

「探究の技能」, 「伝達の技能」と「探究の過程」に示された理科における資質・能力の例の比較検討

大山 朋江*・栢野 彰秀**

Tomoe OYAMA Akihide KAYANO

A Comparative Study of “The Skills of Inquiry”, “The Skills of Communication” and Examples of Science Competencies Shown in “The Process of Inquiry” .

ABSTRACT

小林ら(2013)が、プロセス・スキルズを日本の実情に即して、精選・統合したり、新しく加えたりして開発した「探究の技能」, 「伝達の技能」を参考にして、理科授業において、子どもに身に付く理科における資質・能力の具体と日々の理科授業における子どもの探究を支える教師の手立てや子どもへのはたらきかけを探りたいと考えた。そこで、本研究は、「探究の技能」, 「伝達の技能」と「探究の過程」に示された理科における資質・能力の例の比較検討を行い、今後の理科授業構想の資料を得ることを目的とした。

比較検討の結果、次の2点が導出できた。1つは、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、概ね「探究の過程」に沿って配列されている。今1つは、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、『中学校学習指導要領解説理科編』(2017)の「探究の過程」に示された理科における資質・能力の例のどれか1つだけと意味内容が合致する技能ではなく、複数の資質・能力と合致する技能である。つまり、資質・能力の例は「探究の技能」, 「伝達の技能」を要素として構成しており、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」のいろいろな過程で働いたり、身に付けたりする技能である。

これらのことから、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」を経る理科授業において、子どもが働かせたり、身に付けたりする資質・能力を評価する基準とそれらを達成するレベルとなる基準を学校現場に明示するための第一次資料ともなりうる。

【キーワード：中学校理科, 資質・能力, 探究の過程, 探究の技能, 伝達の技能】

1 問題の所在と本研究の目的

平成29年に告示された『中学校学習指導要領解説理科編』(2017)(以降、中学校解説理科編と略)では、資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージが記載され、「探究の過程」の8つの各段階ごとに配列された16の理科における資質・能力の例が示された¹⁾。小学校から高等学校までの全学年を通じて、理科で探究するための資質・能力を育成することの重要性が示されたといえる。

島根大学教育学部義務教育学校後期課程理科部では、2015年度以降、探究の流れを経る授業はどうあるべきかを話し合い、実践を重ねてきた。著者は、さらに2021年度の中学校学習指導要領全面実施に向けて、「探究の過程」を経るだけでなく、授業の場面において子どもが働かせ、かつ、その結果身に付く資質・能力の具体を明らかにしたいと考えた。この点が、著者がこの研究に取り組んだ第一の問題意識である。

中学校解説理科編には、16の理科における資質・能力の例が記載されているが、どの学年、どの単元で、具体的にどのような資質・能力が身につくかまでは書かれていない。資質・能力の具体を明らかにするための指針として、まずS-APAのプロセス・スキルズを参考にしようと試みた²⁾。

プロセス・スキルズは、13の上位概念とそれぞれの上位概念を構成する数個の下位概念57項目からなる。これらはわが国において「科学の方法」とよばれている。「科学の方法」は、昭和44年改訂の『中学校学習指導要領』(1969)から、平成20年改訂の『中学校学習指導要領』(2008)まで形を変えながらも首尾一貫して重要視されていると、網代ら(2014)は指摘している³⁾。中学校解説理科編(2017)では、さらに探究の過程が重要視されたため、資質・能力の具体を明らかにする指針としてプロセス・スキルズを参考にした。

ところがプロセス・スキルズを詳しく見ていくと、スキルの数が57と多く、かつ米国で開発されたものであるため、現在のわが国の理科授業に取り入れることは難しかった。

小林ら(2013)は、プロセス・スキルズを日本の実情に即して、精選・統合したり、新しく加えたりし「探究の技能」と「伝達の技能」を開発している⁴⁾。この「探究の技能」と「伝達の技能」は、小林により、新学習指導要領の理念を実現する授業の構想・実施・評価において、その指針になると指摘されているとともに、文部科学省のホームページにも掲載されている⁵⁾。

このような経緯から「探究の技能」と「伝達の技能」を参考にし、資質・能力の具体を明らかにできれば、日々

* 島根大学教育学部附属義務教育学校/島根大学教職大学院

** 島根大学学術研究院教育学系

2020年10月30日受付

2021年1月29日受理

の理科授業における子どもの探究を支える教師の手立てや子どもへのはたらきかけが明確になると考えたのが著者がこの研究に取り組んだ第二の問題意識である。

本稿では、小林ら(2013)が開発した「探究の技能」, 「伝達の技能」と中学校解説理科編に記載された「探究の過程」の8つの各段階ごとに配列された理科における資質・能力の例に比較検討を加え、その結果を資料として公表することを目的とする。

2 小林ら(2013)が開発した「探究の技能」と「伝達の技能」

小林ら(2013)は、前述した通り、このプロセス・スキルズを日本の理科教育の実情に合うように、削除、修正、加筆を行った「探究の技能」と「伝達の技能」を開発した。「探究の技能」と「伝達の技能」を表1に示す。

「探究の技能」は、表1のゴシック体で示したⅠ～Ⅶの7つの上位技能が設定されている。これらの上位技能のそれぞれに、表1にアラビア数字で示した数個の下位技能が設定されている。Ⅰ～Ⅶの上位技能は、探究の過程に沿って順に配列されている。

「伝達の技能」は、表1のゴシック体で示した「観察・実験の結果を人に伝える技能」として「探究の技能」から独立させた技能である。

3 中学校解説理科編(2017)に記載された16の理科における資質・能力の例

中学校解説理科編(2017)には、表2のように、「探究の過程」の段階と「探究の過程」の各段階ごとに配列された理科における資質・能力の例が示されている⁶⁾。

なお、①～⑯の番号は著者が付した。

表1 小林ら(2013)が開発した「探究の技能」と「伝達の技能」

「探究の技能」	
Ⅰ 事象を理解・把握するために観察する技能	Ⅳ-2 実験において変化させる独立変数と一定に保つ独立変数を設定する。
Ⅰ-1 五感を通して得た事象のようすや性質等を記録する。	Ⅳ-3 観察・実験の目的に応じて従属変数等を適切な言葉で操作的に定義する。
Ⅰ-2 数値を用いて観察したことを記録する。	Ⅴ 観察・実験で測定する技能
Ⅰ-3 観察した事象の変化のようすや変化の特徴を記録する。	Ⅴ-1 測定の目的に応じて適切な計測器を使用する。
Ⅰ-4 立体や平面の図を使用して観察した事象を記録する。	Ⅴ-2 最小目盛りに着目して正確に数値を読み取る。
Ⅰ-5 事物の構造や位置関係の特徴を記録する。	Ⅴ-3 測定値から目的に応じて物理量を計算で求める。
Ⅰ-6 事象を空間的に捉え平面的に記録する。	Ⅴ-4 長さ、面積、体積、質量などの量を見積もったり、測定器具の秤量・感量及び測定誤差を考慮して意味のある測定値(有効数字)を示したりする。
Ⅱ 分類の基準に基づいて分類する技能	Ⅴ-5 相対的な位置や物の大きさをスケールを示して図示する。
Ⅱ-1 分類する観点・基準(操作的定義等も含む)に基づいて識別する。	Ⅵ データを解釈する技能
Ⅱ-2 分類する基準をもとに事象を階層的に比較したり識別したりする。	Ⅵ-1 表やグラフから縦軸と横軸を関係付けて読み取る。
Ⅲ 観察・実験のための仮説を立てる技能	Ⅵ-2 測定値の分布、平均値、度数分布等から事象の変化の特徴を読み取る。
Ⅲ-1 観察した事象から生じた疑問や問題を特定する。	Ⅵ-3 グラフから読み取った事象の変化の傾向に基づき今後の変化を予測する。
Ⅲ-2 予想や仮説を立てる。	Ⅵ-4 観察した事柄や実験結果についてモデルを使って考察する。
Ⅲ-3 仮説を立てた根拠を示す。	Ⅵ-5 観察・実験結果について観点を決めて表にまとめる。
Ⅲ-4 予想や仮説を確かめる実験の計画を立てる。	Ⅵ-6 測定結果等をグラフで示す。
Ⅲ-5 実験において独立変数を変化させると従属変数がどのように変化していくかについて予想する。	Ⅶ 要因の抽出や観察・実験結果について推論する技能
Ⅲ-6 観察・実験の結果の考察に基づいて、予想や仮説の支持・不支持を明らかにして、必要に応じて予想や仮説を修正する。	Ⅶ-1 事象の変化に及ぼす要因を経験・直観等からアブダクション的推論によって推測し、結果を予測する。
Ⅳ 観察・実験で変数を制御する技能	Ⅶ-2 観察の結果や測定結果を帰納的に思考して規則性や共通性を導く。
Ⅳ-1 事象の変化に影響を及ぼす可能性のある独立変数や従属変数を明確にする。	Ⅶ-3 原理や法則、規則性を前提として事象について演繹的に思考して結論を導く。
「伝達の技能」	
観察・実験の結果を人に伝える技能	
(1) 事象を特定できるように、その特徴を説明する。	(4) 観察・実験結果について観点を決めてまとめた表を用いて説明する。
(2) 事象の変化を説明する。	(5) 測定結果の傾向等をグラフを用いて説明する。
(3) 相対的な位置や物の大きさをスケールを示した図を用いて説明する。	(6) 事象やその変化、考察の結果等を説明するためにモデルを用いて説明する。

表2 中学校解説理科編（2017）に記載された「探究の過程」と理科における資質・能力の例

探究の過程		理科における資質・能力の例
課題の把握	自然事象に対する気付き	① 主体的に自然事象に関わり、それらを科学的に探究しようとする態度（以後全ての過程に共通）
		② 自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力
		③ 抽出・整理した情報について、それらの関係性（共通点や相違点など）や傾向を見いだす力
	課題の設定	④ 見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力
課題の探究	仮説の設定	⑤ 見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力
	検証計画の立案	⑥ 仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力
		⑦ 観察・実験の計画を評価・選択・決定する力
	観察・実験の実施	⑧ 観察・実験を実行する力
	結果の処理	⑨ 観察・実験の結果を処理する力
課題の解決	考察・推論	⑩ 観察・実験の結果を分析・解釈する力
		⑪ 情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力
		⑫ 全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力
		⑬ 新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力
		⑭ 事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力
		⑮ 学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度
	表現・伝達	⑯ 考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力

表2を見るとわかるように、「探究の過程」は3つの段階（課題の把握、課題の探究、課題の解決）とそれらの段階がさらに分けられた8つの過程で示されている。これらの8つの過程ごとに、1個から数個の理科における資質・能力の例が、表2の①～⑯のように示されている。

4 小林ら（2013）が開発した「探究の技能」、「伝達の技能」と中学校解説理科編に「探究の過程」の各段階ごとに記載された理科における資質・能力の例の比較検討

4-1 比較検討の方法

小林ら（2013）がプロセス・スキルズを精選・統合、新たに追加した際の意図の説明文⁷⁾と、表1に示された37の「探究の技能」と「伝達の技能」の文言を読み、中学校解説理科編に記載された表2の①～⑯の資質・能力のどれに合致するのかを比較検討し、合致すると判断したものに○印をつけた。

比較検討は、本稿第一著者及び、第二著者が合議を行って判断した。第一著者は、中学校理科教員歴27年である。第二著者は、理科教育を専門とする大学教員である。

4-2 比較検討の結果

比較検討の結果をまとめたのが、表3である^{8,9)}。

4-3 表の見方

表3の縦の1つ目の項目には、表1のゴシック体ローマ数字で表した「探究の技能」の上位技能の番号を示した。表3の縦の2つ目の項目には、表1のアラビア数字

で表した「探究の技能」の下位技能の番号を示した。表3の縦の(1)～(6)は、表1の「伝達の技能」の(1)～(6)の数字に対応している。表3の横には「探究の過程」の8つの各段階ごとに記載された理科における資質・能力の例が示されている。表3の①～⑯は、表2の理科における資質・能力の例の①～⑯の数字に対応している。

4-4 比較検討の詳細

4-4-1 I 事象を理解・把握するために観察する技能

「探究の技能」の「I 事象を理解・把握するために観察する技能」に含まれる「事象を理解・把握する」という表現は、「探究の過程」の「課題の把握」段階の「自然事象に対する気付き」過程の文言と意味が合致する。そこで、「探究の技能」の「I 事象を理解・把握するために観察する技能」の下位技能と「探究の過程」の「自然事象に対する気付き」過程の①～③の資質・能力を比較した。「探究の技能」の「I 事象を理解・把握するために観察する技能」の下位技能は、表1のI-1～I-6の技能である。

I-1～I-6の技能には、観察するときの事象の見方や記録の取り方として、次の6つの視点が示されている。

- ・五感を通して
- ・数値を用いて
- ・変化のようすや変化の特徴
- ・立体や平面の図を使用して
- ・事物の構造や位置関係の特徴
- ・空間的に捉え平面的に

これらはいずれも、観察・実験を実施する際に重要である。

したがって、I-1～I-6の技能は、「自然事象に対する気付き」過程の「②自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」と合致すると判断して○印をつけた。

これらの観察して気付いたことを記録する技能は、「探究の過程」の「課題の把握」段階だけではなく、「課題の探究」段階でも働かせたり、身に付けたりする技能である。そのため、引き続き、「探究の過程」の「課題の探究」段階に示された⑤～⑨の資質・能力との比較も行った。その結果、I-1～I-6の技能は、「課題の探究」段階の「観察・実験の実施」過程の「⑧観察・実験を実行する力」に合致すると判断して○印をつけた。

4-4-2 II 分類の基準に基づいて分類する技能

4-4-2-1 「分類」の捉え方

「探究の技能」の「II 分類の基準に基づいて分類する技能」の下位技能には、「II-1 分類する観点・基準（操作的定義等も含む）に基づいて識別する」技能と「II-2 分類する基準をもとに事象を階層的に比較したり識別したりする」技能がある。中学校解説理科編には、「分類」という言葉が52回記載されている¹⁰⁾。そのうち、49回は、第2分野「いろいろな生物とその共通点」單元における生物の分類に関わる記述で用いられている。残りの3つは、次の文章中に記載されている。

- ・「問題を見いだし見直しをもって観察、実験等を行い、【規則性、関係性、共通点や相違点、分類するための観点や基準】を見い出して表現すること。」(「思考力、判断力、表現力等及び学びに向かう力、人間性等に関する学習指導要領の主な記載」の表中の中学校第1学年)¹¹⁾
- ・「物質はその性質に着目すると分類できることを見い出して理解させること」(第1学年「身の回りの物質とその性質」単元の内容)¹²⁾
- ・「水溶液に溶けていた物質を電解質と非電質に分類できることを理解させる。」(第3学年「原子の成り立ちとイオン」単元の内容の説明)¹³⁾

分類する技能というと、一見、中学校解説理科編で主に示されている生物等を分類する第2分野の学習場面で働かせたり、身に付けたりする技能と捉えることもできる。しかし、前述の通り、第1分野にも分類する学習例が示されている。さらに、実際は、中学校解説理科編に記載されていなくても、いろいろな単元で、事象を比較し、共通点・相違点に目を向け、結果を表等に分類・整理する場面はたくさんある。

これらのことから、分類する技能は「生物」という限定的な範囲ではなく、いろいろな分野の学習において働かせたり、身に付けたりする技能と捉える。

4-4-2-2 分類する技能の比較検討

これらのことを踏まえると、「課題の把握」段階では、自然事象の観察時に、共通点や相違点、傾向等に気付き、それらの情報を、何らかの基準をもって分類しながら抽出したり整理したりすると考えるので、Ⅱ-1とⅡ-2の技能は、「②自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」、「③抽出・整理した情報について、それらの関係性(共通点や相違点等)や傾向を見いだす力」、「④見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「課題の探究」段階では、検証できる仮説を立てる際も、検証計画を立案する際も、実際に実験・観察を実施する際も、結果を処理する際も、「Ⅱ分類の基準に基づいて分類する技能」を働かせながら、思考・判断・表現し、身に付けていくと考えるので、Ⅱ-1とⅡ-2の技能は、「⑤見直しを持ち、検証できる仮説を設定する力」、「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」、「⑧観察・実験を実行する力」、「⑨観察・実験の結果を処理する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「課題の解決」段階の「考察・推論」過程では、結果を分析・解釈する際も、考察全体を振り返って推論したり改善策を考えたりする際も、新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする際も、概念等に対する新たな知識を再構築、獲得、活用したりする際も、「Ⅱ分類の基準に基づいて分類する技能」を働かせながら、思考・判断・表現していき、身に付けていくと考える。したがって、Ⅱ-1とⅡ-2の技能は、「⑩観察・実験

の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」、「⑫全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力」、「⑬新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力」、「⑭事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力」、「⑮学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度」と合致すると判断して○印をつけた。また、表現・伝達する際にも、「Ⅱ分類の基準に基づいて分類する技能」を働かせたり、身に付けたりすると考えるので、Ⅱ-1とⅡ-2の技能は、「⑯考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-3 Ⅲ観察・実験のための仮説を立てる技能

「探究の技能」の「Ⅲ観察・実験のための仮説を立てる技能」は、その文言から主に「仮説の設定」過程で働かせたり、身に付けたりする技能であると考えられる。しかし、細かく見ていくと、「仮説の設定」以外の過程でも働いたり、身に付けたりする技能であることがわかる。

「Ⅲ-1 観察した事象から生じた疑問や問題を特定する」技能は、「課題の設定」過程の「①主体的に自然事象と関わり、それらを科学的に探究しようとする態度」、「②自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」、「③抽出・整理した情報について、それらの関係性(共通点や相違点等)や傾向を見いだす力」、「④見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「Ⅲ-2 予想や仮説を立てる」技能と「Ⅲ-3 仮説を立てた根拠を示す」技能は、どちらも「仮説の設定」過程の「⑤見直しを持ち、検証できる仮説を設定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「Ⅲ-4 予想や仮説を確かめる実験の計画を立てる」技能と「Ⅲ-5 実験において独立変数を変化させると従属変数がどのように変化していくかについて予想する」技能は、「仮説の設定」過程の「⑤見直しを持ち、検証できる仮説を設定する力」と「検証計画の立案」過程の「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「Ⅲ-6 観察・実験の結果の考察に基づいて、予想や仮説の支持・不支持を明らかにして、必要に応じて予想や仮説を修正する」技能は、「考察・推論」過程の「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-4 Ⅳ観察・実験で変数を制御する技能

4-4-4-1 Ⅳ-1の技能についての比較検討

「探究の技能」の「Ⅳ観察・実験で変数を制御する技能」の下位技能「Ⅳ-1 事象の変化に影響を及ぼす可能性のある独立変数や従属変数を明確にする」技能は、「検証計画の立案」過程で働いたり、身に付けたりする

と考える。しかし、実際子どもは、「自然事象に対する気付き」過程から、事象の変化に影響を及ぼす可能性のある独立変数を捉えようとし、課題や仮説を設定し、検証計画を立案していく場合が多い実態がある。このことから、「課題の把握」段階では、IV-1の技能は、「③抽出・整理した情報について、それらの関係性（共通点や相違点等）や傾向を見いだす力」、「④見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「課題の探究」段階では、IV-1の技能は、「⑤見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力」、「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」、「⑧観察・実験を実行する力」、「⑨観察・実験の結果を処理する力」の全ての技能と合致すると判断して○印をつけた。

「課題の解決」段階では、独立変数や従属変数を明確にする技能を働かせるからこそ、適切に考察を進めていくことができると考える。そのため、IV-1の技能は、「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」、「⑫全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-4-2 IV-2, IV-3の技能についての比較検討

「IV-2 実験において変化させる独立変数と一定に保つ独立変数を設定する」技能、「IV-3 観察・実験の目的に応じて従属変数等を適切な言葉で操作的に定義する」技能は、「課題の探究」段階では、「仮説の設定」過程以降、具体的な実験を想定しながら働かせたり、身に付けたりする技能であると考えられる。このことから、IV-2とIV-3の技能は、「⑤見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力」、「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」、「⑧観察・実験を実行する力」、「⑨観察・実験の結果を処理する力」の全てと合致すると判断して○印をつけた。

「課題の解決」段階でも、IV-2とIV-3の技能を働かせるからこそ、適切に考察を進めていくことができると考える。このことから、IV-2とIV-3の技能は、「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」、「⑫全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-5 V観察・実験で測定する技能

「探究の技能」の「V観察・実験で測定する技能」は、この文言から、主に「観察・実験の実施」過程で働かせたり、身に付けたりする技能と捉える。

しかし細かく見ていくと、「検証計画の立案」過程でも、目的に応じて適切な計測器を選ぶ場面が考えられる。そのため、「V-1 測定の目的に応じて適切な計測器を使用する」技能は、「⑥仮説を確かめるための観察・実験

の計画を立案する力」と「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「観察・実験の実施」過程においても「⑧観察・実験を実行する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「V-2 最小目盛りに着目して正確に数値を読み取る」技能は、「実験・観察の実施」過程で働かせたり、身に付けたりする技能であると考えられるので、「⑧観察・実験を実行する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「V-3 測定値から目的に応じて物理量を計算で求める」技能は、いくつかの結果から平均値等を計算で求めたり、測定値から知りたい値を計算で求めたりする技能と捉える。そのため、この技能は、結果を処理したり、分析・解釈したりするときに働かせたり、身に付けたりする技能であると考えられる。また、この技能を働かせるからこそ、見通しを持ち、適切な検証計画の立案や実験・観察の実施ができることも捉える。これらのことから、V-3の技能は、「検証計画の立案」過程の「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」や「観察・実験の実施」過程の「⑧観察・実験を実行する力」、「結果の処理」過程の「⑨観察・実験の結果を処理する力」、「考察・推論」過程の「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「V-4 長さ、面積、体積、質量等の量を見積もったり、測定器具の秤量・感量及び測定誤差を考慮して意味のある測定値（有効数字）を示したりする」技能と「V-5 相対的な位置や物の大きさをスケールを示して図示する」技能は、「観察・実験の実施」過程や「結果の処理」過程、「考察・推論」過程で、観察・実験の結果を示したり、解釈したりする際に働かせたり、身に付けたりする技能であると考えられる。したがって、V-4、V-5の技能は、「観察・実験の実施」過程の「⑧観察・実験を実行する力」と「結果の処理」過程の「⑨観察・実験の結果を処理する力」、「考察・推論」過程の「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」と合致すると判断して○印をつけた。

V-4の技能に示される「長さ、面積、体積、質量等の量を見積もる」ことやV-5の技能に示される「物の位置と大きさのスケールを示して図示すること」は、「観察・実験の実施」過程だけではなく、「検証計画の立案」過程においても、具体的にどのような実験器具等を用いればよいか、どのように実験をセットすればよいかを考える上で、欠くことのできない技能であると考えられる。さらには、「自然事象に対する気付き」過程における観察の際にも、自然事象を適切に捉えるために必要な技能でもある。これらのことから、V-4、V-5の技能は、前述の⑧～⑩の資質・能力に加え「自然事象に対する気付き」段階の「②自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」、「検証計画の立案」過程の「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-6 VIデータを解釈する技能

「探究の技能」の「VIデータを解釈する技能」は、その文言から「考察・推論」過程で働かせたり、身に付けたりする技能であると捉える。

「VI-1 表やグラフから縦軸と横軸を関係付けて読み取る」技能、「VI-2 測定値の分布、平均値、度数分布等から事象の変化の特徴を読み取る」技能、「VI-3 グラフから読み取った事象の変化の傾向に基づき今後の変化を予測する」技能、「VI-4 観察した事柄や実験結果についてモデルを使って考察する」技能は、いずれも表やグラフ等の結果から、考察・推論する技能と捉える。このことから、これらのVI-1～4の技能は、「考察・推論」過程の「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

VI-1～4の技能が、表やグラフ等の結果から考察・推論する技能であるのに対し、「VI-5 観察・実験結果について観点を決めて表にまとめる」技能、「VI-6 測定結果等をグラフで示す」技能は、「考察・推論」過程より前の「結果の処理」過程で働かせる必要のある技能となっている。また、これらの技能は、「結果の処理」過程だけでなく、表やグラフを読みとる際にも働く技能だと考える。したがって、VI-5とVI-6の技能は、「結果の処理」過程の「⑨観察・実験の結果を処理する力」と「考察・推論」過程の「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-7 VII要因の抽出や観察・実験結果について推論する技能

「探究の技能」の「VII要因の抽出や観察・実験結果について推論する技能」は、その文言から、「自然の事象に対する気付き」過程から「考察・推論」過程まで、つまり「探究の過程」全体に関わる技能であると捉える。

「VII-1 事象の変化に及ぼす要因を経験・直感等からアブダクション的推論によって推測し、結果を予測する」技能は、仮説を立てるときの推論の様式に関わる技能であることがわかる。具体的には、アブダクション的推論により説明仮説を立てたり、課題を設定したりすることである。そして、結果の予想、つまり作業仮説を立てる技能であると捉える。したがって、VII-1の技能は、「課題の把握」段階の「①主体的に自然事象と関わり、それらを科学的に探究しようとする態度」、「②自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」、「③抽出・整理した情報について、それらの関係性（共通点や相違点等）や傾向を見いだす力」、「④見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力」と「仮説の設定」過程の「⑤見通しを持ち、検証できる仮説を設定する力」、「⑥検証計画の立案」過程の「⑥仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力」、「⑦観察・実験の計画を評価・選択・決定する力」と合致すると判断して○印をつけた。

「VII-2 観察の結果や測定結果を帰納的に思考して規

則性や共通性を導く」技能は、「結果の処理」過程の「⑨観察・実験の結果を処理する力」と「考察・推論」過程の「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」、「⑫全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

「VII-3 原理や法則、規則性を前提として事象について演繹的に思考して結論を導く」技能は、主にそれまでの探究により見いだした原理や法則、規則性を、他の事象にあてはめる等し、結論付けていくときの推論の様式であると捉えられるので、一連の探究の過程の後半で働かせる技能であると考えられる。したがって、「考察・推論」過程の「⑬新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力」、「⑭事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力」、「⑮学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度」と合致すると判断して○印をつけた。

4-4-8 伝達の技能

表1に示されているように、「伝達の技能」は「観察・実験の結果を人に伝える技能」である。小林らは「伝達の技能」を設定するにあたり、次の2点について述べている¹⁴⁾。

- ・プロセス・スキルズに示された伝達に関わる目標が、「探究の過程」においても、また協働的な学習の場面等においても用いられる技能である。
- ・探究の成果を他者に伝える発表場面でも適用できるように「伝達の技能」を設定している。

これらのことから、「伝達の技能」が探究のいろいろな過程や協働的な学習場面で結果を説明したり、成果として他者に発表したりする場面で用いられる技能であると捉えた。

これらを踏まえて(1)～(6)の技能と①～⑯の資質・能力を比較検討した結果、まず「伝達の技能」は、いずれも「表現・伝達」過程の「⑯考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力」と合致すると判断して○印をつけた。

加えて、探究の成果を他者に伝える発表場面だけではなく、「考察・推論」過程においても、協働的に結果の分析・解釈、仮説の妥当性の検討や考察、探究の振り返り、次の課題の発見、知識の再構築、活用をする場合においても、結果を説明する場面が生じると考える。したがって、「伝達の技能」は、いずれも「⑩観察・実験の結果を分析・解釈する力」、「⑪情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」、「⑫全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力」、「⑬新たな知識やモデル等を創造したり、次の課題を発見したりする力」、「⑭事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力」、「⑮学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度」と合致すると判断して○印をつけた。

(1)～(3)の技能は、事象を理解・把握するときに結果を

表現する技能であることから「I 事象を理解・把握するために観察する技能」が働くときと同様の場面で働いたり、身に付けたりする技能ともいえる。したがって(1)~(3)の技能は、「自然事象に対する気付き」過程の「②自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力」, 「観察・実験の実施」過程の「⑧観察・実験を実行する力」とも合致すると判断して○印をつけた。

4-5 考察

表3を見ると、○印が概ね右下がりに分布しており、小林ら(2013)が述べているように¹⁵⁾、概ね「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」に沿って配列されているという特徴が見いだせる。

「探究の技能」, 「伝達の技能」の中で、①~⑯の理科における資質・能力の例のどれか1つにだけ○印がついている技能は、37技能中4技能である。一方、理科における資質・能力の例の複数の箇所に○印がついている技能は、37技能中33技能である。そのうち、27技能は、2~15個ずつ連続して○印がついている。また、連続していない複数の資質・能力の例に○印がついている技能は、11技能である。これらのことから、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」に示された資質・能力のどれか1つだけと意味内容が合致する技能ではなく、複数の資質・能力と合致する技能であると考えられる。つまり、資質・能力の例は「探究の技能」, 「伝達の技能」を要素として構成しており、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」のいろいろな過程で働いたり、身に付けたりする技能である。

5 おわりに

「探究の技能」, 「伝達の技能」と「探究の過程」に示された理科における資質・能力の例の比較検討を通して、次の2点が導出できた。

- ・「探究の技能」, 「伝達の技能」は、概ね「探究の過程」に沿って配列されている。
- ・「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」に示された理科における資質・能力のどれか1つだけと意味内容が合致するのではなく、複数の資質・能力と合致するので、理科における資質・能力の例は「探究の技能」, 「伝達の技能」を要素として構成しており、「探究の技能」, 「伝達の技能」は、「探究の過程」のいろいろな過程で働いたり、身に付けたりする技能である。

これらのことから、「探究の技能」, 「伝達の技能」を基にした「探究の過程」を経る理科授業において、これらの技能は、子どもが働かせる資質・能力を評価する規準とそれらを達成するレベルとなる基準を学校現場に明示するための第一次資料となりうると考える。

今後は、このことを活かした授業実践を行い、資質・能力を育成する授業の在り方を模索していきたい。

註

- 1) 文部科学省：『中学校学習指導要領解説理科編』, p.9, 2018, 学校図書出版。
- 2) AAAS, “COMMENTARY FOR TEACHERS”, 1970, AAAS/XEROX CORPORATION.
- 3) 網代圭佑・畦浩二：「新中学校理科の探究活動の分析と考察：プロセス・スキルの観点に基づいて」, 『大阪教育大学紀要』, 第V部門, 第63巻, 第1号, pp.37-56, 2014.
- 4) 小林辰至他：『探究する資質・能力を育む理科教育』, pp.65-84, 2017, 大学教育出版。
- 5) https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/siryo/1366512.htm (2019年9月3日)
- 6) 前掲書1), p.9.
- 7) 前掲書3), pp.65-84
- 8) 表3の○印は、第68回日本理科教育学会中国支部大会で発表したものに検討を加え、修正したものである。
- 9) 大山朋江・栢野彰秀：「理科における資質・能力をつけるための授業構成に関する基礎的研究」, 『第68回日本理科教育学会中国支部大会発表論文集』, p.39, 2019.
- 10) 前掲書1)。
- 11) 同上書, p.20.
- 12) 同上書, p.36.
- 13) 同上書, p.60.
- 14) 前掲書5), p.80.
- 15) 同上書, p.68.