

原著論文

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—

鈴木 宏昭¹

【要 約】

本研究は、米国の中等前期教育段階の理科教科書における“Nature of Science”の内容と、その教授展開を分析した。その結果、次の4点が明らかになった。

- (1) 理科教科書における“Nature of Science”の内容は、独立した一つの単元を構成していた。
- (2) 理科教科書における“Nature of Science”に関する単元では、6つの“Nature of Science”の内容が導入されていた。
- (3) 理科教科書における「観察と推論の相違」の教授展開は、「観察」と「推論」それぞれについての理解を基礎としながら、「観察と推論の相違」の理解へ接続していた。
- (4) 理科教科書における「観察と推論の相違」を理解するための話題は、科学者の活動及び日常生活の場面であった。

【キーワード】 Nature of Science, 米国, 理科教科書

1. はじめに

現在、日本の理科カリキュラムの基準である学習指導要領では、教育内容の一つとして「科学とは何か」という内容である“Nature of Science”（以後、NOSと略記¹⁾）を教授・学習することが明記されていない（文部科学省, 2008）。そのためか、近年の国際学力調査の結果から明らかになった日本の理科学力において、NOSに関する理解度は、他の内容領域に比べ低い。例えば、第3回国際数学・理科教育調査の第2段階調査報告書によると、理科全体の正答率と比べて「科学的探究及びNOS（科学の本質）」に関する問題の正答率が国際平均正答率と同程度であった（国立教育政策研究所, 2001）。なお、NOSの内容を理科カリキュラムに導入している米国や英国は国際平均正答率よりも高い理解度であった。

日本の生徒のNOSに関する理解度を向上させるための方策は様々あるが、その一つに、日本の理科カリキュラムにNOSに関する教育内容（以後、NOSの内容とする）を導入することが考えられる。もし、日本においてもNOSを導入し、生徒に教育内容としてNOSの内容を直接教える理科カリキュラムを開発

しようとするならば、現在すでにNOSの内容を導入している国の理科カリキュラムや教材を分析することで、理科カリキュラムや教材の開発にむけた基礎的な知見を得ることができる。

これまでも欧米の理科カリキュラムにおいてNOSの内容が導入されていることに関する指摘が散見される（国立教育政策研究所, 2007, MaComas & Olson, 1998）。しかし、それらの指摘は、各国の理科カリキュラムにNOSの内容が教育内容として導入されているかいないかを説明したものであり、導入されているNOSの内容が具体的な教材でどのような教授展開であるかまでは言及したものではない。では、教育内容の一つとしてNOSが導入されている米国の理科カリキュラムや教材において、多様なNOSの内容の中からどのような内容が導入され、そして、どのような教授展開であろうか。

ところで、これまで、米国におけるNOSに関する研究は、『全米科学教育スタンダード』（以後、スタンダードと略記）が刊行以降、すでにスタンダードにNOSの内容が導入されていることを踏まえ、スタンダードや各州のフレームワークの各領域や、理科教科書の各単元に、実際、どのようなNOSの内容が導入されているかの調査や分析した研究へと移行している（Bell, Abd-El-Khalick, Lederman, McComas,

¹ 山形大学地域教育文化学部

Matthews, 2001)。なかでも理科教科書を調査・分析した研究は、例えば、中等後期教育段階の化学や生物の教科書を分析した Chiappetta & Fillman (2007) らや Niaz & Maza (2011) らの研究がある。そのほか、高橋・磯崎 (2014) が米国の生物教科書 BSCS の進化学習において NOS の内容の理解が図られていることを指摘している。

しかし、これまでの理科教科書分析の研究は NOS の内容の種類や量を明らかにしているものの、導入された NOS の内容に関するそれぞれの内容構成や教授展開の分析までを研究の対象としていない。もしくは、分析の対象が中等後期教育段階である。そこで、本研究では米国の中前期教育段階、ミドルスクールを対象とした理科教科書における特定の NOS の内容に限定し、その教授展開を解明することとした。

2. 研究の目的と方法

本研究の目的は、NOS の内容を導入した理科カリキュラムや教材の開発に必要な基本的な知見を得るため、現在すでに理科カリキュラムに NOS の内容を導入している米国の理科教科書における NOS の内容の教授展開を解明することである。そこで本研究は以下の手順に従って進めることとした。

まず、米国の理科教科書を分析するにあたり、調査対象の理科教科書に NOS の内容が含まれているかどうかの有無を明らかにするため、本稿における NOS の内容を確定する。NOS の内容は、論者によって多様である。ゆえに本研究は、これまでの先行研究をもとに本研究における NOS の内容を確定することとした。

次に、確定した NOS の内容を観点として理科教科書を分析した。本研究は、理科教科書における NOS の教授展開の解明を目的としているため、NOS の内容の取り扱いのある理科教科書を分析対象として選択した。分析対象の理科教科書は、Pearson Prentice Hall 社の *Science Explorer* (以後、SE と省略)、を分析の中心とした。そのほか、NOS の教授展開の比較のため、Holt, Rinehart and Winston 社の *SCIENCE PLUS* (以後、SP と省略)、The McGraw-Hill 社の *Glencoe Science* (以後、GS と省略) を追加した。理科教科書だけでなく、それぞれの理科教科書に対応した教師用指導書における教授・学習活動上の留意点等も合わせて整理した²⁾。

3. 理科教育における NOS の内容の多義性と共通性

本研究における NOS の内容を確定する。筆者は、これまで理科教育における NOS の内容の多義性に関する議論の展開について別稿にて言及している (鈴木, 2006) ので、ここでは略述にとどめることとした。

理科教育の中で議論されている NOS の内容は、必ずしも一致していない (Smith, Lederman, Bell, McComas, Clough, 1997)。現在においてもなお、理科教育における NOS の具体的な内容に関しては、未だ多くの研究者によって議論されている。しかしその一方で、幼稚園から第 12 学年までの間、理科教育で扱われるべき NOS の内容に関する理科教育研究者らの主張には、一定の共通性がみられる。これまで NOS の内容をまとめたものの一つとして、Lederman らの指摘があげられる (Lederman, 2007)。彼らは、NOS の内容として以下の 6 つを取り上げている。それらは、①観察と推論の相違、②理論と法則の相違、③科学知識の実証性、④理論負荷性、⑤科学知識の社会的・文化的影響、⑥科学知識の可変性、である。これら 6 つの内容以外のものを主張する研究者もいる。しかし、これら 6 つの内容は、多くの論者と共通した内容であり、理科教育の中で比較的安定した NOS の内容といっていよい (Gunstone, 2015)。そこで、これら 6 つの NOS の内容を基に研究を進めていくこととした。

NOS の内容は、参考にした資料の性格上、学校理科と関連深いものが多く含まれている。例えば、科学に関するスキル、さらには、科学者の科学的営みや理科授業における観察や実験に関する活動についての内容である。こうした内容を生徒たちが理解することは、NOS を理解し、総合的に科学を理解することにとどまらず、理科学習を促進するとの報告もある (Songer & Linn, 1991)。探究スキルとは何かを理解することが理科授業における観察や実験が必要とされる探究スキルの獲得に有効であるといわれている。実際、探究スキルの性質を理解している生徒は、理解していない生徒に比べ、探究スキルを適切に習得していたという (Leach, 2002)。

そこで本研究では、NOS の内容のうちで多くの研究者によって適切だとされているものであり、NOS の学習意義に関する議論においても、理科学習の促進という点で多くの指摘が行われている探究スキルに関する内容である、「観察と推論の相違」の内容に限定することとした。この NOS の内容は、先行研究において日本の生徒の「観察」に関する認識が不十

表1 理科教科書 *SE* における「科学とは何か」の内容構成

章構成	章の主な教授目標	取り上げた事例	配当時間	該当する NOS の内容
1. 科学者のように考えること ①観察 ②推論 ③予想 ④分類 ⑤モデルの生成 ⑥科学的態度	・科学者が自然世界について学習する際に使用するスキルを同定する。 ・科学において重要とされている態度や心的習慣を表現する。	・アフリカでチンパンジーの研究を続けている女性科学者の活動	2-3 時間	観察と推論の相違、理論負荷性、科学知識の実証性、理論と法則の相違
2. 科学的探究 ①問いの生成 ②仮説の設定 ③実験の計画 ④データの収集と解釈 ⑤結論の導出 ⑥コミュニケーション ⑦科学理論と科学法則	・科学的探究を説明する。 ・仮説の設定と実験の計画の方法を表現する。 ・科学理論と科学法則を区別する。	・クリケットの飼育	4-5 時間	科学知識の実証性、理論と法則の相違、科学知識の可変性
3. なぜ科学を勉強するのか ①科学の成果 ②健康を守るために ③聡明な市民になるために ④地球資源の有効利用	・科学原理を理解したり、科学的に考えたりすることがなぜ必要かを説明する。 ・科学的リテラシーがどのようなものであり、なぜ重要か説明する。	・太陽エネルギーの有効活用	2-3 時間	科学知識の社会・文化的影響
4. 科学に関するキャリア ①科学の学問体系 ②共同研究する科学者 ③科学者以外の職業における科学	・科学の3つの分野（物理学、生命科学、地球科学）を挙げる。 ・異なる分野の科学者がなぜともに研究することが重要かを説明する。 ・科学者以外の職業でも科学がいかに重要であるか説明する。	・宇宙開発事業 ・科学者（溶岩研究者、農学者、鳥類学者） ・科学と関連がないと思われる職業（シェフ、音楽家、芸術家等）	2-3 時間	科学知識の社会・文化的影響

分であること、「推論」に関する理解度が比較的低かったことが明らかになっている。（鈴木，2011）。

4. 理科教科書における NOS の内容構成

4.1 理科教科書の単元構成と NOS の内容

SE は、全部で16冊に分冊されて出版され、それぞれの内容は、物理、生物、地学の内容のものがそれぞれの5冊ずつ、そしてNOSの内容のものが1冊であった。この教科書のうちNOSの内容のものは、副題として“The Nature of Science and Technology”と名付けられており、NOSの内容が含まれていることが分かる。次に、*GS* は、6つのユニット全24章で構成されていた。この理科教科書では第1章がまさにThe Nature of Scienceであった。そして、*SP* は、8ユニット全26章で構成されていた。そのうち第1ユニットが「科学と技術」であり、さらに第1章が「科学は (Science is)」となっていた。

本研究において分析した米国理科教科書はNOSもしくは「科学とは何か」のような独立した単元を含んでいた。もしくは、*SE* の教科書シリーズのようにNOSの内容で独立していた。理科教科書におけるNOSの単元は、教科書の冒頭部分に配置されていた。こうした理科教科書構成からNOSの内容が米国

の中等教育段階の理科カリキュラムの中に明示的に導入された教育内容として位置づけられていることが分かる。

このような理科教科書構成の背景には、この理科教科書のもととなっているスタンダードやベンチマーク（American Association for the Advancement of Science, 1993）といった全米レベルでの理科カリキュラム、さらにはカリフォルニア州をはじめ数多くの州が規定している州のフレームワークなど（California Department of Education, 1996）で、NOSの内容が一つの教育内容として強調されていることが考えられる。スタンダードは、全米レベルの理科教育の水準を示すカリキュラムスタンダードである。スタンダードが規定している教育内容は、現在の日本の理科教育で中心的に扱っている物理、化学、生物、地学の内容だけでなく、「科学とは何か」の内容、換言するならば科学論的内容も学習内容の一つとして、スタンダードを構成する8つの内容領域の一つに「科学史とNOS」がある。独立した単元としてNOSの内容が存在していることは、NOSの理解が科学概念や法則に関する副次的な理解としてではなく、一つの教育内容としての理解が求められていることを示している。

表2 理科教科書GSの第1章 The Nature of Science の内容構成

	内容
セクション1	科学はどのように作用するか (How Science Works)
セクション2	科学的な問題解決 (Scientific Problem Solving)

表3 理科教科書SPの第1章「科学は」の内容構成

	内容
レッスン1	The Nature of Science
レッスン2	科学を定義する (Defining Science)

4.2 NOS に関する単元における内容構成

調査した3冊の理科教科書すべてが扱っている6つのNOSの内容は、SEの単元「科学とは何か」においてもすべて扱われていた(表1)。その他、SE以外の理科教科書においても、上記の表2、表3で示したNOSの内容を取り扱った単元の中で、6つのNOSの内容を導入していた。

表2、表3の内容構成からも明らかなように、章の名称やレッスンの名称にNOSがつけられている。こうした名称をつけることにより、これらの内容がNOSの内容であることを、生徒にわかるようにしている。また、3冊の理科教科書は本論文で規定したNOSの内容6つすべてを導入していた。理科教科書のこうした内容選択の要因の一つは、全米レベルの理科カリキュラムで指摘された教育内容を網羅的に導入することにより、より多くの州や学区で採択されたいとする教科書出版社の意図であるという(丹沢, 2003)。そのほか、科学を総合的に理解するためにNOSの内容を広範に導入したのであり、NOSを理解させるために科学の多様な側面を含めた結果であるとも考えられる(Matthews, 1997)。

理科教科書の単元構成の分析はSEを中心とした。この教科書を分析の中心とした理由は、NOSの内容を他の内容と明確に区別した特徴的な理科教科書だからである。SEにおける単元「科学とは何か」は、前頁の表1のように次の4章、「科学者のように考えること」、「科学的探究」、「なぜ科学を勉強するのか」、「科学に関するキャリア」で構成されている。単元の章構成に沿って、それぞれの章の概要とともにそれぞれの章に導入されているNOSの内容を説明する。

4.2.1 科学者のように考えること

この章は、章の名前が「科学者のように考える」とあるように、「観察」、「推論」、「分類」のような探究スキルが、実際の科学研究はどのように行われているか、実際の科学者の活動はどのように行われているかを話題としながら説明している。例えば、科学者がチンパンジーの生態を観察し続けた活動から「チンパンジーは、シロアリを捕まえるために、枝を道具として用いる」ことを発見したことが示されている。この章で取り扱っているNOSの内容は、「観察と推論の相違」、「理論負荷性」と「科学知識の実証性」である。科学者の実際の活動を示すことは、「科学とは何か」を説明するうえで適した事例といわれている(Millar, 1989)。というのも、多くの生徒は、科学とは何かを考えると実際の科学者を想像するからである(鈴木・大高, 2006)。生徒にとって「科学とは何か」を想像しやすい存在として、科学者を取り上げ、実際の科学者の活動に沿って教科書も展開している。

4.2.2 科学的探究

第2章「科学的探究」では、理科授業で行う実験活動は、どのような具体的な活動によって構成されているか、そして、それらの活動時に考慮すべき点は何かを説明している。ここでは、クリケットというコオロギの一種の昆虫の飼育を事例として取り上げ、その飼育に関わる課題を通じて科学的探究についての説明を行っている。この章で導入されているNOSの内容は、「理論と法則の相違」と「科学知識の可変性」である。この章では主に科学の方法と呼ばれる「問いの生成」、「仮説の設定」、「実験の計画」、「データの収集と解釈」、「結論の導出」、「結果の伝達」の探究のプロセスを説明している。その上で、こうした個々の探究のプロセスが有機的に結びつき科学的探究が構成されること、そのような科学的探究から導き出される科学的知識の性質について説明している。表1の章構成で示した『科学理論と科学法則』において科学理論と科学法則を比較している。そして、科学知識の種類の一つである科学理論というものが今後変化し得る科学知識であることを説明している。

4.2.3 なぜ科学を勉強するのか

第3章「なぜ科学を勉強するのか」では、理科学習の意義について説明している。なぜ科学を勉強するのか、というような問いに対する解答として、例えば、科学知識が人間の健康維持に寄与することを

示している。さらには、これからの市民として必要とされる科学的リテラシーの説明もある。この章で取り扱っているNOSの内容は、「科学知識の社会・文化的影響」である。この章では、科学知識を得ることがその後の生活にどのように役立つのかを説明することにより、科学知識の社会的影響を学習する展開である。

4.2.4 科学に関するキャリア

科学に関する主要な学問領域が3分野あることを説明している。ここで説明されている具体的な3分野とは、「地球・宇宙科学」、「物理科学」、「生命科学」である。そして、これらの主要学問分野に関連した具体的な科学者の例が示されている。例えば、地球・宇宙科学を研究する溶岩研究者である。この章に含まれているNOSの内容は、「科学知識の社会・文化的影響」である。科学に関連するキャリアを紹介することで、科学知識が社会や職業の中でどのように活用されているかを説明している。さらに、科学に関連した職業は科学者だけではないこと、例えば、画家や料理人も科学知識が必要であることを説明している。

4.3 理科教科書SEの単元「科学とは何か」におけるNOSの内容と配列の特徴

単元「科学とは何か」の各章それぞれは、複数のNOSの内容を含んでいた。それらの中には2つの章で同じNOSの内容を含んでいる章もある。その場合、そのNOSの内容を異なる視点から説明している。例えば、「科学知識の実証性」は、単元の第1章および第2章に導入されているが、一方、第1章では、科学者の実際の活動から科学知識が観察などの探究スキルを用いて実証的に明らかにされることが必要であるという科学知識の必要条件が説明されている。もう一方、第2章では、科学的探究の手順など理科教育における科学的探究のタイプについて説明している。加えて、科学的探究から導き出された実験結果が科学知識になり得ることを説明している。

次に、内容の配列という点では、個々の探究スキルの説明から、それらのスキルを用いた科学的探究についての説明へと展開していく。例えば、第1章「科学者のように考えること」において、実際にアフリカのジャングルの奥地に分け入り霊長類を研究している女性科学者の活動を一つの事例として取り上げ、その女性科学者の活動に沿ってNOSの内容などを説明している。このような活動から、生徒たちは、観察をはじめ、表1の章構成で示した「①観察」、

「②推論」といった探究スキルを一人の女性科学者の活動に対応させながら理解していくこととなる。第2章「科学的探究」において科学的探究のデータ収集の活動の一部として観察することが取り上げられ、科学的探究における観察の重要性を説明している。この説明では、第1章のような科学者の科学的探究を説明するのではなく、生徒がこれから行うべき理科学習における科学的探究をもとに説明している。例えば、生徒達が行うクリケットの飼育に関わる科学的探究を「仮説の設定」や「データの収集」といった複数の場面で具体的な活動を説明している。加えて、科学的探究のそれぞれの場面にて前章で説明した探究スキルを用いることを説明している。そうした科学的探究を説明していく中で、前章の科学者の活動が生徒たちの科学的探究に関連づけられる。つまり、個々の探究スキルについての学習から、複合的なスキルの活用が要求される仮説の設定や実験計画が必要となる科学的探究についての学習へと展開している。

単元「科学とは何か」における教育内容の配列は、単元内で章が進行するにつれて、「観察と推論の相違」といった探究スキルについての説明、科学概念の理解のための観察や実験に関するNOSの内容から、科学概念の理解とは直接的には関係ないものの、科学や理科学習の有用性など、生徒の日常生活や将来の職業に関するNOSの内容へと配列されていた。

4.4 単元「科学とは何か」における「観察と推論の相違」とその教授展開

NOSの具体的な教授展開の方法について、研究の目的と方法で述べたように、「観察と推論の相違」の内容に限定する。NOSの内容と配列の段でも述べたように、NOSの内容「観察と推論の相違」は、「観察とは何か」という探究スキルについての説明と深く結びつけられていた。そこで、「観察」を中心とした探究スキルについての説明にそって教授展開を述べていく。

「観察と推論の相違」の説明順序は、図1のとおりである。まず「観察」とはどのような探究スキルであるか理解させることから始まる。次に、「推論」とはどのような探究スキルであるか理解させる。そのうえで、「観察」と「推論」が混同しやすいスキルであることを説明し、この2つの探究スキルの相違点について理解させる。つまり、個々の探究スキルの理解から探究スキルどうしの相違の理解へと展開される順序である。

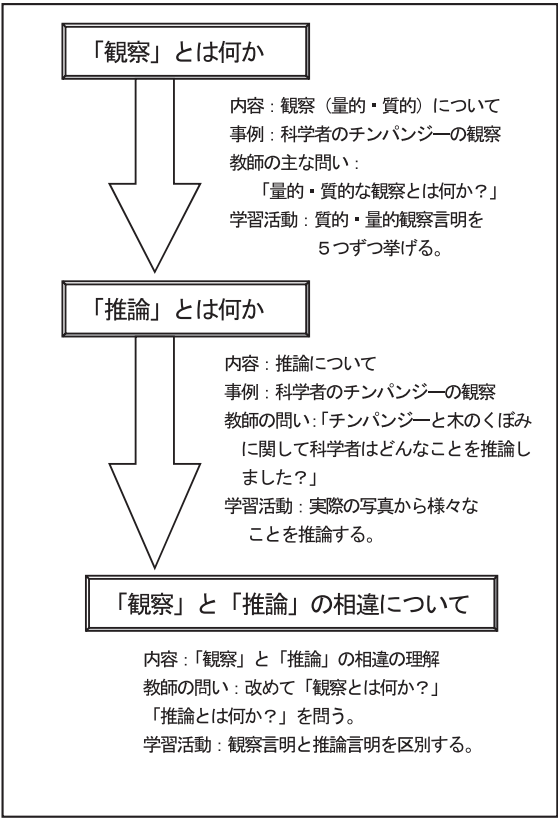


図1 「観察と推論の相違」に関する教授展開

4.4.1 個別のスキルの理解のための科学者の活動というストーリー

理科教科書において「観察」とは何かの教授展開はいかに進められていくのだろうか。理科教科書では、科学や理科における観察の重要性、および探究活動における証拠の重要性が強調されている。そもそも科学における観察という活動は、データ収集、仮説の検証などのための重要な活動の一つであり、科学知識を実証するため、もしくは実証した知識を科学知識として位置づけるための活動でもある。もちろん、すべての科学知識が実証されたものではないものの、科学知識が実証されたものであるかを考えることは重要である。

まず、「観察」についての教授展開は、教師が「観察」の定義、すなわち、「観察とは観察者の五感を働かせ、情報を集めることである」を生徒に説明することから始まる。そこでは、より具体的に目や鼻等の感覚器官の写真とともに、各感覚器官からどのような情報を収集できるかまで例示している。こうした観察についての記述は、初等教育段階の理科教科書でも確認することができる（Bell, 1996）。

次に、理科教師は、実際の科学者の活動を事例に、科学者が実施している観察活動について説明する。この教科書では、前段で述べたように科学者の観察活動の紹介と観察活動における注意事項、そして観察活動からどのようにして科学知識を導き出したかという手順が記述されている。分析対象である理科教科書では、上述した理科教科書の内容の一つであるチンパンジーの観察の様子から「観察」を説明している。つまり、科学者の活動を一つのストーリーとして用いて、科学者の活動の流れにそって「観察」という探究スキルを説明する記述となっていた。こうした理科教科書の教授展開は、分析対象とした理科教科書すべてで同様であった。さらに、「観察」が量的な観点と質的な観点によってその活動が二分化されることを説明している。つまり、量的な視点による観察を「測定」とし、対象を質的に観察する「同定」と区別する考え方である。こうした量的な観察と質的な観察の違いの説明もまた「観察」の説明と同様に、理科教科書の中に登場する女性科学者の観察対象に関する写真や記述、科学者の観察ノートの記述例を取り上げながら説明している。

4.4.2 探究スキルの区別のための日常生活のストーリー

理科教科書における「観察」についての記述は、その後、「観察」と「推論」を区別することに移行する。こうした「観察」と「推論」の区別を強調する背景は、これまで中等教育段階の生徒が、見たことを中心とする「観察」と、観察したことから考える「推論」を区別できないという数多くの報告がされていることにあると考える（Lederman, Wade, Bell, 1998）。そのような実態もあるためか、他の理科教科書では、「観察」と「推論」を区別できないことを一種のミスコンセプションであると明記し、教師用指導書に注意を促している（Cuevas, 2008）。また、こうした強調の要因は、全米科学教育スタンダードやベンチマーク等に扱われている「観察と推論の相違」や「科学理論と科学法則の相違」など、これまで学習してきたものを意識的に包含する教育内容として扱われているためであるとも考えることもできる。

SPでは、下の表4に示したように、科学的な事例ではなく日常生活の中から具体的に観察と推論の事例をあげ、それらの相違を示している。

この表4は、通常の理科で用いるような事例ではなく、日常生活における具体的な観察と推論の結果を比較するというものである。この表4は日常生活の様々な場面を表現したものである。それらの表現

表4 「観察と推論の相違」の事例

観察	推論
・マリーは、本日欠席です。 ・エリックは、普段通りテストの出来が余り良くない。 ・私の花は、庭の端で比較的良好に成長している。	・マリーは、おそらくインフルエンザであろう。 ・エリックは、おそらくこのテストにむけて勉強をしてこなかったのだろう。 ・(花が植えられている)土壌が、庭の中で最もよいに違いない。

を、事実の表現した「観察」と、予測から導き出された「推論」を区別している。例えば、次のような事例が顕著であった。この表によれば「マリーは欠席です」は、観察であり、「マリーは、おそらくインフルエンザにかかっている」というのは推論である。このように理科教科書SPでは、観察とは何か、推論とはどのように異なっているのかを生徒の日常生活に関する事例や場面などを用いて生徒が学習するようになっている。そのほか、GSでは、日常生活に関する説明としてロウソクの燃焼場面を用いている。

最後に、「観察と推論の相違」の教授展開についてまとめる。まず、観察とは何かという定義の確認からはじまり、次に、科学者の活動等のストーリーを用いて観察のタイプを理解させる。さらに、観察と推論の相違を理解させるため、理科教科書では生徒の日常生活を意識した話題を用いて理解させる構成となっていた。つまり、生徒にそれぞれの探究スキルについての内容を直接教授するアプローチを基調としながら、個別のスキルについての理解からのスキルの間の相違の理解へとつながる内容配列であった。

5. おわりに

米国理科教育のNOSの内容構成の特徴として少なくとも以上を指摘できる。中等前期理科教科書では、単元「科学とは何か」中で、多様なNOSの内容が導入されていた。その内容は、科学的探究に関するものから科学に関連したキャリアに関するものまでをも含んでいた。その他、理科教科書におけるNOSの教授展開は、単に生徒に教師がNOSの内容を説明するのではなく、NOSの内容を学習するために様々な事例が設定されていた。「観察と推論の相違」を中心とした「探究スキルの性質」の内容では、ただ単に、観察や推論の探究スキルを生徒に行わせるだけでなく、科学者の活動を教師の説明のための事例としていた。そして、個々のスキルの相違を理解し、区別するために日常生活を事例としていた。

本稿において明らかになった米国理科カリキュラムNOSの内容構成に関する知見は、スタンダードが施行されてすでに10年あまり経たものであり、米国の教育事情に規定されているとはいえ、我々が今後、NOSなどの内容領域を理科教育の中で取り上げる際の基本的視座を提供するものといえよう。米国では、2010年代になると本研究で取り上げたスタンダードの改訂が発表された(Achieve, Inc., 2013)。こうした動きにも対応し、さらなる研究を進めていく必要があろう。

なお本稿では、米国の理科教科書におけるNOSの内容構成のうち、「観察」と「推論」の相違に関して述べた。しかし、本研究では「観察と推論の相違」以外の内容構成に関しては言及しなかった。これらに関する言及は、別稿に譲ることとし、今後の課題としたい。

付記

本研究は、JSPS 科研費 24730746 の助成を受けたものである。

註

- 1) 日本の理科教育において、“Nature of Science”の訳語は、統一して使用されているとはいいがたい。現在もその訳語は、論者によって「科学の本質」、「科学の性質」「科学の本性」などと多様に訳されている。本稿は、“Nature of Science”の訳語について検討することが目的ではないことから、本稿における“Nature of Science”(本文ではNOSと略記)は、あえて訳さず表記することにした。
- 2) 本研究は、理科教科書比較ではなく、あくまでも理科教科書のNOSの教授展開がどのようなものであるかを明らかにすることである。そのため、分析する教科書の選択については、教科書にNOSの取り扱いがあること、比較的同時期に出版されたもの、日本において入手可能な教科書であることとした。

① Padilla, M.J. et al (Eds): *Science Explorer—The Nature of Science and Technology*—, Pearson Prentice Hall, 2005.

② McFadden, C. et al (Eds): *Science Plus: Technology and Society, Level Green*, 2002, Holt Rinehart & Winston.

③ Biggs, A. et al (Eds): *Glencoe Science, Level Green*, 2005, McGraw-Hill.

引用文献

- Achieve, Inc. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. National Academies Press.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Oxford University Press.

- Bell, M.J. et al (Eds.). (1996). *Science*. Harcourt School Publishers.
- Bell, R.L., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N.G., McComas, W., & Matthews, M.R. (2001). The Nature of Science and Science Education: A Bibliography. *Science & Education*, 10, 187–204.
- California Department of Education (1996). *Science Framework for California Public Schools, Kindergarten Through Grade Twelve*.
- Chiappetta, E.L., & Fillman, D.A. (2007). Analysis of Five High School Biology Textbooks Used in the United States for Inclusion of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847–1868.
- Cuevas, M. et al (Eds.). (2008). *Integrated Science Level Green*. Holt Rinehart & Winston, 8.
- Gunstone, R. (Eds.). (2015). *Encyclopedia of Science Education*. Springer, 704–706.
- 国立教育政策研究所 (2001) 『数学教育・理科教育の国際比較—第3回国際数学・理科教育調査の第2段階調査報告書』 ぎょうせい, 112.
- 国立教育政策研究所 (2007) 『諸外国の教育課程 (2)』.
- Leach, J. (2002). Students' Understanding of the Nature of Science and its Influence on Labwork. *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Kluwer Academic Publisher, 31–48.
- 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.
- Lederman, N.G., Wade, P., & Bell, R.L. (1998). Assessing understanding of the nature of science: A historical perspective. *The Nature of Science in Science Education Rationale and Strategies*. Kluwer Academic Publishers, 331–350.
- Matthews, M.R. (1997). Editorial. *Science & Education*, 6, 323–329.
- McComas, W., & Olson, J. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. *The Nature of Science in Science Education Rationale and Strategies*. Kluwer Academic Publishers, 41–52.
- Millar, R. (1989). *Doing Science: Images of Science in Science Education*. The Falmer Press.
- 文部科学省 (2008) 『中学校指導要領解説, 理科編』, 大日本図書
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Academy Press. (長洲南海男監訳 (2000) 『全米科学教育スタンダード』 梓出版社)
- Niaz, N., & Maza, A. (2011). *Nature of Science in General Chemistry Textbooks*. Springer.
- Smith, M.U., Lederman, N.G., Bell, R.L., McComas, F., & Clough, M.P. (1997). How great is the disagreement about the nature of science; A response to Alters. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1101–1103.
- Songer, N., & Linn, M. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration?. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 761–784.
- 鈴木宏昭 (2006) 「理科教育における「科学の性質」の導入に関する研究」『筑波大学大学院人間総合科学研究科中間評価論文』.
- 鈴木宏昭 (2011) 「中学生の“Nature of Science”に関する認識の特徴—探究スキルに関する認識に着目して—」『日本理科教育学会第61回全国大会発表論文集』, 75.
- 鈴木宏昭・大高泉 (2006) 「日本の中学生における『科学の性質』の理解に関する研究—科学知識や科学のプロセスに関する理解に着目して—」『日本理科教育学会第56回全国大会発表論文集』, 85.
- 高橋一将・磯崎哲夫 (2014) 「BSCSにおける進化の学習の特色」『理科教育学研究』第54巻, 第3号, 369–382.
- 丹沢哲郎 (2003) 「アメリカにおける教科書採択システムと中学校理科の学習内容—カリフォルニア州を事例にして」, 『教科書フォーラム1』 中央教育研究所, 41–48.

(2014年8月9日受付, 2015年4月21日受理)

Instructional Approach of the “Nature of Science” in American Science Textbooks: Focusing on the “Distinction between Observation and Inference”

*Hiroaki SUZUKI*¹

¹ Faculty of Education, Art and Science, Yamagata University

SUMMARY

This paper crystallizes four perspectives on content construction and instructional approach of the “Nature of Science” in U.S. science classes through analyses of American middle school science textbooks.

(1) The content constitution of the “Nature of Science” in science textbooks is introduced as an independent unit.

(2) There are six contents of the “Nature of Science” in U.S. middle school science textbooks.

(3) The instructional approach of the “Nature of Science” in the U.S. science textbooks is to foster the students’ ability to distinguish among various science skills, after having understood each individual skill.

(4) Instructional materials to understand the “Distinction between Observation and Inference” are stories of real scientists’ activities and scenes from everyday life.

<Key word> Nature of Science, America, Science Textbook