

見通しをもって仮説を設定する力を育成する理科指導の工夫 — アーギュメントの手法を用いたワークシートの開発を通して —

神石高原町立来見小学校 古木 千晶

研究の要約

本研究は、児童が自然に親しむことによって見いだした問題の解決を図るために、根拠を基に観察や実験の計画を発想できるような仮説を設定する力を高めるためのワークシートを活用することによって、見通しをもって仮説を設定する力を育成することができたかを考察したものである。このワークシートは、事実や根拠を基にした主張や議論を行うアーギュメントの手法を用いて仮説を設定する活動を行わせる際に、児童が考えを整理しやすく記述できるとともに、グループとしての仮説、実験の計画、結果などについて記入できるように工夫した。研究授業では、このワークシートを用いて個人思考で仮説を設定させた後、グループで仮説を精緻化させるよう議論させた。開発したワークシートの活用により、児童が自分の考えを整理したり、自他の考えの妥当性を検討するように議論したりすることにおいて効果的であったため、見通しをもって仮説を設定する力を育成する上で有効であると分かった。

I 主題設定の理由

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編（平成30年，以下「29年解説」とする。）では、問題解決の力を育成するに当たり「自然の事物・現象から問題を見いだし、根拠のある予想や仮説を発想したり、その予想や仮説を基に、解決の方法を考えたりすることにより、見通しをもった問題解決の活動が充実する¹⁾。」と示されており、仮説を設定することは問題解決の活動の充実に不可欠であるといえる。また、仮説を検証するための教材の選定・開発について、理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ（平成28年，以下「WG審議取りまとめ」とする。）では、仮説を検証するための教材の選定や開発について、児童・生徒の試行錯誤を可能とし、思考の深まり等をもたらすことができるような視点をもつことが重要であると示されている⁽¹⁾。

しかし、平成29年度広島県「基礎・基本」定着状況調査理科の「予想の根拠を答える問題」の県全体の通過率は45.1%，所属校の通過率は33.3%であり、「仮説に基づいて実験結果を予想する問題」の県全体の通過率は51.7%，所属校の通過率は44.4%と低く、観察や実験を行い検証できるような、見通しをもって仮説を設定する力に課題があることが分かった⁽²⁾。

そこで、本研究では実験計画や実験結果を記入す

る欄とともに、事実や根拠を基に主張や議論を行うアーギュメントの手法を用いて仮説を設定するための記入欄を加えたワークシートの開発を行う。ワークシートに考えを整理して書かせることで、議論により見通しをもって仮説を設定する力が身に付くと考え、本研究題目を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 見通しをもって仮説を設定する力を育成するために

(1) 仮説とは

図1は「WG審議取りまとめ」において、資質・能力の育成のために示された重視すべき学習過程等の例である。この学習過程では「自然現象に対する気付き」「問題の見いだし」に続いて「予想・仮説の設定」「検証計画の立案」「観察・実験の実施」「結果の整理」「考察や結論の導出」が位置付けられている。

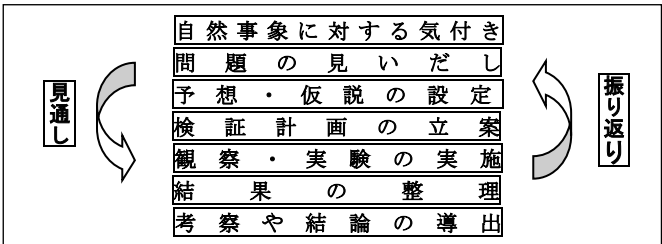


図1 資質・能力の育成のために重視すべき学習過程等の例²⁾

井口尚之（1986）によると、予想とは「事物・現象の起因や変化の傾向等について、過去および現在明らかにされている事実や法則に基づいた未知の想像」³⁾、仮説とは「一定の現象を統一的に説明し得るように設けた仮定的な説明」⁴⁾と定義している。本研究では、想像にとどまらず、ワークシートを用いて説明させるところまで要求するので、予想ではなく仮説の設定を目指すこととする。

また、角屋重樹ら（2005）は、仮説とは「事物・現象から見いだした問題を合理的に説明するために、前もって仮に立てた考え」⁵⁾と定義している。

さらに、角屋重樹（2013）は、仮説の条件として「①問題となっている事象を説明するもの②根拠があるもの③実証可能なもの、つまり、観察・実験できるもの」⁶⁾と示している。

したがって、本研究において仮説とは「根拠があり、観察や実験により検証可能であり、問題となっている事象を合理的に説明し得るように設けた仮定的な考え」とする。

(2) 見通しをもつとは

「29年解説」では、教科の目標として「見通しをもって観察、実験を行うこと」を挙げている。そして、見通しをもつことについて「児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、予想や仮説をもち、それらを基にして観察、実験などの解決の方法を発想することである」⁷⁾と示されている。

また、平成30年度全国学力・学習状況調査報告書では、小学校理科の課題に「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」することを挙げており、「29年解説」の示す「観察、実験などの解決の方法の発想」より先の「結果」まで視野に入れて考えることの重要性が述べられている⁽³⁾。

そこで、本研究における「見通しをもつ」とは「児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して仮説を設定し、仮説が確かめられた場合に得られる実験結果まで視野に入れて、観察、実験の方法を発想すること」とする。

(3) 見通しをもって仮説を設定する力とは

以上のことから、本研究における「見通しをもって仮説を設定する力」を、「児童が自然に親しむことによって見いだした問題に対して、観察、実験の方法や仮説が確かめられた場合に得られる実験結果まで視野に入れて、根拠があり、観察や実験により検証可能であり、問題となっている事象を合理的に説明し得る仮定的な考えを構想する力」とする。ただし、「29年解説」においては「主に予想や仮説を

基に、解決の方法を発想する力」は第5学年で身に付けさせたい問題解決の力であり、本研究の研究対象は第4学年であり、同学年で身に付けさせたい問題解決の力は「根拠のある予想や仮説を発想する力」であるので、「実験や観察の計画まで発想する力」については、研究の対象外とする。

2 アーギュメントの手法について

(1) アーギュメントとその構成について

アーギュメント（argument）は「議論」を意味する言葉であるが、泉直志（2018）によると「問題状況の解消を目指してデータを基にしながら主張を展開すること」⁸⁾と定義されている。アーギュメントの先行研究で中学校理科のものがあり、事実を根拠とし、仮説及び論拠を示した上で議論させることで、よりよい仮説の設定につなげる有効性が示されている。そのため、議論により根拠のある見通しをもった仮説を児童に設定させたいと考えた。この先行研究では、主張を形成するため、図2に示すステイブン・トゥールミン（2011）が開発した論証のレイアウト「トゥールミンモデル」⁹⁾を援用している。

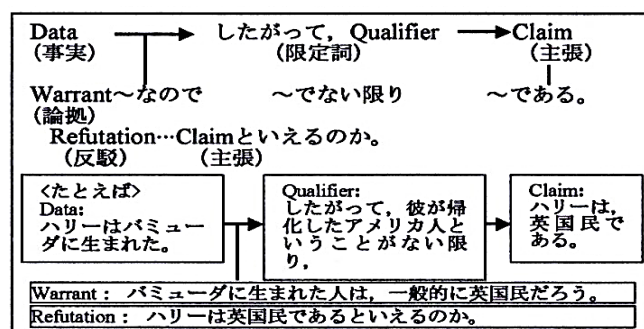


図2 論証のレイアウト（トゥールミンモデル）

また、McNeill&Krajcik（2009）は、トゥールミンモデルを基にアーギュメント構成について5段階で案を示している。表1にMcNeill&Krajcik（2009）が作成したバリエーション案を示す。

表1 アーギュメント構成のバリエーション案¹⁰⁾

複雑さのレベル	枠組み
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 100px; border-left: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: mixed;">単純</div> </div>	バリエーション1 1. 主張 2. 証拠
	バリエーション2 1. 主張 2. 証拠 3. 理由付け
	バリエーション3 1. 主張 2. 適切な証拠, 十分な証拠 3. 理由付け
	バリエーション4 1. 主張 2. 適切な証拠, 十分な証拠 3. 多様な要素のある理由付け
	バリエーション5 1. 主張 2. 適切な証拠, 十分な証拠 3. 多様な要素のある理由付け 4. 反駁
複雑	

この案では、事実（data）を証拠（evidence）として、論拠（warrant）を理由付け（reasoning）として示し、証拠（事実）を基に理由付けしながら主張をすることなどを目指しており、アーギュメントの複雑さのレベルが上がると、構成要素が増えるとしている⁽⁴⁾。

(2) アーギュメントの手法を理科の授業に取り入れることの意義について

「29年解説」では、問題解決の過程において、どのような考え方で思考していくかという理科の「考え方」の一つに「多面的に考える」¹¹⁾が示されている。この「多面的に考える」では、「問題解決を行う際に、解決したい問題について互いの予想や仮説を尊重しながら追究したり、観察、実験などの結果を基に、予想や仮説、観察、実験などの方法を振り返り、再検討したり、複数の観察、実験などから得た結果をもとに考察をしたりすることなどが考えられる。」¹²⁾と示されている。

また、平成27年度全国学力・学習状況調査報告書では「実験を行う前に問題に対する予想や仮説を明らかにし、話し合いを通して、自分の考えと他者の考えの違いを捉えることが重要であり、さらに、自分の考えだけでなく他者の考えを受け入れ、自他の予想や仮説を検討する場を学習過程に位置付けることにより、相手の予想や仮説を基に自分の考えをより妥当なものに改善できるようにすることが大切である。」¹³⁾と示している。

以上のことから、アーギュメントの手法を取り入れることは、より妥当な仮説について検討する場を学習過程に位置付ける上で有効であると考えられる。

(3) アーギュメントの手法を理科の授業に取り入れる上での留意点について

McNeill&Krajcik (2009)によると、児童生徒にアーギュメント構成を行わせる際の課題として「①主張を成り立たせるための十分な根拠を示すのが難しい。②個人の思い込みなど不十分な根拠で主張しがちである。③相手の主張に対し、根拠を基に反駁を行うことが難しい。」¹⁴⁾などを挙げている。

そのため、アーギュメントの手法を取り入れる際には、主に既習の内容を根拠として主張をさせるようにするとともに、アーギュメントの構成要素について丁寧に説明して理解を図ることが必要である。

(4) アーギュメントの手法を用いたワークシート開発について

「トゥールミンモデル」には、図3に示すように①事実②主張③論拠の三つの要素を基に自己の主張

を構成しているものがある。



図3 トゥールミンモデル（論証のレイアウト）

本研究では、このモデルの①の事実を「根拠」②の主張を「仮説」③の論拠を「理由付け」と表現し、児童に根拠のある仮説を設定させることを目指す。

しかし、このモデルでは他者に伝えたいことの中心である「仮説」について根拠を挙げた後に示すことになり、児童の思考の流れを考慮したとき、自己の主張を明確に表現しにくいのではないかと考え、図4の概略に示すように①仮説②根拠③理由付けという順で整理させるようにした。

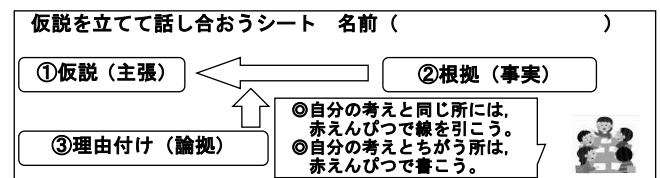


図4 開発したワークシート（概略）

他者に伝えたいことの中心である仮説を先に示させた方がよいと考えたのは、所属校での教科指導等において、児童に結論先行で話をさせている取組にある。この取組により、平成29年度「基礎・基本」定着状況調査の国語タイプⅡ「書くこと・読むこと」の通過率が県50.8%に対して、所属校77.8%であった。このことから、児童に結論先行で主張させるような指導が有効であったと考えられる。本研究では、この開発したワークシートを個人活動やグループ活動などで活用させるものとする。

Ⅲ ワークシートを活用した授業展開

1 個人活動での仮説の設定

個人活動では、事象提示により見いだした問題について、仮説を設定しワークシートに記入させる。

2 アーギュメントによる仮説の設定

個人活動後のグループ活動では、互いに仮説等を主張し合う議論により、グループとしての仮説を設定させる。児童には、グループ内の他の児童の仮説等の主張を受けて、自分の考えと同じところには下線を引かせ、自分の考えと違うところについては赤鉛筆で書き込みをさせる。また、グループとしての

仮説や理由付けについて、互いに疑問や気付きを伝え合うことを通して、様々な考えの共通点や差異点に着目させながら、ホワイトボード上に収束させていく。

3 仮説の全体共有

グループとしての仮説を設定させた後、全体交流により仮説の共有を行う。その後、必要に応じてグループで設定した仮説の再検討を行わせる。

IV 研究の仮説及び検証の視点と方法

1 本研究の仮説

仮説の設定時に、アーギュメントの手法を用いたワークシートを基に記述や議論をさせれば、見通しをもって仮説を設定する力が育成されるであろう。

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

検証の視点	検証方法
・根拠を基に仮説を設定することができたか。	プレテスト
・仮説に基づいて、実験結果を見通すことができたか。	ポストテスト ワークシート

V 研究授業について

1 研究授業の内容

(1) 指導計画及び題材について

研究授業の内容	平成30年6月15日～平成30年7月19日	
	所属校第4学年（8人）	
	電気のはたらき	
	<学習指導要領 A（3）電流のはたらき>	
	電流のはたらきについて、電流の大きさや乾電池につないだ物の様子に着目して、それらに関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。	
	ア 乾電池の数やつなぎ方を変えると、電流の大きさや向きが変わり、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを調べる。	
	イ 電流の働きについて追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。	
	時	学習活動
	1	・プレテスト
	2～4	・モーターカーと扇風機を作って動かし、気付きを交流する。
	5～6	・「どのようにしたら、モーターは逆に回るだろうか」についての課題解決学習 仮説1の設定 ・仮説の検証
	7～9	・「どのようにつないだら、モーターをもっと速く動かしたり、乾電池2個で豆電球を明るくしたりすることができるだろうか」についての課題解決学習 仮説2の設定 ・仮説の検証
	10～11	・「並列つなぎでつないだ乾電池2個のうち、1個を外すと電流はどうなるだろうか」についての課題解決学習 仮説3の設定 ・仮説の検証
	12	・乾電池の数やつなぎ方を工夫したものづくり
指導計画	13	・「並列つなぎでつないだ豆電球2個のうち、1個を外したら残った豆電球の明るさはどうなるだろうか」についての課題解決学習 仮説4の設定 ・仮説の検証
	14	・ポストテスト

仮説の設定にかかる題材については、事象提示の

工夫により児童が自ら課題を見だし、仮説を設定したくなるようなものを選んだ。

(2) ワークシートの活用例

実際の授業では、「仮説、根拠、理由付け」の欄への記述については、ワークシートで示した文の型に合うように記入をさせた。また、議論の際には、個人思考で記入した「仮説、根拠、理由付け」を自身が確認したり、他の児童に示したりしながら主張をさせた。

図5に、仮説3における「並列つなぎのかん電池のうち1個を外したら、電流の強さはどうなるだろうか」のワークシートの活用例を示す。

仮説を立てて話し合おうシート 名前 ()

○学習内容「電気のはたらき」

○課題 へい列つなぎでつないだ乾電池2このうち1こを外したら電流はどうなるだろうか。

○自分の仮説

① 仮説 (○○すると△△になるだろう。)

・へい列つなぎでつないだ豆電球2このうち1こを外しても電流は流れるだろう。

② 根拠 ※習ったこと、生活で経験したことを書く。

・回路がつながれば電流は流れる。

・並列つなぎでは、かん電池を1つ外しても回路がとぎれない。

③ 理由づけ (□□だから～と考えられる。)

・へい列つなぎでつないだ乾電池2このうち1こを外しても、回路がとぎれないから、電流が流れると考えられる。

○グループとしての仮説

へい列つなぎでつないだ乾電池2このうち、1こを外しても電流は流れるだろう。

○実験の計画

<用意するもの>

- ・乾電池2こ
- ・乾電池ホルダー2こ
- ・モーター
- ・プロペラ
- ・プロペラの台
- ・わにクリップ
- ・検流計

<実験の図>

<手順>

へい列つなぎの回路でかん電池を1つ外してモーターが回るかどうか調べる。

○この実験の結果はどうなるだろうか書いてみよう!

・へい列つなぎのかん電池1こを外してもモーターは回る。

○実験の結果 ◇仮説と実験の結果は(同じだった)/ちがった。

・へい列つなぎで、かん電池を1つ外しても、モーターが動いた。

○結果から分かること

・へい列つなぎのかん電池1こを外すと、乾電池1こつないだのと同じ電流が流れることになる。

○ふりかえり

・へい列つなぎの時、乾電池を1こ外したら、乾電池1こ分の電流が流れることが分かった。

図5 ワークシートの活用例

2 研究授業における指導の工夫等

(1) 根拠を書きやすくするための掲示物の作成

ア 前時までの学習内容をまとめたもの

欠席者や学習内容の定着が不十分な児童の知識を補うため、前学年までの既習内容や「並列つなぎ」「直列つなぎ」などの前時までに学習を終えた内容をまとめた掲示物を作成した。

イ 前時のワークシートの記入例

前時に、どのような課題に対して「仮説」「根拠」

「理由付け」の欄を記入したのか参考にさせるため、前時のワークシートの記入例を作成した。

(2) 回路用図記号のカードの作成

児童が、実験結果を見通しながら仮説を設定することができるように、単元の早い段階で回路用図記号をかけたカードを作成し、それを操作させることを通して回路図のかき方を練習させた。

Ⅵ 研究授業の分析と考察

1 根拠を基に仮説を設定することができたか

(1) ワークシート記述内容による分析

ア 仮説、根拠、理由付けの記入について

既習の内容等を基に根拠のある仮説を立てることができているか、仮説2と仮説3のワークシートの記述を比較したものを表3に示す。なお、仮説2は「どのようにつないだら、乾電池2個で豆電球を明るくできるだろう」、仮説3は「並列つなぎでつないだ乾電池2個のうち、1個を外すと電流はどうなるだろう」と課題を設定している。表中の()は友達からもらった意見を赤鉛筆で書いたものである。

表3 仮説2と仮説3の記述の比較

	仮説	根拠	理由付け
仮説2	A児 ・直列つなぎを すると、豆電球 が明るくなるだ ろう。	・かん電池1こに並列 つなぎとかん電池2 こで直列つなぎをし ても…	未記入
	B児 ・でんちをふや すとあかるくな るだろう。 (直列、へい列)	(直列つなぎと へい列つなぎ)	(直列つなぎと考えられ るから、モーターの回 速さが速くなると、電 気が流れて明るくつく。)
仮説3	A児 ・かん電池を1 つ外すと、電流 は弱まるけど、 モーターは回り 続けるだろう。	・かん電池1こになっ ても回路が残ってい る。	・回路は電気の通り道だ から、回路が残ってい ると考えられる。
	B児 ・へい列つなぎ でつないだかん 電池のうち、1 こを外すと、電 流は1つのわに なるだろう。	・かん電池1こでも電 流が流れるけど、直列 つなぎでは、電池を1 れつにしていたから、 電流は流れなかった。	・へい列つなぎは、2つ のかん電池で、かん電池 を1つ外しても導線(回 路)は外さないから、電 流は流れるだろう。

A児及びB児は、仮説2で根拠や理由付けが十分書けていない。また、既習の内容を根拠として仮説の設定を行っていたが、根拠と理由付けの記述内容が、ほぼ同じだった児童もいた。このように、児童にとっては根拠の欄への記入が難しいようであった。そこで、根拠を書きやすくするための掲示物を示しながら、根拠や理由付けの欄の記入の仕方について再度説明し直すと、仮説3でA児とB児は根拠や理由付けの欄を記入できるようになった。さらに、仮説4では、「回路」などの単語や「電流が流れる。」など短文で根拠を書いてよいこととした。これによ

り、児童の思考の流れがつながり、仮説と根拠の記述を踏まえて、理由付けを記述することができるようになった。図6に仮説4における児童の根拠の記述例を示す。

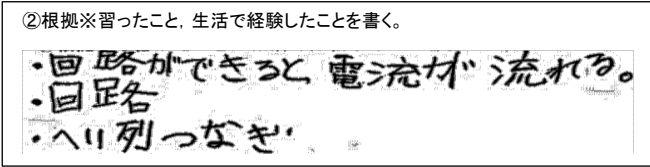


図6 仮説4における根拠の記述例

イ 根拠を基にした議論による仮説の精緻化について

個人活動後のグループ活動では、根拠を基にしたよりよい仮説の設定をめざして、議論により仮説の精緻化を行った。仮説3における同じグループの3人の児童の記述を表4に示す。表中の_は他の児童と同じ意見、()は他の児童の意見を赤鉛筆で記述したものである。

表4 グループ活動による仮説の精緻化

	仮説	根拠	理由付け
B児	・へい列つなぎで つないだかん電 池2このうち、1 こを外すと、電流 は1つのわにな るだろう。	かん電池1こでも、電 流は流れるけど、直列 つなぎは、電池を1れ つにしていたから、電 流は流れなかった。	へい列つなぎは、2つのかん 電池でかん電池を1つ外し ても導線(回路)は外さない から、電流は流れるだろう。
D児	・へい列つなぎで かん電池2この うち1こを外す と、電流は流れな いだろう。 (へい列つなぎで かん電池2この うち、1こを外す と1つのわにな るだろう。)	・へい列つなぎでは、 回路に流れる電流がか ん電池1この時と変わ らずモーターの回る速 さは変わらない。 ・明かりがつく時は、 モーターとかん電池の +きよくとーきよくが 1つのわのようにつな がっている。	・へい列つなぎで、かん電池 1こを外すと、1つの「わ」 にならなくなるから電流が 流れないと考えられる。 (かん電池は外してもどうせ んは外さないから、電流が流 れるだろう。)
G児	・電流はながれな いだろう。 (電流はながれる だろう。)	1つのわになり、電気 の通り道ができる。 (回路)	・1つのわになると、電流が 流れるけど、かん電池を1つ 外したら、1つのわが切れて 電流が流れないから。 (かん電池を1つ外しても導 線は外さないから、電流は流 れると考えられる。)
<グループとしての仮説> へい列つなぎのかん電池を1こ外してもどう線はつないだままだから、 電流は流れて、モーターは回るだろう。			

仮説3でD児とG児は「並列つなぎの乾電池を1個外すと電流が流れなくなる」と考えていたが、B児が図を示して回路がとぎれないことを説明したことで、D児とG児は自分の考えを修正した。

また、仮説4において、議論によりグループとしての仮説が改善された記述の例を次頁図7、仮説が精緻化されるまでの過程を次頁図8に示す。

なお、仮説4では、豆電球2個を直列でつないだ状態から豆電球1個を外した事象を提示した後、「並

列つなぎでつないだ豆電球 2 個のうち、1 個を外したら残った豆電球の明るさはどうなるだろうか」という課題に対する仮説を設定させた。

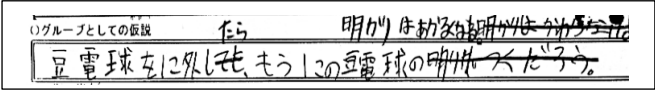


図 7 仮説が改善されたグループの児童の記述

＜議論＞

＜『並列つなぎの豆電球を 1 個外しても、もう 1 個の豆電球の明るさがつくだろう』（仮説①）の設定＞

B 児：「グループとしての仮説は『並列つなぎの豆電球を 1 個外しても明るがつくだろう』だね。」

指導者：「課題は、『豆電球の明るさはどうなるか』だよ。」

＜再度議論＞

＜『並列つなぎの豆電球を 1 個外しても、もう 1 個の豆電球の明るさは変わらないだろう』（仮説②）の設定＞

＜グループとしての仮説の発表＞

G 児：「グループとしての仮説は『並列つなぎの豆電球を 1 個外しても、明るさは変わらない』です。理由付けは、えっと……。」

D 児：「代わって言います。『豆電球の明るさは明るくなる』です。」

G 児：「え。どうして。」

D 児：「だって…。」

指導者：「班でもう一度話し合ってください。」

D 児：「豆電球の明るさは明るくなるよ。」

G 児：「どうして豆電球が明るくなるん。（第 3 時で）並列つなぎの時は乾電池 1 個外しても明るさは変わらなかったじゃん。」

B 児：「乾電池 2 個並列つなぎの時と乾電池 1 個の時だったら、豆電球の明るさは同じじゃろ。」

D 児：「だけど（回路図をかいて）豆電球が 2 個あって、乾電池も直列に 2 個つないで、豆電球を 1 個外すと、豆電球 1 個と同じじゃろ。豆電球 1 個に乾電池 2 個分の電流が流れるよ。」

B 児：「そうか。」

G 児：「じゃあ、（豆電球は）明るくなる。」

C 児：「うん。」

＜『並列つなぎの豆電球を 1 個外したら、もう 1 個の豆電球の明るさは明るくなるだろう』（仮説③）の設定＞

図 8 仮説が精緻化されるまでの過程

このように、児童がより妥当な結果を見通す中で、図や根拠を示しながら議論を行うことで、仮説が精緻化されていった。

(2) プレテスト・ポストテストによる分析

「根拠を基に仮説を設定することができたか」を見取るため、プレテストでは「ものの溶け方」について、ポストテストで「水のゆくえ」について、それぞれ問題 1 を設定した。問題文中の「考え」と「理由」をそれぞれ「仮説」と「根拠」とみなした。図 9 にプレテスト、ポストテストの問題 1 の概要、表 5、表 6、表 7 に問題 1 の解答類型、結果、個の変容をそれぞれ示す。なお「ものの溶け方」と「水のゆくえ」は未習の単元であるが、日常生活に身近な内容であり、経験を根拠として仮説を立てやすいと

考えた。

プレテスト

1 氷の入ったコップがあります。コップの中にさとうを入れてまぜたら、さとうが見えなくなりました。コップの中のさとうは、どうなったのでしょうか。あなたの考えを書きましょう。また、なぜそう考えたのか理由を書きましょう。

ポストテスト

1 雨がふると、いろいろなものがぬれたり、地面に水たまりができたりします。雨がやんで、しばらくすると地面がかわき、水たまりも無くなってしまいます。水たまりの中の水はどうなったのでしょうか。また、なぜそう考えたのか理由を書きましょう。

図 9 プレテスト・ポストテストの問題 1 の概要

表 5 問題 1 プレテスト・ポストテストの解答類型

段階	解答分類
Ⅲ	自分の生活の経験などを根拠として、仮説を立てている。
Ⅱ	自分の生活の経験などを根拠として、仮説を立てているものの記述が不十分である。
Ⅰ	仮説を立てているが、根拠の記述がない。

表 6 問題 1 プレテスト・ポストテストの結果

	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	計（人）
プレ	3	0	0	3
Ⅲ	3	0	0	3
Ⅱ	1	0	0	1
Ⅰ	7	0	0	7
計（人）				

表 7 問題 1 プレテスト・ポストテストにおける個の変容

	A 児	B 児	C 児	D 児	E 児	F 児	G 児
プレテスト	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅰ
ポストテスト	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

表 6、表 7 に示すように、生活の経験などを根拠として仮説を立てていると判断できた段階Ⅲの児童は、3 人から 7 人に増えた。次に、児童 2 名のプレテスト・ポストテストの記述を表 8 に示す。

表 8 プレテスト・ポストテストにおける記述

	プレテスト 1	段階	ポストテスト 1	段階
G 児	さとうは、水の中でとけてうすくなった。 (根拠) 無解答	Ⅰ	太陽で水がかわいて、無くなった。 (根拠) グランドの水たまりも太陽の熱でかわくから。	Ⅲ
D 児	さとうは、そこにたまって見えなくなった。 (根拠) 時間がたつと、そこにたまって見えなくなる時がある。	Ⅱ	水がかわいてカビカビになった。 (根拠) お皿から水は出られないから。	Ⅲ

プレテストでは、G 児のように根拠が無解答であったり、D 児のように仮説と根拠の関係についての記述が不十分であったりしたが、ポストテストでは、どの児童も生活の経験を踏まえて根拠や仮説を記述できるようになっていた。

2 仮説に基づいて実験結果を見通すことができたか

(1) ワークシート記述内容による分析

ア 作図による実験結果の見通しについて

ワークシート中に、実験の計画や実験結果を予想する欄を示したことにより、見通しをもって自ら実験の計画などを記入する児童がいた。個人思考で仮説を設定する段階で、回路図や実験の図をかいていた児童の人数を表9に表す。仮説の設定1では、ワークシートの記入の仕方を説明しながら進めたので、自ら実験の図をかいた児童はいなかったが、仮説の設定2からは、自ら回路図や実験の図をかき、結果を見通した上で仮説の設定を行っていた。図10にF児のワークシートの一部を示す。

表9 仮説の設定時に実験の図をかいた児童の人数

	仮説2	仮説3	仮説4
児童の人数	2/8	1/6	4/8

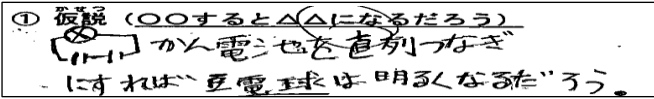


図10 回路図をかいたF児のワークシートの一部

児童は、自らかいた図を示しながら、お互いに質問したり、自分の考えを説明したりすることにより、よりよい仮説の設定につなげていた。

イ 仮説に基づいた実験結果の見通しについて

ワークシートには、「実験の計画」の欄の下に「実験の結果がどうなるだろうと考えてみよう！」の欄（以下「結果の見通し欄」とする。）をつけている。この欄は、仮説の設定後、実験計画を踏まえて、実験結果の見通しを記入させる欄であり、実験を実施する直前で、児童に仮説を再確認させるための欄でもある。仮説3、仮説4における、2つのグループの仮説と実験結果の見通し欄についてワークシートの記述を表10に示す。

表10 実験の結果についての児童のワークシートの記述

	グループとしての仮説	実験結果の見通し
仮説3	<1班> かん電池を1こ外すと、電流は弱くなるだろう。	<1班> かん電池1こでもモーターは回る。
	<2班> へい列つなぎのかん電池を1こ外してもどう線はつないだままだから、電流は流れて、モーターは回るだろう。	<2班> 電流は流れるだろう。
仮説4	<1班> 豆電球を1こ外したら、もう1この明かりは明るくなるだろう。	<1班> 明るさは明るくなるだろう。
	<2班> へい列つなぎの豆電球2このうち1こ外すとかた方だけ暗くなるだろう。	<2班> 明かりは暗くなるだろう。

児童は、各グループで設定した仮説に基づいて、実験結果を見通しながらワークシートに記入していた。

(2) プレテスト・ポストテストによる分析

仮説に基づいて実験結果を見通すことができたか」を見取るため、問題1と同様に「ものの溶け方」「水のゆくえ」で問題2を設定した。図11にプレテスト・ポストテストの問題2の概要、表11、表12、表13に問題2の解答類型、結果、個の変容を示す。

プレテスト
2 さとう30gと水100mLの入った入れ物の重さを計ると192gでした。さとうを全てとちして、もう一度全体の重さを調べました。3人の仮説にそって、はかりの示す重さは何gになるか答えましょう。
①よしこさん…さとうは全部なくなったよ。…□g
②なつさん…さとうは少しなくなったよ。…□g
③ひろしさん…さとうは、全部あるんだけど、見えなくなったよ。…□g

ポストテスト
2 水のゆくえを確かめる実験を計画しました。
・晴れた天気の良い日に実験をします。同じ大きさを2つのプラスチックの皿に同じ量の水を入れて、水面の位置に印をつけます。片方の皿には、ラップでふたをし、輪ゴムでとめます。
ア ふたをしない水 イ ラップでふたをした水
・2つの皿を日なたに5～6時間置いておく。
・アとイそれぞれの皿の中の水の量を確認する。

次の3人の仮説にそって、実験の結果を予想してあてはまるものに○をしましょう。
①かいとさん…水は空気中に出ていったと思う。
・アの水の量（へる/へらない）
・イの水の量（へる/へらない）
※アとイともに「へる」を選んだ人は、アとイの水のへり方についての問題に答えましょう。
・アとイの水のへり方は
（同じくらいへる/アの方がへる量が多い/イの方がへる量が多い）
②まいさん…水は土の中や皿にしみこんだと思う。
・アの水の量（へる/へらない）
・イの水の量（へる/へらない）
※アとイともに「へる」を選んだ人は、アとイの水のへり方についての問題に答えましょう。
・アとイの水のへり方は
（同じくらいへる/アの方がへる量が多い/イの方がへる量が多い）
③しんじさん…水は空気中に出ていく分と土や皿の中にしみこむ分の両方だと思うよ。
・アの水の量（へる/へらない）
・イの水の量（へる/へらない）
※アとイともに「へる」を選んだ人は、アとイの水のへり方についての問題に答えましょう。
・アとイの水のへり方は
（同じくらいへる/アの方がへる量が多い/イの方がへる量が多い）

図11 プレテスト・ポストテストの問題2の概要

表11 問題2 プレテスト・ポストテストの解答類型

段階	解答分類
IV	3人の仮説全てに対して実験結果を見通している。
III	3人中2人の仮説に対して実験結果を見通している。
II	3人中1人の仮説に対して実験結果を見通している。
I	3人の仮説全てに対して実験結果を見通していない。

表12 問題2 プレテスト・ポストテストの結果

	プレ	ポスト	IV	III	II	I	計（人）
IV			0	0	0	0	0
III			0	1	0	1	2
II			0	3	1	0	4
I			0	1	0	0	1
計（人）			0	5	1	1	7

表13 問題2 プレテスト・ポストテストにおける個の変容

	A児	B児	C児	D児	E児	F児	G児
プレテスト	III	II	I	II	II	II	III
ポストテスト	I	III	III	II	III	III	III

表12、表13に示すように、プレテストでは段階IIIが2人だったが、ポストテストでは段階IIIが5人に

なった。また、段階が下がったA児の誤答は、「イの水の量」の問いに集中しており、イの実験についての理解が不十分であったと考えられる。

なお、3人の仮説全てに対して実験結果を見通すことは難しく、段階Ⅳの児童はプレテスト、ポストテストともにいなかった。

次に、表14に問題2中の3人それぞれの仮説に対する正答の割合を示す。

表14 問題2中の3人それぞれの仮説に対する正答の割合

	かいとさん	まいさん	しんじさん
正答の割合	4/7	5/7	2/7

このようにしんじさんの仮説に基づいて結果を見通すことができたのは、7人中2人であった。この原因は、しんじさんの仮説は、かいとさん、まいさんの2人の考えを合わせた仮説となっており、複数の視点から結果を見通す必要があったため、正答率が低かったと考えられる。しかし、ワークシートを用いて議論した経験が、自分とは違う立場の仮説について考える契機になり、アーギュメント等を通して結果を見通す力は高まっていると考えられる。

VII 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

○アーギュメントの手法を用いたワークシートを計4回活用させたが、回数を重ねる度に、児童は自分の考えを整理するのに慣れていき、主体的に仮説の設定をすることができるようになった。

○トウルミンモデルを変更して、ワークシートに仮説から書かせたことで、どのような実験をすれば課題が解決できるのかという思考がつながりやすくなっていた。

○グループとしての仮説を設定する際、自分が立てた仮説と異なる内容の仮説になる場合もあったが、児童が根拠を示しながら互いの仮説について質問したり、考えを伝えたりすることによって、他の児童の考えを受け入れることができていた。このことに関して、図12、図13で仮説4における授業の振り返りを記述した児童のワークシートを示す。

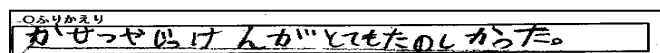


図12 B児の振り返りの記述

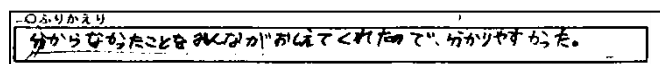


図13 C児の振り返りの記述

これらのことから、アーギュメントの手法を用いたワークシートを活用して議論すれば、見通しをもって仮説を設定する力を育成できることが分かった。

2 今後の課題

本研究では授業実践により、二つの課題が明らかになった。

○一つ目は児童にとって、ワークシートにおける「根拠」の欄への記入が難しいことである。そのため、根拠の欄への記入のさせ方や記入させる内容については、更なる検討が必要である。

○二つ目は他の領域や他学年でのワークシートの有効性の検証ができていないことである。本研究では、第4学年「電気のはたらき」の実践であるため、今後、他学年や他領域でワークシートを活用して仮説を設定することが可能なのか検証する必要がある。

【注】

- (1) 詳しくは、文部科学省ホームページ『平成28年度理科ワーキンググループにおける審議とりまとめ』を参照されたい。 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/1376994.htm
- (2) 詳しくは、広島県教育委員会：平成29年度広島県学力調査報告書(平成30年)『平成29年度「基礎・基本」定着状況調査 表1-1小学校設問ごとの通過率一覧 理科』p.2を参照されたい。
- (3) 詳しくは、文部科学省ホームページ『平成30年度全国学力・学習状況調査報告書<小学校理科>』を参照されたい。 <http://www.nier.go.jp/18chousakekkahoukoku/report/18primary/18sc>
- (4) McNeill & Krajcik (2009) : 『Designing Instructional Materials To Support Students' in Writing Scientific Explanations: Using Evidence and Reasoning Across the Middle School Years』 http://www.umich.edu/~hiceweb/PDFs/2009/NARS_T_09_Explanations_Krajcik&McNeill.pdf

【引用文献】

- 1) 文部科学省(平成30年)：『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』東洋館出版社p.99
- 2) 理科ワーキンググループにおける審議とりまとめ(平成28年)：前掲Web資料<資料1-4>
- 3) 井口尚之(1986)：『新理科教育用語事典・増強版』初教出版p.293
- 4) 井口尚之(1986)：前掲書p.294
- 5) 角屋重樹・林四郎・石井雅幸 編(2005)：『理科の学ばせ方・教え方事典 改訂版』教育出版p.407
- 6) 角屋重樹(2013)：『なぜ、理科を教えるのか』文溪堂p.65
- 7) 文部科学省(平成30年)：前掲書p.14
- 8) 泉直志(2018)：「科学学習におけるアーギュメンテーションの位置」大高泉編『理科教育基礎論研究』協同出版p.165
- 9) スティーブン・トウルミン著 戸田山和久、福沢一吉訳(2011)：『議論の技法トウルミンモデルの原点』p.150
- 10) McNeill & Krajcik (2009)：前掲Web資料p.6
- 11) 文部科学省(平成30年)：前掲書p.13
- 12) 文部科学省(平成30年)：前掲書p.14
- 13) 文部科学省(平成27年)：『平成27年度 全国学力・学習状況調査 解説資料』p.45
- 14) McNeill & Krajcik (2009)：前掲Web資料p.2