

中学校理科における、生徒が見通しをもって 観察、実験を行う授業の在り方に関する研究

—自らの考えを基に「課題設定」、「仮説設定」、「検証計画の立案」に
取り組むことに着目した指導の充実を通して—

【研究の概要】

平成 29 年 3 月の学習指導要領の改訂により、主体的・対話的で深い学びの実現を目指した授業改善を推進することが求められている。理科においては、見通しをもって観察、実験を行うことなどの科学的に探究する学習活動の充実を通して、その実現を図るようにすることが重要とされている。本研究は、理科の探究の過程において生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案するための指導の手立てとして課題の種類とそれに対応した話型を用い、見通しをもって観察、実験を行う授業の在り方を明らかにし、生徒の主体的な学習の実現に資するものである。

キーワード：探究の過程、授業改善、新学習指導要領、全国学力・学習状況調査

令和 3 年 3 月
岩手県立総合教育センター
長期研修生
所属校 八幡平市立西根第一中学校
石 黒 崇 敬

目 次

I	研究主題	1
II	主題設定の理由	1
III	研究の目的	2
IV	研究の目標	2
V	研究の見通し	2
1	見通しをもって観察、実験を行うための手立ての構想	2
2	見通しをもって観察、実験を行う探究を中心とした単元構想	2
3	検証計画の構想	2
4	授業実践と検証	2
VI	研究構想	3
1	中学校理科における生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業についての基本的な考え方	3
(1)	「中学校学習指導要領」(2017)で求められる中学校理科の授業の在り方	3
(2)	教員の指導、生徒の実態から考えられる課題	4
2	生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の手立て	7
(1)	自ら課題を設定するための手立て	7
(2)	自ら仮説を設定するための手立て	8
(3)	自ら検証計画を立案するための手立て	8
(4)	探究を中心とした単元の構想	8
(5)	本研究における実践単元	8
3	検証計画	9
(1)	調査問題について	9
(2)	質問紙について	13
4	研究構想図	15
VII	授業実践	16
1	実践構想	16
(1)	実践期間と実践対象、実践単元	16
(2)	単元の計画(全15時間)	16
(3)	手立てとして用いる「探究の見通しシート」	18
(4)	学習シート	19
2	授業実践の記述及びその分析・考察	21
(1)	探究型の授業の実際	21
(2)	「探究の見通しシート」を用いて課題や仮説を検討する様子及び分析・考察	49
(3)	15時間の授業を終えての生徒の感想及び分析・考察	51
VIII	実践結果の分析・考察	56
1	調査問題の結果と分析・考察	56
(1)	事前調査と事後調査の結果と分析	56
(2)	事前調査と事後調査の結果の考察	57
2	質問紙の結果と分析・考察	59
(1)	事前調査と事後調査の結果と分析	59
(2)	事前調査と事後調査の結果の考察	61
IX	研究のまとめ	64
1	全体考察	64
2	成果	64
3	課題	65
X	引用文献及び参考文献	65

I 研究主題

中学校理科における、生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の在り方に関する研究

— 自らの考えを基に「課題設定」、「仮説設定」、「検証計画の立案」に取り組むことに着目した指導の充実を通して —

II 主題設定の理由

平成 29 年 3 月の中学校学習指導要領の改訂では、子供たちが、「これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができる」ようにするために、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の取組を活性化させていくことの必要性が示された。理科においては、「見通しをもって観察、実験を行うこと⁽¹⁾などの科学的に探究する学習活動を通して」、その実現を図るようにすることが重要であるとされ、探究の過程⁽²⁾を通じた学習活動を行い、「探究の過程全体を生徒が主体的に遂行できるようにすること」が求められている。

「全国学力・学習状況調査」(2018)における結果によると、学校質問紙「自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか」の質問に肯定的な回答の割合が全国 73.0% (2015 年同調査より 7.2 ポイント増)、本県 67.9% (9.2 ポイント増)であった。関連して生徒質問紙「自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている」の質問に肯定的な回答の割合が全国 58.5% (3.5 ポイント増)、本県 67.6% (4.6 ポイント増)であった。これらの質問で肯定的な回答の割合は増加しているものの、「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」が課題の「主な特徴」に挙げられている。また、理科の指導の実態を明らかにした鈴木らの「中学校理科教員の意識調査から明らかになった指導上の課題と改善の方向性」(2019)⁽³⁾(以下、鈴木ら(2019))によると、否定的回答の割合が高く表れた質問は、「仮説を設定し、検証する観察、実験を計画できるように指導している」(46.9%)等の「適切に観察・実験の計画ができるようにする指導」⁽⁴⁾や「自然の事物・現象から問題を見だし、適切に課題づくりができるように指導している」(39.4%)であった。この要因として鈴木らは、「科学的に探究する過程のつながりを意識した指導を行っていない」や「学習内容や学習時間の制約から難しさがある」、「生徒が自ら課題をつくる授業をどのように行えばよいか分からない」ことを挙げている。これら 2 つの調査結果から、探究の過程が授業に位置付いてはいるものの、指導上の困難さから教師の指示で手順を追う授業となり、生徒自ら見通しをもって主体的に探究する学習活動となっていないことが考えられる。以上から、生徒が見通しをもって主体的に問題を解決していくために、自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案するといった科学的に探究する力や態度を育成するための指導を充実させていくことが課題だと言える。

この課題を解決するためには、自然の事物・現象から生徒自身が見いだした問題を基にして、自身で

(1) 「中学校学習指導要領解説 理科編」(2017)において、「生徒に観察、実験を何のために行うか、観察、実験ではどのような結果が予想されるかを考えさせることなどであり、観察、実験を進める上で大切である」としている。また、「小学校学習指導要領解説 理科編」(2017)において、「見通しをもつ」とは、「見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの解決の方法を発想すること」としている。

(2) 「中学校学習指導要領解説 理科編」(2017)に、「自然事象に対する気付き」、「課題の設定」、「仮説の設定」、「検証計画の立案」、「観察・実験の実施」、「結果の処理」、「考察・推論」、「表現・伝達」の学習過程が探究の過程のイメージとして位置付いている。

(3) 「全国学力・学習状況調査」(2015)と関連付けたアンケートを開発し、それを基に全国 9 地区 227 名の中学校理科教員を対象に調査した結果から、理科の指導の実態や課題を明らかにした。

(4) 「適切に観察・実験の計画ができるようにする指導」に関するその他の質問、「課題に正対した観察、実験を計画できるように指導している」、「挙げた要因(独立変数)を変える条件と変えない条件に整理して実験を計画できるように指導している」、「変化すること(従属変数)の原因として考えられる要因(独立変数)を整理して、観察・実験を計画できるように指導している」への否定的回答の割合はそれぞれ 49.3%、54.0%、57.6%となっている。

解決へ向けて探究の過程を進めていくための指導が必要であると考え。そのために、課題の種類とそれに対応した課題や仮説、検証計画づくりのための話型を作成し、それを用いて生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案することを通して、科学的な探究の意味理解とともに手続きを理解し実行できるようにする指導が有効であると考え。この課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案の学習過程を自ら遂行できるようにすることで、目的意識や問題解決への道筋を明確にもち、見通しをもって観察、実験を行うことにつながると考える。さらに、これらの学習過程を位置付けた授業の構想を、単元を通して計画し、見通しをもって行う探究活動を積み重ねることによって、科学的に探究する力や態度が段階的に育まれると考える。

そこで本研究は、中学校理科において、「主体的な学び」の視点から、生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案することに着目した指導の充実を通して、生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の在り方を明らかにすることを目的とする。

Ⅲ 研究の目的

中学校理科において、生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案することに着目した指導の充実を通して、生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の在り方を明らかにすることで、生徒の主体的な学習の実現に資する。

Ⅳ 研究の目標

探究の過程において、課題の種類とそれに対応した話型を用いて、生徒自ら課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案を行うための手立てを講じ、観察、実験の目的意識や問題解決への道筋を明確にもたせることをねらった授業実践を行う。そして、それらの手立ての効果を検証し、生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の在り方の一例を示す。

Ⅴ 研究の見通し

1 見通しをもって観察、実験を行うための手立ての構想

生徒が見通しをもつために、課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案の学習過程において、自ら設定及び立案を行えるようにするための手立てを構想する。

2 見通しをもって観察、実験を行う探究を中心とした単元構想

構想した手立てを基に、課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案の学習過程を位置付けた授業を、単元を通して構想する。

3 検証計画の構想

見通しをもって観察、実験を行うための手立ての効果を検証するため、実践授業を行う生徒を対象とした調査問題及び質問紙を作成する。

4 授業実践と検証

単元構想を基に、探究の過程を通じた授業実践を、単元を通して行う。そして、調査問題及び質問紙を基に、授業実践前後の生徒の変容から手立ての効果を検証し、見通しをもって観察、実験を行うことに効果的な手立てを明らかにする。

する学習場面を設けること」(「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))が考えられる。本研究において、「見通しをもって観察、実験を行う」ために重要であるとする学習過程は、「課題の設定」、「仮説の設定」、「検証計画の立案」であり、生徒自らが課題や仮説の設定及び検証計画の立案ができるようになることが、探究の過程全体の主体的な遂行につながると考える。

(2) 教員の指導、生徒の実態から考えられる課題

ア 全国学力・学習状況調査(H27、H30)における教員の指導の実態

学校質問紙において、「見通し」をもたせる指導に関する質問項目に着目した。「自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか」という質問に対する本県及び全国の回答割合(H27及びH30)は、次の【表1】のとおりである。

【表1】 問い「自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか」に対する回答結果

	よく行った	どちらかといえば、行った	あまり行っていない	全く行っていない	その他 無回答
本県 H27→H30 [%]	13.8→12.3	44.9→55.6	40.7→29.0	0.6→3.1	0.0→0.0
全国 H27→H30 [%]	15.8→17.9	50.0→55.1	31.9→25.6	2.0→1.3	0.2→0.1

H30における肯定的回答は、本県で67.9%、全国で73.0%となっており、本県が5.1ポイント下回っている。また、H27との比較では、本県で9.2ポイント増、全国では7.2ポイント増となっており、「仮説の設定」や「検証計画の立案」を位置付けた授業は増加していると考えられる。

イ 全国学力・学習状況調査(H27、H30)における生徒の実態

生徒質問紙における質問「自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている」の本県及び全国の生徒の回答割合(H27年度第3学年及びH30年度第3学年)を次の【表2】に示す。

【表2】 問い「自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている」に対する回答結果

	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	その他 無回答
本県 H27→H30 [%]	23.3→26.4	39.7→41.2	28.0→25.1	8.9→7.1	0.1→0.1
全国 H27→H30 [%]	18.4→19.4	36.6→39.1	33.0→30.9	11.6→10.5	0.4→0.1

H27からH30への肯定的回答の増減は、本県で4.6ポイント増、全国で3.5ポイント増となっているものの、【表1】の教員の肯定的回答の増加ほどではない。これは、教員は「探究の過程」を授業に位置付けることを意識しているものの、生徒の主体的な探究活動となっていないというものの表れと考えられる。さらに、【表3】に示した同一集団の経年比較からは、中学校では肯定的回答が小学校時に比べ大幅に減少していることが分かる。自ら仮説や検証計画を発想する機会が小学校時に比べ減少していることも、要因として考えられる。

【表3】 問い「自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てている」に対する同一集団の回答結果の経年比較（H27小6→H30中3）

	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	その他 無回答
本県 [%] H27小6→H30中3	45.1→26.4	35.7→41.2	14.8→25.1	4.2→7.1	0.1→0.1
全国 [%] H27小6→H30中3	39.4→19.4	35.9→39.1	18.9→30.9	5.5→10.5	0.3→0.1

以上のことによって、同調査報告書中学校理科（2018）（以下、「報告書2018」）において指摘されている、「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」が、課題となっていて表れているのだと考えられる。指摘された課題に関する設問の正答率と無解答率は【表4】のとおりである。調査問題の枠組み、主な視点、説明を【表5】に示す。

【表4】 「報告書2018」で課題を指摘された調査問題の結果

設問／主な視点	正答率 [%]		無解答率 [%]	
	本県	全国	本県	全国
2（4）／検討・改善	62.4	61.3	10.1	9.5
4（2）／構想	45.2	44.1	17.5	15.5
9（2）／構想	15.4	19.4	24.8	21.4

【表5】 調査問題の枠組み、主な視点、説明

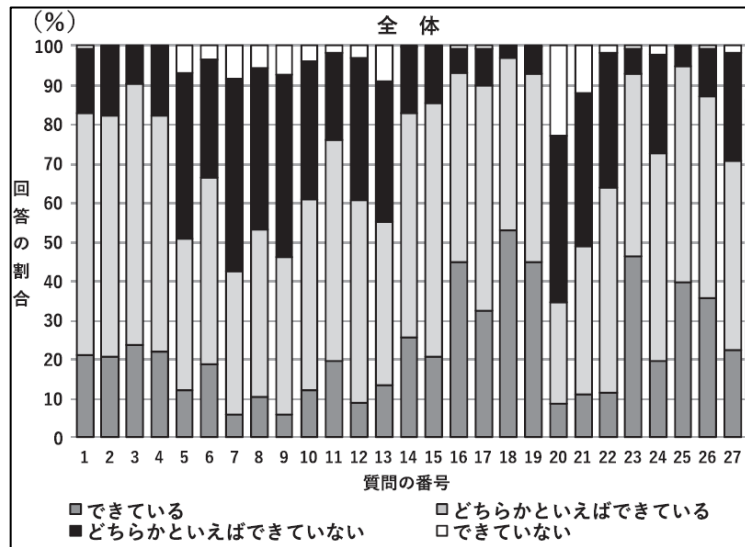
枠組み	主な視点	説明
「知識」	知識	知識の問題では、自然の事物・現象についての基礎的・基本的な知識と理解を問う。
	技能	技能の問題では、観察・実験の操作、観察・実験の計画的な実施、結果の記録や整理など、自然の事物・現象を科学的に探究する技能の基礎に関する知識を問う。
「活用」	適用	適用の問題では、日常生活や社会の特定の場面において、基礎的・基本的な知識・技能を活用することを問う。
	分析・解釈	分析・解釈の問題では、基礎的・基本的な知識・技能を活用して、観察・実験の結果などを分析して解釈することを問う。
	構想	構想の問題では、基礎的・基本的な知識・技能を活用して、自然の事物・現象の中に問題を見いだして課題を設定し、予想や仮説を立てたり、観察・実験の条件を考えたりすることで観察・実験を計画することを問う。
	検討・改善	検討・改善の問題では、観察・実験の計画や結果の考察、日常生活や社会との関わりを思考するなどの各場面において、基礎的・基本的な知識・技能を活用し、観察・実験の結果などの根拠に基づいて、自らの考えや他者の考えに対して、多面的、総合的に思考して検討して改善することを問う。

課題として指摘されている科学的に探究する力を養うためには、「課題解決の見通しが明確になる実験を計画できるようにすることが大切」（「報告書 2018」）であり、「見通しをもって観察、実験を行う」ための指導の充実が求められる。

ウ 鈴木ら（2019）の調査で明らかとなった中学校理科教員の指導の課題

鈴木ら（2019）の調査で明らかになった中学校理科教員の指導の課題は、「適切に観察・実験の計画ができるようにする指導」や「自然の事物・現象から問題を見だし、適切に課題づくりができるようにする指導」を充実させていくことである。

この意識調査で用いられたアンケートは、【表 5】の「主な視点」と関連付けられており、「全国学



【図 2】鈴木ら（2019）におけるアンケートの全体結果
N=227（【図 2】鈴木康浩・藤本義博・益田裕充（2019）『中学校理科教員の意識調査から明らかになった指導上の課題と改善の方向性』より転載）

力・学習状況調査報告書中学校理科」（2015）に即した指導改善がどの程度行われているかを把握できるように作成されたものである。【図 2】⁽⁵⁾の質問番号 5～9 は「適切に観察・実験の計画ができるようにする指導」について、質問番号 10 が「自然の事物・現象から問題を見だし、適切に課題づくりができるようにする指導」についての質問である。このうち、指導の課題の根拠となった質問の内容を【表 6】に示す。これらは、相対的に否定的な回答の割合が大きく表れているのが分かる。

【表 6】中学校理科教員の指導の課題の根拠となった質問の内容と否定的な回答割合

質問番号	質問の内容	質問の趣旨	否定的な回答の割合 [%]
5	課題に正対した観察・実験を計画できるように指導している	構想	49.3
7	変化すること（従属変数）の原因として考えられる要因（独立変数）を整理して、観察・実験を計画できるように指導している。	構想及び検討・改善	57.6
8	仮説を設定し、検証する観察・実験を計画できるように指導している。	構想及び検討・改善	46.9
9	挙げた要因（独立変数）を、変える条件と変えない条件に整理して実験を計画できるように指導している。	構想及び検討・改善	54.0
10	自然の事物・現象から問題を見だし、適切に課題づくりができるように指導している。	構想及び検討・改善	39.4

(5) アンケートには 27 の質問があり、質問番号 1～15 は【表 5】の「活用」の枠組みに相当する質問、16～27 は「知識」の枠組みに相当する質問である。

中学校理科の授業において、「課題の設定」では「教員が課題を提示することがほとんど」であり、「検証計画の立案」では教員が方法を説明することが多い（鈴木ら 2019）。「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けては、生徒自らが課題を設定し、観察、実験の計画を立案できるようにする指導を充実させていくことが求められる。また、「科学的に探究する力と態度を育てるためには、課題の設定、実験の計画と実施」など「科学的に探究する活動を行うことが必要」であり、「見通しをもって観察、実験」を行い、「科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要がある」（「解説 2017」）とされている。よって、生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案することに着目した指導を充実させていくことは重要であると考えられる。

2 生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の手立て

生徒が見通しをもって観察、実験を行うためには、生徒自ら課題や仮説を設定し、検証計画を立案することを通して、目的意識や問題解決への道筋を明確にすることが必要である。また、これらの学習過程を生徒自ら行うための手立てを講じ、単元を通して探究活動を積み重ねることによって、科学的に探究する力や態度を段階的に育成する必要がある。

(1) 自ら課題を設定するための手立て

生徒自ら課題を設定するための手立てとして、自然の事物・現象への気付きや疑問、抽出した要因から問題を見だし、【表 7】に示した課題の類型と照らし合わせて課題の方向性を絞り、話型を使って自己の学習課題を設定する学習活動を行う。

【表 7】 課題の類型とそれに対応した課題、仮説、検証計画共有の話型

課題の類型	課題の話型	仮説の話型	検証計画共有の話型
①「原因」究明型	[現象] が起きたのは、何が原因か	【既習・経験】が根拠で、【要因】が（～なることが）原因となる	[現象] の～を解決したいと考え、[課題] と設定した。
②「プロセス・メカニズム」解明型	どのようにして、[現象] が起きるのか	【要因】が（条件）を満たせば、[現象] が起きる	【既習・経験】のことから、[仮説] と考えるので、
③「方法」再現型	どのように【要因】すれば、[事象] になるか	【既習・経験】が根拠で、(方法) すれば [現象] になる	(性質・変化・図・表・グラフ) で証明する。
④「正体・定義」説明型	・[事象] の正体は何か ・[事象] は、どうなっているのか ・[事象] は、どのようなことか	・【既習・経験】なので、【要因】が正体である ・【既習・経験】なので、…である	このとき、 ・【要因 A】の影響を調べるために、【要因 B】を変化させ、【要因 C】は変化させない。
⑤「規則性・関係性・法則」発見型	・【要因 A】と【要因 B】には、どのような（関係・共通・相違）があるか ・【要因 A】が変化すると、【要因 B】はどうか ・[事象] には、どんなきまりがあるのか	・【既習・経験】が根拠で、（関係・共通・相違）がある ・【要因 A】を～すると、【要因 B】は…になる ・【既習・経験】が根拠で、～になる	・【要因 B】を～のように変えることで、【要因 A】との関係を示す。

【表7】の課題の類型は、「解説2017」や教科用図書を参考に、追究させたい課題を五つの型に整理したものである。そして、それぞれの型に対応させた話型を作成した。この課題の話型は、生徒が自らの気付きや抽出した要因と関係付けて、適切に課題を設定できるように工夫したものである。課題の類型とその話型によって解決の方向を定めることで、目的が明確になり、見通しをもった探究活動につながると考える。

「課題の設定」は生徒の学習活動の場面であるため、教師から課題を提示せず、生徒が思考活動を通して個々に設定する。そのため、課題の類型や設定される課題は授業において一つに決まるものではない。しかし、類型という枠があることで、解決すべき問題を絞ることができ、学習内容に関する課題に収束すると考える。

このような学習活動を積み重ねることによって、適切に課題を設定する力が養われていくとともに、【表7】の類型と話型の枠をこえて表現できるようになると考える。

(2) 自ら仮説を設定するための手立て

生徒自ら仮説を設定するための手立てとして、設定した課題に対応した仮説の話型を用いる。【表7】に示したように、この話型は、事象の要因を明確にし、既習内容や生活経験等と関係付けて考えるといった理科の考え方を働かせながら、科学的な根拠を踏まえた実証性のある仮説を検討できるように作成した。この話型を用いることによって、仮説を設定する際に必要な手続きが身に付くと考える。

(3) 自ら検証計画を立案するための手立て

生徒自ら検証計画を立案するための手立てとして、仮説の成否を何で示すのか、条件を制御しなければならぬ要因は何かを明らかにする学習活動を行う。そして、【表7】の検証計画共有の話型を用いて、各グループの見通しを全体で共有し、異なる課題についての探究を互いの学びとする。これにより、解決方法の妥当性を検討する力や態度を高めたり、複数の実験から得られた結果や考察を基にして多面的に理解を深めたりできるようにしていく。

(4) 探究を中心とした単元の構想

単元を通して科学的に探究する力や態度を段階的に育成することを目指し、前項(1)～(3)を踏まえて、探究を中心とした授業を構想する。その際、学習過程の重点化を図る。

(5) 本研究における実践単元

本研究では、第2学年第1分野「電流」の単元で授業実践を行い、手立ての効果を検証する。

この単元は観察、実験によって分析的に自然の事物・現象についての規則性を見いだす探究活動を実施しやすいという特徴がある。その規則性は、電流、電圧、抵抗といった三つの変数の関係の上に成り立つ。そのため、一つ一つの規則性が体系的に構築されるまでは疑問が生じやすく、既習内容から新たな問題を見いだして次の課題を設定するといった主体的な探究につながると考える。また、電流に関わる内容は小学校第3学年から第6学年まで毎年扱っており、実験で使用する器具も身近で扱いやすいものであるため、抽象的な概念を日常生活と結び付けながら問題解決へ向けて十分に思考活動を行えるものと考えられる。そして、不可視レベルの事物・現象を扱うが、計器を用いて実測することで量的・関係的な視点で捉えることができることから、生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案することにより、自分たちで探究する楽しさが得られ、学ぶ意欲の喚起や主体的な学びにつながると考える。

この単元で本研究を実施することにより、探究の手続きを身に付けさせるとともに、見通しをもって主体的に探究する態度を養っていく。

3 検証計画

「課題の種類とそれに対応した話型」を用いて生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案する学習活動の、科学的に探究する力及び主体的に探究しようとする態度への効果について、授業実践を行う第2学年34名の生徒を対象に検証する。

(1) 調査問題について

H27及びH30全国学力・学習状況調査において、「構想」の視点で出題された問題から、【表8】に示した科学的に探究する力を検証するための問題を抜粋し、調査問題を作成した。授業実践の前後で実施し、その変容を分析する。いずれも「見通しをもって観察、実験を行うこと」に必要な資質・能力であると考ええる。

【表8】全国学力・学習状況調査から抜粋した問題と本研究で検証したい科学的に探究する力

抜粋した問題			検証したい科学的に探究する力	作成した調査問題の番号
出題年度	問題番号	出題の趣旨		
H30	9(2)	植物を入れた容器の中の湿度が高くなる蒸散以外の原因を指摘できる	課題や仮説の設定に必要な、要因を抽出する力	1(2)
	8(3)	アルミニウムは水の温度変化に関係していることについての新たな問題を見いだすことができる	課題の設定に必要な、問題を見いだす力	2(2)
	4(2)	炎の色と金網に付くススの量を調べる実験を計画する際に、「変えない条件」を指摘できる	目的に応じた、検証計画を立案する力	3(2)
H27	3(2)	一定の時間に多くの雨が降る原因を探る実験を計画することができる	仮説を確かめるための、検証計画を立案する力	4(2)
	6(2)	音の高さは、「空気の部分の長さ」に関係していることを確かめる実験を計画することができる	要因と関係付けた仮説を設定する力	5(2)

作成した調査問題の内容を【図3】～【図7】に示す。5つの大問に2つずつの問いを設けた計10問で構成し、設問(2)に【表8】の問題を設置している。

1 健一さんは、乾燥した部屋に鉢植えの植物を置くと湿度が上がって、インフルエンザの予防に効果があると知り、科学的に探究して実験ノートにまとめました。
(1)と(2)の各問いに答えなさい。

実験ノートの一部

2月11日(日) 天気 曇り 気温 22℃

課題
密閉した透明な容器の中に鉢植えの植物を置くと、湿度は上がるのだろうか。

【実験】

A 植物あり B 植物なし

容器の中の温度と湿度を測定する器具

【結果】
AとBの容器の中の温度は22℃で変わらなかった。

時間(時間)	0	1	2	3	4
湿度(%)					
A 植物あり	37	67	87	88	88
B 植物なし	38	39	39	38	38

【考察】
実験の結果から、鉢植えの植物を入れた容器の中の湿度は上がるといえる。

【新たな疑問】
水蒸気が植物から出るだけで、湿度が37%から88%に上がるのだろうか。

(1) 下線部の植物の働きを何といいますか。下のAからEまでの中から1つ選びなさい。
A 光合成 イ 呼吸 ウ 気孔 エ 蒸散

(2) 健一さんは【新たな疑問】をもち、下線部以外の原因を考えました。考えられる原因を1つ書きなさい。

【図3】 調査問題1(1)、1(2)

2 夏希さんは、発熱パック(火を使わずに発熱する商品)について、科学的に探究して実験ノートにまとめました。
(1)と(2)の各問いに答えなさい。

実験ノート

5月3日(木) 天気 晴れ 気温 24℃

発熱パックの使い方

温めたい物

薬剤と水が反応して発熱

【疑問】
酸化カルシウムと水が反応して発熱することを学んだ。発熱パックの薬剤(図1)の主な成分として、酸化カルシウム以外に、アルミニウムも入っていた。アルミニウムが入っているのはなぜだろうか。

薬剤
主成分
酸化カルシウム
アルミニウム

【課題】
アルミニウムは、水の温度の変化に関係しているのだろうか。

【実験】
ビーカーA、Bを図2のようにして水の温度の変化を測定する。
A 酸化カルシウム10gに水3gを加える。
B 酸化カルシウム10gとアルミニウム10gに水3gを加える。

温度計

かき混ぜるための棒

保温のための容器

水

A B

図2

実験ノートの続き

【結果】

図3

【考察】
【結果】の図3のグラフから、BはAより温度が ので、アルミニウムが水の温度の変化に関係しているといえる。
また、BはAより最も高い温度になるまでの時間が ので、アルミニウムが水の温度の変化に関係しているといえる。

【新たな疑問】

(1) 【考察】の 、 に入る適切なものを、それぞれ下のAからウまでの中から1つ選びなさい。

X	A 高くなる	イ 低くなる	ウ 変わらない
Y	A 長い	イ 短い	ウ 変わらない

(2) 夏希さんは、アルミニウムは水の温度の変化に関係していることは分かりましたが、【新たな疑問】をもちました。
あなたなら、アルミニウムについてどのような新たな疑問をもちますか。その疑問を書きなさい。

【図4】 調査問題2(1)、2(2)

3 科学部の雪子さんは、図書便りに紹介されていたファラデーの「ロウソクの科学」を読んで、科学的に探究してレポートにまとめました。
(1)と(2)の各問いに答えなさい。

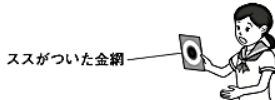


炎の色とスス（炭素）の量



ロウソクの炎から飛んでいくスス（炭素）をご覧ください。ススが生じるのは、空気が不足したまま燃焼しているためです。

ガスバーナーの炎が赤いときに、金網にススがついたのは、空気が不足したまま燃焼したからかな。



ロウソクの炎に金網を当てると、ススがつきます。ロウソクの炎が赤いのは、ススが炎の熱によって輝くからです。



ガスバーナーの炎が赤いときは、ススの量が多いのかな。ガスバーナーの炎が青いときは、ススの量が少ないのかな。



レポート

課題

ガスバーナーの空気の量を変えて、炎の色と金網につくスス（炭素）の量を調べよう。

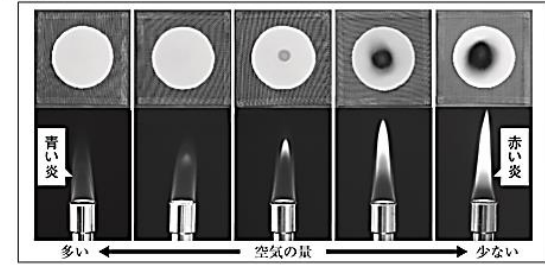
【実験】

表1のように、変える条件と変えない条件を決めて、炎の色と金網につくススの量を調べよ。

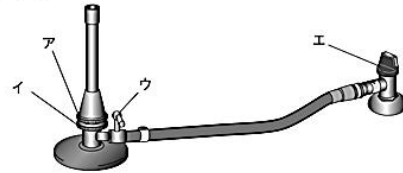
表1

変える条件	空気の量
変えない条件	ガスの量, <input type="text" value="X"/> ,

【結果】



(1) 上の下線部について、空気の量を調節する場所を、下の図のアからエまでの中から1つ選びなさい。



(2) 表1の に適する変えない条件がいくつかあります。変えない条件を1つ書きなさい。

【図5】 調査問題3 (1)、3 (2)

4 恵子さんは、天気予報で午後には強い雨が降ると聞いたので、気象観測をしたり、雨が降る条件を調べる実験を行ったりしました。
(1)と(2)の各問いに答えなさい。

観測の記録の一部

表

	○月△日			
時刻(時)	13	14	15	16
気温(℃)	26.1	24.8	22.5	21.7
露点(℃)	19.0	19.1	18.9	19.0

※ 露点は、図1の器具を使って調べた。



図1

(1) 恵子さんは、この日の観測では気温が下がっているのに、露点はほとんど変化していないことに気づきました。一方、湿度は変化していました。湿度が最も高い時刻を、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

ア 13時 イ 14時 ウ 15時 エ 16時

レポートの一部

課題

一定の時間に多くの雨が降る条件は何だろうか。

【予想】

天気予報の解説から、「地上の空気の水蒸気量」と「上空と地上の気温差」の2つの条件が関係しているのではないかと予想した。

【方法】

AからDまでの方法(図2)で、一定の時間に「金属の容器」の底につく水滴の様子を比較する。

- ① 「地上の空気の水蒸気量」による違いを調べるためには、AとCを比較する。
- ② 「上空と地上の気温差」による違いを調べるためには、 を比較する。

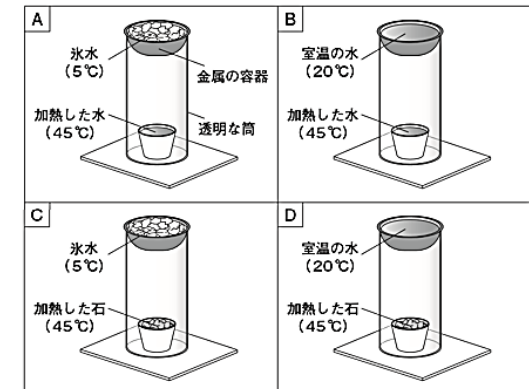


図2

(2) 【方法】の に入る最も適切なものを、下のアからエまでの中から1つ選びなさい。

ア AとB イ AとD ウ BとC エ BとD

【図6】 調査問題4 (1)、4 (2)

- 5 葉子さんは、コップに水を注いでいると、聞こえる音の高さがしだいに高くなることに興味をもち、音の高さの変化を調べる実験を行いました。
(1)と(2)の各問いに答えなさい。

レポートの一部

課題Ⅰ

「目盛りをつけた容器」に水を注ぎ続けると、音の高さはどのように変化するのだろうか。

【方法】

音の波形を調べる(図1)。

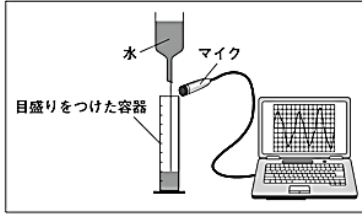


図1

【結果】

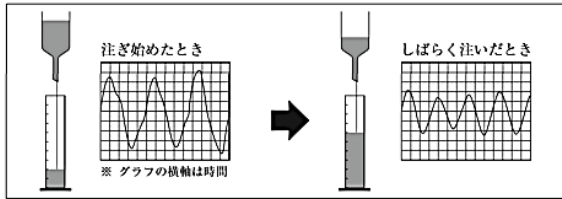


図2

【考察】

図2の2つの波形を比較すると、「注ぎ始めたとき」より「しばらく注いだとき」の方が、 になっているので、音の高さは高くなったと考えられる。

- (1)【考察】の に当てはまる正しいものを、下のアからエまでのの中から1つ選びなさい。

- ア 振動数が多く イ 振動数が少なく
ウ 振幅が大きく エ 振幅が小さく

レポートの続き

【疑問】

音の高さが高くなったのは、「空気の部分の長さa」が短くなったからか、「水の部分の長さb」が長くなったからか(図3)。

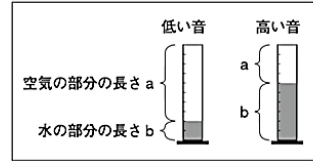


図3

課題Ⅱ

音の高さはaとbのどちらに関係しているのだろうか。

【方法】

同じ太さの4本の容器に水を入れておく(図4)。そして、その容器に水を注ぎ始めたときの音の高さを比較する。

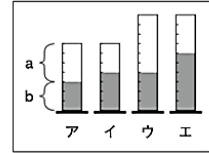


図4

【予想】

音の高さが、「空気の部分の長さa」に関係しているならば、音の高さが最も高いのは で、音の高さが同じものは と のはずである。

音の高さが、「水の部分の長さb」に関係しているならば、.....

- (2)【予想】の , , に当てはまる最も適切なものを、それぞれ図4のアからエまでのの中から1つ選びなさい。

【図7】 調査問題5 (1)、5 (2)

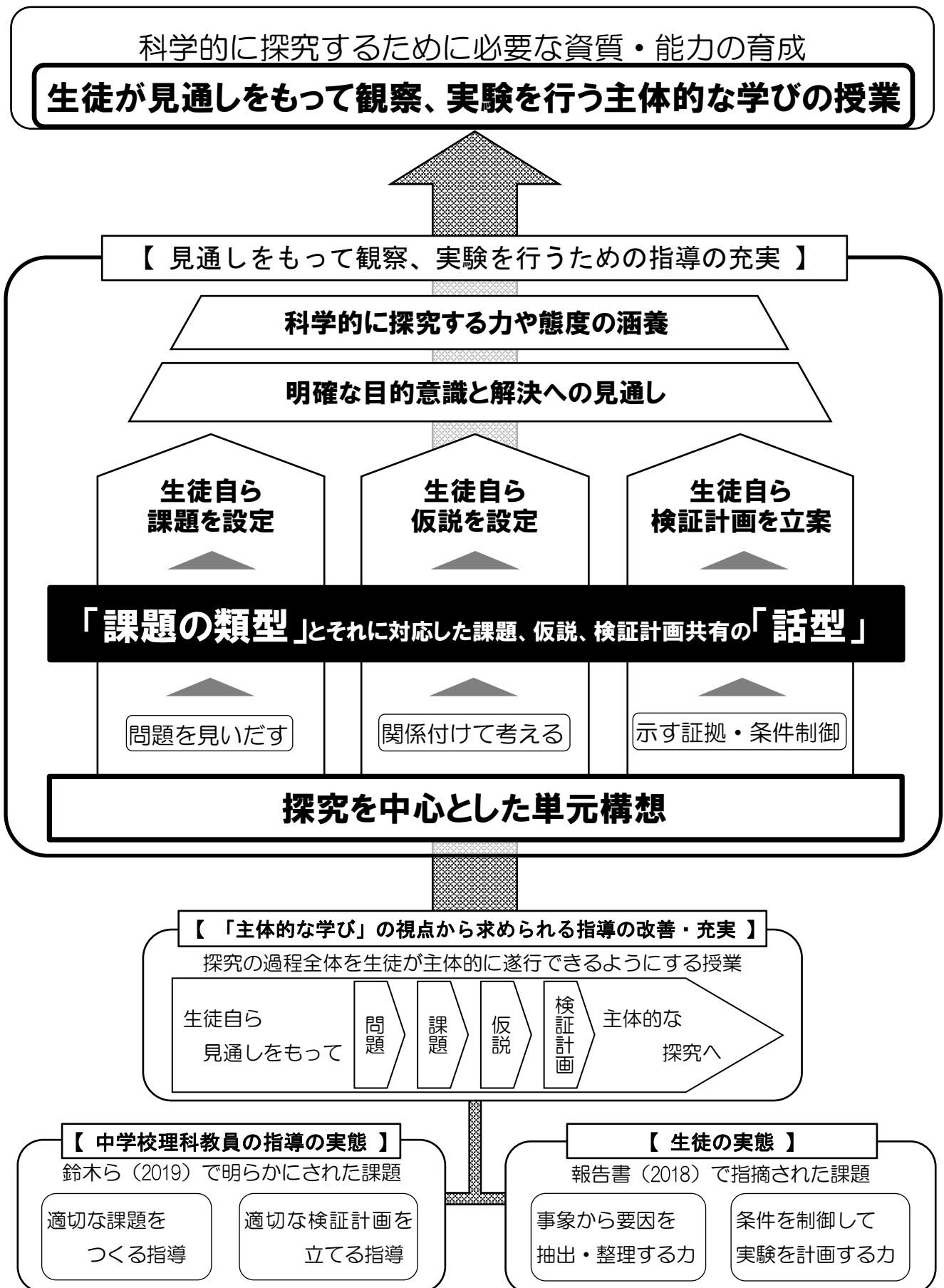
(2) 質問紙について

山田貴之 (2017)「中学校理科授業における生徒の主体的な学びを構成する諸要因の因果モデル」で用いられた主体的な学びに関する質問紙を参考に、35 項目の質問紙を作成し、主体的に探究しようとする態度について調査を行う。質問の内容は、「課題の設定に関わる項目」、「仮説の設定に関わる項目」、「検証計画の立案に関わる項目」、「その他」に分類した。各質問項目については、「1. そう思わない」、「2. あまりそう思わない」、「3. すこしそう思う」、「4. そう思う」の4件法で回答を求める。質問の内容と分類を【表9】に示した。

【表9】本研究で作成した質問紙における質問の内容と分類

番号	質問の内容	分類
1	これから何を調べるのか、考えるようにしている	課題の設定に関わる項目
10	話し合いや発表で仲間の考えを聞いて、新しい見方や考え方に気付くことがある	
16	「あっできそう！わかりそう！」という解決への道筋が見える喜びや楽しさを味わおうとしている	
24	自分の疑問や気付きから学習課題を設定するようにしている	
30	「このことを調べたい」「このことがわかるようにしたい」という目標をもって参加するようにしている	
3	自分の予想を立ててから、観察や実験を始めるようにしている	仮説の設定に関わる項目
8	何を確かめなければならないのかを考えながら、観察や実験を進めるようにしている	
12	仲間と話をしているうちに、自分の考えがはっきりして行くことがある	
13	観察や実験の結果が予想通りにならなかったら、どうしてそうなったのか考えるようにしている	
15	自分の予想と実験の結果を比べるようにしている	
17	グループの話し合いで、仲間と自分の意見を比べながら聞くようにしている	
22	今まで習ったことを頭の中であれこれ結びつけるようにしている	
32	今までに習ったことを思い出しながら、予想を立てるようにしている	検証計画の立案に関わる項目
4	予想を確かめるための方法を考えながら実験を計画するようにしている	
6	他のグループの発表を聞いて、自分の意見を考え直すことがある	
7	計画通りに進んでいるかどうか、確認するようにしている	
9	観察や実験が計画通りに進んでいると感じることがある	
11	他のグループの実験結果からも学ぶようにしている	
14	計画通りにできたかどうか、振り返るようにしている	
19	観察や実験を進める順序を決めてから進めている	
21	実験の結果を図や表を用いて整理している	その他の項目
28	次に何をするのか考えながら、観察や実験をするようにしている	
33	「あっそうか！わかった！」「こうすればいいんだ」という発見を大切にするようにしている	
18	黒板の内容をそのままノートやプリントに書き写している	
31	自分の考えをノートやプリントに書いている	
26	グループで話し合うとき、一部の仲間の意見に任せないように、自分の考えや意見をもって参加している	その他の項目
34	先生からのアドバイスがなくてもこれまでに習った観察の仕方や実験の方法を生かして、自分から進んで取り組んでいる	

2	どんな観察や実験であっても、やる気をもって取り組んでいる	その他の項目
5	仲間の考えや意見を自分に取り入れている	
20	観察や実験がうまくできる喜び、自然の仕組みが分かる喜び、仲間と関わる喜びの大切さを知って、それらの喜びを味わっている	
23	観察や実験では、自分から進んで仲間にアドバイスしている	
25	仲間の考えや意見が自分と違っていても、その考え方を大切にしている	
27	観察や実験が課題解決に向けて進むように、班の仲間と考えや意見を出し合ったり、他の班の進め方を取り入れたりしている	
29	課題の解決に向けて、どう考えたり進めたりすればよいかわからないとき、先生や仲間に質問している	
35	「わかる」「できる」楽しさや喜びを味わって取り組んでいる	



VII 授業実践

1 実践構想

(1) 実践期間と実践対象、実践単元

令和2年8月31日～9月28日、中学校第2学年34名、「電流」

(2) 単元の計画（全15時間）

全15時間の授業実践を【表10】のように計画した。太枠で示した授業は、自然事象から問題を見いだす、または、前時の学びから新たな問題を見いだすことを通して、生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案する、探究の過程を通した授業（以下、探究型の授業）として構想したものである。

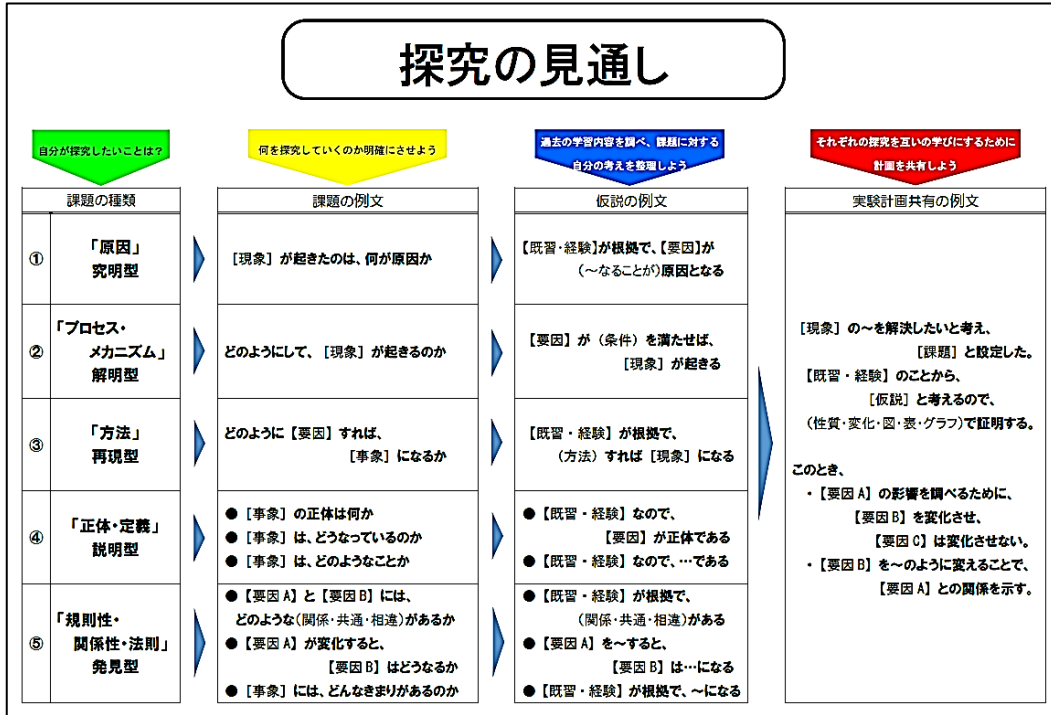
【表10】全15時間の授業実践計画

時	学習活動	授業展開の概要
1	○豆電球や発光ダイオードを使った簡単な回路をつくり、回路に電流が流れる条件について理解する。 ○電気用図記号を用いて回路を表す方法を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・教師による課題提示 ・教師の指示による実験 ・教師から回路図の説明
2	○ショート回路について知り、回路には抵抗が必要であることを理解する。 ○電流の規則性について関心をもち、電流に関わる規則性について自ら問題を見いだして解決していくという単元の見通しをもつ。	<ul style="list-style-type: none"> ・探究や「探究の見通しシート」について説明しながらの授業展開 ・事象提示から生徒個人で課題設定 ・類型ごとにグルーピングし、仮説、検証計画を基に実験
3	○2個の豆電球をつないだ2種類の回路について、それらの電流の流れ方の違いに気づき、直列回路と並列回路をつくることを通して、つなぎ方の違いによる電流の流れ方について見いだして表現する。	<ul style="list-style-type: none"> ・課題設定までの手続きの指導に重点 ・事象提示から生徒個人で課題設定 ・類型ごとにグルーピングし、仮説、検証計画を基に実験
4	○豆電球に流入する電流と流出する電流の大きさの関係を調べる実験を行い、抵抗の前後で電流の大きさは変化しないことを見いだして表現する。	<ul style="list-style-type: none"> ・「探究の見通しシート」を使って課題設定する指導に重点 ・電流のイメージの違いから生徒個人で課題設定 ・教師による実験方法の説明
5 ・ 6	○二つの抵抗をつなぐ直列回路や並列回路の各点を通る電流の大きさを調べる実験を行い、前時の電流の規則性が成り立つことを確認する。 ○分岐点のない回路では回路のどの部分でも電流の大きさが等しいこと、分岐点のある回路では流入する電流の和と流出する電流の和が等しいことを見いだして理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・仮説と検証計画の立て方の指導に重点 ・前時の学びを生かして生徒個人で課題設定 ・類型ごとにグルーピングし、仮説、検証計画を基に実験 ・互いの結果・考察からまとめ

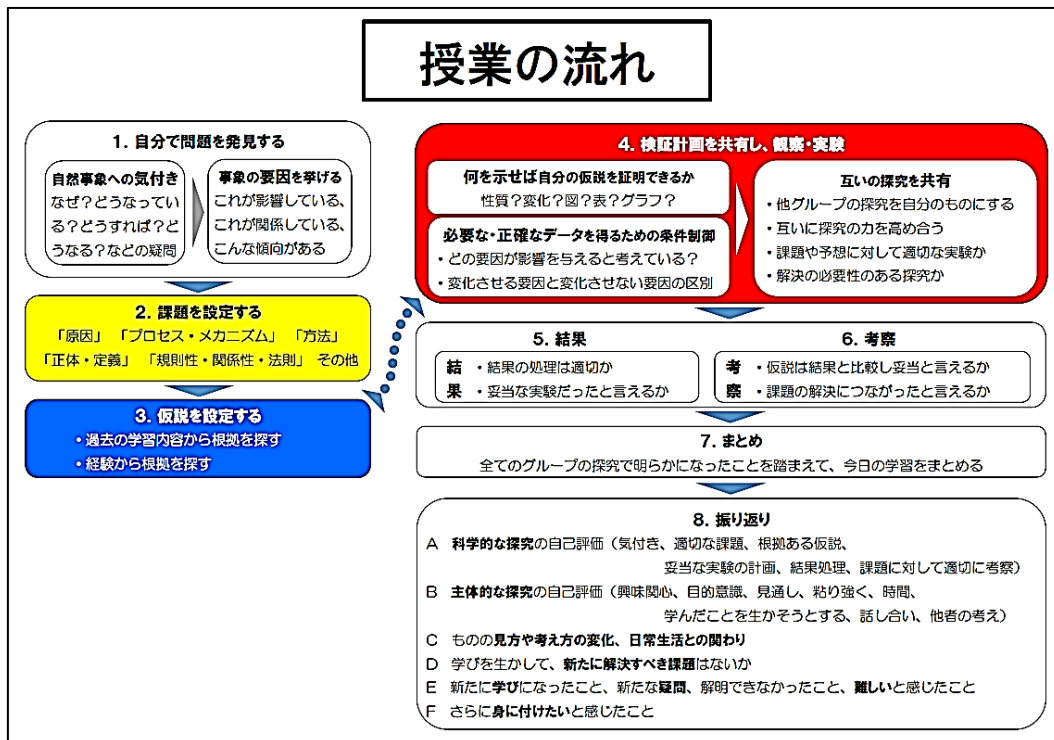
7	<p>○電圧が大きくなるほど、回路に電流を流そうとするはたらきが大きくなることに気付く。</p> <p>○回路に加わる電圧の大きさを調べる実験を行い、電源電圧は抵抗に加わることを見いだして理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・教師が設定した課題と仮説を基に、仮説を確かめるための検証計画立案に重点 ・班で検証計画を立て実験 ・互いの結果・考察からまとめ
8 ・ 9	<p>○二つの抵抗をつなぐ直列回路や並列回路の各部に加わる電圧の大きさを調べる実験を行い、抵抗を直列につないだ回路では各抵抗の両端の電圧の和が全抵抗の両端の電圧に等しいこと、抵抗を並列につないだ回路ではそれぞれの抵抗の両端の電圧は等しいことを見いだして理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の学びを生かして生徒個人で課題設定 ・類型ごとにグルーピングし、仮説、検証計画を基に実験 ・互いの結果・考察からまとめ
10 ・ 11	<p>○抵抗器に加える電圧と流れる電流の大きさを調べる実験を行い、測定値をグラフ化し、結果を分析して解釈し、電圧と電流が比例関係にあることを見いだして表現する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・事象提示から生徒個人で課題設定 ・類型ごとにグルーピングし、仮説、検証計画を基に実験 ・互いの結果・考察からまとめ
12	<p>○異なる抵抗器における、加える電圧と流れる電流の大きさの関係を表したグラフを基に、それぞれの傾きの違いに気付く、抵抗やオームの法則について理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・オームの法則や抵抗について教師から説明 ・値のわからない抵抗器に電圧を加え、オームの法則を使って抵抗の値を算出 ・オームの法則を使った演習問題
13	<p>○抵抗を直列につないだときの回路全体の電流と電圧を調べる実験を行い、合成抵抗は、各抵抗の値の和となることを理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・事象提示からグループで課題設定、仮説設定、検証計画を行い実験 ・考察を終えたグループによる説明
14	<p>○抵抗を並列につないだときの回路全体の電流と電圧を調べる実験を行い、抵抗が一つの回路のときより回路全体の抵抗が小さくなり、回路に流れる電流が大きくなることを理解する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・教師から直列回路の合成抵抗について説明 ・事象提示からグループで課題設定、仮説設定、検証計画を行い実験 ・互いの結果・考察からまとめ
15	<p>○オームの法則を使って、電流、電圧、抵抗の値について考えることを通して、直列回路と並列回路の電流や電圧の規則性について理解を深める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電流、電圧の規則性やオームの法則の確認 ・演習問題

(3) 手立てとして用いる「探究の見通しシート」

【表7】を基に、生徒が授業で用いるための「探究の見通しシート」を【図8】のように作成した。裏面には【図9】のように、探究の進め方や考え方を示した。このシートを用いて課題の設定、仮説の設定、検証計画の立案を行う。また、【図9】の「8. 振り返り」には、自己の学び方について振り返ることができるよう、A～Fの視点を示した。



【図8】「探究の見通し」シートの表面



【図9】「探究の見通し」シートの裏面

「電流」 9月16日(水)

1. 問題を発見

1. 豆電球が $1.5V$ $60mA$ 電付きや 疑問メモ
 2. $↓$ フォト抵抗 100Ω $↓$ 大きくなると $0V$ $160mA$
 3. $↓$ フォト抵抗 100Ω $↓$ 大きくなると $120mA$
 4. $↓$ フォト抵抗 100Ω $↓$ 大きくなると $140mA$

考えられる要因メモ
 電圧が大きくなると → 電地1個で電圧が上がる？
 は1.5Vを3個に電圧が上がる？

2. 課題を設定

種類番号 学習課題
 ⑤ 電流と電圧が大きくなるには、どんなきまりがあるのか。

3. 仮説を設定
 電地を数を増やすと、電圧、電流の電圧があがること
 が根拠下折線グラフで表わすと比例してる
 と思う。

4. 検証計画を立てる
 どんな実験？(仮説を何で示す)
 折れ線グラフ
 (教値)
 条件制限(変化させる要因、変化させない要因)
 電地の数以外、いっしょ
 にする。

5. 結果

6. 考察

7. まとめ
 電流と電圧は 比例の関係にある。
 電流と電圧を大きくすると明かりも大きくなる

8. 振り返り AとE
 班の人と、どうい課題にするかメモした。
 どちらが正しいかムスから、2対3の比例、7
 グラフにうまくとめられた

【図12】生徒が記述した学習シート表面
 結果と考察は、裏面を使用している。

電流の大きさと電圧の関係のグラフ

電地数	電圧 (V)	電流 (A)
0	0 V	0.0 A
1	1.5 V	0.1 A
2	3 V	0.2 A
3	4.5 V	0.3 A
4	6 V	0.4 A
5	7.5 V	0.5 A
6	9 V	0.6 A
7	10.5 V	0.7 A
8	12 V	0.8 A

表、図、結果 他のグループの実験 覚えること などのメモ

実験誤差あり!
 7が、7が、7が、7が、
 比例してる!

電圧と電流
 比例の関係
 ↓
 オームの法則

電池の数

【図13】生徒が記述した学習シート裏面

2 授業実践の記述及びその分析・考察

(1) 探究型の授業の実際

ア 第2時

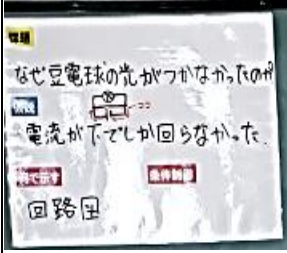
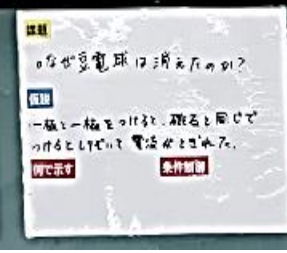
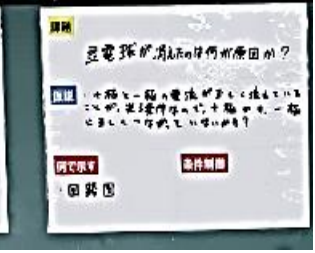
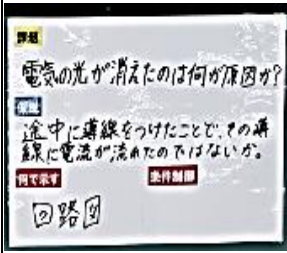
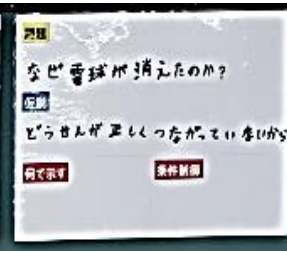
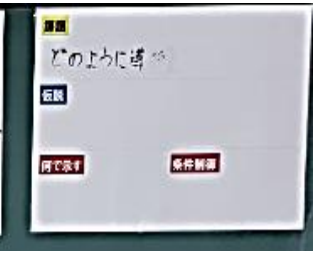
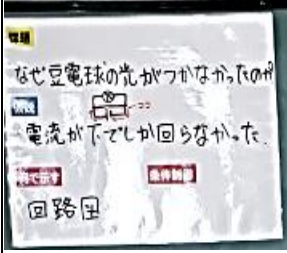
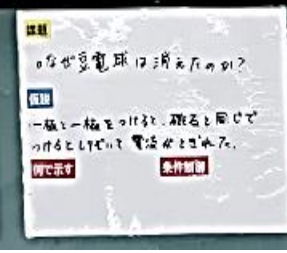
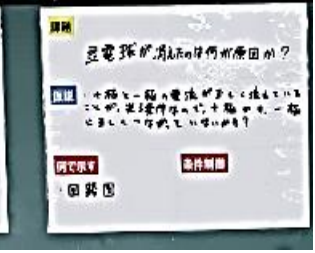
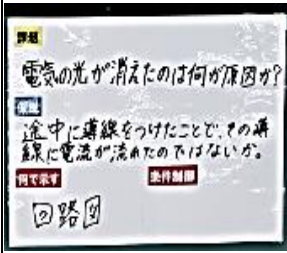
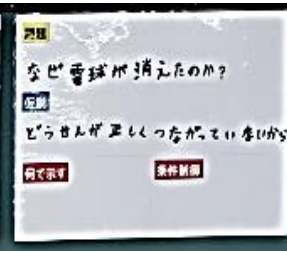
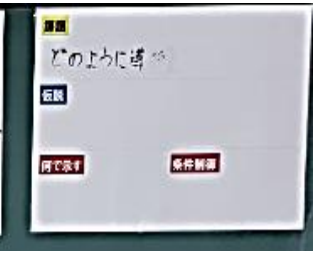
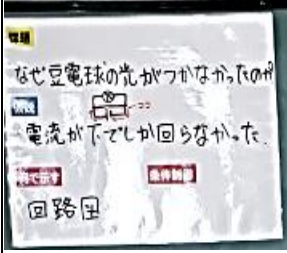
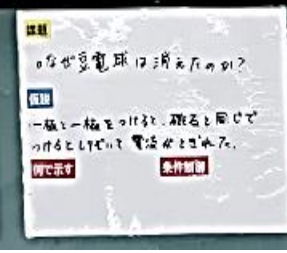
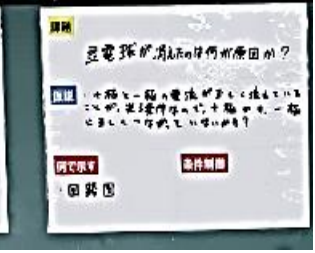
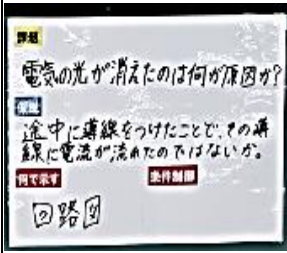
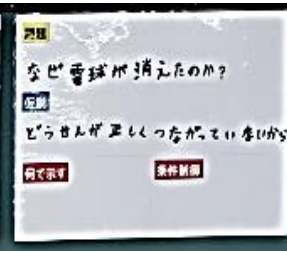
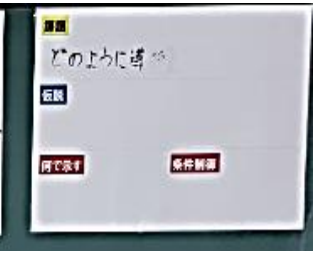
(ア) 第2時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 10分	1 前時の確認 提示された回路図を見て回路をつくる。 2 自然事象に対する気付き (1) 豆電球の単回路に並列に導線をつなぐとどうなるかを考える。 (2) 導線をつなぎ、豆電球の光が消えるのを見て、問題を見いだす。 (3) 問題の要因を挙げる。 3 課題の設定	・電流の規則性に関心が向くよう、豆電球の単回路に並列に導線をつなぐと何が起こるか問いかける。 ・短時間の接続で行うことを指示する。 ・つなぎ方や電流の流れ方など、事象の要因に関する発言を拾い上げ板書する。 ・探究の目的をもてるよう課題の類型と話型を示す。
展開 30分	【学習課題】(例) 回路に並列に導線をつなぐと豆電球の明かりが消えてしまうのは何が原因か。「原因」	
	4 仮説の設定 既習内容や経験を基に仮説を設定する。 (仮説例) 豆電球の明かりが消えていることが根拠で、電流がすべて接続した導線に流れていることが原因となる。	・仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。(提示された事象から推測する)
終末 10分	5 検証計画の立案 (1) 仮説を明らかにする方法を考える。 (2) 条件制御を考える。 (3) 検証計画を発表し、他のグループと学びを共有する。	・課題の類型ごとにグループ編成する。 ・電流計で電流の大きさを測る、回路図に示す等、解決方法の発想を支援する。 ・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。 ・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。
	6 実験・結果・考察 計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。	・実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。 ・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。
終末 10分	7 まとめ 各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。 電源の+極と-極が導線のみでつながると、その道筋に電流が流れてしまうことが原因となる。	・内容の補足、用語等を教える。 ・ショート回路
	8 振り返り ・視点E: 新たな疑問 ・視点F: 身に付けたいこと ・その他	◇【知・技】[学習シート] 回路図を用いながら回路には抵抗が必要であることを説明している。 ・006P 乾電池でスチールルールを燃やす演示を見せ、電流が大量に流れると危険であることを示す。 ・「探究の見通しシート」裏面の「8. 振り返り A~F」を参考に振り返りの記述を促す。 ◇【主体的】[学習シート] 電流の規則性に関する疑問や学びたいことを挙げ、単元の学習を見通そうとしている。

(イ) 第2時の授業の様子

「探究の見通しシート」を使った探究型の授業を第2時から開始した。まずは探究そのものの理解を図ることが必要であった。各学習過程の活動内容やそれぞれのつながり、「探究の見通しシート」の使い方などを説明しながら授業を展開した。生徒たちは、自身の力で課題等を設定する経験が乏しく、戸惑う姿が見られた。検証計画を終えるまで約40分の活動時間を要した。

学習活動	生徒の記述						○生徒の成長●指導を要する点☆活動解説
事象提示	豆電球1個の単回路に並列に導線をつなぐと豆電球の明かりが消える						
課題の設定	類型①	類型②	類型③	類型⑤	他	無記入	●要因に着目できず、「なぜ」という疑問から問題に昇華できない記述が見られる。
	14人	10人	2人	1人	3人	1人	
	(例) 電球の光が消えたのは何が原因か	(例) どのようにして消えたのか	(例) どのようなつなぎ方をしたら消えるのか	つなぎ方が変化すると、電流の流れ方はどうなるか	(例) なぜ光がつかなかったのか	どう	
仮説の設定	<ul style="list-style-type: none"> 無記入(7人) 正しい回路によぶんな導線を足すと正しい回路にならないからつかない(2人) 電流同士がぶつかってちがう方向に向かっちゃったから?(1人) 途中の導線に流れた(2人) 導線を増やすと電気の力が弱まることが根拠で光が消える原因となる(1人) 途中の導線にしか回らない(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> 正しい導線のつなぎ方ではないから(1人) N極とN極みたいにしりぞく(1人) 新しい導線に全部もっていかれた(1人) 一極と一極で磁石と同じではじいて電をとめる(3人) 導線が正しくつながっていないから(2人) 導線で+と-を同じにしたから(1人) 導線をもう1本足してみると光る(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> 一極と一極をつなげると磁石と同じでしりぞいて電をとめる(1人) 導線に電気が流れているから(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> 真ん中の導線がつながれたことで、豆電球に電が流れなくなり、つないだ導線にだけ電が流れる(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> 途中の導線に電が流れた(1人) 途中の導線に流れた(1人) 正しく回路を作るとよい(1人) 	無記入(1人)	<ul style="list-style-type: none"> ●課題とのつながりが少ない記述が多く、解決の見通しなく課題や仮説を設定している。そのため、検証できないものになっている。 ●要因を捉えていないため、思いつきの予想となり、空想的な表現が目立つ。 ●話型に当てはめられない生徒も多い。 ●各学習過程の間に思考のつながりが必要であるため、探究の手続きの理解を図ることが重要である。
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>気が消えた(熱と光はどこへ?) 豆電球があつたかい?</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>つけた導線? 電流 導線が増えたから、電気の力が分散した?</p> </div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p>① 電気の光が消えたのは、何が原因か?</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>3. 仮説を設定 導線を増やすと、電気の力が弱まることが根拠で、電気の光が消える原因となる?</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>6. 考察</p> </div> </div>							

<p>検証計画 の立案・ 結果・ 考察</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="296 192 584 483"> <p>他「なぜ」</p>  </td> <td data-bbox="584 192 871 483"> <p>他「なぜ」</p>  </td> <td data-bbox="871 192 1187 483"> <p>類型①</p>  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="296 483 584 775"> <p>類型①</p>  </td> <td data-bbox="584 483 871 775"> <p>他「なぜ」</p>  </td> <td data-bbox="871 483 1187 775"> <p>話し合いが進まなかった</p>  </td> </tr> </table>	<p>他「なぜ」</p> 	<p>他「なぜ」</p> 	<p>類型①</p> 	<p>類型①</p> 	<p>他「なぜ」</p> 	<p>話し合いが進まなかった</p> 	<p>☆課題の類型ごとに六つのグループを編成し、課題と仮説を決定し、検証計画の発想を行う。</p> <p>●思考のつながりができ見通しが立つことで、課題が適切でないことや仮説が妥当でないことに気づき、修正や再実験が起こると考えられる。</p>
<p>他「なぜ」</p> 	<p>他「なぜ」</p> 	<p>類型①</p> 						
<p>類型①</p> 	<p>他「なぜ」</p> 	<p>話し合いが進まなかった</p> 						
<p>まとめ</p>	<p>教師から、提示した事象についての解説を行い、演示を含めてショート回路とその危険性、「働きをする部分」が必要であることを教えた。</p>	<p>☆実験は行わなかった。</p>						
<p>振り返り</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="437 882 1066 1025"> <p>8. 振り返り</p> <p>自分で課題を設定するのだからとまとめた。</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="437 1025 1066 1149"> <p>8. 振り返り</p> <p>今日は、かた"い"をやっていけるのか"い"が"か"から"け"と"し"っかりと考えることか"で"きた。</p> </td> </tr> </table>	<p>8. 振り返り</p> <p>自分で課題を設定するのだからとまとめた。</p>	<p>8. 振り返り</p> <p>今日は、かた"い"をやっていけるのか"い"が"か"から"け"と"し"っかりと考えることか"で"きた。</p>	<p>●生徒は「探究の見通しシート」を眺めることが多く、その解釈に時間を費やした。自分で課題を設定する難しさを感じている。</p>				
<p>8. 振り返り</p> <p>自分で課題を設定するのだからとまとめた。</p>								
<p>8. 振り返り</p> <p>今日は、かた"い"をやっていけるのか"い"が"か"から"け"と"し"っかりと考えることか"で"きた。</p>								

イ 第3時

(ア) 第3時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 10分	<p>1 自然事象に対する気付き</p> <p>(1) 豆電球2個の並列回路(A)と直列回路(B)のブラックボックスの違いに気付く。</p> <p>(2) 2つのブラックボックスに違いが現れる要因を挙げる。</p> <p>2 課題の設定</p>	<p>・直列回路では電池を直列に、並列回路では電池を並列につないで同じ明るさにし、どちらのブラックボックスも乾電池2個、豆電球2個、導線で回路が作られていることを知らせた上で、A→Bの順に片方の豆電球を外したときの違いに気付けるようにする。</p> <p>・つなぎ方や電流の流れ方など、事象の要因に関する発言を拾い上げ板書する。</p> <p>・探究の目的をもてるよう課題の種類と話型を示す。</p>
展開 30分	<p>【学習課題】(例) どのように導線をつないだら、片方の豆電球をはずしたときもう片方は点灯する回路と消える回路がつくれるのか。「方法」</p> <p>3 仮説の設定</p> <p>既習内容や経験を基に仮説を設定する。</p> <p>(仮説例) 乾電池のつなぎ方が2種類あるように、並列につなぐとA、直列につなぐとBになる。</p> <p>4 検証計画の立案</p> <p>(1) 仮説を明らかにする方法を考える。</p> <p>(2) 条件制御を考える。</p> <p>(3) 検証計画を発表し、他のグループと学びを共有する。</p> <p>5 実験・結果・考察</p> <p>計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。</p>	<p>◇【思・判・表】[学習シート]</p> <p>回路の電流の流れ方に着目し、現象に影響を与える要因を抽出しながら見通しをもって仮説を立てている。</p> <p>・課題の種類ごとにグループ編成する。</p> <p>・回路をつくる、回路図に示す等、解決方法の発想を支援する。</p> <p>・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。</p> <p>・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p> <p>・実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。</p> <p>・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p>
終末 10分	<p>7 まとめ</p> <p>各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。</p> <p>1本の道筋でつながっている回路を直列回路といい、片方の豆電球をはずすと回路が途切れてしまう。枝分かれしている回路を並列回路といい、片方の豆電球をはずしても、もう片方は電流の道筋ができています。</p> <p>8 振り返り</p> <p>・視点A：科学的な探究の自己評価</p> <p>・その他</p>	<p>・内容の補足、用語等を教える。</p> <p>・直列回路、並列回路</p> <p>・「探究の見通しシート」裏面の「8.振り返りA～F」を参考に振り返りの記述を促す。</p>

(イ) 第3時の授業の様子

記述の内容には不十分さがうかがえるが、課題は全員が記入することができ、検証計画を終えるまでの時間も約25分と短くなった。また、生徒が選択した類型の散らばりが減った。しかし、生徒の活動は、教師の指示への作業にとどまり、一つ終わると思考活動を止め、次の活動を促されるまで待つ、受動的な姿勢であった。つまり、探究が自らのものになっておらず、与えられることを待っているのである。

仮説の設定では、事象の要因を捉え、「探究の見通しシート」を使いながら話型に当てはめ、表現しようとしていた。しかし、根拠が不十分なため、論として成立した仮説には至っておらず、解決の方法が見通せないままである。そのため、実験に入ってもどうすればよいのか戸惑っていた。途中、教師が回路図を使って考え方の支援を行ったため、解決の見通しがつき実験を進められたが、ほとんどのグループが結果や考察の記入を終えることができなかった。

学習活動	生徒の記述			○生徒の成長 ●指導を要する点 ☆活動解説
事象提示	2つの豆電球が同時に点灯しているブラックボックスAとBがあり、片側の豆電球をはずすと、Aでは残りの豆電球は点灯したまま、Bでは残りの豆電球も消える。			
課題の設定	類型①	類型②	類型③	●どの生徒も事象提示からAとBの違いに気付きを得たが、類型①では消えることに、③では点くことに問題が偏っている。
	17人	5人	10人	
	(例) Bの電球が消えたのは何が原因か	(例) どのようにしてAとBの現象になったのか	(例) どのようなつなぎ方をしたらAもBも点くのか	
仮説の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・無記入(2人) ・Aは正しいつなぎ方でBは正しくない(2人) ・回路のつなぎ方によって電流が途切れたりつなぐったりする(2人) ・回路のつなぎ方が原因(5人) ・直列、並列で変わる(4人) ・+極と-極がしっかりつながっていない(1人) ・豆電球の光が点く条件が根拠で、+極から-極まで電流が流れていないのが原因(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> ・無記入(4人) ・導線のつなぎ方を変えればAとBのような現象が起きる(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> ・無記入(1人) ・直列つなぎ、並列つなぎ(4人) ・Bは並列つなぎだから点かないのが根拠で、直列つなぎにすれば点く(3人) ・+極と-極をうまくつなぎ合わせる(1人) ・回路が違う、乾電池の位置(1人) 	<ul style="list-style-type: none"> ●「つなぎ方」を事象の要因として抽出することはできている。さらに話型を使いこなし、「どのようにつなぐと」「何が根拠で」「どうなる」という、方法の見通しにつながる思考ができるようにしたい。 ●「正しい、正しくない」や「つながっていない」などの思い込みで述べているものもある。
<p style="text-align: center;">気付き・疑問 メモ</p> <p>A片側とって豆電球が点いた B片側とって豆電球は点かなかった。</p> <p style="text-align: center;">考えられる要因 メモ</p> <p>つなぎ方?</p>				
<p>③ どのように回路をつなぐかは、Bでも豆電球が点くようになるのか。</p>				
<p style="text-align: center;">3. 仮説を設定</p> <p>を立てる Bがつかんかったのは、多分並列つなぎだったからということが根拠で直列つなぎにすれば、Bでもつく。</p> <p style="text-align: right;">6. 考察</p>				

ウ 第4時

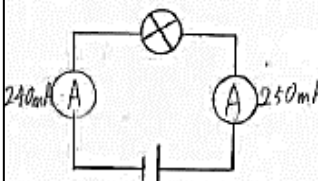
(ア) 第4時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 10分	1 自然事象に対する気付き (1) 豆電球1個の回路を回路図で表す。 (2) 電流の流れるイメージを図に示し、交流する。 (3) 互いのイメージを比較し、違いから回路に流れる電流の大きさについて問題を見いだす。 (4) 要因抽出 2 課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 電流のイメージを表現させることで、電流の大きさについての課題につなげられるようにする。 図を比較させることで、電流の概念の違いに気づけるようにする。 電流の大きさや光、電子の流れ方など、事象の要因に関する発言を拾い上げ板書する。 探究の目的をもてるよう課題の類型と話型を示す。
展開 30分	<div data-bbox="292 689 1377 752" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 【学習課題】 (例) 働きをする部分の前後で電流の大きさは、どうなっているのか。「正体・定義」 </div> 3 仮説の設定 既習内容や経験を基に仮説を設定する。 <div data-bbox="292 846 1377 909" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> (仮説例) 電流は+極から出て-極まで戻ってくるので、働きをする部分の前後で電流の大きさは変化しない。 </div> 4 検証計画の立案 (1) 仮説を明らかにする方法を考える。 (2) 条件制御を考える。 (3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。 5 実験・結果・考察 計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。 (小4：電流のはたらき) 課題の類型ごとにグループ編成する。 測定結果を表にする、回路図に示す等、解決方法の発想を支援する。 変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。 計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。 電流計をはさむときに導線の本数を変えない等、実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。 ◇【思・判・表】[学習シート] 測定結果を解釈し、電流の規則性について見だし表現している。 結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。
終末 10分	6 まとめ 各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。 <div data-bbox="244 1480 727 1592" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 働きをする部分の前後で、流れている電流の大きさは変わらない。 </div> 7 振り返り <ul style="list-style-type: none"> 視点D：新たに解決すべき課題 その他 	<ul style="list-style-type: none"> 内容の補足、用語等を教える。 <div data-bbox="786 1413 1406 1480" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> 働きをする部分の前後 $I_1 = I_2$ (原則①) </div> <ul style="list-style-type: none"> 「探究の見通しシート」裏面の「8. 振り返り A~F」を参考に振り返りの記述を促す。 ◇【主体的】[学習シート] 直列回路や並列回路についての電流の規則性に着目して次の課題を見いだそうとしている。 <div data-bbox="292 1805 1377 1872" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 直列回路や並列回路でも成り立つのか調べてみたい。 </div>

(イ) 第4時の授業の様子

生徒は「探究の見通しシート」の内容を理解してきており、選択する課題の類型がほぼ収束するようになった。自分の気付きをうまく話型に当てはめられず、苦勞する生徒も見られる。そのような生徒も、グループ編成後の対話の中で理解しようとする姿はうかがえた。

振り返りでは、単回路で得た学びから発想し、直列回路や並列回路の電流の規則性について問題を見いだした生徒が16人だった。また、自己の探究を振り返り、解決の妥当性を検討しようとする記述も見られた。

学習活動	生徒の記述			○生徒の成長 ●指導を要する点 ☆活動解説
事象提示	回路を流れる電流のイメージを図に表したものを互いに比較し、その違いから問題を見いだす			
課題の設定	類型④	類型⑤	確かめられない課題	○話型を使って課題を設定できるようになってきた。 ●当てはめる言葉に応じて元の話型の表現を変えられず、ごこちない表現のままの課題も見られる。
	28人	1人	3人	
	(例) 豆電球を通る前の電流の強さと通った後の電流の強さはどうなっているのか、働きをする部分を通ったときに電流はどう変化するのか	働きの部分で+極側と-極側にはどんなきまりがあるのか	<ul style="list-style-type: none"> 大きさとイメージの違いにはどのような関係があるのか 電流の正体は何か 電線の中はどのように+極から-極まで伝わっているのか 	
仮説の設定	<p style="text-align: center;">3. 仮説を設定</p> <p>電流は豆電球を通る時に光や熱に変化すると思うので豆電球を通った前後で電流の大きさは変化する。</p> <p style="text-align: center;">3. 仮説を設定</p> <p>私は電流の強さは同じだと思う!!</p>			☆本時では、自身の電流のイメージを予想として扱った。
検証計画の立案・結果・考察	<p>・4つのグループは、大きさが変わらないと判断。技能面では、まだ電流計の理解が浅く、一端子すべてのスケールで毎度計測を行い、時間がかかっていた。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>5. 結果</p> <p>前 0.3 A) 5A まで 後 0.3 A)</p> <p>前 ? A) 50mA 後 ? A) 危険。</p> </div> <p>・1つのグループだけ大きさに違いが出た。他の班と結果が異なり「実験が失敗した」とだけ処理してしまった。探究では、自分や他者の結果から総合的に判断して、仮説の妥当性を検討しなければならないこと、妥当だと判断できないものは、新たな仮説のもと、再実験を行う必要があることを説明した。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">5. 結果</p>  <p style="text-align: right;">豆電球が熱をしたら電流が+極から-極に行くと感じた。</p> </div>			<p>☆前時までの生徒の課題や仮説等から、量的に捉える見方を働かせることは難しいと判断。また、回路を作るための知識・技能の不足を感じた。そこで、より科学的な捉えができるよう、量的な捉え方や計器の扱い等の指導を含めて、実験方法を教師から提示した。</p> <p>●明確な根拠を伴う仮説を設定しなかったため、見通しがなく、妥当性が判断できない。</p>

<p>まとめ</p>	<p>7. まとめ 今回の学習では、値をとする部分の前後で電流の大きさは、+-極どちらも変化しない事が分かった。大きさは変わらない。</p> <p>7. まとめ 電流は、はたきもする部分の前後で変化しない。</p>	<p>☆再現性の観点から、複数回の測定を行うことや他のグループのデータも重要であること、条件制御の必要性について説明を行った。</p>
<p>振り返り</p>	<p>8. 振り返り D 「大きさ」に変わりはないが、^{はたき}にことを踏まえて、今度は全部の回路の「大きさ」がわかる。予想と同じだった。積極的にメモして取りかき。周りの人とも交流して学びを深めることはできなかつたので、次は交流する。</p> <p>8. 振り返り 5Aの実験のとき、数値に差がでたので、その誤差の処理のしかたが課題だった。直列回路や並列回路は同じ実験をするとうなるかを確かめたい。</p> <p>8. 振り返り ・直列回路や、並列回路では、どうなるのか知りたい。 ・新しい原則を知りたい。</p> <p>8. 振り返り 他の班と結果がちがったので、なまかたを問は負かあると思うので、次はかえりたい。</p> <p>8. 振り返り 電流は、はたきもする部分の前後の大きさは変化しないというは本当かモーター、発光ダイオード、豆電球2つの場合はどうなるのかを調べたい。</p>	<p>○得た学びから、他の事象への適用を考えている。また、他者から学び深めようと考えている。</p> <p>○自己の探究を振り返り、結果処理の妥当性を検討している。また、他の事象についての問題を見いだしている。</p> <p>○本時の学びから、電流の規則性について興味関心をもった。</p> <p>○うまくいかなかった原因を改善しようとしている。こういったつまずきの経験から、条件制御の必要感が生じると考えられる。</p> <p>○一つの例で判断するのではなく、様々な具体のデータから一般化しようと考えている。</p>

エ 第5・6時

(ア) 第5・6時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 20分	<p>1 事前事象に対する気付き</p> <p>(1) 豆電球1個の回路に流れる電流の規則性について想起する。</p> <p>(2) 前時の学びを生かして、直列回路や並列回路の電流の流れ方について問題を見いだす。</p> <p>(3) 要因抽出</p> <p>2 課題の設定</p>	<p>・前時の振り返りで考えた課題を確認することで、本時の目的意識をもたせる。</p> <p>・電流の規則やつながり方の違い、測定点による違い等、問題の要因に関する発言を拾い上げ板書し、問題点を整理する。</p> <p>・探究の目的をもてるよう課題の類型と話型を示す。</p>
展開 60分	<div data-bbox="295 694 1420 795" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>【学習課題】(例) 直列回路や並列回路の各点を流れる電流の大きさには、どんなきまりがあるのか。「規則性・関係性・法則」</p> </div> <p>3 仮説の設定</p> <p>既習内容や経験を基に仮説を設定する。</p> <div data-bbox="295 884 1420 985" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>(仮説例) 働きをする部分の前後で電流の大きさは変化しないので、直列回路ではどの部分でも同じ大きさの電流が流れている。また、並列回路では、枝分かれした部分の電流の和が枝分かれ前と同じ大きさになる。</p> </div> <p>4 検証計画の立案</p> <p>(1) 仮説を明らかにする方法を考える。</p> <p>(2) 条件制御を考える。</p> <p>(3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。</p> <p>5 実験・結果・考察</p> <p>計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。</p>	<p>・仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。(前時のまとめ)</p> <p>・課題の類型ごとにグループ編成する。</p> <p>・並列部分の電流の和を示す等、解決方法の発想を支援する。</p> <p>・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。</p> <p>◇【思・判・表】[学習シート]</p> <p>見通しをもって解決の方法を立案している。</p> <p>・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p> <p>・実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。</p> <p>・導線の本数を変えないようにし、回路図を使って電流の大きさを調べる点を確認するよう促す。</p> <p>・並列回路では、枝分かれの前後での電流の関係に着目するよう促す。</p> <p>・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p>
終末 20分	<p>6 まとめ</p> <p>各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。</p> <div data-bbox="247 1579 742 1870" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>直列回路では、回路の各点を流れる電流の大きさはどこでも同じである。並列回路では、枝分かれする前の電流の大きさ、枝分かれした後の電流の和、再び合流した後の電流の大きさが等しい。また、どちらの回路でも、働きをする部分の前後で電流の大きさは変わらない。</p> </div> <p>7 振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・視点A：科学的な探究の自己評価 ・視点B：主体的な探究の自己評価 ・視点C：日常生活との関わり 	<p>・内容の補足、用語等を教える。</p> <div data-bbox="790 1512 1420 1624" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・直列回路 $I_A = I_B = I_C$ (原則②) ・並列回路 $I_A = (I_B + I_C) = I_D$ (原則③) </div> <p>◇【知・技】[学習シート]</p> <p>量的関係で直列回路と並列回路における電流の規則性について理解している。</p> <p>・「探究の見通しシート」裏面の「8. 振り返り A～F」を参考に振り返りの記述を促す。</p> <p>◇【主体的】[学習シート]</p> <p>自己の見いだした問題について見通しをもったり振り返ったりしながら科学的に探究しようとしている。</p>

(イ) 第5・6時の授業の様子

探究の手続きの理解に加え、電流の世界に関する基本的な概念が構築されてきており、科学的な探究や表現ができるようになってきた。また、課題や仮説を適切に設定できており、見通しをもった主体的な探究活動となった。

学習活動	生徒の記述		○生徒の成長●指導を要する点☆活動解説
事象提示	なし（前時の学びを生かした課題設定）		
課題の設定	類型④ 13人 (例) 直列と並列では働きをする部分の前後の電流の大きさはどうなっているのか	類型⑤ 20人 (例) 直列回路と並列回路には、電流の流れ方に違いがあるのか	☆類型④では、前時と異なる事象においても同様の規則が成立するか探究しようとしている。 ○類型⑤では、前時で得た学びを活用し、さらに新たな規則を見いだそうとしている。
	仮説の設定 ・電流が大きくなる（1人） ・単回路では変化がなかったもので、直列、並列でも前後で電流の大きさは変わらない（12人）	・原則①が根拠で、直列回路では電流の大きさは一定、並列回路では枝分かれ部分で弱く（1/2に）なる（12人） ・流れる電気の量が違い、直列は強く、並列は分けられるときに弱くなる（1人） ・原則①の通りになるので、電流の大きさに違いはない（5人） ・何か違いはある（2人）	
検証計画の立案・結果・考察	類型④のグループ 	類型⑤のグループ 	○指示を出さなくても次々と学習過程を進めていった。実験の開始と同時に、結果記入の回路図や表を準備したり、必要に応じて道具をそろえたりと見通しをもって活動する姿が見られ、主体的であった。 ○1時間で、直列回路の実験の結果を出し終えるグループもあった。 ☆2時間扱いの探究では、じっくりと検証計画まで考えられるため、生徒は実験以降の活動を円滑に進めることができた。

オ 第7時

(ア) 第7時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 10分	<p>1 自然事象に対する気付き</p> <p>(1) 異なる起電力の乾電池を使うと電流の大きさが変わることから、電圧の存在に気付く。</p> <p>(2) 電圧は電流を流そうとする働きであることや区間で測定できることを知り、電圧についての問題を見いだす。</p> <p>(3) 要因抽出</p> <p>2 課題の設定</p>	<p>・直列につないだ豆電球を1.5Vと9Vの乾電池で光らせたときの明るさの違いを見せ、電圧の存在に気付けるよう問いかける。</p> <p>・電圧計で電源電圧を測って数値を示し、区間で測定できることを理解させる。また、回路のどの部分にどれだけの電圧が加わっているか興味をもてるように問いかける。</p> <p>・豆電球や導線、スイッチなど電圧が加わる可能性のある部分を整理する。</p> <p>・探究の目的をもてるよう課題の類型と話型を示す。</p>
展開 30分	<p style="text-align: center;">【学習課題】(例) 電源の電圧は、回路のどの区間に加わるものなのか「規則性・関係性・法則」</p> <p>3 仮説の設定 既習内容や経験を基に仮説を設定する。</p> <p style="text-align: center;">(仮説例) 電源の電圧は、電流を流そうとする働きなので、回路のどの区間にも同じ大きさが加わっている。</p> <p>4 検証計画の立案</p> <p>(1) 仮説を明らかにする方法を考える。</p> <p>(2) 条件制御を考える。</p> <p>(3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。</p> <p>5 実験・結果・考察 計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。</p>	<p>・仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。(導入での説明、ショート回路)</p> <p>・課題の類型ごとにグループ編成する。</p> <p>・豆電球1個の回路で解決を図ることを指示する。</p> <p>・電圧計で測定する、回路図に示す等、解決方法の発想を支援する。</p> <p>・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。</p> <p>・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p> <p>・電圧計の使い方について電流計との違いを説明する等、実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。</p> <p>・導線区間の電圧の大きさが0Vを示すことに戸惑う生徒には助言する。</p> <p>・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p>
終末 10分	<p>6 まとめ 各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。</p> <p style="text-align: center;">電源の電圧は、働きをする部分に加わる。また、導線部分に加わる電圧の大きさは0Vと考える。</p> <p>7 振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・視点D: 新たに解決すべき課題 ・その他 <p style="text-align: center;">直列回路や並列回路ではどんな規則性が成り立つのか調べてみたい。</p>	<p>・内容の補足、用語等を教える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> ・電流を流す働きを電圧、単位は [V] ・電圧は働きをする部分に加わる (原則④) ・導線部の電圧 = 0V (原則⑤) </div> <p>◇【知・技】〔学習シート〕 回路に加わる部分に着目して、電圧の基本的な概念について理解している。</p> <p>・「探究の見通しシート」裏面の「8. 振り返り A~F」を参考に振り返りの記述を促す。</p> <p>◇【主体的】〔学習シート〕 直列回路や並列回路についての電圧の規則性に着目し、次の課題を見いだそうとしている。</p>

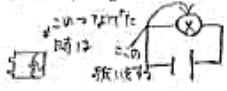
(イ) 第7時の授業の様子

第7時では、検証計画に重点を置くために、展開を変更した。簡単な作業を通して電圧の基本的な事項を教え、それを基に、探究の手続きを踏まえた問題、課題、仮説を教師から提示した。また、初めて電圧の概念に触れる授業であったため、電圧計の扱い方についても説明した。

検証計画が課題や仮説に正対したものになること、条件制御の考え方、量的な結果の示し方について指導を行った。しかし、条件制御については、この時点では抵抗の概念について学習しておらず、抵抗を変数として扱えないため、測定値に影響が出る誤差の原因について考えさせるに留まった。

振り返りの記述にもあるように、方法の見直しをもってスムーズに実験を行う姿が見られた。

学習活動	生徒の記述	○生徒の成長●指導を要する点☆活動解説																
事象提示	乾電池につなげた豆電球の明るさを強くすることを通して「電圧」について知る																	
課題の設定	<p>(教師による提示)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1. 問題を発見</p> <p>気付き・疑問 メモ</p> <ul style="list-style-type: none"> 電圧は、電流を押し流そうとするはたらき(ボルト[V]) 電源電圧は、電流の流れにくい区間に加わる 電圧計は、区間に並列につなぐ <p>単回路では、回路のどの区間に電圧が加わっているの?</p> <p>考えられる要因 メモ</p> <ul style="list-style-type: none"> 回路の中で、電圧が加わる可能性があるのは、「働きをする部分」と「導線の区間だ。」 </div> <p>2. 課題を設定</p> <p>番号番号 学習課題</p> <p>5</p> <p>電源の電圧は、回路のどの区間に加わるもの(きまり)なのか</p>																	
仮説の設定	<p>3. 仮説を設定</p> <p>電圧は、電流の流れにくい区間に加わることが根拠で、働きをする部分がある区間に加わり、働きをしない導線の区間には加わらない。</p> <p>4. 検証計画を立てる</p> <p>仮説を 何で示す</p>																	
検証計画の立案・結果・考察	<p>4. 検証計画を立てる</p> <p>仮説を 何で示す</p> <p>回路図と表(数値)</p> <p>どの要因が影響?</p> <p>変化させる要因は? 変化させない要因は?</p> <p>電圧計の場所以外かえすよ</p> <p>5. 結果</p> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td></td> <td>3V</td> <td>15V</td> <td>300V</td> </tr> <tr> <td>①</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>1.7</td> <td>1.7</td> <td>X</td> </tr> </table> <p>働きをしない部分は電圧がかわらなくて良かった。働きをする部分は電圧がかわっていた。</p> <p>考察</p> <p>仮説は正しかったと言える 課題の解決につながった。石黒少年の課題に対して働きをする部分に加わる、ということがわかった。</p>		3V	15V	300V	①	X	X	X	②	X	X	X	③	1.7	1.7	X	<p>○測定場所や測定の手順などの方法の見直しを立てることができるようになり、その後の実験をスムーズに行うことができている。</p> <p>☆条件制御を行わなければ明らかにならない問題ではないため、条件制御についての十分な指導ができていないのが現状であった。そのため、誤差を小さくすることに着目して、変える条件と変えない条件を意識させる程度にとどまる。</p> <p>☆電源部分の電圧の測定を行わないグループも見られたが、新たな問題として見いだす可能性も加味して指導は行わない。</p> <p>○仮説の妥当性を考察できており、実験を行う意味理解や仮説の重要性の理解につながったと考える。</p>
	3V	15V	300V															
①	X	X	X															
②	X	X	X															
③	1.7	1.7	X															

<p>まとめ</p>	<p>7. まとめ 働きのしない部分は電圧がかわっていない。7に 働きのする部分は電圧がかわっていた。</p>  <p>7. まとめ 電圧計の結果が「ほぼ0」だ、たゞこれは働きのしてない 部分で、数値があるときは働きのする部分</p>	<p>○課題に対して、無駄がなく的確に まとめを表現できている(上、下)。 提示された課題であっても、そこ から目的を捉えて実験を行うこと ができたと言える。また、探究の進 め方も身に付いていると言える。</p>
<p>振り返り</p>	<p>8. 振り返り D 電圧がかわる部分について知れたので、次は、どのよう かわるのか。をしりたい。 ラミネートのうらにどの順番で検証するかの図をかいた ら実験がスムーズにできた。次やる!</p> <p>8. 振り返り 単回路のしくみがわかったため 直列回路や並列回路での加わりか たはどうなっているかが課題</p>	<p>○測定箇所や手順を見通すなど、実 験を円滑に進められるように工夫 をして、自分の力で問題を解決し ようとする意欲がうかがえる。探 究を自分のものとして主体的に遂 行しようとする態度が養われてい る。</p> <p>○本時の学びから次の課題を見いだ している。学んだことを次の探究 へ生かそうとする態度が養われて いる。また、知識及び技能が生徒自 身で体系的に習得されていくにし たがい、自分に必要な探究が明ら かになることが考えられる。生徒 が選択する課題の類型に収束が見 られるのも、このためではないか と考えられる。</p>

カ 第8・9時

(ア) 第8・9時展開案


段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 20分	1 自然事象に対する気付き (1) 電源の電圧が回路のどの部分に加わるかを想起する。 (2) 前時の学びを生かして、直列回路や並列回路に加わる電圧の規則性について問題を見いだす。 (3) 要因抽出	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の振り返りで考えた課題を確認することで、本時の目的意識をもたせる。 ・電圧の規則、流れにくさの異なる抵抗等、問題の要因に関する発言を拾い上げ板書し、問題点を整理する。
展開 60分	<div data-bbox="290 651 1378 752" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>【学習課題】(例) 直列回路や並列回路の各区間に加わる電圧の大きさには、どんなきまりがあるのか。「規則性・関係性・法則」</p> </div> 2 仮説の設定 既習内容や経験を基に仮説を設定する。 <div data-bbox="290 846 1378 947" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>(仮説例) 電源の電圧は働きをする部分に加わるので、直列回路でも並列回路でも電源と同じ電圧が全ての抵抗に加わる。</p> </div> 3 検証計画の立案 (1) 仮説を明らかにする方法を考える。 (2) 条件制御を考える。 (3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。 4 実験・結果・考察 計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。(前時の学習、電流の規則性) ・課題の類型ごとにグループ編成する。 ・どの部分の測定結果を示すのか等、解決方法の発想を支援する。 ・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。 ◇【思・判・表】[学習シート] 見通しをもって解決の方法を立案している。 ・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。 ・実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。 ・特に直列回路では、電源電圧と各抵抗に加わる電圧との和との関係を捉えられるように視点を与える。 ◇【思・判・表】[学習シート] 測定結果を解釈し、電流の規則性について見だし表現している。 ・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。
終末 20分	5 まとめ 各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。 <div data-bbox="236 1648 730 1845" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>直列回路では、各抵抗に加わる電圧の大きさの和は全抵抗の両端の電圧に等しく、並列回路では、各抵抗の両端の電圧は電源の電圧に等しくなる。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・視点A：科学的な探究の自己評価 ・その他 	<ul style="list-style-type: none"> ・内容の補足、用語等を教える。 <div data-bbox="788 1563 1430 1682" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・直列回路 $V = V_1 + V_2$ (原則⑥) ・並列回路 $V = V_1 = V_2$ (原則⑦) </div> <ul style="list-style-type: none"> ◇【知・技】[学習シート] 量的関係で直列回路と並列回路における電流の規則性に着目し理解している。 ・「探究の見通しシート」裏面の「8. 振り返り A～F」を参考に振り返りの記述を促す。

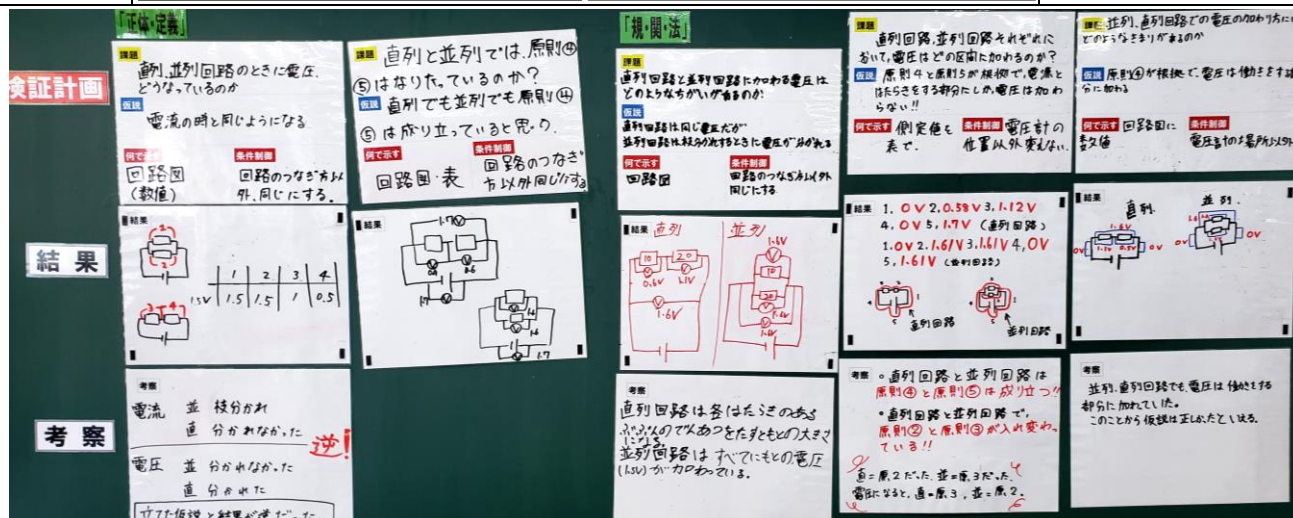
(イ) 第8・9時の授業の様子

探究を自分のものとしており、次々に学習過程を進めていた。1時間で全て実験結果を出し終えたグループもあった。一連の記述からも目的や解決の方法を明確にもち、見通しをもった実験となっていることがうかがえる。また、測定値の間違いに気付いて実験の方法を修正したり、これまでの知識と結び付けて考察したりしており、科学的に探究する力や態度が養われていることがうかがえた。

学習活動	生徒の記述				〇生徒の成長●指導を要する点☆活動解説	
事象提示	なし（前時の学びを生かした課題設定）					
課題の設定	類型④ 16人 直列、並列回路のときに電圧はどうなっているのか	類型⑤ A (8人) B (3人) C (4人)			その他 1人 他の所は？	☆類型⑤のB及びCは、前時の規則性が別の事象でも成り立つかを調べる探究、Aは前時の規則性を基にして、電圧についての新たな規則性を見いだすための探究となっている。
	仮説の設定	・無記入(1人) ・単回路のときと変わらない、原則④、⑤は成り立つ(9人) ・原則②、③が根拠で電流のときのように同じになる(4人) ・並列回路は分散、直列回路は単回路と同じ(2人)	・並列は分か れ、直列は電 源電圧と同 じ(6人) ・電流のとき と同じよう に2つに分 かれる(2 人)	・原則④、⑤ が根拠で 電源と働 きをする 部分にし か電圧が 加わらな い(3人)	・無記入(1 人) ・原則④が 根拠で電 圧は働き をする部 分に加わ る(3人)	
検証計画 の立案・ 結果・ 考察	類型④のグループの例 				類型⑤のグループの例 	☆類型④のグループは規則性について探究していることから本来は類型⑤である。しかし、類型選択が探究の拠り所となることに意味があるので、指摘しない。 ☆類型⑤では、前時に学んだ規則が適用できることを確認。さらに、データから新たな規則性に気づき、過去の学びと関係付けて考察を行っている。

まとめ	類型④のグループの生徒 7. まとめ 電圧は原則④・⑤が成り立っていた。 回路の電圧は、電流の時と逆だった。 原則②、③の逆	○自分の探究に加え、類型⑤のグループの結果からも学び、まとめを行っている。 ○電圧の規則性を十分表現できており、既習事項と関係付けて知識を体系化している。
	類型⑤のグループの生徒 直列回路は、各はたらきの電圧また元の大きさに、 並列回路は、全てに元の大きさの電圧が流れている。 よって、原則4、原則5は成り立っているが、電流の時とは逆で 原則2か並列回路、原則3か直列回路という結果になった。	

振り返り	第8時 類型⑤の生徒 8. 振り返り 今回の実験で、原則④、⑤がどう違うかわかった。原則④、⑤は7うようそう！	類型⑤の生徒 8. 振り返り 実験と直列もってこれてこの部分で原則をはかると、  だったから同じにな、2リクワクワした。	○実験途中で得られたデータの傾向からさらに見通しを強め、意欲を高めている(左右)。 ○自分なりの見通しをもっていたからこそ、その想定とのずれに驚きを感じたと考えられる。
	類型⑤の生徒 8. 振り返り B: ちよくれつとていれつのでんあつりくわりのちがいのけつをみかどした。ていれつはずして同じでちよくれつは、あはたそのでんあつをたすもとの大きさとどかるといふことはまげくたつた。いかにもよけあつてとてよけいれつてきた。	類型④の生徒 8. 振り返り 課題や仮説を立てて、どのようにするか、どのようにすればよいかを考え見直しもって授業ができた。	
第9時 類型④の生徒 8. 振り返り 課題や仮説を立てて、どのようにするか、どのようにすればよいかを考え見直しもって授業ができた。	類型⑤の生徒 8. 振り返り 回路のうちのどの部分の数値をはかればいいのかを頭に入れてから作業できた。		
類型⑤の生徒 8. 振り返り 今回の実験では、直列回路と並列回路では原則4,5が成り立っていること、原則2,3が電流の時と逆だったこととわかった。 見直しもってスム・スリ実験ができた。	類型④の生徒 8. 振り返り 回路を作り、締めずたできたので良かったです。 仮説と結果が逆だったけど、実験をせういくうちに見直しもってたので良かったです。		



検証計画

結果

1. 1.5V	2. 1.5V	3. 1.5V	4. 0.5V
---------	---------	---------	---------

考察

電流 並 横が分かれ
直 直分かれなかった

電圧 並 直分かれなかった
直 並分かれなかった

立てた仮説と結果が逆だった。

【図 12】 第 8・9 時における各グループの活動状況

キ 第10・11時

(ア) 第10・11時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 20分	<p>1 自然事象に対する気付き</p> <p>(1) 3.6V 用の豆電球の明るさが変わる様子を観察し、その要因を考える。</p> <p>(2) 豆電球が明るく変化するに従い、電流がどのように変化するかを捉える。</p> <p>(3) ブラックボックスの中でどんな操作が行われているか考え、事象の要因を挙げる。</p> <p>2 課題の設定</p>	<p>・ブラックボックスの中で乾電池の数を換え、電流の大きさが変わることで豆電球の明るさが変化していることを確認する。</p> <p>・乾電池を1個ずつ増やすことで、電流計の示す値が等間隔で大きくなることを捉えさせる。</p> <p>・電流と電圧の関係に気付けるようにする。</p> <p>・探究の目的をもてるよう課題の類型と話型を示す。</p>
<p>【学習課題】(例) 電圧と電流には、どのような関係があるのか。「規則性・関係性・法則」</p>		
展開 70分	<p>3 仮説の設定</p> <p>既習内容や経験を基に仮説を設定する。</p> <p>(仮説例) 乾電池を増やすと豆電球は明るくなり、乾電池の個数によって電流の大きさが決まってくるので、電圧と電流は比例関係にある。</p> <p>4 検証計画の立案</p> <p>(1) 仮説を明らかにする方法を考える。</p> <p>(2) 条件制御を考える。</p> <p>(3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。</p> <p>5 実験・結果・考察</p> <p>計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。</p>	<p>・仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。(導入の事象提示)</p> <p>・課題の類型ごとにグループ編成する。</p> <p>・グラフを作成する等、解決方法の発想を支援する。</p> <p>・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。</p> <p>◇【思・判・表】[学習シート]</p> <p>電流と電圧の関係について、独立変数と従属変数に着目しながら検証計画を立てている。</p> <p>・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p> <p>・実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。</p> <p>◇【知・技】[学習シート]</p> <p>実験で得られた測定値の誤差を考慮しながらグラフ化している。</p> <p>・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p>
終末 10分	<p>6 まとめ</p> <p>各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。</p> <p>回路の中で抵抗器に流れる電流の大きさは、抵抗器の両端に加わる電圧の大きさに比例する。</p> <p>7 振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・視点A：科学的な探究の自己評価 ・その他 	<p>・内容の補足、用語等を教える。</p> <p>・オームの法則</p> <p>・「探究の見通しシート」裏面の「8.振り返りA～F」を参考に振り返りの記述を促す。</p>

(イ) 第10・11時の授業の様子

直列につないだ乾電池の数に伴って変化する豆電球の明るさを、電圧と電流の関係に置き換えて捉えることができず、生徒たちは課題の設定に時間を要した。設定した仮説が、提示された事象そのものとなっているグループもあった。しかし、計画を発表し、互いに共有した後、他のグループから学ぼうとする姿勢が見られ、検証計画が修正されていった。また、2人で独自に電力に関する探究を進めるグループや、3人で解決すべき問題を徹底して探し続けるグループも見られ、自己の問題解決に向けて主体的に取り組んだ。

学習活動	生徒の記述		○生徒の成長●指導を要する点☆活動解説
事象提示	ブラックボックスの中で行われる作業（乾電池を直列に増やしていく）に伴って豆電球の明るさが変化する		
課題の設定 →仮説の設定	見いだした関係性や傾向から、適切に設定した課題	既習事項で自明な課題、事象そのもので自明な課題、解決不能な課題、表現が不完全な課題	○ほぼ類型⑤に集中し、「関係性」についての探究に目星を付けているが、定性的な捉えにとどまっている。しかし、「関係性」に着目できたのは、生徒が「話型」を抛り所として探究の方向性を絞るようになったからであると考え。 ●類型⑤1は本時のねらいにせまる課題であるが、仮説において見通しが浅い。 ○類型③を選択した2人は、グループ編成後の話し合いで類型①へ変更し、未習の「電力」に関する探究を行った。 ●類型⑤2～5の仮説は、事象そのものを繰り返したものである。 ☆電圧と電流の関係性が、本時で解決すべき問題となるような単元構成や事象提示の工夫が必要であった。
	6人	23人	
	類型①: 電圧と電流にはどのような関係があるのか →電流の大きさが変わると電圧の大きさも変わることから関係性がある(3人)、無記入(3人)	類型③: どのように電池を増やすと光が強くなるのか →電池の数を増やして並列つなぎにしているのではないか(2人) 類型②: 豆電球の明るさと電流、電圧にはどのような関係があるのか →電圧・電流を強くすると光も強くなる(10人)、無記入(2人) 類型③: 光の強さと電圧の関係は何か →電池の数を増やすと電圧が強くなり光の強さも強くなる(1人) 類型④: 電流と電圧の大きさにはどのような決まりがあるのか →電池を増やすと電流も電圧も大きくなっていく(1人)、電池を増やすと電力は増えていく(1人)、電力が上がるのが根拠で、比例している(1人) 類型⑤: 電池の数が変化すると電流、電圧はどうなるのか →電流を強くすると電圧は強くなる(1人) 類型⑥: 電流や電圧を強くすると、明かりの強さにどう関係するのか →働きをする力が強くなり、明るさに関係する(2人)	
		他の類型: なぜ電圧と電流を強くすると明かりが強くなるのか →電圧と電流が増えると働きをしようとする力が強くなるから(2人)	

検証計画 の立案・ 結果・ 考察	類型⑤-A 課題 豆電球の明るさと、電流、電圧にはどのような関係があるか。 仮説 石炭少年の実験が根拠で、明るくなるにつれて電流、電圧は大きくなる。 何で示す 数値 条件制御 電池の数以外変えない	類型⑤-B 課題 電流と電圧にはどのような関係があるのか。 仮説 電流を大きくすると電圧も大きくなる。 何で示す 表 条件制御 電池の数を変え、その他は変えない。	類型⑤-C 課題 豆電球の明るさと、電圧・電流には、どんな関係があるのか。 仮説 電圧・電流を強くする(電池を増やす)と豆電球の光が濃くなる。 何で示す 表にまとめる 条件制御 電路のつなぎ方、電池の数	☆類型⑤-C 班は課題の設定で悩んでいたが、類型⑤-Aの検証計画を聞いて「それだ。」と目を輝かせた。 ○類型⑤-D グループでは対話の中で「確実に②と③はない。現象を見たわけではないので①はない。今2つを比べたから関係性。」などと話し合い、課題を絞り込んでいた。また、仮説を考える際、事象提示時の測定値から「比例ではないけど近い」などと話し合っていた。このように要因を抽出・整理する姿が見られた。 ○どのグループも電流と電圧の測定を行ったことで比例の関係に気付いた。類型①の2人も比例関係を見いだすとともに、未習である電力について定性的に結果を導いた。その結果にさらに説明が必要と判断し、類型②「メカニズム」の視点から考えようとしていた。考察では、誤りはあるが、数式を用いて表現した。																			
	考察 電圧が大きくなるにつれ、電流も大きくなった。豆電球の明るさも大きくなった。	結果 <table border="1"> <tr><td>電圧(V)</td><td>1V</td><td>2V</td><td>3V</td><td>4V</td></tr> <tr><td>電流(A)</td><td>45mA</td><td>70mA</td><td>135mA</td><td>180mA</td></tr> </table>	電圧(V)		1V	2V	3V	4V	電流(A)	45mA	70mA	135mA	180mA	結果 <table border="1"> <tr><td>電圧計 (15V)</td><td>5V</td><td>10V</td><td>15V</td></tr> <tr><td>電流計 (5A)</td><td>0.25A</td><td>0.5A</td><td>0.75A</td></tr> </table>	電圧計 (15V)	5V	10V	15V	電流計 (5A)	0.25A	0.5A	0.75A	
	電圧(V)	1V	2V		3V	4V																	
	電流(A)	45mA	70mA		135mA	180mA																	
電圧計 (15V)	5V	10V	15V																				
電流計 (5A)	0.25A	0.5A	0.75A																				
電圧・電流の関係 	考察 電圧と電流は比例の関係だということが分かった	考察 電圧が2倍、3倍...になると電流も2倍、3倍...になり、比例の関係になる。																					
類型⑤-D 課題 電圧と電流と明るさにはどのような関係があるか? 仮説 電圧が大きくなると豆電球の明るさも明るくなる。 何で示す グラフ 条件制御 電池の数以外変えない	類型⑤-E 課題 電流と電圧が大きくなるには、どんな条件が必要か? 仮説 電池の数を増やすと、電圧・電流の電圧が大きくなるが、電流は折れ線グラフで表すと比例していると思う。 何で示す 折れ線グラフ (数値) 条件制御 電池の数以外一緒にする	類型⑤-F (3人) 課題 光の強さと電圧の強さには、どのような関係があるのか? 仮説 電圧を増やすと電圧も強くなる。 何で示す 数値 条件制御 電池の数以外変えない																					
		結果 <table border="1"> <tr><td>1個</td><td>70mA</td><td>+30mA</td></tr> <tr><td>2個</td><td>140mA</td><td>+20mA</td></tr> <tr><td>3個</td><td>210mA</td><td>+130mA</td></tr> <tr><td>4個</td><td>280mA</td><td>+20mA</td></tr> </table>	1個	70mA	+30mA	2個	140mA	+20mA	3個	210mA	+130mA	4個	280mA	+20mA									
1個	70mA	+30mA																					
2個	140mA	+20mA																					
3個	210mA	+130mA																					
4個	280mA	+20mA																					
考察 電圧と電流には比例の関係がある。電圧と電流が大きくなれば明るさも明るくなる。	考察 電圧と電流は比例の関係にある																						
類型① (2人) 課題 明りが強くなる現象が起きたのは何が原因か? 仮説 VとAが上がるとうるぎる力が強くなる 何で示す 数式 条件制御 電池の数以外	結果 <p>仮説の通りVとAが増えたと働きのする部分の力が強くなる!!</p>	考察 VとAは比例している $A \propto V$ $(V)(A) \text{ 電力}$																					

ク 第13時

(ア) 第13時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 10分	1 自然事象に対する気付き (1) 豆電球1個の回路に対し、直列回路の豆電球の明るさを比べる。 (2) 直列回路の豆電球が暗くなる要因を考える。 2 課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 抵抗を直列につなぐと、回路に流れる電流が小さくなることに気付けるよう事象提示する。 直列につなぐことで回路に流れる電流が小さくなることと回路の抵抗が大きくなったことを関連付けられるよう問いかける。 探究の目的をもてるよう課題の種類と話型を示す。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">【学習課題】(例) 豆電球を直列につなぐと、回路全体の抵抗はどうなるか。「規則性・関係性・法則」</div>		
展開 30分	3 仮説の設定 既習内容や経験を基に仮説を設定する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">(仮説例) 豆電球を直列につなぐと暗くなることから、各抵抗の和が回路全体の抵抗になる。</div> 4 検証計画の立案 (1) 仮説を明らかにする方法を考える。 (2) 条件制御を考える。 (3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。 5 実験・結果・考察 計画に基づき実験を行い、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。(導入の事象提示→同電圧に対して電流が小さくなる) 課題の種類ごとにグループ編成する。 オームの法則を使うことで回路全体の抵抗の値と各抵抗との関係を比較できるようにする。 どの部分を測定する、計算結果を示す等、解決方法の発想を支援する。 変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。 計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。 実験の注意事項や使用する器具等の助言をする。 <p>◇【知・技】〔学習シート〕 直列回路における電流・電圧の規則性やオームの法則を活用しながら、合成抵抗について理解している。</p> <p>◇【知・技】〔行動観察・学習シート〕 電流計や電圧計を正しく扱い、回路図を用いて理解している。</p> <ul style="list-style-type: none"> 結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。
終末 10分	6 まとめ 各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">抵抗を直列につなぐと、回路全体の抵抗はそれぞれの大きさの和となり、回路に電流は流れにくくなる。</div> 7 振り返り <ul style="list-style-type: none"> 視点C：見方や考え方の変化、日常生活 その他 	<ul style="list-style-type: none"> 内容の補足、用語等を教える。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> $R=R_1+R_2$ (原則⑧) 物質の形が長くなるほど抵抗は大きくなる。 抵抗で電流を制御できる。 </div> <ul style="list-style-type: none"> 「探究の見通しシート」裏面の「8.振り返りA～F」を参考に振り返りの記述を促す。

(イ) 第13時の授業の様子

第13時は、提示した事象から、直列回路全体の抵抗について問題を見いだすと想定していた。オームの法則を活用すれば、明確な根拠が支えとなる仮説を設定できる教材でもある。しかしこの時点では、抵抗の概念が十分に形成されておらず、抵抗の初歩的な概念の探究となった。それでも、生徒の思考に寄り添った授業を展開し、次の学びとの差を埋められるよう支援することは大切である。この学びを経ることで第14時では、並列回路全体の抵抗に関する問題を見いだすことに到達した。

また、生徒は「探究の見通しシート」を拠り所に、主体的に探究の過程を進めることができるようになってきている。課題の設定等に時間がかかり結果を出せないグループもあるが、かけている時間の質も変化してきている。このことは、次項(2)イで述べる。

学習活動	生徒の記述					○生徒の成長●指導を要する点☆活動解説
事象提示	明るさに着目しながら豆電球1個の単回路と豆電球2個の直列回路を観察する					
課題の設定	類型①		類型⑤			☆個人ではなく、生活班ごとに課題や仮説の設定に取り組む。
	1班	2班	5班	4班	3班	
	抵抗(器)を増やすと、どうして豆電球の明かりが小さくなる	抵抗(器)を2つにすると、電流が小さくなるのは何が原因か	抵抗と電流にはどのような関係があるのか	抵抗(器)の多さと電流の大きさはどんなきまりがあるのか	抵抗器の数と豆電球の明るさには、どのような関係があるのか	●抵抗の概念形成が浅く、回路全体の抵抗の値の変化を、事象の要因として捉えられなかった。自分たちで更に抵抗の概念について追究する課題となった。知識及び技能の習得状況が、課題の質に影響を及ぼしていると考えられる。
仮説の設定	抵抗が大きくなったことで電流が流れにくくなるのが原因	直列回路は電圧が分散するから電流も分散する	反比例の関係にある	抵抗を多くすると電流の大きさは小さくなっていく	抵抗器の数を増やすと、豆電球の明るさは暗くなる	●1班は回路全体の抵抗に着目したが、オームの法則の活用に至らなかったため、結果を出せずに終わった。 ●2班は根拠が誤っており、検証が難しい。4班と3班は事象そのものを繰り返した仮説であり、修正が必要。
検証計画の立案・結果・考察	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>5班</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>4班</p> </div> </div>					○4班と5班の検証結果は見通しと一致した。結果の見通しが明確になっていたため、グラフを作成する生徒が打つプロットの位置に班員全員が注目し、反比例の形になることを楽しみにしていた。4班では全員でプロットの位置が正確にとられているか確認していた。5班では反比例の式に表すとオームの法則と一致し、実験の妥当性が確認でき、拍手する姿が見られた。 ●その他の班では、結果を出し終えることができなかった。4班と5班の結果と考察を参考に、まとめを行った。

まとめ	5 班の生徒	7. まとめ 反比例の関係 $T \propto \frac{1}{I}$ $I = \frac{V}{R}$ \downarrow $V = RI$ オームの法則と同じ	○生徒はオームの法則の式の変形を捉えることで、別の側面から深めることができた。次時の冒頭では、補足として触れた合成抵抗についても理解し、その後、並列回路全体の抵抗を要因として捉えた課題を設定できた。
	4 班の生徒	7. まとめ 電流の大きさと抵抗の数は反比例の関係があることが分かった。	
振り返り	5 班の生徒	8. 振り返り AとC 仮説と同じ $T \propto \frac{1}{I}$ 。 先を見通して実験できたし、班で「オームの法則と同じ」というところまで求められた T のおかげ。	○仮説を基にして、見通しをもった実験を行った。また、仮説に戻り、実験の妥当性の検討や正対した考察を行うとしたと判断できる。 ○自分たちで解決できたこと、グラフを使って結果を示すことができたことに達成感を感じている。 ○「実験は失敗だった」で片付けることなく、探究の手続きの改善を図ろうとする意欲を感じる。 ○自己のつまずきの調整を図ろうとしている。また、身近な事象に進んで関わろうとしている。 ○電源操作に誤りがあった。条件が変わることに気付き、最初からやり直すも時間切れ。本時の探究を通して、ようやく抵抗の基本的な概念を獲得した。
	4 班の生徒	8. 振り返り 1から班で決めて協力して結果を出せてよかった。グラフも自分の力で書けた。	
	1 班の生徒	8. 振り返り 実験をスムーズに進めることができなかつた実験の計画をしっかりと分かってから進めようとした。	
	2 班の生徒	8. 振り返り A、C 今回は実験までいったが結果の処理がうまくいかなかったから、次回は結果までいきたい。電圧や電流、電子レンジなどの身近にある電圧や電流に興味があった。	
	3 班の生徒	8. 振り返り 電池を増やすと電流が大きくなるけど、抵抗器を増やすと電流が小さくなることわかった。	

検証計画 「観・関法」

示す条件制御 抵抗と電流にはどのような関係があるのか？
 仮説 反比例の関係にある
 何で示す 表 抵抗器の数以外同じにする

原因 抵抗を増やすとどうして電球の明かりが小さくなる？
 仮説 抵抗が大きくなると電流が流れにくくなるから原因
 何で示す 表 条件制御 抵抗器の数しか変えない

結果 抵抗の数の電流の明かりグラフ
 抵抗の数の電流の明かりグラフ

考察 抵抗と電流は、反比例の関係だった。

$$I = \frac{V}{R}$$

考察 $I = \frac{V}{R}$ のグラフができた。抵抗の数が電流の大きさには反比例の関係がある。

【図 13】 第 13 時における各班の活動状況

ケ 第14時

(ア) 第14時展開案

段階	学 習 活 動	指導上の留意点 (◇評価)
導入 10分	<p>1 自然事象に対する気付き</p> <p>(1) 豆電球1個の回路に対し、並列回路の豆電球の明るさを比べる。</p> <p>(2) 回路に流れる電流の大きさがどうなったかを考える。</p> <p>(3) 同じ明るさになる要因を考える。</p> <p>2 課題の設定</p>	<p>・抵抗を並列につないだときの電流の大きさや回路全体の抵抗に着目できるように事象提示を行い、課題をもてるようにする。</p> <p>・豆電球の明るさが同じであることから、回路全体の電流が大きくなっていることに気付かせ、回路全体の抵抗と関係付けられるようにする。</p> <p>・探究の目的をもてるよう課題の類型と話型を示す。</p>
<p>【学習課題】(例) 豆電球を並列に増やすと、回路全体の抵抗はどうか。「規則性・関係性・法則」</p>		
展開 30分	<p>3 仮説の設定</p> <p>既習内容や経験を基に仮説を設定する。</p> <p>(仮説例) 豆電球を並列に増やしても豆電球の明るさが変わらないことから、回路全体の抵抗は小さくなる。</p> <p>4 検証計画の立案</p> <p>(1) 仮説を明らかにする方法を考える。</p> <p>(2) 条件制御を考える。</p> <p>(3) 検証計画を発表し、他のグループと互いに実験内容を共有する。</p> <p>5 実験・結果・考察</p> <p>計画に基づき実験を実行し、仮説と結果を比較して分析・解釈し、課題に正対した考察を行う。</p>	<p>・仮説発想の根拠を探せるよう、調べる、想起する等の支援をする。 (導入の事象提示→同じ大きさの電圧に対して電流が大きくなる)</p> <p>・課題の類型ごとにグループ編成する。</p> <p>・オームの法則を使うことで回路全体の抵抗の値と各抵抗との関係を比較できるようにする。</p> <p>・どの部分の測定する、計算結果を示す等、解決方法の発想を支援する。</p> <p>・変化させる要因、変化させない要因、伴って変化する要因について考えるよう促す。</p> <p>・計画を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p> <p>・実験の注意事項や使用する器具等の使い方について助言をする。</p> <p>◇【知・技】〔学習シート〕 並列回路における電流・電圧の規則性やオームの法則を活用しながら、合成抵抗について理解している。</p> <p>◇【知・技】〔行動観察・学習シート〕 電流計や電圧計を正しく扱い、回路図を用いて理解している。</p> <p>・結果と考察を記入した用紙を黒板に貼って発表させる。</p>
終末 10分	<p>6 まとめ</p> <p>各グループの結果・考察から多面的に捉えて学習のまとめを行う。</p> <p>抵抗を並列につなぐと、回路全体の抵抗が小さくなり、回路を流れる全体の電流は大きくなる。 また、各部の抵抗の値より小さくなる</p> <p>7 振り返り</p> <p>・視点C：見方や考え方の変化、日常生活</p> <p>・その他</p>	<p>・内容の補足、用語等を教える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>・ $1/R=1/R_1 + 1/R_2$ (原則⑨)</p> <p>・ 物質の断面積が大きくなるほど、抵抗は小さくなる。</p> <p>・ 温度によって抵抗が変わる。</p> </div> <p>・「探究の見通しシート」裏面の「8.振り返り A～F」を参考に振り返りの記述を促す。</p>

(イ) 第 14 時の授業の様子

第 14 時は、前時の学びで得た見方を働かせ、回路全体の抵抗に着目して問題を見いだしている班が多い。課題の設定では解決を見通して、仮説や検証計画との整合性を図ろうと悩む姿が見られた。回路に接続する抵抗器の数を増やしているのに、回路に流れる電流の大きさが大きくなっており、直列回路の場合と逆の現象が起きていることを捉え、驚きも見せていた。時間内に終えられず悔しがるも、主体的に問題解決に取り組む探究となった。

学習活動	生徒の記述					○生徒の成長●指導を要する点☆活動解説
事象提示	並列に豆電球を増やすと単回路に比べて流れる電流の大きさはどうなるか考える					
課題の設定	類型⑤					☆個人ではなく、生活班ごとに課題や仮説の設定に取り組む。本時の 1～5 班は、第 13 時の 1～5 班と対応。 ○1 班と 3 班では、回路全体の抵抗に着目して問題を見いだしている。 ●2、4 班は、2 変数の関係を問題とした表現となっているが、仮説を見ると回路全体の抵抗に着目していたことが分かる。
	5 班	3 班	1 班	4 班	2 班	
仮説の設定	原則⑦(並列 $I_1=I_2$) の電流バージョンになる	全体の抵抗の大きさは変わらない	直列では抵抗が大きくなったから、並列でも大きくなる	直列回路のときは抵抗の数を増やすと電流は小さくなったので並列でも原則⑧(全体抵抗 $R=R_1+R_2$) は成り立つ	並列回路では原則⑧は成り立つ	●5 班では、並列回路の電流の規則性から外れた予想となっている。誤りに気付くことができず、修正できなかった。新たな規則性を探し出そうとする意識が先行したあまり、確認を怠ったと考えられる。 ●仮説の設定に関する科学的に探究する力を高める次の段階として、明確な根拠を示すための指導が必要と考える。
検証計画の立案・結果・考察	1 班		4 班			●1 班では実験方法の誤りに気づき、再実験を行っていた。他の班においても、並列に抵抗を増やす場合に誤った回路のつなぎ方になる傾向があり、実験の技能の定着も必要である。 ○4 班の計画では、回路図で方法と手順を示しておいたため、テンポよく実験を進めることができ、考察まで書き終えることができた。ただし「個数との関係」というような陥りやすい誤りについては触れていきたい。

まとめ	4班の生徒	7. まとめ 今日の実験の結果から、直列回路では、並列、 並列回路は、抵抗する数が増えるほど、 電流は大きくなる。	●どの生徒も、4班の生徒のように並列回路における回路全体の抵抗について定性的に捉えることはできた。しかし、「なぜ、そうなるのか」を説明できるようになるには、オームの法則を活用して、定量的に分析を行う探究が必要であると考えます。
	4班の生徒	7. まとめ 並列回路で抵抗を並列に増やすと電流は大きくなっていった。つまり回路全体の抵抗は弱くなった。	
振り返り	5班の生徒	8. 振り返り BとC 自分達の結果までは、求めらないうたけど、 班員が「求めたか？ ね... 残念！」ってアツアツなこと がよかった。その思うまで熱心に叶えなや、アツ くて良かったと思う。	○見通していた活動を時間内に終えられず、悔しがる姿から、自分の力で探究の過程を遂行しようとする態度が養われていることが分かる。
	4班の生徒	8. 振り返り ・並列の場合も興味をもて取り組みこけた。 コンセントもたまたかに電圧も大きかったり 小さかったりしたところも と興味をもった。	○コンセントの仕組みと関係付けて並列回路の理解を深めようとしており、知識が体系化されてきていることが分かる。
	5班の生徒	8. 振り返り BとC 並列回路だと小さくなる 実験方法を見通してか ければこうりつが正しいと思った	○見通をもつて実験を行う必要感もっている。自らの学習を調整しようとしており、主体的に学習に取り組む態度が養われている。
	4班の生徒	8. 振り返り 抵抗を増やしていくごとに0.5Aずつ上 がっていたのでまとめやすかった。直列回 路の時の逆の結果だったことに驚いた。	☆これまでの認識とのずれが、新たな探究への機会ともなる。問題が一段掘り下がり、より科学的な仮説へと思考が深まっていくと考える。

課題 並列回路のとき、抵抗と電流にはどのような関係があるのか？

仮説 原則①の電流パターンになる？

条件制御 抵抗器以外同じ

何を測る 表 & グラフ

抵抗器の個数	電流 (mA)
2	380
4	
6	
8	

残念...

課題 並列回路で抵抗の大きさはどうなるのか？

仮説 抵抗の大きさは変わらない！全体の

条件制御 電圧器の数以外変えない！！

何を測る 表

結果
○抵抗器 1個 0.4 A
= 2個 0.9 A

課題 並列回路全体の抵抗はどのくらいなっているのか？

仮説 直列では抵抗が大きいから並列でも大きくなる。

条件制御 電圧器の数以外変えない！！

何を測る 表

結果 抵抗器

2個	0.5 A
3個	0.6 A
4個	0.7 A
5個	0.9 A

課題 並列回路の場合、抵抗の数と電流の大きさにはどのような関係があるのか？

仮説 直列回路のときは抵抗の数を増やせば電流は小さくなる。その並列回路でも原則①は成り立つ。

条件制御 電圧器の数以外変えない！！

何を測る 表

結果

5V ... 1A

5V ... 2A

5V ... 0.5A

5V ... 0.5A

考察
・並列回路の場合、抵抗を並列に増やしていくと、電流は大きくなる。この2つの数値の間には、比例の関係がある。

【図 14】 第 14 時における各班の活動状況

(2) 「探究の見通しシート」を用いて課題や仮説を検討する様子及び分析・考察

ア 課題を設定するために班で話し合う様子及び分析・考察

第13時の課題の設定場面において、問題を明らかにしようと疑問に感じた事象とその要因について検討している2班の生徒たちの発話プロトコルを【表11】に示す。

【表11】第13時の課題の設定場面における2班の生徒たちの発話プロトコル

	(事象提示後)	A6	でもこれってあれじゃないの、4番か、
A1	抵抗が2つになると抵抗の大きさは？	D3	3番
B1	大きさが変わるから電流が流れにくくなる。 <u>抵抗するか</u> <u>ら電流の流れが弱くなる、どんだん。</u>	B6	1, 2, 3ぐらい
A2	<u>1個でつないだとき前後(電流の)大きさが変わらない？</u>	A7	えっと5番ではない気がする
B2	変わらないはず。	B7	うん、5番は頑張ればいけるけど、ちょー頑張らないと無理
A3	何で2つのとき変わる？新たな疑問が出てくる。	A8	うん、で4番はできないこともないけど……
	(問)	B8	めんどくさい
C1	え、何番？	A9	1, 2, 3か
B3	1, 2, 3……これ頑張れば全部できるよ。やりやすかったら1, 2, 3のどれかだよ。	D4	どれか
D1	3かもしれない、でもわかんない。	A10	<u>1じゃね、何が原因でこうなった</u>
A4	これ2つにすると、ものによるけど、抵抗の力が大きくなる？2つにしなくてもできるよね。でも、単純に2つにするとなるってことが言えるんじゃない？じゃあ、抵抗増やすと1個目で弱って、電力がさらに弱まるってこと？	B9	1は単純すぎるんじゃない。3もいける
B4	<u>いやでもそうしたら、2個目がさ……。</u>	D5	<u>で、2番はなんかよくわかんない</u>
D2	1個目の方が明るくなる。	A11	<u>でも今回ってさ、なんで小さくなるかってことでしょ？何が原因かって</u>
B5	そう、明るくて、2個目は小さくなっていくから、ゆるくなるみたいになるから。	C2	<u>あ、そうだねー</u>
A5	<u>あーそっかー、それじゃあちょっとおかしくなる。えー</u> <u>どうしよう……なんでどんだん疑問が出てくる。</u>	D6	じゃあ1？
	(省略)	A12	1か2だね、あー、3でもいける、 (省略)
		A13	1だから何て書こう。 (問)
		A14	じゃあ俺こうしたよ。抵抗を2つにすると電流が小さくなるのは何が原因かって
		B10	おお

【表11】の班では、豆電球1個の単回路から2個の直列回路になると、回路を流れる電流が小さくなることに疑問をもっている。A1～A3では、事象の要因を抵抗と関係付けて考えようとしており、さらに、A4～A5では、既習事項と関係付けながら仮説とのつながりを見通し、解決可能な課題を模索している。つまり、解決可能な課題を考えるために「思考による問題解決の作業」が同時に始まっているのである。また、A6以降では、「課題の類型」を拠り所にして、探究の方向性を絞り込んでいる。この班では、最終的に時間内に結果を出し終えるまでに至らなかったが、探究の目的が自分たちの疑問の解決に起因しているため、検討を重ねて粘り強く取り組むことができたと考える。このように生徒は対話的に思考活動を行いながら、自分たちの探究の質が高まる方向に

時間をかけて取り組むように変容した。

「探究の見通しシート」が、生徒の主体的な学びを促すとともに、より確かな手続きをとろうとする思考活動を促し、科学的に探究する力や態度の涵養に寄与するものであることが生徒の姿に見て取れる。また、対話的な活動を促すことにもなり、互いに様々な見方や考え方に触れることで、一人では得られない深い学びへとつながることが期待される。

イ 仮説を設定するために班で話し合う様子及び分析・考察

第 13 時の仮説の設定場面において、既習事項を基にして科学的に現象を説明しようと班で話し合いをする、2 班の生徒たちの発話プロトコルを【表 12】に示す。

【表 12】 第 13 時の仮説の設定場面における 2 班の生徒の発話プロトコル

A1	ちょっといいっすか (探究の見通しシートを出す)。経験が根拠で、要因がほにゃらなることが原因となる。 (省略)	C1	あーこれですかっとする (他のグループが黒板に貼るのを見て) みんなはやい。
B1	さっきの (導入で見た演示) が根拠で・・・。	B4	やば。
A2	抵抗 2 つにすると電流・・・、直列回路のときって電流どうなるっけ?	A7	オッケー、こうなった、えっと、直列回路は電圧が分散ささるから電流も分散するんじゃないかな、あくまで俺の仮説だからね。
B2	どうだっけ。	D2	(首をひねって何かを説明しようとするが言葉にならない)
A3	ちょっとまって (過去の学習シートを探す)。	A8	よし、これを調べよう。じゃあ仮説はこれで。 (省略、その後も D と B が納得しない様子で話し合い)
D1	変わらなくね。	D3	(回路図を説明しながら) 電流は一定でしょ、ここ (+ 局側の抵抗) で抵抗する分、押してるってことでしょ、電流は分散ささってるってわけじゃないんじゃない?
A4	変わらないですね、これで何で小さくなるかってことが今回調べること。 (間)	B5	あー確かにそれを言うと、分散されてはない。
A5	あ、わかった、直列にしたときってボルト分かれるじゃん	A9	(2 人の話に入り) そっかー、違うかー・・・いや違う違う、ほら $V = V_1 +$ で、イコールじゃない・・・
B3	わかれる。		
A6	だから、かかるボルトが分散するから、電流も分散するんじゃないの?		

【表 12】の A1 のように、「探究の見通しシート」の話型を思考の拠り所にして、仮説の設定に取り組んでいる。その際、A4 のように目的意識をもちながら、B1 のように経験や、A2～A6 のように既習事項と関係付けて根拠を明らかにしようとしている。また、A7 の考えを基に、D3～A9 のように、仮説の妥当性をめぐって議論を行い、解決の見通しを立てようとしている。

生徒は探究型の授業を重ねること、そして、「探究の見通しシート」を拠り所に自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案する学習活動を重ねることを通して、【表 11】や【表 12】のように、既有知識と結び付けて論理立てながら、事象の原因や規則性などの説明を最適化する思考力や判断力を身に付けてきている。つまり、自らの問題の解決に見通しを立てながら学習過程を進められるようになってきたと言える。また、探究を自分のものとして粘り強く進めようとする主体的な姿へと変容が見られる。

時間内に自己の課題の解決に至らない場合にも、そこまでの思考活動の過程が質的に充実し、十分に事象と関わっているため、他者の探究の結果からでも学習内容について理解を深めることが

できていた。ただし、生徒たちはそれではよしとはしておらず、第 14 時の生徒の振り返り (p. 48) にも見られるように、時間内に自分たちの結論を出せないことに悔しさを感じている。そして、「次は見通しをもって仮説や課題を立てる (第 3 時、類型③-A の生徒の振り返り)」や「時間内にクリアできなかったので次からはここをこうすればこうなるという見通しをもって取り組む (第 5 時、類型⑤)」というように、自らの学習を調整しようと考え、探究への意欲を高めている。

これらのことから、科学的に探究する力や態度への手立ての有効性が確認できる。特に、科学的に探究しようとする態度については、15 時間の実践で顕著な高まりを見取ることができた。

(3) 15 時間の授業を終えての生徒の感想及び分析・考察

15 時間の授業を終えた生徒の感想には、自ら課題や仮説、検証計画づくりを行うことについて、新たな取組であったため最初は難しかったことが、過半数の生徒によって述べられている。しかし、次第に取り組めるようになり、よりよい学び方や自己の変容に気付きを得るようになったことについても述べられている。【表 13】に 16 名の生徒の感想を取り上げ、手立ての効果が読み取れる記述を示す。

【表 13】15 時間の授業を終えての生徒の感想から読み取れる手立ての効果

「探究の見通しシート」の効果に関する記述	自ら課題、仮説、検証計画づくりに取り組む効果に関する記述
<ul style="list-style-type: none"> ・自分で課題、仮説、計画を立てるのが少し難しかったけど、みんなで協力して立てることができた。<u>(①E1) 探究の見通しシートを使うことで、実験をスムーズに進めることができたのでよかった。</u> ・初めは自分で課題や仮説、計画を立てるのに手間取っていたけど、<u>(②1) だんだんと課題や仮説などをスムーズにかけるようになっていった。課題を決めるとき、仮説を設定するとき、探究の見通しシートをしっかりと活用して授業ができた。</u> ・授業では探究の見通しシートを見ながら <u>(①A1) 自分の知りたいものを解決するための課題をつくり、(②2) 要因を使って仮説や実験計画することができた。</u>今までの 15 時間は <u>(②3) 自分で考え、課題などを作っていたので自分で考える力が身についた</u>と思っ ・自分で課題を立てるのは難しかったけど、<u>(②4) やっていきにつれてしっかり立てられるようになったし、探究の見通しシートなどを使って仮説の設定や計画を立てることもできた。</u><u>(①A2) 取り組み方も自分で考えてやるので集中してやる</u>ことができた。自分の変容は、考える力が身についたし、<u>(③1) 話し合いも積極的</u>にできた。 ・自分で課題などの計画を立てて取り組んでみて、<u>(②5) 自分で考えて書くのがすごく考えられるし、すぐわかるのでよかった</u>です。<u>(①E2) 探究の見通しシートを活用することによって課題に</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・この 15 時間の授業以前の理科では、先生が立てた課題に沿って実験などをするという形だったが、<u>自ら課題を立て、どのような実験をすればよいかを考えること</u>によって、<u>(①A3) より学びが自分のものになったような気がした。</u>そしてなにより、<u>(①A4) グループで自立した実験をすることが自由にできてやりやすかった。</u><u>(①F3) 自分から学習に取り組む姿勢が育てられた</u>と思う。 ・この 15 時間の授業で <u>(②9) 自分で課題を設定し、自分で考え、答えを出すこと</u>によって、<u>物事を柔軟に考えられるようになった。</u>また、<u>(①B2) 実験を重ねるごとに粘り強く考えられるようになった。</u> ・最初は課題を立てるのにとっても苦戦してしまった。今までは先生の写してきたけど、自分でその日の課題を立てるのはとても大変だと分かった。<u>(①E4) でもそっちの方がよく理解することが</u>できる。それに、すべて自分で決めるから、<u>(①A5、E5) 何を調べるか、何をやるかが自分で考えられて楽しかった。</u><u>(①F4) そうすればもっとそれに興味をもつこともできていい。</u>(一部抜粋) ・自分で課題を立て、自分の考えた方法で実験し、<u>(②10) 確かめるべきところを見つけるという力が、以前の自分より付いた</u>気がします。 ・今までの授業と違って、みんなで意見を出し合って取り組むこ

<p>そって実験できたし、(①F1) 取り組む姿勢や意欲も前よりよくなりました。自分の (②6) 考える力や実行する力が上がり進歩したのでよかったです。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の 15 時間の授業で、探究の見通しシートを用いて電流や電圧について学びましたが、最初はついていけずにはいましたが、班で話し合っって実験をすすめていくうちに、(②7) 探究の見通しシートを見て、自分で課題や仮説を作れるようになりました。と(①F2) 同時に授業に対する意欲も高めることができました。 ・初めて自分で課題を立て、仮説、計画を 15 時間の授業の中でやって、難しいなとか思ったけど、(①E3) 自分で立てることによって、その課題に向かって授業をどんどん取り組むことができて、よい体験ができました。自分の取り組む姿勢・意欲を見返してみると、(③2) 分からないことなど、友達に聞き合い、分かったことなどたくさんあったなと思いました。(一部抜粋) ・最初は、自分で課題を設定したりすることが難しいと思っていたが、(②8) 設定するために必要な材料さえあれば、思っていたよりも簡単に設定できた。(一部抜粋) ・15 時間の学習の中で、電流のいろいろなことを学べたし、(①B1) みんなと違う考えをもつても、最後まであきらめず、ゴールまでたどりつく力が身につきました。学びに向かう力も、(③3) みんなで協力し合い、話し合ったりして、(①C1) 失敗しても次のこと、次どうすればよいかなどわかったり、身についたのでよかったです。自分で課題も立てられるようになったのでよかったです。(一部抜粋) 	<p>とがあまりなかったので、(③4) 人の意見を聞いていろいろな考え方が広がった感じがします。あと、(①E6) 自分で課題などを立てて、これからの進みが理解できたりすることができた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の授業は、自分で課題を設定したり、自分たちで実験をやったりと、最初は不安だったけど、(①E7) 自分たちで考えることによって、内容も入ってきやすかったし、(①C2) 取り組み方も目を重ねるごとに変わってきたと思いました。そして、(③5) 仮説、計画など、班のみんなで協力しながらできたし、たくさん話し合えてよかったです。(一部抜粋) ・最初は、電気系の学習、苦手だから嫌だと思っていたけど、(①D) 学習していくうちに自分が率先して実験や勉強をしていてすごいと思った。問題を解いているときに、(①E8) 先に習ったことから後に習ったことまで、全部つながっていることに気付いた。(①F5) 他の教科もつながっていると思うと何だか感動した。班活動で、(①E9) どう上手にいくかは、まず計画をしっかりたてることということもわかったし、いろいろな面で勉強になった。(一部抜粋)
---	--

【表 13】より、生徒は、「探究の見通しシート」が思考活動の拠り所となって、探究の過程を自ら進められるようになったことを実感していることがわかる。また、自ら課題や仮説、検証計画づくりに取り組むことで、自らの問題解決活動となり、生徒は学習意欲の高まりや学び方の変容を実感していることがわかる。

さらに【表 13】の下線部を分析すると、主に①「主体的な学びへの効果」や②「科学的に探究する力への効果」、③「対話的な学びへの効果」に分類することができる。それぞれ【表 14】～【表 16】に整理する。ただし、【表 14】に関しては、さらに A～F の観点を設けている⁽⁶⁾。

(6) A は「小学校学習指導要領解説 理科編」(2017) P.15 を、B と C は「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料」(2020) P.10 を、D～F は「解説 2017」を参考に、主体的に学習に取り組む態度を評価する際の観点とした。

【表 14】手立てによる「主体的な学びへの効果」が読み取れる生徒の記述

	①「主体的な学びへの効果」に関する生徒の記述
A：自らの活動としている	1、自分の知りたいものを解決するための課題をつくり 2、取り組み方も自分で考えてやるので集中してやることができた 3、より学びが自分のものになった 4、グループで自立した実験をすることが自由にできてやりやすかった 5、何を調べるか、何をやるかが自分で考えられて楽しかった
B：粘り強い取組	1、みんなと違う考えをもっても、最後まであきらめず 2、実験を重ねるごとに粘り強く考えられるようになった
C：自らの学習を調整	1、失敗しても次のこと、次どうすればよいかなどわかった 2、取り組み方も日を重ねるごとに変わってきた
D：進んで関わる	学習していくうちに自分が率先して実験や勉強をしていますすごい
E：見通し・振り返り	1、探究の見通しシートを使うことで、実験をスムーズに進めることができた 2、探究の見通しシートを活用することによって課題にそって実験できた 3、自分で立てることによって、その課題に向かって授業をどんどん取り組むことができ 4、でもそっちの方がよく理解することができる 5、何を調べるか、何をやるかが自分で考えられて 6、自分で課題などを立てて、これからの進みが理解できた 7、自分たちで考えることによって、内容も入ってきやすかった 8、先に習ったことから後に習ったことまで、全部つながっていることに気付いた 9、どう上手にいくかは、まず計画をしっかりと立てること
F：学習意欲	1、取り組む姿勢や意欲も前よりよくなりました 2、同時に授業に対する意欲も高めることができました 3、自分から学習に取り組む姿勢 4、そうすればもっとそれに興味をもつこともできていい 5、他の教科もつながっていると思うと何だか感動した

【表 14】に整理した生徒の記述のように、いずれの生徒からも自身の変容として主体的に学習に取り組む態度について述べられている。

まず、学習の動機付けとして、自身の知りたいことについての課題を設定するため、探究が自らの活動となる。これにより、学習意欲の喚起や自然の事物・現象へ進んで関わろうとすることにつながる。さらに、探究の目的が生徒自身の見いだした問題に起因しているため、知的好奇心に支えられ、自らの学習を調整しながら粘り強く取り組むことができる。その際、よりよい解決を行おうと「探究の見通しシート」を抛り所にするすることで、問題解決に向けての見通しをもったり振り返ったりすることにつながった。このように、「探究の見通しシート」を用いて、自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案することによって主体的な姿へと変容したことが言える。

【表 15】手立てによる「科学的に探究する力への効果」が読み取れる生徒の記述

②「科学的に探究する力への効果」に関する生徒の記述
1、だんだんと課題や仮説などをスムーズにかけるように
2、要因を使って仮説や実験計画することができた
3、自分で考え、課題などを作っていたので自分で考える力が身についた
4、やっっていくにつれてしっかり立てられるようになったし、探究の見通しシートなどを使って仮説の設定や計画を立てることもできた
5、自分で考えて書くのがすごく考えられるし、すぐわかる
6、考える力や実行する力が上がり
7、探究の見通しシートを見て、自分で課題や仮説を作れるように
8、設定するために必要な材料さえあれば、思っていたよりも簡単に設定できた
9、自分で課題を設定し、自分で考え、答えを出すことによって、物事を柔軟に考えられるようになった
10、確かめるべきところを見つけるという力

【表 15】に整理した生徒の記述のように、ほとんどの生徒が課題や仮説、検証計画に関する力の変容について述べていた。生徒は、それらを設定及び立案することは難しいと感じているが、単元を通して継続して行うことで、思考や表現がうまくできるようになってきたことを実感している。これは授業実践における生徒の学習の様子と合致する。科学的に探究する力が手立ての効果として高まっていることが言える。

ここで注目したいのが、記述「8」である。「探究の見通しシート」の「話型」は、その学習過程における必要な手続き、つまり、要因抽出や根拠となる既習事項と関係付けるなどといった思考活動を促すように作成しており、思考活動で見つけた「材料」を当てはめることで設定できるようになっている。「探究の見通しシート」を拠り所にし、「材料」を用いて表現できるようになったことから、手立てによる手続き理解及び、課題等の設定、立案に関する科学的に探究する力の育成への効果があったと考える。

また、記述「10」に着目すると、「確かめるべきところ」つまり、事象のどこに問題を見いだすべきであるかということに関する思考力や判断力を高める効果があったと言える。それは授業実践において、生徒が選択する類型に収束傾向が見られたことから分かる。さらに、その収束が「規則性・関係性・法則（類型番号⑤）」に向かったことから、問題を見いだすための思考力や判断力の高まりに伴って、本実践で扱ったエネルギー領域における特徴的な量的・関係的な視点で捉える「見方」が豊かになってきたことも考えられる。

しかし、思考力や判断力が高まりを見せるはずの授業実践終盤である第10・11時において、関係性を捉えられず適切に課題を設定できない生徒が多かった。また、第13時において、想定していた問題を見いだせなかった。これは、解決可能な課題を考える際に、問題についてうまく説明できそうな仮説を発想できなかったため、後の学習過程との整合がとれず、見通しある課題にならなかったからだと考える。また、その原因として、事象とその要因に関する知識及び技能が定着していなかったことや体系化されていなかったことで、発想につながらなかったことも考えられる。

【表 16】手立てによる「対話的な学びへの効果」が読み取れる生徒の記述

③「対話的な学びへの効果」に関する生徒の記述
1、話し合いも積極的に 2、分からないことなど、友達に聞き合い、分かったことなどたくさんあった 3、みんなで協力し合い、話し合ったり 4、人の意見を聞いていろいろな考え方が広がった 5、仮説、計画など、班のみんなで協力しながらできたし、たくさん話し合えて

【表 16】に整理した生徒の記述では、協働的な学習活動を通して学び合いが十分に行われたことが述べられている。授業実践第 10・11 時には、グループ編成後、課題を検討する際に議論まで起こっているグループが見られた（類型⑤-E の生徒の振り返り）。また、【表 11】、【表 12】に示した生徒たちのやり取りからもその様子が十分にうかがえる。これは、同じ「課題の種類」を選択した生徒でグループを編成したこと、その後それぞれの考えを基に課題と仮説の吟味を行い、検証計画を考える学習活動を取り入れたことの効果と言える。このように、対話が生徒の学びに有効に働く授業の実現にもつながった。

VIII 実践結果の分析・考察

1 調査問題の結果と分析・考察

令和2年8月21日に実施した授業実践前の事前調査及び10月8日に実施した授業実践後の事後調査の結果と分析・考察について以下に述べる。

(1) 事前調査と事後調査の結果と分析

【表8】に示した問題の事前調査及び事後調査の結果と、それぞれの全国正答率、事前と事後の結果の有意確率を【表17】に示す。

【表17】 調査問題の結果 (N=33) と全国正答率、有意確率

	H30						H27			
	9 (2)		8 (3)		4 (2)		3 (2)		6 (2)	
	正答数	誤答数	正答数	誤答数	正答数	誤答数	正答数	誤答数	正答数	誤答数
事前 [人]	4	29	3	30	8	25	17	16	8	25
事後 [人]	5	28	13	20	9	24	12	21	15	18
全国正答率 [%]	19.8		74.5		44.5		39.6		30.4	
事前と事後の有意確率及び有意差	1.0000 (両側) なし		0.0084 (両側) $p < .01$		1.0000 (両側) なし		0.3213 (両側) なし		0.1203 (両側) なし	

ア 事前調査における全国正答率を母比率とした直接確率計算の結果

事前調査の結果、それぞれの正答率は順に 12.1% (全国比-7.7 ポイント)、9.1% (-65.4)、24.2% (-20.3)、51.5% (+11.9)、24.2% (-6.2) であった。全国正答率と比べ有意に低く差が見られたのは、設問 8 (3) 及び設問 4 (2) であった。

㊦ 設問 8 (3) について

設問 8 (3) は、「課題の設定に必要な、問題を見いだす力」に関する設問である。

全国正答率 74.5% を母比率として直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.0000$ (片側検定) であり、5% 水準で有意であった。したがって、調査対象とした生徒群の正答率は全国と比較して低い状態と言える。

㊧ 設問 4 (2) について

設問 4 (2) は、「目的に応じた、検証計画を立案する力」に関する設問である。

全国正答率 44.5% を母比率として直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.0326$ (片側検定) であり、5% 水準で有意であった。したがって、調査対象とした生徒群の正答率は全国と比較して低い状態と言える。

イ 事後調査における事前調査の正答数と比較した直接確率計算の結果

事後調査では、設問 3 (2) で正答数減、それ以外は増となった。設問 8 (3) 及び 6 (2) では正答数に伸びが見られた。事前調査と比べ有意な差が見られたのは、設問 8 (3) であった。

㊦ 「課題の設定に必要な、問題を見いだす力」への効果

設問 8 (3) において、「事前調査：正答数 3 人、誤答数 30 人」「事後調査：正答数 13 人、誤答数 20 人」で直接確率計算を行った結果、その偶然確率は $p=0.0084$ (両側検定) であり、5% 水準で有意であった。したがって、授業実践によって 「課題の設定に必要な、問題を見い

だす力」を高めることへの効果があったと考えられる。

① 「要因を抽出する力」、「目的に応じた、検証計画を立案する力」への効果

設問9(2)、4(2)において、事前と事後の調査で正答数はほぼ変わらず、有意な差はない。したがって、授業実践によって「要因を抽出する力」や「目的に応じた、検証計画を立案する力」を高めることへの効果が見られなかった。

② 「仮説を確かめるための検証計画を立案する力」への効果

設問3(2)において、事前と事後の調査で有意な差は見られなかったものの、正答数が減少した。したがって、授業実践によって「仮説を確かめるための検証計画を立案する力」を高めることへの効果が見られなかった。

③ 「要因と関係付けた仮説を設定する力」への効果

設問6(2)において、事前と事後の調査で、正答数に伸びが見られたものの、有意な差は見られなかった。したがって、授業実践によって「要因と関係付けた仮説を設定する力」を高めることへの効果が見られなかった。

(2) 事前調査と事後調査の結果の考察

ア 課題の設定に関わって

設問8(3)の結果より、「探究の見通しシート」を用いて生徒自ら課題を設定できるようにする指導は、「課題の設定に必要な、問題を見いだす力」を高めることに有効な手立てであることが確認できた。これは授業において、生徒自身で自然の事物・現象から問題を見いだしたり、探究で得た学びを生かして次の問題を見いだしたりする活動を積み重ねた成果が表れたためだと考える。また、「探究の見通しシート」を活用する際、疑問を解決できる「類型」を絞り込んだり、新たな学びにつながる「類型」を絞り込んだりする中で、解決の方向性を見通しながら、適切に課題を設定するための思考力や判断力が高まったものとする。

授業実践の記述にも述べたように、生徒が選択する課題の類型は、授業実践の早い段階から収束傾向が現れ、規則性や関係性に向かった。このことから、手立てが課題の設定に関する科学的に探究する力へ早期に効果を及ぼすものであり、それが調査問題の結果に表れたと言える。

イ 仮説の設定に関わって

設問6(2)の結果からは、「要因と関係付けた仮説を設定する力」に関する科学的に探究する力への効果が有意に表れなかったが、手立てを通じた学習活動の積み重ねによる力の涵養が、調査問題における正答数の伸びに現れたのではないかと考える。

授業実践において生徒は、「話型」を用いながら仮説を設定しようとするものの、事象の要因を捉えきれず、論拠の乏しい仮説や予想にとどまることも多々あった。しかしながら、探究型の授業を重ねるに従い、生徒の活動は既習事項を根拠として関係付けながら、より科学的なものにしようとする思考活動へと変容が見られている。

「解説 2017」で示されているように、「科学的に探究する力は一挙に獲得できるものではなく、(中略)科学的な根拠を踏まえ、論理的な思考に基づいて行うように指導する必要」があり、「このような経験を繰り返す中で、科学的に探究する力や態度が育成される」ようになる。このことから、要因や根拠の抽出を促す「話型」を手立てとすることは、仮説の設定に必要な論理的な思考の手続きを身に付けることに通じ、この学習活動の継続により、思考力や判断力の涵養

が期待される。

ウ 検証計画の立案に関わって

設問9(2)、4(2)、3(2)の結果より、「要因を抽出する力」、「目的に応じた、検証計画を立案する力」、「仮説を確かめるための検証計画を立案する力」に関する指導に課題が見られた。

設問9(2)は、新たな疑問を追究するための「原因究明型」の探究に分類することができる。この型では「要因を抽出する力」が必要となる。伴って、蒸散の知識の他に、自然蒸発の知識を必要とし、制御変数として発想できなければならない。授業実践で扱った「電流」の単位では、事象の要因として電流や電圧、抵抗といった限られたものの知識しか扱っておらず、測定のために条件が変わらないように制御するに留まった。このことから、様々な単元での事象において、要因を抽出し条件制御の考え方をを用いて実験を計画する経験を重ねる必要がある。

設問4(2)は、「金網につくススの量(事象)」に影響を及ぼす要因が何かを確かめるための「原因究明型」の探究に分類することができる。目的である「空気の量(要因)による影響を確かめる」実験を計画するためには、事象に影響を及ぼす他の要因として「時間、距離、種類」などを抽出する力も必要となり、それらを制御変数として発想できなければならない。また、前提としてこれらの変数が事象に影響を与えるといった知識及び技能も必要となる。設問9(2)の場合と同様に、条件制御の考え方をを用いて実験を計画する学習経験を重ねることで「目的に応じた、検証計画を立案する力」の涵養を図る必要がある。

設問3(2)は、現象が起こる条件を確かめるための「プロセス・メカニズム解明型」の探究に分類することができる。現象が起こる条件として複数の要因が関係する場合、条件制御の考え方をを用いて、それぞれの要因の影響を証明していかなければならない。設問では、「水蒸気量(要因)が多く、気温差(要因)が大きいほど、一定時間に多くの雨が降る(事象)」という仮説を発想したうえで、一方の要因を独立変数、もう一方を制御変数とする「考え方」が必要となる。設問9(2)の場合と同様に、様々な事象を扱った経験が必要となる。

総じて、検証計画の立案に関する科学的に探究する力の育成のためには、様々な事象との関わりを通してそれらに関わる知識及び技能の体系化を図り、条件制御の考え方を働かせる経験を重ねる必要がある。これによって、生徒がより確かな手続きを伴った探究活動を行えるようになることが期待される。

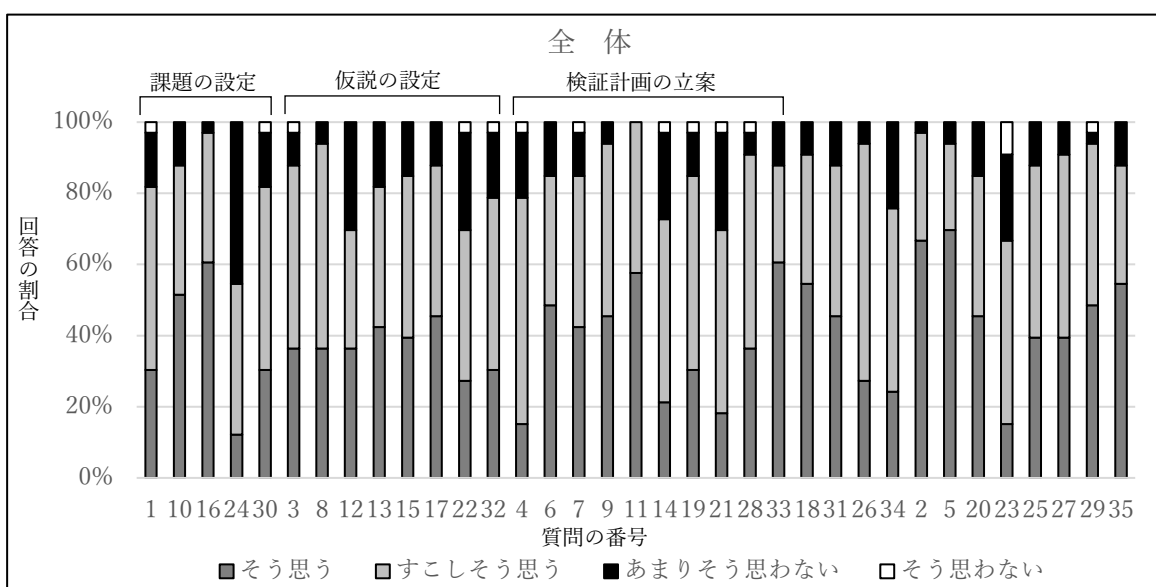
2 質問紙の結果と分析・考察

令和2年8月21日に実施した授業実践前の調査及び10月8日に実施した授業実践後の事後の結果と分析・考察について以下に述べる。

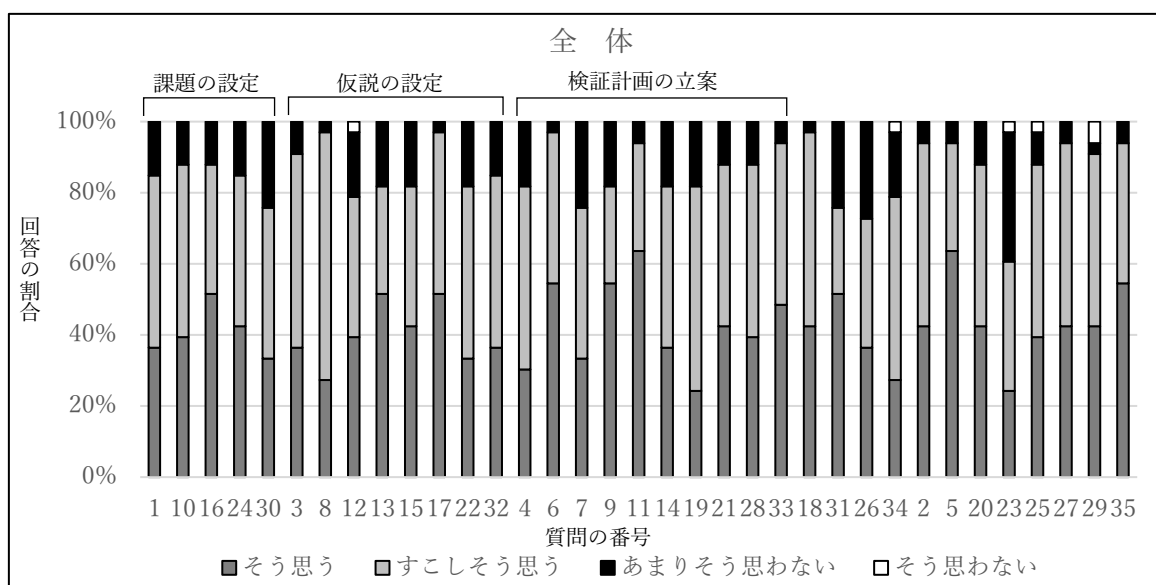
(1) 事前調査と事後調査の結果と分析

質問紙による事前調査の結果を【図15】に、事後調査の結果を【図16】に示した。「4. そう思う」と「3. すこしそう思う」を合わせて肯定的な回答とし、「2. あまりそう思わない」と「1. そう思わない」を合わせて否定的な回答として扱うことにした。

質問紙の回答で、4段階の評定をそのまま得点化し、質問項目ごとに平均値と標準偏差を求めた。また、肯定的な回答数と否定的な回答数に有意な差があるかを1×2直接確率計算（両側検定）を用いて調べた。これらの結果を質問の分類ごとに【表18】～【表21】に示した。



【図15】事前調査の全体の結果



【図16】事後調査の全体の結果

【表 18】課題の設定に関わる項目の平均値、標準偏差と有意差

質問 番号	事前調査				事後調査			
	平均値	標準偏差	有意確率	有意差	平均値	標準偏差	有意確率	有意差
1	3.09	0.75	0.0003	**	3.21	0.69	0.0001	**
10	3.39	0.69	0.0000	**	3.27	0.66	0.0000	**
16	3.58	0.55	0.0000	**	3.39	0.69	0.0000	**
24	2.67	0.68	0.7283	ns	3.27	0.71	0.0001	**
30	3.09	0.75	0.0003	**	3.09	0.75	0.0046	**

$p < 1\% : **$ $< 5\% : *$ $< 10\% : +$ なし : ns

【表 19】仮説の設定に関わる項目の平均値、標準偏差と有意差

質問 番号	事前調査				事後調査			
	平均値	標準偏差	有意確率	有意差	平均値	標準偏差	有意確率	有意差
3	3.21	0.73	0.0000	**	3.27	0.62	0.0000	**
8	3.30	0.58	0.0000	**	3.24	0.49	0.0000	**
12	3.06	0.81	0.0351	*	3.15	0.82	0.0013	**
13	3.24	0.74	0.0003	**	3.33	0.77	0.0003	**
15	3.24	0.70	0.0001	**	3.24	0.74	0.0003	**
17	3.33	0.68	0.0000	**	3.48	0.56	0.0000	**
22	2.91	0.79	0.0351	*	3.15	0.70	0.0003	**
32	3.06	0.78	0.0013	**	3.21	0.69	0.0001	**

$p < 1\% : **$ $< 5\% : *$ $< 10\% : +$ なし : ns

【表 20】検証計画の立案に関わる項目の平均値、標準偏差と有意差

質問 番号	事前調査				事後調査			
	平均値	標準偏差	有意確率	有意差	平均値	標準偏差	有意確率	有意差
4	2.91	0.67	0.0013	**	3.12	0.69	0.0003	**
6	3.33	0.72	0.0001	**	3.52	0.56	0.0000	**
7	3.24	0.78	0.0001	**	3.09	0.75	0.0046	**
9	3.39	0.60	0.0000	**	3.36	0.77	0.0003	**
11	3.58	0.49	0.0000	**	3.58	0.60	0.0000	**
14	2.91	0.75	0.0135	*	3.18	0.72	0.0003	**
19	3.12	0.73	0.0001	**	3.06	0.65	0.0003	**
21	2.85	0.74	0.0351	*	3.30	0.67	0.0000	**
28	3.21	0.69	0.0000	**	3.27	0.66	0.0000	**
33	3.48	0.70	0.0000	**	3.42	0.60	0.0000	**

$p < 1\% : **$ $< 5\% : *$ $< 10\% : +$ なし : ns

【表 21】 その他の項目の平均値、標準偏差と有意差

質問 番号	事前調査				事後調査			
	平均値	標準偏差	有意確率	有意差	平均値	標準偏差	有意確率	有意差
18	3.45	0.66	0.0000	**	3.39	0.55	0.0000	**
31	3.33	0.68	0.0000	**	3.27	0.83	0.0046	**
26	3.21	0.54	0.0000	**	3.09	0.79	0.0135	**
34	3.00	0.70	0.0046	**	3.03	0.76	0.0013	**
2	3.64	0.54	0.0000	**	3.36	0.59	0.0000	**
5	3.64	0.59	0.0000	**	3.58	0.60	0.0000	**
20	3.30	0.72	0.0001	**	3.30	0.67	0.0000	**
23	2.70	0.80	0.0801	+	2.82	0.83	0.2962	ns
25	3.27	0.66	0.0000	**	3.24	0.74	0.0000	**
27	3.30	0.63	0.0000	**	3.36	0.59	0.0000	**
29	3.39	0.69	0.0000	**	3.27	0.79	0.0000	**
35	3.42	0.70	0.0000	**	3.48	0.61	0.0000	**

$p < 1\% : **$ $< 5\% : *$ $< 10\% : +$ なし : ns

ア 質問全体の平均値と分散分析の結果

事前調査における質問全体の平均値は3.23、事後調査における質問全体の平均値は3.27であった。課題の設定に関わる分類の5項目の平均値は事前3.16、事後3.25、仮説の設定に関わる分類の8項目の平均値は事前3.18、事後3.26、検証計画の立案に関わる分類の10項目の平均値は事前3.20、事後3.28、その他の分類の平均値は事前3.31、事後3.27であった。これらの平均値の変化について分散分析を行った結果、いずれも有意な差は見られなかった。

イ 事前調査における平均値、標準偏差、1×2直接確率計算の結果

事前調査において、相対的に平均値が低く標準偏差が大きかった質問は、24、12、22、4、14、21、34、23であった。また、1×2直接確率計算の結果、24と23は回答状況に有意な差が見られなかった。12、22、14、21では5%水準で、それ以外の質問では1%水準で肯定的な回答が否定的な回答に比べて有意に多かった。

ウ 事後調査における平均値、標準偏差、1×2直接確率計算の結果

事後調査において、相対的に平均値が低く標準偏差が大きかった質問は、7、26、34、23であった。また、1×2直接確率計算の結果、23のみ回答状況に有意な差が見られなかった。それ以外の質問では1%水準で肯定的な回答が否定的な回答に比べて有意に多かった。

(2) 事前調査と事後調査の結果の考察

ア 課題の設定に関わって

質問24「自分の疑問や気付きから学習課題を設定するようにしている」は、事前調査において相対的に否定的な回答の割合が高かったが、事後では有意に肯定的な回答が多く、その変化も分散分析の結果、有意であった ($F(1, 32) = 13.91, p < .01$)。提示された自然事象から、「探究の見通しシート」を用いて解決すべき問題を見いだす学習活動の効果があったと言える。

【表 15】の考察において、探究型の授業を通しての生徒の思考力や判断力の高まりや、「見方」が豊かになってきたことについて述べた。また、調査問題の結果においても、課題の設定に関する科学的に探究する力の有意な伸びが確認された。実際の生徒の姿、調査問題による検証、そして質問紙による検証より、本研究の手立てが課題の設定に関する科学的に探究する力や態度へ顕著な効果を及ぼすものであることが言える。

課題を設定することは、問題解決の方向を決めることであり、探究の目的を明確にすることである。探究において学びを成立させるためには、まず、自身で解決すべき問題を見いだす必要がある。探究型の授業を通して、生徒は学びへの意識を変え、解決すべき問題を見いだそうとした。そして、つまずきの経験などから仮説や検証計画などの学習過程とのつながり、つまり、見通しをもつことの重要性を理解し、より科学的に探究しようとしていた。このことから、生徒は主体的に探究する姿へと変容したと考える。これは【表 14】の生徒の記述からも裏付けられる。

イ 仮説の設定に関わって

質問 22「今まで習ったことを頭の中であれこれ結びつけるようにしている」は、事前調査において相対的に否定的な回答の割合が高く平均値が低かったが、事後では肯定的な回答が増え改善されていた。このことから、学習内容を積み上げて生徒が知識を体系化できるように単元を計画したことや、生徒が仮説をつくる際に、それらの知識と結びつけて考えられるように「話型」を示したことの手立ての効果が現れたものだと考えられる。その際、質問 12「仲間と話をしているうちに、自分の考えがはっきりしてくることがある」の肯定的な回答の伸びから言えるように、グループにおける対話が有効に働いたものと考えられる。これは、【表 16】の生徒の記述や【表 12】の生徒の姿のように、対話を通して粘り強く解決の見通しを立てることもつながっている。そして、実験で得られた結果と仮説を正対させることで、自らの学習を調整しようとするにもつながっている。

しかし、授業実践の記述で見られるように、この学習過程の結果として表現された仮説の確かさには不十分さが残る。これは「調査問題の結果の分析・考察」で述べたように、継続して指導していかねばならない課題点である。今後は、仮説を設定する過程の、論理的な思考に基づいた対話のやり取りを大切にしながら取り組ませていきたい。

ウ 検証計画の立案に関わって

質問 4「予想を確かめるための方法を考えながら実験を計画するようにしている」は、事前調査において平均値が低かったが、事後には改善している。また、質問 14「計画通りにできたかどうか、振り返るようにしている」は、事前調査において相対的に否定的な回答の割合が高かったが、事後では肯定的な回答が増え、その変化も分散分析を行った結果、有意であった ($F(1, 32) = 4.24, p < .05$)。これらのことから、生徒は課題や仮説との一連のつながりを意識した検証計画を立案しようとする態度が育成されており、自らの計画に基づいて観察、実験を実施できるようにする手立ての効果があったと考える。このような態度が育成されたことによって、設定した課題や仮説と正対させ、方法の妥当性を振り返ろうとする意識につながったものだと考える。しかし、質問 7「計画通りに進んでいるかどうか、確認するようにしている」において、事後調査で平均値が下がっており、そういった生徒たちは時間への意識からか、見通しが十分に立っていませんとも何かしらの結果が得られるまでは自己調整をせずに進めていることが考えられる。方法の見通しをもつ

ための指導を充実させ、検証計画の立案に関する科学的に探究する力を態度と並行して養っていく必要がある。

質問 21「実験の結果を図や表を用いて整理している」は、事前調査において相対的に否定的な回答の割合が高かったが、事後では肯定的な回答が増え、その変化も分散分析を行った結果、有意であった ($F(1, 32) = 15.38, p < .01$)。

授業実践第5・6時の生徒の記述で述べたが、生徒たちは実験の開始と同時に、結果記入の回路図や表を準備し、それらを基に順序を確認しながら実験を行うようになった。見通しをもってよりよく探究するために、生徒たちが「探究の見通しシート」にある検証計画共有の例文を拠り所にして学習の調整を図った証拠とも言える。また、第10・11時及び第13時では、グラフで結果を示すとよいことまで見通して主体的に探究を進められるようになった。

調査問題の結果の分析・考察では、条件制御を伴った検証計画を立案する力の指導に課題があることを述べたが、一方で、「探究の見通しシート」を用いて生徒自ら検証計画を立案する学習活動は、生徒が見通したり振り返ったり、自己調整を行ったりしようとするなどの、主体的に探究しようとする態度の育成につながる活動であったと考える。

エ その他の質問項目から

質問 23「観察や実験では、自分から進んで仲間にアドバイスしている」は、事前調査において相対的に否定的な回答の割合が高く、事後では「そう思う」が増えているものの、否定的な回答の割合がさらに増えているため、平均値は低い。このことから、探究活動において課題の解決に向かって意欲的に取り組む姿勢を見せる生徒の増加に伴い、それに依存してしまう生徒も増加したことが考えられる。質問 26「グループで話し合うとき、一部の仲間の意見に任せないように、自分の考えや意見をもって参加している」の結果も同様の傾向が見られることから、関連があると言える。

また、質問 34「先生からのアドバイスがなくてもこれまでに習った観察の仕方や実験の方法を生かして、自分から進んで取り組んでいる」では、事前、事後ともに相対的に否定的な回答の割合が大きい。生徒たちは自分のものとして探究を行おうとしているが、実験の計画を発想する学習活動を難しいと感じており、教師の支援を必要としていることがうかがえる。授業の導入での既習事項の確認、学習活動を行う生徒への実験技能の指導や理科の見方・考え方を働かせるための声掛けなどの支援によって、科学的に探究する力を養っていくことが必要である。

Ⅸ 研究のまとめ

1 全体考察

授業実践において、探究の手続きの理解を図ることから始めた当初、生徒たちは、次の学習活動が示されるまで待つ受動的な姿勢であった。そこから探究型の授業を継続することで、自ら解決すべき問題を探し、解決の方向性や方法の見通しを立て、試行錯誤を重ねながらも粘り強く探究の過程を進めようとする主体的な姿へと変容した。そして、指示されなくとも次々と学習過程を進められるようになっていた。このことから、課題の種類とそれに対応した話型を用いて生徒自ら課題を設定、仮説を設定、検証計画を立案できるようにするための指導は、生徒が見通しをもって主体的に探究するために有効であり、その授業の在り方の一例を示すものと言える。特に「課題の設定」に関する科学的に探究する力と態度に高まりが見られ、目的意識を伴った生徒自身の探究活動に寄与したと言える。

しかし、生徒が見いだした問題に対して必ずしも検証結果を導き出せるようになったというわけではなく、「仮説の設定」や「検証計画の立案」に関する科学的に探究する力の育成には課題が残った。探究型の授業を重ねることを通して、探究の手続きは身に付けられたが、次の段階として、手続きの確かさを高める指導が必要である。論拠の乏しい予想ではその検証計画も曖昧になり、解決の見通しの浅い手探りの活動となる。解決の道筋が明確になるような見通しをもつためには、事象の要因を的確に捉え整理する学習活動、科学的な事実に論拠した仮説及び検証計画を発想する学習活動等を、生徒の力量に応じて重点的に実施し、科学的に探究する力の育成を長期的に目指すことが必要である。また、探究の行き詰まり等の機会を捉え、検討・改善を通して自己の探究を振り返らせながら科学的に探究する力の育成を図ることも大切にしたい。

本研究は、「探究の過程」を授業の流れの基本に据え、「主体的な学び」の視点からの授業改善の手立てを講じることで、生徒が見通しをもって観察、実験を行う主体的な学習に資することを目的とした。生徒の学びに向かう意識に変容を与えたという点において、本実践は、その土台を築く授業の在り方の一例を示したとも言える。この土台の上に探究型の学習を継続することで、科学的に探究する力の育成の促進が期待される。今後、4つの領域の様々な単元の特性に合わせてながら手立ての改善を図り、見通しをもって主体的に探究する授業の在り方を追究することを通して、科学的に探究するために必要な資質・能力の育成を目指したい。

2 成果

生徒が見通しをもって観察、実験を行う授業の在り方として、次のことが大切であることが明らかになった。

- ・ 探究の過程のつながりや手続きの理解が図られること。
- ・ 見いだした問題についての確からしい推論を通して、解決の方向性を思考、判断し、課題を設定する学習活動が行われること。
- ・ 既習内容と結び付けながら事象と要因の関係を明らかにし、より妥当な仮説を設定する学習活動が行われること。
- ・ 事象の要因に関する知識及び技能が定着しており、その活用が図られること。
- ・ 「探究の見通しシート」のように、つまづきの際の思考の拠り所があり、自己調整を図りながら問題解決への主体的な探究が行われること。

3 課題

- ・ 探究型の授業の積み重ねを通して、主体的に探究しようとする態度や「課題の設定」に関する科学的に探究する力の伸長が顕著に現れたが、「仮説の設定」や「検証計画の立案」に関する科学的に探究する力については、さらに継続して養っていく必要がある。今後は、各学習過程において確かな手続きを行うための思考活動の在り方に言及し、生徒がより明確な見通しをもって主体的に探究する授業の実現を目指したい。
- ・ 本研究における手立ての有効性の検証は、「電流」の単元における実践を通してのみ行ったものである。どの単元の学習指導においても実証を試み、改善を通して手立ての一般化を図っていく必要がある。

<おわりに>

長期研修の機会を与えてくださいました関係諸機関の各位並びに所属校の諸先生方と生徒のみなさんに心から感謝を申し上げ、結びの言葉といたします。

X 引用文献及び参考文献

【引用文献等】

- ・ 文部科学省（2017）、『中学校学習指導要領解説 理科編』、学校図書、p. 3、p. 7、p. 23、p. 115、p. 121、p. 125
- ・ 文部科学省（2017）、『小学校学習指導要領解説 理科編』、東洋館出版社、pp. 14-15
- ・ 国立教育政策研究所教育課程研究センター『全国学力・学習状況調査等』
<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/zenkokugakuryoku.html>（令和2年4月6日閲覧）
- ・ 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2018）、『平成30年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科』、p. 8、p. 46、p. 74、p. 84
- ・ 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2015）、『平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科』、p. 47、p. 67
- ・ 鈴木康浩・藤本義博・益田裕充（2019）、『中学校理科教員の意識調査から明らかになった指導上の課題と改善の方向性』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/59/3/59_17016/_pdf/-char/ja、pp. 403-405、p. 408（令和2年4月8日閲覧）
- ・ 山田貴之（2017）、『中学校理科授業における生徒の主体的な学びを構成する諸要因の因果モデル』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssej/41/3/41_361/_pdf/-char/ja、pp. 362-363（令和2年6月24日閲覧）

【参考文献等】

- ・ 学校図書（2020）、『中学校科学2』、学校図書
- ・ 教育出版（2020）、『自然の探究中学理科2』、教育出版
- ・ 啓林館（2020）、『未来へひろがるサイエンス2』、啓林館
- ・ 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2020）、『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料』
- ・ 大日本図書（2020）、『理科の世界2』、大日本図書

- ・中央教育審議会答申（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）別添資料』
- ・東京書籍（2019）、『新しい理科 3年』、東京書籍
- ・東京書籍（2019）、『新しい理科 4年』、東京書籍
- ・東京書籍（2019）、『新しい理科 5年』、東京書籍
- ・東京書籍（2019）、『新しい理科 6年』、東京書籍
- ・東京書籍（2020）、『新しい科学2』、東京書籍
- ・文部科学省（2017）、『中学校学習指導要領』、文部科学省
- ・文部科学省（2017）、『中学校学習指導要領解説 総則編』、東山書房