

科学的な思考力を高める理科学習 —見通しをもちながら、問題解決に取り組む活動を通して—

教職実践応用領域 授業づくり履修モデル
杉山 哲士

I 主題設定の理由

1 見通しをもつことの必要性

平成 29 年に告示された「小学校学習指導要領解説 理科編」では、理科の目標について「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」と書かれている¹⁾。平成 20 年から改訂の「小学校学習指導要領解説 理科編」でも、「見通しをもって観察、実験などを行い、」と理科の目標で記されている²⁾。

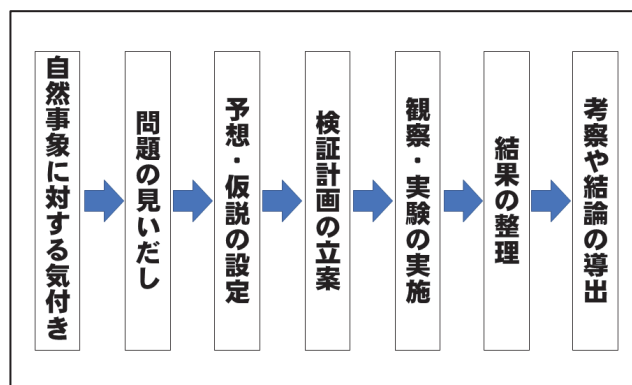
また平成 30 年度に実施された全国学力学習状況調査の結果では、「予想が確かめられた場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることには依然として課題がある。」と述べられている。子どもが主体的に問題解決をするためには「見通しをもつ」、つまり「予想や仮説を立て、解決の方法を考える」ことの必要性が述べられている³⁾。

村山(2013)は、見通しをもつことの意義は二つあると述べている。一つ目は、問題に対して、仮説をもち、それに基づいて観察・実験などの計画や方法を工夫して考えることである。子どもたちは自らの生活経験や既習事項をもとにしながら、自分で設定した問題を解決していくために見通しをもつことになる。ここでの見通しは子ども自らが発想したものであるため、その後展開される観察・実験に意欲的に取り組み、自分の結果としての認識をもつことにつながる。二つ目に、仮説と観察・実験の結果の一致、不一致が明確になることである。仮説と観察・実験の結果が一致した場合は、子どもは仮説を確認したことになり、不一致だった場合には、子どもは仮説を振り返り、それらを見直し、再検討することになる。どちらの場合でも仮説の妥当性を検討することになり、意義があると述べている⁴⁾。

2 理科における問題解決の重要性

平成 29 年に告示された「小学校学習指導要領解説 理科編」では、理科における問題解決について「児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心をもち、そこから問題を見だし、予想や仮説を基に観察、実験などを行い、結果を整理し、その結果を基に結論を導きだすといった問題解決の過程の中で、問題解決の力が育成される。」と述べられている⁵⁾。これは、理

科における問題解決の重要性が示されている。



【資料1 問題解決学習の流れ】

3 子どもの実態

一人の意見にすぐに同調したり、周りの意見に流されたりする子どもが多かった。観察・実験には意欲的に取り組むが、自分たちの生活経験や既習事項を生かして、仮説を立てたり、アイディアを出し合って実験方法を考えたりすることに課題があった。そのため教師が実験方法を教え、教師主導で実験を行っていたため子どもたちが主体的になっていなかった。実験結果から考察をすると、何が分かったのか具体的に記述できない子どもが多かった。それらの一因として、仮説を設定するための支援が不十分であったり、与えられた実験方法だったりして見通しをもてないまま実験していたことが挙げられる。

そこで、子どもたちが「～を〇〇すると△△になる。」という仮説を基に検証していくことが必要である。そして子どもたちが主体となり、検証計画を考えていかなければならない。それが見通しをもつことにつながり、問題解決の過程で科学的な思考力を育むには必要不可欠であると考え本研究の主題とした。

4 科学的な思考力とは

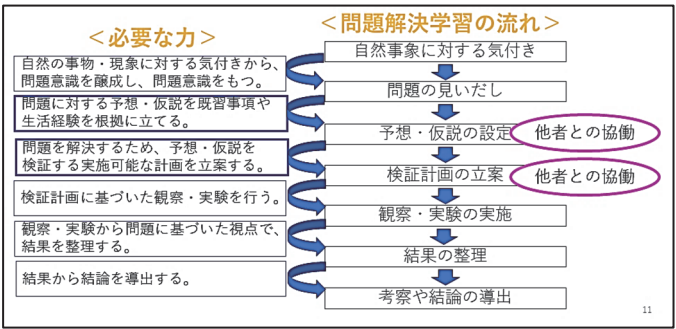
山極(2007)は、「科学的思考力とは、知識・技能を習得し、探究の過程、問題解決の過程で新しい知識や法則を見いだすまでの一連の能力である。」と述べている⁶⁾。

小林・後藤(2015)は日本版プロセス・スキルズ「探究の技能」の上位項目に基づいて 21 世紀型能力の思考力について次のように分類している。

「問題解決のための仮説を立てる。」「問題解決のための観察・実験の計画を立てる。」「仮説が観察・実験で検証できる表現になっているか説明する。」「観察・

実験における条件の制御の仕方や方法等が適切かどうかについて説明する。」これらが思考力の要素になると述べている⁷⁾。

これらを受け、問題解決の過程と必要な力を下のよ



【資料2 問題解決学習と必要な力】

そこで本研究では、問題解決学習に必要な力の中で特に重要だと考えられる科学的な思考力を「問題に対する仮説を設定する能力」と「仮説を確かめるための実験・観察方法を計画する能力」とする。

II 先行実践研究から

1 仮説の設定に関する先行研究

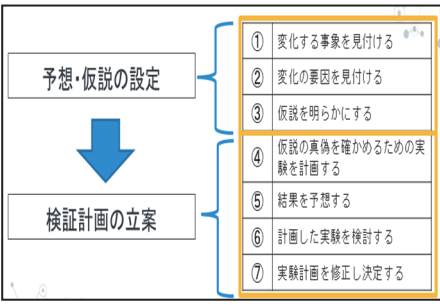
小林・永益 (2006) は、児童の疑問を科学的に探究可能な問題にするための方略を、“The Four Question Strategy” (以下4Q Sとする) として、4Q S仮説設定ワークシートを開発した。教員養成課程の学生での実践に有効であったと述べている⁸⁾。

小林(2017)は、4Q S仮説設定ワークシートは子どもが仮説を立てるときに必要な思考の流れを細かく整理することが、仮説を設定する際に有効であったと述べている⁹⁾。

岡田(2009)は、小学校6年生の「水溶液の性質」の単元で4Q S仮説設定ワークシートを活用した。9割の子どもが仮説を2つ以上立てることができた。また、単元実施前後に行ったアンケート結果でも見通しをもって学習に取り組んだ子どもの割合が増加している。それらを踏まえ、4Q S仮説設定シートは、見通しをもつための手立てとして有効であったと述べている。しかし、追究課題を吟味する必要があると述べ、4Q S仮説設定ワークシートの構造や子どもへの提示の仕方に課題が残ったと述べている¹⁰⁾。

2 実験計画の立案に関する先行研究

唐井(2017)は、問題解決学習の中の仮説の設定と検証計画の立案の過程を細かく整理して、右のように7つにまとめている(資料3)。



【資料3 検証計画の立案の過程】

7つの過程を丁寧に指導していくことが実験計画を立案することに有効であったと述べている¹¹⁾。

橋本・小林(2017)は実験計画の立案に必要な力を5つに分類している(資料3)。

- ①仮説を設定する力
- ②測定方法を決定する力
- ③条件を制御する力 (変える条件、そろえる条件を設定する力)
- ④実験器具を測定する力
- ⑤実験装置を図で表す力

【資料3 実験計画の立案に必要な力】

その中で「③条件を制御する力」は実験計画シートを用いて変える条件と、そろえる条件を意識した指導を行うことで定着を図ることができると述べている¹²⁾。

3 他者との協働に関する先行研究

角屋(2013)は、「問題解決過程は互いに自分の見通しを確認したり修正したりして、絶えず、他者と関わ

りながら、他者とともに科学的により妥当な知を構築していく過程となる。」と述べている¹³⁾。

石原(2014)は、問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させることにより、子どもの思考を顕在化し、他者との考えを比較したり、再検討したりすることができ、科学的な思考力が高まったと述べている¹⁴⁾。

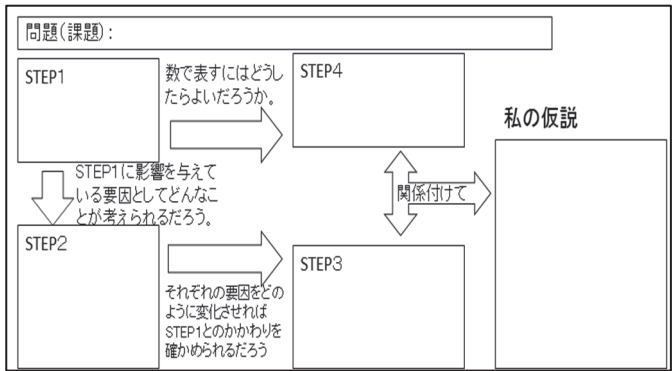
III 研究の構想

1 目指す子ども像

見通しをもって問題解決を行うことができる子ども

2 手立てについて

(1) 4Q S仮説設定シートの活用



【資料4 4Q S仮説設定シート】

4Q S仮説設定シート(資料4)はSTEP 1からSTEP 4の4段階の問いで構成されている。STEP 1は、変化する事象から従属変数を同定して簡潔に記述させる段階である。STEP 2は、従属変数に影響を及ぼす独立変数を挙げさせる段階である。STEP 3は、STEP 2で挙げた独立変数を実験条件としてどのように変化させるのかを考えさせる段階である。S

STEP 4は、STEP 1で挙げた従属変数を数量として表す方法を考えさせる段階である。最後にSTEP 3とSTEP 4を関係づけて1つの文にすると、「○○すれば、□□は△△になる」という、どのように条件を変えると、結果がどのようなになるかを見通した作業仮説を設定することができる。4QS仮説設定シートを活用することで、変化する要因などに注目して結果を見通した仮説を立てることができる。

(2) 計画シートの活用

橋本・小林(2017)が提唱した実験計画の立案に必要な力のうち、条件を制御する力、器具を選定する力、実験装置を図で表す力の三つに重点を置くことにする。

条件を制御する力については、変える条件と同じにする条件を記入させる。調べる条件を比較することが意識できるように枠を分けるようにする(資料5)。

【資料5 計画シート】

実験器具の選定では、何もないところから一から考えることが難しいと判断し、実験に必要な器具や必要のない器具を図で表し、その中から器具を選ばせる選択式とする。

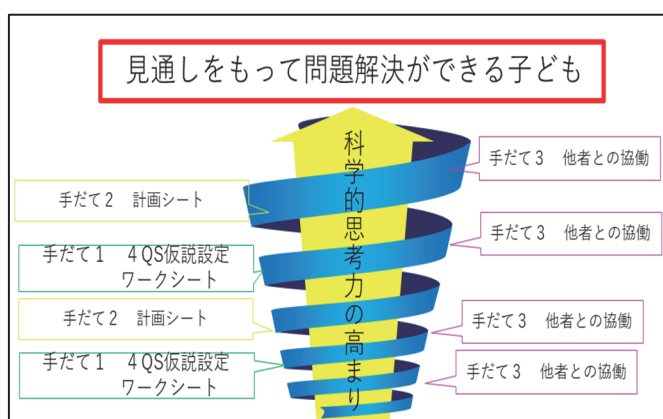
実験装置図では、調べる条件を比較することができるように、条件を変えた2つの図を並べて描くようにする。これにより、条件制御も意識しながら、実験計画を立案することができる。

(3) 他者と協働する場の設定

仮説を立てる場面、検証計画を考える場面など、それぞれの場面で他者と関わりながら、自分の考えを表現させる。そうすることで、自分の考えだけでなく他者の考えも知り、自分の仮説や検証計画の立案を振り返り、妥当であるか判断できる。

3 実践研究の構想

以上の手だてを踏まえると、研究構想図は次のようになる。



IV 検証実践

- 1 調査対象：名古屋市立A小学校第5学年
28名(男子14名 女子14名)
- 2 調査時期：2020年10・11月
- 3 単元名：電磁石のはたらき
- 4 手だての具体

(1) 4QS仮説設定シートの活用

小林が開発した4QS仮説設定シートを子どもたちの実態や単元に合わせ、改良した。ここでは、2種類の仮説設定シートを用いることにした(資料6)。

【資料6 改良した4QS仮説設定シート】

一つ目は、ステップ1～ステップ4までの言葉で何を記入すればよいのか子どもが分かりにくいと考え、改良したものである。ステップ1を「変化させようとするもの」、ステップ2を「○○する条件」ステップ3を「具体的に条件をどう変えるか」ステップ4を「○○確かめる方法」とした。

【資料7 改良した4QS仮説設定シート】

二つ目は、ステップ1とステップ4を合わせて、「何の変化を調べるのだろう」とし、ステップ2とステッ

プ3を合わせて「何を変化させるのだろう」としたワークシートである（資料7）。4 Q S 仮説設定シートに比べると容易に記入することができると考え、活用することにした。

(2) 計画シートの活用

子どもたちが自分で立てた仮説を基に、実験計画を立てやすくするために、計画シートを活用する（資料8）。計画シートには、実験器具のリストを作り、そこから選ぶことで、どの実験器具を選ばよいのかが明確になり、子どもにも考えやすく

電磁石のはたらき②

5年2組 番 名前()

課題 コイルに電流を流すと、電磁石には極ができるだろうか

自分の仮説

<使う実験器具を選ぶ>

実験器具リスト

全て使わなくてもいいです

使う実験器具

<条件を整えよう>

同じにする条件

変える条件

<実験装置を考えよう>

①の実験装置

②の実験装置

【資料8 計画シート】

なると考えた。さらに、写真を一緒に載せることで子どもたちにイメージしやすくなると考えた。

また、条件制御を意識して実験計画を立てることができるように、実験装置を書く前に、条件制御をどうするのかを書く欄を設け、そこからつながりが分かるように、実験装置を書くようにした。そうすることで、条件制御を意識しながら実験装置を考えることができるようになると考えた。

5 単元計画

時	学習活動
1	釣りゲームを行い、電磁石にはどのような性質があるのかを理解する。
2	コイルに電流を流すと電磁石には極ができるのかを実験で確かめる。【手だて1、2、3】
3	コイルに流す電流の向きを変え、電磁石の極が変わるのかを実験で確かめる。 【手だて1、2、3】
4	電磁石を強くするにはどうすればよいか、仮説を立てる。 【手だて1】
5	コイルの巻き数を増やすと、電磁石は強くなるのかを実験で確かめる。【手だて2、3】
6	コイルに流れる電流を大きくすると電磁石は強くなるのかを実験で確かめる。【手だて2、3】
7	コイルの導線を太くすると、電磁石は強くなるのかを実験で確かめる。【手だて2、3】
8	コイルの導線を太くすると、流れる電流が大きくなるのかを確かめる。【手だて2、3】
9	強くした釣り竿で釣りゲームを行う。

6 授業の実際

(1) 第1時

第1時では、「電磁石にはどのような性質があるのか」を確かめるために、釣りゲームを行った。まずは、教師が用意した大きい電磁石の釣り竿を使って、演示実験を行った。そして大きなクジラを釣って見せた。その後子どもたちには、巻き数50回で電池が1個の弱い電磁石の釣り竿と、磁石の付いた釣り竿の2種類を渡し、釣りゲームを行わせた。大きなクジラが釣れないことを確認した。そして、磁石と電磁石の似ているところと違うところを挙げさせ、まとめた。子どもたちからは、「くじらを釣りたい。」という意見が出てきたので、電磁石を強くする方法を考えていくことを提案した。

(2) 第2時 4 Q S 仮説設定シート

第2時では、「電磁石には極があるのか」を確かめる実験を行った。4 Q S 仮説設定シートを改良し、ステップ1とステップ2だけを書けるようにしたワークシートを活用した。

ステップ1では、変化させようとしているものをはっきりとさせ、「電磁石には極ができる」と記入した。ステップ2では、変化させる要因として「コイルに電流を流す」と記入した。そして、仮説には「コイルに電流を流すと、電磁石には極ができる。」と記入した。

(2) 第2時 計画シート

子どもたちが考えた仮説を基に、計画シートを記入させた。まずは、実験器具を選ばせた。リストから選ぶので、子どもたちはすんなりと選ぶことができた。次に条件制御のところに記入をした。変える条件には、「電流を流す、電流を流さない」と記入できたが、変えない条件に何を記入すればよいか分からない様子であった。こちらから、「それ以外」と記入すればよいことを確認した。実験装置は、記号で記入したり、丁寧に実験器具の絵を描いたりする子どもがいたが、素早く取り掛かることができた。

(2) 第2時 他者と協働する場の設定

自分の考えた実験装置をグループで発表し、どの実験方法にするか話し合った。条件制御ができず、二つ以上の条件になっている実験装置を考えている子どももいたが、グループでの話し合いできちんと条件制御できているものにまとまった。

その後実験を行い、自分たちの仮説が正しいのかを検証させた。電磁石の極があるのかを確かめるための方法として、方位磁針とU字磁石のどちらかを選んでみたが、どちらを選んだグループも「電磁石には極がある」という考察をすることができた。

(3) 第3時 4 Q S 仮説設定シート

第3時では、「電流の向きを変えると電磁石の極が変わるのか」を確かめる実験を行った。第2時と同

じように改良した4QS仮説設定シートを活用した。

ステップ1では、変化させようとしているものとして「電磁石の極が変わる」と記入した。ステップ2では、変化させる要因として「電流の向きを変え」と記入した。そして仮説には、「電流の向きを変え」と、電磁石の極が変わる」と記入した。

(3)ー2 第3時 計画シート

子どもたちが考えた仮説を基に、計画シートを記入させた。まずは、実験器具を選ばせた。第2時で測定するための実験器具を明確にした方がよいと考えたため、第3時のワークシートには測定する道具を記入する欄を設けた。測定する道具として、方位磁針やU字の磁石のどちらかを選ぶことができた。変える【資料9 活用した計画シート】

条件や変えない条件は、正しく書くことができる子どもがいる一方、まだ何を書いてよいのか分からない子どももいた。

(3)ー3 第3時 他者と協働する場の設定

自分が考えた実験方法をグループで発表した。実験装置①では方位磁針を使い、実験装置②では磁石を使うなど、条件制御ができていない実験装置を考えている子どももいたが、グループでの話し合いで、条件制御ができていないことに気付き、変更することができた。

その後仮説を確かめるために実験を行った。方位磁針を使ったグループの方は実験結果が分かりやすかったが、どちらのグループでも電磁石の極が変わったという結果を受けて、「電流の向きを変え」と電磁石の極が変わる」という結論を出すことができた。

(4) 第4時 4QS仮説設定シート

【資料10 活用した4QS仮説設定シート】

第4時では、「電磁石を強くするにはどうすればよいのか」という課題に対する仮説を立てさせた。

ステップ1では、変化させようとしているものとして「電磁石の強さ」であることを確認した。ステップ2では、電磁石を強くする条件を記入させた。「電池の数」や「コイルの巻き数」、「つなぎ方」、「電磁石の鉄心の太さ」、「電磁石の先の面積」といった意見が出てきた。中にはステップ3で記入しなければいけない「電池を増やす」とステップ3の内容を書いている子どももいた。ステップ3では、ステップ2に対応する「具体的に条件をどう変えるか」を記入させた。「電池の数を2個に増やす」や「コイルの巻き数を増やす」と具体的にどうするかを記入することができた。ステップ4では、「電磁石の強さを確かめる方法」だが、子どもたちからは「砂鉄の重さ」や「方位磁針を置いて磁力の届く距離」「クリップの数」が出てきた。「砂鉄の重さ」は電子ばかりの使い方を習得できていないことや「方位磁針を置いて磁力の届く距離」では、測定しにくいことから、クリップの数で測定すると分かりやすいことを確認した。仮説を設定する場面では、ステップ1からステップ4を踏まえて、「〇〇すると、～は□□するだろう」という仮説を立てた。子どもたちは、「電池の数を増やすと、電磁石は強くなるだろう」「コイルの巻き数を増やすと電磁石は強くなるだろう」「つなぎ方を変えと電磁石は強くなるだろう」という記述をしていた。「電池の数を増やすと電磁石は強くなるだろう」と「電流を大きくすると電磁石は強くなるだろう」という仮説に対しては、電池の数を増やすことと電流を大きくすることは同じであることを子どもたちに確認し、同じ仮説にまとめた。第5時以降は、子どもたちから多く意見の出した「電流を大きくすると電磁石は強くなるだろう」「コイルの巻き数を増やすと電磁石は強くなるだろう」「導線を太くすると電磁石は強くなるだろう」という仮説を確かめることを確認した。

(5)ー1 第5時 計画シート

第5時では、「コイルの巻き数を増やすと電磁石は強くなるだろう」という子どもたちが考えた仮説を検証する実験を行った。実験器具のリストには実験に必要なわに口導線やスイッチ、乾電池ボックス、コイル (50 回巻き)、コイル (100 回巻き)、乾電池、クリップと

【資料11 活用した計画シート】

実験に必要な豆電球付きソケットや方位磁針を載せた。子どもたちは、実験に必要な道具を選びだすことができたが、測定する道具として方位磁針を選ぶ子もいた。

次に二つの実験を行う時の条件をどのように制御すればよいのかを記入させた。第3時のときに変えない条件を記入させた際に「乾電池の数」や「わに口導線の数」、「スイッチ」、「乾電池ボックス」など記入する事柄が多かったので、戸惑っていた子どもがいた。

(5)ー2 第5時 他者と協働する場の設定

自分が考えた方法をグループで発表した。変える条件として、「コイルの巻き数」と記入できた子どもは実験装置①と実験装置②を記入する場面では、コイルの巻き数が50回と100回のを区別して記入することができた。グループで発表すると、同じ実験方法を記入している子どもが多く、すぐに実験方法が決まったグループが多かった。条件制御がうまくできずに、乾電池の数を増やしている子どもはグループでの話し合いの結果、正しい実験方法に納得することができた。

(6)ー1 第6時 計画シート

第6時では、「コイルに流れる電流を大きくすると電磁石は強くなるだろう」という子どもたちが考えた仮説を検証する実験を行った。実験器具のリストには第5時と全く同じわに口導線やスイッチ、乾電池ボックス、コイル（50回巻き）、コイル（100回巻き）、乾電池、クリップ、豆電球付きソケット、方位磁針を載せた。子どもたちは、乾電池や乾電池ボックスなど実験に必要な道具を選びだすことができたが、50回巻きのコイルと100回巻きのコイルを両方選ぶ子どももいた。

次に、二つの実験を行う時の条件をどのように制御すればよいのかを記入させた。変える条件には、「乾電池一つ」「乾電池二つ」と記入することができた。それを基に実験装置を考えた。条件制御をしっかり書くことができたので、実験装置も素早く記入することができた。しかし、実験器具を選ぶ際に50回巻きのコイルと100回巻きのコイルを選んだ子どもは、乾電池の数とコイルの巻き数の二つの条件が変

わっているため、正しい実験結果が得られない実験装置を考えていた。

(6)ー2 第6時 他者と協働する場の設定

自分が考えた方法を、計画シートを基にグループで発表した。変える条件として、「乾電池の数」と記入できていても実験装置①と実験装置②でコイルの巻き数も変えた子どももグループで発表すると、条件が二つ変わっていることを指摘された。子どもはグループでの話し合いの結果、「コイルの巻き数を同じにする」という正しい実験方法に納得することができた。

(7)ー1 第7時 計画シート

第7時では、「導線を太くすると電磁石は強くなるだろう」という子どもたちが考えた仮説を検証する実験を行った。導線の太さのよく違いが分かるように、実物投影機を使い、テレビに拡大して映して説明した。実験器具のリストには直径0.4mmの50回巻

コイル、直径0.4mm【資料13 活用した計画シート】の100回巻コイル、直径0.8mmの50回巻コイルから選ばせるようにした。導線を太くすることで、流れる電流が大きくなることを数値化して実感できるように、実験器具リストには簡易検流計も載せた。子どもたちは、乾電池やスイッチなど、これまでの実験に使った実験器具はすぐを選ぶことができた。しかし、どのコイルを使おうか悩んでいる子どもや直径0.4mmで100回巻のコイルと直径0.8mmで50回巻のコイルを選ぶ子どももいた。

次に、二つの実験を行う時の条件をどのように制御すればよいのかを記入させた。変える条件には、

「0.4mmコイル」「0.8mmコイル」と多くの子どもが記入することができた。中には「0.4mmコイル（50回巻）」「0.8mmコイル（50回巻）」と条件を制御することを意識して記入できている子どももいた。それを基に実験装置を考えた。条件制御をしっかり書くことができたので、実験装置も素早く記入することができた。しかし、条件制御をする際に導線の太さにのみ着目した子どもの中には、50回巻きのコイルと100回巻きのコイルを選んだ子どもがいた。導線の太さとコイルの巻き数の二つの条件が変

電磁石のはたらき⑥
5年2組 番 名前()

課題 導線を太くすると電磁石は強くなるだろうか。

自分の仮説
導線を太くすると電磁石は強くなるだろう。

<使う実験器具を選ぼう>
実験器具リスト
全て使われるかどうかも記入する

使う実験器具
測定する道具

<条件を整えよう>
同じにする条件
変える条件
それ以外

<実験装置を考えよう>
①の実験装置
②の実験装置

電磁石のはたらき⑤
5年2組 番 名前()

課題 流れる電流を大きくすると電磁石は強くなるだろうか。

自分の仮説
流れる電流を大きくすると電磁石は強くなるだろう。

<使う実験器具を選ぼう>
実験器具リスト
全て使われるかどうかも記入する

使う実験器具
測定する道具

<条件を整えよう>
同じにする条件
変える条件
それ以外

<実験装置を考えよう>
①の実験装置
②の実験装置

わっているため、正しい実験結果が得られない実験装置を考えていた。

(7) - 2 第7時 他者と協働する場の設定

自分が考えた方法を、計画シートを基にグループで発表した。変える条件として、「導線の太さ」と記入できていても実験装置①と実験装置②でコイルの巻き数も変えた子どもがグループで発表すると、条件が二つ変わっていることを指摘された。子どもはグループでの話し合いの結果、「コイルの巻き数を同じ50回巻きにして、導線の太さのみ変える」という正しい実験方法に納得することができた。

(8) - 1 第8時 計画シート

第7時の考察をしているときに、「導線を太くすると電磁石は強くなる。」という結論を出すことができたが、子どもたちから「導線を太くするとなぜ、電磁石が強くなるのだろう」という疑問が出てきた。そしてそれが流れる電流の大きさと関係していることに触

れる発言が子どもたちから上がった。そこで、第8時では、「導線を太くすると流れる電流は大きくなるだろう」という子どもたちが考えた仮説を検証する実験を行うことにした。計画シートには、第7時と同じ実験器具を載せた(資料14)。

流れる電流の大きさに着目させると、子どもたちは測定する道具としてすぐに、簡易検流計を選ぶことができた。

次に、二つの実験を行う時の条件をどのように制御すればよいのかを記入させた。変える条件には、「0.4mmコイル50回巻き」「0.8mmコイル50回巻き」と第7時に比べて多くの子どもがコイルの巻き数も具体的に記入することができた。しかし、導線の太さについて触れることはできても、まだコイルの巻き数を意識できずに条件が制御できてない子どももいた。

(8) - 2 第8時 他者と協働する場の設定

自分が考えた実験装置を、計画シートを基にグループで発表した。変える条件として、「導線の太さ」と記入できていても実験装置①と実験装置②でコイルの巻き数も変えた子どもがグループで発表すると、条件が二つ変わっていることを指摘された。子どもはグループでの話し合いの結果、「コイルの巻き

数を同じ50回巻きにして、導線の太さのみ変える」という正しい実験方法に納得することができた。

7 手だての有効性

(1) - 1 手だて1 第2時 4QS仮説設定シート

改良した4QS仮説設定シートを活用したが、ステップ1では、「電磁石には極ができる」と記入できた子どもが25人中24人だった。ステップ2では「コイルに電流を流す」と記入できた子どもは25人中23人だった。ステップ3では、「コイルに電流を流すと電磁石には極ができる」と記入できた子どもは25人中19人だった。また、「コイルに電流を流すと電磁石には極ができない」と記入した子どもは4人だった。25人中23人は、流れに沿った仮説を立てることができた(資料15)。しかし、ステップ1で何が原因であるのかを記述できなかった子どもは、仮説を立てることができなかった。

【資料15 4QS仮説設定シート】

(1) - 2 手だて2 第2時 計画シート

実験器具リストから正しい実験器具を選び、記入することができた(資料16)。また、変える条件として、「N極を近づける」「S極を近づける」のように、条件をきちんと整理することで、検証可能な実験装置を自分で考えることができた。27人中25人が変える条件を正しく設定することができたが、その内7人は実験装置を記入することはできなかった。

【資料16 計画シート】

(1) - 3 手だて3 第2時 他者と協働する場の設定

自分で考えた実験装置をグループで話し合った。実験装置を自分で考えることができなかった子どもも他者の考えを聞き、納得した上で正しく実験装置を記入することができた。

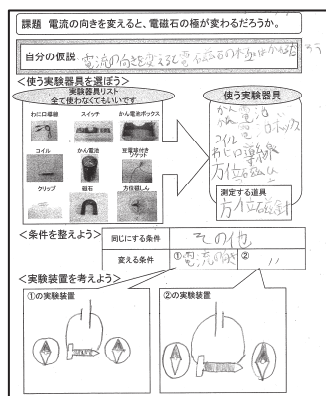
(2) - 1 手だて1 第3時 4QS仮説設定シート

改良した4QS仮説設定シートを活用したが、ステップ1では、「電磁石の極が変わる」と記入できた子ども

もが27人中26人だった。ステップ2では、「電流の向きを反対にする」と記入できた子どもは27人中26人だった。ステップ3では、「コイルに流す電流の向きを変えると、電磁石の極が変わるだろう」と記入できた子どもは27人中22人だった。

(2)ー2 手だて2 第3時 計画シート

変える条件として、「電流の向き」と条件を正しく記入することで、検証可能な実験装置を自分で考えることができた(資料17)。27人中23人が変える条件を正しく設定することができたが、その内4人は実験装置を正しく記入することができなかった。



【資料17 計画シート】

(2)ー3 手だて3 第3時 他者と協働する場の設定

コイルの向きを反対にしていた子どもが他者の考えを聞き、「コイルを同じ向きにしなければいけない。」と考えを改め正しく実験装置を記入することができた。

(3) 手だて1 第4時 4QS仮説設定シート

「電磁石を強くするにはどうすればよいのだろうか」という課題に対して子どもたちが考えた仮説は資料18のようになった。

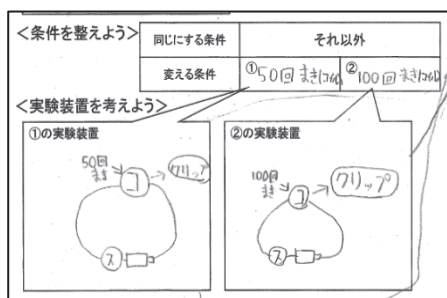
仮説(複数回答)	人数
電池の数を増やすと電磁石は強くなるだろう	26
電池のつなぎ方を直列にすると電磁石は強くなるだろう	22
コイルの巻き数を増やすと電磁石は強くなるだろう	18
導線を太くすると電磁石は強くなるだろう	10
釘の数を増やすと電磁石は強くなるだろう	7
鉄心の太さを太くすると電磁石は強くなるだろう	7
先の面積を増やすと電磁石は強くなるだろう	6
アルカリ電池に変えると電磁石は強くなるだろう	2
電池のつなぎ方を並列にすると電磁石は強くなるだろう	1

【資料18 子どもたちの仮説の内訳】

電磁石を強くする要因をはっきりとさせたことで、子どもたちの多様な考えを基に仮説を立てた。全ての子どもが一つ以上仮説を立てることができた。

(4)ー1 手だて2 第5時 計画シート

変える条件として「50回巻き」「100回巻き」のように条件をきちんと整理することで、検証可能な実験装置を自分で考



【資料19 計画シート】

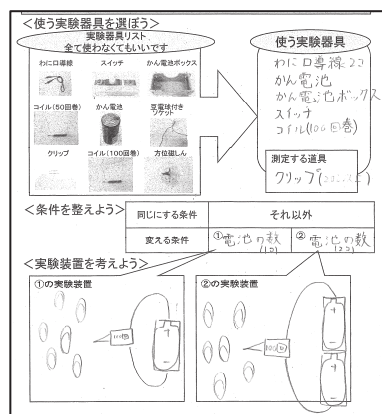
えることができた(資料19)。25人中25人が変える条件や実験装置を検証可能な実験計画を立案することができた。

(4)ー2 手だて3 第5時 他者と協働する場の設定

グループで自分が考えた実験装置を発表させたが、検証可能な実験装置を発表した子どもからは、「みんな同じ方法だから、自信がもてた。」と他者と協働する中で自分の実験装置に自信をもつことができた様子がうかがえた。

(5)ー1 手だて2 第6時 計画シート

実験器具リストには100回巻きのコイルと50回巻きのコイルが載せてあるが、どちらか片方だけを選び、記入することができた(資料20)。また、変える条件として「電池の数(1個)」



「電池の数(2個)」 【資料20 計画シート】

のように、条件をきちんと整理することで、検証可能な実験装置を自分で考えることができた。

(5)ー2 手だて3 第6時 他者と協働する場の設定

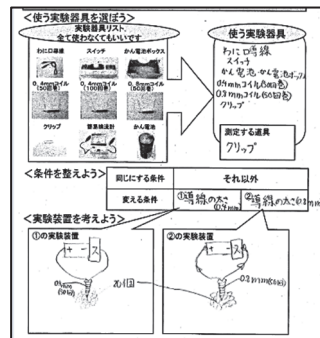
自分が考えた実験装置をグループで話し合った。子どもたちは下のように対話をしていった(資料21)。条件を制御して電池の数だけ変えなければならない実験であったら、誤った考えをしている子どもが、グループでの話し合いで考えを修正し、コイルの巻き数は同じにして電池の数だけ変えることに納得することができた。

C1: 電池の数だけでなく、コイルの巻き数も変わっちゃってるよ。
C2: 何でだめなの。
C1: 電池の数とコイルの巻き数が変わっていると、電池の数で電磁石が強くなったのか分からないよ。
C2: そうだね。
C3: 今回は、0.8mmのコイルの100回巻きがないから50回巻きを選ばないといけないよ。
C2: じゃあ、そうする。

【資料21 話し合いの様子】

(6)ー1 手だて2 第7時 計画シート

実験器具リストの中から0.4mmと0.8mmの50回巻きのコイルを選び、記入することができた。また、変える条件として「導線の太さ」と記入し、検証可能な実験装置を自分で考えることができた(資料22)。



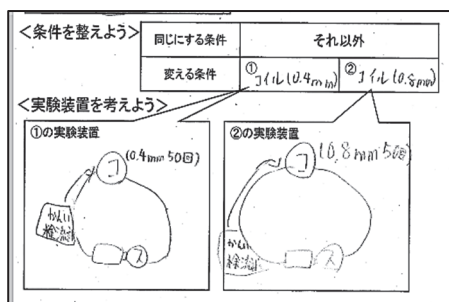
【資料22 計画シート】

(6)－2 手だて3 第7時 他者と協働する場の設定

導線の太さだけではなく、コイルの巻き数も変えた実験方法を考えた子どもが二人いたが、グループで実験方法を話し合う中でコイルの巻き数を変えてしまうと、正しい実験結果が得られないことに納得し、自分の考えを修正することができた。

(7)－1 手だて2 第8時 計画シート

実験器具リストの中から0.4mmと0.8mmの50回巻きのコイルを選び、記入することができた(資料23)。測定方法として簡易検流計を選ぶこともできた。また、第7時と同様に変える条件として「導線の太さ」と記入し、検証可能な実験装置を自分で考えることができた。



【資料23 計画シート】

法として簡易検流計を選ぶこともできた。また、第7時と同様に変える条件として「導線の太さ」と記入し、検証可能な実験装置を自分で考えることができた。

(7)－2 手だて3 第8時 他者と協働する場の設定

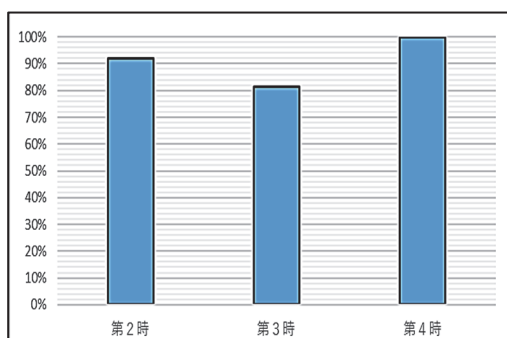
計画シートの変える条件に「コイルの巻き数」と記入していた子どももグループで実験方法を話し合う中でコイルの巻き数ではなく、導線の太さを変えなければならないことに納得し、自分の考えを修正することができた。

8 結果の考察

第2時で計画シートを活用したときに、同じにする条件をどう記入すればよいのか迷っている様子であったので、第3時からは「それ以外」を予めプリントに記入することにした。第3時以降は「同じにする条件」「変える条件」を素早く記入できるようになったことから、「変える条件」に着目させるように変更したことは効果的であったと考える。

第3時では、第2時と同様な4Q S仮説設定シートを活用したが、記入する場所を減らした。第2時に比べて、第3時で4Q S仮説設定シートに記入できた割合が高くなった。このことから、記入する内容を減らし、書く内容をはっきりさせたことは効果的であったと考える。

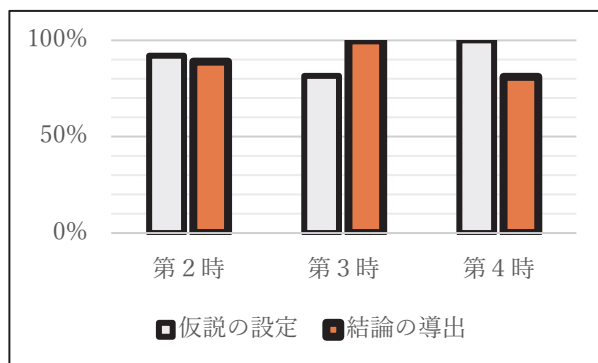
子どもたちが問題解決学習の中の予想・仮説の設定することができたかを数値化したもの



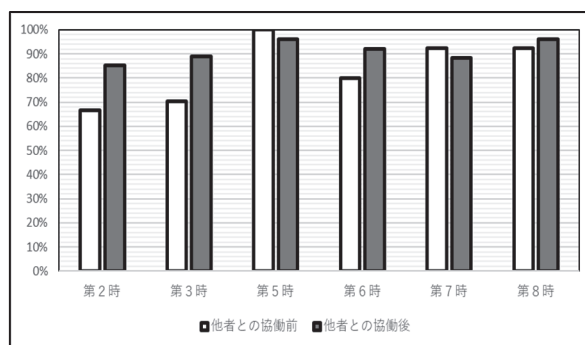
【資料24 仮説を設定することができた子どもの割合】

である(資料24)。4Q S仮説設定シートを活用したことで何が原因となり、その現象が起こるのかやそれをどのように変化させるとよいのかがはっきりしたことで仮説を立てることができるようになったことが分かる。

仮説の設定と実験後に結論が導出できたのかを表したものである(資料25)。第5時～第8時は、第4時に考えた仮説を基にして結論の導出を行ったため、資料25においては、第5時～第8時は平均値を求め、記載している。第2時や第3時から、仮説を設定することが結論の導出することに効果的であることが分かる。第2時や第3時と比べて第5時～第8時では、結論を導出できる割合が下がった。第2時や第3時は、「電磁石には極ができる」や「電流の向きを反対にすると、電磁石の曲が変わる」という結果と結論が直結しているため高かった。しかし、第5時～第8時は電磁石が強くなったのかを測定するためにクリップを使用し、電磁石に付いたクリップの数が実験の結果として出てくる。その結果が子どもたちの中でうまく結びつき言葉として表れなかったためだと考えられる。これらの結果から仮説を設定することが結論を導出することに効果的であると言える。



【資料25 仮説の設定と結論を導出ができた子どもの割合】

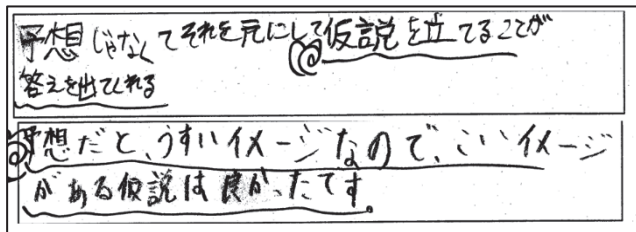


【資料26 検証計画を立案できた子どもの割合】

検証計画が立案できたのかを表すグラフである(資料26)。他者との協働前後を比較すると、他者と協働することで、実験計画を立案することができるようになったことが分かる。また、自分で検証計画を考えることができる割合も高くなっている。実験器具を正しく選んだり、条件をきちんと制御したり

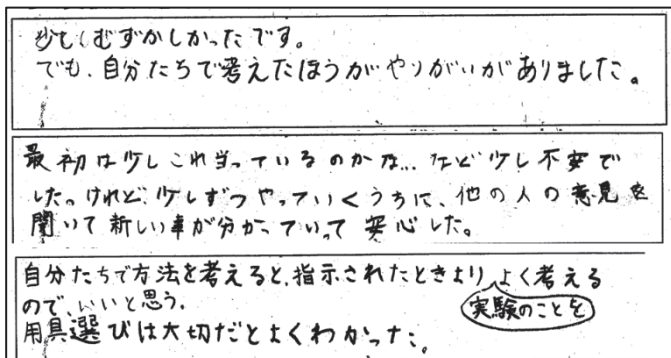
することが正しい検証計画の立案に効果的であることが分かった。

また、単元後に行ったアンケート結果では、仮説を立てることについて「予想じゃなくてそれを基にして仮説を立てることが答えを出してくれる。」や「予想だと薄いイメージなので、濃いイメージがある仮説は良かった。」と答えた(資料27)。このことから、子どもたちも仮説を立てることで結論を導出しやすくなったことを実感していることがよくわかる。



【資料27 単元後の子どもたちの記述】

さらに、自分たちで検証計画を考えることについては、「自分で考えたほうがやりがいがありました。」や「他の人の意見を聞いて新しいことが分かっていて、安心した。」「自分たちで方法を考えると、指示されたときより、実験のことをよく考えるのでいいと思う。」など検証計画の立案に肯定的な意見がたくさんあった(資料28)。



【資料28 単元後の子どもたちの記述】

V 研究のまとめ

本単元での子どもの実態から4QS仮説設定シートは仮説を立て、見通しをもたせるための手だてとして有効であったと結論付けることができる。また、実験器具を選ぶときに、実験器具リストがあることや実験装置を図で書かせたことは、検証計画の立案に有効であった。また、他者と協働するとき、実験装置が図として示されていることで対話が活発に行われた。日頃、実験結果から結論を導出することが苦手な子どもも結論を導出することができた。これらの姿から科学的な思考力が高まったことが分かる。

しかしながら、4QS仮説設定シートの構成や記述には課題が残った。例えば子どもが4QS仮説設定シート内の矢印で混乱したり、記述に苦労したりし

ていたため、なるべく簡潔に仮説を立てることができるよう改善した。このように、子どもの実態や課題に合わせて細かく改善していく必要がある。

さらに、計画シートも記入することが多く時間が掛かった。実験装置を記号化したり、実験器具リストも○を付けるだけにしたり、記入に時間が掛からないように検討していく余地がある。今後もこれらの課題を踏まえて研究を継続していきたい。

<参考・引用文献>

- 1) 文部科学省(2017)『小学校学習指導要領解説 理科編』
- 2) 文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説 理科編』
- 3) 国立教育政策研究所(2018)『平成30年度 全国学力・学習状況調査の結果』
- 4) 村山哲哉(2013)『「問題解決」8つのステップ』東洋館出版 p.74
- 5) 文部科学省(2017)『小学校学習指導要領解説 理科編』 p.17
- 6) 山極隆(2007)『教育フォーラム第39号 思考力を育てる』金子書房 p.35
- 7) 小林辰至・後藤顕一(2016)「理科」における「21世紀に求められる資質・能力」の「思考力」の捉え方」上越教育大学研究紀要 第35巻 p.234
- 8) 小林辰至・永益泰彦(2006)『社会的ニーズとしての科学的素養のある小学校教員養成のための課題と展望』、科学教育出版 第30号、第3巻
- 9) 小林辰至(2017)『探究する資質・能力を育む理科教育』大学教育出版 p.37
- 10) 岡田啓吾(2009)「見通しをもって意欲的に探究活動に取り組む子どもを目指して」教育実践研究 第19集 p.98
- 11) 唐井美沙栄(2017)「問題解決の見通しをもつことにつながる実験計画を立案するための指導の工夫—実験計画に必要な4つの要素に基づいた指導を通して—」広島市教育センター
<http://www.center.edu.city.hiroshima.jp/kennkyu/chouken/h29file/02karai.pdf>
- 12) 橋本直信・小林辰至(2017)『探究する資質・能力を育む理科教育』大学教育出版 p.273
- 13) 角屋重樹(2013)『なぜ、理科を教えるのか』文溪堂 p.65
- 14) 石原修(2014)「科学的な思考力・表現力を育てる理科指導-問題解決の過程において、表現し考え確かめ合う活動を充実させることを通して-」広島市教育センター
http://www.hiroshima-ed.jp/pdf/research/chouken/h25_zenki/zen08.pdf

付記

教職大学院における学びの場を与えてくださった、愛知県教育委員会、名古屋市教育委員会にお礼を申し上げますとともに、校長先生をはじめとする勤務校の職員の皆様には研修にご理解いただき、心より感謝申し上げます。また、研究を進めるに当たりご指導をいただいた高橋美由紀先生、大鹿聖公先生をはじめ、教職大学院の先生方にはたくさんのご指導、ご助言をいただきました。ありがとうございました。

教職大学院での学びを愛知県、名古屋市の教育に還元していけるように、今後も研究を進めて参ります。