

仮説を設定する力を育成する物理授業の工夫

— 複数の思考ツールを用いて事象から規則性を見いだす取組を通して —

広島県立安西高等学校 岡 伸樹

研究の要約

本研究は、高等学校理科「物理基礎」において、生徒の仮説を設定する力を育成することを目的とした。高等学校学習指導要領解説理科編理数編には、生徒自らが課題を見付け、考え、見通しをもって主体的に観察、実験などに取り組むことが示されているが、文献研究や所属校の実態から、それらの取組が不十分であることが分かった。そこで、探究的な学習の中で観察、実験に見通しをもったり、考察の場面などで振り返ったりするときに重要になる仮説を設定する場面に注目し、「仮説を設定する力」を整理した。特に、本来ならば実験結果の考察場面で行う規則性を見いだすことは、仮説を設定する場面でも重要となると考えた。そして、その力を育成するための思考モデルを作成し、その思考モデルに合わせて、ベン図、4Q S、ピラミッドストラクチャーの三つの思考ツールを組み合わせたワークシートを作成し、2度実践した。結果として生徒の仮説を設定する力を育成することができた。

キーワード：仮説を設定する力 複数の思考ツール 規則性

I 研究題目設定の理由

高等学校学習指導要領解説理科編理数編（平成21年）では「物理基礎」の目標の中で、物理学の基本的な概念や原理・法則の理解のために、生徒自らが課題を見付け、考え、見通しをもって主体的に観察、実験などに取り組むことが示されている⁽¹⁾。また、幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（平成28年、以下「中教審答申」とする。）では、高等学校理科において育成を目指す資質・能力が整理された。その中で、思考力・判断力・表現力等の一つとして「自然事象の中から見通しをもって課題や仮説を設定する力」⁽²⁾が挙げられている。さらに、探究的な学習において見通しをもったり振り返ったりするために、特に仮説を設定する力が必要であると示されている⁽³⁾。これらのことから、探究的な学習の中で生徒が仮説を設定する力を育成することが求められている。

しかし、「中教審答申」では、高等学校においては観察・実験や探究的な活動が十分に取入れられていないことが課題として挙げられている⁽⁴⁾。よって仮説を設定する力を育成する場面がそもそも不十分であるため、生徒はこの力が身に付いていないと考えられる。このことは所属校においても課題である。

そこで、「中教審答申」で示された「理科の学習における考え方」⁽⁵⁾に基づき、事象の中に何らかの関連性や規則性、因果関係等が見いだせるかなどを考えさせる取組によって仮説を設定する力を育成できると考えた。さらに、物理において事象から仮説を設定する際は、事象の原因として考えられる複数の要因を基に、知識や概念を活用して規則性を見いだすことが大切である。そこで本研究では、「物理基礎」の「熱」の単元において、事象から規則性を見いだす取組を行う。その手立てとして、複数の思考ツールを用いる。まずは熱に関する複数の事象を演示し、その様子を「ベン図」を用いて比較させる。次に比較によって得られた熱量に関する共通点などを、4Q Sを用いて規則性を見いださせ、「ピラミッドストラクチャー」を用いて構造化させる取組を行う。この取組を行うことで、仮説を設定する力を育成できると考え本研究の題目を設定した。

II 本研究における基本的な考え方

1 仮説を設定する力について

(1) 理科における仮説を設定する力とは

「中教審答申」には、理科の資質・能力を育成するために重視すべき学習過程例（高等学校理科基礎科目の例）が次頁図1で示されている⁽⁶⁾。

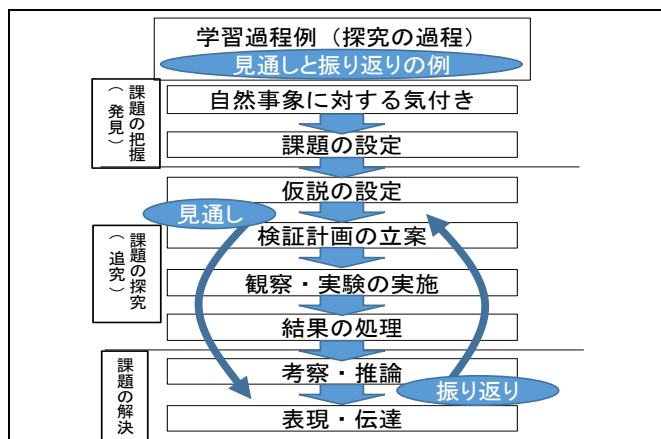


図1 資質・能力を育成する学習過程のイメージ

この中で、「仮説の設定」の場面において必要な資質・能力の例として、「見通しをもち、検証できる仮説を設定する力」と述べられている。見通しをもつことについては、図1から、仮説の設定の段階で表現・伝達まで見通すことを示していることが分かる。さらに、小林辰至(2012)は、「検証できる」ためには、従属変数とそれに影響を及ぼす種々の独立変数との関係を表現する必要があると述べている⁽⁷⁾。

R. ドラン(2007)らは、科学的な研究をパフォーマンス課題で評価する際のルーブリックを示した。その中で、「仮説の提示」の場面における評価の観点をまとめた(図2)⁽⁸⁾。この観点は、先述した「検証できる」ために必要な条件を満たしている。

- ・変数の関係が適切に示してある。
- ・その変数による効果の方向性が提示してある。
- ・どのような変化が起こるか予想されている。
- ・従属変数が指摘できている。
- ・独立変数が指摘してある。

図2 仮説の提示の場面における評価の観点

以上のことから、理科における仮説を設定する力とは、事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉える力とする。

(2) 本研究における仮説を設定する力の定義

物理は自然事象を数学的に表現することが多い。よって、仮説を設定する段階で因果関係を言葉だけで表現するのではなく、数学的な表現まで意識したものとなっていれば、探究活動をより見通すことができたり、実験後などで振り返りやすくなったりすると考える。図2でいえば、「その変数による効果の方向性が提示してある。」の観点において、数学的に表現することが考えられる。ここで、数学的に表現することについては、例えば表1のように「比例する」や、数式化することが考えられる。

表1 仮説の例

<p>数学的な表現を意識していない仮説の例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物体を暖める時間が増えることと物体の質量が減ることのいずれかもしくは両方が満たされれば、物体の温度上昇は大きくなる。
<p>数学的な表現を意識した仮説の例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・物体の温度上昇ΔT[K]は、暖める時間t[s]に<u>比例</u>し、物体の質量m[kg]に<u>反比例</u>する。これを数式で表すと、次のようになる。 $\Delta T = k \frac{t}{m} \quad k \text{を比例定数とする。}$

以上のことから、本研究における「仮説を設定する力」とは、「事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉え、数学的に表現する力。」とする。

2 複数の思考ツールを用いて事象から規則性を見いだす取組について

(1) 規則性を見いだすことについて

戸北凱惟(2000)は自然の現象は個々ばらばらのようであるが、簡単なきまりに基づいており、そのような規則性の発見が積み重ねられて、普遍性のある法則と呼ばれるものが出来上がってきたと述べている⁽⁹⁾。つまり規則性とは事象から発見される「簡単なきまり」となる。また、蛸谷米司ら(1981)は、「理解しやすい形に処理されたデータに思考の働きを加えることにより、本質的と思われる特質を抽象する。これにより、一定の規則性の発見やモデルの形成へと至るのである。」¹⁾と述べている。このことから、規則性を見いだす取組は、本来探究の過程の「考察・推論」の場面で行われる。しかし、実験には生徒が気付かないうちに異常値が出るものや、実験結果を処理されたデータからは一般化、法則化がしづらいものもある。宮本直樹(2014)は中学校理科の授業において、仮説設定の時点で規則性について考えさせることでデータ解釈の場面において成果があるとしている⁽¹⁰⁾。そこで、規則性を見いだす取組を仮説の設定の場面に取り入れ、数学的に示しておくことによって、結果の処理の場面において、式に表したり、仮説の検証もしやすくなったりすると考えた。

(2) 仮説を設定するための思考モデル及び複数の思考ツールを用いたワークシートについて

田村学(2013)は、「思考ツールによって、情報が可視化され思考が方向付けられる。このことで、期待する具体的な思考力を発揮する子どもの姿が実現され、子ども一人一人に思考力が育まれていくと考える。」²⁾と述べており、生徒の思考力を育成するう

えて、教師が具体的学習活動として用意するものとして、思考ツール（シンキングツール）を挙げている。本研究でも、仮説を設定するための思考過程に対応させた形で思考ツールを用い、それらを組み合わせたワークシートを作成する。

ア 比較

小学校学習指導要領解説理科編（平成29年）において、「『比較する』とは、複数の自然の事物・現象を対応させ比べることである。（中略）具体的には、問題を見いだす際に、自然の事物・現象を比較し、差異点や共通点を明らかにすることなどが考えられる。」³⁾と示されている。「比較」は、高等学校理科においても科学的に探究する方法として示されている⁽¹¹⁾。本研究においては、課題の設定があらかじめされた中で、事象から問題を見いだすために、「比較」を最初に取り組ませることとした。そして、今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開（高等学校編）では、「異なる立場からの情報を、ベン図を用いて整理することで、共通点や相違点を明らかにすることができます。整理する視点を設けて情報を振り分けることで、共通の要因を含む情報や課題解決の方法などを見いだすことができます。」⁴⁾と述べられている。よって「比較」の部分ではベン図

を用いる。

イ 4 Q S

因果関係を考えるために、Cothron, J. Hらが提唱した「The Four Question Strategy」⁽¹²⁾を基に小林辰至・永益康彦（2006）が作成した「4 Q S（フォークス）」を参考にした。4 Q Sとは、「教員が設定したStep 1 からStep 4 の4つの問いについて、児童・生徒がグループ討論を通して、変化するものとその変化に影響を及ぼす要因を変数として意識化させるとともに、仮説の文章化に導く指導法」⁽¹³⁾である。これを前頁図2の内容も踏まえて思考モデル化した（図3）。この4 Q Sの部分は、4 Q Sワークシートを用いる。

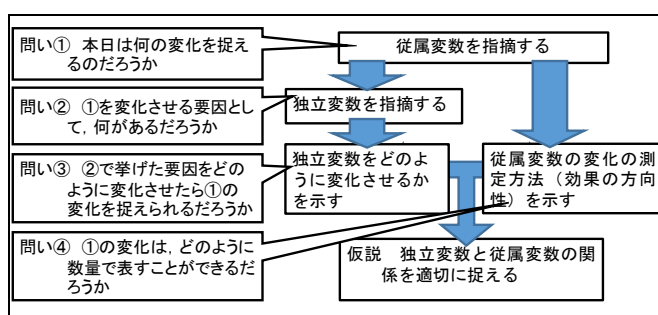


図3 4 Q Sの4つの問いと思考モデル

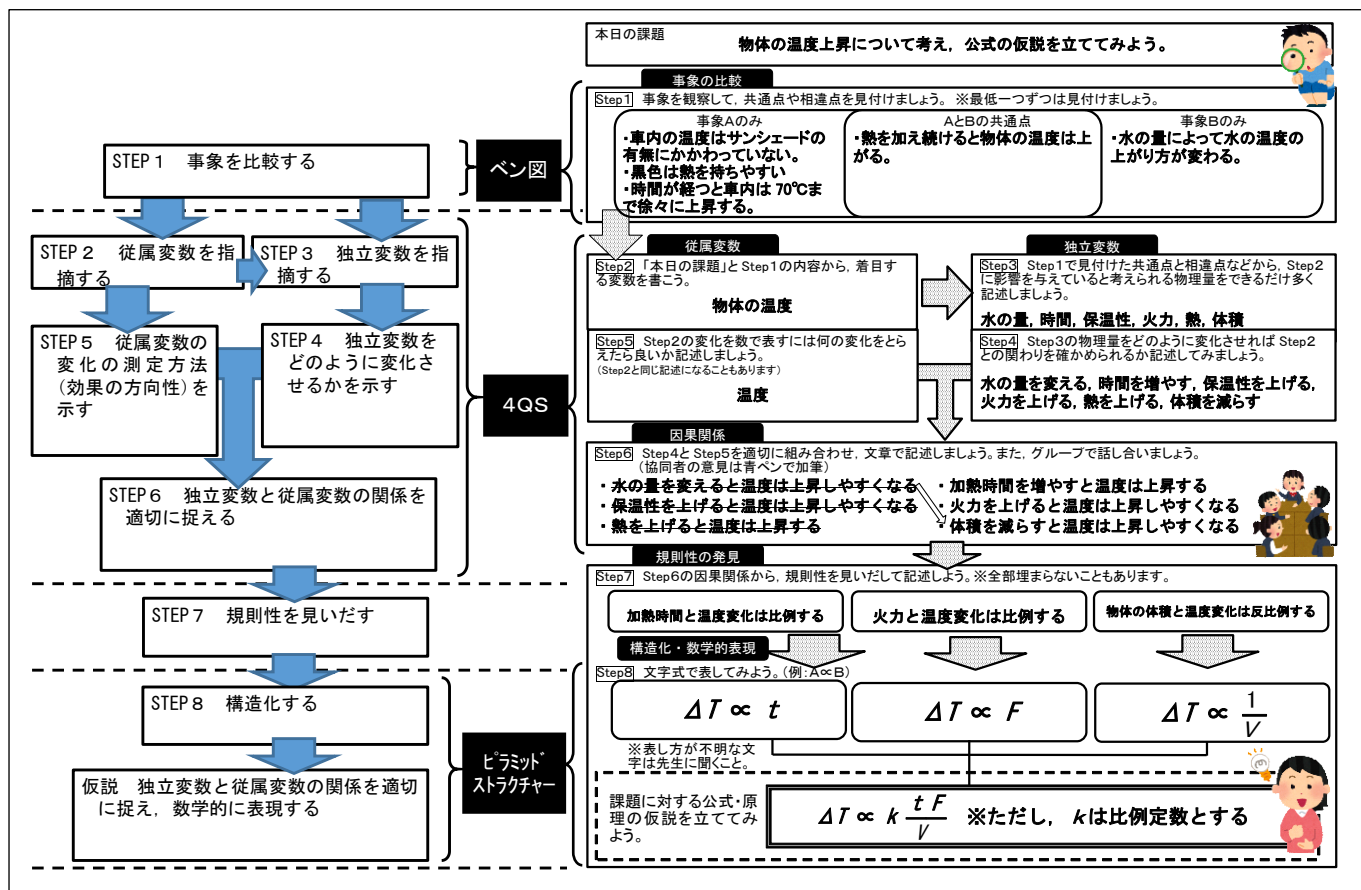


図4 本研究で用いた思考モデル及びそれに基づいて作成したワークシート（「熱」の単元における記入例）

ウ 規則性を見いだすこと及び構造化

独立変数と従属変数の関係の一つ一つについて、例えば比例関係等の規則性を見いださせる。

「物理基礎」で学習する原理・法則のほとんどは、3つ以上の変数を含むため、事象から複数の規則性を見いだすことができる。そのため、それらの規則性を列挙したうえで適切に関係付けて一つの規則性にする必要がある。黒上晴夫(2013)は、「順序や筋道をもとに部分同士を関係付ける」⁵⁾ことを「構造化する」と述べている。また、黒上はその手順を、「伝えたいことや整理したいことを列挙する」「表現の構造を意識して型や図を用いて構造を表す」「部分と部分のつながりを意識して意見を表す」⁶⁾と述べている。この「構造化する」段階を加えることで、複数の規則性を適切にまとめることができると考える。構造化する際、伝えたい内容を絞り込んだり、いくつかの情報や意見をグループにしてまとめたりするために有効であるピラミッドストラクチャーを用いる。なお、上下を逆転させ、ワークシートの上から順序立てて記入できるようにした。

以上を踏まえ、本研究で用いるワークシート「概念・原理・法則導出シート」を作成した(前頁図4)。

Ⅲ 仮説の設定及び検証の視点と方法

1 本研究の仮説

複数の思考ツールを用いたワークシートを用いて事象から規則性を見いだす取組をすることで、仮説を設定する力を育成することができるであろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と方法について、表2に示す。

表2 検証の視点と方法

視点	検証の視点	検証の方法
1	複数の思考ツールを用いて事象から規則性を見いだす取組は仮説を設定するために有効か。	ワークシート、事前・事後アンケート
2	仮説を設定する力が育成できたか。	事前・事後テスト

Ⅳ 研究授業について

1 研究授業の概要

- 期 間 平成29年7月14日～平成29年7月18日
- 対 象 所属校第2学年物理基礎選択者(14名)
- 単 元 「熱」
- 目 標

熱と温度及び熱の利用について、物理的に捉えることに関心を持ち、問題解決型学習等を通して実験の基本操作を習得するとともに、実験結果を的確に記録、整理したうえで原理・法則を思考して表現し、基本的な知識を身に付ける。

○ 指導計画

時	学習内容	ワークシート
1	電流が作る磁場についての仮説設定(事前テスト)	使用せず
2	熱機関の仕事と熱の関係の仮説設定(ワークシートの使用方法など)	1回目
3	温度変化の因果関係の仮説設定(ワークシートを使用)	2回目
4	温度変化の因果関係について(検証計画・実験・考察など)	—
5	電流が作る磁場についての仮説設定(事後テスト)	使用せず

2 研究授業の流れ

第1時と第5時では、既習の電流が作る磁場の大きさについて、本研究におけるワークシートを使用せず、事象を提示して仮説を立てさせた。第2時では、ワークシートの使用方法や用語の説明を、原理が平易な熱機関に関する法則を考えさせながら行った。第3時では、ワークシートを用いて物質の温度変化に関する法則の仮説を考えさせた。第4時では、第3時で立てた仮説のうち因果関係を一つだけ指定させ、実験計画を立てたうえで実験を行わせた。第2時及び第3時については、机間指導の際、つまづいていたり疑問や質問があったりする生徒に個別指導した。

V 研究授業の分析による検証

1 複数の思考ツールを用いて事象から規則性を見いだす取組は仮説を設定するために有効か

第2時及び第3時において、生徒がワークシートに記述した内容やアンケートの結果などから、本研究の取組が仮説を設定するために有効であったか分析する。

(1) ワークシートによる全体的検証

まずは全体を分析する。事象から規則性を見だし、仮説を設定できているかの判断基準を次頁表3に示す。ここでの「適切」は、生徒が与えられた情報や今までの経験等から考えた「正しい状態」を示し、結果として誤りであることも十分に考えられる。例えば、生徒が「物体の質量を増やせば温度は上昇しやすくなる」と記述した場合、結果としては誤りであるが、生徒が正しい状態と考えたものであると予想されるので、「適切」と判断する。このうち、本研

究で定義した仮説を設定する力は、段階Ⅴに該当する。また判断結果を表4に示す。

表3 判断基準

段階	判断基準
Ⅴ	事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉え、数学的に表現し、一つの原理・法則の数式にまとめることができている。
Ⅳ	事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉え、数学的に表現し、数式で表現できている。
Ⅲ	事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉え、数学的に表現している。
Ⅱ	事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉えている。
Ⅰ	事象が起こる因果関係について、従属変数と独立変数の関係を適切に捉えられていない。

表4 第2時及び第3時に行ったワークシートの判断結果

第2時 \ 第3時	Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	合計(人)
Ⅴ	3	0	0	0	0	3
Ⅳ	3	1	0	0	0	4
Ⅲ	2	0	0	0	0	2
Ⅱ	3	1	0	0	0	4
Ⅰ	0	1	0	0	0	1
合計(人)	11	3	0	0	0	14

この結果を見ると、段階Ⅴの生徒が第2時では3名であったが、第3時には11名に増加している。また、第3時では全員段階Ⅳ以上に到達している。第2時で段階が低かった生徒が多かったのは、ワークシートが生徒にとって初見であったこと及びワークシートの使用方法や「独立変数」などの用語の説明に時間を割いたこと、さらにそもそも問題解決型学習を高校でほとんど体験してこなかったことが考えられる。一方で、第3時は全員が段階Ⅳ以上に到達しているが、これはワークシートを使用するのが2回目であったことが考えられる。つまり、ワークシートを用いることで、多くの時数を費やすことなく仮説を設定することができるようになる生徒が増加することが分かる。このことから、本研究で用いたワークシートは、全体的に見て仮説を設定するために有効であったといえる。

(2) ワークシートの個別検証

次に第3時における生徒の記述を個別に分析し、各思考ツールや規則性を見いだすことが有効であったかについて検証する。まず、ベン図については、図5のような記述が見られた。

記述内容を分析すると、図5のように独立変数や従属変数を記述できている、その後の4Q Sの段階に寄与している内容も見受けられた一方で、4Q Sとはつながらないような内容も見られた。しかし、4Q Sとつながらないような内容を記述した生徒も

事象Aのみ	AとBの共通点	事象Bのみ
・黒色は熱を持ちやすい、 ・1時間以上で70℃	・熱、時間	・水が多い時2分で70度以上 ・水が20mLの時1分半で70度以上
記述内容が具体的に、独立変数・従属変数に着目できている。		
事象Aのみ	AとBの共通点	事象Bのみ
・対策をすれば室内の温度は変わらないが、ダッシュボードの温度は変化する	・物体の条件によって温度の変化のしかたは変わってくる	・水の量によって水の温度の上がり方が変わる
記述内容が抽象的で、独立変数・従属変数に着目できている。		

図5 ワークシートのベン図の部分における生徒の記述

段階Ⅳもしくは段階Ⅴに到達できていた。よって、ベン図が仮説を設定するうえでどの程度有効であったかは、本研究においては明確にはできなかった。今後はベン図の部分を単なる観察メモと置き換えた場合や、省略した場合とで比較すると、ベン図が仮説を設定する際にどのような効果があるのかをより明確に検証できると考えられる。

4Q Sの部分については、図6のような記述が見られた。

従属変数	独立変数
Step2 「本日の課題」とStep1の内容から、着目する変数を書こう。 温度 Step5 Step2の変化を数で表すには何の変化をとらえたら良いか記述しましょう。 温度	Step3 Step1で見付けた共通点と相違点などから、Step2に影響を与えていると考えられる物理量をできるだけ多く記述しましょう。 液体の体積、加える熱量、保温性、時間 Step4 Step3の物理量をどのように変化させればStep2との関わりを確かめられるか記述してみましょう。 液体の体積を増やす、経過時間を増やす、加える熱量を増やす、保温性を上げる
因果関係	
Step6 Step4とStep5を適切に組み合わせ、文章で記述しましょう。また、グループで話し合いましょう。 ・液体の体積を増やすと、温度は上昇しにくくなる ・経過時間を増やすと、温度は上昇しやすくなる ・加える熱量を増やすと、温度は上昇しやすくなる ・保温性をあげると、温度が上昇しやすくなる	

図6 ワークシートの4Q Sの部分における生徒の記述

第3時において、すべての生徒の記述が独立変数と従属変数を指摘できており、因果関係も適切に捉えられていた。このことから4Q Sは独立変数と従属変数の関係を適切に捉え、表現するために有効であるといえる。一方で、「加熱時間が増えたら温度も上昇する」と「与える熱量が増えたら温度も上昇する」の記述が同時に見られるものがあった。「与える熱量」は「加熱時間」を包含しているものである。このように、独立変数同士で因果関係があるものは4Q Sを用いても生徒は気づき難いことが分かった。

規則性を見いだす部分では、次頁図7のような記述が見られた。

どの生徒も、4Q Sによって見いだした因果関係から規則性を考えて表現している。また、次頁図7に示した生徒は、真ん中の枠にいったん「さえぎるものがあると温度は上昇しにくい」と記述したが、「ある」と「ない」では規則性を見いだすことができないと判断し、消去している。他の生徒も規則性を

規則性の発見	
Step7 Step6の因果関係から、規則性を見いだして記述しよう。※全部埋まらない事もある。	
熱を上昇させると比例して H 温度が上がる ΔT	物の質量に応じて上がりやすさが変化する A \Rightarrow 質量増 \rightarrow 上がりにくい \rightarrow 反比例
構造化・数学的表現 Step8 文字式で表してみよう。(例: $A \propto B$)	
$H \propto \Delta T$	$\Delta T \propto \frac{1}{A}$

図7 ワークシートの規則性を見いだす部分における生徒の記述

見いだす部分に記述する際、4 Q Sで見いだした因果関係の妥当性を再考しているようであった。また、4 Q Sの部分において対応しづらかった独立変数同士の包含関係に気付き、解消できている生徒もいた。一方で、「空間の広さと温度は比例する」という観点がずれた因果関係もそのまま規則性として表現できることも分かった。

ピラミッドストラクチャーの部分では、図8のような記述が見られた。

構造化・数学的表現	
Step8 文字式で表してみよう。(例: $A \propto B$)	
$\Delta T \propto S$ $\rightarrow \Delta T = Sa$	$J \propto \Delta T$ $\rightarrow \Delta T = Jb$
$m^3 \propto \Delta T$	
※表し方が不明な文字は先生に聞くこと。	
課題に対する公式・原理の仮説を立ててみよう。 $\Delta T = Sa \times Jb \times m^3 c$ (°C) 時間 熱量 体積	
構造化・数学的表現 Step8 文字式で表してみよう。(例: $A \propto B$)	
$\Delta T \propto N$	$\Delta T \propto S$
$\Delta T \propto \frac{1}{T}$	
※表し方が不明な文字は先生に聞くこと。	
課題に対する公式・原理の仮説を立ててみよう。 $\Delta T = cN + aS - \frac{1}{T}$	

図8 ワークシートのピラミッドストラクチャーの部分における生徒の記述

どちらの生徒も同じような規則性を見いだしているが、構造化する際に違いが見られた。片方の生徒は乗法でまとめていたが、もう片方の生徒は加法及び減法でまとめていた。他の生徒には四則計算を混ぜてまとめているものもあった。稿者が授業中に机間指導した際、記述の根拠を生徒に尋ねると、同じ乗法を選択した場合でも生徒によって理由が異なった。例えば、各物理量の単位に着目して明確な根拠を持ち乗法を選択した生徒もいれば、単に乗法のような気がするとして乗法を選択した生徒もいた。このことからピラミッドストラクチャーは、生徒が思

考した結果を必ずしも表しているわけではないが、見いだした規則性をまとめて一つの規則性にするための方法としては有用であると考えられる。

以上のことから、各思考ツール及び規則性を見いだすことは、ベン図を除いて仮説を設定するために有用であることが分かった。

(3) 事前アンケート及び事後アンケートによる検証

最後に、事前アンケート及び事後アンケートのうち、「物理の原理や法則の仮説を立てる方法が分かる。」の項目についての変化を図9に示す。

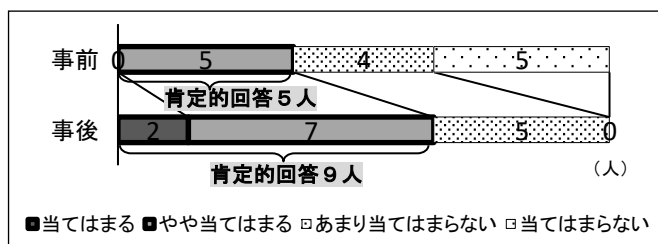


図9 物理の原理や法則の仮説を立てる方法が分かる

この結果を見ると、事前アンケートでは肯定的回答が5人であったのに対し、事後アンケートでは9人と増加している。このことから、生徒は研究授業によって仮説を立てる方法が分かるようになったと感じていることが分かる。また、アンケートの自由記述欄の記述(表5)からも分かるように、ワークシートが仮説を立てるうえで有効であると感じた生徒が多くいた。

表5 「思考ツールを使ってどう思いましたか。」に対する生徒の記述内容

いつもやっていた考え方より考える量が多くて難しかったが、見やすくなっていて、考えをまとめやすかったと思う。
事象の共通点や変数を簡易に求めることができ、仮説が立てやすかった。
簡単に仮説を立てることができて、便利だと思いました。

以上(1)～(3)のことから、複数の思考ツールを用いて事象から規則性を見いだす取組は仮説を設定するために有効である。

2 仮説を設定する力が育成できたか

生徒が事前テスト及び事後テストに記述した内容の変化をもとに、生徒に仮説を設定する力が身に付いたかを検証する。

(1) 事前テスト及び事後テストによる全体的検証

まずは、クラス全体として仮説を設定する力が身に付いたかを分析する。表3で示した基準で事前テストと事後テストの記述を判断した。その結果を表6に示す。

表6 事前テスト及び事後テストの判断結果

事後テスト 事前テスト	V	IV	III	II	I	合計 (人)
V	5	0	0	0	0	5
IV	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0
I	4	0	0	2	3	9
合計 (人)	9	0	0	2	3	14

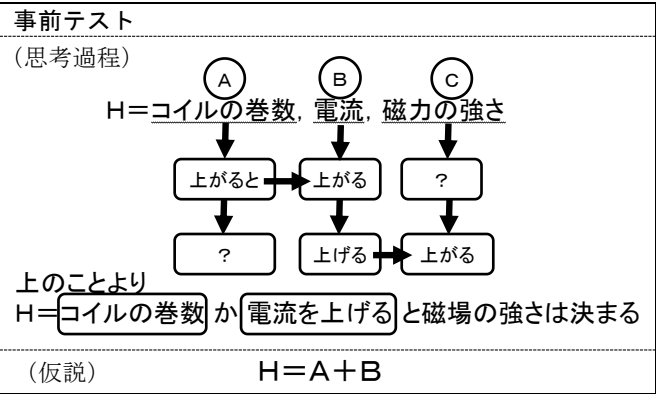
この結果を見ると、段階Vの生徒が事前テストでは5名であったが、事後テストでは9名に増加している。また、全体をt検定すると、p値が0.01であったことから有意な差があったといえる。よって、クラス全体としては仮説を設定する力を育成できたといえる。

(2) 事前テスト及び事後テストの個別検証

次に個別の記述内容の変化を分析する。

まず、事前テスト及び事後テストともに段階Vであった生徒Aの記述内容（図10）の変化を捉える。

生徒Aは事前テストの段階で、事象から独立変数である「コイルの巻き数」「電流」に気付いていた。また、「磁石の強さ」という独立変数については途中で削除するなど、仮説を設定する力がすでに十分に身に付いている様子うかがえた。さらに、事後テストはワークシートの書き方を踏襲しており、思考した内容が分かりやすく記述されていた。また、因果関係を一つの原理・法則にする段階では、加法から乗法に改善している。さらに、欄外には自分が立てた仮説の妥当性について検証したことが記述されていた。これらのことから、生徒Aは段階Vに変わりはないが、仮説を設定する力がさらに向上したといえる。



また、同様に段階Ⅰから段階Ⅴに向上した他の生徒も、ワークシートを意識した記述ができており仮説を設定する力を育成できたといえる。

最後に、事前テスト及び事後テストともに段階Ⅰであった生徒Cの記述内容（図12）の変化を捉える。

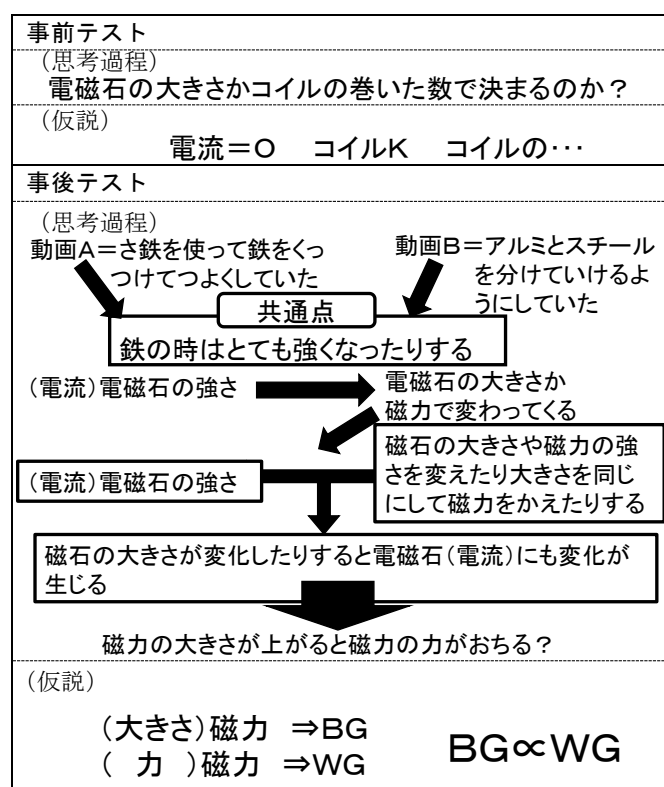


図12 生徒Cの記述内容

事前テスト及び事後テストともに独立変数を捉えることはできており、特に事後テストは、従属変数も指摘できている。さらに、事前テストで何を書いてよいかわからなかった状況から、ワークシートの書き方を踏襲して何らかの因果関係を導こうとしていたという点で成長が見られる。ところが、生徒Cも含め、最終的に因果関係まで到達することができなかった生徒は5名いた。この生徒達は、共通して従属変数をうまく捉えることができていない。これは、既習事項である「電流が磁場を作ること」や「磁石の性質」が定着していないためである。よって、生徒実態に合わせて、単元に関わる基本的概念を事前に理解させたうえで問題解決型授業に入る必要がある。この単元でいえば、「磁石の性質」「磁石には強弱があること」「電流をコイルに流すと磁石と同じような性質を示すこと」などが考えられる。

以上(1)及び(2)のことから、複数の思考ツールを用いて事象から規則性を見いだす取組によって、仮説を設定する力は育成できると考える。

Ⅵ 研究のまとめ

1 研究の成果

思考モデルに対応させた形で複数の思考ツールを組み合わせたワークシートを用いて、事象から規則性を見いだす取組は、仮説を設定するために有効であり、この取組を通して仮説を設定する力は育成できることが分かった。

2 今後の課題

- ベン図の有効性についての検証が不十分である。
- 生徒実態に合わせて、単元に関わる基本的概念を事前に理解させたうえで問題解決型授業に入る必要がある。
- 「生物基礎」等の他科目においても、定量的な因果関係を導く課題解決型授業であれば、本研究で用いたワークシートが有効であるかを検証していく。

【注】

- (1) 文部科学省(平成21年)：『高等学校学習指導要領解説理科編理数編』実教出版p.26
- (2) 文部科学省(平成28年)：『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)』p.172
- (3) 文部科学省(平成28年)：前掲書p.176
- (4) 文部科学省(平成28年)：前掲書p.166
- (5) 文部科学省(平成28年)：前掲書p.167
- (6) 文部科学省(平成28年)：前掲書p.176
- (7) 小林辰至(2012)：『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p.93
- (8) R.ドラン, F.チャン, P.タミル, C.レンハート(古屋光一監訳)(2007)：『理科の先生のための新しい評価方法入門』北大路書房p.86
- (9) 戸北凱惟(2000)：『理科重要用語300の基礎知識』明治図書出版p.20
- (10) 宮本直樹(2014)：「中学校理科における仮説設定とデータ解釈との関連」『理科教育学研究』vol.55-No.3
https://www.jstage.jst.go.jp/article/sjst/55/3/55_13058/_pdf
- (11) 文部科学省(平成28年)：『理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ』p.2
- (12) Julia.H.Cothren, Ronald.N.Giese, Richard.J.Rezba(2000)：Science『Experiments and Projects for Students』Kendall Hunt Publishing Company p.22
- (13) 小林辰至(2012)：前掲書p.94

【引用文献】

- (1) 蛭谷米司, 木村仁泰(1981)：『理科重要用語300の基礎知識』明治図書出版p.184
- (2) 田村学, 黒上晴夫(2013)：『考えるってこういうことか!「思考ツール」の授業』小学館p.24
- (3) 文部科学省(平成29年)：『小学校学習指導要領解説理科編』p.13
- (4) 文部科学省(平成25年)：『今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開(高等学校編)』p.35
- (5) 田村学, 黒上晴夫(2013)：前掲書p.14
- (6) 田村学, 黒上晴夫(2013)：前掲書p.24