

言語活用能力を培う算数科授業実践研究の課題

—説明し、伝え合う「算数的活動の充実」に関して—

黒崎東洋郎¹、高橋敏雄²

研究の要約

新学習指導要領が平成23年度から完全実施される。今回の学習指導要領改訂では、知識・技能を習得し、それらを活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等の能力を培い主体的に学習に取り組む態度を育成するよう求めている。特に、言語活動の充実の観点から、従前は「思考力・判断力」と「表現力」を個々別々に捉えていたものを、表裏一体として捉える方針を打ち出して、「表現力」を強調している。

表現力育成の具体的方策としては、算数科の中心的活動である「算数的活動」についても「問題解決の仕方を考え、その仕方を説明する活動」が示され、学習指導要領にはその例示が示され、説明力を育成することが強調されている。

この新しい方向性を受けて授業実践研究が進められているが、現時点での課題を整理し、今後の課題を指摘する。

key-words : 数学的表現力、算数的活動、説明力、数学的コミュニケーション

1 はじめに

今回の学習指導要領の改訂に当たっては、知識基盤社会化、グローバル化への対応するために必要な力として、「生きる力」は不易流行な学力観として引き続き重要であることが確認されている。

「生きる力」は、今回初めてが登場した学力観ではなく、平成元年の学習指導要領の改訂に先だって中央教育審議会の答申(1997)に下記のように示されている。

「自分で課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題解決する資質能力」

このときの答申では、「意欲」「学ぶ力」「生きる力」の3つがコンピテンシーと示され、社会の変化に主体的に対応する「意欲」が重視され、「生きる力」は第3番目に取り上げられた。

「生きる力」をはぐくむことは、いつの時代にも必要な不易流行の学力観であるという考えもできるが、生きる力を育む算数教育のパラダイムは、平成元年当時と同じではない。

前回の算数の指導内容を30%、算数科の標準指導時数14%を縮減した「ゆとりと生きる力」の学習指導要領下では、学力低下が危惧された。

PISA調査、平成19年度から行っている全国学力調査等の各種アセスメントによれば、次のような、数学的表現力に関する指摘がある。

- ・記述式問題に課題がある
- ・思考力・判断力・表現力を問う読解力に課題がある

こうした変化の激しい社会を自立的に生きるために、新しい算数教育では、思考力・判断力・表現力をはぐくむことを強調し、観察・実験、レポート作成、論述といった言語活動を充実させることを求めている。

特に、言語活動の充実については、各教科を横断して求められており、算数科^{*1}では、

- ・比較や分類、関連づけといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方を活用して説明する活動の充実することが重要である。

1. 岡山大学大学院教育学研究科 2. 中国学園大学子ども学科

と指摘されている。従前の算数科の使命は、数学的に思考し、判断する力を育成することに重点が置かれていたが、新しい算数教育では表現力を育成することをさらに重視する方向性が示されている。

2 PISA 型読解力と算数科の授業との関連

(1) 「PISA 型読解力」の意味

PISA 型の読解力は、次のように定義されている。

<PISA 型読解力の定義>

自らの目標を達成し、自らの知識や可能性を発達させ、効果的に社会に参加するために、書かれたテキストを理解し、利用し、熟考させる能力

PISA 型読解力の定義の前半は、目的が書かれており、後半は PISA 型読解力の要素が書かれている。

(2) PISA 型読解力の目的

なぜ、PISA 型読解力が必要なのであろうか。その目的については、定義から下記の3つの目的が読み取ることができる。

- a 自己実現
- b 知識や可能性の発達
- c 効果的に社会参加するため

特に注目すべき点は、cの「効果的に社会参加するため」という点である。国語科の視座にたつ読解力と大きな違いがある。他者や社会に積極的に関わるために、PISA 型読解力が必要であると指摘しているのである。

① 他者への関わりと算数科の授業

中央教育審議会答申、7. 教育内容に関する主な改善事項 (1) 言語活動の充実及び (2) 理数教育の充実には、

・比較や分類、関連づけといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方を活用して説明する(算数・数学、理科)といった言語活動が重要であり、これらの活動を行う算数・数学や理科の役割は大きいと示されている。

既習の数量や図形に関する知識・技能を活用して類推的・帰納的・演繹的に思考し、見いだした自分の考えを、筋道を立て、拠り所を持って友達に説明する活動は、立派な他者に関わる活動である。算数科は、他のどの教科よりも、明確な根拠を基に、分かりやすく説明できる教科であり、他者に関わりやすい教科であると特性を持っている。

② 社会への関わりと算数科の授業

説明することで他者に関わることはできるが、算数の授業では社会に関わることが不可能であるという人がある。

私たちは、算数の授業の中で子どもは積極的に社会に関わる基礎を培うことができると考えている。それは、学級集団をミニコミュニティと捉えれば、自分の考えをクラスの人々に明確な拠り所をもって、筋道を立ててどのようにして考えたかを説明する活動は、れっきとした社会への関わり活動だとみなすことができるからである。

(3) PISA 型読解力の要素

PISA 型読解力の要素は、「理解する」「熟考する」「利用する」の3つの要素である。なお、書かれたテキストを教科書、参考書だと考える人もいる。しかしながら、PISA 型読解力の目的が「効果的に社会に参加するため」とその目的を示していることを勘案すれば、算数の授業で説明される友達の考え、教師の解説もテキストのカテゴリーに加えた方が適切であると考えられる。

① 「理解する」ということ

知識基盤社会は多様な情報が溢れる。こうした時代にあつて、情報を正確に理解することは重要である。算数の授業にあつても、教科書に書かれている内容を理解することも重要であるが、数量や図形についての自分の考えを互いに説明し、理解し合う下記の2点こそが重要である。

- ・自分の考えをわかりやすく説明する。
- ・友達の考えを理解する。

② 「熟考する」ということ

G・ポリヤも「いかにして問題をとくか」の中で「理解する」「計画を立てる」「実行する」に続いて「検討せよ」と反省的思考の重要性を述べている。

算数科の授業では、見だした自分の考えを振り返って熟考することは数量や図形についての知識・理解を深化したり、数学的な考え方の深化・発展させたりすることができるというはたらきがある。

熟考する場合には、個による振り返りと集団による振り返りがある。

個による振り返りは、熟考することが不十分になりやすく、理解及び思考の深化・発展が浅くなりがちである。子どもは一般に、自分自身で振り返って熟考することが苦手である。

これに対して、集団での振り返りでは、自分の考えと対立する友達の考えがあると、どちらが数学的な考えなのかを明確にしたいという熟考する意欲が生まれ、理解及び思考の深化・発展しやすいと思われる。

③ 「利用する」ということ

学校教育法の30条のⅡ項や総則でいっている「活用」とPISA調査でいう「利用」では、言葉の使われ方が違うようである。「活用」は学習を対象とし、「利用」は社会を対象として用いられるようである。例えば、中学校学習指導要領、第2学年、2内容、A 数と式(2)には、

ウ 簡単な連立二元一次方程式を解くこと及びそれを具体的な場面に活用することと学習面で数学を用いる場合は「活用」という言葉を用いている。他方、「数学的な活動」には、イ 日常生活や社会で数学を利用する活動と例示を取り上げ、「活用」と「利用」を区別している。

私たちは、「効果的に社会に参加するため」というPISA型読解力の目的を勘案すれば、利用するのは単に数量や図形の知識・技能を活用することに留まらず、自分の考えよりも友達の考えが数理的なよりよい考えと共感した場合は、

自分の考えを変容させ、自分の考えとして積極的に活用し、利用することが大切であると考える。

3 新しい算数的活動

(1) 思考力・判断力・表現力の育成

平成23年度から完全実施される学習指導要領では、思考力・判断力に表現力を加え、これを一体化して育成することを強調している。

算数・数学科においても、例えば、

- ・体験から感じ取ったことを表現する
- ・事実を正確に理解し伝達する
- ・概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする
- ・情報を分析・評価し、論述する
- ・課題について、構想を立て実践し、評価・改善する
- ・互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる

等、これらの学習活動が重要であると指摘している。

これらの学習活動の中では、「説明する」「論述する」「伝え合う」といった言語活動が強調されている。

(2) 新しい算数的活動

①改善の基本方針の第1は「算数的活動」

算数的活動は、THIMSS調査の結果、算数・数学の勉強が楽しいと思う子どもの割合が国際平均より低いことから、算数・数学教育をもっと楽しいものにするという意図で、平成10年告示の学習指導要領に登場した。学習者の立場を重視して、数量や図形についての作業的・体験的活動を取り立てて強調するものであった。

新しい算数・数学科の授業改善においては、

- ・身に付けた知識・技能を日常生活や学習等で活用することが十分できていない
- ・事柄や場面を数学的に解釈すること、数学的な見方や考え方を生かして問題を解決することや自分の考えを数学的に表現するこ

とに課題がみられる
などの課題が指摘された。指摘された課題を踏まえて、算数・数学科の授業改善では、下記の通り、改善の基本方針の第1に「算数的活動の充実」があげられた。

算数・数学

(1) 改善の基本方針

○算数・数学科については、その課題を踏まえ、小・中・高等学校を通じて、発達段階に応じて、算数的活動・数学的活動を一層充実させ、基礎的・基本的な知識技能を確実に身に付け、数学的な思考力・表現力を育て、学ぶ意欲を高めるようにする。

この改善の基本方針を踏まえて、算数科の目標は、算数的活動を核にして、次のように改訂された。

<算数科の目標>

算数的活動を通して、数量や図形についての基礎的・基本的な知識及び技能を身に付け、日常の事象についての見通しをもち筋道を立てて考え、表現する能力を育てるとともに、算数的活動の楽しさや数理的な処理のよさに気付き、進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる。

② 3つの機能を持つ新しい算数的活動

算数科の目標にある算数的活動は、「算数的活動を通して、・・・」と示されているため、算数的活動を指導方法と捉える人がある。一般的な捉えではこうなるが、算数科の場合、算数科固有の解釈によって「算数的活動」を捉える必要がある。すなわち、算数的活動は指導方法であると共に、算数科の指導目標でもあり、指導内容でもあると捉える必要がある。その根拠は、算数的活動は次の3つの機能を有するからである。

- A 具体物を用いて数量や図形についての意味を理解する活動
- B 知識・技能を実際の場面で活用する活動

C 問題解決の方法を考え、説明する活動

③ 説明し、伝い合う算数的活動

数学的な思考力・判断力・表現力を一体化して捉える新しい算数教育では、②に示した「C 問題解決の方法を考え、説明する活動」を算数的活動として強調している。

小学校学習指導要領、算数科編の「算数的活動」の例示にも「説明する」活動がスパイラルに取り上げられている。

伝え合う活動については、算数科では例示が示されていないが、中学校学習指導要領、数学科編の「数学的活動」には、第2学年の数学的活動の例示として、「数学的表現を用いて、根拠を基に筋道を立てて説明し、伝え合う活動」を示している。

説明する活動は一方方向であるが、伝え合う活動は双方向であり、両者の間には溝がある。発達段階に応じて、算数科では説明する活動を、中学校数学では、伝え合う活動を例示と示していると思われる。しかしながら、PISA型読解力の目的が、効果的に社会に参加することを目指す趣旨を勘案すれば、算数科において説明する活動だけでは不十分である。自分の考えを互いに伝え合い、考えを深化発展させ、よりよい数理的な考えのよさに気付き、これを共有することは、算数科においても大切なことである。

4 表現力重視の意図実現に向けた算数科の授業改善の具体的方策

(1) 学習課題の改善

① 従前の学習課題の問題点

平成22年度は、新学習指導要領への移行期間中である。しかしながら、依然として従前の学習課題のまま算数の授業研究しているものが多い。県や市レベルの大きな研究授業に於いてさえ、従前の型の算数の学習課題のままの授業が多い。

その授業は、例えば、「 $1/2+1/5$ のような分母の違う分数の計算の仕方を考えよう」といった学習課題である。この学習課題のどこが問題か

という、数学的な思考力・判断力を育成することは期待できるが、数学的な表現力を重視する課題となっていないのである。これでは、数学的な表現力を重視するといっても、スローガン倒れになってしまい兼ねないと危惧される。

② 思考力と表現力を同時達成する学習課題
言語的活動を重視し、思考力・判断力・表現力を一体と捉えて、これらを同時達成する算数の授業を実践するには、学習課題の改善が不可欠である。学習課題は、子どもの学ぶ目的であり、学習テーマであり、授業仮説でもある。「計算の仕方を考えよう」では、思考力を強く意識できる学習課題である。しかし、表現力についての課題意識は希薄であったり、皆無であったりする。

そこで、思考力・判断力・表現力を同時達成する学習課題にする必要がある。

例えば、「 $1/2+1/5$ のような分母の違う分数の計算の仕方を考え、説明しよう」という学習課題にすればよい。既習の知識・技能を活用して計算の仕方を思考するとともに、説明することも強く意識させる学習課題を設定するようにしたい。

(2) 自力解決活動の改善

① 改善すべき自力解決の学習

よく見かける授業に、 $1/2+1/5$ のような異分母分数の計算の仕方考えさせる授業では、一般に、下記のようなノートが多い。

$$\begin{aligned} 1/2+1/5 &= 5/10+2/10 \\ &= \frac{5+2}{10} \\ &= 7/10 \end{aligned}$$

こうしたノートを書く子どもは、自分の考えを見だし、たとえ自分の考えを持ったと自信を持っていても、計算処理しただけであり、その理解や思考力及び表現力も表層的である。新しい学力観でいえば、技能である。練り上げ活動の場で発表する場合も、この式を書いて読み上げることに終始する。新しい算数教育が目指

す数学的な考え方や数学的な表現力と乖離しているのである。

② 自分の考えを説明するレポートを書く

言語活動の充実の観点から、レポートや小論文を強調されている。発達段階から考えて算数科では無理と考えている人がいる。確かに、レポートと小論文というのは高校生、大学生ならまだしも、小学生には無理のような観がある。

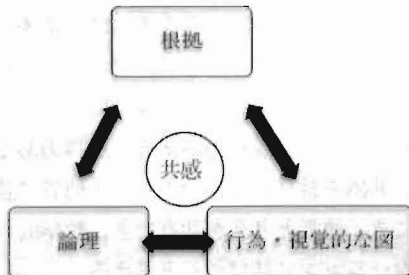
しかしながら、国語科では、レポートの書き方を第3学年から取り上げている教科書もあるので、国語科で培った言語能力を基盤にして、算数科でも見いだした自分の考えを、練り上げの場で説明できるように、自分の考えを説明する短い説明文を書かせることが大切である。書くべき内容は、「なぜ、通分するのか」「なぜ、分子だけ足すのか」等である。

(3) 練り上げ活動の改善

① 説明力の要素

言語活動重視の算数科の授業では、説明する活動を強調している。自分の考えを分かりやすく説明することを求める教師が多いが、残念なことに分かりやすい説明の具体的な姿を描き切れていない場合が多い。分かりやすい算数の説明力とは、どんな要素で構成されるのかを分析していないのである。小学校学習指導要領解説、算数科編には、「言葉、数、式、図、表、グラフを使って説明する活動」が強調されている。同ページの(2)①は式を用いて異分母分数の加法の仕方を説明しているが、異分母分数の計算の仕方を分かりやすく説明していると判定する教師はいないと思う。

説得力のある説明力の要素は、「根拠」「論



理」「行為・視覚」であると考える。

ア 根拠

他者に自分の考えを説明するときは、どんな既習の数量や図形の知識・技能を根拠にしているかを明確でなければならない。例えば、 $1/2+1/5$ のような異分母分数の計算の仕方を説明する場合、既習の「等しい分数」「通分」の知識、「単位とする分数の幾つ分」という考え、「同分母分数の計算の仕方」についての知識・技能等が根拠となる。

イ 論理

論理は、筋道を立てて考えるとき必要であるとともに、説明するときも、どのように筋道を立てて考えたかを簡潔に説明するために必要である。例えば、 $1/2+1/5$ のような異分母分数の計算の仕方を、筋道を立てて説明する場合、

- ① まず、このままでは計算できない理由
(単位が違うので足せない)

↓

- ② 次に、通分する理由と通分の仕方
(単位をそろえるため)
(同値分数をつくったり、最小公倍数を使ったりして通分する)

↓

- ③ 最後に、分子だけ足すわけ
(単位を表す分母は足さないで、個数を表す分子だけを足す)

というように、アリストテレスの3段論法を使って論理的に説明すると説得力のある説明になると思われる。

ウ 行為・視覚的な図

ピアジェは、科学的レトリックとしてビジュアルコミュニケーションがよいといっている。小学生という発達段階を考慮すれば、抽象的な言葉や記号で説明するよりも、ブロックを動かして説明したり、図を使って視覚に訴えて説明したりの方が、説得力がある。説得力ある説明は、共感を誘発し、自分の考えを他者に意思伝達でき、他者と考えを共有でき、数学的コミュニケーションに結びつくと考える。

② 説明力を保証する場の設定

ア 説明力は教えられない

従前の算数科の授業の展開法は、問題・課題把握→自力解決→練り上げ活動→…というものである。問題は、練り上げ活動である。練り上げ活動では、一部の子どもだけが発表する機会が与えられるという問題である。

思考力・判断力は教えられない学力である。ハッシュバックは、知識・技能を忘れ去った後に残る学力が本当の学力だといっている。説明力も思考力・判断力と同様、子ども自らが行わなければ身に付かない学力である。

イ ペア学習・バズ学習・ジグソウ学習

説得力ある説明力を育成するためには、説明力をブラッシュアップする場を設定することが不可欠である。数学的な表現力を育成を目指す三原市立須波小学校、鳥取県溝口小学校、倉敷市立南小学校等の先進校では「ペア学習」「バズ学習」「ジグソウ学習」をクラス全体で練り上げる前に位置づけている。

こうした小集団学習では、全ての子どもに自分の考えを、根拠を基に筋道を立てて分かりやすく説明する場が与えられることになる。

③ 伝え合う学習

ア 表層的な伝え合い

伝え合う力＝数学的なコミュニケーション力であると思う。説明し合う算数の授業と伝え合う算数の授業は異なる。前者は、数学的な知識、数学的な見方・考え方を共有しないかも知れないが、後者は共有することが重要な要素である。

自分の考えを説明させた後、「皆さんどうですか」と学習規律を重視している教師がいる。こうした学習規律を重視した学級では、友達の説明する考えに「はい、いいです」と安易に応える。伝い合う学習が形骸化しているのである。学習規律を重視してよいと思うが、その考えがどうしてよいと思ったかその根拠を説明させ、その考えを深化・発展させるとともに、本当の意味で共感させるとともに、共有させる必要が

ある。

イ 伝え合う学習と話題の焦点化

算数科では、「分からない」という声が上がると、「話し合ってください」という助言する教師が少なくない。解決の糸口が分からない子どもに、話し合ってくださいというような助言は、助言と言えない。

指導の系統性の強い算数科では、既習の知識・技能などを活用すれば、何とか解決することができることが多い。

そこで、「この課題を解くには、今まで習ったどんな算数の知識・技能、考え方が使えるのか話し合ってください」など伝え合う学習の話題を焦点化させることが大切である。

例えば、 $1/2+1/5$ のような異分母分数の計算の仕方を考え、伝え合わせる場合、

- ・ $1/2+1/5$ のままでは、どうして足せないのか
- ・どう考えたら、既に習った $1/5+2/5$ と同じように計算できるのか
- ・通分を使うには、同値分数をつくる考えと最小公倍数を活用する考えとでは、どちらがよりよい考えなのか
- ・分子だけ足すのは、どうしてか

など、しっかり論議させ、異分母分数の足し算の仕方に関する数学的な考え方を深化・発展させる必要がある。

5 説明力・伝え合う算数の授業改善への期待

(1) 説明する授業への期待

説明力を育成すると一口に言っても、簡単にできるものではないと思う。拙劣で要領得ない説明であってはならない。算数科では他のどの教科よりも明確な根拠を持って、筋道を立てて説明しやすい教科なので、算数科のこうした特性を生かして、説得力のある説明力を身に付けさせて欲しいものである。

算数の授業は課題づくりから始まる。思考力・判断力・表現力を同時達成する観点から「考えましょう」から「考えて説明しよう」にして

欲しいものである。説得力ある説明にするためには、根拠を具体的に明確にとらえ、「まず」「次に」「最後に」と筋道を立てて説明する段階での子どもの説明する姿を描いて指導することを期待している。

(2) 伝え合う授業への期待

ペア学習、バズ学習を取り込んでも、伝え合う算数の授業になっていない要因は、伝え合う活動への課題意識が希薄だからである。

成功しているペア学習と失敗しているペア学習の違いは、話し合う話題が焦点化されているか否かによる。大切なのは、学習形態ではなく、質問、付け足し意見、反対意見、反論が生まれやすいような話題を焦点化し、伝え合う活動への課題意識を強く持たせる授業づくりを期待する。

<参考資料>

- 1 文部科学省、小学校指導要領解説、算数科編（平成20年告示）
- 2 文部科学省、中央教育審議会答申、「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の改善」、2008.
- 3 波多野完治、「現代のレトリック」、小学館、1991.
- 4 黒崎東洋郎、「説明力を育成する算数の授業実践研究」、日本数学教育学会誌、2009.