

中学校理科教科書の比較検討 (その2)

—新教科書の比較—

森 征洋, 松村雅文, 末廣喜代一, 金子之史, 高橋尚志, 林 俊夫, 佐々木信行, 西原 浩, 高木由美子, 川勝 博, 北林雅洋, 高橋智香, 大浦みゆき, 大西千尋, 野崎美紀, 稗田美嘉

A Comparison of Natural Science Textbooks in Junior High School in Japan: Part II

- Comparison of new textbooks -

Yukihiro MORI, Masafumi MATSUMURA, Kiyokazu SUEHIRO, Yukibumi KANEKO, Naoshi TAKAHASHI, Toshio HAYASHI, Hiroshi NISHIHARA, Nobuyuki SASAKI, Yumiko TAKAGI, Hiroshi KAWAKATSU, Masahiro KITABAYASHI, Chika TAKAHASHI, Miyuki OHURA, Chihiro ONISHI, Miki NOZAKI and Mika HIEDA

要 旨 1998年の学習指導要領の改訂により新たに編集された新教科書について比較検討を行った。新教科書は全体としては、図版が多く取り入れられており、よく工夫されている。しかしながら、学習指導要領の制約により基本的な事項が削減されるなど疑問な点も見みられた。また、学習指導要領の記載の順に単元が構成されている教科書が多く、それが場合によって合理性を欠くことになっているケースが見られた。

キーワード 中学校理科教科書, 比較検討, 中学校, 理科教科書, 学習指導要領

1. はじめに

学習指導要領(文部科学省, 1998)が1998年に改訂され, 学校教育における教育内容が大幅に削減された。このことが学力低下を助長するのではないかと懸念され, 教科書の内容が今まで以上に注目されるようになった。教員養成カリキュラムの改善を進めるためには, 小・中学校における理科教科書の内容についての分析が必要である。そのため, これまで小学校理科教科書の比較検討を行ってきた(金子ほか, 2004)。小学校の理科教育を考える上からも, 中学校で

の理科教育を視野に入れて検討することの必要性がいっそう明らかになった。前報(その1)(森ほか, 2005)では学習指導要領の改訂に伴う中学校の理科教科書の変化について検討を行った。ここでは現在使用されているすべての教科書の比較検討を行った。

2. 新教科書の比較検討

現行の理科教科書は5社(大日本図書, 学校図書, 啓林館, 教育出版, 東京書籍)から出版されている。これらの教科書の内容について比較検討を行うことにする。

2. 1 物理分野

(1) 光

各社それぞれ似たような構成となっているのは、学習指導要領、教科書検定による拘束によると思われるが、啓林館のみ扉のページに「ものの見え方と光」を配置し、ものの見え方と光の直進性、反射の法則を記述している。本文ではその部分の記述はほとんどなく、他社のものとは違っている。反射について「反射の法則」と言わないのが1社（東京書籍）ある。全反射の例として光ファイバーを全社あげているが、東京書籍のもののみ説明がない。また水流で全反射を見ることができるが、これを取り上げているのは大日本図書と啓林館である。なお、屈折率は指導要領で取り扱わないこととなっており、全社記述はない。凸レンズの原理について触れてあるのは、教育出版と啓林館であり、人の目の仕組みにまで踏み込んでいるのは、学校図書、教育出版、啓林館である。

(2) 音

音の伝わり方を学んで音の大小・高低へと進む構成が3社あるが、音の発生と性質を学んでから伝わり方へと進むのが2社ある。教育出版のみ音の波形データがないが目立つが、同社と学校図書は耳の仕組みを説明しており、空気と水のように媒質の違いによる音の伝わり方の違いを際立たせようとしている。音の速さについては、本文または欄外注釈でおおよその値に触れる程度に留まっている。

(3) 力

力のはたらきとして、物体の形を変える、物体を支える、物体の運動の様子を変えることを全社あげているが、いろいろな力の種類（摩擦力、弾性力、磁力、重力等）を説明しているのは教育出版と大日本図書のみである。バネののびとおもりの違いを比較し、力の大きさをわかりやすく説明しているのが教育出版のみである。他社のもので理解が深まるのか疑問である。1 Nが100 gのおもりにかかる重力にほぼ等しいという表現は4社が採用しているが、啓林館は

100 gの物体にはたらく重力を約1 Nとしており、1 Nとは何かの質問に答えられるか疑問である。なお、教育出版のみが欄外の注釈で「正確には1 Nではないが、ここでは1 Nと考えてよい」と断りを入れている。力の大きさが異なった場合、矢印の長さを変えて表現する例示がないのは東京書籍であり、本文中で「力のおおきを矢印の長さに比例させて表す」と記述し、別の図で長さを変える例を言葉で示している。力のつり合いを考える導入として正方形の板に反平行な力を加えて動かなくなる（回転しなくなる）場合を見つけさせるものがあるが、学校図書と啓林館はいろいろな形の厚紙を使う実験にしている。多くの場合は反平行な力のみを扱っているが、教育出版と大日本図書は力の向きが異なる場合にも触れている点注目に値する。学校図書、啓林館は垂直抗力について触れていない。重力とつり合いの関係になるものをなぜに入れなかったのか、疑問が残る。学校図書は摩擦力にも触れていない。大日本図書は抗力も弾性力の一種としており、他の弾性力などとあわせてよく整理されている。圧力に関する記述はどの社もほぼ同じである。しかし、全体を通じたページ数には大きな違いがある。多いものは15ページ（東京書籍）割いているが、学校図書や啓林館は10ページである。

(4) 電流の流れ

静電気のところで電荷のことを「プラスの電気」と「マイナスの電気」と記述しているが、電流への接続では、マイナスの電気の移動が電流であるとしているのは教育出版のみであった。他は電気の流れが電流であるとのみ記述し（あるいは記述もない場合もある）、電池のプラス極からマイナス極へ流れるのが電流であるとしているので、静電気のプラスマイナスと電流のプラスマイナスの区別がつかない。電子概念に接近しているのが上述、教育出版と、「マイナスの電気をもつ小さな粒」と表現した大日本図書のみである。せつかくの導入としての静電気を生かしてきれていない。次に目につくのは電気回路図の構成要素である。中学校理科では交流の学

習が消えてしまったので、直流交流の区別をしないJIS C 0617の記号でよいが、将来の交流への接続と旧来の製品や出版物の理解への配慮からか、東京書籍と啓林館は限定図記号(直流用)と旧記号を同時に載せている。さまざま物質の抵抗値を各社とも表として扱っているが、教育出版のものは導体・不導体の区別なく、大日本図書のものは導体のみに限定している。指導要領では「合成抵抗の式は扱わないこと」とされているので、どの教科書も扱っていないが、教科書によっては、「直列回路全体の抵抗の値は、各部分の抵抗の和に等しくなる」、「並列回路全体の抵抗は、各部分の抵抗の値より小さくなる」(東京書籍)と旧教科書とほぼ同様の表現を守りつつ、エッセンスを学ばせようとする努力が見られる。しかしこれでは並列の合成抵抗を学ぶことはできない。大日本図書では抵抗の直列並列回路の電流電圧測定から全体の抵抗を求める実験を大きく教科書に載せており、発展的に教えるための材料として、本分での記述はないものの、注目に値する。

(5) 電流のはたらき

電流の作る磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導、電流のはたらきと利用が多く採用されている構成であるが、東京書籍のみ身のまわりの電気器具を導入とする関係上、電流による発熱発光を最初に配置している。熱量の記述では、本文中にカロリーを入れているものはないが、欄外注釈に $1\text{ cal}=4.2\text{ J}$ といずれも加えている。発電機の例としてダイナモをあげているのが3社(東京書籍、教育出版、学校図書)あったが、一般にダイナモの電流は整流していないので交流である点、注意を要する。並列につないだワット数の違う電球の明るさを比較しているのが2社(東京書籍、学校図書)あるが、ワット数の大きい方が明るいとだけ述べるに留まっている。抵抗の大きさから議論されるべきことであるが、 $P=IV$ が削除された現行教科書では厳しい。新学習指導要領では「電力量の概念は扱わないこと。また、定量的な扱いはしないこと」とされている。教科書の記載はこの指定

に制約されていることが分かる。

(6) 物体の運動

大きな構成については、学校図書、大日本図書、啓林館が、旧来の「運動とエネルギー」という大単元を採用している。東京書籍と教育出版はエネルギー部分を化学変化のエネルギーとあわせて独立した大単元構成をとっている。東京書籍と大日本図書が、身近な運動の様子を調べることを導入にしており、そこから平均の速度、瞬間の速度の違いと表現の仕方に移行している。その他の教科書は、まず速度の表し方から入っている。「作用反作用の法則」についてはその用語を取り扱わないこととなっているが、運動と力の項で概念を説明しているものもあれば、別項もうけているものもあり、まちまちである。学校図書では、特に作用反作用に関する記述がなくロケットの飛ぶ理由のみが書かれている。その他の教科書では、一通り基本的なことは書かれている。運動の法則に関して、大日本図書のみが「力がはたらく物体の運動ではその速さや方向が変わる」としている点が、注目される。自由落下を扱うことを指導要領で制限されているため、ガリレイの実験や真空中での物質の落下について一切の記述がない。

(7) いろいろなエネルギー

位置エネルギーと運動エネルギーを説明し、その保存則まで学んだ後、さまざまなエネルギー形態に触れるという構成を東京書籍、学校図書、啓林館が採用している。教育出版と大日本図書は、数あるエネルギーの例を出して学んだ後、まず運動エネルギーと位置エネルギー(あわせて力学的エネルギー)が保存することを述べ、熱なども含めて全体としてエネルギーは保存するという保存則へと発展させている。弾性エネルギーについて触れているのは、教育出版と大日本図書のみであり、原子力をあげたのは大日本図書のみである。大日本図書と啓林館は、エネルギーの単位としてのジュールを記述していない。逆にしっかり本文中で記述しているのが学校図書のもので、対照的である。この単元

に関してはページ数にばらつきがあった。本文のページだけを比較するならば、多い方は10ページ（東京書籍，教育出版）であるが，大日本図書のものはわずか6ページである。

2. 2 化学分野

(1) 「身の回りの物質」について

この單元についてはタイトルを「身の回りの物質」とするもの以外に「物質のすがた」としたものが1社（大日本図書）あった。ここでは身の回りの物質を有機物や無機物，金属や非金属に分け，物質の状態として固体，液体，気体の三態の分類，および状態変化の起こる融点や沸点について説明している。物質の秤量に用いるのに上皿てんびんとともに電子てんびんが各社とも最初から出ており，電子てんびんが新教科書になり完全に市民権を得ていることがうかがえる。また，具体的な気体について，その性質とそれに基づく捕集方法，また，混合物としての水溶液の性質や再結晶，さらに酸性，アルカリ性，中和などの概念が説明されている。

物質の分類法としてすべての出版社の教科書でこの段階で有機物，無機物という言葉が出ている。これは従来原子や分子を習った後に初めてでてくるべきものであると思われるが，原子や分子は後の第4単元の「化学変化と原子・分子」で初めてでるため，それを習っていないこの段階であまり詳しい定義は難しいと思われる。そのため，大部分の教科書で「加熱すると黒くなって炭になったり，燃えて二酸化炭素を発生する物質を有機物という」という定義が採用されている。しかし，これは厳密に言えば正しくない。ダイヤモンドやグラファイトなどの単体は燃えて二酸化炭素を発生するが有機物とはみなされないからである。このような例外を本文中で説明しないのは煩雑さを防ぐために仕方がないとしても，脚注でさえ説明していないもの（学校図書，大日本図書）（大日本図書は下巻で説明）があるのは問題である。

また，状態変化のところにも問題がある。大日本図書の状態変化の説明では「純粋な水は，状態変化をする温度が決まっている。また，氷

→水，水→水蒸気と変化している間，温度は変わらない。」とあるが，水は100℃にならなくても蒸発して水蒸気になるし，温度変化をしながらも蒸発はしていることから，水から水蒸気への状態変化に対し上記のような説明は適切であるとはいえない。上記の説明は沸騰する温度（沸点）が一定であるということを行っているのであって，そのことを十分説明しなければならないはずであるが，肝心の沸騰の定義がなされていないなかったり，明確でないものが多いのも問題である（大日本図書，啓林館，学校図書）。沸騰や沸点が正しく記述されているのは東京書籍の「温度が100℃近くになると，水面や水の中からも水蒸気がさかんに出て沸騰がはじまる。沸騰している間は，熱し続けても温度が上がらず，100℃のままである。」と教育出版の「水を熱し続けると，100℃という決まった温度で，液体の中から気体になる状態変化（沸騰）が起こり，さかんには水の中から水蒸気が出てくる。」の2社だけである。

次に酸・アルカリについてであるが，従来は後の單元でイオンをやってから学んでいた酸・アルカリや中和反応などが，イオンの單元がなくなったため，この單元で気体や水溶液を学んだ後にすぐ出てくる。その流れ自体は悪くないが，原子や分子，そしてイオンも学んでいない段階で酸・アルカリとはどのようなものかを教えるのは難しいと思われる。結局，酸とは「緑色のBTB溶液を黄色に変える性質（酸性）を示す物質」，アルカリとは「BTB溶液を青色に変える性質（アルカリ性）を示す物質」というように現象論的に教えるほかはなく，小学校の延長程度の説明にとどまるものとなっているのは残念である。

さらに，これはしばしば混乱されがちなことであるが，上記のように酸，アルカリの定義として「酸とは水に溶けて酸性を示すもの」，「アルカリとはアルカリ性を示すもの」という表現も厳密に言えば正しくない。このような表現が3社の教科書（教育出版，東京書籍，啓林館）で見られたが，酸と酸性，アルカリとアルカリ性は明確に区別して教える必要があるのではな

いか。酸とアルカリの中和で生成する塩の中に酸性を示すものやアルカリ性を示すものもあるからである。このようなものは塩ではあっても酸やアルカリではないはずである。

(2) 「化学変化と原子・分子」について

この単元についてはタイトルを「化学変化と原子・分子」とするもの以外に「化学変化と分子・原子」としたものが1社(大日本図書)、「原子・分子と化学変化」としたものが1社(学校図書)あった。

ここでは炭酸水素ナトリウムの分解反応や水の電気分解反応を通し、物質が何でできているのかという問いかけから始まり、物質を構成し化学変化のもとになる原子や分子の概念を導いている。そして原子の大きさや種類とそれを表す記号、そしてそれらからなる単体や化合物を分子モデルや化学式を使って説明している。また、そのような物質が反応して新たな物質ができることを原子と原子が離れたり結びついたりして起こることによるものであることをモデルや化学式を使って示し、化合反応や化学反応式の説明を行っている。そして、実際にいくつかの化合反応の実験を行わせ、化学変化における質量保存の法則や反応物質の質量比一定の法則(定比例の法則)を検証させている。

このあたりの構成はいずれの教科書もほぼ同じであり、従来と大きく異なるものではないが、元素という言葉が全く使用されないこと、また、1社(学校図書)を除いて、化合より先に化合物という言葉が出てくることなど、言葉の使い方には若干疑問が残る。なお、旧教科書ではこの単元に関連して冒頭と巻末の資料に原子の種類を示す周期表が出ていたが、新教科書ではなくなっている。

(3) 「化学変化とエネルギー」について

この単元は従来あった物理の単元の「運動とエネルギー」から独立して、化学分野を含めた新たな単元として新設されたものである。タイトルは5つの出版社ですべて微妙に異なり、「エネルギー」(東京書籍)、「物質とエネ

ギー」(教育出版)、「物質と化学反応の利用」(大日本図書)、「化学変化とエネルギー」(学校図書)、「物質の変化とエネルギー」(啓林館)と各社各様である。

基本的には従来物理分野にあったエネルギーと化学分野にあった化学反応のエネルギーの両者の内容からなるもの(東京書籍、教育出版)と酸化還元反応などの化学反応を中心にほとんど化学分野の内容で構成されているもの(大日本図書、学校図書、啓林館)の2つのタイプがある。この章は従来の「化学反応とイオン」のところにあった化学反応の内容を主として受け継いでいるため全体的に化学的内容が多くなるのは致し方ないが、水力発電や、原子力発電、さらに風力発電などのエネルギーを考えると、化学分野のみに限定せず大きな視点からエネルギーを考えていくことが必要だろう。その点では東京書籍や教育出版のように物理・化学の内容を融合したタイプの方が評価できる。

(4) 「科学技術と人間」

この項目は今回新たな単元として追加、新設されたものであり、タイトルは3社(教育出版、東京書籍、啓林館)が「科学技術と人間」で、他に「科学技術と人間の生活」(大日本図書)、「科学の進歩と私たちの未来」(学校図書)というものもある。教育出版はこの単元は選択となっており、啓林館もこの単元の後半が選択となっている。

選択単元となっている教育出版を除いて、全体的に内容は物質やエネルギー資源の利用、情報・通信技術や新素材の利用など科学技術の人間生活に与えた利便性と、一方でそれらがもたらした大気汚染やごみ問題などの問題(環境問題)についても考えさせるものとなっている。教育出版は主として新素材のみである。東京書籍は「化学変化とエネルギー」の単元で酸化還元反応を入れていなかった分、この単元の物質資源の利用のところで酸化還元反応を取り入れており化学的内容が多くなっているが、現実に化学の原理が応用されている例をあげて説明しているのは教育的に有効であると思われる。他

の3社（大日本図書，啓林館，学校図書）はほぼ物理の内容と化学の内容が融合した形で構成されており，現代の科学技術のあり方を大きな視点から考えさせる内容となっている。

この単元は新たに設けられてのものであり，現代の科学技術の課題や問題点を取り扱ったものとして重要な内容を含んでいるが，現実には高校入試を控えた3年の最後の授業時間の教材であり，試験の対象にもなりにくいことから，総華的になりやすく，どれだけじっくり時間と手間をかけて学ぶことが出来るかは疑わしいところである。この時期にこのような内容をもってくることが本当に妥当であるのかどうか疑問である。むしろ，このような単元の内容は理科の授業のモチベーションを高める意味でも，授業の最初のところでやる方がいいのではないかと考えられる。

2. 3 生物分野

(1) 生物の名前について

小学校では取り扱う生物の種数は植物及び昆虫でそれぞれ2, 3種と制限されていたが，中学校では，植物は種子植物，動物は脊椎動物と制限されているものの，取り扱う種数の制限はなくなった。そのため，教科書に登場する生物の種数は小学校にくらべると格段に増え，例えば植物の場合，いずれの教科書も50種を越える。しかしながら，生物の名称としては種名が使われている場合とそうでない場合も見られ，統一はとれていない。よくある例は「タンポポ」，「ツツジ」，「ハコベ」，「マツ」で，5社の教科書すべてにでてくる。また，「サクラ」も4社の教科書にでてくる（教育出版だけが「ソメイヨシノ」）。これらの名称は種名ではなく，おおよそ属名に対応するものである。

これらの植物が種名ではなく，属名に当たるものしかあげていない理由としては，外部形態による区別の難しい複数の種が含まれているためであると思われる。例えば，身近に見られる「ハコベ」としては，「コハコベ」，「ミドリハコベ」，「ウシハコベ」の3種があげられる。「ウシハコベ」は他の2種より大型で，めしべの先が

5つに分かれる（他の2種は3つに分かれる）ことで区別されるが，「コハコベ」と「ミドリハコベ」は区別が難しい。身近に見られる「サクラ」としては栽培種の「ソメイヨシノ」が一般的であるが，それ以外の「オオシマザクラ」や「エドヒガン」などが植栽されることもある。また野生種は「ヤマザクラ」が一般的であると思われるが，地域によって多くの種があり，雑種も出来やすく，変異も多くそれらの間の区別は難しいものが多い。

中学校の第2分野で，最初に「身のまわりの生物を観察しよう」ということで，学校やその周辺で，植物や水の中の小生物の観察を行うということを取り上げている。そのときに，どのような環境の場所にどのような生物が生活しているのだろうかを調べるが，そのようなときに生物を種のレベルにまで区別しないと意味がない場合がある。「タンポポ」も同じように近縁種の間での区別が難しいが，東京書籍をのぞく4社の教科書で「セイヨウタンポポ」，「カンサイタンポポ」，「カントウタンポポ」などの種名がでており，外来の「セイヨウタンポポ」と在来の「カンサイタンポポ」や「カントウタンポポ」との区別点を示唆する写真がしめされている。帰化タンポポと在来タンポポが生育地の環境条件によって住み分け的な分布をしていることはよく知られており（小川，2001など），この種の教材としてはうってつけであるために近縁種の区別が難しくともあえて載せているのと思われる。

しかしながら，動物も含めてみると，種名を載せない理由が必ずしも区別が難しいということであるとは思えない。「トノサマガエル」も「ニホンアマガエル」も「カエル」としているように，種名ではなく，「ヘビ」，「カメ」，「ネズミ」などの一般的名称を生物の名前に使っている例がよく見られる。そのような傾向は，東京書籍と学校図書で著しい。

このように生物の名前の使い方に混乱がある理由は，生物を分ける基本単位は「種」であることを中学校では教えないことになっているためであると考えられる。中学校では「植物のな

かま」および「動物のなかま」として、限定的ではあるが、生物の分類について学習する。中学校理科の第1分野では物質をつくる最小の単位は原子であることを学習するにもかかわらず、生物を分ける基本単位は「種」であることを中学校では教えないまま、「なかま分け」を行うことになっている。

(2) 光合成の学習について

光合成の学習は植物のはたらきの学習の中でも大きな比重を占めるが、すでに小学校でも学習している。小学校5学年では、「植物の成長には日光や肥料が必要である」ことを学習し、小学校6学年で「葉に光があたることででんぷんができる」こと、「植物は二酸化炭素をとり入れ、酸素を出している」ことを学習する。さらに教科書によっては「植物も呼吸をしている」(大日本図書、啓林館、学校図書)ことも取り上げられている。この中で小学校6学年の学習の中心は「葉に光があたることででんぷんができる」ことで、「植物は二酸化炭素をとり入れ、酸素を出している」ことについては多くの教科書では触れられる程度である。

中学校でも光合成の学習が行われるが、新たに上げられることは、「小学校6学年で習った現象は光合成と呼ぶ」、「葉の葉緑体のある部分で光合成が行われる」、「根から吸収した水も原料として使う」であるが、教科書によっては「日光を受けやすいようにどの葉も重ならないように葉をつけている」(大日本図書、啓林館)ということが取り上げられている。小学校で「植物も呼吸をしている」ことを取り上げなかった東京書籍と教育出版では中学校で新たに上げられることになる。

そのような教科書による違いにかかわらず、中学校の光合成の学習は「葉の葉緑体のある部分で光合成が行われる」、「光合成で植物は二酸化炭素を取り入れている」、「植物も呼吸を行う」という3つの点に重点があるようである。「根から吸収した水も原料として使う」ということは教科書をざっと見ただけでは見過ごすほどに扱いは小さく、触れられる程度である。大日本図

書では触れられてもいない。3つの重点学習事項はいずれも実験をとまなっている。逆に「根から吸収した水も原料として使う」ということについての実験は中学校では出来ないため、重要であるにもかかわらず扱いが小さいのかもしれない。

中学校までの光合成の学習では、光合成とは、植物の葉の葉緑体のある部分にあたった日光をエネルギー源に炭酸ガスと水を原料にデンプンが作られ酸素が放出される、という現象であるということまで学ぶ。以前は高等学校の生物で葉緑体のなかでの光合成の内部メカニズムについてまで取り上げられていたが、新学習指導要綱では、「光合成の仕組みは扱わないこと」とされているため、光の強さ、二酸化炭素濃度、温度と光合成速度の関係などを取り扱うのみになった。そうするとはたしてこの程度でいいのだろうか、ということになる。

生物分野では光合成のほかに、呼吸、消化と吸収についても、中学校で学習するが、高等学校では学習しない。光合成と同じように呼吸については中学校で細胞外呼吸について学習するだけであるが、高等学校になっても細胞内呼吸については学習しない。ミトコンドリアは高等学校の生物Iで細胞内小器官のひとつとして初めてでくるが、「酸素を用いて有機物からエネルギーをとり出すための呼吸が行われている」と書かれているだけで、それ以上のくわしい説明はない。

(3) 「動物の生活と種類」の構成

この単元で学習する内容は、身近な動物の観察、外界の刺激に対する反応、消化吸収と血液循環、排泄、動物のなかまであるが、図1に示すように教科書によってこれらの内容をどのような順番で学習するかが異なっている。特に他と違っているのは啓林館の教科書で、身近な動物の観察のあとに、まず分類(動物のなかま分け)がくる。いろいろな脊椎動物の特徴を観察して、その結果を整理することによって動物のなかま分けをしている。他の教科書は分類を最後に持ってきているが、啓林館の教科書では動

物の観察の直後に持ってきていることによって、観察結果をうまく利用することになっている。それに対して、他の教科書は最初の身近な動物の観察をうまく生かしているとはいえない。

「動物の生活と種類」ではいずれも最初に「身近な動物の観察を行い、その観察記録に基づいて、動物の体のつくりと働きとを関連づけてとらえること」ということになっている。しかしながら、どのような動物をどのような方法で身近な動物として取り上げるかは、教科書によってさまざまである。多いのは動物を飼育することによって観察する場合である。ヒメダカやキンギョ、イモリやカメ、トカゲやカナヘビ、ハムスターなどを飼育して観察する。しかし、ツバメ、カラス、ヤモリなどの野生の動物を観察したり、動物園や水族館に行って観察したりすることに重点をおいているような教科書（大日本図書）も例外的にある。また、一方で、ライオン、シマウマ、キリン、チーター、ゾウ、イヌワシなどのようにテレビなどの映像ではなじみがあるかもしれないが、身近であるとはとてもいえない動物が、「動物の体のつくりと働きを関連づけてとらえる」のに大きな役割を果たしている。

(4) 旧単元「生物のつながり」の解消をどう考えるか

旧単元「生物のつながり」は「生物と細胞」、「生物の殖え方と遺伝」、「生物界のつながり」の3つから成り立っていたが、新学習指導要綱では、遺伝と進化について取り上げなくなったために、「生物と細胞」と「生物の殖え方」は「生物の細胞と生殖」で、「生物界のつながり」のうち、生態分野は「自然と人間」で取り上げられるというように別々の単元に分散されている。このため、これらの単元で生物の時間的・空間的なつながりを学習するという観点が必要になった。また、生物の進化について取り上げなくなったため、なぜ地球上には多様な生物がいるのか、化石に見られる古生物の変化について学ぶが、進化については学ばないため、理解できなくなった。

(5) 環境問題の取り上げ方の変化

環境問題は、旧学習指導要綱では単元「大地の変化と地球」の中で取り上げられてきたのに対して、新学習指導要綱では単元「自然と人間」の中で取り上げられている。このなかで環境問題についての取り上げ方に変化が見られる。東京書籍の教科書で見ると、旧課程の教科書の方が現在問題となっている具体的な環境問題が取り上げられていた。それに対して、新教科書で

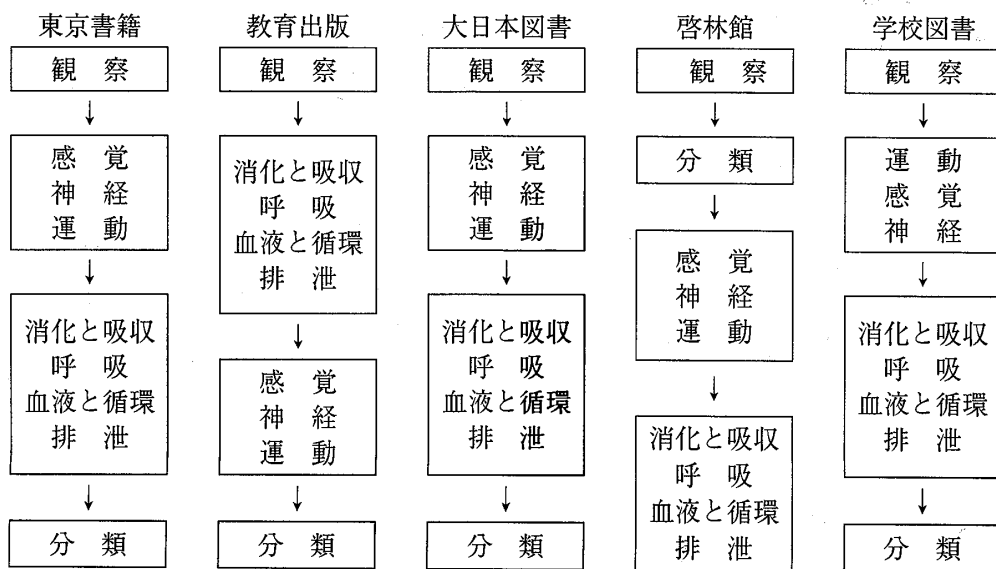


図1 単元「動物の生活と種類」の学習内容をとり上げる順番の教科書による違い

は「自然と人間」のなかで自然災害への言及にかなり重点が置かれているように見える。

2. 4 地学分野

(1) 「大地の変化」について

この項目の扱いには、図2示すような三つタイプがある。aの流れは、岩石の大本はマグマであることから始まって、系統的に記述されており理解しやすいと思われる。bは地層の観察から始まって授業を構成するという意図で作られている。cは岩石の変化から始めて、堆積岩へて地層へという流れになっていることがbと異なる。bもcも、「堆積岩」から「火成岩」という流れになっているが、この流れは、成因から見ると逆の流れになる。「火成岩」から「堆積岩」という流れの方が系統的な記述ができにもかかわらず、逆の流れの教科書が多いのは学習指導要領の記載が関係しているように思われる。学習指導要領では地層と野外観察に関して次のような扱いを指定している。bの順序がこれに対応していることがわかる。

「地層と過去の様子： 野外観察を行い、観察記録を基に、地層のつき方を考察し、重なり方の規則性を見いだすとともに、地層をつくる岩石とその中の化石を手掛かりとして過去の環境と年代を推定すること。「野外観察」については、学校の周辺で地層の様子を観察する活動とすること。」

「火山の形、活動の様子及びその噴出物を調べ、それらを地下のマグマの性質と関連付けてとらえるとともに、火山岩と深成岩の観察を行い、それらの組織の違いを成因と関連付けてとらえること。」

この学習指導要領をみると、野外観察で化石の観察を指定しているが、「野外観察」は「学校の周辺」と制限している。しかしながら学校の周辺で化石が得られる地層の観察ができる場所は限られている。したがって、学習指導要領は、事実上できないことを全国一律に行うことを指定していることになる。この「地層」の次に「火山」取り上げられている。なお、地層については、地域性が大きく、また地域ごとに、地形・地層をどのように教材化するかについて研究もあるので、「地層の観察」は地域ごとの副教材などで対応すべきではないかと考えられる。

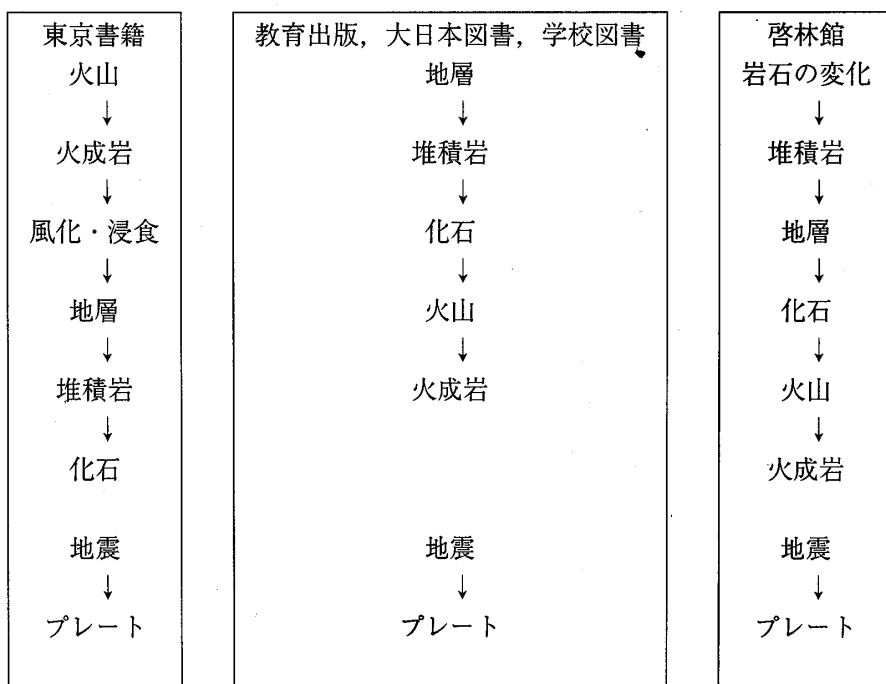


図2 「大地の変化」の授業流れ図

(2) 「天気とその変化」について
学習指導要領では次のように指定されている。

(4) 天気とその変化

身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気付かせるとともに、気象現象についてそれが起こる仕組みと規則性についての認識を深める。

ア 気象観測

(ア) 校庭などで気象観測を行い、観測方法や記録の仕方などを身に付けるとともに、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだすこと。

イ 天気の変化

(ア) 霧や雲の発生についての観察、実験を行い、そのでき方を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けてとらえること。

(イ) 前線の通過に伴う天気変化の観測結果などに基づいて、その変化を暖気、寒気と関連付けてとらえること。

(5) 内容の(4)については、次のとおり取り扱うものとする。

ア イの(ア)における湿度や露点の取扱いに当たっては、気温による飽和水蒸気量の変化が湿度の変化や凝結にかかわりがあることを扱うにとどめること。

ここでは「気象観測」から「天気の変化」という順序になっている。一方、図3に示すように、教科書には二通りの流れの記載がある。aは学習指導要領の記載順と一致している。ここで、この順序で授業を構成すると次の問題が生

ずる。「気象観測」を行うためには気象要素について知っていくことが前提となる。ところが、気象要素で重要な「湿度」は次の「大気中の水の変化」で説明されることになる。「気象観測」では乾湿計で(相対)湿度を測定する方法が説明されるが、操作として湿度の測定を学ぶだけとなる。bでは「空気中の水の変化」を先に持ってきているが、この方が合理的な順序ということができる。

(3) 「地球と宇宙」について

自転と星や太陽の日周運動について、次の二つの扱い方がある。

- a. 自転→星や太陽の日周運動 (東京書籍)
- b. 星や太陽の日周運動→自転 (学校図書, 啓林館, 大日本図書, 教育出版)

これは星や太陽の日周運動を観察してから自転の説明を行うという後者bの方がわかりやすいのではないかと考えられる。季節の変化について、地軸の傾きが重要であるが、東京書籍では数値が示されていない。

どの教科書においても「天体の動き」の章があり、次に「太陽系の天体」の章が来る順番になっている。各教科書とも、ほぼ同様の扱いをしており、大きな差異は認められない。

各教科書とも「天体の動き」については、季節の原因も含めて、比較的系統的な説明がなされているのに対し、太陽系の天体に関しては、事実の羅列になっている観は否めない。これは、学習指導要領の「惑星の大気組成などの表面の

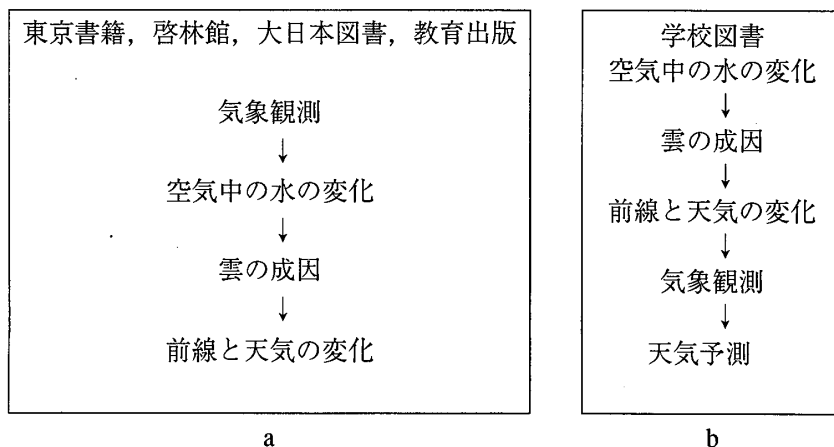


図3 「天気とその変化」の授業流れ図

様子は扱わない」との制限があることや、体系化するには、詳細な情報があふれていること要因の一つかもしれない。特に差異が目立つのは、新たに導入された「太陽系外の天体」の扱いである。学校図書・教育出版では、恒星・銀河系・銀河の存在が5～6行で解説されているに過ぎない。しかし、大日本図書と啓林館ではそれぞれ2ページ、東京書籍では1ページを使って、「宇宙の中の地球」という認識に導こうとしている。

教科書の説明の流れからやや離れたコラム的な話の紹介としては、次のようなものがあげられている(項の名前は多少変えたものもある)。教科書ごとに、工夫をしていることがわかる。

- ・東京書籍：「星の位置の観測方法の例」, 「コンピュータ・シミュレーション」(星座早見のソフトの紹介), 「南半球と北半球のちがひ」, 「宇宙を見る目」(望遠鏡の発達)。
- ・啓林館：「宇宙のなぞを追って」(科学史+最近の探査機や宇宙望遠鏡の紹介), 「南半球からみた太陽や星」, 「世界各地の太陽の動きと大気の循環」, 「かけがえのない地球」(地球と惑星の表面温度等の比較), 「宇宙を見る科学の目」(ハッブル宇宙望遠鏡とすばる望遠鏡の紹介)。
- ・大日本図書：「天動説と地動説」, 「日食・月食」, 「パソコンのソフトやインターネットを使つての調べ学習」。
- ・教育出版：「地球上の位置と方位の表し方」, 「コンピュータで天体を調べる」(星座早見のソフトの利用), 「宇宙観の変遷(天動説と地動説)」。
- ・学校図書：「太陽の南中と地球上での方位」, 「標準時と時差」, 「天動説から地動説へ」, 「パソコンで考える～極地方が寒いのは」, 「昼に見える金星」, 「しし座流星群」。

なお、学校図書の「天動説から地動説へ」には、コペルニクスが地動説を発表したのは「15世紀」とされているが、16世紀が正しい。またコペルニクスの生年が書かれていないが、1473年である。

4. まとめ

1998年の学習指導要領の改訂により新たに編集された新教科書の記載について比較検討を行った。現行の中学校の理科教科書は全体としては、図版が多く取り入れられており、よく工夫されている。しかしながら、詳細に検討すると基本的な事項の削減など内容の扱いに疑問な点もいくつかみられた。その多くは学習指導要領の制約によるものである。また、学習指導要領の記載の順に単元が構成されている教科書が多く、それが場合によって合理性を欠くことになっているケースが見られた。

謝辞

この研究は、平成15年度香川大学教育学部研究開発プロジェクト研究として行った「教育実践力を持つ学校教員養成のための実践的指導法およびカリキュラム論の構築研究(その3, 中学校理科教育の改善)」の成果をまとめたものである。この研究を行うにあたり、本学部より研究費の補助を受けた。

参考文献

- 文部科学省, 中学校学習指導要領「理科」, 1998.
- 金子之史, 末廣喜代一, 森 征洋, 松村雅文, 川勝 博, 北林雅洋, 西原 浩, 高木由美子, 林 俊夫, 高橋尚志, 佐々木信行, 稗田美嘉, 高橋智香, 大浦みゆき, 野崎美紀, 大西千尋: 小学校「理科」3～6年教科書(6社)の比較検討. (1) 小学校3・4年. 香川大学教育実践総合研究, 第8号, pp. 37-48, 2004.
- 金子之史, 末廣喜代一, 森 征洋, 松村雅文, 川勝 博, 北林雅洋, 西原 浩, 高木由美子, 林 俊夫, 高橋尚志, 佐々木信行, 稗田美嘉, 高橋智香, 大浦みゆき, 野崎美紀, 大西千尋: 小学校「理科」3～6年教科書(6社)の比較検討. (2) 小学校5・6年. 香川大学教育実践総合研究, 第8号, pp. 49-61, 2004.
- 森 征洋, 松村雅文, 末廣喜代一, 金子之史, 高橋尚志,

林 俊夫, 佐々木信行, 西原 浩, 高木由美子, 川
勝 博, 北林雅洋, 高橋智香, 大浦みゆき, 大西千
尋, 野崎美紀, 稗田美嘉: 中学校理科教科書の比較
検討 (その1) - 新旧教科書の比較 -, 香川大学教
育実践総合研究, 第9号, 2005.

小川潔: 日本のタンポポとセイヨウタンポポ, どうぶつ
社, 東京, 2001.