

原著論文 (Article)

知的障害をともなうダウン症候群の中学生が九九を暗記する過程の一事例

A case of the processes memorizing multiplication tables by a junior high school student of Down syndrome with intellectual disability

野崎健太郎¹

NOZAKI Kentaro¹

摘 要

2022年2月から2023年11月にかけて、重度の知的障害をともなうダウン症候群の中学生が、九九を暗記する過程を記載した。研究協力者の中学生は、研究の開始時に13歳と211日、精神年齢6～7歳であった。九九の暗記は2～5の段は音読と試験、6～9の段は主に書き取りの反復練習で行った。2と5の段の暗記は試験回数が20回程度、3の段は30回、4の段は40回で達成された。6の段の暗記は書き取り練習が100回程度、7の段は150回で達成されたが、8の段は30回、9の段は60回で達成され、暗記に必要な練習回数が大きく減少した。8と9の段の習得期間には、研究協力者が在籍する公立中学校の特別支援学級の担任教師に学校での九九学習の協力を依頼した。この学校との協力体制が8と9の段の暗記を早めたと考えられる。

キーワード：ダウン症候群、知的障害、中学生、九九、数学教育

Abstract

A junior high school student with Down syndrome and severe intellectual disability was described the process of memorizing multiplication tables during February 2022 to November 2023. The research collaborator, junior high school student, was 13 years and 211 days old at the start of the study, with a mental age of 6 to 7 years. Memorizing the multiplication table for two to five stages were conducted by reading aloud and exam, and mainly by writing practice for six to nine stages. Memorization of multiplication table for two and five stages were achieved after about 20 exams, 30 exams for three stage, and 40 exams for four stage. Memorization of multiplication table for six stage was achieved by writing practices about 100 times, for seven stage was in 150 times, for eight stage was in 30 times and for nine stage was in 60 times, and the number of practices required for memorization decreased in eight and nine stages. During the learning period of multiplication table for eight and nine stages, the teacher of the special needs education class at the public junior high school where the research collaborator was enrolled to cooperate in learning multiplication tables at school. The cooperative study system with the school seemed to be helped faster the memorization of multiplication table.

Key words : Down syndrome, intellectual disability, junior high school student, multiplication tables, mathematical education

背景と目的

本研究は、重度知的障害をともなうダウン症候群 (Down syndrome) の男子中学生が、2022年から2023年にかけて九九を暗記する過程を記録した実践報告である。まずここでは、ダウン症候群の概要とそれが当事者の発達に及ぼす影響をまとめ、それらを踏まえつつ本研究の目的を述べる。

ダウン症候群はウィリアムズ症候群、クラインフェルター

症候群、ターナー症候群等と同じく染色体異常の1つであり、それらのなかでは最も頻度の高い症状である。これまでは、およそ700人から1000人に1人の割合で生まれてきている (Roizen and Patterson, 2003 ; 玉井, 2007)。ダウン症候群には、核の21番目の染色体が3本になっている21トリソミー型 (21 trisomy)、21番染色体の過剰な部分が他の染色体に転座している転座型 (translocation)、21トリソミーの細胞と正常の細胞が混在するモザイク型 (mosaics) の3つの型が存在して

¹ 相山女学園大学教育学部 〒464-8662 名古屋市千種区星が丘元町17-3 School of Education, Sugiyama Jogakuen University, Higashiyama Moto-machi 17-3, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8662, Japan (E-mail: ken@sugiyama-u.ac.jp)
2023年10月10日受付

いるが、その殆どは21トリソミーである。外村（1975）は1961年から2000例の染色体分析を行い、94.0%が21トリソミー、4.7%が転座型、1.3%がモザイク型であったと報告している。

ダウン症候群では精神および運動発達の遅滞がほぼ必ず生じ、それらに加え心臓疾患、眼疾患、難聴等の合併症を高い確率でもつことが知られている（Roizen and Patterson, 2003；玉井, 2007）。南雲（1994）は16歳以上のダウン症候群者173名（男性93名、女性80名）の知能指数（Intelligence quotient：IQ）を調べ、平均と標準偏差が 30.78 ± 9.43 であったと報告した。その分布は男女ともに双峰性を示し、IQ 18-20に小さな峰、IQ 33-38に大きな峰を形成していた。池田（1975）は21トリソミー型100名、転座型12名、モザイク型10名の知的発達を調べ、モザイク型のダウン症候群者は、21トリソミー型、モザイク型に比べ健常児に近い発達を示すことを明らかにした。藤永ほか（2005）はダウン症候群152名に質問紙調査を行い、74%にあたる113名に何らかの合併症があることを示した。生田目ほか（2019）は1997年1月から2016年12月にかけて札幌の1医療機関を受診・療育したダウン症候群58名の合併症を調べ、そのうちの54名（93%）に単独合併症（48%）あるいは複数合併症（45%）を認めている。さらに自閉症（Autism）との重複診断も報告され、Roizen and Patterson（2003）の総説では自閉症7%、齋藤・渡邊（2016）の2007年以降の文献調査では自閉症5%～10%、自閉症スペクトラム障害（ASD：autism spectrum disorder）15～19%の合併率であった。齋藤・渡邊（2016）自身の調査では、横浜市の療育施設で診断されたダウン症候群121名のうち、17.4%に相当する21名がASD傾向を有していたと報告されている。

以上の背景から、ダウン症候群とその合併症は、当事者と支援する家族の生活に負の影響を及ぼしていると思える。しかしながら、その困難は永続的なものではなく、医療・福祉（療育を含む）および教育の支援により低減もしくは解消される（玉井, 2007）。日本ダウン症協会が2023年1月15日に公表した「ダウン症のある方たちの生活実態と、ともに生きる親の主観的幸福度に関する調査報告書」では、1581通の質問紙が分析され、就労可能年齢の788名のうち63.2%の方が何らかの形で就労していること、健康に日常生活を送っている方が8割であること（通院はしているが健康であるという回答を含む）、食事、衣服の着脱、入浴など身辺自立されている方が7～8割に達することが明らかにされており、当事者の多くは普通に暮らしている（玉井ほか, 2023）。したがって、ダウン症候群への療育と教育の質的な向上が進めば、当事者と家族の生活の質や幸福度のさらなる上昇に寄与すると考えられる。

染色体異常であるダウン症候群は、生物化学的な分析により出生後速やかに診断が確定するため、早期の療育に取り組

むことが可能となり、その効果も数量的に研究されている（齋藤・渡邊, 2016；生田目ほか, 2019）。先にも引用した藤永ほか（2005）は、152名への質問紙調査の解析から、早期療育において母親が「スプーンで食事をする」など身辺自立や、「絵を描いたり、線を引いたりする」など目と手の協応作業に関する働きかけを毎日行っていた群では、それ以外の群に比べ言葉と数に関する達成度が就学期以降に高まること、そして生後2年以内に働きかけを開始した群では、それ以降に開始した群に比べて言葉と数に関する達成度が高まることを見いだした。

一方で就学期における学習方法の研究、特にダウン症候群者が不得手とする算数・数学教育に関する取り組みは乏しい。例えば、障害児・者への教育実践の研究成果が数多く掲載される「特殊教育学研究」について、J-Stageを用いて「ダウン症」で検索を行ったところ、231本の論文が抽出されたが算数・数学教育に関する研究は0本であった。続いて「知的障害」、「数」で検索を行うと88本が抽出されたが、そのなかで算数・数学教育に関する研究は、特別支援学校小学部5年生に在籍する重度知的障害児1名を対象に、ドットカードを用いて数1～3までの取り出し行動の指導を実践した1本のみであった（江尻ほか, 2006）。仲山（1998）は14歳8か月のダウン症候群児1名を対象に、積み木を用いたたし算とひき算の指導を10回行ったが、数の合成と分解については達成できなかったことを報告している。江尻ほか（2006）は、発語が未発達な重度知的障害児では音声数詞や数字の記号理解に基づく計数の獲得が困難で、数量操作の指導に関する研究の実施が難しいことを指摘している。ダウン症候群者は、言語情報の短期記憶や発話速度に向ける言語意識の低さが要因となって、吃音や早口症といった発語障害を抱えることが多く（斉藤, 2002；菅野・池田, 2002；高木・伊藤, 2011）、江尻ほか（2006）の指摘が合致している。

ダウン症候群者は、小学校では6割弱が特別支援学級、2割強が通常学級、中学校では5割弱が特別支援学級に在籍している（玉井ほか, 2023）。しかしながら、特別支援学級に在籍する知的障害児を対象とした教育実践研究は極めて少ない。菊池（2019）は、日本で特別支援教育が制度として開始された2007年から2018年までに、主要学術雑誌5誌の「教育心理学研究」「発達心理学研究」「心理学研究」「特殊教育学研究」「LD研究」に発表された585本の論文のうち、特別支援学級を対象にしたものは4%であることを明らかにし、研究が少ない原因として特別支援学級を担任する教員の多くは特別支援教育の教員免許を保有しておらず（河村, 2017）、研究を推進する専門的資質に欠けることを指摘している。したがって、就学期のダウン症候群者への効果的な算数・数学教育の手法を構築する実践研究は、特別支援教育における大きな研究課題である。

ただし今後の研究を進めるためには、新たな手法の効果を

検証するための基準が必要となる。具体的には、健常者と同じ教育手法を施した場合の知識定着過程の情報である。本研究では、知的発達に6～7歳（小学校1～2年生）程度の重度知的障害をともなうダウン症候群の中学生男子を研究協力者として、小学校2年生の算数で学ぶ九九の暗記を、健常者と同じ音読と書き取りの反復練習によって定着させる過程の記述を目的とした。なお九九の習得を扱う意義は次の通りである。日本の算数教育では、九九の暗記は音読と書き取りによって習得させるが、音読では例えば、 $3 \times 2 = 6$ を「さんかけるにはろく」ではなく、「さにがろく」のように発声の際に覚えやすい文体に置き換えている（遠山，1972 pp. 86–87）。この言語主導の学習方法によって、九九を習得した日本人の成人は、数量操作で解を求める足し算課題よりも、暗記した九九を言語的に利用できる掛け算課題に素早く対応できることが実験的に示されている（伊藤ほか，2008）。したがって、数量の理解が困難であるダウン症候群者にとって、九九を暗記することは数の認知を数量操作に頼らずに拡張できる可能性を持つ。

研究方法

研究協力者

協力者Yさん（以下、Yと表記する）は、愛知県西三河地

方（豊田市）に居住し、地域の公立中学校の特別支援学級に通う男性である。表1にYの特徴と療育・教育の履歴を示した。Yのダウン症候群は21トリソミー型で、手術を要する身体的な合併症はなく、自閉傾向も観察されていない。視力・聴力を含め健康である。Yは中学校1年生の後半となる2022年2月から本研究に参加し、結果をとりまとめた2023年11月には中学校3年生であった。本研究への協力依頼は、Y本人と保護者が同席した場で行い、両者から許可を得た。

Yは、生後6か月から3歳までは公立の療育機関である豊田市こども発達センターに通い、その後は居住地域の公立保育所で2年間の保育を、公立小学校の普通学級で6年間の教育を受けた。療育手帳に記載された障害等級は、IQが35以下の重度知的障害Aである。ビネー式知能検査に日常生活能力を加味した発達検査では、精神年齢（mental age）は6～7歳、小学校1～2年生程度と判定されている。

Yは重度の知的障害をともなうダウン症候群者であるが、健常者を含めた他者との人間関係は良好であり、学校および日常生活では自分の役割を認識し周囲の状況に配慮した行動が概ね可能である。ただし、吃音と早口症のため、他者への意思の伝達がやや困難である。学習意欲は旺盛で、日々の宿題や長期休暇中の課題にも熱心に取り組んでいる。

数に関する認知能力は、1桁のたし算とひき算は紙に○を書いて数え上げることで可能となっているが、数の合成と分

表1. 本研究の協力者であるダウン症候群者の特徴

Table 1. Characteristics of a collaborator with Down syndrome in this study

Date of Birth	10 July 2008
Gestation period	271 days
Type of Down syndrome	21 trisomy
Birth weight	3106 g
Birth height	49.5 cm
Birth head circumference	34.5 cm
Mother's age at birth	39 years old
Father's age at birth	40 years old
Sibling	4 years older brother
Age at start of this study	13 years and 211 days
Age at end of this study	15 years and 125 days
Current weight	Approximately 50 kg
Current height	Approximately 150 cm
Health condition	Good
Eyesight	Approximately 1.0 using glasses
Hearing	Normal
Autistic tendency	Not observed
Speech handicap	Stuttering and cluttering
Degree of intellectual disability	Severe disability (mental age: 6–7 years old)
Communication	Good
Early exercises and educational intervention	6 month to 3 years old
Nursery school education	4 and 5 years old in regular education class
Elementary school education	6 to 12 years old in regular education class
Junior high school education	Currently enrolled in special needs education class

表 2. 事後調査の期間、日数、試験回数、および試験頻度

Table 2. Post-investigation period, days, number of exams, and frequency of exams

Multiplication table	Period of post-investigation	Days	Number of exams	Frequency of exam
2-5				
1st post-investigation	24 December 2022 – 22 January 2023	29	16	1.8 days
2nd post-investigation	26 March 2023 – 17 July 2023	113	31	3.7 days
3rd post-investigation	12 August 2023 – 24 September 2023	43	14	3.1 days
4th post-investigation	27 October 2023 – 26 November 2023	31	20	1.5 days
6 and 7				
1st post-investigation	26 March 2023 – 17 July 2023	113	44	2.6 days
2nd post-investigation	12 August 2023 – 24 September 2023	43	14	3.1 days
3rd post-investigation	27 October 2023 – 26 November 2023	31	20	1.5 days
8 and 9				
1st post-investigation	3 September 2023 – 24 September 2023	21	6	3.5 days
2nd post-investigation	27 October 2023 – 26 November 2023	31	20	1.5 days

解についての理解は曖昧で暗算は困難である。九九の暗記については、小学校修了時には 1 の段のみの習得であった。2 ～ 5 の段は、中学校入学時から保護者が始めた家庭学習により 2 と 5 の段を中心に部分的な暗記が確認でき、6 ～ 9 の段は本研究の開始時においてまったくの未習得であった。

2～5の段

Y は中学校入学時からの保護者の家庭学習によって、2 と 5 の段を中心に部分的な暗記が達成されていた。そこで、2 ～ 5 の段については、音読とそれに続く試験を組み合わせとして暗記の定着を試みた。まず 2 ～ 5 の段を音読し、その後、A4 用紙 1 枚に文字の大きさ 16 ポイント、日本語字体 MSP 明朝、英数字字体 Times New Roman で 2 ～ 5 の段を並べた試験に取り組んだ。音読と試験は 2022 年 2 月 6 日から 2022 年 5 月 28 日までの 150 日間に 44 回行い、その頻度は、3.4 日に 1 回であった。調査は Y の自宅で行った。

6・7の段

まったくの未習得であるため、書き取りと音読の反復練習を行った。まず B5 版の学習帳に 6 と 7 の段の式を 3 回書き取らせ、その後、それらを 1 回音読させた。この練習後、速やかに A4 用紙 1 枚に文字の大きさ 16 ポイント、日本語字体 MSP 明朝、英数字字体 Times New Roman で 6 と 7 の段を並べた試験に取り組んだ。書き取り、音読と試験は 2022 年 8 月 11 日から 2023 年 1 月 21 日までの 188 日間に 79 回行い、その頻度は、2.4 日に 1 回であった。調査は Y の自宅で行った。

8・9の段

6・7 の段と同様に、書き取りと音読の反復練習を行った。書き取り、音読と試験は 2023 年 1 月 22 日から 2023 年 8 月 27 日までの 217 日間に 77 回行い、その頻度は、2.8 日に 1 回であった。調査は Y の自宅で行った。8 と 9 の段の習得期間に

は、Y が在籍する公立中学校特別支援学級に協力を依頼し、数学の授業時間に取り組む課題学習や宿題に 8・9 の段の書き取りを取り入れてもらった。

事後調査

習得期間の終了後、暗記の定着を測定するために事後調査を試験形式で行った。試験用紙は習得期間に用いたものと同じ様式である。各段の事後調査の回数、期間、試験回数、試験頻度は表 2 にまとめた。現在までに、2 ～ 5 の段は 4 回、6・7 の段は 3 回、8・9 の段は 2 回の事後調査を実施した。これら事後調査も Y の自宅で行った。

結 果

反復練習による九九の習得

図 1A ～ 1D には、九九の 2 ～ 5 の段の試験の回数と得点との関係を示した。2 と 5 の段は、試験回数が 20 回程度から 10 点満点を達成できるようになった。3 の段は 30 回程度、4 の段は 40 回程度から 10 点満点を達成できるようになり、2 と 5 の段に比べ、習得までに 1.5 ～ 2 倍の練習を要した。

図 2A と 2B には、九九の 6 と 7 の段における書き取り練習の回数と試験の得点との関係を示した。直線的に上昇している部分の 2 つの変数の関係は、6 の段で $y = 0.06x + 4.04$ ($r = 0.89, n = 38, p < 0.01$), 7 の段で $y = 0.04x + 4.13$ ($r = 0.85, n = 52, p < 0.01$) の一次式で近似できた。これらの一次式から 10 点満点を達成するためには、6 の段でおよそ 100 回、7 の段でおよそ 150 回の書き取り練習が必要であると推定された。

図 3A と 3B には、九九の 8 と 9 の段における書き取り練習の回数と試験の得点との関係を示した。直線的に上昇している部分の 2 つの変数の関係は、8 の段で $y = 0.17x + 4.90$ ($r = 0.74, n = 20, p < 0.01$), 9 の段で $y = 0.13x + 2.04$ ($r = 0.92, n = 38, p < 0.01$) の一次式で近似できた。これらの一次式か

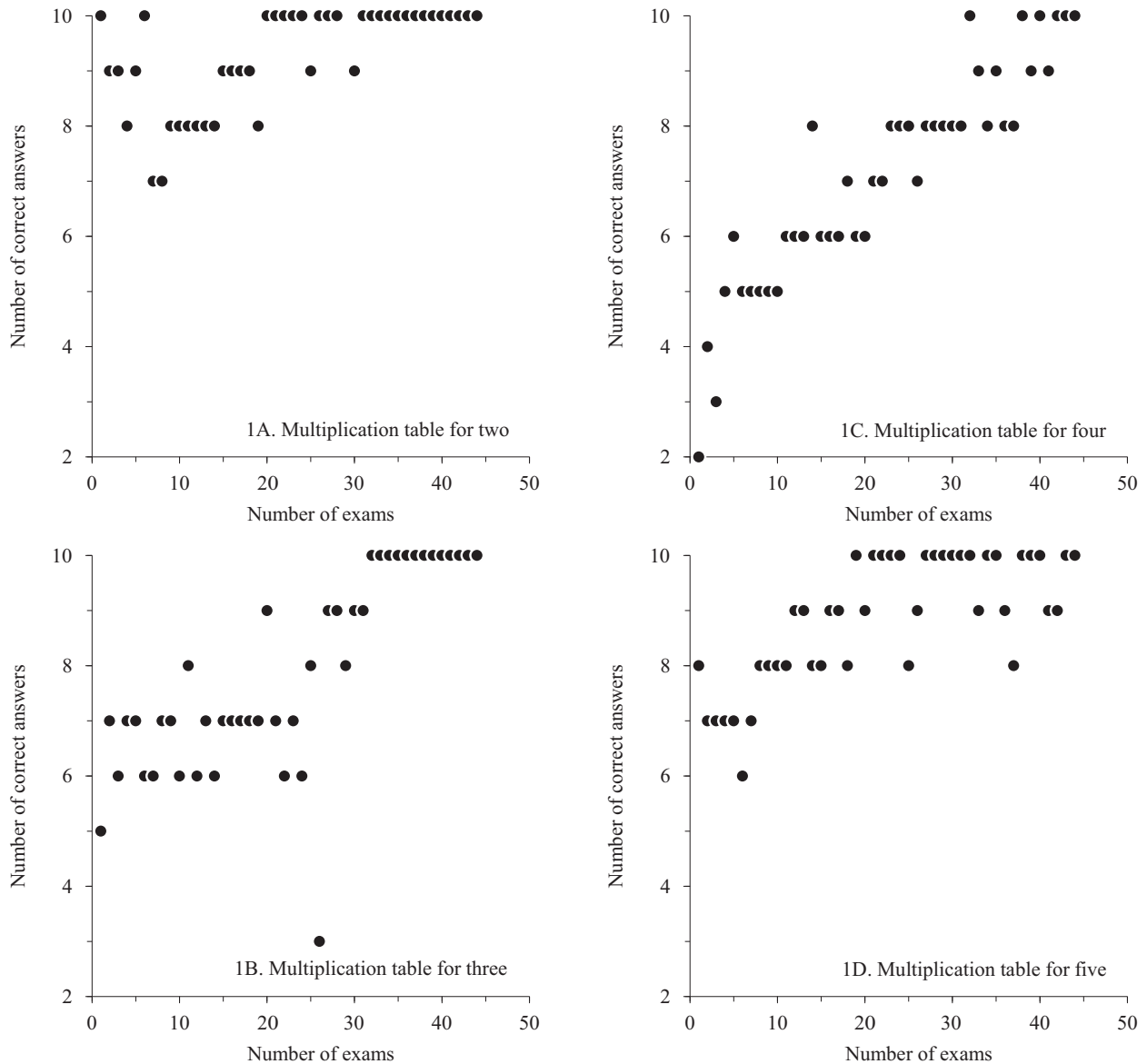


図 1. 九九の 2 の段 (1A), 3 の段 (1B), 4 の段 (1C), および 5 の段 (1D) における試験回数と正答数との関係

Figure 1. Relationships between the number of exams and the numbers of correct answers in the multiplication table for two (1A), three (1B), four (1C) and five (1D) stages

ら 10 点満点を達成するためには, 8 の段でおよそ 30 回, 9 の段でおよそ 60 回の書き取り練習が必要であると推定された。これらの練習回数は 6 と 7 の段のそれらと比較して大きく減少していた。

事後調査

2 ～ 5 の段の事後調査の結果は図 4 に示した。1 回目と 2 回目の事後調査開始時には, 2 と 5 の段に比べて習得までに練習を要した 3 と 4 の段で 5 点にまで低下したが, 3 回目と 4 回目の事後調査では, 4 回目の調査初日の 2 の段を除き, どの段でも概ね 8 点までの低下に留まった。4 回目の事後調査期間における 20 回の平均点±標準偏差は, 2 の段で 9.55 ± 0.94 点, 3 の段で 9.75 ± 0.44 点, 4 の段で 9.95 ± 0.22 点, 5 の段

で 10 点となり暗記の定着が示唆された。平均点が 10 点満点であった 5 の段を除き, 一元配置の分散分析で 2 ～ 4 の段の得点を比較したところ有意差は検出できず ($p = 0.13$, $F = 3.16$, $n = 20$), 特に暗記の定着が低い段は確認できなかった。

6 と 7 の段の事後調査の結果は図 5 に示した。1 回目と 2 回目の事後調査期間には, 5 点までの低下がみられたが, 3 回目の事後調査期間には 7 点に留まった。3 回目の事後調査期間における 20 回の平均点±標準偏差は, 6 の段で 8.95 ± 0.83 点, 7 の段で 8.95 ± 1.05 点となり, 2 ～ 5 の段に比べて暗記の定着は低くなった。等分散を仮定した Student の t 検定で 6 と 7 の段の得点を比較したところ t (自由度 38) = 0, $p = 1.00$ ($F = 0.30$, $n = 20$) となり有意差は検出できなかった。

8 と 9 の段の事後調査の結果は図 6 に示した。1 回目と 2

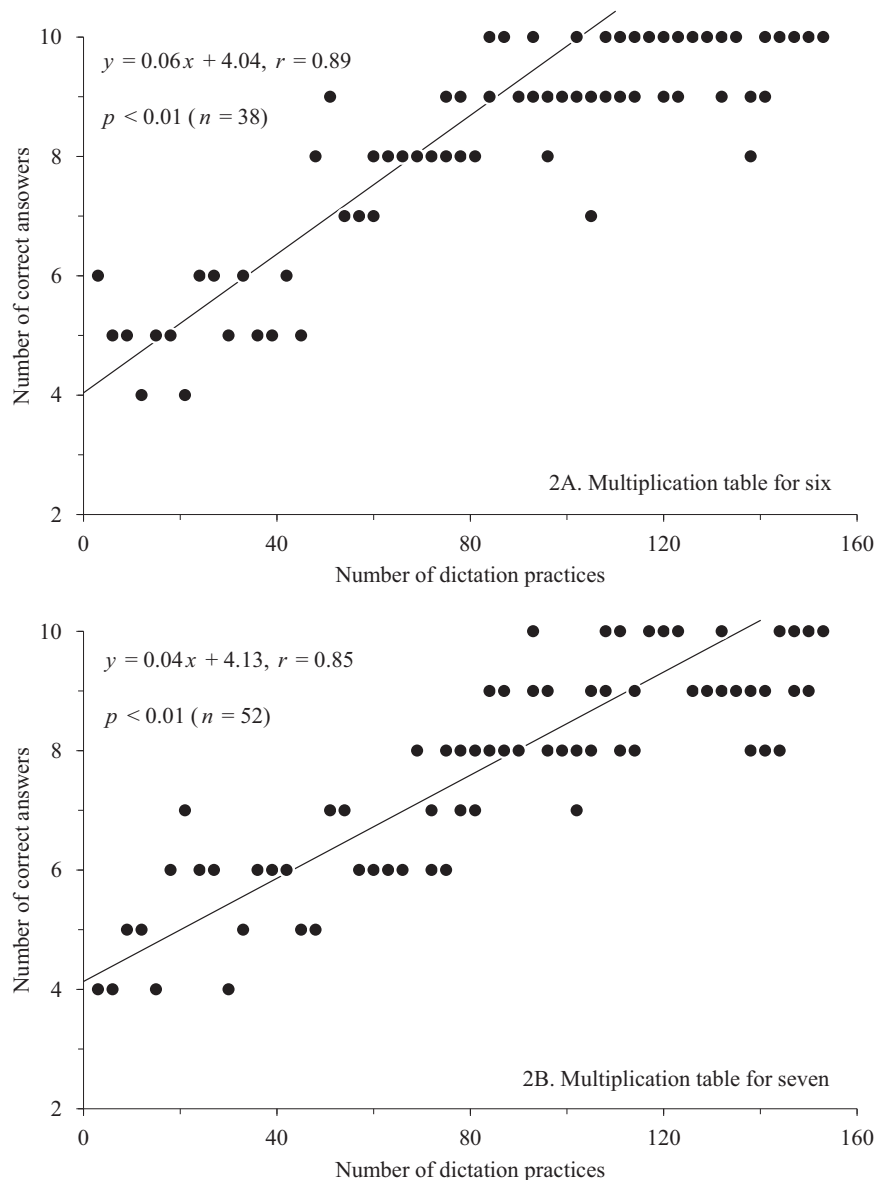


図2. 九九の6の段 (2A) と7の段 (2B) における書き取り練習の回数と試験の正答数との関係
Figure 2. Relationships between the number of writing practices and the number of correct answers of exams in the multiplication table for six (2A) and seven (2B) stages

回目の事後調査期間には、8の段はすべて9点と10点の得点であったが、9の段は6～7点までの低下がみられた。2回目の事後調査期間における20回の平均点±標準偏差は、8の段で 9.80 ± 0.41 点、9の段で 8.85 ± 1.35 点となった。8の段は2～5の段と同様に暗記の定着が示唆されるが、9の段の平均値はすべての段のなかで最も低くなった。不等分散を仮定したStudentの*t*検定で8と9の段の得点を比較したところ*t* (自由度22) = 3.01, $p < 0.01$ ($F < 0.05$, $n = 20$) となり有意差が検出された。

表3には2023年10月27日から2023年11月26日に実施した直近の事後調査期間において、正答率が0.9 (90%) 未満であった九九の式の一覧である。6×8が0.35, 7×6が0.40で特に低く、続いて9×3の0.60, 9×8の0.65, 6×7と9×7

の0.80, 7×4の0.85であった。7つの式のなかで、7が入る式が4つ、6または9が入る式が3つあり、これらの数が入る式が暗記しにくいと考えられる。

考 察

Yは1年と10ヶ月に及ぶ音読と書き取りの反復練習を経て、概ね九九の暗記を達成した。本研究の結果、重度知的障害をとまなうダウン症候群者が、健常者と同じ学習方法によって九九を暗記する過程を記載することができた。ここでは、まず九九の各段における暗記過程の違いを、数概念、九九の式における4と7の読みかえ、および家庭学習と学校教育との連携から考察する。続いて正答率が低い式の特徴を先

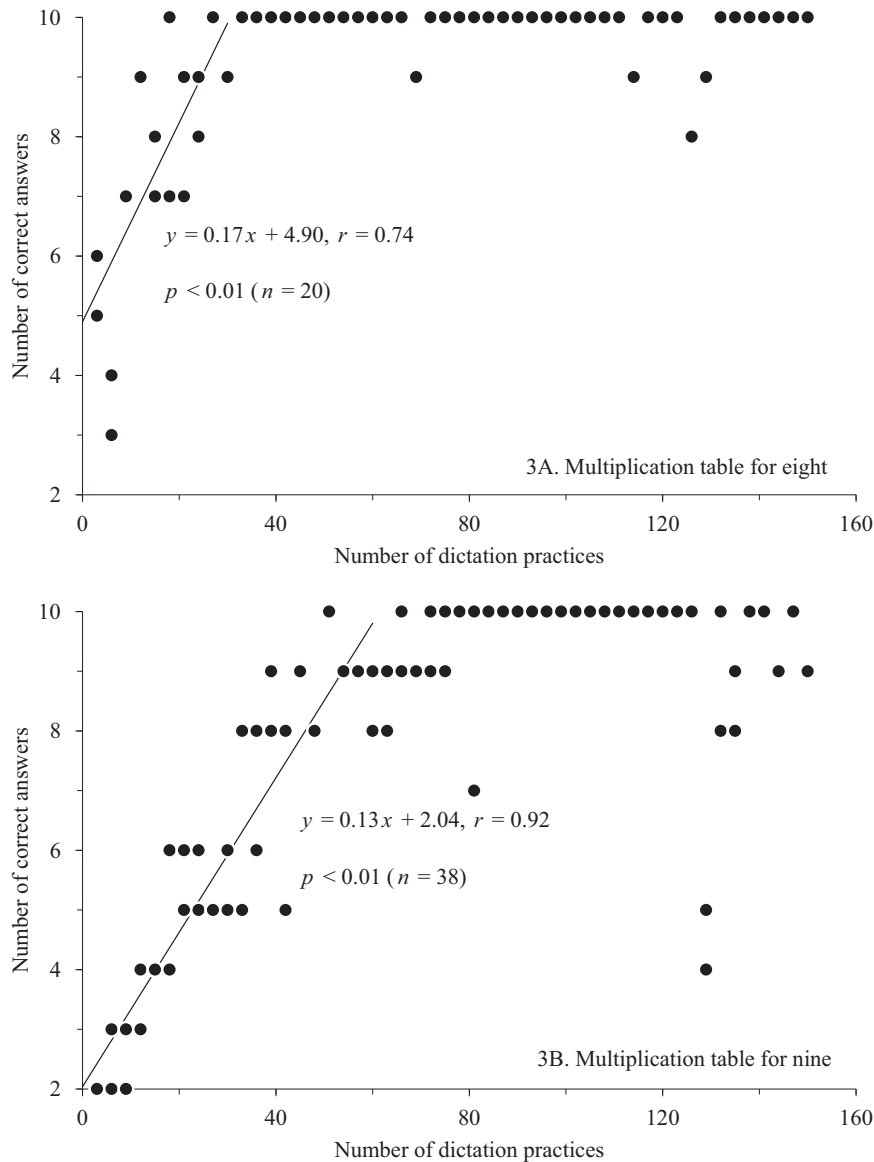


図3. 九九の8の段 (3A) と9の段 (3B) における書き取り練習の回数と試験の正答数との関係
Figure 3. Relationships between the number of writing practices and the number of correct answers of exams in the multiplication table for eight (3A) and nine (3B) stages

行研究と比較しながら考察した。

Yの九九の暗記過程は、音読をともなう試験や書き取り練習の回数の増加にともない直線的に上昇し、その習得の速度は段によって違いがみられた。まず2～5の段では、2と5の段の習得が3と4の段の習得に比べ早い傾向にあった（図1を参照）。遠山（1972 pp. 72-73）は数の認知を容易にする5・2進法、例えば、10という数は、5枚のタイルを2つ集めてできるという考え方を紹介し、5と2を組み合わせることは人間が自然に考え出している知恵の1つであると述べている。したがって、Yも2と5については、生活のなかでこれらの数感覚を会得しており、それが習得の速度に正の効果をもたらした可能性がある。後藤（2002）は公立小学校3年生36名、4年生32名に九九の問題を回答させ、その反応時間

を調べ、被乗数と乗数が5の九九は0と1を除けば最も小さいことを報告している。後藤（2002）はその原因として日常生活で常に用いる手の指の数が5本であり、5は自然に慣れ親しむ数であることを挙げている。高畑（2018）は、通常学級に在籍する小学校2年生122名を対象として12月と翌年1月に九九の試験を行い、1と5の段の誤答率が特に少ないことを、そして次いで2の段で少ないことを明らかにしている。ただし、高畑（2018）が発達障害児23名に同様の試験を行った結果では、1のみであり、5については有意な結果は得られていない。一方で3と4の段は2と5の段に比べ、習得までにより多くの音読と試験の積み重ねが必要であった。特に4は九九の音読では、「よん」ではなく「し」と発音するため、この読みかえに順応する時間を含めて習得には困難があった

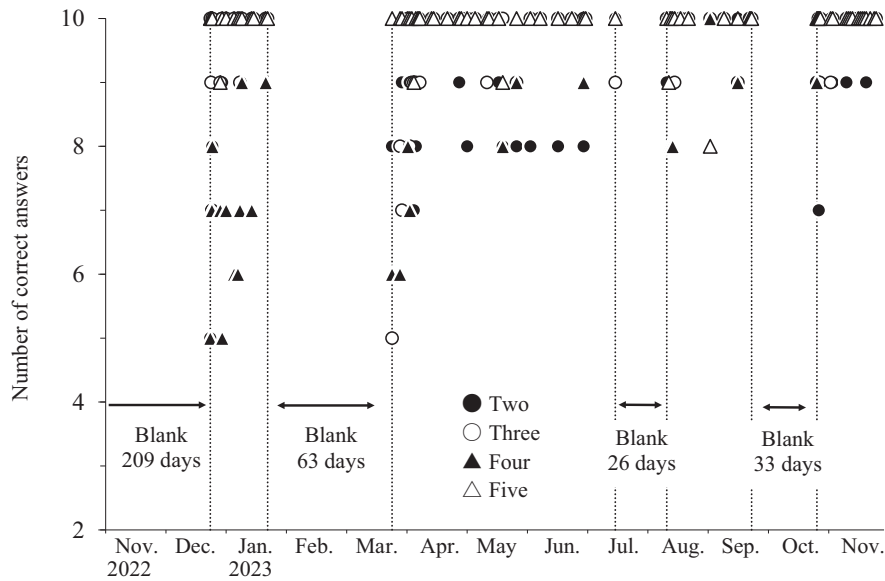


図4. 九九の2の段 (●), 3の段 (○), 4の段 (▲) および, 5の段 (△) における事後試験の正答数の推移

Figure 4. Changes in the number of correct answers on the post-exam for stages two (●), three (○), four (▲) and five (△) stages of the multiplication table

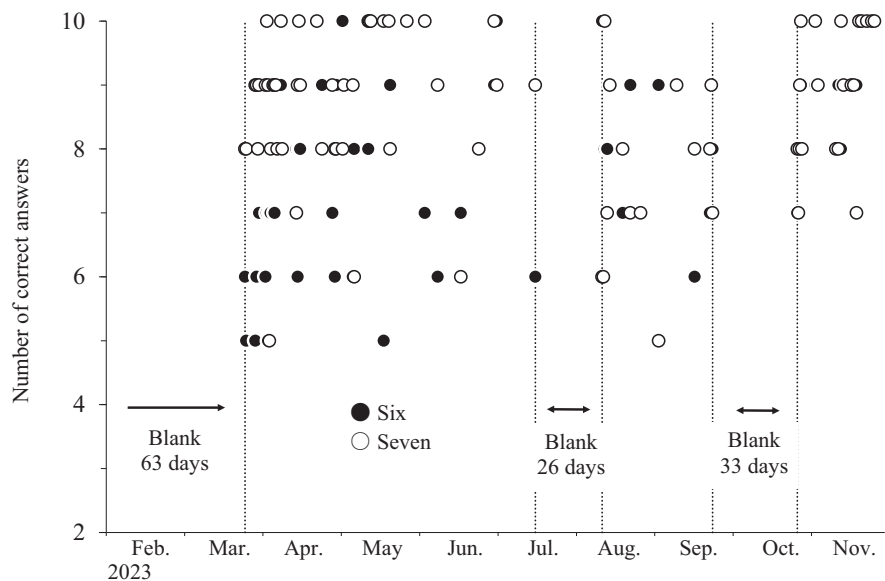


図5. 九九の6の段 (●) と7の段 (○) における事後試験の正答数の推移

Figure 5. Changes in the number of correct answers on the post-exam for stages six (●) and seven (○) stages of the multiplication table

と考えられる。

6の段以降は、Yにとっては本研究から習得が始まった。そのため、部分的な暗記が達成されていた2～5の段に比べ、習得までにはより多くの練習の積み重ねを必要とした（図2と3を参照）。知的障害や学習障害（LD：learning disability）が生じる原因の1つとして、達成すべき認知的な課題に必要な部分的な情報を一時的に保存する記憶、すなわちワーキングメモリ（working memory）容量の制約が挙げられてい

る（湯澤，2011；湯澤ほか，2019；大井，2023）。本研究においてYは、6の段の暗記におよそ100回、7の段の暗記に150回の書き取り練習を要している。健常児が九九を暗記する過程を記載した研究を見つけることができなかったのも、Yの結果を健常児のそれと比較することはできない。しかしながらYの結果は、毎日3回の書き取り練習を行った場合でも、6と7の段の暗記に1～2ヶ月を必要とすることを示しており、同じ知的水準にある健常児に比べ、暗記はより困難

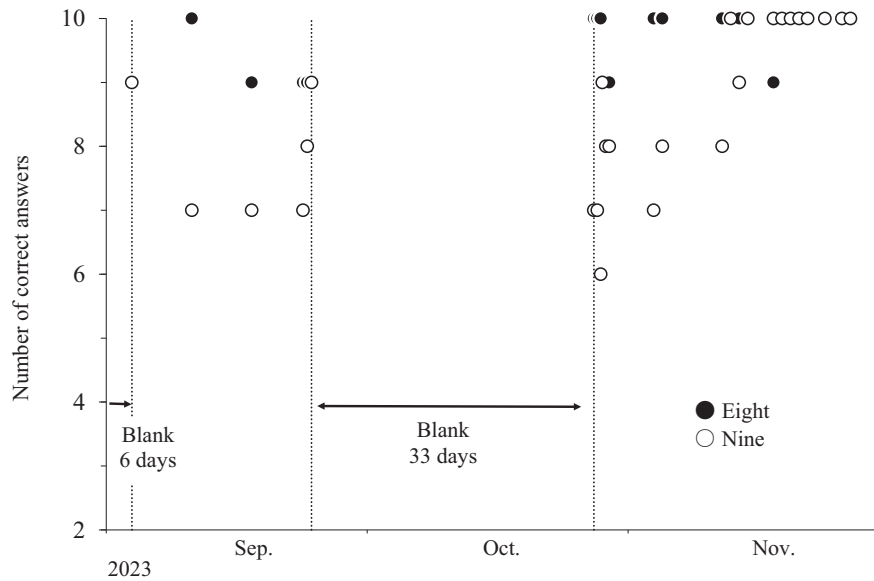


図6．九九の8の段（●）と9の段（○）における事後試験の正答数の変化

Figure 6. Changes in the number of correct answers on the post-exam for stages eight (●) and nine (○) stages of the multiplication table

表3．2023年10月27日から2023年11月26日にかけて実施した直近の事後試験において正答率が0.9未満であった九九の式

Table 3. Multiplication table formulas with less than 0.9 correct answer rate in the most recent post-exams conducted in 27 October 2023 to 26 November 2023

Formula	Average probability of correct answer	SD	Number of exams
6×7	0.80	0.41	20
6×8	0.35	0.49	20
7×4	0.85	0.37	20
7×6	0.40	0.50	20
9×3	0.60	0.50	20
9×7	0.80	0.41	20
9×8	0.65	0.49	20

であると推測される。7の段が6の段に比べ習得までに書き取り練習の積み重ねが必要な理由は、前述の4の段と同じく、「なな」から「しち」への読み替えが生じるため、それへの順応時間が影響しているのであろう。

8と9の段は、暗記に必要な書き取り練習の回数が、それぞれ30回と60回となり、6と7の段に比べて大きく減少した。これは毎日3回の書き取り練習を行った場合、10～20日で暗記が達成できる見通しであり、かなり健常児に近いと思われる。8と9の段の習得期間のうち、2023年1月から3月まではYが在籍する特別支援学級の担任教師の協力により、学校の数学の時間に実施される課題学習（プリント学習）と宿題に8と9の段の九九を取り入れてもらった。残念ながらこの担任教師は3月末で他校へ異動になり、この試みは中断した。加えて、特別支援学級で実施された課題学習の回数や宿題の頻度は記録していないので、それらの直接的な効果を考察することはできない。しかしながら、藤永ほか（2005）

は施設と家庭の連携による早期療育が、就学期以降の言葉と数に関する達成度を高めた事例を報告しており、本研究においても特別支援学級（学校）と家庭との学習の連携が、Yの九九暗記の達成度を高めていると考えられる。河村（2018）は2015年に小学校の特別支援学級担任74名から質問紙を回収し、指導と授業準備の実態を調べている。算数は平均4.8人の児童数で4.3コマの授業が行われ、1日の教材準備時間は平均31.0分であった。特別支援学級は、1つのクラス内に複数の学年、能力の個人差が大きな児童が在籍するため、どうしても個別対応が必要となる。先の平均値から児童1人あたりの授業準備は6～7分である。この実態では担任教師が授業時間内に教授できる内容は限られ、保護者の理解を得て家庭と連携した学習の流れを構築することが重要である。特別支援学級では、年度および学期ごとに個別支援計画が作成され、担任教師（学校）と保護者との間で児童・生徒の達成目標について相互の意思疎通が行われる。この際に目標への到

達過程を可視化する指標、例えば本研究で示した正答数の推移等を導入することで、家庭学習への保護者の意欲を喚起できると考えられる。

最後の事後調査で実施した20回の試験で、通算の正答率が0.9に満たない九九の式が7つ見いだされた（表3参照）。本研究では1の段を除いた 2×1 から 9×10 までの80の式を対象にしているので、全体の91.25%の式では通算の正答率が0.9以上であり、Yは概ね九九の暗記が達成できたと判断される。高畑（2018）は健常児と発達障害児の九九学習において誤答率が高い式の抽出を行った。健常児では10個の式が抽出され、そのすべてに音韻が似た4（し）と7（しち）、7（しち）と8（はち）の数が含まれていることを見いだした。この原因としては、九九の暗記が音読を中心とした学習法によって行われるために、音韻が似た数の入った式を間違えて覚えてしまうことが挙げられた。発達障害児では12個の式が抽出され、健常児の傾向と同様に音韻の似た数が含まれる式に加え、九九の後半で習得する7, 8, 9の段に含まれる式が多くなった。後半に習得する九九を誤る原因としては、発達障害児はワーキングメモリの制約によって、九九の交換法則、すなわち 6×7 が 7×6 と同じであることに考えが及ばず、それぞれを別の式として暗記している可能性が挙げられた。Yの正答率が低い式は、6, 7, 9の段であり、高畑（2018）による発達障害児の結果と同じく、九九の後半で習得する段に含まれる式が多かった。ただし9の段と同じく後半で習得した8の段は、最後の事後調査で通算の平均正答数が 9.80 ± 0.41 点を示し、9の段の 8.85 ± 1.35 点に比べ有意に高い点を獲得し、正答率が低い式はなかった。これは習得期間の前半に、本研究では8と9の段を同時に練習させたが、協力を依頼した特別支援学級の担任教師は8の段から始めており、学校での9の段の練習回数が8の段に比べて少なくなったことが考えられる。顕著に正答率が低い式は、 6×8 (0.35), 7×6 (0.40), ついで 9×3 (0.60), 9×8 (0.65)であった。何かを間違えて暗記していると推測されるが、音韻や交換法則には合致せず誤答の数値にも一定の傾向がなく、この原因については考察することができなかった。

本研究では、重度の知的障害をともなうダウン症候群者が九九習得までに必要な書き取り練習の回数を1事例として記載することができた。日本の教育では、九九は数概念や式の構造の理解に先行して、まず言語情報として暗記を行う。この言語主導の習得方法には九九の式を読み上げる音読とその記憶が重要である。菅野・池田（2002）は特別支援学校中等部および高等部に在籍するダウン症候群15名を対象にして、言語情報の短期記憶の指標として数字の復唱課題、視空間情報の指標として積み木（コルシブロック）課題を実施した。その結果、ダウン症候群者は精神年齢が同水準の健常児と比べ、言語情報の短期記憶が脆弱であるが、視空間情報の記憶は良好であることが明らかになった。大井（2023）の総説で

も同様の結果が紹介されている。したがってダウン症候群者が九九を暗記する場合には、音読と並行して視空間情報となる書き取り練習を重視する必要があると考えられる。

謝 辞

本研究の遂行に協力して下さったYさん、加藤隼人氏、杉浦まゆみ氏、野崎妙子氏に深く感謝いたします。

引用文献

- 江尻実加・松井弘子・小池敏英（2006）重度知的障害児における少数事物の数量操作の指導—ドットカードの見本合わせ課題を用いた支援—。特殊教育学研究, **44**(1)：25-33。
- 藤永保・品川玲子・渡辺千歳・荻原美文・佐々木丈夫・堀敦（2005）ダウン症児の早期教育と母親の養育態度。発達心理学研究, **16**(1)：81-91。
- 池田由紀江（1975）ダウン症候群における染色体核型別の知的発達・身体発育の比較。特殊教育学研究, **13**(2)：12-22。
- 生田目紀子・江山潔・須藤章・石川丹（2019）Down 症候群の発達と療育—合併症の有無による検討—。脳と発達, **51**：373-379。
- 伊藤祐康・久保（川合）南海子・正高信男（2008）日本人の掛け算九九の実行プロセスについての実験的検討。認知科学 (Cognitive Studies), **15**(2)：280-288。
- 菅野和恵・池田由紀江（2002）ダウン症児の言語情報と視空間情報の短期記憶。特殊教育学研究, **39**(4)：57-63。
- 河村優詞（2017）小学校知的障害特別支援学級の社会的状況—要請と課題—。日本大学大学院総合社会情報研究科紀要, **18**：115-123。
- 河村優詞（2018）小学校知的障害特別支援学級の指導と授業準備の実態調査。日本大学大学院総合社会情報研究科紀要, **19**：74-84。
- 後藤聡（2002）かけ算九九の数の表象構造。天使大学紀要, **2**：25-33。
- 菊池哲平（2019）わが国の教育心理学的研究は特別支援教育にどのようなエビデンスを与えているのか—エビデンス・レベル分類（案）による研究の概括を通して—。教育心理学年報, **58**：92-101。
- 南雲直二（1994）16歳以上のダウン症候群者のIQ分布と性差。心理学研究, **65**(3)：240-245。
- 仲山佳秀（1998）ダウン症候群児の算数の指導事例。心理科学, **20**(1)：21-26。
- 大井雄平（2023）知的障害児・者のワーキングメモリ—現状と展開—。特殊教育学研究, **60**(4)：245-254。
- Roizen, N. J. and D. Patterson (2003) Down's syndrome. *Lancet*, **361**: 1281-1289。

- 齋藤和代・渡邊幸恵（2016）Down 症児の早期療育とシャフリングベビーの検討，脳と発達，**48**：122-126.
- 斉藤佐和子（2002）ダウン症児者の言語発達に関する最近の研究，聴能言語学研究，**19**：1-10.
- 高畑英樹（2018）九九学習で誤答率の高い九九の要因と特異数—通常の学級の児童と発達障害児の九九学習結果より—，LD 研究，**27**(3)：354-364.
- 高木潤野・伊藤友彦（2011）ダウン症児の発話の調節能力の特徴—非ダウン症知的障害児との比較—，特殊教育学研究，**49**(3)：229-236.
- 玉井邦夫 監修(2007)ふしぎだね！？ダウン症のおともだち，55pp.，ミネルヴァ書房，京都.
- 玉井邦夫・玉井浩・北畠康司・竹内千仙・茂木成美・菅野敦・伊藤浩（2023）ダウン症のある方たちの生活実態と，ともに生きる親の主観的幸福度に関する調査報告書，69pp.，公益財団法人日本ダウン症協会/日本ダウン症学会.
- 外村晶（1975）ダウン症候群の基礎的研究，日本先天異常学会会報，**15**(4)：182-184.
- 遠山啓（1972）数学の学び方・教え方，岩波新書 G7，岩波書店，東京.
- 湯澤美紀（2011）ワーキングメモリと発達障害—支援の可能性を探る—，心理学評論，**54**(1)：76-94.
- 湯澤美紀・湯澤正通・蔵永瞳（2019）児童生徒におけるワーキングメモリと学習困難：ウェブにおけるアセスメントの試み，発達心理学研究，**30**(4)：266-277.