

中学校理科の新教科書の研究：
理科教員養成をめぐる新しい課題の明確化

松村雅文・寺尾 徹・磯田 誠・高橋尚志・青木高明・大浦みゆき・
佐々木信行・高木由美子・小森博文・高橋智香・松本一範・
篠原 渉・稗田美嘉・北林雅洋・笠 潤平

〒760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

**Study of Recent Science Textbooks for Junior High School Students:
Clarification of New Issues for Science Teachers' Training**

Masafumi MATSUMURA, Toru TERAO, Makoto ISODA, Naoshi TAKAHASHI,
Miyuki OHURA, Nobuyuki SASAKI, Yumiko TAKAGI, Hirofumi KOMORI,
Chika TAKAHASHI, Kazunori MATSUMOTO, Wataru SHINOHARA,
Mika HIEDA, Masahiro KITABAYASHI, and Jumpei RYU

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1, Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

Abstract

We study recent science textbooks for students in junior high schools, to clarify new issues for science teachers' training. Those books are written according to the new curriculum guidelines revised in 2008, and have been used in schools since 2012. Those books have increased their total numbers of pages as much as 38%, and they explain the contents more comprehensively than before, i.e., they refer to several subjects that had not been included before, e.g. DNA, galaxies, cosmology, safe education in chemistry and so on. As a result, students can learn science easier and more systematically with those books. However, some problems still remain, i.e. the negative aspect of science and technology is not discussed, and the relation between science and society is not written much. Other problems are also discussed.

1. はじめに

「ゆとり教育」では、それ以前の内容の約3割が削減され、この結果として理科においては内容の系統性が失われ、大きな問題になった。そこで2008年の学習指導要領の改訂（文部科学省、2008a）では、削減された内容のかなりの内容が“新規項目”として復活し、系統性も従来よりも改善された。しかし、これで問題が解決されたわけではなく、次のことが新たな課題として見えてきた。つまり、“新規項目”のうちの一部は、以前は取り上げられていなかった“真に”新規であるということである。1989年改訂の学習指導要領（「ゆとり」の前）と、2008年の学習指導要領（「ゆとり」の後）を比べると、身近な自然の観察（小）、DNA（中）、銀河系（中）、化学の安全教育（小、中）などが、“真に”新規な項目であることが判る（松村ほか、2009）。これらの内容は、教える側の教員も小学校や中学校で習ってこなかったはずであり、これらをどのように教えればよいかは、考察する必要がある。

本研究では、2008年の学習指導要領改訂を受けて、2012年度から中学校で使われ始めた新しい理科の教科書について、その内容の調査を行った。特に“新規項目”がどのように取り上げられているかを調べ、その問題点を検討した。この作業を通じ、今回の学習指導要領の改訂の意義を考察し、同時に理科教員養成における今日の課題を明確にすることも試みた。

2. 研究方法

本研究では、香川県内で採用されている東京書籍および啓林館の中学校理科教科書を対象とし、特に、東京書籍の教科書（岡村ほか、2011a-c）を中心に調査を進めた。同時に啓林館の教科書（塚田ほか、2011a-c）も検討し、必要に応じて東京書籍版の教師用指導書（新しい科学編集委員会ほか、2012a-f）も参照した。研究を進めるにあたっては、次のことに留意した：

- (1) 学習指導要領改訂での新規項目の扱いと、関連がある他の項目との整合性について
- (2) 学習指導要領の問題点、つまり科学技術の負の側面の扱い（松村ほか、2009）が、教科書では、どのように扱われているかについて
- (3) 自然の見方と科学や技術のあり方等について

特に（2）と（3）については、2008年の学習指導要領改訂後の、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の震災によって、問いなおされてきた。そこで新しい教科書が、この状況でどのように記述されているかについても検討した。

3. 検討結果と考察

現在使われている教科書（岡村ほか2011a-c 以後、新教科書）は、従来の教科書（三浦ほか2006a-d 以後、旧教科書）と比べて、その構成が大きく変わっている。旧教科書は、理科を1分野と2分野に分け、更にそれぞれ上下に分冊し、計4冊を3年間で学んでいた。新教科書は、学年ごとに1冊ずつとなり、3年間で3冊を学ぶ。ページ数は、東京書籍の場合、旧教科書（2006年版）が計548ページ（1分野上：154p、1分野下：126p、2分野上：139p、2分野下：129p）であったのに対し、新教科書（2011年版）では、計760ページ（1年：240p、2年：248p、3年：272p）となり、38%ほど増した。また、どの単元もほぼ同様に増加していることも確認された。

この増加は、新規項目の追加によること他に、従来からの項目がより詳しく記述されていることによる。

新教科書では、旧教科書に比べ、記述において色々な工夫が見られる。東京書籍の新教科書（岡村ほか，2011a-c）では、次の1）～6）をあげることができる：1）単元のねらいを最初に見開きで記載し、興味付けを行っている。2）囲み記載などが全ての単元で記載されており、既習項目の確認がより簡便になっている。3）板書記載数が増大している。4）実験の注意事項に関する記載がハザードマークの活用などにより明確になっている。5）「科学と職業」「科学と生活」「科学と環境」等の実生活に関連する内容について以前にも増して記載ページ数が増大している。6）「基礎操作」「思い出そう」「科学のとびら」などの記載を活用し、生徒が必ず獲得しなければならない項目や、誤認識を生みやすい部分について詳述されている。

本研究で主に検討を行った東京書籍の教科書（岡村ほか，2011a-c）の構成を、表1に示す。1年の単元は、生物－化学－物理－地学の順に並び、2年の単元は、化学－生物－物理－地学の順に並んでいる。3年では、2年と同様に、化学－生物－物理－地学の順に学習が進むが、最後に「科学技術と人間」と「自然と人間」の単元が置かれており、3年間の学習を総括する体裁になっている。実際の調査は、本論文の著者が分担して行なった。その結果は、次の3.1～3.6節に示す。なお本論文で記しているページ数や単元などは、特にことわりがない限り、東京書籍の新教科書（岡村ほか，2011a-c）についてのものである。

3.1. 物理分野

3.1.1. 物理実験におけるグラフの書き方について

現在、ビックデータのような現代用語に現れているように、数理統計学の活用が社会的に要請されている。理科教育においても、実験のデータを取り、グラフとして可視化し、さらにグラフから結果を解釈するという作業は数理統計学の基礎を学ぶ上で必須学習項目と言える。本節では、この観点から新しい理科の教科書を検討した。

基本操作「グラフの書き方2」（1年p.164）において、以下の記述がある。「すべての測定点のなるべく近くを通るように、曲線または直線を引く。そのとき、線の上下に同じ数の測定点がかかるようにする」。その作業の理由として、「全ての点を通るように折線を引いたほうが正確であるより見えるがそうではない。測定器には誤差があり、また自然現象はなめらかに変化することが多いので直線や曲線をひくようにする」と記載されている。

この記載について、グラフにおけるデータ統計処理の視点から、次の3点が問題点と思われる。

(1)「線を引くこと」はデータを解釈する作業であるという認識が必要なことである。点列をプロットすることは実データを表示する作業である。一方、線を引くことは、その背後にある比例関係を含めた何らかの相関関係を仮定し、データを解釈する作業に相当する。どこまでが実データの表示で、どこから人の手による解釈が入ってくるのか、という意識があるかないとでは、データの認識の深さにおいて違いがある。大学等において、データ科学、特に統計学の客観性について学ぶ上で、この回帰直線や相関関係の問題は重要な学習項目であるため、その本質的な部

表1 東京書籍の新教科書の内容

学年	単元	章のタイトル
1	1 植物の世界	花のつくりとはたらき／葉、茎、根のつくりとはたらき／植物の分類)
	2 身のまわりの物質	身のまわりの物質とその性質／気体の性質／水溶液の性質／物質の姿と状態変化
	3 身のまわりの現象	光の世界／音の世界／いろいろな力の世界
	4 大地の変化	火をふく大地／動き続ける大地／大地の変化を読み取る
2	1 化学変化と原子・分子	物質のなり立ち／物質どうしの化学変化／酸素がかかわる化学変化／化学変化と物質の質量／化学変化とその利用
	2 動物の生活生物の変遷	生物と細胞／動物のからだのつくりとはたらき／動物の分類／生物の変遷と進化
	3 電気の世界	電流の性質／電流と磁界／静電気と電流
	4 天気とその変化	気象の観測／前線とまわりの天気の変化／大気の動きと日本の天気／雲のでき方と水蒸気
3	1 化学変化とイオン	水溶液とイオン／化学変化と電池／酸、アルカリとイオン
	2 生命の連続性	生物の成長と生殖／遺伝の規則性と遺伝子
	3 運動とエネルギー	物体のいろいろな運動／力の規則性／エネルギーと仕事
	4 地球と宇宙	宇宙の広がり／地球の運動と天体の動き／月と惑星の見え方
	5 科学技術と人間	いろいろなエネルギー／科学技術の発展
	6 自然と人間	自然のなかの生物／自然環境の調査と環境保全／自然の恵みと災害／終章

分の理解は中学校理科においても大切である。

(2) 特に「直線を引く」場合、横軸と縦軸でプロットしている量に比例関係が仮定されていることの意識が必要である。これは数学との連携を考える上で重要である。数学を「使う」経験を積むことは、数学を単なる演習問題から、「言語としての数学」へと発展させるため必須である。そのため、数学の学習項目である「比例関係」と、この単元の連携が必要である。

(3) 学問上の接続を考えると、「統計処理」と言う言葉を入れることが必要である。ここ10年の統計学の発展とその応用はめざましく、学術分野のみならず、広く社会的にも利用されてきた。そのため、今後、高校・大学等の学習項目として統計学の重要性が増している。この状況を考慮すると、この「グラフの書き方」での回帰直線は、統計処理の基本であるため、将来的な学習への連携を考え、「統計処理」等の単語を使って、その関係性を明示すべきである。

これらの問題は、大学生の学習理解において既に表面化している。香川大学CST事業において「振り子の運動」が開設されているが、その際にほとんどの学生が、横軸「振り子の長さ」と縦軸「振り子の周期」のグラフで、点をプロットするだけでなく、直線（回帰直線）をひいてくる。しかし、この二つの量は比例関係ではなく、直線をひくことは正しい操作ではない。学生

表2 力学の内容についての新旧教科書の対応

新教科書（すべて 3年 単元3）	旧教科書
物体の色々な運動	単元5第1章 物体の運動
力の規則性	単元5第2章 運動と力
エネルギーと仕事	単元6第1章 いろいろなエネルギー

は、条件反射のように「点列をなぞるように直線を引く」ことが「グラフの書き方」と誤解している。現在の理科の教科書におけるグラフの書き方の記述は、そのような誤解を招く危険性を大いに持っている。

3.1.2. 力学の内容について

力学の内容は、新教科書では3年の単元3に3章構成で記述されている。旧教科書との構成上の対応を見ると、表2のように、力学的エネルギー概念は、旧単元6のエネルギー概念を扱う章から移動され、運動と力を学ぶ新単元3の一つの章として構成しなおされている。

今回の教科書改訂での、このような構成の変更は、新規項目の導入に劣らず重要な変更として注目すべきである。旧教科書での力学的エネルギーは、運動と力の単元ではなく、様々なエネルギーを扱う単元で他のエネルギーと同様に扱われていた。力学的エネルギーは比較的わかりやすい。このため、旧教科書では、エネルギーの概念をより身近なもの意識するため、そのように構成されたのではないだろうか。このように捉えるなら、新教科書の構成は、より学問的な物理学の体系性を重視したものに戻ったと考えられる。この点の是非については、それぞれに長短があり、簡単に是非を判断することは軽率であろう。ただ、中学校教員養成において、物理を学習しない学生に、過不足のないエネルギー概念の教育内容をどのように構成するかは、新しく生じた問題点であろう。

次に、内容における大きな変更点として、次の3点が挙げられる。

(1) 力をベクトルとして扱い、ベクトルの合成・分解まで扱うようになった。旧教科書では、ベクトルとしての扱いが全くなかった（但し、合力・合成は教科書1分野上の単元1「身の回りの現象」中の第3章「いろいろな力の世界」で「発展的学習」で扱われていた）ことに比べると、格段に難しくなったと感じられる。中学生が充分、理解ができるのか危惧される重要な箇所である。

(2) 「仕事」や「仕事率」の概念が「発展的学習」の項目から正規の内容となった。これも、(1)に次ぐ力学分野の大きな変更箇所である。この単元では、力学的エネルギーや仕事について実験を多く配置して、抽象的な概念の理解への工夫はなされている。

(3) “作用反作用の法則”も「発展的学習」の項目から正規の内容に入れられた。作用反作用の法則の内容は、旧教科書においても正規の内容として扱われていたが、法則名は「発展的学習」のみに含まれていた。この法則名が、正規の内容の一つの節のタイトルの格上げされた。

以上、力学分野については、旧教科書と比較して、身近な力学的現象を理解するために必要な

物理学としての学問的体系性を考慮した変更になっていることが判る。

3.1.3. 電気の内容について

電気に関する内容の単元構成に触れておく。東京書籍の旧教科書では、静電気から始まり、電流電圧とオームの法則を含む電気回路、電流のはたらきと電磁誘導に至る流れで構成されていた。新教科書では、電流電圧・電気回路から始まり、電流のはたらきと電磁誘導までの一連の学習が終わった後、静電気・電子が最後となるように変更された。静電気などをどこで学ぶかという順序についてはしばしば議論の対象となるが、東京書籍は最後に学ぶ構成にしている。ただし、啓林館の新教科書などは、電流・電圧そして電気回路から入って、次に静電気・電子の学習をした後、電流のはたらきや電磁誘導へという順序であるので、教科書会社の自由度が発揮されている部分であろう。

合成抵抗を計算しないというのが前回の学習指導要領の精神であったが、今回は合成抵抗についても触れるという指導要領上の記述により、東京書籍においては、直列つなぎの場合の抵抗値が個々の和になることが明示された。並列つなぎについては本文では大小関係が触れられるのみであるが、欄外の図で直列つなぎおよび並列つなぎの場合の合成抵抗の計算が載っている。これは啓林館の教科書でも同様である。これらの記述は、読み手である生徒や教師にとっては、ほんの付け足しには見えず、ほとんど本文に思えるであろう。つまり、合成抵抗については、事実上定量的な扱いが教科書でなされている。尚、啓林館の教科書では三つの抵抗の直列と並列を組み合わせた合成も問題として載っている。

熱量と電力量に関して、旧教科書では発展的内容として記述されていた部分が、本文にしっかり記述されているのは、学習指導要領の変更にもなう変更である。熱量の計測をするのは旧教科書と同じであるが、新教科書では熱量と電力量の違いに留意しての記述がなされ、エネルギーとして位置付いている。一般に用いられる消費電力についても、実用的な量として取り上げられている。

電子の記述については、J. J. トムソンの「陰極線は－（マイナス）の電気を帯びた小さな粒子の流れ」から入り、電子の流れが電流の正体としているのが東京書籍の書き方となっている。前回の東京書籍の教科書では、その電子の出所として自由電子を発展的内容で少し触れる部分もあったのだが、今回の新教科書では一切無くなっている。一方、啓林館の教科書では、電流を作っている粒子のこと電子というとし、発展的内容で自由電子の記述をしている。本文では「すべての物質の中には電子があり、金属の場合は、一部の電子が自由に動き回っている」としているのが、対照的である。

直流と交流の違いは、全面的に追加となっている。前回の改訂とそれに基づく教科書では、一切この部分が無くなっていた。唯一、交流という単語が存在したのは、技術の分野で、しかも選択部分であったため、実態としてはその後高等学校で物理を学んだ高校生以外は、すなわち旧学習指導要領のもとで学んだ全高校生のうち8割は、交流の意味はおろか単語すら知らない状況におかれていた。実際、現在大学に通う本学の学生でも、多くがAC100Vの記述の意味を知らず、交流と言われても乾電池の直流と区別が付かない。中学校の新教科書では、直流と交流の違いが

オシロスコープの画面を示して説明されている。旧教科書と比べて、大きな変化である。

3.2. 化学分野

化学分野の内容は、旧教科書では大きく「身のまわりの物質」と「化学変化と原子分子」という二つの単元と「エネルギー」の単元の一部（第2章）で構成されていた。これに対し新教科書では、単元が三つになり、各単元の内容も増加した（表1）。

従来から「身のまわりの物質」の単元は扱われてきたが、新たに「気体の性質」の章が設けられた。このため、これまで実験だけであった気体についても詳しく学ぶようになった。「水溶液の性質」として従来から扱われていた酸性、アルカリ性の内容は、新教科書では3年時において、新規項目であるイオン（後述）とともに学ぶようになった。

「化学変化と原子・分子」の単元は、従来から扱われていたが、新教科書では、これまでなかった「酸素のかかわる化学変化」と「化学変化と物質の質量」の2章が新たに設けられた。

「化学変化とイオン」の単元は、旧教科書では姿を消していたイオンについての内容が復活したものである。第1章「水溶液とイオン」で電気分解の実験を通してイオンの考え方を説明し、原子の構造についてもここで解説を行っている。旧教科書では、原子の構造とイオンは、「化学変化と原子・分子」の単元で発展の内容として記載されていたが、新教科書では本文で記載されている。第2章「化学変化と電池」では、イオンの応用例として電池反応が取り上げられ、電子の流れも扱われている。これは旧教科書で「エネルギー」単元のところでのみ簡単に取り上げられていたものである。今回の改訂では、最近注目されている燃料電池などの解説にも紙面を割かれている。第3章「酸、アルカリとイオン」では、酸やアルカリの性質や反応が、イオンやイオン反応式を用いて説明され、イオンの移動実験も用いられ考察を深めている。また、pHや塩、電解質などについても丁寧に解説されている。

具体的な変化として、以下を指摘することができる。

(1) 粒子モデルを考える記述が、従来よりも増えた。東京書籍の教科書には、モデルの考え方を「いすとりゲーム」に例えた指導例が新しく取り上げられ、発泡スチロールを用いた化学変化を原子・分子のモデルで表す指導例も1頁にわたり具体的に掲載されている。

(2) 以前、扱われていた実験が、新教科書に再掲載された。実験の結果は、旧教科書では誘導の発問が書かれているだけであり記載されていなかったが、新教科書では、結果が写真とともに掲載された。例えば、「化学変化と質量変化」の項目で、硫酸と塩化バリウム水溶液の反応と、炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応が示された。後者では、容器が密閉していることが写真で示されているため、実験結果から気体に質量があることを認識することが可能であるが、反応前の濃度や分量などについての記載がなく、記述としては充分でない。これらは、教科書に欄外あるいは指導書に記載する等が必要と考えられる。

(3) 鉄粉の酸化例として「化学かいろ」の実験が掲載された。「化学かいろ」の中身を取り出した写真は掲載されているが、実際に取り出すことを指示する記載はない。また、この実験の記述の前ページには、廃棄や換気の注意は書かれているが、潜熱の記述はない。このため、実際には実験を実施しないか、実施しても廃棄の注意は回収することのみに留まるであろう。そのため、

もし生徒が自宅で市販の「化学かいろ」を分解した時、潜熱を認識せず、正しく廃棄しないかもしれない。生徒が自分で分解する可能性を考えると、潜熱の危険性についての指導も必要であり、指導書などに記載するべきであろう。

(4) プラスチックを燃焼する実験が示されている(1年p.82)。この実験は、燃焼の様子の違いからプラスチックに種類があることを示すものである。しかし、この実験の危険性(不完全燃焼により発生する一酸化炭素や、溶融樹脂からの気体の吸入など)の記述は、教科書・指導書とも充分ではない。

(5) イオンの移動に関する実験も新しく導入された。万能試験紙の使い方とともに新教科書で大きく掲載されている部分である。

このように教科書の内容が充実してきたため、安全指導も含め、教員の指導力は以前にも増して求められている。写真情報が増大しているため、教員が指導内容について十分理解しない状況で授業を実施した場合とそうでない場合では、生徒の理解に差が出る可能性がある。環境については、マイクロスケール化などが学習指導要領解説に記載されているが、現在の教科書では取り上げられていない。「ゆとり世代」の教員、あるいは旧教科書しか学習していない教員が、教科書作成者の意図通りの十分な指導が出来るためには、内容を充分理解することが必要である。更に、上述の(3)や(4)などの実験の指導に関しては、教員が文献を読んで理解するだけでは必ずしも充分ではなく、研修などで実験を経験することが必要であろう。

3.3. 生物学分野

3.3.1. 動物の仲間(無脊椎動物の仲間)

無脊椎動物について、旧教科書では発展の項目で紹介されているだけであったが、新教科書では丸々一つの章をさいて、主に節足動物と軟体動物が解説され、脊椎動物との比較が行われている。

東京書籍の教科書では無脊椎動物の体の構造のみが解説されているが、啓林館の教科書では、それに加えて、体温調節と子の生まれ方が解説されている。様々な分類群の比較から動物の多様性を生徒に気づかせるためには、やはり無脊椎動物に関しても脊椎動物と同様の解説が求められよう。

3.3.2. 生物の変遷と進化

進化について、旧教科書では陸上動物は水中で生活する動物から進化したと発展で紹介されているだけであったが、新教科書では丸々一つの章をさいて、生物は進化すること、進化の証拠、及び生物の変遷が解説されている。さらに、ダーウィンと進化論が紹介されている。

東京書籍の教科書では“セキツイ動物の各グループに見られる共通性や、化石が出現する順序から、例えば、魚類が変化したものとして両生類が、両生類が変化したものとしてハチュウ類が現れたと考えられる”と書かれているが、「セキツイ動物の各グループに見られる共通性」からなぜ進化という考えが導かれるのか、系統樹を用いて共有派生形質に関する詳しい説明がないと不明である。これは啓林館の教科書についても同様である。両教科書とも系統樹を用いた分類群の

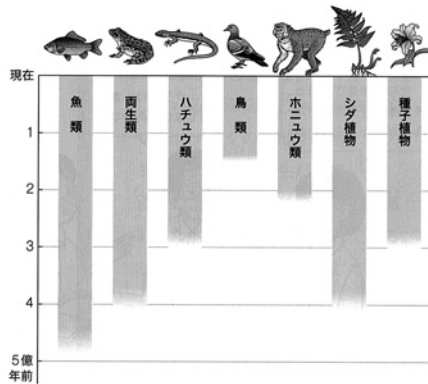


図1 生物の進化の説明に用いられる図。岡村ほか（2011b）のp.122より引用した。

派生関係の解説がなく、各分類群が独立に出現したかの様な図が掲載されている（図1）。ヒトを頂点とするいわゆるはしご型進化（魚類→両生類→は虫類→ほ乳類）という誤概念を生徒に抱かせることなく、現在の生物は過去の生物が変化して生じてきたものであることを生徒に捉えさせるには、やはり系統樹を用いた解説が必要であろう。また両教科書とも、植物の進化に関する解説の量は動物に比べて圧倒的に少ない。

進化の仕組みについては、両教科書ともコラムの項目に書かれているのみであり、十分な解説はされていない。東京書籍の教科書では「環境により適した形や性質をもったものが生き残って、子孫をのこしていく」とあるが、環境にあまり適していない個体が生き残らないわけではないため、「環境により適した形や性質をもったものがより多くの子孫をのこしていく」と適応度の概念を加えた表現に改訂するべきであろう。啓林館の教科書では自然選択という用語が用いられ、「より生き残りやすい性質を持つ個体は、より多くの子を残す可能性が高くなる」と適応度の概念に迫る説明がされているが、より多くの子を残す可能性は個体の生存率のみに依存しているわけではないので、改訂が必要である。新教科書においても、適応度という知見は取り入れられず、生存競争や適者生存という旧態依然とした概念から抜け出せない様子が伺える。

3.3.3. 遺伝の規則性と遺伝子

遺伝について、旧教科書では一つのチャプターで、減数分裂、遺伝、有性生殖における遺伝が簡単に紹介され、発展の項目でかろうじて、メンデルの法則を用いて、親に見られない形質が子に現れる理由が簡単に説明されているだけであったが、新教科書ではメンデルの実験をもとに、遺伝の規則性が詳細に解説されている。また、旧教科書ではDNAは発展で簡単に触れられているだけであったが、新教科書では遺伝子の本体がDNAであることが述べられており、DNAの構造も簡単ではあるが紹介されている。さらに新教科書では遺伝子やDNAに関する研究成果の活用として、品種改良や遺伝子操作についても解説されている。

東京書籍と啓林館の両教科書とも、生殖細胞形成時には細胞の染色体数が半分になることを述べてはいるが、相同染色体の解説がない。このため、染色体が2組以上ある場合、減数分裂時の

染色体の挙動は複数通り考えられ、誤った染色体構成をもつ生殖細胞を生徒が考えてしまう可能性は高い（3.3.4.節を参照）。また、遺伝子の本体の項には、東京書籍の教科書では“遺伝子は染色体に存在し、その本体はDNAという物質である”と書いてあり、啓林館では“染色体には、遺伝子がふくまれている。遺伝子の本体はDNAという物質であることが、明らかになっている”と書いてあるが、両方とも、DNAと染色体の関係が不明である。遺伝子を構成するDNAが染色体上に存在する、つまりDNAと染色体が別物であると誤認する可能性がある。さらに、DNAの解説に関して、東京書籍では“DNAは、A, T, G, Cの記号で表される4種類の構成要素が多数並んでいる物質である。多様な生物が存在するのは、主にDNAのこれらの構成要素の並び方の違いによると考えられている”と書いてあるが、塩基の機能についての説明がないので、なぜこれら塩基の並び方の違いが多様な生物の存在につながるのか理解不能である。

東京書籍の教科書では“DNAは簡単には変化しないため、形質は何代にもわたって正確に子孫に伝えられる。しかし、長い間には、さまざまな原因によってDNAが変化することがある”と書いてあるが、DNAの複製の仕組みが説明されていないので、「なぜDNAは簡単には変化しないのか？」またそれにも関わらず、「なぜ長い間にはDNAが変化することがあるのか？」理解不能であり消化不良の感が否めない。啓林館の教科書でも“遺伝子はいっばんに、変化せず伝わる。しかし、遺伝子是不変なものではなく、まれに変化し形質が変化することがある”とあるが、なぜそうなのか全く不明である。

遺伝子研究の応用面については、東京書籍の教科書では“遺伝子进行操作して、有用な形質を現す品種をつくりだす研究が進められ、比較的短期間で育種を行うことができるようになった”と書いてあるが、遺伝子がどのようなものであり、遺伝子操作がどのように行われるのか不明なため、やはり、消化不良の感が否めない。啓林館の教科書でも“DNAにある一部の遺伝子を変化させたり、新たにとり入れたりすることもできるようになってきた”と書いてあるが、DNAと遺伝子の関係性が不明瞭なため、理解はやはり困難であると考えられる。遺伝学分野の全体的な印象として、遺伝子やDNAに関する説明が中途半端に終わっている感をぬぐい去ることはできない。

3.3.4. 有性生殖と無性生殖の特徴

中学校の新しい教科書には大小さまざまな問題点があるなかで、最も深刻な問題点である「相同染色体」というキーワードの欠如について論じたいと思う。中学校理科の新指導要領の生物分野における最も大きな変更点のひとつは、「遺伝」が加わった点である。遺伝が中学校理科に加わったことに対する問題点について、向井（2012）は、高等学校で学ぶ生物学の遺伝の分野との継続性という観点からの問題点を指摘している。例えば、中学校では「分離の法則」を学ぶが、2つ以上の遺伝子座の挙動については高等学校の内容となっており、両者を連続的に学ぶほうがより効果的であると向井（2012）は指摘している。しかし、私たちは先の「遺伝の規則性と遺伝子」の項でも述べたとおり、新学習指導要領におけるより不完全な点は、有性生殖と遺伝学を学ぶ上で前提となる相同染色体を教えていない点にあると考えている。向（2013）によれば、中学のみならず、高等学校の教科書においてさえ、相同染色体と関連づけることなく遺伝学を記述する教科書が多くなっていることを指摘している。中学校の教科書で相同染色体が必須の学習キーワー

ドとならない理由は、有性生殖の生殖様式の複雑さにあるのかもしれない。しかし私たちは、相同染色体の理解こそが有性生殖の減数分裂の本質の理解につながると考えており、さらに遺伝学の理解をも容易にすると考えている。有性生殖の最も重要な特徴のひとつは孢子体世代と配偶体世代を交互に繰り返していることである。その配偶体世代をつくる減数分裂の本質とは、相同染色体が分かれて別の生殖細胞に入ることである。つまり、減数分裂を相同染色体と関連づけて理解していなければ、有性生殖についての理解もかなり重要な部分がぬけた不完全なものであることを意味する。さらに相同染色体を学べば、その相同染色体上に遺伝子を想定でき、遺伝子をペアでもつ考えの導入が容易になると考えられる。そして相同染色体上の遺伝子がそれぞれ、減数分裂により、別々の生殖細胞に含まれるため、親ではペアとなっていた遺伝子が別々に子に伝わるという分離の法則の理解につながる。結論として、相同染色体は、有性生殖と減数分裂そして遺伝学の、最も重要なキーワードのひとつであると言える。そこで私たちは、「有性生殖と無性生殖の特徴」に相同染色体を導入して減数分裂を学ばせることを提案する。相同染色体は減数分裂や体細胞分裂中期像の観察により容易に確認でき、中学校の理科における実験課題としても優れている。「相同染色体」を必須の学習キーワードとして含めた教科書の整備を早急に行うべきであろう。

3.4. 地学分野

3.4.1. 地質に関する内容について

(1) マグマのでき方

教科書には、「地球内部の熱により、地下の岩石がとけてマグマができる」(1年p.188)という記述がある。これでは生徒が、プレートの下にはどこにでもマグマがある、と勘違いしかねない。活火山の分布が限られていることも、理解しづらくなってしまう。

ここでは、地球内部の熱だけではなく、他のいくつかの条件が重ならないとマグマができないことを、補足する必要がある。その条件について、詳しく扱うことはできないが、さらに学習を進めるなかで、明らかにしていくことが可能になる。

(2) 火山ガス

教科書には、「火山噴出物は、噴火のときにふき出したマグマの一部なので、火山噴出物を調べることで、マグマの成分を調べることができる」(同p.191)という記述があり、「図3」には「火山噴出物」として「火山ガス」も示されている。しかし、「火山ガス」が何であるかの説明は一切ない。これでは生徒が、「火山ガス」という特定のガスがあると、勘違いしかねない。ここでは、「火山ガス」には大量の水蒸気、それと二酸化炭素や亜硫酸ガスなどが多く含まれることを、補足する必要がある。そうすれば、写真にも紹介されている三宅島の雄山の噴火によって、島民が長期間の避難を余儀なくされたことも理解できるようになる。また、水や二酸化炭素もマグマの成分であることにも、生徒は気づく。それによって、噴火の原動力が何なのかも、生徒はイメージできるようになる。さらに、大量の水がどこからマグマに供給されたのか、そのことに疑問をもつこともできるようになる。それは、マグマのでき方に関わることであり、地震との関連を理解することにつながる。

(3) 「世界の主な火山」と「世界の主な地震が起こった場所」

教科書では、p.187(1年)の「図1」とp.200の「図2」として、それぞれ示されているが、かなり離れたところに別々に掲載されている。これでは生徒が、両者の分布がかなり重なっていることに、気づかないままになりかねない。

ここでは、プレートの沈み込みに伴って地球内部に水が供給されることを、補足することによって、マグマの成分、マグマの成因とプレート運動とを、関連づけてとらえることが可能になる。ただし、水の供給がどのような形によってかという点は、中学生にふさわしい説明となるよう、工夫が必要である。

(4) 地球=水の惑星

以上のような内容を補うことによって、火山活動や地震活動、プレート運動が水の存在と密接に関わっていて、それらの活動や運動に伴って、地球内部も含めて水が移動・循環していることを、とらえることができるようになる。水の惑星として地球をとらえることが、可能になるのである。

3.4.2. 気象の内容について

ここでは、新規項目である「日本の天気」と、水の循環に関する記述の検討に重点を置き分析を行う。旧教科書と比べて、全体として目につくことは、雲と水蒸気に関する記述が後に移されている点である。上昇気流が雲を作る素過程の理解は、温帯低気圧の通過に伴う天気の変化や、季節風にともなう日本の天気を理解するなかで利用され、あるいは深められていく性質がある。順序を逆転させることによるデメリットも大きいと考える。

指導要領の内容の取扱いの注意書きで触れられた大気の厚さについては一貫して強調されており、スペースシャトルからの写真による大気層の薄さの指摘や、宇宙から見た台風とCDやDVDとの相似性の説明があり、それぞれ有効な教材となっている。

(1) 「天気とその変化」の単元の③「大気の動きと日本の天気」(2年pp.208-221)

この節は、1. 大気の動き 2. 日本の天気 3. 天気予報をしよう と構成されており、全体として学習指導要領にほぼ沿った記述となっている。しかし、学習指導要領に示される「日本の天気の特徴」→「大気の動きと海洋の影響」という順序とは逆の構成となっている。全球的あるいは理論的な視点から大気の運動と日本の位置づけを示し、その後具体的な日本の季節変化を、気団概念を用いて解説している。この構成については後ほど述べる。

この記述を、1989年の学習指導要領に基づく東京書籍の教科書(上田ほか、1996)と比較する。1996年の教科書では、地球規模の大気大循環と日本の天気の関係についてはコラムで触れられるのみである。季節風に関する説明はない。日本の天気の特徴について、偏西風帯に属すること、独特の海陸分布に起因する季節風の影響下にあることを説明することを意図した今回の学習指導要領の改定により、それ以前にはなかった新しい記述が導入されたことになる。新教科書の③-2「日本の天気」の記述は、1996年の教科書の「日本の天気」の内容と対応しているが、過度に図式的な気団論(これは現実の大気の特徴を必ずしも正しく表さない)の利用は避けている。

(2) 新規項目「日本の天気」について

新しく加わった、地球を取り巻く大気の動きに関する記述や、海陸分布と関係づけた季節風に関する記述は、やや「唐突な」印象をぬぐえない。

地球を取り巻く大気の動きに関する記述に関しては、偏西風帯にあるという日本の天気の特徴を焦点としたいのか、大気大循環の特徴を焦点としたいのかが不明確で、かつそのどちらから見ても記述が十分でない。太陽放射による熱の過不足が指摘されるものの、その根拠を示し、生徒の認識とつなげていくことができるような教材がない。地軸の傾きを示す図があるが季節との関係は触れられない。ハドレー循環は図に表されているが本文上で位置づけられていない。偏西風が吹いていることを示す根拠はコラムにゆだねられており、観測に根拠づけるのか、あるいは角運動量保存から力学的に根拠づけるのか不明確である。中学生段階での偏西風理解のあり方に関する探求が必要であろう。

季節風に関する認識については、海陸風に関する記述と結びつけて解説されているが、そのことがこの節の位置づけを曖昧にしている。前節との関係をはっきりさせるために、海陸分布がもたらす温度差に伴う風をあつかう節であることを明確にした方がよいのではないか。水平対流のメカニズムが本文中に触れられているが、どこまで生徒につかませたいのかが不明確である。熱容量の違いによる海陸温度差についても、その結果生じる水平対流の発生に関して、説得的な教材がない。実験教材や、より効果的な概念図が必要だろう。熱強制に伴う水平対流とともに生じる地上付近の高低気圧分布の特性については、以前の教科書から引き続き問題ではあるが、高低気圧の生成メカニズムの一般論と誤解される可能性をはらむ。

このように、「日本の天気」に関する記述にはいっそうの工夫が求められる。授業についての指導案を作成しようと思えば、教科書の記述の範囲にとどまらない独自の探求が必要になる。

熱の過不足に伴う水平対流の一般論に踏み込んで理解するのであれば、水槽実験などの教材と結合させることが不可欠だろう。また逆に、そこまで一般論に踏み込むのであれば、図だけにとどまっているハドレー循環の理解にも射程が伸びてくるものと思われる。

また、視点を日本付近に固定しつつ全球を眺めるのか、あるいは全球的な視点から日本を位置づけるのか、一貫した視点の設定が必要だろう。「日本の天気」を主題とする学習指導要領の記述から見て、前者の視点の設定が適切と考えられる。その際、日本で見られる具体的な現象を教材にして、その理由を全球的な視点から説明する記述が自然ではないだろうか。その意味では、学習指導要領の順序を採用し、日本の四季を糸口にして、地球を取り巻く大気の動きや海洋の影響に視点を誘導する方法がより適切である可能性がある。

(3) 学習指導要領に指摘された「水の循環」について

本教科書では④「雲のでき方と水蒸気」の4. 節（2年pp.234-235）に記述されているが、やはり唐突な配置である。この部分は1996年の教科書でもほぼ同じ構成のなかに位置づけられているが、1996年の教科書ではその直前に降水量に関する記述が挟まれている。新教科書は上空での水滴の成因にはほぼ終始して降水量の記述がなく、降水過程に関する表象を飛び越えることにより唐突感がより強調される結果となっている。陸面・海洋を含む地表からの水の蒸発から、雲や雨の生成と落下までをいったん微視的な意味でも水循環として表象させた後、海洋から海洋、海洋

から陸面，陸面から海洋，陸面から陸面への蒸発・降水過程を分析的に示し，河川等による流出を含めた海陸間の水循環に論を進めることで，有効な水循環の認識を育てることが可能になるのではないだろうか。

なお，飽和水蒸気量の説明においては，溶解度曲線とのアナロジーを利用した露点の解説が加わっており（2年p.225），有効な改善となっている。

3.4.3. 天文の内容について

(1) 銀河系の扱いについて

天文の内容における大きな変更は，銀河系が扱われるようになったため，宇宙全体についての記述が可能になったことである。特に，東京書籍の教科書においては，最初の「宇宙の広がり」で，銀河系のみならず，銀河系外の銀河や，宇宙全体（宇宙論）についても言及されている。これは，学習指導要領の内容を超えているが，現在の宇宙観をも知ることが可能になっている。一方，啓林館では，ほぼ学習指導要領の内容通りであり，銀河系の記述に留まっている。

一方，銀河系の存在について，実感をもって認識するにはどのようなしたらよいか，という課題は残っている。新教科書では，銀河系の想像図や，形外銀河の写真が掲載されているが，実際に空に見える天の川との関係は記されていない。現在，大きな都市の夜空は大変明るいいため，天の川を肉眼で見るとは難しいが，最近の高性能のデジカメを用いれば，天の川の写真撮影は不可能ではない（松村，2012）。また，高校の教科書や大学の演習書等には，銀河系が渦状構造を持つことを示すための演習問題は，幾つか存在する（松村，2009）。しかし，これらはいずれも高度であるため，中学生がどうすれば，天の川を認識し，銀河系を考えることができるのかは，新たに考える必要がある。

(2) 天文の内容の順番

天文の内容の順番は，東京書籍と啓林館で大きく異なる。東京書籍の教科書では，（a）宇宙の広がり（b）地球の運動と天体の動き（c）月と惑星の見え方 という順番であり，スケールの大きなものから，小さなものへと記述が進む。最初の「宇宙の広がり」では，銀河系のみならず，宇宙全体（宇宙論）についても書かれている。一方，啓林館の教科書では，（a）地球の運動と天体の動き（b）太陽系の天体（c）恒星の世界 と，身近な現象や比較的距離が近い天体から，順に遠い天体に進んでいく。これは，学習指導要領の順序（天体の動きと地球の自転・公転→太陽系と恒星）と同じである。銀河系は，恒星の項目の中に，補足的に含まれており，この扱いは，学習指導要領の“恒星（銀河系を含む）”という記述を反映している。

(3) 位置天文学的な内容の量について

東京書籍・啓林館のどちらの教科書でも，位置天文学的な内容（“地球の運動と天体の動き”や“月と惑星の見え方”など，3次元の幾何学的な考察を必要とする内容）に多くのページが割かれ，天体そのものの説明は比較的少ない。東京書籍（啓林館）で天文についての記述の全49（45）ページ中，位置天文学的な内容は，29（26）ページと大半を占め，天体（惑星，恒星，銀河系）そのものの記述は14（12）ページと少ない（金星の位相も，“位置天文学的な内容”に含めてカウントした）。これは，学習指導要領による制約が大きいためであろう。幾何学的な考察を行って，天

体の見え方が理解できることは重要ではあるが、似た内容は小学校でも扱われている（但し小学校では視点の移動は行わないとされる）。天文の内容において何が重要であり、どこに重点を置くべきなのかという課題に答えるには、中学校の理科で教えるべきことは何なのか、といった視野の広い考察が必要だと思われる。

3.4.4. 学習指導要領の「科学の基本的な見方や概念」（「柱」）の「地球」

現行の学習指導要領では、「科学の基本的な見方や概念」（「柱」）として、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」の四つが位置づけられた。しかし「地球」については、その内容が「地球の内部」「地球の表面」「地球の周辺」に分けられているだけである。他の三つの概念については、「エネルギーの変換と保存」、「粒子の保存性」、「生命の連続性」などが示されていて、それぞれの概念の特徴をある程度とらえられるものとなっている。それらとは異なり、「地球」については対象を区分しただけであり、全体としての地球の特徴を示すものとはなっていない。

教科書も、全体としての地球の特徴を示そうとするのではなく、区分された対象ごとに寄せ集めたような構成になっている。火山・地震・地層に関しても、相互の関連づけは意図されていない。そのうえ、教科書の記述には、それによって生徒に大きなかん違いをもたらしかねないものもある。そのような記述に関しては、ある程度、内容を補う必要がある。それは、生徒のかん違いを防ぐためでもあるが、補うことによって地球の特徴に迫ることが可能になるからである。

限られた学習時間の中で、どの項目が重要なのかを検討するためには、自然科学あるいは理科全体を統一的に捉え、合意して形成していくことが必要であろう。その意味では「柱」の導入は大きな一歩であった。しかし、地球に関しては、単に「地球」というだけでは不十分である。「地球」の重要性を訴えるためには、まず、理科の関係者で、納得しうる「柱」を作ることが必要なのではないだろうか。一つの単語で表わそうとすることに無理があるのかもしれない。関係者の共通理解の基盤（「柱」かもしれないし、別の形のものかもしれない）があれば、内容の選択においても見通しが良くなるであろう。見通しが良くなれば、例えば、3.4.3. 節で指摘した天文の内容に関しても、どこに重点を置けばよいのか、論理的に結論が出て来るように思われる。

3.5. 科学技術と人間

3.5.1. 単元全体の構成について

「単元5 科学技術と人間」は、「第1章 いろいろなエネルギー」と「第2章 科学技術の発展」からなる。文部科学省(2008b)によると、旧学習指導要領に対する改訂のポイントは、「従来、一部選択であった、第1分野「科学技術と人間」(科学技術の発展)と第2分野「自然と人間」(自然の恵みと災害)を(どちらも：筆者補足)必修化し、第1・第2分野共通の指導内容として「自然環境の保全と科学技術の利用」として統合・新設し、環境教育に関する指導を充実」したとされている。

3.5.2. 「第1章 いろいろなエネルギー」の前半部

「第1章 いろいろなエネルギー」の前半部は、旧教科書で「単元6 エネルギー」に置かれ

ていた「いろいろなエネルギーの移り変わり」の内容が、おもりの落下で手回し発電機を回して発電する実験など主要な実験例とともに移動してきただけと言うことができ、新規内容が増えたわけではない。しかし、熱の伝わり方については指導要領の改訂を反映して「伝導、放射、対流」を取り上げている。これまで熱の伝わり方が中学校で取り扱われない時期が続いていたが、それが一応解消されたのは、国民の科学的常識の基礎を提供する義務教育の理科の内容として歓迎すべきだと思われる。

3.5.3. エネルギー資源について

ここから先の部分は、自然科学の知識そのものではなく、科学・技術と社会の関わりに関する知識や考え方を扱っている。エネルギー資源の学習について、学習指導要領解説（文部科学省、2008a, p.65）は次のように述べる。

「…、原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること、核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること、放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどにも触れる。」

実際、東京書籍の教科書も学習指導要領の趣旨に忠実に作られている。この中では、とくに、放射線の取り扱いが30年ぶりに入っているのがこの分野での今回の指導要領の最大の特徴である。その内容も、上記の指示に忠実に詳しく書かれている。しかし、教科書見本作成後に起きた福島原発事故への対応はほとんどなされていない。他社の教科書では、急ぎょ写真とキャプションなどの形で今次の原発事故を取り入れているものもあるが、東京書籍は本文でも写真でも取り上げていない。しかし、指導書の中には、放射線の授業のための東京書籍が作成した副読本が入っている。そこでは福島原発の事故についてつぎのように触れている。「原子力発電所の事故と防護策 2011年3月11日に起こった地震と津波をきっかけとした福島第1原子力発電所の事故は、大量の放射性物質を放出した大事故になった。／我が国は、世界でも有数の地震国である。そのため、原子力発電所の建物や諸設備は、地震に耐えるものでなければならない。また、原子炉を冷却するために大量の冷却水を使うため、多くの原子力発電所は海辺につくられるが、地震の際の津波からも防護しなければならない。そこで、高い耐震性や津波への対策、緊急時の防護策など、何重もの防護策が必要になる。／福島第1原子力発電所の事故は、地震や津波に対する何重もの防護策があったとされてきたが、これらが破られてしまった。これまでの地震や津波の想定と防護策を見直し、どのような自然災害にも耐えられる対策が必要である。」つまり、最後は原子力発電が引き続き行われることが前提となった記述になっている。

各発電方法のしくみ、長所、短所については、まとめの中にポイントを落として書かれているが、その説明は前学習指導要領下の教科書よりもかえって少なくなっており、特に現在達成されているエネルギー効率についての記述は消えている。

放射線についての学習が入っていること自体は、国際的に見ても不思議ではない（笠、2013）。しかし、エネルギー資源についての単元の中で放射線を取り上げているのならば、原子力発電からの放射性物質の漏れに対する対策や核廃棄物の取り扱いが厳重でなければならない理由を第一に説明すべきであるが、新指導要領に放射線の危険性について教えることという記述が一切見ら

れないために、教科書での説明は不十分であった。そのため、今次の東京電力福島第一原発事故を前にして教科書の記述は非常に不十分なものとなってしまった。東京書籍の場合、文科省の放射線に関する副読本まかせにせず、事故後に出された指導書の中で、その点を補強していることは評価できるが、今回の改訂の際にはやはり教科書本体でしっかりと放射線の危険性と今回の事故についての説明がなされるべきだろう。

3.5.4. 「第2章 科学技術の発展」

情報通信技術の発達に関して、無線技術から固定電話、携帯電話、あるいは、コンピュータ、記憶媒体、インターネットなどの発展について述べるのはほぼ旧教科書と同趣旨だが、多少加筆がなされている。動力・交通手段の発展は、学習指導要領本文には入っているわけではないが、旧教科書には全くなく、今回の改訂で特に入れられた。他社の教科書でも取り上げられている。中学校理科学習指導要領解説（文部科学省，2008a）では動力や産業革命について触れているため、このような内容になったと思われる。新素材については、LED、有機EL、とくに囲み記事では、有機ELと光触媒について、研究者の研究室訪問とインタビューなどを含めた読み物が掲載され充実している。

循環型社会と持続可能な社会という概念が太字で強調されている。これはユネスコの持続可能な社会のための教育（ESD）という方針を、理科・社会・家庭などに反映させるという方針のもとに行われたものである。

3.5.5. 科学技術と人間 のまとめ

この分野も今次の理科の学習内容の充実の方針下で、やはり学習量の充実化が図られていると言える。だが、この分野でも知識量を増やすこと自体が重要なのだろうか。とくにこの科学技術の進歩を説明するところで取り上げられている個々のトピックは、他の分野のような自然科学の基礎知識、概念というものではなく、10年も立てば大きく陳腐化する可能性もあるものも含まれている。個々のトピックについて知識を学ぶよりも、科学と社会の関係について考えさせ討論させる時間を充実するほうがよい。

放射線の扱いは知識の面でも喫緊の重要性を持っている。しかし、ここでもまた安全性やリスクの考え方などについての教育もまた重要である。また、原子力を含めたエネルギー問題の取り扱い、これまでの原子力推進の方針のなし崩し的な導入を改め、市民の意思決定に役立つものにしなければならないだろう（笠，2013）。持続可能な社会についての取り扱いも同様である。

総じて、この分野の授業の目標、方法、評価方法などをはっきりとさせ、授業方法について現場教員を含めたコンセンサスを形成することが必要である。

3.6. 自然と人間

義務教育の最後に学ぶ理科の単元として教科書では、「自然環境の保全と開発」のために、そして「持続可能な社会を目指して」、「これまでに学んだ科学の知識や方法を活用して、わたしたちができることを考え、行動していこう」（3年p.248）と呼びかけている。しかし、多くの中学生

にとって考えやすい「できること」が、教科書では想定されていないようである。今日の自然と人間との関係をめぐっては、容易に解決することができない深刻で複雑な問題が存在し、それらについて本格的に疑問を持ち、本質的な諸課題をとらえ、さらに深く・広く学び考え続けていくことこそ、義務教育を終えようとしている中学生たちに「できること」であり、大人たちが期待することでもある（北林，2008）。

残念ながら教科書は、学習指導要領の制約もあってか、科学技術の発展には負の側面もあるが、科学技術の発展がそれらを解決する、という枠組みのなかで内容を構成しているようである（文部科学省，2008a，p.55には「科学技術の負の側面にも触れながら、それらの解決を図る上で科学技術の発展が重要であることにも気付かせる」とある）。そのため、教科書には狭いとらえ方に基づく記述、科学の成果を誇張した記述が目立つ。

3.6.1. 扱う対象・範囲の狭さ

教科書の「図2 自然界における炭素の循環」（3年p.238）は、「自然界における」としながらも、「食物連鎖にともなって」のものしか示されない。海水中や貝殻、岩石、火山ガスなども含めた循環には、まだよくわからない部分もあるが、それらを示すことによって、地球温暖化問題をめぐってより多くの疑問や課題を、中学生たちがとらえられるようになる。

3.6.2. 予知研究の成果の誇張

教科書には「緊急地震速報や噴火予報など事前の予知に関する研究が実用化し」（同p.253）という記述がある。しかし、緊急地震速報は事前の予知ではない。特に、地震予知に関しては、実用段階にあることが前提となって「大規模地震対策特別措置法」が制定された（1978年）わけだが、その対象となっているのは「東海地震」に限られ、それについても実用段階とはいえないという批判が地震学者からも提起されている（ゲラー，2011，など）。また、福島第一原子力発電所の事故の際に、SPEEDIの情報が公表されず、活用されなかったことが社会的に問題にもなっているように、危険性に関する予測研究・予知研究の成果をめぐっては、そこに含まれる不確かさについて、それをどのように受けとめ、活用していけばよいのか、その受けとめ方を確立していくことが大きな課題となっている（北林，2014）。実用段階にあることを誇張するより、そこにある課題を提起していくことこそ、中学生たちに対して必要なことではないだろうか。

新しい教科書は、検定が済んだ後に発生した東日本大震災に関連して、記述を追加したり修正したりしたうえで、印刷・発行された。その際の記述の追加・修正は、最小限に抑えられたものとなっている。主に、いつ震災があったかを示す記述と、被害の様子を示す写真の掲載が追加され、その写真も被災者への配慮もあってか、深刻な被害の様子を示すものではない。しかし、せめて津波の高さや到達までの時間、被災者数などの事実に関する記述は、必要ではないだろうか。起こった事実を客観的に伝えておくことは、自然と人間との関係を生徒が考えていくうえで、欠かせないことである。

3.6.3. 科学や技術を社会に位置づける視点の欠落

教科書には、以下のように、「科学技術の進歩」が環境問題をもたらしたというとらえ方が示されている。

わたしたちの社会は、科学技術の進歩とともに豊かになった。しかし、その結果生じた大量生産、大量消費、大量廃棄というサイクルが、地球温暖化などを招き、自然環境を大きく変化させている（3年p.260）。

大量生産、大量消費、大量廃棄をもたらしたのは、産業革命以降の経済的・社会的構造によるのであり、「科学技術の進歩」が必然的にそれをもたらすのではない。

また、それとは対照的に、以下のように、「科学技術」を万能視するとらえ方も示されている。

かつて、日本は、……など深刻な公害問題が発生した。その後、汚染物質の除去や、環境に負荷をかけない生産技術の開発によって、一定の改善をみるに至った。（p.261）

これも、重要な側面を位置づけずに、「科学技術」に短絡させてしまっている。「環境に負荷をかけない生産技術の開発」は、自然発生的になされたのではなく、排出ガス規制などの社会的な規制が設けられ、それをクリアするために推進されたのである（北林，2010）。科学や技術にかかわることで、適切な規制とはどのようなもので、どうすればそれを実現できるのか、それは大人も含め、多くの人たちが考え、行動できる課題であり、それらについて考え続ける基礎となるものを、義務教育のなかで保障していく必要がある。

4. まとめ

本研究において中学校の理科教科書（主に東京書籍，岡村ほか，2011a-c）の内容を検討し、詳細を3.節に示した。その概要は次のようにまとめられる。

(1) 学習指導要領（文部科学省，2008a）における新規事項の増加に伴い、各項目の内容の繋がりが充実し、それぞれの事項においての問題点は見られるものの、全体として従来よりも系統的に理解できるように書かれていることが確認できた。

(2) 新規項目の中には、まだ不十分な箇所や、必ずしも正確ではないと見受けられる部分もある。例えば、以下の事が指摘された。化学分野での安全教育が強調されるようになったが、「化学かいろ」の分解やプラスチックの燃焼等においては、まだ注意喚起が足りない（3.2.節）。生物分野のDNAや遺伝は新規事項であるが、相同染色体について記述がなく、遺伝を正しく理解することができない（3.3.3.節および3.3.4.節）。天文領域では、銀河系が新たに含まれたことで、宇宙全体から地球までの関連性が示されたが、銀河系をどうすれば実感を伴って認識できるのか、課題が残された（3.4.3.節）。

(3) 「科学技術と人間」や「自然と人間」の単元も、従来よりもページ数は充実した。しかし、放射線の危険性やリスクの考え方、原子力を含めたエネルギー問題の扱い、科学技術の負の側面などについての記述は、必ずしも充分ではない（3.5.節，3.6.節）。

(4) 上述の(2)(3)の教科書の記述の問題は、教科書作成の指針となる学習指導要領の内容に起因している場合もある（3.4.4.節，3.5.節，3.6.節）。

(5) 教科書の内容が充実したため、教員が内容を教えるときには、従来よりも工夫が必要であ

ることも指摘された。このためには、教員が理科の内容をより深く理解していることが要求される。理科教員養成においては、教科専門の内容を如何に深め、どのように位置づけるかという従来からの課題がある。教科書の内容の充実という文脈の中で、この課題は今日でも重要であることが改めて確認された。

謝辞 本研究は、香川大学教育学部の「平成24年度学部研究開発プロジェクト」(研究種目(A)「学部固有の特色あるカリキュラムの充実と深化」)の支援を受けて行われた。この場を借りて謝意を表す。本稿はその研究報告を兼ねている。

[文献]

- 新しい科学編集委員会ほか編, 2012a, 『新しい科学1年 教師用指導書 研究編』, 東京書籍
- 新しい科学編集委員会ほか編, 2012b, 『新しい科学2年 教師用指導書 研究編』, 東京書籍
- 新しい科学編集委員会ほか編, 2012c, 『新しい科学3年 教師用指導書 研究編』, 東京書籍
- 新しい科学編集委員会ほか編, 2012d, 『新しい科学1年 教師用指導書 指導計画・評価編』, 東京書籍
- 新しい科学編集委員会ほか編, 2012e, 『新しい科学2年 教師用指導書 指導計画・評価編』, 東京書籍
- 新しい科学編集委員会ほか編, 2012f, 『新しい科学3年 教師用指導書 指導計画・評価編』, 東京書籍
- 上田誠也ほか, 1996, 『新しい科学 2分野上』, 東京書籍
- 岡村定矩ほか, 2011a, 『新しい科学1年』, 東京書籍
- 岡村定矩ほか, 2011b, 『新しい科学2年』, 東京書籍
- 岡村定矩ほか, 2011c, 『新しい科学3年』, 東京書籍
- 北林雅洋, 2008, 地球環境問題に関する授業づくりの考え方―「最後に総合的に」ではなく「いろいろな機会に」―, 理科教室, 51, 1, 19-26
- 北林雅洋, 2010, 環境問題における科学の不足・無視・暴走と技術(試論), IL SAGGIATORE 39, 92-95
- 北林雅洋, 2014, 防災・減災で実際に機能する「科学的」への転換―地球科学の成果に基づいて―, 理科教室57, 1, 48-51
- ロバート・ゲラー, 2011, 『日本人は知らない「地震予知」の正体』, 双葉社
- 塚田 捷ほか, 2011a, 『サイエンス1』, 啓林館
- 塚田 捷ほか, 2011b, 『サイエンス2』, 啓林館
- 塚田 捷ほか, 2011c, 『サイエンス3』, 啓林館
- 松村雅文ほか, 2009, 「新学習指導要領 理科における課題の明確化と学部専門科目の改善にむけての研究」 香川大学教育学部研究報告第Ⅱ部, 59, 63-76
- 松村雅文, 2009, 「新たに導入される銀河系の学習について」, 第23回天文教育研究会集録, 30-33

中学校理科の新教科書の研究：理科教員養成をめぐる新しい課題の明確化

- 松村雅文, 2012, 「市街地での天の川の撮影について」, 日本理科教育学会四国支部会報, 31, B-04
- 三浦 登ほか, 2005a, 『新しい科学 1分野上』, 東京書籍
- 三浦 登ほか, 2005b, 『新しい科学 1分野下』, 東京書籍
- 三浦 登ほか, 2005c, 『新しい科学 2分野上』, 東京書籍
- 三浦 登ほか, 2005d, 『新しい科学 2分野下』, 東京書籍
- 向井康比己, 2012, 「新学習指導要領における「遺伝の法則」の位置づけ」, 遺伝, 66, 261-269
- 向 平和, 2013, 「中等教育段階における遺伝領域の教材開発」, 遺伝, 67, 283-288
- 文部科学省, 2008a, 『中学校学習指導要領解説 理科編』文部科学省
- 文部科学省, 2008b, 各教科等の改訂案のポイント
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/news/080216/009.pdf
(「幼稚園教育要領案, 小学校学習指導要領案, 中学校学習指導要領案関係資料」のページ
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/080216.htmからリンクされている)
- 笠 潤平, 2013, 『原子力と理科教育』, 岩波書店