

仮説を立てる～体験が支える「言語活動の充実」

三木 勝仁

各教科等における言語活動の充実とは、各教科等を貫く重要な、教育内容に関する改善の視点であり^{※1)}、理科においては、「仮説を立てて観察・実験を行い、その結果を評価し、まとめて表現する」など、教科の知識・技能を活用する学習活動を充実することが重要である。また、平成24年度全国学力・学習状況調査では「仮説を立てて観察・実験を行う」などの学習活動の実施と、理科の平均正答率の間に高い相関が見られた^{※2)}。本稿では、小学校理科の授業において、児童一人ひとりが仮説を立て、立てた仮説を観察・実験を通して検証させる指導について述べる。

〔キーワード〕 言語活動の充実 仮説 体験 全国学力・学習状況調査 教員研修 4 Q S

はじめに

「知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等の育成^{※3)}」のために、理科においては、

①比較や分類、関連付けといった考えるための技法、帰納的な考え方や演繹的な考え方などを活用して説明すること

②仮説を立てて観察や実験を行い、その結果を評価し、まとめ表現すること

という言語活動が、論理や思考など知的活動の基盤としての言語の役割から、たいへん重要な学習活動となる^{※1)}。

①の「比較や分類、関連付けといった考えるための技法」については、小学校の理科においては、各学年で重点を置いて育てる問題解決の能力^{※4)}の育成という点から大切な活動であり、当センター小学校理科等の研修講座においては、受講者が問題解決の能力を育成する学習活動を体験的に研修できるよう取り扱ってきた。

②についても、①と関連させながら取り扱ってきたところではあるが、「児童に自分の仮説を立てさせる指導が難しい」、「予想と仮説の違いは何だろうか」など、仮説に関わる指導に困難を感じている教員の声を、しばしば耳にする。そこで、本稿では、②の活動と学力の関係、児童に自分の仮説を立てさせる手立てと、それを可能とする教員研修について述べる。

1 平成24年度全国学力・学習状況調査結果^{※5)}

(1) 学校、児童への質問紙調査と平均正答率

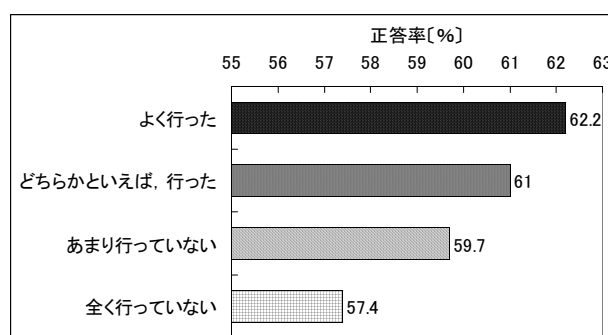


図1 学校への質問紙調査結果と正答率
(質問61：第6学年の児童に対する理科の指導として、前年度までに、自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てさせる指導を行いましたか)

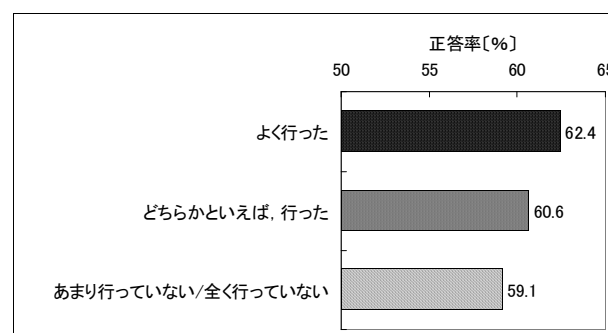


図2 学校への質問紙調査結果と正答率
(質問62：第6学年の児童に対する理科の指導として、前年度までに、観察や実験の結果を整理し考察する指導を行いましたか)

全国学力・学習状況調査の対象教科に「理科」が加えられた、平成24年度の「学校に対する調査」の「理科の観察・実験に関する質問」につ

いて、以下の取組を前年度に行った小学校・中学校の方が、理科の平均正答率が高い傾向が見られるとの分析結果が公表された^{※2)}。

- ・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（図1）
- ・観察や実験の結果を整理し考察する指導（図2）
- ・観察や実験の際のノート等への記録・記述の方法の指導

上記、学校への質問紙調査結果に対応する、児童への質問紙調査結果と正答率との相関（図1と図3、図2と図4）においても、同様の結果が見られる。

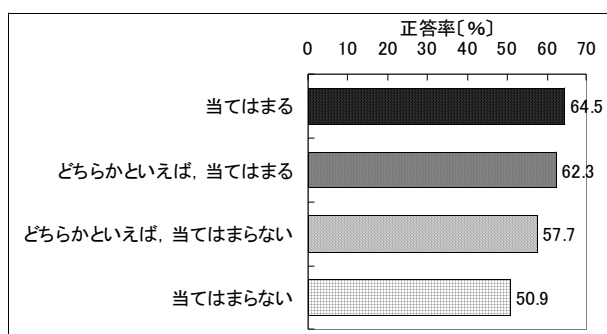


図3 児童への質問紙調査結果と正答率
（質問77：理科の授業で、自分の予想をもとに観察や実験の計画を立てていますか）

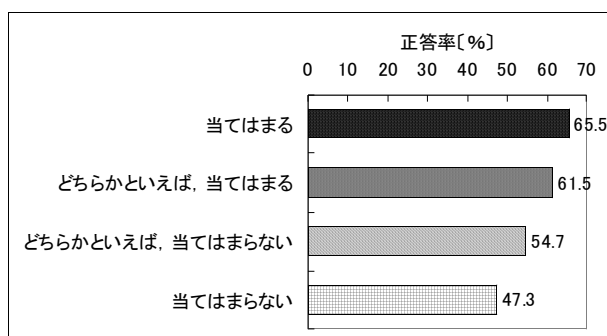


図4 児童への質問紙調査結果と正答率
（質問78：理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったのか考えていますか）

(2) 教員への研修内容と児童への指導内容

学校、児童への質問紙調査結果と平均正答率を見ると、教員研修で扱わなければならないことと、授業中に児童への意識付けを強めるべきことを読み取ることができる。

図1（学校への質問61）において、指導する教員の意識として「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」を行った場合、「よく行った」と「全く行っていない」の正答率の差は、4.8ポイントである。これに対応する児童への調査結果（図3、児童への質問77）における正答率の差は13.6ポイントであり、教員と児童の差は8.8ポイントである。

図2（学校への質問62）において、指導する教員の意識として「観察や実験の結果を整理し考察する指導」を行った場合、「よく行った」と「全く行っていない」の正答率の差は、3.3ポイントである。これに対応する児童への調査結果（図4、児童への質問78）における正答率の差は18.2ポイントとなっており、教員と児童の意識に大きな差があることが分かる。

このことから、児童には、児童への質問78（学校への質問62）の「理科の授業で、観察や実験の結果から、どのようなことが分かったのか考える」ことを強く意識づけることが必要である。また、教員は、観察・実験の結果から分かることを児童が自分で見いだせるように、学習のまとめ方等を工夫・改善することが必要である。

また、図1と図3の「自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てる」ことについては、教員と児童の意識に大きな差がないであろうことが、正答率の差が一致していることから読み取れる。教員が「自ら考えた仮説をもとに観察、実験の計画を立てる」ことを適切に指導するこ

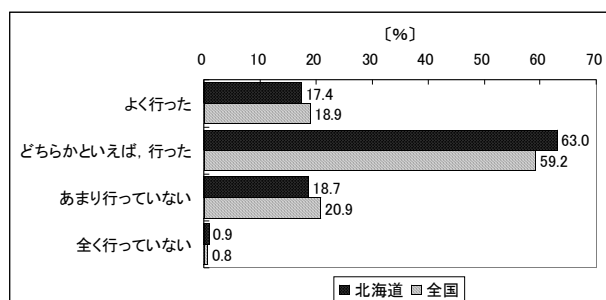


図5 学校への質問紙調査結果の、北海道と全国との比較

（質問61：第6学年の児童に対する理科の指導として、前年度までに、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）

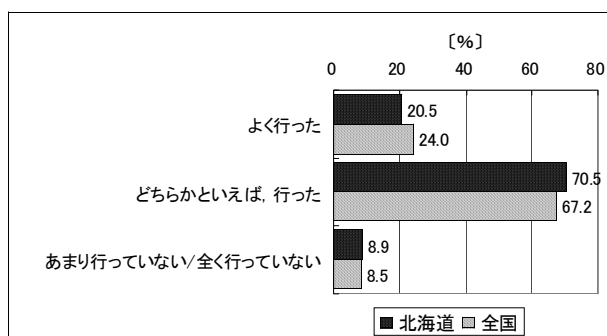


図6 学校への質問紙調査結果の、北海道と全国との比較

(質問62：第6学年の児童に対する理科の指導として、前年度までに、観察や実験の結果を整理し考察する指導を行いましたか)

とが必要であり、それを可能とする教員研修が必要である。

図1(学校への質問61)、図2(学校への質問62)について、北海道と全国とを比較すると(図5、図6)、傾向としては、大きな違いはないことが分かる。しかし、どちらも北海道においては「よく行った」が全国よりも少なく、「どちらかといえば、行った」が多いという結果になっている。これらの指導について、その重要性をさまざまな方法で学校に周知し、「仮説を立てること」「仮説をもとに、実験計画を立てること」について、より手厚い指導が各学級で実践されるための研修が、当センターに求められていると考える。

2 理科の学習展開と「予想・仮説の設定」

理科の学習展開として、『小学校理科の観察、実験の手引き』には、図7のように示されている^{※6)}。(二重線枠は筆者による)

二重線枠で示した「自然事象との出会い」、「観察・実験」は体験活動であり、他の「予想・仮説の設定」、「結果の整理」などは言語活動である。

「予想・仮説の設定」の段階では、教員は、児童が見いだした問題に対して児童自身が考えをもっているのか、もった考えをどのように表現しているのかを見取る。ここでは、児童がもった予想や仮説が科学的な知識や事実、概念として合っているか、合っていないかということとは

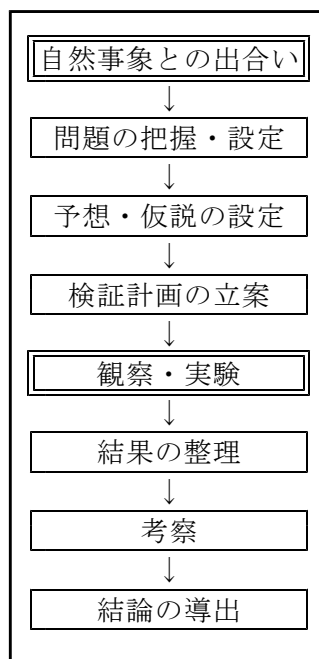


図7 問題解決の過程^{※6)}

問題とならない。どんな予想や仮説をもっているのか、根拠があるのか、ないのか、ということが重要になる^{※6)}。

しかし、「児童がもっているはずの予想や仮説を、児童がもっていない」、「表現することができないため、児童の考えを見取ることも、予想や仮説をもとに観察や実験の計画を立てさせることもできない」、「なぜ、そのように考えたのかを質問しても、『なんとなく』としか返ってこない」と、指導する教員は困っている。

予想や仮説は、生活経験や学習経験を基にして立てる。しかし、児童の生活経験が減少していることはさまざまな調査から明らかである。予想や仮説を立てるのに必要な情報(データ)である、生活経験や学習経験が不足していれば、または、もっている生活経験や学習経験を見いだした問題と結びつけることができないければ、予想や仮説を立てることはできない。児童に予想や仮説を立てさせるためには、教師は「自然事象との出会い」を工夫し、児童が体験を通して情報収集をすることができるように図る必要がある。

3 教員研修の工夫

教師は、「体験が不足しているときには、予想や仮説を立てることは、極めて困難である」ことを理解した上で、児童に「予想や仮説を立てる」という学習活動を促さなければならない。そこで、このことを体験的に理解できるように、以下のような「水溶液の性質」に関わる教員研修用プログラムを作り、当センターの研修講座で実施した。

(1) 研修プログラム「10円硬貨をきれいにするには」

【事象との出会い（体験）】

財布の中を見てみると、きれいな10円硬貨とくすんだ10円硬貨があった。

【問題意識】

くすんだ10円硬貨を、ピカピカにしたい。

【実験計画】

いろいろなものの中にくすんだ10円硬貨を入れて30分置き、変化を調べる。

【予想・仮説①】

次のものには、10円硬貨をきれいにする働きがあるか、予想を表に記入する。

	30分後の10円硬貨		
	ピカピカになる	少しピカピカになる	変化は分らない
しょうゆ			
マヨネーズ			
ソース			
ケチャップ			
牛乳			
ボン酢			
レモンの果汁			
ヨーグルト			
タバスコ			
砂糖水			
食塩水			
コーラ			
オレンジジュース			
梅干しの汁			
お湯			
味噌			
食器洗い洗剤			

【実験①（事象との出会い②）】

結果を表に記入する。

【問題意識②】

〇〇に入れた10円硬貨はピカピカになり、□□に入れた10円硬貨がピカピカにならなかったのは、どうしてだろう？

【予想・仮説②】

……のものは、くすんだ10円硬貨をきれいにする働きがある。

【実験計画② 仮説の検証（言語活動）】

（予想・仮説②の……が正しいならば）、
△△は10円硬貨をきれいにするはずだ。
▲▲では変化が分からないはずだ。

(2) 受講者の反応、様子

受講者は、予想①を表に記入した後、実験①として、10円硬貨を表の中のものに入れ、30分間放置した。その30分の間に、筆者は受講者に、「～～に入れた10円硬貨が『ぴかぴかになる（少しピカピカになる、変化は分からない）』と考えた理由は何か」と質問した。すると、いくつかのものについては「過去にやったことがあるから」という理由を述べることはできたが、ほとんどのものについては「（やったことも、考えたこともないから）なんとなく、そう思った」という回答であった。まさに、教師が「児童に予想や仮説を立てさせられなくて困る」場面の再現である。

30分後、実験①の結果を見た受講者は、予想外の結果を示したものが多かったためか、驚きの声や歓声が上げた。その後、結果を表に記入し、10円硬貨の変化について、共通することを考え、予想・仮説②を記入した。

「酸性のものは、くすんだ10円硬貨をきれいにする働きがある」と書こうとする受講者が多かったが、「10円硬貨をきれいにした、マヨネーズや味噌、（ソース、タバスコ、…）は酸性なのか？」と、書くことを悩み、迷う様子も見られた。

その後、予想・仮説②を確かめることができるであろう△△や▲▲の具体名を書いたところで一区切りとし、あらためて筆者は受講者に、「予想・仮説①と②では、困ったことが違うように見えたが、どうか」と質問した。すると、予想①については、

- ・「何となく、…になるのではないか」というものが多く、記入するのもしづかった。
- ・記入の理由を尋ねられたが、結果が分からないものが多かったので、理由や根拠を求められて困った。

など、判断の基となる体験や情報が無い中で、予想や仮説を立てることが困難であることが受講者から上げられた。予想②については、

- ・実験①の結果をみて、同じ結果になったものに共通することを考えることができた。
- ・実験計画②にも関連して、「◇◇に10円硬貨を入れると、結果は…になるだろう」と考えることができた。

・あっているのかどうか、自信がなくて、書くことがためらわれた。

など、予想や仮説を立てるときには、その基となる体験や情報（データ）が欠かせないこと、仮説の正否が問題となるならば書くことがためられることが上げられた。また、仮説を検証するために観察・実験の計画するということの意味、理科の学習展開についての理解が深まった等も上げられた。

- ・「予想や仮説を立てなさい」と指示するだけでは、児童は予想や仮説を立てることはできないこと
- ・予想や仮説の基となる体験を根拠として、予想や仮説を立てることができること
- ・予想や仮説の正否は、立てる段階では問題ではないこと

を、受講者自身の体験を通して伝えることができた。

4 4QS（フォークス）仮説設定ワークシート

「4QS（フォークス）」とは、「The Four（4つ）Question（問題）Strategy（戦略・戦術）」の略称で、Cothron, j. hらが2000年に提唱した「子

どもの疑問を科学的に検証可能な問題に高めるための指導方略」を指す。ここでは、筆者は上越教育大学の小林辰至教授らが研究を進め開発した、生徒・児童向けの「仮説設定ワークシート」^{※7)}を使用した。

○北広島市立東部小学校第5学年「電流が生み出す力」の授業

平成24年12月19日に、教員研修を兼ね、北広島市立東部小学校第5学年永井学級（児童32名）にて、「電流が生み出す力」の授業を行った（図8）。



図8 北広島市立東部小学校での授業

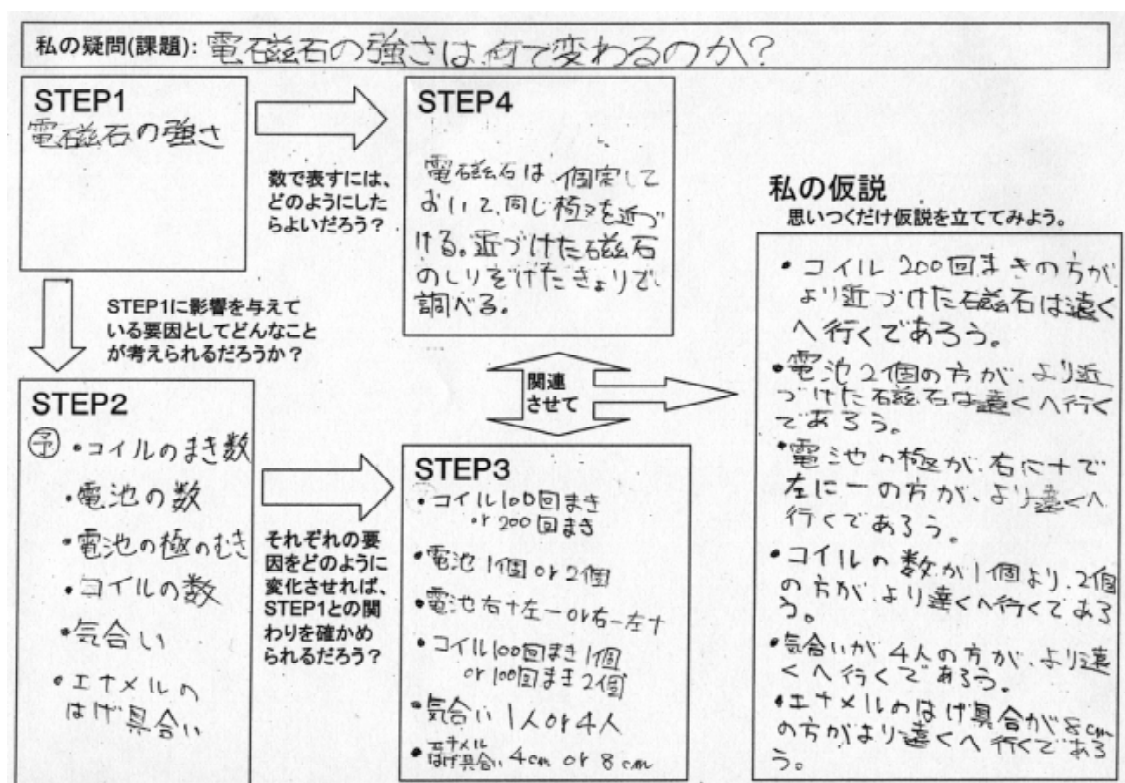


図9 児童Mが立てた仮説と実験計画

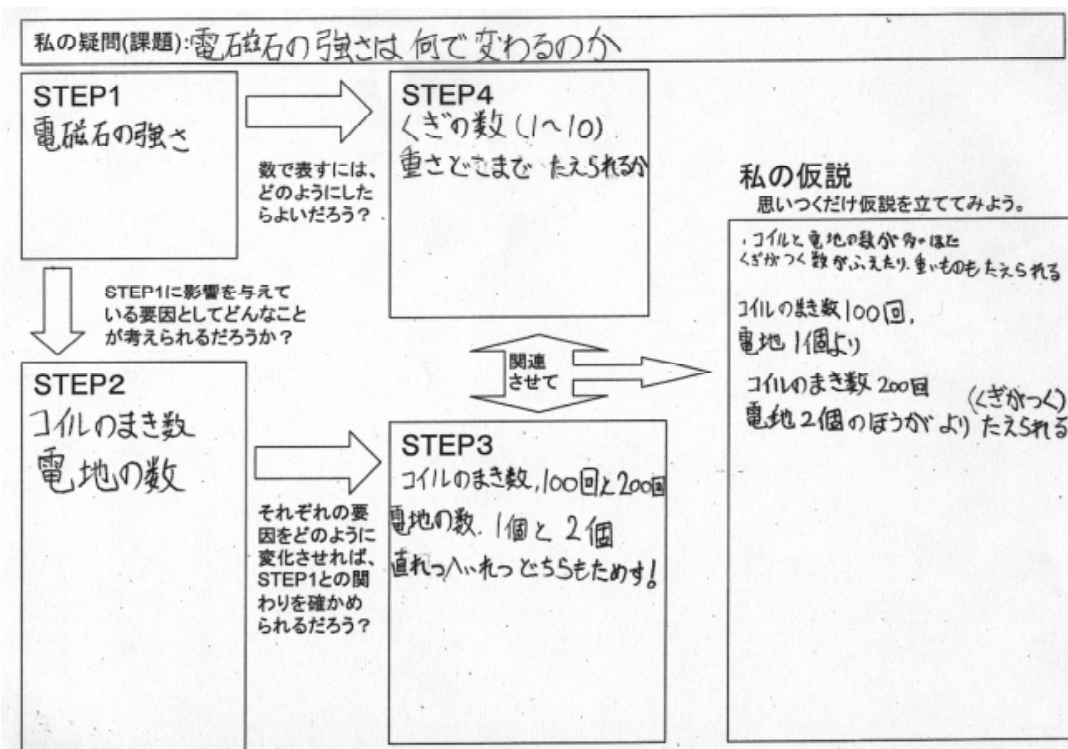


図10 児童Sが立てた仮説と実験計画

およそ35分をかけ、初めて会った筆者の指示により、全員の児童が4QS仮説設定ワークシートを記入することができた。このシートは、
STEP1 独立変数を抽出する段階（実験材料や変化させる要因を見つけ出す段階）
STEP2 従属変数を抽出する段階（独立変数に影響を受ける要因を見つけ出す段階）
STEP3 独立変数の条件設定（独立変数を細かく設定する段階）
STEP4 従属変数の数量化（従属変数を数や量で表す方法を考える段階）

と、仮説を設定するまでの手順が明確に示されており、仮にSTEP2までが全員同じであったとしても、STEP3以降で個人の工夫や特徴、考え方を表現できる点が優れている。多くの児童がSTEP4に「くぎ（クリップ）の個数」と書いた。しかし、児童M（図9）は他の磁石が反応する「距離」を、児童S（図10）は電磁石がぶら下げられる「重さ」の限界を書いている。いずれも電磁石の強さを調べる方法として適当であり、児童の考えを表現させたことにより顕在化した児童の考え方の違い、個性である。

授業後の児童の感想には、「（この方法で）仮説を立てるのは初めてだったけど、わかりや

すかった」、「自分の仮説を立てることができて楽しかった」などが多く見られた。時間の関係で仮説を十分に交流することができなかったが、できていたら「自分とは違う、いろいろな考えをクラスの仲間から聞くことができて楽しかった」という感想も加わっただろうと思う。

おわりに

子ども達は「理科は観察・実験があるから楽しい」とよく言う。その楽しさに加え、考える楽しさ、考えを検証する楽しさ、他とともに知恵を出し合う楽しさも理科にはあることを、小学校教師が授業を通して子ども達に伝えられるよう、研究を不断に進めていきたい。

参考文献

- 1) 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について（答申）中央教育審議会 2008
- 2) 平成24年度全国学力・学習状況調査の結果について（概要）国立教育政策研究所 2012
- 3) 学校教育法第30条の第2項
- 4) 小学校学習指導要領解説理科編 文部科学省 2008
- 5) 平成24年度 全国学力・学習状況調査 報告書・集計結果について 国立教育政策研究所 2012
- 6) 小学校理科の観察、実験の手引き 文部科学省 2011
- 7) 問題解決能力を育てる理科教育 小林辰至 2008

（みき かつひと 初等理科研究班）