

第3章 自閉症のある児童生徒の認知特性と算数科・数学科の学習に見られる特徴—先行研究の文献レビュー—と研究協力機関での情報収集から—

第1節 通常の学級に在籍する児童生徒の算数科・数学科の習得状況と特徴

本節では、通常の学級に在籍する児童生徒の全国学力・学習状況調査結果から、算数科・数学科の学習内容の習得状況の傾向を領域ごとにまとめる。また、算数科・数学科に関連した研究論文に見られる習得状況や特徴についても述べる。

(1) 全国学力・学習状況調査の結果による算数科・数学科の学習内容の習得状況

平成19年度から平成25年度（ただし、平成23年度は未実施）までに実施された全国学力・学習状況調査の結果（国立教育政策研究所，2007a；2007b；2008a；2008b；2009a；2009b；2010a；2010b；2012a；2012b；2013a；2013b）から、小学校・中学校の各領域の傾向をまとめた。なお、全国学力・学習状況調査の解説で使用されている基準を参考にして、各設問に対する正答率が80%以上の事項の場合に相当数の児童生徒は「理解している」とし、70%未満のものを「課題が見られる」と判断した。

①小学校

「数と計算」の領域では、相当数の児童は基本的な計算（例：繰り上がりのある加法、整数と小数の乗法、小数の除法など）（技能）や、数の相対的な大きさや十進位取り記数法などを理解していた（知識・理解）。一方で、与えられた情報を整理して筋道を立てて考えたり、理由を記述したりする問題に課題が見られた（数学的な考え方）。また、分数や乗法・除法の意味の理解に課題が見られた（例：2ℓのジュースを3等分したときの1つ分の量を分数で表現すること）（知識・理解）。

「量と測定」の領域では、相当数の児童は平均の意味や比例の関係（表現・処理）、平行四辺形や三角形の求積や長さ（cm）の感覚など（知識・理解）を概ね理解していた。一方で、重さや面積の問題に対して、筋道を立てて考えたり、理由を記述したりする問題に課題が見られた（数学的な考え方）。また、面積（ cm^2 ）の感覚や三角形の底辺と高さの理解に課題が見られた（知識・理解）。

「図形」の領域では、相当数の児童が三角形の3つの角の和が 180° であることや、平行四辺形、長方形、直角三角形など基本的な図形の定義・性質を理解していた（知

識・理解)。一方で、図形の見方に基づいて、示された解決方法とは見方を変えた別の方法を考えたり、筋道を立てて考えたりすることに課題が見られた(数学的な考え方)。

「数量関係」の領域では、相当数の児童が円グラフや棒グラフから必要な情報を読み取ること(技能)はできていた。一方で、提示されたグラフから適切な数値を取り出して割合の大小を判断して、その根拠や理由を説明することに課題が見られた(数学的な考え方)。

②中学校

「数と式」の領域では、相当数の生徒は基本的な計算(例:分数の除法計算、式の値、整式の加法・減法、連立方程式)(技能)、比例や正の数・負の数の大小関係などを理解していた(知識・理解)。一方で、筋道を立てて考えたり、数学的な表現を用いて理由を説明したりする問題(例:連続する3つの奇数の和が3の倍数になることの説明)や発展的に考え予想した事柄を説明する問題(例:連続する5つの自然数の和が5の倍数になることの説明)に課題が見られた(数学的な考え方)。また、知識・理解に関しては、具体的な場面に照らして文字式の意味を読み取ったり、一元一次方程式の解の意味を理解したりする問題に課題が見られた。

「図形」の領域では、相当数の生徒は線対称な図形の対称軸、平行線の性質、垂線の作図手順、円周角と中心角の関係などについて理解していた。一方、知識・理解を問う問題であっても、例えば、垂線の作図では、図形の対称性に着眼して作図方法を見直すことや n 角形の内角の和を求める式で $n-2$ が表す意味理解に課題が見られた(「数と式」では、相当数の生徒は $a=5$ 、 $b=-4$ のとき、 $3a+5b$ の値を求めることはできていた)。また、事象の特徴を捉えて数学的な表現を用いて説明したり、筋道を立てて考えて証明したりすることに課題が見られた(数学的な考え方)。

「数量関係」の領域では、相当数の生徒は比例の意味(知識・理解)や問題文から必要な情報を的確に処理すること(技能)を理解していた。一方で、反比例や一次関数のグラフ・表から式を求めること(技能)や、一次関数の傾き、確率の意味理解など(知識・理解)に課題が見られた。また、事象を数学的に解釈し、問題解決の方法を数学的に説明したり、グラフに表れた変化する数量の特徴を数学的に表現したりすることに課題が見られた(数学的な考え方)。

以上のことから、全国学力・学習状況調査の結果からは、対象の小学校6年生、中学校3年生は、各領域の基本的な事項を相当数の児童生徒は習得しているが、筋道立てて考えたり数学的な表現を用いて説明したりすることに課題が見られることが明らかになった。

(2) 通常の学級に在籍する児童生徒の算数科・数学科の学習内容の習得状況と特徴

①4 領域の習得状況と特徴

a. 計算

今井・黒田(2011)は、中学生を対象に小学校2年生から中学校2年生までの既習の計算問題の習得状況に関する調査を行った。その結果、全体的な特徴として、各学年ともに小学2年生から小学5年生の問題にかけて正答率は低下したが、小学6年から中学1年にかけて持ち直す傾向が示された。中学生が最も苦手な計算は、わり算であり、特にわり切れない場合の処理の仕方が分からない生徒が半数以上いた。中学の問題では、整数の計算のみで対応できる問題に比べて、小数や分数が含まれる1次方程式や連立方程式では正答率が低下する特徴が見られた。

b. 文章題

文章題を解く際には、4つの問題解決過程(①変換、②統合、③プランニング、④実行)を経ることが必要とされる(多鹿, 1995)。①変換過程とは、個々の文を読んでその意味を理解する過程、②統合過程とは、算数・数学に関する知識に照らし合わせて文章の関係をまとめあげる過程、③プランニング過程とは、方略を選択して数式を立てる過程、④実行過程とは、演算を適用する過程である。児童生徒が文章題を苦手にする要因は、②統合過程(伊藤, 1999)や①変換過程と②統合過程(多鹿, 1995)にあると指摘されている。また、単位変換を必要とする場合や、問題を解く上で不要な数値がある文章題の場合には、単位変換や不要な数値がつかずきの要因になることが示されている(坂本, 1993)。

文章題の解決を促進する方法として、表や図にすること(伊藤, 1999; 岩澤・日野, 2011; 宮崎・宮本, 2013)、見通しを持つために同じタイプの文章題に取り組むこと(坂本, 2011)、ワークシートに文章題でわかっていることと求めることなどの記入(吉野・島貫, 2012)が報告されている。

c. 単位変換

熊谷(2000)の長さや時間の単位変換の習得状況に関する調査では、小学2年と3年では、長さ、容積、時間の順に正答率が低下する傾向が見られた。さらに、mmをcm、あるいはdlをlというような10を基準とした変換に比べて、mをcmあるいはmlをdlというような100を基準にした変換の正答率が低下した。このように、単位変換の問題では、10、100、1000と変換比が大きくなるに従って、難度が増すことが示唆された。

d. 関数

日野(2011)は、単元「比例」を学習する前の中学1年に比例の知識に関する調査を行い、次の4つの特徴を挙げた。①比例の式や比例定数は、具体的事象とはあまり結びついていない。②式の扱いは、式の形に依存している(かけ算で与えられた式

を、わり算に変形することが難しい)。③比例定数を2量間の普遍的な関係ではなく、特定の2量間での関係を表すと捉えた。④比例定数を、グラフを通る点として捉えた。

e. 面積

面積を求めるのに必要な情報が与えられた場合は、公式にあてはめられるが、与えられた条件から判断して面積の大小を比較したり(麻柄, 2009; 岡田・麻柄, 2010)、面積を求めたりすること(工藤・白井, 1991)に課題が見られた。工藤・白井(1991)は、4年から6年までの小学生に対して正方形、長方形、平行四辺形の面積に関する課題を行った。誤答例として、「残りの3辺すべての長さを知らなければ求められない」、「長方形の面積は、まわりの辺の長さの総和」「平行四辺形の面積は、底辺と斜辺をかける」などが挙げられた。

②算数(数学)的活動

算数(数学)的活動とは、児童(生徒)が目的意識をもって主体的に取り組む算数(数学)にかかわりのある様々な活動(文部科学省, 2008a; 2008b)をいう。操作活動や話し合い活動などを通して、数量や図形の基礎的・基本的な知識や技能や数学的な考え方を身に付けさせることをねらった授業や研究が、多数報告されている。

大野(2012)は、小学2年生に操作活動を通して、千円札2枚と1円玉2,354枚を比較させた。児童は、この活動を通して十にまとめるよさに気づき、十を10個集めると百になることを理解した。加藤(2009)は、小学4年の単元「円と球」の導入で、こま作りを行った。児童は「△」「□」「ぎざぎざのドリル型」などの形に好奇心と意外性を示し、円に近い形がよく回り、一番よく回るのが円形であることを、体験を通して実感した。

また、以下のような工夫により、児童生徒の話し合い活動が促進されたことが報告されている。①言葉で表現しやすいように図形の位置を色で表す(神原, 2009)、②発言したコメントを板書して、話し合いの流れがわかるようにする(大関, 2011)、③日常的に生徒が利用しているものを題材に用いる(大正, 2010)、④具体から抽象へ段階を踏まえた指導を行う(桑原, 2011)。

さらに、算数科や数学科に苦手意識のある児童生徒も意欲的に取り組めた事例が報告されている。高橋(2012)は、小学5年の単元「分数をもっと知ろう」で、折り紙を使用して、分母と分子に同じ数をかけても分数の大きさは変わらないことを確かめた。折り紙を2回折ってできる4つの長方形の1つが着色された。算数科に苦手意識のある児童は、分数の大きさを常に視覚的に捉えながら操作活動を行うことで、意欲的に学習に取り組めた。また、佐藤(2008)は、単元「一次関数」でコンピュータの学習ソフトを用いることにより、生徒は意欲的に取り組み、普段は課題に集中できない生徒も夢中に取り組み、負の数に拡張しても試行錯誤で答えを導いたことを報告した。さらに、小寺(1997)は、生徒に新幹線の時刻表を配布し、「こだま号が、のぞみ5号を追い越す時刻」という問題を出題した。数学を苦手とする生徒も、「本当に試

してみるとというのが面白くて意欲がわいた」という感想であった。

以上、通常の学級に在籍する児童生徒の算数科・数学科の習得状況については、わり算・分数・小数が含まれる計算や文章題を苦手にする児童生徒が多く、操作活動や話し合い活動などを通して数や図形が表す意味に気付く児童生徒が存在することなどが明らかにされた。

(3) まとめ

本節では、通常の学級に在籍する児童生徒の算数科・数学科の習得状況と特徴を、全国学力・学習状況調査と算数科・数学科に関連した研究論文をもとに述べた。これらの結果から、小学校・中学校の児童生徒では基本的な計算、基本的な図形の性質を理解していたが、筋道立てて考えたり、説明したりすることに課題が見られた。また、計算では小数や分数を含むものやわり算を苦手にする傾向があり、文章題ではつまづく要因として変換過程や統合過程が考えられた。関数や図形では、比例や面積が具体的な事象と結びついていないことが誤答の要因になることが考えられた。算数科・数学科に苦手意識をもつ児童生徒は、算数(数学)的活動を通して意欲的に学習に取り組むという報告がある。

引用文献

- 麻柄啓一(2009) 数字がないと公式が使えないのはなぜか—小学生の関係操作の成否とその原因—. 教育心理学研究, 57, 180-191.
- 日野圭子(2011) 異なる問題場面における生徒の比例の式の扱い—「比例」学習前の中1生徒への筆記調査から—. 宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要, 34, 39-48.
- 今井俊彦・黒田吉孝(2011) 中学校期における算数困難の実態と特別な困難・障害がある生徒の特徴—計算能力に基づく評価とその意義—. 滋賀大学教育学部紀要 教育科学, 61, 63-76.
- 伊藤一美(1999) 学習障害児に見られる算数文章題におけるつまずき. LD 研究, 7(2), 80-89.
- 岩澤亜弥・日野圭子(2011) 算数科における素地的な学習活動についての研究—数直線に焦点をあてて—. 宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要. 34, 49-56.
- 神原一之(2009) 中学1年生における空間図形の指導に関する研究—「色」がある投影図を用いた学習指導において—. 全国数学教育学会誌 数学教育学研究, 15(1), 69-76.
- 加藤菊美(2009) 「活用する力」を育てるための算数的活動の工夫—小学校4年生の算数科の実践を通して—. 福井大学教育実践研究, 34, 1-12.

- 小寺隆幸（1997）数学の有用性を実感させる指導の工夫．理学専攻科雑誌，39(2)，165-170.
- 国立教育政策研究所（2007a）平成19年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2007b）平成19年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2008a）平成20年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2008b）平成20年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2009a）平成21年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2009b）平成21年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2010a）平成22年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2010b）平成22年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2012a）平成24年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2012b）平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書．
- 国立教育政策研究所（2013a）平成25年度全国学力・学習状況調査報告書 小学校 算数．
- 国立教育政策研究所（2013b）平成25年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校 数学．
- 工藤与志文・白井秀明（1991）小学生の面積学習に及ぼす誤ルールの影響．教育心理学研究，39，21-30.
- 熊谷恵子（2000）学習障害児の算数困難．多賀出版．
- 桑原利恵（2011）コミュニケーションを通し、数学的な考え方を育てる指導—第1学年「大きな数」の学習を通して—．上越教育大学学校教育実践研究センター，21，89-94.
- 宮崎仁志・宮本正一（2013）算数・数学の文章題解決における図の生成と提示の効果．岐阜大学教育学部研究報告 人文科学，61(2)，153-162.
- 文部科学省（2008a）小学校学習指導要領解説 算数編．
- 文部科学省（2008b）中学校学習指導要領解説 数学編．
- 岡田いずみ・麻柄啓一（2010）数字がない場合の公式利用 関係操作の成否．日本教育心理学会総会発表論文集，52，337.
- 大野真菜美（2012）小学校低学年における算数的活動の検討—具体物を用いた活動による算数の概念形成—．山形大学大学院教育実践研究科年報，3，60-67.
- 大関 聡（2011）意見交流を通して、思考力を育てる算数授業の展開—学習記録を活用した授業—．教育実践研究，21，101-106.
- 坂本美紀（1993）算数文章題の解決過程における誤りの研究．発達心理学研究，4(2)，117-125.
- 坂本雄二（2011）小学校2年生の算数文章問題におけるメタ認知的方略に関する一考察—メタ認知的方略用具の作成—．名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要 心

理発達科学, 58, 69-76.

佐藤秀雄 (2008) 数学的な考え方の力を伸ばす数学科学習指導—コンピュータを用いた「文字式」「一次関数」の指導を通して—. 教育実践研究, 18, 61-66.

多鹿秀継 (1995) 算数問題解決過程の分析. 愛知教育大学研究報告, 44 (教育科学編), 157-167.

大正秀哉 (2010) 日常事象を数学化するための単元デザインと学びの構想—協同的な学びの中で、事象に能動的に働きかける—. 福井大学教育実践研究, 35, 135-143.

高橋文明 (2012) ユニバーサルデザインを活用した問題解決型指導の実践—「わかる」算数科の授業づくりを目指して—. 山形大学大学院教育実践研究科年報, 3, 254-257.

吉野 徹・島貫 静 (2012) 算数文章題解決におけるメタ認知能力の育成—小学校5年生「小数の割り算」の実践授業を通して—. 北海道教育大学紀要 (教育科学編), 62(2), 339-353.

(第1節-1 岡本 邦広・笠井 健一)

(第1節-2、3 岡本 邦広)

第2節 自閉症児・者の認知・学習特性 —諸外国の文献から—

(1) 自閉症児は学級で困難に直面していることが多い

Jones, Happe, Golden, Marsden, Tregay, Simonoff, Pickles, Baird, and Charman (2009) は近年のインクルージョンの流れから、英国の多くの自閉症児が通常の学校の通常の学級で定型発達児と共に授業を受けることが多くなっているが、そこで2つの要因で困難に直面することが多いとしている。1つ目の要因は、自閉症の中核的な特性である社会性やコミュニケーションにおける困難さと限定され反復的な思考や行動によるもので、比較的多人数の学級に居ることに関連する行動障害や不注意が起きやすいことである。それは、学業成績の低下にも影響すると報告されている(McIntosh, Flannery, Sugai, G., Braun, & Cochrane, 2008)。2つ目の要因は、元来の知的能力を発揮されにくくする独特な認知・学習様式が存在することである(Myles & Simpson, 2002)。これら2つの要因は必ずしも別個の完全に独立したものとは言えず、両者には重複する面もあるが(Myles & Simpson, 2002)、本節では後者すなわち自閉症児に見られる認知・学習面の特性を主に検討する。本節では、アスペルガー症候群などの知的障害を伴わない自閉症(児)を全て含めて「高機能自閉症(児)」を用いる。また、表題では「自閉症」を用いる。

(2) 学習能力は分かりにくく教えづらい

①多様性

自閉症全体としてみると、その学業成績は概ね IQ に相応しているとされている(Goldstein, Minshew, & Siegel, 1994; Mayes, & Calhoun, 2003; Mayes, & Calhoun, 2008; Minshew, Goldstein, Taylor, H, & Siegel, 1994) が、これは個々の高機能自閉症児が学習に困難を抱えていないことを意味しない。高機能自閉症児の認知・学習上の特性は多様であり、IQ と対応させた学業成績を定型発達児に比べてみても、低い成績の子どもがいる一方で、優れた成績を示す子どもが存在する(Estes, Rivera, Bryan, Philip, & Dawson, 2011)。全般的に見ると国語科(英語科)が苦手な子どもが多いものの、単語の読みやスペルもしくは表面的な文章作成に優れた能力を示す子どもがおり、国語科が苦手でも算数科は得意とする子どもがいる。このような高機能自閉症児の認知特性の多様性を考えると、高機能自閉症全体の平均値でみることは、学習能力が全体的な知的能力と一致しない一群の高機能自閉症児の存在を見逃すことになる可能性を、Jones et al.(2009)が指摘している。高機能自閉症児の教科学習に関しては、個々の高機能自閉症児の示す学習能力が多様であることを踏まえ、個々の子どもについて強みと弱点を的確に把握することが欠かせない。

②学習能力が把握しにくく教えにくい

Kanner (1943) は、自閉症児の学習能力について、アルファベットや物事、人の名前、聖書の文、外国語等の知識を定型発達児よりも早期に獲得することがあり、潜在的に高い能力が示唆されると報告している。一方で、親や担当教員が教えようとしたことを学習していないことが多いとし、次のような例を挙げている。ある自閉症児の両親は、子どもがなんとか話しができるようにと毎日数時間に及ぶ言葉の指導を続けたが、子どもは話しをするようにはならず、指導は失敗に終わると思われた。しかし、2歳半の時に突然「結局のところ (Overall)」と言ったが、その単語は両親が教えたことのないものであった。

Asperger も同様のことを報告しており (Asperger, 1944)、定型発達児よりも早期に読み等を学習した子どもがいる一方で、「伝統的な方法」もしくは「他者が示すできないの知識や技能を理解できなかつた」としている。彼が報告した4人の自閉症児のうち1人は、3歳前に幾何学の基礎的原理を学習し、その直後には平方根を学んだ。しかし、就学すると学校で何も学ぼうとせず、成績は芳しくなかつたことを報告している。

これらの学習能力の分かりにくさや教えにくさも、個々の自閉症児で大きく異なる。高機能自閉症児に対する教科学習の指導に際しては、個々の子どもの学習能力や習得状況が「分かりにくい」ことを踏まえ、常によりの確な把握に努めることが必要であると考えられる。また、「教えにくさ」を踏まえた上で、一人一人の高機能自閉症児について関心が持てる点を把握していくことが重要であることを、先行研究は示している。

③個人の中での不均質性

Estes et al. (2011) は、知能と学力を計測できる Differential Ability Scales (DAS) (Elliott, 1990) を用いて高機能自閉症児におけるスペルと単語の読み、基礎的な算数科の学力が、全般的な知能水準と対比させて DAS にある基準から見て予想される学力水準と乖離しているか否かを調べている。その結果、先に述べた3つの学力の領域のうち、少なくとも1つの領域で知能から予想される学力に対して乖離が見られた子どもが、低い方に乖離している割合と高い方に乖離している割合の両者とも60%に達すると報告している。このことは、定型発達児において学業成績が知能水準から比較的良好に推測できることとは異なっていることを示していると同時に、一人一人の中で得意な学習領域と苦手な学習領域が大きな不均一性をもって混在していることを示している。

引用文献

- Asperger, H. (1944) Die autistischen Psychopathen im Kindesalter. *Arch. Psychiat. Nervenkrank.* 177, 76–137.
- Elliott, C. D. (1990) *Differential ability scales (DAS)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Estes, A., Rivera, V., Bryan, M., Philip Cali, P., & Dawson, G. (2011) Discrepancies between academic achievement and intellectual ability in higher-functioning school-aged children with autism spectrum disorder. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 41, 1044–1052.
- Goldstein, G., Minshew, N. J., & Siegel, D. J. (1994) Age differences in academic achievement in high-functioning autistic individuals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 671–680.
- Jones, C. R., Happe, F., Golden, H., Marsden, A. J., Tregay, J., Simonoff, E., Pickles, A., Baird, G., & Charman, T. (2009) Reading and arithmetic in adolescents with autism spectrum disorders: peaks and dips in attainment. *Neuropsychology*, 23, 718-28.
- Kanner, L. (1943) Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2003) Analysis of WISC-III, Stanford-Binet-IV, and academic achievement test scores in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 33, 329–341.
- Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2008) WISC-IV and WIAT-II profiles in children with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38, 428–439.
- McIntosh, K., Flannery, K. B., Sugai, G., Braun, D., & Cochrane, K. L. (2008) Relationships between academics and problem behavior in the transition from middle school to high school. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 10, 243–255.
- Minshew, N. J., Goldstein, G., Taylor, H. G., & Siegel, D. J. (1994) Academic achievement in high functioning autistic individuals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 261–270.
- Myles, B. S. & Simpson, R. L. (2002) Asperger Syndrome: An overview of characteristics, *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 17, 132–137.

(渥美 義賢)

第3節 自閉症児・者の算数・数学及び関連する学習に見られる特徴

(1) 先行研究で報告されている特徴

①特異な計算能力

自閉症児・者の算数や数学の学習に関わる特徴としてよく例に挙げられるのが、彼らの驚異的な計算能力(computation)や暦計算(calendar calculation) (Treffert,2010)、数へのこだわり(古市, 2008)や嗜好性(Wheelwright, Baron-Cohen, 2001;Banda, McAfee, Lee, & Kubina, 2007; Baron-Cohen, Wheelwright, Burtenshaw, & Hobson, 2007)である。先行研究においても、自閉症児・者の暦計算等に関する報告が散見される。

東條・水谷(1990;1991;1992)は、曜日課題の正答数が多い自閉症児は、概ね計算課題の成績もよい傾向が認められるとし、曜日あての能力と計算能力に何らかの関連があることを示唆した。しかし、曜日課題はできても計算課題ができない自閉症児がおり、曜日あての方略に計算が用いられているかは定かではないと結論づけている。この結果を踏まえて東條ら(1991)はさらに研究を進め、自閉症児の暦計算は演算過程に支えられているのではなく、九九の暗記と同様な機械的記憶方略を基盤としている可能性が高いとし、自閉症児は書く作業によってカレンダーを全部丸暗記した可能性がある」と述べている。この結果について東條ら(1992)はさらに研究を行い、自閉症児はカレンダーの視覚像を丸暗記しているわけではなかったが、暦の規則性に関する知識とその応用力は差異が認められ、暦計算の方略によって違いがある可能性がある」と示唆している。以上のように、自閉症児は卓越した暦計算の能力を示す一方で、曜日あてができてでも自分の生年月日や年齢に正確に答えられるとは限らず、関係の概念の把握に欠陥がある(東條・水谷, 1991)と報告している。自閉症児の暦計算の研究を通して、東條らは自閉症児の独特な能力は社会的にはあまり役立ちそうにないが、自己の持つ独特な能力を有効活用しようとする能力があれば意味があること、彼らの特異な能力を伸ばすべきか除去すべきかについての科学的な回答を得ることは、自閉症教育の在り方を検討していく上での重要な課題であると指摘している。

自閉症児・者の暦計算については、大塚・宮坂・神園(1991)の報告もある。彼らは、自閉症児の暦計算を支える認知機構を検討した。その結果、それぞれが特有の演算方略を身に付けていることが示唆され、自閉症児が用いる計算方略はすでに記憶に貯蔵され直接検索できる部分が基底として存在し、それに及ばない範囲に対してある種の演算方略を適用していると報告している。東條らや大塚らの研究では、自閉症児の暦計算の認知過程は明らかにされてはいないが、自閉症児の暦計算には彼らなりの記憶方略があり、その方略は個々の自閉症児・者によって異なることがうかがえる。

暦計算以外の自閉症児・者の計算能力に関する研究としては、自閉症児・者独自の計算方略と特定の計算式に見られる難しさについて事例報告がなされている。まず、

自閉症児・者独自の計算方略に関する報告であるが、富永（2010）は対象となった自閉症児は計算の途中にたし算をすることに混乱をきたし、計算速度が遅くなることを拒否するといったこだわりが見られたと報告している。具体的には、対象児は、乗法の筆算では、途中の加法計算を行わず乗法の結果の数字を横に並べて書き、最後に縦のます目の数字を加法計算するという方法を用いたとのことであった。また、除法では、「割り算はたてる、かける、ひく、おろす」という担当教員の説明を非難し、除法でも乗法と同様に数字を縦に列記して計算した。富永は、対象児は計算の操作の意味は理解しているが、操作の手順を自らの意思で変更させていると考察している。また、対象児は、除法において加法を用いず除法を行った。除法では計算過程で繰り上がりの加法が入るため、本児においては以前学習した方法と異なることが受け入れにくく、担当教員の「たてる、かける、ひく、おろす」を字義通りに受け取りすぎて、「たす」という学習過程が入ってくることに抵抗を示した。富永の報告は、先行研究で示されているように他人が示してくれる既存の知識や技能を自分に取り入れることができない、また、以前に学習した概念をその概念が応用できる新しい状況に適用することが困難であるといった特徴を反映していると考えられる。

その他、自閉症児の独自の計算方略への固執性については、石塚・野呂・前川（2009）が、小学校の情緒障害特別支援学級に在籍する4年生の自閉症児が、九九の計算でたし算を多用（例えば、 $3 \times 4 = 3 + 3 + 3 + 3$ ）したことを報告している。

他方、自閉症児の特定の計算式に見られる難しさについて藤金・笠原・鈴木（1991）は、自閉症児に文章題での数量処理能力、特に加減法の獲得を試みた結果、加法については言語教示で正答できたが、減法では具体物操作が必要だったと報告している。また、等式の性質の指導では、彼らは式の中に「-（マイナス）」が入った問題には正答できなかったと報告している。このように、自閉症児においては不便な方法にもかかわらずそれに固執し、計算の種類（加法より減法、乗法より除法に難しさがある）によっては著しい困難を示すことがうかがわれる。

②数量概念の理解の難しさ

小林・星野（1978）は、自閉症児の数概念の発達の道筋は、「数詞→計数（数詞とマグネットの1対1対応）→命名（数字と数量の対応）→足し算（数の合成）」の順で達成しており、通常の子どもと大きな違いはないと述べている。寺山（1992）は、自閉症児が数量の保存概念をどのように獲得していくのか、学習課題の性質と動機づけとの関わりから検討した。数の学習では保存概念としての基数の獲得から始まり、計算課題の理解、さらに計算課題への遂行へと進んだ。量の保存概念では液量、時間、長さへの理解と計測へと進んだ。数概念の獲得では、対象児は100くらいまで正確に数唱できるが物の数は理解していなかった。また、対象との1対1対応（等値性）についての理解に困難を示し、対象児は10のかたまりを一つの単位として捉えず1から数えていたと報告している。これらの研究では、自閉症児の好みや得意な課題を利用

すれば自閉症児の課題への導入は容易になる（小林ら，1978）こと、自閉症児にとって理解、あるいは有意義だと認識されている状況や文脈に学習課題を埋め込むことで自閉症児の課題への動機づけを促進する（寺山，1992）と報告されている。これらは、自閉症児・者の学習参加への動機づけを高める方法として支持されている（Koegel, Singh, & Koegel, 2010）。

黒田（2003）は、自閉症幼児では大小の関係概念の獲得は、他の幼児とほぼ同様のプロセスであったと報告している。しかし、自閉症児童では、関係概念としてではなく事物の属性を表す命名レベルにとどまっていること、また、このような特徴が認められる児童は、事物と言葉が1対1に強固に関連しているため事物概念や関係概念を発達させることが困難であると言及している。なお、自閉症児の関係概念の理解の難しさについては、次良丸・長谷川・堀田（1998）も指摘している。

Cihak and Grim（2008）は、学級内での買い物をする上で必要な手続きの学習を経て、校内にある本屋や地域のデパートにある書店での買い物学習を行った。貨幣の額を読み上げ、数えることが難しい知的障害を伴う自閉症のある生徒は、自力で買い物を行うことが難しかった。そのため、Cihakらはまず基本となる対象物（紙幣）を数える学習を行い、それが獲得された後に上記のような手続きを経て買い物学習を行った。その結果、知的障害を伴う自閉症の生徒が、自力で買い物を行うことが可能となった。この研究は、自閉症の生徒が実際的な活動（買い物）が可能となるためには、その前提として基本的な算数スキル（本研究では数の弁別や数詞）を習得させることが重要であることを示唆している。

③言語理解の困難（文章問題に見られる難しさ）

藤金・笠原・鈴木（1995）は、「折り紙を10枚持っていました。折り紙で鶴を5羽折りました。折り紙は何枚になりましたか」の文章問題で、自閉症児が「15枚」と答えることが多かったと報告している。藤金らは、自閉症児は文中の「折り紙で」に「その」といった連体詞が付加されていなかったため、鶴を折った折り紙の出所が明確にならず問題文を十分に理解できなかったのではないかと考察している。また、自閉症児は、「鶴を折った」折り紙は、折り紙の枚数に加えないといった理解も難しいと述べている。この結果を踏まえて、藤金らは、自閉症児では言葉の深層での意味理解が必要であり、言語理解の促進が重要となると言及している。

また、次良丸・長谷川・堀田（1998）は、自閉症児は、単純な記憶や視覚空間認知的な能力を要する問題は理解できても、抽象的思考や言語能力を要する問題は困難であったと報告している。また、彼らは機械的な数唱や単純な計算は習得されているが、数問題に関する言語理解や数的抽象の理解、関係概念の把握を要する問題に困難を示した。このことから、自閉症児は言語の問題だけでなく、数操作を通した論理的思考の育成にも困難を示しているのではないかと推測している。

④図形の隠れた部分を類推することの難しさ

安藤（2001）は、自閉的傾向があると診断された児童の立体図形の学習で見られた3つの特徴を報告している。まず、対象児は、体積の解法で直方体の体積公式に提示された数値を機械的に当てはめるだけで視覚刺激から直方体の構造に関する情報を得ることができなかったこと、2つ目に対象児は、直方体の基本的な形の見取り図の作成では、辺と頂点のバランスが崩れて正確に描けなかったこと、3つ目に立体の実物を提示しても対象児が体を移動させ隠れた部分を視覚的に確かめようとし、2次元の刺激と同様に隠れた部分を類推することが困難であったことを報告している。

⑤認知能力と学習達成度の関連性

Chiang（2007）は、アスペルガー症候群や高機能自閉症のある生徒の認知能力と学習達成度の関連について検討している文献をレビューした。その結果、彼らの多くは、通常の生徒と比べて平均的な算数能力を有していること、そのため、通常の生徒と同様のカリキュラムが彼らに適用される必要があることを指摘している。また、担当教員においては、アスペルガー症候群や高機能自閉症のある生徒の強みと弱みを把握すること、彼らの能力を高めていくカリキュラムや教授方法を検討する必要があると述べている。なお、本研究で算数能力に関わる未熟さが示された者は臨床的に有意に少ないこと、読み書きの学習障害のある高機能自閉症のある子どもの割合は60%であるのに対し、Chiangは、算数障害の学習障害の子どもは23%と少ないことを報告している。一方、Chiangは、高機能自閉症のある子どもの一部には高い算数能力を示す者がいたが、アスペルガー症候群や高機能自閉症のある生徒に優れた算数能力があるということは、より科学的根拠に基づいて言及する必要があると言及している。

⑥実生活に関連した思考や問題解決の難しさ

Branhill, Hagiwara, Myles, and Simpson（2000）、Mayses and Calhoun（2003）、Grisword, Barnhill, Myles, Hagiwara, and Simpson（2002）は、高機能自閉症やアスペルガー症候群のある子どもは、学習達成度は高いものの実生活に関連した高次な思考や論理的思考、問題解決をすることに弱さを抱えていると報告している。

（2）自閉症・情緒障害特別支援学級に在籍する自閉症の児童生徒の事例に見られる特徴

以下では、自閉症・情緒障害特別支援学級に在籍する当該学年の算数科・数学科の内容を学習している自閉症のある児童生徒（以下、対象児と記す）に見られた特徴について、研究協力機関での聞き取りによって得られた情報を紹介する。

①独自の計算方略の使用

対象児においては、同じ計算問題を繰り返し行うことに抵抗を示す、途中式を書かずに回答を導き解答をノートに記さない、独自の計算方法を用いるといった特徴が報告された。途中式を記さない対象児では、それにもかかわらず正答を導き出すことが

できていた。しかし、ある対象児においては当初は途中式を記さなかったが、それを行うことで自分の考えを周囲に説明できることがわかってからは、途中式を書くことができるようになった。

先行研究でも報告されているように、対象児においても計算で独自の方法を用いることが認められた。具体的には、百マス計算や小数の計算で独自の方法を用い、指導者が別の方法を繰り返し説明してもそれを用いようとしなかったことが報告された。

その他としては、複数の回答方法がある計算で混乱を示すことがある、図形の面積の計算では式を結合させず、複数の式を1つ1つ計算するため発展問題で誤りが生じるといったことも報告された。

②言語理解の困難（文章問題に見られる難しさ）

対象児は、文章問題（例えば、「…1,680円です。これは、みどりさんの2.5倍です。みどりさんは…」）の「これは」の指示語の理解が難しく混乱が見られたり、数の表し方（〇倍、□分）の理解に時間を要したりすることが見られた。また、九九を使って問題を解くことはできるが、式から問題を作ることが苦手であり、例えば文章中に「7人1つの班で…」という問題に対しては数字を見ただけで「 7×1 」と立式したとのことであった。さらに、対象児は、「のこる」「全部」といった問題文中の言葉を手がかりにして、たし算やひき算のいずれの立式を求められているのかを理解することに戸惑ったり、文章を読んでいろいろな計算の中からの確かな計算方法を考え、用いたりすることに難しさが認められた。また、文章題では、絵や図がないとイメージしにくいことが報告された。

③数量概念の理解

対象児では、10や100を基にした数の大きさの理解が十分でないことが報告された。また、数の大小関係の比較では、対象児では数字が大きくなっても数直線を書いて確認する、長さ、面積、体積の量の比較ではやり方を教示すると比較を行うことができるが、自分で考えて比べることができないといった特徴も報告された。さらに、時間と時刻の概念は正確に身に付いている対象児においては、秒に関する知識があっても、例えば速さを比較する場合に5秒と10秒ではどちらが速いかと問われると「5秒」と答えることに難しさが見られたとの報告がなされている。

④図形の見えない部分をイメージすることの難しさ

対象児では、図形の公式を使用し簡単な計算を行うことはできるが、視点を変えたり分割したりして解法を考えることが難しかったり、立体図形の見えない部分をイメージすることが難しかったりすることが報告された。

⑤学習用具の使用に見られる不器用さ

対象児では、定規の使い方（押さえ方）がぎこちなく、目盛りの0に合わせて作業することが難しかったり、コンパスの使用が苦手であったりといった不器用さが認められた。また、不器用であることにより、反比例のグラフを作図することが難しい対

象児も見られた。

⑥既習事項の応用や汎用の難しさ（算数的・数学的活用を含む）

対象児では、日常生活の場面と関連づけて考えたり、既習したことを実際場面で活用したりすることが難しい（例えば、単位を使うよさに気づいておらず日常生活でそれを用いることができない、2位数や3位数の表し方を理解し数のまとまりを理解しているが、実際の場面で既習したことを思い出して活用することができないなど）ことが報告された。また、特定の方法を教示するとどの場合でもそれを使用し、自分で表し方を考えることができない、一度聞いた言葉をどの場合にも使用することが示された。

また、対象児では、わかっていることを説明することの難しさが報告された。具体的には、位置関係を表す言葉を有してはいるが状況に応じてそれらの言葉を用いて表現することができない、変数の値や変域を求めることはできるが言葉の説明が多くなると混乱するといったことである。さらに、対象児の中には、言葉で図形の説明をすることはできるが、具体的な操作での理解と教科書の問題とを対応させて理解する（例えば、直線に関する学習では、糸を張った線が直線であると操作活動で経験したことと教科書で示されたまっすぐな線を同じ直線であると捉える）ことに難しさがあるとの報告がなされていた。

⑦その他

対象児に見られた特徴としては、提示された長さを正確に測定しないと気が済まなかったり、どの場面でも必ず定規を用いて正確に書くことに固執したりする、許容範囲の誤差であっても書き直すといった行動が報告された。

（3）まとめ

自閉症児・者の算数科・数学科に関連する学習に見られる特徴について先行研究を概観し、また、自閉症・情緒障害特別支援学級に在籍する自閉症のある児童生徒の実践場面で見られる算数科・数学科の学習上の特徴について報告した。先行研究や実践で示された自閉症のある児童生徒に見られる算数科・数学科の特徴は、一部共通して認められるものがあるものの、自閉症児・者全般に認められる一貫した特徴は把握することができなかった。

また、先行研究では、自閉症のある児童生徒が算数科・数学科の学習内容をどの程度、習得しているのかについて検討した研究は見られなかった。そのため、自閉症のある児童生徒が、各学年の算数科・数学科の学習内容をどの程度、習得できているのかについては明らかにされなかった。自閉症のある児童生徒の当該学年の学習内容の習得状況を知る必要性については、第1章第4節で述べた通りであるが、自閉症のある児童生徒の実態に応じた算数科・数学科の指導を行っていくためにもさらなる検討が必要であると考えられる。

引用文献

- 安藤壽子（2001）算数障害をもつLD児の体積課題におけるつまずきへの認知的介入およびその有効性. LD（学習障害）研究と実践, 9(2), 63-71.
- Banda, D. R., McAfee, J. K., Lee, D., & Kubina, R. M. (2007) Math preference and mastery relationship in middle school students with autism spectrum disorders. *Journal of behavioral education*, 16, 207-223.
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Burtenshaw, A., & Hobson, E. (2007) Mathematical talent is linked to autism. *Human nature*, 18, 125-131.
- Chiang, H., & Lin, Y. (2007) Mathematical ability of students with Asperger syndrome and high-functioning autism: A review of literature. *Autism*, 11(6), 547-556.
- Cihak, D.F., & Grim, J. (2008) Teaching students with autism spectrum disorder and moderate intellectual disabilities to use counting-on strategies to enhance independent purchasing skills. *Research in autism spectrum disorders*, 2(4), 716-727.
- Frith, U. (2003) *Autism: Explaining the Enigma* Second Edition. Blackwell Publishing. 富田真紀・清水康夫・鈴木玲子訳（2009）新訂自閉症の謎を解き明かす. 東京書籍.
- Frith, U. (1991) *Autism and Asperger syndrome*. Cambridge University Press, UK. ウタ・フリス編著. 富田真紀訳（1996）自閉症とアスペルガー症候群. 東京書籍.
- 藤金倫徳・笠原丈史・鈴木健治（1991）自閉症児への算数指導に関する研究：方程式の解法の観点から. 横浜国立大学教育紀要, 31, 135-145.
- 藤金倫徳・笠原丈史・鈴木健治（1995）自閉症児への算数指導に関する研究 3：方程式解法方略の文章題への適用. 福岡教育大学紀要第4分冊教職科編, 44, 351-358.
- 古市真智子（2008）自閉症児の初期発達における「数字に対する強い関心」がもつ意味. 心理臨床学研究, 26(5), 592-602.
- 次良丸睦子・長谷川由美・堀田佳恵（1998）自閉症状を示す児童の数概念と数行動の一事例研究, 筑波大学医療技術短期大学部研究報告, 19, 53-59.
- 石塚誠之・野呂文行・前川久男（2009）自閉性障害児に対する数の刺激等価性を用いた学習支援. LD研究, 18(3), 290-299.
- Koegel, L. K., Singh, A. K., & Koegel, R. L. (2010) Improving motivation for academics in children with autism. *Journal of developmental disorders*, 40, 1057-1066.

- 小林重雄・星野常夫（1978）自閉症児の数概念の獲得に関する考察-普通学級に在籍する自閉症男児の症例研究-。東京教育大学教育学部紀要，24，153-159.
- 黒田吉孝（2003）自閉症児の大小概念獲得における具体的「対」概念と抽象的「対」概念との関係。特殊教育学研究，41(1)，15-24.
- Mesibov, G. , & Howley, M. (2003) Accessing the curriculum for pupils with autistic spectrum disorders: Using the TEACCH programme to help inclusive. 自閉症とインクルージョン教育の実践-学校現場のTEACCHプログラム. 佐々木正美監訳. 井深允子・大澤多美子・中島洋子・新澤伸子・藤岡紀子・藤岡宏訳. 岩崎学術出版社.
- 大塚玲・宮坂由喜子・神園幸郎（1991）特異な暦計算能力を示す"idiot savant": 暦計算過程の検討。特殊教育学研究，29(1)，13-22.
- 寺山千代子（1992）自閉症児の数量の学習における動機づけの機能。国立特殊教育総合研究所研究紀要，19，11-19.
- 富永由紀子（2010）算数学習場面における自閉症児への教育的支援：こだわりを生かした計算指導。自閉症研究，8，45-50.
- 東條吉邦・水谷徹（1990）自閉症児の記憶・思考に関する生理心理学的研究1：曜日あて課題および計算課題による検討。国立特殊教育総合研究所研究紀，17，19-26.
- 東條吉邦・水谷徹（1991）自閉症児の記憶・思考に関する生理心理学的研究2：優れた「暦計算」能力をもつ事例の曜日あての方略について。国立特殊教育総合研究所研究紀要，18，1-9.
- 東條吉邦・水谷徹（1992）自閉症児の記憶・思考に関する生理心理学的研究3：Calendar calculating の検討。国立特殊教育総合研究所研究紀要，19，65-72.
- Treffert, D. A (2010) The Savant Syndrome: an Extraordinary Condition. A Synopsis: Past, Present, Future. *Autism and Talent*. In F, Happe, & U, Frith (Eds.), Oxford University Press Inc., New York, 13-28.
- Wheelwright, S., Baron-Cohen, S. (2001) The link between autism and skills such as engineering, maths, physics and computing. *Autism*, 5(2), 223-227.
- Whitby, P. J . S., Travers, J. C., & Harnik, J. (2009) Academic achievement and strategy instruction to support the learning of children with high-functioning autism. *Beyond Behavior*, 3-9.

(柳澤 亜希子)