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

琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要
No.4, 51-70, 2002.

学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）V

― 数学学習の可能性と学習困難 ―

小田切　忠人

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

Tadato KOTAGIRI*
University of the Ryukyus

My previous studies have demonstrated that a child with learning difficulties (LD) was able to obtain arithmetic skills by going through the four learning steps of "Real World," "World of Models," "World of Schemas," and "Mathematical World." However, the same subject manifested similar learning difficulties as he had shown previously when he eventually encountered calculations involving positive and negative numbers. If his learning difficulties are presumed to derive from some form of brain dysfunction, it is well advised to employ remedial assistance that is particularly suited to enhance the arithmetic potential of the subject in question. This paper argues the level of mathematical possibility of children with LD by introducing some remedial tactics I have employed to realize such potential and discusses some of the recurrent difficulties manifested by the children suspected of brain dysfunction.

Key Words: Learning Disabilities, Recurrence of Learning Difficulties, Learning Steps, Arithmetic Calculations, and Remedial lessons.

はじめに

脳の、あるいは、脳機能の損傷（damage）を診断することは一般に難しいことで、「学習障害」という用語で言及されてきた子どもの学習困難の原因を特定することは、もともと極めて難しいことである。それは、「学習障害」という障害概念を定義することの難しさを意味する。今日、「学習障害」を、脳の傷害もしくは損傷というより、脳の機能不全に結び付けて説明するようになっている（篠原吉徳 1993）が、その診断はやはり難しいことである。学習の困難を「障害」に結び付けて考えるとき、子どもが社会的経済的に不利益な状況に放置されてきた場合などは問題をすり替えてしまうことにならないように注意する必要がある。また、子どもが極端に社会的経済的に不利益な状況に置かれていない場合も、学び方／教え方の問題性を排除しきれる明確な根拠はない。学習障害という語をどう捉えるのかという論はそれ

*Faculty of Education, Uni. of the Ryukyus

はそれとして、すなわち、脳の機能不全が一次的なこと（生まれながら）なのか二次的なこと（中枢神経系が傷害または損傷を受けたことによる機能障害）なのか、学習の大きな遅進の主な原因が中枢神経系の機能不全にあるのか学び方／教え方にあるのかはともかくとして、現に私たちの前にいる、そのような子どもたちに基礎的な学力を保障する努力は、具体的に行なわなければならない。

この立場から、本研究では、中枢神経系の微細機能障害あるいは機能不全による学習困難の可能性が否定しきれない以上、学習困難の主要な原因の一つとして中枢神経系に何がしかの問題性があり得ることを前提に、学習障害の特徴を示す被験児について、基礎的な数学的知識としての数と計算（Numeracy）の学習の可能性を実践的に確認すると共に、その学習過程で観察される学習困難について観察してきた。それは、中枢神経系に機能障害があるとするならば、その場合の学習の可能性が教授／学習の方法と共に具体的、実践的に示されることが何よりも求められることであり、また、中枢神経系の障害が存在するならばその障害に結びついた学習困難も観察されるはずであり、そういう学習困難について知っておくことは教師にとって必要なことであると考えたからである。

ところで、基礎的な数学学習について、その学習達成を実践的に確認する場合、子どもには数年間にわたる学習期間（義務教育期間）が準備されており、高々数ヶ月という学習期間で期待する学習達成の可能性を論じるのは適切でない。また、中枢神経系の障害あるいは機能不全により学習の遅進（アンダーアチーブメント）に結果してしまう場合、「学習障害」を視野に入れた教師の対応はできるだけ早い段階で取られる必要がある。そのためには、「学習障害」の疑いを、アンダーアチーブメントによって判断するのではなく、大きな学習の遅進に結果する前に、その学習の過程で判断できればよい。その手がかりは、子どもが学習の過程で直面する困難を観察することで得られるのではないだろうか。つまり、中枢神経系の何がしかの「障害」が学習の停滞に結果してしまうような場合、どのような学習困難に直面するのか、あるいは、その学習困難はどのような特徴をもつのかを観察することによって、早い学習段階での「障害」の診断が可能になるのではないだろうか。

これまでの本研究の結果、小学4年時に1位数の加法計算でも間違えてしまうことがある、そして加法アルゴリズム（多位数の筆算）が獲得できていなかった、従って減法および乗除法などのその後の学習課題についてはほとんど未達成であった、典型的な包括性学習障害（平田 1998）と考えられる（包括性の学習障害が強く疑われる）被験児について、整数（Whole Number）の加減乗除の計算アルゴリズムの獲得を治療的な教育を継続することにより確認した。そして、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」という学習段階が、その学習の達成のための筋道となることを確認した。また、その過程でいくつかの学習困難を観察し、その特徴は学習困難の特異性あるいは異質性にあるというより、その頻度あるいは程度にあるのではないかと考えるに至っている。（小田切1998, 1999, 2000, 2001a, 2001b）

本稿においては、まず包括性の学習障害が疑われる被験児の学習の到達点についてあらためて確認し、次にその学習の筋道と治療的な教育の方法についてまとめ、最後に被験児の学習困難の再現性について見る。学習の過程で被験児に観察された学習困難が中枢神経系の機能不全あるいは障害によるとするならば、その現象はある状況で再現的に現れるはずである。再現的に観察される学習困難の特徴について、四則計算アルゴリズムの獲得の後に続けた正負の数の学習において確認しまとめる。ここで、学習困難とは、間違えたり、意味を展開できなかったり、思い出せなかったりなどの理由で学習を進めなくなってしまうことを言う。間違えたり、意味を展開できなかったり、思い出せなかったりなどということは、学習の過程では誰にでもあることであるが、そのために学習がその先に進めなくなって停滞、場合によっては後退したかに見える状態、そのためにそこでの学習課題の獲得ができない状態に、学習困難という語で着目する。学習困難は、学習者が自覚的である場合もあれば、そうでない場合もある。

1．学習障害児の学習可能性／学習到達点

学習の達成は、学習の方法や障害の内容等に大きく関わることで、その達成は実践的な課題である。従って、学習の可能性は、実践的な課題として論じられるべきものである。この立場から、本研究で確認できた学習の可能性を学習の到達点で示す。

被験児は、「算数」の学習について包括性の学習障害があると判断される特徴を典型的に表していた（前掲、小田切 1999)。被験児は、加法アルゴリズムの学習でつまずき、機械的なドリル学習を繰り返すことに特徴のある学習による補習を学習塾で受けるようになったが、そのつまずきを克服できず学習塾に行くことを泣いて拒むようになり、小学３年の初めにやめてしまった。被験児は小学４年のときから治療的な教育を受けるようになり、小学５年から本研究の治療的な教育を継続的に受けるようになった。このとき被験児（10才２ヶ月）は、１つずつ数えて答えを出す手続き的な理解の仕方はできたが、数の合成と分解を利用して答えを出す概念的な理解の仕方はまだ十分にできなかった（図1997-02-12　数え足したあとが観察できる。概念を操作して答えようとして、３＋９と８＋９では間違えてしまった)。そこで、６～９の意味理解、および、十進法・位取りの原理について理解の程度を確認しながら、たし算の素過程（１位数どうしの加法）からはじめ、整数の加減乗除の計算ができるようになることを目標にした。

治療的な教育は、１週間に１度通ってもらうことで進めた。残念ながら、学校との連携は取れなかったが、担任の教師は母親を通じて、被験児が本治療的な教育を受けていることは知っていた。被験児には大きな学習の遅進があり、学習障害が強く疑われる子どもであることを学校側も知っていたはずであるが、被験児について本研究以外の関わりは工夫されなかった。従って、被験児の学習達成は、本治療教育の直接的な結果であると考えることができる。治療的な教育の結果、被験児の加減乗除についての学習の達成を以下のように確認した。

継続的な治療的教育を開始してから、約５ヵ月後、多位数の加法を筆算で行う学習目標に一応達した（図1997-07-05)。ひき算の素過程に学習を進めてからも、たし算の筆算についての習熟を図り、図1997-09-22は、それから２ヶ月が経過した

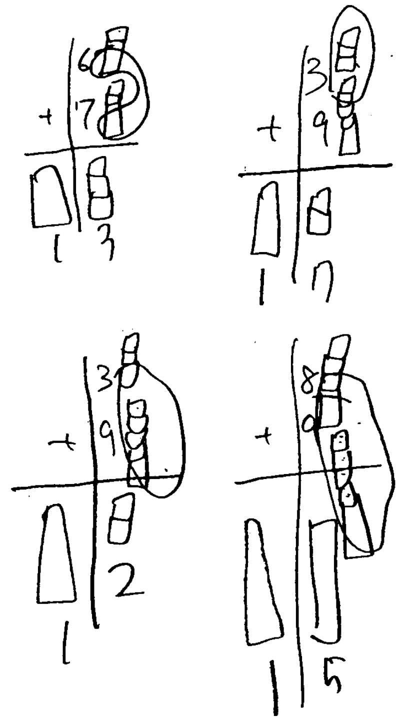

図1997-02-12（ 3＋9 ＝17，8＋9 ＝15 ）

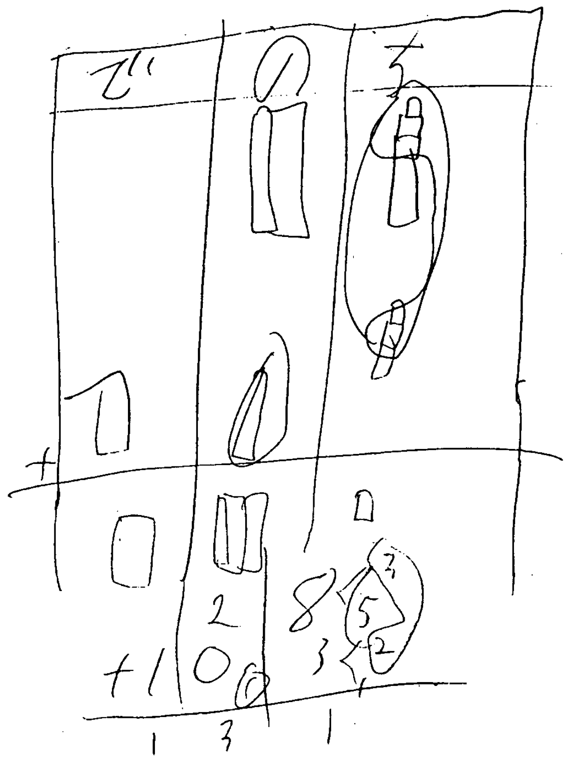

図1997-07-05（ 28＋103 ）

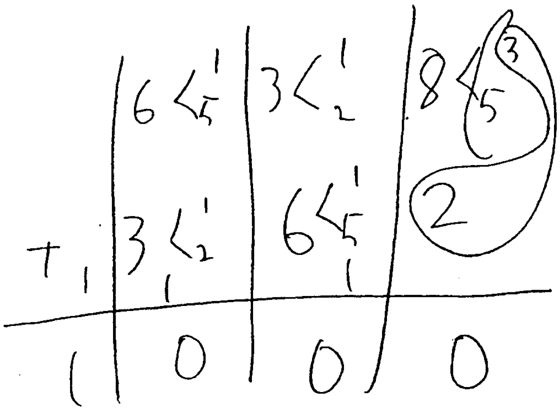

図1997-09-22（ 638＋362 ）

時点での達成状況である。被験児は、何桁でも筆算でたし算ができるようになっている。ただし、３の分解は不必要な操作である。論理的な誤りでないので、被験児が自分からその操作を省略するまで何も言わずに様子を見ることにした。被験児は不必要な操作を省略しようとはせずに、分解して合成する手順をなかなかくずさなかったが、そのままにし、並行して、ひき算の学習を進めさせた。

減法については、素過程の学習をはじめてから約８ヵ月後の学習の達成を図1998-03-09は示す。この達成段階で、加法について、図1998-03-11の習熟を観察した。数の三者関係および加法の素過程についての復習と、減法の意味および素過程から複合過程までの学習目標に、被験児は約13ケ月で達した（前掲　小田切 1998, 1999）。

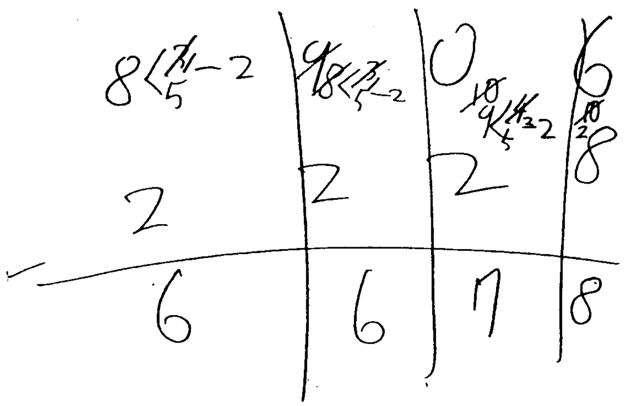

図1998-03-09（ 8906-2228 ）

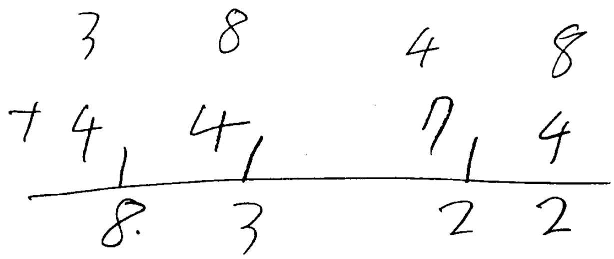

図1998-03-11（ 3848＋4474 ）

加減に続けて乗法に学習を進めた。被験児（11才３ヶ月になっていた）は、かけ算の意味を定義する学習から始める必要があった。かけ算九九については、部分的に覚えていた。何度も唱えて練習をしたのだろうが、それが被験児にとって九九を丸暗記する限界であった。（前掲　小田切 2000）。かけ算の問題場面を想定できなければ意味を考えようがないから、素過程（かけ算九九）の範囲で「お話」を作り「絵」で表現する作業から始めた。「１当たり量」と「いくつ分」から「全体の量」を求める現実場面を想起あるいは想定し、それを「絵」で表現することができれば、「答え」が見える。「現実」の場面を「モデル」で表現する思考の様式でかけ算を捉える作業から始めて、途中休みがちにはなったが約14ケ月の後、図1999-05-24および図1999-05-29の達成を確認した。67×5843のような複雑な計算の場合にかけ算九九やたし算

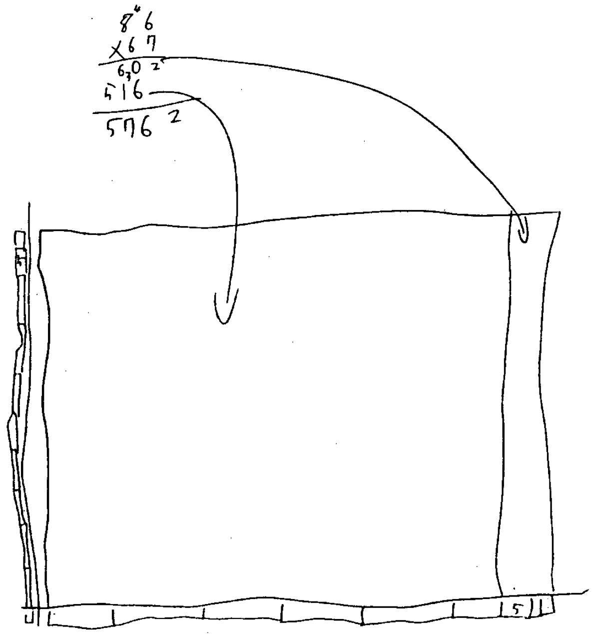

図1999-05-24（ 86×67 ）

でミスをするという不十分さはあったが、問答で点検すれば正しく実行できたので、あとは「宿題」で補うことにし、除法の学習へと治療的な教育を進めた。

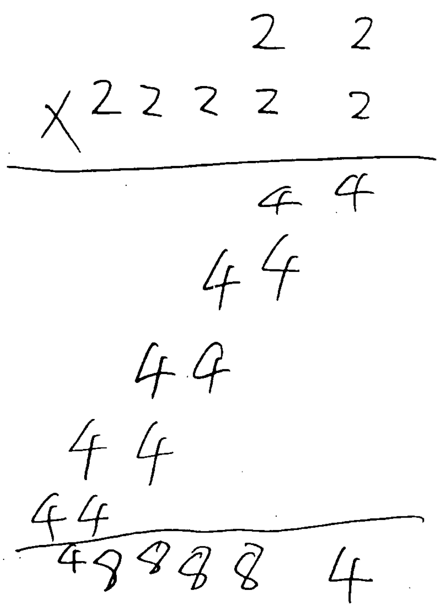

図1999-05-29（ 22×22222 ）

除法の学習も意味を定義することから始めた。まず、「お話」が作れるようにした。「現実」の場面をわり算として切り出す作業だけを被験児に求めた。その次に、「お話」を作りそれを「絵」にして「答え」を出す作業を課した。「現実の世界」にわり算の根拠をおき、「モデル」（実物そのものでない物）で表現する課題から、÷２位数の筆算の導入（「数学の世界」の学習段階）までの学習に約18ケ月の期間をかけた。途中、治療的な教育は途切れ途切れになったこともあるが、タイル図（わり算のシェーマ）の導入、シェーマ図を描いて商を求めること、わり算の素過程（かけ算九九１回適用で商が求まる型）を÷２位数のシェーマの作図に利用することなどに先を急がず取り組ませた（前掲　小田切2001、および、後掲の図2000-11-27）。そして、÷多位数の除算アルゴリズムの学習は約５ヶ月にわたった。わり算の学習は合わせて23ケ月にわたったが、その学習期間は、治療的な教育の中断状態の期間を除けば約１年程度になる。その学習達成は、図2001-05-01のとおりである。

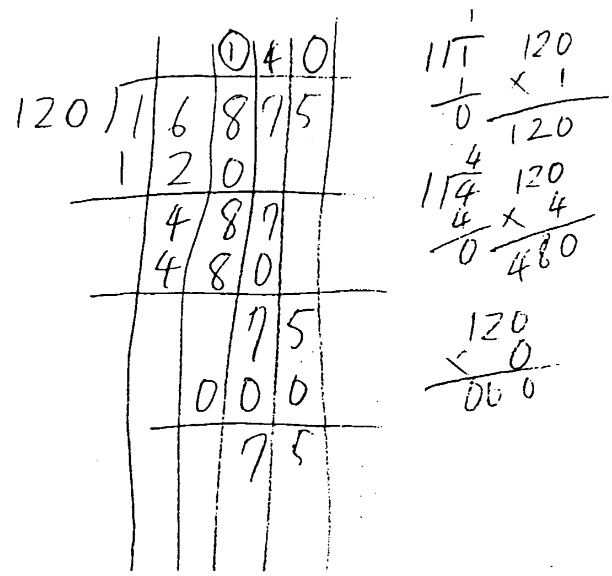

図2001-05-01（ 16875÷120 ）

２．学習障害児の治療的な教育の内容と方法

＜治療的な教育について＞

被験児は加法の筆算アルゴリズムの学習でつまずいていたので、治療的な教育の内容を四則の筆算とした。整数の四則計算の知識と技能は基礎的なものですべての子どもに保障されるべきものである。被験児もその例外であってならない。まず加法の筆算アルゴリズムの獲得を学習の目標とし、その次に減法、乗法、除法と順に進めることにした。「減法、乗法、除法と順に」とは、たし算の素過程から始め筆算による多位数のたし算ができるようになってから、ひき算の学習に進むということである。ただし、たし算の筆算に習熟するための練習はひき算の学習の段階に進んでから「宿題」の中に織り交ぜることで図ることにした。ひき算の学習も、素過程から始め複合過程に達するまで学習が中断しないように進めることにし、その習熟のための練習は、かけ算の学習に進んでから「宿題」の中に織り交ぜて行うようにした。かけ算、わり算の学習も同様に進めた。

「算数」の学習におけるつまずきは、繰り上がり・繰り下がりのある加減の計算で語られることが多いが、繰り上がり・繰り下がりの仕方が覚えられないということは現象であって、数の理解の仕方・内容につまずきの原因があると考えてみる必要がある（小田切1990-91）。被験児の場合も、

たし算の素過程（1位数どうしの加法）の学習と並行して十進法と位取りの原理についての理解を確かなものにすることが必要だと考えた。特に、たし算の素過程の学習では縦書きにし、一の位と十の位を区別する線も入れるように（図1997- 02-17）、また、2位数の三者関係の学習では位を表す「部屋」も描くように指示して（図1997-03-03)、位取りの原理に注意を払うようにさせた。

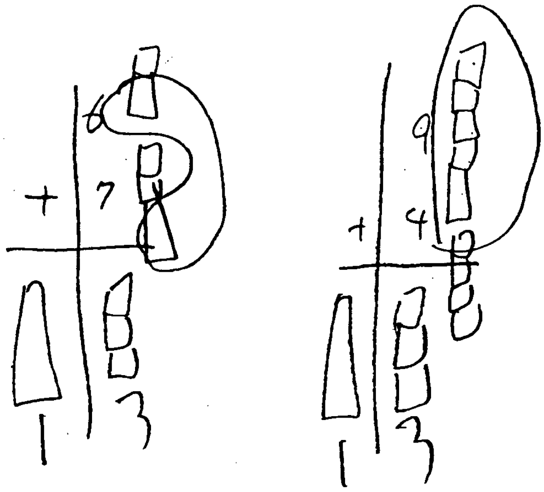

図1997-02-17

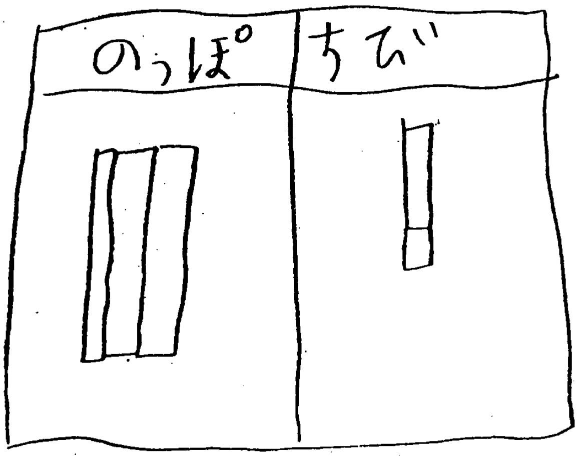

図1997-03-03（さんじゅうろく）

教材は、「お話」「絵」「タイル算／タイル図」「式・計算」からなる。現実の世界から演算の場面を切り出す、あるいは、現実の場面に演算を展開する課題が「お話」作りである。「絵」は、現実の演算場面を「絵」で表現する。「タイル算／タイル図」は、演算を、タイルを操作して、あるいは、タイル図を描いて実行する課題である。演算、および、演算の実行過程を数を用いて表現する課題が、「式・計算」である。現実の世界は、演算の意味を定義し、数学的な概念を理解し、その存在を確信させる前提であり、「絵」は、その表現であり、直感的な記号化である。治療的な教育では、「お話」「絵」「タイル算／タイル図」「式・計算」を相互に転換可能な形で理解する学習を、機械的なドリル学習に対置させた。（図1998-09-29a，図2000-11-26）

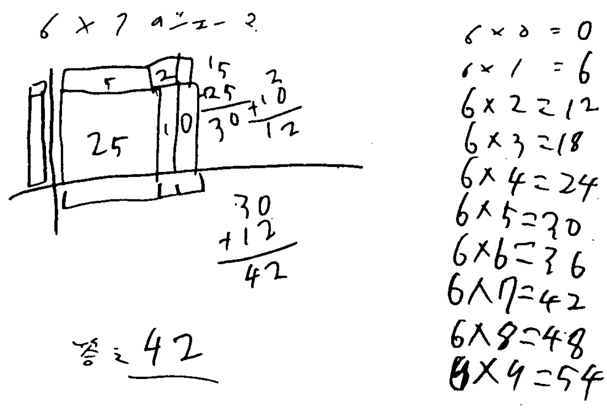

図1998-09-29a

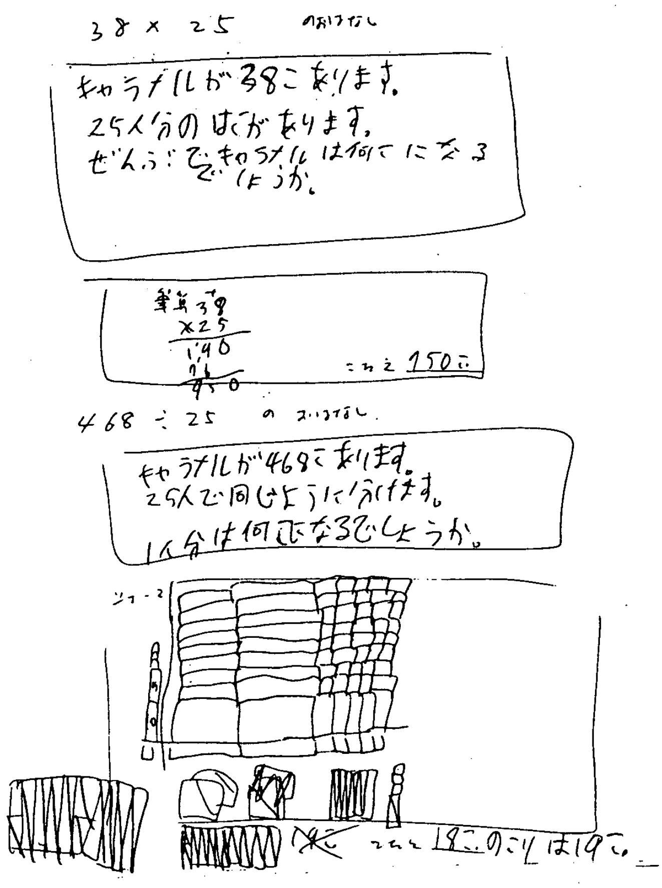

図2000-11-26

「お話」として言葉で表現することも現実世界のある脈絡の記号化であるが、「絵」は「タイル算／タイル図」へと転化し得る点が言葉による表現と異なる。例えば、「りんご」と言葉で記述すれば、それは「丸」や「四角」にはならないが、「絵」で表現される「りんご」は「丸」になるし、「絵」上の操作は「四角」の操作で置き換えることもできる。「数」や「式」、「演算」を、対象、および、対象についての操作を表す記号の抽象化として考えると、学習は抽象化の方向に進むことになり、「お話」「絵」「タイル算／タイル図」「式・計算」は、学習の筋道、あるいは、学習の段階ともなる。この抽象化の４段階を、思考の様式の違いとして「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」と区別して呼ぶことにしたわけである。

＜数学学習の４段階と認識の変容について＞

本研究では、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」の４つの思考の様式によって、新たな数学的な概念あるいは認識の獲得を目標とする学習を段階づけ、治療的な教育を継続的に実施した。そして、被験児に十分な学習達成が確認されれば、基礎的な数学学習が４段階によって筋道づけられると考えたわけである。その被験児の、加減乗除のアルゴリズム、すなわち多位数の加減乗除の計算についての学習達成は、前項で示したとおりである。従って、４つの思考様式の段階性が、「学習障害」が疑われる子どもについての（ついても）数学学習の方法を考える理論的な枠組みとなりうることが確認されたことになる。

ちなみに、計算の仕方の学習については、計算練習を「やさしいもの」から何度も繰り返し練習するという「ドリル学習」が伝統的に行われている。特に、数学が苦手な子どもにとっては理解するよりも、とにかく「答え」が出せるように「仕方」を覚えることの方がやさしいことだと考えられているようである。その学習の方法は、「ドリル学習」である。しかし、被験児は、その「ドリル学習」で「たし算の計算の仕方」を正しく覚え込むことに失敗し、泣いて拒絶するようになったのである。蛇足ながら、その失敗の原因を直ちに「学習障害」に帰結させるのは短絡である。「ドリル学習」が「障害」のない子どもであれば誰にでも十分に有効であるという前提、その有効性がそもそもあやしいからである。

「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」を４段階とする学習は、「ドリル学習」とは反対に、意味を理解することの方が、理解できていない機械的な計算の仕方をたくさん暗記するよりもやさしいはずだという有意味学習の提案である。「やさしいこと」は思考力を育てないと、実しやかに「水道方式」（遠山・銀林1971）批判のためにかつて語られたが、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」という４段階は、数学的な思考の広がりや深まりでもあり、「ドリル学習」よろしく機械的に進めることができる学習の過程ではない。その学習の過程では、見方や考え方の転換が要求され、学習者は既存の数学的な認識を変容させていく。

「現実の世界」という学習段階は、文字通り学習者の現実の生活世界を学習の起点とする段階である。数学的な概念を理解し、数学的な概念の存在を確信する、その根拠となるのは、学習者が現に生活し思考している「現実の世界」であるはずである。例えば、具体物の合併操作は現実の世界で具体的な意味を持つ。その具体的な意味で、「たし算」の結果の妥当性は確かめられ、「たし算」という思考に確信をもつことができるのであろう。被験児の場合、具体物のタイルを用いることにより学習を始めることができたが、さらに言えば、具体物の操作が具体的な意味を持つためには、学習者の、現実の世界における生活が前提となっていよう。

「モデルの世界」という学習段階は、現実の世界の具体物を「絵」で表したり他の物で代用して表す、言うならば「現実の世界」を複写した非現実の思考空間を作り出す段階である。現実の世界で具体物を操作するときにも表象が操作され、具体物の操作が有意味化しているのであろうけれども、現実の世界の具体物の操作では、言ってみれば作業を進めながら考えるという試行錯誤が容易にできる。つまり、具体物を操作して考えを展開する場合、考えがまとまらなくてもとにかく試行

してみることができる。「絵」で表現し考えを展開しようとする場合は、表象を意図的に操作して具体物の操作の結果をある程度予想しながら進めることになる。言ってみれば、この段階では、作業しながらではなく、作業する前に考えることが求められる。他の具体物で代用し表す場合は、具体物の持つ試行錯誤のしやすさと表象の、より意図的な操作という中間的な思考様式であり、過渡的な学習の段階であるということになろう。

「シェーマの世界」への移行は、不必要な属性の捨象によって可能になる。このことは、例えば、りんごの集合を表すのに、その要素を必ずしもりんごの形で表現する必要がないという理解に基づく。りんごの代わりに他の物を利用するということは、りんごそのものの集合の大きさを表すのに、そこにあるりんごがどういうものであるのかという属性が捨象されることで可能になる。図1998-03-16、図1998-03-21、および、図1998-04-13は、加減の学習では数を表すのにシェーマを利用できるようになっていた被験児の、乗法の学習で「現実の世界」のことを「モデル」（絵）で表現し「答え」を求める学習における思考の展開を示している。具体物をそれらしく（鉛筆は鉛筆らしく長細く）描いていたが、ある具体物があるということだけがわかる（カセットを単に丸で表しただけの）絵で済ませるようになり、次いで具体物を描く代わりに数のシェーマを用いて（傘を１本ずつ６本描くかわりにタイル（５と１のシェーマ）で表し）積を求めるというように思考を展開したことがわかる。本治療的教育では、図1998-04-13と思考を展開したところで、かけ算のシェーマを導入した。

えんぴつが赤いはこに、4本入っています。3はこあります。ぜんぶで、何本あるでしょうか。

図1998-03-16（4×3）

カセットが大きいふくろに3こはいっています。5ふくろあります。ぜんぶで何こでしょうか。

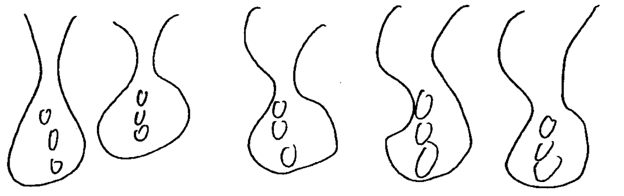

図1998-03-21（ 3×5 ）

かさが6本大きいふくろに入っています。4ふくろあります。ぜんぶで何本でしょうか。

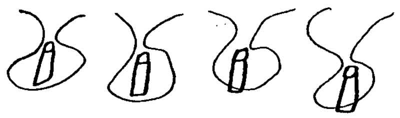

図1998-04-13（ 6×4 ）

「数学の世界」の学習段階では、シェーマを操作する代わりに数字を操作して思考を展開できるようになることが求められる。その数字の操作の妥当性は、「シェーマの世界」での概念操作に対応させることによって与えられる。前掲の図1997-07-05（シェーマ図の操作に数字の操作を対応。繰り上がりの意味）および図1998-02-23（シェーマ図の操作に数字の操作を対応。繰り下がり意味）、図1999-02-22（部分積の意味）、図2000-11-27（÷１位数で見当をつけながらシェーマ図を操作。仮商を立てる意味）は、被験児がシェーマ図で数字の操作を理解していることを示している（理解することを求めた）。数字の操作はシェーマの操作によって根拠づけられるが、単に数字への置き換えが「数学の世界」での十分な学習達成にはならない。例えば、加減法の筆算では一の位から計算することが合理的な方法であるが、必ずしも一の位から計算しなくても「答え」は出せる。具体物やシェーマ図の操作では、逆に大きい位から計算する方が自然でさえある。数字を操作する空間は、

具体物を操作する空間とは異なった知的な広がりである（後掲の図1998-09-14a，b参照：aのような数字操作の混乱をしなくなることが、数字という形式を操作できる「数学の世界」の理解であると考えている）。具体物の操作はわかりやすいが、量が多くなればその実行が困難になる。しかし、数字の操作は数が大きくなることが実行の困難さに必ずしもならない。「数学の世界」の学習段階での習熟を学習者に求めようとするとき、具体物では表現することが難しいほどの大きな数を扱うことが必要でさえある（図1998-09-29b、図2001-04-24）。

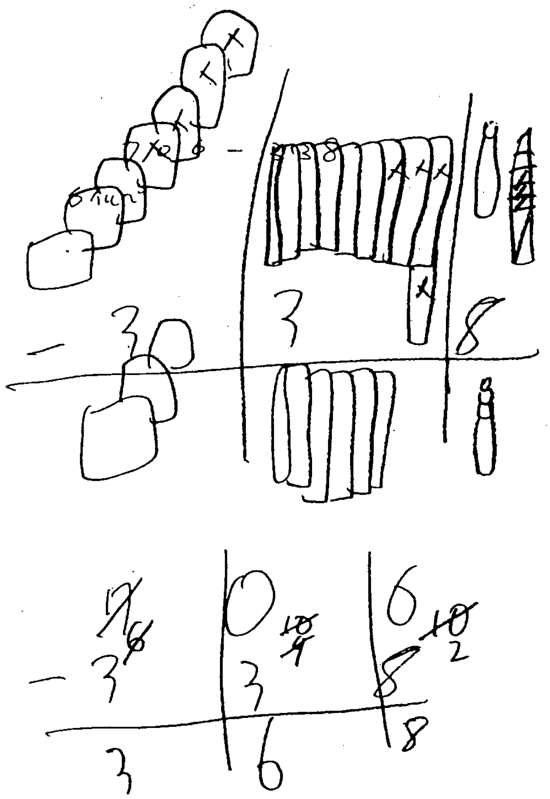

図1998-02-23（ 706— 338 ）

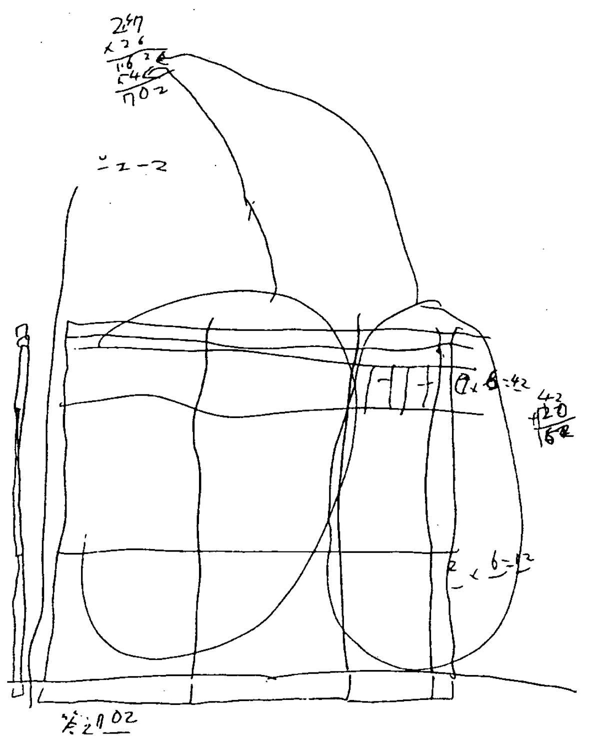

図1999-02-22（ 27×26 ）

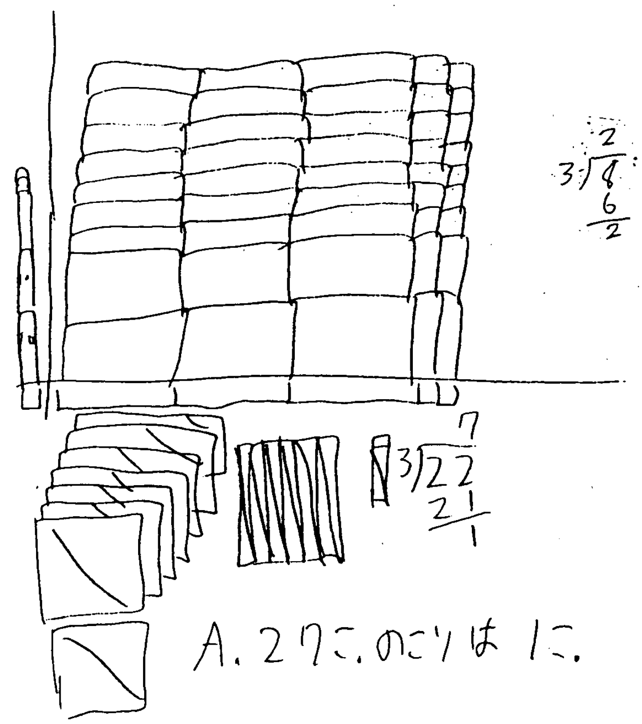

図2000-11-27（ 865÷32 ）

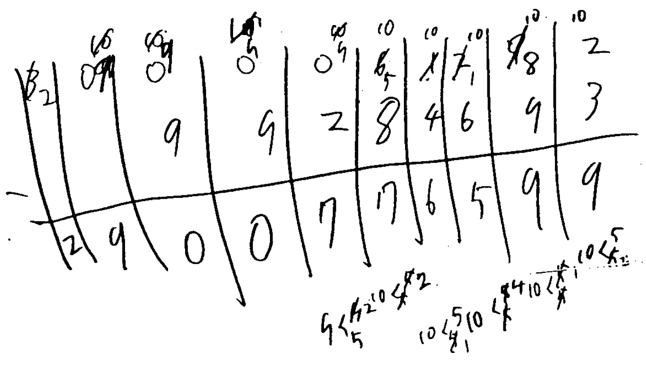

図1998-09-29b（3000061292-99284693）

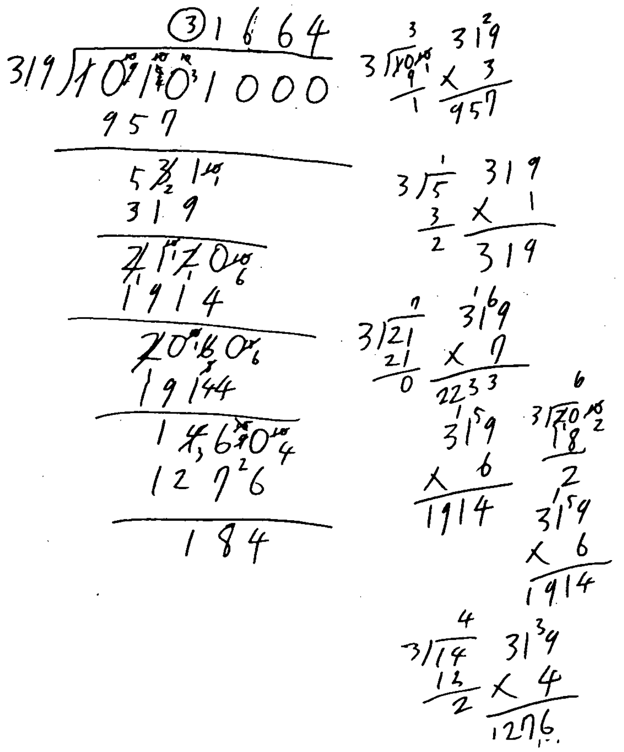

図2001-04-24（10101000÷319）

＜治療的な教育の「授業」について＞

週に一回45分前後の「授業」を行い、その「授業」の間は「毎日１題」の「宿題」を出して治療的な教育を進めた。授業における教師と生徒の関係が１対１であることがベストだとは考えていないが、被験児の作業手順に着目して思考の過程を注意深く観察する都合上、１対１で「授業」を行った。加減乗除の筆算を獲得するという目標を達成するのに４ヵ年余の期間を要し、本治療教育は約５ヵ年にわたって実施した。その間、文字通り週１回の「授業」を実施できたわけではない。都合で途中何度も休みを入れたが、「授業」時数で数えると、加法に19時間、減法に31時間、乗法に76時間、除法に20時間、計146時間をかけた。ただし、加法についての習熟は減法の学習期間に重ね、加減の補足的な学習を乗法の学習期間にも行った。除法の筆算アルゴリズム（「４拍子」）に達したことを確認して、学習を正負の計算に進め、除法筆算の習熟は「宿題」で図った。また、本治療教育の前に、被験児は一桁の数の数字と数詞とタイルの「三者関係」、および、加法の素過程について治療的な教育を受けていた（貴島 1996）。

「授業」の方法は、「例示」（デモンストレーション）、「練習」、「問答」で行った。加減乗除の定義（意味）は、「お話」を例示することで提示した。例を見て、被験児がどう理解したかは、「例のように」と教示して類題を課すことで確認した。必ずしも教師の例示どおりでなくても間違っていなければそれを認めてそのまま続けさせた。例示する場合も、被験児があらかじめ持っている理解を糸口に説明しようとしたが、被験児の、四則の意味理解は不確かなものだった。問答は、説明の手段として、また、注意を喚起したり、考えを整理させる手段として用いた。理解の定着と習熟は「練習」で図った。この「練習」は、１日１題の「宿題」としてさせた。１日１題が原則であるが、熟れてきたら２題，３題出したこともある。ただし、１ページ以上課すことはしなかった。熟れてきたからと言って、何題も練習問題を課さなかった理由は、意味を確認しながら作業することを被験児に求めたからである。一度に何題もの練習問題を課すことはしなかったが、１日１題の「宿題」を必ず行うように被験児に求めた。結果として「忘れた」り、一度にまとめてしてくることもあったが、「毎日」するように被験児には求めつづけた。作業を手際よく進めるようになったと判断できたら、次の段階に進むことにしていた。

意味の理解や論理の展開ができずに間違えたときは、正解をすぐに提示するのではなく、問答で被験児が意味を考えるようにした。問答だけでどうしても間違いに気付かないときは、あるいは、意味や論理について考えられないというときは、数字を操作する課題であれば、「絵」や「シェーマ」を描いて操作の結果を確かめるように指示することにしていた。また、シェーマ図（タイルの絵）を描く課題であれば、実物のタイルを操作してみるように指示することにしていた。例えば、図1998-09-14aのように、数字の操作で混乱してしまったとき、シェーマ図で確かめる課題を被験児に課した（1998-09-14b）。図2001-01-15は、488576÷543の筆算の実行中に、「ひく」計算が混乱してしまって、そのときその混乱を収拾するために被験児が自分から描いたシェーマ図である。

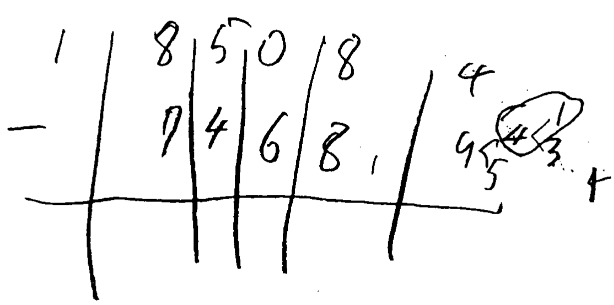

図1998-09-14a
（ 185084＋74689 ／ 4 ？ と1で5）

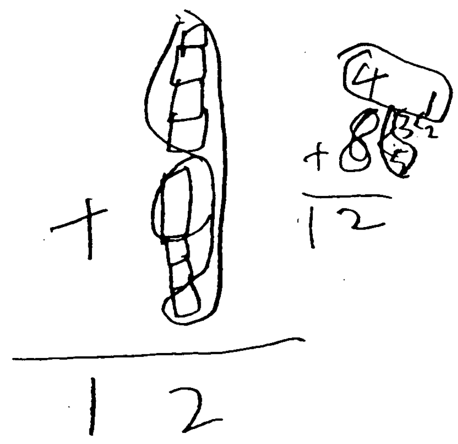

図1998-09-14b（ 4＋8 ）

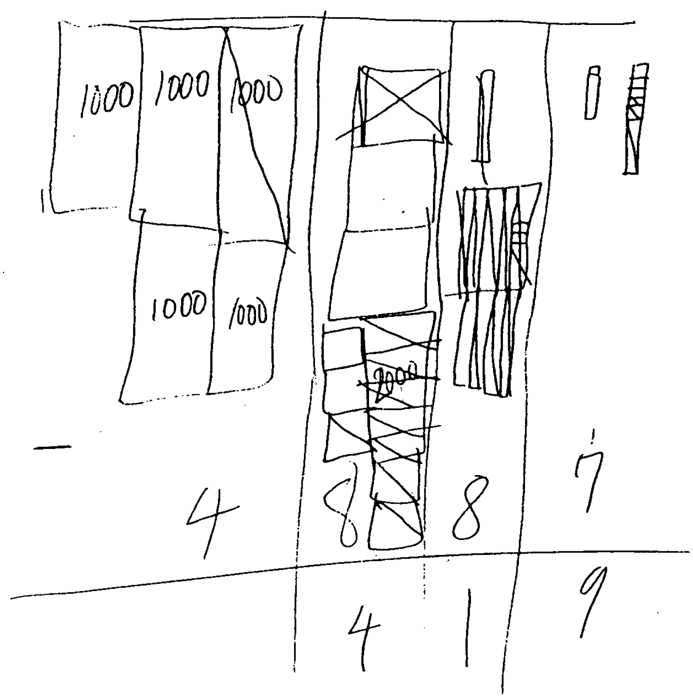

図2001-01-15（ 5306-4887 ）

筆算の手順を作り上げる過程で、特にタイル算で「答え」を求めようとするとき、「練習」を被験児に課すねらいは、「練習」として出した課題の「答え方」を直ちに獲得することではない。学習者なりの理解の仕方を十分に認めてあげることが必要で、そういう場合、教師の例示のとおりに答える必要はない。例えば、加法では被加数と加数を合わせればよく、その手順は子どもが納得できる手順から始めた。タイル図、または、タイルを操作して和を求めようとするとき、そこには子どもが納得して実行できる手順がある。減乗除法の場合も同様である。子どもが理解したところから始めて「練習」の過程で、被験児の認識が変容し展開していく、その結果が「筆算」として形になるようにした。

「お話」を「絵」で表現するときも、被験児の持っているイメージをそのまま認めた。一つひとつ丁寧に描くと時間がかかるが、それを十分に認めた。簡単な絵で済ますことができると、教師の方から告げることはしなかった。被験児が面倒に感じたりして簡略化するのを待った。その簡略化に学習者自身が納得することが必要だと考えた。簡略化による抽象化こそ、次の学習段階、すなわち、「シェーマの世界」への準備であると考えた。シェーマを子どもが思いつくということは一般には期待できない。特にかけ算のシェーマは易しくない。だから、「絵」（モデル）から「シェーマ」への学習の移行は急がずに進めた。「絵」の抽象化を見極めてから、シェーマ図は教師が与えた。ここで注意したことは、シェーマ図を描くところを被験児には見えないようにした。シェーマ図の描き方を、「答えの出し方」を覚えるように意味を考えずに覚えても仕方ないからである。一般に、学習者は、シェーマ図を真似て描くように求められると、シェーマ図を見て、その意味するところを理解し、その理解に従ってシェーマ図を再構成すると考えられる。そして、どこから、どのように描くかという手順には、学習者の理解のあり様が反映すると考えられる。

被験児が誤答したとき、「答え」が「正解」と一致していないからといって、「答え」を出すための方略が妥当であるときは「考え方は正しい。」「同じ考え方で、もう一度やればできるはずよ。」

「ゆっくりやってごらん。」などと励ました。例えば、被験児は、かけ算のシェーマ図を描いて積を求める場合、部分積を数え間違えたり、また、除法の筆算（「4拍子」）の場合、かけ算九九やひき算を間違えたりした。被験児が考えて作業が進まなくなったとき、「たぶん、考えはあっていると思うからやってごらん。」とか「先生から教わった方法でなくても、正しいと思う考えなら、どんな考えでもいいよ。」などと励ました。被験児が方略の見当を付けられなかったり間違った考えに固執しているときは、問答で、キーとなる概念あるいは意味、操作を確認するようにした。

「宿題」は毎日するように求めたが、文字どおり毎日「宿題」ができたわけではない。やってないときや、まとめてやってきたこともあったが、それは時には仕方ないことである。ただ、「宿題」があることは思い出すように声をかけることを、保護者に依頼した。「宿題」を「忘れた」とき、文字通り「忘れた」と思われるときもあったが、理解が不確かな、不安定な学習状況に被験児があると考えた方が適切であると判断したこともあった。例えば、わり算の意味理解の習熟を期待して「お話」を作る課題を「宿題」にしたときなどである。「宿題」の空白が、被験児からの、理解の程度についてのメッセージというわけである。

3．学習障害と学習困難

被験児が抱えた学習困難の主要な原因が「学習障害」にあると考えられるならば、観察された学習困難は存在する「障害」の、言うならば「症状」であると考えてみることができる。このとき、本事例からは、その「症状」の特徴は学習困難の特異性あるいは異質性にあるというより、その頻度、再現性、あるいは固執の強さにあるのではないかと考えている（前掲　小田切1998-2001）。そして、その「症状」は、学習の進展あるいは習熟とともに現れなくなっていくと観察している。例えば、不注意と思える間違えで“0”と“6”とを見間違えて思考を進めてしまうとか（自分が書いた数字だが、紛らわしく書いてしまって間違えた）、10と5の「缶詰」タイルの図を混同して数え間違えてしまうなどである（前掲図1997-02-12参照）。丁寧に書けば防げそうな間違えなのだが、同じミスを繰り返し、しかも、そのミスに気付かず作業を完了できないというデッドロック状態になってしまうということに特徴がある。しかし、その繰り返したミスも、学習の習熟、あるいは、理解の深化とともに観察されなくなるということである。

学習困難が何がしかの中枢神経系の機能不全あるいは、「障害」によるものだとして、その「症状」をどう整理することが一般的な記述になるのかということは、本研究においては試行錯誤している状況である（前掲　小田切1998-2001）。その作業の一環として、ここでは、整数の加減乗除の学習で観察した学習困難の「症状」を、とりあえず下記のように整理して、その頻度、再現性、あるいは固執の強さについて、被験児がその後続けて取り組んだ正負の数の学習において確認し、継続する事例研究につなげることにする。すなわち、

i）不注意と思える間違え
ii）意味理解の硬直化
iii）特定の手続きへの固執
iv）意味のない数字の操作
v）論理展開の中断
vi）学習の退行／混乱
vii）概念の混同／意味理解の弱さ
viii）メタ認知の幼さ
ix）集中力の大きなムラ
x）スローラーニング

正負の数の計算については、整数の除法アルゴリズム（「4拍子」）に到達したので、その習熟のための「練習」は必要であったが、被験児の意思を確かめて学習を始めた。そして、わり算の習熟のための「練習」を「宿題」に含めながら、正負の数について30時間の「授業」を行った。その結果、図2002-02-12a（$(-29)+100+(-6)$）および図2002-03-01、図2002-03-05（$(-x^2+2x+3)-(2x^2-x)$）のとおりの学習達成を見た。ちなみに、正負の数について、治療教育前の被験児の学力実態は次のとおりであった。すなわち、正と負の数があることについては学校での既習事項でもあり知っていた。被験児が中学1年生のとき、マイナスの数も文字もタイルで表すこと、「赤と黒

のゲーム」(黒色のカードをプラス、赤色のカードをマイナスとして、ババヌキ・ゲームの要領で進めて、自分のカードの和が他の人より高いと思ったらストップをかけて開く。和田・榊　1977）で正負の数の加減を練習することを試みたが、それで済ますことができず中断し、四則の筆算の学習後にあらためて取り組むことにしていた。

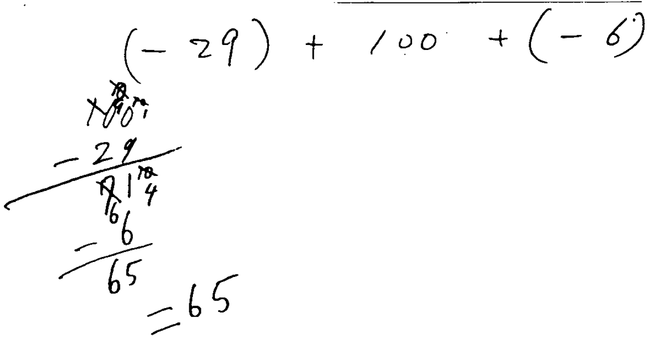

図2002-02-12a（(-29)＋100＋(-6)））

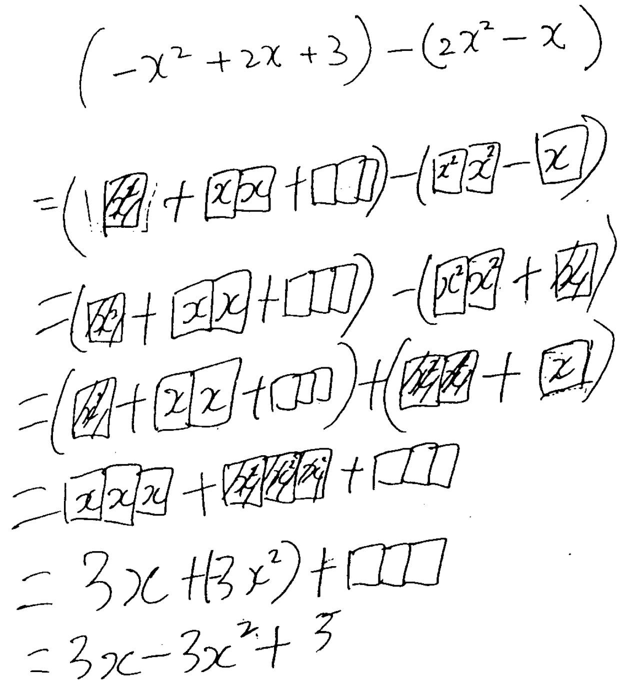

図2002-03-05（(-x²＋2x＋3)-(2x²-x)）

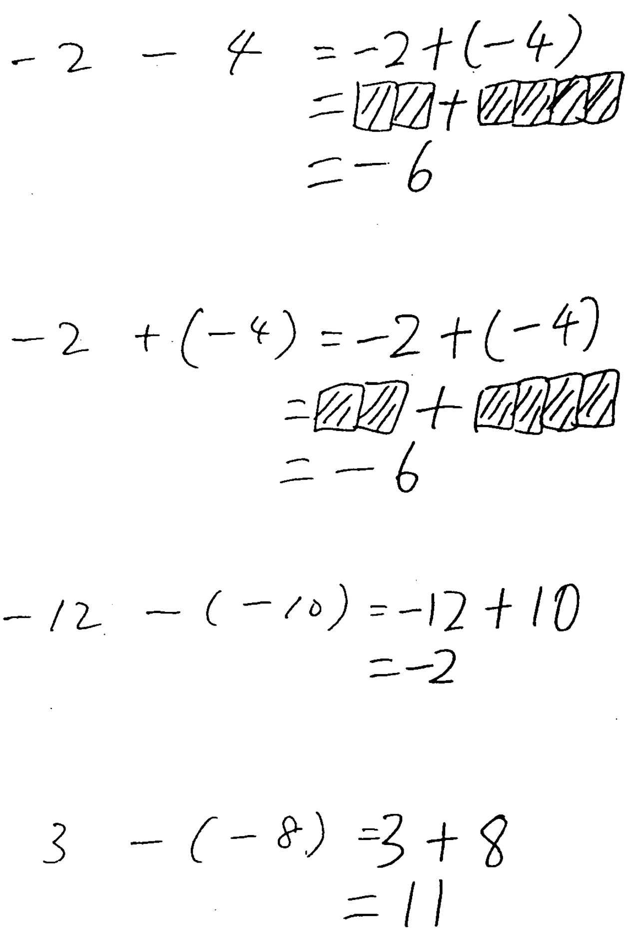

図2002-03-01

以下では、被験児が示した学習困難の再現性、頻度、あるいは、強さについて時系列に沿って見る。

まず、正の数と負の数のシェーマを定義（３のタイルと－３を斜線で区別）することから始めた。そして、タイル図を示しながら＋１と－１で０になることを問答で説明した。次いで、例えば３－４＋２－１を代数和に直すこと、代数和に直せばタイル図が描け和が計算できることを教えた。タイル図を描いて正と負を対応させてキャンセルすることができるようになったことを確認し、練習は「宿題」にして様子を見ることにした。図2001-05-12がその結果である。「授業」で取り扱った型の計算（1－3+5－7および－2+1－4+3－6）は確実に実行できているが、それに続く100－200に対しては別の考え方で処理している。100のタイルと－100のタイル2枚を描けば、１－３の場合と全く同じ操作を実行することになるはずで、考え方を替える必要はないはずであるが、数が大きくなって見かけの複雑さが大きくなったことにより、被験児は、百のタイルを描いたところで、それを消して、100から200取れば何も残らないと考えてしまったようである。以後、被験児は、ｎ項（ｎ≧３）の和または差の場合は代数和にするのに、

２項の差の場合は具体物の求残操作で考えるという「答えの出し方」を引きずった。既習の200－100と形式が一致するのだから求残操作で考えることは自然なことであるが、代数和も既習で知っているのに、足りない部分の処理で論理を整合的に調整することができないと解釈してみることができる。そうすると、このつまずきは、論理展開の中断という「症状」の一つのパターンだと捉えることができる（ｖ）。また、特定場面の求残への意味理解の硬直化（ii）または特定手続きへの固執化（iii）という「症状」だとも捉えることができる。あるいは、代数和から求残への思考のスキップは、学習の退行あるいは混乱（vi）という「症状」だと捉えてみることもできる。また、正負の数の計算の学習期間が約10ヵ月間30時間であったという点に着目すれば、学習目標を達成するためには、「スローラーニング」が必要であるということでもある（ｘ）。

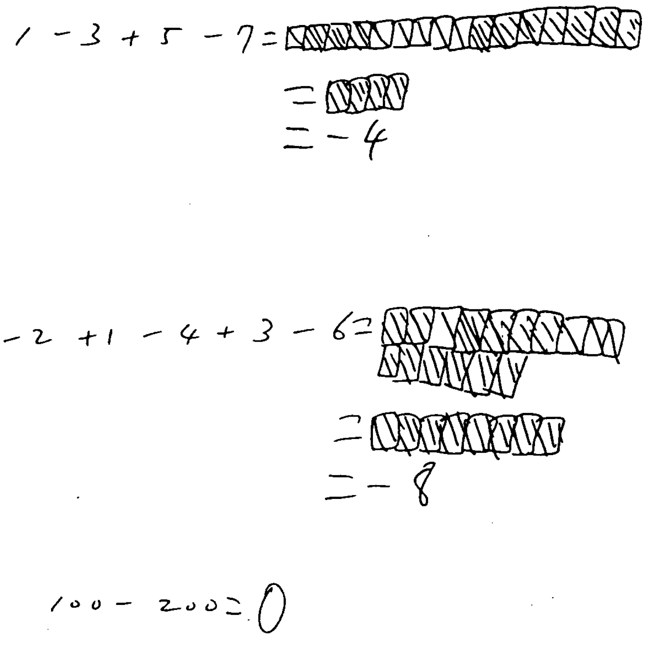

図2001-05-12（ 100-200 ＝ 0 ）

－20＋30－５が計算できたことを確認して、200－300＋50と絶対値をさらに大きくして作業負荷を増加させたら、200－300＋50のタイル図にするとき＋50と－50に取り違えて作業を進め、－150と間違えた（図2001-05-15a）。被験児が描いたシェーマ図を指しながら問答で描き間違えに気付かせてからもう一度同じ問題を課したら、今度は、－10のタイルを－１のタイルに取り違えてしまった（図2001-05-15b）。不注意と思える間違え（ｉ）であるが、混乱が収拾できなかった。タイル図の描き間違え、見間違えという不注意を繰り返したという点に着目すれば、メタ認知能力の幼さ（viii）もあるのかもしれない。不注意による間違えでもその間違えを収拾できないとき、教師の適切な介入がなければ自信を失い、そこで学習につまずき、大きな遅進に結果してしまうこともあり得る。被験児に「考え方」は正しかったと伝え、「宿題」で様子を見たら、そこでは不注意と思える間違えはしてなかった。

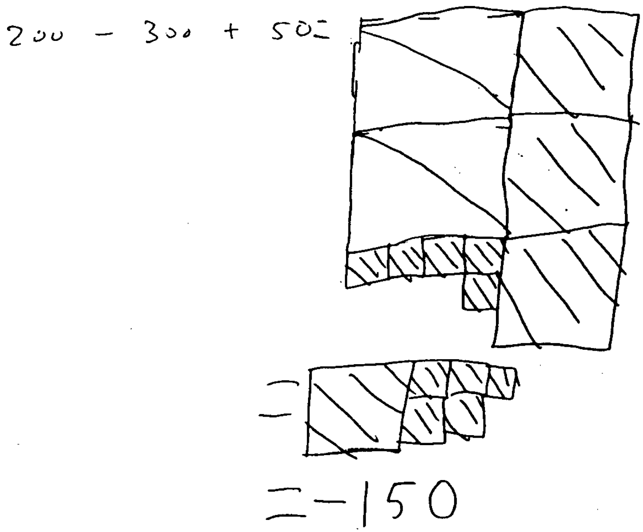

図2001-05-15a

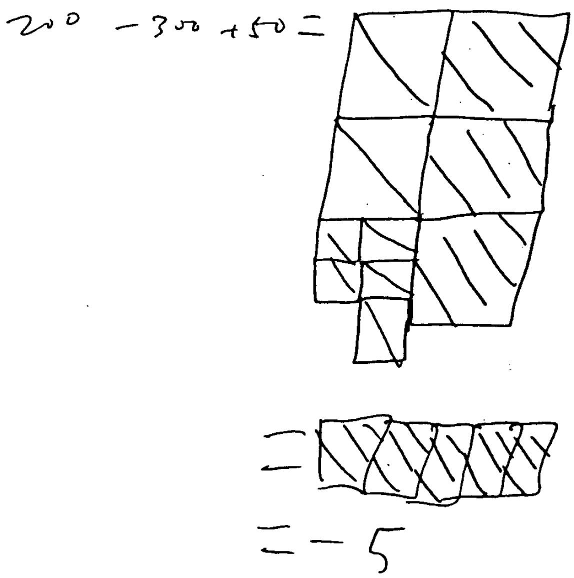

図2001-05-15b

正負の数の学習を始めた段階で、図2001-05-12、図2001-05-15a、および、図2001-05-15bだけで観察した「症状」を断定的に語るには無理もある。それは、「障害」の有無にかかわらず新しい概念を学ぶ初期には、そのような間違えは現象として一般に観察され得ることであるからである。この後の正負の数の学習での観察結果で確かめる必要がある。

「宿題」で被験児の理解が安定するのを待つことで、1000－2000＋500と絶対値を大きくしても数え間違えたり、タイル図を見間違えたりすることはなくなった。そこで、正負の数の乗法を問答しながら、（－３）×（－２）、（－３）×２、－２×３を例に定義し、続けて２＋（－３）×２で演算の結合の強さ（計算の順序）について説明した。被験児は正負の数の計算について初めから学習しなおす必要があったが、正負の数の計算は学校での既習事項で、どんなことをするのかは知っていたはずである。だから、その点を復習することで、正負の数の乗法や混合計算を定義した。実際、－２－（－３）×（－４）について、被験児は＋12と書き込んで作業を始めることができた。問答で励ましながら被験児に－14と導かせて、－５－（－２）×（－１）でどう理解できたかを見たら、－５－（＋２）＝－５－２＝－７と展開できた。ところが、続けて６－（－２）×３を課したら、６－（－６）＝６－６とした。＝＋12とも書いたが、消した。新たな学習課題に直面して、それが負荷になって、できていたはずの代数和の計算で、意味のない数字（記号）の操作をし（iv）、あるいは、論理を正しく展開することができなかった（ｖ）。つまり、思考に負荷がかかった状況で、「症状」が再現的に観察された。この後、学習者は正負の数の学習で大きく混乱した（vi）。すなわち、「反数」という考えを説明し、代数和の学習段階に戻して、被験児の理解が安定するのを待つことにしたが、「宿題」で５＋（－４）＝－９，５＋（－２）＝－７，５＋（－１）＝－６，５＋（－５）＝－10，５＋（－６）＝－11と、また、－２＋２×（－３）＝＋８（２×（－３）を－６とメモ），－１＋（－２）×（－３）＝－７（＋６とメモ），－３×（－２）＝＋６，－３×４＝－12と、被験児の学習は混乱した（逆行抑制）。

この混乱は、被験児の学習をデッドロック状態にした。すなわち、マイナスの意味理解についても、－（－２）＝－２，－（－１）＝－１，－（－（－２））＝－２，－（－（－（－１）））＝－１と意味を展開できずに、マイナスが付いた数という形式的な操作で済ませている（iv、ｖ、vi、あるいは、vii）。そして、－２－（－５）＝７とか、２－３－２＋１＝２，－２＋３＋２－１＝－６，－40－（－20）＝－20，40－（－20）＝20とか、（－３）－（－３）＝０，（－２）－（－２）＝０，０－（－２）＝－２，１－（－２）＝－１と、部分的には正しい判断をし、でたらめに答えているわけではないが、正負の数の計算の全体を整合的に調整できず一貫した論理にまとめきれないでいる学習状況（iii、あるいは、iv、ｖ、vi、）が続いた。プラスがくると「うれしい」、マイナスがくると「うれしくない」、プラスがとられると「うれしくない」などと、日常的な感覚を重ね合わせて見たが、被験児の混乱は収拾しなかった。“ｘ－３「へる」”、“ｘ＋（－１）「へる」”、“マイナスがとられる「ふえる」”などと量感を重ね合わせてみたが、これでも論理を整合的に調整できなかった。

混乱を収拾する手がかりを試行錯誤してみたが結局、「現実の世界」に、つまり具体物の持つ明証性に依拠する「モデルの世界」あるいは「シェーマの世界」の操作を通して正負の数の操作に被験児が納得するまで、あらためて時間をかけてみることにした。すなわち、２－４＝□□－４＝□□□■－４＝□□□□■■－４＝■■＝－２であることを問答で説明し、□□＝□□□■＝□□□□■■となることに、被験児が納得することを確認することから始めた。本治療的な教育では減法を求残で意味付けてきたし、被験児は現にひき算について求残のイメージを持っていたからである。この「練習」の過程で、ｉあるいはｖが観察された。すなわち、□□＝２、□□■＝１を問答で確認して、□□□■□、□■■、□■■□、■□□□■を課してみた。被験児は、あっさり３、－１と答えだが、続けて２、－１と答えた。プラスのタイルとマイナスのタイルを取り違えてしまったと思われる。

正負の数の計算にタイル図（モデルあるいはシェー

マ）で納得することを被験児に求める一方で、帰納的に教材を配列して正負の数の計算の全体を整合的に理解することを被験児に期待してみた。図2001-09-08および図2001-09-10は、その結果である。x－（－4）に対して「へる」か「ふえる」かを答えるべきところを4xと答えたり、（－1）－（－4）＝3と答える一方で2－（－4）＝2と答えるなど、ivやvが繰り返し観察された。

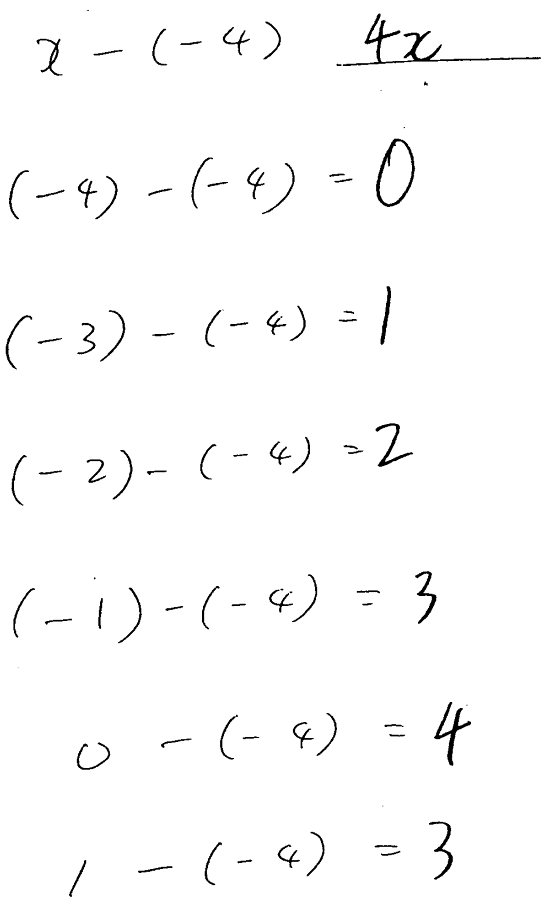

図2001-09-08

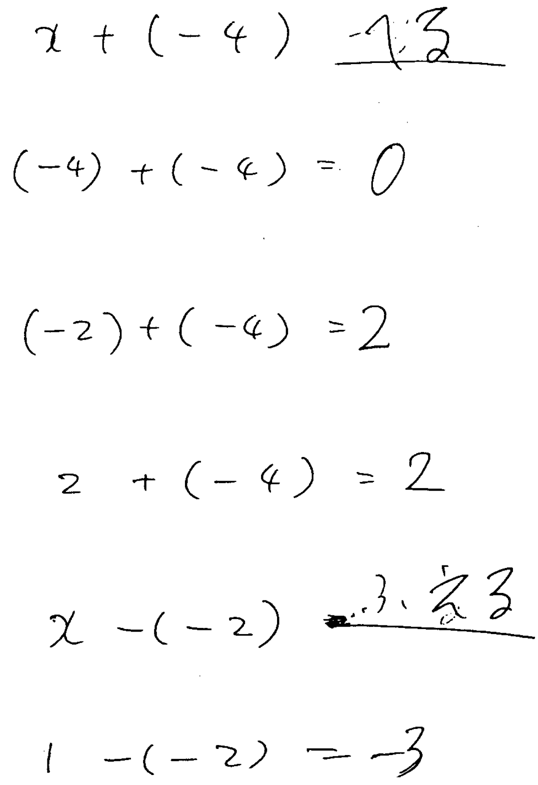

図2001-09-10

ⅰとも思えるが、vの「症状」は依然として観察されつづけたが（図2001-10-23）、タイル図を操作させて、その結果を根拠に答えることを求めて様子を見た。さらに約10時間の「授業」をかけて、つまりx、被験児の理解が安定し、論理的に整合的な考えに収束していくことを期待した。この間、被験児は、何度も「授業」中、強い眠気に襲われた。つまり、ix。ゆっくりでもいいから、作業を最後まで実行し、納得できる「答え」を出すことを被験児に求めた。（図2002-02-12b）

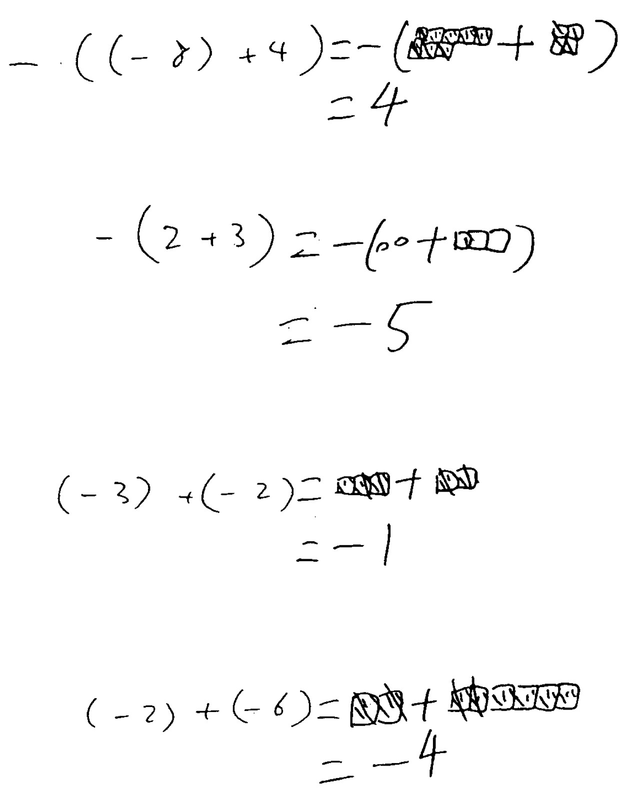

図2001-10-23

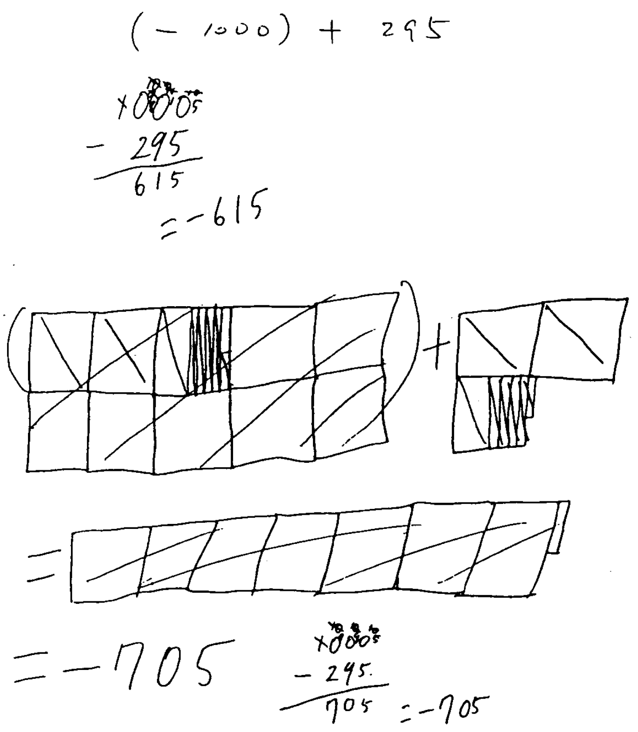

図2002-02-12b

「症状」自体は異質で特異な間違い方ではないが、つまり、初学の段階ではあり得る勘違いや誤解であるが、学習困難が何がしかの「障害」によるものだとするならば、その特徴は、その「症状」の反復性、あるいは、強さにあると考えておいてよさそうである。そして、学習の課題が変わっても、新しいことを学ぶとか、複雑な課題に取り組むなどの、思考に大きな負荷がかかる場面では、これらの「症状」が再現的に観察されるだろうという点に、特に着目しておきたい。

4．本事例からの示唆

学習の停滞あるいは極端な遅進の主な原因が、中枢神経系の明らかなる障害にあると考えられる場合、微細な障害あるいは直接観察できない中枢神経の機能不全にあると考えられる場合、中枢神経系には何ら障害も機能不全もないが長期間にわたる劣悪な生育学習環境にあると考えられる場合などがある。このような場合、その子どもの学力実態に即した教師の特別な関わりが必要だと考えられる。その教師の努力の前提として、教師の、その子どもの発達あるいは成長についての期待と信念がある。障害があっても、また、どのような生育歴であっても、その子どもの期待する学習達成の可能性への、具体的な信念と関わりが、その子どもの成長を大きく左右すると言っても過言ではない。

本研究では、学習の停滞あるいは極端な遅進にあった被験児について、数学的な基礎学力について学習達成の可能性を具体的に示すことができた。学習塾にも通ったが、被験児は小学４年生になってもたし算の筆算を覚えきれなった。その被験児が加減の筆算を獲得することができた。小学６年生のときまだかけ算九九を覚えきれていなかった被験児が、多位数のわり算の筆算もできるようになった。この学習期間は約５ヵ年ほどで、今日の学校教育の枠でも十分に対応できる範囲である。「授業」の時数にして約150時間、その「授業」は１週間に一度の割合で計画されたものであったので、週で数えれば、約150週の学習期間が必要であったということであるが、しかし、義務教育期間で、基礎的な数学学力（numeracy）については、障害があっても、明確な形で、相当程度の学習の達成が期待できるということである。換言すれば、障害の内容と程度に則して個別に論じる必要があることは言うまでもないが、障害の有無にかかわらず子どもの基礎的な数学学習の達成の可能性を確信するための一つに、本事例はなっていると言えよう。

ところで、学習の停滞あるいは極端な遅進が中央神経系の微細な障害あるいは機能不全によるものだとしたら、その機能障害にできるだけ早く、大きく学習を停滞させる前に気付きくことが求められるが、「学習障害」と言及されるような場合、その障害に早い段階で気付くのが難しい。本事例では、学習の過程において被験児に観察された学習困難を、その障害の「症状」の幾つかとしてあげた。「症状」と障害との結びつきはまだ明確ではないが、またそのような「症状」をあげることができるのかどうかも確かでないが、少なくとも教育現場で教師が初等的な数学の学習につまずいている子どもに関わっていくときの参考にはなるはずである。具体的には、無意味な思考の展開や不注意と思われる間違いなどが繰り返し観察され

る場合、障害の有無にかかわらず特別な配慮が教師の側に必要だと言えよう。そして、新しい課題に学習を進めたり、数値を大きくして課題の複雑さを増加させたりして、思考に負荷をかけたとき、特定の学習困難が再現的に観察されれば、特に注意してその子どもの学習を見ていく必要があるだろう。

また、子どもが学習困難を示し、学習が停滞しているとき、その子どもが困難をどう克服し、その先にどのような学習の達成があるのかを予想しておくことは大切なことである。本事例から、そのためのカリキュラム像として、スローラーニングを提案することができる。それは、「１週間に一度の授業と一日1題の宿題」というペースで進む学習であり、学習の４段階（現実の世界→モデルの世界→シェーマの世界→数学の世界）を丁寧に進む学習である。「１週間に一度の授業」ということは、数学（算数）の授業は１週間に一度で済ませてよいということではない。１週間に４時間程度の数学（算数）の授業が組まれるならば、３時間を形や空間、量などその他の学習に割当て、その各時間の10分間程度を「一日１題の宿題」に当てるということが、現行のカリキュラムに替わる一つとして考えられる。このスローラーニングを特徴とする授業計画は、障害のある子どもたちにばかりでなく一般化できる。なぜなら、義務教育の期間終了時の学習達成の程度は、このスローラーニングで進めても現行の場合と比べて大きく下がることにはならない。また、たくさん教え込めば教え込むほど子どもたちが賢くなると考えるのは言わば「学習バブル」で、これまでのカリキュラムは正に「学習バブル」カリキュラムであったと言えよう。数学嫌いの子どもたちが増えている今日、十分な時間を確保して、納得する、わかることを実感する、そういうカリキュラム開発は不可欠な選択肢の１つであろう。

スローラーニングを特徴とする授業計画において、被験児が学習困難をどのように克服していったのか、学習困難を克服する過程でどのような認識の変容があったのか、この具体的な観察も、個別の事例とは言え、広く参照され得る。それは、教育現場では、カリキュラムの構成の仕方から教材および「授業」の進め方、つまり学習の方法まで、全体的な教育計画とともに、日々の授業における子どもの学習の評価が具体的に求められるからである。本研究では、教材および学習の方法を決定する学習の筋道として「現実の世界→モデルの世界→シェーマの世界→数学の世界」と名づけた学習の段階の有効性を実践的に示すことを目的とし、目指した学習達成を確認した。この学習の４段階は、学習活動における子どもの数学的な認識の変容、つまり学習の進展、あるいは、深化を評価する観点でもある。子どもの思考の進展あるいは深化を、モデルの世界ではどんな絵をどのように描くかを、シェーマの世界では図をどのように描き操作するのかを、数学の世界では数字をどう操作するのかを観察することで評価できる。だから、４段階は、教育の方法の提案ともなる。ちなみに、本事例についての一連の報告（前掲）では、4段階の数学学習の進展だけでなく、一般型から特殊型への教材の展開時に期待される認識の一般化、さらには、各学習の場面での着想やその展開などが具体的にわかるように被験児の作業結果を図として挿入した（仔細については本事例をデータベース化することが必要で、それは別に公開する予定である）。

おわりに

微細脳機能障害あるいは機能不全のために期待する学習達成が得られないと考えられる場合を排除できない脈結において、その学習過程で、微細脳機能障害あるいは機能不全に関連する学習のつまずき、すなわち学習困難が言わば「症状」として観察され得るならば、そして、その学習困難の一覧を準備しておくことができるならば、大きく学習を停滞させる前に、その子どもの学習障害、すなわち中枢神経系の機能不全を疑うことができる。そのような場合、できるだけ早期に特別な関わりを実施することが必要とされるわけであるが、本事例で明らかになった「症状」は、その一覧の一部として十分かと言えば全く不十分であるが、試みとしては今後の事例研究に続くものとはなっていよう。

また、学習障害による学習困難が明らかなったとしても、それだけでは全く不十分なことである。

その学習困難は、どのように克服できるのか、言わば、その「処方」の一覧が必要なのである。本事例での被験児の学習達成とその学習過程は、学習に大きくつまずいている子どもたちとの関わり方を考える上で、一つの「処方」として参考になるはずである。そして、「現実の世界」、「モデルの世界」、「シェーマの世界」、「数学の世界」として記述した学習段階は、特別な関わり方を必要とする子どもたちに対しては一人ひとりについて個別な教育プログラムを準備する必要があるはずであるが、そのもとになる教材作りの考え方として役立つだろう。加えて、スローラーニングを特徴とするカリキュラムの構成は、現行のカリキュラム構成の考え方に替わる新たな提案としても示唆深いと考えている。

ところで、「現実の世界→モデルの世界→シェーマの世界→数学の世界」という図式に沿う学習過程はタイルと呼ばれている教具の利用と不可分な提案でもある。シェーマとしてどのような量と図式を用いることがより望ましいのかということについては、個々の学習内容に則して論じる必要があるが、タイルは子どもたちにとってわかりやすい教具であり、わかる授業づくりの実践的な到達点としての評価が初等教育の現場には既にある。しかし、そのタイルで考えることについて、その有効性を絶対視することについて権威主義的であるという批判もある。この論議（加川1997、佐伯1997, 1999、松下1997a, 1997b）にここで加わるつもりはないが、本事例を参照する教師に対して、本事例の結果の解釈に関わっていくつかを述べておくことは必要なことであろう。

まず、タイルは子どもたちにとって本当にわかりやすいかということについて述べるならば、具体物として子どもたちの操作の対象になり得るという点においては肯定的に答えることができるだろう。特に、具体物としてのタイルは試行錯誤の対象になるという点で優れている。具体物であるタイルは、現実の世界での出来事として明証的である。タイルの教具としての優れている点として、数学的な概念や関係を理解する梯子としての半抽象性が上げられている。半抽象物として数学的な概念や関係を表現するタイル、つまりシェーマは、子どもたちの着想として必ずしも自然に出てくるものではない。半抽象化自体は難しいことではないが、例えば、教師の手助けなしに、かけ算のお話が乗法のシェーマに半抽象化されることは難しいことであろう。それは、説明の一貫性を内包した図式としての働きをタイルに持たせているためである。その意味ではタイルで表現することは難しいことであり、それ自体が学習の対象になる。シェーマが自然に子どもから発想されたものでない限り、そのシェーマは子どもの思考を制約するものであり（タイルで考えねばならない）、その制約のために理解の難しさを感じることもあるはずである。しかし、同時に、その制約は、思考を発散させずに、効率のよい試行錯誤を実現し得る。シェーマに内在する制約は、ちょうど論理が持つ制約と同様なものであると考えられよう。タイルを利用しさえすればよいなどとは言えるはずがないが、タイルの利用により目の前の子どもにある一定の学習の達成が保障できる、できたという事実も作られているわけである。本事例研究の結果に則してタイルの有効性を語るならば、4つの段階を踏んで学習を進めたからであるということになる。

次に、「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」へ至る過程は、「具体から抽象（形式）へ」という方向を持っていることに対して、「真実性の実感の源泉はつねに『具体』にあり、『具体にもどる』思考」が大切であるという指摘がある（前掲　佐伯）ことについて、本事例からの示唆を述べよう。4段階に沿って被験児が学習を進めている過程で何度も学習困難で学習が行きづまり状態を呈した。そのとき、前の学習段階に戻ることにより、そして、前の学習段階の理解と結びつけることで学習困難を被験児は克服してきた。前の学習段階に戻ることによって、その学習困難が克服できないときはさらにその前の学習段階に戻って、思考を整理するように被験児に求めた。つまり、「具体から抽象へ」という方向を記号で表せば一方向の矢印になる図式は、学習の順序性を表しているのであって、思考は双方向の図式で表すべきであろう。「数学的思考の発達」を知的な世界の広がりということで言うならば、学習の順序での後者は前者を包含するような関係で、思考活動の進展、ある

いは、深化を捉えるのが適切だと考えている（銀林 1976参照)。本事例についての先行報告（前掲 小田切）では、包含関係で表した図式を意図的に用いてきた。タイルで考えることが、学習者にとって不自然であることがありうることは否定しきれないが、本事例の被験児は数字の操作での混乱を、タイル図を、つまりシェーマを操作して収拾できたし、数字の操作を「約束事」として覚えるようにシェーマ図を操作しないように注意して治療的な教育を進めてきた。

教師が準備した「タイル」を利用しなくても、子どもが図式を自分で工夫して、それを手立てに数学的な概念を獲得する、あるいは、再創造していければ、それはすばらしいことであり、それを否定することはない。必ずしも「タイル」で考えなくてもよいのであるが、現場では教師はより確かな方法として教育の方法を実際に選択しなければならない。教育の方法は、教育の内容やねらいにかかわって選択されるべきものであるが、基礎的な学習における「タイル」の利用は教育現場の中で実践的に検証されてきた方法である。「タイル」を利用した成功的な実践で何が一般化できるのかということについて、本研究では4つの学習段階を治療的な教育を通して検証してきた。数学の学びの全てを4つの学習段階で語ることを前提にしているわけではないが、基礎的な数学学力を全ての子どもに保障しようとする教育脈絡においては、障害の有無に関わらず、4つの学習段階を「わかる」学習の筋道として前提にして始めることは有効であろう。その有効性を、その限界も含めて確かめるためには、さらに事例研究を積み重ねていくことが必要であると考えている。

参考文献

加川博道（1997）「佐伯胖さんの提案に実践で応える」『ひと』Vol.25, No.5（太郎次郎社）

銀林浩（1976）『わたくしの数学教育批判』（国土社）p-226.

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

小田切忠人（1999）「学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）Ⅱ」琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要創刊号pp.57-62

小田切忠人（2000）「学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）Ⅲ」琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要No.2 pp.77-91

小田切忠人（2001a）「学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）Ⅳ」琉球大学教育学部障害児教育実践センター紀要No. 3 pp.69-93

小田切忠人（2001b）「学習障害児の数学学習の可能性と学習困難　－事例研究の到達点－」日本数学教育学会第34回数学教育論文発表会論文集pp.409-414

佐伯胖（1997）「『知識』は天からふってくるか」『ひと』Vol.25, No.2（太郎次郎社）

佐伯胖（1999）「『タイルで考える』ことはどこまで有効か」『時代は動く！どうする算数・数学教育』汐見・井上・小寺編（国土社）

篠原吉徳（1993）学習障害児の指導内容・方法に関する研究（平成4年度科学研究費補助金研究報告書）国立特殊教育総合研究所

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）

遠山啓・銀林浩（1971）『水道方式入門（整数編）』国土社

平田永哲（1998）『転換期の障害児教育』（国際印刷）pp.40

松下佳代（1997a）「“学びの復権”とは“教えの制限”か」『ひと』Vol.25, No.2（太郎次郎社）

松下佳代（1997b）「佐伯胖さんの提案を発展させて」『ひと』Vol.25, No.4（太郎次郎社）

和田常雄・榊忠雄（1977）『ゲームによる算数・数学の学習』（明治図書）p.141