

算数科における観察・洞察力の育成を意図した 学習指導と評価に関する実証的研究

岡田 泰 土佐岡智子 大松 恭宏 松浦 武人
植田 敦三

1. はじめに

指導要録の改正に伴い、2002年度から学校現場に目標標準評価（絶対評価）が導入され、6年が過ぎようとしている。この目標標準評価の意義については、2000年12月の教育課程審議会答申において、「学習者一人ひとりの進歩の状況や目標実現状況を的確に把握して学習指導の改善に生かす」、「基礎・基本を確実に習得したかどうかの評価を徹底する」、「上級の学校段階の教育との円滑な接続を図る」、「学年や学級の子どもの数が減少する中で評価の客観性や信頼性を確保する」などの諸点が挙げられている。しかしながら、学校現場においては、細分化された評価基準の作成・改訂の煩雑さへの不満や作成した評価基準の活用のしにくさへの批判の声が現在でも聞かれ、上述した目標標準評価の意義が十分に反映されたものとなっていないという現実がある。

また、算数科教育においては、「系統的」、「抽象的」、「形式的」要素が強いという教科としての特質から、近年の基礎・基本の定着をめざした取り組みにおいて、算数の基礎・基本を算数の学習内容における上位概念に対する下位概念として定義したり、「知識」や「技能」などの目に見えやすい側面、数量化して捉えやすい側面に限定して捉えようとする傾向が依然として見受けられ、目に見えにくい側面、数量化して捉えにくい側面としての「数学的な考え方」や「関心・意欲・態度」の評価の在り方が問われている。

日本数学教育学会研究部は、算数科の評価に関して、「授業改善に生きる評価規準の作成と明確化・重点化」、「評価規準の活用方法」、「数学的な考え方の評価問題の開発及び評価方法」、「関心・意欲・態度の評価問題の開発及び評価方法」等、多くの課題を挙げている（日本数学教育学会研究部小学校部会、2007）。

教育現場における評価に関して、西岡は、教育行政機関や学校現場で作成されている学力評価計画のほと

んどが目標分析の手法を用いて作成されており、評価項目が限りなく細分化されることによって実行可能性が低くなるとともに、「思考・判断」などの高次の学力についてはどの程度のパフォーマンスが見られればよいのかを明らかにする手順が組み込まれていないことに問題があると指摘した上で、評価項目を焦点化すること、学力の種類と評価法の対応関係を考慮すること、学力の長期的な発達を捉えることの必要性を指摘している（西岡、2003a）。また、同様に、高次の学力に関する近年の米国の教育評価研究において、Wiggins & McTigheは、カリキュラムや単元を設計する際には「逆向きの設計（backward design）」^{（注1）}の発想に立ち、明確な評価計画に基づく指導計画を立てる必要性を指摘している（Wiggins & McTighe, 2005）。

本研究では、上述した今日の評価の課題と、西岡、Wiggins等の指摘を踏まえ、広島大学附属東雲小学校（以下、「本校」と称する）算数科が基礎・基本の内容の一つとして設定している「数、量、形を視点とした観察・洞察力」を評価項目として焦点化し、パフォーマンス課題とルーブリックに基づく逆向きの設計による指導と評価の有効性を明らかにすることを目的とする。

2. 算数科の基礎・基本及び観察・洞察力の捉え

本節では、本校算数科における「基礎・基本」及び「観察・洞察力」の捉え方について述べる。

（1）本校算数科における基礎・基本の捉え

本校算数科では、算数科における基礎・基本の内容を、習得される内容としての「数、量、形に関する知識・技能」と、形成される内容としての「数学的な考え方」、「数、量、形を視点とした観察・洞察力」、「数学的な表現力」と捉え、図1のように構造化している。

この図は、本校の全教員がK J法を活用して行った基礎・基本の構造化に基づいて作成したものである（広島大学附属東雲小学校，2006）。

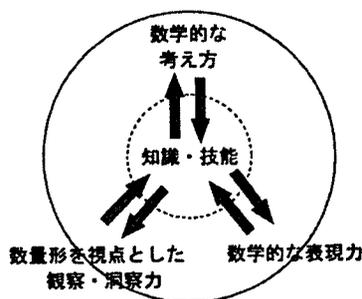


図1 算数科における基礎・基本の構造化図

これらの基礎・基本の内容は、個々に独立して存在しているものではなく、統合・一体化されることによって機能するものと捉えている。また、関心・意欲・態度は、児童が、基礎・基本の内容を、主体的な学習活動を通して身に付け、統合・一体化するために必要不可欠な原動力として捉えている。

(2) 本校算数科における観察・洞察力の捉え

本年度の研究は、上述した基礎・基本の中で、特に、「数、量、形を視点とした観察・洞察力」の育成と評価に焦点を当てて取り組んだ。

算数科は私たちを取り巻く世界に生じる様々な事象、現象を数、量、図形及び関係の観点から把握し、解明し、発展させる過程において、人間形成に対する教育的役割を果たそうとするものであり、このような教育的役割を植田は「数理認識形成」と捉えている（植田，2002）。本校算数科では、算数科における観察・洞察力を「数、量、形を視点として身のまわりの事象を見つめ、本質を見抜く力」と定義している。表1はその下位項目の例である。この算数科における観察・洞察力の育成は、上述した数理認識形成の一端を担うものとして捉えている。

表1 算数科における観察・洞察力

<ul style="list-style-type: none"> ・ 数を視点として身のまわりの事象を観る力 ・ 量を視点として身のまわりの事象を観る力 ・ 形を視点として身のまわりの事象を観る力 ・ 数、量、形、数量の関係を概括して捉える力 ・ 数量関係を把握する力 ・ 表現様式を変換して捉える力 ・ 計算や測定の方法を見通す力 	など
---	----

また、根本は、日本の算数・数学教育の評価の観点として昭和30年改訂の指導要録に示されていた「数量や数学的関係を直観的に把握したり、明確に見通しをつけたりする」ものとしての「数学的な洞察」の観点

が、その後の指導要録の改訂の中で、算数科では「数学的な考え方」へ、数学科では「直観・見通し」の観点を経て「数学的な考え方」へと修正されていることについて、数学的な考え方が意図して指導されるようになったことは極めて好ましいことであるが、一般化を含有し全体を把握する力、普遍を認識する力、構造をみる力、論理一貫したシステムを構築する力などの育成にその深層で寄与する「直観」とか「見通し」といった能力の育成を促す指導と評価の工夫改善が希薄になってきているように思われることが懸念されると述べている（根本，2004）。本校の捉える算数科における観察・洞察力の育成は、根本が主張する「直観」とか「見通し」といった能力の育成にもつながるものと考えている。

3. 観察・洞察力の育成を意図した学習材の開発

本年度、研究プロジェクトのメンバーによって、観察・洞察力の育成を意図した学習材の収集・開発に取り組んできた。本節ではその事例を示す。なお、(1)、(2)の学習材は算数の教科書にも見られるものであるが、特に観察・洞察力の育成を意図した学習材活用の事例として示している。

(1) 第1学年の事例（単元：かたち）

①学習目標

与えられた立体に関する情報から、箱の中にある立体を推測することができる。

②学習材及び学習活動の概要

箱の中に入れた立体の特徴を情報提供者である児童が言葉で述べる。その情報から箱の中にある立体の形を推測する。そのとき、箱の中の立体についての情報はできるだけ少ない時点で言い当てられることが望ましいとする。

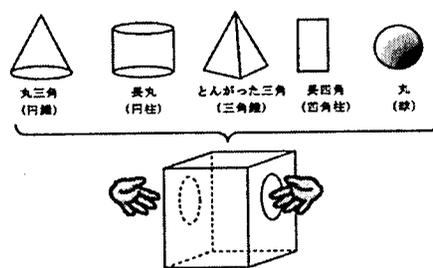


図2 かたちを推測する学習材

例えば情報提供者である児童の「先がとがっている」という情報を聞き、他の児童は「丸三角（円錐）」や「とんがった三角（三角錐）」と答える。また、長丸（円柱）や長四角（四角柱），丸（球）が入っているこ

とは絶対にあり得ないと判断できる。さらに「周りが丸い」という情報を得たのならば、箱の中に入っている立体は丸三角（円錐）であると判断できる。

箱の中の形を言い当てるためには、様々な立体を観察し、それらの特徴の相違点と共通点を捉えておく必要がある。かたち遊びや立体を使った活動・観察を通して得られた経験や知識をもとに、少ない情報から立体を絞り込んでいき、箱の中にある立体を推測する活動は、観察・洞察力の育成につながるものとする。

(2) 第2学年の事例（単元：かけ算）

①学習目標

作成した図から、乗数と積の関係を把握することができる。

②学習材及び学習活動の概要

単に7の段のかけ算の計算練習を楽しむ素材として提示するのではなく、できあがった図を見つめ、きまり（乗数と積の間にある関係）を見つけるように促す。「かける数が1増えると答えは7増える」という既習事項の確認に始まり、「7に2をかけると14、その2倍の4をかけると28、かける数が2倍になると答えも2倍になる」、「 $2 + 4 = 6$ 、 $14 + 28 = 42$ 、 $7 \times 6 = 42$ で、7かける2の答えと7かける4の答えをたすと7かける6の答えになる」、「答えの1の位を見ると1から9までがそろっている」など、乗数や積の多様な関係を把握する活動となる。

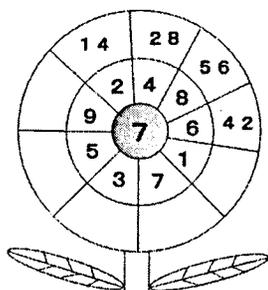


図3 乗数と積の関係を把握する学習材

(3) 第2学年の事例（単元：かけ算）

①学習目標

- ・かけ算の考え方を適用して、ドットの数を工夫して求めることができる。
- ・ドットの数え方を図や式に表すことができる。

②学習材及び学習活動の概要

きまり正しく並んだドットは全体の数を判断しやすいことから、ドットの並び方・形を視点にして並びのきまりを見極め、その考え方を図や式に表していく。また、式からその考え方をよみ取ることで一つの式に

も複数の意味があることを知るとともに、自分の気づかなかった見方・考え方に気づくことになる。実際の学習活動においては図4の㉗から㉚の順に提示していった。また、身近な事象としてサイコロの目（㉗、㉘）や点字ブロック（㉚）を素材として発展的に取り上げることで、日常の様々な場面で事物を数えるときの観察・洞察へとつながるものとする。

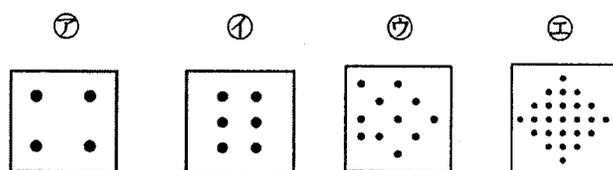


図4 ドットの数を工夫して数える学習材その1

(4) 第3学年の事例（単元：2けたのかけ算）

①学習目標

- ・かけ算の考え方を適用して、ドットの数（3位数×3位数）を工夫して求めることができる。
- ・ドットの数え方を図や式に表すことができる。

②学習材及び学習活動の概要

整数の乗法のまとめの段階として、乗法の意味や計算の意味についての理解を深めるとともに、さらに2位数の乗法の計算の仕方をもとに3位数の乗法（図5の㉗、㉘のように長方形の形に並んだドット図を見て、児童は直観的に乗法を用いて求めることができることに気づく。㉙の図も長方形の形に並んでいるが、提示された図のみでは情報が不十分であることから乗法で求めるために必要な情報（縦横のドットの数）を収集し、ドットの数を求めていこうとする。数値が3位数であることから、既習事項（2位数の乗法）では求められないため、求め方の工夫が必要となる。その際、2位数の乗法の仕方を想起し、分配法則や結合法則を活用したり、2位数の乗法の筆算の仕方をもとに3位数の乗法の筆算の仕方を考えたりする。さらに考え方の工夫が表現された多様な表現様式の変換を行う。

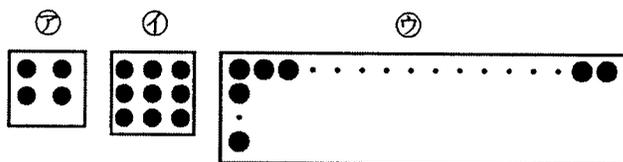


図5 ドットの数を工夫して数える学習材その2

(5) 第4学年の事例（単元：三角形）

①学習目標

一つの角を観察し、多様な三角形をイメージするこ

とができる。

②学習材及び学習活動の概要

図6の㉗のように、袋の中に入れた図形を、その一つの角を少し出した状態で提示する。児童は、どんな図形が隠されているのか興味・関心をもつ。教師から三角形が隠れていることが告げられると、見えている三角形の一部分から「もし、二等辺三角形であるとすると…」、「直角三角形であるならば…」、「正三角形は一つの角の大きさが 60° であるのであの角は小さすぎる」などと、三角形についての既習の知識を活用して、多様な三角形のイメージを膨らませることができる(図6の㉖㉗)。授業では実際に作図を行った。

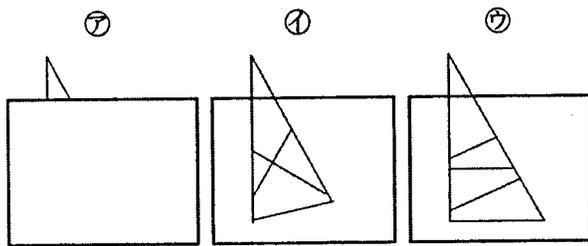


図6 多様な三角形をイメージする学習材

(6) 全学年対象の事例(単元:数の石垣)

①学習目標

「数の石垣」の数の構成に関するパターンを発見することができる。

②学習材及び学習活動の概要

「数の石垣」は隣り合う2つの数の和を上段に書くという仕組みで構成されるものである。計算の習熟のための学習材としても楽しく取り組めるものであるが、例えば、図7の石垣のように、3段目の数が10となるという一つの条件を与えることによって、2段目に5を入れると左右対称の石垣となること、1段目には7より大きな数は入らないこと、さらに1段目の真ん中には4より大きい数は入らないことなどに気づく。

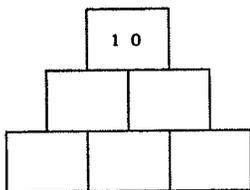


図7 数のパターンを把握する学習材①

図8の石垣では頂上が3で割り切れるという条件が与えられている。この場合、1段目の両端の数の和が3の倍数になるというパターンが潜んでいる。石垣を3段にして頂上が2で割り切れることを条件とした場

合に1段目の両端の和が2の倍数であるというパターンをもとにして考えさせることもできる。和を記入するかわりに加法の式を記入することによって、パターンを生み出す構造に気づくことも可能となる。

本事例は、山本(2006)の文献を参照した。

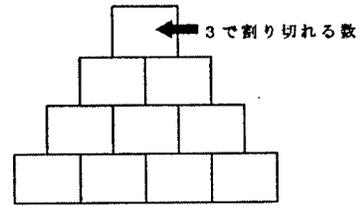


図8 数のパターンを把握する学習材②

4. パフォーマンス課題とルーブリックに基づく評価

本校の求める「基礎・基本」の内容が、児童にどの程度、習得・形成されているのかを、客観的、具体的に評価し、それを指導の改善に活かしていくために、本校では、従来の評価に加え、パフォーマンス課題(performance task)とルーブリック(rubric)に基づく評価を取り入れている。本節では、パフォーマンス課題とルーブリックについて説明を加えらるとともに、その評価法の意義について述べる。

(1) パフォーマンス課題とルーブリック

Wiggins等の提唱するパフォーマンス課題とルーブリックに基づく評価法は、現在日本においてもその実践的な研究が広まりつつある。

パフォーマンス課題とは、学習者が実際に特定の活動を行い、それを評価者が観察し、学力が表現されているかどうかを評価するものであり、これまで見えにくい学力とされてきた思考力や判断力、表現力などの評価に適しているとされるものである。具体的には、自由記述、レポート、作品、実技、朗読、演技、実験操作、口頭発表など様々な方法が用いられている(西岡, 2003b; 田中, 2002)。実際に、このようなパフォーマンス課題に基づいて評価を行う場合、子どもたちのパフォーマンスは個人により異なり、多種多様なものとなる。そこで、それらの多様なパフォーマンスを具体的な視点から吟味検討し、評価するための基準が必要となる。

ルーブリックとは、子どものパフォーマンスの成功の度合いを示す尺度と、それぞれの尺度にみられるパフォーマンスの特徴を説明する記述語で構成される、評価基準の記述形式である。この記述語には実際のパフォーマンスの事例を併記することが望ましいとされている。パフォーマンス課題による評価においては、

児童のパフォーマンスの成功の度合いに幅があるため、その採点指針としてルーブリックが用いられる(西岡, 2004)。

(2) ルーブリックに基づく評価の意義

ルーブリックの記述には多様な形式が用いられており、項目の内容や、観点、基準の数も様々である。本校では、パフォーマンス課題と評価規準及び評価基準を合わせて表記し、評価基準には具体的な児童のパフォーマンス事例を併記するようにしている。

パフォーマンス課題とルーブリックを作成することにより、最終的にめざす子ども像が明確になり、単元設計や授業設計において、その子ども像を具現化するための具体的な手立てが講じられることになる。これは、Wiggins等の主張する「逆向きの設計」の発想に立つものである(Wiggins & McTighe, 2005)。つまり、学習目標に基づいて指導内容、方法を考えた後に評価内容、方法を考えるという流れではなく、学習目標に基づき具体的で明確な評価方法、内容を構想することで、評価規準達成のための指導内容、方法が一層明確化されることになる。また、パフォーマンス事例を併記したルーブリックを活用することによって、こ

れまで学力評価において比較的に捉えにくいとされてきた思考力や判断力、観察・洞察力、表現力について、より客観的に評価することができるようになり、児童の実態に応じた具体的な指導の改善を行うことが可能となる。

5. 実践事例(第2学年「かけ算」)

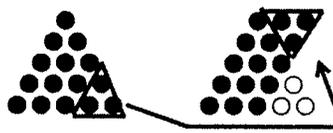
本節では、先に開発した観察・洞察力の育成を意図した学習材の中から第2学年の実践事例を取り上げ、パフォーマンス課題とルーブリックに基づく逆向きの設計による指導の実際を報告する。授業は、11月下旬から12月初旬に実施した。

本実践の学習目標、学習材及び学習活動の概要については第3節(3)に記述している。

(1) パフォーマンス課題及びルーブリック

表2は、本実践の評価に用いるパフォーマンス課題とルーブリックを示したものである。学習目標に基づき、評価規準を「乗法の考え方を活用して、ドットの数を工夫して求めることができる。」と設定した。また、評価規準の達成となる具体的な基準を基準Ⅲとした。さらに、ドットを移動することによって思考の対

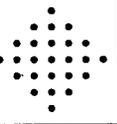
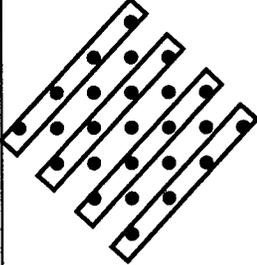
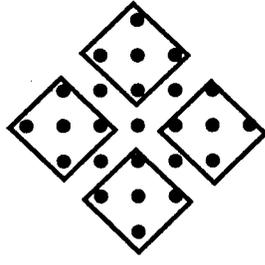
表2 パフォーマンス課題とルーブリック

【パフォーマンス課題】 ドットの数はいくつですか。また、求め方について、図やことば、式などを用いてできるだけわかりやすく説明しましょう			
【評価規準】 乗法の考え方を活用して、ドットの数工夫して求めることができる。(基準ではⅢ以上)			
【ルーブリック】			
	評価基準	児童のパフォーマンス事例	規準達成の手立て
Ⅳ	一目で並びの構造を把握することができるようにドットの位置を動かして、数を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> 三角形の頂点に当たる部分の3つのドットを反転させて移動させると平行四辺形になる。よって、斜めに5個並んだ固まりが3列できる。  $5 \times 3 = 15$	<ul style="list-style-type: none"> 全体の数が15個になることから乗法九九の中で答えが15になる乗法を想起するように促す。 一つ分の固まりを一目で分かるようにするために、ドットを動かす方法を伝える。
Ⅲ	ドットの並びから3または5のまとまりを見出し、乗法の考え方を活用して全体の数を求めることができる。	 $3 \times 5 = 15$ $5 \times 3 = 15$	<ul style="list-style-type: none"> 乗法の考え方を確認する。 一つ分の数×何個分=全体数と乗法の適用場面を想起するとともに、ドットの並びの中に同じ数の固まりを見つけるように促す。 答えが15になるかけ算は2つ。(3×5と5×3)
Ⅱ	ドットの数で解答することについては乗法の考え方を活用してドットを固まりと捉えることができない。	<ul style="list-style-type: none"> $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$ $3 + 3 + 4 + 5 = 15$ $2 \times 7 = 14$ $14 + 1 = 15$ 	<ul style="list-style-type: none"> ドットの並びを縦、横、斜めに見て並び方の規則性に着目するように促す。
Ⅰ	正しく解答することができない。または、正しく解答することができているが、ドットを数えて数を求めている。	<ul style="list-style-type: none"> 無解答 印をつけながら数えたら15個あった。 	

象となる図を変形し、乗法を用いてドットの並びを一目で捉えることができる構造を自ら創り出すパフォーマンス

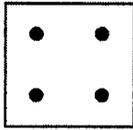
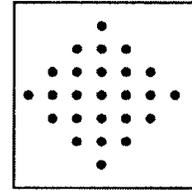
マンスが見られたときには、観察・洞察力のより高い基準を示すものとして基準Ⅳとした。

(2) 指導案 (学習展開)

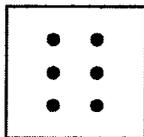
学習活動と内容	教師の働きかけ
<p>1 図を見てドット (●) がいくつあるかを考える。</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ・ 4個 ・ $2 \times 2 = 4$ ・ サイコロと同じ。 </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ・ 6個 ・ $3 \times 2 = 6$ ・ これもサイコロと同じ。 </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ・ 分からない。 ・ ばらばらになっている。 ・ きまりよく並んでいない。 ・ きまりよく並んでいたら数が分かる。 </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> ・ たくさんあって分からない。 ・ 20個ぐらい。 ・ 30個ぐらい。 </div> </div> <p>2 本時の課題を知る。</p>	<p>1 提示されたドット図からドットの数进行予想するように促す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 感覚的にドットの数进行判断するように、ドット図は短い時間しか提示しない。 ・ 数进行判断したときの視点に気づくことができるようにするために、どうしてそう考えたのか进行発表するように促す。 ・ きまりよく並んでいる場合は数进行分かりやすいことを押さえることで、ドットの並び方を視点に数えることに気づくようにする。 ・ 数が多いても並びに着目すれば数え方が工夫できそうなのに気づくようにする。 <p>2 学習課題を提示し、課題解决への意欲をもつことができるようにする。</p>
<p>● の 数 を 工 夫 し て 数 え よ う 。</p>	
<p>3 ドットの数え方を考える。</p> <p>4 自分の考えた方法进行発表する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin: 20px 0;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・ $4 \times 4 = 16$ ・ $3 \times 3 = 9$ ・ $16 + 9 = 25$ (個) ・ $1 + 3 + 5 + 7 + 5 + 3 + 1 = 25$ (個) <ul style="list-style-type: none"> ・ $5 \times 5 = 25$ (個) </div> <p>5 本時の学習のまとめをする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 並び方に着目すればいろんな考え方があることが分かった。 ・ 一つの式でもいろんな方法が考えられる。 ・ かけ算を使うと便利である。 	<p>3 数え方を分かりやすく表現することができるように、図、ことば、式等、いろいろな表現様式を用いるように促す。</p> <p>4 ドットの並び方や形进行視点にしてその構造をよみ取り、見つけた数え方を式に表すように促す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ どんな考え方で数えたのか进行予想することができるように、式だけを発表するようにする。 ・ 式から分かった数え方を図や言葉で表現するように促す。 ・ 同じ式でも数え方の違うものは発表するように促す。 ・ 回転して四隅を移動する考え方が出ない場合は教師が提示する。 <p>5 点字ブロックについて言及し、身のまわりのもので工夫して数えることのできるものがないか問うことで生活の中に数理を追究しようとする関心や態度を深める。</p>

(3) 授業の実際 (児童の思考過程)

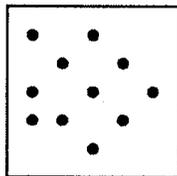
T 1 : 今日はみんなに見てもらいたいものがあります。ちょっとしか見せません。
●の数が分かったら手を挙げてください。
(1枚目の図を一瞬だけ見せる。)



C 1 : 4です。
(多くの児童が「同じです」と言う。)
T 2 : なんで? ちょっとしか見せてないのに。
C 2 : サイコロの目とかで4とかはそういうふうな目の形になっているから。
C 3 : かけ算の $2 \times 2 = 4$ 。
C 4 : 縦と横で $2 \times 2 = 4$ 。
T 3 : そらっ。
(2枚目の図を一瞬だけ見せる。)



C 5 : 6です。
(多くの児童が「同じです」と言う。)
T 4 : どうですか。
C 6 : ドットの黒丸が横に2つずつあるから。
T 5 : 2つずつあって。
C 7 : 3列になっている。
C 8 : 3列あるから $2 \times 3 = 6$ 。
C 9 : ドットが並んでいるから。
T 6 : これは。
C 10 : 8がくる。
T 7 : (3枚目の図を一瞬だけ見せる。)



C 11 : えー。
C 12 : それは見慣れていない。
C 13 : 並んでないし、かけ算でも表せない。
C 14 : 数が多すぎる。
C 15 : 11じゃ。11じゃ。
T 8 : はい (4枚目の図を一瞬だけ見せる。)

C 16 : えー。
C 17 : 丸が多くて数え切れない。
C 18 : ちゃんと並んでいたけどかけ算で数えられない。
T 9 : (もう一回4枚目の図を一瞬見せる。)
C 19 : $4 \times 4 = 16$ 。
T 10 : (これまでの発言をふり返り板書する。)
T 11 : これ先生並べたんだけど (4枚目の図)。
T 12 : (拡大図を提示し、「くふうしてかずをもとめよう」と板書する。)
C 20 : 分かった。
T 13 : 数が分かるのはいいですが、どういうようにして数えたのかわかるように、式や図や、ことばを使ってできるだけわしくかきましょう。
(自力解決の場を設定し机間指導を行う。)
C 21 : $1 + 1 + 3 + 3 + 5 + 5 + 7 + 7 = 25$ 。
(数名が「同じです」と言う。)
T 14 : Aくんの考えどうということだろう。だれかAくんの考えを図で表してください。
C 22 : 分からん。
C 23 : 分かる。
C 24 : ここの1と1を。
T 15 : 図で表して (意図的に図のみで表現させる)。
C 25 : 黙って図に線を入れ、左右対称の位置にある同数を結ぶ。
T 16 : 言葉で説明できる人。
C 26 : ここの1と1 (図を指す) をたして、この1 + 1 (式を指す)。この3 + 3 (式を指す) はここ (図を指す)。5はここここ (図を指す)。7はここ (図を指す)。
C 27 : 1 + 1はこれとこれ (図を指す)。3 + 3はこれとこれ (図を指す)。5 + 5はこれとこれ (図を指す)。7はこれ。向きを変えただけ (上下の対称の位置にある同数を結ぶ考え)。
T 17 : こうだね (図を90度回転させる)。
C 28 : 式の違う方法です。 $1 + 3 + 5 = 9$, $9 \times 2 = 18$ 。 $8 + 7 = 15$ 。
T 18 : これ分かる。
C 29 : (縦の列ごとに右から指しながら) $1 + 3 + 5$ で9で、その2個で $9 \times 2 = 18$ 。 $18 + 7$ (中央の1列) = 25。
C 30 : あー。

- T19：他の式。
 C31：他の式あるよ。3×7と1×4です。21+4=25です。
 C32：3，7ってどこから出てくるん。
 C33：(上下左右の端の一つずつを除いて，3個ずつ丸で囲む。「形が違う」「式が違う」などの声。)
 T20：3の固まりが1，2，3…7(図で確認する)。
 C34：5×5です。(5個ずつ丸で囲んでいく)。
 T21：Bくん何してるか分かる。
 C35：5の固まりを作っている。
 T22：5の固まり何個できた。
 C36：5個
 C37：5×5で表し方が違う。(最上端，最下端の2つのドットを移動して5の固まりを5つ作る)。
 T23：何やったか分かる。
 C38：点を動かして5の固まりを作った。
 T24：最後一つ。
 C39：9+6+4+4+1+1=25(正方形，三角形などいろいろな形でそれぞれの数を囲む)。
 T25：じゃちょっと魔法をかけて。
 (図9のようにドット図に正方形の枠をかける。)

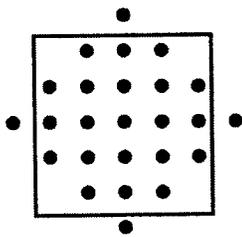


図9 四隅のドットの移動を促す図

- C40：5×5=25。
 C41：あっ，そういうことか。
 T26：(丸い磁石を操作して，ドットの移動を示して5×5となることを確認する)。
 T27：今日はどんな勉強をしましたか。
 C42：たくさん数を数えるとき，いろいろな数え方が分かりました。
 C43：かけ算が使えないときでも，たし算を使えば数えられました。
 C44：ドットの数を表す勉強で，形を変えても答えは同じでした。
 T28：道路に黄色い丸で，このような図があるのを見たことはありませんか。(多くの児童が「ある」，「あるある」，「あー」などの声を出す。)今日の帰りに数えたらいけませんよ。(多くの児童が「えー」という声を出す。)明日は日曜日なので，おうちの人と歩いてみて，「先生，面白いもの

があったよ」とお話ししてくれたら嬉しいなあと思います。

(4) 教師の働きかけと児童の反応をふり返えて

教師が，1枚目の図，2枚目の図を短時間だけ見せた後，図のない状態でドットの数を問うことによって，児童は答えの根拠となる乗法を添えてドットの数を答えている(C3，C4，C8)。また，これらの活動が，3枚目の図，4枚目の図においても，乗法を用いてドットの数を求めようとする意識へとつながっていると考えられる(C13，C18，C19，C34，C37)。これらの児童の反応は，導入から意図的に，本時の評価規準達成に向けての思考が促されていることを示すものであると捉えている。

教師は，意図的に表現様式の変換を促すための発問を繰り返している(T14，T15，T16，T18，T21，T23)。これらの発問に対して，児童は意欲的に他の表現様式に置き換えて表現しようとしている(C25，C26，C27，C29，C35，C38)。この教師の働きかけは，本校が観察・洞察力の下位項目の一つとして挙げている「表現様式を変換して捉える力(表1)」の育成を意図したものであり，本時のみではなく，平素の授業においても意図的に行っているものである。

教師は，ドットの位置を動かすことによって一目で並びの構造を把握し，簡単な乗法で答えを求めることができる段階を評価基準Ⅳに位置づけている。教師は，授業において，その見方を促す働きかけを行っており(T25)，児童はこれまで自分がもっていなかった見方で，図を見つめることができた(C40，C41)。

しかし，T25の働きかけの段階まで，ドットを移動することを促す教師の働きかけがなされていなかった。評価基準Ⅲで規準達成とみなされる(表2)のであるが，さらに基準Ⅳの段階へ高めるためには，早期の段階での働きかけが必要であったと考えられる。例えば，導入の3枚目の図で，一つだけドットを動かすことによって乗法で答えを求められるような図を提示するなどの働きかけも考えられる。

6. ルーブリックに基づく評価と指導

本節では，ルーブリックに基づく評価を行い，本実践研究の有効性を検証するとともに，指導の改善を図る。

(1) ルーブリックに基づく評価

本実践では，実践の事前と事後において，表2に示したパフォーマンス課題とルーブリックに基づく評価を行った。なお，課題に用いた図は，図10に示したように，事前と事後とは異なる図を与えて比較した。

(表2のパフォーマンス事例は事後のものである。)

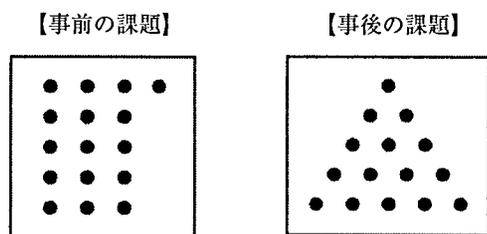


図10 パフォーマンス課題の図

表3は、ループリックに基づき、事前と事後の児童のパフォーマンスの変容を示したものである。

表3 児童のパフォーマンスの変容①

評価基準	事後					
	IV	III	II	I	計	
事前	IV	0	0	0	0	0
	III	1	6	0	0	7
	II	2	21	4	0	27
	I	0	3	1	0	4
	計	3	30	5	0	38

また、表4は、評価規準が達成されているか否かという観点から、事前と事後における児童のパフォーマンスの変容を示したものである。

表4 児童のパフォーマンスの変容②

評価基準	事後			
	IV・III	II・I	計	
事前	IV・III	7	0	7
	II・I	26	5	31
	計	33	5	38

表4より、事前調査において基準I・IIであった児童が31人いたが、事後にはその内の26人が基準IV・IIIへと変容していることが分かる。これらの変容は、本実践による評価規準の達成を意味するものである。

また、事前と事後において、評価規準を達成した児童の比率に関して有意差が認められた (McNemarの検定, $p < .01$) (注2)。しかしながら、事後においても基準IIに位置づく児童が5人いた。

事前調査の段階では、学習したばかりの乗法九九の考え方が活用しにくい実態が見られた。乗法九九を学習しているにもかかわらず、数を数えるときには2とびや5とびの数え方を用いて、それから残ったものを加えるというものである。事前で基準Iであった4人の児童は2とびの数え方をしており、それ自体は乗法

の考え方ではあるが、立式ができていなかった。しかし、事後ではその内の3人が基準IIIへ、1人は基準IIへとパフォーマンスの変容が見られた (表3)。学習を進める過程で式の意味理解、乗法の意味理解が深まったものと考ええる。

事前の基準I、基準IIから基準IIIへ変容した児童については、乗法の考え方を活用するために、縦や横、斜めに規則性を探す見方をするようになってきていることが、パフォーマンスに認められた。例えば、C児は、事前にはドットに一つずつ丸印を付けながら数えていただけであった (基準I) が、事後にはドットを3個ずつ丸で囲み、「 $3 \times 5 = 15$ 」と式表示している (基準III)。また、D児は、事前にはドットを2個ずつ丸で囲んでいき、その固まりが7つできてドットが1個余ることから、「 $2 \times 7 = 14$, $14 + 1 = 15$ 」と式表示していた (基準II) が、事後にはドットを5個ずつ丸で囲み、5個の固まりが3つできることから「 $5 \times 3 = 15$ 」と式表示している (基準III)。これらのパフォーマンスの変容は、いずれも、事後における評価規準の達成を示すものである。ただし、事前の基準IIの児童においては、課題を見て直観的に飛び出した一つを除いて規則正しく並んだ部分を求め、1を加えるという考え方が多く見られた。これは課題の特性がもたらす傾向であるとも考えられる。今後の検討課題としたい。

基準IVに達している児童についてはドットを移動して5の固まりを作るための工夫を行っていた。しかし、移動が複雑なものもあった。だが、移動することによって分かりやすくしようとする考え方が見られたことは学習における変容であると考ええる。

(2) 評価に基づく指導

多くの児童が乗法の考え方をを用いて課題解決に当たることができたが、全てを同じ数の固まりとして捉えることができなかつたり小さい数の固まりをたくさん作って全体数を求めたりする児童もいた。児童にとっての工夫と教師の意図する工夫との間にずれが生じていたと思われる。そこで、次時には、この場合の工夫が分かりやすさや手際よさを表すことであり、一目見てすぐに分かるということであることを確認した。そのためには式は簡潔で少ない方がよいこと、固まりの個数は少ない方がよいこと、ごちゃごちゃしていない方がよいことなど、児童が課題を解決するための視点を絞り、具体的に示した。また、乗法の考え方をを用いるためには同数の固まりを作ることから始まるが、ドットが15個あることを最初に示してから求め方を工夫する活動も行った。積が15になる乗法九九は、「 $3 \times$

5」と「 5×3 」である。児童にはワークシートを2枚配布し、それぞれの式を表す図をかくように指示した。固まりの作り方は様々出たが、それらを比較したり観察したりすることを通して、近くにあるドットを固まりとすることのよさに気づいたり、規則性が見られる固まりの作り方に美しさを感じたりする児童の発言が見られた。

なお、本実践の評価に活用したループリックの基準Ⅲについては、表2のパフォーマンス事例に見られるように、それぞれの固まりを全て合同な図形として捉え表現しているもの（ 5×3 の例）、合同な図形とそうでないものが混在しているもの（ 3×5 の例）、さらに適当に同数ずつ線で囲んで固まりを作ったものなども全て基準Ⅲとしている。このような乗法の考え方を活用した捉え方の違いに基づいて、さらに基準Ⅲを細分化した基準を作成することも可能である。今後のループリックの作成・改善に活かしていきたいと考えている。

また、本単元では、単元を通して教師が与えた学習材そのものを思考の対象としていた。児童が自ら数学的な構造を含む並びを構成する活動の場を設定することも、今後は行っていきたいと考えている。

7. おわりに

本年度は、算数科における観察・洞察力の育成を意図した学習材の収集・開発を行うとともに、パフォーマンス課題とループリックに基づく逆向きの設計による指導と評価の有効性を明らかにすることを目的として、研究に取り組んできた。

学習材の収集・開発については十分とは言えず、今後も多数の学習材を収集・開発し、分類整理することを通して、算数科における観察・洞察力の育成に資する学習材開発の要点を抽出していきたいと考えている。

また、収集・開発した学習材を用いたパフォーマンス課題とループリックに基づく指導と評価については、限定的な実践ではあるが、その有効性を明らかにすることができたことは大きな成果であった。また、パフォーマンス課題とループリックを作成することにより、学習指導の目標、内容、方法が一層明確になるという「逆向きの設計」の意義と、事後の具体的な指導改善につながるという有用性を、実践を通して肌で感じることはできたことは、今後の研究推進への励み

となるものである。今後も、学習材の収集・開発とともに、パフォーマンス課題とループリックの開発を継続していきたいと考えている。

(注)

- 1) Wiggins & McTigheは、カリキュラムや単元を設計する際に、望まれている結果を明確にする（第1ステージ）、承認できる証拠を決定する（第2ステージ）、学習方法や教授方法を計画する（第3ステージ）という手順を踏むことにより、学習の目標、内容、方法が一層明確化されると主張している。このプロセスを「逆向きの設計（backward design）」と称している。パフォーマンス課題及びループリックは、第2ステージの承認できる証拠として位置づけている。
- 2) 検定の手法については、岩原（1964）の文献を参考にした。

引用（参考）文献

- 広島大学附属東雲小学校. 2006. 小学校教育に求められる基礎・基本を問う—ループリックに基づく指導と評価—. 東洋館出版社. pp. 18-22.
- 岩原信九郎. 1964. ノンパラメトリック法. 日本文化科学社. pp. 44-45.
- 根本博. 2004. 数学教育の挑戦. 東洋館出版社. pp. 70-79.
- 日本教育学会研究部小学校部会. 算数科の評価に関する課題. 日本数学教育学会誌算数教育. p. 48.
- 西岡加名恵. 2003a. 教科におけるポートフォリオの活用. 指導と評価. 図書文化社. pp. 52-55.
- 西岡加名恵. 2003b. 教科と総合に活かすポートフォリオ評価法. 図書文化. pp. 140-144.
- 西岡加名恵. 2004. 評価指標（ループリック）. 日本教育方法学会. 現代教育方法事典. 図書文化社. p. 293.
- 田中耕治. 2002. 新しい教育評価の理論と方法Ⅰ. 日本標準. pp. 37-46.
- 植田敦三. 2002. 算数科教育学. 共同出版. pp. 5-6.
- 山本信也. 2006. 数の石垣. 東洋館出版.
- Wiggins, G. & McTighe, J.. 2005. *Understanding by Design*. Association for Supervision and Curriculum Development. pp. 13-34.