

ディスレクシアに対する触読学習の原理的メカニズムについて

一般社団法人 こども発達支援研究会 解説

言語聴覚士 宮崎圭佑*

要旨 触読学習の原理的メカニズムと、触読学習ツールである「触るグリフ」について解説した。

キーワード 視覚認知, ディスレクシア, 視覚-触覚学習, 触読学習

1. はじめに

この解説では、触読学習シートの触るグリフについて説明します。触るグリフが従来の触覚を使う多感覚法アプローチとどのように違うのか。また、どのような原理的な背景を持つのかについて触覚-視覚間の認知統合の観点から解説します。

2. 触読学習シート 触るグリフ

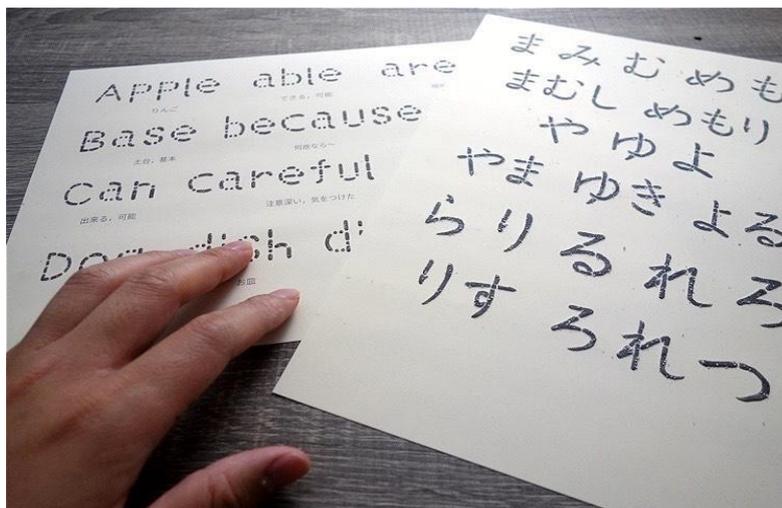


図1 触るグリフ 日本語シート(仮名)と英語シート

触るグリフは「視ながら触れて」触読学習を行う触読版シートです。文字の形状、文字列の綴り、漢字など文字構造の視覚性記憶の定着と精緻化を目的に開発されました。

一般社団法人 こども発達支援研究会 2021年11月7日 「LD児童の触覚学習」解説資料

(著者連絡先) 京都市下京区東洞院通七条下ル塩小路町 520 ミツ林ビル 2F

サワルグリフ代表 言語聴覚士 宮崎圭佑 Tel 050-3556-3047 E-mail sawaru126@gmail.com

触るグリフの利用対象の1つにディスレクシア(発達性読み書き障害)があります。ディスレクシアは、読字の音韻処理障害を中心とした学習障害⁽¹⁾ですが、語彙認知の弱さが起因して、文字のまとまり(綴り)や複雑な形状の視覚認知プロセスの弱さも報告されています⁽²⁾(3)。

このようなディスレクシアの視覚認知の弱さに対して、立体化した文字に視ながられて綴りや構造を学ぶ多感覚学習が考えられます。触覚を利用した認知学習技法は、古くから「多感覚法」として知られており、海外では文字認知が苦手な児童が、粘土造形や文字ブロックに触れて学ぶ多感覚学習⁽⁴⁾が行われています。しかしながら、大きな1文字ずつの形状を把握する従来の触覚学習では、文字形状の学習は可能でも、単語をまとまった「綴り」として視覚記憶形成が出来ません。触読版として連続した文字の綴りを学習する方法が求められます。触読による脳内ネットワーク自体の可塑的変化⁽⁵⁾も報告されており学習の持続的効果も期待できます。その一方で手掌面に収まるサイズまで立体文字を小さくすると、ヒトの触覚分解能の限界から読み取ることが難しくなってしまいます。

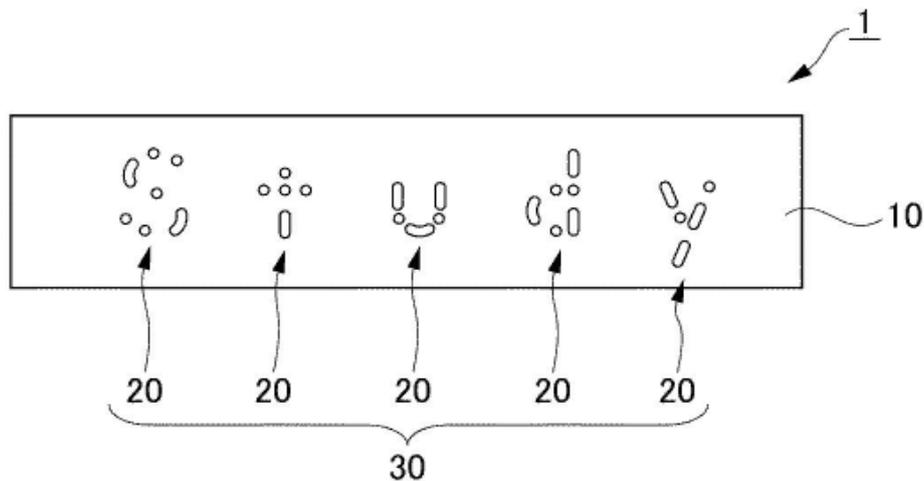


図2 文字形状に沿って配置された凸パターン文字

触るグリフの触読版シートでは、この問題を解決する技術的改良が行われており、立体化した凸部と凸部背面の素材感に差をつけて触覚刺激を強調することで文字形状を伝えることができます。また、文字形状に沿う凸パターンを学習の初期段階で利用することで、文字形状に沿うように手掌面を刺激することで効率の良い触覚学習が行えます。従来の多感覚法の技

術的な問題を解決しています。この発明⁽⁶⁾は、2019年に特許庁により学習装置の特許として出願申請しています。

3. 触るグリフの原理的背景

3.1 触覚-視覚間の認知的統合とマルチモーダルイメージの形成

触るグリフの背景にある理論としては、触覚-視覚間の認知統合があげられます。この分野の研究は、今日まで研究が進んでおり、触覚・視覚ルートของどちらからでも、脳内の共通する神経基盤であるLOC(外側後頭複合体)を経て、物体イメージが形成されることが分かっています。fMRIを用いた脳機能レベルの研究⁽⁷⁾では、事前の3次元造形物の触覚認知がLOCを介して視認時の視覚性脳活動を促す事も報告されています。また行動指標レベルでの研究⁽⁸⁾では、触覚-視覚の2つのモダリティを利用するほうがより精確な形状認知ができることが示されています。

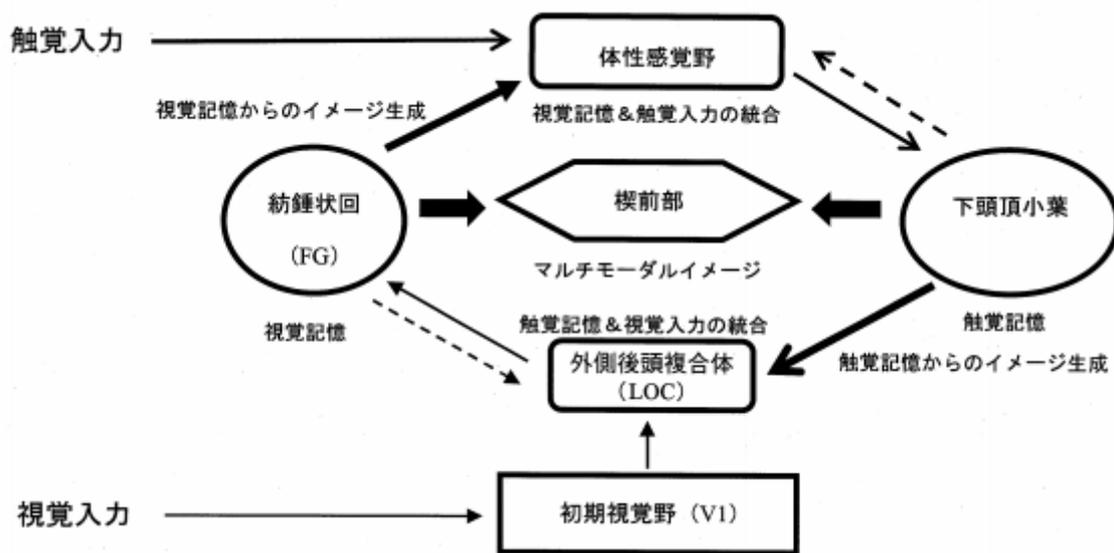


図3 触覚-視覚情報の脳内統合モデル (Nishino,2008)

近年では、触覚-視覚認知統合モデルも提唱されており、Nishino⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾らは、触覚-視覚の情報は、LOC(外側後頭複合体)で統合されて、紡錘状回-楔前部でマルチモーダルイメージが作られると提唱しています。同じく Simon.L⁽¹¹⁾らのモデルでは触覚学習で形成されたマルチモーダルイメージが、視覚認知や記憶想起でもトップダウン利用されると提唱して

います。これらの認知モデルからは、触覚学習により形成されたマルチモーダルイメージのトップダウンでのプロセスが、文字を読む事を含めた様々な視覚認知の弱さをと補う可能性が考えられました。

3.2 文字や記号に近い立体図版での検証実験

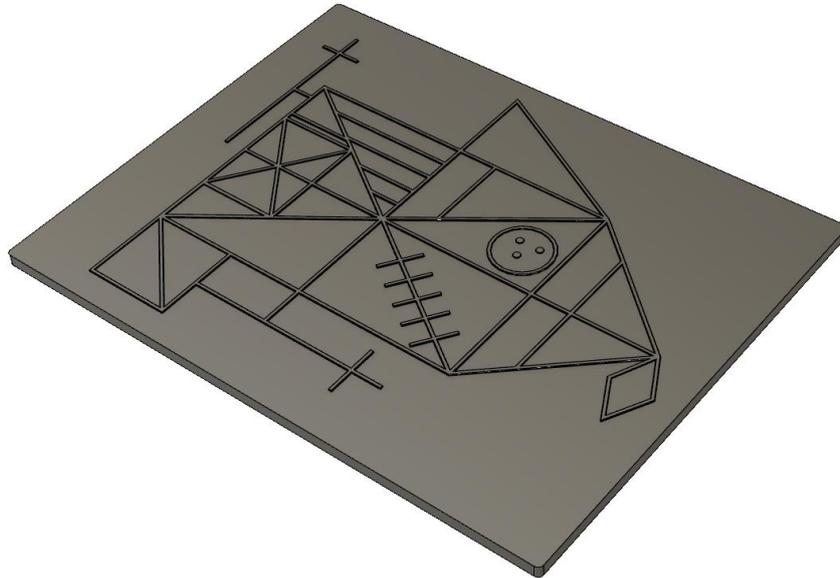


図4 Ray の複雑図形立体図版 (Miyazaki, K 2020)

私達は、2019年より文字や記号に近い2D図版であるRayの複雑図形を3Dプリンタで立体化して「視ながら触れる」学習の2群比較試験⁽¹²⁾を行いました。Rayの複雑図形検査⁽¹³⁾は、スイスの心理学者Rayにより開発された幾何学図形の模写と遅延再生からなる視覚性記憶検査で、古くからROCFと再生成績と視覚認知プロセスとの関係は調べられています。特にROCF形状の再生成績の低さがディスレクシアでは報告されており、ディスレクシアの文字の形状や綴りを認知する視覚辞書の弱さとの関係が推測されています。ROCF立体図版を「見る」と「視ながら触れる」の2群に分けた実験の結果は「視ながら触れる」学習を行ったグループの方が、視覚学習グループよりも著しく優れた記憶再生成績を示しました。特に図形全体の外郭と、細かい部分の形状記憶が促進されました。これは文字の形状やパーツの認知と記憶を触覚学習で促せる可能性を示唆します。視ながら触れて確かめることで、図版形状のマルチモーダルイメージが形成されたと考えられます。ディスレクシア自体に対して行った臨床実験ではありませんが、視覚認知プロセスの弱さに対して、触覚認知

学習が、文字や記号に近い2次元図版の形状記憶の定着と精緻化を促す可能性が示唆されました。

4. ディスレクシアへの臨床利用の可能性

ディスレクシアは音韻処理の弱さが語彙認知の弱さに繋がり、文字の視覚辞書ネットワークが未形成となることが考えられます。文字構造や綴りの視覚性記憶をトップダウン処理で利用できないので、単語の読みが自動化されない問題が生じています。ディスレクシアの脳をfMRI装置で調べた脳機能イメージング研究では、文字単語の音韻処理を担う左頭頂側頭部(左縁上回, 下頭頂小葉)の活動性の弱さと、文字列をひとまとめの単語として認知する左紡錘状回の弱さが報告されています。

Nishinoらの認知モデル⁽⁹⁾では、触覚-視覚の2つのモダリティ情報は、LOC(外側後頭複合体)を介して統合され、紡錘状回から楔前部でマルチモーダルイメージが記憶形成されると提唱されています。このことから左紡錘状回の活動性が弱いディスレクシアにおいても、文字や記号を立体化した触読板を「視ながら触れる」学習を利用することで、文字や綴りの視覚辞書ネットワークを触覚ルートから記憶形成できる可能性が考えられます。またSimon.L⁽¹¹⁾は触覚学習で形成されたマルチモーダルイメージが、視覚認知や記憶の想起のときにトップダウン処理で利用されると提唱しています。

このことから「視ながら触れて」記憶形成された文字や文字綴りのマルチモーダルイメージを、見て読む時にもトップダウンで効果的に利用できると推測されます。今後は、症例報告レベルの研究に続けて、ディスレクシア被験者を中心に、触るグリフでの触覚-視覚学習介入群と、通常の指導を行う非介入群に分けて2群比較するランダム化比較試験を行う予定です。文字や記号に近い2D図版で生じた学習効果が、実際のディスレクシア患者の読字改善にも効果を示すか検証する必要があります

5. 触るグリフの利用方法

一般的なディスレクシア児童に対する触るグリフの利用方法を解説します。まず、①触るグリフの介入前, 介入後の評価を行います。この評価では教材とは、別に用意した評価用の文章の音読をビデオ撮影で記録します。別の文章を利用して評価する理由は、毎日行う反復学習のバイアスを除くためです。ビデオ撮影は訓練開始から2週間毎に行い、その都度比較を行います

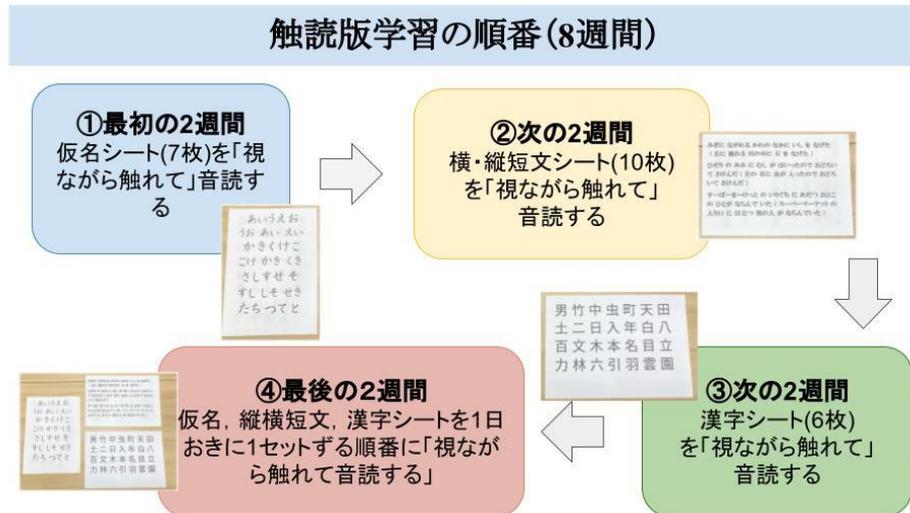


図5 8週間の触読学習プロトコル

最初の触読版シートである②6枚の50音の平仮名と平仮名单語、濁音、拗音の触るグリフを「視ながら触れて」音読します。この学習は6枚のシートを1日1セットずつ2週間行います。学習上の注意点として、1つは文字形状凸パターンを指先でなぞるのではなく、手掌面で文字の形状全体を触れて把握することです。指先で画線としてなぞると文字の形状やその並びである綴りの形状イメージ形成ができません。必ず手掌面で文字形状全体を視ながら触れることが重要となります。次に仮名单語は、逐次読みではなく、文字列を単語としてひとまとめに読む事を意識していただきます。基本的な仮名と仮名单語のシートが終了すると、ここで別途評価用の文章音読のビデオ撮影を行い介入前と比較します。この2週間毎の評価と訓練のプロセスを繰り返しながら、③横・縦書きの短文シート、④基本漢字シートと順番に進めます。最後の2週間は①②③の触読版シートを1日1セットずつ今まで行ってきた訓練の復習を行います。合計8週間で全ての訓練プロセスが終わる流れとなります。

6. 研究のご協力

触るグリフは現在研究途中にあります。視覚-触覚学習の原理的と基礎研究で報告された効果をもとに実用化した段階です。実際の人を対象としたデータを取得して、より高いレベルでのエビデンスを構築する必要があります。触るグリフでのデータ取得とセットで症例報告や比較試験の論文発表をしてくださる方がいましたら、無料で教材ご提供させていただきます。 sawarul26@gmail.com までお気軽にご連絡ください。

【参考文献】

- (1) The International Dyslexia Association <http://www.interdys.org/FAQWhatIs.htm>
- (2) Démonet JF, Taylor MJ, Chaix Y. (2004) Developmental Dyslexia. *Lancet* 363, 1451-1460.
- (3) Uno, T., Uno, A., Haruhara, N., Kaneko, M., Kuriya, T., Kozuka, J., & Katano, A. (2010). Visual function, visual perception and visual cognitive function in children with developmental dyslexia. *Japanese Speech and Linguistic Medicine*, 51(1), 38-53.
- (4) Philip, A.P., & Cheong, L.S. (2011). Effects of the clay modeling program on the reading behavior of children with dyslexia: A Malaysian case study. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20, 456-468.
- (5) 触覚刺激の学習における、脳の可塑的变化に関わる神経基盤に迫る. 齋藤 大輔. 福井大学・高エネルギー医学研究センター・特命講師. 研究者番号：30390701
- (6) 出願人 宮崎圭佑 特願 2019-092174. 文字綴り学習具及び文字綴り学習方法. 2019/5/15 出願
- (7) Thomas, W. J. (2002). Haptic study of three-dimensional objects activates extrastriate visual areas. *Neuropsychologia*, 40(10), 1706-1714.
- (8) Helbig, H. B., & Ernst, M. O. (2007). Optimal integration of shape information from vision and touch. *Experimental Brain Research*, 179(4), 595-606.
- (9) Nishino, Y., Ando, H. (2007) .Crossmodal interactions between visual and haptic information in 3D object learning and top-down processing fMRI study. *Perception*, 36 (suppl.) 209-210.
- (10) Nishino, Y., & Ando, H. (2008). Brain function mechanism of object recognition in 3D shape. *Review of Psychology*, 51(2), 330-346.
- (11) Simon, L., & Sathian, K. (2014). Visuo-haptic multisensory object recognition, categorization and representation. *Frontiers in Psychology*, 5, 730-741.
- (12) Miyazaki, K, Yamada, S. Visuo-haptic multisensory learning enhances encoding and recall of Rey-Osterrieth complex figures shape. Department of Human Health Science Graduate School of Medicine, Kyoto University, Japan. 2019
- (13) Rey, A. (1941). L' examen psychologique dans les cas d' enc é phalopathie traumatique. (Les problems.) [The psychological examination in cases of traumatic encepholopathy. Problems]. *Archives de Psychologie*, 28, 215-285.