

算数授業において自分と異なる解法を聞くことの効果

—規範解法が使われなくなった事例の分析—

河 崎 美 保

問 題

日本の初等教育における算数の一斉授業では、教師により指名されたある児童が、他の児童を代表して解法を発表するという方法をとることが頻繁にある。こうした解決結果の共有は日本の算数・数学教育の特色とされる (Stigler & Hiebert, 1999)。確かに、児童本人が課題を解決した後、正誤のフィードバックを得るだけでなく、ある結論に至った推論過程を自ら説明することは、数学的概念の理解とより高度な解法の獲得を促進すると考えられる (Siegler, 2002)。他方、それを聞く児童に対してはどのような効果が期待されるであろうか。協調学習や理科の仮説実験授業 (板倉, 1971) の研究は、他者の発言から独りでは得難い豊かなリソースが提供されるものの、そのリソースは各自に固有な仕方を利用され、理解を形成すること (三宅, 1985; 白水, 2004)、公的に発言される他者の考えが個人に与える影響の仕方が、聞き手となる児童の元々の考えによって異なること (Hatano & Inagaki, 1991) を示唆している。算数授業中、他者の発言が個々の児童の理解に及ぼす影響を調べた研究では、討論で発言しなかった児童でも授業後の理解が高く、他者の説明を適切に評価、記憶できることが分かっている (Inagaki, Hatano, Morita, 1998)。また、藤村・太田 (2002) は、2つの解法が適用可能な問題に対し、自分が元々使っていなかった方の解法が授業中に他者によって説明されるのを聞いた直後、自分の元々の解法は適用できない問題を解く時、他者の解法を使い、その意味理解 (計算の結果が何を意味するかを書くこと) を示した児童は、授業後、元々の解法も適用可能な問題に対しても他者の示した解法を継続して使う傾向が高いとの結果を得た。これらの研究は、授業中の理解 (藤村・太田, 2002) や、授業後の理解 (Inagaki et al., 1998; 藤村・太田, 2002) および、発言の評価、記憶 (Inagaki et al., 1998) を指標として、授業中の他者の説明の受け止め方を明らかにしようとした点で意義深い。また、授業中の他者の説明の受け止め方に対する聞き手側の要因について、たとえば藤村・太田 (2002) は、授業で学習する解法ほどではないがある程度洗練された次善の解法を使う児童に、授業で学習する解法への意味理解を示す児童が多い傾向を見出した。次善の解法を使用できることが何を意味するかの検討や、次善の解法を使用できない児童に対する処遇に関して示唆を得ることによって、この研究領域のさらなる進展が期待される。これに関し、河崎 (2005a, 2005b) は、藤村・太田 (2002) の着目した次善の解法よりも洗練度の低い解法に着目し、その解法の発表を授業中に聞いた時の受け止め方に影響する聞き手側の要因を検討した。その中で、既に授業前に授業で学習すべき「規範解法」を使用していた児童が、授業中、他の児童から規範解法より洗練度の低い「別解法」の発表を聞いて、規範解法を使わなくなる事例が見

られた。そこで、本研究は、別解法を聞いて規範解法を使わなくなった児童が、別解法発表の何を聞き取ったか、どの部分を自分の課題解決に反映させたかについて報告し、別解法の発表を聞くことのどのような側面が児童の学習に影響を持つのかを規範解法への理解という観点から検討する。

算数・数学における課題解決の特質

算数・数学の課題解決には、概念的理解と手続き的理解の2つの要素が関わる。概念的な理解に関しては、近年、概念変化アプローチによる算数・数学教育研究がなされつつある。概念変化とは、学習者が日常経験に基づいて獲得した既有知識と新しい情報が矛盾したときに必要となる学習の一形態であり、単なる累加的な学習とは区別される (Vosniadou & Verschaffel, 2004)。科学革命 (Kuhn, 1970) と理科学習に類似点を見出すことにより、概念変化アプローチは理科教育において多くとられてきた。現在では、構成主義的な立場をとる認知発達研究を受け、概念変化は誤ったものが正しいものにとって代わるという見方ではなく、学習者がより抽象化、一般化された説明をできるようになることだととらえられるようになり、算数・数学教育へと適用の範囲が広がった (Vosniadou & Verschaffel, 2004)。ただし、理科学習では、日常経験に基づき既存の概念が形成されやすく、それを実験的に検証可能であるのに対し、算数・数学学習では、既存の考えが経験に基づかない直観的なものであったり、演繹的な証明方法が取られたりすることから、学習者は既存の理解と新しい情報が矛盾することを認識しにくい面がある (Vosniadou & Verschaffel, 2004)。また、算数・数学の場合、概念変化を測定する課題解決は手続き的理解によっても支えられることより、課題解決の成功は、概念的理解を必ずしも保証しない。

規範解法適用者の理解の揺らぎ

上述の通り、算数・数学の場合、概念的理解と手続き的理解が必ずしも平行して進まない。そのため、ある課題に対し、適用した既習の演算方法がたまたま適切である、つまり概念的理解が伴わないことがあり、このような場合には、その適切な解法が安定して使用されるとは限らない。たとえば、混み具合などの内包量の比較のために、割り算をし、商の大きさを比較するというような手続きを機械的に憶えていて、概念的理解が不十分であれば、問題によっては、割りやすさにつられて実際は逆内包量を算出する式を立てることが起こったり、また、計算の意味が直観的に分かりやすい引き算など、外延量に適用されるべき演算方法に容易に流れてしまったりすることが考えられる。

児童1名の解法発表と教師の規範解法解説前後での解法変化を調べた先述の河崎 (2005a, 2005b) は、正しい解法の利用価値を高めつつ、誤った解法の利用価値を低めることで、正しい解法の使用率が高まるとの知見 (Shrager & Siegler, 1998; Siegler & Shipley, 1995) に基づき、聞き手の児童の考えが規範的なときには、他の児童が規範解法を発表するよりも、別解法を発表する方が、どちらがよりよい解法かを吟味するよう動機づけられ、それを達成することを通じて、規範解法への理解と使用が促進されるという仮説を検証した。しかし仮説は支持されず、児童の別解法発表が規範解法の習熟を促進しなかった上、いったん使用した規範解法を使用しなくなる変化さえ2名に見られた。前節の知見に基づくと、この2名は、一貫して規範解法を使用し

た他の児童に比べ、初めの規範解法への概念的理解や、別解法を聞いたときの吟味が不十分であった可能性がある。また他方で、解法の変化は、むしろ別解法を学習に積極的に利用した結果だと考えることも可能である。河崎（2005a, 2005b）は、他の事前理解レベルの児童らも対象に含め、量的な分析手法を採ったため、この点の検討が十分でない。しかし、規範解法を使用しなくなった児童とそれを使い続けた児童に焦点を当て、事例分析により両者の認知過程の違いを検討することは、今後、別解法の有効な提示法を明らかにする上で重要である。

目 的

本研究では、河崎（2005a, 2005b）で、児童2名が別解法の発表を聞き、規範解法を変化させた事例に焦点を絞り、規範解法を維持した他児童と比較しつつ報告するという形でその変化過程の特性を分析する。これにより、規範解法を維持した児童の場合は、河崎（2005a, 2005b）の仮説通り、解法吟味を適切に遂行したといえるのかを検討する。こうした個別の学習過程の分析により、すでに規範的な解法を使用している児童が、自分と異なる解法を聞くことで受ける影響に関与する要因をより実験的な手法で解明するための資料を提供できると考える。

方 法

対象

調査の参加者は小学校5年生4クラスであったが、児童が差の解法を発表した2クラスの内1クラスでのみ、元々 1m^2 あたり解法を使用していたにもかかわらず、授業後、他の解法を使用するように変化した児童がいた。本研究では、このクラス（30名）の6名に焦点を当てて報告する。

分析対象6名の内訳は、プレテストで 1m^2 あたり解法を適用し、予測に反して後に他の解法を使った2名（N児, F児）、予測どおり 1m^2 あたり解法を維持した3名（Y児, O児, T児）、差の解法を発表した1名（A児）であった。

材料

未習の単元「単位量あたりの大きさ」（6年生で履修）に含まれる密度に関する課題を使用した（1時間だけの飛び込み授業の形式で実施）。課題は、藤村（1997）、藤村・太田（2002）を参考に作成した。授業で解くべき課題は2つの公園の花壇の混み具合を比較する文章題であった。具体的には「あさひ公園の花壇は、面積が 5m^2 で25本の花が咲いています。みどり公園の花壇は面積が 7m^2 で28本の花が咲いています。どちらの花壇が混んでいますか」と問うものであった。どちらが混んでいると思うかの判断を「ア. あさひ公園」「イ. みどり公園」「ウ. どちらも同じ」から1つ選択し、そう考えた理由を式、言葉、絵図などでできるだけ詳しく説明するよう求めた。

この課題の解法としては、わり算で 1m^2 あたりの花の数を求めるもの（以下、「 1m^2 あたり解法」）が規範的と言える。ただし、別途行った予備調査から、この時期の児童はしばしばひき算で面積の差、花の数の差をそれぞれ求める解法（以下、「差の解法」）を適用することがわかっている。差の解法は、面積の差、花の数の差を直観的に比較する点で、規範的な解法とは言えない。しか

し、上記のあさひ公園とみどり公園のように、面積の差に対して花の数の差が明らかに小さい場合には、正しい判断を導く上で有効な解法の1つとも言える。そこで、参加クラスの内、2クラスでは、差の解法を使用する児童に、発表を求めることにした。ただし、差の解法で正答を導くことのできる課題に対しても、規範解法を適用することが、安定して正しい結論を導くことができるという規範解法の意義への理解を反映すると考え、差の解法も適用可能な課題を使用した。

手続き

調査全体は、プレテスト（3問）、授業（1問）、ポストテスト（5問）、3週後テスト（5問）の順で実施した。ポストテストまでは、同一日に連続して実施した。3つのテストは内容が対応しており、結果を比較することが可能であった。本研究では、授業で使用した課題と同型の課題（各テスト1問）の結果のみ分析に使用する。授業は、プレテストの第1問目の課題の解法について、まず児童1名が発表し、次に教師が1㎡解法を解説する解法発表場面であった。児童、教師のそれぞれの発言の後に、聞いている児童に発言の再生を自由記述で求め、それぞれの解法に対する評価も尋ねた。教師は、児童の発表した解法を明示的に評価したり、自らが解説する解法だけが正しいものであると発言したりすることはなかった。これは聞いている児童自身の能動的な吟味活動を検討するためであった。規範解法を変更するという児童が1人でもいたということに関しては、それを制止する教師の指導がなかったことがそもそもの要因の1つとして検討に値する。しかし、本研究は、同様にそのような教師の説明を聞いた児童の中に、規範解法を変化させた者とさせなかった者とがいたことに着目し、両者の間に存在する差異を検討することを目的とするため、教師の説明を分析の対象に含めない。教師の解説例をTabel 1 に示した。

Table 1 教師の解説

ユニット 番号	発言 カテゴリ	教師の解説内容
1		はいじゃー，先生が引き続いて説明をいたしまーす。
2		はい。じゃーあの一，どちらの花だんが混んでいますかー ということやんかー。
3		混んでいるというのは一，えー，満員電車で人がいっぱい乗って ぎゅうぎゅう詰めになってるというのを混んでると言いますね。
4		バスとか乗ったとき，いっぱい混んでる。
5	目的	だから一混んでるか空いてるか比べるときに一， 電車やったらおんなじ広さで比べるやん？
6		それとおんなじです。
7	アの面積・本数 イの面積・本数	これは面積が 5m^2 で25本， 7m^2 で28本やし，
8	目的	これをおんなじ面積で比べたら花がどんだけ分で 何ぼ咲いているかということがよくわかる。
9	アの本数	だから25本咲いているので，
10	商の算出	$[25 \div 5 = 5]$ と書きながら 5m^2 ということで，
11	商の意味づけ	これは 1m^2 あたり， 1m^2 あたりにあさひ公園は5本。
12		$[25 \div 5 = 5]$ を指して]よろしい？
13	下位目的	28，みどり公園の方は同じように 1m^2 あたり咲いている花の本数をだすと，
14	商の算出	$[28 \div \text{と書く}]$ (? : 4) 4，え7やなー $[\div 7 = 4]$ と書く]
15		だから，どちらが混んでいるということになるでしょう， と言うと？ (? : あさひ公園)
16	答	あさひ公園の方が混んでいると言えます。

註1: ()内は発表者以外の発言，[]内は非言語的行動を表す。

結 果 と 考 察

A児が発表した解法の特徴

A児の発表した解法の特徴を検討するため，A児による差の解法の発表をTabel 2に，他のクラスの児童による差の解法の発表をTabel 3に示した。また，A児の発表した差の解法をFigure 1に図示し，A児の各テストにおける解法をTabel 4に示した。

A児による差の解法の発表（Tabel 2）と他クラスの児童による差の解法の発表（Tabel 3）を比較すると，A児による発表は，全体として解法の意味内容への言及が多いことが着目される。つまり，A児の場合，差を求めた後の説明が詳しくなされた。またその結果，他クラスの児童とは異なり，A児はどちらの花だんが混むかを正しく結論するに至った。そこで，以下では，差を求めた後の推論過程を2つの段階に分け，A児の解法の特徴を検討する。

差の解法では，求めた面積の差と花の数の差の比をいかに正確に判断するかが難所となる。そ

のため、差の解法によって正しい結論を導くためには、第1に2つの差の単位（㎡，本）を適切に考慮する必要がある。また、第2に2つの差の比が、より狭い方の花壇（あるいは2つの花壇に共通の領域、つまりFigure 1の①または②）の面積と本数の比と比べ、いかに異なるかを判断する必要がある。この判断を常に正確に行おうとするならば、結局、単位量あたりの大きさを算出し、2つ領域の混み具合を定量的に比較することが必要となる。ただし、本研究で使用了課題のように、2つの比の異なり方が明らかな場合、単位量あたりの大きさを算出することなく、直観に基づき正確な判断を下すこともできる。

Table 2 A児による差の解法の発表

ユニット 番号	発言 カテゴリ	A児の発表内容
1		私は、
2	アの面積	あさひ公園の花だんは面積が5㎡で
3	アの本数	25本の花が咲いていて、
4	差の 算出	みどり公園はあさひ公園より、 2㎡増えて、
5		本数も3本増えていて、
6	演算 の 意味	あさひ公園と同じ5㎡を一、に一、 みどり公園を当てはめて一、
7		そのみどり公園の花だんの、5㎡ の中に、25本の花があるとして、
8	差の 意味 づけ	残りの2㎡に3本の花を入れる として、
9		ほんで、その2㎡の中に3本の花を入 れたところだけ場所に余裕があるから、
10		その全部の本、花の咲いていると ころを均等に分けていくと、
11	比較結果 の 意味づけ	25本の花が咲いているところより 28本の花が咲いているところの方が 余裕があるということで、
12	答	あさひ公園の方が混んでいる、と思いました。

註1:ゴシック体の発言は、解法の意味内容に関わる発言。

Table 3 他クラスの児童による差の解法の発表

ユニット 番号	発言 カテゴリ	他クラスの児童の発表内容
1	答	[イに○をつける。]
2		えっとー、なんでみどり公園の花だんの方が、 おっ..., (複数:混んでる)混んでる?
3	差の算出	あつ、えと、面積はみどり公園は、 2ほう、平方メートル
4	差の 意味づけ	ぐらいしか変わらへんのやけど、
5	差の算出	花だんは3本
6	差の 意味づけ	も増えてる。
7		どうですか。

註1:ゴシック体の発言は、解法の意味内容に関わる発言。

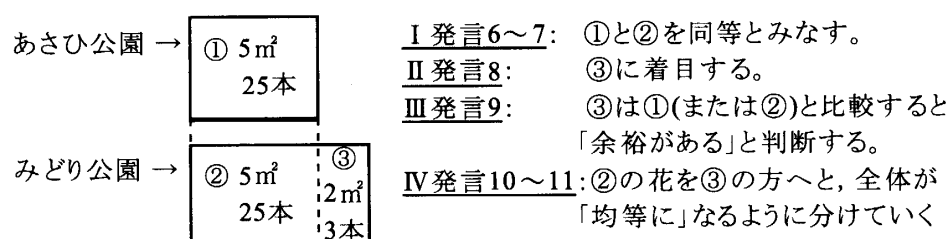


Figure 1 A児の発表した解法の図式

こうした第1, 第2の差の解法の特徴と、本研究で使用した課題の性質に照らし、A児 (Tabel 2) および他クラスの児童 (Tabel 3) による差の解法を比較する。

するとまず、他クラスの児童によるユニット番号3, 5の発言と、A児によるユニット番号4~7の発言が、それぞれ第1の段階にあたると考えられる。そこでこの両者の発言を比較すると、A児による6, 7の発言にこの児童の解法の特徴が見られる。この発言により、2つの差の一方は面積を意味し、他方はそこに咲く花の数を意味することをA児が明確に表象化したことが分かる。他クラスの児童は、こうした差の意味づけを明確に述べなかった (他クラスの児童は、最終的にどちらの花壇が混むかの結論を誤ったことから、この第1の点でつまづいた可能性が考えられる)。

第2の段階に関しては、両者の違いがさらに明確である。他クラスの児童 (Tabel 3) はこれにあたる発言をしなかったのに対し、A児 (Tabel 2) の場合は、ユニット番号8, 9の発言がそれに相当すると考えられる。8, 9の発言を見ると、A児は、面積の差と花の数の差を求める第1の段階から結論を導くために、求めた2つの差の比を、より狭い方の花壇 (あるいは2つの花壇に共通の領域) の面積と花の数の比と比べる手順が必要であることを理解し、これを遂行した事が分

かる。この手続きを筋道立てて踏んでいる点がA児の解法の大きな特徴と言えよう。すなわち、他クラスの児童は、ユニット番号4, 6中の「ぐらいしか」、「も」という表現に窺えるように、2つの差そのものを比べたのに対し、A児は「 5m^2 25本」の領域と「 2m^2 3本」の領域を比較した。A児の「余裕があるから」(ユニット番号9)という発言は、このような2つの領域を表象化し、比較を行ったからこそ得られたと考えられる。この点でA児の解法の特徴を表すキーワードだと言える。さらに、この「余裕がある」という表現は、プレテストでの答案(Tabel 4)には書かれていなかった。発表時に初めて、ユニット番号9, 11の発言(Tabel 2)で2度にわたり登場した。この「余裕がある」という発言を途中に加えたことで、A児の解法の論理的根拠が明示され、その結果、結論導出の説得力が高められたと考えられる。

ただし、A児の2つの比の比較による判断自体は直観に依拠しており、ここでは単位量あたりの大きさに基づいていないと考えられる(本研究の課題は、直観的にも正確に判断しやすい数値の設定であったため、この方法が必ずしも誤りとは言えない)。しかし、A児は「 2m^2 3本」の領域が「余裕がある」(ユニット番号9)と判断した後、みどり公園の花壇全体に花を「均等に分け」る(ユニット番号10)という操作を発言した。これも、単位量算出の概念理解の萌芽を覗かせる点で、A児の解法の特徴の1つと言えよう。

以上のように、A児の発表した差の解法は、他のクラスの児童が発表した差の解法よりも、精緻なものであった。そのため、 1m^2 あたり解法よりも煩雑な手順を踏むが、推論の筋自体は通った解法と言えた。

プレテストで 1m^2 あたり解法を適用した5名の児童は、 1m^2 あたり解法とは異なる解法をA児から示された後どのような解法を使ったのであろうか。また、A児の解法の発表をどのくらい聞き取れたのであろうか。この点を検討するために、5名の解法変化とA児の解法発表の再生をTabel 5にまとめた。

聞き手児童の解法変化

Tabel 5に示した各テスト時期の解法を見ると、A児発表後、教師が規範解法を解説したものの(A児の解法は評価しない)、F児とN児は、元々使っていた規範解法とは異なる解法を、後に使用したことが分かる。これに対し、他の3名(Y, O, T児)は規範解法を維持した。

解法を変えた児童2名の比較－授業前－ F児もN児も、 1m^2 あたりの花の数を求める除法の式を記述した。しかし、両者は式の意味するところを記述したか否かに違いがあった。N児は、式が 1m^2 あたりの花の数を算出するものであり、商に基づいてどちらの花壇が混むかを判断したことを明示的に記述した。F児の答案には、このN児のように式、商の意味を説明する記述は見られなかった。

F児は、式の意味を書かなかった点がY児と共通し、N児は、式の意味を書いた点でO児、T児と共通した。

解法を変えた児童2名の比較－授業後－ F児は、授業直後のポストテスト以降、A児の差の解法とは別物である解法、すなわち、面積の差のみに基づき、狭い方が混むと判断する解法(以下、「面積の差解法」or「面積比較の解法」)をすべての課題に使用した。他方、N児は、ポストテストでは、 1m^2 あたり解法を使い続けたが、3週後に突如、A児と同じ差の解法を、授業時と同じ

Table 5 異解法を聞いた児童の解法変化と再生

プレテスト	A児の解法発表の再生	ポストテスト	3週後テスト
25+5=5 28+7=4 1mは、あさひ公園は5本 みどり公園は、1m4本なので N児 あさひ公園の花だんのほうがこんでいる。 (絵)	7mの花だんを5mと考えると、 そこに28本を25本と考えると、 残りの3本を2mの中に入れて、 よゆうがあるから あさひ公園の花だんのほうがこんでいる	35+7=5 36+9=4 なのでみなり公園の方が こんでいる	8mを6mと考えると、 花を30本入れあとの2m に花を2本入るなので いこい公園がこんでいる
F児 あ 25+5=5 み 28+7=4 (絵)	みどり公園の花だんは7mで 28本の花がさいているけど あさひ公園は5mで25本だ からあさひ公園のほうがこんで いる あ 25+5=5 み 28+7=4 (絵)	みなり公園は7m35本 さいていてみなり公園の花 だんは9mで36本で いすみ公園は2mよ ゆうがあるから	みなり公園の花だんは面積は6m ² でいこい公園の花だんは8m ² でみなり公園のほうがさいく こんでいる
Y児 25+5=5 28+7=4 で、あさひ公園の方が ひろい	面積が5mのあさひ公園は25本 面積が7mのみどり公園は28本 (絵) 25+5=5 28+7=4 で、あさひ公園の方が ひろい	みなり公園の式 35+7=5 いすみ公園の式 36+9=4 わり算をする	みなり公園の場合、30+6=5です。 いこい公園なら、32+8=4です。だから 4よりも5の方が数字だから アのひかり公園の方がこんでいます。
O児 あさひ公園は、5m25本 25本のは、5ずつわけられる けてみどり公園28本4本ず つわけられるから	みどり公園の28本のを あさひ公園の花だんの 面積の5mをあてはめる。	36+7=5 36+9=4 みなり公園のほう こんでいる	30+6=5 32+8=4 ひかり公園のほう こんでいる。
T児 まず、 あさひ公園の花だんは5m ² その花だんに25本となると、25+5で 1mにある花は5本になる つぎに、 みどり公園の花だんは7m ² その花だんに28本となると、28+7で 1mにある花は4本となる。 だからあさひ公園の花だんがこんでいる。	まず、 あさひ公園の花だんは5m ² その花だんに25本となると、25+5で 1mにある花は5本になる つぎに、 みどり公園の花だんは7m ² その花だんに28本となると、28+7で 1mにある花は4本となる。 だからあさひ公園の花だんがこんでいる。	ア. 35+7=5 イ. 36+9=4 A. だから、ア. みなり公園の花だんが こんでいる	1m ² に何本の花がさいているか 求めればわかるので、 ひかり公園の花だん 30+6=5 1m ² に5本 いこい公園の花だん 32+8=4 1m ² に4本 A. だからア. ひかり公園の花だんの方が こんでいる。

註1:プレテストはあさひ公園5m²25本vsみどり公園7m²28本、ポストテストはみなり公園7m²35本vsいこい公園32本の花だんの比較。

註2:誤字、改行は答案のまま。註3:斜体は、A児の解法発表をN児、O児が共に再生した部分。註4:N児の3週後は、解法記述中の結論(誤)と答選択時の結論(正)が矛盾した。

註5:Y児のポストテストにおける結論は誤りだった。註6:(絵):題意の情景図。註7:T児は全く再生しなかった。

タイプの課題に使用した。ただし、他のタイプの問題には、 1m^2 あたり解法を使用するというように、N児は2つの解法を併用した。

プレテストでは式の意味を書かなかった点でF児と共通したY児や、式の意味を書いた点でN児と共通したO児、T児は、授業後も 1m^2 あたり解法を一貫して使い続けた。

聞き手児童の再生

A児の発表の直後に、聞いていた児童に再生を求めた (Tabel 5)。

解法を変えた児童と変えなかった児童の比較 Tabel 5に示した再生結果を見ると、F児、N児は、Y児、O児、T児の再生していないA児の解法のキーワード「余裕」を再生した点が着目される。すなわち、F児は、プレ解法 (1m^2 あたり、意味説明なし) がY児と共通だが、A児の「よう」(9) という表現を再生した点で異なった。またN児は、プレ解法 (1m^2 あたり、意味説明あり) がO児、T児と共通だが、説明の主要部分 (6~9) を再生した点で異なった。

このように、授業後に自分の解法とは異なる解法を使うようになったN児、F児は、A児の解法の骨子となる部分を再生していた。これに対し、自分の解法を変えなかったY児、O児、T児はこれを再生しなかった。よって、Y児、O児、T児が元々の解法を使い続けたのは、差の解法をよく吟味し、 1m^2 あたり解法の方がよりよいと判断したからだとは結論づけられないことがわかる。逆に、A児の解法を単によく理解できず、聞き流した結果、元の解法をそのまま使い続けた可能性も含め、さらなる検討の余地がある。

解法を変えた児童2名の比較 授業後、異なる解法を使うようになったN児とF児の再生内容を比較すると、共に「余裕」という表現を再生しているものの、正確さは異なる。N児の記述は、全体としてA児の解法と同じ解法を表現していると言える。それに対し、F児はA児が発表した解法とは異なる解法を表現している。すなわち、A児の解法は面積の差と花の数の差の両方を考慮したものであるのに対し、F児の記述では、花の数の差が抜け落ち、面積の差解法として読むことができる。F児はA児の解法を勘違いし、面積の差解法として聞き取った可能性がある。

以上の比較を踏まえ、異解法の発表が5名の児童にもたらした影響の違いについて考察する。

異解法の聞き取り

A児の解法は他児童に影響し得る説得力を持った分、説明も複雑になったため、それを聞き取れた者に影響対象が限られたことが示唆された。Y児、O児、T児は、再生の少なさから、A児の別解法を理解した上で棄却したとは結論づけられず、逆に理解できなかったことも考え得る。

異解法の取り入れ (F児、N児の変化)

F児はA児の説明を部分的に聞き取った結果、面積を比較する解法として誤解し、それが正しい結論を導いたことで、面積の差解法 (元の規範解法より計算手続きが簡便) へ移行したことが窺える (他の問題にもこの別解法を適用)。N児はA児の解法をかなり正確に聞き取り、その論理性に納得したため、差の解法を 1m^2 あたり解法に代替し得る正当な解法として受け入れた可能性もある (他の問題では 1m^2 あたりを適用)。このように、元々、自分の使っている解法をどの水準で理解していたかが、他者の示す異解法への理解の正確さや、取り入れ方に違いをもたらす可

能性が示唆される。

まとめと今後の課題

A児の解法は他児童に影響し得る説得力を持った分、説明も複雑になったため、まず意味を理解できる者に影響対象が限られたこと（Y児、O児、T児は、再生の少なさから、A児の別解法を理解した上で棄却したというより理解できなかったことを窺わせる）、また、自解法をどの水準で了解して使っていたかで、異解法の受け入れ方が異なること（規範解法を意味理解していたN児と手続きのみ適用していたF児の変化の違い）が示唆された。N児、F児は異解法を考慮し自分の理解に組み入れようとしたと仮定すると、両者の変化を単純に後退とみなすのは必ずしも十分ではないかもしれない。Y児、O児、T児に先行してU字曲線状の発達の渦中にいるという可能性も視野に入れ、児童らの変化を吟味する視点の必要性が示唆されたと言えよう。今後、競合する解法の吟味や棄却を適切に行うための条件を解明するためには、まず、このN児らとY児らの差異がいかなる種の課題解決に反映されるかや、異解法統合がいかに完遂されるかを明らかにする必要がある。そのためには、異なる解法を使うようになった児童らに対し縦断的にインタビューを行うフォローアップ調査、ならびに、今回の分析で示唆された要因を組み込んだ新たな実験の実施が有効だと考えられる。

謝 辞

本論文を作成するにあたり、ご指導いただきました京都大学大学院教育学研究科教授 子安増生先生に深く感謝いたします。中京大学情報科学部 白水 始先生には本研究で分析対象とした事例を取り上げるに当たり、多くのご教示をいただきました。深く御礼申し上げます。また、本研究の実施にあたり、調査にご協力いただいた小学校の先生方、児童の皆様に、心より感謝の意を表します。

引 用 文 献

- 藤村宣之 1997 児童の数学的概念の理解に関する発達的研究：比例、内包量、乗除法概念の理解を中心に 東京：風間書房
- 藤村宣之・太田慶司 2002 算数授業は児童の方略をどのように変化させるか *教育心理学研究*, 50, 33-42.
- Hatano, G., & Inagaki, K. 1991 Sharing cognition through collective comprehension activity. In L. B. Resnick, J. M. Levine & S. D. Teasley (Eds.), *Perspective on socially shared cognition* (pp. 331-348). Washington, DC : American Psychological Association.
- Inagaki, K., Hatano, G., & Morita, E. 1998 Construction of mathematical knowledge through whole-class discussion. *Learning and Instruction*, 8, 503-526.
- 板倉聖宣 1971 科学と仮説 東京：季節社
- 河崎美保 2005a 算数の一斉授業における他者間発話聞き取りの学習促進機能—異なる解法発表がもたらす効果— 京都大学大学院教育学研究科修士論文（未公刊）
- 河崎美保 2005b 算数の一斉授業における解法発表の聞き取りと学習促進機能 日本教育心理学会第47回総会発表論文集 pp. 478.
- Kuhn, T. 1970 *The structure of scientific revolutions*. (2nd ed.) Chicago: Chicago Press (First edition: 1962).

- 三宅なほみ 1985 理解におけるインターアクションとは何か 佐伯胖(編) 認知科学選書4 理解とは何か 東京: 東京大学出版会 pp. 69-98.
- 白水 始 2004 協調による理解深化過程分析—多様な解がヴァリエーション足りうる時— 日本教育心理学会第46回総会発表論文集 pp. 689.
- Shrager, J., & Siegler, R. S. 1998 SCADS: A Model of Children's Strategy Choices and Strategy Discoveries. *Psychological Science*, 9, 405-410.
- Siegler, R. S., & Shipley, C. 1995 Variation, selection, and cognitive change. T. Simon & G. Halford (Eds.), *Developing cognitive competence: New approaches to process modeling*(pp. 31-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S. 2002 Microgenetic studies of self-explanation. N. Granott, & J. Parziale (Eds.), *Microdevelopment* (pp. 31-58). New York: Cambridge University Press.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. 1999 *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: The Free Press. 湊三郎(訳) 2002 日本の算数・数学教育に学べ: 米国が注目するjugyou kenkyuu 東京: 教育出版
- Vosniadou, S., & Verschaffel, L. 2004 Extending the conceptual change approach to mathematics learning and teaching. *Learning and Instruction*, 14, 445-451.

(教育認知心理学講座 博士後期課程1回生)

(受稿2005年9月9日、改稿2005年11月28日、受理2005年12月8日)

A Case Study of Some Children Who Started Using a Less Sophisticated Strategy

KAWASAKI Miho

In Japanese elementary schools, arithmetic classes often begin with the teacher presenting a problem, the children attempt to solve it individually, and finally some children are asked to explain their solving strategies to the class. In many cases, strategies presented by children are less sophisticated or even incorrect. However, the effects of listening to such strategies have not been still revealed in detail. This study aims to reveal the effects of listening to a less sophisticated solving strategy presented by one of the classmates, on the listener's learning processes. For this purpose, a child who had taken a less sophisticated strategy in a pretest was selected by the teacher to present her own solution to the class. After listening to her presentation, some of the children, who had adapted an appropriate strategy in the pretest, began to use the less sophisticated one in the posttest. To determine the reason for this changed strategy, we closely examined their understanding of the presenter's strategy by analyzing the recall protocol of her presentation. The results implied that there is a close connection between the strategy change and the understanding level of the strategy they had originally used.