

仮説設定場面において論証パターンを吟味する活動に重点を置いた

中学校理科授業の展開の工夫

遠藤裕貴 上尾市立東中学校

小倉康 埼玉大学教育学部自然科学講座理科分野

キーワード: 仮説設定, 論証パターン, 複数の仮説, 結果の予想・解釈, 考察

1. 研究の背景と問題の所在

1-1 科学リテラシーの定義より

OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA2015) では、科学リテラシーの定義に、「データと証拠を科学的に解釈する」能力が挙げられており、「様々な表現の中で、データ、主張、論 (アーギュメント) を分析し、評価し、適切な科学的結論を導き出す」能力とされている。アーギュメントとは、「事実と理由付けを提示しながら、自らの主張を相手に伝える過程を指す」とされている。

理科教育におけるアーギュメントに関する研究の多くは、Toulmin (1958) のアーギュメントモデル (Toulmin モデル) を引用・参考にしている。木下・西野・風呂 (2016) は、アーギュメントを用いて考察を導出させ、生徒相互で反駁させることで考察を見直し精緻化させる指導法を考案し実践した結果、誤謬の視点で考察を見直し精緻化することに寄与したとしている。泉 (2013) は、Lawson (2003) の「仮説予測的アーギュメンテーション」と Toulmin モデルとを対応させ、その流れに沿ったワークシートを考案している。授業を実践した結果、論拠の使用が促されたとしている。藤田ら (2015) は泉 (2013) のワークシートを利用し、グループで話し合う場を設けて、メンバーを納得させるように話し合うよう心がけさせたり、根拠に基づいた意見を主張できるよう促したりした結果、科学的思考力を測定する問題の正答率が高まる効果があったとしている。

これらのように理科教育に Toulmin モデルを導入した研究が見られる一方で、渡部 (2016) は、Toulmin モデルの利点を示しつつ、構造や要素について改めて言及し、教科教育に用いる際の注意点などを述べている。Toulmin モデルの目的は、アーギュメントを行うに際し、最初の立論をいかに注意深くかつ論理的に精緻に組み立て、主張の正当性を高められるかというところに主眼が置かれたモノログ視点のプロセス構成であるとして、教育など議論を反映するような双方向的なダイアログプロセスの構築ではないと述べている。

長谷川・小倉 (2016) は、中学生や高校生が持つアーギュメントの能力を調査するために、高校卒業段階である大学1、2年生を対象に、議論の中で生じるアーギュメントの構造と思考の質について調査を行っている。アーギュメントの能力を身に付けさせるための教材と指導法を開発し、大学1、2年生に実施して2名1組で調査問題について議論させたところ、アーギュメントの構造については指導の効果が見られたものの、思考の質については、不確かさを認知した上で、非形式的な論理を使用しながら、多面的に判断していくという態度の育成が不十分であったと考えられるとしている。

科学リテラシーの定義に「アーギュメント」の語は用いられているが、アーギュメントを理科教育に援用するに際しては、単に Toulmin モデルの構成要素を組み立てるだけでなく、それぞれの要素の不確実性に

敏感になったり、主張の正当性を高めようとさせたりすることが、思考力の育成につながるのではないかと考えられ、論を吟味する活動を理科指導に導入する方略が必要になると考えた。

1-2 学習指導要領の改訂より

中学校学習指導要領（平成29年告示）では、従来から小学校における理科の目標にあった「見通しをもって」の文言が、中学校における理科の目標にも入ることとなった。見通しをもつことの意義について、平成20年告示および平成29年告示の小学校学習指導要領解説理科編では、「見通し」は、児童自らが発想したものであるため、観察、実験が意欲的なものになることが考えられる」と示され、また、「見通しをもつことにより、予想や仮説と観察、実験の結果の一致、不一致が明確になる」と述べられており、見通しをもつことによって、主体的な学びが実現され、実験結果の解釈を明確にする手助けとなることが読み取れる。

小林（2015）は、考察場面に話し合い活動を導入しても、一部の生徒の考えをグループの考察としてまとめてしまい、個人の思考がそれ以上深まらないことがあることを指摘しており、そのようなことが起こらないようにするには、予想や仮説の設定場面において、問題解決への見通しの共有に向けた話し合い活動に対して、教師の役割やはたらきかけを工夫する必要があると述べている。考察場面に対話を導入するだけでは不十分であり、仮説設定場面に重点を置く必要があることが読み取れる。

仮説設定場面に重点を置いた研究は近年いくつか見られ、宮本（2014）や宮本（2016）は、生徒の仮説をクラスで共有し、教師との対話を通して洗練化し、クラスの仮説を設定する方略を実践しており、仮説設定がデータ解釈能力育成の一因となつたとしている。勝間（2015）は、「仮説設定シート」を考案し、説明仮説と作業仮説を順に立て、明確な根拠をもち検証可能な仮説を設定させる方略を実践し、その有効性を示している。安部・山本・松本（2018）は、実験素材を提示して実験方法を検討させることで新たな仮説の形成を促す指導方略を実践し、形成されるアブダクティブな示唆が増加し、既存の仮説フレーム（視点を共有する仮説の集まり）とは異なった新たな仮説フレームに気づき、新たなアブダクティブな示唆を形成していたとしている。

2. 研究仮説の設定

考察は実験結果を根拠とし、既習内容などを関連付けた自らの考えの主張であり、考察の過程はアーギュメントと捉える事ができる。仮説も既習内容や経験などを根拠とした自らの考えの主張であり、仮説を述べる過程もアーギュメントと捉えることができる。その論証のパターンに敏感になることや、アーギュメントの活動である仮説設定場面に重点を置くことは科学的リテラシーの育成につながると考えられる。しかし、仮説設定場面に重点を置いた実践の一つである勝間（2015）の実践は、一つの実験課題に6校時分も時間がかかってしまう取り組みであり、小林（2013）も、小中学校教師が「仮説の形成・評価」の活動を優先順位の低いものとして考える理由として時間の制約を挙げており、仮説設定場面に十分な吟味の時間を設けつつ、従来通りの授業時間数で単元指導が可能で、考察が容易で明確になる展開の工夫が求められていると考えられる。

勝間（2015）で1校時分の時間をかけている問題の把握と課題設定については、教師主導で短時間に行い、同じく1校時分の時間をかけている実験方法の計画・立案については、実験方法を教師から提示し、仮説に基づく結果の予想を行うことで見通しを持たせることができると考えた。

次に、自らの仮説を支持しない実験結果が得られたときに考察が不明確になってしまうと考えられるため、仮説設定場面において複数の仮説を吟味しておけば、実験結果が支持する仮説を選択することができ、

考察は容易で明確になると考えた。そこで、対話を通して他者と仮説を共有・吟味することで他者の論証パターンに触れることができると考えた。一方、小林(2015)の指摘するように、生徒のみの対話では、既存の論証パターンに偏り対話が深まらないことも考えられる。そこで、教師より複数の仮説を例示することで、意図的に複数の論証パターンに触れる機会が設けられ、新たな仮説を形成することができたり、例示された仮説の中から実験結果が支持する仮説を見いだして考察できたりすると考えた。

なお、生徒は、課題から仮説を設定したり結果を予想したりする場面や実験結果を解釈して考察する場面で、既習内容や日常の経験、実験結果などの事実を根拠に、様々な論拠を用いて課題と関連付けて考えを説明しようとする。そのような結果や予想の説明を「論証」と捉える。「論証」はアーギュメントの一形態と考えられる。また、これらの論証には、基にしている根拠が異なったり論拠が異なっていたりして異なる説明が生じることがある。(注1)そこで、異なる論証を区別するために「論証パターン」という用語を用いることとする。

以上より、研究仮説を「仮説設定場面で、複数の仮説を例示するなどして、対話的に仮説を吟味する活動に取り組みせれば、複数の論証パターンを吟味してから実験に取り組むことができ、従来通りの時間数の中でも実験後の考察を容易で明確に記述できるようになるだろう。」と設定した。

3. 研究の目的

本研究では、仮説設定場面において集団で論証パターンを吟味する活動に重点を置きつつ、従来通りの時間数で単元指導が可能な展開の工夫を明らかにすることを目的とする。

4. 研究内容

4-1 設計した指導法

仮説設定場面において仮説を集団で吟味する活動に重点を置きつつ、従来通りの時間数で単元指導を行うことを目的とし、手立て①～③を考案した。

これまで考察場面に重点を置いてきた生徒は仮説設定に慣れておらず、仮説や結果の予想に基づいて考察する経験も乏しいと考えられる。そこで、仮説の定義や必要性、結果の予想の仕方、仮説に基づく考察の仕方について教示する特別授業を実施することとした(手立て①、末尾資料に授業展開を掲載)。特別授業で教示する仮説の定義としては、中村・雲財・松浦(2018)を参考に「ある現象を合理的に説明するために、仮に立てた考え」とし、仮に立てたものではあるが、合理的に説明するという視点から根拠が必要であると説明する。

単元指導では、仮説設定場面で、より多くの論証パターンを吟味できるよう、実験班で吟味し設定した仮説をクラスで発表・共有させ、他の班の発表を基にして仮説を再検討する時間を設ける。さらに、自らの仮説に基づく結果の予想と実験結果とが一致しなかった場合でも課題に対する考察が明確になるよう、個人や班で設定した仮説だけでなく、教師が例示した複数の仮説それぞれに基づく結果の予想を行わせる(手立て②)。しかし、複数の仮説の例示は考察の手助けにはなると考えられるが、生徒自らの仮説ではないため、主体的な活動にならない可能性を含んでいる。例示されたそれぞれの仮説に基づく結果の予想も、困難であったり、時間がかかったりする可能性を含んでいる。そこで、複数の仮説を例示せず、生徒自身の仮説同士を吟味させる手立て③を設定し、手立て①③を実施する実験群(実験B群)を設けることとした。そして、手立て①②を実施する実験群(実験A群)との比較から、複数の仮説を例示することの有効性についても効

果の検証を行うこととした。また、手立て①～③を実施しない場合との比較が本来必要であるが、本研究では昨年度従来の指導法による単元指導を受けている3年生を統制群として、比較対象とすることとした。

授業時間数を従来の指導と比較するため、実験A群および実験B群の単元指導の授業展開と統制群である3年生の授業展開を表にまとめた(表1)。表1に示す通り、一つの課題・実験を2校時で扱うことができ、従来の時間数と変わらずに指導することが可能である。

表1 各群の授業展開

	実験A群	実験B群	3年生(統制群)
	特別授業(手立て①)	特別授業(手立て①)	特別授業なし
単元における授業展開	手立て②	手立て③	従来の指導
	<ul style="list-style-type: none"> 課題の提示 複数の仮説の例示(教師より) 仮説の選択・理由の記述(個人) 仮説の吟味(班) 仮説の発表・共有(クラス) 仮説の再検討(班) 実験方法の確認(教師より提示) 例示された仮説それぞれに基づく結果の予想(班) 	<ul style="list-style-type: none"> 課題の提示 仮説の設定(個人) 仮説の吟味(班) 仮説の発表・共有(クラス) 仮説の再検討(班) 実験方法の確認(教師より提示) 班で設定した仮説に基づく結果の予想(班) 	<ul style="list-style-type: none"> 課題の提示(・予想) 実験方法の確認(教師より提示) 実験の実施(班) 結果の処理(班) 結果の共有(クラス) 考察(個人) まとめ
	<ul style="list-style-type: none"> 実験の実施(班) 結果の処理(班) 考察(個人) まとめ 	<ul style="list-style-type: none"> 実験の実施(班) 結果の処理(班) 考察(個人) まとめ 	

※表中の太点線は1校時目と2校時目の区切りの目安を表している。

※表中の**太字**は、手立て②と手立て③の差異にあたる、複数の仮説の例示に関わる部分を示している。

4-2 研究方法

調査対象は埼玉県公立A中学校の第2学年201名、第3学年227名である。第2学年は実験A群(3学級121名)と、実験B群(2学級80名)として検証授業(特別授業、単元指導)を実施し、事前と事後、事後約1ヶ月後(遅延調査)の変容を検証し、実験A群と実験B群との効果の差の検証も行った。実施単元は第2学年「電気の世界」第2章「電流と電圧」であり、令和元年10月から12月にかけて実施した(表2)。単元指導は従来通りの19時間構成とし、その中で表1に示す2時間構成の授業展開を6回実施した(6回目は3時間構成)。実験A群と実験B群は、仮説を吟味し、結果の予想を踏まえて実験し、考察する活動を6回経験する単元計画となっている。

表2 調査の種類と対象

		第2学年		第3学年
		実験A群	実験B群	
事前調査		○	○	×
検証授業	特別授業	○	○	×
	単元指導	令和元年10月～12月		平成30年11月～31年1月
事後調査(令和元年12月)		○	○	○
遅延調査(令和2年1月)		○	○	×

4-3 効果の検証

実験A群・実験B群・3年生の実態および変容を把握するために、実験A群・実験B群に対し、事前調査と事後調査において「理科に対する意識・実態調査」「仮説と結果の解釈に関する調査」を実施し、両群に対し、遅延調査で「仮説と結果の解釈に関する調査」を実施した。また、3年生を含むすべての群に対し、事後調査において「単元の理解度に関する調査」を実施した。

「理科に対する意識・実態調査」では、結果の予想や仮説、考察に関する項目3項目について、4件法（4 あてはまる、3 どちらかといえばあてはまる、2 どちらかといえばあてはまらない、1 あてはまらない）を用いて実施した（表3）。

表3 「理科に対する意識・実態調査」項目

項目	ラベル
① 実験をする前に、自分の考えが合っていれば、結果がどのようになるかを考えてから実験をしている	結果の予想
② 実験をする前に、ほかの人の考えが合っていれば、結果がどのようになるかを考えてから実験をしている	他者の考えからの結果の予想
③ 考察するとき、実験前に立てていた予想(仮説)と実験結果とを比べて記述している	仮説—考察間関係

「仮説と結果の解釈に関する調査」では、結果を解釈し考察する場面における生徒の思考の実態と変容を調べるために、記述式の調査問題を作成して実施した。問題は、空気の温度変化と体積変化に関する問題（図1）で、問題中の図によって示された実験結果から、支持されなかった仮説を選択し理由を記述させ、評価基準を用いて得点化した。記述の中で用いられる結果の予想についても評価基準（表4）を設けて得点化し、分析を行った。なお、問題の内容は事前・事後において同質の異なる問題を用意し、遅延調査では事前調査と同一の問題を出題した。

「単元の理解度に関する調査」では、①豆電球の前後の電流の大きさに関する問題、②③直列回路における電流の大きさに関する問題（②記号選択、③理由の記述）を作成し、問題中の図によって示された実験結果から、支持されなかった仮説を選択させ、理由を記述させた（図2）。記述式の設問では評価基準を設けて得点化し、分析を行った。

表4 結果の予想についての評価基準

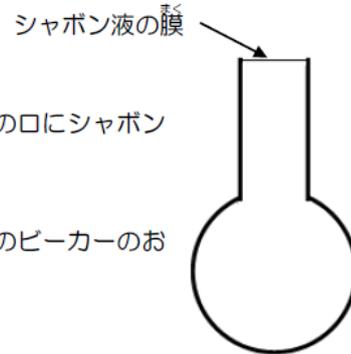
2点	仮説に沿った結果の予想を適切に述べている。
1点	仮説に沿った結果の予想に触れているが、 ・結果の予想に誤りがある。 ・予想について説明不足。 ・支持されるかどうかを判別できないような結果の予想をしている。
0点	・仮説に沿った結果の予想に触れていない。 ・無回答、判読不能、解答が書き終えられていない。など
採点上の注意	<p><正答例> WさんやYさんの考えが正しければ、<u>シャボン液の膜は上に膨らむ</u>と考えられるので、・・・。 XさんやZさんの考えが正しければ、<u>シャボン液の膜は凹む</u>と考えられるので、・・・。</p> <p>・実験の解釈やその理由として適切であるかは関係なく、“結果の予想”の有無・内容でのみ得点を付ける。 ・支持されない仮説のうち1つの仮説に対してしか結果の予想を述べていない場合や、支持された仮説についてのみ結果の予想を述べている場合でも“結果の予想あり”として得点を付ける。</p>

Wさんのクラスでは、「空気は温められるとどのようなになるのか」という疑問をもって、実験に取り組むことになりました。

先生から示された実験方法は次のようなものです。

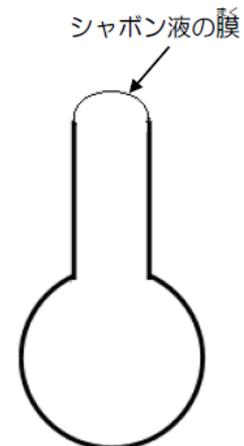
【方法】

- ① 何も入っていない（空気しか入っていない）丸底フラスコの口にシャボン液を使って膜を張る。
- ② 大きめのピーカーにお湯を入れる。
- ③ ①でつくったシャボン液の膜が張った丸底フラスコを、②のピーカーのお湯につけて温める。
- ④ シャボン液の膜がどのようなになるか観察する。



Wさんは、Xさん、Yさん、Zさんと一緒に実験に取り組むことになり、実験の前に、それぞれの考え（仮説）を確認しました。

Wさんの考え (仮説)	空気は温められると、体積が大きくなるだろう。
Xさんの考え (仮説)	空気は温められると、体積が小さくなるだろう。
Yさんの考え (仮説)	空気は温められると、上にあがっていくだろう。
Zさんの考え (仮説)	空気は温められると、下にさがっていくだろう。



【結果】

実験してみると、シャボン液の膜は右の図のようになりました。

- ① Wさん、Xさん、Yさん、Zさんのうち、もっていた考え（仮説）が、実験結果によって正しくなかったことがわかった人がいます。それは誰の考え（仮説）ですか。名前を答えなさい。ただし、1人だけとは限りません。

- ② ①のように答えた理由を書きなさい。

図1 「仮説と結果の解釈に関する調査」問題

Aさん、Bさん、Cさんは、光っている豆電球と回路に流れる電流との関係について調べるために、右の図1のような回路を作り、流れる電流の大きさについて、電流計を使って調べることになりました。

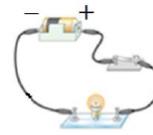


図1

調べる前に、Aさん、Bさん、Cさんはそれぞれ以下のような考えをもっていました。



Aさん

豆電球は電流を使って光っていると思う。電流の流れる向きは+極から-極だから、豆電球を使った分だけ-極側の電流計の示す値の方が+極側の値よりも小さくなると思う。



Bさん

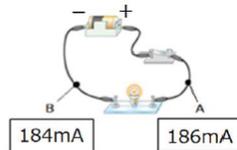
電流の正体は電子の流れで、電子は-極から+極に向かって移動する。電子は豆電球から光として出ていくから、+極側の電流計の示す値の方が-極側の値よりも小さくなるはずだよ。



Cさん

電流は導線を構成する物質の中にある電子が移動するだけだから、豆電球の前後で電流計の示す値は変わらないんじゃないかな。豆電球から電子が出ていくわけではないと思うよ。

調べてみると、電流計の示す値は以下ようになっていました。



次の①～③の各問いに答えなさい。

- ① 上の実験結果から、Aさん、Bさん、Cさんの中で、豆電球を通ったときの電流の大きさについて、間違いとは言えない説明をしているのは誰だと考えますか。その人の名前を書きなさい。ただし、1人だけとは限りません。

また、上のように答えた理由を書きなさい。

- ② 続けて、右の図2の回路で実験したところ、下に示すような実験結果が得られた。

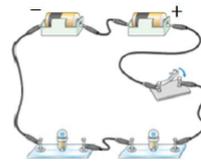
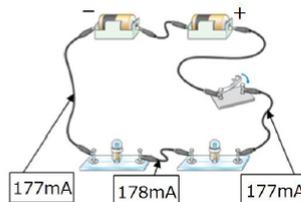


図2

- 図2の回路での実験結果もあわせて考えると、もっとも適切と思われる説明をしているのは、Aさん、Bさん、Cさんのうち誰だと考えますか。その人の名前を書きなさい。

さん

- ③ ②のように答えた理由を書きなさい。

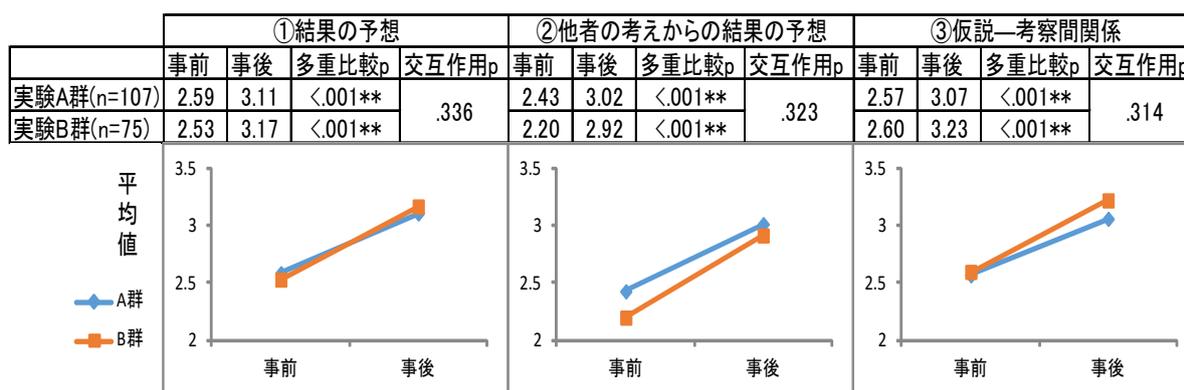
図2 「単元の理解度に関する調査」問題

5. 結果

5-1 理科に対する意識・実態について

(1) 検証授業前後の比較

実験A群と実験B群における「理科に対する意識・実態調査」についての分析結果を示す(図3)。調査で得られた値について二元配置分散分析を行い、交互作用について分析を行った結果、①～③のどの項目においても有意な交互作用は認められなかった。また、Tukeyの多重比較検定を行った結果、どの項目においても、事前から事後にかけて有意な差が認められた。



※検定結果において有意水準1%で有意な差が認められるときは**($p < .01$)として示す。
 ※検定結果において有意水準5%で有意な差が認められるときは*($p < .05$)として示す。

図3 「理科に対する意識・実態調査」事前事後の分析結果

(2) 実験群と同校3年生との比較

「理科に対する意識・実態調査」における実験A群、実験B群、3年生の事後調査の値について一元配置分散分析を行い、Tukeyの多重比較検定を行った結果を示す(図4)。①～③のどの項目においても、実験A群、実験B群ともに3年生との有意な差が認められた。なお、実験A群と実験B群との間には有意な差が認められなかった。

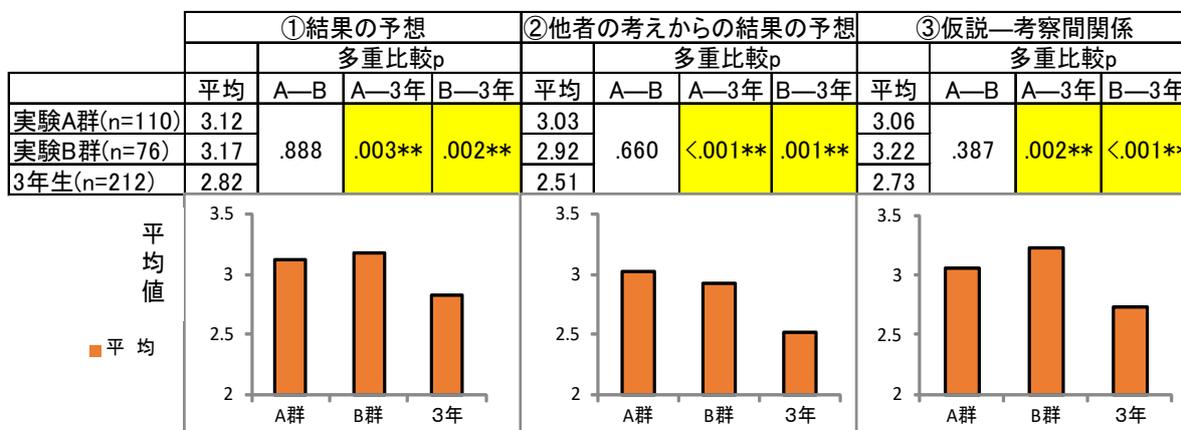


図4 「理科に対する意識・実態調査」各群の比較と分析結果

5-2 仮説と結果の解釈について

「仮説と結果の解釈に関する調査」問題において、理由の記述の中で用いられる結果の予想について評価基準を設けて得点化し、事前調査、事後調査、遅延調査のそれぞれで得られた値について、二元配置分散分析および Tukey の多重比較検定を行った結果を示す (図 5)。分析の結果、有意な交互作用は認められなかった。また、事前—事後間、事前—遅延間では有意な差が認められ、事後—遅延間では有意な差が認められなかった。

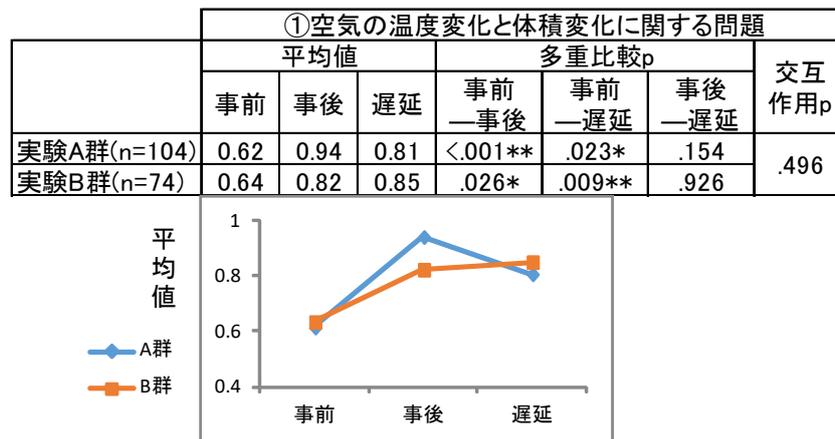


図 5 「仮説と結果の解釈に関する調査」における結果の予想の分析結果

5-3 単元の理解度について

「単元の理解度に関する調査」で得られた値について、一元配置分散分析を行った結果を示す (図 6)。分析の結果、どの設問においても、実験 A 群・実験 B 群・3 年生のそれぞれの群間に有意な差が認められなかった。1 点満点の設問については、正規分布を前提とできないため、ノンパラメトリックな検定として、クラスカル=ウォリス検定および Scheffe の多重比較検定を行った。その結果、この検定においても各群間には有意な差が認められなかった (表 5)。

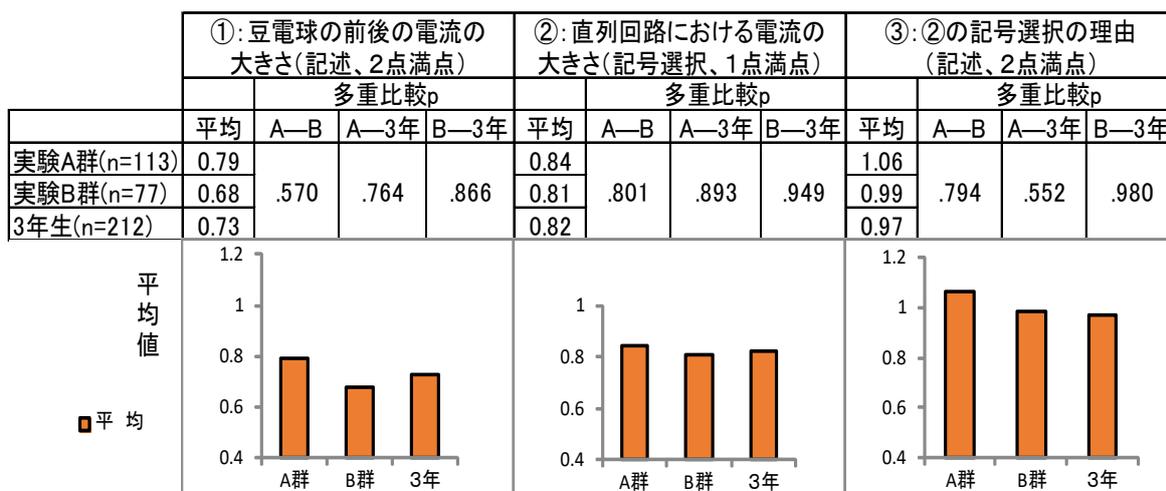


図 6 「単元の理解度に関する調査」各群の比較と分析結果

表5 「単元の理解度に関する調査」②の分析結果

	②:直列回路における電流の大きさ(記号選択、1点満点)						
	平均順位	クラスカル=ウォリス検定			多重比較p		
		カイニ乗値	自由度	P 値	A—B	A—3年	B—3年
実験A群(n=113)	204.98	0.4174	2	.812	.820	.904	.954
実験B群(n=77)	197.84						
3年生(n=212)	200.97						

6. 考察と今後の課題

6-1 手立て①～③による効果

理科に対する意識・実態調査の結果から、本検証授業は自他の考えを踏まえて結果を予想しようとする意識や、実験前に立てていた仮説と実験結果とを照らし合わせながら考察しようとする意識を高めることに効果があると考えられ、3年生との比較から、従来の指導法よりもこうした思考の意識を高める効果がある可能性が示唆される。

仮説や結果の解釈について、調査の結果から、本検証授業は、実験結果から仮説の支持・不支持を判断する過程で、それぞれの仮説に基づいた結果の予想をしながら判断する思考を高めることに効果があると考えられる。事後調査と遅延調査との間で有意な低下は認められなかったことから、その思考については維持されやすいものと考えられるが、同様な指導を繰り返し行い、定着を図る必要もあると考えられる。

単元の理解度について、比較対象の3年生は単元指導から1年ほど経過しており、本来であれば、手立て①～③を実施していない統制群としての2年生との比較が求められる。一方で、単純な比較ができないことを考慮しなければならないが、両群とも3年生との有意差が見られないことから、手立て①～③を実施することは単元の理解度を従来の指導と同程度に高めるものであると言える。

6-2 手立て②と手立て③の比較

実験A群と実験B群とでは、群間には統計的な差異は見られなかった。このことから、どちらの展開についても同様の効果が得られることが考えられると同時に、複数の仮説を例示することについては仮説を例示しない手立てに比べて特別な効果は認められなかった。

手立て②と手立て③の差異にあたる、仮説を例示するかどうかについては、課題や実験の内容、生徒の実態によって使い分けても良いと考えることもできるが、どのような場面にどちらの手立てを用いることがより有効であるかについては、今後検討していく必要があると考える。

7. まとめ

仮説設定場面において論証パターンを集団で吟味する活動に重点を置くことは、以下の各点に有効であると考えられ、本研究のように展開を工夫することで、従来通りの時間数での単元指導は可能であることが示唆された。

- ・自他の考えを踏まえて結果を予想しようとする意識を高めること
- ・実験前に立てていた仮説と実験結果とを照らし合わせながら考察しようとする意識を高めること
- ・実験結果から仮説の支持・不支持を判断する過程で、それぞれの仮説に基づいた結果の予想をしながら判断する思考を高めること

注

1. 本研究では、「根拠」「論拠」「論証」を、Toulmin モデル (1958) における「Data」「Warrant」「Argument」に対応して用いている。

引用文献

- 安部洋一郎・山本智一・松本伸示 (2018) 「小学校理科授業における仮説の形成を促す指導方略 — 仮説フレームを視点にアブダクティブな示唆を形成することに主眼を置いて—」『理科教育学研究』Vol.58, No.3, pp. 211-220
- Anton E. Lawson (2003). The Nature and Development of Hypothetico-predictive Argumentation with Implications for Science Teaching. *International Journal of Science Education*, 25(11), pp.1387-1408
- 藤田剛志・高橋博代・鈴木啓督・金坂卓哉・藤澤隆次・河守徹 (2015) 「科学的思考力の育成に対するアーギュメントを取り入れた授業の効果」『千葉大学教育学部研究紀要』第 63 巻, pp. 181-186
- 長谷川千明・小倉康 (2016) 「高校理科におけるアーギュメント能力育成の課題とその指導法に関する研究」『日本科学教育学会研究会研究報告』Vol.31, No.6, pp. 51-54
- 泉直志 (2013) 「中学校理科教育におけるアーギュメントの構成活動促進を指向した教材開発 — 「水溶液とイオン」の授業を事例として—」『科学教育研究』Vol.37, No.2, pp. 184-195
- 勝間敦史 (2015) 「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—」広島市教育センター『平成 27 年度 教員長期研修生研究報告』
- 木下博義・西野亘・風呂和志 (2016) 「中学校理科におけるアーギュメントを用いた考察の精緻化に関する研究」『広島大学大学院教育学研究科紀要』第二部, 第 65 号, pp. 1-7
- 国立教育政策研究所編 (2016) 『生きるための知識と技能 6 OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA) 2015 年調査国際結果報告書』7
- 小林寛子 (2013) 「理科の観察・実験を通じた問題解決活動における教師の指導と有効性の認知の影響」『日本教育工学会論文誌』37(1), pp. 57-66
- 小林和雄 (2015) 「思考を深める「話し合い」活動の工夫 — 問題解決における予想や仮説の設定場面を中心に—」『理科の教育』2015 年 9 月号, pp. 13-15
- 宮本直樹 (2014) 「中学校理科における仮説設定とデータ解釈との関連 — 因果関係を踏まえた仮説の共有化、洗練化に着目して—」『理科教育学研究』Vol.55, No.3, pp. 341-350
- 宮本直樹 (2016) 「科学的探究における仮説設定がデータ解釈に及ぼす効果 — 中学校第 2 学年「唾液のはたらき」を事例にして—」『科学教育研究』Vol.40, No.2, pp. 234-240
- 文部科学省 (2018) 『中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編』, 学校図書
- 文部科学省 (2008) 『小学校学習指導要領 (平成 20 年告示) 解説 理科編』, 大日本図書
- 文部科学省 (2018) 『小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 理科編』, 東洋館
- 中村大輝・雲財寛・松浦拓也 (2018) 「理科の問題解決における仮説設定の研究動向」『理科教育学研究』Vol.59, No.2, pp. 183-196
- Stephen E. Toulmin (1958) 「The Uses of Argument」Cambridge University Press.
- 渡部洋一郎 (2016) 「Toulmin Model : 構成要素をめぐる問題と接続のレイアウト」『読書科学』第 58 巻, 第 1 号, pp. 1-16

資料 [仮説に基づく考察の仕方について教示する特別授業（手立て①）の授業展開]

特別授業（手立て①）授業展開

本時のねらい

- ・ 仮説の定義と必要性を知る。
- ・ 仮説と実験結果に基づく考察の仕方を理解する。

時間	段階	学習者の○活動と「質・能力」 ・ 想定される考えや発言例	教師の「質問」と○指導	★目標達成のための評価 ☆指導改善のための評価 ○留意事項
0	掃づくり (導入) 課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「予想」の理科的な言い方 ・ 仮の説明 ○ 本時の課題を確認する。 	<p>仮説とはどのようなものか 分かりますか。</p> <p>○ 本時の課題を示す。</p>	○ 留意事項
活動1		<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説の定義を知る ○ ワークシートに記入する <p>・ 海の色が映っているから。 ・ 宇宙が青いから。 ・ 日光のうち青い光だけが空気に吸収されずに目に届くから。 ・ 空気の粒子に日光がぶつかって青色の光が散乱するから。</p> <p>・ 実験する</p> <p>○ 作業仮説の定義を知る</p>	<p>○ これらのように何か現象を説明するよう仮に立てた考えを「仮説」と呼ぶと解説する。</p> <p>仮説が正しいかどうか知りたかったら何をすればよいと思いますか。</p> <p>○ 仮説を実験で確かめるために、より具体的に設定するものとして「作業仮説」を説明する。</p> <p>○ 作業仮説を「実験方法+結果の予想」として説明。</p> <p>○ スチールウールの燃焼に ついての仮説の例を示す。</p>	○ 合理的という言葉の意味は、状況に応じて「筋道立てて」などと噛み砕き、単に主観的なものではないことを伝える。
活動2		<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説を設定する意義を知る。 	<p>「スチールウールを燃やして質量を測ったら、質量は小さくなるだろう」の部分。</p> <p>・ スチールウールを燃やす。</p> <p>・ 質量を測る。</p> <p>・ 質量が大きくなるか、小さくなるかを調べる。</p> <p>・ 燃やす前と燃やした後の質量を比べる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説を設定する意義を説明する。 ・ 仮説は見通しをもつ基礎になる。 ・ 仮説は実験を行う目的を明確にする。 ・ 作業仮説は実験における各操作の意味を明確にする。 <p>例で示した仮説は、以前行つた実験の結果と一致していますか。</p> <p>この仮説は実験後、実際には正しくないことが分かりますが、誤つた仮説でも見通しは立ちましたね。</p>
活動3		<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説設定の段階で「正しい／正しくない」という考えはななく、実験によって検証した段階で真偽が明らかになることを知る。 ○ 仮説に基づいた結果の予想に對して、実験結果が一致しているか一致していないかの判断ができることを知る。また、それが容易である上に明確であることを知る。 	<p>○ 作業仮説は実験を行う前に結果を見通すことができているかを伝える。</p> <p>○ 作業仮説を立てて結果を見通しておくことで、仮説が正しかったか正しくなかつたかのどちらかということになり、判断が明確になることを伝える。</p> <p>○ 理科の授業に限らず様々なところで仮説は用いられていることを、例を挙げて説明する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説を設定する意義を説明する。 ・ 仮説は見通しをもつ基礎になる。 ・ 仮説は実験を行う目的を明確にする。 ・ 作業仮説は実験における各操作の意味を明確にする。 <p>例で示した仮説は、以前行つた実験の結果と一致していますか。</p> <p>この仮説は実験後、実際には正しくないことが分かりますが、誤つた仮説でも見通しは立ちましたね。</p> <p>○ 例示した仮説は、実験の結果や既習事項と異なり、実際にはスチールウールは燃焼によって質量が増えることを確認する。</p>
活動4		<ul style="list-style-type: none"> ○ 日常生活における仮説を知 	<p>○ 作業仮説は実験を行う前に結果を見通すことができているかを伝える。</p> <p>○ 作業仮説を立てて結果を見通しておくことで、仮説が正しかったか正しくなかつたかのどちらかということになり、判断が明確になることを伝える。</p> <p>○ 理科の授業に限らず様々なところで仮説は用いられていることを、例を挙げて説明する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説を設定する意義を説明する。 ・ 仮説は見通しをもつ基礎になる。 ・ 仮説は実験を行う目的を明確にする。 ・ 作業仮説は実験における各操作の意味を明確にする。 <p>例で示した仮説は、以前行つた実験の結果と一致していますか。</p> <p>この仮説は実験後、実際には正しくないことが分かりますが、誤つた仮説でも見通しは立ちましたね。</p> <p>○ 例示した仮説は、実験の結果や既習事項と異なり、実際にはスチールウールは燃焼によって質量が増えることを確認する。</p>

活動2	活動3	活動4
<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説を設定する意義を知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説に基づいた結果の予想に對して、実験結果が一致しているか一致していないかの判断ができることを知る。また、それが容易である上に明確であることを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 日常生活における仮説を知
<ul style="list-style-type: none"> ○ 仮説を設定する意義を説明する。 ・ 仮説は見通しをもつ基礎になる。 ・ 仮説は実験を行う目的を明確にする。 ・ 作業仮説は実験における各操作の意味を明確にする。 <p>例で示した仮説は、以前行つた実験の結果と一致していますか。</p> <p>この仮説は実験後、実際には正しくないことが分かりますが、誤つた仮説でも見通しは立ちましたね。</p> <p>○ 例示した仮説は、実験の結果や既習事項と異なり、実際にはスチールウールは燃焼によって質量が増えることを確認する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 作業仮説は実験を行う前に結果を見通すことができているかを伝える。 ○ 作業仮説を立てて結果を見通しておくことで、仮説が正しかったか正しくなかつたかのどちらかということになり、判断が明確になることを伝える。 ○ 理科の授業に限らず様々なところで仮説は用いられていることを、例を挙げて説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 理科の授業に限らず様々なところで仮説は用いられていることを、例を挙げて説明する。

★ 仮説と作業仮説とを区別し理解している。【知識・技能】(ワークシート)

○ 「質量は小さくなる」から燃焼の前後を比べることに触れている発言を引き出す。

仮説の例の中で作業仮説に
あたる部分はどこかわかりますか。

この作業仮説を読んで、実験
でどのような操作をし、何を
調べるか分かりますか。

○ 仮説を設定する意義を説明する。

・ 仮説は見通しをもつ基礎になる。

・ 仮説は実験を行う目的を明確にする。

・ 作業仮説は実験における各操作の意味を明確にする。

例で示した仮説は、以前行つた実験の結果と一致していますか。

この仮説は実験後、実際には正しくないことが分かりますが、誤つた仮説でも見通しは立ちましたね。

○ 例示した仮説は、実験の結果や既習事項と異なり、実際にはスチールウールは燃焼によって質量が増えることを確認する。

○ 作業仮説は実験を行う前に結果を見通すことができているかを伝える。

○ 作業仮説を立てて結果を見通しておくことで、仮説が正しかったか正しくなかつたかのどちらかということになり、判断が明確になることを伝える。

○ 理科の授業に限らず様々なところで仮説は用いられていることを、例を挙げて説明する。

活動7	<p>○仮説を立てて実験をし、考察をする練習に取り組む。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・磁力は強くなる。 ・変化しない。 ・近づけたときの手ごたえで調べる。 ・くっつくクリップ等の数で数える。 	<p>○仮説を立てて実験をし、考察をする練習をさせる</p> <p>磁石を2つ重ねたら、磁石の力はどのくらい強くなりますか？</p> <p>磁石の力の大きさはどのくらいにしたら調べられますか？</p>	<p>○仮説を立てて実験をし、考察をする練習をさせる</p> <p>磁石を2つ重ねたら、磁石の力はどのくらい強くなりますか？</p> <p>磁石の力の大きさはどのくらいにしたら調べられますか？</p> <p>自分の仮説が正しいかどうかの結果を予想してみよう。</p>
活動8	<p>○一致したときは「仮説は正しかった」としてはいけません。</p> <p>○実験結果は仮説を支持するものはあるが、あくまで実験における条件の範囲内に限られたことであることを知る。</p>	<p>○「仮説は正しい」と「仮説は正しい」との違いを、例を挙げて解説する。</p> <p>・フックの法則の例を紹介する。</p> <p>○「この結果からは、○○が正しいと考えられる。」程度に断定しない表現が適していることを伝える。</p>	<p>○「仮説は正しい」と「仮説は正しい」との違いを、例を挙げて解説する。</p> <p>・フックの法則の例を紹介する。</p> <p>○「この結果からは、○○が正しいと考えられる。」程度に断定しない表現が適していることを伝える。</p>

活動5	<p>・料理の場面では、より美味しくするためにや好みに合わせて調味料の量や調理方法を工夫する。</p> <p>・商品開発の場面では、顧客のデータをとり、商品の効果や売り方などを工夫する。</p> <p>仮説は正しいとは限らないことを説明しましたが、仮説の根拠が「何となく」で当てずっぽうだったらどう思いますか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空が青いのは宇宙人が空を青い絵の具で塗ったから。 ・雲が白いののはわたあめできているから。 <p>○より信頼できる仮説にするポイントを説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでに学んだことを基にする。 ・日常生活などでの経験を基にする。 ・課題に正対しているか確認する。 	<p>・料理の場面では、より美味しくするためにや好みに合わせて調味料の量や調理方法を工夫する。</p> <p>・商品開発の場面では、顧客のデータをとり、商品の効果や売り方などを工夫する。</p> <p>仮説は正しいとは限らないことを説明しましたが、仮説の根拠が「何となく」で当てずっぽうだったらどう思いますか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空が青いのは宇宙人が空を青い絵の具で塗ったから。 ・雲が白いののはわたあめできているから。 <p>○より信頼できる仮説にするポイントを説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでに学んだことを基にする。 ・日常生活などでの経験を基にする。 ・課題に正対しているか確認する。 	<p>・料理の場面では、より美味しくするためにや好みに合わせて調味料の量や調理方法を工夫する。</p> <p>・商品開発の場面では、顧客のデータをとり、商品の効果や売り方などを工夫する。</p> <p>仮説は正しいとは限らないことを説明しましたが、仮説の根拠が「何となく」で当てずっぽうだったらどう思いますか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空が青いのは宇宙人が空を青い絵の具で塗ったから。 ・雲が白いののはわたあめできているから。 <p>○より信頼できる仮説にするポイントを説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでに学んだことを基にする。 ・日常生活などでの経験を基にする。 ・課題に正対しているか確認する。
活動6	<p>○仮説と実験結果とを基にした考察のしかたを知る。</p>	<p>○仮説と実験結果とを基にした考察のしかたを知る。</p>	<p>○仮説と実験結果とを基にした考察のしかたを知る。</p>

(2022年9月30日提出)
(2022年11月7日受理)

Lesson Flow of Lower Secondary School Science that Puts Emphasis on Activities to Examine Argumentation Patterns in the Situation of Formulating Hypotheses

ENDO, Yuki

Higashi Junior High School, Ageo City

OGURA, Yasushi

Faculty of Education, Saitama University

Abstract

The purpose of this study is to develop the lesson flow that puts emphasis on activities to examine argumentation patterns in the situation of formulating hypotheses in lower secondary school science class within the same lesson hours as before. As the means of examining multiple argumentation patterns, students think hypotheses individually, argue the hypotheses in the group, share them in the class, then examine the hypotheses by the group. Method of the experiment is given by the teacher. Before the experiment, each group made predictions of the results of the experiment. Group A argues multiple hypotheses that were exemplified by the teacher and selects one hypothesis. Group B argues hypotheses which individual students formulated then formulates one hypothesis. The results of lessons conducted in the unit of “electric current” in the 2nd grade of a lower secondary school showed significant improvements in both groups, showing students interpret and argue the results of the experiment based on the expected results.

Keywords : formulating hypothesis, argumentation patterns, multiple hypotheses, expectation and interpretation of results, consideration