

原著

不器用・算数学習困難を主訴とする児に対する学習方略に関する検討

西森 有紗¹⁾, 稲田 勤²⁾

Exploring a strategy for facilitating learning by a child whose chief complaints are clumsiness and difficulty learning arithmetic

Arisa Nishimori¹⁾, Tsutomu Inada²⁾

要 旨

不器用及び算数の学習困難を主訴とする1症例に対して、対象児の認知特性に配慮した学習方略を検討した。対象児は数唱や数字の読み書きや位取りの理解は可能であったが、順序数の理解及び量の意味、数字での大小関係比較も困難であった。また、視空間認知や空間認知においても弱さを呈しており、図形の異同弁別の理解は可能であるが、目と手の協調運動及び実際に図形を正確に描く際に不器用さから道具操作を適切に使用しながらの模写や描画が苦手であった。

今回の主訴が「割り算が出来ない」であったことより、計算能力の向上を目的とした訓練を実施した。段階的に訓練を実施する中で、視覚的補助を減少させていくことにより計算作業の短縮化及び視覚的イメージ化の促進を図った。その結果、割り切れる割算計算（2桁÷1桁）において、短期間での向上が見られた。

キーワード：算数学習，視空間認知，数概念，段階式

Abstract

We explored a strategy to facilitate learning by a child whose major problems were clumsiness and difficulty learning, with the child's cognitive characteristics taken into account.

The child was capable of reciting the names of numbers, recognizing printed numbers, writing numbers, and understanding the position of the decimal point. However the child had difficulty understanding ordinal numbers, the meaning of quantity, and comparing the sizes of numbers. The child's visuo-spatial cognition and spatial awareness were also poor. Although the child was able to judge similarities and differences among patterns to distinguish different patterns from each other, it was difficult for the child to copy or draw using tools appropriately because of poor eye-hand coordination and a poor ability to illustrate the patterns precisely.

Because the child's major problem was an inability to perform division, we provided instruction to improve calculating skills. During a step-wise process, the use of visual aids was reduced progressively to facilitate more rapid calculation and the acquisition of visual images by the child. Soon after the start of the instruction program, the

1) 白鳥園 総合療育センター

Hakuchoen General Care and Education Center

2) 高知リハビリテーション学院 言語療法学科

Department of Speech Language and Hearing and Pathology, Kochi Rehabilitation Institute

child showed improvement in the ability to perform the division of evenly divisible numbers (a two-digit number divided by a one-digit number). This case is reported.

Key words: learning arithmetic, visuo-spatial cognition, numerical concept, step-wise instruction

【はじめに】

内山¹⁾は、小児の算数障害は認知神経心理学的基盤が均一でないことを指摘し、さまざまなサブタイプ分類が論じられていることを報告している。Johnson & Myklebust²⁾は、算数障害を言語性、非言語性双方の学習能力に関連するものと位置づけ、読む上での問題からの学習困難と非言語性の視覚的欠陥より量概念、量的思考に問題をもつ学習困難をもつ子どもに分類している。また、Michele³⁾は視空間に関する処理能力が算数もしくは数学での実行機能の局面において重要な役割を果たしていると述べている。

日本においては、大石、佐々木⁴⁾が、地誌的見当識の発達に問題をもつ症例について、視空間認知障害が数概念の発達に影響を及ぼすことを示唆している。さらに、田代、長畑⁵⁾、熊谷⁶⁾は、数学的スキルと空間概念との関連性の検討における学習障害の研究で、算数の障害と視覚・空間的体制下の障害との関連が示唆されており、特に量概念獲得において空間認知障害の関与を指摘し、そのような空間認知障害は算数という領域に対して影響を及ぼすことを報告している。

藤田⁷⁾は、算数学習は空間を扱う学習領域で、そのため、図形課題といった空間を扱うものだけではなく数そのものの学習においても空間的で量的なイメージとして理解しなければならないと述べている。よって、空間概念が未発達であることと数学的スキルの獲得が上手くいかないということは、何らかの関連があると推測される。

本研究では、不器用及び算数の学習困難を主訴とする症例に対し、本児の認知特性に配慮した学習方略を検討した。訓練を実施した結果、割算の計算に向上がみられたため報告する。

【目的】

主訴は「割算ができない」であった。そこで本児の認知特性を活かした学習方略を検討し、1事例の実験デザインを構成した。それにより訓練効果を測定し、学習方略の有効性について検討することを目的とする。

【方法】

1. 症例

9歳5ヶ月の男児(以下、A児)。在胎週数36週、生下時体重2493g。母体に破水がみられ、B医科大学附属病院にて帝王切開。同病院周産期センターにて骨密度を指摘される。その後、3～6歳時の4年間に渡って田中ビネーの平均IQの継次的停滞(80程度)と不器用から医師より訓練オーダーがあった。

2. 経過

就学前、A児は対象物の微細な操作や方向や距離に応じた目と手の協応運動に弱さがみられ、横一列に並べた積み木を指差しながら数える際に数の呼称と指差しがマッチしない状態であった。そこで、ブロックを用いた1～20までの個数カウントや口頭指示(例:「10個から○個ちょうだい」)での個数取りを実施。また、視覚入力により得られた対象物の形状や特徴を「描く」といった操作スキルの協応運動も弱いことから平仮名や図形の模写・なぞりを実施した。その結果、A児は数概念(1～20までの序数)や目と手の協応運動の向上が見られた。

小学1年時に1桁同士の加法計算に困難を呈していた。A児は1位数同士の加法において被加数を右手指、加数を左手指でパターンを構成した後に指を全て数え上げる加法ストラテジー「2集合の和」を使用して計算を行っていた。数の1対1対応と数唱能力は就学前の訓練により形成されており、これを利用すれば基数として数を理解することは可能であった。しかし、視空間認知能力の問題が影響して

いたことにより目で指を追いながら数え上げていくことができず、誤りが多かった。

A児は同時処理能力優位の特徴を持っており、全体を大まかに理解させながら図式や描画を用いる訓練プログラムが有効ではないかと考えた。そこで、板井・大野ら⁸⁾による「加法計算のストラテジー」と星山の⁹⁾「1位数の足し算が出来ない」学習障害児例に行った計算指導を基に訓練を実施した。しかし、本来、加法計算のストラテジーでは第2段階で視覚的な補助ありでの「数え足し」が定着したとし、第3段階で視覚化なしで計算するとされていたが、A児の計算能力をより速く且つ正確性の向上を目的とし、段階3ではさらに「数え足し」におけるレベルを上げる新しい独自の段階を設け、学習場面への般化を目指した。

第1段階は、被加数と加数の下に各数字の個数分の「○」を描き、人差し指にて全て数えさせた。第2段階は、小さい数を加数、大きい数を被加数として、小さい数の下に「○」を描き、人差し指で1から順に被加数の数字の上をタッピングしながら数え上げ、さらに加数の○をタッピングしながら数え足した。第3段階の1は、被加数の数え上げを行わずに、加数の上のみタッピングにて数え足し、第3段階の2は、「○」描画から「・」点に変更し、被加数へ直接数え足しを設定し、訓練を実施した。結果、和が10未満の1桁同士（例： $3+6$ ）であれば暗算にて、また和が10以上の1桁同士の計算及び2桁+1桁（例 $18+3$ ）では第3段階の2を利用し加法を行うことで、計算速度と正答率の向上が見られた。その後、進級とともに九九の学習も開始されたが本児は九九を覚えることができず、その背景には4（し）と7（しち）といった音韻弁別の問題が挙げられた。そこで7（ひち）と呼称することで習得した。

尚、足し算においては先行研究をベースとした訓練を実施したが、今回の研究は独自のプログラムを立案した。

3. 検査

本症例対象児の認知特性を捉えるため、1987年全

訂版田中ビネー知能検査（以下、田中ビネー）、WPSSI 知能診断検査（Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence 以下、WPPSI）、ITPA 言語学習能力診断検査（Illinois Test of Psycholinguistic Abilities 以下、ITPA）を実施した。

1) 田中ビネー

精神年齢6歳8ヶ月、IQ71であった。8歳級の課題は全て不通過となった。6歳級において3数詞の逆唱は通過したものの、打数数えが不通過となっていた。

2) WPPSI

言語性IQ（以下、PIQ）81、動作性IQ（以下、VIQ）89、全IQ82とややPIQが高く、各下位項目では「算数」（評価点4）が最も低い結果となっていた（図1）。

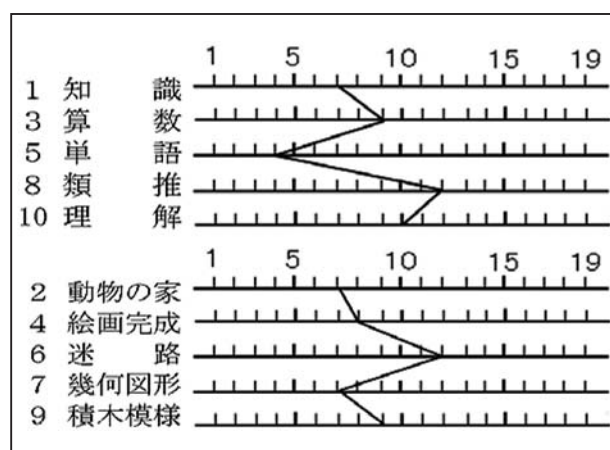


図1 WPPSI プロフィール

3) ITPA

言語学習年齢 (Psycholinguistic Ages 以下、PLA) 6歳2ヶ月、評価点 (Scaled Scores 以下、SS) 合計点282、SS 平均値28.2、SS 中央値29であった。表象水準と自動水準にさほど差がみられなかったことより生活年齢と比較すると学習全体の習得の低さが認められた。各回路間ではSSの差が10以上あれば有意に差があると判断できるが、視覚-運動回路と聴覚-音声回路で、SSの差が11.6あり、有意差が認められ、視覚入力が強かった。また、受容能力と連合能力では、SSの差が13.5あり、受容能力が強かった。これらの結果より、聴覚入力から提示され

た概念を関係付ける聴覚連合及び音声によって概念を表現する能力、個々が増えていく数字の系列を記憶により再生する聴覚配列記憶の弱さが挙げられた。さらに、提示された不完全な部分から全体を認知する視覚構成の弱さもあり、視覚的空間認知の問題があるのではないかと推測した(図2)。

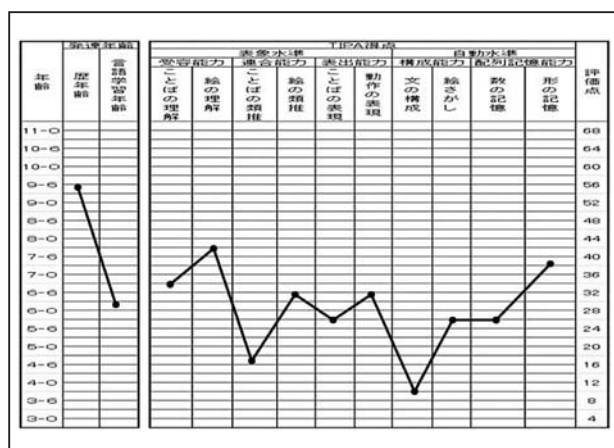


図2 ITPA プロフィール

4) 総合評価

各検査結果より、聴覚的短期記憶による指示理解の弱さが上げられた。本児は一般的な事実に関する知識量はある、抽象的に考える力や考えて言葉で説明する力が弱いものの、その一方で「受容」において視覚入力による情報であれば理解しやすい特徴が見られた。しかし、視覚優位でも提示方法に言語性が加わると困難を呈することがあった。全検査において、本児の知能の継次的停滞と習得に必要な各処理能力間の弱さより学習困難がみられると推測した。

5) 算数困難における評価

諸検査から、算数学習において聴覚入力や聴覚保持の問題より数のカウント自体に問題があると考えた。また、A児は視空間認知においても弱さを呈しており、図形の異同弁別は出来るが実際に図形を正確に描く際に目と手の協応運動の弱さより道具を適切に使用して描くことが困難であった。また、量的イメージでは「4は5の前、15はずっと後ろ」といった数を空間的な位置関係として捉えることが難しく、そのため、「35と42どっちが大きい?」といっ

た質問に対しては「35」と答え、数の大小が理解できなかった。これは視覚提示においても同様である。よって数字を視覚入力及び聴覚入力にて提示しても、その数がどれくらいの量なのかおよその予測が立てにくい状態であった。計算過程では、課題の意味内容を把握することは出来ても、計算手順の流れが理解出来なかった。それは外界から情報を受容し、全体的な情報把握は出来るが、入力された情報を操作し、さらに遂行に移すことが弱いという各検査結果における共通点から窺えた。計算には四則演算があり、特にかけ算や割り算は考えている対象の全体把握が必要になってくる。従って、数の空間的で量的理解のイメージ、さらには遂行時の手順操作や鉛筆で書くといった協調運動の弱さがみられたことから計算全般における学習困難を呈していると思われる。また、筆算では計算操作の混乱がみられた。その背景には、言語的及び抽象的な思考能力や推理能力の弱さから数字をどのように、どの位置に書いていいの、計算をどのような手順で進めていいのかわからないといった筆算自体の計算の意味を理解していないのではないかと推測した。

6) 算数学習における児の躓き

初期評価では、問題を見て九九の段を口頭にて言うが、言った数が生かされず何度も繰り返し九九を唱えるだけで割られる数と隣接する数を選択することができなかった。また、数の大小関係を問う問題も全く答えることができなかった。計算手順は概ね理解できているため、割る数が決まるとそれ以降の流れは一人でも計算可能であった。

以上のことより、A児の認知特性から考えられる特徴として、①割る数と割られる数を見てどの数で割れるのを見立てができない、②数カウントの問題より、数の大小関係の理解の弱さがある、③視覚優位の特徴はあるが、視覚的補助が多すぎると計算の阻害要因になるといった3つの問題点が挙げられた。

4. 方法

学習効果を測定することを目的とし、学習方略を実施していない期間をベースライン期(以下、BL

期), 計算方略に訓練を実施した期間を訓練期, 訓練効果の測定期間を除去期とした。また, 除去期での訓練効果の測定に加え, 習得度を測定するための確認テストを実施した。尚, 評価尺度は正答までの時間を採用した。

1) ベースライン期 (BL 期)

用紙の右上に 7×9 から順に下がり 4 問程度の計算式を書き, その下に解を書き込む。そして割られる数と一致するものを探し, 計算を行った。本児は, 割り切れる計算においては, 一致する数から答えを出すことが可能だった (図 3)。

図 3 BL 期

2) 訓練期 1

数直線を利用した方略を検討した。まず, 縦の数直線の中心辺りに割られる数を書き込む。次に $\bigcirc \times 9$ から計算を始め, 答えをその直線に書き足した。この方略では, 大きい数か数と一致することで答えを導いた (図 4)。

図 4 訓練期 1

3) 訓練期 2-1

ST が問題の横に 1 ~ 9 をかけた計算式を書き入れたものを本児に提示した。訓練期 1 では $\bigcirc \times 9$ から開始していたが, ここでは中心になる $\bigcirc \times 5$ から始めた。中心の数と割られる数を順に比較した際, その数より割られる数が大きければ上に, 小さければ移行しながら計算し, 割られる数と一致するまで続けた (図 5)。

図 5 訓練期 2-1

4) 訓練期 2-2

ST の補助なしでも本児が一人で計算できるよう, 視覚的補助をさらに減らした。提示前に ST が書いていた 1 ~ 9 の計算式を省き, 本児が 7×5 を書くことから開始した。それ以降の手順は訓練期 2-1 同様であった (図 6)。

図 6 訓練期 2-2

5) 除去期

訓練期 1, 2-1, 2-2 で用いた割り算の方略を使用し, ST の補助なしにて計算を行った。計算方

略は本児に選択させた。

6) 確認テスト

除去期での訓練効果の測定に加え、確認テストを計2回実施した。出題問題は合計22問、さらに計算形式が異なる割算計算のみの2パターンと割算とかけ算計算の混合の1パターンに分けて実施した。

【結果】

BL期で2回実施した際の計算の平均正答時間は2分36秒であった。しかし、段階的に訓練を実施した結果、各訓練期における計算時の平均正答時間に短縮がみられた。また除去期では、暗算を習得しており、31秒という結果であった。さらに、確認テストにおいて計算速度の向上が見られ、正答率もほぼ100%に近い結果が得られた。よって段階的に訓練を実施した結果、短期間での計算速度の向上がみられた。また、出題形式を変更しても混乱せずに計算することができるようになっていた。さらに、正答率も100%に近い結果が得られた(図7)。

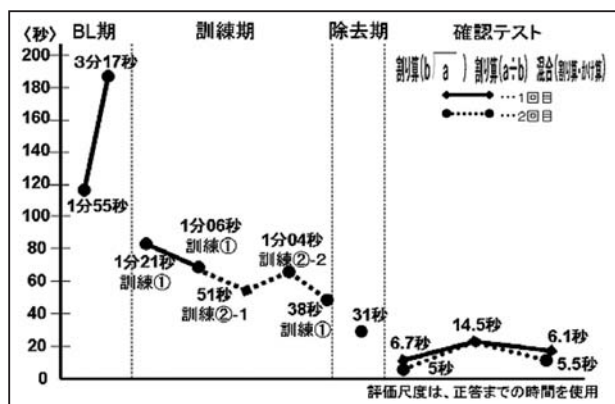


図7 各訓練期における正答までの平均計算時間

【考察】

本児の算数学習では、九九や簡単な演算の答えの暗算は可能であるものの、計数行為や見立て、視覚的な大小などの量の比較、筆算や位の大きな数の表記など空間関係で表された数式の意味理解、視覚的な情報量の処理能力が困難という特徴があった。以上の事から本児は視空間認知障害に起因する学習困難を呈していると考えられた。そこで、本児の学習困難において認知神経心理学的特徴である3つの問

題点について考察した。

1. 見立ての問題について

本児は九九を全て習得しており、機械的な九九計算は可能であった。しかし、割算において、九九を使用して解くことは理解できているものの割られる数とそれに近い数がどの数か分からなかった。これは、算数学習において根本的な数のカウントに問題があったためであると考えられた。そこで、紙面上で割られる数に割る数を接近させながら、視覚的に提示されることで見立てのイメージを促すことが可能となった。さらに、1から順に九九を言わなければ問題を解くことが出来なかったA児に対して、計算時に九九でかける数1～9の中央値5から開始する接近法を用いることで見立てへの意識が高まったと同時に、計算速度の向上にも繋がったと考えた。

2. 数の大小関係の弱さ

数の大小関係の弱さは、序数理解の困難さが関与していると考えられた。数は要素につけられた順番の名称であり、本児にとって量の減量と数字を明確に結びつけるのは難しく、視覚的に大小や長短などの比較困難、量の概念が把握できないといった問題があった。そこで、計算時には数直線を利用し、割られる数の前後関係を確認しながら行った。しかし、割られる数より小さければ下に、大きければ上に記入していく手順は理解できたが数の大小関係において見落としが多く、数を空間的な位置関係として捉えるのは今回の研究では向上ができなかった。

3. 視覚的補助が多すぎると計算の阻害要因になる

A児は、計算において数字を操作して答えを求めるといった算数課題の意味内容を把握することは可能であったが、実際に遂行する際の具体的な操作が分からなかった。そのため、筆算では数字を書く位置が定まらない、桁がそろわない等や計算時に迷い箸のように鉛筆を紙に付けようとして止める行動を何度も繰り返した。よって、遂行手順を多くの段階に分けるのは避け、極力少ない段階に分けて行った。さらに、視覚入力優位ではあるが、情報が多すぎると注意が分散してしまい、目に入った数字をそのまま書くといった保続がみられた。そのため、混乱を

防ぐために必要最小限の情報を活用し、目で捉える範囲を縮小することで、計算の流れを視覚的イメージとして捉えながら理解することが可能となった。

4. 総合考察

A児の認知特性に考慮した計算方略は、計算速度と正答率の向上に有効であった。筆算の位をあわせることができないといった演算の躓きは、視空間認知障害が関連しているのではないかと思われた。それにより、複数の要素を視覚的に認知し比較処理することが困難を呈し、量の把握という数概念形成の阻害されたことで算数学習困難を呈していたと推測された。

長畑¹⁰⁾は、算数障害のサブタイトルに関する先行研究をレビューした上で、①数概念の獲得の障害によるもの、②視空間認知障害によるもの、③数や演算記号の読み書きの障害によるもの、という3つのサブタイプを記述している。とりわけ、数概念の獲得に困難を呈する場合、算数学習の最も基礎となる段階で躓きが生じ、その後の学習に深刻な影響を与えるとされている。本児の場合、不器用な点が目立ち、視空間認知障害と数概念の獲得といった複合的な問題から算数における学習困難を呈したと考えた。

今後の課題としては、A児の認知特性を踏まえた序数理解の向上（量的イメージの向上）を目的とした訓練が必要であると思われた。

【文献】

- 1) 内山千鶴子：ある視空間認知障害児における算数障害とその過程．小児の精神と神経45(2)：167-175，2005．
- 2) 森永良子，上村菊朗（共訳）：学習能力の障害－神経心理学的診断と治療療育－，日本文化科学社，東京，1975，pp302-335．
- 3) Mazzocco MMM, Bhatia NS, et al.: Visuospatial skills and their association with math performance in girls with Fragile X or Turner Syndrome. Child Neuropsychol 12: 87-110, 2006.
- 4) 大石敬子，佐々木日出男：てんかん症例(16歳，女兒)における地誌的見当識と数概念の発達障害の検討．小児の精神と神経26(3)：201-209，1986．
- 5) 10) 長畑正道，田代和美・他：発達性構成障害と発達性算数障害，小児の精神と神経，29(1，2)：49-55，1989．
- 6) 熊谷恵子：新・WISC-R 知能診断事例集，日本文化科学社，東京，1992，pp105-114．
- 7) 藤田和弘，熊谷恵子・他：長所活用型指導で子どもが変わる，図書文化，東京，2000，pp18-23．
- 8) 板井 互，大野由三：精神遅滞児における家宝計算のストラテジー．特殊教育学研究会34(5)：45-51，1997．
- 9) 星山伸夫：言語発達遅滞Ⅱ，建帛社，東京，2001，pp113-118．

