学習障害サスペクト児の数学学習(事例研究)III : 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.2, 77-91, 2000.

学習障害サスペクト児の数学学習（事例研究）Ⅲ

－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（Ⅲ）－ Learning Possibilities and Some Problems

Tadato KOTAGIRI*

This article first shows that even children with learning disabilities（LD）can successfully acquire algorithm for multiplication, and second what kinds of difficulties they face. For this purpose, the writer gives a remedial teaching to a subject child, considered as a global-type LD child. At previous addition and subtraction phases, the LD child has achieved the same learning level as non-LD children are expected to achieve. As a sequel to the phases, the writer is going to argue that the global-type LD child is also capable of understanding and employing multiplication as long as he goes through a learning process of 'Real World', 'World of Models', 'World of Schemas', and 'World of Mathematics.' The current results confirm that meaningful learning, such as the Suido-Method, is more effective than rote learning, such as drill-and-practice lessons. The difficulties manifested in the learning-phases of addition and subtraction are also observed in the learning-phase of multiplication. The difficulties that the subject child faces are helpful for teachers to plan lessons for LD children. It is also observed again that the learning process according to the "General-to-Particular" diagram deepens children's understanding. Furthermore, "slow-learning" shown by the subject child suggests a possibility to develop another curriculum in Mathematics education.

Key words: Learning Disabilities, Maltiplication, Learning Steps, Suido-Method, Slow-learning

本稿は、先行の二つの報告（小田切　1998, 1999）に続く第三報で、同じ被験児についての事例研究である。本研究の立場、目的、および、方法は、その二報告に準じ、従って、本稿でも、同様に実施された治療教育における被験児の学習達成を確認し、かつ、その過程での学習困難を観察し、その結果について考察する。第一、第二報では、整数の加減の学習について報告した。本稿は、乗法の学習について報告する。

1．研究の経過

本研究では、数学（算数）学習において学習障害が考えられる子どもについて、初等的な数学的概念や技能の獲得の可能性を事例で示すとともに、学習障害が存在するならば、その障害に結びつく学習困難がその学習の過程で観察されるはずであるという立場から、治療教育を行い、その学習の様子を観察してきた。その治療教育は、４つの学習段階にもとづいて準備され、実施されている。その４つの学習段階とは、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」である。

この学習過程は、これまでの「わかる授業」づくりの教育現場の努力から抽出された図式である（遠山 1965, 小田切 1989, Kotagiri 1994）。その意味では、ひろく教育現場で実践されている教材研究および授業作りのアイディアである。ただし、治療教育では、４つの学習段階の階層性に特に留意し、学習段階の進行を慎重に進めてきた。すなわち、数および演算は、その根拠を「現実の世界」に求め、「物（量）の論理」で「わかる」

*Faculty of Education, Univ. of the Ryukyus

ことを企図し、そのために、具体物でもある教具の「タイル」を操作することを求め、その内化としての映像、つまり、「モデル」・「シェーマ」を操作する段階（表象の操作）を丁寧に進めてきた（cf.「思考のプロジェクションとしての操作」Kotagiri 1997）。

(1) 第一報、第二報までの学習達成

第一報および第二報では、数概念（自然数の構成）から整数の加減計算までの、被験児の学習達成について報告した。いわゆる「ドリル」学習を続けたが、1位数の加減計算の学習も十分に達成できなかった被験児が、本研究における治療教育の結果、多位数の加法および減法の計算を筆算で、すなわち、数字を操作する「数学の世界」の段階で行うことができるようになった。この場合、被験児の学習達成は、加減の意味の理解（加法および減法を定義する意味の理解、「お話」づくり）と計算アルゴリズムの各過程（部分）での記号操作の意味の理解を含むものである。

ちなみに、学習障害のある子どもでも治療教育を行えばその効果があることは他の研究でも示されているが、その場合、学習達成度が相対的に低かったり（統制群の子どもと同じ学習達成ではない）、「わかる」というより「覚える」工夫（ニーモニック）をするというもので（Wong, B 1995)、それらは数学教育における授業のあり方に関わる示唆というより、教授方法の周辺的な事項でしかない。治療教育も、その場しのぎの暗記ではなく、数概念を獲得するということはどういうことか、計算アルゴリズムを理解するということはどういうことかを具体的に提案する教授過程である必要がある。本研究の4つの学習段階はそういう提案でもあり、その点で、他の子どもたちと同じ学習達成に到り得ることを、本研究の被験児は示した。つまり、学習障害が考えられる子どもの場合でも、単に正答できたというだけでなく（学習の量的側面）、その学習活動の内容や理解や思考の深まり（学習の質的側面）においても、十分に学習を進め得るということである。

さらに付け加えるならば、被験児は、第二報で報告したように、自分なりに新しいアルゴリズムを作り上げた。このエピソードから、数学的な創造活動においても、学習障害が必ずしも決定的に不利な条件であるということではないことも示された。その教授方法は、機械的なドリル学習ではなく、上述の4段階からなる、いわゆる有意味学習である。

(2) 第一報、第二報で観察された学習困難

学習障害が考えらける場合でも、加減計算を含む初等的な数概念についての十分な学習達成の可能性を示した。一方、その学習の過程では、いくつかの学習困難も被験児は示した。第一報では、学習困難が障害を特徴づけるとすれば、それは、学習困難の内容というよりかも、その現れ方・頻度（いつまでも繰り返す、克服するまでにある程度の期間にわたる時間を必要とする、同じ原因の間違いを何度も繰り返すなど）にあると考察した。

そして、観察された学習困難の内容として、第一報では次をあげた。

(D11) 無意味な形式操作
(D12) 4＋3型の難しさ
(D13) 表象の意味の混同
(D14) 表象間の対応の不成立
(D15) 手続きへの固執

また、第二報では、以下をあげた。

(D21) 手続き的操作への固執
(D22) 整数学習の小数学習への低転移
(D23) 注意力に極端なムラ
(D24) メタ認知の幼さ
(D25) スローラーニング

加減の学習で観察された上掲の学習困難が、乗法の学習段階に場面を進めたとき、どのように現れるのかを確認するとともに、その学習困難の内容を整理することができれば、学習障害が存在すると考えられる、あるいは、そのようなつまずきを持つ子どもについての学習計画に、より一般的な見通しを与えることになるだろう。

2．本論の目的と方法

(1) 目的と研究の方法

諸テストの結果、ＬＤサスペクト児（包括性）

と判断されている被験児が、中枢神経系に何がしかの障害があるならば、その特徴を学習過程で表しているに違いないという前提に立って、治療教育を行い、その学習過程を観察することによって、本論では、次を目的とする。

まず、数学学習の可能性を乗法の学習でも示すとともに、その学習の道筋について確認する。すなわち、先行の加減計算の学習過程と同様に、乗法の学習においても、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」という学習段階を経て、十分な学習達成に到ることを事例で示す。

次に、加減計算の学習過程で観察したように、乗法の学習過程においても被験児の学習困難を観察する。これは、その学習困難によって数学学習の過程で「学習障害」を診断しうる特徴を明らかにする臨床観察である。

中枢神経系に何がしかの原因を持つ学習障害が存在するとして、その障害の内容と程度は様々であるはずで、当然それらは具体的な資料にもとづいて今後論じられることになるであろう。現時点では、学習困難の程度や内容と障害の型との間にどのような対応関係があるのかを論じることは尚早であるが、事例で示される学習達成の可能性とその過程で観察される学習困難は、教育現場において学習遅滞を示している子どもたちに対する教育実践を展望する具体的な資料になるであろう。

(2) 被験児の学力状況

被験児（M男、11歳6ヶ月時の診断の結果は、9歳6ヶ月時の検査と同じ包括性学習障害サスペクトと判断された。なお、IQは79）は、第一、第二報の加減の学習に続き、乗法の学習を始めた。被験児は、小学5年生（11歳4ヶ月）を修了しようとしていた。このときの被験児の乗法についての学習到達点は次のとおりであった。

a．かけ算の意味

3×4のお話か絵をかくように求めたら、被験児は、絵がいいと応えたが、しばらく考えてお話を書きはじめた。しかし、「えんぴつが3本あります。」と描いて中断した。加減でお話作りや絵を描くことを学習してきたので、何を聞かれているのかはわかっているはずであるが、被験児は答えることができなかった。そこで、あらためて絵を書くように促すと、タイル3とタイル4を描いた。3×4の3と4に対応させてタイルを描いたのである。すなわち、かけ算の意味について定義する学習から始める必要があった。

b．かけ算九九

かけ算九九についてどの段でも言ってみるように求めたが、かけ算九九をすぐに唱えようとしなかったので、はじめに詳しく調べることはしなかった。意味もわからずに覚えていることを無理に言わせても仕方ないと考え、絵やシェーマ図から「答え」が出せるようになってから、そのときにあらためてどれくらい覚えているかを調べることにした。

そのときの結果は、以下のとおりであった。

3の段：上がり九九で唱えて、3・7＝27、3・9＝28と間違えた。

2の段：言えたが、2・9でしばらく考えて、18と言ってから「あっている？」と確認を求めた。

4の段：一応、言えた。

5の段：言えた。

6の段：6・2＝18、言いかえて12。6・5＝35。6・6＝36と言えたが、6・7＝24。6・8＝48と言えたが、6・9は「覚えていない」。

7の段：7・3＝27。7・9＝36。

8の段：間をあけて唱えた。8・5＝45。

9の段：間をあけ唱え、一応言えた。

1の段：すらすら言えた。

0の段：0・1＝0といって見せたら、あとは次々と続けた。

この結果は、被験児が小学6年、本治療教育でかけ算の学習を始めてから約5ヵ月後で、17×12程度の乗法の複合過程について「お話」を作成し、その「シェーマ図」を描き、その中のタイルを数えて「答え」を求めることができるようになった学習段階でのものである。かけ算九九についての記憶は全般に曖昧で、正しく言えた場合でも確信があるようには見えず、被験児はあらためてかけ算九九表を完成させる学習を行う必要があった。その学習は、シェーマ図を描けば「答え」は出せ

るのであるから、無意味な文字綴りを反復練習するという機械的な学習に被験児を無理やり追い込むのではなく、シェーマ図を描く作業を行うことで、前後の関係や交換法則などに気づいて、それらを手がかりにして九九表を覚えることを期待するものである。

ｃ．多位数のかけ算

かけ算九九を唱えることが不確かな学習状況であったので、無理に多位数の計算をするように求めなかった。多位数の乗法計算について何も覚えていなかったということはなかったとしても、意味の理解や九九の学習状況から再学習の必要があると判断した。

(2)　治療教育

加減の学習と同様に、乗法の学習でも週に１回通ってもらい、30分程度を目安に「授業」を実施し、１日１または２問（１ページ）の宿題を課すという形で進めた。「授業」は、宿題の点検を被験児の前で行い、正誤を伝え、間違っていたり、宿題をしていない場合はその課題をやってもらう、あるいは、宿題と同内容の課題をやってもらい、学習達成を確認することから始めた。そして、新たな学習の段階に進むのではなく、現段階での習熟を期待するときとか、あるいは、「発見」など自分から気づきながら学習を進めることを期待するときは、課題を出し、その活動を観察した。かけ算の意味とかシェーマなどの学習内容を教師から伝える必要があるときは、デモンストレーションし、それに倣って「お話」を作ったり、「シェーマ図」を描くことを求めた。「授業」を終えるときは宿題の内容を被験児に伝え、「できそうか」を確認した。できそうでないと言うときは、１～３問程度、被験児に聞いて練習問題を出し、「できそうだ」ということを確認して「授業」を終えた。以上を行うと、およそ45分程度を要した。60分を超えないように努めた。

教材は、乗法についての学習を主に準備したが、加減の計算問題も宿題の中には含めた。加減の計算は宿題で計算間違いをしたときだけ「授業」で扱うことにした。そして、かけ算の意味から多位数×多位数の一般型までの乗法の学習期間は、約14ヶ月だった。部分的に計算ミスをするなど、多位数×多位数の計算に習熟する必要があったが、もう一度ゆっくりやり直すように求めると正しく計算することができるようになったので、除法へと学習を進めた。そして、宿題の中に乗法の計算問題を入れて習熟を図ることにした。

３．結　果

(1)　学習達成について

上述のようにかけ算の意味と九九について、それまでの教育課程ではほとんど学習達成が確認できなかったが、約14ヵ月の治療教育の結果、図1999-03-21および図1999-06-10のように、被験児は乗法について十分な学習の達成を示した。図1999-3-21は、４×40の「お話」を作り、その「答え」を筆算で求め、「シェーマ」で正しいか確かめるように求めた結果である。被験児がかけ算の意味を「１あたり量」と「いくつ分」で「全体の量」を求める問題として理解し、シェーマ図にもとづいて筆算の意味を理解していることが確認できる（本治療教育で被験児がかけ算について学習を始めてから１年後）。

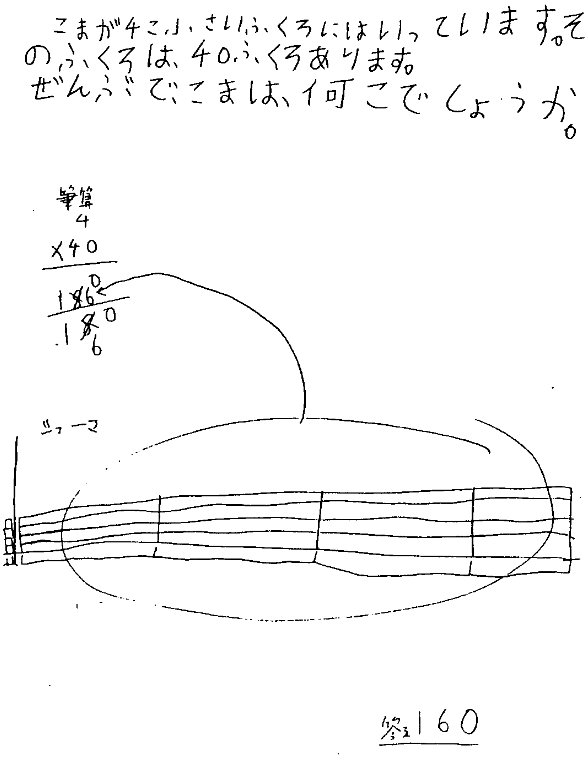


図　1999-03-21

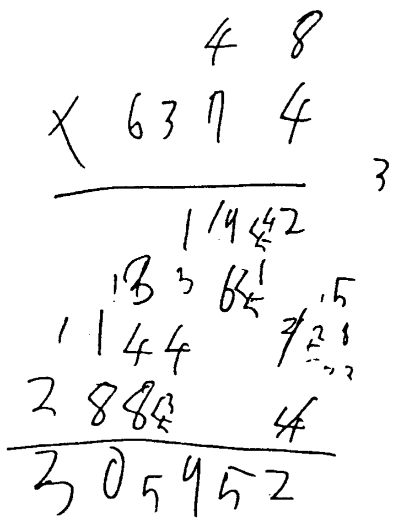


図　1999-06-10

以下では、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」という学習段階を通過しながら、上述の学習達成に達した様子を示す。

①　現実の世界

まず、かけ算の意味を定義することから始めることにした。そこで、「3×4のお話」と言って「1つのはこにあめ玉が3こはいっています。それが4はこあります。全部であめ玉はいくつでいか。」と示し、絵を描くことを求めた。被験児はすぐに絵を描こうとせず、考えている様子だった。そして、「箱も描くの？」と聞いたので、「そう」と答え、作業を促した。そうしたら、3こあめ玉が入った箱1はこと、あめ玉を描き込まない箱4はこを描いた。被験児は、最初の文と二番目の文を、そのまま「絵」にしたと解釈できる。

そこで、「あめ玉は全部でいくつあるか、わかる？」と聞いたら、「あめ玉を全部描くの？」と聞いて、4つの箱それぞれにあめ玉を描き加えた。その後で、「あめ玉はいくつ？」と聞いて絵の意味を確かめたら、「15」と答えたので、5箱分のあめ玉を数えたことを伝え、「答えの部分はどこ？」ともう一度考えるように求めた。そしたら、「丸するの？」とつぶやくように聞いたので、「そう」と言って、作業を促した。現実の生活に事実の根拠をもとめて、かけ算の意味を定義する学習が、やはり必要であったと判断できる。

被験児が描いた絵を元にして、問答でかけ算の意味をもう一度確認し、お話作りの練習をすることにした。「お話」か「絵」のどちらにするか聞いたら「お話」と応えたので、別の3×4のお話を作るように求めた。（図1998-3-16a）続いて、そのお話を絵にするように求めた。「見本を描かなくていいんでしょ」と聞いたので、「描いても描かなくてもよい」と応えて、どんな絵を描くか様子を見た。箱を4つ描いてから、消しゴム3こずつを描き入れた。（図1998-03-16b）このあと、3×4のお話を作り絵を描くことを2題、4×3のお話を作り絵を描くことを3題、練習問題として出した。

けしごむがきいろいはこに3つはいっています。
4はこあります。ぜんぶでけしごむは何こでしょうか。

図　1998-03-16a

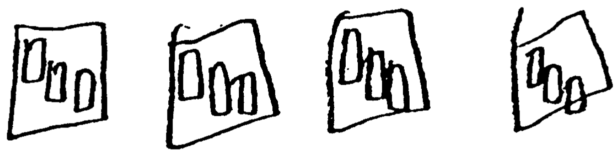


図　1998-03-16b

②　モデルの世界

かけ算九九を暗記することは急がず、お話作りとその絵を描く課題で、かけ算の意味の学習の強化を図った。そして、1位数×1位数（素過程）の場合からはじめたが、その作業に慣れたら2位数×1位数などの簡単な複合過程の場合も含めるようにした。そして、乗法場面の表象操作になれて、かけ算のシェーマが導入できると判断できる機をうかがった。その過程は以下のとおり進んだ。

図1998-03-17は、この学習段階に進んだばかりの「お話」と「絵」である。「人形」と言っているが、それを単に丸で表している。箱のような囲いが袋の中に入っているが、それは袋の代わりに3つずつ囲ったものである。その後で、「授業」での「袋らしくない」という教師との会話を思い

出して、改めて袋を書き足したものである。人形の数を数えるのに必ずしも人形を描く必要はなく、その代わりの半具体物の数を数えてもよく、被験児は無意識であろうけれども既にその作業を納得してやっていると観察できる。

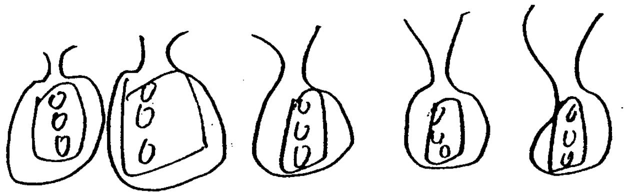


図　1998-03-17

図1998-04-04は、「授業」を2回行った後の宿題（お話を作って、その絵を描く）に入れておいたもので、「はさみが12こ大きいふくろに入っています。3ふくろあります。ぜんぶで何こでしょうか。」の「絵」である。その宿題から3日後の「授業」で再び同様な課題を課したときの結果が、図1998-04-07である。被験児は自分から表現を工夫し、すなわち、具体物の数を半具体物のタイルで表し、しかも十の「缶詰」を使って表象操作を合理化している（23×6）。

図　1998-04-04

図　1998-04-07

③　シェーマの世界

被験児は、「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。」と6×4の「お話」を作った後、その絵を図1998-04-13aのように描いた。自分から5の缶詰タイルの絵を使って表現した。このことを確認して、かけ算のシェーマを教えることにした。

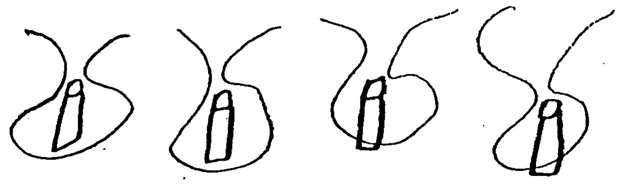
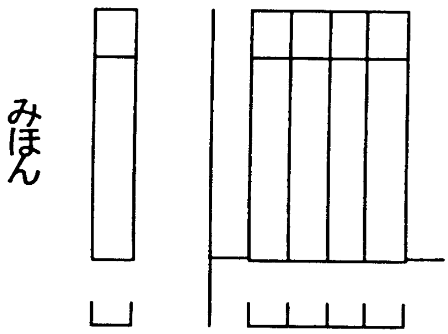


図　1998-04-13a

被験児が描いた絵をもとにして、問答で説明しながら、下図を「かけ算のシェーマ」（かけわり図）として描いて見せた（デモンストレーション）。



かけわり図

そして、かけ算のシェーマの中で「答え」はどこなのかと丸で囲ませて、シェーマの意味を理解していることを確認した。そして、シェーマから傘の数を答えるように求めた。

続けて、7×3の「お話」、「シェーマ」、シェーマ図から「答え」を順次答えるように求めた。先生がやったものを見る必要があるか聞いたら、見なくても「いい」と答えてシェーマ図を描きはじめた。かけわり図をあっさりと描いたので、シェーマ図の意味がわかったかとも思えたが、そのシェーマ図から「答え」を聞いたとき「36」と混乱した。「これは？」と5の缶詰を指して質問し、問答で進めて「21」を得た。（図1998-04-13b）この後、もう一度シェーマを描いて見せ（このときシェーマ図を少し修正—後掲シェーマ図参照）、そして、シェーマ図と絵の両方を描くようにさらに求め、

「中身」と「入れ物」の、それぞれの対応関係を確認した。(「学習困難について」参照)

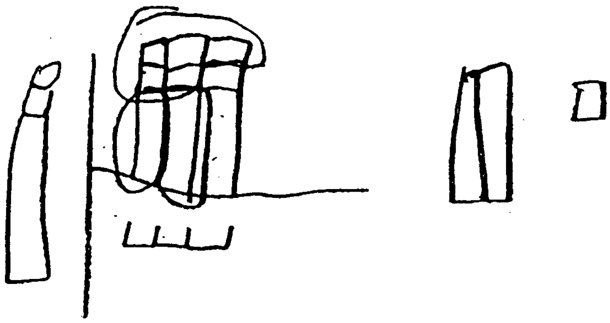


図　1998-04-13b

「お話」を作り、「シェーマ」図を描き、それを見て「答え」ることを宿題（１日１題。宿題は毎日するように求めたが、この課題は毎日でない。２日に１題以上。その間の「授業」は、宿題の点検と確認を中心に進めた）にして、かけ算のシェーマについて習熟することを待つことにした。その結果、次のような学習達成を確認した。

素過程（１位数×１位数）のシェーマ図が描けるようになっても、例えば、８の段は５と３の段の和であることにはなかなか気づかないが、その作業そのものはより簡単に実行できるようになった。(図1998-05-18）この段階では、かけ算九九を覚えることをまだ求めず、かわりにシェーマ図の作成を１位数×１位数から２位数×１位数、１位数×２位数へと進めた。図1998-05-31から、かけ算とは「１あたり量」と「いくつ分」から、「全体の量」を求めることであること、15×５では「１あたり量」「いくつ分」「全体の量」のそれぞれが「15」「５」「75」であることがわかっていると判断できる。なお、これらの用語と意味については、この約１週間前の「授業」で、被験児が作成した「お話」をもとにして、そのお話の中の量が「１あたり量」であり「いくつ分」であること、そして、それぞれシェーマ図でどの部分であるのかということを問答で説明しながら教えた。

図1998-08-10から、シェーマの学習段階には十分に達していると判断できる。だが、筆算の仕組みにはまだ気づいていない。つまり、考え方が、部分積の合計ではなく、部分和の合計である。図1998-08-25は、そのことをよく示している。もう素過程のシェーマ図の作成で間違えることはない

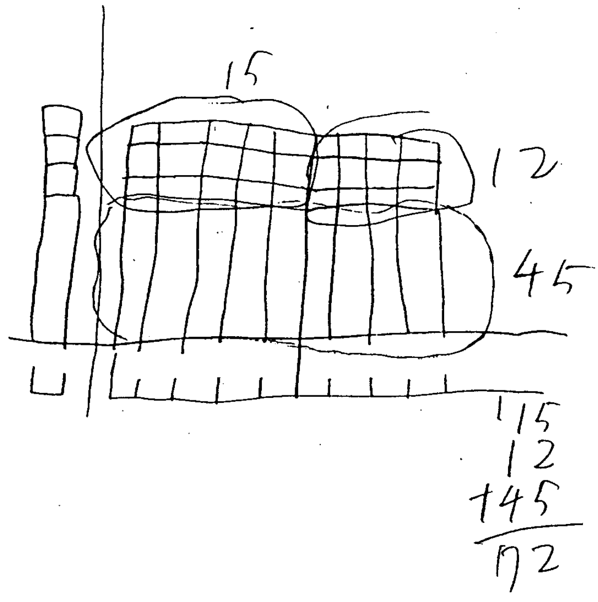


図　1998-05-18

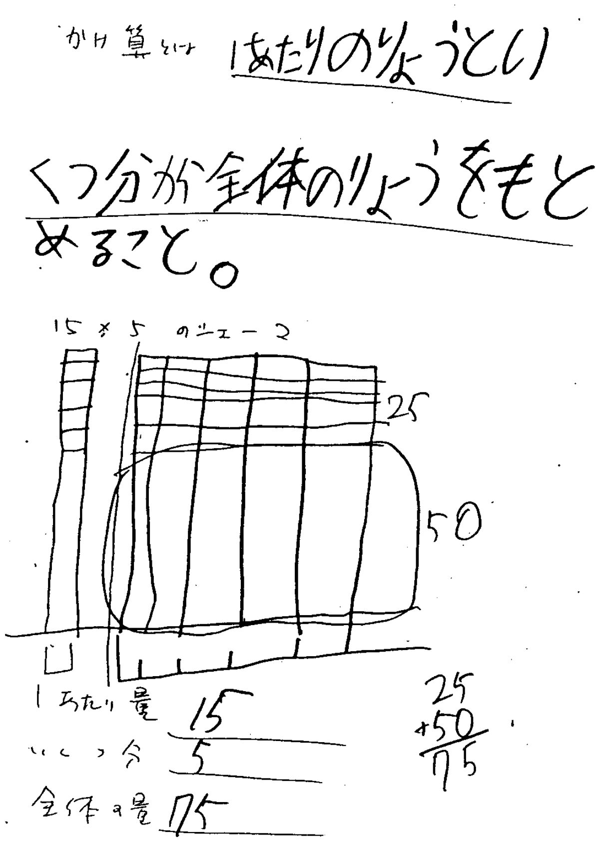


図　1998-05-31

ので、かけ算九九を覚えることも宿題に取り混ぜることにし、どれだけ覚えたかを「授業」で確認

するようにした。そのねらいとしては、かけ算九九を覚えること、それ自体より、まずは部分積に気づいてほしいと考えた。覚え方として、何度も九九を唱えるという方法ではなく、シェーマ図を描いて確認し、式を書いて覚えるように指示した。（×０から×９までひととおり書き出すことを宿題とした。それをもとに自分から何度か暗唱して覚えこもうとすることは指示も禁止もしなかった。）

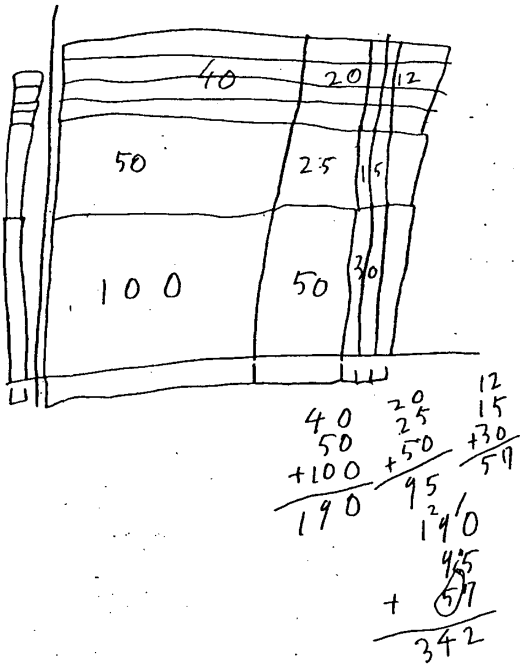


図　1998-08-10

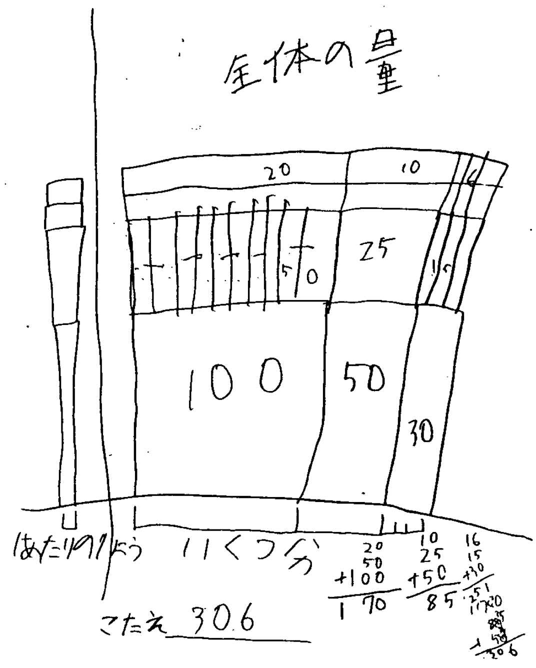


図　1998-08-25

33×18や28×18などの２位数の乗法についてしっかりしたシェーマ図が描けるようになったが、同時に、部分和の合計計算で数え間違えることもあったが、数え間違えないための工夫した方法として部分積を使うことには気づかなかったので、また、九九もなんとか一通り言えるようになったので、部分積を使うことを教師の方から「授業」で求めた（教師がデモンストレーションしながら、問答で）。被験児は、部分積を使う考え方を容易に受け入れた。それから約１ヵ月後の学習達成は、図1998-11-22（18×19）のとおりである。被験児は部分和を使って部分積を確かめている（８×９のところ）。これは学習の不十分さを示してはいるが、同時に納得するための意味ある学習の過程であるとも考えられる。

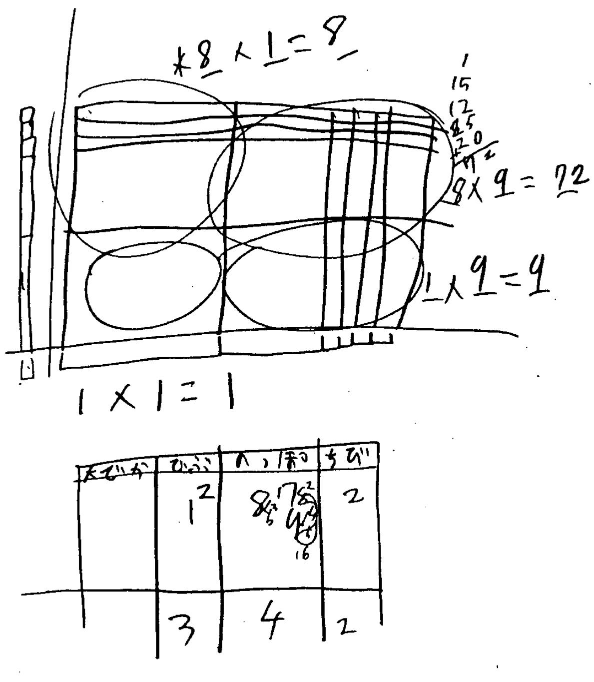


図　1998-11-22

図1999-02-15、および、図1999-02-19は、各桁の数字と部分積の関係を理解していることを示している。シェーマ図から「答え」を求める合計計算もほとんど間違えることはなくなった。間違えても、もう一度やり直すことで正しい「答え」を導き出せるようになった。この学習達成を確認して、「数学の世界」（ここでは、かけ算の筆算）へと学習段階を進めることにした。

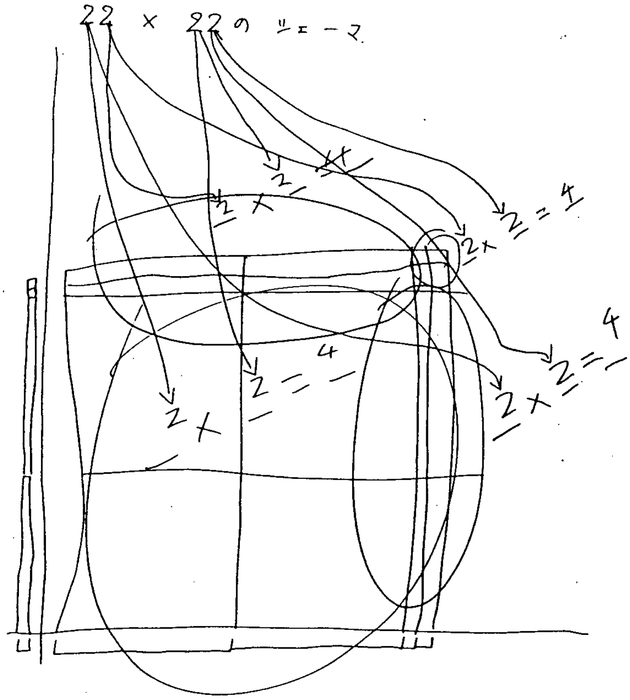


図　1999-2-15

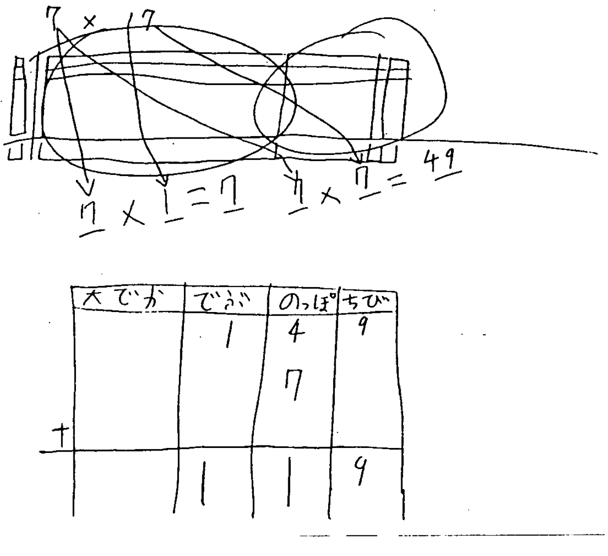


図　1999-02-19

④　数学の世界

シェーマ図を描いて「答え」を求めることに習熟すると、図を描いていちいち数えることがわずらわしく感じられるようになる。また、シェーマ図に習熟しても図が複雑な場合はどうしても「答え」を数え間違えてしまうことがある。そのためだと思われるが、シェーマ図から求めた「答え」を筆算で確認した跡が「宿題」にあった。そこで、「シェーマの世界」の学習段階での習熟が十分であると判断して（図1999-02-19)、シェーマ図から筆算を説明することにした。この時点で、被験児は２位数×２位数の筆算の「仕方」を覚えていた。(被験児にいつ覚えたか確認したが、はっきりしなかった。「たぶん学校で」「いつの間にか」)

22×22型の「仕方」は覚えていたが、その「仕方」とシェーマ図中の部分積との対応関係を教師との問答なしでは見つけられなかったし、22×22型に続けて29×29型の場合も取り上げる必要があった。そして、20×20型については、40×40をシェーマを描いて正しく「答え」を出せるのに、図1999-02-22のように、160+160という意味のない操作をした。すなわち、学習が中半端な状態であり、筆算について再学習する必要性は依然としてあった。

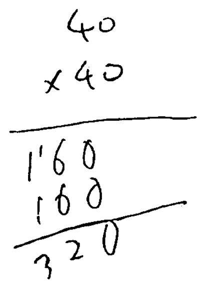


図　1999-02-22

本研究での筆算の学習は、23×22の筆算を被験児に求めて、その計算過程をもう一度辿り、筆算の部分積がシェーマ図のどの部分に当たるか、丸で囲むことを求めながら問答で始めた。そして、まず22×22型、次に29×29型、その次に20×20型の順に筆算についての学習を進めることにした。「数学の世界」の学習段階の、その後の習熟は以下のとおりである。

図1999-03-01aの理解の確かさが、図1999-03-01bと図1999-03-04によって確認できる。図1999-03-01bでは、筆算をした後「こんな？」と被験児が質問したので、「シェーマを描いて確かめたら」と指示だけで、「当たっている。」と被験児は自分で計算の仕方の正しさを確かめた。また、図1999-03-04は、形式操作が具体物の操作から分化していく過程だと言えるだろう（０の取り扱い)。図

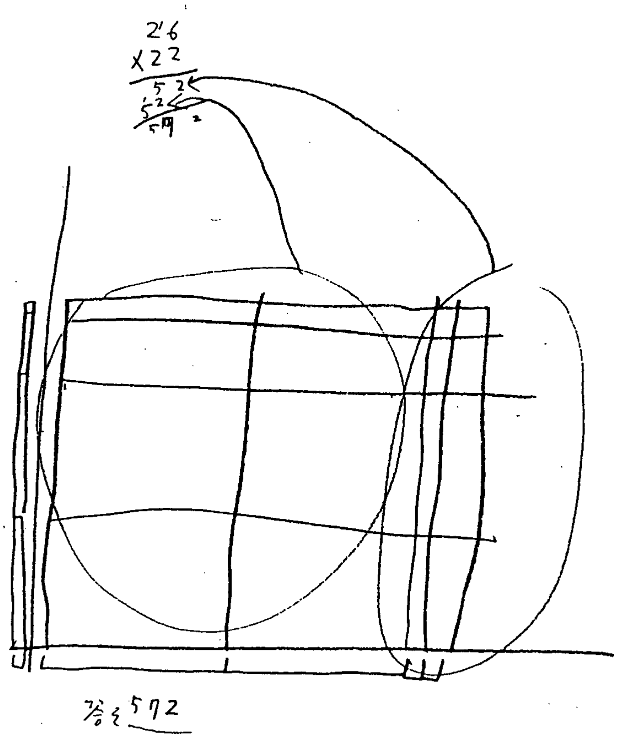


図　1999-03-01a

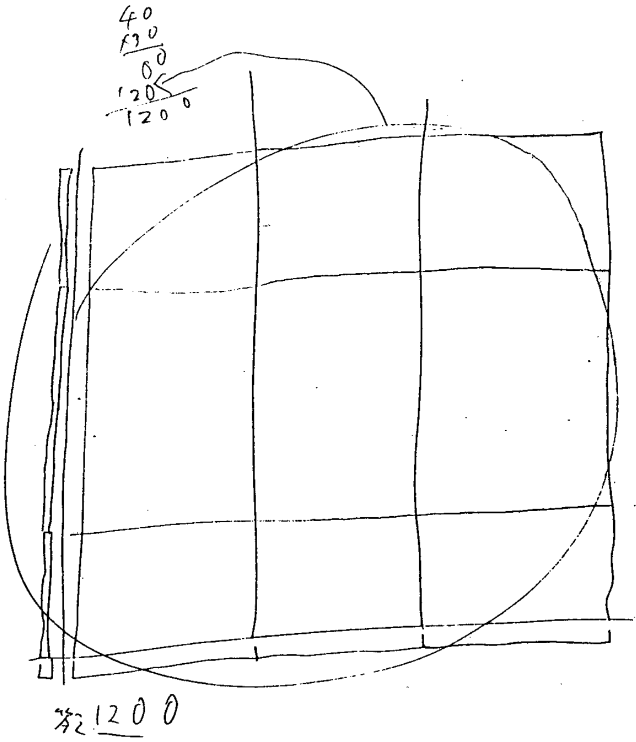


図　1999-03-04

1999-03-19（シェーマを描いてから筆算をするように求めたが、筆算をしてシェーマで意味付けている）および、図1999-03-26は、その学習の進展を示している。

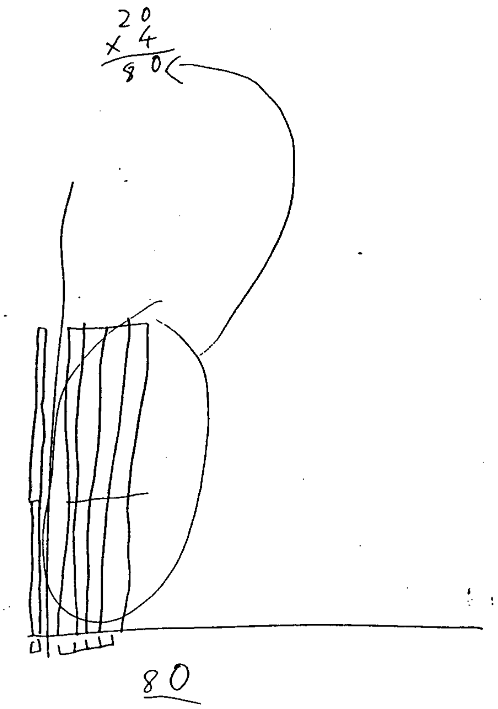


図　1999-03-01b

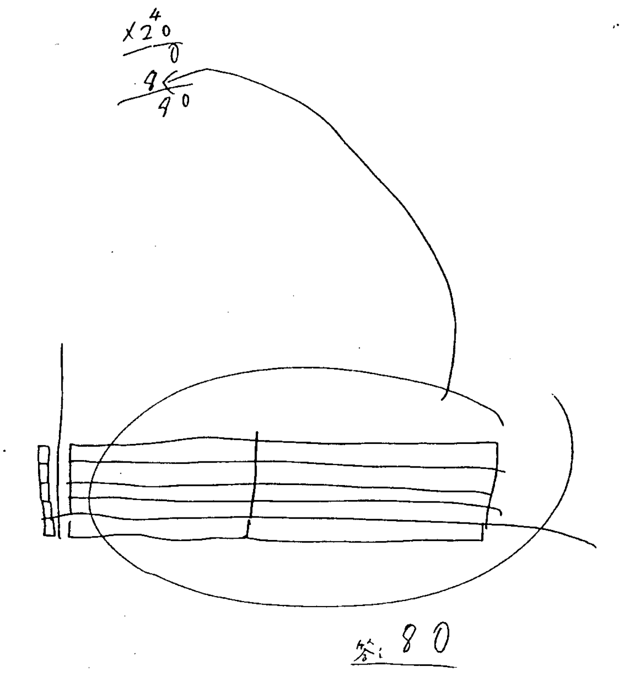


図　1999-03-19

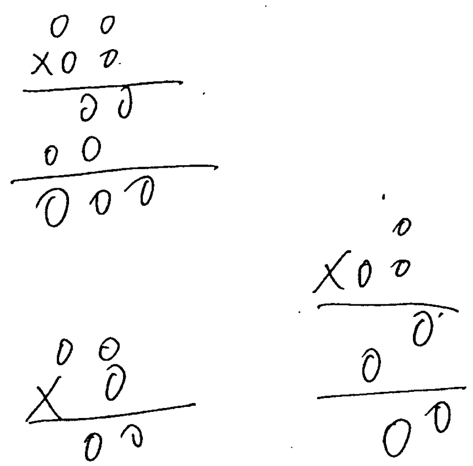


図　1999-03-26

図1999-03-30は、シェーマがさらに抽象化した学習達成を示している。この学習達成では、76×80と特殊型の場合も混乱することはなく、被験児は抽象的なシェーマ図との対応関係を示した。

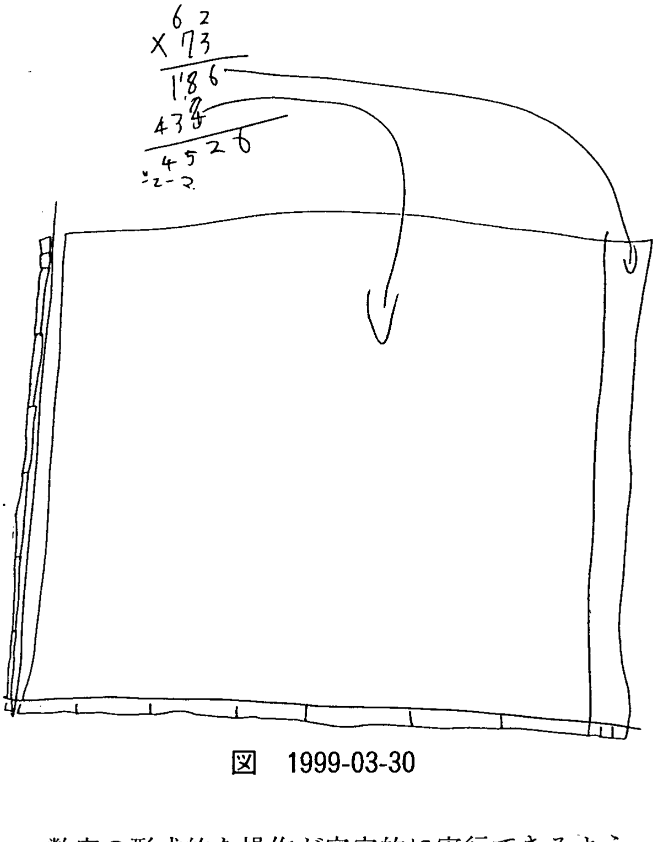


図　1999-03-30

数字の形式的な操作が安定的に実行できるようになると、多位数×多位数へ筆算を一般化できる。図1999-05-24は、その学習達成を示している。九九で間違えることはあっても、ゆっくりやり直すように指示することで、被験児は正しく乗法の計算を実行できるようになった。ちなみに、シェーマ図を描くのは、２位数×２位数まで求め、その学習に十分に時間をかけ、99×99型まで丁寧に扱った（図1999-03-30は、92×92型）。なお、22×22222などの筆算も実行できることを確認してから、多位数×多位数のさらなる習熟は、除法の学習に進んでから宿題（１日１題が原則）の中に取り混ぜることで図ることにした（やや「見切り発車」だったかもしれない）。

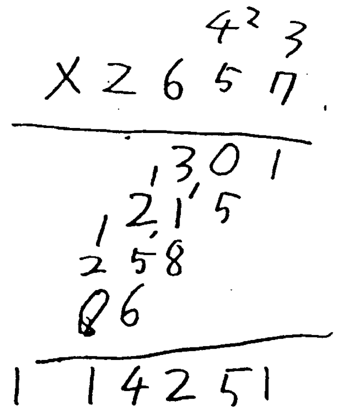


図　1999-05-24

(2)　学習困難について

学習障害の有無に関わらず学習の過程で困難は観察されるものである。しばしばそのような学習困難は学習を加速させることさえある。しかし、その困難が繰り返し観察されるようであったり、なかなか克服できないという場合は、学習の達成を大きく妨げるものとなり得、あるいは、学習達成の中身に関わって留意する必要がある場合は、それらの困難には着目しておくことが求められる。学習困難は学習内容の理解や技能の獲得に際して観察されるので、まず、観察された学習困難を乗法での学習脈絡において現象記述的に述べ、次に、加減の学習で観察された学習困難と比較しコメントを付す。

(D31)　固執・固定化

「お話」がパターン化し、その表現が固定し、教師が示した「・・・がふくろに入っています。そのふくろが・・・ふくろあります。・・・」という言いまわし以外で「お話」を作ろうとしない。

この形で「お話」を作れば必ずかけ算の「お話」を作ることになる、つまり必ず「答え」に達すると被験児が考えていると想像される。とすると、この形に当てはめるということが手続き化していて、かけ算の「お話」とこの形は機械的に結びついていると考えられる。こう考えると、加減の学習で観察された手続き的操作への固執（D15）（D21）と共通点があることになる。成功した、かつ、必ずまた成功するはずであろう手続きをとろうとすることは、失敗体験が多い被験児にとっては、むしろ自然なことであるとも考えられる。

（D32）　数え間違い

シェーマを書いて考えることを求める学習に入った段階で、従ってシェーマ図は正しく描けているから、そのシェーマ図中のタイルをただ数えさえすればよいのであるが、数え間違えが繰り返し観察された。この場合、数える過程で教師が割って入りどこまで数えたか、いくつかなど整理してやると、最後まで正しく数え進むことができる。(1998-04-20, 10-07, 10-10, 10-12, 12-14)

この数え間違いは、教師的視点で自問しながら作業すれば、かなり減らしうる間違いであると考えられる。とすれば、その方法はともかくとして、メタ認知能力の幼さ（D24）の問題になる。

（D33）　シェーマに対応しない数字処理

20×30の「お話」を「けしごむが30こ小さいふくろに入っています。そのふくろが20ふくろあります。ぜんぶでけしごむは何こでしょうか。」と作り、そのシェーマを一が600でもなく、十が60でもない、「百が6」のシェーマが描け、その6を「2×3＝6」と示すことができているのに、その6を位取り板の十の位に書き込み「60こ」と答えた（1998-04-20, 12-10)。その後も、7×30でシェーマは五十の塊3つと十を6本の図を描きながら十と一の位に「2」「1」と書き込んだり（図1998-12-21)、20×50でも百が10のシェーマが描けているのに、「答え」は「100」としたり（1999-1-11)、20×5で「2×5＝10」と答えながら千と百の位に「1」「0」と書き込み「1000」と答えたりした（1998-12-18)。ただし、2×5＝10の場合、シェーマは不正確で百が2つに見える図を描いた。なお、問答で意味を正せば、被験児は間違いに気づくことができた。その他、「答え」は間違えなかったが、百が8枚のシェーマを描いて、しかし、位取り板には百の位に8を書き、続けて十の位に0と書き込んだこともあった（1998-12-31)。一の位には何も書き込まなかったので、シェーマは百が8枚であるが、被験児は十が80本という意味を操作していたと解釈できる。2×22型は一旦は理解できたとも思えだが、その後で上述のような間違いをした。そのときでも、22×22型では、一の位が0でないために上述のような間違いをしなかった。

この場合は、一般型から退化・特殊型の2×20へのシェーマの展開において、認識の一般化が求められている学習段階で、形式（数字）に対応するシェーマ（タイルの表象）が機能していないつまずきであると考えることができる。とすると、このつまずきは、表象間の対応の不成立（D14）と考えることができる。

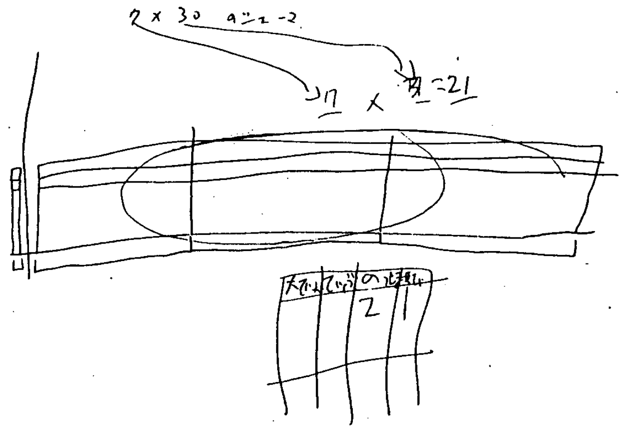


図　1998-12-21

（D34）　特定の手続きへの固執

1位数×1位数から2位数×1位数へとシェーマを描く作業を展開したとき、例えば、26×8の場合、26は五の「缶詰」5個と一を1個で表し、被験児は「答え」を五の「缶詰」を40と一を8個描いて表した。そして、それらを数え足して「208」を得た（1998-6-21)。13×22の場合、「1あたり量」を十を1本と一を3個と描いたが、その後で十を半分にし、五の「缶詰」を44個描き、それらと一の66個を数え足した（図1998-06-29)。

被験児は30×25でも十を３本ではなく五の「缶詰」を6描いてシェーマを完成させた（1998-6-27）。

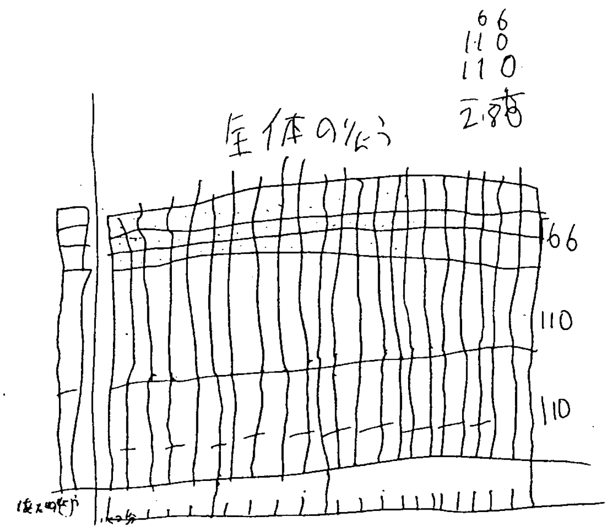


図　1998-06-29（13×22）

「いくつ分」も、例えば８を５と３と認識しているが、また、十、二十の区切りがわかるように「いくつ分」を描いているが、同時に、例えば25の場合は一の小箱が25個あることがわかるように「いくつ分」を描き、苦労して五の塊や一を数えていた。結局、１ヶ月程度様子を見たが、「ビン詰め」型のシェーマから「缶詰」型のシェーマに変化する様子が見えなかったので、教師が「授業」で「大箱配り」の図を描いて見せた。そしたら、それも被験児は受け入れた。「大箱配り」は、一般に理解することは易しくないが、そして被験児の場合も補足的な学習過程をおぎなったが、それ自体は比較的簡単に受け入れ、被験児のシェーマは「缶詰」型になった。だから、１つの「答えの出し方」についての固執は、その難しさとは区別される特徴のように思われる。

１あたり量の十を五と五に分解することは、間違ってはいないが不必要な作業である。これは、加減の学習で観察された無意味な形式操作（D11）に当たる。また、「ビン詰」型での停滞は、「目的指向的」（小田切　1999）に考え直そうとしない、成功した手続きへの固執としても理解できる。

（D35）　九九の間違い

「シェーマの世界」の学習段階でかけ算九九（乗法素過程）を覚えることを被験児に求めた。６の段と７の段の獲得に少し時間がかかったが、約３ヶ月の期間で、流暢とはいえないまでも一通り間違えなく唱えられるようになった。かけ算九九の獲得で苦手な段があることは、一般に観察されることである。本治療教育ではかけ算九九を早く覚えることに力点を置かなかったので、約３ヶ月がかかったということを、必ずしも学習困難と取り立てる必要はないであろう。むしろ、小学6年まで覚えきれなかったかけ算九九を一通り唱えられるようになったことに着目すべきである。しかし、ゆっくりするように注意すると間違えることなくできるのに、複合過程の計算では九九を間違えるということが繰り返し観察されている。単によく覚えていないというよりかは、注意を十分にしないというメタ認知の幼さによるものと考えられる（1999-３-８，３-15)。ちなみに、筆算の過程で部分積の和を求めるとき４＋７＝10などと間違えることも観察された。この場合、もう一度やるように求めれば、間違えることなく筆算を実行できる。

つまり、もう一度やってみるように求めたり、「ゆっくりと」と指示することで、減らしうる間違いであるので、ここで観察された九九の間違いは、メタ認知能力の幼さ（D24）の問題だと考えることができる。

（D36）　突然の混乱

「現実の世界」に存在の根拠をもとめ、それを絵で表現する「モデルの世界」の段階を経て、「シェーマの世界」の段階に至って「数学の世界」への学習段階（筆算）に移行しようと準備している段階で、突然学習の退行、あるいは、混乱を、被験児は見せた。すなわち、13×４のシェーマが描けているのに、その「お話」を「あめが小さいふくろに13こはいっています。４こあげました。のこりはいくつでしょうか。」と、作ることができない（1998-10-31)、その現実場面の絵（モデル）が描けない（1998-11-02）という混乱を見せた。被験児はなんとか思い出そうとしたが、思い出せなかった。思い出そうとせずに［自分で考えてごらん］とも励ましたが、うまくいかなかった。一度到達した課題で、これまでも「宿題」で復習

してきたことであった。ひとつ例を見せて示せば、被験児は直ちに「お話」を作れただろうし、「絵」も描けただろう。このように不連続な学習状況が現れ、課題に何とか取り組むように求めると、その後、被験児は大変に疲れた表情を見せた。

このような学習の混乱は、加減の学習でも観察され，注意力の極端なムラ（D23）の１つとして述べた。文字通り、学習したことが剥落してしまったという場合と区別されるのは，機会を改めて同じ課題を課してみたり、少しだけ以前にやったものを見せることで、この混乱は収拾される（された）からである。

（D37）　ケアレス・ミス

「多位数×」または「×多位数」へと展開し、複雑さが負荷としてかかったとき、不注意な計算ミスが多くなる。６・８と８・７を混同して間違えたり、加法の計算で間違えて、なかなか正しい「答え」に達しないということがあった（1999-5-17)。また、複雑なシェーマから「答え」を導こうとするとき、部分積を写し間違えることもあった。

また、例えば、８×４が作業の途中で８×８になってしまう、あるいは、２（見方によっては３にも見える）を３と間違えるという、思い違いも観察された。(1998-04-13, 04-27, 05-11, 05-18a, 04-21）

文字通り不注意な間違いなので指摘すれば、被験児はすぐに間違いに気づいた。そのような間違いを度々繰り返すとすれば、この場合もメタ認知能力の幼さ（D24）の問題だと考えることができる。

４．考　察

ａ．学習達成と有意味学習

学習障害児の学習の可能性は、既に見た学習達成のとおり、乗法の学習においても示された。しかも、しかもその学習達成は、「現実の世界」「モデルの世界」「シェーマの世界」「数学の世界」という学習段階を経ることで実現し得ることが示された。もちろん、被験児が様々の障害をもっているわけではないから、様々な障害をもつ子どもに、本治療教育のどこまでが一般化できるのかという問題は残るが、少なくとも、整数の乗法までの学習の可能性を一般的に否定することはできないということは示された。

しかも、学習達成は、結果を覚え込むだけの機械的な学習ではなく、有意味な学習の結果であり、かけ算の筆算の仕方を仮に忘れても計算の仕方を構成しなおせるものである。加えて、この学習達成が、有意味な学習によって実現したことも強調されてよい。被験児の学習履歴はドリル・アンド・プラクティスの機械的な学習では、その努力によってはかけ算九九を覚え切れなかった、また、筆算の仕方の学習も曖昧な記憶の域を出なかったという事実と対照させて、４段階を経る有意味学習の学習達成、つまり有効性は、さらに事例を積上げる必要はあるが、一般化し得るだろう。

ｂ．学習困難と学習障害

乗法の学習過程においても学習困難が上で見たとおり観察された。これらの学習困難は、加減の学習で観察された学習困難も含めてさらに整理分析する必要があるが、従って現象記述的であるので、数学学習の過程で「学習障害」を診断しうる特徴であると判断できる形にはまだなっていない。しかし、現に教育現場で学習障害サスペクトの子どもの教育は進められており、その場合の参考にはなるはずである。つまり、学習障害を疑う必要のある学習のつまずきを持つ子どもの乗法についての学習を展望する上で、学習達成とともにこれらの学習困難も織り込んでおくことは、その教師の取り組みをより確かなものにするはずである。

なお、不注意によると思われる計算間違いでも、何度も繰り返すとか、ある型についての、あるいは、あるつまずきが繰り返されるなどということがあれば、その児童について、大きな学習遅滞に結果していなくても、学習障害を疑って適切な対応をとることは必要な配慮と言えるだろう。

ｃ．スローラーニングとカリキュラム

乗法学習についての治療教育は、加減の場合と同じように、週一回の「授業」と１日５分程度の「宿題」で進められた。そして、本論での学習達

成に至るまでに約15ヶ月程度を要した。例えば「シェーマの世界」の学習段階に数ヶ月の期間を要しているということは、スローラーニングということになるのかもしれない。しかし、本治療教育で扱った乗法の内容は、学習指導要領では約3.5ヵ年の期間のうちで教えられる内容であるので、15ヶ月は決して実現不可能な期間ではない。ただし、カリキュラムの構成は、従前のものとは大きく変更されたものになるであろう。

つまり、スローラーニングと言っても、全体としては与えられた期間内で期待される学習達成が可能なのだから、加減の治療教育で示唆されたもう１つのカリキュラム構成の可能性が、乗法の学習でも示されたと言えるだろう。

d.「分析・総合」と「特殊・一般」

学習の混乱D33は、シェーマの操作と数字の操作を対応させることで収拾できる。実際、本治療教育では、そうした。表象間の対応の不成立という側面からではなく、学習の過程として「分析・総合」と、学習者の認識の変容としての「特殊・一般」という図式で見ると（Kotagiri, 1997)、D33は、学習内容を総合し、一般化する学習過程であるという積極的な意味を持つ。これに対応する筆算（形式操作）でも、一般型から特殊型・退化型への展開で、同様な「つまずき」を観察した。

このような「つまずき」の克服は、本治療教育でもそうであったように、難しくない。ただし、それはその学習過程を省略できるということではない。特に強調しておきたいことは、そのつまずきによって、より一般的な理解に達したということである（前掲の図1999-03-26)。

引用・参考文献

Kotagiri, T. (1994) *Every Child Can Do Mathematics,* Proceedings of PME 18 Vol. 1, pp.100

Wong, B. (1995) Learning About Learning Disabilities, Academic Press. Pp.425-451

Kotagiri, T. (1997) An Attempt to Construct a Tecching／Learning Theary: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

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（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.77-101

遠山　啓（1965)『わかるさんすう１～６』むぎ書房