

国際的な視点からみる理科の目標の枠組みと資質・能力の特徴

Characteristics of the Japanese science curricula and their competencies as seen from an international perspective

松原 憲治*

MATSUBARA Kenji

Abstract

This paper aims to discuss the characteristics of the competencies indicated in the science framework and goals of the new elementary school courses of study and lower secondary school courses of study as seen from an international perspective. To this end, we first focused on the characteristics of the science framework and goals in the new courses of study, comparing them with the perspective of the international framework of science education. As a framework of international science education, we focused on the PISA 2015 framework for scientific literacy. Next, we compiled the primary goals found in the science curriculum, etc. of other seven countries/regions, and compared them with the competencies indicated in the science framework and goals in the new courses of study.

We argued that out of the four aspects (perspectives) of the PISA 2015 framework for scientific literacy, the three aspects of scientific knowledge, scientific competencies and scientific attitudes correlated to the scientific competencies indicated in the three respective pillars and goals of the respective new courses of study. In addition, we argued that the primary competencies indicated in the goals and pillars of the science curriculum and other frameworks of the seven countries/regions could be divided into scientific knowledge (subject-specific knowledge), scientific inquiry skills and processes (subject-specific methods), and attitudes towards science, and contexts, and these correlated to the scientific competencies indicated in the three pillars and goals of the Japan's new courses of study. In terms of its structure, the new Japanese science curriculum was presented in a manner close to the PISA 2015 framework for scientific literacy, as well as the structure indicated as a common framework in the science curriculum of the other countries/regions.

On the other hand, contexts, which is one of the perspectives of the PISA 2015 framework for scientific literacy, is indicated in the frameworks and pillars of the curriculum, etc. in some countries, but in the science goals of the Japan's new courses of study descriptions related to contexts were scarce. It is presumed that contexts are not an emphasized point in terms of the curriculum in the new Japanese science curriculum. Moreover, it can also be interpreted that the Nature of Science is not an emphasized point in the curriculum either.

In the future, while valuing learning related to subject-specific knowledge, skills and processes, there are expectations that some lessons will be taught with the context-oriented cross-curricular contents, such as the Nature of Science, ESD and STEM, providing a learning environment to practice or do science.

* 教育課程研究センター基礎研究部総括研究官

1. はじめに

平成 29 年 3 月に公示された新学習指導要領では知識の理解の質を高め資質・能力を育むために、「主体的・対話的で深い学び」の実現が求められている。そこでは「何ができるようになるか」を明確化し、知・徳・体にわたる「生きる力」を子供たちに育むため、「何のために学ぶのか」という学習の意義の共有が図られ、全ての教科等は①知識及び技能、②思考力、判断力、表現力等、③学びに向かう力、人間性等の三つの資質・能力の柱で再整理された。

理科についても、この三つの柱に沿って構造化されている。小学校理科では、新小学校学習指導要領の「第 2 章 各教科 第 4 節 理科 第 1」に、「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」と総括的な目標が示されている。これに続いて、「(1)自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。(2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。(3)自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。」と三つの主な資質・能力が整理されている。このように、前述の三つの資質・能力の柱と同様の構造化がなされていることが分かる。表 1 に示すように、小学校理科と中学校理科の教科の目標は、新学習指導要領において、三つの資質・能力の柱で構造化されたと言える。

表 1 学習指導要領における資質・能力の構造化—小学校理科と中学校理科の教科の目標—

資質・能力の 三つの柱 (全教科等)	①知識及び技能	②思考力,判断力, 表現力等	③学びに向かう力, 人間性等
小学校理科 の「目標」に おける記述	(1)自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。	(2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。	(3)自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。
中学校理科 の「目標」に おける記述	(1) 自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。	(2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。	(3) 自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究する態度を養う。

出所: 小学校学習指導要領(2017)及び中学校学習指導要領(2017)を基に整理。

このように新たに構造化された日本のナショナル・カリキュラムは国際的にはどのように解釈されるのだろうか。学習指導要領改訂の議論における「論点整理」(中央教育審議会, 2015)では、日本のカリキュラム改革が経済協力開発機構(OECD)といった国際的な機関に高く評価されると述べられている。また、平成 20 年版小学校学習指導要領の理科について、米国の教育学者である Hirsch (2016) は、“because it seems to me a model of what is meant by a “curriculum intentionally and coherently structured to develop rich content knowledge with and across grades” – the phrasing in our Common Core State Standards.” (p.214) であると評価し、米国のコモン・コア・スタンダードで求めているものがそこにあると述べている。すなわち、学年においてまた学年をまたいで豊かな内容知識を育成するための意図的で密に構造化されたカリキュラムであるとの評価がなされている。本稿においては、国際的な視点から新学習指導要領を考察する際の一助として、各教科から特に理科を取り上げ、そのカリキュラムの枠組みや目標について論じることとする。

2. 目的

本稿では、新小学校学習指導要領及び新中学校学習指導要領における理科の枠組みと目標に示される資質・能力について、国際的な視点からその特徴を論じることを目的とする。そのために、まず①科学的リテラシーに関する国際的な調査の枠組みにおける観点と比較しながら、新学習指導要領における理科の枠組みや目標の特徴を示す。次に、②諸外国における科学カリキュラム等における上位の目標を整理し、それらと新学習指導要領における理科の枠組みや目標を比較することを通して、日本の理科の教育課程の特徴を明らかにする。

3. 科学的リテラシーに関する国際的な調査の枠組みと新学習指導要領

3.1 PISA2015における科学的リテラシーの枠組み

経済協力開発機構（OECD）の生徒の学習到達度調査（PISA）は、国際教育到達度評価学会（IEA）による国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）とともに、科学（理科）に関する代表的な国際調査である。調査対象者は調査参加国／地域の15歳児の生徒であり、日本では無作為抽出された高校一年生が調査に参加する。PISA調査における科学的リテラシーの概念枠組みについては、各国の文脈を基にした解釈や検討が求められるが、各国の科学教育やナショナル・カリキュラムに対して、一程度の影響力を持っていることは明らかである。そこで、本稿では、PISAの科学的リテラシーの枠組みに注目することとする。日本の理科の教育課程の特徴を示すために、PISAの科学的リテラシーの枠組みを通して新学習指導要領の目標等を検討する。特に、調査の中心分野が科学的リテラシーであり、かつ、調査結果が公表済みのPISA調査の中で最も新しい2015年調査（PISA2015）における科学的リテラシーの枠組みに着目する。なお、PISA2015の調査結果は、2016年12月に公表されている。

PISA調査は2000年から3年ごとに実施されており、各調査年には数学的リテラシーや科学的リテラシーなど重点的に扱われる中心分野がある。PISA2006では中心分野が初めて科学的リテラシーであったが、その科学的リテラシーの枠組みは科学的知識、科学的能力、科学に対する態度、状況・文脈の四つの相互に関連した側面（観点）で特徴づけられていた（国立教育政策研究所，2007；三宅，2008）。PISA2015における科学的リテラシーの枠組みについては、PISA2006のそれを大きな変更はなく、科学的知識、科学的能力、科学に対する態度、文脈の四つの側面（観点）で示された（国立教育政策研究所，2016a）。表2にこれら四つの側面についてOECD（2016）による説明を示す。

表2 PISA2015の科学的リテラシーの枠組みの側面

科学的知識 (知識) 英文: Knowledge	科学的能力 (能力) 英文: Competencies	科学に対する態度 (態度) 英文: Attitude	文脈 英文: Contexts
科学的知識の基礎となる主な事実、概念、説明的理論の理解。このような知識は、自然界と技術的人工物の両方に関する知識(内容に関する知識)、内容に関する知識がどのように生み出されるかに関する知識(手続に関する知識)、科学的な手続の根底にある根本原理及びその手続を用いることの正当性に関する知識(認識に関する知識)を含む。	現象を科学的に説明し、科学的探究を評価して計画し、データと証拠を科学的に解釈する能力。	科学・技術への興味・関心、探究に対する科学的アプローチへの価値付け、環境への意識といった科学に向かう態度。	ある程度の科学・技術の理解を必要とする個人的、地域的／国内的、地球的な諸問題であり、今日的で歴史的なもの。

出所: OECD(2016)図 2.1。日本語訳は国立教育政策研究所(2016a)を参考に著者和訳。

3.2 PISA2015の科学的リテラシーの枠組みからみる新学習指導要領の特徴

表2の科学的リテラシーの枠組みを特徴づける側面「科学的知識」、「科学的能力」、「科学に対する態度」、「文脈」それぞれについて、新学習指導要領との関連は以下のようになる。

PISA2015の科学的リテラシーの枠組みの側面の一つである「科学的知識」は、表1に示す、小学校及び中学校学習指導要領の「知識及び技能」における理科の資質・能力として示された、教科固有の知識である自然の事物現象に関する知識や観察、実験に関する技能に関連する。また、側面の一つである「科学的能力」は、同様に、表1の「思考力、判断力、表現力等」における理科の資質・能力として示された、観察、実験を行い、問題解決や科学的に探究する力と関連する。さらに、側面「科学に対する態度」については、表1の「学びに向かう力、人間性」における理科の資質・能力として示された、問題解決や科学的に探究しようとする態度との関連を容易に指摘できる。このように、三つの側面についてはそれぞれ学習指導要領の三つの柱と関連することが分かる。

他方、側面「文脈」については、新小学校学習指導要領及び新中学校学習指導要領の理科の「目標」において、直接的に関連する記述は見受けられない。PISAにおける文脈は、PISA2006において「状況・文脈 (context)」と示され、健康、天然資源、環境、災害、科学とテクノロジーのフロンティアといった適応範囲を持つ「科学とテクノロジーに関係する生活での場面」(OECD, 2007, p.35)を意味していた。PISA2015では「文脈 (contexts)」と示され、適応範囲は健康と病気、天然資源、環境の質、災害、最先端の科学とテクノロジーと再構成され、その意味は「ある程度の科学・技術の理解を必要とする個人的、地域的/国内的、地球的な諸問題であり、今日的で歴史的なもの(著者訳)」(OECD, 2016, p.23)であった。このようなPISAにおける文脈については、小学校と中学校の理科の「目標」の記述には表れていないものの、カリキュラム改訂の議論に一部関連する内容が含まれていたことを指摘できる。平成28年5月25日の中央教育審議会教育課程部会の理科ワーキンググループ(第8回)では、「小・中・高を通じて理科において育成すべき資質・能力」(資料1-4)が提案されたが、その際「学びに向かう力、人間性等」の資質・能力の柱の下に、「日常生活との関連」(中学校段階)が示されていた(文部科学省, 2016b)。この文言は理科の目標としては残らなかったが、中学校理科においては「第3 指導計画の作成と内容の取扱い」における指導計画の作成の際の配慮事項に「(4) 日常生活や他教科等との関連を図ること。」といった新設の項目につながったと解釈できる。一方、小学校理科においては「日常生活との関連」についての新設の項目は見受けられない。

科学の知識に関する国際的な動向で注目すべきものは、PISA2015の枠組みの「科学的知識」に、新たに「科学の認識に関する知識(認識論的知識)」が示されたことである。以前のPISA2006では科学的知識は、「科学の知識(knowledge of science)」と「科学についての知識(knowledge about science)」の二つで構成されていた(OECD, 2007)。科学についての知識は科学の本質(NOS)(Lederman, 2007)の知識の部分と対応している。PISA2015では、科学についての知識が更に「手続に関する知識(procedural knowledge)」と「認識に関する知識(epistemic knowledge)」に分けて示されるに至った(OECD, 2016)。科学の認識に関する知識は、「科学的な手続の根底にある根本原理及びその手続を用いることの正当性に関する理解」(国立教育政策研究所, 2016a, p.72)とされ、単に知っているという知識を超えたものとして、科学的知識がどのように構築されたかや、その性質、妥当性や信頼性に関する理解が求められている。

新学習指導要領では、理科の目標において関連する記述は見当たらないが、その学年目標に科学の認識論的知識につながる記述がある。例えば、小学校第6学年1目標(1)物質・エネルギーには、

「② 燃焼の仕組み、水溶液の性質、てこの規則性及び電気の性質や働きについて追究する中で、主にそれらの仕組みや性質、規則性及び働きについて、より妥当な考えをつくりだす力を養う。」とされ、より妥当な考えといった記述に、間接的ではあるが科学的知識の構築や妥当性の検討についての要素を見て取れる。また、より妥当な考えをつくりだす力を養うことは「思考力、判断力、表現力等」の柱の下の「問題解決の力を養う」の要素としても示されており、学習活動において知識と思考力等を関連させた学びの必要性が埋め込まれている。

加えて、カリキュラム改訂の議論において、認識論的知識について一部関連する内容が含まれていたことを指摘できる。前述の「小・中・高を通じて理科において育成すべき資質・能力」（資料1-4）の「知識・技能」の柱の下に、「科学的探究についての理解」が示されており、科学の認識論的知識との一部関連した記述と解釈される。

以上のように PISA2015 の科学的リテラシーの枠組みの四つの側面（観点）のうち科学的知識、科学的能力、科学に対する態度の三つについては、それぞれ新学習指導要領の三つの柱及び目標として示された理科の資質・能力と関連することを指摘した。一方、PISA における「文脈」の観点については、学習指導要領改訂の議論において部分的に関連した内容が含まれていたものの、新学習指導要領の理科の目標において対応する記述はなく、本文においても限定的な示し方となっていた。また、科学の認識論的知識については、教科の目標に対応する記述はない一方、学年の目標における思考力、判断力、表現力等を養う過程にて間接的に示されていた。

4. 諸外国の科学カリキュラムと新学習指導要領

4.1 「資質・能力を育成する教育課程の在り方に関する研究」における諸外国の科学カリキュラムの研究

諸外国の科学カリキュラムにおける資質・能力に関しては、国立教育政策研究所のプロジェクト研究「資質・能力を育成する教育課程の在り方に関する研究」報告書 3（梅澤，2016）で取りまとめられた、諸外国の国レベルの科学カリキュラムの目標等を再整理することとする。これらは各国／各地域の科学カリキュラムにおいて示された、児童・生徒に育成を目指す資質・能力と捉えることができる。梅澤（2016）では、諸外国における国レベルの科学カリキュラムを基に科学の資質・能力、及び教科固有の知識と学習活動の記載や、それらの関連付けについて調査・分析を行った。

ここで科学の資質・能力の概念の範囲について確認しておく。梅澤（2016）の調査研究の初期（平成 27 年度）においては、科学の資質・能力は教科固有の知識を含有せず、思考力・判断力・表現力等の下に位置するものと仮定していた。すなわち、科学の資質・能力の概念の範囲は、PISA2015 における「科学的能力（competencies）」のそれに対応するものであった。しかし、その後「論点整理」（中央教育審議会，2015）においては、資質・能力は「個別の知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」及び「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱で整理されて示され、続く「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」（中央教育審議会，2016）や新学習指導要領（平成 29 年 3 月公示）においても同様の示し方となっている。これを受け、本稿における科学の資質・能力の概念の範囲は「論点整理」以降に示されたものを採用する。

梅澤（2016）の調査対象国としては、イギリス（イングランド）、ドイツ、フランスの欧州 3 か国、米国とカナダの北米 2 か国、オーストラリアのオセアニア 1 か国、シンガポールと韓国のアジア 2

か国の計 8 か国を選定した。フランスについては、調査開始時から参考資料としての扱いとしていたため、本稿の結果に含めていない。調査対象とした国レベルのカリキュラム文書は、イギリス、フランス、オーストラリア、シンガポール及び韓国についてはナショナル・カリキュラム、ドイツは KMK 教育スタンダード、米国は次世代科学スタンダード (NGSS)、カナダについてはオンタリオ州の科学カリキュラムであった。対象とする教育段階については、教科担任制となり、科学教育の特徴が比較的顕著となる前期中等教育段階とした。実際の調査は、社団法人日本理科教育学会の国際交流委員を中心に、各国の教育課程や言語に精通した科学教育分野の研究者によって実施された。

4.2 諸外国の科学カリキュラムからみる新学習指導要領の特徴

まず、調査対象国の科学カリキュラムの枠組みの上位の目標や柱に示された科学における資質・能力を整理して表 3 に示す。調査対象国の科学カリキュラムにおける資質・能力は、概して(1)科学的知識 (教科固有の知識)、(2)科学的探究のスキルやプロセス (教科固有の方法)、(3)科学に対する態度や文脈のように整理、分類することができる。

表 3 諸外国の科学カリキュラムにおける資質・能力の整理

国	(1) 科学的知識 (教科固有の知識)	(2) 科学的探究のスキル やプロセス (教科固有の方法)	(3) 科学に対する態度や 文脈
イギリス (ナショナル・カリキュラム, GCE・Aレベル)	初等・前期中等教育段階 科学的知識と概念理解	初等教育段階 科学の本質, プロセス, 方法(科学的取組) 中等教育段階 科学的取組	(科学的な)会話で必要となる言葉
ドイツ (初等教育段階:GDSU 版スタン ダード, 前期中等教育段階:KMK 教育スタンダード, 後期中等教 育段階:EPA)	初等教育段階 概念/テーマ領域 前期中等教育段階 内容の次元: 専門知識 後期中等教育段階 内容の次元: 専門知識	初等教育段階 思考, 活動及び行為の仕方 前期中等教育段階 行動の次元: 認識獲得, コ ミュニケーション, 評価 後期中等教育段階 行動の次元: 専門の方法, コミュニケーション, 省察	教科横断的なコンピテンシ ー(事象, 方法, 自己, 社 会など)
カナダ (オンタリオ州の科学カリキュラム)	科学と技術の基本概念を 理解する	科学的探究と技術的問題 解決に必要とされるスキル, 方策, きしつを身に付ける	科学と技術を社会と環境 に関連付ける
米国 (次世代科学スタンダード (NGSS))	教科固有の知識を定めた 学問上の中心的考え (DCIs)	学習活動場面や育成する 資質・能力を定めた科学と 工学の実践(SEPs)	国語(ELA)・数学・科学の各 実践の相互関連を説明
オーストラリア	科学の理解 事実, 概念, 原理, 法則, 理論や モデルなど	科学の探究スキル	人類の偉業としての科学 ・自然と科学の発展 ・科学の利用と影響
シンガポール	知識・理解・応用	スキルとプロセス (プロセスは幾つかのスキルの利 用が必要とされる複雑な操作)	倫理と態度 好奇心, 創造性, 客観性, 誠実 さ, オープンマインド, 忍耐力, 責 任(生命倫理, 環境倫理)
韓国	機能を身につけて, 核心概 念を理解する	科学の核心力量 (コンピテンシー)	科学的参与, 生涯学習能 力(科学科)

出所：梅澤 (2016) の p.16 の表 1 を基に作成。

(1) 科学的知識（教科固有の知識）

諸外国の科学カリキュラムの目標等では、科学的知識と概念理解（イングランド）、内容の次元：専門知識（ドイツ）、基本概念（カナダ）、教科固有の知識（アメリカ合衆国）、科学の理解（オーストラリア）、知識・理解・応用（シンガポール）、核心概念（韓国）といった表現によって、教科固有の知識として、科学的知識が示されている。このように教科固有の知識が明確に示されていることが分かる。例えば、オーストラリアのナショナル・カリキュラムの「科学の理解」には、事実、概念、原理、法則、理論やモデルなどが含まれる。各国のナショナル・カリキュラムにおいてはコンピテンシーの育成が重視されているが（松尾，2015）、調査対象国の科学カリキュラム等の記述には、科学の学問領域の内容理解が求められていることが表れている。

他方、その科学の学問領域の内容理解については、科学知識を網羅的にため込むことが推奨されるのではない。資質・能力の育成のために、教科固有の見方や考え方を働かせ、学ぶために必要となる知識の精選が図られている。カナダ（オンタリオ州）の科学カリキュラムにおける科学知識に関する「基礎となる概念」では、学習したことの詳細を忘れてしまっても長く保持される、幅広く重要な理解につながる側面を「ビッグアイデア」として示している。これは「世界で見られる知識の重要性の再確認や「本質的な問い」「ビッグアイデア」と呼ばれる内容精選の動き」（国立教育政策研究所，2016b，pp.109-110）と方向を同じにするものであり、資質・能力を育成する場や時間を確保し、より深い学習につなげる試みとして捉えることができる。このような科学知識の精選に関する取り組みは、中心的な概念についてより深い理解を目指しているが、ここに二つの傾向が見て取れる。すなわち、ドイツの「基本概念」のように、科学の学問領域の範囲の中での概念を重視する場合と、アメリカ合衆国（NGSS）の「分野横断的概念（CCs）」やオーストラリア・ナショナルカリキュラムの「キーアイデア」¹⁾（梅澤，2016）のように、科学の学問領域の範囲を超えた概念を含めて示される場合である。ドイツの基本概念では教科内容の構造化が目指されており、物理、化学、生物の各科目においてそれぞれ異なった基本概念が示される。基本概念の例として物理においては物質、相互作用、システム、エネルギー、化学においては物質－粒子の関係、構造－性質の関係、化学反応、物質変化時のエネルギー的考察を挙げることができる。他方、分野横断的概念は、異なる分野の学問上の内容に関連し、学問上の考えの理解と実践の応用を深めることができるつながりと知的道具を生徒に提供するものである（NRC,2012, p.233）。

新小学校学習指導要領の理科の目標では、表1の「知識及び技能」の下に示す「自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。」が科学的知識に関連していると言える。また、中学校理科では、同様に「自然の事物・現象についての理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。」との関連を指摘できる。

なお、日本の理科の教育課程と諸外国のそれを比較する際には、「技能」と「スキル」の意味について注意が必要である。表1に示したように、日本の理科の目標においては、「実験、観察などにおける基本的な技能を身に付ける。」と技術についての記述がある。この学習指導要領で示される実験や観察に関する技能は、PISA2015の枠組みでは科学の手続に関する知識（手続的知識）に相当する。一般に技能は skills と英語訳されるであろうが、表2に示した諸外国における科学のスキル (skills) は、科学的探究のスキルを意味し、コンピテンシーに近い。学習指導要領で用いられる「技能」は諸外国の科学カリキュラム等で示される「スキル」とは別であることに留意したい。

(2) 科学的探究のスキルやプロセス（教科固有の方法）

表2に示すように、諸外国の科学カリキュラムの目標等では、「科学の本質、プロセス、方法」（イングランド）、初等教育段階で「思考、活動及び行為の仕方」（ドイツ）、「科学的探究と技術的問題解決に必要とされるスキル」（カナダ）、「科学の探究スキル」（オーストラリア）、「スキルとプロセス」（シンガポール）、「科学の核心力量（コンピテンシー）」（韓国）などの表現によって、教科固有の方法である科学探究のスキル、プロセスといった科学の方法に関連する記述が示されている。これら教科固有の方法は教科固有の知識と明確に分けて示されている点が特徴的である。

新学習指導要領の小学校理科では、表1の「思考力、判断力、表現力等」の下に示される「観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。」がこれに関連すると言える。また、中学校理科については、同様に「観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。」との関連を指摘できる。

(3) 科学に対する態度、文脈

諸外国の科学カリキュラムの目標等では、「人類の偉業としての科学」（オーストラリア）や「倫理と態度」（シンガポール）といった表現で、価値、倫理や意義など科学に対する態度に関連する記述がある。人類の偉業としての科学の下位の項目には「自然と科学の発展」や「科学の利用と影響」が示され、また倫理と態度には「好奇心」、「創造性」、「客観性」、「誠実さ」、「オープンマインド」、「忍耐力」、「責任（生命倫理、環境倫理）」が含まれる。これらの科学の発展、影響、創造性、客観性、誠実さ等は、科学そのものの性質である科学の本質（NOS）（Lederman, 2007）への意識が表れたものと言えるだろう。なお、科学の本質の内容には科学的探究活動の多様性²⁾や科学的知識の実証性といった科学的探究のスキルやプロセスが含まれるため、イギリス（イングランド）のナショナル・カリキュラムにおける「科学的取組（working scientifically）」やNGSSの「学習活動場面や育成する資質・能力を定めた科学と工学の実践（SEPs）」のように教科固有の方法としても扱われる。

新学習指導要領の小学校理科では、表1の「学びに向かう力、人間性等」の下に示す「自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。」が関連すると言える。また、中学校理科では、同様に「自然の事物・現象に進んで関わり、科学的に探究する態度を養う。」との関連を指摘できる。一方、PISAの科学的リテラシーの枠組みとの比較で示したように、科学の本質に含有される科学の認識論的知識については、教科の目標に対応する記述はない一方、学年の目標における思考力、判断力、表現力等を養う過程にてその要素が間接的に示されるにとどまる。科学の本質については、カリキュラム上の力点ではないと解釈できよう。

さらに、諸外国の科学カリキュラムの目標等では、「教科横断的なコンピテンシー」（ドイツ）や「科学と技術を社会と環境に関連付ける」（カナダ）といった表現で、環境、科学と社会の関係や、教科（領域）横断的な内容を含んだ文脈に関連する記述がある。また、NGSSではSTEM教育（Science, Technology, Engineering, Mathematics）による科学、技術、工学と数学を有機的に結び付けた学習環境の提供が狙われる。これらにより、科学の授業においても教科の枠を越えて、より汎用的で実践的な能力の育成を目指していると考えられる。

以上のように、調査対象国の科学カリキュラム等の枠組みの上位の目標や柱に示された資質・能力は、科学的知識（教科固有の知識）、科学的探究のスキルやプロセス（教科固有の方法）、科学に対する態度、文脈に分類することができ、それらは新学習指導要領の三つの柱及び目標として示された理科の資質・能力と関連することを指摘した。諸外国の科学カリキュラムの目標等は日本の新しい理科の教育課程における資質・能力とその構造やその内容が一程度類似していることが分かる。

一方、文脈については、PISA の科学的リテラシーの枠組みとの比較で示したように、新学習指導要領の理科の目標において対応する記述はなく、カリキュラム上の力点ではないことが推察される。

調査対象国における国レベルの科学カリキュラムの目標等で示されている資質・能力について、概して共通する特徴を以下に示す。

- ① カリキュラム等の枠組みの上位や柱に、科学的知識、概念や中心的考えなど教科固有の知識についての記述があること
- ② カリキュラム等の枠組みの上位や柱に、科学的探究のスキルやプロセスなど教科固有の方法について、教科固有の知識と別に記述されていること
- ③ 一部のカリキュラム等の枠組みや柱に、科学の学習に関する倫理、態度、意義が示され、科学の本質（NOS）への意識が見て取れること
- ④ 一部のカリキュラム等の枠組みや柱に、環境、科学と社会の関係や、教科（領域）横断的な内容を含んだ文脈が示されており、科学の実践が意識されていること
- ⑤ 教科固有の知識については、エネルギー、物質、機能と構造、システムなどの基本的な概念が意識されていること

5. まとめと今後の展開

第三章と第四章で論じてきたように、日本の新しい理科の教育課程は、PISA2015 の科学的リテラシーの枠組みにおける「科学的知識」、「科学的能力」、「科学に対する態度」、「文脈」や、諸外国の科学カリキュラムにおいて一程度共通する枠組みとして示した「科学的知識」、「科学探究のスキルやプロセス」、「科学に対する態度、文脈」の構造に近い示し方となったと言える。

一方、文脈については、PISA2015 の科学的リテラシーの枠組みの観点の一つであり、また、諸外国の一部のカリキュラム等の枠組みや柱に示されているが、新学習指導要領の理科の目標等において関連する記述は限定的であった。新しい理科の教育課程において、文脈はカリキュラム上の力点ではないことが推察される。また科学の本質についても、カリキュラム上の力点ではないと解釈できよう。

ここで授業に意識を移すと、日本の理科授業に対しては、TIMSS1999 理科授業ビデオ研究で授業ビデオを基にした実証的かつ客観的なデータが提供されていた。他の調査参加国との比較から示された日本の理科授業の特徴の一つは、科学の本質、環境やテクノロジーといった領域横断的な内容の指導が希薄となっていることであった（小倉・松原，2007）。今後、教科固有の知識や方法に関する学習を進めながら、科学の本質に関する学習や、文脈を持つ ESD や STEM 教育等を参考に教科（領域）横断的な学習を行うことで、科学を実践する学習環境を提供するような授業実践が期待される。

なお、諸外国の科学カリキュラムの目標等の整理や分類において、科学的知識や科学的探究のスキルやプロセスがそれぞれ教科固有の知識や教科固有の方法として明確に識別でき分類できたことに対し、科学に対する態度や文脈に関連する分類は必ずしもすべての目標等に対して当てはまるものではなかった。今後の課題として、科学に対する態度や文脈について、より詳細な記述についての整理や具体的な実践事例を分析しながら、研究を深めていくことが必要である。

6. おわりに

小学校及び中学校学習指導要領は戦後からほぼ十年に一度の改訂を受け、日本の教育の環境や文化の下に進化してきたものである。この点において、新しい理科の教育課程は日本独自の科学カリキュラムと言ってよい。

今回の学習指導要領の改訂では、小学校及び中学校の理科の目標の構成は他教科等と同様に大きく整理され、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つを柱とした構造化がなされた。この構造化によって、新しい学習指導要領の理科の目標では、「科学の知識」は問題解決の力（中学校では「科学的に探究する力」）と別に示されるようになった。このような示し方は、科学カリキュラムの示し方の世界的動向と同様の方向性を持つものであり、「何ができるようになるか」といったコンピテンシーの育成をより意識した示し方と言える。示し方を変えることで、知識に偏らず、思考力、判断力、表現力等や学びに向かう力をより意識することにつながる。

磯崎（2014）の「明治24年の小学校教則大綱から、わが国の理科教育では、その目標に知識、スキル（技能）、態度（情意面）が明示されてきた長い伝統がある。」（p.23）との指摘から分かるように、今回の構造化によって理科の目標等の示し方は変わったものの、資質・能力の三つの柱はこれまでの学習指導要領に埋め込まれていたものと言える。平成20年版の学習指導要領では、理科における知識及び技能と、思考力、判断力、表現力等に関する記述は、教科の目標の一文に含まれていた。このことは、科学の知識と問題解決の力（科学的に探究する力）の二つは別々に学ぶのではなく、互いに関連させて学ぶことが大事であることを示している。理科授業において、科学の知識と問題解決の力（科学的に探究する力）を意味ある形で関連させることは、時代にかかわらず重要である。

注 本報告の内容の一部は、梅澤敦（研究代表）.（2016）.「資質・能力を育成する教育課程の在り方に関する研究報告書3 諸外国の教育課程と学習活動（理科編）」、国立教育政策研究所平成27年度プロジェクト研究調査研究報告書を基にしている。

- 1) オーストラリア・カリキュラムにおけるキーアイデア（key idea）は「世界の科学的な見方の主要な側面を表し、また、科学の学問分野を超えて知識と理解を架橋するものとして「形と機能」、「安定性と変化」、「システム」、「物質とエネルギー」、「スケールと測定」、「パターン、順序と組織」の六つ」（梅澤，2016，p.60）である。
- 2) NGSS で扱われる科学の本質は、科学的探究活動の多様性、科学知識の実証性、科学知識の可変性、科学知識の機能、方法としての科学、自然における秩序と調和の存在、科学の人間性、科学の適応範囲といった内容（鈴木,2015）であるが、特に科学的探究活動の多様性において科学的探究のスキルが SEPs において教科固有の方法となる。

謝辞

梅澤（2016）の国立教育政策研究所プロジェクト研究には、国際研究班（理科担当）所外委員として、次の方々にご協力を頂きました。ここに御礼を申し上げます。

磯崎 哲夫（総括・イギリス・フランス）、野添 生（イギリス）、寺田 光宏（ドイツ）、遠藤 優介（ドイツ）、平野 俊英（アメリカ合衆国）、高橋 一将（アメリカ合衆国）、清水 欽也（カナダ）、

畑中 敏伸 (カナダ)、山下 修一 (シンガポール)、大島 竜午 (シンガポール)、李 智源 (韓国)、各務 南 (フランス)

引用文献等

- 磯崎哲夫. (2014). 「理科教育における学力観の再考—比較教育史的アプローチからの示唆—」, 『理科教育学研究』, 55(1), 13-26.
- 梅澤敦 (研究代表). (2016). 「資質・能力を育成する教育課程の在り方に関する研究報告書3 諸外国の教育課程と学習活動 (理科編)」, 国立教育政策研究所平成27年度プロジェクト研究調査研究報告書.
- 小倉康・松原静郎. (2007). 「TIMSS 1999 理科授業ビデオ研究の結果について」, 『国立教育政策研究所紀要』, 第136集, 219-232.
- 国立教育政策研究所. (2007). 『生きるための知識と技能 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA) 2016年調査国際結果報告書』, ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所. (2016a). 『生きるための知識と技能 OECD生徒の学習到達度調査 (PISA) 2015年調査国際結果報告書』, ぎょうせい.
- 国立教育政策研究所編. (2016b). 『資質・能力 理論編』, 東洋館出版社.
- 鈴木宏昭. (2015). 「米国の理科教科書における“Nature of Science”の教授展開—「観察と推論の相違」の内容に着目して—」, 『理科教育研究』, 56(2), 173-181.
- 中央教育審議会. (2015). 「教育課程企画特別部会 論点整理」, 中央教育審議会教育課程特別部会, 2015年8月26日.
- 中央教育審議会. (2016). 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申)」平成28年12月21日.
- 文部科学省. (2017年3月31日). 「小学校学習指導要領」
- 文部科学省. (2017年3月31日). 「中学校学習指導要領」
- 文部科学省. (2016b). 「小学校・中学校・高等学校を通じて理科において育成すべき資質・能力」, 教育課程部会 理科ワーキンググループ (第8回) 配付資料 資料1-4.
- 松尾知明. (2015). 『21世紀型スキルとは何か—コンピテンシーに基づく教育改革の国際比較—』, 明石書房.
- 松原憲治・後藤顕一・磯崎哲夫. (2016). 「日本の理科における資質・能力の特徴—諸外国の基準レベルの科学カリキュラム等との比較から—」, 『日本理科教育学会第66回全国大会論文集』, 360.
- 松原憲治・猿田裕嗣. (2016). 「日本の理科における資質・能力の特徴—PISAの科学的リテラシーとの関連—」, 『日本科学教育学会年会論文集』, 40, 375-376.
- 三宅征夫. (2008). 「科学的リテラシーについて」. 『理科の教育』2008年6月号, Vol.57, No.671, 8-10, 東洋館出版社.
- Hirsch, E. D. (2016). *Why knowledge matters: rescuing our children from failed educational theories*. Harvard Education Press.
- Lederman, N.G. (2007). *Nature of Science: Past, Present, and Future*. Abell, S.K., & Lederman, N.G. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. Lawrence Erlbaum Associate, 857-858.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*, National Academies Press.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, PISA 2015 Science Framework, DOI:10.1787/9789264255425-3-en, OECD publishing.
- OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis*, OECD publishing.