HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	発達障害におけるワーキングメモリー特性を活かした学習支援
Author(s)	室橋, 春光
Citation	LD研究, 23(2), 134
Issue Date	2014-05-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57104
Type	journal article
File Information	murohashi20141022.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

発達障害におけるワーキングメモリー特性を活かした学習支援

Learning support based on characteristics of working memory for children with developmental disabilities

室橋春光

Harumitsu MUROHASHI

北海道大学大学院教育学研究院

Hokkaido University, Faculty of Education

キーワード；ワーキングメモリー、実行機能、注意、抑制、読み、書き、算数

Key words: working memory, executive function, attention, inhibition, reading, spelling, arithmetic

学習のメカニズムを考える上で、ワーキングメモリーは重要な要因のひとつである。他方、学習障害、ＡＤＨＤ，自閉症スペクトラム障害のメカニズムに関しても、ワーキングメモリーは密接に関与している。ワーキングメモリーは学習過程において重要な役割を果すのであるから、発達障害の特性に応じた学習支援が望まれるであろう。本論では、ワーキングメモリーに関連する機能について考察した上で、読み・書き・算数を中心にワーキングメモリーの役割を検討し、学習支援との関係を考えてみたい。

１．　ワーキングメモリー・モデル

ワーキングメモリーは、入力情報が短時間で処理されることに関わる記憶システムである(Baddeley and Hitch, 1974)。Baddeley らの提案になるワーキングメモリーは３つの部分からなる。視空間刺激入力用のいわばメモ帳である“視空間スケッチパッド”、言語音声入力用の“音韻ループ”、そして作業を監督する役割をもつが処理資源容量に制限のある“中央実行部”である。Baddeley らは彼らのモデルをさらに発展させて、エピソードバッファを付加した（Baddeley,2000)。エピソードバッファは、視覚・聴覚など多次元的符号化を可能にし、エピソードを統合的に創出するための情報結合を可能にするが、その容量は限定的である（Repoves and Baddeley,2006)。

音韻ループは、２，３秒間で減衰する音響的あるいは音韻的なかたちの記憶

痕跡を保持する音韻貯蔵部と、内言的性質をもち音韻貯蔵部に保持されている内容をリハーサルし、再調音して記憶痕跡をリフレッシュする調音リハーサル部からなる（Repoves and Baddeley,2006)。

視覚的空間スケッチパッドは、視覚的、空間的情報の維持と操作に関連するもので、空間情報と視覚情報を扱う独立した２つの部分からなる。視覚ワーキングメモリーは、通常３つから 4 つの特徴を扱うことができるが、場合によってはそれ以上の特徴を扱うことも可能であり、それらの特徴が統合された情報を保持している。単純な課題ではより多くの特徴を扱うことができるが、複雑な課題になると扱い得る特徴の数は減少する。また特徴結合そのものは概ね自動的に行われるが、後続の処理によって容易に妨害されてしまう(Repovs and Baddeley,2006)。

視覚入力情報は視覚ワーキングメモリへ転送される。転送作業は、経験などに基づくトップダウン的処理の影響を受けるが、他方で視覚的手がかりといったボトムアップ的処理の影響も受ける。それらの影響のあらわれかたは課題や状況によって異なるし、個人的差異も生じうる。空間ワーキングメモリにも、受動的な情報貯蔵部と動的なリハーサルメカニズムが存在する。眼球運動の統制過程は、位置特定的な情報を扱う空間ワーキングメモリに関与する。

中央実行部は、ワーキングメモリシステムのモデルにおいて最も重要な部分である。中央実行部は一般的処理資源に密接に関わる部分であるが、その容量は限定的であるとされる。

日常的な出来事に対しては習慣的対応が可能だが、新規事態では入力される刺激情報と長期記憶情報が活発に結合される。このようなとき、注意機能には処理容量の限界がある。したがって、中央実行部の最も重要な役割は、注意のコントロールであるといえる。限界のある容量を有効に利用するためには、注意の切り替えを柔軟かつ効率的に行うことが必要である。また入力情報と関連する長期記憶を結びつける役割も重要となる（Repovs and Baddeley,2006)。

エピソードバッファは、音韻ループや視空間スケッチパッド、それに長期記憶から、当該事象に関連する視覚・聴覚など異種の情報を集めて、ひとつの多次元表象を創り出す“場所”である（Baddeley,A.D.,2000)。エピソードバッファにも容量制限があり、中央実行部の働きに依存している。ここでの情報のリハーサルは意識的な覚知に基づいて行われ、新しい表象を創出して操作する(Prabhankaran, Narayanan, Zhao et al.,2000)。エピソードバッファは、心理的活動に重要な役割を果たすことが想定されているサブシステムである。ある

課題に必要な情報群がここで一時的に保持され、その間に統合されてさらに必要な諸操作が行われていく。

２．　実行機能

実行機能は遂行機能とも呼ばれ、目的に関連する情報を処理し、非関連情報による干渉を抑えながら、適切な処理系列を計画し、目標達成の構えを維持する機能（Pennington and Ozonoff,1996）である。実行機能の主要因として何を含めるかについては、研究者の間で見解の異なる部分もあるが、課題遂行のための情報処理の統制機能とみる点では一致しており、その一部として情報保持機能としての作業記憶の役割が認められているといえる。Diamond(2013)は、作業記憶の研究者の多くが、実行機能と作業記憶をほぼ同義のものとして捉えていると述べている。またDiamondは、作業記憶が選択的注意と多くの点で似ているとみている。

Miyake とFriedman (2012)は、実行機能の重要な要素として、作業記憶を監視し情報の急速な加除を行う「改訂updating」、課題間で柔軟に切り替えを行う「移行shifting」、優勢な反応の計画的解除を行う「抑制inhibition」の３つを挙げている。そしてこれら3つの間の共通的部分と相違する部分について言及し、それらが実行機能の個人差にいかに関連するかを検討することが重要であると述べている。特に実行機能の共通的部分は、ADHDなどの臨床的問題を予測する一次的因子となるとしている。

Zelazoら(2004, 2011)は、実行機能にホットな側面とクールな側面があるとする。ホットな側面とは、感情的要因が強く影響する状況において課題を遂行する場合の刺激処理機能である。他方、クールな側面とは、状況には左右されにくい、より抽象的なかたちの課題を遂行する場合の刺激処理機能である。クールな側面の機能は、生後3〜4歳で急速に発達するとされる。ADHDでは、ホットな側面での実行機能がより困難になりやすいと想定されている。

Penningtonら（1996）によれば、実行機能には、反応抑制、作業記憶、計画、構えの変換(維持)、カテゴリーの切り替え、という５つの要素が含まれている。ADHDでは反応抑制により困難があり、自閉症スペクトラム障害では計画や構えの変換･維持により困難があると考えられる。

３．　注意機能

Norman と Shallice(1986)は、注意の監督システムを提案した。彼らは、知覚された情報が状況に適合したスキーマを自動的に選択し活性化する過程、外部刺激や習慣的反応に関係づけられたスキーマ間で生じる矛盾を調整する過程、適合するスキーマがない新奇な状況で注意監視システムが割り込み、意図的な実行制御が行われる過程、を想定している。この注意監督システムは、Baddeley のワーキングメモリの中央実行部において、中心的役割を果たす機能でもあるといえる。

Stahl と Pry(2005)は、幼児期における注意の柔軟性と保続の問題を取り上げ、初期には注意の柔軟性が乏しいために同じ誤りが続くが、しだいに柔軟性が増し、年齢に応じた多様で複雑な処理が可能になるとしている。そして、ワーキングメモリーと抑制能力は、注意の柔軟性と分かちがたく結びついており、実行機能を要する課題で関与するとしている。保続は、注意を関連する知覚次元から解放できない状態であり、対象概念の未発達、ワーキングメモリーや抑制の不十全さなどの原因で生じ得るとする。7 歳以降には、抽象的観念を反映した行動を取りうるようになり、プランや自己モニターのような実行機能が促進される (Welsh & Pennington,1988)。

4. 読みとワーキングメモリー

読みには単語レベルから文章レベルまで、ワーキングメモリーが深く関与している (Berninger, Raskind, Richards, Abbott, & Stock, 2008; 室橋, 2011)。漢字圏では、漢字の習得ならびに使用に関する学習に視覚系ワーキングメモリー機能が強く関与すると想定される。

中條 (1999) は、系列的言語モデルと眼球運動制御系のモデルを統合した読み行為モデルを提案している。眼球停留により複数の文字パタンが取り込まれ、文字列として処理された後、辞書項目が検索される。検索された語に対して統語的、意味的な処理が行われ、文の意味表象に統合される。一連の処理が終了すれば新たにサッケード運動が起こり、同様の処理を経て統合されていく。このような過程は、視空間スケッチパッド、音韻ループ、視覚ワーキングメモリー、中央実行部、エピソードバッファといったワーキングメモリー機能を総動員して行われると想定される。これらの処理過程は、眼球運動を測定することでその一部を垣間見ることができる (Bellocchi, Muneaux, Bastien-Toniazzo, and Ducrot, 2013)。読み困難のある子どもたちでは、これらの過程が十全に進行しにくい。眼球運動は通常の読み機能を持つ子どもたちよりも複雑な軌跡を

示し、停留時間がより長く、不規則な動きが多い。読みの支援は、子どもがどのような困難を抱えているかによって異なってくるであろう。従って、読みのつまづきの内容を詳しく検討することが重要である。

足立ら（2012）は、平均以上の学力を有する自閉症特性のある中学生に対して、表情カードを用いて物語文読解における登場人物の心情理解を支援することを試みた。自閉的特性が強い場合には、情報の改訂や構えの切り替えといった実行機能が柔軟に行われにくい。そのため、ワーキングメモリー上に特定の語彙情報が留まり続け、それに関連する情報が処理容量を消費することにより、本質的理解に関連する情報を留めることが難しくなりやすいと考えられる。物語の理解には多数の要因が関与するため支援は容易ではないが、足立らは登場人物の心情を複数の表情に図式化しそれを選択させることにより、実行機能を促進させるよう試みた。また登場人物の心情をグラフで可視化することにより、自己理解のメタ認知を促すようにした。これらの工夫のみで物語理解を十全なものにすることは難しいであろうが、実行機能やワーキングメモリーの視点から検討してみることは意義があると思われる。

５．　書きとワーキングメモリー

Cheng-Lai ら(2013)は、中国におけるディスレクシアのある子どもたちの漢字書字に関連する調査を行った。彼らは、ディスレクシアでは視覚と運動の結びつきに関する学習が適切に行われず、スキルが習得されていないと考えた。そして、音素に関するワーキングメモリーの機能不全だけでなく、書記素に関するワーキングメモリーの機能不全も関与するのであるから、トータルな説明を可能にする多段階モデルが適切であるとしている。

日本においても、漢字書字に関わる困難がディスレクシアの大きな要因である。この困難を軽減する方法は、従来から種々提案されてきた。松尾（2004）は、空書による負荷軽減メカニズムを検討している。蓮沼ら（2013）は、大学生を対象として、目視、空書、書字の 3 条件で漢字様図形を記銘させたのち、再生させた。実験参加者には、視空間に関するワーキングメモリーテストを実施した。その結果、空書ならびに書字条件における成績は、視空間ワーキングメモリーテストの成績と正の相関を示した。さらに、書字困難のある男子中学生に同じ課題を行ったところ、空書条件でより高い成績が示された。この事例では、WISC-Ⅳの 4 つの指標のうちワーキングメモリーと処理速度の２つの指標が他の２つ（言語理解、知覚推理）の指標よりも低い傾向にあった。書字困難

がある場合には筆跡と運動プランとの不一致が生じやすいと想定される。このような動作が関連する学習では、運動プランの作成ならびに実行に際してワーキングメモリーが密接に関与すると想定される。さらに運動の結果として視覚的にフィードバックされた情報との間に不一致が検出され、それによりプランが修正される過程にも、ワーキングメモリーが密接に関与すると想定される。そのため、視空間に関わるワーキングメモリー機能が十全でない場合には、書字などの複雑な行動は困難を生じやすくなると想定されよう。

田近ら（2006）は、LD と ADHD の特性があり、漢字の読み書き困難をもつ児童（11 歳）に対して、筆順を聴覚情報として記銘させる取り組み（聴覚法）により支援を行った。これは、民間では従来から口唱法として知られている方法である。この児童は、WISC-Ⅲの結果から言語性知的機能が動作性知的機能よりも高く、また漢字想起に困難のあることがうかがわれた。そのため、口唱法の利用が適すると判断された。その結果、この方法で学習した漢字 16 字中 11 字を自力で書くことができるようになった。この事例では、漢字書字の際の書き順、すなわち動作の系列学習が効率的に行われにくいと想定された。ワーキングメモリー上で要素の多い系列化を行う際に、それらを保持しきれない状態になりやすいと想定される。手順の言語化は、動作手順の系列化を促し、また書字の際のワーキングメモリー上への呼び出しを促したと考えられよう。

６．　算数とワーキングメモリー

算数では、計算領域と図形領域で、ワーキングメモリーがより密接に関与すると想定される。計算では、加減乗除の際のいわゆる繰り上がり、繰り下がりにおいて困難が生じやすい。繰り上がる数を保持しつつ、計算操作を継続しなければならないが、このような二重課題下ではワーキングメモリー機能が困難に陥りやすくなる。

図形領域では、立体の展開図の理解やコンパスの使用の際などに困難が生じやすい。展開図では、相接することになる辺の組合せにより構成されるであろう複数の面を想定しつつ、立体のイメージを構築していかなければならない。このような状況では、視空間ワーキングメモリー機能が十全でない場合には、困難が生じやすくなる。またコンパスで円を描く際には、針の部分を紙上で固定しつつ、鉛筆部分を回転させなければならない。このような二重課題下では、実行機能は困難に陥りやすい。

奥村ら（2013）は、発達障害のある子どもを対象にした視覚関連症状チェックリストを作成している。その中で「手指の操作」や「空間の認識」に関して挙げられている項目の多くは、同時に異なる認知的作業あるいは動作を要求される状況に関連しており、ワーキングメモリー機能あるいは実行機能が困難になりやすい事態であるといえる。そこには、算数に関連する動作が多く含まれている。

Nicolson と Fawcett(2011)は、小脳や線条体などと大脳皮質間の機能不全を基盤とする、スキルや知識の自動化過程、系列学習過程の不全モデルを提案している。これらの過程は、書字のみならず、眼球運動も含めた全ての動作関連学習に影響を及ぼす。このような過程における不全は、学習全般において緩徐な経過を辿るが、最終的には顕著な不全状態をもたらすことになり得ると想定される。

Huettig らは、ワーキングメモリーが視覚的入力と言語を結びつける場であると想定している（Huettig, Olivers, & Hartsuiker, 2011）。視覚的入力は、視覚注意の関与のもとに長期記憶（視覚的表象、音韻的表象、意味的表象）と結びつけられ、認知が成立する。例えば、文字刺激が入力されれば、その刺激に対応した視覚的表象がワーキングメモリー上に呼び出され、音韻的表象や意味的表象がそれに続いて呼び出される。ワーキングメモリーは、まさに頭の中の学習の場であるといえる。

室橋（2005）は、そのような場を頭の中の「傾いた作業テーブル」モデルとして提案している。このテーブルには、安定しない足がついている。傾きは入力される情報の流れに対応し、テーブル上に必要な情報を付着させることは、注意機能に対応する。安定しない足は情動関連機能に対応し、動機づけ関連機能がその安定化に資する。これは、支援に向けた概括的なシミュレーションモデル化の試みである。

子どもの頭の中で進行する学習過程は、大人が想定するものとは異なっていることが少なくない。大人が想定する「簡単な」学習は、子ども、特に発達障害を抱える子どもにとっては、恐らく容易なものではない。そのような容易に進行しがたい学習過程について、シュミレーションしつつ指導の工夫をしてみることが望まれる。

7．　ワーキングメモリー機能に困難のある子どもの学習支援に向けて

ワーキングメモリーの訓練については、いまだ明確な結論は出ていない。ワーキングメモリーの容量と効率性が、課題に特定的な練習効果を越えて示されるどうかにかかっている（Bastian & Oberauer,2013)。Chrysikou らは、ワーキングメモリーが日常生活のどのような課題にも対応できる汎用的なものではなく、あくまでも課題特定的に関与するものであるとする。ワーキングメモリーは、課題解決に向けた認知的制御下にあって処理容量も限定的であり、情動的統制とも密接に関わる（Chrysikou, Weber & Thompson-Schill, 2013)。創造的思考は、認知的制御の弱い状態で処理容量も限定されない状況下で進行する。ワーキングメモリーの関与の弱い状態での学習もまた、人間にとって重要なものであるといえる。学習事態においては、バランスの取れた指導が重要であろう。そのような事態にこそ、認知的アンバランスの強い子どもたちのもつ、優れた特性を活かす面があり得る。

ワーキングメモリー機能の十全でない子どもたちに対しては、学習場面における負担の軽減を検討する必要がある。まず学習環境として、実行機能のホットな側面が働くような場面設定は慎重に検討することが望まれる。その子どもが過度に注目され自己評価が低められることが予想されるような競争的事態では、学習は適切に進行しないであろう。またその子どもにとって学習成立までの手順が複雑すぎる場合には、３～４つの短い手順に小分けにしてやることが望まれる。そしてギャザコールとアロウェイ（2009）も述べるように、重要な項目については、繰り返し提示することが重要であり、あらかじめ個別の指導計画のうちに含める必要がある。例えば、通常発達の子どもが仮に 5 回で達成する学習があるとすれば、その数倍を見込んでおくことが望まれる。しかしそこには、子どもの興味・関心に応じた教材のバリエーションも重要である。

他方、十全でない機能を促進する手段も講じることが望まれる。学習状況において不安定になりやすい機能をより安定化させるためには、子どもの興味を引きやすい教材を用意し、関心を持ちやすい題材で指導することが望まれる。

実行機能が不安定になりやすいために学習が成立しにくい子どもたちは、しだいに学習事態や指導者を避けるようになる。複雑な系列化を必要とする学習では、それを実行するために持続的な努力が必要となる。しかし、ADHD のある子どもたちでは、そのような努力のコントロールが難しい。

ワーキングメモリーあるいは実行機能の不全さのある子どもたちは、自分たちの学習がうまくいかないことを知っているが、その改善の努力が報われないことも、また学習するに至っている。そのため、無気力になりがちで自己評価

が下がりやすい。そのような子どもたちが学ぶ意欲をもつためには、学習の結果に期待できることが重要である。期待できれば、努力することにも前向きになることができる。努力の結果、成果が得られれば、それは次の学習を動機づけることになる。子どもたちが勉強することをがまんでき、更に前向きになることができるとしたら、それはそのような事態であろう。

アロウェイ（2011）は、メタ認知の重要性を指摘している。ある方略を使用して学習が進行した際に、その方略の使用に関する質問をすることにより、方略適用について自覚的になることを促すのである。学習に無力感を強く持つに至った子どもたちは、いわば後ろ向きで授業に参加している。しかし、それでも彼らは、学ぶ気持ちを全く失ってしまっているわけではない。いつか分かるようになりたいと思っている。教師は、その気持ちをだいじにする必要がある。教師は、その子どもの学びたいという部分と「共同戦線」を張っていくことが望まれる。そのことがメタ認知の促進につながるであろう。

しかし、上述のことがらは、従来から学校において先生方が工夫されてきた中にあることばかりであり、それらを追認したに過ぎない。学問に王道がないように、学習指導にも王道はない。ただ、子どもの認知特性にあった指導を行うことがだいじなのであり、それは発達障害の特性をもつ子どもたちには特に重要である。そのためには子どもをよく観察して、その子どもの特性を繰り返し検討する中で、指導仮説を練り上げて実行し、その結果に基づいて仮説を再検討する作業を継続的に行っていくことが望まれる。

引用文献

足立明夏、室橋春光 (2012) 物語文読解における登場人物の心情理解の支援～自閉症特性のある児童に対する表情カードを用いた学習～　日本 LD 学会第 21 回大会発表論文集, .

アロウェイ,T.P.(2011) (湯澤正通、湯澤美紀　訳) ワーキングメモリーと発達障害-教師のための実践ガイド２　北大路書房　Alloway,T.P.(2011) Improving working memory: Supporting Student's Learning. Sage Publicaitons

Baddeley,A.D. and Hitch,G.J.(1974): Working memory. In G.A.Bower(Ed.) Recent advances in learning and motivation (vol8, pp.47-90). Academic Press, New York.

Baddeley,A.D.(2000): The episodic buffer: Anew component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.

Bellocchi,S.,Muneaux,M., Bastien-Toniazzo,M., and Ducrot,S.(2013) I can read it in your eyes: what eye movements tell us about visuo-attentional processes in developmental dyslexia. Research in Developmental Disabilities, 34, 452-460.

Berninger,V.W., Raskind, W., Richards, T., Asbbott, R., & Stock, P.(2008) A multidisciplinary approach to understanding developmental dyslexia within working-memory architecture: genotypes, phenotypes, brain, and instruction. Developmental Neuropsyocholgy, 33(6), 707-744.

Cheng-Lai,A., Li-Tsang,C.W.P., Cha, A.H.L., and Lo,A.G.W.(2013) Writing to dictation and handwriting performance among Chinese children with dyslexia: Relationships with orthographic knowledge and perceptual-motor skills. Research in Developmental Disabilities, 34,3372-3383.

Chrysikou,E.G., Weber,M.J., and Thompson-Schill, S.L.(2013) Amatched filter hypothesis for cognitive control. Neuropsyochologia, doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.10.021.

中條和光 (1999)「読み」の認知モデル−日本語文章の読みに関する実験的研究　共同出版

Diamond,A. (2012) Executive functions. Annual Review of Psychology, 64, 135-168.

Folstein,J.R. and van Petten,C.(2008) Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review. Psychophysiology, 45(1), 152-170.

ギャザコール,S.E.　アロウェイ,T.P. (2009) (湯澤正通、湯澤美紀　訳) ワーキングメモリと学習指導-教師のための実践ガイド　北大路書房　Gathercole, S.E. & Alloway, T.P.(2008) Working memory and learning.　Sage Publications

蓮沼杏花、室橋春光(2013)　漢字書字学習過程に関わるワーキングメモリ特性の検討～同時的及び継時的空間ワーキングメモリーに着目して～　日本LD学会第22回大会発表論文集，　.

Huettig, F., Okivers, C.N.L., & Hartsuiker,R.J., (2011) Looking, language, and memory: Bridging research from visual world and visual search paradigms. Acta Psyochlogica, 137, 138-150.

Kerr,A. and Zelazo,P.D.(2004) Developmental of “hot”executive function: The children’s gambling task. Brain and Cognition, 55, 148-157.

松尾香弥子 (2004) 空書の脳内メカニズム-運動による文字処理過程の神経的負荷低減の仕組み　風間書房

Miyake,A. and Friedman, N.P.(2012) The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. Current Directions in Psychological Science, 21(1), 8-14.

室橋春光(2005)：実行機能からみたＬＤ・ＡＤＨＤ・自閉症の心理的特異性と共通性　*ＬＤ研究*, 14(1), 41-45.

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), 251-260.

Nicolson, R.I. & Fawcett, A.J., Brookes, R.L., and Needle, J.(2010) Procedural learning and dyslexia. Dyslexia, 16, 194-212.

Norman,D.A. and Shallice, T.(1986) Attention to action: willed and automatic control of behavior. In Consciousness and self-regulation (ed. G.E.Schwartz & D. Shapiro) vol.4, Plenum Press: New York

奥村智人、三浦朋子、中西誠、宇野正章、若宮英司、玉井浩 (2013) 学童期用視覚関連症状チェックリストの作成　脳と発達,45(5), 360-365.

苧阪満里子　脳のメモ帳　新曜社

Prabhakaran,V., Narayanan,K. Zhao,Z., and Gabrieli,J.D.(2000)：Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nature of Neuroscience*, 3, 85-89.

Pennington,B.F. and Ozonoff,S.(1996) Executive functions and developmental psychopathology. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 37(1), 51-87.

Prencipe,A., Kesek,A., Cohen,J., Lamm,C., Lewis,M.D., and Zelazo,P.D.(2011) Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. Journal of Experimental Child Psychology, 108, 621-637.

Repovs and Baddeley,A.(2006): The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139, 5-21.
Stahl,L. and Pry,R.(2005) Attentional flexibility and perseveration: developmental aspects in young children. Child Neuropsychology, 11, 175-189.
田近健太、澤木梨沙、室橋春光 (2006) 漢字に困難を抱える児童に対する口唱法の取り組みとその効果　北海道 LD サポート学会研究紀要,5, 54-61.
von Bastian, C.C. and Oberauer, K. (2013) Effects and mechanisms of working memory training: review. Psychological Research, DOI 10.1007/s00426-013-0524-6
Welsh,M.C. and Pennington, B.F.(1988) Assessing frontal lobe functioning in children: views from developmental psychology. Developmental Neuropsyochlogy, 4(3), 199-230.