

数学学習の改善を図る自己評価の活用に関する実践的研究

— 「数学的な考え方」の評価のズレに焦点を当てて —

福島 剛

上越教育大学大学院修士課程 2 年

1. はじめに

筆者は、現場経験から、「数学的な考え方」の教師評価と生徒の自己評価にズレが生じていると感じていた。そのズレを改善する方法として、自己評価活動に着目した。そして、ズレの改善を図るために、自己評価を取り入れることの有効性を検討するとともに、授業研究において自己評価活動を取り入れた実践的研究を行ったのである。本論文の目的は、授業研究（8 時間）において、生徒の自己評価活動を中心とした分析・考察から、自己評価活動が、数学学習の改善を図る上で果たす役割を実証的に明らかにすること。また、そこから指導への示唆として、「数学的な考え方」の教師評価と生徒の自己評価のズレの改善を図るための手立てを導き出すことである。

2. 「数学的な考え方」と自己評価

2.1. 「数学的な考え方」の評価のズレ

片桐（2004）は、「数学的な考え方」を「それぞれの問題解決に必要な知識や技能に気づかせ、知識や技能を導き出す力である。さらにこのような知識や技能を駆り出す原動力である。」と述べている。また、筆者も同様に、「数学的な考え方」を問題解決過程で起こる思考や方略（プロセス）ととらえている。これらのことから「数学的な考え方」は、問題解決の思考過程におけるものであるため、問題が解けた、解けないという結果によって判

断することが難しく、表面には表れにくいと言える。教師はそれを理解しているため、評価をする場合、思考過程を観察し判断している。しかし、生徒は問題が解けた、解けないという結果で判断していることが多い。その原因として、「数学的な考え方」やその評価規準を生徒が理解していないということがあげられる。そのために、ズレが生じていると考えられる。それを改善する方法として、まず、生徒が「数学的な考え方」をどのように捉えているかを、教師が理解することが重要である。そのため、生徒自身の「数学的な考え方」の捉えを表に出すための活動が必要となる。それが自己評価である。毎回、自己評価表に「数学的な考え方」について記述させることで、生徒の考えを教師が理解できると共に、生徒自身も自分の考えを振り返ることができる。それには、自分自身を的確に振り返る能力、そして、その振り返りを認知する能力が必要となる。それが身に付けていけば、評価のズレが縮まるはずである。したがって、教師評価と生徒の自己評価のズレの原因の 1 つが、自分を振り返る活動にあることがいえる。したがって、そのズレを改善するためには、自分を振り返る活動、そして、そのもととなるメタ認知が重要であることが示唆された。

2.2. 自己評価

自分の認知について認知することをメタ認

知という。メタ認知について、メタ認知を「メタ認知的知識」と「メタ認知的技能」に類型化し、これらの役割を有機的に関連づけて研究している重松(1994)の研究、さらに、「メタ認知的技能」に含まれている「自己評価」に言及している、安彦(1987)(2002)、矢部(1998)(2003)の研究を参考にした。特に、自己評価について、安彦(1987)は、「自己評価を教育実践と教育評価の中心に位置づけるもの」として論じていることから、自己評価の重要性が指摘できる。しかし、自己評価を授業で実施しても、自己評価能力が育っていないと適切な自己評価ができない。日常の中で自分を振り返ることは多々あるが、目標を立て、意識して振り返ることはあまりないからである。自己評価を意識して行っていかなければ、自己評価能力が育たないと考える。そのことから、生徒には自己評価の意義を説明したうえで、日々の授業において自己評価活動の時間と場を保証し、習慣化させていくことから始めていかなければならないのであるということが示唆された。

また、矢部の自己評価活動の研究は、「自己目標」「自己活動」「自己評価」「自己強化」によって自己評価活動が構成され、「自己目標」では、「行動次元」の目標が必要であるということも示唆された。

そして、自己評価と数学学習という側面から、根本(1998)が提案する自己評価の目的、そして、自己評価活動をよりよく行わせるための生徒への援助方法の視点に着目すること、さらに、生徒の自己評価を促す最大の要因は、授業過程の分析や教材研究など、教師自身の真摯な自己評価、つまり、教師の姿勢が重要であるという示唆を得た。

3. 授業研究

3.1. 構成メンバー

授業研究は、数学教育学研究者2名(岩崎浩：上越教育大学、Heinz Steinbring：

Universität Duisburg-Essen)と筆者を含む現職大学院生3名及び大学院生1名の計6名のチームによって実施された。授業者は、メンバー内の現職大学院生が担当し、筆者は授業者補助及び自己評価を担当した。

3.2. 対象クラスと単元の指導計画

- 対象クラス：上越市内の中学校1年生1クラス(41名：男子22名、女子19名)
- 実施期間：2008年5月中旬から6月上旬
1単位時間(50分)ずつ合計8単位時間
- 単元：正の数・負の数の乗法から四則まで
- 授業展開【表1】

時	授業展開	
1	説明	正×正=正、負×正=負となる理由を、具体的な数値で説明。
2	プレゼン準備	宿題のレポートを持ち寄り、班で検討しまとめていく作業。予告…プレゼンテーション
3	プレゼン	選ばれた4班(10班中)がプレゼンテーションを行い、質疑応答。残り6班は質疑と評価
4	議論	発表内容をさらに詳しく、全員で意見交換。表現力を中心に展開。
5	説明	豆テスト実施。除法について乗法と同じように説明。生徒が考え方を表現していく展開。
6	説明	逆数と指数。考え方を説明させる展開。指数では指数法則にもふれる。
7	説明 計算	乗法法則と四則演算。計算の方法を生徒が説明。生徒が考え方を表現していく展開。
8	計算	四則演算(7時と同様)。後半は計算練習

3.3. 具体的活動

3.3.1. 指導案検討

指導案は授業者によって提案され、研究者から代案となりうるアイデアが出されるなどして、チーム全体で検討した。

3.3.2. 授業実践とその記録

授業の様子は、計4台のビデオカメラで記録した。1台は授業全体の様子と教師の動きを中心に記録し、残りの3台は3名の抽出生徒をそれぞれ記録した。また、生徒一人一人に授業の事前・事後に自己評価表を記入させ、回収し、教師がコメントし返却した。

3.3.3. 反省的検討

授業終了後、授業全体を記録したビデオを観ながら、生徒によって書かれた自己評価表も参照し、チーム全体で反省的検討を行った。しかし、生徒の内面はビデオ視聴では理解できないことが多かった。そのため、ビデオでは分からない生徒の内面の情報を得るため、自己評価表の記述を参考にし、授業中の生徒の活動や思考を分析的に理解していったのである。検討会において、自己評価表はこのように用いたのであった。

4. 自己評価表

4.1. 自己評価表の項目

自己評価表 1年[正の数・負の数Ⅱ] 月 日 ()			
2組 番 氏名			
授業を通して、何を学んだかを自分自身で振り返ることにより、自分自身の理解度を認識し、新たな目標を見つけ、自分自身を成長させるための自己評価です。			
授業前の準備ができていますか。できている箇所○ (1)			
復習(宿題) ・ 予習 ・ 忘れ物なし ・ 学習準備			
本時の目標を記入しよう(自分の目標を設定する) ⇨ 本時の目標について、振り返ってみよう			
自分は数学の授業でいつも		(2)	
だから今日は、			
①	自分の考えや工夫した点をノートに記述することができた。	A	B C
②	以前に学習した考え方や内容を振り返り、それを利用しようとした。	A	B C
③	いろいろな考えで問題を解き、人に伝えよう(発表)とした。	A	(3) C
④	自分の考えと他の人の考えを比較し、他の人のよい考えを見つけることができた。	A	B C
⑤	本時の学習内容が理解できた。	A	B C
○疑問点やわからなかった点を書こう。		(4)	
○自分が今日どんな考え方をしたか、また他の人や先生から学んだ考え方を書こう。		(5)	
○今日の感想を書こう。		(6)	

【図1】 自己評価表

今回使用した自己評価表【図1】では、6つの項目を設定し、生徒に自己評価させた。

(1) 授業前の準備の項目

(2) 本時の目標とその振り返りの項目

(この項目を以下自己目標の項目と呼ぶ)

(3) 具体的な項目を ABC で評価する項目

(4) 疑問点やわからなかった点を書く項目

(5) 自分が今日どんな考え方をしたか、また他の人や先生から学んだ考え方を書く項目

(この項目を以下「数学的な考え方」の項目と呼ぶ)

(6) 今日の感想の項目

それぞれの項目に効果を期待し、設定したが、今回の分析で使用する(2)の自己目標と(5)の「数学的な考え方」を記述する項目についての設定理由を述べる。

(2) 自己目標の項目：

自分に合った望ましい目標を設定するためには、まず自分はいつもどうしているのか、そしてどう改善・向上していきたいのかを認知していなければならない。そのための手段として、この項目に、自分を意識的に振り返らせることができるように「自分は数学の授業でいつも…、だから今日は…」という文言を入れた。これは、Mellin-Olsen(1987)の指摘するメタ学習の考え方を応用したものである。特に、「自分は数学の授業でいつも」という書き出しは、G.Batesonの意味で状況指標(context markers)を想起させることになる。また、ここでいつも生徒がしていると意識していることを書かせることは、生徒の数学学習におけるメタ学習の結果としてのメタ知識を表現することとなる。すなわち、生徒自身が想起した状況における生徒自身の認知的及び情意的傾向を表現することとなる。また、「だから今日は」という書き出しは、これを受けて学習者自身が目標を立てることとなる。これは、学習者がある状況に直面したときの認知的及び情意的傾向を知り、それを自ら改善するために行う行為を助長するという、メタ認知の教育上最も重要な機能を意識したものである。E.Fischbein(1989)もメタ認知が教育における永遠のテーマであると指摘し、このことを強調している。これにより、生徒に自分自身の目標をメタ認知のレベルで、より具体的に書かせるという効果が期待できる。

(5)「数学的な考え方」の項目：

「自分は今日どんな考え方をしたか。また他の人や先生から学んだ考え方を書こう」という形で記述させることで、授業に対し「数学的な考え方」を意識させることができ、「数学的な考え方」とは何かを知るきっかけとなると考えた。しかし、教師が「今日の数学的な考え方はこうですよ。」などと、説明したり、記述をどうすればよいかなど伝えたりすると、考え方の欄に教師の言葉通りの内容を記述してしまい、本当の生徒の考え方は表に表れてこない。そのため、記述方法や内容について、一切指導はしないこととした。よって、生徒は授業から重要なことを読み取り、「数学的な考え方」とはどういうものかを考え、記述することになる。だから、教師は、生徒が授業で「数学的な考え方」をどうとらえたかを記述から理解でき、指導改善につながるという効果が期待できる。

4.2. 自己評価活動の実際

4.2.1. 授業研究前の取り組み

授業研究のはじめに、自己評価について、生徒に自己評価の目的を伝えた。

○メタ認知能力の向上

自己評価は、自分を振り返ることにより、自分の認知を理解するということが、学力の向上につながるということ

○成績には入らないこと

成績に入るという前提だと、自分の本当の姿を見つめることができないため

○自己評価表をどう教師が使うか

生徒の実態をより理解し、今後の授業に役立てていくということ

○具体的な記述の方法

自己目標の記入については、今までの数学の授業を振り返るように指示

4.2.2. 自己評価活動の流れ

毎時間の授業での自己評価活動は以下の通りである。

○授業の前に、自己評価表の「授業前準備の項目」と「本時の目標の項目の目標部分」を記入させる。

○授業の残り5分間を使い、すべての項目への記述を行い、回収する。

○授業後、教師は自己評価表へコメントを入れる。

○次の授業開始前に自己評価表を生徒に返すと同時に今日の自己評価表の目標欄を記入させる

前時の自己評価表を次の授業開始時に新しい自己評価表の配布と同時に返却する目的は、生徒の机上には前時の教師のコメントの入った自己評価表と本時の新しい自己評価表が一緒にあるという状態になるため、生徒は自然と前時の自己評価表を参照しながら、本時の目標を記入するという効果をねらったものである。

4.3. 教師のコメント

自己評価表には、毎回コメントを入れた。生徒が記入したものを返すとき、実践経験上、教師のコメントがあるかないかで、生徒のその後の自己評価の記述に大きな影響を与えるからである。全体的なコメントの入れ方としては、肯定的なコメントを入れるようにこころがけた。具体的な規準であるが、今回の分析の視点である(2)の自己目標の欄へのコメントのみ記述する。

(2)自己目標の項目：

○目標に対して達成できていた場合は、goodと記入。またはそのことを認める記述

○達成できていなかった場合は、達成するための支援を記入した。

○全体的には肯定的なコメントを入れ、次時への意欲を促すようにした

(5)「数学的な考え方」の項目：

○記入されていない場合は、「友達の考え方でよかった考え方をメモするといいいね」「自分がどんな考え方をしたかを意識して授業を

受けてみよう」など、考え方を振り返るような方法を記入。

- 記入されていた場合は、「とてもよい考えだね」「よい所に気がついたね」「いろいろな考え方をすることは大切なことだね」など、肯定的なコメントを記入。

5. 分析の視点

毎時間の自己評価すべて(41人×8時間分、計325枚)をデータ化し、それをもとに(2)「自己目標」と(5)「数学的な考え方」の項目を中心に分析を行った。分析の視点は、以下の通りである。

- 自己目標を立てるとき、何が影響しているのか。
- 自己目標を生徒は有効に活用したか。また、有効に活用するためには何か必要か。
- 授業の質は「数学的な考え方」の記述に対し、影響しているのか。
- 自己目標を習慣的に活用している生徒の「数学的な考え方」の記述の質はどうか。

6. 自己評価表の分析

6.1. 自己目標

6.1.1. 自己目標の内容と授業との関係

自己目標の内容を分類すると、次の5つに分類できた。

- ①計算に関すること
例) 計算ミスがなくす。符号に注意するなど処理について
- ②記述に関すること
例) ノートをきれいにとる。工夫してまとめるなど
- ③表現力に関すること
例) 発表する。説明できるようにするなど
- ④情意面に関すること
例) 集中する、しっかり聞く、いろいろな考えをだそうなどの態度や意欲
- ⑤考え方に関すること
例) 他の人と比較する。今まで考え方を利

用するなどの具体的な考え方

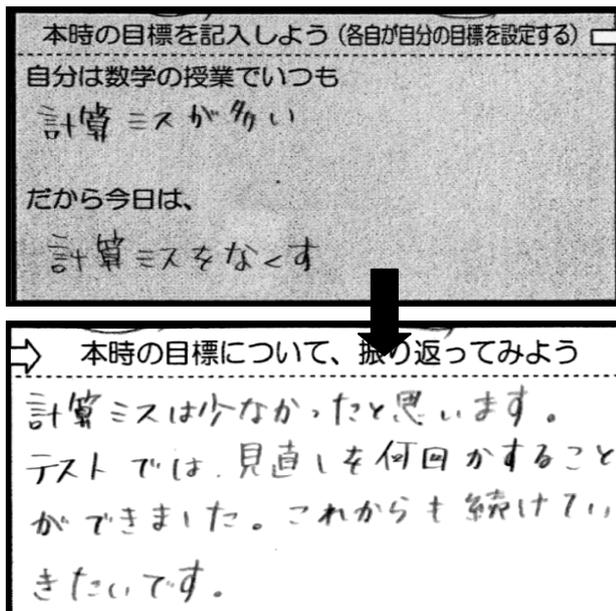
時間ごとの人数は、【表2】である。【表2】の1時間目と2時間目に着目していくと、1時間目では計算に関する目標を設定している生徒が多いが、2時間目を見ると表現に関する目標設定が多くなり、それ以降も同じような傾向がみられる。

【表2】自己目標の分類の時間ごとの人数

時	①計算	②記述	③表現	④情意	⑤考え
1	20人	5人	10人	5人	1人
2	6人	4人	19人	10人	2人
3	1人	5人	13人	21人	1人
4	6人	3人	15人	15人	1人
5	9人	3人	6人	20人	3人
6	9人	7人	12人	11人	2人
7	8人	5人	15人	10人	0人
8	8人	5人	10人	15人	1人

なぜ、そうなったかという理由について、筆者の解釈を述べる。1時間目の計算目標を立てた生徒の振り返りをみると、その目標の振り返りではなく、違うことを記入していたり、空欄だったりしていた。これは、目標と授業の展開とがあわなかったことを意味している。これまで受けてきた授業に対して、自分はどうだったかということが、1時間目の目標から読み取れるのである。今回の授業研究以前の授業を参観したときは、正負の加法・減法の計算練習ということもあり、生徒の受けとり方が、計算中心であった。

このことから、授業展開の質が変わることにより、生徒の目標の質も変わるのである。実際に、2時間目以降は授業の質に変化はなく、説明を中心とした授業展開であったため、表現に関する目標を設定している生徒が多くなっていた。しかし、5時間目を注目すると、表現の項目が減って、逆に計算や情意面の項目が高くなっている。これは、事前に豆テストを実施すると伝えたからであると推測できる。例えば、生徒Iは「自分は数学の授業でいつも**計算ミスが多い**、だから**計算ミスをなくす**」【図2】と書いている。



【図2】生徒Iの「自己目標」

つまり、授業を受ける前に、前時の授業や教師の指示から予想される学習場面を想起し、そこで自分がいつもどのようなことをしているのか、その時に犯しやすいこと等の自分の認知的及び情意的傾向（メタ認知）を記述していた。また、生徒が想起する場面というのは、教師が意図している授業のねらいというよりもむしろ、生徒たちの最も関心の高い場面であった。豆テストはその典型的な例である。つまり、生徒たちにとって、はじめの10分間の豆テストであっても、非常に関心の高いものに対して、目標を立てたのである。そして、授業後、授業中の自らの活動を振り返り、この目標の観点から自己評価していた。例えば、生徒Iは、「**計算ミスは少なかったと思います。テストでは見直しを何回かすることができました。これからも続けていきたいです。**」【図2】と記述していた。

同様に、3時間目においても、事前にプレゼンテーションをするということを伝えたため、発表する側や聞く側が事前に分かっているため、その時に自分が何をすればよいかも理解できるため、「集中してしっかり聞く」というような情意面の目標を記述する割合が高くなった。3時間目や5時間目のように、事前に

やるべきことが分かっている場合、そのときはいつもどうしているのか、そしてどうしたらよいかという風に、その場合その時間で自分は何をすべきか、という目標を設定していたと考えられる。

授業の質や事前に予告されることで目標は変化していくが、目標自体、自分を振り返り、それを改善していこうという目標には変わらない。また、その目標は、教師が狙っている目標というよりも、生徒がその時々想起した学習場面についての自分の認知及び情意的傾向を考慮し、自らの目標を立てていたのである。そして、全員の自己目標を分類した結果をもとに、教師が意図した説明をする授業展開と自己目標との整合性について分析した。自己目標に、表現に関する目標を記述していた生徒の人数を調べていくと、41人中33人の生徒が表現に関する目標を1つ以上、記入していた。これは80%以上の割合であった。このことからみても、授業の質と目標とが整合しているということが確かめられた。

以上のことから、授業展開と目標とは整合するような形で変わってきているということが確認できる。つまり、授業展開を察したり、予測したりして、自分はその場合何をしてくているのか、または、ある状況における自分を想定してそこで何をすべきかを考え、本時の目標を設定していると考えられる。

したがって、授業展開の質が、生徒が記入する自己目標に表れる。だから、教師は、生徒の自己目標を分析し、生徒の自己目標と教師の意図した目標を比較することで、教師の目標と実際に行った授業展開との整合性が検証できるということが明らかとなった。

6.1.2. 自己評価のサイクル

自己目標を別の視点で分類してみると、99.4% (325枚中323枚) が、自分が改善したいことやさらに伸ばしたいことを記述していた。この要因として、目標の記述のところに

「自分は数学の授業でいつも…，だから今日は…」をいれたことが挙げられる。目標分類の考え方の1つとして、ブルームら（1973）は、「内容次元と行動次元がある」と言及している。今回の目標と照らし合わせてみると、99%以上で行動次元の目標が書かれていた。これは、自分を振り返るときに、数学の授業で自分がどうしているかという行動面を振り返っているためであった。それを促しているのが、「自分は数学の授業でいつも…，だから今日は…」というリード文であった。その行動次元の目標とその振り返りを、生徒はどのように次の目標へと活かしていったかを、次のような関係でみた。前時の目標を振り返り、それが達成したか否かと、その結果、本時の目標がどのように変化していったかである。この関係を次のような方法で分類した。まず、個々の自己目標を例【図3】のように時系列に並べ、前時の目標と本時の目標を、前時の振り返りに書かれた内容から達成の様子を判断し、比較をしていった。

時	いつも	だから	ふりかへり
5	発言しない	発言しよう	また、 発言することができなかった
6	発言しない	発言する	発言することができた
7	ミスる	ノーミス	少し間違ってしまった

達成していない

目標変更なし③

目標変更②

達成している

【図3】 自己評価のサイクルの例

この生徒の例【図3】では、5時間目の目標は、達成していないため、6時間目の目標には、前時と同様の目標が設定させていた。これは、【表3】の③にあたる。次の6時間目は達成したため、7時間目は異なる目標を設定していた。これは、【表3】の②にあたる。このように、すべてのデータを分析していくと、【表3】のような6つのパターンに分類することができる。

【表3】 自己目標の分類

分類	前時の目標	本時の目標
①	達成していない	変更
②	達成	変更
③	達成していない	変更なし
④	達成	変更なし
⑤	達成	変更なし
	④との違いは目標に質の向上が見られたもの	
⑥	空欄や意味の分からない記述等	

この6パターンのうち、②③⑤のパターンが、前時の目標の振り返りを本時の目標に反映しているのとらえることができる。つまり、自己評価表を有効に活用していると判断できる。その中で、最も有効に自己評価を使用していると考えられるのが、③⑤である。下の【図4】は⑤の例である。

3時間目の自己目標

本時の目標を記入し
自分は数学の授業でいつも
自分の意見を言う
だから今日は、
意見を言う

本時の目標について、振り返ってみよう
発表では、いろいろな考え方を説明できました。

意見を言う

発表では、いろいろな考え方を説明できました

4時間目の自己目標

本時の目標を記入しよう (自分が前時の目標を設定する)
自分は数学の授業でいつも
前時よりうまくできない
なぜ、そうなるのかを考え、うまく説明できるようにしたい

本時の目標について、振り返ってみよう
説明はうまくできませんでしたが、
復はできるようにしたいです。

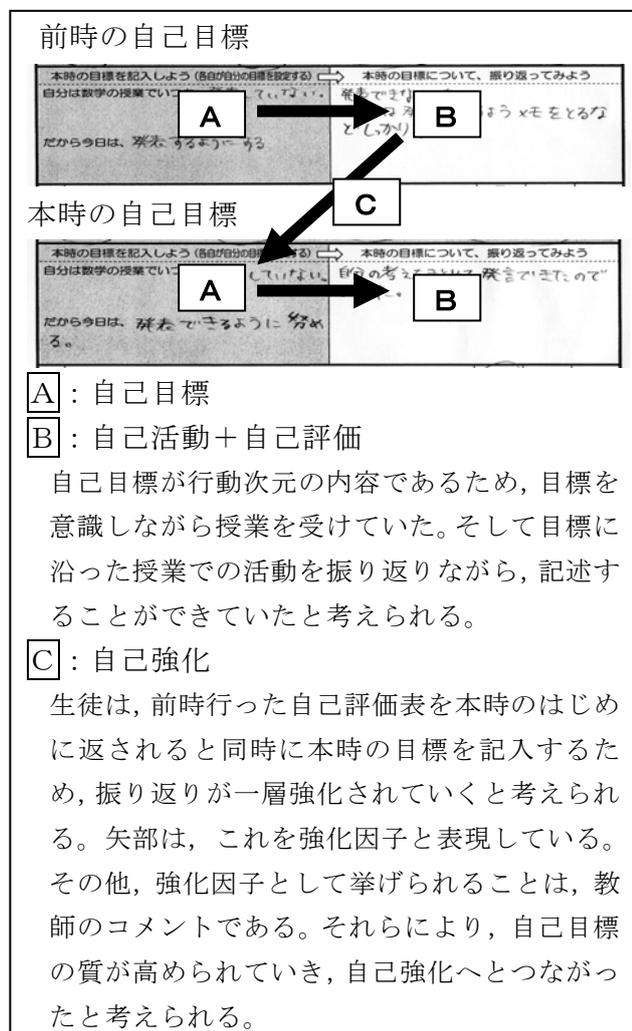
前時の振り返りでは、説明できたという評価をしているが、「なぜそうなったかを考え、うまく説明できるようにしたい」と記述し、質の高い説明をしたいという意図が表れている。

【図4】 自己目標の分類の⑤の例

これらを時間ごとにみると、プレゼンテーションや議論といった表現力にかかわる授業展開であり、同じ活動を継続して実施していった授業の時の多く現れた。このことから、自己評価を有効に活用させるためには、継続的な授業展開を行っていくことが有効であるということが確かめられた。

次に、今回実施した「自己目標」の欄が、矢部(1998)の自己評価活動のモデルにどう関

係づけられるかを考察していく。矢部の提唱する4つの活動に、今回使用した自己評価表に関連させていくと、次のようになる【図5】。



【図5】 矢部のモデルとの関係

この自己評価活動の理想的なサイクルが、6つのパターンの中では、⑤（目標は達成したが、さらに質の高い同様の目標を設定している）の場合であると捉えた。前述したとおり、⑤が起りやすいと考えられる状況は、継続した授業展開のときである。

だから、生徒の自己評価活動の理想的なサイクルを実現するためには、継続的な授業展開が重要であるということが示された。

6.2. 「数学的な考え方」

自己評価表の「数学的な考え方」の記述内

容（325枚分）を分類していくと、生徒が授業において、どのように「数学的な考え方」をとらえているかが見えた。記述の仕方においては、「数学的な考え方」とはどのような考え方かということ、生徒へは説明はしていない。そのため、その記述内容は、生徒自身が、「数学的な考え方」とは何かを授業から感じ、記述したものであった。実際の授業研究では、プロセスを重視した展開、そして生徒の表現力（発表や説明）を重視した展開であったので、そこから、生徒が感じ取った考え方が記述されていた。それを分類し、授業との関係について、分析した。

まず、「数学的な考え方」のすべての記述内容を、次の観点で分類した。分類の規準は、以下に示す片桐（2004）が論じた「数学的な考え方」に関する内容が記述してあるかどうかである。片桐は、「数学的な考え方」を3つのカテゴリーに分類している【図6】。

- ＜数学の方法に関係した数学的な考え方＞
- ①帰納的な考え方 ②類推的な考え方
 - ③演繹的な考え方 ④統合的な考え方
 - ⑤発展的な考え方 ⑥抽象化の考え方
 - ⑦単純化の考え方 ⑧一般化の考え方
 - ⑨特殊化の考え方 ⑩記号化の考え方
- ＜数学の内容に関係した数学的な考え方＞
- ＜数学的な態度＞

【図6】 片桐の「数学的な考え方」の分類

これらの考え方の中で、方法や内容に関するもの以外でも、考え方を得るために必要な態度、友達の考え方、さらには、考えを比較しているものなどについても「数学的な考え方」の記述と判断した。しかし、生徒の表現なので、曖昧な記述や言葉の足りない記述が多かった。その場合の判断の材料として、授業での観察（授業中の観察や授業後の記録ビデオの視聴）や自己評価表の他の記述等を参考に分類した。その結果、325枚中182枚（56%）の記述を、「数学的な考え方」の記述と判断した。「数学的な考え方」と判断した記述内容の具

体例【図7～14. ()内は分類】をあげる。

【質問】自分が今日どんな考え方をしたか。また他の人や先生から学んだ考え方を書こう。

かけ算を小学で習った〇〇〇××個分」といふ考えにできた。

【図7】 生徒Mの1時間目の記述(類推的)

何かを説明するときは、例を使うと、
わかりやすいということ。

【図8】 生徒Hの2時間目の記述(抽象化)

図で表わしたりする考え方とかをした。

【図9】 生徒T1の3時間目の記述(記号化)

僕は今日は友達と自分の意見を比較するのは大切だな
と先生から学びました。

【図10】 生徒T2の4時間目の記述(態度)

前に習った正負のかけ算を利用することができた。

【図11】 生徒Mの5時間目の記述(類推的)

前の授業で学んだ「計算式を利用する」という考え方をけ、
思った通り計算が早かった。

【図12】 生徒Wの6時間目の記述(類推的)

加法や減法より、乗法・除法の方を先に計算したり()か
1と3の()をけえとすることを学んだ。(例: $4 \times 2 + 3 = 11 + 3$)

【図13】 生徒Kの7時間目の記述(一般化)

「ひく」と「マイナス」は、どちらでも考えることができること

【図14】 生徒Aの8時間目の記述(内容)

例に挙げた「数学的な考え方」の記述以外(その他)では、知識など結果に関する内容、授業への感想、無記入などがあつた。その具体例を挙げる。

<結果>○同符号の時、積は正になる。

○計算のパターン。

○累乗の指数を足した。

<感想>

○みんな一人一人考え方が違うなと思った。

○四則の混じった計算は初めてで、だいた

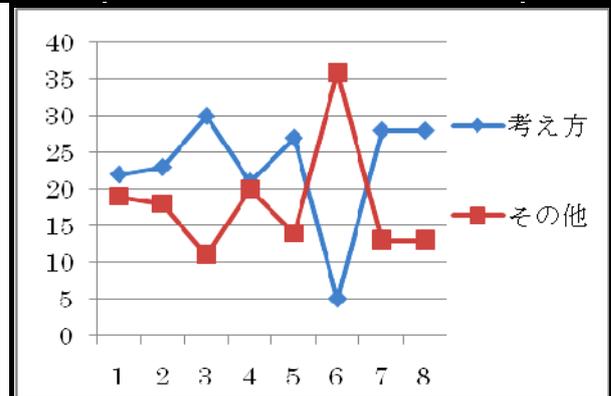
いわかりました。

○少し迷ったりもしたけど、少し計算ミスがありました。

そして、考え方の記述の分類を時間ごとにまとめる【表4】【図15(図4の考え方をまとめてカウントしている)】と、授業研究の展開【表1】との関連も見えてきた。

【表4】 考え方を記述した人数

時	1	2	3	4	5	6	7	8	合計	
考 え 方	方法	21	16	15	10	23	4	23	14	126
	態度	1	6	14	10	4	2	6	2	45
	内容	0	1	0	0	0	0	0	10	11
その他	19	18	12	20	14	35	11	14	143	143



【図15】【表4】をグラフ化したもの

8時間のほとんどの授業において、こちらが意図したプロセス重視の授業をうけ、約半数の生徒は、考え方の項目に「数学的な考え方」を記述していた。しかし、6時間目の授業では激減していたのである。この原因を授業との関係で分析した結果、授業展開自体は他の授業と同様であったが、議論をした内容の質が異なっていたのである。6時間目は、累乗を教えその仕組みについてどうしてそのような計算方法になるかを生徒が説明するものであったが、累乗の計算方法そのものが決まりであったため、既習事項を使い、他から導き出すものではなかった。プロセスを意識した内容であったが、生徒にとって6時間目の重要な内容は、累乗の結果であり、プロセスではなかったということである。

このことから、展開された授業の質が、生徒の考え方の記述（プロセスや思考に関する内容の記述）に大きく影響しているのである。よって、考え方を高めるためには、自己評価能力を高めることも必要であるが、その一方で、やはり授業の質を高めることが必要である。特に、内容を教材研究し、考え方（プロセス）を重視した授業を展開していくことが重要であるということが認められた。

6.3. 自己目標と「数学的な考え方」の記述内容の関係

自己目標を習慣的に有効活用している生徒の「数学的な考え方」項目の記述の質はどうであったかを分析していく。ほとんどの生徒が自己目標の項目を有効に活用し、また、「数学的な考え方」の記述の項目にも、「数学の方法に関する数学的な考え方」を記述していたが、1回のみ活用（記述）の生徒から、すべての時間活用（記述）できていた生徒と様々であった。活用（記述）の回数で見た場合、回数が多いほど習慣的に活用（記述）できる傾向であると考えられる。

6.3.1. 自己目標の項目の活用回数

6.1 節で詳しく述べているが、自己目標の記述内容を分類してみると、99.4% (325 枚中 323 枚) が、自分が改善したいことやさらに伸ばしたいことを記述していた。前時の目標を振り返り、それが達成したか否かと、その結果、本時の目標がどのように変化していったかの関係を分類した結果は、【表 3】のパターンである。その 6 つのパターンの中で、自己評価表を有効に活用していると考えられるものが、②③⑤のパターンである。

8 時間分の授業であったので、1 時間目から 2 時間目の変化、2 時間目から 3 時間目の変化・・・という形でみると、1 人 7 回分分類することができる。その 7 回分のうち②③⑤が起こった回数を調べ、起こった回数とその人数との関係を

【表 5】で表した。【表 5】の太字の 6 は、7 回とも自己評価表を有効（分類のうちの②③⑤であった回数）に活用した生徒が 6 人いた、という意味である。

【表 5】 自己評価表の有効活用回数と人数

回数	7	6	5	4	3	2	1	0
人数	6	10	9	11	3	1	1	0

6.3.2. 「数学的な考え方」の項目の記述の質

記述の分類は、【表 3】に示した通りである。記述の内容には、数学の方法に関する記述、数学の内容に関する記述、そして、数学的な態度の記述など、様々であった。この單元においては、教師が意図した展開は、プロセスを重視した展開、そして生徒の表現力（発表や説明）を重視した展開であったので、記述の質という面から考えると、『数学の方法に関する数学的な考え方』の記述が、教師が意図した「数学的な考え方」と一致する。そのため、「数学の方法に関する数学的な考え方」をよく記述している生徒を、「数学的な考え方」をよく記述している生徒であると判断した。そして、授業研究を 8 時間実施したので、1 人 8 回分の「数学的な考え方」の項目において、「数学の方法に関する数学的な考え方」を記述した回数と、その人数の関係を

【表 6】 数学的な考え方(方法)の記述回数と人数

回数	8	7	6	5	4	3	2	1	0
人数	0	3	2	4	6	9	7	8	2

6.3.3. 相関関係

この 2 つ項目（自己評価表を活用した回数と人数、「数学の方法に関する数学的な考え方」を記述した回数と人数）との相関を【表 7】で示した。【表 7】中太字の 7 - 5 の欄が 1

というのは、「自己評価表が活用できた回数」が7回で、「数学的な考え方」の内容を記述していた回数」が5回であった生徒が1名いたということの意味している。

そして、相関関係を調べるため相関係数を求めた。その結果、相関係数=0.323…となり、「弱い相関がある」という結果を得た。

【表7】 【表5】と【表6】の相関関係表

表6 表5		「数学的な考え方」(方法)の記述回数									
		8	7	6	5	4	3	2	1	0	計
自己 評価 表 活 用 回 数	7		1		1	1		2	1		6
	6				2	3	4		1		10
	5		1	1	1	1	2	2		1	9
	4		1	1		1	3	2	3		11
	3								2	1	3
	2								1		1
	1							1			1
	0										0
	計	0	3	2	4	6	9	7	8	2	41

以上の結果から、目標を設定しそれを振り返り、次の目標に活かすことが習慣化している生徒ほど、「数学的な考え方」の項目に「数学の方法に関係する数学的な考え方」を記述する傾向があったということが言える。すなわち、自己評価能力の向上のための要因である「自己目標」を習慣的に有効活用できている生徒ほど、「数学的な考え方」を「数学の方法に関係する数学的な考え方」と捉える傾向があったのである。このことから、自己評価をより効果的に活用させることが、「数学的な考え方」の向上につながるということが考えられる。その活用能力の向上を促すこととして、6.1.2節で示したように同じ質の授業展開を継続することによって高まっていくこと、さらには、自己評価活動を継続して実施していくことが重要である。したがって、これらのことから、「数学的な考え方」を高めていくためには、自己評価能力を向上させていくことも必要であるということが確かめられた。

6.4. 分析結果

以上、8時間の授業研究において実施してきた自己評価表の「自己目標」と「数学的な考え方」の項目を中心に分析した結果、明らかとなった主要な結果を述べる。

- ①「自分は数学の授業でいつも…、だから今日は…」というリード文は、生徒に行動目標のレベルでの自己目標を書くという行為を促し、その結果として具体的な振り返り活動を促す。
- ②授業展開の質が、生徒が記入する自己目標や「数学的な考え方」の項目に表れるため、教師は生徒のそれらを分析し、生徒の記述内容と教師の意図した展開を比較することで、教師のねらいと実際に行った展開との整合性を検証することができる。
- ③自己目標の記述と授業展開の質との間に関連があり、授業展開の質が生徒の自己目標に影響し、同じ質の授業展開を継続することでより理想的な自己評価活動が実現できる。
- ④自己評価をより効果的に活用する習慣のある生徒ほど、「数学的な考え方」の項目に質の良い記述する傾向がみられたことから、自己評価表を有効に活用する習慣を身につけさせていくことが、「数学的な考え方」を高めていく1つの要素となる。

7. おわりに

分析結果から、自己評価活動が果たす役割や自己目標と「数学的な考え方」との相関関係が明確となり、自己評価活動が数学学習の改善に対し有効であることが明らかとなった。結果として、自己評価活動が、「数学的な考え方」の教師評価と生徒の自己評価のズレの改善に対し有効であったということが確かめられた。また、授業研究後に実施した生徒へのアンケートの結果も、自己評価活動が、数学

学習に対して有効であることを支持していた。しかし、これは自己評価活動だけの効果ではないことから、授業研究がそうであったように授業展開の質を高め、それを維持していくことが必要である。つまり、「数学的な考え方」の教師評価と生徒の自己評価のズレの改善を図るためには、教師の姿勢として、自己評価を継続的に実施し、その分析結果を活用するとともに、授業展開の質の向上を目指し、日々数学の授業改善に努めていくことが重要なのである。

しかし、自己評価によって生徒の「数学的な考え方」の理解が深まったが、教師がその評価を授業研究ではできなかつたため、ズレがどの程度改善されたかの検証は行っていない。そのため、今後の課題としては、教師が実際に評価をし、ズレの改善が図れたかを、本研究によって開発した自己評価表及びその活用方法を長期的に実践し、その有用性を実証的に検証していくことである。

引用・参考文献

- 安彦忠彦. (1987). 自己評価論 - 自己評価論を超えて -. 図書文化.
- 安彦忠彦. (2002). 自己評価の重要性. 指導と評価 (3), 4 - 7. 図書文化.
- B.S. ブルーム他 訳 梶田叡一・渋谷憲一・藤田恵璽. (1973). 教育評価法ハンドブック. 第一法規.
- Fischbein, E. (1989). *Tacit Models and Mathematical Reasoning, For the Learning of Mathematics*, 9(2), 9-14.
- 岩崎聡, 岩崎浩. (2008). 数学学習における相互作用と生徒の思考についての考察. 第28回全国数学教育学会発表会資料.
- 片桐重男. (2004). 数学的な考え方とその指導 第1巻数学的な考え方とその指導 - 算数・数学科の真の学力向上を目指して -. 明治図書.

Mellin-Olsen, S. (1987). *The Politics of Mathematics Education*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.

根本博. (1998). 数学学習と自己評価. 筑波数学教育研究, 17, 35-50.

重松敬一. (1994). 児童生徒の数学的問題解決に影響する「メタ認知」を測定するアンケートの開発研究. 平成4.5年度科学研究費補助金研究報告書.

福島剛. (2008 a). 自己評価を活用した数学学習の評価改善 - 数学的な考え方を高める学習活動と評価の一体化を目指して -. 第27回全国数学教育学会発表会資料.

福島剛. (2008 b). 自己評価を活用した数学的な考え方を高める指導 - 生徒と教師の評価のズレに焦点を当てて -. 上越数学教育研究, 23, 127 - 134.

福島剛, 岩崎浩. (2008). 自己評価表を活用した数学学習の改善に関する研究 - 授業研究で使用した自己評価表「本時の目標を記述する項目」の分析 -. 第28回全国数学教育学会発表会資料.

福島剛. (2008 c). 自己評価表を活用した数学学習の改善に関する研究 (II) - 授業研究で使用した自己評価表「数学的な考え方を記述する項目」の分析 -. 第41回数学教育論文発表会論文集, 33 - 38

矢部敏昭. (1998). 学校数学における自己評価能力の形成に関する研究 - 自己評価を構成する一連の「自己評価活動」の枠組み -. 日本数学教育学会誌, 80 (8), 2 - 9.

矢部敏昭. (2003). 数学教育における子どもの自己評価能力の形成に関する実証的研究 - 学習評価の「基準と尺度」 -. 数学教育論文発表会論文集, 36, 25 - 30.