

科学的な思考力を育む中学校理科の授業（第一年次）

―生徒が主体的に課題を見だし、仮説・検証計画を導き出す工夫を通して―

長期研究員 嶋原 卓

《研究の要旨》

知識基盤社会といわれている現代において、科学技術人材育成へ向けた科学技術教育の充実が図られている。中学校理科においては科学的な思考力の育成が求められており、その力の育成には生徒が自然の事物・現象から課題を見だし、主体的な課題解決の過程が重要だと考える。そこで本研究では研究の一年次として、課題解決の過程の前半部である課題把握、仮説・検証計画の段階を研究の中心に据え、生徒の科学的な思考力の育成をめざした。

I 研究の趣旨

知識基盤社会といわれている現代において、次代を担う科学技術人材の育成がますます重要な課題となっている。その要請は学校現場においても例外ではなく、社会背景を反映し、科学技術教育の充実が図られている。科学・産業の急速な進展に即応し、昭和36年に実施された学習指導要領改訂の際、中学校理科における評価の観点の一つとして、科学的に思考する力が位置付けられた。

現在の中学校理科においては、「科学的な思考・表現」として評価の観点に位置付けられ、生徒の科学的に思考する力の育成が求められている。本研究における「科学的な思考力」については、現行の学習指導要領及び元文部省初等中等教育局教科調査官である角屋重樹氏らのとらえ方を基に、「自らの既存の経験を基に自然の事物・現象から課題を見だし、主体的な課題解決の過程を通して新しい意味の体系をつくり出ししていく力」と定義した。課題解決の過程とは、科学的に探究する活動を通して、科学的な見方や考え方もつようになる過程である。

OECDによるPISA調査からは、我が国の生徒の思考力・判断力・表現力等を問う読解力、知識・技能を活用する力に対する課題が指摘された。また、平成24年度及び27年度の全国学力・学習状況調査では、科学的に思考する力に大きく関わる「主として『活用』に関する問題」への課題が指摘された。さらに、研究協力校の生徒についても、課題設定や仮説を基にした解決のための計画立案に対し、受動的にとらえる生徒も多く、生徒自らが学び、課題を解決していく姿に十分到達しているとはいえない実態があった。

「科学的な思考力」は一単位授業の、ある段階において育まれるものではなく、単元を通じた主体的な学び全体を通して育まれていくと考える。よって、授業の導入段階における生徒の主体的な学びは、その後の原動力となり、主体的な学び全体を通じた科学的な思考力の高まりのために重要であると考え。そこで、生徒が自然の事

物・現象に対して、既存の知識、経験を活用しながら課題を見だし、解決に向けた仮説・検証計画をつくり出す過程を研究の中心に据えながら、単元を通して科学的な思考力を育むことを本研究の主題に設定した。

II 研究の概要

1 研究仮説

下記の二つの視点に基づいた手だてを講じれば、科学的な思考力を育むことができるだろう。

【視点1】 自然の事物・現象から主体的に課題を見だしさせる工夫

【視点2】 課題を焦点化し、仮説・検証計画を導き出させる工夫

2 研究の内容

(1) 【視点1】に基づく手だて（生徒が主体的に課題を見いだすことができる教材の工夫）

生徒に対して未知の事象を提示することで、一時的に生徒の興味・関心を喚起することはできる。しかし、生徒は解決する手がかりを見付けることが困難なために、生徒自身が主体的に課題をとらえ、解決していこうとする意欲の高まりには至らない。

生徒の課題解決意欲を高めるためには、生徒自らが自然の事物・現象の中に疑問を抱き、主体的に課題を設定することが重要である。そこで、授業の導入時に教師が提示する教材は、生徒の既存の知識体系下でありながらも、目の前の事物・現象について十分に説明することが難しく、新たな視点を見いだせるものとなるよう工夫する。その上で、生徒一人一人が抱いた疑問や不思議をペアやグループ、クラス全体で共有し、解決していこうとする思いを高めた上で課題を設定する。

(2) 【視点2】に基づく手だて（Four Question Strategyの指導法を基にした仮説・検証計画の作成）

課題解決の過程において、導入段階における生徒の主体的な学びは、その後の学習活動を促進し、全体を通し

た科学的な思考力の高まりに繋がる。生徒が主体的に仮説・検証計画を立てるためには、事象の見方や考え方を整理し、調べる対象や条件を焦点化するなどの、思考を支援する必要がある。そこで、Cothron, J. H. らが提唱した指導法である“Four Question Strategy”（以下、4 Q S）の考え方を基にした指導を取り入れることにする。4 Q Sとは、生徒が自らの力で測定方法や条件設定を定量的に見いだすため、教師があらかじめ用意したSTEP 1～4の質問に生徒が答えることで、定量化を意識した仮説を導き、実験計画へとつなげるものである。

本研究においては、小林辰至氏らの開発した仮説設定シートを基に、生徒が課題解決のために考えた条件と予想される結果との因果関係を見通して考え、条件と結果を結び付けた仮説を設定することができるよう、ワークシートの構造を工夫した（図1）。

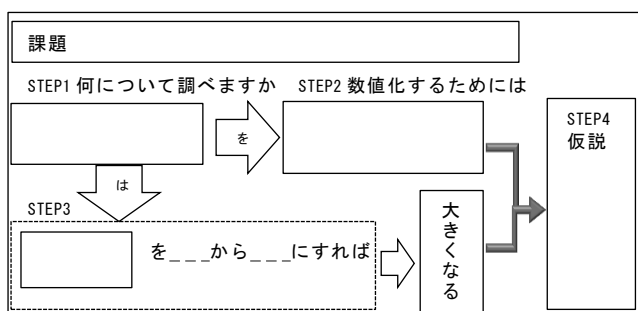


図1 構造を工夫した4 Q Sワークシート

4 Q Sの利点は、仮説を立案するまでの思考過程が構造化され可視化できることである。ペアやグループ、クラス全体で互いの思考過程を共有し、比較・検討することは、課題解決に向けた条件や実験方法がより精査されると考える。生徒の思考を共有させる場としてホワイトボードなどを活用し、生徒同士の思考をつなげ、自由に思考過程を加筆、修正できるようにした。

3 授業の実際

対象生徒 第1学年25名（1学級）
 単元名 「力のはたらき」（総時数10時間）
 授業実践Ⅰ 浮力の大きさは何に関係するか
 授業実践Ⅱ ばねの伸びに規則性はあるか

(1) 2-(1)に基づく授業の実践Ⅰ

本時のねらいを「物体を水に沈めると軽く感じることに疑問をもち、実験を通して浮力は水に沈めた体積に関係することを見いだすことができる。」と設定した。

事前の調査から、生徒はお風呂やプールなどで身体が浮かぶ経験はしているが、浮力は目に見えないために浮力について考え、その働く条件まで意識することは少ないことが分かった。そこで生徒の実態を踏まえ、浮力が働く条件に対する課題意識を高めるために、ボウリング

の球を水に入れる事象提示を行った（図2）。生徒の多くはボウリングの球が重いため沈むと予想したが、水に浮くという相反する事象に驚き、疑問を抱いた。目の前の事象について、既習の内容を基に説明しようとしても十分にできないことで思案したり、抱いた疑問を生徒同士で共有し、新たな視点で話し合ったりするなど、疑問を解決していこうとする思いを高めることができた。



図2 水に浮かぶボウリングの球



図3 浮力の体験

また、目には見えない浮力が働く条件を生徒一人一人に見いださせるには、具体物を操作させながら、思考させる必要があると考えた。土を入れた2 L用ペットボトルを用意し、生徒に重さを確認させた後に水に沈め、浮力がどのように働くのか体験させた（図3）。水にペットボトルを深く沈めるほど、手に感じる「手応え」が軽くなることから、生徒は「物体を深く沈めるほど浮力は大きくなるのではないか」「浮力の大きさは、物体が水に触れる面積が関係するのではないか」など、浮力が働く条件を焦点化し、課題を主体的に設定できた。

(2) 2-(2)に基づく授業の実践Ⅱ

本時のねらいを「ばねの伸びを測定する実験を通して、加える力の大きさとばねの伸びの規則性を見いだすことができる。」と設定した。

加える力の大きさとばねの伸びとの関係を見いだす過程において、4 Q Sを活用した。ばねの伸びは、おもりの重さによって変化することは生活経験上、定性的に体得している。そこで、4 Q Sを活用することによってばねの伸びとおもりとの関係を整理し、定量的に見いだすための条件を設定した。生徒たちは4 Q Sを基に、「ばねの伸びを数値化するため定規を使用し、それを固定することで、同じ条件で測定できそうだ」と、自分たちで課題解決に向けた仮説を立案し、それを基にした実験計画を作成することができた（図4）。

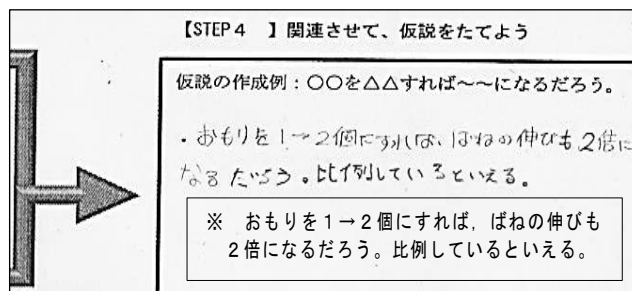


図4 生徒が4 Q Sで導いた仮説

生徒たちは4 Q Sにより可視化された思考過程を基に、互いの考えを共有し、比較・検討した。「ばねの伸びとおもりの重さの関係は比例するだろう」と見通しを立てたグループは「ばねの変化の割合は一定になるだろう」と話し合いながら結果を予想し、おもりの重さを一定の割合で変化させるように仮説・検証計画を考えていた。また、ばねに力を加えるおもりとして、消しゴムやペンなど、身近なものを考えた生徒は、思考が可視化された4 Q Sを基に比較・検討することで、実験用おもりを使用した方が条件統一されると、考えを修正することができた。課題解決へ向けて、より妥当性の高い検証や実験の方法に気付くことができた。

Ⅲ 研究のまとめ

1 研究の成果

(1) 視点1に基づく手だてについて

授業実践後に「自ら疑問をもち観察、実験に臨むことができたか」に関し、アンケート調査を行った(図5)。25人中22人(88%)の生徒が肯定的な回答をした。また、同アンケートの自由記述では「目の前のことが予想と違い、どうしてボウリングの球が水に浮いたのか友達と話し合ったことが印象に残っている」と課題設定に至るまで、思案した過程を肯定的にとらえていた。生徒の問題意識を喚起するよう事象提示を工夫することで、生徒は疑問をもち、主体的に課題解決に取り組もうとする思いを高めることができたと考えられる。

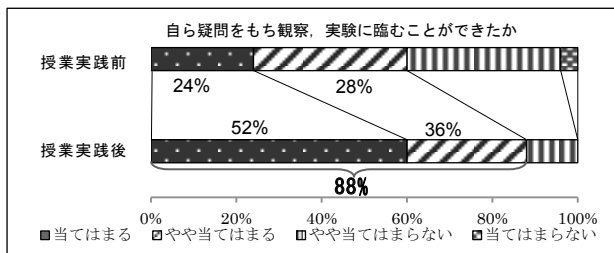


図5 理科学習に関するアンケート

(2) 視点2に基づく手だてについて

授業実践後に実施した「自ら観察、実験の条件を設定することができていたか」というアンケート調査では、4 Q S活用後、92%の生徒が肯定的な回答をした(図6)。

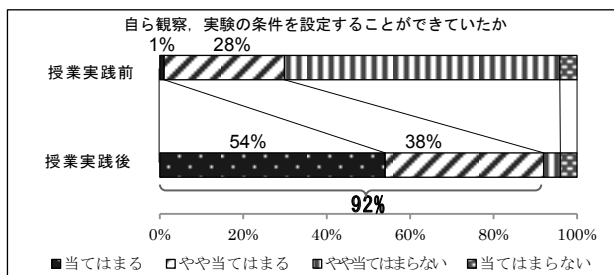


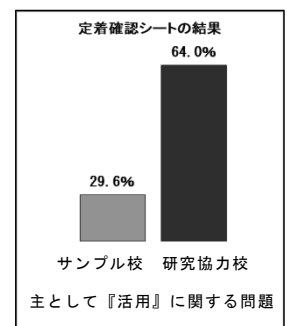
図6 観察、実験の条件設定に関するアンケート

アンケートと同時にとった4 Q Sに関する自由記述から「4 Q Sは自分が今、何を求めたいのか整理されて使いやすいかった」「仮説や実験計画を立てるのに使いやすいかった」などと、多くの生徒から4 Q Sの有効性を認める回答があった。

この結果から4 Q Sの活用は、課題解決へ向け条件を導き出し、仮説・検証計画立案までの思考を支援することに有効だと考えられる。さらには、4 Q Sを活用して立案した仮説・検証計画を基に、ホワイトボードで考えを共有し、比較・検討することで、課題解決へ向けたより妥当性の高い仮説・検証計画を導くことに有効であることが分かった。

(3) 科学的な思考力の育成について

福島県で実施している「定着確認シート」の中で、本授業実践内容に関する科学的な思考力について問う問題を、学習単元終了後に実施した。科学的な思考力を問う「主として『活用』に関する問題」の正答率が



サンプル校を上回った(図7)。図7 問題の正答率

さらに「自ら観察、実験の条件を設定することができていたか」と「主として『活用』に関する問題」の正答率をクロス分析した(図8)。その結果から4 Q Sを活用し「自ら観察、実験の条件を設定できた」と肯定的に回答をした生徒ほど、正しく解答できたことが明らかとなった。生徒自身が課題を見だし、仮説・検証計画を自らの力で立案することは、自分の考えを立証したいという願いが観察、実験の中で強く意識され、課題に対してより一層思考を深めたと考えられる。一単位授業の導入から展開における生徒自身による主体的な学びは、生徒の考えを深化させ、科学的な思考力を育むことができたと考えられる。

質問事項	選択肢	正答	誤答
自ら観察、実験の条件を設定することができていたか	当てはまる	9人	3人
	やや当てはまる	6人	4人
	やや当てはまらない	1人	1人
	当てはまらない	0人	1人

図8 問題とアンケートのクロス分析

2 今後の課題

課題解決の過程における導入から仮説・検証計画の立案までを中心に研究を進めたが、次年度は今年度の研究を深めつつ、結果の分析・解釈の部分を研究の中心に据え、生徒の科学的な思考力を育むよう研究していきたい。