

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

金子之史・末廣喜代一・森 征洋・松村雅文・西原 浩・高木由美子・川勝 博・
北林雅洋・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
(理科教育講座)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部理科教育講座

A Comparison of Six Japanese Natural Science Textbooks in Elementary School from the Third to Sixth Grade Published in Japan (2)The Fifth and Sixth Grade

Yukibumi Kaneko, Kiyokazu Suehiro, Yukihiro Mori, Masafumi Matsumura,
Hiroshi Nishihara, Yumiko Takagi, Hiroshi Kawakatsu, Masahiro Kitabayashi,
Toshio Hayashi, Naoshi Takahashi, Nobuyuki Sasaki, Mika Hieda, Chika Takahashi,
Miyuki Ohura, Miki Nozaki, and Chihiro Onishi

*Department of Science Education, Faculty of Education, Kagawa University,
Saiwaichio 1-1, Takamatsu 760-8522, Japan*

要 旨 教科書がより使いやすくまた学問的にも正しく改善されるために、現在発行されている小学校「理科」教科書(6社)に関する問題点を、物理、化学、生物、地学、および理科教育の立場で検討しそのとりまとめをおこなった。使用した教科書は、学校図書、教育出版、啓林館、信濃教育会出版部、大日本図書、東京書籍であり、本稿では5・6学年を取り扱った。

キーワード 小学校理科5・6年教科書、比較検討、生物とその環境、物質とエネルギー、地球と宇宙

1 はじめに

学校現場の教育では教科書は教師にとっても児童にとっても一番に重要なより所であろう。この際に、よくいわれる「教科書を教えるか」あるいは「教科書で教えるか」が問題となるであろうが、その前に教科書に書かれている事項や内容が理科教育ひいては自然科学の教育とし

て妥当であるかという検討を必要とするだろう(金子ほか,2004)。具体的に教科書に書かれている内容や実験には、専門的な立場からみると困難な課題や疑問符をつけられるような問題点も散見される。本稿は、金子ほか(2004)における小学校理科教科書3・4学年に引き続いて、小学校理科教科書5・6学年について分析を試

みた。このような試みによって、このような問題点を具体的に明らかにし、今後教科書がより使いやすく、また学問的にも正しく改善されることを望む。

2 研究の方法

本論文の研究方法は金子ほか(2004)ですでに記述したが、繰り返せば以下の通りである。教科書の6出版社名と教科書名および学年(上下がある場合はそれを明示)の出版社を「あいうえお」順にならべると、学校図書『みんなと学ぶ小学校理科』, 教育出版『小学理科』, 啓林館『理科』, 信濃教育会出版部『楽しい理科』, 大日本図書『たのしい理科』, 東京書籍『新しい理科』であり, 3学年は1冊, 4~6学年は2冊(上・下)に分かれている。上下の内容は, どの教科書も同じではない。

『小学校学習指導要領理科編』における理科の内容は, 「生物とその環境」, 「物質とエネルギー」, 「地球と宇宙」に区分されている(以下引用に際しては『小学校学習指導要領』あるいは『小学校学習指導要領解説』とする)。これらの内容を物理, 化学, 生物, および地学分野に明確に区分することはできないが, おおよそ物理分野は「物質とエネルギー」に, 化学分野も「物質とエネルギー」に, 生物分野は「生物とその環境」に, 地学分野は「地球と宇宙」一部には「物質とエネルギー」に相当している。このうち, 化学分野はそれほど多くなく, 物の溶け方, 物の燃焼, 水溶液の性質という, 3内容が取り扱われているだけであった。1社を除いて多くの教科書で, 5年生(下)に「物の溶け方」, 6年生(上)に「物の燃焼」, 6年生(下)に「水溶液の性質」が取り上げられている。

本研究では, 物理, 化学, 生物, 地学の各担当教官が, 教科書におけるそれぞれの専門分野について下書き原稿を書き, その後全体での吟味をして, それを各学年別に編集整理した。比較検討の結果の記述では, はじめに3~6学年全体にわたった問題点を示し, つぎに各学年ごとに示した。その際, 全体的な内容, 内容や実

験などで問題があると考えられる事項や用語, 文章, 図や表, 写真などの細かい点などを各学年とも「生物とその環境」, 「物質とエネルギー」, および「地球と宇宙」の内容の順序で記述した。以下の記述や内容を述べるときには, 該当の教科書出版社名とその頁数(複数にまたがる場合は~をつける)を示してある。例えば「大日本図書6年(下)10~12頁」という要領である。

論文全体の分量から, 学年を分冊にする必要があり, 小学校3・4年は金子ほか(2004)で述べた。

3 結果と考察

3.1 小学校5年

A. テーマの順番

①「植物の発芽と成長」, 「魚や人のたんじょう」, および「花から実へ」

東京書籍では「植物の発芽と成長」, 「魚や人のたんじょう」, 「花から実へ」となっているが, これは体系的な理解を優先すると「植物の発芽と成長」, 「花から実へ」, 「魚や人のたんじょう」の順になるであろう。いっぽう, 啓林館では教科書の順番は3年では植物であればその項目でならべていた。しかし5年になると植物でまとめていない。体系的な理解を優先するここでは「植物の発芽と成長」, 「花から実へ」, 「動物のたんじょう」, そして「天気と気候」, 「天秤とてこ」の順となるであろう。

②「てこのはたらき」

「てこ」から「天秤」へというながれでおおむね展開されているのは東京書籍, 大日本図書, 学校図書, 信濃教育会出版部の4社である。すなわち, 東京書籍(下)2頁~, 大日本図書(下)20頁~, 学校図書(下)14頁~, 信濃教育会出版部(下)16頁である。

いっぽう, 「天秤」から「てこ」へというながれで展開されるものは啓林館と教育出版の2社である。すなわち, 啓林館(上)46頁, 教育出版社(上)16頁~である。

これらをより具体的にみると,

(A)「てこ」から「天秤」へ (東京書籍な

ど)

- (ア) てこを利用した道具を探そう
 - (イ) てこのはたらき：てこを傾ける働き、てこがつり合うための規則
 - (ウ) 天秤でものの重さを比べよう：上皿天秤の使い方
- (B) 「天秤」から「てこ」へ（啓林館など）
- (エ) 天秤のつり合い：上皿天秤の使い方
 - (オ) 重さが違うおもりのつり合い
 - (カ) てこのつり合い：つり合うための規則

この2つのグループは、表面上ながれを逆にしただけのようだが、概念の理解において大きな違いがある。グループ(A)は、「てこ」とは「小さい力を大きい力に変換する道具」、あるいは「力の向きを変える道具」という動力学的なイメージのもと、重いものを持ち上げるてこの働きと道具探しを単元の導入とし、そのてこで腕の長さが等しい場合のてこのつり合いが「てんびん」であるとつなげている。

それに対してグループ(B)は、同じ重さをつり合わせるにはどのような規則があるかという静力学的なイメージのもと、腕の長さが等しい「てんびん」の性質を出発点とし、腕の長さが異なる場合につり合いの規則をいわば“操作的”に探究させ、それを「てこ」のつり合いにつなげている。

したがって、グループ(A)では、てこの「傾けるはたらき」（いわゆる「力のモーメント」）という概念がでてくるが、グループ(B)ではその概念をあらわす表現がでてこない。啓林館(上)55頁では、「うでをかたむけるはたらき」という言葉は単元のまとめにのみ書かれ、教育出版にはまったく書かれていない。そして「てこのつり合い」を応用した道具「竿ばかり」の製作は、不思議にもグループ(B)の教科書ではまったく説明も現れず、逆にグループ(A)の教科書の4社のうち3社である東京書籍(上)12頁、大日本図書(上)31頁、学校図書(上)24頁に現れる。

B. 「種子の発芽と成長」：対照実験の方法

『小学校学習指導要領解説』（41頁）では「自

然の事物・現象をそれにかかわる条件に目を向けたり、量的変化や時間的变化に着目したりして調べ、問題を見だし、見いだした問題を計画的に追求する活動を通して、生命の連続性や変化の規則性についての見方や考え方を養うことがねらいである。とくにこの学年では、学習の過程において、前学年で培った、変化と関係する要因を抽出する資質・能力に加えて、制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら、観察、実験等を計画的に行っていく資質・能力を育成することに重点がおかれている。」と書かれている。

生物にとって水が大切であることは、日常生活や生活科における栽培などでも経験的に学習していることである。発芽においても水は必要条件である。水を発芽の第1条件として要因の最初に調べる教科書は、学校図書、教育出版、大日本図書、および啓林館であった。しかし、水の条件を「対照実験」として扱っているのは学校図書(上)4頁、教育出版(上)4頁、および信濃教育会出版部(上)12頁である。大日本図書と啓林館は「対照実験ではなく」、単に水を与えると発芽するとして、水をふくませた脱脂綿の上でのみ発芽をさせている。なお、学校図書(上)8頁と教育出版(上)4頁ではインゲンマメでは水を与えると発芽し、肥料はいらないと述べている。

つぎに、種子が発芽する条件としてa) 水、b) 暖かさ(温度)、c) 空気、をあげているが、これらの要因を調べる順番が問題となる。a) b) c)の順番は学校図書(上)4頁～と教育出版(上)4頁～、a) c) b)は大日本図書(上)1頁～、信濃教育会出版部(上)11頁～、および啓林館(上)4頁～であり、これらのそれぞれの要因によって種子の発芽が生じるかどうかを対照実験によって調べている。

東京書籍(上)16頁～では水を必要条件として考えていない。上記の順番はb) a) c)であった。はじめに温度を問題にしているが、この際パーミキュライトを使い常温と低温で比較している。パーミキュライトには「肥料をふくまない土」とあるが、水をふくんでいるのかどうか

の説明はない。しかし、この実験結果は常温で発芽し、低温では発芽しない(上)18頁となっているので、これはおそらくパーミキュライトが水をふくんでいたのではないかと考えられる。したがって、論理的に問題点をふくんだ教科書である。

学校図書(上)4～5頁では実験計画やそろえる条件などが一覧で対比的によくわかる工夫がされている。その上で全体としての実験をおこない、その結果からどういう条件が必要なのかを考えさせるようになっている(上)6頁。しかし、温度の条件の実験では「水をふくませただしめんの上の種子」と「これとおなじものをれいぞうこにいたしたもの」(上)5頁として、水の条件が必要であることを前提に実験が組まれている。これは一度に問題とする要因のすべての実験を計画し、しかもあらかじめ実験結果がわかっているから実験を組むことができるのである。本来、未知の実験は段階的に論理を積み重ねる構造で実験を組むべきものであり、その点では問題をふくんでいるといわざるをえない。また、冷蔵庫に入れれば暗くなるので暗くした室温の実験を組まなければならないが、これについては吹き出しで疑問を提示しているだけである。

この「植物の発芽の条件」では、第1に水が必要であるという対照実験を組み、その上で空気も必要なのか、温度も必要なのかという水と組み合わせた実験を組む必要がある。そして最後に、水、空気、および温度の3条件セットで必要なかを検討しないと正しい結論はえられない。しかしながら、空気と温度の条件が必要かどうかは植物の種類によって違ふし、また温度の高低も種類によって異なり冷蔵庫中でも発芽する種類はある。要は、水条件が必要条件であり、空気や温度は種類によって十分条件である場合があるということがわかる必要がある。しかし、必要条件と十分条件は小学校5年生の理解の程度をこえていると考えられ実際にはそこまでの要求は無理であろう。

C. 「物の溶け方」

①上皿天秤の使い方

天秤は基本的に左右の皿のつり合いを利用して、物の質量を調べる装置である。左右のつり合いは中央の針のふれにより判断するが、それは針が中央にふれが止まるまで待つのではなく、左右のふれ幅が等しくなったところがつり合っている状態とする。試料や分銅をのせる前に天秤がつり合っていることを確認しておく必要がある。また試料を皿にのせるとき、直かにのせるのではなく、薬包紙の上のにせるのが望ましい。したがって薬包紙を使うときは予め薬包紙をのせた状態でつり合いを確認しておかなければならない。また分銅や試料を直接手でつかむと手の油等が付着し、正確な質量を測定することはできない。

以上の観点から教科書の記載をチェックしたところ、記載が不十分あるいは不正確なものがいくつかみられた。例えば、大日本図書(下)34～35頁では天秤がつり合ったことをどう判断するかについて記載がなかった。啓林館(上)49頁では薬包紙を左右の皿にのせたのちに、左右がつり合っていることの確認がない。東京書籍(下)15頁では固体(消しゴム?)をはかるときに直かに皿の上においているが、薬包紙の上におく方がよい。いっぽう、啓林館、教育出版、東京書籍、および学校図書では上皿天秤のつり合いは左右均等にふれたときであるという記述があった。なお、学校図書(下)55頁と東京書籍(下)15頁には分銅の持ち方の記述があった。各教科書ごとに記述の特徴をまとめてみた(表1)。

②物の重さのはかり方

大日本図書(下)37頁では物の重さのはかり方では薬さじを直かに机上においているが、少なくとも薬品と接する部分は薬包紙等の上におくべきである。

③ろ紙の折り方やろ過の仕方

ろ過をはやくおこなうには、まずろ紙がろうとに密着していることが必要である。ろ紙とろうとの間に空気があるところ過を妨げる。まずろ紙を2回折り、4等分し、ろ紙をろうとに装着する。合わなければろ紙の2回目の折り方を少し

表1. 上皿てんびんの使い方に関する各教科書の記載の特徴。

項目	学校図書 5年(下)23頁 54～56頁	教育出版 5年(上)20～21頁 5年(下)45頁	啓林館 5年(上)49頁	信濃教育会 出版部	東京書籍 5年(下) 14～15頁	大日本図書 5年(下) 34～35頁
分銅の持ち方	○	×	×	×	○	×
天秤の上に薬包紙を置き、その釣り合いの確認をしているかどうか	○ 写真がある。 一番目の操作に薬包紙を乗せるとある	×	×	×	○	×
釣り合っている状態とは左右同じふれ幅である	○	○	○	×	○	×
決まった重さのはかり方	○	○	○	×	○	○
重さのわからないものの重さを知りたいとき	○	○	○	×	○	○
分銅の載せ方	○	○	△ 同じくらいの重さを載せる	×	○	×
水平を保持	○	○	○	×	○	×
秤量の確認	○	○	×	×	○	×

変えて角度を調節する。洗ビンで水を注ぎろ紙をぬらし、手でろ紙を圧迫しながら空気を追い出す。ろ過するときにはろうとの足の長い方が受器の内壁に接触し、ろ液が内壁を連続的に流れ落ちるようにする。加える液体はガラス棒を伝わって加えるようにする。

以上の観点を中心にチェックしてみると、ろ紙を水でぬらして、ろうとにつけるとしているが、先にろ紙を水でぬらすと、ろ紙が破れやすくなったり、ろうとの角度とろ紙の角度があわないうちに修正できない。したがって、東京書籍(下)29頁では、ろ紙をろうとにつけてから水でぬらして空気を追い出して使う方が望ましいと思われる。

ろ過の仕方の写真では児童の手元方向から撮影されたものがわかりやすい。教育出版(下)40頁と学校図書(下)49頁では固体の入っていない水溶液をろ過していた。

水をはかりとっているが、水を入れた容器が

写真に写っていない場合があった。信濃教育会出版部(下)39頁では薬包紙に食塩のをのせるときに薬包紙に折り目をつけていなかった。いっぽう、信濃教育会出版部(下)30頁では自作のガラス棒置きを使用していた。また、信濃教育会出版部(下)38頁では、ろ過の際に受器のピーカーがろうと台から少しはみ出していた。信濃教育会出版部(下)38頁では詳しいろ過の仕方を記載していたが、啓林館(下)35頁では少なかった。しかし、ろ過は小学校でもよく取り上げられているので詳しく取り上げる方がよいと思われる。

④メスシリンダー等の使い方

メスシリンダー等の使い方についてみると、メスシリンダーは一定の体積の液体をはかりとるときに使う容器である。水や水溶液ではメニスカスの底面の位置で体積を調べる。メニスカスとは毛細管現象によって細管内の液体中央部が管壁にそう部分に比べて盛り上がった(水銀のような場合)下がったりする(水の場合)

現象であり、目の高さはメニスカスの位置で直角にみる。注ぐときには泡が入ると正確にはかれないので、最初はメスシリンダーを斜めにしておき、ゆっくり注ぐ。つぎにメスシリンダーを立てて先にピン、最後に駒込ピペットあるいはスポイトを使って合わせるのが基本であろう。東京書籍(下)21頁はメニスカスの際の液体の体積のかり方が詳しく説明されていてよい。

ところが、最初からメスシリンダーを垂直に立てて液体を入れている例が見られた。教育出版(下)35頁と信濃教育会出版部(下)31頁では、液体を入れるときは斜めにしておいた方が泡が立ちにくいのではないだろうか考える。

なお、教育出版(下)44頁では水の入った容器に食塩を入れて振るときに、ふたを押さえておかないとふたがはずれる場合がある図を出していたので注意が必要である。

⑤固体の溶解度と温度

この項では、学校図書(下)46～48頁では食塩が例として取り上げられていたが、食塩の溶解度は温度によってほとんど変わらず、例としては余り適切とは思われない。固体の溶解度は温度の上昇により、増加するもの、ほとんど変化しないもの、逆に減少するものとあるが多くの増加する。本記載ではそのことが理解できないのではないか。

⑥物の溶け方

物の溶け方の導入では、食塩の結晶を水に溶解させる実験を多く取り入れており、身近な材料を用いて密度差を観察させている。東京書籍(下)17頁では食塩のつぶをペットボトルに落として観察させるという他社にはない方法を採用しているが、残念なことに拡大図の写真が不鮮明で視点があいまいである。

⑦その他

水溶液の廃棄について記述しているものが多くなった(みょうばん水、ホウ酸水)。攪拌用のガラス棒の先に保護するためのゴムが入れているものが多くなった。

D. 「てこのはたらき」

①「てこのはたらき」

この単元では、てこに加わる力の位置や大きさを変えて、てこの仕組み、働き、規則性についての考えをもつことができるようになることを目標に、「(ア) 水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいこと。(イ) 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に一定のきまりがあること。」としている(『小学校学習指導要領解説』49頁)。アは天秤の場合となる。イでは力のモーメントが問題となる。

しかし、前回の『小学校学習指導要領』では単元「物の重さと天秤」(4年下)と単元「てこの働き」(5年下)に分かれていたが、今回の『小学校学習指導要領』では1つの単元として扱うこととなった。そのため内容の取り扱いにおいて、教科書間で比較的大きな違いがみられる。そして、この単元の合体にともない、てこに関しては、竿ばかりのようにてこの支点が力点と作用点の間に在る場合(第1種のてこ)だけを扱うこととされ、栓抜き(第2種のてこ)やピンセット・人間の腕(第3種のてこ)のような支点が端に在る場合を扱わないこととなった。

②力の定義は明確にされているか

おおむねすべての教科書は、てこにはたらく力の大きさはおもりの重さに置き換えて調べることができるとしているが、子細にみれば、以下に示すように微妙な違いがある。

(ア) バネばかりの図を示して、棒を押す指の力はおもりと同じはたらきをしていると説明している(東京書籍(下)8頁、啓林館(下)51頁、大日本図書(下)27頁)。

(イ) 力を加える代わりにおもりの重さをつり下げることによって、力の大きさをおもりの重さであらわすことができると図を示しながら説明している(学校図書(下)18頁、教育出版(下)25頁)。

(ウ) 図を示さずに力の大きさを物の重さで調べることができるという説明している(信濃教育出版部(下)18頁)。

なお、前回の『小学校学習指導要領』では「てこ」の単元で「力の大きさやものの重さは、

2) 温度計の示度が安定したときの値を読み取る。

3) 測定者の息や体温の影響をさける。

1) についてはすべての教科書で触れられているが、2), 3) について触れていない教科書もある。東京書籍(上)2頁では、「植物の成長のようすを調べよう」の項で、つぎのように書かれ、これらのすべてに触れている教科書の例として推奨できる。

・ 空気の温度をはかるときには、温度計に日光が当たらないようにしてはかる。

・ 温度計に息がかからないように20~30cmはなす。

・ 温度計の液の高さが変わらなくなったら、温度を読みとる。

3. 2 小学校6年

A. 食物の消化

生物に関する用語には常用語と学術用語の違いが問題となる(金子ほか, 2004の3年参照)。食物の消化に関して、信濃教育会出版部(上)21・23頁では魚では「吸収されなかった残りの物は、こう門からふんとなって体の外へ出されます。」であるが、人では「吸収されなかった残りの物は、こう門から便となって体の外へ出されます。」と「ふん」と「便」を書き分けている。東京書籍(上)22頁では「人では、食べたものは、……、こう門からふんとなって出される。」として、常用語のみを使用する。いっぽう、「便」と学術用語のみを使用するのは、学校図書(下)35頁では「消化された食べものの残りは、大腸に送られ、こう門から便となって外に出されます。」であり、大日本図書(下)22頁では「残ったものは便となって」となる。啓林館(上)19頁では人と動物を一緒に扱い、「食物は……、残ったものは、こう門から便(ふん)として出される。」として学術用語に常用語を並記している。啓林館の扱い方が望ましいと考える。

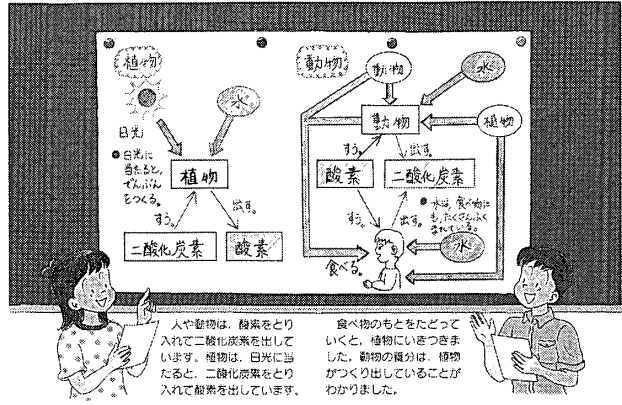
B. 「植物は呼吸する」vs「植物は呼吸しない」

「生き物とのかんきょう」の単元において、植物と動物の酸素と二酸化炭素の出入りについ

て対照的に書かれた教科書がある(図2~4)。東京書籍(上)51頁において、植物と動物ではこの2つの気体の出入りについて対比的な図が示されている。矢印は、植物では二酸化炭素が取り込まれ、酸素が出されている。いっぽう動物と人では酸素を取り入れ二酸化炭素が出されている。図の説明では「植物では日光に当たると、二酸化炭素をとり入れて酸素を出しています。」としているだけなので、このままでは植物が酸素を取り入れ二酸化炭素を出しているとしたか、読みとれない。東京書籍の記述に限りなく近いのが教育出版である。「生物と空気」の項目はあるが(下32頁)、「植物は、葉に日光が当たっているときには、空気中から二酸化炭素をとり入れて、酸素を出しています。」とだけ書かれているので、日光が当たっていないとき、あるいは当たっても当たらなくてもどうなのかという呼吸の問題は述べられていない。

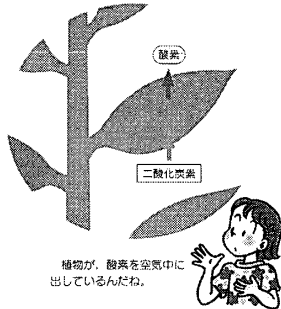
これに対して、信濃教育会出版部(下)40~43頁、大日本図書(下)42~43頁および学校図書(下)42~43頁では「生き物と空気」の項目をもうけている。信濃教育会出版部では箇条書きで「2 植物も呼吸をしている。3 植物は日光が当たっているとき、二酸化炭素をとり入れて酸素を出している。」(下)40頁と説明し、図でも植物に対して酸素と二酸化炭素は双方向の矢印が示されている。大日本図書では図の説明で、「植物も呼吸をして、酸素をとり入れている。しかし、植物は日光があたると、二酸化炭素をとり入れて酸素を作っている。」(下)43頁と記し、本文中で「人やほかの動物や植物は呼吸して酸素をとり入れ、二酸化炭素を出している。……しかし、植物は日光があたると、二酸化炭素をとり入れて酸素を出している。」と述べている。また、学校図書では「人や他の動物や植物は、呼吸によって酸素を取り入れ、二酸化炭素を出しています。しかし、植物は日光が当たると、二酸化炭素を取り入れ、酸素を出しています。」と説明し(下)43頁、囲い込みの「植物と空気」でも同様な説明をおこない、さらに図で日光が当たったときと暗いときで、前者は酸素をとり込み二酸化炭素を放出し、後者ではその逆方向

動物について、調べた結果を整理して、それをもとに考えたことを発表しよう。



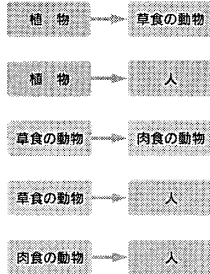
アについて

植物は、日光に当たると二酸化炭素をとり入れて、酸素を出す。



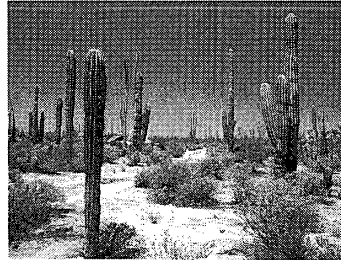
イについて

人や動物や植物は、食べ物を通して、たがいにかかわり合っている。

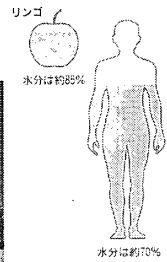


ウについて

人や動物、植物のからだの大部分は、水でできていて、水によってからだのはたらきを保ち、生きている。すべての生き物は、水をとり入れないと、生きていくことができない。

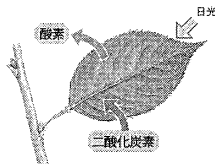


人や植物にふくまれている水の割合の例

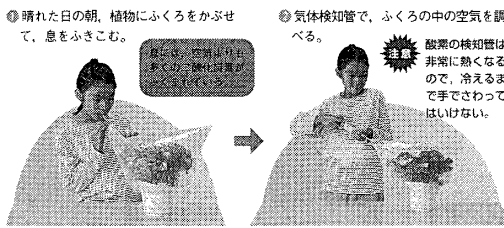


生物と空気

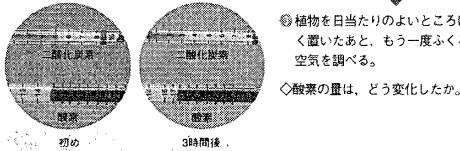
植物は、葉に日光が当たっているときには、空気中から二酸化炭素をとり入れて、酸素を出しています。



植物が酸素を出すことを確かめる実験

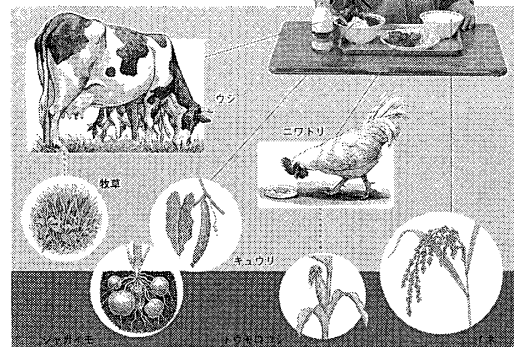


調べた結果



生物と食べ物

食べ物のもとをたどると、何に行きつくのでしょうか。わたしたちの食べ物を例にとって考えてみましょう。



人や他の動物の食べ物のもとをたどると、すべて植物に行きつきます。植物は、日光が当たった葉ででんぷんを作り出して生きています。

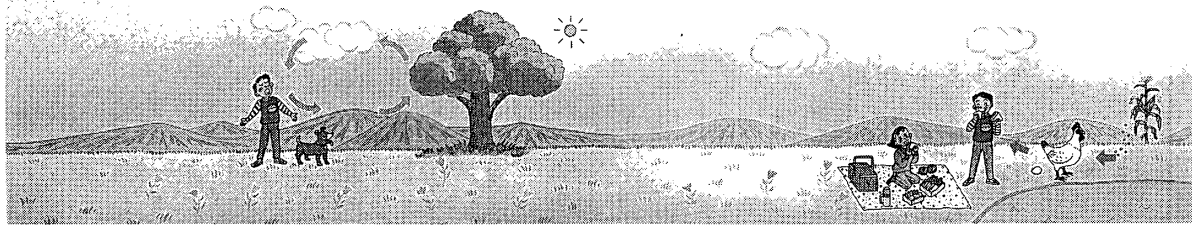
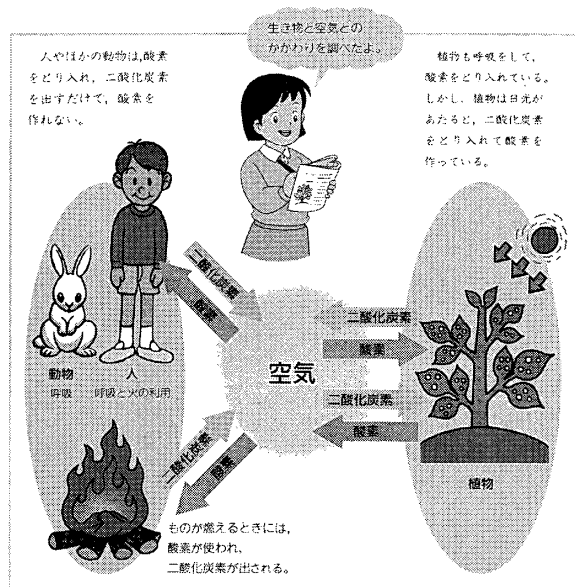
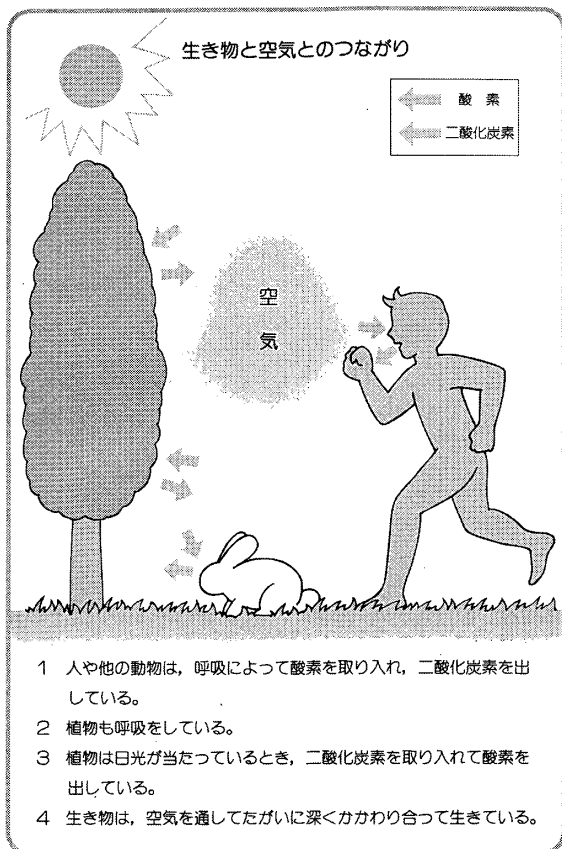


図2. 生き物とくうぎとの関係。上：東京書籍 6年(上)50～51頁，下：教育出版 6年(下)32～33頁。

🔄 生き物と空気とのつながりをまとめよう。



人やほかの動物や植物は、呼吸をして酸素をとり入れ、二酸化炭素を出している。また、ものが燃えるときには、酸素が使われている。しかし、植物は日光があたると、二酸化炭素をとり入れて酸素を出している。

このように、生き物は空気を通して、たがいに深くかかわり合いながら生きている。

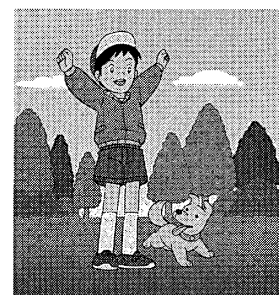


図3. 生き物とくうぎとの関係(続)。左:信濃教育会出版部 6年(下)40頁, 右:大日本図書 6年(下)43頁。

を示し描き分けている。ただし、この図(下42頁)については正確に言えば、昼間でも酸素をとり込み二酸化炭素を放出という呼吸はおこなわれているが、光合成量が多いと見かけ上この活動をみとめることができないだけである。

中間的な記述は啓林館であり、「生物と空気」の項目(上38~41頁)における空気と植物の関わり合いの図では酸素と二酸化炭素の出入りは一方向の矢印で示しているが(40・41頁)、資料として「植物も呼吸している?」として囲い込みがされ、「植物も動物と同じように、一日じゅう、酸素をとり入れ二酸化炭素を出して呼吸しているんだよ。このことを確かめるには、どうしたらいいのかな。植物は、日光が当たっている間は、二酸化炭素を取り入れ酸素を出すはたらきもしているので、夜間に気体検知管で調べてみるとよくわかるよ。」と記している。

C. 物の燃え方

①石灰水の取り扱い

石灰水で二酸化炭素の存在を調べるとき、調べたすべての教科書で石灰水の取り扱いについての注意が記載されていない。石灰水は強アルカリ性なので皮膚や衣類につかないよう指示が必要である。

「石灰水で気体の性質を調べることができる」という表現はより具体的に「二酸化炭素にふれると白く濁る」と書く方がよいであろう(教育出版(上)7頁)。

②実験の操作

酸素ビンの中にろうそくなどを入れる実験は素早くふたをしないと出し入れの際に酸素もなくなってしまうし、二酸化炭素もなくなってしまうが、多くの教科書(信濃教育会出版部を除く)はその注意を促す記述がない。

火をつけた割り箸を入れる際には、なるべく移動距離が短くなる方がよい。集気ビンの口の近くで火をつける方がよい(啓林館(上)12頁)。

容器内でろうそくを加熱後、容器を素手でもっている(大日本図書(上)7頁)。容器が熱くなっているかもしれないので注意が必要である。

燃焼ビンのふたを作成する際、アルミホイルにテープで留める記述があるがとくに必要ないと思われる(東京書籍(上)6頁)。

集気ビンに水を残す理由が記述されていてよい(啓林館(上)11頁, 学校図書(上)10頁)。

③ガスバーナーの取り扱い

小学校の教科書でも物の加熱にガスバーナーを使用している例が多くみられるようである。ガスバーナーを使用するときの注意点を簡単にまとめておきたい。現在実験室で広く使われているガスバーナーには2つのネジがあり、下側がガスを上側が空気を調節するようになっており、いずれも左に回すとガスや空気がでてくる。右に回すと閉まる。マッチを点火する前にまず元栓とバーナーのネジが閉まっていること(右にそれ以上回らないこと)を確認する。元栓を開け、マッチを点火し、マッチの炎をバーナーの先付近に近づけ、下のネジを左に回してガスを出し、点火する。このとき空気の流量は少ないので炎の色は赤色である。続いて上の空気のネジを左に回して空気を調節する。このとき空気を入れ過ぎるとバックファイヤーを起こして筒内が燃焼し、危険である。必ず内炎が残るようにしておく。消火する場合は、上のネジを右に回して空気を閉じ、続いて下のネジを右に回してガスを閉じる。最後に元栓を閉める。このようにするとホース内にガスが残り、次回に点火しやすい。元栓から閉めるとホース内に空気が入り点火しにくくなる。また弱く加熱する場合も空気を供給した外炎を使用する。ガスバーナーの使い方と説明が十分になされていない教科書もみられた。

ガスバーナーについての記述が丁寧でよいのは大日本図書(上)15頁であった。6社のうち4社(大日本図書, 学校図書, 東京書籍, 啓林館)がアルコールランプの取り扱いとガスバーナーの取り扱いを共に取り上げていた。

④その他

二酸化炭素の検出に関する記述が少ないのは

大日本図書(上)9頁であり、気体の発生についてはつぎのようにになっている。酸素の発生について記述している教科書は、学校図書, 大日本図書, 啓林館, 東京書籍, 信濃教育会出版部であり、二酸化炭素の発生について記述している教科書は学校図書, 信濃教育会出版部であった。

カロリーとエネルギーについて考察する上でピーナツを取り上げているのがよいのは学校図書(上)8頁であった。

最後に、二酸化マンガンの名称を使っているが、正式には酸化マンガンの(IV)が正しい(学校図書(上)11頁, 大日本図書(上)9頁, 東京書籍(上)9頁, 啓林館(上)11頁, 信濃教育会出版部(上)6頁)。しかし、ローマ数字がふくまれているので小学校での記載は困難かもしれない。

D. 水溶液の性質

①実験操作

実験に使った器具は必要に応じて洗剤を使って汚れを落としたあと、水道水、最後に蒸留水(純水)で洗浄する。水道水は無機イオンをはじめいろいろな物質をふくんでいることに留意する必要がある。洗浄に関して不適切な教科書がいくつかみられた。第1は、ガラス棒の洗浄をビーカーに入れた水で行っている(東京書籍(下)23頁, 学校図書(下)23頁, 信濃教育会出版部(上)45頁)。東京書籍(下)23頁では本文中は新しい水でと書いてあるが、写真ではビーカーの中にガラス棒を入れている。第2は、ガラス棒の洗浄を水道水で行っているが、最後に蒸留水(純水)でおこなうのが適切である(大日本図書(下)1頁, 啓林館(上)50頁, 教育出版(下)4頁)。第3は、ろ過するとき、ろうとの先が受器の内壁についていないように見える(東京書籍(下)29頁)。第4は、水溶液を試験管に入れる量に関する記載があってよい(啓林館(下)44頁)。

②リトマス紙の変色

炭酸水の方が色が変わっていると記述されているが水の場合とほとんど変わらない(信濃教育会出版部(上)42頁)。青色リトマス紙は空気中の二酸化炭素などの影響で古くなってくると赤色を帯びてくる。もっと新しいリトマス紙を用

いて撮影する方がよい。そして変色後直ちに撮影する（信濃教育会出版部(上)45頁）。

③反応条件

アルカリと反応させる場合は酸に比べて反応時間がかかりかかるはずであるが同じくらいであるような印象を受ける（教育出版(下)14頁）。金属を酸や、アルカリに溶解させる際に反応時間の記述がないものが多い。

④その他

どの教科書でも、「うすい塩酸」などと、濃度の記述が曖昧である。「市販の塩酸を6倍にうすめたもの」等という記載でいいのではないか。

酸性の「液」、アルカリ性の「液」よりは、「水溶液」の方が望ましい（信濃教育会出版部(上)43～44頁）。

気体を溶かした水溶液から固体が析出しないというのを固体の場合と比較して記述してよい（教育出版(下)8頁）。

E. 「大地のつくりと変化」

『小学校学習指導要領解説』（57頁）第6学年の目標（3）では「土地のつくりと変化の様子を自然災害などと関係付けながら調べ、……土地のつくりと変化のきまりについての見方や考え方を養う。」として、地層は全員が学び、火山と地震をどちらか選択して調べることとなっている。ここで扱う岩石は堆積岩で「礫岩」「砂岩」「泥岩」の3つのみである。

①「れき岩」

「れき岩」は小石などがかたまってきた岩石であると説明される。この際、「れき」とは小石のことであるという説明がなされているかどうかで理解が違ってくると思われる。ただし、正確に言えば、「れき」とは、砂より大きな岩石片のことをいうので、「小石」とは限らない。大日本図書、啓林館では最初に小石（れき）あるい

は「れき」（小石）と書いて、以下では「れき」で通している。「れき岩」の名前の由来は明確で理解しやすい。いっぽう、東京書籍、教育図書、信濃教育出版会、学校図書では「れき」が小石であるという説明がないので、教師が補ってやらなければならない。でい岩は「どろ（ねん土）」を媒介にしないと名前の由来を説明できないが、「泥（でい）」は小学校で扱う範囲をこえている。

②「地層」

地層には海や湖の底でできたものがある。ながれる水の作用で地層が形成される仕組みを説明しているが、その説明に地層が隆起したものであることを加えなければ、観察される地層との関係が理解できない。この重要な点について信濃教育出版部では触れられていない。

謝辞

本研究では「教育実践力をも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2 初等教育の改善）」というテーマで、「2002年度教育学部研究開発プロジェクト」から経費を受け、教科書購入や指導書、専門分野の辞書の購入などをおこなうことができた。この場をかりて深く謝意を表す。

引用文献

金子之史・末広喜代一・森 征洋・松村雅文・西原 浩・高木由美子・川勝 博・北林雅洋・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.
2004. 小学校「理科」3～6年教科書（6社）の比較検討（2）小学校3・4年. 香川大学教育実践総合研究, 8:37-48.