

## 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—

広島市立祇園東中学校教諭 勝間敦史

### 研究の要約

本研究は、中学校理科「化学変化と物質の質量」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について考察したものである。

文献研究から、「明確な根拠をもち、検証可能な」という視点を踏まえた仮説を設定させるためには、生徒の発想を生かし、事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける「整理する活動」が大切であることが分かった。

そこで、指導の工夫として、「整理する活動」を「仮説設定シート」の活用を通して行い、検証授業を行った。

その結果、生徒は、明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定することができるようになったと考える。

**キーワード：** 明確な根拠をもち、検証可能な仮説 「仮説設定シート」  
整理する活動

## I 問題の所在

『平成27年度 全国学力・学習状況調査 報告書【中学校】理科』において、指導改善のポイントが五つ示されている。それを、表1「指導改善のポイント」に示す。

表1 指導改善のポイント

日常生活や社会の特定の場面において、理科で学習した知識・技能を活用できるようにする
観察・実験の結果を分析して解釈できるようにする
自然の事物・現象から問題を見だし、適切に課題づくりができるようにする
予想や仮説を設定し、検証する実験を計画できるようにする
自らの考えや他者の考えを、検討して改善できるようにする

『平成27年度 全国学力・学習状況調査』の結果を分析すると、構想の問題(以下、差の大きかった問題とする)については、所属校と広島県との正答率の比較において大きな差が見られた。『平成27年度 全国学力・学習状況調査の調査結果を踏まえた指導の改善・充実に向けた説明会【説明資料】』によると、「構想の問題では、基礎的・基本的な知識・技能を活用して、自然の事物・現象の中に問題を見いだして課題を設定し、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。」<sup>1)</sup>と示されている。差の大きかった問題をさらに分析すると、予想や仮説を設定し、検証する実験を計画することに課題が見られた。

自身の実践を振り返ると、仮説を設定する場面において、ペアやグループを取り入れた学習形態の工夫は行ってきた。しかし、仮説をもつことはできているが、明確な根拠をもつ仮説を設定することができていなかった。このことは、どのような既習事項や経験を事象と関係付けるのかという視点を生徒に与えて仮説を設定させる指導が、十分ではなかったことが原因と考える。また、既習事項や経験を活用して、観

察・実験で確かめることができる仮説を設定できていなかった。このことは、事象と関係のある実験を事前に行ったり考えのヒントとなるような資料を用いたりといった、既習事項や経験を活用して仮説を設定させる指導が、十分ではなかったことが原因と考える。これらのことから、生徒は、明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定できていない状況がある。

そこで本研究では、中学校理科「化学変化と物質の質量」において、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を行うこととした。

## II 研究の目的

本研究では、中学校理科「化学変化と物質の質量」において、明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定させるための指導の工夫を行い、その有効性を探ることを目的とする。

## III 研究の方法

- 1 研究主題に関する基礎的研究
- 2 研究仮説の設定及び検証の視点と方法
- 3 検証授業の計画・実施
- 4 検証授業の分析・考察

## IV 研究の内容

### 1 研究主題に関する基礎的研究

#### (1) 問題解決的な学習過程について

広島市中学校教育研究会理科部会(以下、市中研理科部会とする)は、探究の過程を六つに分けている。六つに分けた探究の過程とは、①問題の意識化、②仮説の設定、③実験の計画、④実験の実施、⑤結果の整理、⑥考察・結果の

	探究の過程	教師の支援	主な言語活動
知りたいことへ 教師が教えたいことを生徒が	① 問題の意識化 問題を見だし、自分の問題として捉える。	・2つの事象を比較させたり、生徒の既有的知識や経験とズレを感じさせるような事象を提示する。	・気付いたことを話し合っ、いろいろな見方や考え方がることを共有する。
	② 仮説の設定 既習事項を活用し、事実や根拠に基づいて結果を予想する。	・活用する知識・技能（既習事項）を明確にする。 ・理由を説明させる。 ・お互いの考えを交流させ、仮説を共有させる。	・既習事項の中から類似したものを挙げる。 ・事象の変化に関わる可能性のある要因を挙げる。 ・自分の仮説を説明する。
目的意識をもった主体的な観察・実験へ	③ 実験の計画 自分の仮説を確かめるための実験を計画する。	・要因（独立変数）と要因によって生じる現象（従属変数）を明確にさせる。	・どうすれば調べたいことを調べられるか話し合う。 ・実験の結果がどうなるか、具体的に話し合う。
	④ 実験の実施 仮説や実験方法を吟味しながら実験を実施する。	・観察・実験の視点を明確にする。 ・お互いの関わりや一人一人の考えを認め合える場を保証する。	・仮説や実験方法を吟味しながら実験し、気付いたことを記録する。
表現する活動へ 相互に話し合い、結論を導き出し	⑤ 結果の整理 実験から得られたデータを文章や絵、図、表、グラフに整理する。	・目的に沿った方法で結果を整理させる。 ・視覚的に捉えやすい形に処理させる。	・実験結果を表やグラフ等を用いて分かりやすく示す。
	⑥ 考察・結果の導出 自分の仮説と事実を照らし合わせて考察し、納得する結論を導出する。	・個人で考える時間や説明活動の時間を確保する。 ・仮説と結果を照合させる。 ・考察を言語化し、表現させる。 ・他者の考察を検討させる。	・結果から考えられることを記述する。 ・何を調べ、どういうことがわかったのかを科学的な言葉や概念を使用して説明する。

図1 探究の過程に位置付けた教師の支援と主な言語活動

導出である。それぞれの過程における教師の支援と主な言語活動について市中研理科部会がまとめているものを、図1「探究の過程に位置付けた教師の支援と主な言語活動」に示す。

本研究では、図1に示した探究の過程を参考にして問題解決的な学習過程を構成し、授業を実施した。なお、「本研究における問題解決的な学習過程」を表2に示す。

表2 本研究における問題解決的な学習過程  
(太枠内が、仮説設定の場面)

① 問題を見い出す
② 明確な根拠をもつ仮説を設定する
③ 明確な根拠をもつ仮説から、観察・実験で検証可能な仮説を設定する
④ 観察・実験の計画及び結果の予想
⑤ 観察・実験の実施及び結果の整理
⑥ 観察・実験の結果から、仮説と照らし合わせて考察をする

## (2) 仮説設定場面の重要性について

中学校学習指導要領解説理科編(平成20年)には、「『科学的に探究する能力の基礎と態度を育てる』ためには、自然の事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを主体的に行い、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する学習を進めていくことが重要である。」<sup>2)</sup>とあり、生徒が主体的に観察・実験を行うことの重要性が示されている。

角屋(2012)は、「子どもが主体的に観察・実験を行うためには、以下のような3つの前提条件があります。①子ども一人ひとりが仮説をもつこと。②子どもが観察・実験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。」<sup>3)</sup>と示し、主体的に観察・実験を行うためには、子どもが仮説をもつことの必要性を述べている。

これらのことから、「科学的に探究する能力の基礎と態度を育てる」ためには生徒が主体的に観察・実験を行うことが重要であり、主体的に観察・実験を行うためには生徒一人一人が仮説を設定する必要があるので、仮説設定の場面が重要であると考えられる。

### (3) 仮説とは

角屋(2009)は、子どもがもってほしい仮説として、「自分なりに明確な根拠をもった仮説となることが大切である。さらにその先を考えると、検証可能であることが絶対に求められる」<sup>4)</sup>と示し、仮説設定においては「明確な根拠をもつこと」と「検証可能であること」の二つの視点を踏まえることの重要性を述べている。

このことを踏まえて、山口、田中、小林(辰)(2015)が考えている小・中学校理科の観察・実験における作業仮説設定までの過程を参考にして、図2「仮説設定の過程」を作成した。

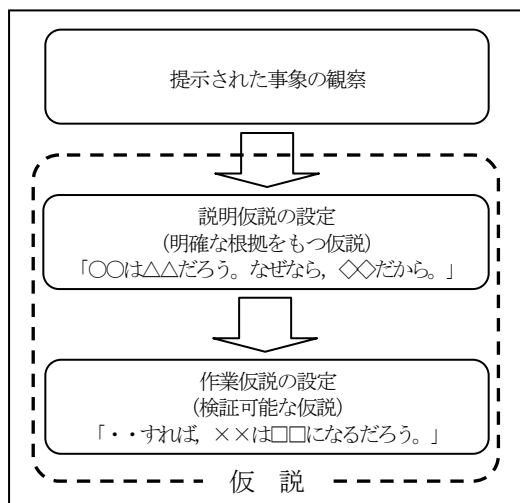


図2 仮説設定の過程

図2に示すように、「明確な根拠をもつこと」と「検証可能であること」の二つの視点を踏まえた仮説を設定できるように、仮説設定の過程を二つの段階に分けた。それぞれの過程を具体的に説明する。第一段階は、提示された事象の観察から出発して、その事象がどのようにして起こったかについて、明確な根拠をもって説明する仮説(説明仮説)の設定である。第二段階は、

説明仮説を観察・実験で検証可能な仮説とするために、「ΔΔすれば、ΔΔはΔΔになるだろう。」というように作業を伴う仮説(作業仮説)の設定である。このようにして設定した説明仮説と作業仮説とを合わせたものを、仮説と捉える。

これらのことから、仮説とは、明確な根拠をもち、検証可能な仮説と定義する。

### (4) 明確な根拠をもち、検証可能な仮説について ア 明確な根拠をもつ仮説とは

村山(2012)は、「子どもが立てる予想や仮説には、生活経験や既習事項、既存の知識などを基にした根拠があることが大切である」<sup>5)</sup>と示している。また、角屋(2012)は、仮説を設定する場面では、「子どもが、自分のもつ知識や経験から、類似したことを問題に関連付けることが必要になります」<sup>6)</sup>と示している。

これらのことから、「明確な根拠をもつ」とは、「既習事項や経験の中から事象と類似のものを事象と関係付けて根拠としている」と捉える。

このことから、本研究における明確な根拠をもつ仮説(以下、説明仮説とする)とは、既習事項や経験の中から事象と類似のものを事象と関係付けて根拠としている仮説と定義する。

### イ 検証可能な仮説とは

山口、田中、小林(辰)(2015)は、説明仮説から抽出された独立変数や従属変数に着目して、実験で検証可能な仮説とするための作業仮説を設定する過程について、「説明仮説を真として演繹的に思考し、作業仮説を導くことになる」<sup>7)</sup>と示している。

このことから、「検証可能な」とは、「自分の説明仮説を観察・実験で確かめることができる」と捉える。

以上のことから、本研究における検証可能な仮説(以下、作業仮説とする)とは、自分の説明仮説を観察・実験で確かめることができる仮説と定義する。

### ウ 明確な根拠をもち、検証可能な仮説とは

ア、イを踏まえて、本研究における、明確な

根拠をもち、検証可能な仮説とは、既習事項や経験の中から事象と類似のものを事象と関係付けて根拠とし、観察・実験で確かめることができる仮説と定義する。

**(5) 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について**

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として、事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける「整理する活動」を「仮説設定シート」の活用を通して行うことが必要であると考えます。

**ア 「整理する活動」の必要性について**

角屋(2013)は、「関係付ける操作は、仮説の発想場面に見られる。仮説を設定するには、生起している現象と既存の知識とを関係付け、その現象が生じる原因(要因)を考え出す。しかし、既存の知識ならば何でも関係付ければよいというわけではない。問題としている事象と既存

の知識や経験とが『似ている』『部分的に同じ』という類似のものを関係付ける(類推)ことが絶対条件である。」<sup>8)</sup>と示している。

このことから、既習事項や経験を、事象と類似しているものとそうではないものとに「整理する活動」が必要であると考えます。

**イ 「整理する活動」とは**

小林(辰)(2012)は、「科学的な探究は、自然の事象に疑問を感じ、観察や実験で検証可能な仮説の設定から始まることを考えると、児童・生徒の発想を生かした仮説設定の手だてを検討することは極めて重要である。」<sup>9)</sup>としている。また、角屋(2013)は、「子どもが仮説を発想するために、現象の中から違いを生む要因を見いだしたり、教師が既存の学習経験を想起させ、直面している現象と類似している知識や経験とを関係付けられるようにする。」<sup>10)</sup>としている。

これらのことから、「整理する活動」とは、生

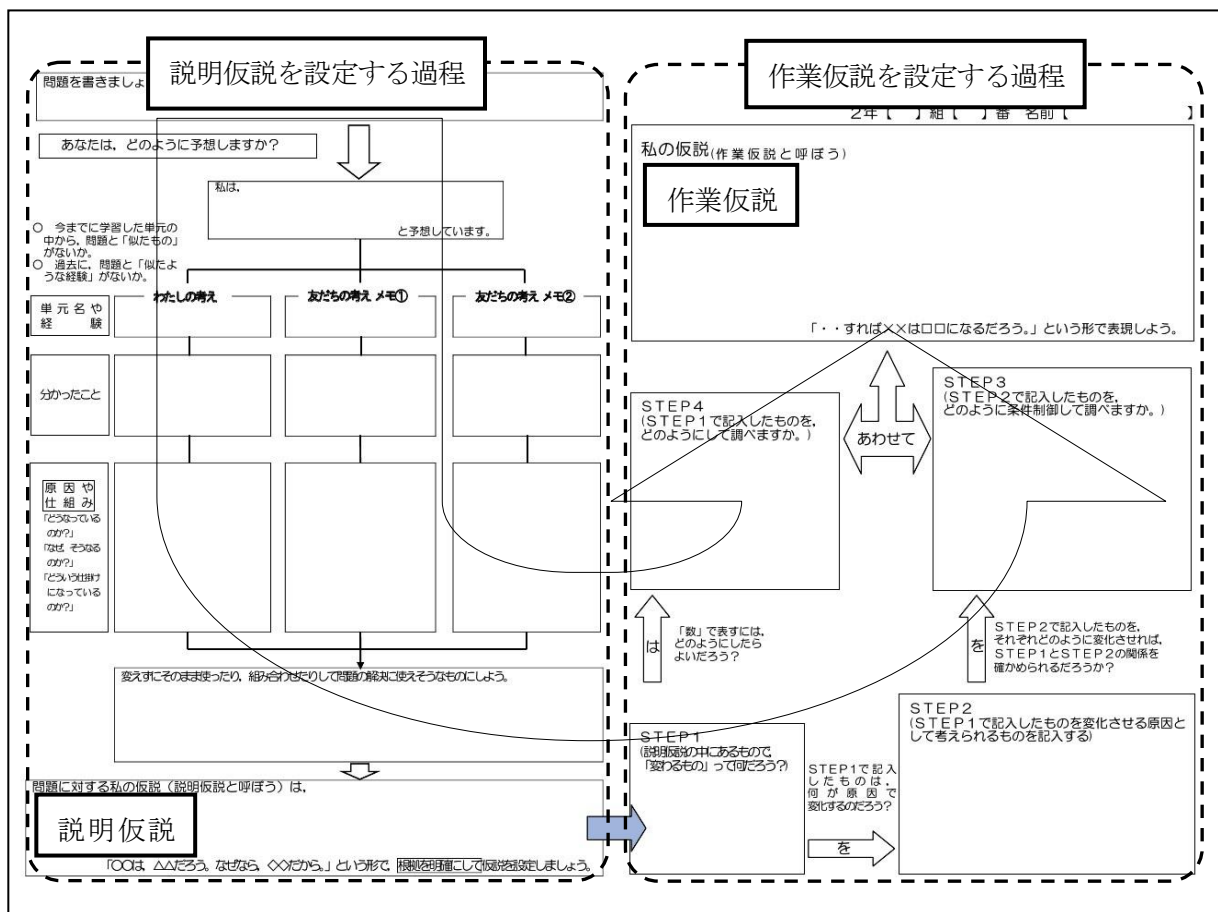


図3 「仮説設定シート」

徒の発想を生かし、事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける活動と定義する。「整理する活動」は、「仮説設定シート」の活用を通して行う。

### ウ 「仮説設定シート」について

#### (ア) 「仮説設定シート」とは

角屋(2013)は、「問題解決過程の各場面の一連の流れが分かり、見通しがもてるように、ノートやワークシートに『問題』『仮説』『観察・実験方法』『観察・実験結果』『考察』『結論』と区別をし、順に示すことが大切である」<sup>11)</sup>と示している。このことから、本研究では、2頁の表2に示す問題解決的な学習過程のうち、「① 問題を見いだす」「② 明確な根拠をもつ仮説を設定する」「③ 明確な根拠をもつ仮説から、観察・実験で検証可能な仮説を設定する」までの流れが分かり、見通しがもてるように「仮説設定シート」を作成した。

また、小林(辰)(2012)は、「4QSは疑問や課題についてグループで討論しながら従属変数と独立変数を洗い出したり、それぞれの変数をどのように測定したり制御したりするのか等を検討するブレン・ストーミングの方法である。」<sup>12)</sup>としている。このことから、本研究では、2頁の表2に示す問題解決的な学習過程のうち、「③ 明確な根拠をもつ仮説から、観察・実験で検証可能な仮説を設定する」過程を、4QSの考え方を参考にして作成した。

これらの考え方を参考にして、問題解決的な学習過程に沿って事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける活動で活用するものが、4頁の図3に示す「仮説設定シート」である。

#### (イ) 「仮説設定シート」の活用について

「仮説設定シート」の左半分では明確な根拠をもつ仮説(以下、説明仮説とする)を設定する。次に、説明仮説を踏まえて、「仮説設定シート」の右半分では検証可能な仮説(以下、作業仮説とする)を設定する。4頁の図3中の大きなU字型の矢印が示す過程に沿って学習活動を進め

ていくと、明確な根拠をもち、検証可能な仮説が設定できるように作成した。「説明仮説を設定する過程」を表3に示す。

表3 説明仮説を設定する過程

① 問題の把握
② 「自分の予想」をもつ
③ 事象と類似している既習事項や経験の記入
④ 説明仮説の設定

説明仮説を設定する過程を、具体的に説明する。「① 問題の把握」については、「仮説設定シート」に学習問題を記入する。この学習問題は、学級全員で解決していく学習問題とするために、生徒一人一人が見いだした問題を教師が類型化して集約した問題である。「② 『自分の予想』をもつ」については、学習問題を記入した時点での「自分の予想」を記入する。「③ 事象と類似している既習事項や経験の記入」については、事象と類似している既習事項や経験を、「単元名や経験」「分かったこと」「原因や仕組み」というように詳しく記入する。その後、グループで交流し、「分かった!」「なるほど!」と思った友達の考えを「仮説設定シート」に赤字で書き加えたり、自分の考えを修正したりする。自分の考えを修正する場合は、修正箇所が分かるように赤で二重線を引き修正を行う。自分の考えや赤字で書き加えた友達の考えを整理して、明確な根拠にする。「④ 説明仮説の設定」については、「自分の予想」と明確な根拠を使って、説明仮説の話型に沿って説明仮説を設定する。「説明仮説の話型」については、下に示す。

「○○は、△△だろう。なぜなら、◇◇だから」

説明仮説の話型

「作業仮説を設定する過程」を表4に示す。

表4 作業仮説を設定する過程

① 説明仮説の中から従属変数を抽出する
② 説明仮説の中から独立変数を抽出する
③ 独立変数をどのように制御するのかを検討する
④ 従属変数をどのように測定するのかを検討する
⑤ ③と④を合わせて作業仮説を設定する

作業仮説を設定する過程について、具体的に説明する。「① 説明仮説の中から従属変数を抽出する」については、説明仮説の中にあるもので、「変わるもの」(従属変数)を抽出して記入する。「② 説明仮説の中から独立変数を抽出する」については、説明仮説の中から「従属変数を変化させる原因として考えられるもの」(独立変数)を抽出して記入する。「③ 独立変数をどのように制御するのかを検討する」については、②で記入した独立変数を、どのように条件制御して調べるのかを検討して記入する。「④ 従属変数をどのように測定するのかを検討する」については、①で記入した従属変数を、どのようにして測定するのかを検討して記入する。「⑤ ③と④を合わせて作業仮説を設定する」については、③と④を合わせて、作業仮説の話型に沿った作業仮説を設定する。「作業仮説の話型」については、下に示す。

「・・・すれば、××は□□になるだろう」

作業仮説の話型

(ウ) 「仮説設定シート」の有効性について

中山(2011)は、「児童が自らの考えを具体的に表現し、他の児童や教師と共有しながら学習を進めるのに適した方法として『描画法』がある」<sup>13)</sup>と示し、描画法を用いた授業について、「このような授業では、教師が児童の考えの実態を知ること、児童が自分自身の考えを自覚すること、学級内の児童が互いの考えを共有すること、児童が自らの考えを自覚して反省的に思考すること、児童が自らの考えの変化とその理由を理解すること、などが一体的に行われている。つまり、児童の思考と表現が一体的な活動として進められるのである。」<sup>14)</sup>とあり、思考と表現とを一体的に行うことの大切さを示している。

また、小林(和)(2013)は、「教師は生徒個人が設定した仮説を学習グループや学級全体で吟味させ、それらを検証可能な説明に洗練する

必要がある」<sup>15)</sup>と示している。

これらのことから、「仮説設定シート」を活用して、生徒が思考したことを表現することは、生徒が自分自身の考えを自覚することにつながったり、学級内の生徒が互いの考えを共有でき個人が設定した仮説を検討・改善することにつながったり、生徒が自らの考えの変化とその理由を理解したりすることにつながることに有効であると考えられる。

(エ) 「仮説設定シート」の活用上の留意点

問題解決的な学習過程に沿って事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける「整理する活動」を「仮説設定シート」の活用を通して行う際には、次の点に留意する必要があると考える。

- 既習事項や経験と事象とを関係付ける際には、「似ている」とか「部分的に同じ」といった事象と類似のものを関係付けるように促す。
- 個人で設定した仮説を検討・改善するために、表5「グループで交流を行う際の留意点」に気を付けて、グループで交流の時間を設ける。

表5 グループで交流を行う際の留意点

交流する視点(根拠として妥当性があるか、検証可能であるか)を示す
「分かった!」「なるほど!」と思った友達の考えを、「仮説設定シート」に赤字で書き加えさせる
自分の予想や仮説を修正する場合は、修正箇所が分かるように赤で二重線を引き修正させる

- 「何を」「どこに」「どのように」記入すればよいか分からない生徒には、記入できた生徒の「仮説設定シート」をモデルとして提示する。

2 研究仮説の設定及び検証の視点と方法

(1) 研究仮説について

問題解決的な学習過程に沿って事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付け

る「整理する活動」を「仮説設定シート」の活用を通して行わせれば、明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定させることができるだろう。

## (2) 検証の視点と方法について

「検証の視点とその方法」を表6に示す。

表6 検証の視点とその方法

検証の視点		検証の方法
明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定することができたか	明確な根拠をもつ仮説(以下、説明仮説とする)を設定することができたか	○「仮説設定シート」の記述分析 ○抽出児の発話分析
	検証可能な仮説(以下、作業仮説とする)を設定することができたか	

## 3 検証授業の計画・実施

### (1) 検証授業の実際について

ア 期間：平成27年12月3日～12月17日

イ 対象：中学校第2学年 39名

ウ 単元名：「化学変化と物質の質量」

### (2) 指導計画(全12時間)について

「指導計画」を表7に示す。

表7 指導計画(太枠内が、仮説設定の場面)

	時	学習活動
化学変化と質量の保存 (1回目)	第1時	化学変化の前後における物質の質量について、問題を見いだして表現する。 学習問題「物質の質量は、化学変化の前後で、変化するのだろうか?」
	第2時	第1時で提示された事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付けて、明確な根拠をもつ仮説(以下、説明仮説とする)を設定する。
	第3時	第2時で設定した説明仮説から独立変数と従属変数を抽出して整理し、条件制御を意識して観察・実験で検証可能な仮説(以下、作業仮説とする)を設定する
	第4時	グループで、作業仮説を確かめる観察・実験を計画し、結果の予想をして表現する。
	第5時	グループで計画した観察・実験を行う。結果を表などの形に整理する。
	第6時	化学変化の前後における物質の質量の総和が等しいことを、観察・実験結果から仮説と照らし合わせて考察する。
質量変化の規則性 (2回目)	第7時	化学変化に関係する物質の質量変化の規則性について、問題を見いだして表現する。 学習問題「化合する酸素の質量は、銅の加熱回数を多くすると、どのように変化するのだろうか?」
	第8時	第7時で提示された事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付けて、説明仮説を設定する。
	第9時	第8時で設定した説明仮説から独立変数と従属変数を抽出して整理し、条件制御を意識して作業仮説を設定する。

第10時	グループで、作業仮説を確かめる観察・実験を計画し、結果の予想をして表現する。
第11時	グループで計画した観察・実験を行う。結果を表などの形に整理する。
第12時	一定の質量の物質に反応する他方の物質の質量には限度があり、その限度の質量は一方の質量に比例することを、観察・実験結果から仮説と照らし合わせて考察する。

## 4 検証授業の分析・考察

明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定することができたかについて

### (1) クロス集計による分析について

「化学変化と質量の保存」における、第2時から第3時にかけて行った仮説設定を1回目とし、「質量変化の規則性」における、第8時から第9時にかけて行った仮説設定を2回目とする。

各回の「仮説設定シート」の記述を分析して、説明仮説を設定できたかどうか、作業仮説を設定できたかどうかをクロス集計で表に整理したものが、8頁の表8「1回目における説明仮説及び作業仮説の設定に関するクロス表」、8頁の表9「2回目における説明仮説及び作業仮説の設定に関するクロス表」である。

表8は、第2時において説明仮説を設定できたかどうか、第3時で作業仮説を設定できたかどうかを、クロス集計で分析したものである。表9は、第8時において説明仮説を設定できたかどうか、第9時で作業仮説を設定できたかどうかを、クロス集計で分析したものである。表8及び表9中の「A」「B」は、生徒を表す。

表8と表9を結んでいる矢印は、左側から順番に、「説明仮説及び作業仮説が設定できた」人数の1回目と2回目の変容、「説明仮説が設定できたのに作業仮説を設定できなかった」人数の1回目と2回目の変容、「説明仮説が設定できた」人数の1回目と2回目の変容をそれぞれ表す。



表8 1回目における説明仮説及び作業仮説の設定に関するクロス表

		第3時 作業仮説		総計
		設定できた	設定できない	
第2時 説明仮説	設定できた	25人 A	10人	35人
	設定できない	0人	3人	3人
総計		25人	13人	38人

表9 2回目における説明仮説及び作業仮説の設定に関するクロス表

		第9時 作業仮説		総計
		設定できた	設定できない	
第8時 説明仮説	設定できた	32人 B	4人	36人
	設定できない	0人	2人	2人
総計		32人	6人	38人

(2) 説明仮説を設定できたかについて

ア 説明仮説を設定できた生徒の分析

表8と表9とを比較して1回目と2回目の変容を見ると、説明仮説を1回目は38人中35人が設定でき、2回目においても36人が設定できた。これは、次に挙げる三つの点に留意して「仮説設定シート」を活用させたことにより、「仮説設定シート」が有効に機能したためであると考えられる。

- スモールステップで指導したこと。「スモールステップで指導したことの具体例」を表10に示す。

表10 スモールステップで指導したことの具体例

順序	学習活動	
①	問題の予想をする	
②	事象と類似している既習事項や経験を詳しく記入し、整理する	個人思考
③		資料の活用
④		全体交流
⑤	グループで交流	
⑥	説明仮説を設定する	個人思考
⑦		グループで交流

- 事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付けるという視点を与えた上で資料を活用させて、既習事項や経験の振り返りを促す指導をしたこと。

- グループで交流する時間を設けたこと。その際に、6頁の表5に示す点に留意した。表8中のA児の説明仮説及び作業仮説を、図4「A児の第2・3時における『仮説設定シート』」に示す。

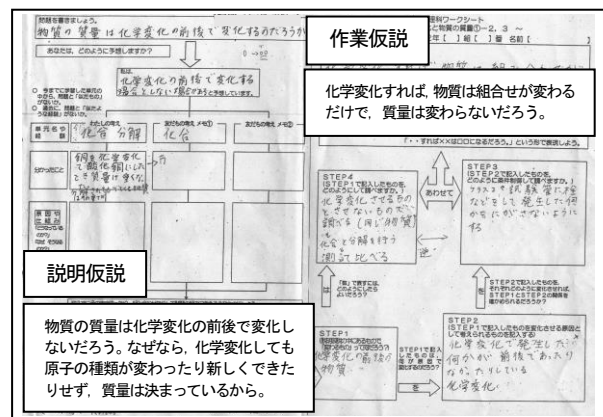


図4 A児の第2・3時における「仮説設定シート」

A児は、学習問題「物質の質量は、化学変化の前後で、変化するのだろうか?」に対して、説明仮説を「物質の質量は化学変化の前後で変化しないだろう。なぜなら、化学変化しても原子の種類が変わったり新しくできたりせず、質量は決まっているから」と設定できていた。

表9中のB児の説明仮説及び作業仮説を、図5「B児の第8・9時における『仮説設定シート』」に示す。

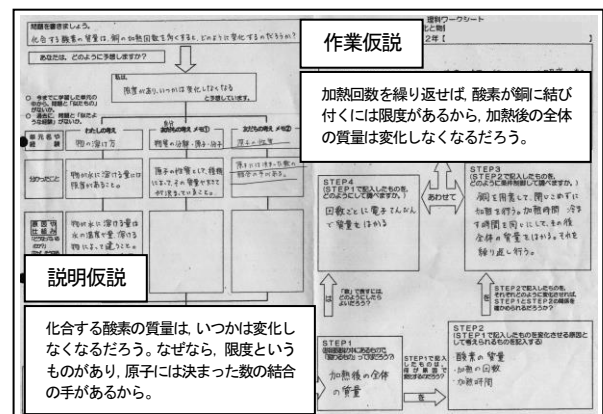


図5 B児の第8・9時における「仮説設定シート」

B児は、学習問題「化合する酸素の質量は、銅の加熱回数を多くすると、どのように変化するのだろうか？」に対して、説明仮説を「化合する酸素の質量は、いつかは変化しなくなるだろう。なぜなら、限度というものがあり、原子には決まった数の結合の手があるから」と設定できていた。

以上のことから、スモールステップで指導をしたり既習事項や経験の振り返りを促す指導をしたり、グループで交流する時間を設けたりすることで「仮説設定シート」が有効に機能し、既習事項や経験の中から事象と類似しているものと事象とを関係付けて根拠をもつことができたことから、説明仮説が設定できるようになったと考える。

### イ 説明仮説を設定できなかった生徒の分析

8頁の表8中の第2時において説明仮説が設定できなかった3人の「仮説設定シート」を見ると、2人は、「自分の予想」とつながらない根拠であった。「自分の予想」とは、5頁の表3中の「②『自分の予想』をもつ」で学習問題を記入した時点の「自分の予想」を表す。1人は、記述していないものであった。また、8頁の表9中の第8時において説明仮説が設定できなかった2人の「仮説設定シート」を見ると、1人は、事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付けていないものであった。1人は、記述していないものであった。

説明仮説を設定できなかった生徒に対しては、自分の予想を修正する場合に、事象と関係付けた既習事項や経験(根拠)も合わせて見直しをするように促す指導を行えば、説明仮説を設定できるようになると考える。

### (3) 作業仮説を設定できたかについて

#### ア 作業仮説を設定できた生徒の分析

8頁の表8と表9とを比較して1回目と2回目の変容を見ると、作業仮説を設定できた生徒が、1回目は38人中25人であったものが、2回目において32人に増えた。これは、次に挙げる二つの点に留意して「仮説設定シート」を活用させたことにより、「仮説設定シート」が有効

に機能したためであると考えられる。

○ 生徒の考えを、学級全体で聞くという場面を設けたこと。その際に、「仮説設定シート」の順序に沿って説明ができるように、補助的な発問を行った。その様子は、次に示す図6「C児の発話記録」とおりである。なお、補助的な発問には下線を付けている。

T: <u>あなたが考えた説明仮説の中にある、変わるものは何ですか。</u>
C: 化学変化する前と後の質量です。
T: <u>それに影響を与えているものは、何ですか。</u>
C: <u>それが、意味が分からない。</u>
T: <u>何が原因で、質量が変化すると考えていますか?</u>
C: 酸素?
T: <u>「自分の予想」が変わったのですか?</u>
C: うん、変わった。
T: <u>最初の「自分の予想」は、どうだったのですか?</u>
C: 変化するから、変化しないに変わった。
T: <u>じゃあ、どのように考えたから、「自分の予想」が変わったのですか?</u>
C: STEP2とSTEP3を飛ばすよ、先生。
T: いいですよ。
C: <u>前やった、木炭をフラスコの中に入れて、酸素を入れて、ふたをして、熱して、気体にしたと思います。</u>
T: はい。
C: <u>それを測って、そんなに変わらなかったと思います。</u>
T: はい。
C: <u>それで、炭素と、いや、ちがう、木炭とスチールウールで今度やろうと思っています。</u>
T: <u>スチールウールも、同じようにやってみようと思っているのですか?</u>
C: そう。
T: <u>そうしたら?</u>
C: <u>で、何だろう。分からない。</u>
T: <u>じゃあ、どうして、「自分の予想」が変化するから変化しないに変わったのですか?</u>
C: <u>だから、フラスコの中には決まった量の質量しかないのに、どうして変わる必要があるのかなって思います。</u>
T: <u>もう少し説明できますか?</u>
C: 無理です。
T: <u>C児は、右側の仮説設定シートに記入しながら、変化するから変化しないに「自分の予想」が変わりました。C児は、どんなことを考えたのか、グループで話してごらん。</u>
※ Tは教師、Cは生徒を示している。

図6 C児の発話記録

○ グループで交流する時間を設けたこと。その際に、6頁の表5に示す点に留意した。8頁の図4に示すように、A児は、学習問題「物質の質量は、化学変化の前後で、変化するのだろうか？」に対して、作業仮説を「化学変化

すれば、物質は組合せが変わるだけで、質量は変わらないだろう」と設定できていた。

また、8頁の図5に示すように、B児は、学習問題「化合する酸素の質量は、銅の加熱回数を多くすると、どのように変化するのだろうか？」に対して、作業仮説を「加熱回数を繰り返せば、酸素が銅に結び付くには限度があるから、加熱後の全体の質量は変化しなくなるだろう」と設定できていた。

以上のことから、「仮説設定シート」の順序に沿って説明ができるように補助的な発問を行いながら生徒の考えを学級全体で聞くという場面を設けたり、グループで交流する時間を設けたりすることで「仮説設定シート」が有効に機能し、作業仮説が設定できるようになったと考える。

### イ 説明仮説が設定できたのに、作業仮説を設定できなかった生徒の分析

「説明仮説が設定できたのに、作業仮説を設定できなかった生徒の状況」を表11に示す。表11中の「D」や「E」は、生徒を表している。

表11 説明仮説が設定できたのに、作業仮説を設定できなかった生徒の状況

	第3時の 10人	第9時の 4人
自分の説明仮説を観察・実験で確かめることができる仮説ではない	5人 D	0人
記述の仕方が理解できていないもの	3人	0人
条件制御ができていないもの	2人	3人 E
記述していないもの	0人	1人

表11中のD児の説明仮説及び作業仮説を、図7「D児の第2・3時における『仮説設定シート』」に示す。

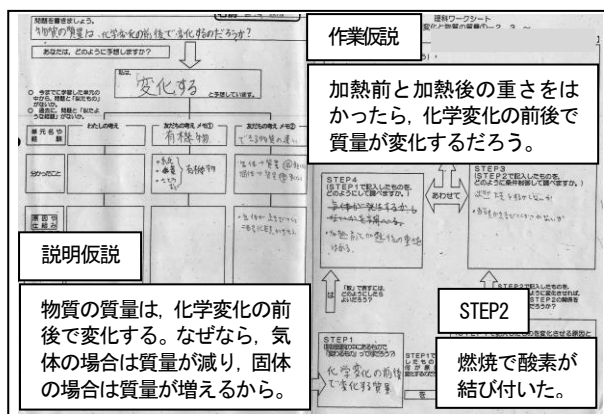


図7 D児の第2・3時における「仮説設定シート」

図7に示すようにD児は、説明仮説では、化学変化の前後で物質の質量が変化する原因として生成物の違いを考えているのに、STEP2では、燃焼することが原因だと記述している。したがって、D児の作業仮説は、自分の説明仮説を観察・実験で確かめることができる仮説ではない。

作業仮説が、自分の説明仮説を観察・実験で確かめることができる仮説になっていなかった生徒に対しては、「今は、自分の説明仮説を観察・実験で確かめることができる仮説を設定している」という意識をもち続けられるように、言葉がけを多くしたり板書で視覚的に理解できるようにしたりする指導を行えば、作業仮説を設定できるようになると考える。

表11中のE児の説明仮説及び作業仮説を設定する途中段階までのものを、図8「E児の第8・9時における『仮説設定シート』」に示す。

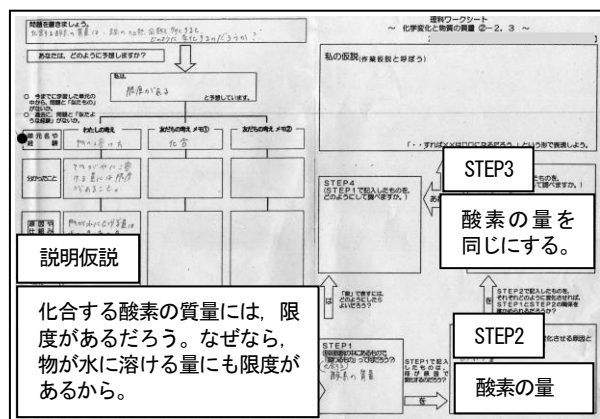


図8 E児の第8・9時における「仮説設定シート」

図8に示すようにE児は、STEP2では、酸素の量だけを変えて他の条件は変えないで調べると考えているのに、STEP3では、酸素の量を同じにすると記述しており、矛盾している。したがって、条件制御ができていないものであり、作業仮説が設定できていない。

条件制御を考える段階でつまずいて作業仮説が設定できなかった生徒に対しては、条件制御の意味を確認する場面を設けたり、「変える条件」と「そろえる条件」を表に整理させて、調べたいことが観察・実験で確かめられるようになってくることが視覚的に理解できるようにさせたりする指導を行えば、作業仮説を設定できるようになると考える。

(1)から(3)のことから、中学校理科「化学変化と物質の質量」において、問題解決的な学習過程に沿って事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける「整理する活動」を「仮説設定シート」の活用を通して行うことで、明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定できるようになったと考える。

## V 研究のまとめ

### 1 成果

- スモールステップで指導をしたり既習事項や経験の振り返りを促す指導をしたり、グループで交流する時間を設けたりすることで「仮説設定シート」が有効に機能し、既習事項や経験の中から事象と類似しているものと事象とを関係付けて根拠をもつことができたことから、説明仮説が設定できるようになったと考える。
- 中学校理科「化学変化と物質の質量」において、問題解決的な学習過程に沿って事象と類似している既習事項や経験と事象とを関係付ける「整理する活動」を「仮説設定シート」を活用して行わせることは、明確な根拠をもち、検証可能な仮説を設定させるための有効な指導の工夫となったと考える。

### 2 課題

明確な根拠をもった仮説から検証可能な仮説を生徒全員が設定できるようにするために、「仮説設定シート」をより使いやすいものに改善する必要がある。

### 引用文献

- 1) 文部科学省初等中等教育局, 国立教育政策研究所教育課程研究センター『平成27年度 全国学力・学習状況調査の調査結果を踏まえた指導の改善・充実に向けた説明会【説明資料】』平成27年, 124頁
- 2) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書, 平成20年, 17頁
- 3) 角屋重樹, 石井雅幸, 福田章人『小学校理科 これでバッチリ! 観察・実験の指導』文溪堂, 2012年, 11頁
- 4) 角屋重樹・林四郎・石井雅幸『小学校理科の学びせ方・教え方事典 改訂新装版』教育出版, 2009年, 94頁
- 5) 村山哲哉『小学校理科 事例でわかる! 子どもの科学的な思考・表現』図書文化社 2012年, 9頁
- 6) 前掲書 3), 9頁
- 7) 山口真人, 田中保樹, 小林辰至『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』理科教育学研究Vol.55 No.4, 2015年, 440頁
- 8) 角屋重樹『なぜ, 理科を教えるのか 理科教育がわかる教科書』文溪堂, 2013年, 74頁
- 9) 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, 2012年, 90頁
- 10) 前掲書 8), 56頁
- 11) 前掲書 8), 82頁
- 12) 前掲書 9), 93頁
- 13) 角屋重樹編著『新しい学びを拓く理科授業の理論と実践 - 小学校編 - 』ミネルヴァ書房, 2011年, 84頁
- 14) 前掲書 13), 86頁
- 15) 大高泉編著『新しい学びを拓く理科授業の理論と実践 - 中学・高等学校編 - 』ミネルヴァ書房, 2013年, 139頁

## 参考文献

- ① 文部科学省，国立教育政策研究所『平成27年度 全国学力・学習状況調査 報告書 中学校理科』平成27年
- ② 山口真人，田中保樹，小林辰至『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』理科教育学研究Vol. 55 No.4，2015年