

小学校理科における科学的な見方や考え方を 重視した授業に関する研究

—一枚ポートフォリオを活用して—

中村 彩夏

奈良教育大学大学院教育学研究科教職開発専攻

A study of Science Lessons to Foster a Scientific View and Way of Thinking
in Elementary Schools
-By Using OPP Sheet-

Ayaka Nakamura

School of Professional Development in Education, Nara University of Education

〈あらまし〉 文部科学省（2008）は、理科教育において、科学的な思考力・表現力の育成の観点から観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたりする学習活動の充実等が求められていることを示している。これらの視点は今後の理科教育においても引き継がれると考えられる。しかし、授業者が学習過程において児童の思考の内実を捉えることは容易ではない。実際、限られた授業の中で様々な表象の要素を表現させ、それらを授業者が捉える機会などを設定しにくい状況にある。そこで、そのような理科教育の課題や幾つかの仮説より、本研究では小学校理科における科学的な見方や考え方を目指す授業デザインを行った。その中で、授業過程を視覚化する一枚ポートフォリオを活用した。本稿では、ある児童の変容や類型整理の結果を用いて、授業のグランドデザインとしての意味を持つとされている一枚ポートフォリオの効果的な使い方とその留意点について述べている。

〈キーワード〉 小学校理科 科学的な見方や考え方 表象 一枚ポートフォリオ

1. 研究の背景

理科は、学習において実験・観察等を通して新たな概念を形成するために重要な科目であると言えるだろう。しかし、それらを実施しても興味関心を高める段階、あるいは事象を検証することにとどまることが多い。したがって児童の思考や表現を捉えることの困難さにつながりかねない。イメージや素朴概念などを明確にさせ、児童が思考する過程でうまくそれらに関連付けさせる指導が、児童の表現や思考を促すことにつながるのではないかと考えた。

2008年3月に公示された小学校学習指導要領（以下、「現行の指導要領」とする）以降の理科では、

科学的な思考力・表現力の育成の観点から観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたりする学習活動、探求的な学習活動の充実があげられてきた。この視点は、2017年3月に告示された学習指導要領（以下、「新学習指導要領」とする）でも引き継がれている。このことから今後の理科教育でも、科学的な思考力・表現力の向上のための具体的な方略の検討がより一層重要となると言えるだろう。

しかしながら現状としては以下の通りである。2012年に実施された全国学力・学習状況調査（理科）において、観察、実験の結果を整理して考察し

たり、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることに課題があることが明らかになっている（国立教育研究所、2012）。これに関してこうした課題が生じた原因の一つとして、和田・森本（2015）は「学習過程における子どもの思考の内実を捉えることが容易ではないため、思考・表現活動を活性化させるための具体的な教授方略の検討が十分に進まない状況にあることが考えられる。」と述べている。さらに、和田・長沼・森本（2015）は、理科学習における子どもの思考・表現は、言葉のみならず、表やグラフ、図や数式など、極めて多様な表象の要素が相互に関連し合うことによって具体化されると述べている。しかしそれを用いて表現する機会などが、限られた授業時間の中で設定しにくい状況であることを指摘している。

また、現行の学習指導要領では科学的な見方や考え方を養うことが示されている。さらに「児童の科学的な見方や考え方が一層深まるように、観察・実験の結果を整理し表現する学習活動を重視する。」と示された上に、ここでは「観察、実験において結果を表やグラフに整理し、予想や仮設と関係づけながら考察を言語化し、表現することを一層重視する必要がある。」とある。

したがって、これらの現状と先行研究より、筆者は理科学習における科学的な見方や考え方を養うことにおいて、心的な表現を意味する表象（representation）の観点から検討することに関心を持った。

2. 研究の方向性

2.1. 先行研究

2.1.1. 科学的概念について

科学的概念の獲得過程として、山懸（2006）は「科学的概念を受容する過程と、日常的概念を科学的概念と統合する過程が必要」と述べている。さらに、田島・茂呂（2003）は、「日常経験と科学的概念を積極的に結びつけることが、理解へ向かうプロセスである」と述べている。

「科学的」とは実証性、再現性、客観性の条件を満たしたものである。理科学習で生まれる「科学的な見方や考え方」と呼ばれるもの（現行の指導要領）は、子ども自らが独自に生み出すことはない。理科の学習において、主体的に問題解決を行ったり、他者との交流を通して、自分が持っている概念を崩したり、強化したりしながら、少しずつ科学的なものに変容させることであり、結果や概念を包括するものである。

したがって本研究では科学的概念を、「日常の経験から得た既存の概念と、理科学習における経験と知識をつなげ、統合させることで獲得される科学的

な見方や考え方」とする。

2.1.2. 科学的な見方や考え方について

新学習指導要領の教科の目標として「科学的な見方や考え方を養う」という記載はされておらず、「理科の見方・考え方を働かせ、(略)問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次の通り育成することとする。」と示されている。

そこで、現行の学習指導要領と新学習指導要領における「見方や考え方（見方・考え方）」の捉え方を述べる。

現行の学習指導要領における「見方や考え方」

問題解決の問題解決の活動によって児童が身につける方法や手続きと、その方法や手続きによって得られた結果及び概念を包括する。(略)問題解決の能力や自然を愛する心情、自然の事物・現象についての理解を基にして、見方や考え方が構築される。

新学習指導要領における「見方・考え方」

資質・能力能力を育成する過程で児童が働かせる「物事を捉える視点や考え方」である。

これらのことから、「科学的な見方や考え方（見方・考え方）」の捉え方は、現行の学習指導要領と新学習指導要領ではやや異なり、後者は問題解決のために必要な資質・能力を育成するための手段として示されている。

以上のことから、今後の理科教育においても科学的な見方や考え方を重視する授業展開は重要だと言えるだろう。本研究では、基本的に前者の「科学的な見方や考え方」と同様の捉え方をし、それに関して重視した授業を展開する。(ただし、後者を参考にしている部分もある。)

2.1.3. 表象について

心理学事典（1981）によると、直感的に心に浮かぶ像をいう。すなわち、刺激の存在がなく、受容器に興奮が生じないにも関わらず、浮かぶ事物や人の像である。

また、Gilbert（2008）は、「表象とは主に学習過程において子どもの心的な表象が外化された結果としての外化物、あるいは教師が提示する教材など、学習に有意義な機能を有する外的な表象（external representation）を意味する。」と提言している。

森本信也（2015）は、「「表象」とは、外的な表象

が子どもに内化され、自己のものとして操作可能な内的な表象の段階に達している状態を意味するものとする。」と定義した上で以下のことを述べている。

理科における表象形式・レベルは、内容領域による解釈や重要性に差はあるものの、観察、実験などの具体的な活動を通じて事象把握する活動的表象、視覚的イメージなどによる事象把握である映像的表象、そして数式や言葉などによる事象把握である記号的表象の3つの形式・レベルに大別できる。和田・森本(2010)は、こうした理科学習における3つの形式・レベルの表象の移行と科学的概念の構築過程との関連性を明らかにし、これを表象ネットワークとして模式化している(図1)。

理科学習において、子どもにイメージや言葉等による表現活動を要請し、その内容を表象ネットワークモデルと関連付けて分析することによって、子どもの思考の内実を捉えることができると考えられる。

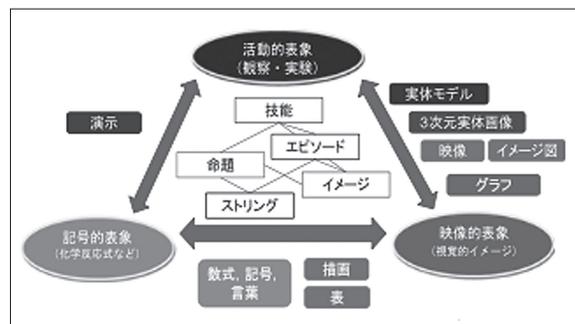


図1 表象ネットワーク

「表象」を定義づけることは難しいが、上記のことを参考に、本研究では「表象」を「教師が提示する教材や心的な表象を外化したもの、また、それらを再び児童に内化されるもの」とする。先にも述べたが、様々な表象の要素(図1の黒字部分)を用いて表現する機会などが、限られた授業時間の中で設定しにくい状況等を踏まえ、本研究では様々な表象の要素を考慮した授業を設定したいと考える。

2.1.4. 一枚ポートフォリオ

一枚ポートフォリオは堀が2002年に開発したものである。堀(2013)によると、一枚ポートフォリオ評価とは、「教師のねらいとする学習の成果を、学習者が一枚の用紙(OPPシート)の中に授業前・中・後の学習履歴として記録し、その全体を学習者自身に自己評価させる方法」と定義される。

今まで、多くの学習内容において、一枚ポートフォリオを用いた実践的な研究が数多く行われている。堀・山崎(2005)は、科学概念をトップダウン的およびボトムアップ的に内容を構成し、一枚ポートフォリオを用いたカリキュラム評価が適切に機能

するかを実証している。さらに、玄間・堀・幡野(2005)によれば、構造的に内容を把握する手助けとしての一枚ポートフォリオの効果を明らかにしている。

一枚ポートフォリオを用いる長所として、橋本(2006)は次の4点を挙げている。

- ・学習者が自己の振り返りができる。
- ・学習者にとって学習過程における自己の変容が把握できる。
- ・教員にとって適切な児童理解の資料となる。
- ・教授方法の適正化が図ることができる。

しかしながら、一枚ポートフォリオの多くは授業回数に合わせた欄や、「予想・結果・考察」、「本時の最も重要な点」といった毎授業同じ構成のものを目にする事が多い。このことから、児童の記述等から評価をしたり、授業改善には繋げることは効果があるが、そもそもイメージしにくかったり言葉で書けない児童の姿をあまり捉えることができていないのではないかと考える。

これらのことから、本研究では一枚ポートフォリオを以下のように活用する上での仮説を立てた。

仮説

単元における授業デザインを行う中で単元のねらい等に合った一枚ポートフォリオを作成する。表象の要素を活用し、児童が事象をどのように捉え、その仕組みをどのように推論しているのかを一枚ポートフォリオを通して教師と児童ともに捉える。そしてその先の授業における指導の改善、思考・表現の更新につなげ、科学的な見方や考え方の獲得に迫ることができるのではないだろうか。

2.2. 研究の目的

理科教育としての課題や一枚ポートフォリオの課題等の先行研究を踏まえた先の仮説に基づいて以下を本研究の目的とする。小学校理科における科学的な見方や考え方をめざす授業デザインの中で、授業過程を視覚化する一枚ポートフォリオの効果的な使い方とその留意点を明らかにする。

本研究は課題解決実習Ⅱにおける実践を通して行った。連携協力校である実践校では、現行の学習指導要領に即して授業が行われているため、今回の実践研究においても、現行の学習指導要領の目標、つまり「科学的な見方や考え方を養う」ことに基づいた方針のもと授業を行う。

3. 研究の進め方

3.1. 研究対象

本研究のための授業実践は、公立小学校で201x年10月1日から10月26日まで行われた。対象学年は、第4学年の児童のうち、本単元における授業を全て出席した56名である。

3.2. 視点

授業改善の視点

一枚ポートフォリオを活用し、活動概念形成過程を視覚化する活動を通して、獲得した科学的な見方や考え方をより確かなものにする授業。

目指す子どもの姿

- 生活概念や既習事項について整理しながら考えることができる。
- 自分の学びを振り返り、見方や考え方、自身の学び方が高まったことを実感できる。

3.3. 指導の工夫

上記の授業改善の視点、子どもの姿を受け、一枚ポートフォリオを活用し、授業をデザインする上で以下の点を留意し、指導の工夫を行う。(4つの工夫)

- ①単元の解釈
- ②事象（観察・実験等）の提示の工夫
- ③考えを深める交流の場の工夫
- ④自分の学びを振り返る活動

①単元の解釈

単元における授業デザインを行う上でまず、単元についての解釈を行う必要がある。(教材解釈も含む。) そのため、本単元を展開する前に以下のことに着目する。

- a. 目標や内容を明確にする
- b. 目標や内容に合った教材の作成
- c. 本単元の内容と児童の経験や基地を明確にすることとその分析

児童は、学習前に自らの生活経験等を元に素朴概念を保持しているためそれらを捉える。

②事象（観察・実験等）の提示の工夫

理科の学習を進める上で切っても切り離すことのできないものは観察・実験である。したがって、目的意識を持ち、見通しを持った観察・実験を行うことができるように発問や指示の工夫を行う。「何のために実験を行うのか」「この方法で実験を行うことで何を見るのか」等、表現・思考も促すことができるように工夫する。

③考えを深める交流の場の工夫

実践Ⅰの課題の一つとして、ことばつなぎを他の児童と共有したりする機会があまりなかった。活動が個々の活動にとどまってしまった場合、結果や考察の違いは様々な理解、誤った見方や考え方になりかねない。したがって、グループやクラスのイメージや考えを出し合ったりして共有する場を学習過程に位置付ける。

④自分の学びを振り返る活動

一枚ポートフォリオを通して、毎時間自身の考えや表現に関して振り返る活動を取り入れる。さらに、単元末では「分かったこと、考えたこと、どう生活にいかせるか」等の視点をもとに学習の振り返りを行うようにする。

3.4. 一枚ポートフォリオの工夫

先に述べた現在の一枚ポートフォリオの課題と考えられる点、授業の視点と指導の工夫を踏まえ、一枚ポートフォリオを作成する上で工夫する。

3.5. 検証方法

以上のことを踏まえ、どの程度科学的な見方や考え方を持つことができたか分類整理し検証し、学習過程の記録における児童の思考や変容、傾向を把握する。また、自らの学びの高まりに関するアンケートを行う。その中で、今回の実践において授業をデザインしていく中で一枚ポートフォリオの有効性を明らかにしていく。

4. 実践報告

4.1. 単元について

4.1.1. 単元のねらい

本実践では、小学校第4学年理科「とじこめた空気や水」の授業を行った。

本単元のねらいは、「空気及び水の性質について興味・関心をもって追究する活動を通して、空気及び水の体積変化や押し返す力とそれらの性質とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、空気及び水の性質についての見方や考え方をもつことができるようにすること」である。

閉じ込めた空気を押し縮めると体積は小さくなる。一方、元に戻ろうとして手応えは大きくなる。また、水は、空気と異なり押し縮めることができず、体積が変わらない。このような空気や水の性質を手ごたえなどの体感を元に、体積変化と押し返す力を関係付けて捉えられるようにすることが重要である。

また、目に見えない空気や水を視覚化して考える方法としてモデル図などを使って説明し、表現の工夫を通して思考を深めることができると考える。

このように、現行の学習指導要領に示されている「科学的な見方や考え方」に準じながら、新学習指導要領では「粒子」を柱とする領域では、質的・実体的な視点で捉える」と示されていることからモデル図（粒子モデル）も用いて本単元を進めていくこととする。

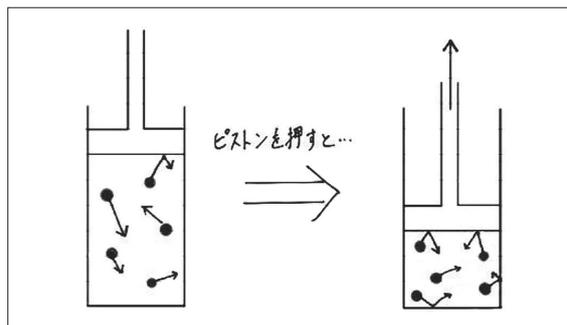


図2 分子運動

気体分子の動ける範囲（=体積）が減少すると、分子が筒に衝突する回数が増えるため、圧力が増加する。

<ボイルの法則>

気体が外部と出入りせず、温度が一定のとき、気体の圧力P (Pa) は、体積V (m³) に反比例する。

$$PV = \text{一定}$$

本単元で目指す科学的な見方や考え方

ア 閉じ込められた空気を圧した場合の、体積と押し返す力を関連づけて見る。

イ 閉じ込められた空気と水に力を加えた場合を比較して違いを見る。

上で示した本単元での科学的な見方や考え方に迫るため、「加える力」と、「体積」と「手ごたえ（押し返す力）」の関係性を捉えさせること「関係付けて」という観点（アについて）の指導を重視した（図2）。

現行の学習指導要領の「小学校・中学校理科の「エネルギー」「粒子」を柱とした内容の構成」より、本単元との系統性を表1に示す。

表1 「小学校・中学校理科の「エネルギー」「粒子」を柱とした内容の構成」

粒 子			
粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子のもつエネルギー
4年「空気と水の性質」 ・ 空気の圧縮 ・ 水の圧縮		3年「物と重さ」	4年「金属、水、空気と温度」
		5年「物の溶け方」	
	6年「燃焼の仕組み」	6年「水溶液の性質」	
中学1年「物質のすがた」		中学1年「水溶液」	中学1年「状態変化」

さらに、本単元は高校の学習内容「ボイル・シャルルの法則」につながると言えるだろう。圧力と体積の関係、ボイルの法則について述べる。

押し棒を押すと、押し返されることを感じる事ができる。これが、「手ごたえ」である。

これは、気体の体積を小さくすると中の圧力が上がることを意味している（図2）。

4. 1. 2. 指導にあたって

体験活動による感覚的な気づきや疑問を大切に、単元学習を科学的な理解へつなげる。

空気や水を圧することと体積変化を関係付けて考えたり、体積変化と押し返す力を関係付けて考えたりするために、モデル図を用いて考えさせる。さらに、第1節でも述べたように一枚ポートフォリオを活用することで、児童の表現や思考の支援や指導者の指導に活かす。

さらに、気づきなどを出し合いながら考えることができるようにペアやグループ活動を多く取り入れ、粒子の運動を動作で表現させたり、モデル図や用いて説明させたりして、考えを伝え合うことができるようにする。また、根拠を持って説明することができるように、何と何が関係あるのか、それを行うことで何が分かったと言えるのか等、数値や感覚的な気づき等の表現に関しても重視して指導を行う。

4. 2. 教材について

4. 2. 1. 一枚ポートフォリオの実施概要

作成した一枚ポートフォリオは基本的に授業計画（表2参照）に示した課題に合わせて作成を行った。いずれの授業においても、計画した6回の授業で一枚ポートフォリオを用いる。初回と最終回の授業で

は同じ単元を貫く問いを設定している。学習課題から実験結果や考察に至るまでのイメージ、そして毎回の授業終わりに5分程度の時間を取り学習の足跡として記録させる。そして最終回の授業時には単元を貫く問い、裏面に学習の振り返り、そして自己評価を書いてもらうようにしている。この自己評価に関しては、学習目標には一致させておらず、学び方に関して振り返られるようにした。

各欄の書き方については、①学習課題②キーワードや表を用いて表す実験結果③イメージ図(粒子モデル)④分かったこと、考えたこと⑤分かったこと、考えたこと、どう生活に活かせるか、を指示している。特に②については多様な表象の要素と関連付けさせながら指導を行い、思考・表現において次の授業などにつなげられるようにした(図3、図4)。

保管に関しては、通常時は三つ折りにし、授業終了毎に回収し、授業時にはこれまでの児童自身の記録を見ることができるよう開いて記録させる。単元終了後には三つ折りにし、裏面の真ん中の面を糊付けしてノートに貼らせることとする。

4.3. 授業実践

授業計画は以下の通りである。

表2 授業計画

時	学習活動		一枚ポートフォリオ
1	存在する空気	ビニール袋を使って空気を集めたり、とじこめたりして、空気の性質について気づいたことを話し合う。	左上(表)
2		空気鉄砲の性質を考える。	中上(表)
3	とじこめた空気	とじこめた空気に力を加えた時、空気の体積や押し返す力はどのように変化するか調べる。(1)	右上(表)
4		とじこめた空気に力を加えた時、空気の体積や押し返す力はどのように変化するか調べる。(2)	右下(表)
5	とじこめた水	とじこめた水に力を加えた時、水の体積や押し返す力はどのように変化するか調べる。	中下(表)
6	とじこめた空気や水の性質	空気や水の性質の利用について考える。 まとめ/自己評価	左下(表) 右(裏)

このような計画で授業を行ったが、一枚ポートフォリオの児童の姿を捉える中で、不十分であった指導や、補うべき点等も見えたため、2時間分補足授業を行った。

5. 結果と考察

5.1. 類型分析

【小学校学習指導要領 理科 第4学年 内容A(1)】

閉じ込めた空気及び水に力を加え、その体積や押し返す力の変化を調べ、空気及び水の性質についての考えをもつことができるようにする。
ア 閉じ込めた空気を圧すと、体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなること。
イ 閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められないこと。

国立教育政策研究所教育課程センター「評価基準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料(小学校理科)」(2011)の科学的な思考・表現の観点において、「自然の事物・現象から問題を見だし、見通しをもって事象を比較したり、関係付けたり、条件に着目したり、推論したりして調べることによって得られた結果を考察し表現して、問題を解決している。」と示されている。先にも述べたが、上のアに関しては第四学年の「関係づける」という観点であり、イは第三学年の「比較する」という観点で位置付けられている。

ここでは、実践の成果について結果と考察という点から報告を行う。

アは本単元で重視した「関係付ける」の観点である。一枚ポートフォリオの児童の記述対して、以下の解答類型(表3)を用いて評価を行った。

ここでは評価規準とは別に「適切な」表現という意味で1と2の項目を設けた。イは「比較する」の観点である。一枚ポートフォリオの裏面の記述に対して、以下の解答類型(図4)を用いて評価を行った。

表3 ア「関係付ける」の観点の解答類型

解答類型	率 (%)	正答
(正答の条件) 閉じ込めた空気に加えた力と体積、及び手ごたえを関係付けて述べている。 (正答例) 閉じ込めた空気に力を加えると、体積は小さくなるが、加える力を大きくするほど手ごたえは大きくなる。		
1 加える力と体積、及び手ごたえの関係を一文で述べている。	21.4	◎ (A)
2 加える力と体積、及び手ごたえの関係を二文で述べている。	42.9	○ (A)
3 加える力と体積の関係のみ述べている。	23.2	(B)
4 加える力と手ごたえ(押し返す力)の関係のみ述べている。	3.6	(B)
5 どの関係も述べていない。	8.9	(C)

表4 「比較する」の観点の解答類型

解答類型		率 (%)	正答
(正答の条件) 空気と水の性質を比較して述べている。 (正答例) 閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められない。			
1	空気と水の性質を適切な表現で比較して述べている。	71.4	◎(A)
2	空気と水の性質を比較している。	12.5	○(B)
3	空気の性質のみ適切な表現で述べている。	5.4	(B)
4	水の性質のみ適切な表現で述べている。	1.8	(B)
5	空気、水の性質のどちらについても述べていない。	8.9	(C)

上の解答類型からも分かるように本単元で目指す科学的な見方考え方のアに関することは約6.5割の児童が、イに関しては7割以上の児童が目標に達している。このことからおおむね満足できる数字であると言えるだろう。

5.2. 児童の変容

5.2.1. A児の事例から

ここでは授業過程を視覚化する一枚ポートフォリオの有効性を児童の記述や、クラスのある児童の効果的な変容が見られたもの等を用いながら示す。

まず、A児の記述からポートフォリオの記述とその変容を例に挙げて示す。

A児は空気の粒や動きを表すことや、感覚的な言葉で表すことができる児童であるが、想像を論理とつなげる(感覚を科学的に近づける)ことが難しく、科学的な言葉を用いることが得意な児童であった。



図5 A児の第5時(水の学習)の記述

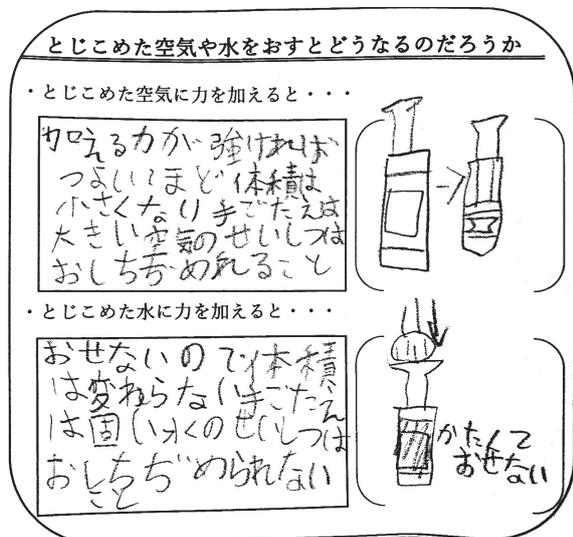


図6 A児の第6時(まとめ)の記述

水の学習の記述(図5)からも、加えた力と体積を結びつけられていないことが分かる。しかし、まとめの記述(図6)からは、単元末に改めて空気の学習のことや、全体を振り返る活動を取り入れる中で、これまでの自身の記述やイメージを収束させることができ、水に関しても加えた力と体積、及び手ごたえの関係性を捉えられていることが分かる。このことから、事象と関連づけさせる工夫として一枚ポートフォリオに表象の一つであるイメージ図を取り入れた設計を行うことで、「圧せない」という事象をイメージ図で表し、水に関することに関しても空気の記述やこれまでの自らのイメージ図等を振り返ることと言語化することにつながったと言える。

5.2.2. B児、C児の事例から

B児の記述からポートフォリオの記述とその変容を例に挙げて示す。

図7からも分かるように文章を書くことに苦手意識を持っている児童である。しかし、数値やキーワードで書きながら思考を深めていっていることが分かる。特に、最後のまとめ(左下)のイメージ図から、これまでの自身が表出してきたキーワードと事象をつなげ合わせようとしている様子が見られる。

また、図8のC児は、第4時の表の中に感覚的な言葉を述べている。その際、あまり体積そのものについては捉えることができていないが、次の時間では力の入れ具合に関する記述をしており、最後のまとめではこれまでの記述と比べるとかなりの変容が見られる。

これらのことから、これまでの一枚ポートフォリオの多くに見られた毎回の授業の大切なことのみを言葉で記述させる構成では、児童の

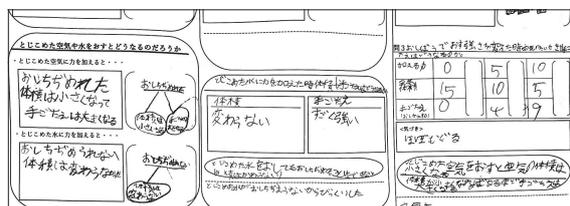


図7 B児の記述の変容

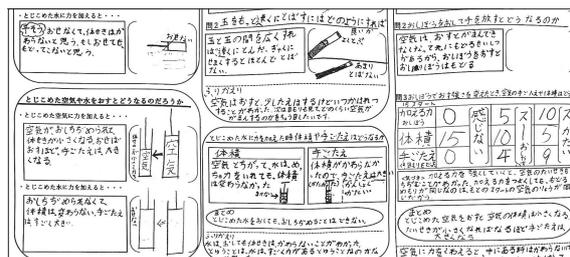


図8 C児の記述の変容

姿を捉えにくかった。しかし今回の実践で用いた一枚ポートフォリオのように感覚的に感じたことをキーワードや表等を用いて表す構成にすることで、児童の思考の変容につながったと思われる。

5. 2. 3. 児童が捉える学びの変容

ここでは先に述べた、一枚ポートフォリオや4つの手立て等を通して目指す児童の姿についての考察を授業の結果や考察、アンケートから述べる。

第6時では自らの学びを振り返らせる活動を取り入れた。その際、第1時と第6時の同じ問いに対する記述を見たところ、「すっごく賢くなった」といった声が多く聞こえた。

また、学習の振り返りとして行った自己評価アンケートを行った。質問用紙には、「理科の授業は楽しかったですか?」、「実験をして自分の考えを書けましたか?」という二つの質問に対して、それぞれ「楽しかった・あまり楽しくなかった・楽しなかった」、「自分なりのイメージ図を書けた・キーワードを使って書けた・書けなかった」という回答項目を設けた。これに関して、学び方の振り返りのため単元の評価基準とは一致させておらず、回答として複数解答可とした。その結果を以下に示す。

「自分なりのイメージ図を書けた」と回答した児童：29人中22人であった。
 「キーワードを使って書けた」と回答した児童：29人中12人であった。
 「書けなかった」と回答した児童：29人中3人であった。

この結果から多くの児童が一枚ポートフォリオを用いて自分なりのイメージ図を書けたと感じていることが分かった。4つの手立てを取り入れ、空気の動きを表すイメージ図（粒子モデル）を用いた活動を行うことで、空気鉄砲の仕組みや、空気が押し縮められるまでの過程を考えさせる学習につながったと言えるだろう。

6. おわりに

ここまで、科学的な見方や考え方を養うことに迫るため、一枚ポートフォリオを活用した授業デザインを行い、その結果と成果を述べてきた。

一枚ポートフォリオは、学習過程を視覚化できる特性があるため、そのツールを機能させるため、指導にける留意点や指導の工夫と関連付けて指導を行った。そうして図1のような多様な表象要素を関連させ合い、単元における科学的な見方や考え方をより確かなものになることを目指した。

その結果、授業における科学的な見方や考え方の

解答類型の数値はおおむね満足できるものに近づいた。このことから、本研究の実践で実施した単元においては以下の方法を行うことで先の結果を導いたと言えると考ええる。

- ・一枚ポートフォリオの活用
- ・様々な様態の表象要素の関連付け
- ・場面に応じて行う指導の工夫

このように科学的な見方や考え方を目指す授業デザインを行う中で、授業過程を視覚化する一枚ポートフォリオの効果的な使い方と留意点が明らかになった。学習過程を視覚化し、表裏一覧によって学びの振り返り（思考の流れや各学びの関係の意識化）を導くことができる一枚ポートフォリオを活用する上での効果的な使い方とその留意点を整理したものを以下に示す。

- ・多様な表象（表現）を捉えるツールを取り入れ、児童の姿を捉える
- ・指導の改善や補充
- ・児童自身の学びの振り返り

このような変化をもたらせられたのは、教科の特性や、教材理解、そして児童の姿（素朴概念も含む）を捉えることがとても大きく影響したと考える。しかしながら、イメージ図や感覚的な言葉の表出を行い過ぎたことでイメージや感覚的な言葉が混同してしまう児童もいた。指導において留意するべきであった点も類型解答の分析からも明らかになった。

さらに一枚ポートフォリオでの毎授業の児童自身の振り返りの深さは児童によって、そして日によっても異なった。指導者の指示の仕方等によっても、児童の思考や表現は異なる。今回は解答類型から傾向を探ったが、適切な書きの指示や指導、言語活動にもさらに目を向けることで、指導者が毎授業児童の傾向毎にどのように指導したらよいかより明確になることであろう。

今回は実習生として実践を行ったため、児童のこれまでの学び方や、担任の先生これまでの指示の仕方等は考慮できなかった。そのため、一枚ポートフォリオのデザインにおいて、ややワークシートのになり児童の記述の自由さや柔軟性には欠けている面もあり、やや課題が残った。一枚ポートフォリオを継続的に行うものとして考えるのであれば児童の実態、つまり成長に応じて変化させていくことが求められる。

今後授業のデザインを行う上で、教科や単元の特性、そして児童の素朴概念を捉えるとともに、イ

メージや感覚的な表現をどのように「科学的に」の変容につなげられるか、さらなる継続研究を進めたい。

謝辞

本研究にあたり、奈良教育大学教職大学院の小柳和喜雄先生、山本吉延先生をはじめ先生方には懇切丁寧なご指導をいただきましたことに心より感謝申し上げます。また、実践研究に対し、ご理解ご協力を賜りました連携協力校の校長先生、指導教諭をはじめとする教職員の皆様、児童の皆様、深く御礼申し上げます。

参考引用文献

- 福岡敏行 (2007) 「概念地図法」理科の教育 4 月号 (通巻657号) 東洋館出版社pp44-47
- 玄間修・掘哲夫・幡野順 (2005) 中学校の植物の学習における一枚ポートフォリオの活用に関する研究—中学校理科「根や葉のつくりやはたらき」の単元を事例にして—, 日本理科教育学会 第55回全国大会発表資料集, pp.8-16
- Gilbert, J. (2008). Visualization. Theory and Practice in Science Education. Springer, pp.3-24
- 国立教育政策研究所 (2012) 平成24年度全国学力・学習状況調査【小学校】報告書. <http://www.naire.go.jp/12chousakekkahoukoku/> (参照日2017.9.6)
- 国立教育政策研究所教育課程センター (2011) 評価基準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料 (小学校理科). https://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/shou/04_sho_rika.pdf (参照日2017.9.6)
- 橋本健夫・楠本正信 (2006) 一枚ポートフォリオを活用した理科学習 (I). 長崎大学教育学部紀要. 教科教育学, Vol.46, pp.63-75
- 掘哲夫・山崎恵 (2005) 一枚ポートフォリオを用いた授業内容の改善に関する研究—中学校理科「原子・分子」の単元を事例にして—, 日本理科教育学会第55回全国大会発表資料集, pp.7-19. 株式会社毎日コミュニケーションズ
- 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説理科

編

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/12/28/1231931_05.pdf (参照日2018.7.20)

文部科学省 (2017) 小学校学習指導要領解説理科編

http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387017_5_1.pdf (参照日2018.7.20)

文部科学省 (2011) 小学校理科の観察, 実験の手引き

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/senseiouen/1304651.htm (参照日2018.7.20)

文部科学省 (2017) 幼稚園教育要領、小・中学校学習指導要領等の改定のポイント

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/newcs/_icsFiles/afieldfile/2017/06/16/1384662_2.pdf (参照日2019/1/15)

森本信也 (2007) 考え・表現する子どもを育む理科授業. 東洋館出版社

諸葛正弥 (2008) フィンランドメソッド実践ドリル. 毎日コミュニケーションズ

外林大作〔ほか〕編 (1981) 誠信 心理学辞典, 誠信書房

田島充士・茂呂雄二 (2006) 科学的概念と日常経験間の矛盾を解消するための対話を通じた概念理解の検討. 教育心理学研究, Vol.54, pp.12-24

和田一郎・森本信也 (2011) 子どもの科学概念構築過程における表象機能の操作因子に関する研究. 理科教育学研究Vol.51, No.3, pp.169-179

和田一郎・森本信也 (2010) 子どもの科学概念構築における表象の変換過程の分析とその教主的展開に関する研究—高等学校 化学『化学反応と熱』の単元を事例に—. 理科教育学研究, Vol.51, No 1, 117-127

和田一郎・長沼武志・森本信也 (2015) 子どもの理科学習における表象移行を促進する教授方略に関する事例的研究. 理科教育学研究, Vol.56, No.2, pp235-237