

## 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あてて—

福島 剛

上越教育大学大学院修士課程 1 年

#### 1. はじめに

「数学的な考え方」の評価は、表に現れにくい内面の評価であるため、教師にとって、的確に評価をすることが難しい観点である。この観点を評価するのに有効であるのが、授業過程での評価である。しかし、数学的な考え方が内面的なものであるため、客観性を求めることができず、信頼性に乏しい評価になってしまうおそれがある。そのため、現場においては、客観性のあるペーパーテストのみで数学的な考え方の評定をつける教師も少なくないのが現状である。

生徒の実態を考察すると、数学的な考え方を問う問題に困難を感じている生徒が多いことが挙げられる。その具体例を挙げると、授業において数学的な考え方を問う問題ができたとしても、テストで同じ考え方を問う問題を出題しても、解くことが出来ないのである。これは、問題の解き方を理解しても、そのときに使った考え方を理解していないからである。

数学的な考え方を高めるためには、教師が授業過程での評価を行い、それをフィードバックすることと共に、そのフィードバックを生徒が理解し活用していくことが大切である。筆者は、数学的な考え方を高めるために、授業過程での評価を積極的に取り入れ実践してきた。特に、教師が数学的な考え方を的確に評価していないという点の改善を図り、「指導と

評価の一体化」の授業実践を行ってきたのである。しかし、教師が数学的な考え方を的確に評価できたとしても、その評価を生徒にフィードバックしたときに、それが適切に伝わっていないという点が新たな問題として浮き彫りとなってきたのである。

すなわち、数学的な考え方を授業過程で評価し、フィードバックしたことで、生徒の数学的な考え方の理解を把握することができたため、教師が考えている評価と生徒のそれとの間にズレがあることがわかってきた。

本研究の目的は、生徒と教師の数学的な考え方の評価のズレの原因を探り、そのズレを解消する方法としての自己評価活動の可能性を検討することである。

#### 2. 「数学的な考え方」の生徒と教師の評価のズレ

本節は、数学的な考え方の生徒と教師の評価になぜズレが生じるのか、そのズレはどのようにすれば解消できるのかを探ることを目的とする。

##### 2.1. 教師評価と自己評価

安彦 (1987) は、教師評価と教師評価の特性について、「教師評価が客観性や信頼性を求めるものに対して、生徒の自己評価は客観性よりも教育性を求める」と論じている。

また、梶田 (1994) は、評価の意義について

て、次のような観点をあげそれぞれについて論じている。

#### <学習者の側における評価の意義>

- 学習のペースメーカーとなる
- 価値の方向に気づく
- 自己認識の機会となる

#### <教師の側における評価の意義>

- 指導の対象を理解する
- 教育目標の実現状況を確認し、その十分な実現に向け新たな手立てを考える

これらのことから、教師評価、自己評価とも、目的は生徒のよりよい学習に向けての評価であるが、教師評価が他者評価であり、生徒の評価が自己評価であるため、本質的に異なっている。それが、ズレが生じる原因の1つである。どのようにすれば、教師の評価活動と生徒の自己評価のズレを解消することができるだろうか。

## 2.2. 数学的な考え方と評価のズレ

### 2.2.1. 数学的な考え方とは

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、数学的な考え方として、次の3つのカテゴリーを挙げている。「数学の方法に関係した数学的な考え方」、「数学の内容に関係した数学的な考え方」、さらにこれらの原動力となるものとして「数学的な態度」である。

筆者は、数学的な考え方を、問題解決に必要な考え方であると捉え、3つのカテゴリーの中の「数学の方法に関係した数学的な考え方」を重点においている評価してきた。

#### <数学的な方法に関係した数学的な考え方>

- 帰納的な考え方
- 類推的な考え方

- 演繹的な考え方
- 発展的な考え方
- 単純化の考え方
- 特殊化の考え方
- 数量化、図形化の考え方
- 総合的な考え方
- 抽象化の考え方
- 一般化の考え方
- 記号化の考え方

これらは、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、問題解決の思考過程におけるものであるため、表面には現れにくいという特性がある。教師はそれを理解しているため、評価を思考過程で判断しているのに対し、生徒は問題が解けた、解けないで判断している。その原因の1つとして、数学的な考えとは何か、またその評価規準を生徒が知らないことである。そのために、ズレが生じるのではないか。

数学的な考え方の評価は、授業過程の生徒の思考過程の様子を評価しなければ、的確な評価とはならない。

よって、数学的な考え方とはなにか、そして、その考え方が授業過程において現れやすいこと、そして結果より思考過程のプロセスが重要であることを、生徒が理解することが必要である。

### 2.2.2. 他の観点との違い

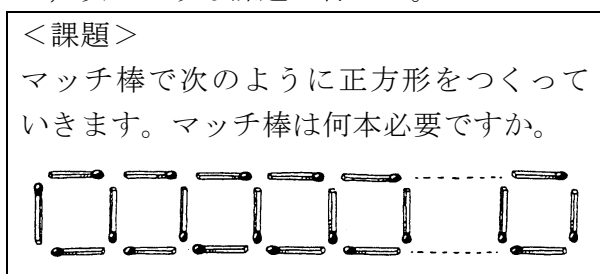
観点別でみた場合、「表現・処理」「知識・理解」については、比較的自己評価しやすい。「〇〇を覚えた」、「計算が全部解けた」など、結果から、自分で認知を一段高いレベル見て判断し評価できるからである。実践においても、教師評価と生徒の自己評価が一致し、この評価に対する疑問はあまりなかった。これは、両者が表面に現れた結果を見て、客観的に判断し、同じレベルで見ることのできる観点だからである。

### 2.2.3. ズレの起こった場面

実際に数学的な考え方の評価を生徒にフィードバックしたとき、次のような問題が起こ

った。数学的な考え方の評価を、授業過程の評価とテストの評価から出し、フィードバックした結果、その評価に不満を言ってきた生徒Aがいた。不満の理由は、友達よりテストの数学的な考え方の項目の点が悪かったにもかかわらず、その評価が悪かったからである。学習過程の評価がよくなかったことなどを示しても、納得がいかなかったのである。これは、授業過程における教師と生徒の評価に対する認識にズレが生じていたからである。

授業過程での評価は、1年の文字の式の単元で、次のような課題で行った。



数字で解いていく限りでは、ほとんどの生徒が解決できた。その後、文字を導入する場面の問題において、どんな考え方で解いたかを書かせた。そこで数学的な考え方の1つである「帰納的な考え方」の評価をした。生徒Aは、問題を解くことはできたが、考え方は、記述できていなかった。評価をフィードバックし、考え方の説明をしたが、生徒は、問題が解けたことを考え方ができたという認識をしていたということである。

この例から、教師は、数学的な考え方の評価を、認知活動の一段高いレベルから評価しているのに対し、生徒は「問題が解けた、解けない」という表面上の結果のみで判断していたため、ズレが生じていたのである。

### 2.3. ズレを解消するためには

筆者は、教師と生徒の評価のズレを解消することを、「教師評価のフィードバックが生徒に適切に伝わり、次の目標を生むプロセス」と捉えた。

教師は、常に生徒たちを評価し、フィード

バックをしているが、いくらフィードバックしてもそれを生徒が理解することができなければ、次の段階に行くことができない。フィードバックが適切に理解されていくためには、自分を的確に振り返ることが必要である。

そのためには、生徒にも、的確に自分を見つめることができるための認知活動が必要であり、それを身に付けていけば、評価のズレが縮まるはずである。

## 3. 自己評価

本節では、ズレの原因に関わっているメタ認知とは何か、そしてメタ認知に含まれている自己評価とは何かについて考察する。

### 3.1. メタ認知と自己評価

自分の認知について認知することをメタ認知という。メタ認知については先行研究によって明らかにされている。重松（1994）は、メタ認知をメタ認知的知識とメタ認知的技能に分けて、次のように類型化している。

<メタ認知的知識>

認知作用の状態を判断するために蓄えられた知識

○環境に関して

環境状態が認知に作用し調整する知識

○課題に関して

課題の本性が認知に作用し調整する知識

○自己に関して

自己の技能、能力が認知に作用し調整する知識

○方略に関して

認知作用をよくするための方略に関する知識

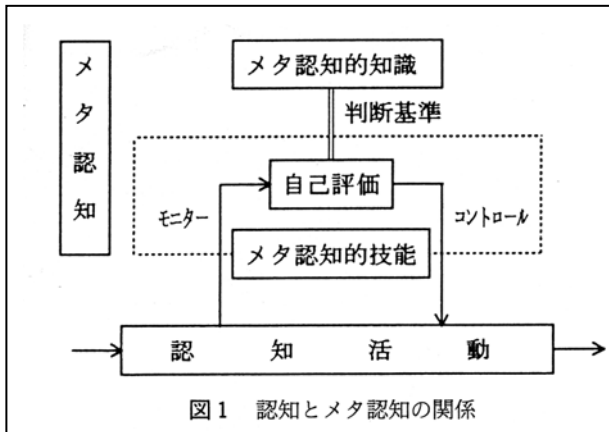
<メタ認知的技能>

メタ認知的知識に照らして認知作用を直接的に調整する技能

○モニター

認知作用の進行状態を直接的にチェック

- する技能
- 自己評価
  - 認知作用の結果をメタ認知的知識と照合して直接的に評価する技能
- コントロール
  - 自己評価に基づいて認知作用を直接的に制御する技能



木下(1997)は、このメタ認知の類型化を図式化(図1)し、図をもとにメタ認知が認知活動にどのように作用しているかを具体的な場面で次のように述べている。

ある問題解決過程で、ある方略から別の方略に変更する場面で考える。

この場面では、「この方法でうまくいっているのだろうか(モニター)→複雑になっているので、もっと簡単な方法がよい(自己評価)→もっと簡単な別の方法を考えよう(コントロール)」というように、メタ認知的技能の3要素が一連の作用として認知活動に働きかけている。また、「複雑になっているのでもっと簡単な方がよい」と価値判断するとき、「うまくいかなかったら別の方法を試みる」「1つの問題でもいろいろな考え方ができる」「なるべく洗練された解答にする方がよい」などのメタ認知的知識が働いている。もし、そのとき「数学の解法は1つしかない」「答えが合っていればそれでいい」といったメタ認知的知識

が働いていれば、また、自己評価ができなければ、望ましい解答は期待できないのである。

この例から、数学の問題解決におけるメタ認知活動には、数学的な考え方そのものが含まれている。

筆者は、これらの先行研究より、メタ認知とは、生徒の授業での活動「見る」「聞く」「書く」「話す」「覚える」「理解する」「考える」「評価する」といった認知活動をもう一段高いレベルから捉えた認知であると捉えた。よって、生徒にも教師と同様のメタ認知がそなわっていけば、ズレを解消することができるのである。メタ認知には、自己評価が含まれている。メタ認知能力を獲得するためには、自己評価が重要であることが指摘できる。

### 3.2. 自己評価の必要性と重要性

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、自己評価の重要性を示している。また、自己「自己評価能力は体験的、長期的にしか育てられない」とも指摘している。

そして、根本(1998)は、数学と自己評価について、「数学教育で評価は生徒の育ちを正しく捉えるだけでよいかを問いながら、自己評価し続けられる人間の育成を目指し、自己評価をさせる指導から、生徒が自己評価できる指導へと転換を図る授業実践が必要である」と述べ、自己評価を授業に取り入れることの必要性を示している。

授業への取り入れは、はじめは強制的に自己評価させていくが、自然と自己評価ができる指導の工夫が必要である。しかし、生徒の実態を考えた場合、自ら自己評価をする生徒は多くないので、まずは、自己評価が、メタ認知の獲得に不可欠であることや意欲付けに寄与していることなどの重要性を理解させる必要がある。そして、自己評価をきちんとフィードバックしてあげることで、自己評価の

必要性を認識できるのである。

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のである。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。

#### 4. 自己評価能力と数学学習

本節では、数学的な考え方に対する教師と生徒の間の評価のズレをどう解消していくかを、今までの筆者の実践を振り返りながら考えていくこととする。

##### 4.1. 評価規準を提示する

2節で述べたように、筆者は、評価のズレが、生徒の数学的な考え方の内容の認識不足であることが原因の1つであり、それを解消するために、評価基準を具体的に提示することが有効であると考え実践してきた。

評価規準を提示する学習効果について、永田（2002）は、評価の視点を明確にすることなく活動を繰り返しても、「数学＝答えを出すこと」といった感覚を持っている子どもは戸惑うばかりであり、授業を通しての自覚的な成長を期待することは難しい、と指摘している。このことから筆者は、生徒に観点別の評価の項目とその内容を伝えること（評価規準提示）により、ゴールがあらかじめイメージでき、評価内容を意識した活動ができると共に、その活動を振り返る規準もできるのである。特に、授業過程での評価が有効な数学的な考え方については、その観点を意識した授業展開をすることで、数学的な考え方とはどんな考え方かを理解させることができ、数学

的な考え方が高まっていくのではないかと考えた。

一方、心理学の分野における動機付けの先行研究においては、評価規準の提示が生徒にとって、マイナス効果であることを示唆している。鹿毛（1992）は成績教示条件（外発的動機付け）と確認教示条件（内発的動機付け）を比べた研究をし、その結果、学習成果と学習意欲のいずれにおいても、成績教示条件よりも確認教示条件のほうが高いということを実証している。

評価規準を提示する行為は、外発的動機付けである。しかし、筆者が以前に実践した評価規準を提示した授業についてのアンケート（S県公立中学校1年から3年255人対象、2005）では、評価規準提示を肯定的に捉えている生徒が、74%いた。理由として、「目標が明確になったので、授業に取り組みやすい」「何をゴールとすればよいか分かり、頑張れた」「評価の内容がわかり、学習のポイントがわかった」などであった。

筆者は、評価規準を提示するという行為を利点ばかりであるとは考えていない。鹿毛（1992）は成績教示という行為を「強制感」と捉え、緊張・圧迫感・不安目標によるマイナス面が多いと指摘しているが、このマイナス面をプラス面に転化するための働きかけを、教師が行うことが重要なのである。

また、筆者は生徒から「数学的な考え方を伸ばすにはどうしたらいいの？」という質問をよく受ける。これは、評価規準を提示し評価されたことによって、数学的な考え方の評価を意識し、自分を高めようとする行動である。実際に観点を意識した指導をしていない教師には、こういう質問はないと聞く。

評価規準を提示し観点を意識させるという行為が、生徒の意欲・関心に関わっていること数学的な考え方を伝えることができることから、自己評価活動には有効であるという示唆を得た。

## 4.2. 学習過程における評価

2節で述べたように、数学的な考え方の評価は、授業過程の評価が有効である。そのために重要となるのが、教師が作成する指導計画及び評価計画（表1）である。これはほとんどの学校で作成しているが、筆者は、単元ごとの具体的な評価計画が必要であると考え、作成した。

計画を立てることにより、教師評価がスムーズにできた。また、努力を要する生徒への手立ての欄を作成することにより、躓きをあらかじめ予想し、その改善策のための指導を考えることで、早期に躓きを発見することができ、解消できたのである。

評価方法は、観察が中心であった。たとえば、「ノートに問題を解いた時の自分の考えを

詳しく書いてください。それを観察し評価します」と事前に評価方法を生徒に伝えた。これは、教師がどんな内容をどの場面でどのように評価するかを生徒に理解させることで、生徒の自己評価の規準を明確にするためであった。

次の表2は、中学校1年生3人の方程式による数学的な考え方の学習過程の評価とその単元の評価の経緯を表したものである。

表2 数学的な考え方の評価の推移

	7時間目	8時間目	9時間目	単元テスト	単元の評定
生徒①	A	A	B	B	A
生徒②	B	B	A	A	A
生徒③	B	A	B	C	B

表1 <単元の指導計画と評価計画>（3年2次方程式）

参考：国立教育政策研究所(2002)

指導計画		評価計画			
時	指導目標	観点・方法	十分満足できる <A>	おおむね満足できる<B>	努力を要する生徒への手立て
1	具体的な事象を通して2次方程式の必要性を知り、その解の意味を理解できる。	ア 観察法		一次方程式と関連させ、二次方程式の特徴を考察しようとする。	・他の生徒の気付いたことや考えたことを紹介する。
		エ 観察法 ワークシート観察		1次方程式では解けない問題場面があることに気づき、2次方程式とその解を理解している。	・1次方程式と2次方程式の違いを具体的に書かせる。 ・他の人の発表から気づかせる。
		イ 観察法 (机間指導)	方程式を解くのに、因数分解の考えを使うことに気づき、そのことをわかりやすく説明できる。	因数分解を使って、2次方程式を解こうとしている。	・他の生徒の気付いたことや考えたことを紹介する。
2 3	2次方程式 $x^2+px+q=0$ を $(x-a)(x-b)=0$ の形に変形し、 $x-a=0$ または $x-b=0$ により、解が求められることを理解し、解を求めることができる。	ウ 小テスト	因数分解を利用してすばやく正確に2次方程式を解くことができる。	方程式を解くのに、因数分解の考えを使うことに気づくことができる。	・既習事項の $ab=0$ ならば、 $a=0$ または $b=0$ であることを確認させる。
		エ 観察法	因数分解の考え方による、簡単な2次方程式の解き方を説明することができる。	因数分解を利用して、2次方程式を解くことができる。	・間違えた理由のコメントを入れ、再テストの実施をする。
				因数分解の考え方による、簡単な2次方程式の解き方を理解している。	・因数分解の解き方を振りかえらせる。

ア数学への関心・意欲・態度 イ数学的な見方や考え方 ウ数学的な表現・処理 エ数量、図形などについての知識・理解

もし単元テストだけで評価していたら、生徒②以外は、テストの評価がそのまま単元の評定であったであろう。生徒②も学習過程での評価がなければ、何ができないのかわからず、テストでAをとることができなかつたと推測する。また、テストでたまたま勘違いをしてできなかった生徒③は、授業中の評価からBとすることができたのである。

このように、授業観察での評価を評定に加えることによって、テストの評価と異なる評定になる場合が多々あったが、数学的な考え方を多角的にみて評価したので、評価がより正確なものとなった。しかし、生徒側からの視点で見ると、テストの評価と単元の評定が異なるため、ズレがあると捉えてしまう。そのズレを理解させるためには、教師は評価を的確にフィードバックし、生徒にはそれを理解する力が求められる。

評価のズレをなくすためには、まずは、教師は正確な評価をし、それを的確に生徒にフィードバックすることが重要であるという示唆を得た。

### 4.3. 自己評価表の活用

3節で自己評価の重要性を述べたが、実際の授業において使用する自己評価表は、生徒の活動を表に出すという面から、重要である。

筆者の今までで使用していた自己評価表は、生徒に観点を意識させること、生徒の内面情報を得ることを目的とした、教師の指導の改善に生かす自己評価表(表3)であった。

その内容は、授業の開始時に生徒に提示する評価規準と同様のものが記載されており、授業終了時に自己評価している。

筆者が実施してきた自己評価活動には、2つの問題があった。

1つめは、自己評価表への取り組みが、ただ漠然と評価しているだけの、単なる作業となっていたことである。これは、生徒への指導不足であり、教師の評価サイクルの中に自

己評価をしっかりと位置づけていなかったためである。

表3 自己評価表の一部(3年2次方程式)

1	関	方程式が2次式になる場合があることに関心を持って取り組んだ	C	B	A
	知	2次方程式とその解の意味が理解できた。	C	B	A
2	関	2次方程式を解く方法を考え、自分の考えを記述することができた。	C	B	A
	見	2次方程式を解くのに、既習の考えを活用することに気付き、それを説明することができた。	C	B	A
	表	因数分解を利用してすばやく2次方程式を解くことができた。	C	B	A
	知	簡単な2次方程式の解き方を理解し、説明することができた。	C	B	A

2つめは、自己評価表の内容であり、生徒のメタ認知が表に出ないことにある。メタ認知を表に出すためには、記述することが必要である。また、与えられた項目に評価をチェックするだけでは、自己評価能力は高まっていけない。そのことについて矢部(1998)は、小学校6年で調査結果から、自己目標の推移を取り上げ考察し、個人の目標を設定することの有用性を論じている。そして具体例を次のように挙げている。

ある抽出児の自己目標は、「きれいな字でかく」(第1時)→「素早く丁寧に書く」(第2時)→「わかりやすく書く」(第3時)と推移している。これは、前の時間の自己評価の中で次時の学習に向けた強化因子をもとに目標の修正・再設定を導いている

前時の反省をもとに、本時の目標を設定していく活動が、自己評価能力が高まっている状態と判断できる。よって、自己評価能力を

高める自己評価表には、個人が自己目標を設定する欄を設けることが必要である。

しかし、目標を立てられない生徒、目標を立てたとしても考え方に関する目標が書けない生徒もいる。よって、今までの自己評価表における内容と共に、個人の自己目標を記述する欄を設け、自己評価表を作成していく考えである。

以上のことから、自己評価表の内容や教師の指導により、自己評価活動の効力が変わるため、教師の評価のサイクルに自己評価活動を効果的に取り入れなければ、自己評価能力を高めることができないという示唆を得た。

## 5. おわりに

筆者の実践と先行研究から、次の2点の示唆を得た。

- 数学的な考え方の教師の評価と生徒の自己評価にズレが生じていること、その原因にメタ認知が関わっていること
- 数学的な考え方の教師評価と生徒の自己評価のズレを解消するためには、生徒の自己評価能力を高めていかなければならないこと

今後の課題として、自己評価と教師評価のズレをなくすため、教師の評価サイクルに自己評価を効果的に取り入れる自己評価活動の枠組みを開発し、実証的に検討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.
- 片桐重男. (2004). 数学的な考え方とその指導. 第1巻. 明治図書
- 鹿毛雅治. (1992). 内発的動機付けと教育評価. 風間書房.
- 梶田叡一. (1994). 教育における評価の理論

## I. 金子書房.

- 木下善広. (1997). 数学的問題解決における生徒の自己評価についての考察. 全国数学教育学会誌, 数学教育学研究, 3, 75-80.
- 国立教育政策研究所. (2002). 評価規準の作成, 評価方法の工夫改善のための参考資料(中学校).
- 永田潤一郎. (2002). 評価を活かした授業づくりの試み. 日本数学教育学会誌, 84(1), 2-12.
- 根本博. (1998). 数学学習と自己評価. 筑波数学教育研究, 17, 35-50.
- 埼玉県小鹿野町立小鹿野中学校. (2007). 到達目標を示すことで生徒の学ぶ意欲を引き出す. VIEW21 中学校版(1), 14-17. Benesse.
- 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.
- 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. 日本数学教育学会誌, 80(8), 134-141.