

生きて働く「数学的に考える資質・能力」の育成を目指した算数科の授業

—算数科におけるパフォーマンス課題の実践を通して—

教職実践応用領域 授業づくり履修モデル

米高 貴洋

I 主題設定の経緯及び研究の目的

1 算数科における課題

(1) 国内外の学力及び学習状況等の調査から

我が国の PISA (OECD 生徒の学習到達度調査, 以下, 「PISA」) における各分野での順位の低下, 所謂「PISA ショック」以降, 日本の学校教育は, 基礎的な知識や技能の定着を目指しつつ, 藤村 (2012) は「それらの知識や技能を日常場面などの問題解決に活用する力としてのリテラシーに着目されてきている」(下線著者) としている。

また, TIMSS (国際数学・理科教育動向調査) より, 小学校, 中学校ともに成績は常に上位を維持し, 質問紙調査の「数学は日常生活に役立つ」「将来のために数学で良い成績をとる必要がある」の肯定回答の割合は増加している。しかし, それでも国際平均よりも 10 ポイント以上低い。つまり, 算数・数学を「役に立たない」「将来に必要な」と否定的に捉えている子どもが他国よりも多い。

さらに, 国内の全国学力・学習状況調査 (以下, 「全国学テ」) においては, 問題の難易度は違っても, 例年, A問題 (主として「知識」) と B問題 (主として「活用」) の平均点を比べると, A問題の出来に比べ, B問題の平均点の低さが目立つ。これまでの全国学テの結果から, 学習において獲得した知識等を「活用する力」が弱いということが分かる。

(2) 新学習指導要領から

平成 29 年の改訂の基本方針として, 「子供たちが未来社会を切り拓くための資質・能力を一層確実に育成すること」が挙げられ, 資質・能力の育成が重要視されている。斉藤 (2017) は, 「これまでの内容ベース (何を知っているか, 何ができるか) での指導観を転換し, 資質・能力ベース (「数学的な見方・考え方」をいかに生かしたのか, 「数学的な見方・考え方」がどのように成長したのか, 学びの結果として新たにできるようになったことを明確にする) で教科指導の価値を捉え直し, 質の高い問題解決学習の実現」(下線著者) を提起している。

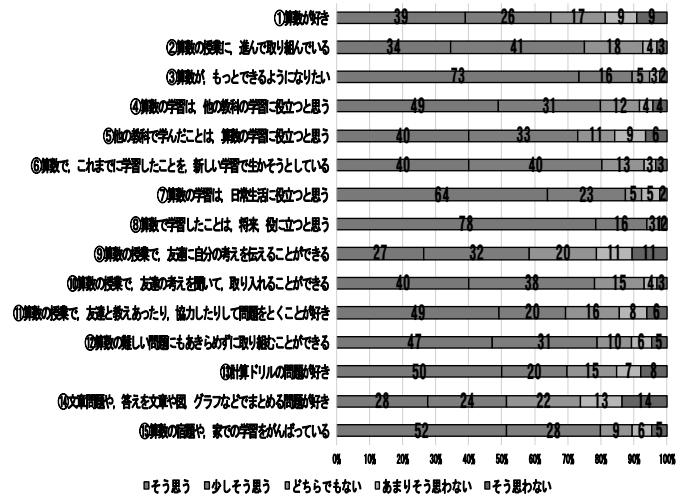
また, 新学習指導要領の算数科の目標は「数学的な見方・考え方を働かせ, 数学的活動を通して, 数学的に考える資質・能力を育成すること」である。ここで, 「数学的な見方・考え方」とは, 学習指導要領解説算数編によると, 「事象を数量や図形及びそれらの関係などについて着目して捉え, 根拠を基に

筋道を立てて考え, 統合的・発展的に考えること」(下線著者) とされている。ここで, 「統合的」とは「共通点を見いだして, 一つのものとして捉え直すこと, 拡張して捉えること, 補完して捉えること」であり, 「発展的」とは「絶えず考察の範囲を広げていくことで新しい知識や理解を得ること」と定義されている。また, こうした「数学的な見方・考え方」を働かせた「数学的活動」によって育成される「数学的に考える資質・能力」は, 「他教科等の学習や日常生活等での問題解決に生きて働く」(下線著者) とされ, 算数・数学だけでなく, 教科等横断的で, 日常生活にも活用できる資質・能力である。

(3) 現任校の実態から

平成 30 年 11 月に, 現任校の 2～5 年生児童を対象に算数に関するアンケートを実施した。質問内容は, 全国学テの質問紙調査を参考にした。その結果は資料 1 のようになった。

資料 1 算数に関するアンケート (平成 30 年 11 月実施)



このアンケート結果から, 児童は, 算数で学習したことは他教科の学習や日常生活, 将来に役立つということをこれまでの学習経験や生活経験から感じている (④, ⑥～⑧) もの, 自分の考えを表したり伝えたりすることや, 複雑な問題に対しては否定的な印象を抱いている (⑨, ⑪, ⑭) ことが分かった。

2 主題設定の理由

前節で述べた算数科の課題より, 本研究では, 算数の学習で獲得した知識及び技能, 思考力, 判断力, 表現力等を, その単元での学習に閉じず, 統合的・発展的に考え, 別の単元での学習, 他教科の学習,

そして日常生活において活用することができる資質・能力を育むとともに、事象を数学的に捉えたり考えたりすること、数学的に表現することができる児童の育成を目指したいと考え、本研究主題を「生きて働く『数学的に考える資質・能力』の育成を目指した算数科の授業—算数科におけるパフォーマンス課題の実践を通して—」と設定した。

3 研究の目的

(1) 理論的目的

1節で述べた通り、PISA ショックの影響などから、学習の成果だけでなく、その過程や質を評価するパフォーマンス評価に焦点を当てた先行研究は多い。しかし、算数科においてはその固有性（できる・できないがはっきりしている）からか、実践例が他教科と比べ少ない。また、算数科におけるパフォーマンス課題の先行研究を調べると、次の課題が明らかとなった。

- ・1つの単元での実践で終わっているものが多く、複数単元に渡った研究実践は少ない（例えば、小山（2012）、山本（2013）ら）
- ・パフォーマンス課題の設定、実践が算数科の学習の中に閉じており、他教科の学習や日常生活へまで拡大している実践が少ない（例えば、四日市市教育委員会（2013）、原田（2018）ら）

よって、本研究における理論的目的は、1学期間に渡る、複数単元でのパフォーマンス課題の実践を行うことで、「より統合的・発展的な数学的に考える資質・能力を身に付けることができたか」、そして、「その身に付けた数学的に考える資質・能力を、他教科の学習や、日常生活に活用しようとすることができる児童の育成につながるか」の実証と設定する。

(2) 実践的目的

本研究を実践する前に、市内小学校職員に各教科の評価に関するアンケート調査を行った。質問内容は、「それぞれの教科の評価を行う際、『ペーパーテスト（客観テスト、選択式テスト等）：その他（実技テスト、作品、活動等）』の比はどれぐらいですか」である（回答数19名）。すると、結果は資料2のようになった（数値は非公表）。

資料2

音楽、図画工作、家庭科、体育といった所謂実技教科は、ペーパーテスト以外の学習活動による評価の比重が大きい。そして、特筆すべきは、それ以外の国語、社会、算数、理科の中でも、算数が突出してペーパーテストによる評価の割合が高いことである。つまり、算数においては、ペーパーテ

ペーパーテストによる評価の割合が高い教科

順位	教科
1	算数
2	理科
3	社会
4	国語
5	家庭科
6	音楽
7	体育
8	図工

ストによる「できる・できない」といった学習の結果を評価することが主流になっており、学習の質や参加、その解答に至る過程などを評価することは軽視されている。もしくは、ペーパーテスト以外の評価はしにくいという印象を、現場の教師が抱いているという現状がある。

また、中央教育審議会教育課程企画特別部会（2015）「論点整理」では、「バランスのとれた学習評価を行っていくためには、指導と評価の一体化を図る中で、論述やレポートの作成、発表、グループでの話し合い、作品の制作等といった多様な活動に取り組ませるパフォーマンス評価を取り入れ、ペーパーテストの結果に留まらない、多面的な評価を行っていくことが必要である」（下線著者）とパフォーマンス評価の必要性が示されている。

これらの現状を踏まえ、本研究で算数科におけるパフォーマンス評価の在り方を考察し、実践することを実践的目的とする。

II 研究の理論

1 真正の学習 (authentic learning)

石井（2011）は、「従来の客観テストは、現実世界と切り離された無味乾燥な文脈で、断片的な知識・技能の有無を問うもの」であり、それでは本物の学力は測れないとしている。学校外や将来の生活で遭遇する本物の活動が「真正の学習 (authentic learning)」である。これにより、子どもたちの現在や未来の生活において生きて働く学力の育成や、各教科等の知識・技能が実生活で生かされている場面、その領域の専門家が探究する過程を追体験させるような「教科する (do a subject)」学習を重視する（下線著者）。つまり、各教科等の学習において、何を知っているか、何ができるかという「教科について学ぶ (learn about a subject)」ではないのである。

2 「逆向き設計」論

G. Wiggins ら（1998）は、

- ①求められている結果（永続的理解）を明確にする
- ②承認できる証拠（評価方法）を決定する
- ③学習経験と指導を計画する

といった「逆向き設計」論を提唱している。つまり、①学習活動や教材等の計画立案からではなく、単元の終わり、また、学年末や卒業時に身に付けてほしいと願う結果（目標）をまず設定し、②次にそれを評価するための課題や評価方法を決定し、③最後にその課題を乗り越えるためにはどんな能力を身に付けるべきなのか、また、そのためにどんな学習計画を立てるのかについて考えるという「目標と評価の一体化」（石井（2011））を軸としたカリキュラム設計である。この「逆向き設計」論から石井（2011）は、「細かい知識やスキルの大部分を忘れてしまった

後も学習者の中に残ってほしいと教師が願う教育目標（「永続的理解 (enduring understanding)」）に焦点を合わせ、それを育み評価するパフォーマンス課題を軸に単元を設計することが重視されている」としている。また、西岡（2016）は、「学問の中核に位置する問いであると同時に、生活との関連から見えてくるような問い」でもあり「論争的で探究を触発するような問い」でもあるような「本質的な問い」を単元の学習だけでなく、教科の学習全体を貫いて問い続けることの重要性を示している。

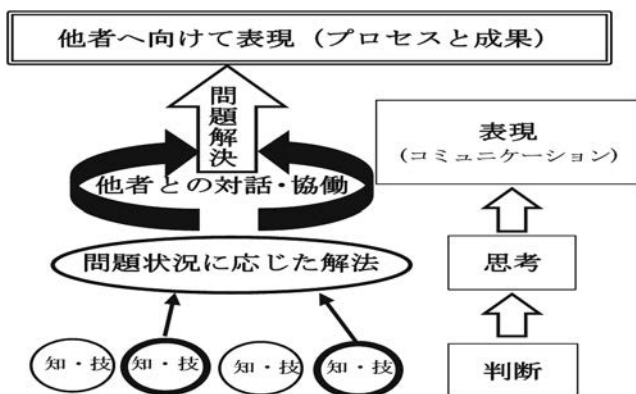
3 パフォーマンス課題

西岡（2016）は、パフォーマンス課題を「様々な知識やスキルを総合して使いこなすことを求めるような複雑な課題」（下線著者）と定義している。また、従来の問題解決型授業は「知識を創り出すこと、多様な考え方の交流、1時間単位で問題解決のサイクルを展開すること」が重視されてきた。これに対し、パフォーマンス課題は、「知識を使う活動、考え方の質や水準にも目を向けること、1単元レベルで問題解決のサイクルを考えていくこと」（下線著者）を重視し、「知識・技能を豊かに発見的に学ぶ授業として展開してきた、問題解決型の授業を、現実的世界の文脈に応じて知識・技能を総合し探求する、真の意味での問題解決学習（「教科する (do a subject)」学習）」なのである（石井（2011））。

4 「使える」レベルの認知プロセスの組織化

石井（2011）は、「①リアルな問題状況に対して、どの知識・技能が使えるか判断する、②既存の知識・技能の間に新しい結びつきを作り出し、問題状況に応じた解法を考案する、③一連の問題解決を他者と対話・協働しながら遂行し、そのプロセスと成果を他者に向けて表現する、といった『使える』レベルに相当する、より高次の認知プロセスを子ども自身が遂行する機会を授業過程に盛り込む」ことをパフォーマンス課題づくりのポイントの1つとして示している。この認知プロセスを「思考力・判断力・表現力」の段階と合わせて資料3に示す。

資料3 「使える」レベルの認知プロセス



石井（2011）を参考に著者作成（2018）

5 事前アンケートの因子分析より

資料1の事前アンケートから因子分析を行い、本研究に用いる理論を導こうと考えた。統計ソフトはSPSS (Ver. 17.0) を使用し、n=264、因子抽出法は最尤法、回転はプロマックス回転で、因子数は指定せず行った。結果は資料4のようになった。

資料4 因子分析結果

因子間相関: 0.623	Factor1	Factor2	共通性
②算数の授業に進んで取り組んでいる	0.815	-0.097	0.574
①算数が好き	0.796	-0.097	0.547
③計算ドリルの問題が好き	0.774	-0.063	0.543
④難しい問題にもあきらめずに取り組むことができる	0.709	0.016	0.516
⑨友達に自分の考えを伝えることができる	0.642	-0.019	0.398
⑤算数の宿題や家庭学習をがんばっている	0.618	0.041	0.415
⑩友達と教えあったり協力したりして問題をとくことが好き	0.588	0.061	0.393
⑧複雑な問題が好き	0.557	0.043	0.342
⑥これまでに学習したことを新しい学習で生かそうとする	0.499	0.233	0.449
⑪友達の考えを聞いて取り入れることができる	0.486	0.171	0.368
③算数がもっとできるようになりたい	0.372	0.337	0.407
⑧算数で学習したことは将来役に立つ	-0.122	0.706	0.406
④算数の学習は他の教科の学習に役立つ	0.022	0.703	0.514
⑦算数の学習は日常生活に役立つ	-0.013	0.67	0.437
⑤他教科で学んだことは算数の学習に役立つ	0.094	0.534	0.357
信頼度係数 α	0.892	0.732	

Factor 1は、中央教育審議会（2016）が示す「学ぶことに興味や関心を持つこと、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組むこと、自己の学習活動を振り返って、次につなげること」といった「主体的な学び」、「子供同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること」といった「対話的な学び」のキーワードと合致する。よってFactor 1を「主体的・対話的な学習」とした。また、Factor 2は前頁1節の内容と、中央教育審議会（2016）が示す「各教科等の『見方・考え方』を働かせること、知識を相互に関連付けてより深く理解すること、情報を精査して考えを形成すること、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすること」といった「深い学び」のキーワードと合致する。よってFactor 2を「深い真正の学習 (deep authentic learning)」とした。因子間相関は0.623で、やや強い正の相関があり、互いに高め合うことができる因子間の関係があることが分かった。よって、本研究での仮説を次節のように設定する。

6 本研究を支える理論（研究の仮説）

真正性のある問題設定、主体的・対話的な学習等を意識したパフォーマンス課題を算数の授業に取り入れれば、学習した内容を新しい単元の学習、他教科の学習や実生活に生かそうとする生きて働く数学的に考える資質・能力を育成することができるであろう。

Ⅲ 研究の構想

1 研究の目標

本研究では、算数の学習で獲得した知識及び技能、思考力・判断力・表現力等（数学的に考える資質・能力）を、実際に活用することができる児童を育成するために、実生活に関わり深い問題場面や「教科する (do a subject)」学習の要素を取り入れた「真正の学習 (authentic learning)」であるパフォーマンス課題の有効性を明らかにする。

2 研究の対象と児童の実態

(1) 研究の対象

小学校3年生31名

(2) 児童の実態

本研究の対象児童に対し、研究実践前にパフォーマンス課題に取り組み、それを本研究で使用する一般的ルーブリック（資料5）で評価したところ、得点分布は資料6のようになった。（31年4月実施）

資料5 本研究で使用する一般的ルーブリック

観 点		
尺度 (点)	知識・技能の活用	成果とプロセスの表現
3	活用すべき知識・技能を判断し、問題状況に応じた解法を導くことができる。	自身の思考や問題状況に応じ、論理的に成果とプロセスを表現できる。
2	活用すべき一部または全部の知識・技能を判断できるが、整合性に欠ける。	論理的に成果とプロセスの大部分を表現できる。
1	活用すべき一部の知識・技能を判断することができるが、問題状況に応じた解法を導くことができない。	表現が論理的でなく、成果とプロセスが断片的である。
0	活用すべき知識・技能を判断することができず、解決できない。	表現できない。

S (6), A (5), B+(4), B-(3), C+(2), C-(1), D (0)

著者作成 (2019)

3 目指す児童像

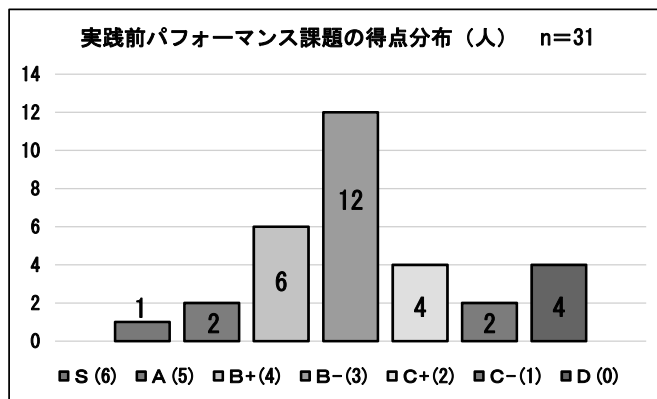
数学的に考える資質・能力を、新しい単元の学習、他教科の学習や実生活に生かすことができる児童。

4 研究の手だて

(1) パフォーマンス課題 (中心となる手だて)

「逆向き設計」論に基づき、これまでに獲得した知識及び技能を活用する学習を体験する。

資料6 実践前の実態 (得点分布)



(2) 深い真正の学習 (deep authentic learning)

他教科の学習や実生活で遭遇するような問題設定（「横」の真正の学習）。これまでの学習で獲得した知識・技能が実生活で生かされる場面や、探究する過程を体験させるような「教科する (do a subject)」学習（「縦」の真正の学習）。

(3) 主体的な学習

興味や関心をもつことができる問題設定。見通しをもち、粘り強く取り組むことができる授業展開。振り返りと前時との相違点を明確に示す導入等。

(4) 対話的な学習

子ども同士の対話、協働。教師や教材との対話。自身との対話。

5 検証方法

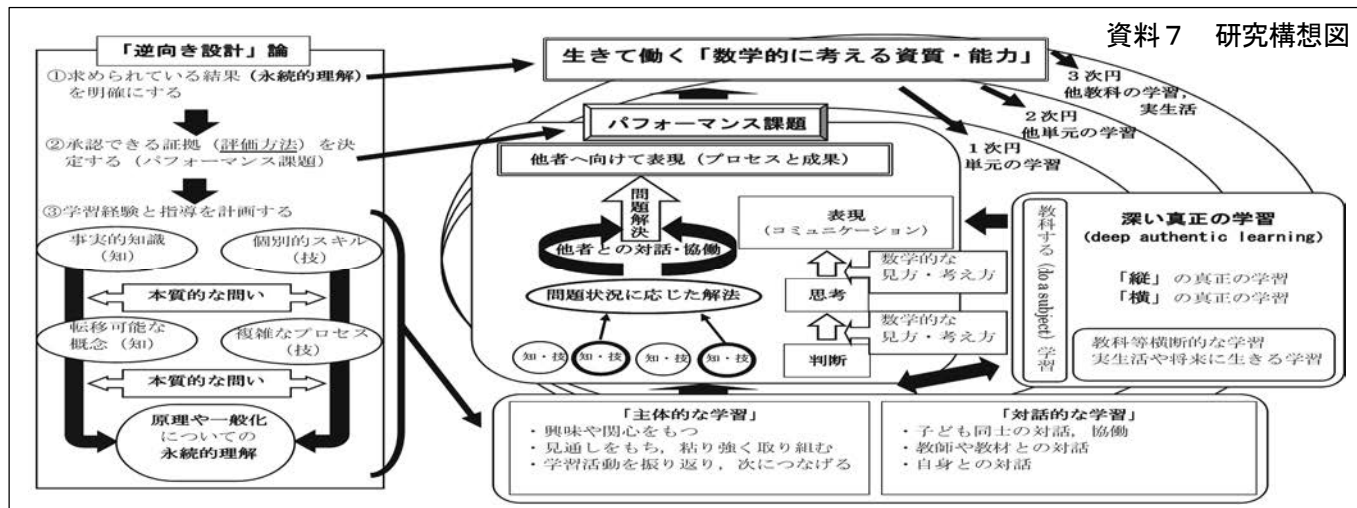
本研究では、「パフォーマンス評価」という児童の学習の「質」を評価するという特性上、質的検証に重きを置くとともに、

- 実践前後それぞれのパフォーマンス課題に対するルーブリック評価の得点分布を比較（「質的な」量的検証）、アンケートによる意識調査（量的検証）
- 抽出児童のパフォーマンス課題への取組状況やインタビューの内容を考察（質的検証）

することで、量的検証の不足を補う。

6 研究構想図

本研究の構想を資料7に示す。



IV 研究の実践

1 実践①「円と球」の実践（6月）

(1) 目標（永続的理解）

円や球の基本的な概念を理解し、表現することができる。

(2) 本質的な問い

「円（球）とは、どんな形だろう」

(3) パフォーマンス課題の設定

「コンパスを使わずに円をかこう」

従来の本単元の学習では、コンパスを使って正確な円を作図するという技能に重点が置かれる傾向があると感じた。確かにそれも身に付けさせたい大切な技能だが、より本質的な円の概念を深めるために、本パフォーマンス課題を設定した。これまでに使用してきたコンパスをあえて使用せず、試行錯誤をくり返しながらかくしたり、その方法の手順を説明したりする活動を体験することで、「円とは、中心からの長さが等しい点の集合である」という、円の定義や本単元の本質的な問い「円とは、どんな形だろう」に迫ることができると考えた。

(4) 単元学習計画（全8時間完了）

時	学習内容
1	こまづくりを行い、円の概念への動機付けを図る。 ・中心、点の軌跡
2	コンパスによる円のかき方や、円、中心、半径、直径について知る。 ・コンパスの使い方 ・円、中心、半径、直径
3	中心、半径、直径についての理解を深める。 ・中心の見つけ方 ・半径と直径の関係
4	模様づくりを通して、コンパスの使い方の習熟を図る。 ・コンパスの使い方の練習 ・中心の位置の決定
5	球の性質、概念について理解する。 ・身近な球（ボール）を扱っての具体物操作 ・球の切り口（円）
6	適用題に取り組む。 ・ディバイダーとしてのコンパス ・円や球、中心、半径、直径の意味 ・コンパスの技能
7	パフォーマンス課題「コンパスを使わずに円をかこう」に取り組む。 ・円の数学的な概念（中心と半径の長さ）を深める ・生活場面に学習内容を生かそうとする気持ちを高める
8	ペーパーテストに取り組む。

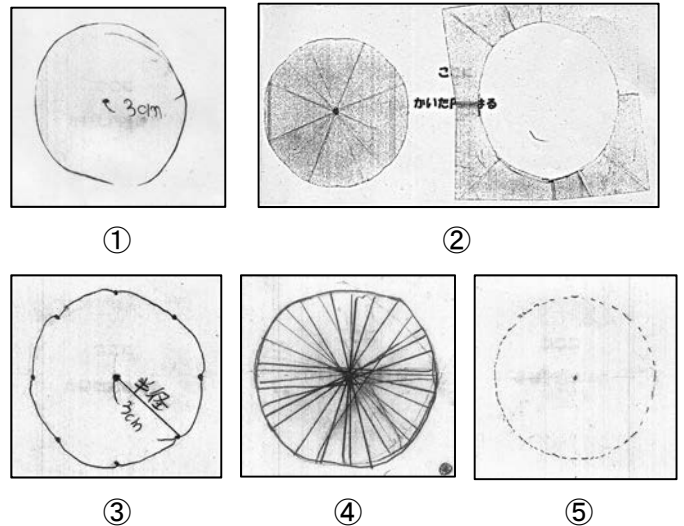
(5) 実践【第7時】「コンパスを使わずに円をかこう」

導入時に、前時までの学習同様、「円とは、どんな形だろう」という本単元の本質的な問いを確認し、これまでの学習で獲得してきた知識及び技能について掲示物を活用しながら復習を行った。本時の学習課題「コンパスを使わずに円をかこう」を示すと、どうやってかいたらよいか見当がつかず、不安そうな表情を浮かべる児童もいた。

多くの児童は、これまでの学習内容を生かし、まず中心を定めることができていた。そこから、各自試行錯誤しながら半径3cmの円をかいていた。見られた解法パターンは、①「フリーハンドでかく」、

②「紙を折って、中心から3cmの所で切る」、③「中心から3cmの目印をいくつか打ってつなぐ」、④「中心を通る直線をたくさん引く」、⑤「中心から3cmの目印をたくさん打つ」などであった。（資料8）

資料8「コンパスを使わずに円をかこう」解法パターン①～⑤



ペア交流では、解決できていない児童も、「まず」「次に」といった日頃から使用している話型に沿って、できている所までの自分の考えを説明しようとする姿が見られた。

全体交流では、机間指導で把握した情報を基に、①から⑤の方法でかいている児童の順で指名し、考えがより深まり、円の定義や本質的な問いに迫ることができるようにした。

まとめの段階では、児童から④や⑤の方法でかかれている円の正確さや美しさへの感嘆の声が上がったり、短い時間で正確な円をかきことができるコンパスの便利さに気付いたりする場面が見られた。

(6) 考察

本時では、導入時に前時までの学習内容の復習は行ったが、本時の学習課題に対するヒントとなる教師からの誘導的な支援は行わなかった。そのため、学習課題が示されたときに、何をすればよいか戸惑う児童の姿も多く見られたが、それにより多様な解法パターンを児童から引き出すことができたと考えた。また、戸惑っていた児童も、これまでの学習内容がまとめられた掲示物から、「中心」と「半径」というヒントを得たり、第3時で学習した「2本の折り目の交点为中心」という内容を思い出したりして、中心を定めることができた。前時までの学習内容を想起することができるための支援の有効性が伺える。

一方で、個人追究の時間を長く確保したため、中心を定めてからの次の手順が分からず、ペアや全体での交流場面までの長い時間、課題に対して手付かずの児童もいた。この反省から、早い段階で問題解

決のための手助けとしたり、自分の考えをより深めたりするために、より「対話的な学習」を充実させることを次実践への課題とした。

2 実践②「一億までの数」の実践（7月）

(1) 目標（永続的理解）

「一万までの数」の学習内容と関連付けながら、相対的な見方に基づいて、一億までの数の仕組みを理解する。

(2) 本質的な問い

「一億までの大きな数は、どうやってできているのだろう」

(3) パフォーマンス課題の設定

「一億ってどんな数？」

児童は2年生で「一万までの数」を学習している。児童にとって、一万までの数は身近であるが、それをこえる一億までの数には日常生活で触れる場面が少ないと思われる。また、一億という数に対して、その量感をつかむことも難しい。そこで、本パフォーマンス課題では、児童にとって身近である紙幣を扱うことで、一億という数の大きさをつかみやすくする。また、本単元で学習した「10倍、100倍、1000倍、10でわる」といった知識及び技能を活用したり、前学年までの既習内容である「1cm=10mm、100cm=1m」といった「長さ」との関連付けをしたりする場面を設定することで、より横断的な理解を深めたいと考えた。

(4) 単元学習計画（全12時間完了）

時	学 習 内 容
1	2年生で学習した「一万までの数」の復習を行う。 ・十進位取り記数法、命数法
2	生活場面から一万をこえる数を見つけ、一万の位までの数の仕組みを理解する。 ・「一万までの数」の内容から類推（千が20個で二万、など）
3	千万の位までの数のよみ方、かき方について理解する。 ・「一、十、百、千」のくり返し
4	一億までの数の仕組みを理解する。 ・「一万までの数」との関連 ・千、一万を単位とした相対的な見方
5	大きな数の大小比較や、数直線上に数を表したり、数直線上の数をよんだりする。 ・比較すべき位 ・数直線とその仕組み
6	一万の位までの数の加法・減法ができる。 ・千、一万を単位とした相対的な見方
7	数を10倍することについて理解する。 ・位が1つ上がり、右端に0を1個つけた数になる
8	数を100倍、1000倍することについて理解する。 ・10倍の10倍が100倍、100倍の10倍が1000倍 ・位が2つ（3つ）上がり、右端に0を2個（3個）つけた数になる
9	数を10でわることについて理解する。 ・位が1つ下がり、一の位の0をとった数になる
10	練習問題を解く。
11	パフォーマンス課題「一億ってどんな数？」に取り組む。 ・生活場面で実感にくい「一億」という数についての量感をつかみ、表現する ・学習内容を生かし、数を相対的に表現する
12	ペーパーテストに取り組む。

(5) 実践【第11時】「一億ってどんな数？」

導入時には、前実践と同様に、これまでに蓄積してきた学習内容をまとめた掲示物を利用して復習を行った。

「一億円は、一万円札が何枚分でしょう」の問題に対しては、関係図をかくことで、自力で問題解決できる児童が多くいた。中には、「10倍の10倍の10倍の10倍だから、40倍」と誤答している児童もいたので、第7時や第8時のまとめを示すことで、正しい相対的な数の見方を促した。

「一万円札を、一億円分積むと、どれぐらいの高さになるでしょう」の問題では、問題場面を把握しやすくするために、実際に一万円、十万円、百万円、一千万円、一億円の模型を提示した。ここで、児童にとって「一万円は0.1mm」の小数は未習であり、また、本単元の学習内容「一億までの数」と既習内容である「長さ」の内容を横断的に捉えることができるために、『一万円は0.1mm』→『十万円は1mm』までの関係図のかき方を例示し、それ以降の関係図を考えさせた。この問題は児童にとって難しかったようで、手が止まってしまっている児童が多くいた。そこで、前実践での反省を生かし、早い段階でペア活動を取り入れ、解法について話し合わせた。その結果、ほとんどの児童がこの問題を解決することができた。しかし、その後の発展問題を解決できた児童は1名のみであった。一方で、解決はできなくても、「千円札で積むと、1mより高くなる」「十万円札や百万円札で積むと、1mより低くなる」という予想を立てることができる児童は多くいた。全体でのまとめの場面では、ほとんどの児童が「一億は一万の一万倍」を理解することができていた。また、一枚ではわずか0.1mmの一万円札が、一万枚積まれると1mになるということに驚いたり不思議に感じたりする声が上がった。

(6) 考察

本時は、紙幣の模型を教師が示す形で問題場面を把握しやすくしようとした。板書等で平面的に示すよりも、実物を見ることでより題意がつかみやすかったと考える。

前実践での反省を踏まえ、本時では早い段階でペア活動を取り入れ、つまづいている児童が他者との交流の中から問題解決のヒントを得ることができるようにした。この方策は前述した通り、「一万円札を、一億円分積むと、どれぐらいの高さになるでしょう」の問題に取り組んでいるときに有効であった。

一方で、「獲得してきた知識及び技能の活用」の点で課題が残った。前述した「10倍の10倍の10倍の10倍だから、40倍」のような誤答や、「10（cm）の10倍」を本単元の学習内容である「10倍すると位が1つ上がり、右端に0を1個つけた数になる」

ではなく「 $10+10+\dots+10=100$ 」とたし算で考えている児童が複数名いた。このように「10倍」をたし算で考えることも間違いではないが、獲得した知識及び技能を生かそうとする意欲、またこれらの知識及び技能の定着が不十分だったということが分かった。

3 実践③「時間と長さ」の実践（9月）

(1) 目標（永続的理解）

1 kmの量感をつかむとともに、時間と距離との比例関係や速さについての理解の素地を養う。

(2) 本質的な問い

「時刻や時間を求めるには、どうしたらよいらさう」

「kmとは、どんな長さだろう」

(3) パフォーマンス課題の設定

「1 kmより長い？短い？」

本単元では、2年生までに学習した内容に加え「秒」や「km」について学習する。秒などの時間や、1 m, 1 cm, 1 mmといった長さは身近でその量感を児童に実感させることは比較的容易だが、1 kmは実感することが難しい。「 $1\text{ km}=1000\text{ m}$ 」と数字だけで理解するのではなく、1 kmについての量感を確かに実感させたい。本パフォーマンス課題では、1 kmを歩くのにかかる時間から、その量感を捉える。児童が実際に春の遠足で歩いた道のりや普段の登下校など、身近な問題場面を設定することで、主体的に問題解決に取り組みやすくするとともに、今後も本時の学習内容を日常生活において生かしてほしい。また、本時の学習を通して、時間と距離の比例の関係、速さについての理解の素地を養いたい。

(4) 単元学習計画（全10時間完了）

時	学習内容
1	2年生までに学習した時間や長さについての復習を行う。 ・時計のよみ、時間の求め方、時間や長さの単位の変換
2	2つの時刻から、その間の時間を求める。 ・数直線から時間を求める ・ちょうどの時刻や12時を区切りにする
3	時刻と時間から、時刻を求める。 ・数直線から時刻を求める
4	「秒」について理解する。 ・ $1\text{分}=60\text{秒}$ ・「〇秒」の量感
5	「km」について知り、道のりをkmやmで表す。 ・ $1\text{ km}=1000\text{ m}$ ・kmとmを使った道のりの表し方
6	長さの加減計算をする。 ・同じ単位どうしの計算 ・単位の変換をしてからの計算
7	様々な長さの計測の仕方を知り、計測する ・巻尺の使い方 ・適切な計測器具の選択
8	体験活動から、時間と道のりの関係を知る。 ・〇m歩くのにかかる時間 ・時間と道のりの比例関係を理解する素地
9	パフォーマンス課題「1 kmより長い？短い？」に取り組む。 ・1 kmの量感をつかむ ・時間と道のりの比例関係、速さの素地 ・学習内容と日常生活の関連付け
10	ペーパーテストに取り組む。

(5) 実践【第9時】「1 kmより長い？短い？」

導入時には、これまでの学習内容を復習した後、「1 km歩くのにかかる時間は15分」であることを、実際に遠足へ出かけた際にウォーキングメジャーを使って測定したことを想起させ、確認した。

全体で、ある通学班の出発時刻と到着時刻から登校距離が1 kmより長いか短いか考える問題について取り組んだ後、遠足での出発時刻と到着時刻から歩いた距離が2 kmより長いか短いか判断し、その理由を考えるパフォーマンス課題に個人で取り組んだ。どちらの問題も「〇kmより長いか短いか」の判断は全員ができていた。その理由について、根拠を明確に示し論理的に説明したり、テープ図などの関係図をかいて説明したりする児童が多くいた。一方、その理由を表現することが全くできないC-の児童が2名いた。

本時でも、「個人→ペア→全体」の順で意見交流を行った。個人追究の場面では、一部の児童が理由を書くことができなかったが、ペア交流で友達の助言を手掛かりにして、説明を書き始める児童がほとんどであった。全体交流では、①「数直線から求める」、②「テープ図から求める」、③「 $15\text{分}(1\text{ km})\times 2=30\text{分}(2\text{ km})$ の計算から求める」などの解法パターンが見られた。

適用問題として、本校の全通学班の通学時間から「1 kmより長い班・短い班」を判別する問題に取り組んだ。毎日歩いて通学している児童にとって非常に身近な問題であり、どの児童も意欲的に取り組んだ。全員が自分の通学班は1 kmより長いか短いか判別し、ほとんどの児童が全19通学班について判別することができた。

(6) 考察

導入で遠足での出来事や前時の学習内容「〇m歩くのにかかる時間」を想起させたことで、「速さ」や時間と距離の比例関係などの未習事項の素地となる「1 km歩くのにかかる時間は15分」を児童はスムーズに理解することができた。その結果が、前述した「〇kmより長いか短いか」の判断を全員がすることができたという結果につながったと考える。

意見交流では、ペアでの話し合いによって理由を書けない児童が手掛かりをつかんだり、自分とは違う考え方に触れたりすることができ、有効な手だてだったと考える。また、全体交流の場でも多様な考え方に触れることができた。

適用問題は、本時の目標が達成できたかを評価するだけでなく、問題数が多く練習問題としての役割も担うことができた。

児童の振り返りには、「今度、家から1 kmの所まで歩いて15分ぐらいか調べたい」「5分や10分ではどれぐらいの距離なのか知りたい」「僕の班は20

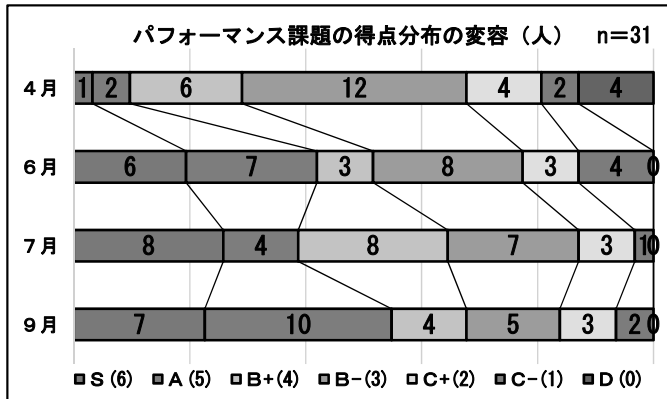
分かっているから、行き帰りで40分。だから、2 km以上歩いていることが分かった」など、本時の学びを実生活と関連付けているものが多くあった。

V 検証

1 ルーブリック評価による得点の変容

資料9は、本研究の実践前(4月)、実践①(6月)、実践②(7月)、実践③(9月)のそれぞれのパフォーマンス課題を資料5の一般的ルーブリックで評価した結果の変容を表したグラフである。

資料9 ルーブリック評価による得点の変容



実践前後を比較すると、上位層(S, A)の人数が大きく増加し、また、下位層(C-, D)の人数が減少している。特に、実践前と実践①での変化が顕著であることが分かる。

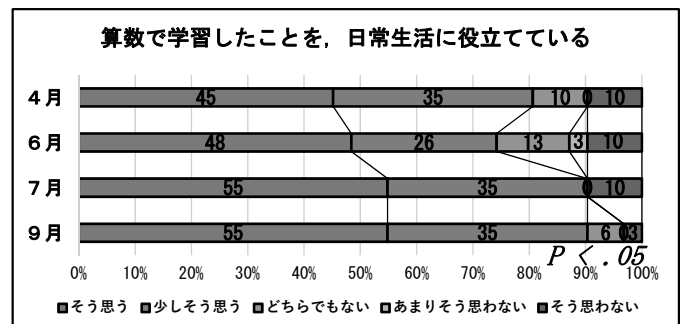
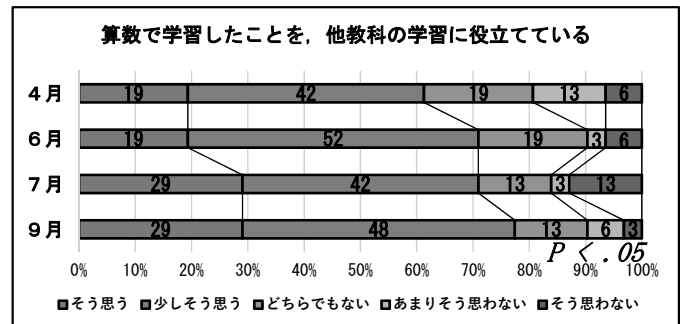
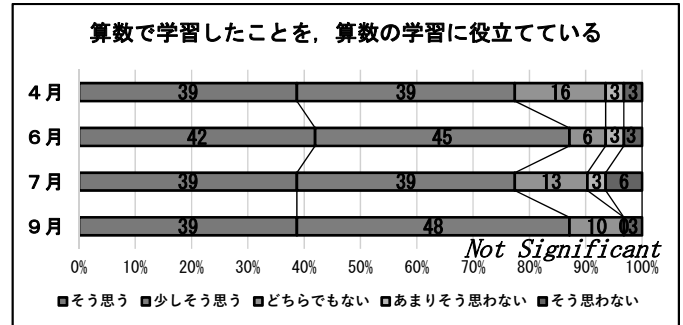
実践①でDの児童が0名となったのは、「逆向き設計」論に基づき、「永続的理解」を「単元を貫くめあて」として常に意識させるとともに、獲得してきた知識・技能を毎時間復習したことで、活用すべき知識・技能を判断することができたためだと考える。その後の実践でも、同様に児童に見通しをもたせ、前時までの学習内容を常に復習するという単元の学習のスタイルを貫き、Dの児童は0名のままであった。

上位層の人数が大きく増加したのは、実践①では「コンパスを使わずに円をかこう」という学習課題に対し、児童がそれぞれオープンアプローチで作業的に取り組んだことで、抵抗なく課題に取り掛かり、多様な考え方が出現するとともに、それぞれが自分の考え方をその作業手順に沿って表現することができたためだと考える。実践②では、教師によるヒントの提示が下位層の児童にとっては有効だったが、上位層の児童にとっては逆に思考を狭め、さらに「一億円」という児童にとって掴みにくい学習だったため、上位層の人数がやや減少している。実践③では、通学路や遠足といった身近な問題設定にしたり、オープンアプローチを意識させたりしたため、課題に主体的に取り組み、多様な考え方が生まれたことで、上位層の人数が再び増加した。

2 アンケートによる意識調査

数学的に考える資質・能力を測るために実施したアンケートの質問項目を、「横」の資質・能力(獲得した知識・技能を活用すること)と「縦」の資質・能力(本質的な内容の理解、論理的、統合的、発展的に考えること)に分けて資料10・11にまとめた。

資料10 「横」の資質・能力アンケート結果



資料10から、獲得した知識・技能を他単元の学習、他教科の学習、日常生活に生かしている児童は増加したことが分かる。中でも、「他教科に生かしている」「日常生活に生かしている」という項目はt検定の結果、有意差が認められた(P < .05)。日常生活と関連付けたパフォーマンス課題の設定により、算数と日常生活が大きく関係しているということや、算数を活用すると便利だということに気付くことができた児童が増加したと言える。

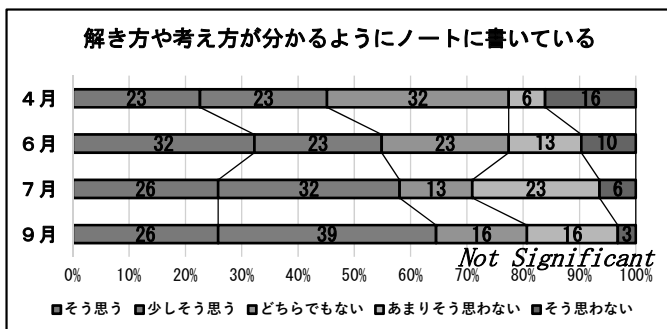
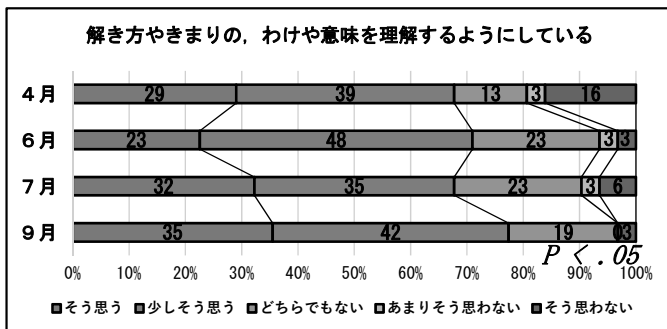
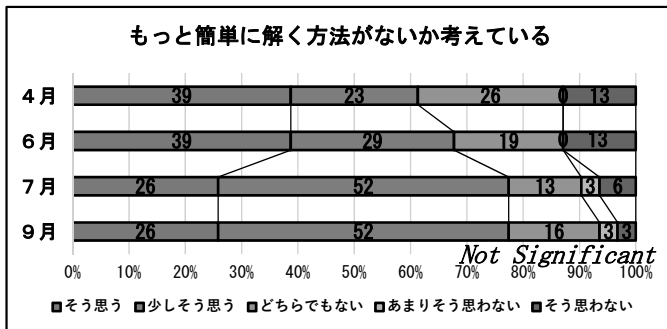
一方、どの項目も6月や7月の実践で一度結果が落ち込んでいる。これは、不慣れなパフォーマンス課題に対して抵抗感を抱いたり、自身の取組の結果に満足できなかったりした児童が一定数存在したためだと考える。

資料11から、「縦」の資質・能力も「横」の資質・能力と同様に、実践前後で数値は好転している。中で

も、「わけや意味を理解するようにしている」は有意差が認められた ($P < .05$)。オープンアプローチで問題解決させたことや、対話的な学習を意図的に取り入れたことで、思考を促進したり、他者の多様な考えに触れたりすることができたことがこの結果につながっていると考える。

しかし、「解き方や考え方が分かるように書いてある」の項目は、実践前の否定的な回答をほとんど減少させることができなかった。これは、多様な考え方を引き出すための指導・支援は行ってきたが、「答え方・まとめ方」については指導・支援が不十分だったためだと考える。

資料11 「縦」の資質・能力アンケート結果



3 抽出児童の変容

(1) 抽出児童について

抽出児童A（以下、「児童A」）は、単純な計算問題やドリル学習は得意で意欲的に取り組むことができるが、複雑な問題に取り組むことや自分の考えを表現することが苦手な児童である。実際に、4月に実施したアンケート調査から、児童A自身もそういったことを自覚しているということが伺える。また、実践前パフォーマンス課題は、無解答で評価はDであった。

このような児童Aの実践前の現状を踏まえ、この児童Aの変容を追うことで、本研究の有効性の一端が実証できると考えた。

(2) パフォーマンス課題への取組

前述の通り、実践前パフォーマンス課題では無解答でD評価であった。

実践①では、「中心」と「中心から3cmのところ」という活用すべき知識を用いて、また、その目印を滑らかに結ぶという技能を發揮して、比較的整った円をかくことができていたが、資料12のように、やや説明の内容が飛躍していたためA評価とした。

資料12 児童Aの解答の一部（実践①）

半分におつてもう1回ちがうところを半分におつて中心をかいて、じょうぎでちょうど3cmのところを4つの線をかきます。線をかいたところに円をかくとできます。（下線著者、◎・△）

「4つの線」とは4本の半径、つまり2本の直径のことだと考えられる。そこまではよいのだが、その後「線をかいたところに円をかく」の部分が飛躍している。おそらく、児童Aはこの部分を「線の端を滑らかに結ぶ」と表現したかったのだと思われるが、表現しきれなかった。

実践②では、教師が示した『「一万円は0.1mm」→「十万円は1mm」』までの関係図をヒントに、その続きを資料13のように表現し、解答を導くことができた。

資料13 児童Aの解答の一部（実践②）

100万で1cm → 1000万で10cm → 1億で100cm
 10cmが10倍で100cmだから、100cm式は $10 \times 10 = 100$ です。

大きな数の相対的な見方や、既習事項である長さの知識・技能を活用して問題解決するとともに、関係図で簡潔かつ明瞭にその解決過程を表現することができているので、S評価とした。

実践③では、「2kmより長いのか短いのか」という距離の問題に対して、時間の計算から答えを求めだけでなく、テープ図でも説明することができた。評価はSとした。

資料14 児童Aの解答の一部（実践③）

2kmより長いですか。短いですか。
 答え
 2kmより(長い)。
 せつめい
 $15分 \times 2 = 30分$
 $8時55分 + 30分 = 9時25分50秒$
 5分短いから2kmより長いです

テープ図で、距離と時間という異なる数量を表すことや、時間のかけ算(15分×2=30分)は未習事項だが、適切に分かりやすく表現することができた。

(3) インタビュー

児童Aに、アンケートの回答結果等を踏まえインタビューを行った。(T…著者、A…児童A)

T: 算数を「役に立っている」と答えているけど、どんなときに役に立った?
A: 前に習ったことが、次の勉強でも出てくる所。
T: 算数の勉強以外ではどうか?
A: わり算はみんなで分けるときに役に立ちます。あまりがあるときも、どうすればよいか学校で勉強したことを思い出しました。それから、1km歩くのに15分かかるといことが分かったから、遊びに行ってたくさん歩いたときに、どれくらい歩いたか分かるようになりました。
T: まとめの問題(パフォーマンス課題)にたくさん取り組んできたけど、こういう問題は好き?
A: 前は難しいから嫌いだったけど、今は好きな問題もあります。できると楽しいです。
T: できなかった問題は、楽しくない?
A: できないと、難しいからおもしろくないです。
T: 算数のときに気を付けていることや大事にしていることは何かある?
A: 先生が言っていた、「早く・簡単に・正確に」。
T: よく覚えていたね。他にはない?
A: きれいに見やすくノートに書くこと。
T: 字を丁寧に書くということ?
A: それもあるけど、見やすく、どうやって考えたのか分かるように、工夫しています。
T: どんな工夫をしている?
A: 式だけじゃなくて、図にかけないか考えたり、意味が分かる説明になっているか見直したりしています。

このインタビューから、パフォーマンス課題の継続的な実践によって、児童Aに「算数は役立つ」という意識が深まったことが分かる。また、問題を単に解決するだけでなく、複数の単元の学習内容を統合的に考えたり、簡潔に、分かりやすく表現しようとしたりする意識につながっていることが分かる。

一方、パフォーマンス課題に対して肯定的な印象を抱くことができるようになったものの、「できないと難しいからおもしろくない」「できると楽しい」のように、複雑で難しい問題への抵抗感は払拭できたとは言えず、「できた」という結果によって、算数への印象が左右されているということが伺える。

VI 結論(成果と今後の課題)

1学期間(6月~9月)に渡る期間に、複数の単元で「深い真正の学習(deep authentic learning)」

を目指したパフォーマンス課題に取り組んだこと、そして、それを支える「逆向き設計」論に基づく単元・授業構想による「永続的理解」を常に意識した主体的・対話的な学習は、本研究で目指した学習や日常生活に「生きて働く『数学的に考える資質・能力』の育成」に有効であることが分かった。特に、学習により獲得した知識及び技能を学習や日常生活に生かすこと、それらと関連付けることといった「横」の資質・能力の育成には成果があったと言える。また、単に「できる」だけでなく「わけや意味を理解するようにしている」といった「縦」の資質・能力の育成にも、一定の成果が見られた。

一方、「簡単に解く方法がないか考えている」「解き方や考え方が分かるようにノートに書いている」の項目で目立った成果が見られなかったことから、「縦」の資質・能力、つまり「教科する(do a subject)」学習や、算数・数学の本質を捉えたりその美しさ等を実感したりするような学習で得られる資質・能力の育成という点では成果があったとは言えない。

また、実践前の構想段階では考えなかったが、実践を重ねる中で実感したことは、「オープンアプローチ」の有効性である。つまづいている児童への教師からの親身過ぎる助言や、児童の思考を狭めるようなヒント等はむしろ逆効果であり、多様な考え方で課題に取り組ませることが、パフォーマンス課題の重要な手掛かりとなると感じた。

今、求められている学力、資質・能力を育むために、今後、ますますパフォーマンス課題はその重要性を認識され、算数科のみでなく、あらゆる教科等で研究、実践されるであろう。今後も、本研究で明らかとなった成果と課題を踏まえ、私自身もよりよいパフォーマンス課題の実践者を目指したい。

引用文献

- ・藤村直之(2012)『数学的・科学的リテラシーの心理学』有斐閣 p.1
- ・齊藤一弥(2017)『学習指導要領が目指す算数の授業』(清水美恵・齊藤一弥編著)『小学校学習指導要領ポイント総整理算数』東洋館出版 p.30
- ・文部科学省(2017)『小学校学習指導要領算数編』東洋館出版
- ・中央教育審議会教育課程企画特別部会(2015)『論点整理』
- ・石井英真(2011)『パフォーマンス評価をどう実践するか』(田中耕治 編著)『パフォーマンス評価 思考力・判断力・表現力を育む授業づくり』ぎょうせい、pp.18-35
- ・Grant Wiggins and Jay McTighe 著 西岡加名恵 訳(2012)『理解をもたらしカリキュラム設計―「逆向き設計」の理論と方法』日本標準 pp.15-40
- ・西岡加名恵(2016)『教科のカリキュラムづくり』(田村知子・村上雅弘・吉富芳正・西岡加名恵 編著)『カリキュラムマネジメントハンドブック』ぎょうせい、pp.96-109
- ・中央教育審議会(2016)『主体的・対話的で深い学びの実現(『アクティブ・ラーニング』の視点からの授業改善)について』『幼稚園 小学校 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)』

主な参考文献

- ・国立教育政策研究所(2015)『OECD生徒の学習到達度調査(PISA2015)のポイント』
- ・国立教育政策研究所(2015)『国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)のポイント』
- ・国立教育政策研究所(2012~2018)『全国学力・学習状況調査結果資料』
- ・小山英恵(2012)『算数単元「平均とその利用」における教育評価→パフォーマンス評価実践への関わりをもとに』(京都市立大学大学院教育研究科紀要『教育方法の探究』第15号、pp.17-24)
- ・山本はるか(2013)『小学校第5学年算数単元「面積」におけるパフォーマンス評価―「だまし絵」作りの実践分析を通して―』(同上第16号、pp.49-56)
- ・四日市市教育委員会(2013)『問題解決能力を高める算数科学習指導の工夫に関する研究→パフォーマンス課題を活用した授業づくり〜』(『研究調査報告集』第300集)
- ・原田三朗(2018)『「使える」レベルの学力をめざす「教科する」授業の学習過程の構想と検討→パフォーマンス課題を活用した小学校算数5年「面積」の実践を手掛かりにして―』(『四天王寺大学紀要』第65号、pp.389-412)
- ・手島勝朗(1985)『算数科問題解決の授業』明治図書出版