

# 中学校理科教科書に見られる仮説設定 —島根県松江市で採択された教科書を例として—

原田 奈央\*・栢野 彰秀\*\*

Nao HARADA・Akihide KAYANO

Setting Up a Hypothesis in Middle School Science Textbooks  
— The Textbook Adopted by Matsue City as an Example —

## ABSTRACT

中学校理科教科書における各節の学習課題より後、観察・実験より前の探究の過程の段階に記載された「課題に対する自分の考えは？」或いは「仮説」と記載されている場面を仮説の設定場面として抽出した。さらに、この段階における教科書に記載された文章や絵・写真、吹き出しを対象として、教員の判断で仮説が設定可能な節も抽出した。その結果、各学年各領域において2～4、多い領域では7つの節で仮説設定を促す教科書の構成となっていた。

基本的には教科書に記載された仮説設定の内容と方法で生徒に仮説を考えさせる。だが、教科書では仮説を設定させるようにはなっていないが、教員の判断で仮説を考えさせてもよい節もある。その一方、教科書には仮説設定場面が記載されているが、理科の見方・考え方を捉えさせる点を重視した方が良い時期や必ずしも教科書に記載されたとおりの仮説設定が期待できない難しい節もある。採択された教科書の意図を慎重に読み取りながら、教員の判断で取捨選択して中学校3年間を通して生徒に仮説設定の力を啓培することが必要であるという結論が得られた。

【キーワード：中学校，理科，教科書，仮説設定】

### 1. 問題の所在と本研究の目的

本稿は堀田，栢野（2022）の続報と位置づけられる<sup>1)</sup>。2017年に告示された中学校学習指導要領（理科）でも、探究の過程を通じた学習活動が重視された。探究の過程は「自然事象に対する気付き」→「課題の設定」→「仮説の設定」→「検証計画の立案」→「観察・実験の実施」→「結果の処理」→「考察・推論」→「表現・伝達」という8つの過程で示されている<sup>2)</sup>。

上述した探究の過程のうち「仮説の設定」と「検証計画の立案」について、山口，田中，小林（2015）により「近年、児童・生徒が観察・実験の計画を考察することに課題のあることが指摘されている。しかし、この課題は観察・実験の計画そのものにあるのではなく、それに先立つ観察・実験に見通しを持たせる段階、つまり仮説の設定に関わる指導に根本的な原因がある。」と指摘されている<sup>3)</sup>。探究の過程における仮説設定の指導の重要性がいえる。

2017年に告示された中学校学習指導要領は、2021年度から完全実施に移された。2021年度から中学校で使用されている理科教科書は、探究の過程を経るよう構成され、学習指導要領の趣旨を達成するよう編纂されている。現在中学校で採択されている教科書において、「仮説の設定」はどのように取り扱われているのであろうか。この点に対する疑問を明らかにしたいと考えたのが、筆者らが本研究に取り組んだ問題意識である。

そこで本研究では、中学校理科教科書に見られる仮説

の設定場面を抽出した後、仮説設定指導の際の留意点に検討を加えることを目的とした。

### 2. 本研究で用いる用語の整理

堀田，栢野（2022）の先行研究では、「仮説」と「予想」及び、「説明仮説」と「作業仮説」を次のように整理している。以下に再掲する。

#### （1）「仮説」と「予想」

中村，雲財，松浦（2018）は、理科の問題解決における仮説設定の研究動向についてまとめ、多くの研究において「仮説」と「予想」は明確に区別されているが、それらの定義は研究者によって様々であることを報告している<sup>4)</sup>。中村，雲財，松浦（2018）は、「仮説」を「生活経験や既習事項を踏まえた根拠を伴った説」、「予想」は「直感や思いつきなどの根拠を伴わない説」と説明している。

実際には、中学校理科教科書において「仮説」は、教科書出版社5社の教科書のうち3社は「課題に対する考え」、1社は「課題に対する結果の予想」、1社は「予想や仮説」という文脈で用いられている<sup>5)</sup>。小学校理科教科書を出版する主要5社全ての教科書において「仮説」は用いられていない<sup>6)</sup>。「予想」が用いられている。5社ともおおまかに「問題に対する答えを予想（後述する説明仮説）」、または「観察・実験の結果を予想（後述する作業仮説）」という文脈で用いられている。すなわち、

\* 島根大学大学院教育学研究科教育実践開発専攻

\*\* 島根大学学術研究院教育学系

2022年10月28日受付

2023年1月24日受理

理科教育学界と小・中学校の教科書では「仮説」と「予想」という言葉は、必ずしも同じ文脈で捉えられていないことが分かる。

(2) 「説明仮説」と「作業仮説」

山口, 田中, 小林 (2015) の先行研究では、「説明仮説」と「作業仮説」を表1のように捉えている<sup>3)</sup>。

表1 説明仮説と作業仮説のとらえ

|  |
|--|
| 説明仮説   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・自然の事物・現象や児童の前で起きている事物・現象についての説明。</li> <li>・児童の前で起きている事物・現象に関係する変数を抽出する説明。</li> </ul>                                       |
| 作業仮説   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・児童が意図的に操作する方法や結果を考える説明。</li> <li>・観察・実験と関連が深く、抽出した変数を実験可能なものに変換する場面の説明</li> <li>・「作業仮説」は「説明仮説」を真として演繹的に考えられた説明。</li> </ul> |

説明仮説は「○○は△△だろう。なぜなら、◇◇だから。」等の構文となる。作業仮説は「☆☆すれば、××は□□になるだろう。」等となる。

3. 仮説設定場面の中学校理科教科書からの抽出

(1) 抽出対象となる教科書

仮説の設定場面を抽出する教科書は、鳥根県松江市で採択された東京書籍版理科教科書『探究する新しい科学1～3』（2021）（以降、教科書と略す）である。

(2) 教科書に記載された「探究の流れ」

『中学校学習指導要領解説理科編』（2018）（以降、解説理科編と表記する。）には、探究の過程の8つの段階と「見通しと振り返りの例」が図示されている<sup>7)</sup>。教科書には、解説理科編に図示された探究の過程と「見通しと振り返りの例」に基づいて、それらを子どもの行動目標に変更した形で「探究の流れ」として、表2のような記述でその意味内容とともに示されている<sup>8)</sup>。

表2より、教科書では解説理科編に図示された8つの探究の過程の各段階が細分されて、「探究の流れ」として具体的に生徒が身に付ける資質・能力と合わせて記述されていることが分かる。

表2 教科書に記載された「探究の流れ」

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>問題発見</b>          | レッツスタート<br>好奇心を持って、身のまわりを見てみよう。  |
| <b>?</b> 課題          | 知りたい疑問を探究の課題としよう。課題を解決するために、どのような情報が必要か考えよう。                               |
| <b>仮説</b>            | 課題に対する自分の考えは？<br>課題を解決するために、仮説（課題に対する自分の考え）を立て、探究の見通しを持とう。                 |
| <b>構想</b>            | 調べ方を考えよう<br>仮説をもとに、どのような観察や実験を行うか、調べ方を考えよう。                                |
| <b>観察</b> <b>実験</b>  | 計画した観察や実験を行ってみよう。その時の条件やとちゅうで気づいたことも記録しよう。                                 |
| <b>結果の見方／考察のポイント</b> |  |
| <b>分析解釈</b>          | 考察しよう  |
| <b>検討改善</b>          | 解決方法を考えよう<br>結果を表やグラフなどにまとめよう。結果と自分の仮説を比べ、課題に対してどのようなことがわかったか、考察しよう。       |
| <b>!</b>             | 課題に対する結論を表現しよう<br>考察したことを下に、課題に対する結論をまとめよう。また、他の人の書いたものと比べて、自分の考えを広げ、深めよう。 |
| <b>ふり返り</b>          | 探究をふりかえろう  |
| <b>活用</b>            | 学びをいかして考えよう<br>これまでにわかったことをもとに、どのようなことが考えられるだろうか。似たようなほかの現象を説明できるか考えよう。    |

(3) 仮説設定場面の抽出方法

表2を見ると分かるように、教科書における「探究の流れ」では、生徒に学習課題を捉えさせた後かつ観察・実験の前に、仮説の設定と検証計画の立案を行わせる流れになっている。そこで生徒に課題（**?**課題）を捉えさせた後から観察・実験（**観察** **実験**）前までの教科書の記載事項、すなわち「探究の流れ」の段階のうち、「**仮説**課題に対する自分の考えは？」及び「**構想**調べ方を考えよう」という2つの段階に相当する教科書の節の該当箇所に「課題に対する自分の考えは？」或いは「**仮説**」等と記載され、仮説の設定を促している箇所を仮説設定場面として抽出した。さらに、該当箇所の文章や絵・写真、吹き出しを対象にして、表1に基づいて教員の判断で説明仮説または作業仮説が設定可能な場面を仮説設定の可能な場面として抽出した。

4. 各学年各節に見られる仮説の設定場面及び教員の判断で仮説設定が可能な場面の抽出結果

表3には第1学年、表4には第2学年、表5には第3学年の結果が示されている。

表3 第1学年各節における仮説の有無と種類

| 連番 | 領域 | 学期 | 節                | 仮説の有無と種類 |
|----|----|----|------------------|----------|
| 1  | 生  | 1  | 身近な生物の観察         | —        |
| 2  | 生  | 1  | 生物の特徴と分類         | —        |
| 3  | 生  | 1  | 身近な植物の分類         | —        |
| 4  | 生  | 1  | 果実をつくる花のつくり      | —        |
| 5  | 生  | 1  | 裸子植物と被子植物        | —        |
| 6  | 生  | 1  | 花をさかせず種子をつくらぬ植物  | 説        |
| 7  | 生  | 1  | さまざまな植物の分類       | —        |
| 8  | 生  | 1  | 身近な動物の分類         | —        |
| 9  | 生  | 1  | セキツイ動物           | —        |
| 10 | 生  | 1  | 無セキツイ動物          | 説        |
| 11 | 生  | 1  | 動物の分類表の作成        | —        |
| 12 | 粒  | 1  | 物の調べ方            | 作        |
| 13 | 粒  | 1  | 金属と非金属           | —        |
| 14 | 粒  | 1  | さまざまな金属の見分け方     | —        |
| 15 | 粒  | 1  | 白い粉末の見分け方        | 作        |
| 16 | 粒  | 1  | 身のまわりの気体の性質      | —        |
| 17 | 粒  | 1  | 気体の性質と集め方        | —        |
| 18 | 粒  | 2  | 物質が水にとけるようす      | 説        |
| 19 | 粒  | 2  | 溶解度と再結晶          | 説+作      |
| 20 | 粒  | 2  | 物質の状態変化          | —        |
| 21 | 粒  | 2  | 物質の状態変化と体積・質量の変化 | 説+作      |
| 22 | 粒  | 2  | 状態変化が起こるときの温度と蒸留 | 説+作      |
| 23 | エ  | 2  | 物の見え方            | —        |
| 24 | エ  | 2  | 光の反射             | 説+作      |
| 25 | エ  | 2  | 光の屈折             | 説+作      |
| 26 | エ  | 2  | レンズのはたらき         | 説        |
| 27 | エ  | 2  | 音の伝わり方           | 作        |
| 28 | エ  | 2  | 音の性質             | —        |
| 29 | エ  | 2  | 日常生活の中のカ         | —        |
| 30 | エ  | 2  | カのはかり方           | 作        |
| 31 | エ  | 2  | カの表し方            | —        |
| 32 | エ  | 2  | カのつり合い           | —        |
| 33 | 地  | 3  | 火山の姿からわかること      | 説        |
| 34 | 地  | 3  | 火山がうみ出す物         | 説        |
| 35 | 地  | 3  | 火山の活動と火成岩        | —        |
| 36 | 地  | 3  | 火山とともにくらす        | —        |
| 37 | 地  | 3  | 地震のゆれの伝わり方       | —        |
| 38 | 地  | 3  | 地震が起こるところ        | —        |
| 39 | 地  | 3  | 地震に備えるために        | —        |
| 40 | 地  | 3  | 地層のつくりとはたらき      | —        |
| 41 | 地  | 3  | 堆積岩              | —        |
| 42 | 地  | 3  | 地層や化石からわかること     | 説        |
| 43 | 地  | 3  | 大地の変動            | —        |
| 44 | 地  | 3  | 身近な大地の歴史         | —        |

表4 第2学年各節における仮説の有無と種類

| 連番 | 領域 | 学期 | 節                  | 仮説の有無と種類 |
|----|----|----|--------------------|----------|
| 45 | 粒  | 1  | ホットケーキの秘密          | —        |
| 46 | 粒  | 1  | 水の分解               | —        |
| 47 | 粒  | 1  | 物質をつくっているもの        | —        |
| 48 | 粒  | 1  | 分子と化学式             | —        |
| 49 | 粒  | 1  | 単体と化合物・物質の分類       | —        |
| 50 | 粒  | 1  | 異なる物質の結びつき         | 説        |
| 51 | 粒  | 1  | 化学変化を化学式で表す        | —        |
| 52 | 粒  | 1  | 物が燃える変化            | 作        |
| 53 | 粒  | 1  | 酸化物から酸素をとる化学変化     | 作        |
| 54 | 粒  | 1  | 化学変化と質量の変化         | 説        |
| 55 | 粒  | 1  | 物質と物質が結びつくときの物質の割合 | 説+作      |
| 56 | 粒  | 1  | 化学変化と熱             | 説        |
| 57 | 生  | 1  | 水中の小さな生物           | —        |
| 58 | 生  | 1  | 植物の細胞              | —        |
| 59 | 生  | 1  | 動物の細胞              | —        |
| 60 | 生  | 1  | 生物のからだと細胞          | —        |
| 61 | 生  | 1  | 葉と光合成              | 説        |
| 62 | 生  | 1  | 光合成に必要なもの          | 説+作      |
| 63 | 生  | 1  | 植物と呼吸              | —        |
| 64 | 生  | 2  | 植物と水               | 説、説      |
| 65 | 生  | 2  | 水の通り道              | 説+作      |
| 66 | 生  | 2  | 消化のしくみ             | 作        |
| 67 | 生  | 2  | 吸収のしくみ             | —        |
| 68 | 生  | 2  | 呼吸のはたらき            | —        |
| 69 | 生  | 2  | 血液のはたらき            | —        |
| 70 | 生  | 2  | 排出のしくみ             | —        |
| 71 | 生  | 2  | 刺激と反応              | —        |
| 72 | 生  | 2  | 神経のはたらき            | —        |
| 73 | 生  | 2  | 骨と筋肉のはたらき          | —        |
| 74 | 地  | 2  | 気象の観測              | —        |
| 75 | 地  | 2  | 大気圧と圧力             | —        |
| 76 | 地  | 2  | 気圧と風               | 説        |
| 77 | 地  | 2  | 水蒸気の変化と湿度          | 説        |
| 78 | 地  | 2  | 雲のでき方              | 説        |
| 79 | 地  | 2  | 気団と前線              | 説        |
| 80 | 地  | 2  | 大気の動きと天気の変化        | —        |
| 81 | 地  | 2  | 日本の天気と季節風          | —        |
| 82 | 地  | 2  | 日本の天気の特徴           | —        |
| 83 | 地  | 2  | 天気の変化の予測           | 作        |
| 84 | 地  | 2  | 気象現象がもたらす恵みと災害     | —        |
| 85 | エ  | 3  | 静電気と放電             | 説        |
| 86 | エ  | 3  | 電流の正体              | 説        |
| 87 | エ  | 3  | 放射線の性質と利用          | —        |
| 88 | エ  | 3  | 電気の利用              | 説        |
| 89 | エ  | 3  | 回路に流れる電流           | 説+作      |
| 90 | エ  | 3  | 回路に加わる電圧           | —        |
| 91 | エ  | 3  | 電圧と電流と抵抗           | 説+作      |
| 92 | エ  | 3  | 電気エネルギー            | —        |
| 93 | エ  | 3  | 電流がつくる磁界           | 説        |
| 94 | エ  | 3  | モーターのしくみ           | 説        |
| 95 | エ  | 3  | 発電機のしくみ            | 作        |
| 96 | エ  | 3  | 直流と交流              | —        |

表5 第3学年各節における仮説の有無と種類

| 連番  | 領域 | 学期 | 節                       | 仮説の有無と種類 |
|-----|----|----|-------------------------|----------|
| 97  | 粒  | 1  | 水溶液と電流                  | —        |
| 98  | 粒  | 1  | 電解質の水溶液の中で起こる変化         | 作        |
| 99  | 粒  | 1  | イオンと原子のなり立ち             | —        |
| 100 | 粒  | 1  | 酸性やアルカリ性の水溶液の性質         | —        |
| 101 | 粒  | 1  | 酸性、アルカリ性の正体             | 説        |
| 102 | 粒  | 1  | 酸とアルカリを混ぜ合わせたときの変化      | —        |
| 103 | 粒  | 1  | 電解質の水溶液の中の金属板と電流        | 説        |
| 104 | 粒  | 1  | 金属イオンへのなりやすさのちがいと電池のしくみ | —        |
| 105 | 粒  | 1  | ダニエル電池                  | —        |
| 106 | 粒  | 1  | 身のまわりの電池                | —        |
| 107 | 生  | 1  | 生物の成長と細胞の変化             | —        |
| 108 | 生  | 1  | 無性生殖                    | —        |
| 109 | 生  | 1  | 有性生殖                    | —        |
| 110 | 生  | 1  | 染色体の受けつがれ方              | —        |
| 111 | 生  | 1  | 遺伝の規則性                  | —        |
| 112 | 生  | 1  | 遺伝子の本体                  | —        |
| 113 | 生  | 1  | 遺伝子やDNAに関する研究成果の活用      | —        |
| 114 | 生  | 2  | 生物の歴史                   | —        |
| 115 | 生  | 2  | 水中から陸上へ                 | —        |
| 116 | 生  | 2  | さまざまな進化の証拠              | —        |
| 117 | 生  | 2  | 進化と多様性                  | —        |
| 118 | エ  | 2  | 物体の運動の記録                | —        |
| 119 | エ  | 2  | 物体の運動の速さの変化             | —        |
| 120 | エ  | 2  | だんだん速くなる運動              | 説        |
| 121 | エ  | 2  | だんだんおそくなる運動             | —        |
| 122 | エ  | 2  | 力の合成と分解                 | 作        |
| 123 | エ  | 2  | 慣性の法則                   | —        |
| 124 | エ  | 2  | 作用・反作用の法則               | —        |
| 125 | エ  | 2  | 水中ではたらく力                | —        |
| 126 | エ  | 2  | さまざまなエネルギー              | —        |
| 127 | エ  | 2  | 力学的エネルギー                | 説        |
| 128 | エ  | 2  | 仕事と力学的エネルギー             | 作        |
| 129 | エ  | 2  | 仕事の原理と仕事率               | 説        |
| 130 | エ  | 2  | エネルギーの変換と保存             | —        |
| 131 | 地  | 2  | 太陽                      | —        |
| 132 | 地  | 2  | 太陽の1日の動き                | —        |
| 133 | 地  | 2  | 地球の自転と方位、時刻             | 説        |
| 134 | 地  | 2  | 星の1日の動き                 | 説        |
| 135 | 地  | 2  | 天体の1年の動き                | 説+作      |
| 136 | 地  | 2  | 地軸の傾きと季節の変化             | —        |
| 137 | 地  | 2  | 月の満ち欠け                  | —        |
| 138 | 地  | 2  | 日食と月食                   | —        |
| 139 | 地  | 2  | 金星の見え方                  | —        |
| 140 | 地  | 3  | 太陽系の天体                  | —        |
| 141 | 地  | 3  | 宇宙の広がり                  | —        |

表3を用いて表3～5の見方を説明する。教科書では、第1学年生命領域には「いろいろな生物とその共通点」という大単元名が付けられている。この大単元は「生物の観察と分類のしかた」等3つの小単元に分けられている。3つの小単元はそれぞれいくつかの節にさらに細分されている。表3に「節」と書き込まれた欄の下に記されているのが各節の名称である。「連番」は、第1学年から第3学年を通した全ての節の連番である。「領域」は、各節が「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」のどの領域に含まれているか示されている。「エネルギー」領域であれば明朝体で「エ」と示されている。同様に「粒子」領域であればゴシック体、「生命」領域は教科書体、「地球」領域は斜体で示されている。「学期」は、その節を何学期に学習するかが示されている。「1」であれば1学期、「2」は2学期、「3」は3学期に学習する節となる。すなわち、連番の順番に生徒は各学期に各節の学習を行うことになる。各学期の区別が分かりやすいように、各学期の境目は太線で示した。

「仮説の有無と種類」の欄に示された、「—」印は該当の節に仮説の設定場面が設けられていない、または教師の判断で仮説設定が可能な場面がないことを示す。「説」または「作」または「説+作」と示されていれば、該当の節に仮説の設定場面または教員の判断で仮説設定が可能な場面があることを示す。**〔太字文字圏で「説」または「作」または「説+作」と示されていれば、該当の節に仮説の設定場面が教科書に示されている。太字文字圏がなされていない場合、教員の判断で仮説設定が可能な場面であることを示す。**

## 5. 仮説設定場面の実際

表3～5には、仮説の設定場面が教科書に示されている節（**〔文字圏が付してある〕**と教員の判断で仮説設定が可能な場面がある節（文字圏が付してない）が示されている。以下に各学年各学期毎にそれらの具体を示す。

### (1) 第1学年

#### ① 第1学期

表3を見ると、第1学期には第2分野「生命」領域に続き第1分野「粒子」領域の半数程度の節が配当されている。すなわち、中学校へ入った最初の理科の時間は「生命」領域の学習となる。

連番6「花をさかせず種子をつくらぬ植物」において、中学校で初めて仮説を考えさせる教科書のつくりになっている。具体的には、生徒に課題（種子をつくらぬ植物の体のつくりとふえ方には、どのようなとくちよがあるだろうか。）を捉えさせた後、花を咲かせない植物と種子植物の体のつくりを比較し、共通点や相違点をもとに課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番10「無セキツイ動物」では、生徒に課題（無セキツイ動物は、からだにどのような特徴があり、どのように分類できるだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番12以降の節は第1分野「粒子」領域となる。

連番12「物の調べ方」では、生徒に課題（物体が何という物質でできているかを見分けるには、どのような方法があるだろうか。）を捉えさせた後、物質を見分ける方法について作業仮説を考えさせる流れとなっている。

連番15「白い粉末の見分け方」では、生徒に課題（見ただけでは見分けにくい粉末状の物質の種類を知るには、どのようにしたらよいだろうか。）を捉えさせた後、白砂糖、デンプン、食塩、グラニュー糖を見分ける方法について「加熱すれば白砂糖だけがとけて見分けることができるはずだ。」のような作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。

## ② 第2学期

第2学期には、第1分野「粒子」領域の残された節に続き、第1分野「エネルギー」領域の節が配当されている。

連番18「物質が水にとけるようす」では、生徒に課題（物質が水にとけるとは、どのようになることだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番19「溶解度と再結晶」では、生徒に課題（水にとけている溶質をとり出すため、水を蒸発させる以外にどのような方法があるのだろうか。）を捉えさせた後、ミョウバンや食塩の粒がついた飾りの作り方を考え、「物質によって水にとける量が決まっているのではないか。」という説明仮説と小学校第5学年の既習事項をもとに「水の温度をだんだん低くしていくと、溶質が結晶となって出てくるのではないか。」等の作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。この節で仮説を考えさせるのであれば、説明仮説と作業仮説を併せて考えさせる初めての節といえる。

連番21「物質の状態変化と体積・質量の変化」では、生徒に課題（物質が状態変化するとき、体積や質量はどうなるだろうか。）を捉えさせた後、エタノールの状態変化の観察をもとに「物質が状態変化するとき、質量は…になるだろう。」という課題に対する考え（説明仮説）を持ち、「ロウを冷やしたら体積は小さくなり、温めたら体積は大きくなる。」等の後の実験に関連する作業仮説を考えさせる流れとなっている。教科書ではこの節で初めて「仮説・課題に対する自分の考えは？」と表記された。

連番22「状態変化が起こるときの温度と蒸留」では、生徒に課題（液体どうしが混じり合った混合物を分けるには、どのようにすればよいだろうか。）を捉えさせた後、「混合物には2つの沸点がある。」等の説明仮説をもとに、「混合物には2つの沸点があるなら、水とエタノールの混合物を加熱したときに80℃で沸騰したときに出る気体はエタノールと考えられる。」等の作業仮説を考えさせる流れとなっている。

これ以降、第1分野「エネルギー」領域の節となる。

連番24「光の反射」では、生徒に課題（光が鏡などの

物体で反射するとき、光はどのように進むだろうか。）を捉えさせた後、課題に対して考えた説明仮説をもとに、鏡で反射した光の道筋を調べる方法と考えられる実験結果（作業仮説）を考えさせる流れになっている。

連番25「光の屈折」では、生徒に課題（光が透明な物体を通りぬけるときの、光はどのように進むだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説とそれが真であるとしたときの作業仮説を考えさせる流れになっている。

連番26「レンズのはたらき」では、生徒に課題（凸レンズによる像のでき方には、どのような決まりがあるだろうか。）を捉えさせた後、光の進み方に着目して凸レンズの像のでき方について変数関係や法則、現象が生じる理由についての説明仮説を考えさせる流れになっている。

連番27「音の伝わり方」では、生徒に課題（振動している物体から出ている音は、どのように伝わるのだろうか。）を捉えさせた後、同じ音の高さが出る2つのおんさを並べて、片方をたたくともう一方はどうなるか、考えられる実験結果（作業仮説）を考えさせる授業展開も可能である。

連番30「力のはかり方」では、生徒に課題（ばねを引く力とばねののびには、どのような関係があるだろうか。）を捉えさせた後、ばねを引く力（独立変数）とばねののび（従属変数）を考え、ばねをどう操作すればよいかを考えて、「ばねを引く力を大きくするばねののびも大きくなると考えられる。」という作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。

## ③ 第3学期

第3学期には、第2分野「地球」領域の節が配当されている。

連番33「火山の姿からわかること」では、生徒に課題（マグマの性質と火山の形にはどんな関係があるだろうか。）を捉えさせた後、どうして火山の形が異なるのか、マグマの性質と関連づけて説明仮説を考えさせる流れになっている。

連番34「火山がうみ出す物」では、生徒に課題（火山灰は、どのようなものでできているのだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れになっている。

連番42「地層や化石からわかること」では、生徒に課題（地層や化石から、どのようなことがわかるだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説を考えさせる授業展開も可能である。

## (2) 第2学年

### ① 第1学期

表4を見ると、第1学期には第1分野「粒子」領域と第2分野「生命」領域の半数程度の節が配当されている。

連番50「異なる物質の結びつき」では、生徒に課題（物質と物質とが結びつく化学変化とは、どのような変化だろうか。）を捉えさせた後、説明仮説を考えさせる

箇所が2つ設定される流れになっている。一つは、水素と酸素が結びつくようすをモデルで考えさせた後、異なる物質が結びついたとき、できた物質の性質はどうなるか考えさせる場面である。今一つは、その後の実験と関連させるために鉄とイオウの化合に限定して、それらが結びつくときにどのような性質の物質ができるか考えさせる場面である。

連番52「物が燃える変化」では、生徒に課題（物質が燃えるとき、どのような変化が起こっているだろうか。）を捉えさせた後、鉄を燃やしたときに起こる変化について、ある点に着目したときの調べる方法とその時の結果（作業仮説）を考えさせる授業展開も可能である。

連番53「酸化物から酸素をとる化学変化」でも、生徒に課題（金属の酸化物から酸素を取って、金属のみにするには、どうすればよいだろうか。）を捉えさせた後、酸化銅から銅を取り出すにはどうしたらよいか考え（作業仮説）させる授業展開も可能である。

連番54「化学変化と質量の変化」では、生徒に課題（化学変化が起こる前と後では、物質全体の質量はどうなるだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説を既習事項である原子・分子のモデルを使って考えさせる流れになっている。

連番55「物質と物質が結びつくときの物質の割合」では、生徒に課題（2種類の物質が結びつくとき、それぞれの物質の質量にはどのような関係があるのだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説「決まった質量の金属と結びつく酸素の質量には限りがない。」等に続いて、「金属を加熱し続けると、物質の質量は重くなり続けると考えられる。」等の作業仮説を立てさせる授業展開も可能である。

連番56「化学変化と熱」では、生徒に課題（どのような化学変化でも、外部に熱を放出するだろうか。）を捉えさせた後、「外部に熱を放出するだろうか」という課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

これ以降、第2分野「生命」領域の節となる。

連番61「葉と光合成」では、生徒に課題（光合成は葉の細胞の中のどこで行われているのだろうか。）を捉えさせた後、小学校第5,6学年における既習事項に加え、問題発見段階における情報である葉の緑色の部分だけヨウ素デンプン反応が行われることをもとに、葉の細胞のどの部分で光合成が行われるか、説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番62「光合成に必要なもの」では、生徒に課題（光合成でデンプンがつけられるときに、何が材料になるのだろうか。）を捉えさせた後、「光合成でデンプンが作られるときに二酸化炭素が材料になっている。」という説明仮説が真であるとしたときに「光を当てない実験を行うと二酸化炭素は使われない。」等の作業仮説を考えさせる流れとなっている。

## ② 第2学期

表4を見ると、第2学期には第2分野「生命」領域の後半の節と第2分野「地球」領域の節が配当されている。

連番64「植物と水」は、生徒に課題（植物の吸水は蒸散とどのように関係しているのだろうか。）を捉えさせた後、まず第一に、今節の導入部分及び小学校第6学年での葉からの蒸散の実験での既習事項を用いて、植物は体のどの部分で多く蒸散を行っているかについて焦点化させる。その時、「植物の蒸散量を抑えたとき、吸水量はどのようになるだろうか。」という生徒が植物の体の各部分によって蒸散量が異なるという考えやすい課題を与え、それに対する予想（説明仮説）を考えさせる。その後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番65「水の通り道」では、生徒に課題（茎や葉の水の通り道はどのようなつくりをしているのだろうか。）を捉えさせた後、根から吸収された水がどのようにして植物全体に運ばれるのか、そのしくみについての説明仮説とそれをもとにした作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。

連番66「消化のしくみ」では、生徒に課題（食物は、消化される過程で、どのように変化していくのだろうか。）を捉えさせた後、小学校第6学年での米に含まれるデンプンについての既習事項を用いて「デンプンを含む水にだ液を入れるとヨウ素液を入れたときに赤紫色にならないだろう。」等の作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。

これ以降、第2分野「地球」領域の節となる。

連番76「気圧と風」では、生徒に課題（気圧と風には、どのような関係があるのだろうか。）を捉えさせた後、教科書に記載された天気図をもとに課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番77「水蒸気の変化と湿度」では、生徒に課題（水蒸気水滴に変化するの、どのようなときだろうか。）を捉えさせた後、小学校第4学年「水と水蒸気」単元での既習事項と生徒の生活体験を用いて課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番78「雲のでき方」では、生徒に課題（雲ができるのはなぜだろうか。）を捉えさせた後、生徒が課題に対する説明仮説を考えやすいように、気圧の低い上空では空気にどのような変化が起こるか、これからの考えの方向性を示して考えさせる流れとなっている。

連番79「気団と前線」では、生徒に課題（前線の周辺ではどのようなことがおこるのだろうか。）を捉えさせた後、生徒が課題に対する説明仮説を考えやすいように、寒冷前線と温暖前線で、どちらも暖気が寒気の上になっているのか、これからの考えの方向性を示して考えさせる流れとなっている。

連番83「天気の変化の予測」では、生徒に課題（翌日の天気を予想するには、どのようにすればよいのだろうか。）を捉えさせた後、「気象衛星の雲画像の動きを見て、翌日雲がかかりそうなところは雨になるだろう。」等の天気の変化の予想方法とその結果についての作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。

### ③ 第3学期

表4を見ると、第3学期には第1分野「エネルギー」領域の節が配当されている。

連番85「静電気と放電」では、生徒に課題（静電気には、どのような性質があるのだろうか。）を捉えさせた後、まず第一に生徒が課題に対する説明仮説を考えやすいように、静電気は物体と物体がこすれ合って離れるときに発生することを教える。その上、こすれ合う物体の内部や表面でどのようなことが起こって静電気が起こるのか、考えの方向性を示して仮説を考えさせる流れとなっている。

連番86「電流の正体」では、生徒に課題（電流は、何が流れているものなのだろうか。）を捉えさせた後、真空放電、クルックス管の放電について演示実験を行い、クルックス管に流れる陰極線は-の電気を帯びたものの流れであることを子どもから引き出す。その後、これが電子あることを教えた後、「陰極線の正体である電子は、もともとどこにあったのだろうか。」という課題を提示して生徒に説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番88「電気の利用」では、生徒に課題（回路に電流が流れるためには、どのような条件が必要だろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番89「回路に流れる電流」では、課題（直列回路と並列回路の各点を流れる電流の大きさは、どのようになるだろうか。）を捉えさせた後、生徒が考えやすいように豆電球2個（同じ抵抗値）を直列につないだ場合と並列につないだ場合に限定して、課題に対する説明仮説を考えさせる。それをもとに直列つなぎの場合と並列つなぎの場合との実験結果（豆電球の明るさ）（作業仮説）を考えさせる流れとなっている。

連番91「電圧と電流と抵抗」では、課題（回路に流れる電流の大きさには、どのような関係があるだろうか。）を捉えさせた後、課題に対する説明仮説に加え、「抵抗器に加える電圧を大きくしていくと、回路に流れる電流も大きくなると考えられる。」等の作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。

連番93「電流が作る磁界」では、課題（コイルのまわりの磁界のようすは、どのようになっているだろうか。）を捉えさせた後、電磁石の鉄芯を抜いてコイルだけにした場合に限定して課題に対する自分の考えを考えやすいようにして、説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番94「モーターのしくみ」では、課題（磁界の中に入れたコイルに電流を流すと、コイルはどうなるだろうか。）を捉えさせた後、アルミニウム箔に電流を流して磁石を近づけると、アルミ箔が動く実験を演示した後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番95「発電機のしくみ」では、課題（コイルと磁石で電流を作り出すには、どのようにすればよいだろうか。）を捉えさせた後、生徒が考えやすいように手回し発電機と手回し発電機の間で電流計をつないで一方を回すと、もう一方の手回し発電機や電流計はどうなるだろうか、

実験結果に対する自分の考え（作業仮説）を考えさせる流れとなっている。

### (3) 第3学年

#### ① 第1学期

表5を見ると、第1学期には第1分野「粒子」領域に続き第2分野「生命」領域の半数強の節が配当されている。

連番98「電解質の水溶液の中で起こる変化」では、生徒に課題（電解質の水溶液に電流が流れるとき、水溶液の中ではどのような変化が起こっているだろうか。）を捉えさせた後、塩化銅水溶液を例に挙げてこの水溶液に電流が流れるとき、電極付近ではどのような変化が起こるか、これから行う実験の結果を考え（作業仮説）させる流れとなっている。

連番101「酸性、アルカリ性の正体」では、生徒に課題（酸性やアルカリ性の水溶液には、それぞれ何が共通して存在しているだろうか。）を捉えさせた後、酸性やアルカリ性の水溶液にとけている物質を化学式で考えて、共通するイオンが何か、と考える方向性を示す。その後、課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番103「電解質の水溶液の中の金属板と電流」では、生徒に課題（どのような金属板と水溶液の組み合わせならば、電流を取り出すことができるだろうか。）を捉えさせた後、銅板と亜鉛板をどのような水溶液中に入れたら電気をとり出すことができるか理由とともに考え（説明仮説）させる流れとなっている。

#### ② 第2学期

表5を見ると、第2学期には第2分野「生命」領域の残りの節と第1分野「エネルギー」領域及び第2分野「地球」領域の多くの節が配当されている。

連番120「だんだん速くなる運動」では、生徒に課題（物体がだんだん速くなる運動に、力はどのように関係しているのだろうか。）を捉えさせた後、いくつかの説明仮説を考えさせる流れとなっている。

まず第一に、ばねばかりを用いると運動の向きに働く力の大きさを調べることができることを生徒に教え、斜面の傾きが大きくなると物体にはたらく斜面方向の力はどうか考え（説明仮説）させる。次いで、物体にはたらく斜面方向の力は斜面上の物体の位置によって変わるか考え（説明仮説）させる。最後に、斜面の傾きが変わると、物体の速さの変化に違いが見られるだろうか考え（説明仮説）させる。これら3つの説明仮説を後の実験で確かめる流れとなっている。

連番122「力の合成と分解」では、生徒に課題（1つの物体に、ある角度を持った2力がはたらくとき、どのように表すことができるだろうか。）を捉えさせた後、物体を2本のゴムでつるし、2本のゴムの間の角度を大きくしていくと、ゴムの伸びはどのように変化するか考え（作業仮説）させる流れとなっている。

連番127「力学的エネルギー」では、生徒に課題（運

動する物体の運動エネルギーと位置エネルギーには、どのような関係があるだろうか。)を捉えさせた後、斜面上を上ったり下ったりするジェットコースターを例に挙げてその運動エネルギーと位置エネルギーの大きさはどのように変化するか、速さや高さに着目して説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番128「仕事と力学的エネルギー」では、生徒に課題(仕事と力学的エネルギーには、どのような関係があるだろうか。)を捉えさせた後、「運動エネルギーは大きくなると考えられる。なぜなら…。」、「仕事をした分だけ位置エネルギーや運動エネルギーは大きくなると考えられる。なぜなら…。」等の説明仮説と「斜面上で小球を転がして物体にぶつければ、高い位置から転がした方が移動距離が長くなると考えられる。」等の作業仮説を考えさせ、実験計画を立てる授業展開も可能である。

連番129「仕事の原理と仕事率」では、生徒に課題(道具を使うと、仕事の大きさはどのようになるだろうか。)を捉えさせた後、「道具を使うと、仕事の大きさも小さくなるだろう。」等の説明仮説を考えさせる流れとなっている。

これ以降、第2分野「地球」領域の節となる。

連番133「地球の自転と方位、時刻」では、生徒に課題(地球上の方位と時刻は、どのように決められているのだろうか。)を捉えさせた後、「地球の自転により自分の位置は時間とともに変わるから、地球上の方位は自転とともに変化すると考えられる。」等の課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番134「星の1日の動き」では、生徒に課題(地球の自転と星の1日の動きは、どのような関係だろうか。)を捉えさせた後、小学校第4学年の既習事項である「夜、東の空に見えるオリオン座は、星の並び方は変わらずに、高くなりながら南の方に位置が変わる。」に加え、連番131～133の既習事項及び生徒の生活体験をもとに「星は東の空から南の空西の空に移動すると考える。」等の課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。

連番135「天体1年の動き」では、生徒に課題(真夜中に見られる星座は、1年を通してどのように移り変わるだろうか。)を捉えさせた後、小学校第4学年の既習事項である「季節によって見える星座がちがう。」、「オリオン座は時間が経つと位置が変わる。」に加え、連番133での既習事項及び生徒の生活体験をもとに「季節や月によってちがう星座が真夜中に見られるだろう。」等の課題に対する説明仮説を考えさせる。その後、「地球は太陽の回りを1年に1回公転しているので、1年後に同じ星座が真夜中に見られると考えられる。」等の作業仮説を考えさせる流れとなっている。

## 6. 筆者らの提案する仮説設定の授業

前節5において、仮説の設定場面が教科書において示されている節と教員の判断で仮説設定の可能な節の実際を示した。授業は教科書の記載通り行うのが基本である。しかし、生徒にとって難しい学習内容に加えて、教科書

に記載された内容と方法で授業した場合、筆者らのこれまでの教員としての経験から、生徒が教科書に記載された内容と方法についての意図に気付かない状況も少なからずある。本節では、教科書の意図も十分に配慮しながら、生徒にとってより分かる授業とするための筆者らが考えている諸点を挙げる。なお、前節5には示されているが、本節では記述が及んでいない節については、教科書に記載された内容と方法で行う。

### (1) 第1学年

#### ① 第1学期

「生命」領域の理科の「見方」は「多様性」と「共通性」である。教科書では、生徒に「生命」領域の見方を啓発するために、「比較する」という理科の「考え方」を強調した構成になっている。節の番号でいえば、説明仮説を考えさせる節が2つ(連番6, 10)設定されている。中学校で最初に学ぶ「生命」領域に属する節では、仮説を考えさせながらも「比較する」という理科の「考え方」の育成も同時に目指した授業展開の必要がある。

連番6「花をさかせず種子をつくらぬ植物」では、教科書では「仮説」ではなく個人や班の「予想」という言葉を用いて実質的に仮説を考えさせるようになっている。だが、指導上の重点は隠花植物と種子植物の体のつくりの比較を通して共通点と差異点を発見する理科の「考え方」を生徒が発揮する指導に重点を置きたい。

連番10「無セキツイ動物」では、7種の無セキツイ動物の写真や動物の生物カードをもとにして、どのようなグループ分けができるかを考えさせる流れになっている。教科書では「仮説」という言葉が初めて用いられている。だがこの場面でも、「仮説」ではなく個人や班の「考え」という言葉を用いて実質的に仮説を考えさせる授業展開を考えている。だが、指導上の重点は無セキツイ動物のからだの特徴の比較を通して共通点と差異点を発見する理科の「考え方」に重点を置いた指導が必要である。

「粒子」領域の連番12「物の調べ方」では、ここでも「仮説」という言葉は用いずに個人や班の「予想」という言葉を用いて実質的に仮説を考えさせる。それとともに、「物体を形作っている物質が(鉄)ならば、(磁石を近づけると)、(磁石にくっつく)はずだ。(括弧内を生徒に考えさせる)」という仮説を設定するときに生徒が考えやすくなるような文型を提示して、仮説を考えさせる授業展開を考えている。

連番15「白い粉末の見分け方」でも、「仮説」という言葉は用いずに個人や班の「考え」という言葉を用いて実質的に仮説を考えさせる授業展開を考えている。

#### ② 第2学期

第2学期には、説明仮説と作業仮説を併せて考えさせる節が5つある。このことに留意しながら授業を展開する必要がある。

連番18「物質が水にとけるようす」でも、仮説という言葉は用いずに個人や班の「考え」という言葉を用いて

実質的に仮説を考えさせる授業展開を考えている。

連番19「溶解度と再結晶」は、説明仮説と作業仮説を併せて考えさせる初めての節といえる。この点に留意しながらこの節では、「仮説」や「説明仮説」、「作業仮説」という言葉は用いずに個人や班の「考え」という言葉を用いて実質的に説明仮説と作業仮説双方を考えさせる授業展開の導入を考えている。

連番21「物質の状態変化と体積・質量の変化」の節で初めて「課題に対する自分の考えは？」を「仮説」と表記している。だがこの節でも、「仮説」や「説明仮説」、「作業仮説」という言葉は用いずに個人や班の「考え」という言葉を用いて実質的に仮説を考えさせる授業展開を考えている。なぜならば、続く連番22「状態変化が起こるときの温度と蒸留」での実験結果に比べて、本節の実験結果が生徒にとって明白ではない。さらに加えて、実験結果の一部を確かめるのが次回の授業以降になる。生徒が混乱しないような配慮である。

連番22「状態変化が起こるときの温度と蒸留」の節で初めて「仮説」という言葉を用いて生徒に考えさせたいと考えている。

具体的にまず最初に、小学校第4学年での水の沸騰実験、本節でのエタノールの沸騰実験における実体験とその実験結果を用いて、課題に対する自分や班の「考え」のことを「仮説」ということを教えた上、「仮説」を考えさせる。その後、今考えた「仮説」が正しいとしたときの想定される実験結果を考えさせる。実験結果に対する考えも「仮説」ということを教える。その後、課題に対する結論を表現させ節の学習を終えた後、「仮説」には2つの面があることを生徒に考えさせる。一つは、課題に対する自分や班の「考え」を「仮説」という時である。今一つは、観察・実験結果がどうなるかについての「考え」も「仮説」という時である。これらのことを生徒に捉えさせる授業展開である。

この時、前者を「説明仮説」、後者を「作業仮説」という言葉で表すことを併せて教えるか否かは、クラスの実態と授業者の授業観にまかせたい。加えて、前者の説明仮説を「事象や課題に対する予想」、後者の作業仮説を「観察・実験結果の予想」という「予想」という言葉を用いての説明を加えるか否か、についてもクラスの実態と授業者の授業観にまかせたい。これに加えて、「仮説」を考えさせた後、観察・実験を行ったならば、個人や班で考えた仮説が支持されたか否かを確かめる活動を原則加える必要がある。

第1分野「エネルギー」領域の連番24「光の反射」の節から、「仮説」という言葉を使った授業展開を行う。

連番26「レンズのはたらき」は、凸レンズによる像のでき方を学習する節の内容は生徒にとって中学校の中でも最も難しいという点に加え、実験結果の記述が不正確になるという筆者らの教員としての実体験がある。そのため、あえて仮説を考えさせる活動は控える必要があると考えている。実験で凸レンズから光源までがどの距離だったか、どこをどう観察して何を結果としてメモする

かについての理解に重点を置き、正確な実験とそれに伴う正確な実験結果の記述に重点を置き、実験結果の分析・解釈に重点を当てた授業展開を行いたい。

連番27「音の伝わり方」では、同じ音の高さが出る2つのおんさを並べて片方をたたくともう一方はどうなるか、この実験が演示可能であれば、仮説を考えさせる展開を考えている。だが、演示が難しい場合、仮説が確かめられないので、仮説は考えさせない方がよいと考えている。

連番30「力のはかり方」は、教科書では仮説より「変化させる量（独立変数）」とそれによって「変化する量（従属変数）」の見極めが重要視されている。そのため、独立変数と従属変数及び従属変数の感知という理科の「考え方」に影響する点に重きを置いた授業展開を行いたい。

### ③ 第3学期

連番33「火山の姿からわかること」では、マグマのねばりけがマグマの性質を示すことについて生徒に知識を教えると、仮説設定は容易になる。

連番34「火山がうみ出す物」は、この場面での仮説設定は極めて難しいと考えている。これまでの学習事項である火山の噴火のようすと特に火山噴出物の分類を再確認しても教科書に記載された生徒の吹き出しの言葉のように話し合いが深まらない。加えて、観察を行っても鉱物の相違点でさえ、生徒の理解が難しい。これらの理由から、火山灰にはこのような鉱物が含まれている、それぞれの鉱物はこのような特徴を持つ、という知識を教えた上、火山灰を観察させて、それぞれの鉱物を見分けさせる授業展開を考えている。

連番42「地層や化石からわかること」では、前節までの学習事項である粒の大きさによる堆積する場所の違いを再確認した後でない、仮説設定が難しくなる。

## (2) 第2学年

### ① 第1学期

連番52「物が燃える変化」は、教科書では調べる方法を個人で考え、それを班で検討を加え改善を図る点に重点が置かれている。そのため無理に仮説を考えさせなくてもよい。

連番53「酸化物から酸素をとる化学変化」でも、教科書では調べる方法の構想とその後の実験結果の考察に重点が置かれている。そのため無理に仮説を考えさせなくてもよい。

連番55「物質と物質が結びつくときの物質の割合」は、マグネシウムの加熱に伴う質量増加について、生徒が行う実験では必ずしも良い結果が得られない。そのため、無理に仮説を考えさせる授業展開にしなくてもよいと考えている。だが、説明仮説と作業仮説を併せて考えさせられるので、仮説設定を行う授業展開を行うか否かはクラスの実態と授業者の授業観にまかせたい。

連番56「化学変化と熱」では、「外部から熱を吸収す

る」という課題に対する生徒自身の考えは容易に得られる。だが、「外部から熱を吸収して温度が下がる」という原因と結果を関連させた考えにはほとんどの生徒が及ばない。「外部から熱を吸収する」という課題に対する自分の考えを考えさせるだけではなく、外部から熱を吸収した結果、どうなるかまでに生徒の考えが及ぶ授業展開を行いたい。

連番62「光合成に必要なもの」では、生徒に仮説を考えさせるとともに、変える条件・変えない条件・対照実験などの変数のコントロールという理科の「考え方」を働かせるような授業展開が必要である。

## ② 第2学期

連番64「植物と水」は、教科書では生徒が考えやすい仮説を考えさせた後、最終的に課題に対する説明仮説を考えさせる流れとなっている。詳細は次の通りである。まず第一に、生徒に「植物の吸水は蒸散とどのように関係しているのだろうか。」という課題を捉えさせた後、今節の導入部分及び小学校第6学年での既習事項を用いて、植物は体のどの部分で多く蒸散を行っているかについて焦点化させ、「植物の蒸散量を抑えたとき、吸水量はどのようになるだろうか。」という生徒が植物の体の各部分によって蒸散量が異なるという考えやすい課題を与え、それに対する予想（説明仮説）を考えさせる。この後、一旦課題に戻って、課題に対する説明仮説を考えさせる。

本節で生徒に考えさせる仮説は、吸水と蒸散の因果関係を考えさせる難しい仮説設定場面となっている。そのため、授業においては授業者はその点を充分理解した上で、時間をかけて丁寧な授業展開が必要である。

連番65「水の通り道」は、教科書では実験とそれに伴う観察方法を考えさせる流れとなっている。だがこの点は、小学校第6学年の既習事項である。この節では、小学校第6学年での既習事項を活用して、実験とそれに伴う観察方法を生徒に考えさせるよりも、「植物が根から水を吸収し、その水が体全体をめぐるだろう。なぜなら、…」等の説明仮説を考えさせ、その説明仮説をもとに「色水を根から吸水させると、〇〇の部分に色がついたことが観察できると考えられる。」等の作業仮説を考えさせる授業展開の方が妥当なのではないかと考えている。

連番66「消化のしくみ」では、前述の通り作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。だがここでは、教科書の構成が必要な対照実験を生徒に考えさせるなどの、変数のコントロールに重点が置かれている。そのため無理に仮説を考えさせなくてもよい。

連番78「雲のでき方」では、教科書に示されたとおりでは生徒は仮説を考えにくいと考えている。そこで、空気が温められて上昇することは空気にどのような変化が起こっているのか、課題を捉えさせる前の節の導入段階で小学校第4学年の既習事項も併せて充分考えさせる。空気の密度や体積という視点を持たせる授業展開を丁寧に行った後、課題を考えさせる授業展開を行いたい。

連番83「天気の変化の予測」では、前述の通り作業仮説を考えさせる授業展開も可能である。だが教科書では、明日の天気の調べか方を考え、予想し、予想した日の天気を次回の授業で確認し、予想が外れた場合にはその理由を考えさせる、構想と検討・改善に重点が置かれている。この節では積極的に仮説も考えさせながら、構想・検討・改善も生徒が行うような授業展開を行いたい。

## ③ 第3学期

連番86「電流の正体」では、まず第一に真空放電及びクルックス管の放電という事象の観察を行う。個の観察結果から、目には見えない何かが一極から出ていること。加えて、それは-の電気を帯びているという解釈が生徒にとって極めて難しいという、筆者らのこれまでの教員としての実体験がある。そのため、本節で生徒に仮説を考えさせるときは、課題を捉えさせた後から仮説を考えさせる前までの学習内容の理解のために丁寧な授業展開が必要である。

連番88「電気の利用」は、小学校第3学年の既習事項かつ明白であるので、教科書に示されたように仮説を考えさせる授業展開を行う必要はないと考えている。他の節で仮説を考えさせる時間に回したい。

連番89「回路に流れる電流」では、教科書には2種類の抵抗器（異なる抵抗値）を用いた実験が設定されている。加えて、本節の導入段階では、演示実験を行い「電流は電気を利用するところを通過しても、そこでなくなったり小さくなったりしない。」原則を学習している。課題に対する自分の考えを考えさせる場面では、豆電球2個という設定ではなく、後の実験の通り種類の違う2つの抵抗器という設定に変えて、仮説を考えさせる。直列回路の場合を考えさせる場面では、種類が違う抵抗器を使っても、先ほどの原則は適用できるのか？また、並列回路の場合を考えさせる場面では、分かれた先では先ほどの原則は適用できそうだが、電流の分かれ方はどのようになるのか？等、生徒の考えを揺さぶることができる。そうして、生徒から多様な仮説を引き出し、可能であれば相対する仮説を引き出すような授業展開を行いたい。こうすることで、流れる電流の分かれ方にも着目できるようになることが期待できる。

連番91「電圧と電流と抵抗」は、教科書では回路に加える電圧（独立変数）とそれに伴い変化する電流（従属変数）を明確にして、実験計画を考えさせる点に重点が置かれている。これに加えその後の、抵抗器の種類によって異なる傾きとなる電流と電圧の関係のグラフを比較して、その差異点と類似点を見つけ、電圧と電流の関係を見いだす点にも重点が置かれている。これらのことから、本単元では無理に仮説を考えさせるような授業展開の必要はない。

## (3) 第3学年

### ① 第1学期

連番98「電解質の水溶液の中で起こる変化」は、教科

書では、熱した銅線を気体の塩素の中に入れて塩化銅ができることを写真で説明している。かつ、この化学変化を参考にしよう記載されている。これに加えて、本節の導入段階及び前節（連番97）において液体や水溶液に電流を流す演示実験や生徒実験は行っているが、電極に気体が発生する場合だけである。本節で作業仮説を考えさせるときには、陽極・陰極のどちらに発生したり析出したりするかは別にして、「電流を流すと気体の塩素と固体の銅ができるのではないか。」まで考えさせたい。

連番103「電解質の水溶液の中の金属板と電流」は、教科書では、生徒に課題を捉えさせた後の「予想しよう」において、前述した仮説を考えさせるとともに、どのような金属板の組み合わせでも、電流をとり出すことができるか予想させている。この点は、「塩酸に銅板と亜鉛板を入れると電流がとり出せるだろう。」のような作業仮説を考えさせる場面とも捉えられる。しかしこの場面では、節の導入段階での演示実験の結果である銅と亜鉛という種類の違う金属板を電解質溶液の中に入れたら電流がとり出せたことを根拠として、それを銅と亜鉛以外の金属に適用範囲を広げて、異なる種類の金属を電解質溶液の中に入れたら電流がとり出せると考えられるという、帰納的推論を生徒に迫る授業展開を行いたい。

## ② 第2学期

連番128「仕事と力学的エネルギー」では、前述した授業展開も可能である。本節は、生徒に課題を捉えさせた後、必要な器具と実験方法を考えさせ、実験計画を立案させる教科書の構成になっている。中学校第3学年第2学期で4領域の単元学習はほとんど終わる。第3学期は第7単元の学習となり、単元の目標が異なる。第3学年第2学期は、生徒に仮説設定を行わせる最後の場面となる。加えて本節は、仕事の概念理解に基づいたエネルギーの概念理解という中学校理科の中でも生徒の理解が難しい学習内容となる。これらのことを考え合わせ、教科書のつくりは課題→実験計画の立案という探究の流れになっているが、本節ではあえて課題に対する説明仮説と想定される実験結果（説明仮説）まで考えさせながら、実験計画を立案させたい。

連番133「地球の自転と方位、時刻」は、太陽と観測点の位置関係を考慮しなければならないため、時刻の決め方に関する課題に対する説明仮説は難しい。本節では、地球の自転と方位に関する説明仮説を考えさせ、時刻の決め方は生徒と一緒に考えるような授業展開を行いたい。

連番134「星の1日の動き」で教科書に記載された観察結果は、北の空、東の空、南の空、西の空に分けて記述されている。生徒が仮説を考える場面ではここまで考えたり考えさせたりするのは難しいため、既習事項とともに、星は動くという見通しを持って観察に臨むための仮説設定で良いと考えている。

連番135「天体1年の動き」では、仮説を考えさせた後、モデルを使って地球の公転によって見える星座の移

り変わりを調べる実習が行われる。実習の結果を基に、地球上の正午は太陽のある側で、真夜中は太陽の逆側なので、真夜中に見えた星座は半年後には太陽と同じ方向にあることを考察する教科書の構成になっている。そのため、この段階での作業仮説は前に示した仮説で良いと考えている。

## （4）まとめ

### ① 第1学年

小学校では「予想」という言葉を用いて実質的に仮説を考えさせていることに加えて、「予想」という言葉は日常生活の中でも頻繁に使われる言葉である。中学校の理科授業では、科学的用語を適切な文脈で用いたいと筆者らは考えている。そのため第1学期においては、説明仮説を考えさせる節であっても作業仮説を考えさせる節であっても、「仮説」や「説明仮説」、「作業仮説」という言葉は用いずに、個人や班の「考え」という言葉を用いて実質的に仮説設定を行わせ、かつ「予想」を「考え」という言葉で置き換え、それを定着させるような授業展開を提案したい。

中学校になって初めて学習するのは「生命」領域の節である。仮説設定場面があったり教員の判断で可能だったたりする節では、仮説を考えさせながらも「生命」領域の見方である「多様性」と「共通性」を啓培するために、「比較」して「共通点」や「相違点」見いだすという理科の「考え方」を生徒が発揮するような授業展開も提案したい。

第2学期は、生徒に仮説設定の力をつけるために中学校3カ年間の中で最も重要な学期であると筆者らは考えている。生徒にとっては「仮説」という言葉が用いられはじめ、かつ実質的に「説明仮説」と「作業仮説」の区別と設定の仕方の理解が求められる。授業者にとっては、「仮説」という言葉を用いて授業を行い、場合によっては「説明仮説」、「作業仮説」、「予想」という言葉を用いて授業を行うか否かの選択が迫られる。加えて、生徒にとって難しい節や観察・実験結果がばらつく節では、仮説設定が可能な節であっても生徒に応じた柔軟な対応も必要となる学期として提案したい。

第3学期は「地球」領域の3つの節で仮説を考えさせるが、そのうちの1つの節は仮説設定が極めて難しいため、仮説設定を断念せざるをえない。残る2つの節のうちの1つは、マグマのねばりけという視点を生徒に示すことで仮説設定は容易になる。今一つは、粒の大きさによって堆積する場所が異なるというこれまでの節の学習事項をもとに当時のようすを推論させることになる。しかし、ここで生徒に考えさせるのは今起こっている事象ではなく、過去に起こっている事象である。現在に対する過去という「時間」とその時の堆積環境という「空間」双方を考慮する必要がある。すなわち、ここでは「地球」領域の見方は「時間的・空間的關係」を視野に入れながらの仮説設定となる点を授業者は理解した上での授業展開を提案したい。

## ② 第2学年

第1, 2学期に設定されている「生命」領域の節において仮説を考えさせる際には注意が必要である。なぜならば、第3学年「生命」領域の節には仮説を考えさせる節が設定されていないからである。第1学年では、仮説設定よりむしろ、「生命」領域の見方と理科の「考え方」に重点が置かれている。「生命」領域の節において仮説を設定させるのはこの学年で最初で最後になる。教科書で仮説を考えさせる構成になっている3つの節(連番61, 62, 64)の授業ではこのことを踏まえ、時間をかけ丁寧に仮説を考えさせる時間を保証する授業展開を提案したい。

第1学期「粒子」領域では、仮説の設定が可能な節であっても無理に仮説を設定させる授業展開にしない授業展開を提案したい。

第2学期「地球」領域では、基本的には教科書に記載された内容と方法で仮説を考えさせる。だが、生徒にこれからの考えの方向性を示して仮説を考えさせると仮説を考えやすい節があるので、その節ではそのような授業展開を提案したい。

第3学期「エネルギー」領域では、12の節のうち7つの節で仮説を考えさせる教科書の構成になっている。この点からいうと第2学年では、第3学期が仮説設定の力を生徒に付けさせるのに大切な学期といえる。時間をかけ丁寧に仮説を設定させる時間を保証する授業展開を提案したい。

## ③ 第3学年

第3学年は、仮説を考えさせる節の設定が第2学期末で終わる点、「生命」領域で仮説を考えさせる節が設けられていない点に留意が必要である。

第1, 2学期に設定されている第1分野の節では、中学校3年間の総仕上げの仮説設定の力をつける節といえる。仮説設定はどちらかというと第1分野の節の方が生徒は考えやすいと思われる。第1分野で取り扱う概念は単純なものが多いことに加え、第2分野は確かめる観察・実験が多くなりがちであるからである。この点に留意して、これらの節では時間をかけ丁寧に仮説を設定させる時間を保証する授業展開を提案したい。

第2学期に設定されている「地球」領域の節では、「地球」領域の見方である「空間的」な視点を活用しなければ教科書の意図する仮説設定が難しい節も多い。生徒の実態を見ながら、授業者の授業観に基づいて、どのような仮説まで考えさせるか、この点に留意した授業展開を提案したい。

## 7. おわりに

中学校理科教科書に記載された「探究の流れ」の段階のうち、課題及び構想という2つの段階に「課題に対する自分の考えは？」或いは「仮説」等と記載されている節を仮説の設定場面として抽出した。さらに、課題及び構想の段階における教科書に記載された文章や絵・写真、

吹き出しを対象として、教員の判断で仮説の設定が可能な節も抽出した。その結果、各学年各領域において2~4、多い節では7つの節で仮説設定を促す教科書の構成となっていた。基本的には教科書に記載された仮説設定の内容と方法で生徒に仮説を考えさせる。だが、教科書では仮説を設定させるようにはなっていないが、教員の判断で仮説を考えさせてもよい節もある。その一方、教科書には仮説設定場面が記載されているが、理科の「見方・考え方」を捉えさせる点を重視した方が良い時期や必ずしも教科書に記載されたとおりの仮説設定が期待できない難しい節もある。従って、採択された教科書の意図を慎重に読み取りながら、教員の判断で取捨選択して中学校3年間を通して生徒に仮説設定の力を啓培することが必要であるという結論が得られたといえる。

教科書の構成上どの節でも「探究の流れ」の冒頭の導入(問題発見)レッツスタート)段階で、課題に直接関連する自然の事物・現象を生徒に見せて課題を捉えさせる構成となっている。生徒が見る自然の事物・現象について直接的に「何が関係していると思う？」と将来変数になり得る点を直接的に生徒に考えさせる展開も可能であると考えている。すなわち、本研究の対象となった課題を捉えさせた後の課題設定場面ではなく、生徒に課題を捉えさせる前の仮説設定場面もあるはずである。今後は、この点に検討を加える必要がある点が課題として残された。

## 註

- 堀田寛弥, 栢野彰秀:「小学校理科教科書に見られる仮説設定の特徴-島根県松江市で採択された教科書を例として-」, 『学校教育実践研究』, Vol.5, pp.1-10, 2022.
- 文科省:『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』, p.9, 2018, 学校図書.
- 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-The Four Question Strategy(4QS)における推論の過程に関する一考察-」, 『理科教育学研究』, Vol.55, No.4, pp.437-443, 2015.
- 中村大輝, 雲財寛, 松浦拓也:「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, 2018.
- 検討を加えた中学校理科教科書は次の15冊である。  
東京書籍:『探究する新しい科学1~3』, 2021.  
大日本図書:『理科の世界1~3』, 2021.  
学校図書:『中学校科学1~3』, 2021.  
教育出版:『自然の探究中学理科1~3』, 2021.  
啓林館:『未来へひろがるサイエンス1~3』, 2021.
- 検討を加えた小学校理科教科書は次の20冊である。  
東京書籍:『新しい理科3~6』, 2020.  
大日本図書:『りかの楽しい理科3年~6年』, 2020.  
学校図書:『みんなと学ぶ小学校理科3年~6年』, 2020.

- 教育出版：『みらいをひらく小学理科3～6』,2020.  
啓林館：『わくわく理科3～6』,2020.
- 7) 文科省：『中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』, p.9,2018,学校図書.
- 8) 東京書籍：『探究する新しい科学1』, pp.2f,2021、  
東京書籍：『探究する新しい科学2』, pp.②-1,2021、  
東京書籍：『探究する新しい科学3』, p.1,2021.