



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Title	小学校理科における科学の本質(NOS)の理解を促進する指導方略に関する研究
Author(s)	高野, 詩織; 内海, 志典
Citation	[岐阜大学カリキュラム開発研究] vol.[38] no.[1] p.[80]-[87]
Issue Date	2022-02
Rights	
Version	豊田市立飯野小学校 / 岐阜大学教育学部
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/87819

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

小学校理科における科学の本質(NOS)の理解を促進する指導方略に関する研究

高野 詩織*1・内海 志典*2

「科学の本質(NOS)」は、欧米の科学教育において重視されている。欧米では、探究活動を基盤とした NOS の指導が重点的に行われている。本研究では、わが国の小学校理科において児童の NOS の理解を促進する指導方略について検討することを目的とした。

その結果、小学校理科における NOS の理解を促進する指導方略として、以下の3点が示唆された。(1)小学校段階から児童の発達段階に応じて、段階的、連続的、継続的に NOS を指導する。(2)理科のカリキュラムの問題解決の過程において、NOS の要素を指導する。その際、特定の NOS の要素を焦点化する。(3)問題解決の過程において、児童が NOS の観点から、どのように考えていたかについて内省するよう促す顕示的内省アプローチを指導に組み込む。その際、児童の NOS に関する認知過程を外化させる。

〈キーワード〉 小学校理科, 科学の本質, 指導方略

1. はじめに—問題の所在と研究の目的—

「科学の本質 (Nature of Science) (以降, NOS とする)」の理解は、過去約 100 年間に渡り科学教育¹⁾において目的となり続けており、科学教育やその研究にとって優先順位の高いものとみなされている (Lederman, 2007)。わが国でも様々な文献において、小学校から NOS の指導を行うことが推奨されている。その事例として、鈴木 (2015) は、NOS について重点的に取り扱っているアメリカの前期中等科学教科書 ‘Science Explorer’ を分析することで、NOS の要素の中でも「観察と推論の相違」の指導展開について分析している。また、志田・野添・磯崎 (2019) は、Driver, Leach, Millar, & Scott (1996) の NOS の捉え方を基に、イギリスのナショナル・カリキュラム科学を分析し、NOS をどのように取り入れていけばよいかについて、科学史を含めた学習方法の検討に関する示唆を得ている。このように、わが国の理科教育において、児童生徒の NOS の理解を促進するための試みはなされているが、小学校理科において NOS の理解を促進するための指導方略は明らかになっているとは言い難い。

また、わが国の『小学校学習指導要領解説 理科編』において、「問題を解決するということは、自然の事物・現象についての問題を、実証性、再現性、客観性などといった条件を検討する手続きを重視しながら解決していくことと考えられる。」(文部科学省, 2018) と示されており、部分的に NOS に関する記述がみられるが、NOS に関する直接的な記述は見られない。

そこで、本研究では、わが国の小学校理科において、NOS の理解を促進する指導方略を提示することを目的とする。

2. 研究の方法

本研究では、科学教育における NOS の位置づけや、NOS の要素を明らかにしている。

Lederman (2007) や McComas (2015) の先行研究と次世代科学スタンダード (Next Generation Science Standards) (以降, NGSS とする) の NOS に関する内容を分析し、本研究での NOS の捉え方を明らかにする。また、分析により得られた知見から、探究活動²⁾における NOS の指導について述べている Schwartz, Lederman, &

*1 豊田市立飯野小学校 *2 岐阜大学教育学部

Study on Teaching Strategies to Promote Understanding of Nature of Science (NOS) in Elementary School Science
Key Words: elementary school science, nature of science (NOS), teaching strategy

Crawford (2004), NOS を指導する上でのアプローチを研究している Khishfe & Abd-El-Khalick (2002), 科学プログラムを実施し, 小学校児童の NOS の理解を分析している Akerson & Donnelly (2009) と Akerson, Busk, Donnelly, Nargund-Joshi, & Weiland (2011) の先行研究について文献研究を行い, 小学校理科において NOS の理解を促進する指導方略について検討する。

3. 本研究における NOS の捉え方

3.1 初等科学における NOS の位置づけ

科学教育の目的の1つに科学的リテラシーの育成があげられる(Driver ら, 1996). 全米科学教育協会(National Science Teaching Association) (以降, NSTA とする) は, NOS は, 科学的リテラシーの重要な要素であり, 科学の概念に対する児童生徒の理解を深め, 科学に基づいた個人的・社会的問題について情報に基づいた意思決定を可能にすると指摘している(NSTA, 2020). つまり, 科学教育において, NOS の理解は不可欠であると考えられる。

しかしながら, 児童生徒の NOS の理解には誤った認識がある. その事例として, 米国科学振興協会(American Association for the Advancement of Science) (以降, AAAS とする) は, 観察と推論の相違を理解しておらず, 混同していることを(AAAS, 1993), また, Khishfe & Abd-El-Khalick (2002) は, 「科学的知識は絶対的である」といった誤った認識をしていることを挙げている。

以上のことから, NOS の理解は, 科学教育において必要不可欠である一方で, 児童生徒には NOS に関する誤認識があり, 修正する必要があると考えられる。

3.2 先行研究における NOS の要素の捉え方

Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz (2002) と Lederman (2007) が指摘している NOS の要素を表1に示す. Lederman ら (2002) は, NOS に関して, 児童生徒に関係する7つの科学や科学的知識の特徴の考え方を, (1) 科学における観察と推論の相違, (2) 科学における理論と法則の相違, (3) 科学の創造性, (4) 科学の主観性・理論負荷性, (5) 科学の社会文化的側面, (6) 科学の不確実性,

表1 Lederman ら(2002)及び Lederman(2007)における NOS の要素

NOS の要素 (Lederman ら, 2002, pp. 499-502)	内 容
(1) 科学における観察と推論の相違	観察とは, 五感を使って自然現象を説明することである. 一方で, 推論とは, 五感を用いることができない現象について説明することである. 例えば, 重力が挙げられる. もの重力が原因で落ちるが, 重力の概念は, その結果または効果を通じてのみ取り出され得る, 及び測定され得るという意味で推論的である (Lederman ら, 2002) .
(2) 科学における理論と法則の相違	法則は, 観察できる現象の関係性に関する説明である. その一方で, 理論は観察できる現象の説明に推論される. 法則と理論は, 一方が他方へ発展したり, 法則が理論になったり, 理論が法則になったりせず, それぞれは別の科学的知識である (Lederman, 2007) .
(3) 科学の創造性	科学的知識は, 実験に基づくが, 個人の想像や創造を含んでいる (Lederman, 2007) .
(4) 科学の主観性・理論負荷性	科学者の既存の知識, 経験, 予想, 信仰等によって研究は, 大きく変化する. これらの背景要因は, 科学者が調査する問題や, 彼らがどのように調査するか, 何を観察するか, どのように解釈するかに影響する. そのため, 科学的知識は, 主観的であり, 特定の理論に依存している (Lederman, 2007) .
(5) 科学の社会文化的側面	人間の活動としての科学は, 政治, 社会的経済, 哲学, 宗教等の文化的領域に影響し, 影響される (Lederman, 2007) .
(6) 科学の不確実性	科学的知識は, 決して絶対的または確実ではなく, 不確実で変化しやすい (Lederman, 2007) .
(7) 科学の実証性	科学的知識は, 自然界の観察や実験に基づいている (Lederman, 2007) .

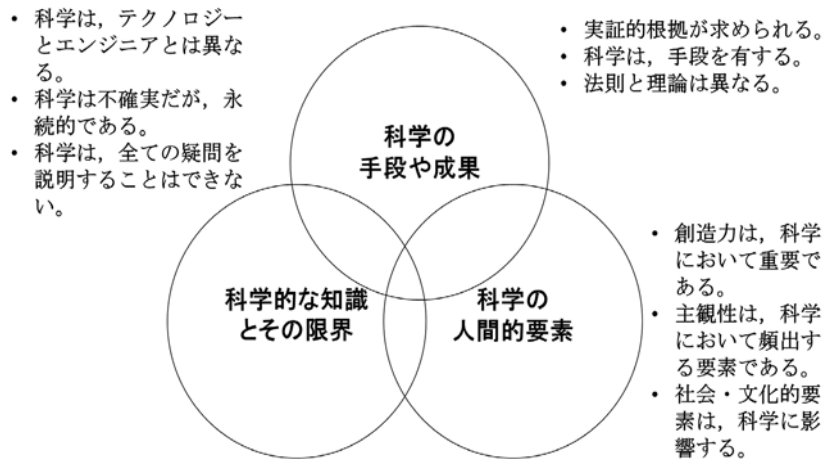


図1 科学教育に組み込まれるべき NOS の主な要素 (McComas, 2015, p. 487)

(7) 科学の実証性に大別している。

また、McComas (2015) が提示している科学教育に組み込まれるべき NOS の主な要素を図 1 に示す。図 1 は、NOS の要素を「科学の手段と成果」、「科学的な知識とその限界」、「科学の人間の要素」の 3 つのクラスターに分け、それらが重なり合っていることを示している。

「科学の手段と成果」は、法則と理論の相違に関連する考えや科学において共有されている手段の考えを含んでいる。また、科学的結論が根拠に基づいているという科学の実証性が基盤となっている。

「科学的な知識とその限界」は、「科学は不確実であるが、永続的である」という科学の不確実性を含んでいる。これにより、科学が調査できるものには限界がある。また、科学とエンジニア・テクノロジーは、相互にどのように貢献しているか、どのように異なるか理解することが重要である。

「科学の人間の要素」は、芸術と同程度に科学でも創造力が必要であることや人間が科学に関わる上で、主観性や先入観が内在していることを含んでいる。また、社会的・文化的な力が科学の方向性を導くという科学の社会的・文化的側面が含まれている。

3.3 NGSS における NOS の要素

NGSS は、K-12 科学内容のスタンダードであり、児童生徒が何を学ぶべきか、何が出来るべきか規定しており、NOS は、NGSS に含まれている (NGSS Lead States, 2013)。

NGSS において示されている NOS の基本的な理解を表 2 に示す。

表2 NOS についての基本的な理解

(a) 科学的探究は、様々な手段を用いる。
(b) 科学的知識は、実証的証拠を基にしている。
(c) 科学的知識は、新しい根拠を照らして修正される可能性がある。
(d) 科学的モデル、法則、メカニズム、理論は、自然現象を説明する。
(e) 科学は、知る手段である。
(f) 科学的知識は、自然における秩序と調和を前提としている。
(g) 科学は、人間の努力の成果である。
(h) 科学は、自然界と物質界についての疑問に対処する。

注) NGSS Lead States (2013) を基に筆者が作成した。

鈴木 (2014) は、表 2 の (a) から (d) は、科学的な探究もしくは科学的な探究の結果や成果及び科学的な知識に関する要素を含んでおり、表 2 の (e) から (h) は、領域横断的な概念と関連しており、これまでのスタンダードと比較して NGSS が NOS の系統的な内容構成になっていると述べている。

3.4 K-12 フレームワークにおける NOS の要素

NGSS は、この NOS の要素を各学年段階において学習すべき要素の詳細を示している。K-12 フレームワークでは、

児童生徒の発達段階に沿って、段階的・連続的に NOS の学習が組み込まれている。その事例として、NOS の要素(c)「科学的な知識は、新しい根拠を照らして修正される可能性がある」について、表3に示す。

K-2 (5-8 歳) 学年では、「新しい情報」を基に科学的知識が変更される可能性があるとしている。一方で、3-5 (8-11 歳) 学年では、「新しい根拠」を基に科学的な説明が変更される可能性があることが提示されている。中学校及び高等学校では、科学的知識の変容の要因として、既存の根拠の解釈が挙げられている。また、科学的知見の永続性、科学的な説明の修正のための科学的議論の必要性などについても示されている。

3.5 本研究における NOS の要素の捉え方

3.2 節及び3.3 節で Lederman (2007), McComas (2015), NGSS における NOS の捉え方を分析した結果を、表4に示す。表1、表2及び図1のように、NOS の要素に関する解釈は、文献によって異なる。「観察と推論の相違」に関する要素は、Lederman (2007), Lederman ら (2002) が提示している。児童生徒は、説明を発展させるために観察による根拠とともに、理論を基にしたモデル化し、それらを用いて議論することができることを期待されている(NRC, 2012)。また、観察と推論の相違を理解することで、科学の世界に見られる多数の、推論及び理論に基づいた存在や用語を理解することにつながる(Lederman ら, 2002)。

以上のことから、科学を理解する上で、観察と推論の相違の理解は重要であると考えられる。

表3 NGSS における各学年の NOS の取り扱いの事例 (NGSS Lead States, 2013 から一部抜粋)

NOS の要素			
(c)科学的知識は、新しい根拠を照らして修正される可能性がある。			
K-2 (5-8 歳)	3-5 (8-11 歳)	Middle School (中学校) (11-14 歳)	High School (高等学校) (14-18 歳)
・科学的知識は、新しい情報が発見された際に、変更される可能性がある。	・科学的説明は、新しい根拠を基に変更される可能性がある。	・科学的な説明は、新しい根拠に照らして修正・改善が必要である。 ・科学的知見の確実性や永続性が変化する。 ・科学的知見は、新しい根拠に基づいて頻繁に修正・再解釈される。	・科学的な説明は、確率的なものである可能性がある。 ・ほとんどの科学的知識は、非常に永続性があるが、原則として、新しい根拠や既存の根拠の再解釈に基づいて変更される可能性がある。 ・科学的議論は、説明の修正をもたらす概念と根拠の関係性の強さを明らかにするために使用される論理的対話の方法である。

表4 NOS の要素に関する先行研究の分析結果 (筆者作成)

NOS の内容	Lederman (2007)	McComas (2015)	NGSS
(A) 科学における観察と推論の相違に関する内容	○	—	—
(B) 科学的知識の実証性に関する内容	○	○	○
(C) 科学的知識の不確実性に関する内容	○	○	○
(D) 科学的知識の機能に関する内容	○	○	○
(E) 科学の創造性に関する内容	○	○	○
(F) 科学の主観性・理論負荷性に関する内容	○	○	—
(G) 科学の社会的・文化的側面に関する内容	○	○	○
(H) 科学の限界に関する内容	—	○	○
(I) 科学的探究の手段に関する内容	—	○	○

注) ○は、該当する NOS の要素が含まれていることと、—は、該当する NOS の要素が含まれていないことを示している。

4. NOSを指導するためのアプローチ

第3章において、本研究のNOSの捉え方を検討した。本章では、初等科学におけるNOSの理解を促進する指導方略を検討するため、NOSのアプローチについて論じる。

4.1 NOSを指導する文脈

幼稚園児と小学校低学年児童に対する6週間の科学プログラムを通して、教師が支援することで小学校児童もNOSについて学習することができることが指摘されている(Akerson & Donnelly, 2009)。McComas (2015)は、現在ある科学カリキュラムにNOSの要素を組み込み、科学の内容に関する文脈でNOSを学習することが重要であると述べている。また、Akersonら(2011)は、児童にNOSを教える主な指導方略として、NOSの要素を明確に、継続的に指導すべきであると結論づけている。

4.2 探究活動を基盤としたNOSの指導

Schwartzら(2004)は、指導に関する研究を行い、探究活動の文脈において、学習者にNOSの要素について意図的に注目するように促すことによって、NOSの特定の要素に焦点化した探究活動を基盤とした学習機会を児童生徒に提供することができると指摘している。

4.2.1 顕示的内省アプローチ

Khishfe & Abd-El-Khalick (2002)が提示している児童生徒にNOSを指導する手立てとして、(1)黙示的アプローチ、(2)顕示的内省アプローチ及び顕示的内省アプローチで用いられる‘explicit’と‘reflective’の意味

を表5に示す。Khishfe & Abd-El-Khalick (2002)は、黙示的アプローチは、児童生徒のNOSの理解に変化が見られなかったことから、黙示的アプローチが効果的ではないと結論づけている。

顕示的内省アプローチについて詳しく見てみると、‘explicit’の意味から、NOSの理解の促進を図るためには、指導するNOSの要素を選択する必要があることがわかり、本節で前述したSchwartzら(2004)の見解と一致する。また、‘reflective’の意味から、児童が行った探究活動をNOSの要素から振り返ること、科学者などの他者の活動と関連付けることと、探究活動で得られた知識を一般化することを促すことが重要であるとわかる。

つまり、科学を基盤とした探究活動または科学の探究で用いるプロセス・スキル³⁾で用いる指導に関与した結果の副産物として、児童生徒が無意識のうちに、NOSの理解を進展させるという考え方では、児童生徒のNOSの理解を進展することは難しい(Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002)。認識的な学習の結果として児童生徒のNOSの理解の向上が期待される(Schwartzら, 2004)。

4.2.2 顕示的内省アプローチと外化

顕示的内省アプローチの「内省」とは、「自分自身の考え方ややり方について意図的に吟味するプロセス」であり(三宅・白水, 2002b)、堀(2009)は、適切な認識のためには内省が重要な役割を果たすと指摘している。

内省と同様に重視されるものに、内化と外化がある。「内化」とは、「内省のプロセスを経て、外にあるものを自分自身の認知過程内に取り入れること」である(堀, 2009)。また、「外化」とは、「内部で生じる認知過程を

表5 NOSを指導するためのアプローチ

アプローチ	説明
(1) 黙示的アプローチ (implicit approach)	児童生徒が科学に取り組むことで、NOSを理解し、NOSの考え方を深めるための探究活動あるいは科学で用いるプロセス・スキルの指導を強調することを示している。
(2) 顕示的内省アプローチ (explicit and reflective approach)	児童生徒に探究活動に関係するNOSの認識を強調すること、児童生徒にNOSの観点から探究活動について児童生徒の内省を強調することを示している。
explicit	NOSの理解は、意図的に対象を絞って計画する必要がある認知的指導の成果であることを強調している。
reflective	児童生徒が、NOSの要素など様々な観点から探究活動を分析したり、自分の探究活動と科学者など他者の活動の関係性を見たり、知識について一般化したりする機会を与えることを意味する。

注) Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002, pp. 553-555 を基に筆者が作成した。

観察可能な形で表すこと」であり、その事例として「発話、メモ、図、ジェスチャ、文章化、モデル化、シミュレーション」がある(三宅・白水, 2002a)。堀(2009)は、自分自身の認知過程を具体的に観察可能にするのに、外化は、内省及び内化の促進に極めて重要な役割を果たすため、両者を切り離して考えることはできないと述べている。

以上のことから、NOSの観点から探究活動について児童の内省を促す顕示的内省アプローチを組み込むためには、同時に発話やワークシート等を用いて、探究活動における児童の認知過程を外化させる必要があると考えられる。

5. 考察

本研究では、Lederman(2007)を中心として、本研究におけるNOSの要素を提示した。このNOSの要素を基に、NGSSで示されている各学年におけるNOSの学習すべき要素、Khishfe & Abd-El-Khalick(2002)が示したNOSを指導するためのアプローチに関する研究、Akerson & Donnelly(2009)、Akersonら(2011)などの先行研究について文献研究を行った。本章では、NOSの要素を表4として提示し、わが国の小学校理科におけるNOSの理解を促進する指導方略について考察する。

3.4節で前述したように、K-12フレームワークでは、幼稚園から高等学校まで、児童生徒の発達段階に合わせて段階的・連続的にNOSの学習が組み込まれていることと、4.1節で前述したように、NOSの要素を明確に、継続的に指導すること(Akersonら, 2011)から、NOSの要素を小学校段階から、児童の発達段階に応じて段階的、連続的、継続的に学習することが重要であると考えられる。

4.2節では、NOSの指導の中でも探究活動におけるNOSの指導に焦点を当てた。4.2節で前述したように、探究活動において特定のNOSについて児童が注目できるよう意図的に促すことで、探究活動を基盤としたNOSの学習機会を与えることができる(Schwartzら, 2004)。また、4.2.1項で前述したように、NOSの理解は、意図的に対象を絞って計画する必要がある認知的教育の成果である(Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002)。このことから、問題解決の過程でNOSを指導する際に、NOSの要素を焦点化することで、児童のNOSの理解の促進を図ることが

重要であると考えられる。

4.2.1項で前述したように、重点的に扱った特定のNOSの要素の観点から問題解決の過程を振り返り、分析するよう促す顕示的内省アプローチを指導に組み込むことが重要であり、同時に、4.2.2項で前述したように、教師が児童に対して、児童同士または児童・教師間の対話、ワークシート等を用いたNOSに関する認知過程の外化を促すことが重要であると考えられる。

以上のことから、小学校理科において児童のNOSの理解を促進する指導方略として、表6の3点が示唆される。

表6 小学校理科においてNOSの理解を促進する指導方略

(筆者作成)

- ・小学校段階から児童の発達段階に応じて、段階的、連続的、継続的にNOSを指導する。
- ・理科のカリキュラムの問題解決の過程において、NOSの要素を指導する。その際、特定のNOSの要素を焦点化する。
- ・問題解決の過程において、どのように考えていたか児童がNOSの観点から、内省するよう促す顕示的内省アプローチを指導に組み込む。その際、児童のNOSに関する認知過程を外化させる。

6. おわりに

本研究では、わが国の小学校理科において児童のNOSの理解を促進する指導方略を提示することを試みた。NOSの理解を促進するためには、児童にNOSの要素について考えさせる機会を設ける必要があることが示唆された。児童の発達段階に応じて指導するNOSの要素を選択することで、児童が理科を学習する意義を捉えるのを支援することができると考えられる。

本研究で導出した指導方略は、NOSの要素を問題解決の過程において明確に継続的に指導することに重点を置いている。問題解決の過程においてNOSの理解の促進を図ることで、小学校理科の教科の目標で示された「問題を科学的に解決する」ことにつながると考えられる。

本研究で得られた指導方略では、表4に示したNOSの各要素について、どのように指導すべきか具体的に示すことができていない。今後、表4に示したNOSの各要素に焦点を当てた指導方略の導出とカリキュラム開発が必

要である。

註

- 1) 研究では、学校教育における教科‘science’についての教育を、日本の場合は「理科教育」を、欧米の場合は「科学教育」を用いた。
- 2) 研究では、‘inquiry’については、日本の場合は「問題解決の過程」を、欧米の場合を「探究活動」を用いた。
- 3) プロセス・スキル：Science-A Process Approach (AAAS, 1972) では、科学者が研究で用いる科学的な方法を13個のプロセス・スキルに分け、学習者すなわち生徒が習得すべきスキルとしている。基本的なプロセス・スキルとして、(1)観察すること、(2)空間-時間を使うこと、(3)分類すること、(4)数を使うこと、(5)測定すること、(6)伝達すること、(7)予測すること、(8)推論することを挙げている。また、統合化されたプロセス・スキルとして、(9)変数を制御すること、(10)データの解釈すること、(11)仮説を設定すること、(12)操作の方法に関すること、(13)実験することを挙げている (AAAS, 1972)。

引用文献

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1972). *Science- A Process Approach*. Washington : AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Oxford University Press.
- Abd-El-Khalick, F. (2012). *Nature of Science in Science Education: Toward a Coherent Framework for Synergistic Research and Development*. 1041-1060.
- Akerson, V. L., Buck, G. A., Donnelly, L. A., Nargund-Joshi, V., & Weiland, I. S. (2011). The importance of teaching and learning nature of science in the early childhood years. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 537-549.
- Akerson, V. L. & Donnelly, L. A. (2009). Teaching nature of science to K-2 students: What understandings can they attain? *International Journal of Science Education*, 32(1), 1-28.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- 堀哲夫 (2009) 「認知過程の外化と内化を生かしたメタ認知の育成に関する研究 その1 -OPPAによる外化と内化のスパイラル化の理論を中心に-」『山梨大学教育人間科学部紀要』第11巻, 12-22.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. K. & Lederman, N. G. (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. 831-879.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- McComas, W. (2015). The nature of science & the next generation of biology education. *The American Biology Teacher*, 77(7), 485-491.
- 三宅なほみ・白水始 (2002a) 「外化」日本認知科学会編『認知科学辞典』共立出版, 105.
- 三宅なほみ・白水始 (2002b) 「内省」日本認知科学会編『認知科学辞典』共立出版, 626.
- 文部科学省 (2018) 『小学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年告示)』東洋館出版社.
- National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 Science Education; Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science Teaching Association (NSTA). (2020). *Nature of Science*. Retrieved from <https://www.nsta.org/nstas-official-positions/nature-science> (accessed 2021.01.25).
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Vol.2. Washington, DC: National Academies Press.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to

bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.

志田正訓・野添生・磯崎哲夫(2019)「『科学の本質』(Nature of Science)を取り入れた小学校理科カリキュラムに関する研究—イギリスのナショナル・カリキュラム科学の事例を通して—」『理科教育学研究』第60巻, 第1号, 133-142.

鈴木宏昭(2014)「米国の次世代科学スタンダードにお

ける“Nature of Science”の内容構成—科学的・工業的な実践及び領域横断的な概念との関連に着目して—」『日本科学教育学会研究会報告』第29巻, 第2号, 53-56.

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—」『理科教育学研究』第56巻, 第2号, 173-181.