

機関番号：32205

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2010

課題番号：19530878

研究課題名（和文）読み書き障害児における視知覚機能評価法の開発と指導法の確立

研究課題名（英文）The study of assessment of visual perception and instruction methods for children with developmental dyslexia and dysgraphia.

研究代表者

松本秀彦（MATSUMOTO HIDEHIKO）

作新学院大学・人間文化学部・准教授

研究者番号：70348093

研究成果の概要（和文）：

漢字の読み書きの困難について、定常性視覚誘発電位を記録してその視覚認知特性を評価した。その結果、困難のある児童については、コントラストの低い刺激に対しても SSVEP の振幅が大きく、視覚情報入力時の自動的な処理の特異性が示唆された。この対象児に対してフロスティックの学習指導を行ったところ、領域 V の「空間の再構成」に改善が見られなかった。このことから空間の情報が多くなると適切に統合して再構成することが苦手であり、SSVEP の結果に反映されているものと考えられた。

研究成果の概要（英文）：

We measured transient and steady-state checkerboard contrast-reversal visual evoked potentials (SSVEPs) in child with reading and writing problem, and estimated the characteristic of visuo perceptual cognition. The amplitude of SSVEP to low contrast stimulus was not smaller than high contrast stimulus on child with difficulty of writing of Kanji character. This results showed that there was a specific information processing of visual input on the central nervous system of child with problem of writing.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
総計	4,000,000	1,200,000	5,200,000

研究分野：特別支援教育

科研費の分科・細目：

キーワード：①教育系心理学 ②生理心理学 ③読み書き障害 ④視覚認知機能 ⑤定常視覚誘発電位

1. 研究開始当初の背景

通常学級における特別支援教育と脳科学
 明らかな知的障害を有しないが、特定の学習領域につまずきを呈する学習障害児（Learning Disability, 以下 LD 児）や、発達障害児への治療教育がクローズアップされている。彼らは、通常学級に在籍すること

が多く、学級集団という多人数の中で過ごすことを考えると、担任のみの個別指導は、たとえ障害児指導の高い専門性を持ち合わせていたとしても、時間的、人的資源の制限により相当の困難が予想される。

LD 児に対しては熱心な学習支援が行われてきており、特に近年、いくつかの知能検査

の組み合わせによって彼らの認知特性を多面的に評価し、認知特性に配慮した教材を用いた学習指導が行われ、その効果には目覚しいものがある。特に、WISC-IIIによる言語性・動作性知能の偏りに依拠した指導法略の工夫、またK-ABCによる同時性・継時性といった個々の認知情報処理の特徴に応じた教材配列の工夫などである。これらの指導法略の特徴はいずれも、ただ単にドリル教材を繰り返し行うことによって学習効果を高めようとする指導方法から脱却し、科学的根拠に基づく指導法開発である。一方で、これらの教育方法の発展に加え、近年脳科学と教育分野との連携（科学技術振興機構「脳科学と教育」）の歩みは、障害を持つ児の認知機能の評価に生理学的評価に裏付けを加えることが可能なことを示しており、実際、生理学的根拠による指導を確立しようとする動きが日本特殊教育学会でもシンポジウムで取り上げられてきている（第40回準備委員会企画シンポジウム「発達障害児の評価と支援：根拠に基づく教育実践について」；第38～44回日本特殊教育学会自主シンポジウム「障害児発達の生理機構とその援助」）。また、社会が脳科学への興味を高めていることもあり、多くの教育従事者が指導法の選定と効果予測のために、生理学に依拠した科学的証拠が強く求められている。

学習障害児の中でもとりわけ読み障害・書字障害は、学習全般で要求される理解の過程で大きな不利を被り、一般的な知能の遅れがなくとも学習成績の低下に結びつきやすい。それゆえ、この問題には重点的に取り組まれてきた。その主たる原因となる視覚認知機能と脳全体が関わる言語処理との結びつきについては、近年発達した脳活動計測技術（fMRI、脳波、事象関連脳電位、MEG）を用いてアプローチが可能となっている。特に、脳波は装置が比較的安価で時間分解能も高いことから、医学臨床では視覚障害の診断に用いられてきた。特に読みや書字の基盤となる視覚入力については、視覚誘発電位（visual evoked potential, VEP）が有力で、視覚環境に含まれる空間周波数、色、形状、動きに感度を有し、脳内における視覚認知のストリームをミリ秒単位でアプローチすることができる（諸富隆,1985,1992；飛松,2004）。現在、読み障害における有力な説は視覚大細胞系の障害（J. Stein and J. Talcott, 1999）であるが、必ずしも大細胞系に起因したものではないとの指摘もある（J. Sönke et al., 1996）。VEPは、一過性の刺激による視覚空間の変化に対する大脳皮質の応答を捕らえたものであるが、4 Hz以上の刺激呈示頻度で刺激を呈示し続けると呈示頻度に応じた周波数応答をする定常VEP（steady state VEP, SSVEP）が得られる。このSSVEPは、知覚

を維持し環境を捕らえ続けるための大脳皮質の恒常的な活動を反映しており、一過性VEPにはその感度はない。例えば、多発性硬化症の場合、一過性VEPでは脳電位成分が惹起されるがSSVEPを計測すると特定の視覚属性には脳が応答していない様子を析出することができる。つまり、学習障害児においても、読みの原因が単に視覚皮質の単純な応答の弱さと捕らえるのではなく、どのような刺激属性に対して弱いかが詳細に分析することができるのである。理論的には非常にシンプルであるにもかかわらず、読みや書字の問題についてSSVEPを用いた研究は非常に少ないのが現状である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、読み書き障害の原因についてVEPとSSVEPを用いて解明すること、さらにその知見を元に障害を有する児の指導における教材や指導法を開発させることである。

①視覚機能評価：SSVEPに反映される視覚覚過程の特徴を明らかにするための視覚機能評価法を開発する。検査は視覚検査、知能検査に加え、生理心理学的検査を含めた総合的なものとする。

②指導法開発・臨床指導：学習障害児の認知特定や視覚特性に即した指導教材や指導方法を立案し実施する。また、その効果について評価を行う。

3. 研究の方法

3.1 脳波指標による視覚評価および事例検討

対象児のプロフィール：特殊学級に在籍する小学5年生男児【11歳1ヶ月（H17.8）】。

療育手帳B2（診断名なし）

精神年齢：6歳0か月（田中ビネー式知能検査）

WISC-III：全検査IQ58，言語性IQ70，動作性IQ54

K-ABC：継次処理64，同時処理48，認知処理過程59，習得度74。誤信念課題（サリーとアン）」は不正解

フロスティック視覚検査：「視覚的分析能力」と「空間関係の把握と再構成」は視覚学習ブックの練習後も得点が低かった（図1）。漢字書字能力：手本を見ずに書くことができるのは小学校2年生程度までで、それ以降のものは、手本を見ても間違えた。錯視の見え：複雑な多義図形の見えは同年齢の健常児に比べ悪かった。

学習指導は、フロスティック視覚学習ブックを1週間に1回、30分程度実施した。

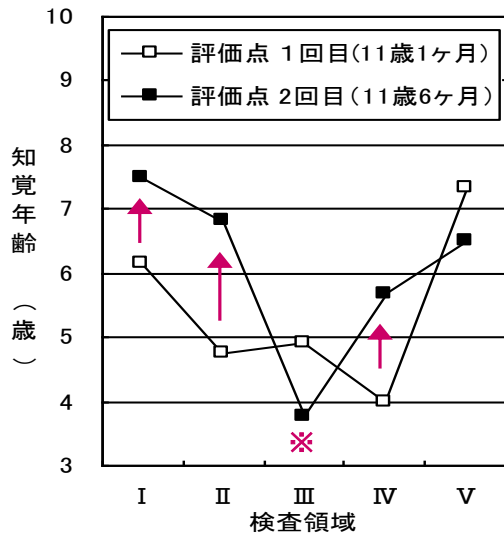


図1 フロスティック視知覚検査の結果

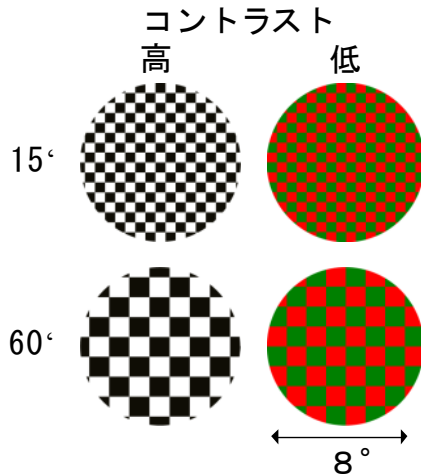


図2 視覚刺激

3.1.1 VEP 検査

3.1.1.2 被験者

健常成人 8 名、当該児童 1 名および定型発達児 3 名（含む姉妹 1 名）であった。

3.1.1.3 刺激

ディスプレイに視角度 15 分と 60 分の格子柄を提示した（図 2）。持続時間は VEP を測定するために 500 ms（1 Hz）、SSVEP を測定するために 125 ms（4 Hz）とし格子柄が反転するように提示した。格子柄は白黒（高コントラスト）と赤緑（低コントラスト）の 2 種類を用いた。刺激反転回数は 200 回程度とした。刺激呈示の制御には ViSaGe (Visual Stimulus Generator; Cambridge Research Systems 社製) を用いた。

課題：被験者は格子柄の中央に提示された固視点を見つめる受動的課題であった。

3.1.1.4 課題

眼帯などで片目を遮断し、単眼で全視野刺

激を 1Hz と 4Hz を左右 2 回ずつ行った。

3.1.1.5 記録と分析

脳波記録：Queen Square 法 (Halliday) による頭皮上 5 か所 (LT, LO, MO, RO, RT) から基準を MF (鼻根部の 12cm 上方) に置き、接地電極を Cz として脳波を導出した。バンドパスフィルターは 0.5~60Hz で導出した。刺激反転を時間基準として VEP と SSVEP を脳波の加算平均処理によって算出した。

3.2 指導実践による読み書き指導の教材開発

服部により、個別指導の他に、個人的に実施できるようにするためのドリル教材を用いた学習指導の効果を検討した。情報処理特性や読み困難の特性に合わせて教材が作成された。

対象児の概要

通常学級に在籍する学習障害のある小学 5 年女児 A を対象にした。個別支援学級において週 3 回各 1~2 時間程度の指導を受けている。学校生活面での問題はほとんど無いが、読み書きが苦手なことで自信が低下し、友人関係で消極的になる事があった。平仮名の読みは習得しているが、単語や文章を読んで理解するまでの時間がかかった。

知能検査の結果

WISC-III : VIQ119、PIQ103、FIQ112、VC126、P0110、FD94、PS78

K-ABC : 継次処理 125、同時処理 112、認知処理過程 112、習得度 83

漢字の読み能力

指導前の漢字の読み能力の評価には、「陰山英男の徹底反復シリーズ、徹底反復「漢字プリント」(2002)」を用いた。その際、正答率が 50% 以下になった場合その学年で終了とした。指導前読み正答率は、1・2 年生では 93%、3 年生で 32% であった。また、指導期間後 1 ヶ月間の期間をあけて再度、「陰山英男の徹底反復シリーズ、徹底反復「新・漢字プリント」(2006)」を用い、指導前に実施した学年と同じの漢字を対象に読み定着度を測定した。

情報処理特性について

本児 A の情報処理特性として、言語の概念を形成したり、言語の意味を理解する能力は高いと考えられるが、聴覚的な短期記憶やワーキングメモリーに関する能力の弱さが窺えた。また、視知覚の能力全般が弱いわけではないが、処理速度が低いことから、短時間で視覚的な刺激を同定したり、図形を写したりするなどの、スピードが要求される課題は苦手と考えられた。また、読み評価では意味性錯読が多く認められた。

指導内容

指導前評価において、1・2 年の正答率が 90% 以上だったのに対し、小学 3 年レベルは 30% 程度だったことより、3 年の漢字を指導

した。漢字の読みの個別指導は、フラッシュカードを音読させた。自宅学習はドリル教材を実施させた。

①フラッシュカード〔個別指導〕

一枚のカードに一つの漢字単語を音読させて視覚刺激の認知処理速度を高めることが目的であった。提示した漢字は指導を行った読みドリル教材と同じ漢字について音読したり、フラッシュカードを用いた神経衰弱ゲームを指導者と一緒に行った。

②読みドリル教材〔自宅学習〕

読みドリル教材は漢字の正しい読み方を4つの選択肢から選ばせるもので、選択肢には漢字からイメージしやすく、意味が類似した誤った読み方を採用した(表1)。漢字の形を素早くとらえること、漢字とその読みを結びつけ、読み仮名を同定させることを目的とし、漢字とその読みの自動化を促すことができると予想した。処理速度を高めることも目的としているため、課題遂行時間を計らせた。

表1 意味が類似した読み方を選択肢に用いたドリル教材

意見	ケガク	イ	イソ	ミ
感想	カガエ	カトウ	カゾウ	カソウ
歯科	ムシ	ソ	ハシヤ	ハカキ
悲しい	カナシ	ケシ	オシ	ホシ

4. 研究成果

4.1 脳波指標による視知覚評価および事例検討

4.1.1 VEPおよびSSVEPの結果

VEP: 1 Hz の周期で反転するパターンリバーサル刺激により惹起する VEP は、健常成人においては頂点潜時約 100ms に P100 成分が認められた。刺激コントラストが低い場合には P100 はやや小さかった。児童においては、成人よりも振幅が全体に大きかった(図 3 上段の中)が、P100 振幅の傾向は同様であった。また、本児の VEP は振幅が大きかったが、児童例と同様であった。

SSVEP: 4 Hz の刺激呈示によって 8 Hz の SSVEP がどの被験者群でも得られた(図 3 下段)。成人、定型発達児においては、赤一緑刺激のようなコントラストの低下によって SSVEP の振幅が減衰した(図 3 下段、中、実線)。対象児においてはコントラスト低下に伴う振幅の減衰は認められず、低コントラストにもかかわらず刺激処理が中枢において活性化していることを示した。

考察: VEP は正常に惹起しているため、視覚信号が一次視覚野に到達するまでにおいて処理の遅れ等はないものと考えられる。一方で、成人、児童においては SSVEP の振幅を減衰させる低コントラスト(等輝度色)刺激に対しても減衰しなかった。このことは、視覚系(網膜~視神経~皮質)において非選択的に強く処理されている可能性が考えられる。

つまり、視覚刺激の入力系において刺激に応じたフィルター機能が働かないために入力情報を多くさせ、高次視覚系において適切に情報処理されないことが考えられる。そのため、漢字の細かな部分や複雑な図形の見えが悪いことにつながっていくものと推測された。

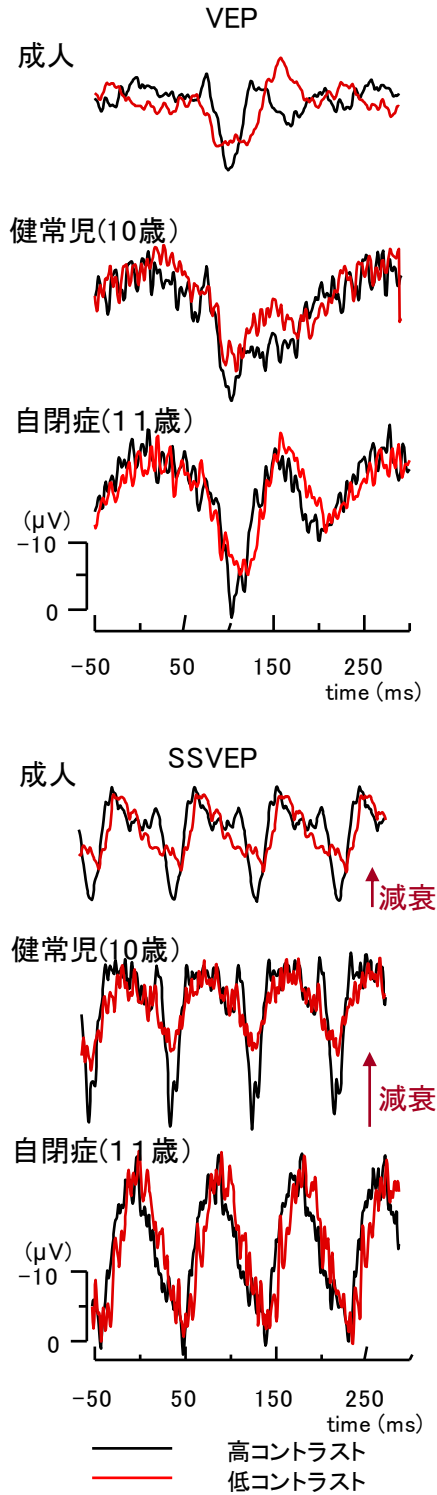


図3 VEPおよびSSVEPの結果

4.1.2 学習指導の結果

フロスティック視知覚検査の結果の変化について（図1）

初回：視知覚年齢は、生活年齢よりも全体的に低かった。特に検査II「図形と素地」・検査III「形の恒常性」・検査IV「空間における位置」の領域が4歳レベルであった。

2回目：検査I「視覚と運動の協応」・検査II「図形と素地」・検査IV「空間における位置」において改善が認められた。

以上のことから、検査Vにおいては効果が見られなかったことより、「空間の再構成」の難易度が高いものを苦手としていることがわかった。また、学習ブックの練習で不正解となり間違いを指摘してもなお、間違いに気付くことができない問題も見られ、複雑な模様の違いを見分けること、空間の2つのものを比較することを苦手としていることがわかった。これらの特徴は、一定空間内に多くの情報が同時に存在すると空間的・全体的に刺激を統合し処理することが難しいことを示唆している。SSVEPに見られる低コントラスト刺激への過敏さは、適切な情報処理の困難さを反映したものかもしれない。WISC-IIIの動作性IQ、K-ABCの同時処理の能力の低さにも反映されているものと考えられる。よって、本児の視知覚認知能力は、「視知覚的分析」と「空間関係の把握と再構成」に問題があるものと考えられ、これらの能力の低さが漢字書字の問題を引き起こしている可能性が明らかになった。漢字学習指導においては、空間のどこに注目すべきなのかを具体的に指示することが有効な手がかりになるものと推測される。また、WISC-IIIの言語性IQ、K-ABCの継次処理の能力が高いことから考えると、「よく見て」と言うよりは順を追って見る方略を身につけるような言語的指示を併せて行なうことが認知特性に見合った方法であると考えられた。

成果のまとめ

以上のように、漢字書字の学習に困難のある自閉症児において、視知覚処理の特徴をVEPおよびSSVEPによって評価を行った。その結果、視覚入力段階における処理が定型発達児と異なっている点が明らかになり、教材作成において配慮することが可能となることが示された。例えば、視覚刺激に対する過敏性があることから、教材のコントラストや情報量に配慮するといったことが可能になった。

4.2 指導実践による読み書き指導の教材開発

4.2.1 指導後の漢字の読み能力

指導前の漢字読み正答率が低かった3年生（32%）については、指導後に65%に上昇した（表2）。

表2 指導前後の漢字読み正答率

学年	1年生	2年生	3年生
指導前	94%	93%	32%
指導後	98%	98%	65%

4.2.2 読みドリル教材の結果

自宅学習における読みドリル教材の一部（ドリルNO.3, NO.5）の正答率の推移を図4に示した。自宅学習における読みドリル教材のNO.3においては、10回から27回で正答率にばらつきが見られた。読みドリル教材のNO.5においては、実施回数とともに正答率が徐々に上昇し、定着した。NO.3及びNO.5の正答率に違いが見られたのは、実施時期の早いNO.3では抽象度の高い漢字を読む行為自体に慣れていないため、他の類似した意味の読みにつられてしまっている事が考えられた。また、NO.3については出題された漢字に訓読みで提示された漢字が少なかったため、単語で提示された漢字を分解し、意味理解することができなかつたと思われる。読みの正答率にばらつきは見られたものの、処理速度が遅く、ワーキングメモリーに負担のかかる本児Aであっても、読みドリル教材に選択肢を提示することで、漢字の読み記憶探索の負担が軽減され、自宅での一人での学習が可能であった。よって開発した読みドリル教材は有効であったといえる。また、定着されない

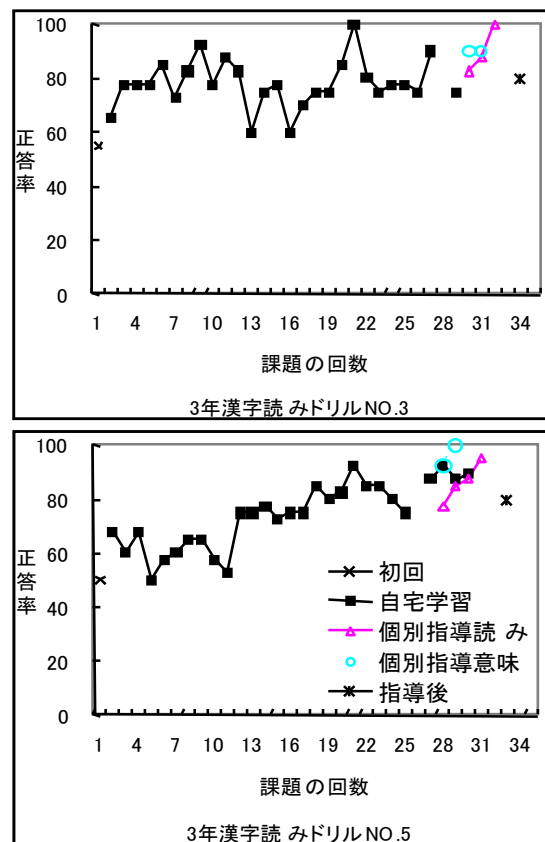


図4 漢字ドリルの正答率の推移

漢字については個別指導において漢字を1枚ずつカードにしたフラッシュカードを用い、口頭での意味指導（本児Aに答えさせた）を行った。その結果、NO.3、NO.5の両方で意味指導により自宅学習及び個別指導での読み正答率が上昇した。このことより個別指導でのフラッシュカードを用いた意味や読み指導を平行することがより効果的であったと考えられる。

以上のように、認知的機能の特性や情報処理特性を考慮した学習教材の作成は、指導場面での学習指導のみならず、児童本人による家庭学習での学習のしやすさにもつながっていること、さらにそれにより学習効果が促進されることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

松本秀彦（2010）発達障害および学習困難のある児童の少人数制学習指導の意義. 作新学院大学大学院心理相談室紀要, 3, 2-7 (2010年10月) (査読無)

〔学会発表〕（計 4 件）

松本秀彦・諸富隆（2007）漢字書字困難を持つ自閉傾向のある児における視覚認知の特徴—一定常性視覚誘発電位を用いた視覚認知機能の評価—. 日本特殊教育学会第45回大会発表論文集, 295 (2007年9月・兵庫教育大学)

服部美佳子（2008）読み書き困難を示す児童の音読指導における支援の効果. 日本教育心理学会第50回総会発表論文集, 225 (2008年10月・東京学芸大学)

圓谷典子・服部美佳子・松本秀彦（2008）漢字の読み書きに困難のある児童への読み指導—情報処理特性に基づいた読みドリル教材を用いて—. 日本LD学会第17回大会論文集, 53 (2008年11月・広島大学)

尾崎久記・松本秀彦・勝二博亮（2009）日本特殊教育学会第47回大会（学会・準備委員会合同企画シンポジウム）「脳科学は特別支援教育にどう貢献するか？」. 特殊教育学研究, 47(5), 332-334 (2010年2月)

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本秀彦 (MATSUMOTO HIDEHIKO)

作新学院大学・人間文化学部・准教授

研究者番号：70348093

(2) 研究分担者

諸富隆 (MOROTOMI TAKASHI)

作新学院大学・人間文化学部・教授

研究者番号：60003951

服部美佳子 (HATTORI MIKAKO)

作新学院大学・人間文化学部・教授

研究者番号：70438737