

学位論文

円滑な学びのつながりをめざす
小学校・中学校の理科指導方略の研究

広島大学大学院教育学研究科 文化教育開発専攻

D135276

土井 徹

目次

序章 本研究の背景と目的・方法

- 第1節 本研究の背景と目的
- 第2節 本研究の方法
- 第3節 論文の構成

第1章 小・中学校の学びのつながりに関する教科教育の先行研究

- 第1節 理科における先行研究
 - (1) 小・中学校の学びをつなぐ視点と方策の提言
 - (2) 小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究
 - (3) 理科における先行研究から得られる知見
- 第2節 他教科等における先行研究
 - (1) 算数科・数学科における先行研究
 - (2) 国語科における先行研究
 - (3) 社会科における先行研究
 - (4) 外国語活動・英語科における先行研究
 - (5) 他教科等の先行研究から得られる知見
- 第3節 まとめ

第2章 理科学習指導に対する小学校教員と中学校教員の価値観

- 第1節 小・中学校教員の学習指導全般に関する共通点と相違点
- 第2節 小・中学校教員の学びのつながりに対する意識
- 第3節 小・中学校教員の理科学習指導に対する価値観
 - (1) 調査方法
 - 1) 質的調査法の採用
 - 2) データの採取方法
 - 3) データの分析方法
 - (2) 調査結果
 - (3) 考察
- 第4節 まとめ

第3章 小学生と中学生の理科授業に対する認識と要望

- 第1節 調査方法
 - (1) 調査について
 - (2) 調査対象および時期

第2節 調査結果

- (1) 日頃受けている理科授業の様子
- (2) 理科授業への要望

第3節 考察

- (1) 実験の児童・生徒にとっての位置づけ
- (2) “考察”と“結論”の指導
- (3) 授業のあり方

第4節 まとめ

第4章 実践的検証

第1節 我が国の小学校で行われている理科授業の実態

第2節 小学校6年生「電流による発熱」の事例

- (1) 調査方法
 - 1) 調査の目的
 - 2) 調査対象
 - 3) 調査時期
 - 4) 調査手続き
- (2) 調査結果
- (3) 考察

第3節 小学校において粒子概念を導入した事例

- (1) 小学校3年の「ものの重さ」の学習に粒子概念を導入した事例

- 1) 調査方法
 - ①調査対象児童
 - ②調査方法および実施時期
 - ア. 事前調査
 - イ. 事後調査
- 2) 授業内容
- 3) 児童の反応
 - ①事前調査と同一のテストの結果
 - ②空気をスプレー缶に入れる前後の様子
 - ③同体積の真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールの重さが異なる理由
- 4) 考察

- (2) 小学校4年の空気に関する学習に粒子概念を導入した事例

- 1) 調査方法
 - ①調査対象児童
 - ②調査方法および実施時期

- 2) 結果
 - 3) 考察
 - (3) 小学校6年の水溶液の学習に粒子概念を導入した事例
 - 1) 調査方法
 - ①調査対象児童
 - ②実施時期および調査の概要
 - 2) 結果と考察
- 第4節 小学校6年「生物と環境」に大気中の二酸化炭素濃度の日変化を導入した事例
- (1) 小・中学校学習指導要領および理科教科書における記述
 - 1) 調査の対象
 - 2) 調査結果
 - (2) 二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由に関する小学校6年生の考え方
 - 1) 調査の概要
 - 2) 結果
 - 3) 考察
 - (3) 中学校の学習への円滑なつながりを意図した授業実践
 - 1) 授業の概要
 - 2) 授業における児童の様子
 - 3) 2回目と3回目の調査結果の比較
 - 4) 考察
- 第5節 小学校6年「生物と環境」および中学校3年「自然と人間」に外来種を導入した事例
- (1) 方法
 - 1) 教科書の調査
 - ①対象
 - ②方法
 - (2) 試行授業
 - 1) 授業方略の検討
 - 2) 児童の認識の分析
 - (3) 結果
 - 1) 教科書の調査
 - ①教科書に掲載されている外来種
 - ②外来種の可能性がある生物
 - ③特定外来生物
 - ④要注意外来生物
 - 2) 試行授業

①授業の概要

②学習前後の小学校6年生の外来種に対するイメージ

③外来種とのつきあい方に関する児童・生徒の考え

(4) 考察

1) 教科書の調査

2) 試行授業

3) 今後に向けて

第6節 まとめ

終章 本研究の成果と今後の課題

第1節 本研究の成果と結論

(1) 理科および他教科等の先行研究から得られた知見

(2) 理科学習指導に対する小学校教員と中学校教員の価値観

(3) 小学生と中学生の理科授業に対する認識と要望

(4) 実践的検証

(5) 結論

第2節 今後の課題

(1) 発達段階を踏まえた小・中学校の観察・実験の指導に関する検討

(2) 小学校低学年の学習と理科の円滑なつながりに関する検討

引用参考文献一覧

序章 本研究の背景と目的・方法

第1節 本研究の背景と目的

近年、いわゆる「中1ギャップ」と呼ばれる、中学校進学に伴う新しい環境への不適応等の課題が指摘されている。課題の具体例は、中学校における授業での理解度の低下、問題行動等の増加であり、その要因として、学習内容が高度化すること、小・中学校の授業形態の違い、児童・生徒の学習上の問題が小・中学校教員間で十分共有されていないこと、子どもの生理的成熟の加速化、小学校文化と中学校文化の差を背景とする小学校教員と中学校教員の意識の差等が挙げられている（文部科学省中央教育審議会総会，2008；文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会学校段階間の連携・接続等に関する作業部会，2012；安彦，2013；千葉市教育センター，2004；菅谷，2013；毛利，2008）。そして、この課題の解決に向けて、小学校高学年で専科教員による教育を充実させることや、中学校の授業で小学校段階の教育内容を再度取り上げて指導すること、教師の相互交流を促進することといった提言が行われている（文部科学省中央教育審議会総会，2008）。一方で、多くの問題が顕在化するのは中学校進学時であっても、小学校段階から問題が始まっている場合が少なくはなく、したがって小学校からの連続性に着目することが中学校の課題の解消につながるとの提言もある（国立教育政策研究所生徒指導・進路指導研究センター，2014）。「中1ギャップ」の捉え方に相違が見られるものの、双方ともに子どもの発達に連続性に着目して段差を解消することで課題を解決しようとするものである。

他方、段差も必要であるとの主張もある。お茶の水女子大学附属幼稚園・小学校・中学校・子ども発達教育支援センター（2008）は、1997年より継続する小学校と中学校、幼稚園と小学校の学びのつながりについての教育研究において、校園種をつなぐ「接続期」が存在し、学びのつながりのキーワードは、「なめらかな接続」と「適度・適切な段差」であると述べている¹⁾。「なめらかな接続」については、子どもたちの戸惑い・不安・期待・緊張を受け止めるために必要であり、「適度・適切な段差」については、子どもがステップアップの実感をもつとともに学びたいという動機を高めるために必要であるとの考えであり、異なる立場と経験をもつ異校種の教師たちの教育観の摺り合わせが鍵になると指摘している。

児童・生徒の成長を考えると、切れ目のない連続よりも何らかのギャップがあることこそが有益であるとの主張もある（広田ほか，2011）。石村・藤森（2015）は、この主張を実証的に考察するために小中連携に関わる教員の意識を調査し、①小・中学校の段差は、子どもによってはそれまでの自分自身をリセットするチャンスになる可能性がある、②小・中学校の段差を乗り越えていくことに教育的意味がある、③教員から見た小・中学校間の段差には「プラスの段差」と「マイナスの段差」がある、との認識にまとめられると報告している。そして、子どもが不適応を起こすような「マイナスの段差」は「あってはならない段差」であるが、成長のチャンスとなるような「プラスの段差」は「教育的に乗り越えさせる段差」であり、シームレスであることは子どもにとって教育的意味がないと主張した。すなわち、

現在、我が国では、小・中学校の接続について、①段差を無くすることが必要、②段差がない場合も必要であるが、乗り越えることが可能な段差が必要な場面もある、③乗り越えることが可能な段差は必要であり、段差を無くすることは教育的に意味がない、との3つの主張がある。

それでは、中等教育での“理科離れ”など段差が顕著に現れる理科では、小・中学校の学びのつながりについて、どのような取り組みが行われているであろうか。国立情報学研究所の学術情報データベース CiNii（以下、CiNii と表記）を用いて、平成 27 年 8 月 3 日に「小学校 中学校 接続」をキーワードに検索を行った結果、170 件の先行研究があった。年代ごとに見ると 1981～1999 年は 16 件、2000～2009 年は 40 件、2010 年以降は 114 件が確認され、2010 年以降、研究が急速に進展していることがうかがえる。170 件の先行研究のうち、理科教育に関連するものは 14 件であった。これら 14 件のうち 10 件は東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校による 11 年間を通して主体性を育むための小・中学校の理科カリキュラム構築を目指した研究で、具体的には、思考力、判断力、表現力の育成に重点を置いて、話し合いや発表を用いた授業と評価方法の開発である。したがって、小・中学校の理科の学びのつながりに焦点を当てた研究は、僅かに 4 件である。そこで、キーワードを変更して検索を行った結果、小・中学校の学びをつなぐ視点と方策の提言（例えば、後藤，2011；長谷川ほか，2013；葉山ほか，2006；林，2013；甲斐，2011；鎌田・隅元，2010；菊池ほか，2008；木下ほか，2012；小林，1997；三次，2011；大箸・石原・熊野，2014；富山，2008；内ノ倉，2011），小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究（例えば、別木ほか，2013；藤田・福江・佐伯，2014；源田・西村，2008；今林・石田・進藤，2011；河村・唐木，2001；近藤，2010；近藤，2007；西川，2008；西川，2007；お茶の水女子大学，2006；小野瀬，2011；清水・野辺・鮫島，2011；玉野井・明崎・蒲生，2010；円谷，2007；和田・森本，2003；山下・小野寺，2009），小・中学校の学びをつなぐための教師支援に関する実践研究（例えば、井形，2014；川勝，2009；筒井，2009），児童・生徒の実態調査（例えば、加藤，2009；加藤，2008；加藤，2007；椎窓・宮脇，2006），小・中学校の教師が保持する科学観と理科授業の関係（清水，2002）が確認された（傍点は筆者による。以下同じ）。小・中学校の学びをつなぐ取り組みは開始から日が浅く、実証研究の蓄積が不十分であることが指摘されている（学校体系におけるアーティキュレーション研究会，2009）が、理科教育では近年、研究の進展が見られ、これらの研究によって、小・中学校の理科における円滑な学びのつながりを担保するための問題点やそれを改善するための具体的な知見が複数の単元において示されている。また、小・中学生が日頃受けている理科授業のおよその様子は推察できる。しかしながら、理科授業に対する小・中学校教師の価値観や小・中学生の理科授業に対する要望といった授業構築の基盤に影響を与える点についての研究は行われていない。また、小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究は、電気や粒子など特定の分野についての研究成果の蓄積は進んでいるが、例えば小学校における粒子概念の導入については賛否両論が見られること、あるいは環境教育についての研究報告は見られないなど、これ

からの研究の蓄積が待たれている状況にある。

我が国の小・中学校の理科教育課程は、スパイラル式を採用しており（猿田，2008），現行の小・中・高等学校の学習指導要領すべてに、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」を柱とする学習内容の系統を示す表が示されるなど，小・中・高等学校の円滑な学びのつながりが担保されることを前提としたカリキュラムとなっている。したがって，理科教育において，小学校から高等学校までの学びを円滑につなぐために，先に述べた3つの立場のうち，どの立場に立って具体的にどのような指導方略を用いるのかについて提案することは，「意図されたカリキュラム」を「達成されたカリキュラム」にするために極めて重要であるとともに喫緊の課題でもある。

そこで，本研究の目的を，小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略を提案することと定め，以下の4点を研究課題として設定する。

研究課題(1) 理科および他教科等における小・中学校の学びのつながりに関する先行研究から，円滑な学びのつながりを可能する小・中学校の授業を実現するための知見を得る。

研究課題(2) 小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観を明らかにする。

研究課題(3) 小学生と中学生は自分たちが受けている理科授業をどのように認識し，どのような要望をもっているのかを明らかにする。

研究課題(4) 研究課題(1)(2)(3)の結果に基づいて，小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略について実践的に検討する。

第2節 本研究の方法

研究課題(1)では，円滑な学びのつながりを可能するための授業を実現するための要件を見出すための文献研究である。理科のみならず他教科等の先行研究も精査する。

研究課題(2)では，小・中学校教員の理科授業に対する価値観を明らかにするために文献研究および，小学校教員と中学校教員を対象に質問紙調査とインタビュー調査を行う。質問紙調査では，授業における小・中学校の学びのつながりへの意識の有無について回答を求め，インタビュー調査は，①理科授業を通じて子どもにどのようになってもらいたい，②日常的に行っている理科授業の展開，③理科授業で大切にしていること，の3項目について行い，インタビューの反応に応じて，観察や実験の位置づけや子どもが喜ぶことを大切にしているか等についても補足的にインタビューを行う。インタビューによって得られたテキストデータは SCAT (Steps for Cording and Theorization) によって分析を行い，小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観の相違点と共通点を明らかにする。

研究課題(3)では，小学生と中学生を対象に質問紙調査を行う。小・中学校で行われている理科授業の様子と授業への要望を比較するとともに，理科授業における中1ギャップを検討するために，小学校理科の学習経験が豊富な小学校6年生と中学校理科の授業を1年間経験し，かつ小学校理科の記憶が残っているであろうと思われる中学校2年生を調査対象とする。

質問紙は、(1)日頃受けている理科授業の様子、(2)理科授業への要望、(3)中学生が困っていること、が明らかになるように構成する。

研究課題(4)では、研究課題(1)、(2)、(3)の調査結果を踏まえて、小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざす指導方略について、複数の単元（粒子領域、エネルギー領域、生命・地球領域）で事例研究を行う。

第3節 論文の構成

本論文の構成は次のとおりである。

序章では、本研究の背景と目的・方法を述べる。本研究の背景として、「中1ギャップ」の現状と課題解決への取り組みを示し、理科教育関連の先行研究を概観した上で、研究上の課題について述べる。そして、本研究の位置づけを明示した上で、研究目的を定めて、研究課題と研究方法を示す。

第1章は、研究課題(1)「理科および他教科等における小・中学校の学びのつながりに関する先行研究から、円滑な学びのつながりを可能する小・中学校の授業を実現するための知見を得る」に対応する。

第2章は、研究課題(2)「小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観を明らかにする」に対応する。小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観の共通点と相違点を明らかにした上で、研究課題(1)の成果を統合して小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保する要件を整理する。

第3章は、研究課題(3)「小学生と中学生は自分たちが受けている理科授業をどのように認識し、どのような要望をもっているのかを明らかにする」に対応する。小学校と中学校で行われている理科授業の共通点と相違点、および小学生と中学生の理科授業に対する要望を明らかにする。得られた知見に研究課題(1)(2)の成果を統合して、小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざす理科の指導方略の要件を示す。

第4章は、研究課題(4)「研究課題(1)(2)(3)の結果に基づいて、小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略について実践的に検討する」に対応する。第3章で示した指導方略の要件を視点に授業を構想・実践し、小・中学校の理科における円滑な学びのつながりを担保することを視点に行った実践事例を分析する。さらに、その結果から得た知見に基づいて、第3章で示した指導方略の要件を修正することで、小学校と中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略を提案する。

終章では、本研究の成果と結論、および今後の課題を示す。

注

1) お茶の水女子大学の研究附属幼稚園・小学校・中学校・子ども発達教育支援センターにおいて、「なめらか」とは、段差がなくシームレスであるとの意味で用いられている。しかし、本研究においては、類似の言葉である「円滑」を、段差がなくシームレスであるとの意味ではなく、児童・生徒の成長に寄与する適切な段差があると定義する。また、段差とは、児童・生徒が現下の発達水準では一人で解決できない課題と定義する。なお、段差と類似の言葉である「ギャップ」や、円滑と類似の言葉である「なめらか」は、本論文では引用以外には用いない。以降、これらの定義にしたがって論を展開する。

第1章 小・中学校の学びのつながりに関する教科教育の先行研究

本章では、理科および他教科等における小・中学校の学びのつながりに関する先行研究を概観し、円滑な学びのつながりを可能する小・中学校の授業を実現するための要件について考察する。理科以外の教科等をも調査対象とするのは、理科の先行研究にはない小・中学校の学びをつなぐ視点が示されている可能性があるためである。また、複数の教科等における知見を比較・検討することで、小・中学校の学びを円滑につなぐ授業の要件を精緻化するためである。なお、調査対象とした先行研究は、平成27年8月3日にCiNiiを用いて「小学校 中学校 接続」をキーワードに検索を行った結果を主な基準として選定した。

第1節 理科における先行研究

先に述べたように、小・中学校の学びのつながりに関する理科の先行研究には、小・中学校の学びをつなぐ視点と方策の提言、小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究、小・中学校の学びをつなぐための教師支援に関する実践研究、児童・生徒の実態調査、小・中学校の教師が保持する科学観と理科授業の関係に関する研究がある。このうち、小・中学校の学びをつなぐ視点と方策の提言、小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究について考察する。

(1) 小・中学校の学びをつなぐ視点と方策の提言

内ノ倉(2011)は、小・中・高等学校での理科の内容の系統性や学習の円滑なつながりの問題をとらえる有効な視点として、広く教育制度論などで議論されてきた「接続=アーティキュレーション」という視点と、カリキュラムその評価に着目した「カリキュラムの水準」という視点があることを確認した上で、カリキュラム上のつながりに限定してエネルギー概念にかかわる学びのつながりについて、次のように述べている。

第一に、実践されるカリキュラムでの内容の追加である。具体例として、熱力学関連の教育内容が、学習指導要領の改訂を重ねるごとに、単元としての構成単位をもっていたものから、徐々に他の単元へと組み入れられるものへと移行し、科学的な意味での系統性を見通しにくくなっていること、および巨視的なレベルでの温度概念が十分に形成されていない中学校2年生の例を示し、それを改善する方策として、実践されるカリキュラムでの内容の追加を挙げている。このことは、他の単元で取り上げる学習内容との統合にも有効にはたらくのではないかと述べている。

第二に、学習する内容の先取りである。小学校第5学年の電磁石の性質の学習と、中学校第1学年で扱う浮力の学習を例に挙げて、学年を跨ぐ複数の単元の関連を考えれば、通常のカリキュラムの内容の理解を促進するために当該学年で扱うことになっていない内容についても、一定の配慮の下で、先取りして教えることも有効な手立てであろうと述べている。

第三に、関連する概念との異同の明確化である。エネルギー概念やそれに関連した諸概念には、子どもにとっては理解しにくいものが多い。その要因としては、これらの概念が直接

観察できないことが挙げられるが、その概念が多義的な概念であることも挙げられる。例えば、小学校ではエネルギーの保存や変換を含めた物理的な現象が、およそ多義的な「力」によって説明されることが多い。それが、中学校では「力」と「エネルギー」を区別することが求められる。このとき重要なことは、「力」から区別されるべきは「エネルギー」だけではなく、「運動量」でもあるということであるが、後者は高校で扱うことになっている。

第四に、既存の概念や学習内容の統合である。学習の進行に伴って、「力」のように概念的な区分が必要である一方で、これまでここにとらえられていた現象をまとめてとらえられるような概念的な統合も不可欠となってくる。

第五に、言語表現とそれが意味する内容の関係把握である。子どもが学習した内容として表出する言語表現について、それが科学的に妥当といえる言語表現であっても、その意味内容は異なることがあり、それは、学習して数年後に表出する場合がある。この場合、既習内容に拘ることなく、児童・生徒の納得を促すように指導する必要がある。

以上に述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、次の2点に焦点づけることができる。第一に、単元および学年を跨ぐ関連単元の学習内容の把握であり、それに基づく意図されたカリキュラムの修正である。第二に、児童・生徒の実態把握に基づく意図されたカリキュラムの修正である。

後藤（2011）は、系統性を踏まえた「粒子」に関する指導について、小学校段階でどのような見方や概念が培われると中学校での学習で役立つのかという視点の重要性を指摘している。TIMSS2007の酸化還元に関する問題の分析結果と学習指導要領の記載を例に挙げて、小学校段階では、自然現象を「実感を伴った体験」としてとらえ、しっかりと経験を積むことが重要であると述べている。学習事項の配列がより系統的となった現行の指導要領の下では、小学校で培われた体験・経験しておくことで、中学校で学ぶ生徒は自然現象と科学的概念を結び付けて学習し、内容理解を深めるとともに、原子や分子などのモデルを用いて学ぶ必然を感じながら、意欲を持って学習に取り組むことができるとの主張である。

また、学習の系統性がより明確化された現行の学習指導要領への懸念も示している。具体的には、段階を超えて先走って指導してしまう傾向への懸念である。現行の学習指導要領において「粒子」が柱となり、今まで以上に強調されていることが、教員（特に小学校）に、「粒子で説明しなければならないのでは」と思いこませる可能性があるが、粒子概念そのものを指導し、表層的にわかったつもりにさせてしまうことは回避しなければならないと述べている。なぜならば、系統的に学ぶことで知らなかったことを知る喜び、仕組みがよりわかって「こうなっているんだ」という驚きや発見、「こう考えるとよりわかるようになる」と学ぶ喜びが生じるからである。以上を指摘した上で、次の3点を提言している。第一に、感動する豊かな心を削いでしまい、学習意欲の消失に陥ったり、取り返しのつかない誤概念を植え付けてしまったりしないよう、指導者が各学校段階での学習指導をしっかりと見つめ直すことである。第二に、指導時に何をどこまで教えどんな力をつけたいのかをとらえることである。第三に、各学校種の教員が、系統性を踏まえた学習内容についての意見交換をする機会

を設けることである。

以上に述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、学年を跨ぐ関連単元の学習内容の把握に基づく学習範囲の設定である。また、学習の先取りによる児童・生徒の学習意欲の消失や誤概念の獲得への十分な留意である。

甲斐（2011）は、「生命」領域において、子どもが概念を体制化するための必然性をもたずに、個々の概念をそれぞれ記憶していることを懸念し、小・中・高等学校で取り扱われる「生命」領域の内容をとらえるための中心的概念やその概念間の構造化を図ることの必要性を指摘している。そして、その具体的方策として、以下の3点を挙げている。

第一に、どの単元においても、「生命」の柱である、「生物の構造と機能」、「生物の多様性と共通性」、「生命の連続性」、「生物と環境のかかわり」の四つの見方で学習対象にアプローチすることである。なぜなら、これら四つの見方は、次元の異なるものでありながら、密接に関連しているからであり、学習対象に多面的なアプローチを行うことで、子どもの概念の体制化の過程を促進していくことが期待できるからである。

第二に、「生命」領域の単元にある、潜在的に「生命」理解の根幹を担っているが、直接的に位置づけられていないような要因の構造化を図ることである。それは、例えば、観察画像からモデル図へとなるに従って、本来そこに存在すべきものが省略されていき、抽象度が高まっていくという観察画像とスケッチ図やモデル図との関係や、低分子から細胞、生物一個体、生物群間、地球環境レベルの生態系といったスケールの正確性である。これらに関する指導を欠落させたまま授業を進行していくことで、子どもは暗黙的に、正確性を欠いたモデル図を「実体」として認識する可能性が生じることが懸念される。それは、観察画像とスケッチ図やモデル図との関係やスケールの正確性にも配慮しながら授業を進行していくことで防止することができるとの指摘である。

第三に、「生命」の理解に影響する鍵概念を、子どもたちが認知構造を変容させたいというような動機を伴うように授業に導入することである。その見通しを教師が持つための一つの方策として、学習内容の構造化を図る概念図の作成を挙げている。

以上に述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、教師が小・中・高等学校の学習内容を把握したことを前提にした学習対象への多面的アプローチである。

三次（2011）は、小・中・高等学校を通じた「地球」の内容の系統性を踏まえた授業を行うためには、中学校の教員は小学校の授業を、高等学校の教員は中学校の授業を、それぞれよく認識することが必要であると述べている。「地球」に関する学習では、小・中・高等学校で扱う地学的な事物・現象として、しばしば校種を超えて同じものを取り上げることとなり、子どもにとっては、いつまでも同じことを学習していると感じやすい。しかしながら、実際には、学年が上がるにつれて習得する知識の量は増加し、空間概念や時間概念や科学的な視点で現象を解明する力の形成が徐々に行われていく構成となっている。小・中・高等学校の履修内容を見れば、空間や時間についてのスケールが広がっていったり、扱いが表面的な現象の扱いから仕組みの理解へと深まっていくことがわかる。

以上に述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、小・中・高等学校の学習内容を把握することの重要性である。

木下・福本・白神（2012）は、観察・実験の結果を考察する活動における小学生・中学生・高校生の学習実態について、以下の点を明らかにしている。それは、小学校と中学校ともに、①児童・生徒が仮説を設定する活動に比べて、考察を導出する活動が十分に行われていないこと、②児童・生徒自らが仮説を設定したり考察を導出したりする活動に比べて、教師がまとめた考察を見て自分の考察を記述する活動が多く行われていること、である。また、考察を導出する活動に対して、小学生の場合は仮説を設定する活動が強い影響を及ぼし、中学生の場合は教師へ依存する活動が強い影響を及ぼしている。高等学校では、自ら仮説を立てたり考察を導いたりする活動に比べて、教師がまとめた考察をそのまま自分の考察として記述するような活動をあまり行っていない。

以上の調査結果を基に、観察・実験の結果を考察する活動を一層充実させるための方策として、以下を提案している。それは、小学生の場合は既習事項を用いて自分で仮説を立て、それをノートに記述する活動を丁寧に指導すること、中学生の場合は、初めは教師がモデルを示すなどして仮説や考察の考え方・まとめ方を段階的に指導すること、高校生の場合は、定型文を用いて考察の導き方を示したり、仮説と考察の対応関係も含めた論述指導をしたりすること、である。

以上に述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、小学生・中学生・高校生すべての授業実態と児童・生徒の実態の把握、および現状に即した授業改善を行うことである。

長谷川ほか（2013）は、“Science-A Process Approach”のプロセス・スキルズを精選・統合して、我が国の理科教育に即した「探究の技能」を開発し、それに基づいて、小・中学校の理科の教科書に掲載されている観察・実験等を類型化するとともに、それらの探究的特徴を明らかにした。また、「探究の技能」について学びをつなぐ視点から、それぞれの観察・実験等のタイプの関連性を明らかにしている。

それによると、①小学校の観察・実験等は、「探究の技能」に基づき探究的特徴のある5つに類型化できる、②中学校の観察・実験等は、「探究の技能」に基づき探究的特徴のある6つに類型化できる、③小学校の5つの類型に含まれる観察・実験等は、分化・発展したり統合されたりして、中学校の6つの類型と密接に関連している。そして、観察・実験等の指導にあたって、探究的特徴を踏まえて31のそれぞれの「探究の技能」を行動目標として設定すれば、評価の観点となり、実験・観察等の探究的特徴を踏まえることにより、その指導方法も異なってくると述べている。

以上に述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、小・中学校で行われる学習活動の俯瞰・整理と、小学校と中学校で習得する学習内容の関係の明確化である。

菊池ほか（2008）は、「中学生と高校生にとって、物質の基本的な現象を説明するのに粒子概念が使えるものになっているのであろうか？」との問題意識から実態調査を行い、粒子概念を繰り返し学習している学習者でも、粒子概念を基本的な現象の説明に使えるようにな

っていないことを明らかにした。さらに、物質を構成する粒子に対する基本的な認識が不十分であることや、気体、液体に対するミクロのイメージが希薄であることも指摘した。そして、これらの原因を物質学習に関する現在のカリキュラム構成とその考え方にあると考え、粒子概念を基軸にした物質学習カリキュラム構想案を示した。この構想案は、小学校から高等学校までの理科学習を通じて、徐々に粒子概念の深化と涵養と科学的思考力の育成を目指すものである。

ここに述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、実態調査結果のカリキュラム構築への適用と学びの連続性への着目である。

鎌田・隈元（2010）は、小学校6学年における電熱線の発熱実験の問題点として、既習の内容や中学校における学習内容との整合性、児童実験を行った時の再現性の2点を指摘した。既習の内容や中学校における学習内容との整合性に関する問題は次の点にある。すなわち、電圧が登場しない小学校で扱われる電球の明るさや電磁石の力は、電流の大小と関係づけて扱われている。この視点で考えると、電熱線の形状と発熱量との関係を調べる実験では、2種類の電熱線に同じ大きさの電流を流した時にどちらの発熱の程度が大きいかという観点で学習を進める方が、それまでとの学習内容との整合性が高いとの指摘である。また、中学校で抵抗を学習する際には、電熱線が抵抗体であることを知り、銅線より抵抗の大きな電熱線の方が発熱しやすいことを体験する。したがって、太い（抵抗が小さい）電熱線の方が、細い（抵抗が大きい）電熱線より発熱の程度が大きいの、という小学校での学習内容は、中学校の学習内容とあまり整合していない、との指摘である。

大箸・石原・熊野（2014）は、等しい電位差の下での、材質と長さが同じで断面積が異なる電熱線の発熱量の相違とその理由について、中学生と大学生を対象に調査を行っている。その結果、断面積が小さい電熱線の方が発熱量は大きくなると考えている回答の方が多く、その理由として抵抗が大きい電熱線の方が温度は高くなるという回答が多かったことを報告し、このことは、小学校における電熱線による発熱の学習と中学校の抵抗と発熱の学習内容（オームの法則）とがうまくつながっていないことによる誤認識であると述べている。そして、小学校6年の実験では変数が複数存在しているため、小・中学校の学びのつながりを考慮した実験が必要であると指摘した。

ここに述べられている小・中学校の学びをつなぐ視点は、学びの連続性への着目と授業で乗り越えることが可能な段差の設定である。

（2）小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究

河村・唐木（2001）は、「小学校の物理」や「塾の中学受験物理」が理解できず、面白くなく、物理離れを起こしたまま私立中学校へ入学してきた生徒が物理の面白さを知り、物理に惹かれていった授業のねらいと内容を報告している。その授業とは、「事実に基づき論理を追うことによって自然を理解する」のが物理であるとの認識に基づき、授業では、多くの生徒が陥っている「こうすればこうなる」という現象記憶的理解を打破し、「こうすればこうだか

らこうなる」といった論理的理解へ到達させることに最も力を注ぐ授業である。具体的には、検定教科書の項目の配列順にとらわれず、力学、電磁気学等を論理的に首尾一貫した学問体系として、しかも、実際の体験に基づいて学習する授業であり、実際の体験は全員参加の実験やラジオ製作等によって担保されている。事実を示しながら学問体系的な指導をすれば、受容側を「あの物理といえども、やれば分かる科目である」と感じる域までは惹きつけることができる」と述べた上で、今後の課題として、「小学校物理の内容と指導」を児童に受容されやすい形に改善することを挙げている。

中学校の授業スタイルをそのまま小学校に取り入れることが実践レベルで散見されるが、そのことで小・中学校の段差が解消されるとは必ずしも言い切れない。しかしながら、入学時に多くの生徒が、中学受験の必要に迫られて物理を学んだが、「訳が分からず丸暗記で応じた」、「物理は暗記科目で面白くない」と述べているが、2年間の授業後には、「実験が多く、わかりやすくよかった。実験の結果から公式や法則を導く時に、丁寧に説明されたのでわかりやすく、試験前はその説明を確認していました」、「物理で習うことはすでに小学校の時、塾で習ったこともある。しかし実際に実験することにより深い所まで理解できた。また、テキストからでは理解できないことも一瞬で分かった」といった感想をもったという報告からすると、小学校理科に法則確認型実験導入することの是非を検討してもよいのかもしれない。

別木ほか(2013)は、小学校理科「電気による発熱」と中学校理科「電気とそのエネルギー」を事例として、学びのつながりを考慮した授業を行い、小学校の学習については、電熱線の太さと電流の大きさを関連付けて電熱線の発熱の程度を説明できるようになり、中学校の学習については、電熱線の形状と電力、その他の物理量との関係性を明確にすることが、生徒の当該単元に対する理解を促進する一つの方法であることを明らかにしている。具体的な授業方略は、小学校では、電熱線の太さと既習事項である電流の大きさを関連させて発熱現象を説明するような授業展開を行うこと、中学校では、電力の違いによって発生する熱や光の量に違いがあることを見出す際に、小学校で用いた太さの異なる電熱線を用いて実験を行うことである。常に既習事項を踏まえて授業を行うことの重要性の指摘といえる。

藤田・福江・佐伯(2014)は、中学校1年「水溶液」の授業において、小学校理科および算数の学習内容と円滑につなぐ指導の工夫改善を行った。具体的には、①生徒が小学校で使用していた理科と算数の教科書を教材提示装置に置き、大型ディスプレイを使い、拡大して提示する、②小学校の教科書に示されている実験を演示実験として教員が実施し、生徒に観察させる、③小学校の学習内容を書く欄(小学校での学習をまとめよう)を設けたワークシートを生徒に配布し、小学校の学習内容を記入させる、の3点である。質問紙調査の結果、各授業で、生徒が「小学校の学習内容とのつながりを知ることができた」という意識をもったこと、単元の学習を通して「理科の授業で習うことは小学校で習ったことと関係している」という生徒の意識が高まったこと、を報告し、指導の工夫改善が、小学校と中学校の学習内容を円滑につなぐために有効であったことを示唆していると述べている。中学校の学習内容

に関連する小学校の既習事項を適時適切に可視化することによって不適切な段差を埋めようとする試みといえる。

池田（2010）は、小・中学校一貫した理科授業モデルとして、理論依存型授業を提案している。これは、必要な知識や法則は教師から教えて、これを活用して問題解決を行う授業である。池田（2010）は、この授業では、考えるための基礎的な知識や方法は教師から教えることになるので、ほとんどの児童・生徒が学習課題を共有して主体的に問題解決活動に取り組むことができると述べている。これまでに、金星の見え方、水の沸騰、被子植物の分類、浮力、銅の酸化、恐竜の分類と進化の学習において実践的検証が行われ、その成果が報告されている。

進藤・石田・今林（2010）も、小・中学校一貫した理科授業モデルとして、知識伝達－事例化モデルを提案している。知識伝達－事例化モデルとは、最初に科学知を教え（知識伝達）、その考えをもとにした子ども主体の科学的探究を行う（事例化）といったモデルであり、生活知や子どもの既存の概念からの探究ではなく、科学知をもとにした科学的な探究を目指すものである。進藤・石田・今林（2010）は、小・中学校のどちらにおいても同じ「探究」という土台で授業を構築しようとする中で時間を多く費やすという時間的問題や、小学校高学年や中学校における受験や学力向上への要求等の課題を解決できるとともに、小・中学校どちらにおいても対応できると述べている。

清水・野辺・鮫島（2011）は、電気領域の学習について、小学校での学習を終えた生徒ではあっても科学的な概念を身につけているとは言えないという実態を解消するために、行った試行授業の結果から、小学校での既習事項を再度繰り返して学習させることで、衝突モデル等の考え方を堅持する生徒を減少させることができるとの考えを示した。また、電圧概念を学習する際に、電流概念と関連付けて学習させると、電流と電圧の違いをモデルで表現できる生徒を増加させることができると述べた。既習事項の復習を行った上で授業を行うことの重要性の指摘といえる。

近藤（2007）、近藤（2010）は、小・中学校において、同一の実験器具としてセルプレートを使い続ける試みを行い、以下の成果を報告している。①セルプレートの導入によって個別実験が可能になり、児童生徒の実験に対するモチベーションが上がった。②他の生徒と積極的に情報交流をすることで、さらなる探究心が生まれ、お互いに調べ合ったり確かめ合ったりして、学習に広がりや深まりが見られた。③関連する単元の内容を小学校の時からセルプレートを用いて実験しているため、実験内容の把握や操作も短時間で行うことができ、より探究的な学習に発展させることができた。この報告に基づけば、小学校段階で多種多様な観察・実験器具の扱いに習熟しておけば、同様の効果が見られるということになる。

（3）理科における先行研究から得られる知見

以上の先行研究から、円滑な学びのつながりを可能する小・中学校の授業を実現するための要件について考察する。小・中学校の学びをつなぐ視点と方策の提言からは、まず重視す

べきは、校種を跨ぐ関連単元の学習内容の把握と児童・生徒の実態把握が重要であることが指摘できる。カリキュラムの修正、学びのつながりに配慮した学習範囲の設定、小学校と中学校で習得する学習内容の関係の明確化、学びの連続性に着目した授業で乗り越えることが可能な段差の設定、学習対象への多面的アプローチ、現状に即した授業改善といった先行研究で述べられた、学びを円滑につなぐ授業を実現するための要件は、すべて、この把握に基づいて行われるからである。一方で、学習の先取りに対する懸念は注目される。各学年の学習内容は、児童・生徒の実態把握と小・中学校の学習内容を俯瞰した上で、学びの連続性に着目した授業で乗り越えることが可能な段差になるよう、慎重に設定されなくてはならない。

小・中学校の学びのつながりに焦点を当てた実践研究からは、既習事項を踏まえて授業を行うことの重要性、小学校理科への法則確認型実験の導入、小学校段階での観察・実験器具の扱いに習熟すること、が指摘できる。これらの視点はいずれも円滑な学びのつながりであり、その背景には、教師の手で埋めるべき段差が存在することが推察される。それを授業で乗り越えることが可能な段差にするための指導上の工夫といえよう。なお、小学校理科への法則確認型実験の導入については、実践的検討の蓄積が必要であろう。

以上の小・中学校の学びのつながりに関する理科の先行研究から、円滑な学びのつながりを可能にする小・中学校の授業を実現するための要件として、以下の点が導き出された。第一に、学年を跨ぐ関連単元の学習内容の把握である。第二に、児童・生徒の実態把握である。第三に、既習事項を踏まえた学習指導である。第四に、観察・実験に関わる器具操作への早期習熟である。

第2節 他教科等における先行研究

本節では、他教科等における小・中学校の学びのつながりに関する先行研究を概観し、円滑な学びのつながりを可能にする小・中学校の授業を実現するための要件について考察する。

(1) 算数科・数学科における先行研究

大谷・中村(2002)は、ヴィゴツキー派の文化一歴史的活動論に基づき、中学校との学びのつながりに配慮した小学校における比例の学習指導を提言した。このことに関して、次の3点を示している。①比例の学習指導を、動機、文化的道具、そして教師と児童の社会的相互作用という3つの観点から組み立てることにより、数学的活動が数学的考え方と関連付けられ、授業過程において位置づけられること、②中学校との学びのつながりに配慮し、数表のみならず、グラフ、そして式も比例のシンボルとなるよう、学習指導を組織する必要があること、③数表、グラフ、式が比例のシンボルとなる過程を、談話を通じた意味の一般化と転換を含む4つの仮説的段階として定式化し、その実現を目指す教授実験にデザインしたこと、である。教授実験では、多数の生徒が、比例を「一方が増せば他方も増す」と漠然と理解しており、比例の性質を挙げる生徒の大多数は「 x が \bigcirc 倍になれば、 y も \bigcirc 倍になる」と内比で考え、式すなわち外比により比例が定義されると大多数が困難を覚えるという状況を背景に、

以下のようにデザインされた。第1次では、「変われば変わる」という単純な見方を超えて、「投影」という積極的な見方を取り入れる。第2次では、「系としての見方」を強調する。「 x が \circ 倍になれば、 y も \circ 倍になる」という性質について、「 x の値は何でもよい」こと、また、「 \circ 倍も整数倍だけでなく分数倍でもよい」こと、さらには、「 x の和が y の和に対応する」という一般的な性質を数表から見出させる。第3次では、数表で強調した「系としての見方」を一層明確にする。そのためにグラフから比例の特徴をつかませる。第4次では、式のシンボル化を目指す。式によって比例をとらえることは中学校での課題であるが、比例の性質の1つとして、式を操作的に扱う経験が小学校において必要であり、それが中学校のための重要な役割をしているとの考えからである。

大谷・中村(2002)の研究からは、第1節で得られた知見に加えて、小・中学校の学びのつながりに配慮した学習指導を考える際の理論的枠組みの必要性が指摘できる。

秋山(2006)は、平面図形の学習における小・中学校の学びのつながりに配慮した指導の試みについての報告を行っている。この実践における基本的な考え方は、「なめらかな接続」に配慮しながら、算数と数学の間にある段差を、ステップアップの実感が持てたり、自分で段差を乗り越えていこうとする姿勢を引き出すような「適切な段差」にすることである。秋山(2006)は、中学校数学の図形領域の指導において、長年にわたって次のような課題をもっていた。それは、①第1学年の平面図形の学習内容は、基本的な用語の定義や基本作図が主な内容で、第2学年での学習に必要な不可欠な内容ではあるが、生徒にとっては退屈なものになりがちであり、これを魅力あるものにできないか、②第2学年では、論証に重点を置くため、生徒にとっては小学校で既に学習済みである図形の性質を、そのまま使うことができず、順序立てて証明していかなければならないことに違和感を感じる生徒が多いが、この図形の論証の意義を生徒に実感させることはできないか、の2点である。

実践事例の1つは、第1学年の年度末における「星型五角形の角の和が 180° 」になることを、5つの角を切って並べて確かめたり、分度器で測って確かめたりしたあと、小学校で学習した知識は全部使ってよいことにして、その理由を考える授業である。この学習の後、第2学年で、「星型五角形の角の和」を説明するのに使った図形の性質を再度確認し、「平行線の性質を使って説明するのに、いちいち図を使うのは面倒だ」、「そのためには新しく用語を使って定義する必要がある」ということで「錯角」や「同位角」を定義するとともに、小学校で学習した図形の性質の中にも実は順序があって、「平行線の性質」をもとにすることで、他の性質は次々に順序立てて説明できるのだということを知らせた上で、第2学年の学習内容につなげている。

「星型五角形の角の和」を説明するという課題に、生徒は意欲的に取り組み、小学校で学習したことがらを使って様々な方法で説明できることに驚きを感じ、何種類もの説明が生徒から出され、聞く側も感心したり、もっと別の方法で説明したいと意欲をかき立てられたりして、推論の楽しさを味わわせることができたことが報告されている。また、中学校2年では、以前と全く異なり、小学校で学習ずみのことがらを証明することに、疑問や抵抗感を感

じさせることなく授業を進めることができたことが報告されている。秋山（2006）は、この指導の試みを行うに当たって、小学校の授業参観が大きな意味をもったと述べている。それは、特に、5、6年生が算数を学ぶ姿から、児童なりの「論理的に考える力」と「自分の考えを発表する力」を見たことが、中学校での図形指導を考え直すきっかけとなったことである。実践を通して、秋山（2006）は、「なめらかな接続」であるためには数学は小学校で学習した算数の続きであることが実感できることが必要であり、「適切な段差」が感じられるためには、新しい発見や小学校との違いを実感できることが必要であると述べている。そして、それを実現するために、指導の際には次のことに配慮すべきであると指摘している。

- ・操作活動を多く取り入れることによって、徐々に抽象的な思考ができるようにする。
- ・身近なものとのつながりに気づかせる。
- ・生徒にとって新しい発見があり、しかも小学校の学習内容で説明できる課題を工夫する。
- ・新しい用語や記号のよさがわかるようにする。

そして、操作活動を多く取り入れることや身近なものとのつながりに気づかせることは、数学に対する不安感や抵抗感を減らし「なめらかな接続」を実現する一方で、小学校の学習内容を使って新しい図形の性質を論理的に説明する体験は「適切な段差」を実感させる、と述べている。

秋山（2006）の報告の主張は、「なめらかな接続」と「適切な段差」を同時に実現させることである。そして、そのための中学校の授業の要件として、2点を挙げている。第一に、小学校で学習した内容を使って、小学校で身につけた「論理的に考える力」や「自分の考えを発表する力」などの「力」を発揮できる学習場面を設定することである。このことを実現するためには、小学校の学習内容と児童の実態を把握しておく必要があることは言うまでもない。また、「星型五角形の角の和」の事例で明らかなように、学習課題および学習活動には「適切な段差」が必要であり、それが生徒の学習意欲を引き出す。もう一つの要件は、生徒にそれを学ぶ必然性を感じさせることである。このことを実現するためには、一度、面倒な経験をしたのち、便利なものがあることを知ること（秋山の実践事例では「錯角」や「同位角」）、すでに学習した内容の意味を知ること（秋山の実践事例では、小学校で学習した図形の性質の中にも順序があって、「平行線の性質」をもとにすることで、他の性質は次々に順序立てて説明できることを知ること）が一つの方法である。

井上・草場（2010）は、小学校卒業時の児童の分数認識が極めて不正確であること、および分数には「分割分数」、「量分数」、「割合分数」、「商分数」、「有理数としての分数」等の意味があり、小学生には極めて難しい課題であることを指摘し、一部を中学校で扱うことでより確かな分数認識が形成されるのではないかと主張し、小学校の高学年と中学校の5～6年をかけて分数の指導に取り組んではどうかと述べている。一つの例として、「分数のわり算は、なぜわる数をひっくり返してかけるのか」を説明することを挙げている。中学生であれば、繁分数を使った分母・分子に除数の逆数をかける計算式の説明で十分理解可能であり、これを学習した中学1年生から「なーんだ、それだけのことだったのか」との反応があったこと

を紹介している。そして、このつぶやきの背後には、おそらくペンキ塗りの問題で、「あんなに苦労したのに…」という気持ちが込められていると述べている。

$$\begin{aligned} 2/5 \div 3/4 &= \frac{2/5}{3/4} = \frac{2/5 \times 4/3}{3/4 \times 4/3} \\ &= \frac{2/5 \times 4/3}{1} = 2/5 \times 4/3 \end{aligned}$$

ペンキ塗りの問題の例は以下である。

2/5 m²のへいをぬるのに、青いペンキを3/4 dl 使います。このペンキは、1 dl 当たり何m²ぬれるでしょうか。

井上・草場（2010）は、これを、量を介在させることで理解が難しくなる典型的な題材であると指摘している。小学校4年の分数の学習の導入段階で学ぶ「〇つに分けた△つ分」という表現は、「等分と合併」操作で分数を定義するもので、基準量（1 dl や1 m等の普遍単位）を使って連続量を数値化する「量分数」の意味・認識をぼやけたものにする。適当な長さのテープから「1/2 mのテープを切り取りなさい」という問いに対して、多くの子ども達がテープを半分にして「これが1/2 m」と言い張る。「いろいろな長さの1/2 mがあってもいいのか？」と問いただすと、「分数とはそういう数だ」と返答する、これが実態であり、分割分数から量分数への移行の難しさを端的に示す例として紹介している。これに関連して、内包量をどう教えるかについても言及している。具体的には、小学校において外延量のみならず内包量を量として区別して教えることの提案である。具体的な授業案として、新聞記事から量や数を取り出し、小学校の学習内容を振り返りながら、集合数（離散量・連続量）と順序数、外延量と内包量・複合単位（例えば塗装濃度m²/dl, 速さkm/時 等）、情報と除法（その意味、内包量の三用法）、倍や比・割合を表す数（一般的には、助数詞や単位がつかない無名数）、整数や小数・分数について整理すること、および量を介在させない繁分数を使った分数の除法のアルゴリズムも取り上げること示している。そして、この一連の授業は中学校の「正の数・負の数」の学習の前に行う想定であるが、小学校6年の最後に組み込むことも可能だと述べている。井上・草場（2010）の考えは次の2点に集約できる。第一に、既習事項について一度整理しておくことが以降の学習を容易にするとの考えである。第二に、学びを円滑につなぐための学習内容の再構成である。

日野（2010）は、中学校1年の比例の授業での生徒のグラフの使い方の特徴から、生徒のグラフ理解の一端を解釈し、小学校と中学校の学びのつながりを考える上での課題について、以下のように述べている。それは、①生徒のグラフ使用の基礎の1つには、内比による比例の特徴づけがあるようだ。比例の意味では内比・外比の両方が重要であるが、子どもの中に

は一方（特に内比）が優勢であったり、両方が関連づかなかつたりする場合がある。小・中学校の学びのつながりを考えていく上では、内比中心の見方から、内比・外比の両面を柔軟に見て、使っていけるようにしていくことが大切である、②グラフ作成において、点と点の間をあまり意識せずに結んだり、点に自分なりの変形を加えたりと、個々の点に焦点化している生徒がいる。また、表や式においてもローカルな部分への焦点化が見られる。グラフを活用するために、ローカルな視点だけでなくグローバルな視点でもグラフを見ることができるようになる必要がある、③生徒のグラフ使用における特徴の1つに、グラフの書式（軸と尺度）への注目があつた。尺度の構成や解釈は、関数の性質の理解とも深く関わっており、それは書式によって変化するものと不変なもの（性質）を見分ける力である。関数の学習において、変化と不変の見方も学ばれていくと考えるならば、変化・不変の両面を見ていく経験を豊かに与えていくことが大切である、の3点である。以上3つの視点に拠りながら、生徒の変容を促すような学習環境の分析や設計を行うことを課題の1つとして挙げ、その実例も示している。それは「式からグラフをかく」方法を学習する場面であり、グラフをかくに当たって点と点を結ぶべきかという議論を通じて点の集合としてグラフが再構成され、点を幾つとればよいか、どの点をとればよいかと話し合われる中で、グラフの見方はグローバルとローカルの間を行き来しているという生徒の姿の紹介である。日野の報告からは、小学校と中学校の学習内容を把握しておけば、生徒の表現の特徴から、その背後にある小学校での知識や経験を読み取れることが指摘できよう。また、その見方は授業分析においても有効に働くといえる。

（2）国語科における先行研究

阿部ほか（2015）は、小学校と中学校ともに「枠物語」（物語の中に、さらに物語が埋め込まれているような形の物語形式。額縁構造ともいわれる）が教材として取り上げられていることに着目し、小学校以来の「枠物語」の学習指導に配慮し、小・中学校の学びのつながりを意識した授業デザインについて提案している。阿部ほか（2015）によれば、小学校では「枠物語」という用語を指導したり、その機能だけを取り出して読む手法を意識させたりする指導事例は稀である。阿部ほか（2015）は、枠物語である「少年の日の思い出」を教材に行った中学校1年生後半の授業において額縁構造を意識させた。そして、授業における生徒の反応から、「額縁構造」を意識した反応は読みが深まっていると述べ、「枠構造」が示す表現効果を読み取ることが中学校1年生後半の学習指導においては可能であると指摘した。「少年の日の思い出」の小学校の文学教材では稀な主人公のキャラクターが、複雑に揺れ動く思春期の生徒の気持ちと結び合う契機をはらむとの考えを示していることから、阿部ほか（2015）は、小・中学校で、それぞれの発達段階に適合した指導を行うのがよいと考えているのであろう。

太田（2015）は、小学校と中学校の古典学習を円滑につなぐためには、小学校で古典に興味をもたせ、意欲的に学習に取り組ませることが第一であり、古典学習を好きにさせること

が重要であるとの考えを示している。そのためには、読んで楽しく、言葉のリズムを実感しながら読み、音読することによって内容を知ることができるような親しみやすい文章を教材にすることが必要であると主張し、小学校6年において「春暁」を教材に試行授業を行った。実践の結果、「春暁」は、児童にとってたいへん学習しやすい教材であり、学習への意欲、内容理解ともに良好で漢文へのアレルギーをもつことはなかったと報告している。課題として、興味をもたせるためには他の発展的な教材を複数導入したいが、指導時数の制限によって実現は容易ではないことを挙げている。小・中学校の学びのつながりについての太田の主張は、小学校段階で該当の学習に嫌悪感を抱かせないことの重要性だと解釈できる。

(3) 社会科における先行研究

菊地(2015)は、小学校と中学校社会科の地理的内容に関する授業開発を行っている。授業開発に当たっては、具体的な学習内容として、「日本の工業地域」を取り上げ、小学校では、工業地域の分布とその立地要因を思考させ、国内との関係性を重視した授業を構想した。一方、中学校では、工業地域の変容とその主な要因を思考させ、国内外との関係性を重視した授業を構想した。つまり、小学校では、現存する日本の工業地帯の様子を、国内に限定した地理的空間の中で思考させ、中学校では、戦後の日本の工業地帯の変容という時間的な変化を、国内外の地理的空間の中で思考させるという構想である。菊地(2015)の構想は、日本の工業地帯という同じ題材を扱いながらも、視点を変えることで、円滑な学びのつながりと学習の深化を担保しようとするものである。

児玉(2011)は、小・中学校社会科の歴史学習を円滑につなぐための中学校段階における2つの授業プランを示した。一つは、歴史学習の導入時に小・中学校の学びをつなぐ単元を設けるアイデアである。目標は、①時代の区分や移り変わりに気付かせる、②歴史を学ぶ意欲を高める、③年代の表し方や時代区分についての基本的な内容を理解させる、の3点であり、具体的には、小学校で学習してきた歴史上の42人の人物や出来事、文化遺産(建築物等)を教材として、それらのもつ歴史的意義(価値観)や特色を調べ、時間軸としての年表に位置付けながら移り変わりをとらえ、年代の表し方や時代区分を学ぶという学習である。もう一つは、律令国家の確立に至るまでの過程を大まかにとらえるためのグラフ化の活用である。小学校社会科において、律令国家の確立について詳細な学習が行われている。このことを活用して、個別の人物や出来事の既習知識を確認した後に、それらの関連を重視し、発展過程や衰退過程等の流れを試行判断し、グラフ(横軸に時間、縦軸に勢力等で表す折れ線グラフ等)で表現し、進展の大まかな流れを大観させようとするものである。児玉(2011)の授業構想は、小学校で習得した知識を関連付けることによって、歴史を時間軸でナラティブにとらえ直させようとするものであり、既習事項を活用した学び方を学ばせるための授業構想ともいえよう。

吉田(2011)は、中学校社会科において「時間が足りない」との理由で、獲得した知識と知識とを関連付け、統合された新しい見方を確立させる学習が行われにくいことを改善する

一つのアイデアとして、中学校に適した問題解決学習を提案している。それは、問題解決学習における課題設定の困難性に着目し、「子ども」と「教師」双方の願いを包括できるような、問題設定の構造化を図るものである。小学校社会科よりも、さらに広い視野に立った社会の見方が要求される中学校社会科では、「子ども」の疑問から出発するのではなく、子どもの「問題」を主軸にしなが、子どもの「問題」を支える「土台」の部分と、子どもの「問題」をさらに構造化するための「中段」の部分に教師の「課題」を組み込むことで問題の質の構造化を図る。そのことにより限られた時間内において、生徒が問題解決を行いながら知識と知識とを関連付け、統合された新しい見方を確立できるだろうとの主張である。吉田（2011）の構想は、小・中学校の授業における課題設定の相違に着目した中学校授業の改善案である。一方で、吉田（2011）は、これまでの小学校の問題解決学習の課題として、①社会に対する狭い見方・考え方、②他の学習との関連性の希薄さ、③基礎・基本的な知識・技能の習得の不十分さ、④問題設定の困難性、⑤学習評価の不十分さ、を挙げ、これらの課題は、問題解決学習が「子ども」を中心として行われる学びであることに起因するとの考えを述べている。したがって、吉田（2011）の課題設定の改善案は、小学校社会科においても適用可能と言えよう。

（４）外国語活動・英語科における先行研究

橋口（2007）は、同一中学校区内にある3校の公立小学校の児童の外国語活動に対する意識とコミュニケーション能力について調査を行い、児童の外国語活動に対する意欲を向上させ、中学校入門期の指導に効果的につなぐための小学校段階と中学校段階の指導のあり方を提案している。意識調査の結果から、外国語活動が「わかる」授業であれば、児童の関心・意欲が高いことが報告された。また、外国語の学習と外国の文化などを一緒に学ぶことは効果的であることを指摘した。コミュニケーション能力について調査の結果からは、3校の児童のコミュニケーション能力には差があり、それはカリキュラムと指導方法の相違によるものと結論づけた。さらに、彼らが同一の中学校で同一の英語の授業を受けることを考えれば、同一の中学校区では共通のカリキュラムで外国語活動を行うことが必要であると主張した。そして、児童が「分かる」という満足感と、「話すことができる」という達成感を与える外国語活動をすることが重要であり、これが中学校への英語学習が楽しいという意欲につながるとの考えを述べている。橋口（2007）の報告からは、小・中学校の学びを円滑につなぐ要件として、小学校段階で、当該教科の内容が「わかる」こと、「できる」ことが重要であることが読み取れる。

田中・真崎・横山（2013）は、小学校「外国語活動」と中学校「英語科」のつながりについて、現状と課題の分析を行っている。その結果、次の3点を課題として明らかにしている。①学習指導要領において、「領域」としての外国語活動と「教科」としての英語科という違いがあり、目標、内容、評価において違いがあることを認識する必要があること、②小学校から中学校へと移行する時期は、主となる学習のタイプが「項目学習」から「システム学習」

へと進むことから、それに配慮したカリキュラム開発が必要であること、③小学校の聞く・話す中心の活動から、中学校では四技能の統合へと連結する必要があること、である。

田中・林（2014）は、田中・真崎・横山（2013）の継続研究として、学習入門期に重要な要素となるフォニックスの指導、英語の四技能の統合へとつなぐための「読むこと」と「書くこと」について考察している。フォニックスとは、発音と綴りとの対応の規則性を教えることで、正しい読みを促す指導法である。田中・林（2014）によれば、小学校で「楽しい」活動を行っていれば中学校の英語活動に円滑に移行することができるかということと必ずしもそうではない。その原因の一つとして、アルファベットの読み書きができないことが挙げられ、それを克服する具体策の一つとしてフォニックスの実践を挙げている。フォニックス指導を継続的に行うことで、発音と綴りが一致するようになることは数多くの先行実践よって報告されているが、それは音素と書記素の対応の規則性を習得することに起因する。ゆえに、発音と綴りが一致するようになることは、「話すこと」のみならず、「読むこと」や「書くこと」の学習の負担をも軽減することになる。しかしながら、フォニックスで「覚える規則」は多い。したがって、中学校から取り入れるよりも、小学校から取り入れ、最初はシンプルなルールから始めて、徐々に複雑なルールへと移行することがよいとの考えを示している。さらに、水野（2012）が行った実践を紹介して、ある程度ルールを習得した後には未習単語の正しい読み方とその根拠を予測させる探求活動が英語学習への主体性や能動性を喚起することを、また、アレン玉井（2011）が行った実践を紹介して、ある程度読むことができるようになれば、「おおきなかぶ」や「桃太郎」といった子ども達にとって馴染みのある題材を取り上げて、多量の英文を読ませるといったトップダウン的な指導を行うことで、英語に対する自信や英語学習への意欲の向上が期待できると述べている。

以上の報告からは、小・中学校の円滑な学びのつながりを実現するためには、難易度の高い学習内容について子ども達の躓きの理由を見極めることの重要性が指摘できる。また、複数の領域における躓きについて対応策を包括的に検討することの重要性も指摘できる。さらに、教師が提供した方法と教師によるトップダウン的な学習課題提示によって、子ども達の主体性や能動性を喚起されることも示された。

（5）他教科等の先行研究から得られる知見

理科以外の教科等の先行研究から、円滑な学びのつながりを可能する小・中学校の授業を実現するための要件について考察する。日野（2010）の報告にある、小・中学校の学習内容を把握は、円滑な学びのつながりを検討する際の基盤といえよう。小学校の学習内容を把握していれば、中学校生徒の表現の特徴から、その背後にある小学校での知識や経験を読み取れるであろうし、中学校の学習内容を把握していれば、中学校との円滑なつながりを意図した小学校の授業を構想しやすくなると考えられるからである。秋山（2006）が述べる「なめらかな接続」と「適切な段差」の同時実現や、井上・草場（2010）が主張する中学校における小学校での既習事項の整理や学習内容の再構成、菊地（2015）や児玉（2011）の授業構想は、

小・中学校の学習内容の把握が前提であり、それなくしては検討することさえ困難である。また、田中・真崎・横山（2013）、田中・林（2014）は、躓きを視点にした児童・生徒の実態把握の重要性を指摘しているが、躓きに対応する指導方略を検討するためには、該当の学習内容のみならず、その前後の関連する学習内容を把握しておくことも必要となる。以上の先行研究で小・中学校の円滑な学びのつながりを実現する要件として指摘された、小・中学校の学習内容と児童・生徒の実態の把握は、理科の先行研究から得られた要件と重複しており、その重要性は明らかである。

吉田（2011）と田中・真崎・横山（2013）、田中・林（2014）の報告には、学習課題の設定方法に関する指摘がある。それは、小・中学校の授業における課題設定の相違であり、教師によるトップダウン的な学習課題提示によって小学校児童の主体性や能動性が喚起される可能性である。教師によるトップダウン的な学習課題提示は、小学校における標準的な手法ではないが、小学校での実践事例が多数報告されている「仮説実験授業」では常に教師によって学習課題が提示される。「仮説実験授業」の実践記録（たとえば、板倉・渡辺「仮説実験授業記録集成4」、1974、西川・吉村・板倉「仮説実験授業記録集成5」、1977）からは、小学校児童の能動的な学びが生起することが明らかにされている。また、齊藤（2014）は、仮説実験授業の授業書『空気と水』による小学校児童の科学的理解のプロセスを分析し、この授業デザインが個々の学習者に多様な学習プロセスを担保し、多様な考えの間で主題についての理解深化につながる相互作用を引き起こしているのではないかと仮説を得ている。これらの報告は、教師によるトップダウン的な学習課題提示が小学校児童の能動的な学びと理解深化を誘発することを支持するものである。したがって、円滑な学びのつながりを実現するにあたって「小学校において学習課題設定は誰が行うのか」については議論の余地があるといっていよいであろう。

太田（2015）と橋口（2007）は、小学校段階でなすべきことを主張している。それは、「わかる」こと、「できる」ことであり、学習に嫌悪感を抱かせないことである。この主張は、「わかる」ことで、物理離れの生徒が物理の面白さを知り、物理に惹かれていったとの河村・唐木（2001）の主張と符合することから、小・中学校の円滑な学びのつながりを実現する要件の一つといっていよいであろう。

中学校における学習活動の具体例には、小学校で身につけた力を発揮できる学習場面の設定（秋山，2006）、面倒な経験をした後で便利なものがあることを知る（秋山，2006）、既習事項の整理（井上・草場，2010）、小学校と同じ題材を別の視点で扱う（菊地，2015）、小学校で習得した知識の関連付け（児玉，2011）が提案されている。これらは、小学校の授業の検討にあたっても有用な視点となる。なぜなら、子どもにとって小学校と中学校が連続しているように、小学校6年間も子どもにとって連続しているからである。

第3節 まとめ

先行研究から、円滑な学びのつながりを実現する小・中学校の授業を実現するための要

件として、以下の点を見い出した。

まず、小・中学校を跨ぐ関連単元の学習内容の把握、児童・生徒の実態把握が挙げられる。それを前提に、既習事項を踏まえて授業で乗り越えることが可能な段差を設定することで、子ども達が「わかる」こと、「できる」ことが促され、その結果、該当の学習に嫌悪感を抱くことを回避できる可能性が高まる。ただし、その際に学習の先取りがなされないよう十分な留意が必要である。なぜならば、系統的な学びによって将来生じるであろう知る喜びや驚き、発見を消失させることが懸念されるからである。小学校の授業では観察・実験に関わる器具操作の習熟のようなスキルの習得、中学校の授業では小学校で身につけた力を発揮できる場面や小学校で習得した知識を関係付ける場面の設定といった配慮も、円滑な学びのつながりを可能する要件である。

「学習課題の設定は誰が行うのか」については議論の余地が残されている。吉田（2011）と田中・真崎・横山（2013）、田中・林（2014）は、教師によるトップダウン的な学習課題提示によって小学校児童の主体性や能動性が喚起される可能性を指摘している。学習課題を教師が設定することによって、子ども達が「わかる」こと、「できる」ことが促進され、該当の学習に好印象をもつことが実現できるのであれば、それは推奨されるべきである。第2章以下において、調査結果を基に検討を行う。

小・中学校の理科教育における円滑な学びのつながりを担保する具体的な指導方略を考えるには、大谷・中村（2002）が、ヴィゴツキー派の文化－歴史的活動論を理論的枠組みにして学習指導を検討したように、基本的枠組みが必要となる。第2章および第3章では、小・中学校教員の理科授業に関する価値観と小・中学生の理科授業に対する認識と要望を明らかにすることで、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保するための要件を整理し、指導方略の要件を示す。

第2章 理科学習指導に対する小学校教員と中学校教員の価値観

本章では、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観を明らかにする。第1節では、小・中学校教員の比較に関する先行研究を概観し、得られた知見を整理する。第2節では、小・中学校教員が理科授業を行う際に、小・中学校の学びのつながりをどの程度意識しているかについて考察する。第3節では、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観の共通点と相違点を整理する。

第1節 小・中学校教員の学習指導全般に関する共通点と相違点

本節では、小・中学校教員の学習指導の比較に関する先行研究を概観し、双方の学習指導についての相違点を整理する。

小学校教員と中学校教員の学習指導についての意識と実態は、ベネッセ教育総合研究所が1997年以降、5回にわたって調査を行っており、2007年の第4回調査では、小学校教員と中学校教員の教育観の相違点についてまとめている（表2.1.1）。

それによれば、最も大きな相違点は、受験に関する意識である。中学校では、「受験に役立つ力を、学校の授業でも身につけさせること」を約79%の教員が支持しているが、小学校教員は約21%の支持に止まる。もっとも、この項目については、ベネッセ教育総合研究所（2007）が指摘するように、「受験」の意味が、中学校教員にとってはほとんどの生徒が受験する高校受験を示しているのに対して、小学校教員にとっては一部の児童のみが受験する中学受験を意味していると考えられるため、大きな相違点と判断すべきかどうかは慎重であるべきであろう。これ以外の大きな相違点は、小学校教員は「支援する」というスタンスが強いのに対して、中学校教員は「指導する」ことを重視していることである。中学校教員は小学校教員に比べて「たとえ強制してでも、とにかく学習させること」（小学校：23.0%，中学校31.0%）や「授業の楽しさを多少犠牲にしても、学問的に重要なことがらを押さえること」（小学校：40.0%，中学校：47.8%）を支持する割合が高く、子どもにとって必要なことは強制してでも教えるべきという意識が比較的強い（ベネッセ教育総合研究所，2007）。

2010年の第5回調査では、心がけている授業時間の使い方・進め方（図2.1.1）、心がけている授業方法（図2.1.2）、心がけている授業内容（図2.1.3）について、小学校教員と中学校教員の相違点をまとめている。授業時間の使い方・進め方の調査結果からは、児童の発表を中心とした小学校の授業と、教師からの解説や生徒個人が課題に取り組む時間がより盛り込まれた中学校の授業という違いが明らかである。心がけている授業方法の結果からは、小学校教員の方が多様な授業方法を用いようとしていること、小学校では、児童の発言・体験を中心とした授業や計算や漢字などの反復的な練習を、中学校では、小テストや自作プリントを使った授業や表現活動やグループ活動を取り入れた授業を心がけている教員が多いことがわかる。心がけている授業内容は、小・中学校の教員ともに、大きな違いは見られない（ベネッセ教育総合研究所，2010）。

なお、ベネッセ教育総合研究所（2010）は小・中学校教員の悩みについても調査を行っている。中学校教員の悩みとして割合が高いのは、「小学校までの学習内容が定着していない生徒が多い」（80.9%）、「児童・生徒の学習意欲が低い」（73.2%；小学校では50.5%）、「生徒間の学力差が大きくて授業がしにくい」（71.0%；小学校では65.5%）であり、この背景に、中学生は小学生よりも成長段階が進み学習習慣や学力の差が開いていくことがあるのではないかと指摘している（ベネッセ教育総合研究所，2010）。杉尾・加来（1987）は、小学校教員と中学校教員の授業観を明らかにするためにインタビュー調査を行って、小・中学校教員はともに方法を重視する「方法の教師」であること、小学校教員は理想主義者であり中学校教員は現実主義者であること、の2点を報告しているが、このうち後者の背景には、高校受験があるのではないかと推察される。また、小学校教員は理想主義者であり中学校教員は現実主義者であるとの指摘が、ベネッセ教育総合研究所の調査結果の多くと符合することは注目に値する。

理科授業における小・中学校教員の相違点に関する研究は、清水（2002）が行っている。清水（2002）は、小・中学校教員が保持する科学観と理科授業の実態の関係を明らかにした。それによると、小・中学校の教員ともに、伝統的科學観を保持し、伝統的科學観に基づく科学の方法を保持する割合が高い。しかしながら授業計画の際に、小学校教員は系統性よりも子どもの考えや学び方を重視するのに対して、中学校教員は子どもの考えや学び方よりも系統性を重視する。ただし、学問の系統性を重視する背景には、小学校に比べ中学校の指導内容の多さや高等学校への受験の現実といった小学校とは違った社会的な状況が授業計画の選択に影響している可能性が高い（清水，2002）。中学校教員の受験に対する意識については、ベネッセ教育総合研究所（2007）と同様の指摘である。

小学校教員の理科授業に関する価値観については、林ほか（2013）、林ほか（2014）、HAYASHI *et al*（2014）、によって報告されている。林ほか（2013）では、小学校教員の理科授業に関する認識の傾向として、授業を教科書通りに几帳面にこなそうとする、柔軟性に乏しいマニュアル主義的な面がある、観察・実験ではできるだけ「子どもが喜ぶ実験」を行いたい気持ちが強い、の3点があることを示した。林ほか（2014）では、理科の授業で児童が身につけることとして、「自然や自然現象への興味・関心を高める」を最も重要とする教員が多く、次いで「科学的な見方・考え方を身につける」、「科学的好奇心を培う」であることを報告した。HAYASHI *et al*（2014）では、理科の授業で児童が身につけることとして、「自然への深い理解」を最も重要とする教員は極めて少ないことを報告した。また、小学校教員は、児童が仮説を立てるには興味・関心の喚起が大きな影響を与えているという信念を持っているが、中学校理科の視点から見れば、小学校教員には観察・実験について理解と興味・関心の両面から熟考が求められると主張している。

以上を整理すると、小学校教員は、児童の理想像を念頭に、児童の興味・関心や考え、学び方を重視した発表が中心の理科授業を行う傾向にあるといえよう。授業方略の基本的なスタンスは「支援」である。一方、中学校教員は、高校受験を念頭に、系統性を重視しながら

子どもにとって必要なことは強制してでも教える理科授業を行う傾向にあるといえよう。授業方略の基本的なスタンスは「指導」である。

しかしながら、小・中学校教員が小・中学校の学びのつながりを意識した理科授業を行っているのかという点、また、小・中学校教員が何を重視してどのような展開で理科授業を行っているのかという点については必ずしも明らかにされているとはいえない。そこで、第2節、第3節で、この2点を明らかにする。

第2節 小・中学校教員の学びのつながりに対する意識

本節では、小・中学校教員が理科授業を行う際の小・中学校の学びのつながりに対する意識について考察する。

筆者は、2013年5月に広島県内の小学校教員94名と中学校教員7名を対象に、小・中学校の学びのつながりに対する意識を問う質問紙調査を行った。小学校教員には、「中学校理科へのつながりを意識して、日頃から心がけておられることがありますか？もしもあれば、何のためにどのようなことをされているのか、大切にされている順に書いてください。」との設問に対して自由記述で回答を求めた。中学校教員には、「Benesse(2010)の調査では、中学校の先生方の悩みとして「小学校までの学習内容が定着していない生徒が多い」が2位に挙げられています。先生ご自身もそう思われますか？そう思われる方は、小学校理科で身につけておいてほしいことを、優先順に書いてください。」との設問に対して自由記述で回答を求めた。小学校教員については94名のうち32名から回答を得た。その結果を表2.2.1に示す。中学校教員については、7名のうち5名から回答を得た。その結果を表2.2.2に示す。

小学校教員が心がけていることは、以下のように整理できる。

- ・中学校理科の学習内容に関する情報を得る
- ・小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる
- ・マナーを含む実験技能を児童に習得させる
- ・問題解決の過程を授業で実現させる
- ・発展的内容を扱う
- ・興味・関心を抱かせる
- ・考えを表現する

しかしながら、「特に意識していない」との回答が4名からあったことから、未記入の回答を「特に意識していない」と見なせば、中学校理科とのつながりを意識して授業を行っている小学校教員は30%に満たない。したがって、小学校において中学校理科とのつながりを意識した理科授業が行われているとは言い難い。

一方、中学校教員からの小学校理科への期待は以下のように整理できる。

- ・小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる

- ・マナーを含む実験技能を児童に習得させる
- ・より多くの実験経験を積む
- ・無言で理解したり作業したりすることの価値を理解する

4項目のうち、「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」、「マナーを含む実験技能を児童に習得させる」、「より多くの実験経験を積む」の3項目は、小学校教員が心がけていることの中に、同一あるいは類似のものがある。しかし、「無言で理解したり作業したりすることの価値を理解する」は、小学校教員が心がけていることの中に見当たらない。また、ベネッセ教育総合研究所（2010）や林ほか（2013）の報告からみても、おそらく小学校で、「無言で理解したり作業したりすることの価値を理解する」指導はそれほど行われていないと考えてよいだろう。

以上から、小学校教員の中には、中学校教員が小学校理科に期待する「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」、「マナーを含む実験技能を児童に習得させる」、「より多くの実験経験を積む」ことを取り入れて理科授業を行っている者もいるが、その数は半数に満たず、小・中学校の円滑な学びのつながりを意識した理科指導は十分に行われているとはいえない。

ところで、「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」との期待は、ベネッセ教育総合研究所（2010）が行った中学校教員の悩みについての調査結果と符合する。この調査において、最も割合が高かったのは、「小学校までの学習内容が定着していない生徒が多い」であった。また、「無言で理解したり作業したりすることの価値を理解する」との期待も、児童の発表を中心とした小学校の授業と、教師からの解説や生徒個人が課題に取り組む時間がより盛り込まれた中学校の授業という違いが明らかにされたベネッセ教育総合研究所（2010）の調査結果と符合する。また、この調査では、小学校教員は「支援する」というスタンスが強いのに対して、中学校教員は「指導する」ことを重視していることも報告されている。

これらの調査結果と、中学校教員は小学校教員に比べて子どもにとって必要なことは強制してでも教えるべきという意識が比較的強い（ベネッセ教育総合研究所，2007）ことを踏まえれば、中学校教員であれば「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」ために、児童の発表や教師の支援よりも、教師からの解説や児童個人が課題に取り組む時間と指導を重視した学習指導を行うであろう。小学校教員は理想主義者であり、中学校教員は現実主義者である（杉尾・加来，1987）という小学校教員と中学校教員の授業観の相違を、ここに見てとることができ、学習指導の様相は中学校入学と同時に大きく変化していることが推察される。現実的に、その段差を埋めているのは、生徒自身ということになる。

授業を教科書通りに几帳面にこなそうとする、柔軟性に乏しいマニュアル主義的な面がある、観察・実験ではできるだけ「子どもが喜ぶ実験」を行いたい気持ちが強い、の3点が小学校教員の理科授業に関する認識の傾向であり（林ほか，2013）、理科の授業で児童が身につけることとして、「自然への深い理解」を最も重要とする小学校教員は極めて少ない

(HAYASHI *et al*, 2014) が、そのことが「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」ことを妨げ、小・中学校理科の円滑なつながりを阻害している可能性がある。状況を改善し、小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざすためには、まず、小学校と中学校をつなぐ時期にあたる小学校高学年と中学校1年の指導方略を再検討することが早道であろう。なぜならば、小・中学校の学習指導の相違によって、この時期が不適切な段差を生じさせる可能性が高い時期だからである。この点については次節以降において、引き続き検討していくこととする。

第3節 小・中学校教員の理科学習指導に対する価値観

本節では、インタビュー調査によって得たデータを基に、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観について考察する。

(1) 調査方法

1) 質的調査法の採用

質的調査法とは、社会現象の自然な状態をできるだけ壊さないようにして、その意味を理解し説明しようとする探究の形態を包括する概念であり、ある現象を部分的要素に解体して検討する量的調査法とは対照的に、すべての部分が、いかに連携してあるひとつの全体像を形成するのかを明らかにする方法である(メリアム, S.B., 2004)。本節で明らかにすることを試みる教員の理科授業に対する価値観は、教員がこれまでに経験してきたことの総体として構成されたものであり、部分的要素に解体して検討することに馴染まない。そこで、この調査では質的調査法を用いることとする。今回の調査においては、一対一の対面形式のインタビューを通じてデータを収集した。それは、インタビューによって、直接観察できないことがらを相手から引き出すためである(Patton, 1990)。教員の授業に対する価値観は、直接観察することができない、その教員のものの見方や考え方であり、このようなことがらに関するデータを収集するためには、インタビューが適しているとの判断から採用した。

2) データの採取方法

インタビューは半構造化面接法を用いて行った。インタビューイは小学校教員2名と中学校教員1名であり、2015年5月にそれぞれ約20～30分間のインタビューを行った。

インタビューイの詳細を次に示す。

- ・教員A：女性小学校教員，経験年数30年，これまで主に3,4年生を担当
- ・教員B：男性小学校教員，経験年数18年，これまで主に5,6年生を担当
- ・教員C：男性中学校教員，経験年数17年，教育委員会指導主事として1年勤務

以上3名の教員をインタビューイとして選定したのは、小学校教員と中学校教員の理科授

業に対する価値観を明らかにするという目的に照らして、経験年数が比較的長いベテラン教員であり、自らの授業を他の教員に公開する機会の多い模範的教員であることから、確固たる理科授業に対する価値観を有していると考えられるためである。なお、インタビューとして小学校教員を2名選んだのは、小学校中学年と小学校高学年では理科授業において重視する点や授業展開が異なる可能性が否定できないからである。また、指導主事経験がある中学校教員をインタビューとして選んだのは、本人のみならず多数の中学校教員の価値観に関する情報を得られる可能性があるからである。また、小学校の理科授業の参観経験を有しているため、小学校教員の価値観に関する情報を得られる可能性もあるからである。インタビュー実施前には、書面と口頭で研究の趣旨を説明し、書面による研究参加の承諾を得ている。

インタビューは、以下の(1)～(3)が明らかになるように構成した。

- (1) 授業を通じて子どもにどのようになってもらいたいのか
- (2) 日常的に行っている授業展開
- (3) 授業で大切にしていること

(1)は、理科授業に対する価値観を明らかにするために設定した。

(2)は、日常的に行われている理科授業を比較するために設定した。

(3)は、(1)および(2)を補完するために設定した。

なお、中学校教員のみ、指導主事勤務時に参観した小・中学校の理科授業の様相が明らかになるようインタビューを構成した。

3) データの分析方法

インタビューのやりとりは全て IC レコーダーで録音し、逐語記録化した。得られたテキストデータは SCAT (Steps for Coding and Theorization) (大谷, 2008 ; 大谷, 2011) によって分析した。インタビュー調査によって得られたテキストデータのような質的データを分析する場合、世界的に広く使われている優れた手法はグラウンデッドセオリー (Glaser & Strauss, 1967) である。しかしながら、この手法は、理論的飽和に至るまでのデータ採取の継続が必要であるとともに大規模なデータを扱う場合にのみ適用可能であり、今回の調査のようなごく小規模で採取が一度限りのデータには適用できない。この点に関して、SCAT は、グラウンデッドセオリーが適用できないごく小規模のデータや一度限りの採取で得られたデータの分析にも有効な分析方法として開発されたものであり、今回の分析に適した方法である。2008 年に公表された方法であり、まだ歴史は浅いが、これまでに、教育社会学、教育情報学、幼児教育、医学、歯学、歯科衛生学、医学教育、社会医学、看護学、薬学、薬学教育、第二言語学、日本語教育、キャリア研究、法学教育、経営学、スポーツ科学など、様々な研究分野で活用されている。SCAT を活用した研究は、開発者が 2015 年 7 月に把握している範囲で 509 件あり、近年は、学会誌の原著論文や英文誌への掲載も増えてきている。なお、SCAT は以下に示すように分析の手続きが明晰であり、さらに分析手続きとその経過が全て

可視化される。したがって、自分の分析の妥当性確認 (validation) のためのリフレクションを分析者に迫る機能も有しており (大谷, 2015), かつ分析者以外による反証可能性が担保されていることになる。これらによって、分析が恣意的なものになってしまう危険性は回避される。

SCAT による分析の手順は以下のとおりである。所定の SCAT フォームのマトリクスの中にセグメント化したデータを記述し、セグメントごとに

<1>テキスト中の注目すべき語句

<2>テキスト中の語句の言い換え

<3><2>を説明するようなテキスト外の概念

<4><3>から浮かび上がるテーマ・構成概念

を記述する。疑問やさらに追究してみたい点があれば「疑問・課題」の欄に記述する。

以上 4 ステップのコーディングの後、<4>のテーマ・構成概念を紡いでストーリーラインを記述し、ストーリーラインを断片化することによって理論記述を行う (大谷, 2011)。

<1>テキスト中の注目すべき語句に抜き出す基準は、研究トピックに関わる語、気になる語、疑問に思う語、理解できない語、あるいは語句、あるいは文字列 (大谷, 2008) である。テキストを読む際に留意すべき点は、テキストの背景、テキストの奥に隠れた意味を読み出すつもりで、また、テキストに潜む内的現実、内的過程、内的構造を読み解くつもりで読む (大谷, 2011) である。なお、SCAT では、ストーリーラインを記述する際に、<4>で記入したテーマ・構成概念には下線を施すことになっている。以降の下線部は、それを示すものである。

ところで今回の調査では、小学校中学年理科授業に対する価値観、小学校高学年理科授業に対する価値観、中学校理科授業に対する価値観を明らかにするためのインタビューはそれぞれ 1 名のみであるが、それぞれの価値観は社会的に構成されたものであるので、その個別性と具体性を深く追究することが知見の一般性を担保することになる (大谷, 2015)。

また、今回の分析者は 1 名であるが、その理由は以下である。質的研究も、究極的には量的研究と同様に一般性・普遍性ある知見を追究する。しかしながら質的研究は「数を増やすことで個別の偏りを拾い上げないようにしよう」という発想はしない。むしろ個別や具体を深く追究して深い意味を見いだすことで、それが深ければ深いほど、一般性や普遍性のある知見が得られると考える。質的研究の場合、量に頼ることは、個別性や具体性を失うため、かえって深い追究を妨げる (大谷, 2015)。

なお、今回の分析に用いた SCAT は、分析手続きとその経過は全て可視化されるため、反証可能性は担保されている。

(2) 調査結果

表 2.3.1 に、小学校 3,4 年生担任歴が長い教員 A の結果を示す。表 2.3.2 に、小学校 5,6 年生担任歴が長い教員 B の結果を示す。表 2.3.3 に、中学校教員である教員 C の結果を示す。

す。先に述べたように、SCATでは、ストーリーラインを記述する際に、<4>で記入したテーマ・構成概念には下線を施すことになっているため、該当部分に下線を施している。

教員 A (小学校教員, これまで主に 3,4 年生を担当) のストーリーライン

この教師は、「わかることが第一」主義に立ち、「自然理解」の重視の下、単元導入遊び論と遊びによる問題発見論を取り入れた理科授業を行っている。考えの根底にあるのは、「ひとり残らず」感覚と経験=知識、活動=理解 (活動しない=理解しない)、具体的操作=理解であり、観察・実験-理解の安定的関係を経験則としてもっている。これは言い換えれば、五感への信頼による「learning by doing」の絶対視である。

実際の授業は、体験への絶対的信頼から「全員に触らせる」縛りを自らに課して、単元導入で子ども発の「やってみよう」感を高揚する期待値上昇支援を行った上での、「みること」「やること」最優先の理解重視の授業である。個人差穴埋めにも配慮し、「聞く」ことの効能への信頼から、聞く=理解と考え、シェアリングによる理解促進を念頭に、グループ的扶助を促す協働創出にも尽力している。

講義式授業悪者論の立場であり、学習指導要領遵守の立場に立ち、教科書記載の順守をするが、一方で「問題解決学習」実現への疑義を抱き、年齢特性を考慮して課題決定者=教師論の立場で複合目標設定の下、目的達成最重視の考えで、児童-教科書すり合わせ戦略を用いて「教科書の流れは崩さず」授業を行っている。フレキシブル思考を持ちながら一貫した授業展開を行っているとのメタ認知を有している。

教員 B (小学校教員, これまで主に 5,6 年生を担当) のストーリーライン

この教師は、理科好き-自然事象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義に立ち、児童の楽しかった感を最重要視しながら五感への信頼から「みること」「やること」最優先の理科授業を行っている。考えの根底にあるのは、経験=知識、活動=理解、経験的信頼に基づく「問題解決学習=子どもの力 UP」論であり、児童の今後にも配慮がある。一方で、「児童発の学習課題は不可能」認識から学習課題提供者=教師論をもち、また、領域特性の自覚から学習指導要領遵守の立場でありながら分野別学習展開を行う修正版問題解決学習の実践者である。

実際の授業では、基本的には一貫した授業展開を保ちつつ、実験方法考案のリスクを感じ取ればリスク回避のための建設的取捨選択を躊躇しないなど、自在な実態に基づく戦略変更を行っている。興味喚起最優先の「方法は二の次」的立場ではあるが、一方で問題解決学習への束縛もあるため、授業計画・運営に際しては、冷静な授業洞察に基づく俯瞰的検討と、自身の有する経験則、割り切り感によって布石重視の脚本家的プロデュースに基づく授業運営をメインにしながら、大枠では問題解決学習の継続的実践を行っている。

学習者中心主義の無意識的「発達の最近接領域」支持者であり、総合的判断に基づいた柔軟なマネジメントができる教師だともいえよう。昨今話題の活用型授業に対しては、理科と

日常生活との関連を重要視し、「知識の活用＝重要」的感覚をもちながらも有限な資源の自覚から外部指示への沈黙的従順対応以外は、活用型授業を後回しにした「知識の活用＝二の次」的的日常となっている。

なお、小・中学校の学びのつながりについては、情報収集機会がほとんどないことを理由につながり不明のまま小学校の授業を行っている。小・中学校の学びのつながりを考える必要感を感じていない可能性もあり、学習指導要領遵守の授業を行うことが現実的対応だと考えている。

教員 C（中学校教員，教育委員会指導主事として1年勤務）のストーリーライン

この教師は、ステークホルダー重視の現実主義者であり、実態に基づく目標変更を行った上で、低学力対応を基盤に据えて「まずは授業参加」論の下、表現重視の授業を行っている。それは、この教師にとっての授業参加促進方略であり、個人差対応戦略でもある。

授業づくりの根底には、思考＝理解という考えや「1人では無理」認識と共同学習への信頼があり、「生徒発の学習課題は不可能」認識から「課題提示は教師からでしょ？」的立場で適度なハードル設定を行い、「ずーっと」思考活動、「授業またぎ」思考活動がメインの授業を行っており、無意識的「発達の最近接領域」支持者であるとともに先駆的「アクティブ・ラーニング」実践者といえよう。

一方で、生活と結合した理解への拘りをもつとともに、受験対応のため「問題演習＝得点力UP」観に基づいた「点数をとらせる」対策も行っている。理解「も」重視の立場、知識・技能習得「も」重視の立場での授業も行っていることから、出口重視の目的達成至上主義者ともいえよう。

観察・実験には強い信念がある。それは、「観察・実験＝喜び」の否定であり、授業では、考察のない観察・実験排除と観察・実験の有意味化を徹底している。

授業設計に当たっては、教科横断的要素に着目しつつ教科＝素材論の立場から理科特有の視点重視のもとで学習活動の絞り込み化等の実態に基づく戦略変更を行っている。その特徴は、無制限的発想、バランス感覚、建設的取捨選択、リスク回避、割り切り感、領域特性の自覚、有限な時間への意識からの柔軟なタイムマネジメントであり、一言で表すならば、俯瞰的マネジメントである。

外部指示への「昇華」的対応をも行うこの教師は「イレギュラー教師」としてのメタ認知があるとともに中学校理科授業の多様性や教師間の授業目標の相違にも気づいている。「年配教師＝講義重視」，「若年教員＝実験重視」という年代特性があるらしい。

この教師は小・中学校の理科授業の相違点と共通点を次のように把握している。

小学校理科授業の特徴は、「問題解決学習」の実現への努力と1単位時間完結授業である。しかし、実際に行われているのは、課題設定場面で課題のすり替えが行われる無理矢理問題解決授業であり、教師は「生徒発の学習課題は不可能」認識がありながら型の完成は必須と

の考えから中途半端な問題解決学習が日常的に行われている。原因は、小学校教員の特性である全教科担当の限界かもしれないし、あるいは個々の教師の力量かもしれない。

中学校理科授業の特徴は、「課題提示は教師からでしょ？」的立場である。また、多くの場合、観察・実験は考察軽視である。世代間相違もあり、高年齢層が行う授業は説明中心である。講義式授業の限界から全員の学習参加は難しく、生徒は楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じている。

ほぼ見当たらない小・中教員の共通点であるが、唯一、授業中の実態把握がある。相違点が多い理由は、小・中教員の授業価値観の相違であり出口意識の差ではないかと考えている。

なお、自分自身の授業は、全員の学習参加を目指した思考活動への信頼とバランス感覚をベースにした本質肉薄の授業との認識である。それは、無意味記憶の排除を徹底し、自身の多芸を生かした、理科のお役立ち感を感じ取れる生徒にとってのお気軽授業である。

(3) 考察

教員 C は指導主事として参観した小学校理科授業の特徴として、問題解決学習の実現と課題設定場面の難しさを指摘しているが、これらはいずれも教員 A と教員 B のストーリーラインに記述されている。問題解決学習の実現については、教員 A では、学習指導要領遵守の立場、教科書記載の順守、「教科書の流れは崩さず」授業、に、教員 B では、学習指導要領遵守の立場、問題解決学習への束縛、問題解決活動の継続的实践、に端的に表れている。一方、課題設定場面の難しさについて、教員 A では、「問題解決学習」実現への疑義、課題決定者＝教師論、児童－教科書すり合わせ戦略、に、教員 B では、「児童発の学習課題は不可能」認識、学習課題提供者＝教師論に表現されている。つまり、小学校の理科授業では、課題設定場面で児童が抱いた疑問をそのまま学習課題として授業を展開することは極めて難しいが、教員は課題のすり替え等の工夫をしながら、問題解決の過程を踏む授業が行われていると推察される。

「学習課題の設定は誰が行うのか」について議論の余地が残されていることは、第 1 章で指摘した。また、第 2 章で示したように、小学校教員には、授業を教科書通りに几帳面にこなそうとする、柔軟性に乏しいマニュアル主義的な面がある、といった特性がある（林ほか、2013）。問題解決学習を展開するための課題のすり替えは、小学校教員の特性の表れと見なすことができるが、課題をすり替えるのであれば、問題解決学習の充実のために、教師が学習課題を設定することがあってよいのではないか。間處（2013）が指摘するように、問題解決学習のねらいを活かすような学習を進めるためには、児童・生徒の発達段階に応じた試行錯誤を繰り返すための時間確保が必要であるが、理科の授業時数は有限である。限りある学習時間の中で、児童・生徒の主体的な問題解決を行わせるためには、指導上の工夫が不可欠となることは必然であり、状況によっては、児童が関心や意欲をもって対象とかかわることによって自ら見いだした問題を学習課題とするのではなく、学習課題を教師が設定することがあってよいだろう。特に、教師による学習課題設定が当然のこととして行われて

いる中学校に直近の小学校高学年では、実践的に検討が行われるべきであろう。そのことによって、「わかる」こと、「できる」ことが促進され、該当の学習に好印象をもつことが実現できる可能性は否定できない。

教員 A と教員 B のストーリーラインに基づけば、小学校教員は、学習指導要領の順守を意識しながらも、目の前の児童の実態に応じてアレンジしながら、可能な範囲で児童主体の問題解決学習を行っているといえよう。教員 A のシェアリングによる理解促進、グループ的扶助、協働創出や、教員 B の実態に基づく戦略変更、からは、発達の最近接領域を意識した授業方略を用いて授業を展開していることもうかがえる。また、教員 A と教員 B のストーリーラインに共通の記述として、経験＝知識、活動＝理解、がある。教員 A では、体験への絶対的信頼、「全員に触らせる」縛り、観察・実験－理解の安定的関係との記述から、観察・実験が学習内容を理解するために行われており、いわゆる話し合いは、個人差穴埋め、「聞く」ことの効能、聞く＝理解、との記述から、観察・実験によって期待する理解の個人差を埋めるために行われていると読み取れる。一方、教員 B では、観察・実験の位置づけが教員 A とは、やや異なる。ストーリーラインに「理科好き－自然事象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義に立ち、児童の楽しかった感を最重要視」、「興味喚起最優先の「方法は二の次」的立場」、「布石重視の脚本家的プロデュースに基づく授業運営」とあるように、観察・実験は、理科好き児童を育成するための1つの方略でもあり、必ずしも理解のためだけに行われるものではない。児童に「理科を学ぶことが楽しい」と感じさせるために有効だと判断すれば、観察・実験を充実させるし、観察・実験結果から何が言えるかを討論することで児童が「理科を学ぶことが楽しい」と感じるであろうと判断すれば、そちらに重点を置いた授業運営をするということになる。それは、以下のインタビューにおける発言からも明らかである。

理科が好きになるためには、やっぱりこう実感を伴った理解というか、教科書を読んだだけじゃなくて実験とか観察とか自分の体験に基づいた自分の体を通して触ったり触れたり見たり聞いたり匂ったり、そういうので楽しいと本当に思えたら、それでいろんなことがわかったら理科が好きになると思います。

やっぱり、実験とか観察を積極的に取り入れるというか、それが重要だと思います。本物にふれるというか、体を通して学んでいくことが大切なような気がします。

ま、一番は子どもが興味がわくようにするためにはどうしたらいいのかなというのが一番の思いなので、その問題解決にもっていくにしても、その問いに興味をもつとか、予想の段階でちょっとこういろんな意見が出るだとか、やっぱりなんかこう、なんか調べてみたいとか、自分はこう思うけど友達はどう思っているから、じゃあやってみようかみたいなの、やっぱり興味・関心っていうか、なんかこう、ただ

型にはまって問題解決をやっていってもおもしろくないので、やっぱりこう楽しいなというのが思ってもらえるようなのを大切にはしているつもりです。

一方、教員 A は、観察・実験について次のように語っている。

そうですね。そのとおりであって、この実験でつけてもらいたい知識、知識っていうか、どう言えばいいかなあ、ここ（学習指導要領）に書いてあるように、自然のものごと、現象についての実感を伴った理解を図り、とあるように、やっぱりそれが一番大事なことかなと思うんで、うーん…そこかな。

やっぱり理科は、まず自分が見て、見て触ってじゃないけど、その科学的事象を見るときかそういうことが大事なんかなあやっぱり思うので、そこがやっぱり一番かな。

演示実験は、ごめんなさい。低学年が多いので、そういうことはあんまりないけれども、グループ実験でも、どういうんだろうなあ、お客さんの子は、あまりこう、テストをしたときでも、知識的に入っていない子が多い。

やってみないとかね。そういう興味をしっかりと出させて、することは理科は多いですね。だから大好き、子どもはね、理科が。

教員 A にとって、あくまでも観察・実験は、自然事象を理解させるための手段でありすでに児童は理科が好きなのだから、理科好きを育成するための方略ではないということであろう。これは中学年児童の特性とも関係するのかもしれない。

以上から、小学校教員の理科授業に対する価値観として、以下の点が指摘できよう。

- ・児童が、自らの手で観察・実験を行うことで、学習内容を理解すること
- ・問題解決学習を行うこと
- ・自然の面白さを知ること

なお、小・中学校の学びのつながりについては、教員 B のストーリーラインに、中学校理科に対する情報収集の機会もなく、その必要感もさほど感じておらず、学習指導要領を順守した指導を行うことが小・中学校の学びを円滑につなぐことになるとの記述がある。これは、第 2 節で指摘した小学校教員が中学校理科へのつながりを意識して心がけていることと符合する。

中学校理科へのつながりを意識して小学校理科の授業を行っている小学校教員は決して多くはなく、中学校理科へのつながりを意識している小学校教員もその授業方略は「学習指導

要領を順守した指導を行うこと」であるといっただろう。

一方、中学校理科授業の特徴は、次に示す教員 C のストーリーラインの記述に表れている。

中学校理科授業の特徴は、「課題提示は教師からでしょ？」的立場である。

また、多くの場合、観察・実験は考察軽視である。世代間相違もあり、高年齢層が行う授業は説明中心である。講義式授業の限界から全員の学習参加は難しく、生徒は楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じている。

「年配教師＝講義重視」，「若年教員＝実験重視」という年代特性があるらしい。

教員 C が行っている授業は、ストーリーラインの記述にある、低学力対応、「まずは授業参加」論、表現重視の授業、「1人では無理」認識、思考＝理解、先駆的「アクティブ・ラーニング」実践者、にその特徴が表れている。すなわち、全ての生徒に理解を促すために授業を行っており、その手段として、思考したことを表現させることを重視している。一方で、受験対応のため「問題演習＝得点力UP」観に基づいた「点数をとらせる」対策も行い、理解「も」重視の立場、知識・技能習得「も」重視の立場での授業も行っている。

表現重視の授業も、思考＝理解との教員 C の考え方からすれば、全ての生徒に理解を促すための手段と解釈することができ、教員 C の理科授業は、高校受験を意識した「出口」重視の授業ともいえよう。教員 C 自身は、「「イレギュラー教師」としてのメタ認知がある」ため、教員 C が行っている授業を中学校理科授業の特徴とすることはできない。しかしながら、

だいたい 40 代後半以上の先生は、どちらかというと観察・実験も最小限に抑える。で、どちらかというと理解重視をするという授業だったかなと思いますね。うん。皆さんがというわけではないですけど、そういう印象ですね。はい。

で、若い方は、どちらかというとそうではないと…。

ない、けども、なかなかうまいこといわずにドツボにはまると。そういうパターンですね。

というインタビューでのやりとりや、

高年齢層が行う授業は説明中心である。講義式授業の限界から全員の学習参加は難しく、生徒は楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じている。

というストーリーラインの記述から、高年齢層も若年齢層も、生徒の理解を促すために授業を行っており、第1節に示したベネッセ教育総合研究所の調査結果に照らしてみても、年齢層あるいは個人によって授業方略に違いはあるものの、高校受験という「出口」を意識した内容理解を促す授業が中学校理科の特徴とあって差し支えないだろう。

最後に、小・中学校教員の観察・実験の位置づけの違いについて指摘しておく。

観察・実験については、教員Cのストーリーラインに次の記述がある。

観察・実験には強い信念がある。それは、「観察・実験＝喜び」の否定であり、授業では、考察のない観察・実験排除と観察・実験の有意味化を徹底している。

先に述べた、説明中心の授業で生徒が楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じているというのは、おそらく教員が楽しい観察・実験を行おうとして行っているのではない。生徒は講義式授業についていけなくなった結果、観察・実験に楽しみを見いだしているのであろう。若い教員が「なかなかまいこといかずにドツポにはまる」のも、「観察・実験＝喜び」の否定をして考察のない観察・実験排除と観察・実験の有意味化を徹底しようとするものの困難性によって「ドツポにはまる」のであろう。

つまり、観察・実験に対する位置づけが小学校教員と異なり、「手を動かすことによって学習内容を理解する」のではなく、「理科好き児童を育成するための1つの方略」でもない。中学校教員にとって、観察・実験は「自らの考えを確かめるための手段」であり、「観察・実験後の考察を行うためのデータを採取するために行うもの」である。しかしながら、説明中心の授業を行う中学校教員の場合、観察・実験は生徒を授業に参加させるための手段になっているといえよう。

以上から、中学校教員の理科授業に対する価値観として、以下の点が指摘できよう。

- ・教師の説明によって学習内容を理解すること
- ・観察・実験結果を考察することによって学習内容を理解すること
- ・高校受験に役立つ力をつけること

これまで、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを阻害する要因として、学習内容の難易度が上がることや、高校受験への対応のためじつくりと実験に取り組んで理解するゆとりがなくなっている（加藤，2009）等が挙げられていた。今回の調査結果からは、それ以外の要因として、小学校教員と中学校教員の観察・実験に関する価値観の相違があることが見出された。観察・実験は、理科学習においてよく行われる学習活動であるがゆえに、児童・生徒の発達段階を踏まえながら、それぞれの時期に適した指導を系統的に行うことは極めて

重要である。何のために観察・実験を行うのか。どの時期に、何をねらいとして、どのような観察・実験を行うのか。小・中学校における観察・実験の意味と指導のあり方を再検討することは、小・中学校の理科の学びを円滑につなぐための、極めて重要な今後の課題であろう。

第4節 まとめ

第2章では、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観について考察を行った。第1節において、先行研究を概観し、学習指導についての双方の相違点を以下のように整理した。教師を、理想とする授業を追求する理想主義者と、現実に即した授業を行う現実主義者に区別したとすると、小学校教員は理想主義者に分類でき、児童の理想像を念頭に、児童の興味・関心や考え、学び方を重視した発表が中心の理科授業を行う傾向にあり、授業方略の基本的なスタンスは「支援」である。一方、中学校教員は現実主義者に分類でき、高校受験を念頭に、系統性を重視しながら子どもにとって必要なことは強制してでも教える理科授業を行う傾向にあり、授業方略の基本的なスタンスは「指導」である。

第2節では、小・中学校教員が理科授業を行う際の小・中学校の学びのつながりに対する意識について考察した。その結果、小学校教員の中には、中学校教員が小学校理科に期待する「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」、「マナーを含む実験技能を児童に習得させる」、「より多くの実験経験を積む」ことを取り入れて理科授業を行っている者もいるが、その割合は30%に満たず、小・中学校の円滑な学びのつながりを意識した理科指導は十分に行われているとはいえないことを指摘した。また、小学校教員と中学校教員の授業観の相違が「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」ことを妨げ、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを阻害している可能性があることを指摘した。

第3節では、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観の共通点と相違点を整理した。その結果、小・中学校教員ともに、理科授業を通じて児童・生徒に学習内容を理解させようとしているが、小学校教員にとっての理科授業の価値は、児童が自らの手で観察・実験を行うことで学習内容を理解すること、問題解決学習を行うこと、自然の面白さを知ること、であるのに対して、中学校教員にとっての理科授業の価値は、教師の説明によって学習内容を理解すること、観察・実験結果を考察することによって学習内容を理解すること、および高校受験に役立つ力をつけることであるとの指摘を行った。

以上を総括すると、小学校教員と中学校教員では、児童・生徒の卒業時における到達目標実現への切実さの程度が大きく異なり、それに起因する理科授業に対する価値観の相違がある。したがって、授業方略も観察・実験の位置づけも異なるが、小学校教員の小・中学校の学びのつながりに対する意識は決して高いとはいえず、小・中学校理科の学びが円滑につながっているとは言い難い。

本章で得られた知見と第1章の成果を統合すると、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保する要件が以下のように整理される。

- ・ 小・中学校を跨ぐ関連単元の学習内容を把握した上で、中学校で設定されている学習課題が授業で乗り越えることが可能な段差になるように小学校での学習内容を定めて授業を行うこと。その際に、学習の先取りがなされないように配慮すること。
- ・ 小学校の学習内容は、もれなく児童に習得させること。
- ・ 児童の主体的な問題解決と観察・実験結果の考察による自然理解が実現可能できるように、教師による学習課題の設定を躊躇わないこと。
- ・ 学習指導において、「教師による支援を重視するのか」、「指導を重視するのか」、また、「児童・生徒の発表を重視するのか」、「教師からの解説や児童・生徒個人が課題に取り組む時間を重視するのか」、は、学習内容や児童の状況に応じて柔軟に選択すること。
- ・ マナーを含む観察・実験技能を児童に習得させておくこと。

本章までは、教師側の視点で小・中学校理科における円滑な学びのつながりについて検討を行った。しかしながら、一方で、児童・生徒側の視点でも検討を行う必要がある。なぜならば、学習主体は彼らだからである。学習主体が理科授業をどう認識しているか。どのような要望をもっているのか。これらは、小・中学校理科における円滑な学びのつながりを検討するための極めて重要な資料となる。そこで、次章では、児童・生徒の実態調査のデータを基に、彼らの理科授業に対する認識と要望を明らかにする。そして、得られた知見に第1章および第2章の成果を統合して、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保する指導方略の要件を示す。

第3章 小学生と中学生の理科授業に対する認識と要望

第2章では、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観について考察を行い、双方には相違があり、それに起因する授業方略の相違が見られること、特に観察・実験に対する価値観に大きな相違が見られることを指摘した。それでは、授業を受ける側の小学生と中学生は、自分たちが日頃受けている授業をどのように認識しているのだろうか。また、授業に対する要望はあるのだろうか。あるとすれば、それはどのようなものだろうか。

本章では、小学生と中学生の理科授業に対する認識と要望を明らかにする。

この調査結果の一部は、土井・林（2015）で報告している。

第1節 調査方法

（1）調査について

調査は、質問紙法（選択肢と自由記述）によって、小学生と中学生を調査対象に行った。質問紙は、以下の(1)～(3)が明らかになるように構成した。

(1)日頃受けている理科授業の様子

(2)理科授業への要望

(3)中学生が困っていること

(1)は、小・中学校で行われている理科授業の様子を比較するために設定した。「次の文について、あなたが受けている理科の授業は、どれくらい当てはまると思いますか。当てはまる番号に○をつけてください」と質問し、筆者が準備した授業の様子を表す14の文について、1：そう思わない、2：あまりそう思わない、3：ややそう思う、4：そう思う、の中から当てはまるものを選択させた。項目文作成に当たっては、第5回学習指導基本調査（小学校・中学校）（ベネッセ教育総合研究所，2010）で行われた小・中学校教員に対する「心がけている授業時間の使い方・進め方」の設問を参考にした。設問が、小・中学校の教員が授業中に行う方法を網羅しており、調査の結果、小・中学校の授業の共通点と相違点が明らかにされているためである。

(2)は、小・中学生の理科授業への要望を比較するために設定した。「理科の授業が、こうだったらいいのになあと思うことがありますか？もしもあれば書いてください（いくつ書いてもいいです）」との質問に対して、自由記述で回答させた。

(3)は、中学生が感じている小・中学校の理科授業のギャップを検討するために設定した。そのため、小学校と中学校を経験している中学生のみに回答させた。「中学校の理科の授業で困っていることがありますか。当てはまるものがあれば○をつけてください（いくつつけてもらってもかまいません）」と質問し、筆者が準備した10の文から選択させた。10の文は、本調査に先立って国立大学附属中学校教員を対象に行った予備調査の結果を参考に作成した。予備調査は、「小学校を卒業したばかりの生徒に対して、戸惑いを覚えられたことがありますか。あれば書いてください。」と質問し、筆者が準備した7つの文から選択させた。選択肢は、ア：文字を書くのが遅く、授業がなかなか進まない、イ：そんなに難しいことを扱っ

ているわけではないのに、なかなかわからない、ウ：こちらの話が少し長くなると、集中力が持続しない生徒がいる、エ：あまり考えずに発表ばかりしたがる生徒がいる、オ：「きょうの授業でやること」を自分たちで決めようとする生徒がいる、カ：グラフや表を正しく速くかくことができない生徒がいる、キ：考察や結論を書くことができない生徒がいる、であり、複数選択可とした。また、補足の情報を得るために自由記述欄を設けた。ア～キの文は、これまでに筆者が中学校教員から聞いた戸惑いを参考に作成し、回答数の多かった項目および自由記述で顕著に見られた文を項目文として選定した。

(2) 調査対象および時期

広島県内の公立小学校 1 校

6 年生 3 クラス 113 名

広島県内の公立中学校 1 校

2 年生 6 クラス 217 名

両校とも 2013 年 5 月に実施

小・中学校で行われている理科授業の様子と授業への要望を比較するとともに、理科授業における中 1 ギャップを検討するために、小学校理科の学習経験が豊富な小学校 6 年生と中学校理科の授業を 1 年間経験し、かつ小学校理科の記憶が残っているであろうと思われる中学校 2 年生を調査対象とした。調査を行った小・中学校は、同一の中学校区にある。同一校区内にある 1 校に限定してサンプリングを行ったのは、中学生が回答する際に比較する小学校の理科授業との対応を考慮したためである。

第 2 節 調査結果

(1) 日頃受けている理科授業の様子

理科授業の様子を表す以下の 14 の文について、4 件法で回答を求めた。

- ①理科の授業では、問題を解決している
- ②問題は自分たちで見つけている
- ③先生は自分たちが喜ぶような観察・実験をしてくれる
- ④学級全体で話し合うことが多い
- ⑤先生はていねいに説明してくれる
- ⑥少ない人数で(グループで)話し合うことが多い
- ⑦先生が急に「じゃあこれもやってみようか」と言うことがある
- ⑧話し合いよりも一人で考える時間が多い
- ⑨先生は、受験に役立つことも教えてくれる
- ⑩先生は、理科の時間に、これまで自分が知らなかったようなことをよく話してくれる
- ⑪自分たちで実験するのではなくて、先生が実験するのを見ることが多い

⑫先生は、あれこれ言わずに待ってくれることが多い

⑬一人で考えて書く時間が多い

⑭観察や実験の方法は自分たちで考えている

小学生用質問紙は、⑨を「先生はテストでいい点をとるのに役立つことも教えてくれる」とした。

分析においては、4件法の各間隔を等間隔と仮定し、選択肢の番号をそのまま得点化した。そして、得点化した値から平均値と標準偏差を求めた。また、t検定（有意水準 $\alpha=0.05$ 、両側検定）を用い、小学生と中学生の平均の差の検定を行った。その結果を表3.1.1に示す。

平均値は、小学生、中学生とも、①理科の授業では、問題を解決している、③先生は自分たちが喜ぶような観察・実験をしてくれる、⑤先生はていねいに説明してくれる、⑩先生は、これまで自分が知らなかったようなことをよく話してくれる、の4項目が上位となっている。一方、⑦先生が急に「じゃあこれもやってみようか」と言うことがある、⑪自分たちで実験するのではなくて、先生が実験するのを見ることが多い、⑭観察や実験の方法は自分たちで考えている、の3項目は、共通して低い。t検定の結果、小学生の平均値が有意に高かったのは、⑥少ない人数で(グループで)話し合うことが多い、⑪自分たちで実験するのではなくて、先生が実験するのを見ることが多い、⑬一人で考えて書く時間が多い、の3項目である。一方、中学生の平均値が有意に高かったのは、⑨先生は、受験に役立つことも教えてくれる、⑩先生は、理科の時間に、これまで自分が知らなかったようなことをよく話してくれる、⑫先生は、あれこれ言わずに待ってくれることが多い、の3項目である。

以上の結果から、小・中学校ともに、児童・生徒の情意面に配慮した教師のていねいな指導と問題解決に注目した指導が行われていることが推察される。

また、小・中学校を比較すると、小学校では、一人で考えることと小グループで話し合うことがより大切にされ、中学校では、受験への対応、新たな情報の提供、教師の「待つ」姿勢がより大切にされているようである。

(2) 理科授業への要望

自由記述に頻出する語句に着目して分類したところ、以下の5項目に分類された。

ア：記述なし

イ：特になし

ウ：実験がしたい

エ：観察・飼育・栽培・採集・製作がしたい

オ：その他

小・中学生の要望の違いを明らかにするために、この5項目（ア～オ）の回答割合を、小・中学生それぞれに算出した。その結果を表3.1.2に示す。

回答割合が高かった項目は、小学生では「ウ：実験がしたい」、中学生では「ア：記述なし」「ウ：実験がしたい」が上位2つであった。小学生・中学生ともに回

割合が高かった「ウ：実験がしたい」については、小学生と中学生の回答傾向に相違がみられた。小学生では、「実験したい」と回答した38名のうち、「とにかく実験がしたい」と記述された回答は23名（61%）であるのに対して、中学生では「実験したい」と回答した52名のうち、「とにかく実験がしたい」と記述された回答は45名（87%）であった。

そこで、小・中学生における違いの有無を検討するために、「実験したい」と回答した小・中学生それぞれにおいて、「とにかく実験がしたい」と回答した人数と、それ以外の回答をした人数を算出した。そして2×2の χ^2 検定（有意水準 $\alpha=0.05$ ，両側検定）を行った結果、中学生の方が「とにかく実験がしたい」の回答割合が有意に高かった（ $\chi^2=8.044$ ， $df=1$ ， $p<0.01$ ）。「とにかく実験がしたい」以外の回答を見ると、小学生では、「環境に役立つ実験がしたい」「すでに知っていることを実験するより知らないことをする方がよい」といった発展的な内容への要望が15名中7名と最も多く、中学生では、「年に1度か2度、好きな実験をしてもいいという時間がほしい」「1年生の時に先生がやってくれたアンモニアの実験がおもしろいと思ったので、色が変わったり、大きな変化がある実験が見たい」といった刺激や面白さを求める要望が7名中5名と最も多かった。

次に、「その他」の詳細について述べる。表3.1.3に示すように、小・中学生ともに最も多く見られたのは「わかるように教えてほしい」「できるように教えてほしい」との回答であった。

中学生で見られた「覚えられるコツを知りたい」「質問する時間がほしい」との回答も、同じ意味合いの回答である。小学生の回答には「みんなが知らないことを教えてほしい」「レベルを上げてほしい」「最近の話題、ニュースに関することを話してほしい」といった発展的な内容への要望も見られる。そのほかに、小学生の「たとえば「電気の授業」があったら、分けずに一回で全部やってほしい」、中学生の「理科の授業の座り方が、分かる人と分からない人をいっしょにしてくれると、教えあったりできるからいいな…」といった「わかる授業」のための授業運営の変更を求める要望も見られた。

以上の結果から、小・中学生に共通して「実験がしたい」、「わかるように教えてほしい」との要望があることがわかる。特に、実験への要望が顕著であるが、実験に関して、小学生では発展的な内容への要望が目立つのに対して、中学生では刺激や面白さを求める要望が目立つ。相違点は、小学生では、要望は特になしとの回答が比較的多いが、中学生では記述なしが多いことである。

中学生が理科授業で困っていることの結果を図3.1.1に示す。「考察や結論をどう書いてよいかわからない」「授業の内容が難しい」といった学習内容の難しさに関する項目が上位2つであった。この結果は、加藤（2009）が指摘した中学校進学時に理科嫌いになった理由と整合する。次いで回答数が多いのが「周りの人と相談させてくれない」である。これらは、前述した中学生の理科授業に対する要望に「理科では、少し難しいので丁寧に教えてほしい」「もっとみんなで相談させてほしい。一人ではできない」といった記述が見られることと整合する。

第3節 考察

調査結果について、小・中学校理科の学びのつながりの視点から考察を行う。

(1) 実験の児童・生徒にとっての位置づけ

小学生・中学生の理科授業への要望は、実験することに集中しており、その多くは、「とにかく実験がしたい」である。また、中学生には、実験に対して刺激や面白さを求める傾向が認められた。これは、自らの考えを確かめるために行う本来の意味の実験ではない。日頃受けている理科の授業の様子に関する今回の調査結果から、小・中学校とも教員側も考えを確かめるためではなく楽しませるための観察・実験を意識的に行っていることがうかがえ、小学校理科から「楽しい」実験が繰り返されていることが推察される。

中学生が理科授業で困っていることは学習内容の難しさであるにもかかわらず、理科授業への要望に「実験がしたい」が多いことは注目し得る。要望を問う設問に対して、記述がない生徒が半数を超えることを併せ考えると、学習内容の難しさに正対しようとしていない可能性がある。小・中学校で行われる観察・実験が、楽しさを求めるのではなく、自分の考えを確かめるために行われるようになれば、中学生の要望は、学習に正対するものによって変わる可能性があるのではないか。そのためには、まず、観察・実験に対する教師側の意識を改める必要があろう。

(2) “考察”と“結論”の指導

中学生が困っていることで最も多かった回答は「考察や結論をどう書いてよいかわからない」であった。科学技術振興機構 理科教育支援センター（2011）が小学校教員を対象に行った調査によれば、「実験したことから得られる結論について考えさせる」活動をよく行っていると答えている回答者の割合が81.6%と報告されている。一方、木下ほか（2012, 2012）は、小・中学生を対象に質問紙調査を行った結果から、観察・実験の結果を考察する活動が、他の活動に比べて十分行われているとは言えず、今後この活動の充実を図る必要があることを指摘している。これらを踏まえると、小学校における観察・実験結果から結論を導く指導の成果は十分に上がっていないと言えよう。

木下ほか（2012）は、小学生には既習事項を用いて自分で仮説を立て、それをノートに記述する活動を丁寧に指導すること、中学生には、初めは教師がモデルを示すなどして仮説や考察の考え方・まとめ方を段階的に指導することが重要であるとの考えを示している。

中学生が考察や結論を書くことに困惑しないために、小・中学校でどのような指導を行うか。この点は、小・中学校の理科授業の課題の一つとして指摘できよう。

(3) 授業のあり方

小学生・中学生の理科授業への要望からは、小・中学生ともに「わかる授業」を求めている

ることが読み取れる。中学生は学習内容を理解するための援助を求め、小学生は、学習内容を理解するための援助のみならず、発展的な学習への要望もある。

中学生が学習内容の難しさに困惑している状況と小学生の要望を踏まえれば、小学校6年生の段階で、中学校の学習内容を視野に入れた発展的な内容や、より探究的な実験を取り入れることで、より円滑な小・中学校の学びのつながりが実現できるのではないだろうか。

中学生からは「周りの人と相談させてほしい」との要望がある。中学校では、生徒の情意面に配慮した教師のていねいな指導、受験への対応、教師の「待つ」姿勢が大切にされているようであるが、それでも「わかる授業」になっているとはいえないということであろう。学習内容や授業運営について、再検討する必要がある。

第4節 まとめ

本章では、小・中学生の理科授業に対する認識と要望の共通点と相違点、および中学生が理科授業において困惑している点を明らかにした。

質問紙調査の回答から判断すれば、小・中学校ともに、理科授業において児童・生徒の情意面に配慮した教師のていねいな指導と問題解決に注目した指導が行われていることが推察される。理科授業への要望は、小・中学生ともに「実験がしたい」が最も多い。やりたい実験は、小学生では発展的な内容への要望が目立つのに対して、中学生では刺激や面白さを求める要望が目立つ。この中学生の実験に対する要望は、第1章第3節で述べた教員C（中学校教員）の以下のストーリーラインに符合する。

多くの場合、観察・実験は考察軽視である。世代間相違もあり、高年齢層が行う授業は説明中心である。講義式授業の限界から全員の学習参加は難しく、生徒は楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じている。

中学生が理科授業において困っていることが、「考察や結論をどう書いてよいかわからない」、「授業の内容が難しい」、「周りの人と相談させてくれない」であるのにもかかわらず、理科授業への要望に「実験したい」が多いことには矛盾がある。困っていることから考えれば、「考察や結論の書き方を教えてほしい」、「授業の内容をわかるようにしてほしい」、「周りの人と相談させてほしい」という要望があるのが自然である。しかしながら、このような要望は決して多くはなかった。おそらくは、学習の難しさから逃避して実験を楽しみたいのであろう。実験については、今回の調査から、小・中学校とも教員側も考えを確かめるためではなく楽しませるための観察・実験を意識的に行っていることがうかがえ、小学校段階から「楽しい」実験が繰り返されていることが推察された。この背景には、ともかく生徒を授業に参加させたいとの思いもみてとれる。状況を改善するためには、まず小学校で行われる観察・実験を、楽しさを求めるのではなく、自分の考えを確かめるために行われるようにする必要がある。また、中学生が「考察や結論をどう書いてよいかわからない」ことに困っている

状況を踏まえると、小学校段階での観察・実験結果から結論を導く指導を強化する必要もある。

「わかる授業」への要望は、小学生、中学生ともにあった。調査結果からは、理科授業において児童・生徒の情意面に配慮した教師のていねいな指導と問題解決に注目した指導が行われていることが推察されるが、それでは必ずしも十分ではないということである。「わかる授業」を実現するための要件に関しては、第1章および第2章で考察を行った。本章で得られた知見と第1章および第2章の成果を統合すると、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保する指導方略の要件は、以下のように整理できる。

- ① 小・中学校の学習内容を詳細に検討するとともに、小学生や中学生の実態調査を行った上で、中学校の学習内容が授業で乗り越えることが可能な段差になるように、小学校での学習内容を定めて工夫した授業を行う。その際、学習の先取りがなされないように配慮するとともに、中学校の学習内容を視野に入れた発展的な内容を取り入れることを躊躇わない。
- ② 児童の主体的な問題解決と観察・実験結果の考察による自然理解が実現できるように、教師による学習課題の設定を躊躇わない。
- ③ 学習指導において、「教師による支援を重視するのか」、「指導を重視するのか」、また、「児童・生徒の発表を重視するのか」、「教師からの解説や児童・生徒個人が課題に取り組む時間を重視するのか」、は、学習内容や児童の状況に応じて柔軟に選択する。
- ④ 小学校高学年段階で、観察・実験は「楽しい活動」ではなく、事実に基づいて自分の仮説や考えを確かめるために行うものであり、観察・実験結果を考察することこそが本質であることを意識づけるとともに、考察・結論が書けるように指導する。このことは、中学年から開始してもよい。
- ⑤ マナーを含む実験技能を児童に習得させために、小学校段階でより多くの観察・実験の経験を重ねていく。

次章では、以上の5点のうち①、②、③に着目して、小学校および中学校の授業を構想あるいは実践し、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保することを視点にした事例研究を行う。事例研究から得られた知見によって、必要に応じて、小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略の要件を修正する。

第4章 実践的検証

本章では、第3章で示した指導方略の要件を視点に授業を構想・実践し、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保することを視点に事例研究を行う。事例研究から得られた知見によって、必要に応じて、小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略の要件を修正する。

第1節 我が国の小学校で行われている理科授業の実態

我が国の小学校理科は、構成主義の立場に立ち、児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから自ら見いだした問題について、主体的な問題解決を行うことで、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り科学的な見方や考え方を養うことを目標としている。この目標を達成するための実践的研究が多数行われてきている一方で、この目標を達成するための学習過程について、2000年代初めよりいくつかの改善案が提案されている。市川による「教えて考えさせる授業」（例えば、市川・鎬木，2007）や進藤による「知識伝達－事例化モデル」（例えば、進藤・日高・脇元，2007）、池田による「理論依存型授業」（例えば、池田，2010）などがその例であり、これらはいずれも過度の子ども中心の問題解決（行き過ぎた児童中心主義、行き過ぎた発見主義）に警鐘を鳴らし、問題解決を行う前に教えるべきことを教えることで、児童の主体的な問題解決が実現され、結果として学習指導要領に示される目標が達成されることを主張するものである。つまり、学習指導要領と同様に構成主義の立場に立ちながらも、「全く教えない」のではなく必要なことは最初に教え、それをういて問題解決を行うことを主張するものである。この主張は、換言すれば、児童主体の問題解決学習を成立させるために必要な教師の働きかけを適宜行うとの提案である。小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）には「児童に自然の事物・現象を提示したり、自然の中に連れて行ったりする際には、児童が対象である自然の事物・現象に関心や意欲を高めつつ、そこから問題意識を醸成するように意図的な活動を工夫することが必要である」や「児童がもつ見通しは一律ではなく、児童の発達や状況によってその精緻さなどが異なるものであることは、十分注意を要する必要がある」との記載があり、これらは、教師による指導の必要性を間接的に示す記述を見てよいだろう。他の例を挙げるとすれば、第2章で指摘されたように、小学校の理科授業では、課題設定場面で児童が抱いた疑問をそのまま学習課題として授業を展開することは極めて難しい。このような場合にも、児童主体の問題解決学習を成立させるために、教師の適切な指導性の発揮は必要であろう。

そこで、本章の事例研究では、第3章で示した、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保するための指導方略の要件に、教師の指導性を加えて授業を計画し実践する。事例として取り上げるのは、小学校6年「電流による発熱」、小学校3年・4年・6年の粒子概念に関する領域、小学校6年・中学校3年の環境に関する領域である。

この3領域を取り上げたのは、以下の理由である。

先に述べたように、電気領域、粒子概念に関する領域は学習の困難性が指摘されており、小・中学校の学びの円滑なつながりを標榜した授業改善の提案が盛んに行われてきている。しかしながら、電気領域については、子どもの概念の特徴を明らかにする研究（例えば、平島・市川，2013；三島，1984；Osborne，1985；Shipstone，1985）や、小学校理科において科学的な電流概念を獲得させるための指導方略に関する研究（例えば、高垣・田原，2004；石井・本間 2009）、中学校理科において電気回路に対する科学的なイメージをもたせるための指導方略に関する研究（例えば、古屋・戸北，2000；古屋，2002）など多数の先行研究が見られるものの、小学校6年で扱う電熱線による発熱を取り上げた研究は見られない。この学習は、小学校における最後の電気の学習であり、ここに表れる児童の考えには、これまでの電気の学習に関する理解も反映されるはずである。したがって、電熱線による発熱を児童がどのように考えるかを明らかにした結果は、小・中学校理科の電気領域における円滑な学習のつながりについて検討する上で極めて重要な資料となる。これが、小学校6年「電流による発熱」を取り上げる理由である。

粒子概念に関する領域においても、子どもの概念の特徴を明らかにする研究（例えば Doran，1972；Johnson，1998；片平・荒川，1990；Novick & Nussbaum，1981；Nussbaum & Novick，1982；Schollum&Osborne，1985）や小学校段階から粒子概念を導入する可能性に関する検討（例えば、源田・西村，2008；George & Philip，2005；葉山ほか，2006；菊池ほか，2008；Skamp，1999；山下・小野寺，2009）など、多数の先行研究がある。このうち、小学校段階から粒子概念を導入する可能性については、菊池ほか（2008）が、その具体的なカリキュラム構想を示すとともに事例研究を行い、小学校4年生で児童の理解度および意欲ともに良好な結果を得たことを報告している。また、葉山ほか（2006）も、小学校4・5・6年生を対象に行った調査の結果から、小学校理科への粒子像導入の可能性を指摘している。しかしながら、一方で、源田・西村（2008）は、小学校4年生対象の事例研究によって、小学校4年生に粒子概念そのものを教えたり、小学校の段階で粒子概念を獲得目標として掲げたりすることは難しいと指摘しており、小・中学校の円滑なつながりを意図した小学校段階での粒子概念導入については、より一層の実践的検討が必要である。これが、小学校3年・4年・6年の粒子概念に関する領域を取り上げる理由である。

環境に関する領域については、小・中学校の円滑な学びのつながりを意図した研究は見当たらない。本章で取り上げるのは、小学校6年における大気中の二酸化濃度の日変化の学習と小学校6年・中学校3年の外来種の学習である。ともに中学校3年生の理科の学習内容である地球温暖化と外来種問題につながると同時に、持続可能な社会について考えるために不可欠な学習内容である。これが、環境に関する領域を取り上げる理由である。

第2節 小学校6年生「電流による発熱」の事例

本節では、電流による発熱を学習した後の小学校6年生が、電流の直径によって発熱の程

度が異なる理由をどう説明するかを明らかにし、調査結果を踏まえて、小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす授業方略について考察する。

(1) 調査方法

1) 調査の目的

本調査の目的は、小学校6年生が、電熱線の直径の違いによる単位時間当たりの発熱量の違いの原因を何に帰着しているかを明らかにすることである。

2) 調査対象

広島県内の公立小学校5校の6年生を対象とした。詳細は以下である。

A 小学校	男子 66 名	女子 72 名	計 138 名	
B 小学校	男子 58 名	女子 61 名	計 119 名	
C 小学校	男子 47 名	女子 36 名	計 83 名	
D 小学校	男子 48 名	女子 57 名	計 105 名	
E 小学校	男子 70 名	女子 55 名	計 125 名	合計 570 名

対象児童は、調査前に電流による発熱の学習で、等しい電位差のもとでは、長さが同じ場合は直径が大きい電熱線の方が単位時間当たりの発熱量が大きいことを実験によって確かめている。行われた実験は以下の通りである。

A 小学校では、電熱線の上に蜜蝋を置き、切断されるまでの時間で発熱量を評価した。B 小学校、C 小学校、D 小学校では、電熱線の上に発泡スチロールを置き、切断されるまでの時間で発熱量を評価した。E 小学校では、電熱線全体を水に浸漬して水温の上昇で発熱量を評価した。電流による発熱の学習に要した時間は、調査対象校すべて2単位時間(90分間)であった。これらの授業が行われたのは、2015年2月中旬から2月下旬である。

3) 調査時期

2015年2月下旬～3月上旬

電流による発熱の学習を終えた後に行った。

4) 調査手続き

調査は質問紙によって行われ、以下の問いについて自由記述で回答を求めた。

設問：太い電熱線と細い電熱線とでは、太い電熱線の方が、よく発熱しました。あなたは、この事実をどう説明しますか？

児童の回答にはイラストも見られたが、そのほとんどはテキストデータであったので、

SCATの手法を参考に、それらを、「何が」「どうだから」に分けて入力して、似たものをグループ化したあと、グループ全体の文脈を踏まえて言い換えを行った。

(2) 調査結果

等しい電位差のもとでは、長さが同じ場合、直径が大きい電熱線の方が単位時間当たりの発熱量が大きい理由についての回答を似たもの同士にグループ化し、言い換えを行った結果を表 4.2.1 に示す。

最も多かった回答は、「太い方が電流が流れやすいから」であり、58.2%の児童が、こう考えている。次いで、「太い方が電気がたまりやすいから」(5.1%)、「太い方が熱を通しやすいから」(3.7%)と続く。「どうだから」のみに着目すると、「太い方が通りやすいから」、「太い方がたまりやすいから」といった回答が、80%を超える。児童の多くが着眼した点は電熱線の直径の差と体積の差である。回路を流れるのは電流であることは、小学校4年生の履修内容であるが、「電気がたまる」、「熱が入る」といった抽象的概念の混乱が見られた。

次に①～⑭それぞれについて、代表的な記述例を筆者の解釈を示す。なお、調査の結果、「電気」との記述が少なからず見られ、「電流」と置き換えると解釈が難しい場合があるため、以降は児童の記述に「電流」と書かれている場合を除いて、「電気」という語を用いる。

なお、電熱線の上に蜜蝋や発泡スチロールを置いて発熱量を評価したA校やBCD校と、電熱線全体を水に浸したあとの水温上昇によって発熱量を評価したE校では、回答割合に有意な差は認められなかった。

①電流が流れやすいから

- ・ 細い電熱線よりも太い電熱線の方が流れる電気の量が多く、同じ電気の力でも流れる量が違うから。
- ・ 電流の流れが太い方だとスムーズに流れて、細い方だと太い方と比べるとゆっくりだから（電流の通り道が太いとたくさんあるから）。
- ・ 細い方は電気の通り道がせまいので電流の流れが悪いけど、太い方は広いので流れが良いから。
- ・ 太い電熱線の方が電流の通り道が大きいから早く大量の電流が流れるけど、細い電熱線は電流を太い電熱線と同じ量を流したら通り道が小さいから、太い電熱線よりおそく少しの量ずつしか流れないから。

「電流が流れやすいから」を理由に挙げた児童の記述には、イラストも散見された。その例を図 4.2.1 に示す。

また、「電流が流れやすいから」を理由に挙げた児童の中には、既知の水や交通状況の性質を基としたアナロジーの記述があるものがあつた。以下にその例を示す。

- ・ホースだと太い方が多くの水を運べる。
- ・学校の給食のストローとマクドナルドのストローでは、店のストローの方がよく飲める。
- ・例えばホースに水を通す時に太いホースは水道を最大限にしても通れますが、細いホースだと限界が来てしまうので、水を電流、ホースを電熱線と考えました。なので、私は太いホースの役割を果たしている太い方の電熱線の方が発熱しやすいと思いました。
- ・消火の時に使うホースとジュースを飲む時に使うストローで、同じ勢いで水を出した時、どちらがたくさん水が一度に流れるのでしょうか？正解はホースです。
- ・「太い」をホース「細い」をストローとします。流れる水の勢いを同じとすると、絶対にホースの方がたくさんの水が流れます。
- ・太い管と細い管の中を流れる水の量を考えると、明らかに太い管の水量の方が多く流れる。
- ・電気が水で、電熱線が川だとしたら、太い川の方が一度に大量の水を流せる。
- ・電熱線をトンネルに、電流を人に例え、電流の「人」が通るとき「10」発熱するのだとすると、太いトンネルの方が細い方よりたくさんの「人」が通ることができるので、太さが太い方が細い方の2倍だと発熱も2倍になる。
- ・動物や人間と同じで狭い道だと通りにくい。しかし、幅が広いと通りやすくなる
- ・人で例えれば広い道だと走れますが、道が細いと走りにくい。
- ・電熱線が道路だとすると細い道路よりも通行量は多くなるということと同じ。
- ・電車の中に、はいれる量で比べると、小さい電車より大きい電車の方が多くはいれます。
- ・コイルと同じで、中に入っている鉄心が太い方が磁力が強いという原理。
- ・例えば電車（電熱線）の中に同じ数の人（電気）を入れた場合細い方は人がきつきつだとしたら、太い方は余裕があってまだ人も入られる。
- ・例えば車に4人乗るとして、小さい車だと狭いし遅い。でも大きい車だと4人乗っても広いし速いから、電熱線も太い方が電流も速く流れてたくさん発熱させられる
- ・例えばホットプレートとホットカーペットではホットプレートの方がよく発熱します。ホットカーペットに入っている電熱線よりホットプレートの方が電熱線が太いからです。
- ・人に例えるとガリガリの人間と太い人間でどちらの体温があったかいかというと太っている人の方だから。
- ・幅が異なる斜面に障害物を並べてボールを落としたとき。

イラストとアナロジーに顕著な記述が見られるが、「電流が流れやすいから」を理由とした

児童は、電熱線の断面積の相違に着目して、それを電流の入口に見立てているようである。

中学校では等しい電位差の場合、抵抗値が異なれば電流値も異なることを学習するが、その萌芽とも捉えることができよう。また、公立小学校5校、570名の児童を対象として行った調査の結果、半数を超える児童がこのような考えをもっているという事実は注目に値する。電気領域の円滑な学びのつながりをめざす中学校理科の授業を検討する際に、多数の生徒がもつ既存の概念として考えることができる。

アナロジーに用いられている、ホース、ストロー、トンネル、道路などからは、「子どもは日常的な知識を電気回路の問題の推論に用いていると考えられる」(古屋・戸北, 2000)との指摘を確認することができる。今回の調査では、このような日常的な知識を活用した回答が少なからず確認された。この事実も、小・中学校の円滑なつながりを考える上で参考になるう。

②電気がたまりやすいから

- ・太い方が電流が集まるから。
- ・太い電熱線の方がたくさん電気を行き届かせることができるから。
- ・細い電熱線だと、電熱線のはばがせまくてちょっとずつしか電気がたまらないけど、太い電熱線だと、電熱線のはばが広いので、たくさん電気がたまる。
- ・電流がふくまれるはんいは太い電熱線の方が多い。
- ・太いと乾電池から送られてくる電気の量が多いからよく発熱する。
- ・細い電熱線よりも、太い電熱線の方が電気を流しこむ量がちがうから。細い電熱線より太い電熱線の方が、電気の量が多い。
- ・太い電熱線の方が電気をたくさん、電気をとり入れるから、よく発熱する。
- ・太い電熱線は細い電熱線より、体積が大きいので、そのぶん電気がよくはってよく発熱する。

「電流がたまりやすいから」を理由に挙げた児童のうち、1名がイラストを描いていた。その図 4.2.2 を次に示す。

「電流がたまりやすいから」を理由に挙げた児童には、アナロジーの記述は見られなかったが、「電気ストーブとかは細いものじゃなくて太い方が速く発熱するから」という、身近な電化製品を引き合いに説明を行った児童が1名いた。

「電熱線の幅が広いので」、「電流が含まれる範囲」、「体積が大きいので」という記述から考えると、「電気がたまりやすいから」を理由とした児童は、電熱線の体積の相違に着目して、発熱量の相違を説明しようとしている。この考え方は、単位体積当たり同量の電気が溜まることを前提としたものである。例えば、体育館にはたくさんの人数が入れるが普通教室にはそれほどたくさんの人数が入れないことや、大きな器には小さな器よりも多量の水が入

ることと似ている。これも日常的な知識を電気回路の問題の推論に用いている。

電熱線には電流が流れているのであって、「電気が溜まる」のではない。回路を流れるのは電流であり、電流が流れるときに負荷装置が作動することは、小学校3・4年生の履修内容であるが、このほかにも「熱が流れている」、「熱が溜まる」などの記述が見られ、抽象的な概念の混乱がうかがえた。この事実は Shipstone (1985) の、子ども達がエネルギー、電流、電力、電気、充電、電圧といった用語を同義に用いるなど、抽象的な概念の識別に苦労しているとの指摘と符合し、この時期の子どもの特徴であろう。しかしながら、中学校2年生の電気領域の学習では、小学校で履修した電流に加えて、電圧、抵抗、電力、電力量といった多様な抽象的概念を履修することを考えれば、どこかの段階で修正を促す必要はあろう。

③熱を通しやすいから

- ・太い電熱線の場合、線が太いから熱がとおりやすくなるから。
- ・太い電熱線の方が、細い電熱線に対して、短い時間で線の中に熱が通る。
- ・太い電熱線の方がいっきに熱が通ったからだとは思いますが。
- ・細い電熱線は線が細いから熱が少しずつしか通らないけど、太い電熱線は線が太いから細い電熱線よりは熱が通りやすいからです。

「熱を通しやすいから」を理由に挙げた児童の記述には、イラストも散見された。その例を図 4.2.3 に示す。

また、「電流が流れやすいから」を理由に挙げた児童の1名が、アナロジーを記述していた。それは、「ドアが大きいと大勢で一気に入れる。ドアが小さいと込み合って入りにくいから、太い方が便利」というものである。

「熱を通しやすいから」を理由とした児童は、その記述内容から、「電流が流れやすいから」を理由とした児童と同様に、電熱線の断面積の相違に着目して、それを電流の入口に見立てているようである。電熱線が流れているのは、「熱」ではなく電流であることについて修正の必要はあるが、等しい電位差であっても、電熱線の断面積が異なれば、流れる「熱」の量が異なるとの考えは、オームの法則を学習する基盤となりうる。

④熱がたまりやすいから

- ・太い電熱線の場合、より多く熱を集められると思ったから。たとえば、細いバスにはすこししか乗れないけど太いバスだと何人も乗れると思ったからです。
- ・太い電熱線は、熱がたまりやすくなっていて、細い電熱線は熱がたまりにくい。たとえば、電車に乗っている人が多かっただと暑すぎて外に出たい気分になります。でも電車に乗っている人が少なかったら外に出たいとか、すずみたいとかは思いません。

- ・太い電熱線は空間がいっぱいあり、それだけの熱がたまるから。ぎゃくに細い電熱線は空間が太いのと比べるとせまく、それだけの熱しか発熱できないから。
- ・太い方が電流の通り道が広く熱がたまりやすいから。
- ・電流が太い分、熱がたまり細い電熱線より発熱したと思う。

「熱を通しやすいから」を理由に挙げた児童の記述には、イラストも散見された。その例を図 4.2.4 に示す。

アナロジーは、児童の記述例に示したバスと電車に関する記述に見られた。

「熱がたまりやすいから」を理由とした児童は、その記述内容から、「電気がたまりやすいから」を理由とした児童と同様に、電熱線の体積の相違に着目して、発熱量の相違を説明しようとしている。等しい電位差の下であっても電熱線の体積が異なれば熱の量は異なるという考え方は、中学校における電気領域の学習の基盤となりうるが、電熱線に熱がたまるのではないことについて、どこかの段階で修正を促す必要がある。

⑤発熱する面積が広いから

- ・太い電熱線の方が細い電熱線より太いから大きなはんにで発熱できるから。
- ・発熱する面積が細い方と太い方とでは太い方が広いから。
- ・太い方と細い方では、細い方は熱せられる面積が小さくて、太い方は熱せられる面積が大きいので、太い方がよく発熱したんだと思います。
- ・太い電熱線の方があつくなるところがたくさんあるけど、細い電熱線は、あつくなるところがすくないからだと思います。

「熱を通しやすいから」を理由に挙げた2名の児童がイラストを描いていた。それを図 4.2.5 に示す。

アナロジーの記述は見られなかった。

太い電熱線の方が細い電熱線よりも発熱する表面積が大きいことは事実であり、電熱線の上に置いた蜜蝋や発泡スチロールが切断されるまでの時間で発熱量を評価する場合には、この表面積の相違が切断速度に影響する(鎌田・隅元, 2010)。実際には、児童が考えているように、単位面積当たりの発熱量が同量で表面積が大きいほど発熱量が増加するのではなく、鎌田・隅元(2010)が指摘するように、太さが2倍になれば断面積が4倍になり、線径が2倍になれば溶かさなければならない蜜蝋や発泡スチロールの量も2倍になるので、太い電熱線の方が細い電熱線よりも発熱量が大きくても、それはそのまま切断速度に反映されない。つまり、表面積が大きいことは切断速度を促進するのではなく遅延させる。しかしながら、小学校6年生にとって、このことを理解させるのはおそらく容易ではない。中学校において、数学的な検討と等しい直径で材質の異なる電熱線を用いて実験を行うことで修正が期待され

る考えである。

⑥電気が入りやすいから

- ・細い方だとたくさん電気がいっきに入らないけど、太いといっきに電気が入って、よく発熱するから。
- ・例えば太い電熱線を電車だと思ってください。太い電熱線は太いのでたくさんの方が入れます。ですが、細い電熱線の方は細い電車なので、あまり人が入れません。このように、電気も同じ仕組みで、太い電熱線の方がよく発熱します。
- ・太い電熱線では太ければ太いほど多くの電気が入って、細い電熱線では細ければ細いほど少しの電気が入ります。
- ・1秒間に来る電気の量が太い方が多いから。

「電気が入りやすいから」を理由に挙げた3名の児童がイラストを描いていた。それを図4.2.6に示す。

アナロジーは、児童の記述例に示した電車に関する記述に見られた。

「電気が入りやすいから」を理由とした児童は、その記述内容から、電熱線の断面積や体積の相違に着目していることが明らかである。児童が描いたイラストからは、入った後の電気がたまると考えている児童と通過すると考えている児童がいることが推察される。

⑦太さが太いから

- ・太い電熱線の方が細い電熱線より断面の面積が広いから、その分発熱する量が多い
- ・太い電熱線の方が細い電熱線の方より太さがちがう。
- ・例えば太い電熱線が細い電熱線が細い電熱線の2倍の太さがあつたとすると、発熱量も2倍になると思うから。 太さ 熱量
(例) $1 : 2 = 3 : 6$
- ・細い電熱線のはばが1mmだとして、太い電熱線のはばが5mmだとします。太い電熱線は細い電熱線5本分で1本なのでよく発電する。

「太さが太いから」を理由に挙げた1名の児童が描いたイラストを図4.2.7に示す。

アナロジーの記述はなかった。

「細い電熱線のはばが1mmだとして、太い電熱線のはばが5mmだとします。太い電熱線は細い電熱線5本分で1本なので」との記述は注目に値する。これは、太い電熱線は細い電熱線の集まりであるとの考えであり、抵抗を並列につなぐと全体の抵抗は、それぞれの大きさよりも小さくなることと整合する。つまり、中学校の履修内容である合成抵抗の基盤となりうる考えである。

⑧〇〇が流れやすいから

- ・電線の流れる量がちがうから。
- ・細い電熱線よりも太い電熱線の方が同じ乾電池からきたエネルギーが多く通るから、太い電熱線の方がよく発電した。
- ・細い電熱線の方は細いので、その分少しずつしか流れなくて、太い電熱線の方は、より太い分たくさん流れるからだと思います。
- ・細い電熱線よりも一度に流れる電力が多いため、よく発熱したと考えます。
- ・電熱線を道として、太いといっきに通れて、細いと1人ずつしか通れない感じだと思います。

「〇〇が流れやすいから」を理由に挙げた2名の児童が描いたイラストを図4.2.8に示す。アナロジーの記述は、児童の記述例に示した道に関するものが見られた。

電熱線を通して流れているものが明確に示されていない場合と、エネルギー、電力と記述された場合があった。流れやすい理由として、「太い分だけ面積が広いので」、「通り道が広いので」という記述が見られることやアナロジーの記述から、電熱線の断面積の相違に着目した考えであることが推察される。

⑨〇〇がたまりやすいから

- ・太い方がエネルギーのたまる体積が多いから、熱が高くなる。
- ・太い方がたまりやすいから。
- ・太いとそれだけではやく多く発熱できる。例えばペットボトルでも大きいペットボトルの方がたくさんはいる。小さいペットボトルだと大きいペットボトルよりも少ししかはまらない。
- ・細い電熱線だと、電熱がちよっとしかないけど、太い電熱線だと、電熱がいっぱい中にあるので、太ければ太いほどよく発熱したんだと思いました。
- ・太い電熱線は、はばが広いので全体にはやく行きわたり、細い電熱線は、はばがせまいので、発熱するのに時間がかかります。

「〇〇がたまりやすいから」を理由に挙げた1名の児童が描いたイラストを図4.2.9に示す。アナロジーの記述は上に示したイラストを描いた児童1名である。

電熱線にたまるものが明確に示されていない場合と、エネルギー、電熱と記述された場合があった。たまりやすい理由として、「たまる体積が多いから」、「幅が広いので」という記述が見られることやアナロジーの記述から、電熱線の体積の相違に着目した考えであることが

推察される。

⑩発熱する力が強いから

- ・電熱線は電気を熱に変かんする物(?)なので細い電熱線では発熱の力は弱く太い電熱線が発熱する力が強いからだと思う。
- ・かん電池の数が多いのと少ないのと同じで、太い電熱線の方が、発熱する力が強い。
- ・太い方が細い方の2倍太いから発熱する力も2倍になるのではないかと考える。
- ・細い電熱線だと、電熱がちょっとしかないけど、太い電熱線だと、電熱がいっぱい中にあるので、太ければ太いほどよく発熱したんだと思いました。
- ・太い電熱線は、はばが広いので全体にはやく行きわたり、細い電熱線は、はばがせまいので、発熱するのに時間がかかります。

「発熱する力が強いから」を理由に挙げた児童の記述には、イラストもアナロジーも見られなかった。「2倍太いから発熱する力も2倍になる」、「乾電池の数が多いのと少ないのと同じで」、「太ければ太いほど」との記述からは、推論に日常的な知識を用いていることが推察される。

⑪面積が広いから

- ・太い電熱線は面積が大きいからよく発熱した。
- ・太い電熱線の表面積が大きいから太い電熱線の方がよく発熱する。
- ・細い電熱線より熱を受ける面積が広いから、太い電熱線の方がよく発熱したのではないか。
- ・細い電熱線よりも太い電熱線の方が電熱線の面積が広いため、その分細い方より太い方がよく発熱すると思った。また、どう線で考えると太い方が電力を強くするから。
- ・細い方より太い方が電熱線の回りの表面積が広いから。

「面積が広いから」を理由に挙げた児童の記述には、イラストもアナロジーも見られなかった。単位面積当たりの発熱量を同じと仮定していることが推察される。この考えも、日常的な知識を用いての推論である。

⑫体積が大きいから

- ・細い方より太い方がかさが大きいから。
- ・太い電熱線は細い電熱線より体積が大きく、細い電熱線と太い電熱線の体積全体に

どちらも同じ量の電気を流すとすると、体積の大きい方がよく発熱するということになります。

- ・細い方は早く全体に広がります。でも体積が少ないのであまり発熱しません。一方、太い方は全体に広がるのがおそいです。しかし、体積が多いので、よく発熱するから、太い電熱線が細い電熱線より、よく発熱します。
- ・細い方よりも太い方が体積が大きくすぐあたたまると思ったので、太い電熱線の方がよく発電すると思いました。

「体積が大きいから」を理由に挙げた児童の記述には、イラストもアナロジーも見られなかった。「かさ大きいから」という考えは、日常的な知識を用いての推論である。「細い方は早く全体に広がるが、体積が少ないのであまり発熱しない。太い方が全体に広がるのがおそいけれども、体積が多いのでよく発熱する」との考えは、単位体積当たり同量の熱を発生させるための何かが供給されるとの考えであろう。これも日常的な知識を用いての推論である。一方、「太い方が体積が大きくすぐあたたまる」、「同じ量の電気を流すとすると、体積の大きい方がよく発熱する」という考えは、日常的な知識では説明がつかない。それとは別の理由を考えているのかもしれないが、記述からは判断しかねる。

⑬実験結果から

- ・電熱線の太さだけを変えて実験してみると、太いのと細いのでは太い方がよく発熱しました。※ただし太さ以外の条件は同じです。
- ・太い電熱線はポリスチレンがはやく切れたのでよく発熱すると思いました。
- ・太い電熱線と細い電熱線とではどちらがよく発熱するか実験して比べました。すると結果は、太い電熱線の方がよく発熱しました。

「実験結果から」を理由に挙げた児童の記述には、イラストもアナロジーも見られなかった。今回の調査で用いた質問文には、実験結果として「太い電熱線の方がより熱くなった」という実験結果が明記してあるので、「実験結果から」を理由に挙げた児童は、電熱線の太さの相違による発熱量の相違を説明することが難しかったのかもしれない。

⑭その他

回答者数が5名に満たないものをその他とした。それらのうち、

- ・電力が通りやすいから（4人）
- ・電熱が通りやすいから（4人）
- ・熱が入りやすいから（3人）

- ・熱を保ちやすいから (3人)
- ・熱を発しやすいから (3人)
- ・電力を多く使うから (2人)
- ・電力がたまりやすいから (1人)

といったものは、電熱線の断面積や体積に着目したものである。

「抵抗」を用いて説明を行った回答が1名ずつあった。実際の記述を次に示す。

・細い電熱線だと、電気が流れたときの電気の抵抗が少ないから少ししか発熱しないけど、太いと電気の抵抗が大きいためよく発熱した。

授業で用いる電熱線の抵抗は、太い電熱線 (0.4 mm) が約 0.9Ω 、細い電熱線 (0.2 mm) が約 3.5Ω であり、「太い電熱線は抵抗が小さい」のが事実だが、電熱線は材質が同じ場合には単位体積当たり同じ数の「抵抗物」が存在し、電池から供給された電気が抵抗物に衝突することによって発熱すると考えれば、この児童の考えは辻褄が合う。

・電池の強さ (電圧) が同じなので、発熱する温度の違いは抵抗の違いが原因になります。細い電熱線と太い電熱線では、断面積が異なります。断面積が異なると電圧による抵抗が、太い電熱線の方が小さいので、発熱しやすいのは太い電熱線となります。

「電圧」という言葉を用いていることからすると、「太い電熱線は細い電熱線よりも抵抗が小さい」ということをすでに知っていたのかもしれないし、断面積が大きいということは電流が流れやすいということになり、それは抵抗が小さいということになると考えたのかもしれない。

この他には、「細いと電流が一直線に流れるが、太いと電流がジグザグに進み表面に電流が当たるため」、「太い方は、その中にたくさんの熱を出す機械が入っていて、その量が太い方は多いから」、「例えば木が太い方が重いというように、電熱線も太い方が発熱したんだと思います」、「服などで考えると厚い方が (太い方が) 熱を保ちやすくあたたまりやすいという理屈だと思う」との回答があった。

(3) 考察

小学校学習指導要領解説理科編 (文部科学省, 2008) には、小学校6年生の電気領域における内容として、「電熱線の発熱は、その太さによって変わる」として、内容の取扱いとして、「電熱線に電流を流すと発熱するが、電熱線の長さを一定にして、電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わることをとらえるようにする」と記載されている。つまり、「電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わること」の理由は考えない。また、電流による発熱に関

する学習は1～2単位時間の扱いである。

今回の調査から、半数を超える児童が「太い電熱線の方がより熱くなるのは、電流が流れやすいから」と考えていることが明らかとなった。したがって、電流による発熱に関する授業で電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わることの理由を扱った場合、児童から電流の大きさの相違に着目した考えが出される可能性は非常に高い。実際に測定すると、等しい電位差の下で同じ材質の電熱線を用いた場合、太い電熱線を通る電流値は細い電熱線のそれよりも大きい。半数を超える児童が考えるように「太い電熱線の方がより熱くなるのは、電流が流れやすく、大きな電流が流れているから」である。

小学校では電圧と抵抗を履修しないが、等しい電位差の下では抵抗値が小さい場合に、より大きな電流が流れるのが、この現象である。その意味で、小学校で、電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わることの理由を考えることで、中学校理科における電気領域の学習への円滑なつながりを促されるようにも思える。

しかしながら、中学校では、電気抵抗による発熱量が電力に比例し、発熱量は電流の大きさだけでは決まらないことを学習する。したがって、小学校で電流の大きさによって発熱量が決まることを学ぶと、中学校の学習で、電流の大きさが同じ場合には抵抗値の大きい方が発熱量は大きいこと、つまり「細い電熱線の方がより熱くなる」現象をみたときに、生徒に混乱を生じさせる可能性がある。ゆえに、小学校6年の電流による発熱に関する学習では、「電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わること」の理由は考えず、「電熱線の長さを一定にして、電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わることをとらえる」ことのみについて、1～2時間程度で学習することが、小・中学校の電気領域の学習を円滑につなぐための小学校段階における適切な授業方略といえよう。理由を考えさせることで、「電流が流れやすい電熱線は、電流が流れにくい電熱線よりも電流が流れやすいため、より熱くなる」ことが、より印象づけられる可能性が否定できないからである。

一方、今回の調査結果を踏まえると、中学校における電気領域の学習について、いくつかの改善案を示すことができそうである。中学校の理科教科書を見ると、電気領域の学習では各社ともまず、豆電球を用いて電気抵抗の直列回路と並列回路を教材に、電圧と抵抗の概念を獲得させるとともに、電圧・電流・抵抗の関係を把握させる紙面構成となっている。用いられる2個の豆電球は、2.5V用と3.8V用であり、直列回路の場合は抵抗値の大きい3.8V用の方が明るく点灯し、並列回路の場合は抵抗値の小さい2.5V用の方が明るく点灯する。これを確認した生徒の直感からすれば、明るく点灯した方の電流値が大きいと捉える可能性があるのではないかと。また、小学校では、異なる抵抗値の豆電球が存在することを学習しないので、教師の説明がなければ2.5V用と3.8V用の豆電球では電流の流れやすさが異なることが生徒には理解できないであろう。児童の半数以上が「太い電熱線は細い電熱線よりも電流が流れやすい」と考えていることを踏まえれば、直列回路と並列回路に関する学習を行うための予備知識として、2.5V用豆電球と3.8V用豆電球では電流の流れやすさが異なることを確認しておく必要があるだろう。具体的な授業方略としては、まずは2.5V用豆電球と3.8V

用豆電球を単独で同一の電源に接続して明るさの違いを確認した上で、「太い電熱線は細い電熱線よりも電流が流れやすいので、より熱くなる」ことと関連付ける。そうすれば、同じ電源に接続した場合には2.5V用豆電球の方が3.8V用豆電球よりも電流が流れやすいことへの理解が促され、その後の学習が円滑に展開されるのであろう。中学校の理科教科書を見ると、直列回路と並列回路に関する学習では、まず回路を流れる電流について実験を通して規則性を見出させる展開となっている。その際、紙面上では直列回路を先に扱うようになっている。しかしながら、並列回路を先に扱うことで小学校理科との円滑なつながりが図られるのではないか。並列回路では、抵抗値が異なる場合、抵抗値が小さい方に大きい電流が流れるからである。2.5V用豆電球の方が3.8V用豆電球を並列に接続した場合、抵抗値の小さい2.5V用豆電球の方により大きい電流が流れ、3.8V用豆電球よりも明るく点灯する。そして、これは小学校6年の電流による発熱の学習で経験した電流が流れやすい方がより熱くなると整合する。小学校での電流による発熱の学習経験を想起させ、関連付ける指導を行うことで、理解を促すことができるであろう。

児童が、太い電熱線の方がより熱くなる理由として電熱線の断面積に着目し、同じ電源につないでも入口が広い方が電流はたくさん流れると考えている点も、学習の円滑なつながりを実現するために活用できそうである。小学校の学習経験を想起すれば、生徒にとって太い電熱線は細い電熱線の集まりだと捉えることは容易であり、並列回路の合成抵抗値はひとつひとつの抵抗値よりも小さくなることを学習する際に、「電流が流れにくい電熱線を束にすれば、全体で見ると電流が流れやすくなる」ことを細い電熱線と太い電熱線を例に補助的な説明を加えることで、理解の促進が期待できる。直列回路の合成抵抗については、「流れにくい電熱線を一列につなげば、全体で見れば電流はより流れにくくなる」との補足説明を加えることで理解の促進が期待できるのではないか。その際、材質と断面積は同じで長さの異なる電熱線を用いて、等しい電位差の下ではどちらがより熱くなるかについて補助的な実験を行うことも考えられる。

電気領域の学習は難しいと言われ、小学校段階で電圧の概念を導入することで学習の困難性の軽減を試みる実践研究もある（例えば、本間，2003；高垣・田原，2004；石井・八朝・伊東，2015）。しかしながら、先に述べたように、小学校での発展的な学習が中学校での学習において混乱を招くことが想定されるケースもあることから、中学校で、小学校での既習知識と中学校の学習内容を関連付けながら授業を展開することも1つの方法であろう。

今回の調査の結果、半数を超える児童が、「太い電熱線の方がより熱くなるのは、電流が流れやすいから」と考えている一方で、「電気が入る」、「電気をためる」、「熱が集まる」、「熱がたまる」など、児童の様々な考えが確認された。抽象的な概念の混乱は先に指摘したとおりである。授業における生徒の出発点は同一ではなく、かつ理解へ至る道筋は個別であり、安藤・森藤・中山（1997）が指摘するように、児童の考えについて重視されるべきは出現頻度ではなく、着眼点と着眼点から出現し得る考え方の種類である。中学校における電気領域の学習指導に当たっては、今回の調査で明らかになった多様な考え方を踏まえて学習

計画を立案する必要がある。以上のように、小学校と中学校の学習内容と児童の既存の概念を考え合わせることで不適切な段差が授業で乗り越えることが可能な段差へと修正されていく一つの道筋であろう。

第3節 小学校において粒子概念を導入した事例

粒子概念は、中学校理科で、物質の状態変化や化学変化、イオンについて学習する際に不可欠の概念である。先行研究では、中学校の学習への円滑なつながりを考慮した小学校段階での粒子概念の導入が実践的に検討されており、その成果が報告されている（例えば、菊池ほか、2008）。しかしながら、小学校段階で粒子概念を導入することに対しては、賛否が分かれており（大野、2007）、更なる検討の蓄積が必要な領域である。小学校で粒子概念を導入した授業を行うことは、どの程度可能だろうか。また、小・中学校の学びを円滑につなぐために、どのような意義があるだろうか。

本節では、小学校段階で粒子概念を導入することの可能性と意義について考察する。

（1）小学校3年の「ものの重さ」の学習に粒子概念を導入した事例

小学校3年の「ものの重さ」の学習において、粒子概念を取り入れる可能性を検討するために粒子概念を取り入れた実験群と取り入れなかった対照群を設定し、小学校3年生2クラスでそれぞれ授業実践を実施し、学習効果を比較した。

1) 調査方法

① 調査対象児童

在籍児童数は、粒子概念を取り入れた実験群が39名、粒子概念を取り入れなかった対照群が40名であるが、欠席した児童は欠損データとしたので、実験群と対照群の児童数は以下である。

実験群：児童数 36 名（男子 17 名，女子 19 名）

対照群：児童数 37 名（男子 20 名，女子 17 名）

② 調査方法および実施時期

ア. 事前調査

授業実践を行う前の2013年10月に、粒子概念形成の基本になる「ものの形、材質と重さの関係」に関する理解状況を把握するために、以下の3問構成のテストを実施した。

a. 材質による重さの差異に関する理解

同体積の木、鉄、プラスチックの重さについて「どれも重さは同じ・重さは違う」から選択させた。

b. 形を変えても重さは変わらないことに関する理解

プラスチックが割れてこなごなになったときの重さについて、割れる前の重さと比べて「こなごなになる前と同じ・重くなる・軽くなる」から選択させた。

c. 形を変えても重さは変わらないことに関する理解

丸めた粘土を長く伸ばしたときの重さについて伸ばす前の重さと比べて「軽くなる・変わらない・重くなる」から選択させた。

テスト3問それぞれの選択の正誤についてみると、問①は実験群に誤答者が1名いるのみで、差はない。問②、問③は実験群と対照群で正答者の割合に相違が見られた。そこで、問②と問③については実験群と対照群で正答者、誤答者の2×2表をつくり、カイ二乗検定(両側)を行った。その結果(表4.3.1)、問②、③とも両群間で有意な差がみられず、「ものの形、材質と重さの関係」に関する理解状況に差はないと判断した。

イ. 事後調査

粒子概念を取り入れた実験群と取り入れなかった対照群の差異を調査し、粒子概念を取り入れた効果を検討するためにするために、事後調査を実施した。授業実践の終了時(2013年11～12月)に、粒子概念を取り入れた効果を調べるために以下の①と②を2014年1月に実施した。

- a. 空気つぎで空気をスプレー缶に入れる前と後の様子と、同体積のしんちゅう、アルミニウム、木、発泡スチロールの重さが異なる理由を図に描き、言葉でも説明する問題
- b. ポストテストとして事前調査と同一の問題

2) 授業内容

粒子概念を取り入れた実験群と粒子概念を取り入れなかった対照群の授業の概要を表4.3.2に示す。

授業実践の時期は2013年11～12月で、実験群、対照群ともに全5時間の授業を行った。実験群には「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示を与え、対照群には教示を与えなかった。単元の到達目標は両群とも「空気を圧縮する前後の様子を表現できること」「体積が同じでも物によって重さが違う理由について説明できること」とした。

全5時間のうち、授業内容が異なるのは3時間目のみである。実験群の3時間目は、1・2時で用いた煎餅を粉々にしたときの様子を例にして、「全てのものは小さな粒でできて質問は「机やいすも小さな粒でできているのか」、「髪の毛も小さな粒でできているのか」、「空気も粒でできているのか」であった。対照群の3時間目は、質量保存に関する複数の事例を扱った。

3) 児童の反応

事後調査の結果は以下の通りである。

① 事前調査と同一のテストの結果

事後調査②には、事前調査と同一の問題を用いた。集計結果を表4.3.3に示す。

実験群と対照群それぞれの事前調査と事後調査で行ったテストの結果について、対応のある t 検定を行った。その結果、実験群は $t=5.0358$, $df=35$, 対照群は $t=3.60147$, $df=36$ で、ともに事後に有意に正答者数が増加した。

3問それぞれの選択の正誤についてみると、問①の誤答者の対照群1名のみであった。問②の誤答者は実験群に1名、対照群に2名であった。問③の誤答者は実験群に1名、対照群に1名であった。3問とも実験群と対照群の正答者の割合に差はない。

② 空気をスプレー缶に入れる前後の様子

空気を空気つきでスプレー缶に入れる前と後の様子について児童が描いた図の代表例を図4.3.1に示す。人数分布は表4示す。A-1, A-2, A-3は空気を粒子で表現したもの、B-1, B-2, B-3は粒子以外で表現したものである。表4.3.4に示したように、「全てのは小さな粒でできている」という簡単な教示を与えた実験群では36名全員が文字あるいは図で粒子を明記した。教示を与えなかった対照群で粒子を明記した児童は10% (4/37名)であった。対照群では空気の量の多少を、塗り方の濃淡や雲のようなイラストで表現した児童が多かった89% (33/37名)。一方、空気を入れる前に空気が缶の下部に溜まっていると考えていた児童は、実験群が33% (12/36名)、対照群が48% (18/37名)であった。対照群では、空気が上方に溜まると回答した児童が1名見られた。

③ 同体積の真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールの重さが異なる理由

真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールが同体積で重さが異なる理由について児童が描いた図の代表例を図4.3.2に示す。人数分布は表4.3.5に示す。粒子で表現した児童は、実験群では94% (34/36名)、対照群では5% (2/37名)であった。アは、それぞれの重さが異なる理由を粒子1個当たりの重さの違いで説明している。イは、粒子の詰まり具合で説明している。実際には、ア、イの両方が理由であるが、ア、イの回答は、アからカの中では他の回答と比較すると合理的な回答である。ア、イの回答をした児童は、実験群では72% (26/36名)、対照群では18% (7/37名)であった。ウは、複数の要素を用いて説明を試みた回答である。図4.3.2のウに示したような合理的な例のほか、「真鍮：重い粒がいっぱい。アルミニウムと木：粒がない。発泡スチロール：軽い粒がある。」、「ひとつずつの粒の重さが違うからすべて重さが違う。真鍮：真鍮の粒がまんぱんに入っている。アルミニウム：アルミニウムの粒がまんぱんに入っている。でも真鍮よりは少し少ない。木：アルミニウムより粒が少ない。発泡スチロール：少しずつ間が開いている。」、「真鍮とアルミニウムは、金属と金属を混ぜて作っていて、金属を使っているから重い。木とかは軽くて、発泡スチロールは、小さな穴が開いていて軽くなるから重さは違う。」との回答があった。

一方、無回答または記述の意味を筆者が解説することが困難であった回答は、実験群で11% (4/36名)、対照群では51% (19/37名) であった。

4) 考察

空気をスプレー缶に入れる前後の様子を描かせた結果 (図 4.3.1, 表 4.3.4) からは、「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示を与えたことは実験群の児童が空気を粒子で表現することを促進したことが指摘できる。ただし、教示を与えていない対照群で空気を粒子で表現した児童が皆無だったわけではない。極少数の児童が粒子を丸い粒で表現したが、対照群のほとんどの児童は雲のような形で表現した。

実験群では、空気が下方に溜まると考える児童が33% (12/36名) 見られた。また、空気を入れた後には粒がぎっしり詰まっていると表現した児童が58% (21/36名) 見られた。これらの実態は、Doran (1972) の指摘と一致する。どちらも誤概念であるが、今回の学習指導によって生じたものなのか、潜在していたものが顕在化したものなのかは不明である。いずれにしても今回の指導方略を用いて小学校3年生段階で粒子概念を取り入れる場合、留意すべきことである。

真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールが同体積で重さが異なる理由について児童が描いた結果 (図 4.3.2, 表 4.3.5) からは、「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示が、固体の種類によって同体積で重さが異なる理由を合理的に考えることを促進することが示唆される。教示を与えない場合は、合理的に説明することが困難であるだけでなく、回答することが困難な児童が半数を超える。このことから、材質の違いによる重さの違いを小学校3年生に説明させようとした場合、「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示を行うことで、児童が体積と重さの関係について合理的な説明をすることを促進するといえる。

しかしながら、真鍮や木等を構成する粒が空気の粒と同一であると考えている例が、実験群で5名、対照群で3名みられた。おそらく、空気に関する学習を行った後に材質の違いによって重さが異なる理由を考えさせたことによって生じた混乱であろう。粒子概念を説明の道具として使う際には、このような拡大解釈から生まれる誤概念を避けるための工夫も重要となる。

事後調査②の結果からは、実験群、対照群ともに、学習後に「ものの形、材質と重さの関係」に関する理解が進んだと判断できる。また、実験群と対照群の間には、「ものの形、材質と重さの関係」に関する理解状況に差はないと判断できる。したがって、水の中に石や木片を入れた時や人間が水を飲んだ時など具体的な事例について学習する時間を削減して「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示を与えても、「ものの形、材質と重さの関係」に関する理解に差は見られないと言える。

今回の調査結果から、小学校3年生に「全てのものは小さな粒でできている」ことを教示することは、材質によって重さが異なる理由を合理的に考えることを促進することが示され

た。この調査結果は、葉山ほか（2006）や菊池ほか（2008）が報告した小学生に粒子概念を教示することの有効性を支持するものである。小学校3年生の段階で粒子概念を取り入れることが可能であれば、粒子概念を道具として用いる機会が増えることになり、中学校以降で学習する原子や分子に対する理解の促進を図ることが期待できる。また、同体積でも材質によって重さが異なる理由について粒子概念を用いて考えることは、中学校で学習する密度の基礎としても位置づけられよう。

しかしながら一方で、「空気が下方に溜まる」「空気つぎでスプレー缶に空気を入れると、空気がぎっしり詰まる」「空気、真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールの粒は、全て同一のものである」といった誤概念をもつ児童がいることも見いだされた。小学校3年生段階で、粒子概念を自然の事象を説明するための道具として取り入れようとするのであれば、これらの誤概念に、どのように対応するのかについての検討が必要となろう。今回の学習で扱った空気の重さは、学習指導要領では扱われていない。また、Novick & Nussbaum (1982) が小学校5・6年生から大学生までを対象に調査した結果によれば、閉じ込められた容器内の気体の粒子は均一に存在しているとイメージしている児童・生徒の割合は学年が上がるにつれて増加するが、不均一だとイメージする児童・生徒は容器内の下部または上部に粒子が集中するとイメージしている。すなわち、空気の重さを教材に粒子概念を用いて考えることは小学校3年生にとっては容易ではなく、上に述べたような混乱を減少させるために、この学習を割愛することは、一つの方略であろう。

（2）小学校4年の空気に関する学習に粒子概念を導入した事例

小学校4年で粒子概念を導入して、空気に関する現象を説明することを繰り返すと、児童は粒子概念を適切に使って説明できるようになるか。

このことを明らかにするために、小学校4年の複数の単元で、個々の児童がどのような説明を行うのかを継続して調査した。

1) 調査方法

① 調査対象児童

国立大学附属小学校4年生1クラス（複式学級） 男子4名 女子4名 計8名

② 調査方法および実施時期

第4学年理科で実施する空気に関する学習のうち、「空気の圧縮」「金属、水、空気の温まり方の違い」「空気の温度と体積の変化」について、図4.3.3に示す順で指導を行い、①ーウ、②ーア、③ーイ、④ーイ、⑤ーア、⑥ーア、⑩ーイ、⑪ーイ、⑫ーア、⑬ーアについて児童のノート記述と発言を比較・検討する。授業は、2013年10月中旬～2014年2月中旬に実施した。

2) 結果

児童のノート記述と発言を表 4.3.6 に示す。また、空気を粒として認識しているか否かに基づいて整理した児童の思考の変遷を図 4.3.4 に示す。⑤ーア, ⑪ーイ, ⑫ーアについては、児童と教師が対話を行いながら予想を行ったので、個別の表現を明確に把握することが困難であった。そのため表 4.3.6 と図 4.3.4 には記載していない。⑤ーアについては、空気の粒が風船に当たる回数が増えて風船は割れる、空気の粒が上から当たるので扁平になる、空気の粒が風船全体に当たるので同じ形のまま縮むとの回答が見られた。⑪ーイについては、8名全員がフラスコ内の空気の粒が外の空気の粒に比べて栓に激しく当たるので栓が飛び出すと回答した。⑫ーアについては、8名全員がフラスコ内の空気の粒と外の空気の粒が同じ強さで押しているから動かないと回答した。

空気の粒の存在に言及した者は、①ーウは1名、②ーアは3名、③ーイは4名、④ーイは6名、⑥ーアは8名、⑩ーイは7名、⑬ーアは6名であった。①ーウからはほぼ一貫して空気の粒を用いて説明を行ったのはC児のみである。空気の粒の大きさが変わることがないとしたのもC児のみである。A, B, D, F, G, Hの6名は、⑩ーイにおいて、温めると空気の粒が膨らみ、冷やすと縮むと回答した。E児は②ーアで空気の粒が塊になると回答した。

3) 考察

児童のノート記述および発言から、粒子概念の形成過程について検討してみる。まず①ーウでは、学習の始めに「空気は粒でできている」という簡単な教示を行ったにもかかわらず、空気の粒を用いて説明を行ったのは1名のみである。事象の説明を行うにあたって、空気の粒を用いる必然性がなかったのであろう。狭い所に閉じ込められた空気が入りきらなくなって前玉を押すとの記述が顕著であることから、空気の一方向の動きを想定しているようである。②ーアの記述からも同様の傾向がうかがえる。児童が描いた図には、押し棒を押すと後玉付近の空気がT型の筒の交差点付近に衝突して左右に動くことを表現したものが複数見られた。ところてんのような動きをイメージしている可能性がある。⑤ーアで風船に上から空気の粒が当たるから風船は扁平になると回答した児童や、⑩ーイのC児、E児の回答は、このイメージでの回答である。

⑩ーイにおいて、6名の児童が空気の粒が膨らんだり縮んだりすることで現象を説明した。学習の始めに行った空気の粒に関する簡単な教示は「すべてのものは、とても小さくて目には見えない粒でできている」「空気もとても小さくて目には見えない粒でできている」というものであり、粒が膨らんだり縮んだりしないことについては言及しなかった。温めたり冷やしたりしたときの空気の膨張と収縮を説明するには、粒の動きを用いるよりも粒の体積変化で説明する方が自分のイメージに合致していたのであろう。また、⑩ーイは、巨大空気でっぽうを横置きにして空気を入れた風船を3つ閉じ込めて前玉が飛び出さないように押さえてピストンを押ししたり引いたりしたときの風船の様子について学習した後、金属・水・空気の温まり方の学習を挟んで1カ月ほど後に学習している。空気の粒を用いながらの学習から1カ月程度離れていることになり、このことも影響しているのかもしれない。

⑩については、児童の説明を聞き合った後、教師が③や⑥での学習を想起させるとともに、中学校理科と米国の初等科学教育の教科書に記載されたモデル図を用いて、空気の粒が膨張・収縮しないことを解説した。すると児童は⑩ーアでは空気の粒の動きが激しくなることによって栓が飛び出すと説明した。この事実は、児童の思考の実態に応じた適切な情報提供の必要性を示唆している。

⑩ーアのC児、H児の回答は、空気の温まり方を学習したことによる混乱であろう。空気の温まり方の学習では、温められた空気は上に動き全体が温まっていくことを扱っている。温められた空気の動きは周囲の空気との温度差によるものであり、⑩ーアはフラスコ上部を温めているので、空気は上に動きようがないのであるが、そこへは考えが及ばないのであろう。単元配列についての十分な吟味が必要と言えよう。

今回の一連の学習は、容器に閉じ込めた空気と容器の外に存在している空気の粒の衝突のバランスによって現象を説明しようとするものである。学習が進むにしたがって空気の粒を用いて説明しようとする児童は徐々に増加しており、容器内外の粒の衝突に言及している者も学習開始時に比べれば増えている。この調査結果は、葉山ほか(2006)や村上ほか(2010)が報告した初歩的粒子概念を教示することの有効性を支持するものである。一方で、先に述べたように空気の粒の動きを一方向にイメージしたり、粒が膨らんだり縮んだりすることで現象を説明した回答が見られるなど、空気に関する科学的に妥当な粒子概念は学習を重ねることで着実に理解が進むとは言えないようである。この点は、粒子概念そのものを小学校4年生に教えたり、小学校の段階で粒子概念を獲得目標として掲げたりすることは難しいとの源田・西村(2008)の指摘と符合する。

今回の実践研究の結果、空気に関する学習を行うにあたって、最初に「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示を行った後、現象を説明する機会を繰り返し設けるとともに教師の解説を加えることで、児童は、空気に関する事象について粒子概念を用いて説明できるようになることが明らかになった。しかしながら、その説明は、ある場面では科学的に妥当であり、別の場面では妥当でない場合もある。具体例を挙げると、ある場面では、その「粒子」は「サイズが変化しない運動する粒子」であり、別の場面では「サイズが変化する運動しない粒子」である。学習を進めていけば徐々に科学的な説明に変容していくといった単純なものではない。

以上から、小学校4年生に「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示を与えて、空気に関する現象を説明することを繰り返すと、児童は、行きつ戻りつしながら、徐々に粒子概念を適切に使って説明できるようになることが示唆される。

この点は、授業を行う際の教師への極めて重要な示唆となる。つまり、小・中学校の円滑な学びをめざすための小学校段階での粒子概念の導入という視点に立ったとき、粒子概念を用いて現象を適切に説明することに重点を置くのではなく、仮にそれが科学的に適切でない説明であっても、粒子概念を用いて現象を説明しようとする経験に重点を置くということである。その意味で、源田・西村(2008)の実践事例は示唆に富む。学習の最終局面でアニメ

ーションを見せる等、教師から粒子概念を用いた科学的に妥当な説明を提供することで児童からの質問が期待され、また、次の学習で児童が粒子概念を用いて現象を説明しようとすることも期待できそうである。

(3) 小学校6年の水溶液の学習に粒子概念を導入した事例

学習の最終局面でアニメーションを見せる等、教師から粒子概念を用いた科学的に妥当な説明を提供する方法は、小学校6年理科で扱う化学反応の学習場面においても有効であろうか。本事例では、塩酸とアルミニウムの反応を観察した後、塩化アルミニウムが生成する様子について自作アニメーションを示しながら教師が補足説明を加えた授業に対する児童の反応を検討する。

1) 調査方法

① 調査対象児童

国立大学附属小学校6年生2クラス 男子33名 女子37名 計70名

② 実施時期および調査の概要

調査は、教師の説明を中心に実施した水溶液の性質の授業後に質問紙を用いて行った。

授業は2013年12月に行った。授業は、塩酸とアルミニウムの反応を観察した後で、塩化アルミニウムが生成する様子を自作アニメーションで示しながら教師の説明を加えたものである。授業で教師が説明する際に用いたプレゼンテーション用のスライドを図4.3.5に示す。

Hは水素，Clは塩素，Alはアルミニウムである。スライドは、塩化水素が水に溶けて塩酸になる様子，アルミニウムが塩酸に入る様子，アルミニウムと塩素が結合する様子および水素が生成する様子がアニメーションで表現されるように作成した。

質問紙調査は、上述の授業終了後の2013年12月に実施した。調査対象児童は、小学校5年生の4月から、筆者が理科の授業を担当している。質問紙は以下の6問構成である。

設問1は「塩酸+アルミニウムの授業は、予想したり実験したりした後に、コンピュータで作ったアニメーションを見ながら、原子や電子などの説明を聞くといった授業でした。今回のこれらの授業に対して、どのような感想を持っていますか。一番当てはまる数字を○で囲んでください。」と質問し、1：おもしろかった，2：どちらかといえばおもしろかった，3：どちらでもない，4：どちらかといえばおもしろくなかった，5：まったくおもしろくなかった，の中から当てはまるものを選択させた。

設問2は「今回の授業のむずかしさについて、どのような感想を持っていますか。一番当てはまる数字を○で囲んでください。」と質問し、1：むずかしかった，2：どちらかといえばむずかしかった，3：どちらでもない，4：どちらかといえばむずかしくなかった，5：かんたんだった，の中から当てはまるものを選択させた。

設問3は「今回の授業をとおして、見えなくなったアルミニウムが、もとのアルミニウムとは別のものになったことが理解できましたか。」と質問し、1：理解できた，2：どちら

かといえば理解できた, 3: どちらでもない, 4: どちらかといえば理解できなかった, 5: 理解できなかった, の中から当てはまるものを選択させた。

設問4は「塩酸の中で見えなくなったアルミニウムが, もとのアルミニウムとは別のものになる様子を, 他の人に説明できますか。」と質問し, 1: 説明できる, 2: どちらかといえば説明できる, 3: どちらでもない, 4: どちらかといえば説明できない, 5: 説明できない, の中から当てはまるものを選択させた。

設問5は「今後も, 今回のような場面が理科の授業の中にあってほしいと思いますか。」と質問し, 1: そう思う, 2: どちらかといえばそう思う, 3: どちらでもない, 4: どちらかといえばそう思わない, 5: まったくそう思わない, の中から当てはまるものを選択させた。

設問6は, 設問5で選択肢を選択した理由について「それはどうしてですか。」と質問して, 自由記述で回答を求めた。

2) 結果と考察

設問1～5の結果は, 図4.3.6, 図4.3.7, 図4.3.8, 図4.3.9, 図4.3.10のとおりである。

アニメーションを取り入れた授業については, 65%の児童が「おもしろかった」または「どちらかといえばおもしろかった」と回答した。授業の難易度については, 44%の児童が「むずかしかった」または「どちらかといえばむずかしかった」と回答した。学習内容の理解に関しては93%の児童が「理解できた」または「どちらかといえば理解できた」と回答した。

学習した内容を他の人に説明できるかとの問いには45%が「説明できる」または「どちらかといえば説明できる」と回答した。今後もこのような場面が授業にあってほしいかとの問いには83%が「あってほしい」または「どちらかといえばあってほしい」と回答した。以上の結果から, 今回の授業について, 概ね児童は「おもしろい」と感じ, 授業内容は理解することができたと判断できる。授業内容の難易度は, どちらかといえば難しいと感じている児童が多く, 学習した内容について他の人に説明できそうにないと回答した児童が26%いることは, その反映かもしれない。

一方, 今回のような授業を再び行うことについては, 80%を超える児童が肯定的に回答している。その理由を明らかにするために, 設問6の自由記述による回答を, SCATを用いて分析し, 代表的なテキストデータを言い換えたグループごとに表4.3.7に示した。以降, 本文中では, テキストデータを「」, グループ化した言い換えを〈〉, 概念を【】で示す。

肯定的に回答している児童の中には, 今回の授業を〈わかりやすい〉, 〈わからないことがわかる〉と感じ, 〈正しく理解するため〉に必要であると考えている者が見られた。これらはいずれも, わかるために必要であるとの考えだと解釈できるので, これらを【わかるために】と概念化した。また, 〈知識が広がる〉, 〈より深く理解するために〉, 〈自分のためになると思う〉については, 発展的な学習への欲求であると解釈し, 【知識の広がりや深まりを

求めて】と概念化した。また、〈話の内容がおもしろい〉、〈わかることが楽しい〉、〈質問ができる〉は、【楽しさやおもしろさがある】と概念化した。一方、否定的あるいは「どちらでもよい」ととらえている児童の回答にあった、〈話が長い〉、〈説明が必要ない場面がある〉については【説明の仕方に配慮が必要】、〈自分でやりたい〉については【活動的な学習への欲求】と概念化した。

以上の分析を統合して、以下のようなストーリーラインに構造化した。

塩酸とアルミニウムの反応について粒子概念を用いて説明するアニメーションに対して、児童は、【わかるために】必要であると考えており、同時に【知識の広がりや深まりを求めて】歓迎しており、【楽しさやおもしろさがある】と感じている。しかしながら、児童の学習意欲維持のために、説明が長くなったり、すでに児童が理解していることについて説明したりすることがないよう【説明の仕方に配慮が必要】である。さらに、児童には【活動的な学習への欲求】があることも考慮すべきである。

今回自作したアニメーションは、児童が粒子概念を用いて塩酸とアルミニウムの反応を考えるための1つの方法である。しかしながら、児童の反応からすれば、面白く理解ができ、再び経験したい学習であると同時に、難しいと感じる学習であり、この現象について粒子概念を用いて他の人に説明する自信はないようである。

本事例から、小学校6年の塩酸とアルミニウムの反応の学習においても、最終局面でアニメーションを見せることは児童から肯定的に受け入れられ、理解を促進することがうかがえた。しかしながら、他の人に説明する自信はないとの回答割合が多いことから、次の学習で児童が粒子概念を用いて現象を説明する可能性は低いように思われる。

化学反応について粒子概念を用いて考えるのは中学校の学習内容であり、学習の適時性から見て、小学校段階で扱うのは時期尚早ということであろう。

第4節 小学校6年「生物と環境」に大気中の二酸化炭素濃度の日変化を導入した事例

小学校での二酸化炭素に関する学習を、中学校での地球温暖化の学習に円滑につなぐためには、どのような授業の工夫ができるだろうか。

本節では、小・中学校の理科教科書および学習指導要領解説の調査と、小学校6年生が二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由についてどのように考えているかについての実態調査の結果を踏まえて、二酸化炭素に関する小・中学校の学びを円滑につなぐための授業方略について検討する。これらの調査結果の一部は、土井・林（2015）で報告している。

（1）小・中学校学習指導要領および理科教科書における記述

以下の書籍について、二酸化炭素濃度変動に関する記述を調査した。

1) 調査の対象

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）および中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）。

小学校理科 6 年生用教科書。大日本図書の教科書（有馬ほか，2015），東京書籍の教科書（毛利ほか，2015），啓林館の教科書（石浦ほか，2015），教育出版の教科書（養老ほか，2015），の計 4 冊。

中学校理科 3 年生用教科書。大日本図書の教科書（有馬ほか，2011），東京書籍の教科書（岡村ほか，2011），啓林館の教科書（塚田ほか，2011），教育出版の教科書（細谷ほか，2011），の計 4 冊。

2) 調査結果

小・中学校学習指導要領解説理科編に記載された環境と二酸化炭素に関連する内容と内容の取扱いを整理したものを表 4.4.1 に示す。

小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）では，第 6 学年の「生物と環境」の内容に記述がある。内容は「生物は，水及び空気を通して周囲の環境とかかわって生きること」であり，「生物は酸素を吸って二酸化炭素をはき出しているが，植物は光が当たると二酸化炭素を取り入れて酸素を出すことなど，生物が空気を通して周囲の環境とかかわって生きていることをとらえるようにする」との記述がある。また，指導に当たっては，「酸素，二酸化炭素の出入りについて図で表現することを通して，生物と環境とのかかわりを整理し理解できるようにする」とされ，「本内容は，持続可能な社会の構築という観点から，水や空気に関する環境問題との関連で扱うことが考えられる」との記述がある。

小学校理科教科書では，4 社ともに，「燃焼の仕組み」，「人の体のつくりと働き」，「植物の養分と水の通り道」の後に，「生物と環境」が配置されている。そこには，4 社ともに，生物が空気を通して周囲の環境とかかわって生きていることを表す 1 枚の図が描かれている。大日本図書では，動物および植物の呼吸，木材の燃焼，植物の光合成による酸素と二酸化炭素の出入りが示され，「空気は，酸素，二酸化炭素などが混ざり合った気体である。生物が呼吸したり，人がものを燃やしたりして二酸化炭素を出し，植物が二酸化炭素をとり入れて酸素をつくり出している。このように，空気は水と同じように生物の命を支えている」との記述がある。東京書籍では，動物の呼吸と植物の光合成による酸素と二酸化炭素の出入りが示してある。図についての説明はない。啓林館では，動物および植物の呼吸，植物の光合成による酸素と二酸化炭素の出入りが示され，「植物は葉に日光が当たると，空気中の二酸化炭素を取り入れ，酸素を出す。植物も動物も呼吸により，酸素を取り入れ，二酸化炭素を出す。このように，生物は，空気を通して，周りのかんきょうやほかの生物とかかわり合って生きている」との記述がある。教育出版では，動物および植物の呼吸，木材の燃焼，工場における吸気と排気，植物の光合成による酸素と二酸化炭素の出入りが示され，「地球上には，空気と水があり，いろいろな植物が育ち，さまざまな動物がすんでいます。そして，それら

がたがいに関わり合い、全体として複雑で豊かな自然をつくっています」との記述がある。

中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）では、「自然と人間」の内容に記述がある。内容は「身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること」であり、内容の取扱いには「生物や大気、水などの自然環境を直接調べたり、記録や資料を基に調べたりするなどの活動を行うこと。また、地球温暖化や外来種にも触れること」との記述がある。さらに、「小学校では、第6学年で、生物は、水や空気を通して周囲の環境とかわって生きていること、また、生物の間には食う食われるという関係があることを学習している」、「動植物の生態、大気の状態、河川や湖沼の水質を調べる活動を行い、その観察結果や資料を基に、人間の活動などの様々な要因が自然界のつり合いに影響を与えていることを理解させ、自然環境を保全することの重要性を認識させることがねらいである」との記述もある。

中学校理科教科書では、4社とも、人間の活動と地球温暖化を関係づけた記述がある。大日本図書では、「産業革命以降、人間の活動によって石油・石炭などの化石燃料が大量に消費され、大気中の二酸化炭素濃度が急速に増えてきた。これによって大気の温室効果が強まり、気温が上昇するのではないかと考えられている」と記述されている。東京書籍では、「社会の工業化が進むにしたがい、人間が石油や石炭などの化石燃料を、地中から大量に掘り出し、消費したことにより、大量の二酸化炭素が大気中に放出されました。そのため地球温暖化は、人間がまねいた気候の変動ということが出来ます」と記述されている。啓林館では、「近年、人口が増加し、石油や石炭などの化石燃料が大量に消費されると、二酸化炭素が多く排出されるようになった。また、開発などによって、森林の樹木がばっ採されたり、燃やされたりするようになった。その結果、大気中の二酸化炭素の割合が高くなっている。大気中の二酸化炭素やメタンなどの気体は、温室効果があり、それらの気体の増加によって、地球の気温が上昇する地球温暖化が起こっていると考えられている」と記述されている。教育出版では、「大気中の二酸化炭素の濃度は、化石燃料の大量消費などによって少しずつ増加している。一方、地球の平均気温も少しずつ上昇している」、「地球の平均気温が上昇しているのは、温室効果をもたらす二酸化炭素などの温室効果ガスの濃度が増加しているためであると考えられている」と記述されている。また、4社とも、地球温暖化が進むことによって想定される海水面の上昇や異常気象の発生等の懸念についての記述がある。

以上から、小学校では、生物の呼吸と植物の光合成による酸素と二酸化炭素の出入りを個別にではなく相互に関連付けて理解させようとしていることがわかる。大日本図書と教育出版で、呼吸、光合成のみならず燃焼を加えた記述がみられるのは、「本内容は、持続可能な社会の構築という観点から、水や空気に関する環境問題との関連で扱うことが考えられる」（文部科学省，2008）に対応したものであろう。中学校では、小学校で学習する呼吸と光合成による二酸化炭素の出入りを理解していることを前提に、人間の活動によって二酸化炭素濃度が上昇していること、および自然環境を保全することの重要性を認識させることを求

めていることがわかる。

人為起源の二酸化炭素排出の影響が大規模な工業地域や主要幹線道路ほど大きくない住宅地域の場合、晴天の日には、大気中の二酸化炭素濃度は日の入り以降に上昇を続け、日の出以降は日の入りにかけて前日の水準まで下降する。上昇の要因は生物の呼吸による二酸化炭素の排出であり、下降の要因は光合成による二酸化炭素の吸収である。つまり二酸化炭素濃度は複数の要因によって変動し、日平均の二酸化炭素濃度はおよそ一定となる。したがって、小学校6年で扱う生物の呼吸、光合成による酸素や二酸化炭素の出入りを相互に関連付けて理解するにあたって、住宅地域における晴天日の二酸化炭素濃度の日変化とその理由について考える学習は有効な一手段となりうる。

中学校では、「自然と人間」以外の二酸化炭素に関する学習内容として、光合成による二酸化炭素の吸収、動植物の呼吸や火山の噴火、化学反応、化石燃料の燃焼による二酸化炭素の排出がある。小学校段階で二酸化炭素濃度の日変化とその理由を理解しておけば、生徒は、これらも二酸化炭素濃度変動の一つの要因であるにとらえることができるであろう。さらに、中学校3年の「自然と人間」で扱う人間の活動による二酸化炭素濃度の上昇を、生徒は、排出と吸収のつり合いの崩れとしてとらえ、二酸化炭素濃度上昇を抑制する方略を排出の抑制と吸収の促進の視点から考えることが期待される。このことは、地球温暖化対策推進本部（2002）や国立教育政策研究所教育課程センター（2007）の指摘にも合致し、持続可能な社会の構築に向けての教育の充実につながるものである。

以上述べてきたように、小学校段階で人間の活動の影響が少ない場合の二酸化炭素濃度の日変化とその理由について理解しておくことで、中学校の二酸化炭素に関する学習が円滑に進み、かつ充実が図られることが大いに期待できる。そこで、以降は、「呼吸を除く人為起源の二酸化炭素排出の影響を受けにくい地域における二酸化炭素濃度の日変化の仕方と理由を適切に理解する」ことを評価規準に、小学校6年生は二酸化炭素濃度の日変化とその理由をどう考えているかについて検討する。なお、本研究において「二酸化炭素濃度の日変化の仕方と理由を適切に理解する」とは、具体的には「大気中の二酸化炭素濃度は日の入り以降に上昇し、日の出から日の入りにかけて下降することを、既習内容である生物の呼吸や光合成によるガス交換など複数の要因と関係づけて理解する」である。

（2）二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由に関する小学校6年生の考え方

1）調査の概要

調査は、2014年4月と2014年7月の合計2回行った。1回目の調査は、6年の理科の学習が始まる前の2014年4月上旬に実施した。2回目の調査は、植物体を燃やすことによって二酸化炭素が増加すること、生物は二酸化炭素を放出すること、植物は日光に当たると二酸化炭素を吸収することを学習し、それぞれの酸素と二酸化炭素の出入りをまとめた図を用いて空気を通した生物のつながりについて学習を行った後の7月上旬に実施した。

対象児童は、国立大学附属小学校6年生2クラス、男子34名、女子37名の合計71名であ

った。4月の質問紙調査を実施する前には、児童は調査校においては二酸化炭素に関する学習を行っていない。しかしながら、今回の調査対象は、国立大学附属小学校の児童であり、もともと今回の学習内容についての知識が豊富であることが推測される。富田ほか

(2009)がアンケート調査の結果から「二酸化炭素を知っている児童は3, 4年生で約8割, 5, 6年生ではほとんど知っている」、「二酸化炭素が地球温暖化の原因となっていることを5, 6年生の児童のほとんどが知っている」と指摘していることを併せ考えると、児童は4月の調査時に大気中の二酸化炭素濃度の変動とその理由について学校外で得た情報をもとに自分なりの考えをもっていると推測される。

調査は2回とも同一の質問紙を用いて行った。質問紙は以下の4問構成である。

①教科書には空気中の二酸化炭素濃度は0.04%と記載されていることを示した上で、大気中の二酸化炭素濃度が一日中ずっと同じかどうかについて「同じ・同じではない」から選択させた。

②「同じ」を選択した児童に、そう考える理由を自由記述によって回答させた。

③「同じではない」を選択した児童に、一日のうちで二酸化炭素が一番濃いと思う頃（時刻または時間帯）と、そう考える理由を自由記述によって回答させた。

④「同じではない」を選択した児童に、一日のうちで二酸化炭素が一番薄いと思う頃（時刻または時間帯）と、そう考える理由を自由記述によって回答させた。

2) 結果

2クラスで合わせて76名の児童が在籍するが、1回目または2回目の調査に欠席した児童5名は欠損データとしたので、71名からの回答が得られた。二酸化炭素濃度の日変化に関する児童の考え方の傾向を把握するために、6時から18時までを「日中」、18時から6時までを「夜」、4～6時を明け方、17～19時を夕方として、整理したところ、①二酸化炭素の濃さが一日中同じ、②二酸化炭素が日中に濃く、夜は薄い、③二酸化炭素が夜に濃く、日中は薄い、④二酸化炭素が明け方に濃く、正午から夕方にかけて薄い、の4タイプに分類された。その人数分布を表4.4.2に示す。なお、回答には「8～19時」や「21～7時」といったものが少数みられたが、前者は「日中」、後者は「夜」と判断した。それぞれ記述された時間帯の大部分が「日中」や「夜」の時間帯であることと、日の出時刻と日の入り時刻は季節によって異なることから、天文学的な日中、夜と、児童が考える日中、夜は、必ずしも一致しないと考えたためである。

1回目と2回目の調査における二酸化炭素濃度の日変化に関する児童の考え方の明らかな相違は、以下の3点である。

・1回目の調査では、二酸化炭素が日中に濃く、夜は薄いと回答した児童が41名であったが、2回目では14名に減少した。

・1回目の調査では、二酸化炭素が夜に濃く、日中は薄いと回答した児童が12名であったが、2回目では34名に増加した。

・1回目の調査では、二酸化炭素が明け方に濃く、正午から夕方にかけて薄いと回答した児童が1名であったが、2回目では5名に増加した。

それぞれの回答理由は、1回目も2回目も顕著な相違はない。

まず「二酸化炭素が日中に濃く、夜は薄い」と回答した児童の理由について述べる。なお、()内には児童が回答した時間帯を示す。「二酸化炭素は日中が濃い」と考えた理由は、「車や人が活発に動き二酸化炭素を出しているから(6~18時)」、「昼が工場の二酸化炭素の量が多いと思う(12~13時)」といった人間の活動全般に着目したものと、「人が遊ぶ時に走ると、たくさん呼吸をするから(13~18時)」、「運動した後、ハーハーと、何度も空気を吸ったり吐いたりしているから(14時)」といった人間の呼吸のみに着目したものが大部分を占めた。人間の営みに着目した理由を記述した児童の数は、1回目の調査では41名中35名、2回目は14名中11名であった。

「二酸化炭素は夜が薄い」と考えた理由も同様に人間の営みに着目し、「車や人が少ないから(21~4時)」、「深夜のため火を使わないし、工場でも仕事をあまりしていないし、人もほとんど起きていないから(1~2時)」、「人が寝ている時は呼吸が遅いので、二酸化炭素が少なくなる(21~5時)」、「寝ていたり落ち着いていると一定に呼吸していて、走ったりしている時よりも吸ったりするのが遅いから(21~7時)」といったものが大部分を占めた。人間の営みに着目した理由を記述した児童の数は、1回目の調査では41名中34名、2回目は14名中10名であった。

次に「二酸化炭素が夜に濃く、日中は薄い」と回答した児童の理由について述べる。「二酸化炭素が夜に濃い」と考えた理由は、「植物に日光が当たらず、光合成ができないから(21~3時)」、「植物と動物両方が呼吸しているから(18~6時)」といった光合成の停止に着目したものが大部分を占め、その数は、1回目の調査では12名中12名、2回目は34名中31名であった。「二酸化炭素が昼に薄い」と考えた理由は、「植物が光合成をし、空気中の二酸化炭素を取り入れ、酸素を出しているから(5~18時)」といった光合成による二酸化炭素の吸収に着目したものが大部分を占め、その数は、1回目の調査では12名中12名、2回目は34名中31名であった。

「二酸化炭素が明け方に濃く、正午から夕方にかけて薄い」と回答した児童の理由も、「二酸化炭素が夜に濃く、日中は薄い」と回答した児童と同様であった。1回目、2回目ともに、全員が「植物が日の出の6時頃まで光合成ができなくなっているから(6時)」、「18時頃まで光合成をしているから(18時)」というように光合成の停止に言及した。そのなかに、「午前4~5時頃までは光合成をしていなくて、夜の間たまっているから(4~5時)」、「日没直前で、その日に光合成された酸素が多いから(17~19時)」という気体の蓄積に着目した回答があった。

なお、「二酸化炭素の濃さが一日中同じ」と回答した理由は、「同じでなければ、二酸化炭素を吸いすぎたりして体調が悪くなると思うから」、「植物が光合成をして、同じ量にしてくれている」、「同じじゃなかったら教科書が間違えていることになるから」など多様で

あった。

3) 考察

二酸化炭素に関する学習を行った後の2回目の調査で、「二酸化炭素が日中に濃く、夜は薄い」との回答が大幅に減少し、「二酸化炭素が夜に濃く、日中は薄い」との回答が大幅に増加したのは、学習した内容を反映したものであろう。2回目の調査の回答理由には「植物の光合成」との文言が頻出していることがそれを裏付ける。しかしながら、二酸化炭素に関する一連の学習を終えたにもかかわらず、光合成活動の盛んな昼間に二酸化炭素が薄く、呼吸による二酸化炭素排出が盛んな夜間に二酸化炭素が濃くなることに気づいていない児童は、「二酸化炭素の濃さが一日中同じ」とした10名、「二酸化炭素が日中に濃く、夜は薄い」とした14名、その他の回答の8名の合計32名いる。調査対象児童は71名であるので、45%に相当する。このことは、植物体を燃やすことによって二酸化炭素が増加すること、生物は二酸化炭素を放出すること、植物は日光に当たると二酸化炭素を吸収することを学習し、さらに生物の活動による酸素と二酸化炭素の出入りをまとめた図を用いて空気を通した生物のつながりについて学習を行っただけでは、二酸化炭素濃度の日変化の仕方を適切にとらえることは難しいことを示している。

そこで、次項に示すような授業を試み、二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由に関する児童の考え方の変化について調査を行った。

(3) 中学校の学習への円滑なつながりを意図した授業実践

1) 授業の概要

授業は、2014年7月上旬に2単位時間(90分間)行った。授業は筆者が行った。対象児童は、前述した国立大学附属小学校第6学年児童2クラス71名であった。教材として、4月の質問紙調査の結果をまとめたもの、二酸化炭素センサー、二酸化炭素濃度の経時変化を表すグラフ(図4.4.1)を用いた。

グラフの作成に用いられたデータは、名古屋市南東部の郊外に位置する名古屋市農業センターにおいて、2007年2月から2008年3月まで、非分散型赤外線ガス分析計(堀場製作所製VIA-510R)により1時間値にて測定し、少数第1位を四捨五入して、整数値(ppm)として統計処理が行われたものである。なお毎日22時の測定値については自動校正のため欠測となっているので、データが欠損している(中島, 2008)。このデータを用いた理由は、測定地点の名古屋市農業センターが、呼吸を除く人為起源の二酸化炭素排出の影響を受けにくい地域に位置することにある。なお、図4.4.1のグラフは、中島(2008)が作成した名古屋市農業センター、名古屋市都心および岩手県綾里、南鳥島の二酸化炭素濃度の経時変化のグラフから、名古屋市農業センターのデータを筆者が読み取って作図したものである。授業展開は、表4.4.3に示す。

2) 授業における児童の様子

1時間目に書かせた自分の考えについては、表4.4.2に示した。意見交換では、「一日中二酸化炭素の濃さが同じというのはおかしいと思う。日光が当たらなくなったら植物は二酸化炭素を吸わなくなるから、夜は二酸化炭素が濃くなっていくと思う」、「昼に二酸化炭素が濃くなることはないと思う。昼間は植物が二酸化炭素を吸っているから」といった、光合成の影響によって「二酸化炭素は夜が濃く昼間は薄い」を支持する意見があった。二酸化炭素センサーは積極的に扱い、自分の呼気を吹きかけて濃度が急激に上昇することと、外気にさらすと急激に下降することに驚く様子が見られた。

2時間目、名古屋市の測定地付近の様子を写真で見せた際には、「家ばかりあるね」、「工場はないのかな」、「車は多いのかな」といった声が聞かれたので、住宅地であること、工場はほとんどないこと、住宅地であるため車の通行量は主要幹線道路ほど多くないと思われることを、当該地域の航空写真を用いて確認した。二酸化炭素濃度の日変化の仕方を図4.4.1に示したグラフを用いて全員に確認させた後、4～5人のグループで変動の理由を相談させた。2クラスを合わせて17グループのうち16グループが、朝から夕方にかけて濃度が下降するのは光合成による影響だと判断した。夕方から早朝にかけての濃度上昇についても、16グループが、光合成の停止や動植物の呼吸による影響だと判断したが、そのうち7グループは、それに加えて、1日のなかで最も高い二酸化炭素濃度が7時から8時にかけて観察される理由として、通勤ラッシュを挙げた。これについては、授業者が「それなら、通勤の時間帯に急に濃度が高くなるはずだけどグラフではそうっていないよ」とのコメントを伝え、「あ、そうか」との反応があった。グループで相談した内容をうなずきながら聞き合う様子や、「自分たちはこう考えたけど、他のグループの発表を聞いて、昼間は植物が光合成をするから薄くなるんだと思いました」との発言があったことから、この活動によって自分の考えを確かめたり修正したりすることができたのではないかと思われる。

4～5人のグループで二酸化炭素濃度が変動する理由を相談させた結果の典型例は図4.4.2に示した。図4.4.2-①は、二酸化炭素濃度の変化が光合成や動植物の呼吸による影響だと判断した16グループのうちの一例である。図4.4.2-②は、1日のなかで最も高い二酸化炭素濃度が7時から8時にかけて観察される理由として、通勤ラッシュを挙げた7グループのうちの一例である。

授業後に自由記述で感想を求めたところ、表4.4.4に示す反応があった。

3) 2回目と3回目の調査結果の比較

授業実施1カ月半後の2014年8月下旬に、二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由に関する児童の考え方を把握するために3回目の調査を実施し、授業実施前(2014年7月上旬)に行った2回目の調査結果と比較して、授業前後の児童の考え方の変化について検討した。表4.4.2に示すように、「二酸化炭素が明け方に濃く、正午から夕方にかけて薄い」との回答が5名から19名へと増加したが、回答理由にも相違が認められた。2回目の調査で

は、5名全員が、夜間は植物による二酸化炭素の吸収がなく、動植物すべてが呼吸を行うため二酸化炭素濃度が増加し、日中は光合成によって減少していくことを理由としていた。ところが3回目の調査では、そのほかに、「明け方に濃度が高いのは、人が動き始めるから」、「昼過ぎに濃度が低くなるのは、会社に人が集まり二酸化炭素の出る量が減って植物も光合成するから」といった、人間の動きにも着目した回答が見られた。また、明け方に二酸化炭素が濃くなる理由として「18～6時にかけては、植物の呼吸が盛んになって、二酸化炭素の割合が増えていき、5、6時に最も多くなるから」といった二酸化炭素の蓄積に言及した回答があった。夕方に最も二酸化炭素が薄くなる理由には「植物が光合成をするようになってから時間がかなりたっているから」との回答があった。

4) 考察

「二酸化炭素が明け方に濃く、正午から夕方にかけて薄い」と回答した児童が記述した理由を見ると、2回目に比べて3回目は多様化しているのがわかる。図4.4.2に示した授業中の4～5人の相談の結果からは、二酸化炭素濃度の日変化は単一の要因によって生じるのではなく、複数の要因によって生じることを理解したことが推測される。

また、表4.4.4に示した授業後の児童の感想のうち、③「これまでの学習が生かせる学習であったことへの喜び」、⑦「二酸化炭素濃度の日変化に光合成と呼吸が関係することへの理解」からは、二酸化炭素濃度の日変化の理由について、これまでの学習内容と関係づけて理解した様子がうかがえる。⑥「気体の変化がいろいろなものと関係していると思った」、④「昼から二酸化炭素が薄くなるのかなと思って、予想通りだったけど、理由もきちんとわかったのよかったです」といった回答からは、二酸化炭素濃度は複数の要因によって変動することを理解したことが推測される。以上から、今回の授業が、児童に二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由について適切に理解することを促したといえよう。

表4.4.4の⑪～⑬は発展的内容への要望であり、⑭～⑲は情意面の感想である。⑲「授業の楽しさに関する感想」、⑲「授業のおもしろさに関する感想」については、何が楽しく、何がおもしろかったのかについては不明であったため、数名にインタビューをした結果、全員が経時変化の予想をしたことと経時変化の理由を考えたことを挙げた。以上から、この授業は、児童がこれまでの学習内容を統合して、二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由について適切に理解することを促すと同時に、発展的内容に関する疑問を生み出すことにも一定の効果があったとみてよいだろう。

一方で、3回の調査とも、通勤・通学ラッシュの時間帯の二酸化炭素濃度が1日のなかで最も高く、人間が寝ていれば二酸化炭素濃度は低くなるといった考えが見られた。植物の動きとは異なり、人間の活動は容易に見て取れることから、二酸化炭素濃度の変動と結びつけやすいのであろう。もちろん、これらは二酸化炭素濃度の変動する一つの要因であり、特に、人間の活動の影響については、中学校で行われる学習においてその対応を考えることになる。実際に、都市部における二酸化炭素濃度の日変化は、近傍の道路や人間の活動の影響

を受けていると考えられ（中島，2008），日変化の理由について考える際には，呼吸や光合成に加えて，交通量が増減する時間帯をも考慮する必要がある。小学校で教材として用いるには，やや難解であろう。先に述べたように，中学校とのつながりを考えれば，小学校では，今回のように呼吸を除く人為起源の二酸化炭素排出の影響を受けにくい地域の二酸化炭素濃度の日変化のデータを用いて，二酸化炭素濃度の日変化の仕方とその理由について適切に理解させておくことが重要であると考えられる。表4.4.4の⑬「工場や排気ガスは関係ないのか（植物が取り入れるのか！？）」あるいは，⑭「広島市内や他地域の二酸化炭素濃度の日変化について知りたい」といった二酸化炭素濃度の変化と人間の活動との関係に関する疑問には，個別の対応をすべきであろう。

本事例では，小学校および中学校の学習指導要領解説理科編と理科教科書の記載の分析から，小学校段階で人間の活動の影響が少ない場合の二酸化炭素濃度の日変化とその理由について理解しておくことで，中学校の二酸化炭素に関する学習が円滑に進み，かつ充実が図られることが大いに期待できることが示された。小学校6年生の実態調査からは，二酸化炭素に関する学習を行う前には，人為起源の二酸化炭素排出の影響を理由に「二酸化炭素が日中に濃く，夜は薄い」との回答が半数を超えるが，学習指導要領に示された二酸化炭素に関する一連の学習の後には，光合成の停止と開始を理由に「二酸化炭素が夜に濃く，日中は薄い」と考える児童が最も多くなることが明らかとなった。また，二酸化炭素濃度の日変化の仕方をグラフで提示し，変化の理由を考えさせる授業は，大気中の二酸化炭素濃度は日の入り以降に上昇し，日の出から日の入りにかけて下降することを，既習内容である生物の呼吸や光合成によるガス交換など複数の要因と関係づけて理解することを児童に促すことが明らかになった。

小学校と中学校の学習内容と小学生の既存の概念を考え合わせることで，不適切な段差が授業で乗り越えることが可能な段差へと修正されていく一つの道筋であることは，電気領域の事例において述べた。本事例でいえば，小学校段階で，清浄地域の大气中の二酸化炭素濃度の日変化とその理由を考える学習を行うことが授業で乗り越えることが可能な段差の設定である。

第5節 小学校6年「生物と環境」および中学校3年「自然と人間」に外来種を導入した事例

外来種に関する学習を円滑につなぐためには，小学校および中学校でどのような授業を行えばよいだろうか。

本節では，小・中学校および高等学校の理科教科書の調査と，小学校6年生の外来種に対するイメージについての実態調査の結果を踏まえて，外来種に関する小・中学校の学びを円滑につなぐための授業方略について検討する。これらの調査結果の一部は，土井・林（2015）で報告している。

(1) 方法

1) 教科書の調査

①対象

平成 23 年 (2011 年) に発行された小学校生活科教科書, 3 社, 計 7 冊。平成 23 年 (2011 年) に発行された小学校理科教科書, 各学年 3 社, 計 15 冊。平成 24 年 (2012 年) に発行された中学校理科教科書, 各学年 3 社, 計 9 冊。平成 24 年 (2012 年) に発行された高等学校生物基礎教科書, 3 社, 計 3 冊。

②方法

ア. 各教科書に種名が記載されている外来種を抽出した。イ. 抽出された生物が, 特定外来生物, 要注意外来生物, 世界の侵略的外来種ワースト 100, 日本の侵略的外来種ワースト 100 に指定されているかを調べた。ウ. 各教科書に種名が記載されている生物について, 生物名の記載が曖昧で, 外来種の可能性がある生物を抽出した。エ. 各教科書に記載されている特定外来生物, 要注意外来生物に関する記述を抽出し, 外来種と在来種の識別や外来種問題に関する記述の有無を調べた。

ア, イ, ウについては, 侵入生物データベース HP (国立環境研究所, 2014) に掲載されている日本の外来種全種リストおよび検索機能を用いた。

(2) 試行授業

1) 授業方略の検討

今回の授業は, 国立大学附属小学校 6 年生 2 クラス 67 名および国立大学附属中学校 3 年生 2 クラス 79 名を対象に実施した。到達目標と指導方略は, 小学校, 中学校ともに同一に設定した。到達目標は, 外来種を適切に認識することとした。身の周りに多数の外来種が存在し, かつ外来種の移入を避けることは不可能な現状において, 在来種を大切に, 豊かな生物多様性を維持するには, まずは外来種について適切に認識することが極めて重要であると考えたからである。教材には, 生活科および小学校理科の教科書に掲載されている外来種および児童の身の回りに存在する外来種を用いて, 身近な話題として捉えることができるよう配慮した。学習内容は, 外来種と在来種の識別, 外来種の移入経緯, 外来種とのつきあい方とし, 3 単位時間で構成した。詳細な学習展開は後述する。外来種とのつきあい方については, 小・中学生の反応を比較し, この内容を扱う適切な時期について検討した。

2) 児童の認識の分析

外来種の認識に関する調査は, 小学校 6 年生 67 名を対象に, 質問紙を用いて行った。質問は「あなたは, 外来生物についてどのようなイメージをもっていますか」であり, 自由記述で回答を求めた。調査は, 学習前, 第 1 時の学習が終了した後, 全ての学習が終了した後の合計 3 回実施した。回答の分析には, SCAT を用いた。

(3) 結果

1) 教科書の調査

①教科書に掲載されている外来種 (表 4.5.1)

調査した教科書に記載されていた外来種は合計 126 種であり、オカダンゴムシ、シロツメクサ、ヒメジョオン等、全国に分布する種も見られる。126 種のうち特定外来生物は 10 種、要注意外来生物は 23 種、世界の侵略的外来種ワースト 100 は 13 種、日本の侵略的外来種ワースト 100 は 26 種である。特定外来生物とは、人体への危害、生態系への悪影響、農林水産物への経済的被害などをもたらすものとして外来生物法によって指定され、飼育・栽培、生体の移動・譲渡、野外への放出が厳しく規制されている外来種である。要注意外来生物とは、特定外来生物と同様に在来生態系に悪影響を及ぼしうる外来種である。しかしながら、普遍的に野外に生息し、駆除が事実上不可能であり、また、アメリカザリガニやオオカナダモのようにすでに多数飼育・栽培されていることから、取り扱い規制を行うことによる弊害が強く懸念される種でもある。世界の侵略的外来種ワースト 100 とは、国際自然保護連合 (IUCN) の種の保全委員会が定めた、本来の生育・生息地以外に侵入した外来種の中で、特に生態系や人間活動への影響が大きい生物のリストである。日本の侵略的外来種ワースト 100 とは、日本生態学会が定めた、日本の外来種の中でも特に生態系や人間活動への影響が大きい生物のリストである。23 種の要注意外来生物のうち、アメリカセンダングサ、オオアレチノギク、オオオナモミ、コセンダングサ、セイタカアワダチソウ、セイヨウタンポポ、ハルジオン、ヒメジョオン、ヒメムカシヨモギ、ブタクサの 10 種は、環境条件に対する適応性が大きく国内に広く分布していることから、日常的に児童の目に触れている可能性が高い。特定外来生物であるアレチウリも同様である。もともと生息していなかった地域に国内の他地域から持ち込まれた国内外来種は 23 種が掲載されている。移入経緯は、ゲンジボタルやヘイケボタルのように観光資源としての導入、アユやサケ、ヤマメのように産業目的による移入、カブトムシやノコギリクワガタのように飼育個体の逸出・放逐など、主に意図的なものである。なお、今回の調査では、外来種・在来種の識別には侵入生物データベース HP (国立環境研究所) のみを用いたため、チューリップやトウモロコシ等、他の文献 (例えば磯野, 2007) では外来種とされているものを加えていない。

②外来種の可能性がある生物 (表 4.5.2)

教科書には、アブラムシ、タンポポ、ハトといった曖昧な記載が見られる。アブラムシを例にとれば、セイタカアワダチソウヒゲナガアブラムシやツメクサアブラムシは外来種であるが、ソラマメヒゲナガアブラムシやネギアブラムシは在来種である。また、ハトの場合、キジバトは在来種であるが、ドバトは外来種である。どちらも形態は似通っている。そのため、表 4.5.2 に種名を示した生物は、児童が野外で接した場合、外来種か在来種かを識別するのは難しいと思われる。

③特定外来生物 (表 4.5.3)

小学校教科書には、生活科の教科書にウシガエル、小学校 6 年生の教科書にオオクチバス

の2種が掲載されているのみである。オオクチバスは、中学校、高等学校の教科書にも掲載されている。そのほかの8種は、中学校と高等学校の教科書に掲載されている。在来種との識別に関する情報は10種とも記載されていない。「外来生物被害予防三原則」についての理解を促す記述は、中学校3年生教科書のみに見られる。東京書籍では、マングース、オオクチバス、ボタンウキクサ、アライグマとともに、日本からヨーロッパに移入され在来生態系に深刻な影響を与えているイタドリを掲載し、「わたしたちは、安易に生物をもちこんだり、もち出したりしないように気をつけなければなりません」と記述している。啓林館では、オオクチバスを例に「昔からその地域にいる魚を食べて減少させるなどの影響をおよぼすため、飼育や繁殖、ほかの場所への移動などが制限されている」との記述がある。また、日本の在来種が海外で問題を引き起こしている例としてワカメを紹介している。

ウシガエル以外には外来種問題に関する記述が必ずあり、在来生態系への影響についての記述が顕著である。

④要注意外来生物（表4.5.4-1, 4.5.4-2）

小学校・中学校、高等学校の教科書ともに掲載されているのは、アメリカザリガニ、オオカナダモ、セイタカアワダチソウ、セイヨウタンポポ、ヒメジョオンの5種である。表4.5.4-1に示すように、アメリカザリガニ、オオカナダモ、カラドジョウ、セイタカアワダチソウ、セイヨウタンポポ、ハゴロモモの6種については、在来生態系に与える影響や山河への放出の禁止に関する記述がある。しかしながら、表4.5.4-2に示すように、特定外来生物の場合とは異なり、外来種問題に関する記述がない場合が極めて多い。在来種との識別に関する情報は、セイヨウタンポポについてのみ記述がある。「外来生物被害予防三原則」についての理解を促す記述は、小学校5年、中学校3年、高等学校の教科書に見られる。東京書籍の小学校5年の教科書では、メダカの飼育に用いたオオカナダモとハゴロモモについて「観察が終わっても、メダカや水草を自然の池や川に放したりすてたりしない」との学習後を想定した記述がある。東京書籍の中学校3年の教科書には、セイタカアワダチソウが掲載され、「わたしたちは、安易に生物をもちこんだり、もち出したりしないように気をつけなければなりません」との記述がある。東京書籍の高等学校の教科書では、アメリカザリガニについて、移入の経緯および生態系への影響を述べられた上で、「生息している地域が多いので、駆除するのは困難である。個体の移動や分散につながるような利用をやめる必要がある」と記述されている。

アメリカザリガニについて、小学校生活科の教科書では、3社とも、抱卵した成体や卵から生まれ出た幼生の画像を掲載している。大日本図書では「ザリガニのおかあさんがおなかについたたまごをゆらしているのはなぜかな」との記述が見られる。また、東京書籍では「返すときにはつかまえたところに返そう」、啓林館では「仲間のいる元の場所に返してあげよう」といった飼育後の放流を促す記述がある。

2) 試行授業

①授業の概要

実施された授業で用いた生物名および授業の主な流れは、次のとおりである。第1時、第2時で取り上げた生物は、教科書に掲載されているものを中心に、野菜や園芸植物、校庭で見られる動植物とした。教師が説明をする際には、随時児童・生徒に問いかけたり、児童・生徒の質問に応答したりする双方向の展開とした。授業は、小学校では第1時を2014年4月に、第2時、第3時を2014年12月に行った。中学校では、第1時、第2時、第3時とも2015年2月に行った。なお、第3時で扱った外来種とのつきあい方は、児童は3～4名で相談させ、生徒は個人で考えさせた。中学校では、インターネットや書籍からの情報を随時取り入れられる環境下で、外来種とのつきあい方について3～4名で相談する授業を2015年2月に、第4時、第5時の2単位時間設けた。

〈第1時〉

- ・以下の生物について、移入の時期・経緯、在来生態系への影響に関する説明を聞く。
ミドリガメ、アメリカザリガニ、アライグマ、イネ、ブラックバス、アサガオ、スズメ、ドバト、ナズナ、ヒガンバナ、ヤギ、ダンゴムシ
- ・外来種の移入には意図的な場合と非意図的な場合があることについて説明を聞く。

〈第2時〉

- ・以下の生物について、移入の時期・経緯、在来生態系への影響に関する説明を聞く。
イチゴ、キャベツ、タマネギ、ニンジン、ジャガイモ、ホウレンソウ、エリンギ、キュウリ、ダイコン、カボチャ、カリフラワー、レタス、アスパラガス、リンゴ、サツマイモ、トマト、ピーマン、ハクサイ、オクラ、バナナ、ヒマワリ、ホウセンカ、サルビア、コスモス、マリーゴールド、パンジー、カスミソウ、シロツメクサ、ウマ、ウシ、カイウサギ、オオイヌノフグリ、ヒメジョオン、オオオナモミ、チャコウラナメクジ、アメリカセンダングサ
- ・以下の生物が在来種とされていることについて説明を聞く。

ミカン、マイタケ、ダイズ、コマツナ、ニラ

〈第3時〉

- ・オオクチバスの移入時期および経緯、釣魚として人気種でありそれに依存した産業が形成されていること、生態、在来生態系への影響に関する説明を聞いた後で、外来種とのつきあい方について考える。
- ・ホンビノスガいの移入時期および経緯、生態、在来生態系への影響に関する説明を聞き、漁業者へのインタビュー（動画）を視聴した後で、外来種とのつきあい方について考える。
- ・バレンツ海に放流されたタラバガニの現状に関する説明を聞く。

②学習前後の小学校6年生の外来種に対するイメージ

代表的なテキストデータを言い換えたグループごとに表4.5.5に示す。以降、本文中では、テキストデータを「」、グループ化した言い換えを〈〉、概念を【】で、テキストデータの数を（）内に示す。

学習前には、「繁殖力が強い」、「凶暴」、「危険で人も襲ってくる」というように、9名が

外来種を〈強靱で粗暴〉な生物と捉えていた。また、〈生態系への悪影響〉に言及するテキストデータが19個、「気持ち悪い」といった〈嫌悪感〉を示すテキストデータが2個あった。これらはいずれも外来種を否定的に捉え、許容し難い対象として捉えていると考えられたため、これを【受け入れ難い生物】と概念化した。他方、生物の形態に着目した〈ごく普通の生物〉(5)、〈普通ではない〉(13)や、〈外国から来た〉(6)、〈イメージはない〉(9)、といった捉え方があった。否定的でもなく肯定的でもないこれらの捉え方を【嫌悪感も好感も抱かない生物】と概念化した。このほか、〈恩恵と損失をもたらす〉(2)、は【恩恵と損失をもたらす生物】、〈生物復活への貢献〉(1)、と〈格好よさ〉(1)、は【好感が持てる生物】と概念化した。

第1時終了時には、外来種による〈恩恵と損失の双方を認識〉(32)が見られ、これらを【恩恵と損失をもたらす生物】と概念化した。また、人間の活動に伴って移入されたことについての〈人間の責任の指摘〉(11)、〈同情〉(7)は【人間による被害者】、〈対策の提案〉(12)、〈対策は困難〉(2)は【対策が必要な生物】と概念化した。

学習後には、第1時終了時と同様に、〈恩恵と損失の双方を認識〉(30)、〈人間の責任の指摘〉(2)、〈同情〉(11)、〈対策の提案〉(2)が見られた。一方で、学習前にあった〈強靱で粗暴〉(6)、〈生態系への悪影響〉(7)、〈ごく普通の生物〉(1)、〈普通ではない〉(2)が再び見られた。新たに見られたのは、〈野生化防止の指摘〉(2)、〈生活を支える生物〉(4)である。前者は対策に関するテキストデータであるので【対策が必要な生物】に組み入れた。後者は【恩恵をもたらす生物】と概念化した。

これらの分析を統合して、以下のようなストーリーラインに構造化した。学習前の児童は、外来種を【受け入れ難い生物】あるいは【嫌悪感も好感も抱かない生物】の何れかとしてイメージしているが、【恩恵と損失をもたらす生物】あるいは【好感が持てる生物】として捉えている場合が僅かにある。第1時の学習は、外来種が【恩恵と損失をもたらす生物】であり、【人間による被害者】、【対策が必要な生物】であることを95%の児童に認識させる。全ての学習を終えた後も、70%の児童が第1時終了後と同様の認識をもっているが、20%の児童は【受け入れ難い生物】と捉えている。

③外来種とのつきあい方に関する児童・生徒の考え

児童の考えを表4.5.6に、生徒の考えを表4.5.7に示す。第3時の考えを見ると、児童の「動物のえさにする」、「剥製にする」、「水族館に提供する」、「売る(観賞用、食用)」などに比べて、生徒の「釣ったものを持って来たら換金する」、「オオクチバスの餌になりそうなゴミなどは湖に捨てない」といった回答は、より現実的で効果的な対策である。また、生徒の第5時の回答である「バイオマス発電に使う」、「強くて大型のオスを捕獲して不妊手術後に放流」、「オオクチバスの天敵を増やす」などは、第3時における生徒の回答と比べて、さらに現実的で効果的な対策である。

(4) 考察

本調査では、まず小学校から高等学校までの生活科、理科、生物基礎の教科書に掲載されている外来種とその扱われ方を調査した。次に、外来種に関する授業を開発・試行して児童の反応を分析した。以下、得られた結果をもとに考察を行う。

1) 教科書の調査

調査した全ての教科書に外来種が記載されている。記載されている生物は合計126種である。そのうちの82種が小学校の教科書に掲載されている。生物名の記載が曖昧で、外来種の可能性がある生物は、調査した教科書に合計52種が記載されており、そのうち42種が小学校の教科書に掲載されている。これらのことから、児童は小学校段階で、外来種の種名や写真を見る可能性は極めて高いと言えよう。

特定外来生物に関しては、小学校の教科書には、ウシガエルが1社、オオクチバスが1社掲載されているのみであるが、要注意外来生物は、小学校の教科書に合計14種が掲載されている。このうち、外来種問題への対応に関する記述があるのは、オオカナダモとハゴロモモ、およびセイタカアワダチソウの3種のみである。そこで、要注意外来生物に注目してみたい。まず、オオカナダモとハゴロモモの名称を記載しているのは3社のうち1社で5年生の教科書であり、前述のように、外来生物被害予防三原則に関する記述がある。しかし、他の2社の5年生の教科書では、メダカを飼育するための水槽の写真やイラストに水草が認められるのみである。したがって、外来種問題に関心が薄い教師や児童の場合、授業で非意図的にオオカナダモやハゴロモモを用い、授業終了後に放流される可能性がある。オオオナモミとコセンダングサは、生活科の「あきとふれあおう」という学習の中で、1社に「ひつつきむし」として紹介されている。「ひつつきむし」は、動物に付着して種子を広範囲に散布するための形態であるが、今回調査した全ての教科書において、オオオナモミとコセンダングサについて外来種問題に関する記述がないことから、非意図的な要注意外来生物の種子の散布が継続される可能性もある。小学校と中学校の教科書に繰り返し掲載されているハルジオンとヒメジョオンは、ともに日本の侵略的外来種ワースト100に指定された種であり、ほぼ全国に分布しているが、外来種問題に関する記述はない。両種ともにアレロパシーを有しており、在来種、畑作物、牧草との競合によって環境への悪影響が強く懸念されているが、これらの情報は高等学校に至るまで、学校で全く提供されない可能性が極めて高い。他方、アメリカザリガニに関する小学校の教科書の記述は、児童に個体増殖の意欲を喚起し、増殖・飼育した個体の放流を促しているともとられかねない記述である。

以上を総括すれば、今回調査を行った小学校・中学校、高等学校の教科書には、特に要注意外来生物について、「外来生物被害予防三原則」についての理解を促す記述は十分ではないと言えよう。外来種と在来種の識別に関する記載もないことを考え合わせると、現状では、将来的に外来種を「入れない」「捨てない」「拡げない」ことを意識する国民が増え、我が国の生物多様性が保全され続けることが期待できるとは言い難い。

2) 試行授業

まず、学習前後の小学校6年生の外来種に対するイメージについて述べる。

学習前には、外来種は恩恵と損失の双方をもたらす生物であると認識していた児童は0.3%であったが、第1時終了後には48%、全ての学習後にも45%に増えた。また、学習前にはなかった【人間による被害者】、【対策が必要な生物】といった認識が見られた。これらの結果から、小学校で外来種についての適切な理解を促す学習を行うことは可能であると言えよう。

一方で、学習前には45%であった【受け入れ難い生物】との認識は、第1時終了後には0.3%に減ったが、全ての学習終了後には19%に増えた。この変化については、以下の影響が考えられる。第2時では、アナウサギについて、野生化した場合に植生への食害があることを1分程度で紹介した。第3時では、オオクチバスについて、移入と分布域拡大の経緯、在来生態系への悪影響、卵と稚魚は雄親が保護するため生存の確率が他の魚に比べて高いこと等を10分程度で詳細に紹介した。加えて、特定外来生物、世界の侵略的外来種ワースト100、日本の侵略的外来種ワースト100に指定されていること、および我が国から完全に駆除することは事実上不可能だと考えられていることも紹介した。これらの情報が、学習後の質問紙調査に影響を与えたものと思われる。第1時から第2時までの8ヵ月間に学校以外で情報を得た可能性も否定できない。

第2時では、野菜や園芸植物を中心に、人間にとって有益な27種の外来種を30分程度にわたって紹介したが、学習前には45%が【受け入れ難い生物】と認識していることを考慮すると、教材として扱う生物の選定と提示順には十分な配慮が必要だということであろう。

次に、外来種とのつきあい方に関する児童・生徒の考えについて述べる。

先に示したように、第3時における回答を比較すると、児童の回答は、あまり効果が期待できず、実現することも難しいと思われる回答が目立つが、生徒の回答は、児童の回答よりも現実的で効果が期待できる対策である。インターネット等から情報収集を行った後の第5時の生徒の考えには、バイオマス発電、天敵、不妊手術といった、さらに現実的で効果的な対策が示された。今回の試行授業では、児童にインターネット等から情報収集をしながら3～4名で相談する授業を実施していない。そのような機会を設ければ、児童も生徒と同様の考えを表現する可能性はある。しかしながら、第3時の児童・生徒の回答の比較した結果や、バイオマス発電が中学校3年理科の学習内容であることなどから判断すると、外来種とのつきあい方を考える学習は、中学校で行うのが適切であろう。今回の調査結果を踏まえれば、小学校段階で外来種に対する適切な理解を図り、中学校で外来種とのつきあい方を考えさせれば、小・中学校の学びが円滑につながるであろう。

3) 今後に向けて

本事例で、小学校6年生に外来種問題への理解を促す可能性が示され、考慮する点も明らかになった。生物多様性が脅かされ続けている状況や、身の周りに多種多様な外来種が存在

し、小学校の教科書にも多数の外来種が掲載されている等の現状を踏まえれば、小学校から外来種問題を扱うことが検討されてよいのではないか。その場合、どの時期に、どのような内容を扱うかが今後の課題となってくるであろう。

第6節 まとめ

本章では、第3章で示した指導方略の要件を視点に授業を構想・実践し、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保することを視点に事例研究を行った。事例として取り上げたのは、小学校6年「電流による発熱」、小学校3年・4年・6年の粒子概念に関する領域、小学校6年および中学校3年の環境に関する領域である。

小学校6年「電流による発熱」の事例では、電流による発熱を学習した後の小学校6年生が考える、等しい電位差のもとで、長さが同じ場合は直径が大きい電熱線の方が単位時間当たりの発熱量が大きいこと理由は極めて多様であることが明らかとなった。そして、小学校と中学校の学習内容を俯瞰すれば、小学校6年生段階では現在行われているように「電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わること」の理由は考えず、「電熱線の長さを一定にして、電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わることをとらえる」ことのみについて、1～2時間程度で学習することが、小・中学校の電気領域の学習を円滑につなぐための小学校段階における適切な授業方略であり、中学校の学習で、今回の調査で明らかになった多様な考え方を踏まえて指導を工夫する必要があることを指摘し、指導方略を提案した。小学校と中学校の学習内容と小学生の既存の概念を考え合わせることで、不適切な段差を授業で乗り越えることが可能な段差へと修正していく具体例である。

小学校3年・4年・6年の粒子概念に関する領域の事例では、以下の点を指摘した。まず、小学校3年生に「全てのものは小さな粒できている」ことを教示することは、材質によって重さが異なる理由を合理的に考えることを促進する。しかしながら一方で、「空気、真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールの粒は、全て同一のものである」、「空気つぎでスプレー缶に空気を入れると、空気がぎっしり詰まる」といった誤概念をもつ児童が少なからずいることも見いだされた。次に、小学校4年生に「全てのものは小さな粒できている」ことを教示して、空気に関する事象を考えさせるとともに教師の解説を加えることで、児童は、空気に関する事象について粒子概念を用いて説明するようになることが明らかになった。小学校6年の事例からは、塩酸とアルミニウムの反応について粒子概念を用いて考えることは時期尚早であることが示された。小・中学校の円滑な学びのつながりをめざすための小学校段階での粒子概念の導入という視点に立ったとき、これらの3つの事例から言えることは、授業において重要視すべきは粒子概念を用いて現象を適切に説明することではなく、仮にそれが科学的に適切でない説明であっても、粒子概念を用いて現象を説明しようとする経験にあるということである。また、児童に混乱を生じさせないためには、小学校と中学校の学習内容および児童の実態把握を十分に行い、学習の適時性には十分に配慮することが重要であることが改めて示された。さらに、教師が指導性を発揮することで、児童の学習が進展する

ことも示された。

小学校6年「生物と環境」に大気中の二酸化炭素濃度の日変化を導入した事例では、小学校および中学校の学習指導要領解説理科編と理科教科書の記載の分析から、小学校段階で人間の活動の影響が少ない場合の二酸化炭素濃度の日変化とその理由について理解しておくことで、中学校の二酸化炭素に関する学習が円滑に進み、かつ充実が図られることが大いに期待できることが示された。そして、二酸化炭素濃度の日変化の仕方をグラフで提示し、変化の理由を考えさせる授業によって、小学校6年生は、既習内容である生物の呼吸や光合成によるガス交換など複数の要因と二酸化炭素濃度の日変化を関係づけて理解することも示された。この事例も、小学校と中学校の学習内容と小学生の既有的概念を考え合わせることで、不適切な段差を授業で乗り越えることが可能な段差へと修正していく具体例である。

小学校6年「生物と環境」および中学校3年「自然と人間」に外来種を導入した事例では、小学校の教科書には、「外来生物被害予防三原則」についての理解を促す記述はほとんどなく、外来種と在来種の識別に関する記載もないことが明らかとなった。しかしながら、教師の説明を中心とした3時間の授業によって、児童は外来種について適切に理解することが示された。また、外来種とのつきあい方に関しては、小学生よりも中学生の方が、より現実的で効果が期待できる対策を回答することが明らかとなった。

以上の実践的検証では、序章で示した「教育的に乗り越えさせる段差」を設定した結果、小・中学校の学びが円滑につながることを示された。このことの妥当性は、ヴィゴツキーが提唱した発達の最近接領域によって支持される。発達の最近接領域とは、子どもが一人で解答する問題によって決定される現下の発達水準と、他人との共同のなかで問題を解く場合に到達する水準（＝明日の発達水準）との間の差異によって決定されるものであり、発達の最近接領域の範囲にある課題については、協同のなかで発達が可能になる（柴田，2006）。「教授は、それが発達の前を進むときのみよい教授である。そのとき教授は、成熟の段階にあたり、発達の最近接領域にある一連の機能呼び起こし、活動させる。ここに、発達における教授の主要な役割がある」（ヴィゴツキー，2001）のであり、他人との協同や教師の指導があっても到達できない、発達の最近接領域の範囲外にある課題は、子どもの発達に寄与しないといえる。子どもの明日の発達水準に基づくのではなく、昨日の発達水準、あるいは今日すでに成熟している子どもの思考の特質にのみ基づいて行われている教授－学習は少ない（柴田，2006）が、これは「最も抵抗の少ない線を目指し、子どもの強さではなく弱さに目を向けた」（ヴィゴツキー，2001）ものであり、このような教育活動も子どもの成長に寄与しにくいと考える。以上から、小・中学校理科の学びを円滑につなぐためには、段差をなくするのではなく、授業で乗り越えることが可能な段差を設定することが必要であると結論される。

なお、以上の実践事例においては、学習課題の設定は全て教師が行い、児童による主体的な問題解決が展開された。さらに、問題解決の過程で、「だったら、こうやるとどうなる？」といった問いが児童から発せられ、新たな問題解決が展開されることもあった。また、小学

校6年で行った「生物と環境」に関する2事例では、教師の解説や児童個人が課題に取り組む時間を重視した結果、児童による主体的な問題解決が行われた。

以上の事例研究の結果から、第3章で示した小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略の要件を以下のように修正する。

- ・ 小・中学校の学習内容を詳細に検討するとともに、小学生や中学生の実態調査を行った上で、中学校の学習内容が授業で乗り越えることが可能な段差になるように、小学校での学習内容を定めて工夫した授業を行う。その際、学習の先取りがなされないように配慮するとともに、中学校の学習内容を視野に入れた発展的な内容を取り入れることを躊躇わない。
- ・ 児童の主体的な問題解決と観察・実験結果の考察による自然理解が実現できるように、教師による学習課題の設定を躊躇わない。
- ・ 学習指導において、「教師による支援を重視するのか」、「指導を重視するのか」、また、「児童・生徒の発表を重視するのか」、「教師からの解説や児童・生徒個人が課題に取り組む時間を重視するのか」、は、学習内容や児童の状況に応じて柔軟に選択する。
- ・ 教師から事象を説明するための基本的枠組みを提供したり、教師の説明を中心とした授業を行うなど、教師の指導性を発揮することを躊躇わない。
- ・ 小学校高学年段階で、観察・実験は「楽しい活動」ではなく、事実に基づいて自分の仮説や考えを確かめるために行うものであり、観察・実験結果を考察することこそが本質であることを意識づけるとともに、考察・結論が書けるように指導する。このことは、中学年から開始してもよい。
- ・ マナーを含む実験技能を児童に習得させるために、小学校段階でより多くの観察・実験の経験を重ねていく。

終章 本研究の成果と今後の課題

第1節 本研究の成果と結論

本研究の最終的な目的は、小・中学校理科の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略を提案することであった。この目的を達成するために、まず明らかにすべき研究課題を設定し、研究を進めた。各課題それぞれの成果の要点と本研究の結論を次に述べる。

(1) 理科および他教科等の先行研究から得られた知見

小・中学校の学びのつながりに関する教科等の先行研究の分析と検討から、円滑な学びのつながりを可能する小・中学校の授業を実現するための要件として、以下の点を見出した。

第一に、小・中学校を跨ぐ関連単元の学習内容の把握、児童・生徒の実態把握が挙げられる。第二に、学習内容や児童・生徒の実態把握を前提に、既習内容を踏まえて授業で乗り越えることが可能な段差を設定することである。第三に、学習の先取りがなされないよう十分に留意することの必要性である。第四に、小学校段階で観察・実験器具操作の習熟することの必要性である。第五に、中学校の授業では小学校で身につけた力を発揮できる場面や小学校で習得した知識を関係付ける場面の設定といった、円滑なつながりへの指導上の工夫である。また、「学習課題の設定は誰が行うのか」については議論の余地が残されていることについても指摘した。

(2) 理科学習指導に対する小学校教員と中学校教員の価値観

まず、小・中学校教員の学習指導の比較に関する先行研究を概観し、学習指導についての双方の相違点を以下のように整理した。小学校教員は、児童の理科における学びの理想像を念頭に、児童の興味・関心や考え、学び方を重視することから、発表中心の理科授業を行う傾向にあり、授業方略の基本的なスタンスは「支援」である。一方、中学校教員は生徒が直面する現実を基にするため、高校受験を念頭に、系統性を重視しながら子どもにとって必要なことは強制してでも教える理科授業を行う傾向にあり、授業方略の基本的なスタンスは「指導」である。

次に、小・中学校教員が理科授業を行う際の小・中学校の学びのつながりに対する意識について質問紙調査を行った。その結果、小学校教員の中には、中学校教員が小学校理科に期待する「小学校の学習内容をもれなく児童に習得させる」、「マナーを含む実験技能を児童に習得させる」、「より多くの実験経験を積む」ことを取り入れて理科授業を行っている者もいるが、その数は30%に満たず、小・中学校の円滑な学びのつながりを意識した理科指導は十分に行われているとはいえないことを指摘した。

最後に、小学校教員と中学校教員の理科授業に対する価値観の共通点と相違点を明らかにするためにインタビュー調査を行った。その結果、小・中学校教員ともに、理科授業を通じて児童・生徒に学習内容を理解させようとしているが、小学校教員にとっての理科授業の価値は、児童が自らの手で観察・実験を行うことで学習内容を理解すること、問題解決学習を

行うこと、自然の面白さを知ることであるのに対して、中学校教員にとっての理科授業の価値は、教師の説明によって学習内容を理解すること、観察・実験結果を考察することによって学習内容を理解すること、および高校受験に役立つ力をつけることであると指摘した。さらに、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを阻害する要因として、これまで言われてきた学習内容の難易度の相違や授業形態の相違以外に、小学校教員と中学校教員の観察・実験に関する価値観の相違があることを見出し、小・中学校における観察・実験の意味と指導のあり方を再検討することが、小・中学校の理科の学びを円滑につなぐための極めて重要な課題であることを指摘した。

以上を総括すると、小学校教員と中学校教員では、児童・生徒の卒業時における到達目標実現への切実さの程度が大きく異なり、それに起因する理科授業に対する価値観に相違がある。したがって、授業方略も観察・実験の位置づけも異なるが、小学校教員の中学校へつながる指導への意識は決して高いとはいえず、小・中学校の理科授業における学びが円滑につながっているとは言い難い。

(3) 小学生と中学生の理科授業に対する認識と要望

小・中学生の理科授業に対する認識と要望の共通点と相違点、および中学生が理科授業において困惑している点を質問紙調査によって明らかにした。

小・中学校ともに、理科授業において児童・生徒の情意面に配慮した教師のていねいな指導と問題解決に注目した指導が行われていることが推察される。小・中学校を比較すると、小学校では、一人で考えることと小グループで話し合うことがより大切にされ、中学校では、新たな情報の提供、教師の「待つ」姿勢に加えて、受験への対応も大切にされている。

理科授業への要望は、小・中学生ともに「実験がしたい」が最も多い。やりたい実験は、小学生では発展的な内容への要望が目立つのに対して、中学生では刺激や面白さを求める要望が目立つ。中学生が理科授業において困っていることは、「考察や結論をどう書いてよいかわからない」、「授業の内容が難しい」、「周りの人と相談させてくれない」である。

小・中学生の理科授業に対する認識と要望は、(2)に示した小・中学校教員の理科学習指導に対する価値観を反映しているとは言い難い。

(4) 実践的検証

(1)、(2)、(3)から、小学校と中学校の理科学習指導には、「不適切な段差」があることが示された。そこで、複数の領域について、小・中学校理科の円滑な学びのつながりを担保することを視点に実践的検証を行った。

小学校6年「電流による発熱」の事例では、小学校6年生が考える「電熱線の太さを変えると発熱の程度が変わること」の理由は極めて多様であるが、小・中学校の電気領域の学習内容から考えれば、小学校ではその理由について考えることをせず、中学校の学習で、今回の調査で明らかになった多様な考え方を踏まえて指導を工夫することで、中学校の学習内容

が授業で乗り越えることが可能な段差となることを、実践結果を踏まえて指摘した。

小学校3年・4年・6年の粒子概念に関する領域の事例では、自然事象を説明する際に粒子概念を道具として用いることは小学校3年から可能であるが、授業において重要視すべきは粒子概念を用いて現象を適切に説明することではなく、仮にそれが科学的に適切でない説明であっても、粒子概念を用いて現象を説明しようとする経験にあるということを指摘した。また、児童に混乱を生じさせないためには、小学校と中学校の学習内容および児童の実態把握を十分に行い、学習の適時性には十分に配慮することが重要であることを示した。さらに、教師が指導性を発揮することで、児童の学習が進展することも示した。

小学校6年「生物と環境」に大気中の二酸化炭素濃度の日変化を導入した事例では、清浄地域における二酸化炭素濃度の日変化の理由を考えさせることによって、児童は大気中の二酸化炭素濃度は日の入り以降に上昇し、日の出から日の入りにかけて下降することを、既習内容である生物の呼吸や光合成によるガス交換など複数の要因と関係づけて理解すること示した。また、小学校6年「生物と環境」および中学校3年「自然と人間」に外来種を導入した事例では、小学校の教科書には、「外来生物被害予防三原則」についての理解を促す記述はほとんどなく、外来種と在来種の識別に関する記載もないが、教師の説明を中心とした3時間の授業によって、児童は外来種について適切に理解することを示した。さらに、外来種とのつきあい方に関しては、小学生よりも中学生の方が、より現実的で効果が期待できる対策を回答することも示した。

(5) 結論

小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略の要件を以下のように提案する。

- ・ 小・中学校の学習内容を詳細に検討するとともに、小学生や中学生の実態調査を行った上で、中学校の学習内容が授業で乗り越えることが可能な段差になるように、小学校での学習内容を定めて工夫した授業を行う。その際、学習の先取りがなされないように配慮するとともに、中学校の学習内容を視野に入れた発展的な内容を取り入れることを躊躇わない。
- ・ 児童の主体的な問題解決と観察・実験結果の考察による自然理解が実現できるように、教師による学習課題の設定を躊躇わない。
- ・ 学習指導において、「教師による支援を重視するのか」、「指導を重視するのか」、また、「児童・生徒の発表を重視するのか」、「教師からの解説や児童・生徒個人が課題に取り組む時間を重視するのか」、は、学習内容や児童の状況に応じて柔軟に選択する。
- ・ 教師から事象を説明するための基本的枠組みを提供したり、教師の説明を中心とした授

業を行うなど、教師の指導性を発揮することを躊躇わない。

- ・ 小学校高学年段階で、観察・実験は「楽しい活動」ではなく、事実に基づいて自分の仮説や考えを確かめるために行うものであり、観察・実験結果を考察することこそが本質であることを意識づけるとともに、考察・結論が書けるように指導する。このことは、中学年から開始してもよい。
- ・ マナーを含む実験技能を児童に習得させために、小学校段階でより多くの観察・実験の経験を重ねていく。

第2節 今後の課題

(1) 発達段階を踏まえた小・中学校の観察・実験の指導に関する検討

本研究で、小学校教員と中学校教員の観察・実験に対する価値観が異なることを明らかにした。第2章に記載したように、同じ小学校教員であっても、小学校3、4年の担任歴が長い教員Aは、観察・実験は自然事象を理解させるための手段であると考えており、小学校5、6年の担任歴が長い教員Bにとって、観察・実験は理科好き児童を育成するための1つの方略でもあり、必ずしも理解のためだけに行われるものではない。一方、中学校教師である教員Cは、観察・実験とは、自然事象を理解させるための手段ではなく、自らの考えを確かめるための手段であり、観察・実験後の考察を行うためのデータを採取するために行うものだと考えている。ところが、説明中心の授業を行う中学校教員の場合、観察・実験は生徒を授業に参加させるための手段になっている。

これらのうち、教員Aと教員Cの価値観は、「科学的概念の発達には、常に自然発生的概念の成熟の一定の水準に依拠しなければならない」（ヴィゴツキー，2001）とするヴィゴツキーの概念発達論と符合する。厳密な意味ではやや異なるが、教員Aが述べているのは自然発生的概念を発達させるための観察・実験であり、教員Cが行おうとしているのは観察・実験結果を考察することによる科学的概念の発達の促進である。児童・生徒に、観察・実験は「楽しい活動」ではなく、事実に基づいて自分の仮説や考えを確かめるために行うものであり、観察・実験結果を考察することこそが本質であることを意識づけるとともに、考察・結論が書けるようにするには、児童・生徒の発達段階を踏まえて、それぞれの時期に適した指導を系統的に行うことは極めて重要である。発達心理学等の知見を踏まえて、小・中学校における観察・実験の系統的指導について検討することは、極めて重要な今後の研究課題である。

(2) 小学校低学年の学習と理科の円滑なつながりに関する検討

本研究で提案したのは、小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略の要件であるが、小学校と中学校の理科を円滑につなぐためには、その前段階である小学校低学年の学習と小学校理科の円滑なつながりに関する検討も不可欠であり、今後の重要な研究課題

である。その際、生活科と理科のつながりについて検討することが有効であろう。なぜなら、生活科では自然と関わる経験が重視されるからである。生活科は、「具体的な活動や体験を通して、自分と身近な人々、社会及び自然とのかかわりに関心をもち、自分自身や自分の生活について考えさせるとともに、その過程において生活上必要な習慣や技能を身に付けさせ、自立への基礎を養う」（文部科学省、2008）ことを目標としており、この背景には、「小学校低学年の児童は、発達段階的に思考や感情が未分化の段階にある」（臨時教育審議会第2次答申、1986）との認識がある。ここに示された小学校低学年の発達段階のみならず小学校3、4年生の発達段階をも踏まえて検討を行うことで、理科と円滑につながる生活科の指導方略、あるいは生活科と円滑につながる理科の指導方略が明らかになってくるであろう。その際、本研究で提案した指導方略の要件とともに文献調査、インタビュー調査、質問紙調査および実践的検証等の研究手法も参考となる。さらに、小学校1、2年生の学習と小学校理科との学びのつながりに関する藤川（2015）の指摘も参考になる。藤川（2015）は、小学校理科において児童が観察結果を文字のみで記録することの重要性を示し、その前段階である小学校1、2年生は文字による観察結果の記録が十分に可能であることを実践的に検証しており、もう一つの課題である発達段階を踏まえた観察・実験の指導について検討を行う際にも有用な知見となる。

なお、本研究は、我が国の現行教育制度である小・中学校の6・3制を前提に行ったものである。平成28年4月から施行される「小中一貫教育制度の導入に係る学校教育法等の一部を改正する法律」では、義務教育学校9年間の教育課程について、「4-3-2」や「5-4」など柔軟な区切りの設定が可能であることが明示されており、それらの実践結果によっては、6・3制が継続するとは限らない。上に示した2つの今後の課題について研究を進めていく過程で、子どもの発達に関する研究知見を踏まえた検討が行われることで、子どもの年齢に応じた指導方略を提案することが可能となり、得られる成果は、今後、教育制度がどのように変わっても有用な知見となるであろう。本研究では考慮しなかった諸外国と我が国の理科カリキュラムを比較して得られた知見も参考になる。以上のような視点を加えて研究を発展させていくことで、小・中学校の円滑な学びのつながりをめざす理科指導方略の要件は徐々に進化していくであろう。

引用参考文献一覧

序章

- ・安彦忠彦：小中高一貫教育の構想－6－3－3制を見直す－，神奈川大学心理・教育研究論集，第34号，pp.5-16，2013.
- ・別木政彦・釜田美紗子・園山裕之・伊藤英俊・塚田真也・秋重幸邦：接続を考慮したエネルギー教育のための理科の実践－小学校「電気による発熱」と中学校「電気とそのエネルギー」を事例として，エネルギー環境教育研究，8(1)，pp.31-38，2013.
- ・千葉市教育センター：子どもが楽しく学び生活するための小中学校の連携のあり方－児童生徒の連続的な学びと成長の保障を通して－，千葉市教育センター研究紀要，13，pp.1-8，2004.
- ・藤田祐輔・福江功至・佐伯英人：小学校と中学校の学習内容を円滑に接続する理科の授業－中学校の第1学年「水溶液」において－，山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要，38，pp.69-76，2014.
- ・学校体系におけるアーティキュレーション研究会：学校体系におけるアーティキュレーションの実態と課題，東京大学教育学部学校教育高度化センター研究プロジェクト報告会，2009.
- ・源田智子・西村侑子：「温度による空気の体積変化」の理解に関する一考察，山口大学教育学部研究論叢第3部，58，pp.51-66，2008.
- ・後藤頭一：系統性を踏まえた「粒子」に関する学習指導について－TIMSS2007酸化還元に関する問題の回答分析から－，理科の教育，60(8)，pp.9-12，2011.
- ・長谷川直紀・吉田裕・関根幸子・田代直幸・五島政一・稲田結美・小林辰至：小・中学校の理科教科書に掲載されている観察・実験等の類型化とその探究的特徴－プロセス・スキルズを精選・統合して開発された「探究の技能」に基づいて－，理科教育学研究，54(2)，pp.225-247，2013.
- ・葉山優・小嶋美也子・勝呂創太・圓谷秀雄・金田知之・下條隆嗣：小学校理科への物質の粒子像導入の可能性，東京学芸大学紀要．自然科学系，58，pp.15-39，2006.
- ・林壮一：一貫校の理科における学校間接続の実践の試み，日本理科教育学会全国大会論文集，63，p.162，2013.
- ・広田照幸・青木純一・尾崎公子・広瀬義徳・武石典史：今後の教育改革を考えるための視座－6・3・3制再考の意義と射程－，国民教育文化総合研究所，2011.
- ・井形 哲志：「理科離れ」を改善する小中連携理科教育 中核的理科教員（CST）としての活動報告，日本科学教育学会年会論文集，38，pp.549-550，2014.
- ・今林義勝・石田靖弘・進藤公夫：理科授業のダブルスタンダードの解消に向けてⅢ 知識伝達－事例化モデルによる小・中一貫理科授業の実践，日本理科教育学会全国大会論文集，61，p.250，2011.
- ・石村雅雄，藤森弘子：小・中学校間の「段差」の教育的意義を踏まえた小・中「連携」

- のあり方, 鳴門教育大学学校教育研究紀要, 29, pp.1-8, 2015.
- ・甲斐初美:「系統性を踏まえる」ということの意味ー「生命」領域の学習における具体的な系統性ー, 理科の教育, 60(8), pp.13-16, 2011.
 - ・鎌田正裕・隅元就仁:小学校第6学年における電熱線の発熱実験についての考察, 東京学芸大学紀要. 自然科学系, 62, pp.9-13, 2010.
 - ・加藤巡一:理科教育と理科離れの実態(一):小学校, 神戸松蔭女子大学研究紀要. 人文科学・自然科学篇, 48, pp.35-50, 2007.
 - ・加藤巡一:理科教育と理科離れの実態(二):中学校, 神戸松蔭女子大学研究紀要. 人文科学・自然科学篇, 49, pp.17-32, 2008.
 - ・加藤巡一:理科教育と理科離れの実態(三)高校生・まとめ, 神戸松蔭女子大学研究紀要. 人文科学・自然科学篇, 50, pp.65-80, 2009.
 - ・川勝博:小中高校の物理教育を見通した大学からの支援の可能性, 日本物理学会講演概要集, 64(1-2), p.417, 2009.
 - ・河村篤毅・唐木宏:参加実験型中学物理の実践, 物理教育, 49(6), pp.527-531, 2001.
 - ・菊池洋一・武井隆明・三田正巳・高橋治・村上祐:粒子概念の位置づけと物質学習カリキュラム, 理科教育学研究, 49(1), pp.35-51, 2008.
 - ・木下博義:理科における観察・実験結果の考察に関する子どもの学習実態と要因構造の分析ー小学生と中学生の比較の観点からー, 理科教育学研究, 53(1), pp.29-38, 2012.
 - ・小林辰至:小・中・高等学校の接続からみた生物教育の改善, 生物教育, 37(1), p.76, 1997.
 - ・国立教育政策研究所 生徒指導・進路指導研究センター,「中1ギャップ」の真実, 生徒指導リーフ, 2014.
 - ・近藤恵子:小中連携におけるマイクロスケール実験の導入, 日本理科教育学会全国大会論文集, 57, p.429, 2007.
 - ・近藤恵子:小・中学校の理科におけるマイクロスケール実験の実践, 日本理科教育学会全国大会論文集, 60, p.89, 2010.
 - ・三次徳二:小・中・高等学校を通じた「地球」の内容の系統性, 理科の教育, 60(8), pp.17-20, 2011.
 - ・文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会学校段階間の連携・接続等に関する作業部会:小中連携, 一貫教育に関する主な意見等の整理, pp.1-6, 2012.
 - ・文部科学省 中央教育審議会総会: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等の改善について, pp.47-49, 2008.
 - ・文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会小中一貫教育特別部会:“子供の発達や学習者の意欲・能力等に応じた柔軟かつ効果的な教育システムの構築について(答申)(案)”, 2014.
 - ・文部科学省:小学校学習指導要領解説理科編, 2008.

- ・文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，2008.
- ・毛利猛：香川県における「小中連携」の取り組みに関する研究，香川大学教育実践総合研究，16，pp.1-13，2008.
- ・西川光二：児童・生徒が生き生きする理科の授業の研究－小学校における小・中連携の探究的な学習を通して－，日本理科教育学会全国大会論文集，58，p.129，2008.
- ・西川光二：児童・生徒が生き生きする理科の授業の研究－小学校における小・中連携の探究的な学習を通して－，日本理科教育学会全国大会論文集，57，p.410，2007.
- ・お茶の水女子大学：小・中接続期カリキュラムの開発，研究開発実施報告書，2，pp.49-50，2006.
- ・お茶の水女子大学附属幼稚園・小学校・中学校・子ども発達教育支援センター：「接続期」をつくる 幼・小・中をつなぐ教師と子どもの協働，東洋館出版社，pp.1-37，2008.
- ・大箸一貴・石原貴寛・熊野善介：電熱線発熱実験における小中接続の問題，日本理科教育学会全国大会論文集，64，p.269，2014.
- ・小野瀬倫也：理科の小中連携カリキュラムの創出と実践，日本理科教育学会全国大会論文集，61，p.74，2011.
- ・猿田祐嗣：わが国の理科の教育課程の特徴と科学的リテラシー，国立教育政策研究所紀要，第137集，2008.
- ・関口芳宏：先端科学技術と理科授業をつなげたい 実践紹介「X線自由電子レーザー施設 SACLA～光が生まれるひみつ～」，日本科学教育学会年会論文集，38，pp.193-196，2014.
- ・椎窓敏広・宮脇亮介：小学校における理科に対する意識調査と実践，福岡教育大学研究紀要，55(4)，pp.295-303，2006.
- ・清水誠・野辺茂樹・鮫島弘樹：小・中学校間の接続を踏まえた理科指導方法の研究，日本科学教育学会年会論文集，35，pp.261-262，2011.
- ・清水誠：教師が保持する科学観と理科授業の実態，理科教育学研究，42(2)，pp.43-50，2002.
- ・菅谷正美：一体型小中一貫校における教員の意識改革 小学校文化と中学校文化の違いをどう乗り越えるか，日本教育，420，pp.14-17，2013.
- ・玉野井英二・明崎友理子・蒲生啓司：理科における中1ギャップ克服を目指した取り組み意識調査と授業評価システムの活用について，日本理科教育学会全国大会論文集，60，p.211，2010.
- ・富山雅之：第1学年第2分野の基本的な考え方と内容－小中の円滑な接続と中学校理科の基礎づくり－，理科の教育，57(8)，pp.32-33，2008.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：パフォーマンスによる理科連携カリキュラムの検証，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，25，pp.138-155，2014.

- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：主体性を育む連携カリキュラムの検証，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，25，pp.110-111，2014.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：連携カリキュラムを基にしたパフォーマンスと評価，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，24，pp.122-141，2013.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：主体性を育む連携カリキュラムの検証，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，24，pp.102-103，2013.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：連携カリキュラムを基にした評価の活用，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，23，pp.174-199，2012.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：主体性を育む連携カリキュラムの構想，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，23，pp.144-145，2012.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：連携カリキュラムを基にした話し合い・発表の実践，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，22，pp.144-165，2011.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：主体性を育む連携カリキュラムの構想，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，22，pp.106-107，2011.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：理科における主体性を育む連携カリキュラムの構想，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，21，pp.140-165，2010.
- ・東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校：主体性を育む連携カリキュラムの構想，東京学芸大学附属竹早幼稚園・小学校・中学校研究紀要，21，pp.108-109，2010.
- ・円谷秀雄：ビオ・トープで学ぶ自然環境—小中の連携による活動を通して—，日本理科教育学会全国大会論文集，57，p.315，2007.
- ・筒井和幸：高校での現行学習指導要領下での現場の実態と新学習指導要領での課題，日本物理学会講演概要集，64(1-2)，p.417，2009.
- ・内ノ倉真吾：小・中・高等学校における「エネルギー」のカリキュラムの接続の視点と方策，理科の教育，60(8)，pp.5-8，2011.
- ・和田智司・森本信也：小・中連携を志向した中学校理科授業の試行，日本理科教育学会関東支部大会研究発表要旨集，42，p.38，2003.
- ・山下修一・小野寺千恵：小学校5・6年生の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果，理科教育学研究，50(1)，pp.85-92，2009.

第1章

- ・阿部藤子・森頭子・片山守道ほか：小中接続を意識した中学校国語科カリキュラムデザインの研究：「杵物語」に着目した「少年の日の思い出」の単元構想，人間研究，51，pp.1-12，2015.

- ・秋山晶子：図形領域の指導についての一考察—小学校から中学校への接続に配慮して—，お茶の水女子大学附属中学校研究紀要，35，pp.47-57，2006.
- ・アレン玉井光江：小学校での学びを育てる英語教育の特徴について，ARCLE REVIEW，5，pp.10-22，2011.
- ・別木政彦・釜田美紗子・園山裕之・伊藤英俊・塚田真也・秋重幸邦：接続を考慮したエネルギー教育のための理科の実践—小学校「電気による発熱」と中学校「電気とそのエネルギー」を事例として，エネルギー環境教育研究，8(1)，pp.31-38，2013.
- ・藤田祐輔・福江功至・佐伯英人：小学校と中学校の学習内容を円滑に接続する理科の授業—中学校の第1学年「水溶液」において—，山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要，38，pp.69-76，2014.
- ・後藤頭一：系統性を踏まえた「粒子」に関する学習指導について—TIMSS2007 酸化還元に関する問題の回答分析から—，理科の教育，60(8)，pp.9-12，2011.
- ・長谷川直紀・吉田裕・関根幸子・田代直幸・五島政一・稲田結美・小林辰至：小・中学校の理科教科書に掲載されている観察・実験等の類型化とその探究的特徴—プロセス・スキルズを精選・統合して開発された「探究の技能」に基づいて—，理科教育学研究，54(2)，pp.225-247，2013.
- ・橋口浩明：中学校英語科へ効果的につながる小学校英語活動：中学校入学時の英語に対する事態調査から，小学校英語教育学会紀要，7，pp.25-30，2007.
- ・日野圭子：中学校比例の授業での生徒の表・式・グラフの内化の様相—グラフに焦点をあてて—，数学教育論文発表会論文集，43(1)，pp.211-216，2010.
- ・池田幸夫：理論依存型でつくる問題解決学習—その方法と科学的思考の評価—，日本科学教育学会研究会研究報告，24(5)，pp.33-38，2010.
- ・今林義勝・石田靖弘・進藤公夫 理科授業のダブルスタンダードの解消に向けてⅢ 知識伝達—事例化モデルによる小・中一貫理科授業の実践，日本理科教育学会全国大会論文集，61，p.250，2011.
- ・井上正允・草場聡宏：小学校算数と中学校数学の接続に関する研究（2）—量分数と数分数をどうつなぐか？—，数学教育論文発表会論文集，43(1)，pp.1-6，2010.
- ・板倉聖宣・渡辺慶二：ものとその重さ（仮説実験授業記録集成4），国土社，1974.
- ・甲斐初美：「系統性を踏まえる」ということの意味 —「生命」領域の学習における具体的な系統性—，理科の教育，60(8)，pp.13-16，2011.
- ・鎌田正裕・隅元就仁：小学校第6学年における電熱線の発熱実験についての考察，東京学芸大学紀要．自然科学系，62，pp.9-13，2010.
- ・河村篤毅・唐木宏：参加実験型中学物理の実践，物理教育，49(6)，pp.527-531，2001.
- ・菊池洋一・武井隆明・三田正巳・高橋治・村上祐：粒子概念の位置づけと物質学習カリキュラム，理科教育学研究，49(1)，pp.35-51，2008.
- ・菊地達夫：小学校・中学校社会科地理における接続・連携に関する授業開発—地理的な

- 見方・考え方を中心として一, 北翔大学生涯学習システム学部研究紀要, 15, pp.19-29, 2015.
- ・木下博義・福本伊都子・白神聖也：理科学習における観察・実権結果の考察に関する研究—小学生・中学生・高校生の比較を通して—, 広島大学大学院教育学研究科紀要, 2(61), pp. 9-15, 2012.
 - ・児玉典久：中学校 歴史編「接続」「拡充」「大観」を踏まえた小学校社会科・中学校社会科歴史学習の連携, 社会科教育, 48(2), pp.118-121, 2011.
 - ・近藤恵子：小中連携におけるマイクロスケール実験の導入, 日本理科教育学会全国大会論文集, 57, p.429, 2007.
 - ・近藤恵子：小・中学校の理科におけるマイクロスケール実験の実践, 日本理科教育学会全国大会論文集, 60, p.89, 2010.
 - ・三次徳二：小・中・高等学校を通じた「地球」の内容の系統性, 理科の教育, 60(8), pp.17-20, 2011.
 - ・水野亮：フォニックス法を活用した効果的な中学校英語授業開発, 授業実践リーダーコース実践研究報告書(兵庫教育大学教職大学院), 2012.
 - ・西川浩司・吉村七郎・板倉聖宣：三態変化(仮説実験授業記録集成5), 国土社, 1977.
 - ・大箸一貴・石原貴寛・熊野善介：電熱線発熱実験における小中接続の問題, 日本理科教育学会全国大会論文集, 64, p.269, 2014.
 - ・太田憲孝：中学校への円滑な接続を図る小学校の漢文の学習：小学校第六学年 漢詩「春暁」, 岐阜国語教育研究, 13, pp.47-53, 2015.
 - ・大谷実・中村雅恵：中学校との接続性を配慮した比例の学習指導—文化—歴史的活動論に基づく教授実験のデザイン—, 日本数学教育学会誌, 84(6), pp.11-22, 2002.
 - ・齊藤萌木：学習記録に基づく学習環境デザインの機能の解明の試み—仮説実験授業『空気と水』における「説明モデル」の活用と吟味の生起に注目して—, 科学教育研究, 38(2), pp.84-96, 2014.
 - ・清水誠・野辺茂樹・鮫島弘樹：小・中学校間の接続を踏まえた理科指導方法の研究, 日本科学教育学会年会論文集, 35, pp.261-262, 2011.
 - ・進藤公夫・石田靖弘・今林義勝 「知識伝達—事例化モデル」の10年(Ⅲ)—理科の授業モデルとしてのこれまでとこれから—, 日本科学教育学会研究会研究報告, 24(5), pp.57-60, 2010.
 - ・田中彰一・眞崎新・横山千晴：小学校外国語活動と中学校英語科の接続(1)—現状と課題—, 佐賀大学教育実践研究, 29, pp.25-40, 2013.
 - ・田中彰一・林裕子：小学校外国語活動と中学校英語科の接続(2)—英語教育改革実施計画(2013)を受けて—, 佐賀大学文化教育学部研究論文集, 19(1), 21-39, 2014.
 - ・内ノ倉真吾：小・中・高等学校における「エネルギー」のカリキュラムの接続の視点と方策, 理科の教育, 60(8), pp.5-8, 2011.

- ・吉田江梨子：中学校社会科歴史分野における「連続的問題解決学習」の提唱－小学校・中学校社会科の接続と発展の視点から－，児童教育研究，20，pp.49-58，2011.

第2章

- ・安藤りか：職業選択とアイデンティティ達成の関係をめぐる試論，金城学院大学心理臨床研究，9，pp.26-38，2010.
- ・ベネッセ教育総合研究所：第5回学習指導基本調査（小学校・中学校）ベネッセ教育総合研究所，76-85，pp.160-161，2010.
- ・ベネッセ教育総合研究所：第4回学習指導基本調査（小学校・中学校），ベネッセ教育総合研究所，pp.140-150，2007.
- ・Glaser,B,G. & Strauss,A,L.：The Discovery of Grounded Theory . Strategies for Qualitative Research, Aldine, 1967.
- ・林武広・藤川義範・間處耕吉・吉富健一・中田晋介・磯崎哲夫：小学校教員の理科授業に関する認識の傾向，日本教科教育学会全国大会論文集，pp.240-241，2013.
- ・林武広・中田晋介・土井徹・磯崎哲夫：小学校教諭の理科授業に関する価値観と期待する研修形態，日本理科教育学会全国大会論文集，64，p.437，2014.
- ・加藤巡一：理科教育と理科離れの実態（三）高校生・まとめ，神戸松蔭女子大学研究紀要．人文科学・自然科学篇，50，pp.65-80，2009.
- ・メリアム,S.B.：質的調査入門－教育における調査法とケース・スタディー，ミネルヴァ書房，pp.4-36，2004.
- ・大谷尚：4ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案－着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き－，名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要（教育科学），54(2)，pp.27-44，2008.
- ・大谷尚：SCAT：Steps for Coding and Theorization－明示的手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法－，感性工学：日本感性工学会論文誌，10(3)，pp.155-160，2011.
- ・大谷尚：質的研究のデザインと方法（質的研究と SCAT のセミナー・ワークショップ，2015.
- ・Patton：Qualitative Evaluation Methods. (2nd ed.) Thousand Oaks, Calif.:Sage., p.105, 1990.
- ・清水誠：教師が保持する科学観と理科授業の実態，理科教育学研究，42(2)，pp.43-50，2002.
- ・杉尾宏・加来奈保美：教師の授業パースペクティブの研究（I）－小学校教師と中学校教師の比較を中心にして－，日本教育社会学会発表要旨集録，39，pp.158-161，1987.
- ・Takehiro HAYASHI, Shinsuke NAKATA, Yoshinori FUJIKAWA, Tohru DOI, Toshihide HIRANO, Takako ISOZAKI, Tetsuo ISOZAKI：Elementary school teacher's values

for teaching and learning in science A case study in Hiroshima prefecture, Japan,
ISEC NIE Singapore, 2014.

- ・間處耕吉：中学校理科における思考活動を促す学習指導の研究，広島大学学位論文，pp.5-22, 2013.

第3章

- ・ベネッセ教育総合研究所：第5回学習指導基本調査（小学校・中学校），ベネッセ教育総合研究所，pp.76-86, 2010.
- ・土井徹・林武広：理科授業に対する小・中学生の意識調査—小・中学校の理科授業を円滑に接続するための検討事項を探る—，日本教科教育学会誌，38（1），pp.79-86, 2015.
- ・科学技術振興機構 理科教育支援センター：平成22年度小学校理科教育実態調査，p.66, 2011.
- ・加藤巡一：理科教育と理科離れの実態（三）高校生・まとめ，神戸松蔭女子大学研究紀要。人文科学・自然科学篇，50，pp.65-80, 2009.
- ・木下博義・松浦拓也・清水欽也・寺本貴啓・角屋重樹：理科学習における観察・実験結果の考察に関する調査研究，—中学生を対象とした質問紙調査をもとに—，日本教科教育学会誌，35(1)，pp.1-9, 2012.
- ・木下博義・松浦拓也・清水欽也・寺本貴啓・角屋重樹：理科における観察・実験結果の考察に関する子どもの学習実態と要因構造の分析—小学生と中学生との比較の視点から—，理科教育学研究，53（1），pp.29-38, 2012.

第4章

- ・天野正輝ほか17名：いきいきせいかつ下，新興出版社啓林館，2011.
- ・安藤裕明・森藤義孝・中山迅：単純電気回路に関する小・中学生の考え方の再検討—事象面接法を通して—，科学教育研究，21(2)，pp.115-125, 1997.
- ・有馬朗人ほか57名：理科の世界2年，大日本図書，2012.
- ・有馬朗人ほか57名：理科の世界3年，大日本図書，2012.
- ・有馬朗人ほか：新版たのしい理科6年，大日本図書，2015.
- ・浅島誠ほか20名：生物基礎，東京書籍，2012.
- ・地球温暖化対策推進本部：国民各界各層による更なる地球温暖化防止活動の推進，地球温暖化対策推進大綱，pp.45-55, (<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/taiko/all.pdf>) 2002.
- ・土井徹・林武広：外来種の取り扱いに関する教科書分析と授業実践による児童の認識の変容—小学校における環境教育の新たな展開に向けて—，科学教育研究，39(3)，pp.212-224, 2015.

- ・土井徹・匹田篤・林武広：大気中の二酸化炭素濃度の日変化を小学生はどう考えているかー小学校6年生を対象に行った質問紙調査と授業の結果からー，地学教育，68(1)，pp.41-52，2015.
- ・Doran,R.L.：Misconception of selected science concepts held by elementary school students. *Journal of Research in Science Teaching*，9(2)，pp.127-137，1972.
- ・Driver,R. Guesne,E. Tiberghien,A.：Children's Ideas in Science. Open University Press, 1985，貫井正納・内田正男共訳『子ども達の自然理解と理科授業』，pp.169-173，1993.
- ・福土元春，名郷直樹：指導医は医師臨床研修制度と帰属意識のない研修医を受け入れられていないー指導医講習会における指導医のニーズ調査からー，医学教育 42(2)，pp.65-73，2011.
- ・古屋光一，戸北凱惟：電磁気学の概念形成を支援するための指導方略に関する実践的研究ー子どもの知識の豊富化と再構造化を通してー，科学教育研究，24(4)，pp.202-216，2000.
- ・古屋光一：電流概念の形成を支援するための指導方法に関する研究ー交通流モデルの概念転換を目指す指導方法についての実験的検討をとおしてー，科学教育研究，26(2)，pp.131-143，2002.
- ・源田智子・西村侑子：「温度による空気の体積変化」の理解に関する一考察，山口大学教育学部研究論叢第3部，58，pp.51-66，2008.
- ・George,P. & Philip,J.：Do Particle Ideas Help or Hinder Pupils' understanding of Phenomena?, *International Journal of Science Education*，27 (11)，pp.1299-1317，2005.
- ・葉山優・小嶋美也子・勝呂創太・圓谷秀雄・金田知之・下條隆嗣：小学校理科への物質の粒子像導入の可能性，東京学芸大学紀要. 自然科学系，58，pp.15-39，2006.
- ・平島由美子，市川裕介：中学生および大学生の電流と電圧理解に関する調査結果，大学の物理教育，19(1)，pp.19-23，2013.
- ・本間明信：小学生に教える電圧の概念（交流 100 ボルト電源を使って），日本科学教育学会研究会研究報告，18(4)，pp.25-28，2003.
- ・細谷治夫ほか：自然の探究 中学校理科 3，教育出版，2011.
- ・市川伸一・鏑木良夫：教えて考えさせる授業 小学校 学力向上と理解深化をめざす授業プラン，図書文化，2007.
- ・池田幸夫：理論依存型でつくる問題解決学習ーその方法と科学的思考の評価ー，日本科学教育学会研究会研究報告，24(5)，pp.33-38，2010.
- ・石井健作・本間均：小学校における電流の概念獲得のための「粒子傾斜モデル」の有効性，理科教育学研究，49 (3)，pp.23-32，2009.
- ・石井俊行・八朝陸・伊東明彦：小学生に電圧概念を教える事の効果，日本理科教育学会第 65 回全国大会論文集，p.441，2015.

- ・石浦章一ほか：わくわく理科 6，新興出版社啓林館，2015.
- ・磯野直秀：明治前園芸植物渡来年表，慶応義塾大学日吉紀要・自然科学，42，pp.27-58，2007.
- ・IUCN SSC Invasive Species Specialist Group：IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species，pp.1-7，2000.
- ・Johnson,P.：Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory，International Journal of Science Education，20(4)，pp.393-412，1998.
- ・鎌田正裕・隅元就仁：小学校第 6 学年における電熱線の発熱実験についての考察，東京学芸大学紀要．自然科学系，62，pp.9-13，2010.
- ・片平克弘・荒川久雄：児童・生徒の粒子概念の形成に関する研究（その 1），鳴門教育大学研究紀要，教科科学篇，5，pp.217-233，1990.
- ・加藤明ほか 22 名：あたらしいせいかつ下，東京書籍，2011.
- ・菊池洋一・武井隆明・三田正巳・高橋治・村上祐：粒子概念の位置づけと物質学習カリキュラム，理科教育学研究，49(1)，pp.35-51，2008.
- ・国立環境研究所：侵入生物データベース，[http:// www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/](http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/)，2014.
- ・国立教育政策研究所教育課程研究センター：環境教育指導資料（小学校編），p.112，2007.
- ・三島嶽志：電流概念の形成に関する研究(2)－豆電球の点灯する理由－，日本教科教育学会誌，9(2)，pp.25-31，1984.
- ・文部科学省：中学校学習指導要領解説理科編，2008.
- ・文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，2008.
- ・毛利衛ほか 21 名：新編新しい理科 6 年，東京書籍，2015.
- ・毛利衛ほか 21 名：新しい理科 5，東京書籍，2011.
- ・村上祐：粒子概念の早期定着をめざす小・中連携教育カリキュラムの実践研究，科学研究費補助金研究成果報告書，2010.
- ・中島寛則：名古屋市における二酸化炭素濃度に関する一考察，名古屋市環境科学研究所報，38，pp.17-21，2008.
- ・Novick, S. & Nussbaum, J.：Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter，Science Education，65(2)，pp.187-196，1981.
- ・大野栄三：答えられない問いかけ－なぜ学習指導要領では軽視されてきたのか－，理科教室，50(6)，pp.6-11，2007.
- ・岡村定矩ほか 49 名：新しい科学 2 年，東京書籍，2012.
- ・岡村定矩ほか 49 名：新しい科学 3 年，東京書籍，2012.
- ・Osborne,R.and Freyberg,P.：Learning in Science:the implications of children's science,Heinemann,Auckland and London, pp.15-27,1985.森本信也・堀哲夫訳：「子ども達はいかに科学理論を構成するか」，pp.27-45，pp.78-97，東洋館出版社，1988.

- ・大谷尚：4ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案－着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き－，名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要（教育科学），54(2)，pp.27-44，2008.
- ・大谷尚：SCAT：Steps for Coding and Theorization－明示的手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法－，感性工学：日本感性工学会論文誌，10(3)，pp.155-160，2011.
- ・柴田義松：ヴィゴツキー入門，寺子屋新書，pp.24-32，2006.
- ・進藤公夫・日高晃昭・脇元宏治：「知識伝達－事例化モデル」による理科授業の革新－「知識伝達－事例化モデル」とは－，日本理科教育学会全国大会要項，57，p.222，2007.
- ・Shipstone,D.M.：Electricity in simple circuits', In Driver, R., Guesne,E. and Tiberghien, A：Children's Ideas in Science. Open University Press, Milton Keynes, pp.33-51，1985.
- ・Skamp,K.：Are atoms and molecules too difficult for primary children?. School Science eview, 81(295), pp.87-96, 1999.
- ・高垣マユミ，田原裕登志：理想電圧源（電池）モデル（3D CG 教材）」を導入した「電流」と「電圧」概念の統合，理科教育学研究，45(1)，pp.21-30，2004.
- ・滝沢武久ほか 15 名：たのしいせいかつ下，大日本図書，2011.
- ・富田俊幸・大辻永・渡邊真弓：二酸化炭素を題材とした学習－二酸化炭素濃度測定器の利用を通して－，日本理科教育学会関東支部大会研究発表要旨集，48，p.29，2009.
- ・塚田捷ほか 60 名：未来へ広がるサイエンス 2，新興出版社啓林館，2012.
- ・塚田捷ほか 60 名：未来へ広がるサイエンス 3，新興出版社啓林館，2012.
- ・山下修一・小野寺千恵：小学校 5・6 年生の溶解の学習に一貫して粒子モデルを用いた効果，理科教育学研究，50(1)，pp.85-92，2009.
- ・養老孟司ほか：未来をひらく小学理科 6，教育出版，2015.
- ・ヴィゴツキー，L.：新訳版思考と言語，新読書社，pp.297-307，2001.（原著版は 1934 年）

外来種問題で調査対象とした教科書

- ・天野正輝ほか 17 名：いきいきせいかつ下，新興出版社啓林館，2011.
- ・天野正輝ほか 17 名：せいかつめいじんブック，新興出版社啓林館，2011.
- ・天野正輝ほか 17 名：わくわくせいかつ上，新興出版社啓林館，2011.
- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 3 年，大日本図書，2011.
- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 4 年－1，大日本図書，2011.
- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 4 年－2，大日本図書，2011.
- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 5 年－1，大日本図書，2011.
- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 5 年－2，大日本図書，2011.
- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 6 年－1，大日本図書，2011.

- ・有馬朗人ほか 43 名：たのしい理科 6 年－ 2，大日本図書，2011.
- ・有馬朗人ほか 57 名：理科の世界 1 年，大日本図書，2012.
- ・有馬朗人ほか 57 名：理科の世界 2 年，大日本図書，2012.
- ・有馬朗人ほか 57 名：理科の世界 3 年，大日本図書，2012.
- ・浅島誠ほか 20 名：生物基礎，東京書籍，2012.
- ・加藤明ほか 22 名：あたらしいせいかつ上，東京書籍，2011.
- ・加藤明ほか 22 名：あたらしいせいかつ下，東京書籍，2011.
- ・本川達雄ほか 17 名：生物基礎，新興出版社啓林館，2012.
- ・毛利衛ほか 21 名：新しい理科 3，東京書籍，2011.
- ・毛利衛ほか 21 名：新しい理科 4，東京書籍，2011.
- ・毛利衛ほか 21 名：新しい理科 5，東京書籍，2011.
- ・毛利衛ほか 21 名：新しい理科 6，東京書籍，2011.
- ・岡村定矩ほか 49 名：新しい科学 1 年，東京書籍，2012.
- ・岡村定矩ほか 49 名：新しい科学 2 年，東京書籍，2012.
- ・岡村定矩ほか 49 名：新しい科学 3 年，東京書籍，2012.
- ・大隅良典ほか 45 名：わくわく理科 3，新興出版社啓林館，2011.
- ・大隅良典ほか 45 名：わくわく理科 4，新興出版社啓林館，2011.
- ・大隅良典ほか 45 名：わくわく理科 5，新興出版社啓林館，2011.
- ・大隅良典ほか 45 名：わくわく理科 6，新興出版社啓林館，2011.
- ・滝沢武久ほか 15 名：たのしいせいかつ上，大日本図書，2011.
- ・滝沢武久ほか 15 名：たのしいせいかつ下，大日本図書，2011.
- ・塚田捷ほか 60 名：未来へ広がるサイエンス 1，新興出版社啓林館，2012.
- ・塚田捷ほか 60 名：未来へ広がるサイエンス 2，新興出版社啓林館，2012.
- ・塚田捷ほか 60 名：未来へ広がるサイエンス 3，新興出版社啓林館，2012.
- ・吉里勝利ほか 17 名：高等学校生物基礎，第一学習社，2012.

終章

- ・藤川義範，林武広：小学校第 2 学年児童の岩石の観察一言葉による観察記録に注目してー，地学教育，67(4)，pp.171-180，2015.
- ・文部科学省：小学校学習指導要領解説生活編，pp.10-20，2008.
- ・文部科学省：臨時教育審議会第二次答申関係資料集，p.36，1986.
- ・ヴィゴツキー，L.：新訳版思考と言語，新読書社，pp.225-249，2001. (原著版は 1934 年)

謝辞

本研究を進めるにあたって、広島大学大学院教育学研究科、林武広教授には、3年の間、終始ご指導を賜った。また、同教育学研究科、磯崎哲夫教授、林孝教授には、幾度も貴重なご指導とご助言をいただいた。同総合科学研究科、匹田篤准教授には、環境教育に関する実践研究についてのご支援をいただいた。さらに、元広島県安芸郡府中町教育委員長、藤原凡人先生には、教師や児童・生徒の実態調査実施にあたって、多大なるご協力をいただいた。この調査については、自然システム教育学講座の大学院生や学生諸君にもご協力をいただいた。また、実践的検証にあたっては、広島市立広島工業高等学校教諭の谷口和久氏、金田龍之氏、広島市森林公園こんちゅう館学芸員の坂本充氏、広島市立矢野西小学校校長の須賀卓也氏、広島県安芸郡府中町立府中小学校校長の奥金実氏、同教諭の坂本博司氏、広島県安芸郡海田町立海田南小学校校長の玉井節夫氏、広島県安芸郡熊野町立熊野第二小学校教諭の三浦修氏のご協力をいただいた。

以上の方々に心より厚く御礼申し上げる。

関連資料

表 2.1.1 小学校教員と中学校教員の教育観の比較（ベネッセ教育総合研究所 2007 を改変）

質問項目	小学校	差	中学校
どの子どもにも、できるだけ学力をつけさせる	91.8%	>6.2%	85.6%
勉強が苦手な子どもには、別の能力を伸ばしてやる	6.1%	<5.8%	11.9%
教科書や指導要領の内容を、とにかく最後まで扱う	79.6%	>6.7%	72.9%
一通り終わりまでやれなくても、基本的な考え方を身につけさせる	18.3%	<6.5%	24.8%
自発的に学習する意欲や習慣を身につけさせる	74.6%	>8.1%	66.5%
たとえ強制してでも、とにかく学習させる	23.0%	<8.0%	31.0%
受験指導は塾などに任せて、学校では基礎的事項を教える	74.1%	>56.5%	17.6%
受験に役立つ力を、学校の授業でも身につけさせる	21.3%	<57.8%	79.1%
子どもの持っている可能性が開花するのを支援する	58.5%	>16.0%	42.5%
一人前の大人になるために必要なことを教え、訓練する	38.3%	<16.2%	54.5%
教育内容を精選して教授する	57.4%	>5.8%	51.6%
幅広い知識を教授する	40.2%	<5.5%	45.7%
学問的に重要なことからよりも、子どもが楽しく学べる授業にする	56.1%	>7.6%	48.5%
授業の楽しさを多少犠牲にしても、学問的に重要なことから押さえる	40.0%	<7.8%	47.8%

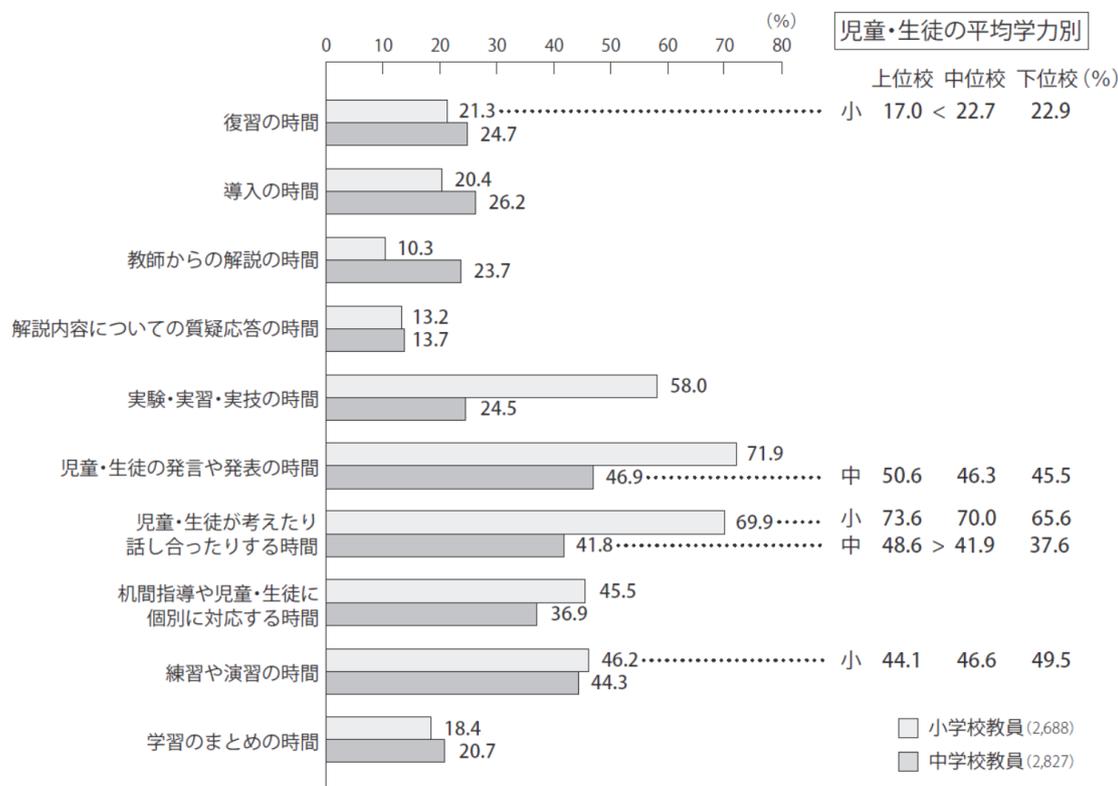


図 2.1.1 心がけている授業時間の使い方・進め方（ベネッセ教育総合研究所 2010）

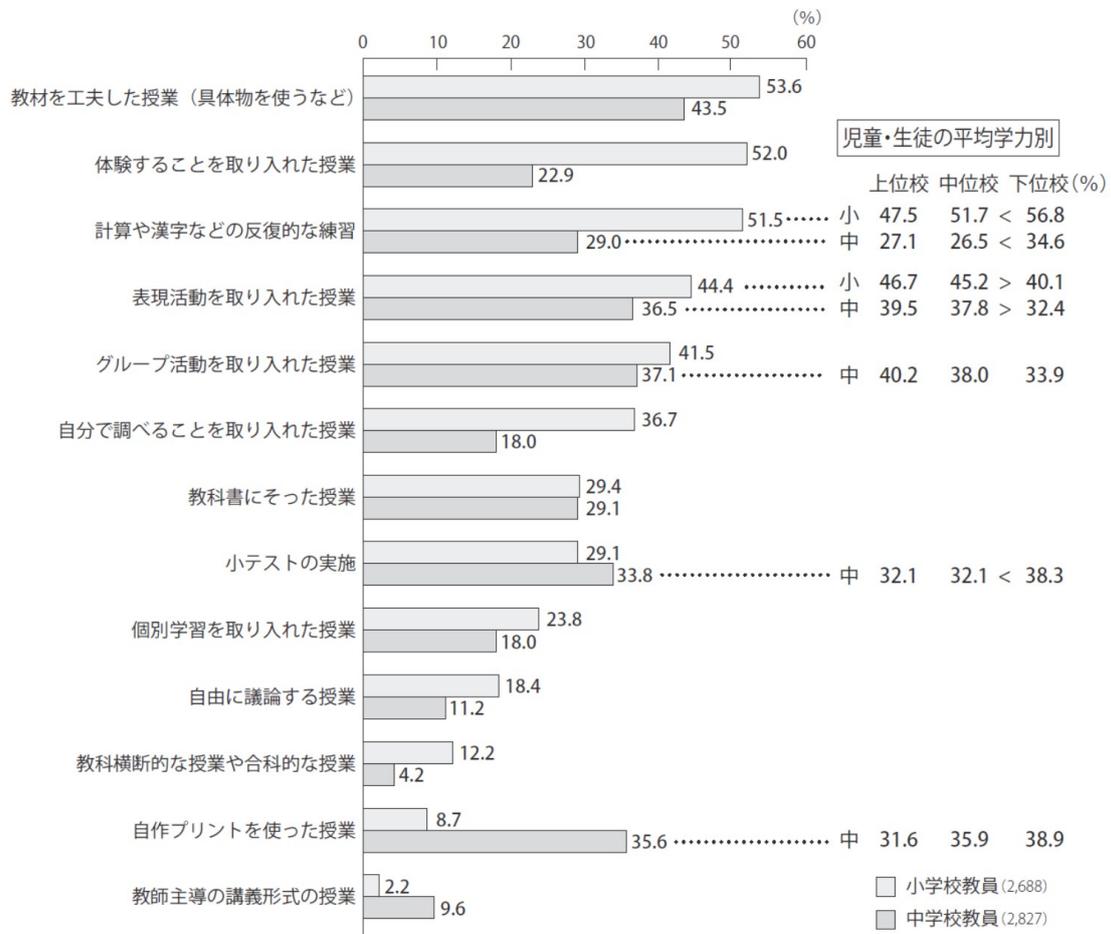


図 2.1.2 心がけている授業方法 (ベネッセ教育総合研究所 2010)

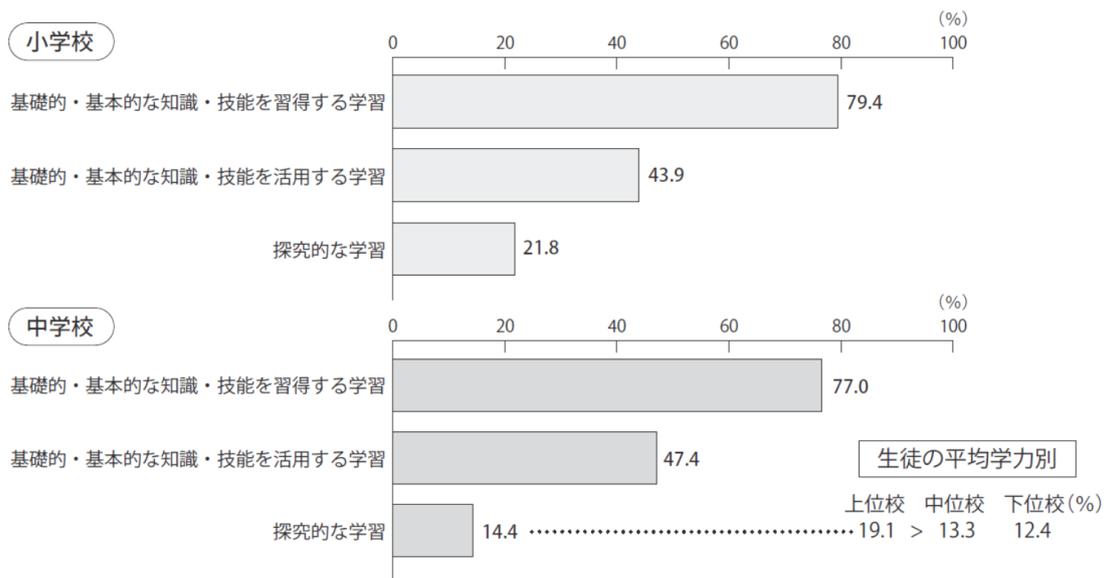


図 2.1.3 心がけている授業内容 (ベネッセ教育総合研究所 2010)

表 2.2.1 小学校教員が中学校理科へのつながりを意識して心がけていること

1-1 「中学校では、今の学習に加えて、更にこんなことをするよ。」と中学校理科の紹介をする。
2-1 中学校・高校の現場で授業している先生の話聞く。 2-2 中学校理科資料集などでつながりを見る。 2-3 実験では1人ひとりが器具を扱えるように数をそろえる。 2-4 実験の時間を確保する。 2-5 予想、結果、考察の書き方の指導（ノート指導も含めて）を行う。
3-1 知識も大切ですが、中学校理科も小学校理科のよいところを導入する相互関係が大切だと思います。 3-2 基礎的知識への理解の徹底を注意しました。
4-1 系統は頭に入れて、どこにつながるのか、そのためにどんな力があるのかを考えているつもりですが…実態に応じていると足踏みしてしまうので、希望をこめて授業をしています。
5-1 中学校での理科の授業を見る（小中連携）。 5-2 卒業生（小6→中1）の中学校でのノートを見せてもらう。
6-1 小学校で学習すべきことを習得させる。
7-1 観察（発見、驚きを自ら体験するために）→スケッチ（細部に気づくために）。
8-1 理科で用いる用語を正しく使う。 8-2 実験から一般、抽象理論へ小学校でも授業で扱うように心がけている。
9-1 基本的事項は確実に押さえる。 9-2 用具などの用語は正しく教える。
10-1 基礎基本を確実に身につけさせる。理科ぎらいにならず、自分で課題を見つけ解決していくためには、基礎基本を確実に身につけていくことの積み重ねが大切だと思う。 10-2 問題解決の方法を身につけさせる、授業のパターンを作る。
11-1 この頃は高学年が多く専科の先生に頼っている。きちんと時間内に指導内容を教えさせるために予備実験をすることや教材教具の充実に努めることを大切にしている。
12-1 マッチをする、試験管を振るなどの基本動作を全員に身につけさせる。 12-2 なぜ～になるのか、筋道を立てて考えるトレーニングをさせる。 12-2 実験はできるだけ行う（生徒実験）。どうしても無理な場合は演示。
13-1 器具の正しい使い方などの知識を習得させる。 13-2 予想→実験・観察→結果→考察の流れ（論理的思考）で授業を行う。
14-1 課題・予想・実験・まとめなど、思考の流れにそって、ノートをきちんととらせる。

15-1	まず、予想を立てる→結果だけでなく結果から分かること、自分の考えを書かせる→実験の手順はノートに記録する。
15-2	美しいノート作りを指導する。
16-1	用語を教科書のもの以上に伝える（漢字も含めて）。
16-2	実験器具を扱えるように何種類か指導する（例）ものを温めるのにガスコンロだけでなくアルコールランプ、ガスバーナーなどの使い方も分かるようにしておく。
17-1	実験をもとに考える力をつけるよう授業を工夫する。
18-1	板書と意見をノートに記入するようにしている。
18-2	自分の考えをもつこと、それを整理して表現することを重視して、考えを必ず書かせるようにしている。
19-1	ノートを取る時間を確保する。
19-2	実験、準備、片付けはグループで協力させる。
20-1	時々、起こった自然現象について理科を意識したお話をする。
21-1	分子や原子について話をすることがある（高学年で）。
22-1	楽しみながらも緊張感を持続させた授業。
23-1	好奇心を持ったまま中学校へ送り出す。
24-1	問題解決学習
24-2	児童にしっかり考えさせるための実験の準備の工夫
25-1	ノートのまとめ方等
26-1	今自分の時代の理科の授業を思い出してみても教え込みばかりで、小学校理科授業とは違いすぎるので、そのギャップに子どもたちが押されないように自ら課題や興味を持てるように声かけはしている。
27-1	理科は専科なので、自分でした経験はあまりないのですが、子どもたちが発見し感動できる教科であるといいのかと考えます。
28-1	ノート指導。課題－予想－実験観察－考察－まとめ、の授業の流し方は問題解決学習の基本であり、科学的なものの見方考え方の育成のために大切だと思う。
29-1	特にない。
30-1	ありません。
31-1	特に意識していません。
32-1	中学年が多く、高学年へのつながりは考えているものの中学校までは想定できていませんでした。

※同一の教員から複数の回答があった場合には、2-1、2-2のように表した。

表 2.2.2 中学校教員が考える小学校理科で身につけておいてほしいこと

1 小学校での学習内容の定着。実験技能。研究の方法（自由研究のやり方など）
2 より多くの体験，特に実験に関すること。
3 実験中のルール。マナー。
4 そんなに思わない。あえて言うなら，①実験器具の使い方②やるべき実験の経験，です。 （小学校の経験の方が長いので，むしろ思うことは，小学校での定着しているはずのことを生かすだけの中学校の授業の時間のゆとりのなさの方が課題だと感じています。
5 時代の流れかもしれませんが，段々と，言葉や表現を重視する傾向が強まってきているように思います。言葉でわかりやすく伝えることは大切なことですが，体を動かして実際にやったこと，作ったこと，試したことの結果で，人に理解してもらえることもあると思います。うまく言葉で伝えた者が勝ち，ではなくて，無言で理解したり，作業したりすることの価値を生徒に教えたいと思っています。

表 2.3.1 小学校 3, 4 年の担任歴が長い教員 A とのインタビューの SCAT フォーム

番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言い換え	<3>左を説明するようなテキスト外の概念	<4>テーマ・構成概念 (前後や全体の文脈を考慮して)	<5>疑問・課題
1	聞き手	日頃の理科の授業の、だいたいスタンダードな展開は？					
2	A教師	え一つと、まず単元ね。単元では、まず最初に、ものを、例えば磁石だったら、ものを渡して、自由に遊ばせます。で、その1時間の遊んだ中で、自分が見つけた発見？発見を出させます。はい。で、そこから調べてみたいことをいくつか出して、子どもと確認をする。	自由に遊ばせます。遊んだ中で、自分が見つけた発見？発見を出させます。子どもと確認をする。	自由試行、フリータイム、発見主義、発見促進、双方向、共同、シェアリング	主体性(背景)、学習者中心主義(背景)、教師の側方支援(特性)、自己有能感(結果)メッシングアバウト(背景)	単元導入遊び論、遊びによる問題発見論	「遊びによる問題発見」は、他の年齢層や他の分野でも適用可能か？
3	聞き手	なるほど。					
4	A教師	で、それで、じゃあ次の授業は、こんなふうにしてみようねとかいう、実験？をイメージさせます。それがだいたい導入です。	実験？をイメージさせます。	授業のイメージ化、授業の見通し、実験の映像化、予習	ロードマップ(結果)、安心感(影響)、期待感(影響)、意欲(影響)	期待値上昇支援	
5	聞き手	なるほど。単元の導入…					
6	A教師	単元の導入ね。で、1時間の授業の中では、え一つと、実験を考えさせるというのは、あまりしたことはありません。だいたい教科書の実験の流れになるように、子どもたちの考えの中から、最初の単元の導入で出たようなね、調べてみたい順番にこちらが提示するという形が多いです。	実験を考えさせるというのは、あまりしたことはありません。調べてみたい順にこちらが提示する	実験方法の提供、教師主導、交通整理	児童実態の見極め(背景)、児童の安心感(結果)、自己有能感(結果)	児童—教科書すり合わせ戦略	行為者と被行為者の思いを擦り合わせるには、どのような方法があるか？
7	聞き手	はい。					
8	A教師	で、実験内容を確認して、実験内容というか課題を把握させて、それから予想を立てさせます。で、それから実験をして、その後、え一つと、わかったことをノートに記録します。で、そのわかったことを、お互い同じグループの中で、交流し合います。	課題を把握させて、それから予想を立てさせます。ノートに記録します。交流し合います。	問題解決の過程、考察・結論、シェアリング、言語活動、文字表現、音声表現、話し合い、小グループ、グループ活動	学習指導要領(背景)、発達の最近接領域(背景)、相互補完(結果)、共生(影響)	学習指導要領の順守、教科書記載の順守	
9	聞き手	はい。はい。					
10	A教師	で、最後に全体の場で発表して、いきます。で、だいたい似たような考えがあったら、そうだねというふうにまとめて、最後、まとめて終わります。	最後に全体の場で発表、最後まとめて終わり	相互交流、学級全体、話し合い、集約、合意形成	ブラッシュアップ(結果)、他者への信頼(影響)	シェアリングによる理解促進	ブラッシュアップを志向したシェアリングにはどのような例があるか？
11	聞き手	はい。					
12	A教師	以上。はははは(笑)	以上。				
13	聞き手	わかりました(笑)。で、そういう授業展開が、だいたいの、いつもの自分の授業展開…	だいたいの、いつもの自分の授業展開				
14	A教師	そうですね。	そうですね。	自分の授業の型	定番への信頼(背景)	一貫した授業展開	

15	聞き手	授業展開だということは、きっとその裏には、こういう授業展開で行けば、子どもはこういう知識はきつちりと身につけてくれるだろうか、なんかこう、ねらいとか思いとか、あるんじゃないですか。					
16	A教師	そうですね。そのとおりであって、この実験でつけてもらいたい知識、知識っていうか、どう言えばいいかなあ、ここ(学習指導要領)に書いてあるように、自然のものごと、現象についての実感を伴った理解を図り、とあるように、やっぱりそれが一番大事なことかなと思うんで、うーん…そこかな。	実験でつけてもらいたい知識、実感を伴った理解	知識の獲得、経験による理解、能動的、	わかる授業(原因)、学力保障(原因)、体験と理解の合致性(一般化)	観察・実験－理解の安定的関係	観察・実験は、自然事象を理解するための手段であり得るか？
17	聞き手	うん、うん。					
18	A教師	なので、そういうまとめになるんだと思います。	そういうまとめになる	観察・実験結果から導かれる結論	経験的知識への信頼(背景)	経験＝知識	
19	聞き手	はい。だから実感を伴った理解ということになると、当然、いわゆる講義式の授業ではなくて…	講義式の授業ではなく				
20	A教師	うん。もちろん。そうです。	もちろん	講義式授業の完全否定	教師主導への嫌悪(背景)	講義式授業悪者論	講義式の授業は「悪」か？
21	聞き手	ね。講義式の授業ではなくて、まず単元の最初に、自然に親しむことによって、なんか、子どもが調べてみたいことを…					
22	A教師	やってみたくかね。そういう興味をしっかりと出させて、することは理科は多いですね。だから大好き、子どもはね、理科が。	興味をしっかりと出させて、だから大好き	興味・関心の喚起、意欲の喚起、理科好きな子ども	動機づけの重要性(背景)、理科好き児童の増加(結果)	「やってみたく」感	内発的動機づけなしでは学習は展開していかないのか？
23	聞き手	なるほど。で、出てきたものを1単位時間、1単位時間に…	出てきたものを	子ども発の課題設定			
24	A教師	そうそうそう。そうそうそう。	そうそうそう	子どもの疑問が出発点、子ども発	動機づけの重要性(背景)、学習者中心主義(背景)	子ども発	
25	聞き手	うまいこと配列して	うまいこと配列	教師主導、単元構成			
26	A教師	で、まとめて、	で、まとめて	双方向、対話	教師の側方支援(特性)	協働創出	
27	聞き手	まとめて、というのは1単位時間の最後に？					
28	A教師	そうそうそう。最後に、まとめます。	最後に、まとめます	学習内容の確認	理解の促進(背景)	理解重視	
29	聞き手	わかりました。で、そのまとめることっていうのが、実感を伴った理解と…	まとめることっていうのが、実感を伴った理解				
30	A教師	そうです。	そうです。	活動を通じた知識習得	経験的知識への信頼(背景)	「learning by doing」の絶対視	
31	聞き手	ということですね。					
32	A教師	そうです。そうです。	そうです。そうです。				
33	聞き手	なるほど。と、いうことは、理科の授業で大事にしていることっていうのは、子どもが自然について実感を伴って、まあ例えば手を動かしてとか…	大事にしていることっていうのは、子どもが自然について実感を伴って				
34	A教師	そう。		ハンズオン	活動主義(特性)、具体的操作への信頼(背景)	活動＝理解	経験＝理解なのか？仮にそうだと、それはどの年齢層にも当てはまることか？

35	聞き手	しっかり目を使ってとか…	しっかり目を使って				
36	A教師	そう。そうそうそう。		五感の重視	感覚的理解への信頼(背景)	五感への信頼	
37	聞き手	ということを通した理解というのが、大事。大事にしている。	通した理解というのが、大事				
38	A教師	そう。そうですね。	そうですね	具体的操作の重要性	ピアジェの認知発達理論(背景)	具体的操作=理解	
39	聞き手	ふーん。なるほどですね。他に何か、いわゆる目標的なものでなくても、何でもいいんだけど、子どもの話し合っているってあるでしょ、話し合っていることを大事にしているとか、まあ優先順位ですね、まあケースバイケースでしょうけれども、自分としては、理科の時間では話し合っているのを重視しているつもりとか、重視しているような気がするとか、あるいは、いやいや実感を持った理解っていうんだから、観察・実験っていうのは、これは優先順位高いでしょうとか、いやいや子どもと一緒に調べてみたいこと作っていくというその場面を大事にしている…もし、その優先順位…	優先順位	活動の優先順位			
40	A教師	あー難しいね。	難しい	難解	重要度の等しい複数目標(背景)	複合目標設定	
41	聞き手	うん。どれも大事かもしれないけど…。					
42	A教師	どれも、どれも、まあ最後の一つは違うんだけど(笑)	最後の一つ(子どもと一緒に調べてみたいこと作っていく)は違う	課題設定における双方向性の否定	教師のタクト(原因)	課題決定者=教師論	どのような手法で、子どもの調べたいことを教師が調べさせたいことに変換させていくのか？
43	聞き手	最後の一つってなんかいね？					
44	A教師	えーつと、一緒に作り上げていくというタイプじゃあ、ちょっと違うかもしれないけど、まあ、話し合いも単元によっては、あの一すく優先順位が高いこともあるけれども、やっぱり理科は、まず自分が見て、見て触ってじゃないけど、その科学的事象を見るときかそういうことが大事なんかなあとやっぱり思うので、そこがやっぱり一番かな。	やっぱり理科は、まず自分が見て、見て触ってじゃないけど、その科学的事象を見るときかそういうことが大事なんかなあ	五感の重視, 自由試行, 観察の重視	learning by doing(背景), ピアジェの認知発達理論(背景)	「みること」「やること」最優先	learning by doing は、どの年齢層、どの分野においても適用できるのか？
45	聞き手	なるほど。しっかり見る。で、実験なら実験を…	実験なら実験を				
46	A教師	大事にする。	大事にする	実験の重視	learning by doing(背景)	「みること」「やること」最優先	
47	聞き手	きっちりやると。	きっちりやる				
48	A教師	うん。	うん。	やりきる、完遂	学力保障(背景)	「ひとり残らず」感覚	
49	聞き手	なるほど。					
50	A教師	その時間は確保するとか、必ず一人に、見るだけの実験にさせずに全員に触らせるとか。	時間は確保、全員に触らせる	一人一実験、お客さんの否定、ハンズオン、活動時間の確保	教育の機会均等(背景)、経験の増加(結果)	「全員に触らせる」縛り	生活的概念の発達がなければ科学的概念の発達はないとの意識があるのか？
51	聞き手	あー、なるほど。					
52	A教師	うん。自分がやったことは子どもたちは覚えているよ。	やったことは子どもたちは覚えている	活動を通じた知識習得	learning by doing(背景)	活動=理解	「やったこと」は「覚え」られるのか？
53	聞き手	それは経験上…					
54	A教師	うん。人がやったことは忘れてることが多い。	人がやったことは忘れてる	活動の重視、ハンズオンへの信奉	ハンズオンへの信奉(背景)	活動しない=理解しない	
55	聞き手	は一、演示実験なんてのは？					

56	A教師	演示実験は、ごめんなさい。低学年が多いので、そういうことはあんまりないけれども、グループ実験でも、どういんだろうなあ、お客さんの子は、あまりこう、テストをしたときでも、知識的に入っていない子が多い。	お客さんの子は、あまりこう、テストをしたときでも、知識的に入ってこない	「見ているだけ」の否定、お客さんの否定、活動＝知識	能動的学習への信奉(背景)、経験則への信頼(原因)	活動しない＝理解しない	「活動しない＝理解しない」は、本当か？仮にそうだとすると、それは小学校3・4年生の年齢的特徴なのか？
57	聞き手	ほおほおほお。					
58	A教師	自分がやった子はよく覚えている。	自分がやった子はよく覚えている	実感を伴った理解、活動を伴った理解、具体的操作段階	経験主義学習論(背景)	経験＝知識	
59	聞き手	はーあ。それはもう…					
60	A教師	それはもう、絶対。	それはもう、絶対。	活動を伴った理解への絶対的信奉	ハンズオンへの絶対的信奉(背景)	体験への絶対的信頼	
61	聞き手	あーなるほど。だったら一人一実験というような言葉があるでしょ。					
62	A教師	うん、だから顕微鏡だったら二人に一台じゃなくて一人に一台必ず持たせて見せる。	顕微鏡だったら二人に一台じゃなくて一人に一台必ず	一人一実験、一人一器具、個別の活動	教育の機会均等(背景)、経験の増加(結果)	「全員に触らせる」縛り	一人ではできない子どもへの配慮は？発達の最近接領域を意識しているか？
63	聞き手	なるほど。					
64	A教師	かな。	かな。				
65	聞き手	わかったわかった。だから、あれか、ちよつと言い過ぎたらごめんなさいだけど、観察・実験したことイコール知識みたいな…	観察・実験したことイコール知識				
66	A教師	あーあー、でも低学年の子はそれが多いと思う。3年とかね。	低学年の子はそれが多い	低・中学年の特性、具体的操作段階	経験主義学習論(背景)、発達心理学の知見(背景)	年齢特性	6～10歳の子どもの認知的特性を調べる。
67	聞き手	真ん中くらいだね。					
68	A教師	うん。具体的な事象を見る？ことがやっぱり…かなあ。高学年が少なすぎてすみません。	具体的な事象を見る？ことがやっぱり	具体物、具体的思考	経験主義学習論(背景)	経験＝知識	11～12歳の認知的特性は、6～10歳のそれと異なるのか？
69	聞き手	いえいえ。とんでもない。なるほど。だったら、あれか…大事にしていることの一つは、観察・実験をしっかりとやると。	大事にしていることの一つは、観察・実験をしっかりとやる				
70	A教師	そう。	そう。	十分な観察・実験	learning by doing(背景)	活動＝理解	
71	聞き手	というのは理科の授業でとても大事と。	理科の授業でとても大事				
72	A教師	とても大事だと思う。はい。	とても大事だと思う。はい。	観察・実験の重視	経験主義学習論(背景)	経験＝知識	
73	聞き手	で、なぜっていうことになると、さっきの話からすると、実感を伴った理解ということにそれが不可欠だと思うからと。	実感を伴った理解ということにそれが不可欠だと思うから				
74	A教師	そう。そうです。そのとおり。	そう。そうです。そのとおり。	活動＝実感を伴った理解	learning by doing(背景)	活動＝理解	
75	聞き手	ね。経験上、もうそれははっきりしているから、	経験上、もうそれははっきりしている				
76	A教師	うん。と思います。	うん。と思います。	経験則	経験則への信頼(背景)	経験則	

77	聞き手	ね。だから観察・実験というのは、きっちりやるとなるほど。そしたら、あれか、理科の授業を通じて子どもにどんな風になってもらいたいですかという問いについては、子どもに自然について実感を伴った理解をしてもらいたいのが願いということになるんじゃないですか。	子どもに自然について実感を伴った理解をしてもらいたいのが願いということになる				
78	A教師	そう。だから、プラスアルファ、あの一、科学的な見方や考え方？それがその一、やっぱり、できにくい子もいるわけじゃない？それを補うのはやっぱりグループの友達と考えたとか、自分以外の人の考えを聞いて深まるとか、そういうことってあるよね？	補うのはやっぱりグループの友達の考えだとか、自分以外の人の考え	他人からの情報、学力保障、落ちこぼれ対策	協同学習の実施(結果)、発達の最近接領域(背景)、全員の学力保障(背景)	「ひとり残らず」感覚、グループ的扶助	「できにくい子」のフォローのために集団があるとすれば、その場合「できる子」にとってその集団は何の意味があるのか？それは如何なる学習論に見られるか？
79	聞き手	ある、ある。ありますね。					
80	A教師	あ、なるほど、とか。そういうので、だからその、最初に言われたグループ学習？っていうのも大事だと思うんですね。その、わからんけど今の空気鉄砲のように目に見えないものを、目に見えない事象を説明するのに、あの、説明が思いつかない子どももいると思うんですね。	グループ学習？っていうのも大事だ、説明が思いつかない子どももいる	わからない子への配慮、グループ学習の利点	全員の学力保障(背景)、個人差(条件)	個人差穴埋め、聞く=理解	ある現象を説明できない人が、他者の説明を聞くことによって、その現象を説明できるようになるだろうか？そうだとすれば、そのメカニズムは？
81	聞き手	はい、はい。					
82	A教師	その子たちはやっぱり人の話を聞いて、あ、そういう考え方もあるのかと、そういう考え方もできるんだということが、自分の中に入ってくれば、それを使ってまた次なんか出たときに、使えることもあるよね、そういう科学的な見方だということだと思うんだけど、だから、そういうこともやっぱり必要だから、話し合いも大事。	人の話を聞いて、あ、そういう考え方もあるのかと、話し合いも大事	異なる視点、修正、新たな視点、強化、活用	相互依存関係の構築(結果)、形式陶冶(影響)、発達の最近接領域(背景)	「聞く」ことの効能	建設的相互作用は問題解決学習において普遍的に起こりうるか？
83	聞き手	なるほど。					
84	A教師	うん。だから、どっちが大事かと言ったら、優先順位がどっちかと言ったらわかんないけど、どっちも大事かな。	優先順位がどっちかと言ったらわかんないけど、どっちも大事	複数の重点	目的達成のための方法選択(結果)	目的達成最重視	
85	聞き手	うん、うん、うん。					
86	A教師	うん。どっちも大事かな。	どっちも大事かな		目的達成のための方法選択(結果)	目的達成最重視	
87	聞き手	うん、なるほどね。ま、ケースバイケースっていうことよね。	ケースバイケースっていうことよね				
88	A教師	そう、そう、そう。	そう、そう、そう。	場面による使い分け	目的達成のための方法選択(結果)	目的達成最重視	
89	聞き手	ふーん、なるほど、なるほど。ちよつと話は変わるけど、ここ(学習指導要領)にある問題解決っていうのが理科でよく出てくるでしょう？	問題解決っていうのが理科でよく出てくる				
90	A教師	はい。	はい。				
91	聞き手	それで…					
92	A教師	うーん…難しいね(笑)。	うーん…難しい	問題解決学習の困難性	問題解決学習実現への疑義(背景)、児童実態最優先(原因)	「問題解決学習」実現への疑義	問題解決学習を小学校教師はどのようにイメージしているのか？

93	聞き手	それで(笑)、それは、なんて言うかな、自分の授業では、そんな感じでまああどの授業も展開しているかなあということなのか、いやいや、それは大事かもしれないけどケースバイケースかなあとか、そのへんはどんな感じなのでしょう？					
94	A教師	わかるんですが、とても。わかるんですが、ちょっと今、そこまでは…という感じかな。子どもの実態で	とても。わかる。今、そこまでは…、子どもの実態で	重要性の認識、児童実態との乖離	問題解決学習への疑義(背景)、児童実態最優先(原因)、学習指導要領への畏怖(背景)	学習指導要領遵守の立場	
95	聞き手	あーなるほど。					
96	A教師	うん。	うん。				
97	聞き手	ただ、教科書に準拠して授業を展開していくということになると、どこの会社の教科書も問題解決の過程は踏んでいると思うので…	どこの会社の教科書も問題解決の過程は踏んでいる				
98	A教師	あ、じゃあ、してます。	じゃあ、してます	教科書準拠の学習指導	柔軟な思考(原因)	フレキシブル思考	
99	聞き手	あ、なるほど。					
100	A教師	教科書の流れはとりあえず頭の中に入れておいて、まあ、その流れはあんまり崩してないかな、自分の中では。	流れはあんまり崩してない	教科書踏襲	教科書への拘束(原因)、教科書への信頼(原因)、真面目さ(背景)、柔軟性(背景)	「教科書の流れは崩さず」授業	小学校教師が通常行っている理科授業は、どのような授業だろうか？
101	聞き手	ふーん…。					
102	A教師	たぶんね。	たぶん	自己診断	メタ認知(原因)	メタ認知	
103	聞き手	で、なぜ問題解決の過程を踏んでっていうことになると、それは問題解決の能力をつけていくためっていうそういう見方も1つあると思うんだけど…	問題解決の能力をつけていく				
104	A教師	はーあ、なるほど。					
105	聞き手	そこは別に…					
106	A教師	そんな意識したことはない。すみません(笑)	そんな意識したことはない	問題解決能力の軽視、意識希薄	「わかる」ことへの偏重(原因)、自然理解への偏重(原因)	「わかることが第一」主義	
107	聞き手	いえいえ。とんでもない。					
108	聞き手	で、実感を伴って理解してほしいということやってる。	実感を伴って理解してほしい				
109	A教師	そうそうそう。	そうそうそう。	理解重視	自然理解への偏重(原因)	「自然理解」の重視	
110	聞き手	よくわかりました。ありがとうございます。					
番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言い換え	<3>左を説明するようなテキスト外の概念	<4>テーマ・構成概念 (前後や全体の文脈を考慮して)	<5>疑問・課題

<p>ストーリーライン(現時点で言えること)</p>	<p>この教師は、「わかることが第一」主義に立ち、「自然理解」の重視の下、単元導入遊び論と遊びによる問題発見論を取り入れた理科授業を行っている。考えの根底にあるのは、「ひとり残らず」感覚と経験＝知識、活動＝理解（活動しない＝理解しない）、具体的操作＝理解であり、観察・実験＝理解の安定的関係を経験則としてもっている。これは言い換えれば、五感への信頼による「learning by doing」の絶対視である。</p> <p>実際の授業は、体験への絶対的信頼から「全員に触らせる」縛りを自らに課して、単元導入で子ども発の「やってみたい」感を高揚する期待値上昇支援を行った上での、「みること」「やること」最優先の理解重視の授業である。個人差穴埋めにも配慮し、「聞く」ことの効能への信頼から、聞く＝理解と考へ、シェアリングによる理解促進を念頭に、グループ的扶助を促す協働創出にも尽力している。</p> <p>講義式授業悪者論の立場であり、学習指導要領遵守の立場に立ち、教科書記載の順守をするが、一方で「問題解決学習」実現への疑義を抱き、年齢特性を考慮して課題決定者＝教師論の立場で複合目標設定の下、目的達成最重視の考へで、児童＝教科書すり合わせ戦略を用いて「教科書の流れは崩さず」授業を行っている。フレキシブル思考を持ちながら一貫した授業展開を行っているとのメタ認知を有している。</p>
<p>理論記述</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「わかることが第一」主義に立ち、「自然理解」の重視の下、単元導入遊び論と遊びによる問題発見論を取り入れた理科授業を行っている教師の考えの根底にあるのは、「ひとり残らず」感覚と経験＝知識、活動＝理解（活動しない＝理解しない）、具体的操作＝理解であり、観察・実験＝理解の安定的関係を経験則としてもっている。これは言い換えれば、五感への信頼による「learning by doing」の絶対視である。 ・「わかることが第一」主義に立ち、「自然理解」の重視の下、単元導入遊び論と遊びによる問題発見論を取り入れた理科授業を行っている教師が実際に行っている授業は、体験への絶対的信頼から「全員に触らせる」縛りを自らに課して、単元導入で子ども発の「やってみたい」感を高揚する期待値上昇支援を行った上での、「みること」「やること」最優先の理解重視の授業である。授業に当たっては、個人差穴埋めにも配慮し、「聞く」ことの効能への信頼から、聞く＝理解と考へ、シェアリングによる理解促進を念頭に、グループ的扶助を促す協働創出にも尽力している。 ・「わかることが第一」主義に立ち、「自然理解」の重視の下、単元導入遊び論と遊びによる問題発見論を取り入れた理科授業を行っている教師は、講義式授業悪者論の立場であり、学習指導要領遵守の立場に立ち、教科書記載の順守をするが、一方で「問題解決学習」実現への疑義を抱き、年齢特性を考慮して課題決定者＝教師論の立場で複合目標設定の下、目的達成最重視の考へで、児童＝教科書すり合わせ戦略を用いて「教科書の流れは崩さず」授業を行っている。また、フレキシブル思考を持ちながら一貫した授業展開を行っているとのメタ認知を有している。
<p>さらに追究すべき点・課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の認識は、小学校教師に共通するものか？あるいは、高学年を担当する機会が多い教師と低学年を担当する機会が多い教師では異なるなど、担当する子どもの年齢に影響されるものか？ ・講義式の授業を「悪」と考える小学校教師は多いのだろうか？多いとすれば、その理由は何か？ ・上記のこの教師の「授業論」は、ヴィゴツキーの文化歴史的活動理論、認知心理学や学習科学の知見によって説明できるか？あるいは支持するか？今後検討する。

表 2.3.2 小学校 5, 6 年の担任歴が長い教員 B とのインタビューの SCAT フォーム

番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言いかえ	<3>左を説明するようなテキスト外の内容	<4>テーマ・構成概念 (前後や全体の文脈を考慮して)	<5>疑問・課題
1	聞き手	先生は、理科の授業を通して、子どもにこんなふうになってもらいたいと思っていますか。					
2	B 教師	そうですね…。一番は、理科を好きになってもらいたい、好きになってくれたらいいというのが一番です。で、じゃあ理科って言ったら何かというと、生物とか地学とか物理とかいろいろありますけど、そういう現象に不思議だなあとか、どうしてだろうとか、おもしろいなあとか、そういう興味をもってくれたらいいなあと思っています。	一番は、理科を好きになってもらいたい、そういう現象に不思議だなあとか、どうしてだろうとか、おもしろいなあとか、そういう興味をもってくれたらいいなあ	理科嫌いの回避、理科への興味関心、自然の面白さ	内発的動機付け(原因)、進路保障(背景)	理科好き児童育成第一主義	教育の目標として「好きになる」という設定はありうるのか？ありうるとすれば、その目的は何か？ 内発的動機づけなしでは学習は展開していないのか？
3	聞き手	そのほかには何かありますか？					
4	B 教師	そうですね…。ま、一番の目的はそれが一番。最終的な目標はですね。で、まあその過程でいろいろ…考える力とか入ってくるのかもわかりませんが、まあ最終的には身近ないろいろな現象に興味をもつようになってくれたらいいなあと思います。	最終的には身近ないろいろな現象に興味をもつようになってくれたら	自然現象への興味	転用性(結果)、学習意欲(結果)、理科好き(結果)	理科好きー自然現象への興味の安定的関係、児童の今後	特定の分野が「好き」になれば、その分野への興味を安定的に持つ続けるのか？
5	聞き手	なるほどね。学習指導要領には、実感を伴った理解とか、科学的な見方や考え方とか書いてあるじゃないですか。それと、理科を好きになってもらいたいということとの関係というか、優先順位というか、そのあたりは、先生の気持ちの中ではどうですか？					
6	B 教師	そうですね…。理科が好きになるためには、やっぱりこう実感を伴った理解というか、教科書を読んだだけじゃなくて実験とか観察とか自分の体験に基づいた自分の体を通して触ったり触れられたり見たり聞いたり匂ったり、そういうので楽しいと本当に思えたら、それでいろんなことがわかったら理科が好きになると思います。	理科が好きになるためには、やっぱりこう実感を伴った理解、触ったり触れられたり見たり聞いたり匂ったり、	活動重視、経験の重要性、五感、体で味わう楽しさ、経験の楽しさ→わかる→もっとやりたい→楽しい→わかる→もっとやりたい…のサイクル	ハンズオン(特性)、経験主義(背景)	五感への信頼、「みること」「やること」最優先	好きになるためには体験を通じた楽しさが必要か？仮にそうだとすると、それは、年齢、性別、国籍等には左右されないのか？
7	聞き手	そうか。そういうことができなければ結果的にそうりや好きになるでしょうということなんですね。	結果的にそうりや好きになる				
8	B 教師	はい。楽しかったなっていうことになると思います。	楽しかったなっていうことになると	結果論、ワクワク感、	満足感(結果)、次への意欲(結果)	楽しかった感	
9	聞き手	なるほど。そしたら、そんなふうになってもらいたいということになると、当然その作戦があると思いますが、何か心がけていることはありますか。	心がけていること				
10	B 教師	やっぱり、実験とか観察を積極的に取り入れるというか、それが重要だと思います。本物にふれるというか、体を通して学んでいくことが大切な気がします。	実験とか観察を積極的に取り入れる、本物にふれる、体を通して学んでいくことが大切	体験重視、本物志向	経験主義(背景)ハンズオン(結果)	活動＝理解	活動＝理解なのか？仮にそうだとすると、それはどの年齢層にも当てはまることか？

11	聞き手	触れる前には、何かを調べるとか何かを見るために触れるということになりますが、学習課題といいますが、めあてといいますが、例えば学習指導要領には「子どもたちが自ら」と書いてありますけど、そのあたりはどんなふう考えてやってらっしゃいますか。				
12	B教師	それ、よく言われますけど、正直、問いを子どもからつくるというのは、非常に難しいと思います。で、ズレから問いをつくるとか、よく言いますが、なかなか難しいと思います。やっぱりこっちが意図した問いが本当に子どもから出るかといえば、そうとも限らないし、やっぱりこっちから問いかけることも結構あるような気がします。本当はいけないのかもしれないんですが、まあ、それ以前に多少の出会いはずせませすけど、そこから子どもが問いを発して、あ、じゃあその課題にしようということはちょっと私には難しい。普段、やっぱりそういった不思議な現象を見せて「どうしてなんかね。じゃあこれ考えてみよう」と、子どもと一応、意思疎通を図りながら問いをこっちが設定することが多いような気がします。	正直、問いを子どもからつくるというのは、非常に難しい、こっちから問いかけることも結構ある、子どもと一応、意思疎通を図りながら問いをこっちが設定する	子ども発の問いの困難性、教師による課題提示の現状把握的了解、教師による課題設定	問題解決学習流布のための一題キャンペーン(背景)、適当な難易度(原因)、「問題解決学習」への部分的疑義(原因)、「児童発の学習課題は不可能」認識	小学校理科の問題解決学習において、児童発の学習活動は不可能なのか？それは小学校5、6年生理科の特性か？実際に「児童発」の課題設定で問題解決学習の小学校理科を行っている教員はどれくらいの割合で存在するのか？
13	聞き手	なるほど。				
14	B教師	子どもの方から発するというのは、なかなかちよつともっていけないです。はい。	なかなかちよつともっていけない	子ども発の問いの困難性	子どもの問い≠価値ある学習課題	「児童発の学習課題は不可能」認識
15	聞き手	ということは、別の言い方をすると、先生としては、もしできるんだったらそんなふうにしていきたいという気持ちはあるけれども、実際問題としてはそんなに簡単なことではないから、やりたいけれどもできない場面が多々あると・・・。	そんなに簡単なことではない、やりたいけれどもできない場面が多々ある			
16	B教師	あると思います。はい、はい。ま、問いをつくるというのは、大人になっても書こうとか考えようというのは問いがないと生まれないとと思うので、そういった意味で問いをつくるというのは重要なことだとは思いますが、でもなかなか、私らだつて難しいように子どもにとつてもなかなか問いをつくるというのは難しいと思ってるので、という思いがあるからかもしれないですけど、なかなかつけれないです。実際、授業の中で私はつけれないのが本当のところだと思います。はい。	問いをつくるというのは重要、私らだつて難しい、実際、授業の中で私はつけれない	子ども発の問いの困難性、価値ある問いを作ることの困難性、教師による課題提示の現状把握的了解	子どもの問い≠価値ある学習課題	学習課題提供者＝教師論 「問いを学習者に立てさせる」ことは、教育的に意味があることなのか？

17	聞き手	わかりました。じゃあ、学習課題というのが、今日の授業ではこれについて調べていきましようとか探っていきましようとかいうことになる、じゃあどうやって調べていきましようかというのを考えるのも、それも勉強だということが学習指導要領には書いてありますけど、そのあたりはどんなふうにされていますか。					
18	B教師	そこは、基本その、問題解決の流れに沿って、予想して方法を考えて実験して結果から考察するっていう手はずは、その流れでやっています。全ての単元ではないですけど。ま、特にその、生物とか地学とか2分野はできるところもあるけれどもできにくいところもあるような気がします。特に人体とかですね、なかなかその問題解決にならずに調べ学習になったりして、全てが問題解決でやるのは難しいなど。自分もよくそれができないので、できそうなところ、特に1分野ではそれをやりますけど。	基本その、問題解決の流れに沿って、2分野はできるところもあるけれどもできにくいところもある、全てが問題解決でやるのは難しい	問題解決学習の肯定、ケースバイケース、2分野へのジレンマ	学習指導要領準拠(背景)、分野特性(原因)	修正版問題解決学習、分野別学習展開	問題解決学習は、全ての単元で行わなければならないか？仮にそうだとすると、それはなぜか？
19	聞き手	ということは、いわゆる1分野での先生のスタンダードな授業パターンというのは、学習課題というのはできたら子どもからだけでも、それが難しい場合はやりとりしながらつくって、予想を立てて、実験や観察をして結果を整理して予想と比べながら結論を導くこと…。	予想を立てて、実験や観察をして結果を整理して予想と比べながら結論を導く				
20	B教師	結論を導く、そうですね。考察をやっている、それが1つのパターンだと思います。はい。	それが1つのパターン	問題解決学習＝自分のスタイル	学習指導要領(背景)、生真面目(特性)	学習指導要領遵守の立場	
21	聞き手	それを大事にされている。					
22	B教師	はい。はい。	はい。はい。	問題解決学習の重要性	学習指導要領(背景)、生真面目(特性)	学習指導要領遵守の立場	
23	聞き手	で、1分野では、そういう授業を繰り返していけば…	1分野では、繰り返し				
24	B教師	はい。繰り返していていますね。	繰り返し	定番、十八番	問題解決経験の増加(結果)	問題解決学習の継続的実践	
25	聞き手	繰り返していけば、力がついて理科が好きになれるだろうと…。	力がついて理科が好きに				
26	B教師	そうですね。そう思っています。はい。はい。(笑)	そうですね。	問題解決学習＝子どもの力UP	問題解決学習への経験的信頼(原因)	経験的信頼、問題解決学習＝子どもの力UP論	
27	聞き手	観察・実験の方法は、子どもが「こうやってやろう」というようなことで「じゃあやってみようか」ということはよくありますか。					
28	B教師	実験方法を考えるというのは一番子どもにとって問題解決の中で難しいところだとは思っています。で、まあ、子どもはできもしないような実験方法を考えたりだとか、まあ、しますよね。だから、まあ、自分から時間的なものを考えて、ここはこっから言った方がいいなと思うときは、じゃあこういふふうにしよと言ってこっから言うときもありますし、まあ、時間的に余裕があったりだとか、子どもから何らか出そうだなと思うときは、子どもに考えさせて発表させて、そこを板書、整理しながら、一つの実験方法、まあ、あるいは個々でできそうだったら複数の実験方法でやったりもしていると思います。はい。	実験方法を考えるというのは一番子どもにとって問題解決の中で難しい、子どもはできもしないような実験方法を考えたり、時間的制約、同時並行実験、子ども中心主義	実験方法立案の困難性、突飛なアイデア、時間的制約、同時並行実験、子ども中心主義	授業の複雑化(結果)、バランス感覚(原因)、教職経験(背景)	実験方法考案のリスク、実態に基づく戦略変更、リスク回避	実験方法を考えさせることは教育的に有意義か？仮にそうだとすると、どの年齢層でもそれは言えるか？

29	聞き手	なるほど。じゃあケースバイケース…					
30	B教師	はい。ケースバイケースですね。はい。はい。	ケースバイケース	フレキシブル, 教師判断	総合的判断(原因), 顧客満足(結果)	建設的取捨選択	
31	聞き手	で、今のお話だと2分野は、そういう展開ではうまくいかないだろうというところから、それは別のやり方ですか？	2分野は、そういう展開ではうまくいかない				
32	B教師	はい。そうですね。発芽とか、ああいうのは比較的、問題解決でできそうな気がするんですけど、やっぱり人体とかですね、子どもが生まれるところ…	発芽とか、ああいうのは比較的、問題解決でできそうな気がする、やっぱり人体とか	「発芽」への好感触, 人体の学習への戸惑い	分野特性(原因), 「問題解決学習」に対する個人的理解(背景)	領域特性の自覚	
33	聞き手	人の誕生ですね。					
34	B教師	ああ、人の誕生。ああいうところは、調べ学習になってしまうかなと思います。まあ、その調べ学習を問題解決の中に取り入れ方も自分はよくわからないので、まあ簡単にいういわゆる調べ学習になるような気がします。なっているような気がします。	人の誕生。ああいうところは、調べ学習になってしまう	調べ学習をすることへの罪悪感	問題解決学習への束縛感(背景), 「問題解決学習」に対する個人的理解(背景)	問題解決学習への束縛	問題解決学習に束縛されている理由は何ですか？
35	聞き手	今のも、別の言い方をすると、できれば方法があるとすれば、問題解決の過程を踏みながら…					
36	B教師	うーん…	うーん…	人体の学習への戸惑い	現実的判断(結果)	建設的取捨選択	
37	聞き手	子どもがわかっていくというのができたらいいという気持ちも…					
38	B教師	うーん…もしできるのであれば、まあそれでもいいですけど、できるようには思わないです。	できるようには思わない	不可能, 無理	現実的判断(結果)	割り切り感	
39	聞き手	なるほど、なるほど。そうですね。じゃあ、わかりました。日常的に大事にされているのは、問題解決の過程を踏んでいくと。	日常的に大事にされているのは、問題解決の過程を踏んでいく				
40	B教師	そうですね。一つの私の教え方のパターンにはなっていますね。	一つの私の教え方のパターン	定番授業パターン	問題解決学習への信奉(背景), 経験則への信頼(原因)	一貫した授業展開	
41	聞き手	なるほどですね。わかりました。で、じゃあ、ひよっとすると質問が変わるかもしれませんが、理科の授業で、自分はこれは大事にしているよということがあるかもしれませんが、それを聞かせてください。					
42	B教師	あー。はい。ま、一番は子どもが興味があわくようにするためにどうしたらいいのかなというのが一番の思いなので、その問題解決にもっていくにしても、その問いに興味をもつとか、予想の段階でちょっとこういう意見が出るだとか、やっぱりなんかこう、なんか調べてみたいとか、自分はこう思うけど友達はどう思っているから、じゃあやってみようかみたいな、やっぱり興味関心っていうか、なんかこう、ただ型にはまって問題解決をやっているのもおもしろくないので、やっぱりこう楽しいなというのが思ってもらえるようなのを大切にしたいです。はい。	一番は子どもが興味があわくようにするためにどうしたらいいのかなというのが一番の思い、。ただ型にはまって問題解決をやっているのもおもしろくないので、やっぱりこう楽しいなというのが思ってもらえるようなのを大切にしたいです	「つかみ」の重視, ワクワク感, やりたくなる感, 面白さ, 楽しさ, 動機づけ	興味・関心の絶対視(背景), 修正版問題解決学習(結果), 経験主義学習論(背景)	興味喚起最優先, 児童の楽しかった感	ある事柄が「楽しかった」と思えることは、その事柄とその人の間に何を引き起こすか？

43	B教師	で、人の授業をみていて、問題解決しなくてもおもしろいと思う授業はいっぱいあるわけですね。その、やっぱり、そっちの方がやっぱり一番大切だと思います。はい。	問題解決しなくてもおもしろいと思う授業はいっぱいある	問題解決学習どっぶりではない、一番は「おもしろさ」	興味・関心の絶対視(背景)、多様な方法の選択(結果)	興味喚起最優先	
44	B教師	この前やったアブラムシの観察もそうですが、別に問題解決でやったわけではないですけども、実際に興味をもってクラスに帰って担任の先生に話をしてみたりとか、ああいうのが実際、やっぱり本当に理科に興味をもつ一つの道筋だとも思っています。だからすべてがその問題解決ではなくて、なんかやっぱりこう、子どもに興味をわいて、その中で問題解決のできるのであれば、そちらの方がいいとは思いますが。できたらですね。やっぱり、子どもが興味をもって、楽しいなと思ってもらえるように仕組むことが一番大切ななとは思ってません。はい。	別に問題解決でやったわけではないですけども、実際に興味をもって、やっぱり、子どもが興味をもって、楽しいなと思ってもらえるように仕組むことが一番大切な	興味をいかにもたせるか、楽しさ、食いつき、方法の多様性へのコミットメント	興味・関心の絶対視(背景)、目的達成のための方法選択(結果)	興味喚起最優先、児童の楽しかった感、「方法は二次」的立場	「理科が楽しい」と思うことは児童にとってどのような価値があるか？
45	聞き手	ということは、問題解決の過程の中で、極端な言い方をして申し訳ないですけど、ターゲットを絞るとすれば、わりと一単位時間の中だと、入りの部分といいますが、そのあたりになりますかね？そうでもないですか？	ターゲットを絞るとすれば、わりと一単位時間の中だと、入りの部分				
46	B教師	うーん…そうですね…	うーん…そうですね…	導入＝興味の喚起への否定	俯瞰的視野(背景)、冷静(特性)、総合的判断(結果)	俯瞰的検討	
47	聞き手	子どもが、興味をもって学習を展開していこうという…					
48	B教師	そうですね…	そうですね…	導入＝興味の喚起への否定	俯瞰的視野(背景)、冷静(特性)、総合的判断(結果)	俯瞰的検討	
49	聞き手	そうばかりでもないですか？					
50	B教師	うーん…入りの部分は、でも、ほんとやっぱり興味、最初にその物、現象と接するわけだから、やっぱり一番大切どころだとは思いますが、その過程の観察している過程であるとか、ま、ほんとにその楽しんでるかなとかいうのも大切ななとは思いますが。	観察している過程であるとか、ま、ほんとにその楽しんでるかなとかいうのも大切な	楽しませたい、1単位時間のトータルプラン	脚本家的発想(原因)、総合的プロデュース(結果)	冷静な授業洞察	「学習は楽しむことが大切」という考えを支持する知見は存在するか？
51	聞き手	あ、だから特に、問題解決の中でこの部分を重点的に考えていってやるわけではないわけですね。	問題解決の中でこの部分を重点的に考えていってやるわけではない				
52	B教師	そうですね。もし、問題解決で授業するのであれば、この課題だったら、きっと予想のところで盛り上がるだろうとか…	もし、問題解決で授業するのであれば、この課題だったら、きっと予想のところで盛り上がるだろう	予想される児童の反応、先読み	総合的プロデュース(結果)、経験則(背景)	総合的判断、経験則	
53	聞き手	あーなるほどね。					
54	B教師	あの一実験のところでも盛り上がるだろうとか、考察のところがいろいろな意見が出て楽しいだろうとか、自分なりに見当をつけて、そこに重点を置くようにしてはるようになります。はい。はい。	自分なりに見当をつけて、そこに重点を置くようにしてはる	予想される児童の反応、先読み、軽重、布石	脚本家的発想(原因)、総合的プロデュース(結果)、経験則(背景)	布石重視、脚本家的プロデュースに基づく授業運営	「授業において盛り上がりが重要」という考えを支持する知見は存在するか？

55	聞き手	それも、単元次第…					
56	B教師	そうです。単元次第。	単元次第	総合的判断、単元の特性	俯瞰的視野(背景)、冷静(特性)、総合的判断(結果)	領域特性の自覚	
57	聞き手	ケースバイケースというか…					
58	B教師	はい。はい。	はい。はい。	ケースバイケース	俯瞰的視野(背景)、冷静(特性)、総合的判断(結果)	領域特性の自覚	
59	聞き手	同じ単元の中でも、この授業については、前半部分で子どもたちがぐっとくるだろうか					
60	B教師	そうですね。はい。	そうですね。	単元についてのトータルプロデュース	脚本家的発想(原因)、総合的プロデュース(結果)	領域特性の自覚	
61	聞き手	この場面では後半で来るだろうか…					
62	B教師	はい。そういう、ま、これまでのこっちの経験から、そういうのをやってるように思います。はい。	これまでのこっちの経験から、そういうのをやってる	経験則、反省的実践家	経験則の重視(原因)	柔軟なマネジメント、経験則	
63	聞き手	なるほどですね。					
64	B教師	だから、実験方法も、考えさせたら逆に子どもがわけがわからなくなるなどか、絶対にこれは無理だなと思うときは、こっちから提供するかもしれないし、逆に、試行錯誤させたらおもしろそうだなと思うときは、じゃあ考えようかというような感じ、随時そんな感じで、自分の経験からポイントを絞って重点的に時間をかけてるかもわかりません。	ある程度子どもに知識があって試行錯誤させたらおもしろそうだなと思うときは、じゃあ考えようかというような感じ、随時そんな感じで、自分の経験からポイントを絞って重点的に時間をかけてるかもわかりません。	見積もり、経験則、経験的判断	子ども中心主義(背景)、発達の最近接領域(背景)、経験則の重視(原因)	無意識的「発達の最近接領域」支持者、学習者中心主義	発達の最近接領域を意識しているか？
65	聞き手	わかりました。もう少しだけいいですか？					
66	B教師	はい。					
67	聞き手	知識の定着だとか、知識の活用だとか世の中では言われますけど、そのあたりは特に強く意識していらっしゃるということはないですか？					
68	B教師	そうですね…うーん…正直あんまりその、そこまではないかもわかりませんね。ちゃんとそれ覚えたか？というようなことはしてないような気がしますね。やっぱりこう、体験を通して問題解決を通して最終的に導かれたら、まあ、知識を得てるんじゃないかなあというような感じですかね、ハハハ。これをここを覚えなさいよとか、そういうのはあんまりやってないですねえ。	ちゃんとそれ覚えたか？というようなことはしてない。体験を通して問題解決を通して最終的に導かれたら、まあ、知識を得てるんじゃないかなあ	体験＝知識、「覚えること」への疑義	「詰め込み教育」への否定的立場(背景)、経験主義学習論(背景)	経験＝知識、活動＝理解	知識が習得される過程について、資料を探す。

69	B教師	で、知識の活用も、うーん・・・以前は意図的に、こう、意図的に学習したことを使って活用する場面をつくった授業もやったことはありますけれど、まあそういうのが研究課題として学校として挙げられていた時にはやっていたような気はしますが、今は特に意図的にはやっていないようにも思います、その活用というのは。	今は特に意図的にはやっていないようにも思います、その活用というのは。	「知識の活用」への疑義	時間的制約(背景), 優先順位(結果)	「知識の活用＝二次」的的日常	「活用型の授業」のメリットは何だといわれているのか? 資料を探す。合わせて、活用型授業の理論的背景も調べる。
70	聞き手	学校で全部で取り組むということになれば、それはやらないわけにはいかないですね。	学校で全部で取り組むということになれば、それはやらないわけにはいかない				
71	B教師	そうですね。	そうですね。	強制への諦め	活用型授業の実施(結果)	外部指示への沈黙的従順対応	
72	聞き手	でしょうけど、そういうタガがない場合には、先生としては、そこはまあそんなに理科の授業の中で重点的にピックアップしてやらなくてはいけないこともないかなと・・・					
73	B教師	ははは・・・でも本当はやらないといけないうのかなとも思いますがですね、でも。	でも本当はやらないといけないうのかなとも思いますが	若干のひっかかり	活用型授業実施の必要感(背景), 時間的制約(背景)	「知識の活用＝重要」的感覚	
74	B教師	日常生活と結びつけるというのは重要なことだとは思うので。そこでまあ、理科室で、授業で学んだことを使って実際の身近な現象を・・・とも思いますけれども・・・なかなかできてないことが多いかもしれません。	日常生活と結びつけるというのは重要なことだとは思う、なかなかできてないことが多い	日常生活との関連の重要性、理想と現実とのジレンマ	理科の面白さの拡大(結果), 個人的制約(原因)	日常生活との関連、後回し	日常生活と学校での学習が結びつかない理由を探る(「教育心理学特論」に記述があった記憶がある)。
75	聞き手	まあ、自分もそうですけど45分間とか、1年間で105時間とか、有限だから、何を優先するかという話だろうと思うので、それは1つを優先すれば1つが優先順位は下がるから、いたしかたないかなあとは思いますがね。	何を優先するかという話だろうと思うので、それは1つを優先すれば1つが優先順位は下がる				
76	B教師	そうですね。うーん・・・	そうですね。うーん・・・	時間的制約へのジレンマ	時間的制約(背景)	有限な資源	
77	聞き手	なるほど。じゃあ最後に、中学校の理科とのつながりってということで、これはってということで何か意識してこれたってということが、もしあればですが。					
78	B教師	そうですね。正直、中学校の理科の授業っていうのがわからないので、その、意識しようにもなかなか意識がですね、あの一できないのが正直なところですね。とりあえず学習指導要領で小学校で押さえないといけないところを押さえておこうというのが、まあいっぱいいっぱい、その先こうなっていくことを子どもが考えるだろうから小学校の時にはこっつというのは、中学校の経験がないから、実際どこをどうつなげていいのかわからないですね。	正直、中学校の理科の授業っていうのがわからないので、その、意識しようにもなかなか意識がですね、あの一できない、とりあえず学習指導要領で小学校で押さえないといけないところを押さえておこうというのが、まあいっぱいいっぱい	中学校理科はわからない、小中接続不明、小学校をきっちりやる＝小中接続	中学校理科との接点の無さ(原因), 多忙(背景), 現実的対応(結果)	情報収集機会、つながり不明	多くの小学校教員は、機会があれば、中学校でどのような理科授業が行われているかについて、積極的に情報収集しようとするのだろうか?

79	B教師	この前の粒子のときは、それなりにまあ勉強したので、そこについてはわかりましたけど、それ以外については正直、中学校で子どもたちがどう学んでいるか、まあ多少は知っていますけども、知らないの で、あまり意識はしてないですね。はい。	中学校で子どもたちがどう学んでいるか、まあ多少は知っていますけども、知らないの で、あまり意識はしてない	知らない＝意識できない	少ない情報収集機会(背景), 必要感の無 さ(原因)	必要感	
80	聞き手	まあ学習指導要領は今回、高校まで統一された表 ができた上での学習指導要領だから、まあ書いて あることを忠実にやっておけばつながるんですよ という話ですよ。	書いてあることを忠実にやっておけばつな がる				
81	B教師	そうですね。それをもう、そうとしか…それも そう思いますし、はい。そうですね。はい。ハハハ。	そうですね。	小学校をきっちりやる＝小中がつながる	現実的対応(結果)	学習指導要領遵守	
82	聞き手	自分は小学校でも中学校でも授業をやっています けど、それも降ってわいたような話で、レアケースで あって、行って見てやってみたら、「あ！そういうこ と？」みたいな話が山ほどあって…	行って見てやってみたら、「あ！そういうこ と？」みたいな話が山ほど				
83	B教師	あーそうですね。	あーそうですね。	初耳	少ない情報収集機会(背景), 必要観の無 さ(原因)	必要感	
84	聞き手	はい。小学校の時にあれはやっておかないとか、 ちょっと流してしまったけどごめんねみたいなことが ありますからね。	小学校の時にあれはやっておかないとか、 ちょっと流してしまったけどごめんね				
85	B教師	あーそうですね。	あーそうですね。	初耳	少ない情報収集機会(背景), 必要観の無 さ(原因)	必要感	
86	聞き手	それはでも日本中の小学校の先生がそれを意図 的に経験できるかといったら、それは無理だか ら…だから、そっちが当たり前というか、指導要領 を、つないだ指導要領をつかったんではないこと でね…	つないだ指導要領をつかったんではないこと でね				
87	B教師	そうですね。そこを頼るしかないですね。ハハハ ハ。	そうですね。そこを頼るしかない	小学校をきっちりやる＝小中がつながる	現実的対応(結果)	現実的対応	
88	聞き手	それはまあ当然ですよ。はい。わかりました。あり がとうございました。					
89	B教師	いえいえ。					
90	聞き手	ひとまず私これを整理させてもらいまして、このこ とだけもうちょっと聞かせてくださいということがあつた ら…					
91	B教師	はい。また言ってください。いつでも。					
92	聞き手	ありがとうございます。とっても助かりました。					
番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言いかえ	<3>左を説明するようなテキスト外の概念	<4>テーマ・構成概念 (前後や全体の文脈を考慮して)	<5>疑問・課題

<p>ストーリーライン(現時点で言えること)</p>	<p>この教師は、<u>理科好きー自然現象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義</u>に立ち、<u>児童の楽しかった感を最重要視しながら五感への信頼から「みること」「やること」最優先の理科授業を行っている</u>。考えの根底にあるのは、<u>経験＝知識、活動＝理解、経験的信頼に基づく「問題解決学習＝子どもの力UP」論</u>であり、<u>児童の今後にも配慮がある</u>。一方で、「<u>児童発の学習課題は不可能</u>」認識から<u>学習課題提供者＝教師論</u>をもち、また、<u>領域特性の自覚から学習指導要領遵守の立場</u>でありながら<u>分野別学習展開</u>を行う<u>修正版問題解決学習の実践者</u>である。</p> <p>実際の授業では、基本的には一貫した授業展開を保ちつつ、<u>実験方法考案のリスクを感じ取ればリスク回避のための建設的取捨選択を躊躇しない</u>など、<u>自在な実能に基づく戦略変更</u>を行っている。<u>興味喚起最優先の「方法は二次」的立場</u>ではあるが、一方で<u>問題解決学習への束縛もある</u>ため、<u>授業計画・運営に際しては、冷静な授業洞察に基づく俯瞰的検討</u>と、自身の有する<u>経験則、割り切り感</u>によって<u>布石重視の脚本家的プロデュースに基づく授業運営</u>をメインにしなが、大枠では<u>問題解決学習の継続的実践</u>を行っている。</p> <p><u>学習者中心主義の無意識的「発達最近接領域」支持者</u>であり、<u>総合的判断に基づいた柔軟なマネジメント</u>ができる教師だともいえよう。昨今話題の活用型授業に対しては、<u>理科と日常生活との関連を重要視し、「知識の活用＝重要」</u>の感覚をもちながらも<u>有限な資源の自覚から外部指示への沈黙的従順対応</u>以外は、<u>活用型授業を後回しにした「知識の活用＝二次」的日常</u>となっている。</p> <p>なお、小・中学校の学びのつながりについては、<u>情報収集機会がほとんどない</u>ことを理由に<u>つながり不明のまま</u>小学校の授業を行っている。小・中学校の学びのつながりを考える<u>必要感</u>を感じていない可能性もあり、<u>学習指導要領遵守の授業</u>を行うことが<u>現実的対応</u>だと考えている。</p>
<p>理論記述</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>理科好きー自然現象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義</u>に立ち、<u>児童の楽しかった感を最重要視しながら五感への信頼から「みること」「やること」最優先の理科授業を行っている</u>教師の考えの根底にあるのは、<u>経験＝知識、活動＝理解、経験的信頼に基づく「問題解決学習＝子どもの力UP」論</u>であり、<u>児童の今後にも配慮がある</u>。一方で、「<u>児童発の学習課題は不可能</u>」認識から<u>学習課題提供者＝教師論</u>をもち、また、<u>領域特性の自覚から学習指導要領遵守の立場</u>でありながら<u>分野別学習展開</u>を行う<u>修正版問題解決学習の実践者</u>でもある。 ・<u>理科好きー自然現象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義</u>に立ち、<u>児童の楽しかった感を最重要視しながら五感への信頼から「みること」「やること」最優先の理科授業を行っている</u>教師は、<u>実際の授業では、基本的には一貫した授業展開を保ちつつ、実験方法考案のリスクを感じ取ればリスク回避のための建設的取捨選択を躊躇しない</u>など、<u>自在な実能に基づく戦略変更</u>を行っている。<u>興味喚起最優先の「方法は二次」的立場</u>ではあるが、一方で<u>問題解決学習への束縛もある</u>ため、<u>授業計画・運営に際しては、冷静な授業洞察に基づく俯瞰的検討</u>と、自身の有する<u>経験則、割り切り感</u>によって<u>布石重視の脚本家的プロデュースに基づく授業運営</u>をメインにしなが、大枠では<u>問題解決学習の継続的実践</u>を行っている。 ・<u>理科好きー自然現象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義</u>に立ち、<u>児童の楽しかった感を最重要視しながら五感への信頼から「みること」「やること」最優先の理科授業を行っている</u>教師は、<u>学習者中心主義の無意識的「発達最近接領域」支持者</u>であり、<u>総合的判断に基づいた柔軟なマネジメント</u>ができる教師だともいえよう。昨今話題の活用型授業に対しては、<u>理科と日常生活との関連を重要視し、「知識の活用＝重要」</u>の感覚をもちながらも<u>有限な資源の自覚から外部指示への沈黙的従順対応</u>以外は、<u>活用型授業を後回しにした「知識の活用＝二次」的日常</u>となっている。 ・<u>理科好きー自然現象への興味の安定的関係を確信する理科好き児童育成第一主義</u>に立ち、<u>児童の楽しかった感を最重要視しながら五感への信頼から「みること」「やること」最優先の理科授業を行っている</u>教師は、<u>小・中学校の接続については、情報収集機会がほとんどない</u>ことを理由に<u>つながり不明のまま</u>小学校の授業を行っている。小中接続を考える<u>必要感</u>を感じていない可能性もあり、<u>学習指導要領遵守の授業</u>を行うことが<u>現実的対応</u>だと考えている。
<p>さらに追究すべき点・課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の認識は、小学校教師に共通するものか？あるいは、高学年を担当する機会が多い教師と低学年を担当する機会が多い教師では異なるなど、担当する子どもの年齢に影響されるものか？ ・特定の分野が「好き」になれば、その分野への興味を安定的に持つ続けるのか？そのような知見はあるか？ ・「好き」になることの効果に関する先行研究を調べる。 ・「問いを学習者に立てさせる」ことは、教育的に意味があることなのか？ ・ある事柄が「楽しかった」と思えることは、その事柄とその人の間に何を引き起こすか？ ・上記のこの教師の「授業論」は、ヴィゴツキーの文化歴史的活動理論、認知心理学や学習科学の知見によって説明できるか？あるいは支持するか？今後検討する。

表 2.3.3 中学校教員 C とのインタビューの SCAT フォーム

番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言い換え	<3>左を説明するようなテキスト外の概念	<4>テーマ・構成概念 (前後や全体の文脈を考慮して)	<5>疑問・課題
1	聞き手	こちらの学校に赴任されるまでの学習指導についておうかがいしたいのですが、理科の授業を通じて、こんな子どもになってほしい、願いというか、先生が頭の中に持っておられた理科の授業の目標というか、目的というか、そんなのを伺いたいのですが。	こんな子どもになってほしい、願い、理科授業の目標、目的	理想像、進むべき道、あるべき姿、夢、ゴール、見果てぬ夢			
2	C教師	はい。2つほどあります。えーっと、第一優先はですね、与えられた課題を通してですね、しっかり考えて、思ったことを自分で表現、言うなり書くなりですね、できるような子になってほしいなあというのを思っていました。はい。で、2つ目は、そうは言っても内容の理解もやっぱり不可欠なので、あのみあ、きちと教科書に書いてある程度の内容、中身については理解をして、その上でそれが自分の将来と何かこう結びつくようなところがないかなあと考えられるような子になってほしいなあと思っていました。	2つほどある、しっかり考えて、思ったことを自分で表現、言うなり書くなりですね、できるような子になってほしい、そうは言っても内容の理解は不可欠、自分の将来と何かこう結びつくようなところがないかなあと考えられる	理想像、進むべき道、あるべき姿、夢、ゴール、見果てぬ夢、熟考、音声表現、言語表現、能力向上、わかる、生活との関連、	出口の意識(原因)、全員参加の授業(原因)	表現重視の授業、生活と結合した理解への拘り	思ったことを表現できない生徒や、課題に対して思いをもつことさえできない生徒にはどのように対応するのか？
3	聞き手	うんうん、なるほど。繰り返しますが、一番は与えられた課題に対して自分の考えをきっちり持つと。	自分の考えをきっちり				
4	C教師	ええ。	ええ	意見表明	授業参加(原因)、低学力対応(原因)、個人差(背景)	授業参加促進方略、個人差対応戦略	
5	聞き手	それが、2つおっしゃいましたが、第一優先はそっちだと。	第一優先はそっち				
6	C教師	うんうん、そっちですね。はい。	そっちですね	「理解」は二次	現実的戦略(原因)	現実主義	
7	聞き手	なるほど。えーっと、世の中、私、理科専門ですよという人がいろいろいて、ひよとすると、優先順位、一番と二番が変わる人も…	優先順位、一番と二番が変わる人も…				
8	C教師	そうですね。うん、うん。	うん、うん	教師による考えの相違	固定観念(原因)、出口観の相違(原因)、理科嫌いの創出(結果)	教師間の授業目標の相違	
9	聞き手	変わる人もいるんじゃないかと思うんですが、そのあたり、こっちが第一優先だということについての思いというか、はい、そんなのは。					
10	C教師	うん、なるほど。えーっとですね、公立の学校はやっぱり、いろんな学力の子もいるので、うん、内容の理解のところを一番最初に求めてしまうと、もうそこで、うん、ついてこれない生徒とか、うん、いるんですよ。	内容の理解のところを一番最初に求めてしまうと、もうそこで、うん、ついてこれない生徒とか、うん、いるんですよ	落ちこぼれ、学びからの逃走、わからない、理解困難、低位の生徒、内容理解は後回し	授業参加(原因)、低学力対応(原因)、個人差(背景)	授業参加促進方略、個人差対応戦略、低学力対応	

11	聞き手	なるほど。					
12	C教師	やっぱり、うん。理科は嫌いだとかですね、やる意味がわからないとか言い出すので、うん、まずはまあ、どんなことでもいいので、うん、まずはまあ、考える。うん。考えたことを表現する。うん。そういった力をつけてあげることが、大切なあとと思ってました。はい。	理科は嫌い、やる意味がわからない、まずはまあ、考える、考えたことを表現する、そういった力をつけてあげることが、大切	理科嫌い、有用感、思考、表現、理解は後回し	学びからの逃走対策(原因)、子ども重視(背景)、学習参加への誘い(原因)、現実的対応(原因)、学ぶ意義の自覚(結果)	実態に基づく目標変更、「まずは授業参加」論	「経験＝理解」というB教師やC教師の授業論は中学校理科では適用できないらしい。その理由は？
13	聞き手	それは、あまりないでしょうけど、中学校が終わったら義務教育は終わり、社会に出ていく子どももちろんいると、いうのを見据えたときに、もちろん二番目は大事だろうけれども、生徒の現状を考えたときには一番でしょうということですか。	生徒の現状を考えたときには一番				
14	C教師	うん、そうですね。はい。	そうですね	現状把握、対応	柔軟な思考(原因)、子ども重視(背景)	実態に基づく戦略変更、ステークホルダー重視	「考えたことを表現する」ための前提条件はないのか？あるとすればそれは何か？
15	聞き手	ふーん。ただ、理科に限らない話だといえれば限らない話のような気がします…が。	理科に限らない				
16	C教師	そうですね。	そうですね	教科横断	教育的基盤(原因)、苦渋の選択(原因)	教科横断的要素	
17	聞き手	はい。					
18	C教師	あくまで題材を理科の視点から考えられるかどうかということだろうと思うんですね。数学は数学の教材があるだろうし、うん。美術は美術の材料があるだろうし、うん。理科という素材を、まあ材料ですかね、うん、通して考えるってどこですかね。うん。	理科という素材を、まあ材料ですかね、うん、通して考える	理科は材料、材料は思考の道具	教育的基盤(原因)、教科の独自性(結果)	教科＝素材論、理科特有の視点重視	
19	聞き手	うーん、なるほど。と、いうことは一番も二番も両方大事にされていたんでしょうけれども、ご自分の特徴的な授業展開というか、スタンダードな授業展開というのはありましたか。	自分の特徴的な授業展開	スタンダード、他との差別化、			
20	C教師	うーん、なるほど。うーん、あったかもしれないですね。うーん、課題を一つだけに絞り込んで、	課題を一つだけに絞り込んで	スタンダード、他との差別化、課題の焦点化、	わかりやすさ(原因)、低学力対応(原因)	絞り込み化	
21	聞き手	うん。					
22	C教師	うん。それについて一時間ず一つと考えさせたり、	一時間ず一つと考えさせ	50分間の継続思考	わかりやすさ(原因)、低学力対応(原因)、	「ず一つと」思考活動	ず一つと考えさせる授業を成立させるための要件は何か？
23	聞き手	ほーお。					
24	C教師	うん。一時間で終わらなければ次の授業に持って行ったり、いうことをしていましたね。はい。	終わらなければ次の授業	授業またぎ、2時間連続の思考活動	柔軟な思考(原因)、子ども重視(背景)	「授業またぎ」思考活動	

25	聞き手	ふーん。なるほど…。実例がありますか。					
26	C教師	はあはあはあ。					
27	聞き手	何でもいいですけど。					
28	C教師	例えば、うーんと…中3のですね、化学の分野になるんですけど、うん、ボルタ電池を使うんですね。	中3のですね、化学の分野、ボルタ電池	ボルタ電池、難解な内容	学ぶ価値(背景)、適度な難易度(原因)、適度なハードル(原因)	適度なハードル設定	
29	聞き手	はい。					
30	C教師	そこの仕組みをですね。えー考えさせることをですね。うーん、させるときにはかなり授業の時間も、うーん教材の組み立てでもですね、うーん、時間使ったなあという印象はありますね。	仕組みをですね。えー考えさせる	難解な内容、長時間、思考活動	学ぶ価値(背景)、適度な難易度(原因)、適度なハードル(原因)	適度なハードル設定	人間が「考える」のは、どのような場面があるか？
31	聞き手	はあ…。					
32	C教師	はい。					
33	聞き手	公立時代の…。					
34	C教師	公立の時ですね、はい。					
35	聞き手	ということは、1時間ではなく、数時間かけて…。	1時間ではなく、数時間かけて	長時間	適度な難易度(原因)	「授業またぎ」思考活動	
36	C教師	数時間ですね、はい。					
37	聞き手	これは、何人かで頭を寄せ合って考えるんですか。					
38	C教師	そうですね。グループでやってみました。だいたい1グループが4名で、えーっと10班構成だったですかね。3名から4名の10班構成、はい。	グループで、3名から4名の10班構成	協調学習、collaborative learning、数名、相談、話し合い、グループ学習	協同学習の実施(結果)、発達の最近接領域(背景)、全員の学力保障(背景)	「1人では無理」認識、共同学習への信頼	
39	聞き手	ふーん…。えーっと、いまはボルタ電池のお話だったですけども、まあ、毎時間そうではないにしても、そういうのが多かったというふうなとらえて大丈夫ですか。	毎時間そうでないとしても、そういうのが多かった	スタンダードはグループでの相談			
40	C教師	うん。まあ半分くらいってとこですかね。はい。	まあ半分くらい	授業の半分はグループ相談	相互扶助の重視(原因)、発達の最近接領域(背景)、全員の学力保障(背景)	無意識的「発達の最近接領域」支持者	「考えて表現する」ことを実現する学習課題を設定するポイントは？
41	聞き手	で、結果的に、その、今でしたらボルタ電池についての理解は後からついてくるといいますか、一緒についてくるといいますか、そんなお考えで…。	理解は後からついてくる				
42	C教師	うん、うん。そうですね。はい。	そうですね	思考によって促される理解、思考に導かれる理解	アクティブ・ラーニング(背景)	先駆的「アクティブ・ラーニング」実践者	
43	聞き手	ふーん…。それは、周りにいらっちゃった理科の先生の授業と比べると、特徴的なことなんでしょうか。私、中学校のことはよくわからないので…。	周りにいらっちゃった理科の先生の授業と比べると、特徴的				
44	C教師	うん。それはたぶん特徴的だと思います。	たぶん特徴的	他の教師の授業との差異、特徴的な自分の授業	子ども重視の信念(原因)	「イレギュラー教師」としてのメタ認知	
45	聞き手	はあ。					
46	C教師	はい。大きな声では言えないんですけど、					

47	聞き手	ええ、どうぞ、どうぞ。					
48	C教師	これは、県から指示があって、うん、した授業なので、はい。ええ。	県からの指示	委託された授業形式	拒否不可(背景)	外部指示への「昇華」的対応	
49	聞き手	はあ、はあ、はあ、はあ。					
50	C教師	はい。					
51	聞き手	えーっと、いまの、①が優先という授業がですか。					
52	C教師	はい、そうですね。①の、しかも何時間も続いて考え、もう追究させまくるという授業ですよ。ええ。	何時間も続いて考え、追究させまくる	長時間にわたる思考、徹底的な追究	学ぶ価値(背景)、適当な難易度(原因)、適度なハードル(原因)	「授業またぎ」思考活動	
53	聞き手	元々、先生の頭の中に子どもたちの様子からすると、第一優先はこっただというのがあるって、そういう授業をされていたところに、	元々、先生の頭の中に子どもたちの様子からすると、第一優先はこっただ				
54	C教師	そうです。そうです。	そうです	「考える」が第一	日常的授業展開(背景)	外部指示への「昇華」的対応	
55	聞き手	たまたまきたと。					
56	C教師	そうそう、そういうことです。はははは(笑)。					
57	聞き手	あ、わかりました。					
58	C教師	ごめんなさい。					
59	聞き手	ということは、ほかの先生方は、今のような授業展開とは限らないと…。	ほかの先生方は、今のような授業展開とは限らない	他の教師の授業との差異			
60	C教師	限らないですね。はい。	限らない	相違	中学校教師の多様な価値観(背景)	中学校理科授業の多様性	
61	聞き手	話が錯綜してごめんなさいですけど、先生から見られて、周りの中学校の先生方っていうのは、理解が優先という先生方が多かったと思われませんか。	理解が優先という先生方	理解優先			
62	C教師	あの一やっぱり年代で分かれるという印象をもっています	年代で分かれるという印象	年代による授業の差異	時代が生む価値観(原因)、自らの経験の反映(原因)	年代特性	授業方略が教師の年代によって異なるというのは真実か？資料を探す。
63	聞き手	ほおー。					
64	C教師	はい。					
65	聞き手	それは…					
66	C教師	だいたい40代後半以上の先生は、どちらかというと観察・実験も最小限に抑える。で、どちらかというと理解重視をするという授業だったかなと思いますね。うん。皆さんがというわけではないですけど、そういう印象ですね。はい。	40代後半以上の先生、観察・実験も最小限に抑える、理解重視をする	高齢教員は理解重視、高齢教員は最小限度の観察・実験	共通一次世代(背景)、理解最優先(原因)、講義式授業展開(結果)	「年配教師＝講義重視」	中学校の教員は教科を問わず理解重視をするという授業を行う傾向にあるか？小学校ではどうか？
67	聞き手	で、若い方は、どちらかというとそうではないと…。	若い方は、どちらかというとそうでない				
68	C教師	ない、けども、なかなかうまいこといかにドツポにはまると。そういうパターンですね。	なかなかうまいこといかにドツポにはまる	若年教員の混迷、若年教員は最大限の観察・実験、若年教員は思考優先	ゆとり世代(背景)、思考重視(原因)、活動重視の授業展開(結果)	「若年教員＝実験重視」	中学校の教員は教科を問わず理解重視ではなく、結果的のドツポにはまる傾向にあるか？小学校ではどうか？

69	聞き手	なるほど。あの、興味深いお話がいくつかあるので、もう少し、うかがった中から質問させていただきたいのですが、与えた課題にといわれましたけれども、小学校だと、与えた課題という言葉が口からぼろっと出た瞬間に、おまえ何言っただというような扱いを受けたりするんですが、それも私に言わせれば、そうかなあと思ったりするんですけど、中学校では、課題を先生が提示すると、与えるというのは別段、奇異なことではないと。	中学校では、課題を先生が提示すると、与えるというのは別段、奇異なことではない				
70	C教師	うん。そうですね。	うん	教師による課題提示の肯定	学習量(背景)、学習内容(背景)	「課題提示は教師からでしょ？」的立場	
71	聞き手	というか、そんなのは当たり前と。	当たり前				
72	C教師	そうですね。	そうですね	教師による課題提示の正当性	学習量(背景)、学習内容(背景)	「課題提示は教師からでしょ？」的立場	
73	聞き手	生徒の問いが学習課題になるということはないんですか。					
74	C教師	まあ、生徒の問いが生まれるようには誘導しますが、学習内容から考えたときに生徒の経験からは出てこないという内容も結構多いので、うん、こちらから、そおと持って行ってですね、うん、やる方法が多いですね。はい。	生徒の問いが生まれるようには誘導、こっちから、そおと持って行って	生徒発の学習課題は不可能、学習者からの問いを誘導、	タイムマネジメント(原因)、時間的制約(背景)、教師のタクト(原因)	「生徒発の学習課題は不可能」認識	生徒発の学習課題にならない原因は「生徒の経験から出てこない」ということだけか？
75	聞き手	まあ、ボルタ電池の仕組みを考えてみましょうなんていうのは、生徒からは出ないですね。	生徒からは出ない				
76	C教師	そうですね。はい。	そうですね	生徒発の学習課題は不可能	見極め(原因)、学習量(背景)	「生徒発の学習課題は不可能」認識	
77	聞き手	ふーん。そうか、そうか。そういうことか。ただ、自分、去年11月から中3をみましたけども、何を考えたかというところ、受験が近いので、なんか役に立たなかなというところは、というか、ことしか考えてなかったですけど、そういうのは、先生の頭の中には、あんまり大きなウエイトは占めなかったですか。					
78	C教師	あー、受験のことということですか。	受験	出口、将来、進路	教師の責任(背景)、教育制度(背景)	受験対応	
79	聞き手	そうですね。公立時代に。					
80	C教師	それは、あります。うん。定期テストとは別に、中3生になると、結構、実力試験を入れていくので、その結果が返ってくるたびに、うん、やっぱり授業でやっていることは別に、受験である程度点数をとらすためには、どうしたらいいかなというふうで、うん、考えて授業を…、やっぱり受験を意識した授業の時間もあることはあるんですね。	受験である程度点数をとらすためには、どうしたらいいかな、受験を意識した授業の時間もあることはある	受験対策、得点力アップ	教師の責任(背景)、教育制度(背景)、現実的要求への対応(原因)	「点数をとらせる」対策	
81	聞き手	うん。それは、さっきのボルタ電池の授業とは、全く毛色の違う授業だということですか。					
82	C教師	そうですね。					
83	聞き手	具体的に言うと…。					
84	C教師	例えばボルタ電池も、やりつばなしじゃたぶんいけないと思うので、ま、それを今度は1時間使って、まどめと問題演習ですよ、いわゆる。ええ、それによって補うとかですね。そういう手だてが必要だったんですね。はい。	ボルタ電池も、やりつばなしじゃたぶんいけない、問題演習、それによって補う	知識の定着、問題演習、まとめ、補充、補足	学力保障(原因)、得点力アップ(影響)	「問題演習＝得点力UP」観	考えを表現する授業だけ行って問題演習をしない場合は、テストで高得点は期待できないのか？(教育心理学特論かアミーバ学習に記述があった記憶がある。)

85	聞き手	なるほど。だから、与えられた課題に対して自分の考えをしっかりと持つという授業が、子どもたちにとって大事だとお考えで授業は展開されてきたけれども、オンリーではない。	オンリーではない				
86	C教師	そうですね。はい。		多様な指導法、複数の指導法、フレキシブル、TPO、使い分け	目的達成の重視(背景)、柔軟な思考(背景)、バラエティある授業(結果)	無制限的発想、目的達成至上主義	
87	聞き手	と、ということなんです。					
88	C教師	はい。そういった意味で②のやっぱり理解のところが欠かせないだろうということですね。はい。	理解のところが欠かせない	理解の重要性	高校受験(背景)、出口の意識(原因)	出口重視	
89	聞き手	で、繰り返しになったらごめんなさいですけど、生徒が何かを理解するという状況になってもらいたいというときに、その授業方法は、いわゆる①の授業展開を採用されたというか、メインにされていたということになりますか。	何かを理解するという状況になってもらいたいときに、その授業方法は、いわゆる①の授業展開				
90	C教師	そうですね。はい。		理解のための思考活動、理解を促す思考活動	目的達成の重視(背景)、柔軟な思考(背景)	思考＝理解	
91	聞き手	で、補わないとまずいので、問題演習もされていた。	補わないとまずいので、問題演習も				
92	C教師	うん。問題演習等々をですね。はい。		問題演習の重要性、補充の重要性、思考活動のみのリスク	リスクマネジメント(原因)、教育活動の俯瞰(原因)	俯瞰的マネジメント、リスク回避	
93	聞き手	ふーん。ということは、ちょっと乱暴な言い方ですけど、大きく2パターンの授業を使っておられたと…。	大きく2パターンの授業				
94	C教師	そうですね。		複数の授業パターン	目的達成の重視(背景)	無制限的発想	
95	聞き手	なるほどですね。観察・実験なんていうのは、さっき、人によっては最小限に抑えてなんてお話がありましたが、先生の場合は、最小限度ではなくて…、どんなイメージをもてばいいですか。					
96	C教師	あー、何でもやってたってわけじゃないんですけど、やっぱり考える価値があるものと、あまり価値がないものもあると思うんですね。価値があまり、こう、時間をかける割にはないなあと思うものは、まあ演習で終わってしまったり、あるいは知識として与えてしまったりということは行っています。はい。	考える価値があるものと、あまり価値がないものもある。演習で終わってしまったり、知識として与えてしまったり	価値ある観察・実験、無価値な観察・実験、知識供与の不可避、演習実験の不可避	総合的なマネジメント(原因)、教育内容の取捨選択(原因)、バラエティある授業(結果)	俯瞰的マネジメント、建設的取捨選択	「予想を確かめるための実験でなければ割愛する」と考える小学校の教員は、どれほどいるだろうか？
97	聞き手	考え…					
98	C教師	うん。この考えるというのが、子どもが漠然と予想するのを確かめるんじゃないかってですね、この子なりに理屈は考えて仮説は立てた。うん。それを検証しようというものはですね、あの、なるべく観察・実験という形で時間をとって、うん、やらせていました。はい。	この子なりに理屈は考えて仮説は立てた、それを検証しよう、なるべく観察・実験という形で時間をとって	仮説の検証、仮説検証実験の価値、	ネオ科学的な観察・実験の否定(原因)、観察・実験の減少(影響)	観察・実験の有意味化	「実験は予想を確かめるために行う」のは仮説実験授業も同様であるが、そこでは演習実験を行う。この教師は、なぜ演習実験で予想を確かめることをしないのか？
99	聞き手	えー、勘違いだったらごめんなさいですが、今のお話からすると、観察・実験をたくさんされたのは、物理・化学分野が多いですか。					
100	C教師	うん。そうですね。物理・化学が多いですね、どちらかと言うと、はい。	物理・化学が多い	物理・化学の偏重	目的達成の向けての取捨選択(原因)	建設的取捨選択	

101	聞き手	生物・地学は、まあ、ないことはないと思いますけど、	生物・地学は、まあ、ないことはない				
102	C教師	はい、そうですね。	そうですね	生物・地学の観察・実験の絶対数減少	領域の特性(背景)	領域特性の自覚	
103	聞き手	特に、地学なんていうのは、検証してみようかと言われても…。					
104	C教師	そうですね、はい。					
105	聞き手	そっちはあんまり多くはなかったと…。					
106	C教師	そうですね。地学はもう、観察・実験というよりも、実習がメインになるかなと思いますね。はい。	地学はもう、観察・実験というよりも、実習がメイン	実習重視の地学	活動主義の否定(背景)、有意味な学習活動の設定(原因)、目的達成の重視(原因)	割り切り感	
107	聞き手	なるほど、その実習は大切にされていたんですか。					
108	C教師	そうですね。ええ。					
109	聞き手	具体的には、どんなものを…					
110	C教師	例えば地震のですね、あの、伝わり方とかについてはですね、データを自分から集めるとか、そういったところは全部省いてしまってますね、こちらからもこのデータを使って、こういう処理をしようなの？っていった話をですね、はい、しました。	そういったところの時間は全部省いて、こちらからもこのデータを使って、こういう処理をしようなの？	データ収集の省略、指導内容の焦点化、学習活動の焦点化、無駄の削減	バランス感覚(原因)、タイムマネジメント(原因)、目的達成の重視(原因)、理解するための時間確保(結果)	バランス感覚、柔軟なタイムマネジメント	
111	聞き手	きっちり理解するところにウエイトがあると。	きっちり理解するところにウエイト				
112	C教師	そうですね。どちらかというと、考えるというよりも、はい。	どちらかというと、考えるというよりも	理解への相対的な焦点化	理解を促す方途としての実習(背景)	理解「も」重視の立場	
113	聞き手	それについては、できるとか、わかるとか、いうことですかね。	できるとか、わかるとか				
114	C教師	そうですね、はい。	そうですね	理解、スキルアップ	理解を促す方途としての実習(背景)	知識・技能習得「も」重視の立場	
115	聞き手	えー、生物・地学だと、観察は多いと思いますが、それは、ものによるんでしょうけど、それも大事にはされていたと…。					
116	C教師	そうですね。ただ、物理・化学に比べれば、時間はそんなにかけないと思います。	物理・化学に比べれば、時間はそんなにかけていない	生物・地学における短時間の思考活動	領域の特性(背景)	柔軟なタイムマネジメント	
117	聞き手	なるほど。					
118	聞き手	はい。それは、一番を大事にされていたゆえということですか。	一番を大事にされていたゆえ				
119	C教師	そうですね、はい。	そうですね	熟考、音声表現、言語表現	出口の意識(原因)、全員参加の授業(原因)	表現重視の授業論	

119	C教師	そうですね、はい。	そうですね	熟考、音声表現、言語表現	出口の意識(原因)、全員参加の授業(原因)	表現重視の授業論	
120	聞き手	世の中には、観察と実験を、子どもが生き生きするとか、	観察と実験を、子どもが生き生きする				
121	C教師	はははははははは(笑)	はははははははは	観察・実験≠喜び、本来の観察・実験の意味	ネオ科学的な観察・実験の否定(原因)、観察・実験の減少(影響)	観察・実験の有意味化	
122	聞き手	(笑)喜ぶとか、だからやろうかなという話もないではないと思うのですが、そのことについての先生のお考えがあれば。いや私は違うぞとかですね。					
123	C教師	ええ、ええ、ええ、観察・実験のメインは、やっぱり考察のところなので、まあ、そこをきっちりできない限りは、あんまり観察・実験をやっても意味はないかなと思っています。はい。結果だけ出してなんの意味かわからないというのはですね、これは、時間の無駄じゃないかなと思います。	観察・実験のメインは、やっぱり考察のところ、結果だけ出してなんの意味かわからないというのはですね、これは、時間の無駄	考察を行わないことへの批判、考察実施の重要性、活動主義への批判、考察の意味	観察・実験の正しい意味理解(原因)	考察のない観察・実験排除、「観察・実験=喜び」の否定	「観察・実験のメインは考察」、「結果だけ出して何の意味がわからないのは時間の無駄」と考える教師の割合は、小学校と中学校で異なるのではないか？それが「B問題は苦手」に繋がっているのではないか？
124	聞き手	なるほど。それならもつと時間をかけるところが別にあるだろうということですね。	それならもつと時間をかけるところが別にある				
125	C教師	そうですね。	そうですね	時間の有限性	教育資源の有限性への理解(原因)	有限な時間への意識	
126	聞き手	なるほど。ありがとうございます。ちょっと復唱しますね。授業を通じて、子どもにどんなふうになってもらいたいのかというのは、何か課題が目の前にあった時に、自分の考えをしっかりと表現できる生徒になってもらいたいというのが、まず一番にあると。	何か課題が目の前にあった時に、自分の考えをしっかりと表現できる生徒になってもらいたいというのが、まず一番にある				
127	C教師	そうですね、はい。	そうですね	思考活動の優先、表現力の重視	授業参加(原因)、低学力対応(原因)、個人差(背景)	表現重視の授業	
128	聞き手	で、まあそれに付随して理科の学習内容についても、まあ理解はするんだろうけれども、まあ、補足的にというか、演習等も合わせ技でやって理解も促すということをしてきたと。大きく2つ…	補足的にというか、演習等も合わせ技でやって理解も促すということをしてきたと。大きく2つ…				
129	C教師	2つです。	2つ	複合、補充、複数目標	目的達成の重視(背景)	知識・技能習得「も」重視の立場	
130	聞き手	2つが、日常的に行ってこられた授業展開であるということですね。	2つが、日常的に行ってこられた授業展開				
131	C教師	はい。	はい	ダブルスタンダード	目的達成の重視(背景)	無制限的発想、目的達成至上主義	
132	聞き手	で、授業で大切にされてこられたのは、今の一番と二番であると。それから、必要な観察実験はやるけれども、そうでないものは省くと。それは、時間は有限なので、もっと他にやることがあると、いうお考えであるということでしょうか。					
133	C教師	はい。結構です。	はい	時間的制約、優先順位	教育資源の有限性への理解(原因)	有限な時間への意識	

134	聞き手	ありがとうございます。他に何か、今までのお話の中で、これは言い落したぞというものが、もしあれば…。					
135	C教師	はははははははは(笑)。					
136	聞き手	いえ、なければ結構です。					
137	C教師	はい。たぶんないと思います。					
138	聞き手	ありがとうございます。では、もう少しすみません。最後に、指導主事としてお勤めになっていたころのことを思い出していただいて、小学校の理科授業と、先生ではない中学校の理科授業とを比べられたときに、共通点とか相違点とかいうのは何かありましたか。今、思い出させてみて。	小学校の理科授業と、先生ではない中学校の理科授業とを比べられたときに、共通点とか相違点とか	小中理科のギャップ	授業に対する価値観の相違(原因)、授業スタイルの相違(結果)	小学校理科授業の特徴、中学校理科授業の特徴	
139	C教師	そうですね。あの一、小学校の先生は、探求の過程というのを、すごく意識しておられるんですね。はい。ただそれが、形になってしまっていて、うん。なぜそれが今そこに位置づくのかなとか、うん。疑問に思うことは多かったですね。はい。子どもはそんなこと言っていないのに、どうしてそれが疑問になるんだろうとかですね。はい。	小学校の先生は、探求の過程というのを、すごく意識しておられる。ただそれが、形になってしまっていて、子どもはそんなこと言っていないのに	問題解決、上滑り、問題のすり替え	型完成の目的化(結果)、子どもの疑問を学習課題にすることの困難性(原因)、教師の独断による学習課題の設定(結果)、児童の戸惑い(影響)	無理矢理問題解決授業	小学校教師が理科授業で困っていることは、子どもの疑問が学習課題に位置づかないことではないか？
140	聞き手	はあはあはあはあ。					
141	C教師	実はそれ、先生のもってきたいところに、どうも課題をすり替えているような気がすることもあってですね。うん、なんか徹底するんだったら、徹底すればいいのになと思うんですが、中途半端なところで、こう、で、なんか形だけ時間で終わって、わかってよかったねみたいな授業をしたかったねみたいな授業をしていることが多い…	課題をすり替えている、中途半端なところで、こう、で、なんか形だけ時間で終わって、わかってよかったねみたいな授業をしている	型の完成、課題のすり替え	型完成の目的化(結果)、教師による一方的な授業進行(結果)、児童の諦め(影響)、理科嫌いの増加(影響)	課題のすり替え、型の完成	子どもは教師が課題をすり替えていることに気づいているのではないか？ 小学校教師には「型の完成」に拘っているという自覚があるのではないか？
142	聞き手	なるほど。					
143	C教師	多かったなというように思います。はい。	多かった	多数派	「問題解決学習」の浸透(原因)、教育行政によるキャンペーン(原因)	「問題解決学習」の実現	
144	聞き手	徹底すれば、ということになると、本当に探求の過程を踏むんだったら、まあ、端的に言うと、すり替えずにとということになりますか。	本当に探求の過程を踏むんだったら、まあ、端的に言うと、すり替えずにと				
145	C教師	そうですね。はい。	そうですね	子ども発の学習課題	「問題解決学習」への無批判的受け入れ(原因)	「生徒発の学習課題は不可能」認識	

146	聞き手	おそらく、すり替えなかったら大変なことになるから(笑)すり替えるんだらうけど。	すり替えなかったら大変なことになる				
147	C教師	そうですね。はい。	そうですね	教師の力量, 這い回る理科, 交通整理	1単位時間完結授業への盲信(原因)	1単位時間完結授業	
148	聞き手	うん, わかりました。あの, すり替えなければ, おもしろいんですけどね。(笑)					
149	C教師	もちろん大変なんですけどね。わかります。(笑)	もちろん大変なんですけど	教師の力量, 手間暇, 授業準備, 瞬時の判断	過重負担からの逃避(原因), 教育現場の繁忙化(背景)	教師の力量, 全教科担当の限界	
150	聞き手	うん, でも, やるんだったら, そうするべきですよ。	やるんだったら, そうするべき				
151	C教師	ええ, ええ, ええ。	ええ, ええ, ええ	子ども発の学習課題	型完成優先への批判(原因), 目的達成の重視(原因)	中途半端な問題解決学習	
152	聞き手	中学校の先生たちっていうのは, そのような授業はスタンダードではないということですか。	中学校の先生たち, スタンダード				
153	C教師	ないですね。まあ, 先生の方から課題をポーンと出して, まあ, 実験にいきなり入る先生も多いんですけども, 弱いところは, やっぱり実験をさせた後だと思っうんですね, やっぱり中学校の先生の場合は, はい, あの一, やらしたけども, 結果を整理しない。うーん…で, 子どもの書いたものだけで, 教科書に書いてある記述を当てはめて, 考察したことにするというパターンが多かったなと思っうんですね。まあ, そういった意味で, 観察・実験は楽しいんだけど, 考えるのは嫌だ, みたいなんです。生徒が中学校は多いのかなという印象をもっています, はい。	先生の方から課題をポーンと出して, まあ, 実験にいきなり入る先生も多い, 弱いところは, やっぱり実験をさせた後だと思っうんですね, やらしたけども, 結果を整理しない, 観察・実験は楽しいんだけど, 考えるのは嫌だ, みたいなんです。生徒が中学校は多い	中学校教師のスタンダード, 教師による課題提示, 弱点, 活動主義, 思考からの逃避	低学力の生徒への配慮(原因), ネオ科学的な観察・実験の増加(結果), 思考活動の軽視(結果), 「覚える」ことの助長(影響)	「課題提示は教師からでしょ?」的立場, 観察軽視, 観察・実験=楽しい	小学校では実験を楽しいものと認識させるような授業をし, 中学校では実験をさせた後, やらせたけども, 結果を整理しない。これが, 「B問題は苦手」の原因ではないか?
154	聞き手	うん, えー, 私, とある町にお願いして調べましたけど, まさに先生がおっしゃるとおりでした。はい。何に困っていますか, という問いに対して, 勉強が難しくよくわからない。隣の人と相談させてほしいのに先生が相談させてくれない, 時間をあまりくれない, どうしてほしいですか。毎日実験がいい。きみ, 言っていることが何だかおかしいんじゃないのかい, っていう…。		何に困っていますか, という問いに対して, 勉強が難しくよくわからない。隣の人と相談させてほしいのに先生が相談させてくれない, 時間をあまりくれない, どうしてほしいですか。毎日実験がいい。			
155	C教師	はははははははははは…(笑)。	ははははは		学びからの逃走(原因), 楽しい授業への要望(原因), 耐性の欠如(原因), 小・中学校の授業の相違(背景)	「観察・実験=喜び」の否定	
156	聞き手	うーん, ということなんでしょうね。					
157	C教師	うーん, なるほど。	なるほど		学びからの逃走(原因), 楽しい授業への要望(原因), 耐性の欠如(原因), 小・中学校の授業の相違(背景)	「観察・実験=喜び」の否定	

158	聞き手	なるほど。大学なんかになると、先生の説明、講義スタイルといますか、先生の説明というのが増えてくるというか…		大学なんかになると、先生の説明、講義スタイルといますか、先生の説明というのが増えてくる			
159	C教師	そうですね。		そうですね	高等教育における授業の特徴(比較)	説明中心	
160	聞き手	はい、ほぼそれっていう授業も、まあ、ありますけど、中学校だと、どうなのでしょう。先生の説明ってというのは。	中学校、先生の説明	講義型授業			
161	C教師	年配の先生は、そういう先生の割合が増えるかなって思いますね。	年配の先生は、そういう先生の割合が増える	年配の教員	学生時代の経験の投影(原因)、年代による授業スタイルの相違(比較)	世代間相違	
162	聞き手	なるほど。					
163	C教師	講義形式で進められて、うーん、そうですね。それで子どもが理解できればいいんですけども、うーん、時にはやっぱり子どもが理解できずにずっとそのまま進んでしまうので、うーん、なんか、うーん、そういう風になってしまうと、やっぱり観察・実験が遊びになりやすいかなあとと思いますね。	講義形式、時にはやっぱり子どもが理解できずにずっとそのまま進んでしまう、そういう風になってしまうと、やっぱり観察・実験が遊びになりやすい	講義型授業への懐疑、観察・実験への逃避	講義式授業偏重に起因する観察・実験への無目的化	講義式授業の限界、楽しさシフト	中学校理科の年配の先生にとって、観察・実験はどのような位置づけだろうか？
164	聞き手	なるほど。					
165	C教師	ええ、ええ、ええ。					
166	聞き手	えーつと、さっきの話に戻ると、先生は、ある課題を提示して、それについてしっかり自分の考えをそれぞれがもった上でだったら、実験とか観察とかは非常に価値があるのでやっていただ。そうでなければ流していたなんてお話がありましたけど、ということは、乱暴に言うけど、そうじゃないんでしょけれども、実験・観察がない単元っていうのも、まああると。そのときの授業展開ってというのは、まあ演示の実験をされるんでしょけれども、先生の説明ってというのはあまりされないんですか。					
167	C教師	ん？説明はするんですけども、ええ。そのときは観察・実験を通さないなんか思考活動を、一つポイントと投げこむとかですね	説明はする、そのときは観察・実験を通さないなんか思考活動を、一つポイントと投げこむ	教師による説明の価値、思考活動の重要性	授業参加(原因)、低学力対応(原因)、個人差(背景)	思考活動への信頼	
168	聞き手	はあはあはあはあ。					
169	C教師	うん…ことは、しています。1時間中ずっとしゃべるってというのは、なかったと思います。	1時間中ずっとしゃべるってというのは、なかった	バランス、バラエティ	学びからの逃走対策(原因)、子ども重視(背景)、学習参加への誘い(原因)、現実的対応(原因)、学ぶ意義の自覚(結果)	バランス感覚、学習参加	
170	聞き手	なるほど。					
171	C教師	ええ。					

172	聞き手	具体例でひとつずつ教えていただけますか。	具体例				
173	C教師	例えば地震の災害の話とかになると、いろんな災害の例が出てくると思うんですけど、それで終わってしまっても別にかまわないですよ、学習指導要領的には。それを受けて、自分たちのいま住んでいる地域では何が起こりやすいかな、被害が。その上であなたははどうするのかね。ちよって話してごらん、ということで、もうオープンエンドで、うん、考えさせることもありました。はい。	オープンエンドで、うん、考えさせることもありました	授業例、実践例、解のない問、自由な発想、気楽な思考	科学教育における民主的価値の重視(原因)、学びからの逃走対策(原因)、子ども重視(背景)、学習参加への誘い(原因)、現実的対応(原因)、学ぶ意義の自覚(結果)	お役立ち感、お気軽授業	
174	聞き手	なるほど。今のは地学ですけど、他の3つについてなにかもう1つくらいお聞かせ願えませんか。					
175	C教師	はははは(笑)何がありましたかね(笑)。					
176	聞き手	すみませんね(笑)。					
177	C教師	何があったかなあ。生物…					
178	聞き手	例えば、細胞の、2年生の、動物細胞と植物細胞の違いだったりとか、					
179	C教師	ありますよね。					
180	聞き手	で、そこから、人体の、小学校でやったの、ちょっと難しいバージョンの授業がありますよね。あのあたりなんてのはどうですか。					
181	C教師	ありがとうございます。助かりました。思い出しました(笑)					
182	聞き手	いや、自分がこの前やったばかりなので(笑)					
183	C教師	動物と植物の細胞を比較させるときに、共通点と違いはこうあるよ、で終わると思うんですけど。で、違いのところを私、特に注目させて、違いがあるにはきつとなにか意味があるんだろうという前提の上で、何があると思うか考えてみなさいという話をするんですけど。で、葉緑体がわかりやすいと思うんですけど、子どもたちにとっては、で、それ以外の液胞とか細胞壁って何かなあというのを考えてみなさいという形でするようなことはしていました。はい。	違いがあるにはきつとなにか意味があるんだろうという前提の上で、何があると思うか考えてみなさいという話を、液胞とか細胞壁って何かなあというのを考えてみなさい	教科書にない問、思考の促進、教科書からの解放、理解への呪縛からの解放	有意味学習(背景)、認知心理学の知見の無自覚的適用(背景)	本質肉薄、無意味記憶の排除	
184	聞き手	わかりました。決して先生の説明を否定されているわけでも何でもないけれども、そればかりというのはどうなの？というところですかね。	先生の説明を否定されているわけでも何でもないけれども、そればかりというのはどうなの？というところ				
185	C教師	そうですね。はい。	そうですね	バランス感覚	目的達成の重視(背景)	バランス感覚、多芸	

186	聞き手	なるほどですね。わかりました。えー、最後に、小学校と中学校先生を比べたときに、ここは違うぞ、このへんはいつしよかなっていうのはありましたら…。	小学校と中学校先生を比べたときに、ここは違うぞ、このへんはいつしよかな				
187	C教師	はい、いつしよのところですよ…。いつしよのところ、うーん…。(一かなり長い間)うーん…観察・実験の机間巡視の時には、子どもが何を何をして何を思っているかというのを見ながら歩いていますね、両方とも。	いつしよのところ、観察・実験の机間巡視の時には、子どもが何を何をして何を思っているかというのを見ながら歩いています	小・中学校教員の共通点、子どもの実態把握	実態把握ベースの授業観(原因)	実態把握	小学校と中学校の理科授業の共通点に関する先行研究はないか？
188	聞き手	なるほど。					
189	C教師	そこは共通してますね。					
190	聞き手	なるほど。と、いうことになると、いま以外のところで共通点を探そうという、ちょっと考えるようだなということでしょうか。	いま以外のところで共通点を探そうという、ちょっと考えるようだなということ				
191	C教師	そうですね。はい。	そうですね	少ない共通点	小・中教員の授業に対する価値観の相違(原因)	ほぼ見当たらない小中教員の共通点	
192	聞き手	ふーん。理科の授業をすることについての、その、目的というか、価値観というか、それが違うんですかね、ひよっとして。	理科の授業をすることについての、その、目的というか、価値観というか、それが違う				
193	C教師	うーん、あるかもしれませんね。	あるかもしれません	価値観の相違	小・中教員の授業に対する価値観の相違(原因)	小・中教員の授業価値観の相違	
194	聞き手	ね。					
195	C教師	はい。					
196	聞き手	うーん。自分は、まあ、大学の先生とよく話すのに、中学校の先生っていうのはまあやっぱり出口を気にするだろうと。	出口				
197	C教師	あーそうですね、ええ。	そうですね	卒業後の進路, 進学先	出口観の相違(原因), 学力観の相違(原因), 高校入試(背景)	出口意識	
198	聞き手	小学校の先生って出口ないもんね、なんて。だから無責任なんだよなんてことをね(笑)	出口ないもんね				
199	C教師	なるほど(笑)	なるほど	完成教育, 無責任	授業に対する価値観の相違(原因)	出口意識	
200	聞き手	話をすることはあるんですけどね。					
201	C教師	ええええええええ。					
202	聞き手	はい。わかりました。どうもすみません。ありがとうございました。大変助かりました。ありがとうございました。					
番号	発話者	テキスト	<1>テキスト中の注目すべき語句	<2>テキスト中の語句の言いかえ	<3>左を説明するようなテキスト外の概念	<4>テーマ・構成概念 (前後や全体の文脈を考慮して)	<5>疑問・課題

ストーリーライン(現時点で言えること)	<p>この教師は、ステーキホルダー重視の現実主義者であり、実態に基づく目標変更を行った上で、低学力対応を基盤に据えて「まずは授業参加」論の下、表現重視の授業を行っている。それは、この教師にとっての授業参加促進方略であり、個人差対応戦略でもある。</p> <p>授業づくりの根底には、思考＝理解という考えや「1人では無理」認識と共同学習への信頼があり、「生徒達の学習課題は不可能」認識から「課題提示は教師からでしょ？」的立場で適度なハードル設定を行い、「ざーっと」思考活動、「授業まじぎ」思考活動がメインの授業を行っており、無意識的「発達の最近接領域」支持者であるとともに先駆的「アクティブ・ラーニング」実践者といえよう。</p> <p>一方で、生活と結合した理解への拘りをもつとともに、受験対応のため「問題演習＝得点力UP」観に基づいた「点数をとらせる」対策も行っている。理解「も」重視の立場、知識・技能習得「も」重視の立場での授業も行っていることから、出口重視の目的達成至上主義者ともいえよう。</p> <p>観察・実験には強い信念がある。それは、「観察・実験＝喜び」の否定であり、授業では、考察のない観察・実験排除と観察・実験の有意味化を徹底している。</p> <p>授業設計に当たっては、教科横断的要素に着目しつつ教科＝素材論の立場から理科特有の視点重視のもとで学習活動の絞り込み化等の実態に基づく戦略変更を行っている。その特徴は、無制限的発想、バランス感覚、建設的取捨選択、リスク回避、割り切り感、領域特性の自覚、有限な時間への意識からの柔軟なタイムマネジメントであり、一言で表すならば、俯瞰的マネジメントである。</p> <p>外部指示への「昇華」的対応をも行うこの教師は「イレギュラー教師」としてのメタ認知があるとともに中学校理科授業の多様性や教師間の授業目標の相違にも気づいている。「年配教師＝講義重視」、「若年教員＝実験重視」という年代特性があるらしい。</p> <p>この教師は小・中学校の理科授業の相違点と共通点を次のように把握している。</p> <p>小学校理科授業の特徴は、「問題解決学習」の実現への努力と1単位時間完結授業である。しかし、実際に行われているのは、課題設定場面で課題のすり替えが行われる無理矢理問題解決授業であり、教師は「生徒達の学習課題は不可能」認識がありながら型の完成は必須との考えから中途半端な問題解決学習が日常的に行われている。原因は、小学校教員の特性である全教科担当の限界かもしれないし、あるいは個々の教師の力量かもしれない。</p> <p>中学校理科授業の特徴は、「課題提示は教師からでしょ？」的立場である。また、多くの場合、観察・実験は考察軽視である。世代間相違もあり、高年齢層が行う授業は説明中心である。講義式授業の限界から全員の学習参加は難しく、生徒は楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じている。</p> <p>ほぼ見当たらない小中教員の共通点であるが、唯一、授業中の実態把握がある。相違点が多い理由は、小・中教員の授業価値観の相違であり出口意識の差ではないかと考えている。</p> <p>なお、自分自身の授業は、全員の学習参加を目指した思考活動への信頼とバランス感覚をベースにした本質肉薄の授業との認識である。それは、無意味記憶の排除を徹底し、自身の多芸を生かした、理科のお役立ち感を感じ取れる生徒にとってのお気軽授業である。</p>
理論記述	<ul style="list-style-type: none"> ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師は、実態に基づく目標変更を行った上で、低学力対応を基盤に据えて「まずは授業参加」論の下、表現重視の授業を行っている。それは、この教師にとっての授業参加促進方略であり、個人差対応戦略でもある。 ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師の授業づくりの根底には、思考＝理解という考えや「1人では無理」認識と共同学習への信頼があり、「生徒達の学習課題は不可能」認識から「課題提示は教師からでしょ？」的立場で適度なハードル設定を行い、「ざーっと」思考活動、「授業まじぎ」思考活動がメインの授業を行っている。彼らは、無意識的「発達の最近接領域」支持者であるとともに先駆的「アクティブ・ラーニング」実践者でもある。 ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師は、一方で生活と結合した理解への拘りをもつとともに、受験対応のため「問題演習＝得点力UP」観に基づいた「点数をとらせる」対策も行っていることから、出口重視の目的達成至上主義者でもある。 ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師には、観察・実験に強い信念がある。それは、「観察・実験＝喜び」の否定であり、授業では、考察のない観察・実験排除と観察・実験の有意味化を徹底している。 ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師は、授業設計に当たっては、教科横断的要素に着目しつつ教科＝素材論の立場から理科特有の視点重視のもとで学習活動の絞り込み化等の実態に基づく戦略変更を行っている。その特徴は、無制限的発想、バランス感覚、建設的取捨選択、リスク回避、割り切り感、領域特性の自覚、有限な時間への意識からの柔軟なタイムマネジメントであり、一言で表すならば、俯瞰的マネジメントである。 ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師は、外部指示への「昇華」的対応をも行い、「イレギュラー教師」としてのメタ認知があるとともに中学校理科授業の多様性や教師間の授業目標の相違にも気づいている。「年配教師＝講義重視」、「若年教員＝実験重視」という年代特性がある。 ・小学校理科授業の特徴は、「問題解決学習」の実現への努力と1単位時間完結授業である。しかし、実際に行われているのは、課題設定場面で課題のすり替えが行われる無理矢理問題解決授業であり、教師は「生徒達の学習課題は不可能」認識がありながら型の完成は必須との考えから中途半端な問題解決学習が日常的に行われている。原因は、小学校教員の特性である全教科担当の限界かもしれないし、あるいは個々の教師の力量かもしれない。 ・中学校理科授業の特徴は、「課題提示は教師からでしょ？」的立場である。また、多くの場合、観察・実験は考察軽視である。世代間相違もあり、高年齢層が行う授業は説明中心である。講義式授業の限界から全員の学習参加は難しく、生徒は楽しさシフトを行い「観察・実験＝楽しい」と感じている。 ・ほぼ見当たらない小中教員の共通点であるが、唯一、授業中の実態把握がある。相違点が多い理由は、小・中教員の授業価値観の相違であり出口意識の差ではないかと考えている。 ・ステーキホルダー重視で現実主義の教師の授業は、全員の学習参加を目指した思考活動への信頼とバランス感覚をベースにした本質肉薄の授業である。それは、無意味記憶の排除を徹底し、自身の多芸を生かした、理科のお役立ち感を感じ取れる生徒にとってのお気軽授業である。
さらに追究すべき点・課題	<ul style="list-style-type: none"> ・「経験＝理解」というB教師やC教師の授業論は中学校理科では適用できないらしいがその理由は？ ・「考えたことを表現する」ための前提条件はないのか？あるとすればそれは何か？ ・授業方略が教師の年代によって異なるというのは真実か？資料を探す。 ・「予想を確かめるための実験でなければ割愛する」と考える小学校の教員は、どれほどいるだろうか？ ・考えを表現する授業だけ行って問題演習をしない場合は、テストで高得点は期待できないのか？資料を探す。 ・「観察・実験のメインは考察」、「結果だけ出して何の意味がわからないのは時間の無駄」と考える教師の割合は、小学校と中学校で異なるのではないかとそれが「B問題は苦手」に繋がっているのではないかと？ ・小学校教師が理科授業で困っていることは、子どもの疑問が学習課題に位置つかないことではないかと？ ・上記のこの教師の「授業論」は、ヴィゴツキーの文化歴史的活動理論、認知心理学や学習科学の知見によって説明できるか？あるいは支持するか？今後検討する。

表 3.1.1 小・中学生の日頃の理科授業に対する認識

質問	小学生	中学生	t 値
	平均値 (SD)	平均値 (SD)	
①	3.29 (0.67)	3.33 (0.69)	-0.534
②	2.82 (0.72)	2.84 (0.75)	-0.046
③	3.14 (0.80)	3.31 (0.72)	-1.866
④	2.78 (0.88)	2.67 (0.80)	1.047
⑤	3.28 (0.80)	3.41 (0.68)	-1.474
⑥	3.10 (0.82)	2.80 (0.90)	2.972**
⑦	2.51 (0.92)	2.49 (0.81)	0.168
⑧	2.60 (0.75)	2.53 (0.86)	0.667
⑨	2.90 (0.75)	3.25 (0.78)	-3.815***
⑩	3.11 (0.79)	3.31 (0.74)	-2.166*
⑪	2.24 (0.77)	2.00 (0.66)	2.811**
⑫	2.29 (0.78)	2.76 (0.77)	-5.035***
⑬	2.84 (0.75)	2.46 (0.80)	4.159***
⑭	2.44 (0.90)	2.28 (0.81)	1.493

* p<0.05 ** p<0.01 *** p<0.001

表 3.1.2 理科授業への要望の回答割合

	小学生	中学生
ア	24 (21.2%)	118 (54.4%)
イ	26 (23.0%)	18 (8.3%)
ウ	38 (33.7%)	52 (24.0%)
エ	4 (3.5%)	6 (2.7%)
オ	21 (18.6%)	23 (10.6%)
N	113 (100%)	217 (100%)

表 3.1.3 「その他」の要望

小学生	
1	先生が大まかな流れを発表し、そこからは、自分たちでやりたい。
2	理科で薬について勉強したいと思います。広島大学の先生にりかを教えてもらいたいです。
3	入り組んだところまで行ってほしい。
4	たまに最近の話題、ニュースを語ってくれるとやるきがでるし、先生のテンションが高めだといいい。
5	相談にのってくれるような(色々な事を教えてくれる)やさしい先生がいい。
6	先生が分かりやすく教えてくれる。テストで役立つことを言ってくれる。社会、世界に役立つようなことがあれば言ってほしい。
7	今の授業よりもっと楽しくなったらいい
8	より深く、考えて、実験をし、頭にパッと残るようにしたい。
9	頭に授業の内容がどんどん入ってくるのがいいと思いますが、どうすればいいか分かりませんか？
10	先生の話がみじかくなりべんきょうをたくさんしたいと思う。
11	実験の結果のあとでもっと発てんしたものをしてほしい。
12	たとえば「電気の授業」があったら、分けずに一回で全部やってほしい。
13	先生がもっと、レベルのあがっている実験をして、それをまねしてするというのをしたいです。(自分で、考えてやれたら良いと思う。)
14	班の人数が多くて考えがごちゃごちゃになるので少なくなしてほしい。教室(理科室)の中が古いので机を新しくしたり電子黒板にするなど興味がわくのでそうしてほしい。
15	おもしろい授業
16	もう少し、私たちが書いている時にしゃべらなくてもいい。
17	生活の中で不思議に思ったことを解決できて役立つこと。未来についてのこと。最先科学技術について。
18	先生の話をちゃんと聞かずに実験をやっているのでみんなちゃんと聞いた方がいいと思う。
19	もっと先生のペースがおおければいい
20	せきとか、実験が自分たちで決めれば最高。たんのうの先生をきめればいい。きょうしつのいすとかつくえをすきにかえる。せんせいのせつめいを分かりやすくしてもらいたい。
21	先生の説明を分かりやすくしてほしい。
中学生	
1	理科のノートを書くときに、右側に書くので左利きの場合、書きにくいです。
2	理科のノートで、左利きなので書きづらい。
3	自分で考えるよりも、少しの時間相談をする時間が欲しい。分からないことは質問という時間が欲しい
4	もう少し、発表させてくれる場を増やしてほしい。
5	理科では、少し難しいので丁寧に教えてほしい
6	もう少し、ゆっくり話してもらえればいいと思う。詳しく教えてもらいたい。
7	元素が、80個覚えるコツを知りたい。(自分は40個覚えている)
8	実験器具をもっと壊れにくくしてほしい。
9	もう少し文字を書くスピードを遅くしてほしい
10	もっと人数を減らしてやりたい。少ない人数の方が分かる気がする。できれば発表したくない。いっぱい実験したい。
11	やりたいことをやる！カルメ焼きをつくったりとか、教科書の”トライ”をやりたい。
12	明るく、楽しい授業にしてほしい！
13	理科の授業の座り方が、分かる人と分からない人をいっしょにしてくれると、教えあったりできるからいいな…
14	難しい単元やポイントのところをもっと時間をかけて詳しく教えてほしい。
15	もう少し覚えることが少なかったらいいなと思います。
16	授業の内容が分からない。難しい。覚えられる方法をたくさん教えてほしいです。
17	いちいちうるさいです
18	少し周りの人と相談させてくれる時間がほしい
19	グループになって話し合っって問題を解決していく授業がしたいです。
20	1つの題を話し合っいで決める。実験をして学ぶ→写真がすべてじゃないかもしれないから
21	先生の話→短くしてほしいです。
22	周りの人が静かだったらいい。
23	もっとみんなで相談させてほしい。一人ではできない。

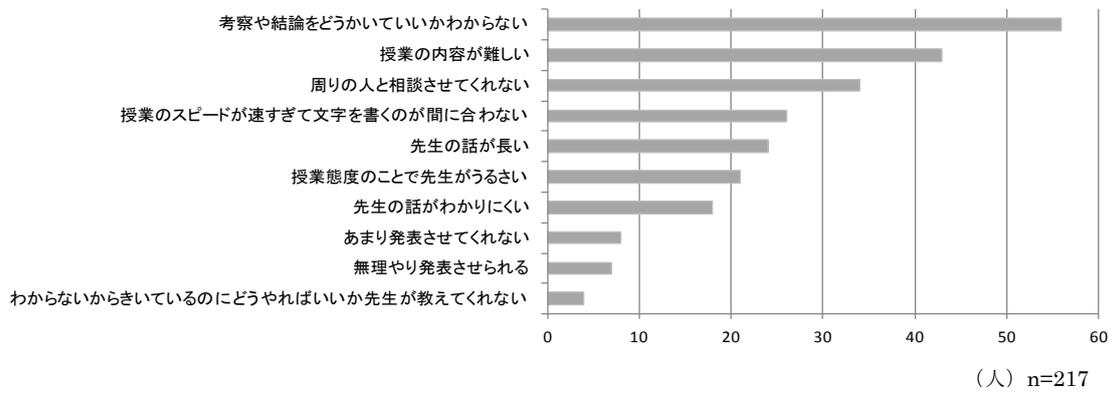
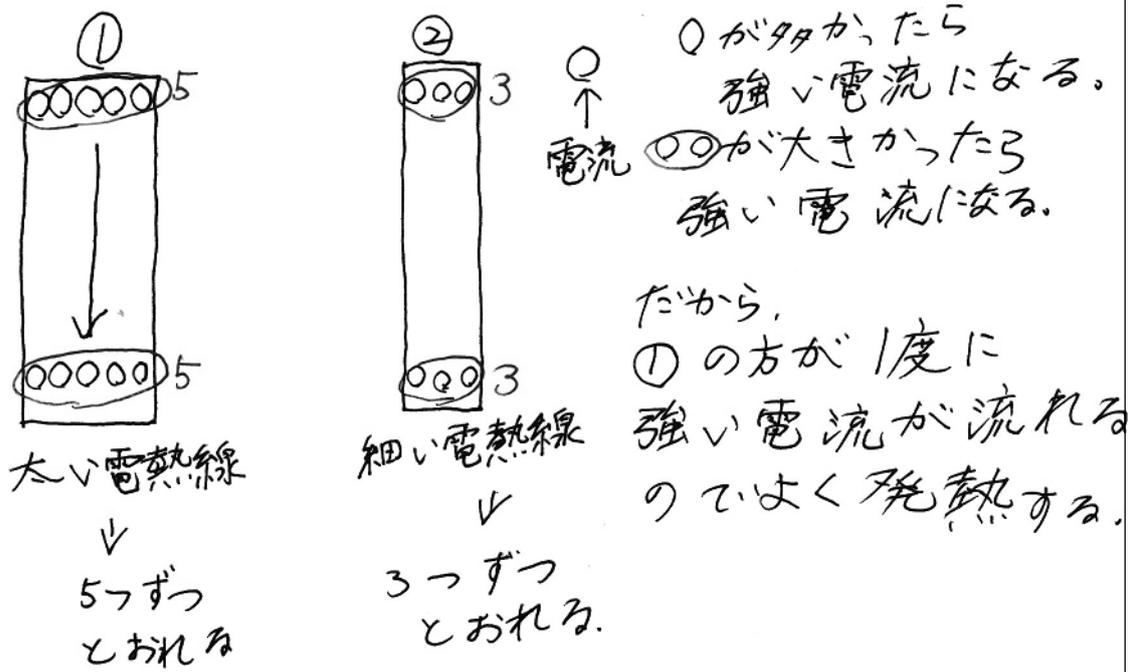
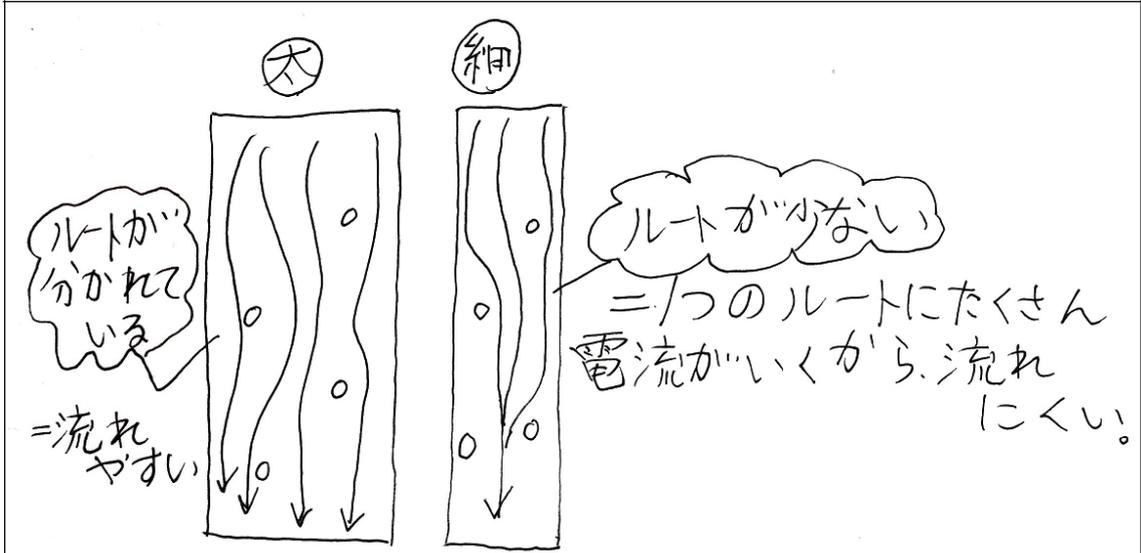


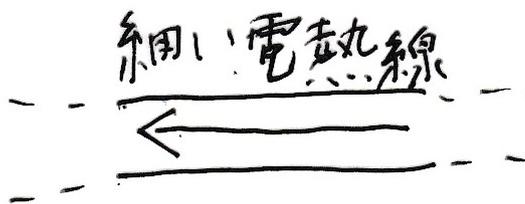
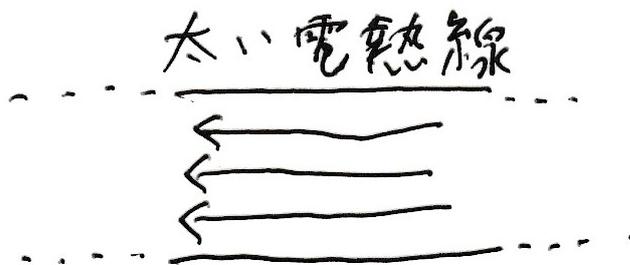
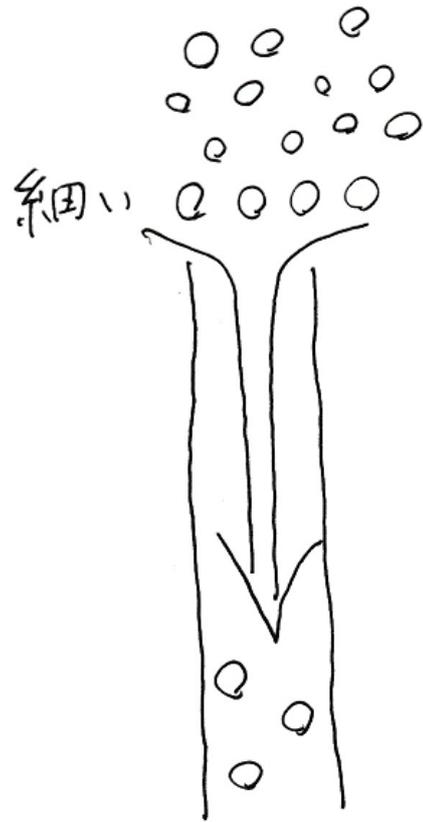
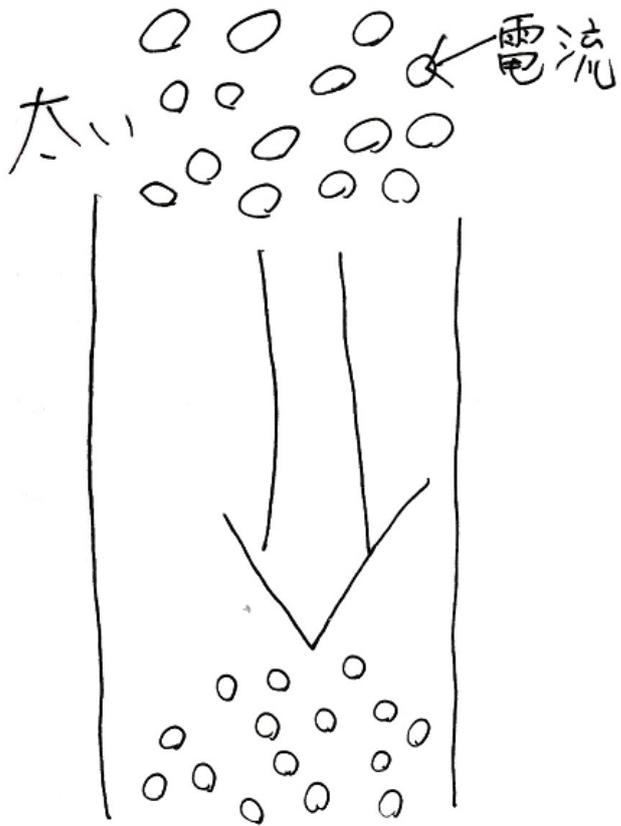
図 3.1.1 中学生が理科の授業で困っていること

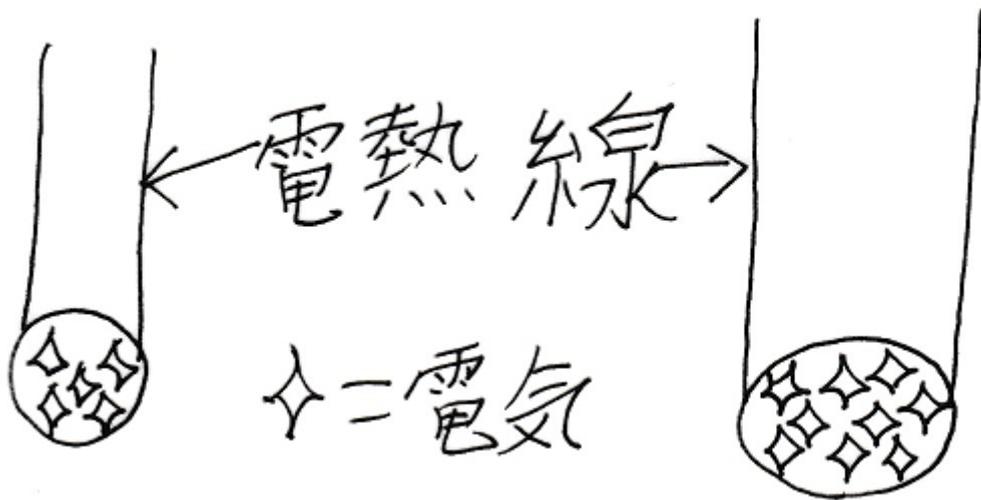
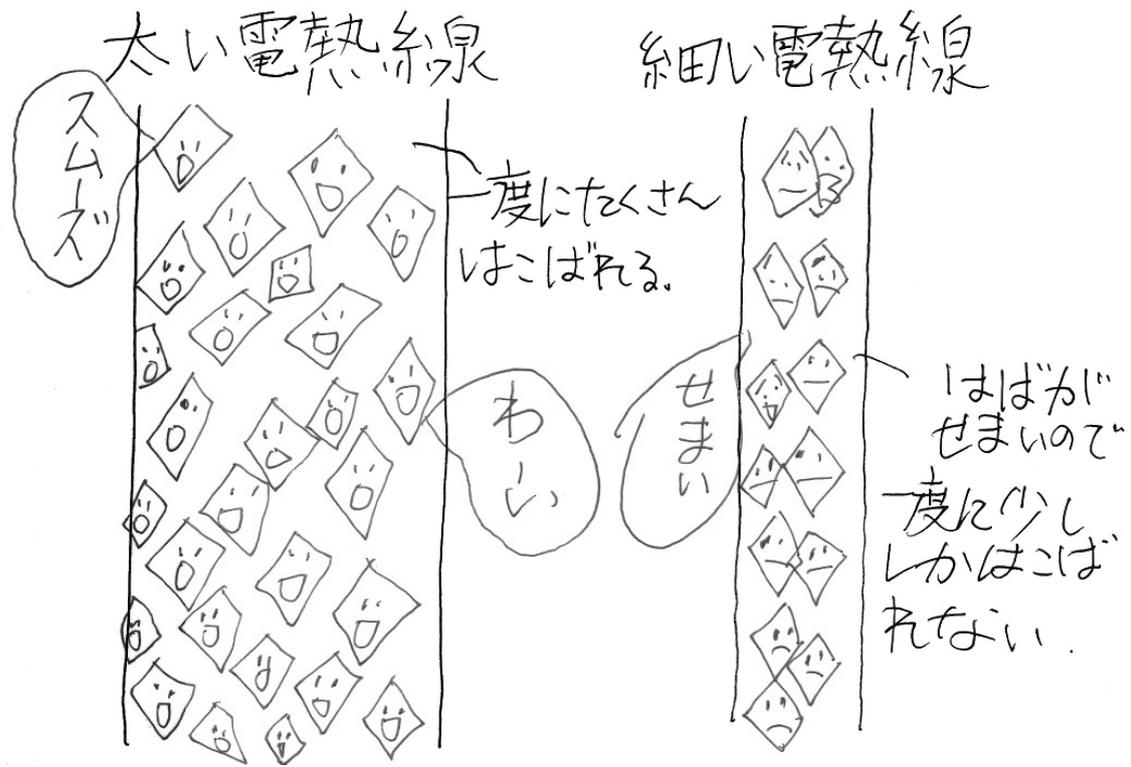
表 4.2.1 児童が書いた太い電熱線の方が細い電熱線よりも熱くなる理由

	何が	どうだから	人数 (人)	割合 (%)
①	電流	流れやすい	332	58.2
②	電気	たまりやすい	29	5.1
③	熱	通しやすい	21	3.7
④	熱	たまりやすい	14	2.5
⑤	発熱する面積	広い	12	2.1
⑥	電気	入りやすい	9	1.5
⑦	太さ	太い	9	1.5
⑧	エネルギー等	流れやすい	9	1.5
⑨	エネルギー等	たまりやすい	7	1.2
⑩	発熱する力	強い	6	1.0
⑪	面積	広い	6	1.0
⑫	体積	大きい	5	0.8
⑬	実験結果から		13	2.3
⑭	その他		80	14.0
⑮	わからない		7	1.2
⑯	無回答		11	1.9

(N=570)

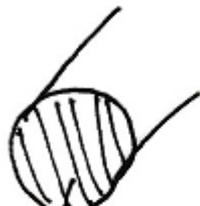




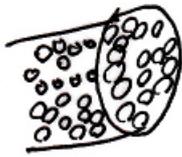
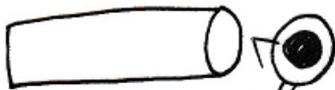




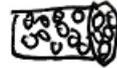
細い方は
二枚だけ



太い方は
二枚だけ



細い電熱線



まうぎゅう
つめで苦しいから

二つの線 太



電流

細



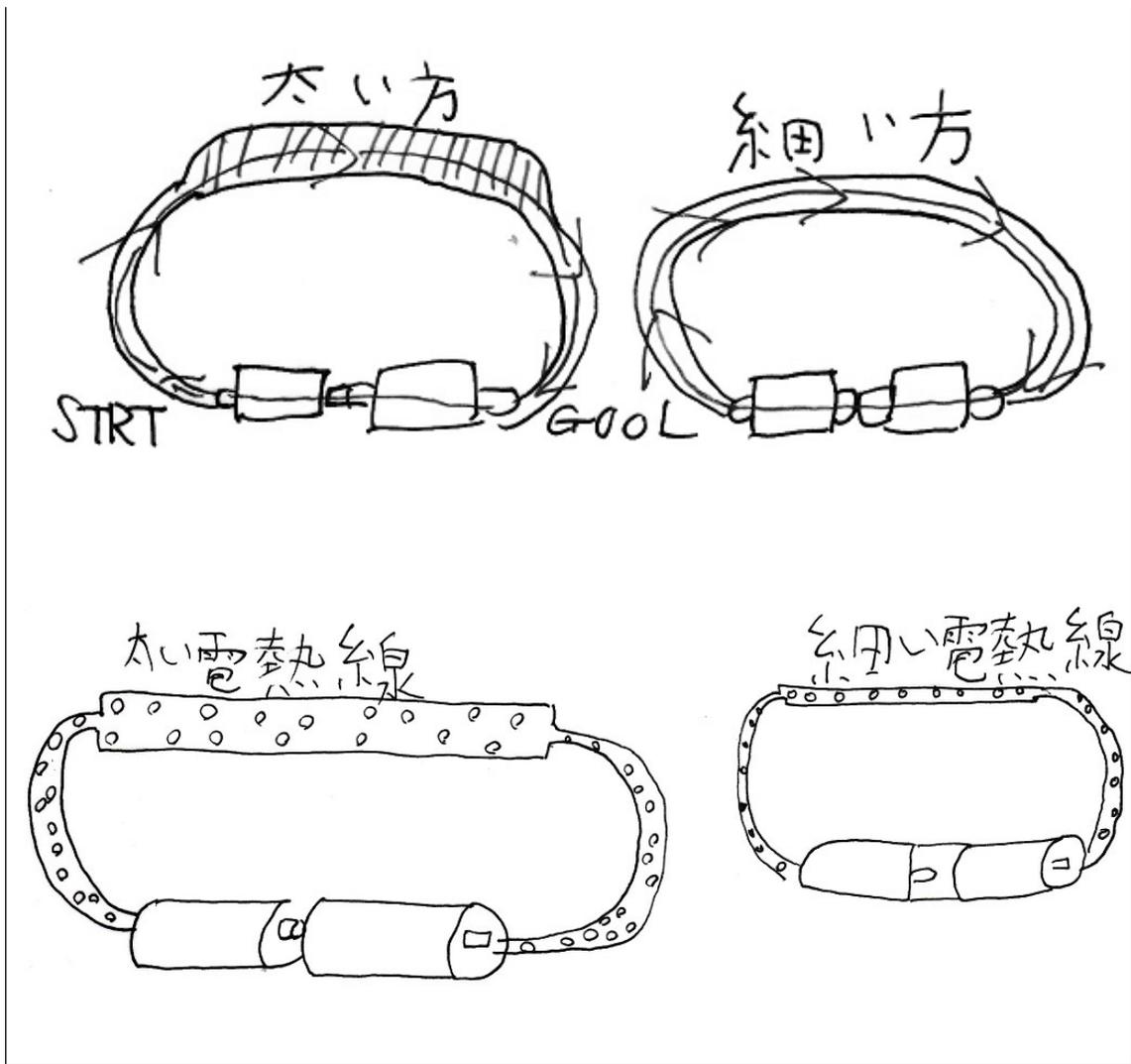


図 4.2.1 「電流が流れやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

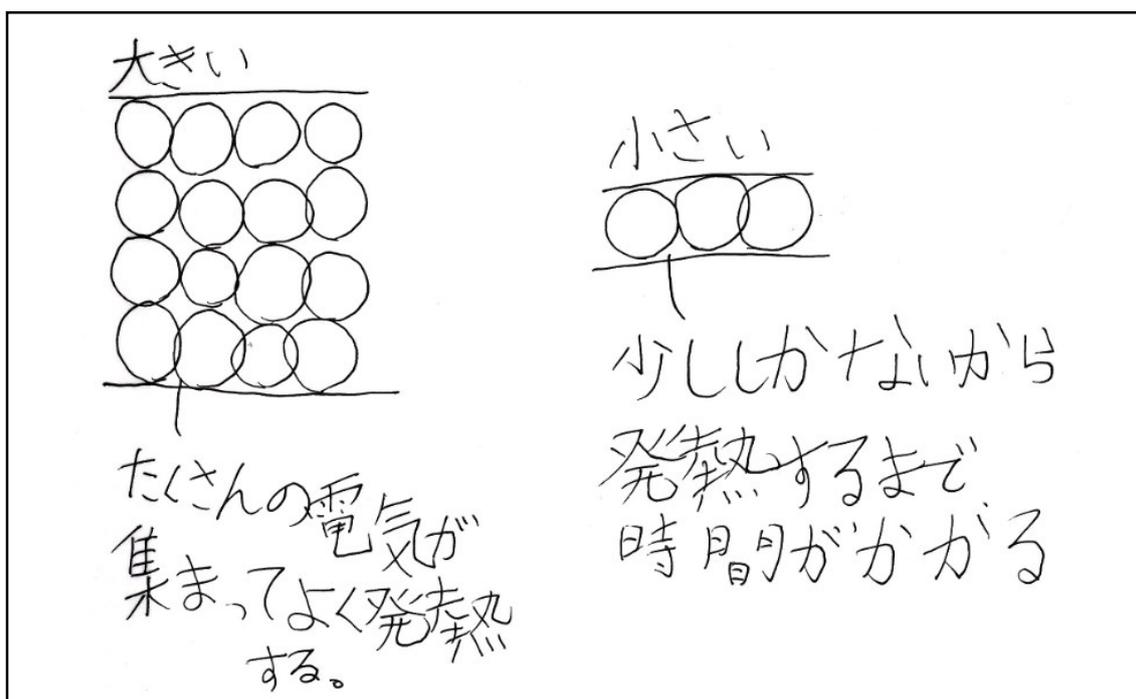


図 4.2.2 「電気がたまりやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

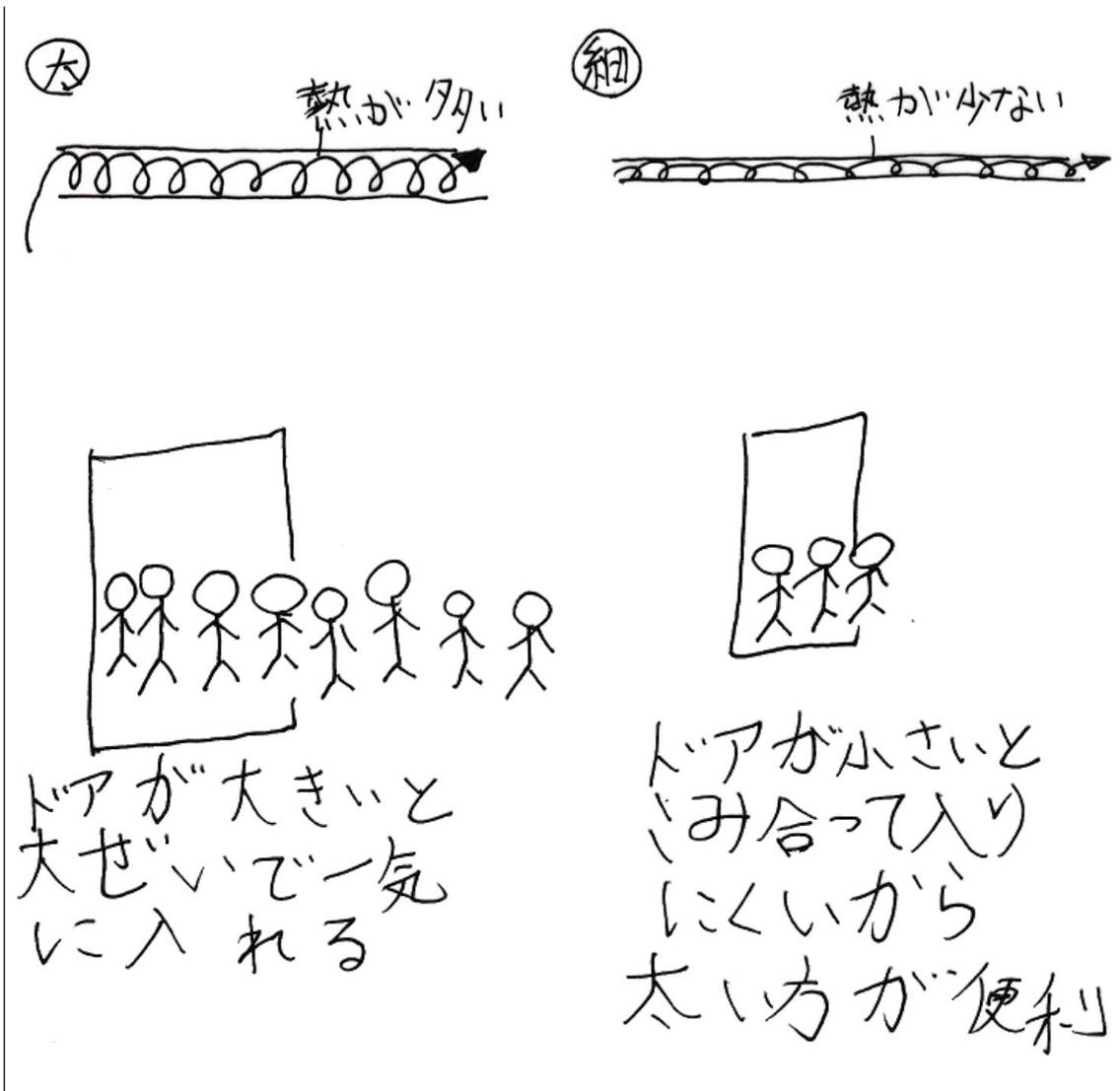


図 4.2.3 「熱を通しやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

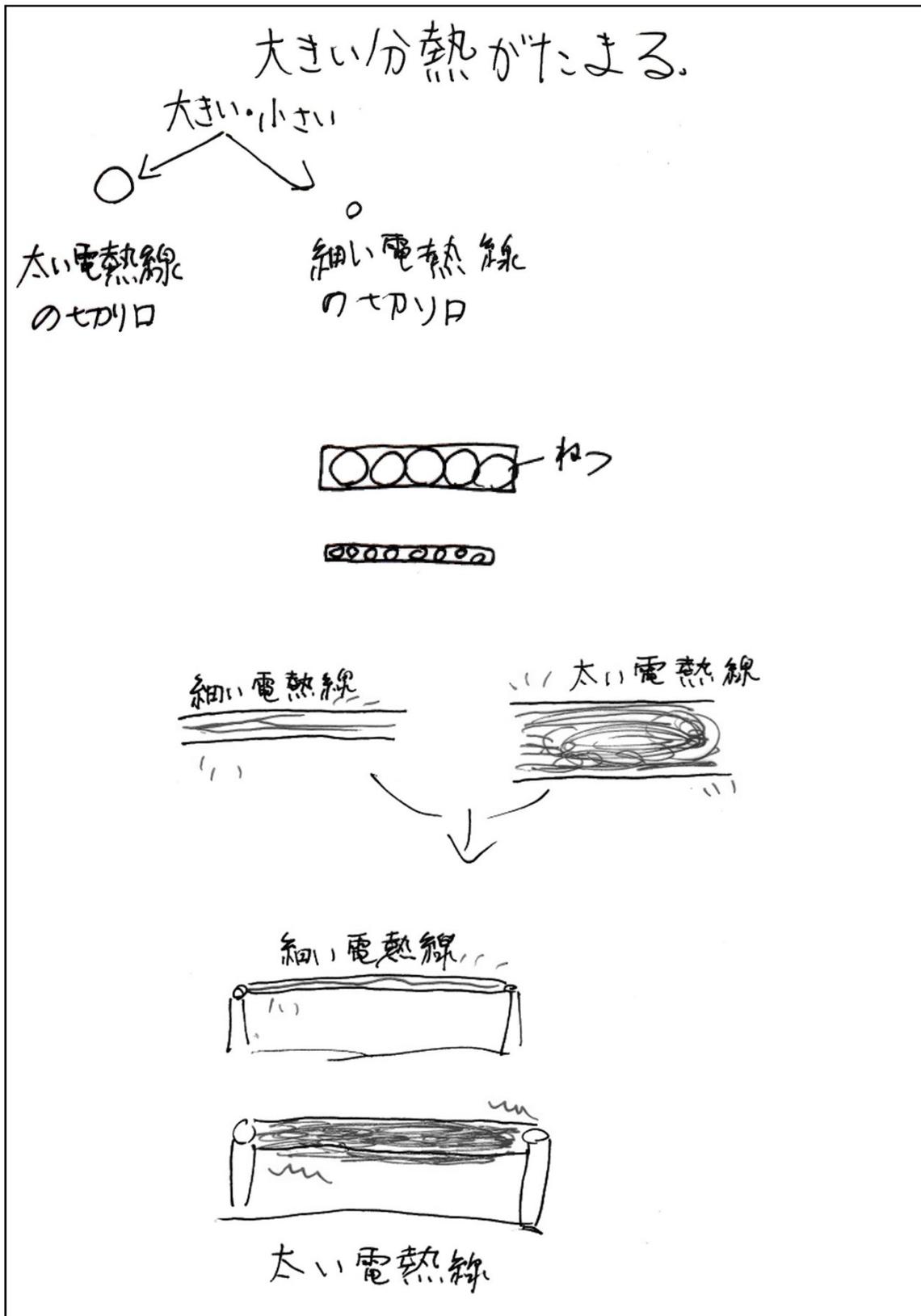


図 4.2.4 「熱がたまりやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

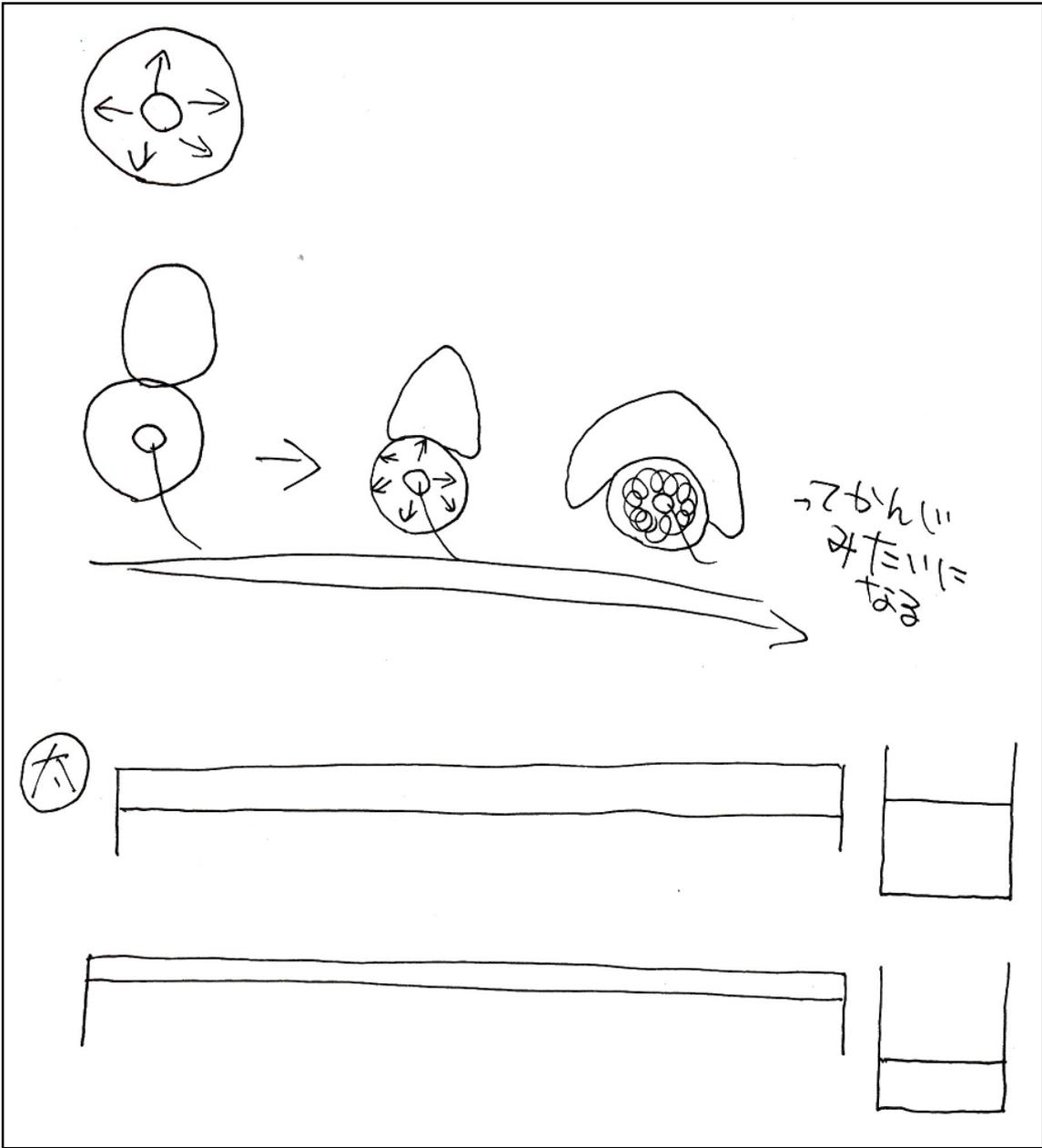


図 4.2.5 「発熱する面積が広いから」と回答した児童の描いたイラスト

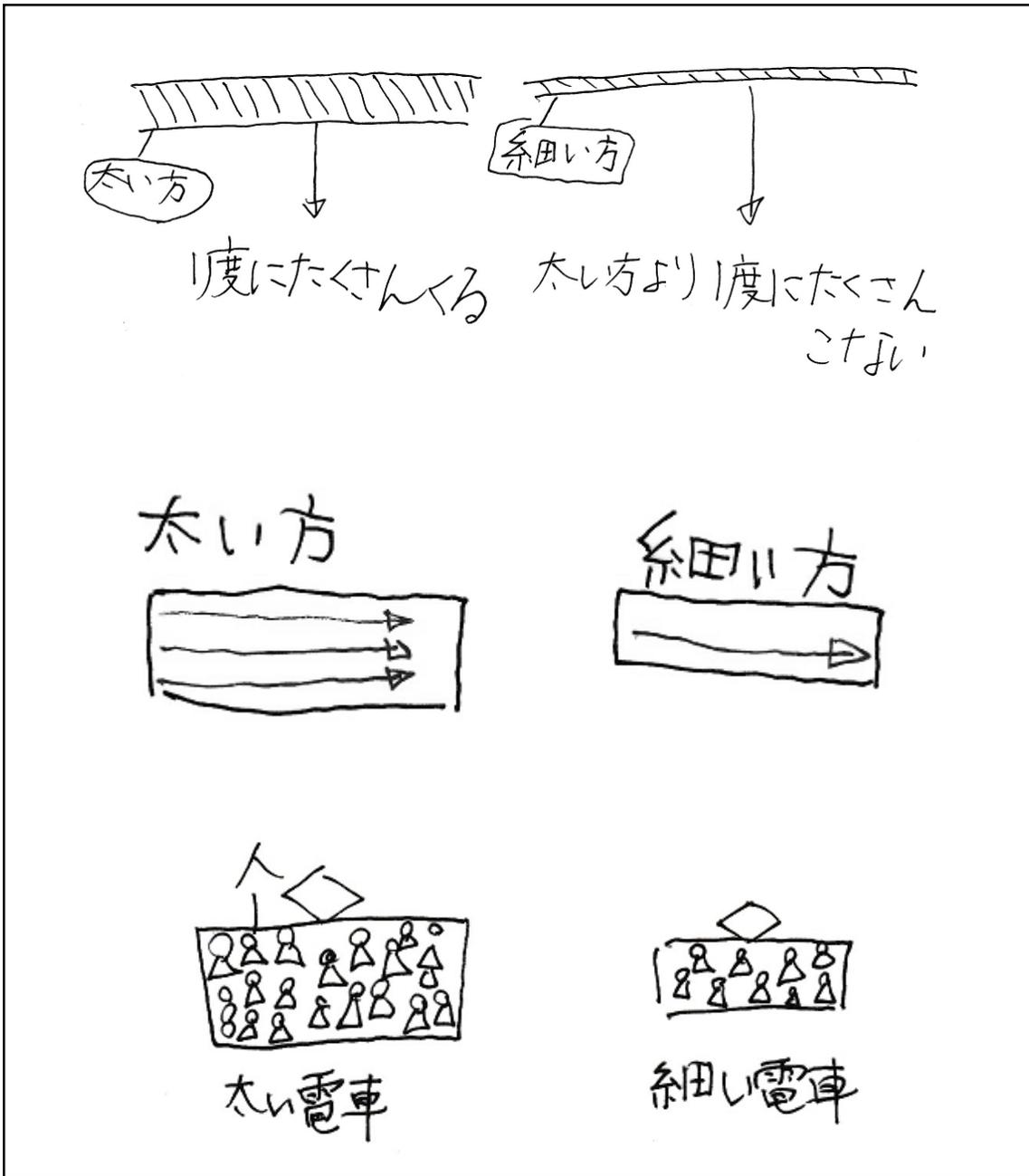


図 4.2.6 「電気が入りやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

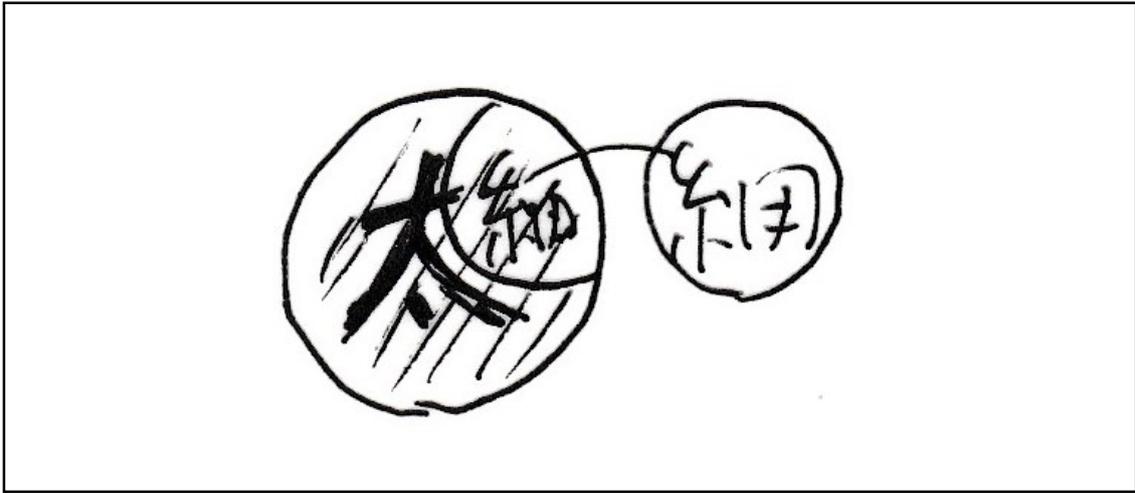


図 4.2.7 「太さが太いから」と回答した児童の描いたイラスト

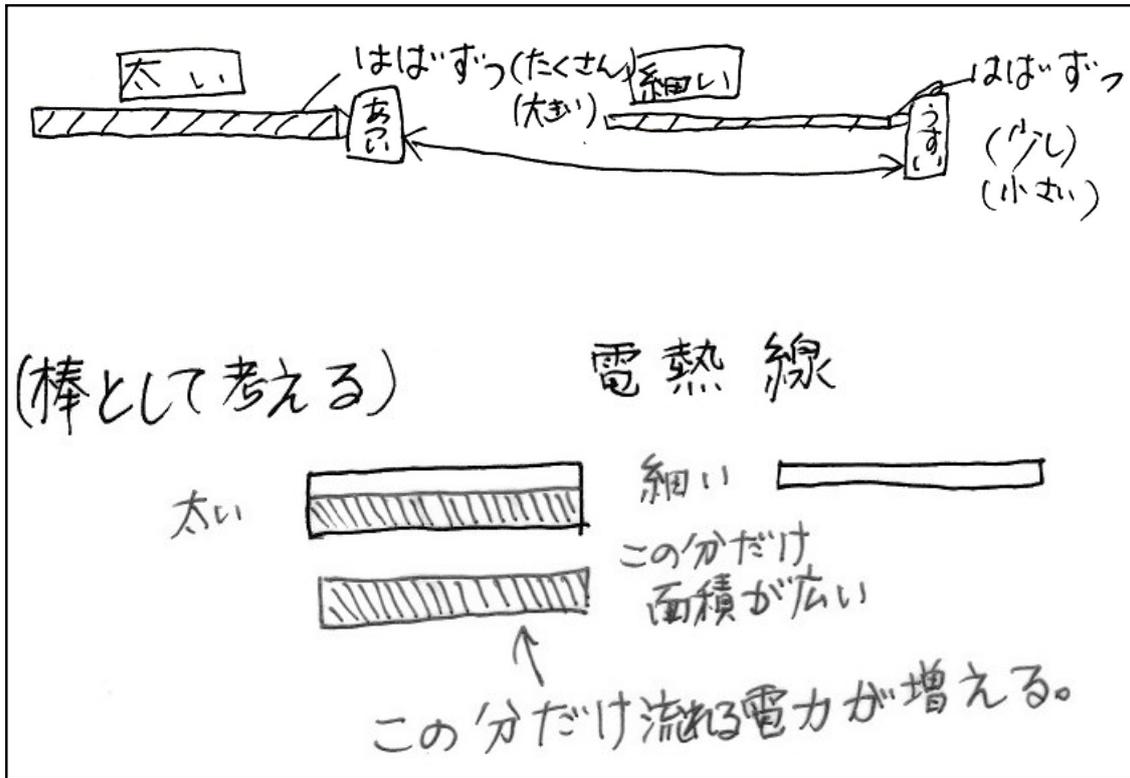


図 4.2.8 「〇〇が流れやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

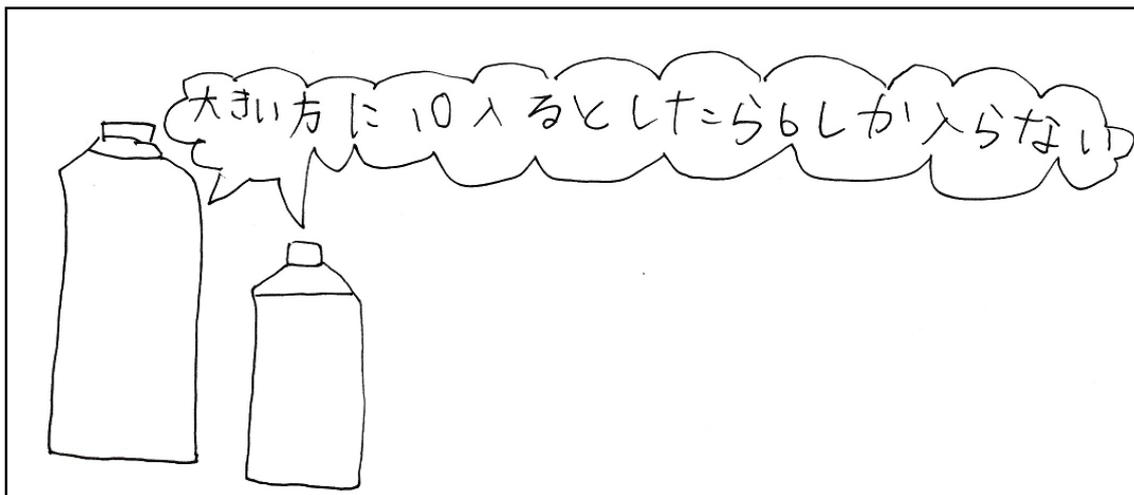


図 4.2.9 「〇〇がたまりやすいから」と回答した児童の描いたイラスト

表 4.3.1 事前調査の結果概要

		問①	問②	問③
実験群	正答者(人)	36	22	27
	正答率(%)	100	61.1	75.0
対照群	正答者(人)	37	26	31
	正答率(%)	100	70.3	83.8
群間の有意差		p = 1.000 ns	p = 0.4654ns	p = 0.3975ns
(実験群 N=36 対照群 N=37)				

表 4.3.2 実験群と対照群の授業概要

実験群	対照群
事前調査	
<p>【1・2時】</p> <p>○直方体の積み木を縦に置いたときと横に置いたときで重さは変わるかどうかを実験して確かめる。</p> <p>○粘土、折り紙、せんべいの形を変えると重さは変わるかどうかを実験して確かめる。</p>	
<p>【3時】</p> <p>○「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示</p>	<p>【3時】</p> <p>○水の中に石や木片を入れた時、人間が水を飲んだ時でも重さの保存はいえるかどうかを実験して確かめる。</p>
<p>【4時】</p> <p>○同じ体積の真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールは重さが同じかどうかを実験して確かめる。</p>	
<p>【5時】</p> <p>○空気つぎでスプレー缶に空気を入れると、入れる前と比べて重さが変わるかどうかを実験して確かめる。</p> <p>○空気つぎでスプレー缶に空気を入れる前後の様子を図や文で表現する（事後調査①）。</p> <p>○同じ体積の真鍮、アルミニウム、木、発泡スチロールは重さが異なる理由を図や文で表現する（事後調査①）。</p>	
事後調査②（事前調査と同じテスト）	

表 4.3.3 事後調査②の結果概要

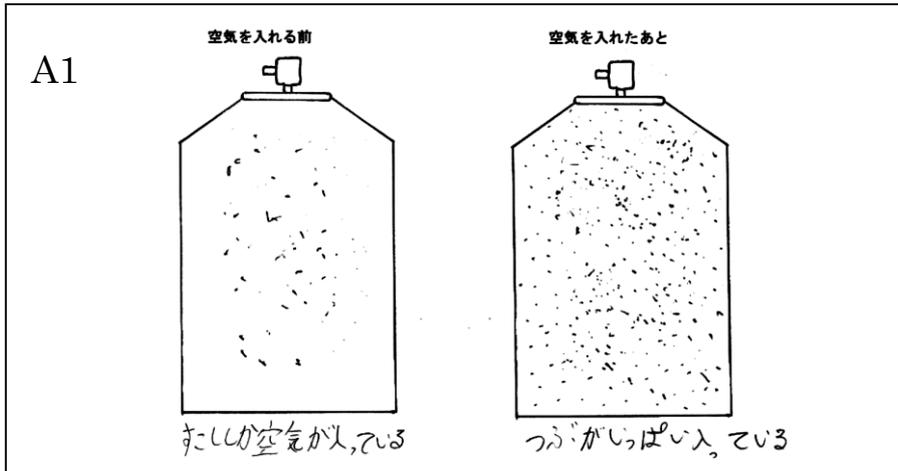
		問①	問②	問③
実験群	正答者(人)	36	35	35
	正答率(%)	100	97.2	97.2
対照群	正答者(人)	36	35	37
	正答率(%)	97.3	94.6	100
(実験群 N=36 対照群 N=37)				

表 4.3.4 児童が描いた空気の図の人数分布

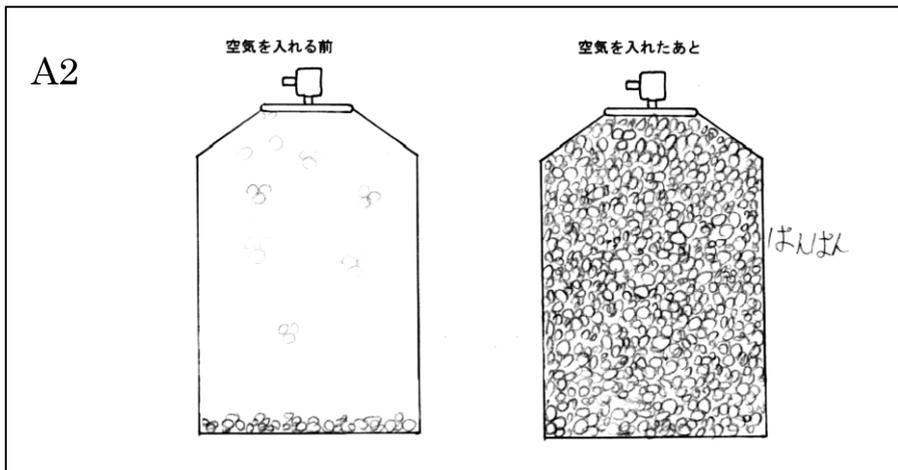
	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
実験群(人)	24	12	0	0	0	0
対照群(人)	2	1	1	15	17	1
(実験群 N=36 対照群 N=37)						

表 4.3.5 真鍮, アルミニウム, 木, 発泡スチロールが
同体積で重さが異なる理由の人数分布

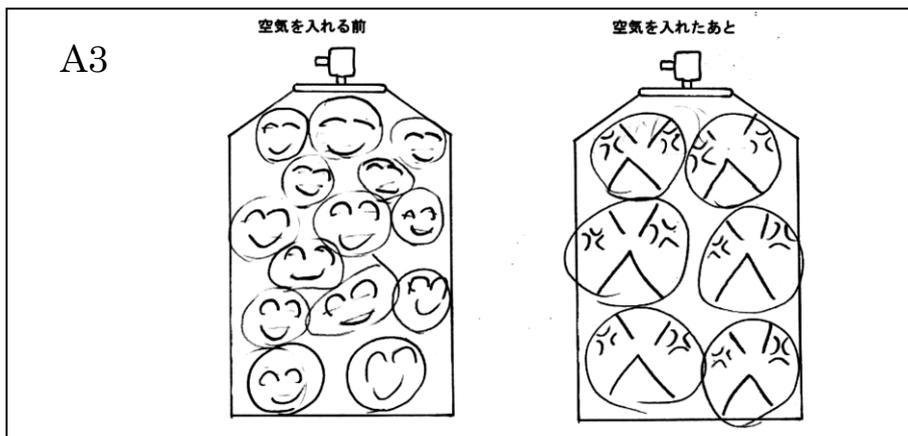
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
実験群(人)	11	15	6	0	0	4
対照群(人)	0	7	1	7	3	19
(実験群 N=36 対照群 N=37)						



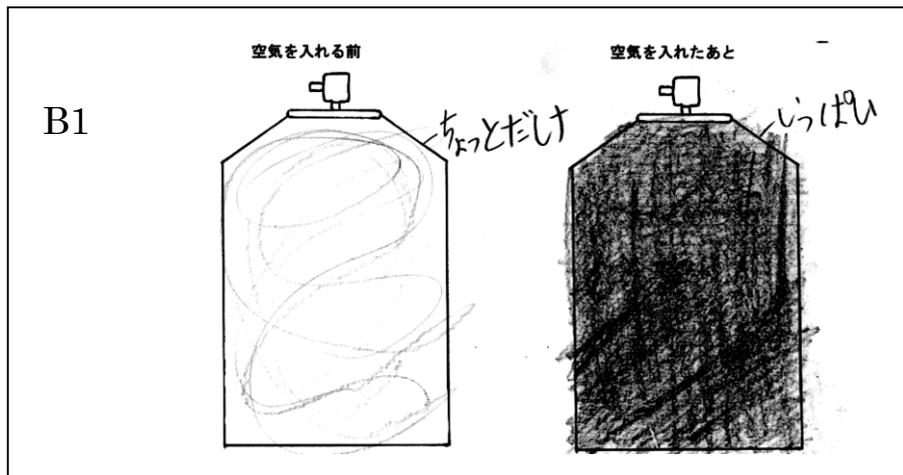
A1 : 分散している (粒子で表現)



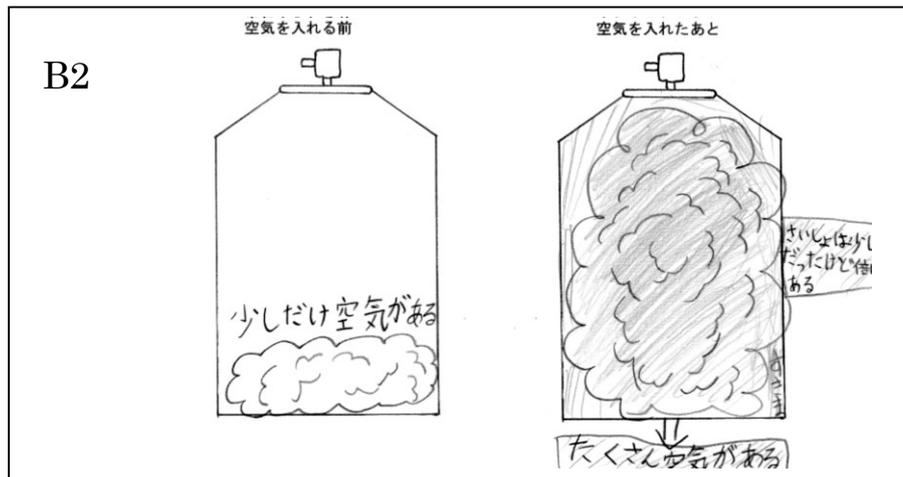
A2 : 下方に溜まる (粒子で表現)



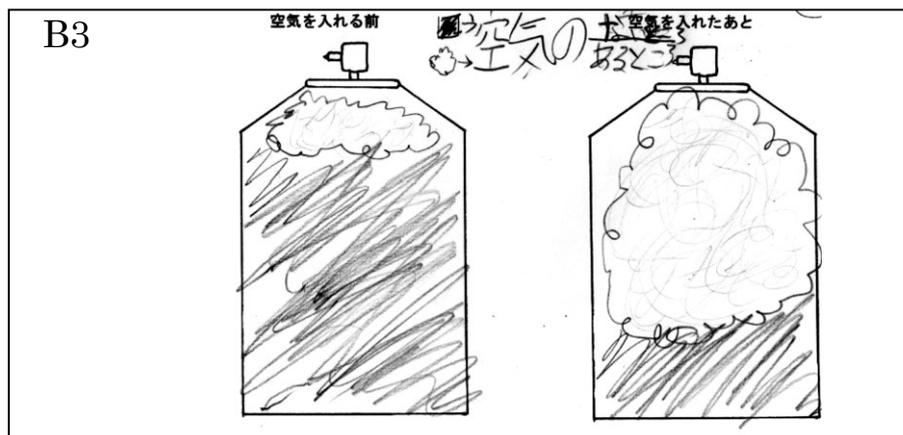
A3 : 分散している (キャラクターで表現)



B1 : 分散している (粒子以外で表現)

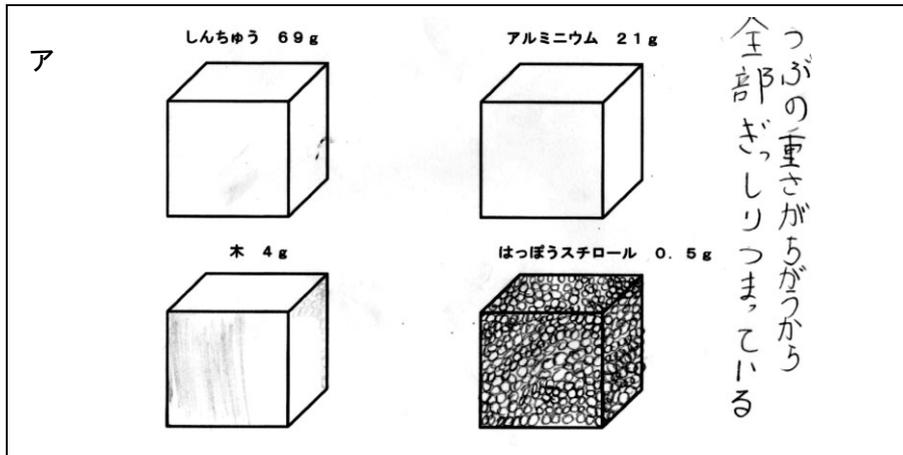


B2 : 下方に溜まる (粒子以外で表現)

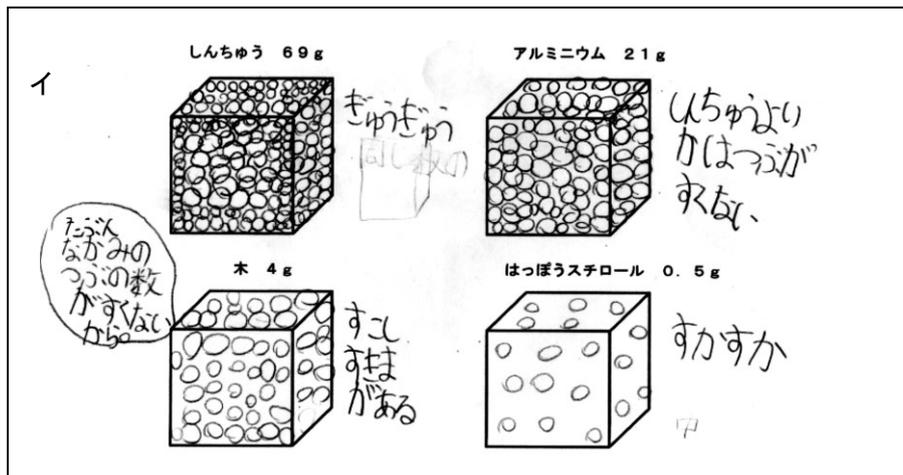


B3 : 上方に溜まる (粒子以外で表現)

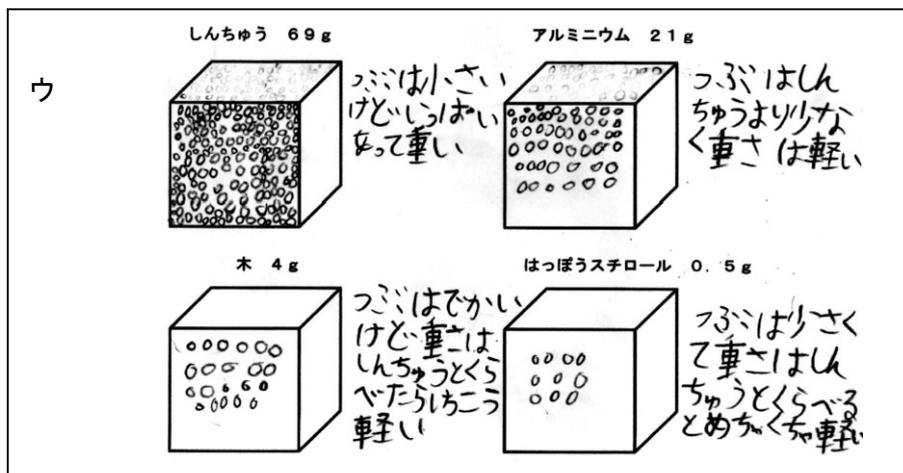
図 4.3.1 児童が描いた空気の図の代表例



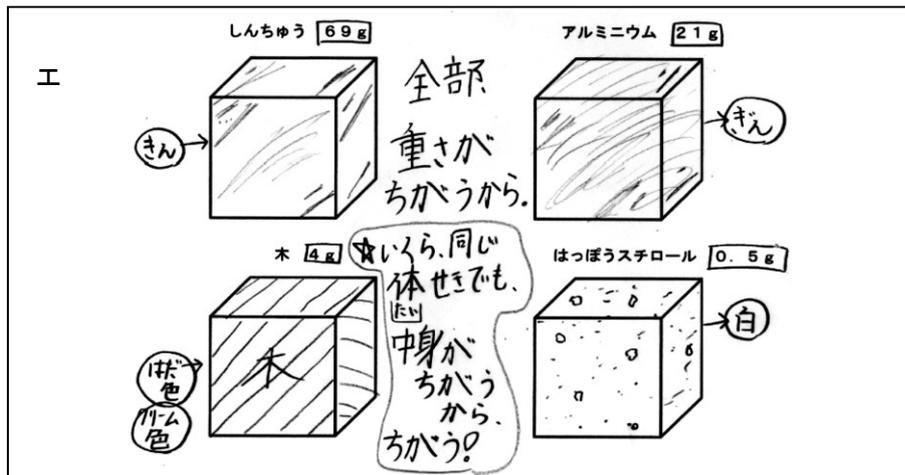
ア：粒の重さの違い



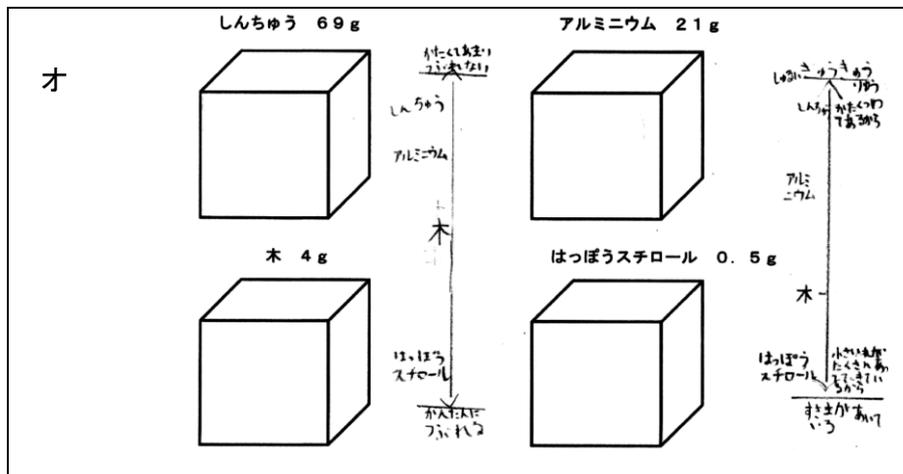
イ：詰まり具合の違い



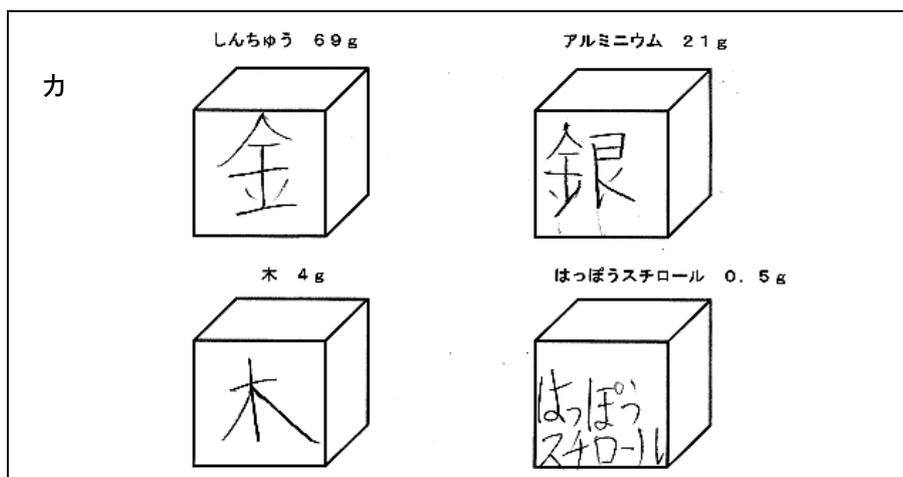
ウ：複数の理由の組み合わせ



エ：材質の違い



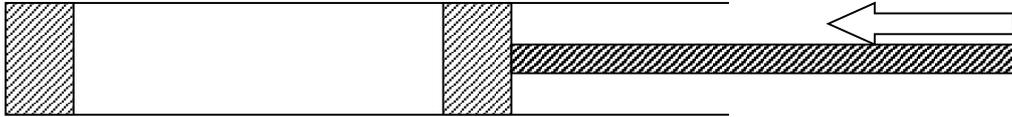
オ：その他



カ：解読困難または無回答

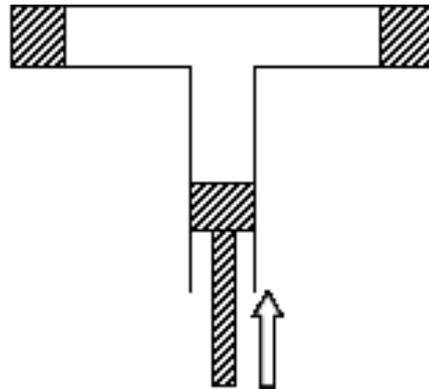
図 4.3.2 真鍮，アルミニウム，木，発泡スチロールが同体積で重さが異なる理由の代表例

① 空気でっぼうの後玉を押ししたときに前玉が飛び出す理由



- ア 「全てのものは小さな粒でできている」という簡単な教示する。
- イ 予想した後，試行する。
- ウ 現象について児童が説明した後，教師による解説を行う。

② T型空気でっぼうの後玉を押ししたときに前玉が飛び出す理由

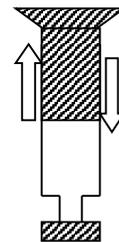


- ア 予想した後，試行する。
- イ 教師による解説を行う。

③ T型空気でっぼうの後玉を押しなければ何時間経っても前玉が飛び出さない理由

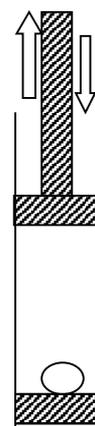
- ア 予想した後，試行する。
- イ 現象について児童が説明した後，教師による解説を行う。

④ 注射器に空気を閉じ込めてピストンを押ししたり引いたりしたときに手応えがある理由



- ア 予想した後，試行する。
- イ 現象について児童が説明した後，教師による解説を行う。

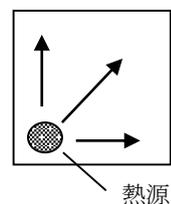
- ⑤ 巨大空気でっぼうを縦置きにして
 空気を入れた風船を1つ置いて
 ピストンを押し下ろしたり引いたりするときの風船の様子
- ア 予想した後，試行する。
 イ 現象について児童が説明した後，
 教師による解説を行う。



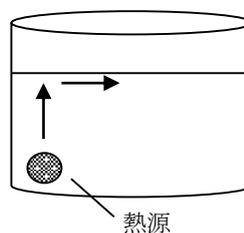
- ⑥ 巨大空気でっぼうを横置きにして空気を入れた風船を3つ閉じ込め，
 前玉が飛び出さないように押さえてピストンを押し下ろしたり引いたりするときの風船の様子
- ア 予想した後，試行する。
 イ 教師による解説を行う。



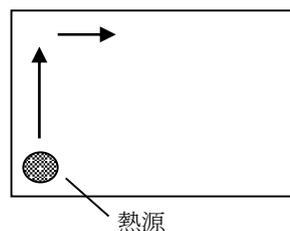
- ⑦ 金属の温まり方
- ア 予想した後，試行する。
 イ 結果からいえることをノートに書く。



- ⑧ 水の温まり方
- ア 予想した後，試行する。
 イ 結果からいえることを
 ノートに書く。



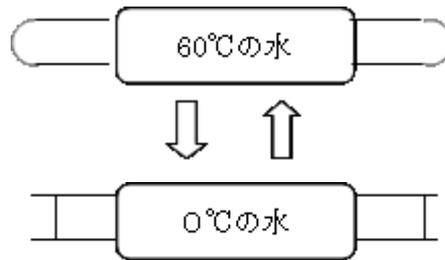
- ⑨ 空気の温まり方
- ア 予想した後，試行する。
 イ 結果からいえることを
 ノートに書く。



⑩ 両端にシャボン液の膜をつけて空気を閉じ込めたパイプを温めたり冷やしたりしたときのシャボン液の膜の様子とその理由

ア 予想した後，試行する。

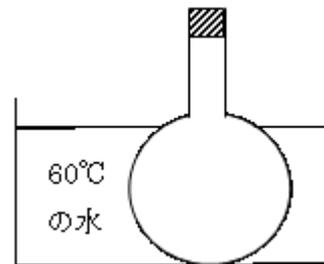
イ 現象について児童が説明した後，教師による解説を行う。



⑪ 栓をつけた丸底フラスコを温めたときの栓の様子とその理由

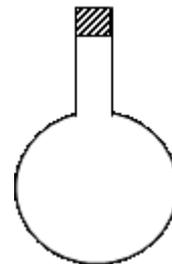
ア 予想した後，試行する。

イ 現象について児童が説明した後，教師による解説を行う。



⑫ 栓をつけた丸底フラスコを何時間置いていても栓が飛び出さない理由

ア 現象について児童が説明した後，教師による解説を行う。



⑬ 栓をつけた丸底フラスコを下に向けて温めたときの栓の様子とその理由

ア 予想した後，試行する。

イ 教師による解説を行う。

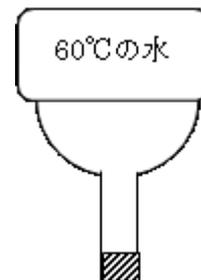


図 4.3.3 指導の概要

表 4.3.6 児童の思考の変遷

児童	①ーウ	②ーア	③ーイ	④ーイ	⑥ーア	⑩ーイ	⑬ーア
A	空気が入りきらなくなると、それが前玉を押して前玉がとぶ	両方ちょっとだけ飛ぶ 1つの物が半分になりそれが2つに当たるから少ししか飛ばない	中にある空気と外の空気が玉を平等に押ししているから	押：空気の粒が逃げ道がなくて戻ろうとする 引：空気がないのに持ち上げようとするから	風船がへこんだりする 前の授業のときも押し棒を押すと風船がへこんだから	・空気は温められると上から下へと行くからだんだんと体積も広がっていく ・冷やすと空気が縮んでしまうから 外に押す力の方が強くなってへこむ	栓は飛び出す 空気の粒が栓に当たる回数が増えるから
B	空気を後ろの玉が縮めて、締められた空気が外に出たくなるから	後玉で空気が縮んでいてどんどん押しつぶされて左右とも出る	外と中の空気が一緒だから、平等に押し合っているから	押：出るところにある粒が中に入ろうとして戻る 引：記述なし	その場で縮む理由の記述なし	・空気の粒が温かくなって大きくなり、押す力が強くなる ・空気の粒が冷たくなって小さくなり、押す力が小さくなる	栓は飛び出す 空気の粒が栓に当たる回数が増えるから
C	後玉を押すと空気の粒が入る所が狭くなる 空気が入りきらなくなると、それが前玉を押して前玉がとぶ	両方の前玉が出る後玉を押ししていくと粒が狭い所に閉じ込められるから居場所がなくなり前玉が出たがる	外からも中からも空気の粒が押ししているから	押：ピストンの先に注射器の中の空気の粒がたくさん当たり押し 外の空気よりも強い力になる 引：広げられると中の空気の力が弱くなる→外の空気の力の方が強い	その場で縮む 空気は押し縮めることができ、割れるまでは力がいかず、縮むだけだと思う	・空気は温められて上へ動く 上にあった空気が横へ動く それを繰り返して液を押しした 中の空気の力が外の空気の力より強くなった ・冷やすのは温めるの反対	栓は動かない 温められた空気は上に行くから
D	だんだん狭いところにぎゅーっとされると、空気の入る場所がなくなってきた、空気は出てくるので、前玉を押す	両方が飛ぶだんだん狭いところにぎゅーっとされると、空気の入る場所がなくなってきた、空気は出てくるので	外の小さな粒と内の小さな粒が押し合っているから	記述なし(欠席)	押し棒を押した方向に風船が動いて縮む 理由の記述なし	・温めると空気の粒が大きくなって中の押す力が強くなる ・冷やすと外の空気の方が温かくて押す力が外の方が強くなる	栓は飛び出す 空気の粒が栓に当たる回数が増えるから
E	後玉を押すと空気が集まる それが一気に抜けてボンという音になる	両方が飛び出る空気の粒が、かたまりになってくる 強い力になってくる	空気の粒がバラバラで、どこに行っても動けるから キツキツではない(自由)	押：粒が押すところに行きたくなくなるから 引：粒が押ししてくる	押し棒を押した方向に風船が動いて縮む 理由の記述なし	・お湯も水の粒と同じようにパンパン 空気の粒が端っこに動いて膨らむ ・氷水の粒が外の空気に押されてパイプの中の空気の粒を押す そうしたら空気の粒が横に動く シャボン玉の外の空気の粒はシャボン玉を押す でも外の空気の粒の方が力が強くなると思うからへこむ	栓は飛び出す 空気の粒が栓に当たる回数が増えるから
F	空気が後ろの玉に押されて、空気が小さくなる(縮む)から	両方とも同時に飛ぶ空気を押さえて縮めるからその時に右、左と同じような感じで出る	外と中の空気が押し合っているから	押：注射器の中の空気が縮んで小さくなってはじけそうになる 引：元に戻ろうとする力が働く	その場で縮む 空気でっぽうを縦にしたときもしぼんだから、順番にしぼむのかなと思った	・中の空気の粒がたくさんになると外に押し出そうとするので膜が膨らむ ・中の空気の粒が少なくなってしぼむ	栓は飛び出す 空気の粒が栓に当たる回数が増えるから
G	筒の中にある空気が押し棒を押すことにより入りきれなくなり、前玉が押し出される	両方から玉が飛び出る空気の粒が入る所がどんどん狭くなって、右か左に行くしかないから	外からも内側からも空気の粒で押ししているから	押：空気の粒が入る所が小さくなるから、戻ろうとして棒が押し戻される 引：外側からの空気の粒が押す方が、内側からの力より強いから引くことができない	後ろの風船が前の風船にくっついて前の風船が縮む 空気の粒が風船を押すから	・温めると粒が膨らんでシャボン液の膜を押す ・冷やすと粒が縮んで外からシャボン液の膜を押す力の方が大きくなる	栓は飛び出す 空気の粒が栓に当たる回数が増えるから
H	空気で前玉が押されるから 後ろの玉が棒で押されることで、中に入っている空気が前玉を押して前玉が出る	両方同時に飛び出す後玉を押すとTの端っこに空気が両方とも同じ量に押されていて空気の入る場所がなくなる	中の空気も出たから押して、外からも同じように押ししているから	押：注射器の中の粒がピストンを押し戻す ピストンを押すと、中の粒のいる場所が狭くなる 外の粒も押ししているけど、そんなに押していないので中の粒の方が押ししているから 引：粒が広い場所について、スカスカだから、中の粒が押す力より外の粒が押す力の方が強いから元に戻る	前の玉に風船がくっついて縮む 粒が風船を押して空気は体積が変わるからへこむ	・温められた空気は閉じ込められていて、パイプの中にある粒がたくさん液を外の粒より押すから膨らむ 体積が大きくなるから 粒が膨らむ ・冷やすとパイプの外にある粒がたくさん押すからへこむ 体積が小さくなるから 粒が縮む	栓は動かない 温められた空気は上に行くから

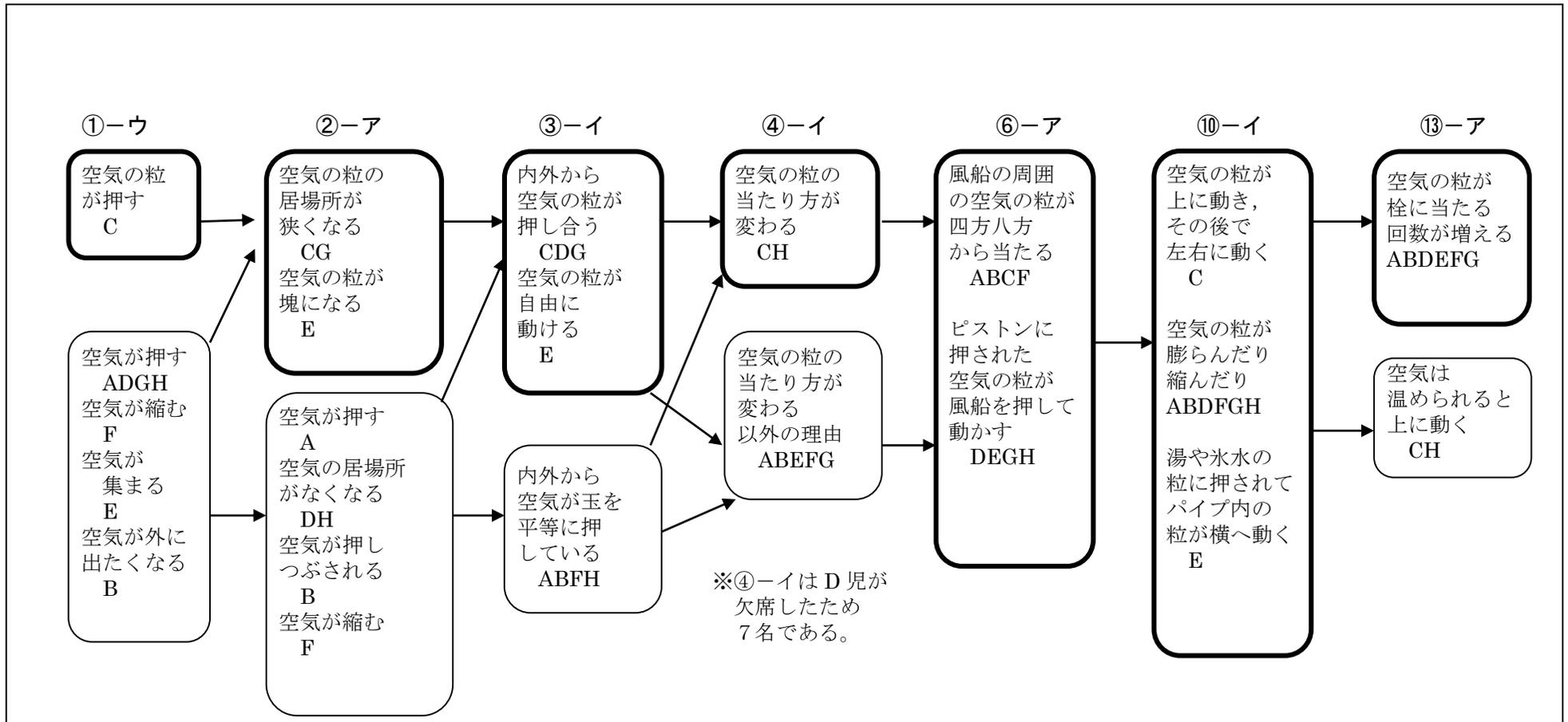


図 4.3.4 児童の思考の変遷

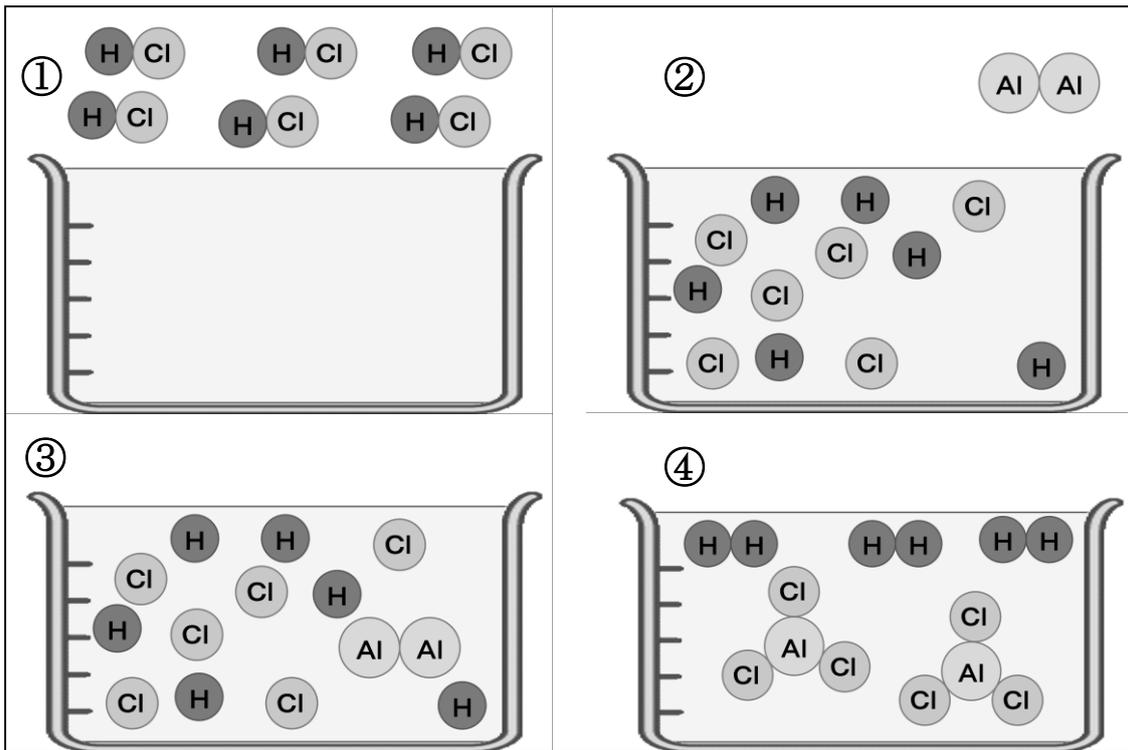


図4.3.5 授業で用いた説明用スライド

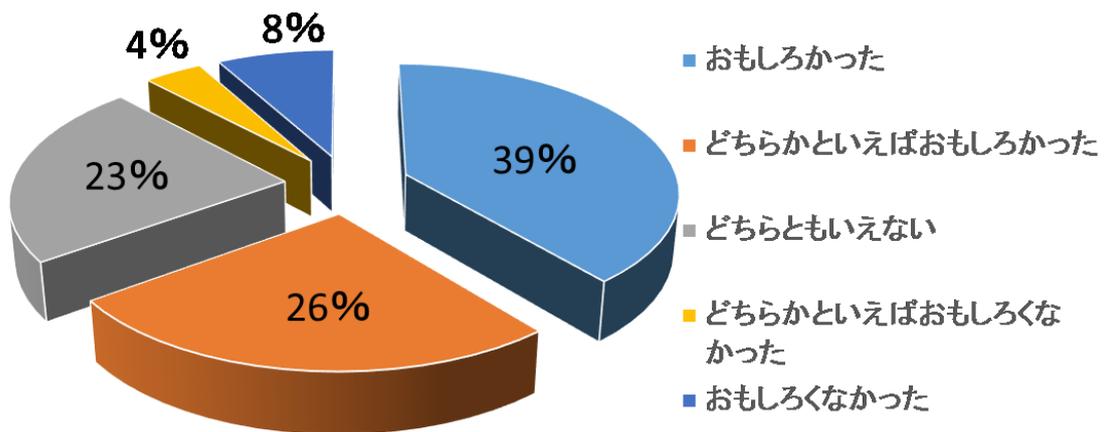


図 4.3.6 授業への感想

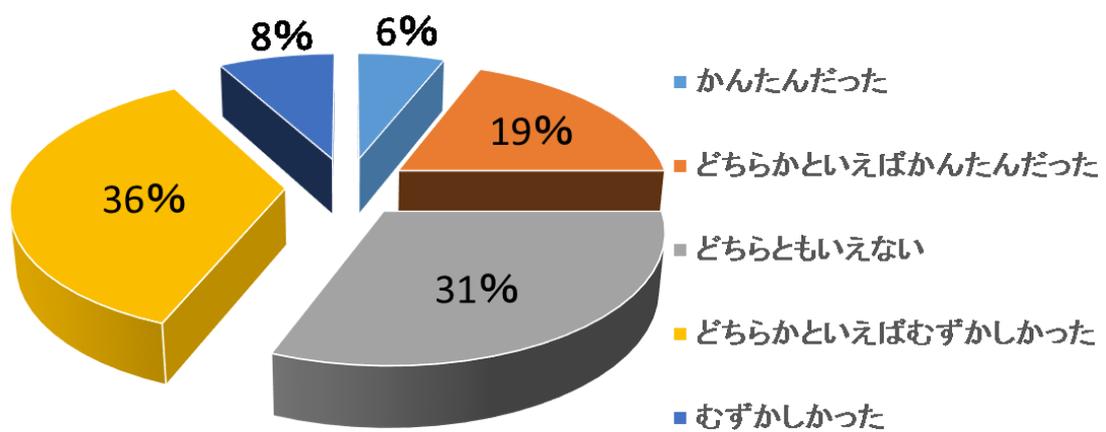


図 4.3.7 授業の難易度

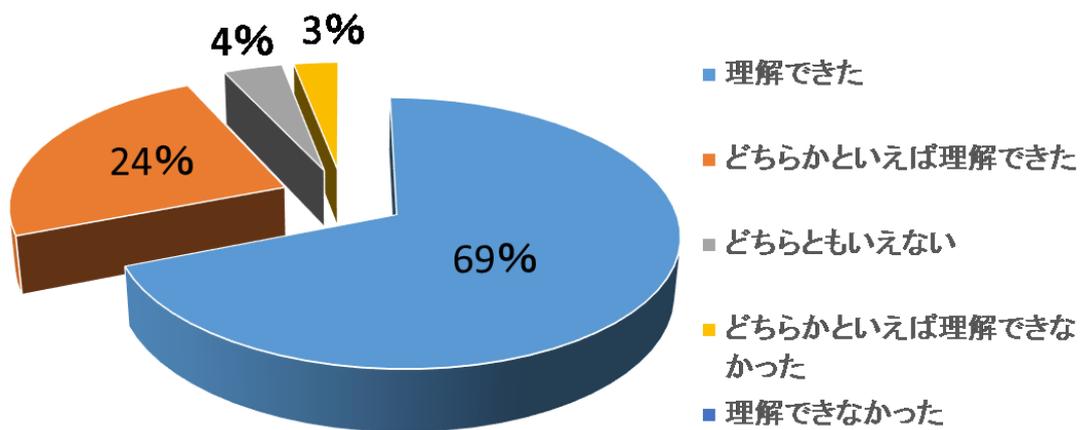


図 4.3.8 授業の理解度

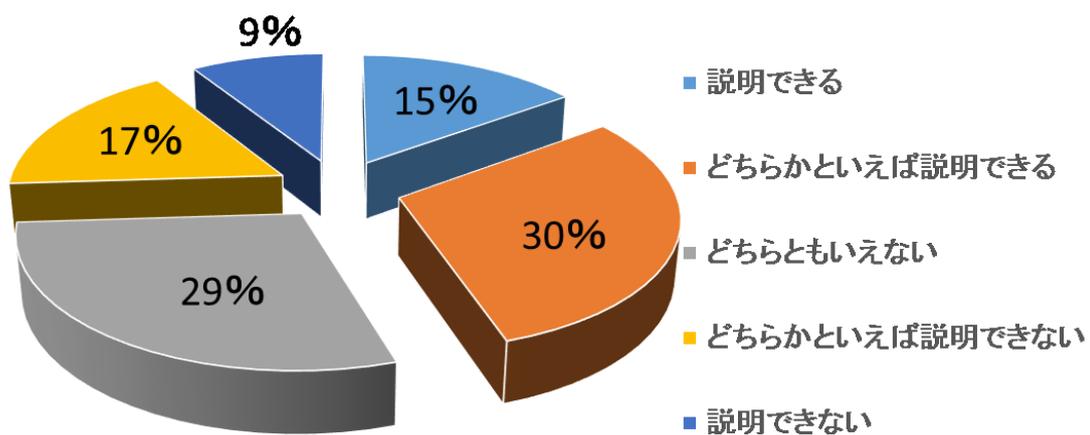


図 4.3.9 他の人に説明できるかどうか

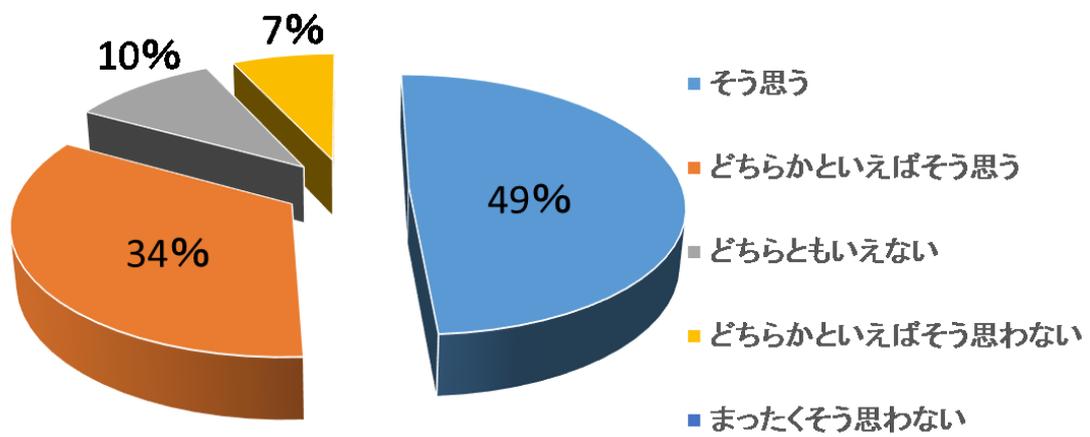


図 4.3.10 今後の授業実施に対する希望

表 4.3.7 粒子概念を用いたアニメーションを肯定的・否定的にとらえる理由

言い換え	代表的なテキストデータ
【わかるために】	
わかりやすい	難しい内容もわかりやすく説明してくれるから。
	先生の説明は短くわかりやすいから。「なるほど」と思う。
わからないことがわかる	わからないところを教えてもらえるから。
	わかりやすい。説明がないとわからないから。詳しく知りたい。
正しく理解するために	自分では理解できないことがあるから。先生の説明があってほしい。
	自分で考えるのも大切だけど、正しい知識を得るためにいると思う。
	私は言葉で説明されると頭がごっちゃになるのでアニメで説明してほしいから。
【知識の広がりや深まりを求めて】	
知識が広がる	知っていることが増えるから。
	知識の範囲が広がってほしいから。広げたいから。
より深く理解するために	実験+説明があると、とても関連性がわかり、より深い授業になるから。
	深く内容を理解するために必要だと思うから。
自分のためになると思う	難しくてよくわからないときが多いけど、聞いたらためになると思うから。
	先生は知識が豊富だし、今後役に立つことを話してくださるから。
【楽しさやおもしろさがある】	
話の内容がおもしろい	もっといろんな話が聞きたいし、おもしろいから。
	新しい知識が増えるし、聞いていて楽しいから。
わかることが楽しい	わからないことがわかるのがおもしろいし、楽しいから。
	先生の説明がよく分かり、分かることが楽しいから。
質問ができる	とてもおもしろい質問もできるから。よくわかる。
	とてもおもしろい授業で、質問もできるから。
【説明の仕方に配慮が必要】	
話が長い	話が長いから。
	あまり長い話を聞くのは好きではないから。
説明が必要ない場面がある	わからない時はうれしいけどわかることをされるとわからなくなってしまうから。
	新しいことをしたいと思う一面、知りたいと思う一面があるから。
【活動的な学習への欲求】	
自分でやりたい	実験の方が面白いから。
	実験をして、自分で観察・発見をしたいから。

表 4.4.1 小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）と中学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2008）における環境と二酸化炭素に関連する内容とその取扱い

	小学校	中学校
内容	<p>生物と環境 動物や植物の生活を観察したり，資料を活用したりして調べ，生物と環境とのかかわりについての考えをもつことができるようにする。</p> <p>ア <u>生物は，水及び空気を通して周囲の環境とかがわって生きていること。</u></p>	<p>自然と人間 自然環境を調べ，自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いについて理解させるとともに，自然と人間のかかわり方について認識を深め，自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し判断する態度を養う。</p> <p>ア 生物と環境 (イ) 自然環境の調査と環境保全 身近な自然環境について調べ，<u>様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに，自然環境を保全することの重要性を認識すること。</u></p>
内容の取扱い	<p>ア 動物や植物の生活を観察したり，資料を活用したりして調べ，動物は，水及び空気がないと生きていくことができないことや，植物は水が不足すると枯れてしまうことなどから，生物は水及び空気を通して周囲の環境とかがわって生きていることをとらえるようにする。その際，地球上の水は，海や川などから蒸発し，水蒸気や雲となり，雨となるなど循環していることをとらえるようにする。また，<u>生物は酸素を吸って二酸化炭素をはき出しているが，植物は光が当たると二酸化炭素を取り入れて酸素を出すことなど，生物が空気を通して周囲の環境とかがわって生きていることをとらえるようにする。</u></p> <p>ここでの指導に当たっては，生物と環境のかかわりについて，観察・実験が行いにくいので，児童の理解の充実を図るために，映像や模型などを活用することが考えられる。また，水の循環や酸素，二酸化炭素の出入りについて図で表現することを通して，生物と環境とのかかわりを整理し理解できるようにすることが考えられる。</p> <p>本内容は，<u>持続可能な社会の構築という観点から，水や空気に関する環境問題との関連で扱うことが考えられる。</u></p>	<p>イ アの(イ)については，生物や大気，水などの自然環境を直接調べたり，記録や資料を基に調べたりするなどの活動を行うこと。また，<u>地球温暖化や外来種にも触れること。</u></p> <p>ここでは，生物が生産者，消費者及び分解者として相互に関係しながら水，土，空気などからなる非生物的環境とともに自然界を構成しており，その中で，つり合いが保たれていることを理解させる。また，人間の活動などが自然界のつり合いに影響を与えていることを理解させるとともに，自然環境を保全することの重要性を認識させることが主なねらいである。</p> <p>(7)<u>食物網や自然界の炭素循環などの学習を通して，生物の間につり合いが保たれていることについて理解させるとともに，生物とそれをとりまく環境を一つのまとまりとしてとらえたものが生態系であることを理解させる。</u></p> <p>(イ)ここでは，動植物の生態，大気の状態，河川や湖沼の水質を調べる活動を行い，その観察結果や資料を基に，<u>人間の活動などの様々な要因が自然界のつり合いに影響を与えていることについて理解させ，自然環境を保全することの重要性を認識させることがねらいである。</u></p> <p>ここで取り上げる自然環境の調査には，例えば，次のようなものが考えられるが，動植物の生態，大気，河川や湖沼の水質など，第2分野の学習内容に関連した身近なものについて調査させることが大切である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大気中の二酸化炭素濃度の調査，大気汚染の調査，河川の水質の調査など

表4.4.2 二酸化炭素濃度の日変化に対する児童の考え方の調査結果

二酸化炭素の濃さ 調査実施 時期	一日中同じ	日中に濃く, 夜は薄い	夜に濃く, 日 中は薄い	明け方に濃 く, 正午か ら夕方にか けて薄い	その他
1回目：2014年 4月上旬（6年 の理科の学習 が始まる前）	7	41	12	1	10
2回目：2014年 7月上旬（燃 焼, 呼吸, 光 合成の学習 後）	10	14	34	5	8
3回目：2014年 8月下旬（二酸 化炭素濃度の 日変化に関す る授業後）	1	9	36	19	6

数値：人 (N=71)

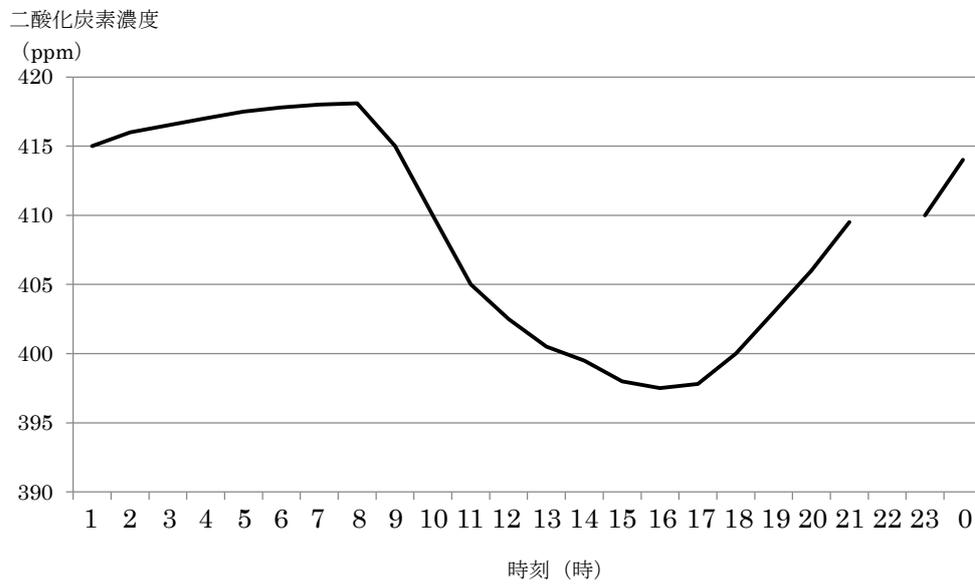


図4.4.1 名古屋市農業センターにおける二酸化炭素濃度の経時変化 (中島, 2008)

表4.4.3 二酸化炭素濃度の日変化を適切に理解させることを意図した授業の流れ

	活動内容	備考
1 時 間 目	<p style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">空気中の二酸化炭素の濃さは、変わると思いませんか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分の考えを書く（7月の質問紙調査）。 ・4月の質問紙調査の結果を紹介し、自分の考えに近いものを選んだ後、意見を交換させる。 <p style="text-align: center;">(30分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素センサー*を4人に1台貸与し、呼気を吹きかけたり外気にさらしたりして、濃度変動を確かめる。 <p style="text-align: center;">(15分)</p>	<p>*センサーの測定部にはCO₂Engine K30（センスエア社，標準測定範囲 0～5000ppm），表示部にはLCDディスプレイが搭載されており，リアルタイムで二酸化炭素濃度を表示できる。9V電池または家庭用電源によって動作する。</p>
2 時 間 目	<p style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">名古屋市住宅街で測った結果をみてみましょう</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計測地点付近の様子を写真で見せる。 ・二酸化炭素濃度の経時変化のグラフを見せ、変動の様子を確認させる（最も濃いのは8時頃で、夕刻にかけて薄くなっていく。最も薄いのは17時頃で深夜にかけて急激に濃くなっていく。深夜から早朝までは、少しずつ濃くなる）。 ・変動する理由を小グループで相談させ、それぞれホワイトボードにまとめさせる。 ・相談した内容を聞き合う。 ・二酸化炭素が朝から昼すぎ（夕方）にかけて薄くなっていく理由と夕方から次の日の朝にかけて濃くなっていく理由を各自に書かせる。さらに、授業を終えての感想や質問があれば書かせる。 	<p>計測地点の名古屋市農業センターは、名古屋市南東部の郊外の住宅地にある。測定は、地上18mの高さで行っている。周囲は樹木が多く、約400m北側に県道があるが、交通量は少ない。</p> <p>ホワイトボードには、予め二酸化炭素濃度の経時変化のグラフが描かれている。</p>

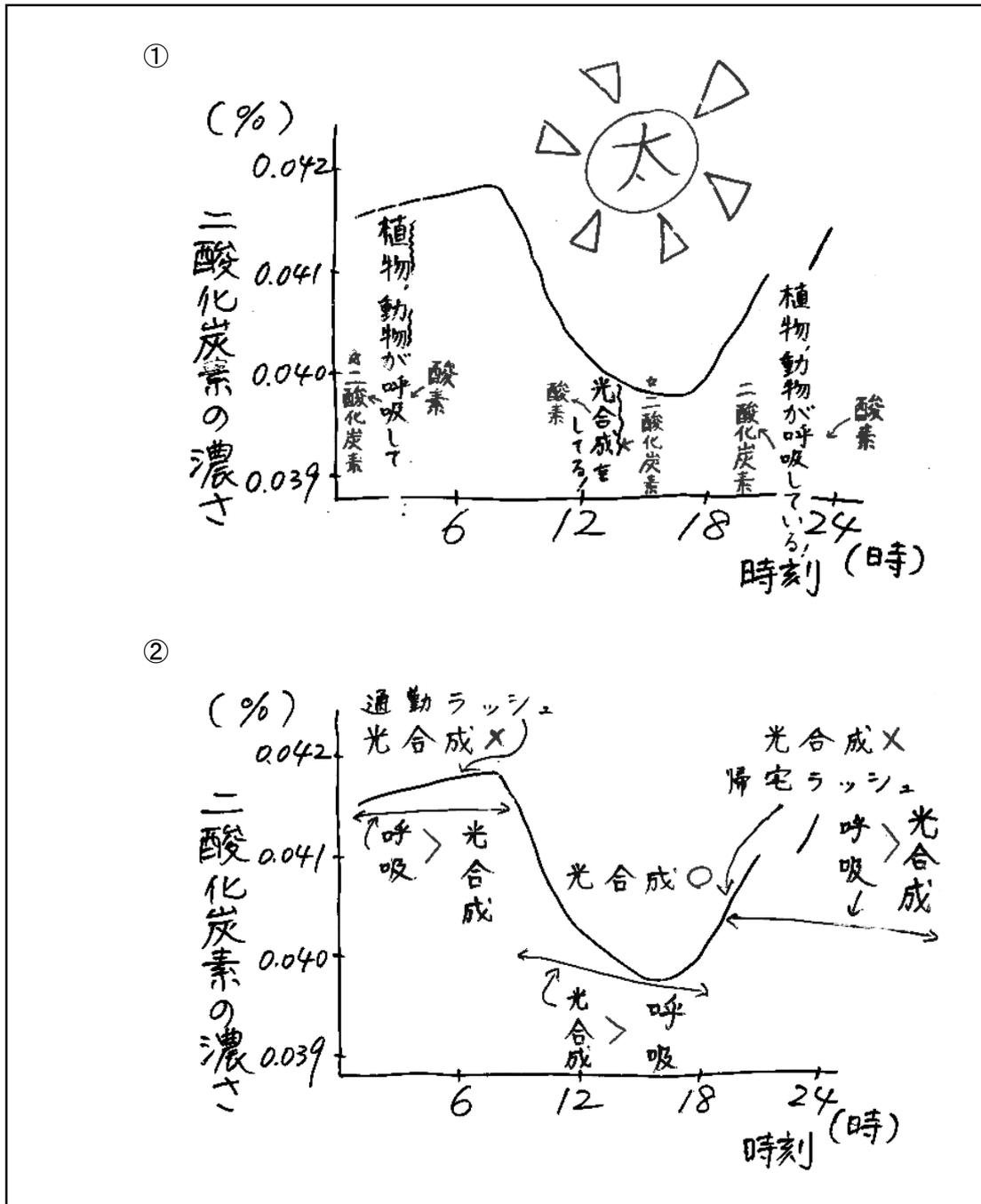


図 4.4.2 グループで二酸化炭素濃度の日変化の理由を相談させた結果の例
 ①光合成や動植物の呼吸による影響を記述した例, ②二酸化炭素濃度の上昇の理由として通勤ラッシュを記述した例

表4.4.4 授業後の児童の授業に対する感想と質問

記述	人数
①予想と違い、またどの意見にもない結果だったので驚きました	1
②知らなかったことを知れたのでよかったです	1
③これまでの学習が活かせる学習であったことへの喜び	2
④昼から二酸化炭素が薄くなるのかなと思って、予想通りだったけど、理由もきちんとわかったのでよかったです	1
⑤二酸化炭素が濃くなる時間や薄くなる時間がこの授業を通してわかった	1
⑥気体の変化がいろいろなものに関係していると思った	1
⑦二酸化炭素濃度の日変化に光合成と呼吸が関係することへの理解	2
⑧深夜から早朝にかけては工場などがあまり動いていないからゆるやかに濃くなって、夕方から深夜にかけて一気に濃くなるのは、光合成できなくなるのと工場などの動きが重なるからだと思う	1
⑨私たちが考えなかった工場の働きやラッシュという考えがあることを知りました	1
⑩植物のおかげで、今、地球は安全なのですね	1
⑪濃度が急激に増減する時間帯と緩やかに増減する時間帯があることへの疑問	2
⑫二酸化炭素はどのようなことを行っている時に濃くなっていくのかを詳しく聞きたい	1
⑬工場や排気ガスは関係ないのか（植物が取り入れるのか！？）	1
⑭広島市内や他地域の二酸化炭素濃度の日変化について知りたい	3
⑮二酸化炭素の排出量は、その日の気温で変わるのですか？	1
⑯世界だとすれば同じ量なのですか	1
⑰最高で二酸化炭素の濃さはどれくらいですか	1
⑱なんで光合成をしないと植物は枯れてしまうのですか	1
⑲よく考えて面白く楽しい授業でした	1
⑳授業の難しさとわかりやすさに関する感想	5
㉑授業の楽しさに関する感想	8
㉒授業のおもしろさに関する感想	2
㉓二酸化炭素センサーを使ったことの楽しさに関する感想	2

表 4.5.1 教科書に掲載されている外来種

種名	法令等	掲載教科書	特記事項別名	種名	法令等	掲載教科書	特記事項別名	種名	法令等	掲載教科書	特記事項別名
アオダイショウ	—	中	国内移入	キタキツネ	—	生小	国内移入	ニホンアマガエル	—	生中	国内移入
アオマツムシ	—	小		キバナコスモス	—	生		ヌートリア	特,W,J	中	
アカハライモリ	—	中高	国内移入	キンセンカ	—	生	ホンキンセンカ	ヌマチチブ	—	高	国内移入
アサガオ	—	生小・中・高		グッピー	要	小高		ネコ	W,J	小・中・高	
アサリ	—	生小・中・高	中国からも移入	クロッカス	—	生		ノースポール	—	小	
アナウサギ	W,J	中		ゲンゲ	—	生中高	レンゲソウ	ノゲシ	—	小	
アブラコウモリ	—	中	国内移入	ゲンゴロウブナ	—	中	国内移入	ノコギリクワガタ	—	生小	国内移入
アフリカツメガエル	要	中高		ゲンジボタル	—	小中	国内移入	ハコネウツギ	—	高	
アメリカザリガニ	要,J	生小・中・高		コイ	W	小・中・高		ハゴロモモ	要	小	
アメリカセンダングサ	要	生高		コウノトリ	—	生	再導入	ハツカネズミ	W	中	
アメリカナマズ	特	高		コカナダモ	要,J	高		ハルジオン	要,J	生小中	
アユ	—	生高	国内移入	コスモス	—	生小		パンジー	—	生高	サンシキスミレ
アライグマ	特,J	中高		コセンダングサ	要	生中		ヒマワリ	—	生小中	
アルテミア	—	中	在来種の可能性	コバンソウ	—	生		ヒメオドリコソウ	—	生小中	
アレチウリ	特,W	中		コブハクチョウ	—	中		ヒメジョオン	要,J	生小・中・高	
イチョウ	—	生小中		ゴボウ	—	生小中		ヒメムカシヨモギ	要	小	
イヌ	—	小・中・高		サカマキガイ	J	小・中・高		ヒヤクニチソウ	—	生	
イヌムギ	—	生		サケ	—	小中	国内移入	フウセンカズラ	—	生	
ウシ	—	生小・中・高		サボテン	—	高		ブタクサ	要	高	
ウシガエル	特,W,J	生高		サルビア	—	生		ブルーギル	特,J	高	
ウマ	—	小・中・高		シマリス	要	小	北海道に自然分布	ヘイケボタル	—	生	国内移入
オオアラセイトウ	—	中	シヨカツサイ	シロツメクサ	—	生小・中・高		ヘラオオバコ	要	中	
オオアレチノギク	要,J	高		スイセン	—	生小		ホウセンカ	—	生小中	
オオイヌノフグリ	—	生小中		セイトカアワダチソウ	要,J	生小・中・高		ホウライシダ	—	中	
オオオナモミ	要,J	生小		セイヨウタンポポ	要,J	生中高		ボタンウキクサ	特,J	中	
オオカナダモ	要,J	小・中・高		セイヨウミツバチ	—	中		ボトス	—	生	
オオクチバス	特,W,J	小・中・高		セイロンバンケイソウ	—	中		マツバボタン	—	生中	
オオバヤシャブシ	—	高		セキセイインコ	—	生		マメコガネ	W	小	国内移入
オオブタクサ	要,J	高		セタジミ	—	中	国内移入	マングース	特,W,J	中高	
オオマツヨイグサ	—	生		タイリクバラタナゴ	要,J	小		ムスカリ	—	小	
オカダンゴムシ	—	生中		タヌキ	—	生高	国内移入	ムラサキツユクサ	—	中高	
オクラ	—	生小中		チャコウラナメクジ	J	中		メダカ	—	生小・中・高	国内移入
オシロイバナ	—	生		ツチガエル	—	生	国内移入	モウソウチク	—	高	
オランダイチゴ	—	中		デイゴ	—	小		モツゴ	—	高	
オランダミミナグサ	—	中		デージー	—	生小		モモ	—	生小中	
オリヅルラン	—	生		トウカエデ	—	小		モリアオガエル	—	生	国内移入
カブトムシ	—	生小・中・高	国内移入	トウキョウダルマガエル	—	中	国内移入	モンシロチョウ	—	生小・中・高	
カミツキガメ	特,W,J	中		トキ	—	高	再導入	ヤギ	W,J	生高	
カラスノエンドウ	—	生小・中・高	ヤハズエンドウ	ドジョウ	—	生小高		ヤマグワ	—	高	国内移入
カラドジョウ	要	高		トノサマガエル	—	生小・中・高	国内移入	ヤマメ	—	中	国内移入
カンナ	—	生		ドバト	J	中		ヨウシュヤマゴボウ	—	生	
キウイ	—	小中	オニマタビ	ニジマス	要,W,J	中		レンギョウ	—	小	

※ 特・特定外来生物, 要・要注意外来生物, W…世界の侵略的外来種ワースト100, J…日本の侵略的外来種ワースト100, 生…小学校生活教科書, 小…小学校理科教科書, 中…中学校理科教科書, 高…高等学校生物基礎教科書

表 4.5.2 教科書に掲載されている外来種の可能性がある生物

種名等	掲載教科書	混同の可能性のある外来種	種名等	掲載教科書	混同の可能性のある外来種
アブラナ	生,小・中・高	セイヨウアブラナ	ダンゴムシ	生,小・中・高	カガシノコムシ
アブラムシ	生,小・中・高	セイヨウアブラムシ, ツメクサアブラムシなど	タンポポ	生,小・中・高	セイヨウタンポポ, ウズラタンポポ, アカタンポポなど
アマガエル	生,小,中	ニホンアマガエル, ヒメアマガエル	トカゲ	生,小・中・高	ニホントカゲ, オキナワキノリトカゲ, スイホキノリトカゲなど
イタチ	小・中・高	ニホンイタチ, チョウセンイタチ	ナメクジ	中	チャコウナメクジ
イチゴ	生,小,中	オランダイチゴ	ヌスビトハギ	生,中	アレチヌスビトハギ, イリノヌスビトハギ, アメリカヌスビトハギなど
イモリ	生,中,高	アカハライモリ	ネズミ	中,高	クマネズミ, シマコウネズミ, ハツカネズミ, トブネズミ, ニホンネズミなど
イラガ	小	ヒロヘリアオイカゲ	ハト	小,中	トビハト
ウサギ	生,小・中・高	カイウサギ(アノウサギ)	ハナムグリ	生	オシマアオハナムグリ, オキナワアオハナムグリ, シロテンアオハナムグリなど
ウズムシ	小,中	アメリカノウズムシ	ヒキガエル	生,小,中	ミヤコヒキガエル, アスマヒキガエル, ニホンヒキガエル, オヒキガエルなど
オタマジャクシ	生,高	ウシガエル, オヒキガエルなどのオタマジャクシ	ヒメダカ	小・中・高	メダカ
オナモミ	生,中	オオナモミ, トゲナモミ	ヒルガオ	生,小	ツキギキヒルガオ, オオヒルガオ, オムラカキヒルガオ, セイヨウヒルガオなど
カエル	小・中・高	オヒキガエル, アスマヒキガエル, トナリカエルなど	フジツボ	小,高	アカシマフジツボ, アミメフジツボ, タテジマフジツボ, ヨーロッパフジツボなど
カタバミ	生,小,中	オキナワカタバミ	フナ	生,小・中・高	キンブナ, ゲンゴロウブナ, ニゴロブナ, チョウセンブナ
カメ	中,高	ミシシッピアカミミガメ, カミツキガメなど	ブランリア	中	アメリカノウズムシ, アメリカミウスムシ, トウナンアシウスムシなど
キズイセン	中	スイセン	ヘビ	小・中・高	ヒルメシキヘビ, フレーミンメクラヘビ
キツネ	高	キタキツネ	ヘビイチゴ	生,小	エゾヘビイチゴ
クワガタムシ	生,小	ノコギリクワガタ, ヒラタクワガタ	ホタル	生,中,高	ゲンジボタル, ハイボタル
コオロギ	生	カマトコオロギ	マイマイ	中	アフリカマイマイ
ザリガニ	小・中・高	アメリカザリガニ, ウチダザリガニ, タンスイザリガニ	マウス	中,高	ハツカネズミ
シジミ	生	タイワンシジミ, カネツケシジミ, セタシジミ	巻貝	小,高	サカマキガイなど
ジュズダマ	生	ホジュズダマ	水草	小	オオカナダモなど
スズメノテッポウ	生,中	ノハラスズメノテッポウ	ミツバチ	生,小・中・高	セイヨウミツバチ, オオミツバチ
スッポン	中	ニホンスッポン	ヤモリ	生	ニホヤモリ, オカサワヤモリ, ミナヤモリ, キノボリヤモリ, ホオヤモリ
センダングサ	生	アメリカセンダングサ, シロバナセンダングサ, コセンダングサなど	ユスリカ	生,中,高	<i>Chironomus tainanus</i>
タナゴ	生,中	オオタナゴ, タイリクハシラタナゴ, セニタナゴ, ヤリタナゴ, イチモンジタナゴ	陸貝類	高	アフリカマイマイ
タニシ	生,小・中・高	スクミリンゴガイ(ジヤンボタニシ)	リス	小・中・高	クリハリス, タイワンリス, キタリス, フィンレイソリス, シマリス

※ 生…小学校生活科教科書, 小…小学校理科教科書, 中…中学校理科教科書, 高…高等学校生物基礎教科書

表 4.5.3 教科書に掲載されている特定外来生物に関する記述

種名	学年	扱い	外来種問題に関する記述
アメリカナマズ	高 TS	霞ヶ浦で捕獲される外来魚の例	在来生態系への影響、駆除する際の配慮
アライグマ	中 3 TS	外来種の例	自然界のつり合いを崩す原因、安易な持ち込みと持ち出しに気をつける
	高 DG	外来種の例	生態系の攪乱、生物の多様性に与える影響
アレチウリ	中 3 KR	外来種の例	在来種への影響、持ち出しへの規制
ウシガエル	生 KR	動物図鑑にカエルの一種として	なし
	高 TS	外来種の例	移入の経緯、生態系への影響、特定外来生物に指定
オオクチバス	小 6 TS	外来種の例	外来種の増殖による在来生態系の影響、在来種の減少
	中 3 TS	外来種の例	自然界のつり合いを崩す原因、安易な持ち込みと持ち出しに気をつける
	中 3 KR	外来種の例	在来種への影響、持ち出しへの規制
	高 TS	外来種の例	在来生態系への影響、駆除する際の配慮、移入の経緯、特定外来生物に指定
	高 KR	在来魚への影響	在来魚の生息を脅かしている可能性、外来魚駆除の在来魚保全に対する効果
高 DG	外来種の例	生態系の攪乱、生物の多様性に与える影響、特定外来生物に指定、駆除の実施方法	
カミツキガメ	中 2 KR	野生化した外来種の例	ペットを捨てたり逃がしたりしたことが原因で外来種が増加
ヌートリア	中 3 KR	外来種の例	在来種への影響、持ち出しへの規制
ブルーギル	高 TS	外来種の例	在来生態系への影響、駆除する際の配慮
	高 KR	在来魚への影響	在来魚の生息を脅かしている可能性、外来魚駆除の在来魚保全に対する効果
ボタンウキクサ	中 3 TS	外来種の例	自然界のつり合いを崩す原因、安易な持ち込みと持ち出しに気をつける
マンダース	中 3 TS	外来種の例	自然界のつり合いを崩す原因、安易な持ち込みと持ち出しに気をつける
	高 DG	外来種の例	生態系の攪乱、生物の多様性に与える影響、特定外来生物に指定、駆除の実施

※ 生…小学校生活科教科書、小…小学校理科教科書、中…中学校理科教科書、高…高等学校生物基礎教科書。数字は学年。TS, KR, DG は出版社名。

表 4.5.4-1 教科書に掲載されている要注意外来生物に関する記述（外来種問題に関する記述があったもの）

種名	学年	扱い	外来種問題に関する記述
アメリカザリガニ	生 DN	飼育する生物の例	ザリガニのお母さんがおなかについたたまごをゆらしているのはなぜかな
	生 TS	採集、飼育する生物の例	抱卵したイラスト、返すときにはつかまえたところに返そう
	生 KR	採集、飼育する生物の例	抱卵と幼生の写真、仲間のいる元の場所に返してあげよう 飼育続けるよ
	高 TS	外来種の例	移入の経緯、生態系への影響、駆除は困難、個体の移動や分散につながる利用の停止
オオカナダモ	小 5 DN	メダカを飼育する水槽に入れる	観察が終わっても、メダカや水草を自然の池や川に放したりすてたりしない
カラドジョウ	高 KR	皇居外苑牛ヶ淵の生物	外来魚駆除の在来魚保全に対する効果
セイタカアワダチソウ	小 6 TS	外来種の例	外来種の増殖による在来生態系の影響、在来種の減少
	中 3 TS	外来種の例	自然界のつり合いを崩す原因、安易な持ち込みと持ち出しに気をつける
	高 DG	外来種の例	生態系の攪乱、生物の多様性に与える影響
セイヨウタンポポ	高 TS	外来種の例	移入の経緯、生態系への影響、雑種の発見
	高 DG	外来種の例	生態系の攪乱、生物の多様性に与える影響
ハゴロモモ	小 5 DN	メダカを飼育する水槽に入れる	観察が終わっても、メダカや水草を自然の池や川に放したりすてたりしない

※ 生…小学校生活科教科書、小…小学校理科教科書、中…中学校理科教科書、高…高等学校生物基礎教科書。数字は学年。

DN, TS, KR, DG は出版社名。DN…大日本図書、TS…東京書籍、KR…啓林館、DG…第一学習社。

表 4.5.4-2 教科書に掲載されている要注外来生物に関する記述（外来種問題に関する記述がなかったもの）

種名	学年	扱い	外来種問題に関する記述	種名	学年	扱い	外来種問題に関する記述
アフリカツメガエル	中2DN	心臓の動きや血流の観察	なし	セイタカアワダチソウ	生TS	秋に見られる生物	なし
	高TS	血球の観察	なし		小3KR	植物の体のつくりの観察	なし
アメリカザリガニ	小4DN	春に見られる生き物	なし		小4DN	秋に見られる生物	なし
	小5DN	池にすむ生物	なし		中1KR	淀川河川敷の植生	なし
	小6DN	食物連鎖（メダカを捕食）	なし	高KR	植生調査例	なし	
	小6KR	指標生物、水田に生息する生物例	なし	セイヨウタンポポ	生DN	草花の例	なし
	中2DN	体のつくりと運動を観察	なし		中1DN	ルーペの使い方、課題研究の例	なし
	中2KR	甲殻類の体のつくりの例	なし		中1KR	身近な植物の比較観察の例	なし
	中3DN	指標生物	なし		中3DN	在来種と外来種の分布調査	なし
	中3TS	指標生物	なし	タイリクバラタナゴ	小5KR	メダカ以外の動物の産卵	なし
	中3KR	染色体数の例、指標生物	なし	ニジマス	中3KR	外来種の例	なし
アメリカセンダングサ	生KR	種子の散布例	なし	ハルジオン	生DN	草花の例	なし
	中1KR	淀川河川敷の植生	なし		生TS	春に見られる生物	なし
オオアレチノギク	高TS	植物の遷移における外来種の例	なし		小3DN	春に見られる生物	なし
オオオナモミ	生DN	くつつく実	なし		小3KR	身近な植物	なし
	生KR	種子の散布例	なし		小4KR	生物の冬越しの例（ロゼット）	なし
	小4DN	秋に見られる生物	なし		中1DN	身近な植物、光合成に関する実験	なし
オオカナダモ	小6DN	二酸化炭素の吸収と酸素の放出	なし		中1TS	身近な植物、いろいろな形の葉	なし
	中1DN	光合成に関する観察・実験	なし		中1KR	身近な植物の比較観察の例	なし
	中1TS	光合成に関する実験	なし		ヒメジョオン	生DN	草花の例
	中1KR	光合成に関する観察・実験	なし	生TS		夏に見られる生物	なし
	中2DN	細胞の観察	なし	小3TS		植物の体のつくり	なし
	中2TS	細胞の観察	なし	小3KR		植物の体のつくり、身近な植物	なし
	中2KR	細胞の観察	なし	小6DN		水の通り道に関する実験	なし
	中3KR	2年の学習の復習（葉の細胞）	なし	小6TS		自由研究の例（水の通り道）	なし
	高TS	真核生物の例、葉緑体と核の観察	なし	中1DN		身近な植物	なし
高DG	真核生物の例、葉緑体の観察	なし	中1KR	身近な植物の比較観察の例		なし	
高TS	植物の遷移における外来種の例	なし	高TS	植物の遷移における外来種の例		なし	
オオブタクサ	高KR	植生調査例	なし	ヒメムカシヨモギ	小6KR	葉のつき方と日光	なし
グッピー	小5TS	飼育して次世代の残し方を調べる	なし	ブタクサ	小6TS	自由研究の例（水の通り道）	なし
	高TS	心拍数の変化と血流の観察・実験	なし		高TS	植物の遷移における外来種の例	なし
コカナダモ	高TS	ミトコンドリアの観察	なし	ヘラオオバコ	中1DN	身近な植物	なし
コセンダングサ	生DN	くつつく実	なし				
	中1KR	人里の植生	なし				

※ 生…小学校生活科教科書、小…小学校理科教科書、中…中学校理科教科書、高…高等学校生物基礎教科書。数字は学年。

DN, TS, KR, DG は出版社名。DN…大日本図書、TS…東京書籍、KR…啓林館、DG…第一学習社。

表 4.5.5 児童の外来種に対する認識の変化

学習前		第1時終了後		学習後		
言い換え	代表的なテキストデータ	言い換え	代表的なテキストデータ	言い換え	代表的なテキストデータ	
【好感が持てる生物】		【恩恵と損失をもたらす生物】		【恩恵と損失をもたらす生物】		
〈格好よさ〉1	かっこいい	〈恩恵と損失の双方を認識〉32	外来生物はいいものと悪いものがあるから、気持ち悪いとかは、その生き物生き物による。イネはいま日本にとってとっても重要だから良い	〈恩恵と損失の双方を認識〉30	日本の生物に影響を与えているから、あまり良いイメージは持っていないが、悪い生物だとは思わない。なぜかという、全ての生物が影響を与えているわけではないし、外来生物が来てくても日本に来たわけではないから。	
〈生物復活への貢献〉1	日本では何か絶滅しそうになったときに復活するのに役立つ		危険は危険だけど、人々の生活に役に立ったりもしているので、外来生物はけっこうよい生物だと思います		それぞれ違うが…2つに分かれる。①強い。こわい。凶暴。②美味しい。きれい。	
〈恩恵と損失をもたらす〉2	日本にとってイネみたいに食べられて利益をもたらしたのもあれば、ブラックバスのように日本に住んでいたものを食べ絶滅させてしまった生物もある 日本の環境に害がないのか？と思うこともあるが、動物の種類が増えていいとは思っている		最初は外来生物といえば悪いイメージを持っていたけれど、よく考えてみると、日本人の役に立つものとかあまり悪くない物もいたと聞いてびっくりしました		自分たちの生活を支えていたりするけど(食べ物)、少し迷惑な所もある(ブラックバス)。	
【嫌悪感も好感も抱かない生物】		【嫌悪感も好感も抱かない生物】		【嫌悪感も好感も抱かない生物】		
〈ごく普通の生物〉5	今では日本によく馴染んできているので、区別があまりつきにくい 日常的にいるもの	〈普通ではない〉1	イメージは変わらない(珍しい)	〈ごく普通の生物〉1	日本の生物と同じような感じ。外来だからといって悪くないし、外来だからといってかわいそうだというわけではない。	
〈普通ではない〉13	珍しい生き物が多い 日本の生物と性質が違い、変わった色などをしているイメージ	〈強靭で粗暴〉2	凶暴で強くて危険	〈普通ではない〉2	外から来た生物 がかい	
〈外国から来た〉6	外国から来た生物 多すぎて川に流されて国に入ってきた生物 中国などからも多い	【人間による被害者】		【受け入れ難い生物】		
〈イメージはない〉9	イメージを持っていない	〈人間の責任の指摘〉11	良い生物も悪い生物もいるが、その生き物が日本に来てしまったのは人間の責任です。外来生物は自分の生き方で生きているだけで全く悪くありません 「良い」「悪い」はあるが、外に出した人が悪いのであって動物は被害者です	〈強靭で粗暴〉6	悪いやつ 勝手に来るな!	
【受け入れ難い生物】		【人間による被害者】		【人間による被害者】		
〈強靭で粗暴〉9	危険で、人も襲ってくる感じがする 凶暴なイメージ 天敵がいなくてどんどん繁殖する 日本の自然のバランスを壊す生物 日本の生物を絶滅に追い込む 悪いイメージ	〈人間の責任の指摘〉2	人間の責任なのに悪く言われてかわいそうだった 外来生物は、勝手に人間に持っていかれて、勝手に放流されて、みんなに嫌な目で見られているから、それはかわいそうだと思う	〈人間の責任の指摘〉2	人間の都合で悪くなったり良くなったり、ふりまわされている。減らすのだったらほどほどに。	
〈生態系への悪影響〉19	繁殖力が強いので、日本に昔からいた生物のすみかを取ったり食べたりする悪い生物 日本の品種は弱くて外来生物は強いから、日本の動物が絶滅しそう、できればいない 外来生物のせいでは日本固有の生物が減少しているから、悪いイメージ 環境を悪くする生物	〈同情〉7	【対策が必要な生物】		〈同情〉11	本人は普通に生活しているのに、都合がよいと増やし、都合が悪いと減らそうとするのはかわいそうだというイメージ。 最初はこわいイメージだったけど、今は勝手に連れてこられて悪者扱いされてかわいそう。
〈嫌悪感〉2	見たことのない気持ち悪い生物	〈対策の提案〉12	今までは危険だと思っていたけど、原因は全て人間にあって、少しの注意で防げるものだと思います パラスタ水はきれいな水を使えばいい	〈対策の提案〉2	【対策が必要な生物】 外来生物だけの所で暮らしてほしいと思います。	
		〈対策は困難〉2	人間一人ひとり、もしペットショップで見つけた動物を、その動物が死ぬまで飼いつけてあげることとはとても難しいことなので、これからなくすことは無理 知らぬ間にきているのでやばい	〈野生化防止の指摘〉2	これからは野生化しないようにすることが大切だと思った。	
				〈生活を支える生物〉4	【恩恵をもたらす生物】 生きていく中で必要なもの。	

※「言い換え」の欄の数字はテキストデータの数

表 4.5.6 オオクチバスとのつきあい方に関する小学校6年生の考え

第3時におけるグループの考え
<ul style="list-style-type: none"> ・おいしく食べられる調理法を開発する ・干鰯のような肥料にする ・動物の餌にする ・バス釣り用の餌にする ・剥製にする ・水族館に提供する ・観賞用，食用として売る ・日本以外へ持って行く ・専用の生簀を作って一ヵ所に集める ・繁殖期でない頃にどんどん捕獲して減らしておいて，繁殖期を迎えるようにする

表 4.5.7 オオクチバスとのつきあい方に関する中学校3年生の考え

第3時における個人の考え	第5時におけるグループの考え
<ul style="list-style-type: none"> ・おいしく食べられる調理法を開発する ・キャッチ&リリースせずに，釣ったら干鰯を習って有機肥料にする ・釣りをした後は逃がさずに土に埋める。 ・釣り大会を開催して，釣った数を競い，たくさん釣った人に賞品を渡す ・釣ったものを持って来たら換金する。換金の額を上げれば，捕まえる人が増えるのでは？ ・オオクチバスの餌になりそうなゴミなどを湖に捨てない 	<ul style="list-style-type: none"> ・おいしく食べられる調理法を開発する ・肥料にする ・バイオマス発電に使う ・強くて大型のオスを捕獲して不妊手術後，放流する（←他のオスを妨害する） ・産卵床を用意して，卵の段階で一網打尽 ・オオクチバスの天敵を増やす（人間以外の生物に食べさせる） ・電気で魚を痺れさせて浮かせて，オオクチバスだけを獲る ・群れている稚魚を獲る ・生息している水域について，水抜きができる場所は水抜きをする ・学校で増やさないように教える ・外来生物法を改正する