

# わが国の学習指導要領（理科）に記載された“探究の過程”と 米国『次世代科学スタンダード』（2013）に記載された“Practices” の比較検討

栢野 彰秀\*

Akihide KAYANO

A Comparative Study of "A Process of Inquiry" Listed in a Japanese Course of Study and "Practices" Listed in NGSS

## 要 旨

米国NGSSに記載された“Practices”の意味内容に検討を加えると、次の点が明らかになった。1) “Practices”の8つの構成要素は、わが国の探究の過程と概ね同様な順次性と内容を持つ。2) 米国NGSSに記載された“Practices”では、わが国の探究の過程における「課題の探究」段階の「結果の処理」に相当する部分から「課題の解決」段階における「考察・推論」に相当する部分に至る流れが一体化されているとともに、「考察・推論」に相当する部分が重要視されている。わが国の理科授業の、特に「考察・推論」の過程での子どもの活動の具体が“Practices”の8つの構成要素から想定できる点等が示唆された。

【キーワード：探究の過程，学習指導要領，inquiry，practices，NGSS】

## I. 問題の所在

2017年に告示された学習指導要領（理科）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明記された。そこでは小学校・中学校・高等学校全ての校種で「探究の過程」を経る理科授業が強調された<sup>1)</sup>。

2008年に改訂された小学校及び中学校学習指導要領（理科）に基づいて編纂された小学校及び中学校理科教科書を見ると、2017年に告示された学習指導要領のように直接的に「探究の過程」という言葉こそ用いられてはいない。しかし、小学校の教科書においても中学校の理科教科書においても目次の次のページに「理科学習の順序」や「理科学習の進め方」という言葉で、「探究の過程」と同様な理科学習の流れが記載されている<sup>2)</sup>。他の教科書出版社4社の教科書も同様な傾向を示している<sup>3)</sup>。このことから、2008年に改訂された学習指導要領においても「探究の過程」を経る理科授業が重要視されていたが、2017年に告示された学習指導要領では、より「探究の過程」を経る理科授業が意図されていることが分かる。

島根大学教育学部自然環境教育講座と同附属中学校理科部（以下、附中理科部と略）では、2015年度以降、教育実習生指導の際に探究の流れに基づく単元計画を作成させている<sup>4)</sup>。さらに、附中理科部の教員が行う常日頃の授業においても、理科室の黒板の上の壁に探究の流れの図を掲示した上、探究の流れに基づく単元計画に基づいた理科授業を展開している<sup>5)</sup>。加えて筆者の前稿では、教科「理科」において「探究の過程」を

経る授業を行えば、島根県が初任者教員に求める「本時のねらいが明確な授業」及び「児童生徒等を主体とした授業」が達成可能であることを論じた。さらに、2017年度以降、附中理科部の教員が初任者研修において「探究の過程」を経る授業を示範していることも報告している<sup>6)</sup>。

ところで、米国ではわが国の学習指導要領のように法的拘束力こそ持たないが、米国の教科書編纂や全米の授業に影響を与える『次世代科学スタンダード（Next Generation Science Standards）』（以下、NGSSと略）が2013年に出版された。筆者がNGSSを読み進めると、NGSSでは“*Inquiry*”という言葉在意図的に“*Practices*”という言葉に言い換えて編集されているのではないかと思われるようになってきた。NGSSでは“*Practices*”という言葉に“*Inquiry*（探究）”という意味を包含させてスタンダードを編集しているのではないかと、筆者は考えはじめたのである。

米国NGSSに記載された“*Practices*”の意味内容を把握するならば、わが国で2017年に告示された小学校及び中学校学習指導要領（理科）で強調された「探究の過程」を経る理科授業の具体的な展開に対して、何らかの示唆が得られるのではないかと。加えて、現在附中理科部が担当する教育実習及び初任者研修に加え、附属中学校の子どもに対する常日頃の授業に対しても、「探究」の面から何らかの示唆が得られるのではないかと。これら2点が筆者が本研究に取り組んだ問題意識である。

上述した問題意識から本研究では、米国NGSSに記載

\* 島根大学学術研究院教育学系

された“Practices”の意味内容を把握するとともに、2017年に告示された学習指導要領に記載された「探究の過程」と比較検討を加える文献研究を行うことを目的とする。

## Ⅱ. 2017年に告示された学習指導要領（理科）に記載された「探究の過程」

図1には、2017年に告示された学習指導要領（理科）において、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示されている<sup>7)</sup>。

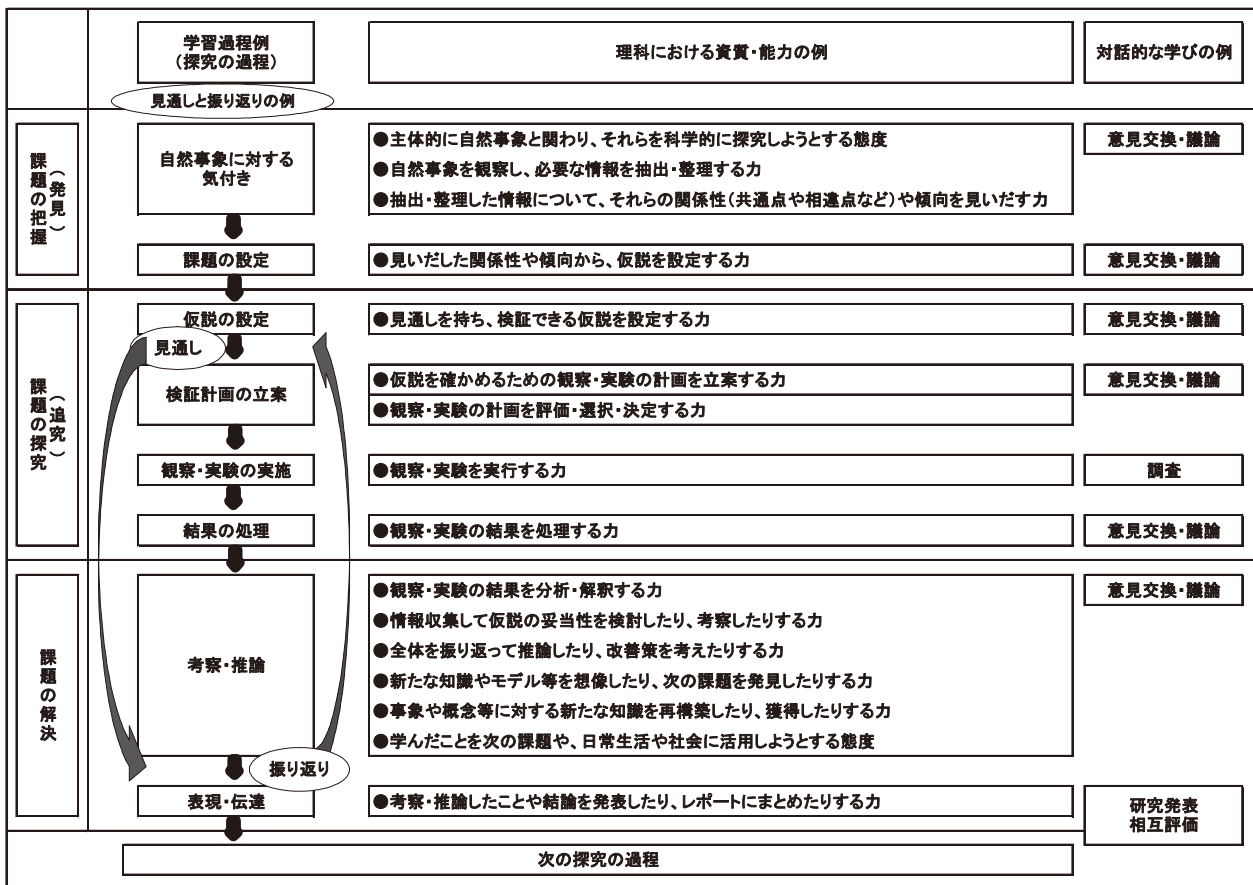
図1を見ると、学習過程例に「探究の過程」と明記されていることが分かる。「探究の過程」は3つの段階（課題の把握、課題の探究、課題の解決）に分けられている。「課題の把握」段階では、「自然事象に対する気付き」、「課題の設定」という2つの過程の具体が示さ

れている。同様に「課題の探究」段階では、4つの過程の具体「仮説の設定」、「検証計画の立案」、「観察・実験の実施」、「結果の処理」が示されている。「課題の解決」の場面には、2つの過程の具体「考察・推論」、「表現・伝達」が示されている。

このことから、2017年に告示された学習指導要領（理科）に示された「探究の過程」はこれら3つの段階8つの過程を経ることが意図されていることが分かる。

さらに、これら3つの段階8つの過程で身につく資質・能力の具体例も示されている。その他、「見通し」や「振り返り」に関する矢印も示されており、「探究の過程」は一方向の学習過程ではないことも分かる。欄外の\*7を見ると、「小学校及び中学校においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要である。」と記載されている。小・中・高という校種を問わず、「探究の過程」を経る理科授業が重要視されていることも分かる。

### 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ



- \*1 探究の過程は、必ずしも一方向の流れではない。また、授業では、どの過程の一部を扱っても良い。
- \*2 「見通し」と「振り返り」は、学習過程全体を通してのみならず、必要に応じて、それぞれの学習過程で行うことも重要である。
- \*3 全ての学習過程において、今までに身につけた資質・能力(既習の知識及び技能など)を活用する力が求められる。
- \*4 意見交換や議論の際には、あらかじめ個人で考えることが重要である。また、他者とのかかわりの中で自分の考えをより妥当なものにする力が求められる。
- \*5 単元内容や題材の関係で観察・実験が扱えない場合も、調査して論理的に検討を行うなど、探究の過程を経ることが重要である。
- \*6 自然事象には、日常生活に見られる事象も含まれる。
- \*7 小学校においても中学校においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要である。

図1 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ

### Ⅲ. 米国NGSSに記載された“Practices”

#### (1) NGSSの位置づけ

NGSSは2013年にNational Academy Pressから発行されたAB版書籍で、2巻からなる<sup>8, 9)</sup>。第1巻は324頁、第2巻は169頁である。

NGSSは、1996年に発行された米国初の全米の科学教育の基準である『全米科学教育スタンダード (National Science Education Standards)』の改訂版ともいえるが、その主旨を受け継ぎながらもSTEM教育の影響も受けた最新の全米の科学教育の基準である<sup>10, 11)</sup>。しかし、わが国の学習指導要領のように法的拘束力は見られない。

#### (2) NGSSの構成

NGSSが対象とする学年は、わが国の幼稚園から高等学校第3学年に相当する13の学年である。各学年ともわが国のエネルギー及び粒子領域に相当する物理科学 (Physical Sciences)、わが国の生命領域に相当する生命科学 (Life Sciences)、わが国の地球領域に相当する地球・宇宙科学 (Earth and Space Sciences) の3つの領域の学習内容で構成されている<sup>12)</sup>。

各学年各領域の小单元ごとに、「(単元の学習の結果) 子どもが何を知って何ができるようになるか。」という観点から単元の目標 (Performance Expectations) が記載されている。

単元の目標を達成するために、「領域の中心的考え (Disciplinary Core Ideas)」、「科学と工学のプラクティス (Science and Engineering Practices)」、「領域横断概念 (Crosscutting Concepts)」がそれぞれ関連づけられて1つの表にまとめて表されている<sup>12)</sup>。

「領域の中心的考え」には、自然界の知識、すなわち科学の知識に相当する事項が記載されている。「科学と工学のプラクティス」が、本研究の対象となっている“Practices”である。「領域横断概念」は、STEM教育のいう7つの横断概念 (1.パターン (Patterns), 2.原因と結果 (Cause and effect), 3.尺度・比・量 (Scale, proportion, and quantity), 4.システムとシステムのモデル (Systems and system models), 5.エネルギーと物質 (Energy and matter), 6.構造と機能 (Structure and functions), 7.安定と変化 (Stability and change) である<sup>13)</sup>。

#### (3) NGSSに記載された“Practices”の8つの構成要素

表1には、NGSSに記載された“Practices” (以下、プラクティスと略) の8つの構成要素が示されている<sup>13)</sup>。

表1 NGSSに記載されたプラクティスの8つの構成要素

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 発問して問題を定義する (Asking questions and defining problems)</li> <li>2. モデルをつくって使う (Developing and using models)</li> <li>3. 調査を計画して実行する (Planning and carrying out investigations)</li> <li>4. データを分析して解釈する (Analyzing and interpreting data)</li> <li>5. 数学を使って数学的に考える (Using mathematical and computational thinking)</li> <li>6. 説明をつくって解決法を計画する (Constructing explanations and designing solutions)</li> <li>7. 証拠に基づいた議論に携わる (Engaging in argument from evidence)</li> <li>8. 情報を得て評価して話し合う (Obtaining, evaluating, and communicating information)</li> </ol>
--

表1に示されたプラクティスの8つの構成要素それぞれについて、意図する子どもの姿が記載されている。加えて、わが国の幼稚園から小学校第2学年に相当するK-2学年段階、わが国の小学校第3～5学年に相当する3-5学年段階、わが国の小学校第6学年から中学校第2学年に相当する6-8学年段階、わが国の中学校第3学年から高等学校第3学年に相当する9-12学年段階の4つの学年段階に分けられて、それらの学年段階別の子どもの姿や活動が詳細かつ系統立てて記載されている。ただし、各学年各領域の小单元ごとに8つのプラクティスの構成要素全てが示されているわけではない。その小单元に必要な構成要素が少なくとも1つ以上位置づけられている。



IV. 探究の過程と8つのプラクティスの構成要素の比較検討

(1) 探究の過程の段階と理科における資質・能力の例

表2には、学習指導要領解説理科編に記載された探究の過程と理科における資質・能力の例が示されている<sup>7)</sup>。なお、①～⑯の番号は筆者が付した。

表2 学習指導要領解説理科編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、仮説を設定する力
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想像したり、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

(2) 探究の過程の段階と8つのプラクティスの構成要素が意図する子どもの姿の比較・検討

表3には、8つのプラクティスの構成要素それぞれに記載された意図する子どもの姿が示されている<sup>14~21)</sup>。

表2に示された探究の過程とそれぞれの段階に示された理科における資質・能力の例と表3に記載された子どもの姿に検討を加えたところ、次のように捉えられた。

「1. 発問して問題を定義する」の記載内容は、探究の過程の「課題の把握」段階における「自然事象に対する気付き」または「課題の設定」あたりの意味内容に概ね合致する。

「2. モデルをつくって使う」の記載内容は、探究の過程の「課題の探究」段階における「仮説の設定」または「検証計画の立案」あたりの意味内容に概ね合致する。

「3. 調査を計画して実行する」の記載内容は、探究の過程の「課題の探究」段階における「検証計画の立案」または「観察・実験の実施」あたりの意味内容に概ね合致する。

「4. データを分析して解釈する」の記載内容は、探究の過程の「課題の探究」段階における「結果の処理」または「課題の解決」段階における「考察・推論」あたりの意味内容に概ね合致する。

「5. 数学を使って数学的に考える」及び「8. 情報を得て評価して話し合う」の記載内容は、表2と表3に示された記述を読んで検討を加えただけでは分類が難しい。

「6. 説明をつくって解決法を計画する」及び「7. 証拠に基づいた議論に携わる」の記載内容については、探究の過程の「課題の解決」段階における「考察・推論」あたりの意味内容に概ね合致すると思われるが、表2と表3に示された記述に検討を加えただけでは分類が難しい。

(3) 8つのプラクティスの構成要素の記載内容の資質・能力の例に基づく分類

8つのプラクティス構成要素の記載内容の資質・能力の例に基づく分類は次のように行った。まず第一に、8つのプラクティスの構成要素それぞれについて記載されている学年段階別の子どもの活動が、表2に示された探究の過程の各段階における理科の資質・能力①～⑯のどれに相当するのか、筆者が双方の記述を読んで検討を加えた。次いで、8つのプラクティスの構成要素それぞれに学年段階別に記載された文章記述の該当する箇所探究の過程の各段階における①～⑯の印を記入するとともに、該当箇所に下線を施した。

検討結果は資料1に示されている。

資料1の結果をまとめたのが表4である。表4の縦には、8つのプラクティスの構成要素と学年段階が示されている。表4の横には、表2に示された探究の過程と理科における資質・能力の例の番号①～⑯が示さ

表3 8つのプラクティスの構成要素それぞれに記載された子どもの姿

<p>1. 発問して問題を定義する</p> <p>どの学年段階の子どもも、教科書を読んだり自然の現象などの観察を行って、互いに発問し合って問題を定義できないといけない。そして、子どもがつくったモデルや科学的な調査から結論を記述する。工学の領域では、子どもは発問して問題を定義して、そしてそれを解いて、その解決のための制約とその詳細についての考えを誘い出すようになる。</p> <p>2. モデルをつくって使う</p> <p>モデルを使うのは早い学年段階から始めることが可能である。子どものモデル利用は、絵やおもちゃの車のような具体物のモデルから始まり、上学年ではグラフによる力の表現のような抽象的な表現に進展していく。</p> <p>3. 調査を計画して実行する</p> <p>子どもには K-12 の学年段階の間に、幾つかの異なる種類の調査を計画して実行する機会を与える必要がある。全ての学年段階で、教師から提示される子ども自身で探索しそうにない事項や疑問を含んで、子ども自身から出てくる疑問の範囲の調査に携わるようになる。</p> <p>4. データを分析して解釈する</p> <p>データは一旦集められたら、データがどんなパターンとの関係でも明らかにでき、そして結果を他に伝えられる書式に示されなければならない。生のデータはそのような意味をほとんど持たないので、科学者の主要な仕事は、データを表やグラフにするかまたはデータに分析を加えて解釈して組織化することである。そのような分析をすることで、科学者が証拠として使うようになるかもしれない意味とその関連をデータから持ち出すことができるようになる。工学者も同様に、証拠に基づいて所定の計画がうまくいくという決定をする。彼らは試行錯誤をたまにしかしない。工学者はモデルをつくって、それが極端な状況を含んでどのように実行されるかという広範囲にわたるデータを集める計画をつくる。この種のデータ分析は計画の決定を知らせ、パフォーマンスの予想または評価を可能にするだけではなく、問題を定めはつきりさせ、経済実現性を決定し、選択肢を評価し、失敗も調査できるようになる。</p> <p>5. 数学を使って数学的に考える</p> <p>数学を使って数学的に考えるのは、科学と工学において適用される方法に違いがある。だが、工学者は科学理論を数学的に適用するために、科学者は工学者によって計画された情報技術を使うために、数学を用いる。そして複雑なモデルを作ることができるようになる。</p> <p>6. 説明をつくって解決法を計画する</p> <p>科学の目標は、世界の説明的な報告を提供する理論の構築である。前の理論よりも経験的な証拠の複数の道筋や現象のより大きな説明がつくとき、理論は受け入れられるようになる。</p> <p>7. 証拠に基づいた議論に携わる</p> <p>科学と工学の学習は、発展と主張に必要な現象の新しい考えまたは説明、そしてそのような議論をするための基準に必要な議論の過程を産み出す。子どもは彼らがつくる説明のために議論し、彼らが主張する計画のために関連するデータの解釈を主張するようになる。</p> <p>8. 情報を得て評価して話し合う</p> <p>科学と工学におけるどんな教育でも、領域特定のテキストを読んで産み出す子どもの能力の進展が要求される。そのように、あらゆる科学と工学の授業は、とくに科学と工学に固有なジャンルのテキストを読んで産み出していくある程度言語の授業に進展していく。</p>
---

れている。表4中の○印は、該当のプラクティスの構成要素のその学年段階の記述に①～⑯に相当する記載があるという意味である。例えば、プラクティスの構成要素「1. 発問してを定義する」におけるK-2学年段階の記載事項には、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」の過程における①と②に相当する記述が見られるということである。

#### (4) 8つのプラクティスの構成要素の意味内容の特徴の検討

##### ① 8つのプラクティスの構成要素の全体的な流れ

表4を見ると、○印が概ね表の左上側から右下側に向かって対角線上に並んでいることが分かる。加えて、概ね表4の左上側から右下側に向かって対角線上に並んでいるとはみなすのが難しい箇所に入記された○印もあることが分かる。そこで、○印が概ね表の左上側から右下側に向かって対角線上に並んでいるとみなせる○印を見ると、以下の諸点が見いだせた。

表4 8つのプラクティスそれぞれに示された各学年段階の子どもの活動が探究の過程の各段階におけるどの理科の資質・能力に相当するか比較検討を加えた結果の表

探究の過程 プラクティス		課題の把握				課題の探究				課題の解決							
		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
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯
1. 発問して問題を定義する	K-2	○	○														
	3-5			○	○												
	6-8	○	○	○	○	○	○	○	○								
	9-12										○	○	○				
2. モデルをつかって使う	K-2			○	○												
	3-5				○	○	○	○				○					
	6-8				○	○	○	○				○	○				
	9-12					○	○	○				○	○	○			
3. 調査を計画して実行する	K-2						○	○	○								
	3-5			○		○	○	○	○			○					
	6-8			○	○	○	○	○	○			○	○				
	9-12			○	○		○	○	○				○				
4. データを分析して解釈する	K-2							○	○	○							
	3-5								○	○							
	6-8			○					○	○	○						
	9-12								○	○	○	○					
5. 数学を使って数学的に考える	K-2								○	○	○						
	3-5								○	○	○						
	6-8						○	○	○	○	○						
	9-12						○	○	○	○	○						
6. 説明をつかって解決法を計画する	K-2										○	○	○	○			
	3-5											○	○	○			
	6-8			○	○	○	○					○	○	○	○		
	9-12			○								○	○	○	○		
7. 証拠に基づいた議論に携わる	K-2										○	○	○	○			○
	3-5											○	○	○	○		○
	6-8			○								○	○	○	○		○
	9-12											○	○	○	○		○
8. 情報を得て評価して話し合う	K-2	○	○	○	○	○	○	○	○								○
	3-5								○								○
	6-8																○
	9-12																○

- 1) プラクティス「1. 発問して問題を定義する」は、主に探究の過程の「課題の把握」段階の「自然事象に対する気付き」①～③、「課題の設定」④に加え「課題の探究」段階の「仮説の設定」③あたりに相当する意味内容である。
- 2) プラクティス「2. モデルをつかって使う」及び「3. 調査を計画して実行する」は、主に探究の過程の「課題の把握」段階の「自然事象に対する気付き」③、「課題の設定」④に加え、「課題の探究」段階の「仮説の設定」⑤、「検証計画の立案」⑥⑦、「観察・実験の実施」⑧あたりに相当する意味内容である。
- 3) プラクティス「4. データを分析して解釈する」は、

主に探究の過程の「課題の探究」段階の「観察・実験の実施」⑧、「結果の処理」⑨に加え、「課題の解決」段階の「考察・推論」⑩～⑫あたりに相当する意味内容である。

- 4) プラクティス「5. 数学を使って数学的に考える」は、主に探究の過程の「課題の探究」段階の「検証計画の立案」⑥⑦、「観察・実験の実施」⑧、「結果の処理」⑨に加え、「課題の解決」段階の「考察・推論」の⑩～⑫あたりに相当する意味内容である。
- 5) プラクティス「6. 説明をつかって解決法を計画する」は、主に探究の過程の「課題の解決」段階の「考察・推論」⑪～⑮あたりに相当する意味内容である。
- 6) プラクティス「7. 証拠に基づいた議論に携わる」は、主に探究の過程の「課題の解決」段階の「考察・推論」⑩～⑮、「表現・伝達」⑯あたりに相当する意味内容である。
- 7) プラクティス「8. 情報を得て評価して話し合う」は、主に探究の過程の「課題の解決」段階の「考察・推論」⑭⑮、「表現・伝達」⑯あたりに相当する意味内容である。

上述した1) から7) までのことをまとめると、米国NGSSに記載された8つのプラクティスの構成要素について、「1. 発問して問題を定義する」から「8. 情報を得て評価して話し合う」に向かう1から8までの記述内容は、わが国の探究の過程における「課題の把握」→「課題の探究」→「課題の解決」段階に示された過程と概ね同様な順次性と記載内容であると考えられる。

このことから、「Practices」という言葉が「Inquiry（探究）」という言葉を含んでいるのか、それとも「Inquiry（探

究）」という言葉が「Practices」という言葉を含んでいるのかは明らかではないが、「NGSSでは「Inquiry」という用語を意図的に「Practices」という用語に言い換えて編集されている。」という結論が導出できる。

② 8つのプラクティスの構成要素のうち4, 5, 6, 7, 8の特徴

表4において、プラクティスの構成要素「4. データを分析して解釈する」及び「5. 数学と使って数学的に考える」の欄に付された○印の多くは、探究の過程の「課題の探究」段階における「結果の処理」⑨から「課題の解決」段階における「考察・推論」⑩～⑫



に付されている。プラクティスの構成要素「6. 説明をつくって解決法を計画する」の欄に付された○印の多くは、探究の過程の「課題の解決」段階における「考察・推論」⑫～⑮に付されている。プラクティスの構成要素「7. 証拠に基づいた議論に携わる」の欄に付された○印の多くは、探究の過程の「課題の解決」段階における「考察・推論」⑩～⑮及び「表現・伝達」⑯に付されている。プラクティスの構成要素「8. 情報を得て評価して話し合う」の欄に付された○印の多くは、探究の過程の「課題の解決」段階における「考察・推論」⑭⑮及び「表現・伝達」⑯に付されている。

これらのことから、次の2点が指摘できる。第一に、8つのプラクティスの構成要素のうち「4. データを分析して解釈する」と「5. 数学と使って数学的に考える」は、探究の過程の「課題の探究」段階における「結果の処理」から「課題の解決」段階へとつながっていく意味内容といえる。第二に、8つのプラクティスの構成要素のうち「6. 説明をつくって解決法を計画する」は、探究の過程の「課題の解決」段階の「考察・推論」と概ね合致する意味内容といえる。8つのプラクティスの構成要素のうち「7. 証拠に基づいた議論に携わる」及び「8. 情報を得て評価して話し合う」は、探究の過程の「課題の解決」段階の「考察・推論」に加え「表現・伝達」と概ね合致する意味内容といえる。

前者のことは、プラクティスの構成要素では、探究の過程においては「課題の探究」段階に分類されている「結果の処理」と後の「課題の解決」段階とを一体的に捉えている、といえる。後者のことから、プラクティスの構成要素では、8つの構成要素のうち3つ（構成要素6～8）が探究の過程での「課題の解決」段階と直接対応し、その他2つのプラクティスの構成要素（構成要素4, 5）も探究の過程の「課題の解決」段階と対応するといえる。加えて、IV（2）では、8つのプラクティスの構成要素のうち「5. 数学と使って数学的に考える」、「6. 説明をつくって解決法を計画する」、「7. 証拠に基づいた議論に携わる」、「8. 情報を得て評価して話し合う」については、表2と表3に示された記述を読んで検討を加えただけでは分類が難しい、という検討結果に留まっていた。この点は上述のように明らかになった。

### ③ まとめ

本節で論じたことをまとめると次のようになる。

第一に、米国NGSSに記載された8つのプラクティスの構成要素「1. 発問して問題を定義する」から「8. 情報を得て評価して話し合う」に向かう記述内容は、わが国の探究の過程における「課題の把握」→「課題の探究」→「課題の解決」段階に示された過程と概ね同様な順次性と記載内容といえる。

第二に、米国NGSSに記載された8つのプラクティスの構成要素のうち2つの構成要素（「4. データを分析して解釈する」、「5. 数学と使って数学的に考える」）

が、わが国の探究の過程では「課題の探究」段階に分類されている「結果の処理」と後の「課題の解決」段階とを一体的に捉えている点に特徴がある。

第三に、米国NGSSに記載された8つのプラクティスの構成要素のうち5つの構成要素（「4. データを分析して解釈する」、「5. 数学と使って数学的に考える」、「6. 説明をつくって解決法を計画する」、「7. 証拠に基づいた議論に携わる」、「8. 情報を得て評価して話し合う」）が、わが国の探究の過程における「課題の解決」段階の「考察・推論」と対応し、考察したり推論したりする活動が多様な形で記載されて重要視されている点に特徴がある。

## V. おわりに

米国NGSSに記載された“Practices”の意味内容に検討を加えると、次の2点が明らかになった。第一に、“Practices”はわが国の探究の過程と概ね同様な順次性と内容を持つ。第二に、8つのプラクティスの構成要素は、わが国の探究の過程における「課題の探究」段階における「結果の処理」から「課題の解決」段階における「考察・推論」に相当する流れが一体化されるとともに、「考察・推論」に相当する活動が重要視されている。

これをもとにわが国で2017年に告示された学習指導要領で強調された「探究の過程」を経る理科授業に対する示唆を考察する。

わが国の探究の過程における「課題の解決」段階の「考察・推論」には、表2に示された⑩～⑮の6つの理科における資質・能力の例が示されているだけである。NGSSでは、8つのプラクティスの構成要素のうち、5つの構成要素（「4. データを分析して解釈する」、「5. 数学と使って数学的に考える」、「6. 説明をつくって解決法を計画する」、「7. 証拠に基づいた議論に携わる」、「8. 情報を得て評価して話し合う」）に、「考察・推論」に相当する子どもの活動などが多数記載されている。NGSSの8つのプラクティスの構成要素のうちの5つに記載された多様な子どもの活動をわが国の理科授業に取り入れることができれば、より広い観点からわが国の子どもに理科における資質・能力を身につけさせる具体的な取り組みの視点となりうる。

NGSSでは、各学年各領域の小単元ごとに単元の目標が記載され、「領域の中心的考え」、「科学と工学のプラクティス」、「領域横断概念」がそれぞれ関連付けられて一つの表にまとめて示されている。ここで留意しないといけないのは、NGSSでは各学年各領域の小単元ごとに8つのプラクティスの構成要素が全て記述されているのではない点である。ある学年のある領域のある小単元では、8つのプラクティスの構成要素のうち、どの構成要素に示された活動を行うのかが示されている。

加えて図1には、欄外の\*1に「探究の過程は、必ずしも一方向の流れではない。また、授業では、どの過程の一部を取り扱ってもよい。」と記載されている。だが、『中学校学習指導要領解説理科編』（2018）にも『小学校学習指導要領解説理科編』（2017）にも、どの学年のどの学習内容の小単元は、どのような探究の流れで単元の授業を構成するのかという点は記載されていない。来年度以降に発行される、2017年に告示された学習指導要領のもとに編纂される教科書にもこの点は明記されないと思われる。わが国の小・中学校の理科授業を構想する際に、小・中学校の教師は、該当する領域と学年と小単元の学習内容と同様な学習内容が記載されているNGSSの箇所を見つけ、そこに8つのプラクティスのうちのどのプラクティスが記載されているかを確かめた後、わが国の小・中学校の授業にどのように反映できるか、という視点から検討を加えて授業が構成できる。

#### 付記

本研究の一部は、鳥根大学2018年度戦略的機能強化推進経費（研究代表者栢野彰秀の資金援助を受けている）。

#### 註

- 1) 文科省:『中学校学習指導要領解説理科編』,2017, 学校図書.
- 2) 参考にした教科書は、教育出版:『未来をひらく小学理科3～6』,2015.及び、教育出版:『自然の探究中学校理科1～3』,2015.である。
- 3) 検討を加えた教科書は、東京書籍:『新編新しい理科3～6』,2015.、東京書籍:『新編新しい科学1～3』,2015.、大日本図書:『新版楽しい理科3～6』,2015.、大日本図書:『新版理科の世界1～3』,2015.、啓林館:『わくわく理科3～6』,2015.、啓林館:『未来へ広がるサイエンス1～3』,2015.、学校図書:『みんなで学ぶ小学校理科3～6』,2015.、学校図書:『中学校科学1～3』,2015.である。

- 4) 栢野彰秀,野崎朝之,大山朋江,園山裕之:「教育実習生の単元計画作成力の向上」,『科教研報』,Vol.30,No.8,17-20,2016.
- 5) 栢野彰秀,野崎朝之,大山朋江,園山裕之,福島章洋:「教員養成と教員研修を架橋する附中理科部の授業構想とその実践」,『鳥根大学教育臨床総合研究』,Vol.16,pp.129-143,2017.
- 6) 栢野彰秀,野崎朝之,大山朋江,園山裕之,福島章洋:「本時のねらいが明確で子どもが主体の授業に関する基礎的考察」,『鳥根大学教育臨床総合研究』,Vol.17,pp.169-184,2018.
- 7) 上掲書1),p.9,2017.
- 8) National Research Council, *Next Generation Science Standards Volume 1: The Standards-Arranged by Disciplinary Core Ideas and by Topics*, 2013, National Academy Press.
- 9) National Research Council, *Next Generation Science Standards Volume 2 Appendixes*, 2013, National Academy Press.
- 10) National Research Council, *National Science Education Standards*, 1996, National Academy Press.
- 11) NRC, *op.cit.* 8), p.iv. また、影響を受けた書籍は National Research Council, *A Framework for K-12 Science Education Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*, 2012, National Academy Press. であると記載されている。
- 12) NRC, *op.cit.* 8), pp.xxii-xxv.
- 13) NRC, *op.cit.* 8), p.xx.
- 14) NRC, *op.cit.* 9), pp.50-52.
- 15) NRC, *op.cit.* 9), pp.52f.
- 16) NRC, *op.cit.* 9), pp.55f.
- 17) NRC, *op.cit.* 9), pp.56f.
- 18) NRC, *op.cit.* 9), pp.58f.
- 19) NRC, *op.cit.* 9), pp.61f.
- 20) NRC, *op.cit.* 9), pp.62f.
- 21) NRC, *op.cit.* 9), pp.65f.



## 資料 1

## 1. 発問して問題を定義する

K-2: ①自然界などの観察から発見したたくさんの②情報をもとに、発問して問題を設定して、調査によってその結論を得ることができるようになる。

3-5: ③自然界の何かと何かを関連付けながら、テスト可能な科学的問題と非科学的な問題とを区別する。例えば、③原因と結果の関連性などのような様式に基づいて④合理的な結果を調査または予想し、既存の知識を用いて問題を言葉で述べて、その結論を得ることができる。観察・実験等の制約条件も含まれる。

6-8: ①自然界の現象の注意深い観察や想定外の観察結果やモデルの観察から②得られた情報をもとに、発問し、議論の前提と証拠の間の関係を明確にして問題を設定する。このとき、③④独立変数と従属変数との関係やモデルの関連を明らかにした上、④⑤⑧結論に至る適切かつ十分な実験（例えば、仮説に基づいた実験）による証拠を得、得られた証拠としての⑨データを解釈する。⑦観察・実験等の制約条件も含まれるとともに、可能であれば解決方法の限界にも言及する。

9-12: 6-8 学年段階を洗練化するとともに、さらに⑬モデルやシミュレーションも取り入れる。結論に至る⑪⑫解決法の原則と制約を切り分ける。複雑で実際に起こっている問題を分析する。

## 2. モデルをつくって使う

K-2: モデルと実際の物や過程とを区別し、③モデルを比較して共通点と差異点分かる。量、関連、相対的な尺度（より大きい、より小さい）を表すために④モデルを使い、⑤自然界や計画された世界の形式を表すにもモデルを使うことができる。

3-5: 規則的に生じている事象の変数の間の関係を示す証拠に基づいた④⑤⑥モデルを協力しながら開発し、改定を加えるとともに、モデルの限界も確認する。類推を用いたモデルを開発し、モデルを用いて現象を記述したり予想したりするとともに、⑦⑫抽象的な表現または解決法（例、原因と結果の関連）の提案を行う。

6-8: 現象を予想したり記述したりするために、④⑤⑥モデルを開発して利用する。不確かで予想できない要因についての簡単なモデルを開発して使用する。観察可能な現象から、観察可能ではない変数の間の関係を示す⑫⑬モデルを開発し、改定する。⑦モデルの限界の評価も含む。

9-12: 証拠や計画した基準によく合う⑫⑬モデルを選択して改定するために、提案された2つの異なる⑦モデルのメリットと限界を評価する。信頼性を高めるための⑤⑥⑪モデルのテストを設計する。メリットと限界を考慮したモデルの間で柔軟に動く複数のモデルを開発し使用して、現象を予想する。複雑なモデルを開発する。説明・予想・分析または問題解決のためのデータを生み出すためのモデル（数学的・計算量的モデルを含む）を開発し使用する。

## 3. 調査を計画して実行する

K-2: 教師の指導に基づいて、仲間と協同で⑥⑦⑧調査を計画し、実行し、質問に答える証拠として役に立つデータをつくり出す。どちらの方法が問題に答える方法か決定するために、⑥⑦観察方法または測定方法を評価する。問題を解決したり比較するデータを集めるために、⑧観察や測定をする。既存の経験に基づいた予想を行う。

3-5: 協力して⑥⑦⑧調査を計画し実行し、変数がコントロールされるテストと、多くの回数の試行が考慮され、証拠として役に立つデータを観察と測定からつくり出す。⑦データ収集のための適切な方法や道具を評価する。③変数が変わったらそれに伴って何が起きているのかについての予想をする。どちらが成功の基準をよりよく満たすかについて決定するために、提案された同じ物や道具または過程の異なる⑤⑥⑪2つのモデルをテストする。

6-8: ⑥⑦調査計画を個人または共同で立てる。そしてその計画では、③独立変数と従属変数を見極めそしてそれらをコントロールし、④⑤⑥⑦証拠となるデータを集めるために何の道具とどのような測定が必要か、加えて主張を支持するためにどのくらいの量のデータが必要か、について計画する。⑧調査を実行して、⑦⑪⑫調査の到達点に対応する証拠となるにデータを生じるという実験的な計画を評価して、改定する。⑦データ収集のための多様な方法の正確さを評価する。状況の範囲の下で科学的な問題に答えるかまたは、⑧解決計画をテストして、証拠として用いるデータを集め、データをつくり出す。

9-12: 証拠として役立つデータが生じる⑥⑦⑧調査計画やテスト計画を個人または共同で立て、実行する。このと

きには、③混乱する可能性がある変数または影響を考慮し、確実に変数がコントロールされる⑥⑦調査計画を立てる。そして、信頼できる測定値を出すためにデータの正確さが必要で、データの精度の限界を考慮して、それに応じて⑥⑦計画を洗練する。安全かつ倫理的な面からも計画を考える。⑥⑦適切な器具を選んでデータを集め、記録し、分析し、評価する。③④独立変数が操作されるとき、従属変数に何が起こるかについての仮説を作る。失敗点を明らかにするか、またはパフォーマンスを改良する提案された過程の複雑なモデルやシステムについての変数を操りデータを集め、成功した変数または他の変数と⑫基準と比較する。

#### 4. データを分析して解釈する

K-2：⑧情報（観察、気付き、考え）を記録し、絵や描画、観察記録を用いて共有する。⑧パターンや自然世界と計画された世界の関連の記述を行って、科学的疑問に答え、そして⑧問題を解決するために観察する。物のテストや実験器具が意図通りに動いたら、その⑨⑩データを分析し、決定する。

3-5：⑨データを表に表し、そして多様なグラフ（棒グラフ、統計図表(pictgraph)、円グラフ)にして、⑩関係を示すパターンを明らかにする。⑨⑩論理的論拠や数学や計算を用いてデータを分析・解釈して現象の理解を行う。子どもが発見した③類似点と相違点を議論するために、異なったグループから集めた⑩データを比較対照する。⑩データを分析して、問題の声明または提案された物や道具または過程の計画を洗練する。⑩データを使用して計画した解決法を評価し洗練する。

6-8：⑨⑩データをもとにグラフをつくって、分析して解釈し、③⑩大きなデータの線形・非線形関係や時間的・空間的関連を明らかにする。③⑩データの因果関係と相関関係を区別する。可能なときにデジタルツールを使用して、データを分析し特徴付けるために⑨統計的な考え方（平均値、中央値、最頻値、ばらつき）を適用する。⑩⑫データ分析の限界を考慮して、よりよい工学的道具と方法でデータの精度と正確さを改善しようとする。⑨⑩データを分析し解釈し、現象の証拠を提供するとともに、発見の中から類似点と相違点を決定する。

9-12：有効で妥当な科学的主張をするか、または最適な解決計画の決定をする⑨⑩道具や科学技術やモデルを用いてデータを分析する。データを分析して解釈するときに、⑩⑫データ分析の限界（例えば、測定誤差、試料の選択）を考慮する。測定と観察に矛盾がないことを調べるために、⑨⑩多様なタイプのデータセット（例えば、自然発生データ、保管(archival)データ）を比較対照する。提案された過程のプロセスやモデルのモデルにおける⑩新しいデータの影響を評価する。

#### 5. 数学を使って数学的に考える

K-2：⑩⑪質的データと量的データをいつ使うか決定する。⑨⑩⑪計算(counting)と数(numbers)を使用して自然世界と計画された世界の様式を明らかにして記述する。異なるものの⑧質的特徴を記述する、計測する、そして⑨⑩比較して、単純なグラフを使ってデータを示す。

3-5：⑨⑩⑪質的または量的データが、提案された物や道具が成功のための標準を満たしているかどうかを決定するのに最も良いかどうかを決める。関係を示す傾向を明らかにするために、⑨簡単なデータセットを組織化する。⑨⑩代りの解決法をグラフとチャートを作成して使う。

6-8：巨大なデータセットの様式と傾向を分析するために、⑨コンピュータを使う。⑧計画した解決法と科学的な結論を記述し、⑨支える数学的表現を使う。⑦問題を解決するやり方を創造する。⑨⑩科学的・工学的な疑問や問題に数学的概念と過程（例えば、比(ratio)、割合(rate)、百分率、基本的操作(basic operations)、簡単な代数学）を適用する。⑩工学的に計画された問題の提案された解決法をテストして比較する議論のために、⑨コンピュータと数学的概念を使う。

9-12：⑥⑦現象や計画した装置、過程またはシステムの計算モデルまたはシミュレーションをつくり、改定する。⑥⑦現象または計画した解決法の主張と説明を記述し、支持する数学的またはアルゴリズム的表現を使う。⑧科学的・工学的問題を解決し表現する。⑨代数的・関数的技法を適用する。結果を現実の世界について知られていることと比較することによって、⑩モデルが「意味をなすか否か」を見るために⑨⑩数式やコンピュータープログラムやアルゴリズムを使う。測定した問題を分かりにくくする文脈の中で比、割合、百分率そして派生または混合した単位（例えば、mg/mL, kg/m<sup>3</sup>, 平方エーカーなど）を含む⑨単位変換を適用する。

#### 6. 説明をつくって解決法を計画する

K-2：直接またはメディアによる観察を行って、⑩自然現象の証拠に基づいた説明を行う。⑫⑬特定の問題にとっての特定の悩みの種を解決する装置を設計して作るために、道具や用具を使う。⑫⑬⑭問題の多様な解決法を生み

出して比較する。

3-5 : ③観察した事項の関連性の説明をする。⑬問題の解決法または説明を支持または構築する時に、証拠（例えば、測定、観察、パターン）を使う。説明において特定の点を支える証拠を確認する。計画された問題を解くために科学的考えを適用する。⑭⑬⑮計画した解決法の基準と制約に基づく問題について、多様な解決法を生み出して比較する。

6-8 : ③④⑤変数の質的または量的関連性を含んで現象を予想し、記述する説明を構築する。⑤⑥モデルまたは描写を用いて説明を構築する。子ども自身が行う実験を含む情報源から得られた、⑤⑥妥当で信頼できる自然界を記述する理論と法則から仮定した証拠に基づいた科学的な説明を構築する。⑪⑫現実の世界の現象、例または出来事の説明を構築し、⑫⑬⑭改定し、使う科学的な考え、原則、証拠を適用する。「なぜ、データや証拠は説明や結論のために十分足りるか。」のような科学的な理由を適用して示す。⑮科学的な考えや法則を物体や道具や過程またはシステムのデザインや構築やテストに適用する。計画のサイクルにおいて、特定の計画の基準と制約に対処する解決を作って、実行するために、⑭⑮計画されたプロジェクトを引き受ける。⑬⑭⑮基準を優先させて、取引をして、試験して、復習して、再テストを受けることによって、計画のパフォーマンスを最高に活用する。

9-12 : ③⑩独立変数と従属変数の間の関連とみなす質的、量的主張をつくる。多様な情報源（生徒自身の調査、モデル、理論、シミュレーション、査読を含む）から得られた妥当で信頼できる証拠、そして、子どもが過去にして、将来にもそうし続けて、⑫⑬⑭自然界を記述する理論と法則から仮定する証拠、に基づいた説明を構築して改定する。⑫⑬⑭⑮可能性のある予期しない影響を考慮して、現象の説明や計画された解決法を適用するために、科学的な考え、法則、証拠を適用する。証拠と結びつける主張、限度を評価する説明または結論を支持するデータや証拠を科学的な論拠、法則、モデルに適用する。⑫⑬⑭⑮科学的な知識、子どもが産み出した証拠、優先する理念、妥協点に基づいた、複雑な実際の世界の問題の解決法を計画し、評価し、改定する。

#### 7. 証拠に基づいた議論に携わる

K-2 : ⑪証拠によって支持された議論を明らかにする。⑪⑫すべての集められた証拠を説明する説明とそうではない説明を区別する。⑪⑭幾つかの証拠は科学的な疑問と関連し、幾つかの疑問はそうではないのはなぜか、分析する。⑩自分自身の説明の中で、意見と証拠を区別する。証拠に基づく同意・非同意を示して議論の要点を再度語るために、⑯議論を積極的に聞く。⑪⑫主張を支持する証拠に基づく議論を構築する。⑪⑫適切な証拠によって支持される有効な物体や道具または解決法についての主張を作る。

3-5 : ⑪⑫提供された証拠の評価に基づく議論を比較し洗練する。説明（研究結果に基づく根拠ある判断）において、⑪⑫事実と推測を区別する。丁寧に準備して、関連した証拠の引用と特定の質問による⑭⑯提案された手順、説明またはモデルについての仲間からの批判を受け取る。⑪⑫証拠、データ、モデルによる議論を構築し支持する。⑪⑫データを用いて原因と結果に関する主張を評価する。問題の基準と制約にどのように会うか、関連する証拠を引用することによって、⑬⑭解決法の利点についての主張を形作る。

6-8 : ⑪⑫同じ話題の2つの議論を比較し批判する。そして、彼らが③⑩証拠と事実の解釈において類似点と相違点のどちらを強調しているのか分析する。丁寧に準備して、適切な精巧さと詳細を持ち出して質問に応じて、関連した証拠を引用したそれぞれの⑭⑯説明、順序、モデル、問題についての批判を受け取る。現象の説明またはモデルまたは問題の解決法を支持する、⑭⑯経験的な証拠と科学的な理由付けで支持または反論する口頭の議論と書面による議論を構築し、使い、表す。技術が関連した基準と制約を満たすかどうかについて、⑪⑫経験的な証拠に基づく装置やプロセスまたはシステムの性能を支持するかまたは反論する口頭による議論または書面による議論をする。⑫⑬競争している計画された解決法を共同で開発され制定された規則に基づいて評価する。

9-12 : ⑪⑫受け入れられた説明や新しい証拠、限界、制約、倫理的な出来事の流れの中で競合する議論または解決法を比較して評価する。⑪⑫議論の長所を決定する現在認められた説明の後ろにある主張、証拠、論拠を評価する。丁寧に準備して、多様な観点から論拠と証拠を調べ、考えと結論に挑戦し、⑭⑮思慮深く反応する科学的な議論についての批判を受け取る。そして、不両立を解決するために要求される追加の情報を測定する。⑭⑮データと証拠に基づいた口頭の議論と書かれた議論またはそれに対する議論を構築し、使い、表す。科学的知識と生徒が産み出した証拠を反映した⑪⑫自然世界または計画した効果的な解決法についての証拠に基づいた主張をして、それを擁護する。科学的考えと法則、経験的な証拠、そして⑫⑬関連した要因に関する論理的な議論に基づいて競合する現実世界の問題の計画された解決法を評価する。



## 8. 情報を得て評価して話し合う

K-2：①②③④⑤⑥⑦⑧学年相当のテキストを読んで、媒体を使って科学的・工学的情報を得て、自然世界や計画された世界についてのパターンとそれについての証拠を決定する。⑨⑩明確なイメージ（例えば、どのように機械が動いているかを描いた図）がどのように科学的・工学的考えを支持するかを記述する。⑧科学的な問題や科学的な主張の指示に答えるのに有用な様々な文章、様々な記事（例えば、見出し、内容の表、用語集、電気のメニュー、アイコン）、そして他のメディアを使って情報を得る。⑯口頭や書かれた書式に基づくモデル、描画、作品による情報または計画した考えと解決法または数々の科学的な考え、探究と計画した考えについての詳細の提供を、他の人に情報伝達を行う。

3-5：学年相応の複雑さの教科書と他の確かなメディアを読んで理解する。そして⑨⑩科学的、工学的考えを得て、要約し、それらがどのように証拠によって支持されているか記述する。他の科学的・工学的探究における関わりを支持するために、⑭⑮複雑な教科書と他の確かなメディア全体を比較して結合する。他の科学的・工学的探究において約束を指示するために対応する⑭⑮表、図、図表を含む文字として書かれた情報を結びつける。⑮現象または計画された問題の解決法を説明する書籍、他の確かなメディアからの情報を得て結びつける。⑯表、図、図表のような多様な形を含む科学的・工学的情報を口頭・文章で情報伝達する。

6-8：中心の考えを決定し、科学的・工学的情報を得、自然と計画された世界についての証拠パターンを記述した、クラスでの使用に適合する科学的なテキストを批判的に読む。⑭明らかになった主張と発見がメディアや目で見えるように表示された文字で書かれた定性的・定量的な科学的・技術的情報を統合する。⑭複数の適切な情報源からの情報を集めて読んで総合する。そして、⑭信憑性、正確さ、それぞれの出版物と方法が使っている可能性のある隔たりを評価する。そして、それらがどのように証拠で支えられているか、それとも支えられていないかについて述べる。⑭競合している情報または報告を考慮して、科学的・技術的テキストでデータ・仮説・結論を評価する。⑯書かれている・口頭による科学的・技術的情報を情報伝達する。

9-12：中心の考えを決定して、そして、科学的・技術的情報を得、正確なアイテムでそれらを言い換えることによってテキストに示される複合した証拠、概念、過程または情報を要約するために、教室での使用に適応する科学的文献を批判的に読む。⑭単語で言ったり、科学的な質問または問題の解決について適切に述べたりするような、異なったメディアまたはフォーマット（例えば、目に見える、定性的な）で表された情報源を比較し、統合し、そして評価する。⑭多様な信ずべき情報源からの科学的・技術的情報を集め、読んで、そして評価する。⑭おのおのの情報源の有用性と証拠を評価する。複数の主張・方法そして、技術的なテキストまたはメディアレポートの可能な場合のデータを確かめて、⑭妥当性と信頼性を評価し、そして統合する。⑯多様にフォーマット（例えば、口頭で、図で、テキストで、数学的）された科学的・技術的情報またはアイデア（例えば、事象・過程（または、事象または過程）の進展、そして提案された過程またはシステムの計画とできばえについての情報伝達を行う。