

算 数 科

資質・能力を育成する算数学習の開発に関する研究

—指導方法及び評価方法の開発をめざして—

鈴木 昌 二

1 はじめに

これからの社会を生き抜くために、日本を含め諸外国において、21世紀に必要とされる汎用的な資質・能力を定義し、その資質・能力を育成することのできるカリキュラム開発が進められている。日本においては、国立環境政策研究所から出された「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則」の中で「21世紀型能力」として、資質・能力が整理されている¹⁾。これら国の動向を受け、本学校園においてもこれからの変化の激しい社会を生き抜くために必要な資質・能力を育成するための教育活動を展開している。

本学校園では、社会的自立の基礎となる資質・能力を3つ設定している。それは「キャリアプランニング能力」「人間関係形成・社会形成能力」「課題対応能力」である。これらの3つの資質・能力を「通教科的能力」とし、教育活動全般を通して育成することをめざしている。そのため、「通教科的能力と関連的に育む教科の本質に根ざした資質・能力」を各教科部会で設定し、研究を進めているところである。本年度、算数・数学科においても、本学校園の研究を受け、「算数・数学科の本質に根ざした資質・能力」を設定した。それは表1の通りである。

表1 算数・数学科における資質・能力

通教科的能力	算数・数学科の本質に根ざした資質・能力
キャリアプランニング能力	数学が社会で果たす役割を理解し、自分の生き方のなか

	に数学を身近に感じ、将来の生き方を描こうとする。 (なりたい自分と算数・数学とのつながりについて考えようとする態度)
人間関係形成・社会形成能力	様々な事象を数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合うことができる。 (数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合う力)
課題対応能力	既習の数学的な学びをもとに、問題解決に必要な数学的要素を取捨選択し、それらに関係づけて見出した法則を活用して身の周りの事象について考えることができる。 (数・量・図形的な関係を見いだし発展させる力)

そこで本研究では、「算数・数学科の本質に根ざした資質・能力」を育成する指導方法・評価方法を明らかにすることを目的とする。

2 研究の方法

(1) 対象児

広島県内の小学校5年生1クラスの子ども35人を対象に調査を行った。

(2) 調査時期

平成27年9月～12月

(3) 実施した指導方法・評価方法

資質・能力を効果的に育成するための指導方法及び評価方法を考える上で、まず、算数・数学科でめざす子どもの姿を設定した。それは「世の中の事象を数学的に捉え、数学的な視点で物事を考

える子ども」である。そのような姿をめざし、次に3つの資質・能力に関する幼稚園から中学校の12年間のめざすべき子どもの姿を、本学校園で本年度から取り組んでいる新たな5つの学年区分に基づいて設定した。それは表2の通りである。

表2 資質・能力系統表

通教科的 能力	人間関係形成・ 社会形成能力	キャリアプランニング 能力	課題対応能力	
教科の本質に根ざした 資質・能力	数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合う力	なりたい自分と数学とのつながりについて考えようとする態度	数・量・図形的な関係を見いだし発展させる力	
学年区分	入門期 年少 年中	感じたことや考えたことを様々な方法(音, 動き, 言葉, かく, つくる等)で表現している。	基本的な生活習慣を身につけ、生活に必要な活動を自分でしようとしている。	身近なものや自然に興味をもってかかわり、思いの実現に向けて工夫して遊んでいる。
	幼小 接続期 年長 1年 2年	数学的な表現を用いて、自分の考えを、理由をつけて説明することができる。	身の回りの事象を、数・量・図形と関係付けて見ようとする。	これまでの学びを生かして事象の中の数・量・図形的要素に気づき、その要素の間の規則性に気づく。
	中間期 3年 4年	数学的な表現を用いて、自分の考えを、理由をつけて説明し合うことができる。	身の回りの事象を、数・量・図形と関係付けて考えようとする。	これまでの学びを生かして事象の中の数・量・図形的要素を見つけその要素の間の規則性を発見し、その規則性を活用することができる。
	小中 接続期 5年 6年 7年	様々な事象について、根拠をもとに数学的に判断し、説明し合うことができる。	数学が社会で果たす役割を理解し、算数・数学と社会とのつながりを考えようとする。	既習の数学的な学びをもとに、問題解決に必要な数学的要素を取捨選択し、それらと関係付けて見出す法則を活用して身の周りの事象について考えることができる。
	最終期 8年 9年	様々な事象を数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合うことができる。	数学が社会で果たす役割を理解し、自分の生き方のなかに数学を身近に感じ、将来の生き方を描こうとする。	既習の数学的な学びをもとに、問題解決に必要な数学的要素を取捨選択し、それらと関係付けて見出す法則を活用して身の周りの事象について考えることができる。

そして、これらの子どもの姿をめざして、指導方法及び評価方法の具体的な内容について考え、9月から12月の間、実践を積み重ねてきた。以下に、その取り組みの概要を述べる。

①指導方法について

3つの資質・能力のそれぞれの特質に応じて、

指導を展開した。それは表3の通りである。

表3 資質・能力育成のための主な指導方法

資質・能力	主な指導方法
なりたい 自分と算	算数的活動を通して数学的な見方・考え方で物事を考察することの価値

<p>数・数学とのつながりについて考えようとする態度</p>	<p>を実感できるようにする。また、その活動の内容において日常生活に根ざした問題や社会の出来事に関わる問題を取り入れることで、算数が生活に役立つこと、算数が科学技術を支え相互に関わって発展してきたことについて実感できるようにする。</p>
<p>数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合う力</p>	<p>算数的活動において、表や図、グラフ、式、算数・数学的用語などの数学的な表現を活用し、根拠を明らかにしながら説明し合う場面を設定する。そして、話し手はその説明が妥当であったかどうか、聞き手は考えながら聞いたかどうかについて自己評価や他者評価を行うことを通して、筋道立てて説明し合うことの価値を実感できるようにし、「もっと上手く説明することができるようになりたい」という意欲をもてるようにする。</p>
<p>数・量・図形的な関係を見だし発展させる力</p>	<p>算数的活動において、課題解決の思考の流れを三つの学習場面として設定する。そして、それぞれの場面において、①「事象の中から数・量・図形的要素を見つけ、問題解決に必要な要素を取捨選択する姿」、②「変数化した2つの要素の中の法則を見つける姿」、③「2つの数量の関係を活用して身の周りの事象を考える姿」を引き出し、積極的に価値つけていく。</p>

②評価方法について

評価については、3つの方策を取り入れて実施してきた。それは「算数ノート」「レポート①」「レポート②」である。算数ノートは、パフォーマンス課題を設定して論述する宿題である。レポート①は、作問活動に取り組むレポートである。レポート②は単元の終わり実施するパフォーマンス課題である。それぞれルーブリックを設定し、

その3つの評価を単元ごとにポートフォリオ化し、ポートフォリオ評価を実施してきた。3つの資質・能力と3つの評価の方策との関連は、表4の通りである。

表4 資質・能力と評価の方策の関連について

資質・能力	評価の方策
<p>なりたい自分と算数・数学とのつながりについて考えようとする態度</p>	<p>算数ノート レポート①</p>
<p>数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合う力</p>	<p>算数ノート レポート②</p>
<p>数・量・図形的な関係を見だし発展させる力</p>	<p>算数ノート レポート②</p>

これらの方策により子どもの質的な変容を見取ることとした。また、算数アンケートを実施し量的な変容を見取ることとした。算数アンケートでは、「なりたい自分と算数・数学とのつながりについて考えようとする態度」について2項目、「数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合う力」について2項目、「数・量・図形的な関係を見だし発展させる力」について3項目の質問を4件法で作成し、実施した。質問内容については、以下の結果と考察の中で示していく。これらの評価方法により、子どもの変容を見取り、指導の改善を行っていった。

さらに、評価方法で最も重視したのが「子どもの自己評価活動の充実」である。資質・能力を育成するためには、子ども自身がその資質・能力を意識しながら実践に取り組んでいくことが重要であると考えたからである。そこで、資質・能力系統表を基に5年生の算数科における「めざすべき姿」を年間ルーブリック(表5)として子どもたちに提示し、資質・能力が育成された自分の姿を常に意識しながら、ポートフォリオ評価を中心とした「自己評価活動」に取り組むことができるようにした。

このように、算数・数学科の本質に根ざした資質・能力のそれぞれの特質に応じた指導方法及び

評価方法を、9月から12月に行った5つの単元に 積み重ねていった。
 おいて実施し、めざす子どもの姿に向けて実践を

表5 年間ルーブリック（5・6・7年生用）

<p><キャリアプランニング能力> になりたい自分と数学とのつながり について考えようとする態度</p>	<p>☆めざす姿 自分の生活の中の出来事や社会での出来事について、数学的な見方・考え方で考えようとする。</p> <p>☆自己評価の観点 ・その単元で学んだことを活かして、日常生活の中から算数を見つけることができたか。</p>
<p><人間関係形成・社会形成能力> 数学的な表現を用いて、筋道立てて 伝え合う力</p>	<p>☆めざす姿 様々な問題について、図・表・グラフを使って数量の関係を捉え、算数の言葉や式を使って「なぜそう言えるのか」の理由を明らかにしながら説明し合うことができる。</p> <p>☆自己評価の観点 ・図・表・グラフや算数の言葉や式を使って、自分の考えを分かり易く説明することができたか。 ・その単元で学んだことをもとに、友達の考えに対する自分の考えをもつことができたか。</p>
<p><課題対応能力> 数・量・図形的な関係を見だし 発展させる力</p>	<p>☆めざす姿 これまで学んだことを生かして、問題解決に必要な数・量・図形の情報を取捨選択し、それらを関係づけて法則を見つけることができる。そして、その法則を活用して他の問題について考えることができる。</p> <p>☆自己評価の観点 ・問題解決に必要な数・量・図形を見つけ、それらを関係づけて考え、問題を解くことができたか。 ・新しく見つけた考えをもとに他の問題を解くことができたか。</p>

3 結果と考察

9月、10月、11月に行った3回の算数アンケートの分析による量的な変容の結果と、「算数ノート」「レポート①」「レポート②」の分析、そして、年間ルーブリックに基づいて実施した子どもの「自己評価活動」におけるポートフォリオの分析による質的な変容の結果をもとに、3つの資質・能力の育成状況について述べていく。

(1) になりたい自分と数学とのつながりについて考えようとする態度について

算数アンケートの結果は以下の表6の通りであった。

表6 肯定的回答児童数の変容

アンケート項目	9月	10月	11月
①算数で学んだことを活かして、日常生活の中から算数を見つけることができる。	29人	27人	31人
②算数で学んだことを使って、日常生活の出来事を考えようとしている。	18人	25人	29人

※4と3を肯定的回答とする。絶対数は35人

アンケート項目①②とも向上している。特に②の項目については11人増加した。これは、1時間1時間の授業の中で価値づけていく数学的な見方考え方を明確にして授業を構成し、数学的な見方

考え方で物事を考察することの価値を実感できるようにしたからである。また、算数ノートの中で、身の回りのことを具体例として例示しながら自分の考えを書くように促したことで、レポート①において取り組んだ作問活動で日常生活の中から「算数」に関わる問題を探させたこと、子どもたちが作った問題を紹介し全体で共有したことで、「算数」と「日常生活」を結ぶ視点が芽生えたと考えられる。表7にそれぞれの項目における特徴的な子どもの思いを示す。

表7 子どもの思い

①上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・もしも～だったらと考えられることが多くなった。 ・日常生活の中で算数を見つけることが楽しくなった。 ・これまでより算数で学んだことを活かして深く考えるようになって、知らなかったことや考えなかったことが見えてきた。
②上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・日常生活の中で式や図を考えることが多くなった。 ・前よりも、何気ない生活の中で、算数を使うようになった。 ・生活の中でも、きまりを見つけたりそのきまりを使って考えたりすることができるようになった。
①下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・身の回りのことを、算数で学んだこととして考えられていない。 ・今までで、算数を見つけることができていると思っていたけど、友だちの考え方を知ってまだできていないと思った。
②下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・学んだことを日常生活の中であまり考えようとしてない。 ・たまにするけど、まだ、それが習慣になっていない。

自己評価において1・2をつけた子どもは、①では4名、②では6人いた。その子どもたちの振

り返しを見ると、算数で学ぶ考え方そのものを理解できていない子どもと、考え方は理解しており学力も十分身につけているが自分を厳しく評価する子どもとに分かれていた。やはり、課題は個によって異なり、個別の対応が重要となる。今後、否定的な回答をしている子どもの意識を高めていくために、次のように学習指導を改善していく。

学習指導の改善

- ・授業で扱う問題や算数ノートの課題を、さらに日常生活と関わりのあるものにしていく。
- ・算数ノートの課題を説明する過程において、身の周りのことを活用して具体例を示すように促していく。
- ・数学的な考え方の有用性をさらに実感することができるように、焦点化して指導していく。
- ・面接の実施やコメントにより、個の課題に対応していく。

(2) 数学的な表現を用いて、筋道立てて伝え合う力
算数アンケートの結果は表8の通りであった。

表8 肯定的回答児童数の変容

アンケート項目	9月	10月	11月
③図や式や言葉を使って、自分の考えを分かり易く説明することができる。	19人	31人	33人
④算数で学んだことをもとに、友達の考えに対する自分の考えをもつことができる。	24人	27人	28人

※4と3を肯定的回答とする。絶対数は35人

アンケート項目③④ともに向上している。特に③の項目については14人増加した。これは、主に2つの指導の手立てが効果的であったと考えられる。1つ目は、図・表や式を使って表現する活動を授業の中や算数ノートにおいて積極的に設定したことで、数学的に表現することの必要性を感じることができるようにしたことである。授業の中

で、図・表の書き方や活用方法を丁寧に指導し、授業の中や算数ノートで図・表を用いて表現していることを価値づけていったことで、「自分の考えを効果的に表現したり、自分の考えを確かなものにしたりするためには、図・表はとても便利だ」という意識を高めることができた。2つ目は、相手意識をもって語ったり書いたりする活動を通して、根拠をもとに相手に自分の考えを伝えるための工夫を考えることができるようにしたことである。授業の中では、説明活動を常時設定し、考えを伝えることの難しさを実感させる中で、「どのように工夫すれば、より伝わるのか」を考えていった。また、算数ノートの中で、「具体例を挙げて説明している」「言いたいことを端的にまとめている」「読み手に語りかけている」といった工夫がみられる子どものノートを全体に紹介し、共有化を図っていった。その結果、表現に対する技能が高まり、さらには、「自分の考えを表現したい」という思いを引き出し、表現すること自体を楽しむことにつながった。表9にそれぞれの項目における特徴的な子どもの思いを示す。

表9 子どもの思い

③上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・図から分かることを探って計算を考えると、意味や流れが見えるようになった。 ・これまで説明が苦手だった。しかし、自分の考えや言いたいことをまとめていく中で、図や式の意味を説明できるようになった。 ・相手に分かりやすく伝えるためには図と式と言葉をうまくつなげてまとめていくことが必要だと分かった。
④上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・算数で考えたことをもとにして、友達との関わりや「なぜ〇〇なんだ」という疑問をもつことができた。 ・友達の考えとの違いを考えることを意識してやると、1つの問題を色々

	<p>な方法で解けるということが分かった。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・友だちの考えの中には、たくさんのヒントがつまっていることが分かった。今では、一生懸命聞いて質問できるようになった。
③下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・図や式や言葉を使っていけば、もっと上手に分かりやすく説明できていた。 ・もっと式を使えるようになり、式以外の方法もマスターして分かりやすく説明したい。
④下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・相手の意見を聞いて、質問や疑問をもつことができなかった。 ・もっと友達と自分の意見を比べれば、自分の考えをさらに深めることができる。

自己評価において1・2をつけた子どもは③では3人、④では7人であった。これらの子どもは「なりたい自分と数学とのつながりについて考えようとする態度」のアンケートにおいて、1・2をつけている子どもとほぼ同じ子どもである。ここからも、やはり個別の対応の必要性を感じる。今後、否定的な回答をしている子どもの意識を高めていくために、次のように学習指導を改善していく。

<p>学習指導の改善</p> <ul style="list-style-type: none"> ・授業の中で、図・表と式と言葉を関連させながら説明する場をさらに設定していく。 ・算数ノートの紹介において、否定的に自己を評価している子どもを意図的に取り上げていく。 ・数学的な表現の有用性をさらに実感することができるように、多様な問題を扱っていく。 ・面接の実施やコメントにより、個の課題に対応していく。

(3) 数・量・図形的な関係を見いだし発展させる力
算数アンケートの結果は表10の通りであった。

表 10 肯定的回答児童数の変容

アンケート項目	9月	10月	11月
⑤問題解決に必要な数量や図形を見つけ、それらに関係づけて考え、問題を解くことができる。	26人	29人	30人
⑥新しく見つけた考えをもとに他の問題を解くことができる。	28人	30人	31人
⑦自分で問題を作り出し、自分が見つけた考えを使って問題を解くことができる。	26人	26人	31人

※4と3を肯定的回答とする。絶対数は35人

いずれのアンケート項目も向上している。これは、授業の中や評価活動の中で、①「事象の中から数・量・図形的要素を見つけ、問題解決に必要な要素を取捨選択する姿」、②「変数化した2つの要素の中の法則を見つける姿」、③「2つの数量の関係を活用して身の周りの事象を考える姿」を引き出す場面を設定し、その姿を積極的に価値づけたからであると考え。また、算数ノートの中で、「図・表と式と言葉を関連づけて説明している」「自分で見つけたきまりを使って問題を解いている」「新たな問題を作り出している」といった姿が見られる子どものノートを全体に紹介し共有化を図っていったことが、子どもの意識化へとつながっていった。表11にそれぞれの項目における特徴的な子どもの思いを示す。

表 11 子どもの思い

⑤上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・数直線を応用できるようになったことで、数に関係付けて考えられるようになった。 ・問題解決に必要な図形や数量を見つけて問題解決に活かして行って、それから関係付けて考えるということがどういうことか分かってきた。
-------	---

	<ul style="list-style-type: none"> ・必要な情報と不必要な情報を考えるために、どんな問題場面なのかをじっくりと考えることができるようになった。
⑥上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・私は相手に分かってほしいので、別の問題を使って「これだったらこうなりますよね。」と問いかけなどに使っている。 ・新しく見つけた考え方を使って他の問題との共通点や違う所を見つけ、他の問題とやり方に関係付けることができた。 ・別の問題で試すことで、自分の考え方が正しいかどうかを判断することが大切であることが分かった。
⑦上がった	<ul style="list-style-type: none"> ・身の回りのことを問題にして、しっかり最後まで解くことができた。 ・自分が見つけた考えを、これまでよりも使えるようになった。 ・自分で問題を作ることが、だんだんと楽しくなってきた。
⑤下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・私は今、対応数直線だけで考えてしまっている。表を使うということも一つの考え方なので、もっとそんな力をつけていきたい。
⑥下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・新しい考えを学んでも、すぐに試そうとか思わなかったから意識していきたい。 ・習ったことの組み合わせはできるけど新しい考え方にはなっていない。
⑦下がった	<ul style="list-style-type: none"> ・まだまだ授業で習ったことだけを使って解いているから、自分で考えていく。 ・問題は作れるようになってきたが、考えは活かさきれていない。

自己評価において1・2をつけた子どもは⑤では5人、⑥では4人、⑦では4人であった。これらの子どもは、比較的学力の定着が難しい子ども

が多かった。数・量・図形的な関係を見だし発展させる力は考える力そのものであり、意識だけではなく知識・技能も同時に高めていく必要性を改めて感じた。今後、否定的な回答をしている子どもの意識を高めていくために、次のように学習指導を改善していく。

学習指導の改善

- ・授業の中で扱う算数的な知識・技能に関する繰り返し学習を徹底していく。
- ・算数ノートの中で個別指導を行い、「見つけて、関係付けて、発展させる」考え方を見せていく。
- ・知識・技能の活用方法を学ぶことができるように、多様な問題を扱っていく。
- ・面接の実施やコメントにより、個の課題に対応していく。

4 結論と今後の課題

本研究の結果、今回実施した指導方法及び評価方法は、資質・能力育成に効果が見られ、指導方法及び評価方法の開発につながったと考える。特に効果があったものとして2点挙げる。

1点目は、「自己評価活動」である。資質・能力系統表に基づいて年間ルーブリックを作成し、ルーブリックを評価の指標として自己評価活動に取り組んだことが非常に効果的であったと考える。子どもの意識を変えるためには、「なりたい自分（なるべき自分）」の姿を子どもたちに明確にもたせる必要がある。そして、その姿をめざして日々振り返ることで、子どもの意識が変容し、そして行動化へとつながっていくことを確信した。今後も評価における3つの方策に継続して取り組み、子どもの記述から質的な変容を見取り、子どもと共にルーブリックを改善していく。そして、そのルーブリックを視点に自己評価活動を繰り返し行うことで、子どもが自分で学びを作っていくことができるようにする。

2点目は、評価と指導の一体化により、効果的なフィードバックが可能となったことである。今回、評価において、めざすべき子どもの姿を明確

にし、その姿を引き出すことをめざして単元構成や授業設計を考えた。そして、算数アンケートとポートフォリオの分析を月ごとに実施し、成果と課題を洗い出し、学習指導の改善点を見出して実践に取り組んできた。このように指導と評価を繰り返すことにより、より効果的な指導方法を考えることができた。その結果、資質・能力が高まったと考える。今後も、質的な変容の分析を重視し学習指導の改善に努め、効果的なフィードバックができるようにする。

最後に、今後の課題について述べる。9月から12月の実践を分析した結果、アンケート項目の数値の低い子どもは、大きく分けて2つの傾向が見られることが分かってきた。それは、「算数の学習内容を理解できていない子ども」と「算数の学習内容は理解できているが自己評価が非常に厳しい子ども」である。先述の「3. 結果と考察」でも述べたが、それらの子どもには個に応じた指導が必要であると考え。3つの資質・能力のそれぞれの特性を考慮した個別指導を充実させ、子ども一人ひとりの育ちを保障していくことが求められる。さらには、全体指導における課題として、筆者自身をもっと算数と日常との関連を考え、それを反映させた授業を行っていく必要がある。また、算数・数学に関する具体的な職業を紹介することで、算数・数学自体に対する見方の変容も促していきたい。これらの活動を取り入れていくことで、子どもは算数の有用性をさらに実感し、算数と日常生活とのつながりを考えることができるようになり、算数・数学科でめざす「世の中の事象を数学的に捉え、数学的な視点で物事を考える子ども」を育成することができると思う。

<引用文献>

- 1) 研究代表者 勝野頼彦：「教育課程の編成に関する基礎的研究報告書5―社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則―」，p. 83，2013，文部科学省。