

アメリカの生物教育における進化の指導に関する研究
—BSCS の分析を中心にして—

広島大学 大学院 教育学研究科 文化教育開発専攻
高橋一将

目次

序章 研究の目的と方法

- 第1節 問題の所在と本研究の意義
- 第2節 研究の目的
- 第3節 研究の方法および構成

第1章 アメリカにおける進化教育と BSCS の位置づけ

- 第1節 アメリカの教科書への進化の導入
- 第2節 アメリカにおける進化の指導をめぐる論争
- 第3節 アメリカの学術団体等による進化の指導に関する主張
- 第4節 アメリカの進化教育における BSCS の位置づけ

第2章 BSCS の設立当初の議論にみられる進化を重視する理由とプログラムにおける具体化の方針

- 第1節 BSCS の設立当初の目的・目標
- 第2節 プログラムの開発過程の概要
- 第3節 教科書の構成および学習内容に関する議論
- 第4節 BSCS の設立当初の議論にみられる進化を重視する理由とプログラムにおける具体化の方針

第3章 BSCS のプログラムにおいて進化が重視されてきた理由

- 第1節 Arnold Grobman が Director を務めた時期（1958-65 年）
- 第2節 William V. Mayer が Director を務めた時期（1965-82 年）
- 第3節 Joseph D. McInerney が Director を務めた時期（1985-99 年）
- 第4節 Rodger W. Bybee が Director を務めた時期（1999-2007 年）
- 第5節 Janet Carlson が Director を務めた時期（2007-13 年）
- 第6節 BSCS のプログラムにおいて進化が重視されてきた理由

第4章 BSCS のプログラムおよび補助教材における進化の扱い

- 第1節 プログラムの学習内容の構成における進化の扱い
- 第2節 青版の教科書における進化の扱い

第3節 “*BSCS Biology: A Human Approach*” の第3版の教科書における進化の扱い

第4節 BSCS の補助教材における進化の扱い

第5節 BSCS の教科書を用いた進化に関する授業の実態

第6節 BSCS のプログラムおよび補助教材における進化の扱いの特色

終章 研究の成果と今後の課題

第1節 BSCS における進化の指導の特色

第2節 日本における進化の指導の歴史的変遷

第3節 わが国における進化の指導への示唆

第4節 今後の課題

附録

資料1：わが国の法令における進化に関する学習内容

資料2：分析した教科書一覧

謝辞

序章
研究の目的と方法

第1節 問題の所在と本研究の意義

1.1 問題の所在

著名な生物学者である Theodosius Dobzhansky の「進化の観点がなければ、生物学において意味をなすことは何もない」(Dobzhansky, 1973: 125) という有名な言葉から明らかのように、生物学において進化は欠くことができない。それは同時に、生物学を主として扱う生物教育においても、進化は欠くことはできないことを意味している (NABT, 2011)。実際に、すべての生徒の科学的リテラシーの育成を目指したアメリカ合衆国 (以降、アメリカとする) の “*Benchmarks*” (AAAS, 2009) や、2013 年に発表された次世代のアメリカの科学教育スタンダード (NRC, 2012; NGSS, 2013) においても、生物教育において進化は不可欠なアイディアの 1 つとして位置づけられている。

一方で、わが国では、2008 年に改訂された「中学校学習指導要領」の理科の第 2 分野において、化石や生物の変遷などが扱われることとなった (文部科学省, 2008)。2009 年に改訂された「高等学校学習指導要領」では、理科において、選択必修科目の 1 つである「生物基礎」では、生物が共通性を保ちながら進化して多様化したことなどが、「生物基礎」を履修した生徒が履修できる選択科目「生物」では、進化のしくみなどが扱われることとなった (文部科学省, 2009)。現在では、進化は中学校と高等学校の学習内容として扱われているが、これまでの学習指導要領の改訂の歴史を振り返ると、わが国では Dobzhansky が主張する重要性に見合った形で進化が扱われてきたとは言い難い。「中学校学習指導要領」では、1951 年から 1999 年の改訂に至るまで、進化は生物に関する学習内容において繰り返し加除されてきた (桐生, 2004)。また、「高等学校学習指導要領」では、1970 年から 1999 年の改訂に至るまでに、「進化は高校生の全員が学ぶものから、選択科目のなかで一部の生徒が学ぶものへとなり、内容も簡略化されている」(福井, 2006: 9) と報告されている。

わが国の生物教育において進化が必要不可欠な学習内容として重視されてこなかった背景には、次の 2 点に関係していると考えられる。1 点目に、進化は生物学的な側面からは十分に強調されずにわが国に導入されていったという歴史的背景である。2 点目に、わが国の生物教育において、進化の重要性が議論され、理解されてこなかった可能性が考えられる。

1 点目について、進化がわが国に導入されたのは、村上 (1964) は 1874 (明治 7) 年頃

と推定し、筑波（1965）は Edward S. Morse が東京大学に就任した 1877（明治 10）年頃と推定している。わが国の進化に対する反応について、村上は「我国の進化論受容は、少くとも明治期にあつては、自然科学の理論としてではなく、社会理論上の種々な主義主張の基本原理といふ形で取込まれて行った」（村上，1964： 174）と述べている。その理由として、村上（1964）は、ダーウィンの進化論それ自身にこのような受容を引き起こす要因があったとみている。この点について、彼は、ダーウィンの進化論は当時の社会の構造に影響されて考案されたことから、それが再び社会に関する問題となることは当然の結果だろうとしている。また、彼は、自然選択によって生き残る適者に対する定義をどこからでも持ってくるができるようになっているダーウィンの進化論自体の論理的欠点も指摘している。旧制中学校（現在の高等学校に相当する）の教科書の学習内容に進化が導入されたのは、富樫（1993）は 1893（明治 26）年頃と推定し、森（1971）は 1897（明治 30）年頃と推定している。わが国に進化が導入された当初では、教科書執筆者らは、進化を科学的理論としてだけでなく、人類の存在や社会を説明する観点としても重視していた（例えば箕作，1902）。時が経つにつれ、生物の多様な事実を説明する観点としても進化は主張されていったが（例えば阿部，1936）、従来の考えも部分的には引き継がれていった。戦前の教科書の詳細な学習内容は、出版会社からも影響を受けていたとされているが（沢柳，1917；岡田，1937）、当時の教科書の学習内容は教科書執筆者らの進化を教える意義に多少なりとも影響を与えられていたと考えられる。終章で詳しく論じるが、第二次世界大戦終戦まで、学習内容として、進化を示す証拠や進化論だけでなく、進化の観点から自然界における人間の位置も論じられていたことは、その証左と考えられる。1911（明治 44）年頃から、教科書では種々の進化論が紹介され、進化論が不確実なものとして説明されはじめ、ついには、進化論と進化は教科書から削除されるに至った。

2 点目について、わが国にはキリスト教の信仰と進化による思想の対立やそれによる論争が無く、進化が容易に受容されていったために、進化が深い捉え方がなされてこなかったことが指摘されている（真船，1960）。また、わが国で進化が重視されてこなかった背景には、進化を教える意義が十分に理解されてこなかったことがあると指摘されている（福井，2006）。確かに、進化を教える意義は、進化に関する教材や教授方略に関する研究（例えば

真船, 1965; 中原, 1968; 矢島, 1997; 嶋田, 1997, 2004; 河田, 1999) などに見出せるが, 生物教育において進化を教える意義を真正面から論じた先行研究としては, 生物教育における進化の重要性を主張した渋谷 (1970), 日本とアメリカにおける進化を教える意義をまとめた福井・鶴岡 (2002) と, アメリカの生物教育の歴史から進化を教える意義を論じた丹沢 (2002) 以外未見である。

2008年と2009年の中学校と高等学校の「学習指導要領」の改訂前では, 進化は中学校の理科では扱われず, 高等学校の生物科目では, 選択必修科目「生物Ⅰ」を履修した生徒が選択履修できる「生物Ⅱ」でのみ扱われていた。高校生の80%が「生物Ⅰ」を履修するのに対して, 「生物Ⅱ」は20%未満であったとされている (松浦, 2010)。2008年と2009年の中学校と高等学校の「学習指導要領」の改訂前の進化の扱いの状況と比べると, 改訂に伴って, 以前に増して多くの生徒が進化に触れることができるようになったといえる。しかしながら, これまでのわが国の生物教育における進化の扱いに鑑みると, 再び進化が一部の生徒しか学ばないような科目の学習内容に逆戻りする可能性も否定できない。進化は, 生物学において不可欠であるだけでなく, 例えばインフルエンザ・ウィルスに対するワクチンの改良や殺虫剤および農薬の開発への活用などを通して, 社会において重要な役割を果たしている。これらの理由からも, わが国の生物教育においてなぜ進化を扱わなければならないのか, どのように位置づけていくべきかといった進化を教える根源的な意義と指導のあり方について考察する必要があると考える。

本研究では, “*Science, evolution, and creationism*” (NAS & IOM, 2008) に従い, 「進化」の用語を, 進化が生じている事実およびその科学的理論に言及する場合に用いた。一方で, 『岩波 生物学辞典 第4版』(八杉ら, 2009) に従い, 「進化論」の用語を, 特に「進化の要因論」に言及する場合に用いた。但し, 引用部分については, 引用先の表現をそのまま用いた。また, 英語の引用部分において, 「evolution」を進化と訳出し, 「the theory of evolution」と「evolutionary theory」を進化論と訳出している。本研究における進化とは, 主に生物の進化について述べている。

生物の進化に関する教育全般を指して進化教育という用語が用いられている (例えば福井, 2006; 丹沢, 2006)。本研究では, 進化の指導は, 進化を教えることそのものを指してい

る。それと同時に、本研究では、進化の指導を2つの要素から捉えている。1つは、進化を教える意義であり、もう1つはその意義の具体化である。進化を教える意義としては、進化を重視する理由と進化を扱う理由に着目し、進化を教える意義が具体化されたものとして、教材における進化の扱いやその教材を用いた授業の実態に着目している。

1.2 アメリカに着目する理由

アメリカの一般社会の進化に対する受容は、日本のそれとは大きく異なっている。Millerら(2006)は、アメリカを含む34か国の進化に対する受容状況を調査した各国の調査結果をまとめている。それらの調査では、一般成人を対象に、「現在の人類はより原始的な動物から進化した」という主張に対して、「正しい」、「間違っている」、「わからない」の3つの選択肢を与え、その中から自分が正しいと思う選択肢を1つ選択させている。生物学的に正しい選択肢は、「正しい」である。彼らのまとめた結果では、日本の一般成人の78%が「正しい」を選択したのに対して、アメリカの一般成人の約40%が「正しい」を選択し、残りの約40%が「間違っている」を選択した。同様の調査は1985年にもアメリカでなされており、Millerらは、過去20年間で、アメリカの一般成人のうち、進化のアイデアを認めている人の割合は45%から40%へ減少し、進化のアイデアを認めていない人の割合も48%から39%へ減少したことを報告している。

同様な調査に、ギャラップ社のNewportによる2009年の調査がある。本調査(Newport, 2009)では、18歳以上のアメリカの市民を対象に、進化を信じるか、信じないか、どちらでもないかを質問し、回答を得ている。その調査結果では、調査対象者の39%が進化を信じ、25%が進化を信じておらず、36%がそのどちらでもないと回答したことが報告されている。

Millerら(2006)は、ヨーロッパや日本で進化は広く受け入れられているのに対して、アメリカではそうではない理由として次の3点を指摘している。1点目の理由は、アメリカの原理主義者とアメリカとヨーロッパで主流のプロテスタント主義者の聖書における創造に対する捉え方が異なっているためであるという。Millerらは、原理主義者が、進化の考えよりも、聖書で述べられている人類の創造を真実として捉えているのに対し、プロテスタン

ト主義者は、創造を隠喩的なものとして捉え、進化の考えと対立していないことを指摘している。2点目の理由として、創造論がアメリカの共和党保守派の政治要綱に組み込まれるなど、進化をめぐる論争が政治に利用されているためであるとされた。3点目の理由は、アメリカの成人が現代の遺伝学について正確に理解していないことであるという。

このように、アメリカにおいて進化が受容されにくい背景には、創造論を主張する創造論者と創造論の政治的利用、そしてアメリカの成人における遺伝学の不十分な理解があるといわれている。

ギャラップ社は、1982年以降、アメリカにおける創造論の受容についても調査してきている。ギャラップ社のNewportによる2012年の調査(Newport, 2012)では、18歳以上のアメリカの市民を対象に、「以下の説明のなかで、どの説明が人類の起源と発展についてのあなたの考えにもっとも近いか？」と質問し、以下の3つの選択肢から回答させた。

- ① 人類は何百万年もの間にわたってより原始的な生命から発展してきた。しかし、神はこのプロセスを導いた。
- ② 人類は何百万年もの間にわたってより原始的な生命から発展してきた。しかし、神はこのプロセスに全く関係していない。
- ③ 神は、ここ10000年かそこらの間で、人類をほとんど現在の形で一度に創造した。

(Newport, 2012)

生物学的に正しい選択肢は選択肢②である。選択肢①は有神論的進化論の考えであり、③は創造論による説明である。この調査で最も多く選択された選択肢は③(創造論による説明)であり、半数近く(46%)のアメリカの一般成人が選択した。次に、選択肢①(有神論的進化論の考え)で32%であり、最も少なかった回答は、正答である選択肢②で15%であったことが報告されている。Newport(2012)には、1982年から2012年の間に11回にわたり実施されてきた同じ調査の結果も示されており、調査対象者の平均45%は選択肢③を選択し、平均37%は選択肢①を、平均12%が選択肢②を選択してきたことが報告されている。また、2012年の調査結果が政党別でも示されており、共和黨員の58%が選択肢③を選択し

ていることが明らかにされている。ちなみに、この結果は、Miller ら (2006) が指摘した進化が受容されにくい2点目の理由を支持している。

アメリカ以外のキリスト教圏の諸外国における創造論について、佐倉は以下のように述べている。

アメリカ以外のキリスト教圏では、必ずしも創造論はそれほど支持されていない。ヨーロッパ諸国でもオセアニア諸国でも、もちろん創造論は存在するが、アメリカほどの盛り上がりを見せていない。創造論（およびその関連思想）は、アメリカ独自のものと考えた方がよい。

(佐倉, 2006: 98)

以上のように、アメリカと日本とでは進化の指導がおかれた文脈が大きく異なっていることがわかる。アメリカにおいて進化が受容されにくい背景には創造論者の存在があり、第1章で詳述するが、創造論者との進化の指導をめぐる論争が長きにわたり展開されてきた。これらの論争の中で、各学術団体は進化を指導する重要性などについて複数回にわたり主張していった。翻って、わが国をみれば、進化は日本社会に広く受容され、アメリカにみられるような論争はみられない。それが故に、進化それ自身や進化を教える意義が十分に議論され、理解されてこず、そのためにわが国では進化は重視されてこなかったのではないか。このようなわが国の進化教育の状況に鑑みると、長きにわたり進化を教える意義を議論し、社会に対して主張してこなければならなかったアメリカを比較の対象に位置づけることは、わが国の生物教育において進化を教える意義を考えるうえで新たな視点を提供してくれると期待できる。

1.3 BSCS に関する先行研究の概要と BSCS に着目する理由

Biological Sciences Curriculum Study (以降、BSCS とする) は、アメリカの科学教育改革運動が展開されている最中、1958年に設立された。設立以来、BSCS は、ハイスクール(わが国の後期中等教育段階に相当)を主な対象とした生物教育に関するプログラムを積

極的に開発してきた。

わが国では、1964年から1966年の『遺伝』にBSCSに関する記事が多数掲載されている。これらの記事では、BSCSの設立過程や最初のプログラムの教科書における学習内容などが紹介されている。1966年の『遺伝』の4月号からは、日本の中学校の理科との関連の中でBSCSが論じられるようになる（例えば森川, 1966b）。しばらくして、1995年の『遺伝』の1月号から1996年の3月号にかけて、「BSCSと日本の生物教育—探究のルーツを求めて—」と題した特集が生まれ、再びBSCSについての記事が掲載される。これら以外にも、BSCSについて体系的に論じた研究（丹沢, 1995; 梅埜, 1996）やBSCS設立の歴史的背景などを論じた研究（長洲, 1974）、アメリカの生物教育の実態を論じる中でBSCSの普及率などを示した研究（長洲, 1984）、BSCS設立以降1980年代中期までのBSCSの変遷やカリキュラム開発の特色などについて論じた研究（長洲, 1985）、学習遅進生向けのBSCSのプログラムを分析した研究（鶴岡, 1982）や、BSCSの教科書における科学史の扱いを明らかにした研究（梅埜, 2001）などが挙げられる。BSCSの先行研究として最も多くみつけることができたのはSTS（Science, Technology, and Society）教育に関連する先行研究（丹沢・中谷, 1992; 丹沢, 1993a; 丹沢, 1993b; 長洲, 1994; 長洲, 1995; 広瀬・長洲, 1995）である。

BSCS設立以来、わが国ではBSCSに関する研究が盛んになされてきたが、BSCSにおける進化の指導については十分に明らかにされていない現状がある。筆者が知る限り、BSCSの進化の指導に関する先行研究には、最初のプログラムの教科書における進化の扱いを紹介している研究（森川, 1966a）と、アメリカの進化教育におけるBSCSの位置づけについて論じている研究（丹沢, 2006）がある。また、各版の初版の教科書の学習内容を紹介する中で進化の扱いについても言及している研究もある（例えば森川, 1964b）。このように、先行研究ではBSCSの初期のプログラムの教科書における進化の扱いやアメリカの進化教育におけるBSCSの位置づけは明らかにされているが、それ以降のプログラムにおける進化の扱いや、なぜBSCSは生物教育において進化を重視してきたのかなどについては十分に研究がなされていない。

アメリカの生物教育において、BSCSに関する先行研究の数は多く、枚挙に暇がない。そ

の中には、BSCS に対する評価（例えば Ausubel, 1966; Tamir, 1970）や、BSCS のプログラムの紹介（例えば Dougherty & Miller, 1998）などがある。しかしながら、現状では、BSCS における進化の指導の特色などを調べた先行研究はみつけることができなかった。現在の BSCS の科学教育専門家であり、BSCS の進化に関する補助教材の開発に関わった Mark Bloom 博士によると、BSCS における進化の指導に焦点化した先行研究は、未見のことである¹⁾。

これらの先行研究も勘案して、アメリカの生物教育における進化の指導を分析する際に、BSCS に着目する理由として次の3点が挙げられる。1点目の理由は、BSCS は設立以来アメリカの科学教育および生物教育において重要な役割を担ってきた組織であり、現在に至るまで生物教育において進化を重視してきたためである。2点目の理由は、BSCS はプログラムの開発の全工程を手掛けており、生物教育において進化を教える意義とその具体化を明らかにするための適した分析対象になると考えたためである。3点目の理由は、BSCS は進化の指導を明確に主張してきたにもかかわらず、BSCS における進化の指導の特色が十分に明らかにされていないためである。

1点目についてみていこう。BSCS (2009) には、設立から現在に至るまでの BSCS の略歴が示されている。この略歴によると、BSCS は、1960年代と1970年代には、従来のプログラムの改訂と共に、カリキュラム開発の対象を拡大していった。また、現職教員を対象とした教師教育の必要性が高まる中、National Science Foundation (NSF) による教師教育プログラムに BSCS も関わっていった。1980年代において、科学教育の主眼が科学と社会との関係に置かれていく中で、BSCS はその変化に合わせて多数のプログラムを開発していった。1990年代になると、全米規模の科学教育のスタンダードが示され、BSCS はこれらのスタンダードに準拠したプログラムを開発し、さらに、当時の認知研究の成果を取り入れた教授モデルを考案した。2000年代になっても、従来のプログラムに加え、新たなプログラムの開発に向けたデザイン研究を行うなどしている。これらの略歴から、BSCS は、設立以来、その時々アメリカの科学教育および生物教育に対応しながら活動を展開してきたことがわかる。これは、丹沢が「常にアメリカ科学教育(研究)の動向を迅速に反映し、かつ BSCS 独自の方針を盛り込んだカリキュラムをいち早く開発してきた」(丹沢, 1995: 5)

と指摘した BSCS のカリキュラム開発の特色が、現在も受け継がれていることを示唆している。

BSCS は非営利団体であり、BSCS の活動にかかる資金は研究助成や契約による収入で賄われている。2011 年の年次報告 (BSCS, 2001) によると、2011 年度の主な研究助成元は、NSF, U.S. Department of Education, National Institutes of Health となっていた。2011 年度の総収入は、5,715,717 ドルであり、その約 80% (4,542,874 ドル) が、それらの研究助成元からの研究補助金で占められていた。これらのことから、設立から現在に至るまで、BSCS の活動はアメリカの科学教育および生物教育において一定の評価を受け続けてきたことが指摘できる。また、アメリカの科学教育改革運動時に設立された Physical Science Study Committee をはじめとする他の組織が解散していく中で、BSCS だけが現在までの 50 年以上もの間存続し続けている。このことは、BSCS がアメリカの科学教育および生物教育において重要な役割を今でも担っていることの証左といえる。

長洲は、BSCS の各プロジェクトの教科書がアメリカの生物教育においてどの程度普及しているかについて調査し、以下のように述べている。

BSCS の 3 種 [筆者註: 青版と黄版と緑版を指す] を合わせるとその使用率は 35%, 調査時以前では 8 割近くになる。また別な小規模の調査 (生物教師 314 人対象) では約半数が BSCS の 3 種のいずれかを使用している。これらから考察すると、アメリカの生物教育界では BSCS (3 種以外も含めて) のテキスト各種は相当使われているといえる。このことはアメリカの生物教育は BSCS の生物教育を抜きにしては語れないことを示すものである。

(長洲, 1984: 33)

これは、1984 年のデータであり、最新のデータではない。しかし、現在においても BSCS は従来のプログラムを改訂し、また、新たなプログラムを開発して市販している。このような活動は、研究活動に係る費用の援助とそれに伴うだけの BSCS に対する期待や要求が無ければ成り立たない。このことから、BSCS のプログラムやその教科書はアメリカの生物

教育において未だに必要とされていることは変わらないと考えられる。

BSCS は、時々アメリカの科学教育や生物教育に対応しながら活動してきたことを指摘したが、設立以来一貫して変わらない生物教育に対する考え方がある。それは、生物教育において進化を重視することである。BSCS が設立された当時、アメリカの数州で進化の指導を禁止するような反進化論法が残っていたとされている (Grobman, 1969)。それにもかかわらず、BSCS は設立以降、進化を大々的に取り入れてハイスクールの生物用のプログラムを積極的に開発してきた。そして、第 1 章で詳細に述べるが、BSCS はアメリカの生物教育における進化の扱いやその指導を向上させ、促進させることに大きな役割を果たしてきたことが一定の評価を受けている (Skoog, 1979, 2008; 丹沢, 2006)。生物教育における進化の指導の促進においても、BSCS は重要な役割を担ってきたと考えられる。

2 点目は、BSCS はプログラムの開発の全工程を手掛けており、生物教育において進化を教える意義とその具体化を明らかにするための適した分析対象になると考えたためである。1 点目の理由とも関わるが、長洲 (1985) は、BSCS が様々な教育要求に応じて多様な集団に向けた多種のプログラムを開発し続けることができた理由として、BSCS におけるカリキュラム開発研究の基本方針の存在を指摘している。その方針では、カリキュラム開発研究は、「教育要求」から始まり、「対象の焦点化、目標の設定」→「カリキュラム設計」→「開発と試行」→「カリキュラム普及」と進んでいく。そして、「カリキュラム普及」から「カリキュラム改善、カリキュラム評価」を経て、再度「対象の焦点化、目標の設定」へと循環していくモデルが示されている。このような基本方策によって、「当初の生物教育に対する教育要求あるいは基本理念に、より適合したカリキュラムが産み出されるといえる」(長洲, 1985: 119) とされている。つまり、長洲が指摘しているように、BSCS のプログラムでは、プログラムの理念とその具体化としての教科書との間により明確で確たる一貫性が存在していると考えられる。

3 点目について、わが国の生物教育は、BSCS の教科書を含む BSCS に関連する書籍の翻訳や、BSCS のプログラムに関する研究などを通して BSCS から大きな影響を受けてきた。日本に BSCS の教科書が持ち込まれたのは 1961 年のことであり、1962 年には BSCS 研究準備委員会が発足し、1963 年には BSCS セミナーが開催された (森川, 1964a)。梅埜

(1996)によれば、この委員会のメンバーには、後の1970(昭和45)年に改訂された「高等学校学習指導要領」の作成協力委員である木下治雄や森川久雄も含まれていた。また、梅埜(1996)は、1966年から1972年にかけて青版、黄版、緑版で知られたBSCSの著名な教科書を含む、計7冊のBSCS関連の書籍が翻訳され出版されたことを示している。そして、既に述べたが、『遺伝』には、BSCSに関する記事が多数掲載されている。

梅埜(1996)は、1960(昭和35)年に改訂された「高等学校学習指導要領」と、BSCS紹介後に改訂された1970(昭和45)年の「高等学校学習指導要領」の生物領域の内容を比較し、BSCSがわが国の生物教育に与えた影響を検討している。BSCSの影響として、1970(昭和45)年の「高等学校学習指導要領」の生物領域の内容において、1960(昭和35)年と比べて分類学の内容が減らされ、分子遺伝学などの分子レベルの内容が大幅に取り入れられたことなどが指摘されている。進化に関しては、BSCSの影響として、1970(昭和45)年の「高等学校学習指導要領」では、改訂前のものと比べて、生命の起源に関する内容がより重視されるようになったことが指摘されている。

これらのことからわかるように、わが国の生物教育はBSCSから多大な影響を受けてきた。ただ、BSCSにおける進化の指導の特色が十分に明らかにされていない現状は、先行研究の概要にて示したとおりである。

現在のわが国の中等教育段階における生物教育では、学習指導要領改訂以前に比べると、進化は重視されつつある。しかし、進化を教える意義を明確にしないと、学習指導要領の次期改訂において、再び進化が扱われなくなる可能性もある。これに対し、BSCSは、1958年の設立から現在に至るまで、創造論者との進化の指導をめぐる論争が繰り返されてきたアメリカで進化を重視し続けてきた。そのような歴史を持つBSCSにおける進化を教える意義とその意義の具体化を明らかにすることは、これまでのBSCSに関する先行研究に新たな知見を加えるとともに、今後のわが国の生物教育における進化の指導に対して新たな示唆を得る手がかりとなると考える。

ところで、BSCSでは、例えば、「Biological Sciences Curriculum Studyは、革新的であり、学習活動が主体で、すべてのハイスクールの生徒に適切な生物学のプログラム、*BSCS Biology: A Human Approach*を開発した。それは、生物学の基本的な概念に第9学年と第

10 学年の生徒を引き込むために人間を具体例としてたびたび使用する、順次的で通年の一般的な生物学のカリキュラムである」(BSCS, 2006: viii) というように、カリキュラムとプログラムはほぼ同様な意味で用いられている。プログラムの定義に関して、2004 年の BSCS のプログラムにおいて、プログラムの構成要素として、生徒用の教科書、教師用の教科書、付属の CD、教材が挙げられている (BSCS, 2004)。よって、本研究では、プログラムとカリキュラムを同義に扱い、プログラムを開発された生徒用と教師用の教科書、教材、教具の総称とした。ただし、本研究においては、プログラムを分析する際に、プログラムの主要な教材と考えられる生徒用の教科書(以降、生徒用の教科書を指して教科書とする)に主に焦点を当てている。また、BSCS はプログラム以外にも多くの単元 (unit) やカリキュラム補助教材 (curriculum supplement) などを開発している。文部科学省のホームページによると、「児童生徒が使用する教科書以外の図書その他の教材(学習帳、問題帳、練習帳、解説書その他の学習参考書を含む。以下「補助教材」という。)」(文部省初等中等教育局長, 1964) とある。よって、本研究では、BSCS の単元 (Unit) やカリキュラム補助教材 (curriculum supplement) などを総称して補助教材とした。

第2節 研究の目的

以上のことに鑑み、本研究では、1960 年代にアメリカで設立され、今日においても進化を重視したプログラムを開発し実践している BSCS を取り上げ、BSCS における進化の指導の特色を明らかにすることが第1の目的である。そして、その結果とわが国における進化の指導に関する歴史的な特色を総合的に分析し、わが国における進化の指導についての示唆を導出することを第2の目的とした。

第3節 研究の方法および構成

本研究では、ハイスクール用の BSCS のプログラムや補助教材を分析しているため、後期中等教育段階の進化の指導が主たる対象となっている。BSCS における進化の指導の特色として、進化を教える意義とその具体化に焦点を当てている。進化を教える意義としては、進化を重視する理由と進化を扱う理由に着目し、その具体化としては、BSCS のプロ

グラムおよび補助教材における進化の扱いと BSCS の教科書を用いた授業の実態に着目している。一方で、わが国における進化の指導として、BSCS と同様に進化を教える意義に着目するが、その具体化としては教科書における進化の扱いに着目している。

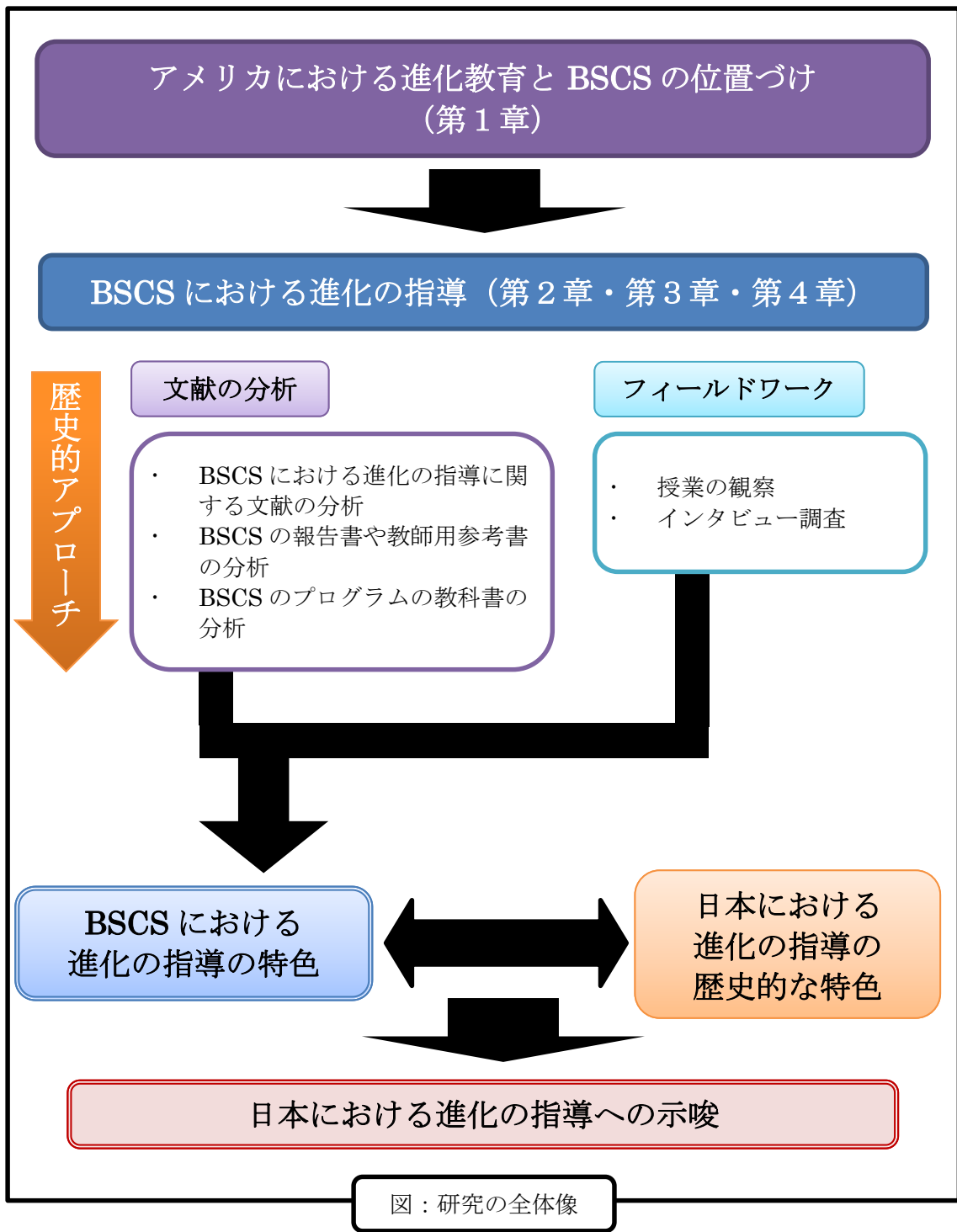
本研究では、理論的研究と実証的研究としてフィールドワークの両方のアプローチを適用し、相互に補完した分析を行うことで研究の精緻化を図る。理論的研究では文献の分析を行い、フィールドワークでは授業の観察と現在の BSCS 関係者および教師へのインタビュー調査を行う。次頁の図に研究の全体像を示した。

第 1 章では、先行研究をもとに、BSCS が位置するアメリカにおける進化教育の概要を示し、BSCS の位置づけについて明らかにする（第 1 章）。

第 2 章から第 4 章にかけて、理論的研究とフィールドワークによって、BSCS における進化を教える意義とその具体化を明らかにする。理論的研究では、歴史的アプローチとして、BSCS の設立から現在に至るまでの進化の指導の歴史的変遷に着目する。歴史的変遷に沿って、BSCS 関係者らの進化の指導に関する研究論文や書籍、そして BSCS の報告書や教科書等の文献の分析を行い、初期の教科書の学習内容において進化を中心に位置づけた根源的理由や（第 2 章）、現在にまで通ずる進化を教える意義とその具体化としての進化に関する学習内容等を記述していく（第 3 章と第 4 章）。

フィールドワークでは、現在の BSCS の関係者らが進化についてどのような考えを持っているのか（第 3 章）、BSCS の教科書は授業においてどのように使用されているのかなどを調査する（第 4 章）。具体的に、BSCS での資料収集や、BSCS の教科書が用いられている授業の観察、そして、BSCS のスタッフおよび教師へのインタビュー調査を行う。

終章では、得られた結果から BSCS における進化の指導の特色を考察する。次に、わが国における進化の指導の歴史的変遷について分析し、歴史的に見たわが国における進化の指導の特色について考察する。最後に、これらの分析から得られた知見を検討し、わが国における進化の指導への示唆について論考する。



序章 註釈

- 1) BSCS の科学教育専門家である Bloom 博士からの電子メールによる私信(2013年9月3日)。

序章 引用文献

阿部余四男: 『新撰動物學』, 同文書院, 1936.

American Association for the Advancement of Science (AAAS): *Benchmarks*, 2009.

Retrieved August 21, 2013 from

<http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?home=true>

Ausubel, D. P.: An evaluation of the BSCS approach to high school biology, *The American Biology Teacher*, 28 (3), pp. 176-186, 1966

Biological Sciences Curriculum Study (BSCS): *BSCS investigating life system teacher edition*, Kendal/Hunt publishing company, 2004.

BSCS: *BSCS biology a human approach teacher guide*, Kendal/Hunt publishing company, 2006.

BSCS: *The biology teacher's handbook 4th edition*, National Science Teachers Association press, 2009.

BSCS: *2011 annual report*, 2011. Retrieved November 21, 2013 from <http://www.bsos.org/financials>

Dobzhansky, T.: Nothing in biology makes sense except in the light of evolution, *The American Biology Teacher*, 35(3), pp. 125-129, 1973.

Dougherty, M. J. & Miller, J. S.: BSCS biology: a human approach & insights in biology, *The American Biology Teacher*, 60 (2), pp. 98-104, 1998.

福井智紀: 「進化教育の歴史と展望～進化の教授価値と今後の進化教育のあり方～」, 『理科教室』, 49(11), pp. 8-15, 2006.

福井智紀・鶴岡義彦: 「生物進化の教授価値の検討—我が国と米国における諸議論を手掛かりに—」, 『千葉大学教育学部研究紀要 教育科学編』, 50(1), pp. 69-82, 2002.

Grobman, A. B.: *The changing classroom the role of the Biological Sciences Curriculum Study*, Doubleday & Company, INC., 1969.

広瀬敬子・長洲南海男: 「「ヒト」と健康に重点を置いた初等学校理科教育の展開—BSCSの初等学校の STS 教育 (SL&L プログラム) に基づいて—」, 『生物教育』, 35(2), pp. 153-162, 1995.

河田雅圭: 「学校教育の中での進化学」, 『理科教育』, 42(10), pp. 6-19, 1999.

桐生尊義: 「中学校でどのように進化を教えるか?—検定外中学理科教科書『新しい科学の教科書Ⅲ』での取組み—」, 『遺伝』, 58(4), pp. 35-39, 2004.

真船和夫: 「第 10 章 生物の進化」, 沼田真編『近代生物学史』, pp. 178-195, 地人書館, 1960.

真船和夫: 「生物学入門 14 進化」, 『理科教室』, 8(5), pp. 68-75, 1965.

松浦克美: 「高等学校学習指導要領改訂 2009 における, 生物領域大変更の経過の一側面～協力者の立場から～」, 『生物教育』, 51(特別号), pp. 17-22, 2010.

Miller, J. D., Scott, E. C. & Okamoto, S.: Public acceptance of evolution, *Science*, 313, pp. 765-766, 2006.

箕作佳吉: 「生物學ヨリ見タル人類社會」, 『東洋學藝雑誌』, 19(249), pp. 255-263, 1902.

文部科学省: 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本印刷株式会社, 2008.

文部科学省: 『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』, 大日本印刷株式会社, 2009.

文部省初等中等教育局長: 「学校における補助教材の取り扱いなどについて」, 1964.

Retrieved November 12, 2013 from
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/t19640307001/t19640307001.html

森一夫: 「教科書に現れた「進化論」の変遷について」, 『科学史研究 第Ⅱ期』, 10(100), pp. 229-232, 1971.

森川久雄: 「1.BSCS 研究会経過」, 森川久雄・中島雄次郎編『BSCS セミナー報告書』, pp. 2-5, 国際基督教大学, 1964a.

森川久雄: 「BSCS と日本の生物教育 BSCS 緑色版のねらいと内容(Ⅱ)」, 『遺伝』, 18(10), pp. 54-57, 1964b.

- 森川久雄: 「BSCS 研究 15 進化」, 『遺伝』, 20(3), pp. 62-65, 1966a.
- 森川久雄: 「BSCS と中学理科 1 中学理科の問題点と BSCS」, 『遺伝』, 20(4), pp. 42-44, 1966b.
- 長洲南海男: 「1940～60 年代における米国の生物教育改革の歴史的考察」, 『理科教育学会研究紀要』, 15, pp. 35-53, 1974.
- 長洲南海男: 「アメリカの生物教育の現状と課題 1—全米調査報告書より見た生物教育の実態—」, 『生物教育』, 25(1・2), pp. 29-34, 1984.
- 長洲南海男: 「アメリカの生物教育の現状と課題 3—BSCS のカリキュラム開発研究とその生物教育からの考察—」, 『生物教育』, 26(2), pp. 114-124, 1985.
- 長洲南海男: 「科学教育のニューパラダイムとしての STS 教育 (I) 歴史的背景—NSTA の 1982 年と 1990 年の STS 教育に関する基本声明の比較より探る (3) —」, 『筑波大学教育学系論集』, 18(2), pp. 73-100, 1994.
- 長洲南海男: 「STS (Science/Technology/Society) における新しい指導方法—探究学習論から構成主義学習論への転換—」, 『筑波大学教育学系論集』, 19(2), pp. 111-130, 1995.
- 中原正木: 「あとがき」, 中原正木著『生物学教育論』, pp. 208-211, 国土社, 1968.
- 村上陽一郎: 「生物進化論に対する日本の反応—明治期のアウトライン—」, 『比較文化研究』, 5, pp. 145-183, 1964.
- National Academy of Sciences (NAS) and Institute of Medicine of the National Academies (IOM): *Science, evolution, and creationism*, 2008. Retrieved May 31, 2011 from http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11876
- National Association of Biology Teachers (NABT): NABT position statement on teaching evolution, Adopted by the NABT Board of Directors, 2011. Revised 1997, 2000, 2004, 2008 and 2011 (Original Statement 1995). Endorsed by: The Society for the Study of Evolution, 1998; The American Association of Physical Anthropologists, 1998. Retrieved July 20, 2013 from <http://www.nabt.org/websites/institution/index.php?p=92>
- National Research Council (NRC): *A framework for K-12 science education: practices,*

- crosscutting concepts, and core ideas*, The National Academies Press, 2012.
- Newport, F.: On Darwin's birthday, only 4 in 10 believe in evolution, 2009. Retrieved August 7, 2013 from <http://www.gallup.com/poll/114544/Darwin-Birthday-Believe-Evolution.aspx>
- Newport, F.: In U.S., 46% hold creationist view of human origins, 2012. Retrieved August 7, 2013 from <http://www.gallup.com/poll/155003/Hold-Creationist-View-Human-Origins.aspx>
- Next Generation Science Standards (NGSS): *Next generation science standards*, 2013. Retrieved August 21, 2013 from <http://www.nextgenscience.org/>
- 岡田彌一郎: 「丘・高倉兩教授の著された教科書に就て」, 『博物學雜誌』, 35(60), pp. 40-48, 1937.
- 佐倉統: 「〈解説〉進化論と創造論, 自然科学と原理主義」, メリル・ウィン・デイヴィス著 (藤田祐訳) 『ダーウィンと原理主義』, pp. 97-112, 岩波書店, 2006.
- 沢柳政太郎 (1917): 「中等学校教授要目廃止論」, 『帝国教育』, (423), pp. 1-4, 1917. 帝国教育復刻版刊行委員会編『帝国教育 復刻版』, 雄松堂出版, 1989. から引用.
- 渋谷寿夫: 「生物教育において進化はなぜ大切か」, 『理科教室』, 13(6), pp. 6-11, 1970.
- 嶋田正和: 「高校でどのように進化を教えるか」, 『科学』, 67(1), pp. 22-31, 1997.
- 嶋田正和: 「進化をどのように教えるか?—特集にあたって—」, 『遺伝』, 58(4), pp. 26-34, 2004.
- Skoog, G.: Topic of evolution in secondary school biology textbooks: 1900-1977, *Science Education*, 65 (5), pp. 621-640, 1979.
- Skoog, G.: The contributions of BSCS biology textbooks to evolution education, pp. 45-71, In Bybee, R. W. (eds.): *BSCS measuring our success- the first 50 years of BSCS-*, Kendal/Hunt publishing company, 2008.
- Tamir, P.: Long-term evaluation of BSCS, *The American Biology Teacher*, 32 (6), pp. 354-358, 1970.
- 丹沢哲郎: 「アメリカの STS 教育と日本における実践への示唆—生物教育における STS 教

- 育の可能性（４）一」, 『遺伝』, 47(2), pp. 64-68, 1993a.
- 丹沢哲郎: 「BSCS の最新の遺伝学プログラムにおける問題解決と意思決定スキルの育成—アメリカの STS 教育の指導方略—」, 『科学教育研究』, 17(2), pp. 57-67, 1993b.
- 丹沢哲郎: 「アメリカの BSCS カリキュラムの変遷課程の研究—STS カリキュラムにおける科学的リテラシー概念を基礎にして—」(学位請求論文), 筑波大学, 1995. Retrieved December 30, 2013 from <https://www.tulips.tsukuba.ac.jp/dspace/bitstream/2241/2188/2/B1052.pdf>
- 丹沢哲郎: 「『進化をなぜ学校理科で教えなければならないのか?』—アメリカにおける進化教育の歴史と現状から学ぶこと—」, 『日本モンキーセンター年報』, pp. 66-68, 2002.
- 丹沢哲郎: 「第 2 節 アメリカ高等学校生物への進化教育導入の歴史 - 20 世紀初頭より 1950 年代まで - 」, 長洲南海男編著『新時代を拓く理科教育の展望』, pp. 73-83, 東洋館出版社, 2006.
- 丹沢哲郎・中谷卓司: 「BSCS の青版の変遷と STS 教育の関連性」, 『生物教育』, 32(4), pp. 230-240, 1992.
- 筑波常治: 「第 4 章 進化論と思想」, 日本科学史学会編『日本科学技術史大系 第 15 巻・生物科学』, pp. 165-214, 第一法規出版株式会社, 1965.
- 鶴岡義彦: 「BSCS 生物 Biological Science: Invitations to Discovery—ヒューマニスティックな目的の達成をめざす生物カリキュラム—」, 『生物教育』, 22(4), pp. 10-17, 1982.
- 富樫裕: 「日本における進化論の受容史 (I) —明治前半期—」, 『群馬大学教育学部紀要 自然科学編』, 41, pp. 109-129, 1993.
- 梅埜國夫: 『生物教育の現代化 : BSCS プロジェクトとその日本の生物教育への影響』, 教育出版センター, 1996.
- 梅埜國夫: 「科学史を生物教育に活用する—『BSCS 生物』教科書に学ぶ—」, 『遺伝』, 55(3), pp. 35-41, 2001.
- 八杉龍一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆: 『岩波 生物学辞典 第 4 版』, 岩波書店, 2009.
- 矢島道子: 「“進化” の授業がない」, 『科学』, 67(1), pp. 37-38, 1997.

第1章

アメリカにおける進化教育と BSCS の位置づけ

序章において、創造論者との進化の指導をめぐる論争は、アメリカ独自の論争であることを述べた。創造論者との進化の指導をめぐる論争については、国内外問わず多数の先行研究が存在している。本章の第1節では、それらの先行研究に基づいて創造論者との進化の指導をめぐる論争の概要を述べていく。具体的には、アメリカの教科書への進化の導入から始まり、教科書で進化が扱われるようになって以降、アメリカではどのような進化の指導をめぐる論争が起こってきたのかをみていく。第2節では、各学術団体の進化の指導に対する決議や声明を分析し、創造論者との進化の指導をめぐる論争の中で、それらの学術団体はどのようなことを主張してきたのかについて明らかにする。本章の最後に、国内外の BSCS に対する評価をもとに、アメリカの進化教育における BSCS の位置づけについて考察する。

第1節 アメリカの教科書への進化の導入

Larson (1987) は、1859 年から 1920 年までに複数回改訂された教科書を分析し、ハイスクールの教科書における進化の扱いについて調査した。ここでの教科書とは、生物学、植物学、動物学そして地質学の教科書であった。その調査結果によれば、19 世紀末では、生物学が生物教育に関するカリキュラムの中核となる前であり、植物学、動物学、地質学の教科書がより一般的な教科書であった。Larson (1987) の先行研究を参照しながら、Scopes 裁判より前のアメリカの教科書における進化の扱いについてみていく。

Charles Darwin の “*On the Origin of the Species by Means of Natural Selection: Or, The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*” (以降、『種の起源』と訳出する) がイギリスで出版されたのは 1859 年のことである。Larson (1987) によれば、『種の起源』が出版される前のアメリカの科学のコミュニティでは、科学者はキリスト教の聖書による創造、つまり創造論のような考えが受け入れられていたが、『種の起源』が出版された後では、この考えはすぐに進化に取って代られたとされている。そして、アメリカにおいて『種の起源』が出版されても、当時の植物学、動物学、地質学の教科書には進化はすぐに導入されず、『種の起源』出版後に生物学を学んだ科学者たちがハイスク

ールの教科書を出版し始めた 1880 年代になってから、彼らの教科書で進化が常に意識されるようになっていったとされた。

ハイスクールに生物学のコースが成立したのは、1900-1910 年頃とされている (Hurd, 1961)。Skoog (1979) は、1900-1977 年の中等教育における生物学の教科書における進化の扱いを調査しており、1900-1919 年についても 8 冊の生物学の教科書における進化の扱いを調査した。その調査結果によると、8 冊のうちの 3 冊のみが進化についての章を設けており、3 冊は進化という用語を用いていないことが明らかにされている。そして、これらのことから、彼は、「この時期の教科書では、進化は強調されていなかった」(Skoog, 1979: 625) と結論付けている。

Larson (1987) は、分析した 1910 年代以降の生物学の教科書でも進化は扱われており、Darwin の進化論が現代思想や生命の理解に与えた影響とともに高く評価されていたことを報告した。そして、Larson は、Scopes 裁判より前のアメリカの教科書における進化の扱いについて以下のように総括している。

複数回改訂を重ねた植物学、動物学、地質学そして生物学の教科書のこの分析は、進化の概念が 19 世紀後半から 20 世紀初頭に至るまでの多くのハイスクールの科学の教科書に現れていたことを示している。……世紀の変わり目では、Darwin の進化論は、ハイスクールの教科書において明らかに創造論に取って代っていた。全体的に見れば、その時期の教科書による生物の起源の扱いは、進化の概念から生徒を守る明らかな試みもなく、その論争に対する各執筆者独自の意見を主に反映していた。

(Larson, 1987: 108)

以上のように、先行研究では、『種の起源』が出版されて以降、創造論に取って代わるように、アメリカの教科書において進化が扱われていったことが明らかにされている。

『種の起源』が出版された当初は、限られた教科書でしか進化は扱われていなかったが、進化を学んだ科学者が教科書を執筆するようになってからは、彼らが著わした教科書で扱

われるようになっていったようである。ただ、Skoog (1979) が指摘するように、必ずしも多くの教科書で進化が重視されていたとは言えない状況であったことも窺える。

第2節 アメリカにおける進化の指導をめぐる論争

アメリカにおいて進化の指導に対する大規模な反対運動が始まったのは、Darwin の『種の起源』が出版されてから約 60 年後の 1920 年頃とされている (Larson, 1987)。そして、1925 年の Scopes 裁判以降、科学教育関係者らと創造論者らとの間に生じた進化の指導をめぐる論争が激化していった。本節では、アメリカにおいて 1920 年代以降から現在までにどのような論争が生じてきたのかを概説する。

アメリカの National Center for Science Education (以降、NCSE とする) は、長きにわたり創造論者の活動を監視し、アメリカにおける進化の指導を擁護してきた団体である。NCSE は、創造論 (Creationism) について次のように定義している。『『創造論』は、物理世界に直接介入する、あるいは介入してきた超自然的な神や力に関する宗教的な信条に言及している』(NCSE, nodate)。NCSE (nodate) によれば、創造論は広義で多くの種類があるとされている。本研究では、広義な意味で創造論を捉え、そのような理論を支持する者を創造論者とする。

NCSE は、創造論者との進化の指導をめぐる論争を以下の 4 つの段階に分けている。

- ・ 進化の指導を禁止するための取り組み (1922-1968 年)
- ・ 「創造科学 (Creation Science)」の盛衰 (1969-1987 年)
- ・ 「インテリジェント・デザイン」による創造論の盛衰 (1987-2005 年)
- ・ 巧妙に隠された創造論 (2005 年-現在)

(NCSE, 2008a)

創造論者との進化の指導をめぐる論争に関して、数多くの先行研究が既に存在している。本節では、上記の 4 つの段階に従って、先行研究を参照しながら、主要な裁判をもとに創造論者との進化の指導をめぐる論争の歴史を概説する。

2.1 進化の指導を禁止するための取り組み（1922-1968年）

Moore（2000）によれば、1921年のケンタッキー州において、進化の指導を規制するような法律の制定が最初に試みられたとされている。Moore（2000）は、1999年のLuisville Courier-Journalの記事から、1921年にKentucky Baptist Board of Missionが、ケンタッキー大学において進化の指導を禁止するよう同州に求めたこと、この訴えは同大学の当時の学長であったFrank McVeyによって反対され、1922年の投票の結果、実現しなかったことを明らかにしている。

反進化論運動が全米規模に発展するのは、1925年にテネシー州で起きたScopes裁判によってである。鶴浦（1998）を参照しながら、Scopes裁判について概説していく。鶴浦（1998）によれば、Scopes裁判では、生物教師のJohn Scopesが人類の進化を指導したことによって、聖書における人類の創造を否定する理論を教えることを禁止した同州のバトラー法に違反したことから始まったとされている。この裁判は、アメリカ公民権連合（American Civil Liberties Union、以降ACLUとする）がバトラー法の違憲性を検討するために計画した裁判であり、地元の住民は町興しとしてその計画に参加し、Scopesも、地元の住民に誘われこの計画に加わったとされている。この裁判ではScopes側が有罪判決を受け、バトラー法は違憲とならず、1967年まで残ることになったという。

Scopes裁判以降の各州の反応について、1926年では、ミシシッピ州において反進化論法に関する法案が可決され、その他にも、アーカンソー州を含む11の州において同様な法案が提出されたが、1927年までにそれらの11の州において無効化されたことが報告されている（Holmes, 1927）。しかしながら、アーカンソー州では、投票によって1928年にこの法案が可決されている（Moore, 2000）。

Scott（2009）は、その後にアーカンソー州で生じた反進化論法をめぐる裁判についてまとめている。それによると、この裁判では、Arkansas Education Associationは、教師Susan Eppersonを訴訟人として、アーカンソー州の反進化論法を訴えた。裁判の判決は1968年に連邦最高裁判所で下され、宗教的教義に反する特定の知識の指導を禁止しているために、アーカンソー州の反進化論法は憲法に反するとされた。

2.2 「創造科学」の盛衰（1969-1987年）

鵜浦は、「70年代末～80年代初頭にかけて、この『創造科学』を生物進化論と同等の科学理論として公立学校のカリキュラムにふくめようとする動きがカリフォルニアや南部のいくつかの州で見られるようになった」（鵜浦, 1998: 23）と述べている。

「創造科学」について、Scott は以下のように説明している。

創造「科学」は、聖書を文字通り解釈するキリスト教信者を主体としたムーブメントである。彼らは、進化を公立学校のカリキュラムから削除しようとしている。彼らは、次のような点において、他の反進化論者と異なっている。彼らは、神学を介してのみならず、科学によるデータや理論を用いながら創世記の文字通りの宗教的解釈が真実であることを示そうと試みている点においてである。

(Scott, 1996: 507)

「創造科学」を支持する創造論者の主張は、「科学的な創造論と生物進化論はともに地球と生命の歴史にかんする対等の仮説だから、両者にあてられる授業時間は等しくなければならない」（鵜浦, 1998: 23）というものであった。

アーカンソー州とルイジアナ州において、「創造科学」と進化に同等の時間を充てることを求める法案が争われた。Scott (2009) では、アーカンソー州とルイジアナ州におけるこれらの法案をめぐる裁判について次のように説明されている。創造論と進化に同等の時間を充てて指導することを求める法案はアーカンソー州で最初に可決され、それは1981年のこととされている。アーカンソー州の ACLU は、聖職者である William McLean を訴訟人代表としてこの州法を訴え、この裁判は連邦地方裁判所で行われた。1982年に、判決において、「創造科学」は科学ではないと判断され、創造論と進化の「均等な扱い」は、国教条項に違反すると判断された。その一方で、この裁判で判決が出されるわずか前の1981年に、ルイジアナ州でアーカンソー州と同様な州法が制定された。同法は ACLU によって訴えられ、この裁判は連邦地方裁判所で行われた。そして、1985年に連邦地方裁判は、宗教である創造論も同等に指導するか、そうではない場合は進化の指導を禁止する

ことによって、同法は宗教的見解を促進させているために違憲であるとした。この裁判は、連邦最高裁判所まで進んだが、1987年に連邦最高裁判所は地方裁判所の判決を支持し、同法を違憲と判断したというものであった。

2.3 「インテリジェント・デザイン」による創造論の盛衰（1987-2005年）

1987年のルイジアナ州の裁判での連邦最高裁判所の判決を受け、Scottは、創造論者の戦略は「創造、創造者、そして創造論といったいかなる用語の使用を避ける」（Scott, 2009: 119）ように活動を展開していったと述べている。この活動には、創造論者が進化に対する代替的な科学的理論と主張する理論や進化に反していると彼らが主張する証拠の指導が含まれているという。

創造論者が進化に対する代替的な科学的理論として主張するものに、「インテリジェント・デザイン」（以降、「ID」とする）がある。NCSE（2008c）は、「ID」を「創造科学」の後継として指摘している。NCSE（2008c）によれば、次のように「ID」の支持者と彼らの活動について説明されている。「ID」の支持者は、神という用語を用いずに科学を装っているが、「ID」の根底には、「高度に複雑な現象（脊椎動物の目の構造のような）は、神の手による直接的作用を証明している」（NCSE, 2008c）という考えがあるという。そして、「ID」の支持者は、「インテリジェント・エージェント」の導き無しでは、そのような複雑な構造が存在する理由を説明できないと主張している。彼らは、1990年代では公立学校への進化の代替案として「ID」の指導の導入を支援し、2000年初頭では、進化そのものの科学的妥当性を疑問視させるような活動に焦点を絞っているとされた。

これまでの創造論と同様に、「ID」の指導をめぐる裁判が行われている。Branch（2007）によれば、2005年のTammy Kitzmillerらとドーヴァー学区の教育委員会との裁判では、Kitzmillerをはじめとする11人の原告団がペンシルバニア州のドーヴァー学区の教育委員会の政策を訴えたとされている。また、この政策では、Darwinの進化論の欠陥部分とIDの指導が求められていたとされている。この裁判は連邦地方裁判所で争われ、「ID」は創造論と見なされ、公立学校での「ID」の指導は違憲であるという判決が下されている（NCSE, 2008b）。

2.4 巧妙に隠された創造論（2005年-現在）

Scott (2009) は、2005年のKitzmillerらとドーヴァー学区の裁判後の「ID」の支持者による戦略として、進化を過小評価させようとする戦略に重点を置いていたことを挙げている。この戦略には、「進化に反対する証拠 (*evidence against evolution*)」、「進化の利点と弱点」、「進化の批判的な分析」、そして「論争があることを教えること」、が含まれているという (Scott, 2009: 162)。そして、Scott (2009) は、「進化に反対する証拠」を指導することは、創造論者にとって効果的なアプローチであると指摘している。その理由として、Scott (2009) は、このアプローチでは宗教的な観点をあからさまに主張しないため、これまでの裁判で創造論者側が敗訴する原因であった米国憲法修正第一条の違反を避けることができることを指摘している。

進化を過小評価する上記のような戦略が創造論の促進につながるとされる理由として、Scott は以下のように論じている。

創造論者は、生徒は同様な二元論的な考え方をしていると（おそらく確実に）信じている。つまり、もし生徒が進化は説得力がなく、根拠のない科学であると学べば、彼らは教師による奨励なしに、自動的に特別な創造論は自然に対する唯一の真なる説明であると結論付けるだろうと信じている。この推論に立てば、進化に反対する証拠や進化の批判的分析の指導によって進化を過小評価することは創造論の指導の裏ルートとなる。

(Scott, 2009: 135)

Scott (2009) は、「ID」の支持者が前述した戦略を展開する一方で、教師がIDを教えた場合には彼らに不都合が生じないように支援するようはたらきかけていることも指摘している。

以上のように、NCSE (2008a) が示した4つの時代区分に沿って、創造論者との進化の指導をめぐる論争に関する先行研究をみていくと、アメリカにおいて、進化の指導は創造論者からの抵抗に常にさらされてきたことがわかる。ここで示してきた概要が創造論者

と進化の指導をめぐる論争をすべて詳述しているわけではない。創造論の種類は多く、ここで挙げた以外にも、多数の裁判が行われてきている。本節では、創造論者と進化の指導をめぐる論争に関して、主要な裁判に着目してきた。これらの先行研究から、次のようなアメリカにおける創造論との進化の指導をめぐる論争の概要が指摘できる。1922年頃から創造論者による進化の指導を禁止する試みがはじまった。そして、それが裁判において違憲とされると、創造論者は進化の代替的な科学的理論として「創造科学」を提示し、それを恰も正当な科学的理論として公立学校で進化と対等に指導するよう要求していった。その試みが裁判で違憲と判断されると、創造論者は公立学校への「ID」の導入を試みた。その試みが違憲とされると、彼らは進化を過小評価するようはたらきかける活動に焦点を絞っていった。

第3節 アメリカの学術団体等による進化の指導に関する主張

第2節では、先行研究をもとに、1920年代以降の創造論者との進化の指導をめぐる論争の歴史を概説した。このような論争が繰り広げられている最中、American Association for the Advancement of Science（以降、AAASとする）は進化の指導についての決議を採択し、National Association of Biology Teachers（以降、NABTとする）そしてNational Science Teachers Association（以降、NSTAとする）は、進化の指導についての声明を出してきた。次頁の表1-1に、これらの学術団体によって示された決議および声明を年表にして示す。本節では、NCSEの4つの時代区分に沿って、各区分でどのような決議および声明が採択されてきたのかについて概説する。

表 1 - 1 各学術団体による決議および声明

| 年 | 学術団体 | 決議および声明 |
|------|------|---|
| 1922 | AAAS | 「進化論の科学的な現状」 |
| 1929 | AAAS | 「進化論の科学的な現状」の再採択 |
| 1972 | AAAS | 「科学の授業で創造による説明を教えることへの反対」 |
| | AAAS | 「創造論とカリフォルニアの公立学校」 |
| | AAAS | 「科学のカリキュラムへ創造論を導入することへの抗議」 |
| 1982 | AAAS | 「公立学校の科学教育における創造論者の信念の強制的な指導」 |
| 1995 | NABT | 「進化の指導に対する NABT の声明」 |
| 1997 | NABT | 「進化の指導に対する NABT の声明」の改訂 |
| 1999 | AAAS | 「進化と宇宙論に関する科学についての生徒への教育に関するカンザス州教育委員会の決定に対する AAAS の声明」 |
| 2000 | NABT | 「進化の指導に対する NABT の声明」の改訂 |
| 2002 | AAAS | 「インテリジェント・デザイン論について」 |
| 2003 | NSTA | 「進化の指導」 |
| 2004 | NABT | 「進化の指導に対する NABT の声明」の改訂 |
| 2006 | AAAS | 「進化の指導に関する声明」 |
| 2008 | NABT | 「進化の指導に対する NABT の声明」の改訂 |
| 2011 | NABT | 「進化の指導に対する NABT の声明」の改訂 |

(出典 : American Association for the Advancement of Science (AAAS): Present scientific status of the theory of evolution, Adopted by the AAAS Council, December 26, 1922. AAAS Executive Committee readopts this resolution on April 21, 1929. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=450. AAAS: Opposition to teaching creation accounts in science class, Adopted by the AAAS Commission on Science Education, October 13, 1972a. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=292. AAAS: Creationism and California public schools. Adopted by the AAAS Board of Directors, October 22, 1972b. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=293. AAAS: Against inclusion of creation theory in science curricula, Adopted by the AAAS Council, December 30, 1972c. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=297. AAAS: Forced teaching of creationist beliefs in public school science education, Adopted by the AAAS Board of Directors, January 4, 1982, and by the AAAS Council on January 7, 1982. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=361. AAAS: AAAS statement on the Kansas state board of education decision on the education of students in the science of evolution and cosmology, Adopted by the AAAS Board of Directors, October 15, 1999. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=402. AAAS: On intelligent design theory,

Approved by the AAAS Board of Directors on October 18, 2002. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=432. AAAS: Statement on the teaching of evolution, statement adopted by the AAAS Board of Directors, 16 February 2006. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=443. National Association of Biology Teachers (NABT): NABT unveils new statement on teaching evolution, *The American Biology Teacher*, 58 (1), 61-62, 1996. NABT: NABT position statement on teaching evolution, Adopted by the NABT Board of Directors, 2011. Revised 1997, 2000, 2004, 2008 and 2011 (Original Statement 1995). Endorsed by: The Society for the Study of Evolution, 1998; The American Association of Physical Anthropologists, 1998. Retrieved July 20, 2013 from <http://www.nabt.org/websites/institution/index.php?p=92>. National Science Teachers Association (NSTA): NSTA position statement: the teaching of evolution, Adopted by the NSTA Board of Directors July 2003. Retrieved July 20, 2013 from <http://www.nsta.org/about/positions/evolution.aspx>. をもとに筆者が表にまとめた。

3.1 進化の指導を禁止するための取り組み (1922-1968年)

AAAS は、1922 年に決議「進化論の科学的な現状」(AAAS, 1922) を採択し、1929 年に再採択している。この決議 (AAAS, 1922) によると、この決議が採択された理由は、人類の進化の指導を禁止する試みが数州でなされたり、進化が根拠のない推測として主張され、AAAS も進化を支持していないといった主張がなされているためなどであった。この決議では、進化論に対する AAAS の評議会の立場が以下のように示されている。

1. 組織の評議会は、植物と動物および人間の進化の科学的証拠に関する限り、これらの証拠は「単なる推論」を構成しているという断言に如何なる証拠もないことに賛同する。生物の進化よりも、徹底的に検証された証拠によってより強力に支持されている科学的な一般概念は存在しない。
2. 組織の評議会は、人間の進化を支持する証拠は、世界中のすべての著名な科学者を説得するのに十分であること、これらの証拠は年々その重要性和数が増加していることを認めている。
3. 組織の評議会は、進化論は、人間の経験にこれまで関与してきた、非常に良い方向へ導く最も有力なものの一つであることを認めている。それ [筆者註: 進化論] は知識を進歩させ、公平な探究を促進し、そして、多くの領域で真理への人類の探究において非常に重要な助けとなってきた。
4. 組織の評議会は、次のことを確信している。まさに進化の原理のように基礎がしっかりとしており、専門家によって幅広く認められている科学的原理の指導を制限

しようと試みている法的規制は、重大な過ちになるだろう。その重大な過ちは、すべての進歩の本質となっている指導の自由と探究の自由を奪うことによって、知識の発展と人類の福祉の向上を損ない、そしてそれらを妨害するに違いない。

(AAAS, 1922)

このように、1922年の決議では、進化には堅固な科学的根拠があること、そして、進化は科学だけでなく、人類の進歩にとっても重要であることが主張されている。また、この時期の創造論者による活動を受けて、進化を指導することを拒む法的規制が重大な過ちを犯していることも主張されていた。

この時期は、創造論者が進化の指導を禁止するよう活動していた時期であった。そのことを考えると、AAASの1922年と1929年の決議において、進化を指導することを拒む法的規制が重大な過ちを犯していることが主張された背景には、この時期の創造論者との進化の指導をめぐる論争も影響していると考えられる。

3.2 「創造科学」の盛衰 (1969-1987年)

AAASは1972年に3つの決議を採択した。1972年の最初の決議「科学の授業で創造による説明を教えることへの反対」(AAAS, 1972a)では、創造による説明を指導させようとする試みが批判されている。そして、生物学者らの長きにわたる研究から得られた結論が進化であり、進化の代替的な科学的理論はないことが論じられている。この決議では、進化についてだけでなく、以下のような創造論についての見解も示されている。

創造についての多様な説明は、多くの人々の宗教的立場の一部であり、科学的主張や科学的理論ではない。それらは、信仰するために選択してもよい主張である。しかし、もしそうするのであれば、これは信仰に関する問題である。なぜなら、そのような主張は科学の方法によって研究もしくは検証にさらされていない。科学的な主張は、観察や実験によって検証され得なければならない。繰り返された検証のあとに、それ[筆者註:科学的な主張]が適応される現象に対して十分説明できることが明らかになった時に

のみ、認められる。

それゆえ、多くの宗教の一部である創造についての主張は科学の領域にふさわしくなく、生命の起源と進化に対する科学的説明の妥当な代替案とみなされるべきではない。

(AAAS, 1972a)

このように、AAAS は、1972 年の最初の決議「科学の授業で創造による説明を教えることへの反対」(AAAS, 1972a)において、進化の重要性を再度主張していることがわかる。また、科学研究によって立証された科学的理論である進化と非科学的な創造に対する説明の区別が、その区別される理由も含め明確に示されている。

1972 年の 2 つ目の AAAS の決議「創造論とカリフォルニアの公立学校」(AAAS, 1972b) は、カリフォルニア州での創造論を科学カリキュラムへ導入しようとする試みに対して採択された。この決議 (AAAS, 1972b) によると、カリフォルニア州の教育委員会によって、同州の諮問委員会が作成した公立学校の科学フレームワークに創造論が組み込まれたとされている。この決議では、同州の教育委員会に創造論を含まない元々の科学フレームワークを採用することが要請されている。

1972 年の AAAS の決議「科学のカリキュラムへ創造論を導入することへの抗議」(AAAS, 1972c) は、いくつかの州において、進化論の代替案として創造論の導入が図られていることに対して採択された。本決議 (AAAS, 1972c) では、科学的理論として不十分な創造論が、科学に関する教材に導入されないように要請されている。

1982 年の AAAS の決議「公立学校の科学教育における創造論者の信念の強制的な指導」(AAAS, 1982) では、進化は実験や観察などの科学で用いられている手法で得られた説明であるのに対して、「創造科学」はそうではないために科学で指導されるべきではないことが主張されている。そして、非科学的理論の指導を要求する法律制定を、「教育の誠実さと科学の指導に対する真の当面の脅威」(AAAS, 1982) と見做していることが主張されている。

この時期には、創造論者は進化の代替的な科学的理論として創造論である「創造科学」を

公立学校の授業や科学カリキュラムに導入しようとする活動を展開していた。この時期の AAAS の決議の名称からもわかるように、AAAS は創造論者によるそれらの活動に対して一連の決議を採択していったと考えられる。そして、これらの創造論者の活動に対して、AAAS は決議の採択を通して、科学的理論としての進化と非科学的な創造論との区別を示しながら、公立学校の科学教育において非科学である創造論の指導を取り入れないよう要請していたことが指摘できる。また、進化の指導を禁止するための取り組み(1922-1968年)の時期と同様に、進化が堅固な科学的基盤をもった科学的理論として示されていたことも指摘できる。

3.3 「インテリジェント・デザイン」による創造論の盛衰 (1987-2005年)

この時期になると、AAAS 以外の学術団体による声明も見られるようになる。NABT は、1995 年に「進化の指導に対する NABT の声明」(NABT, 1996)を出している。この声明は、1995 年に出されて以降、1997 年、2000 年、2004 年、2008 年、2011 年に改訂されている。ここでは 1995 年の「進化の指導に対する NABT の声明」(NABT, 1996)をみていく。

1995 年の声明 (NABT, 1996) では、Dobzhansky の言葉を借りながら、進化が生物学で重要な役割を担っていること、生物学の指導には進化の指導が欠かせないこと、議論の余地があるのは進化の要因であること、生物学の多くの分野が進化を支持する証拠を提供していること、などが述べられている。

この声明では、進化と創造論との違いが以下のように示されている。

これと同様な検証、熟考そして起こり得る修正が、進化を有効な科学的原理によって説明される重要な自然作用として証明し、創造論のような超自然的原理に基づくものも含むさまざまな種類の非科学的な知る方法から、科学を明確に区別し分離させている。

(NABT, 1996: 61)

これらの説明の後に、NABTの20の信条が挙げられている。これらの信条の中には進化が説明している内容や進化に対する誤解への回答などが含まれている。これらの信条に続き、「進化の指導への反対は、科学の本質とプロセスに対する混乱を反映している」(NABT, 1996: 62) こと、教師はこれまでの裁判所の判決の下、論争に怯まずに科学を指導すべきであることが論じられている。

AAASは、1999年と2002年に決議を採択している。1999年の決議「進化と宇宙論に関する科学についての生徒への教育に関するカンザス州教育委員会の決定に対するAAASの声明」(AAAS, 1999)は、カンザス州教育委員会が同州のカリキュラムから進化と宇宙論を除外したことに對して決議された。この決議では、進化と宇宙論は科学の基本的な原理であって科学の指導に必要不可欠であることなどから、これらカリキュラムに戻すことが要請され、AAASは、科学の指導に悪影響のある法案に積極的に反対していくことなどが決議されている。

2002年の決議「インテリジェント・デザイン論について」(AAAS, 2002)では、「ID」支持者による公立学校の科学カリキュラムへの「ID」の導入の試みが取り上げられている。そして、科学者と科学哲学者が、論理的欠陥や科学的証拠の不足などの観点から「ID」を批判していることが述べられている。この決議(AAAS, 2002)では、これらのことから「ID」を科学教育で指導することは不適切であることや、市民にこのような試みに反対するよう要請することなどが決議されている。

2003年には、NSTAが「進化の指導」(NSTA, 2003)という声明を出している。この声明では、以下の宣言(declaration)が示されている。

- ・ 科学カリキュラム、州の科学スタンダード、教師は、科学における統合概念としての重要性と、その総合的な説明能力に見合った形で進化を強調すべきである。
- ・ 科学教師は、自然についての如何なる宗教的解釈も主張すべきではなく、生徒の個人的な信条について個人的な判断を避けるべきである。
- ・ 政策立案者と管理者は、「創造科学」やそれに関連する概念、いわゆる「インテリジェント・デザイン」や「突然の出現(abrupt appearance)」そして「進化に反対す

る主張」を指導することを要求する政策を命じるべきではない。管理者はまた、非科学的な観点を促進させようとしたり、進化を学ぶことをないがしろにしたり削除したりする圧力に反対して教師を支援すべきである。

- ・ 管理者と学校の理事は、教師が進化を強調したカリキュラムを再考し、採用し、そして実行するよう支援すべきである。このことは、教師が総合的に、そして専門家らしい態度で進化を指導することを支援する教師教育を含むだろう。
- ・ 科学教育の目標設定とカリキュラム開発のプロセスにおける両親と地域の関与は、我々の民主主義社会において奨励され、育まれるべきである。しかしながら、生徒に質の高い科学教育を提供する科学教師とカリキュラム専門家の職業的責任は、検閲や疑似科学、矛盾、誤った学識、憲法に違反している命令に屈するべきではない。
- ・ 科学の教科書は、統合概念として進化を強調すべきであろう。出版業者は、科学の方法論と、進化の本質と研究に関する現代の知識体系を歪曲したり、不正確に伝える免責事項を教科書に加えることを求められたり、自発的に行うべきではない。

(NSTA, 2003)

この時期では、AAAS だけでなく、NABT や NSTA も次々に進化の指導に関する声明を出した。これらの学術団体による決議および声明では、「ID」理論などの創造論は科学ではないこと、それゆえ進化の代案としてのそれらの非科学的理論の指導を公立学校に持ち込ませないこと、進化を重要な科学的理論として指導すべきであることなどが主張されていた。また、これまでの時代と同様に、進化を教える意義や進化の重要性も主張されていた。

これらの声明や決議が出されたのは、まさに創造論者が「ID」を進化と同等な科学的理論であるとして公教育へ導入しようとしていた時期である。そのため、NABT の声明では科学と非科学の区別が主張され、AAAS の 2002 年の会議において、「ID」の科学的理論としての欠点が主張されていたと考えられる。また、NSTA の声明において、教師は宗教的解釈を主張すべきではないこと、政策立案者と管理者は、「ID」や進化に反対する主張を指導することを要求するよう命じるべきではないことが示され、さらに、教育者が科学に誠実に教育を施す支援をすべきであると主張されていたことも、当時の創造論者の活動によるもの

であると考えられる。

3.4 巧妙に隠された創造論（2005年-現在）

2005年以降では、AAASが2006年に決議「進化の指導に関する声明」（AAAS, 2006）を採択し、先に挙げたNABTの声明が2008年と2011年に改訂されている。

2006年のAAASの決議「進化の指導に関する声明」（AAAS, 2006）では、冒頭で進化の重要性が論じられている。ここでは、進化は現代科学で広く認められ支持されていること、進化は科学教育に欠かせないことなどが示されている。次に、進化論を過小評価させたり、教師による創造論の指導を保障したりする法案への懸念が示されている。そして、それらの多くのねらいは、科学の授業における「ID」の指導を促すことであると指摘されている。また、AAAS（2002）の内容を示しながら、宗教的な概念である「ID」を科学の授業で指導することは不適切であることが主張され、進化と宗教は対立するものではないことも主張されている。

2011年に改訂されたNABTの声明（NABT, 2011）をみていく。この声明（NABT, 2011）では、1995年の声明と同様に、Dobzhanskyの言葉を借りながら、進化が生物学において重要な役割を担っていることが述べられ、進化が現在の科学で広く支持されていることが述べられている。

この声明においても、創造論について言及され、これらは科学ではなく、科学カリキュラムで指導されるべきではないことが主張されていた。

この声明では、生物学における重要性に見合った形で進化が指導されることが求められている。具体的には、以下のように進化は示されるべきであると主張している。

生物の進化は、科学のコミュニティで理解されているのと同じように示されなければならない。つまり、自然界を理解するための基礎を提供する広く受け入れられた原理として示されなければならない。進化は、他の科学的なアイディアと同様に、「論争」として、あるいは「批判的分析」を必要としているとして、または想定されたあらゆる「利点と弱点」に対して特別な注意を必要としているとして誤って伝えられるべきで

はない。

(NABT, 2011)

この時期になると、決議や声明においてこれまでの時期以上に進化の科学としての正当性や重要性が主張されていることがわかる。これは、第3節の巧妙に隠された創造論（2005年-現在）の時期において見られたように、創造論者による進化を過小評価させる活動やIDを教えても罰せられないようにはたらきかける活動が背景にあると考えられる。AAASの2006年の決議では、進化論の欠点や科学のコミュニティーの意見の不一致を強調することで進化の信頼性を低下させ、あるいは教師が進化の非科学的な代替案を指導しても罰せられないよう主張する法案への懸念が示され、NABTの2011年の声明では進化は論争や批判的分析などを必要とはしていないことが主張されていたことから、このことが読み取れる。それと同時に、創造論は非科学であること、それゆえに公立学校の科学教育では指導すべきではないこと、進化の重要性などもこれまでの時期と同様に主張されていた。

第3節でみてきたように、アメリカの各学術団体は、進化の指導に対する創造論者による活動を受けて、進化を教える意義や進化の重要性、進化の科学的な正当性、進化の指導のあるべき方針、科学としての進化と非科学としての創造論との区別、そして、創造論者との進化の指導をめぐる論争に対して取るべき行動などを力強く主張し続けてきた。これらの主張にもかかわらず、創造論者は戦略を変えながら活動を継続させている。アメリカにおいては、科学教育（あるいは生物教育）で進化を教えることは容易ではなく、進化の指導は論争の余地のある問題としてあり続けてきた。そうではあるが、これらの論争もあって、アメリカの各学術団体の決議や声明でもみられたように、なぜ進化を教えなければならないのか、つまり進化を教える意義がアメリカにおいて長きにわたり議論され、主張されてきたといえる。

第4節 アメリカの進化教育における BSCS の位置づけ

BSCS が設立されたのは 1958 年であり、BSCS の初代の Director¹⁾である Arnold Grobman は、BSCS の 3 つの教科書が現れる以前の時期には、「3 つの州（アーカンソー、

ミシシッピー、テネシー) は、進化の指導を禁止する法案を持っていた」(Grobman, 1969: 205) と述べている。そして、Grobman は、BSCS が設立される以前の進化の扱いについて以下のように述懐している。

BSCS の版 [筆者註: 教科書を指す] が現れるより前には、「進化」という文字は大部分のハイスクールの教科書で言及されていなかった。それらの書籍では、進化は何らかの方法において、生物発生の名の下で、あるいは動物門を分類に基づいた順序で配列することによって、扱われたといえる。しかし、主要な包括的理論としての進化は、事実上議論されていなかったし、しばしばそのように見なされてさえいなかった。

(Grobman, 1969: 204-205)

このような状況下において BSCS が設立されたことで、アメリカにおける進化教育に対してどのような影響があったのだろうか。

Gieryn ら (1985) によれば、1925 年以降の出版会社は、教科書で進化を扱うことで、教科書の販売が台無しになることを恐れていたという。だが、1960 年代になると、教科書におけるそのような扱いに転機が訪れ、BSCS の教科書が、進化を「現代生物学の理論的な中心 (theoretical centerpiece)」(Gieryn et al., 1985: 399) に位置づけたと指摘されている。

アメリカ国内で進化教育を推進する NCSE の Executive Director である Scott は、以下のように BSCS の教科書が与えた影響について述べている。

1959 年初頭、大学の科学者と優秀な教師で構成された Biological Sciences Curriculum Study は、進化を生物教育の中心として真っ向から位置づけた、ハイスクール用の一連の生物学の教科書を作成した。これらの教科書は政府の許可を得ていたため (彼らは National Science Foundation から資金提供を受けていた)、それら [筆者註: BSCS の教科書] はよく売れ、商業出版社が進化を含めるように教科書を書き改めるよう促した。

(Scott, 1997: 272)

Skoog (2008) は、アメリカのハイスクールの生物学の教科書における進化の扱いを調べた自身の一連の研究結果をもとに、アメリカの生物教育に対する BSCS の影響について述べている。彼は 1900 年から 1959 年に出版された教科書に比べ、1960 年代に出版された教科書の方で進化がより重視されていることを明らかにし、これは BSCS が進化を主題として用いた結果であると指摘している。また、1963 年の BSCS の教科書は広く普及し、他の出版会社にも影響を与え、他の教科書における進化の重視や内容の質的向上を促進したことも指摘している。彼は、進化に対する反対活動が激化している最中、1970 年代後半と 1980 年代初頭の教科書では、それ以前に比べ進化の扱いが縮小されていったのに対して、1980 年代初頭の BSCS の教科書では、進化が重視され続けていたことを明らかにした。そして、彼は、1980 年代後半には教科書において進化は再び重視されるようになり、1990 年代には、他の教科書でも BSCS の教科書と変わらないぐらい広範におよぶ進化の内容が扱われるようになっていったと指摘している。

Skoog は、自身の行った調査から、BSCS の教科書がアメリカのハイスクールにおける生物学の教科書に及ぼした影響について以下のような結論を述べている。

ハイスクールの生物学の教科書における進化の強調に関する私の分析と、ハイスクールの生物教師、大学での科学教育学者、そして筆者としての経験は、次の結論しか導かない。それは、BSCS は、生物学の教科書で進化が受ける強調に対して広範で持続的な影響を与え、そうすることで、この国の生物教育を著しく改善してきたという結論である。

(Skoog, 2008: 65)

わが国では、丹沢 (2006) が、20 世紀初頭から 1950 年代のアメリカのハイスクールにおける生物教育での進化の扱いを調査している。その調査結果をもとに、丹沢は、「少なくとも 1930 年代までの教科書で進化は扱われていたし、50 年代に出版された生物教科書では進化はかなり踏み込んで取り扱われていた」(丹沢, 2006: 82) と指摘している。そして、

彼は、「60年代に BSCS が進化を本格的に導入する以前に、学校現場、あるいは科学教育界に、それを受け入れる土壌がすでに醸成されていたと考えるのが妥当であろう。ただ BSCS は、高校生物のカリキュラム構成概念として進化を高校生物に本格的に取り入れたという点で、確かに画期的ではあった」（丹沢, 2006: 82）と述べている。

BSCS のかつての Director である Joseph D. McInerney は、「私たちが著わした書物は、1960 年代初頭に進化をカリキュラムへ引き戻し、爾来カリキュラムにおいて進化の重要性を主張し続けている」（McInerney, nodate）と述べ、前 Director である Rodger W. Bybee は、「BSCS は生物学の中心的なアイデアとして、そして私たちのプログラムに欠かせないものとして断固として生物の進化を擁護してきた」（Bybee, 2008: 9）と述べている。

以上のことから、BSCS が、自身の開発したプログラムにおいて進化を重視することで、その成立からアメリカにおける進化教育を促進する重要な役割を果たしてきたことは、一定の評価を受けているといえる。

第1章 註釈

- 1) BSCSにおいて、Rodger W. Bybeeは Executive Director という職にあったが、それ以前の Arnold Grobman らは Director という職に就いていた。Bybee 以降の Janet Carlson は Bybee 同様に Executive Director という職に就いている。しかし、“*The BSCS story: a history of the Biological Sciences Curriculum Study*” (Engleman, 2001) では、Bybee もそれ以前の Grobman らも Director として統一して表記されている。よって、本研究ではこの表記に従い、BSCSにおいては、Executive Director と Director の区別はせずに、同じ意味として Director と表記した。引用部分では、引用先の表記をそのまま用いた。

第1章 引用文献

American Association for the Advancement of Science (AAAS): Present scientific status of the theory of evolution, Adopted by the AAAS Council, December 26, 1922. AAAS Executive Committee readopts this resolution on April 21, 1929. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=450

AAAS: Opposition to teaching creation accounts in science class, Adopted by the AAAS Commission on Science Education, October 13, 1972a. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=292

AAAS: Creationism and California public schools. Adopted by the AAAS Board of Directors, October 22, 1972b. Retrieved July 20, 2013, from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=293

AAAS: Against inclusion of creation theory in science curricula, Adopted by the AAAS Council, December 30, 1972c. Retrieved July 20, 2013, from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=297

AAAS: Forced teaching of creationist beliefs in public school science education, Adopted by the AAAS Board of Directors, January 4, 1982, and by the AAAS Council on January 7, 1982. Retrieved July 20, 2013 from

http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=361

AAAS: AAAS statement on the Kansas state board of education decision on the education of students in the science of evolution and cosmology, Adopted by the AAAS Board of Directors, October 15, 1999. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=402

AAAS: On intelligent design theory, Approved by the AAAS Board of Directors on October 18, 2002. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=432

AAAS: Statement on the teaching of evolution, statement adopted by the AAAS Board of Directors, 16 February 2006. Retrieved July 20, 2013 from http://archives.aaas.org/docs/resolutions.php?doc_id=443

Branch, G.: Understanding creationism after *Kitzmiller*, *BioScience*, 57(3) pp. 278-284, 2007.

Bybee, R. W.: Measuring our success an introduction, in Bybee, R. W. (eds.): *BSCS measuring our success- the first 50 years of BSCS*, pp. 1-11, Kendal/Hunt publishing company, 2008.

Engleman, L. eds.: BSCS director and borad chairs, *The BSCS story: a history of the Biological Sciences Curriculum Study*, p. 60, 2001.

Gieryn, T. F., Bevins, G. M. & Zehr, S. C.: Professionalization of American scientists: public science in the creation/evolution trials, *American Sociological Review*, 50 (3), pp. 392-409, 1985.

Grobman, A. B.: *The changing classroom the role of the Biological Sciences Curriculum Study*, Doubleday & Company, Inc., 1969.

Holmes, S. J.: Proposed laws against the teaching of evolution, *Bulletin of the American Association of University Professors*, 13 (8), pp. 549-554, 1927.

Hurd, P. D.: *Biological education in American secondary schools 1890-1960*, American Institute of Biological Sciences, 1961.

- Larson, E. J.: Before the crusade: evolution in American secondary education before 1920, *Journal of the History of Biology*, 20 (1), pp. 89-114, 1987.
- McInerney, J. D.: nodate. Retrieved July 25, 2013 from <http://www.bsos.org/our-values#scientificintegrity>.
- Moore, R.: *In the light of evolution*, National Association of Biology Teachers, 2000.
- National Association of Biology Teachers (NABT): NABT unveils new statement on teaching evolution, *The American Biology Teacher*, 58 (1), pp. 61-62, 1996.
- NABT: NABT position statement on teaching evolution, Adopted by the NABT Board of Directors, 2011. Revised 1997, 2000, 2004, 2008 and 2011 (Original Statement 1995). Endorsed by: The Society for the Study of Evolution, 1998; The American Association of Physical Anthropologists, 1998. Retrieved July 20, 2013 from <http://www.nabt.org/websites/institution/index.php?p=92>
- National Center for Science Education (NCSE): Creationism past and present, 2008a, Retrieved July 19, 2013 from <http://ncse.com/creationism/general/creationism-past-present>
- NCSE: Kitzmiller v. Dover: intelligent design on trial. 2008b. Retrieved July 19, 2013 from <http://ncse.com/creationism/legal/intelligent-design-trial-kitzmiller-v-dover>
- NCSE: What is "intelligent design" creationism?, 2008c. Retrieved July 19, 2013 from <http://ncse.com/creationism/general/what-is-intelligent-design-creationism>
- NCSE: Creationism controversy understanding and responding to creationist movements, nodate. Retrieved July 19, 2013 from <http://ncse.com/creationism>
- National Science Teachers Association: NSTA position statement: the teaching of evolution, Adopted by the NSTA Board of Directors July 2003. Retrieved July 20, 2013 from <http://www.nsta.org/about/positions/evolution.aspx>
- Scott, E. C.: Creationism, ideology, and science, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 775, pp. 505-522, 1996.
- Scott, E. C.: Antievolutionism and creationism in the United States, *Annual Review of*

Anthropology, 26, pp. 263-289, 1997.

Scott, E. C.: *Evolution vs. creationism an introduction* second edition, University of California Press, 2009.

Skoog, G.: Topic of evolution in secondary school biology textbooks: 1900-1977, *Science Education*, 65 (5), pp. 621-640, 1979.

Skoog, G.: The contributions of BSCS biology textbooks to evolution education, In Bybee, R. W. (eds.): *BSCS measuring our success- the first 50 years of BSCS*, pp. 45-71, Kendal/Hunt publishing company, 2008.

丹沢哲郎: 「第2節 アメリカ高等学校生物への進化教育導入の歴史 - 20世紀初頭より1950年代まで - 」, 長洲南海男編著『新時代を拓く理科教育の展望』, pp. 73-83, 東洋館出版社, 2006.

鵜浦裕: 『進化論を拒む人々 現代カリフォルニアの創造論運動』, 勁草書房, 1998.

第2章

BSCS の設立当初の議論にみられる進化を重視する理由と プログラムにおける具体化の方針

前章では、BSCS が位置づく文脈であるアメリカにおける進化教育について、また、アメリカの進化教育における BSCS の位置づけについて概説してきた。本章では、BSCS がなぜ自身のプログラムにおいて進化を重視するようになったのか、その根源的理由について明らかにする。そして、それがどのように最初のプログラムにおいて具体化されていったのかについても明らかにする。まず、背景として BSCS 設立当初の目的・目標や、BSCS による最初のプログラムおよびその教科書の開発経緯について概説する。次に、その開発にあたり BSCS 内部でなされた議論に着目し、以下の2点を明らかにする。

- 1 BSCS がどのような目的・目標のもと最初のプログラムを開発したのか。
- 2 それらのプログラムにおいてどのような学習内容が重視されていったのか。特に、BSCS が現在においても重視する進化は、なぜ重視されていったのか。また、進化はどのようにそれらの学習内容において具体化されていったのか。

これらの結果から、BSCS の設立当初の議論にみられる進化を重視する理由とその具体化について考察する。

本研究が対象とする議論は、1958年のBSCS設立から1963年に青版、黄版、緑版の各プログラムの教科書が初めて市販されるまでにおいてなされた議論である。分析に用いた主たる資料は、会議においてBSCSのスタッフが記録した議事録、BSCS内で回覧された内部文書の一次資料と、BSCSに関連する論文等である¹⁾。

第1節 BSCS の設立当初の目的・目標

BSCS の設立に関して、「National Science Foundation から主な支援を受けた American Institute of Biological Sciences の教育プロジェクトである、Biological Sciences Curriculum Study は、全学年段階の科学に関するカリキュラムが、最新の技術と科学の進歩に鑑みて再検討されなければならないというアメリカの多くの生物学者の信念に起源をもっていた」(BSCS, 1960c: 42)。つまり、設立の意図には、科学の進歩に照らした全学年

段階を含む科学教育の刷新があった。しかし、設立当初の BSCS は科学教育の刷新のみを目的・目標として掲げてはいなかった。

確かに、当時ソ連の人工衛星スプートニクの打ち上げ成功は、教師や教育学研究者そして科学者が協働して教科書を改善しなければならないことを痛感させたし、その結果、作成されたのが BSCS の教科書であった (Schwab, 1963)。だが、「その目的は単に最新の科学雑誌から題材を転記することではなく、青少年の育成に最も適した題材を選択すること、知識と同様に態度やスキルの育成に貢献するようにこれらの題材を展開し提示すること、多くの生徒にとって、ハイスクールが終着点であるという事実を認識することである」(Schwab, 1963: 7-8) とされ、理系の大学へ進学しないハイスクールの生徒も視野に入れ、知識のみならず、態度、スキルの育成も意図されていた。BSCS が設立されて 2 回目に回覧された内部文書においても、「特別委員会の活動が、おそらく、中心的な活動になるだろう。その活動とは、委員会がハイスクールを卒業した人は、生物科学について何を知るべきかという一般的な疑問に答えようと努めることである。委員会は、公立学校での 12 年間の教育を終えた市民が習得すべき生命科学の知識を決定しようと試みるだろう」(Grobman, 1959: 12) と示され、設立当初の BSCS では、ハイスクールを卒業した人が、市民として何を習得すべきかが考えられていた。

以上のように、BSCS は設立当初、科学教育の刷新の重要性を認めながらも、一方でハイスクールのすべての生徒を対象として想定し、彼らすべてに必要な科学的知識、スキル、態度を育成することを目的・目標のひとつとして掲げていたことが窺える。

第 2 節 プログラムの開発過程の概要

設立当初では、上述したように BSCS は全学年段階をプログラムの開発の視野に入れていた。しかし、BSCS はプログラムを開発するにあたり、生物学を学ぶ最後の学年段階であるハイスクールを最重要段階と位置づけた (BSCS, 1960c)。そして、特に大部分の生徒が生物学を履修する第 10 学年を対象に開発を進めていくことになる。初代の Director であった Grobman は、以下のように BSCS の対象とする学年とその意図を論じている。

ある研究(3)によると、アメリカの約4分の3の第10学年の生徒が生物学を受講している。ハイスクールで生物学を履修する生徒の数は、化学や物理学を履修する生徒の2倍である。それ故、生物学に関する一般社会の理解や認識は、比較的高いだろうと合理的に予測できる。しかしながら、このことと、毎年何十億ドルが偽造薬や偽医者に費やされていること、人種間の遺憾な敵対意識や誤解、人口の急増による資源の無能で無駄な浪費に帰する紛争や冷戦を対比させなさい。生物学者は、市民となる生徒に、充実した生産的な生活を送るために知らなければならない内容を提示する機会に応じてはこなかった。

(Grobman, 1959: 6-7)

本節では、プログラムの開発に大きく関わった BSCS 内の各種委員会と、それらの委員会によって行われたプログラムの開発過程を概観する。プログラムの開発過程においては、各版の教科書、教師用書、実験手引書などが作成されている。ここでは、プログラムの開発過程として、教科書に着目している。プログラムを指す場合は「青版」と示し、特に教科書を指す場合は「青版の教科書」と示す。

2.1 プログラムの開発に関わる委員会

American Institute of Biological Sciences (以降、AIBS とする) は、BSCS 設立にあたり運営委員会 (Steering Committee) を構成する運営委員を選出した (BSCS, 1959d)。運営委員は、生物学者、ハイスクールの生物教師、科学の指導主事、科学教育研究者、医療教育者と農業教育者、大学経営者といった生物学に関係する多様な領域から選出された (BSCS, 1960c)。BSCS の初代 Director は Grobman が務め、運営委員会の委員長は Bentley Glass が務めた。運営委員会は、運営委員会会議を開会し、BSCS 全体の方針を決定していった (BSCS, 1960c)。後述するが、プログラムの学習内容の大枠も、初期の運営委員会会議によって議論され決められた (BSCS, 1959b)。

運営委員会が結成されたのち、運営委員会が中心となって他の委員会を組織し、そして委員を選出した (BSCS, 1959a)。1959 年の内部文書 (BSCS, 1959c) には職員録が添付され

ており、それによれば、1959年7月29日の時点で、組織された委員会は、運営委員会に加え、実行委員会 (Executive Committee)、教材内容委員会 (Committee on the Content of the Curriculum)、実験指導改革委員会 (Committee on Innovation in Laboratory Instruction) であった。ここでは、プログラムの開発において、学習内容の決定に大きく関与した教材内容委員会について概略を述べる。

当初の教材内容委員会には、生物学的概念を検討し、ハイスクールの第10学年の一般的な生物学のコースの概要、具体的にはコースの章の仮決定を行うことが課せられた (BSCS, 1959e)。当委員会で議論され、決議された内容は、運営委員会会議において報告され、運営委員も含めて再度議論され、修正された。

プログラムの開発が進むにつれ、BSCS 内に新たな委員会が必要に応じて設立されるとともに、教材内容委員会も改編されていった。1960年には、実行委員会の決定によって、教材内容委員会は青版、緑版、黄版に関する各調整委員会 (Coordinating Committee)、実験手引き書に関する調整委員会 (Coordinating Committee for Laboratory Manuals) の4つに改編された (BSCS, 1961a)。その後、これらの各調整委員会は、各版の執筆班 (Writing Team)、執筆会議 (Writing Conference) へ編成されていった。教材内容委員会同様、これらの各委員会・班・会議は、プログラムの学習内容について議論し、運営委員会会議で報告した。

以上のように、BSCS の全体の方針は、プログラムの学習内容の大枠も含め、運営委員会会議によって決められていた。以下では、この運営委員会会議を中心に分析していく。

2.2 教科書の作成過程の概要

プログラムの教科書は、市販されるまで、調査した限り9回の運営委員会会議と3回の執筆会議、2回の実験校での試行版および改訂試行版教科書の試行を経て作成された。この概要を入手できた資料をもとに次頁の表2-1にまとめた。

表 2 - 1 教科書の作成過程

| 年 | 会議 |
|------------------------|--------------------------|
| 1959 | 第 1 回運営委員会会議 |
| | 第 2 回運営委員会会議 |
| 1960 | 第 3 回運営委員会会議 |
| | 第 1 回執筆会議 |
| 1960-61 年度の実験校での試行版の試用 | |
| 1961 | 第 4 回運営委員会会議 |
| | 第 5 回運営委員会会議 |
| | 第 2 回執筆会議 |
| | 1961-62 年度の実験校での改訂試行版の試用 |
| 1962 | 第 6 回運営委員会会議 |
| | 第 7 回運営委員会会議 |
| | 最終執筆会議 |
| | 第 8 回運営委員会会議 |
| 1963 | 第 9 回運営委員会会議 |

(出典: BSCS: *Memorandum No 3: March 9, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959b. BSCS: *Memorandum No 10: July 29, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959c. BSCS: *Memorandum No 45: February 23, 1960*, Boulder, CO: Author, 1960a. BSCS: *Memorandum No 48: May 9, 1960*, Boulder, CO: Author, 1960b. BSCS: *Memorandum No 66*, Boulder, CO: Author, 1961b. BSCS: *Memorandum No 72: May 25, 1961*, Boulder, CO: Author, 1961c. BSCS: *Memorandum No 89: February 26, 1962*, Boulder, CO: Author, 1962a. BSCS: *Memorandum No 98: August 6, 1962*, Boulder, CO: Author, 1962b. BSCS: *Memorandum No 107: December 14, 1962*, Boulder, CO: Author, 1962c. BSCS: *Memorandum No 109: January 15, 1963*, Boulder, CO: Author, 1963a. BSCS: *Memorandum No 116: February 21, 1963*, Boulder, CO: Author, 1963b. BSCS: *Memorandum No. 136: July 10, 1963*, CO: Author, 1963c.をもとに筆者が表にまとめた。)

1959 年 2 月に第 1 回運営委員会が開会された (BSCS, 1959b)。そして、同年 6 月に第 2 回運営委員会会議が開会された (BSCS, 1959c)。1960 年 1 月に第 3 回運営委員会会議が開会され、BSCS の目的・目標およびプログラムの学習内容の大枠が議論された (BSCS, 1960a)。そして、その議論を経て、1960 年の夏に第 1 回執筆会議が開会され、試行版教科

書が執筆された (BSCS, 1960b)。執筆された試行版教科書は、1960-61 年度に 17 の州で 118 人の教師とその生徒 14000 人によって試行的に使用され、フィードバックを得て評価された (BSCS, 1963b)。

1961 年 2 月に第 4 回運営委員会会議が開会され (BSCS, 1961b)、同年 5 月に第 5 回運営委員会会議が開会された (BSCS, 1961c)。これらの会議において、1960-61 年度の試行によるフィードバックを考慮しながら試行版の改訂等が議論された。そして、その議論を経て、1961 年の夏に第 2 回執筆会議が開会され、改訂試行版教科書が執筆された (BSCS, 1962c)。この改訂試行版教科書は、前回同様、1961-62 年度に 35 の州で 541 人の教師とその生徒 56000 人により試行的に使用され、フィードバックを得て評価された (BSCS, 1963b)。1962 年 1 月に第 6 回運営委員会会議が開会され (BSCS, 1962a)、同年 5 月に第 7 回運営委員会会議が開会された (BSCS, 1962b)。1961-62 年度の試行によるフィードバックを考慮しながら、最終版教科書の執筆に向けた改訂などが議論された。そして、1962 年 7 月初頭から、1963 年 1 月の終わりまでの 7 か月間の予定で最終執筆会議が開催された (BSCS, 1962c)。この間に、1962 年 12 月に第 8 回運営委員会会議が開かれ、最終版の教科書作成の途中経過が報告された (BSCS, 1963a)。その後の 1963 年 5 月に第 9 回運営委員会が開会され、最終版教科書の印刷状況等が報告された (BSCS, 1963c)。

このように、教科書は、各運営委員会会議と執筆会議、試行を経て作成された。これは、長洲が教科書の作成過程を、「執筆会議→試行版作製→試行→評価の段階より成り、2 回目以降の試行版の改善も同様な過程となる」(長洲, 1985: 115) と報告している通りであり、この一連の過程で重要な役割を担ったのが、大元となる運営委員会会議である。そのため教科書は「運営委員会会議→執筆会議→試行版作製→試行→評価」の段階を繰り返しながら作成されたといえる。

以降、各運営委員会会議を対象とし、プログラム開発の目的・目標に関する議論、教科書の学習内容に関する議論を中心に取り上げていく。

第 3 節 教科書の構成および学習内容に関する議論

各運営委員会会議の議事録における教科書の構成および学習内容に関する議論を分析す

る。各運営委員会会議の議事録は、議事の記録形式や、その枚数が各回で大きく異なる。最も多い議事録は57ページにわたりまとめられ、最も少ない議事録は7ページでまとめられている。議事録の内容も、各運営委員会会議によって異なり、その内容は、BSCSの運営に関する内容や各版の学習内容と作成経過など、多岐にわたっている。

プログラムの初版の教科書の内容が主に議論されたのは、第1回から第8回運営委員会会議である。そのため、本節では、第1回から第8回運営委員会会議に着目して分析を行った。

3-1) 第1回運営委員会会議

第1回運営委員会会議では、BSCSの目的・目標について議論された。当時の運営委員長であるGlassはBSCSの責務を「我々の責務は、初等学校と中等学校における生物学の指導をどのように改善することができるかを理解するために、それらについて調べることである。概して、私たちは科学的なものの見方を身に付けたアメリカ人を育成すべきである。私たちは人々に生命に関する基礎基本をうまく理解させることができるだろうか。もし可能であれば、これをいかに達成するか」(BSCS, 1959b: 2)と述べた。BSCSの設立後、初めての運営委員会会議の段階で、このように科学的なものの見方を備えたアメリカ人、つまり将来の市民の育成と、その育成へ向けた戦略を策定することが議論されていた。

ちなみに、BSCSの目的・目標は、第3回運営委員会会議でも議論された。当時の運営委員であるPaul Searsは、以下のように述べている。

私は、私たちの一般的な目標は明確だと理解している。それは、わが国における生物学の指導と学びの質を向上させることである。これは、次の2つの理由から望ましい。

1つは、一般的に低い科学的リテラシーを改善することになるという理由と、もう一方は、知的な生活と一般の福祉に対し生物科学の適切な貢献を可能にするという理由である。

(BSCS, 1960a: 9)

ここから BSCS は科学的リテラシーの育成と社会への生物学の貢献を可能とするために、生物教育の質の向上を目指していたことを指摘することができる。

次に、プログラムの学習内容に関する議論をみていこう。プログラムの学習内容の大枠は、第 1 回運営委員会会議で議論された。ここでは、今後プログラムの学習内容の骨組みとなる、8つの生物学の主要な領域と、9つの生物学の学習全体に一貫する主題が定められた。8つの主要な領域を以下に示す。

1. 細胞生物学
2. 単細胞の単位もしくは非細胞の単位での組織と機能
3. 多細胞生物の組織と機能
4. 生殖, 成長および発生
5. 遺伝学
6. 多細胞生物の多様性
7. 生態学
8. 進化

(BSCS, 1959b: 7)

9つの主題を以下に示す。

1. 科学的探究の本質 (証拠と類推)
2. 生物学の概念の文化史 (intellectual history)
3. 遺伝による連続性 (遺伝情報-複製)
4. 調節と恒常性
5. 構造と機能の相補性
6. 行動
7. 生物と環境の関係
8. 多様性と共通性

9. 時代を経た変化 - 進化

(BSCS, 1959b: 7)

これらの主要な領域と主題が提案された時、議事録からは運営委員同士の論争はみられなかった。むしろ、主要な領域に関しては、「広く合意が得られた」(BSCS, 1959b: 7)と記されていた。このように、プログラムの学習内容の基本構造となる主要な領域と主題は、おおかたの運営委員の合意を得た形で決められたと推察される。そして、進化が主要な領域と主題の両方に取り入れられていることから、進化が BSCS 設立当初から重視されていたことが窺える。進化を重視する理由については、後の運営委員会会議で更に深く議論されることとなる。

3-2) 第 2 回運営委員会会議

第 2 回運営委員会会議では、対象とする学年が議論された。Glass は、「生物学は第 10 学年で教えられるべきか、それとも他の学年か？」という議題を提出した。この議題は運営委員によって議論され、学年段階よりも生徒の成熟度を考慮すべきである、などの意見が出された。

これらの議論の末、第 3 回運営委員会会議では、明確に第 10 学年段階の中等学校における生物学の最初のコースを対象とすることが記されている (BSCS, 1960a)。

3-3) 第 3 回運営委員会会議

第 3 回運営委員会会議では、教材内容委員会が検討した BSCS の目的・目標も報告された。この目的・目標はその後どのように扱われていったのかは明らかにできなかった。しかし、教材内容委員会が検討した BSCS の目的・目標から、当時の BSCS が対象としている生徒について以下のように示されていた。

委員会は、わずかな生徒が生物学者になり、医療やその他の科学に関する仕事に従事すると認識している。大部分の生徒にとっては、生物学のコースは単に、人間の知的な

取り組みの重要な一面に通じる機会でしかない。そのようなコースは、幅広くよく考えられた教育でなければならない。

(BSCS, 1959f: 1)

第1回から第3回運営委員会会議での議論から、BSCSは多様な進路を選択するハイスクールの生徒を対象とし、科学的なものの見方や科学的リテラシーの育成、生物学と社会との関わり方の理解など、将来の市民として必要とされる資質を育成しようとしていたことが窺える。

3-4) 第4回運営委員会会議

第4回運営委員会会議は、第1回執筆会議によってプログラムの試行版が開発され、1960-61年度に実験校での試行版の試用がなされた後に開かれた。

第4回運営委員会会議のはじめに、Grobmanは以下のように述べ、BSCSが第10学年のあらゆる生徒を対象にしていること、彼らの科学的リテラシーの育成を目指していることなど、を再確認した。

Grobman博士は、私たちは生物学を第10学年に配置することが最良であると確信を持っているわけではないと答えた。現在、80%のアメリカの生徒が第10学年で生物学を履修している。……もともと私たちに課せられていた問いは、前の会議で議論されたことだが、私たちは高度なコースを少数に対し設計すべきか、若干高度なコースを多数に対し設計すべきであるかという問いである。私たちは、後者を選択した。……私たちは可能な限りの多くのハイスクールの卒業生が科学的リテラシーを身につけることを切望している。

(BSCS, 1961b: 1)

この後に、各版の試行版の改訂に向けた議論がなされた。すべての版に対してなされた批判を中心に述べていく。

運営委員の一人である Theodore Puck は、すべての版の教科書の学習内容を以下のように批判した。

どの教科書に関しても同じく不安に思う哲学に関する問題が存在する。青版を含むこれらの教科書は、私たちが知っていることについて言及する事実と理論そして説明を取り入れることに困惑している。未知の領域への不用意な接近は、私たちが未知であることに気付けない。私たちが知っていることだけを取り上げれば、生徒はすべてのことが明らかにされているという印象を抱いてしまうだろう。私は、[筆者註: 教科書の] 導入部において、生物学における BSCS の立ち位置と、何が未知であることを示す部分を望んでいる。私たちが知っていることに誇りをもつが、それはたった一部分である。私はほぼすべての章についてこの点を批判できるだろう。

(BSCS, 1961b: 2-3)

このように、Puck は、すべての版の教科書の学習内容において、現在の科学者によって知られている部分と、知られていない部分とがわかりやすく示されていないと批判した。その対応として、彼は、教科書内で BSCS の生物学に対する姿勢や、どこが未知の領域であるかを示すことを提案した。他方で、彼は、「私は、すべての版が、複雑性に関する生物学的協調 (biological coordination) と進化の問題を、系統立てられたトピックとして取り上げることをもとめる。青版はこの点をうまく取り上げていると思う」(BSCS, 1961b: 3) として、青版における進化の扱いを認めつつも、各版における進化の扱いに対する改善を求めた。

Glass は、各版の学習内容に関して、Puck による批判を踏まえながら以下のように述べた。

それら [筆者註: すべての版] は、多すぎるほどの事実、情報、概念を含んでいる。なぜ、そしてどのようにして私たちは知っていることを識別するのかを示す証拠の提示がかなり少ない。つまり、古く、不十分な考えの絶え間ない修正としての生物学の本

質が示されていない。これは、Puck が述べたことと非常に類似していると思う。この問題に対して私が考える対策は次のようなものである。私たちはこれらの具体的な主題からひとつないしもうひとつ取り上げ、各版を通してうまく配慮しなければならない。そして、この観点が全体の内容を通して貫かれているとみなせるよう努力しなければならない。

(BSCS, 1961b: 3)

Glass は、教科書の学習内容において、生物学における既存の知識は修正される可能性があるという生物学の本質が反映されていないことを批判した。彼は、その問題への対策として主題を用いて各版の学習内容に一貫性を持たせることだと述べた。この点に関して、Puck は「私は、終始、進化論への言及をし損ねた。これ [筆者註: 進化論] は、教科書を多くの重要な方面で結びつけることができる主軸の 1 つである」(BSCS, 1961b: 3) と述べ、教科書の学習内容を統合する際の進化の重要性を述べた。

では、第 4 回運営委員会会議の段階で、進化は教科書の学習内容においてどのように取り扱われていたのかをより詳細にみていこう。運営委員であり、ノーベル賞受賞者でもある Hermann J. Muller は、以下のように述べた。

今までのところ開発された版において、進化による統合が欠けていることに気付き、失望させられた。私たちは、それ [筆者註: 進化] を補足として扱うような誤りを犯すべきではない。それ [筆者註: 進化] は初めに示されるべきであり、そして初めから終わりまで示され、最後にもう一度示されるべきである。すべてを結びつけるための主軸として扱われるべきである。

(BSCS, 1961b: 4)

さらに、Muller は、主題における進化の位置づけを以下のように指摘した。

現段階において、確実に主題を貫き通すことができただろうか。私は、進化は幹であ

ると感じている。つまり、支えの基盤であり、最上位のものであり、すべてである。…
…互いに無関係な9つの主題は存在しない。変化に関する進化が幹である。

(BSCS, 1961b: 39)

Glass は、Muller の意見に全面的に賛成し、以下のように述べた。

私たちは、進化を中心的な主題として編成することを熟考した。……私たちは、主題が最初から最後まで広がっていくことを意図した。私たちの多くは、最初から最後まで考慮されるべきであるそのような主題が多数あると考えている。アメリカの大部分で、教科書は進化に言及していないか、わずかにしか扱っていない。私たちはこれに関して良い方法で行ったが、徹底的にやりきっていない。

(BSCS, 1961b: 39-40)

Glass と Muller の議論から、進化の扱いが次のように考えられていたと窺える。進化は、生物学の本質を反映しながら学習内容を統合するために、一貫して扱われるべき9つの主題のひとつであり、さらにそれらの主題を統合する幹である。

学習内容に関して、第4回運営委員会会議では、学習内容を構成する際に主題により一貫性を持たせること、そしてその主題の中でも進化を中心に位置づけることの必要性が認識された。しかし、Glass が「現段階において、私たちの疑問は、これらの主要な主題と概念は今までのところ議論された教材において示されているか?ということである。私たちは既に、探究、歴史、そして進化が適切に組み込まれていないという意見を持っている」(BSCS, 1961b: 38) と述べているように、具体的に主題と進化を学習内容の構成に反映させる方法に関して、まだ議論の余地があった。

3-5) 第5回運営委員会会議

第5回運営委員会会議では、各版の開発にかかる委員会の責任者から、1961年の第2回執筆会議に向けた計画等の報告がなされた。以下に、青版の開発責任者であった Claude

Welch の報告を、BSCS のスタッフが記録した議事録の一部を抜粋した。

Welch 博士は、(利用者のフィードバックと全体討論から) 科学の本質に関する主題を青版に一貫して導入することを思い描いた。これは、理論の役割を意味している。彼は、科学のプロセス、概念的スキーマが発展される方法、それらが意味することなどを青版の教科書を一貫して編込んでいくことは可能であると考えた。次に、彼は、進化と遺伝学そして分子生物学の役割は、多数の事実とデータに意味を付与することであると考えた。彼は、進化に関する章を設ける代わりに、教科書全体を通して進化を編成すれば、かなり強力な影響力を持つだろうと提案した。青版において、第一の主題は、それゆえに進化だろう。青版全体に浸透させるために、そのような方法で書かれるだろう。

(BSCS, 1961c: 4)

第4回運営委員会会議から継続的に議論されている進化の扱いに関して、Welch は、青版では教科書全体に一貫して進化を扱っていくことを報告した。さらに、彼は、科学の本質に関する主題も一貫して扱うことも報告した。

運営委員の1人である Richard Trump は、各版における進化の扱いについて、以下のよう

に述べた。

彼 [筆者註: Trump 氏] は、各版への進化の統合について話すことを求めた。彼は、変異と自然選択のいくつかの基本的な事実が教科書の早い段階で示されない限り、これは不可能であると感じた。Trump 氏は、自然選択に関係する現代的で広範な概念が教科書に入れられるべきであると考えた。そうすることで、筆者たちがこの背景知識に基づいて事を進めていけるだろうと考えた。彼は、多くの具体的な質問が、どのように生命が現在に至るかに関する知識によってのみ答えられると考えた。

(BSCS, 1961c: 18-19)

Trump は、進化のメカニズムである変異と自然選択を教科書の早い段階で取り上げる必要性を述べた。そして、生物学の多くの問いが、生命の歴史を説明する進化に関する知識がなければ答えられないとし、進化の重要性を説いた。

第5回運営委員会会議では、進化に関する学習内容の他に、科学の本質に関する学習内容も大きく取り上げられた。各版における科学の本質に関する学習内容についての Puck の意見を以下に示した。

彼 [筆者註: Puck 博士] は、ハイスクールの生徒はそのようなコースから何を得ればよいかを問うた。彼は、1つは、科学とは何かについてのより明瞭な扱いを期待すべきであるとした。集団の大半を占めるような生徒を考慮しながら、導入的な章は、科学的活動とその他の活動の違いを示すことが必要とされた。…… [筆者註: 教科書の] 導入は、科学とはなにか? である。

(BSCS, 1961c: 14-15)

このように Puck は、科学の本質に関する学習内容を教科書の導入部に配置することが望ましいと述べた。

科学の本質の扱いについて、第5回運営委員会会議のその後の議論においても様々な意見が出された。例えば、Glass は、「それ [筆者註: 科学の本質] を扱うことはごく一般的な言い方をするととても抽象的である」(BSCS, 1961c: 16) と述べ、「それ [筆者註: 科学の本質] をうまく伝える唯一の方法はデモンストレーションである」(BSCS, 1961c: 16) と述べている。さらに、運営委員の Paul Klinge は、「親しみのあることから始めるのはとても良い原理である」(BSCS, 1961c: 16) こと、「科学とは何か親しみのあることと結びつかない限り理解させることは難しい」(BSCS, 1961c: 16) と述べた。また、Paul DeH. Hurd は、「最初の章は、科学の本質について関係すべきである。なぜなら、こうすることでコースが学ばれる雰囲気形成するからである」(BSCS, 1961c: 17) と述べた。さらに、運営委員の Alfred Sussman は「科学の本質は、モデルなどを用いながら取り入れることができるだろう」(BSCS, 1961c: 17) と述べ、「核心は、科学の本質から始まることではなく、科学

の本質で終わることでもない。継続的にそれ〔筆者註：科学の本質〕を与えることである」（BSCS, 1961c: 17）と述べた。

このように科学の本質に関する学習内容の取扱いについて、多様な意見が出され、議論された。しかし、第5回運営委員会会議の議事録では、どの提案が決議されたのかは示されていないかった。

3-6) 第6回運営委員会会議

第6回運営会議は、第2回執筆会議によって改訂版試行版の教科書が作成され、それが1961-62年度に実験校で試用された後に開かれた。

第6回運営委員会会議での、青版における進化に関する学習内容および科学の本質に関する学習内容に対する Welch の報告は以下の通りである。

Welch 博士は、青版は大幅に変化したことを指摘した。この版に広く浸透している主題は、進化と自然選択である。……この版の配列において、大きな変化はない予定である。生化学、科学、発見に関する学習を通じて取り組まれる進化の主題は、強調されるだろう。従属栄養起源仮説を用いることについての多数の問題が話し合われた。生徒にとって科学における新しい概念の発展を理解すること、科学における仮説と予測そして誤りの本質を正しく認識することは重要であると思われた。

(BSCS, 1962a: 5)

このように、進化は青版の重要な主題として、科学についての学習などを通して扱われ、強調されることが報告された。また、生徒が、科学における新しい概念の発展や仮説の本質などを理解することが重視されていた。

3-7) 第7回運営委員会会議

第7回運営委員会会議では、青版の教科書の構成原理が述べられた。Welch は、青版の教科書の構成原理について、「私たちは、一般的に科学（特に生物学）は事実の寄せ集めでは

なく、事実と考えの相互作用であるという基本的前提に基づいて活動している。私たちは、これに忠実であろうとしてきた。私たちは、本書を通してこれを実現しようとしている」(BSCS, 1962b: 19)と報告した。つまり、BSCSは、単なる知識の集合体としての科学(生物学)ではなく、それらが有機的に作用し、考えが提案されていく科学(生物学)を生徒に教授しようとしていることが窺える。

さらに、Welchは青版の教科書の具体的な章構成も報告した(BSCS, 1962b)。この報告をもとに、教科書の章構成を要約すると以下のようなになる。

教科書は大きく2つのセクションで構成されている。セクション1では、事実と考えの相互作用を中心に章が構成される。セクション1の第1章では、セクション1の中心的な題材である事実と考えの相互作用が扱われる。第2章は、「生物の多様性」と名付けられ、第2章の基盤として、生物の多様性に関する問題を設けることが予定されていた。第3章では、進化が扱われる。Welchは、第3章という教科書の早い段階で進化を取り入れる理由を「それ[筆者註: 進化]が生物学の主要な概念的枠組みのひとつであると信じている」(BSCS, 1962b: 19)ためであると報告した。そして、第3章における進化に関する学習内容について、「教科書の残りの部分が、進化を詳細に述べ、裏付けるために活用されるだろうという望みを持ちつつ、この時点では[筆者註: 進化を]隅々まで扱わない」(BSCS, 1962b: 19)とした。そうすることで、「第3章の進化は、私たちに生命の進化に取り組み始める機会を提供することになる」(BSCS, 1962b: 19)とした。

セクション2では、繁殖、DNA、呼吸と光合成に関連する知識(information)が、進化系列(evolutionary sequence)に沿って扱われる。そして、このような学習を通して、細胞に関する進化が扱われる。

以上のように、青版の教科書では、進化は第3章という教科書の早い段階で扱われ、その後の章を通してより詳細に扱われていくことが報告された。

3-8) 第8回運営委員会会議での議論

第8回運営委員会会議は、表2-1で示したように、市販用の教科書が執筆される最終執筆会議の最中に開会された。

この会議では、青版の最終版教科書について、単元および章構成が報告されている。この教科書は、以下の表 2 - 2 に示した 8 つの単元と 29 の章から構成された。

表 2 - 2 青版の単元および章構成

| 単元 | 単元名 | 章 | 章名 |
|----|----------------|----|------------------|
| 1 | 生物学：事実と考えの相互作用 | 1 | 探究としての科学 |
| | | 2 | 生物の多様性 |
| | | 3 | 進化の考え |
| | | 4 | 生物の起源 |
| 2 | 細胞の進化 | 5 | 細胞の先駆体 |
| | | 6 | 生命のための化学エネルギー |
| | | 7 | 元となる分子 |
| | | 8 | 生物学的暗号 |
| 3 | 進化する生物 | 9 | 生命のためのエネルギーとしての光 |
| | | 10 | 進化した細胞 |
| | | 11 | 多細胞生物 |
| 4 | 多細胞生物：新しい個体 | 12 | 生殖 |
| | | 13 | 発生 |
| 5 | 多細胞生物：遺伝的連続性 | 14 | 遺伝のパターン |
| | | 15 | 遺伝子と染色体 |
| | | 16 | 新しい種の起源 |
| | | 17 | ヒト |
| 6 | 多細胞生物：エネルギー利用 | 18 | 光合成システム |
| | | 19 | 運搬システム |
| | | 20 | 呼吸システム |
| | | 21 | 消化システム |

| | | | |
|---|--------------|----|--------------|
| | | 22 | 排泄システム |
| 7 | 多細胞生物：統合システム | 23 | 調節システム |
| | | 24 | 神経システム |
| | | 25 | 筋システムと骨格システム |
| | | 26 | 統合された生物とその行動 |
| 8 | 高度な組織 | 27 | 集団 |
| | | 28 | 社会 |
| | | 29 | コミュニティー |

(出典：BSCS: *Memorandum No 109: January 15, 1963*, Boulder, CO: Author, pp. 7-8, 1963a.を筆者が表にまとめた。)

報告された単元名と章名から、前回の会議で述べられた事実と考えの相互作用は単元1「事実と考えの相互作用」で扱われ、従属栄養起源仮説を題材として仮説についての学習は単元1の第4章「生命の起源」で扱われていることが推測される。さらに、進化に関する学習は、単元1第3章「進化の考え」、単元2「細胞の進化」、単元3「進化する生物」で主に扱われていることが窺える。

青版の教科書の学習内容を教える際の前提として、Welch は以下の4点を述べた。

- ① 科学の本質とその [筆者註: 科学] プロセスに関する理解は、少なくとも、科学による叡智 (product of science) に関する理解と同等に重要である。
- ② 科学は事実と考えの相互作用である。科学の考えや理論は、しばしば無関係なように見える事実に意味を与え、体系づける。この理由から、科学的理論の本質、発展、機能は強調されるべきである。
- ③ 実験プログラムは、生物教育に欠くことのできない部分である。実験による学習の主眼点は、例証することではなく、探究活動を行うことに置かれるべきである
- ④ 教科書は、「結論のレトリック (rhetoric of conclusions)」として用いられるのではなく、「探究の物語 (narrative of inquiry)」として用いられるべきであり、相互関係のある実験と連動しながら用いられるべきである。

このように、科学的知識と同等に、科学のプロセスや科学の本質に関する理解が重視されていた。そして、教授方略として、実験・観察などと連動した探究が意図されていた。

第4節 BSCS の設立当初の議論にみられる進化を重視する理由とプログラムにおける具体化の方針

BSCS は設立当初、将来の市民となるすべての生徒を対象として想定し、彼らすべてに必要な科学的知識、スキル、態度を育成することを目的・目標のひとつとして掲げ、プログラムの開発に乗り出した。プログラムの学習内容の大枠は、第1回運営委員会会議において、主要な領域と主題として決定された。進化は、それら主要な領域と主題の両方に取り入れられた。問題となったのは、進化をプログラムに取り入れるかどうかではなく、どのようにプログラムの学習内容において具体化するかであった。つまり、BSCS においては、設立当初から進化は将来科学に関する職業に就く一部の生徒だけが学ぶべき生物学的内容ではなく、すべての生徒に必要な生物学的内容であることが暗黙のうちに合意されていた。そして、運営委員会会議の議論においては、進化が重視された理由として、進化は他の生物学の主題を統合するため、生物学の多くの問いに生命の歴史を説明する進化抜きでは答えられないため、進化が生物学の主要な概念的枠組みとなっているため、といった理由がみられた。

プログラムの学習内容における進化の扱い方に関する議論では、プログラムの学習内容に関連性と一貫性を持たせるよう進化を扱うことが議論された。議論の末、進化は、学習内容全体を統合する主題の主軸として殊に重視された。例として、青版の教科書では、進化の考え方を早い段階で提示し、全体を通して随時提示していく方法が明らかとなった。つまり、青版の教科書の学習内容においては、進化は、生物学を包括的に捉える観点として早い段階で扱われ、生物学を統合するものとして教科書全体を通して扱われるように具体化されていたと指摘できる。

ところで、学習内容に関する議論の中で、進化を含む主題の具体化と同様に、科学の本質に関する学習の取り扱いも議論された。これらの議論では、科学の本質に関する学習内容を

学ぶことがすべての生徒に必要なであると主張された。同時に、科学の本質とは、抽象的な内容であり、扱うことが難しいことも主張された。そのような議論の末、青版の教科書において、科学的知識と同等に、科学とは何か、科学のプロセス、科学における事実と考えの相互関係、科学における仮説と予測と誤りの本質を正しく認識すること等の科学の本質ともいえる学習内容が重視されるに至った。

青版の教科書において、進化は科学の本質に関する内容と関連付けて扱われることとなったが、こうした背景には、当時の BSCS の認識と青版の開発責任者であった Welch の考えが影響しているものと推測される。BSCS は、第 4 回運営委員会会議で見られたように、当時のアメリカで 80% の生徒が第 10 学年で生物学を選択履修していることを認識し、「大部分のアメリカの中等学校の生徒にとって、生物学だけが履修する科学コースになる。それ故、生物学を通して、一般の生徒が、科学的知識の発展を正しく認識し、科学的思考の基礎的な考え方を身に付けることは特に重要である」(BSCS, 1960c: 42)と認識していた。一方で、Welch は、Glass (1967) を参考し、科学および進化の指導に対して以下のように論じている²⁾。

もし科学が申し分なく教えられるべきならば、“信じるか信じないか(Believe-It-or-Not)”というアプローチを用いて科学の概念を示さないようにしよう。もし進化論のような科学的理論が信じられ、理解されなければならない場合、生徒は科学者にとっての理論が意味すること、つまり、その構造、機能、限界、重要性、拡張、発展、修正、を理解しなければならない。生徒が理論のこれらの側面を理解するときだけ、生徒は理論の長所と短所を評価し始める。〔1〕

(Welch, 1972: 26)

これらの理由から、青版の教科書において進化と科学の本質が関連付けて扱われるようになったと考えられる。このような進化と科学の本質の扱いは、その後の青版の教科書において、現在に至るまで受け継がれていくことになる。現在では、青版以外のプログラムでもこれらの関連が強調されるようにもなっている。よって、科学の本質と関連付けた進化の扱

いも、BSCS における進化の扱いの特色と考へ、第 4 章におけるプログラムの分析視点として設定した。

第2章 註釈

1) 本章の内容は、以下の論文を基礎としている。

高橋一将・磯崎哲夫: 「BSCS のプログラムの開発に関する研究—設立時の議論の分析を中心に—」, 『科学教育研究』, 36(1), pp. 2-13, 2012.

2) Welch (1972) が参考とした Glass (1967) の論文は、以下の通りである。

Glass: The centrality of evolution in biology teaching, *The American Biology Teacher*, 29(9), pp. 705-715, 1967.

第2章 引用文献

BSCS: *Memorandum No. 1: February 11, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959a.

BSCS: *Memorandum No 3: March 9, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959b.

BSCS: *Memorandum No 10: July 29, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959c.

BSCS: *BSCS Newsletter 1*, BSCS, September 1959d.

BSCS: *Memorandum No 16: September 24, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959e.

BSCS: *Memorandum No 42: December 24, 1959*, Boulder, CO: Author, 1959f.

BSCS: *Memorandum No 45: February 23, 1960*, Boulder, CO: Author, 1960a.

BSCS: *Memorandum No 48: May 9, 1960*, Boulder, CO: Author, 1960b.

BSCS: The biological sciences curriculum study its organization, plans, and progress.
The Science Teacher, 27(3), pp. 41-48, 1960c.

BSCS: *Memorandum No 57: January 3, 1961*, Boulder, CO: Author, 1961a.

BSCS: *Memorandum No 66*, Boulder, CO: Author, 1961b.

BSCS: *Memorandum No 72: May 25, 1961*, Boulder, CO: Author, 1961c.

BSCS: *Memorandum No 89: February 26, 1962*, Boulder, CO: Author, 1962a.

BSCS: *Memorandum No 98: August 6, 1962*, Boulder, CO: Author, 1962b.

BSCS: *Memorandum No 107: December 14, 1962*, Boulder, CO: Author, 1962c.

BSCS: *Memorandum No 109: January 15, 1963*, Boulder, CO: Author, 1963a.

BSCS: *Memorandum No 116: February 21, 1963*, Boulder, CO: Author, 1963b.

BSCS: *Memorandum No. 136: July 10, 1963*, CO: Author, 1963c.

Grobman, A. B.: The biological sciences curriculum study, pp. 1-17, in BSCS:

Memorandum No 2: March 9, 1959, Boulder, CO: Author, 1959.

長洲南海男: 「アメリカの生物教育の現状と課題 3—BSCS のカリキュラム開発研究とその生物教育からの考察—」, 『生物教育』, 26(2), pp. 114-124, 1985.

Schwab, J. J. (Supervisor): *Biology teachers' handbook*, John Wiley and Sons, Inc., 1963.

Welch, C. A.: Evolution theory and the nature of science, *The Science Teacher*, 39(1), pp. 26-28, 1972.

第3章

BSCS のプログラムにおいて進化が重視されてきた理由

BSCS は、第 2 章で示した議論の末に、1963 年に青版、黄版、緑版の初版の教科書そして、“*Biology Teachers’ Handbook*”（以降、教師用参考書とする）の初版を出版した。本章では、これらの書籍が出版されてから、現在に至るまでの BSCS における進化および進化の指導に対する考えを明らかにし、BSCS の設立当初からプログラムにおいて進化が重視されてきた理由について考察する。

BSCS 設立以来、6 名が BSCS の Director を務めてきた。6 名の Director の名前とその任期を以下の表 3-1 に示した。本研究では、それぞれの Director の任期を一つの区分として、各時期にどのような進化および進化の指導に対する考えがみられたかを示していく。本研究では、BSCS 関係者の研究論文や BSCS の機関紙および関連書籍等の文献を収集し、そこから BSCS における進化に対する考えと進化の指導に対する考えを読み取った。時期によってはそのような考えを読み取ることができる文献を見つけることができなかった。特に、Jack Cater が Director を務めた時期には、BSCS においてどのような進化および進化の指導に対する考えがあったのかを読み取ることができる文献を見つけることができなかった。そのため、本研究では、Carter が Director を務めた時期を除く、時期において、入手可能な文献から読み取った BSCS における進化および進化の指導に対する考えを示していく。

表 3-1 歴代の Director とその任期

| 任期 | 名前 |
|-------------|---------------------|
| 1958-65 年 | Arnold Grobman |
| 1965-82 年 | William V. Mayer |
| 1982-85 年 | Jack Cater |
| 1985-99 年 | Joseph D. McInerney |
| 1999-2007 年 | Rodger W. Bybee |
| 2007~13 年 | Janet Carlson |

（出典：Engleman, L. eds.: *The BSCS story: a history of the Biological Sciences Curriculum Study*, p. 60, 2001. に筆者が加筆修正を加えた。）

第1節 Arnold Grobman が Director を務めた時期 (1958-65 年)

1.1 BSCS に関する書籍に見られる進化に対する考え

1) 教師用参考書の初版に見られる進化に対する考え

教師用参考書の初版は 1963 年に市販された。Glass と Grobman (1963) によれば、本書は、生物教師が BSCS や他の生物学のプログラムを用いて指導する際の参考となるよう開発されている。本書では、BSCS のプログラムの目標や扱われる内容などが説明されている。

教師用参考書の初版 (Schwab, 1963) では、「時間を通した生物の変化：進化」を先頭に 9 つの統合主題が設定されている。第 4 節で詳述するが、これらの統合主題は、BSCS のプログラムにおける学習内容の概念的枠組みとなっている。これらの統合主題の詳細については第 4 章で述べることにするが、進化がこれらの統合主題の先頭に位置づけられていることから、BSCS が進化を特に重視していることが窺える。

教師用参考書の初版 (Schwab, 1963) を参照しながら、統合主題における進化についてみていこう。BSCS は、統合主題としての進化を説明する中で、「進化の物語がなくては、もはや生物 (living things) について十分な、あるいは包括的な説明をすることは不可能である」(Schwab, 1963: 31) と述べている。BSCS は、「進化に照らしてのみ、生物間の類似と相違をよく理解し、秩序立てることができる」(Schwab, 1963: 31) こと、大部分の生物の特徴は、「進化が生じる手段とメカニズムとしてのみ、完全に理解され得る」(Schwab, 1963: 31) と述べている。これらの説明から、生物を十分に理解するためには進化は不可欠であるという BSCS の考えを読み取ることができる。

BSCS は、「進化は、延いては、2 つの異なった観点から現代生物学の縦糸と横糸になっている」(Schwab, 1963: 32) と述べている。1 つ目の観点は、「進化は、生物の歴史、つまり、生物の現在がその起源をもつ過去に生じた唯一の出来事の連続として現れる」(Schwab, 1963: 32) ことであり、2 つ目の観点は、「進化は現在生じている現象として生物に現れる」(Schwab, 1963: 32) ことである。このように、BSCS は、生物の歴史と現在の生物に生じている現象の 2 つの観点から、現代生物学の基礎として進化を捉えていることが指摘できる。

また、1点目の観点を説明している中で、「そのような可能性 [筆者註: 進化において生じうる可能性] の同定を通して、進化のメカニズムに関する知識と一緒に、私たちに食料を与え、家を提供し、衣料となる動物、植物そして原生生物の変化を制御することに私たちはすでに大きく進歩してきた」(Schwab, 1963: 32) と述べられている。つまり、進化の実用的価値について言及されている。

1959年に実験指導改革委員会の委員長を務め、その後、1969-78年にBSCSのchair of the boardも歴任したAddison E. Leeは、「生物学の指導における進化の重要性に関するBSCSの立場は、*Biology Teachers' Handbook*の初版(1963)と第2版(1970)で明確に述べられてきた」(Lee, 1972: 6)と述べている。教師用参考書の第2版は1970年に出版されており、上述した進化の記述は第2版(Klinckmann, 1970)でも同様に論じられている。

第2節 William V. MayerがDirectorを務めた時期(1965-82年)

2.1 BSCSに関する書籍に見られる進化および進化の指導に対する考え

1) 教師用参考書の第3版にみられる進化および進化の指導に対する考え

BSCSは、教師用参考書の第2版の出版に続いて、1978年に第3版を出版した。初版と第2版と同様に、第3版においても、第2版と同じ9つの統合主題が引き続き示されている。つまり、前述したBSCSの進化に対する考え方は、1978年に出版された教師用参考書の第3版にも連綿と受け継がれていることになる。

教師用参考書の第3版(Mayer, 1978a)を参照しながら、統合主題としての進化についてみていこう。ここでは、進化について「進化は現代生物学の縦糸と横糸を形成するため、進化についての議論なしでは、もはや生物の完全で総合的な説明を与えることはできない。原子論が化学と物理学の基礎となっているように、同様な理由から、進化論は、生物学の基礎となっている」(Mayer, 1978a: 10)と述べられている。また、進化に関する研究によって生物学者は生物の類似と相違を良く理解できるようになると指摘されている。さらに、「進化的プロセスに関する知識によって、私たちは、人間が依存している動物、植物、原生生物の変化を制御することに関して、大きな進歩を遂げてきた」(Mayer, 1978a: 10)と述べられている。ここでは、初版および第2版で論じられてきたように、進化が現代生物学の

基盤となっており、生物の包括的な説明には不可欠であるという BSCS の考えが指摘できる。また、進化は生物の類似と相違の理解に対しても重要であるという考えもみられた。さらに、進化の実用的な側面についても言及されている。

教師用参考書の第3版 (Mayer, 1978b) では、統合主題としての進化に加え、生物教師が直面する論争としても進化が論じられている。ここでは、創造論者の活動について説明されている。教師用参考書の第3版 (Mayer, 1978b) によれば、次のようにまとめることができる。原理主義者らは科学とは何であるかを理解しておらず、聖書の人間の起源についての説明を科学的説明であると主張し、科学と宗教に関する誤った論争を想起させてきた。さらに、創造論者は、控訴や法的な規制または教育委員会の掌握によって、学校における進化の指導を阻害し、宗教的教義を導入しようとしている。

本書 (Mayer, 1978b) では、進化に関する論争を最小限にとどめる方法について、教育者が批判され得るトピックを理解すること、批判された場合に支援してもらえる場所を知ることが重要であると説明されている。最後に、「進化は、生物学の指導の基盤において本質的な部分であり、進化はその学問への深刻な損害なしでは排除され得ない」(Mayer, 1978b: 562) として、生物学の指導における進化の重要性と進化の削除による生物学の指導への影響が指摘されている。

このように、教師用参考書の第3版では、これまでの初版と第2版と同様な進化に対する考えが見られた。それに加え、これまで見られなかった創造論者との進化の指導をめぐる論争についても触れられており、進化は生物学の指導にとっても重要であるという考えが主張されていた。

2.2 BSCS 関係者の進化および進化の指導に対する考え

この時期の機関紙では、進化に関する論文が多数掲載されていた。これらの論文を中心に、BSCS 関係者における進化および進化の指導に対する考えを読み取った。

1) Glass の進化に対する考え

Glass は、1969 年の機関紙の論文において、進化は、「生物学の組織化と解釈の中心」

(Glass, 1969: 2) に位置していると述べた。そして、Glass は、以下のように、進化の重要性を論じている。

人は、因果関係 (consequence) を正しく認識するために、生物科学における進化の重要性を認識しなければならない。人は、それ [筆者註: 進化] なしでは現代の遺伝学が意味をなさないこと、それ [筆者註: 進化] なしでは環境に対する生物の関係が意味をなさないこと、それ [筆者註: 進化] なしでは形態と機能に関する調節と適応が意味をなさないことを理解しなければならない。進化論は、地球上の生命の過去を理解することに重要であるだけでなく、人種に関する社会的で重大な現象を理解することにも重要であり、人類の未来を理解することにも重要である。人類の手中には、計画に基づいて、他のすべての種と同様に人類自身を形成する力がある。この力は、遺伝の原理と進化の原理の理解から成長する。それは、深刻な社会的、倫理的問題を孕んでいる。

(Glass, 1969: 2)

このように Glass は、進化は現代生物学の中心と位置づけながらも、多方面から進化の重要性を論じている。

BSCS の 1976 年の機関紙の Glass の論文 (Glass, 1976) の中で、進化は生物学的知識を統合することが指摘されている。これらのことから、進化は生物学の中心にあり、進化が生物学を統合する役割を担っているという Glass の進化に対する考えを読み取ることができる。

2) Lee の進化に対する考え

Lee は、1972 年の機関紙の論文において、「進化は主要な主題の一つであるだけでなく、それどころか、他の主題の中心であることに注目すべきである。つまり、それらは相互に関連し、それぞれが特に進化と関係している」(Lee, 1972: 5) と述べている。このことから、Glass と同様に、Lee は、進化が生物学を統合する役割を担っていると考えていることが指摘できる。

3) Mayer の進化および進化の指導に対する考え

William V. Mayer は、1977 年の機関紙の論文で、「化学と物理学の理解に原子論が絶対不可欠であることと同じように、進化は生物学の理解 (comprehension) に対して絶対不可欠である」(Mayer, 1977: 19) と述べている。さらに、彼は、「形態学, 系統分類学, 比較生理学, 比較解剖学, 発生学, 古生物学, 分子生物学, 分子遺伝学, 集団遺伝学, 集団生物学, 生物地理学, その他多数の分野に従事する如何なる生徒も, 統合原理としての進化論抜きでは, そのテーマを理解することは出来ない。反対に, それぞれの分野自身も, 進化論を支持するデータを提供する」(Mayer, 1977: 22) と述べている。つまり, 進化が生物学の多様な分野と関連するため, 生物学そのものを包括的に理解するには進化は不可欠であるという Mayer の進化に対する考えを読み取ることができる。

一方で, BSCS の 1972 年の機関紙には, Mayer が進化と創造論者との進化の指導をめぐる論争について論じた論文が掲載されている。その論文 (Mayer, 1972) では, Mayer は, もし科学と神学の違いを理解していれば, 科学として宗教的教義を公教育に導入しようとする試みは起きなかったであろうと指摘している。そして, 彼は, 原理主義者が「彼らの神学的立場を科学的であると提示」(Mayer, 1972: 8) しようとして試みていることを指摘している。その際に原理主義者は自身の教義に理論という用語を用いるが, 「彼らは科学者によって使われている理論の意味とは全く異なった意味で用いている」(Mayer, 1972: 8) ことを述べている。この論文から, 彼が創造論者の試みの根底に科学の本質の理解の欠如があり, それに伴って神学や宗教と科学の同一視も生じていることを論じていると指摘できる。

同論文 (Mayer, 1972) において, Mayer は, 創造論者の具体的な活動についても言及している。その中で, カリフォルニア州の教育委員会が, 科学教育関係者らが作成した州の科学フレームワークの採用を拒否し, 宗教的教義を科学と見做す表現を含む科学フレームワークを採択したことが挙げられている。Mayer は, 教育委員会が創造論を科学として検討した背景には, 「科学者や科学教育学者が科学の範囲や限界そして必要条件を伝えることに失敗したこと」(Mayer, 1972: 11) への責任があると指摘している。そして, 教育委員会が創造論を信じるならば, 「科学において理論がどのように構築されるかの理解の全くの欠如」(Mayer, 1972: 11) があつたに違いないと述べている。その他の創造論者の活動として,

進化の指導に関する訴訟が挙げられている。それらの訴訟では従前のように進化の指導を批判するのではなく、「生物の進化論だけが示されるのではなく、その他の『科学的理論』としての創造論も同様に示されるように、彼ら〔筆者註：反進化論者〕は『平等な時間』もしくは『フェア・プレー』を求めている」(Mayer, 1972: 12) ことを指摘している。そして、Mayer は、「論点 (argument) は、神学としての原理主義者の宗教の一つではなくて、むしろ科学としての原理主義者の宗教の一つである。科学者と科学教師は、その学問の誠実さを守るために警戒しなければならない」(Mayer, 1972: 12) と論じている。

このように、Mayer は進化の重要性を主張する一方で、創造論者との進化の指導をめぐる論争の背景には、科学の本質の理解の欠如を指摘し、そのような論争から科学としての誠実さを保持していかなければならないことを指摘している。

第3節 Joseph D. McInerney が Director を務めた時期 (1985-99 年)

3.1 BSCS に関する書籍に見られる進化および進化の指導に対する考え

1) “*Developing Biological Literacy*” に見られる進化に対する考え

BSCS (1991) によれば、BSCS は、1991 年にプロジェクト ‘Biology Education: Development of Curriculum Frameworks for High School, Two-year, and Four year Nonmajors Courses’ を計画し、10 月から開始した。このプロジェクトの目標 (goals) として、以下に示した 5 点があげられている。

- ・ 生物学の概念構造を入念に作りだすこと。
- ・ ハイスクールやコミュニティ・カレッジそして〔筆者註：生物学の〕非専攻者のための大学における学部課程を対象にした適切なカリキュラムフレームワークを定めること。
- ・ 実験実習の効果的な活用を示すこと。
- ・ 教育工学の活用を推奨すること。
- ・ 新しい生物学のプログラムを設計し実施するための方略を同定すること。

(BSCS, 1991: 5)

1991年11月に行われたプロジェクトの会議では、現代的な生物教育におけるプログラムに必須な構成要素として以下の2点のアイデアが示された。

- (1) 進化は生物学の統合主題である。
- (2) 科学は、探究のプロセスであり、単なる事実の集積ではない。

(BSCS, 1992a: 6)

このプロジェクトにおいても、生物学における総合主題としての進化が主張されていた。1993年にはこのプロジェクトの最終報告書“*Developing Biological Literacy*”が出版されており、本報告書では、以下の3つの主要な提言が示された。

- ・ 生物学の内容は、進化論によって統合されなければならない。
- ・ 生物学の授業は、生徒がプロセスとしての科学を経験する手助けとならなければならない。
- ・ 生物学的リテラシーは、3つの教育段階における生物学のコースを終えた生徒にとって第一の望ましい成果である。

(BSCS, 1992b: 1)

進化が統合主題であることは11月の会議においても論じられていた。そして、最終報告書でも3つの主要な提言の1つとして、「生物学の内容は、進化論によって統合されなければならない」(BSCS, 1995: vii)と述べられている。このプロジェクトの目標の1つに「生物学の概念構造を入念に作りだすこと」(BSCS, 1991: 5)が掲げられていることを勘案すれば、進化は学習トピックの1つとしてではなく、生物学の概念構造において、他の概念を統合するものとして重視されていることが指摘できる。また、このことがプログラムの開始時点からすでに議論されていたことを考えると、この当時においてもBSCSが進化に非常に重点を置いていることを窺い知ることができる。

“*Developing Biological Literacy*”では、6つの統合原理が定められている。これらの統合原理については、第4章で詳述する。本報告書では、「原理は、科目（subject）を構成する手助けをし、自然界における自然現象のパターンとプロセスに目を向けさせる。そして、それら〔筆者註：原理〕は、あらゆる授業、教科書または学習プログラムの設計において中心的な役割を果たすだろう」（BSCS, 1995: 57）と説明されている。進化は、統合原理の1つ、「原理1：進化：変化のパターンと産物」であり、以下のように説明されている。

今日の世界にある生物システム（Living System）の目を見張る多様性と観察可能な共通性をどのように同時に説明できるだろうか？答えは、言葉で言うなら、進化である。進化は、唯一の生物学の統合理論である。なぜなら、今日の地球上のすべての生物—そして、今は絶滅した生物—の歴史と生活において中心的な役割を演じてきたためである。進化は、生物学の主要な概念的スキーマである。なぜなら私たちが現在の生物と過去の生物の関係を理解する手助けをし、そして、異なった生息地で生物が成功してきた多くの方法を理解する手助けをするからである。

(BSCS, 1995: 58)

統合原理において、進化は「統合原理を木の枝としてみなすことができる。その木では、進化が幹であり、生物学の『事実』が葉である」（BSCS, 1995: 20）として、統合原理の主軸として位置づけられている。これらの6つの統合原理は、2009年に出版された教師用参考書の第4版にも引き続き示されている。

これらのことから、統合原理において、進化は他の統合原理を結び付ける中心として位置づけられていたことが指摘できる。それと同時に、生物の多様性と共通性を理解する科学的理論としても重視されていたことが指摘できる。

2) “*Teaching About Evolution and the Nature of Science*” にみられる進化および進化の指導に対する考え

当時の Director であった McInerney は、“*Teaching About Evolution and the Nature of*

Science」の執筆に加わった。彼は、本書を執筆したワーキンググループの一員であった。BSCSの機関紙の記事（BSCS, 1998）では、McInerneyは、BSCSがその本部を置くコロラド・スプリングス市の新聞社に、「保護者や特別利益団体からの圧力のために、ハイスクールの生物教育におけるカリキュラムから進化論がしばしば排除されている」（BSCS, 1998: 4）という現状を述べたことが記されている。また、彼は、「National Academyのこの出版物は、教師が進化の指導に対する反対に対処し、生徒に進化を提示するよりよい仕事を行う手助けをすることが意図されている」（BSCS, 1998: 4）と、“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”の意図を述べたとされている。

“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”では、「結局のところ、進化に言及しなければ、生物学の多くの質問に答えられない」（NAS, 1998: 1）ために、進化が重要であることが論じられている。そして、進化が説明する身の回りの世界の3つの主な特徴として、以下の3点を挙げている。

- ・ 生物間の類似
- ・ 生命の多様性
- ・ 私たちが住む物理的世界の多くの特徴

(NAS, 1998: 3)

本書ではまた、「進化の説明抜きで生物学を指導することは、我々の生命の理解に対して素晴らしい秩序と統一性をもたらす強力な概念を生徒から奪うことになる」（NAS, 1998: 3）と、生物学の指導に進化が必要不可欠であることが論じられている。

上記に加え、本書（NAS, 1998）では、「進化の指導は、また、生徒にとって卓越した実用的価値がある。直接間接を問わず、進化生物学は社会に多大に貢献してきた」（NAS, 1998: 3）と説明されている。ここでは、進化の理解や進化に関する研究が、医療、農業、自然資源の発見と利用に役立っていることが説明されている。一方で、本書（NAS, 1998）では、進化と日常生活との関連の中で、進化の授業を通して物事は変化していくといく世界観を受け入れる機会となることも論じられている。このように、本書（NAS, 1998）では社会へ

の貢献や日常生活との関連において進化の重要性が論じられていることが指摘できる。

進化の指導について、人々の信仰と科学の本質の指導との関連の中で以下のような説明がなされている。

進化について指導することは、もう一つの重要な役目を担っている。人々は、進化が広く支持されている信仰と矛盾していると理解しているため、進化の指導は、科学の本質を例証し、科学とその他の人類の営みや理解とを区別する最高の機会を教育者に提供する。

(NAS, 1998: 4)

このように、“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”では進化の指導は科学の本質の指導の機会となり得ること、それは同時に科学としての進化と人類のその他の営みである宗教とを区別する機会となり得ることも論じられていることが明らかになった。

3.2 BSCS 関係者の進化および進化の指導に対する考え

当時の Director であった McInerney は、進化および進化の指導に関する意見を研究論文や機関紙において論じていた。それらの文献をもとに、彼がどのような進化および進化の指導に対する考えを有していたのかをみていく。

1) McInerney の進化に対する考え

McInerney は、Smith と Siegel の共著論文 (Smith, Siegel & McInerney, 1995) において、進化を理解することの重要性を 2 点指摘している。1 点目として、Smith ら (1995) は、Rutherford & Ahlgren (1991) と Siegel (1988) を参考し、「そのような知識 [筆者註: 進化] は、生徒に自身の個々の生活に関して知的な判断を下せるようにする手助けをする」(Smith, Siegel & McInerney, 1995: 23) ことを挙げている²⁾。2 点目として、Smith ら (1995) は、「科学と自然に関する我々の現在の理解を考慮した賢明な公共の政策決定を下

すリーダーを選ぶ、あるいはリーダーになることができる市民に、彼ら〔筆者註：生徒〕がなれるようにする理解を彼らに提供するため」(Smith, Siegel & McInerney, 1995: 24) という理由を挙げている。

このように、McInerney は、日々の生活における知的な決定と、公共の政策における科学に基づいた決定を下すために重要であるため、進化を理解することを重視していることが指摘できる。

2) McInerney の進化の指導に対する考え

McInerney は、BSCS の 1985 年の機関紙において、「さらに、私たちは長年続いてきたプログラムを改訂しようとも、あるいは新たなプログラムを準備しようとも、繊細で潜在的に論争を生じさせる問題を避けさせようとする各方面からの圧力にも関わらず、教材の科学的な誠実さ (the scientific integrity) への傾倒を無視することはできない」(McInerney, 1985: 1) と述べている。また、BSCS の 1998 年の機関紙では、「それ〔筆者註：BSCS〕は、教育についての考え方であり、哲学である。……その考え方、哲学は、……たとえ売り上げに損害が出たとしても、科学としての誠実への攻撃に抵抗するほどに科学に敬意を払うことである」(McInerney, 1998: 3) とも論じている。つまり、McInerney は、論争を生じさせる余地のある問題を避けることなく、科学としての誠実さを保持する重要性について論じていることがわかる。

ところで、McInerney のいう、科学としての誠実さに影響する問題とは一体どのような問題であろうか。Smith と Siegel との共著論文 (Smith, Siegel & McInerney, 1995) では、創造論者らの成功した戦略として、教科書における進化と創造論の扱いに影響を与えること、進化と同等の科学的理論として創造論を主張することが挙げられている。そして、後者について、創造論の科学的妥当性の容認が、科学教育で両者を同等の科学的理論として扱うべきであるという動きとなっていったことが指摘されている。これらのことから、McInerney のいう科学としての誠実さに影響する問題には、創造論者との進化の指導をめぐる論争も含まれていることが窺える。

では、McInerney の論じる科学としての誠実さとはどのような内容であろうか。BSCS の

歴史を記した“*The BSCS Story*”の以下の抜粋から、科学としての誠実さを保持することについての彼の考えを窺い知ることができる。

当時は、しかしながら革新は、論争と科学としての誠実さ (the integrity of science) を擁護する必要性を意味した。BSCS は、Scopes 裁判後にトピック [筆者註: 進化] が追放された後で、ハイスクールの生物学の教科書に進化を取り戻すという大胆な措置を講じた。……これらの問題に対してその立場を維持することは、しばしば、BSCS を法廷へ連れ出し、組織の時間や資金、心の平安、そして市場でのシェアを犠牲にした。しかし、かつての Director である Joe McInerney が言う通り、科学としての誠実さの対価は些細なことではない。彼は、「誠実さに掛かる代償は常に高い。そして、現在の情勢では、誠実さと革新に対して陰謀を企てる力が勢力を増し、地盤を固めていくにつれ、それ [筆者註: 誠実さに掛かる代償] は日に日に増している。その代償にも関わらず、40 年 (以上) もの間、BSCS は自身の主張を貫き続け、代償を払い続けている。なぜなら、私たちは降伏したときに生じる代償が未だ甚大であることをよく知っているためである。」と述べた。不運にも、科学カリキュラムにおける進化に関する問題とより多くの書籍を売るための内容の譲歩はいまだに消えていない。

(Engleman, 2001: 56)

以上のことから、McInerney が 1985 年から主張してきた科学としての誠実さとは、進化を含む科学としてあるべき生物学を生徒に指導することであると考えられる。そして、McInerney は進化を指導し続けることで、科学としての誠実さを保持し続けると論じていることから、進化の指導が科学としての誠実さの保持に対して重要であるという彼の考えを読み取ることができる。

第4節 Rodger W. Bybee が Director を務めた時期 (1999-2007 年)

4.1 BSCS 関係者の進化および進化の指導に対する考え

かつての Director である Bybee は、その任期の間に進化および進化の指導に関する研究

論文や書籍を多く公表している。それらの文献をもとに、彼の考える進化および進化の指導に対する考えを読み取った。

1) Bybee の進化に対する考え

① 生物学のコアとしての進化

AIBS と BSCS と NABT が協力して企画した 2004 年のシンポジウムの報告書 “*Evolutionary science and society: Educating a new generation*” では、編集者を当時の AIBS の President であった Cracraft と、当時の BSCS の Director であった Bybee が務めている。本報告書の結論において、彼らは、「一世紀に及ぶ争いを経ても、進化は生物学の中心となる統合概念のままである」(Bybee & Cracraft, 2005: 201) と述べている。また、彼らは、「種の多様性と種の共通性の両方に対する科学的説明」(Bybee & Cracraft, 2005: 201) として進化を説明している。

上記に加えて、Bybee は、「BSCS は生物学の中心的なアイディアとして、そして私たちのプログラムに欠かせないものとして断固として生物の進化を擁護してきた」(Bybee, 2008: 9) と述べている。

これらのことより、Bybee は、生物学のコアとして進化を位置づけ、生物(種)の多様性と共通性に対する科学的説明として進化を捉えていることが指摘できる。

② 社会的諸問題の科学的な背景の理解に関する進化の重要性

“*Evolutionary science and society: Educating a new generation*” では、Cracraft と Bybee は、我々の社会における進化の重要性について以下のように論じている。

過去 10 年の間、進化に関する科学と私たちの生命の歴史についての深化した理解は、生命を守る際の、また、経済の繁栄と福祉を促進する際の必要不可欠なツールとなった。進化の原理は、インフルエンザ・ワクチンの開発、疫病伝播の理解、新薬の設計および絶滅危惧種の管理、その他多くの社会に対する利益に活用されている。

(Cracraft & Bybee, 2005: 3)

このように、1990年代後半ごろから、進化は、進化に関する研究成果の応用を通して私たちの社会に深く関わり、経済の発展や医療および生態系の保全に対しても利益をもたらしていることが指摘されている。このことは、1998年の“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”において進化が社会との関連の中で論じられていた時期とも重なる。また、本書では、「進化に関する科学は、具体的に言うと、人の健康、新薬、科学捜査、農業、そして自然資源の管理を含む社会的な問題を理解するのに役立つ」(Bybee & Cracraft, 2005: 202)とも述べられている。

以上のことより、社会的諸問題の科学的な背景を理解する上でも進化が重要であるという Bybee の考えを読み取ることができる。

③ 進化論を理解することによる生徒の生物学についての理解の促進

2002年の論文(Bybee, 2002)において、Bybeeは、多くの生徒が進化を学ばなくなってしまうために、大学まで進化を扱わないことは失敗であると指摘している。Bybeeは、「生徒は、事実に基づく知識の基盤と、それらの知識を組織づける(そして検索する)手助けとなる概念的枠組みを持つ時に最もよく学習する」(Bybee, 2002: 617)という Bransford らの最近の研究成果を紹介している。そして、彼は、このような研究成果も勘案して、「進化論が19世紀と20世紀において最も強力で大きな影響を与える科学的貢献の1つである」

(Bybee, 2002: 617)ことから、進化論を構成する基本的なアイデアを教える明確な理由があるように思えると述べている。つまり、Bybeeは、進化(論)が生物学に関する知識の理解を促進する概念的枠組みになり得るために、進化論を理解することを重視していることが窺える。

2) Bybeeの進化の指導に対する考え

① 進化と科学の本質との関連

2001年の論文(Bybee, 2001a)では、Bybeeは、科学で用いられる用語や文章が誤解されていること指摘し、そのような誤解があることから、生物教育でも科学の本質を理解させ

ていく必要があることは明確となっていると指摘している。そして、科学の本質を指導する上での進化の指導の重要性を以下のように述べている。

私が信じるに、生徒に科学的探究と科学の本質について指導する明確で説得力のある理由が存在する。そして、私たちは、これ [筆者註: 科学的探究と科学の本質についての指導] を生物の進化の文脈で行うことができる。もっとはっきり言えば、科学の本質について指導することは、生物の進化のような理論について指導することを余儀なくさせる。……理論の構築と検証および発展は、科学のコミュニティーの中心的で最も重要な活動である。また、私たちは、進化のような理論の科学的発展について指導するのに十分な権利がある。しかし、私たちはほとんどしていない。

(Bybee, 2001a: 311)

さらに、Bybee は、「科学の本質について指導することは、進化について指導することと一体化されるべきである。探究と科学の本質は、科学的理論の発展から切り離せるものではない」(Bybee, 2001a: 311) とも述べている。

その一方で、Bybee は、創造論者の活動に対応するためにも科学の本質の理解を促進させる必要があると考えていたことも、1999年の機関紙(BSCS, 1999)から読み取れる。BSCSの1999年の機関紙(BSCS, 1999)によると、カンザス州教育委員会は、州の新しい科学スタンダードを可決したが、そのスタンダードでは進化が含まれていなかった。Bybeeは、カンザス州の委員会の活動について、「カンザス州の委員会による活動は、すべての市民の科学的リテラシーを高めることが切実に求められていること強調している。私たちは、科学の本質についてのさらなる理解を発展させなければならず、そうして市民は、進化論は『立証されていない』という主張のような非難に反論することができる」(BSCS, 1999: 7)と述べている。つまり、すべての市民が科学の本質に対する理解を向上させることによって、彼らが創造論者の活動に科学的な側面から反論できるようになることが指摘されている。

このような論争も背景にあり、Bybeeは科学の本質を指導する上で、進化の指導を重視していると考えられる。

② 生物教育における科学としての誠実さの保持

2002年の論文(Bybee, 2002)では、Bybeeは、キリスト教原理主義者らが学校のカリキュラムから進化を排除しようとする過程で、科学としての誠実さや教師の専門性そして生徒の科学的リテラシーを非難していると指摘している。そして、Bybeeは、「進化と人類の起源をハイスクールのカリキュラムから除外し、大学レベルでそれらを提示する」(Bybee, 2002: 616)というJohn Edwardの創造論者との妥協策を批判している。この妥協策では、進化を排除し、生物圏の多様性や化石や抗生物質の乱用などの生徒が世界を理解する手助けとなる内容を重視することが示された。Bybeeは、この妥協策が「進化だけが地球上の生命を理解する手段となるわけではなく、進化の観点がなくても生物学の多様な事実は意味を成すという前提に基礎を置いている」(Bybee, 2002: 616)と批判する。そして、Bybeeは、進化がEdwardの提示した内容を含む生命科学を体系化していることを見逃していると指摘している。

Edwardの妥協策を批判する理由について、Bybeeは、「科学的観点からすれば、……進化の勝利を示すことではなくて、生物教育において示される科学としての誠実さを守ること」(Bybee, 2002: 617)と述べている。既に述べたが、Bybeeは生物学を統合する中心的なアイデアとして進化を位置づけている。もし進化が排除された場合、指導される生物学は科学としての学問体系を誠実に示していることにはならない。したがって、Bybeeは、進化の指導を堅持することが、生物学本来の科学としての学問体系を保持し、生物教育における科学としての誠実さを保持することにつながると主張していたと考えられる。

ところで、Bybeeは進化の指導と科学の本質の理解そして科学としての誠実さの保持について、以下のように述べている。

BSCSは生物学の中心的なアイデアとして、そして私たちのプログラムに欠かせないものとして断固として生物の進化を擁護してきた。近年、私は、この主題[筆者註: 進化]を次のような広範なアイデアとともに主張してきた。それは、BSCSのプログラムが、進化を取り入れることによって、そして、生徒と教師の科学の本質に対する理解を促進することによって、科学としての誠実さを保持しなければならないというア

イディアである。生物の進化は、そのようなプログラムの中心となり続けるだろう。

(Bybee, 2008: 9)

「進化と科学の本質との関連」で述べた Bybee の進化の指導に対する考えと、上述した引用を考慮すると、進化と科学の本質を関連付けた指導は、科学としての誠実さを保持することになるという Bybee の考えを読み取ることができる。

第5節 Janet Carlson が Director を務めた時期 (2007-13 年)

5.1 BSCS に関する書籍に見られる進化および進化の指導に対する考え

1) 教師用参考書の第4版に見られる進化および進化の指導に対する考え

2009 年に出版された教師用参考書の第4版では、“*Developing Biological Literacy*”で示されていたものと同じ統合原理が示され説明されている。教師用参考書の第4版では、BSCS は、進化を含む「これらの統合原理に関する理解は、私たちが身の回りの生命の多様性を理解する手助けを行うレンズである」(BSCS, 2009: 30) と述べている。また、BSCS は、「進化は、生物間の多様性と類似性に対して科学的説明を与えている」(BSCS, 2009: 132) とも述べている。

第4版では、「生物教育における最も長く存在し続けている論争の1つ」(BSCS, 2009: 132) として進化の指導が挙げられている。ここでは、進化そのものが科学的な問題を孕んでいるのではなく、生物教育に関するカリキュラムにおける進化の扱いが問題となることが説明されている。BSCS は、その他の論争の余地のある領域として人の生殖を挙げしており、進化を含むこれらの論争は、「科学の本質と科学と社会との関わりを教える絶好の機会となる」(BSCS, 2009: 133) と述べている。

5.2 BSCS 関係者における進化および進化の指導に対する考え

2012 年 9 月に BSCS でインタビュー調査を行った。インタビュー調査の対象者は、BSCS の Director の Carlson 博士と BSCS の科学教育専門家の Bloom 博士および Wilson 博士の 3 名である³⁾ (以下、敬称略)。対象者の BSCS における略歴は次の通りである (BSCS,

nodatea)。Carlson は、1986 年に BSCS に加わり、アシスタント・ディレクター、アソシエート・ディレクターを歴任し、2007 年から Director を務めている。Bloom は、1999 年に科学教育専門家として BSCS に加わり、2011 年に開発された補助教材である“*Evolution and Medicine*”の共同研究責任者を務めている。Wilson は、2007 年に専門研究員として BSCS に加入し、ラーニング・プログレッションズや PCK などについて調査している。また、彼は、大学において教員養成課程の学生に、生態学や進化や遺伝などを教えてきた経歴を持つ。

Carlson に対するインタビュー調査の結果を示す。本インタビュー調査では、Carlson に対して、「なぜ BSCS は、設立当初からプログラムにおいて進化を重視してきたのか」という質問をした。Carlson は、以下のように答えている⁴⁾。

私は、私たちが進化を強調する重大な理由は 2 つあると思う。1 つ目の理由は、生物学のすべてを理解することに対する進化がもつ基本的性質である。それは、科学的な理由であり、最も重要な理由である。BSCS が進化の指導を明らかに重視する 2 つ目の理由は、アメリカで長年にわたる進化を指導しないという傾向に対抗するためである。それは、進化を取り入れるためのより政治的な理由である。しかし、科学的な理由が一番大切である。

1 つ目の理由に関して、Carlson は「進化は、すべての生物学上の思考を横断する一種の統合原理である。それ [筆者註: 進化] は、生物学のための統合原理である」と論じている。Carlson は、2 つ目の理由に関して、「教師が科学を正確に指導するための支援をすること」であり、「なぜなら、もしあなたが進化を指導せずに生物学を指導したとしたら、あなたはそれ [筆者註: 生物学] を正確に、もしくは、誠実に指導していない」ためと論じている。

Bloom と Wilson に対して、「BSCS は、BSCS のプログラムにおいてなぜ進化を重視しているのか」という質問をした⁵⁾⁶⁾。彼らも Carlson と同様に、進化の生物学における中心的役割について回答している。例えば、Bloom は、「進化は生物学を束ねる統合原理である」と論じ、Wilson も、「進化は多くの面で生物学の中心であり、それ [筆者註: 進化] は、生

生物学の多くのアイディアを理解する重大な手段に対しても中心である。進化は、生物学の多くのアイディアをひとまとめにする」と論じている。その他には、Bloom は、「進化は、医療や生命の多様性と共通性のような生物学の多様な側面を説明する手助けとなる」ことなどを指摘している。一方で、Wilson は、BSCS が進化を重視する一番の理由として「私たちがそれを行ってきたという歴史を持っている」ことや、「進化の理解が科学的リテラシーにとって重要である」こと、「進化の指導あるいは創造論の指導に関する論争のために、特にアメリカにおいて、科学の本質について指導する興味深い方法に対して [筆者註: 進化の指導は] 本当に不可欠である」こと、「それ [筆者註: 進化の理解] は未来の理解についても役立つ」こと、「進化は、医療や環境や農業などにおいて実用的価値を持つ」こと、などを指摘している。

BSCS のスタッフには、進化は生物学をまとめ上げる統合原理であるという進化に対する考えが共通してみられた。それ以外には、進化は生物学の多様な側面を理解する手助けとなること、進化は実用的価値を持っていることなどが主張されていた。進化の指導に対する考えとしては、科学としての誠実さを保持することになることや、科学の本質の指導に対して不可欠であることが主張されていた。

進化の指導に対する BSCS の考えは、BSCS が掲げている BSCS を導く価値観 (values) からも読み取ることができる。BSCS は、それらの価値観 (values) として、以下の 7 点を掲げている。

- ・ 科学に関する内容は、正確さと誠実さをもって示されなければならない。
- ・ 科学的探究は、科学の学問領域の本質を伝えるためには絶対不可欠である。
- ・ 綿密な研究は、学びに対する我々のアプローチを推進するに違いない。
- ・ すべての生徒は科学を学ぶ能力があり、その権利を有する。
- ・ カリキュラム教材は、科学の指導と学びにおいて中心的役割を果たす。
- ・ 教師は学校そして授業において教育上の指導者であり、彼らがはたらくための最善のツールを受けるに値する。
- ・ 可変的な教師教育は、深みのある教師の学びに不可欠である。

(BSCS, nodateb)

BSCS は、1 点目の価値観において、科学としての誠実さの保持について以下のようにも論じている。

我々は、特定の市場においてアイデアが「不人気である」というだけで、アイデアや事実に基づく知識を除外しないことによって、研究に基づくカリキュラム教材において科学としての誠実さを示している。それぞれの科学の学問領域の誠実さを維持するために、進化論のようなセントラル・ドグマが除外、修正されることはない。同様に、疑似科学のアイデアが、将来的な顧客を懐柔するために含まれることはない。鍵となる科学の概念の相対的重要性について事実を曲げて提示することは適切ではないだろうし、中心的な概念の卓越性を軽視することでアイデアや事実を支持することも適切ではないだろう。

我々はすべての正確な科学の導入を支持し、根本的な理論の導入を強く主張すると同時に、進化の指導を擁護する我々の取り組みは、我々の歴史の顕著な特徴となっている。進化は BSCS において何年にもわたり重要な役割を演じてきた。そして、BSCS が進化をハイスクールの生物学に引き戻す責務を負ったと言っても決して過言ではない。

(BSCS, nodateb)

このように、科学を科学としてあるべき姿で示すことが科学としての誠実さを保持することであるという BSCS の考えが読み取れる。さらに、BSCS は進化を生物学の基本的な概念として重視し、進化の指導を堅持してきたことも論じられている。そして、科学としての誠実さを保持するためにも、進化を指導しないということは起こりえないと主張している。

第 6 節 BSCS のプログラムにおいて進化が重視されてきた理由

6.1 BSCS における進化に対する考えにみられる進化が重視されてきた理由

前章では、BSCS の設立当初の議論にみられる進化に対する考えを明らかにし、本章で

は、それ以降から現在に至るまでの BSCS で論じられてきた進化に対する考えを明らかにした。本節では、これらの明らかになった BSCS における進化に対する考えから、なぜ BSCS のプログラムにおいて進化が重視されてきたか、その理由について考察する。分析において、設立当初から論じられてきた進化に対する考えと、時代が経つにつれて次第に強調されていった進化に対する考えが明らかになったので、それら 2 つの方面から考察していくこととする。

1) 設立当初から BSCS にみられる進化が重視されてきた理由

設立当初から論じられてきた進化に対する考えとして、進化が生物学の中心的な役割を果たしているという考えと、さまざまな生物の包括的な理解には進化が重要であるという考え、の 2 点が挙げられる。

1 つ目の考えについて、BSCS の最初のプログラムの開発に向けた運営委員会会議においても、その後の Glass や Lee そして Mayer の研究論文や機関紙の記事、そして Carlson と Bloom および Wilson らのインタビュー調査への回答においても、進化が生物学を統合する役割を果たすことが論じられていた。“*Developing Biological Literacy*” でもこのような考えが論じられ、Bybee の研究論文では進化が生物学の中心となっていることが論じられていた。そして、教師用参考書の初版と第 2 版そして第 3 版では、生物学の基礎として進化が論じられていた。このように、表現はそれぞれ異なるが、進化は生物学の中心的な役割を果たしているという進化に対する考えが BSCS において設立当初から論じられてきたことが明らかになった。

2 つ目の考えについて、設立当初の運営委員会会議ではこの点は明確にはみられなかったが、この議論を経て作成された教師用参考書の初版と、その後に改訂された第 2 版と第 3 版では、生物間の類似と相違の理解に進化が不可欠であることが論じられていた。

“*Developing Biological Literacy*” では、生物の共通性と多様性を理解する上で進化が必要であることが論じられていた。Bybee も、進化が種の多様性と共通性の両方に対する科学的説明であると論じていた。教師用参考書の第 4 版では、進化を含む統合原理が生物の多様性を理解する手助けとなることが述べられていた。つまり、さまざまな生物が存在しているが、

それらを包括的に理解するためには進化が重要であるという進化に対する考えがみられた。

これらの設立当初から論じられてきた進化に対する考えからは、進化が生物学において中心的な役割を果たすこと、さまざまな生物を包括的に理解するための枠組みとなることから、BSCSにおいて進化が重視されてきたと指摘できる。

2) 1990年代後半以降のBSCSにみられる進化が重視されてきた理由

1990年代後半以降、BSCSにおいて、進化は社会との関連の中で論じられてきたことが明らかになった。進化に関する研究がもたらす実用的な側面が論じられるようになったのは1963年に出版された教師用参考書の初版からではあるが、進化が社会との関連の中で明確かつ具体的に論じられるようになったのは、1998年に出版された“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”においてである。“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”では、進化が医療や農業そして自然資源の発見と利用などを通して社会に直接的或いは間接的に貢献していることが論じられ、Bybeeは2005年の書籍で社会的諸問題の科学的な背景を理解する上で進化の理解が重要であることを論じていた。また、2012年のインタビュー調査では、Bloomは進化の理解が医療を説明する上で役に立つことや、Wilsonは進化が医療や農業などにおいて実用的価値を有していることを述べている。

AIBSとBSCSとNABTが行った2004年のシンポジウムの報告書“*Evolutionary science and society: Educating a new generation*”では、1990年代後半から進化と社会との関連が深まっていったことが指摘されていた。そのため、進化に関する科学研究の発展やその応用が社会に多方面から貢献する可能性を秘めているために、また、進化が社会的諸問題における科学的な背景の理解に必要であるために、進化が重視されていったと考えられる。

6.2 BSCSにおける進化の指導に対する考えにみられる進化が重視されてきた理由

本研究では、進化に対する考えだけでなく、進化を教えることはどのような意味を持つのか、つまり進化の指導それ自体に対する考えもみられた。これらの考えから、なぜBSCSのプログラムにおいて進化の指導が重視されてきたかについて考察する。

本研究では、BSCSにおける進化の指導に対する考えとして、進化の指導を重視すること

で科学としての誠実さを保持すること、進化の指導が科学の本質を指導するよい機会となり得ること、の2点が論じられてきたことが明らかになった。これらの考えがより強調され主張されてきた背景には、第1章で論じたアメリカにおける創造論者との進化の指導をめぐる論争の影響もあったと考えられる。

1点目について、MayerがDirectorを務めていた時期に、創造論者との論争の中で科学としての誠実さを保持する必要性が主張され始め、1980年代後半からはMcInerneyによって、それ以降はBybeeやCarlsonらによって、進化を指導することは、生物教育における科学としての誠実さを保持することになると明確に主張されてきた。第1章で既に述べたが、BSCSの設立以前では進化の指導は法的に規制され、設立以降は創造論者によって、科学的理論としての進化と宗教的教義としての創造論が同一視され、そのことによる非科学である創造論の公立学校への導入が図られてきた。そして、それが失敗に終わると、進化を過小評価するようはたらきかける活動が展開されていった。このように、進化が科学的正当性もなく削除されたり、また、進化が非科学的な理論に置換されたりしてきたために、BSCSにおいて、進化の指導によって生物教育における科学としての誠実さを保持することが主張されていったと考えられる。Bybeeは、「40年以上にわたり、BSCSは生物の進化の指導を支持してきた。数千人のBSCSの教師は、態度を明確にし、創造論者による攻撃に絶えず反論する勇気を持ち続けている。本当の意味で、過去のBSCSのDirectorたち、Arnold Grobman, William Mayer, Jack Carter, Joseph McInerneyは、創造論者が教科書の出版や学校のプログラムそして公共の政策を通じて議論に加わる時に、科学としての誠実さを保持してきた」(Bybee, 2001b: 20)と述べている。確かに、彼らは進化を指導し難い状況下で進化の指導を再び強調し、創造論者からの圧力にも屈することなく進化の指導を重視する姿勢を貫くことで科学としての誠実さを保持してきたといえる。Bybeeは、GrobmanがDirectorであった時からBSCSが科学としての誠実さを保持してきたことを述べているが、本研究では、進化の指導が科学としての誠実さを保持することにつながるという考えの萌芽は、MayerがDirectorを務めていた時期に見られ、McInerneyがDirectorを務めていた時期にこの考えが明確に主張され始めたことが確認できた。このように、進化の指導が科学としての誠実さを保持することにつながるために、BSCSにおいて進化が重視されて

きたと指摘できる。

2点目について、1998年に出版された“*Teaching About Evolution and the Nature of Science*”では、進化の指導が科学の本質を指導するよい機会となることが述べられていた。Bybeeの研究論文では、科学の本質を指導する際には、進化の指導も必要になることが論じられている。そして、Willsonは、アメリカで科学の本質を指導する際に進化は不可欠であると述べている。

この考えは1990年代後半から強調されてきたが、この考えの萌芽は、設立当初の運営委員会会議にみることができる。運営委員会会議におけるプログラムの学習内容に関する議論の中で、科学の本質に関する学習の取り扱いも議論された。そして、議論の末、青版の教科書では、科学的知識と同等に科学の本質ともいえる学習内容が重視されるに至った（詳細は、第2章にて既述）。こうした背景には、大部分のハイスクールの生徒が唯一履修することとなる科学に関するコースである生物学のコースにおいて科学の本質を扱う必要があるというBSCSの認識や、青版の教科書作成の統括者であったWelchの科学的理論として進化が理解されるには科学的理論の本質とも言える内容も理解されなければならないという考えがあったと推測されることを指摘した。

その一方で、BSCSにおいて科学の本質の指導と進化の指導との関連が強化されていった背景には、創造論者との進化の指導をめぐる論争の影響も窺い知ることができる。1972年のBSCSの機関紙の論文（Mayer, 1972）によれば、Mayerは創造論者らの活動の背景には、彼らの科学の本質に対する理解の欠如があることを指摘している。また、彼は、同機関紙において、進化と創造論を同等の科学的理論としてみなすことが問題であり、そのことによって科学としての誠実さが侵害され得ること、またそうならないように科学としての誠実さを守らなくてはならないことを指摘している。McInernyも同様に、Smithらとの共著論文において、「創造論を公立学校のカリキュラムへ導入することに対する論拠の大部分の妥当性は、つまり、科学的な創造論を代わりとなる科学的な考え方とするか否かにかよって決まってくる。そのため、教師と生徒は、それが科学であるか否かを判断できなければならない」（Smith, Siegel & McInerny, 1995: 28）と述べている。1999年のBSCSの機関紙の記事（Bybee, 1999）では、Bybeeは、創造論者の活動に対処する際の、科学の本質の

理解の必要性を指摘している。

このように、1970年代以降のBSCSにおいて進化と創造論との論争を理解し、対応する上で科学の本質の理解が必要であるという考えが主張されていった。科学の本質の理解が求められる中で、1990年代後半になると進化の指導が科学の本質を指導する機会として強調されはじめた。そして、Bybeeが指摘したように、科学としての誠実さの保持という観点からも、科学の本質の指導の機会としての進化の指導がさらに重視されていったと考えられる。ただ、重要なことは、設立当初のBSCSにおいては、進化と科学の本質との関連を図った背景には、創造論者との進化の指導をめぐる論争への対処ではなく、ハイスクールの生徒に科学の本質を理解してもらいたいという考えと、進化の理解には科学の本質の理解が重要であるという考えがあったことである。これらのことから、進化の指導が科学の本質を指導するよい機会となるために、BSCSにおいて進化が重視されてきたと指摘できる。

第3章 註釈

- 1) 本研究における原理主義者は、単に聖書を文字通り解釈するだけでなく、その解釈に基づいた創造に関する理論を支持している。よって、本研究では、創造論を支持している創造論者と同義語として扱った。なお、本研究では、NCSE の定義に従い、創造論 (Creationism) を「物理世界に直接介入する、あるいは介入してきた超自然的な神や力に関する宗教的な信条」(NCSE, nodate) と定義している。
- 2) Smith, Siegel & McInerney (1995) が参考した Rutherford & Ahlgren (1991) と Siegel (1988) の論文は以下の通りである。

Rutherford, F. J. & Ahlgren, A.: *Science for all Americans*, Oxford University Press, 1991.

Siegle, H.: *Educating reason: rationality, critical thinking, and education*, Routledge, 1988.
- 3) Carlson 博士とのインタビュー調査には、当時 Senior Associate Director であった Pamela Van Scotter 女史も同席していたが、インタビューには主に Carlson 博士が回答し、本研究では Carlson 博士の回答のみを引用しているため、Scotter 女史はインタビュー調査対象者から除外している。また、インタビュー調査を実施した 2012 年の時点では Carlson 博士は Director を務めていたが、彼女は 2013 年秋に BSCS からスタンフォード大学へ移り、2014 年には BSCS で Principal Investigator を務めている。
- 4) BSCS において、高橋が Carlson 博士に対して行ったインタビュー調査、2012 年 9 月 11 日 BSCS にて実施。以下、断りのない限り Carlson 博士の証言はすべてこのインタビュー内容からの引用である。
- 5) BSCS において、高橋が Bloom 博士に対して行ったインタビュー調査、2012 年 9 月 17 日 BSCS にて実施。以下、断りのない限り Bloom 博士の証言はすべてこのインタビュー内容からの引用である。
- 6) BSCS において、高橋が Wilson 博士に対して行ったインタビュー調査、2012 年 9 月 18 日 BSCS にて実施。以下、断りのない限り Wilson 博士の証言はすべてこのインタビュー内容からの引用である。

第3章 引用文献

- BSCS: Recommendations for action: a design study of biology education, *The Natural Selection*, p. 5, September 1991.
- BSCS: Progress on BSCS design study, *The Natural Selection*, p. 6, March, 1992a.
- BSCS: Developing biological literacy, *The Natural Selection*, pp. 1-3, September, 1992b.
- BSCS: *Developing biological literacy* (2nd print), Kendal/Hunt publishing company, 1995.
- BSCS: NEWS BSCS Contributes to NAS guidebook on teaching evolution, *The Natural Selection*, p. 4, Fall, 1998.
- BSCS: News Kansas board's attack on evolution demeans teachers, cheats students, says BSCS; science organizations decry decision, *The Natural Selection*, pp. 6-7, Winter, 1999.
- BSCS: *The biology teacher's handbook 4th edition*, National Science Teachers Association press, 2009.
- BSCS: Staff, nodatea. Retrieved February 5, 2013, from <http://www.bsos.org/site-categories/about/staff>
- BSCS: Our values, nodateb. Retrieved August 5, 2013 from <http://www.bsos.org/our-values>
- Bybee, R. W.: in BSCS: News Kansas board's attack on evolution demeans teachers, cheats students, says BSCS; science organizations decry decision, *The Natural Selection*, pp. 6-7, Winter, 1999.
- Bybee, R. W.: Teaching about evolution: old controversy, new challenges, *BioScience*, 51 (4), pp. 309-312, 2001a.
- Bybee, R. W.: The centrality of evolution in biology, *The Natural Selection*, p. 20, Fall 2001b.
- Bybee, R. W.: We should teach about biological evolution, *BioScience*, 52 (7), pp. 616-618, 2002.
- Bybee, R. W.: Measuring our success an introduction, in Bybee, R. W. (eds.): *BSCS*

- measuring our success- the first 50 years of BSCS*, pp. 1-11, Kendal/Hunt publishing company, 2008.
- Bybee, R. W. & Cracraft, J.: Conclusion: Educating a new generation about evolutionary science and society, in Cracraft, J & Bybee, R. W.(eds.): *Evolutionary science and society: educating a new generation*, pp. 201-202, BSCS and American Institute of Biological Sciences, 2005.
- Cracraft, J & Bybee, R. W.: Introduction: evolutionary science and society: saving lives and promoting prosperity, in Cracraft, J & Bybee, R. W.(eds.): *Evolutionary science and society: educating a new generation*, pp. 1-3, BSCS and American Institute of Biological Sciences, 2005.
- Engleman, L. eds.: *The BSCS story: a history of the Biological Sciences Curriculum Study*, 2001.
- Glass, B.: The philosophy of a curriculum study, *BSCS Newsletter*, 37, pp. 1-5, November 1969.
- Glass, B.: Reflections on the early days of BSCS, *BSCS Newsletter*, 64, pp. 1-3, September 1976.
- Glass, B. & Grobman, A. B.: Foreword, In Schwab, J. J. (Supervisor): *Biology teachers' handbook*, pp. xi-xii, John Wiley and Sons, Inc., 1963.
- Grobman, A. B.: *The changing classroom the role of the Biological Sciences Curriculum Study*, Doubleday & Company, Inc., 1969.
- Klinckmann, E. (Supervisor): *Biology teachers' handbook second edition*, John Wiley and Sons, Inc, 1970.
- Lee, A. E.: The BSCS position on the teaching of biology, *BSCS Newsletter*, 49, pp. 5-6, November 1972.
- Mayer, W. V.: The nineteenth century revisited, *BSCS Newsletter*, 49, pp. 7-13, November 1972.
- Mayer, W. V.: Evolution in the twentieth century, *BSCS Newsletter*, 67, pp. 18-22, April,

1977.

Mayer, W. V.: Chapter one the BSCS and its influence on biological education, In Mayer, W. V. (eds.): *Biology teachers' handbook third edition*, pp. 3-27, John Wiley and Sons, 1978a.

Mayer, W. V.: Chapter nine Evolution: action and reaction, in Mayer, W. V. (eds.): *Biology teachers' handbook third edition*, pp. 543-562, John Wiley and Sons, 1978b.

McInerney, J. D.: BSCS today, *BSCS 85*, p. 1, October, 1985.

McInerney, J. D.: From the director: setting the standard for four decades: reflections on our fortieth anniversary, *The Natural Selection*, pp. 3-4, March, 1998

National Academy of Science (NAS): *Teaching about evolution and the nature of science*, National Academy Press, 1998.

NCSE: Creationism controversy understanding and responding to creationist movements, nodate. Retrieved July 19, 2013 from <http://ncse.com/creationism>

Schwab, J. J. (Supervisor): *Biology teachers' handbook*, John Wiley and Sons, Inc., 1963.

Smith, M. U., Siegel, H. McInerney, J. D.: Foundational issues in evolution education, *Science & Education*, 4, pp. 23-46, 1995.

第4章

BSCS のプログラムおよび補助教材における進化の扱い

本章では、BSCS のプログラムおよび補助教材における進化の扱いの特色を明らかにする。その際に、第1節では、BSCS のプログラムの概念的な枠組みにおける進化の扱いを分析し、第2節では、BSCS の伝統的なプログラムの青版の教科書における進化の扱いを分析する。そして、第3節では、新たに開発されたプログラムである“*BSCS Biology: A Human Approach*”の教科書を分析する。また、第4節では、1年間を通して行っていくプログラムではなく、進化を題材とした補助教材の生徒用の図書（“*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*”）や教師用の図書（“*Evolution and Medicine*”）を分析する。第5節では、実際の授業において、BSCS の教科書がどのように活用されているのかを記述する。そして、第6節では、得られた分析結果をもとに、BSCS におけるプログラムおよび補助教材における進化の扱いの特色を考察する。本章で分析した書籍一覧を以下の表4-1に示した。

表4-1 分析した書籍一覧

| 年代 | 出版物 |
|------|---|
| 1960 | 青版の初版の教科書（1963） 教師用参考書の初版（1963） |
| 1970 | 教師用参考書の第2版（1970） 青版の第3版の教科書（1976） 教師用参考書の第3版（1978） |
| 1980 | 青版の第4版の教科書（1980） |
| 1990 | 青版の第6版の教科書（1990） “ <i>Developing Biological Literacy</i> ”（1993, 1995） |
| 2000 | “ <i>The Nature of Science and the Study of Biological Evolution</i> ”（2005） 青版の第9版の教科書（2006） “ <i>BSCS Biology: A Human Approach</i> ”の第3版の教科書（2006） 教師用参考書の第4版（2009） |
| 2010 | “ <i>Evolution and Medicine</i> ”（2011） |

第1節 プログラムの学習内容の構成における進化の扱い

1) 統合主題としての進化の扱い

教師用参考書の初版(Schwab, 1963)と第2版(Klinckmann, 1970)および第3版(Mayer, 1978)において、統合主題が説明されている。これらの教師用参考書では、統合主題について同様な説明がなされている。よって、教師用参考書の初版(Schwab, 1963)をもとに、統合主題に対する説明を中心に、進化がどのように扱われているかについて分析した。

統合主題は、以下の表4 - 2に示す9つの主題から構成されている¹⁾。

表4 - 2 9つの統合主題

| | |
|---|-----------------------|
| 1 | 時間を通じた生物の変化：進化 |
| 2 | 生物の種類の多様性とパターンの共通性 |
| 3 | 生命の遺伝的連続性 |
| 4 | 生物と環境の相補性 |
| 5 | 行動の生物学的な根源 |
| 6 | 構造と機能の相補性 |
| 7 | 調節と恒常性：変化に直面して生命を維持する |
| 8 | 探究としての科学 |
| 9 | 生物学的概念の歴史 |

(出典：Schwab, J. J. (Supervisor): *Biology teachers' handbook*, p. 31, John Wiley and Sons, Inc., 1963.)

教師用参考書の初版(Schwab, 1963)によれば、BSCSは次の2つの要因から統合主題を選択している。1つ目の要因は、現代生物学の内容と構造に関係している。現代生物学の内容をもとに、「現代の生物学に知られている、最も包括的で信頼できる生物に関する知識を与える特性と概念」(Schwab, 1963: 30)が選ばれ、生物学における探究の構造をもとに、「現代生物科学を最も特徴づける手順と概念」(Schwab, 1963: 30)が選ばれたとされている。2つ目の要因は、「私たちの国家と私たちの市民における必要性」(Schwab, 1963: 30)とされている。

統合主題のプログラムにおける扱われ方について、教師用参考書の初版 (Schwab, 1963) によれば、1～5の統合主題は教科書の内容を、6と7の統合主題は教科書の内容と構造を、8と9の統合主題は教科書の構造を定めているとされた。Crossland は、これらの統合主題について、「どのような版やアプローチが用いられようとも、これらの9つの主題はその取扱いに浸透している」(Crossland, 1964: 351) と述べている。教師用参考書の改訂を通して、進化はこれらの統合主題の1つとして常に先頭に位置づけられてきた。

統合主題としての進化の説明では、第3章で詳述したが、「進化に照らしてのみ、生物間の類似と相違をよく理解し、秩序立てることができる」(Schwab, 1963: 31) こと、「進化の物語がなくては、もはや生物について十分な、あるいは包括的な説明をすることは不可能である」(Schwab, 1963: 31) ことなどが述べられている。また、「進化は、延いては、2つの異なった観点から現代生物学の縦糸と横糸になっている」(Schwab, 1963: 32) として、現代生物学における基盤としての進化の位置づけについても論じられている。1つ目の観点は、「進化は、生物の歴史、つまり、生物の現在がその起源をもつ過去に生じた唯一の出来事の連続として現れる」(Schwab, 1963: 32) ことであり、2つ目の観点は、「進化は現在生じている現象として生物に現れる」(Schwab, 1963: 32) ことである。

Lee は、統合主題における進化の位置づけを「進化は主要な主題の一つであるだけでなく、それどころか、他の主題の中心であることに注目すべきである。つまり、それらは相互に関連し、それぞれが特に進化と関係している」(Lee, 1972: 5) と述べている。このように、進化は統合主題の中心として位置づけられていることがわかる。

BSCS はプログラムにおける統合主題としての進化の扱いを示しており、それらを箇条書きの形式で以下に示した。

- ① 生物の歴史としての進化に関する特定の章がある。
- ② プロセスとしての進化に関する特定の章がある。
- ③ 細胞化学、生態学、分類学などを扱う他のすべての章を通して、歴史ないしプロセスとしての進化が織り込まれる。

(Schwab, 1963: 33)

教師用参考書の初版 (Schwab, 1963) によれば、「2 生物の種類多様性とパターンの共通性」と「3 生命の遺伝的連続性」は、進化の主題の一部でもあり、それ自体で独立した1つの主題でもあるとされた。そのため、「2 生物の種類多様性とパターンの共通性」は、生物の共通性と多様性の章でも扱われ、進化の主題の一部としても自然選択による適応や突然変異と関連付けても扱われるとされた。「3 生命の遺伝的連続性」がどのように進化と関連付けて扱われるかに関しては、明記されてはいなかった。

以上のことより、これらの統合主題は、プログラムを構成する際の基本的な概念的枠組みとしてみなすことができる。そして、BSCS は、「1 時間を通した生物の変化：進化」という主題を、生物の共通性と多様性を理解するために重要な主題として設定し、また、他の主題を関連付ける中心的な主題として位置づけていることが指摘できる。

2) 統合原理としての進化の扱い

統合原理は、“*Developing Biological Literacy*”と教師用参考書の第4版において示されている。両者では、統合原理について同様な説明がなされている。ここでは、教師用参考書の第4版 (BSCS, 2009) における統合原理に対する説明を中心にみていく。統合原理は、以下の表4-3に示した6つの原理から構成される²⁾。

表4-3 6つの統合原理

| | |
|-------|---------------|
| 原理1 : | 進化：変化のパターンと産物 |
| 原理2 : | 相互作用と相互依存 |
| 原理3 : | 遺伝的連続性と生殖 |
| 原理4 : | 成長，発生そして分化 |
| 原理5 : | エネルギー，物質そして組織 |
| 原理6 : | 動的平衡の維持 |

(出典：BSCS: *The biology teacher's handbook*, pp. 30-31, NSTA press, 2009.)

BSCS は、これらの統合原理を選択する際に用いた評価基準として、以下の 6 点を示している。

- ・ それら [筆者註: 統合原理] は、生物システムについて最も包括的で信頼性のある知識を反映している。
- ・ それらは、科学的探究に十分に支持されている。
- ・ それらは、生物システムの理解に対する基礎知識に立脚している。
- ・ それらは、生物システムの基本的な統一性を論証している。
- ・ それらは、すべての生物システムの特徴である。
- ・ それらは、生物学的組織のすべてのレベル、つまり分子から生態圏に到るまで適用できる。

(BSCS, 2009: 38)

BSCS (2009) によれば、これらの統合原理は、生物学のコースを設計する手助けになるとされている。そして、BSCS は、「これらの統合原理に関する理解は、私たちが身の回りの生命の多様性を理解する手助けを行うレンズである」(BSCS, 2009: 30) と述べている。

統合原理について、「BSCS は生徒の興味を引き、夢中にさせる生物学的トピックを活用することを支持するが、私たちは教師が生物学的トピックよりも基盤となる原理に沿って自身のコースを組み立てることを推奨する」(BSCS, 2009: 30) と述べられている。つまり、BSCS は、生物学のコースを構成する際には、個々のトピックを配列するのではなく、統合原理に基づいて構成することを主張している。このことから、BSCS は、生物学のコースを構成する概念的枠組みとして統合原理を位置づけていることが指摘できる。

教師用参考書の初版には、プログラムにおける統合主題としての進化の扱い方が具体的に示されていたが、教師用参考書の第 4 版には、統合原理としての進化の扱いは統合主題ほど詳細に述べられていない。教師用参考書の第 4 版では、プログラムにおける統合原理としての進化の扱い方について、「たとえば、進化が生物学の統合原理として活用される場合、細胞と組織そしてホルモンは、生物のうまくいく生殖と進化の歴史を通じた種の生殖にお

ける成功に貢献した適応とみなされるだろう」(BSCS, 2009: 31) と、生物の様々な現象を説明する1つの観点として進化が説明されている。また、統合原理における進化の位置づけについて、“*Developing Biological Literacy*”には、「統合原理を木の枝としてみなすことができる。その木では、進化が幹であり、生物学の『事実』が葉である」(BSCS, 1995: 20)と説明されており、進化が統合原理の中心に位置づけられていることがわかる。

以上のように、統合原理は、プログラムを構成する際の概念的枠組みとして見なすことができる。統合原理の理解は、生物の多様性を理解することにつながるとされ、統合原理としての進化は、生物の様々な現象を説明する原理として、また、各統合原理をまとめる中心として位置づけられていることが指摘できる。

統合原理には、6つの統合原理に関連する「20の主要な生物学の概念」(BSCS, 2009: 38)が設定されている。以下の表4-4に、「20の主要な生物学の概念」を表で示した。

表4-4 6つの統合原理に関連する20の主要な生物学の概念

| 統合原理 | 主要な生物学の概念 |
|---------------|--|
| 進化 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 遺伝的変異と自然選択を含む進化のパターンと生産物 ・ 絶滅 ・ 資源の賢明な活用を含む保全生物学 ・ すべての生物システムに共有されている特徴 ・ 生物システムにみられる分化と適応を含んだ生物多様性の概要 |
| 相互作用と相互依存 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 環境要因と生物システムへのその影響 ・ 環境収容能力と制限要因 ・ 食物網とその構成要素を含むコミュニティの構造 ・ 生物システム間の相互作用 ・ 生態系、養分循環、エネルギーの流動 ・ 生物圏とそれへの人間の影響 |
| 遺伝的連続性と生殖 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 遺伝子とDNA、成長と発生における遺伝子と環境の相互作用の効果 ・ 生物システムにみられる遺伝のパターン ・ 生物システムにおける有性生殖のパターン |
| 成長、発生そして分化 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 発生のパターン ・ 形態と機能 |
| エネルギー、物質そして組織 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 生物システムにおける階層構造 ・ 酵素とエネルギー変換を含む代謝 |
| 動的平衡の維持 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 恒常性、フィードバック機能の重要性、ある種の行動 ・ 人類の健康と病気 |

(出典：BSCS: *The biology teacher's handbook 4th edition*, p. 39, National Science Teachers Association press, 2009.)

BSCS は、学習内容を構成する概念的枠組みとして進化を中心とした統合原理を設定した。そして、それらの統合原理に関する概念を具体的に示すことで、より詳細にこれらの原理を具体化する方向性を示していると考えられる。

第2節 青版の教科書における進化の扱い

青版の生徒用の教科書（以降、教科書とする）に着目して、青版の初版の教科書（BSCS, 1963a）、第3版の教科書（BSCS, 1976）、第4版の教科書（BSCS, 1980）、第6版の教科書（BSCS, 1990）、第9版の教科書（2006a）を分析した。初版の教科書（BSCS, 1963a）から第6版の教科書（BSCS, 1990）までが、初版から第3版までの教師用参考書で統合主題が示されていた時期の教科書であり、第9版の教科書（2006a）が“*Developing Biological Literacy*”と第4版の教師用参考書で統合原理が示されていた時期の教科書である。分析したこれらの教科書は主に2つの部分より構成されている。1つは学習内容についての説明がなされている部分であり、もう1つは、生徒が行う実験活動についての説明がなされている部分である。本研究では、前者に着目して教科書の分析を行った。教科書全体の学習内容における進化の扱い、進化と科学の本質の扱い、進化と生物の多様性の扱い、進化と社会との関わりに関する内容、の観点から教科書の分析を行った。これらの観点は、第2章と第3章において明らかにした BSCS における進化および進化の指導に対する考えに基づいている。

1) 教科書全体の学習内容における進化の扱い

次頁の表4-5に初版の教科書（BSCS, 1963a）、第3版の教科書（BSCS, 1976）、第4版の教科書（BSCS, 1980）、第6版の教科書（BSCS, 1990）、第9版の教科書（2006a）の単元構成を示した。第3版の教科書（BSCS, 1976）と第4版の教科書（BSCS, 1980）では単元の代わりに部が使われている。

表 4-5 青版の教科書の単元構成

| 初版 | 第3版 | 第4版 | 第6版 | 第9版 |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 単元1 生物学: 事実と考への相 互作用 | 第1部 相互作 用 | 第1部 相互作 用 | 単元1 共通性 と多様性 | 序章 生物学と 分子的視点 |
| 単元2 細胞の 進化 | 第2部 生命プ ロセスの進化 | 第2部 生命プ ロセスの進化 | 単元2 細胞の 構造と機能 | 単元1 エネル ギー, 物質と組 織 |
| 単元3 進化す る生物 | 第3部 新しい 生命 | 第3部 新しい 生命 | 単元3 遺伝的 連続性 | 単元2 細胞:恒 常性と発生 |
| 単元4 多細胞: 新しい個体 | 第4部 遺伝的 連続性 | 第4部 遺伝的 連続性 | 単元4 進化:時 間を経た変化 | 単元3 遺伝:生 命の連続性 |
| 単元5 多細胞: 遺伝的連続性 | 第5部 生命プ ロセスI:エネル ギー利用 | 第5部 生命プ ロセスI:エネル ギー利用 | 単元5 生命プ ロセス:調節と 恒常性 | 単元4 進化 単元5 環境へ の反応 |
| 単元6 多細胞: エネルギー利用 | 第6部 生命プ ロセスII:調節 と協調 | 第6部 生命プ ロセスII:調節 と協調 | 単元6 生物と その環境 | 単元6 相互作 用と相互依存 |
| 単元7 多細胞: 統合システム | | 第7部 より高 次の組織 | | |
| 単元8 高次の 組織 | | | | |

(出典: BSCS: *Biological science molecules to man*, Houghton Mifflin Company, 1963a. BSCS: *biological science molecules to man*, Houghton Mifflin Company, 1976. BSCS: *Biological science: a molecular approach*, D. C. Heath and Company, 1980. BSCS: *Biological science: a molecular approach*, D. C. Heath and Company, 1990. BSCS: *BSCS biology: a molecular approach* (9th edition), Glencoe/McGraw-Hill Companies, Inc, 2006a. をもとに筆者がまとめた。)

各版の教科書全体の学習内容を分析すると、進化は、教科書全体にわたり生物の様々な事
物・現象と関連付けられながら扱われていたことが明らかになった。この点について、初版
と第9版の教科書 (BSCS, 1963a; BSCS, 2006a) の分析結果を例に挙げてみていこう。

1-1) 初版の教科書 (BSCS, 1963a) の分析結果

初版の教科書 (BSCS, 1963a) を分析すると、各単元において次に示すような進化に関する学習内容がみられた。「単元1 生物学：事実と考えの相互作用」の進化に関する学習内容としては、進化が意味することや進化の証拠、分類と進化、Chevalier de Lamarck と Darwin の進化論、適応と自然選択、生命の起源、などがみられた。「単元2 細胞の進化」の進化に関する学習内容としては、原始の地球の状態やそこでの生命の始まりと、化学進化や原始生物の誕生と特徴などがみられた。「単元3 進化する生物」では、従属栄養生物から独立栄養生物への進化や、単細胞生物から多細胞生物への進化などの進化に関する学習内容が扱われていた。「単元4 多細胞：新しい個体」では、単元の序文において、「生命は、何百万年もかけて比較的単純な状態から、より複雑な状態へと進化したように思われる。複雑な生物へのこの進化は、主に、生物の特質、つまり繁殖に起因した」(BSCS, 1963a: 261) と述べられ、繁殖は、単純な細胞からより複雑な細胞への進化の要因として、発生は、その繁殖に関連する内容として扱われていた。「単元5 多細胞：遺伝的連続性」の進化に関する学習内容としては、集団の遺伝子プールの変化から新しい種が誕生することや、人類の進化の過去に起きた遺伝的隔離、突然変異、選択、移住、によって世界の人種が多様化していたこと、人類の進化から見た人類の将来などが挙げられる。「単元6 多細胞：エネルギー利用」では、進化の観点からみた光合成についての説明や、光合成の進化、進化の産物としての輸送システム、排出プロセスの進化、などの進化に関する学習内容が扱われている。「単元7 多細胞：統合システム」の進化に関する学習内容としては、神経システムの進化、適応の一つとしての行動などが挙げられる。「単元8 高次の組織」における進化に関する学習内容としては、組織化されていない集団から社会への進化、蟻や蜂の集団を例とした進化する生物学的単位 (biological unit) としての社会などが挙げられる。

このように、進化は、教科書全体の学習内容を通して、生物のさまざまな事物・現象および生物学の他の領域と関連付けながら扱われていたことが指摘できる。加えて、単元1以降の単元は、「複雑さが増加するように、つまり原子から分子そして細胞、組織、器官、システムへ」(BSCS, 1963b: 4) と配列されるとともに、梅埜が「導入部分としての単元1は別として、単元2以降は、原始地球上での生命の起源に始まり、細胞の形成、細胞の分化、多

細胞生物の出現、そして多様な生物への進化、という進化の流れに沿って章が構成されている」(梅埜, 1996: 100) と指摘しているように、原始の地球における生命の始まりから、従属栄養生物の誕生、独立栄養生物、さらに多細胞生物へと、生物の進化の過程に沿って単元が配列されていることがわかる。

1-2) 第9版の教科書(BSCS, 2006a)の分析結果

第9版の教科書(BSCS, 2006a)を分析すると、各単元において次に示す進化に関する学習内容がみられた。「序章 生物学と分子的視点」では、進化に関する学習内容としては、進化の意味することや Lamarck と Darwin の進化論などが挙げられる。「単元1 エネルギー、物質そして組織」では、進化に関する学習内容として、生命の共通性を示す証拠としての ATP、多細胞生物の陸上生活への適応、C₄植物の光合成の進化、などが挙げられる。

「単元2 細胞: 調節と発生」では、進化に関する学習内容として、植物の陸上生活への適応や脊椎動物の循環システムの進化、進化による真核生物における細胞周期の類似、発生パターンと進化的関係、進化した発芽のタイミングを司るメカニズム、などが扱われていた。

「単元3 遺伝: 生命の連続性」では、より複雑で大型の生物に見られる進化的傾向としての体内受精、遺伝子プールの変化と進化、などの進化に関する学習内容がみられた。「単元4 進化」は進化を中心的に扱う単元であり、ここでは、生命の起源や分類と進化との関係、種分化や人類の進化などが扱われていた。「単元5 環境への反応」では、進化に関する学習内容として、神経システムの進化や社会的な形質を進化的な適応と見る社会生物学、フェロモンと自然選択、などが挙げられる。「単元6 相互作用と相互依存」の進化に関する学習内容としては、生態系における消費者同士、分解者同士、生産者同士にはたらく自然選択、生態的地位と適応放散、さまざまな生物群系とそこに住む動植物の適応、などがみられた。

このように、進化は教科書全体を通して、生物のさまざまな事物・現象そして生物学の他の領域と関連付けられながら扱われていることが明らかになった。

青版の第9版の教科書(BSCS, 2006a)では、教科書全体を通して「CONNECTIONS」という寸描(vignette)が設けられている。「CONNECTIONS」は、「章の内容とBSCSの統合原理を関連付ける」(BSCS, 2006b: T7)役割を担っている。次頁の表4-6に、各単

元の「CONNECTIONS」の数を、進化に関する「CONNECTIONS」と、進化以外に関する「CONNECTIONS」に分けて示した。「CONNECTIONS」に示されている内容が「自然選択」や「共通の起源」、「適応」などの進化に関する概念と関連付けられていると判断できる場合、それを進化に関係するものとしてカウントした。

表 4 - 6 各単元における「CONNECTIONS」の数

| 単元 | 進化に関する 「CONNECTIONS」の数 | 進化以外に関する 「CONNECTIONS」の数 | 合計 |
|----|---------------------------|-----------------------------|----|
| 1 | 14 | 8 | 22 |
| 2 | 13 | 6 | 19 |
| 3 | 9 | 9 | 18 |
| 4 | 8 | 6 | 14 |
| 5 | 6 | 6 | 12 |
| 6 | 2 | 3 | 5 |
| 合計 | 52 | 38 | 90 |

(出典：BSCS: *BSCS biology: a molecular approach* (9th edition), Glencoe/McGraw-Hill companies, Inc, 2006a. をもとに筆者が作成した。)

表 4 - 6 で示したように、進化に関する「CONNECTIONS」は教科書全体を通して配置されていることがわかる。そして、進化に関する「CONNECTIONS」は教科書全体で 52 あり、進化以外に関する「CONNECTIONS」の数 (38) よりも多かった。また、単元 6 以外では、進化に関する「CONNECTIONS」の数は、進化以外に関する「CONNECTIONS」の数に比べ、同じかそれ以上多い数であった。

進化に関する「CONNECTIONS」をいくつか抜粋し、次頁の表 4 - 7 にまとめて示した。表 4 - 7 では、各「CONNECTIONS」が扱われている単元とその内容を示した。

表 4 - 7 教科書全体における進化に関する「CONNECTIONS」の具体例

| 単元 | 「CONNECTIONS」の内容 |
|----|---|
| 1 | すべての生物において、エネルギーの運び手として ATP が利用されていることは、生命が共通の進化上の起源をもつことを示す証拠である。 |
| | C ₄ 光合成は、暑くて乾燥した気候へのある種の植物の適応である。それ [筆者註: C ₄ 光合成] は、自然選択による進化の一例である。 |
| 2 | 細胞説は、遺伝的連続性の概念や生命の共通の進化上の起源を強固にしている。 |
| | 遺伝暗号の普遍的な性質は、すべての生物が共通の祖先的な生命体 (life-form) から進化したことへの強力な証拠である。 |
| 3 | 有性生殖は遺伝的変異を生み出す。自然選択はこの遺伝的変異に作用する。その結果が、適応や新種の進化である。 |
| | 遺伝に関するメンデルの理論は、遺伝的変異がどのように進化を導くことになるのかを説明する方法を提案している。 |
| 4 | 進化は、従属栄養生物仮説に対して非常に重要である。従属栄養生物が海水中の栄養を使い果たした時、自然選択は無機物や光などの他のエネルギー資源を活用できる独立栄養生物に有利にはたらいたろう。 |
| | 生物学者である Theodore Dobzhansky は、「進化の観点がなければ、生物学において意味をなすことは何もない」と述べた。進化論は、適応、遺伝学、生命の歴史と多様性を結び付け、説明している。 |
| 5 | 環境に有利な行動に対する自然選択は、適応を引き起こす。 |
| | 社会的な生活様式や単独での生活様式は、生存率を最大限高めるよう進化した種全体の適応の一部である。 |
| 6 | 捕食は、被食者を捕え吸収するようにうまく適応した捕食者に有利にはたらくことで、また、捕食者に対する効果的な防御を獲得した被食者に有利にはたらくことで、進化の一因になっている。 |
| | 自然選択による進化のプロセスは、多様な生物群系の極限状態の下で生存させ、 |

| |
|------------------------|
| 繁殖させる適応を備えた生物を生み出してきた。 |
|------------------------|

(出典： BSCS: *BSCS biology: a molecular approach* (9th edition), Glencoe/McGraw-Hill companies, Inc, 2006a. から筆者が抜粋した。)

上の表のように、各単元の進化に関する「CONNECTIONS」では、進化と各単元で扱われる他の生物学の科学的理論と生物の事物・現象との関係が示されている。例えば、単元1では、すべての生物でエネルギーの運び手として ATP が活用されているという生物学上の事実と、そのことが進化の観点から考えるとどういった意味があるのかが述べられている。また、単元2では、細胞説と進化の関係が、単元3では遺伝に関するメンデルの理論と進化の関係が示されている。

第3版の教科書 (BSCS, 1976), 第4版の教科書 (BSCS, 1980), 第6版の教科書 (BSCS, 1990) を分析しても、第9版の教科書 (BSCS, 2006a) と同様に、進化は教科書の学習内容全体を通して扱われていたことがわかった。このことは、「1960年代の BSCS の教科書において、その後の版と同様に、進化が、進化に特に焦点化している章以外の章において展開され、定義され、統合される傾向があった」(Skoog, 2008: 54) という Skoog の指摘を支持している。そして、その際に、生物のさまざまな事物・現象そして生物学の他の領域と関連付けられながら扱われていた。「CONNECTIONS」は、第6版の教科書 (BSCS, 1990) にみられ、第9版の教科書 (BSCS, 2006a) と同様な扱いがなされていた。

2) 進化と科学の本質の扱い

各版の教科書の単元1 (第1部) および序章では、科学の本質と進化が関連付けられて扱われていた。各版の教科書の単元1 (第1部) および序章の学習内容を次頁の表4-8に示した。表中の数字は章を示している。

表 4-8 各教科書の単元 1 (第 1 部)および序章の学習内容

| 初版の単元 1 | 第 3 版の第 1 部 | 第 4 版の第 1 部 | 第 6 版の単元 1 | 第 9 版の序章 |
|--------------------|---------------|-------------|------------|-----------------|
| 1 探究としての科学 | 1 探究としての科学 | 1 生命に関する科学 | 1 生命の科学 | 新しい生物学 科学の方法 |
| 2 生物の多様性 | 2 生物 | 2 生物 | 2 生物に関する化学 | 知る方法としての科学 |
| 3 進化の過程：2つの対立する考え方 | 3 社会 | 3 進化論 | 3 生命とエネルギー | |
| 4 生物の起源 | 4 コミュニティーと生態系 | | 4 生命の起源 | |
| | 5 進化論 | | 5 多様性と変異 | |

(出典：BSCS: *Biological science molecules to man*, Houghton Mifflin company, 1963a. BSCS: *Biological science molecules to man*, Houghton Mifflin company, 1976. BSCS: *Biological science: a molecular approach*, D. C. Heath and company, 1980. BSCS: *Biological science: a molecular approach*, D. C. heath and company, 1990. BSCS: *BSCS biology: a molecular approach* (9th edition), Glencoe/McGraw-Hill companies, Inc, 2006a. をもとに筆者がまとめた。)

これらの教科書の導入部（単元 1，第 1 部ないし序章）において，進化と科学の本質がどのように扱われているのか，初版と第 9 版の教科書（BSCS, 1963a; BSCS, 2006a）の分析結果を例に挙げてみていこう。

2-1) 初版の教科書 (BSCS, 1963a) の分析結果

初版の教科書 (BSCS, 1963a) では，単元 1 の概要は，以下のように述べられていた。

科学において，考えは事実と同様に重要である。……全員にとって明らかなように，生物の多様性は事実である。生物の進化は，生物の甚だしい多様性を説明しようとする考えであり，試みである。この単元を学習しながら，あなたは，生物の多様性の事実が，生物の進化の考えとどのように相互に影響して，現代の知識のいくつかを

もたらしたかを学習するだろう。……あなたは、科学の本質を理解し始めるだろう。つまり、増加する事実に基づく知識と、発展していく考えとの絶え間ない相互作用として科学の本質を捉え始めるだろう。

(BSCS, 1963a: 1)

このように、単元1では、進化の概要と、事実としての生物の多様性と進化の考えとの相互作用によって知識が生まれてくる過程、そして、科学の本質の一側面としてのこの過程を理解することが意図されていると指摘できる。

進化と科学の本質は、初版の教科書 (BSCS, 1963a) の単元1の第1～3章で主に扱われている。第1章では、科学が「事実に基づく知識の体系であり、一連の仮説と理論³⁾であり、事実と仮説を関連付ける活動である」(BSCS, 1963a: 13) と定義される。そして、科学における事実や観察、実験、仮説、理論が、以下のように関連付けられている。

事実は、反復可能であり、確認された観察結果であり、科学の基礎となる。事実と好奇心は、科学的な問いを考え出す手助けをする。仮説と理論は、それら [筆者註: 科学的な問い] に論理的な解決策を提供する役割を果たす。仮説は、もしそれが新しい考えと検証可能な予測を提案する場合、有益な仮説である。仮説が、何度も追認され、認められたとき、それは理論とみなされるだろう。

(BSCS, 1963a: 13)

第2章では、科学的理論としての進化論の発展が以下のように論じられている。

進化は信条ではなく、科学的理論である。その理論は、事実の集合体を説明するよう展開されてきた。それは、より一層増えていく知識の集積と対照して、1世紀以上の間検証されてきた。……/すべての科学的理論のように、進化論は、研究がより多くの事実を見つけ出すにつれて、補強と修正が加えられてきた。それゆえ、現代の進化論は Darwin が発展させたものとは異なっている。進化論の最も強力な証拠の1つ

は、積み重ねられた事実が、それ〔筆者註: 進化論〕の失墜を導くのではなく、ましてやなおさら多くの事実を説明する際のそれ〔筆者註: 進化論〕の実用性の増加を導いてきたことである。

(BSCS, 1963a: 26-27)

第3章では、Lamarck と Darwin の進化論を題材に、理論における証拠と仮説の役割が扱われていた。Lamarck の進化論について、その基盤にある考えとして、用不用説と獲得形質が説明されていた。そして、「そのような後天的に得られた変化が子孫に伝えられることを示す証拠はいまだ知られていない」(BSCS, 1963a: 47) とされ、獲得形質を立証する証拠が無いことから、Lamarck の進化論は不十分であることが示されていた。Darwin の進化論については、Darwin が進化論を提案し、この理論が発展していく過程が扱われていた。Darwin が、ビーグル号の航海で収集した膨大な数の進化の証拠、Charles Lyell の理論、Malthus の人口論、種内の個体間の差異を示す証拠、家畜や栽培植物に行われる人為選択などを糸口に、進化のメカニズムとなる自然選択という仮説を提案したことが示されていた。そして、この仮説が、「度重なる検討によく耐えてきたために」(BSCS, 1963a: 53)、自然選択説という理論となったと説明されていた。

続いて、Darwin と Lamarck の進化論が、オオシモフリエダシヤクの工業暗化を例に比較されている。オオシモフリエダシヤクの集団が変化したことに対して、それぞれの理論に立脚した説明がなされている。それらの説明に対して、「大部分の生物学者にとって、工業地域におけるオオシモフリエダシヤクの集団の実際に生じた変化は、自然選択による Darwin の進化論がどのように作用したかを示している」(BSCS, 1963a: 57) と、Darwin の進化論が支持されていることが述べられている。

最後に、自然選択による Darwin の進化論を支持する最近の実験や証拠として、マウスを使った自然選択の実験やバクテリアのペニシリンに対する抵抗力の実験、DDT に対する害虫の抵抗力の獲得、などが説明されている。

このように、初版の教科書 (BSCS, 1963a) においては、単元1の第1章で科学とは何かについて述べ、第2章で科学的理論としての進化論について説明されていた。第3章で

は、科学的理論としての進化論の発展を通して、科学の本質の一側面として、科学的理論の構築と発展過程が例証されていたと指摘できる。

2-2) 第9版の教科書 (BSCS, 2006a) の分析結果

第9版の教科書 (BSCS, 2006a) では、進化は、序章の「科学の方法」で扱われていた。はじめに、日常の問題解決が感情による意思決定に基づいていることに対し、「科学における問題解決は、データの解釈に基づいている。そのデータは、観察を通して得られた情報である」(BSCS, 2006a: 6) と、科学における問題解決とは何かの説明されていた。そして、「科学的な問題解決の良い例は、進化のトピックを含んでいる」(BSCS, 2006a: 6) とされ、科学的な方法が、進化論を発展させるためにどのように用いられるかへと学習が展開されていく。

まず、進化と科学的理論との関係が扱われていた。「理論は現在の観察の結果を説明し、新しい観察の結果を予測する」(BSCS, 2006a: 7) ものであり、科学的理論としての進化は、時間を経た生物の変化を説明すること、現在生きている生物と化石の類似と相違を予測すること、多数の観察の結果に支持されていることが説明されていた。

進化論として、Lamarck と Darwin の進化論が次のように説明されていた。Lamarck の進化論は、用不用説と獲得形質で構成されている。科学における他のアイディアが検証されるのと同様に、Lamarck の進化論も実験と観察を通して検証されなければならない。彼の進化論は反証されたために棄却されなければならない。また、彼の進化論に基づく説明は、「時間を経た生物の変化に対する観察の結果を予測することにうまくいかない」(BSCS, 2006a: 8) という説明がなされていた。

Lamarck の進化論の後に、Darwin の進化論の概要が自然選択や適応とともに説明されていた。ここでは、Darwin の進化論が提案され、発展してきた過程が次のように扱われていた。Darwin は、ビーグル号での航海で多様な生物を観察し、Lyell の提唱した斉一説をもとに新たな問いを立てた。そして、彼は、データの見直しや世界中での多数の観察によってそれらの問いの解決を試みたことが説明されている。続いて、自然選択による Darwin の進化論の概要について説明されている。その中で、Darwin は自身の観察結果に

加え、Malthus が提案した理論も援用しながら自身の理論を展開していったことが説明されている。また、Darwin が自然選択による進化論を提案していく過程で、「観察をし、仮説を立て、それらを説明する理論を発展させる」(BSCS, 2006a: 18) といった、科学の方法を用いたことも述べられていた。Darwin の進化論は多くの検証可能な仮説を提案したこと、その後の多くの実証的研究によって支持されていることも述べられていた。

次に、Lamarck と Darwin の進化論が比較されている。Lamarck の進化論に比べ、Darwin の進化論が普及して行った理由について、自然選択による Darwin の進化論は、「現存する観察の結果を説明し、さらなる観察の結果を予測する」(BSCS, 2006a: 12) ためと説明されている。

自然選択による進化論の概要に加え、この理論が強力な理論である理由が「THEORY」というコラムで説明されていた。ここでは、はじめに科学的理論を日常における理論と区別するために、「理論は、事実と法則および推論から成る包括的な説明であり、多くの観察結果、多様な側面からの証拠に支持された説明である。理論は、科学的コミュニティーによって認められている」(BSCS, 2006a: 13) と定義されていた。そして、「理論は論理的な仮説を導くため、それら [筆者註: 理論] は科学者が予測を立て、検証することを可能とする」(BSCS, 2006a: 13) という科学的理論の性質が説明され、Darwin の進化論における「変化を伴う由来 (descent with modification)」と「自然選択」の2つの理論が、科学的理論の性質と如何に一致するかが論じられていた。最後に、新たな実験や観察の結果による科学的理論の可変性を説明し、進化論も新たな研究によって修正され続けてきたことが述べられている。

第9版の教科書 (BSCS, 2006a) の序章における「知る方法としての科学」では、科学を科学たらしめる4つの特徴が挙げられている。第9版で挙げられている科学の特徴を以下に示した。これらの4つの特徴は、若干文言が異なるが、第6版 (BSCS, 1990) にも示されていた。

- ① 科学は、自然界は探究可能で、私たちが理解できる範囲の言葉で説明可能であるという前提に基づいている。

- ② 科学は、観察と制御された実験に基づいている。
- ③ これらの観察と実験の結果は、(少なくとも原則として)他の科学者によって繰り返し行うことができ、検証できなければならない。
- ④ 科学の発見は、反証可能でなければならない。言い替えれば、もし仮説が実験と観察に支持されなければ、その仮説は棄却されるか、修正されなければならない。同様な原理が理論に対しても真である。

(BSCS, 2006a: 14)

これらの特徴と、本書での進化と科学の本質とを関連付けた扱いを比較すると、特徴の②と③と④が進化に関する学習内容を通して例証されていると指摘することができる。

ところで、第6版の教科書(BSCS, 1990)に続き、第9版の教科書(BSCS, 2006a)でも創造論について言及されている。それは、「Focus On」というコラムでなされていた。このコラムでは、「疑似科学は、文字通り、誤った科学である。数人の調査者は、自身の研究を科学的であると主張するが、それらの研究は科学の定義を満たしていない。そのような研究は、疑似科学に分類され得る」(BSCS, 2006a: 16)と説明されていた。そして、「疑似科学的な主張を入念に評価することを学ぶことで、多大な時間と労力そしてお金を節約することができる」(BSCS, 2006a: 16)と述べられていた。

このコラムでは、科学と疑似科学の混同により生じた例として、1980年代のアーカンソー州とルイジアナ州で起きた科学教師に進化と創造論あるいは創造科学を均等な時間を充てて教えることを要求する法律の制定が挙げられている。そして、創造科学やIDなどが科学ではない理由として、これらが科学の方法に従わないこと、創造論の仮説は検証できないこと、創造論者は観察結果が支持しなくても自身のモデルを修正しないことが説明されていた。第6版の教科書(BSCS, 1990)においても、創造論が「疑似科学」として説明されていた。

第3版の教科書(BSCS, 1976)、第4版の教科書(BSCS, 1980)、第6版の教科書(BSCS, 1990)は、第9版の教科書(BSCS, 2006a)の分析結果と同様に、LamarckとDarwinの進化論の発展過程を通して、科学的理論の発展が例証されていた。しかし、科

学の4つの特徴や創造論が「疑似科学」として説明されていたのは、第6版の教科書（BSCS, 1990）と第9版の教科書（BSCS, 2006a）であった。

3) 進化と生物の多様性の扱い

教科書における進化と生物の多様性の扱いについて、分析した。ここでも、初版と第9版の教科書（BSCS, 1963a; BSCS, 2006a）の分析結果を例に挙げてみていこう。

3-1) 初版の教科書（BSCS, 1963a）の分析結果

初版の教科書（BSCS, 1963a）の単元1の第2章では、生物の分類と進化に焦点が当てられていた。ここでは、多様な生物を整理することの困難さが述べられ、科学者が生命の多様性の問題に取り掛かるために、生物を分類する必要があると説明されていた。そして、生物間の類似と相違が生物の分類の手助けとなり、「生物をグループやカテゴリーに分けること」（BSCS, 1963a: 22）が分類であると述べられていた。

続いて、生物の分類の歴史が、古代ギリシャの哲学者である Aristotle や、分類学の父と称される分類学者の Carl Linnaeus などの人物とともに概説されていた。種を固定的な存在とする Linnaeus の分類システムが、変異した生物を分類することに困難を生じたことなどが説明されている。

進化は、生物学者にとって「生物が変化すること、そして種全体は、時間の経過とともに変化すること、さらに、いくつかの種は絶滅して、他の種は生じるということ」（BSCS, 1963a: 26）を意味していることが述べられている。そして、「彼ら〔筆者註: 生物学者〕は、構造上の類似性に応じて多様な生物を分類できるだけでなく、進化論に応じて分類できるようになった。私たちの現在の分類システムは、ある種の生命体が他の生命体からどのように進化したかに関する前提に基づいている」（BSCS, 1963a: 29）として、分類の基盤となる科学的理論として進化が説明されている。Linnaeus による分類と進化に基づく分類の関係について、進化の観点からすると構造の類似は近縁を、構造の相違は遠縁を意味することから、Linnaeus の分類で用いられていた構造の類似は、現在でも分類に活用できることが説明されている。

このように、初版の教科書（BSCS, 1963a）の単元1の第2章では、生物の多様性を理解するための分類の基盤となる考え方として進化が示されていたことが明らかになった。

3-2) 第9版の教科書（BSCS, 2006a）の分析結果

第9版の教科書（BSCS, 2006a）では、単元4の第18章において、進化が生物の多様性と関連付けて扱われていた。この章では、生物の多様性を理解するためには分類システムが必要であり、現在広く用いられている分類システムは、生物間の進化を考慮して生物を分類していることが説明されていた。そして、分類が重要である科学的な理由が、生態学における重要な役割と生物の統一性の理解の側面から述べられていた。分類が生態学において重要である理由は、生態系の種の大部分が同定されておらず、これらを同定することは生態系を保護することにもつながるためであり、分類が生物の統一性の理解において重要である理由は、祖先的な類縁関係に基づいて種を分類することは、地球上の生物を統合する系統樹を作り出すことになるためであると説明されていた。

生物を分類する上で、分類の専門家は、多くの生物の特徴をもとに生物を分類していることが説明された。分類は、「単に類似を示しているだけでなく、関連した進化的な祖先を示唆する構造」（BSCS, 2006a: 466）、つまり相同に着目していることが述べられていた。また、化学的な相同も進化的な近縁を示すことが説明され、細胞の高分子化合物の構造の類似などがその例として挙げられていた。

従来から用いられてきた Linnaeus の分類システムと進化の考えの関係について、以下のように述べられていた。

Linnaeus の時代以降のこのシステムにおける最も重要な変化は、Charles Darwin の研究によってもたらされた。Linnaeus は、種をそれらの相似と類似に応じて分類することで、自然界を理解しようとした。その後、Darwin の考えが広く認められるようになった頃、分類の意味が変化した。生物学者は、進化的な関係を記述する手段として分類を見做しはじめた。今日では、それぞれのグループが1つの祖先種から由来するように、彼らは生物を分類しようとしている。

このように、生物の多様性を説明するために分類が必要であり、分類の基盤となる考え方として進化が示されていた。

第3版の教科書 (BSCS, 1976)、第4版の教科書 (BSCS, 1980)、そして第6版の教科書 (BSCS, 1990) の分析結果においても、初版の教科書 (1963) や第9版の教科書 (BSCS, 2006a) と同様に、生物の多様性を理解するための分類の基盤となる考え方として進化が示されていたことが明らかになった。

4) 進化と社会との関わりに関する内容

進化と社会との関わりに関する内容を分析した結果を、初版の教科書 (BSCS, 1963a) や第9版の教科書 (BSCS, 2006a) の分析結果を例に挙げてみていこう。

4-1) 初版の教科書 (BSCS, 1963a) の分析結果

初版の教科書 (BSCS, 1963a) では、進化と社会との関わりに関する内容として、単元1の「第3章 進化の過程：2つの対立する考え方」における「自然選択を裏付ける実験」と「自然選択の最近の例」が挙げられる。ここでは、細菌の抗生物質に対する耐性の獲得や、害虫の殺虫剤に対する耐性の獲得が扱われている。黄色ブドウ球菌が抗生物質であるペニシリンに対する耐性を獲得するようになった過程を調べた実験の結果が示され、害虫であるイエバエが殺虫剤の DDT に対する耐性を獲得するようになった過程が自然選択によって説明されている。

本書ではこれらの事例がなぜ生じたのかを、進化の観点から説明しており、まさに自然選択の例としてこれらの題材が挙げられている。第3版の教科書 (BSCS, 1976) と第4版の教科書 (BSCS, 1980) においても、同様に、これらの事例がなぜ生じたのかが、進化の観点から説明されている。

4-2) 第9版の教科書 (BSCS, 2006a) の分析結果

第9版の教科書 (BSCS, 2006a) における進化と社会との関わりに関する内容として、序章の「新しい生物学」における内容と、単元4の「複数の側面からの証拠」における内容を挙げるができる。「新しい生物学」における内容では、AIDS とその治療法について次のように説明されている。AIDS の治療法としてワクチンが開発されているが、HIV の変化が早いため、あらゆる種類の HIV に効果があるワクチンはないこと、そして、「そのウィルスはかなりの早さで進化するために、人間に感染している間に多様なウィルス株が出てきてしまう。今日では、科学者は 15 種類以上の異なるワクチンをテストした後でも、安全で効果的なワクチンを未だ見つけていない」(BSCS, 2006a: 3) という現状が述べられている。

単元4の「複数の側面からの証拠」における内容では、人類の病気における進化の役割について以下のような説明がなされている。

人類の病気における進化の役割は、医療科学の高まりつつある関心の中心となっている。例えば、細菌にみられる飛躍的で、いくぶん危険な進化のプロセスは、遺伝子と分子レベルで分析されてきた。抗生物質に一度殺された多くの細菌株は、今では耐性を持っている。健康への深刻な脅威は、多様な抗生物質への耐性を持つ結核感染の増加である。過去 50 年間における抗生物質の広範にわたる利用は、以前は稀であった耐性を持った細菌に有利にはたらく選択圧を生み出してきた。実験室では、科学者は、ある種の抗生物質への細菌の曝露を次第に増やしていくことで、この進化のプロセスを再現することができる。この選択圧は、耐性を持つ新たな集団を生み出す。その結果、抗生物質はその新たな集団から大部分の競争を排除することになる。同様のプロセスが、昆虫にみられる農薬耐性の発展を引き起こしてきた。

(BSCS, 2006a: 506)

これまで自然選択の例として示されてきた細菌の抗生物質への耐性の獲得や害虫の殺虫剤への耐性の獲得が、「健康への深刻な脅威」という言葉からもわかるように、社会そして人類に関連した深刻な問題としても示されていることが指摘できる。ウィルスの進化の

早さとワクチン開発の困難さについて言及されていることについても、同様な指摘ができる。ちなみに、「CONNECTIONS」において進化と社会との関わりに関する内容があるかどうか調べたが、そのような記述を見つけることはできなかった。

第6版の教科書（BSCS, 1990）では、単元1の「新しい生物学」でAIDSとその治療方法について説明がなされている。また、第6版の教科書（BSCS, 1990）では、従来の版のように、細菌と抗生物質のペニシリンを用いた自然選択の実験が紹介されている。

第3節 “*BSCS Biology: A Human Approach*” の第3版の教科書における進化の扱い

1) “*BSCS Biology: A Human Approach*” の開発の背景と概要

“*BSCS Biology: A Human Approach*”（以降、AHAとする）は、従来の青版などの伝統的なプログラムとは異なり、K-12 学年（日本で言うところの幼稚園から高等学校に相当）までを対象とした「K-12 の一連の革新的なプログラム(K-12 sequence of innovative programs)」のハイスクール段階のプログラムとして1992年から開発された(BSCS, 1993)。教科書の初版は、1997年に出版されている。

BSCS (1993) をもとに、AHAを含む「K-12の一連の革新的なプログラム」に共通する特徴は、以下の7点にまとめることができる。

- (1) プログラムは主要な概念的テーマと科学的探究のプロセスに基づいて構成されている。
- (2) BSCS 5 E 教授モデルが活用されている。
- (3) BSCS 5 E 教授モデルにおいて協働学習が活用されている。
- (4) 多様な生徒集団を対象としている。
- (5) 社会、倫理、そして社会政策に関するトピックについて取り組んでいる。
- (6) 技術を学習領域として位置づけている。
- (7) 教育工学を活用している。

BSCS 5 E 教授モデルとは、BSCS が構成主義学習論に基づいて考案した教授モデルであ

り, 頭文字 E から始まる 5 段階の学習活動 (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) で構成される。

上記の (1) にも関係するが, AHA の教師用ガイド (BSCS, 2006d) によれば, プログラムを構成する概念的枠組みとして “*Developing Biological Literacy*” と教師用参考書の第 4 版に示されている 6 つの統合原理が単元構成に活用されている。また, AHA は, プログラム名にも冠してあるように, 人間を中心的な題材としてプログラムが構成されている。

さらに, 教科書の構造も伝統的に改訂されてきた青版とは大きく異なっている。青版の教科書は, 学習内容に関する説明が大部分を占めているのに対して, AHA の教科書では, 生徒が行う学習活動の手順や問いについての記述が大部分を占めている。それらの学習活動についての説明の間に, その学習活動と関連する内容を示したコラムのようなもの (「SCENARIO」や「NEED TO KNOW」, 「PROTOCOL」などがある) が配置されている。また, 従来のような学習内容に関する説明は, 活動の間に読む「ESSAY」として各単元の最後にまとめられている。教科書の学習活動についての説明の脇に, 「ESSAY」を意味するアイコンが配置され, 生徒は学習活動を進めていく中で適宜これらのアイコンで指定されたものを読んでいくと考えられる。

本研究では, 入手できた AHA の第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) を分析した。分析の視点はこれまでと同様に, 教科書全体の学習内容における進化の扱い, 教科書の導入部分で見られる進化と科学の本質の扱い, 進化と生物の多様性の扱い, 進化と社会との関わりに関する内容の 4 点である。

2) 教科書全体の学習内容における進化の扱い

AHA の第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) の学習内容は, 次頁の表 4 - 9 に示したように, 導入と 6 つの単元で構成されている。既に指摘したが, これらの単元は, 6 つの統合原理に基づいて構成されている。

表 4 - 9 AHA の単元構成

| | |
|------|--------------------------------|
| 導入 | |
| 単元 1 | 進化：生物システムにおける変化のパターンと産物 |
| 単元 2 | 恒常性：生物システムにおける動的平衡の維持 |
| 単元 3 | エネルギー，物質，そして組織：生物システムにおける関わり合い |
| 単元 4 | 連続性：生物システムにおける繁殖と遺伝的形質 |
| 単元 5 | 発生：生物システムにおける成長と分化 |
| 単元 6 | 生態学：生物システムにおける相互作用と相互依存 |
| 評価 | |

(出典：BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition)*, Kendal/Hunt publishing company, 2006c.をもとに筆者がまとめた。)

AHA の第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) の各単元の学習内容における進化に関する学習内容を分析した結果を示していく。単元の前に配置されてある「導入」では、科学者とは何か、科学の本質について扱われる。ここでは、進化を含む BSCS の統合原理についての説明はなされるが、それ以外の進化に関する学習内容はみられなかった。「単元 1 進化：生物システムにおける変化のパターンと産物」では、進化が中心に扱われる。この単元では、生物の共通性と多様性、遺伝的変異などが扱われる。具体的には、地球の歴史や進化の証拠、自然選択による進化論、分類と進化などが扱われる。「単元 2 恒常性：生物システムにおける動的平衡の維持」における進化に関する学習内容として、進化の結果としての極地での哺乳類の適応、さまざまな適応としての爬虫類と鳥類と魚類および人類の塩濃度調節、恒常性を保つメカニズムの進化、などを挙げる事ができる。「単元 3 エネルギー、物質、そして有機組織：生物システムにおける関わり合い」では、進化に関する学習内容として、環境への生物の適応として生じた骨格と筋肉のつき方の多様性、進化の産物としての生物に共通する ATP を用いた代謝過程、好気呼吸の進化と好気呼吸による複雑な生物への進化の可能性などを挙げる事ができる。「単元 4 連続性：生物システムにおける繁殖と遺伝的形質」では、進化における変異の役割について、性選択、紫外線と人類の肌の色を司る遺伝子の進化、進化や遺伝学の理解から考えた人類の将来、などの進化に関する学習内容が扱わ

れている。「単元5 発生：生物システムにおける成長と分化」における進化に関する学習内容としては、自然選択と発生過程の関係、発生と進化、などが挙げられる。「単元6 生態学：生物システムにおける相互作用と相互依存」では、進化に関する学習内容として、捕食者と非捕食者との関係における適応、競争と進化、などが扱われていた。「評価」では、進化を含むこれまでの学習内容の復習や新しい内容への応用などがなされている。

このように、進化はAHAの教科書全体の学習内容において扱われていた。この点について、Bybeeは、「ハイスクールの生物学に向けたもっとも新しいプログラム、*BSCS Biology: A Human Approach* (1997)は、進化に関する章から始まり、教科書を通してその主題を強調している」(Bybee, 2001: 20)と述べている。本研究においても、進化が教科書の学習内容全体を通して扱われ、生物のさまざまな事物・現象そして生物学の他の領域と関連付けて扱われていたことが確認できた。

1) 進化と科学の本質の扱い

科学の本質に関する内容は、単元の前に配置されてある「導入」で扱われている。ここでは、科学としての生物学とその他の営みが以下のように説明されている。

生物学は、科学的なプロセスによって、生物が何を行っているのか、また彼らはそれをどのように行っているのかを説明する1つの方法である。生命について考える方法は他にも存在している。あなたは生物を詩で読んでみたり、描いてみたり、物語で書き表すことができる。これらの営みは素晴らしい価値があり、人類の生活に重要な側面を与えることになる。しかしながら、生命を描写するこれらの方法は、科学的アプローチとは言えないだろう。科学的アプローチにおいては、説明は、情報と証拠を集めることで、そして既知の内容を理路整然と分析することで答え得る問いに基づいている。

(BSCS, 2006c: 12)

このような科学としての生物学の本質の説明の後に、6つの統合原理が示され、それぞれがどのような原理であるかが説明されている。

進化を中心的に扱う単元1においては、第2章「進化：時間を経た変化」で進化と科学的説明との関係が扱われる。この章の目標の1つに、「進化は地球上の生命の多様性に対する科学的説明である」(BSCS, 2006d: 61) ことを学ぶことが挙げられている。

この章は、以下の表4-10で示した7つの学習活動によって構成されている。

表4-10 第2章の学習活動

| 学習活動名 |
|------------------|
| ルーシー |
| 地球の歴史をモデル化する |
| 時間を経て生じた変化に対する証拠 |
| 進化を説明する |
| 自然選択をモデル化する |
| 文化に対する冷静な目 |
| 起こっている最中の進化 |

(出典：BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition)*, p. 35, Kendal/Hunt publishing company, 2006c.をもとに筆者が作成した。)

第2章の各学習活動の概要を示すとともに、進化がどのように科学の本質と関連付けられているかをみていく。最初の学習活動「ルーシー」は、ヒト科の動物の祖先の化石についての学習を通して、ヒトも含む生物が時間をかけて変化することを学ぶ学習活動である。この学習活動で、教科書中の「NEED TO KNOW」の中で、証拠と推論の関係について扱われている。「NEED TO KNOW」では、「ある種の直接的な証拠から論理的に導出される結論は、推論として知られる」(BSCS, 2006c: 38) と説明されている。また、「証拠から論理的に導出されない結論は単なる憶測である。憶測は、科学的結論を導き出すための是認された方法ではない」(BSCS, 2006c: 38) とし、科学においては憶測ではなく、推論を提案しなければならないことが述べられている。

2つ目の学習活動「地球の歴史をモデル化する」では、地球の歴史が扱われている。

3つ目の学習活動「時間経て生じた変化に対する証拠」は、科学の他の領域からの進化論

を支持する科学的証拠について調査する学習活動である。この学習活動では、生徒は、古生物学者、進化生物学者、発生生物学者、自然人類学者の4つのグループに分かれ、各領域から得られる進化を支持する科学的証拠を収集することになっていた。例えば、古生物学者を担当する生徒は、地層の堆積の仕方や化石のでき方、化石に見られる類似とそれらの化石のできた順序等から進化の証拠を見出すことになる。進化生物学者を担当する生徒は、鳥の手羽先を解剖し、鳥の骨格とコウモリの羽根の骨格、人間の腕の骨格に見られる類似などを調査する。さらに、ヒトとクジラ、ヘビの痕跡器官を調査することにより、進化の証拠を見出していくようである。発生生物学者を担当する生徒は、脊椎動物では胚発生が類似することや、ヒトとチンパンジーのDNAが類似することを証拠として調査することが任せられ、自然人類学者を担当した生徒は、チンパンジーとヒト、アウストラロピテクスからホモサピエンスまでの頭蓋骨を比較して進化の証拠を見出していくことが任せられる。このようにして、この学習活動では、進化論が単なる憶測ではなく、科学的証拠に基づいていることが学ばれることになっていた。

4つ目の学習活動「進化を説明する」は、Darwinの自然選択による進化論を学ぶ学習活動である。ここでは、「Darwinは変化を伴う由来（descent with modification）を提案する」という「ESSAY」を読んで、Darwinが進化の考えを提案するに至った過程を学ぶことになっている。この「ESSAY」では、ビーグル号での航海中の標本収集や多様な生物の観察、航海後のDarwinの熟考、『種の起源』出版までのAlfred R. Wallaceとの交流などを通して、進化の考えを提案するに至った過程が示されている。また、この学習活動では、「自然選択による進化」という別の「ESSAY」も読むことになっている。この「ESSAY」では、Darwinが自然選択による進化論を提案するに至った証拠となる事実と推論の関係が説明される。次項の表4-11に、教科書で示されているErnst Mayrによる「自然選択説の論理」を示した。

表 4 - 11 自然選択説の論理

Mayr の要点リスト

事実 1 : すべての種は、もし生まれてくるすべての個体が繁殖に成功したら、その集団の規模を飛躍的に増加させるだろう程の非常に多くの子孫を生み出す可能性を備えている。

事実 2 : 季節による変動を除けば、大部分の集団の規模は安定している。

事実 3 : 自然の資源は限られており、安定した環境の下では、それらは比較的一定のままである。

推論 1 : 得られる資源が養うことができる以上の個体が生み出されるため、そして、集団の規模も安定した状態であることから、集団の個体間に激しい生存競争 (Struggle for survival) があるに違いない。これは、次世代の子孫のほんの一部、たいていごく少数の生存を導く。

事実 4 : 集団において、完全に同じ個体は存在しない。むしろ、全ての集団は、非常に多様な特徴を示している。

事実 5 : この多様性の大部分は、遺伝される。

推論 2 : 生存競争において生き残ることは、ランダムではなく、生存した個体から引き継がれた特徴に部分的に依存している。この同等ではない生存が、周囲の環境に最も適した特徴を持つ個体に有利にはたらく自然選択のプロセスである。

推論 3 : 世代を超えて、この自然選択のプロセスは、集団に連続する漸次的な変化をもたらすだろう。つまり、進化と新しい種の形成を導くだろう。

(出典 : BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition)*, p. 115, Kendal/Hunt publishing company, 2006c adapted from Mayr, E.: *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance*, Harvard University Press, 1982)

「ESSAY」の「自然選択による進化」では、これらの事実 1～5 に基づいてどのように Darwin が推論し、自然選択による進化論を構築していったのかが示されていた。

この学習活動では、「正しい理論？」という「ESSAY」も読むことになっている。この

「ESSAY」では、科学的理論とは何かについても言及されている。日常で用いられている理論はそれを支持する十分な証拠を持たないことが説明された後で、「科学的理論は、多様な力強い証拠がそれらを支持しているために、科学のコミュニティから極めてよく認められた説明である」(BSCS, 2006c: 119) と述べられている。また、「対照的に、科学的理論は、すでに大規模に検証され、多くの観察結果と証拠に支持された仮説である。よい理論というものは、私たちが既に知っているデータを説明し、明るみになる更なるデータと関連付け、説明する。実際に、よい理論はまた、新しいデータを予測し、私たちが未だ認識していないだろう新しい関係性を提案する」(BSCS, 2006c: 120) とも述べられている。そして、Darwin の進化論については、この理論を支持する膨大な数の科学的証拠が存在すること、この理論は既存のデータと同様に、継続して集められてきたデータの両方を説明すること、そして新しい現象をうまく予測することから、科学のコミュニティに科学的理論として認められていると説明されている。

5つ目の学習活動では、自然選択をシミュレーションする活動がなされ、6つ目の学習活動では、文化的適応について扱われる。7つ目の学習活動では、進化の観点から細菌の抗生物質への耐性獲得などについて考える活動がなされる。

このように、Darwin の進化論を通して、科学的理論の論理的構造、科学的理論の本質などが扱われていた。

2) 進化と生物の多様性の扱い

単元1の第3章の学習活動の1つである「多様性を体系づけるために統一性を活用する」を具体例として、進化と生物の多様性の扱いをみていく。教師用の教科書によると、ここで学ぶ主要な概念は、「分類体系は利用された基準を反映している；生物学的な分類体系は階層的であり、進化的な関係性を反映している」(BSCS, 2006d: 125) であった。次頁の表4-12に第3章の学習活動「多様性を体系づけるために統一性を活用する」の概要を示した。

表 4 - 12 学習活動「多様性を体系づけるために統一性を活用する」の概要

パート A 手段としての分類

- ・ 生徒は班で、教師が用意した物体を、4つのグループに分類する。その際に、その班は、分類の基準（物質の形、色、素材、機能の類似と相異）と分類体系を明確化し、提示する。
- ・ 別の班が行った分類を見て自分たちの分類の基準と比較する。
- ・ 教科書にある質問に答えながら、分類には分類の基準が必要であることなどを考える。

パート B 生物学的分類

- ・ 数種類の鳥を示した鳥類のカードを用いて、班でそれらの生物を階層的に分類する。
- ・ 自分たちの作成した鳥類の分類体系と、生物学者が生物を分類するために用いる階層構造の分類体系（界・門・綱・目・科・属・種）とを比較する。そして、自分たちが今行っている分類はどの段階に相当するのかを考える。
- ・ 階層構造の分類体系に従って、鳥類のカードによる生物学的分類を完成させる。
- ・ 教科書にある質問に答えながら、階層構造の分類体系の各段階について考え、このような分類体系は、生物の間にある進化的関係について何を示しているかを考える。

分析

- ・ 科学的リテラシーを持つ市民が理解すべき生物学的分類体系の最も重要な3つの考え方を、教科書出版社の立場になって考える。
- ・ 教科書1ページの範囲で掲載したい分類についての学習内容を考え、作成する。
- ・ 各班で見せ合い、教科書編集者の立場でどれを選ぶかを考える。

(出典： BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition)*, pp. 73-78, Kendal/Hunt publishing company, 2006c. BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition) teacher guide*, pp. 125-132, Kendal/Hunt publishing company, 2006d. BSCS: *BSCS biology: a human approach teacher-resource CD-ROM*, pp. 4-50 - 4-55, Kendal/Hunt publishing company, 2006e. をもとに筆者が要約してまとめた。)

学習活動は大きく「パート A 手段としての分類」、「パート B 生物学的分類」、「分析」

に分けられている。「パート A」では、生徒は無生物の物体を分類し、形や素材などにおける類似と相異を基準として分類することを学習することになっている。「パート B」では、鳥類をデータに沿って分類し、科学者が用いる階層構造をとる分類体系を学習する。そして、これらの分類が生物間の進化的な関係に対して何を意味するのかを考えることになっている。最後の「分析」では、自分たちが学んだ内容を用いて教科書を作成するシミュレーションを行うことになっている。

この学習活動において読むことになっている「ESSAY」の「多様性を体系化する」では、多様性をどのように体系化するか、つまり分類について、以下のように生物学者が分類体系を構築してきたことが述べられている。

生物学者は、同様に、彼らが様々なタイプの生物システムについて収集した情報を組織化するための独自のシステムを発展させている。これらの情報をカテゴリーに分ける重要な1つの方法は、ある生物がどれほど古い共通の祖先を共有しているかに基づいている。それ故、生物学者は、知られている数百万の種の間には存在する進化的な関係性に対する理解を反映した分類体系を発展させている。

(BSCS, 2006c: 141)

この「ESSAY」の終盤では、「生物学的分類は、約 200 万種の異なった生物を、それらの進化的な関係性に基づいたカテゴリーに整理する方法を提供している」(BSCS, 2006c: 144)と述べられている。

以上のように、この学習活動では、階層構造をもつ生物学的分類体系に準じて生物を分類することだけでなく、その生物学的分類体系がどのように構築されているかについても扱われていた。そしてその中で、進化は分類の基盤となる考え方として示されていたと考えられる。

3) 進化と社会との関わりに関する内容

進化と社会との関わりに関する内容として、単元1の第3章の学習活動「起こっている最

中の進化」が挙げられる。この学習活動では、進化は抗生物質と細菌の抗生物質への耐性の獲得との関連の中で扱われている。ここでは、以前まである細菌に効いていた抗生物質が、その細菌が耐性を獲得してしまったために効かなくなっていった例が挙げられている。そして、どのようにこれらの細菌が進化の過程で抗生物質に対する耐性を獲得していったのかを生徒に考えさせている。また、この学習活動で読むことになっている「NEED TO KNOW」では、最近になって多様な抗生物質が開発されたこと、抗生物質は西洋の医療に劇的な変化をもたらしたこと、患者は抗生物質が効かない場合でも、抗生物質の処方并要求していることも説明されている。

このように、身近な抗生物質に関する問題として、細菌の抗生物質への耐性の獲得が題材として扱われ、この獲得の過程を進化の観点から考える機会が設けられていた。

第4節 BSCS の補助教材における進化の扱い

本節では、青版やAHAのような1年間にわたり実施されるプログラムではなく、進化に関する補助教材に着目し、それらの生徒用の図書や教師用の図書を分析する。その際に、開発の背景と概要、補助教材の生徒用の図書や教師用の図書における進化の扱いに着目する。

1) “*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” にみられる進化の扱い

1-1) 開発の背景と概要

BSCS (2000) によれば、“*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” は、ハイスクールの生物学や総合科学の一部の単元の代わりに使用することを意図した差し替え可能な単元 (replacement unit) として開発された。この単元の教材として、教師用ガイドの CD-ROM が附属されてある生徒用の図書が 2005 年に出版されている。以降、この生徒用の図書を指して補助教材とする。

“*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” の開発の背景には、全米科学教育スタンダードで示された科学の本質が、ハイスクールの生物教育に関するカリキュラムで具体化されていないことや、進化の指導に関する論争があるために、教師が進化

を指導できるよう支援する必要があることがあった (BSCS, 2000)。また, BSCS は, 「進化は, 生徒の科学の本質に関する理解を促進させる理想的な内容領域を提供している」 (BSCS, 2000: 15) とし, 進化と科学の本質を関連して指導する重要性を指摘している。

進化と科学の本質を関連して指導するという開発の意図は, 単元の主要な目標 (goal) にも反映されている。単元の主要な目標 (goal) として, 「科学の本質と生物の進化に関する生徒の概念的理解の促進と科学的探究のスキルの発展」 (BSCS, 2002: 11) が挙げられている。また, 生徒用の図書には, 随所に「Color Key」と呼ばれる註釈があり, 進化に関する重要なアイデアとともに, 科学の本質に関する内容も示されている。

1-2) 補助教材における進化の扱い

生徒用の図書をもとに, “*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” における進化の扱いを分析する。生徒用の図書 (BSCS, 2005) は, 以下の表 4 - 13 で示した 6 章より構成されている。

表 4 - 13 章構成

| 章 | 章名 |
|---|---------------------------|
| 1 | 生命を知る方法 |
| 2 | Charles Darwin と彼のアイデアの発展 |
| 3 | 進化の証拠 |
| 4 | 進化の遺伝学的根拠 |
| 5 | 起こっている最中の進化 |
| 6 | 進化の視点から見ると |

(出典: BSCS: *The nature of science and the study of biological evolution*, BSCS and NSTA press, 2005. をもとに筆者がまとめた。)

各章を概説すると, 「第 1 章 生命を知る方法」の内容は, 多様性や共通性そして適応の意味や, 知る方法としての科学, 科学的説明の特徴などの科学の本質に関する内容などである。「第 2 章 Charles Darwin と彼のアイデアの発展」の内容は, Darwin の生涯や, 彼

が自然選択による進化論を構築し発展させていく過程、科学者としての Darwin の功績、進化論の発展、彼の理論における 5 つの重要なアイデアなどである。「第 3 章 進化の証拠」の内容は、化石の記録や相同器官など多数の進化を支持する証拠などであり、「第 4 章 進化の遺伝学的根拠」の内容は、遺伝子流動や遺伝的浮動そして突然変異などの進化論を支持する遺伝学的根拠などである。「第 5 章 起こっている最中の進化」の内容は、自然選択のパターンや種分化などが事例やモデルを通して説明されている。「第 6 章 進化の視点から見ると」では、人類の起源や進化、人類が進化に及ぼす影響、進化についての誤概念などが述べられている。

開発の段階で意図されていたように、生徒用の図書では、進化と科学の本質は関連づけて扱われている。「第 1 章 生命を知る方法」では、知る方法としての科学とその視点から見た進化が説明され、次に、進化が科学的理論としての基準を満たしていることなどが示されている。知る方法としての科学については、次のような説明がなされている。「知る方法は、人類が世界の物事や事象を理解するために用いる方法ないしプロセスである」(BSCS, 2005: 10)。このような知る方法は多く存在するが、自然を対象として、実証的な証拠に基づいているのが、知る方法としての科学であると説明されている。そして、このような視座から進化について以下のような説明がなされている。

進化生物学は、種が時間を経てどのように変化するかに重点的に取り組む科学である。このように生命の歴史に着目することは、ある部分では、進化を歴史学と見なすことになる。歴史学は、過去と現在の手掛かりを用いて、過去の事態の成り行きを推論する。進化生物学はまた、集団における進行中の進化的変化を調査する、観察と実験に基づいた科学である。

(BSCS, 2005: 11)

続いて、科学的説明の特徴について説明されている。主に説明されていた 3 点の特徴を箇条書きの形式にして以下に示した。

- ・ 科学的説明は、*経験的な証拠*に基づいている。
- ・ 科学的説明は、*検証可能*である。
- ・ 科学的説明は、*変化*に関わっている。

(BSCS, 2005: 12-15)

これらの科学的説明の特徴に基づき、また National Academy of Sciences の “*Teaching about evolution and the nature of science*” (NAS, 1998) で示された定義に則り、科学的理論は、「証拠にしっかりと支持され、科学のコミュニティーで広く認められた説明」(BSCS, 2005: 15) として定義されている。また、証拠に基づくか否かで、科学的理論と日常生活で使われる理論という用語の違いが説明される。

進化は以下のように科学的理論として示されている。

科学者は、[筆者註: 生命の] 多様性と共通性そして適応に対して、地球上の生命についての膨大な証拠を考慮した説明を発展させてきた。この説明は、進化論と呼ばれている。それ [筆者註: 進化論] は理論としての性質を十分満たしている。なぜなら、多くの証拠がそれ [筆者註: 進化論] を支持しているためである。

(BSCS, 2005: 17)

このように、生物の多様性と共通性そして適応に対する科学的説明として進化論が示されていた。

また、「第2章 Charles Darwin と彼のアイディアの発展」では、進化論の発展の過程を例に、科学的理論が発展していく過程が例証されていた。Darwin のビーグル号での航海や、航海で得た観察の結果によって Darwin が自身の世界観を変容させたこと、彼が家畜などの人為選択からヒントを得て自然選択を考案したこと、収集した観察の結果に向き合う科学者として彼の姿勢など、Darwin が自身の説を提案するまでの過程が挙げられている。さらに、Darwin 以前の進化に対する説から Darwin の進化に対する説への変遷、Darwin が自身の説を提唱した後の科学者や社会のこの説に対する態度なども説明されている。

「第6章 進化の視点から見ると」では、進化と社会との関係も扱われていた。本章において、進化を理解することの重要性が以下のように述べられている。

地球上の生命に影響を与える重要な意思決定ができるように、あなたにとって進化を正しく理解することは重要である。「進化に影響を与える人類」のセクションで読んだ例を思い出しなさい。農薬、抗生物質、土地利用、遺伝子工学のような事柄に対するあなたの選択は、人間とその他の種の進化に影響を与えるだろう。あなたは、賢明な判断ができるくらい十分に進化論を理解しているだろうか？

(BSCS, 2005: 119)

引用で述べられている「進化に影響を与える人類」のセクションでは、人類がどのように他の種や人類自身の進化に影響を与えているかが説明されている。他の種の進化への影響については、例えば、殺虫剤や除草剤の利用によって、害虫や雑草に抵抗力が生じ、制御できなくなっていること、疾患を引き起こす微生物やウイルスに対する有効な新薬の開発と微生物やウイルスの新薬への抵抗力の獲得などが紹介されている。人類自身の進化に対する影響については、生活様式の変化が、人類の集団における牛乳を代謝する酵素の頻度に影響を与えたことが紹介されている。さらに、人類が他の種の進化に影響を与えるには、多額の費用がかかることも説明されている。

「進化に影響を与える人類」セクションでは、上記に挙げた事例についての説明と同時に、それぞれの事例について質問も付け加えられている。例えば、新薬開発の部分では、「抗生物質耐性菌や抗ウイルス抵抗性ウイルスはどのように進化したと思うか？このような事態は、人が進化を促す存在であることをどのように例示しているか？」(BSCS, 2005: 111) などである。

「第6章 進化の視点から見ると」では、生物学における進化の位置づけについて、Dobzhansky の言葉が引用されながら以下のように説明されている。

Theodosius Dobzhansky が進化の観点がなければ、生物学において意味をなすこと

は何もないと言ったことを思い出そう。なぜ彼はそのように言ったのだろうか？なぜなら、「進化の観点から捉えれば、もしかすると、生物学は知的側面に関してもっとも満足感を与え、想像をかき立てる科学である。その〔筆者註：進化の〕観点なしでは、それ〔筆者註：生物学〕は、山積みにされた種々の事実の集まりとなる。それらの事実の幾つかは、人の関心を引き、興味深いものであるが、全体として意味のある考えを作り出さない」ためである。この理由から、Darwin の進化論は現代生物学の基盤である。

(BSCS, 2005: 119)

進化論が生物の多様性と共通性そして適応を説明するとともに、「それ〔筆者註：進化論〕は、私たちが生理学、生化学、遺伝学、発生そして生物の行動についての発見の意味を理解する手助けとなる。実際に、それ〔筆者註：進化論〕は、私たちが自然について知っているすべてのことの意味を理解する手助けとなる」(BSCS, 2005: 120) とも述べられている。

以上のことより、本單元において、進化論を含む進化そのものの内容が扱われるとともに、進化と科学の本質や社会との関連、そして生物学における進化の位置づけなども扱われていたことが指摘できる。

2) “*Evolution and Medicine*” にみられる進化の扱い

2-1) 開発の背景と概要

“*Evolution and Medicine*” は、ハイスクールの科学教師や医療専門家および教育学の専門家、科学者、National Institute of Health の代表者と BSCS のカリキュラム開発専門家によって 2011 年に開発されたカリキュラム補助教材 (curriculum supplement) である (BSCS, 2011)。このカリキュラム補助教材 (以降、補助教材とする) は 1 冊の書籍になっており、教師用の印刷物、詳細な授業計画、生徒用のワークシートの原本で構成されている。つまり、この書籍は、教師用の図書として作成されている。この補助教材の学習内容は 5 つの授業で構成されており、50 分を 1 つの授業として約 10 日間で終わるように設計されている (BSCS, 2011)。次頁の表 4 - 14 に、5 つの授業名を示した。

表 4 - 14 “*Evolution and Medicine*” の 5 つの授業

| 授業 | 授業名 |
|----|------------------------|
| 1 | 医療における進化の役割についての考え |
| 2 | 乳糖不耐症と進化の調査 |
| 3 | 進化のプロセスとパターンが医療に情報を与える |
| 4 | インフルエンザを理解するために進化を活用する |
| 5 | 進化による説明を評価する |

(出典：BSCS: *Evolution and medicine*, 2011. をもとに筆者がまとめた。)

“*Evolution and Medicine*” では、その名の通り、進化と医療が関連付けて扱われる。進化がもたらす医療への最大の利点として、以下に示すことに対する理論的枠組みを提供することであると説明されている。

- ・ なぜ生物は病気にかかりやすいのか。
- ・ 感染性病原体はどのように進化するのか。そして、
- ・ 共通の祖先の存在が、科学者が人類の健康に関する問題を理解するために動物モデルでの結果を活用することに対して、どのような手助けとなっているのか。

(BSCS, 2011: 1)

この補助教材では、「第 9-12 学年の生徒が…を理解する手助けを行う」という形で、以下の 4 つの主要目的 (main objectives) が掲げられている。

1. 生化学的な問題を研究するための進化的比較の重要性。
2. 進化が人の病気に対する脆弱性についての多くの側面をどのように説明するか、そして自然選択の原理は特定の病気や健康に関係する状況にどのように応用されるのか、をふくむ病気に関する進化の役割。
3. 進化が、研究者と医療従事者が感染症をよりよく理解し、予防し、そして治療する

ことをどのように手助けしているのか。そして、

4. 進化と医学の学習を通じた科学的探究のプロセス。

(BSCS, 2011: 1)

主要目的として、生化学的な問題についての研究における進化の重要性や、病気に関する進化の役割、医療における進化の役割の理解と、これらの学習を通じた科学的探究のプロセスの理解が挙げられていることがわかる。

この補助教材は、以下の科学的リテラシーと関係した主要な目標 (goals) を生徒が達成する手助けとなるよう設計された。

- ・ 進化に関する一連の基本的な科学的原理と、進化が医療にどのように関わっているかを理解すること。
- ・ 科学的探究のプロセスを経験し、科学の本質と方法に関する改善された理解を深めること。
- ・ 社会における科学の役割と、基礎研究と人類の健康との関係を認識すること。

(BSCS, 2011: 5)

これらの目的および目標から、この補助教材では、進化そのものを理解することに加え、進化と医療の関係を理解することや、進化と医療の学習を通じて科学的探究や科学の本質に対する理解を深めること、さらに社会における科学の役割についても認識することが重視されていると指摘できる。

2-2) 補助教材における進化の扱い

教師用の図書 (BSCS, 2011) における進化の扱いをみていく。表 4 - 14 に示したそれぞれの授業は、1つないし2つの学習活動で構成されている。ここではまず、それぞれの授業の概要について提示する。

「授業1 医療における進化の役割についての考え」は、2つの学習活動で構成される。

1つ目は、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌を題材とした学習活動「アウトブレイク」である。ここでは、細菌が抗生物質に対する耐性を身に付ける過程を通して、自然選択による進化などについて学ぶことが意図されている。2つ目は、目の遺伝病である無虹彩症を題材とした学習活動「モデルと医療」である。ここでは、無虹彩症を生じさせる Pax6 遺伝子の塩基配列を調べたり、他の動物の Pax6 遺伝子の塩基配列と比較したり、系統樹の読み方を理解するための活動などが設けられている。これらの活動を通して、ヒトと他の種が共通の祖先を持っているために、同じような遺伝子を持っている場合があること、その場合は、別の種を用いた研究結果をヒトにも応用して考えることができることなどについて学ぶことが意図されている。

「授業2 乳糖不耐症と進化の調査」では、1つの学習活動「乳糖不耐症と進化の調査」が設けられている。ここでは、ヒトの乳糖不耐症が題材となっており、世界各地の乳糖不耐症の割合や、乳糖不耐症の遺伝的要因などを調べたりする活動などが設けられている。これらの活動を通して、ヒトがどのように乳糖を分解する消化酵素を生産できるようになっていったのか、これらのヒトがその後自然選択によってどのように進化してきたのか、などを学ぶことが意図されている。

「授業3 進化のプロセスとパターンが医療に情報を与える」は、2つの学習活動で構成されている。最初の学習活動「謎の病気の調査」では、マラリアとアルファ - サラセミアが題材となっている。ここでは、血液検査による貧血の原因究明や、貧血の原因であるアルファ - サラセミアの遺伝的要因、そして、マラリアとアルファ - サラセミアとの関係などを調べる活動などが設けられている。これらの学習を通して、遺伝病が他の病気に影響を与えていることや、遺伝子型の変異が異なった表現型を生じさせること、また、ある文脈では有害な遺伝病も、ほかの文脈で生存や生殖に効果がある場合は、自然選択によって人類の集団に保持されていくことなどを学ぶことが意図されている。2つ目の学習活動「研究を導くために進化を活用する」では、口唇口蓋裂が題材となっている。ここでは、系統図と口唇口蓋裂を生じさせる遺伝子の変異との関係などを調べる活動などがなされる。これらの活動を通して、長い間変化しない遺伝子配列があること、どのようにして自然選択がその配列を保っているのかを理解することが意図されている。また、ヒトと他の動物に共通した遺伝子配列

があるために、他の動物でのこの遺伝子の発現を知ること、その結果はヒトの場合に応用できると理解することが意図されている。

「授業4 インフルエンザを理解するために進化を活用する」では、1つの学習活動「インフルエンザを理解するために進化を活用する」で構成される。この学習活動の題材は、インフルエンザ・ウィルスである。インフルエンザ・ウィルスの構造を学んだり、インフルエンザ・ウィルスの表面にあるヘマグルチニンの生産に関わる遺伝子に生じる突然変異の速度を調べたりする活動などがなされる。これらの活動を通して、インフルエンザ・ウィルスが凄まじい速度で進化すること、その理由としてそのような突然変異を生じさせてヒトの免疫システムに適応したウィルスに自然選択が有利にはたらくことなどを学ぶことが意図されている。そして、インフルエンザ・ウィルスの進化の速度が早いために、数年おきに新たなインフルエンザ・ウィルスに応じたワクチンの開発が必要であることも学ぶこととなっている。

「授業5 進化による説明を評価する」では、1つの学習活動「進化による説明を評価する」で構成されている。ここでは、架空の同級生が学校新聞に掲載するために執筆した進化と医療に関する記事を読んで、それを修正する活動や、生徒はこれまでの授業で扱ってきた題材をもとに、自然選択について説明した図解をつくる活動がなされる。これらの活動を通して、既習事項を復習させ、定着させることが図られている。

“*Evolution and Medicine*”では、進化を題材にした補助教材 “*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” にみられたような、進化論の発展の過程を例に、科学的理論が発展していく過程が例証されていたり、科学的理論とは何であるかなどが明確に論じられていたりした部分は見つけることができなかった。だが、学習活動において、アプローチの違いによって1つの問いに対する2つの科学的な仮説が存在し得ることや、科学的なデータが説明を支持しているかどうかを生徒に判断させ説明させることが求められていた。つまり、“*Evolution and Medicine*” の導入で「ハイスクールの生徒は、進化の原理の豊かな理解を発展させる手助けとなる生き生きとした経験を必要としている。そして、これらの経験は、進化と日常生活との関連を示す必要がある。また、これらの経験は、科学の本質についての学びに十分に基づいていなければならない」(BSCS, 2011: 1) と論じられて

いるように、生徒の日常生活において身近に存在する病気などを題材として、それを調査していく中で、進化や科学の本質を学ぶよう学習活動が構成されていたと指摘できる。

このように、進化と医療が関連した病気についての学習活動を通して、進化のメカニズムである自然選択や、共通の祖先の存在、そして医療と進化との関係性などが扱われていた。進化と科学の本質は直接的に関連付けられてはいなかったが、“*Evolution and Medicine*”の主要な目標で示されていたように、これらの学習活動を通して科学の本質について学ぶことが意図されている。

第5節 BSCSの教科書を用いた進化に関する授業の実態

2013年10月16日に、コロラド州の公立高等学校であるA校において授業の観察を行った。以下の表4-15に、授業の概要を示した。

表4-15 観察した授業の概要

| | |
|-------|---|
| 学校 | A校 |
| 授業者 | 教師B |
| コース名 | Biology of Honor |
| 授業時間 | 95分 |
| 生徒の学年 | 第9学年と第10学年 |
| 生徒の人数 | 32名 |
| 教科書 | “ <i>BSCS Biology: A Human Approach</i> ” (3 rd edition, 2006) |

1) A校での授業の観察

A校は、コロラド州でもっとも大きな都市であるデンバーに位置している。観察した授業は、「Biology of Honor」の授業である。このコースは、コース名からすると生物学が得意で大学入学を希望する生徒のためのコースに思われるのであるが、A校には生物学に関するコースは「Biology of Honor」しかなく、第9学年と第10学年のすべての生徒を対象としたコースであった。使用されていた教科書は、本研究で分析した“*BSCS Biology: A Human*

Approach”であった。

観察した授業は、AHAの教科書の単元1「進化」の第3章「進化の産物：共通性と多様性」における学習活動「Explain/Elaborate 適応と多様性そして進化」の一部である。この授業の主な学習内容は、生物の分岐図についてであった。観察した授業において、教師Bは、教科書にある学習活動の代わりに、他の学術団体が作成した学習活動を行っていた。まず、教師Bが作成したと思われるPower Pointのスライドを用いて、「分岐図」、「系統発生」などの用語を確認していた。次に、教師Bは、家系図の例を用いて、分岐図の読み取り方について説明していた。そして、学習活動に移っていった。教師Bは、生徒に学習活動のワークシートを配布した。この学習活動では、生徒はワークシートの指示に従って、各自で学習活動を進めていくことができるように構成されている。この学習活動の主な内容は、それぞれの動物の特徴をもとに、分岐図を作成するというものである。教師Bが最初に学習活動の大まかな手順と演示等を行い、その後は生徒がそれぞれ自分たちで学習活動を進めていた。

2) 教師Bへのインタビュー調査の結果

教師Bに対してインタビュー調査を行った。インタビュー調査では、授業を観察後の教師Bへのインタビューと、E-mailによる教師Bへのインタビューである。E-mailによるインタビューでは、質問事項を記入した用紙（以降、調査用紙とする）を教師Bへ送り、後日その用紙に教師Bの回答を記入した上で返信してもらった⁴⁾。

調査用紙への回答によると、教師Bは、生物学の教科書として、AHAの教科書を9年間使用している。教師Bは、AHAの他にも緑版の教科書を用いて生物学を2年間教えた経験を持っている。教師Bは、調査用紙の「教科書がどのように自身の生物学の指導に影響していますか？または、教える際に、教科書をどの程度使いますか？」という質問に対して、以下のように答えている。

このクラス [筆者註：『Biology of Honor』] に関して、教科書 [筆者註：AHAの教科書] はカリキュラムの全体的な焦点を提供してきた。2003～2004年に、私は地区の教

師委員会の一員であった。私たちは、新しい教科書を選択し、生物学のカリキュラムを再設計することを求められた。そのプロセスを通じて、私たちは **BSCS: A Human Approach** を選択した。その決断に立ち、私たちは、教科書の6つの「ビッグ・アイデア」ないし単元に沿って地区の生物学のカリキュラムを作成した。私たちの全地区における生物学に関する評価—プレテスト、中間試験、期末試験—は、教科書とその学習活動から得られた知識に基づいている。なので、教科書は私の指導にかなりの影響を与えている。なぜなら、それ [筆者註: 教科書] は、コースの主な構造を提供しているためである。しかしながら、授業後に話したように、私の職歴と経験の現時点において、私は、生徒の学びに対する目標によりよく適合させるために、ある種の学習活動をやらなかったり、**BSCS** の学習活動を修正もしくは入れ替えたりすることがある。

観察した授業では、動物を用いて生徒に分岐図を作成させているが、**AHA** の教科書の本来の学習活動では植物を用いてこれに似た学習活動を行うことになっている。授業後のインタビューでも、教師 **B** は、生徒に植物に関する背景的知识がないため、**AHA** の教科書にある学習活動ではなく、他の学習活動を行なったと答えた。

上述した調査用紙への教師 **B** の回答からわかるように、**A** 校が位置する地区の生物学のカリキュラムは **AHA** の教科書に基づき設計されている。そして、教師 **B** も、教科書の学習活動を削除したり、代替的な学習活動を取り入れたりしているが、**AHA** の教科書に大きく影響を受けて授業を行っていた。

調査用紙において、「あなたは、進化を指導する際の **BSCS** のプログラムと教科書の利点は何だと思えますか？」という質問に対して、教師 **B** は以下のように回答している。

概して、**BSCS** の教科書は生物学の如何なるトピックの指導に対しても有利である。なぜなら、それらは **5 E** 学習サイクルモデル [筆者註: **BSCS 5 E** 教授モデルと同様] に沿って設計されているためである。……私はこの **5 E** サイクルを学部生の時に学び、私が指導するあらゆる授業にそれを取り入れようと取り組んだ。なぜなら、それ [筆者註: **BSCS 5 E** 教授モデル] は、人が学ぶ方法に関する研究と最もよく合致しているた

めである。進化の指導に関して言えば、BSCSの教科書の学習活動は、生命の多様性と共通性について主張するために生徒に証拠を調査するよう要求する。

BSCS 5 E 教授モデルとは、BSCS が構成主義学習論に基づいて考案した教授モデルであり、頭文字 E から始まる 5 段階の学習活動で構成される。AHA では、この教授モデルが採用されている。このように、教師 B は、AHA の教科書をカリキュラムの基盤として採用するとともに、教科書の学習内容だけでなく、その教授方略も授業に活用していることが分かった。

第 6 節 BSCS のプログラムおよび補助教材における進化の扱いの特色

本節では、第一にプログラムの概念的枠組みにおける進化の扱いの特色を考察する。第二に、BSCS の伝統的なプログラムである青版の教科書の分析結果を通史的に検討し、伝統的なプログラムにおける進化の扱いの変遷とその特色を明らかにする。また、その際に、プログラムの概念的枠組みにおける進化の扱いの特色との関連についても検討する。第三に、伝統的なプログラムとの比較を通して、新たに開発されたプログラムに見られる進化の扱いの特色を明らかにする。第四に、プログラムとの比較を通して進化を題材とした補助教材における進化の扱いの特色を考察する。最後に、BSCS の教科書を用いた授業の観察や教師へのインタビュー調査の結果をもとに、文献の分析結果を実証的側面から検討する。なお、本研究においては、プログラムを分析する際に、プログラムの主要な教材と考えられる生徒用の教科書に主に焦点を当てている。そして、本研究では、プログラムの生徒用の教科書における進化の扱いの特色をもって、プログラムにおける進化の扱いの特色としている。

1) プログラムの概念的枠組みに見られる進化の扱い

設立以来、BSCS のプログラムの概念的枠組みとして、統合主題や統合原理が示されてきた。主題と原理で名称が異なっており、これらが同一のものではないことは明らかである。だが、プログラムの概念的枠組みとしての統合主題と統合原理における進化の扱いには、次の 2 点の共通する特色が見られた。

1点目は、BSCS が生物の理解には欠くことができない主題ないし原理の1つとして進化を扱っている点である。統合主題が選択された要因の1つは、「現代の生物学に知られている、最も包括的で信頼できる生物に関する知識を与える特性と概念」(Schwab, 1963: 30) であることであった。また、統合主題としての進化についての説明では、「進化に照らしてのみ、生物間の類似と相違をよく理解し、秩序立てることができる」(Schwab, 1963: 31) こと、「進化の物語がなくては、もはや生物について十分な、あるいは包括的な説明をすることは不可能である」(Schwab, 1963: 31) ことなどが述べられている。統合原理は、統合主題の後を引き継ぐ形で、プログラムの概念的枠組みとして設定された。BSCS が統合原理を選択する際に用いた基準からは、統合原理が、包括的であり、堅固な知識基盤に基づき、生物システムに対して広く当てはまる原理であることが読み取れた。そして、進化を含む統合原理の理解が、「身の回りの生命の多様性を理解する手助けを行うレンズ」(BSCS, 2009: 30) となることや、「進化が生物学の統合原理として活用される場合、細胞と組織そしてホルモンは、生物のうまくいく生殖と進化の歴史を通じた種の生殖における成功に貢献した適応とみなされるだろう」(BSCS, 2009: 31) と、生物の様々な事物・現象を説明する1つの観点として進化が説明されている。

2点目は、BSCS は、統合主題と統合原理をまとめる中心的な主題ないし原理として進化を位置づけている点である。統合主題における進化については、Lee が「進化は主要な主題の一つであるだけでなく、それどころか、他の主題の中心であることに注目すべきである。つまり、それらは相互に関連し、それぞれが特に進化と関係している」(Lee, 1972: 5) と指摘したように、統合原理における進化については、“*Developing Biological Literacy*”で「統合原理を木の枝としてみなすことができる。その木では、進化が幹であり、生物学の『事実』が葉である」(BSCS, 1995: 20) と論じられていたように、進化は他の統合主題と統合原理をまとめる中心的な主題ないし原理として扱われていることが指摘できる。

2) 伝統的な青版にみられるプログラムにおける進化の扱い

本章では、青版の初版の教科書 (BSCS, 1963a), 第3版の教科書 (BSCS, 1976), 第4版の教科書 (BSCS, 1980), 第6版の教科書 (BSCS, 1990), 第9版の教科書 (BSCS, 2006a)

を対象に、教科書全体の学習内容における進化の扱い、進化と科学の本質の扱い、進化と生物の多様性の扱い、進化と社会との関わりに関する内容、に着目して分析を行った。これらの観点に基づいて、通史的に見た場合の青版のプログラムにおける進化の扱いの特色を明らかにしていく。

教科書全体の学習内容における進化の扱いについて次の2点が指摘できる。1点目は、進化は教科書の最初の部分（序章、第1部そして単元1）などにおいて扱われ、そこでは進化が生じてきたという事実だけでなく、自然選択による進化論などの進化のメカニズムも扱われてきた点である。また、後述するが、この教科書の最初の部分において進化は科学の本質と関連付けて扱われてきた。

2点目は、1点目とも関係しているが、進化は教科書の最初の部分で扱われた後に、教科書全体の学習内容を通して、生物のさまざまな事物・現象そして生物学の他の領域と関連付けられながら扱われていた点である。ただ、これらの教科書全体を通した進化の扱いにはそれぞれの版で違いが見られた。初版の教科書（BSCS, 1963a）では、単元構成が生命の進化の歴史そのものを反映していたのに対して、第3版の教科書（BSCS, 1976）と第4版の教科書（BSCS, 1980）では、単元構成にそのような意図は見られず、各単元で進化に関する学習内容が扱われていた。また、第6版の教科書（BSCS, 1990）と第9版の教科書（BSCS, 2006a）では、各単元において進化に関する学習内容が扱われるだけでなく、「CONNECTIONS」という寸描において、進化と各単元そして各章における生物のさまざまな事物・現象や生物学の他の領域、他の生物学における科学的理論と関連づけられていた。すなわち、第6版の教科書（BSCS, 1990）と第9版の教科書（BSCS, 2006a）でみられた教科書全体の学習内容における進化の扱いは、第3版の教科書（BSCS, 1976）と第4版の教科書（BSCS, 1980）にみられた進化の扱いを発展させた形として捉えることができる。そして、青版の各版の教科書でこれまで受け継がれてきた教科書全体の学習内容における進化の扱いは、まさに、プログラムの概念的枠組みとしての統合主題と統合原理における進化の扱いが具体化された形としてみなすことができる。

進化と科学の本質の扱いについては、青版の各版の教科書では、進化と科学の本質に関する学習内容は教科書の最初の部分で扱われていた。具体的には、Lamarck の進化論から

Darwin の進化論へと科学的理論としての進化論が発展していく過程が示されていた。そして、この過程をもとに、観察や実験の結果や諸理論に基づいて科学的理論が提案されること、その科学的理論はさらなる実験や観察の結果によって一層補強されたり、修正あるいは破棄されたりすることといった、科学的理論の本質が例証されていた。また、この過程の中で、科学の方法も示されていた。ここで示した科学的理論の本質は、科学的知識は変化する可能性があることや、科学的知識は実証的な証拠に基づいていなければならないことなどを示しており、科学の本質の一側面として捉えることができる。さらに、第6版の教科書 (BSCS, 1990) と第9版の教科書 (BSCS, 2006a) では、科学としての進化と、疑似科学としての創造論 (創造科学や ID を含む広義の意味) との違いが論じられていた。創造論は科学の方法では検証され得ないことや、創造論者は新たな観察や実験の結果に対応して理論やモデルを修正しないことに基づいて、科学としての進化と疑似科学としての創造論が区別されていた。青版における進化と科学の本質の扱いについて、Skoog は、「BSCS の青版は、科学の本質、さらに具体的に言えば、理論の本質を生徒が理解する手助けをするために、独特でかつ他の模範となるような方法で進化を活用してきた」(Skoog, 2008: 62) と評価している。

進化と生物の多様性の扱いについて、青版の各版の教科書においては、生物の多様性は分類と関連付けられて次のように扱われてきた。分類は生物の類似と相違に基づき行われ、そのような生物の類似と相違の存在は生物間の進化によって説明できる。そのため、相同に基づいて生物をグルーピングするという分類の方法は、進化に支持されている。このように、青版においては、生物の多様性を理解するための分類の基盤となる考え方として進化が示されてきたといえる。

進化と社会との関わりに関する内容について、青版の初版の教科書 (BSCS, 1963a) から第4版の教科書 (BSCS, 1980) では、細菌の抗生物質に対する耐性の獲得や害虫の殺虫剤に対する耐性の獲得が自然選択による進化論によって説明されてきた。ここでは、これらの題材が自然選択による進化の一例として示されていた。第6版の教科書 (BSCS, 1990) では、これらに加えて、AIDS の HIV の進化とワクチンの開発の関係が説明されていた。第9版の教科書 (BSCS, 2006a) では、第6版の教科書 (BSCS, 1990) の内容に加え、「人類の病気における進化の役割は、医療科学の高まりつつある関心の中心となっている」(BSCS,

2006a: 506) としたうえで、医療において抗生物質を使い続けた結果、多様な抗生物質への耐性を獲得した結核感染が増加したことなどが論じられている。つまり、青版の初版の教科書 (BSCS, 1963a) から第4版の教科書 (BSCS, 1980) では、抗生物質に耐性を持った細菌や殺虫剤に耐性を持った害虫は、確かに身近な問題であるが、進化と社会との関わりというよりも、自然選択による進化の実例として示されてきたといえる。第6版の教科書 (BSCS, 1990) において AIDS の HIV を題材として医療と進化の関係が論じられるようになり、第9版の教科書 (BSCS, 2006a) では、さらに医療と進化との関係が強調されていった。このように、青版の各版の教科書の変遷を追うごとに、進化と社会との関わりに関する内容として、進化は主に医療との関連を強めて扱われるようになっていったと考えられる。

3) 青版との比較よりみられる AHA における進化の扱いの特色

青版の各版の教科書を通史的に分析し明らかとなった進化の扱いの特色と、新たに開発された AHA の第3版の教科書 (BSCS, 2006c) における進化の扱いとを比較する。その際に、教科書全体の学習内容における進化の扱い、進化と科学の本質の扱い、進化と生物の多様性の扱い、進化と社会との関わりに関する内容、に着目して比較する。

教科書全体の学習内容における進化の扱いについては、青版を通史的に分析して明らかになった特色と同様であった。すなわち、AHA の第3版の教科書 (BSCS, 2006c) においても進化は教科書の最初の単元で扱われていた。最初の単元では、地球の歴史や進化の証拠、自然選択による進化論、分類と進化などが扱われている。そして、その後の単元においても進化は扱われ、教科書全体を通して進化が扱われていた。

AHA の第3版の教科書 (BSCS, 2006c) の進化と科学の本質の扱いについて、青版の各版の教科書で共通にみられた進化の扱いとは、進化と科学の本質の一側面である科学的理論の本質と関連付けるという点では共通しているが、異なる部分もあった。共通する部分としては、進化論の発展過程を追うことで、理論がどのように観察の結果や実験の結果によって発展していくかなどが例証されていたことである。異なる部分は、どの程度までを進化論の発展過程として示すかであった。青版の教科書では、Lamarck から Darwin への進化論の史的発展も示されていたが、AHA の第3版の教科書 (BSCS, 2006c) では、Darwin の

進化論に焦点化され、彼がどのように自然選択による進化論を提案していったのか、そして、事実と推論の関係から見るとその理論はどのような構造となっているのか、が重点的に説明されていた。

AHA の第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) における進化と生物の多様性の扱いと、青版の各版の教科書で共通にみられた進化の扱いとは、学習活動の形態などの違いもあるが、生物の多様性を理解するための分類の基盤となる考え方として進化が扱われていたことは共通していた。

AHA の第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) における進化と社会との関わりに関する内容としては、青版の各版の教科書で継続して扱われてきた抗生物質に耐性を持った細菌を題材として、その細菌がどのようにして進化の過程で抗生物質に対する耐性を獲得していったのかが扱われていた。自然選択による進化の実例として抗生物質に耐性を持った細菌が扱われるとともに、患者が抗生物質の効かない場合でも抗生物質を要求していることも指摘されている。このように、進化と医療の関係と、そこから生じる問題についても言及されている。つまり、進化と社会とのかかわりに関しては、進化と医療の関係が論じられていたと指摘できる。

以上のように、青版の各版の教科書で共通にみられた進化の扱いの特色は、若干異なる部分もあるが、AHA の第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) においても概ね見て取ることができる。青版は設立当初から改訂されてきた伝統的なプログラムであり、AHA は開発当時の社会の要請や新たな学習論を取り入れながら開発された、BSCS の言うところの「革新的なプログラム」である。これらの異なる背景や性質を持つプログラムにおいて共通してみられた進化の扱いの特色は、BSCS の本質的な進化の扱いであるとみなすことができる。

4) プログラムにおける進化の扱いと補助教材における進化の扱いとの比較

本研究で分析した補助教材は、“*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” と “*Evolution and Medicine*” である。“*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*” は、進化と科学の本質に焦点を当てた補助教材であり、“*Evolution and Medicine*” は、進化と医療に焦点を当てた補助教材であった。

これらの補助教材における進化の扱いには、先に示したプログラムにおける進化の扱いを踏襲している部分も見られるが、異なる部分も見られた。“*The Nature of Science and the Study of Biological Evolution*”では、これまでのプログラムと同様に、進化は科学の本質と関連付けて扱われていた。異なる部分としては、従来のプログラムでは重点的に扱われてこなかった進化と社会との関わりについて、地球上の生命に影響を与える進化に関わる社会的諸問題の科学的背景を理解し、意思決定ができるようになることが論じられており、人間がどのように自身および他の生物の進化に影響を与えているかという視点から多数の例を挙げて説明されていた。“*Evolution and Medicine*”は、従来のような進化と生物の多様性の関係を論じるよりは、共通の祖先を有するという進化の考えがどのように医療に関わっているのか、自然選択による進化論がどのように医療に応用されているのかといったことに重点が置かれていた。また、“*Evolution and Medicine*”では、進化を題材に科学的探究を行うことが意図されていたが、進化論の発展の過程を例に、科学的理論が発展していく過程が例証されていたり、科学的理論とは何であるかなどが明確に論じられていたりした部分は見つけることができなかった。

補助教材においては、プログラムに見られた進化の扱いだけでなく、それぞれの補助教材独自の進化の扱いも見られた。このことから、BSCSは、プログラムにおける進化の指導に加え、進化を主題とした補助教材を開発することで、進化の指導に多様性を持たせていることが指摘できる。さらに、このようなBSCSの多様な補助教材の開発から、ある唯一の進化の指導のあり方を固持するというよりは、BSCSの進化の指導に対する柔軟な姿勢が窺える。

5) BSCSの教科書を用いた授業の実態

本研究では、2012年と2013年の2度にわたり渡米し、計3校で授業の観察を行った。しかし、BSCSの教科書を用いた進化に関する授業を観察できたのはA校だけであった。ただ、A校での授業では、これまで分析してきたBSCSのプログラムにおける進化の特色の一端が窺えた。

A校では、AHAの第3版の教科書(BSCS, 2006c)が用いられていた。教師Bへのイン

タビュー調査から、この教科書に基づいて A 校における生物学のカリキュラムが組み立てられていることも明らかになった。また、授業でも見られたように、教師 B はこの教科書に従って授業を構成し、プログラムで示された教授方略を選択しつつも、生徒の状況に応じた教材の加除などにより、柔軟にこの教科書を活用していることがわかった。A 校では第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) そのものが A 校の生物学のカリキュラムの基盤となっていたこと、さらに、授業を行う教師 B も第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) に基づいて日々の授業を構成し、実践していることから、第 3 版の教科書 (BSCS, 2006c) における進化の指導に対する BSCS の考えは、教科書およびそれを使用する教師 B を通して、授業において具体化されていると考えられる。

第4章 註釈

- 1) 筆者が調べた限り，統合主題の数は本書で挙げた9つの統合主題を基本に変化してきた。例えば，1970年には，9つの統合主題に，「個体の一生における成長と発生」と「科学と社会の関係」が加えられた（McInerney, 1986）。そして，1991年には，もとの9つの統合主題に「科学と社会」が付け加えられた（BSCS, 1991）。しかし，進化は常に第1の統合主題として位置づけられてきた。
- 2) 筆者が調べた限り，1994年に青版に対して7つ目の統合原理が加えられた（BSCS, 1994: 1）。それは，「科学と技術と社会」という統合原理である。しかし，進化は常に第1の統合原理として位置づけられてきた。
- 3) 以下，断りのない限り理論と科学的理論を同義語として扱う。
- 4) 2013年10月23日に教師Bに対して行ったインタビュー調査の内容からの引用である。以下，断りのない限り教師Bの証言はすべてこのインタビュー内容からの引用である。インタビュー調査の結果に関しては，教師Bに確認し，論文作成に際する使用の許可を得ている。

第4章 引用文献

BSCS: *Biological science molecules to man*, Houghton Mifflin company, 1963a.

BSCS: *Teacher's guide to accompany biological science molecules to man*, Houghton Mifflin company, 1963b.

BSCS: *Biological science molecules to man*, Houghton Mifflin company, 1976.

BSCS: *Biological science: a molecular approach*, D. C. heath and company, 1980.

BSCS: *Biological science: a molecular approach*, D. C. heath and company, 1990.

BSCS: Recommendations for action: a design study of biology education, *The Natural Selection*, p. 5, SEPTEMBER 1991.

BSCS: Models for curriculum reform: the new generation of BSCS programs, *The Natural Selection*, pp. 1-4, MARCH 1993.

BSCS: Seventh edition reflects growth and reform new blue version available January

- 1995, *The Natural Selection*, p. 1, SEPTEMBER. 1994.
- BSCS: *Developing biological literacy (second print)*, Kendal/Hunt publishing company, 1995.
- BSCS: BSCS submits proposal for evolution unit, *The Natural Selection*, p. 15, 2000.
- BSCS: BSCS's new unit on biological evolution highlights inquiry, *The Natural Selection*, pp. 11-12, 2002.
- BSCS: *The nature of science and the study of biological evolution*, BSCS and NSTA press, 2005.
- BSCS: *BSCS biology: a molecular approach* (9th edition), Glencoe/McGraw-Hill companies, Inc, 2006a.
- BSCS: *BSCS biology: a molecular approach (9th edition) annotated teacher edition*, Glencoe/McGraw-Hill companies, Inc, 2006b.
- BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition)*, Kendal/Hunt publishing company, 2006c.
- BSCS: *BSCS biology: a human approach (3rd edition) teacher guide*, Kendal/Hunt publishing company, 2006d.
- BSCS: *BSCS biology: a human approach teacher-resource CD-ROM*, Kendal/Hunt publishing company, 2006e.
- BSCS: *The biology teacher's handbook 4th edition*, National Science Teachers Association press, 2009.
- BSCS: *Evolution and medicine*, 2011.
- Bybee, R. W.: The centrality of evolution in biology, *The Natural Selection*, p. 20, Fall, 2001.
- Crossland, R. W.: The American biology sciences curriculum study, *The American Biology Teacher*, 26(5), pp. 348-353, 1964.
- Klinckmann, E. (Supervisor): *Biology teachers' handbook second edition*, John Wiley and Sons, Inc., 1970.

- Lee, A. E.: The BSCS position on the teaching biology, *BSCS Newsletter*, 49, p. 5-6, 1972.
- Mayer, W. V. (eds.): *Biology teachers' handbook third edition*, John Wiley and Sons, 1978.
- McInerney, J. D: Curriculum development at the Biological Sciences Curriculum Study, *Educational Leadership*, 44(4), pp. 24-28, 1986.
- Schwab, J. J. (Supervisor): *Biology teachers' handbook*, John Wiley and Sons, Inc., 1963.
- Skoog, G.: The contributions of BSCS biology textbooks to evolution education, pp. 45-71, In Bybee, R. W. (eds.): *BSCS measuring our success- the first 50 years of BSCS*-, Kendal/Hunt publishing company, 2008.
- 梅埜國夫: 『生物教育の現代化 : BSCS プロジェクトとその日本の生物教育への影響』, 教育出版センター, 1996.

終章
研究の成果と今後の課題

第1節 BSCSにおける進化の指導の特色

ここでは、各章で明らかにした結果をまとめ、BSCSにおける進化の指導の特色について考察する。

BSCSは、進化の指導をめぐる論争が存在する1950年代にアメリカにおいて設立された。第1章でみてきたように、BSCSが設立される前より、進化の指導は創造論者からの反対活動に晒されており、BSCSが設立された当初においても、反進化論法は残っていた。そして、BSCSが設立されて以降も、創造論者は自身の活動の方針や戦略を変えつつも、今もなお進化の指導に反対する活動を行っている。これに対して、アメリカの学術団体は、創造論者の活動に対応する形で、進化の指導の重要性を主張したり、創造論の非科学的な側面を主張する声明ないし決議を出してきた。アメリカの進化教育におけるBSCSの位置づけに関して、BSCSは自身のプログラムで進化を重視することで、その成立からアメリカにおける進化教育を促進する重要な役割を果たしてきたことが一定の評価を受けていた。これらの結果および第2章から第4章で明らかにした結果に鑑みると、BSCSは、キリスト教の信仰と進化の考えとの対立がないわが国とは大きく異なった状況において設立され、設立以降、進化の指導を重視するプログラムや補助教材を積極的に開発し、アメリカの生物教育における進化の指導の促進に貢献してきたことが指摘できる。

設立当初からBSCSにおいて論じられてきた進化を重視する理由として、進化が生物学の中心的な役割を果たしているという理由と、さまざまな生物の包括的な理解には進化が重要であるという理由があった。1つ目の理由について、BSCSは、プログラムの概念的枠組みである統合主題や統合原理の中心に進化を位置づけ、教科書の学習内容全体を通して、様々な生物の事物・現象そして生物学の他の領域と関連付けながら進化を扱うことで、この理由の具体化を図ってきたことが明らかになった。2つ目の理由について、1つ目の具体化と重複する部分があるが、BSCSは、教科書の学習内容全体を通して様々な生物の事物・現象と関連付けて扱っていた。加えて、教科書の学習内容において、生物の多様性を理解するための分類の基盤となる考え方として進化が扱われていた。つまり、BSCSは、教科書の学習内容全体を通して様々な生物の事物・現象と関連付けて扱うことで、そして、生物を捉える1つの観点として進化を扱うことで、2つ目の理由の具体化を図ってきたことが指摘で

きる。

創造論者との進化の指導をめぐる論争を背景に、1980年代後半から、BSCSでは、進化の指導が科学としての誠実さを保持することになるために、進化が重視されてきた。創造論者との進化の指導をめぐる論争がどんなに激化しようとも、BSCSは自身のプログラムの学習内容から進化を削除したり、進化の指導を避けたりすることはしなかった。むしろ、1990年以降の青版の教科書では、科学の本質の観点から、科学としての進化と非科学としての創造論を区別する内容が扱われているほどである。このようにして、BSCSは、進化および進化の指導を重視する姿勢を明確に表すことで、また、生徒に科学と疑似科学の区別を明確にさせることで、科学としての誠実さを保持していったと考えられる。

1990年代後半からは、BSCSにおいて、進化は社会との関連の中で論じられるようになり、社会的諸問題の科学的背景を理解させるために扱われることが論じられていった。青版の初版と第3版そして第4版の教科書では、自然選択による進化の例として、抗生物質に耐性を持った細菌の進化や殺虫剤に耐性を持った害虫の進化といった、社会に関わる問題が扱われてきた。ただ、これらの内容では、進化と社会との関わりが焦点とされているのではなく、自然選択による進化の例を示すことに主眼が置かれていた。第6版の教科書では、AIDSを題材として医療と進化の関係が論じられるようになり、第9版の教科書ではさらに医療と進化との関係が強調されていった。青版の第9版の教科書と同時期に出版されたAHAの第3版の教科書においても、自然選択による進化の例として抗生物質に耐性を持った細菌が扱われるとともに、抗生物質が効かない場合でも患者は抗生物質を要求していることも併せて説明されていた。BSCSが開発した進化と科学の本質を題材とした補助教材では、進化に関わる社会的諸問題の科学的背景を理解し、意思決定ができるようになることが主張されていた。2011年には、BSCSは進化と医療を題材とした補助教材を新たに開発した。教科書だけでは進化と社会との関わりが学習内容に十分に反映されているとは言い難いが、補助教材で社会における進化の重要性を扱ったり、進化と医療を題材とする補助教材を新たに開発したりすることで、BSCSは進化と社会との関わりを生徒に提示しようとしていると考えられる。

1990年代後半からは、BSCSにおいて進化の指導が科学の本質を指導するよい機会とな

り得ることが主張されてきた。この考えの萌芽は、BSCS の設立当初における運営委員会会議の頃にみられた。そのため、青版の初版の教科書においては、進化は最初の単元で科学の本質と関連づけて扱われていた。そして、版を重ねても、青版の教科書では最初の単元や部あるいは序章において、進化と科学の本質が関連づけて扱われてきた。このような扱いは、新しいプログラムである AHA の教科書にも見られた。進化と関連付けられる科学の本質に関する内容は、主に科学的理論の本質や、科学的理論がどのように構築され、発展していくかという内容であった。青版の教科書の中には、進化論が提案される際に用いられた科学の方法について説明しているものもあった。教科書以外にも、BSCS は、進化と科学の本質を題材とした補助教材も開発してきた。

以上のように、BSCS においては設立当初から進化を教える意義が存在し、BSCS はそれらの意義を自らの手によってプログラムや補助教材で具体化してきたことが明らかになった。このことは、まさに、「当初の生物教育に対する教育要求あるいは基本理念に、より適合したカリキュラムが産み出されるといえる」（長洲, 1985: 119）という指摘と一致している。さらに、授業の観察や教師へのインタビュー調査から、BSCS が自身のプログラムにおいて具体化した進化の指導は、教師の手によって日々の授業において実施されていることが示唆された。

第2節 日本における進化の指導の歴史的変遷

進化がわが国に導入されたのは、村上(1964)は 1874(明治7)年頃と推定し、筑波(1965)は 1877(明治10)年頃と推定した。わが国の進化に対する反応について、村上は「我国の進化論受容は、少くとも明治期にあつては、自然科学の理論としてではなく、社会理論上の種々な主義主張の基本原則といふ形で取込まれて行った」(村上, 1964: 174)と述べている。その後、旧制中学校(現在の高等学校に相当する)の教科書の学習内容に進化が導入されたのは、富樫(1993)は 1893(明治26)年頃と推定し、森(1971)は 1897(明治30)年頃と推定している。富樫(1993)は、1874(明治7)～1894(明治27)年までのわが国における進化の受容の様子について調べ、進化の中等教科書への導入が 1893(明治26)年の『石川 動物學教科書』によってなされ、その教科書で進化は社会ダーウィニズム¹⁾に強く影響

されながら示されていると報告している。進化に関する学習内容が国の定める法令等に初めて明記されたのは、1902（明治35）年のことである。この年に、旧制中学校の教育目標や学習内容などを定めた「中学校教授要目」が制定され、学科目「博物」において進化に関する学習内容が明記された。

本節では、進化が旧制中学校の教科書に導入されたとされる1893（明治26）年から現在にかけての、わが国における進化の指導の歴史的変遷について明らかにする。まず、わが国において第二次世界大戦前の旧制中学校における理科の学習内容を規定してきた「尋常中学校ノ学科及其程度」と「中学校教授要目」、第二次世界大戦後の高等学校における理科に関する学習内容を規定してきた高等学校の「学習指導要領（要項）」²⁾およびその『解説』における進化の扱いについて分析する。その際に、進化を扱う理由やその方法に着目する。本研究では、1960（昭和35）年の改訂された「学習指導要領」に対応した『解説』より前の『解説』やそれに相当する文部省著作の書籍を見つけることができなかった。そのため、本研究では、1960年以降の『解説』を対象に分析を行った。次に、各法令に準拠した教科書において、法令でみられた進化の扱いに対する考えがどのように具体化されていたのかを分析する。

最後に、わが国の生物教育における進化の扱いに対する生物学者や理科教育研究者そして理科教師の見解にも触れることとする。これは、BSCSの進化の指導の特色をもとに、わが国における進化の指導への示唆を導出する際の重要な視点となると考えるためである。

「尋常中学校ノ学科及其程度」と「中学校教授要目」そして「学習指導要領（要項）」の法令において、進化が扱われていた学科目・科目と、学年もしくは履修形態については附録の資料1を、本研究で分析した教科書については資料2を参照されたい。資料1では、「学習指導要領（要項）」においては、進化が扱われる科目のみを示した。

1) 法令からみる進化の学習内容の変遷の概要

法令上では、進化は1902（明治35）年の「中学校教授要目」において、学科目「博物」で学習内容として明記された。それ以降、学科目上の改編を経ても、進化は1942（昭和17）年まで削除されずに扱われてきた。しかし、1943（昭和18）年に公布された「中学校教科

教授及修練指導要目」では進化は学習内容から削除されている。森（1971）は、1943（昭和 18）年に進化が削除された理由として、敗色が濃くなっていったこの時期では、自然淘汰や優勝劣敗という進化の概念が危険視されたためだと推測している。第二次世界大戦が終わり、新たに「学習指導要領（要項）」が制定されると、進化は科目「生物」で主に扱われるようになった。資料 1 で、高等学校の生物科目（「生物」、「生物 I」、「生物 IA」、「生物 II」、「生物基礎」）で見れば、進化は 1978（昭和 53）年では扱われず、1970（昭和 45）年と 1999（平成 11）年では、一部の生徒が履修する選択科目「生物 II」のみで扱われてきたことがわかる。以降、高等学校の生物科目（「生物」、「生物 I」、「生物 IA」、「生物 II」、「生物基礎」）に着目して、「学習指導要領」を分析する。

法令に示された進化に関する学習内容は、時代を経るにつれて、扱う内容がより明確に、そして詳細に規定されていったことが指摘できる。最初は単なる項目しか示されていなかったのが、「学習指導要項（試案）」が制定されて以降、次第に、進化に関する学習内容として、どのような概念や事実を扱うかが詳しく示されていった。

2) 進化を扱う理由と学習内容

法令において示される進化を扱う理由と、それがどのように具体化されてきたかについて明らかにすることを試みる。第二次世界大戦後、わが国の教育制度は大きく変化した。そのため、便宜上、1893（明治 26）年から 1945（昭和 20）年までの「尋常中学校ノ学科及其程度」と「中学校教授要目」および「中学校教科教授及修練指導要目」の時期と、それ以降の「学習指導要領（要項）」の時期とに分けて分析する。

2-1) 1893（明治 26）年から 1945（昭和 20）年

「尋常中学校ノ学科及其程度」や「中学校教授要目」においては、扱うべき学習内容は学習項目の形で簡単に示されている（詳しくは、資料 1 を参照のこと）。これらの法令では、表中の進化に関する学習内容の記述以外には、学習内容の解説等の詳細は示されていない。また、進化を含む、学習内容を扱う理由やその方法等は明示されていない。

ただ、1902（明治 35）年の「中学校教授要目」では、以下のように述べられている。

第五學年第三學期ニ於テハ第一學年ヨリ授ケ來リタル事項ヲ總括シテ

自然界ノ微妙複雑ナル關係 生存競争 自然淘汰 人爲淘汰 進化論

ノ大意ヲ約説シ自然界ト人類トノ關係ヲ理會セシムヘシ

(文部省内 教育史編纂會, 1938b: 244)

このように、1902（明治 35）年の「中学校教授要目」では、進化に関する学習内容は、これまでの総括の後に、自然界と人類との関係を提示する内容として位置づけられていた。

法令では、進化の扱いに関する記述や、扱うべき内容の詳細等は明記されていなかった。そこで、当時の教科書数冊を分析し、どのように進化が扱われていたのかを概説する（分析に用いた教科書は資料 2 を参照のこと）。

1886（明治 19）年の「尋常中学校ノ学科及其程度」には学習内容として進化は含まれていないが、分析した博物示教の教科書の内の 1 冊と博物の教科書 4 冊では扱われている。これらの 5 冊の教科書では、進化は、分類に沿って各動物が説明された後に、教科書終盤の餘章や總論で扱われていた。この餘章や總論は、これまでの学習内容を総括する役割を担っていたようである。

1902（明治 35）年の「中学校教授要目」には、進化は学習内容として示され、すでに述べたように、これまでの総括の後に位置づけられていた。この時期の教科書 9 冊では、進化に関する学習内容は、門程度ごとに各動物が説明された後に、教科書の終盤で設けられていた。その後の法令では、1902（明治 35）年の「中学校教授要目」のような学習内容における進化の位置づけは示されていなかったが、それぞれの時期の教科書を調べると、類似した進化に関する学習内容の位置づけが見られた。

1911（明治 44）年の「中学校教授要目」に準拠した博物通論の教科書 19 冊において進化に関する学習内容が扱われ、そのうちの 13 冊で進化に関する章が後半に配置されていた。

1931（昭和 6）年の「中学校教授要目」に準拠した教科書には、甲表に準拠した生物通論の教科書と、乙表に準拠した動物学教科書の 2 種類がある。生物通論の教科書の学習内容は、生物とその構造や生活作用などの生物全般に共通する内容で構成され、9 冊中 8 冊の教科

書で、進化に関する学習内容が終盤で扱われていた。一方で、動物学教科書の学習内容は、主に、各動物を説明する各論のような部分と動物全般に共通する内容を扱う通論のような部分から構成されていた。13冊中11冊の動物学教科書において、各論の部分から始まり通論の部分へと学習内容が配列されていた。進化に関する学習内容は、この通論の部分に含まれ、13冊中12冊の教科書で最後か終盤に扱われていた。

1942（昭和17）年の「中学校教授要目」に準拠した教科書には『生物 5』（中等学校教科書株式会社、1944）があり、進化に関する学習内容は「四 生物の種類の変化」（全8章）で扱われている。この教科書では、種が変化するか否かという疑問に対して、化石、解剖学、発生、変異から種の変化を支持する証拠が挙げられているが、進化という用語は使われておらず、進化論にも言及されていない。

進化は、法令で定められる以前から教科書で扱われ、それらの教科書では終盤で扱われていた。1902（明治35）年の法令において教科書の終盤で既習内容を総括し、進化を扱うことが定められると、その後の法令では明記されていないものの、進化は教科書の終盤で扱われる傾向が見られた。1911（明治44）年の「中学校教授要目」に準拠した博物通論の教科書は、動物や植物の学習内容を学んだ後に扱うことになっており、生物一般に通ずる内容で構成されていた。教育課程全体で見たならば、「中学校教授要目」において、生物学に関する学習の終盤に進化が扱われていたと考えることもできる。ただ、『生物 5』（中等学校教科書株式会社、1944）のように、進化が教科書の終盤で扱われていたとは言えない教科書も存在した。

表2に示した教科書における進化に関する学習内容を分析したところ、「尋常中学校ノ学科及其程度」の時代から進化論は扱われ始め、「中学校教授要目」が制定されてから進化を示す証拠も大々的に扱われるようになっていった。進化論について、進化が教科書に導入された当初はダーウィンの進化論が主に扱われていたが、1911（明治44）年の「中学校教授要目」が制定されて以降の教科書では、ダーウィン以外の進化論も提示されていった。この時期以降、進化のメカニズムは不確定とする記述もみられるようになっていった。進化を示す証拠については、化石や形態学及び発生学などから具体例が挙げられていた。また、本研究では、「尋常中学校ノ学科及其程度」の時代の教科書である『新編 中等動物学』（丘 1899）

で扱われて以降、進化の観点からの自然界における人類の位置が説明されるようになっていったことが明らかになった。1942（昭和17）年の教科書では、それまで進化を示す証拠として扱われていたものが種の変化を支持する証拠として提示されていた。同教科書では、進化という用語は使われておらず、進化論にも言及されていない。昭和18（1943）年になると進化に関する学習内容は法令から削除された。

第二次世界大戦より前の教科書の学習内容は、法令だけでなく、その当時の教科書執筆者の考えにも影響されていた（教科書研究センター、1984）。収集できた文献から教科書執筆者が有した進化に対する考えを抽出し、「日本で進化論のよい解説者紹介者」（篠遠、1973: 373）として知られる石川千代松および丘浅次郎と、進化について論じていた箕作佳吉、川村多實二と野村益太郎および阿部余四男の進化に対する考えを分析した。その結果、彼らの進化に対する考えとして次の3点を指摘できる。1点目は、箕作が論じた考えであり、分類の基盤としての進化の捉え方である（箕作、1888）。2点目は、社会や自然界における人類の位置と関連のある考えとしての進化の捉え方である。箕作は、進化の要因としての生存競争から社会を論じ（箕作、1899, 1902）、石川は、進化の要因としての分業と社会における分業を関連付けながら論じていた（石川、1891）。一方で、石川や丘や阿部は、進化の観点から自然界における人類の位置を論じた（石川、1891; 丘、1904; 阿部、1936）。3点目は、川村と阿部にみられた考えであり、生物の多様な事実を説明する上で進化が重要であるという考えである（川村、1917; 阿部、1936）。

教科書執筆者らの進化に対する考えの具体化をみるために、彼ら自身が著わした教科書を分析した。1点目についての箕作の考えは、『普通教育 動物学教科書』（箕作、1904）において示されていた。同教科書は、各動物門の動物を分類に従って説明している「第一編 動物各論」と、動物一般にあてはまる内容を説明している「第二編 動物通論」、および進化について説明されている「第三編 結論」から構成されている。箕作は、「第三編 結論」の「第二章 進化論ノ大意」において、全ての生物が共通の祖先から多様化していったことを大樹が枝葉を増やしながらか成長することに例えて論じ、「而シテ門、綱、目、科、屬、種ト漸次小ナル区分ニ分類スルコトヲ得ルハ、樹木ニ大枝アリテ、ソレヨリ中枝數個ヲ生ジ、中枝ノ各個亦小枝ヲ生ジ、其枝又枝ヲ生ジテ遂ニ梢ニ至ルニ異ナラザルナリ」（箕作、1904:

232) と説明している。

2点目の進化に対する考えについて、箕作は、『普通教育 動物學教科書』(箕作, 1904)では「進化論ハ生物學ヲ一新シタルノミナラズ、之ヨリ推シ及ボシテ、社會全般ノ思想ヲ一變シ、人ヲシテ事々物々皆進化ノ理ニ據ラザルベカラザルヲ覺ラシメタリ」(箕作, 1904: 232)と述べ、社会の思想を含むあらゆる物事が進化論で説明できると述べている。石川は、『石川 動物學教科書 下巻』(石川, 1897)において、「彼ノ野蠻ト開明トノ社會ガ其ノ進歩發達ノ程度ヲ相異ニスル所以ノモノハ畢竟其ノ社會ニ分業ノ行ハルハト行ハレザルトニ因リテナリ」(石川, 1897: 211)と、社会の進歩を説明する際にも分業という考えを援用していた。丘は、『新編 中等動物學』(丘, 1899)において、進化論について論じた後で、「往古ヨリ人ノ説ク所ヲ聞ケバ西洋ニ於テモ東洋ニ於テモ人類ノミヲ他ノ動物ヨリ離シ全ク動物界以外ニ置ケド、以上述べ來リタル所ヨリ推シ考フルトキハ決シテ人類ノミヲ自然淘汰ノ外ニ置クベキノ理由ナシ」(丘, 1899: 296)と自然界における人類の位置について説明している。また、石川の『中等動物教科書』(石川, 1907)でも、「特別創造論者ハ人類ヲ他ノ動物ト區別スレドモ、進化論者ハ人類モ脊椎動物ノ一ヨリ進化シ來タリシモノトシテ、之レヲ全動物界中最高ノ位置ニ置クナリ」(石川, 1907: 196-197)と人類の位置が述べられていた。進化の観点からみた自然界における人類の位置については、『生物 5』(中等學校教科書株式會社, 1944)に至るまで、様々な教科書執筆者によって著わされた教科書で扱われ続けた。

3点目の進化に対する考えについて、どのように教科書において具体化されていたかは明らかにできなかった。川村の『最新博物通論』(川村, 1930)は、14の章で構成され、「第五章 生物の進化」と「第六章 進化の学説」で主に進化が説明され、「第十四章 人類の使命」で人類の進化について説明がなされている。これらの章以外の章での進化の扱いという点、「第九章 生物体の適応」において、進化の観点から動物の形態、構造上の適応が説明されている。そして、「第十一章 陸産生物の生態」や「第十四章 本能と智能」において、それぞれの生物がそれぞれの生息地域に適応していることや、適応としての本能について説明されている。それ以外の部分では、進化を扱っている部分を見つけることはできなかった。阿部の『新制中等動物学 三訂版 乙表準拠』(阿部, 1939)では、「第一編 動物の種類と利用」で各動物門の動物が分類に従って説明される。その後、「第二編 動物通論」

が配置され、進化について説明される。ここでは、「進化論の光に照して第一篇に述べた諸動物の間の関係をふりかへつて見ると、鯨と陸上の哺乳類とを一門とする理由や、『ほや』と脊椎動物とを縁の近い動物としたことなどがよく會得されるであろう」(阿部, 1939: 163)と箕作と同様に分類の基盤となる考えとして進化が示されているが、進化が生物の多様な事実を説明するという彼の考えの具体は見つけることができなかつた。同時代の教科書である『現代 動物教科書 新制乙要目用』(野村, 1937)でも、同様の内容構成であり、進化は最終章「第 14 章 動物の進化と系統」で扱われている。この教科書でも、進化がどのように生物の多様な事実を説明するかを論じている部分は見られなかつた。加えて、『現代動物教科書 新制乙要目用』(野村, 1937)の第 14 章では、動物の系統に基づいた自然分類が説明され、本書における各動物の説明もこの自然分類に基づいて順序等が構成されていると述べられている。このことから、阿部の教科書と同様に、分類の基盤となる考えとして進化が扱われていると指摘することができる。

以上のように、分析した教科書の進化に関する学習内容では、すべてではないが、各教科書の教科書執筆者の進化に対する考えの影響を窺い知ることができた。

第二次世界大戦終戦以前では、法令において進化を扱う理由は明記されてこなかつた。確かに、当時の教科書執筆者らは、各々が活躍した時期に、各々の進化に対する考えを論じ、それを自身の手によって教科書に多少なりとも反映させていた。しかしながら、それは個人的なものであり、国としての方針である法令では、彼らの考えを含む、進化を扱う理由は明示されてこなかつた。そうした状況ではあっても、第二次世界大戦終戦以前における教科書における進化の扱いとして次の 3 点の特色が見られた。1 点目は、丘の主張した進化の観点からみた自然界における人類の位置が、彼の教科書はもちろん、その他の執筆者らによるその後の動物学、博物通論、生物通論の教科書においても扱われていったことである。2 点目は、進化は、分類に沿ってそれぞれの生物を説明する各論の後に、生物一般に対する内容を説明する通論において扱われてきた点である。この通論は、教科書の終盤で扱われる傾向があつた。3 点目は、分類を扱う教科書では、分類の基盤となる考えとして進化が扱われていた点である。これらの 3 点は、教科書で具体化された進化の扱い方である。この具体化の背景に、法令では見られなかつた進化を扱う理由が存在するのだろうか。あるいは、丘以降の

教科書執筆者の教科書で進化の観点からみた自然界における人類の位置が扱われ、箕作以外の阿部や野村の教科書で分類の基盤となる考えとして進化が扱われていた背景には、何らかの理念があったのかどうか。これらの問題は今後さらに研究する必要がある。

2-2) 1945 (昭和 20) 年から現在

1945 (昭和 20) 年より現在にかけての「学習指導要領 (要項)」では、1893 (明治 26) 年から 1945 (昭和 20) 年までと同様に、進化を扱う理由やその方法に関する記述はみられなかった。それまでの法令と比べると、「学習指導要領 (要項)」における進化に関する学習内容の記述は詳細になっており、1960 (昭和 35) 年の「学習指導要領」からは、その『解説』も併せて出版されている。「学習指導要領 (要項)」における進化に関する学習内容の記述や、『解説』に示された学習のねらい等の分析から、進化を扱う理由やその方法を読み取っていく。それと同時に、各時期の「学習指導要領 (要項)」に準拠した教科書における進化の扱いについても分析する。本研究では、1948 (昭和 23) 年に「学習指導要項 (試案)」が示されてから高等学校の生物科目の教科書を出版してきた大日本図書出版株式会社の教科書を中心に分析を行った。ただし、「生物 IA」の教科書は第一学習社の教科書を、現行の「学習指導要領」に準拠した「生物基礎」と「生物」の教科書は東京書籍の教科書を用いた (分析に用いた教科書は資料 2 を参照のこと)。

① 1948 (昭和 23) 年の「学習指導要項 (試案)」の時期

1948 (昭和 23) 年の「学習指導要項 (試案)」では、進化の扱いに関する記述や進化を教える意義を論じている部分を見つけることができなかった。ただ、理解の目標において、「22. 人も他の生物も長い時代を経て変遷した。」(文部省, 1948: 11) や、「23. 生物の類縁は進化の道筋を示している。」(文部省, 1948: 11) といった目標が示されていた。

本研究では、『高等学校の科学 生物 I』(服部, 1951a) と『高等学校の科学 生物 II』(服部 1951b) を分析した。進化は、『高等学校の科学 生物 I』(服部, 1951a) の「単元 4 地球上には、どんな生物が生活しているだろう」で主に扱われている (全 7 単元)。本単元は、「41. 生物とその周囲」、「42. 生物は種類にまとめることができる」、「43. 生物の種

類には変るものがある」で構成されている。「41. 生物とその周囲」では、地球上の色々な環境にいろいろな種類の生物が生息していることが扱われている。そして、「42. 生物は種類にまとめることができる」では、それらの生物を分類することへと学習が展開されていく。生物は形質の類似に基づいて分類できること、その類似の背景には生物の系統があることが説明される。そして、分類体系が扱われ、門レベルでそれぞれの植物と動物の特徴が示されていく。「43. 生物の種類には変るものがある」では、過去の生物が地質年代に沿って示されながら生物の進化の歴史が扱われる。進化論に関する学習はこの後に設けられ、Lamarck や Darwin そして de Vries の進化論などが説明されている。進化論に関する学習の後に、植物と動物の進化の歴史、人類の進化が述べられている。この単元以外では、単元1の「16. からだのできあがるまで」において、相似が説明されている。

② 1951 (昭和 26) 年の改訂「学習指導要領 (試案)」の時期

1951 (昭和 26) 年に改訂された「学習指導要領 (試案)」において、進化に関する学習内容は、「第七章 高等学校生物の単元とその展開例」の「単元VI 生物の体内や、いろいろな種類の間にはどのような統一と類似とが見られるか」と「単元VII 地球上にはどんな生物がすんでいるか」で主に扱われる。この単元VIの要旨には、「生物に関する知識はややもすれば、個々ばらばらなものになりやすく、高等学校程度の生徒はそれでは満足しない。この単元では、そのような生徒の要求に答えて、生物の形態的、機構的、生態的、系統的な統一性の理解に基いて、生徒のそれぞれの自然観の形成に役だたせることにも大きな意味をもっている」(文部省, 1952: 346) とある。つまり、この単元は系統的な側面を含む多様な側面からの生物の統一性から、生徒に生物を総合的に捉えさせることが意図されていると考えられる。単元VIの後の「単元VII 地球上にはどんな生物がすんでいるか」の要旨には、「中学校の学習以来、生徒はすでに多くの動植物の種類を知っている。……しかし、これらの種類に関する知識はばらばらのものであって、まとまった系統づけが欠けている。単元IVでは生物体の構造・体制・発生や生物間の統一・類似性を理解した。これらの点に基礎をおいて既習の動植物を系統づけて排列し、それぞれに分類上の位置を与えることは、この年ごろの青年の心理に適合する」(文部省, 1952: 354) と述べられている。すなわち、分類によって

多様な生物を整理することが意図され、その分類の基盤となる考えとして進化が位置づけられていると読み取ることができる。

本研究では、『新版 生物 上』(服部ら, 1954a)と『新版 生物 下』(服部ら, 1954b)を分析した。進化に関する学習内容は、『新版 生物 下』(服部ら, 1954b)の「単元5 生物界にはどんなまとまりがみられるだろう」(全8単元)の「56.生物と化石」と、「単元6 地球上にはどんな生物が生活しているだろう」で主に扱われる。「56.生物と化石」では、進化に関する学習内容として、化石や、地質年代に沿った各時代の過去の生物、進化を示す証拠、植物と動物の進化の歴史、人類の進化、進化論などが扱われている。学習の終盤に、「個体を超えた系統のうえでも、やはり統一のあることは、化石がよく説明している。類似したものが、統一をこわさないで少しずつはなれていくと、進化という長時間かかる現象になる」(服部ら, 1954b: 73)とある。この記述部分は、「学習指導要領(試案)」で述べられていた「系統的な統一性」を示していると考えられる。「単元6 地球上にはどんな生物が生活しているだろう」では、進化に関する学習内容として、系統と植物と動物の系統樹が示され、そして分類体系が説明される。その後、門レベルでさまざまな植物と動物が説明されている。単元6の終盤では、「この単元では、地球上にいる生物を種類の立場から扱った。どんな生物でも進化してきたものであり、進化のぐあいに応じて、互に大なり小なりの縁故のあることを知った。そして、この生物が進化するという事実のうえにたって、その進化の歴史を反映した分類をすることが、もっとも生物を理解するのに適当な方法であることも知った」(服部ら, 1954b: 144)と述べられている。ここに、「学習指導要領(試案)」で示された、分類の基盤となる考えとして進化が具体化されていると考えられる。これら以外の単元では、単元5の「53.からだの構造とはたらき」において相似器官と相同器官そして痕跡器官などが扱われていた。

③ 1956(昭和31)年の改訂「学習指導要領」の時期

1956(昭和31)年に改訂された「学習指導要領」では、科目「生物」において、3単位用と5単位用の内容が定められた。文部省(1961)によれば、1961(昭和33)年の段階で「生物」を履修した生徒の割合は97%であり、そのうち、13%の生徒が3単位で、84%の

生徒が5単位で履修したとされている。そのため、5単位用の内容と教科書を分析する。

「学習指導要領」では、『生物』の内容をきめるにあたっては、特に目標に照して重要と思われるものを取り上げ、これを中心として内容を整理すること、『保健』との重複を避け、人体の構造や機能の重要なものを主として取り上げることに留意した」（文部省、1956: 38）とあり、目標の達成に向けて学習内容が選択されている。「生物」の学習内容において進化をどのように扱うかに関する記述は見つけることはできなかった。

『高等学校理科用 生物（5単位用）』（木下ら、1960）を分析に用いた。同教科書では、進化は「6. 生物の分類と進化」（全7章）で扱われる。この章の冒頭では、「生物の分類は、はじめは人為分類で、極めてわずかな形質によって分類したり、人生との関係によって分類したのであって、生物のいろいろな形質を知って、それらの形質でどれがたいせつであるかをつかんだうえで分類したのではなかったが、その後、自然分類がおこって、生物の系統を考へに入れて分類するようになった」（木下ら、1960: 339）と、分類と進化との関係が論じられている。この章では、まず生物の分類方法が扱われる。続いて、植物と動物の分類が扱われ、それぞれの分類ごとに生物が説明されている。分類に関する学習内容が終わると、地質年代と各時代に生きていた生物や生きた化石が扱われる。植物と動物の進化の歴史、そしてヒトの進化が説明され、これらの内容の後に、進化論一般が述べられている。これら以外の章では、「1. 細胞と生物体と生物社会」において生命の起源や相似と相同と痕跡器官が説明され、「3. 環境の変化と生物」では、自然選択の観点から見た適応が説明されている。「7. 生物学と人生」では、自然発生説が扱われている。

④ 1960（昭和35）年の改訂「学習指導要領」の時期

1960（昭和35）年に改訂された「学習指導要領」とその『解説』では、進化の扱いに関する記述や進化を教える意義を論じている部分を見つけることができなかった。

この時期の「学習指導要領」に準拠した教科書として、『新訂版 生物』（岡田ら、1972）を分析した。同教科書における進化に関する学習内容は、「第12章 進化」で主に扱われ、「第13章 系統と分類」で分類と関連付けられている（全13章）。第12章では、地質年代に沿って各時代の生物やヒトの進化が説明され、続いて進化を示す証拠が扱われる。本章

の最後に、種々の進化論が説明されている。この章の後に「第 13 章 系統と分類」があり、冒頭で「生物のもついろいろな形質を比較検討して分類すれば、それぞれの生物のたどってきた進化の道すじ、すなわち系統をある程度は推測することができる」(岡田ら, 1972: 309)と述べられている。このように、生物の進化の歴史としての系統と、分類が関連付けられて扱われている。教科書の本文においても、「生物のもつあらゆる形質を比較して、似た生物をまとめたものを自然分類という。形質の似かよいは血縁関係の深いことを示すので、すべての形質を考えに入れた自然分類によって同一群に入れられた種類は、これらの祖先が同一である近い親類である。それで自然分類は系統を示す系統分類といえる」(岡田ら, 1972: 313)と説明されている。この後で、植物と動物のそれぞれの系統と分類、そしてそれぞれの分類における門レベルでの生物の特徴などが記述されている。これ以外の章では、「第 11 章 生態」において、遺伝と進化の観点から適応が説明されている。

⑤ 1970 (昭和 45) 年の改訂「学習指導要領」の時期

この「学習指導要領」から、「生物」だけであった高等学校の生物科目が、選択必修科目と、選択科目の 2 種類に分けられるようになる。1970 (昭和 45) 年の「学習指導要領」では、選択必修科目の「生物 I」と選択科目の「生物 II」が定められた。「生物 I」と「生物 II」の学習内容の選択として、『解説』では、『生物 I』だけ履修しても、生物として一通りの基本概念の理解ができるようにしてある。そのため、『生物 I』においては『物質交代とエネルギー』、『恒常性と調節』、『生命の連続性』の三つの大項目のもとに、事項を整理し、内容を精選した」(文部省, 1972b: 48)とあり、生物の基本概念として三つの大項目が選択された。

「生物 II」の学習内容が選択された理由として、「『生物 I』で学んだ基本的な概念の理解をさらに深めるとともに、生物現象の微視的ならびに巨視的な見方や生物の進化的な見方を育てるために、『生命現象と分子』、『生態』、『生物の進化』の三つの大項目を取り上げてある」(文部省, 1972b: 48)と『解説』で説明されている。このように、「生物 II」が「生物 I」の発展として位置づけられていることがわかる。また、進化は生物の進化的な見方を育てるために扱われている。

進化は「生物 II」で扱われることとなったが、学習のねらいとして『解説』では次のこと

が述べられている。「生物における同一性と多様性とを多面的にとらえ、現存する生物を歴史的な所産として把握し、さらに生物や生物現象を進化的な立場から考察させることがねらいである」(文部省, 1972b: 60)。

本研究では、『改訂 生物 II』(木下ら, 1982) を分析した。同教科書で、進化は「3 進化」において主に扱われる(全3章)。この時期では、進化は、選択科目である「生物 II」の、しかもその教科書の最後の章で扱われることとなる。「3 進化」は、「3-I 生命の起源」、「3-II 進化のしくみ」、「3-III 進化のしくみに関する説明」より構成されている。

「3-I 生命の起源」では、文字通り生命の起源が扱われる。生命の起源に続き、地質年代と各時代に生きていた生物が概説される。そして、植物と動物の進化の歴史やヒトの進化が述べられる。これらの学習内容は、「学習指導要領」のねらいで示された生物の歴史性に相当する部分であると考えられる。「3-II 進化のしくみ」では、進化を示す証拠や定向進化説、進化の速度などが扱われている。「3-III 進化のしくみに関する説明」では、Lamarck や Darwin の進化論や遺伝学と統合した現在の進化論について説明されている。これ以外の章では、「2 生態」において、生命の歴史に沿って自然界の変遷が説明されている。

教科書の分析では、生物の共通性と多様性を捉えさせることや、生物や生物現象を捉えさせる視点の獲得がどのような形で図られていたのかは明らかにできなかった。生徒が進化を十分に理解し、その観点から生物を眺めることで、生物の共通性と多様性を認識し、生物や生物現象を捉える視点を獲得することになるというよりは、生徒が進化を理解した時点で、これらの理解や視点を獲得したことになると考えられていたとも指摘できる。

1978(昭和53)年の改訂「学習指導要領」の時期では、進化は必修科目「理科 I」で扱われている。本研究では、生物学に特に焦点化した科目のみに着目しているため、この時代の「学習指導要領」とそれに準拠した教科書を分析の対象外としている。

⑥ 1989(平成元)年の改訂「学習指導要領」の時期

1989(平成元)年の「学習指導要領」では、前回のもと同様に、選択必修科目「生物 IA」、「生物 IB」と、選択科目「生物 II」の2種類に分けられている。生徒が選択科目「生物 II」を履修するためには、選択必修科目「生物 IB」を履修しなければならない。進化は、

「生物 IA」と「生物 II」で扱われている。

「生物 IA」は、『解説』において、「中学校理科との関連を十分考慮し、その基礎の上に、日常生活と関係の深い生物、人間及び生物現象についての学習を無理なく行わせることによって、生物学に対する関心を高め、科学的な見方や考え方の育成を目指した科目」（文部省, 1989b: 106）として位置づけられている。そして、進化に関する学習内容は、「(2) 生物としての人間」で扱われている。ここでのねらいとして、「ヒトの進化やヒトの行動を他の動物との比較を含めて学習させることによって、ヒトの形質の生物学的な一般性や特殊性についての認識を深めさせるとともに、進化や適応などの見方や考え方の育成を図ること」（文部省, 1989b: 109）が『解説』で述べられている。この『解説』から、生徒の「ヒトの形質の生物学的な一般性や特殊性についての認識」の深化と「進化や適応などの見方や考え方」の育成のために、他の動物とヒトの比較や、ヒトの進化が扱われているといえる。

「生物 IA」の教科書として、『高等学校 図解生物 IA—ヒトの生物学—』（田中ら, 1994）を分析した。進化は、「第2章 生物としての人間」の「1. ヒトの特徴と進化の道すじ」において扱われる。ここでは、ヒトの進化が扱われるとともに、ヒトの特徴が脊椎動物の系統の観点から他の脊椎動物との比較を通して論じられていた。これらの学習内容は、「学習指導要領」で示されていたねらいが具体化されたものと見なすことができる。第2章以外では、「第5章 生物学の進歩と人間生活」において自然発生説が説明されている。

「生物 II」は「生物 IB」とともに、『解説』において、「中学校理科の基礎の上に、更に進んだ生物学的な方法で生物や生物現象に関する問題を取り扱い、基本的な概念や原理・法則を理解させるとともに、探究の過程を通して、科学の方法を習得させ、科学的な自然観を育てる科目」（文部省, 1989b: 114）として位置づけられている。進化は、「生物 II」の学習内容において、「(2) 生物の進化と系統」で主に扱われている。この学習内容のねらいは、「生物が長い年月の間に進化してきた過程や進化の起こる仕組みについての考え方を扱い、併せて、それに基づく生物の系統関係の概要を理解させることを通して、生物の進化の概念を育成すること」（文部省, 1989b: 132）と『解説』で述べられている。「学習指導要領」の『解説』では、進化を理解させることが挙げられているが、なぜそれが必要であるかについては言及されていない。

「生物Ⅱ」の教科書として、『生物Ⅱ』（高橋ら1995）を分析した。この教科書は、全4章から構成され、進化は「第三章 生物の進化と系統」で主に扱われる。「第三章 生物の進化と系統」ではまず、進化を示す証拠が提示される。続いて、種々の進化論が歴史的変遷に沿って説明されている。ここでは、遺伝学と統合した現代の進化論についても説明されている。次に、生命の起源からの生物の変遷が説明される。その中で、代謝系の進化や、核の形成、陸上への進出、種子植物や脊椎動物の出現などの、生物の進化の歴史上重要な出来事も説明されている。また、植物と動物の系統、ヒトの進化なども扱われている。最後に、生物の分類が説明されている。この説明において、「生物をその進化の道筋、つまり系統を反映させてまとめる分類」（高橋ら,1995:81）として系統分類が紹介され、系統分類に基づく生物の分類体系が概説されている。

⑦ 1999（平成11）年の改訂「学習指導要領」の時期

1999（平成11）年の「学習指導要領」では、選択必修科目「生物Ⅰ」と選択科目「生物Ⅱ」がある。進化は、選択科目「生物Ⅱ」で扱われている。『解説』では、「生物Ⅰ」と「生物Ⅱ」の目標が意図するところは「本質的に同じ」（文部科学省,2005:123）とされている。すなわち、「自然に対する関心や探究心を高め、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な自然観を育成すること」（文部科学省,2005:123）である。そして、「生物Ⅱ」は、「生物Ⅰ」の発展として位置づけられている。「生物Ⅰ」と「生物Ⅱ」の目標にある「基本的な概念や原理・法則を理解」とは、生物や生物現象に関する理解に対して述べられており、生物や生物現象の共通性と多様性を理解するためには、「生物のもつ歴史性を理解させることが大切である」（文部科学省,2005:125）と『解説』で述べられている。進化は、「生物Ⅱ」の学習内容において、「（2）生物の分類と進化」で扱われる。この学習内容では、「生物の分類と系統及び進化の過程とその仕組みを観察、実験などを通して探究し、生物界の多様性と歴史的変遷を理解させ、分類と進化についての見方や考え方を身に付けさせる」（文部省,1999:88）とある。なぜ進化を扱うかということは「学習指導要領」やその『解説』において明示されていなかった。しかし、目標での記述や、学習のねらいを見ると、生物と生物現象の共通性と多様性を理解させるために進

化を扱うという進化に対する考えを読み取ることができる。また、「生物Ⅱ」の内容の取り扱いにおいて、「内容の(1)から(4)までのうち、(1)及び(4)についてはすべての生徒に履修させること。(2)及び(3)については生徒の興味・関心等に応じていずれかを選択することができること」(文部省, 1999: 89)とされている。つまり、「(2)生物の分類と進化」は選択科目の中の更に選択内容であることがわかる。

本研究では、『生物Ⅱ』(高橋ら, 2009)を分析した。進化に関する学習内容は、「第Ⅲ章 生物の分類と進化」で扱われている(全4章構成)。進化の単元の後には、「第Ⅳ章 生物の集団」である。「学習指導要領」で示されていたように、本教科書においても、「第Ⅲ章と第Ⅳ章は、どちらか一方を選択すればよい」(高橋ら, 2009: 8)とされていた。「第Ⅲ章 生物の分類と進化」は、「1節 生物の分類」、「2節 生物の系統」、「3節 生物界の変遷」、「4節 進化のしくみ」で構成される。「1節 生物の分類」では、系統やそれに基づく自然分類などが扱われる。「2節 生物の系統」では、5界説や系統の解析方法や、それぞれの界の系統などが扱われている。植物、菌、動物の系統では、どのようにそれぞれの生物が進化してきたかというよりは、それぞれの分類に沿って門レベル程度でのそれぞれの生物の特徴が説明されている。「3節 生物界の変遷」では、地球の誕生から生命の起源へ、そして、現在に至るまでの生命の進化の歴史が説明されている。その中で、初期の原始生命体における代謝系の進化やそれに伴う地球環境の変化、核の形成や細胞の進化、各地質年代とそれに沿った生物の変遷などが説明される。各地質年代とそれに沿った生物の変遷において、植物や動物の進化の歴史やヒトの進化が示されている。「4節 進化のしくみ」では、進化を示す証拠や、LamarckとDarwinの進化論、遺伝学からの知見を取り入れながら現代の進化論や種分化などが説明されている。「第Ⅲ章 生物の分類と進化」の冒頭では、「この章では、生物をその多様性を理解するために分類する方法と、系統に基づいて組み立てられた分類の体系について学ぶ。また、進化の事実を示す証拠とそのしくみ、そして地球の歴史とともに生命が歩んできた進化の道筋についても学んでいく」(高橋ら, 2009: 67)とある。つまり、本章では、生物の多様性を理解するために分類を示し、その分類の根底にある考え方として進化が示されている。「第Ⅳ章 生物の集団」では適応と進化の関係が扱われていた。

本教科書において、「学習指導要領」に示されていたように、生物と生物現象の共通性と

多様性を理解させるために進化が扱われていた。進化の観点から生物と生物現象の共通性と多様性を捉えるというよりは、進化を学ぶことで「生物と生物現象の共通性と多様性を理解」するように扱われていた。

⑧ 2009（平成 21）年の改訂「学習指導要領」の時期

2009（平成 21）年の「学習指導要領」では、高等学校の生物科目は、選択必修科目「生物基礎」と選択科目「生物」の 2 種類ある。『解説』において、「生物基礎」は、「中学校で学習した内容を基礎として、日常生活や社会との関連を図りながら生物や生物現象への関心を高め、観察、実験などを通して、生物学的に探究する能力と態度を育てるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な見方や考え方を養う科目」（文部科学省, 2009b: 73）と位置づけられている。また、「生物基礎」の特徴として、「生物や生物現象の理解を助けるため、共通性と多様性という視点を導入している」（文部科学省, 2009b: 73）ことが述べられている。一方で、「生物」は、『解説』において、「『生物基礎』との関連を図りながら、生物や生物現象を更に広範に取り扱い、生物学的に探究する能力と態度を身に付けさせるとともに、生物学の基本的な概念や原理・法則の理解を深めさせ、科学的な自然観を育てる科目」（文部科学省, 2009b: 82）と位置づけられている。「生物」は、「生物基礎」の発展として位置づけられている。「生物」においても、「『生物基礎』に引き続き共通性と多様性という視点を重視するとともに、生物と環境とのかかわりに注目することが重要である」（文部科学省, 2009b: 82）とされた。進化は両科目で扱われている。

「生物基礎」の目標において、共通性と多様性を理解することが重要とされ、「その前提として、現存している生物は起源を共有しているということを理解しておくことが大切である」（文部科学省, 2009b: 74）と『解説』で述べられている。進化は、「生物基礎」の最初の学習内容である「（1）生物と遺伝子」の「ア 生物の特徴」の「（ア） 生物の共通性と多様性」において扱われる。「（ア） 生物の共通性と多様性」の学習のねらいは、『解説』によると、「現存する多様な生物には共通性があり、その共通性は共通の起源をもつことに由来することを理解させること」（文部科学省, 2009b: 75）とある。「（内容の取扱い）」では、「生物が共通性を保ちながら進化し多様化してきたこと、その共通性は起源の共有に由来す

ることを扱うこと」(文部科学省, 2009a: 79) と述べられている。つまり、生物の共通性と多様性を理解するために進化が扱われていると指摘できる。

「生物基礎」の教科書として、『生物基礎』(浅島ら, 2012) を分析した。この教科書は、4編から構成され、進化は、「第1編 生物の特徴」の「1章 生物の多様性と共通性」の「1-多様な生物の共通点」において説明されている。つまり、教科書の最初の章で扱われている。これは、今まで分析してきた教科書には見られない特徴である。ここでは、次のように生物の共通性と多様性が進化の観点から説明されている。「生物は進化することで常に多様化し続けている。現在、地球に生きる生物の多様性は、進化の結果生じたものである。その一方で、地球上のすべての生物は共通の祖先をもつため、生物の基本的な特徴には共通性がみられる。われわれが生物の世界をみていくときには、この多様性と共通性という両方の視点を常にもつことが必要である」(浅島ら, 2012: 11)。「学習指導要領」で示されたように、進化の観点から生物の多様性と共通性が説明されている。第2章では、共生説が説明されている。このあと、進化は「第2編 遺伝子とそのはたらき」の「3章 遺伝情報とタンパク質の合成」において、「C 生物の共通性のまとめ」で再び扱われる。「第1編、第2編では多様な生物界における共通性を学習してきた」(浅島ら, 2012: 71) として、生物に共通する細胞の構造や ATP の利用、DNA のはたらきなどが復習されている。そして、「地球上に生きるあらゆる生物は、原核生物や真核生物、動物や植物などの多様性をもちながらも、このような共通性をもつことから、起源を共有していると考えられる」(浅島ら, 2012: 71) と説明されている。これら以外の教科書の学習内容における進化について、第3編では、動物の進化と体内環境との関係が扱われ、第4編では、生物多様性の説明において、「多様な生物種は、それぞれかけがえのない固有の進化の歴史をもつ」(浅島ら, 2012: 183) と述べられている。同教科書では、教科書全体に行き渡るようにコラムが用意されており、「生物についての理解を深める内容を『共通性と多様性』『ヒト・日常』『探究』『科学史』の区分で紹介」(浅島ら, 2012: 7) されている。このようにして、生物の共通性と多様性を視点として、生物についての理解を深める工夫がなされている。

「学習指導要領」やその『解説』で示されたように、教科書でも、本文の学習内容やコラムを通して教科書全体に生物の共通性と多様性が視点として導入されていた。教科書の最

初の章では、生物の共通性と多様性が進化の観点から説明されていた。

「学習指導要領」の「生物」の目標について、「生物や生物現象の特徴の一つは多様性に富んでいることである。しかし、生物は多様であっても、すべての生物に共通した基本的な機能や普遍的な特性が存在している。したがって、『生物』では、生物や生物現象が普遍的な原理・法則に基づきながら、なぜこれほどの多様性を示しているかを考えさせることも必要である。また、共通性と多様性という二つの視点の理解を深めるために、生物のもつ歴史性を理解させることが大切である」（文部科学省, 2009b: 83）と『解説』で述べられている。つまり、「生物」においても、引き続き、生物の共通性と多様性を理解させるために進化が扱われていることがわかる。「生物」の学習内容において、進化は、「(5) 生物の進化と系統」で扱われる。『解説』では、「(5) 生物の進化と系統」のねらいは、「生命の起源や生物が進化してきた道筋を、進化の仕組みと合わせて理解させること」（文部科学省, 2009b: 92）と述べられている。

「生物」の教科書として、『生物』（浅島ら, 2013）を分析した。この教科書は6編から構成され、進化は最終編である「第6編 生物の進化と系統」で主に扱われている。第6編は、「1章 生命の起源と生物の変遷」、「2章 進化のしくみ」、「3章 生物の系統」の3章より構成されている。「1章 生命の起源と生物の変遷」では、生命の起源から現在に至るまでの生命の進化の歴史が説明されている。その中で、RNA ワールドから DNA ワールドへの移行や、細胞の進化、各地質年代とそれに沿った生物の変遷などが説明される。各地質年代とそれに沿った生物の変遷において、植物や動物の進化の歴史やヒトの進化が示されている。「2章 進化のしくみ」では、進化の意味、突然変異、遺伝子プール、遺伝平衡、自然選択、遺伝的浮動、中立説、種分化、共進化などが説明されている。「3章 生物の系統」では、最初に生物の系統と分類について「分類は類似したなかまの集合をつくっていく作業であるので生物の系統関係がそのまま反映されているとは限らない。そのため、絶えず分類と系統関係が矛盾しないようにする努力がなされている」（浅島ら, 2013: 430）と述べられている。また、新たな系統関係が明らかになった場合は、それに基づいて分類体系が改変されるとも述べられている。続いて、系統の調べ方や、生物の系統関係に基づいて生物を細菌、古細菌、真核生物の3つに分ける3ドメインが説明されている。そして、それぞれのドメイ

ンに属する生物の特徴などが示されている。この章の最後には、「3 生物の系統のまとめ」があり、生物に共通した特徴は生物が共通の祖先から生じた結果であり、これらの共通性をもつ生物が進化することで、多様な生物が存在するようになることが論じられている。第6章以外には、「第1編 生命現象と物質」では、高温で乾燥した環境に適応した植物が紹介されている。「第4編 生物の環境応答」では、動物の行動に対する疑問への答え方の1つとして、行動の進化が挙げられている。つまり、ここでは、動物の行動を説明する1つの観点として進化が示されている。なお、同教科書においても、『生物基礎』（浅島ら, 2012）でみられたコラムが教科書全体にわたり配置されている。

「学習指導要領」とその『解説』では、「生物基礎」と同様に、「生物」においても生物の共通性と多様性を理解させるために進化が扱われていることが示されていた。「生物」の教科書を分析すると、このような進化の扱いが具体化されていることが確認できた。

⑨ 1945（昭和20）年から現在にかけてのまとめ

1945（昭和20）年以前と同様に、第二次世界大戦後の「学習指導要領（要項）」とその『解説』においても、進化を扱う理由やその方法を明記している部分は見つけられなかった。ただ、「学習指導要領（要項）」やその『解説』からは、学習のねらい等から進化の扱いに対する考えを読み取ることができた。1951（昭和26）年に改訂された「学習指導要領（試案）」の「生物」では「生物の系統的な統一性」を理解させるためや、分類の基盤となるために進化が扱われていた。1970（昭和45）年に改訂された「学習指導要領」の「生物II」では、生物の共通性と多様性を捉えさせること、生物の歴史性を捉えさせること、生物や生物現象を捉えさせる視点の獲得といった理由から進化が扱われていた。そして、1989（平成元年）年に改訂された「学習指導要領」の「生物IA」では、生徒の「ヒトの形質の生物学的な一般性や特殊性についての認識」の深化と「進化や適応などの見方や考え方」の育成のために進化が扱われ、1999（平成11）年の「学習指導要領」の「生物II」では、生物と生物現象の共通性と多様性を理解させるために進化が扱われていた。最近改訂された2009（平成21）年の「学習指導要領」の「生物基礎」と「生物」でも、生物の共通性と多様性を理解するために進化が扱われていた。

法令における科目上の進化の学習内容の位置づけにもある傾向が見られた。それは、進化の学習内容は、高等学校の生物科目において、より発展的な内容を扱う科目に組み込まれるということである。進化は、生物学に関する基本的な内容を扱っているとされる選択必修科目ではなく、その選択必修科目を履修した生徒が履修できる選択科目に位置づけられることが多かった。そう考えると、2009（平成 21）年の「学習指導要領」の改訂では、進化が選択必修科目と選択科目の両方で、しかも、選択必修科目の最初に扱われることとなったのは、画期的な変化である。

進化が教科書に導入されてから現在に至るまで、旧制中学校および高等学校の学習内容を定めるわが国の法令およびその『解説』では、進化を扱う理由やその方法は明記されてこなかった。そのために、それらの考えに基づいた、伝統的な進化の扱いについて明らかにすることはできなかった。その一方で、科目あるいは教科書での扱いについて、1893（明治 26）年から 2009（平成 21）年に至るまで受け継がれてきたいくつかの傾向が見られた。1 点目は、進化は、発展的な内容を扱う選択科目で扱われたり、科目内の学習内容の終盤に扱われたりすることである。2 点目は、進化と分類とを関連付けて扱われることである。

2-3) わが国の生物教育における進化の扱いに対する生物学者や理科教育研究者そして理科教師の見解

第二次世界大戦後の「学習指導要領」における進化の扱いについて、高等学校では、1970（昭和 45）年の「学習指導要領」の改訂から 1999（平成 11）年の改訂に至るまでに、「進化は高校生の全員が学ぶものから、選択科目の中で一部の生徒が学ぶものへとなり、内容も簡略化されている」（福井, 2006a: 9）ことが報告されている。その他にも、1989（平成元）年と 1999（平成 11）年に改訂された「学習指導要領」における進化の扱いに対する問題や、その他の進化の指導に関わる問題が報告されており、まとめると以下のようなになる。

1989（平成元）年の「学習指導要領」の時期

- ・ 限られた生徒しか進化を学ばない（矢島, 1997; 嶋田, 1997）。

1999（平成 11）年の「学習指導要領」の時期

- ・ 限られた生徒が履修する選択科目で進化が主に扱われている（嶋田, 2004）。
- ・ 日本の生物教育の中では、進化は、その価値に見合った十分な扱いを受けていない（長谷川, 2004; 布山, 2004; 福井, 2006a）。
- ・ 高等学校までの生物の教科書に「なぜ」という問いがなく、高等学校の生物科目は体系化されていない事実を暗記するだけの科目と思われている（長谷川, 2002）。
- ・ 高等学校の生物教師に進化が十分に理解されていない（鍋田, 2004）。
- ・ 選択科目を履修した生徒でも、進化のメカニズムを十分に理解しているとは言い難い（福井, 2000, 2006b）

これらの問題点と同時に、生物教育および高等学校においてどのように進化を扱っていくかに対する提案もなされてきた。それらの提案のいくつかを以下にまとめて示した。

生物教育における進化の扱いに対する改善

- ・ 限られた単元でのみならず、初等・中等教育を通じて進化を扱っていく（田幡, 1998）。
- ・ 中学校理科で進化を教え、高等学校の選択必修科目の中で進化的な見方を少しずつ取り入れていく（嶋田, 2004）。
- ・ 生物教育の全教材を通して進化を扱う必要がある（中原, 1962; 真船・鷹取, 1981）。
- ・ 生物学の内容を正しく、そして相互に関連付けられた状態で生徒に理解させるために、生物教育において生物学を体系づけるための基盤として進化を位置づける（真船, 1965）。

高等学校における進化の扱いに関する改善

- ・ 進化を教える時間の確保が困難である場合は、日々の授業の中で適宜進化的な観点を取り入れていく（矢島, 1997）。
- ・ 多くの高校生が履修する選択必修科目で進化を扱う（嶋田, 1997）。
- ・ 進化を選択必修科目で扱えないのであれば、生態を選択必修科目に戻し適応進化を

扱う（嶋田, 2004）。

- ・ 選択科目で分子進化の中立説を扱う（嶋田, 2004）。

上記に加え、福井（2006a）は、日本における進化教育のあり方について、12の提言を示している。それらを箇条書きの形式にして以下に示した。

- ① 進化の教授価値を明確に意識する。
- ② 進化の重要性をもっと強調する。
- ③ 進化を科学の本質と結びつける。
- ④ 進化には複数の異なる側面があることを意識する。
- ⑤ 「個体群的な思考」を強調する。
- ⑥ 進化は再現のきかない一方通行の現象であることを強調する。
- ⑦ 進化は現在も進行中であることを強調する。
- ⑧ 進化に関するミスコンセプション（素朴概念）に留意する。
- ⑨ 進化思想史から教授上のヒントを得る。
- ⑩ なるべく早い学年段階から教授する。
- ⑪ 用語の定義を明示する。
- ⑫ 「退化」を教授する。

（福井, 2006a: 12-14）

第二次世界大戦後の法令には、進化を扱う理由は明記されてこなかったが、進化に関する教材や教授方略に関する研究などには、それらの理由を見出すことができる。例えば、進化を教えることは生徒の生物に対する歴史的な見方を育てることになること（真船, 1965; 中原, 1968; 矢島, 1997）や、生物の共通性と多様性についての理解を促進させること（高橋・松山, 1991）、進化によって生物学の諸分野は関連付けられ体系づけられること（嶋田, 2004）、進化は科学的リテラシーに必要な知識であること（嶋田, 1997, 2004）、進化は生物に対する「なぜ」という問いに答えてくれること³⁾（河田, 1999; 長谷川, 2002）、などである。

わが国の高等学校の生物教育において、科目の種類はどうあれ、進化は学習内容として扱われてきた。しかしながら、進化が扱われる理由については、高等学校の生物科目の学習内容を定める法令等では明記されてこなかった。そのため、教科書における進化の扱いも、その時々で異なっていた。では、わが国には進化を扱う理由が全く主張されてこなかったかという、そうではない。生物学者や理科教育研究者そして理科教師によって、まとまった形ではないにせよ、その時々で論じられてきた。次節では、本研究で記述したわが国における進化の指導の歴史の変遷を考慮しつつ、また、生物学者や理科教育研究者そして理科教師が提案する改善案にも目を向けつつ、BSCSにおける進化の指導の特色をもとに、今後のわが国における進化の指導に対する示唆の導出を試みる。

第3節 わが国における進化の指導への示唆

わが国とBSCSでは、進化の指導が置かれている文脈が大きく異なっている。アメリカでは、進化の指導をめぐる論争が今も続いているが、わが国ではそのような論争はみられない。そのため、BSCSの進化の指導の特色をそのままわが国の文脈に持ち込んだとしても、その特色をそのまま生かすことができるとは言い難い。例えば、わが国の生物教育において進化の指導を通して科学としての誠実さを保持することを主張し、創造論と進化の違いを教科書で扱ったとしても、それはBSCSで意図されたような教育的価値があるとはいえない。本研究では、日本とアメリカの進化の指導が置かれている文脈の違いを考慮し、以下の3点のわが国における進化の指導への示唆を導出した。

1) 進化を教える意義とその意義の具体化の方法の明確化

BSCSは、第2章でもみてきたように、法令にあたる部分の理念の構築から、教科書の作成までの全工程を自身の手で行ってきた。そして、進化を教える意義とその意義の具体化に一貫性がみられたように、そこには理念と具体化の一貫性が存在していた。その一方で、わが国では、文部科学省（旧文部省）が示す「中学校教授要目」や「学習指導要領」などの法令に基づいて、各出版会社が各々の教科書を作成してきた。1942（昭和17）年や1943（昭和18）年の第二次世界大戦終戦間近では、準国定教科書とみなせるようなものもあるが、

概ね各出版会社が法令に基づいて教科書を作成してきた。わが国では、法令を制定する側とそれを具体化する側は異なっており、検定制度や「学習指導要領」の『解説』があるとはいえ、法令の中で示された理念を完全に教科書に具体化することは難しい。だからこそ、わが国において、進化を教える意義とその意義の具体化の方法を示していくことが重要であると考えられる。だが、わが国における進化の指導の歴史の変遷をみれば、法令やその『解説』で進化を教える意義が明記されてきたとは言い難い。他方で、法令等で明記されずとも、生物学者や理科教育研究者そして理科教師が、それぞれの進化の指導に対する考えを主張してきたのも事実である。

以上のことから、わが国においては、進化を教える意義を「学習指導要領」やその『解説』で明確に示すとともに、その意義を教科書執筆者や出版社だけでなく、授業を行う理科教師も含めて共有することが重要であると考えられる。そうすることで、法令を制定する側とそれを具体化する側は異なっていたとしても、進化を教える意義とその意義の具体化が一貫した進化の指導が可能になると考える。

2) わが国に求められる進化を教える意義とその意義の具体化の方針

わが国においては、高等学校の生物科目の学習内容を定める法令等において、進化が扱われる理由、つまり進化を教える意義は明記されてこなかった。そのためか、進化に関する学習内容は、第二次世界大戦終戦間近で教科書から削除され、終戦以降の新しい教育制度になってからも、必修科目や選択必修科目の学習内容において加除が繰り返されてきた。また、進化に関する学習内容が扱われていたとしても、それは一部の生徒が履修する選択科目の中であった。

一方で、BSCSにおいては、その設立当初から進化を教える意義が論じられ、それは自身のプログラムや補助教材において反映されてきた。プログラムの主たる教材である教科書では、進化は教科書の最初の部分で扱われ、また、その後の学習内容を通して扱われていた。このことは、進化が生物学の中心的な役割を果たすものであり、また、さまざまな生物の包括的な理解には進化が重要であるという、BSCSの進化を教える意義を反映したものであった。この意義が、プログラムの概念的枠組みとしての統合主題や統合原理における進

化の扱いとして示され、それに基づいて教科書が作成されることで教科書の学習内容において具体化される。そして、教師がその教科書を用いて授業することで生徒へと反映されていく。このような進化の指導は、BSCSにおいて設立以降から現在に至るまで脈々と受け継がれてきた。

わが国の生物学者や理科教育研究者そして理科教師による進化の指導に関する問題や改善案においては、進化を早い段階から多くの生徒に教えること、学習内容全体を通して進化を教えること、学習内容を進化によって統合すること、などが主張されていた。

これらのわが国における現状と、BSCSにおける進化の指導の特色を勘案すれば、進化は生物学の中心であり、また生物を包括的に理解する観点として重要であるという進化を教える意義のもと、教科書の学習内容を通して進化を扱っていく方法を挙げることができる。これは、まさに、BSCSにおける進化の指導の特色であり、この特色は、第二次世界大戦後のわが国の生物学者や理科教育研究者そして理科教師によってなされてきた主張と軌を一にしている。たしかに、『生物』においては、生物学そのものを理解させることをめざしてはいない（文部省、1956: 37）ことや、「高等学校の『生物』は、生物学の内容をそのまま取り入れるものではない」（文部省、1961: 74）ことが指摘されてきたように、高等学校の生物科目は、生物学そのものを教えるための科目ではない。しかしながら、生徒の興味・関心を引く学習内容や生徒が理解しやすい学習内容、そして現在の社会を生き抜く上で重要な学習内容だけを寄せ集めてしまえば、わが国における高等学校の生物科目は、従来から批判されてきたような暗記物の科目になってしまうだろう。生徒が生物を包括的に理解できるようになることを望み、また生物学に関する学習内容を関連付けながら系統だっ理解できるようにすることを望むのであれば、生徒に提示する学習内容に生物学の学問体系を反映させることも重要であり、そうした場合に、進化を1つの中心として各学習内容の関連を図ることができる。それと同時に、授業を行う理科教師もこの進化を教える意義を十分認識し、その認識の下でその意義が具体化された教科書を授業で活用できるよう、支援していくことも重要であると考えられる。

3) 科学の本質の理解の促進を進化の指導を通して図ること

近年のわが国では、「科学技術の智プロジェクト」が立ち上げられ、技術も視野に入れた、すべての日本人を対象とした科学技術リテラシーの育成が目指されている（北原ら, 2008）。このプロジェクトの報告書では、科学の本質について、科学の方法と科学の可能性の方面から概説されている。他方、アメリカのすべての市民における科学的リテラシーの育成を目指した全米科学教育スタンダードにおいても、科学の本質は科学の内容スタンダードの1つに位置づけられている（NRC, 1996）。「明確に、科学的探究と科学の本質は、科学的リテラシーといわれる最近の概念の基盤となっている」（Flick & Lederman, 2006: xiii）と述べられるように、科学の本質の理解は科学的リテラシーの育成には不可欠であると考えられる。

科学の本質については、さまざまな見方がある。ただ、McComas ら（2000）は、科学の本質の詳細な部分は未だ議論の最中としたものの、記述する段階においては科学の本質に関する大筋の合意はなされていると指摘している。そして、McComas ら（2000）は、8つの国際的な科学教育スタンダードで合意されている科学の本質に関する提言を明らかにしている⁴⁾。Norman G. Lederman は長きに渡り科学の本質を研究してきた研究者である。彼も McComas ら（2000）と同様に、科学哲学者や科学史研究者そして科学教育学者らの間では、科学の本質について未だ議論されていることを指摘している。そうしたうえで、Lederman（2006）は、アメリカの K-12 学年の児童・生徒が理解できるもので、彼らの日常生活に関連のあるレベルにおいては、一般的に認められる科学の本質が存在することを論じている。Lederman の研究グループでは、独自の基準をもちいて、科学カリキュラムと科学の教授に重要な科学の本質として7つの側面を指摘している。McComas ら（2000）と Lederman（2006）がそれぞれ示す科学の本質は、McComas ら（2000）の方が広範にわたって科学の本質を素描しているが、概ね一致しているといえる。本研究では、より簡潔にまとめられている Lederman（2006）の示した科学の本質に則って議論を進めていく。

Lederman（2006）の示す科学の本質の7つの側面を箇条書きの形式にして以下に示した。

- ・ 科学的知識は、暫定的である（変化に晒されている）。
- ・ [筆者註: 科学的知識は,] 実証主義的である（部分的ではあっても自然界の観察

に基づいているか、あるいは、そこから導かれている)。

- ・ [科学的知識は,] 主観的である (理論に依存しており, 個人あるいは集団の解釈を含んでいる)。
- ・ [科学的知識は,] 必然的に人間の推論と想像そして独創性を含んでいる (説明を考案することを含んでいる)。
- ・ [科学的知識は,] 社会的そして文化的に埋め込まれている (科学が実践されている社会や文化に影響される)。
- ・ 観察結果と推論の区別。
- ・ 科学的理論と法則のはたらきとそれらの関係。

(Lederman, 2006: 304)

BSCS では, 進化と科学の本質が関連づけられて扱われてきた。ここでの扱われてきた科学の本質は, Lederman (2006) の示した科学の本質と比較すると, 「科学的知識は, 暫定的である」こと, 科学的知識は, 「実証主義的である」こと, 「観察結果と推論の区別」すること, そして, 「科学的理論と法則のはたらきとそれらの関係」を示すことに相当すると考えられる。BSCS の教科書や補助教材では, Lamarck の進化論から Darwin の進化論へ発展していったことや, 十分な証拠が無いために Lamarck の進化論が棄却されたこと, 進化論が多数の科学的証拠に基づいていること, 科学的理論とは何であるかが示されてきた。また, 自然選択による Darwin の進化論の論理的構造の中で Darwin が理論を構築する際に用いた事実 (観察結果) とそこからの推論が区別して説明されている教科書もあった。

Lederman (2006) は, 生徒の科学の本質に関する理解についての先行研究を分析し, 生徒に探究活動などを単に行わせることによって副次的に科学の本質の理解の向上を図るような間接的な方法では, 生徒の科学の本質の理解は促進されないことを指摘し, 間接的な方法よりも効果的であると実証された方法として, 科学の本質の理解の促進を明確に意図して学習を展開していく方法を挙げるとともに, 生徒が科学の本質について最もよく理解する方法として, 生徒が科学を行う中で, 自身が何を行っているかを内省させ, 科学の本質を理解させていく方法も新たに提案している。

Lerderman (2006) も指摘するように、科学の本質の理解の促進は、科学教育全体を通して目指されなければならないものである。わが国における生徒の科学の本質の理解の促進を考えた場合、理科教育全体を通して科学の本質を扱っていく必要があり、生物教育としては、進化を題材に科学の本質を扱うことができると考えられる。進化の理解だけでなく、科学の本質の理解を目標の1つとして掲げ、本研究で見られたように、進化論の発展過程や進化論そのものの学習と、科学の本質、特に科学的理論の本質に関する内容を関連付けて学習を進めていくことが可能である。もちろん、進化を題材として科学の本質を扱えば、科学の本質のすべての側面を学習できるわけではない。それぞれの科目の特性に応じて科学の本質との関連づけは可能であるし、そうすることで生徒は継続的にかつ多様な例を通して科学の本質を学習することができると考えられる。また、Lederman (2006) が提案するように、生徒に生物に関する実験活動や学習活動などを行わせ、その中で自身の行っていることを内省させ、科学の本質について理解させることも必要となってくる。

第4節 今後の課題

今後の課題として、以下の3点を挙げるができる。

本研究では、BSCSの進化の指導の特色として、主に、BSCS関連の文献の分析と、BSCSスタッフおよび教師へのインタビュー調査を行った。授業の観察も行ったが、その数は少なく、BSCSの教科書を用いた授業の実態の解明を十分に行うことができなかった。今後の課題の1点目として、BSCSの教科書や補助教材を用いた授業の長期的な観察や、学区および学校で定められているカリキュラムとの関係の検討などを行うことが挙げられる。

今後の課題の2点目として、わが国における進化の指導への示唆に基づくより具体的なモデルを提案することである。本研究においては、わが国における進化の指導への示唆を導出できたと考えるが、それを具体化したモデル等の提案には至らなかった。BSCSに限らず、進化の指導に関する幅広い実証的研究事例を収集し、検討することで、わが国で実施可能な、また実施すべき妥当性を持った進化の指導のモデルを提案することが今後の課題として考えられる。

3点目に、進化の指導が人間形成等のその他の教育的価値を有するかどうかを検討する

ことがあげられる。創造論者との進化の指導をめぐる論争の文脈の中で、BSCSにおいて進化の指導が、科学としての誠実さの保持という教育的価値を有していたことと同様に、わが国においても、進化の指導が科学的知識の伝達等に加え新たな教育的価値を有するのかどうかの検討が必要であると考えられる。

終章 註釈

- 1) 『進化学事典』では、社会ダーウィニズムは、「個人・集団・国家の中で強者（「最適者」）が繁栄する一方、弱者（「不適の者」）は滅びてもやむをえないとする社会思想をさす」（亀田, 2012: 830）と定義されている。
- 2) 以降、高等学校の理科を対象とした学習指導要項（試案）や学習指導要領などを指し、単に「学習指導要領」と表記する。本研究では、『高等学校 学習指導要領 解説 理科編』も分析しており、それらを指して『解説』とする。
- 3) 『生き物をめぐる4つの「なぜ」』（長谷川, 2002）では、長谷川氏は Nikolaas Tinbergen の4つのなぜという考え方に基づいて論を展開していることを述べている。
- 4) 以下に、McComas ら（2000）が8つの国際的な科学スタンダードから抜粋した科学の本質に関する合意された見解を示した。
 - ・ 科学的知識は、耐久性がある一方で、暫定的な特徴を持つ。
 - ・ 科学的知識は、完全にと言うわけではないが、観察、実証的な証拠、合理的な論拠、そして懐疑的な見方に大きく依存している。
 - ・ 科学を実践するための唯一の方法は存在しない（それ故、普遍的で段階的な科学の方法はない）。
 - ・ 科学は自然現象を説明しようとする試みである。
 - ・ 科学において法則と理論は異なった役割をする。それ故、生徒は、いくら証拠を追加しても、理論は法則にならないことに留意しなければならない。
 - ・ あらゆる文化的背景をもつ人々が科学に貢献している。
 - ・ 新しい知識は、明確にそしてありのままに報告されなければならない。
 - ・ 観察は特定の理論に依存している。
 - ・ 科学者は創造的である。
 - ・ 科学の歴史は、進化的特徴と、革命的特徴の両方を明らかにする。
 - ・ 科学は、社会的そして文化的な伝統の一部である。
 - ・ 科学と技術はお互いに影響を与える。

- ・ 科学的なアイディアは、それが位置する社会的そして歴史的な環境によって影響される。

(McComas et.al., 2000: 6-7)

終章 引用文献

阿部余四男：『新撰動物學』，同文書院，1936.

阿部余四男：『新制中等動物學 三訂版 乙表準據』，三省堂，1939.

浅島誠 ほか 20 名：『生物基礎』，東京書籍株式会社，2012.

浅島誠 ほか 20 名：『生物』，東京書籍株式会社，2013.

Flick, L. B. & Lerdeman, N. G.: Introduction, in Flick, L. B. & Lerdeman, N. G. (eds.): *Scientific inquiry and nature of science implications for teaching, learning, and teacher education*, pp. ix- xviii, Springer, 2006.

福井智紀：「高校生の進化概念についての調査研究—生物 II 「生物の進化」学習後の生徒の進化概念の実態—」，『生物教育』，40(3・4)，pp. 122-138, 2000.

福井智紀：「進化教育の歴史と展望～進化の教授価値と今後の進化教育のあり方～」，『理科教室』，49 (11) ，pp. 8-15, 2006a.

福井智紀：「自然選択説の理解状況に関する調査研究 Mayr モデルを用いて」，『麻布大学雑誌』，13・14，pp. 25-27, 2006b.

布山喜章：「遺伝学からみた進化教育のあり方」，『遺伝』，58(4)，pp. 67-72, 2004.

長谷川真理子：『生き物をめぐる4つの「なぜ」』，集英社，2002.

長谷川真理子：「進化を教える難しさ—進化の正しい理解の普及にむけて—」，『遺伝』，58 (4) ，pp. 78-81, 2004.

服部静夫編：『高等学校の科学 生物 I』，大日本図書株式会社，1951a.

服部静夫編：『高等学校の科学 生物 II』，大日本図書株式会社，1951b.

服部静夫・北博正・木下治雄・佐藤重平・前川文夫・柳田為正・八巻敏雄：『新版 生物 上』，大日本図書株式会社，1954a.

服部静夫・北博正・木下治雄・佐藤重平・前川文夫・柳田為正・八巻敏雄：『新版 生物 下』，

- 大日本図書株式会社, 1954b.
- 石川千代松: 『進化新論』, 敬業社, 1891.
- 石川千代松: 『石川 動物學教科書 下巻』, 富山房, 1897.
- 石川千代松: 『中等 動物教科書』, 金港堂書籍株式会社, 1907.
- 亀田達也: 「25.4 社会科学」, 日本進化学会 (編) 『進化学事典』, pp. 830-832, 共立出版株式会社, 2012.
- 川村多實二: 「生物進化論ノ誤解」, 『経済論業』, 5(1), pp. 1-24, 1917.
- 川村多實二: 『最新博物通論』, 星野書店, 1930.
- 河田雅圭: 「学校教育の中での進化学」, 『理科教育』, 42(10), pp. 6-19, 1999.
- 木下治雄・佐藤重平・富山一郎・八巻敏雄: 『高等学校理科用 生物 (5 単位)』, 大日本図書株式会社, 1960.
- 木下治雄 ほか7名: 『改訂 生物 II』, 大日本図書株式会社, 1982.
- 北原和夫研究代表: 『21 世紀の科学技術リテラシー像～豊かに生きるための智～プロジェクト 総合報告書』, 2008. Retrieved October 8, 2013 from <http://www.jst.go.jp/csc/science4All/minutes/index6.html>
- 教科書研究センター編: 『旧制中等学校教科内容の変遷』, ぎょうせい, 1984.
- Lederman, N. G.: Chapter 14 Syntax of nature of science within inquiry and science instruction, in Flick, L. B. & Lederman, N. G. (eds.): *Scientific inquiry and nature of science implications for teaching, learning, and teacher education*, pp. 301-317, Springer, 2006.
- McComas, W. F, Clough, M. P., & Almazroa, H.: The role and character of the nature of science in science education, in McComas, W. F. (eds.): *The nature of science in science education rationales and strategies*, pp. 3-39, Kluwer academic publications, 2000.
- 真船和夫: 「生物学入門 14 進化」, 『理科教室』, 8(5), pp. 68-75, 1965.
- 真船和夫・鷹取健: 「進化」, 真船和夫・鷹取健編『生物指導事典』, pp. 194-200, むぎ書房, 1981.

- 箕作佳吉: 「普通動物學講義 第三章 動物ノ分類」, 『動物學雜誌』, 1(2), pp. 57-60, 1888.
- 箕作佳吉: 「生物現象と社會現象との比較」, 『動物學雜誌』, 19 (132) , pp. 295-306, 1899.
- 箕作佳吉: 「生物學ヨリ見タル人類社會」, 『東洋學藝雜誌』, 19(249), pp. 255-263, 1902.
- 箕作佳吉: 『普通教育 動物學教科書』, 開成館, 1904.
- 村上陽一郎: 「生物進化論に対する日本の反応—明治期のアウトライン—」, 『比較文化研究』, 5, pp. 145-183, 1964.
- 文部大臣官房文書課編: 『文部省法令年纂 昭和十七年版 下』, 大空社, 1993.
- 文部大臣官房文書課編: 『文部省法令年纂 昭和六年版 上』, 大空社, 1994.
- 文部科学省: 『高等学校学習指導要領解説 理科編・理数編』, 大日本図書株式会社, 2005.
- 文部科学省: 『高等学校学習指導要領』, 東山書房, 2009a.
- 文部科学省: 『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』, 実教出版株式会社, 2009b.
- 文部省: 『中学校令 中学校規定 (案) 中学校教科教授及修練指導要目 (案)』, 1943.
- 文部省: 『高等学校の学習指導要項 (試案)』, 大日本図書株式会社, 1948.
- 文部省: 『中学校 高等学校 学習指導要領 理科編 (試案)』, 大日本図書株式会社, 1952.
- 文部省: 『高等学校 学習指導要領 理科編』, 大日本図書株式会社, 1956.
- 文部省: 『高等学校学習指導要領』 2版, 大蔵省印刷局, 1960.
- 文部省: 『高等学校 学習指導要領 解説 理科編』, 大日本図書株式会社, 1961.
- 文部省: 『高等学校学習指導要領』 5刷, 大蔵省印刷局, 1972a.
- 文部省: 『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』, 東京書籍株式会社, 1972b.
- 文部省: 『高等学校学習指導要領』, 大蔵省印刷局, 1978.
- 文部省: 『高等学校学習指導要領』 二刷, 大蔵省印刷局, 1989a.
- 文部省: 『高等学学習指導要領解説 理科編・理数編』, 実教出版株式会社, 1989b.
- 文部省: 『高等学校学習指導要領』 2刷, 大蔵省印刷局, 1999.
- 文部省内 教育史編纂會編修: 『明治以降教育制度發達史 第三卷』, 龍吟社, 1938a.
- 文部省内 教育史編纂會編修: 『明治以降教育制度發達史 第四卷』, 龍吟社, 1938b.
- 文部省内 教育史編纂會編修: 『明治以降教育制度發達史 第五卷』, 龍吟社, 1938c.
- 森一夫: 「教科書に現れた「進化論」の変遷について」, 『科学史研究 第II期』, 10(100),

pp. 229-232, 1971.

長洲南海男: 「アメリカの生物教育の現状と課題 3—BSCS のカリキュラム開発研究とその生物教育からの考察—」, 『生物教育』, 26(2), pp. 114-124, 1985.

中原正木: 「「生物の歴史」(進化) の学習プランについて」, 『理科教室』, 5(12), pp. 26-32, 1962.

中原正木: 「あとがき」, 中原正木著『生物学教育論』, pp. 208-211, 国土社, 1968

鍋田修身: 「現場教員の声 - 進化教育に関するアンケートより - 」, 『遺伝』, 58(4), pp. 50-55, 2004.

National Research Council (NRC): *National science education standards*, National Academy Press, 1996.

野村益太郎: 『現代 動物教科書 新制乙要目用』, 東京開成館, 1937.

丘浅次郎: 『新編 中等動物學』(訂正再販), 六盟館, 1899.

丘浅次郎: 『進化論講話』, 東京開成館 大阪開成館, 1904.

岡田要・木下治雄 ほか7名: 『新訂版 生物』, 大日本図書株式会社, 1972

嶋田正和: 「高校でどのように進化を教えるか」, 『科学』, 67, pp. 22-31, 1997.

嶋田正和: 「進化をどのように教えるか?—特集にあたって—」, 『遺伝』, 58(4), pp. 26-34, 2004.

篠遠喜人: 「— 4 進化と遺伝」, 木原均・盛永俊太郎・篠遠喜人・筑波常治・内田亨・上野益三著『黎明期日本の生物史』, pp. 363-379, 養賢堂, 1973.

田幡憲一: 「生物教育と進化の学習—特集にあたって—」, 『遺伝』, 52(3), pp. 12-13, 1998.

田中隆莊 ほか28名: 『高等学校 図解生物 IA—ヒトの生物学—』, 第一学習者, 1994

高橋景一 ほか14名: 『生物 II』, 大日本図書株式会社, 1995.

高橋景一 ほか9名: 『生物 II』, 大日本図書株式会社, 2009.

高橋迪雄・松山茂実: 「遺伝と進化」, 東洋・大橋秀雄・戸田盛和編『理科教育事典〔自然科学編〕』, pp. 347-370, 大日本図書株式会社, 1991.

富樫裕: 「日本における進化論の受容史 (I) —明治前半期—」, 『群馬大学教育学部紀要 自然科学編』, 41, pp. 109-129, 1993.

筑波常治: 「第4章 進化論と思想」, 日本科学史学会編『日本科学技術史大系 第15巻・生物科学』, pp. 165-214, 第一法規出版株式会社, 1965.

中等學校教科書株式會社: 『生物 5』, 中等學校教科書株式會社, 1944.

矢島道子: 「“進化”の授業がない」, 『科学』, 67(1), pp. 37-38, 1997.

附錄

資料1 わが国の法令における進化に関する学習内容

| 年 | 法令 | 学科・ 学科目 ・科目 | 進化に関する学習内容 | 学年/ 履修形態 |
|------|------------------------|-----------------------|--|-------------|
| 1886 | 尋常中学校ノ 学科及其程度 | 博物 | 記述なし | |
| 1902 | 中学校教授要 目 | 博物 | 動物界ノ變遷 化石 過去ノ動物ハ現今ノ動物ト異ナルコト 顯 著ナル化石動物ノ數例 | 3～4 |
| | | | 第五學年第三學期ニ於テハ第一學年ヨリ授ケ來リタ ル事項ヲ總括シテ 自然界ノ微妙複雑ナル關係 生 存競争 自然淘汰 人爲淘汰 進化論ノ大意ヲ約説 シ自然界ト人類トノ關係ヲ理會セシムヘシ | 5 |
| 1911 | | 博物 | 生物ノ進化 | 4 |
| 1931 | | 理科 | 甲要目： 生物通論 生物ノ進化 | 3～4 |
| | | | 乙要目： 植物及動物 進化 系統 | 2～4 |
| 1942 | 理科 生物 | 八 進化 生物ノ種類ノ變遷ヲ知ラシム | 5 | |
| 1943 | 中学校教科教 授及修練指導 要目 | 生物 | 記述なし | |
| 1948 | 学習指導要項 (試案) | 生物 | 10. 進化 | 選択必修 |
| 1951 | 学習指導要項 (試案) 改訂 版 | 生物 | 単元Ⅵ 生物の体内や、いろいろな種類の間にはどの ような統一と類似とが見られるか 単元Ⅶ 地球上にはどんな生物がすんでいるか | 選択必修 |
| 1956 | 学 習 指 導 要 領 | 生 物 5 単位 | 生物の種類と進化 生物進化の証拠 古生物、進化の証拠 進化のしくみ 進化の要因 生物の種類と分類のしかた 動物と植物のいろいろ、分類のしかた | 選択必修 |
| | | 生 物 3 単位 | 生物の進化と系統 生物進化の証拠 古生物、進化の証拠 進化のしくみ 進化の要因 生物の系統と分類 | 選択必修 |
| 1960 | | 生物 | 生物の進化 進化の論拠、進化の要因に関する説明 生物の系統と分類 分類の概念と方法、動物の系統と分類、植物の系統 と分類 | 必修 |
| 1970 | | 基礎理 科 | (8) 進 化 地球の進化、生物の進化 | 選択必修 |
| | | 生物Ⅱ | (3) 生物の進化 ア 生命の起源 生命の起源、生物の変遷 | 選択 |

| | | | |
|------|-------|--|------|
| | | イ 進化のしくみ 進化の論拠, 進化のしくみに関する説明 | |
| 1978 | 理科 I | (3) 進化 細胞とその分裂, 生殖と発生, 遺伝と変異, 生物の進化 | 必修 |
| 1989 | 生物 IA | (2) 生物としての人間 ア ヒトの特徴 イ ヒトの行動 | 選択必修 |
| | 生物 II | (2) 生物の進化と系統 ア 生物の進化 (ア) 生物界の変遷 (イ) 進化の仕組み イ 生物の系統と分類 (ア) 生物の系統 (イ) 生物の分類 | 選択 |
| 1999 | 理科基礎 | (2) 自然の探究と科学の発展 自然への疑問や興味に基づく客観的な観察と新しい発想が科学を進展させ, 自然の見方を大きく転換し, 展開させたことについて理解させる。 イ 生命を探る (ア) 細胞の発見と細胞説 (イ) 進化の考え方 | 選択必修 |
| | 理科総合B | (2) 生命と地球の移り変わり 生命の星としての地球の変遷をたどり, 生命の出現と生物の変遷は地球環境の変化とかかわっていること及び生物は遺伝という共通の性質をもち, 親の形質を子に伝えていることについて理解させる。 イ 生物の移り変わり (ア) 生物の変遷 地球上の光合成生物の誕生から生物が陸上に進出し現在の生物に至るまでの変遷について理解させる。 | 選択必修 |
| | 生物 II | (2) 生物の分類と進化 生物の分類と系統及び進化の過程とその仕組みを観察, 実験などを通して探究し, 生物界の多様性と歴史の変遷を理解させ, 分類と進化についての見方や考え方を身に付けさせる。 ア 生物の分類と系統 (ア) 生物の分類 (イ) 生物の系統 イ 生物の進化 (ア) 生物界の変遷 (イ) 進化の仕組み | 選択 |
| 2009 | 生物基礎 | (1) 生物と遺伝子 生物と遺伝子について観察, 実験などを通して探究し, 細胞の働き及びDNAの構造と機能の概要を理解させ, 生物についての共通性と多様性の視点を身に付けさせる。 ア 生物の特徴 (ア) 生物の共通性と多様性 生物は多様でありながら共通性をもっていることを理解すること。 | 選択必修 |

| | | | |
|--|----|---|----|
| | | <p>3. 内容の取扱い</p> <p>ア 内容の(1)のアの(ア)については、生物が共通性を保ちながら進化し多様化してきたこと、その共通性は起源の共有に由来することを扱うこと。その際、原核生物と真核生物の観察を行うこと。(イ)については、呼吸と光合成の概要を扱うこと。その際、酵素の触媒作用やATPの役割、ミトコンドリアと葉緑体の起源にも触れること。</p> | |
| | 生物 | <p>(5) 生物の進化と系統</p> <p>生物の進化の過程とその仕組み及び生物の系統について、観察、実験などを通して探究し、生物界の多様性と系統を理解させ、進化についての考え方を身に付けさせる。</p> <p>ア 生物の進化の仕組み</p> <p>(ア) 生命の起源と生物の変遷 生命の起源と生物進化の道筋について理解すること。</p> <p>(イ) 進化の仕組み 生物進化がどのようにして起こるのかを理解すること。</p> <p>イ 生物の系統</p> <p>(ア) 生物の系統 生物はその系統に基づいて分類できることを理解すること。</p> <p>ウ 生物の進化と系統に関する探究活動 生物の進化と系統に関する探究活動を行い、学習内容の理解を深めるとともに、生物学的に探究する能力を高めること。</p> | 選択 |

(出典：文部省内 教育史編纂會編修：『明治以降教育制度發達史 第三卷』, pp. 155-161, 龍吟社, 1938a. 文部省内 教育史編纂會編修：『明治以降教育制度發達史 第四卷』, pp. 233-248, 龍吟社, 1938b. 文部省内 教育史編纂會編修：『明治以降教育制度發達史 第五卷』, pp. 145-195, 龍吟社, 1938c. 文部省：『中学校令 中学校規定 (案) 中学校教科教授及修練指導要目 (案)』, 1943. 文部省：『高等学校の学習指導要項 (試案)』, pp. 10-12, 大日本図書株式会社, 1948. 文部省：『中学校 高等学校 学習指導要領 理科編 (試案)』, pp. 345-361, 大日本図書株式会社, 1952. 文部省：『高等学校 学習指導要領 理科編』, pp. 37-44, 大日本図書株式会社, 1956. 文部省：『高等学校学習指導要領』2版, pp. 86-89, 大蔵省印刷局, 1960. 文部省：『高等学校学習指導要領』5刷, pp. 68-70, pp. 79-81, 大蔵省印刷局, 1972a. 文部省：『高等学校学習指導要領』, pp. 38-39, 大蔵省印刷局, 1978. 文部省：『高等学校学習指導要領』二刷, pp. 76-81, 大蔵省印刷局, 1989a. 文部大臣官房文書課編：『文部省法今年纂 昭和十七年版 下』, pp. 16-42, 大空社, 1993. 文部大臣官房文書課編：『文部省法今年纂 昭和十六年版 上』, pp. 68-78, 大空社, 1994. 文部省：『高等学校学習指導要領』2刷, pp. 67-69, pp. 73-76, pp. 88-90, 大蔵省印刷局, 1999. 文部科学省：『高等学校学習指導要領』, 東山書房, pp. 77-82, 2009. をもとに、進化に関する記述を抜粋して筆者が作成した。また、この表は、高橋一将・磯崎哲夫：「戦前の旧制中学校における進化の指導に関する研究」, 『生物教育』, 掲載予定, 54(2), 2014.の表に大幅に加筆したものである。)

資料2 分析した教科書一覧

| 法令 | 教科書 | |
|---------------------|--|---|
| 尋常中学校ノ学科及其程度 (1886) | 博物示教 | 高橋章臣：『中等教科 博物學初歩』，厚信舎，1894。 藤井健次郎：『新編 博物教科書』，東京築地活版製造所，1896。 長坂富治・寺崎留吉：『尋常中學 博物示教』，敬業社，1896。 大谷津直麿：『中等教育 實驗博物學』，浪華書院，1896。 堀正太郎・藤田經信：『新撰博物示教』，富山房，1898。 飯塚啓：『中等博物學 全』，富山房，1900。 |
| | 博物 | 石川千代松：『石川 動物學教科書 上卷』，富山房，1894。 石川千代松：『石川 動物學教科書 下卷』，富山房，1897。 丘淺次郎：『新編 中等動物學』，六盟館，1898。 丘淺次郎：『新編 中等動物學』(訂正再販)，六盟館，1899。 丘淺次郎：『中学 動物教科書』，六盟館，1901。 |
| 中学校教授要目 (1902) | 策作住吉：『普通教育 動物學教科書』，開成館，1902。 丘淺次郎：『新編 中等動物學』，六盟館，1903。 岩川友太郎：『最近 博物教科書』，大日本図書株式会社，1903。 策作住吉：『普通教育 動物學教科書』，開成館，1904。 岩川友太郎・塚原常之助：『中學 動物教科書』，文学者，1905。 丘淺次郎：『近世 動物學教科書』，東京開成館，1905。 石川千代松：『中等 動物教科書』，金港堂書籍株式会社，1907。 安東伊三次郎：『動物教科書』，寶文館，1910。 丘淺次郎：『近世 動物學教科書』，開成館，1911。 | |
| 中学校教授要目 (1911) | 飯塚啓：『博物通論』，富山房，1912。 佐藤禮介：『最近 博物通論』，六盟館，1912。 丘淺次郎：『中等教育 博物通論』，開成館，1914。 辻野周治：『博物通論』，成美堂，1914。 稲葉彦六：『中學 博物通論』，光風館，1915。 飯塚啓：『新制博物通論』，富山房，1922。 安東伊三次郎：『中學校 博物通論教科書』，東京寶文館，1922。 川村多實二：『博物通論新教科書』，星野書店，1922。 佐々木信次・乾環：『新定 博物通論教科書』，東京修文館，1922。 丘淺次郎：『中等教育 博物通論』，東京開成館，1924。 川村多實二：『改訂 博物通論新教科書』，星野書店，1925。 谷津直秀・山内繁雄・神保小虎：『輓近 博物通論教科書』，東京開成館，1926。 岡村周諦：『中等教育 博物通論』，瞭文堂，1926。 辻野周治：『自習本位 博物通論』，成美堂，1926。 大日本図書株式会社：『中等教科 博物通論』，大日本図書株式会社，1927。 田原正人：『最新 博物通論』，至文堂，1927。 大島正滿：『近世 博物通論』，富山房，1928。 吉田貞雄：『博物通論教科書』，精華房，1928。 川村多實二：『最新博物通論』，星野書店，1930。 | |
| 中学校教授要目 (1931) | 甲要目 | 吉田貞雄：『生物通論』，精華房，1933。 三省堂編輯所：『中等生物通論教本』，三省堂，1933。 岡村周諦：『新制 生物通論』，瞭文堂，1933。 野村益太郎：『現代 生物通論教科書』，東京開成館，1934。 佐々木信次：『總合中學理科 生物通論編』，中文館，1934。 東京島師範學校附屬中學校內 理科研究會：『新制 中等生物通論』，目黒書店，1934。 平岩馨邦・岸谷貞治郎：『新生物通論 (甲表準據)』，富山房，1936。 田原正人：『新體 生物通論 改訂版』，至文堂，1937。 椋山正雄：『最新 生物学通論』，帝國書院，1938。 |
| | 乙要目 | 阿部余四男：『新制中等動物學 (乙表準據)』，三省堂，1931。 飯塚啓：『新制動物學教科書』，富山房，1931。 谷津直秀：『新制 動物教科書 乙要目用』，東京開成館，1931。 神戸伊三郎：『中學 新動物學教科書 乙號用』，東洋図書株式会社，1934。 鏑木外岐雄：『中等新制 動物教科書 (乙表準據)』，三省堂，1934。 阿部余四男：『新制中等動物學 改訂版 乙表準據』，三省堂，1935。 飯塚啓：『改訂 新制動物學教科書 (乙表準據)』，富山房，1935。 東京高等師範學校附屬中學校內理科研究會：『新制中等動物 改訂版 (乙表)』，目黒書店，1936。 野村益太郎：『現代 動物教科書 新制乙要目用』，東京開成館，1937。 谷津直秀：『新制 動物教科書 乙要目用』，東京開成館，1938。 |

| | |
|--------------------------|--|
| | 廣島高等師範學校 理科研究會：『新制理科 動物學教科書（乙表準據） 修正版』，積善館，1939. 阿部余四男：『新制中等動物學 三訂版 乙表準據』，三省堂，1939. 平岩馨：『中學校動物（修正版）（乙表準據）』，富山房，1939. |
| 中学校教授要目 (1942) | 中等學校教科書株式會社：『生物 5』，中等學校教科書株式會社，1944. |
| 學習指導要項 (試案) (1948) | 服部静夫編：『高等学校の科学 生物 I』，大日本図書株式會社，1951a. 服部静夫編：『高等学校の科学 生物 II』，大日本図書株式會社，1951b. |
| 學習指導要項 (試案) (1951) | 服部静夫・北博正・木下治雄・佐藤重平・前川文夫・柳田為正・八卷敏雄：『新版 生物 上』，大日本図書株式會社，1954a. 服部静夫・北博正・木下治雄・佐藤重平・前川文夫・柳田為正・八卷敏雄：『新版 生物 下』，大日本図書株式會社，1954b. |
| 學習指導要領 (1956) | 木下治雄・佐藤重平・富山一郎・八卷敏雄：『高等学校理科用 生物（5単位）』，大日本図書株式會社，1960. |
| 學習指導要領 (1960) | 岡田要・木下治雄 ほか7名：『新訂版 生物』，大日本図書株式會社，1972 |
| 學習指導要領 (1970) | 木下治雄 ほか7名：『改訂 生物 II』，大日本図書株式會社，1982. |
| 學習指導要領 (1989) | 田中隆莊 ほか28名：『高等学校 図解生物 IA—ヒトの生物学—』，第一學習社，1994 高橋景一 ほか14名：『生物 II』，大日本図書株式會社，1995. |
| 學習指導要領 (1999) | 高橋景一 ほか9名：『生物 II』，大日本図書株式會社，2009. |
| 學習指導要領 (2009) | 浅島誠 ほか20名：『生物基礎』，東京書籍株式會社，2012. 浅島誠 ほか20名：『生物』，東京書籍株式會社，2013. |

（出典：この表は，高橋一将・磯崎哲夫：「戦前の旧制中学校における進化の指導に関する研究」，『生物教育』，掲載予定，54(2)，2014.の表に大幅に加筆したものである。）

関連論文

高橋一将・磯崎哲夫: 「BSCS のプログラムの開発に関する研究—設立時の議論の分析を中心に—」, 『科学教育研究』, 36(1), pp. 2-13, 2012.

高橋一将・磯崎哲夫: 「戦前の旧制中学校における進化の指導に関する研究」, 『生物教育』, 掲載予定, 54(2), 2014.

高橋一将・磯崎哲夫: 「BSCS における進化の学習の特色」, 『理科教育学研究』, 掲載予定, 54(3), 2014.

謝辞

本研究に当たりまして、主任指導教員であります磯崎哲夫教授には、学位論文の作成から日々の研究に至るまで、懇切丁寧なご指導を賜りました。広島大学出身ではない私を受け入れていただき、学位論文を作成できるようになるまで鍛えていただきましたことに、深甚なる感謝の意を表します。

広島大学大学院教育学研究科 科学文化教育学専攻 社会認識教育学講座の棚橋健治教授には、研究の方向性について有益なご示唆をいただきました。広島大学大学院教育学研究科 科学文化教育学専攻 数学教育学講座の小山正孝教授には、本研究の矛盾点について貴重なご意見をいただきました。広島大学大学院教育学研究科 科学文化教育学専攻 自然システム教育学講座の竹下俊治教授には、生物教育について有益なご示唆をいただきました。以上の3名の先生方には、副指導教員として、貴重なお時間を割いていただき、ご指導を賜りました。また、広島大学大学院教育学研究科自然システム教育学講座の三好美織講師には、研究に関するご示唆と励ましのお言葉をいただきました。以上の先生方に、心より感謝の意を表します。

私が広島大学大学院博士課程後期で研究を続けることができたのは、多くの先生方の支えがあつてのことでした。愛知教育大学の大鹿聖公准教授には、北海道教育大学大学院の院生だった私が研究の面白さを知り、博士課程後期へ進学する機会をいただきました。静岡大学の丹沢哲郎教授には、静岡大学での資料収集を快諾していただき、研究に対する貴重なご助言をいただきました。また、最初の BSCS 訪問や2回目の訪問の時には、公私共に大変お世話になりました。元中村学園大学の梅埜國夫教授には、ご自宅での資料収集を快諾していただき、また、BSCS が日本へ持ち込まれた当初の貴重なお話をしていただきました。東京理科大学の小川正賢教授には、激励のお言葉と挑戦する機会をいただきました。以上の先生方に心より感謝の意を表します。

さらに、研究に関して相談させていただいた内海志典先生、中田晋介先生、野添生先生、そして沓脱侑記先生をはじめとする科学教育研究室の諸先輩方、長い時間をともに過ごし切磋琢磨しあつた國府島将平先生、山田真子さん、藤浪圭吾さん、松下持久さん、山本萌さん、科学教育研究室の学生の皆様に心より感謝いたします。

本研究の BSCS での資料収集や授業観察およびインタビュー調査を実施するに当たり、Janet Carlson 博士、Pamela Van Scotter 女史、Susan Rust 女史、Mark Bloom 博士、Chris Wilson 博士、Molly McGarrigle Stuhlsatz 女史、BSCS のスタッフの皆様には多大なるご協力を賜りました。また、BSCS に関係する多くのアメリカの先生方にもご協力を賜りました。心より感謝の意を表します。

最後に、私が広島大学へ進学することを伝えたときも快く送り出し、10 年にわたる学生生活を心身ともに支えてくれた家族に感謝します。

2014 年 1 月

高橋 一将