

中学校理科における仮説設定の促進を指向した授業実践 ～サイエンス プロセス スキルズの利用と効果～

井殿 加奈子¹, 泉 直志²

¹鳥取大学附属中学校 理科², 鳥取大学地域学部

¹E-mail: iden_kn@tottori-u.ac.jp

IDEN Kanako¹, IZUMI Naoshi² (¹Tottori University Junior High School, ²Faculty of Regional Sciences, Tottori University): **Classroom Practice Oriented Toward Promoting Hypothesis Setting in Lower Secondary School Science Classes: Use and Effectiveness of Science Process Skills**

要旨 - 探究の過程で仮説の設定場面は、その後の探究活動へとつながる重要な過程である。しかし、仮説は意味が多様であったり、生徒のもつ仮説と予想の区別があいまいであると指摘されたり、授業内で十分に指導されているわけではない。また、日本国内で行われている調査においては自然事象に含まれる変数を特定し、それらを関連づけて捉えることに生徒の課題が指摘されている。本研究では、科学的探究を進めるための前段階として、仮説設定を促す指導の手立てとその効果について検討することを目的とする。Learning and Assessing Science Process Skills の手法をもとに仮説設定のスキルトレーニングを行うとともに、観察実験の授業では、変数を特定し仮説を立てさせる。同一の評価課題を用いた調査では、指導前に比べ、変数を特定し仮説を立てることのできる生徒が増加した。しかしながら、探究課題によっては、仮説を立てやすいものと立てにくいものがあると見受けられる。また、独立変数に比べ、従属変数の特定に困難を感じている生徒もおり、引き続き練習が必要であると考えられる。

キーワード 学習指導法, 変数の特定, 仮説設定, 探究の技能

Abstract — The hypothesis-setting phase of the inquiry process is an important process that leads to subsequent inquiry activities. However, it has been pointed out that hypotheses are diverse in meaning, that the distinction between hypotheses and predictions held by students is ambiguous, and that they are not adequately taught in the classroom. It has also been pointed out that identifying variables in natural events and relating them to each other is a challenge. The purpose of this study is to examine the teaching methods and their effectiveness in promoting hypothesis-setting as a preliminary step for advancing scientific inquiry, and to provide training in hypothesis-setting skills based on the Learning and Assessing Science Process Skills methodology. In the observational experiment class, we ask students to identify variables and formulate hypotheses. In an investigation using the same tasks, more students were able to identify variables and formulate hypotheses than before the instruction. However, it appears that some exploratory tasks make it easier to formulate hypotheses while others make it more difficult. In addition, some students had more difficulty identifying the dependent variable than the independent variable, suggesting that continued practice is needed.

Key words — Method of Teaching Learning, Identifying Variables, Hypothesis Setting, Skill of Exploration

1. はじめに

1.1. 問題の所在と研究の目的

『中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説理科編』では、探究の過程を重視し、その過程で働かせる理科における資質・能力の例として「見通しをもち、検証できる仮説を設定する力」があげ

られるなど、科学的な探究が重視されている。この探究の過程で、仮説の設定場面は、その後の実験計画やデータ解釈、考察へとつながる重要な過程である。

しかし、仮説はその意味するところが多様であることが指摘されたり(中村ら, 2018)、生徒の持つ

仮説と予想との区別が曖昧であることが調査されたりするなど(小林ら, 2006), 必ずしも授業の中で十分に指導されているわけではない。

また, 自然事象の説明には, 独立変数が従属変数にどのような影響を与えるか考える必要であるが(Rezba et al., 2007), H30 全国学力・学習状況調査の結果では, 「自然の事物・現象に含まれる要因を抽出して整理し, 条件を制御して実験を計画することに課題がある」とされ, 自然事象に含まれる変数を特定し, それらに関連付けて捉えることが課題であると指摘されている。

そこで, 本研究では, 生徒が科学的探究を進めていくための前段階として, 仮説設定を促す指導の手立てについて, また, その指導の効果について検討することを目的とする。

1.2. 研究の方法

- ① Learning and Assessing Science Process Skills を参考に仮説設定を促す指導の手立てを整理し, 授業において実施する。
- ② 評価課題を実施し, 仮説設定のための課題に対し, その変容について検討を行う。
- ③ 調査時期は, 令和 3 年 10 月から令和 4 年 10 月とし, 調査対象は, 鳥取県内の国立大学附属中学校の令和 3 年度 2 年生, 令和 4 年度 3 年生(同生徒)とする。

2. 授業の構想

2.1. 授業の目標と構想

生徒が科学的探究を進めるための前段階として仮説設定が行えるようになることを目標とする。具体的には, 課題に対して生徒が自ら, 観察実験の計画を立て, 実施し, 考察に活かせるような仮説の設定ができるようになることを目標とする。このために, Learning and Assessing Science Process Skills の手法に沿って, スキルトレーニングを行う。また, 授業で実際に観察, 実験を行うときに, 課題から独立変数と従属変数に着目させ, 仮説の設定を行う。

2.2. 授業の流れ

2.2.1 Learning and Assessing Science Process Skills の手法

Learning and Assessing Science Process Skills の手法に沿って, 理科における仮説について説明

した後, 「変数の特定」, 「仮説を立てる」, 「自分で変数を考え, それに沿って仮説を立てる」の順に練習を行う。このとき, 仮説のフォーマットとして「独立変数が変わると, 従属変数がこう変わるだろう」, または, 「もし独立変数が〇〇ならば, 従属変数は□□になるだろう」としている。授業の開始 10 分から 15 分を利用し, プリント 1~2 枚ずつを目安とし, 数回に分けて取り扱う。進め方は, 最初に個別で考えた後, 班で意見交換を行い, クラス全体で考えを共有する。

2.2.2 実験での活用例—斜面上での物体の運動を例に—

実験課題を「(1) 斜面上を転がる球の速さはどのように変化するだろうか」「(2) 球や斜面の条件が変わると速さの変化はどうなるだろうか」とする。それぞれ仮説を立てる前に独立変数と従属変数を考えさせる。(1) の課題について, 独立変数と従属変数はどのようなものが考えられるか, 個人で考えた後, ペアで意見交換を行い, クラス全体で考えを共有する。その後, 仮説についても同様に確認を行った。(2) の課題については, 変数のみ全体で確認を行う。

3. 授業の実際

3.1. Learning and Assessing Science Process Skills の手法について

仮説について説明する際, 今回の仮説のフォーマットや独立変数や従属変数についての説明を行う。

「変数を特定する」では, 課題に対して, 影響を与える可能性があるもの(独立変数)としてどのようなものが考えられるか, それぞれで

仮説を設定してみよう 練習1 変数を特定する その2

課題 独立変数を考えてみよう。

問1: 物体は液体の中をどれくらいの速さで沈むだろうか?

液体中の物体が沈む速さに影響を与える可能性のある変数を特定すること。

最初に, 物体そのものに関する変数を考え, 次に対象物の環境に関する変数(この問いでは, 液体と容器に関して)を考えます。

1. 液体中を沈んでいくときの速さに影響を与える可能性がある物体に関する変数は何だろうか。

質量, 体積, 表面積, 形, 密度

2. 液体と容器について, どのような点を変化させれば, 液体中の物体の沈む速さに影響を与えるだろうか。

液体について

密度が変わる, 量が変わる, 粘度, 実質, 温度, 深さ

容器について

形が変わる, 深さ, 大きさ, 深さ, 深さ, 深さ

図 1 生徒のワークシート

きるだけ多く変数を考えるよう指示する。図1は、「変数を特定する」課題に対して、生徒が記入したワークシートの例である。

このとき、あとでふり返るときに自分の考えと区別させるため、また、多様な考えを残しておくために、自分で考えた変数以外の事柄は色ペンを使用し記入させた。

「仮説を立てる」では、課題に対して、指定された変数から1つか2つ変数を選び、それぞれの独立変数に対する仮説を立てる練習を行う。図2は、「仮説を立てる」課題に対して、生徒が記入したワークシートの例である。

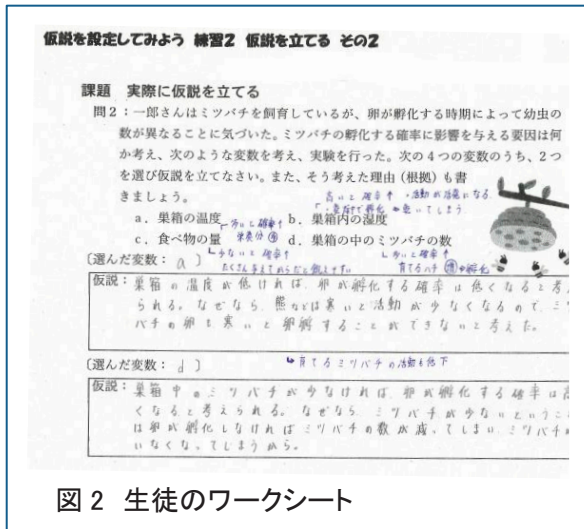


図2 生徒のワークシート

「変数を考え、仮説を立てる」では、課題に対して、自分で独立変数、従属変数、定数について考えた後、仮説を立てる練習を行う。図3は、「変数を考え、仮説を立てる」課題に対して、生徒が記入したワークシートである。

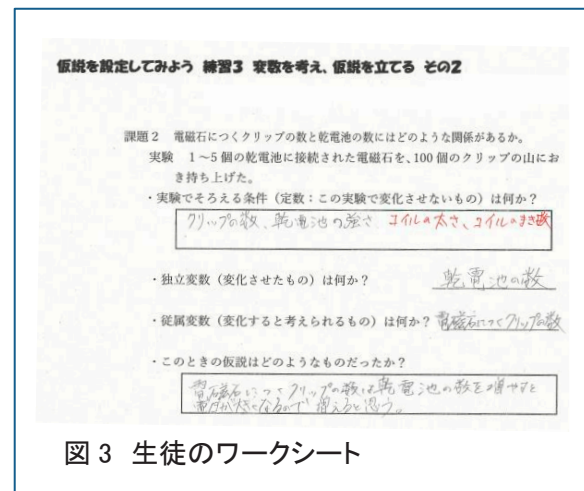


図3 生徒のワークシート

定数に関しては、「変数を考え、仮説を立てる」練習を行う前に説明を行った。自分たちが経験したことある実験や単純な課題では、変数や定数が考えやすいようであった。しかし、課

題が抽象的になったり、実験教研が複雑になったりするなど課題の難易度が上がると、実験を実際に実践するために必要な条件としての定数の数も増え、考えるのに困難を感じた生徒も見受けられた。また、仮説を立てた理由も考えさせた。図4は生徒が変数、定数、仮説とその根拠を記入したワークシートである。

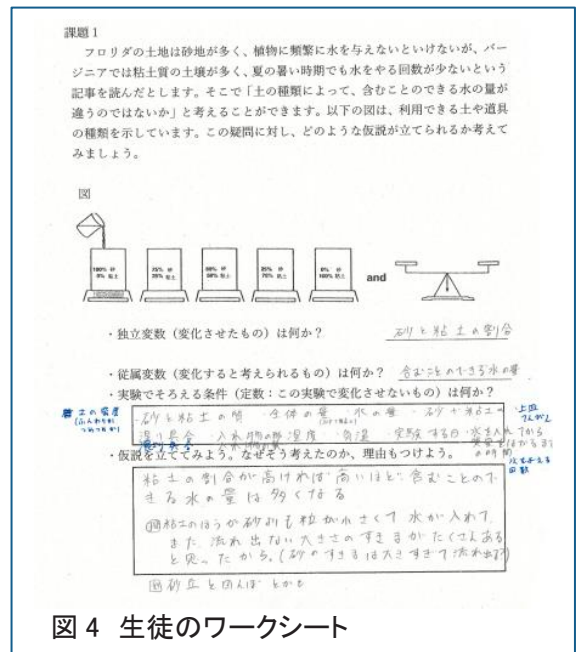


図4 生徒のワークシート

3.2. 実験での活用例—斜面上での物体の運動を例に—

実際に観察実験を行う前に、仮説を立てる。図5は、斜面上での物体の運動について探究活動を行う際に使用したワークシートの仮説設定の部分である。

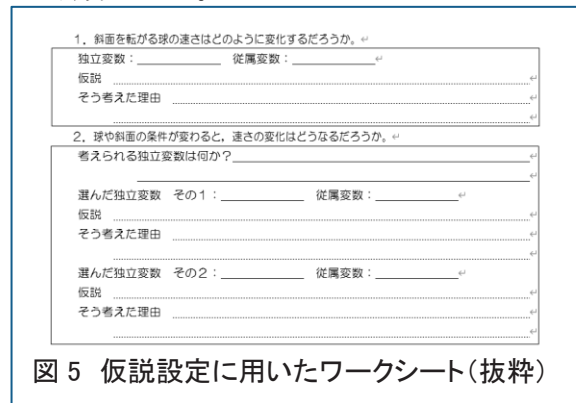


図5 仮説設定に用いたワークシート(抜粋)

実際に生徒が仮説を考える際の手立てとなるよう、独立変数と従属変数を記入する欄をつくった。課題の2に関しては、独立変数が複数考えられるため、まずは、なるべくたくさん独立変数を考えさせたあと、実際に実験を行うときに調べてみたい事柄を選んで仮説を立てさ

せた。

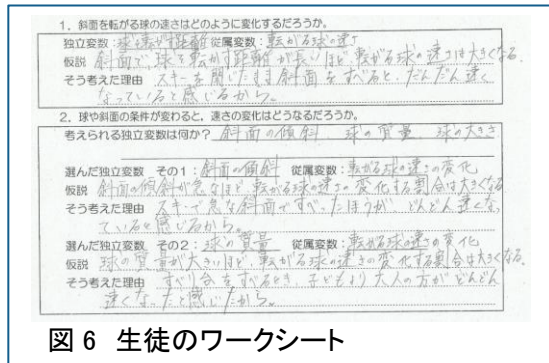


図6 生徒のワークシート

図6のワークシートは、独立変数、従属変数ともに課題に則して考えている生徒のものであり、根拠も経験を例に記入をしている。

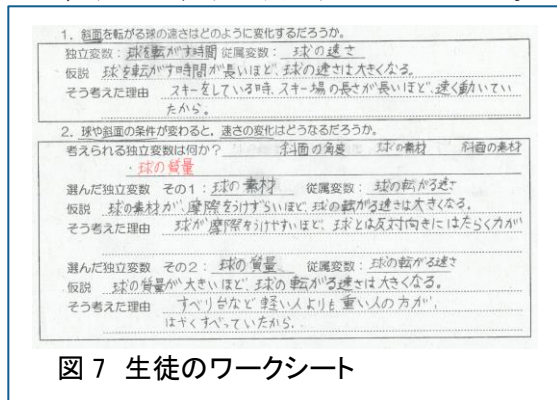


図7 生徒のワークシート

図7のワークシートでは、課題に線を引きながら考えている様子が見られる。1つ目の課題では独立変数を「斜面」と考えていたが、全体での意見の共有を受け、「球を転がす時間」を独立変数にしたと考えられる。また、2つ目の課題では、従属変数にあたる「速さの変化」に下線を引いているが、下の枠では「球の転がる速さ」を従属変数としている。これは、1つ目の課題の仮説を確認したことにより、感化されてしまったためだと考えられる。

実際の観察実験において、仮説設定を行ったが、似た課題が続く際、従属変数を2つとも同じにする生徒が多く見られた。課題に対してどのような変化をもとに考察をしていくのか、仮説設定とその後の探究活動がそれぞれ別の活動として捉えていると考えられる。

4. 調査課題について 結果と考察

仮説設定を促す指導を行う前とその後それぞれ同一の課題を課すことにより、指導法の効果について比較し、検討を行った。調査課題は、「生のキウイフルーツを使うとゼラチンが固まらないのに、キウイフルーツジャムを使うとゼラチンが固まりゼリーを作ることができるの

はなぜだろう。」とした。生徒の記述を以下の6点に着目し、指導を行う前とその後の変容を検討した。

- 1 仮説が書けていない。
- 2 予想のみの記述がある。
- 3 独立変数のみ記述がある。
- 4 従属変数のみ記述がある。
- 5 仮説としての記述がある。
- 6 仮説としての記述があり、それに対する根拠がある。

結果は以下のとおりである(表1)。

表1 生徒の記述における変容(人数)

	2年時(人)	3年時(人)
1	0	0
2	10	3
3	85	49
4	5	3
5	27	49
6	8	24

このうち、1の無記入、問いに対する記述ではない生徒はどちらも0人なので、2から6の項目について χ^2 検定を行った。結果は以下のとおりである(表2)。残差分析の結果、授業実施後の「5 仮説としての記述がある」「6 仮説としての記述があり、それに対する根拠がある」の記述が増加することが示された。

表2 生徒の記述における変容(χ^2 検定)

	2年時(人)	3年時(人)
2	10 ⁺	3 ⁺
3	85 ^{**}	49 ^{**}
4	5	3
5	27 ^{**}	49 ^{**}
6	8 ^{**}	24 ^{**}

⁺p<.10 ^{*}p<.05 ^{**}p<.01

$\chi^2(4) = 28.143$

仮説を書く練習をする前は、独立変数は明記していても、従属変数がない生徒が多く見られた。練習を重ねたり、探究学習の際、変数を意識して仮説を書くことを続けたりすることで、独立変数と従属変数とを関連づけて仮説を記述する生徒が増加した。これは、練習を行う前は変数について意識していないため、実験をする際に結果に関係しそうな要因は考えられていても、その要因が結果にどのような影響を及ぼすのかについてまでは、意識が向いていなか

ったためと考えられる。つまり、実際に変数という言葉の意味や、観察、実験に際して変数を特定し仮説を立てることの意義を知り、実施に自分で変数を考え、それに沿って仮説を立てる練習を重ねることで、徐々に仮説を立てることができる生徒が増加していったと考えられる。しかしながら、指導後も従属変数について記述していない生徒が一定数存在している。スキルトレーニングの「変数の特定」の練習を行う際、独立変数を考える練習が中心となり、これに対して従属変数の特定はその後の「独立変数を考えた後、仮説を立てる」で数回練習したのみであり、観察実験の際、どこに着目するのが良いのか、見つけることに困難を感じていると考えられる。このことから、仮説設定は生徒にとって容易なことではなく、スキルトレーニングが必要であると考えられる。

5. おわりに

仮説を書く練習をする前は、課題に対してどのように仮説を立てればよいか分からず、思い浮かんだことをそのまま記述している生徒が多く見られたが、練習や実際の観察実験を行い仮説を立てることを重ねることで、仮説を立てる必要性やどのように書けば良いかについての理解が進み、適切な仮説設定ができるようになってきている。しかし、課題によっては困難がある様子がみられたが、今回の評価の枠組みでは、そこまでの指摘は出来ない。そのため、タイプの異なる評価課題を複数準備し、生徒の解答の傾向を把握し、その結果に応じて、指導の手立てを講じることが今後の課題である。また、独立変数の変化に伴って、従属変数が変わるタイプの課題でも、「速さはどのように変化するだろうか」考えた後に「速さの変化はどうなるだろうか」と同じような課題でも従属変数が変わってくる場合に、従属変数の特定が前のものに影響を受け、知りたいことへの変化ではないところに着目をする生徒が多く見受けられた。それぞれの課題に対して、何が知りたいことなのか、また、それはどのような変化が現れたときに考えることができるのかについて着目させて思考させる必要があると考えた。そのためにも、引き続き、様々なタイプの観察実験を通して、仮説を立てる練習を置こう必要が

あると考える。

仮説設定が適切に行えるようになると、観察実験の計画も立てやすくなると考え、実際に計画を立てる授業を行って見たが、検証可能な計画を立てることは生徒にとって難しいようであった。このため、観察実験の計画を立てるためのスキルトレーニングを行ったり、計画を立てて実際に実験を行った際に、その振り返りを行い良かった点と課題点を考えさせたりするなどの振り返りを行う必要があると考える。今後、実験計画だけでなく、観察実験などの実習や結果のまとめ、考察などの探究活動において、仮説の設定ができるようになったときに、どのような影響があるかについて、調査していきたいと考えている。また、生徒自身にも仮説設定と、その後の探究学習との関連を考えさせ、活動のようすを振り返らせることで、仮説設定の必要性を感じられるような取り組みを行いたいと考える。

付記

本論文は、日本理科教育学会第71回中国支部大会において発表したものに、加筆・修正を加えたものである。

参考・引用文献

- 国立教育政策研究所(2018)『平成30年度全国学力・学習状況調査報告書(中学校理科)』,
小林和雄, 大高泉(2006)「中学校理科における仮説設定能力の育成に関する研究」『日本科学教育学会年会論文集 30』, pp.423-424,
文部科学省(2017)『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 理科編』, 学校図書
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
Rezba, R. J., Sprague, C. R., McDonnough, J. T. & Matkins, J. J. (2007). *Learning and Assessing Science Process Skills* (5th Edition). Kendall Hunt Publishing Company, 255-279