

## 算数学習におけるメタ認知能力の育成に関する研究 ～ 複式少人数学級における児童のメタ認知の生起とその作用について ～

吉元宣博\* ・ 植村哲郎\*\*

A Study Of Development Of Metacognition In Mathematics Learning

Y o s h i m o t o N o b u h i r o ・ U e m u r a T e t s u r o

キーワード：メタ認知，複式学級，数学的問題解決

### 0 はじめに

国際学力調査の分析<sup>1)</sup>によれば、今後の算数・数学教育の課題として、「習得した知識や技能を活用する力を児童・生徒にはぐくむこと」「算数・数学のよさを実感させ、『もっと学びたい』という気持ちを児童・生徒にはぐくむこと」などが挙げられている。また本県で毎年1月、小学5年生・中学2年生を対象に実施している「基礎・基本定着度調査」では、「基本的な概念理解」「数学的な考え方」の観点の実現状況が「知識や技能」の観点に比べて低いことが報告されている。筆者が勤務する公立小学校で毎年1月、全校児童を対象に実施している「標準学力検査(CRT)」でも、同様の傾向が見られる。それは、内容が明確であり、指導方法や指導形態の工夫により、児童の定着度を捉えやすい知識・技能面に対して、実現状況の把握が難しく、個人の資質や能力、学級内での相互作用が影響する概念理解や考え方、態度などの側面は指導が難しいからだと考える。

そこで、筆者は過去2年間の現場での実践研究において、「数理的事象に対する見方や考え方の習得を目指した授業づくり」「個々の見方や考え方の交流による『よりよい学び合い』の授業づくり」というテーマを設定し、課題の解決に全校体制で取り組むように働きかけてきた。その結果、昨年度2月に行われた本県小学5年生を対象とした基礎・基本定着度調査において、数値上は向上の様相が見られてきた。依然として、児童個々の実現状況に差は見られるが、確実に課題の解決に近づいてきている。児童間の見方や考え方の活発な交流が成果として現れてきたものだと考えている。

ところで、その一方、児童数が少なく、本校のような考えの交流が難しいとされる(複式学級を抱える)小学校において、概念理解や数学的な考え方の実現状況が十分達成されている、という事例を目にすることがある。複式学級ということで、児童数の関係により、多面的な見方や多様な考え方にふれる機会が少なかったり、児童の実態に応じたコース選択など、多様な学習形態を経験することがなかったりするにもかかわらず、上記の観点の実現が十分なされているという事例である。このような事例について、その要因を(これまでの教職経験や指導方法に関する情報から)メタ認知の作用とその効果によるものと考えた。つまり、「数学的な考え方」の定着がよりよく実現されている複式学級では、教師不在の中で行われる間接指導(一人学びやガイド学習)の場において、児童の問題解決を推進する「メタ認知的活動が積極的に行われ、数学的問題解決の様相に影響を与えているのではないか」というものである。よって本稿では、複式少人数学級の指導において、メタ認知指導が有効であるかを検証し、複式学級の指導法の改善につなげていくこととする。

\* 鹿児島市立山下小学校

\*\* 鹿児島大学教育学部数学教育

## 1 研究の目的

本研究では、複式学級の小学5・6年生を対象に、数学的問題解決に及ぼすメタ認知の効果を比較し、検討する。それは、「ある問題を解決するのに必要な知識をもちながらも、その問題を解決できない（平林，1987）<sup>2)</sup>。」という課題に対して、教師の直接的な認知的、メタ認知的な支援の場が限られた複式学級に在籍する児童の数学的問題解決をメタ認知の生起及びその作用から調べ、問題解決に対するメタ認知の有効性を検討するねらいからである。そのねらいに迫るために、以下の研究課題を設定した。

複式学級の間接指導時において、「学習の手引き（資料1）」を用いたメタ認知の指導を行うとともに、その生起や作用のよさを児童が実感できるような評価の工夫を行うことで、児童の数学的問題解決の様相にどのような変化が見られるか。

## 2 研究の内容

本研究においては、複式学級の間接指導の際、児童に生起し、問題解決に作用していると筆者が考えるメタ認知の顕在化とその可能性を具体的実践により検証することとする。具体的には、まず複式学級の間接指導時に、メタ認知が生起及び作用するような指導の在り方を考えることとした。次に、数学的問題解決におけるメタ認知的活動の効果について児童が実感できるような（認知とメタ認知の両側面を関係付けた）評価の在り方を考えていくこととした。そして最後に、事前・事後における児童の変容を具体的な問題解決の様相や記述調査（資料2）などから捉え、比較・分析することで、複式学級の間接指導時におけるメタ認知指導の効果と数学的問題解決に対する有効性を明らかにすることとした。

## 3 研究方法

### 3.1 実態調査の概要

複式学級の間接指導時において、「学習の手引き」を用いたメタ認知指導を行うとともに、その生起や作用のよさを児童が実感できるような評価の工夫を行うことで、児童の数学的問題解決の様相にどのような変化が見られるかについての調査を行う。

#### 3.1.1 実施時期及び実施計画

平成19年1月中旬～2月下旬にかけての全13時間にて実施した。実施計画については、下表のとおりである。

日 時	実践内容	学習形態
1月15日	○ 調査問題及び問題に対する質問紙による 事前調査	5・6年一斉での 学習（調査）
1月15日	○ 事前調査問題の記述に対する面接調査 ○ 児童のメタ認知に関する事前調査	5・6年一斉での 学習（調査）
1月18日	○ 問題解決方略のよさを児童に実感させる 「おはじき問題」による特設型の授業 ○ 児童が記述した算数作文に対する赤ペン 指導	5・6年一斉での 学習
1月19日	○ 5年生「円」、6年生「比例」の間接指導 時におけるメタ認知的支援（「学習の手 引き」の活用を推進することで、メタ認知 の代行を行う。） ○ 児童が記述した算数作文に対する赤ペン 指導	学年別での学習
1月22日	〃	学年別での学習
1月26日	〃	学年別での学習
2月1日	〃	学年別での学習
2月5日	○ 5年生「円」、6年生「比例」の授業参 観及び児童が記述した算数作文に対する赤 ペン指導	学年別での学習
2月7日	〃	学年別での学習
2月9日	〃	学年別での学習
2月9日	〃	学年別での学習
2月22日	○ 調査問題及び問題に対する質問紙による 事後調査	5・6年一斉での 学習（調査）
2月22日	○ 事後調査問題の記述に対する面接調査 ○ 児童のメタ認知に関する事後調査 ○ 算数作文や事前・事後調査の比較により児 童に自己の伸びや変容を実感させるメタ評 価	5・6年一斉での 学習（調査）

### 3.1.2 対象学級及び対象児童

鹿児島市立A小学校の複式学級に在籍する第5学年5人、第6学年2人の計7人を対象とする。A校には間接指導時に対する手だてとして、メタ認知の生起や作用を促し、自力解決や相互解決につながる「学習の手引き」を作成及び使用していない実態がある。

### 3.1.3 調査方法

#### 3.1.3.1 児童のメタ認知に関する調査<sup>3)</sup>

調査を行うに当たり、まずA校児童7人のメタ認知に関する実態を単元導入前の平成19年1月18日に調べることにした。調査用紙は、重松(1990)の数学教育調査問題(小学生版)を基に作成し(資料2)、使用した。

また単元終了後、2週間経過した平成19年2月22日に、同様の調査を事後調査として行った。

#### 3.1.3.2 調査問題

調査は、事前と事後の2回行うことにした。そこで取り扱う問題としては、児童の「方略に関するメタ認知的知識」が生起し、作用できるものを選択することとした。また、「使用できる方略が複数あること」「より水準の高い方略に発展可能な問題であること」「難易度が児童の発達段階に適したものであること」についても考慮し選択することとした。事前については、文章問題を1題、図形の求積問題<sup>4)</sup>を1題の計2題を使用(資料3)することとした。その際、2題の解決過程に関する下のような質問紙を問題ごとに用意し、メタ認知の生起や自力解決への作用を調べることにした。

(事前調査：問題に関する質問)

○ 問題についての感想(頭に浮かんだこと)を教えてください。

(記号に○をしてください。)

ア かんたんだな

イ むずかしそうだな

ウ その他(ア、イの他に思い浮かんだことがあればかきましよう。)

○ この問題をとくために、よい方法が思いつきましたか。思いついた人は、その方法を教えてください(これまでの学習を思い出してかいてもよいです)。

また、事後については、第5学年「円」、第6学年「比例」単元におけるメタ認知の指導後に行うことにした。事後調査についても、文章問題を1題、図形の求積問題を1題の計2題を使用(資料3)することとした。その際、事後においても、問題の解決過程に関する質問紙を事前と同様に用意し、メタ認知の生起や自力解決への作用を調べることにした。

なお、これらの問題(実前・事後調査)の等価性<sup>5)</sup>については、正答率、問題解決の様相などの観点により、鹿児島市立B小学校の5年生35人において事前に実施及び検討を行い、妥当性を確認した。

### 3.1.4 分析方法

本調査の目的は、「学習の手引き」を用いた教師のメタ認知的支援を行う前後の児童のメタ認知の生起や作用、そして変容を調べることである。そこで、調査問題(事前調査・事後調査)に対する児童の記述や質問紙、面接による回答から、メタ認知的技能とメタ認知的知識の2つの側面の生起と作用、そして児童の変容についての比較・分析を行うことにした。その際、「問題解決方略」「数学的な考え方」「数学的表現力」といった観点から、事前と事後の数学的問題解決の様相を比較することで、児童の変容を具体的に捉えるようにした。

また、その要因を「質問紙」や「面接による回答」、「単位時間ごとに行った算数作文<sup>6)</sup>」「児童のメタ認知に関する調査」「算数作文に対するメタ評価<sup>i)7)</sup>」

から分析することで、問題解決に対するメタ認知の顕在化と「学習の手引き」を用いた教師によるメタ認知的支援の効果を明らかにすることとした。

#### 4 研究実践を行うに当たって

児童のメタ認知的活動が、「学習の手引き」によって代行されたものから、児童自らの自発的な活動、つまり「メタ認知的知識<sup>ii)</sup>」や「メタ認知的技能<sup>iii)</sup>」が児童に内在化したものになるためには、「課題について考えることのおもしろさ」を感じたり、「方略使用のよさ」に気付いたりといった実感を伴った学習経験が必要になってくると考えた。

そこで本実践においては、単元学習に入る前に、両学年一斉の特設単元として、問題解決方略のよさを児童に実感させる「おはじき問題<sup>8)</sup>」を取り扱うこととした(資料4)。その際、「試行し、検討する」「絵や図をかく」「パターン(きまり)をみつける」「表をつくる」「整理されたリストをつくる」「簡単な場合から考える」「逆向きに考える」「(式に)一般化する」などの問題解決方略<sup>9)</sup>について、児童から引き出したり、教師が明示したりして、いろいろな方略でよりよい問題解決に練り上げていくことのよさを児童に実感させていくようにすることとした。

単元の学習時においては、児童のメタ認知的活動を代行する「学習の手引き」を、児童が自力解決でつまづいている時や一通りの解き方で解決し満足している時などに活用するように助言することで、自力解決や自分自身による解決法の練り上げといった成功経験をより多く体験できるようにした。また、自力解決の過程で生起し、作用したメタ認知を顕在化したものとするために、毎時間の終末段階で、問題解決過程について振り返る「算数作文」を児童に記述させることとした。その際、児童の記述に現れたメタ認知と問題解決との関わりを赤ペン指導(資料5)で児童に説明することで、メタ認知的活動を行う前後での自己の変容について、児童が自覚できるようにした。さらに、「なぜ間違ったのか」「なぜできなかったのか」など、自己の問題解決をモニターしている記述についても、記述に即した助言や励ましを赤ペン指導で与えることで、メタ認知的知識の生起、そして、問題解決の場での作用へとつなげていくようにした。なぜなら、このような自力解決の喜びや自己の学びに対する自覚、そして、問題解決過程のモニタリングといった活動の生起が、高次の認知活動であるメタ認知を作用させる上で大切な要素だと考えるからである。

#### 5 調査結果の分析

ここでは、「学習の手引き」や「算数作文」を用いたメタ認知指導の結果について、鹿児島市立A小学校の5年生5人の分析とその考察について述べる。

##### 5.1 調査問題による比較と分析

##### 5.1.1 調査問題1による比較と分析

右表は、調査問題1(資料3)の文章問題「分配算」に対する5年生5人の問題解決の様相を事前・事後で比較できる形にまとめたものである。

事前調査においては、5人の中に、誰も正答者がいなかったのに対し、事後調査においては、4人中3人(1人欠席)が正解まで辿り着いている。また、問題解決の様相についても、事前

第5学年 児童		A		B		C		D		E	
問題解決方略や数学的な考え方		事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
式をつくる		○	○	○		○		○	○	○	○
図や絵をかく											
線分図をかく			○						○		欠
言葉の式をつくる					○						
いろいろな数を用いて問題を当てはめる			○		○				○		
言葉での説明をする(言語表現)									○		席
答えを予想する(直感)							○				
無答											

※ アンダーラインは正答につながった問題解決方略や数学的な考え方

表1 調査問題1に対する5年生の問題解決の様相



では5人全てが「式をつくる」に限られていたのに対し、事後においては式の他に「いろいろな数を問題文に当てはめる」が3人、「線分図をかく」が2人、「図や絵をかく」が1人、「言葉での説明をする」が1人、「答えを予想する」が1人、「言葉の式をつくる」が1人と多様な問題解決方略や数学的な考え方が現れてきている。

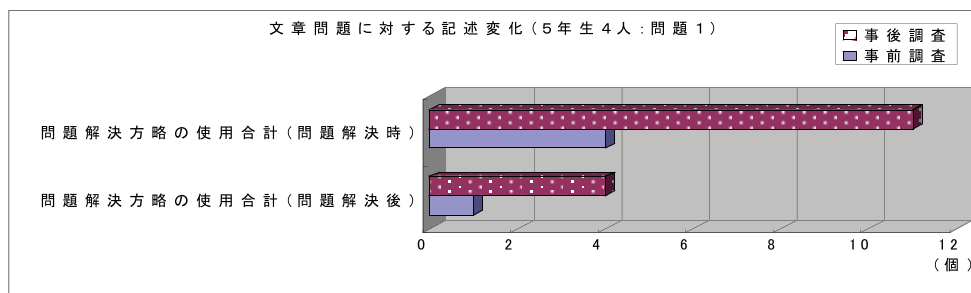


図1 調査問題1に対する5年生の問題解決の様相

さらに、図1から分かるように、「他の方法で考えてみる」「答えが本当に正しいのか、問題解決の過程を確かめてみる」など、一通りの問題解決を行った後の更なる問題解決行動の生起がメタ認知の指導後の事後調査では事後調査に比べて多く確認できる。

### 5.1.2 調査問題2による比較と分析

右表は、調査問題2(資料3)の図形の求積問題に対する5年生5人の問題解決の様相を事前・事後で比較できる形にまとめたものである。

事前調査においては、5人中1人が正解まで辿り着いている。それに対して、事後調査においては、4人中3人(1人欠席)が正解まで辿り着いている。また、問題解決の様相については、事前では「無答」が1人、「式をつくる」のみ

問題解決方略や数学的な考え方	A		B		C		D		E	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
式をつくる		○	○	○	○	○	○	○		
図や絵をかく		○	○	○		○	○	○		
1マス当たりの面積を考える (単位量当たりの考え)		○	○	○		○				
等積変形をする (図形の見方)		○	○	○		○	○	○		席
無答	○									

※ アンダーラインは正答につながった問題解決方略や数学的な考え方

が1人、「式をつくる」「図や絵をかく」「1マス当たりの面積を考える」「等積変形をする」などの複数の方略や考え方を使用したのが2人であった。

それに対し、事後においては、調査を行った4人全員が「式をつくる」「図や絵をかく」「言葉の式をつくる」「1マス当たりの面積を考える」「等積変形をする」など、複数の方略や考え方で自力解決を行っている。

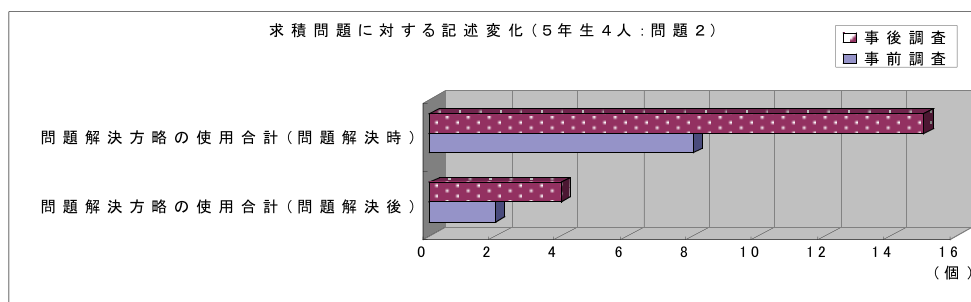


図2 調査問題2に対する5年生の問題解決の様相

また、図 2 から調査問題 2 においても、「他の方法で考えてみる」「答えが本当に正しいのか、問題解決の過程を確かめてみる」など、一通りの問題解決を行った後の更なる問題解決行動の生起がメタ認知の指導後の事後調査では事後調査に比べて多く確認できる。

## 5.2 質問紙や面接法による問題解決過程の分析

### 5.2.1 調査問題 1 の問題解決過程に対する比較と分析

表3は、調査問題1の文章問題に対する児童5人の問題解決過程を質問紙やインタビューで明らかにし、事前・事後を比較できる形にまとめたものである。

この表により、「モニタリング」「評価」「コントロール」の一連の流れで定義されるメタ認知的技能や「方略」「課題」「自己」「環境」に関するもので定義されるメタ認知的知識の生起を顕在化し、その作用を明らかにすることとした。

A	○ 事前調査問題に対する回答 意外と難しくなる。 ◎ とりあえず式をつくってみよう。 不正解	○ 事後調査問題に対する回答 後が分るから、問題を問うな。 ◎ 数直線を引こう。 ◎ 数字を数えよう。 ◎ 数字を数えよう。
B	○ 難しそうだけどできそう。 ◎ 計算で求めよう。 ◎ 答えの確かめよう。 ○ あしおせうめ。あめの数が31こを超えて強くなる。 ↓ 不正解	○ 難しそうだ。問題だな。 ◎ 算数は「速く答へて」正しく出さないとダメ。 ◎ 式を書く。 ↓ 正解
C	○ 簡単に見えるけど、難しい問題だろ。 ◎ とりあえず式をつくってみよう。 ↓ 不正解	○ 難しい問題だね。 ◎ 答えを予想してみよう。 ↓ 不正解
D	○ 難しそうだ。ただ、問題だよ。 ◎ とりあえず式をつくってみよう。 ↓ 不正解	○ 難しい問題だね。 ◎ 問題をよく読んで、何を求めるのかを考えてみよう。 ◎ 使うべき公式や定理を確認しよう。 ◎ 自分で考えてみよう。 ◎ 出た答えが正しいか確認しよう。 ◎ 他の方法を試してみよう。
E	○ 難しそうだ。問題だね。 ○ 文章問題は、まず条件を読み取り、何を求めるのかを考えよう。 ↓ 不正解	○ 問題に対して思い浮かんだ解決方法があるなら、それを試してみよう。 ◎ 分からない場合は、先生や友達に相談しよう。 ◎ 時間を決めて取り組もう。 ◎ 最後まで諦めないで頑張ろう。

表3 調査問題1に対する5年生の問題解決過程

事前調査においては、5人全員が「難しそうな問題だな」と課題をモニターし、「できるか」という自己評価のもと、「とりあえず式を考えてみよう」という解決行動へと自己をコントロールしている。その中で、5年生のB児は導き出した答えをモニターし、「正しい答えか」という自己評価のもと、「答えの確かめをしてみよう」という解決行動へと自己をコントロールしている。

事後調査においても、4人全員（1人欠席）が「難しそうな問題だな」と課題をモニターし、「できるか」という自己評価のもと、多様な問題解決方略や考え方による解決行動へと自己をコントロールしている。

ただし、事後調査においては、複数の「方略に関するメタ認知的知識」の生起に加えて、認知的活動の制御を行うメタ認知的技能が積極的に機能していることを読み取ることができる。具体例から述べると、5年生のA児、B児、D児は導き出した答えをモニターし、「正しい答えか」という自己評価のもと、

「もう一度ほかの方法で考えて確かめてみよう」という解決行動へと自己をコントロールしている。その結果、D児は自己の誤りに気づき、「いろいろな数を当てはめてもう一回やってみたらどうか」というメタ認知的知識の生起から正答につながる解決行動へと自己をコントロールしている。またA児、B児は考えの正しさを二度目の問題解決行動により確認することができ、自己の考えをより確かなものにしていった。

### 5.2.2 調査問題2の問題解決過程に対する比較と分析

表4は、調査問題2の図形の求積問題に対する児童5人の問題解決過程を質問紙やインタビューで明らかにし、事前・事後を比較できる形にまとめたものである。

A	事前調査問題2に対する回答 ○ 難しそうな問題（図形の問題）は苦手だな。 ○ 無答	事後調査問題2に対する回答 ○ 難しそうな問題だ。面積を求めよう。面積を計算すればいい。 ◎ 図1で考えよう。 ◎ 図1で考えよう。 ◎ 図1で考えよう。 ◎ 図1で考えよう。
B	○ 問題だ。この問題は、何年生かでやった問題だ。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。	○ 問題だ。この問題は、何年生かでやった問題だ。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。
C	○ 難しそうな問題だ。な。な。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。	○ 難しそうな問題だ。な。な。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。
D	○ 難しそうな問題だ。な。な。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。	○ 難しそうな問題だ。な。な。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。
E	○ 難しそうな問題だ。な。な。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。	○ 難しそうな問題だ。な。な。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。 ◎ 図形1で考えよう。

表4 調査問題2に対する5年生の問題解決過程

事前調査においては、4人が「難しそうな問題だな」、1人が「この問題は、何年生かでやった問題だな」と課題をモニターし、「できるか」という自己評価のもと、4人が解決行動へと自己をコントロールしている。そして、その中の1人が正答へと結び付けている。しかし、1人の児童は「できない」という自己評価のもと、無答で終わっている。

それに対し事後調査においては、4人が「難しそうな問題だな」、そして、その中の1人が「この問題はやったことがある、できる問題だ」と課題をモニターし、「できるか」という自己評価のもと、4人全員が多様な問題解決方略や考え方による解決行動へと自己をコントロールし、3人が正答へと結び付けている。また事後調査においては、複数の「方略に関するメタ認知的知識」の生起に加えて、5年生のA児、B児、C児が導き出した答えをモニターし、「正しい答えか」という自己評価のもと、「もう一度ほかの方法で考えて確かめてみよう」という二度目の解決行動へと自己をコントロールしている。その結果、3人の児童は考えの正しさを再度の問題解決行動により確認することができ、自己の考えをより確かなものにしていった。



## 5.3 問題解決における様相の変化とメタ認知的活動との関連についての個別分析

児童の問題解決に変化をもたらした要因について、メタ認知の指導前後の「児童のメタ認知に関する調査結果の変容」、「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導過程で現れた「算数作文へのメタ認知に関する記述」、事前・事後の調査問題への記述の変化について、その理由を児童に尋ねた「面接法によるインタビュー」、これまでの算数作文の記述から自己の学びを振り返らせる「メタ評価」といった4つの観点から、児童一人一人について捉え、表にまとめることとした。そのことで、「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導と数学的問題解決における様相の変化との関連について個別に分析し、その有効性を明らかにすることとした。

ここでは、A小学校の5年生4人の分析とその考察について述べる。

## (第5学年 児童A)

児童のメタ認知に関する調査	毎時間の算数作文	事後調査後のインタビュー	算数作文に対するメタ評価
<p>A (1/15実施分)</p> <p>▲ 図をかくて考えてみようと思うことは、まったくくない。</p> <p>▲ 問題をわかりやすく変えてみようと思うことはまったくくない。</p> <p>▲ わけを説明できるかなと思うことはまったくくない。</p> <p>△ ほかに方法はないかなと思うことはあまりない。</p> <p>(2/22実施分)</p> <p>◎ 図をかくて考えてみようといつも頭に浮かぶようになった。</p> <p>◎ 問題をわかりやすく変えてみようといつも頭に浮かぶようになった。</p> <p>△ わけを説明できるかなと思うことはあまりない。</p> <p>○ ほかに方法はないかなといつも頭に浮かぶようになった。</p>	<p>○ 簡単な数からやればできるんだなあと改めて分かった(1/19:円周率を調べる課題)。</p> <p>○ 円を三角形にできるなんて予想もしていなかった。まだ算数には、いろいろな謎があるので、これからもどんどん調べていきたい(2/1:円の求積公式を考える課題)。</p> <p>○ 困ったとき、答えがちがうときは、一つ一つ戻って確かめていきたい(2/5:円の求積公式を考える課題)。</p> <p>○ 絵や図をかけば、ひっかけてある問題もすぐできた(2/7:直径から円の面積を求める課題)。</p> <p>○ これからも、公式を忘れず、分からない問題は絵や図をかくたりしていきたい(2/7:直径から円の面積を求める課題)。</p> <p>○ 最初は難しそうと思う問題も、今までやってきた簡単な数とかにしてみたり、(式を)整理してやったり、図をかくてみると、簡単にできた(2/9:面積から直径の長さを求める課題)。</p>	<p>○ 問題用紙を比べてみると、難しい問題の時には図を使って考えるようになったと思います。</p> <p>○ また、問題の意味を数直線で分かりやすくしているところが、ぼくの成長したところだと思います。</p>	<p>○ ぼくはこの一ヶ月、算数の授業をやってみて考え方がとても変わってきた。</p> <p>例えば、図のよさとかが分からなくてどうでもいいやと思ってたけど、円の授業で図のありがたさが分かった。</p> <p>なぜぼくが変わったのかそれは、図の役割がよく分かったからだと思う。だから、今はずっと図は大切だ。</p> <p>他にも簡単な数字から考えるようになったり自分でも驚くほど一つ一つの考え方が変わっている。(2/22)。</p>

1月15日に実施した「児童のメタ認知に関する事前調査」では、「図をかくて考えてみよう」「問題を分かりやすく変えてみよう」といったメタ認知的知識が問題解決の際に生起、作用していないことが分かる。実際に、「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導前に実施した事前調査でも、それらの方略使用は見られない。しかし、メタ認知の指導後に実施した事後調査では、「線分図をかく」「図や絵をかく」「1マス当たりの面積を考える」「等積変形をする」などの方略や考え方の使用が見られる。

この問題解決における様相の変化をA児にインタビューしてみると、「難しい問題の時には図を使って考えるようになった」「問題の意味を数直線で分かりやすくとらえるようになった」など、自己の変容を認知的活動の変化から捉え、成長を実感する言葉を発した。では、この間におけるメタ認知の変容はどのようなものであったのかと言うと、メタ認知の生起が問題解決に積極的に作用するところまで変化していることが2月22日に実施した「児童のメタ認知

に関する事後調査」から分かる。また、毎時間や単元末の算数作文における児童の記述を調べてみると、「学習の手引き」によって問題解決方略の活用が促進され、方略使用に対するよさの実感が「できない（難しい）ときは、図をかいたり、簡単に数に置き換えてみたりするとよい」というメタ認知の生起と作用につながっていることが分かった。つまり、児童のメタ認知的活動と認知的活動とが密接に関連する形で問題解決における様相の変化が現れてきていることがA児の分析から分かった。

### （第5学年 児童B）

児童のメタ認知に関する調査	毎時間の算数作文	事後調査後のインタビュー	算数作文に対するメタ評価
<p>B</p> <p>(1/15実施分)</p> <p>△ 図をかいて考えてみようと思うことはあまりない。</p> <p>△ とりあえず言葉で説明してみようと思うことはあまりない。</p> <p>△ 式はどうなるかなと思うことはあまりない。</p> <p>(2/22実施分)</p> <p>○ 図をかいて考えてみよう、よく頭に浮かぶようになった。</p> <p>◎ とりあえず言葉で説明してみようといつも頭に浮かぶようになった。</p> <p>○ 式はどうなるかなとよく頭に浮かぶようになった。</p>	<p>○ 簡単な場合（数）から考えるとやり方がわかって問題を解くことができた（1/19：円周率を調べる課題）。</p> <p>○ 復習の時、わる数を100倍にするのを忘れて、答えがおかしくなって手間取ってしまった（1/22：円周から直径の長さを求める課題）。</p> <p>○ 円を三角形にできることを全然検討もつかなかった。円の仕組みをもっと知りたい（2/1：円の求積公式を考える課題）。</p> <p>○ はじめに友達が式を書いたとき、どこがどこか図と式の関係が分からなかったけど、あとあと意味が分かってきて考えやすくなった（2/5：円の求積公式を考える課題）。</p> <p>○ 今日は難しい問題の解き方を考えたが、はじめは分からなかった。でも、後から少しずつわかってきた（2/9：いろいろな形の面積を求める課題）。</p>	<p>○ 問題用紙を比べてみると、問題から言葉の式をつくっているところが変わったところだと思います。</p> <p>○ おはじきの問題で「言葉の式」をつくれれば便利だったので使いました。</p>	<p>○ この一ヶ月の学習をするまでは、説明がうまくまとめられずに意味が分からないような説明もあったけど、学習した後は説明も前よりできるようになった。</p> <p>先生がいない間は遊んでいたけど、これからは時間を有効に使っていきなうと思った。</p> <p>計算まちがいをよくするので、二度見直して計算をしたい。</p>

1月15日に実施した「児童のメタ認知に関する事前調査」では、「図をかいて考えてみよう」「式はどうなるかな」といったメタ認知的知識が問題解決の際にあまり生起、作用していないことが分かる。しかし、「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導前に実施した事前調査では、図形の求積問題で多様な方略使用が見られる。また、文章問題では「式をつくり、計算で求めよう」、「求めた答えの確かめをしよう」という二度目の問題解決行動が生じていることから、メタ認知的技能が自発的に機能していることが予測される。

これに対し、メタ認知の指導後に実施した事後調査では、「言葉の式をつくる」「いろいろな数を問題文に当てはめる」「図や絵をかく」「1マス当たりの面積を考える」「等積変形をする」などの方略や考え方の使用が見られる。事前と事後の問題解決の様相を比較する形でB児にインタビューしてみると、「問題から言葉の式を作っているところが変わったところ」「おはじき問題で『言葉の式』をつくれれば便利だったので使いました」など、記述変容の要因を問題解決方略のよさの実感から来たものだと説明した。

では、この間におけるメタ認知の変容はどのようなものであったのかと言うと、メタ認知の生起が問題解決に積極的に作用するところまで変化していることが2月22日に実施した「児童のメタ認知に関する事後調査」から分かる。また、毎時間や単元末の算数作文における児童の記述を調べてみると、自己の



問題解決過程を振り返る中で、方略に加えて「自己に関するメタ認知的知識」が生起していることが確認された。このB児の分析から、「学習の手引き」によるメタ認知の指導が、方略活用の促進に始まり、自己の学びをモニタリングするメタ認知的活動の生起まで結びついていったことが分かる。そのことは、間接指導時における自力解決を自らの力でよりよいものに改善していくことにもつながる。

### (第5学年 児童C)

児童のメタ認知に関する調査	毎時間の算数作文	事後調査後のインタビュー	算数作文に対するメタ評価
C (1/15実施分) ▲ 図をかいて考えてみようと思うことは、まったくくない。 ▲ 答えを予想してみようと思うことはまったくくない。 ▲ 自信がつくまで何回も練習してみようと思うことはまったくくない。 △ 分かるところまでやろうと思うことはあまりない。  (2/22実施分) ○ 図をかいて考えてみようとして、よく頭に浮かぶようになった。 ○ 答えを予想してみようとしてよく頭に浮かぶようになった。 ○ 自信がつくまで何回も練習してみようとしてよく頭に浮かぶようになった。 △ 分かるところまでやろうと思うことはあまりない。	○ こうすれば簡単だということを教えてもらった。また、このような問題が出たらどんどん使っていきたい(1/18:問題解決方略の獲得につながる「おはじき」を使った課題)。 ○ 絵や図にかくことでイメージが少しずつ浮かんでくるようになった(1/22:円周から直径の長さを求める課題)。 ○ もともと好きな算数をもっと楽しくなってきた。少し難しいけど、いろいろなとくこつを使ってみたい(1/26:既習の複合図形の求積に関する課題)。 ○ (円からの変形についての)予想がはずれたこともあったけど楽しかった(2/1:円の求積公式を考える課題)。 ○ 今まで正直言うとな算数で唯一嫌だった図形がこんなに(公式を作り出すのに)役に立つとは思わなかった。少しずつ図形も楽しくなってきた(2/5:円の求積公式を考える課題)。 ○ 公式は覚えるものではなく「作る」ということの大切さが分かった(2/7:円の求積公式について説明する課題)。	○ 面積を求める問題では図に書きこんで考えるようになりました。 ○ 文章問題では、式が1回目も2回目も分からなかったで2回目は、答えの予想をして考えました。	○ 図を書いて考えるということは、まったく頭に入っていなかったけど、少しずつ図に当てはめてみようと思う時が増えてきた。 答えを予想するという事は今でもよっぽど難しいなと思いつきしかなないので、そのせいで問題を解き遅れることもあった。 分かるところまでやろうと思ったことはなかったけど、宿題で何回か練習してみようと思い、するようになってきた。 ぼくは、簡単な場合で考えることがとても便利だなと思った。問題で悩んだときに簡単な数で考えたら、分かったことも、たくさんあった。 これからも好きな算数をもっと伸ばしていきたい。

1月15日に実施した「児童のメタ認知に関する事前調査」では、「図をかいて考えてみよう」「答えを予想してみよう」といったメタ認知的知識が問題解決の際に生起、作用していないことが分かる。実際に、「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導前に実施した事前調査でも、それらの方略使用は見られない。しかし、メタ認知の指導後に実施した事後調査では、「図や絵をかく」「答えを予想する」「1マス当たりの面積を考える」「等積変形をする」などの方略や考え方の使用が見られる。この問題解決における様相の変化をC児にインタビューしてみると、「図に書き込んで考えるようになった」「2回目は式が分からなかったで、答えの予想をして考えました」など、自己の変容を認知的活動の変化から捉える言葉を発した。

では、この間におけるメタ認知の変容はどのようなものであったのかと言うと、メタ認知の生起が問題解決に積極的に作用するところまで変化していることが2月22日に実施した「児童のメタ認知に関する事後調査」から分かる。

また、毎時間や単元末の算数作文における記述を調べてみると、「こうすれば簡単だという解く『こつ』を教えてもらった」「少し難しいけどいろいろな解く『こつ』を使ってみたい」など、「学習の手引き」によって問題解決方略の活用が促進され、「絵や図にかくことで、少しずつイメージが浮かんでくる

ようになった」「図に当てはめて考えてみようと思う時が増えてきた」など、そのよさを児童が実感していることが分かる。そのことが、自力解決の場において、「できない（難しい）ときは、図をかいてみるとよい」というメタ認知の生起と作用につながったと考える。このことから、方略使用に関するよさの実感がメタ認知の生起と作用につながり、その結果として認知的活動である数学的問題解決の様相が変化するということがC児の分析から分かった。

（第5学年 児童D）

児童のメタ認知に関する調査	毎時間の算数作文	事後調査後のインタビュー	算数作文に対するメタ評価
<p>D (1/15実施分)</p> <p>▲ 簡単な数字を入れて考えてみようと思うことはまったくない。</p> <p>▲ どの方法がよいか、みんなで話したいなと思うことはまったくない。</p> <p>▲ とりあえず言葉で説明してみようと思うことはまったくない。</p> <p>△ 図をかいて考えてみようと思うことはあまりない。</p> <p>(2/22実施分)</p> <p>◎ 簡単な数字を入れて考えてみようといつも頭に浮かぶようになった。</p> <p>◎ どの方法がよいか、みんなで話したいなと、いつも頭に浮かぶようになった。</p> <p>○ とりあえず言葉で説明してみようとよく頭に浮かぶようになった。</p> <p>◎ 図をかいて考えてみようといつも頭に浮かぶようになった。</p>	<p>○ 今日の学習を楽しくできたし、「これは便利だな」と思う言葉の式もできて、とても良かったと思います。言葉の式は別のところでも使ってみたいです。(1/18：問題解決方略の獲得につながる「おはじき」を使った課題)。</p> <p>○ 「公式は覚えるんじゃなくて作る」ということも知れ、楽しくなってきました。難しい問題にも挑戦したいです。(1/26：既習の複合図形の求積に関する課題)。</p> <p>○ 今日の学習で、ぼくは図や絵、少し計算が弱点ということを知りました(2/1：円の求積公式を考える課題)。</p> <p>○ 言葉の式で答えを求めたり、前に習った基本の計算などを使ったりしたけど、すっかり忘れていたので、基本の計算もしっかり使いたい(2/5：円の求積公式を考える課題)。</p> <p>○ 図で計算するのが楽しくなってきた(2/5：円の求積公式を考える課題)。</p> <p>○ どの場面で作図をするのか、どの場面で作図をするのか、式の計算の仕方など、たくさん知れた(2/7：直径から円の面積を求める課題)。</p>	<p>○ 問題用紙を比べてみると自分の考え方が変わってきたと思う。たしかめをしたのは、出した答えが正しいとは限らないことを(円の面積公式を求めるところで)知ったから。</p> <p>○ 最初のテストは全然できなかったけど、2回目はどうしたら答えが出るか考えて、いろいろやって文章問題の答えが出たので嬉しい。</p>	<p>○ 言葉の式や図などを作ったり、かいたりして答えを出すなど、これまでできなかったけどできるようになってきた。</p> <p>難しい計算や問題も、基本の計算や時間をかけて考えれば、簡単ではないけど解けるということが分かりました。</p> <p>今では、言葉の式や図をかいたりなどしているのが難しかった問題も解けたりしています。</p> <p>算数もだんだん楽しくできるようになり、これから楽しくやりたいし、習ったことも使いたいし、テストなどでも言葉の式や図をかいたりすることをしたいです。</p> <p>そして、難しい問題も楽しく解きたいです。</p>

1月15日に実施した「児童のメタ認知に関する事前調査」では、「簡単な数字を入れて考えてみよう」「図をかいて考えてみよう」といったメタ認知的知識が問題解決の際に生起、作用していないことが分かる。また、「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導前に実施した事前調査では、図形の求積問題こそ図への書き込みが若干見られるものの、文章問題においてはそれらの方略使用は見られない。

しかし、メタ認知の指導後に実施した事後調査では、「図や絵をかく」「線分図をかく」「いろいろな数を問題文に当てはめる」「言葉での説明をする」「等積変形をする」などの方略や考え方の使用が見られる。

この問題解決における様相の変化を比較する形でD児にインタビューしてみると、「2回目はどうしたら答えが出るか考えて、いろいろやって文章問題の答えを出した」「確かめをしたのは、出した答えが正しいとは限らないことを知ったから」など、難しい問題に出合った時や答えを導き出した後の問題解決の進め方について、自己の変容をメタ認知的側面から捉える言葉を発した。

では、この間におけるメタ認知の変容はどのようなものであったのかと言うと、D児においてもメタ認知の生起が問題解決に積極的に作用するところまで変化し

ていることが2月22日に実施した「児童のメタ認知に関する事後調査」から分かる。また、毎時間や単元末の算数作文における記述を調べてみると、「図で計算するのが楽しくなってきました」「どの場面で式をつくるのか、どの場面で図を作るのか、たくさんのことを知れた」など、「学習の手引き」による方略使用の効果が確認され、そのことが「図などを作ったり、かいたりして答えを出すなど、これまでにすることがなかったけどできるようになってきた」「テストなどでも言葉の式や図をかいたりすることをしたい」というD児の変容につながったと考える。また、事後調査における「図や絵をかく」「いろいろな数を問題文に当てはめる」などの問題解決における様相の変化については、「これまで弱点だった図の使い方を工夫したり、出した答えの確かめをしたりすることが自分には大切」という自己に関するメタ認知的知識の生起も大きく作用したものと分析する。

## 6 研究の成果と今後の課題

本研究の成果と課題について、以下のようにまとめた。

### 6.1 研究の成果

- ① 複式学級の間接指導時において「学習の手引き」を用いたメタ認知の指導を行った。そのことで、教師不在の数学的問題解決の場において、多様な問題解決方略の活用や解決した結果に対する児童自身による練り上げや確認が行われた。
- ② 複式学級の児童に対して、単位時間の終末段階で自己の問題解決について振り返らせる「算数作文」を記述させ、赤ペン指導により、メタ認知の生起や作用を称賛したり、自覚化させたりするようにした。そのことが、児童に「できない時は、〇〇を使えばいい」「自分は〇〇が苦手だから△△に気をつけよう」といったメタ認知的知識や自己の解決行動を調整するメタ認知的技能を生起させることにつながった（資料6）。

### 6.2 今後の課題

本研究で得られた調査結果の信頼性を確かめるために、調査に関わる手続きの妥当性を検討したり、調査を行う対象校、対象者の実態を検討したりして、複式学級に対するメタ認知指導の有効性について今後も継続して調査を行い、複式指導の改善につなげていく必要がある。

## 7 本論文のまとめ

本研究は、教師による直接指導の機会が限られている複式学級に在籍する児童の問題解決について、児童のメタ認知的活動の生起や作用がどのように影響を及ぼすのかを調べるものであった。そのために、メタ認知的活動を代行する手だてとして、方略に関するメタ認知的知識を生起させたり、二度目の問題解決行動につながるメタ認知的技能を作用させたりする「学習の手引き」を使用した。また、生起したメタ認知的活動のよさを児童の実感や自覚化につなげ、メタ認知的活動が児童に内在化した自発的な活動になるような自己評価の在り方に視点を当てて、その効果の有無を検証しようという取組であった。

今回の検証活動は、本稿に記しているように、複式指導におけるメタ認知指導の有効性を示すものではあるが、少人数での短期間の調査のため、その信頼性については十分明らかになったとは言えない面がある。そこで、本県の課題とも言えるべき複式少人数学級の指導法の改善を目指して今後も、メタ認知指導の効果や可能性について研究を進めていきたいと考える。



### 【注 釈】

- i) 二宮（2006）は、「評価を対象とする評価」，「評価についての評価」と定義している。
- ii) 重松（1990）は，「認知作用の状態を判断するために蓄えられた環境，課題，自己，方略についての知識」と定義している。
- iii) 重松（1990）は，「メタ認知的知識と照らし合わせて，自分の認知過程をモニターし，自己評価し，コントロールする技能」と定義している。

### 【引用・参考文献】

- 1) 文部科学省（2005）；「小学校算数・中学校数学・高等学校数学指導資料～ PISA 2003（数学的リテラシー）及び TIMSS2003（算数・数学）結果の分析と指導改善の方向～」，東洋館出版社。
- 2) 平林一栄（1987）；「数学教育の活動主義的展開」，東洋館出版社。
- 3) 重松敬一（1990）；「メタ認知の発達の変容」，数学教育学の新展開，聖文社。
- 4) 岡本真彦（1992）；「算数文章問題の解決におけるメタ認知の検討」，教育心理学研究 Vol. 40-1。
- 5) 石田淳一他（1990）；「算数文章題における等価問題作成の試み」，筑波数学教育研究第 9 巻，pp129-136。
- 6) 重松敬一（2005～2006）；「メタ認知能力の育成」，楽しい算数の授業，2005. 4～2006. 3，明治図書。
- 7) 二宮裕之（2006）；「数学教育におけるメタ評価に関する研究～メタ評価に関わる理論的検討～」，全国数学教育学会 第 25 回研究発表会 発表資料
- 8) 坪田耕三（2003）；「本当の問題解決の授業を目指して」，東洋館出版社。
- 9) 大須賀康宏，石田淳一，愛知県幸田小学校（1986）；「楽しく学べる算数の問題解決ストラテジー：理論と実践・すぐ使える 100 の教材例」，東洋館出版社。

### 【巻末資料】

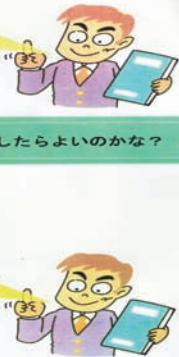
**学習の手引き(問題をとくこつ！)**

1 問題のとき方が思いうかばない時はどうしたらよいのかな？

- ☐ 図をかいてみたらどうか。
- ☐ かんたんな場合(数)で考えてみてはどうか。
- ☐ 式に表してみてもどうか。
- ☐ これまでに学習したことが使えないかな。

2 問題をとくことができた(次に)どうしたらよいのかな？

- ☐ 自分の考えを説明できるかな。
- ☐ 他のとき方はないかな。
- ☐ もう一回、自分の考えを見直してみてもどうか。
- ☐ 自信がつくまで何回も練習してみてもどうか。



資料 1 児童のメタ認知的活動の生起を代行する「学習の手引き」







# ☆学習をふいかえて( 2月9日)☆

小学校 5 年

氏名 \_\_\_\_\_

○ 学習のふりかえりをしてみましょう。

- ① 今日の学習で分かったこと(発見したこと)、できるようになったこと(←→)学習で分からなかったこと、難しかったこと)
- ② おもしろかったこと・楽しかったこと・便利だと思ったこと
- ③ 「なるほどな・分かりやすいな・自分も使ってみたいな」と思った考えや方法
- ④ その他(学習したことを使ってみてみたいこと・こんなことができるようになりたいと思うこと・自信がついたこと・学習をがんばることができた理由・学習中に気づけたこと など)

①～④の中から  
1つ選んで書  
いてみようね!  
(2つ以上書いて  
もいいよ。)



最努力にむすかしそうだなあーと思う  
問題は今までやってきたかんたんな算数  
とかして(みた)せいいして(やりたり)図をかいて  
みるとかんたんにてきた。こういうこと  
は中学生におがたときも忘れ  
すに(つねに)豆貝に入れておきた  
い。

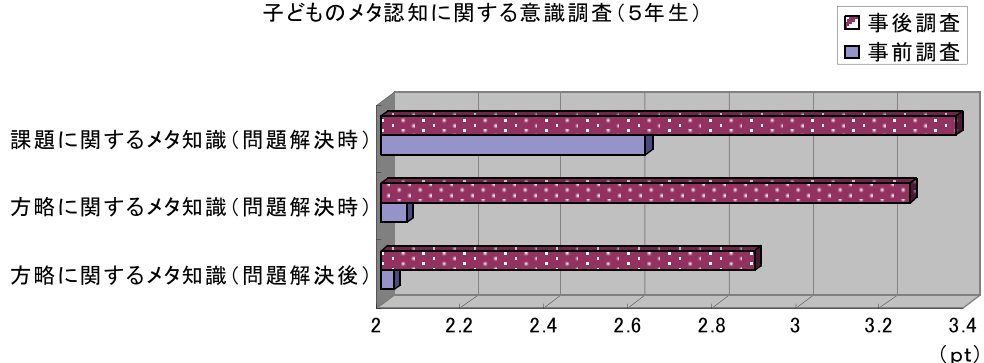
※「わからない時は～したらいいよ」と思いうかぶ人、算数・数学  
で考えることを楽しめる人です。難しそうに見えても分かっていることを

整理すると、解決の糸口が見えてきます。「6年生になっても～、中学生になっ  
ても～」という気持ちが育っているのは、すごいことだと思います。どんな  
よーアイデアも、問題を解く「こつ」がうかんできそうですね。

資料5

算数作文に対する赤ペン指導

子どものメタ認知に関する意識調査(5年生)



資料6 児童のメタ認知の変容 {5年生: 意識調査(資料2)の結果より}