフティング条件	-	-	$z = -2.998, p < .01, r = .48$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 24 「読み困難」を示すHF-PDD児の単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.489, p < .05, r = .67$	$z = -2.060, p < .05, r = .55$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 25 「読み困難」を示すHF-PDD児の単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.853, p < .01, r = .76$	$z = -3.316, p < .01, r = .89$
交互シフティング条件	-	-	$z = -2.495, p < .05, r = .67$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 26 「読み困難」を示すHF-PDD児の非単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.656, p < .01, r = .71$	$z = -3.301, p < .01, r = .88$
交互シフティング条件	-	-	$z = -3.217, p < .01, r = .86$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 27 「読み困難」を示すHF-PDD児の内部文字交換非単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -3.309, p < .01, r = .89$	$z = -3.302, p < .01, r = .88$
交互シフティング条件	-	-	$z = -3.309, p < .01, r = .89$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 28 「読み困難」を示さないHF-PDD児の単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$p > .05$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 29 「読み困難」を示さないHF-PDD児の単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$p > .05$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 30 「読み困難」を示さないHF-PDD児の非単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$p > .05$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-



Table 31 「読み困難」を示さないHF-PDD児の内部文字交換非単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$p > .05$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 32 定型発達児の単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.829, p < .01, r = .45$	$z = -3.400, p < .01, r = .54$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 33 定型発達児の単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$z = -2.830, p < .01, r = .45$	$z = -3.507, p < .01, r = .56$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 34 定型発達児の非単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$p > .05$
交互シフティング条件	-	-	$p > .05$
ランダムシフティング条件	-	-	-

Table 35 定型発達児の内部文字交換非単語音読のエラー数について、各シフティング(単語-内部文字交換非単語)条件(シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件)の比較結果(Wilcoxon検定による分析結果)

	シフティングなし条件	交互シフティング条件	ランダムシフティング条件
シフティングなし条件	-	$p > .05$	$z = -3.007, p < .01, r = .48$
交互シフティング条件	-	-	$z = -2.345, p < .05, r = .37$
ランダムシフティング条件	-	-	-

のランダムシフティング条件 ( $z=3.471$ )であった。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児の単語の  $z$  値は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z=-0.527$ )、単語と非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.980$ )、単語と内部文字交換非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.775$ )、単語と非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-1.259$ )、単語と内部文字交換非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-1.186$ ) であった。非単語の乖離は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z=-0.933$ )、単語と非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.730$ )、単語と非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-1.029$ ) であった。内部文字交換非単語の乖離は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z=-0.871$ )、単語と内部文字交換非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.631$ )、単語と内部文字交換非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-0.916$ ) であった。

定型発達児の単語の  $z$  値は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z=-0.531$ )、単語と非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.502$ )、単語と内部文字交換非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.669$ )、単語と非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-0.317$ )、単語と内部文字交換非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-0.643$ ) であった。非単語の乖離は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z=-0.720$ )、単語と非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.835$ )、単語と非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-0.843$ ) であった。内部文字交換非単語の乖離は、研究 5 のシフティングなし条件 ( $z=-0.857$ )、単語と内部文字交換非単語の交互シフティング条件 ( $z=-0.905$ )、単語と内部文字交換非単語のランダムシフティング条件 ( $z=-0.935$ ) であった。

#### IV. 考察

各対象群が各条件で示す「速読課題遂行能力」の群間差について検討した結果、全条件で、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児に比べ低い「速読課題遂行能力」を示すことが明らかになった。一方、「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児の間には有意な差が認められず、同等の「速読課題遂行能力」であることが明らかになった。

研究 6 の各シフティング条件 (シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件) の読み時間とエラー数の比較から、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、単語、非単語、内部文字交換非単語の速読課題において、シフティングなし条件 (研究 5)、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件の順に読み時間が延長し、エラー数が増える傾向があることが明らかになった。これらについて詳細に検討すると、特に、交互シフティング条件やランダムシフティング条件の非単語と内部文字交換非単語の速読で、読み時間の顕著な延長とエラー数の増加が認められた。一方、単語の速読では、シフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-非単語) の読み時間の間や交互シフティング条件 (単語-非単語) とランダムシフティング条件 (単語-非単語)

のエラー数の間に Wilcoxon 検定で有意差が認められなかった。このことから、単語の読み時間とエラー数の結果は、非単語や内部文字交換非単語の結果と比べると、読み時間の延長やエラー数の増加は顕著ではなかった。

「読み困難」を示さない HF-PDD 児は、単語では、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-非単語)、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語)、交互シフティング条件 (単語-非単語) とランダムシフティング条件 (単語-非単語) の読み時間のみ、Wilcoxon 検定で有意差が認められ、それ以外の条件間での読み時間やエラー数に有意差が認められなかった。このことから、交互シフティング条件やランダムシフティング条件によって、読み時間の延長は見られるが、エラー数の増加は見られないことが示された。同様に、非単語や内部文字交換非単語でも、非単語のシフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-非単語)、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-非単語) の読み時間の間と内部文字交換非単語のシフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) の読み時間のみ Wilcoxon 検定で有意差が認められ、それ以外の条件間での読み時間やエラー数に有意差が認められなかった。このことから、交互シフティング条件やランダムシフティング条件は、読み時間を延長させるがエラー数には、ほとんど影響しないことが示された。

定型発達児は、単語におけるシフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-非単語)、シフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-内部文字交換非単語)、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-非単語)、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語)、交互シフティング条件 (単語-非単語) とランダムシフティング条件 (単語-非単語)、交互シフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) の読み時間の間、非単語におけるシフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-非単語)、交互シフティング条件 (単語-非単語) とランダムシフティング条件 (単語-非単語) の間、内部文字交換非単語におけるシフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語)、交互シフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) で Wilcoxon 検定の結果、有意な差が認められた。このことから交互シフティング条件やランダムシフティング条件は、単語、非単語、内部文字交換非単語の読み時間を延長させる一方、エラー数では、単語におけるシフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-非単語)、シフティングなし条件と交互シフティング条件 (単語-内部文字交換非単語)、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-非単語)、シフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) の間、内部文字交換非単語におけるシフティングなし条件とランダムシフティング条件 (単語-内部文字交換非単語)、交互シフティング条件 (単語-内部文字交換非単語) とランダムシフティング条件 (単

語-内部文字交換非単語) の間のみで有意な差が認められた。このような結果から、交互シフティング条件やランダムシフティング条件は、単語と内部文字交換非単語のエラー数を増加させる一方で、非単語のエラー数は増加させなかった。

全対象群において、シフティングなし条件に比べ、交互シフティング条件やランダムシフティング条件では、読み時間の延長が見られる傾向があることが明らかになった。特に「読み困難」を示す HF-PDD 児は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児に比べ、読み時間の延長が顕著に認められた。一方、エラー数に関しては、「読み困難」を示す HF-PDD 児はシフティングなし条件に比べ、交互シフティング条件やランダムシフティング条件の単語、非単語、内部文字交換非単語で増加するのに対し、「読み困難」を示さない HF-PDD 児では、単語、非単語、内部文字交換非単語、定型発達児では、単語と内部文字交換非単語でシフティング条件での増加が見られなかった。さらに、「読み困難」を示す HF-PDD 児の「速読課題遂行能力」の群の平均値を対象者全体の平均からの乖離と比較すると、シフティングなし条件、交互シフティング条件、ランダムシフティング条件の順に  $z$  値の値が大きくなり、乖離が大きくなる傾向があった。

また、「読み困難」を示す HF-PDD 児の群の対象者全体の平均からの乖離率は、ランダムシフティング条件における内部文字交換非単語の読みで最も大きかった。以上の結果から、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と比べると、実行機能の主要な機能であるシフティングが脆弱であることが考えられた。また、本実験の結果を Coltheart, Curtis, Atkins, and Haller (1993) の音読のモデルに照合すると、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、音韻ルート (ボトムアップ処理) と語彙ルート (トップダウン処理) の切り替えに困難を示し、特に語彙ルートから音韻ルートの切り替えに著しい困難を示すと考えられた。さらに、この切り替えは、語彙ルートと音韻ルート間で情報が競合するような状況では、より顕著になることが考えられた。この過程をさらに SAS モデル (Norman & Shallice, 1986; Shallice & Burgess, 1993) に照合すると、Schema Control Units で生起される処理を適宜抑制する SAS の困難であると考えられた。

研究 5、研究 6 の課題特性と「読み困難」の関係を Fig.33 に示した。最後に、研究 4、研究 5、研究 6 を総括すると、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、二重経路モデルの語彙ルートや SAS モデルの Schema Control Units のような処理過程には不全を示さないが、二重経路モデルの語彙ルートを抑制しながらの音韻ルートによる処理、あるいはその切り替えを適宜要求されるような処理、SAS モデルの SAS の負荷が高い処理には不全を示すことが明らかになった。



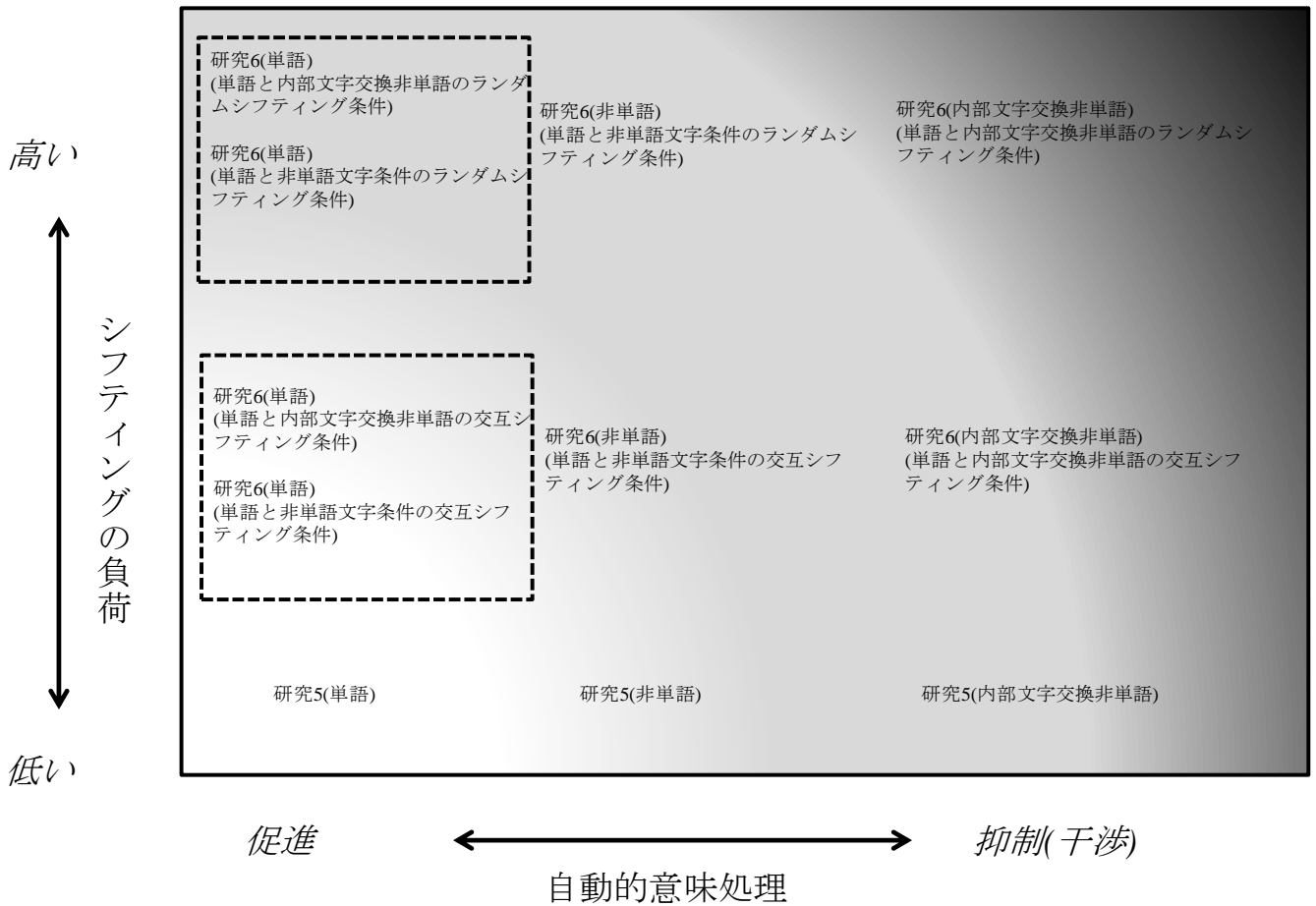


Fig. 33 研究5, 研究6の課題特性

Note. 色調が黒く濃くなるほど「読み困難」を示すHF-DD児は困難さを増す.

## 総合考察

## 第1章 本研究の結論と総合考察

本研究では、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児を対象に、実行機能の主要な機能である記憶の更新、抑制制御、シフティングの課題の遂行成績を検討するため、6つの実験を実施した。その結果、実行機能の主要な機能である記憶の更新、抑制制御、シフティングのいずれかの能力を要求する全ての課題において、「読み困難」を示す HF-PDD 児は他の2群と比べ、低い遂行成績を示した。また、いずれの実験においても「読み困難」を示さない HF-PDD 児と定型発達児の遂行成績の顕著な違いは認められなかった。

研究1では、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の4つの刺激を用いた *N-back task* を実施した。その結果、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、*N-back task* の 0-back 条件では、「読み困難」を示す HF-PDD 児は他の2群と同等の遂行成績を示した。一方、1-back 条件、2-back 条件、3-back 条件では、*N-back task* の平均正答率が低下し、平均正答反応時間が遅延するなど再認が困難になることが明らかになった。

研究2では、研究1の「読み困難」を示す HF-PDD 児の低い遂行成績の結果の原因について検討するため、刺激の記銘から想起、再認するまでの時間を統制した条件でひらがなの *N-back task* を実施した。その結果、ここでも研究1と同様の結果が示された。このことから、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、記銘した刺激の忘却が時間的に進むのではなく、内的に保持操作しなければならない表象の数が増加することで、正答率が低下し、平均正答反応時間が遅延するなど再認が困難になることが明らかになった。

研究1において、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、意味情報を伴わないひらがなを刺激として用いた *N-back task*、さらには、意味情報と音韻情報を伴わないランダム図形を刺激として用いた *N-back task* においても平均正答率の低下や平均正答反応時間の遅延が見られたことから、音韻情報と視覚情報の刺激、または視覚情報のみの刺激の記憶の更新にも困難さが認められると考えられた。

刺激の違いによる研究1の *N-back task* の遂行成績に注目すると、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児では、数字、ひらがな、漢字を用いた *N-back task* の遂行成績が同程度であり、ランダム図形のみ結果の乖離が見られた。このことから、数字、ひらがな、漢字は、言語リハーサル過程によって支えられ、ランダム図形は視覚的なりハーサル過程によって支えられていると考えられた。一方、「読み困難」を示す HF-PDD 児では、数字とひらがなはそれぞれ特異的な遂行成績を示したことから、音韻あるいは意味のネットワークに支えられた刺激固有の保持方略がとられている可能性があると考えられた。また、漢字とランダム図形を用いた *N-back task* の遂行成績は類似しており、ランダム図形は言語的操作が困難であるということから、漢字とランダム図形の刺激は視覚的なりハーサル過程によって支えられていると考えられた。つまり、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、漢字の刺激を視覚的に保持するのに対し、「読み困難」を示さない

HF-PDD 児や定型発達児は、漢字の刺激を音韻的に保持するという点で異なっていると考えられた。このような見解は、研究 3 で実施した構音抑制条件を設けた漢字の *N-back task* で、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児は遂行成績の低下を示し、「読み困難」を示す HF-PDD 児は遂行成績の低下を示さなかったという結果からも支持されるものと思われた。通常、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児では、言語的リハーサル過程によって漢字は内的に記憶保持されるのに対し、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、漢字刺激の視覚性の処理によって記憶保持するなど、言語的リハーサル過程という記憶方略の使用において特異的であることが考えられた。さらに、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、数字、ひらがな、漢字、ランダム図形の各刺激で *N-back task* の遂行成績が異なっていたことから、刺激の特異性が「読み困難」を示す HF-PDD 児の記憶の更新の遂行に関連していることが考えられた。「読み困難」を示す HF-PDD 児は、数字、ひらがな、漢字の順に平均正答反応時間が遅くなり、平均正答率が低下したことから、刺激のもつ形態的複雑性や音韻的複雑性、あるいは、数字は 0 から 9 までの 10 種類、ひらがなは 50 音、漢字とランダムは非常に多くの数であるという刺激のカテゴリにおける種類の多さなど、刺激のもつ情報の複雑さが記憶の更新の遂行成績を規定する要因である可能性が考えられた。

研究 1、研究 2、研究 3 から、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、記憶の更新に困難を示し、それは、意味的情報、音韻的情報を有さない視覚的情報のみの刺激の記憶の更新においても見られる。また、通常、定型発達児では言語的リハーサルの方略が用いられる漢字などの刺激においても、言語的リハーサルによる記憶保持方略を用いないなど、音韻的情報を活用し言語的リハーサル過程を用いるという記憶保持方略の違いも見られる。つまり、第 1 点として、刺激の記憶の更新の困難さ、第 2 点として、定型発達児とは異なった記憶保持方略を有するという 2 つの点が、*N-back task* という記憶の更新課題において、「読み困難」を示す HF-PDD 児の遂行成績の低下に関連していると考えられた。

研究 4 から、単語の自動的意味処理の結果であるとされる語彙決定課題におけるプライミング効果が、単語、内部文字交換非単語では生起するが、外側文字交換非単語では生起しないという結果が全対象群とも同様であることが明らかになった。このことから、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、少なくとも視覚的に提示された本研究で使用したような簡単なひらがなにおいて生起される自動的な意味処理過程は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と同様であると考えられた。SAS モデル (Norman & Shallice, 1986) に照らして考えるならば、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児と同様に Schema Control Units が機能していると考えられた。単語、内部文字交換非単語では自動的な意味処理が生起するが、外側文字交換非単語では生起しないという結果は、形態的な特徴によって自動的な意味処理過程が異なるというプロセスも「読み困難」を示す HF-PDD 児は「読み困難」を示さない HF-PDD

児や定型発達児と同様であると考えられた。これらのことから、自閉症で言われるような形態の一部に注目し、全体像をとらえることが困難であるという **Central Coherence** の弱さは「読み困難」を示す **HF-PDD** 児のひらがな音読における困難の原因ではないと考えられた。

研究 4 の結果をもとに、研究 5 では、単語の自動的意味処理の抑制について、単語、非単語、内部文字交換非単語、外側文字交換非単語の速読課題を実施した。群間比較や刺激間比較の結果、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児の問題として、2 つのことが明らかになった。1 つ目は先行研究で指摘されているような非単語の音読に困難を示すという事実であり、2 つ目は、内部文字交換非単語の音読では、非単語の音読以上に困難を示すという事実である。このことは、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児の問題が、非単語速読に必要とされる認知経路の問題を有すると同時に、自動的な意味処理を抑制する過程の問題を有していることを示している。二重経路モデル (Coltheart, Curtis, Atkins, & Haller, 1993) に照らし合わせれば、音韻ルートによる処理に困難を示すと同時に、音韻ルートと語彙ルートの情報が干渉するような状況において困難が認められる。逆に言えば、研究 4 の結果から明らかにされたようにひらがなにおける自動的な意味処理には困難を示さないで、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児は、音韻ルートによる処理の困難を自動的な意味処理のルートを用いて補うような簡単なひらがな単語の読みでは、困難が認められない可能性があり、このような見解は、単語の速読課題では、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児や定型発達児と比べても顕著なエラー数の増加や読み時間の遅延が認められなかったことから支持されるものと思われる。研究 5 において、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児では、自動的意味処理のプロセスを含む語彙ルートのような処理が、単に音韻ルートの困難さを補うために機能しているのかどうかという視点は非常に重要である。この点を踏まえると「読み困難」を示す **HF-PDD** 児がひらがなの単語、非単語の速読課題をする際、自動的意味処理が単に読みにおいて促進的に働くだけではなく、音韻ルートと語彙ルートが干渉するような状況では、ネガティブな影響をおよぼすという結果は非常に重要であると思われる。「読み困難」を示さない **HF-PDD** 児や定型発達児は、正しい読みに至るために語彙ルートと音韻ルートを過不足なく統合し、調和的に処理し、適切な読みとして出力することができるが、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児は、語彙ルート依存的な処理を行い、音韻ルートによる情報を統合することに不足が生じてしまうため、時には、読みにおいてネガティブな結果を招いてしまう。本研究では、音韻ルートを適切に用いることができず、語彙ルート依存的なこのような処理プロセスを自動的意味処理の抑制という視点で論じてきた。本研究では、音韻ルートによる処理の困難も全ての「読み困難」を示す **HF-PDD** 児で確認されていることから、音韻ルートによる処理の困難と語彙ルート依存的な処理の問題は、異なるものではなく、相互に関連するものと思われる。

研究 6 の結果から、「読み困難」を示す **HF-PDD** 児は、シフティング (音韻ルートと

語彙ルートの切り替え)を必要とする速読課題では、困難を顕著に示すことが明らかになった。また、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、シフティングを設けた単語の速読では、困難が顕著ではなかったのに対し、ランダムシフティング条件での内部文字交換非単語の読みに最も困難を示した。このことから、たとえシフティング条件を設けても、単語の速読のように自動的意味処理過程(語彙ルート)が音韻処理(音韻ルート)に促進的に働くときには、読みの困難があまり顕著に見られないのに対し、内部文字交換非単語の速読のように抑制的(干渉的)にはたらくときには、シフティング条件が著しい読みの困難を引き起こすと考えられた。本研究におけるシフティングと抑制制御の問題は、それぞれ独立した問題ではなく、互いに影響し合う問題であると考えられた。この点については、実行機能を記憶の更新、抑制制御、シフティングという3つの主要機能に分類した Miyake et al. (2000) も抑制制御とシフティングを分類すべきかどうかを指摘しており、今後検討されるべき課題である。

本研究の「読み困難」を示す HF-PDD 児が実行機能課題において音韻表象の問題のみでは説明がつかない困難を示したことから、Wydell and Butterworth (1999) の「粒性と透明性」の仮説から予想されるように、日本語の「読み困難」の要因は、英語の音韻処理という要因以上に、より複雑な問題であると考えられた。つまり、英語の「読み困難」は、Wydell and Butterworth (1999) の「粒性と透明性」の仮説で説明されるような音韻的な処理の負荷の高さが主であるのに対し、日本語の「読み困難」には、音韻ルートの問題に加えて、音韻ルートと語彙ルートを調和的に用いることの困難さが関与していると考えられる。つまり、語彙ルートによる読みを遂行しながら適宜、音韻ルートによって処理された情報に注意を向けるというプロセスに困難さがあると思われる。これは通常文章に、表語文字である漢字と表音文字であるひらがなやカタカナなど、数種の文字を用い、音韻ルートと語彙ルートの切り替えが顕著である日本語の特質が影響しているかもしれない。本研究で実施した一連の実験の「読み困難」を示す HF-PDD 児の結果から、言語的リハーサルや視覚的リハーサルを含む記憶の更新、あるいは単語の自動的意味処理の抑制制御やシフティングのような注意の問題が「読み困難」の要因としてあると考えられた。

本研究の結果を整理すると、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、記憶の更新、抑制制御、シフティングのいずれの課題においても困難が認められた。このような全般的な注意機構の不全と従来指摘されている音韻処理の不全が HF-PDD 児の「読み困難」の原因になっていると考えられた。Fig.34 に示すように、文章として提示された文字を認知する際、「読み困難」を示す児童は、個々人で異なる限りある注意容量の大半を語彙ルート処理に割り当て依存的に処理していくのに対し、「読み困難」を示さない HF-PDD 児や定型発達児は、注意容量を語彙ルート処理と音韻ルート処理の双方に割り当て処理していると考えられた。このように「読み困難」を示す HF-PDD 児の文字の認知における語彙ルートと音韻ルートのデュアル処理の困難さが「読み困難」の原因であると思われる。

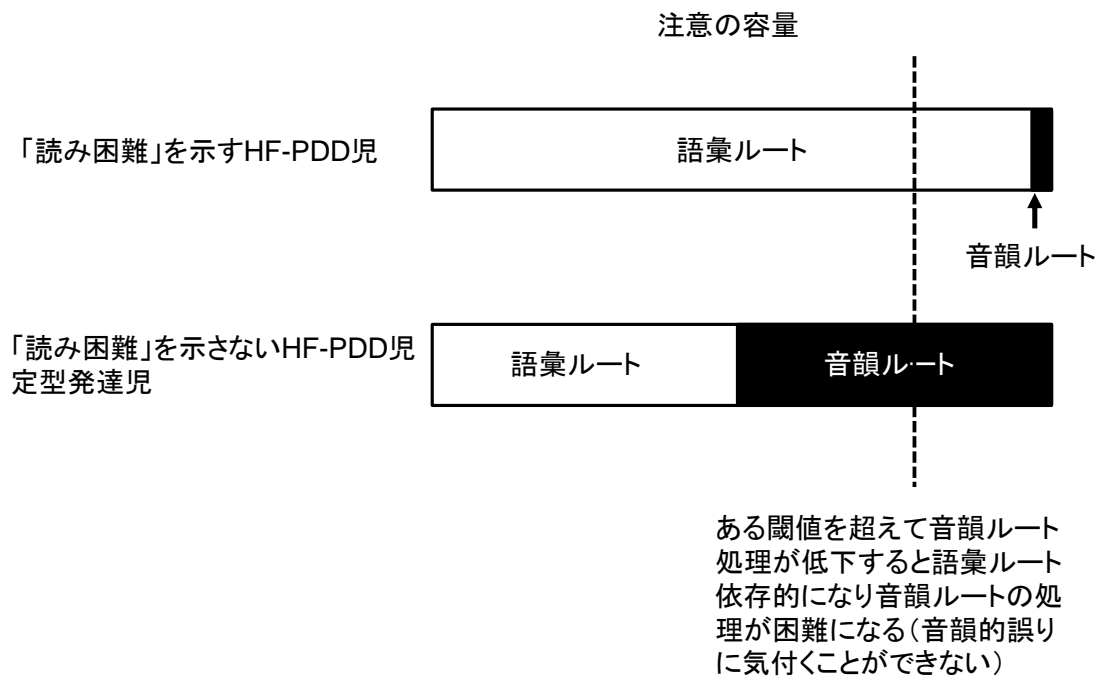


Fig. 34 文章の読みにおける語彙ルートと音韻ルートの注意の配分モデル

る。また、このような処理の困難さは読みの分散表現モデル (Seidenberg & McClland, 1989) のような処理の多重進行型モデルでの説明が適切であるかもしれない。研究 1、研究 3 で示されたように、「読み困難」を示す HF-PDD 児が、漢字の記憶保持の際、言語的リハーサルを用いないという方略的特徴も、視覚的な処理と言語的、音韻的な処理のデュアル処理の困難さによるものであるかもしれない。

最後に、「読み困難」を示さない HF-PDD 児が本論文中の一連の研究において、定型発達児と同等の遂行成績であったことから、少なくとも本論文中で用いた認知レベルの実行機能課題では、問題を示さないといえる。これは、文字認知レベルの実行機能の問題は、コミュニケーションという HF-PDD の主症状に直接的に関連しないということを示唆しているのかもしれない。本研究では HF-PDD のない「読み困難」については検討していないが、記憶の更新や抑制制御、シフティングなどが日本語の読みにおいて必要不可欠なプロセスであることから、おそらくこのような文字認知レベルの注意の問題は HF-PDD に特異的な問題ではなく、「読み困難」児に見られる問題ではないだろうか。そのように考えると、本研究では、通常、英語圏のディスレクシア研究において、ディスレクシアの定義からは除外されることの多い HF-PDD を対象児としているが、本研究の結果確認された記憶の更新や抑制制御、シフティングなど注意の問題は、「読み困難」を引き起こす要因であり、ディスレクシアの要因の一つになりえると考えられる。本研究の結果を、HF-PDD と「読み困難」の偶然の並存例の結果であると考えたほうが良いのか、それとも HF-PDD や「読み困難」に実行機能の問題のような共通の問題があるのととらえた方が良いのかについては、今後の検討が必要である。しかし、「読み困難」を示す HF-PDD 児の本研究の結果が、注意の問題に関与すると思われる結果であること、HF-PDD には注意の問題があることから、HF-PDD は、「読み困難」を引き起こしやすい注意の問題などの認知的特徴をその中間表現型としてもっていると考えた方が良いのかもしれない。今後、トップダウン処理とボトムアップ処理の調和的な処理のような注意の問題が、HF-PDD や「読み困難」にどのような側面で影響しているかについて、研究が進むことで明らかにされていくと思われる。



## 第2章 本研究の教育における意義

ここでは、本研究の教育における意義について考察する。通常、「読み困難」児は、得意な認知的方略を使って苦手な認知機能を補うというやり方と苦手な認知的機能を発達させるという大きく分けて二つの方向から指導が行われる。本研究の結果は、特に後者の苦手な認知機能の発達に対して、教育、臨床実践へ示唆を与えることができる。実行機能の注意機構（記憶の更新、抑制制御、シフティング）を鍛えるという視点に立つと、第1に、実行機能の弱さをもつ「読み困難」児への指導は、記憶の更新に焦点をあてた指導であることが重要である。すなわち、頭の中で表象を操作し考えるという過程を含む必要がある。また、その際、提示された視覚刺激を内的に音韻によって操作する（内言）プロセス、それとは別に継時的に連続提示された視覚刺激を、後続する刺激に干渉されずそのままの視覚表象によって保持する能力を鍛えるようなプロセスを含んでいる必要がある。第2に、非単語の読みなど従来行われているものに加え、研究5、研究6で用いたような自動的な意味処理を抑制しながら読むというプロセスを含む必要がある。おそらくこのプロセスは、二重経路モデルの音韻ルートのような細部から単語全体の方向へ向かうような注意の能力にかかわるかもしれない。そして、形態が似ている文字や単語の読み誤りの改善に関連するかもしれない。上述した実行機能を鍛えるという観点は、実行機能の弱さをもつ「読み困難」児にとって非常に負荷の高い課題であるとも言える。児童生徒の意欲を削がないよう、対話の中で児童生徒の様子を見ながら行う、できる課題を混ぜながら行う、あるいはゲーム的な要素を取り入れながら行うなど、児童生徒の心理的安定の下で行うことが重要である。実行機能が長期にわたって発達することを踏まえると、長期間かつスモールステップによる指導により繰り返し、急がず実行機能を発達させていくことが望ましいと言える。また、実行機能の弱さをもつ「読み困難」児は、従来指摘されているような幼児期、学齢期など、できるだけ早い発達段階での指導のみならず、実行機能がより発達した成人期以降に読みのトレーニング機会を設け、音読を再学習することで、より音読の正確性と流暢性を獲得することができると思われる。本研究の対象者の一人に、音読への意欲が低下しないよう配慮しながら長期的に関わり、成人してから音読の再学習を行った結果、音読の正確性と流暢性の向上が認められた。このような読みの再学習の効果については、今後さらなる知見を得る必要がある。

### 第3章 今後の課題

本研究では、「読み困難」を示す HF-PDD 児、「読み困難」を示さない HF-PDD 児、定型発達児を対象に実験を実施した。しかし、HF-PDD のない「読み困難」児に対しては検討されていない。そこで、今後の課題としては、HF-PDD のない「読み困難」児に対しても本実験の「読み困難」を示す HF-PDD 児と同様の結果が得られるのか検討する必要がある。また、本研究における HF-PDD を対象児として選んだことは、Vellutino (1979) が指摘する「平均かそれ以上の知能であること、感覚の鋭敏性が正常または矯正されていること、重い神経学的障害や能力に影響を与える身体障害がないこと。また、深刻な情緒、対人関係および社会性の問題や社会経済的あるいは学習の機会におけるハンディなどを有しないこと」の条件を満たす子どもを対象にするのが理想的であるという内容の「深刻な情緒、対人関係および社会性の問題」の部分に反するかもしれない。しかし、一方で、日本語の特質からも、その「読み困難」の要因に、実行機能の問題が関係する可能性がある以上、この点について検討することは必要不可欠であると考えられる。それゆえ本実験の「読み困難」を示す HF-PDD 児の結果が HF-PDD のない「読み困難」児と同様の結果を示すかどうかについて検討することは非常に重要であり、今後明らかにしなければならない課題であると思われる。

また、研究1の結果に関連して、「読み困難」を示す HF-PDD 児は、通常、言語リハーサルを用いて保持される言語刺激を視覚的なりハーサルを用いて保持する、または言語リハーサルを用いたとしても、低い遂行成績を示すなど、言語リハーサル過程に問題を示すことが明らかになった。一方で、視覚的なりハーサルを用いても、低い遂行成績を示した。このことから、これらリハーサルの問題が、それぞれ独立して引き起こされている問題なのか、継次処理能力のような共通因子の問題が基盤にあり、その問題に起因しているのかを明らかにすることは今後の課題である。この問題を明らかにすることは、「読み困難」の問題が音韻表象の困難で説明すべきなのか、低い継次処理能力で説明すべきなのかということを明らかにするのみにとどまらず、アセスメントや指導に有益な結果をもたらすと考える。例えば、継次処理や同時処理が日本の「読み困難」の因子として明らかになれば、Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC) や DN-CAS など同時処理、継次処理の認知機能を評価できる認知検査を用いることで、保育期、学齢期の初期の保育、教育場面において、「読み」の認知特性を教師や臨床家が十分に把握し、「読み困難」のリスクをもつ子どもへの早期対応、早期介入がさらに進むかもしれない。

研究4、研究5の結果に関連して、「読み困難」を示す HF-PDD 児が自動的な意味処理の抑制やシフティングを設けた課題に困難を示したという事実の解釈として、次の解釈がある。それは、生来、脆弱な音韻化能力を有し、その代償的方略として発達した末の結果として自動的な意味処理の促進が見られるのか、自動的な意味処理を抑制するよう

な能力 (例えば、同時処理能力のような) に生来問題をもっているのかについては、「読み困難」を示す HF-PDD 児の発達過程を研究するなど今後さらなる検討が必要である。

最後に、本研究では、「読み困難」に音韻処理の不全だけではなく、実行機能の不全が関連することが明らかになった。このような事実は、「読み困難」児に、従来、主になっている音韻的な指導をしても、実は、「読み困難」の中核的原因に実行機能が存在しているために、成果が見られないという可能性をも示している。この点については、指導的観点から、実行機能を発達させるような指導法がどのような「読み困難」児に効果的であるのかについて整理する必要がある。

## 引用文献

## 本文中引用文献

- Ackerman, P. T. & Dykman, R. A. (1993) Phonological processes, confrontation naming, and immediate memory in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 26, 597-609.
- Adlard, A. & Hazan, V. (1997) Speech perception in children with specific reading difficulties (dyslexia). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51, 153-177.
- Ardila, A. (2008) On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68 (1), 92-99.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968) Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, Vol.2, New York: Academic Press, 89-195.
- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1971) The control of short term memory. *Scientific American*, 225 (2), 82-90.
- Baddeley, A. D. (1986) *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2000) The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Neurosciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A., Logie, R., Bressi, S., Della Sala, S., & Spinnler, H. (1986) Senile dementia and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38 (A), 603-618.
- Baddley, A., Papagno, C., & Vallar, G. (1988) When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27, 586-595.

- Bakker, D. J.(1967) Temporal order, meaningfulness, and reading ability. *Perceptual and Motor Skills*, 24, 1027-1030.
- Ben-Av, M. B., Sagi, D., & Braun, J. (1992) Visual attention and perceptual grouping, *Perception and Psychophysics*, 52, 277-294.
- Beneventi, H., Tønnessen, F. E., Ersland, L. & Hugdahl, K. (2010). Executive working memory processes in dyslexia: Behavioral and fMRI evidence. *Scandinavian Journal of Psychology*, 51, 192–202.
- Berman, K. F., Ostrem, J. L., Randolph, C., Gold, J., Goldberg, T. E., Coppola, R., Carson R. E, Herscovitch, P., & Weinberger, D. R. (1995) Physiological activation of a cortical network during performance of the Wisconsin Card Sorting Test: a positron emission tomography study. *Neuropsychologia*. 33 (8), 1027-1046.
- Berninger, V. (2001) *Process assessment of the learner: Test battery for reading and writing*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Bowers, P. G. (1995) Tracing symbol naming speed's unique contributions to reading disability over time. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 7, 189-216.
- Bowers, P. G., Steffy, R., & Swanson, L. (1986) Naming speed, memory, and visual processing in reading disability. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 18, 209-223.
- Bowers, P. G. & Wolf, M. (1993) Theoretical links among naming speed, precise timing mechanisms and orthographic skill in dyslexia. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 5, 69-85.
- Bradley, L. & Bryant, P. E. (1978) Difficulties in auditory organization as a possible cause of reading backwardness. *Nature*, 271, 746-747.

- Bradley, L. & Bryant, P. E. (1983) Categorizing sounds and learning to read: a causal connection. *Nature*, 301, 419-421.
- Brandt, J. J. & Rosen, J. (1980) Auditory-phonemic perception in dyslexia: categorized identification and discrimination of stop consonants. *Brain and Language*, 9, 324-337.
- Braver, T. S., Barch, D. M., Gray, J. R., Molfese, D. L., & Snyder, A. (2001) Anterior cingulate cortex and response conflict: Effects of frequency, inhibition, and errors. *Cerebral Cortex*, 11, 825–836.
- Broadbent, D. E. (1958) *Perception and communication*. London: Pergamon Press.
- Bruck, M. (1990) World recognition skills of adults with childhood diagnoses of dyslexia. *Developmental Psychology*, 26, 439-454.
- Cabeza, R. & Nyberg, L. (2000) Imaging cognition II : An empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 1-47.
- Campbell, R. & Butterworth, B. (1985) Phonological dyslexia and dysgraphia in a highly literate subject: A developmental case with associated deficits of phonemic processing and awareness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37 (A), 435-475.
- Cardoso-Martins, C. & Pennington, B. F. (2004) The relationship between phoneme awareness and rapid serial naming skills and literacy acquisition: The role of developmental period and reading ability. *Scientific Studies of Reading*, 8, 27-52.
- Catts, H. W. (1996) Defining dyslexia as a developmental language disorder: an expanded view. *Topics in language disorders*, 16, 14-29.

- Chelune, G. J., Ferguson, W., Koon, R., & Dickey, T. O. (1986) Frontal lobe disinhibition in Attention Deficit Disorder. *Child Psychiatry & Human Development*, 16, 221-234.
- Cohen, J. D., Perlstein, W. M., Braver, T. S., Nystrom, L. E., Noll, D. C., Jonides, J., & Smith, E. E. (1997) Temporal dynamics of brain activation during a working memory task. *Nature*, 386, 604-608.
- Collins, A. M. & Loftus, E.F. (1975) A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82, 407-428.
- Coltheart, M. (1978) Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of Information Processing*, London: Academic Press.
- Coltheart, M. Patterson, K., & Marshall, J. C. (1980) *Deep Dyslexia*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993) Models of reading aloud: Dual-route and parallel distributed processing approaches. *Psychological Review*, 100, 589-608.
- Cowan, N. (1999) An embedded-process model of working memory. In Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 62-101.
- Cowan, N. (2001) The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Cummins, J. P. & Das, J. P. (1977) Cognitive processing and reading difficulties: A framework for research. *Alberta Journal of Educational Research*, 23, 245-256.



- De Jong, P. F. & Van der Leij, A. (1999) Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 91, 450-476.
- Drewe, E. A. (1974) The effect of type and area of brain lesion on Wisconsin card sorting test performance. *Cortex*, 10, 159-170.
- Ehri, L. C. (1992) Reconceptualizing the developmental of sight word reading and its relationship to recoding. In P. B. Gough, L. C. Ehri and R. Treiman (Eds.), *Reading Acquisition*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 107-143.
- Ehri, L. C. (1995) Phases of development in learning to read by sight. *Journal of Research in Reading*, 18, 116-125.
- Ehri, L. C. (1998) Grapheme-phoneme knowledge is essential for learning to read words in English. In J. L. Metsala & E. C. Ehri (Eds.), *Word recognition in beginning literacy*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 3-40.
- Ehri, L.C. (2002) Phases of acquisition in learning to read words and implications for teaching. *British Journal of Educational Psychology: Monograph Series*, 1, 7-28.
- Felton, R. H. & Wood, P. B. (1989) Cognitive deficits in reading disability and attention deficit disorder. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 3-22.
- Frith, U. (1985) Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. Patterson, M. Coltheart and J. Marshall (Eds.), *Surface Dyslexia: Neuropsychological and Cognitive Studies of Phonological Reading*, London: Lawrence Erlbaum, 301-330.

- Frith, U. (1997) Brain, mind and behaviour in dyslexia. In C. Hulme and M. J. Snowing (Eds.), *Dyslexia: Biology, Cognition and Intervention*, London: Whurr, 1-19.
- Funnel, E. & Davison, M. (1989) Lexical capture: A developmental disorder of reading and spelling. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41 (A), 471-488.
- Godfrey, J. J., Syrdal-Lasky, A. K., Millay, A. K., & Knox, C. M. (1981) Performance of dyslexic children on speech perception tests. *Journal of Experimental Child Psychology*, 32, 401-424.
- Golinkoff, R. A. (1976) A comparison of comprehension processes in good and poor comprehenders. *Reading Research Quarterly*, 11, 623-659.
- Gombert, J. E. (1992) *Metalinguistic Development*. London: Harvester-Wheatsheaf.
- Goto, T., Kumoi, M., Koike, T., & Ohta, M. (2008) Specific reading disorders of reading Kana (Japanese Syllables) in children with learning disabilities. *The Japanese Journal of Special Education*, 45, 423-436.
- Gunter, T., Wagner, S., & Friederici, A. (2003) Working Memory and lexical ambiguity resolution as revealed by ERPS: A difficult case for activation theories. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 643-657.
- Hamlin, R. M. (1970) Intellectual function 14 years after frontal lobe surgery. *Cortex*, 6, 299- 307.
- Happé, F., Booth, R., Charlton, R., & Hughes, C. (2006) Executive function deficits in autism spectrum disorders and attention-deficit/hyperactivity disorder; examining profiles across domains and ages. *Brain and Cognition*, 61 (1), 25-39.
- 細川美由紀・室谷直子・二上哲志・前川久男 (2004) ひらがな読みに困難を示す生徒における音韻処理および聴覚情報処理に関する検討. *LD 研究*, 13, 151-162.

Hulme, C. (1981) *Reading Retardation and Multi-sensory Teaching*. London: Routledge and Kegan Paul.

Hulme, C., Newton, P., Cowan, N., Stuart, G., & Brown, G. D. A. (1999) Think before you speak: pauses, memory search and trace redintegration processes in verbal memory span. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 25, 447-463.

Hulme, C. & Roodenrys, S. (1995) Practitioner review: Verbal working memory development and its disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 36, 373-398.

Hulme, C., Thomson, N., Muir, C., & Lawrence, A. (1984) Speech rate and the development of short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 241-253.

Johnson, D. J. & Micklebust, H. R. (1967) *Learning Disabilities Educational Principles and Practices*. (森永良子・上村菊朗 (訳) (1975) 学習能力の障害—心理神経学的診断と治療教育—, 日本文化科学社, 11-12.)

Johnston, R. S. & Thompson, G. B. (1989) Is dependence on phonological information in children's reading a product of instructional approach? *Journal of Experimental Child Psychology*, 78, 205-2.

加藤醇子 (2003) 読み書きの言語認知心理学と研究の動向—特集にあたって—, *LD 研究*, 12 (3), 240-247.

Katz, R. (1986) Phonological deficiencies in children with reading disability: Evidence from an object naming task. *Cognition*, 22, 225-257.

Kaufman, N. L. (1980) Review of research on reversal errors. *Perceptual and Motor Skills*, 51, 55-79.

河村 暁・中山 健・前川久男(2004) 児童期の LD 児におけるワーキングメモリ測定の試み. *LD 研究*, 13 (1), 79-90.

- Kirby, J. R., Parrila, R., & Pfeiffer, S. (2003) Naming speed and phonological awareness as predictors of reading development. *Journal of Educational Psychology*, 95, 453-464.
- Kirk, S. A. (1962) Educating exceptional children. Boston: Houghton Mifflin. (伊藤隆二(訳)(1969). 特殊教育入門, 日本文化科学社.)
- 北尾倫彦 (1984) TK 式読み能力診断検査. 田研出版.
- Kondo, H. & Osaka, N. (2004) Susceptibility of spatial and verbal working memory to demands of the central executive. *Japanese Psychological Research*, 46, 86-97.
- Konishi, S., Nakajima, K., Uchida, I., Sekihara, K., & Miyashita, Y. (1998) No-go dominant brain activity in human inferior prefrontal cortex revealed by Functional Magnetic Resonance Imaging. *European Journal of Neuroscience*, 10, 1209-1213.
- Koshino, H., Carpenter, P. A., Minshew, N. J., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., & Just, M. A. (2005) Functional connectivity in an fMRI working memory task in high-functioning autism. *NeuroImage*, 24, 810-821.
- 熊谷枝里子・野内友規・前川久男 (2010) 読みに困難を示す生徒の読みの速さ・正確性と RAN (Rapid Automatized Naming) コンポーネント. 障害科学研究, 34, 139-153.
- Logie, R. H. (1995) *Visuo-spatial working memory*. Hove, England: Erlbaum.
- Logie, R. H., Zucco, G., & Baddeley, A. (1990) Interference with visual short-term memory. *Acta Psychologica*, 75, 55-74.
- Luria, A. R., Sokolov, E. N., & Klimkowski, M. (1967) Towards a neurodynamic analysis of memory disturbances with lesions of the left temporal lobe. *Neuropsychologia*, 5, 1-11.

Lyon, G. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2003) Defining dyslexia, comorbidity, teachers' knowledge of Language and Reading: A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-14.

MacDonald, A.W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000) Dissociating the role of Dorsolateral Prefrontal and Anterior Cingulate Cortex in cognitive control. *Science*, 288, 1835-1838.

Manis, E. R., Custodio, R., & Szeszulski, P. A. (1993) Development of phonological and orthographic skill: A 2-year longitudinal study of dyslexic children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 56, 64-86.

Manis, F. R., McBride-Chang, C., Seidenberg, M. S., Keating, P., Doi, L. M., Munson, B., & Peterson, A.

(1997) Are speech perception deficits associated with developmental dyslexia? *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 211-235.

Marlowe, W. B. (1992) The impact of a right prefrontal lesion on the developing brain. *Brain and Cognition*, 20, 205-213.

Marsh, G., Friedman, M., Welch, V., & Desberg, P. (1981) A cognitive developmental theory of reading acquisition. In G. E. MacKinnon and T. G. Waller (Eds.), *Reading Research: Advances in Theory and Practice*, Vol.3, New York: Academic Press, 199-221.

松本敏治 (2006) 発達性読み書き障害を示した 1 症例の平仮名読みにおける意味処理を音韻処理について. *特殊教育学研究*, 44 (2), 103-113.

Mattes, J. A., (1980) The role of frontal lobe dysfunction in childhood hyperkinesis. *Comprehensive Psychiatry*, 21, 358-369.

- McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A., & Monk, A. (1994) Learning to read: The role of short-term memory and phonological skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58, 112-123.
- McIntosh, D. E. & Gridley, B. E. (1993) Differential ability scales: Profiles of learning-disabled subtypes. *Psychology in the schools*, 30, 11-24.
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960) *Plans and the Structure of Behavior*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. (2000) The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Mohr, H. M., Gorbelt, R., & Linden, D. E. (2006) Content- and task-specific dissociations of frontal activity during maintenance and manipulations in visual working memory. *Journal of Neuroscience*, 26, 4465-4471.
- Monchi, O., Petrides, M., Petre, V., Worsley, K., & Dagher, A. (2001) Wisconsin card sorting revisited: distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by Event-Related Functional Magnetic Resonance Imaging. *The Journal of Neuroscience*, 21 (19), 7733-7741
- Morton, J. (1969) Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Morton, J. & Frith, U. (1995) Causal modeling: A structural approach to developmental psychology. In D. Cicchetti and D. J. Cohen (Eds.), *Manual of Developmental Psychopathology*, New York: John Wiley and Sons, 357-390.

室橋春光 (2009) 読みとワーキングメモリー—「学習障害」研究と認知科学—. LD 研究, 18(3), 251-160.

Neely, J. H. (1977) Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 226-254.

Norman, D. A., & Shallice, T. (1980) *Attention to action: Willed and automatic control of behaviour* (CHIP Report No.99) San Diego: University of California.

Norman, D. A., & Shallice, T. (1986) *Attention to action: Willed and automatic control of behavior*. In R. J. Davidson, G. E., Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory*. New York: Plenum Press, 1-18.

O'Hearn, K., Asato, M., Ordaz, S., & Luna, B. (2008) Neurodevelopment and executive function in autism. *Developmental Psychopathology*, 20 (4), 1103-1132.

大石敬子・斎藤佐和子 (1999) 言語発達障害における音韻の問題—読み書き障害の場合—. *音声言語医学*, 40, 378-387.

Olson, R. K., Kliegel, R., Davidson, B. J., & Foltz, G. (1985) Individual and developmental differences in reading disability. In G. E. MacKinnon and T. G. Waller (Eds.), *Reading Research: Advances in Theory and Practice*, Vol.4, New York: Academic Press, 1-64.

Olson, R. K., Wise, B., Connors, F., Rack, J., & Fulker, D. (1989) Specific deficits in component reading and language skills: Genetic and environmental influences. *Journal of Learning Disabilities*, 22, 339-349.

- Owen, A. M. (1997) The functional organization of working memory processes within human lateral frontal cortex: the contribution of functional neuroimaging. *European Journal of Neuroscience*, 9, 1329-1339.
- Owen, A.M. (2000) The role of the lateral frontal cortex in mnemonic processing: the contribution of functional neuroimaging. *Experimental Brain Research*, 133, 3304.
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005) N-Back Working Memory Paradigm: A Meta-Analysis of Normative Functional Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping*, 25, 46-59.
- Paulesu E., Démonet J. F., Fazio F., McCrory E., Chanoine V., Brunswick N. Cappa, S. F., Cossu, G., Habib, M., Frith, C. D., & Frith, U. (2001) Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity. *Science*, 291, 2165-2167.
- Paulesu, E., Firth, C. D., & Frackowiak, R. S. (1993) The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 362, 342-345.
- Pennington, B. F., Orden, G. C. V., Smith, S. D., Green, P. A., & Haith, M. M. (1990) Phonological processing skills and deficits in adult dyslexics. *Child Development*, 61, 1753-1778.
- Perea, M. & Lupker, S. J. (2003) Transposed-letter confusability effects in masked form priming. In Kinoshita, S. and Lupker, S. J. (Eds.), *Masked priming: State of the art*. Hove, England: Psychology Press, 97-120.
- Price, B. H., Daffner, K. R., Stowe, R. M., & Mesulam, M. M. (1990) The compartmental learning disabilities of early frontal lobe damage, *Brain*, 113, 1383-1393.
- Ring, H. A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Williams, S. C. R., Brammer, M., Andrew, C., & Bullmore, E. T. (1999) Cerebral correlates of preserved cognitive skills in autism. *Brain*, 122, 1305-1315.



- Rodgers, B. (1983) The identification and prevalence of specific reading retardation. *British Journal of Educational Psychology*, 53, 369-373.
- Rosenthal, R. H. & Allen, T. W. (1978) An examination of attention, arousal, and learning dysfunctions of hyperkinetic children. *Psychological Bulletin*, 85, 689-715.
- Rugel, R. P. (1974) WISC subtest scores of disabled readers: A review with respect to Bannatyne's recategorization. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 48-55.
- Rutter, M. & Youle, W. (1975) The concept of specific reading retardation. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 16, 181-197.
- 佐々木正美・上村菊朗・上野一彦・緒方明子(1992) 学習障害(LD)とは何か. *心の科学*, 42, 14-36.
- 斉藤 智 (1993) 音韻的類似性効果に及ぼす構音抑制と記憶更新の影響. *心理学評論*, 64, 289-295.
- Saito, S. & Ishio, A. (1998) Rhythmic information in working memory: Effects of concurrent articulation on reproduction of rhythms. *Japanese Psychological Research*, 40, 10-18.
- Satterfield, J. H., Cantwell, D. P., & Atterfield, B. T. (1974) Pathophysiology of the hyperactive child syndrome. *Archives of General Psychiatry*, 31, 839-844.
- Schatschneider, G., Fletcher, J. M., Francis, D. J., Carlson, C. D., & Foorman, B. R. (2004) Kindergarten prediction of reading skills: A longitudinal comparative analysis. *Journal of Educational Psychology*, 96, 265-282.
- Seidenberg, M. S. & McClelland, J. L. (1989) A distributed developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.

- Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Mark, L. S., Fowler, C. A., & Fischer, F. W. (1979) The speech code and learning to read. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 5, 531-545.
- Shaywitz, B. A., Fletcher, J. M., Holahan, J. M., & Shaywitz, S. E. (1992) Discrepancy compared to low achievement definitions of reading disability: Results from the Connecticut longitudinal study. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 639-648.
- Shillcock, R., Ellicson, M. T., & Monaghan, P. (2000) Eye-fixation behaviour, lexical storage and visual word recognition in a split processing model. *Psychological Review*, 107, 824-851.
- Siok, W. T., Perfetti, C. A., Jin, Z., & Tan, L. H. (2004) Biological abnormality of impaired reading is constrained by culture. *Nature*, 431, 71-76.
- Smith, E. E. & Jonides, J. (1997) Working memory: A view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Smyth, M. M. & Pendleton, L. R. (1989) Working memory for movement. *Quarterly Journal of Experimental psychology*, 41 (A), 235-250.
- Snowling, M. J., Wagtendonk, B. van, & Stafford, C. (1988) Object-naming deficits in developmental dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 11, 67-85.
- Snowling, M. J., Goulandris, N., Bowlby, M., & Howell, P. (1986) Segmentation and speech perception in relation to reading skill: A developmental analysis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 489-507.
- Snowling, M. J., Hulme, C., & Goulandris, N. (1994) Word recognition in developmental dyslexia: A Connectionist interpretation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47 (A), 895-916.

- Snowling, M. J., Nation, K., Maxham, P., Gallagher, A., & Frith, U. (1997) Phonological processing deficits in dyslexic students: A preliminary account. *Journal of Research in Reading*, 20, 31-34.
- Stuart, M. & Colthert, M. (1988) Does reading develop in a sequence of stages? *Cognition*, 30, 139-181.
- Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1986) *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Swan, D. & Goswami, U. (1997) Phonological awareness deficits in developmental dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology*, 60, 334-353.
- Swanson, H. L. (2003) Age-related differences in learning disabled and skilled readers' working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85, 1-31.
- Swanson, H. L. & Ashbaker, M. H. (2000) Working memory, short-term memory, speech rate, word recognition and reading comprehension in learning disabled readers: does the executive system have a role? *Intelligence*, 28, 1-30.
- Swanson, H. L. & Sachse-Lee, C. (2001) A subgroup analysis of working memory in children with reading disabilities: domain-general or domain-specific deficiency? *Journal of Learning Disabilities*, 34, 249-263.
- 宇野 彰・金子真人・春原則子・松田博史・加藤元一郎・笠原麻里 (2002) 発達性読み書き障害—神経心理学のおよび認知神経心理学的分析—。失語症研究, 22 (2), 130-136.
- Vellutino, F. R., Pruzek, R., Steger, J. A., & Meshoulam, U. (1973) Immediate visual recall in poor readers as a function of orthographic-linguistic familiarity. *Cortex*, 9, 368-384.

- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., Sipay, E., Small, S., Pratt, A., Chen, R., & Denckla, M. (1996) Cognitive profiles of difficult to remediate and readily remediated poor readers: Towards distinguishing between constitutionally and experientially based causes of reading disability. *Journal of Educational Psychology*, 88, 601-638.
- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., & Spearing, D. (1995) Semantic and phonological coding in poor and normal readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 76-123.
- Vellutino, F. R., Steger, J. A., Harding, C. J., & Spearing, D. (1975) Verbal versus non-verbal paired associate learning in poor and normal readers. *Neuropsychologia*, 13, 75-82.
- Wagner, R. K., Torgesen, J. K., & Rashotte, C. A. (1999) Comprehensive Test of Phonological Processing. Austin, TX: PRO-ED.
- Welsh, M. C. & Pennington, B. F. (1988) Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4, 199-230.
- Wiederholt, J. L. & Bryant, B. R. (2001) GORT 4: Gray Oral Reading Test. Austin, TX: PRO-ED.
- Wimmer, H. (1996) The early manifestation of developmental dyslexia: Evidence from German children. *Reading and Writing*, 8, 171-188.
- Wimmer, H. & Hummer, P. (1990) How German speaking first graders read and spell: Doubts on the importance of the logographic stage. *Applied Psycholinguistics*, 11, 349-368.
- Wolf, M. (1986) Rapid alternating stimulus naming in the developmental dyslexias. *Brain and Language*, 27, 360-379.

Wolf, M. & Denckla, M. (2004) Rapid Automatic Naming Tests. *Austin, TX: Pro-Ed.*

Wolf, M. & Obregon, M. (1997) Early naming deficits, developmental dyslexia, and a specific deficit hypothesis. *Brain and Language*, 42, 219-247.

Wydell, T. N. & Butterworth, B. L. (1999) A case study of an English-Japanese bilingual with monolingual dyslexia. *Cognition*, 70, 273-305.

Wydell, T. N. & Kondo, T. (2003) Phonological deficit and the reliance on orthographic approximation for reading: a follow-up study on an English-Japanese bilingual with monolingual dyslexia. *Journal of Reading Research*, 26 (1), 33-49.

## 参考文献

American Psychiatric Association (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (4th ed. rev.).

Washington D.C., American Psychiatric Association. 高橋三郎・大野 裕・染矢俊幸 訳 (1995) DSM-IV

精神疾患の分類と診断の手続き. 医学書院.

American Psychiatric Association (2000) Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fourth Edition,

Text Revision :DSM-IV-TR, Washington D. C., American Psychiatric Association. 高橋三郎・大野 裕・染

矢俊幸 訳 (2004) DSM-IV-TR: 精神疾患の診断・統計マニュアル新訂版. 医学書院.

World Health Organization (1993) The ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders: Diagnostic

criteria for research (DCR). World Health Organization. 中根允文・岡崎祐土・藤原妙子 訳 (1994) ICD-10

精神および行動の障害－DCR 研究用診断基準－. 医学書院.

本論文中で掲載済みの主論文

Yanai, T. & Maekawa, H. (2011) Working memory in junior high school students with reading difficulties:

Results from an *N*-Back Task. *The Japanese Journal of Special Education*, 48, 555-567.

Yanai, T. & Maekawa, H. (2013) Inhibition of automatic semantic processing in children with high-functioning

pervasive developmental disorders having reading difficulty. *Journal of Special Education Research*, 2(1),

25-33.

## 資料中引用文献

荻原満里子・荻原直行 (1994) 読みとワーキングメモリ容量: リーディングスパンテストによる検討. 心理学研究, 65, 339-345.

Daneman, M. & Carpenter, P. (1980) Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Behavior*, 19, 450-466.



資料

資料 1 音読流暢性課題

資料 2 「読み能力」確認検査

- (1) ひらがな 1 モーラ
- (2) カタカナ 1 モーラ
- (3) ひらがな単語
- (4) カタカナ単語
- (5) 漢字単語の読み課題

資料 3 「音韻処理」確認検査

- (1) 音韻分解
- (2) 音韻抽出
- (3) 音韻削除の各課題

資料 4

- (1) Reading Span Test と Listening Span Test の概要
- (2) Reading Span Test と Listening Span Test の刺激リスト

波から来る光のあみが、その白い岩の上で、美しくゆらゆらのびたり縮ちぢんだりしました。あわや小さなごみからは、まっすぐなかげの棒ぼうが、ななめに水の中に並ならんで立ちました。

魚が、今度はそこらじゅうの黄金きんの光をまるつきりくちやくちやにして、おまけに自分てついろは鉄色そこびかにへんに底光りして、また上かみの方へ上りました。

① つ

⑪ ち

② りよ

⑫ ご

③ け

⑬ め

④ で

⑭ びよ

⑤ し

⑮ ぬ

⑥ び

⑯ せ

⑦ も

⑰ に

⑧ ぎゅ

⑱ ぞ

⑨ や

⑲ る

⑩ べ

⑳ しゃ

① ケ

⑪ モ

② リョ

⑫ ル

③ ゾ

⑬ ニ

④ メ

⑭ ゴ

⑤ ピ

⑮ ギュ

⑥ ツ

⑯ チ

⑦ ヤ

⑰ シ

⑧ セ

⑱ ヌ

⑨ デ

⑲ ベ

⑩ シャ

⑳ ピョ

① どりよく

⑪ たね

② ふうけい

⑫ そつぎょう

③ はんせい

⑬ さんみゃく

④ かんぜん

⑭ うめ

⑤ たば

⑮ まご

⑥ れきし

⑯ す

⑦ こな

⑰ さんぽ

⑧ もくひょう

⑱ かがみ

⑨ けんこう

⑲ め

⑩ きかい

⑳ なかま

① サンミャク

⑪ モクヒョウ

② メ

⑫ カンゼン

③ キカイ

⑬ レキシ

④ コナ

⑭ カガミ

⑤ タネ

⑮ ケンコウ

⑥ ドリョク

⑯ サンポ

⑦ フウケイ

⑰ ソツギョウ

⑧ ス

⑱ マゴ

⑨ ナカマ

⑲ タバ

⑩ ハンセイ

⑳ ウメ

① 目標

⑪ 粉

② 梅

⑫ 仲間

③ 芽

⑬ 機會

④ 完全

⑭ 風景

⑤ 反省

⑮ 種

⑥ 健康

⑯ 散步

⑦ 山脈

⑰ 束

⑧ 卒業

⑱ 孫

⑨ 鏡

⑲ 巢

⑩ 努力

⑳ 歷史



### 資料 3

#### 各課題リスト一覧

##### (1) 音韻分解

- ①「と/け/い」 ②「り/ん/ご」 ③「せ/い/か/つ」 ④「ひ/つ/よ/う」 ⑤「さ/く/ひ/ん」  
⑥「め/が/ね」 ⑦「ま/く/ら」 ⑧「せ/ん/せ/い」 ⑨「た/い/ふ/う」 ⑩「ひ/こ/う/き」  
⑪「く/る/ま」 ⑫「て/ん/き」 ⑬「し/ん/ゆ/う」 ⑭「ゆ/う/だ/ち」 ⑮「ど/う/ぶ/つ」  
⑯「ま/ち」 ⑰「あ/め」 ⑱「た/い/よ/う」 ⑲「た/ん/ぽ/ぽ」 ⑳「し/ま/う/ま」

\* / は単語の区切りを示す。

##### (2) 音韻抽出

- ①「あたま」 ②「ばなな」 ③「おふろ」 ④「どうろ」 ⑤「おみせ」  
⑥「はなび」 ⑦「だいく」 ⑧「こくご」 ⑨「じかん」 ⑩「へいわ」  
⑪「おかね」 ⑫「かだん」 ⑬「せかい」 ⑭「あぶら」 ⑮「さかな」  
⑯「おとな」 ⑰「いどう」 ⑱「きんこ」 ⑲「かかし」 ⑳「きのこ」

\* 下線は対象者に抽出を要求した音韻を示す。

##### (3) 音韻削除の各課題

- ①「せんたく」 ②「まいにち」 ③「すうがく」 ④「せつめい」 ⑤「すなはま」  
⑥「ふうけい」 ⑦「はんせい」 ⑧「えんそく」 ⑨「しつもん」 ⑩「うらない」  
⑪「ゆうれい」 ⑫「かくにん」 ⑬「としより」 ⑭「にせもの」 ⑮「みそしる」  
⑯「ひまわり」 ⑰「おしいれ」 ⑱「ほうたい」 ⑲「ゆうやけ」 ⑳「ふるさと」

\* 下線は対象者に削除を要求した音韻を示す。

## Reading Span Test と Listening Span Test の概要

## 実験課題

苧阪・苧阪 (1994) による成人用日本語版 Reading Span Test の作成方法に従い中学 3 年生用日本語版 Reading Span Test を作成した。成人用日本語版 Reading Span Test と中学 3 年生用日本語版 Reading Span Test との違いはテストに用いた文章が異なる点であった。成人用日本語版 Reading Span Test は、高等学校の教科書から抜粋した文章を用いているが、中学 3 年生用日本語版 Reading Span Test では中学校の 1 年生、2 年生の教科書から抜粋した文章を用いた。

中学校の教科書から漢字、ひらがな、カタカナ混じり文で句読点を除いた長さが 20 字以上 30 字以下のものを 80 文選択した。さらに、成人 30 名によって 7 段階の難易度評定が実施され、評定値が高いものと低いものを各 5 文の計 10 文削除した。最終的に 70 文を採用した。

Reading Span Test は、2 文から 5 文条件まで各 5 試行実施された。2 文条件では合計 10 文、3 文条件では 15 文、4 文条件では 20 文、5 文条件では 25 文を上記 70 文から採用した。各セット内の文章、記銘・報告するターゲット語は、できるだけ相互に意味的関連性を持たないように配慮された。文章は、パーソナル・コンピューターの 15.4 型カラーディスプレイ上に白色背景、黒色文字 (MS 明朝体、44point) で 1 画面につき 1 文ずつ 1 行で提示された。ターゲット語の下部には赤線を引いた。ターゲット語には名詞、副詞、形容詞、動詞が含まれた。また、ターゲット語の文中での出現位置はランダムとした。ターゲット語の表記はひらがな表記 10 語、カタカナ表記 5 語、漢字表記 30 語、漢字仮名混じり表記 25 語であった。

ディスプレイが対象者の眼前約 50cm であることを確認した上で実験が開始された。対象者はディスプレイに表示された文章を音読するように指示された。対象者が読み終わると実験者は直ちに画面を切り換え、対象者は次の画面の文章を読み続けるのである。これは、対象者が文章の合間に単語のリハーサルを行うことを禁ずるためである。このような試行を続けてゆき、例えば 2 文条件では、2 枚の画面にわたって表示された文章を読んだ後に、「+」の画面が出現すると、対象者は即座に下線のターゲット語を報告しなければならない。ターゲット語の再生順序は自由であったが、親近性効果を避けるため、セットの最後の文のターゲット語を最初に報告することだけは禁止された。

文を読む速度は、対象者の通常の読みのペースにゆだねられた。読みの速度は、テスト全体を通して一定になるように教示を与えたが、意図的に速度を遅くしているような場合には注意を与えた。また、読みに十分に容量を消費させるため、ある程度大きな声で明瞭に読むように指示した。再生時間は、約 30sec とした。

一方、Listening Span Test は、課題に用いた文章は、Reading Span Test と同一の文章であった。Reading Span Test と異なる点は、課題文章の提示の方法であり、Reading Span Test は文章による視覚提示であったのに対し、Listening Span Test は音声による聴覚提示であった点である。また、同一文章を用いたため、対象者は Reading Span Test と Listening Span test を 1 週間以上の間隔をおいて実施した。

評定方法は、Daneman and Carpenter (1980) に基づいた。各文条件 5 試行のうち 3 試行正解の場合はそのセットをパスしたものとし、2 試行だけ正解のときは 0.5 点の評価とした。リー

### 資料 3

ディングスパンはパスできた最大のセット数により決定された。例えば最大 3 文までパスできた場合にはスパンは 3.0 となる。また、3 文が 3 試行できてかつ 4 文が 2 試行だけ正解のときのスパンは 3.5 となる。

#### Reading Span Test, Listening Span Test の刺激リスト

##### 2 文条件

案内してくれた看護婦さんが僕らの背を押す。  
あの、砂丘の波のテンポを僕は思い出していた。  
流れはいよいよ、ふくれ上がり、海のようになっている。  
人影はないが、一つ一つの家がはっきりと見える。  
それを聞いて王は、残虐な気持ちで、そっとほくそ笑んだ。  
カメラマンなら、誰もがあこがれる雑誌かもしれない。  
まず、その品々を買い集め、それから都の大路をぶらぶら歩いた。  
はじめて書いた英語の手紙は、どんなにつたない文章だったろう。  
それは、北極圏のあるエスキモーの村を空から撮った写真だった。  
このサイクルが何万年も何十万年も繰り返され、狂うことがない。

##### 3 文条件

写真のキャプションに、村の名前が書かれていた。  
人間は動物たちと違い、文化環境の中に生まれる。  
冷静に相手の言い分を聞くことができないのだ。  
その狂言に使うぬすびとの面が、どうにも打てない。  
サクラやツバキで生まれれば、待っているのは死だ。  
風が強いらしく海面に白い波が無数に走っている。  
必ず、かの邪知暴虐の王を除かなければならぬと決意した。  
この群れは海へは入らない、という文化を持っていたのだ。  
婦長さんは、ごくごく当たり前の口調で笑いながら言った。  
久しく会わなかったのだから、訪ねていくのが楽しみである。  
よろめいて歩いてくる兄の、疲労困憊の姿を見つけて驚いた。  
間を取ったり強調したい所を声の調子で表したりもできる。  
しばらく歩いて老翁に会い、今度はもっと、語勢を強くして質問した。  
二十年以上も前、アラスカに関する本など日本では皆無だったのだ。  
手あかにまみれるほど本を読むとはああいうことを言うのだろう。

##### 4 文条件

普通の人が言うようなことは絶対に言わない。  
その辺りは早く開くが早く閉まる地域だった。

### 資料 3

今までの僕は、なかなかかわいい顔をしていた。  
春の風に、公園の木の葉もずいぶん青くなった。  
だんだんと自分の身体が浮き上がっていくのを感じる。  
僕は、看護婦さんたちに見送られて、病院を後にした。  
西部から来た男は不意に立ち止まって、腕をほどいた。  
手紙のやりとりを続けるうちに、妙なことが起こった。  
その当時読んださまざまな本の影響があったのだろう。  
僕は毎日、机に向かい、筆記体で何十枚もノートをうめた。  
外では、かえるが遠くから甲高く、やみ一面に鳴いていた。  
己の頭の中に思えがいた顔を、自由に彫っていくのだ。  
ニホンザルの食性の調査から、おもしろいことが分かってきた。  
小島だが、亜熱帯性の原生林に覆われたみごとな森の島である。  
その先にはどたんどたと波を寄せる暗い海が広がっていた。  
その人たちは、確かに普通の人間とはどこか違う印象を与える。  
何が創造力を動かしていくかについて、考えさせられたのである。  
促されるままにドアを入ると、そこはだだっぴろいホールだった。  
ケーナという楽器は見た目よりずっと肺活量を必要とするんだ。  
演奏が終わると魂はそれぞれの形の中へと静かにもどっている。

### 5 文条件

わたしたちの顔は、快いうす暗がりの中に沈んだ。  
いく度となく、僕は、本の中のあの挿絵をながめた。  
あいにく、あの有名な斑点だけは見られなかった。  
赤ん坊は、やせていたが元気でしっかりしていた。  
茶の間に座っていた父は、裸足で表へ飛び出した。  
ふたには小さなダイヤモンドがちりばめてあった。  
角に電灯の赤々としたドラッグストアがあった。  
ガラスごしに注ぐ太陽の光が、首の後ろをくすぐる。  
おなががいっぱいで、もう少しではきそうになった。  
樺太アイヌ語は、北海道アイヌ語とどれほど違うか。  
夜は家で、分厚くて、難しい本を読んで過ごすようになった。  
帰ってきた作文には、真っ赤なインクで、こう書いてあった。  
その情景を思うと、胸が熱くなり、作文の上に涙がこぼれた。  
いずれも手紙を書くときに、辞書で確かめた言葉である。  
耳で聞いてわかりやすい語を選ぶことは言うまでもない。  
そのうちに、僕はだんだんその村が気にかかり始めていった。  
ホテルの朝食の定食を食べると、まず生卵とのりが出てくる。

### 資料 3

私たちはぎょつとして捨てるが、現地人はこれが好物だ。  
この光景を見ていて、わたしはぐっと胸に来るものがあった。  
体はひよろひよろにやせていて、作文ではクラスのスターだ。  
そして胸が締めつけられるような思いが込み上げてくるのである。  
半年もたったある日、学校から帰ると、一通の外国郵便が届いていた。  
アラスカ北極圏を横切るブルックス山脈の、未踏の山や谷を歩いた。  
大型のサルと言ったのは、イモ洗いをしないサルがいるからである。  
周囲は海に囲まれているが、群れのサルは決して海に入らなかった。

\* 下線は対象者に記銘を要求したターゲット語の一例を示す。

## 謝辞

10年弱の年月をかけ、ようやく博士論文を仕上げることができました。「本当に辛くて長い道のりだった」というのが率直な感想です。何度もやり直し、研究に行き詰まり、何度も諦めそうになりました。先の見えないトンネルの中を進むような日々であり、不安との闘いでした。そのような中、進むべき道を光で照らしてくれたのは、協力してくださった子どもたちと保護者の皆様、学校関係者の皆様、そして大学の先生方、同僚、先輩、後輩、友人、家族、そして教え子たちでした。

修士課程在学時から指導教員を引き受けてくださった筑波大学名誉教授（現茨城大学特任教授）の前川久男先生、前川久男先生退官後、指導教員を引き受けてくださった大六一志先生、副指導教官を引き受けてくださった岡崎慎二先生、山中克夫先生、副査を引き受けてくださった宇野彰先生には、博士論文執筆にあたって多くのご迷惑をおかけしました。何度も無理を言って、研究に関する専門的かつ的確な多くの助言をいただきました。特に、前川久男先生には、論文指導をしていただいた他、個人的な相談なども聞いていただき、本当に助けられました。私は「教育」とは何かについて、研究熱心であり、かつ人間味あふれる前川久男先生の後ろ姿から学ぶことができ幸せでした。また、大六一志先生は、多くの学生を抱え、大変お忙しい中、博士課程最後の1年間、指導教官を引き受けてくださり、博士論文では多くの的確なご助言をしてくださいました。

守谷市立大井沢小学校勤務時の同僚の先生方、茨城県立鹿島特別支援学校勤務時の同僚の先生方、文部科学省インクルーシブ教育システム構築モデル事業合理的配慮協力員勤務時に関わった各小中学校の先生方には、「教育」を研究することの意義を教えてくださいました。特に、守谷市立大井沢小学校元校長（現守谷市立御所ヶ丘中学校校長）の大谷尚之先生には、仕事のみならず、プライベートなことまで、相談にのっていただき、私は、その優しさに本当に助けられました。守谷市立大井沢小学校勤務時同僚（現守谷市立御所ヶ丘中学校教諭）の土屋啓一先生には、「教育」に大切なことは何かについて、その教育に対する姿勢から研究の重要性を教えてくださいました。また、私が行き詰っていると、必ず声をかけてくださり、その人間味あふれる姿に「人」として重要なことは何かについて教えてくださいました。同じく守谷市立大井沢小学校元同僚の **Assistant Language Teacher** の **Robert Hashimoto** 先生には英語論文の添削を手伝っていただきました。私の研究を英語論文として投稿することができたのも **Robert Hashimoto** 先生のおかげだと思っています。茨城県立鹿島特別支援学校勤務時の同僚の平輪暁巳先生、井坂太樹先生、池ノ谷陽子先生、倉持靖則先生、友田美波先生、久山明子先生には、現場から研究に戻る決断をする際、最後の一押しをしていただきました。あの時背中を押してもらえなかったら今の自分はないと思います。

そして、今回、博士論文を執筆するにあたって、何よりも支えになってくれたのは、守谷市立大井沢小学校、茨城県立鹿島特別支援学校の教え子たちの存在でした。子どもたちの明るい未来のために、よりよい教育をしたい。そのために大学教員になり、研究をしたい、学校教員や人を育てる方々と関わりたいと心底思うことができました。

私の両親、祖母、兄弟は、私のほとんどの部分を理解し、どんな状況でも私に居場所を作ってくれる存在でした。私の教育理念、研究理念のほとんどの部分は両親、祖母、兄弟によって培われたものだと思っています。教育について研究すればするほど、この家庭で過ごすことができ幸せだったなと感じます。

最後に、研究に参加していただいた子どもたちと保護者の皆様、学校関係者の皆様、研究に全面的に協力してくださった学習塾「学び舎」の益子夫妻に心より感謝いたします。

今後、博士論文を執筆する中でできた人とのつながりを大切に、感謝の気持ちを忘れずに研究に精進していきたいと思います。博士論文に関する研究そして私に関わってくださった全ての方々には、感謝しても感謝しきれません。本当にありがとうございました。

野内友規