琉球大学学術リポジトリ

学習障害サスペクト児の数学学習(事例研究)II：数学学習の可能性と学習困難の特徴

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学教育学部附属障害児教育実践センター
	公開日: 2008-03-10
	キーワード (Ja):
	キーワード (En): Learning Disability, Number Concept, Addition, Subtraction, Meaningful, Learning
	作成者: 小田切, 忠人, Kotagiri, Tadato
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/5052

琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要
No.1, 77-101, 1999.

学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）Ⅱ

－数学学習の可能性と学習困難の特徴－

小田切　忠人

A Child with a 'Trait' of LD in Mathematics － A Case Study（Ⅱ）－ Learning Possibilities and Some Problems

Tadato KOTAGIRI*

This study attempts to demonstrate that a child with learning disability (LD) can successfully acquire the algorithms for addition and subtraction by means of progressing through a sequence of steps or learning stages which are represented here by the labels 'Real World,' 'World of Models,' 'World of Schemas,' and 'World of Mathematics.' The sequence of the learning stages is the idea of teaching／learning adopted by many Japanese teachers for non-LD children. Specific features of LD are here identified and clarified through observation of the learning difficulties which are exposed within remedial teaching processes. The subject under study here was a fourth-grade pupil who was unable to perform adequately even elementary-level, first-grade calculations. The child's subtype of LD was classified as 'global'. The approach taken to remedial teaching was based on the Suido-Method. The results of this study indicate that a child that exhibits LD can nonetheless succeed in being able to manipulate mathematical ideas and to build the algorithms of addition and subtraction. Moreover, this particular child even managed to discover a new algorithm for subtraction. Five types of difficulties were observed which show potential for the diagnosis of LD: Persistence of Procedural Approach, Problems of Synthesizing, Problems of Attention, Low-Maturity of Meta-Cognition, and Slow Learning. Indications are strong that instruction and learning which incorporates meaningful approaches, such as in the Suido-Method, is more effective than so-called drill-and-practice learning such as is evident in the rote-learning method.

Key words: Learning Disability, Number Concept, Addition, Subtraction, Meaningful Learning

Ⅰ．はじめに

本稿は、第一報の「学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）」（小田切、1998）に続く第二報である。第一報では、学習の道筋は障害の有無によって異なることはない、脳機能障害が存在するならばその障害に応じた困難を学習の過程で示すはずであるという立場から、学習困難を克服できるという数学学習の可能性を、学習障害サスペクト児の、整数の加減についての学習達成によって示し、かつ、その過程で観察された学習困難によって学習障害だとされる場合の特徴づけを試みた。

すなわち、被験児は小学４年のときでも小学１年の学習事項である1位数の加減（加減の素過程）で間違えることが多かったが、治療的教育の結果、素過程の計算をより確実にできるようになり、多位数の加減算アルゴリズムも獲得した（間違えることはあるが、そのとき、もう一度やり直すように指示したり、注意を促すだけで、その間違いを修正できるようになった）。

ところで、数学学習の可能性を示す学習達成は、２つの側面から評価することができる。１つは今まで「できなかった」ことが「できる」ようになる、あるいは、新しい知識を獲得するという学習到達点の広がり、言うならば学習達成の量的側面と、もう１つは「わかる」とか「納得する」ということに関わる理解の仕方、あるいは、理解の深まり、言うならば学習達成の質的側面である。

*Faculty of Education, Univ. of the Ryukyus

LD児の診断時に2学年以上の学習遅滞が目安とされるが、これは学習達成の量的側面に着目したスケールだということができる。LDの診断は複数の心理検査や学習達成度などを組み合わせて行なわれるが、特に包括性LD（平田，1998）と判断される場合、学習の遅滞が決め手になる。言い換えれば、学習の遅滞がはっきりするまでLDの判断が下せないことになる。これは、定義が言うように脳機能障害が原因で学習遅滞に結果するのであれば、その障害に即してできるだけ早く治療的教育を開始することが求められるから、都合のよいスケールだとは言えない。そうすると、子どもの学習の結果ではなく、その学習の様子から随時LDを疑うことができるもう1つのスケールがあれば都合がよい。つまり、学習達成の質的側面に着目してLD児の学習特徴が記述できれば、それはもう1つのスケールになり得る。

また、LD児の教育ということについて、LD児の学習達成は、特に数学学習においては量的側面だけから論じられてきたように思う（cf. Bernice Wong 1995)。「治療的」とか「補足的」と修飾語が付いていても、それは「教育」であるのだから、教育的な価値の選択がそこでも行われてしかるべきである。例えば、「わかる」授業づくりの課題がLD児の教育では問題にならないなどということはないはずである。とすれば、LD児の学習達成も量的側面だけからではなく質的側面からも評価されるべきである。そもそも、LD児の「学習の筋道」は普通学級での筋道と原理的に異なるべきものであるのかどうか。もし、LD児の治療的教育の内容が普通学級で行なわれる教育と全く異なったものである必要があるならば、LDの診断はできるだけ早く、しかも正確に行なわれねばならない。ところが、LD児の治療的教育も普通学級で行なわれる教育と共通の「学習の筋道」に沿って展開できるのであれば、LD児であるかどうかの診断の不正確さはLDが疑われる子どもにとって必ずしも大きく不利になることはなく、とりわけ小学低学年児の場合はその指導方法上の配慮は成熟の個人差への対応と同様に考えられ、すなわち、全く異なった教材を準備しなくてもよく、治療的と言うか、補習と言うかはともかく、教師は個々の学習達成に応じた配慮としてその教育を展開でき、補足的な教育を開始するためにその子どもがLDであるかどうかという診断を待つ必要もなくなる。

本研究では、共通な「学習の筋道」として「現実の世界→モデルの世界→シェーマの世界→数学の世界」を仮説として立て、治療的教育を包括性LDサスペクト児について続けている。脳機能障害による学習障害、とりわけ包括性学習障害の存在を前提に（包括性LDとされている場合には、学習の低達成の主な原因が教育の方法によるものと考えた方が適切だと思われる場合もある。つまり、教材や学習内容の構成の不備から学習のつまずきが考えられる場合の学習の低達成がその場合である。例えば、単にドリルを繰り返すだけという教育の方法がとられた場合とか、計算はできるが文章題ができないなどという場合は、教材や学習内容について検討してみる必要がある。そういう場合を除いて、文字通り特定な原因が明らかでない場合の学習の遅滞の可能性を一般に否定できない以上、何らかの脳機能障害が原因となって、学習の困難に直面し、大きな学習の遅れに結果するということはあり得る。学習の困難が克服できずに大きく学習が遅れてしまったからと言って、それが脳機能障害によるものであるということには必ずしもならない。このことは、特に包括性LDの場合に問題になる。包括性LDと言われる場合、その障害の存在を含め学習困難の内容や原因についてまだ問いつづける必要はあると思う。とにかく何がしかの障害があるならば、その障害への対応は必要なことである)、数学学習におけるLDサスペクト児が学習過程で示す学習困難を観察し、それらを特徴付ける作業を続けている。学習の過程で「つまずく」ことは「わかる」過程として必要な場合もあるが、そのつまずきが学習障害によるものであるのか、分かるために必要な過程であるのかどうかは重要なことである。分かるために必要な「つまずき」であっても、特別な支援が適切になされなければ克服できないという場合もあり得る。第一報では、主に学習達成の量的側面に着目して、被験児に学習障害があるとする場合の、LD児の数学学習の可能性と、その場合の学習過程における困難について述べた。本稿では、第一報と同じく整数の加減算までの範囲で、

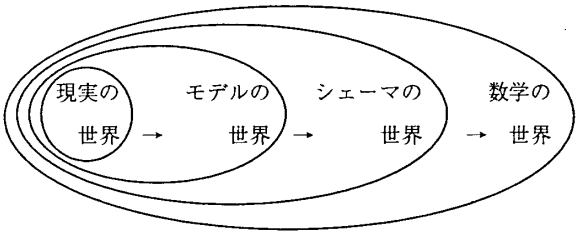
学習達成の質的側面に着目してLD児の数学学習の可能性と学習困難について追加して報告する。なお、本研究における被験児に対する治療的教育は継続中であり、現在かけ算のアルゴリズムについて被験児は学習している。

1．研究の目的と方法

(1) 研究の目的・方法

本研究では、被験児（包括性LDサスペクト児）が包括性LD児の学習活動の特徴を表しているに違いないという前提に立って、包括性LD児も、他の子どもたちと同じ筋道にそって学習を進め、その過程で直面する学習困難を克服して期待する学習内容を獲得することができるということを、数と計算の領域で確認するとともに、包括性LD児の学習活動の特徴を明らかにすることを目的とする。そのために本稿では、まず、加減の計算についての学習過程で数学的なアイディアを理解したり使ったりできることに関心をおいて被験児の学習達成（学習達成の質的側面）を示し、次に、その学習の過程で観察された困難について第一報に続けて述べる。

ここで「同じ筋道にそって」とは、次の図式によって示される。図式中の「シェーマの世界」の「シェーマ」は、理想化された映像モデルを指し、ピアジェの「シェーマ／スキーマ」のことではないが、数学の学習においてそのように働くことを期待する教材である。



研究の方法としては、被験児に治療的教育を実施し、それを観察するという事例研究の方法をとる。事前診断により、小学４年生である被験児は加減の素過程（小学１年の学習内容）の学習においても達成してないことを確認した。その上で、治療的教育では、加法および減法のアルゴリズムの獲得を学習の目的とした。被験児はこれまで計算練習を繰り返し行なうことに特徴のある学習塾に通うなど既習事項の学習達成に努力してきたが、事前診断の通りであった。被験児に対する指導は、治療的教育という枠組みで最もよいと思われる指導を可能な範囲で展開することにし、その指導方法を客観的に記述したり、形式化することは後から振り返って述べればよいこととした。とにかく被験児が学習困難を克服し、計算アルゴリズムを獲得することを目指し、成功的な学習過程を観察することを本研究の主要な方法とした。成功しない学習事例を積み上げても学習を成功的に展開する積極的な示唆は得られないからである。なお、被験児は、週1回通うこと、１日１ページだけの宿題をすることを了解し、あらためて加減の学習をすることを受け入れた。

(2) 被験児と心理検査の結果

被験児M男は、「就学前から学習塾（公文式）に通っていた。学習塾では、国語の学習にはついていけたが、算数の学習には加法の段階でついていけなくなってしまった。そのため、学習塾の先生も指導法を変えて教えていたようであるが、出来ていたものが何日かすると出来なくなったりして、なかなか成果が上がらなかった。次第に学習塾に通うことが苦痛になり、３年生の最初の頃にやめてしまった。母親が算数の遅れに気づいたのは、1年生後半で、引き算や掛け算、割り算を習い出したらどんどんついていけなくなった。」という。そして、「算数の宿題が出ても隠してしまって」やらなかったり、「鉛筆を持とうとせずに泣いてしまうことがしばしば」あったという（貴島 1996)。小学校４年のとき、水道方式による治療教育をうけ、多位数どうしの加法を筆算でできるようになり、計算問題に取り組むようになるなど、態度も変化したが、型を混在して出した時に混乱してしまうなどの、学習の不充分さを課題として残した（上掲　貴島)。本研究を始めるに当たって、この混乱を含め、数概念の概念的な学習の不充分さ（１つずつ数えて答えを出すことは出来るが数を分解したり合成したりして答えを導くことがまだ十分に出来ない）を確認した（前掲　小田切)。小学校５年のとき、あらためて加法及び減

法について水道方式にそって教材を準備し、治療的教育を継続した。6年生の時も治療的教育を継続し、小数の加減について向上をみた（溝口1999)。現在、治療的教育を、整数の加減算に続けて、かけ算の学習に進めている。

心理検査の結果は下表の通りであり、PRS児童評定尺度、WISK－R知能検査、田中ビネー知能検査、ITPA言語学習能力診断検査、フロスティッグ視知覚発達検査などから、被験児M男は包括性LDサスペクト児と判断されている。(実施は、被験児11歳5～6ヶ月の時、上掲溝口による。)

PRS児童評定尺度：

言語性得点21　非言語性得点42　総合得点63

WISC-R知能検査：

知識評価点	3	絵画完成	〃 6
類似	〃 6	絵画配列	〃 12
算数	〃 3	積木模様	〃 5
単語	〃 7	組合せ	〃 8
理解	〃 6	符　号	〃 13
(数唱	〃 10)	(迷　路	〃 8)

田中ビネー知能検査：　IQ 79

(生活年齢11歳6ヶ月／精神年齢9歳0ヶ月)

ITPA言語学習能力診断検査（PLA）：「言葉の推論」、「言葉の表現」に3歳以上の遅れ。

「形の記憶」に3歳以上の遅れ。

「数の記憶」に2歳10ヵ月の遅れ。

フロスティッグ視知覚発達検査（知覚年齢で）：

「形の恒常性」及び「空間における位置」に遅れ、「空間関係」に少し遅れ。

(3) 治療的教育

本研究における治療的教育は、上述の、五年生のときの整数の加減及び、それに続く乗法についての部分を指す（本稿では加減の学習についてのみ報告する。なお、被験児は、乗法についての治療的教育を受けているとき、整数の加減についての学習をほぼ終えていた－第一報の学習達成－ので、前述の溝口による小数の加減についての治療的教育を並行して受けた)。本研究では、週に1回通ってもらって「授業」を行ない、1日1～2問（1ページ）の宿題を課す形で治療的教育を進めてきた。「授業」の所要時間は30分をメドにし、子どもの様子を見て判断する。これまでのところ、結果的に45分授業と同じ程度の時間をかけてきた。(30分以内に終えたこともあった。また、1時間を越えたときもあった。その時は大変に疲れた様子を被験児は見せた。）治療的教育の教材は水道方式にそって与えた。そして、その「授業」は、考え方を伝えようとする時は例示をし作業することを求めたり、考えてほしい時や間違いに気づいてほしい時は問答をして進めた。この「授業」が学校の授業（classroom setting）と大きく違う点は、被験児以外の子どもがいないことである。

2．治療的教育の結果

(1) 治療的教育における学習活動と学習達成

本研究における治療教育を受ける前、水道方式による治療教育を8ヶ月にわたって受けていたが（前述　貴島)、6＋7＝13と答えられる一方で、3＋9＝17，8＋9＝15と答える混乱を見せた（前掲　小田切)。そこで、あらためて水道方式に従って教材を準備し、上述の図式に留意して学習到達点を確認しながら治療教育を行なった。その結果、整数の加減算の学習において、それぞれの学習段階の達成が次のように確認された。

① 現実の世界からモデルの世界

具体物であるタイルと数字及び数詞との対応関係は、少なくとも20以下の整数については、先行の治療的教育によって達成されていた。素過程についてのタイル図操作の課題から治療的教育をあらためて始めた。上述のように間違えたとき、「分からなくなったらタイルを並べて考えること」という教示で具体物のタイル（本物のタイトルを準備する必要があった。）を操作することを求めた。タイル図で混乱したときも、具体物のタイル操作では3＋9＝17などと混乱することはなかった。

「モデルの世界」への達成は、タイルの絵を描いて「答え」を求めること（タイル算）ができることで確認できる。被験児では図97-3-3のように観察できた。この時の「タイルの絵」は実物のタイルの絵である。先行する8ヶ月の治療的教育の結果、被験児は「缶詰」の5を使えるようになっ

ていたが、その「５」の構成では１つずつ数えた（数えた跡がある）。「５」を構成するのに、「３と２」あるいは、「４と１」というように数概念を操作していない（分解合成による数の関係を利用していない）。

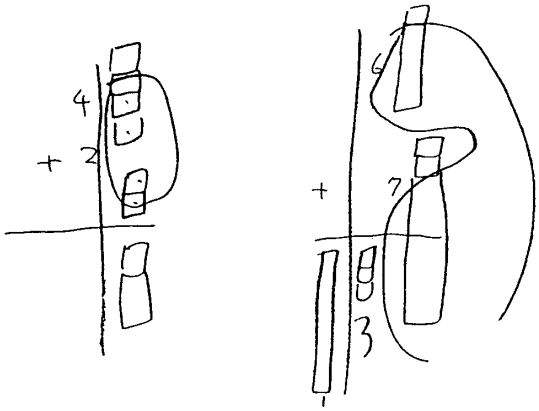


図97-3-3（１，２，３，４，５と唱えて）

タイルの絵を描いて考えを進めることができるという場合、学習の段階がモデルの世界にあるのか、シェーマの段階に達していると判断してよいのか、その境界は曖昧である。タイルという教具は、具体物として提供されるからモデルとしてもシェーマとしても働くからである。本治療教育では、始めに具体物のタイルを与えて数を定義したので、それに続く、数字を見てからタイル図を描いて答えるという段階は、モデルの世界にあると考える。

なお、「お話」を作って「タイル図」で計算して「答え」を求めるという作業は、タイルをシェーマとして用いることを求める課題でもある（図97-3-25）。

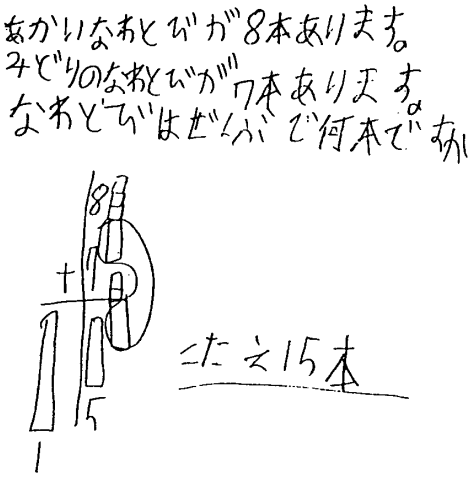


図97-3-25（まず８＋７のお話、次にタイルの絵）

② シェーマの世界

「自信のないときタイルの絵を描いて」という教示に対してタイル図を描いて考えたり、「答え」に不安な時にタイル図を描いて確かめたり（図97-3-13／治療教育を開始して1ヶ月）、あるいは、間違えたとき、「タイルの絵を描いて」という指示で間違えに気づく（図97-3-19／はじめは７と答え、タイル図を描いて修正した）ようになると、タイルはシェーマとして働き始めたと考えることができる。そして、タイル図を頭の中に描けばできる（図97-11-10／まず頭の「上」に描いて、その後、実際に紙の上に描くように求めた）ようになれば、タイルは十分にシェーマとして働いていると考えられる。

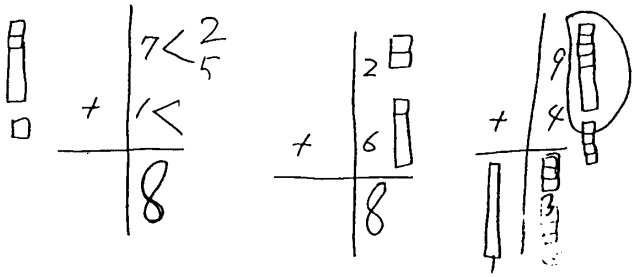


図97-3-13（タイル図で確認）

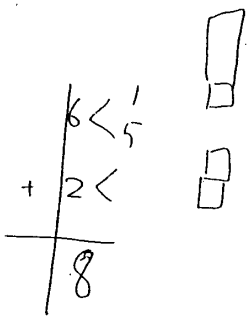


図97-3-19（７→８）

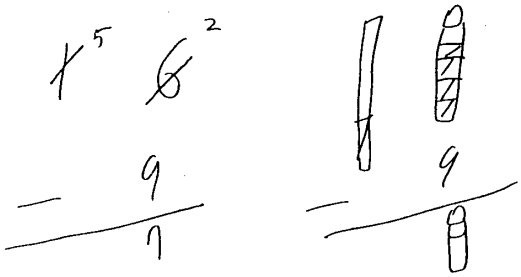


図97-11-10（まず頭の「上」に）

「シェーマの世界」の段階では、タイルを描いて考えることに自信を持ち、安心することができ、タイルが形式（数字）の操作の根拠になる。数字を分解操作するとき、タイル図を見て、その分解操作と同じように実行できることを観察することで、被験児は「シェーマの世界」の段階に達したと確認した（図97-5-12）（97-10-13／はじめタイル図で、次に数字でするよう指示。なお、5・2進法で学習を進めてきたが、13－9教材では十から九取る方法を用い、そのあと再び13－6型、13－9型の教材を出し、様子を見たところ、被験児は引き続き減加法を選んだ。ただし、5・2進法による説明も受け入れ、求めれば5・2進操作も再現できた）。この段階では、「モデルの世界」の段階と較べるとタイル図上の操作をよりスムーズに進めることができるようになり、形式の操作を見てそれをタイル図で再現できるようにもなる（図97-10-27／数字を操作して見せて、その仕方をタイル図で示すように求めた）。そして、タイル図の操作も複数のアイディアで実行できるようになり（図97-12-25／5・2進法）（図97-12-27／減加法）、シェーマは形式操作の確かな根拠となる（図98-2-16）（図98-9-14a／M男は予想外の混乱（後述の「観察された学習困難」参照）を見せることがある。この場合、5を作るのに「3」と「2」は合成できない。この混乱をシェーマ図を描くことで整理できた）。

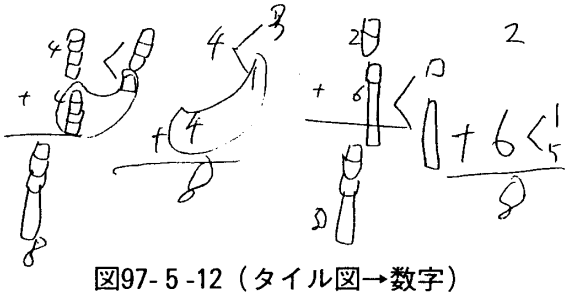


図97-5-12（タイル図→数字）

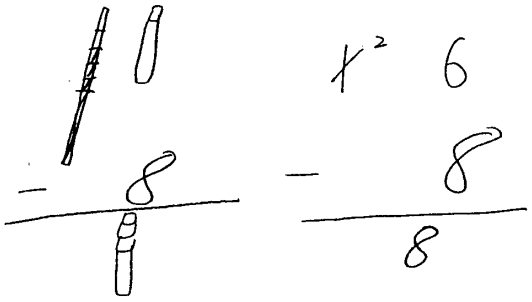


図97-10-13（タイル図→数字）

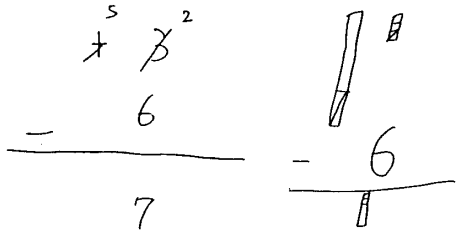


図97-10-27（教師が数式を与えて）

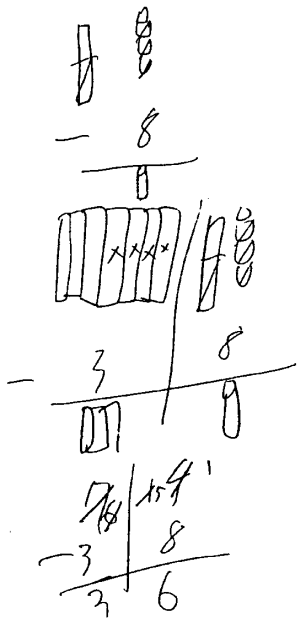


図97-12-25（「タイル図で」「数字で」／5・2進法）

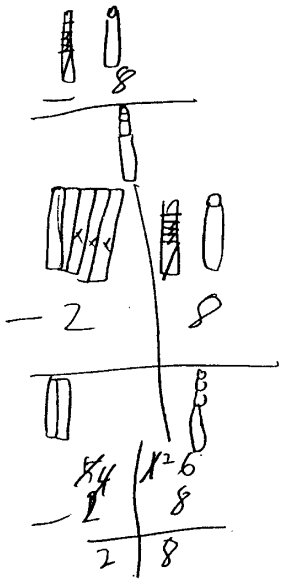


図97-12-27（「タイル図で」「数字で」／減加法）

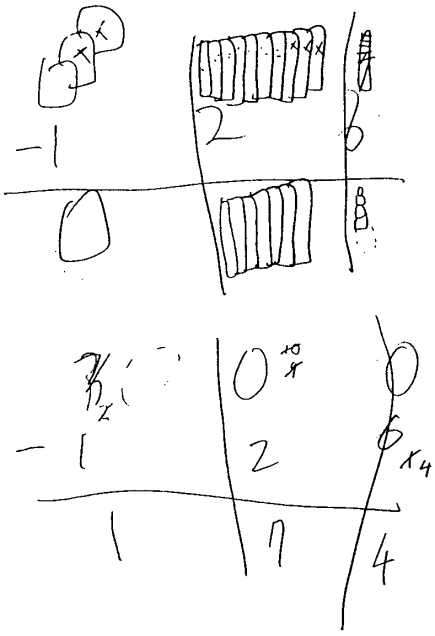


図98-2-16（300-126／タイル図→数字）

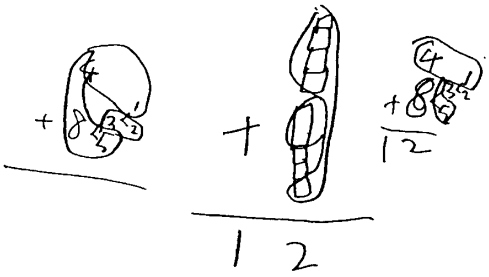


図98-9-14a(数字操作での混乱をタイル図で整理)

また、この段階では、形式（数字）の操作も自信をもって行なえるようになる。そのため、数字で計算する前にどのようにするのかを必ずしもタイル図で確認しなくなる。その結果、形式の操作とタイル図の操作が一致しないこともある（図97-6-2／この時、被験児はタイル図を見ずに数字を操作した。被験児には上に置いた数を元にして5のかたまりを作ろうとする傾向も観察された）（図98-9-14b／上掲の図98-9-14aに続けて8＋3を課した時の作業結果である。3の分解が対応していない）。「答え」は一致しているので、その不一致に気づかない。この場合、不一致を指摘するとすぐに気づき、タイル図と同じように数字の操作を実行できる場合（図97-7-10／見比べて自分で修正）と、そうでない場合（図97-5-6／9＋6ではタイル図上の操作と数字上の操作は一致しているが、2＋7では両者は一致していない。ただし、この場合、被験児にとっては両方とも同じということかもしれない。被験児は両方とも7，8，9と数えて「答え」を出した。）がある。前者の場合は次の段階へと学習を進めることができるが、後者の場合は操作の手続きを対象化する学習過程（タイル図と数字の両方で作業したり、タイル図上の操作を見て数字の操作をしたり、逆に数字の操作をタイル図で示したりする学習過程を継続、あるいは、タイル図上で操作を示す矢印などを書き込んだり、あるいは、「2通りの方法（5・2進法と減加法）で」計算するなどの学習過程を補足）がさらに必要であると考えられる（図97-6-30）（図97-11-17／タイル→数字）（図97-11-25／数字→タイル／この課題ができれば、次の複合過程の学習段階に進めてよいだろう）。

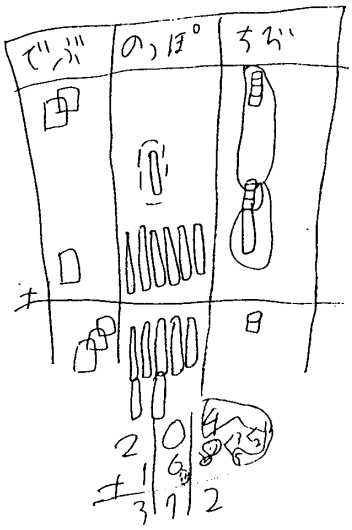


図97-6-2（204＋168／タイル図を見ずに数字を操作）

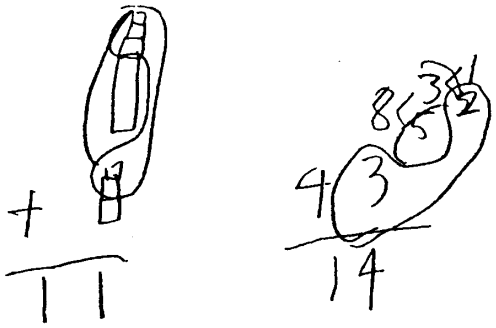


図98-9-14b（タイル図操作と数字操作の不一致）

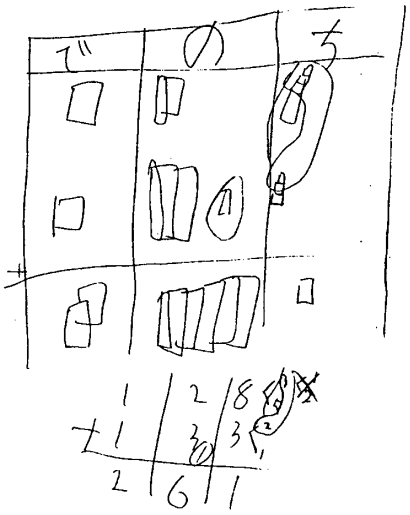


図97-7-10（タイル図に合わせて数字操作を修正）

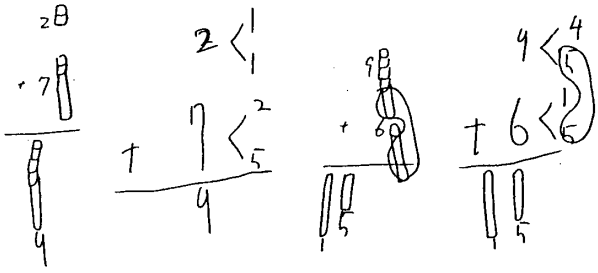


図97-5-6（２＋７の２の分解は不要）

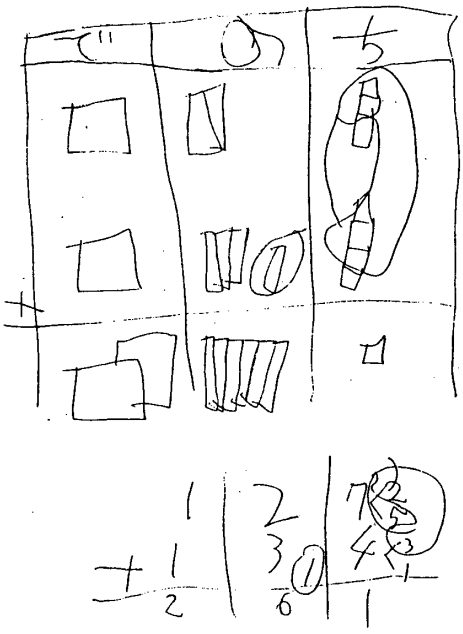


図97-6-30（「タイルのやり方を見て」と）

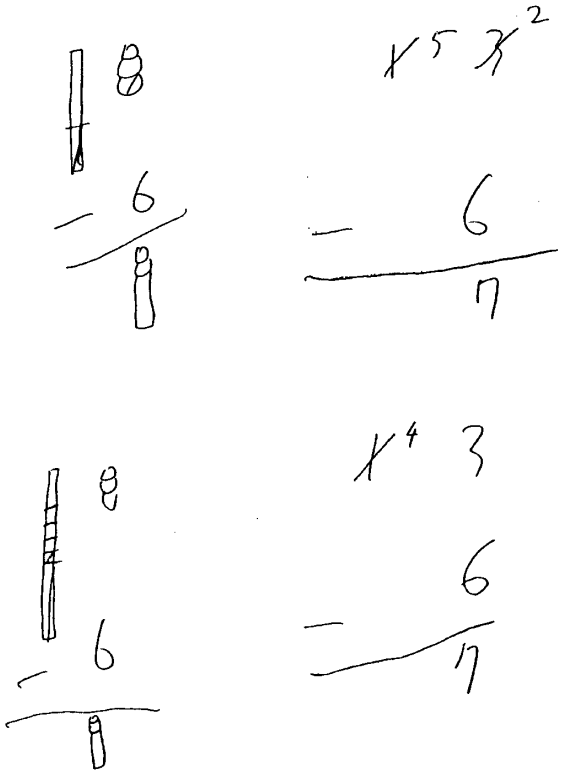


図97-11-17（13－６／「２通りの方法で」）

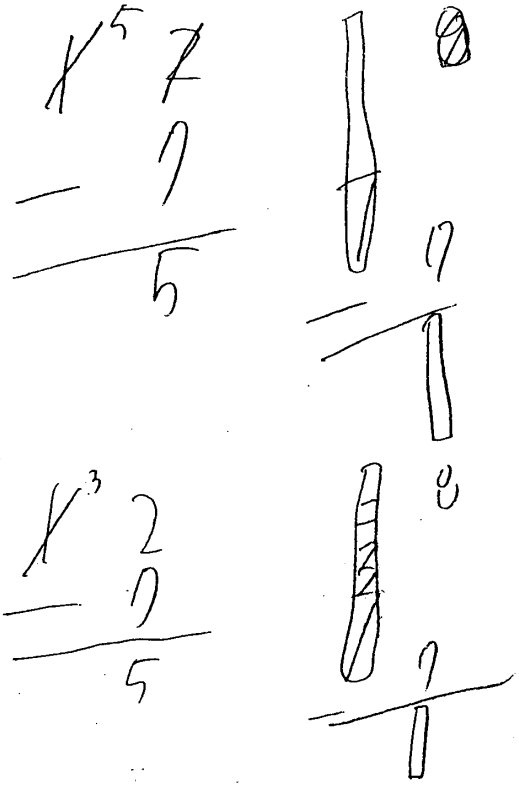


図97-11-25（12－７／「２通りの方法で」）

③　数学の世界

数字と数詞とタイルとの対応関係（三者関係）が成り立てば数字や数詞で課題を子どもに提示することができる。数字と関わっているという点では「モデルの世界」の段階でも子どもたちは数学の世界を見ているわけであるが、学習過程としての「数学の世界」は、「シェーマの世界」の過程に続く形式操作の段階を指す。この学習の段階では、あたかも具体物を操作しているかのように形式（数字）を操作できる、しかも決してでたらめでない、そういう活動を観察することができる。形式操作が「でたらめでない」のはシェーマが意味として働いているからで、「シェーマの世界」と「数学の世界」との境界も曖昧ではある。被験児については図97-9-24および図98-3-9の活動で、加法および減法の学習がそれぞれ「数学の世界」の段階に達したことを確認した。

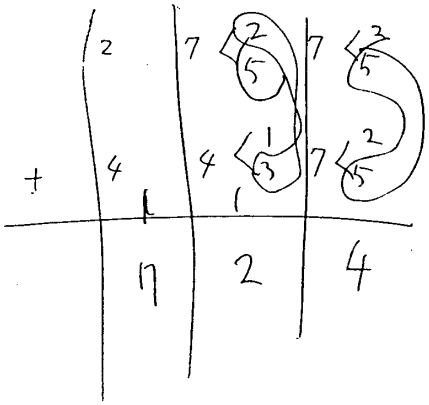


図97-9-24（277＋447／あたかも具体物）

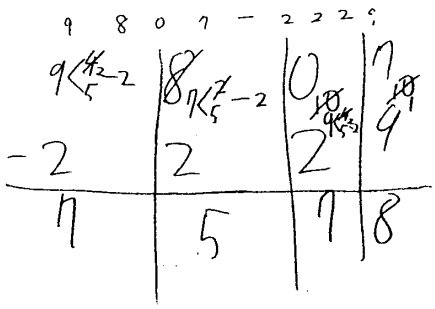


図98-3-9（9807－2229／あたかも具体物）

この段階に達すると、形式操作に馴れるための時間は少し必要だが、「シェーマの世界」までとは違って、複雑さは必ずしも課題解決の難しさにはならない。そのように学習は深化する（図98-4-22）。

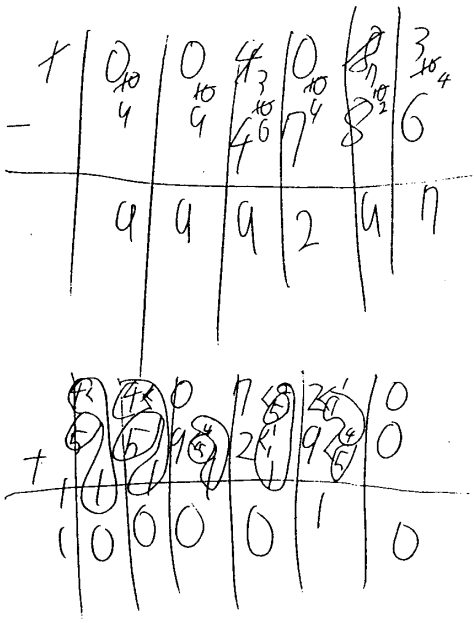


図98-4-22（1004083－4786／440720＋559290）

④　概念操作の多様化と選択

被験児は加法および減法の素過程の計算を数え足しと数え引きでやっていた。数え足し・数え引きは子どもたちにとって難しい考え方ではないが、たし算を数え足すこと、ひき算を逆唱し数え引くこと、それだけで加減を理解し、数の関係を用いる操作が理解（概念的な理解）できないと、桁数の多い複合過程の計算では数え間違えたり、苦痛に感じたりする。

一般に、子どもは教師から教えられた方法を忠実に実行するが、本来は、正しければどんなやり方でもよい（Following-to-Freeing Diagram, Kotagiri 1996）。数え足し・数え引きが間違っているというわけではない。加法の場合なら数え足しでも5・2進法でも十の補数でもよいし、減法の場合なら数え引きでも減減法でも減加法でも5・2進法でもよい（概念操作の多様化）。要はその時に時間がかかり過ぎたり間違えたりせずに、使いやすいと思ったアイデアで作業を進めることができればよいのである（概念操作の選択）。

被験児は８ヶ月の治療的教育で５・２進法の考えにより概念を操作することを指導されていたが、数操作の方法を選択的に実行できるようにはなっていなかった。教師に教えられた方法を忠実に実行するだけという段階では、被験児のように、時として異なった型を混在させた課題で混乱を示すことは（前掲　貴島）予想できることである。だが、治療的教育の継続によって、この点における学習の深化が図98-９-25、図99-２-８、図99-２-９などのように確認できた。図98-９-25は、数え足し・数え引きで計算した時に「先生の方法で」と５・２進法で計算することを求めたときのものである。図99-２-８および図99-２-９は、33×33を求めるために、シェーマ図を書いてから部分積を合わせる作業過程を抜き出したものである。（図97-12-25および図97-12-27も参照）被験児は、素過程の部分の計算方法をその時々で選択している。

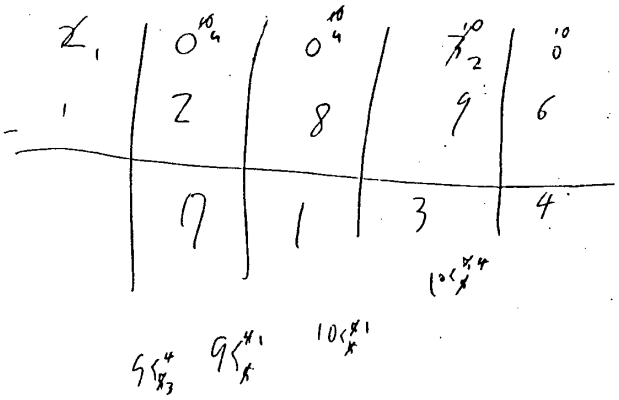


図98-９-25（数を分解／５・２進法）

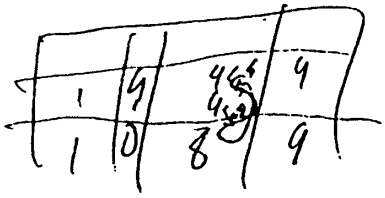


図99-２-８（部分積の和の計算）

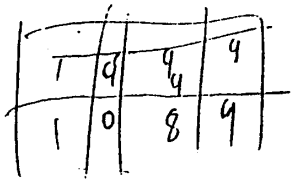


図99-２-９（部分積の和の計算）

⑤　学習内容の総合

加減の素過程もまたいくつかの型に分類される。分類された型ごとに計算方法を覚え込むという仕方では、型を混在させた課題で混乱してしまうことがあり得る。加法の素過程のいろいろな場合が「たし算」の最小単位として、減法の素過程のいろいろな場合が「ひき算」の最小単位としてそれぞれ１つのこととしてまとめ上げられたとき、素過程を計算するアイデアが選択的に用いられるようになったと考えることができる。その「いろいろな場合」がまとめ上げられる学習過程は総合と言うことができる。素過程から複合過程、また、整数から小数、整数から分数へと学習を展開する過程も、それぞれの学習内容を総合するという意味を持つ。つまり、整数の学習から小数の学習への展開においても、整数と小数の、それぞれの領域の理解の内容を１つの体系としてまとめあげる過程が内的にはあるはずである。

被験児M男に対して本研究と並行して別に治療的教育が行われ、小数の加減が指導された（前掲　溝口）。その治療的教育プログラム終了後に、本研究の治療的教育の中で、小数の加減について補足した後、その学習達成を図99-４-23および図99-４-26（整数の場合に続けて課した）のように確認した。図99-４-26の場合、1000－29.96を提示して「数字でする？タイル？」と聞いたところ、M男は「数字がいい」と言って始めた。

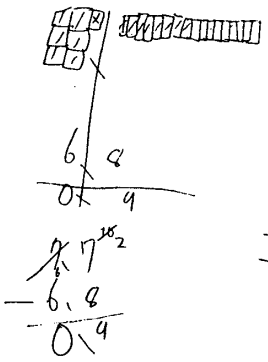


図99-４-23（タイル→数字）

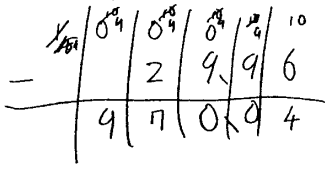


図99-4-26（1000－29.96）

⑥　発見という数学的活動

数学的発見といえば大袈裟かもしれないが、新しいアルゴリズムを偶然にもM男が発見した。それは、教師が伝えようとした考え方を「要領よく」飲み込むことができずにいた結果と言え、従って、「偶然的」で無自覚な「発見」であった。しかし同時に、十進位取り記数法の考え方を、その原理的なところで理解していなかったら、その新しいアルゴリズムを理解し繰り返し適用することはできないことでもあった。数学的発見のいくつかはこのように行なわれるのではないだろうか。

多位数の加法と減法の計算について、図98-3-11および図98-3-15aのような学習達成を確認したので乗法へと学習を進めることにしたが、図98-3-15bにみる不充分さも観察した。そこで、1週間の「宿題」の中に加減の計算を取り混ぜて様子を見ることにした。

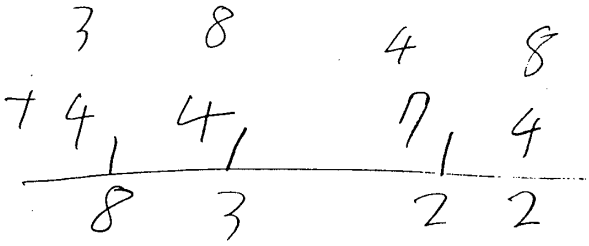


図98-3-11（3848＋4474）

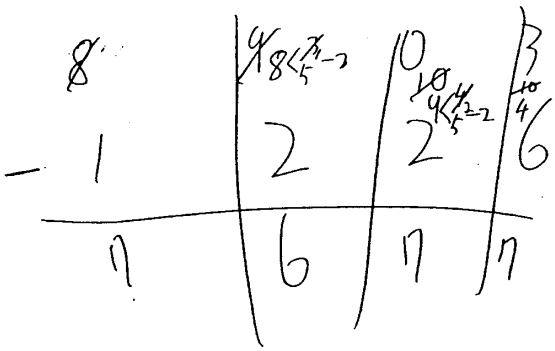


図98-3-15a（8903－1226）

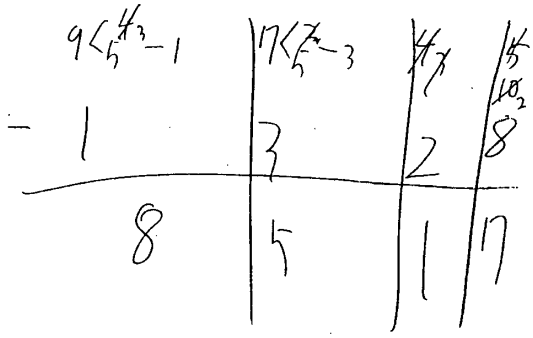


図98-3-15b（9745－1328／7－3＝5？）

図98-8-31は、前々日にした宿題を取り上げて、考えを確認し、問答で間違った個所を気づかせたものである。M男の考えは、引けなかったらとにかく最高位の数から1つずつ繰り下げてくる仕方である。この方法は、ひき算が意味持つものである限り（引かれる数が引く数より小さくならない場合）、すぐ上の位に繰り下げる数があるかどうかを考えることを必要としない。そして、この方法は、各位の数を比較した時、全部、または、ほとんどが引く数の方が大きい場合には合理的な仕方だと言える。（引く方の数が小さい場合には繰り上がり処理をする必要がある。）特に、数え引きで素過程を計算することに慣れている被験児のような場合には、9からの引き算と数え足しで求答できるわけだから、この方法の方が簡単だと言える。数学的な面白さもある。

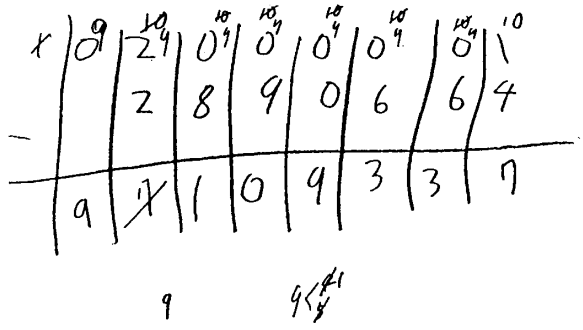


図98-8-31（102000001－2890664）

この方法を被験児は、10000000000－236982401などの型を宿題として課している脈絡で（図98-6-26）、2000－22型の計算手続きの一般化として実行した。十進位取りの原理にそって考えを展開し

ている限り計算の仕方を矯正せずに、宿題の中にいくつか加減の計算問題も混ぜておくという形で様子を見ることにした。繰り上がり処理が必要なところでは初め正しく答えられなかったが、問答で考えを確認する方法で注意を促すだけで、間違いを修正し新しい計算方法を確かなものにしていった（図98-10-22／新しい方法を間違えることなく実行／「先生のやり方で」と指示したが、「自分のやり方」をした。」）（図98-11-13および図98-11-27／教えた方法での実行を求めたら）（図98-12-12／どちらのアイデアでも一見同じ）（図98-12-20／引く０の一の位まで繰り下げて、そして繰り上がり処理をしないで十の位を間違えている）（図98-12-21a／一の位の繰り上がり処理をして正しく実行。なお、９－３は８，７，６と指を折って数え引いた）（図98-12-21b／一、十、百、千、万の位の処理に注目。正しく実行したことを確認した後「無駄なことをしていると思わない？」とコメントした）（図98-12-21c／一の位で10をもらってくる必要があるか、問答で確認してから取り組ませたら、８を書いて、０を４つ付け加えた）（図98-12-26／千の位の処理に間違い。「先生の仕方で」と言ったので、迷ったか？）。そして、M男の考えた新しい仕方であることを説明し、図99-1-11によって「先生の仕方」も理解できることを確認した。（「自分の仕方」で考えてみたから、「教師の仕方」もわかったと言うべきか。）（下掲の図98-12-21dを参照。十の位の数字操作：繰り下げて10→１とって９→繰り下げた一の位の10を繰り上げて１追加）

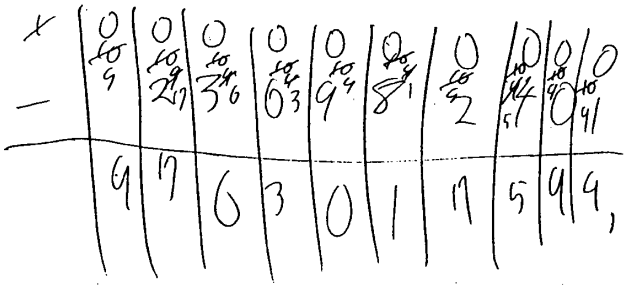


図98-6-26（10000000000－236982401）

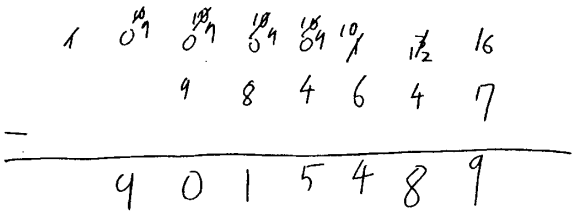


図98-11-13（10000136－984647／「教えた方法で」）

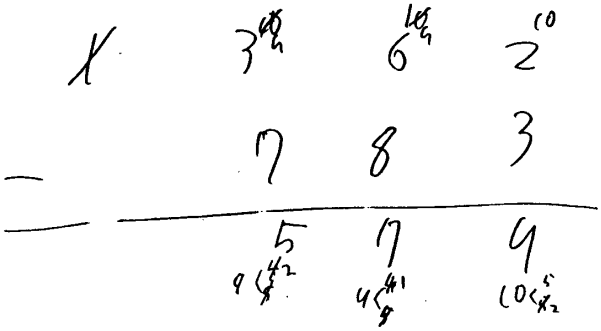


図98-10-22（1362－783／新しい計算方法で）

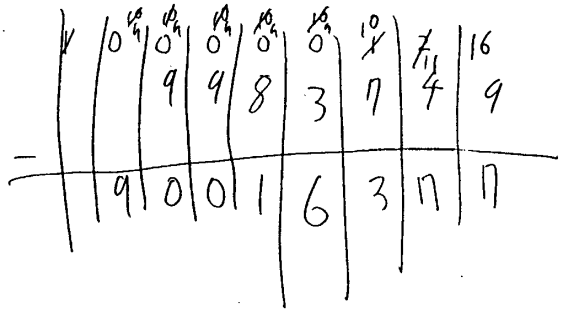


図98-11-27（100000126－9983749／「教えた方法で」）

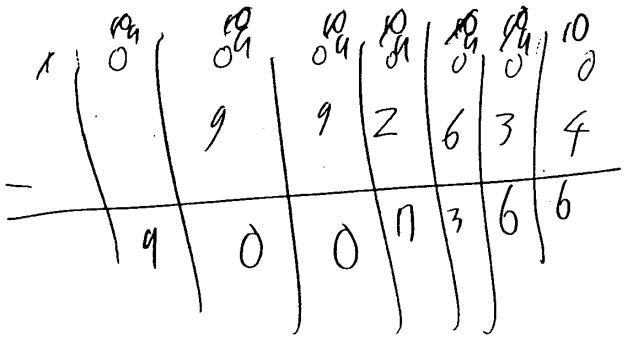


図98-12-12（10000000－992634／一見同じ）

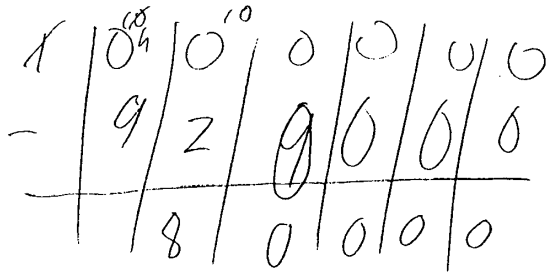


図98-12-21c（1000000－920000／手続きの省略）

図98-12-20（100000000－9926340／一の位に注目）

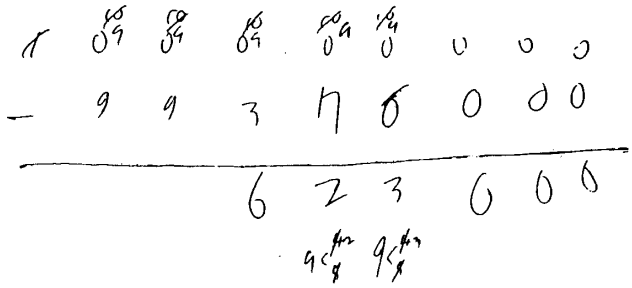


図98-12-26（100000000－99376000／千の位に間違い）

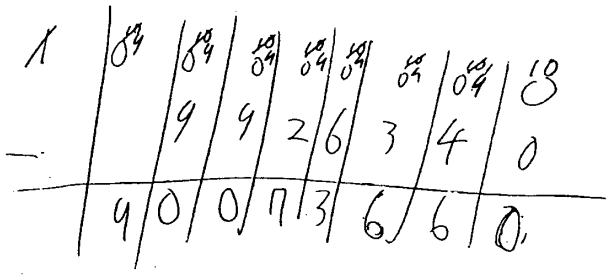


図98-12-21a（100000000－9926340／繰り下げて、繰り上げた）

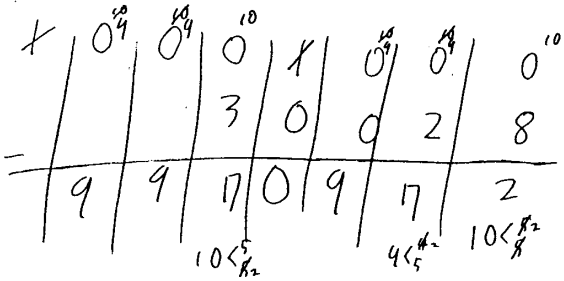


図99-1-11（10001000－30028／教師の仕方でも）

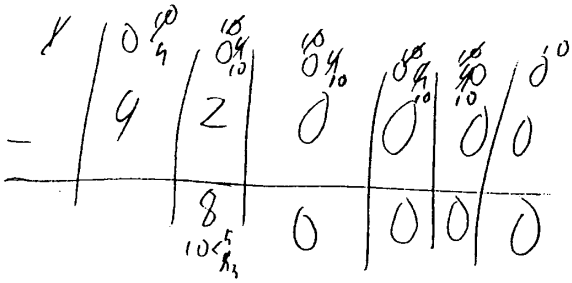


図98-12-21b（1000000－920000／10→ 9 →10）

(2) 観察された学習困難

① 手続き的操作への固執

数の分解合成による素過程の計算が確実にできるようになっても、そして、多位数の数字による計算にも十分に馴れたと思われる段階でも、数え足し・数え引きに頼る。暗算で素過程の計算ができ、その作業の様子はスムーズにさえ見えるが、どのように計算したか確かめると数え足し、数え引きの方法を使っている。「先生の仕方で」と求めると、数の分解と合成を使うことができるのに

である。

図98-12-14a（６＋３＋１，８＋４＋１，７＋２＋１）および図98-12-14b（５＋１＋６，２＋１＋６＋１）は、多位数の数字による計算ができるようになって約９ヶ月が経ったときの記録である。その間、１週間の宿題の中に少なくとも１、２問は加減算を入れておいたので、多位数の加減算について習熟してきたはずである。５・２進法で素過程部分を計算することを求めればできるのに、依然として被験児は、しばしば数唱し、時には指を出して数え足す。図98-12-21dも同様な結果を示している。なお、このひき算の仕方は、上述の、M男が発見したアルゴリズムに従っている。

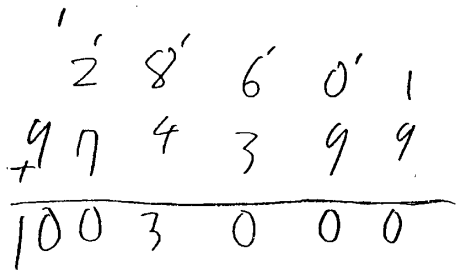


図98-12-14a（28601＋974399／各位で数え足し）

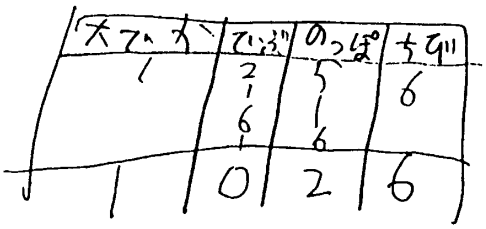


図98-12-14b（部分積の和を求めるときも）

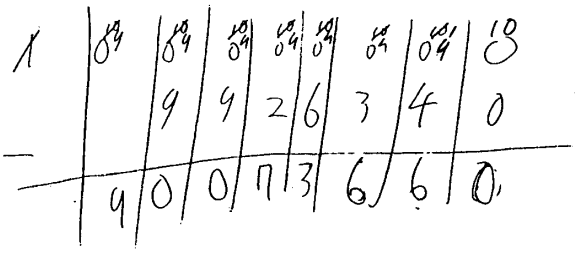


図98-12-21d（100000000－9926340／「自分のやり方」と数え引き）

３以上の数を数え足したり数え引くことは、指や具体物を目の前に置いて利用できない場合、例えば８＋４なら（５＋３）＋（２＋２）＝５＋（３＋２）＋２とか（５＋２＋１）＋４＝５＋２＋（１＋４）と、13－５なら13を５＋５＋３などと表象を操作することより難しいだろう。そうだとすると、被験者が数え足し・数え引きに頼る理由としては、数を分解し合成しなおすという表象操作にまだ馴れていないか、その表象操作を方略として使おうとしないかだと考えられる。

② 整数から小数へ

整数から小数への拡張は、形式操作の上では単純な拡張である。10集まったら1つにまとめて単位とするところを10等分して単位とすると逆に考えねばならないが、小数点以上の位にある関係を小数点以下の位にも当てはめるだけであるから、小数についてもシェーマ（タイル）と数字と数詞の関係を理解することは難しくはないはずで、その三者関係が成立すれば整数の場合とシェーマの、したがって数字の操作は小数でも同じになり、小数の加減の計算も容易にできるはずである。

並行して行なわれた約半年間の治療教育（週１、２回、１セッション40～60－前掲　溝口－）で、小数の加減の計算について「シェーマの世界」の学習段階まで達したと判断できる。この学習到達で約半年を要したということは、テープ図利用による文章題の演算決定の学習にも時間を割いたことを考慮しても、整数の加減ができるようになっているからと言って省略したり簡単に済ませたりすることができないということを示唆している。

この治療教育に（２ヶ月経過後）３セッション（１日１、２問１ページの宿題を含む。また、乗法についての学習も並行させた。）を補った（３セッションを補ったところまでを報告）。まず、2.4+3.7を筆算で求答するように指示したら、指を使って素過程を数え足し6.1と正しく計算した。次に、シェーマ（タイル図）でも計算するように求めたら、0.1のタイルを数え足して正しく答えた。0.3+4.92について、タイル図でも筆算でも好きな方をという指示に対して、まずタイル算を選び、次に筆算を同様にした。続いて4.22－1.26で減法についての達成を調べた。はじめにタイル

算をすることを選び、タイル算でも筆算でも素過程の12－6および11－2は数え引いたが、正しく筆算を実行した。小数の加減についての「お話づくり」（作問）については、補足指導を行なう必要があると思われるが、小数の加減算については、整数の加減算、および、半年間の小数の三者関係についての学習の効果を確認した。

ところが、8－2.3を第二セッションで課したところ、「2.5」と図99-4-19のように混乱を示した。8－2，8－2.3，23－16，2.3－1.8，26－17，36－28，3.6－2.7の教材でタイル算を課し、第二セッションでは整数と小数のタイル算を総合することを求めた。その「授業」は、こういう図を描くのだと一方的に与えることはせず、既にそれぞれについての学習は済んでいるから、それぞれの学習内容を被験児の記憶の中から引き出し、結びつけるように、問答で進めた。タイル図による計算ができたとき、それを数字に置き換えて実行することは簡単であった。第三セッションは、第二セッションに続けて8－2.02をタイル算と筆算のどちらで計算するか選ばすことから始めた。筆算を選んだので、タイル算でも計算するようにもとめた。次に、10－6.92を課したら、タイルですると始めたが、タイル図もうまく描けず、数字でもできなかった（図99-4-26a／タイル図のレベルでも混乱した）。そこで34－18（数字で）、30－8（数字で）、30－8.6（数字で）、10－6.92（数字で）と教材を準備し、位を揃えて式を立てることを気づかせようとしたが、気づかなかった（図99-4-26b）。そこで、30－8，30－8.6を使って、問答で8より8.6の方が引く数が多いこと、8と8.6の8は同じだということを確認し、30－8の式（縦書き）と見比べて書くように指示し、何とか桁を揃えて式を書かせた。その後、「先生だったら」といって位を区別する線を入れて計算して見せた（デモンストレーション）。続けて、100－12.08と1000－29.96について、「タイルでする？数字でする？」と質問し、「タイル、ううん、数字」という反応を確認し、計算させて終えた（できた）。

要するに、小数の型分けという教材の分類にそって言えば、一般型は小数点を揃えて書くことに気づかなくても位が揃うので、整数から小数への学習の展開でつまずきは現れない。しかし、特殊型（退化型）の場合は、それに気づかないと上で見たように失敗してしまうということである。(generality と particularity, 前掲 Kotagiri 1996)

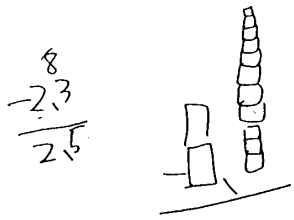


図99-4-19（一の位と小数第一位を混同）

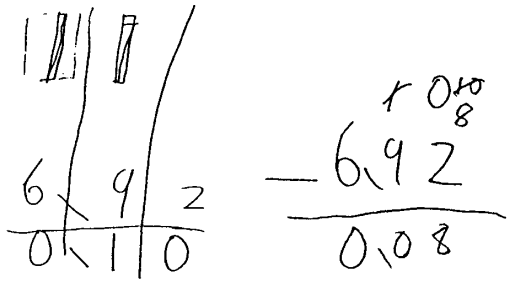


図99-4-26a（シェーマの混乱と機械的な数字の操作）

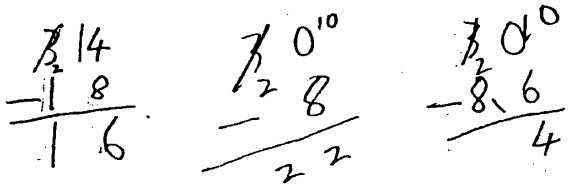


図99-4-26b（小数点に着目して位を揃えることに気づかない）

③　注意力に極端なムラ

被験児Mについては、注意力にムラがあることが観察されている（前掲　溝口）。ここで注意力があるとは、特定の対象／課題に対して集中し、ある程度その集中を持続できることを指す。本治療的教育でも、注意力のムラがいくつかの場面で観察された。

＜作業の中断＞

これまでできていたこと、何題も練習してきたことに対して、「分からない」「やり方忘れた」と言って、注意を向けて作業を継続することができ

なくなってしまったり（図98-8-19）、記号操作の意味に注意を向けきれず混乱してしまう（図98-9-14／たし算と取り違え、そのうえ4と1で5を構成しようとしている）ことがあった。「できない」とか「混乱」して作業が進められなくなってしまった原因が注意の向け方にあると考えられるのは、前者の場合、「今、思い出した」と言って「できる」ようになったこともあり（図98-8-24／数え足し）、また後者の場合、「ゆっくり、もう一度やって」とか、「タイルの絵で」などという指示で「できる」ようになったからである。それゆえ、この作業の不継続や混乱は、以前の学習段階に突然スリップしたように見えるが、アルゴリズムの未学習の段階や三者関係の学習が不充分な段階とは区別できる。

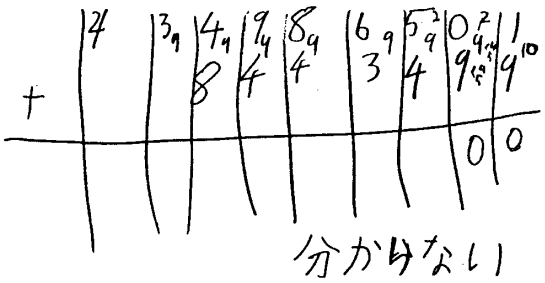


図98-8-19（23498650101＋8443499／「やり方を忘れた。」）

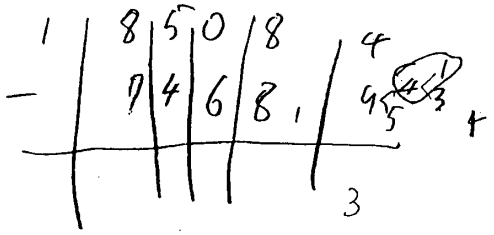


図98-9-14（185084－74689／たし算をしようとして1＋4、繰り上げの1）

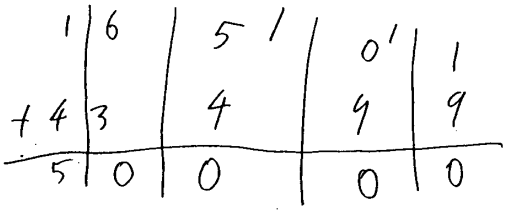


図98-8-24（16501＋43499／「忘れた」と言ったが）

＜機械的な形式操作＞

意味を考えて形式（数字）を操作する段階で、桁数を増やすことによって複雑さという負荷を加えたとき、意味を考えないで機械的な形式操作をしてしまった（図98-12-20／1を1と1に分解）（図98-1-2／一の位で10として、機械的に9に変更した）。これらの形式操作も、注意を向けるべきところで向けない、あるいは、注意を持続すべきところで持続しないことによっていると考えられる（注意を向けるようにすればできる。（図98-2-9））。計算課題だけでなく、作問課題でも見られる。（図98-3-11／「…ありました。…もらいました。…なんこですか。」という形式に、「個」とか「本」を機械的に代入。）

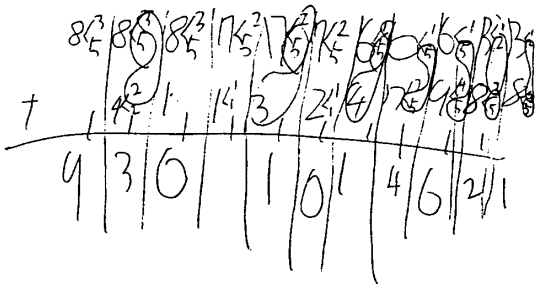


図98-12-20（88877766633＋4113247988／8桁目の1を1と1に分解）

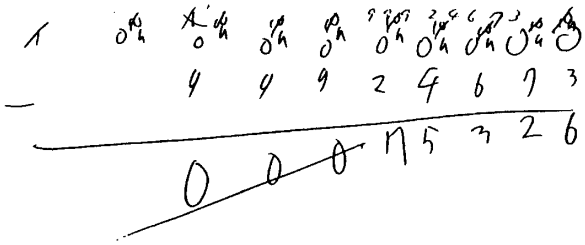


図98-1-2（1000000000－99924673／1桁目と9桁目）

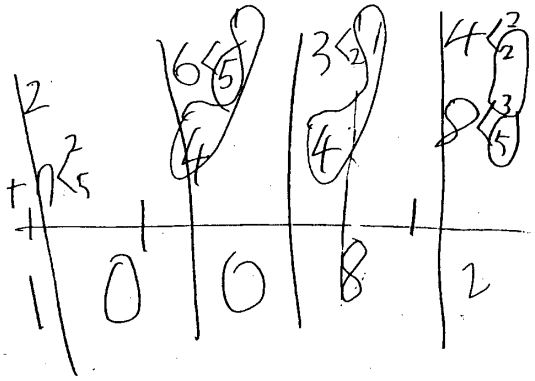


図98-2-9（2634＋7448／注意をうまく向けることができれば）

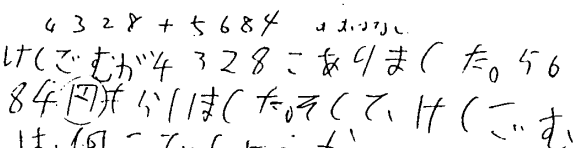


図98-3-11（4328＋5684のお話、個＋円？）

＜論理展開の中断＞

一の位の０－０を実行するとき、繰り下げし、10－０＝10で一の位に10と書いてそのままにし、一の位に10と書いたことに続けて論理を展開できない（図98-4-27a）。被験児が10と答えことは、たまたまそう答えてしまったということではない。図98-4-27bはたし算であるが、ひき算のつもりでし始めて、途中で気づて計算しなおしたものである。M男は、その1桁目で繰り下げて、ここでも10と書いた。０－０を実行するとき繰り下げをしたこと自体は、無駄な手続きではあるが誤りでない。そのあと位取りの原理に従って論理を進めればよいわけである。

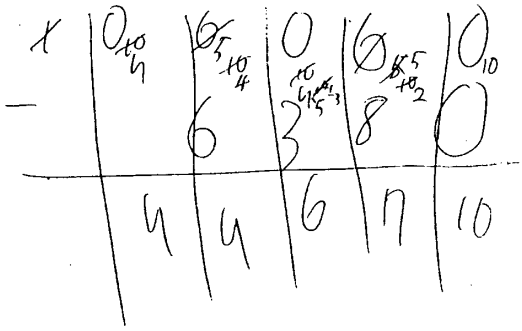


図98-4-27a（106060－6380）

図98-4-27b（ひき算をし始めて、一の位に10）

被験児は、10606－638＝9968とか67460＋32780＝100240などについては正しく減法も加法も計算できていた。また、338－129などについては、筆算の意味をシェーマで確認することは、M男にとっては決して難しいことではなかった。だから、０－０で０とせずに機械的な操作で繰り下げてしまったことはハプニングであったには違いはないが、０－０で繰り下げしたことを修正しなくても、繰り下げたことに続けて論理を正しく展開することは、教師が少し支えて促せばできることでもあった。つまり、論理を展開していく知識は獲得しているが、その展開を途中で中断してしまう、それは注意を促されれば継続できることであるが、それができない（しない）というわけである。

一の位の０－０で繰り下げをする操作は、半年後、宿題として出した課題で再び観察された。また、論理展開の中断という注意力のムラは、小数の減法の学習場面でも確認された。８－2.02のができることを確認して、10－6.92を課したら、８－2.02の計算で用いた論理を展開し切れなかった（前掲　図99-4-26a）。

＜四則概念の混同＞

既習の事項である加減概念で混乱あるいは混同が観察された。乗除はともかく、加減概念（合併と除去）は難しくないと、経験的に言われている。図98-1-9は、減法概念の乗法概念（学習中）との混同を示している。図98-2-5は、「たし算とは？」の質問に「とって」と答え（「とってのこり」と書き、「とってぜんぶ」と書きなおした。）、「346＋187のお話」に減法の計算をした様子を示している。図98-1-21、図98-3-14a、図98-3-14bは、加法の計算の中にひき算を混在させてしまった様子を示している。

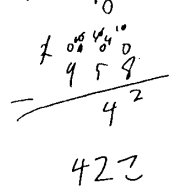


図98-1-9（2000－958のお話／減乗混同）

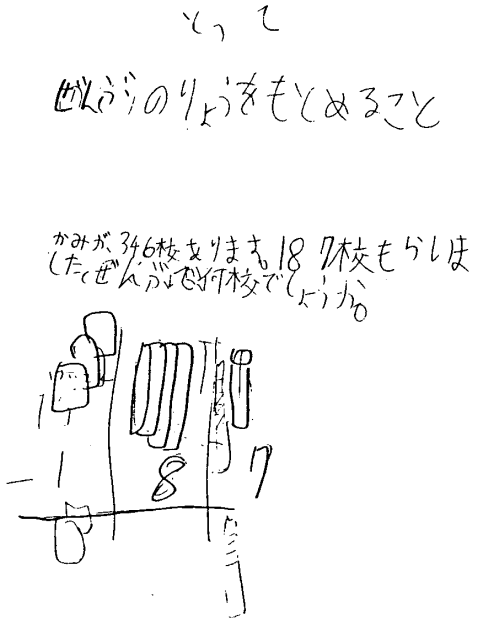


図98-2-5（加減混同（「校」は「枚」のつもり））

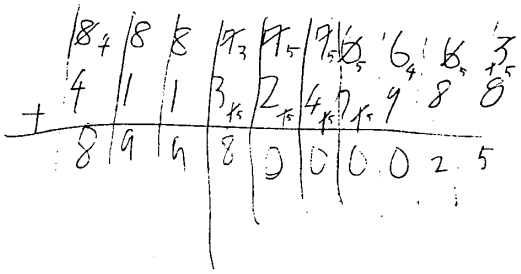


図98-1-21（88877766633＋4113247988／加減混在）

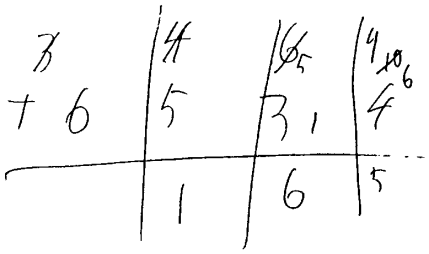


図98-3-14a（3469＋6534／加減混在）

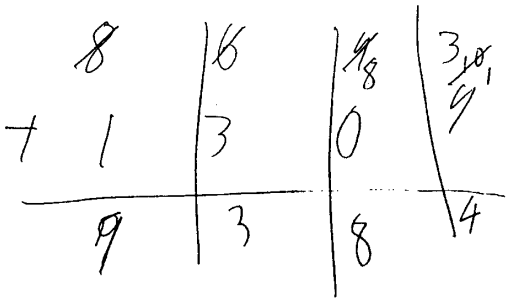


図98-3-14b（8693＋1309／加減混在）

④　メタ認知の幼さ

解答した結果に「自信がない」と答えたり、「宿題」を出すとき聞くと、「大丈夫」とか、「もう１題練習する」などと答えることができる。また、習熟したことにもよると思われるが自分でやり直すことができるようになったり、同じ間違いを繰り返したとき（自分で書いた０と６を読み間違えることを何度か繰り返したとき）、泣いてしまったこともある。だから、メタ認知能力が無いということではないだろう。

たし算だよとか、あるいは、ひき算だよと言ってあげれば済むことであったが、たし算をひき算したり、ひき算をたし算したりすることが、度々観察された。６と０を紛らわしく書くために、正しく計算していても「答え」では間違えてしまう、そう言う間違いを何度も繰り返した。同じ原因の間違いを繰り返すことは、多位数の加法の課題でも、繰り上がりの１を足すのを忘れたり、６は５と１、７は５と２と分解しているのに６＋７＝12と間違えたり、あるいは、１つの位だけ「答え」を書き忘れたりなどの誤りが1ヶ月以上にわたって毎週観察された（図97-11-24／７＋６のところ）。習熟不足ということもあるだろうが、いわゆるケアレスミスだとも言え、注意を促せば間違えないで済みそうな誤答の仕方である。

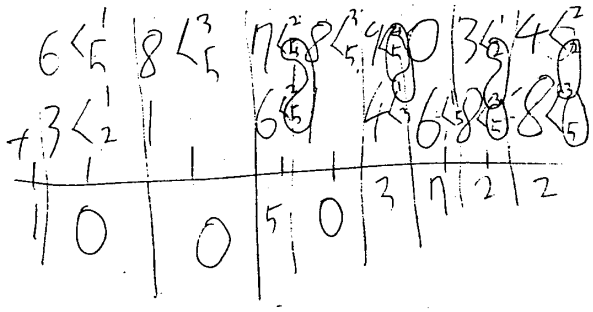


図97-11-24（68789034＋31614688／７＋６のところ）

また、作業課題を混同させてしまうこともあった（図98-1-22／数字の操作で、十と百の位はたし算をしている。また、一の位の数字とシェーマの処理結果が異なるため、作業を中断してしまっている。）（前掲の図98-3-14aおよび図98-3-14bも参照）。注意力が極端に何かの原因で落ちてし

まうということがあるということだろう。この場合も含めて上述の注意の向け方の不器用さは、メタ認知能力の問題としても考えてみる必要がある。

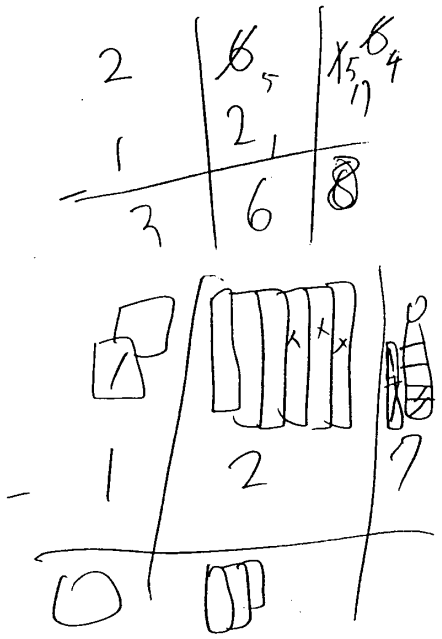


図98-1-22（266＋127をタイル図と数字で）

⑤　スローラーニング

加減の素過程の習熟に長期間におよぶ時間が必要であった。短期間のうちに習熟するために毎日できるだけ沢山の練習を課すという方法は現実的でない（被験児についての項を参照）。タイルを用いる限り「できる」のであるが、「シェーマの世界」から「数学の世界」の段階での習熟には長期間にわたる必要があった。加法の素過程については本研究に先行する８ヶ月の治療的教育に加えて２ヶ月を、減法の素過程については４ヶ月をかけたが十分な習熟に達しなかった。そこで、学習の段階として複合過程の学習へと進めたが、素過程の習熟を複合過程の教材でも計るようにする必要があった。図97-12-1（減減法）は、前掲の図97-10-13、図97-11-17、図97-11-25での素過程の学習が不充分なことを示している。なお、加減の学習の段階を終え乗法の学習に入ってからも、宿題の中には加減の計算（複合過程）問題も含めることにした。

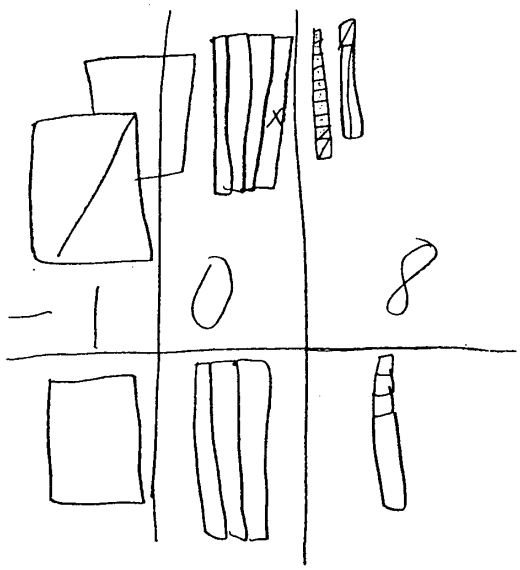


図97-12-1（246－108／複合過程だが減減法）

3．考　察

(1)　学習達成について

具体物の抽象としての記号（数字）を操作し思考を進めるという「数学の世界」の段階に、「学習の筋道」にそって加減の計算の領域で達したことは、前節で確認したとおりである。その過程では、概念操作は数え足し・数え引きの方法だけでなく多様化（複数化）し、選択的にそれらのアイデアを使えるようになったことも前節で見たとおりである。

数学が苦手な子どもには「意味を理解する」とか「わかる」などということは無理だと、広く考えられているように思う。そして、とにかくドリルで結果だけを覚え込んで四則演算ができるようになることが基礎で、意味はそのあとから分かればよいという意見も度々耳にする。しかし、被験児M男が示した事実は（も）逆である。すなわち、「ドリルをして計算の仕方をとにかく覚えて」という学習を続けることは、数学の苦手なM男には無理だった（被験児の所見参照）。十進位取り記数法の意味を理解することを求めたことが、すなわち、その学習過程を省略しなかったことが、M男を「数学の世界」の段階に導いたのである。そして、数学が苦手な子どもだからと言って、数学的なアイデアを理解することは無理だと考えるこ

とは誤りである、むしろ数学的なアイデアを理解できるような丁寧な学習を、数学が苦手な子どもは求めているのだと言うことができるだろう。M男の事例が示唆することは、苦手とする原因がLDであってもそう言えるということである。

しかも、数学が苦手だと数学的な創造とか発見という体験には無縁だと思われるが、実はそうでないということも、M男は示した。すぐ次の位から繰り下げてくるということを、教師が意図したように学んでいたら、最上位から繰り下げてくるという計算の仕方は考えなかったであろう。M男は新しいアルゴリズムを作ろうとしていたわけでないから、その「創造」あるいは「発見」は偶然的ではあった。しかし、同時に、もう一度M男の、その時の数学の世界（学習段階としての数学の世界のことではなく、M男が体験している数学的な世界）を振り返ってみると、M男の数学学習の「歴史」の中では必然的であったのだとも思える。なぜなら、あの学習段階では、５・2進法によって数概念を操作することを学習していたが、まだ数え足し・数え引きをM男は使いやすい方法として好んで選んでいた（数え足し・数え引きへの固執)。すなわち、繰り下がりがない場合、繰り下がりがある場合、さらに繰り下がりがない場合は４－２のような場合、６－２のような場合、９－２のような場合が、繰り下がりがある場合は13－６のような場合、13－９のような場合、13－４のような場合、16－９のような場合が、５のかたまり（「缶詰の5」）の取り扱い方で区別され、いろいろな場合があることはM男にとって答えの出し方として別々に覚えることで、煩雑なことであったに違いない。一方、数え足し・数え引きなら、これらの場合によって足し方や引き方は変らない。ところが、考え方においては数え足し・数え引きは単純であるが、実際に実行するときには一定の時間がかかってしまうし、特に数え引きは数え足しの逆操作を行なうのでさらに時間がかかってしまい、逆思考が求められるので順思考の数え足しに比べると疲れる方法である。減法も数え足し（順思考）だけでできれば、せめて10以上の数からの数え引きをしなくてすめば（逆思考は10以下の数で済めば)、その方法はM男にとって新しく改良された方法ということになる。その方法が、すぐ次の位からでなく、最上位から繰り下げてくる方法なのである。この方法だと、９からの数え引きと1桁の数の数え足しですべての場合が統一的にできる。いろいろな場合を気にせず、しかも10以上の数からの数え引きがないのだから、M男の数学の世界では、必然的なアルゴリズムの改善であったのである。（このアルゴリズムをM男が発見した学習脈絡は、複合過程の一般型は「できる」と判断し、「おじいさん型」で習熟を図る過程であった。）

数学的な創造が、あえて言えば発見が、いわゆる「数学ができる」・「できない」ということによらず体験できるということを示したM男の事例は示唆的である。すなわち、数学という文化は「数学ができる」人だけのものではなく、「数学ができない」つまり苦手だという人のものでもあり、数学が苦手な人も数学文化に参加することが数学の新たな展開のためには必要なことではないかと。M男の数学学習の要領の悪さは、かえって豊かな数学学習を体験することに結果した。学習困難を克服する課題は容易ではなかったが、質的尺度でも、M男の学習達成は十分であると言ってよいだろう。

(2)　学習困難について

＜学習困難間の連関＞

観察された学習困難は、互いに連関しているように思われる。そこで、機械的な形式操作を考察の糸口として取り上げて、論を進めてみよう。すなわち、前掲の図97-９-24のように位取りの考え方を理解し、図97-11-25や図97-12-27のように繰り下がりの概念操作ができるのに、図98-1-2にような、10を９に一の位も書き換えるという機械的な形式操作をなぜしてしまうのだろうか。

意味を考えれば、こういう間違いをするはずがない。同時に、桁数が大きくなれば一々具体的な物をイメージすることは煩わしいことである。機械的な形式操作をして間違えたのは意味を理解していないからというのではなく、意味を理解した学習過程があったから10を９に書き換えたのである。つまり、意味を理解する「能力がない」からではなく、形式を操作する「能力がある」からだと解釈できる。実際、M男は、１を繰り下げてす

ぐ下の位に10を書き、そこから１とって９と修正し、その１をまた繰り下げてと、迷いながらでなく、この作業を素早く繰り返して、そして間違えた。M男は、繰り下げ作業を機械的な手続きに抽象化したのである。計算手続きを機械的に実行できることは、アルゴリズムの特徴であり、数学的な１つの価値である。そういう数学的な操作へと、M男は手続きを一般化したのである。だからと言って、その間違えをそのままにしておくわけにはいかない。では何が問題なのか。間違えた個所を指摘すれば、その理由を理解し、その間違いを修正することは、シェーマの世界に達し数学の世界の段階にあるM男にとっては難しいことでないはずであり、実際に難しいことではなかった。しかし、一の位でも10を９としたことを、単なる「ケアレスミス」で片付けることはできないようにも思う。

一般に、知識（学習内容）を繋げて課題を解決する（計算する）「課題解決過程」では、途中で中間結果を評価して次の手続きを決定する。この中間評価は適切な課題解決のためには大切である。ところが、四則計算のようにアルゴリズムが存在する場合には、そのアルゴリズムを正確に実行することで課題解決に達するので、中間結果の評価は省略することができる。だが、おそらく人間はそのアルゴリズムを手続き指向的でなく目的指向的に記憶するのではないか思われる。もちろん、人間の記憶メカニズムには両方があると思うが、人間の無意味綴りの記憶容量は小さいので、手続き指向的に記憶しても次第に目的指向的に記憶しなおすのではないか。そうでなければいろいろな場合についてそれぞれに対応した手続きを１つひとつ覚え込まなくてはならない。また、手続き指向的にアルゴリズムを記憶する場合でも、複雑な機械的操作を一気に記憶することは人間には易しいことではないから、その学習の過程ではやはり中間評価は必要になる。被験児M男は、手続き指向的に思考し、目的指向的に思考しない（注意の払い方）、そういう傾向にあるという言い方ができるのではないだろうか。そう考えると、素過程の計算における「手続き的な操作への固執」や「加減概念の混同」、また「整数から小数へ」の学習の難しさは、その結果と解釈できる。そして、その背景には、数の概念的な取り扱い（数と数の関係を用いる取り扱い）の相対的な不充分さ（少なくとも小学２年までは加減の計算練習は数え足し、数え引きであった）があるのではないだろうか。

手続き指向的な思考では、計算過程の手続きの実行が正確かどうかということに関心がある。なぜなら、正しく実行する限り、正しい「答え」が得られるからである。M男は、10－１＝９には間違いはないから従って（実は飛躍）、その手続きが間違っているとは考えなかったのではないか。その手続きを疑わずに進めたところには、メタ認知の幼さの問題もあろう。その後、治療的教育の中で、数の概念的な取り扱いを行なうこと（5・2進法）を求めた結果、数え足し・数え引きも依然として用いるが、数の関係を用いる考え方も比較的に楽に使えるようになり、被験児の総合的な計算力は大きく向上し、自分からやり直し確かめるということも観察されるようになった。

＜スケールとしての学習困難＞

観察された学習困難が直ちに学習障害を特徴付けるものであるとは言えない。例えば、機械的な形式操作も人間が持っている能力の１つである。その能力の発揮を学習障害に結びつけるわけにはいかない。そもそも脳機能障害があるとして、それがどうして個々の学習困難として結果するのかを説明しなければならない。当面の方針としては、観察された学習困難が極端な形で現れたり、いくつもの困難が組み合わされて現れたりしたら、学習障害、すなわち何がしかの脳機能障害を疑ってみるということだろう。学習困難が繰り返し観察されたり、極端な形で現れたとしても、その原因が、その子どもが受けてきた教育の方法や用いられた教材にある可能性は残るけれども。どんな学習困難があり得て、それがどう繰り返されるのか、どの程度が極端かということについて、もっと事例を積み重ねる必要があることは言うまでもない。例えば、注意力にムラがあって突然集中できなくなってしまう、癲癇発作のように何かのきっかけで、それが学習障害を示す特徴だとか。

(3) 治療的教育の方法とあり方について

＜治療的教育の方法について＞

四則計算のアルゴリズムは機械的にできるところがよさであるが、その学習はドリルを繰り返す機械的な学習ではなく、意味を理解する、言わば有意味学習である必要がある。これは、これまでの「つまずき研究」（小田切1989）（小田切1990～91）で示唆されていることであり、LDサスペクト児M男でも確認された。すなわち、闇雲に「計算ドリル」を強いることはかえって状況を悪くする、反対に、じっくりと有意味学習に取り組むようにすることが期待する学習達成に到るということを、M男の事例は示している。

有意味学習と言っても、具体的にその教材がどんなものであるかが問題になる。本研究ではその点で水道方式に従った。その中で特に留意したことは、数を分解したり合成したりする概念操作である。ただし、数の分解合成をたださせればよいというものでもない。10までの数について分解合成の練習をすることは、加減計算を知らない子どもにとっては数学学習につまずく原因になる。そこで、５・２進法の考えで教材を準備した。そして、正しい考え方であればどんな仕方でも認めることにして、具体的な計算場面ではその都度考えやすい仕方を使ってよいことにし、しかし、５・２進法の考え方も理解することを求めた。それは、概念操作が多様にでき、選択的にできるようになることを期待したからである。M男は、その期待にそった習熟を見せた。

＜治療的教育のあり方について＞

治療的教育は、週１回の「授業」と１日「５分以内の宿題」で進めた。それは、被験児は学校での授業を毎日受けている、そして宿題もあるだろうという日程の中に、治療的教育を組み込むためである。（保護者が週１回の「授業」に被験児を連れてくるということは、決して簡単なことではないのだけれど。）「１日５分以内の宿題」というのは、時間を計って課すということではなく、１日１ページで１または2問を課し、５分程度で終わるだろうという宿題のことである。そのねらいは、練習して巧みに「できる」ようになることではなく、いま学習していることを１日１回思い出してもらうことである。

治療的教育は、いわゆる「見切り発車」はしない、子どもができるようになるまで待つ、言い方を換えれば、「わかる」まで続けるという方針で始めた。わかるまで続けるのだから「できる」ようになるのは決まっているかというと、現実にはなかなかそうならない。なぜなら、その治療的教育は子どもが参加し続けられるものであることが第一に求められるし、期待する学習達成に何十年もかかるというのであれば、現実的な対応にならない。本治療的教育は、教育方法においても学習達成までの所要期間においても、現実的な対応の範囲にあることを強調したい。そして、本治療的教育の進め方は、学校教育の中に組み込むこともできる。アシスタントティーチャーなどの人的配慮があれば、各学校でこのような治療的教育プログラムを実行することはさらに可能になるであろうし、望まれる。

(4) 分析と総合、その教材

水道方式では複合過程から素過程を抽出する作業を分析といい、反対に素過程を複合過程へと合成する作業を総合という。そして、素過程の指導の後、複合過程の指導へと移行する。その移行のとき素過程の各型を混在させた教材を課す必要があった。また、複合過程の各型の指導を一般型から特殊型へと指導した後、それぞれの型を混在させた教材を課す必要もあった。整数に続いて小数の指導を一通り終えた後、整数と小数とを混在させた教材を課す必要もあった。ここで、あらためて型分けする作業を分析と言いなおすならば、もう一度それらをまとめ上げる作業は総合ということになる。つまり、異なった型を混在した教材を課す過程も、各型で学び取った事柄を総合し、その理解を一般化する学習の過程と言え、その総合する学習過程が必要であったということである。

それは、被験児が手続き指向的傾向の強い考え方をする子どもであったこと、いくつかの型の習熟に一定期間が必要なのでその型のもつ個別な性質が一般化されてしまうことなどにもよると考えられる。もともと手続き指向の強い考え方をする子どもであったかどうか、１つの型の習熟に一定期間を要するからその結果として手続きの機械化という習熟をした結果なのか、いずれであるのかはっきりしないが、もしそう考えられるならば

（その可能性を否定できない）、様々な型を総合する学習は、スローラーニングの子どもに対して教材を準備する上で特に大切な観点となる。

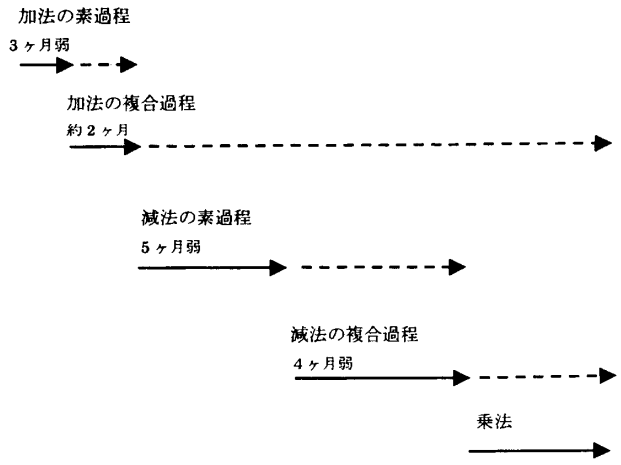
そもそも分析された型を一通り尽くせば、素過程を、あるいは、整数の加法を、あるいは、整数の減法を、あるいは、小数の加減を１つの全体として理解できるかというと、そうではない。目的指向的と言えるかどうかはともかく、分析された型が総合されるとき何がしかの再理解の過程があるはずだということは考えておく必要がある。

(5) カリキュラム

素過程の学習で十分な習熟を確認して複合過程の学習の段階に進むという形では治療的教育を行なうことはできなかった。素過程の計算の練習だけをいつまでも続けると、被験児が飽きてしまうのではないかと心配したからである。だから、数え足し・数え引きに依然として頼っていたが、５・２進法の考え方を理解し、教師の指示で数字でもその操作ができるようになったことを確認して、複合過程の学習段階に治療的教育を進めた。そして、複合過程の学習段階に進んでからも、素過程の計算に習熟することをも課題とした。

すなわち、加法の素過程に３ヶ月弱の期間を必要とした。その後加法の複合過程に学習を進めたが、素過程の習熟もそこで図った。約２ヶ月後、素過程でもかなり習熟し複合過程の計算においても「数学の世界」の段階に達したと判断し、減法の学習へと進めた。減法の学習に入ってからも加法の複合過程の練習を宿題の中に織り交ぜ、加法の計算の習熟を図った。減法の素過程および複合過程の学習も同様に進め、それぞれに５ヶ月弱と４ヶ月弱の学習期間を必要とした。その様子を下の図にまとめた。加法の学習期間については8ヶ月間の治療教育がその前にあったことを考え合わせれば、被験児M男の場合、長期間にわたる学習期間が習熟には必要だったということになる。

ゆっくりだが確実に期待する学習達成に到るのであれば、しかも、そこでの学習が質的に豊かな学習達成であるならば、ゆっくり学習するカリキュラムはもう１つの選択肢である。たくさんのことを覚えたけれども、その学習に納得していない、あるいは、満足していないという問題は、学習障害などのハンディキャップのある子どもたちに限られたことではない。被験児M男の学習はゆっくりではあるが、その数学的活動の内容は決して低くはない。むしろ、新しい減法アルゴリズムの発見に到ったのだから、その学習の様子はぎこちなく見えるかもしれないが、要領良く計算アルゴリズムを覚えこむ学習よりも、質の高い学習をM男は実現したと言ってもいいだろう。このことは、スローラーナーや学習障害サスペクト児などの場合に限らず、今後のカリキュラム改善に向けて示唆的である。



＜治療教育における学習の進め方＞

(6) メタ認知

前節で見たように、少なくとも被験児について言えば、メタ認知は子どもなりに持っていて、無いのでなく、うまく働かない、必要なところでたまたま機能しない、そういう幼さが、計算間違いを度々繰り返す原因になっていると考えられる。本治療教育では、メタ認知能力を訓練するとか、計算する手続きの中に自問させる過程をシナリオよろしく挿入するなどということはしなかった。課題解決の過程における中間評価が、すなわち、課題解決の過程そのものが、形式化し機械的に実行する「ドリル」になってしまうのではないかと心配したからである。

結果論的に言えば、加減算の有意味的な習熟によって、自信がない時にもう一度しなおすとか、数え足し・数え引きに換えて５・２進法でやり直すとか、あるいは、心配なところだけ５・２進法

を用いるとか、また、タイル算の方がいいか、数字で計算した方がいいかを実行に先立って選択するというようになった。つまり、学習の習熟によって、ある程度自己を適宜モニターし、必要な作業を挿入したり、次の作業ステップの内容を考えるようになった。

とは言え、メタ認知に意図的に働きかけるアプローチはあるだろうとも思う。明確な根拠があるわけではないが、何人もの子どもたちが共同で学ぶ授業、ただ集まっているだけではなく、考えを交流しあえる授業の中なら、そういう授業状況が内化することによって、いい結果が得られるのではないかと想像できる。ハンディキャップがあったり、治療的教育の場合、個別授業の形になってしまうが、複数の子どもたちが集団的に（40人もの学級規模を考えているわけでなく、ケースバイケース）学ぶ機会を工夫することについては、今後考えてみる必要がある。注意の向け方、課題解決の時の注意の払い方などについて、外的状況の内化を期待するのである。

おわりに

加減の計算において「現実の世界」から「モデルの世界」と「シェーマの世界」を経て「数学の世界」へと、包括性LDサスペクトの被験児M男は学習を進めることができた。その過程では数え足し・数え引きばかりでなく５・２進法や10を分解するなどのアイディアを理解し、それらを使って加減のアルゴリズムを実行することができるようになった。この学習の展開は普通学級でも行なわれているものであり、従って、被験児が学習障害（包括性）の特徴（数学学習の可能性と学習困難）を学習の過程で表したと考えられるならば、LD児（包括性）も他の子どもたちと同じ上述の筋道にそって学習を進めることができると結論付けることができる。そして、LDサスペクトの被験児が示したように、その学習の過程は、子どもなりの数学的な創造あるいは発見をも内包するものであり得る。

被験児の学習の仕方と普通学級の学習の仕方と異なっていた点は、被験児の場合、ゆっくりと学習を進めたことである。ゆっくりと学習を進めること、すなわちスローラーニングは、必ずしも改善すべき対象にはならない。ゆっくり学習を進めることで、納得できたり、M男が自分のアルゴリズムを創ったように自分なりの分かり方を追究できれば、ゆっくり学習を進めるカリキュラムは、もう１つの選択肢になる。つまり、1つのことを短期間のうちに集中的に学び次から次へと学習を進めていくというカリキュラムではなく、１つのことを長期間にわたってじっくりと学ぶ、それをいくつか並行させるというカリキュラムである。

学習障害を疑うことができる学習困難の特徴としては、手続き的な操作への固執、学習内容を総合する学習過程でのつまずき、注意力のムラ、メタ認知の幼さなどを観察した。これらについては互いに関連しているように思えるので、さらに事例を積み重ねて整理しなおす必要がある。当面、第一報で観察した学習困難とあわせて、特定な学習困難が極端な現れ方する場合やいくつもの困難が同時に現れる場合などには学習障害、あるいは何がしかの中枢神経系の問題性を疑うことは必要なことかもしれない。その場合でも、本研究の事例を教訓化して言えば、M男が示したように、誤りが発見につながる、学習の不成立・不充分が発見につながるということもあるので、学習困難が観察されたからと言って、そのことは必ずしも否定的なことではない。学習困難は、授業論上積極的なきっかけにもなり得る。学習の過程で観察された困難は、学習の限界を意味しているのではない。観察された学習困難をあらかじめ折り込んで指導に当たることで、学習困難を超えた学習の広がりを実現させることができるだろう。

最後に、カリキュラムの編成を含めて教育現場での柔軟な対応が求められていることを付け加えておきたい。つまり、学習障害などが原因と考えられる学習の遅れに対して、その治療的教育は長期間にわたるものと予想される。そうすると、学校教育のカリキュラムと治療的教育のカリキュラムが二重になる期間が何年にもなるということである。このことは、子どもにとっても保護者にとっても大きな負担となる。本研究のM男の場合も3年以上になり、二重のカリキュラムで進めることが、大きな負担になっているだろうと思われる。

参考・引用文献

Bernice Wong (1995), Learning About Learning Disabilities, Academic Press, pp.425-451

Kotagiri, T. (1996) An Attempt to Construct a Teaching／Learning Theory: Some Diagrams Showing Child's Cognitive Changes in Math Learning,『日本数学教育学会第29回数学教育論文発表会論文集』pp.235～240

小田切忠人（1989）「「つまずき」の傾向と対策」『数学教室』（国土社）No.452

小田切忠人（1990～91）「子どものつまずきに学ぶ算数指導法」『算数教育』（明治図書）No.404～416

小田切忠人（1998）「学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）」『日本数学教育学会、第31回数学教育論文発表会論文集』pp.57～62

貴島　由香（1996）『包括性LDサスペクト児の指導事例』（琉球大学教育学部養護学校教員養成課程卒業論文）

平田　永哲（1998）『転換期の障害児教育』（国際印刷）pp.40

溝口由紀子（1999）『算数の学習に困難を示すLDサスペクト児の指導事例』（琉球大学教育学部養護学校教員養成課程卒業論文）