

小学校理科における仮説と考察の記述力育成に関する研究 －「原因と結果」の見方・考え方を働かせて事象を捉えさせるワークシートを基に－

山田 貴之*・玉木 政彦**・木村 有里***・松本 隆行****・
木原 義季****

(令和2年10月29日受付；令和3年4月8日受理)

要 旨

本研究では、「原因と結果」の見方・考え方を働かせて事象を捉えさせるワークシートを考案し、これを用いた理科授業が児童の仮説と考察の記述力育成にどのような影響を及ぼすのかについて明らかにすることを目的とした。新潟県内の公立小学校第6学年2学級計63人を対象に授業および調査を実施した。「原因と結果」の因果関係の構成要素が明示されたワークシートを用いて仮説と考察を記述させる1学級31人を実験群、記述欄のみが示されたワークシートを用いる1学級32人を統制群とし、授業実践を行った。調査問題とワークシートの「ふり返り」を分析した結果、実験群では、事前・事後調査にかけて仮説および考察に関する構成要素の各合計得点の平均値に有意な上昇が認められた。このことから、本研究の指導法は、「原因と結果」の見方・考え方を働かせながら仮説や考察を記述する能力の育成に効果があることが明らかとなった。

KEY WORDS

hypothesis and consideration 仮説と考察, descriptive ability 記述力, cause and effect 原因と結果

1 はじめに

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編の目標の1つに「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う」ことが、育成を目指す資質・能力のうちの思考力・判断力・表現力等として示されている（文部科学省，2018）⁽¹⁾。そして、問題解決の力を育成するに当たっては、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出すといった問題解決の過程が重視されている（文部科学省，2018）⁽²⁾。その際、第3学年では差異点や共通点を基に問題を見いだす力、第4学年では既習の内容や生活経験を基に根拠のある予想や仮説を発想する力、第5学年では予想や仮説を基に解決の方法を発想する力、第6学年ではより妥当な考えをつくりだす力に重点が置かれている。特に第6学年では、自分が既にもっている考えを検討し、より科学的なものに変容させていくことが重視されていることから、児童が検証可能な仮説を設定する過程と、実験結果を基に考察する過程の指導の重要性が示唆される（文部科学省，2018）⁽³⁾。

また、今回の改訂において、「見方・考え方」は資質・能力を育成する過程で児童が働かせる「物事を捉える視点や考え方」であり、児童自らが「理科の見方・考え方」を意識的に働かせながら、繰り返し自然の事物・現象に関わることで、児童の「見方・考え方」は豊かで確かなものになっていき、それに伴い、育成を目指す資質・能力が更に伸ばされていくと明記されている（文部科学省，2018）⁽⁴⁾。これは、山田・稲田・岡崎・小林（2020）⁽⁵⁾が、『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善の取り組みの観点から見ると、『見方・考え方』が見通しをもって観察、実験を行うことなどの学習に取り組む際の、物事を捉える視点や考え方として捉えられるようになった意義は極めて大きい。」と述べているように、深い学びの鍵として、学習者が「理科の見方・考え方」を自在に働かせられるように指導することが理科の教師に求められている。

「理科の見方・考え方」について、図1に示す「『科学的な見方や考え方』と『理科の見方・考え方』についての整理」では、7つの下位項目（「質的・量的な関係」、「時間的・空間的な関係」、「原因と結果」、「部分と全体」、「多様性、共通性」、「定性と定量」、「比較、関係付け」）が挙げられている（中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会第8回理科ワーキンググループ，2016）⁽⁶⁾。これらの中で、特に「原因と結果」について小林（2017）⁽⁷⁾は、『理科の見方・考え方』の中でも、『原因と結果』の見方・考え方は、自然の事象から従属変数と独立変数を同定して、両者を関係付けて考える際の重要な視点となる。また、『原因と結果』の見方・考え方は、作業仮説の設定につな

*自然・生活教育学系 **妙高市立新井中央小学校 ***高崎市立金古南小学校 ****上越教育大学（修士課程）

る重要な視点でもある。」と述べており、その重要性を指摘している。

これまでに、「原因（独立変数）と結果（従属変数）」の2変数の因果関係が明確な実験では、4QS（小林・永益、2006）⁽⁸⁾を用いて児童生徒自らに仮説設定を行わせる指導が、科学的な知識の定着とその維持、現象を科学的に説明する能力の育成に有効であることは報告されている（例えば、金子・小林、2010、2011；山田・寺田・長谷川・稲田・小林、2014；山田・栗原、2018）⁽⁹⁻¹²⁾。小学校第5学年児童の実験における因果関係を把握する能力の実態について調査した玉木（2016）⁽¹³⁾は、原因の部分構成要素を「独立変数（何を）」と「変化のさせ方（どうする）」の2観点で、結果の部分構成要素を「従属変数（何が）」と「変化の仕方（どうなる）」の2観点でそれぞれ評価している（表1）。さらに玉木（2016）⁽¹⁴⁾は、「原因既知型」の実験では「（従属変数の）変化の仕方」が、「原因未知型」の実験では「（独立変数の）変化のさせ方」が、児童にとって捉えにくい観点であり、重点的に指導すべきであると述べている。その一方、考察の記述に求められる要素について岡田・稲田（2018）⁽¹⁵⁾は、「独立変数（『何を』変えて実験したのか）」、「独立変数の変化（何を『どのように』変えて実験したのか）」、「従属変数（実験の結果、『何が』どうなったのか）」、「従属変数の変化（実験の結果、何が『どうなった』のか）」の4観点到整理している（表2）。しかしながら、検証可能な仮説を設定させる過程と、実験結果を基にその妥当性を検討させる考察の過程において、「原因（独立変数）と結果（従属変数）」の因果関係の見方・考え方を働かせ、仮説と考察の記述力育成を図った小学校理科授業の研究は管見の限り見当たらない。

そこで本研究では、上述した「より妥当な考えをつくりだす問題解決の力」の育成に重点が置かれている第6学年児童を対象に、「原因と結果」の見方・考え方を働かせて事象を捉えさせるワークシートを考案し、これを用いた理科授業が児童の仮説と考察の記述力育成にどのような影響を及ぼすのかについて明らかにすることを目的とした。

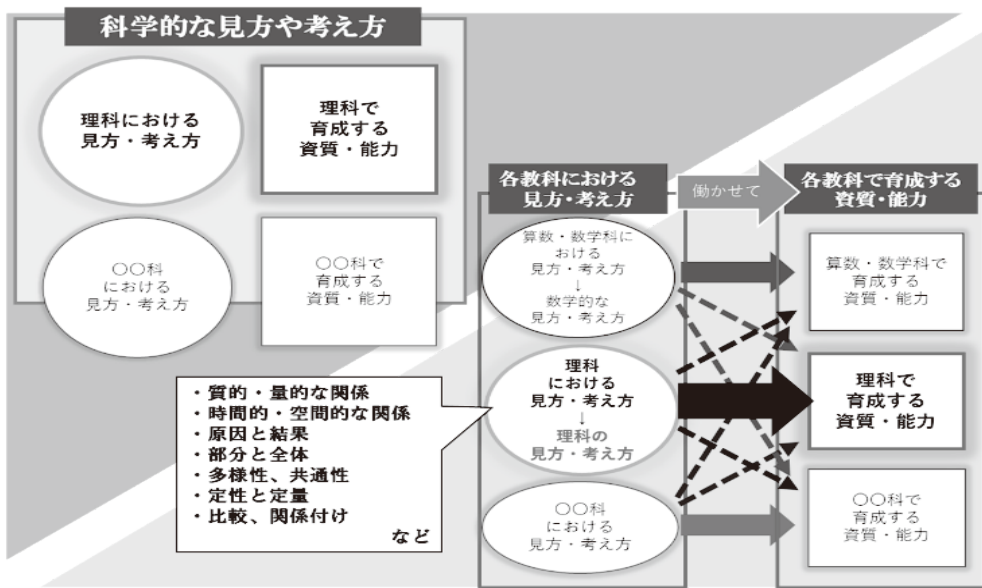


図1 「科学的な見方や考え方」と「理科の見方・考え方」についての整理
 (中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会第8回理科ワーキンググループ、2016より転載)

表1 実験における因果関係を構成する要素（玉木、2016より引用）

原因		結果	
独立変数	変化のさせ方	従属変数	変化の仕方
何を	どうする	何が	どうなる

表2 考察の記述に求められる要素（岡田・稲田、2018より引用）

原因		結果	
独立変数	独立変数の変化	従属変数	従属変数の変化
『何を』変えて実験したのか	何を『どのように』変えて実験したのか	実験の結果、『何が』どうなったのか	実験の結果、何が『どうなった』のか

2 研究の方法

2.1 調査の対象

新潟県内の公立小学校第6学年2学級計63人を対象に授業および調査を実施した。「原因と結果」の因果関係の構成要素が明示されたワークシートを用いて仮説と考察を記述させる1学級31人を実験群、記述欄のみが示されたワークシートを用いる1学級32人を統制群とした。ワークシートの詳細については、後述の「2.3 ワークシートの考案と授業の実際」で説明する。

2.2 授業および調査問題の実施時期

2018年11月から12月にかけて、第二著者が第6学年理科単元「水よう液の性質とはたらき」（全11時）の第8、9時「塩酸にとけた物をとり出そう」を対象に授業を行った（表3）。調査問題については、本単元実施直前と第9時終了直後に同一の問題を用いて実施した。調査問題の詳細については、後述の「3.1 調査問題」で説明する。

2.3 ワークシートの考案と授業の実際

ワークシートの考案について、まず、前出の玉木（2016）⁽¹⁶⁾および岡田・稲田（2018）⁽¹⁷⁾を参考に、原因を構成する要素（独立変数とその変化のさせ方）、結果を構成する要素（従属変数とその変化の仕方）について、仮説と考察に分けて整理した（表4、5）。次に、小学校理科授業における問題解決の一般的な学習過程である「課題→仮説→結果→考察（仮説の支持・不支持の判断を含む）→ふり返り」を踏まえたワークシートを作成した（図2、3）。

考案したワークシートを用いた授業について、図2に示したワークシートは実験群の児童に、図3に示したワークシートは統制群の児童にそれぞれ提示したが、それ以外の条件については全て統一した。実験群では、仮説の記述場面において「独立変数（何を）」、「独立変数の変化のさせ方（どうすると）」、「従属変数（何が）」、「従属変数の変化の仕方（どうなる）」といった4要素を、考察の記述場面において「独立変数（何を）」、「独立変数の変化のさせ方（どうしたら）」、「従属変数（何が）」、「従属変数の変化の仕方（どうなった）」といった4要素をそれぞれ口頭で指導した。以下に、本研究の調査対象とした第8、9時における授業の実際を述べる。

第8時では、第7時で考えた水溶液に溶けた金属を取り出す方法に基づき、実験に取り組ませた。そして実験の結果から、金属を炭酸水に入れたものからは何も出ず、塩酸に入れたものからは固体が出てきたことについてまとめ、「炭酸水には金属を溶かす働きがない。」「塩酸には金属を溶かす働きがある。」という結論を共有した。次に、「水溶液に溶けているときの金属はどうなっているのだろうか。」と発問すると、児童からは既習事項を基に「水溶液の中で小さい粒になっている。」という考えが出された。そこで、「蒸発して出てきたものは、元の金属と同じだろうか。」とさらに発問すると、「形は変わっているが元の金属と同じ。」「溶けてバラバラになったので、違うものになっている。」という2通りの予想が出された。

第9時では、実験群、統制群ともに「金属を水溶液で溶かすと、金属の性質は変わるだろうか。」という問題を設定し、ワークシートに沿って仮説を立てさせた。実験群では、原因について「何を」、「どうする」、結果について「何が」、「どうなる」の項目ごとに考えさせ、仮説を立てさせた。一方、統制群では特に書き方を指定せず、考えた通りに仮説を記入させた。その後、仮説を確かめるための実験方法について、元の金属の性質を根拠に考えさせると、「見た目」、「塩酸に溶けるかどうか」、「水に溶けるかどうか」、「電気が流れるかどうか」という観点が出された。これらの観点に基づいて実験に取り組ませ、結果を記録させた。そして、結果を基にどのようなことが言えるかを考えさせ、考察の欄に記入させた。実験群では仮説を設定させた際と同様に、原因について「何を」、「どうしたら」、結果について「何が」、「どうなった」の項目ごとに考えさせ、考察を記入させた。統制群では特に書き方を指定せず、考えた通りに考察を記入させた。そして、考察が仮説を支持しているか、支持していないかについて判定させ、ワークシート末のアンケートに記入させた。

3 分析の方法

本研究の指導法の効果については、次の3つの方法で検証することとした。1つ目は、第8、9時で用いたワークシートへの仮説と考察の記述内容を比較する。2つ目は、本単元実施前に行う事前調査と、第9時終了直後に行う事後調査の結果を比較する。なお、事前・事後調査には同一の問題を用いることとした。3つ目は、本研究の指導法に関する理解度について、図2、3に示したワークシート中に記載されている「ふり返り」を実施し、その結果を比較

する。

以下、各分析方法の詳細について述べる。

表3 本単元の指導計画（全11時）

時	主な学習内容
1	5種の水溶液（食塩水、石灰水、アンモニア水、塩酸、炭酸水）を提示し、既習事項を基に水溶液の性質の違いについて実験で確かめる方法を考える。
2	第1時で考えた実験計画に従い、水溶液の性質の違いについて調べ、実験結果を基に水溶液には固体が溶けているものと固体以外が溶けているものがあることを理解する。
3	固体以外のものが溶けている水溶液に何が溶けているかについて、見た目やにおいを基に推論し、実験で確かめる方法を考える。
4	第3時で考えた実験計画に従い、水に二酸化炭素が溶けるかについて調べ、実験結果を基に水溶液には気体が溶けているものがあることを理解する。
5	リトマス紙の使い方を知り、水溶液ごとのリトマス紙の色の変化について実験で調べ、反応の違いを記録する。
6	実験結果を基に、水溶液はリトマス紙の色の変わり方によって「酸性」、「中性」、「アルカリ性」に仲間分けできることを理解する。
7	水溶液には金属を溶かす働きがあることを理解するとともに、水溶液に金属が溶けているかどうかを実験で確かめる方法を考える。
8	水溶液に溶けた金属の性質について、既習事項を基に推論し、実験で確かめる方法を考える。
9	実験結果を基に、水溶液を蒸発させて取り出した物質と元の金属の性質とを比較し、水溶液には金属の性質を変化させるものがあることを理解する。
10	アルカリ性の水溶液に金属を溶かす働きがあるかについて実験で調べ、実験結果を基にアルカリ性の水溶液で溶ける金属と溶けない金属があることを理解する。
11	水溶液について学習したことを振り返り、まとめる。

表4 仮説の構成要素

原因		結果	
独立変数	変化のさせ方	従属変数	変化の仕方
何を	どうすると	何が（は）	どうなる

表5 考察の構成要素

原因		結果	
独立変数	変化のさせ方	従属変数	変化の仕方
何を	どうしたら	何が（は）	どうなった

3. 1 調査問題

3. 1. 1 調査問題の作成

図4に示した調査問題Aは、仮説の4要素について評価したものである。斎藤（2016）⁽¹⁸⁾を参考に、「紙飛行機をできる限り遠くまで飛ばすためには、どうすればよいのだろうか。」という問題を設定した。そして、「この問題について、自分なりの仮説を1つ書いてください。」という指示文を明記し、仮説を記述させた。図5に示した調査問題Bは、考察の4要素について評価したものである。岡田・稲田（2018）⁽¹⁹⁾を参考に、「輪ゴムを伸ばす長ささと車が走る距離との関係を問う問題」を設定した。そして、輪ゴムの伸ばし方と車の動いた距離に関する実験の結果を整理した表を提示するとともに、「この実験の結果から、分かることを書いてください。」という指示文を明記し、考察を記述させた。これらの調査問題は、小学生を対象とした先行研究において妥当性が検討されているため、本研究の調査対象児童にとっても問題や指示文の内容が容易に理解できると考えられる。

3. 1. 2 調査問題の点数化

調査問題A（図4）については、仮説の4要素に対応した記述1つにつき1点を与え、最大4点で点数化した。図6の通り、「①紙飛行機のはねを」は「独立変数」、「②大きくすれば」は「独立変数の変化のさせ方」、「③紙飛行機を」

【課題】				
【仮説】				
【原因】 独立変数		【結果】 従属変数		
何を	どうすると	何が (は)	どうなる	
【結果】				
【考察】				
【原因】 独立変数		【結果】 従属変数		
何を	どうしたら	何が (は)	どうなった	
仮説の通りだった ・ 仮説とは違った ・ 分からない				
【ふり返し】				
	とても	まあまあ	あまり	ぜんぜん
仮説の記述方法を理解できましたか？	4	3	2	1
考察の記述方法を理解できましたか？	4	3	2	1

図2 実験群に用いたワークシート

【課題】				
【仮説】				
【結果】				
【考察】				
仮説の通りだった ・ 仮説とは違った ・ 分からない				
【ふり返し】				
	とても	まあまあ	あまり	ぜんぜん
仮説の記述方法を理解できましたか？	4	3	2	1
考察の記述方法を理解できましたか？	4	3	2	1

図3 統制群に用いたワークシート

は「従属変数」, 「④遠くまで飛ばすことができる」は「従属変数の変化の仕方」にそれぞれ対応していることから, 1点ずつを与え4点満点とした。また, 図6に示した例文は, 「原因→結果」という因果関係の順に従って記述されているが4観点に対応している記述が見られれば, 「結果→原因」のように因果関係の順序が逆であっても1点ずつを与えて点数化した(例: 紙飛行機を遠くまで飛ばすためには, 紙飛行機のはねを大きくすればよいだろう)。さらに, 「紙飛行機のはねを大きくしたり, 先をとがらせたりすれば～」というように, 「独立変数の変化のさせ方」複数見られる場合については, 正しい記述であっても1点のみを与えることとした。なお, 正しくない記述, あるいは必要のない記述については点数を与えなかった。

調査問題B(図5)については, 考察の4要素に対応した記述1つにつき1点を与え, 最大4点で点数化した。図7の通り, 「①輪ゴムを」は「独立変数」, 「②長く伸ばせば伸ばすほど」は「独立変数の変化のさせ方」, 「③車は」は「従属変数」, 「④遠くまで進んだ」は「従属変数の変化の仕方」にそれぞれ対応していることから, 1点ずつを与え4点満点とした。

そして, 事前・事後調査における各要素を満たした人数と満たさなかった人数を2×2の表に整理し, 人数の変化を χ^2 検定で評価した。その際, 度数が10以下の場合は直接確率計算(両側検定)を用いることとした。最後に, 児童個々の仮説と考察に関する4要素の合計得点(各4点満点)とその平均値を算出するとともに, 事前・事後調査における各群の平均値の差および両群における事前・事後調査の平均値の差についてそれぞれ検討することとした。

3. 2 仮説と考察の書き方に関する理解度

第9時の授業終了直後, 仮説と考察の書き方に関する理解度を評価するために, 両群のワークシートに記載されている「ふり返し」を実施した(図2, 3)。具体的には, 「仮説の記述方法を理解できましたか」および「考察の記述方法を理解できましたか」の2項目について, 「4:ととてもできた, 3:まあまあできた, 2:あまりできなかった, 1:ぜんぜんできなかった」という4件法で回答を求めた。

夏休みの自由研究で, 次の【問題】について調べる実験を行うことにしました。
 ①【問題】「紙飛行機をできるだけ遠くまで飛ばすためには, どうすればよいのだろうか。」
 ②この【問題】について, 自分なりの仮説を1つ考えて書いてください。

図4 仮説の4要素を評価した調査問題A

「ゴムの伸ばし方と車の動く距離の関係」を調べる実験を行うことにしました。
 ①あなたは「輪ゴムを長く伸ばすほど, 車は遠くまで進むだろう。」という仮説を立てました。
 ②実験を行ったところ, 下の表のような結果となりました。

輪ゴムの伸ばし方	10cm	15cm	20cm
車の動いた距離	1 m20cm	2 m60cm	5 m40cm

③この実験の結果から, 分かることを書いてください。

図5 考察の4要素を評価した調査問題B

①紙飛行機のはねを ②大きくすれば, ③紙飛行機を ④遠くまで飛ばすことができるだろう

注) ①は独立変数, ②は独立変数の変化のさせ方, ③は従属変数, ④は従属変数の変化の仕方をそれぞれ示す。

図6 仮説の4要素を満たした記述例

①輪ゴムを ②長く伸ばせば伸ばすほど, ③車は ④遠くまで進んだ。

注) ①は独立変数, ②は独立変数の変化のさせ方, ③は従属変数, ④は従属変数の変化の仕方をそれぞれ示す。

図7 考察の4要素を満たした記述例

4 結果と考察

4.1 調査問題

4.1.1 実験群における各要素を満たした人数

実験群の事前・事後調査における仮説および考察の各要素を満たした人数を表6に示す。まず、仮説の4要素を満たした人数について検討したところ、「独立変数」と「独立変数の変化のさせ方」において、事前・事後調査における人数の偏りが有意であることが明らかとなった。次に、考察の4要素を満たした人数について検討したところ、「従属変数の変化の仕方」において、事前・事後調査における人数の偏りが有意であることが明らかとなった。これらのことから、本研究の指導法は、仮説の4要素のうち、「独立変数」と「独立変数の変化のさせ方」を意識して記述させること、考察の4要素のうち、「従属変数の変化の仕方」を意識して記述させることにそれぞれ効果があると言える。

4.1.2 統制群における各要素を満たした人数

統制群の事前・事後調査における仮説および考察の各要素を満たした人数を表7に示す。まず、仮説の4要素を満たした人数について検討したところ、「独立変数」において、事前・事後調査における人数の偏りが有意であることが明らかとなった。次に、考察の4要素を満たした人数について検討したところ、すべてにおいて有意差は見られなかった。これらのことから、一般的な指導法であっても、仮説の4要素のうち、「独立変数」を意識して記述させることは可能であるが、考察の4要素を意識して記述させることは困難であることが分かった。

4.1.3 仮説および考察に関する4要素の合計得点の平均値

表8の通り、まず、仮説について、事前・事後調査における両群の平均値の差および各群における事前・事後調査の平均値の差を検討するための t 検定（両側検定）を行った。その結果、事前調査では両群に有意な差は見られなかったが（ $t(61)=0.68$, $n.s.$ ）、事後調査では実験群の方が有意に高いことが認められた（ $t(61)=2.42$, $p<.05$ ）。また、実験群では事前・事後調査にかけて有意な上昇が認められたが（ $t(30)=2.55$, $p<.05$ ）、統制群では有意な差は見られなかった（ $t(31)=1.30$, $n.s.$ ）。

次に、考察について、事前・事後調査における両群の平均値の差および各群における事前・事後調査の平均値の差を検討するための t 検定（両側検定）を行った。その結果、事前・事後調査において、いずれも両群に有意な差は見られなかった（事前： $t(61)=0.67$, $n.s.$ ；事後： $t(61)=0.48$, $n.s.$ ）。また、実験群では事前・事後調査にかけて有意な上昇が認められたが（ $t(30)=2.39$, $p<.05$ ）、統制群では有意な差は見られなかった（ $t(31)=1.19$, $n.s.$ ）。事後調査において両群の平均値の差に有意差が認められなかったのは、事前調査の段階で両群ともに天井効果が見られたためである。

以上のことを踏まえ、本研究の指導法は、仮説と考察の記述力の育成において一定の効果があることが明らかとなった。

4.2 仮説と考察の書き方に関する理解度

表9の通り、両群における仮説と考察の書き方の理解度に関する平均値の差を検討するための t 検定（両側検定）を行った。その結果、仮説と考察の書き方に関する理解度については、いずれも実験群の方が有意に高いことが認められた（仮説： $t(46)=2.25$, $p<.05$ ；考察： $t(46)=3.66$, $p<.01$ ）。このことから、本研究の指導法は、仮説と考察の書き方に関する理解度の促進に効果があることが示唆された。

5 おわりに

本研究の目的は、「原因と結果」の見方・考え方を働かせて事象を捉えさせるワークシートを考案し、これを用いた理科授業が児童の仮説と考察の記述力育成にどのような影響を及ぼすのかについて明らかにすることであった。調査問題とワークシートの「ふり返り」を分析した結果、実験群では、事前・事後調査にかけて仮説および考察に関する4要素の各合計得点の平均値に有意な上昇が認められた。このことから、本研究の指導法は、「原因と結果」の見方・考え方を働かせながら仮説や考察を記述する能力の育成に効果があることが明らかとなった。加えて、仮説と考察の書き方に関する理解度の促進にも効果があることが示された。

今後の課題は、事前調査の段階から天井効果が見られた調査問題B（考察の4要素）の妥当性について再検討することである。また、本研究の指導法の適用範囲を拡張するために、複数の単元を対象に授業を実践することである。

表6 実験群における仮説および考察の4要素を満たした人数（n=31）

4要素	時期	仮説		考察	
		満たした人数	有意差	満たした人数	有意差
独立変数	事前	16	$p < .01$	18	<i>n.s.</i>
	事後	27		25	
独立変数の変化のさせ方	事前	18	$p < .01$	22	<i>n.s.</i>
	事後	28		27	
従属変数	事前	7	<i>n.s.</i>	19	<i>n.s.</i>
	事後	9		25	
従属変数の変化の仕方	事前	17	<i>n.s.</i>	17	$p < .05$
	事後	22		26	
満点	事前	7	<i>n.s.</i>	15	$p < .05$
	事後	9		24	

表7 統制群における仮説および考察の4要素を満たした人数（n=32）

4要素	時期	仮説		考察	
		満たした人数	有意差	満たした人数	有意差
独立変数	事前	12	$p < .05$	23	<i>n.s.</i>
	事後	21		27	
独立変数の変化のさせ方	事前	22	<i>n.s.</i>	23	<i>n.s.</i>
	事後	23		28	
従属変数	事前	3	<i>n.s.</i>	20	<i>n.s.</i>
	事後	5		20	
従属変数の変化の仕方	事前	15	<i>n.s.</i>	22	<i>n.s.</i>
	事後	14		26	
満点	事前	1	<i>n.s.</i>	19	<i>n.s.</i>
	事後	5		20	

表8 仮説および考察に関する4要素の合計得点の平均値

時期	群	仮説		考察	
		平均値（標準偏差）	両群の比較	平均値（標準偏差）	両群の比較
事前	実験	1.87 (1.67)	$t(61)=0.68, n.s.$	2.45 (1.77)	$t(61)=0.67, n.s.$
	統制	1.63 (1.19)		2.75 (1.78)	
事後	実験	2.77 (1.20)	$t(61)=2.42, p < .05$	3.32 (1.40)	$t(61)=0.48, n.s.$
	統制	1.97 (1.43)		3.16 (1.37)	
	実験	事前・事後： $t(30)=2.55, p < .05$		事前・事後： $t(30)=2.39, p < .05$	
	統制	事前・事後： $t(31)=1.30, n.s.$		事前・事後： $t(31)=1.19, n.s.$	

表9 仮説と考察の書き方に関する理解度

	群	平均値（標準偏差）	両群の比較
仮説	実験	3.32 (0.56)	$t(46)=2.25, p < .05$
	統制	2.87 (0.82)	
考察	実験	3.16 (0.75)	$t(46)=3.66, p < .01$
	統制	2.48 (0.51)	

附記

本稿は、日本理科教育学会第69回全国大会（2019）において口頭発表した内容に加筆・修正を加えたものである。また、本研究はJSPS科研費（課題番号：19K20976および21K13660）の助成を受けたものである。

引用文献

- (1) 文部科学省：「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編」, p.12, 東洋館出版社, 2018.
- (2) 前掲(1), p.17.
- (3) 前掲(1), pp.17-18.
- (4) 前掲(1), pp.13-14.
- (5) 山田貴之・稲田佳彦・岡崎正和・小林辰至：「『関数的な見方・考え方』を働かせた理科授業の改善に関する一考察－数学と理科の教科等横断的な視点から－」, 上越教育大学研究紀要, 第39巻, 第2号, pp.555-575, 上越教育大学, 2020.
- (6) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会第8回理科ワーキンググループ：「『科学的な見方や考え方』と『理科の見方・考え方』についての整理」, 2016. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/siryu/_icsFiles/afieldfile/2016/06/22/1372253_1_2.pdf
- (7) 小林辰至：「探究する資質・能力を育む理科教育」, p.218, 大学教育出版, 2017.
- (8) 小林辰至・永益泰彦：「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－小学校教員志望生の子どもの頃の理科学習に関する実態に基づく仮説設定のための指導方法の開発と評価－」, 科学教育研究, 第30巻, 第3号, pp.185-193, 日本科学教育学会, 2006.
- (9) 金子健治・小林辰至：「The Four Question Strategy (4QS) を用いた仮説設定の指導が素朴概念の転換に与える効果－質量の異なる台車の斜面上の運動の実験を例として－」, 理科教育学研究, 第50巻, 第3号, pp.67-76, 日本理科教育学会, 2010.
- (10) 金子健治・小林辰至：「The Four Question Strategyに基づいた仮説設定の指導がグラフ作成能力の習得に与える効果に関する研究－中学校物理領域『力の大きさとばねの伸び』を例として－」, 理科教育学研究, 第51巻, 第3号, pp.75-83, 日本理科教育学会, 2011.
- (11) 山田貴之・寺田光宏・長谷川敦司・稲田結美・小林辰至：「児童自らに変数の同定と仮説設定を行わせる指導が現象を科学的に説明する能力の育成に与える効果－第6学年『ものの燃え方と空気』を事例として－」, 理科教育学研究, 第55巻, 第2号, pp.219-229, 日本理科教育学会, 2014.
- (12) 山田貴之・栗原純一：「作図を導入した仮説検証型授業が地球の位置と四季の関係を科学的に説明する能力の育成に与える効果－中学校第3学年「地球と宇宙」を事例として－」, 臨床教科教育学会誌, 第17巻, 第2号, pp.111-120, 臨床教科教育学会, 2018.
- (13) 玉木政彦：「小学校理科の観察・実験における事象提示の在り方とその効果に関する研究－科学的な問題解決の過程につなげるために－」, 上越教育大学大学院修士論文, pp.99-102, 2016.
- (14) 前掲(13), pp.105-106.
- (15) 岡田啓吾・稲田結美：「変数が明確な実験における考察の記述指導法の開発－小学校第5学年『ふりこのきまり』の学習を事例として－」, 理科教育学研究, 第58巻, 第3号, pp.221-230, 日本理科教育学会, 2018.
- (16) 前掲(13), pp.99-102.
- (17) 前掲(15), pp.221-230.
- (18) 斎藤紗織：「因果関係の見方・考え方を働かせて問題解決する理科指導法の実践的研究－小学校第3学年理科における仮説設定の指導法とその効果」, 上越教育大学大学院修士論文, p.13, 2016.
- (19) 前掲(15), pp.221-230.

Fostering the Descriptive Ability of Hypotheses and Considerations in Elementary School Science: Worksheets That Adopt the “Cause and Effect” Viewpoint and Mindset

Takayuki YAMADA* · Masahiko TAMAKI** · Yuri KIMURA*** ·
Takayuki MATSUMOTO**** · Yoshiki KIHARA****

ABSTRACT

In this study, we devised worksheets that adopt the “cause and effect” viewpoint and mindset to capture events and examined how they facilitate science students’ ability to describe hypotheses and considerations. We conducted classes and surveys for 63 sixth-grade students in public elementary schools in Niigata prefecture. The experimental group consisted of 31 students in one class who described hypotheses and considerations using worksheets that clearly indicate “cause and effect” components, while the control group was composed of 32 students in one class who used worksheets with only description columns. After an analysis of survey questions and reflections in the worksheets, a significant increase between the pre- and postsurvey was observed in the mean scores of components related to hypotheses and considerations. This indicated that the teaching method implemented in this study was effective in fostering students’ descriptive ability regarding hypotheses and considerations while adopting the “cause and effect” viewpoint and mindset.

* Natural and Living Science **Myoko Municipal Arai Chuo Elementary School

Takasaki Municipal Kaneko Minami Elementary School *Joetsu University of Education (Master’s Program)