

学習障害の児童への支援方法に関する展望

— 作動記憶の視点から —

千 川 隆

Review on Intervention Methods for Students with Learning Disabilities: From the Viewpoint of the Working Memory.

Takashi HOSHIKAWA

(Received October 2, 2006)

The purposes of this article were to review a large number of the findings from recent psychological researches from the viewpoint of the cognitive approach, particularly working memory, and to suggest the new idea of intervention for students with learning disabilities. Baddeley's working memory model brought a lot of studies not only on person without learning disabilities but also students with learning disabilities. First of all in this article, the measures of working memory such as sentence span task were introduced in detail depending on the isolated mechanism such as phonological loop, visuospatial sketchpad, and central executive system. Secondly, the findings of the researches about the working memory were categorized by 1) the domain specific versus domain general, 2) short term memory (phonological processing) versus working memory, 3) the problem of attention (inhibition) of students with learning disabilities, and 4) training for working memory. Finally, the author discussed the findings from the perspective of the advantages of the researches focused on working memory and clarified the problems that were left behind

key words : students with learning disabilities, cognitive approach, intervention, working memory

1. はじめに

1. わが国の学習障害をめぐる動向

文部省が学習障害の教育的な定義を示して以来、学習障害の児童生徒に対する支援は、対応が急がれている重要な課題である。文部省は、1999年に「学習障害児に対する指導について（報告）」を明らかにし、この中でわが国で初めて学習障害の教育的な定義を定めた。定義が明らかになったのは良いが、具体的な指導方法については明確には示されていなかった。指導方法は具体性に欠け、例えば『書くこと』や『計算すること』が特別に困難な場合には、ワープロやコンピュータあるいは電卓など本人が取り組みやすい機器等の併用が効果的である」など、障害特性に応じた指導方法の提案とは考え難いところもある。

学習障害の児童生徒に対する支援は、特殊教育から

特別支援教育への移行（文部科学省、2001、2003、2005）に伴い、さらに注目されるようになってきている。しかし、具体的な指導方法については、これまでの特殊教育で培ってきた個に応じた指導の観点が強調されたに過ぎず、学習障害の児童生徒のもつ障害特性に特化した指導方法かどうかは疑問である。

最近になって、学習障害の子どものもつ認知的な特性を留意した指導による事例研究が報告されるようになってきた（上野・海津・服部、2005；藤田・上野・前川・石隈・大六、2005）。その多くは、WISC-IIIやK-ABCなどの認知テストに基づいて実態を把握し、個別の指導計画を作成し、それに基づく支援を行った結果を報告したものである。認知特性に応じた支援の報告は、学習障害のもつ認知的な特性に応じた指導法であり、学校や教室における指導に大きな示唆を与えるに違いない。

しかしながら、これらの報告の妥当性について検討

* 本論文をまとめるにあたり、平成15～18年度科学研究費補助金（基盤研究（B）（2）：課題番号15330203、研究代表者：進一鷹）の助成を受けた。

する必要がある。その理由として、1) 単一の心理テストによる判断の問題と2) 視覚や聴覚などの感覚モダリティに基づく指導法の妥当性のあるからである。そこで次の節では、これらの問題が指摘されているアメリカ合衆国（以下米国）の特殊教育（学習障害）の問題を紹介する。

2. 米国における特殊教育（学習障害児への支援）に関する動向

1975年に全障害児教育法が制定されて以来、約30年にわたって学習障害に取り組んできた米国においても、学習障害を含めてこれまでの特殊教育に対する見直しが生きており、その中で単一の心理テストによる診断については、慎重さが求められるようになってきた（米国大統領諮問委員会報告書、2002）。米国では、WISC-IIIやK-ABCだけでなく学力を測定するための標準化されたテストが開発されてきた。そのような米国では多様な判断の重要性が求められているのである。

一方、わが国では学力を評価する標準学力テストが少なく、学習障害を診断する上での妥当性には問題があり、さらに米国のように知能テストと学力テストの乖離によって学習障害か否かを判断するためには、その尺度間の相関の問題など解決すべき問題が多数残っている（千川、1999；2000）。

第2の問題は、視覚や聴覚などの感覚モダリティの特異性に配慮した指導は、すでに70年前から提案されたものであり、決して新しい指導法ではないということである。Mercer（1997）は、学習障害の歴史的な展望を行う中で、学習障害の前身として脳障害のある子どもへの指導にあたって、単一モダリティだけでなく多重感覚の指導が用いられていたことを報告している。Mercerによれば、例えばGillingham & Stillman（1936）は、優位な大脳半球における視覚、聴覚、運動感覚的なメカニズムを通じて言語パターンの連合を發展させることに注目し、これらの連合を生み出すために多重感覚教授の取り組みを行った。このような連合の発想は、今日の視覚や聴覚の感覚優位の視点につながるものであり、指導にあたっては多重感覚を連合させることがすでに70年前に指摘されていることになる。

さらにMercerの歴史的な展望の中では、脳障害の子どもへの教育的な指導としてStrauss & Lehtinen（1947）の次のような指摘も紹介してある。それは、特別な教師のための提案として、

1. 小さなグループで脳障害のある子どもを教えなさい。
2. 視覚的な刺激材料と飾りを除外しなさい。
3. 明らかな装飾のない服を着なさい。
4. 日々のルーチンを作りなさい。

5. 単純で気を散らすことのない指導材料を用いなさい。

これらの指摘は、今日「構造化」と言われていることと共通するものであり、すでに60年前に今日行われ始めている指導方法が提案されていたことになる。したがって、視覚的な情報処理が得意なのか聴覚的な情報処理が得意なのかといった多重感覚教授、あるいは刺激を統制した構造化の指導方法は決して新しいものではなく、今から60年以上も前に提案されたものである。この60年間の研究の成果はいったい何だったのであろうか。

3. 本稿の目的

このような状況を踏まえ、本稿の目的は最近の認知心理学の動向（特に作動記憶に関する知見）から、これまでの感覚モダリティに基づく多重感覚教授などから脱却した新しい指導方法の可能性について検討することである。最近の研究動向を展望することは、学習につまずきのある児童生徒の指導に新しい視点を提供することであり、そのことが新しい指導法の開発につながるに違いない。

II. 作動記憶に関する研究知見

1. 作動記憶とは何か？

作動記憶（working memory）という用語は、認知科学のさまざまな領域で用いられてきた（Baddeley, 2000）。Baddeleyによれば、作動記憶は認知心理学では、理解、学習、推理などの複雑な課題に必要な情報の一時的な貯蔵と操作を可能にする限られた能力のシステムとして表され、動物学習実験では作動記憶は、同じ日に何度も遂行されたいくつかの試行を越えた情報の貯蔵として表され、人工知能では生産システムアーキテクチャーが、生産の保持の原因であると仮定される要素にその用語を適用している。

今日作動記憶として用いられている多くは、Baddeleyによるマルチコンポーネント・モデルである（1986, 1996, 2000）。Baddeley（1986）は、作動記憶について、異なる情報の種類の一時的な貯蔵のために用いられる2つの貯蔵システム（音韻ループと視空間スケッチパッド）と相互に作用する限られた中央実行系から成ると述べている。音韻ループとは、言語的な情報の一時的な貯蔵に責任をもち、限られた期間音韻的な貯蔵を行い、その項目は発音の過程を通じて貯蔵庫の中に維持される。視空間スケッチパッドは、短期間の視覚-空間情報の貯蔵に責任を果たし、心像の発生と操作において重要な役割を果たす。中央実行系は、主に認知システムにおいて能動的な調整のための責任

を果たしていると考えられるが、その資源のいくつかは2つの貯蔵のサブシステムにおいて保持される情報量の増加にあてられる。このモデルの再考 (Baddeley, 2000) では、第4の要素として、エピソード・バッファ (episodic buffer) と呼ばれる一時的な多感覚的貯蔵要素が従来のモデルに新たに加えられた。

Swanson, Howard, & Sáez (2006) は、作動記憶と短期記憶の違いについて次のように述べている。作動記憶は、同一あるいは他の情報を同時に処理するときに、情報の保持に含まれている限られた能力資源の処理として表されるのに対して、短期記憶は、小さな量の材料を受動的に保持する状況を含んでおり (すなわち、長期記憶からの最小の資源が文字又は単語のスパン課題のような課題を解釈するために活性化され)、そして連続した様式で再生される。すなわち参加者は、提示された順で項目の連続性を再生するようにのみ求められる。短期記憶と作動記憶は密接な関係を共有しているけれども、作動記憶は実行システムをより多く必要としていると仮定され、短期記憶課題を遂行するときに、必要としない心理的リソースを活用する。これに対して、音韻ループは短期記憶に関連している。なぜなら、音韻ループは、言語に基づく音韻入力貯蔵とリハーサルの処理を含むからである。

2. 作動記憶はどのように測定されるか？

1) 基本的な考え方

では、作動記憶能力は、どのような尺度によって測定されるのであろうか。モデルは提案されたがそれを評価するための具体的な尺度がないと、そのモデルの妥当性を検討することはできない。これまでの作動記憶に関する文献をみると、Baddeley のマルチコンポーネント・モデルに基づいて、音韻ループ、視空間スケッチパッド、中央実行系がそれぞれ独立した下位機構であるという前提の下に、それぞれの記憶に対応した課題が用いられ、その結果が比較検討されてきた。

本稿では、米国で学習障害の認知的アプローチ (Swanson, 1996; Swanson & Cooney, 1996) に長年とりくんできている Swanson の最近の研究知見に基づいて、学習障害と学習障害以外の人を対象とした作動記憶研究を展望することにした。Swanson による作動記憶に関する主な研究の概要は、表1から表3に示されている。表3には、Swanson だけでなく認知心理学的な取り組みを行っている Siegel と Geary のものも加えている。表中の「課題」は主に作動記憶に関するものであり、多くの研究はこれ以外に「学力テスト」と「知能テスト」を実施しているが、本稿では作動記憶に関連する課題のみを表中に記した。

なお、作動記憶の研究は、独立した下位機構であるという前提の下で、それぞれの機構に対応したテスト

のすべてを含めてマクロな概念として作動記憶をとらえたものと、音韻ループを測定するための課題を短期記憶と同義ととらえて、中央実行系のみを作動記憶としてとらえているミクロな作動記憶の概念が用いられたものと大別される。後者は、短期記憶と作動記憶 (中央実行) との比較研究として用いられている場合が多い (Swanson の研究ではほとんどが、ミクロな作動記憶として短期記憶課題と対比されていた)。

以下の節では実際に作動記憶能力を測定できるように、冗長にはなるがそれぞれの課題手続きを紹介する。

2) 音韻ループ (短期記憶) の尺度

音韻ループは、前述のように中央実行系に比べて長期記憶による関与が少なく、従来の短期記憶と共通するものが多い。音韻ループの具体的な課題は、順唱 (forward digit span)、言葉スパン (word span)、擬似言葉スパン (pseudoword span) などである。これ以外に、音韻処理に関して音韻削除 (phonological deletion)、偽の言葉 (pseudoword) などがある。

なお、逆唱は順唱と同じに音韻ループの尺度に入れている研究者 (Geary, Hamson, & Hoard, 2000; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Swanson, Sáez, & Gerber, 2004; Swanson & Kim, 2006) もいれば、逆唱は単純な貯蔵だけでなく操作も加わると考えて作動記憶課題に位置づける研究者 (例えば、Swanson, 2006; Swanson *et al.*, 2006) もあり、意見が分かれている。

音韻ループ尺度の具体例は、次のとおりである。

① 順唱課題

順唱は、個別知能検査 (WISC-III) の下位テストにある数唱の順唱と同じである (例えば、Swanson & Ashbaker, 2000; Swanson, Sáez, & Gerber, 2004; Swanson, Howard, & Sáez, 2006)。被験者は、検査者が口頭で提示した数字を言われた順に再生することである。短期記憶尺度の従属変数は、正しい順番で想起できた数であった。

② 言葉スパン課題

言語スパン課題は、順唱と同様な手続きで数字でなく言葉を想起することである (例えば、Swanson & Ashbaker, 2000; Swanson, *et al.*, 2004; Swanson, *et al.*, 2006)。刺激は、1つから3つの音節の出現率の高い言葉であり、最低2語から最大で8語まで提示されて、想起するように求められた。

③ 擬似言葉スパン課題

擬似言葉スパンも順唱と同じ手続きであったが、刺激として意味のない (1音節の長さの) 言葉が用いられた (例えば、Swanson, 2006; Swanson *et al.*, 2006; Swanson & Kim, 2006)。

④ 音韻削除

音韻削除は、実験者が言葉の一部を削除した言葉を

表1 作動記憶に関する主な研究の概要(読み)

著者	Swanson & Ashbaker (2000) 実験1	Swanson & Ashbaker (2000) 実験2	Swanson & Sachse-Lee (2001a)	Swanson (2003)	Swanson, Sáez, & Gerber, (2004)	Swanson, Howard, & Sáez(2006)
【主な領域】	読み(LD)	読み(LD)	読み障害(RD)	読み(LD)	読み障害(RD)のリスク(英語とスペイン語)	読み障害(RD)
【群】()内は被験者数	LD(30) 年齢一致群(30) 読みレベル一致群(30)	LD(30) 年齢一致群(30) 読みレベル一致群(30)	RD重度(20) RD中度(16) 年齢一致優秀(20) 年齢一致中度(20)	LD(100) 熟練者(126)	1年生(110) 2年生(上述の95)	読み障害群(19) 理解困難のみ群(14) 熟達群(15) 貧弱群(18)
【被験者の年齢】	LD 15.1歳 CA 14.8歳 MA 9.16歳	LD 15.40歳 CA 14.98歳 MA 10.01歳	RD11.06歳と11.49歳 CA10.72歳と12.37歳	LD 13.46歳 Skill 14.06歳	1年生6.21歳 2年生7.38歳	7.8~17歳
【課題】 音韻処理 音韻削除 偽の言葉(pseudoword) 処理速度 順唱 言葉の再認 音韻の流暢さ						○ ○
短期記憶尺度 順唱(Forward digit span) 言葉スパン(word span) 疑似言葉スパン(pseudoword span) 単純ソーティング課題 位置ソーティング課題 逆唱(Backward digit span)	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○			○ ○ ○	○ ○ ○
作動記憶尺度 数字/センテンススパン 意味論上の連合課題 リスニング(センテンス)スパン 逆唱(Backward digit span) センテンススパン 聴覚的な数字の配列 押韻(Rhyming) 物語の再生(Story retelling) リスニングスパン完成課題	○ ○	○(手がかり有・無) ○(手がかり有・無)	○ ○(サブグループの指標)	○ ○	○ ○	○ ○ ○ ○
視空間スケッチパッド 視覚マトリックス マッピング(と方向) 迷路	○ ○	○(手がかり有・無) ○(手がかり有・無)	○	○ ○		
抑制とアップデート尺度 文字と数のランダム発生 アップデート 分類の流暢さ 文字の流暢さ 意味論上の流暢さ 語彙					○	○ ○
その他	発音スピード	発音スピード			急速ネーミング 疑似語の読み 言葉の認識 文章理解	
【知見】	LD群のSTMとWMの成績が、発音スピードを分析から除外すると、他の2群よりも劣る。	WMは言葉の再認と理解を予測する。LDの貧弱な再認と理解の成績は、発音レベルの障害とは別に、中央実行系の障害を反映している。	4つの群で初期条件(手がかりなし)、ゲイン条件(手がかりあり)、維持条件(手がかりなし)での比較。領域一般的なシステムは、RDの子どもの貧弱なWMに寄与。	初期条件(手がかりなし)、ゲイン条件(手がかりあり)、維持条件(手がかりなし)での比較。LDの作動記憶は、言語WMと視空間WMで劣る。	1年時のスペイン語短期記憶の成績が、2年時のスペイン語の読みスキルと理解を予測し、1年時の英語の短期記憶が2年時の語彙と理解を予測した。	STMとアップデートは、WMの変化に寄与する。熟練者と熟練していない者の間に貯蔵と実行処理の違いがあったが、読みに特有なものではない。

表2 作動記憶に関する主な研究の概要 (算数1)

著者	Keeler & Swanson, (2001) 第1実験	Keeler & Swanson, (2001) 第2実験	Swanson & Sachse-Lee (2001b)	Wilson & Swanson (2001)	Swanson & Beebe-Frankenberger (2004)	Swanson(2006)
【主な領域】	算数障害 (MD)	算数障害 (MD)	算数	算数障害 (MD)	算数 (リスクの有無)	算数
【群】 ()内は被験者数	算数障害 (MD) (54)	MD (20) 算数能力一致 (19) CA一致 (18)	LDの子ども (24) 年齢一致群 (29) 読みレベル一致群 (20)	算数障害群MD (47) 非算数障害群 (Non-MD) (49)	1年生 (130) 2年生 (92) 3年生 (131)	早熟児 (50) 平均児 (77)
【被験者の年齢】	10.8歳	MD 11.78歳 能力一致 8.46歳 CA一致 11.65歳	LD138.29ヶ月 CA140.27ヶ月 MA106.95ヶ月	MD 18.61歳 Non-MD 21.19歳	1年生6.1歳と6.2歳 2年生7.4歳と7.3歳 3年生8.5歳と8.2歳 リスクありとなし	小学1~3年生 (平均7.44, 7.30歳)
【課題】 音韻処理 音韻削除 偽の言葉 (pseudoword) 処理速度 順唱 言葉の再認 音韻の流暢さ			○ ○ ○		○ ○本物と偽の言葉の読み ○ ○	
短期記憶尺度 順唱 (Forward digit span) 言葉スパン (word span) 疑似言葉スパン (pseudoword span) 単純ソーティング課題 位置ソーティング課題 逆唱 (Backward digit span)					○ ○ ○ ○	○ ○ ○
作動記憶尺度 数字/センテンススパン 意味論上の連合課題 リスニング (センテンス) スパン 逆唱 (Backward digit span) センテンススパン 聴覚的な数字の配列 押韻 (Rhyming) 物語の再生 (Story retelling) リスニングスパン完成課題	○4つの方略	○4つの方略	○ ○ ○ ○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
視空間スケッチパッド 視覚マトリクス マッピング (と方向) 迷路	○4つの方略	○4つの方略	○ ○	○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
抑制とアップデート尺度 文字と数のランダム発生 アップデートイング 分類の流暢さ 文字の流暢さ 意味論上の流暢さ 語彙					○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
その他					文字ネーミングスピード	数字ネーミングスピード 文字ネーミングスピード
【知見】	初期, ゲイン, 維持条件でのMD児の方略知識, 言語WM, 視空間WMの関連を調べた。その結果, 特別な方略の知識よりも安定した方略選択が言語WMと視空間WMと関連していた。	初期, ゲイン, 維持条件でのMD児の方略知識, 言語WM, 視空間WMの関連を調べた。その結果, MDと能力一致群で類似。WMと算数の成績は方略知識と関連。	音韻的な処理よりもむしろ, LTMから引き出された情報がLDの子どもの実行処理の解決の正確性との関係を媒介するという考えを支持。	算数の計算は, 視空間WMよりもむしろ言語WMにより予測される。算数による障害は領域全般的, 領域特定のWM系の両方によって媒介される。	年少の子どもとリスク児は, WMと問題解決課題, 算数の計算, 読み, 意味論的な処理と抑制において劣っていた。実行系は子どもの問題解決の重要な予測変数であるという意見を支持。	早熟の子どもは, 実行処理, 抑制, ネーミングスピードで平均群よりも良かった。WMの実行要素が算数的な正確さを予測できる。

表3 作動記憶に関する主な研究の概要(算数2)

著者	Swanson & Kim (2006)	Geary, Hamson, Hoard (2000)	Passolunghi & Siegel (2004)
【主な領域】	算数	算数障害	算数障害
【群】()内は被験者数	353人	MD&RD (16) MD(12), RD(14) Variable(16), Normal(26)	MD(22) 平均(29)
【被験者の年齢】		小学校1年生(82ヶ月)	10.4歳 10.4歳
【課題】 音韻処理 音韻削除 偽の言葉(pseudoword) 処理速度 順唱 言葉の再認 音韻の流暢さ			
短期記憶尺度 順唱(Forward digit span) 言葉スパン(word span) 疑似言葉スパン(pseudoword span) 単純ソーティング課題 位置ソーティング課題 逆唱(Backward digit span)	○ ○ ○ ○	○ ○	○
作動記憶尺度 数字/センテンススパン 意味論上の連合課題 リスニング(センテンス)スパン 逆唱(Backward digit span) センテンススパン 聴覚的な数字の配列 押韻(Rhyming) 物語の再生(Story retelling) リスニングスパン完成課題	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		○ ○ ○
視空間スケッチパッド 視覚マトリックス マッピング(と方向) 迷路	○ ○	○	
抑制とアップデート尺度 文字と数のランダム発生 アップデートイング 分類の流暢さ 文字の流暢さ 意味論上の流暢さ 語彙			
その他	数字ネーミングスピード 文字ネーミングスピード	カンテイングスピード 数の産出と理解 カンテイングの知識 足し算の方略分析	項目カウンティング
【知見】	結果は、STMとWM課題を分ける2要因構造が、算数の成績での個人差を予測することを示した。WMの中央実行系(統制された注意)と貯蔵系の両方が子どもの算数の成績を予測する考えを支持。	LD群の子どもは、IQの影響はさておき、認知障害の特異なパターンを示した。考察はLD群にわたる類似性と違いについて焦点を当てた。	結果は、MDのある子どもにおける全体的なWMの障害、特に中央実行要素と不適切な情報の抑制の障害を示唆した。

提示し、被験者に想起するように求めるものであった(例えば、Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Swanson, *et al.*, 2006). 具体的には、heart と言うときにtを発音しない言葉を聴いて、heartと発音するものである。6つの練習項目と20のテスト項目があり、従属変数は正しく発音した言葉の数であった。

⑤ 偽の言葉

偽の言葉は、読みスキルを評価するものであり、次第に難しくなる偽の言葉が被験者に提示された(例えば、Swanson & Sachse-Lee, 2001b; Swanson *et al.*, 2006). 被験者の課題は、10の誤りが生じるまで偽の言葉を読むことであった。従属変数は正しく読めた数であった。

3) 作動記憶(中央実行)の尺度

作動記憶課題のほとんどは、二重課題である。これはある情報を処理しながらある情報を保持することを被験者に要求し、その結果を評価するものである(Swanson & Kim, 2006). 主な作動記憶課題は、リーディング・スパンテスト、数字センテンス・スパンテスト、リスニング(センテンス)・スパンテスト、演算数字スパンテスト、聴覚的な数字の配列、押韻(Rhyming)などである。以下に主な具体例を示す。

① リーディング・スパンテスト

リーディング・スパンテストは、Daneman & Carpenter (1980)によって作動記憶のテスト課題として作成され、多くの研究者が活用している。リーディング・スパンテストは、貯蔵と処理の両方を必要とする課題であった。被験者は相互に意味関係のない文章を声に出して読み、それぞれの文章の最後の言葉を想起するように求められた。2つの文が続いて提示された場合(2桁刺激文)には、各文の最後の単語が2個とも再生されれば1セットが正答とされる。2桁刺激文を5セット行い、そのうち3セットが正答の場合には、その桁はクリアされたとみなされ2セットが正答のときには、0.5の評価が与えられる。

リーディング・スパンテストは、わが国でも標準化が試みられている(荻阪・荻阪, 1994)が、実用化までにはいたっていない。

② 数字センテンス・スパンテスト

この課題の目的は、短い文章の中に埋め込まれた数学的な情報を思い出す能力を評価するためであった(Keeler & Swanson, 2001を

参照)。刺激が提示される前に、参加者は数学的な情報を想起するために4つの方略を描いた図が提示された。特に番地をどのように思い出すかの以下のような手続きが示された。

1. 心の中で繰り返してその数を言うこと。
2. 2つ1組で数を言うこと。
3. 2-4-6-3と特定の通りとをあわせて思い出すこと。
4. 数に伴う他のことを考えること。

4つの図示された方略は、それぞれリハーサル、チャンキング、連合、精緻化を示している。すべての方略が説明された後に、参加者は、文章の文脈の中で数が提示された。例文(3項目)は、「さあ、誰かがあなたにエルム通り8651番地にあるスーパーマーケットに連れて行って欲しいと思っています…」であった。数字は、2秒ごとにひとつの割合で提示された。子どもたちは、次にプロセス質問が与えられた。「通りの名前は何でしたか」。そして、子どもは情報を思い出す仕方でもっとも適した方略を示すために、図の配列の中から方略を選んだ後、順にその数を想起しなければならないことが伝えられた。参加者は、方略を指すために10秒間を与えられた。

想起の困難さの範囲は3から14までであり、従属変数は正しく想起した数であった(範囲は0から9まで)。

③ リスニング(センテンス)・スパンテスト

これは、Daneman & Carpenter (1980)の(リーディング)センテンス・スパンテストを子どもに用いるために、読み上げることで実施されたものである(例えば、Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004; Swanson 2006; Swanson *et al.*, 2006; Swanson & Kim, 2006)。この課題は、一群のセンテンスを読み上げて提示し、子どもたちは文章とそれぞれのセンテンスの最後の言葉を想起するように求められた。それぞれのセンテンス群の後に、参加者は質問に答え、次にセンテンスの最後の言葉を想起するように求められた。群のセンテンスの数は徐々に増加した。独立変数は、プロセス質問に正しく答えたときの正しい想起の数であった(0から8)。

リスニング・スパンテストもわが国で標準化が試みられている(石王・苧阪, 1994)。

④ 演算数字(Operations digits)スパンテスト

被験者は、一連の算数の演算に答える中で、答えが正しいか否かにかかわらず、等号の右に書かれている数字の答えを想起するように求められた(表にはないが、Turner & Ergel, 1989)。

問題は、2つの計算の演算、例えば $[(9/3) - 2 = 1]$ からなっていた。最初の演算は (3×4) または $(8/2)$ のような2つのカッコの中の単純な掛け算ま

たは割り算の問題であった。それぞれの試行での演算の約半分は、等号の後に正しい答えを列挙しており、半分は少なくとも例えば $[(9/3) - 2 = 6]$ のように誤った答えを列挙していた。試行での演算の連続の数は3試行ずつ2から5まで徐々に増えていった。

⑤ 聴覚的な数字の配列

この課題は、短い文章の中で提示された数字情報を測定するために、計画された(Swanson & Ashbaker, 2000; Swanson & Sachse-Lee, 2001aを参照)。例えば、被験者は、タクシー運転手のふりをするように求められ、「あなたに誰かがメイプル通り2-9にある病院まで連れて行ってほしいと思いませんか」と教示された。プロセス質問(「通りの名前を知っていますか」)に引き続いて、想起の質問「順に病院の住所の数を教えてください」が与えられた。

⑥ 押韻(Rhyming)

この課題の目的は、聴覚的に似ている言葉の想起を評価することであった(Swanson & Sachse-Lee, 2001a; Swanson, 2003; Swanson *et al.*, 2004)。被験者は教示として似た言葉、例えば「mat, cat」が提示され想起するように求められるが、想起の前に質問(例えば「私はcatあるいはratのどっちを言ったのだろうか。」)に答えるように求められた。その後、被験者の言った言葉を正しい順番で答えるように求められた(mat, cat)。

4) 視空間スケッチパッドの尺度

① 視覚的マトリックス課題

この課題は、被験者に行列の中のドットの視覚的な配列を思い出すように求めた(Swanson & Ashbaker, 2000; Swanson, 2003)。マトリックスは、4つの四角と2つの点から、45の四角と12の点までの範囲にわたっていた。被験者が5秒間カードを勉強した後に、そのカードは取り除かれ、被験者は次のプロセス質問がたずねられた。「最初の縦列にはドットはありましたか」。答えを述べた後に、被験者は空白の行列の正しい箱の中にドットのパターンを再生するように求められた。正しく想起された行列の数が従属変数であり、0から11行列の範囲にわたっていた。

② マッピングと方向課題

この課題の目的は、参加者がラベルのない地図の上で方向の連続を思い出すことができるかどうかを求めるものであった(Keeler & Swanson, 2001を参照)。すべての被験者は、テストの前に方略が教示された。数字センテンススパン課題と同様に、課題の提示段階は、刺激の提示、プロセス質問、方略選択、そして想起からなっていた。この課題では、実験者は街中を通りぬけていくバイクの方向を示した線(通り)とドット(信号)からなるストリートマップを提示した。被験者は10秒間それを学習した後、「最初の通りには信号

がどこにありましたか」のプロセス質問が提示された。方略の選択は、4つの方略を提示した絵の配列からひとつの方略を選択することであった。絵は、以下の記憶方略を示していた。

1. ドットあるいは信号を書き込んで、つぎに線をひく。
2. 計画からはじめて、ドットを書き込んでいく。
3. 町の一部を思い出して、残りをあわせていく。
4. 町の中から外れた場所から始めてもどっていく。

これらの4つの方略は、パターンの *element*, *global*, *sectional*, *backward* 処理と一致していた。被験者は、地図を思い出すのを助けると考えられる方略を選択するために10秒間を与えられた。従属変数は、正しく思い出した地図の数であった(0から9までの範囲)。

III. 作動記憶と学習障害

1. 学習障害の学力と作動記憶の障害との関連

作動記憶の多くは、作動記憶や短期記憶に関連したさまざまな課題を実施し、一部の課題の結果を取り除いたときの他の課題の影響を検討するために、構造方程式モデル (*structural equation models*) や潜在変数アプローチ (*latent-variable approach*) などが用いられてきた (Colom, Abad, Rebello, & Shih, 2005; Swanson & Kim, 2006)。以下に主な研究結果について述べる。

学習障害の子どもが作動記憶に困難さをもつことは、多くの研究によって明らかにされてきた (例えば, Siegel & Ryan, 1989; Swanson, Ashbaker & Sachse-Lee, 1996)。本稿では、学習障害の作動記憶をめぐる最近の研究テーマの中から、1) 領域特定の対領域一般的、2) 短期記憶対作動記憶、3) 注意 (抑制) の問題を取り上げる。

1) 領域特定の VS 領域一般的

作動記憶研究の中で研究テーマとしてあげられるものに、障害が領域全般的なものなのか領域特定のもののかの論議がある (例えば, Swanson & Sachse-Lee, 2001a; Wilson & Swanson, 2001)。領域特定のとは、例えば読みに困難さがあった場合に、それが読みスキルの習得に問題があるためと推測するものである。一方、領域全般的とは、読みに困難さがあったときに、その背景 (ここでは作動記憶) に問題があると考えられるものである。

まず、読み障害における記憶のサブタイプが、言語作動記憶と視空間作動記憶の尺度で変わるかといった議論がある。具体的には、読み障害の人は、視空間作動記憶よりも弱い言語作動記憶をもつことが指摘されている (例えば, Siegel & Ryan, 1989)。これは、音韻

を意味づけ処理する音韻ループの作動記憶が独立した貯蔵をもつという考えに基づいている。一方、最近の研究では、読み障害のある人において領域全般的のシステムにおける障害が、音韻処理における障害以上に貧弱な作動記憶の成績に影響を及ぼすことが示されてきた (Swanson *et al.*, 1996)。

Swanson & Sachse-Lee (2001a) は、センテンススパン課題を用いて、高リスニングスパン群と低リスニングスパン群とを比較する中で、領域全般的と領域特定の仮説の比較を行った。ここでの仮説は、領域全般的仮説は実行処理に基づいて読みの群を同じにすることが、言語作動記憶と視覚作動記憶の成績の違いを減少すると予測するものである。その背景には、実行処理が音韻ループと視空間スケッチパッドからの情報の処理を媒介する共通したシステムから資源を引き出すという考えに基づくからである。一方、領域特定の仮説は、高スパン群で言語作動記憶が高く、低スパン群で言語作動記憶が低いと予測するものである。その理由は、実行処理が主に言語システムから資源を引き出すと考えられるからである。結果は、高スパン群はいずれの課題でも高い一方、低スパン群はいずれの課題でも低いことから、Swanson & Sachse-Lee は、領域全般的のシステムが読み障害の子どもでの貧弱な作動記憶に影響すると結論づけた。

同様に、Swanson & Ashbaker (2000) は、読みについて学習障害の子どもと、生活年齢を一致した子ども、読みレベルを一致した子どもの群で比較した。その結果、学習障害の子どもが他の二群よりも劣ることを示し、作動記憶が短期記憶と音の頻度の影響とは別に、言葉の再認と理解を予測することを示した。この結果は、熟練した者よりも読みに劣る者は、貧弱な読みスキルとしてではなく、むしろ読みや読みでない課題を遂行するときに用いることのできる作動記憶が弱いことを示唆した。

これらの結果は、作動記憶がそれまで読みに密接に関連があるとされてきた言葉の再認スキルや音韻システムとは異なって、一部が中央実行系によって制御されているという推論 (Swanson & Sachse-Lee, 2001a) を支持するものである。

読みの領域だけでなく、算数の領域においても領域特定対領域全般的の議論が行われてきた。Siegel & Ryan (1989) は、計算障害が言語的な作動記憶よりも視空間作動記憶と関連していることを見出し、領域特定の考え方を支持している。一方、Turner & Engle (1989) は、演算課題がリーディング・スパン課題でと同様に読み理解に相関することを示し、領域全般的の考え方を支持した。

Wilson & Swanson (2001) は、11歳から52歳まで

の96人の算数障害の被験者を対象に、年齢による影響と領域特定と領域全般の仮説を検討した。その結果、算数の計算は、言語作動記憶と視空間作動記憶によってよりよく予想されること、年齢によって媒介されないことを示した。この結果からWilsonらは、算数における障害が、領域全般的な作動記憶系と領域特定の作動記憶系の両方によって媒介されると結論づけた。Wilsonらは、領域全般仮説について、先行研究において作動記憶能力と長期記憶で活性化された情報の量が等しいことから、算数障害の参加者は、算数的な事実の一般的な知識を欠いているので、長期記憶におけるこれらの欠損が、中央処理に不必要な要求を課していると考察した。

これらの知見を踏まえると、読みに障害のある学習障害を指導するにあたり、読みスキルを向上させることではなく、その背後にある作動記憶能力を高める指導が有効であると推測される。

2) 短期記憶（音韻処理）VS 作動記憶

学習障害の子どもは、作動記憶と数学的な言葉の問題解決課題の両方で重大な困難を体験しており、これらの課題における障害は、音韻的なシステムと結びついていると考えられてきた（Case, Harris, & Graham, 1992; Swanson, 1993; Swanson & Sachse-Lee 2001b; Swanson & Kim, 2006）。実験的論理的研究の多くは、子どもの数学的な言葉の問題の困難さが、言語理解方略の欠損と強く関連していることを示してきた（例えば、Swanson, *et al.*, 1993）。学習障害の子どもは、音韻的な貯蔵に障害があるために、より高次の処理（例えば問題解決）を損傷しているとの意見がある。一方で、音韻ループが中央実行系によって部分的に制御されているので、数学的な言葉の問題解決における障害は、中央実行系そのものの制御機能におけるいくつかの障害によるとの意見もある。

Swanson & Sachse-Lee (2001b) は、学習障害の子どもを生活年齢の一致した群と能力の一致した群で比較した。その結果、学習障害の子どもが生活年齢を一致した子どもよりも、言葉の解決の正確性、問題解決の要素、音韻処理、領域一般的な作動記憶、言語作動記憶の尺度で劣ること、学習障害の子どもが領域一般的作動記憶と視空間作動記憶、音韻の削除、問題の目的の同定以外のすべての処理尺度において年少の子どもに匹敵すること、言語的作動記憶と視空間作動記憶が音韻処理とは別に解決の正確さに影響を及ぼすことを示した。このことは、音韻的な処理よりも、長期記憶から起動された情報が、学習障害の子どもにおける実行処理と解決の正確性との関係を媒介するという概念を支持した。

同様に短期記憶よりも作動記憶が重要であることは、

障害のない児童を対象としたSwanson & Kim (2006)の結果からも明らかである。彼らは、作動記憶が数学的な成績要因を説明することを示し、作動記憶の中央実行系と貯蔵システムの両方が、子どもの数学的な成績を予想するという意見を支持した。またSwanson (2006) は、障害のない幼い子ども（6から8歳）の数学の早熟さを比較する中で、作動記憶の実行要素が、生活年齢、読み、抑制、ネーミングスピードの影響を受けずに、数学的な正確さを予測できることを示した。

これらの研究結果からの知見は、読み障害や算数障害が単に視空間スケッチパッドや音韻ループの貯蔵によるのではなく、両者を調整する中央実行系の処理の問題として考えることの必要性を示している。

3) 注意（抑制）の問題

最近の文献では、中央実行系と注意との関連が論じられるようになってきた（Swanson, 2006）。Swanson (2006) は、これまでの文献を展望する中で作動記憶と注意との関連について論じている。作動記憶は、短期記憶と焦点づけられた注意の両方を含むので、作動記憶が注意メカニズム（すなわち実行系）か貯蔵（短期記憶）としての作動記憶かについて生じた問題は、子どもにおける数学に関連した差の重要な資源である。そこでSwansonは、ランダムな産出を通じて、フィルター装置としての中央実行が自動的な反応をとりこぼすことを示したことから、ランダム課題を加えて短期記憶と作動記憶との関連を検討した。しかし、結果は、実行系が数学の成績を正確に予測することを示し、実行系が抑制とは独立していることを示した。

また、読み障害と数学における学習障害の子どもは、不適切な情報を抑制するように求められた作動記憶課題で、不十分に遂行していることが報告されてきた。作動記憶の障害が、抑制メカニズムでの障害と関連しており、そのシステムからの不適切な情報を評価することを可能にする。根底にある仮説は、抑制処理の障害が中央実行の障害と関連していることである（Miyake & Shah, 1999）。

他方、学習障害の子どもが記憶の中に保持できる項目の数に障害はないということも可能である。実際にEngle (2002) は、作動記憶能力の個人差が、どのくらい多くの項目を記憶に貯蔵できるかに関係しているのではなく、能動的にすぐに検索できる状況の中で注意を制御し、情報を維持する能力と関連していると仮定した。さらにEngleは注意の制御が抑制の障害と関連していると論じた。すなわち、課題に適した情報に焦点を向け続ける中での障害のある人は、割り込み（intrusion）の誤りを起こしやすいため、さらにPassolunghi & Siegel (2004) は、算数障害のある子どもの全体的な作動記憶の障害が、中央実行の要素、特

に不適切な情報を抑制する能力の障害であることを示唆した。

このように不適切な情報の抑制という観点からも、中央実行系の機能を推定することができる。

2. 作動記憶の改善に向けた取り組み

学習障害の子どもが作動記憶に問題のあることは、上述の事実から明らかである。しかし、問題があることは指摘されているが、どのように作動記憶を訓練したら良いのであろうか。作動記憶を訓練した研究は、まだ少ないがわずかに報告されるようになってきた (McNamara & Scott, 2001; Turley-Ames & Whitfield, 2003)。

McNamara らは短期記憶と作動記憶の方略訓練の効果を検討した。参加者は、短期記憶課題と連結した chaining 方略を用いるように訓練された。参加者は15の言葉を読んで、これらの言葉を使って物語を作るように訓練された。リーディング・スパン尺度を用いて得られた作動記憶スパン得点は、短期記憶課題の訓練後に改善した。作動記憶スパンの得点における変化は、経験と学習によると結論づけている。

Turley-Ames らは、演算スパン尺度と読み能力尺度を用いて、作動記憶スパンと認知能力との関連を検討した。参加者の半数は、方略訓練を受けた。研究1では、作動記憶スパン得点は、リハーサル方略を用いた結果に伴って増加した。研究2では、3つの異なる方略 (リハーサル、イメージ、意味論) が比較された。低スパンの人は、特にリハーサル方略を用いることから利益を得ていた。高スパンの人がリハーサルによる効果がなかったことについては、すでに方略を活用しており、天井効果であると考察した。

同様に Keeler & Swanson (2001) は被験者の用いた方略を分類し、方略選択の安定が作動記憶の成績に関連していること、方略選択が数学の成績に関連していること、エキスパート方略の選択が初期あるいはベースライン条件での作動記憶に優れた影響を与えることを報告し、方略の知識の重要性を示唆した。

IV. 得られた知見からの考察

1. 作動記憶モデルに基づいて研究することの利点

1) 臨床的な現象を説明する概念の必要性

学習障害の子どもたちにかかわる中で、学習のつまずきの様相は児童生徒一人ひとりであり、その対応も特効薬があるわけではなく、一人ひとりにあった指導方法を検討する必要がある。例えば、WISC-III によって、言語性IQと動作性IQとの間に有意な差を示す児童生徒もいれば、有意な差を示さないけれども学

業につまずいている児童生徒がいる。あるいは具体的な記号操作は可能だが、抽象的な記号操作になるとわからなくなってしまう児童がいる。さらには、短期記憶が苦手ではあるが、自分の好きな情報 (昆虫のこと等) は、同年齢の子ども以上に長期記憶に保持されている子どもがいる。

このような児童生徒に接する中で、視覚優位か聴覚優位かあるいは同時処理か継次処理か、短期記憶と長期記憶といった次元の視点だけでは限界があり、さらに上位の説明概念を想定しないとこの子どもたちを説明することは難しい。むしろ作動記憶課題 (二重課題) を解決するときの困難さの評価は、学習障害の児童生徒の困難さを適切に評価できる可能性を含んでいる。

例えば、自分の好きな情報は取り入れられるが、他の情報が入りにくい児童を作動記憶 (特に中央実行系での抑制) の観点から推測すると次のようになる。障害のない子どもは、発達に伴い自然に必要な情報を取り入れ不必要な情報を抑制するようになる。しかし、上述の学習障害の子どもの場合、自分の興味ある情報は抽出するが、自分では難しいと判断してしまうと必要な情報に対して抑制がかかり、それ以上の情報の抽出が不可能となる。このため、結果としての学力のつまずきを生じてしまう。このように、これまで説明のつきにくかったタイプの学習障害の児童生徒の実態を説明する上で作動記憶モデルを用いることは、その説明の生態学的妥当性を増すであろう。

次に、作動記憶の視点から指導方法を考えたときに、例えば足し算の問題を解くときに指のカウンティングを方略として用いている児童の場合は、中央実行系の処理容量を減らすために、カウンティングを行っていると考えられる (Geary, Hoard, Byrd-Craven, & Desoto, 2004)。したがって、言語的に音韻ループを活用した保持と処理を工夫することができれば、中央実行系にかかる負担を減らすことにつながり、その結果として指のカウンティング方略を用いる必要がなくなるであろう。このように作動記憶の視点は、背景要因の推測と指導方法の両方において有用であろう。

2) 多重感覚モデルから中央実行系の支援へ

これまで学習障害の支援の多くは、WISC-III に代表される言語性と動作性のIQの乖離から、聴覚情報処理または視覚情報処理の障害を推測し、聴覚的な情報を伝達するだけでなく、そこに視覚的な情報を加味する指導法が提案されてきた。

作動記憶の観点に立てば、それぞれの下位項目 (音韻ループと視空間スケッチパッド) が独立していると考えられ、2つの感覚モダリティの情報が提示されたとしても、それを連合する中央実行系の機能がむしろ

重要である。したがって、音韻ループ（言語情報）と視空間スケッチパッド（視覚情報）を連合する指導方略が必要であり、作動記憶に立つことによってこれまで十分に説明されていなかった学習障害の児童生徒の背後にあるメカニズムを推定し、これまでと違った支援が可能である。

考えられる方略は、聴覚と聴覚の情報を同時に提示するだけでなく、両者を調整する（音声処理に置き換える）ための方略を習得することである。そうすることによって、中央実行系の処理機能を向上させることが可能であろう。

3) 「方略か作動記憶か」から「方略も作動記憶も」

学習障害の児童生徒にみられる障害について、2つの考え方が論議されてきた (Keeler & Swanson, 2001)。まず、方略選択が実際の宣言的知識と関係のない干渉条件を単に反映しているにすぎないという考えがある。つまり学習障害の子どもは干渉への耐性が、障害のない群と比べて小さいことが示唆されている。学習障害の子どもは、作動記憶に入ってくる不必要な情報を防ぐことに困難があり、課題に中心でない材料の代わりの解釈を考えているようである。もう1つは、学習障害の子どもが、方略に関する知識の制約に関係なく、機能的な作動記憶の問題をこうむっているという考えである。この視点では、学習障害の子どもの実行処理系は、同じ貯蔵力をもっていないが、子どもにおける数学の能力の違いの重要な源が、処理のための調整や補正をすることの無力さにあるということである。

この観点に立てば、学習障害のつまずきを訓練するにあたっては、方略訓練を行うのか作動記憶の能力を高めるのか、ということである。これまでも方略の重要性は、様々な領域で指摘されてきた (例えば, Geary, 2004)。しかし本稿で論じてきた作動記憶研究の知見を踏まえると、方略訓練は視点や系統性なくやみくもに実施するのではなく、むしろ作動記憶モデルに基づいて実施することにより、方略の系統性や視点が明確になるであろう。したがって、「方略か作動記憶か」ではなく、その両者が密接に関連していると考えらることで、より効率的に方略訓練を行うことができるに違いない。

今回、作動記憶の中でも中央実行系そのものを訓練したという報告は見つけることができなかった。しかし、方略訓練の及ぼす作動記憶能力の変化について、次のように考えることができる。Turley-Ames による方略（リハーサル）訓練は、音韻ループでの改善が作動記憶（中央実行系）での改善を生じることを明らかにした。Swanson の解釈によれば、音韻ループの中に短期記憶の一時的な貯蔵とリハーサルのような処理の両方が含まれている。Turley-Ames の結果から考え

ると、リハーサルといった訓練は音韻ループの能力を高めることにつながるであろう。音韻ループ能力が高まることによって、下位機構を調整する中央実行系の処理能力が増えることになる。

このように、作動記憶モデルに基づくことによって、方略訓練の系統性がより明確になるであろう。

2. 作動記憶モデルを導入するために解決すべき問題

1) プロセスアプローチ批判にどう答えるか。

米国の学習障害の支援をめぐる歴史 (Mercer, 1997) をみたとときに、時代の流れとともに学習障害のとらえ方に、はやりすたりがあることがわかる。特に、プロセスアプローチは、期待の多さに比べて問題が多く落胆も大きかった。Mercer によれば、プロセスアプローチは、学習障害の背景にあるプロセス障害あるいはプロセス欠損の概念に基づいて計画された研究であり、プロセスという用語には、学習に影響を及ぼす生物身体的心理的条件（聴覚、視覚、触覚、運動、言語、フィードバック、記憶）が含まれている。しかし、学習障害への支援として、これまでのプロセスアプローチが期待されたにもかかわらず、成果を生み出してこなかった事実を受け止めなければならない。

例えば、知覚-運動訓練は、米国では1960年代から1970年代には栄えたが、1970年代になると多くの研究者はそのプログラムの効果に疑問を抱き始めた。これは、学習のつまずきの背景が、目と手の協応などの感覚間の連合にあると仮定し訓練してきたにもかかわらず、学習のつまずきは改善されなかったことであると推測される。したがってその後はプロセスアプローチではなく、学習につまずきがあるのであれば、学習そのものを支援しようとした行動理論や認知理論に基づくいわゆるダイレクトアプローチが主流となってきた。

また、学習障害の有力なアセスメント方法として開発されたITPAもまた、1980年代になるとITPAのアセスメントに基づく心理言語的な指導に対して疑問が上がり、その使用が徐々に減ってきた (Mercer, 1997)。

このような米国の歴史を考えると、作動記憶がこれまでのプロセスアプローチと同様に、学習障害の児童生徒が作動記憶に問題があることを示しても、そのアセスメント結果と指導方法とが直結せず、徐々にその効果のなさが明らかになる危険性がある。米国と同様の失敗を繰り返さないためには、作動記憶のアセスメントが、子どもの生活が豊かになるための介入方法と結びつくことを実証的に示す必要がある。

2) 一般知能との関連の問題

学習障害に限らず、知能検査とくに一般知能gとの関連から作動記憶の問題が検討されてきた。その結果、いくつかの研究は、作動記憶と知能は区別することが

できないと論じている。例えば、Kyllonen & Christal (1990) は、作動記憶と推理力 (reasoning ability) との間に 0.80 から 0.88 の構造係数を見出した。Colom, Flores-Mendoza, & Rebollo, (2003) は、作動記憶の尺度と流暢な知能の尺度の間に 0.70 の相関があることを見出した。また Ackerman, Beier, & Boyle (2002) は、作動記憶と一般知能 g との間に 0.70 の構造係数があることを見出し、Colom & Shih (2004) は、作動記憶と g との間に 0.86 の構造係数があることを見出した。

学習障害の領域において、作動記憶と一般知能との相関は何を意味するのであろうか。学習障害とは基本的には全般的な知的発達に遅れはなく、聞く、話す、読む、書く、計算する又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。全般的な知的発達の遅れは知能テストで測定し、学習のつまずきは学力テストまたは担任の評価によるであろう。ところが学習障害が作動記憶に障害や遅れがあるとしたときに、知能と作動記憶の相関が高いならば、学習障害は知能が低くなる。よって学習障害は知能の遅れがあることから全般的な知的発達に遅れがある。つまり、知能と作動記憶との相関が高いとすると、学習障害は知的障害と同じと判断される危険性がある。したがって、知能との関連が密接になるほど、作動記憶が学習障害の特異な評価方法ではなくなるという矛盾を理解することは重要であろう。

作動記憶を実用化するためには、この2つの問題を解決する必要がある。

参考文献

- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2002). Individual differences in working memory within a nomological network of cognitive and perceptual speed abilities. *Journal of Experimental Psychology, General*, **131** (4), 567-589.
- Baddeley A. D. (1986). *Working memory*. Oxford, GB: Oxford University Press.
- Baddeley A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **49a**, 5-28.
- Baddeley A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 417-423.
- Case, L. P., Harris, K.R., & Graham, S. (1992). Improving the mathematical problem-solving skills of students with learning disabilities Self-regulated strategy development. *Journal of Special Education*, **26**, 1-19.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C., & Rebollo, I. (2003). Working memory and intelligence. *Personality and Individual Difference*, **34**, 33-39.
- Colom, R., & Shih, P. (2004). Is working memory fractionated onto different components of intelligence? *Intelligence*, **32**, 431-444.
- Colom, R., Abad, F. J., Rebollo, I., & Shih P. C. (2005). Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence*, **33**, 623-642.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **19**, 450-466.
- Engle, R. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Sciences*, **11**, 19-23.
- 藤田和弘・上野一彦・前川久男・石隈利紀・大六一志 (2005). WISC-III アセスメント事例集—理論と実際—。日本文化科学社。
- Geary, D.C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, **37**, 4-15.
- Geary, D.C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J.B., & DeSoto, M.C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, **88**, 121-151.
- 千川 隆 (1999). アメリカ合衆国における学習障害の認定をめぐる問題—能力と学力との不一致モデルの検討—。国立特殊教育総合研究所研究紀要, **26**, 97-110.
- 千川 隆 (2000). 学習障害児と低学力児の類似性をめぐる論争—米国ミネソタ大学グループの研究成果の紹介—。国立特殊教育総合研究所研究紀要, **27**, 89-99.
- 石王敦子・荻原満里子 (1994). 幼児におけるリスニングスパン測定を試み, *教育心理学研究*, **42**, 167-173.
- Keeler M. L., & Swanson H.L. (2001). Does strategy knowledge influence working memory in children with mathematical disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, **34**, 418-434.
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. (1990). Reasoning ability is (little more than) working memory capacity?! *Intelligence*, **14**, 389-433.
- McNamara, D. S., & Scott, J. L. (2001). Working memory capacity and strategy use. *Memory and Cognition*, **29**, 10-17.
- Mercer, C. D., (1997). Chapter2 History. C.D. Mercer, *Students with Learning Disabilities Fifth Edition*, (pp. 36-68). Prentice Hall, NJ: Columbus, Ohio
- Miyake, A., & Shah, P. (1999). Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. In A Miyake & P. Shah (Eds.) *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp.442-481). New York: Cambridge University Press.

- 文部科学省調査研究協力者会議 (2001). 21世紀の特殊教育の在り方について (最終報告).
- 文部科学省調査研究協力者会議 (2003). 今後の特別支援教育の在り方について (最終報告).
- 文部科学省中央教育審議会 (2005). 特別支援教育を推進するための制度の在り方について (答申).
- 文部省 (1999). 学習障害児に対する指導について (報告).
- 荻原満里子・荻原直行 (1994). 読みとワーキングメモリー容量—日本語版リーディングスパンテストによる測定—. *心理学研究*, **65**, 339-345.
- Passolunghi M.C., & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, **88**, 348-367.
- President's Commission on Excellence in Special Education. (2002). *A new era: Revitalizing special education for children and their family*. Jessup, MD: U.S. Department of Education.
- Siegel, L. S., & Ryan, E. B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, **60**, 973-980.
- Swanson, H. L. (1993). An information processing analysis of learning disabled children's problem solving. *American Educational Research Journal*, **30**, 861-893.
- Swanson H. L., (1996). Information processing: An introduction. D.M. Reid, W. P. Hresko, & H. L. Swanson (Eds.) *Cognitive Approach to Learning Disabilities Third Edition*. (pp251-285). Austin TX: Pro-ed.
- Swanson H. L., (2003). Age-related differences in learning disabled and skilled reader's working memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, **85**, 1-31.
- Swanson H. L. (2006). Cognitive processes that underlie mathematical precociousness in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **93**, 239-264.
- Swanson H. L., Ashbaker, M. H., & Sachse-Lee, C. (1996). Learning disabled readers' working memory as a function of processing demands. *Journal of Experimental Child Psychology*, **61**, 242-275.
- Swanson H. L., & Cooney, J. B. (1996). Learning disabilities and memory, D.M. Reid, W. P. Hresko, & H. L. Swanson (Eds.) *Cognitive Approach to Learning Disabilities Third Edition*. (pp 287-314). Austin TX: Pro-ed.
- 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. (2001a). A subgroup analysis of working memory in children with reading disabilities: Domain-general or domain-specific deficiency? *Journal of Learning Disabilities*, **34**, 249-263.
- Swanson H. L. & Sachse-Lee, C. (2001b). Mathematical problem solving and working memory in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology*, **79**, 294-321.
- Swanson H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, **96**, 471-491.
- Swanson H. L., Sáez L., & Gerber, M. (2004). Do phonological and executive processes in English learners at risk for reading disabilities in grade 1 predict performance in grade 2? *Learning Disabilities Research & Practice*, **19** (4), 225-238.
- Swanson H. L., Howard, C. B., & Sáez, (2006). Do different components of working memory underlie different subgroups of reading disabilities? *Journal of Learning Disabilities*, **39**, 252-269.
- Swanson L. & Kim K. (2006). Working memory, short-term memory, and naming speed as predictors of children's mathematical performance. *Intelligence*, (in press).
- Turley-Ames, K. J., & Whitfield M.M. (2003). Strategy training and working memory task performance. *Journal of Memory and Language*, **49**, 446-468.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, **28**, 127-154.
- 上野一彦・海津亜希子・服部美佳子 (2005). 軽度発達障害の心理アセスメント—WISC-IIIの上手な使用と事例—. 日本文化科学社.
- Wilson, K. M., & Swanson, H. L. (2001). Are mathematics disabilities due to a domain-general or a domain-specific working memory deficit? *Journal of Learning Disabilities*, **34**, 237-248.