

〔論文〕

小学4年生理科「ものの温度と体積」の 単元終了時における児童の振り返りに関する内容分析 —概念獲得に着目して—

仲井 勝巳
Katsumi Nakai

大阪総合保育大学大学院
児童保育研究科 児童保育専攻

小学4年生の理科、A物質・エネルギー領域の「ものの温度と体積」において学習時の振り返りに行った児童の記述から4つのカテゴリー（主に1種類の概念、2種類の概念、3種類の概念、概念獲得以外）に分けることができた。そして、次のことが明らかとなった。

主に1種類、2種類、3種類の概念カテゴリーから【実験による概念獲得】や【既習概念の変容とその理解】があることがわかった。主に2種類以上の概念カテゴリーから【関連付けと比較の観点】があることがわかった。さらに、インクルーシブ教育の視点からも同様の成果が示唆された。概念獲得以外のカテゴリーでは、【授業全般】や【実験内容】に関する興味関心があることがわかった。

今後の課題として、より良い概念獲得に寄与するような児童への振り返りの発問や例示工夫の必要性が提案された。さらに、概念獲得以外のカテゴリーに属する児童に対しては、概念獲得に寄与するより良い発問や例示工夫、個別対応の必要性が示された。

キーワード：小学校理科、概念獲得、概念変容、事例的研究、質的研究

I. はじめに

1. 問題設定

本研究は、小学4年生の理科で学ぶ「ものの温度と体積」の単元終了時における児童の振り返りしたものの記述内容について分析を通して、この単元を通してどのような概念が獲得されたのかを明らかにするものである。ただし、本授業は旧学習指導要領（平成20年改訂）のもとでの授業であったため、論考については旧学習指導要領に基づいて行う。それを踏まえて、新学習指導要領（平成29年改訂）で同単元実施の際に検討すべき点を整理する。

旧学習指導要領が改訂された際に、「理科の目標」は「実感を伴った理解」というように「実感を伴った」という文言が付加された。『小学校学習指導要領解説 理科編』（平成20年）によると、「具体的な体験を通して形づくられる理解」「主体的な問題解決を通して得られる理解」「実際の自然や生活との関係への認識を含む理解」というように3つの側面が示されている。理科の授業を通して児童が自ら問題解決していく過程において、その単元の概念が獲得されるだけでなく、「児童が自らの諸感覚を働かせた実感」「一人一人の児童が自ら問題解決を行ったという実感」「実際の生活の中で役立

てられていることを確かめたりすることができるという実感」を伴うことが「実感を伴った理解」である。そして、そのようなことを通して、「あらかじめ児童がもっている自然の事物・現象についてのイメージや素朴な概念などは、問題解決の過程を経ることにより、意味付け・関係付けが行われる。そして、学習後、児童は自然の事物・現象についての新しいイメージや概念などを、より妥当性の高いものに更新していく」ことが理科の目標であると示されている。

筆者は当時、小学校に勤務し小学4年生理科を担当しており、種々の工夫をしながら授業を行っていた。その中で理科の授業では「イメージ図」を用いたり、科学読物を取り入れたり、ヴィゴツキーの発達最近接領域を意識しながら発問等を工夫していた。本研究は、とくに「ものの温度と体積」の単元を終えたときに、「はじめの概念（イメージ・知識・捉え方を含む）」（授業単元開始時）と「授業単元終了時の概念の獲得・変容」について、振り返りしたものの記述内容について分析することで、児童たちは何を学び（概念獲得し）、実感を伴った理解につながったのかを明らかにするものである。

実践の背景として、児童の概念獲得に関して、イメージ図を用いることについては戸田（2012）によると、小学5年生「物のとけ方」の学習で混ざる物も溶解する物

も「とける」と考えている子どもの実態を考慮し、水とエタノールを混ぜる実験や水にとけていく食塩の観察を行い、物がとける様子についてイメージ図を使って説明し合う場面を設けたことにより、子どもは粒の見方を活かして水にとかした物の行方を見通したり、考えを整理したりすることができることを指摘している。よって、本研究における授業においても「イメージ図」を用いることを採用した。また、平田（2007）は、算数の授業における学級集団へのダイナミック・アセスメントによって、「発達の最近接領域」は特定の教師、指導、子ども集団に応じてあらわになる可能性を実証的に示している。さらに、ヴィゴツキー（2003. 土井捷三・神谷栄司訳）の『発達の最近接領域の理論—教授・学習課程における子どもの発達』において「発達の最近接領域」の説明として「子どもの機能が達成した成熟の段階を子どもの現在の発達水準とよび、まだ成熟していなくて成熟中の段階にある過程を子どもの発達の最近接領域とよぶ。」とあり、「私たちがこれらを区別し、しかるべく作成された方法でこれらを規定するならば、各年齢期における教育課程は、すでに存在し、組織され、成熟した子どもの特質よりは、むしろ子どもの発達の最近接領域のなかにある彼の特質にもっとも直接的に依存するものであることを、見いだすことになる。」とある。

2. 単元「ものの温度と体積」について

(1) 旧学習指導要領に記述されている内容

旧小学校学習指導要領の理科の目標に、上記では「実感を伴った理解」について示されていることを記述したが、「自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、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。」ということが小学校理科教育の目標である。さらに第4学年の目標では、「(1) 空気や水、物の状態の変化、電気による現象を力、熱、電気の働きと関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、それらの性質や働きについての見方や考え方を養う。」というように「関連付けて調べる」ことや、「(それらの) 性質や働きについての見方や考え方を養う」ことが目標とされている。

また、「ものの温度と体積」の単元については、旧『小学校学習指導要領解説 理科編』を踏まえると、次の表1のように整理できる。

表1. 「ものの温度と体積」の学習内容の整理

	学習指導要領	学習指導要領解説
学習の対象と行動	金属、水、空気を温めたり、冷やしたりして	金属、水及び空気の性質について興味・関心をもって追究する活動を通して
学習の視点	その時の物の状態と温度変化とを関係付けながら調べ	温度の変化と金属、水及び空気の温まり方や体積の変化とを関係付ける能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、金属、水及び空気の性質についての見方や考え方をもちつことができるようにする（下記解説）
児童がもつことが期待される考え	熱によって物の体積が変わることや、物によって体積変化の程度に違いがあることなど、物の状態変化や熱の働きをとらえるようにする	
学習する具体的な概念（アイウは便宜上、筆者がつけたもの）	ア：金属、水及び空気を温めると、それらの体積は膨張し、冷やすと収縮する イ：その体積の変化の様子は、金属、水及び空気によって違いがある、さらに空気の温度による体積の変化が最も大きい ウ：温度変化と物の体積の変化との関係をとらえるようにする	

表1のように、「ものの温度と体積」についての概念獲得は、ア～ウの3つの内容が示されているといえる。アについては「温度と物の体積には関係がある」ことについての概念、イについては「種類によって違いがある」ことについての概念、ウについては「温度変化と体積変化を関連付けて捉える」ことについての概念を意味している。

(2) 本研究での授業展開について

筆者が授業を行った際に、上記のア～ウの3つの概念が獲得されるように、児童の問題解決の過程を重視しながら、実感を伴った理解を意識して実践を行った。その理科の授業の実施内容については、次の表2の通りである。

表2. 「ものの温度と体積」の授業内容

第1次：空気の温度と体積（4時間）
1-1 ペットボトルの口に栓をしたり、石けんの水の膜をつけて湯の中に入れてたりして、その結果について話し合う。
1-2 空気の温度が変わると、空気の体積がどのように変わるかイメージ図を用いて予想する。
1-3 温度が変わると試験管の中の空気の体積が変わるか調べる。
1-4 あたためると空気の体積が大きくなることをたしかめよう。
第2次：水の温度と体積（1時間）
2-1 温度が変わると、試験管の水の体積が変わるかイメージ図を用いて予想し調べる。
第3次：金属の温度と体積（2時間）
3-1 温度が変わると、金属の玉の体積が変わるかイメージ図を用いて予想し調べる。
3-2 たしかめよう、学んだことを生かそう。
第4次：まとめ（1時間）
4-1 ふりかえり

表2に示すように、空気、水、金属の順番で授業展開を行い、実感を伴った理解につながるように、イメージ図を用いて予想し、一人一人の実験を行う時間等を確保した。なお、本研究で分析を行う児童の振り返りは、表2に示す「4-1 ふりかえり」の授業内で行ったものである。

II. 研究目的と方法

1. 研究目的

本研究の目的は、小学4年生理科「A物質・エネルギー」領域にある「ものの温度と体積」において児童の振り返りに関する記述から、どのような概念獲得を行ったのかを具体的に明らかにすることである。

2. 調査対象について

本研究では、日本国内A小学校4年生1クラス（36名）に着目し、理科の授業を2013年10-11月に行った。児童の感想や概念項目に関するテストとの関連性の調査を実施し、児童からアンケートを取得し調査した。このクラスでは1名の特別支援学級に在籍する児童がインクルーシブ教育において通常学級に在籍しており、本研究の理科の授業時においては支援担任が付き添い個別への指導が実施された。

なお、倫理的配慮に関しては、日本国内A小学校長に本研究の趣旨を伝え、児童に不利益が被らないことを説明した上で実践的な研究実施の許可を得て行った。

3. 分析対象と方法について

(1) 分析対象

本研究の分析対象は、単元終了後の記述式のアンケート

ト（児童の振り返りに関する記述）である。記述にあたり、「今回の学習の振り返り（理解したこと、理解していないことなど）をすること。さらに、書き方の例として、『はじめは、Aでした。Bによって、Cとなりました。』というように、児童に『はじめは、どんなことを思っていて、何によって（見て、知って、学んで、行なって）、どのように思うようになったのか』という発問と例示を示してから記述させた。また、発問を理解していなければ、どのように記述するかを児童のわかりやすい表現で説明した。（例：はじめは、ピーマンが食べられなかった。でも、肉詰めピーマン料理を見て、食べられるようになった。）

(2) 分析方法

本研究における児童の記述内容を、SCAT（Steps for Coding and Theorization：大谷2008）に準じて分析した。SCATとは、アンケートの自由記述欄などの比較的小規模なデータの分析に適しており、4項目のステップにより構成概念を抽出していく。そして、コーディングと構成概念をつないでストーリーラインを作成する手続きを行っていく分析方法となる。この分析方法に関して、大谷は「疑問・課題」について「コード」ではないと述べているので、表に記述していない。なお、ストーリーラインから「理論記述」や「さらに追及すべき点・課題」に関しては、本論文の考察、まとめにおいて記述したため表では省略している。

III. 分析結果

1. カテゴリーごとの分析結果

対象児童数36名のうち、記述内容を分析すると「主

小学4年生理科「ものの温度と体積」の単元終了時における児童の振り返りに関する内容分析

に1種類（金属、あるいは空気）の概念」「主に2種類の概念（金属と空気、空気と水、水と金属の2種類）」「主に3種類（もの全般）の概念（金属、水、空気、もの全般）」「概念獲得以外」の категорияに分類されるこ

とがわかった。なお、「水のみ」の1種類についての記述は見られなかった。表3はその結果であるが、3種類の概念について記述している16名が最も多かった。

表3. カテゴリと該当者数

カテゴリ	該当者数 (人)
主に1種類の概念	12
主に2種類の概念	5
主に3種類（もの全般）の概念	16
概念獲得以外	3
合計	36

2. SCATによる分析結果

表3のカテゴリに基づいて、SCATによる分析をそれぞれ行った結果を表4に示す。4つのカテゴリがあるため、表4-1は「主に1種類の概念に関する分

析」、表4-2は「2種類の概念に関する分析」、表4-3は「3種類の概念に関する分析」、表4-4は「概念獲得以外に関する分析」とする。

表4-1. 主に1種類の概念に関する分析（該当者数12人）

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内容	<4>テーマ・構成概念（前後や全体の文脈を考慮して）
1	4年児童	はじめは、たまが大きくて、わに入らなかったけど、たまを氷水につけるとわに入りました。ほかのほうもありません。それは、わを火であたためることでした。そうしたら、たまがわに入りました！それを見て、すごく楽しかったです。	たまが大きくて、わに入らなかったけど、たまを氷水につけるとわに入りました。ほかのほうもありません。それが楽しい。	球の体積変化を理解。違うやり方の理解、そのことに意欲を持つ。	金属の体積変化の理解、他の方法でも体積変化することの理解、学習意欲	金属球の体積変化の理解、実験内容の興味関心、実験による概念獲得
2	4年児童	はじめはすごいなあと思った。でもやったら、いがいとかんたんだった。はじめはびっくりした。あなの中を通った。でも、あたためるとあなの中を通った。	あなの中を通った。でも、あたためるとあなの中を通った。	金属（の輪）を温めることによって、穴を通ったことに興味を持った。	金属の体積変化の理解、学習意欲、実験結果の驚き	金属球の体積変化の理解、実験内容の興味関心、実験による概念獲得
3	4年児童	はじめは、わが鉄の玉を通したが、コンロでねっすること、わを通らなくなった。それは、ねっすること、鉄の玉が、少しだけ大きくなったから。その大きくなった玉をつめたい水の中に入れて、湯気が出た。ひやした後、わをおそうとすると、玉はわを通りました。今回の実験は、とても楽しかったです。	ねっすること、鉄の玉が、少しだけ大きくなった。その大きくなった玉をつめたい水の中に入れて、湯気が出た。ひやした後、わをおそうとすると、玉はわを通りました。	金属球の体積変化について大きくなった。その大きくなった玉をつめたい水の中に入れて、湯気が出た。ひやした後、わをおそうとすると、玉はわを通りました。	金属の体積変化の理解、学習意欲、さらに金属球を冷やす時の様子に興味を持つ	金属球の体積変化の理解、実験内容の興味関心、実験による確かな概念獲得
4	4年児童	はじめはAでした。Bによって、Cとなりました。ほくは、はじめ鉄球がとおらないとおもったら、ほんとうにとおらなかった。でもあたためたらとおった。	ほくは、はじめ鉄球がとおらないとおもったら、ほんとうにとおらなかった。でもあたためたらとおった。	金属を温めると、体積変化が起こることを理解した。	金属の体積変化の理解、予想と反しての理解と解釈	金属球の体積変化の理解、既習概念の確かな獲得
5	4年児童	はじめは、ふくらむとは、思っていませんでした。でも、実験をしたら、ふくらんだので、びっくりしました。実験は、すごく楽しかったです。わたしは金ぞくが一番変わると思っただけ、反対で、金ぞくが一番変わらなかったです。今回は、1つの事だけでなくさんの実験ができてよかったです。それにたくさんの実験ができたのでおもしろかったです。	はじめは、ふくらむとは、思っていませんでした。でも、実験をしたら、ふくらんだので、びっくりしました。わたしは金ぞくが一番変わると思っただけ、反対で、金ぞくが一番変わらなかったです。	主に金属の変化に興味を持ち、他のものと比べて体積変化をよく理解した。実験に対する興味を持った。金ぞくが一番変わらなかったです。	金属の体積変化を比較して理解、実験内容に対する興味、予想をしっかりと学習意欲	金属の体積変化の理解、実験内容の興味関心、既習概念の変容とその理解
6	4年児童	わたしは、りかで、じっけんをするまで、金ぞくの、玉がわを、通りぬけることをたしかめました。わたしは、金ぞくの体積などのことは、いうほど、きょうみなどがなかったのですが、今回では、はじめで、金属の、体積は、金ぞくの玉を、コンロでねっしたら体積がふえるとか、その、金ぞくの玉を、もう1回ひやしたら、体積はふえるなどと、いろいろなことが分かりました。	金属の、体積は、金ぞくの玉を、コンロでねっしたら体積がふえるとか、その、金ぞくの玉を、もう1回ひやしたら、体積はふえるなどと、いろいろなことが分かりました。	金属の体積変化を実験を通して、理解を深めた。	金属球が大きくなるという体積変化の理解、特に実験への丁寧な取り組み方による深い理解	金属球の体積変化の理解、実験による確かな概念獲得
7	4年児童	はじめは、しらなかった。べんきょうによって、わかることができました。はじめはしなかった。ガスコンロによってきんぞくが大きくなったりがいさくなくなることがよりのしくなりました。はじめは、理科がまじでした。べんきょうによってもつすきになりました。はじめは、わかりませんでした。きんぞくがあったてもひやしても同じだと思っただけ、かわっていることがわかりました。	ガスコンロによってきんぞくが大きくなったりがいさくなくなることがよりのしくなりました。きんぞくがあったてもひやしても同じだと思っただけ、かわっていることがわかりました。	金属の体積変化に興味を持ち、理解した。	金属の体積変化の理解、予想をして実験をしてからしっかりと理解、興味関心、既習概念の変化	金属の体積変化の理解、実験内容の興味関心、既習概念の変容とその理解
8	4年児童	はじめは、金ぞくの体積が変わることは、全然知らなかったけど、勉強すると変わっていったのでびっくりしました。もっといろいろなことを知りたいです。	金ぞくの体積が変わることは、全然知らなかったけど、勉強すると変わっていったのでびっくりしました。もっといろいろなことを知りたいです。	金属の体積変化について理解し、興味を持った。	金属の体積変化の理解、学習内容に関しての変化に気付き意欲がある。	金属の体積変化の理解、実験内容の興味関心、学習への意欲向上
9	4年児童	最初は、温度で金属ぞくの体積が大きくなる、ひやすと、ちいさくなることは、べんきょうするまで、しりませんでした。さいしょ、どうして、金ぞくは、温度で、体積がかわるのかふしぎにおもいました。なので、理科で勉強できて、よかったです。実験では、しけんかんや、おゆ、こおり、せけん水をつきました。初めて、おゆとか、われものをつかったので、すし、じっけんするときは、きんちょうしていました。もの温度と体積の勉強ができて、よかったです。	温度で金属ぞくの体積が大きくなる、ひやすと、ちいさくなる。どうして、金ぞくは、温度で、体積がかわるのかふしぎにおもいました。	金属は、温度によって体積が変化することに理解。また、そのことに関する興味関心、特に疑問を持つ。	金属の体積変化の理解、実験内容の詳細な取り組み、その取り組みへの学習意欲	金属の体積変化に関する理解、実験内容の興味関心
10	4年児童	はじめは、「金ぞくの体積は変わらない」と思っていたのですが、理科のじゅ業で「金ぞくの体積が、変わることが分かりました。	「金ぞくの体積は変わらない」と思っていたのですが、理科のじゅ業で「金ぞくの体積が、変わることが分かりました。	金属の体積変化について理解した。	金属球の体積変化の理解、予想と反しての理解	金属の体積変化の理解、既習概念の変容とその理解
11	4年児童	はじめは火をつけるのがこわかったけど、理科のべんきょうをして火がけられるようになってよかったです。じっけんをして、空気は温度がかわると体積がかわるあたためる体積がふえひやすと体積がふえひやすと体積がへる。とゆうことがわかった。	空気は温度がかわると体積がかわるあたためる体積がふえひやすと体積がふえひやすと体積がへる。とゆうことがわかった。	空気の体積変化に興味を持ち、温度によって変わることを理解した。	空気の体積変化の理解、学習意欲、以前の実験内容を思い出し、今回の学習内容に活かしている。	空気の体積変化の理解、実験内容の興味関心、実験による確かな概念獲得
12	4年児童	「はじめは、わに通らぬけませんでした。水や熱によって、体積がかわり、形が変わりました。水によって、体積がかわり、玉が小さくなった。熱によって、体積がかわって、玉が大きくなった。ほくは予想して、その予想と結果がいっしょでした。今回、勉強して、予想とかを考えると、一番楽しかったです。	はじめは、わに通らぬけませんでした。水や熱によって、体積がかわり、形が変わりました。水によって、体積がかわって、玉が小さくなった。熱によって、体積がかわって、玉が大きくなった。	金属の輪が温度の変化によって、形が変化することの理解。予想する時に意欲向上。	金属の体積変化の理解、学習意欲、予想の時に意欲向上	金属の体積変化の理解、実験内容の興味関心、実験による確かな概念獲得

ストーリーライン 主に1種類の概念に関する記述を分析すると、金属の概念獲得に関する記述が多く確認された児童からは、既習概念の（確かな）獲得、実験による概念獲得、比較理解、既習概念の変容とその理解を示す傾向があった。なお、空気に関する概念獲得の記述は1名で人数が少なかった。

表4-2. 主に2種類の概念に関する分析 (該当者数5人)

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内容	<4>テーマ・構成概念(前後や全体の文脈を考慮して)
1	4年児童	はじめはきんぞくのぺんきょうをするとは思いませんでした。本を見てきんぞくのぺんきょうをすることがわかりました。はじめのくうきのぺんきょうでまくがどんどんまくがふくらんでびっくりしました。	はじめのくうきのぺんきょうでまくがどんどんまくがふくらんでびっくりしました。	空気、金属の体積変化について興味を持った。	空気、金属の体積変化への着目、実験比較の興味関心	2種類の体積変化に関する着目、実験内容の興味関心
2	4年児童	はじめはこのじっけんがすこしだけこわかったです。なぜかとゆうと、ガスコンロでやけるかのうせいがあるかもしれないからです。でも、このじっけんを本当に実さいにすることによって、8のものの温度と体積の事件がぜんぜんこわなくなりました。わたしは、はじめ、この実験をしたときに、予想では、空気よりもきんぞくの方がへんかが大きいと思っていたけど、じっさいに実験をしてみると、こたえはまぎやくでした。	はじめ、この実験をしたときに、予想では、空気よりもきんぞくの方がへんかが大きいと思っていたけど、じっさいに実験をしてみると、こたえはまぎやくでした。	空気、金属の体積変化に興味を持ち、理解した。	空気、金属の体積変化の理解、実験への高い興味関心、予想と反してのより良い理解	2種類の体積変化の確かな理解、実験内容の興味関心
3	4年児童	はじめは、金ぞくと水はぜったい大きくならないと思っていました。でも、実験をして、大きくなったので、とってもとってもびっくりしました。	金ぞくと水はぜったい大きくならないと思っていました。でも、実験をして、大きくなったので、とってもとってもびっくりしました。	金属と水の体積変化を実験を通して、理解し興味を持った。	金属、水の体積変化の理解、興味関心、予想と反する結果に意欲	2種類の体積変化の理解、実験内容の興味関心、既習概念の変容とその理解
4	4年児童	はじめはせつけんを入れてひやすと予想は、まくはわれると思っていたけれど結果は、まくが下がらんだなあとわかった。しけんかんに入れたひやす時は、予想かわらないと思っていると結果は体積へっこむことがよくわかった。	せつけんを入れてひやすと予想は、まくはわれると思っていたけれど結果は、まくが下がらんだなあとわかった。しけんかんに入れたひやす時は、予想かわらないと思っていると結果は体積へっこむことがよくわかった。	空気、水の体積変化を、まはわれるか、視覚的な情報での理解。	空気、水の体積変化の理解、石鹸の膜から空気、試験管に入れた水面の変化に着目し理解。	2種類の体積変化の理解、既習概念の変容とその理解
5	4年児童	はじめは、空気の体積はふえなかったり、へらなれと思っていました。でも、実験によって、空気の体積がふえたり、へたりすることがわかりました。はじめは、金属の体積はふえたりへたりすると思っていました。実験をしたら、空気の体積はふえたりへたりするようになってしまっ、あきれてしまいました。	空気の体積はふえなかったり、へらなれと思っていました。でも、実験によって、空気の体積がふえたり、へたりすることがわかりました。はじめは、金属の体積はふえたりへたりすると思っていました。実験をしたら、空気の体積はふえたりへたりするようになってしまっ、あきれてしまいました。	空気の体積変化を理解し、金属に関しても同様に理解した。	空気、金属の体積変化の理解、予想通りの結果に対し興味が高下する	2種類の体積変化の理解、既習概念の変容とその理解、実験による確かな概念獲得、学習意欲低下

ストリーライン 主に2種類(金属と水、空気と金属、空気と水)の概念獲得に関する記述が確認された児童からは、既習内容の変容とその理解、実験による(確かな)概念獲得がある傾向があった。

表4-3. 主に3種類(もの全般)の概念に関する分析 (該当者数16人)

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内容	<4>テーマ・構成概念(前後や全体の文脈を考慮して)
1	4年児童	わたしは、空気と水の温度と体積は、だいたいようがつきました。でも金ぞくは、球がすこくかたいのをしていて、体積の変わり方がすこびっくりしました。体積の変わり方は、火につけると大きくなったので、一番びっくりしました。	金ぞくは、球がすこくかたいのをしていて、体積の変わり方がすこびっくりしました。体積の変わり方は、火につけると大きくなったので、一番びっくりしました。	金属球の体積変化に興味を持ち、予想を立てて理解した。	金属の体積変化の理解、予想通りの結果の理解、体積変化に対し興味関心を持つ、空気と水への予想あり	3種類の体積変化に関する興味関心
2	4年児童	はじめはあたたためたら体積が大きくなるなんて思いませんでした。ですが実験によってあたたためたら体積が大きくなるのがわかりました。反対にひやす場合も実験によってひやすたら体積が小さくなることもわかりました。水も空も金ぞくも同じようにあたたためたら体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなるのがわかりました。この章は実験が多かったのうれしかったです。	あたたためたら体積が大きくなるなんて思いませんでした。ですが実験によってあたたためたら体積が大きくなるのがわかりました。反対にひやす場合も実験によってひやすたら体積が小さくなることもわかりました。水も空も金ぞくも同じようにあたたためたら体積が大きくなり、冷やすと体積が小さくなるのがわかりました。	水、空気や金属の体積変化を温度によって変わることを理解し、予想を立てての実験内容に関する記載。	水、空気、金属の体積変化の理解、予想を立てて実験を重ねること喜びから意欲向上	3種類の体積変化の確かな理解、実験内容の興味関心、実験による確かな概念獲得、既習概念の変容とその確かな理解
3	4年児童	はくは、はじめは空気や水、金ぞくは体積は変わらないと思っていました。でも、温めたり、ひやすことによって体積が変わること体積が変わることがわかりました。あと、空気、体積が変わると思っていたけど、水と金ぞくは体積が変わると思っていなかったのびっくりしました。	はくは、はじめは空気や水、金ぞくは体積は変わらないと思っていました。でも、温めたり、ひやすことによって体積が変わること体積が変わることがわかりました。あと、空気、体積が変わると思っていたけど、水と金ぞくは体積が変わると思っていなかったのびっくりしました。	空気、水、金属の体積変化についてとても興味を持ち、理解した。	空気、水、金属の体積変化の理解、実験の予想を反しての深い理解と学習意欲	3種類の体積変化の理解、実験内容の興味関心、既習概念の変容とその確かな理解
4	4年児童	はじめはAでした。によって C となりました。金ぞくの玉がわを通りぬける金ぞくの玉をねそのあとわをつする調金ぞく玉水れてひやすたりか調べる水も空気と同じようにあたたためると体積 ふへひやすと体積へるといことがわかりました。	金ぞくの玉がわを通りぬける金ぞくの玉をねそのあとわをつする調金ぞく玉水れてひやすたりか調べる水も空気と同じようにあたたためると体積 ふへひやすと体積へるといことがわかりました。	金属の球、水、空気との関連性の理解。体積の変化を捉えている。	金属、水、空気の体積変化の理解、インクルーシブ教育の観点から支援担の支援で、児童の考えを引き出された。	3種類の体積変化の理解、実験による概念獲得
5	4年児童	はじめは、分らなかつた事が実験をしてももの温度と体積がわかるようになりました。はじめは分らなかつた事が実験をしてももの温度と体積がわかるようになりました。もの温度と体積で実験をしてすこおもしろかった。実験をしたらまくがふえたりちぢんだりするのが不思議に思った。実験をいっぺいしたので、すこもの温度と体積が分かつたのでよかったです。でも、冬はすこしすき間が閉まっているのに、夏になるとすき間がなくなるの不思議に思いました。	実験をいっぺいしたので、もの温度と体積の関係を理解した。電車は、冬はすこしすき間が閉まっているのに、夏になるとすき間がなくなるの不思議に思いました。	実験をいっぺいして、もの温度と体積の関係を理解した。電車は、冬はすこしすき間が閉まっているのに、夏になるとすき間がなくなるの不思議に思いました。	多くの実験を通して、もの温度と体積の関係を理解している。電車のレールも、そのことが活用されていることに興味関心を持つ。	もの全般の体積変化の確かな理解、実験内容の興味関心、実験による確かな概念獲得、日常生活との関連性の理解
6	4年児童	はじめは、金ぞくの体積は変わらないと思っていました。実験によって、金ぞくの体積は変わるんだなあと思いました。空気、水、金ぞくは、どうして、ひやすたり、あたためたりすると体積は変わりました。わたしは、何で変わるんだらうと思いました。	金ぞくの体積は変わらないと思っていました。実験によって、金ぞくの体積は変わるんだなあと思いました。空気、水、金ぞくは、どうして、ひやすたり、あたためたりすると体積は変わりました。	空気、水、金属の温度変化によって体積が変化することを理解し、興味を持った。	空気、水、金属の体積変化の理解、実験内容に関する疑問を持ち、学習意欲がある	3種類の体積変化の理解、実験内容の興味関心、既習概念の変容とその理解
7	4年児童	はじめは、わの中に玉がはいっていたけど、あたためることによって、わの中にたまがなくなりました。それから、ひやすと、わの中にはいらなかつた玉がはいらなくなりました。金ぞくも、空気や水と同じように、あたためると体積がふへ、ひやすと体積がへるといことがわかりました。だから、金ぞくは、あたためたり太陽にあたりると、体積が大きくなって、物が大きくなるということもわかりました。あと、温度のちがいで、体積のかわり方が大きいじゅんは、1空気、2水、3金属であることがわかりました。だから、金属の体積のかわり方は空気や水に比べてとても小さいこともわかりました。	金ぞくも、空気や水と同じように、あたためると体積がふへ、ひやすと体積がへるといことがわかりました。金ぞくは、あたためたり太陽にあたりると、体積が大きくなって、物が大きくなるということもわかりました。あと、温度のちがいで、体積のかわり方が大きいじゅんは、1空気、2水、3金属であることがわかりました。だから、金属の体積のかわり方は空気や水に比べてとても小さい	金属、空気と水と同じように温度の変化によって体積が変わることの理解。	金属、水、空気の体積変化の深い理解、詳細な実験に関する記述、空気、水、金属の体積変化の違いをしっかりと捉えている。	3種類の体積変化の確かな理解、実験による確かな概念獲得
8	4年児童	わたしは、はじめは水、空気や金ぞくが温度によって体積が変わることを知りませんでした。でも、先生やはの人といっしょに実験をして、水、空気や金ぞくは、温度によって体積が変わることを知りませんでした。今日の勉強は、わたしの好きな実験が大かつたので、楽しかったです。ビデオで、日常生活でもこれが利用されていることがわかりました。	はじめは水、空気や金ぞくが温度によって体積が変わることを知りませんでした。でも、先生やはの人といっしょに実験をして、水、空気や金ぞくは、温度によって体積が変わることを知りませんでした。今日の勉強は、わたしの好きな実験が大かつたので、楽しかったです。ビデオで、日常生活でもこれが利用されていることがわかりました。	大かつたは、多かつたと読み取れる。水、空気や金属は温度によって体積が変化することを理解し、日常生活の関連性を持つ。日常生活の関連性にも気づく。	水、空気、金属の体積変化の理解、学習意欲、日常生活の関連性を利用されていることに触れている	3種類の体積変化の確かな理解、実験による概念獲得、日常生活との関連性の理解
9	4年児童	はじめは体積のことはあまりしらなかつたけど、あたためると体積がふえ、ひやすと体積がへると分かつた。それと金ぞくも空気や水と同じように体積がふえたりはしませんでした。これをようして作られる機いかいも分かつた。	あたためると体積がふえ、ひやすと体積がへると分かつた。それと金ぞくも空気や水と同じように体積がふえたりはしませんでした。これをようして作られる機いかいも分かつた。	金属、空気、水は同じように温度の変化によって体積が変わることを理解した。日常生活で機械などの活用にも気づく。	金属、空気、水の体積変化の理解、日常生活場面の見方、利用されている機械(おそらく鉄道のレールなど)	3種類の体積変化の理解、実験による概念獲得、日常生活との関連性の理解

小学4年生理科「ものの温度と体積」の単元終了時における児童の振り返りに関する内容分析

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内容	<4>テーマ・構成概念(前後や全体の文脈を考慮して)
10	4年児童	はじめ、空気の体積を調べるとき、しけんかんをせっけんにつけて手であたためると、せっけん水のまくは、ふくらむかの実験の予想で人間の手であたためられるはずがないと思っていました。そしたらあんなにふくらんだりするとは予想をこえました。水の実験では、水がふえるはずがないと思っていました。そしてあたためるとふえたとはいえませんでした。きんぞくもあたためるとわをとおりぬけたので、おどろきました。	、しけんかんをせっけんにつけて手であたためると、せっけん水のまくは、ふくらむかの実験の予想で人間の手であたためられるはずがないと思っていました。水の実験では、水がふえるはずがないと思っていました。そしてあたためるとふえたとはいえませんでした。きんぞくもあたためるとわをとおりぬけたので、おどろきました。	空気の体積変化について理解し、水、そして金属も理解した。予想に対し、結果に驚いた。	空気、水、金属の体積変化の理解、予想と反して実験結果に興味関心、実験内容への学習意欲	3種類の体積変化の確かな理解、既習概念の変容とその確かな理解、実験内容への高い興味関心
11	4年児童	はじめは、金ぞくや水、空気を温めて体積がふえるなんて思いませんでした。けど、実験をすることによって、体せきがふえることが分かって楽しかったです。また「金ぞく、水、空気をひやして、体せきがちぢむこともはじめはしんじられませんでした。けど、実験を通して意見理由が分かってすっきりしました。」あと、テストでも分からないところがあったけれど、先生が分かりやすくお答えしてくれたので、分かりやすかったです。	金ぞくや水、空気を温めて体積がふえるなんて思いませんでした。けど、実験をすることによって、体せきがふえることが分かって楽しかったです。「金ぞく、水、空気をひやして、体せきがちぢむこともはじめはしんじられませんでした。けど、実験を通して意見理由が分かってすっきりしました。」	金属、水、空気の体積変化に興味を示す、詳細に実験内容を記載、実験を通しての深い理解。	金属、水、空気の体積変化の理解、実験を通しての深い理解と学習意欲を発揮、教員に対する感謝	3種類の体積変化の確かな理解、既習概念の変容とその確かな理解、実験による確かな概念獲得
12	4年児童	はじめはふくらむなんて思っていませんでした。でも実験によってふくらみました。はじめは、温度と体積の実験をしらなくてどんな実験なんだろうと思いました。でも温度と体積の実験のことが分かりました。はじめは実験にしけんかんとスタンドを使うなんて全然しませんでした。でもしけんかんとスタンドは、こういうふうに使ってたあと思いました。	はじめはふくらむなんて思っていませんでした。でも実験によってふくらみました。はじめは、温度と体積の実験をしらなくてどんな実験なんだろうと思いました。でも温度と体積の実験のことが分かりました。	実験を通して、温度と体積の関係について理解し、また実験器具の取り扱いの理解した。	ものの体積変化の理解、実験に対する興味と理解、実験器具の取り扱いの理解向上	もの全般に関する体積変化の理解、実験による概念獲得、既習概念の変容とその理解
13	4年児童	最初は、あたためると大きくなることは、しんじられませんでした。でも、実験したことによって、ものの温度と体積がすきになって、ひやすと、小さくなることや、あたためると、大きくなるということが分かって、すごく勉強になりました。まず、実験した時が一番楽しかったです。身の回りにもこんなことがあるとは、思いませんでした。ビンとかのふたがあかないときに、あつのお湯につけるとあけやすくなるって聞いたのでこれもおもしろいと思いました。もっと実験したいとおもいました。わからないことが分かって、うれしかったです。手であたためると、せっけんの水のまくがふくらむということも分かりました。	実験したことによって、ものの温度と体積がすきになって、ひやすと、小さくなることや、あたためると、大きくなるということが分かって、すごく勉強になりました。身の回りにもこんなことがあるとは、思いませんでした。ビンとかのふたがあかないときに、あつのお湯につけるとあけやすくなるって聞いたのでこれもおもしろいと思いました。手であたためると、せっけんの水のまくがふくらむということも分かりました。	実験とは実験であることを読み取れる。実験を通して、ものの温度と体積に興味を持ち、体積変化を理科視した。日常生活のビンなどに活用することに興味を持つ。	科学的なものを見方、ものの体積変化の理解、実験を行って意欲広げ、ビンの蓋など身の回りの日常生活場面への活用に興味を示す。わからないことへの理解。	もの全般に関する体積変化の理解、実験による確かな概念獲得、日常生活との関連性の理解
14	4年児童	はじめは温度や、体積はともわかりました。けどちゃんと勉強しようとしてわかりました。温度と体せきがわかりました。じっけんやいろいろしてとてもおもしろかったです。	はじめは温度や、体積はともわかりました。けどちゃんと勉強しようとしてわかりました。温度と体せきがわかりました。じっけんやいろいろしてとてもおもしろかったです。	温度による体積変化を理解し、興味を持った。	ものの体積変化の理解、実験への学習意欲	もの全般に関する体積変化の理解、実験内容の興味関心
15	4年児童	はじめはむずかしそうでした。どんどんやっていたらわかるようになりました。「できたときにできた」と思いました。やってみたらおもしろかったです。体積のことをもっと知りたかったです。次の理科のもむずかしそうだけどもがんばりたいです。今までのじゅぎょうも楽しかったです。体積のことをもっとやりたいです。次の勉強のものをあたためたり方じゅぎょうが楽しかったです。このじゅぎょうをして理科のことをもっと知りたかったです。	体積のことをもっと知りたかったです。体積のことをもっとやりたいです。次の勉強のものをあたためたり方じゅぎょうが楽しかったです。	体積変化に興味を持ち、理解した。体積に関する興味を持った。	ものの体積変化の理解、次級の学習内容への意欲	もの全般に関する体積変化の理解、授業全般について興味関心
16	4年児童	あたためたら、体積が大きくなるという予想をして、結果も予想と同じだった。ひやす方も、予想をしていたのと結果が同じでした。実験したとき、ハブニングがあったりしましたが、やっぱり、実験は楽しいと思えました。けど、ねっしたら体積は、なぜ大きくなるのかは、すごくふしぎに思いました。	あたためたら、体積が大きくなるという予想をして、結果も予想と同じだった。ひやす方も、予想をしていたのと結果が同じでした。ねっしたら体積は、なぜ大きくなるのかは、すごくふしぎに思いました。	体積変化に興味を持ち、予想や結果を比べ理解し、興味をとても持った。実験内容への興味を持つ。	ものの体積変化の理解、実験の予想を立てることの興味や意欲	もの全般に関する体積変化の理解、既習概念の確かな獲得、実験内容の興味関心
ストーリーライン		主に3種類(金属と水と空気、もの全般)の概念獲得に関する記述が確認された児童からは、実験による(確かな)概念獲得かつ日常生活との関連性の理解、実験による(確かな)概念獲得、既習概念の変容とその(確かな)理解がある傾向があった。				

表4-4. 概念獲得以外に関する分析(該当者数3人)

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内容	<4>テーマ・構成概念(前後や全体の文脈を考慮して)
1	4年児童	はじめは、理科がきらいでした。でも実験とかして好きになりました。あと、かんきつもきらいでした。でもいろいろかんきつして好きになりました。あと、ものの温度と体積がきらいだったけど、やっぱり一番好きなのは、実験おして好きになりました。はじめは、月の動きがきらいでした。でも、いろいろ月の動きをして好きになりました。	ものの温度と体積がきらいだったけど、やっぱり一番好きなのは、実験おして好きになりました。	理科に苦手意識を持つが、実験に興味を持った。	理科が嫌いであるということだが、実験の取り組みから学習意欲を感じられる。	実験内容の興味関心
2	4年児童	はじめは体積がむずかしそうでした。何回もやってみたらおもしろいことになって「頭がつよくなった自分となりました」	何回もやってみたらおもしろいことになって「頭がつよくなった自分となりました」	学習に取り組むことで、努力して理解しようとしたと考えられる。	実験を重ね、学習意欲に対する奮起	実験内容の興味関心
3	4年児童	はじめはむずかしかったけど、やっていたらおもしろくなった。もっとがんばりたい。べんきょうをもっとがんばりたいです。わからないところがあったけど楽しかった。テストとかで0点とれたから、くやしかった。次はがんばりたい。	もっとがんばりたい。べんきょうをもっとがんばりたいです。わからないところがあったけど楽しかった。	授業、学習に困難さを示すが、意欲や向上心がある。	学習意欲、実験を重ねることでの意欲が向上	授業全般に関する興味関心
ストーリーライン		ものの温度と体積の学習内容において、概念変化に関する記述が確認できなかった児童は、授業全般に関する内容、特に実験内容についての興味関心があることがわかった。				

3. 「テーマ・構成概念」に関する判断理由

表4-1、4-2、4-3、4-4に児童の記述のSCATによる分析表を示したが、「<4>テーマ・構成概念」として概念化するにあたっての判断理由を表5に示す。

表5. テーマ・構成概念の判断理由

体積変化についての興味関心、理解	【金属球の体積変化の理解】	金属球の体積変化についての記述があり、理解が読み取れるもの。
	【空気の体積変化の理解】	空気の体積変化についての記述があり、理解が読み取れるもの。
	【2種類の体積変化に関する着目】	2種類の体積変化について着目している内容の記述が読み取れるもの。
	【2種類の体積変化の理解】	2種類の体積変化についての記述があり、理解が読み取れるもの。
	【2種類の体積変化の確かな理解】	2種類の体積変化についての具体的な実験内容の記述があり、2種類の体積変化についての理解が読み取れるもの。
	【3種類の体積変化に関する興味関心】	金属と水と空気の体積変化についての記述があり、興味が読み取れるもの。
	【3種類の体積変化の理解】	金属と水と空気の体積変化についての記述があり、理解が読み取れるもの。
	【3種類の体積変化の確かな理解】	3種類の体積変化についての具体的な実験内容の記述があり、3種類の体積変化についての理解が読み取れるもの。
	【もの全般に関する体積変化の理解】	もの全般の体積変化についての記述があり、理解が読み取れるもの。
概念獲得と概念変容	【実験による概念獲得】	実験を通して体積変化に関する記述があり、概念を獲得したことが読み取れるもの。
	【実験による確かな概念獲得】	具体的に実験内容やその考察に関する記述があり、体積変化についての概念を獲得したことが読み取れるもの。
	【既習概念の確かな獲得】	児童が持っている概念が学習によって理解を示した記述があり、より確かな概念となったことが読み取れるもの。
	【既習概念の変容とその理解】	児童が持っている概念が学習内容によって変容した記述があり、理解を示したことが読み取れるもの。
	【既習概念の変容とその確かな理解】	児童が持っている概念が具体的な学習内容によって変容した記述があり、理解したことが読み取れるもの。
日常生活との関連性	【日常生活との関連性の理解】	日常生活場面との関連性に関する記述があり、内容について理解していることが読み取れるもの。
実験や授業等の興味関心、意欲	【実験内容の興味関心】	実験内容に関する興味関心を示すことが読み取れるもの。
	【授業全般に関する興味関心】	授業全般に関する興味関心を示すことが読み取れるもの。
	【学習意欲低下】	学習内容に対して意欲的ではない内容が読み取れるもの。

IV. 児童の概念に関する記述に着目した考察

1. テーマ・構成概念の出現数

表6は、表4-1、4-2、4-3、4-4の「<4>テーマ・構成概念」に記述しているものをカウントし、児童の興味関心、理解、概念、概念獲得の状況を整理したものである。その際、表5に基づいて整理した。

表6. テーマ・構成概念の出現数

		主に 1種類の 概念	主に 2種類の 概念	主に 3種類 (もの全 般)	概念獲得 以外	計
	児童数	12人	5人	16人	3人	36人
体積変化についての 興味関心、理解	【金属球の体積変化の理解】	11	—	—	—	11
	【空気の体積変化の理解】	1	—	—	—	1
	【2種類の体積変化に関する着目】	—	1	—	—	1
	【2種類の体積変化の理解】	—	3	—	—	3
	【2種類の体積変化の確かな理解】	—	1	—	—	1
	【3種類の体積変化に関する興味関心】	—	—	1	—	1
	【3種類の体積変化の理解】	—	—	3	—	3
	【3種類の体積変化の確かな理解】	—	—	5	—	5
概念獲得と概念変容	【もの全般に関する体積変化の理解】	—	—	6	—	6
	【実験による概念獲得】	2	—	4	—	6
	【実験による確かな概念獲得】	4	1	5	—	10
	【既習概念の確かな獲得】	1	—	1	—	2
	【既習概念の変容とその理解】	3	3	2	—	8
日常生活との関連性	【既習概念の変容とその確かな理解】	—	—	3	—	3
	【日常生活との関連性の理解】	—	—	4	—	4
実験や授業等の興味 関心、意欲	【実験内容の興味関心】	9	3	6	2	20
	【授業全般に関する興味関心】	—	—	1	1	2
	【学習意欲低下】	—	1	—	—	1

児童の興味関心を基盤に授業や実験を進めていく必要があるが、児童の振り返りの記述内容（テキスト）をSCATで分析し概念化していくと、表6のように「実験内容の興味関心／授業全般に関する興味関心」は22カウント抽出された。

次に「金属球、空気、2種類、3種類、もの全般の体積変化に関する興味関心、理解」は32カウント抽出された。1種類（金属球と空気）の記述については、圧倒的に金属球の体積変化の理解の記述が多いが、その理由としては「はじめは鉄球は通らないと思っていた」「金属は体積が変わらないと思っていた」というように金属の体積変化の意外性や驚きを感じたためだと考えられる。また、32カウントのうち「確かな理解」と概念化できたのは1種類（金属球、空気）に関しては0カウント、2種類の体積変化に関しては1カウント、3種類の体積変化に関しては5カウントである。すなわち、児童の記述が1種類よりも2種類、さらに3種類ともに触れている方が、概念化にあたり「確かな理解」と解釈でき

る傾向が高いことが示唆される。

さらに「概念獲得と概念変容」については、全体で29カウントであり、概念の獲得に関する「実験による概念獲得／実験による確かな概念獲得／既習概念の確かな獲得」は合わせて18カウント、概念変容に関する「既習概念の変容とその理解／既習概念の変容とその確かな理解」は合わせて11カウントであった。すなわち、児童の記述において「概念獲得」や「概念変容」について弁別して解釈可能であることが示唆される。

以上のことを踏まえて、「概念獲得と概念変容」についてより詳細に具体的な児童の記述内容に合わせて、次項以降では考察を行っていく。

2. 主に1種類の概念に関する記述について（該当者数12人）

表4-1から、主に1種類の概念に関する記述を分析すると、金属の概念獲得に関する記述が多く確認された。それらの記述から【既習概念の獲得】、【実験による

概念獲得】、【既習概念の変容とその理解】を示す傾向があった。なお、空気に関する概念の記述は1名で人数が少なかった。

【既習概念の獲得】では、「ぼくは、はじめ鉄球がとおらないとおもったら、ほんとうにとおらなかった。でもあたためたらとおった。」とあり、児童が予想したことを元の実験を内容から確かな知識として理解したことがわかる。

【実験による概念獲得】では、「はじめは、わが鉄の玉を通したが、コンロでねっすることで、わを通らなくなった。それは、ねっすることで、鉄の玉が、少しだけ大きくなったから。その大きくなった玉をつめた水の中に入れて、湯気が出ました。ひやした後で、わをとおそうとすると、玉はわを通りました。」とあり、児童が実験内容から考察し理解したことがわかる。さらに、「わたしは金ぞくが一番変わると思ったけど、反対で、金ぞくが一番変らなかったです。」とあり、金属以外のほかのものと比較し関連づけて理解することも一部わかった。

【既習概念の変容とその理解】では、「はじめは、ふくらむとは、思っていませんでした。でも、実験をしたら、ふくらんだので、びっくりしました。実験は、すごく楽しかったです。わたしは金ぞくが一番変わると思ったけど、反対で、金ぞくが一番変らなかったです。」とあり、児童がはじめに持っていた概念が実験により変容し理解を深めたことがわかる。

さらに追及すべき点・課題として、主に1種類の概念に関する記述で金属が多く確認されたのは、おそらく実験内容が児童にとって、印象に金属の授業が残ったからではないかと考えられる。1つの概念獲得に他の概念を書く児童が多くいなかったことから、その金属に関する実験に関して追及する必要があると思われる。

3. 主に2種類の概念に関する記述について（該当者数5人）

表4-2のように、主に2種類（金属と水、空気と金属、空気と水）の概念に関する記述が確認された児童からは、【実験による概念獲得】、【既習概念の変容とその理解】を示す傾向があった。

【実験による概念獲得】では、「しけんかんに水をまんぱんに入れてひやす時は、予想かわらないかと思っていると結果は体積へっこむことがよくわかった。」とあり、児童が予想を立て、実験に取り組み理解を深めたことがわかる。

【既習概念の変容とその理解】では、「金ぞくと水はぜったい大きくならないかと思っていました。でも、実験を

して、大きくなったので、とってとってとびっくりしました。」とあり、児童が2種類の概念に関して、大きくならないものが実験を通して多くなったと変容し理解したことがわかる。

さらに追及すべき点・課題として、児童の記述で「予想した通り当たり前のような実験結果になった」ことに対して、なぜ学習意欲が低下したのかが挙げられる。授業における実験・観察の手続きや児童の振り返りの指導方法に関しても、今後追及すべき課題であると考えられる。

4. 主に3種類（もの全般）の概念に関する記述について（該当者数16人）

表4-3から、主に3種類（金属と水と空気）やものの概念獲得に関する記述が確認された児童からは、【実験による概念獲得】、【既習概念の変容とその理解】があることがわかった。また、インクルーシブ教育の観点から支援担任の個別指導もあり、支援学級の在籍児童も同様に概念獲得が確認された。

【実験による概念獲得】では、「金ぞくは、球がすごくかたいのをしていたので、体積の変わり方にすごくびっくりしました。体積の変わり方は、火につけると大きくなったので、一番びっくりした。」とあり、児童が金属の体積変化の理解に関して、実験を通して深めたことがわかる。

【既習概念の変容とその理解】では、「はじめは、金ぞくの体積は変わらないかと思っていました。実験によって、金ぞくの体積は変わるんだなあと思いました。」とあり、児童は金属の体積は変化していないかと思いましたが、実験によって変容し理解したことがわかる。

さらに追及すべき点・課題に関しては、主に3種類やものに関する児童の記述には日常生活場面の記述がよく確認されたことである。日常生活に関する記述は、他のSCAT分析には見当たらないことから、3種類やものに関する記述が確認できる児童は、さらに日常生活との関連性についての理解を深めていることが明らかとなった。また、インクルーシブの視点により、通常の理科授業において支援担任の入り込みによる指導及び他の児童と同様にクラスで実験を通して学習した結果、「水も空気と同じようにあたためると体積ふへひやすと体積へるということがわかりました。」と、支援学級在籍の児童は記述することが可能であったと考えられる。

5. 概念獲得以外について（該当者数3人）

表4-4のように、ものの温度と体積の学習内容において、概念変化に関する記述が確認できなかった児童

は、【実験内容の興味関心】、【授業全般に関する興味関心】があることがわかった。

【実験内容の興味関心】では、「やっぱり一番すきなのは、実験おしてすきになりました。」とあり、児童は特に実験に対して興味を示したことが読み取れる。

【授業全般に関する興味関心】では、「はじめはむずかしかったけど、やっていたらおもしろくなた。もっとがんばりたい。べんきょうをもっとがんばりたいです。」とあり、児童は授業に対しての興味や意欲を示したことが読み取れる。

さらに追及すべき点、課題をまとめる。児童の記述からは、ねらいである体積変化の理解に関する記述が確認されなかったが、理科授業の実験内容に興味を持つ記述が読み取れる。このことから、児童は実験内容に関して興味を持ち、理解しようと試みたものの記述にまですることができなかつたと考えられる。よって、単元終了後の記述式のアンケートに関する発問や例示の工夫が必要であると思われる。つまり、発問や例示を理解できていなかったと考えるのが妥当であり、児童が記述式の回答で表現できる発問や例示を検討する必要があると考えられる。

V. 総合的考察とまとめ

本研究は、旧学習指導要領（平成20年改訂）のもとでの授業であり、そして最終授業時の振り返りにおいての記述を獲得した論考については、旧学習指導要領に基づいて総合的に行う。まず、本研究における記述獲得の際の発問や表記例（はじめは…によって…）に関しては、児童の記述から読み取ることが可能であった。そのことに関しては、ある一定の成果があったと考えられる。

次に、児童の振り返りにおいて最も多かったカテゴリーが3種類の概念（該当者数16人）に関する記述であった。主に3種類（金属と水と空気）やもの全般の概念獲得に関する記述が確認された児童からは、【実験による概念獲得】、【既習概念の変容とその理解】があることがわかった。さらに、特記すべきことは、日常生活との関連性の理解である。表2の授業内容にも日常生活に関することを学ぶ背景から、これまでの実験、観察を通して理解を深めることも十分に考えられる。また、1種類、2種類、3種類の概念に関する記述から、【実験による概念獲得】や【既習概念の変容とその理解】の共通するカテゴリーに分類することができた。すなわち、これら1種類、2種類、3種類の概念に関する児童の振り返り（合計該当者数33人）の記述結果から、【実験によ

る概念獲得】や【既習概念の変容とその理解】をしていることがわかった。このことは、特別支援教育やインクルーシブの観点でも、支援担任の協力及び指導から同様の成果として認められるだろう。

上記を踏まえて、新学習指導要領（平成29年改訂）で同単元実施の際に検討すべき点を整理する。検討すべき課題に関しては、主に3種類やものに関する児童の記述には日常生活場面の内容がよく確認され、他のSCAT分析にはあまり見当たらないことから、3種類やものに関する内容が確認できる児童は、さらに日常生活との関連性についての理解を深めていることが明らかとなった。このことから、新学習指導要領においても同様に、その効果が期待されるものと推測される。また、インクルーシブの視点により、通常の理科授業において支援担任の入り込みによる指導及び他の児童と同様にクラスで実験を通して学習した結果から、概念獲得に関する記述を確認できることから、新学習指導要領においても展開できるといえる。

概念獲得以外に関する記述（該当者数3人）に着目すると、【授業全般】や【実験内容】の興味関心が確認されたことから、単元終了後の記述式のアンケートに関する発問や例示の工夫が必要であると推測される。確かに本研究では、書き方の例として、『はじめは、Aでした。Bによって、Cとなりました。』という形式を採用したが、全体指導かつ個別への対応の工夫が今後考えられる。発問を理解していなければ、どのように記述するかを個別の児童にわかりやすい表現で説明することが必要である。児童の実態に合わせた生活経験を想起させるような内容に触れて授業内容を振り返られるような配慮も十分に考えられる。さらに、概念獲得以外に関するカテゴリーから、児童が振り返りをしやすい発問や例示工夫の必要性が示唆される。先行研究にあるイメージ図の活用も、振り返りにおいて発問に加えて実施することも可能であるだろう。さらに、1種類、2種類の概念に特記する児童に対しても、より確かな概念獲得となる3種類の概念獲得に寄与するような発問や例示工夫に関しても、今後の新学習指導要領での研究において検討する必要があると考えられる。

さらに、新学習指導要領においては、主体的・対話的で深い学びとなるように、個別での活動から班活動及びクラス全体の共有ができるような授業形態を目指すことが必要とされる。しかし、現状コロナウイルスの影響下そのような授業形態における危険やリスクを想定した上で、実施を検討しなくてははいけないだろう。児童が「理科の見方・考え方」を働かせながら、知識及び技能を習得し、思考・判断・表現していくには、指導者は授

業で「理科の見方・考え方」が豊かで確かなものとなるような視点から、発問や書き方の例を工夫していくことが必要であると提案する。

文献

1. 萩原武士・小花浩文 (2004). 「小学生の理科における学習意欲の調査—学習意欲を構成する下位概念について(1)—」『大阪教育大学紀要第V部門』, 第53巻, 第1号, 15-20頁.
2. 萩原武士・小花浩文 (2004). 「小学生の理科における学習意欲の調査—学習意欲を構成する下位概念について(2)—」『大阪教育大学紀要第V部門』, 第54巻, 第1号, 97-107頁.
3. 平田知美 (2007). 「『発達最近接領域』の評価に関する実践的研究—算数授業におけるダイナミック・アセスメントの試み—」, 『日本教育方法学紀要教育方法学研究』, 第33巻, 13-24頁.
4. 文部科学省初等中等教育局特別支援教育課, 「共生社会の形成に向けたインクルーシブ教育システム構築のための特別支援教育推進(報告)概要」, 文部科学省 HP.
5. 伊藤 唯生 (2011). 「日常生活との関連付けを通して理解を深め, 理科の有用性を感じさせる指導の工夫」『教育の樹』第50号, (4), ①-④.
6. 川北 雅子 (2005). 「中学生における水を音素材とした音楽づくり: イメージの共有化に注目して (1 表現におけるイメージの働き I 表現活動の展開)」, 『学校音楽教育研究: 日本学校音楽教育研究会紀要』9巻, 37-38頁.
7. 大谷尚 (2008). 「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巻, 2号, 27-44頁
8. 齋藤裕一郎・黒田篤志・森本信也 (2009). 「子どもの科学概念構築に寄与する『発達最近接領域』の理科授業における機能に関する考察」, 『理科教育学研究』, 第50巻, 2号, 51-67頁.
9. 杉本剛 (2008). 「理科の学習場面における児童の考えが深まった・変わった意識と班の成員間の考えが深まった・変わった意識のずれに関する研究—小学校第4学年「ものあたたまりかたのちがいをさぐる」を例に—」, 『理科教育学研究』, 第49巻, 1号, 73-88頁.
10. 鈴木裕子, 森佑季 (2019). 「子どもの「楽しむ」を保育者はどのように評価しているか」, 愛知教育大学幼児教育研究, 20号, 45-54頁
11. 戸田 真実 (2012). 「物のとけ方に関する子どものイメージ(小学校理科の視点から)」, 『化学と教育』, 60巻, 4号, 148-149頁.
12. ヴィゴツキー (2003). 土井捷三・神谷栄司訳. 『発達最近接領域の理論—教授・学習課程における子どもの発達』, 三学出版.

付記

本論文は、「小学校理科・生活科の授業時における科学絵本の活用がイメージ共有化に与える効果—新たな理科・生活科教育の可能性—」兵庫教育大学大学院学校教育研究科人間発達教育専攻教育コミュニケーションコースにおいて、筆者が平成26年度学位論文(修士論文)の一部を加筆修正したものである。

本研究にご協力いただきました関係の皆様、ありがとうございました。

Content Analysis on the Reflection of Children at the End of the Unit of “The Temperature and Volume of Things” in the 4th Grade Physiology Department : Focusing on Concept Acquisition

Katsumi Nakai

Osaka University of Comprehensive Children Education Graduate School

Looking back on learning in the "Temperature and Volume" of the A substance / energy area of science in the 4th grade of elementary school. From the description of the child, it was possible to divide it into four categories (metal concept, two types of concept, three types of concept, other than concept acquisition). The following items have been clarified.

From the concept of metal, two types of concepts, and three types of concept categories, it was found that there are [concept acquisition by experiment] and [transformation of learned concepts and their understanding]. It was found that there are [relationship and comparison viewpoints] from two or more types of concept categories. Furthermore, similar results were suggested from the perspective of inclusive education. In the categories other than concept acquisition, it was found that they were interested in [general lessons] and [experimental contents].

As future tasks, it was suggested that it is necessary to ask children how to look back and devise examples that will contribute to the acquisition of better concepts. Furthermore, for children who belong to categories other than concept acquisition, it was suggested that better questions, exemplifications, and individual responses that contribute to concept acquisition are necessary.

Key words : elementary school science, concept acquisition, concept transformation, case study, qualitative research