

## 算数・数学科の板書に関する一考察

今 崎 浩\*

### A Consideration of Board Writing of the Course in Mathematics

Hiroshi IMAZAKI\*

#### 1 問題の所在 ～言語活動と板書～

平成20年告示の小学校学習指導要領（2008）において、児童生徒の思考力・表現力・判断力等をはぐくむという観点から、各教科等における言語活動の充実が求められた。

こうした学習指導要領の趣旨を踏まえ、各学校においては、言語活動の充実に向けて取組が進められてきている。このことは、平成29年度全国学力・学習状況調査質問紙調査（2017）の次のような結果からもみてとれる。

##### 質問事項

「言語活動について、国語科だけではなく、各教科、道徳、外国語活動、総合的な学習の時間及び特別活動を通じて、学校全体として取り組んでいますか」

##### 小学校

・よくしている	37.2%
・どちらかといえばしている	55.1%

##### 中学校

・よくしている	32.5%
・どちらかといえばしている	55.8%

また、言語活動の充実に向けた具体的かつ重要な取組の1つとして考えられるのがノート指

導であろう。中央教育審議会（2016）は、今の児童達たちの課題として「判断の根拠や理由を明確に示しながら自分の考えを述べたり、実験結果を分析して解釈・考察し説明したりすること」を挙げている。このことから、ノート指導に取り組んでいくことは、中央教育審議会答申で指摘されている課題の解決に向けた適切な取組の1つであるといえよう。

では、各学校において、どの程度ノート指導に取り組んでいるのであろうか。ノート指導に関わる同調査（2017）の結果は次のとおりである。

##### 質問事項

「調査対象学年の児童生徒に対して、前年度までに、授業で扱うノートに、学習の目標（めあて・ねらい）とまとめを書くように指導しましたか」

##### 小学校

・よくしている	68.9%
・どちらかといえばしている	28.6%

##### 中学校

・よくしている	43.0%
・どちらかといえばしている	47.2%

この結果から、小学校は97.5%、中学校は90.2%もの学校が、取組の程度に違いはあるものの、ノート指導に取り組んでいることが分かる。

\* 本学教授

ノート指導を進めていく際に、児童生徒のよりよい記述を引きだすために有効な指導の手だてとして考えられるのが、教師がよりよい板書を行うことである。ノートに記述をする初期の段階では、多くの児童は、教師が黒板に板書したことを書き写していくであろう。板書を書き写していくことを通して、児童はノートに「いつ」「何を」「どのように」記述していけばよいかを学び、いずれ自分なりに工夫をしながらノートを記述していくようになっていく。つまり、教師の板書が児童のノートのモデルになるのである。したがって、教師がよりよい板書を行うことは、よりよいノートの記述を促すこととなる。

このことは、算数・数学科にもあてはまることであり、二宮（2015）は「算数教育においては、記述による表現活動が求められている。子どもたちが行う算数的活動として、記録、要約、説明、論述といった言語活動を有効に進めさせるためには、まずは授業でのノートの記述の充実が不可欠である。そして、よりよいノート記述を促すための指導の一つとして、よりよい板書を行うことをあげることができる」と述べている。

ここまで、児童生徒の思考力・表現力・判断力等をはぐくむという観点から言語活動を充実させていくために、算数・数学科において、ノート指導の取組は重要であり、よりよいノートの記述を促すためには、教師がよりよい板書を行うことが有効な手だてであることを述べてきた。

それでは、算数・数学科における教師の板書はどのような現状なのであろうか。

藤井（2016）は、「授業後の板書を見ると、内容（コンテンツ）の記述は見られるが、過程（プロセス）に関わる記述は殆ど見いだせない。

過程をどう顕在化させ、板書レベルでどのように具現化するのか、研究すべきことは多い」と述べ、我が国の教師のほとんどが行っているであろう板書について、今後求められる問題解決の授業を充実させていくという観点から、課題をして指摘している。

また、谷・小原（2014）は、「日本の算数数学教育研究においては、板書は指導技術の一部であり、この分野における実践上の工夫や成果の多くは商業誌を中心にまとめられ、学術研究の俎上には載せ難く、結果として、その優れた知見は消失してしまう恐れがあった。しかし、板書研究はノート指導研究と共に、些末な技術論に留まるものではなく、授業における思考過程を表現する主要媒体をどう処するかという学習指導への示唆が大きく、有益な領域となり得る」と板書に関する研究の必要性と可能性について述べている。

そこで、本稿は、算数・数学科において思考力・判断力・表現力を育成するという観点から、算数・数学科における板書の在り方を明らかにするための基礎的研究として、今後求められるであろう算数・数学科における板書について文献及び先行事例を考察する。

## 2 算数・数学科における板書

### 2.1 算数・数学科独自の板書の必要性

『学校用語辞典』（牧、1993）によると、板書とは「観念の視覚化により、学習者の理解を助け、目標を把握させ、学習意欲を高め、思考活動を容易にする」ものだと述べられているとおり、一般的に板書とは、授業において学習効果を高めるために行われる有意義な行為であるといえる。

このたびの学習指導要領の改訂では、中央教育審議会答申（2016）において「教科等の特質」

が重視されていることから分かるように、各教科等の特質、本稿でいえば算数・数学科において育成を目指す資質・能力は何かを明確にして指導にあたること、また、算数・数学科を学ぶ意義やよさを明確にして指導にあたることが求められている。したがって、算数・数学科における板書を明らかにしていくためには、今日求められている算数・数学科の授業について考えておく必要がある。

## 2.2 数学的活動に着目して

平成29年に公示された小学校学習指導要領及び中学校学習指導要領（以下、「新学習指導要領」と呼ぶ。）に示された算数・数学科の目標は、いずれも「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す」とされている。このなかで、特に授業と関連するのが「数学的活動を通して」という記述である。数学的活動は、小学校学習指導要領解説算数編（文部科学省、2017）（以下、「新学習指導要領解説」と呼ぶ。）において、「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程を遂行すること」としている。つまり、これからの算数・数学科の授業においては、数学的に問題を発見したり、問題を解決したりする過程を通して、数学的に考える資質・能力を育成していくことが求められており、数学的活動が今後一層重視されることとなる。

また、数学的活動は、改訂前の学習指導要領では、児童生徒が算数・数学科の学習内容を学ぶための方法としての活動という位置づけであったが、新学習指導要領においては、小学校第5学年「データの活用」領域(1)のアでは、「(イ)データの収集や適切な手法の選択など統計的な問題解決の方法を知ること」、第6学年「変化

と関係」領域(1)のアでは「(イ)比例の関係を用いた問題解決の方法について知ること」など、数学的活動を行うこと自体を学ぶという学習の内容でもある。また、中学校においては、小学校の問題解決の方法を理解し、身に付けたことを土台に、新たな内容を学んでいくこととなる。

これらのことから、算数・数学科における板書は、児童生徒が問題を発見したり、問題を解決したりする過程、つまり数学的活動が可視化され、それが理解することができるような板書でなくてはならないと考える。

## 2.3 数学的な表現に着目して

新学習指導要領では、数学的活動の具体的な内容として、小学校では「数学的に表現し伝え合う活動」、中学校では「数学的な表現を用いて説明し伝え合う活動」が例示されており、いずれも数学的な表現を用いることとなっている。

数学的な表現についても、数学的な表現は児童生徒が相互に考えを伝え合う方法であるというだけでなく、算数科の目標に「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う」、数学科の目標に「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う」と位置付けられており、算数・数学科の目標でもある。さらには、小学校第1学年「数と計算」領域(1)のア「(オ)2位数の表し方について理解すること」、イ「(イ)加法及び減法が用いられる場面を式に表したり、式を読み取ったりすること」のように学習の内容でもある。

したがって、算数・数学科における板書も、児童生徒のモデルとなるよう、適切な数学的な表現を用いた板書でなくてはならないと考える。

数学的な表現については、中原（1995）が図1のように述べている。

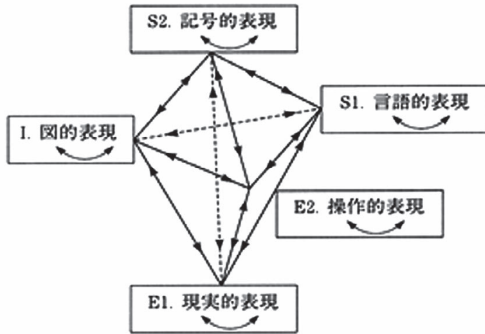


図1 数学教育における表現体系(中原、1995)

現実的表現とは、実世界の状況、実物、具体物などによる表現がこれに当たる。

操作的表現とは、学習具などに動的な操作を施すことによる表現がこれに当たる。

図的表現とは、絵、図、グラフなどによる表現がこれに当たる。

言語的表現とは、日本語、英語など日常言語を用いた表現がこれに当たる。

記号的表現とは、数字、記号など数学的記号を用いた表現がこれに当たる。

中原の考えによれば、数学的活動ではこれら5つの表現様式を用いて児童生徒は自らの考えを表現したり、5つの表現様式を用いて表現された他者の考えを解釈したりすることとなる。

また、中原は図1のように双方向の矢印を示し、異なる表現様式間、あるいは同一の表現様式内で相互に変換することを促すことによって、理解が深まると述べている。

こうした中原の考えを踏まえて、算数・数学科における板書を考えると、大きく2つの留意すべき点が見えてくる。

1つは、算数・数学科における板書は記号的表現、言語的表現、図的表現の3つの表現様式によって行われるということである。

現実的表現は実物や具体物などを示すものであり、実際に板書することが困難な場合が起

ることが予想される。仮に、磁石などを使って、提示した実物や具体物を黒板に貼ることが可能な場合でも、黒板に貼った時点で図的表現と変わらないものになってしまう。

操作的表現も同様でタイルやブロックなどの学習具を操作して表現しても、操作が終わった時点で図的表現と変わらないものになってしまう。

したがって、数学的活動の過程では5つの表現様式が用いられるが、板書においては、記号的表現、言語的表現、図的表現の3つの表現が用いられるということになる。

ここで留意すべきことは、記号的表現は、他の表現様式に比べ、簡潔性、明確性、厳密性、操作可能性等において優れた表現様式であり、数学の表現としての完成度は優れているが、抽象度が高くなるということである。このことによって、児童生徒によっては理解が難しくなる場合も考えられるため、指導上の工夫が必要となってくる。

もう1つは、複数の異なる表現様式を用いた板書、あるいは同一の表現様式であっても、複数の表現による板書が求められるということである。

例えば、繰り下がりのある減法「 $13 - 8 = 5$ 」の場合、 $13 - 8 = 5$ と記号的表現を用いて表現された考えを「13から8を引く。このとき、3から8は引けないので13を10と3に分け、10から8を引いて残りが2。その2と3を加えて、答えは5となる」というように言語的表現を用いて表現するよう促し、それらを板書するということである。また、「 $3 \times 5 = 15$ 、 $2 \times 4 = 8$ 、 $15 + 8 = 23$ 」と3つの式で表した考えを、「 $3 \times 5 + 2 \times 4 = 23$ 」というように1つの式に表現するよう促し、それらを板書するということである。

新学習指導要領においては、算数科では数学的活動の指導に当たっての配慮事項として「(4) 具体物、図、数、式、表、グラフ相互の関連を図る機会を設けること」、数学科では内容の取扱いについての配慮事項として「(1) 思考力、判断力、表現力等を育成するため、各学年の内容の指導に当たっては、数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりするなどの機会を設けること」としている。

したがって、算数・数学科の授業において、異なる表現様式間、あるいは同一の表現様式内で相互に変換することを促すことによって、児童生徒の多様な表現を引きだし、適切に板書を行っていくことが求められることとなる。

## 2.4 数学的な見方・考え方に着目して

新学習指導要領では、各教科等の見方・考え方を働かせた学習活動が重視されており、算数・数学科においては、「数学的な見方・考え方を働かせながら、知識及び技能を習得したり、思考力、判断力、表現力等を育成したりすることが求められている。そして、数学的に考える資質・能力が育成されることで、「数学的な見方・考え方」もさらに成長していくと整理されている。

新学習指導要領解説では、数学的な見方とは、「事象を数量や図形及びそれらの関係についての概念等に着目してその特徴や本質を捉えること」と述べている。

このことは、例えば、「図形」領域において、角、辺、頂点の個数といった図形の構成要素に着目して図形を弁別したり、図形の性質を見いだしたりすること、さらには、図形の構成要素の関係、例えば、辺の長さや角の大きさといった相等関係、垂直や平行といった位置関係に着

目して図形を弁別したり、図形の性質を見いだしたりすることを意味するものと考えられる。

また、数学的な考え方とは、「目的に応じて図、数、式、表、グラフ等を活用し、根拠を基に筋道を立てて考え、問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識及び技能等を関連付けながら統合的・発展的に考えること」と述べている。

算数・数学の学習の場面や日常生活の場面などで、思考・判断・表現する過程において、論理的な考え方、統合的な考え方、発展的な考え方などの数学的な考え方が働くというものである。

授業のなかでは、児童生徒の具体的な表現として、次のように現れてくるであろう。

- ・「～だから～です」、「なぜかという～だからです」 (演繹的な考え方)
- ・「Aは～。Bも～。Cも～。だから、○はいつも～です」 (帰納的な考え方)
- ・「BはAと似ている。Aは～だったので、Bもおそらく～だろう」 (類推的な考え方)
- ・「～と～の考え方は似ている」、「～と～は同じ考え方だ」 (統合的な考え方)
- ・「もし～だったら」、「○が□だったら」 (発展的な考え方)

算数・数学科における板書では、児童生徒が学習する姿のなかに、こうした「数学的な見方・考え方」がみられた際に、それを可視化し、価値付けていくことによって、数学的な見方・考え方が成長させていくことが求められることとなる。

## 3 先行事例の考察

2では、新学習指導要領改訂の趣旨を踏まえ、今後求められるであろう算数・数学科における板書、また、そうした板書を行う際の留意点に


<p>○月○日</p> <p><b>問題</b></p> <p>0.3ℓ入りのジュースを 4個買いました。 ジュースは、ぜんぶで何 ℓありますか。</p>  <p><b>計画</b></p> <p>・計算で求める かけ算 <math>0.3 \times 4</math> <math>3 \times 4</math> たし算 <math>0.3 + 0.3 + 0.3 + 0.3</math></p>	<p><b>解く</b> → <b>話し合い</b></p> <p>いつでも使えるか？ かんたんにできるか？</p> <p><b>けんた</b></p> <p><math>0.3 \ell = 3 \text{ dℓ}</math>だから <math>3 \times 4 = 12</math> <math>12 \text{ dℓ} = 1.2 \ell</math></p> <p><b>あや</b></p> <p><math>0.3 \ell</math>は<math>0.1 \ell</math>が3つだから <math>0.1</math>をもとに考えて <math>3 \times 4 = 12</math> <math>0.1</math>が12こ分で、<math>1.2 \ell</math></p>	<p><b>まとめ</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>0.3 \times 4 = \square</math>  <math>\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow</math>  <math>10 \text{倍} \quad \uparrow</math>  <math>3 \times 4 = 12</math> </div> <p><b>練習</b></p> <p><math>0.2 \times 8</math> <math>0.3 \times 5</math> <math>0.6 \times 3</math> <math>0.7 \times 9</math></p>
--	--	--

図2 板書計画例 (大谷、2006)

ついて述べてきた。

それを踏まえ、先行事例(板書計画)について考察し、算数・数学科における板書の在り方を明らかにしていくための示唆を得る。

本事例は、次のような過程で授業が進んでいくと考えられる。

【問題】(教師による問題の提示)⇒【計画】(問題の解決の見通しをもつ)⇒【解く】(自力解決：個人による問題の解決)⇒【話し合い】(練り上げ：集団による解法の比較・検討)⇒【まとめ】⇒【練習】


このことから、板書全体としては、おおむね問題を解決していく過程が板書されていると考えられる。しかし、板書の細部についてみていくと次のようなことが考えられる。

【問題】の板書について、本時の問題は、言語的表現を用いて表現されているが、児童がこれだけでは問題場面を理解することが難しいのではないかと予想し、図的表現も板書を行うという指導上の配慮を行うよう計画している。

一方で、本時の学習は、前時(前単元)において整数×整数を学習し、被除数が小数になった場合の乗法の計算の仕方を考えることが、本時で解決すべき真の問題であるが、実際の問題だけからはみえてこない、解決すべき問題の本質を児童に見いださせ、それを板書することが

**問題**

0.3ℓ入りのジュースを  
4個買いました。  
ジュースは、ぜんぶで何  
ℓありますか。



**計画**

・計算で求める  
かけ算  $0.3 \times 4$   $3 \times 4$   
たし算  $0.3 + 0.3 + 0.3 + 0.3$

図3 問題・計画の板書 (大谷、2006)

望まれる。

例えば、問題の本質を見いだしていく過程、例えば前時(前単元)学習との比較をするという活動を行うのであれば、そのことを板書することが考えられる。

【計画】の板書について、計算(かけ算・たし算)で求めるという見通しをもつであろうと考え、板書の計画を立てているが、この見通しがどのような考え方から生まれてきたのかを板書するような計画になっていない。

例えば、本時の問題はこれまで学習した問題と似ているので、この問題もこれまでと同じようかけ算で計算できるのではないかと考えた、つまり類推的な考え方を働かせた結果として生まれてくると考えるのならば、そのことを板書することが望まれる。

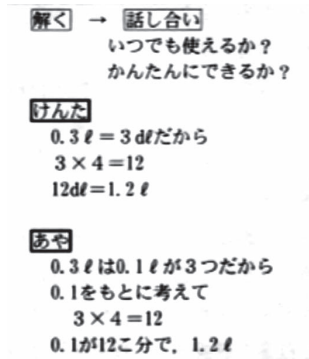


図4 解く・話し合いの板書 (大谷、2006)

【解く】【話し合い】の板書について、図4をみると、けんたとあやの二人がどのように問題を解決したのか、その過程について板書されており、必要な板書が行われていると考える。これまでの多くの板書は個人の解決の過程については、それが分かるような板書が行われてきたが、それだけに留まらないようにすることが、これからの板書の改善すべき重要な点であると考えられる。

本時の場合、二人の考えは、いずれも記号的表現、言語的表現を用いて表現されている。こうした場合、理解が難しい児童がいることも予想されるため、他の表現様式、例えば、面積図や数直線などの図的表現を用いて表現するよう促す発問を行うことによって、それらを用いた児童生徒の表現を引きだし、適切に板書を行っていくことが望まれる。

【まとめ】【練習】の板書について、図5をみると、図4で板書された個人による問題の解決の次は、まとめの板書となっている。本時の場合、けんたとあやの考えの共通点を検討することによって、まとめに至るよう計画していると考えられる。このように、個人による問題の解決が、集団のなかでどのように比較・検討され、まとめに至ったのか、この過程こそが板書されるべきであると考えられる。

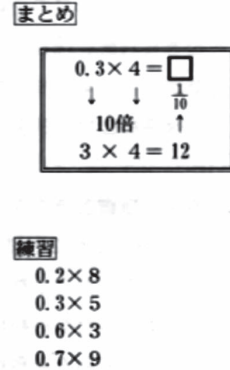


図5 まとめ・練習の板書 (大谷、2006)

また、本時では、まとめの後に練習を行って授業を終えるよう計画していると考えられる。

例えば、今後算数・数学科の授業が1単位時間で完結するような授業を目指すのではなく、数学的活動の終末において、新たな問いが生まれ、次時に繋がっていくような授業とすること、発展的な考え方を育成するような授業とすることを目指すとするならば、「もし問題の場面が変わったら…」、「もし数値が変わったら…」と発展的に考察するような活動と取り入れていくことも考えられる。その場合には、発展的に考えた児童生徒の姿を板書することも考えられる。

#### 4 まとめと今後の課題

これまで述べてきたように、算数・数学科における板書は、今後求められるであろう算数・数学科の授業と密接な関係にあるといえる。

新学習指導要領において、数学的活動が一層重視されていることから、板書においても児童生徒が問題を発見したり、問題を解決したりする過程、さらには新たな問いが生まれる過程、つまり数学的活動の過程が可視化され、それが理解することができるような板書でなくてはならないといえる。

また、数学的な表現を用いて表現する力を養うことが求められていることから、板書におい

ても、適切な数学的な表現、多様な表現様式を用いた表現を板書されることが求められる。その際、授業のなかでは5つの表現様式が用いられるが、板書においては記号的表現、言語的表現、図的表現の3つの表現様式を用いて行わなくてはならない。そのため、板書をみただけでは、学習の内容を理解することが難しい児童生徒がでてくることも予想され、指導上どのような工夫を行っていくかは今後の課題といえる。

さらに、数学的な見方・考え方を成長させていくためには、児童生徒が学習する姿のなかにもみられる数学的な見方・考え方を板書によって、可視化し、価値付けていくことが求められる。そのためには、教師がその学習において、何に着目をさせ（数学的な見方）、どのような考え方（数学的な考え方）を用いて問題を解決しようとするのかを具体的な児童生徒の姿で計画しておく必要があり、これまで以上に教材研究を行い、授業計画、板書計画にそれらを位置付けていくことが必要となってくる。

算数・数学科における板書について、谷・小原（2014）が「板書を用いる技術や学習指導への位置付け方は、他の先進諸国に比して日本の優れた特性の一つ」であると述べているとおり、板書は日本の算数・数学教育が授業研究等を通して蓄積してきた優れた文化であると考えられる。板書に用いる黒板やホワイトボードは、小学校、中学校、高等学校の学校段階を問わず、最も一般的に使用されている空間的・視覚的コミュニケーションの道具である。今後、電子黒板やタブレット端末等のICT機器が教育現場において普及していったとしても決して失われるものではないであろう。

今後は、板書が指導技術の1つに留まらず、板書に関する研究が算数・数学科の授業に充実に向けた示唆をもたらすものとなるよう、実際の授業とそれに伴う板書についてのより詳細な記録を蓄積していき、検証していく必要があると考える。

## 【引用・参考文献】

- ・大谷一義（2006）, 『授業計画』は『授業構想』そのもの, 楽しい算数の授業 2006 No. 263, 明治図書, pp. 7-9.
- ・金本良通（2012）, 『表現力・コミュニケーション能力を育てる算数授業』, 明治図書, pp. 36-37.
- ・牧 昌見編（1993）, 『新学校用語辞典』, ぎょうせい, pp. 928-929.
- ・谷 竜太・小原 豊（2014）, 「算数数学科の問題解決授業における板書の機能」, 日本数学教育学会誌 2014 第96号第7号, p. 36, p. 39.
- ・中央教育審議会（2016）, 「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について 答申」, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm), (2018年1月取得).
- ・中原忠男（1995）, 『算数・数学教育における構成的アプローチの研究』, 聖文社.
- ・藤井齊亮（2106）, 「世界に発信する授業研究と問題解決型授業」, 日本数学教育学会誌 2016 第98巻第2号, p. 1.
- ・二宮裕之・鴨田 均編著（2015）, 『板書とノートを変えると子どもが伸びる』, 東洋館出版, p. 8.
- ・文部科学省（2008）, 「小学校学習指導要領」.
- ・文部科学省（2017）, 「小学校学習指導要領解説算数編」, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1384661.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm), (2018年1月取得).
- ・文部科学省（2017）, 「中学校学習指導要領解説数学編」, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1384661.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm), (2018年1月取得).
- ・文部科学省・国立教育政策研究所（2017）, 「平成29年度全国学力・学習状況調査 報告書 質問紙調査」, <http://www.nier.go.jp/17chousakekkahoukoku/report/question/>, (2018年1月取得).