



Title	「学習障害」概念の再検討
Author(s)	室橋, 春光
Citation	北海道大学大学院教育学研究院紀要, 124, 13-31
Issue Date	2016-03-25
DOI	10.14943/b.edu.124.13
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/60998">http://hdl.handle.net/2115/60998</a>
Type	bulletin (article)
File Information	AA12219452_124 (5).pdf



[Instructions for use](#)

# 「学習障害」概念の再検討

室 橋 春 光\*

**【要旨】**「学習障害」は、生物学的基盤をもち社会的要因を強く反映する、学習に関する包括的用語とみることができる。学習とは、適応の齟齬を修正し、自らの活動の仕組みを変容するあり方(狩野, 1967)である。生物学的基盤として、様相の異なる知覚処理を縮約し統合することに関する、出現頻度のより低い脳内ネットワークの存在があると想定し得る。恐らく大細胞系機能の関わる背側系経路の機能的脆弱性があり、文脈促進のありかたには非平均的处理が具わる。「障害」の基準は、社会的「平均」からの逸脱の度合により規定されるが、時代と文化の影響を強く受けて「障害」的表現型をもつ。「学習障害」に関連する中間表現型が、「強み」の表現型となるような教育が求められる。

**【キーワード】**発達障害, 大細胞系機能, 文脈促進機構, 学習メカニズム, 中間表現型

## 1. 「学習障害」概念の変遷

### (1) 「学習障害」の分類

「学習障害」(Learning Disability: LD)とは、1963年にKirk, S.により提唱された用語であった(清水, 2004)。教育的用語として、知的機能の全般的発達遅滞はないが、読む・書くなどの能力の習得や使用に困難のある状態を指していた。

Johnson & Myklebust (1967)は言語性LD(聴覚性言語の欠陥, 読みの障害, 書き言葉の障害, 算数の障害)に加えて、非言語性LDの重要性を指摘した。非言語性LDでは、身振り、身体像, 空間知覚, 左右知覚, 社会性知覚などに困難が生じやすいとされた。しかし近年、非言語性LDについては、自閉症スペクトラム障害(アスペルガー症候群)との類似性が指摘されるようになった(Gunter et. al., 2002)。上野(2003)はLDの特性を、①学力の困難, ②言葉の困難, ③社会性の困難, ④運動の困難, ⑤行動の困難に分けた。①は狭義の学習障害に対応する特性, ②と③は教育における学習障害に対応する特性, ③から⑤はLDの中核となる症状ではないが重複しやすい特性であるとしている。

「学習障害」は、基本的には読み・書き・算数の各能力の習得と使用に関する困難をもつ、均一でないグループの総称であるとみられてきた。それぞれの困難にさまざまな原因が想定されるのであるが、学校教育の基盤的スキルであるが故にひとつに括られることになるのであろう。しかし生物学的基盤からみれば、例えば発達性ディスレクシア(読字障害)が文字と音韻の結合の問題とみられるように、「学習障害」では異種の情報を縮約し統合することに関して問題が生ずるのである。それがまさに、ヒトにおける「学習」の本質であるといえる。

\*北海道大学名誉教授

## (2) 教育的定義

全米学習障害合同委員会 (National Joint Committee on Learning Disabilities) が1990年に制定した定義の概略は次の通りである。

「学習障害とは、聞く、話す、読む、書く、推理する、あるいは計算する能力の習得と使用に著しい困難を示す、様々な障害群を総称する用語である。これらの障害は個人に内在するものであり、中枢神経系の機能障害によると推定され、生涯を通して起こる可能性がある。自己調整活動self-regulatory behaviors, 社会的認知social perception, 社会的相互交渉social interactionにおける諸問題が、学習障害と併存する可能性があるが、それ自体が学習障害を構成するものではない。学習障害は、他の障害 (例えば、感覚障害、精神遅滞、重度の情緒障害) あるいは (文化的な差異、不十分あるいは不適切な教育のような) 外的な影響と一緒に生じる可能性もあるが、それらの状態や影響の結果ではない」(文部省, 1995)。

## (3) 医学的定義

アメリカ精神医学会の制定したDSM-IV (APA, 1994) では、「通常、幼児期、小児期、または青年期に初めて診断される障害」という大分類の中に、「学習障害」(Learning Disorders) が位置づけられていた。そして読字障害 (reading disorder), 書字表出障害 (expressed writing disorder), 算数障害 (arithmetic disorder), ならびに特定不能の学習障害, に分類されていた。

DSM-IV (TR) では、読字障害の定義は以下のようであった。

読字障害reading disorder

- A 読みの正確さと理解力についての個人施行による標準化検査で測定された読みの到達度が、その人の生活年齢、測定された知能、年齢相応の教育の程度に応じて期待されるものより十分に低い。
- B 基準Aの障害が読字能力を必要とする学業成績や日常の活動を顕著に妨害している。
- C 感覚器の欠陥が存在する場合、読みの困難は通常それに伴うものより過剰である。

書字表出障害、算数障害の各定義も、読字障害の定義と基本的に同じ様式になっていた。すなわち、標準化検査で測定された各能力が期待されるものより十分低いこと、学業成績や日常活動を顕著に妨害していること、視覚や聴覚に障害がある場合にはそれよりも過剰な困難が存在すること、であった。

しかしDSM-5 (APA, 2013) では、「神経発達症」(Neurodevelopmental Disorders) という大項目が設けられ、その中の1項目として「限局的学習症」(Specific Learning Disorder) が設定された(日本語訳は、日本精神神経学会精神科病名検討連絡会(2014)が制定した「DSM-5病名・用語翻訳ガイドライン」による)。DSM-IVでは、いわば発達期に生じる障害、というあいまいな大枠の中におかれていた「学習障害」が、5版では、他の自閉症スペクトラム症(ASD)や注意欠如多動症(AD/HD)などととともに、生物学的基盤を有する障害であると明示されたといえる。DSM-5におけるSpecific Learning Disorderの定義の概要は次のようである。

- 1) Specific Learning Disorderは、以下の6つの症状の少なくとも1つが存在することによって示される、学力的スキル (Academic Skill) の習得と使用に困難をもつもの、と

している。ただしこれらの困難は、それらに対して介入が行われたにもかかわらず、生じたものでなければならない。

- ① 不正確あるいは緩徐な努力性の読み（例えば、ひとつの単語を不正確にあるいはゆっくりとためらいながら音読する、単語を前後の文脈から推測して読む、すなわち勝手読みをしばしばする、単語を音読すること自体に困難がある、など）
- ② 文章理解の困難（例えば、正確に読めるかもしれないが、文のつながりや推論、あるいは深い意味などを理解していない、など）
- ③ 綴りの困難（母音や子音を付け加えたり、省略したり、置き換えたりする）
- ④ 書字表出の困難（例えば、1つの文の中でいくつもの文法的誤りがあったり句読点のつけ方を誤ったりする、段落の作り方が拙い、考えを表すことに明確さを欠く、など）
- ⑤ 数感覚や計算などの困難
- ⑥ 算数・数学的推論の困難

2) このような状態にある学力的スキルは、個人の生活年齢で期待されるものよりも実質的にかなり低く、学力や職業、日常生活に重大な影響を与えるものである。これらの学習の困難は学校時代に始まるが、時間制限のあるテストを受けるときや、長く複雑なレポートを期限までに提出しなければならないようなときなど、極度に強い学力負荷のかかるような状況にならないと、明確に現れにくい場合もある。さらにこれらの学習の困難は、知的障害、未矯正の視力・聴力や他の精神的・神経的障害、心理社会的困難、教育的指導の不十分さ、などによっては適切に説明できないものである。

#### (4) 定義のあいまいさ

医学領域における定義は、他の障害として定義されている「聞く」「話す」に関する項目を含まず、かつ、知的障害を排除しない点で教育領域における定義と異なる。この背景として、医療においては診断は治療に直結するものであり、適切な治療を行うためには疾患を厳密に把握する必要があるということがあろう。この点は、Learning Disordersを読み・書き・算数の3領域に区分していたDSM-IVの定義によく現れているといえる。他方、教育においては、様々な状況で多様な困難を抱える子どものニーズに、現行の教育制度の中で応えていく必要があるということがあろう。

DSM-5への改訂により、内容的にみれば、医学的定義は教育的定義に近づいてきたともいえる。「学習障害Learning Disabilities」がKirkらにより提唱されたことは、教育現場における指導上の問題から始まったと思われる。他方、医学領域において「学習障害Learning Disorder」が取り上げられるようになったことは、教育現場と保護者たちの混乱に対応していたといえる。しかし、教育領域と医学領域の「学習障害」の捉え方は、それぞれの考え方の違いを反映していた。教育領域はdisabilityと捉え、医学領域はdisorderと捉えてきたのである。ちなみにDSM-5では、Neurodevelopmental disordersのうち、「知的発達症Intellectual Disabilities」のみをdisabilityと表現している。背後には、知的発達症（知的障害）については、社会的要因を除外しては成り立たないという認識があるといえよう。ここには、AAIDD (American Association on Intellectual and Developmental Disabilities) のDefinition of Intellectual Disabilityの捉え方やICF (International Classification of Functioning, disabilities and health) のdisabilityの捉え方の影響が強く現れているといえる。

このようにみたととき、「学習障害」なる概念は、社会的要因を強く有するものであるといえよう。そして「学習障害」の定義のあいまいさは、我々の範疇的知覚の産物の反映でもあろう。捉えきれないものをあえて命名することで、「捉えた」ものとして扱うのである。

先に述べたように「学習障害」は、基本的には読み・書き・算数の各能力の習得と使用に関する困難をもつ、均一でないグループの総称であるといえる。それぞれの困難に種々の原因が想定されるが、学校教育の基盤的スキルであるが故にひとつに括られることになるのである。

#### (5)「発達障害」について

「発達障害 developmental disability」に関する定義は、「学習障害」を上回る曖昧さを抱える。

「発達障害 developmental disability」という用語は、アメリカ合衆国第35代大統領J. F. Kennedyにより1961年に招集された、「精神遅滞の撲滅をめざす国家行動計画」(A proposed program for national action to combat mental retardation)に関する大統領委員会の活動に端を発している。合衆国議会は1963年に制定された「精神遅滞者施設ならびに地域精神保健センター建設法」(Mental retardation facilities and community mental health centers construction Act)を、1970年に「発達障害者事業及び施設建設修正法」(Developmental disabilities services and facilities construction amendments)に修正した。この改正では、精神遅滞のほかに、脳性麻痺、てんかんなどを対象に含めた。さらに1975年の「発達障害者援助及び人権法」(Developmentally disabled assistance and bill of rights Act)では、対象として精神遅滞に加えて、精神遅滞に密接に関連する疾患や、脳性麻痺、てんかん、自閉症、ディスレクシアといった疾患が含まれることになった(ACL, 2012)。

しかし1978年には、法の対象として特定の疾患をさらに増やしていくのではなく、発達の遅れを機能的に定義する方針に転換した。すなわち、重度かつ慢性的な障害であること、身体的あるいは精神的に損なわれていることに起因すること、生涯にわたる持続的な状態であること、日常生活を構成する3つ以上の領域で機能的制限があること、によって定義づけた。この方針は、現在も基本的に採用され続けている(Developmentally disabled assistance and bill of rights Act, 2000)。

このように、アメリカ合衆国における「発達障害」概念の変遷をみると、対象の限定的定義からしだいに機能的定義に移り変わっていったことがうかがわれる。「障害者」のニーズに合わせた援助を行うという現場の要求が、法による定義を変えていったとみることができよう。そしてこのような変化は、WHO(1980)の「障害分類試案」(ICIDH)からWHO(2001)の「国際生活機能分類」(ICF)への変化、すなわち医学的モデルから社会学的モデルへという障害概念の変遷に対応しているといえる。

医学領域では、“developmental disorder”という枠組みは、アメリカ精神医学会制定のDSM第3版改訂版(DSM-3-R:APA, 1987)に取り上げられた。そこでは、精神遅滞、広汎性発達障害、特異的発達障害を包括するものとして用いられていた。しかしDSM第4版(DSM-IV:APA, 1994)では“developmental disorder”という枠組みは利用されず、「通常、幼児期、小児期、または青年期に初めて診断される障害」という第3版から設定されていた大枠のみが残されるかたちになった。そこでは、精神遅滞、学習障害、運動能力障害、コミュニ

ケーション障害、広汎性発達障害、注意欠陥および破壊的行動障害、幼児期または小児期早期の哺育、摂食障害、チック障害、排泄障害、幼児期、小児期、または青年期の他の障害（分離不安障害など）といった多数の障害が列記されていた。多様な障害種が、発症時期という共通性で括られたかたちになっていたのである。そしてDSM-5（APA, 2013）では、Neurodevelopmental disordersという枠組みが用いられることになった。この枠組みは、生物学的基盤に言及した初めての「発達障害」に相当する用語であると言えよう。

WHOが制定している「精神及び行動の障害分類」（ICD-10）によれば、「心理的発達の障害」（Specific disorders of psychological development）（基本的には会話及び言語、学習能力、運動機能、の各特異的発達障害、ならびに広汎性発達障害で構成される）に含まれるものの共通点として、①発症は常に乳幼児期あるいは小児期であること ②中枢神経系の生物学的成熟に深く関係した機能発達の障害あるいは遅滞であること ③精神障害の多くを特徴づけている、寛解や再発がみられない安定した経過であること、をあげている。これらの特徴は、発達障害の生物学的側面について言及したものであると言えよう。

ICD-10には、「小児期および青年期に通常発症する行動および情緒の障害」（behavioral and emotional disorders with onset usually occurring in childhood and adolescence）も設定され、ここに多動性障害や行為障害などが含まれている。これら2つの枠組みに精神遅滞（mental retardation）を加えたものが「発達障害」に相当するといえよう。

原（2009）は、「発達障害」を「原因、経過、予後を基盤とする医学的概念と言うより、支援の必要度を重視する福祉的概念である」としている。「発達障害」は、いわば「中途障害でないもの」の総称であり、多領域の研究者や専門家が共通して用いることのできる歴史のかつ包括的な障害概念として捉えられるとしている。あえていえば、原（2009）の提案が最も明確な定義であると考えざるを得ないのである。

以上のように「発達障害」概念の変遷をみると、ひとつは福祉領域からの対象者のニーズに応じたサービスを行おうとする現場の要求から、疾患を限定しない機能的定義がなされるようになったといえる。他方、医学的領域からの治療のために合理的診断を目指そうとする要求からは、生物学的基盤に依拠した診断体系の構築が試みられるようになってきているといえよう。

しかし、生物学的にみた「ヒト」は、日常生活においては「人」として機能し、さらに社会においては「人間」たり得るのである（奥田, 1967）。このように我々自身をみると、そこに「人」たらしめている心理学的機制（狩野, 1957）が存在するのであり、我々の日常生活を成り立たせている心理学的共通基盤から、「発達障害」あるいは「学習障害」を見直すことが可能であると考えられる。

## 2. 「学習」について

狩野（1967）は学習について「一定の状況の作用の中で生活体が齟齬を修正し、自らの活動の仕組みを変容するあり方」と述べる。この考えかたによれば、「学習障害」とは、「適応の齟齬を修正し、自らの活動の仕組みを変容するあり方」に関する障害である。

「読み・書き・算数」を基礎スキルとするいわゆる教科学習のみならず、日常生活における様々な営みの中に学習は存在することになる。しかし、医学的定義ならびに教育的定義による「学習障害」は、教科学習において現れるとされている。それは教科を指導するということが、学問体系を縮約したかたちで子どもに伝えようとする文化のあり方であることに関連しているであろう。

「読み・書き・算数」は、いずれも文字・数字等の記号とそれらの組合せが表象する意味を習得して使用し、あるいは表出し表現することを基盤としているといえる。紙上にインクで描かれた文字や数字と呼ばれるパターンは、数千年前からの人類の生活の中で抽象化されてきた記号の体系である。脳がそのような刺激布置を視覚的情報として変換し、その上で統合作業を行うことが認知である。すなわち「学習障害」とは、人類が文化の中で高度に抽象化してきた記号体系の処理に関わる認知活動において、「適応の齟齬を修正し、自らの活動の仕組みを変容するあり方」が十全に機能しない状態であるということができよう。

この「不具合」は、しかしながら、極めて微妙な基準で成り立っている。難読症dyslexiaに関するInternational Dyslexia Associationの定義（IDA, 2002）の概要は次のようなものである。

ディスレクシアは、神経学的起源を有する特異的学習障害である。

正確かつ流暢な語の再認の困難さ、ならびに綴りとデコーティングの能力の乏しさによって特徴づけられる。

他の認知能力や効果的な学習指導からは予想されないような音韻処理の困難がある。

二次的な結果として、読み理解の困難が生じたり、語彙や背景知識の習得を促す読み経験の成長が妨害されることもある。

（発達性）ディスレクシアでは、読みに関わる処理の流暢性と正確性において「平均」よりも「劣る」ことが問題となるのである。処理できないのではなく、ぎこちなく不正確であることが、「障害」なのである。現代社会の人々に対する要求が、ここに反映されているといえる。速くかつ正確に処理できることが現代人に求められているのであり、処理のしかたにおいて明らかに「平均」以下になることが、「障害」である。「学習障害」は、まさに現代社会のありかたを反映するのである。

## 3. 発達性ディスレクシア

読みの困難の背景には、従来から音韻処理に関わる問題があるとみられてきた。しかし読み

の作業では、書記素からなる単語、さらに単語からなる文の視覚的処理を必要とする。したがって、発達性ディスレクシアでは、視覚情報処理にも原因が存在し得る。読みには視覚的注意が重要な役割を果たしているが (Lallier et al., 2013)、発達性ディスレクシアではその時間的特性あるいは空間的特性に問題があると想定される。視覚情報処理では、親近性の高い文字や単語レベルの形態処理を高速に行う visual word form area と呼ばれる領域の存在することが知られている。発達性ディスレクシアにおいてはこの領域の機能が十全でないことが、指摘されている (Shaywitz and Shaywitz, 2008)。visual word form area における処理には音韻情報も影響するとみられ (Okumura et al., 2015)、異なる様相の感覚・知覚処理が相互に影響し合うことが想定されるのである。

読むという作業で重要な要素のひとつは、IDAの定義にもみられるように、正確性である。現実には読み速度について発達に応じて期待される水準があり、正確に読めても遅い場合には読み困難をもつことになる。書記素－音素の対連合には意識レベルの処理、すなわち“努力”を要する学習が必要であるが、徐々に自動化されるようになり、適確な音読が可能になる。このためには、ワーキングメモリーの発達を必要とする。

母語における書記素と音素を連合させる学習を行うなかで、読みの能力が獲得されていく。その学習の際に、単語が複数の音素からなることを覚知できるという音韻意識 phonological awareness が重要な役割を果たす (室橋, 2012)。

読むという作業におけるもう一つの重要な要素は流暢性である。現実には読み速度について発達に応じて期待される水準があり、正確に読めても遅い場合には読み困難をもつことになる。ここでも書記素－音素の対連合が徐々に自動化され円滑な音読が可能になるのに伴って、より高次で複雑な処理を要する読解作業に“努力”を振り向けられるようになる。この一連の自動化作業について、Nicolsonらは小脳の機能が重要であるとしている (Nicolson, Fawcett, and Dean, 2001)。

#### 4. 学習のメカニズム

狩野・北島 (1971) は、学習のメカニズムに関して、視知覚の重要性を指摘する。視知覚は適応機構を解発する仕組みを有しており、課題化に関連する刺激が引き金として差異反応を起し、続いて警報としての差異の検出がなされるとみるのである。そして、「視知覚は、刺激変動に対応する生体活動化の仕事を担い、全体の調整をうける。即ち、不完全ながら基本的な学習メカニズムであり、全体の学習機構に組み込まれているのである。」と述べる。「先行学習の増大にともない、変化の図式化は拡大し、生活体の発達とともに起発力は減ずる。また変化の検出は、重大な課題解決機構に結合しない限り、速やかに消去するものであり、その定常化の障害は、遷延する警戒反応として不安を醸成し、認知異常をともない適応障害の症状をなす」のである。私たち特殊教育・臨床心理学研究グループでは、様々な局面における適応困難メカニズムを解明しようと試みてきた (大松 他, 2005; 第1節)。

狩野らの上述の考えに基づけば、「学習障害」は、視知覚が文字や数字という記号刺激によって適応機構が解発されて生体が活動し、全体の調整を受けて学習機構に組み込まれていく一連



の過程の内に問題があることを指すといえる。例えば発達性ディスレクシア（読字障害）が文字と音韻の結合の問題とみられるように、「学習障害」では異種の情報を縮約し統合することに関して問題が生ずるのである。それがまさに、ヒトにおける「学習に関わる障害」の本質であるといえる。

## 5. 視知覚の形成過程

Kitajima et al. (1980, 1981, 1983) は、事象関連電位を示標とし、反復提示された2つの文字や数字あるいはランダムチェッカーパタンの異同弁別を求める一連の実験を行った。その結果、繰り返し提示された刺激に対して、後頭領導出P270成分が増大することを示した。視覚情報が冗長化する事態にあっても、なお課題解決のために活動を増大させる局面のあることがうかがわれた。室橋 (1984, 1985, 1995) は、これらの知見を基に視知覚形成過程のひとつのあり方を想定した (室橋, 2011)。

知覚成立過程は構成的作業であり、刺激に対応した構成物（原型）が生体内部に作られ、それをもとに弁別がなされる。学習の進行とともに、原型はより抽象化される。

一定の抽象度をもつ原型は、対象の弁別・同定の基本となる。原型は、刺激出現のたびに構成され、知覚学習初期には眼球運動が関与する。すなわち、運動関連成分が視知覚成立における原型形成に必要であると考えられる。

原型の構成化は、知覚成立過程の比較的初期に行なわれると想定される（原型形成相；室橋, 1984）。この原型をもとに、刺激から抽出された特徴群が構成化され、知覚が成立する（視覚性図式形成相；室橋, 1984）。原型は、刺激特徴の構成化の際にその構成化の順序を指定すると想定する。原型は、発達初期には位置特定の具象的であるが、成長・学習に伴い非特定の抽象的になる。刺激反復のたびに興奮する神経細胞が構成体に取り込まれ、興奮する度合の少ない神経細胞は脱落してゆく。原型が抽象化されると、原型に基づいて構成化される刺激特徴は必要かつ最少限のものになる。しかし、知覚構成物の構成化の際に、どのような刺激特徴が要因となるかについては、所与の課題に依存する。

原型は知覚構成物の成立を可能にさせるものであり、刺激に即応したものではない。しかし、刺激が課題化されると、知覚構成物は少なくとも課題に関連した特徴群については、刺激に即応したものになる。原型による刺激特徴の構成化が、原型の指定する操作順序を変更して、課題による刺激の物理的制約の取り入れを必要とするとき、この取り入れ処理を“注意”と呼ぶ (室橋, 1984)。

注意の程度は原型に基づく刺激特徴構成の際の刺激への忠実度に比例する。忠実度の高い構成化作業がくり返される時、原型もまた修正されてゆく。原型と知覚構成物の間の不一致が減少した時、注意機能は終了する。注意機能は、生体をして外界の制約を取り入れ、内面化させる機能であると考えられる。しかし、この機能が持続すると、内面の安定化が低下することになる。生体内面の安定化のためには、修正された原型による構成化、すなわち内面的制約による刺激特徴の再構成化を行なうことが有効である（保護機能；室橋, 1984）。

このような原型構成処理を担うメカニズムとして、大細胞系機能magnocellular systemを

想定した(室橋, 2008, 2011)。視覚系には, 色や形に感受性のより高い小細胞経路(parvocellular経路)と, 運動や空間位置に感受性のより高い大細胞経路(magnocellular経路)がある。このうち大細胞経路の機能不全が, 発達性ディスレクシアにおいて読字過程に困難を生じさせ得ると想定されている(Livingstone, M.S., Rosen, G.D., Drislane, F.W., and Galaburda, A.M., 1991; Stein, 2001)。また, 自閉性スペクトラム症(Autistic Spectrum Disorder: ASD), 統合失調症等においても大細胞系機能の不全が報告されている。

## 6. 発達性ディスレクシアにおける大細胞系機能(室橋, 2011)

Laycock & Grewther (2008) は, 読み困難における視覚的処理要因の重要性について, 注意機構の活性化と駆動における大細胞系経路の役割から検討している。Laycockらは, ヒトでは刺激出現後56ms以内に視覚情報がV1に到達し有線外野には72ms以内に到達すると想定している。そのことにより, 大細胞系経路は視覚野への小細胞系入力よりも10msから20msの「大細胞系の有利さ」をもつことになる。初期の全体像処理に関与する背側系経路は, V1から腹側系経路によって情報がボトムアップに伝達される前に, この「有利さ」によってトップダウン的に逆進する情報によりV1に影響を与える。Laycockらは, 経頭蓋磁気刺激(Transcranial Magnetic Stimulation: TMS)により, 「一時的脳外傷」を作り出してこれを検討することを試みた。彼らは, 実験参加者が単一単語読み課題を実施しているときに, V5/MT+にTMSを与えた。その結果, 単語刺激出現直後と125ms後の2時点が正確な課題処理に必要であることを見出した。このことから, 背側経路が従来想定されていたよりもかなり早い時間に影響を与えることになると推定された(室橋, 2011)。

Vidyardasager and Pammer (2009) は, 背側経路が文字列の視覚的スキャンに重要な役割を果たすことを指摘した。もしこの経路に問題があれば, 書記素の処理や音素への変換, さらに音韻意識の発達に影響を与えることになるであろう。発達性ディスレクシアには様々な原因の関与が主張されてきているが, 少なくとも読み困難に関しては, 大細胞系の関与する背側経路が重要な役割を果たすと想定される。

しかし大細胞系視知覚の問題は, 豊巻(2011)も述べる如く, 統合失調症においても指摘されてきており, 自閉スペクトラム症についても大細胞系視知覚に機能の不全があると報告されている(Sutherland & Crewther, 2010; McCleery, Allman et al., 2007)。したがって, 大細胞系機能を発達性ディスレクシア特有の成因とみなすことはできない。

大細胞系機能は, 神経発達症における共通の基盤的な中間表現型として捉えることができよう(室橋, 2011; Laycock, Crewther, & Crewther, 2007)。Braddick, Atkinson, & Wattam-Bell (2003) は, dorsal stream deficitを「発達障害」の共通基盤として想定しており, この機能の有する脆弱性が発達早期に存在することを主張している。

Braddickら(2003)は, 大細胞系機能の問題が, 読み困難のみならず, 発達途上で様々な困難に関与する可能性のあることを指摘した。運動や空間情報処理に関連の深い大細胞系機能が発達初期において不全であることは, 発達という流れにおけるいわば上流の問題である。しかし, しだいに発達の流れが下流に向かうに従って, 様々な側面に影響が現れると考えられる。

このようにみると大細胞系機能は、幼児・児童期における視知覚の安定性に深く寄与すると想定される。このdorsal-stream vulnerability仮説は「発達障害」の共通の基盤としてとらえ得る点、また発達軸を考慮する点で、興味深いものである。この脆弱性が発達の流れの中で視覚系機能、さらに高次認知系機能に順次影響を与えていき、その結果として「発達障害」の様々な側面が展開されていく過程が存在することを想定し得るのである。

## 7. 視覚的対象再認におけるトップダウン的文脈処理促進機構（室橋，2011）

視覚形成過程に重要な影響を及ぼすトップダウン処理、特に文脈的処理のありかたは、「発達障害」における知覚的特性を考える上で鍵となると考えられる。視覚的再認における文脈処理促進機構を、Bar（2004）に従って検討する。

### （1）文脈的情報

再認の目標は、ある対象の見かけが変動しても、それに関わらず、同定されることである。先験的知識は、対応する視覚的表象の感受性を高め再認を容易にするであろう。文脈に依存した“予想”は、対象再認をより効率的にするのである。Barは、各々の対象は、いくつもの脳領域において詳細に表象されている必要はなく、異なった領域が、それぞれの関連した特徴を表象すると考える。十分な特徴を有する対象ならば、容易に抽出され再認される。それは、グローバルな情報と、その情報により活性化する、いわば先回り回路が働くためである。典型的でない対象の再認の場合には、詳細で繊細なLocal情報により媒介されて視覚的表象の感受性が高まることになるが、処理時間は長引くことになる。

素早く抽出される情報は低空間周波数によりより高速で運ばれるグローバル情報により媒介され、高空間周波数によりもたらされるローカル情報は遅れて分析される。低空間周波数によりもたらされるグローバルな形態情報は、文脈的枠組みを活性化しうるが、枠組みはまた個々の対象によっても活性化されうる。文脈的情報は、低空間周波数によって急速にもたらされ、生体の覚知度をあげる。文脈は潜在的に処理され、偶発的に学習され得る。実験参加者は、注意のほとんど欠如した状態で、文脈的場面における視覚的対象をカテゴリー化しうる。

文脈的情報は場面という刺激によって自動的に活性化される。事象関連電位（ERP）研究によれば（Bar, 2004）、75-80msの短さで個々の対象について視覚的カテゴリーを区別しうる。Bar（2004）によればfMRIとMEGを用いた予備的研究では、文脈処理に直接的に関係する活性化がparahippocampal cortex（PHC）で最初に生じていた。PHCは文脈的処理に関連が深いとされており、続いて刺激出現後130msくらいでfusiform gyrusの活性化が生じた。またBar（2004）は、再認時の活動が、側頭皮質よりも早く眼窩皮質で発達することをMEGデータにより示した。眼窩皮質におけるfMRI信号は、高空間周波数よりも低空間周波数に対して有意に強く、低空間周波数に基づく対象イメージについて作られる解釈数の直接的関数として増加した（室橋，2011）。

## (2) 文脈促進モデル

Bar (2004) は、ひとつの文脈的枠組みが、その文脈内で共存する可能性の高い対象群を同定するための情報と、それらの典型的な空間的配置に関する情報を含んでいるとする。これらの情報は、その環境についてのいわば「期待セット」であり、いったん活性化されれば、入力情報に対してテストされることになる。これらの枠組みは、低空間周波数によりもたらされるグローバルな場面情報、あるいはその場面の鍵となる対象によって急速に活性化される。

Barは、低空間周波数により生成される表象が、いわば粗い表象であるが、急速な対象再認には十分であるとする。場面刺激の低空間周波数をもたらす情報は、文脈的枠組みについての信頼しうる推測 (initial guesses) を引き出すためには十分であるとみる。

低空間周波数による情報は、刺激出現からきわめて短時間で、視覚皮質からprefrontal cortex (PFC) と parahippocampal cortex (PHC) へ投射される。PHCでは、活性化される必要のある文脈的枠組みに関して、経験に基いた推測を活性化させる。この文脈的情報は infero-temporal cortex (ITC) に投射され、そこで関連文脈に対応する連合セットが活性化される。同一の表象は並行して、標的対象の候補的解釈を明確化させるため、PFCに存在する情報を活性化させる。ITCでは、対象の表象間に相互作用が生じて特定の文脈が浮かび上がり、標的表象の候補的解釈は最終的に同定されるに至る。この表象は、さらに高空間周波数によって徐々に到着する特定のローカル情報により精選され検証される (室橋, 2011)。

## 8. 「発達障害」における大細胞系機能

発達性ディスレクシア、自閉性スペクトラム症 (ASD)、統合失調症等において共通性が高いと想定しうる視知覚処理の側面は、文脈にかかわる処理の不全である (室橋, 2011)。

文脈にかかわる処理は、“公共的”知覚を形成すると想定する。“もの”知覚は、小細胞 parvocellular系により詳細情報による学習を行う結果、大細胞magnocellular系よりも時間を要するものの、文脈に依存しにくい「正確な」知覚を形成させる。また場面における実際的配置に対応した“もの”間の関係を、時間をかけて学習していく。他方、“こと”知覚は、環境に存する生体および生体の操作する“もの”の動きを処理することにより生ずる。

“こと”にかかわる期待=予測が生じることにより、期待通りの結果に対して“快”が発生する。人間が生活する環境内においては、“もの”は生体の操作により変化するのであり、これはまた操作する生体の期待なしにはその位置と形を変化させない。したがってASDにおいては、“こと”に対応する「期待=予測」は生じにくく、それを可能とする前頭-小脳関連回路、ならびに「結果」の発生に対応して発動する情動関連回路の発達が遅れる。発達初期の“こと”知覚機能の不十分さは、概念形成を遅らせ、知的機能発達の遅れを招きやすくする。予測しがたい人間環境内に住むことは、彼らにとってストレスを慢性的に高める。行動は常同性を帯びやすく、人への対応は時としていわゆるパニックになる。

大細胞系機能の減弱は、「発達障害」における共通の神経的基盤であり得る。大細胞系が関与すると想定しうる文脈促進機構は、基本的には生得的に具備される機能であり、環境=文脈刺激を学習することにより組織化され、文脈に応じた知覚を成立させるよう働く。しかし、各

「発達障害」における発達過程において果たす役割が異なると想定するのである。

発達性ディスレクシアにおいては、大細胞系の機能減弱は限定的ではあるが、文章読解では困難が表面化すると想定する。文章理解は、文脈促進機構を最大限に利用させる課題である。文章は、文字・単語という極度の抽象的記号・記号群を規則的に配置した刺激形態であり、関連情報が各所に存在する可能性の高い通常の視覚的場面に比して著しく冗長度が低い。学校教育という事態では、文脈促進機構は上限まで機能せねば、的確な理解を成し遂げられないのである（室橋，2011）。

## 9. 発達性ディスレクシアにおける慣れ機能不全

発達性ディスレクシアでは、潜在学習implicit learningに問題がある（Folia, Uden, Forkstar, Ingvar, Hagoort, and Petersson, 2008; Howard, Howard, Japikse, and Eden, 2006; Menghini, D., Hagberg, G.E., Petrosini, L., Bossali, M., Macaluso, E., Caltagirone, C. Vicari, S., 2008; Stoodley, Harrison, and Stein, 2005）とする考え方もある（室橋，2012）。読みの学習では初期には音素と書記素の対連合学習を顕現的なかたちで学習するが、次第に潜在的な学習の割合が増加し、通常はそれらが有効に作用し合って読み能力が獲得されていくと想定される。しかし、発達性ディスレクシアのある子どもでは、この学習が容易に進行しにくいと想定される。

また文法の獲得にも潜在学習は重要な役割を果たしていると考えられており、言語学習が遅れる要因となる可能性がある。Nicolsonらは、読み書きの困難の背後には手続き学習に問題があり、小脳機能が関与しているとみている（Nicolson and Fawcett, 2011）。基本的に、手続き学習が自動化しにくいところに問題が存在すると想定するのである。

蔦森（大松 他，2005；第5節）は、 $3 \times 3$ の格子中の2マスが同時に光るという設定で、大学生を対象として、発光順序と出現位置に関して10系列を順次提示してそれらの完全な記銘を求めるといふ、運動系列学習課題を実施した。その結果、反応時間は試行の繰り返しに対応してしだいに減少し一定の値を取るようになった。これは、刺激関連情報が学習に伴いチャンキングされ自動化されるに従って、反応時間が減少したことを反映するものと考えられた。さらに例数は少ないのだが「学習障害」の特性を有するとみられる中学生を対象としてこの運動系列学習を求めたところ、反応時間は減少傾向を示したものの一定の値に達するまでにより多数の試行の繰り返しを必要とすることがうかがわれた。「学習障害」の特性を有する子どもにおいては、刺激関連情報がチャンキングされ自動化される過程に不全の生じていることが示唆された。

Nicolsonら（2011）は、「発達障害」間における合併性には、小脳機能あるいは皮質－小脳回路の不全が共通の基盤として関与するというモデルを提案している。Nicolsonらは、大脳皮質と小脳を結ぶ回路群が技術や知識の自動化に密接に関わると考えており、この回路群の機能が損なわれることにより、書記素－音素の連合、語再認、言語性ワーキングメモリー、書字統制などに影響が出ると想定している。そして、「発達障害」における合併性にも、これらの回路群の機能不全が共通の基盤として関与すると想定する。

Ahissar (2007) は、特定の刺激に対する知覚的適応に問題があるとする、anchor仮説を提唱している。Ahissarは、2つの音の刺激の高低弁別課題において、一つを標準刺激とし他方を変化刺激として継時的に呈示した(標準→変化、あるいは変化→標準)。その際に変化刺激は、標準刺激よりも必ず高い音であった。もう一つの条件は、2音がともに変化する中で高低を判断するものであった。その結果、発達性ディスレクシアのある子どもでは、通常発達の子どもが容易に判断していた標準刺激-変化刺激条件での弁別が、より困難であった。Ahissarはこのことから、特定の刺激に対する安定した知覚が形成されにくいことに問題があると想定した。

Jaffe-Daxら (2015) は、Ahissar (2007) による2音の継時的提示法を応用し事象関連電位を指標として、dyslexiaの基準を満たす人たちと基準に該当しない大学生を対象として実験を行った。その結果、Cz導出のP2成分(150-250ms)において、大学生群では[変化刺激→標準刺激]試行と[標準刺激→変化刺激]試行との間に振幅差が生じたが、dyslexia群ではその振幅差は小さかった。彼らは、ベイズモデルを参照して2音継時提示法を検討し、dyslexia群がnoise処理にあたって先行刺激列の情報を適切に利用していないことを示した。Jaffe-Daxらは、P2成分のふるまいから、dyslexia群における知覚機能不全が文脈の自動的改訂および統合の不十分さと結びついていると想定している。さらにこのような結果は、知覚の階層的モデルにより説明可能であるとみる。すなわちdyslexiaにおいては、より高次の層になるほどより緩徐なかたちで処理がなされる特性を有すると想定すると、top-down処理はその特性のために低次層の処理に対応し難くなると考えられるのである。

## 10. 発達性ディスレクシアとワーキングメモリー機能

ワーキングメモリーは、ある目的に関連する機能を統合していくときに密接に関連する重要なメカニズムであり、何らかの事態に直面した際に短時間のうちに生じる入力情報の処理に関連する記憶システムである (Baddeley and Hitch, 1974)。Baddeleyらの提案した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”，作業を監督する役割をもつがその処理資源に限界のある“中央実行部”である。その後、このモデルには長期記憶の活用にかかわるエピソードバッファが付加され (Baddeley, 2000)，視覚・聴覚などの多次元の符号化や、エピソードを統合的に創出するための情報結合が扱われるようになった。ただし、容量は限定的である (Repoves and Baddeley, 2006)。

ワーキングメモリーは、読み能力の獲得と流暢な使用の際に重要な役割を果たすと想定されている。したがって、ある子どものワーキングメモリーが十全に機能しないならば、読み能力の獲得に時間を要し、また流暢に使用することに困難を生じることになる。そしてこれまでの多くの研究から、読み困難には、ワーキングメモリー機能の不全が関与することが示唆されてきた (Gathercole, Alloway, Willins, et al., 2006; Berninnger, Raskind, Richards, et al., 2008; Schuchardt, Maehler, and Hasselhorn, 2008; Swanson and Jerman, 2007; Kibby, Marks, Morgan, et al., 2004; Jeffries and Everatt, 2004)。ワーキングメモリーが十全に機能しないならば、読み能力の獲得に時間を要し、また流暢に使用することに困難を生

じることになる。(Gathercole, et al., 2006)。

Ramusらは、ディスレクシアを対象として行われた研究のうち、音韻表象欠陥説にかかわるものを検討した (Ramus and Szenkovits, 2008)。その結果、彼らはディスレクシアにおいては音韻表象が生成されないのではなく、音韻表象へのアクセスが困難であるとする仮説を提案した。すなわち、音韻貯蔵部や音韻ループにおける問題というよりは、中央実行部あるいはエピソードバッファの問題であると想定することになる。彼らは、感覚表象へのアクセスの一般的困難なのでは必ずしもなく、ケースによって異なると想定している。

読み・書き・聞く・話す・計算するといったいずれの能力についても、ワーキングメモリー (Baddley, 1986) が関与する。また、注意欠如多動症 (AD/HD) や自閉症スペクトラム症 (ASD) などでもワーキングメモリー機能の低下があると考えられている (Geurts, et al., 2004)。発達性ディスレクシアに特有の原因としては認めがたいが、「発達障害」における心理的共通性の一部を反映するといえよう。したがって、ワーキングメモリーもまた、「学習障害」に共通する要因なのである (室橋, 2005, 2009, 2014)。慣れ機能不全は、学習の過程における自動化を遅らせ、そのことがワーキングメモリーの機能の「効率」を低下させることになるのである。

## 11. 「学習障害」のメカニズム

発達性ディスレクシアの原因としては、これまで音韻処理過程説が有力視されてきた。だが、読みは複雑な一連の過程である。視覚に関連する機能、聴覚に関連する機能、さらに前頭領あるいは小脳の各系の機能がそれらに関与し、複合的に作用して読みという行為がなされると想定される。これらの相互作用のどこかで十分機能しない事態が生ずるとき、読みの困難が生じることになる (室橋, 2007a, 2007b, 2010)。

「学習障害」には多様な障害特性が含まれている。その原因は生物学的基盤を起点とするが、他方で環境要因の影響を受け、最終的に行動的なかたちで現れるに至る。生物学的基盤については、近年、分子生物学的レベルでの研究が行われ、遺伝子解析による検討が進みつつある (室橋, 2015)。これによって、発達性ディスレクシアなどに関連するとみられるいくつかの遺伝子候補があがっている (Scerri and Schulte-Korne, 2010)。しかし、単一遺伝子が関与するのではなく、複数の遺伝子が関与する可能性が高い。またこれらの遺伝子の存在が発達性ディスレクシアを決定づけるのではなく、エピジェネティックなメカニズムによって環境の影響を受け、遺伝子情報の発現が影響を受けるのである。そして関連遺伝子の働きにつながる様々なレベルでの中間表現型 (endphenotype) が存在し、最終的な行動的困難が生ずると考えられる。遺伝子は、より直接的には、シナプス形成や皮質形成などに関連する諸因子を規定するとみられるが、それらとネットワーク形成の間には多数の中間的過程が存在すると想定される。遺伝子発現のパターンが他の発達過程とその後の行動に影響を及ぼす cascade effects of altered development が存在すると考えられており (Lewis and Levitt, 2002)、そこには環境要因もエピジェネティックなメカニズムに基づいて関与しているであろう。このような相互作用的諸過程の解明が、今後求められるのである。

「学習障害」や「発達障害」という枠組の曖昧さは、捉えきれないものを捉えようとするヒトの範疇的知覚の結果でもある。このような包括的用語で語られる背景には、生物学的基盤として多面的発現性とポリジーン性をベースとした遺伝システムが恐らく存在するのであろう。

近年の遺伝子多型研究から得られる新しい知見の数々は、DSMなどに代表される精神医学的診断体系が生物学的基盤に基いたもの（e.g. Jang, 2005; Gill, 2012）に変わっていき、範疇的診断から次元的診断に移行していくことを示唆している（室橋, 2015; Murohashi, 2013）。神経発達症領域では合併性comorbidityがしばしば認められるが、この背景に出生前あるいは乳幼児期に多元的に影響を及ぼすgeneralist geneの存在も想定されている（Kiser, River, and Lesch, 2015）。心理的事象に対応する脳機能は、シナプス形成や大脳皮質形成などに端を発する壮大なネットワークシステムの形成を基盤としている。Hebb (1949) が細胞集成体理論において強調するように、ネットワーク形成は心理的事象のベースとなっているのである。

「学習障害」の背景には、文脈促進機能の関与する知覚的表象の不安定さがあり、それに関わる学習の不全と遷延があり、それに連なるワーキングメモリー機能の効率低下があり、実行機能の担う認知の統制の難しさが生じる。「学習障害」という特性をより強く有する人々は、反応の正確性と効率性が「平均」を下回ることから、周囲によって「問題化」されることとなり、そのために自己評価の低下という結果を生じ、日常生活における諸行為からの逃避を促して、さらに悪循環に入る可能性が高まる。

## 12. 「学習障害」と社会

「学習障害」の背景となる生物学的基盤として、脳内の神経回路形成に関わる遺伝子の多型がベースにあり、発達期における環境の影響を受けて、出現頻度のより低い脳内ネットワークのパターンが形成されていくと想定される。「学習障害」の基準、すなわち効率性と正確性は、その社会を構成する多数派の人々の平均値から明らかに「外れる」ところに設定されるが、それは時代と文化によって異なる。

階層モデルからみた「学習障害」は、高次層のダイナミクスの緩徐さが、低次層に影響するタイミングをずらすことにより生じると想定される。このタイミングの「ずれ」により、「学習障害」を規定する効率性と正確性の低下が立ち現れることになると思うことができよう。

しかし、この高次の層の緩徐さから生じる「ずれ」は、「障害」を規定するかもしれないが、独創性をも産み出すのである。新しい「視点」、すなわち非平均的な「視点」は、この「ずれ」を起始部として生ずることになる。そして生物学的に各個体に生じ得るこのような「ずれ」が容認されるならば、その社会において「多様性」が現れていくこととなるであろう。

「学習障害」とされる特性は、そのベースとなる遺伝子多型（群）のありかたに影響を受ける。それらの組合せによって構成される中間表現型（群）は多数存在する。その存在は確率的分布をなし、当然「白か黒か」ではない。それらと関連し得る表現型はさらに多数存在するであろう。しかし、そのような表現型群が形作る「障害」の枠組は、社会・文化の影響を強く受



ける。「障害」が忌避されるべきものとしてその社会に浸透しているならば、人々はその特性を有しないように見せる「努力」を試み、社会は行政的対応のために明確な「線引き」を行おうとする。その結果、「学習障害」あるいは「発達障害」と「健常」が顕在化する。

「学習障害」に関連する「中間表現型」は、「善」となる「運命」も「悪」となる「運命」も有しておらず、社会的価値の外にある。「平均」の範囲内であれば、それは「障害」的表現型ではなく、「性格」的表現型として社会から認識されるのであろう。

「学習障害」に関連する中間表現型（群）をより強く有する子どもは、生物学的機構の不安定さと、「障害」的表現型と見なす社会的認識との相互作用的悪循環により、「障害児」化する。彼らのもつ心理学的機構の不安定さは、社会的環境に存する「歪み」の影響をいち早く受けることになり、彼らはその社会において「問題」化した存在と認識されることになる。そして、社会的「排除」の対象となっていくことになる。

「学習障害」に関連する中間表現型（群）をより強く有する子どもは、それを「強み」として「学ぶ」権利を有し、社会はそれを「強み」となるように「教育」する義務を有するのである。

## 引用文献

- AAIDD (2010) Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Support (11<sup>th</sup> ed.)
- Administration for community living: ACL (2012) Administration on intellectual and developmental disabilities (AIDD); History of the DD act. ([http://www.acl.gov./Programs/AIDD/DD\\_History/index.aspx](http://www.acl.gov./Programs/AIDD/DD_History/index.aspx))
- Ahissar, M. (2007) Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(11), 458-465.
- American Psychiatric Association: APA (1987) Diagnostic and Statistical Manual of Psychiatric Disorders Third edition revised.
- American Psychiatric Association: APA (1994) Diagnostic and Statistical Manual of Psychiatric Disorders Fourth edition.
- American Psychiatric Association: APA (2013) Diagnostic and Statistical Manual of Psychiatric Disorders Fifth edition.
- Baddely, A. (1986) Working memory. Oxford University Press, Oxford, UK.
- 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). New York: Academic Press.
- Bar, M. (2004) Visual objects in context. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 617-629.
- Berninger, V.W., Raskind, W., Richards, T., Abbot, R., and Stock, P. (2008) A multidisciplinary approach to understanding developmental dyslexia within working-memory architecture: genotypes, brain, and instruction. *Developmental Neuropsychology*, 33(6), 707-744.
- Braddik, O., Atkinson, J., and Wattam-Bell, J. (2003) Normal and anomalous development of visual motion processing: motion coherence and 'dorsal-stream vulnerability'. *Neuropsychologia*, 41, 1769-1784.
- Charny, D.S., Barlow, D.H., and Botteron, K., Cohen, J.D., Goldman, D., Gur, R.E., Lin, K-M., Lopez, J.F., Meador-Wildruff, J.H., Moldin, S.O., Nestler, E.J., Watson, S.J., and Zalcman, S.J. (2002) Neuroscience research agenda to guide development of a pathophysiologically based classification system. In A research agenda for DSM-V, D.J.Kupfer, M.B.First, and D.A.Rieger, (eds). Washington, DC: American Psychiatric Association.

- Folia, V., Udden, J., Forkstam, C., Ingvar, M., Hagoort, P., and Peterson, K.M. (2008) Implicit learning and dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145(1), 132-150.
- Gathercole, S.E., Alloway, T.P., Willis, C. and Adams, A-M. (2006) Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93, 265-281.
- Geurts, H.M., Verte, S., Oosterlaan, J., Roeyers, H., and Sergeant, J.A. (2004). How specific are executive functioning deficits in attention deficit hyperactivity disorder and autism? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(4): 836-854.
- Gill, M. (2012) Developmental psychopathology: The role of structural variation in the genome. *Development and Psychopathology*, 24, 1319-1334.
- Gunter H. L, Ghaziuddin, M., and Ellis H. D. (2002) . Asperger syndrome: tests of right hemisphere functioning and interhemispheric communication. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(4): 263-81.
- 原 仁 (2009) 発達障害とは何か? 日本発達障害学会の立場 「発達障害に関する国際的な概念について」(大会準備委員会企画シンポジウムa), 日本LD学会第18回大会論文集, 106
- Hebb, D.O. (1949) The organization of behavior. New York: Wiley & Sons.
- Howard, J.H.Jr., Howard, D.V., Japikse, K.C., and Eden, G.F. (2006) Dyslexia are impaired on implicit higher-order sesquence learning, but not on implicit spatial context learning. *Neuropsychologia*, 44(7), 1131-1144.
- International Dyslexia Association (2002) Definiton of dyslexia. (<http://eida.org/definition-of-dyslexia/>を参照)
- Jaffe-Dax, S., Raviv, O., Jacoby, N., Loewenstein, Y., and Ahissar, M. (2015) Acomputational model of implicit memory captures dyslexics' perceptual deficits. *The Journal of Neuroscience*, 35(35), 12116-12126.
- Jang, K.L. (2005) The behavioral Genetics of psychopathology: A clinical guide. New Jersey: Lawrence Erlbaum. 「精神疾患の行動遺伝学—何が遺伝するのか」有斐閣 (2012) 安藤寿康・大野裕 (監訳) 佐々木掌子・敷島千鶴・中嶋良子 (訳)
- Jeffries, S., and Everatt, J. (2004) Working memory: its role in dyslexial and other specific learning difficulties. *Dyslexia*, 10(3), 196-214.
- Johnson, D., and Myklebust, H. R. (1967) Learning disabilities. New York, Grune & Stratton. 森永良子, 上村菊朗 (訳), 学習能力の障害. 日本文化科学社, 1975.
- 狩野 陽 (1957) 心理学の世界. 思想, 391, 109-121.
- 狩野 陽 (1967) 学習の基礎機構. 北海道大学教育学部紀要, 13, 43-73.
- 狩野 陽, 北島象司 (1971) 視知覚の形成と衰退: 学習の基礎理論系と脳波資料の集積. 北海道大学教育学部紀要, 18, 1-47
- Kibby, M.Y., Marks, W., Morgan, S., and Long, C.J. (2004) Specific imparment in developmental reading disabilities: a working memory approach. *Journal of Learning Disabilities*, 37(4), 349-363.
- Kiser, D., River, O., and Lesch, K-P (2015) Annual research review: the (epi) genetics of neurodevelopmental disorders in the era of whole – genome sequencing – unveiling the dark matter. *Journal of child psychology and psychiatry*, doi: 10. 1111
- Kitajima, S., Murohashi, H., and Kanoh, M., (1980) Visual evoked potentials associated with the verbal and non-verbal problem-solving processes. *Biological Psychology*, 10(2), 103-114.
- Kitajima, S., Murohashi, H., and Kanoh, M., (1981) Tak redundancy and an enhancement of the late positive components in human visual evoked potentials. *Biological Psychology*, 12(2-3), 223-236.
- Kitajima, S., Murohashi, H., and Kanoh, M., (1983) Stimulus repetition and an amplitude increase of the occipital late positive component in the human visual evoked potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55(5), 567-574.

- Lallier, M., Donnadieu, S., and Valdois, S. (2013) Investigating the role of visual and auditory search in reading and developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 597. (doi:10.3389/fnhum.2013.00597)
- Laycock, R., Crewther, S. G. and Crewther, D. P. (2007) A role the ‘magnocellular advantage’ in visual impairments in neurodevelopmental and psychiatric disorders. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31, 363-376.
- Laycock, R., and Crewther, S.G. (2008) Towards an understanding of the role of the “magnocellular advantage” in fluent reading. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32, 1494-1506.
- Lewis, D.A. and Levitt, P. (2002) Schizophrenia as a disorder of neurodevelopment. *Annual Review of Neurosciences*, 25, 409-432.
- McCleery, J.P., Allman, E., Carver, L., J., and Dobkins, K. R. (2007) Abnormal magnocellular pathway visual processing in infants at risk for autism. *Biological Psychiatry*, 62, 1007-1014.
- Menghini, D., Hagberg, G.E., Petrosini, L., Bozzali, M., Macaluso, E., Caltagirone, C., and Vicari, S. (2008) Structural correlates of implicit learning deficits in subjects with developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145, 212-221.
- 文部省：学習障害及びこれに類似する学習上の困難を有する児童生徒の指導方法に関する調査協力者会議「学習障害児等に対する指導について（中間報告）」(1995)
- 文部省：学習障害及びこれに類似する学習上の困難を有する児童生徒の指導方法に関する調査協力者会議「学習障害児に対する指導について（報告）」(1999)
- 室橋春光 (1985a) 適応機能としてみた視知覚活動の特性について：視覚誘発電位を示標とした課題解決事態における視知覚成立過程の分析 そのⅠ. 北海道大学教育学部紀要, 45, 67-188.
- 室橋春光 (1985b) 適応機能としてみた視知覚活動の特性について：視覚誘発電位を示標とした課題解決事態における視知覚成立過程の分析 そのⅡ. 北海道大学教育学部紀要, 46, 205-268.
- 室橋春光 (1995) 精神遅滞児における視知覚活動の特性：視覚誘発電位を示標とした課題解決過程における視知覚活動の分析. 北海道大学教育学部紀要, 67, 91-152.
- 室橋春光 (2005) 実行機能からみたLD・AD/HD・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 (2007a) LDのトータルな理解をめざして—生物学的基盤から社会的環境まで— LD研究, 16(1), 2-9.
- 室橋春光 (2007b) 学習障害の生物学的基盤—読み書き障害に関する検討— 発達障害研究, 29(1), 17-24.
- 室橋春光 (2008) 統合失調症におけるMagnocellular系機能をめぐって 精神保健研究, 54, 63-71.
- 室橋春光 (2009) 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. LD研究, 18(3), 251-260.
- 室橋春光 (2010) 発達障害研究と認知科学 基礎心理学研究, 29(1), 47-52.
- 室橋春光 (2011) 発達障害における視知覚形成過程に対する大細胞系の役割について—豊巻論文へのコメント（及び高橋・宮崎論文、河西論文への関連コメント）—. 心理学評論, 54(1), 54-63.
- 室橋春光 (2012) 発達障害と認知：読み書きの困難. (日本発達心理学会, 根ヶ山, 仲編:発達科学ハンドブック 第4巻 発達の基盤, 242-254)
- Murohashi, H. (2013) Editorial: Cognitive science approach to developmental disorders: From “discrete” diagnostic to “dimensional”. *Japanese Psychological Research*, 55(2), 95-98.
- 室橋春光 (2014) 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, 23(2), 131-141.
- 室橋春光 (2015) 「実行機能」再考—発達障害研究の視点から—高橋・野村論文へのコメント. 心理学評論, 58(1), 175-180.
- National Joint Committee on Learning Disabilities (NJCLD) (1990) Learning Disabilities: Issues on Definition (1990). (<http://www.ldonline.org/njcld/>を参照)
- 日本精神神経学会精神科病名検討連絡会 (2014) DSM-5病名・用語翻訳ガイドライン (初版). 精神神経学雑誌, 116(6), 429-457.

- Nicolson, R., Fawcett, A.J., and Dean, P. (2001) Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. *Trends on Neurosciences*, 24(9), 508-511.
- Nicolson, R.I., and Fawcett, A.J. (2011) Dyslexia, dysgraphia, procedural learning and the cerebellum. *Cortex*, 47(1), 117-127.
- Okumura, Y., Kasai, T., and Murohashi, H. (2015) Attention that covers letters is necessary for the left-lateralization of an early print-tuned ERP in Japanese hiragana. *Neuropsychologia*, 69, 22-30.
- 大松絵美, 片桐正敏, 澤木梨沙, 蔦森英史, 牧孝幸, 増子梨絵, 室橋春光 (2005) 適応困難メカニズムの解明をめざして: 認知発達障害のある子どもは、なぜ新しい環境に慣れにくいのか. 北海道大学大学院教育学研究科紀要, 96, 167-225.
- Ramus, F. and Szenkovits, G. (2008) What phonological deficit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 129-141.
- Scerri, T.S., and Schulte-Korne, G. (2010) Genetics of developmental dyslexia. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 19(3), 179-197.
- Schuchardt, K., Maehler, C., and Hasselhorn, M. (2008) Working memory deficits in children with specific learning disorders. *Journal of Learning Disabilities*, 41(6), 514-523.
- Shaywitz, S. E., and Shaywitz, B. A. (2008) Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Development and Psychopathology*, 20, 1329-1349.
- 清水貞夫 (2004) アメリカの軽度発達障害児教育—「無償の適切な教育」を保障—, クリエイツかもがわ, 京都.
- Stoodley, C.J., Harrison, E.P., and Stein, J.F. (2006) Implicit motor learning deficits in dyslexic adults. *Neuropsychologia*, 44(5), 795-798.
- Sutherland, A. and Crewther, D. P. (2010) Magnocellular visual evoked potential delay with high autism spectrum quotient yields a neural mechanism for altered perception. *Brain*, 133, 2089-2097.
- Swanson, H.L., and Jerman, O. (2007) The influence of working memory on reading growth in subgroups of children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 96(4), 249-283.
- 豊巻敦人 (2011) 発達性ディスレクシアの認知神経科学的理解—大細胞系視知覚と聴知覚について—. 心理学評論, 54(1), 45-53.
- 上野一彦 (2003) LDとADHD, 講談社, 東京.
- Vidyasagar, T. R. & Pammer, K. (2009) Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 57-63.
- World Health Organization: WHO (1980) International classification of Impairments, disabilities, and handicaps (ICIDH).
- World Health Organization: WHO (1990) International statistical classification of disease and related health problems (ICD-10).
- World Health Organization: WHO (2001) International classification on functioning, disability and health (ICF).