

新しい科学観を取り入れた理科カリキュラムの開発の 研究 (Ⅲ)

—「科学の本質」の視点に基づく小・中・高の理科カリキュラムの再構築—

樋口 洋仁	志田 正訓	林 靖弘	加藤 祐治
井上 純一	内海 良一	大方 祐輔	梶山 耕成
岸本 享子	佐々木康子	杉田 泰一	平松 敦史
土井 徹	中山 貴司	福地 孝倫	龍岡 寛幸
岡本 英治	沓脱 侑記	小茂田聖士	田中 伸也
西山 和之	平賀 博之	松尾 健一	丸本 浩
山下 雅文	三田 幸司	柘植 一輝	吉田 成章
磯崎 哲夫			

1. はじめに

本研究は、広島大学附属学校（附属小学校，附属中・高等学校，附属東雲小・中学校，附属福山中・高等学校，附属三原小・中学校）の理科担当教員と教育学部の教員が協同し、新しい科学観を取り入れた小学校から高等学校までの理科カリキュラムを開発することを目的とし、その3年目にあたる。今年度は、これまでの2年間の成果と課題をもとに、初等・中等教育で一貫して「科学の本質」を学ぶためのフレームワーク構築に向け、小学校から高等学校まで系統的に取り扱うことが可能な内容について検討することを目的とした。本稿では、小学校および中学校の2つの実践例を報告する。

2. 科学の本質を学ぶ意味

科学の本質 (nature of science) を、なぜ教える必要があるのだろうか。欧州の動向を見ると、市民が膨大な量の科学的事実を記憶したり再生することは重要ではないこと、科学が説

明できる事実について幅広く、質的な把握が必要であり、科学の詳細な内容は必ずしも必要でないこと、科学・技術が関連する社会的諸問題 (socio-scientific issues) に市民が関心を持つ必要があること、などから市民には、自然科学の体系的知識 (科学そのものの知識) の量が必ずしも本質ではなく、科学が (社会などで) どのように機能するのか、といった知識が求められるようになったこともその背景にある (磯崎, 2012)。

もともと科学的知識は、科学の専門家コミュニティ (いわゆる学会等) による知であり、それをそのまま児童・生徒に教えることはない。それは、政策決定者は科学者や教師などによって教えられるべき知に転置 (transposition) され、さらに教師が児童・生徒の発達段階や状況・文脈を考慮して教室で教える知へとさらに転置される。つまり、専門家コミュニティの知そのものが学校教育においてそのまま教えられる訳ではない。それ故にこそ、どのような知識が

Hirohito Higuchi, Masakuni Shida, Yasuhiro Hayashi, Yuji Kato, Junichi Inoue, Ryouichi Utsumi, Yusuke Ohgata, Kousei Kajiyama, Kyoko Kishimoto, Yasuko Sasaki, Taiichi Sugita, Atsushi Hiramatsu, Toru Doi, Takashi Nakayama, Takamichi Fukuchi, Hiroyuki Tatsuoka, Eiji Okamoto, Yuki Kutsunugi, Masashi Komoda, Shinya Tanaka, Kazuyuki Nishiyama, Hiroyuki Hiraga, Kenichi Matsuo, Hiroshi Marumoto, Masafumi Yamashita, Kouji Sanda, Kazuki Tsuge, Nariakira Yoshida, Tetsuo Isozaki
A Research on a New Science Curriculum Development Based on 'Nature Of Science' III: Reconstruction of a Coherence Science Curriculum from Elementary School to Upper Secondary School

学校で教えられるべきなのかが、時代とともに議論されていくことになる。

このことは、科学（理科）教育の目的・目標にも関わっている。理科を教える理由として、伝統的に科学の持つ実用的・功利的価値があり、科学的知識を獲得しておけば、将来何らかの役に立つという考え方があった。しかしながら、生活において多くの知識を学んだからといって役に立つことはあるだろうか。日本は、毎年自然災害に見舞われるけれども、学校で学んだ科学的知識がそのような自然災害に際して役に立ったと言えるであろうか。科学と社会がより密接になった時代から、科学の持つ民主主義的価値が重視されるようになってきた。私たちが生活している中で、科学・技術が関連する社会的諸問題（例えば、原子力などのエネルギー資源や地球温暖化）に対する公的議論に参加し、科学的証拠に基づいて意思決定をすることになる。イデオロギーだけでそのような社会的諸問題に対して意思決定をするのであれば、学校で理科を学ぶ必要はない。その意味で、科学の持つ民主主義的価値が重視されるようになってきた。そのためには、例えば、科学とは何か、科学者はどのような仕事をしているのか、科学研究の意義や限界といった科学の本質に関わることを知ることは、科学そのものの知識を知ることとともに重要な要素と考えられるようになってきた。このことは、単に科学の体系に基づく知識を学ぶのではなく、「科学的知識がどのように得られたのか、そして、その得られたプロセスとその知識の状況や限界との関わりを理解しないのであれば、児童・生徒は文脈から切り離された知識を学ぶことになる」(Lederman, 2003, p. 92) と指摘されているように、科学的知識を真の意味で理解するには、その知識の背景にある文脈を学ぶことが肝要となる。だからこそ、科学そのものの知識とともに、科学の本質を学ぶことが奨励されるのである。

3. 科学的知識の意味

Lederman et al. (2015)によれば、科学の本質は、1980年代中頃まで「科学的知識の本質」という考え方であったものが、近年では、科学の実践あるいは科学的探究をも包括する概念として捉えられる場合もあり、科学哲学者や科学史研究者、科学（理科）教育関係者の間でも考え方にずれがある。Lederman et al. (2015)

は、科学の本質を科学的知識に限定し、次の6つに集約している。①観察と推論の間には違いがあること。②科学的法則と理論の間には違いがあること。③少なくとも部分的には、科学的知識は自然界の観察を基盤としあるいはそれから導き出されたといえども、それでもなお科学的知識は人間の想像や創造を含んでいること。④科学的知識は、主観的で理論負荷的であること。⑤ひとつの事業である科学は、より広大な文化の文脈において実践され、その実践者である科学者はその文化を知的活動として作り上げていること。⑥科学的知識は、決して絶対的でもなく確実でもないこと。つまり、科学的知識とは、「暫定的であり（変化がある）、経験に基づいており（自然界の観察から導き出された）、主観的で（理論負荷）、どうしても人間の推論、想像力、創造性を含み（説明様式の案出も含む）、社会的、文化的に埋め込まれた」(p. 89)ものである。

4. 「科学の本質」の視点を取り入れた授業実践（1）

（1）授業の概要について

広島大学附属小学校の4年生と6年生を対象に、科学の本質の中でも、観察と推論の違いについて理解させるための授業を行った。

昨年度までの研究から、科学の本質を学ぶフレームワークを構築する必要があることが明らかになった。また、小学校において科学の本質を教える際には、到達目標の設定と、学習活動の内容構成が重要であることが明らかになった。本年度は、これらの点を考慮し、先行研究に基づいた実践を行い、小学校段階において指導可能な目標設定、および学習内容について検討を行う。そして、そのような学習内容を小学校のどの学年に位置づけていくべきかについて論じていくこととする。

本研究におけるこれまでの実践を振り返ると、科学の本質の視点を取り入れた実践は、主に科学は人の営為であり、政治や宗教をはじめとした大きな文化の文脈の中で実践されるという点に着目した実践と位置付けることができる。例えば、土井、磯崎ら(2014)は外来生物とのつきあい方を考える授業を実践している。その概要について説明すると、身近な外来生物の移入の時期や経緯、在来種の生態系に関する説明を聞き、外来生物との付き合い方について

考えるという授業展開である。その中で、外来生物をひとくくりに害悪としてとらえるのではなく、日本人にとって、有益なものもいることに気付かせたり、諸外国における外来生物の取り扱いについて聞いたりして、科学が関連した社会問題について考え、授業を行った時点での自分なりの結論を導き出す。

このような実践は、科学と社会との関わりを子どもたちに考えさせるという点において、有効な手立てであると考えられる。しかし、その一方で、新しい科学観は、そのような科学と社会の関わりというだけでなく、様々な要素を含んでいることが先行研究により明らかになっている。例えば、Lederman et al. (2015) は、科学の本質を先に示したように6つに集約して論じている。また、McComas (2014) は、9つの要素に分けた上で、それらをさらに3つの領域に分類している。このように、科学の本質は、様々な要素を含んでいる概念であると考えられる。そこで、本研究では、科学の本質の中でも、これまでの研究における実践には無かった要素を取扱い、実践を行った。

本実践では、観察と推論の違いを学習内容として取り扱う。これは、Lederman et al. (2015) が科学の本質の要素の一つとして論じており、観察が、感覚を通して直接的に触れられる自然事象を記述する方略であるのと対照的に、推論が感覚を通して直接的に触れられない自然事象を記述する方略であるとしている。さらに科学について学ぶ際には、これらの違いについて理解しておくことが必要であるとしている。

このような違いを学習内容として設定し、実践していくに当たり、どのような授業方略が考えられるのか。この点については、Lederman and Abd-El-Khalick (1998) の先行研究にその具体をみることが出来る。その先行研究に依拠した授業の流れについて書き示したものを以下に示す。なお、単元名を「足あとから考える(原題: Tricky Tracks!)」とし、本時の目標を、「観察と推論の違いについて理解することができる。」と設定した。

表1 観察と推論の違いを考える授業展開(数字は児童の学習活動、○は教師の指導の意図と手立てを表している。)

1	図3を見て、何が起こったと考えられるかを記述する。
○	図3からどのようなことが起こったと考えられるかについて記述させる。
	【予想される子どもの反応】 ・雪の上を2匹の鳥が歩いて近づき、けんかをした。そして、大きな鳥が小さな鳥を食べてしまった。
2	図1を見せ、何が観察できるかを発表する。
○	見たままのものを子どもから引き出させるために、教師が優劣をつけないようにする。
	【予想される子どもの反応】 ・鳥(動物)の足跡だ。
3	観察したこととそこから導き出したことを分けて考える。
○	観察と推論の違いに気付かせるために、足跡が鳥のものであるとし、「どうして鳥だといえるのか?」「鳥はそこにいるのか?」といった問いかけをする。
○	「鳥の足跡である」という意見は、観察ではなく、推論であることを伝える。
○	観察できることは2組の違った形、大きさのものがあるということであることを確認する。
○	さらに推論について理解させるために、どうしてこの2匹は、同じ向きにまっすぐ進んでいるかについて考えさせる。
○	同じ向きに進む理由は、足跡の向きから考えたことであり、それは観察に基づく推論であることを伝える。
4	図2を見せ、観察をさせた上で、そこから考えられることを発表する。
○	観察と推論の違いについて強化していくために、図2から観察できることについて子どもたちに問う。
	【予想される子どもの反応】 ・足跡がだんだん近づいてきて、ごちゃごちゃになっている。
○	推論について理解させるために、観察結果から考えられることについて問う。
5	再び図3を見て観察と推論を分けて記述

する。

○本時で学習した観察と推論の違いについて確認させるために改めて図3を見せ、観察と推論を分けて再度考え、それぞれ記述する。

なお、本時で用いた図1～3は次の3枚であり、Lederman and Abd-El-Khalick (1998, pp.88-90) から引用した。

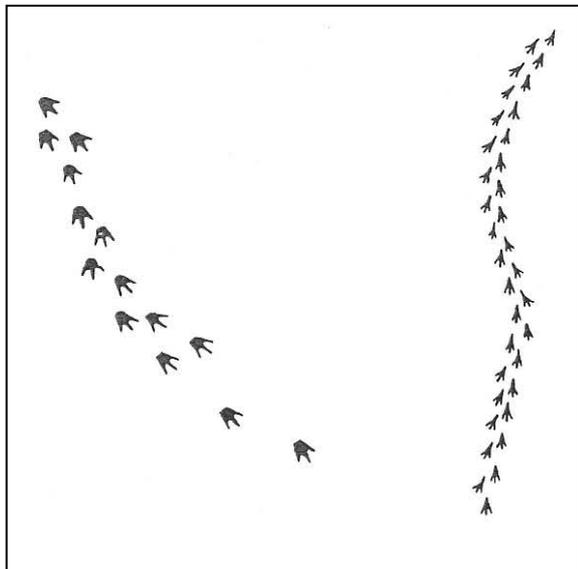


図1 (出典: Lederman and Abd-El-Khalick (1998, p.88))

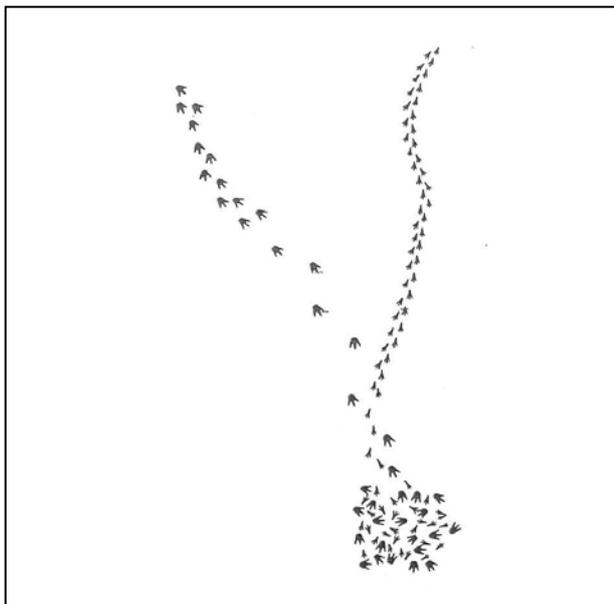


図2 (出典: Lederman and Abd-El-Khalick (1998, p.89))

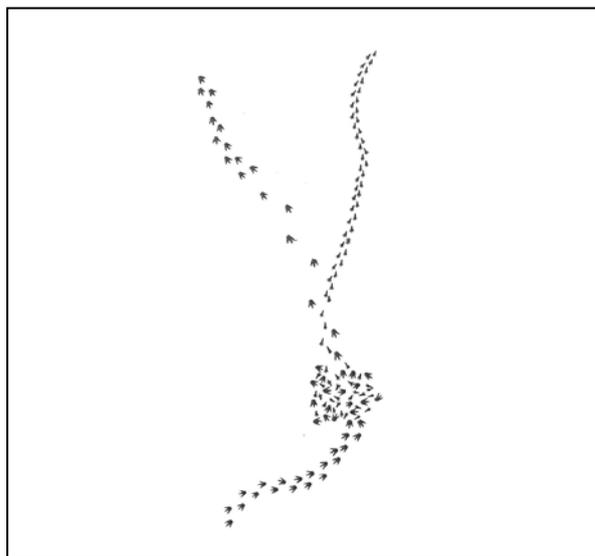


図3 (出典: Lederman and Abd-El-Khalick (1998, p.90))

(2) 授業後の児童の記述の分析

本時の学習が目標に到達できたかどうかを判断するために、第4学年と第6学年のそれぞれの児童の学習活動1の記述と学習活動5の記述を示し、それらを比較することとする。

【第4学年】

○A児の変容について

学習活動1では次のような記述をしていた。

A (足跡が大きい方) が B (足跡が小さい方) を食べて、B (足跡が小さい方) が食べられた。

一方、学習活動5では、次のような記述をしていた。

観察

- ・A (大きい方) と B (小さい方) の二種類の足跡がある。
- ・ごちゃごちゃしている。
- ・下の方は1個 (1種類) しかない。

推論

- ・A (大きい方) と B (小さい方) の二種類の足跡が近づいていき、ごちゃごちゃしてから、下の方には1個 (1種類) しかないから、A が B を食べた。

○B児の変容について

学習活動1では次のような記述をしていた。

みんながあつまっている所にえさがあって、そこにあつまっているところ。

一方、学習活動5では、次のような記述をしていた。

観察

- ・二種類の形がある。
- ・大きい方が下に残っている。
- ・と中で形がまざっている。
- ・足のはばが大きくなっている。
- ・横切る
- ・大きい方と小さい方のきよりが短くなっている。
- ・大きい方の進行方向が変わっている。

推論

- ・足跡がぐちゃぐちゃになっている所があるので、そこでは、えさがあって、みんながえさに集まっている。大きな足跡が（ぐちゃぐちゃになっているところから）外向きに進んでいるので、図の下の方の足跡はエサを食べて帰っている。

【第6学年】

○C児の変容について

学習活動1では次のような記述をしていた。

二種類の動物が違う方向から来て、どちらもどンドン足はばが大きくなり、その後で、右から来た方が食べられて、左の方が帰っていった。

一方、学習活動5では、次のような記述をしていた。

観察

- ・二種類の形がある。
- ・と中で形がまざっている。
- ・大きい方が下に残っている。
- ・足のはばが大きくなっている。
- ・横切る
- ・大きい方と小さい方のきよりが短くなっている。
- ・大きい方の進行方向が変わっている。

推論

- ・2種の形は鳥で、大きい方と小さい方の距離が短くなっているので、大きい方が、えものである小さい方に近づいている。
- ・と中でまざっているので、そこで大きい方が小さい方をおそっていることになる。

○D児の変容について

学習活動1では次のような記述をしていた。

アヒルとアヒルの足跡より小さい足跡の動物が歩いた跡。

一方、学習活動5では、次のような記述をしていた。

観察

- ・二種類の形がある。
- ・大きい方が下に残っている。
- ・途中で形がまざっている。

推論

Aの足跡（大きい方）を持つ動物は途中で足はばが大きくなっているので走り出している。その後、2種類の足跡がぐちゃぐちゃになってから、下に大きな足跡が残っているので、Bの足跡（小さい方）を持つ動物はAに見つかった逃げまわった後、負けてしまい、Aの足跡をもつ動物が勝った。

学習活動1と学習活動2の記述を比較すると、A児もB児も、学習活動1では推論のみの記述が中心であったが、学習活動5になると、観察と推論を分けて記述することができるようになっていくことが分かる。さらに、学習活動5の記述に注目すると、A児もB児も観察したことを証拠として、推論をしていることが分かる。このようなことから、両児童は、本時の目的を達成していると考えられる。

第4学年では、学習活動5において、観察と推論を分けて記述することについては、できていると判断できる児童が31名中、29名（93.5%）であった。一方、第6学年では、37名中、36名（97.3%）であった。しかし、第4学年と第6学年の記述を比較すると、第4学年では、A児のように、推論したことを、文章で簡潔に表現することができた児童が第6学年全体と比較する

と少なかった。これは、第4学年の児童が第6学年の児童と比較して、言語を扱う力が未発達である点が原因であると考え。また、第4学年の児童の中には、図3の2種類の形を足跡と認識しているものの、その足跡の動物が図3の下から上へ進んでいるというとらえ方をしている児童が2名いた。このような児童は動物の足を含めた体のつくりに関する基本的な知識が習得できていないことが原因と考える。

実践から以上のことが明らかになった。このような実態から、本研究で目指す科学の本質の視点を導入したカリキュラム作成で、観察と推論の違いを取り扱う際には、第6学年に位置づけることが妥当であると考え。

5. 「科学の本質」の視点を取り入れた授業実践 (2)

現行カリキュラムの一部を「科学の本質」の視点を取り入れながら実施した。多少の発展を含む。中学校2年生「生物の変遷と進化」の単元の実践の報告である。

(1) 授業の実際

単元4時間の内2時間分の授業内容を示す。

生物の変遷と進化 (1時間)

【導入】現在の地球上に生息する多様な生物
脊椎動物 最大 シロナガスクジラ 体長 30m
最小 ヒメアママガエル科のカエル
体長 7.7mm

無脊椎動物 シャコ(節足動物), イカ(軟体動物),
ゴカイ(環形動物)

【展開】**発問①**「これほど多様な動物が存在するのはなぜか」

生徒の答え 多様な環境に適応したから。

支援 日常的に様々な情報に接しているためそのような考え方をしている。

発問②「18世紀ヨーロッパの人々はどのように考えていたか」

生徒の答え 想像できない

支援 すべての生物←神による創造(「旧約聖書創世記」の記述のとおり)

発問③「生物を研究する学者たちは生物が長い間に形やはたらきを変えてきたことに気が付はじめていた。その証拠となったものは何か」

生徒の答え 化石の発見

支援 少数であるが現在も進化を否定する人が存在する→「創造論者」

「創造論者」の考えかた 動物の体に見られる精緻な構造(例えば目, キツツキの舌)は何らかの目的があつてつくられたとしか考えられない。→生物の体に神の力が宿る(自然神学デザイン論)
進化への反論 徐々に形を変えていくというが、例えば中途半端な目など何の役にも立たないし、そのようなものが存在した証拠もない。

発問④「進化を信じるとすれば、君たちはどのように反論するのか」

生徒の答え わからない

支援 科学者は自然界の観察によって答えを導く

○タコ・イカのカメラ眼にいたる様々な発達段階の目をもつ軟体動物が存在する。

○キツツキの長い舌骨にいたる様々な長さの舌骨を持つ鳥類が存在する。

【終結】進化=生物が長い時間をかけて代を重ねる間に変化すること

脊椎動物の出現と進化 (0.5時間)

進化の証拠 中間の特徴をもつ生物 (0.5時間)

進化の証拠 相同器官 (1時間)

進化のしくみ (1時間)

【導入】進化(多様な環境への適応)のしくみはどのように説明できるだろうか。

【展開】2つの進化説

○用不用説 ラマルク 「動物哲学」1809年 頻繁に使うことによって発達した性質が子に遺伝する。これを繰り返すうちに生物の形態が変化する。

例) テニスプレーヤーの利き腕は他方より若干長くなる。洞窟に住む生物の中には目を失ったものがある。

○自然選択説 ダーウィン「種の起源」1859年 生物のもつ性質には様々な差がみられる(変異)が、生存に有利な性質をもつものは結果的に多くの子を残す。これを繰り返すうちに生物の形態が変化する。

例) ある特徴をもつ生物を選んで掛け合わせるにより、何代かのうちに形態を変えることができる。(品種改良(人為選択))

課題提示 4人班で話し合つてどちらの説をと

るかを決め、理由とともに発表

班代表者による発表 (10班)

- ・ダーウィン ①突然変異もあるので理解できる。
- ・ラマルク ①ダーウィンの説では変異がどうして生じたのか理解できない。環境への適応としてはラマルク説の方が理解しやすい。
- ・ラマルク ダーウィン説で言うように、首の長いキリンから、本当に首の長いキリンが生まれるのか。
- ・ダーウィン 環境に適応した方が生き残るとするのは理解できる。
- ・ラマルク ②ダーウィン説では有利な変異をもったものが多数いなければ子に伝わらない。
- ・ダーウィン ラマルク説にしたがえば、今もキリンの首は伸びているはずだが、そうは見えない。
- ・ダーウィン キリンの首は一生のうちにそんなに伸びない。競争に負けた首の短い方が死んでいくという方が理解できる。
- ・ダーウィン ③自分の体に生じた変化が子に遺伝するのか?
- ・ダーウィン ラマルク説の用いた器官が発達するのを実感できない。
- ・ダーウィン ③変化は遺伝しない。

支援 理由として挙げられた中に下線部①～③のような優れた視点が存在する。

①自然選択説においてはなぜ変異が存在するかについて言及していない。有利な性質が選ばれるだけであれば、最初見られた変異の幅を超えた性質になることはない。

②これは自然選択説の弱点の一つである。

③個体が一代のうちに手に入れた性質は子に伝わらない。我々の体をつくる細胞(体細胞)と次の世代をつくるための細胞(生殖細胞)は別物であり、体細胞におこった変化が生殖細胞に伝わることはない。

【終結】 現在の考え方 突然変異を変異の供給源とする自然選択説

(2) 「科学の本質」の視点

科学の本質として考えているのは①科学的知識は暫定的である、②科学的知識は経験的である、③科学的知識は理論に依拠している、④科学的知識は社会的である、の4点である。今回の実践ではこの中でも②と①に焦点を絞ってみた。

②については生物の変遷と進化の授業の**発問④**が対応する。自然界に実際に見られる証拠を提示して創造論者の見解を否定する過程を通し、科学の本質を理解していく。また、授業展開は示していないが進化の証拠として、始祖鳥やユーステノプテロンなど中間の性質を示す生物をあげていくことや、相同器官の存在を示すことなども②の理解につながると考えられる。

①については進化のしくみの授業で2つの進化説を吟味する過程がこれに当たる。獲得形質の遺伝と変異の供給源という両説の問題点をあぶりだしていく過程をもうけることで、現在認められている突然変異を前提とした自然淘汰説も暫定的なもので、新たな証拠によって変わっていく可能性もあることに思い至る。

どのような内容をもって「科学の本質」を教えるのかについては、科学史を用いた単元構成や科学・技術が背景にある社会的諸問題を取り入れた単元構成が有効であることが昨年度の報告でも述べられているが、本取り組みはまさに科学史を用いた単元構成になっており、科学についての知識を教えるのに好適である。内容は上記のとおりであるが、当時の時代背景などをさらに加味しながら③や④について扱っていくことも可能である。また、科学・技術が背景にある社会的諸問題を扱う場合には授業で学んだことの日常生活への応用という方策をとることが多いが、今回は自然の事象を日常の感覚で捉えるというある意味逆の発想でのぞんでみた。そこから見えることは、生物の変遷と進化の授業の**発問①**に対する生徒の答えや進化のしくみの授業の班代表者の発表内容に明らかのように、生徒の考え方がそれなりに論理的・科学的であるということである。これは彼らが小学校からの学習の中で培ってきたことの成果であると同時に、かれらの生きている日常生活そのものが科学の文脈によって営まれていることの査証でもある。

生物の変遷と進化の発展内容である進化のしくみを取り扱う上で、生徒も指摘したように、進化を様々な環境(ニッチ)への適応放散と捉えたため、中立説、隔離説などの諸説については触れず、用不用説、自然選択説の2説について考察することとなった。この用語を使うことが適当かどうかわからないが、科学の本質を教えるため、恣意的に「教授学的変換(転置)」が行われたということになるのかも知れない。学

術的知 (scholarly knowledge) の内の本質的な部分がこのような過程の中で失われないよう配慮することも必要であると思われる。

6. おわりに

上述の小学校、中学校における科学の本質を教える実践例は、特に、中学校の実践例は、これまでの実践を別の角度 (科学の本質) から捉え直したものとと言える。

中学校の例は、まさに、Lederman et al. (2015) による科学的知識の性質を散りばめた実践例である。授業者も指摘しているように、科学者コミュニティにより生産された知を、児童・生徒の状況や文脈を考慮して教えた知への転置においては、本来の知の本質が失われないようにする必要性もある。そのためには、理科教師は、科学者コミュニティによる知、政策決定者や教師たちによる教えるべき知、児童・生徒の発達段階や文脈などを考慮した教える知、について可能な限り熟知する必要がある。また、この実践では、論証活動 (argumentation) を行う際の、教師の振る舞い方も重要であることが示唆された。これは、これまでの実践から明らかになった課題に対するひとつの解答である。

他方、生徒の立場からすれば、科学的知識がどのようにして生まれ、それがどのような意味を持つかを理解することは、将来、科学・技術が関連する社会的諸問題に直面した時にも科学的知識に基づいて賢明な意思決定ができるようになることが期待される。その際、どのような科学的知識が必要で、それをどのようにして取捨選択するかということと共に、議論とされている事柄に関する科学的知識を真正に理解できるかが重要な鍵となることを、この実践例は示唆している。

さて、小学校の実践であるが、これは、中学校や高等学校の実践とは違い、小学校段階で科学の本質についてどこまで理解できるかを知るために、意図的に投げ込み教材として授業を構成した実践例である。小学校の児童に、観察とは何か、推論とは何か、という理解を求めることはこの実践の本来の意図ではない。自分の目で見たこと (別の表現をすれば、'directly' accessible to the senses (Lederman et al., 2015, p. 695)), それから自分で考えたこと (not 'directly' accessible to the senses

(Lederman et al., 2015, p. 695)), を子どもなりに違いが分かるように表現することである。別の文脈で考えると、ここでいう見たことは実験等の結果であり、それから自分で考えたことは考察と解釈することもできる。つまり、見たことや考えたことの違いを次第に意識化させることは、観察や実験等のレポートの書き方の指導にも繋がる。

これまでの限られた実践からではあるものの、科学の本質を小学校から高等学校まで教えることは、決して無理ではないし、無駄なことではない。Lederman (2003) が、「確かに、教師は何を教えることが期待されているかをより深く理解しなければならない。しかしながら、教師の専門的成長はまた、教師が児童・生徒による科学の本質の理解をいかにして成功裏に促進させることができるかにかかっている」(p. 88) と指摘しているように、本年度の実践は、これまでの実践の視点の変容に基づく教師による授業方略の在り方や投げ込み的教材を使用する教師の意図が、いかに重要であるかを示す実践である。

引用 (参考) 文献

- 1) 磯崎哲夫 (2012). 「イギリスにおける科学の学力の捉え方」. 日本理科教育学会編, 『今こそ理科の学力を問う』(pp. 40-45). 東京: 東洋館.
- 2) Lederman, G. N. (2003). Scientific inquiry and nature of science. In S. P. Marshall, J. A. Scheppler, and M. J. Palmisano (Eds.). *Science literacy for the twenty-first century* (pp. 85-95). New York: Prometheus Books.
- 3) Lederman, G. N., Schwartz, R. and Abd-El-Khalic, F. (2015). Nature of science. In R. Gunstone (Ed.). *Encyclopedia of science education* (pp. 694-698). Dordrecht: Springer reference.
- 4) 土井徹, 磯崎哲夫他 (2015). 「新しい科学観を取り入れた理科カリキュラムの開発の研究 (II)」『広島大学学部・附属共同研究紀要』第44号, pp.174-176
- 5) McComas, W. F (2014) .Nature of Science(NOS). William F. McComas(ed.), *The language of Science*

Education, Boston: Science Publishers.

- 6) Lederman, G. N., Abd - El - Khalick, F. (1998).5 Avoiding De-Natured Science: Activities That Promote Understandings of the Nature of science. William F. MacComas(Ed.).*The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies* : Kluwer Academic Publishers.