

理科の見方・考え方を働かせ、 見通しをもって課題に取り組む力を育む理科授業 －検証計画の立案を見据えた仮説の設定を通して－

和歌山市立東中学校
教諭 須川 濤

【要旨】

本研究の目的は、探究の過程に沿った授業づくりを行うことで、生徒が見通しをもって課題に取り組む力を育むことである。「見通しをもつ」とは、探究の過程内の、「仮説の設定」、「検証計画の立案」を生徒が主体的に遂行することと定義し、提案授業を、「検証計画書作成のためのワークシート」の作成を基に全三次構成で実施した。このワークシートは、生徒が思考の流れに沿って作業仮説の設定を行えること、実験計画法を参考に設定した「良い検証計画書の条件」に則って科学的な検証計画を立案できること、見通しをもつ過程で、理科の見方・考え方を働かせることができることの3点を考慮し、構成したものである。

提案授業では、観察・実験の実施前に検証計画書を修正させる場面に加え、実施後「振り返りの5つの視点」を基に、自己評価させる場面や他者との意見交流の場面を設定することで、検証の妥当性について検討する力も高まった。また、第三次では、生徒自身の力のみで検証計画書を立案し、仮説の検証を意識した条件制御の方法を考えたことで、探究する意欲も高まった。

【キーワード】

中学校理科，探究の過程，仮説の設定，検証計画の立案，作業仮説

1 研究のねらい

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編では、「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」（以下、探究の過程と略記）（図1）が示され、探究の過程を意識した小・中・高等学校の系統的な指導の充実が一層望まれている。

「平成29年度和歌山県学習到達度調査」の理科の調査結果をみると、「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」を問う問題において自校の正答率が県平均を大きく下回った。これは授業の中で、生徒が見通しをもって課題に取り組むことができていなかったことが原因の一つではないかと考えられる。また、筆者のこれまでの授業実践を振り返ると、仮説の設定の場面において、課題に対して直感的な意見を述べさせるに留まっており、見通しをもたせるような学習活動にはなっていなかった。そのため、見いだした課題に対して仮説を設定し、観察、実験を計画する学習活動を十分に保障できていなかった。

そこで、本研究では、学習指導要領に示された探究の過程に則った単元構想の下、「探究の過程を主体的に遂行させるための課題づくり」、「作業仮説を基盤とした検証計画の立案」、「仮説、検証計画の振り返り」の3つの手立てを取り入れ、生徒が見通しをもって課題に取

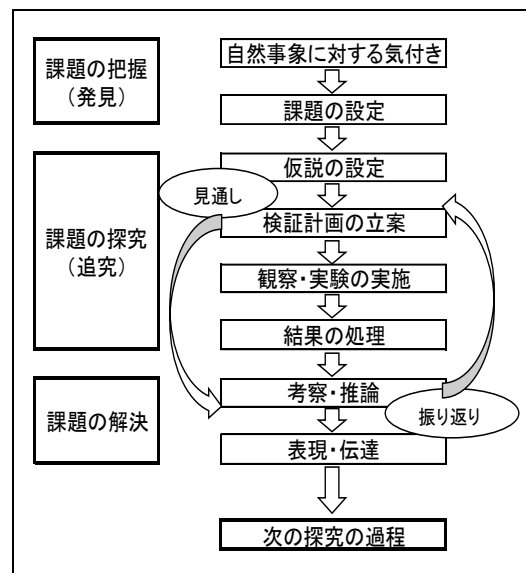


図1 探究の過程（一部省略）

り組む力を育むことをねらう。なお、本研究において、「見通しをもつ」とは、課題に対して生徒が主体的に「仮説を設定し、検証計画の立案を行うこと」とする。

2 研究の方法

(1) 提案授業の計画

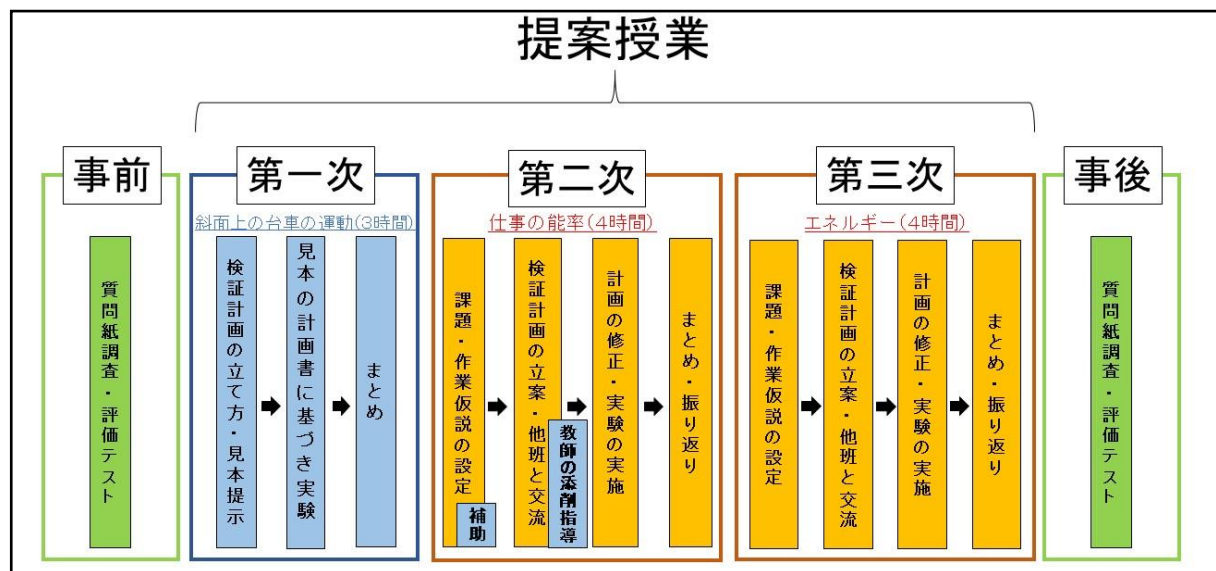


図2 本研究における指導計画

観察、実験が比較的行いやすい第1分野では生徒が検証可能な仮説の設定を行いやすいと考え、第3学年のエネルギー領域で提案授業を行うこととした。

第一次「斜面上の台車の運動」では、筆者が事前に作成した検証計画書を用いて実験し、条件制御や繰り返し測定等、小学校理科で身に付けた力を活用できるように、「良い検証計画書の条件」に則って検証計画を立案する方法を学ぶ。

第二次「仕事の能率」と第三次「エネルギー」では、学習内容は異なるが、学習の流れは基本的に同様のものとする。第一次で身に付けたことを基に、生徒自身が仮説の設定や検証計画の立案を進められるよう指導計画を作成した(図2)。さらに、第三次では生徒自身の力のみで仮説の検証を意識した検証計画を立案させ、条件制御の方法等についても考えさせた。

なお、本研究における指導計画に基づき、提案授業を実施した際の効果について検討するために、提案授業の最終場面、第三次「エネルギー(4時間)」において生徒が記述した検証計画書の分析、提案授業の事前、事後に実施した、質問紙調査及び評価テストを併せて、生徒の変容を見取ることとする。図2中の緑色は本研究の検証に関わる部分、青色は教師の介入もしくは教師主導の部分、橙色は生徒主体の部分を表している。

(2) 提案授業で用いた手立て

ア 探究の過程を主体的に遂行させるための課題づくり

中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編には「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を目指す」と記述されている。よって本研究では、生徒が見通しをもって課題に取り組む際、その活動が主体的に行われていくことが大切だと考えた。

角屋(2012)は子供が主体的に観察、実験を行うための3つの前提条件を挙げている。①子供一人ひとりが仮説をもつこと。②子供が観察、実験の方法を立案すること。③計画に基づき、観察、実験を実行すること。本研究は、生徒自身が仮説の設定、検証計画の立案を行い、それに基づき観察、実験を行うため、生徒が主体的に観察、実験の実施を遂行するための取組として期待できる。さらに、仮説の設定や検証計画の立案も生徒が主体的に遂行することをめざすのであれば、それに着手する前段階である、課題の設定の場面において、

生徒が主体的に取り組めるようにする手立てが必要となると考えた。そこで、課題を日常生活に関連させ、仮説の設定や検証計画の立案が主体的なものになることをねらう。

イ 作業仮説を基盤とした検証計画の立案

勝間(2015)は、仮説を「〇〇は△△だろう。なぜなら、◇◇だから」のように、根拠をもって説明する仮説(以下、説明仮説と略記)と、その説明仮説を検証可能なものとするために、「・・・すれば、××は□□になるだろう。」というように作業を伴う仮説(以下、作業仮説と略記)の二つから成ると定義している。本研究においても、この定義に基づき、生徒が考えた説明仮説から、作業仮説を導き出すような手立てを考える。

小林ら(2015)は、作業仮説の設定を円滑に行わせるために、検証において変化を及ぼす要因(独立変数)と、要因によって変化する値(従属変数)の概念を段階的に導入していく仮説設定シートを活用することが有効であると述べている。そこで、本研究で使用する「検証計画書作成のためのワークシート」(図3)内の「◎仮説の設定」の欄に、思考の流れに沿って作業仮説の設定を補助する部分を導入した。これは生徒が自然の事物・現象を観察し、思い描いた説明仮説に変数の概念や実験器具に関する情報を書き加えていくことで、より具体的な作業仮説の設定ができるようになることをねらいとしている。なお、提案授業においては、説明仮説、作業仮説の文言の使用により、生徒の混乱を招くと判断し、説明仮説を「はじめの考え」、作業仮説を「仮説」と表記した。

作業仮説の設定によって、生徒は実験操作を具体的にイメージすることができるものの、計画する実験を科学的な検証とするためには、実験操作以外にも留意すべき点が複数存在する。そこで、検証計画書作成の指導及び評価の重点について、実験計画法を参考に、探究の過程とのつながりを意識しながら、「良い検証計画書の条件」として①から⑥の6つの条件を設定した(表1)。

①は実験が成立し得るための必要最低条件であると考え。②、③、④は医学、工学分野等の実験で用いられる実験計画法による要素であり、実験結果が科学的な根拠となることを意図している。⑤については、探究の過程内における「表現・伝達」を意識し、取り入れることとした。また、⑥はエネルギー領域において特に重要となる「自然の事物・現象を量的・関係的な視点で捉える」ことを意識し、設定した。以

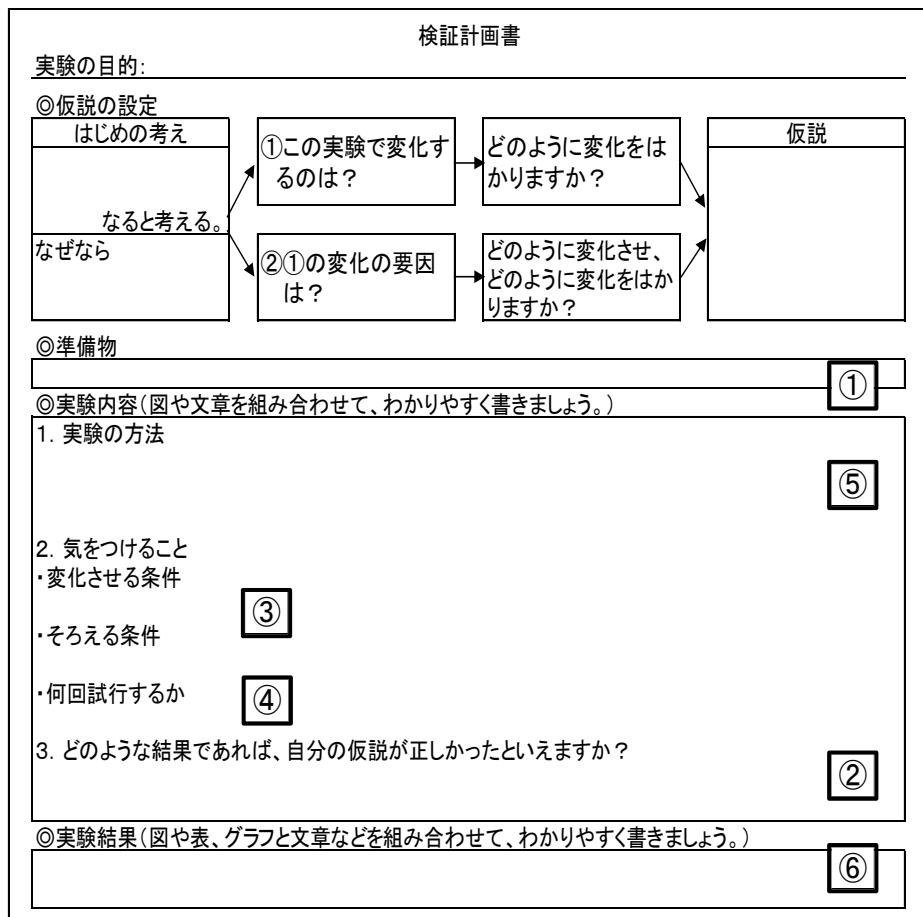


図3 検証計画書作成のためのワークシート(一部省略)
※①から⑥は表1のものに対応している

て、

上の条件を満たした検証計画の立案が遂行されるよう、ワークシートの中にそれに対応した項目を設けた(図3)。

「◎準備物」の項目を設けたのは、実験内容をより

明確にイメージさせるためである。「どのような結果であれば、自分の仮説が正しかったといえますか?」に対する答えを書かせることは、仮説の検証を意識して立案させるためである。さらに、気を付けることとして「変化させる条件」「そろえる条件」「何回試行するか」の項目を設定したのは、条件を制御しながら計画させるためである。なお、これらの項目を設定することで、自然の事物・現象を質的・量的な関係、定性・定量、原因・結果等の科学的な視点で捉え、それらを関係付けたり、条件制御を行ったりする等、検証が科学的な探究になることを意図している。

このような一定の形式に基づいて検証計画の立案をさせることにより、計画を円滑にし、かつ検証が仮説を科学的に実証するためのものになることをねらいとした。なお、これらの条件は、「検証計画書作成時のチェックシート」として提示することで、生徒自身が計画を振り返り、足りないものを確認する等、検証計画を深めるためのツールとしても用いた。

ウ 仮説, 検証計画の振り返り

本研究では、観察、実験の実施前に、教師が検証計画書を指導・評価し、修正させる時間を設けると同時に、生徒自身による検証計画書の自己評価も行えるよう、振り返りの5つの視点(表2)を基に「仮説・実験振り返りシート」(図4)(以下、振り返りシートと略記)を作成した。

振り返りシートの作成に当たっては、生徒自身が観察、実験の過程を、思考の流れに沿って振り返ることができるように留意した。また、実験方法について「次にするなら別の方法を選ぶ、条件を少し変えてみる」の欄についても記述させることで、他の班との意見交流を通して「実験⇒考察⇒再立案⇒再実験」の過程を模擬的に体験させることができると考えた。このような手順で検証計画の妥当性について検討する力を身に付けさせることをねらいとした。

表1 良い検証計画書の条件

- ① 実験を行う際に必要な器具が、種類、数ともに正確に記載されている。
- ② 実験の内容が、設定した仮説を実証できるものになっている。
- ③ 調べたい因子以外の条件が制御されている。
- ④ 結果の偶然性について考慮するために繰り返し測定することが示されている。
- ⑤ 実験の方法が、文章や図を組み合わせて、実験者以外が見ても理解できるように記されている。
- ⑥ 実験結果が、文章に加えて表やグラフを用い、定量的に表されている。

仮説・実験振り返りシート	
◎あなたの設定した仮説は正しかったですか。(正・一部誤・誤)	
一部誤、誤の場合、どのようなことが誤っており、足りなかったのか書きましょう。	
◎準備物は実験に必要な種類、個数を記入できていましたか。(十分・不足)	
不足していた場合、何がいくつ不足していたのか書きましょう。	
◎あなたの考えた実験の方法で、設定した仮説が正しいことを証明できましたか。それぞれの点について、振り返ってみましょう。	
1. 方法について(適切であった・次にするなら別の方法を選ぶ・少し条件を変えてみる)	
「次にするなら別の方法を選ぶ、少し条件を変えてみる」場合、その別の方法について簡単に書きましょう。	
2. 気をつけることについて、付け加えておくべきだった、不必要だったと思う点について書きましょう。	
・変化させる条件	
・そろえる条件	
・何回試行するか	
◎他の班の「実験結果」を見て、参考にしたいと思う結果の書き方はどのようなものですか。	
◎この実験から得られた新たな疑問や気づきがあれば書きましょう。	

図4 仮説・実験振り返りシート(一部省略)

(3) 提案授業の進め方

生徒主体の探究活動である第二次及び第三次の授業の進め方について記す。

ア 第二次

(ア) 課題・作業仮説の設定の場面

表2 振り返りの5つの視点

前述のとおり、探究の過程を生徒が主体的に遂行するためには、自然の事物・現象から、疑問を見だし、生徒が主体的に課題の設定を行う工夫が必要である。

- | |
|--|
| 1. 仮説は正しかったか(どのように誤っていたか)。
2. 準備物は過不足なく記入することができたか。
3. 実験の方法は設定した仮説が正しいことを証明する実験として、適切であったか(適切でないならどのように行えばよかったか)。
4. 他の班の結果の表し方を見て、参考にしたいと思うものはどのようなものか。
5. この実験から得られた新たな気づきや疑問は何か。 |
|--|

そこで第二次では、1時間目の自然事象に対する気付きの場面で、図5のように日常生活の具体的な場面を設定し、見いだした疑問から課題を設定するようにした。

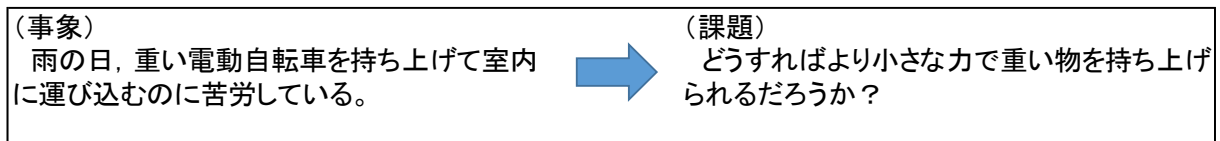


図5 日常生活に関連した課題の設定場面(第二次)

「◎仮説の設定」では図6の太字の部分で、生徒とともに考えながら、学級内で記述内容を統一した。なお、下段の「なぜなら」に続く部分、「② ①の変化の要因は？」及び、「どのように変化させ、どのように変化をはかりますか？」については、各班で考えた方法や用いる器具を、自由に記述できるようにした。これらのことで、生徒が説明仮説から作業仮説の設定を円滑に行えるよう考慮した。

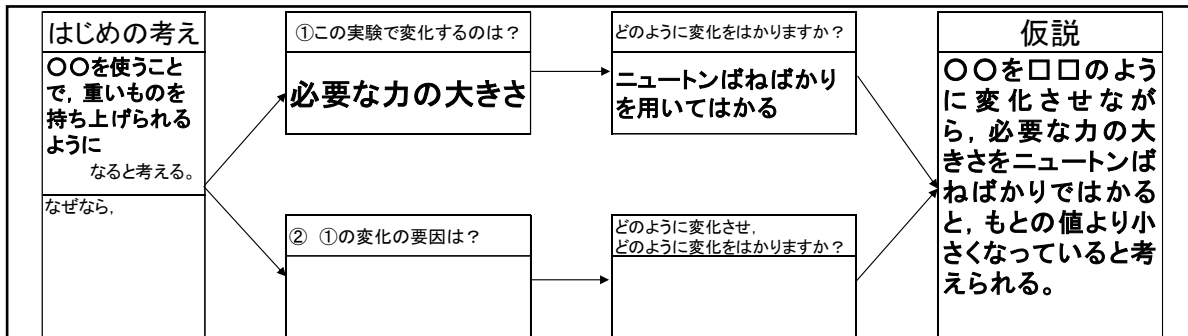


図6 作業仮説の設定

(イ) 検証計画の立案・他班との交流の場面

生徒から「どんな実験をすればいいのかわかる、イメージをすることができる。」との発言があった。前時の作業仮説の設定を通して、「変化の要因」、「変化させる値」等変数の概念を段階的に考えさせたことが、検証計画のイメージにつながったと考えられる。そこで、「◎準備物」、「◎実験内容」、「◎実験結果」の記述については、生徒のみで行わせることとした。その際、ワークシートの「◎実験内容(文章や図を使ってわかりやすく書きましよう。)」内の文言を意識させた。その結果、実験者以外が見てもわかるように図式化や箇条書き等、工夫しながら「◎実験内容」を記述し、全ての班が時間内に検証計画を立案することができた(図7)。

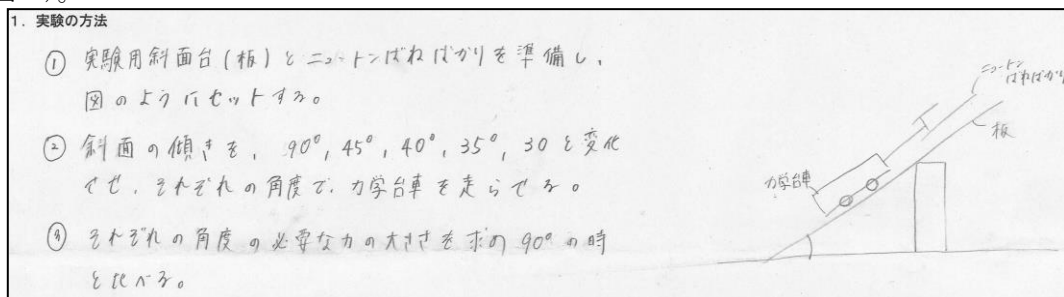


図7 生徒が立案した検証方法の一例(第二次)

その後、観察・実験の実施が円滑に進むよう、添削指導することを目的として、検証計画書を提出させることとした。準備物や条件制御、測定回数等、随所に不足や誤りが見られたが、4時間目の振り返りを意識し、細かなものについては指導せず、実験を実施する中で生徒自身が気付けるよう留意した。

(ウ) 計画の修正・実験の実施の場面

はじめに、添削指導に基づき生徒が検証計画書に修正を加えた後、実験を行わせた。進めていく中で、準備物の不足や手順の誤りに気付いた班には青色のペンを用いて追記するよう指導した。実験中に得られた気づきを振り返りの場面で確認させ、生徒自身で実験をより科学的な検証へと導いていくことをねらいとした。事前に添削指導を行ったため、実験は概ね円滑に進み、結果の交流や考察に、十分に時間をとることができた。

(エ) まとめ・振り返りの場面

検証計画の自己評価と称し、振り返りシート(図4)を用いて、主に仮説の正誤や、検証方法の適否について、振り返りを行った。生徒には、実験終了後にワークシートをコピーし、裏面に振り返りシートを印刷したものを一人につき一枚配付しておいた。

それぞれの班で行った検証について比較する場面では、一時的に班を再編成し、集まった生徒それぞれが別の検証計画書を持ち寄る形式をとることとした。振り返りを進める中で、条件制御や測定回数についての対話もあり、記述には「○班は結果を数値と文章で表していたのでわかりやすかった。」「(平均をとったけれど)今回は平均をとる必要のない実験だと思った。」等、「良い検証計画書の条件」に則って、自身の検証計画に不足していた点を振り返るものが見られた。

イ 第三次

前述のとおり、学習の流れは基本的に第二次と同様にしたため、各時間についての詳細な記述は避けるが、筆者の支援なしに生徒が主体的に進めようとする姿が見られたので、その点について記す。

(ア) 課題・作業仮説の設定の場面

第三次では、体育祭における入場門の設置を事象として取り上げた。生徒は、丸太の周囲に杭を打ち込み入場門を作成する過程を捉え、以下のように検証できる課題を設定した(図8)。

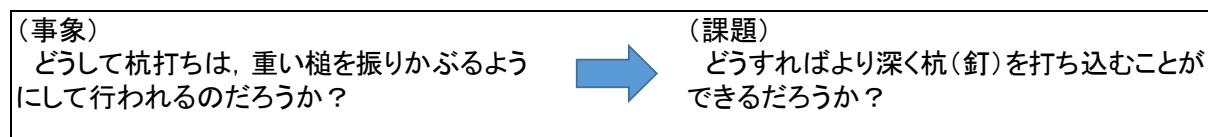


図8 日常生活に関連した課題の設定場面(第三次)

課題の設定後、ワークシートを配付すると、生徒はまずと仮説の設定を行い始めた。「◎仮説の設定」を通して、位置エネルギーの大きさが、基準面からの物体の高さや質量に関係することを見いだす場面である。記入された「◎仮説の設定」には、内容に若干の誤りがあったものの、全ての班が作業仮説の設定を行うことができた。

(イ) 検証計画の立案・他班との交流の場面

第二次では、実験中に計画の不備に気付くことが多かったため、第三次の検証計画の立案では、初めに第二次の振り返りシートの記述を全体で共有する時間を設けた。この時間を設けたことにより、変化の要因や偶然性について十分に考慮できていなかったこと、実験当日になって準備物の不足や手順の誤りに気付いたこと等を生徒自ら知ることができ、第二次の振り返りを第三次に生かしながら、検証計画の立案を行うことにつながった。さらに、「良い検証計画書の条件」をチェックシート形式にして配付したことで、シートに沿って生徒自身が計画の最終確認を行うことができた。検証計画の立案を進める中、多くの班で「これでそろえなければならぬ条件を全て出せているか。」「平均をとった方がいいと思うが、何回くらい行えばいいか。」「物体をまっすぐ釘に当てるのが一番難しい。ど

うすれば上手くいくか。」等の対話的な学びが生まれ、生徒は実験を上手く進めるための工夫や、留意点について深く考えながら、立案することができた。

3 提案授業を終えて

(1) 検証計画書の分析 (第三次)

第一次は仮説の設定や検証計画の立案の方法、第二次は生徒主体の活動でありながら、ワークシートの使用法に重点をおいた指導を行ったため、第三次において生徒が主体的に記述した作業仮説と実験の工夫について記す。

ア 「◎仮説の設定」の記述から

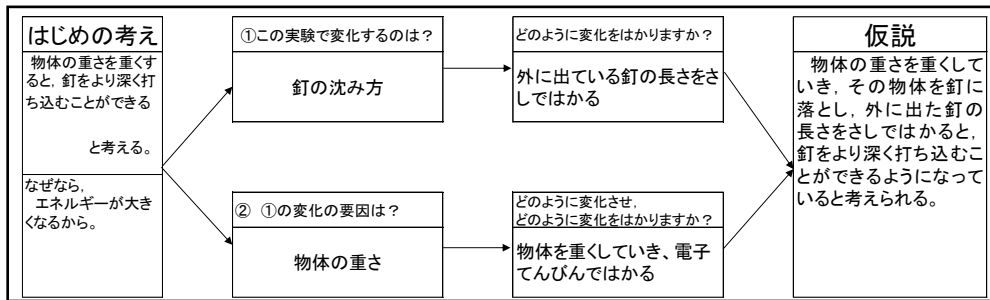


図9 生徒が設定した説明仮説と作業仮説① (筆者転記)

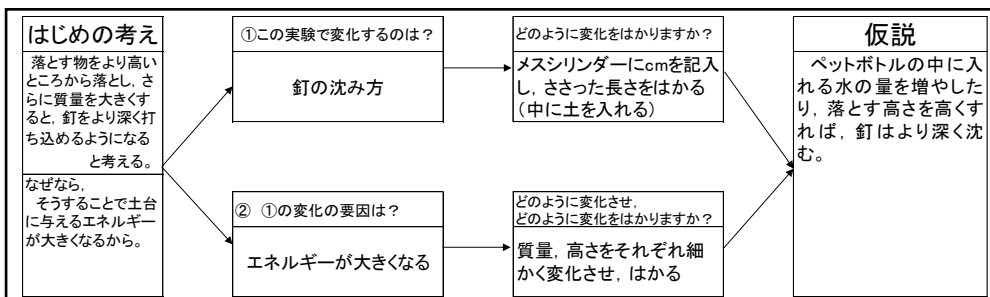


図10 生徒が設定した説明仮説と作業仮説② (筆者転記)

図9, 10ともに生徒自身の説明仮説から、検証において変化を及ぼす要因(独立変数)とその要因によって変化する値(従属変数)を抽出したり、その際に必要となる準備物を挙げたりしながら、作業仮説の設定を行っていることが見て取れる。実験を進める中で何が必要になるのか考え、具体物を示しながら記述することができていることから、第二次終了後に振り返りシートを活用したことが生かされていることがわかる。

イ 「◎実験内容」の記述から

「そろえる条件」の欄には多くの班で「質量を変えるときは、高さをそろえる」等の変数に着目した記述に加え、具体的な方法の工夫も多数見られた。例えば、図11は、物体をまっすぐ釘に当てることについて、生徒が考えた方法の一つである。この方法を考えた班は、粘土に釘を刺し、水の量で質量を調節できるようにしたペットボトルを落下させることで条件を制御しようと考えた。その際、ペットボトルをまっすぐに釘に当てる方法として、第二次で学んだ定滑車を用いることを考え、実践している場面である。定滑車を活用することで、物体が釘に当たる角度に加え、高さについても制御しようとしていることが分かる。他の班でも同様に、物体の底面に水平な板を張り付けたり、筒を用意しその内部を落下させたりと、「どのような変化の要因が考えられ、それをどう制御するか」を見通した計

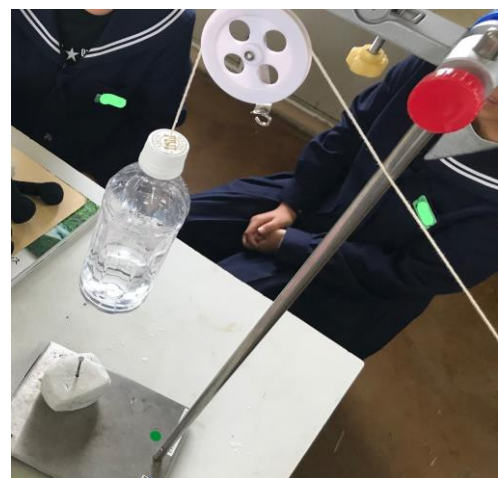


図11 生徒が立案した検証方法

画を立案することができた。第一次から第三次までの提案授業を通して、生徒は「良い検証計画書の条件」に則って検証計画を立案することができるようになったと考えられる。

ウ 「◎実験結果」の記述から

「どのような結果であれば、自分の仮説が正しかったといえますか？」に対する回答を書かせることで、**図12**の下線部のように、仮説の検証を意識しながら実験を行ったことがうかがえる記述が見られた。

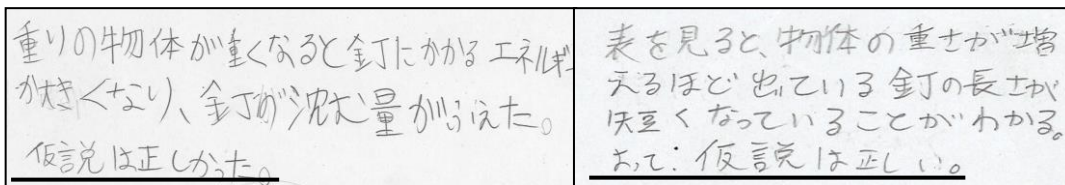


図12 生徒が記述した実験結果の一部

(2) 質問紙調査の分析

表3 事前事後の質問紙調査の結果比較 (n=59)

生徒が探究の過程を主体的に遂行することができたかどうかを見取るため、5つの項目を設定し、4件法で質問紙調査を行った(表3)。結果として、全ての質問項目において、「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」の肯定的な回答に大きな変化が見られた。特に、質問項目2～5において50ポイント近くの上昇が見られたことから、生徒自らが考え、振り返ることができ、学習活動に主体的に取り組んでいたことがうかがえる。また、事後質問紙調査の自由記述欄では、「自分で実験の計画を立てて実験した結果が、仮説と合っていると嬉しい。」「仮説をきちんと設定することで、それに基づいて計画、実験でき、嬉しかった。」等の記述が多くあり、提案授業を通して、課題に対して主体的に取り組む力を育むことができたと考えている。

質問項目	事前	事後	比較
1. 理科の勉強は好きだ。	55.9%	86.4%	+30.5
2. 課題に対して自分の予想をもって取り組んでいる。	38.9%	89.8%	+50.9
3. 課題の解決方法を自分で考えようとしている。	37.3%	88.1%	+50.8
4. 実験後、実験方法について振り返り、見直している。	37.2%	93.2%	+56.0
5. 実験後、自分の予想を振り返り、見直している。	44.0%	89.8%	+45.8

※「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」と回答した生徒の割合

(3) 評価テストの分析

生徒に「良い検証計画書の条件」を満たした検証計画書を作成する力がついたかどうか分析するため、評価テストを事前と事後の2回実施した。評価テストは、日常生活における疑問を課題として示し、設定した仮説の正誤を、どのようにすれば検証できるのか、検証計画書の作成を行わせたものである。調査結果の比較、分析が行いやすいよう、どちらもエネルギー領域を題材として扱うこととし、事前の評価テストは「光電池のしくみ」、事後は「運動エネルギー」を取り上げた。どちらも、評価は、到達度に応じて「1点」～「5点」の5段階評価とした。4点を概ね満足できる基準とし(表4)、集計した結果を比較した(表5)。なお、表4中の①から⑤は、表5中の①から⑤と対応している。

表4 評価テストの評価基準(4点)

	①	②	③	④	⑤
評価基準	準備物の種類、数量が正しく記入されているが、数量に不足がある。	設定した仮説と実験内容が正対している。かつ、独立変数と従属変数の関係について記されている。	変化させるもの、制御するものがともに従属変数の変化に関わる独立変数で、かつ、問われている物体そのものに関する条件である。	文章と図を組み合わせて記している。また、手順も明確に示されており、正確である。	結果の欄に、グラフや表を用い、定量的に表しており、かつ、軸や行列の情報が正しく記されている。

表5 事前事後の評価テストの結果の比較 (n=59)

評価テストの評価の観点	4点以上		
	事前	事後	比較
①実験を行う際に必要な器具が、種類、数ともに正確に記されている。	1.7%	38.9%	+37.2
②実験の内容が、設定した仮説を実証できるものになっている。	15.2%	76.2%	+61.0
③調べたい因子以外の条件が制御されている。	1.7%	47.4%	+45.7
④実験の方法が、文章や図を組み合わせて、実験者以外が見ても理解できるように記されている。	3.4%	44.1%	+40.7
⑤実験結果が、文章に加えて表やグラフを用い、定量的に表されている。	3.4%	62.7%	+59.3

※全ての項目に無解答の答案については、全ての得点を1点とした。

事前と事後の評価テストの結果の比較から、全て評価の観点について事後の値が事前の値を上回っていることが分かる。特に、②の観点では、事後の評価テストの記載内容から、実験の方法や結果の見通しが、設定した仮説に正対した記述が増え、結果が4点以上に該当する生徒が7割を越えた。また、③の観点では、独立変数の制御を正しく行うことができている記述が増え、結果が4点以上に該当した生徒が5割近くになった。事前の結果では、1割に満たない生徒しか該当しなかったことを考えると、大きな成果である。⑤の観点からは、表やグラフを用い、結果を定量的に表現しようとする生徒の割合が大きく増加したことが分かる。各々が結果の先の考察までも見通しながら立案したからこそ、表し方の工夫が生まれたのだと考えられる。これらの分析から、生徒の「理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって課題に取り組む力」は高まったと考える。

4 今後に向けて

本研究では、質問紙調査、評価テストともに、数値の上昇が見られ、検証計画の立案を見据えて仮説を設定する取組が、本研究の主題に迫るための一助になるとわかった。評価テストの項目①③④をみると、結果が4点以上に該当する生徒が半数以下に留まる結果となったが、このような取組を今後も継続的に行うことで、より多くの生徒が、主題に示した力を身につけられると考える。

理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって課題に取り組む力とは、一朝一夕の取組のみで身に付くものではない。今後は本研究のさらなる発展をめざし、今回の実践を粒子領域で実施することや、年間を通して何度行えるのか、そのためにどのような単元構想が必要か等について考えることに加え、小学校理科や高等学校理科も含めた系統的な取組についても、研究していきたいと考えている。

<参考文献>

- ・浅倉健輔・小林辰至・山田貴之「中学校理科授業における主体的・協働的な学びを促す 指導方法に関する研究—『探究の過程の8の字型モデル』と『探究アイテム』に着目して—」兵庫教育大学『教育実践学論集 第19号2015年3月』pp. 219～229 (2015)
- ・岩見浩平『『力と圧力』の学習を通して、科学的な思考力を育てるための指導法の研究—4 QS を利用したワークシートの活用—」青森県総合学校教育センター『研究紀要 [2012.3]』(2012)
- ・勝間敦史「中学校理科における明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定させる指導の工夫—『仮説設定シート』の活用を通して—」広島市教育センター『教員長期研修生研究報告』(2015)
- ・角屋重樹・福田章人・石井雅幸『小学校理科 これですべて！観察、実験の指導』文溪堂 (2012)
- ・小林辰至『問題解決能力を育てる理科教育—原体験から仮説設定まで—』梓出版社 (2008)
- ・小林辰至・田中保樹・山口真人「科学的な問題解決において児童・生徒に仮説を設定させる指導の方略—The Four Question Strategy (4 QS) における推論の過程に関する一考察—」日本理科教育学会『理科教育学研究 Vol. 55 No. 4』pp. 437～443 (2015)
- ・小林辰至・田代直幸・田中保樹・山田貴之「小・中学校の理科の教科書に掲載されている観察・実験等における“The Four Question Strategy (4 QS)”の適用の可能性に関する研究—自然事象に関わる因果関係の観点から—」日本理科教育学会『理科教育学研究 Vol. 56 No. 1』pp. 105～122 (2015)
- ・小林辰至『探究する資質・能力を育む理科教育』大学教育出版 (2017)
- ・成瀬直美「小学校理科における 問題解決の能力を育成する指導の在り方—仮説を立てることに重点をおいた授業づくりを通して—」神奈川県立総合教育センター『長期研究員研究報告』(2013)
- ・西野亘「科学的な思考力・表現力を育成する理科授業の工夫—4QS を利用した定量的な仮説を設定する指導を通して—」広島県立教育センター『平成24年度教員長期研修 (後期)』(2012)
- ・畠山桐子「主体的な問題解決を促す観察・実験の指導の追究—観察・実験の計画・実行場面における指導改善を通して—」東京都教職員研修センター『教員研究生報告書』(2012)
- ・文部科学省『中学校学習指導要領』(2018)
- ・文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』学校図書 (2018)