

「数学的な考え方」を育成する授業改善

黒崎東洋郎

習得と探究を活用でつなく算数教育が平成23年度から完全実施される。新しい算数教育では、言語活動の充実の観点から数学的な思考力・判断力・表現力が強調されている。算数科の中核的な学習活動である「算数的活動」においても、「問題解決の仕方を考え、その仕方を説明する活動」が強調され、言葉、数、式を用いて説明する活動が重視されている。従前は、数学的な思考力と表現力は、別々の観点で捉えられていた。ところが、今回の学習指導要領では「思考力・判断力」と「表現力」を三者一体として捉えて指導することが強調され、これを「数学的な考え方」として捉えることになった。思考力・判断力・表現力の三者を「数学的な考え方」と捉えた新しい算数教育の課題を整理し、数学的思考力・判断力・表現力を育成する授業改善について考察する

Keywords：数学的思考力・判断力・表現力，算数的活動，説明力

1 算数教育の喫緊の課題

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、引き続き重要な学力観であることが共通認識されている。

「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際に中央教育審議会の答申（1997）に次のように示された。

「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つが社会の変化に主体的に対応するコンピテンシーとして強調された。このとき、「算数の意欲」に関しては、自分で課題を見付けることが強調され、課題提示型の授業から課題設定型の主体的な授業改善が図られた。また、THIMSS調査から、算数の成績はよいが「算数大好き・好きの子どもが少ない」という算数・数学への学習意欲の低下問題を解消するために、算数科では数量や図形に関する作業的・体験的活動といった「算数的活動」による学びを強調し、算数・数学離れを防ぐ方策がとられた。「学ぶ力」に関しては、「自ら学び、自ら考える」主体的な学習が強調された。「生きる力」に関しては、

算数を生活に生かすということが強調された。

「生きる力」をはぐくむことは、いつの時代にも必要な不易の学力観である。しかしながら、生きる力を育む算数教育のパラダイムは、平成元年当時と全く同じではない。平成10年告示の学習指導要領では、平成元年告示の学習指導要領に示された算数の指導内容を30%縮減し、算数科の標準指導時数も14%縮減する「ゆとり教育」を徹底した。そのため、算数・数学の学力低下が危惧され、平成13年、15年の教育課程実施状況調査、2000年、2003年、2006年のPISA調査の結果から、算数・数学の学力は良好ではない現状にあることが明確になってきた。

特に、PISA調査及び平成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為された。

算数教育の課題

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

変化の激しい社会を他者や社会に効果的に関わって生きるために、新しい算数教育では、従前から強

調されてきた数学的な思考力に加えて数学的な表現力をはぐくむことが強調された。資源の少ない科学立国日本の現状を踏まえ、理数教育の充実が叫ばれている。理数教育の充実の具体的な方策として、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が強調されている。言語活動の充実については、クロスカリキュラムで求められるところである。

特に、算数科*1では、教科の特性を踏まえて、

- 比較や分類、関連づけと言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。

とされている。従前の算数科の使命は、論理的な思考力、多面的な見方・考え方といった数学的な思考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、「問題解決の仕方を考え、その仕方を説明する活動」といったように思考力に加えて、「説明する」「伝え合う」という表現力を同時達成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のあるべき姿

(1)「PISA型読解力」と算数教育

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

・見、PISA型読解力は算数教育と無縁の観があるけれども、上記のPISA型読解力の定義を分析してみると、算数教育で取り組むべきことが多い。前半は、PISA型読解力の目的が書かれており、後半はPISA型読解力のコンピテンシーが示されている。

(2)PISA型読解力の目的

PISA型読解力の目的を定義から読み取ることができる。

- a 自己実現
自らの目標を達成し、自己実現を図る
- b 知識や可能性の発達
佐藤学も「知識は財産である」というように、自己の知識を豊かにすることは、自分の可能性を発達させることにつながる。
- c 効果的に社会参加するため
知識に裏付けられた自分の考えをもって他

者や社会に関わり、知識や可能性を深化・発展させるための効果的な社会参加

特に、「効果的に社会参加するため」という点は、国語科の読解力とPISA型の読解力の目的に大きな違いがある。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。新しい算数教育においては、課題解決すればよいのではない。どのように課題解決したか、自分の考えを他者に説明する活動を通して、効果的に社会参加する資質能力をはぐくむことが重要である。

(3)算数授業における説明する活動の役割

①他者への関わりと説明活動

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、

算数科における言語活動

- ・比較や分類、関連づけと言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)

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指摘している。

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、他者に関わる活動である。

例えば、第4学年のL字型の面積の求め方を考え、説明する授業では演繹的に考え、その思考過程を効果的に説明する最適なツールである。

それは、「2つの長方形に分けて、それぞれの長方形の面積を求めてたす」「補完した大きな長方形の面積を求め、補完した小さい長方形の面積をひく」というように自分の考えを、既習の事項である長方形の求積公式を根拠に、筋道を立てて、図を使ってビジュアルに説明できるからである。

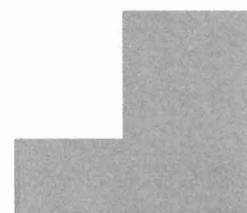
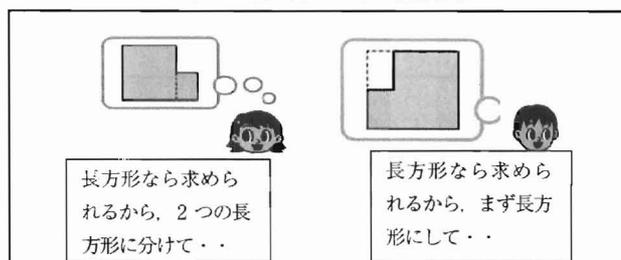


図1 説明する表現活動



算数科は、他のどの教科よりも、既習の知識・技能という明確な根拠を基に分かりやすく説明できる教科であり、他者や社会に関わりやすい教科であると特性を持っていると考える。

②社会への関わりと説明活動

算数の授業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できるのかと言う人がいる。学級集団をミニコミュニティと考えれば、自分の考えを黒板の前に出て、クラスの皆に、自分の考えを、既習の知識・技能を根拠にして、筋道を立てて、どのようにして考えたかプロセスを説明する活動は、社会への関わり活動だとみなすことができる。算数の練り上げ活動で、自分の考えを前に出て説明する活動は、社会参加の基礎をはぐくむ重要な言語活動であると思う。

(4)PISA型読解力の「テキスト」に関する基本的な考え

PISA型読解力の定義にある「テキスト」とは、算数教育にあっては教科書である。検定教科書をテキストとして活用するのは基本原則である。昔は「教科書を教えることと、教科書を使って教えることとは意味が違う」と先輩教師が指導していたが、昨今は「教科書を指導するように」と指導しているようである。このため、テキストは教科書のみと偏狭に捉える人がいる。PISA型の読解力の目的「効果的に社会参加するため」という視座に立つと、テキストを拡大解釈すべきだと考える

私の考える「テキスト」観

- ①教科書、参考書
- ②友達の考え
- ③教師の解説

(5)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。

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。こうした時代にあって、情報を正確に理解することは重要である。理解するという事は、算数の授業にあっては、教科書に書かれている内容を理解することや友達の考えを理解する傾聴力も大切である。しかし、それ以上に大切なことがある。それは、自分の考えを、分かりやすく説明し、相手に自分の考えを理解してもらうことである。経済産業省が「社会人基礎力」として「一歩踏み出す力」の要素として「働きかけ力：他人に働きかけ巻き込む力」のコンピテンスト

して示している。これは、PISA型の読解力の「効果的に社会参加するため」と一致している。理解には、能動的に他者の考えを理解する機能と働きかけて理解を得ると機能とがある。

理解の2つの機能

- ・傾聴力としての理解：理解すること
- ・発信力としての理解：理解させること

②「熟考する」ということ

ア リフレクションと熟考

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。いわゆる練り上げ活動である。算数科の授業では、見いだした自分の考えを、振り返って熟考することは算数の知識・理解を深化させ、数学的な考え方を発展させるはたらきがある。

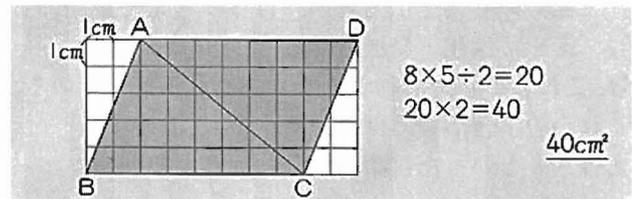
熟考する場合には、個による振り返りと集団による振り返りがある。個による振り返りは、熟考することが不十分になりやすい。理解や考えの深化・発展が浅くなりがちである。子どもに限らず、大人でも自分自身で振り返って熟考することは苦手であると思われる。

これに対して、集団での振り返りでは、自分の考えと異なる考えがあり、どちらがよりよい数位的な考えなのかを明確にしたいという意欲が生まれ、熟考が促される。

イ 説明と熟考

算数科では、既習の知識・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が強調されている。

図2 平行四辺形の面積の求め方



例えば、平行四辺形の面積の求め方を考え、上の図2を示し、数式を読み上げる抽象的、形式的説明が多い。こうした説明には、

- ・なぜ、三角形に分けるのか
- ・ $8 \times 5 \div 2$ は、何を表す式なのか
- ・ 20×2 は、何を求めているのか。また、どうして2倍するのか。

などの質問が不可欠である。こうした質問は、本来

児童自らがすべきであるが、児童から質問がでない場合は教師が質問し、熟考を促し、考えを深化・発展させることが重要である。

③「利用する」ということ

学校教育法30条2項や総則でいっている知識・技能の「活用」とPISA調査でいう「利用」では、意味合いが違う。

「活用」は学習を対象とし、「利用」は生活や社会を対象としている。

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場面に活用すること

と、既習の知識・技能を新しい数学の学習面に用いる場合は「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いう例示を取り上げ、日常生活や社会で数学を使う場合は「利用」という言葉を使い、「活用」と「利用」を明確に区別している。

3 「算数的活動」と思考力・判断力・表現力

(1) 数学的な思考力・表現力

平成23年度から完全実施される小学校学習指導要領解説、算数科編には、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、深化・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 「算数的活動」をコアとする改善方針

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、算数への外発的な意欲の観点から登場した。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。

こうした課題を踏まえて、算数・数学科の授業改善では、次の通り、改善の基本方針の第1に「算数的活動の充実」が示された。

算数・数学の改訂の基本方針

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 「算数的活動」の3つの機能

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いる。算数科固有の解釈であるが、「算数的活動」は、目標であり、指導内容であり、指導方法でもある。

その「算数的活動」は、次の3つの機能を有し、中学校「数学」の「数学的活動」へと発展する。

算数的活動の主要な機能

- 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、問題解決の仕方を説明する活動

③説明し、伝え合う「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、問題解決の仕方を説明する活動」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」の例示にも第2学年から第6学年まで逐次、「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。

学習指導要領においては、算数科では説明する活動を強調し、中学校「数学」では、伝え合う活動を強調している。

PISA型読解力の目的が、効果的に社会に参加することを旨とするならば、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、よりよい数学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。

勿論、説明する活動と伝え合う活動には溝がある。伝え合うとは数学的なコミュニケーションを意味し、その語源の「コム」には数学的な概念、数学的な原理、数学的なアイデアや思考法を共有するという意味がある。よって、伝え合い活動は、お互いの考えを理解し合い、知識、理解や概念を共有することが大切である。説明者は、自分の考えを相手が理解できるように分かりやすく説明し、聞き手は、相手の問題解決の仕方を注意深く傾聴し、相手の考えを理解することが大切である。

④説得力のある説明

ア 「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解説しているが、これと子どもが異分母分数の計算の仕方を分かりやすく説明することとは、同じではない。

子どもにとって、相手の考えに共感が生まれ、説得力のある説明力の要素は、根拠、論理、行為や視

覚を伴った活動が不可欠であると考える。

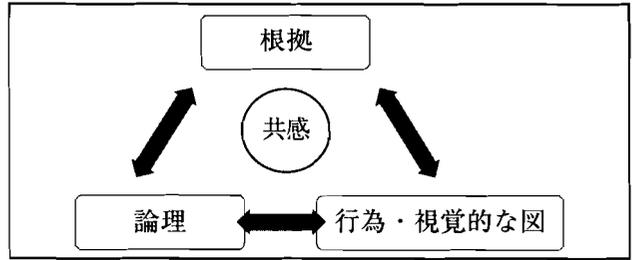


図3 説明力の構成要素

・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」や「通分」の知識、「単位とする分数の 幾つ分」という数学的な考え方、「同分母分数の計算の仕方」についての知識・技能等が説得ある説明にするための不可欠な根拠となる。

・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、説明するときも必要である。論理的な説明は、聞き手の苦勞与えないで、分かりやすく説明するために不可欠である。

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、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。

第1段階：「まず」

○このままでは計算できない理由を説明すること



第2段階：「次に」

○「通分する理由」「通分の仕方」を説明すること

- ・通分する理由：単位をそろえるため
- ・通分の仕方：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方法の説明



第3段階：「最後に」

○分母は足さないで、分子だけ足すことの説明

- ・計算の考え方：「単位の 幾つ分」という考えに基づく説明

・行為や視覚的な図

ピアジェは、レトリックとしてビジュアルなコミュニケーションが子どもには理解されやすいと主張している。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ビジュアルに説明したりの方が、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。

4 数学的な考えをはぐくむ授業改善の方策

数学的な思考力・判断力・表現力を表裏一体として捉え、特に、思考力と説明力を同時達成し、はぐくむ算数科の授業実践する視点にたち、次のような改善の具体的方策を取り上げる。

- ・思考力・説明力を育成する学習課題の改善
- ・思考力・説明力を育成する自力解決の改善
- ・思考力・説明力を育成する課題解決過程の改善

(1) 学習課題の改善

① 課題発見の4P

算数の授業では、G・ポリヤの「如何に問題を解くか」(1954)に代表されるように、問題解決に重点が置かれる。

算数の授業でも、中央教育審議会答申(1997)「生きる力」で「自分で課題を見付け」と強調し、課題発見の大切さが漸次、浸透しつつある。学習課題は、子どもが数理的によりよく解決するために大切であり、課題解決の正否の鍵は、課題発見にある。算数科で説得ある説明力を育成するために、どんな喫緊の課題があるのかを発見することが、授業改善を図る上では大切な鍵となる。本当の課題発見をするためには、ハーバードA、サイモン(1979)は4pが重要であると言っている。

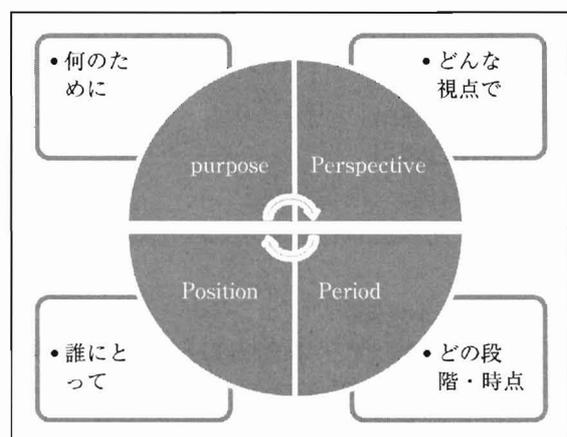


図4 課題発見の4P

上記の課題発見の4pで一番重要なのはPurpose(目的)と考えやすい。しかし、それは目的ありきの授業で本当の授業改善にはつながりにくい。目的以上に重要なのはPerspective(俯瞰する力)だと

考える。それは、今、どんな学力が求められているのかを俯瞰することが大切だからである。なぜ、今、数学的な思考力だけでなく、同時に数学的な表現力を育成することが求められるのかを俯瞰することが不可欠である。

② 説明と論理的思考力の関係性

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。

例えば、高学年の分数の加減計算では、「 $1/2+1/5$ 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。こうした学習課題の問題点は、数学的な思考力・判断力を育成できても、表現力の育成は期待できないのである。何を根拠に、どのように計算したのか、計算の仕方を説明することが意識されない学習課題になっているのである。「筋道を立てて説明すること」と「論理的思考力」は密接な関係性があり、筋道を立てて説明することは論理的な思考力に繋がることは、昭和52年告示の学習指導要領にも下記のように明示されている。

筋道を立った考えとしては、幾つかの事例から一般的法則を帰納する考えや、既知の似た事例から新しいことを類推する考えもあれば、既知の事柄から理詰めで演繹的に考えを進める仕方もある。・・・(中略)・・・、算数においても、論理的に説明する場合が学年が進むにつれて多くなる。事実の正しさや自分の判断の正しさなどを、他人に説得するような場面が多くなる。そのようなときには、筋道を立てて説明することが必要になる。

③ 学習課題の具体的改善

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学習課題にすることが不可欠である。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。「計算の仕方考えよう」では、思考力を強く意識できるものの、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。

- 「考えよう」という学習課題
- ↓ 改善
- 「考えて、説明しよう」という課題

例えば、「 $1/2+1/5$ のような分母の違う分数の計算の仕方考え、説明しよう」というような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だけでなく、説明することも課題

であることを強く意識させるような学習課題に転換することが大切であると考える。

(2)自力解決活動の改善

①自力解決の問題点

よく見かける授業に、次のような計算の仕方のプロセスを記述したノートが多い。また、このような記録のための算数ノートが多い。

異分母分数の加法の計算ノート

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

こうしたノートを書く子どもは、自分の考えを見いだしても、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。このため、説明させても、この数式を読み上げるだけの形式的、表層的な説明に終わりやすい。これでは、計算処理の仕方を表現しただけであり、学力としては「技能」である。

- ・ $1/2 + 1/5$ ではなぜ足し算できないのか
- ・ なぜ、通分するのか
- ・ どのように通分するのか
- ・ なぜ、分母は足さないで分子だけ足すのか

等、根拠や理由が記述されていないのである。こうしたノートを見る限り、自分への説明もままならないのであう。こうした子どもが他者に自分の計算の仕方を分かりやすく説明するとは考えにくい。思考力・判断力・表現力といった「数学的な考え方」の深化・発展を目指す新しい算数指導では、根拠や理由を必要に応じて適時、記述させるようにする必要がある。ノートは、数学的な思考を促し、そのプロセスを記録することに意味がある。

②思考力・判断力をはぐくむノート指導

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。

●計算の仕方を数式で書く

↓ 改善

- なぜ、そのように計算するのか、言葉や図で説明を書く

例えば、 $1/2 + 1/5$ の計算の仕方では、数式を書くとともに、その数式について、「なぜ、このように通分するのか」「なぜ、分母は足さないで、分子だけ足すのか」等の説明を言葉や図にかくことが重要である。それは、分母をそろえて、分子だけ足すという理解では、数学的な考え方にアプローチしていないからである。異分母分数の加減計算は、同分母分数の加減計算の発展である。深化・発展すべき数学的な考え方は、「単位とする分数のいくつ分」という考えである。なぜ、このままでは計算できないわけは、 $1/2$ と $1/5$ では、同じ1個分でも単位が違うからである。また、なぜ、分母をそろえて、分子だけ足すのかは、同じ単位だと、その個数を表す分子を足せばよいからである。このように同分母分数の加減の計算原理を支えている「単位のいくつ分」という考えを、異分母分数の加減に拡張・統合させていくようにすることが大切である。

③説明力をはぐくむ段階

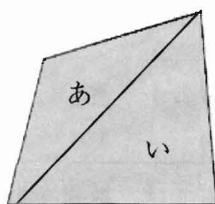
既習の知識・技能を活用して類推的・帰納的・演繹的に思考し、見いだした自分の考えを、筋道を立て、拠り所を持って説明する活動が強調されている。説明力をはぐくむ段階には、次の3つがある。

説明力をはぐくむ段階

- a 自分自身への説明段階
自力解決の場で、自分の考えをつぶやいたりノートに書いたりする活動
- b 他者への説明段階
小グループで自分の考えを説明する活動
- c 社会への説明段階
クラスをミニコミュニティと捉え、一斉指導の練り上げの場で、自分の考えをクラスの皆に説明する活動

他者、社会への説明の基盤、前提段階として、自分自身への説明する活動を強化して指導することが大切である。具体的には、自分の考えの根拠やどのように考えたかを言葉、数、式を用いて筋道を立てて記述することが大切である。例えば、第5学年の「図形の角」の大きさの学習では、下記のような自分への説明が考えられる

このように自分の考えを、拠り所をもって思考し、どのように考えたかを筋道を立てて記述できれば、



$180 \times 2 = 360^\circ$
 ・三角形の3つの角の和は 180° になることは学習しました。
 四角形は、対角線で2つの三角形にわけられます。
 四角形の4つの角の和は、三角形の角の和の2つ分なので 180×2 で求められます。

図5 ノートへの記述による自分への説明

他者への説明、社会への説明段階に移行しやすいものと期待される。

なお、注意を要するのは、高学年では、自分の考えを言葉、数、式で記述できるが、語彙の少ない低学年でこれを求めるのは早急である。学習指導要領では、画一的、形式的に、言葉、数、式、を用いて説明することを求めているが、これはディプロマポリシーであると考ええる。そこに至るまでに、特に、低学年では、数図ブロックを用いて説明することや図に書くなど、ビジュアルな説明を重視するとともに、数学的な思考の様相を表す内言（つぶやき）を重視する必要があると考える。

(3)課題解決過程の改善

①説明力をはぐくむ課題解決過程の問題点

従前の算数科の授業の展開法は、次のような課題解決学習の段階を踏むのが一般的である。

- 1 問題及び課題の把握
- 2 見通しを立て、自力解決
- 3 見付けた考えの練り上げ
- 4 まとめ

説明力をはぐくむために問題視したいのは、この課題解決過程の「練り上げ」の段階である。練り上げ活動では、一部の子どもと考えだけ説明する機会が与えられ、大半の子どもは傾聴しているだけという問題がある。説明力は、教えられない学力である。ピゴツキーの最近接理論に基にすれば、子ども自らが、他者や社会に関わり、説明する活動をすれば身に付く学力である。ごく少数の子どもだけが説明する機会が与えられる練り上げ活動は工夫改善が必要である。

②小グループによるコミュニケーション活動

説得力ある説明力を育成するためには、児童自らが自分の考えを説明する活動の場を設定することが不可欠である。自力解決で、自分の考えをノートに書き、自分自身への説明活動だけでは、説明力を効果的にはぐくめないと思う。

そこで、課題解決過程に少グループで自分の考えを説明する場を設定することを提案する。具体的には、クラス全体での練り上げ活動の前に小グループで説明し合う活動をする。これにより、自力解決で見付けた考えを、全ての子どもが自分の考えを説明する活動の機会を保障し、他者に説明する力をはぐくむようにしたい。

課題解決過程の改善

- 1 問題・課題の把握
- 2 見通しを立て、自力解決
 - ・自分への説明活動
- 3 見付けた考えの練り上げ
 - (1)グループ内での説明の場
 - ・他者への説明活動
 - (2)全体での練り上げ
 - ・社会への説明活動
- 4 まとめ

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」等をクラス全体で練り上げる前に様々な学習形態の小グループ活動を位置づけている。こうした少人数で自分の考え説明する活動は、子どもにとってクラス全体の前で説明するのと異なり

- ・抵抗感ないので、説明しようという意欲が生まれる
- ・具体物や図を使ってごく自然に説明できる
- ・支持的風土があり、質問、意見、反論を抵抗なくできる

などのよさがある。そのため、自分の考えを、既習の数量や図形の知識・技能を根拠にして、筋道を立てて分かりやすく説明しようとする意欲がみられる。また、こうした論理的な説明できると、説明することに自信が生まれ、練り上げ活動へも積極的に参加するようである。

5 数学的な考え方をはぐくむ「算数的活動」

(1)算数的活動のあるべき姿を描く

算数的活動を通して、思考力、表現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もって思考し、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。

平成20年告示の中学校学習指導要領数学科編、「数学的活動」の例示には、「説明力」に関して次の

ように示されている。

【第2学年】

2【数学的活動】(1)

数学的な表現を用いて、根拠を明らかにし筋道を立てて説明し伝え合う活動

言語活動の充実のパラダイムにあって、算数教育において数学的な表現力の育成が強調されている。教え込み型の算数教育は論外としても、説明する算数教育の現状として、次のような課題がある。

- ・既習の数学的な表現を用いていない説明
- ・自分の考えの拠り所としている既習の概念、原理、法則、思考法が曖昧な説明
- ・国語科で、「まず」「つぎに」「さいごに」などのつなぎ言葉を使って論理的に説明することを学習しているにもかかわらず、つなぎ言葉を用いて筋道をたてた説明をしていない

問題解決の仕方を他者に伝えるためには、どのような数学的な考えを働かせて考えたのか、数学的なアイデアや根拠を明確に説明する必要がある。また、聞き手が努力をしなくても理解できるように論理的に説明することが大切である。表現力をはぐくむ算数授業をするに当たっては、問題解決の仕方を考え、その過程を説明する算数的活動のあるべき具体的な姿を、教師は描くべきである。数学的な考え方としては、幾つかの事例から一般的法則を帰納する考え、既知の似た事例から新しいことを類推する考え、既知の数学的な概念や原理、思考法を基に理詰めで演繹的に考えを進める仕方がある。思考し放しではなく、自分の数学的な思考を説明し、他者の考えと比較検討する中で練り上げていく省察活動が、数学的思考力、表現力を発達させるためには不可欠である。

(2)数学的な考え方と人間力の関係性

数学的に思考し、表現する活動は、単に数学を組織化するためのものではない。社会を構成し、運営するとともに、自立した人間として生きていくための人間力をはぐくむことにも関係性がある。人間力戦略研究会(2003)は、論理的な思考力、創造力

などの知的能力的要素の他に、「コミュニケーションスキル」「他者を尊重し切磋琢磨しながらお互いを高めあう力」など社会・対人関係力的要素を人間力の構成要素にあげている。問題解決の仕方を考え、説明する算数的活動重視の授業では、既習の知識・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立て、拠り所を持って説明することが求められている。問題解決の仕方を考え、どのように問題解決したかを論理的に説明する意義には、次のものが考えられる。

- ・数量や図形概念、原理に関する理解の深化
- ・論理的思考力の深化・発展
- ・数学的な表現力(説明力・コミュニケーション力)の深化
- ・他者、社会へ関わるなど、人間として生きるための社会人基礎力を培う

算数科の目標は、単に、数量や図形概念や原理を理解させるものではない。こうした数理的な知識及び能力を育成すると同時に、数量や図形をツールにして、他者や社会に積極的に関わり、説明し、伝え合う活動を通して、効果的に社会参加するための人間力の基礎を育成する教科でもある。

参考資料

- 1 国立教育政策所教育課程研究センター、「評価規準作成のための参考資料(小学校・中学校)」,平成22年11月.
- 2 文部省,「小学校指導書,算数編」,昭和53年.
- 3 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 1.
- 4 文部科学省,小学校指導要領解説,算数科編,中学校指導要領解説,数学科編(平成20年告示).
- 5 波多野完治,「現代のレトリック」,小学館,1991.
- 6 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.
- 7 齋藤嘉則,「課題発見プロフェッショナル—構想力と分析力」,ダイヤモンド社.