

小・中・高等学校理科における資質・能力の育成を目指した科学的に探究する授業の在り方に関する研究

—学習内容と日常生活や社会との関連を図る教材開発を通して—

【研究の概要】

本研究では、科学的に探究する学習活動の充実を図るために、日常生活や社会との関連を図る教材を開発した。小学校・中学校・高等学校の開発教材を活用した授業実践において、児童生徒が主体的に探究の過程を取り組み、理科を学ぶ意義や有用性を実感することに有効であったことを明らかにした。

キーワード：主体的な活動・電流の働き・流れる水の働き・電流と磁界・酸化還元

《研究協力校》

盛岡市立上田小学校

《研究協力員》

岩手県立盛岡第三高等学校

円井 哲志

花巻市立宮野目中学校

鎌田 智子

下窪 健太

平成 31 年 3 月

岩手県立総合教育センター

理科教育担当

藤 枝 昌 利

川 又 謙 也

黄 川 田 泰 幸

目 次

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	1
IV	研究の目標	1
V	研究の見通し	1
VI	研究の構想	
1	研究についての基本的な考え方	
(1)	科学的に探究する学習活動と理科における資質・能力の育成	2
(2)	日常生活や社会との関連について	3
2	日常生活や社会との関連を図る教材開発	
(1)	教材開発の意義	3
(2)	教材開発のねらい	3
(3)	教材開発に関する視点	4
3	検証計画	4
4	研究構想図	5
VII	日常生活や社会との関連を図る教材開発及び授業実践	
1	小学校の教材開発及び授業実践	
(1)	第4学年「電流の働き」	6
(2)	第5学年「流れる水の働き」	11
(3)	第6学年「大地のつくり」	16
(4)	授業実践の結果と考察	20
2	中学校の教材開発及び授業実践	
(1)	概要	37
(2)	日常生活や社会との関連を図る教材	37
(3)	単元構想	41
(4)	授業の流れ	43
(5)	授業実践の結果と考察	46
3	高等学校の教材開発及び授業実践	
(1)	概要	49
(2)	日常生活や社会との関連を図る教材	49
(3)	単元構想	51
(4)	授業の流れ	51
(5)	授業実践の結果と考察	52
VIII	研究の成果と課題	
1	研究の成果	54
2	研究の課題	55
IX	引用文献、参考文献	55

I 研究主題

小・中・高等学校理科における資質・能力の育成を目指した科学的に探究する授業の在り方に関する研究 ―学習内容と日常生活や社会との関連を図る教材開発を通して―

II 主題設定の理由

中学校学習指導要領解説（平成29年公表）理科編（以下「学習指導要領解説」）では、改訂に当たっての基本的な考え方に、「理科で育成を目指す資質・能力を育成する観点から、自然の事物・現象に進んで関わり、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの科学的に探究する学習を充実した。また、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視した。」という方向性が示された。これは、小・中・高等学校において共通の方向性であり、指導の改善・充実が求められている。

理科を学ぶ意義に関わり下田好行（2009）は、「学校で学んでいる内容が、日常生活でどのように活用されているか、自分の将来の仕事にどのように役立つのか、ということをも具体的にイメージすることができず、よって学ぶ意義が見いだせないこと」と指摘している。全国学力・学習状況調査（2018）の結果では、特に中学校において、日常生活や社会との関連への意識が半数を下回る状況にある。また、同調査において、小学校では、「観察・実験の結果を整理し分析して考察した内容を記述することや、（中略）実験結果を基により妥当な考えに改善し、その内容を記述することに課題がある」と指摘されている。また、中学校では、「実験や条件制御などにおいて、自分や他者の考えを検討して改善することに課題がある。」「自然の事物・現象に含まれる要因を抽出して整理し、条件を制御して実験を計画することに課題がある。」と指摘されている。高等学校においては、PISA（2015）より、科学的探究を評価して計画する能力に課題があることが指摘されている。

このような状況を改善するためには、科学的に探究する学習活動を充実させる必要がある。そのために、児童生徒が理科を学ぶ楽しさや有用性を感じて、主体的に探究の過程全体に取り組む必要がある。そこで、日常生活や社会との関連のある事物・現象を生かした教材を開発し、指導に活用することが有効であると考え。日常生活や社会との関連のある事物・現象から問題を見いださせ、解決可能な課題を設定することは、学習意欲を高め、主体的に探究の過程全体に取り組む原動力となるとともに、学習したことを日常生活との関わりの中で捉え直すことで、理科を学習することの有用性を感じることができると考える。このような学習活動に取り組むことで、理科において育成を目指す資質・能力が育まれていくと考える。

そこで本研究では、小・中・高等学校理科において、日常生活や社会との関連を図る教材を用いた授業実践を通して、科学的に探究する学習の充実を図る授業の在り方を明らかにし、児童生徒の資質・能力の育成を目指す指導の改善・充実に役立てようとするものである。

III 研究の目的

小・中・高等学校理科において、児童生徒の資質・能力の育成を目指す授業の在り方を研究し、教員の指導の改善・充実に役立てるものである。

IV 研究の目標

小・中・高等学校理科において育成を目指す資質・能力を育むために、日常生活や社会との関連を図る教材を開発し、その活用を通して、科学的に探究する学習の充実を図る授業の在り方を明らかにする。

V 研究の見通し

小・中・高等学校理科において、日常生活や社会との関連を図る教材を開発し、指導に活用することで児童生徒が理科を学ぶ楽しさや有用性を感じて、主体的に探究の過程全体に取り組むようになり、科学的に探究する学習活動の充実が図られることを明らかにする。

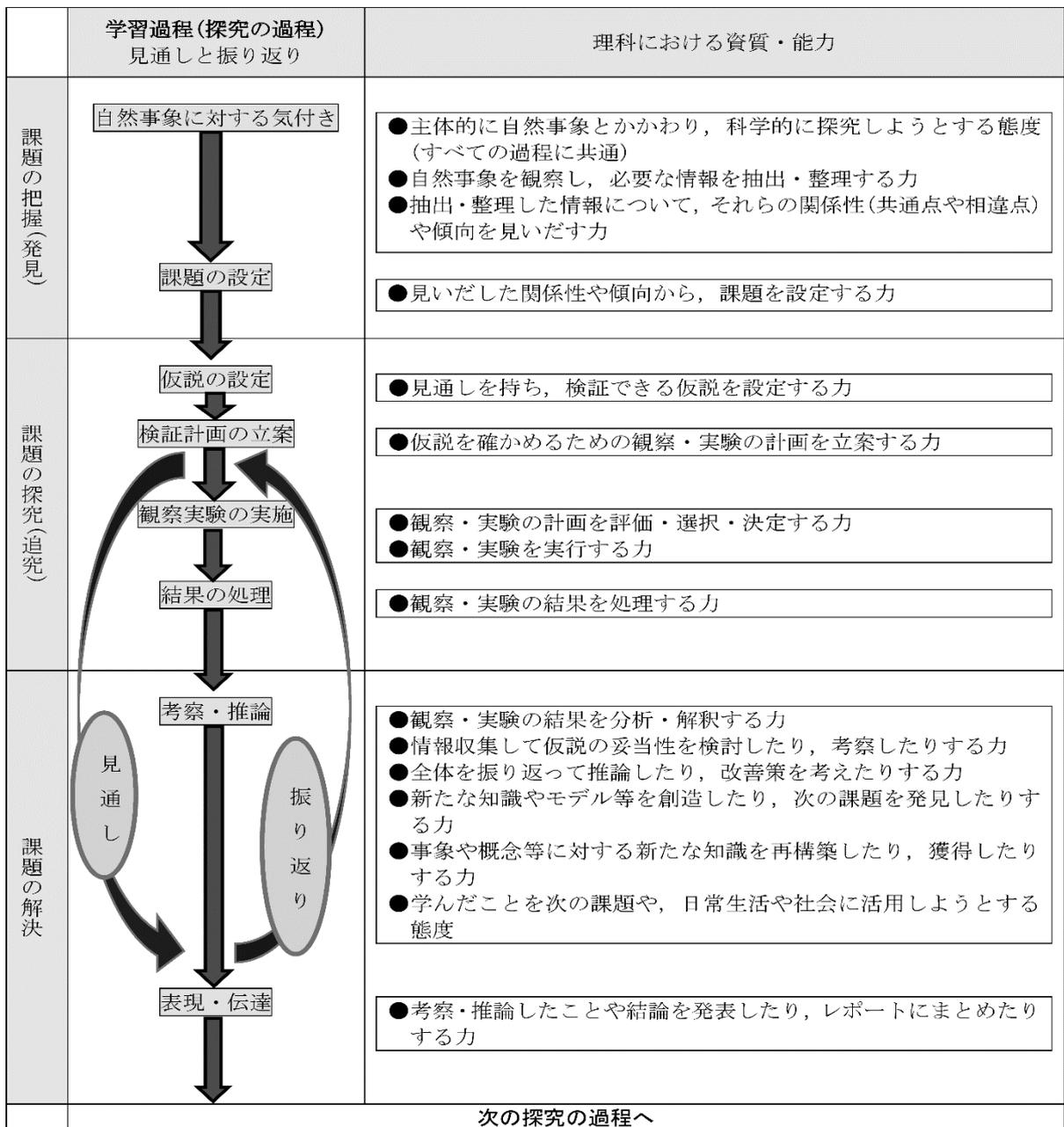
VI 研究構想

1 研究についての基本的な考え方

(1) 科学的に探究する学習活動と理科における資質・能力の育成

学習指導要領解説では、【図1】の高等学校の基礎科目の例が示すように、「理科においては、課題の把握（発見）、課題の探究（追求）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力の育成を目指すことが重要となる」と示している。こうした学習過程を通じた学習活動、いわゆる科学的に探究する学習活動については、必ずしも一方向の流れではなく、必要に応じて戻ったり、繰り返したりする場合があることや、授業においては全ての学習過程を実施するのではなく、その一部を取り扱う場合があってもよいとされている。また、小・中学校においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることとされている。

そして、「科学的に探究する学習活動を重視することによって、思考力・判断力・表現力等の育成を図るようにした」と示しており、資質・能力の育成を図るためにも、こうした学習活動の充実が求められている。



【図1】資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（高等学校基礎科目の例）

(2) 日常生活や社会と学習内容との関連について

平成24年度・27年度・30年度の全国学力・学習状況調査（中学校）における質問の「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えているか」について、結果を【表1】に示す。

【表1】理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えているか

	考える	考えない	無解答
平成24年度	38.4%	61.0%	0.6%
平成27年度	46.9%	52.8%	0.3%
平成30年度	45.4%	54.5%	0.1%

この結果では、平成24年度よりも他の年度が日常生活との関連への意識が高くなっているが、平成27年度と30年度ともに半数以上の生徒が、日常生活との関連への意識が低い状況にある。これらの現状から、多くの児童生徒は、日常生活や社会における理科の有用性を感じておらず、学んだことを主体的に日常生活や社会に活用するまでには至っていないと考えられる。これについて、平成24年度と同調査の理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析（中学校）では、「教師が理科の指導として、実生活における事象との関連を図った授業を行っていても、生徒に主体的に理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できるか、ということを考える場面を設定していない場合が考えられる」と指導の課題を指摘している。

また、日常生活や社会との関連に関する先行研究において、田中（2016）は、「単元と生活を結びつけ、導入部分を工夫すると、子供の思考が絶えずつながっていき、子供の主体的な問題解決が可能になる。」と述べている。ほかにも、木谷ら（2016）は「単元のはじめや時間の授業の導入、終末のみで理科の学習と日常生活を意識した授業が主体的な問題解決や学ぶ有用感等を高める」ことを報告している。

学習指導要領解説では、知識及び技能の育成に関連して、「日常生活や社会との関わりの中で、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感しながら、生徒が自らの力で知識を獲得し、理解を深めて体系化していくようにすること」と示している。また、学びに向かう力・人間性等の育成に関連して「日常生活や社会における科学の有用性を実感できるような場面を設定すること」とあり、資質・能力を育むためにも、日常生活や社会との関わりを重視することが求められている。

このようなことから、本研究では、日常生活や社会との関連を図るための教材を開発することが必要であると考えた。

2 日常生活や社会との関連を図る教材開発

(1) 教材開発の意義

下田好行（2005）は、「日常生活、産業（製品、技術）・社会（職業）・人間と関連した題材・教材の開発は、教師の創造性や柔軟的思考（発想力）が関係してくると考えられる。題材・教材開発は、児童生徒の内面を洞察する力が基礎にあってできることがらである。（中略）これからの教師は、題材・教材開発の分野で、もう少し自らの創造性を発揮してもよいのではないだろうか。まず、教師が自由な発想で、題材・教材開発を楽しめれば、必然的に授業にも力が入り、授業が活性化していく。授業が楽しくなれば、児童生徒も楽しくなっていく。そうすれば児童生徒の学習意欲も喚起し、そこから学力の向上へとつながっていくのである。」と教員の題材・教材開発の創造性の重要性を述べている。また、「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及び必要な方策等について（答申）」（2016）の中の教材や教育環境の充実では、「探究の過程の中で、観察・実験を通じて仮説を検証するために効果的な教材の開発が重要であり、各教員の創意工夫を共有化するような取り組みも重要である。」と示されている。

このように、児童生徒が探究の過程全体を取り組んでいく上で、教材の役割は極めて重要であるとともに、科学的に探究する学習活動の充実を図る教材の開発が理科教員に求められている。

(2) 教材開発のねらい

科学的に探究する学習活動の充実を図るために、日常生活や社会との関連を図る教材を開発する。探究の過程において、問題を見だし、解決可能な課題を設定したり、観察、実験の計画を立てたりする学習場面で開発した教材を活用することで、児童生徒が主体的に探究の過程全体を取

り組むことができるようになるとともに、理科を学ぶ意義や有用性を実感することができることをねらいとする。

(3) 教材開発の視点

前述のように日常生活や社会との関わりを重視した学習活動の必要が報告されている一方で、森本信也（2017）は、「日常的な教材・教具の利用，学習内容と日常性との関連を授業に組み入れても、子どもたちは一瞬は関心を示すものの、なかなか主体的に考えようとはしないという現実がある。」と指摘している。これは、これまでの教材が、児童生徒の興味・関心を高める上で有効であったものの、児童生徒を主体的な探究に向かわせる視点が十分ではなかったためと考えられる。そこで、学習指導要領解説で示された探究の過程を基に、これまでの課題点を踏まえた教材開発の視点を3つに整理した。

1つめの視点は、日常生活や社会の中にある「意外性や驚きのある教材」である。探究の課程において課題を把握（発見）する際には、児童生徒の興味・関心を十分に高めることが重要である。そこで、主に課題を把握する際に「意外性や驚きのある教材」を用いることで、理解を深めようとする意識が働き、主体的な探究につながると考える。

2つめの視点は、日常生活や社会に関わる知識やそれらの体験も含む「既習の知識と関連がある教材」である。探究の過程において課題を探究したり解決したりする際には、児童生徒が仮説を立てたり、実験方法を構想したり、観察・実験の結果を基に考察したりすることが求められる。そこで、主に課題の探究や解決の際に「既習の知識と関連がある教材」を用いることで、課題の解決には既習の知識が要所で役立つというような有用感が得られ、主体的な探究につながると考える。また、単元や授業の終末において、「既習の知識と関連がある教材」を用いることで、学習内容と日常生活や社会が関連していることに改めて気づき、新たな課題が生じるなど、探究の意欲が高まることも期待できる。

3つめの視点は、日常生活や社会と学習内容を関連させ思考させるための「児童生徒の試行錯誤を可能とする教材」である。探究の過程において課題を解決するためには、児童生徒が思考を働かせ、十分に観察・実験を行い、結果を得ることが重要である。そこで、主に課題の探究の際に「児童生徒の試行錯誤を可能とする教材」を用いることで、児童生徒が課題の解決に向かって実験方法を構想または改善する等の思考が働き、主体的な探究につながると考える。

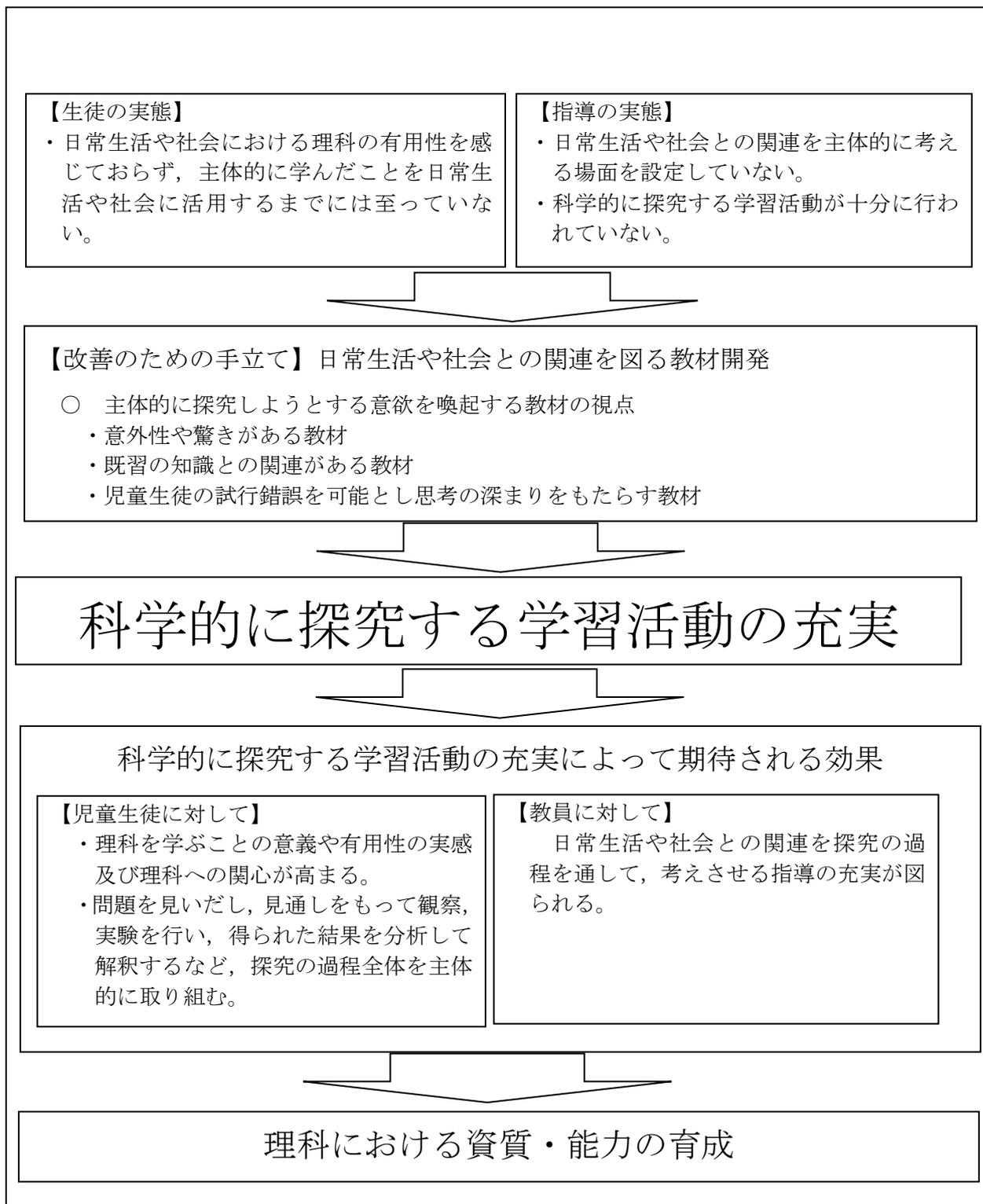
以上、3つの視点により教材を開発する。さらに、新沼（2018）らによる単元構想シートを用いて、開発した教材を位置付け、主体的な探究活動を充実させる。

3 検証計画

開発教材の活用によって、児童生徒が主体的に探究の過程に取り組み、理科を学ぶ意義や有用性を実感する上で効果的であったかを検証するためにアンケートを実施する。また、ワークシートの記述の分析も行う。なお、2(3)の教材の視点を踏まえて、以下の点に着目し分析を行う。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">A 日常生活に関係する教材に興味・関心をもったB これまで習ったことを活用して、仮説や疑問を解決する方法を考えることができたC 観察・実験の教材は、自分たちの試行錯誤を可能としたD 理科は、身の回りの現象を理解するのに役立つE 理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか調べてみたい |
|--|

4 研究構想図



【図2】 研究構想図

VII 日常生活や社会との関連を図る教材開発及び授業実践

小学校、中学校、高等学校（化学）において、日常生活や社会との関連を図る教材を開発し、「単元構想シート」（2017，新沼ら）を用いて授業構想を行い，授業実践した。

1 小学校の教材開発及び授業実践

(1) 第4学年「電流の働き」

ア 概要

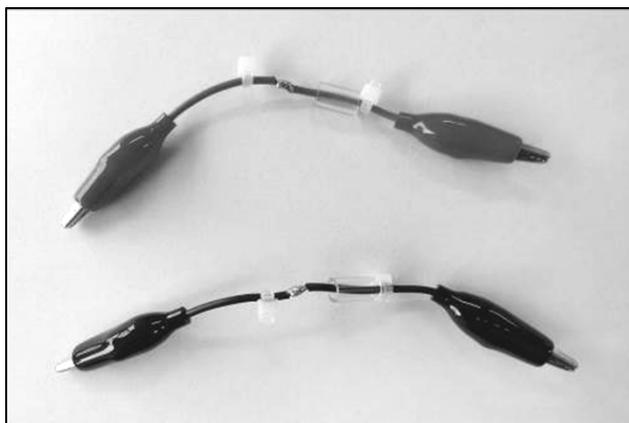
第4学年「電流の働き」では，電流の大きさや向きと，乾電池につないだ物の様子に着目し，それらを関係付けて電流の働きについて調べる。ここでは，乾電池の数を増やして乾電池の直列つなぎや並列つなぎができるようになることと，そのつなぎ方によって豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを理解する。その際に，電流の大きさや向きが関係していることを関係付けて考えることが重要である。日常生活や社会とのつながりを見ると，乾電池の直列つなぎが乾電池を使用した製品に多く利用されていることが分かる。その中でも簡単なつくりの懐中電灯は構造が分かりやすく，学習で扱う内容に適していると思われる。

しかし，実際の授業では，乾電池の直列つなぎや並列つなぎを作ることでもつまずく児童が多く，回路作りに終始してしまう傾向がある。そのため，乾電池の直列つなぎと並列つなぎによる豆電球の光り方やモーターの回り方の変化だけを理解し，ねらいである電流との関係を捉えることができない。また，既習の知識と関連させることができないので，日常において乾電池のつなぎ方が利用されていることについても気付くことができず，理科を学ぶ有用感を得ることができないと思われる。

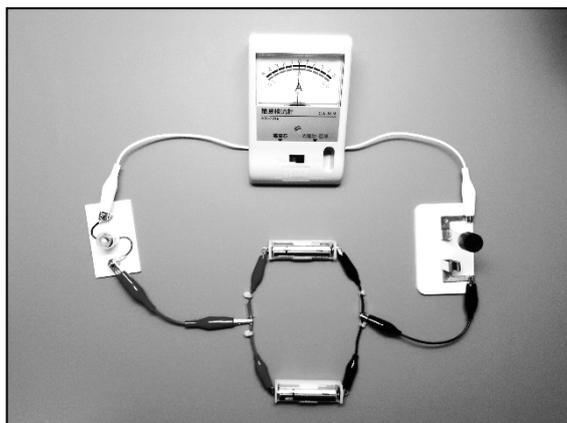
そこで，簡単な懐中電灯を教材にし，乾電池の直列つなぎと並列つなぎを作るつまずきを解消することで，電流の働きを捉えるとともに既習の知識と日常とのつながりを実感させ，科学的な探究の充実を図る。

イ 日常生活や社会との関連を図る教材

本実践の教材開発の視点は，「既習の知識と関連がある教材」である。単元末において，問題解決のテーマにミニ懐中電灯作りを教材として取り上げ，乾電池1個のときより明るく光らせるにはどうすればよいか，実験をしながら明らかにする授業を行う。また，市販されている懐中電灯を提示し，乾電池の直列つなぎが利用されていることに気付かせる。実験では，リード線の途中から別のリード線につなぐことができるよう，作製した並列用リード線【図3】を利用し，回路の見本の写真【図4】も提示する。並列用リード線はおよそ10cmにし，机上での操作が容易になるようにしている。これらの教材を通して，回路作りのつまずきを解消して事象と電流の関係に注目させ，既習の知識と日常とのつながりを実感させる。



【図3】並列用リード線



【図4】回路の見本写真

ウ 単元構想

理科単元構想シート *単元や題材など内容や時間のまとまりで作成する		
単元名 電気の働き	対象学級	第4学年
	児童数	1組33名, 2組30名, 計63名
	担当者	黄川田 泰幸
1 単元の目標(何ができるようになるか) ※ 評価規準は, 単元の目標に準拠する。		
知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力等
<ul style="list-style-type: none"> ・乾電池の数やつなぎ方を変えると, 電流の大きさや向きが変わり, 豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを理解する。 ・簡易検流計などを用いて, 変化する現象と電流の大きさとを関係付けて調べる技能を身に付ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電流の働きについて追究する中で, 既習の内容や生活経験を基に, 電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子との関係について, 根拠のある予想や仮説を発想し, 表現する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電流の働きについて, 電流の大きさや向きと, 乾電池につないだ物の様子に着目して, それらを関係付けて主体的に問題を解決しようとする。 ・既習の内容や生活経験を基に, 主体的に予想や仮説を発想したり, 学習内容をもつくりや日常生活に適用したりしようとする。
2 単元で働かせる「見方・考え方」		
<ul style="list-style-type: none"> ・見方 (主として量的・関係的な視点で捉える) 乾電池の数を増やしたり (量的な視点), 乾電池のつなぎ方を変えたり (関係的な視点) して, 豆電球の明るさやモーターの動作の様子が変化することを捉える。 ・考え方 (主として関係付けて考える) 豆電球の明るさやモーターの動作と, 電流の大きさや向きとを関係付けて, 電気の働きについて考える。 		
3 単元における「学習問題」と「期待する姿」		
【単元の学習問題】 <ul style="list-style-type: none"> ・電気の働きは何によって変わるのだろうか。 		
【期待する姿】 <ul style="list-style-type: none"> ・電流の大きさや向きと電気の働きの関係について, 既習の内容や生活経験を基に根拠のある予想を発想し, 表現している。 ・乾電池の数やつなぎ方を変えたときの豆電球の明るさやモーターの回り方に着目し, 電流の大きさや向きと電気の働きを関係付けて実験・観察を行っている。 ・乾電池の数やつなぎ方を変えると, 豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることから, 電流の大きさや向きを変えると, 電気の働きが変わることを理解している。 ・電流の働きについての既習の内容を, ものづくりや日常に適用させ, 主体的に問題を解決しようとしている。 		

「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて(理科における授業改善の視点)		
主体的な学び (学習への興味関心を高める場面、学習の見通しを持つ場面、学習を振り返り次につなげる場面の設定)	対話的な学び (自己の思考を広げ深める場面の設定)	深い学び (見方・考え方を働かせながら思考・判断・表現する場面の設定)
<ul style="list-style-type: none"> 既習の内容や生活体験を想起させる場面を設定し、根拠のある予想を発想させ、児童の考えを生かすようにする。 予想を基に、電流の向きや大きさと乾電池につないだ物の様子の変化に着目させ、それらに関係付けて問題が解決されることを実感させる。 電流の向きや大きさと電気の働きについて調べ、獲得した知識・技能をものづくりや日常に適用させる場面を設け、学習内容の有用性を実感させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 予想を発想させる際に、既習の内容や生活体験を基にして個人で予想を考え、その後話し合うなどして、より具体的な予想が立てられるようにする。 乾電池の直列つなぎや並列つなぎを組むなど、回路と向き合う活動を十分確保する。 考察する際に、電流の向きや大きさと乾電池につないだ物の様子との関係について、実験の結果を基に個人で考え、その後話し合うなどして、問題解決が図られるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 乾電池の数やつなぎ方に着目し、電流の向きや大きさと乾電池につないだ物の様子に関係付けながら問題の解決を図らせる。 3年生「電気の通り道」の学習内容を生かして予想を発想させたり、乾電池の直列つなぎや並列つなぎを作らせたりするなど、既習の内容、生活体験、実験結果等に関係付けて科学的な概念を形成させる。 電流の向きや大きさと電気の働きについて獲得した知識・技能をものづくりや日常に適用させる。

4 単元の指導と評価の計画(全 10 時間)						
時間	学習内容	【評価の観点】 評価規準 [評価方法]	学習問題 (■) と主な学習活動 (◎, ○) ※ ◎は学習活動を複数記述した場合の重点活動を示す。			
			単元の中で「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を目指す主な場面			
1	電流の向きとモーターの回る向き	【主体的に学習に取り組む態度】 乾電池でモーターを回したときの様子に興味をもち、進んでモーターの回る向きと電流の向きについて考えようとしている。 [発言・ノート]	■ 「電気の働きは何によって変わるのだろうか」 ○身の回りで乾電池を利用した物について話し合う。 ◎プロペラを付けたモーターを回し、電流について調べる。			
			<table border="1"> <tr> <th>主体的な学び</th> <th>対話的な学び</th> <th>深い学び</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
主体的な学び	対話的な学び	深い学び				
2	電流の向きとモーターの回る向き	【思考・判断・表現】 モーターの回る向きは、何によって変わるのか、根拠をもって発想し表現している。 [発言・ノート] 【知識・技能】 回路を正しくつなぎ、乾電池の向きを変えると回路を流れる電流の向きが変わり、その結果、モーターの回る向きが変わることを調べている。 [行動観察・ノート]	■ 「モーターの回る向きは、何によって変わるのだろうか」 ◎乾電池、モーター、スイッチ、簡易検流計をつないで、乾電池の向きを変えたときの電流の向き・モーターの回る向きを調べる。			
			<table border="1"> <tr> <th>主体的な学び</th> <th>対話的な学び</th> <th>深い学び</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
主体的な学び	対話的な学び	深い学び				

3	電流の向きとモーターの回る向き	<p>【思考・判断・表現】</p> <p>乾電池の向きを変えたときのモーターの回る向きの違いを、電流の向きと関係付けて考え、表現している。</p> <p>[発言・ノート]</p> <p>【知識・技能】</p> <p>乾電池の向きを変えると、電流の向きが変わり、その結果、モーターの回る向きが変わることを理解している。</p> <p>[発言・ノート]</p>	<p>■「モーターの回る向きは、何によって変わるのだろうか」</p> <p>◎乾電池の向きと、電流の向き・モーターの回る向きとの関係についてまとめる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
		<p>【主体的に学習に取り組む態度】</p> <p>モーターを速く回すためにはどうすればよいかに興味をもち、進んで考えようとしている。</p> <p>[発言・行動観察]</p> <p>【思考・判断・表現】</p> <p>モーターを速く回すためにはどうすればよいか根拠をもって予想を発想し表現している。</p> <p>[発言・行動観察]</p>	<p>■「モーターをもっと速く回すには、どうしたらよいのだろうか」</p> <p>◎モーターが速く回る乾電池2個のつなぎ方を考える。</p> <p>○「直列つなぎ」と「並列つなぎ」という言葉を使って、乾電池2個のつなぎ方をまとめる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
6 ・ 7	電流の大きさと働き	<p>【思考・判断・表現】</p> <p>乾電池が1個のときと2個直列、並列につないだときの電気の働きを、電流の強さと関係付けて考え、表現している。</p> <p>[発言・ノート]</p> <p>【知識・技能】</p> <p>乾電池の数やつなぎ方を直列つなぎや並列つなぎに変えると、モーターの回り方や豆電球の明るさが変わることを理解している</p> <p>[発言・ノート]</p>	<p>■「モーターをもっと速く回すには、どうしたらよいのだろうか」</p> <p>○乾電池の数やつなぎ方を乾電池の直列つなぎや並列つなぎに変えて、電流の強さと関係付けながら電気の働きを調べる。</p> <p>◎乾電池の数やつなぎ方を乾電池の直列つなぎや並列つなぎに変えたときの、電流の強さと電気の働きについてまとめる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
		<p>【主体的に学習に取り組む態度】</p> <p>既習事項を基に考え、乾電池を利用した自動車を、意欲的に作ろうとしている。</p> <p>[行動観察]</p>	<p>○乾電池（または充電式電池）を使った自動車を作って、走らせる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
10 本時	電流の大きさと働きの活用	<p>【主体的に学習に取り組む態度】</p> <p>ミニ懐中電灯を明るくするために回路はどのようにすればよいかを調べ、その理由についてまとめて問題を解決しようとしている。</p> <p>[行動観察・発言・ノート]</p>	<p>■「ミニ懐中電灯の明るさを強くするためには、どうすればよいだろうか」</p> <p>◎ミニ懐中電灯の明るさを強くするためには、回路をどのようにすればよいかを調べ、その理由をまとめて解決する。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び

エ 授業の流れ

(ア) 単元名 電気の働き

(イ) 児童 盛岡市立上田小学校 第4学年 1組・2組

(ウ) 本時の目標

電気の働きを大きくするにはどうすればよいか、学習したことを根拠にして考えたり、回路を作ったりして調べる。また、学習したことと実際の製品を関係付けて考えようとする。

【学びに向かう力等】

展開	学習活動	指導上の留意点	評価等
導入 7分	1 問題 ・提示されたミニ懐中電灯から本時の問題をつかむ。	・乾電池1個とミニ懐中電を提示し、もっと明るくするにはどうすればよいか問いかける。	・ミニ懐中電灯 ・乾電池1個
	ミニ懐中電灯の明るさを強くするためには、どうすればよいだろうか		
展開 30分	2 予想 ・根拠を基に予想を立てる。	・既習を予想の根拠にする。	<ul style="list-style-type: none"> ・乾電池2個 ・簡易検流形 ・ナイフスイッチ ・並列用リード線 ・2.5V用豆電球 ・回路の写本写真 <p>【主体的に学習に取り組む態度】 ミニ懐中電灯を明るくするために回路はどのようにすればよいかを調べ、その理由についてまとめて問題を解決しようとしている。 [行動観察・発言・ノート]</p>
	3 実験・結果 ①乾電池1個のとき、乾電池2個の直列つなぎのとき、乾電池2個の並列つなぎのとき、それぞれの明るさを比べる。 ②検流計で電流の大きさを確かめる。	<ul style="list-style-type: none"> ・乾電池1個分の働きは教師が提示する。 ・写本の写真を基に確実に回路を組ませ、学習した技能の活用を図る。 ・乾電池の数、つなぎ方、電流の大きさの関係に注目させ、実験を進める。 	
終末 8分	4 考察 ・2つの実験から分かったことをまとめる。	・乾電池の数、つなぎ方、電流の大きさを関係付け、乾電池2個を直列につなぐと、電流が大きくなるので明るくなることをまとめさせる。	
	5 まとめ		
ミニ懐中電灯の明るさを強くするには、乾電池を2個に増やし、直列つなぎにして電流を大きくする。			
	・実際の製品の回路について知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・製品になっている懐中電灯も直列つなぎになっていることに気付かせる。 ・振り返りの観点を与える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返りの観点 ①これまでの学習が、授業で役立つこと。 ②新しく分かったり考えたりしたこと、やってみたいと思ったこと。
	6 振り返り		

(2) 第5学年「流れる水の働き」

ア 概要

5学年「流れる水の働き」では、流れる水の働きについて、野外観察やモデル実験を行いながら調べる。ここでは、流水による侵食、運搬、堆積の働き、川の上流から下流までの石や土地の様子の違い、雨による川の増水と土地の様子を変える働きについて理解する。その際に行うモデル実験では、水の速さや量などの条件を制御することが重要である。日常生活や社会とのつながりを見ると、県内を流れる北上川、雫石川、中津川等、流れる水の働きが見られる場所は身近に存在する。その中でも、山間部と平野部、曲がった川の外側と内側、大雨の前後の川沿い等の土地の様子の違いについては、モデル実験と関連を図りやすく、空間的なスケールの大きさを実感させながら流れる水の働きを理解させることに適している。

しかし、実際にモデル実験を行うと、流す水の量が不安定になり条件を制御することが難しいことに加え、扱う土によっては結果が十分に確認できないこともある。そのため、条件を制御する実験方法を発想しても、結果から流れる水の働きを見いだすことができない。また、結果と実際の川で起きている現象がつながっていることに気付かず、理科を学ぶ有用感を得ることができないと思われる。

そこで、県内を流れる川や県内の土地を教材にし、条件を制御して繰り返し実験することを容易にするモデル実験器を使用することで、流れる水の働きを捉えるとともに、既習の知識と日常とのつながりを実感させ、科学的な探究の充実を図る。

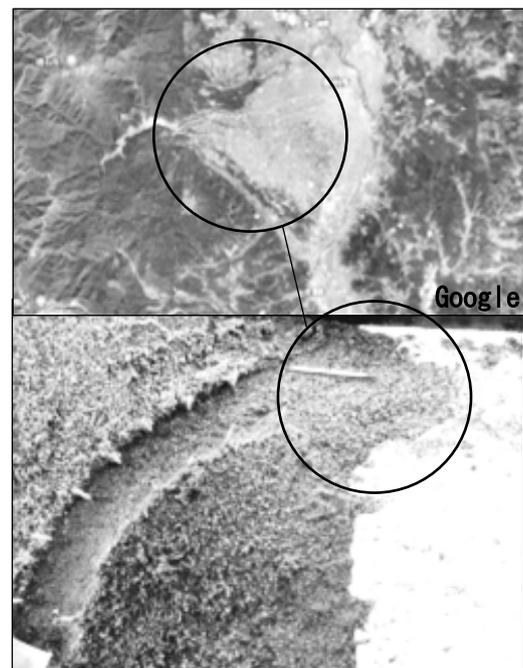
イ 日常生活や社会との関連を図る教材

本実践の教材開発の視点は、「既習の知識と関連がある教材」及び「児童の試行錯誤を可能とする教材」である。単元の間において、蛇行する雫石川の画像【図5】を教材として提示し、なぜ曲がった川の外側と内側では土地の様子が違うのか実験をしながら明らかにする授業を行う。また、胆沢扇状地の画像【図6（上）】も提示し、扇状地の形状とモデル実験器上にできた堆積部分の形状【図6（下）】が似ていることから学習内容の空間的なスケールの大きさを実感させる。

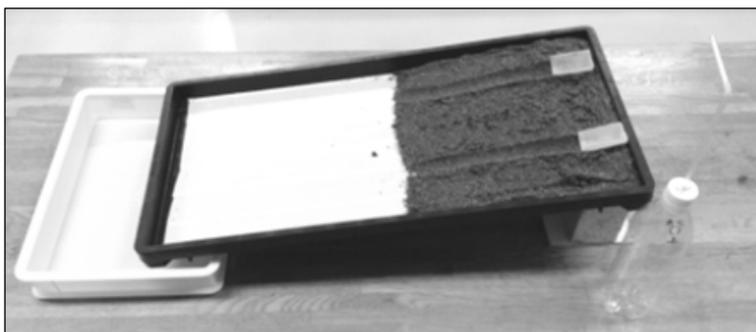
実験では、流水実験器【図7】を用い、条件を制御して繰り返し実験を行う。そのために、土を盛る器は稲作用の育苗箱を利用し、モデルとなる川を容易に形作ることができるようにする。次に、土は砂遊び用の砂を使い、余分な泥を洗い流して砂の粒子が運搬される様子を観察しやすくする。また、ペットボトルに通気用の穴をあけ、ストローを付け加えて、傾けただけで一定量の水を安定して流すことができるようにする。これらを活用し、川を再現して繰り返し試しながら流れる水の働きを調べることで、実験の充実を図る。



【図5】雫石川



【図6】胆沢扇状地（上）と
実験結果（下）



【図7】流水実験器

ウ 単元構想

理科単元構想シート *単元や題材など内容や時間のまとまりで作成する		
単元名 流れる水の働き	対象学級	第5学年
	児童数	1組31名, 2組32名, 計63名
	担当者	黄川田 泰幸
1 単元の目標(何ができるようになるか) ※ 評価規準は, 単元の目標に準拠する。		
知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力等
<ul style="list-style-type: none"> ・流れる水には, 土地を侵食したり石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがあることを理解する。 ・川の上・中・下流によって, 地形や石や大きさに違いがあることを理解する。 ・雨の降り方によって, 水の速さや量は変わり, 土地の様子が大きく変化する場面があることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・流れる水の働きについて追究する中で, 流れる水の働きと土地の変化との関係についての予想や仮説を基に, 解決の方法を発想し, 表現する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水の速さや量に着目して条件を制御しながら調べ, 主体的に問題を解決しようとする。 ・主に予想や仮説を基に, 主体的に解決の方法を発想したり学習内容を日常に適用したりしようとする。
2 単元で働かせる「見方・考え方」		
<ul style="list-style-type: none"> ・見方 (主として空間的な視点で捉える) 流れる水の働きについて調べたりまとめたりしたことを, 実際の川や土地の空間的なスケールに当てはめて捉える。 ・考え方 (主として関係付けて考える) 流れる水の働きについて, 水の速さや量を制御して調べる方法を発想したり調べたりする。 		
3 単元における「学習問題」と「期待する姿」		
<p>【単元の学習問題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流れる水の働きにはどのような働きがあり, その働きによって土地の様子はどのように変わるのだろうか。 		
<p>【期待する姿】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流れる水の働きと土地の変化との関係についての予想や仮説を基に, 条件を制御して実験する方法を発想し, 表現している。 ・流れる水の働きと土地の変化との関係について, 条件を制御して実験・観察を行っている。 ・川の上・中・下流によって地形や石の様子が異なり, 雨の降り方により流れる水の働きが変わることを理解している。 ・流れる水の働きを実際の川や土地の変化に適用させ主体的に問題を解決しようとしている。 		

「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて(理科における授業改善の視点)		
主体的な学び (学習への興味関心を高める場面、 学習の見通しを持つ場面、学習を振 り返り次につなげる場面の設定)	対話的な学び (自己の思考を広げ深める場面の設定)	深い学び (見方・考え方を働かせながら思考・ 判断・表現する場面の設定)
<ul style="list-style-type: none"> 既習の内容や身近な川を想起させる場面を設定して問題を捉えさせる。また、その予想や仮説を基に、問題を解決する方法を発想させ、児童の考えを生かすようにする。 流れる水の働きと土地の変化について獲得した知識・技能を実際の川や土地に適用させる場面を設け、学習内容の有用性を実感させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験方法について、既習の内容を基に個人で考え、その後話し合うなどして発想させる。 流れる水の働きについて、繰り返し実験を行わせ、活動を十分確保する。 流れる水の働きが川や土地の様子に与える影響等について、結果を基に個人で考え、その後話し合うなどして、問題解決が図られるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 水の速さや量に着目し、流れる水の働きとその土地の変化を関係付け、問題の解決を図らせる。 水の速さや量の条件を制御して問題を解決する方法を発想したり実験したりして、科学的な概念を形成させる。 流れる水の働きについて調べたことを身近な川や土地の様子に適用させて考えさせる。

4 単元の指導と評価の計画(全 12 時間)						
時間	学習内容	【評価の観点】 評価規準 [評価方法]	学習問題 (■) と主な学習活動 (◎, ○) ※ ◎は学習活動を複数記述した場合の重点活動を示す。			
			単元の中で「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を目指す主な場面			
1 ・ 2	川の上・ 中・下流 の地形や 石の違い	【主体的に学習に取り組む態度】 川や川原の石の様子の違いについて、資料を調べたり、発表したりしようとしている。 [発言・ノート]	■「流れる場所によって、川と川原の石の様子には、どのような違いがあるのだろうか」 ◎資料写真を見て、流れる水の働きや、川の上・中・下流の地形と、川や川原の石の様子の違いについて話し合う。			
		【思考・判断・表現】 川の地形や川原の石等について、流れる水と関係付けて考察し、表現している。 [発言・ノート]				
3 ・ 4	流れる水の働き、 浸食、運搬、堆積	【知識・技能】 地面に水を流して調べ、流れる水には、土地を侵食したり、土や石を運搬したり堆積したりする働きがあることを理解している。 [行動観察・発言・ノート]	■「流れる場所によって、川や川岸の様子が違うのは、どうしてだろうか」 ◎地面に水を流して、流れる水の働きを調べる。 ○流れる水の働きについてまとめる。			
			<table border="1"> <tr> <td>主体的な学び</td> <td>対話的な学び</td> <td>深い学び</td> </tr> </table>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
主体的な学び	対話的な学び	深い学び				
			<table border="1"> <tr> <td>主体的な学び</td> <td>対話的な学び</td> <td>深い学び</td> </tr> </table>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
主体的な学び	対話的な学び	深い学び				

5・6	流れる水の働きが大きくなる条件	<p>【思考力・判断力・表現力等】 水の量と流れる水の働きとの関係について予想し、条件を制御することに着目して実験方法を発想し、自分の考えを表現している。 [発言・ノート]</p> <p>【知識・技能】 水の量を変えて流れる水の働きを調べるモデル実験を、条件に気を付けて行い、水の速さや量によって変わること理解している。 [行動観察・発言・ノート]</p>	<p>■「流れる水の働きは、どのようなときに大きくなるのだろうか」 ○流れる水の働きで土地の様子が大きく変わるのはどんなときかについて話し合う。 ◎流す水の速さや量を変えて、流れる水の働きを調べる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
		<p>【思考・判断・表現】 雨の降り方によって流れる水の量や速さが変わり、増水によって土地の様子が大きく変化する場面があることをまとめ、自分の考えを表現している。 [発言・ノート]</p>	<p>■「流れる水の働きは、どのようなときに大きくなるのだろうか」 ◎水の量と流れる水の働きとの関係について、実験結果を実際の川に当てはめながら考え、流れる水の働きについてまとめる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
8 本時	流れる水の働きと曲がった川の両岸の様子	<p>【主体的に学習に取り組む態度】 川の曲がった場所では、侵食、運搬、堆積の働きがどの部分でどのように起きているか調べ、結果や実際の川の様子を基に考えをまとめようとしている。 [行動観察・発言・ノート]</p>	<p>■「川の曲がっている場所では、侵食、運搬、堆積がどのように働いているのだろうか」 ◎川の曲がっている場所の外側と内側の土地の違いについて、モデル実験を通して調べ、侵食、運搬、堆積がどのように働いているかまとめる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
		<p>【思考・判断・表現】 川の水による災害や、災害に対する備えについて調べたり考えたりして、自分の考えを表現している。 [発言・ノート]</p>	<p>■「川の水が増えると、どのような災害が起きることがあるのだろうか」 ◎水の量と流れる水の働きとの関係について、実験結果を実際の川に当てはめながら考え、流れる水の働きについてまとめる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
11・12	実際の川と川沿いの土地の様子	<p>【知識・技能】 実際の川の様子を観察して、流れる水の働きと川沿いの土地の様子について調べ、理解している。 [行動観察、発言、ノート]</p>	<p>■「実際の川では、流れる水の働きと川沿いの土地の様子にはどのような関係があるのだろうか」 ◎実際の川を観察して、川の様子や流れる水の働きと川沿いの土地の様子を調べる。</p>	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
				主体的な学び	対話的な学び	深い学び

エ 授業の流れ

(ア) 単元名 流れる水の働き

(イ) 児童 盛岡市立上田小学校 第5学年 1組・2組

(ウ) 本時の目標

河川の曲がっている場所では、侵食、運搬、堆積がどのように働いているのか、モデル実験を繰り返しながら調べ、実際の河川の様子と比べながら考えようとする。【学びに向かう力等】

展開	学習活動	指導上の留意点	評価等
導入 7分	1 問題 提示された雫石川の画像から問題をつかむ。	・雫石川の画像を提示し、河川の 外側と内側の様子に注目させ、 問題を捉えさせる。	・雫石川の曲がっている場所の 画像 ・画像提示用大型モニター
	川の曲がっている場所では、侵食、運搬、堆積がどのように働いているのだろうか		
展開 30分	2 予想 学習したことを基に 予想を立てる。	・予想を図中に表現させ、侵食、運 搬、堆積がどの部分でどのよう に起きているかに絞らせる。	<ul style="list-style-type: none"> ・流水実験器 ・実物投影機 ・画像提示用大型モニター <p>【主体的に学習に取り組む態度】 川の曲がった場所では、侵食、 運搬、堆積の働きがどの部分でど のように起きているか調べ、結果 や実際の川の様子を基に考えを まとめようとしている。 [行動観察・発言・ノート]</p>
	3 実験・結果 ①トレイに土を盛り、 曲がった川を作る。 ②川の両側に印を立て る。 ③水を流し続ける。 ④川は変化したか、観 察する。 ⑤繰り返し実験・観察 を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・実験についての目的と方法を、 画像を提示して捉えさせる。 ・モデルの川の両側に爪楊枝を印 として差し込み注目させ、水を 流す前後の川の幅や形を比べさ せる。 ・繰り返し実験をし、結果が十分 に得られるようにする。 	
終末 8分	4 考察 ・実験結果から、流れる 水の働きについて考え る。 ・再実験をして、考えた ことを確かめる。	<ul style="list-style-type: none"> ・外側も内側も、侵食や運搬は起 きているが、外側の働きが大き いことに注目させる。 ・確かめたいことがあるときは再 実験を行う。 	
	5 まとめ	川の曲がっている場所では、外側は侵食と運搬の働きが大きく、内側は堆積の働きが大きい。	
	・再度、実際の土地の様 子を画像で確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果と実際の土地の様子を 比べたり、関係付けたりするこ とで、空間のスケールの大きさを 実感させ、理科を学習すること の有用感につなげる。 ・振り返りの観点を与える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返りの観点 川の流れる水の働きと、川の 周りの土地の様子について考 えたこと。
	6 振り返り		

(3) 第6学年「大地のつくり」

ア 概要

6学年「大地のつくり」では、大地のつくりについて、大地やその中に含まれるものに着目して、大地のつくりやでき方を野外観察やモデル実験を行いながら調べる。ここでは、大地の地層、地層に含まれるもの、地層のでき方等について理解する。その際、地層のつくりやでき方について多面的に調べ、妥当な考えをつくりだすことが重要である。日常生活や社会とのつながりを見ると、県内の川や火山等、地層のでき方に関する自然は身近に存在する。その中でも、川を取り上げることは、水の働きによる地層のでき方と第5学年「流れる水の働き」の学習と関連を図ることができ、多面的に調べて妥当な考えをつくりだすことに適している。また、岩手山を取り上げることは火山の働きによる地層のでき方を考えることに適している。

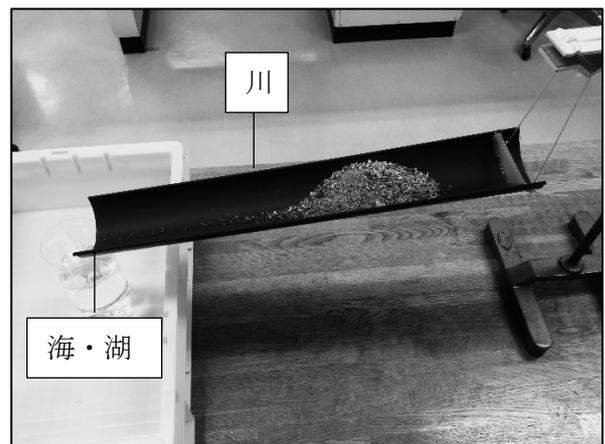
しかし、実際には地層が見られる地域は限られ、実物の観察は難しい。また、水の働きによる地層のでき方のモデル実験では、水に流し込んだ土砂がある程度堆積するまでに時間がかかり、得られる結果が不十分な内容になることがある。そのため、限られた内容で考察をしなければならず、多面的に捉えて妥当な考えをつくりだすことはできない。また、学習している内容は時間的、空間的に大きなスケールであることが実感できず、理科を学ぶ有用感を得ることができないと思われる。

そこで、川から海や湖へ複数回の土砂が流れ込むという、時間的、空間的に大きなスケールの自然事象を、モデルに当てはめていることを明確にして実験を行う。また、「流れる水の働き」を基に予想や実験方法を発想するなど既習の知識と関連をもたせ、地層のでき方について妥当な考えをつくらせて科学的な探究の充実を図る。

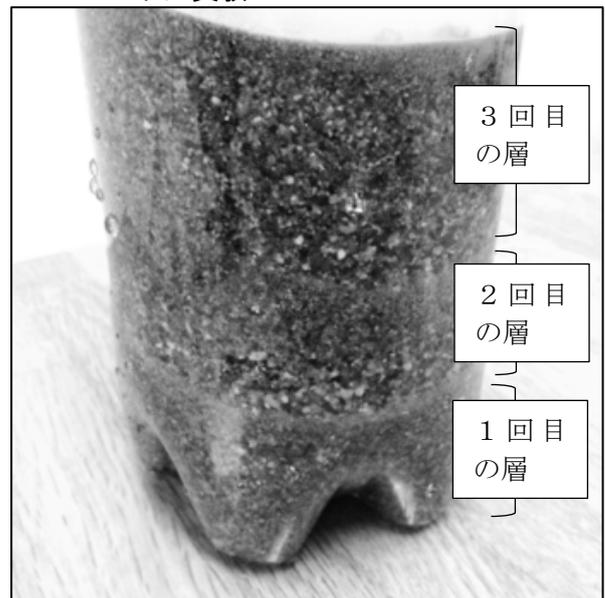
イ 日常生活や社会との関連を図る教材

本実践の教材開発の視点は、「既習の知識と関連がある教材」である。単元の間において、既習の内容である「流れる水の働き」による浸食、運搬、堆積とモデル実験に関連をもたせ、水の働きによる地層のでき方を明らかにする授業を行う。モデル実験では、雨どいを川に、上部を切り取った凹凸の少ないペットボトルを海・湖に見立て、複数回の土砂が流入することを見立てていることを明確に捉えて【図8】、時間的、空間的なスケールの大きさを想像させる。この教材を通して、理科を学ぶ面白さを感じさせるとともに、既習の知識とモデル実験との関連を図り、多面的に調べることができるようにする。

モデル実験では、短時間で複数回土砂を流し込み、下から礫、砂、泥の順に堆積しているいくつかの層が観察できるようにする。そのために、ある程度泥を取り除いた砂遊び用の砂に火山灰を加えたものを土砂として使う。すると、次の砂を流し込むまでの待ち時間は3分以内で済み、火山灰は礫や砂よりも軽く色が異なるため、層を隔てる目印になる。また、凹凸の少ないペットボトルは、底面積が小さいので観察に適した厚さの層ができ、その様子も観察しやすくなる【図9】。このように実験の充実を図り、地層のでき方について妥当な考えをつくりだすことができるようにする。



【図8】水の働きによる地層のでき方のモデル実験



【図9】モデル実験によりできた層

ウ 単元構想

理科単元構想シート *単元や題材など内容や時間のまとまりで作成する		
単元名 大地のつくり	対象学級	第6学年
	児童数	1組36名, 2組35名, 計71名
	担当者	黄川田 泰幸
1 単元の目標(何ができるようになるか) ※ 評価規準は、単元の目標に準拠する。		
知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力等
<ul style="list-style-type: none"> 大地は、礫、砂、泥、火山灰等を含み、層をつくり広がっているものがあることを理解する。また、化石を含むものがあることを理解する。 地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってできることを理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 大地のつくりについて追究する中で、地層のでき方等についてより妥当な考えをつくりだす。 	<ul style="list-style-type: none"> 大地のつくりについて、含まれている物や資料、結果等から多面的に調べ、主体的に問題を解決しようとする。 多面的に調べたことを基に、主体的に妥当な考えをつくりだし学習内容を日常に適用しようとする。
2 単元で働かせる「見方・考え方」		
<ul style="list-style-type: none"> 見方（主として時間的・空間的な視点で捉える） 大地のつくりや地層のでき方について調べたことを、時間と空間の大きなスケールで捉える。 考え方（主として多面的に考える） 大地のつくりや地層のでき方について、地層に含まれているものや既習の内容等から多面的に調べる。 		
3 単元における「学習問題」と「期待する姿」		
【単元の学習問題】		
<ul style="list-style-type: none"> 大地はどのようなつくりになっていて、どのようにつくられたのだろうか 		
【期待する姿】		
<ul style="list-style-type: none"> 大地のつくりや地層のでき方について調べたことを基に、妥当な考えをつくりだしている。 大地のつくりや地層のでき方について、地層に含まれているものや既習の内容、モデル実験等を通して多面的に調べている。 大地に含まれているものや地層の広がりとそのでき方について理解している。 大地のつくりや地層のでき方について、既習の内容や実際の大地、川、海・湖、火山に適用させ、主体的に問題を解決しようとしている。 		

「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて(理科における授業改善の視点)		
主体的な学び (学習への興味関心を高める場面、学習の見通しを持つ場面、学習を振り返り次につなげる場面の設定)	対話的な学び (自己の思考を広げ深める場面の設定)	深い学び (見方・考え方を働かせながら思考・判断・表現する場面の設定)
<ul style="list-style-type: none"> 既習の内容や実際の大地を想起させる場面を設定して問題を捉えさせる。また、問題に対する妥当な考えをつくりだせるようにする。 大地のつくりについて獲得した知識・技能を実際の土地に適用させる場面を設けて、学習内容の面白さや有用性を実感させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 水の働きによる地層のでき方を調べるモデル実験において、結果の観察を十分確保する。 考察の際に、地層のでき方について結果を基に個人で考え、その後話し合う等して妥当な考えをつくりださせ、問題解決が図られるようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 大地のつくりについて、地層に含まれているものや資料、実験結果から多面的に調べ、問題の解決を図らせる。 多面的に調べたことを基に、妥当な考えをつくりださせ、科学的な概念を形成させる。 大地のつくりについて調べたことを身近な土地の様子に適用させて考えさせる。

4 単元の指導と評価の計画(全7時間)			
時間	学習内容	【評価の観点】 評価規準 [評価方法]	学習問題(■)と主な学習活動(◎, ○) ※ ◎は学習活動を複数記述した場合の重点活動を示す。
			単元の中で「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を目指す主な場面
1 ・ 2	地層が縞模様に見える理由	【主体的に学習に取り組む態度】 崖が縞模様に見える理由に興味をもち、大地のつくりやでき方を調べようとしている。 [行動観察・発言・ノート]	■ 「がけがしま模様になって見えるのは、どうしてだろうか」 ○私たちの住んでいる大地は、どのようなものでできているのか、資料を見て話し合う。 ◎崖がしま模様に見える理由を考え、崖の様子を観察する。
		【知識・技能】 大地は、礫、砂、泥、火山灰などからできており、それらが層を作っていることがあることを理解している。 [発言・ノート]	
3 ・ 4	地層のでき方	【知識・技能】 地層の構成物やボーリング試料などを観察し、それらの様子や特徴などを捉えて記録している。 [発言・ノート]	■ 「地層はどのようにしてできるのだろうか」 ◎ボーリング試料や火山灰などを調べ、地層のでき方を調べ、特徴を捉える。
5	水や火山の働きでできた地層の特徴	【思考・判断・表現】 観察結果や資料から、地層は流れる水の働きや火山の噴火によってできることについて、妥当な考えをつくりだし表現している。 [発言・ノート]	■ 「地層は、どのようにしてできるのだろうか」 ○水の働きでできた地層の特徴や、堆積岩や化石について調べる。 ○火山の働きでできた地層の特徴を調べる。 ◎流れる水の働きや火山の噴火によってできる地層のでき方を考え、まとめる。
6 本 時	水の働きによる地層のでき方	【主体的に学習に取り組む態度】 既習の内容と、実験結果を基に多面的に調べ、水の働きによってできる地層は、どこでどのようにつくられるか妥当な考えをつくりだそうとしている。 [行動観察・発言・ノート]	■ 「水の働きによってできる地層はどこでどのようにつくられるのだろうか」 ◎水の働きでできた地層のでき方を考え、水槽に土を流し込むモデル実験を通して調べる。
7	火山の働きによる地層のでき方	【知識・技能】 火山の働きでできた地層は、火山からの噴出物が堆積してできること理解している。 水の働きでできた地層は、流れる水の働きによる堆積が繰り返され、海や湖の底でできることを理解している。 [発言・ノート]	■ 「火山の働きによって、どのように地層ができるのだろうか」 ◎火山の働きによる地層のでき方を考え、写真や資料で調べる。 ○水と火山の働きによる地層のでき方をまとめる。

エ 授業の流れ

(ア) 単元名 大地のつくり

(イ) 児童 盛岡市立上田小学校 第6学年 1組・2組

(ウ) 本時の目標

水の働きによってできる地層はどこでどのようにつくられるか、流れる水の働きや実験・観察を基に多面的に調べ、妥当な考えをつくりだそうとする。【学びに向かう力等】

展開	学習活動	指導上の留意点	評価等
導入 7分	1 問題 ・山、川、海の図から問題を捉える。	・山、川、海の図を示し、地層と関係付けて問題を捉えさせる。	・山から川が流れ、海へつながっている図
水の働きによってできる地層はどこでどのようにつくられるのだろうか			
展開 30分	2 予想 ・5年生の学習を根拠に予想する。 3 実験・結果 ①土を水の中に流し込む。 ②流し込んだ後1分待つ。 ③流し込むことを3回行う。 ④層ができていないか観察する。 4 考察 ・水の働きによって、地層はどこでどのようにつくられるか、流れる水の働き、結果、図を基に考える。	・第5学年「流れる水の働き」の知識を予想の根拠にさせる。 ・実験で使う、雨どいは川、容器は海や湖を表していることを明確に捉えさせる。 ・1つの層の中で、粒の小さいものは上に、大きいものは下に多いことに気付くよう、結果を観察する時間を十分確保する。 ・結果、図、既習の内容から多面的に結果を観察し、水の働きによる地層の成り立ちについて妥当な考えをつくりださせる。	・雨どい（川） ・凹凸の少ないペットボトルの上部を切り取り水を入れた容器（湖・海） ・トレイ ・実験用砂 【主体的に学習に取り組む態度】 既習の内容と、実験結果を基に多面的に調べ、水の働きによってできる地層は、どこでどのようにつくられるか妥当な考えをつくりだそうとしている。 [行動観察、発言・ノート]
終末 8分	5 まとめ		
	水の働きによってできる地層は、海や湖の底で、土砂の運搬と堆積が繰り返されてできる。		
	・日本列島は大陸や海底が基になってできたことを知る。 6 振り返り	・日本列島や県内の土地の成り立ちを話し、壮大な時間的・空間的スケールを感じさせる。 ・盛岡の地層にも触れ、岩手山の存在に気付かせ、火山の働きによる地層の成り立ちにつなげる。	・振り返りの観点 ①これまでの学習が、今日の授業で役立ったこと。 ②今日の授業で、新しく分かったり考えたりしたこと、やってみてみたいと思ったこと。

(4) 授業実践の結果と考察

ア 授業の振り返りの記述から

授業の振り返りの記述を、学年ごとに以下の観点に分けて分類し、考察する。

A	日常生活に関係する教材に興味・関心をもった
B	これまで習ったことを活用して、仮説や疑問を解決する方法を考えることができた
C	観察・実験の教材によって、試行錯誤することができた
D	理科は身の回りの現象を理解するのに役立つ
E	理科の授業で学習したことを日常生活で活用できないか調べたい
F	その他

(ア) 第4学年「電気の働き」の振り返りの記述と考察

本授業における振り返りの観点は、「今まで学習してきたことで、今日の授業に役立ったこと」「今日の授業で新しく分かったり考えたりしたこと、やってみたいと思ったこと」である。なお、() の数は、同じ内容を記した人数を表している。

A	日常生活に関係する教材に興味・関心をもった ・乾電池を増やし、直列つなぎや並列つなぎにしたらどうなるだろうか。(10名) ・直列つなぎをもっと増やし、プロペラや豆電球も増やしてみたい。(3名) ・ぼくもミニ懐中電灯を作りたい。(3名) ・乾電池の並列つなぎは、なぜ乾電池1個分と同じなのか、調べたい。(2名) ・回路づくりにまた挑戦したい。(2名) ・プロペラを飛ばしたり、プロペラが1秒に何回転するのか調べたりしたい。(2名) ・豆電球を使って、直列つなぎと並列つなぎの違いを見つけたい。 ・乾電池の直列つなぎは、プロペラが抑えきれないくらい速く回った。
B	これまで習ったことを活用して、仮説や疑問を解決する方法を考えることができた ・直列つなぎと並列つなぎ作り方と特徴について(35名) ・電流の大きさを測るなど実験の仕方について(10名) ・3年生の豆電球の学習や+極-極について(4名) ・乾電池2本の直列つなぎで電流が大きくなることを思い出した。(2名) ・自分で明るさについて家で実験していたこと
C	観察・実験の教材によって、試行錯誤することができた なし
D	理科は身の回りの現象を理解するのに役立つ ・懐中電灯が直列つなぎであることが分かった。(10名) ・直列つなぎと並列つなぎでは、電流の大きさが違うなど特徴がわかった。(8名) ・明かりを明るくするのは、電流が関係していることが分かった。(4名) ・明かりなど電気を使っている物の仕組みをもっと知りたい。(4名) ・前に分からなかったことが分かるようになった。(4名) ・教科書より実験をした方が分かりやすい。
E	理科の授業で学習したことを日常生活で活用できないか調べたい ・直列つなぎを使った電気製品や扇風機、普通の懐中電灯を作りたい。(7名) ・家でも実験や研究をしたい。(2名) ・家で電気の道具で勉強してみたい。 ・乾電池以外の電気の働きを調べてみたい。
F	その他 ・理科に関わる仕事がしたい。(2名) ・理科は苦手だったけれど好きになった。 ・電流計を使ってがんばりたい。

第4学年の授業では、Bの記述から、3年生の電気の学習や回路等についての既習の知識を生かし、問題の解決を図っていた児童がいることが分かる。

さらに、Dの記述を中心に、電流や電気製品に関わる内容があることから、ミニ懐中電灯と回路を確実に組ませる教材を使ったことは、電気の働きについて電流と関係付けて考え、身の回りの電気製品やその仕組みに興味をもたせることができ、主体的な探究を充実させた考える。

(イ) 第5学年「流れる水の働き」の振り返りの記述と考察

本授業における振り返りの観点は、「今日の授業で、川に流れる水の働きと、川の周りの土地の様子について考えたこと」である。なお、()の数は、同じ内容を記した人数を表している。

<p>A 日常生活に関係する教材に興味・関心をもった</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予想と違って侵食や堆積がいろいろなところで起きていておもしろかった。(8名) ・実際の川と実験の様子は同じだと知りました。 ・実際の川と比べたり、川の外側と内側を比べたりすることができてよかった。 ・曲がる形や水の勢いにも原因があると思う。 ・水は上流の方は流れが速く、下流の方は流れが遅かった。 ・外側が侵食される予想が当たりうれしかった。 ・周りがコンクリートで削れるものがないときはどうなるのだろうか。
<p>B これまで習ったことを活用して、仮説や疑問を解決する方法を考えることができたなし</p>
<p>C 観察・実験の教材によって、<u>試行錯誤することができた</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・川の周りの土地の様子を<u>爪楊枝を使って分かりやすく実験できた</u>。(2名) ・班のみんなで実験をし、<u>いろいろな答えがあつて結果が分かった</u>。(2名) ・<u>2回やったらどちらも結果が同じになってびっくりした</u>。 ・<u>爪楊枝を立てて下流の方も削れたことが分かった</u>。<u>その理由も考えられたのでよかった</u>。また、<u>予想どおりだったのでよかった</u>。 ・<u>1回の実験では答えが出せないことを知った</u>。
<p>D 理科は身の回りの現象を理解するのに役立つ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>外側は侵食が多く、運搬も起きている。内側は侵食も運搬は少ないが堆積は多いということが分かった</u>。(34名) ・<u>実験をしたことが北上川や雫石川等の実際の川や土地でも起きていることを知り、すごそうだと思った</u>。(7名) ・<u>外側は侵食が大きいからけずれないようにブロックを置く工夫することが分かった</u>。(6名) ・今日の授業でこれまで疑問だったことが解け、<u>理科はこんな所で活躍していると知った</u>。 ・川の周りの土地の様子を考えるのは今回が初めだったが、きちんと川の周りがどうなっているかを考えられたのでよかった。 ・<u>川の外側が岩でごつごつしていることと関係している</u>。 ・下流の堆積した部分は三角の形をしていることが分かった。 ・水の力でたくさんの石や砂を運搬できると知ってびっくりした。
<p>E 理科の授業で学習したことを日常生活で活用できないか調べたい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験で起きたことが、災害の原因になるのか知りたい。 ・内側と外側の働きが違うことを知った。これを生かして何ができるか考えたい。
<p>F その他 なし</p>

第5学年の授業では、Cの記述から、実験を複数回繰り返し、結果を確かめながら実験に取り組むなどして問題の解決を図っていた児童がいることが分かる。また、Dの記述からは、開発した実験器によって、侵食、運搬、堆積について詳細に観察していたことも分かる。

さらに、他項目にわたり実際の川や土地に関する記述があることから、雫石川の画像等を提示したことは、実験と実際の川とを関係付けて広大な空間のスケールを実感させ、調べたことを身近な川や土地の様子に適用させることができ、主体的な探究を充実させたと考える。

(ウ) 第6学年「大地のつくり」の振り返りの記述と考察

本授業実践における振り返りの観点は、「今まで学習してきたことで、今日の授業に役立ったこと」と「今日の授業で新しく分かったり考えたりしたこと、やってみようと思ったこと」である。なお、()の数は、同じ内容を記した人数を表している。

<p>A 日常生活に関係する教材に興味・関心をもった</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山の働きによってできる地層は、どこで、どのようにつくられるのか調べたい。(9名) ・泥や砂を流す回数をもっと増やしたらどうなっていくのかを確かめてみたい。(6名) ・ずっと堆積を繰り返すと太平洋などの海や湖が埋まり、水が日本を覆い尽くしてしまうのではと思った。(2名) ・雨どいの長さを変えたり、水の量を変えたりして実験してみたい。(2名) ・家でも地層を作ってみたい。(2名) ・今日の実験できれいに層が分かれていておもしろかった。 ・積もった地層と火山の関係について知りたい。 ・自由研究などで地層のことをもっと調べたい。 ・層の色を変えて実験してみたい。 ・お湯で実験したらどうなるか。 ・深海は地層がないところなのでどうしてできたのか知りたいです。 ・砂鉄を砂に混ぜたら上にあるのか下にあるのかを知りたい。 ・先生の言葉からもっと疑問が多くなり、さらに楽しかった。
<p>B これまで習ったことを活用して、<u>仮説や疑問を解決する方法</u>を考えることができた</p> <ul style="list-style-type: none"> ・<u>5年「流れる水の働き」の侵食、運搬、堆積が予想等で役立ち分かりやすかった。</u>(61名) ・実験の仕方(2名)
<p>C 観察・実験の教材によって、試行錯誤することができた なし</p>
<p>D 理科は身の回りの現象を理解するのに役立つ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地層は下流だけでなく海底や湖底でできることが分かった。(14名) ・<u>侵食、運搬、堆積が関わり、層ができる</u>ことが分かった。(13名) ・<u>地層は侵食、運搬、堆積を繰り返してできる</u>ことが分かった。(8名) ・<u>粒は下の方が大きく上の方が小さい理由は重いものが下にいき、軽いものは上の方になる</u>ということが分かった。(5名) ・奥州市の扇状地は水の働きによってできたことが驚いた。(5名) ・岩手山も地層と関係していることが分かった。(2名) ・層のでき方に、火山が関係していることや堆積が関係している県があると分かった。(2名) ・日本も層でできている。 ・1つの層の中にもいろいろな種類の層がある。 ・層ができるのはプレートと火山と関係があると思う。
<p>E 理科の授業で学習したことを日常生活で活用できないか調べたい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・少し家の土を掘って層を調べてみたい。(2名)
<p>F その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験をもう1回したい。(4名) ・地層ができる仕組みを予想し、知ることができてよかった。(2名)

第6学年の授業では、Dの記述から、複数回土砂を流し込むことが可能になったことで、水の働きによってできる層の特徴を詳細に捉え、問題の解決を図っていた児童がいたことが分かる。また、Bの記述からは、既習の内容を活用したことで、結果と関係付けて多面的に調べ、地層がどのようにできるか妥当な考えをつくりだしていたことも伺える。

さらに、他項目にわたり実際の土地について記述があることから、モデル実験の雨どいやペットボトルを川や海に見立てたことや、県内の土地を授業の終末に示したことは、広大な空間のスケールを実感させ、調べたことを実際の土地に適用させることができ、主体的な探究を充実させたと考える。

イ 授業アンケートから

(ア) 授業アンケートの内容

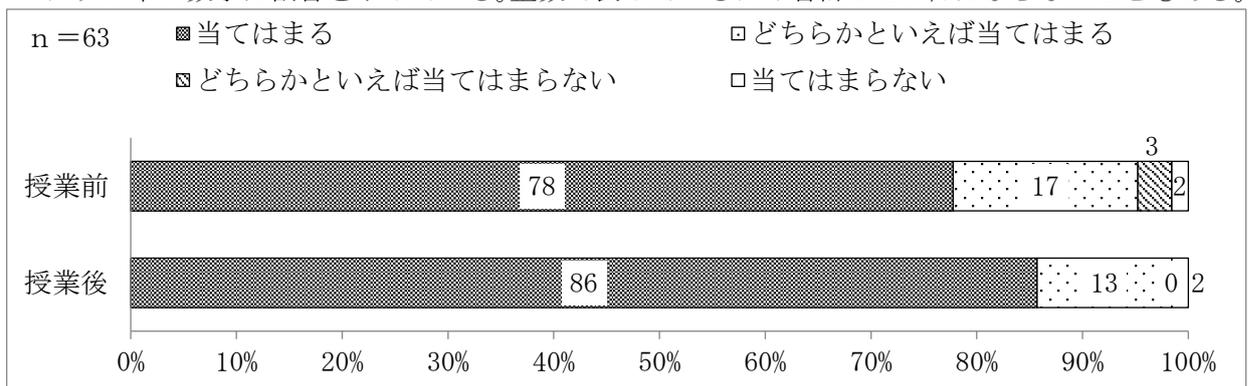
授業実施の前後に、授業を実践した全てのクラスに以下の内容でアンケートを行った。選択肢は「当てはまる」「どちらかといえば、当てはまる」「どちらかといえば、当てはまらない」「当てはまらない」の4つである。

- ・理科の勉強は好きですか
- ・理科の勉強は大切だと思いますか
- ・理科の授業の内容はよく分かりますか
- ・理科の授業で学習したことがふだんの生活の中で使えるかどうか、考えますか
- ・理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか
- ・将来、理科に関係する仕事をしたいと思いますか
- ・理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか
- ・観察や実験を行うことは好きですか
- ・理科の授業で、自分の予想を立てて観察や実験をしますか
- ・理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか、考えますか
- ・理科の授業で、観察や実験の進め方や内容がこれでよいか、考えますか
- ・理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか

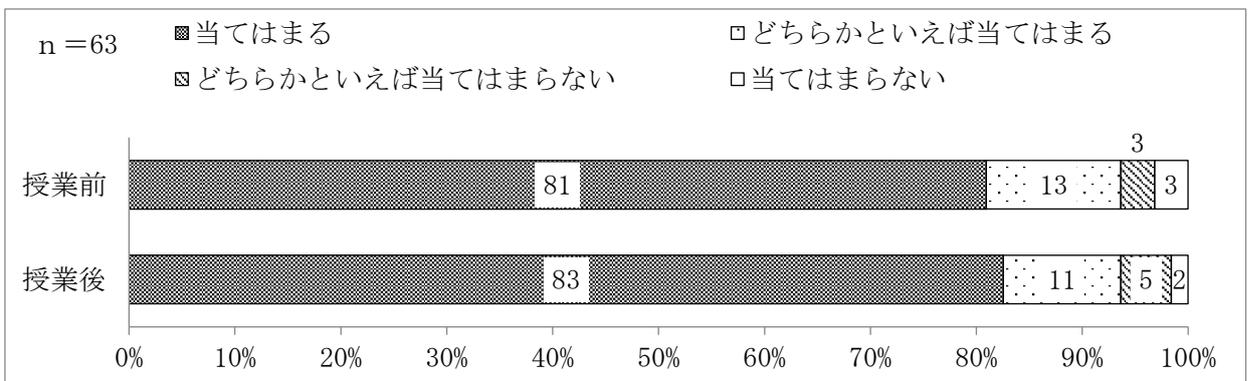
(イ) アンケート結果と考察

① 第4学年の授業前後のアンケート結果と考察

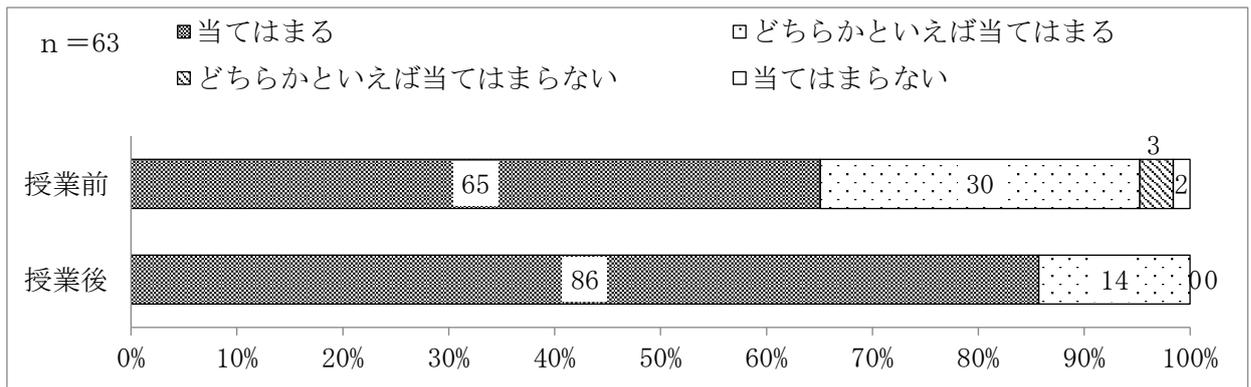
グラフ中の数字は割合を示している。整数で表しているため合計が100%にならないこともある。



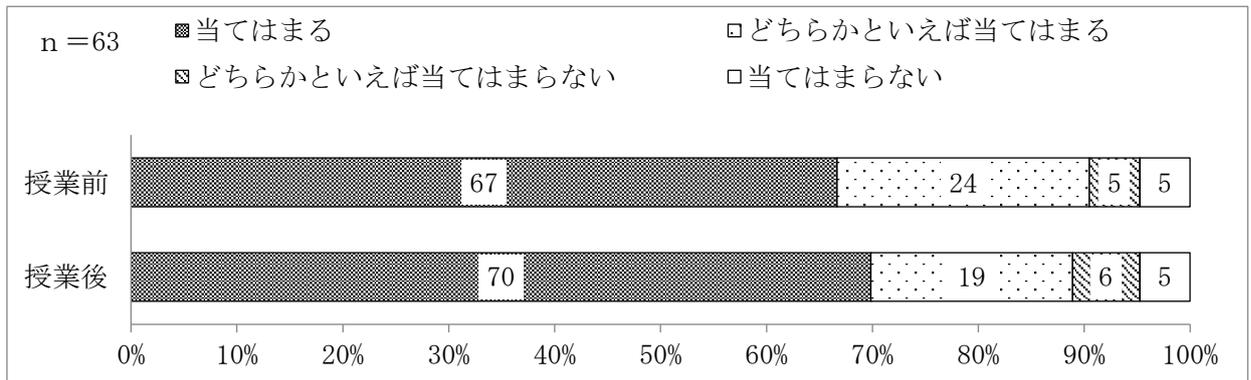
【図 10】理科の勉強は好きですか



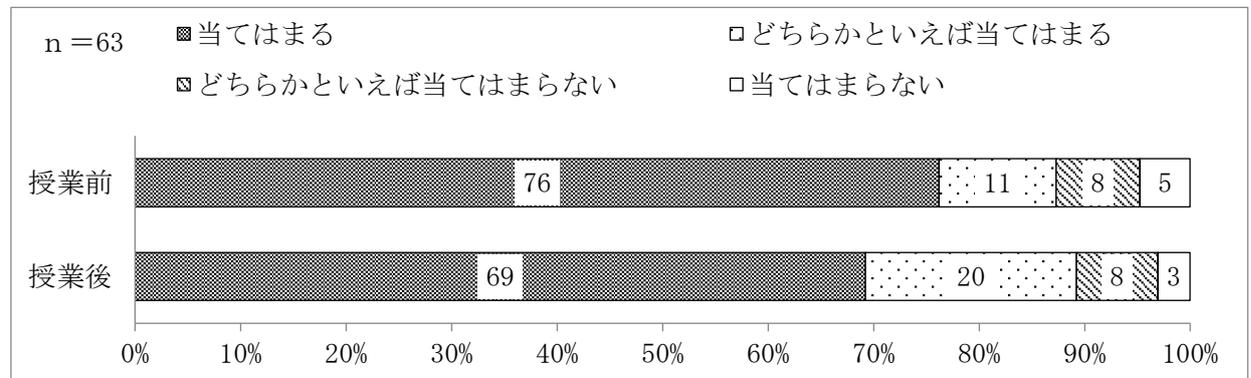
【図 11】理科の勉強は大切だと思いますか



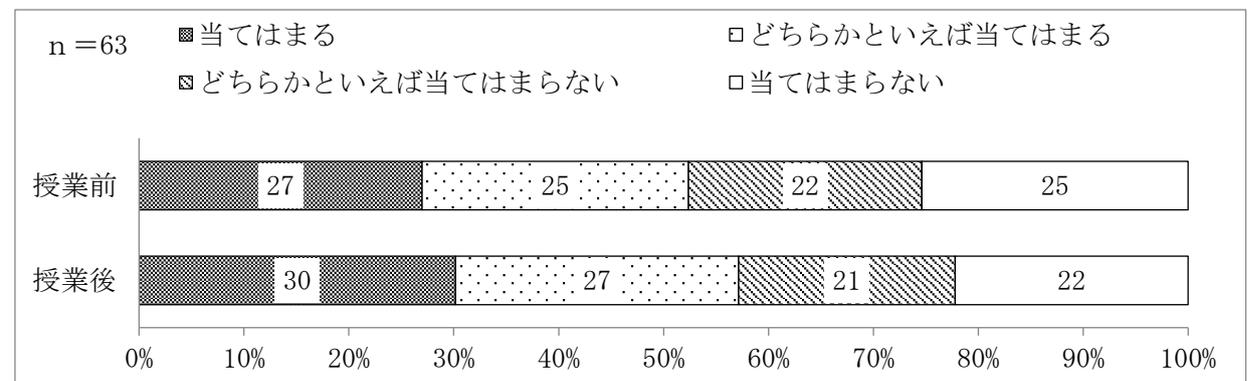
【図 12】 理科の授業の内容はよく分かりますか



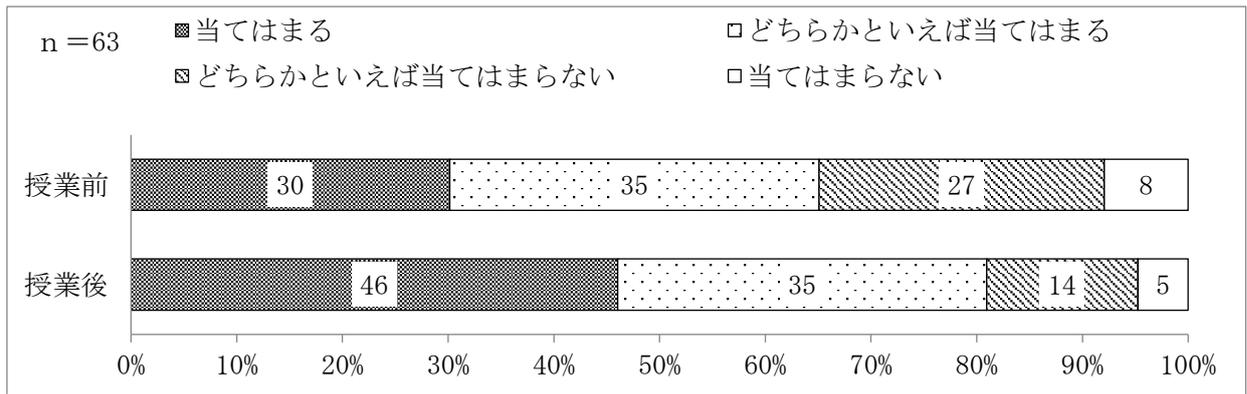
【図 13】 理科の授業で学習したことがふだんの生活の中で使えるかどうか、考えますか



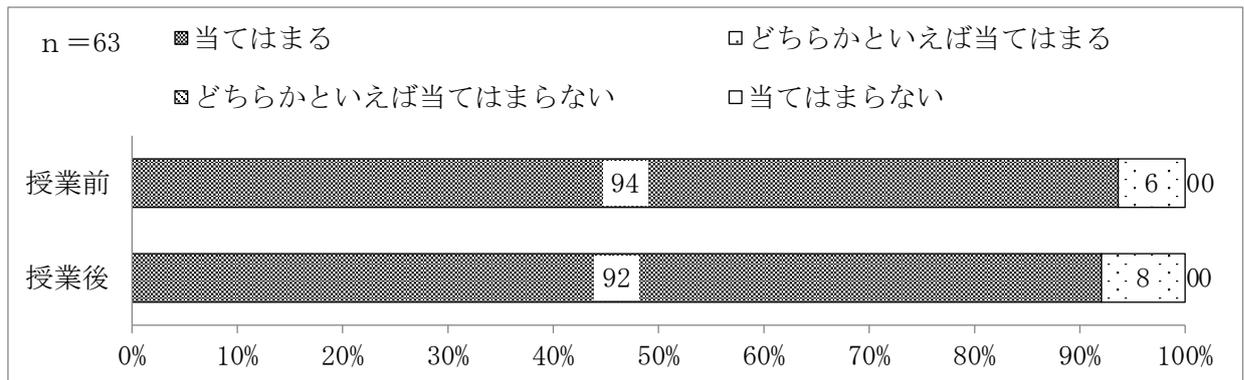
【図 14】 理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか



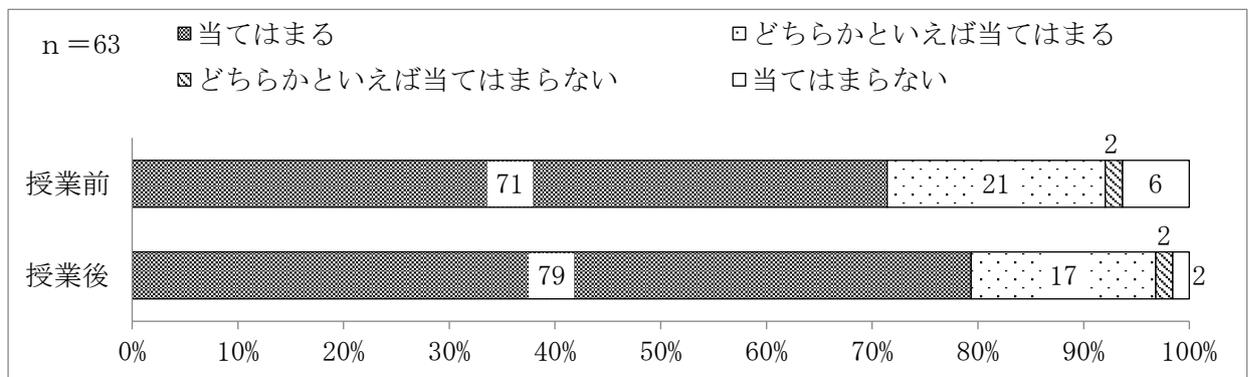
【図 15】 将来、理科に関係する仕事をしたいと思いますか



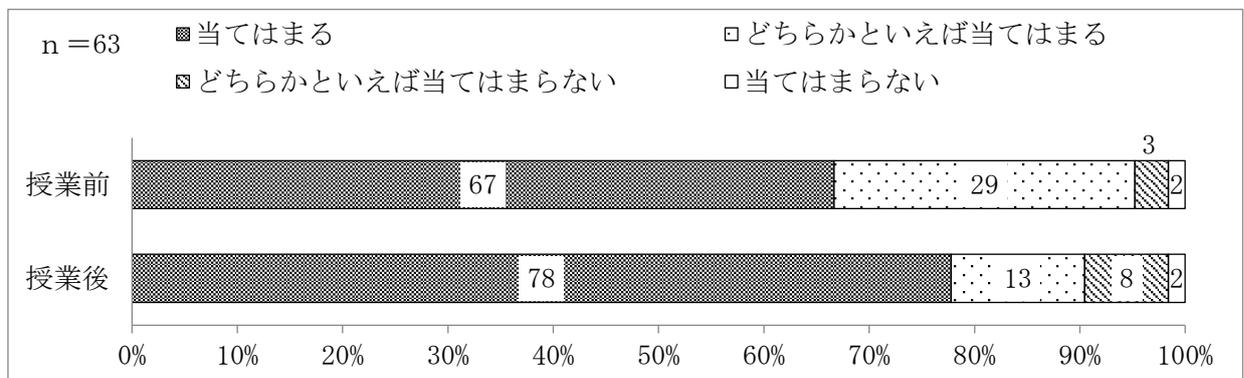
【図 16】 理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか



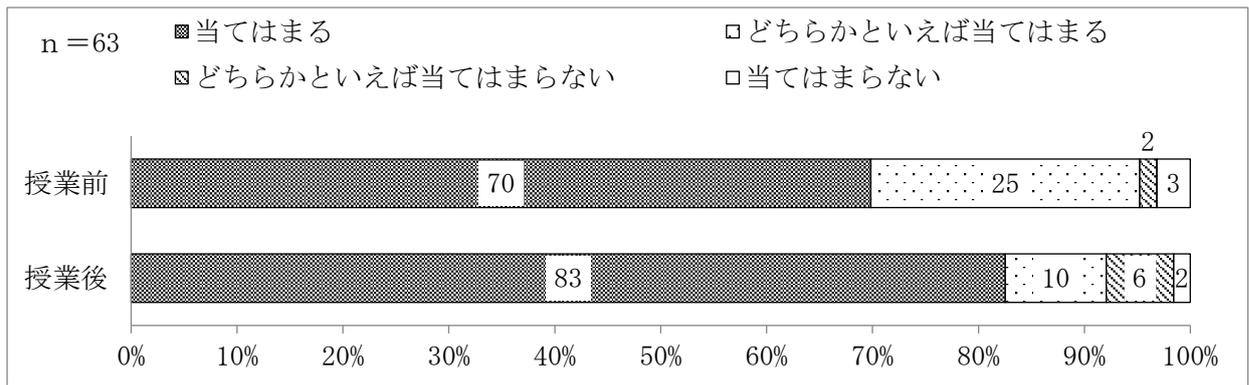
【図 17】 観察や実験を行うことは好きですか



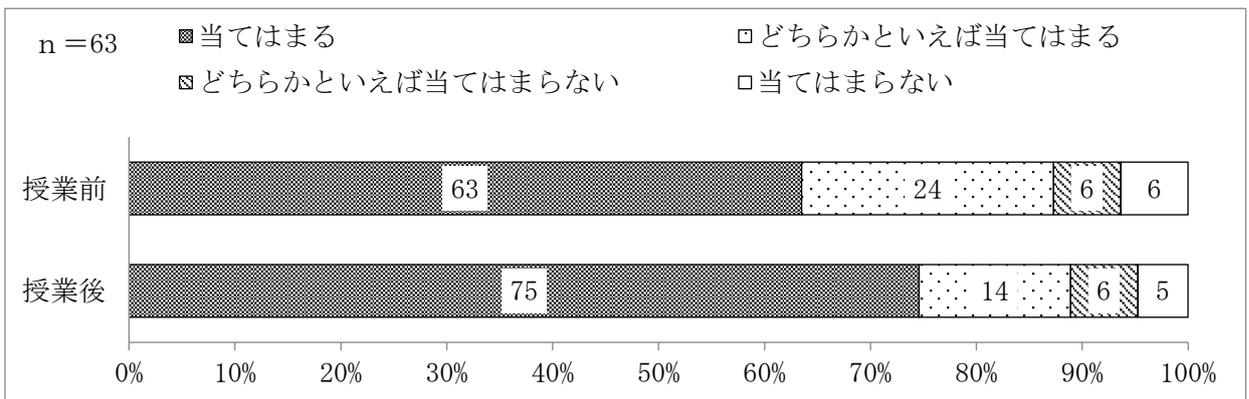
【図 18】 理科の授業で、自分の予想を立てて観察や実験をしますか



【図 19】 理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか、考えますか



【図 20】理科の授業で、観察や実験の進め方や内容がこれでよいか、考えますか

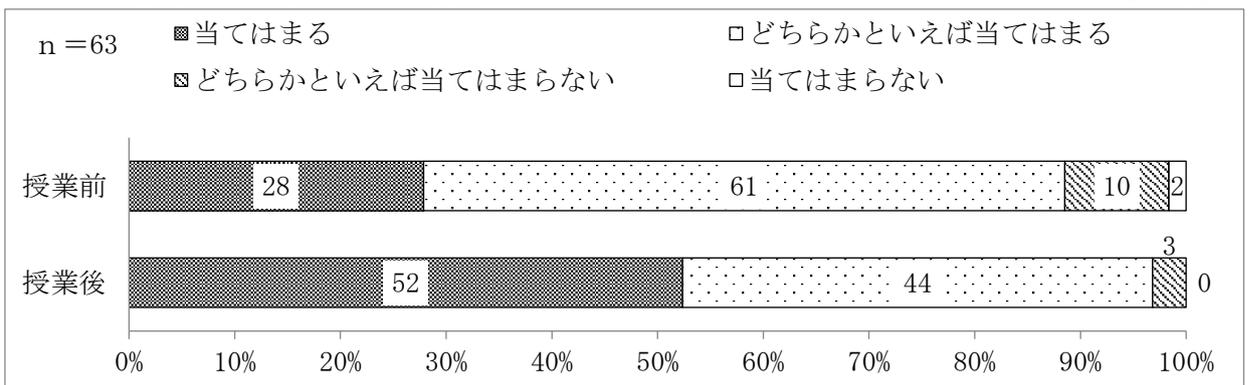


【図 21】理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか

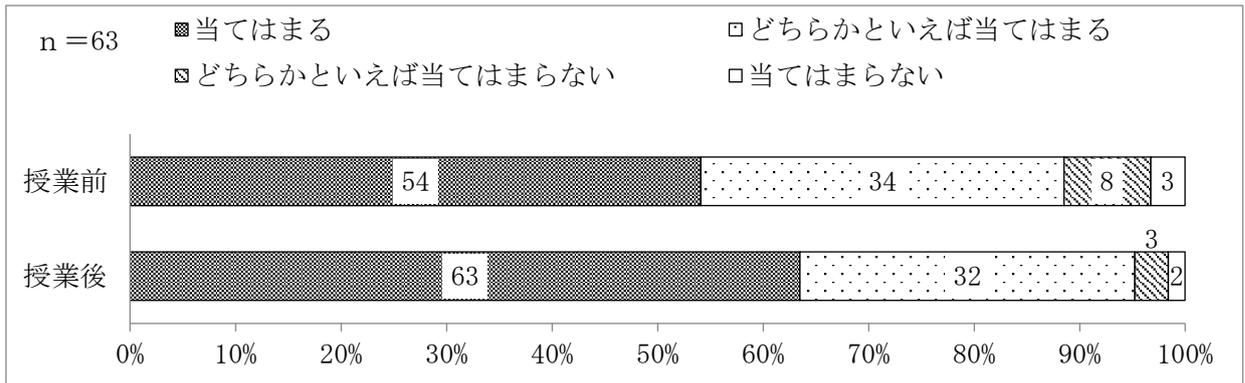
第4学年は、ほとんどの項目が肯定的な意識を維持または微増している中、「当てはまる」の変化を見ると、「理科の授業の内容はよく分かりますか」が65%から86%へと顕著に増加している。また、「理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか」は30%から46%へと増加している。この結果や振り返りの記述、授業における児童の様子から、乾電池の直列つなぎや並列つなぎを作る上でのつまずきが解消され、ミニ懐中電灯を明るくする方法について、つなぎ方と電流に注目して考えたことを意欲的に表現しながら、電気の仕事を理解することができたと考える。

② 第5学年の授業前後のアンケート結果と考察

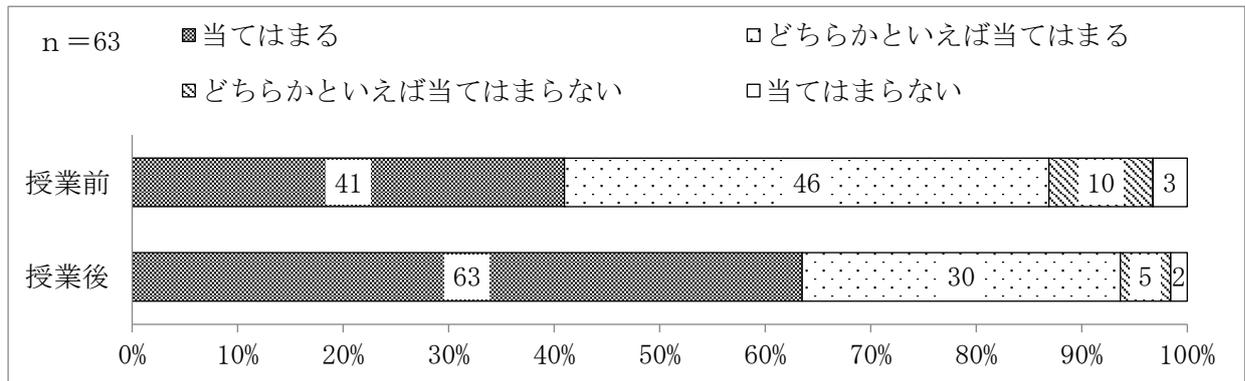
グラフ中の数字は割合を示している。整数で表しているため合計が100%にならないこともある。



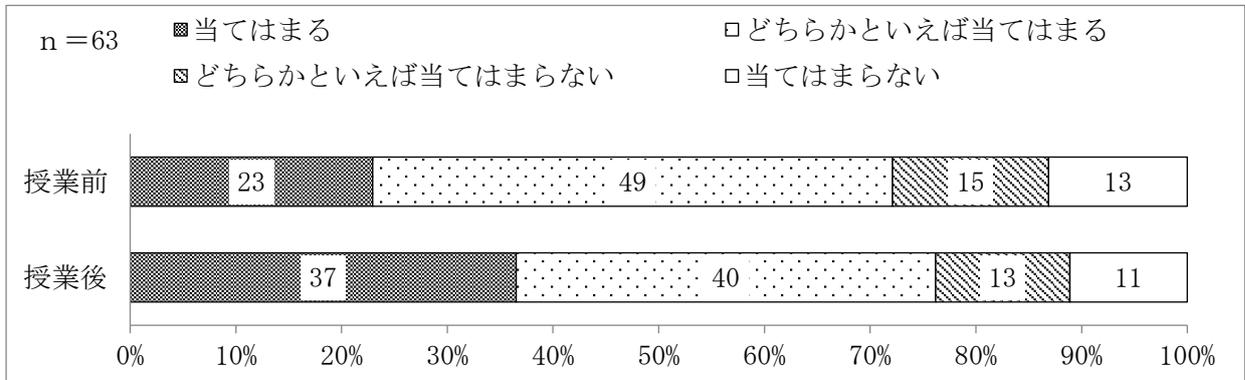
【図 22】理科の勉強は好きですか



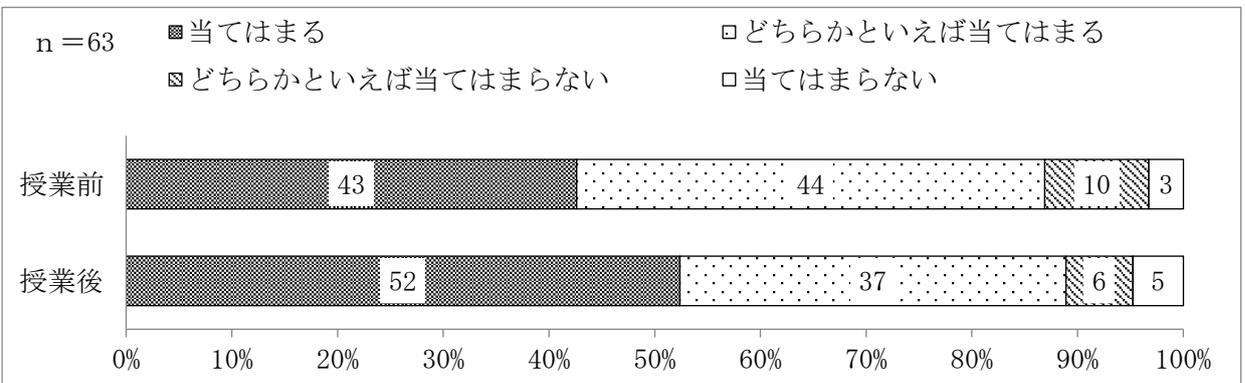
【図 23】 理科の勉強は大切だと思いますか



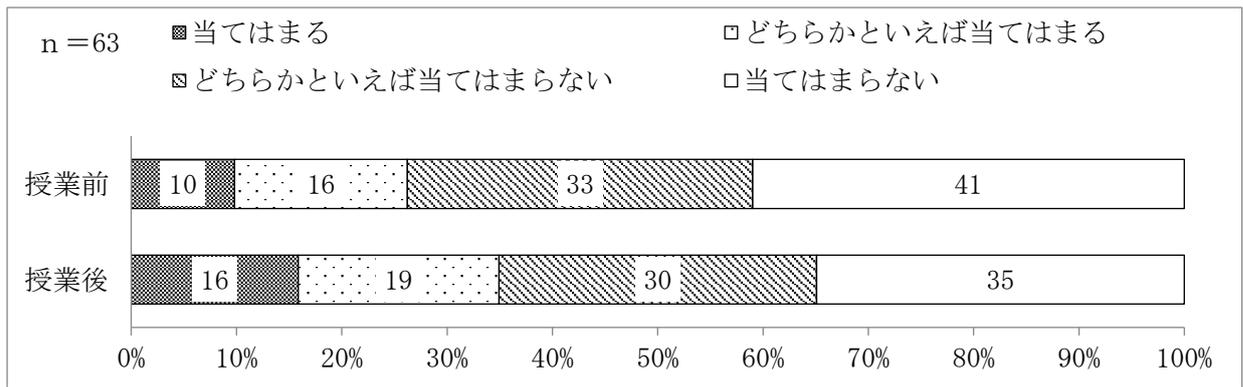
【図 24】 理科の授業の内容はよく分かりますか



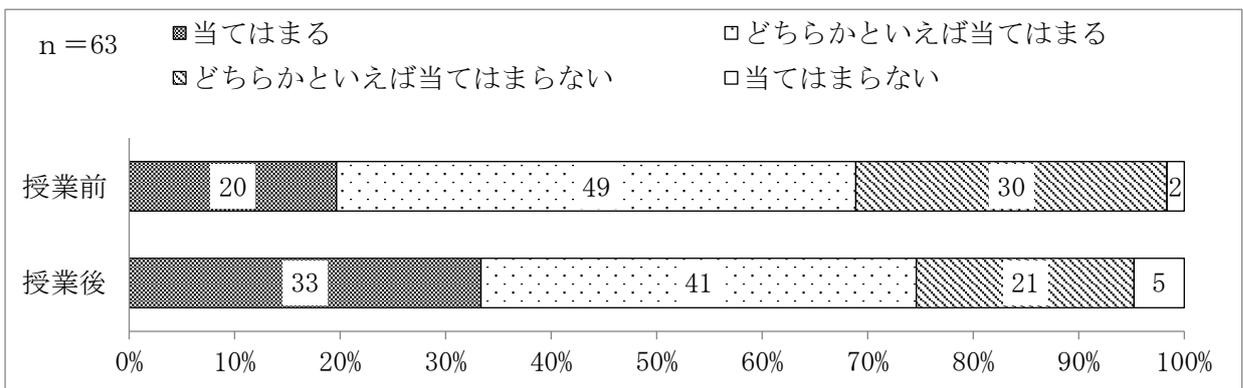
【図 25】 理科の授業で学習したことがふだんの生活の中で使えるかどうか、考えますか



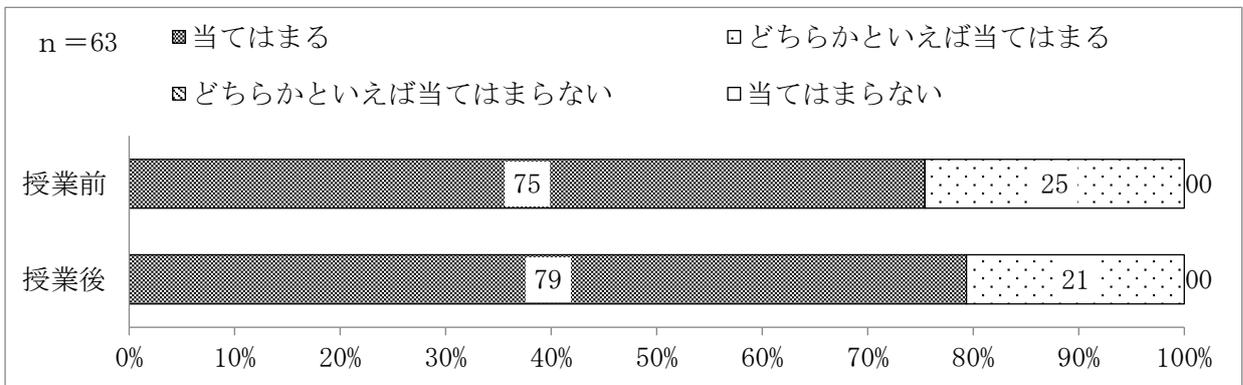
【図 26】 理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか



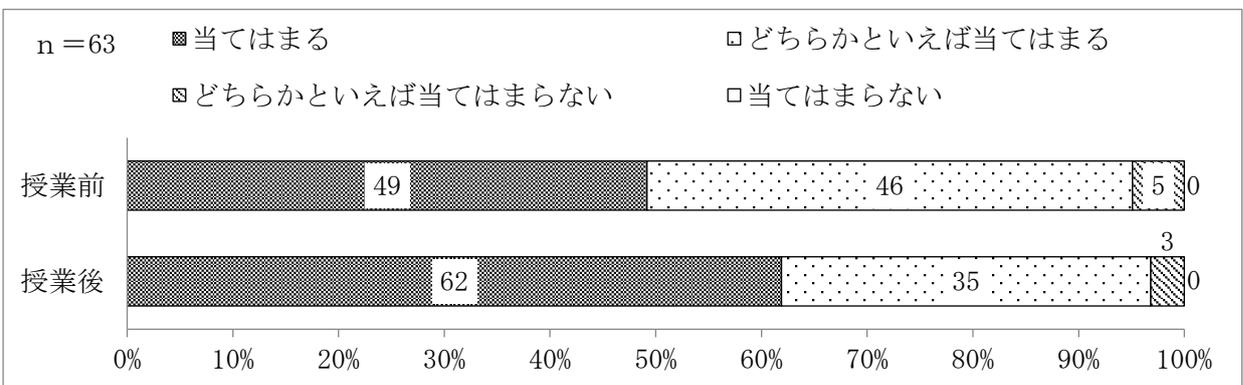
【図 27】 将来、理科に関係する仕事をしたいと思いますか



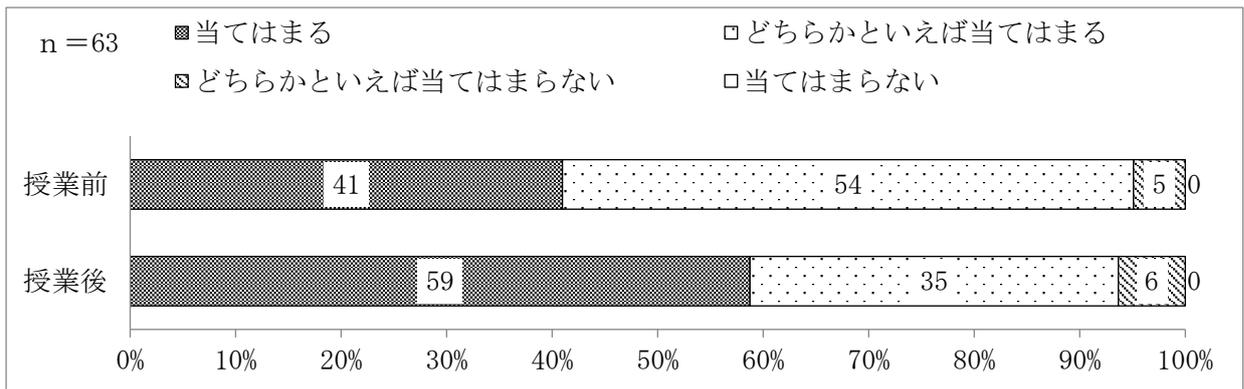
【図 28】 理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか



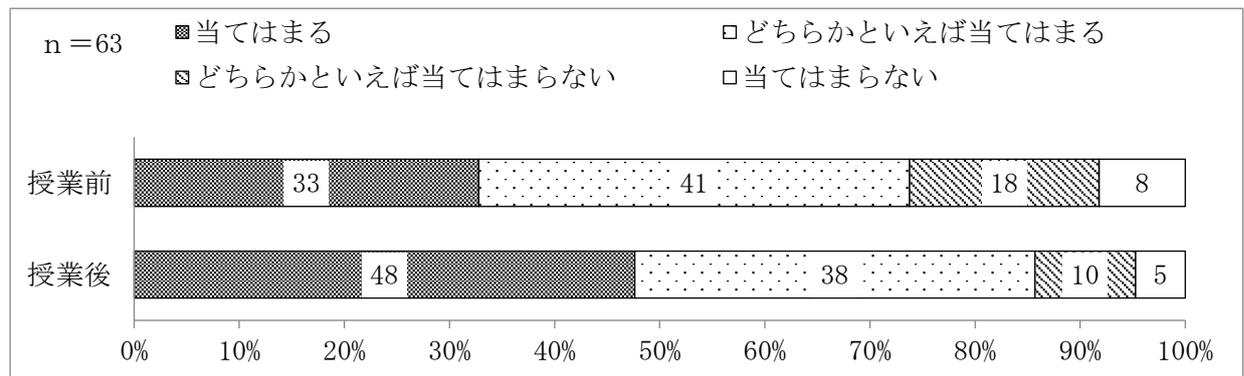
【図 29】 観察や実験を行うことは好きですか



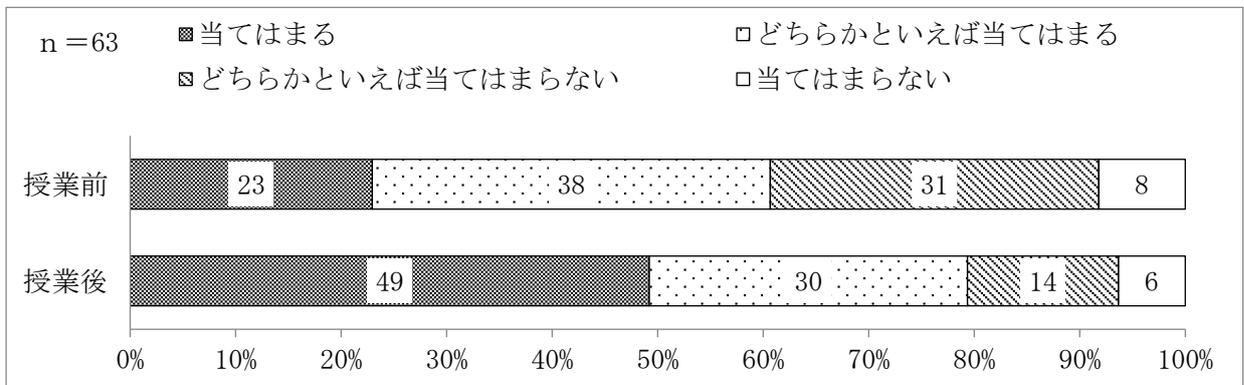
【図 30】 理科の授業で、自分の予想を立てて観察や実験をしますか



【図 31】理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか、考えますか



【図 32】理科の授業で、観察や実験の進め方や内容がこれでよいか、考えますか

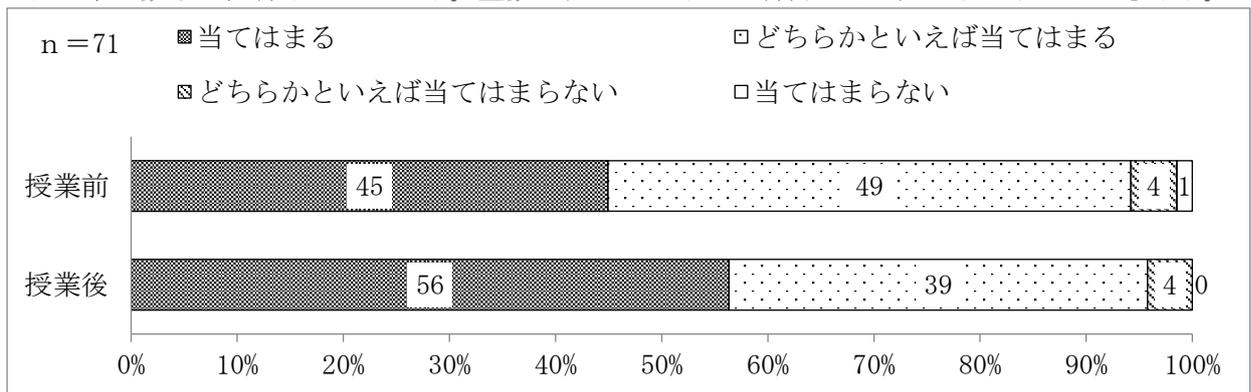


【図 33】理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか

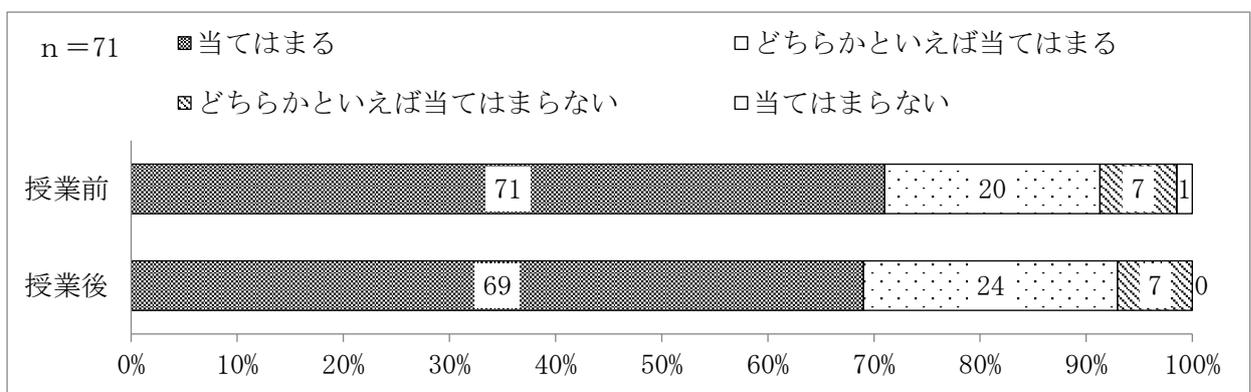
第5学年は、全ての項目が肯定的な意識を維持または微増している中、「当てはまる」の変化を見ると、「理科の勉強は好きですか」が28%から52%、「理科の授業の内容はよく分かりますか」は41%から63%、「理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか」が23%から49%へと顕著に増加している。また、「理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか、考えますか」は41%から59%、「理科の授業で、観察や実験の進め方や内容がこれでよいか、考えますか」は33%から48%へと増加している。この結果や振り返りの記述、授業における児童の様子から、流れる水の働きについて、条件を制御することに留意しながら繰り返し実験し、その結果を基に分かることをまとめて十分に理解することができたと考え。また、雫石川など広大な空間のスケールを実感しながら流れる水の働きについて興味を高めることもできたと考え。

③ 第6学年の授業前後のアンケート結果と考察

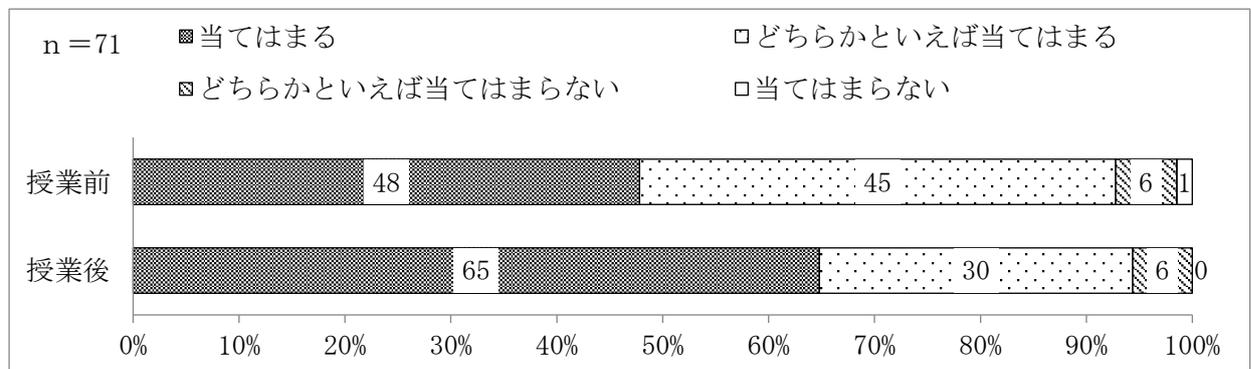
グラフ中の数字は割合を示している。整数で表しているため合計が100%にならないこともある。



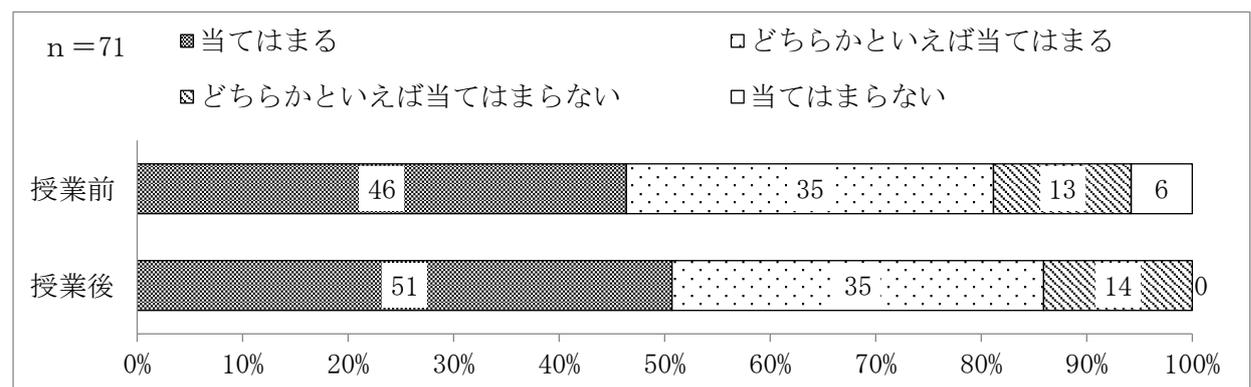
【図 34】理科の勉強は好きですか



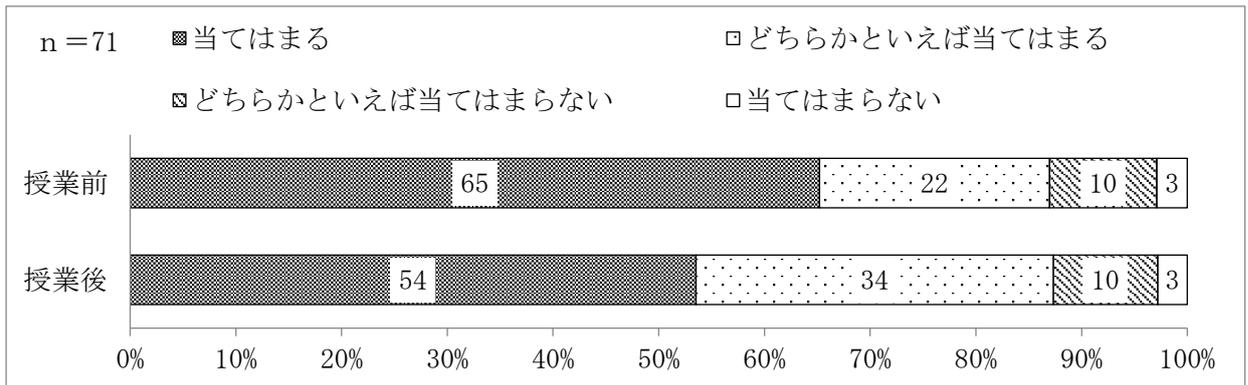
【図 35】理科の勉強は大切だと思いますか



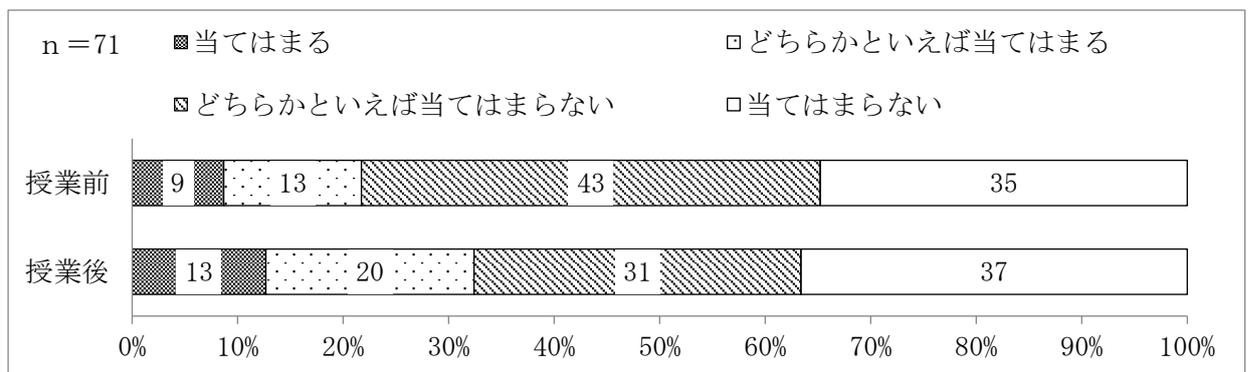
【図 36】理科の授業の内容はよく分かりますか



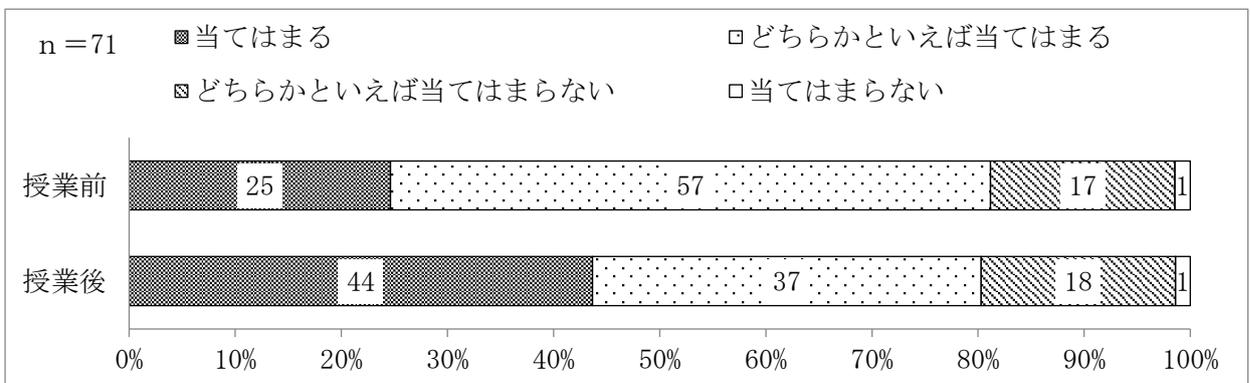
【図 37】理科の授業で学習したことがふだんの生活の中で使えるかどうか、考えますか



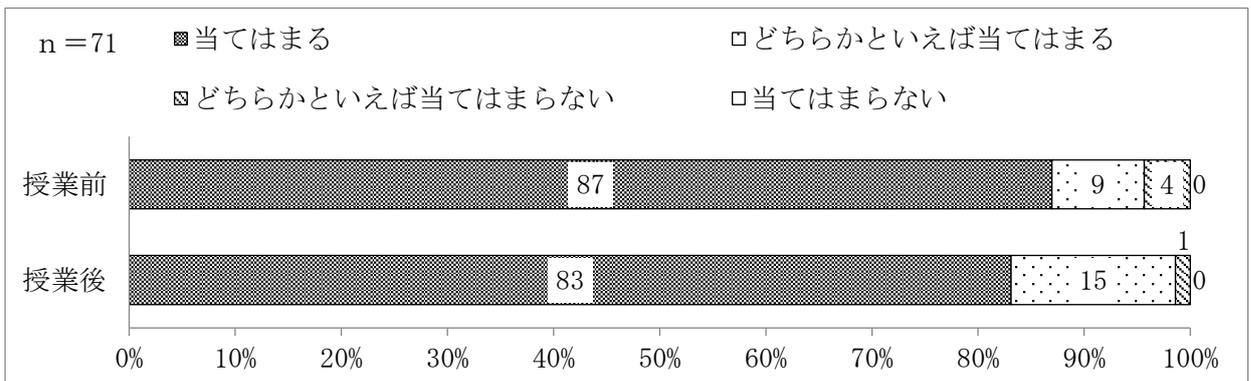
【図 38】理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか



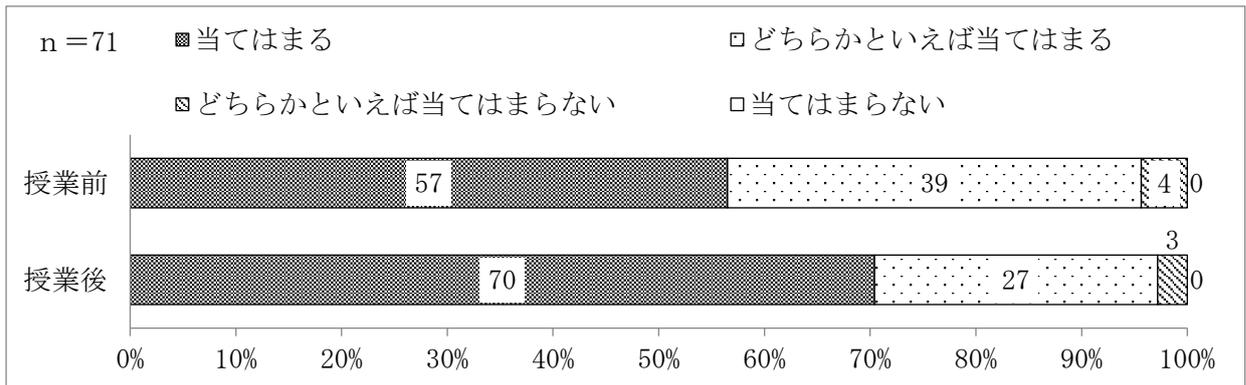
【図 39】将来、理科に関係する仕事をしたいと思いますか



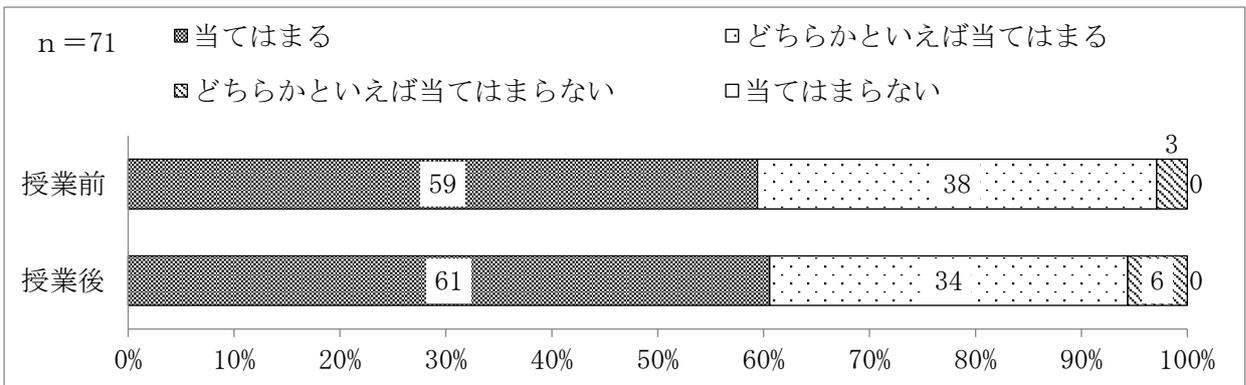
【図 40】理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか



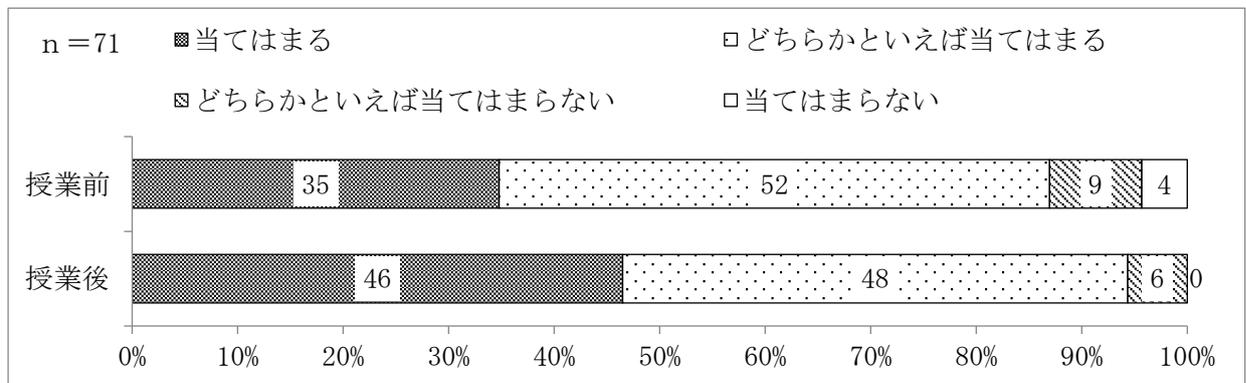
【図 41】観察や実験を行うことは好きですか



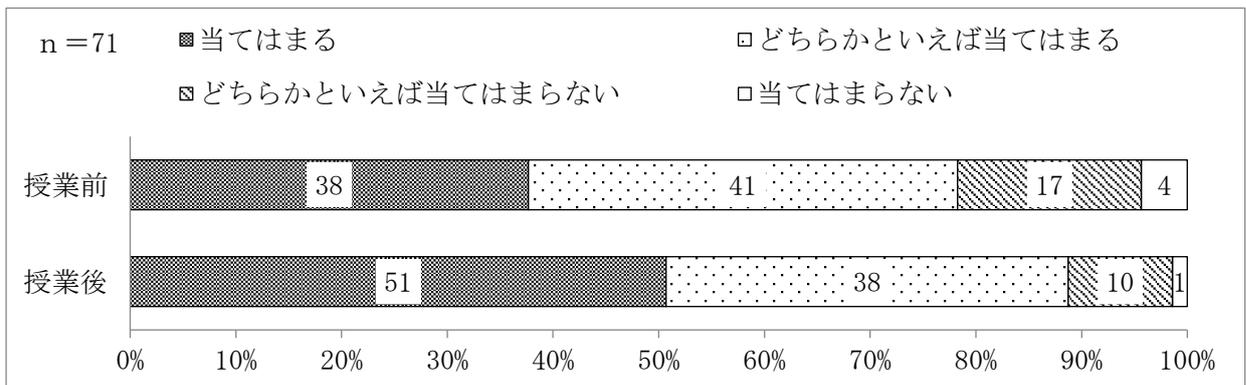
【図 42】理科の授業で、自分の予想を立てて観察や実験をしますか



【図 43】理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか、考えますか



【図 44】理科の授業で、観察や実験の進め方や内容がこれでよいか、考えますか

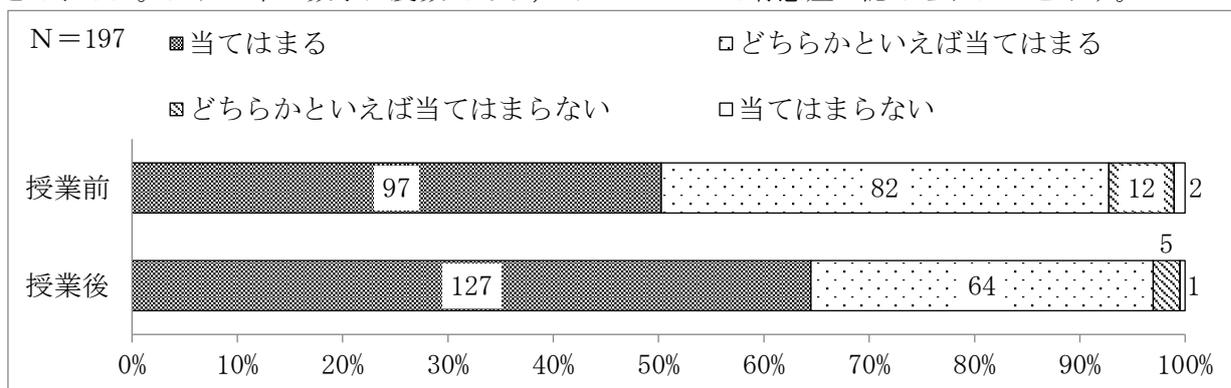


【図 45】理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか

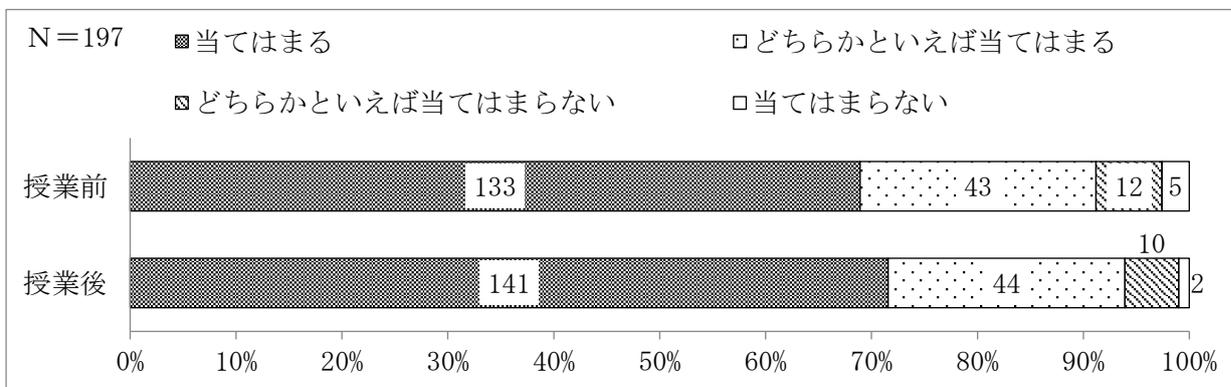
第6学年は、ほとんどの項目が肯定的な意識を維持または微増している中、「当てはまる」の変化を見ると、「理科の授業の内容はよく分かりますか」が48%から65%、「理科の授業で、自分の考えをまわりの人に説明したり発表したりしていますか」が25%から44%、「理科の授業で、自分の予想を立てて観察や実験をしますか」が57%から70%、「理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか」が38%から51%へと増加している。この結果や振り返りの記述、授業における児童の様子から、大地のつくりについて、既習の「流れる水の働き」を基に予想を発想してモデル実験を行い、妥当な考えをつくりだして表現することができたと考える。また、県内の土地等と関連させて時間的、空間的なスケールを実感させたことは、大地のつくりについての理解を深め、興味を高めることもできたと考える。

④ 第4学年から第6学年の授業前後のアンケート結果と考察

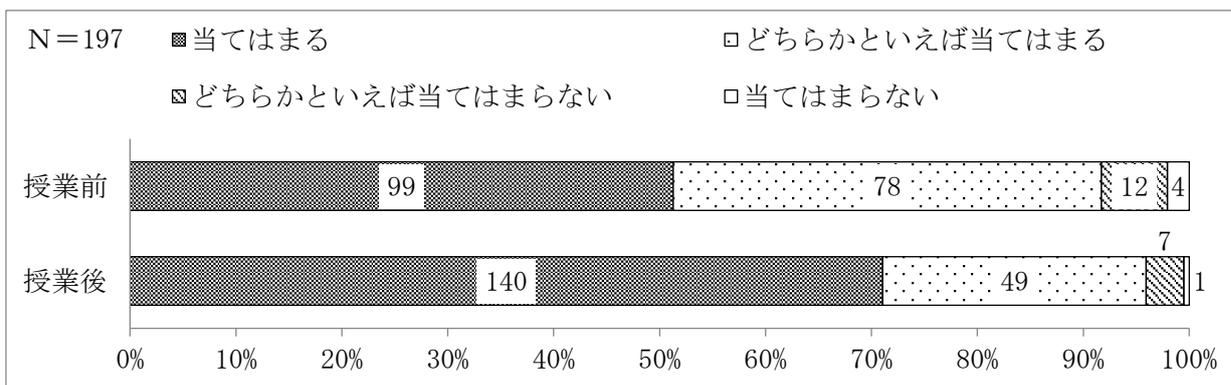
本研究が学年をこえてどのような効果を与えているかを検証するため、第4学年から第6学年のアンケート結果をまとめた。なお、母集団が大きくなったことから授業実践の前後における有意差は χ^2 検定で求めた。グラフ中の数字は度数であり、*は $P < 0.05$ で有意差が認められたこと示す。



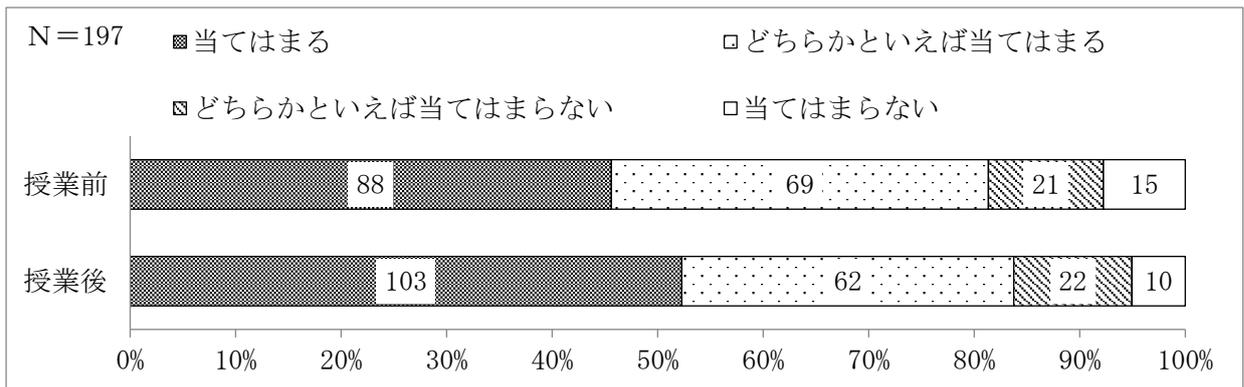
【図46】理科の勉強は好きですか *



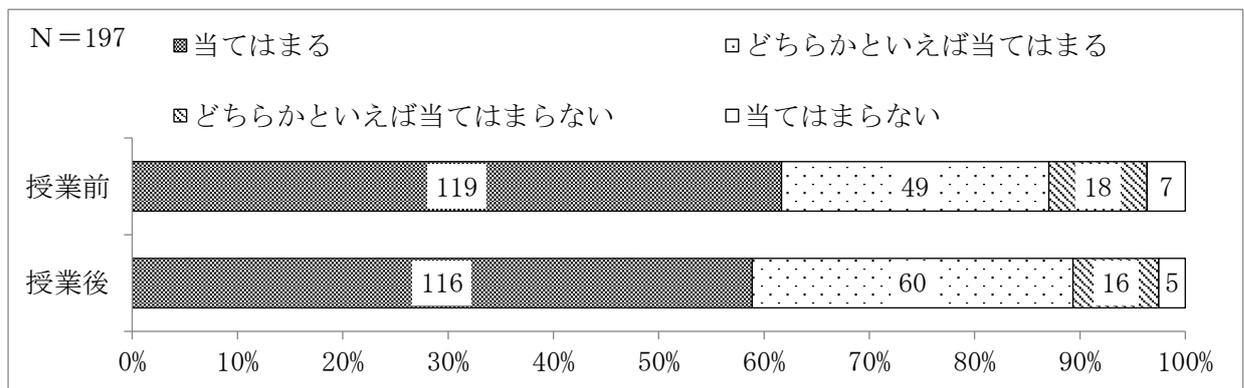
【図47】理科の勉強は大切だと思いますか



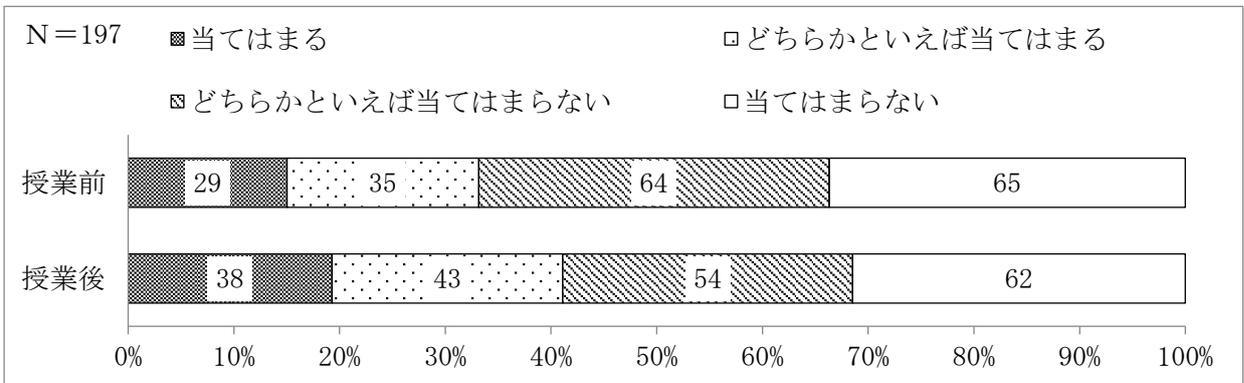
【図48】理科の授業の内容はよく分かりますか *



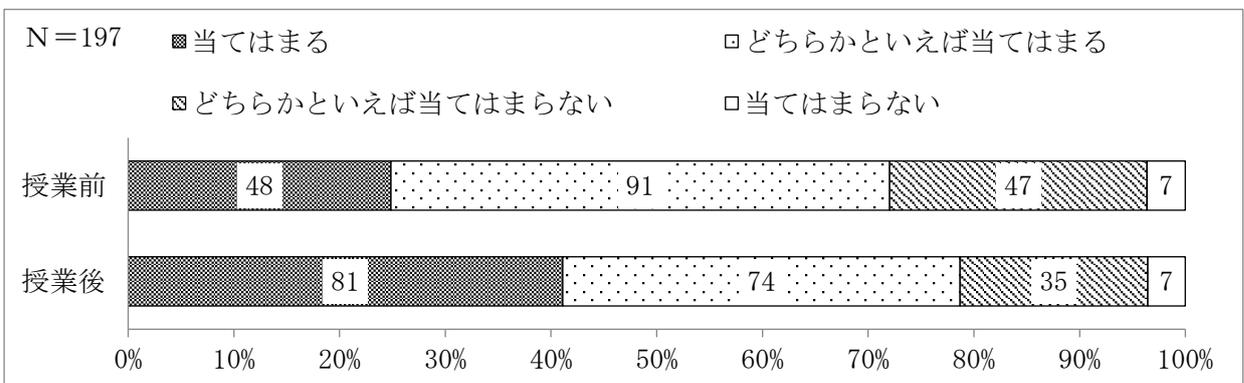
【図 49】理科の授業で学習したことがふだんの生活の中で使えるかどうか、考えますか



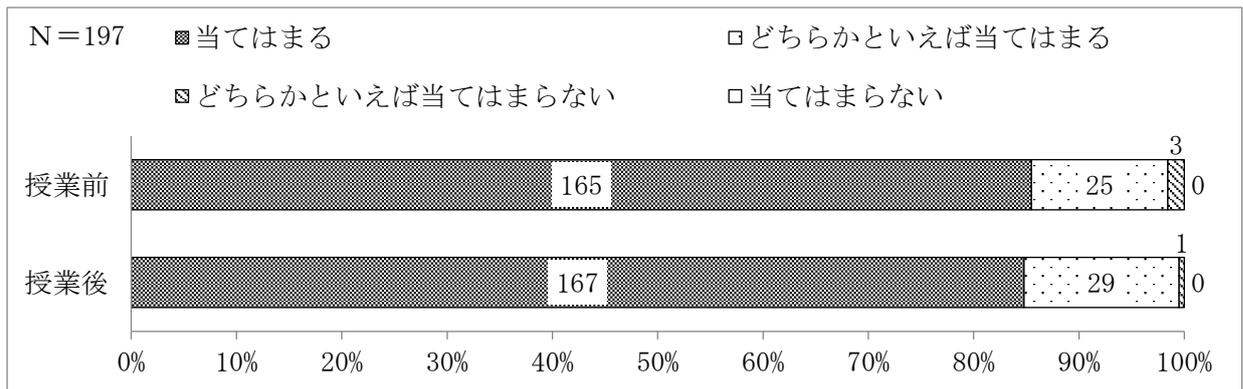
【図 50】理科の授業で学習したことは、将来、役に立つと思いますか



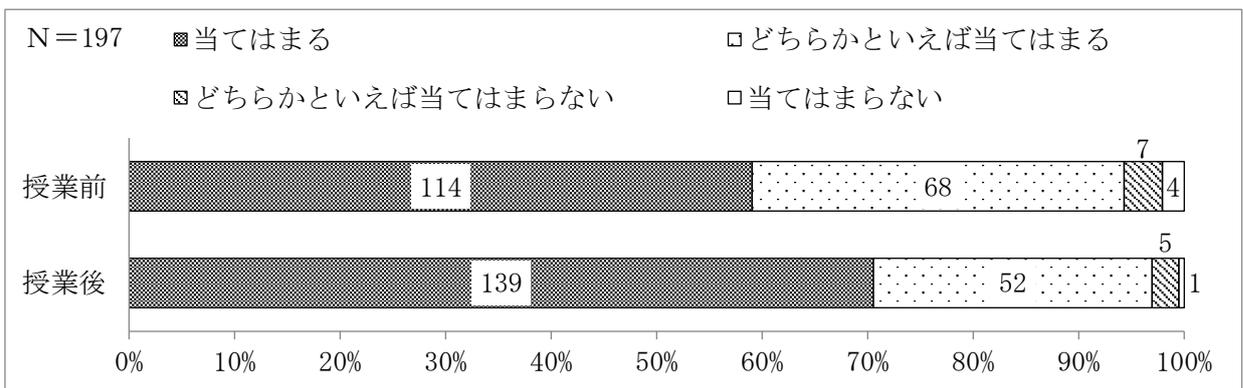
【図 51】将来、理科に関する仕事をしたいと思いますか



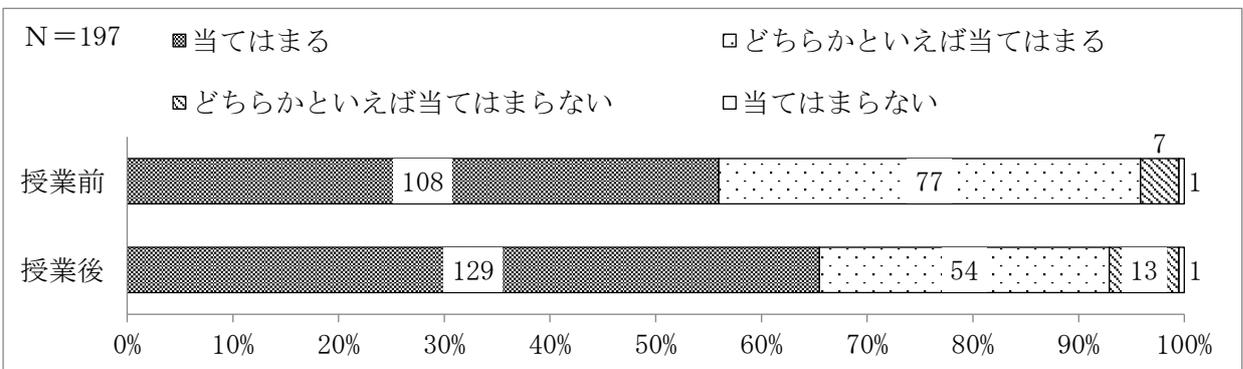
【図 52】理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか *



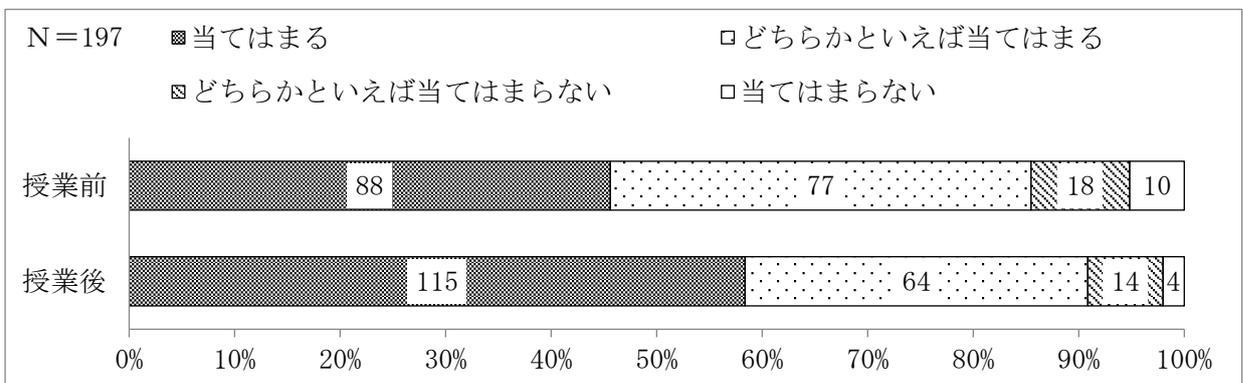
【図 53】 観察や実験を行うことは好きですか



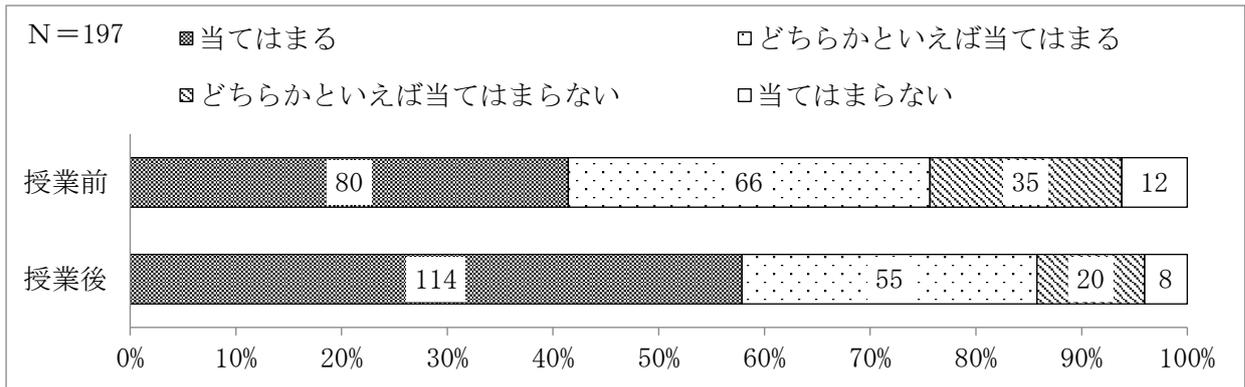
【図 54】 理科の授業で、自分の予想を立てて観察や実験をしますか



【図 55】 理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったか、考えますか



【図 56】 理科の授業で、観察や実験の進め方や内容がこれでよいか、考えますか *



【図 57】理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか *

授業を実施した第4学年から第6学年の児童は、授業実施前から理科に対する意識がほぼ全ての項目において肯定的な割合が高い。本研究では、日常生活や社会との関連を図る教材を開発して授業実践を行った結果、肯定的な回答は高い割合を維持または微増させ、項目によっては有意差が認められた。 χ^2 検定により5%水準でプラスに有意差が認められた内容は次のとおりである。

- ・理科の勉強は好きですか
- ・理科の授業の内容はよく分かりますか
- ・理科の授業で、自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしていますか
- ・理科の授業で、観察や実験がこれでよいか、考えますか
- ・理科の授業の後で、習ったことについて、もっと知りたいことはできますか

このことから、日常生活や社会との関連を図る教材を開発して授業を実践したことで、理科への興味が高まり、観察や実験の方法を発想し、調べたことを説明しながら理解を深め、次の問題を見いだして主体的に学習を進めることができたと言える。

2 中学校の教材開発及び授業実践

(1) 概要

現代社会において、電気と日常生活は切り離せないものとなっており、私たちは電気製品から多くの恩恵を受けている。しかし、電気の単元で学習する規則性や原理は、様々な電気製品に応用されているにもかかわらず、その構造や仕組みはブラックボックスの状態であったり、複雑であったりするため、生徒にとって分かりづらくなっている。このことから、電気の学習内容と日常生活を結び付けられるようにすることで生徒にとっての分かりづらさを解消していくことが大切になってくる。

例えば、電流が磁界から力を受けることをモーターと関連付けて考察させる学習内容がある。この学習では、電気ブランコなどの実験を行い、電流が磁界から力を受けることを見いだして理解させることが考えられる。しかし、この学習では、モーターの原理と関連付けて考察することになるので、モーターの原理である「電流が流れるコイルが磁界の中で受ける力を利用して回転している」の他に「ブラシと整流子を使って電流の流れる向きを変え、連続して回転できるようにしている」という説明が必要になる。この説明には、実験で使用していなかった部品である「ブラシと整流子」が加わっているため、生徒にとって分かりづらい内容になっていると考える。

そこで、磁界の中を流れる電流が磁界から力を受けることを、観察、実験を通して見いだして理解させるために、モーターの原理とは別の教材を開発し、観察、実験で使用している道具のみを用いて、教材の原理について説明できるようにする。この開発教材によって、電気製品と観察、実験などの学習内容が結び付き、日常生活との関連が図られると考えられる。

(2) 日常生活や社会との関連を図る教材

ア 揺れつづけるロウソクの炎のように見えるランプ

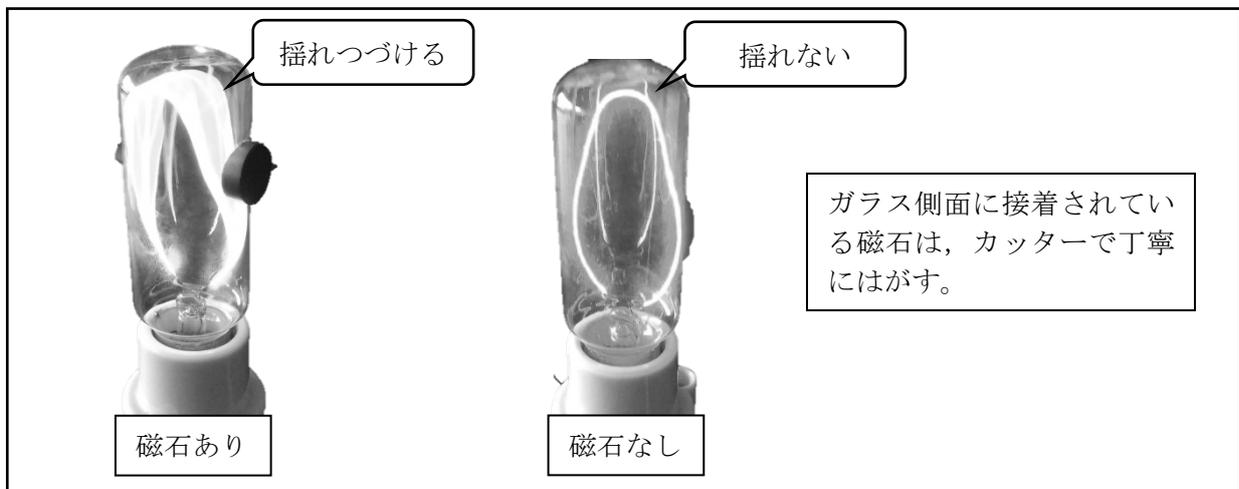
【図 58】は、バイブラランプという電気製品である。その特徴は、フィラメントが絶えず動き続けることであり、日常生活において、ディスプレイ照明等に幅広く活用されている。

この現象は、モーターと同様に電流が磁界から受ける力を利用しているが、構造や仕組みがシンプルであり、「ブラシや整流子」を使用していないことから、生徒にとって分かりやすいものになると考える。また、多くの電球は、このような動きをしないため、生徒にとって「意外性や驚き」のある現象であり、興味・関心を高めることが期待される。



【図 58】 バイブラランプ

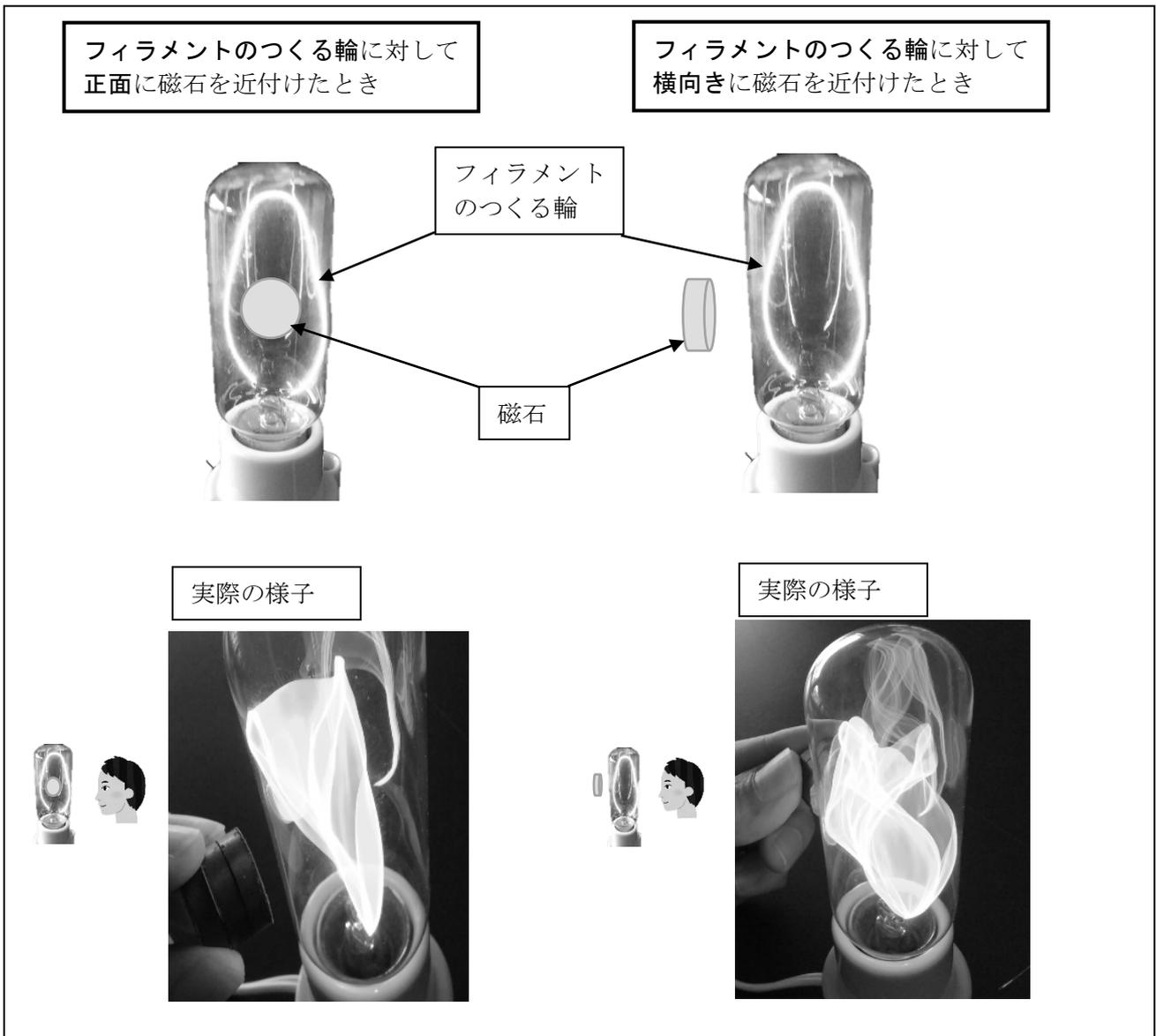
(ア) 教材開発について



【図 59】 磁石の有無とフィラメントの様子

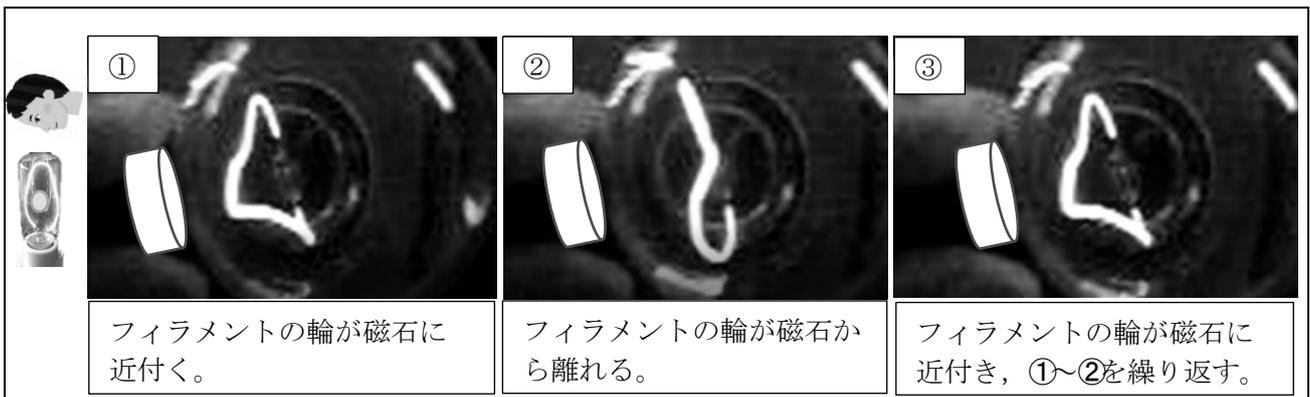
【図 59】のように、磁石をはがすことで、磁石をいろいろな位置から近付けたり、極を変えたりと、生徒にとって試行錯誤が可能になり、疑問を見いだすことにつなげるのが期待される。

(イ) 磁石の位置とフィラメントの揺れ方の違い

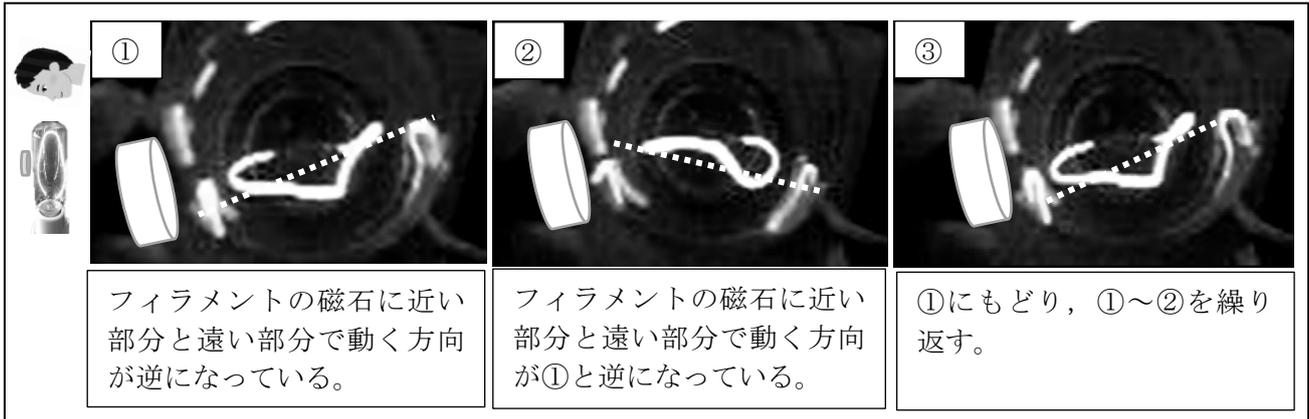


【図 60】磁石の位置とフィラメントの揺れ方

【図 60】のように磁石の位置を変えると、フィラメントの揺れ方が明らかに違うことを確認することができる。



【図 61】磁石の位置とフィラメントの動き（磁石・正面）



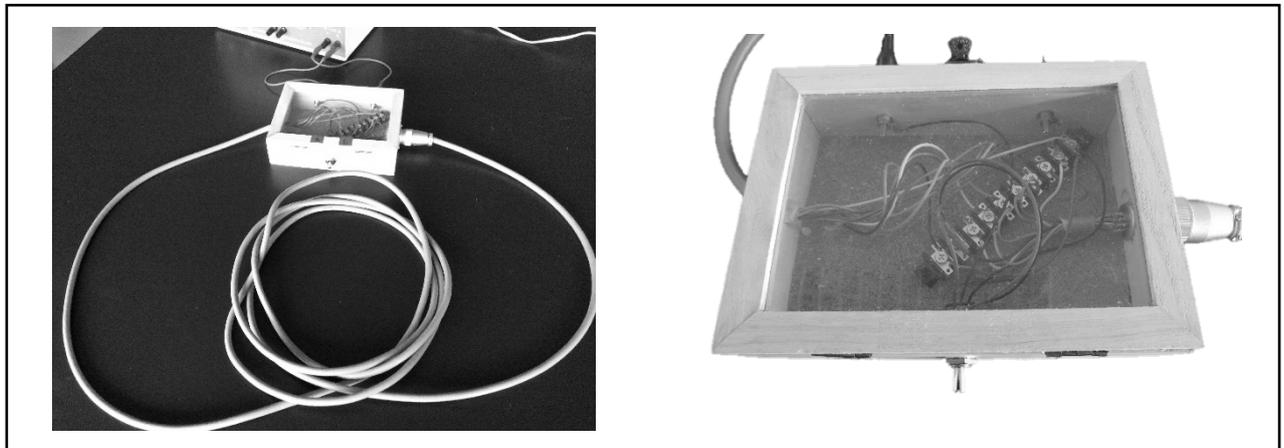
【図 62】磁石の位置とフィラメントの動き（磁石・横）

【図 61】、【図 62】は、【図 60】の様子をスーパースロー動画で撮影したものである。【図 61】から、磁界の中を流れる電流が受ける力について、フィラメントの輪のつくる磁界と磁石の磁界の相互作用により、引き合ったり、しりぞけ合ったりする力が働くことと、【図 62】から、1本のフィラメントのまわりの磁界と磁石の磁界の相互作用により力が働くことが確認できる。

これらのことから、【図 61】の現象について、生徒は、「フィラメントが電磁石になり、その磁界と磁石の磁界が相互に関係し合っただけで動くのではないか」、「交流によってフィラメントの磁界の向きが変化することで揺れつづけるのではないか」というような「既習の知識と関連」させて、仮説を立てることができる。と考える。

また、【図 62】の現象について、生徒は「どうしてだろう」、「【図 61】のときは違う磁界同士の関係があるのでないか」、「調べてみたい」という探究しようとする意識を高めることができると考える。

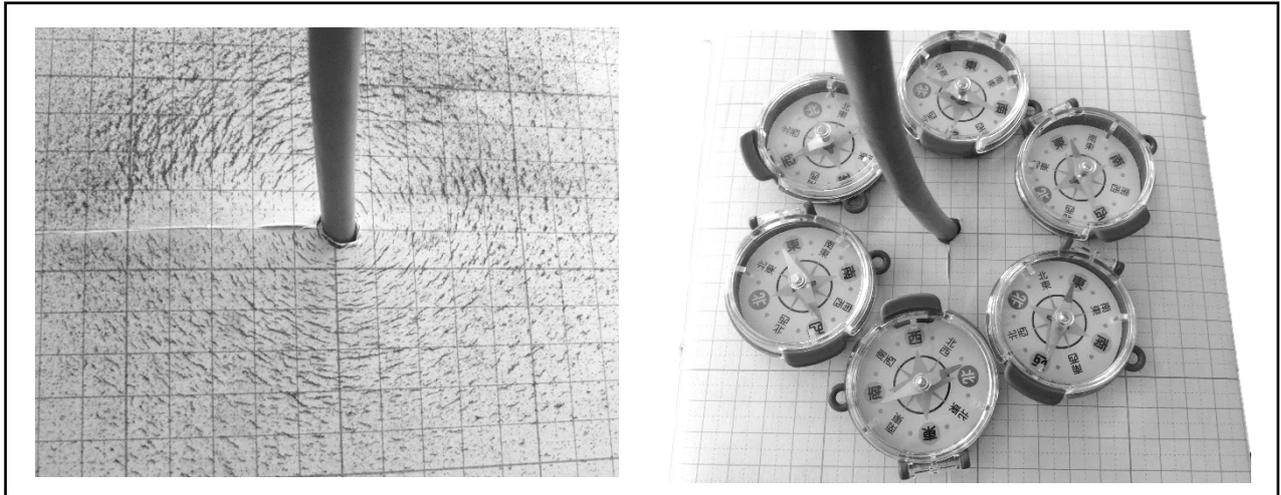
イ パスカル電線「S-cable」について



【図 63】パスカル電線

杉原 (2017) のパスカル電線「S-cable」を参考に教材を作成した【図 63】。これは、10 芯電線で両端を一段ずらして接続し、被覆内部で 10 巻の大きなコイルにしたものである。電源装置に接続して直流 15V 設定で約 4 A 程度流れるが、10 巻するので 40A 相当の「大電流電線」となり極めて強い磁場を発生させることができる。そのため、鉄粉や磁針を使って、電流がつくる磁界のようすなどを明瞭に分かりやすく示すことができる【図 64】。

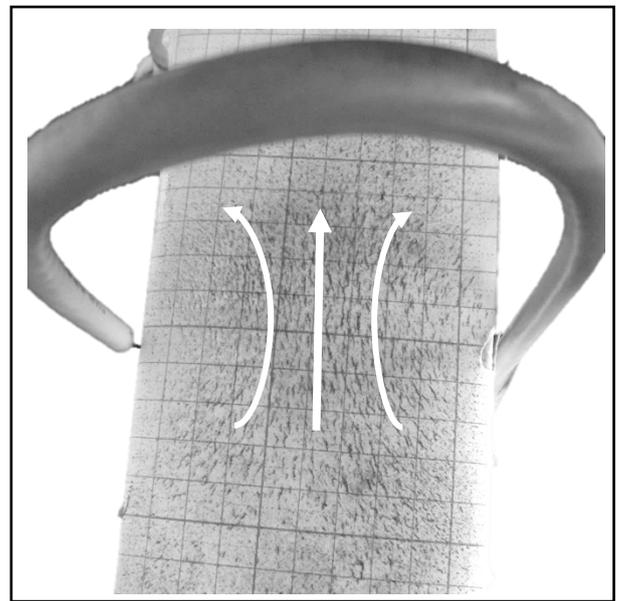
また、スイッチの操作で、電線を通る電流の向きを変えたり、電線を自らの手で自由に扱うことができたりと、生徒個々の発想を生かしながら、問題解決に向けて観察、実験を行うことが可能であると考えた。例えば、電線をバイブラランプのフィラメントに見立てて再現し検証実験を行うことができる【図 65, 図 66, 図 67, 図 68, 図 69, 図 70】。このように、「試行錯誤を可能とし、思考の深まりをもたらす教材」として期待できる。



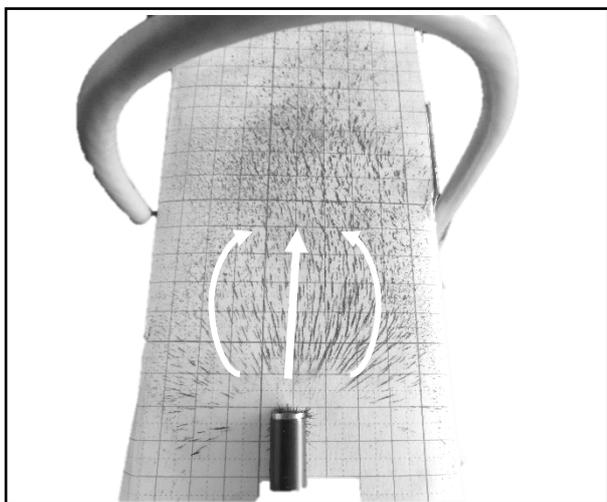
【図 64】パスカル電線による磁界の様子



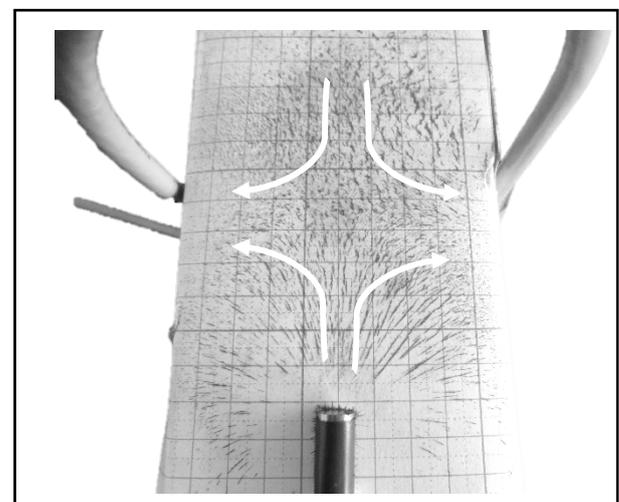
【図 65】手の上が実験装置



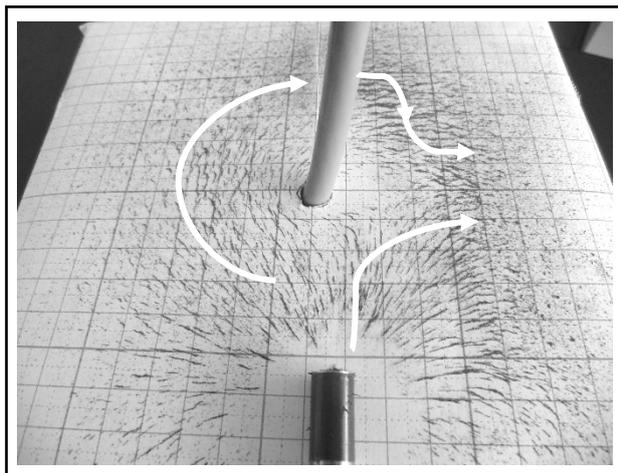
【図 66】電線の輪がつくる磁界



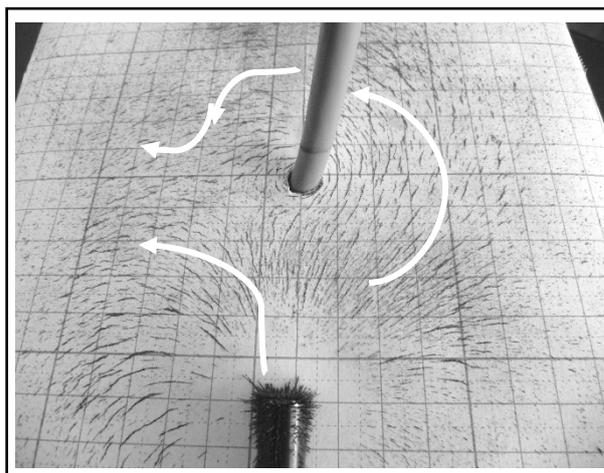
【図 67】電線の輪がつくる磁界と磁石の磁界
(引き合う力)



【図 68】電線の輪がつくる磁界と磁石の磁界
(しりぞけ合う力)



【図 69】 1本の電線がつくる磁界と磁石の
(右向きに働く力)



【図 70】 1本の電線がつくる磁界と磁石の磁界
(左向きに働く力)

このような開発教材により、電流が磁界から受ける力について、生徒自ら「磁界同士の強め合う弱め合う関係」、「電磁石」などの既習の知識や「鉄粉や磁針による磁界の調べ方」などの技能を駆使して実験を行い、磁界の様子を可視化して得られた結果から、電流が磁界から受ける力の規則性や関係性を見いだすことができるようになり、主体的に探究の過程を取り組むことができると考え、次に示すように単元構想及び授業展開を行った。

(3) 単元構想

理科単元構想シート *単元や題材など内容や時間のまとまりで作成する		
単元名 電流と磁界	対象学級	2年A組
	生徒数	男17名、女17名、計34名
	担当者	藤枝昌利
1 単元の目標(何ができるようになるか) ※ 評価規準は、単元の目標に準拠する。		
知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力等
<ul style="list-style-type: none"> 磁石や電流による磁界の観察を行い、磁界を磁力線で表すことを理解するとともに、コイルの回りに磁界ができることを知る。 磁石とコイルを用いた実験を行い、磁界中のコイルに電流を流すと力が働くことを見いだして理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 磁界中の電流が受ける力について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と磁界の規則性や関係性を見いだして表現する。 	<ul style="list-style-type: none"> 磁界中の電流が受ける力について、科学的に探究しようとする。 磁界中の電流が受ける力を日常生活や社会と関連付けて考え、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感する。
2 単元で働かせる「見方・考え方」		
磁界中の導線に電流を流すと導線が動く現象について、導線の動き(結果)と、電流と磁石がそれぞれつくり出す磁界のようす(要因)を関係付けて考える。		
3 単元における「学習課題」と「期待する姿」		
【単元の学習課題】		
磁界中の導線に電流を流すと導線が動く現象について、電流と磁石がそれぞれつくり出す磁界のようすがどのような関係にあるときに導線が動くのか。		
【期待する姿】		
<ul style="list-style-type: none"> 磁石や電流がつくる磁界を鉄粉や磁針で調べ、磁力線で表している。 		

- ・磁界の中で電流が力を受ける現象に問題を見いだし、見通しをもって課題を解決する方法を立案して観察、実験を行い、その力の向きと電流と磁界がそれぞれつくる磁界のようすを関係付けて説明している。また、電流の向きや磁界の向きを変えると電流が受ける力の向きが変わるという規則性を見いだし説明している。
- ・電流と磁界の規則性や関係性が、日常生活や社会で活用されていることに気付き、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感している。

「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて(理科における授業改善の視点)		
主体的な学び (学習への興味や関心を高める場面、学習の見通しを持つ場面、学習を振り返り次につなげる場面の設定)	対話的な学び (自己の思考を広げ深める場面の設定)	深い学び (見方・考え方を働かせながら思考・判断・表現する場面の設定)
<ul style="list-style-type: none"> ・電流が磁界から力を受けることに問題を見いだす場面でバイブラランプを活用し、探究しようとする意欲を高める。 ・既習のパスカル電線、鉄粉、磁針を用いた観察・実験を行うことで見通しをもたせる。 ・電流が磁界から受ける力が、日常生活や社会で活用されていることに気付かせる場面を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・個々の仮説や実験結果をもとに、現象と要因を関係づけて整理する場面を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電流が磁界から力を受ける現象について、見通しをもって課題を解決する方法を立案させたり、結果を磁力線で表し、その現象を電流や磁界がつくる磁界の向きと関係付けて表現させたりする。 ・電流と磁界の規則性や関係性が、日常生活や社会で活用されていることに気付かせ、科学を学ぶ楽しさや有用性を実感させる。

4 単元の指導と評価の計画(全5時間)			
時間	学習内容	【評価の観点】 評価規準 【評価方法】	学習課題(■)と主な学習活動(◎, ○)
			※ ◎は学習活動を複数記述した場合の重点活動を示す。 単元の中で「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を目指す主な場面
1	磁石がつくる磁界	【知識・技能】 磁界のようすを磁力線で表し、磁力や磁界、磁界の向きについて説明できる。 [ワークシート]	■「磁石がつくる磁界を砂鉄や方位磁針を使って調べ、磁力線で表そう」 ◎磁力線について説明を聞き、磁界のようすを磁力線で表す。
			主体的な学び 対話的な学び 深い学び
2	磁界から電流が受ける力	【主体的に学習に取り組む態度】 バイブラランプの導線が揺れる現象に疑問をもち、科学的に探究しようとしている。 【思考・判断・表現】 導線が揺れる要因を予想し、実験を行い、その結果から現象と要因を関係付けて表現している。 [ワークシート]	■「磁石を近づけるとバイブラランプの導線が揺れつづけるのはなぜか」 ◎導線が揺れる要因を予想し、電流がつくる磁界のようすを調べる実験を行い、その結果を磁力線で表す。磁石の磁界の向きと電流がつくる磁界の向きから力を受ける向きを関係付けて考察する。
			主体的な学び 対話的な学び 深い学び
3	磁界から電流が受ける力	【思考・判断・表現】 直線状の1本の導線のまわりにできる磁界と磁石の磁界の相互作用から電流が受ける力の向きと関係を見いだし表現している。 [ワークシート]	■「導線の動きと磁界には、どのような関係があるのか、磁力線を使って解明しよう」 ◎直線状の1本の導線のまわりにできる磁界と磁石の磁界を磁力線で表し、力を受ける向きとの関係を見いだし表現する。
			主体的な学び 対話的な学び 深い学び

4	電流がつくる磁界	【思考・判断・表現】 実験を行い、導線の巻数や電流の大きさを変えると磁界の強さも変化することを磁力線から見だし表現している。 [ワークシート]	■「導線の巻数を増やすと電磁石の磁力が強くなるのはなぜか」 ◎小学校の電磁石の性質について、磁力線を使って、その性質を説明する。		
			主体的な学び	対話的な学び	深い学び
5	磁界から電流が受ける力とモーター	【思考・判断・表現】 モーターが回るしくみを磁界、電流、力を受ける向きと整流子を関係付けて表現している。 [ワークシート]	■「モーターが回るしくみについて、磁界、電流、力を受ける向きから考え、説明しよう」 ◎整流子の説明を聞き、モーターが回るしくみを磁界、電流、力を受ける向きから考え、説明する。		
			主体的な学び	対話的な学び	深い学び

(4) 授業実践の流れ（2時間）

花巻市立宮野目中学校 第2学年 A組・B組において、授業実践を行った。

展開	学習活動	指導上の留意点	評価等
導入 5分	1 バイブラランプの現象に興味をもつ。	・バイブラランプに磁石を近づけると導線が動くことを演示実験する。その際、導線のつくる輪の正面に磁石を近づける。	・バイブラランプ
展開 40分	磁石を近づけると導線が揺れ続けるのは、なぜか？		
	2 仮説を立てる。	・次の3点を伝えてから、仮説を立てさせる。 ①1本の導線が炎のような形になっている。 ②電球には磁石が接着されている。 ③交流の電流が流れている。	
	3 検証方法を考える。	・仮説を検証するための実験に必要なものを考えさせ、鉄粉や磁針を使うことを引き出す。バイブラランプ本体では、実験できないことを確認し、パスカル電線を提示する。その際、スイッチを切り替えることで電流の向きを変えられることを説明する。	・パスカル電線、方位磁針、鉄粉等
	4 班ごとに実験を行う。	・生徒自身が実験を進めていけるよう適切に支援する。その際、発問により実験の観点到に気付かせたり、生徒が話し合いながら実験を進められるように促したりする。	
	5 結果をまとめる。 磁力線を使って実験結果を表す。	・磁力線の書き方が不十分な生徒を支援する。	
	6 考察する。 実験結果より、導線の動きと磁界との関係を見だし、表現する。	・実験結果をもとに説明できるように支援する。 「電流の向きが変わると磁界の向きが変わるため、導線と磁石の間に引きつけ合ったり、しりぞけ合ったりする力が生まれるため、バイブラランプは揺れ続ける」	【思考・判断・表現】 導線が揺れる要因を予想し、実験を行い、その結果から現象と要因を関係付けて表現している。
	7 考察を発表する。		

終 末 5 分	8 まとめをする。	・まとめを板書する。	
	9 本時の振り返りをする。	・本時の振り返りを記入させる。	
<ul style="list-style-type: none"> ・バイブラランプの揺れつづけるしくみが分かった。 ・目に見えない磁界を鉄粉や磁針で表すことが、現象を考える上で役に立つことが分かった。 ・仮説を立てて検証する実験を自分たちで考えることが楽しかった。 			

授業実践の流れ（3時間）

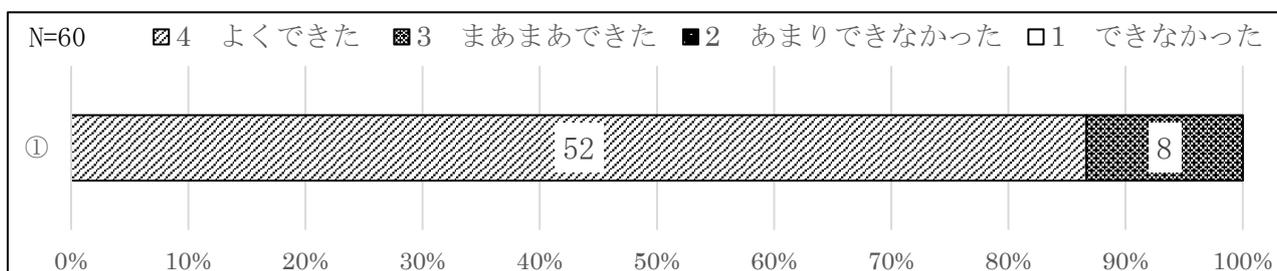
展 開	学習活動	指導上の留意点	評価等
導 入 15 分	1 前時の学習内容を振り返る。	<ul style="list-style-type: none"> ・電流のつくる磁界と磁石がつくる磁界の相互作用によって、力が働くことについて、現象とその要因の関係に注目して、振り返らせる。 ・現象とその要因を想像しながら導線の動きを確認させる。 ・磁石を近付ける位置の違いによって、導線が激しく動くことに、生徒自身が気付くように配慮する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・バイブラランプ
	2 前時のバイブラランプの実験を行い、新たな疑問を見いだす。		
3 スローモーションの映像で導線の動きを再確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・PC、大型テレビ 		
導線の激しい動きと磁界には、どのような関係があるのか			
	4 班ごとに実験を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・電流の向きや磁界の向き、力がはたらく向きに注目させて調べさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・パスカル電線 方位磁針、鉄粉等
	 	 <ul style="list-style-type: none"> ・生徒自身が実験を進めていけるよう適切に支援する。その際、発問により実験の観点に気付かせたり、生徒が話し合いながら実験を進められるように促したりする。 	

<p>展開 30分</p>	<p>5 結果をまとめる。 磁力線を使って実験結果を表す。</p>  <p>6 考察する。 実験結果より、導線の動きと磁界との関係を見だし、表現する。</p> <p>7 考察を発表する。</p> <p>8 新たに見いだした関係性を踏まえて、もう一度パイブラランプの実験を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 磁力線の書き方が不十分な生徒を支援する。  <ul style="list-style-type: none"> 実験結果をもとに、現象と要因を明確にして、その関係について磁力線を使って説明できるように支援する。 磁力線を示しながら説明させる。 「電流と磁石の磁界が、しりぞけ合う関係になっている方向に導線が動くと考えられる。」 前回の条件で再実験させ、導線の動きを観察させる。 	<p>【思考・判断・表現】 直線状の1本の導線のまわりにできる磁界と磁石の磁界の相互作用から電流が受ける力の向きとの関係を見だし表現している。</p> <ul style="list-style-type: none"> パイブラランプ
<p>終末 5分</p>	<p>9 まとめをする。</p> <p>10 本時の振り返りをする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> まとめを板書する。 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> 電流と磁石の磁界が、しりぞけ合う関係になっている方向に力がはたらいて動くことが分かった。 目に見えない磁界を磁力線で表すことが、現象を考える上で役に立つことが分かった。 パイブラランプ以外でも、この原理を利用しているものがあるか調べてみたい。 </div>

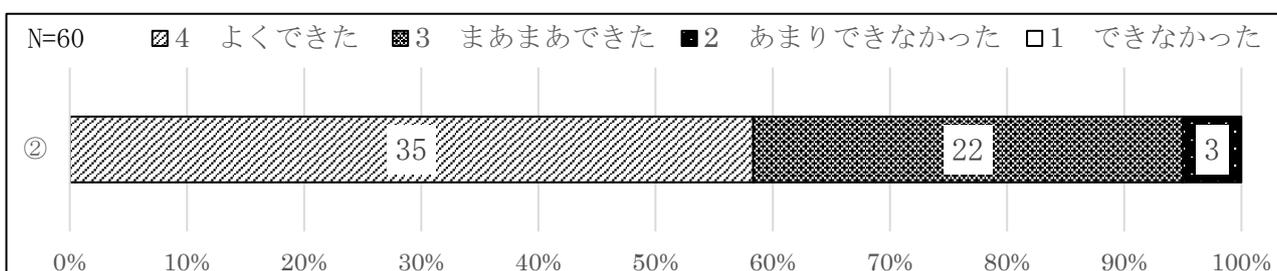
(5) 授業実践の結果と考察

ア 開発教材の有用性について

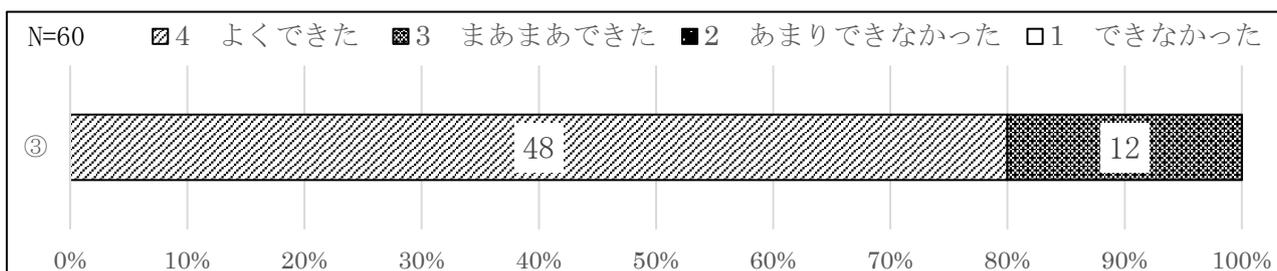
開発教材が、「探究の過程を生徒が主体的に取り組むこと」に有効なのかを検証するために、生徒60人に授業後のアンケートを実施した。①～④の各質問における評価は、「よくできた」、「まあまあできた」、「あまりできなかった」、「できなかった」の4段階である【図71, 図72, 図73, 図74】。



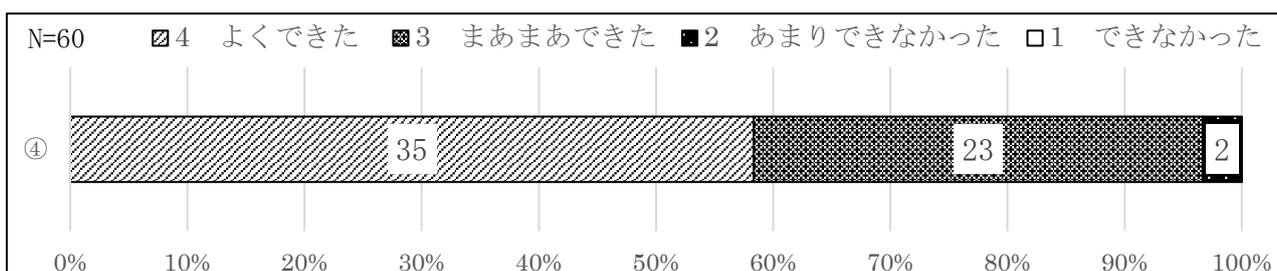
【図71】①バイブラランプの現象について、興味・関心をもてた



【図72】②これまで習ったことを活用して、仮説を考えることができた



【図73】③パスカル電線を用いて、自分たちで工夫しながら実験に取り組めた



【図74】④パスカル電線を用いて、仮説を証明できた

①～④のすべての項目において、95%以上が評価4及び評価3の肯定的な回答をしている。

①の項目においては、全員が肯定的な回答をしている【図71】。①に関する生徒の記述には、「バイブラランプは身近なところにあるし、なぜ揺れるのかなど疑問をもって興味がわいた」、「バイブラランプの横に磁石を近づけると、ものすごい勢いでゆれるのが面白かった」などがあつた。これは、指導者による授業中の行動観察や授業映像と一致するものであり、バイブラランプは、生徒に「意外性や驚き」をもたらす教材であり、興味・関心を高めるものであると言える。

②の項目では、95% (60人中57人)の生徒が肯定的な回答をしている【図72】。生徒の仮説には、「きっと、電流の向きが周期的に変化しているので、変化すると同時に磁界も変化していると思うので、磁石を近づけると導線が揺れると思う」、「導線が磁界をつくっていて、交流によって周期的に極が変わる」などの記述があつた。このように、バイブラランプの現象は、生徒にとつ

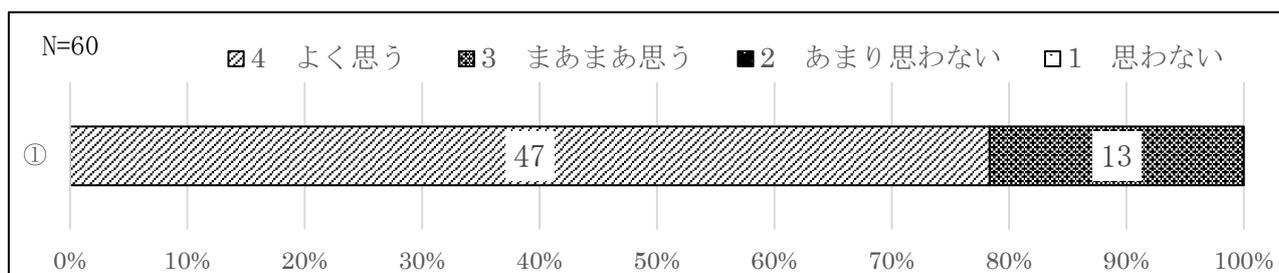
て「既習事項との関連」から仮説を考えることができるものであり、主体的に取り組んでいく意識を高めると言える。

③の項目においては、全員が肯定的な回答をしている【図 73】。③に関する生徒の記述には、「ためし方が1つでなはないので紙やハサミ、発泡スチロールなどを使って実験することができたし、パスカル電線でたくさんのやり方を試すことができました」、「磁界の動きを詳しく見ることができたのが、とても印象に残り、楽しかった」、「バイブラランプの代わりにパスカル電線を使って磁界や『NやS』の方向を調べることができた」、「何人かの案を1つずつやってみて、どんなことが起こるのかを見れてよかった。疑問に思ったことを調べるには、どの向きに何を置くのか、自分たちで考えることができた」などがあり、パスカル電線を用いた実験においても探究しようとする意識が継続していると言える。これは、パスカル電線が、生徒の調べたいことを可能にする自由度がある教材であるとともに、④の項目では、97% (60人中58人)の生徒が肯定的な回答をしていることから【図 74】、生徒の疑問を解決する結果が得られる教材でもあると言える。

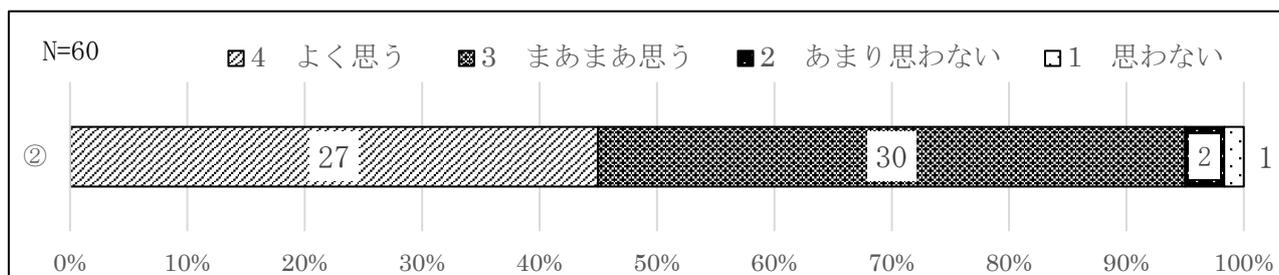
これらのことから、開発教材を用いた授業によって、生徒は「磁界の中で電流が受ける力」に興味・関心をもち、仮説を立てたり、課題解決のための実験方法を考えたりするなどの探究の過程全体を主体的に取り組むことができたと言える。

イ 理科を学ぶ意義や有用性の実感について

授業を通して、生徒が「理科を学ぶ意義や有用性を実感すること」ができたのかを検証するために、生徒60人に授業後のアンケートを実施した。①～②の各質問における評価は、「よく思う」、「まあまあ思う」、「あまり思わない」、「思わない」の4段階である【図 75, 図 76】。



【図 75】①理科の学習内容は、身の回りの現象を理解するのに役立つ



【図 76】②理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか調べてみたい

①の項目では、60人すべての生徒が、評価4及び評価3の肯定的な回答をしている【図 75】。教材開発を用いた授業を通して、理科の学習が日常生活に役立っていることに気付かせるきっかけになったと考える。②の項目では、95% (60人中57人)の生徒が肯定的な回答をしている【図 76】。平成30年度全国学力・学習状況調査(中学校)における質問の、「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考えているか」では、肯定的な回答が45.4%であることを踏まえると、生徒の探究しようとする意識が高いことが分かる。このことに関連する生徒の記述として「不思議に思ったことや知らないことを自分たちで調べることで分からないことを知れてうれしくなって楽しかったです。バイブラランプだけでなく、身の回りで理科的に起こっているのを探してみても自分で調べ、知識を深めたいです」、「学習を通してだけではなく、家や身の回りにも調べてみたいと思わせてくれた実験だった」、「家のコードにも磁界が発生していないか調べてみようと思った」など記述があった。

これらのことから、開発教材を用いた授業によって、生徒は、学習内容を普段の生活の中で活用しようとする意識が高まったと言える。

以上のことから、授業実践を通して次のことが確認できた。

- ・バイブラランプは、生徒にとって「意外性・驚き」のものであり、興味・関心を高めるものであった。
- ・バイブラランプは、探究しようとする意識を高め、既習内容と関連付けて仮説を立てることができるといったものであった。
- ・パスカル電線は、生徒の調べたいことを確かめられる自由度のあるものであった。
- ・開発教材が、生徒の主体的な課題解決を可能とし、課題を解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する科学的に探究する学習活動の充実を図ることができた。
- ・理科の有用性を実感できるものであった。

ウ 授業の反省と改善策

授業実践（3時間）では、最後まで授業を進めることができなかった。生徒の感想にも、「最後まで調べることができなかったけど、班のメンバーと知恵を出し合って少しずつ進めることができた」、「今日は、難しく班で協力できたけど最後までできなかった。」、「実験は、最後まで終わらなかったけど、問題の解決に少し近付けたので良かったです。次は、時間内にできるようにしたいです」、「先生にただ言われたとおりに進めてノートに書いていくよりも、自分たちで証明するからこそ分かる楽しさや理解が深まることが多くて、普段よりも楽しく内容を理解することができました。また、難しいところは、班員と協力して知恵を出し合って解決できたのがうれしかったし、自信ができました」などの記述があり、実験を十分に実施したかったという生徒の思いが読み取れる。試行錯誤をしながら実験することを保障するために、単元構想の見直しを図ることが必要である。

3 高等学校の教材開発及び授業実践

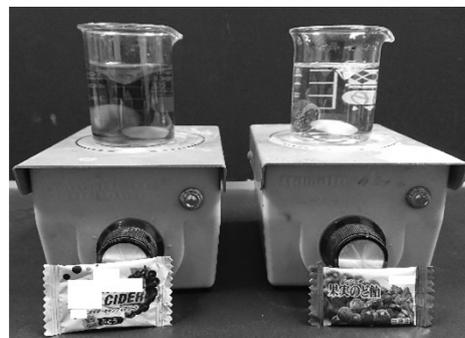
(1) 概要

高等学校学習指導要領解説理科編（平成 30 年 7 月）において、化学基礎の改訂について「(3)ア(ウ)化学が拓く世界」の新設が示された。これは、日常生活や社会で利用されている科学技術の具体的事例を取り上げて扱うことで、「化学基礎」で学んだ事柄が、日常生活や社会を支えている科学技術と結びついていることを理解させることがねらいである。これを受け、本研究では、科学技術の具体的事例として、食品を保存するための科学技術の中から、酸化還元反応を利用した酸化防止剤であるビタミンC（アスコルビン酸）に注目し、教材を開発した。また、これまで学んだ事柄を関連付けて理解を深める場面として、「化学」の内容から「(イ) 化学反応と化学平衡 ⑦ 反応速度」について取り扱い、時計反応を用いた反応速度に関する教材を開発した。この2つの学習を通じて、生徒が学習内容と日常生活や社会との関連を図り、理科を学ぶ有用性について、改めて実感させることを目指し、教材を検討した。

(2) 日常生活や社会との関連を図る教材

ア ビタミンCとヨウ素溶液に関する教材

風邪の初期症状である、のどの痛みを緩和するため、うがいをしたり、ビタミンCが含まれているのど飴をなめたりすることは、多くの生徒が経験していることである。ここでは、「うがい薬とのど飴を併用することで、効果が弱まることもある」ことを提示し、実際の商品を使って観察・実験を実施し、理解を深めさせることをねらいとした。【図 77】は、各ビーカーに水を入れ、うがい薬（ヨウ素溶液）を加え、その後ビタミンCの含まれていない飴玉（左側）と、ビタミンCの含まれている飴玉（右側）を、それぞれに入れた後の変化を示したものである。右側のビーカーにおいて、無色透明になっている様子が観察される。「意外性や驚きがある教材」として、興味・関心を高めることが期待できる。



【図 77】 飴玉とうがい薬の反応

次に、ビタミンCは酸化防止剤として多くの食品に含まれていることを、ペットボトル飲料を使った実験により示すこととした。ここでは、原材料名として示されているビタミンCにはどんな働きがあるのか理解させることがねらいである。【図 78】は、各ビーカーにミネラルウォーターとペットボトル飲料を入れ、その後うがい薬を加えた時の様子である。ミネラルウォーター（左側）と、酸化防止剤入り（右側）では、色の違いが観察された。この観察により、酸化防止剤という知っている語句と、飴玉とうがい薬の反応との関連を図ることで、生徒の興味・関心を高めることが期待できる。



【図 78】 ペットボトル飲料とうがい薬の反応

最後に、うがい薬に含まれるヨウ素の質量を酸化還元滴定によって求める実験を行うこととした。ガラス器具による定量実験は、高等学校化学において、課題を解決するためによく扱う操作技能である。

そこで、「既習の知識との関連がある教材」として滴定実験を課題解決の際に実施し、より科学的に探究する学習活動の充実を図ることとした。

市販のうがい薬を10倍に希釈したものをビュレットに入れ、ビタミンC標準溶液に滴下し、褐色が消えなくなったところで滴下を止め、滴下量からうがい薬に含まれているヨウ素の物質質量や質量を決定するという内容である【図 79】。なお、このうがい薬は、成分表示にヨウ素が0.7g/100mL含むという記載があるが、今回の酸化還元滴定により求めた



【図 79】 酸化還元滴定の様子

値は、0.63～0.66g となり、実際の成分表示より小さな値となった。

イ 反応の速さに関する教材

化学反応について、生徒はこれまで次の事項について学習してきた。

- ・化学反応の前後で物質の質量の総和が等しいこと（質量保存の法則）
- ・互いに反応する物質の質量比が一定であること（定比例の法則）
- ・化学反応式の係数の比が、反応物と生成物の物質量の比を表すこと
- ・化学変化には熱の出入りが伴うこと

ここでは、化学反応には、瞬時に起こるものから、ゆっくりと進行するものまで、さまざまなものがあることを学習する。また、同じ化学反応でも、濃度や温度、触媒の存在などの条件で反応の速さは変化することがある。例えば、【図 80】で示すように、化学カイロ（左側）と、錆びた釘（右側）について、両者とも鉄の酸化という点では、共通した化学反応である。反応の違いに問題を見い出させ、単元を通じて説明していく学習課題として設定した。その際の単元構想シートを次ページに示した。ここでは単元の最初に、反応の速さを変化させるには、どのような条件があるのかを予想したり、検証したりする教材として、時計反応を実施することとした。時計反応について、【図 81】に示す。この反応は、水溶液の「体積」や「濃度」、あるいは「温度」や「振る回数」など、様々な条件によって変色するまでの時間が変化するのが特徴であるので、生徒が反応の速さを自在に調節できるという「試行錯誤を可能とし、思考の深まりをもたらす教材」として期待できる。授業実践では、反応の速さを自在に調節するために必要な条件を予想させ、それを確かめるための検証実験を行わせることとした。



【図 80】化学カイロと錆びた鉄釘

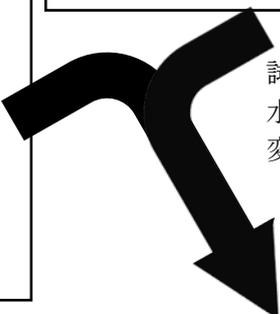
【混合液】500mL のメスシリンダーに
①～③をそれぞれ 100mL 加えた

- ①うがい薬
- ②デンプン水(1%)
- ③ビタミンC (0.06mol/L)

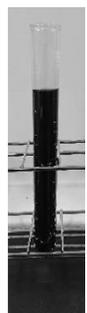
※黄みがかった溶液が得られる



【過酸化水素水】
オキシドールを使用した



試験管に混合液と過酸化水素水を同体積加えて変色までの時間を計る



※およそ 30 秒で青紫色に変化する

【図 81】時計反応

(3) 単元構想

理科単元構想シート * 単元や題材など内容や時間のまとまりで作成する					
反応の速さとしくみ		対象学級	2年5組		
		生徒数	男17名, 22名, 計39名		
		担当者	川又謙也		
1 単元の目標(何ができるようになるか) ※ 評価規準は、単元の目標に準拠する。					
知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力等			
<ul style="list-style-type: none"> 反応速度の表し方及び反応速度に影響を与える要因を理解する。 探究のために必要な観察・実験等の技能を身に付ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応の速さとしくみについて観察, 実験などを通して探究し, 化学反応とエネルギーにおける規則性や関係性を見いだして表現する。 	<ul style="list-style-type: none"> 化学反応の速さとしくみについて, 主体的に関わり, 科学的に探究しようとする。 			
2 単元で働かせる「見方・考え方」					
化学反応の速さに影響を与える条件と反応のしくみについて, 溶液の色の変化や気体の発生する様子などから, 反応速度の変化を質的・実体的に捉え, 反応速度の大小に関わる条件を見いだしたり, それらを粒子モデルと関係付けたりして考えること。					
3 単元における「学習課題」と「期待する姿」					
【単元の学習課題】					
反応速度の大小は, どのように表すことができるだろうか。					
【期待する姿】					
化学反応の速さやしくみを理解し, 反応速度式やエネルギー図を用いて表現することができる。					
「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて(理科における授業改善の視点)					
主体的な学び <small>(学習への興味や関心を高める場面、学習の見通しを持つ場面、学習を振り返り次につなげる場面の設定)</small>	対話的な学び <small>(自己の思考を広げ深める場面の設定)</small>	深い学び <small>(見方・考え方を働かせながら思考・判断・表現する場面の設定)</small>			
<ul style="list-style-type: none"> 問題を見だし, 見通しをもって課題や仮説の設定や観察・実験の計画を立案したりする学習場面を設定する。 観察・実験の結果を分析・解釈して仮説の妥当性を検討したり, 全体を振り返って改善策を考えたりする学習場面を設定する。 得られた知識や技能を基に, 次の課題を発見したり, 新たな視点で自然の事物・現象を把握する学習場面を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 課題の設定や検証計画の立案, 観察・実験の結果の処理, 考察・推論する場面などでは, あらかじめ個人で考え, その後, 意見交換したり, 議論したりして, 自分の考えをより妥当なものにする学習場面を設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 反応の速さを変化させる要因や条件について, 観察・実験によって得られた結果と関連付けるなどして科学的に探究する場面を設定する。 次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決の場面において, 獲得した資質・能力に支えられた見方・考え方を働かせる場面を設定する。 			
4 単元の指導と評価の計画(全5時間)					
時間	学習内容	【評価の観点】 評価規準 [評価方法]	学習課題(■)と主な学習活動(◎、○)		
			※ ◎は学習活動を複数記述した場合の重点活動を示す。 単元の中で「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の実現を目指す主な場面		
1	速い反応と遅い反応	【思考・判断・表現】 時計反応の速さについて観察・実験を通して探究し, 規則性や関係性を見いだして表現している。 [実験プリント]	■「時計反応の速さは何によって決まるのか」 ○時計反応に関する演示実験を観察する。 ◎時計反応の実験を実施する。		
			主体的な学び	対話的な学び	深い学び
2 3	反応の速さの表し方	【思考・判断・表現】 化学反応の速さについて観察・実験を通して探究し, 規則性や関係性を見いだして表現している。 [実験プリント]	■「化学反応の速度は, どのように表されるのか」 ◎過酸化水素の分解実験を実施する。 ○反応速度定数を求める		
			主体的な学び	対話的な学び	深い学び

4	反応速度を変える条件	【知識・技能】 化学反応を穏やかに進行させたり、激しく進行させたりするための要因について理解している。 [授業ノート]	■「反応速度を大きくする条件には何があるのか」 ○アルミニウムと塩酸の反応を観察する。
			主体的な学び 対話的な学び 深い学び
5	反応のしくみ	【主体的に学習に取り組む態度】 化学反応のしくみについて、日常生活と関連付けながら科学的に探究しようとしている。 [観察、振り返りシート]	■「触媒があると反応速度が大きくなるのはなぜか」 ○触媒の有無によるエネルギー図の違いについて理解する。
			主体的な学び 対話的な学び 深い学び

(4) 授業の流れ

授業の流れを以下に示す。この授業は、平成30年10月16日に盛岡第三高等学校において、提案授業として実践したものである。

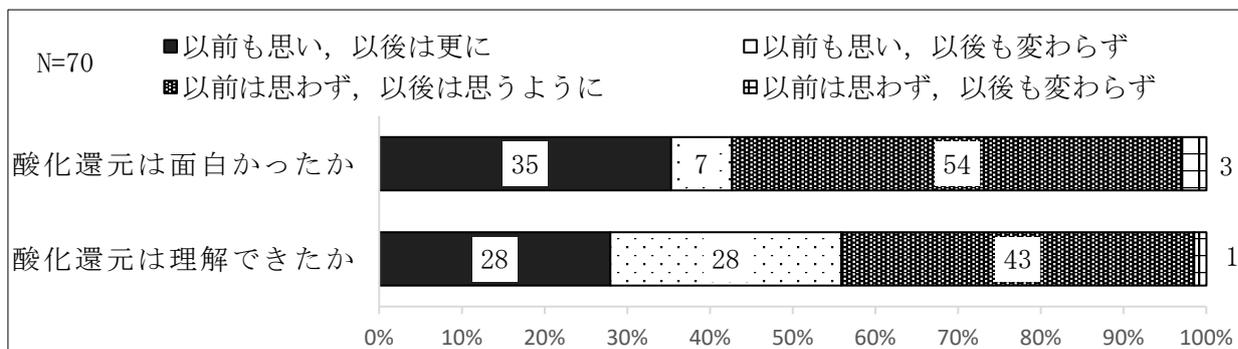
展開	学習活動	指導上の留意点	評価等
導入 15分	1 反応の速さには違いがあることを確認する。	<ul style="list-style-type: none"> 「化学カイロ」と「さびた鉄くぎ」を提示し、両者の酸化する反応の時間に違いがあることを気付かせる。 生徒が実施したのち、濃度が異なる条件の時計反応を演示する。このとき、時計反応の変色する時間に明らかな差があることに注目させる。なお、濃度が異なることは伏せておく。 	化学カイロ、鉄くぎ 混合液、過酸化水素水等
	2 時計反応を実施し、反応時間を計測する。		
	3 学習課題を確認する。		
反応時間を短くしたり、長くしたりするにはどうすればよいか			
展開 30分	4 反応時間が短くなったり長くなったりする要因は何かを考える。	<ul style="list-style-type: none"> 生活経験等からいろいろな考えを予想させる。ここでは、温度を変化させたり、濃度を変化させたりすることなどを生徒から引き出したい。 時計反応を1分で変色させるための実験計画を立てさせる。 机間巡視し、計画どおりに実験ができているかを確認する。また、安全に配慮して実施させる。 タブレットを使って、変色した時間と実験方法を入力させる。他の班の実験結果と比較しながら気付いたことを記述させる。 濃度や温度の大小や、その組み合わせで反応時間が変化していることに気付かせる。 	【思考・判断・表現】 時計反応の速さについて観察・実験を通して探究し、規則性や関係性を見いだして表現している。 [実験プリント]
	5 温度や濃度などが反応の速さと関係があるかを確認するための実験計画を立てる。		
	6 実験を実施する。		
	7 各班の結果を比較し考察したことをプリントに記述する。		
終末 5分	8 考察を発表する。	<ul style="list-style-type: none"> 学習活動を振り返らせ、分かったことや新たに生じた疑問などを記述させる。 	
	9 学習のまとめをする。		
	【予想される生徒の記述】 ・溶液の濃度を変えることによって反応の速さが変わった。ほぼ1分で反応させるには他にどのような方法があるのかが気になった。 ・温めると速くなり、冷やすと遅くなることから、温度によっても反応の速さが変わることが分かった。しかし、なぜ冷やすと遅くなるかが疑問である。		

(5) 授業実践の結果と考察

ア 授業アンケートの内容

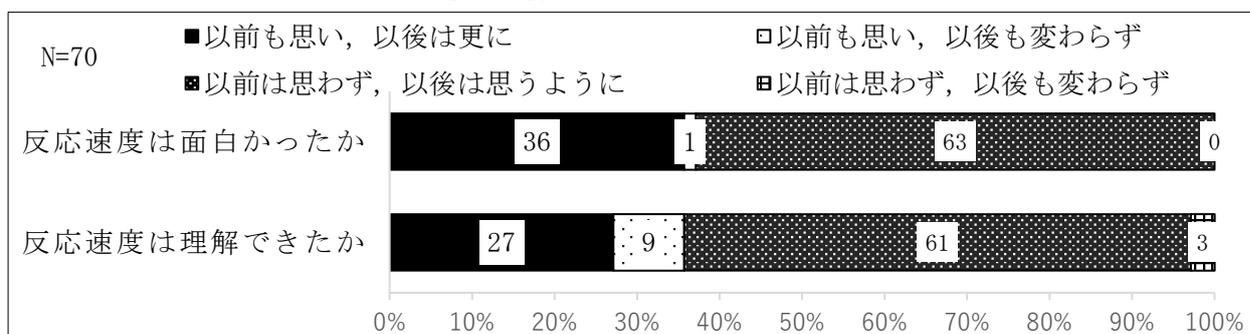
授業実践後、実施した2つのクラスを対象に、アンケートを行った。なお、選択肢は、「受ける前も思っており、受けた後はもっと思うようになった」、「受ける前も思っていたが、受けた後もあまり変わらない」、「受ける前は思っていなかったが、受けた後は思うようになった」、「受ける前は思っておらず、受けた後もあまり変わらない」、「受ける前より思わなくなった（回答者なし）」の5段階とした。

イ 教材に対する興味・関心等について



【図 82】酸化還元について

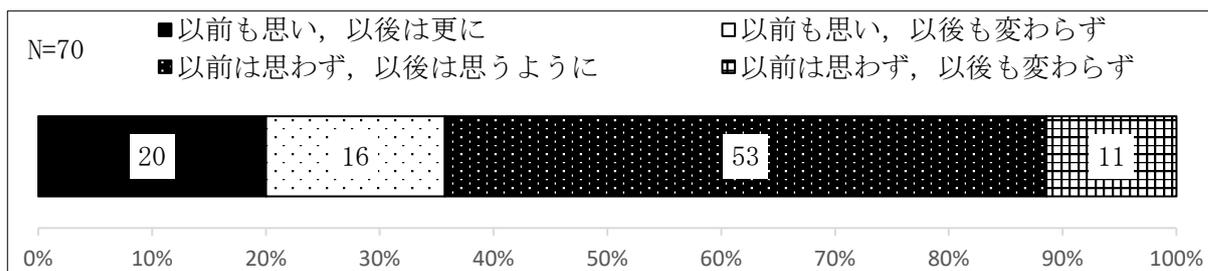
「酸化還元は面白かったか」の質問に対して、90%の生徒が、「授業後思うようになった」と回答した。このことに関連する生徒の記述として「実験用の薬品などを使わなくても、身のまわりにあるのだしやうがい薬などでも実験することができて面白かった。化学は難しいけど分かるようになればもっと楽しくなると思ったのでもっと勉強したいと思った。」などの記述があった。これらのことから、教材が、生徒の興味・関心を高めるのに有効であったと考えられる。また、「酸化還元は理解できたか」の質問に対して、71%の生徒が、「授業後思うようになった」と回答した反面、29%の生徒が、「授業後もあまり変わらない」と回答した。これは、酸化還元滴定によって求められる数値や結果が、どのように身の回りの現象理解に役立っているかについて、その指導が十分ではなかったことが原因として考えられる【図 82】。



【図 83】反応速度について

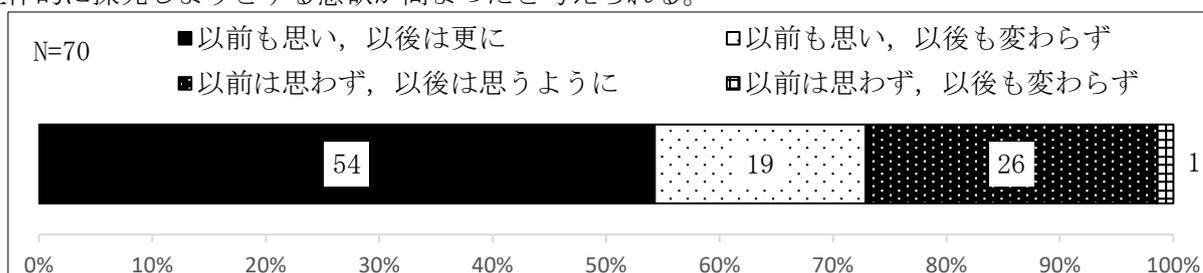
「反応速度は面白かったか」の質問に対して、99%の生徒が、「授業後思うようになった」と回答した。また、「反応速度は理解できたか」の質問に対して、88%の生徒が「授業後思うようになった」と回答した。このことに関連する生徒の記述として「反応の速度についての授業は、初めてやったことが多くて、沢山の発見もあって楽しかったです。小さな疑問でも実験をしてみることによって、仮説が正しいのかがわかったりして、発見の積み重ねが楽しいと感じました。自分で疑問に思ったことは、仮説を立てて、実験をして、新しい発見をこれからもしていきたいと思いました。」「みんなですべてを予想を立て、どうすれば目標の値に近づくのか試行錯誤しながら実験できてすごく面白かったです。また、身近なところで化学を感じることができました。」「時計反応の授業はめちゃくちゃ楽しかった。自分たちで予測して実験をやって発見することの魅力に気付いた。化粧品の開発者という夢をもっと真剣に考えていこうと思った。化学は楽しい。」などの記述があった。これらのことから、教材を通じて、生徒の興味・関心が十分に高められたと考えられる【図 83】。

ウ 授業実践後の関心・意欲・態度等について



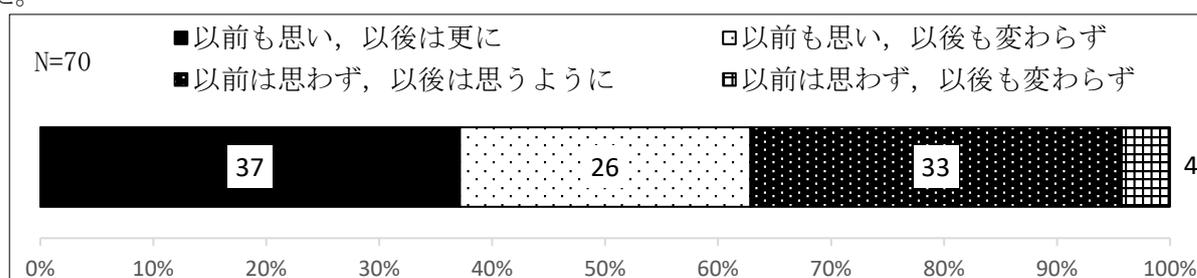
【図 84】 知りたいことを自分で調べてみようと思うようになったか

「知りたいことを自分で調べてみようと思うようになったか」の質問に対して、73%の生徒が、「授業後思うようになった」と回答した【図 84】。このことに関連する生徒の記述として「身の回りの生活など、身近な部分と化学が関係していることが改めて分かった。酸化還元以外にも、化学と生活が結びついている例などを探してみたい。」などの記述があった。これらのことから、生徒の、主体的に探究しようとする意欲が高まったと考えられる。



【図 85】 身の回りの理解に役立つと思うようになったか

「化学は身の回りを理解するのに役立つと思うようになったか」の質問に対して、80%の生徒が、「授業後思うようになった」と回答した【図 85】。このことに関連する生徒の記述として「化学の反応によって身の回りのことを説明することができることを、より知ることができて、化学を教科の一つと考えるだけでなく生活の一部と考えるようにしていきたいと思いました。」「身近なものを使っての実験だったため、何が起きているのかを理解しやすく、日常生活でも使える知識になったので良かった。意外と身近なところにも化学があると改めて分かった。」などの記述があった。



【図 86】 化学は重要だと思うようになったか

「化学を勉強することは、将来自分にとって必要となりそうなので重要だと思うようになったか」の質問に対して、70%の生徒が、「授業後思うようになった」と回答した【図 86】。また、授業実践以前から化学が重要だと回答した生徒の割合は63%であり、7ポイントの増加が見られた。このことに関連する生徒の記述として「反応速度も酸化還元反応も頭では、イメージするのが難しいものが実験で自分の目で見ることによって、より深く理解することができたので、授業などでも実験を今までより大切にして「化学」について詳しく知りたいと思いました。」などの記述があった。これらのことから、今回の授業実践を通じて、生徒にとって化学が重要な科目として再認識する場になったことが考えられる。

Ⅷ 研究の成果と課題

1 研究の成果

本研究では、小・中・高等学校理科において、日常生活や社会との関連を図る教材を開発し、指導

に活用することで児童生徒が理科を学ぶ楽しさや有用性を感じて、主体的に探究の過程全体に取り組むようになり、科学的に探究する学習活動の充実が図られることを明らかにしようとしたものである。本研究の成果は以下のとおりである。

- (1) 開発教材を用いた授業により、児童生徒が理科を学ぶ有用性を実感することが確認できた。
- (2) 開発教材を用いた授業により、児童生徒の興味・関心や探究しようとする意欲を高め、主体的に探究の過程全体に取り組むようになることが確認できた。

以上のことより、小学校・中学校・高等学校の理科の授業において、日常生活や社会との関連を図る教材を活用することで、児童生徒の興味・関心を高め、主体的に探究の過程全体に取り組むようになり、科学的に探究する学習活動を充実させることに効果的であったことがそれぞれの実践結果から確かめられた。

2 研究の課題

- (1) 授業実践の分析結果は、児童生徒の変容を継続的に調査する必要がある。
- (2) 科学的に探究する学習活動の充実のために、他の単元においても日常生活や社会との関連を図り、探究の過程を主体的に取り組んでいくことに効果的な教材を検討する必要がある。

<おわりに>

この研究を進めるに当たり、ご協力いただきました研究協力校の先生方、児童生徒のみなさんに心からお礼を申し上げます。また、研究協力員としてご協力いただきました先生方に感謝申し上げます。

Ⅸ 引用文献, 参考文献

【引用文献】

- 木谷眞優 (2016), 『理科学習と日常生活の関連に関する事例的研究—小学3年「明かりをつけよう」の実践を通して—, p. 36
- 国立教育研究所 (2013), 『理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について (中学校)』, p. 22
- 国立教育研究所 (2018), 『平成30年度 全国学力・学習状況調査の調査結果を踏まえた学習指導の改善・充実に向けた説明会』, p. 3
- 下田好行 (2005), 『学習内容と日常生活との関連性の研究—学習内容と日常生活, 産業・社会・人間に関連した題材の開発—』, p. 15
- 下田好行 (2009), 『「知の活用力」をつける理数教育 中学校理科の教材開発・授業プラン 物理・科学, 学事出版, p. 14
- 田中孝之 (2016), 『「つなげて」見えてくる主体的で協働的な子どもの学び』, 理科教育, p. 19
- 中央教育審議会教育課程部会 (2016), 『理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ』, p. 11
- 森本信也 (2017), 『理科授業をデザインする理論とその展開—自律的に学ぶ子どもを育てる—, 東洋館出版社, p. 55
- 文部科学省 (2017), 『中学校学習指導要領解説 理科編』, p. 7, p. 10
- 文部科学省 (2018), 『高等学校学習指導要領解説 理科編』, p. 13, p. 81, p. 93, p. 103

【参考文献】

- 奥村仁一 (2018), 『高等学校生物における科学技術の発展を踏まえた実験の在り方についての実践的研究』
- 芝原寛泰 (2015), 『高校化学実験集—授業で役立つ基礎から応用まで—』, 電気書院
- 杉原和男 (2017), 『簡単自作教材による《電磁気快速一本勝負》パスカル電線「S-cable」活用術
- 中央教育審議会 (2016), 『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及び必要な方策等について (答申)』
- 橋本健夫 (2010), 『現代理科教育改革の特色とその具現化』, 東洋館出版社

【参考 Web ページ】

- 富山県教育委員会, 『とやま科学オリンピック (2015)』
http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/3000/kj00019053-004-01.html