

学習障害児の読みの困難とその改善に関する研究

—アイマークレコーダーによる眼球運動の分析—

七木田 敦 水内 豊和

(広島大学大学院教育学研究科)

増田 貴人 松井 剛太

(島根女子短期大学) (広島大学大学院院生)

<要旨>

広島県下の中学校に通学する読み書きに課題のある生徒を対象に、読み書きの改善を目的とした個別指導を実施した。対象児は、読みに課題を持つ、専門機関よりLDとの診断を受けている、普通学級に在籍する中学校2年生男子生徒である。読字では文章を飛ばし読みしたり、改行を間違えたり、勝手に語を作ったりと、かなりの困難がみられ、指導前評価においても低い成績が認められた。視野映像の上に眼球運動の軌跡を重ねて記録することができるアイマークレコーダーを使用した読みの実験から、「飛ばし読み」「停留」「飛躍」などが課題であることが明らかとなり、対象児の読字の負担を軽減する読字版の利用などを中心とした改善する指導プログラムが開発された。その結果、文章課題における眼球運動の軌跡、並びに読字の成績、加えて習得度に関連する評価においても明らかな改善が認められた。今後、対象児を増やし、その眼球運動と読字の問題との関係が明らかになれば、より一層、学習障害の研究に寄与するものと考えられた。

<キーワード>

学習障害、読みの困難、アイマークレコーダー、個別指導プログラム

【はじめに】

全般的に知的面での遅れはないものの、1つないし2つ以上の特定の分野において特異な困難を持っている学習障害児(以下LD児)は、(1)言語能力の困難、(2)読字・書字の困難、(3)算数・計算の困難、(4)推論の困難などが見受けられる。その中でも通常学級での指導においては、聞いて理解することはできるのに、教科書や黒板の字を読んで理解することが難しい読字困難はひとつの大きな課題となっている。

しかし現状では、その読字困難そのものの解明にアプローチした研究は少なく、指導において教師の経験的な方法が用いられ

ている場合が少なくない。

Stanovich(1985)は、読みの認知処理において①視覚処理、②音韻処理、③語の想起、④語の認識を活性化させるための文脈情報を使う能力、⑤短期記憶、⑥読みと聞き取りに共通した理解力、などがかわると述べている。

水内(2000)は、読みに課題のあるLD児を対象に個別指導におこない、大きなマス目のノートを使用したり、スリットの入った読字板を用いたりする等の補助的なアプローチを用いて学習効果を上げている。

しかしこのような教材や指導法については、経験的にその効果が推測できるものの、

その認知機能との関係やシステムそのものについての解明はなされてこなかった。視知覚に関しては、これまで健常の子どもから成人まで、高度情報処理機器の開発により幅広く研究が進められてきている分野である。特にアイマークレコーダーを用いた視線移動の研究は、近年、視知覚機能を明らかにする上で注目されてきている。目の動きは内的な情報処理過程を反映していると考えられることから、幼児から成人まで様々な研究がなされてきた。特に読みの能力との関係で、「飛躍（サックード）」「停留」「逆行」「行かえ」などの眼球運動が関与していると考えられている（神部，1989）。

アイマークレコーダーを使った眼球運動に関しては、障害児関係では、自閉症児の視線に関する報告がある（斉藤・清水，1989；斉藤・清水，1990；van der Geest et. al., 2002）ものの、LD児に関しては、このような研究や報告は見られない。しかし、このような視点から、アイマークレコーダーを用いることで、多くのLD児が抱えている読みの困難性の本質に迫ることが可能ではないだろうか。また、結果から導かれる知見はこれから増えていくであろう通常学級での特別な教育支援に何らかの寄与となりうるものとする。

そこで本研究では、第一にアイマークレコーダーによって眼球運動を容易に計測するシステムを用いて、LD児の読字困難の様相を明らかにする。それに基づき読みの問題を改善する効果的な指導プログラムを実施し、その効果について検討することを目的とする。

【方法】

1. 対象児について

対象児は、読みに課題を持っている、専門機関よりLDとの診断を受けている、普

通学級に在籍する中学校2年生男子生徒である。出生から幼児期にかけて、生育歴に特に問題はみられなかった。小学校5年生の時点で、学習上の困難を主訴に、大学の教育相談に来所するようになった。学習上の特徴として、読字では文章を飛ばし読みしたり、改行を間違えたり、勝手に語を作って読んだり、かなりの困難がみられた。一方、書字においては、漢字はよく覚えており、難しい漢字も積極的に使うといった特徴がある。

11歳5ヵ月時に知能テスト（WISC-III・K-ABC）を実施、言語性下位検査では「知識」12、「類似」2、「算数」1、「単語」3、「理解」5、「数唱」6、動作性下位検査では、「絵画完成」11、「符号」3、「絵画配列」1、「積木模様」3、「組合せ」1、「記号探し」1、「迷路」4であった。VIQ74、PIQ64、全IQ67と正常範囲内よりも低めであったが、下位検査間の散らばりも認められた。K-ABCでは、継次尺度66、同時尺度66、認知処理尺度66、習得度尺度69であ

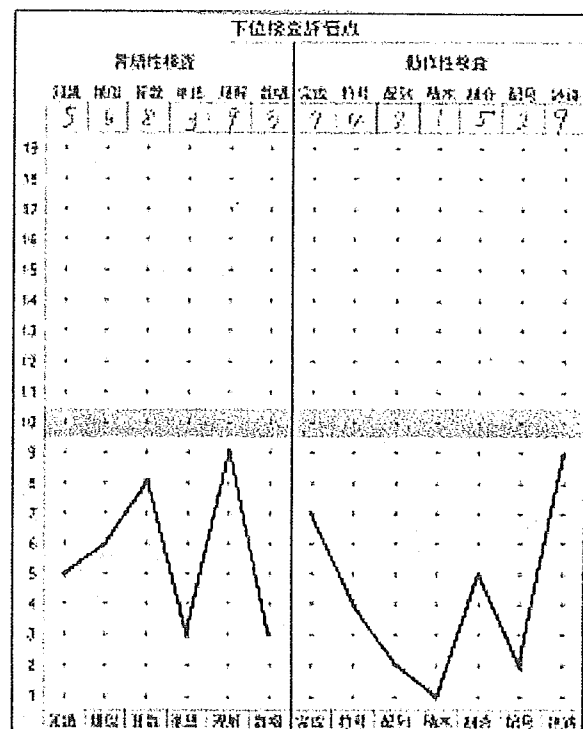


図1. 対象児のWISC-IIIの結果

った。「絵の統合」が優れていた一方、他の下位検査の結果は総じて低めであった。

本研究を進めるにあたり、14歳4ヶ月時に再度、WISC-IIIを実施したところ、言語性下位検査では「知識」5、「類似」6、「算数」8、「単語」3、「理解」9、「数唱」3、動作性下位検査では、「絵画完成」7、「符号」4、「絵画配列」2、「積木模様」1、「組合せ」5、「記号探し」2、「迷路」9であった。VIQ76、PIQ57、全IQ63と、各下位検査の結果間に不均衡が認められ、また動作性知能に問題のある境界線域の非言語性LDが疑われる結果であった。

対象児は理科や社会、あるいは各種の雑学的知識といったものに関してはその興味・関心の高さから、学年相応、あるいはそれ以上の能力を見せることもある。また、国語辞典を活用したり、遊びのルールを提案したりといった知識やスキルの活用にも長けている。しかし読んで理解する作業に関しては困難を抱えており、国語の文章理解や、算数でも文章題を理解して解くことができない。このように、能力的なアンバランスさに加え、それが教科と結びついて二次的な不均衡を招いている可能性が、これまでの4年間にわたる教育相談の中で明確になってきており、またその改善を目標として、後に述べるようなプログラムを作成しかかわってきた。

2. 装置

実験ではアイマークレコーダーによって眼球運動を容易に計測するシステム(NAC製NLユニットZO-910)を用いた。本機は、眼球運動の測定装置の一種で、視野映像の上に眼球運動の軌跡を重ねて記録することができる。使用したシステムは、眼球自体の映像を画像処理し、瞳孔中心を検出して視線方向の記録とする方法のもので、これは従来機器とは異なり装着感も少ないことから被験者への負担がほとんどなく、また

通常の授業形態などで教科書を読む際にも利用でき、幼児・児童にも使用可能である。

3. 評価と指導の手続き

(1) 指導前評価

習得度評価としてWISC-III、K-ABCを実施した。アイマークレコーダーを装着して①埋没図形検査(Embedded Figure Test)での眼球運動、②文章を読むときの眼球運動、を計測した。①の埋没図形検査とは、複雑な図形の中に単純な標準図形が埋め込まれており、対象児は標準図形をこの中から見つけ出すように求められる。また②については読字の困難さを評定する課題として、小学校4年生の国語の教科書から230字程度の文章を選んで、縦書き横書きを含む5つの課題文章を作成した。この文章課題において眼球運動の「サックード(跳躍)」「逆行」「順行」「行かえ」「停留」等がどのように生起しているのかを記録した。同時にそれぞれの文章の読みにおける③読字時間(読み始めから終了までの時間)およびエラー(誤読や読み直しの回数)からなるパフォーマンスについても測定した。

(2) 指導プログラム

本研究に関係した読みの指導としては、平成14年9月～平成15年2月まで、週1回、計14セッションを、大学の個別指導教室で行った。1回のセッションは2時間で、読み書きが中心となる国語だけでなく、数学およびソーシャルスキルの習得、そして対象児が希望した理科・社会といった教科目における学習を目的とし、それぞれの内容について各20～30分程度から成るプログラムを実施した。

この指導プログラム自体は、小学校4年生から継続してきており、小学校在籍時では、特に教科学習の補習を目的としたものであったが、中学生になり、学習進度と彼の習得度との乖離が大きくなったこと、生活上必要なスキルや社会性が欠如している

ことなどから、保護者ならびに学校担任とも相談の上、教科指導に加え、将棋などのレジャーや辞書の引き方など日常生活スキルについても指導することとした。

指導プログラムの中でも、特に国語では、対象児の無理なく読んで理解できる小学校3～4年生レベルの簡単な文章を用い、種々の教材・教具を用い、読み書きを重点的に取り組んだ。

読みに関しては、その効果的な指導方略についての研究や指摘（杉山，1991；平田・多和田・大城，1997；吉田，1997；高山，1998；田辺・服部，2002など）を参考に、これまでも、指を当てて読ませたり、定規を当てて読ませたりしてきた。対象児にとって、これらの方略は、補助なしで読むときに比べると流暢に読むことができるものであったが、文章以外のものにも注意が拡散することがみられた。また文章の意味の把握という点では効果があまり見られず、また動機付けにもつながりにくかった。この点については、指導前評価のアイマークレコーダーのデータより、対象児が飛ばし読みや停留が多いことが確認されている。したがって、より文章のみに集中できるよう、勝浦（1997）の示すような文章の1行だけ読めるようなスリットの入った読字版（スリット版）を作成し使用した。この際、用いる文章課題は、スリットから見える部分（1行分）で意味がひとまとまりの単語になるような配慮（高山，1998）をとった。またスリット版を使用した学習から今度は1行のみ色枠で囲ったOHPシートで作成したクリア版へ移行することで、徐々に読みの手がかりを減少させたりにした。加えて、単に文章の音読に終始するのではなく、関連して国語辞典を引いて意味を調べたり、子ども新聞や雑誌記事を読んだり、百人一首をしたりして、読むことを通じて、生活世界の広がり留意して

指導を実施した。

(3)指導後評価

指導後の評価として、指導前評価と同様に習得度評価（WISC-III・K-ABC）と、5つの文章課題に対する眼球運動、並びに読字時間、エラー数（誤読や読み直しの回数）などを測定した。また、読み学習がもたらす波及効果を第三者的に評価すべく、在籍中学校での学習の様子について、担任教師にインタビューを行った。

【結果】

1. 埋没課題に対する眼球運動の軌跡と停留

埋没図形検査は、あらかじめ提示された単純な図形を、それが埋め込まれている複雑な図形の中からそれを見つけ出すように求められる（図2、4のなかの太線で示した単純図形）という課題である。本検査は、刺激を知覚するとき視野（周囲）に影響されるか、それともされないかをみるものであり、その際の課題遂行中の眼球運動を記録し、問題解決に至るまでの視覚的探索活動を定量的に解析した。

埋没課題1（図2）では、規則的に並列した単純図形の中から、要求された図形の位置をとらえ、単純図形を構成する角を注視していることが、1回の停留時間が長いことからうかがわれる（結果3）。

埋没課題2（図4）では、結果（図5）から明らかなように、対象児は停留回数も多く、基本的図形に対応する角以外の箇所にも視線を向けていることがわかる。埋没課題2は、埋没課題1と比較して、交差する線も多く、提示された単純図形に対応する角を探すことも困難で、視覚的探索活動においても対象児にとって難しいものになっていることが想定される。このような特徴は認められたものの、アイマークレコーダーを使った視覚的探索活動そのものの分析は可能であることが示された。

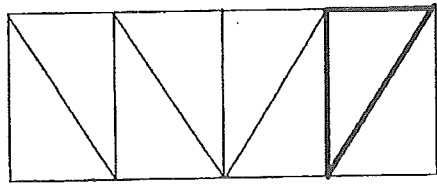


図 2. 埋没課題 1

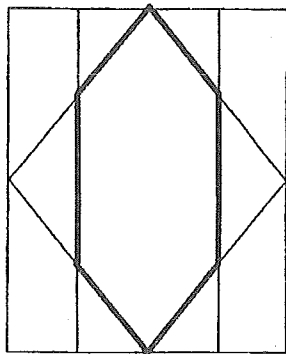


図 4. 埋没課題 2

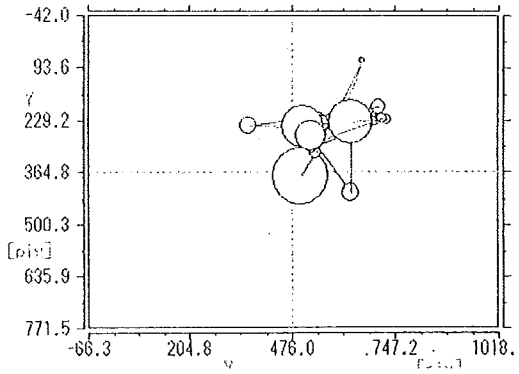


図 3. 埋没課題 1 に対する眼球運動(停留)

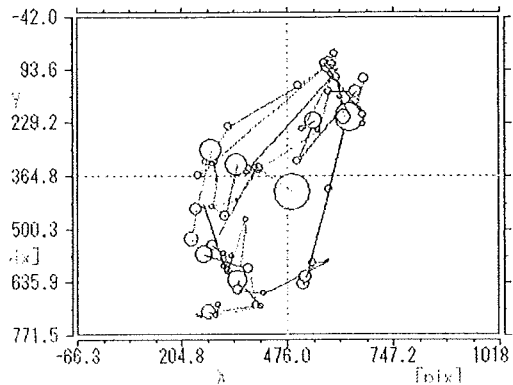


図 5. 埋没課題 2 に対する眼球運動(停留)

2. 文章課題(縦書き文章)に対する眼球運動

図 6、7 は、健常児(中学 1 年生男児)の文章課題(縦書き文章)における眼球運動の軌跡と停留時間を示したものである。

字列に沿って整然と視覚的探索活動が移動しており、一行のなかの初めと終わりが明確に読みとれていることがわかる。また眼球運動の停留を示した結果からも、それぞれ個々の停留点の大きさがほぼ等しいことから、リズムカルに読みが遂行されていることが読みとれる。

一方、指導前の対象児の例を図 8、9 に示した。健常児と比較して眼球運動の軌跡がきわめて不均一で、「飛ばし読み」「二度読み」等をうかがわせるものであった。また眼球運動の停留に関しても特定の単語への停留が長く、その後の軌跡が乱れていることから、本児の場合停留が長時間続くと、次の単語への視覚的探索活動が困難になるのではないかと想定された。

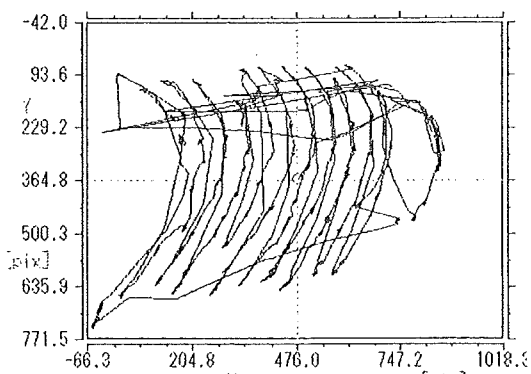


図 6. 健常児の眼球運動(軌跡)

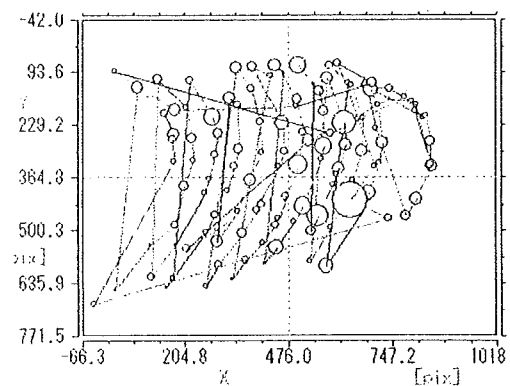


図 7. 健常児の眼球運動(停留)

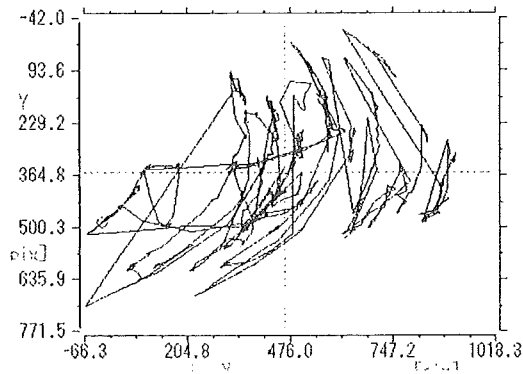


図 8. 対象児の眼球運動(軌跡)

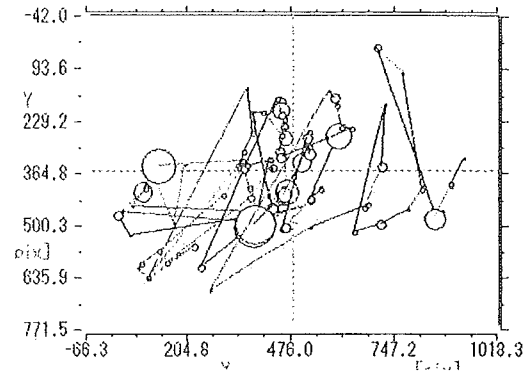


図 9. 対象児の眼球運動(停留)

3. 文章課題に対して補助板(スリット版、クリアー版)を利用した際の眼球運動(停留)

対象児の文章課題に対する眼球運動の特徴、ならびに視覚的探索活動の特性から、読みの指導において、スリット版(図 10)とクリアー版(図 12)が試作された。

スリット版は、縦書き文章(横書き文章)の一行に対応する部分にスリットを入れ、他の行の文字を視覚刺激としての干渉を統制するものである。これまで対象児は、指を文字に沿わせながら読むという行為では比較的スムーズに読むことができていた。しかし、対象児は中学生になってからこの行動をすすんですることを拒否するようになったため、このような補助具を試作した。

スリット版を使用した際の眼球運動の軌跡と停留を図 11 に示した。視覚刺激の統制がなされている前半部までの視覚探索活動が整然となされていることがわかる。

次の段階として、クリアー版を試作した。これは透明なプラスチックの版にスリットを開け、その部分を青色のペンで枠付けしたものである。これにより、スリット版よりは文字刺激の干渉が低く、視覚的探索活動への手がかりはスリット枠だけとなっている。このクリアー版を使った際の対象児の眼球運動の停留を示した(図 13)。スリット版を用いて読むときと比べて、クリアー版では、眼球運動のサッケードが多いことが認められた。

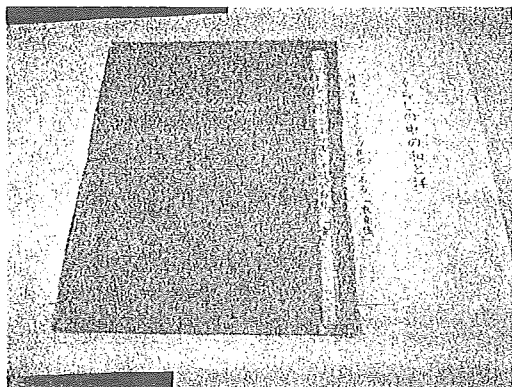


図 10. スリット版

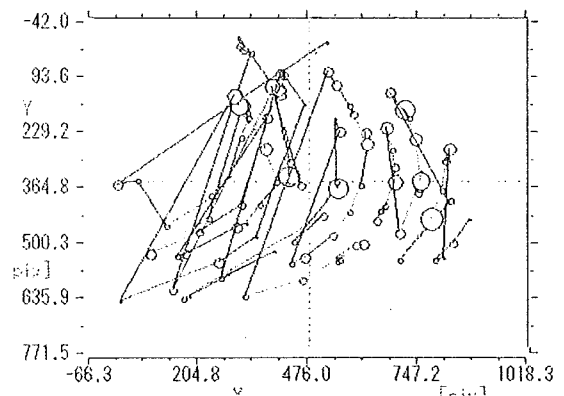


図 11. スリット版を用いた際の眼球運動(停留)

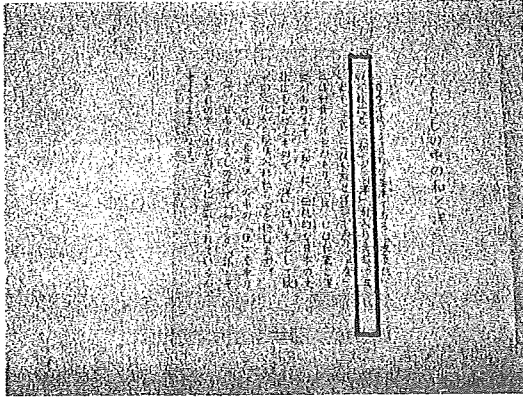


図 12. クリアー版

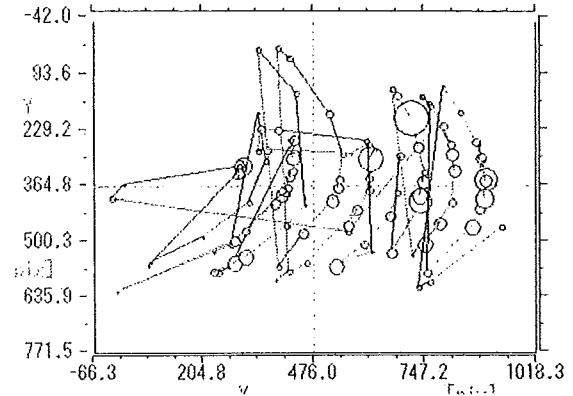


図 13. クリアー版を用いた際の眼球運動(停留)

4. 指導前・後の文章課題に対する眼球運動の比較(課題文章上にトレース処理)

対象児の指導前・指導後における文章課題に対する眼球運動を検討するため、軌跡と停留点を課題文章上に照合するよう変換作業を行い、トレースしたものを図示した(図 14、15)。

先に示したように健常児と比較して眼球運動の軌跡がきわめて不均一であった。また無意味なサッケードが見られる。眼球運動の停留に関して、特定の単語への停留が長く、軌跡の乱れも認められた。流暢な

単語への視覚的探索活動が困難になっていることがわかる。

一方、指導後(図 15)において明確な違いを示した。まず字列に対応して眼球運動がなされるようになったことが顕著な変化としてあげられよう。意味のない停留も少なくなり、リズムカルなものとなっている。ただ、まだ長時間の停留が認められ、また 1 行の文字の初めと終わりまで確実に文字の並びに対して視線を移動していることがほとんどないということが明らかとなった。

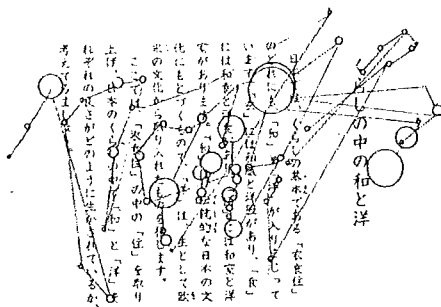


図 14. 指導前の眼球運動のトレース

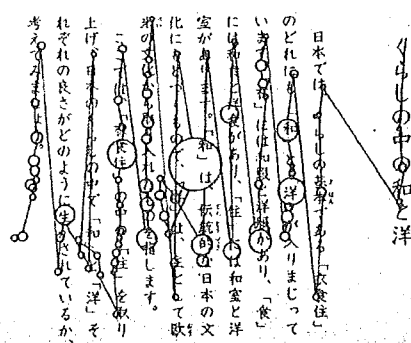


図 15. 指導後の眼球運動のトレース

5. 読みのパフォーマンス(読字時間、エラー数)の変化

この結果は、課題文章を読む所要時間とその際の「二度読み」「飛ばし読み」「つ

っかえ」などのエラー数からなる読みのパフォーマンスにおいても著しい向上を示した(図 16)。しかし、指導後における読みにかかる平均時間には短縮が認められた

が、有意な差は認められなかった。一方で平均エラー数では、有意な減少が認められた ($t=2.71, p<.05$)。これはつまり、指導により単語の誤読や読み直しレベルでの困難が少なくなり、それが課題文章を読む際の平均時間減少という結果として表れたのではないかと推測される。

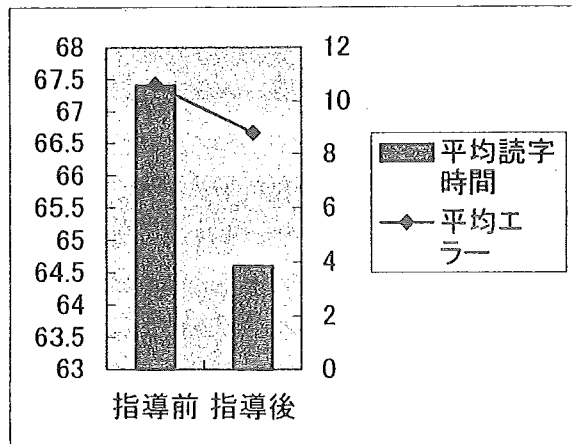


図 16. 読みのパフォーマンスの変化

【考察】

本研究では、読みに困難を示す中学生の LD 児を対象にアイマークレコーダーによって眼球運動を容易に計測するシステムを用いて、読字困難の様相を明らかにすること、それに基づき読みの問題を改善する効果的な指導プログラムを実施し、その効果について検討することを目的とした。

結果から、次のことが明らかとなった。指導後では、パフォーマンスは、指導前に比較して大きく変化していた。まず指導前には、行換えの際に誤った行を読んだり、飛ばし読みや一つの単語に停留したりすることが多く、流暢な読みとはいえなかった。しかし指導後ではそのような課題も改善されていた。特に不均一な「サッケード（跳躍）」「逆行」「順行」「行かえ」もなく、「停留」もリズムカルになされ単語を確実に読んでいることをうかがわせるものであった。ここではこのような変化が認められ

た要因を、1. 対象児の読みの困難さの特徴と、2. 指導プログラムから考察し、最後に 3. 今後の課題を述べる。

1. 読みの困難さと改善

Lovegrove (1994) によれば、読み障害を持つ子どもは、目が動くときの移送メカニズムがうまく機能していないために、前の文字が次の文字に重なり、視覚が混乱するとするとされている。今回の実験でも対象児は、視覚的探索活動が一定にならずにメカニズムに混乱が認められた。文を読むときに、このような眼球運動は固視とサッケードとを組合せがなされるが、本対象児の場合、長い停留時間の後、不均一なサッケードが認められ、しかるべき場所に戻るのに困難を示すのが特徴的であった。例えば、課題実行中でも文章以外の刺激要因（ディスプレイ上のマークなど）がある時は、停留のたびにそれを見て、次の正しい場所を探索するということを繰り返した。これは本来 *distractive* な本対象児の心理特性と無関係ではないと考えられた。伊藤 (1993) は自閉症児の眼球運動の実験から注視時間の短さを特徴としてあげ、視覚的な動機付けが必要であることを述べ、特に指示棒や色変化などの補助の有効性を示唆しており、今回の実験と指導においてもそれを裏付けるものであった。

また本対象児の場合、指導の後でも視覚的探索活動の特徴として、指導前から認められた 1 行の文字の初めから終わりまで、文字に対して視線を確実に移動していることがほとんどないということが認められた。神部 (1998) によれば、読みの情報処理は、ひとつの単語に対する注視と、そこから一定の範囲の周辺視によってなされるという。つまりこの語の長さや形をとらえる周辺視によって、次なる注視点への予測が可能となり、コントロールされた眼球運動、つまりよどみない読みが実現する。今

回の実験では、常に時間を計測し対象児にも結果を告げていたため、できるだけ早く読むということが対象児にも意識づけられていた。その結果、視線移動の早さ、つまり文字の読みや行替えの早さが促進され、図らずも周辺視を活性化することにつながったのかもしれない。

2. 個別指導プログラムについて

対象児は、本研究に伴い読み指導の比重が従来よりも多くなったことから、当初困惑していた。またスリット版、クリアー版といった特別な教具を用いる事にも抵抗感を感じたようであった。しかし、教具を用いるのは大学の学習時間のみであり、また教具を用いた時と用いない時の読みの様子をVTRに録画しそれを対象児に見せ、読みの流暢さに教具が寄与していることを理解した後は意欲的に学習に取り組む姿勢が見られた。

指導を通じて読みの能力が向上してきたことを自覚し、国語の文章のみならず積極的に様々な文書も読むようになった。また担任教師からのインタビューから、個別指導における自信は、学校において学業態度の変化としてあらわれていた。以上のことより、今回作成した個別の指導プログラムが効果的であったことが示唆された。

このような読みの成績の向上は、単に読むことの学習を行ったことだけによるものではなく、対象児にとって読むことが集中できる環境的な配慮(ブラインドを下ろす、机の上に必要なものを置かない、指導の前にトイレを済ます、消しゴムの有無の確認やシャープペンの芯をあらかじめ補充しておくなど)も大きく影響していると考えられる。加えて個別の指導では、学習の準備(身だしなみや学習道具の用意)についても自己点検できるように配慮した。

また、読んだ文章に対してその意味内容を問う質問を随時行ったが、この指導プロ

グラムを通じ、意味理解の面においても向上していると推測された。しかし、この点は練習による効果も否定できず、本プログラムで用いた同程度の文章を、初見で読み、内容を理解できるようにするには、まだ指導上工夫すべき点が多い。特に、今回の読みの指導では、スリット版を用いて読む上で、意味まとまりが改行により分断されないよう読みの文章を作成して学習した。しかし、日常にある実際の文章は、意味まとまりごとに改行されたものではないため、今後このような一般的な文章へのスキルの般化についても検討する必要がある。

なお、指導プログラムでは読みを複数人の前で披露する機会も設けた。この点については、人前で音読することにも慣れたようで、自信にもつながっているようであった。

3. 今後の課題

本研究では、様々な課題を残した。まず対象とした事例がシングルケースであり、今回の読みの改善が他の学習障害や読みの困難を抱えている子ども一般を説明するものではないことである。このためにはさらに対象児を増やし同様な実験を行う必要がある。

さらに近年、眼球運動のパフォーマンスには、利き目との関係があることがいわれているが、今回の実験ではその点を考慮していなかった点も今後の課題であろう。

また、今回測定した読みの時間やエラー数の減少など読みのスキルの向上は、それは推測されはしたものの、先述のように、読んで意味を理解することについての向上とは必ずしも結びつくものではないということがあるだろう。

なお、伊藤(1993)が述べるように、このような神経心理学的指標を使った場合は、それ自体で完結するものでなく、常に研究や指導実践につながり障害児・者へと

還元されなければならない。この意味において、本実験は上記のような課題を残すものの、今後の LD 児の読みのシステム解明やその指導に寄与するものと考ええる。

【引用文献】

- 平田永哲・多和田稔・大城政之 (1997) LD 児の読み書き指導と教育対応—通級指導教室での指導実践を通して—。琉球大学教育学部紀要, 50, 315-331.
- 伊藤英夫 (1993) 自閉症の眼球運動。(芋阪・古賀・中溝編) 眼球運動の実験心理学。名古屋大学出版会, 285-304.
- 神部尚武 (1998) 日本語の読みと眼球運動。(芋阪編) 読み—脳と心の情報処理—。朝倉書店, 1-15.
- 勝浦理子 (1997) 平仮名がなかなか習得できない子。(上野・二上・北脇・牟田・緒方編) LD の領域別指導事例集—集団参加から教育指導まで—。学習研究社, 60-61.
- Lovegrove, W. (1993) Do dyslexics have a visual deficit? In S. F. Wright & Groner, R. (Eds.), Facets of dyslexia and its remediation, Amsterdam: Elsevier, pp. 33-49.
- 水内豊和 (2000) 学習困難がみられる子どもの国語指導。日本 LD 学会第 9 回大会発表論文集, 206-209.
- 斉藤修・清水康夫 (1989) 高機能自閉症における視覚情報処理と Microbehavior(第 1 報)—アイマークレコーダーを用いた解析法の確立—。安田生命社会事業団研

究助成論文集, 25 (1), 59-68.

- 斉藤修・清水康夫 (1990) 高機能自閉症における視覚情報処理と Microbehavior(第 2 報)—自閉症児を対象としたアイマークレコーダーによる注視点の記録—。安田生命社会事業団研究助成論文集, 26 (1), 54-63.
- Stanovich, K. E. (1985) Explaining the variance in reading ability in terms of psychological processes: What have we learned? Annals of dyslexia, 35, 67-96.
- 杉山登志郎 (1991) 読み書きの学習障害。教育と医学, 39 (11), 18-25.
- 高山佳子 (1998) LD 児の認知発達と教育—つまずきの理解から指導・援助の手だてへ—。川島書店。
- 田辺朋江・服部由起子 (2002) "Functional academics" の獲得を目指した境界知能の LD 児への学力指導 (その 1)—読み書き指導の実践報告—。LD 研究, 11 (2), 171-176.
- van der Geest, J.N., Kemner, C., Verbaten, M.N., and van Engeland (2002) Gaze behavior of children with pervasive developmental disorder toward human faces: a fixation time time study. Journal of child psychology and psychiatry 43 (5), 669-678.
- 吉田眞二 (1997) 文を読むとき、字を抜かしたり行を飛ばしたりする子。(上野・二上・北脇・牟田・緒方編) LD の領域別指導事例集—集団参加から教育指導まで—。学習研究社, 60-61.