

科学的な思考力・表現力を育む指導の工夫

— 主体的・対話的で深い学びを取り入れた、単元を貫くカリキュラム構成を通して —

うるま市立具志川中学校教諭 坂口卓也

I テーマ設定の理由

中学校学習指導要領解説理科編（平成20年、以下「解説理科編」）では、科学的な思考力・表現力の育成を図るために、「自然の事物・現象に進んでかかわり、その中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験を主体的に行い、課題を解決するなど、科学的に探究する学習活動を一層重視する」と述べられている。また、中央教育審議会答申「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」（平成28年、以下「中教審答申」）では、2030年頃の社会の在り方を見据え、変化が激しく将来の予測が困難な時代に必要となる資質・能力の1つとして、未知の状況にも対応できる思考力・判断力・表現力等が挙げられ、主体的に学び続けて自ら能力を引き出し、自分なりに試行錯誤したり、多様な他者と協働したりしていくことの重要性が述べられている。

しかし、本校生徒の実態は平成27年度全国学力・学習状況調査生徒質問紙における「理科の授業で、観察や実験の結果をもとに考察していますか」という質問に対して肯定的に回答した生徒は60%、本研究対象の生徒も約58%にとどまり、約10ポイントの全国平均との差が見られる。

私自身のこれまでの授業実践を振り返ると、生徒の興味・関心を高めてきたつもりであるが、観察・実験を行う前段階で思考を深める取り組みをしてこなかった。そのため、観察・実験が単なる活動となり、結果を基に考察をすることが難しいと考えている生徒は少なくなかったと思われる。また、単元における学習内容のつながりをあまり考慮せずに、教科書のページに沿って授業を行ってきたため、生徒が既習事項や実生活と関連させて思考を深めていくといった実践もできていなかった。

教科の目標に「目的意識をもって観察・実験などを行い」とあるように、いかに目的意識をもたせるかが重要である。そこで、科学的に探究する学習活動に沿って授業を展開することによって、課題解決に向けて思考し、表現するプロセスを習得させていきたい。そのために、特に生徒の気付きから課題・仮説設定をする場の充実を図り、他者との関わりによってより明確な見通しが立てられるようにしていく。また、これまで活用してきた自作ワークシートに代わり一般的な大学ノートを使用し、科学的に探究する学習活動に沿って表現でき、自分の思考の過程を振り返ることができるようにしていく。さらに、単元終了時に身につけさせたい力を明確にして単元を貫く課題を設定しカリキュラム構成をすることで、各授業での学びや既習事項を課題と関連付けやすくし、思考を広げ深められるようになることを考える。

そこで、本研究では、単元を貫く課題を設定してカリキュラムを構成し、その解決に向けた主体的・対話的で深い学びを取り入れれば、自己の思考を広げ深められるようになり、さらに言葉や図式を用いて科学的な根拠を基に説明できるようになるのではないかと考え、本テーマを設定した。

II 研究目標

理科の指導において、単元を貫く課題を設定してカリキュラムを構成し、その解決に向けて主体的・対話的で深い学びを取り入れれば、科学的な思考力・表現力が育まれることを、実践を通して明らかにする。

III 研究仮説

1 基本仮説

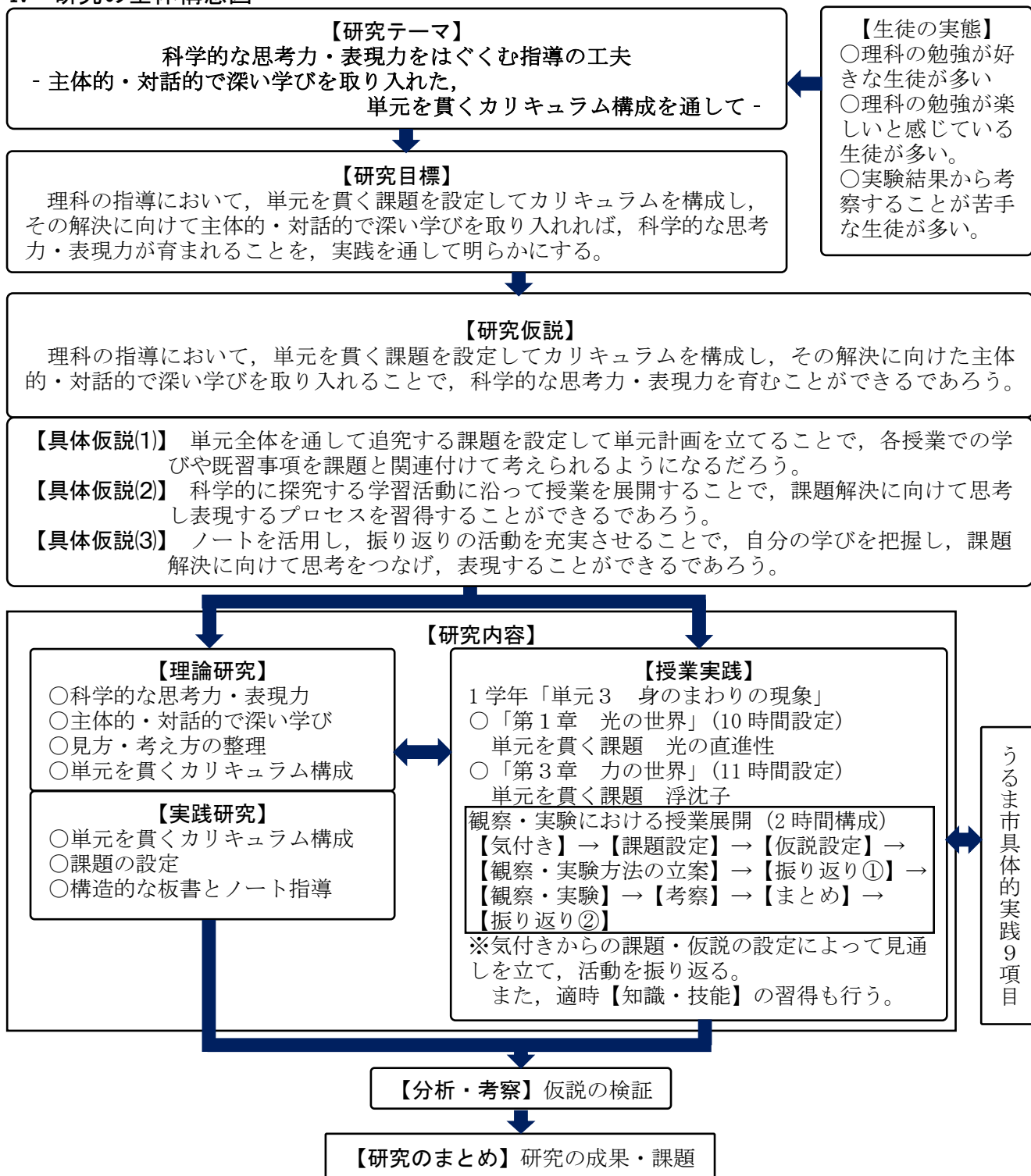
理科の指導において、単元を貫く課題を設定してカリキュラムを構成し、その解決に向けた主体

的・対話的で深い学びを取り入れることで、科学的な思考力・表現力を育むことができるであろう。

2 具体仮説

- (1) 単元全体を通して追究する課題を設定して単元計画を立てることで、各授業での学びや既習事項を課題と関連付けて考えられるようになるだろう。
- (2) 科学的に探究する学習活動に沿って授業を展開することで、課題解決に向けて思考し表現するプロセスを習得することができるであろう。
- (3) ノートを活用し、振り返りの活動を充実させることで、自分の学びを把握し、課題解決に向けて思考をつなげることができるであろう。

IV 研究の全体構想図



V 理論研究

1 科学的な思考力・表現力について

(1) 科学的な思考力・表現力とは

解説理科編では、改善の具体的事項として「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。その際、小学校で身に付けた問題解決の力を更に高めるとともに、観察・実験の結果を分析し、解釈するなどの科学的探究の能力の育成に留意する。」としている。

また、国立教育政策研究所教育課程研究センター「評価基準の作成、評価方法等の工夫の改善のための参考資料（中学校理科）」（平成23年）においては、学習指導要領を踏まえ科学的思考・表現の観点を「自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察・実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、表現している」と明記されている。

これらより、観察・実験を行う前に生徒自ら自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもつことによって育まれる力、そして観察・実験を行った後に事象や結果を分析して解釈し、表現することによって育まれる力が科学的な思考力・表現力と捉えることができると考える。目的意識をもつためには何のために、どのようなことを解決したくて観察・実験を行い、そこからどのような結果を得ることができるのだろうかという様々な考えを生徒の中にもたせることが重要である。また、観察・実験後においては、事象や結果を科学的な根拠を基に分析して解釈し表現すること、そしてこれまでの学習活動が妥当であるかを振り返ることも重要である。

そこで、本研究において「科学的な思考力・表現力」を「身のまわりの事物・現象の中に問題を見だし、見通しをもって課題や仮説を設定して観察・実験を行い、事象や結果を科学的な根拠を基に分析して解釈したものを表現し、一連の過程を振り返る力」と定義した。なお、表現することに関しては科学的に思考した内容を他者へ話すことによって説明することはもちろん、最終的には言葉や図式を用いて書き表すことにも重点をおくこととする。

(2) 科学的な思考力・表現力とノートの活用

これまでの授業実践において、知識を獲得することを目標においた授業ではノート、観察・実験を行う授業では自作ワークシートを活用してきた。生徒のノートを見ると、多少思考したものが記

The notebook page is divided into several sections, many of which are highlighted with red boxes and labeled with terms:

- 気付き (Notice):** A box containing the text: 「バットボールと中身が見えない容器の重さを比べるには?」 and a list of observations: 「バットボールの中身は?」「バットボールの中身は?」「バットボールの中身は?」.
- 課題 (Problem):** A box containing the text: 「ばねのひは、力の大きさとどのように関係しているか?」.
- 仮説 (Hypothesis):** A box containing the text: 「力の大きさとばねの伸びは、比例しているか?」.
- 実験 (Experiment):** A box containing a list of steps: 「① スケールにばねをセットし、メモリが0になるように調整する。」「② ばねをつけて、ばねのひを記録する。」「③ おもりを増やしていく。」「④ 他の種類のばねを同様様に調べる。」.
- 知識 (Knowledge):** A box containing the text: 「重さ… 地球の重力に関係する」「地球が物体を引く力」「力の単位はニュートン(N)」「約100gの物体にはばねの重さ1N」.
- 振り返り (Reflection):** A box containing the text: 「今日の授業で、ばねのひと力の大きさが比例していることが分かった。仮説や考察が結果と一致した。よかった!」.
- 結果 (Result):** A table with columns for weight (重さ) and rows for spring A (ばねA) and spring B (ばねB). The data points are: (10, 1.5), (20, 3), (30, 4), (40, 5.5), (50, 7), (60, 8.5), (70, /), (80, /). Spring B has data points: (5.5, /), (11, /), (16.5, /).
- 考察 (Observation):** A box containing the text: 「事実のみを記入する。表の形式などは班で決定。場合によっては、教師で準備。」.
- まとめ (Summary):** A box containing the text: 「授業を通して学んだことを生徒の言葉で記入。」.
- 振り返り① (Reflection 1):** A box containing the text: 「ここまで1時間とって授業設計し、最後は振り返り。」.
- 振り返り② (Reflection 2):** A box containing the text: 「全ての学習過程を振り返って、分かったことや考えたことを記入。」.

図1 生徒が記入したノート(2時間構成)

入されているが、大部分は板書事項が書き写されているだけである。また、自作ワークシートはこれまで改良を重ね、すでに記入されている部分（実験方法や自己評価の選択肢）と生徒が記入する部分（課題、結果、考察、まとめ、振り返り）から構成して作成し、生徒もそれにそってある程度記入していた。特に考察の部分においては意識して指導してきたので、生徒の思考の跡が見られる。しかし、このようにノートとワークシートを併用すると、これまでの学習の振り返りや既習事項を用いて考えをまとめる時に、学習内容を関連付けて思考することが大変難しいと思われる。

本研究においては、それぞれの授業での学びを関連付けやすく、自己の学びを振り返ることができ、さらに思考の過程を言葉や図式等を用いて自由に表現できるようにノートを活用することにした。そのノートは板書とリンクできるように見開き2ページで使用し、科学的に探究する学習活動にそって記入できるようにした（図1）。おおよそ記入する位置も決めているため、授業が始まる前に線を引いたり項目を記入したりするなどの準備ができるようになっている。

振り返りに関して、鶴ヶ谷柊子（2016）は、「振り返る活動の充実によって、科学的知識や概念が身に付くだけでなく、学習意欲が引き出されることから、振り返る活動を授業に取り入れることは、学力の三要素のうちの『主体的に学習に取り組む態度』の育成には欠かすことができない」と述べている。

本研究においては、生徒が観察・実験前に思考する時間を十分に確保するため、観察・実験の計画を立てる場までを1時間の学習として設定し、振り返りを行うこととした。そして次時までで終了した後再度振り返りの時間を設定した。そのことより、科学的に探究する学習活動における生徒の思考の過程を読み取ることができ、その振り返りに教師がコメントすることで、観察・実験や考察する活動をより意味あるものにする可以考虑。

2 主体的・対話的で深い学びについて

(1) 主体的・対話的で深い学びとは

中教審において、2030年の社会の在り方を見据え、その中で活躍する子供たちに求められる資質・能力を、「何を理解しているか、何ができるか（生きて働く『知識・技能』の習得）」、「理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる『思考力・判断力・表現力等』の育成）」、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする『学びに向かう力・人間性等』の涵養）」とまとめている。そして、これらを学校での学びの中で身につけていくためには、主体的で対話的に、そして深く学んでいくことが重要であるとされている。そこで、「主体的・対話的で深い学び」をアクティブ・ラーニングの視点からの学びとし、「形式的に対話型を取り入れた授業や特定の指導の型を目指した技術の改善にとどまるものではなく、子供たちそれぞれの興味や関心を基に、一人一人の個性に応じた多様で質の高い学びを引き出すことを意図するものであり、さらに、それを通してどのような資質・能力を育むかという観点から、学習の在り方そのものの問い直しを目指すものである。」としている。

本研究においても、「主体的・対話的で深い学び」が実現できるようカリキュラムを構成し、授業改善に取り組むことで、生徒に求められる資質・能力を育んでいく。

(2) 主体的・対話的で深い学びと理科教育とのつながり

中教審答申では、理科において育成を目指す資質・能力を表1のようにまとめている。この資質・能力を育むために、主体的・対話的で深い学びを実践していくことが求められている。

表1 理科において育成を目指す資質・能力

	知識・技能	思考力・判断力・表現力等	学びに向かう力・人間性等
中学校	<ul style="list-style-type: none"> ○自然事象に対する概念や原理・法則の基本的な理解 ○科学的探究についての基本的な理解 ○探究のために必要な観察・実験等の基本的な技能(安全への配慮, 器具などの操作, 測定の方法, データの記録・処理等) 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然事象の中に問題を見いだして見通しをもって課題や仮説を設定する力 ○計画を立て、観察・実験する力 ○得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力 ○探究の過程における妥当性を検討するなど総合的に振り返る力 	<ul style="list-style-type: none"> ○自然を敬い、自然事象に進んでかかわる態度 ○粘り強く挑戦する態度 ○日常生活との関連、科学することの面白さや有用性の気付き ○科学的根拠に基づき判断する態度 ○小学校で身に付けた問題解決の力などを活用しようとする態度

理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ（平成28年）において、アクティブ・ラーニングにおける視点と理科の学習場面のつながりが記されており、それを表2のようにまとめた。例として示されている学習場面は、現行学習指導要領で重視されている科学的に探究する学習活動（自然事象の観察など→問題を見いだす→課題設定→仮説設定→観察・実験計画→観察・実験→考察→結論）とも一致する。このことより何か新しい実践をするのではなく、これまで重視されてきた観察・実験における流れを1つ1つ見直し、授業改善に取り組むことが大事であることが分かる。

本研究においても、科学的に探究する学習活動に沿って授業を展開していき、生徒が課題解決に向けて思考し表現するプロセスを習得できるように、その過程における手立てを工夫・改善していく。

表2 アクティブ・ラーニングにおける視点と理科における学習場面の例のつながり

アクティブ・ラーニングにおける視点		理科における学習場面の例
主 学 び 的 な	○学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しをもって粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる	○自然の事物・現象から問題を見だし、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 ○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 ○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・現象を把握したりする学習場面
対 話 的 な	○子供同士の協働、教員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自らの考えを広げ深める	○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
深 い 学 び	○習得・活用・探究という見通しの中で、教科等の特質に応じて育まれる「見方・考え方」を働かせて思考・判断・表現し、学習内容の深い理解や資質・能力の育成、学習への動機付け等につながる	○自然の事物・現象について、「理科の見方・考え方」を働かせて、探究の過程を通して学ぶことにより、資質・能力を獲得するとともに、「見方・考え方」も成長するものであると考えられる。さらに、獲得した資質・能力や成長した「見方・考え方」を次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決に活用する

3 理科の「見方・考え方」について

現行学習指導要領では、「科学的な見方・考え方を養う」ことを理科の目標とし、具体的には「観察・実験等から得られた事実を客観的にとらえ、科学的な知識や概念を用いて合理的に判断するとともに、多面的、総合的な見方を身に付け、日常生活や社会で活用できるようにすること。」としている。

中教審答申において、「『見方・考え方』は資質・能力を育成する過程で働く、物事を捉える視点や考え方」として全教科等で整理されている。理科の見方・考え方は「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」とされている。この理科の見方・考え方を働かせながら学習に取り組むことで、理科において育成を目指す資質・能力を育み、それによって「理科の見方・考え方がさらに豊かになっていく」とされており、「見方・考え方は今後の学びにおいて大変重要なものである。

本研究においても、科学的な思考力・表現力を育むために、この「理科の見方・考え方を働かせた学習ができるように授業構想を行う必要がある。

表3 理科の各領域における特徴的な見方・考え方（中教審答申 別添資料）

領域	エネルギー	粒子	生命	地球
考 見 え 方 ・	自然の事物・現象を主として <u>量的・関係的な視点</u> で捉える	自然の事物・現象を主として <u>質的・実態的な視点</u> で捉える	生命に関する自然の事物・現象を主として <u>多様性と共通性の視点</u> で捉える	地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として <u>時間的・空間的の視点</u> で捉える

4 単元を貫くカリキュラム構成について

(1) 単元を貫くカリキュラム構成とは

言語活動の充実に関する指導事例集【中学校版】（平成23年）において、国語科の特質を踏まえた指導の充実及び留意事項として、「『考えを書く』『話し合う』といった活動が脈絡なく行われることのないよう、生徒が自ら学び、課題を解決していくための学習過程を明確化し、単元を貫く言語活動を位置付けることが必要である。」としている。この単元を貫く言語活動とは、単元を通じて身

につけさせたい力を明確にし、そのための最適な言語活動を位置づけ、生徒が自ら学んで課題を解決していく過程となるように単元構成をすることである。自ら学び課題を解決していく学習過程は、もちろん理科の授業においても重視されていることであり、単元を貫いてカリキュラム構成することは、生徒が主体的に思考し課題を解決しようとするために大変重要なことであると考えられる。

本研究においても、国語科の単元を貫く言語活動を参考にして、まず、単元を通じて身につけさせたい力を明確にして最終的な課題を設定する。最終的な課題は、日常生活と密接に関係する事物・現象や簡単なものづくりなどが考えられる。それぞれの授業ではその最終的な課題を解決するための小さな課題を設定し、科学的に探究する学習活動を通して1つずつ解決し、最終的な課題の解決につながるようカリキュラム構成を行っていく。それにより生徒が各授業での学びや既習事項を課題と関連付けやすくなり、思考を広げ深めることができると考える。

本研究における単元とは、5～10 時数で構成される1つの章（小単元）とする。大単元は25 時数前後で構成され、様々な内容が組み合わさっているため、現在の生徒の実態では、大単元を貫いた課題解決は難しいと考える。実践を重ねた先々には、大単元での単元を貫くカリキュラム構成を行うことも視野に入れるが、まずは小単元での単元を貫くカリキュラム構成を実践していく。

(2) 単元を貫くカリキュラム構成の実際（検証授業Ⅱ 第3章 力の世界において）

検証授業Ⅱにむけた第3章力の世界での実践を例に説明する。ここでは単元を貫く課題を「浮沈子がなぜ浮いたり沈んだりするのか説明できる」とした。その課題解決するためには、「力のはたらきが分かる」、「物体にはたらく力のようすを点と矢印を使って説明できる」、「水圧について理解できる」、「物体にはたらく浮力の規則性について説明できる」など、多くの知識・技能が必要になる。

ここでは、浮沈子の仕組みの解明に向けてカリキュラムを構成し、それとそれほど関係しない大気圧や生徒の苦手意識を持ちやすい圧力の計算を後方に設定した。それにより生徒がそれぞれの授業内容を「浮沈子が浮き沈みする仕組み」に関連付けて思考を広げ深めていくと考えた。

表4 単元指導計画関連図

これまでの単元指導計画(教科書に沿って)		工夫した単元指導計画	
1	具体的な現象から、力を加えた物体と力を受けた物体、力のはたらき方について説明できる。[思考・表現]	1	身のまわりの様々な現象に力がどのように関わっているかを、興味・関心をもって考えることができる。[関心・意欲・態度]
2	力のはたらきの「物体の形を変える」を利用して、力の大きさを比べることができることを、説明できる。[思考・表現]	2	身のまわりにはいろいろな力があることを理解し、物体にはたらく力を点と矢印を使って説明することができる。[知識・理解]
3	ばねばかりの誤差をふまえて、力の大きさとばねののびを正しく測定し、記録できる。実験で調べた結果を正しくグラフに表すことができる。[技能]	3	力の大きさとばねののびとの関係について、体験による気付きをもとに仮説を立てることができる。[思考・表現]
4	グラフから力の大きさとばねののびには比例の関係があることを見いだすことができる。[思考・表現] 「重さ」と「質量」のちがいと、場所による重さのちがいを説明できる。[知識・理解]	4	ばねばかりの誤差をふまえて、力の大きさとばねののびを正しく測定し、実験結果をグラフに表すことができる。[技能] 力の大きさとばねののびは比例関係であることを見いだすことができる[思考・表現]
5	物体にはたらく力を、力の3要素を考慮しながら図示できる。[技能]	5	水圧が水の重さによって生じることを理解することができる。[知識・理解]
6	スポンジのへこみ方のちがいは、単位面積あたりの力の大きさのちがいにあることを見いだすことができる。[思考・表現]	6	物体にはたらく浮力の規則性について体験による気付きをもとに仮説を立てることができる。[思考・表現]
7	圧力はどのようなものか説明できる。面積の単位の変換を正しく行い、圧力の計算を行うことができる。[知識・理解]	7	物体にはたらく浮力の規則性を見いだすことができる。[思考・表現]
8	水圧実験器のゴム膜のへこみから、水圧があらゆる方向からはたらくこと、水の深さに比例して大きくなることを見いだすことができる。[思考・表現]	8	浮沈子が沈む理由を、科学的に説明することができる。[思考・表現]
9	浮力の大きさは、水にしずんでいる物体の体積によって決まることを見いだすことができる。[思考・表現]	9	大気圧が空気の重さによって生じることを理解することができる。[知識・理解]
10	空きかんがつぶれた理由を、空気に質量があることに関連付けて考えることができる。[思考・表現]	10	圧力は力の大きさと力がはたらく面積に関係することを見いだすことができる。[思考・表現]
		11	身のまわりの様々な現象に力がどのように関わっているか説明することができる。[思考・表現]

VI 指導の実際

1 検証授業 I (実施日 12 月 7 日)

(1) 単元名

単元 3 身のまわりの現象 ～第 1 章 光の世界～

(2) 単元の目標

光の反射や屈折の実験を行い、光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折するときの規則性を見いださせるとともに、凸レンズのはたらきについての実験を行い、物体の位置と像の位置および像の大きさの関係を見いださせることを通して、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的に見る見方や考え方を養う。

(3) 単元について

① 教材観 (省略)

② 生徒観 (省略)

③ 指導観

本単元を通して、これまで何気なく見てきた日常生活が「光」に関する事物・現象であることに気付き、授業で取り扱った内容以外にも興味・関心をもって関わる主体的な態度を身につけさせたい。

そのために、日常生活で起こる事物・現象がなぜ起こるのかという疑問から課題を設定し、仮説を立てることで見通しを持った観察、実験を行い、班や全体での話し合い活動等を通して光の反射や屈折に関する規則性を見いだせるように指導していきたい。

また、カメラの原理となる凸レンズを通る光の規則性への理解を深めるために、簡易カメラの製作等を通して興味・関心を高め、主体的に観察、実験に取り組み、凸レンズの性質やそれによってできる像について理解を深められるように指導していきたい。そしてこれまでの光の反射などの既習事項と関連付けて一眼レフカメラの構造について考えさせていきたい。

最後に、この光の実験においてはレーザーポインターを使用するので、扱い方についても指導を徹底して、事故防止に努めさせたい。

(4) 単元の評価規準

自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
光の反射・屈折、凸レンズの働きに関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活とのかかわりでみようとする。	光の反射・屈折、凸レンズの働きに関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、光が反射、屈折するときの規則性、凸レンズにおける物体の位置と像の位置や大きさとの関係などについて自らの考えを導き、表現している。	光の反射・屈折、凸レンズの働きに関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	光が反射、屈折するときの規則性、凸レンズにおける物体の位置と像の位置や大きさとの関係などについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

(5) 単元の指導計画・評価計画

時間	主な評価規準〔観点〕 ◎: 単元における総括資料とするための評価 ○: 学習指導の過程における評価	【 】内は評価方法及び 支援が必要な児童への手立て	主な学習活動 (本時の主な問題・課題)

1	◎光の反射について,正しい手順で実験を行い,正確に結果を記録できる。[思考・表現] ◎鏡などの境界面で反射するときの規則性を見いだすことができる。[技能]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・自分自身で実験をさせ,光が反射していることを記録させる。	光が鏡にあたったとき,光が進む道筋にはどのような決まりがあるだろうか。[気付き→まとめ]
2	◎鏡に写る物体の見え方について光の反射の法則を利用して説明できる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・実験結果をもとに班で話し合い,思考を深めさせる。	鏡に映った物体はどのような位置に見えるのだろうか。[気付き→まとめ]
3	○光が透明な物体に当たったときの光の進む道筋を,体験からの気付きをもとに仮説を立てることができる。[思考・表現]	【ノートの記述内容】 ・光の直進性と演示実験を関連付けて考えさせる。	光が透明な物体に当たったとき,光の進む道筋にはどのような決まりがあるのだろうか。[気付き→実験計画]
4	◎光の屈折による物体の見え方を光の進み方と関連付け,図などを使って説明できる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・自分自身で実験をさせ,光が屈折していることを記録させる。	光が透明な物体に当たったとき,光の進む道筋にはどのような決まりがあるのだろうか。[実験→まとめ]
5	◎凸レンズのはたらきについて,日常生活と関連付けて調べている。[関心・意欲・態度]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・凸レンズを使って活動する時間を確保し,ノートに記入するよう促す。	凸レンズにはどのような性質があるだろうか[気付き]
6 本時	○凸レンズによってできる像について,体験からの気付きをもとに仮説を立てることができる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・凸レンズを使ってものを見る視点を与える。	凸レンズによってできる像の見え方は,凸レンズと物体との距離によってどのように変わるだろうか。[気付き→実験計画]
7	◎凸レンズによってできる象について,条件を整理して記録し,結果をまとめることができる。[技能] ◎凸レンズによる象のでき方の規則性を見いだすことができる。	【行動観察・ノートの記述内容】 ・自分自身で実験をさせ,凸レンズによってできる像の大きさと距離の関係を記録させる。	凸レンズによってできる像の大きさは,凸レンズと物体との距離によってどのように変わるだろうか。[実験→まとめ]
8	◎凸レンズによってできる像の大きさや向きを,作図によって正確に表すことができる。[技能]	【ノートの記述内容】 ・作図のポイントを意識させる。	凸レンズによってできる像を,作図を用いて説明しよう。
9	◎簡易カメラによる像のでき方を,凸レンズを通る光の規則性を用いて説明することができる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・簡易カメラ作製を行い興味・関心を高める。	凸レンズを使って,簡易カメラを作ろう。

10	一眼レフカメラの構造について、光の反射などの既習事項と関連付けて考えることができる。〔思考・表現〕	【ノートの記述内容】 ・既習事項を整理し、思考しやすくする。	一眼レフカメラの構造は、どのようなになっているのだろうか
----	---	-----------------------------------	------------------------------

(6) 本時の指導

① ねらい

凸レンズによってできる像について、体験による気付きをもとに仮説を立てることができる。




② 本時の評価規準





評価の観点	科学的な思考・表現
評価規準	凸レンズによってできる像について、体験による気付きをもとに仮説を立てることができる。
評価方法	授業内：行動観察 授業後：ノートの記述内容

③ 授業仮説

課題を設定し仮説を立てる場において、生徒の体験による気付きから課題を設定し、他者との関わりを通して仮説を深めることで、見通しをもった観察・実験につなげることができるであろう。

④ 展開

過程	学習活動・内容・発問等	予想される生徒の反応	指導上の留意点・評価等	実践9項目
(5分) 導入	○前時の復習をする(凸レンズの焦点等について)	<ul style="list-style-type: none"> ・ものを燃やせる ・焦点がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・前時のようすを写真等で示し、想起させる。 	
展開(40分)	気付き ○凸レンズを使って近くや遠くを見たりすることで気づいたことをノートに記入する ○気づいたことを班で共有し、発表する  手作りカメラに興味津々	<ul style="list-style-type: none"> ・大きく見える ・逆さに見える ・ぼやけている  気付きを班で共有	<ul style="list-style-type: none"> ・外の景色を見ると、太陽の光を直接見ないように指導する。  気付きを全体で共有	
	課題の設定	○課題を把握する 凸レンズによってできる像の見え方は、凸レンズと物体との距離によってどのように変わるだろうか。		

仮説の設定	○仮説を立て（個人→班），発表する  個人で仮説を考える	・凸レンズと物体の距離が近ければ，向きも同じで大きく見える。 ・凸レンズと物体の距離が遠ければ，向きが逆で小さく見える。 ・焦点よりも近ければ大きく見える。	◎凸レンズによってできる像について，体験からの気付きをもとに仮説を立てることができる。【科学的な思考・表現】 ・文章や図で表すようにさせる。 ・考えられない生徒へは，凸レンズを使わせながら考えさせたり，他者との話し合いをさせたりする。	4 言語環境の整備と言語活動の充実
	 全体の場で仮説を発表			
検証計画の立案	○実験方法を検討・確認する  教師からの説明	・凸レンズと物体の距離を変化させればいい。	・光学台の使い方も確認しておく。 ・教師だけでなく，生徒の考えも実験方法に取り入れる。	
まとめ（5分）	○振り返りをする（個人→全体）  今日の学びを振り返る		・一言で終わらないように声掛けをする。	7 自己評価の実施

⑤ 板書計画（省略）

2 検証授業Ⅱ（実施日2月6日）

(1) 単元名

単元3 身のまわりの現象 ～第3章 力の世界～

(2) 単元の目標

物体に力をはたらかせる実験を行い，物体に力がはたらくとその物体が変形したり動き始めたり，運動のようすが変わったりすることを見いださせるとともに，力は大きさと向きと作用点によって表されることを理解させる。また，圧力についての実験を行い，圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いださせるとともに，水圧や大気圧の実験を行い，その結果を水や空気の重さと関連付けてとらえさせる。そして，これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的に見る見方や考え方を養う。

(3) 単元について

① 教材観（省略）

② 生徒観（省略）

③ 指導観

本単元を通して，これまで何気なく見てきた日常生活が力や圧力に関する事物・現象であることに気付き，授業で取り扱った内容以外にも興味・関心をもって関わる主体的な態度を身につけ

させ、それらについて科学的に思考し表現できるようにしたい。

そのために、単元を貫く課題として「浮沈子がなぜ浮いたり沈んだりするのか」と設定し、それを解決するために、それぞれの授業において日常生活との関わりが深く、直接体験が可能な現象を取り上げ、規則性などを見いだせるように指導していく。浮沈子は主に水圧とそれによる浮力の変化によるものであるが、浮沈子も含めた日常生活のあらゆる事物・現象に関係する重力や垂直抗力などの基本的な概念の定着を図りながら、力の大きさとばねののびの関係や、空気や水の重さによる大気圧や水圧についての科学的に探究する学習活動を通じて、単元を貫く問いの解決へつなげていけるように単元を構成していく。

科学的に探究する学習活動においては、日常生活で起こる事物・現象がなぜ起こるのかという疑問から課題を設定し、仮説を立てることで見通しを持った観察、実験を行い、班や全体での話し合い活動等を通して力や圧力についての規則性を見いだせるように指導していきたい。

(4) 単元の評価規準

自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
力の働き、圧力に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	力の働き、圧力に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、力が働いた物体の形や運動の様子の変化、圧力と力の大きさや面積との関係、水圧や大気圧との水や空気の重さとの関連などについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	力の働き、圧力に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	物体に力が働くと変形したり運動の様子が変わったりすること、力は大きさと向きによって表されること、圧力は力の大きさと面積に関係があること、水圧や大気圧が水や空気の重さとの関連することなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

(5) 単元の指導計画・評価計画

時間	主な評価規準〔観点〕 ◎：単元における総括資料と するための評価 ○：学習指導の過程における評価	【 】内は評価方法及び 支援が必要な児童への手立て	主な学習活動 (本時の主な問題・課題)
1	◎身のまわりの様々な現象に力がどのように関わっているかを、興味・関心をもって考えることができる。〔関心・意欲・態度〕	【行動観察・ノートの記述内容】 ・浮沈子を観察し、班で意見交流する時間を十分に確保する。	浮沈子からたくさんの情報を読み取ることができる。
2	◎身のまわりにはいろいろな力があることを理解し、物体にはたらく力を点と矢印を使って説明することができる。〔思考・表現〕	【ノートの記述内容】 ・作用点の位置を意識させ、矢印の長さや向きを明確にして作図させる。	力のはたらきをどのように表せばいいのだろうか。
3	○力の大きさとばねののびとの関係について、体験による気付きをもとに仮説を立てることができる。〔思考・表現〕	【ノートの記述内容】 ・実際にばねを引くことで、ばねの伸びがどう変化するかを考えさせる。	ばねののびは、力の大きさによってどのように変化するだろうか。〔気付き→実験計画〕

4	◎ばねばかりの誤差をふまえて、力の大きさとばねののびを正しく測定し、実験結果をグラフに表すことができる。[技能] ◎力の大きさとばねののびは比例関係であることを見いだすことができる[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・折れ線グラフではなく、直線のグラフで表すことを意識させる。 ・数学で学習した内容と作成したグラフを関連付けて考えさせる。	ばねののびは、力の大きさによってどのように変化するだろうか。[実験→まとめ]
5	○水圧が水の重さによって生じることを理解することができる。[知識・理解]	【ノートの記述内容】 ・ゴム膜のへこみ方に注目させ、物体が変化するときの力の大きさに関連付けて考えさせる。	どうしてペットボトルの下のほうが、水が勢いよくでるのだろうか。[気付き→まとめ]
6	○物体にはたらく浮力の規則性について体験による気付きをもとに仮説を立てることができる。[思考・表現]	【ノートの記述内容】 ・気付きやこれまでの体験を整理してイメージさせ、考えさせる。	浮かす力は、どうすれば大きくなるだろうか。[気付き→実験計画]
7	◎物体にはたらく浮力の規則性を見いだすことができる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・実験結果を整理する視点を与えて考えさせる。	浮かす力は、どうすれば大きくなるだろうか。[実験→まとめ]
8 本時	◎浮沈子が沈む理由を、科学的に説明することができる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・既習事項を確認してから、考えさせる。	浮沈子は、なぜ浮いたり沈んだりするのだろうか。
9	◎大気圧が空気の重さによって生じることを理解することができる。[知識・理解]	【ノートの記述内容】 ・気付きと既習事項(水圧)を関連付けて考えさせる。	どうして物体が変形するのだろうか[気付き→まとめ]
10	◎圧力は力の大きさと力がはたらく面積に関係することを見いだすことができる。[思考・表現]	【行動観察・ノートの記述内容】 ・気付きに関連した内容を、イメージ化して考えさせる。	力の大きさは同じなのに、物体のへこみ方が違うのはなぜだろうか[気付き→まとめ]
11	◎身のまわりの様々な現象に力がどのように関わっているか説明することができる。[思考・表現]	【ノートの記述内容】 ・身のまわりの物体などに注目させ、これまでの学習と関連付けさせる。	身のまわりの様々な現象に、力がどのように関わっているだろうか。

(6) 本時の指導

① ねらい

浮沈子が浮いたり沈んだりする現象について、これまでの学習内容を整理することを通して、科学的に説明することができる。

② 本時の評価規準







評価の観点	科学的な思考・表現
評価規準	浮沈子が沈む理由を、科学的に説明することができる。
評価方法	授業内： 行動観察 授業後： ノートの記述内容

③ 授業仮説

浮沈子が浮いたり沈んだりする理由を考える場において、既存の知識と現象を関連付けて整理し、自分の考えと他者との考えを比較し再構築することによって、科学的に説明することができる。

るであろう。

④ 展開

過程	学習活動・内容・発問等	予想される生徒の反応	指導上の留意点・評価等	うるま市 実践項目
導入 (5分)	<p>○浮沈子を観察し、浮沈子が沈むときに起こる現象を確認する。 【気付き】</p>  <p>班で気付きを共有</p>	<p>・ペットボトルがへこんでいる。 ・魚の中の水が増えて いる。 ・ペットボトルの水が 増えている。</p>	<p>・時間をかけすぎない ように気をつける。</p>  <p>浮沈子を観察</p>	
展 開 (40分)	<p>○課題を把握する。</p> <p>浮沈子は、なぜ浮いたり沈んだりするのだろうか。</p> <p>○浮沈子が沈む理由と関係するこれまでに獲得した知識を整理する。(班)</p> <p>ノートで振り返る</p>  <p>○浮沈子が沈む理由を考える。(個人)</p> <p>理由を図式で表す</p>  <p>○浮沈子が沈む理由について意見交換する。(班→全体)</p> <p>全体の場で共有</p> 	<p>・重力 ・水圧 ・浮力 ・力の表し方 ・魚の中の空気の体積が小さくなって浮力が小さくなるから。 ・重力より浮力のほうが小さくなるから。</p>  <p>班で思考を深める</p>	<p>・既存の知識を掲示し、これらを活用して説明するように助言する。 ・机間指導を行い、現象と既存の知識を関連付けて考えるよう助言を行う。 ○浮沈子が沈む理由を、科学的に説明することができたか。(科学的な思考・表現) ・生徒の発表で不十分な点があれば、教師で補足する。</p>	<p>1ねらいを明示した授業の実施</p> <p>4言語環境の整備と言語活動の充実</p>

まとめ (5分)	○まとめをする。 ○振り返りをする。 (個人→全体)	・重力より浮力が小さくなったとき、浮沈子は沈む ・生徒の言葉を用いて行う。 ・「しんかい6500」にも触れる。 ・時間を十分に確保し、一言で終わらないように助言する。	7 自己評価の実施
-------------	--------------------------------------	--	-----------

⑤ 板書計画 (省略)

VII 仮説の検証

基本仮説

理科の指導において、単元を貫く課題を設定してカリキュラムを構成し、その解決に向けた主体的・対話的で深い学びを取り入れることで、科学的な思考力・表現力を育むことができるであろう。

検証授業①②および検証授業に向けた単元を通じた実践における生徒の行動観察やノート、アンケート等から具体仮説について検証を行う。

1 具体仮説(1)の検証

単元全体を通して追究する課題を設定して単元計画を立てることで、各授業での学びや既習事項を課題と関連付けて考えられるようになるだろう。

単元を貫くカリキュラム構成については、検証授業Ⅱ(第3章力の世界)において検証を行う。この単元においては、力の表し方や浮力など単元を通じて学習する内容を踏まえて、最終的には浮沈子が沈む理由について説明できることを、単元を通じた課題として設定し授業実践を行った。

(1) 授業中の行動観察による検証

単元全体の導入として浮沈子を実際に触らせ、ペットボトルを押すと中の容器を沈められることを体験させた。見た目はとても単純なものであるが、生徒は大変興味を示し、「どうして沈む?」「ペットボトルを逆さにしたらどうなる?」などたくさんのつぶやきをもらっていた。この時点では、教師はその仕組みを説明せず、単元終了時に説明ができるようにこれから授業を行っていくことを伝えた。その後の授業においては、必ず浮沈子を示し今日の学習とどのような関連があるかを意識させるようにした。

その結果、「あ〜浮沈子ってこうなっているんじゃない?」と友達同士で説明し合ったり、「今日の授業は浮沈子とあんまり関係なさそう。」

「まだ浮沈子の説明はできそうにないな。」などと発言したりする生徒の姿が見られた。また、授業の振り返りにおいても、浮沈子を意識した記述も見られるようになった(図2)。

単元の最終時間には、これまでのまとめとして浮沈子を作製した。ただ作製させるのではなく、この単元を通じて思考した内容を発展させて、「2種類の魚の容器のうち、色をつけていない魚の容器が速く沈むように浮沈子を作製しなさい」と課題を与えた。結果は10分の制限時間に対して、8班とも6分程度で作製することができた。生徒に「なぜ片方のほうが速く沈むのですか。」という発問をすると、ほとんどの生徒が水圧と魚の容器の中の空気の量による浮力の違いについて説明することができていた。

単元を通じた課題を設定することにより、その課題との関連性や既習事



浮沈子

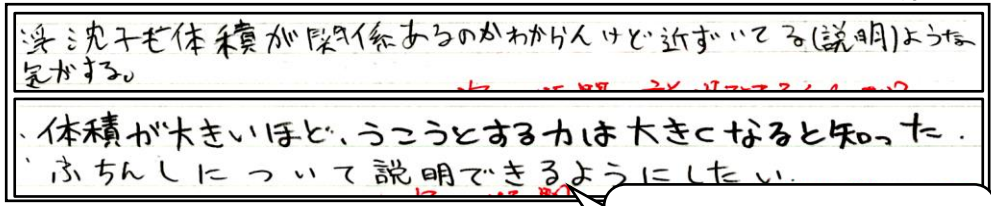
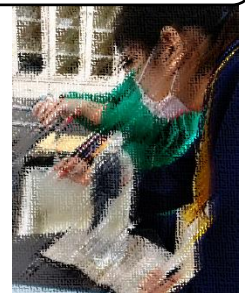


図2 振り返りの例(生徒のノートより)

浮力の規則性を見出す授業後、学習した内容が浮沈子と関係するのを思考している。



浮沈子を作製する様子

項とのつながりを考えるようになり、思考が広がり深まっていったと考えられる。

(2) アンケートの結果による検証

単元終了時のアンケートより、それぞれの授業と浮沈子の関連を考えながら授業に参加した生徒の割合（図3）は77.4%であった。単元の最初に課題を示し、それぞれの授業でははたらきかけによって、関連付けて思考する姿勢が身についていくと考えられる。また、教科書に掲載されている順序を入れ替えて授業をすることで理解を深めやすくなると思っている生徒の割合（図4）は74.2%であった。その肯定的な理由として「つながって学習するから分かりやすかった。」、「最後に浮沈子を簡単に作ることができた。」などの意見が多かった。しかし否定的な意見として「遠回りしているように感じた」、「教科書通りがいい」、「あまり変わらない」などがあり、教師の意図がまだ十分に伝わっていない部分も感じられる。

単元を貫く課題やそれぞれの授業で設定する課題などを、学習指導要領の内容確認と生徒の実態把握を十分に行ったうえで

決定し、実践していく必要があると考える。また、単元計画そのものも、どのようにしたらより分かりやすく課題解決できるかなどを、生徒同士や生徒と教師の対話などを基に作り上げていくことも、より主体的な学びにつながっていくと考える。

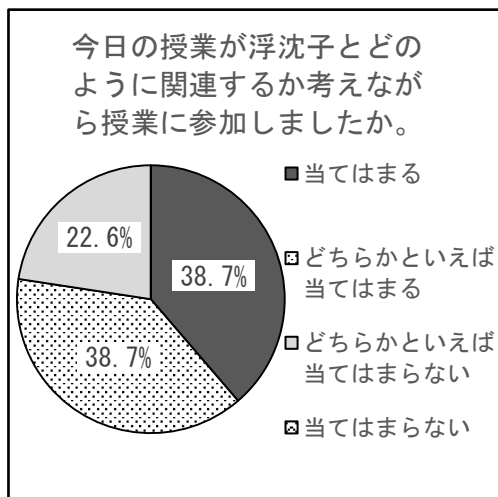


図3 単元を貫いた課題に関するアンケート結果

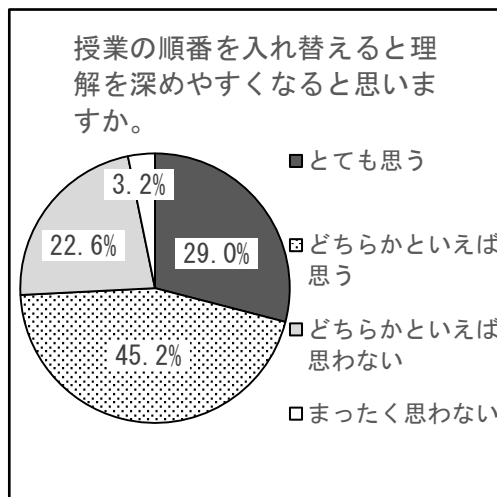


図4 カリキュラム構成に関するアンケート結果

(3) 単元を貫く課題を設定したカリキュラム構成することの有効性について

生徒の授業での発言や振り返り、アンケートの結果より、単元を貫く課題を設定したカリキュラム構成を行うことは、生徒が課題とそれぞれの授業での学びを関連付けようとする学習活動につながり、生徒の科学的な思考を育む指導の工夫として概ね有効であると考えられるため、今後も引き続き実践していきたい。

本研究において検証を行った単元は物理分野（光・力）で、日常生活との関わりを考えやすく、検証のための観察・実験も容易であるため、比較的単元を貫く課題を設定したカリキュラム構成を行いやすい単元である。その他の分野においても生徒の興味・関心を高め、思考を広げ深められる単元を貫く課題の設定や具体的な手立てを講じる必要があると考える。

2 具体仮説(2)の検証

科学的に探究する学習活動に沿って授業を展開することで、課題解決に向けて思考し表現するプロセスを習得することができるであろう。

(1) 気付きから課題設定する場における行動観察による検証

検証授業Iでは、生徒の凸レンズでは必ず拡大して物が見えるという素朴概念と、見方を変えると必ずしも物体が拡大されるわけではないという体験から生まれた気付きとのズレから課題を設定するという授業展開を考えた。

生徒全員に1つずつ凸レンズを配り、周りの人や物体がどのように見えるかに着目させて自由に活動させることにより、たくさんのことに気付き、自分が持っている素朴概念とのズレから疑問が生じているようであった。しかし、教師がねらいを達成するための意図的な手立て（生徒が考える視点の与え方等）を準備していなかったため、生徒の思考が拡散してしまい課題を設定するまでに授業時間の半分が経過してしまった。その結果、生徒との対話の中で課題を設定することができず、生徒の気付きを教師でまとめて課題として提示することになった。

生徒の気付きを焦点化するために、生徒の実態把握と意図的な手立てをとる必要があることを助言いただき、それを気付きの場における授業改善のポイントとして、その後の実践に活かした。

例えば、ばねの伸びと力の大きさは比例するというフックの法則を見いだす科学的に探究する学習活動における気付きの場面では、表4のような流れで行った。身のまわりの事物・現象（なるべく気付きの時間に実際に触れる事ができるもの）を用いるようにし、生徒の興味・関心を高めつつ、本時の授業のねらいにつながるように発問を行い、対話によって気付きから課題設定の場へつながるようにした。

多少生徒を誘導しているように感じるが、授業のねらいを達成するために、生徒の気付きをもとに授業を展開していくことは、教師主体で課題を設定することとは大きく異なり、生徒の学びの姿勢を変化させることができると考える。

今後、より主体的な学びにつなげていくためには、生徒自身が事物・現象から気付き問題を見いだす力、すなわち「教材との対話的な学び」の質を向上させる必要があり、そのための工夫・改善を図っていかなければならないと考える。「教材との対話的な学び」は、観察・実験の場においても同様に、事実を読み取る力として重要である。

課題設定においては、本研究においてはほとんどが教師主導で生徒との対話をもとに行った。最終的には生徒同士の対話から生徒自身によって課題を設定していくことを目指すが、現時点の生徒の実態においては生徒だけでの設定は大変難しいようである。例えば、重さによってばねの伸び方が違うことに気付いた生徒達に、どのような課題を立てて実験を行っていくかを問うと、「ばねの性質は?」、「ばねで重さははかれるだろうか?」、「ばねはどこまで伸びるだろうか?」などの意見が出された。そこで、さきほどの気付きから分かったことなどを教師と生徒の対話によって焦点化し、「ばねののびは重さによって、どのように変化するだろうか?」と設定することができた。

本研究における実践を続けていくことで、身のまわりの事物・現象から気付いたことをもとに課題を設定することができるようになり、思考を広げ深めることができると考える。そのために、このようなまとめができてほしいという具体的な生徒の姿をイメージして、課題を設定することが大事であり、それが生徒の気付きによって行えるよう教師がしっかりと授業を構想する必要がある。

(2) 仮説設定から観察・実験の計画を立てる場における行動観察による検証

第1章光の世界においては、生徒は仮説を立てることに大変困難を感じている様子だったが、まだ慣れていないだけで、何度も取り組んでいけばできるようになると考えていた。

しかし、検証授業Iにおいて、設定した課題そのものが難しすぎて、生徒が課題を理解できていないことを指摘された。気付きから課題を設定する場合、生徒同士や生徒と教師との対話によって何を解決しようとしているのかをしっかりと理解できるようにしていくことが大切であると考えた。

その後の実践の例として、浮力についての観察・実験を挙げる。まず生徒が理解しやすい課題を「浮こうとする力は、どうすれば大きくなるのでしょうか?」と設定した。仮説を設定する時には、理科の見方・考え方を意識させるようにした。浮力については、量的・関係的な視点で捉えることが大事であるため、「どのような量を変化させればいいのか?」等と発問することにより、生徒はこれまでの経験など（浮き輪の空気の量や船が浮く様子）から思考を膨らませ、「水と触れ合う面積を大きくすれば大きくなる」、「物体の中の空気が多ければ大きくなる」、「深く沈めれば大きくなる」（図5）のように仮説を立てることができた。それらの仮説を基に、どのようにすれば検証できるかを、生徒との対話の中

教師:「A(中身の見えるペットボトル)とB(中身の見えないボトル)はどちらが重いですか?」
 生徒:「A」「B」※根拠はない
 教師:「本当に?どうやって調べたらいい?」
 生徒:「体重計にのせる」「はかりにのせる」「中身を出す」
 教師:はかりにのせる→Aが重かった
 教師:「なぜはかりって重さを測れるの?その仕組みは?」
 生徒:「何か仕組みがある」「歯車がある」など
 ※生徒へ台ばかりを配り観察させる
 生徒:はかりの中にばねがあることに気づく
 生徒:「ばねの伸び縮みによって分かるかも」
 ※生徒に2つの物体をばねに下げさせる
 生徒:重さによってばねの伸びが違うことに気づく
 生徒:「だからはかれるんだ!」

表4 気付きの場面での教師と生徒の対話の例

しめるふかさが大きければ 下むいほど、うかか'大きく
なると思う

図5 仮説設定の例（生徒のノートより）

で考えを深め実験計画を立てた(図6)。検証可能な方法を考えることはかなり難しい面もあるが、少しずつ生徒から意見が出てくるようになってきている。仮説を考え、実験計画を立てることで、観察・実験が自分の考えを確かめる活動になり思考の深まりにつなげることができると思う。

	1	2	3	4	5	
ペットボトルの大きさ	大	大	大	大	小	
空気	少	多	x	x	x	
重さ	Ag	少g	Ag	少g	Ag	

① 空気中での力の大きさを測る。
 ② 半分水につけたときの力の大きさを測る。
 ③ 全部 =
 ④ 1と2の時だけ =

図6 実験計画の例(生徒のノートより)

(3) 観察・実験の結果を基に考察する場における行動観察による検証

観察・実験の結果をまとめる表などは基本的に、班で話し合っ決めて、それに記入するようにさせた(図1)。これまでのワークシートでは機械的に結果を記入していただけだったが、記入する表なども考えることで、さらに思考する機会をつくることのできた。ただし、内容によって教師で表を準備し、思考を深める時間を十分に確保できるようにした(図7)。

内容	①	②	③	④	⑤
ペットボトルの大きさ	500ml	500ml	500ml	500ml	350ml
空気	少	多	x	x	x
ばねばかりの値(N)					
空気中	5.6N	3.6N	5.4N	4N	5.4N
水に半分沈めたとき	3.2N	3.6N	2.8N	1.0N	3.6N
水に全部沈めたとき	0.4N	0.0N	0.2N	0.0N	1.6N
より深く沈めたとき	0.4N		0.2N		1.6N

図7 実験結果の例(生徒のノートより)

観察・実験の結果を基にして考察する場においては、結果から考えられることを記入するだけでなく、自分が立てた仮説と照らし合わせて考えを書く生徒も多く見られるようになった(図8)。しかし、記述内容にキーワードとなる科学的な用語が使われていないなど、不十分な考察も多く見られる。科学的な思考に不可欠である基本的な知識・技能の習得ができるよう手立てを講じるとともに、既習した科学的な用語などを用いて思考するより質の高いプロセスを習得させ、さらに班や全体での対話的な学びによって記述内容の質を高めていく必要がある。

水に全部沈めるときより深く沈めるときは、Nは変わらなかった。
 ③と⑤は空気中とき、同じ重さなのに、より深く沈めるときには、③の方が大きくなった。
 ・体積が大きいほど、こうとすると大きくなる。
 仮説では沈めるふたがふかいほどうかつ力が大きくなると思ったが、空気中と水に全部沈めたときをくらべるとうかつ力は大きくなるけど全部沈めたほうがより深く沈めると水圧はかわるが、うかつ力はかわらないと思う!

図8 考察の例(生徒のノートより)

(4) アンケートの結果による検証

本研究に取り組む以前(4月~9月)は、観察・実験前に仮説を立てることはほとんど行っていなかった。それは生徒が仮説を立てることは難しく、仮説を立てなくても観察・実験の結果から考察することができるであろうという考えからであった。

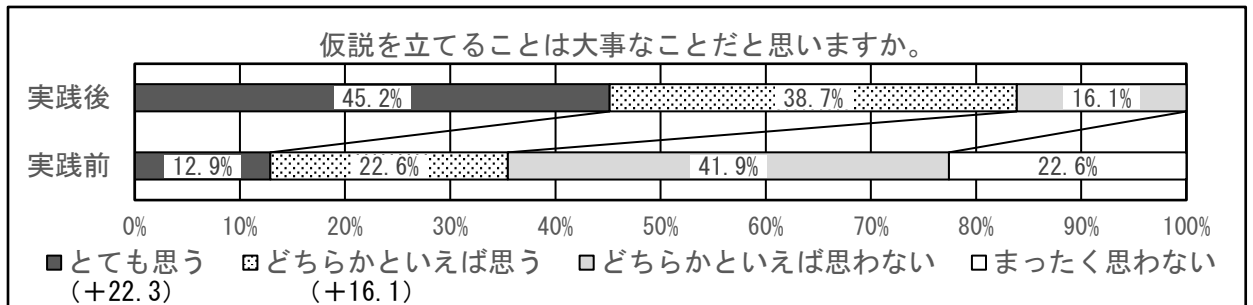


図9 仮説への意識に関するアンケート結果

しかし、仮説を設定することは、生徒自身が見通しをもつことによって、観察・実験が考えを広げ深める活動になり、その後の考察・まとめまでの一連の思考の過程にとって大変重要であること

を、授業中の生徒の様子やノートから実感できた。生徒へもその重要性を伝えながら、日々の実践してきた。その結果、仮説を立てることに対する意識が変容してきていることが分かる（図9）。

また、観察・実験結果をもとに考察していると回答した生徒の割合（図10）は77.4%であり、実践前よりも取り組む姿勢が良くなっている。当てはまらないと回答した生徒のノートの記述内容を見ると、班の意見のみが記入されているか未記入であった。それらの生徒への手立てを行っていくために、思考できていないのか、考えはあるが表現できなかったのかをしっかりと把握することが必要であり、その役目をする振り返りの内容を充実させる手立てが重要であると考えられる。

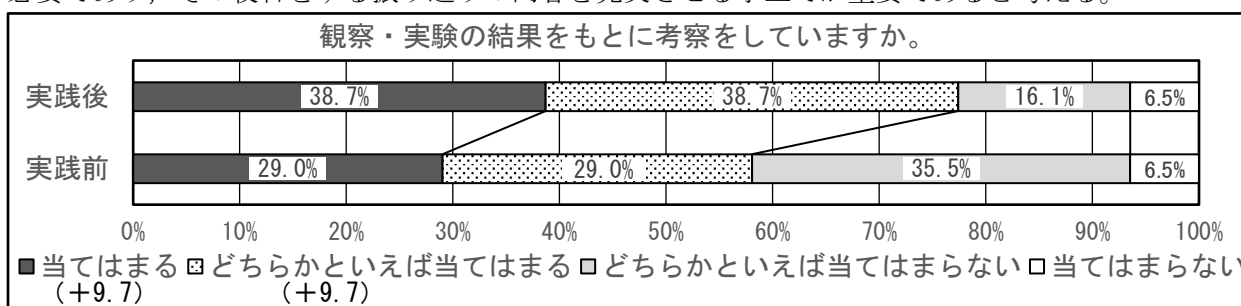


図10 考察に関するアンケート結果

本研究における実践に取り組む以前は、生徒は次に何に取り組むのかを理解していないため、教師の指示が必要になり、主体的に学習に取り組むことはできていなかったと考えられる。受動的な姿勢で授業に臨めば、何を学んでいるのかが理解しづらく思考を深めることが難しいであろう。

科学的に探究する学習活動に沿って授業を展開することで、1時間の授業の流れを理解できていると感じている生徒の割合（図11）は74.2%になった。生徒は「課題を設定したら次は仮説を考える」等の、思考のプロセスを身につけつつあり、指示がなくても次の行動に移れるようになってきている。そのことにより、見通しをもって課題を解決し、振り返りによって思考を広げ深めようとする姿勢へと変容していると考えられる。

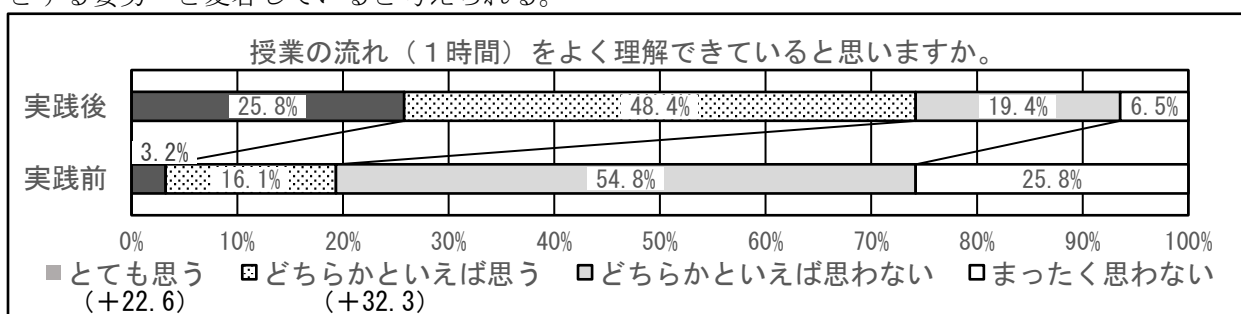


図11 授業の流れの理解に関するアンケート

しかし、「頭の中には考えがあるけど、説明するのが難しい。」などの意見もあり、科学的に表現する力はまだ十分ではないことが分かる。頭の中にある思考は、図式や言葉によって表現することによってより具体的なものになり、思考を深めることができるようになる。その思考をさらに広げ深めるために、生徒同士や教師との対話的な学びは欠かすことができない。

本研究においては、この生徒同士の対話的な学びを充実させるための手立てを十分に講じることができなかった。聞く、話す、読む、書くといった言語活動は、理科だけでなく全教科を通じて取り組まなければならないものなので、他教科との横断的な取り組みや小学校での指導法などを取り入れ、より科学的に表現できる力を育む具体的な手立てを今後も研究し、指導法の工夫・改善を図っていきたい。

3 具体仮説(3)の検証

ノートを活用し、振り返りの活動を充実させることで、自分の学びを把握し、課題解決に向けて思考をつなげることができるであろう。

(1) ノートの記述内容とアンケートによる振り返り活動についての検証

本研究に取り組む以前（4月～9月）は、振り返りは観察・実験後にのみ行っていた。観察・実験前に仮説を立てさせていなかったため、生徒の振り返りは、まとめに関して記入しているものが多

く、それほど意味のある振り返りになっていなかったように感じる。自己評価についても、選択方式であったため、自分をしっかりと振り返らずにただ丸を付けるだけの生徒も多かったのではなかと考えられる (図 12)。

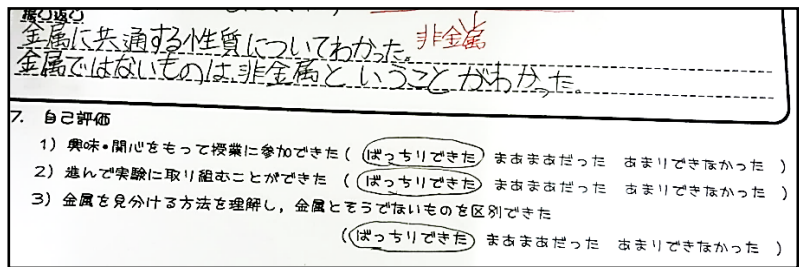


図 12 自作ワークシートにおける振り返りと自己評価の例

本研究においては、毎時間振り返りを記入するようにし、そして記入内容にコメントを入れ、次時の学習につなげられるようにした。それによって今まで分からなかった生徒の思考の過程を見とることができるようになった。例えば、図 13 の振り返りは自分が立てた仮説が当たっているか次時の観察・実験を楽しみにしている様子が見られるものなどもある。このように授業で獲得した知識などの結果だけでなく、学びの過程を教師が把握できることは大変意義があると考えられる。

その振り返りに教師がコメントを書くことによって、生徒の自分自身や教師との対話的な学びによって、より主体的な学びにつながってきていると感じる。アンケート結果 (図 14) より、教師が自分の振り返りにコメントを書くことに対して肯定的な生徒の割合は 87.1% であり、その理由として「先生のコメントを分からないところに活かしている」、

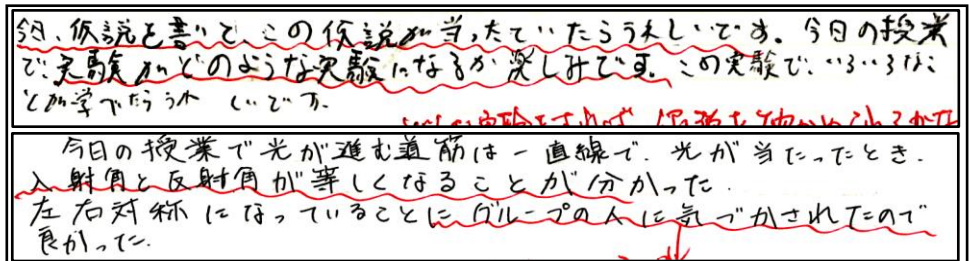


図 13 振り返りの例 (生徒のノートより)

「次の授業につながっている」、「きちんと見てくれている」、「やる気が出る」などが挙げられていた。コメントの記入は、時間がかかるものであるが、学びの質を向上させるために大変有効なものであるため、今後も継続して行っていきたい。

生徒の振り返りは、教師の授業改善にもつなげることができる。図 15 の振り返りは、検証授業Ⅱにおける振り返りである。これまで学習してきた内容を使って浮沈子の仕組みを説明する課題に対して、思考を深めることができなかった素直な振り返りである。この生徒が書いたこれまでのノートの記述内容を見ると、生徒が理解している内容、まだ理解できていない内容を読み取ることができ、生徒が理解するための教師の具体的な手立てが見えてくる。これにより指導と評価の一体化が図れ、授業の改善に活かすことができると考える。検証授業Ⅱの次時では、生徒のノートから把握した改善のポイントを基に授業を展開し、生徒の理解につなげることができた。

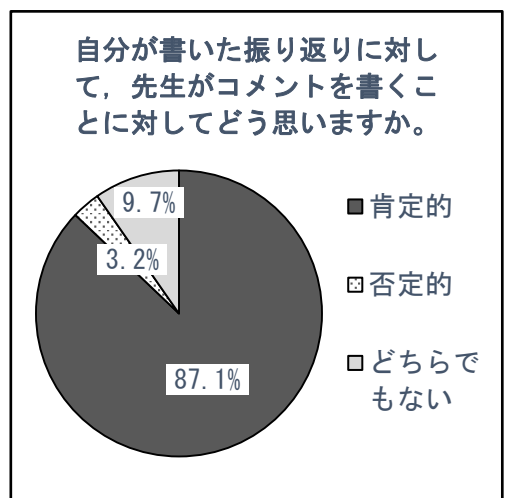


図 14 振り返りへの教師のコメントに関するアンケート結果

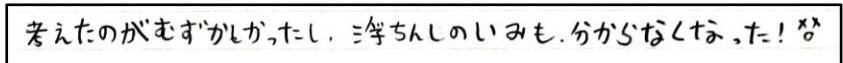


図 15 振り返りの例 (生徒のノートより)

(2) アンケートによるノート活用の有効性についての検証

これまで観察・実験において用いていた自作ワークシートは、生徒が書きやすいように作成してきたので、あまり考えなくても記入することができ、書く時間を短縮することができた。

本研究では一般的なノートを用いてすべての授業を行った。アンケート結果 (図 16) より、今後もノートを使用していくことに対して肯定的な生徒の割合は、67.7%であった。その理由として「自分で分かりやすくまとめられる」、「ノートだと振り返って勉強できる」、「力がついていきそう」、「自分で考えるようになった」などが挙げられていた。否定的な理由としては、「ワークシートの方が分

かりやすい」、「書く量が多くなって追いつかない」、「面倒くさい」、「時間がかかる」などであった。

生徒は、授業が始まる前に自分達でノート配布し、振り返りのコメントに目を通す。そしてすぐに記入できるように準備を始めるなど、学習意欲の高まりを感じることができる。生徒が作るノートは、授業を重ねるごとに質的にも量的にも向上している様子が見られ、さらに自分が書いたノートを授業に活かそうとしている生徒も多く見られた。検証授業Ⅱにおいても、生徒が課題解決に向けて自分のノートを振り返る時間を意識的に設定した。ノートが単なる板書を写すだけの道具ではなく、思考を広げ深めるための道具に変化していると考え。

ノートに思考しながら書いて表現し、書くことによって思考をより広げ深められるように継続的に指導していき、科学的な思考力・表現力を育てていきたいと考える。

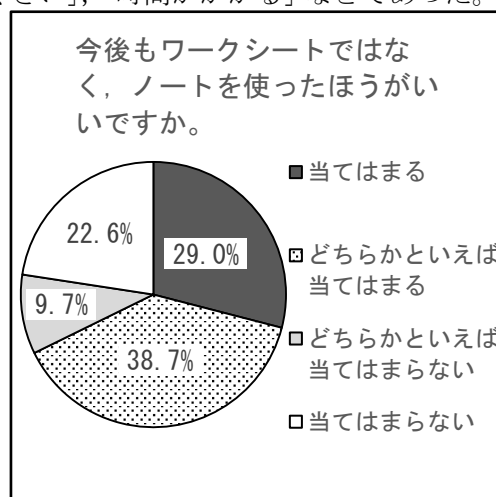


図16 今後のノート利用に関するアンケート結果

Ⅷ 成果、課題・対応策

1 成果

- (1) 単元を貫く課題を設定して単元のカリキュラム構成することは、生徒が常に課題を意識して授業に取り組むとともに、課題や既習事項を関連付けて科学的な思考を広げ深めることができたため有効であった。
- (2) 科学的に探究する学習活動に沿って授業を展開することは、生徒が主体的に課題解決の過程を進めようとする姿勢が身につけてきているので、思考のプロセスを習得するのに概ね有効であった。
- (3) ノートを活用し、振り返りの活動を充実させることは、より主体的に学習に取り組む態度を育てることに有効であった。また、ノートが自己の学びをつなげる道具となっているので、思考をつなげ表現することにも有効であった。

2 課題・対応策

- (1) 生徒が科学的に思考する流れはできつつあるが、その思考をより広げたり深めたりし、科学的に表現する力を育てるための手立てが不十分である。生徒の実態把握を細かく行い（人間関係なども含む）、他教科や小学校での表現方法などを参考にし、具体的な手立てを考え改善を図っていく。
- (2) 仮説や考察を考えたり書いたりする表現の場において、科学的な用語を用いることができていないなど不十分な記述も多いので、基本的な知識・技能の習得ができるよう手立てを講じるとともに、既習した科学的な用語などを用いて思考するより質の高いプロセスを習得させ、さらに班や全体での対話的な学びによって記述内容の質を高めていきたい。

〈参考・引用文献〉

- 一般社団法人日本理科教育学会編集 2016 「理科教育における振り返りの研究を概観する」『理科の教育』8月号9～12頁 東洋館出版社
- 教育課程研究会編著 2016 『「アクティブ・ラーニング」を考える』 東洋館出版社
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター 2011 『評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料（中学校 理科）』 教育出版
- 猿田祐嗣・中山迅編著 2011 『思考と表現を一体化させる理科授業－自らの言葉で問いを設定して結論を導く子どもを育てる－』 東洋館出版社
- 文部科学省 2008 『中学校学習指導要領解説 理科編』 大日本図書
- 〈参考URL〉
- 文部科学省 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）』 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
- 文部科学省 2015 『理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて（報告）』 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/1376994.htm
- 文部科学省 2011 『言語活動の充実に関する指導事例集【中学校版】』 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/gengo/1306108.htm