

## 小学校理科の新課程教科書の研究：実験・観察例を中心に

笠 潤平, 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,  
寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

760-8522 高松市幸町 1 - 1 香川大学教育学部

### A Critical examination of Recent Science Textbooks for Japanese Elementary School with focus on practical works

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

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

#### Abstract

Elementary school science textbooks published by Tokyo-shoseki, which are currently used in Kagawa prefecture, are revised in 2011 according to the Science Course of Study in 2008 by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. The total page numbers of the new textbooks increase about 120% from those of the textbooks under the 2002 version of Science Course of Study. In the present study, we critically examine all practical works in the new textbooks from grade 3 through 6. Our results indicate that several problems that could be improved still remain in the practical works.

#### 1. はじめに

2008年の学習指導要領の改訂（文部科学省，2008）は，理科教育においては大きな意味を持っていた。1998年の学習指導要領の改訂では，完全週5日制と「総合的な学習の時間」の導入の下で，各教科に対して「授業時間2割削減・学習内容3割削減」という方針が打ち出された。この方針は，理系諸学会の強い批判（応用物理学会他，2004）・産業界の懸念・保護者の不安などを招き，その結果，指導要領の全面実施直前に出された遠山文部科学大臣（当時）の「学びのすすめ」

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

(文部科学省, 2002) などによって, 文科省自身によって実質上転換され始めていたが, 今回の学習指導要領で理科・数学の授業時間と学習内容が公式に増加された。

今回の改訂によって増やされた指導内容には, 過去に教えられていて前回の改訂で削減された内容の復活ともにこれまで扱われたことがない新規の内容も含まれている。また, 前回の改訂をめぐる論争の中で, 学習指導要領の位置付けが, 上限ではなく最低限の学習内容を規定したものへと転換されている。さらに, 現場ではあまり知られていないが, (児童生徒は教科書に記述されている内容をすべて学習しなければならないとする)「従来型の教科書観」を, 「『個々の児童生徒の理解の程度に応じて指導を充実する』, 『児童生徒が興味関心を持って読み進められる』, 『児童生徒が家庭でも主体的に自学自習ができる』といった観点から, 転換していくことの必要性」を十分に理解し適切に対応することが必要とする「教科書観」の転換についての通知(文部科学省, 2009)が文部科学省から各教育委員会および出版社に送られている。

本研究では, 2008年の学習指導要領改訂を受けて, 2012年度から小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。とくにどのような“実験・観察”が, 教科書の叙述の中で例として用いられているか, あるいは生徒実験として推奨されているかを調べ, その問題点を検討した。また, その作業を通じ, 今回の学習指導要領の改訂を踏まえ, 理科の指導を十全に行える教員の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, 香川県内で使用されている東京書籍の小学校3年～6年の理科教科書『新しい理科3』～『新しい理科6』(毛利・黒田他, 2011a-d)を対象とし調査を進めた。とくに今回のプロジェクトでは当該教科書に記載されている実験・実習例の検討に絞って行うことを最初に確認し, 各教員がそれぞれ自己の専門分野と関連する部分について検討を分担し, 本学教育学部の理科領域の教員会議の場で順次パワーポイントをもとに短い報告を行い, その都度討議を行い, 最終的に2014年7月の学部プロジェクト発表会に向けてまとめを行った。

## 3. 検討結果

### 3.1 概要

小学校・中学校合わせた理科の総授業時間数は, 前回(2002年実施)の指導要領に比べて23%増加している。ただしその内訳は中学校33%増に対し小学校は16%増に留まり, 小学校理科はそれほど増えてはいない。ところが, 教科書の方は, 前回の指導要領改訂に伴って使用された平成13年(2001年)検定版と, 今回の改訂下最初の平成22年(2010年)検定版を比べると, 総ページ数が, 東京書籍で384ページから624ページ(63%増)へ, 啓林館で404ページから628ページ(55%増)に大きく膨らんでいる。また, 本研究進行中に入手した平成25年(2013年)改訂版では, それぞれさらに716ページ(92ページ増), 744ページ(116ページ増)に増加している。

本研究で検討対象とした東京書籍の小3～小6の4学年分の教科書に記載された実験・実習例の数も, 平成13年検定版での総計89から平成22年検定版では107に増加している。(表1参照)単純な数の比較だが, この増加は, 教科書の総ページ数の増加に比べると穏当で授業時間数の増加

の程度に近い。これらの実験・観察を理科領域関係の教員で大単元ごとに分担してその内容を検討したところ、総計27の実験・観察についての疑問が報告された。これらを便宜的に分類すると、ア) 実験・観察そのものについて、その意味や児童にとっての難易度、あるいはその実施にともなう技術的な困難さなどの点で疑問があるもの、イ) その実験・観察を含む当該単元の展開に疑問があるもの、そして最後に、ウ) その他（具体的には小学校における実験・観察のレポートを書かせる意味をより積極的に位置づける必要があると言う指摘）の3種類の指摘があった。以下、このア)～ウ)の概要を順次報告する。なお、今回の検討は、教科書に記載されているすべての実験・観察について行い、新たに加わった実験・観察のみをとくに取り上げたわけではない。27の指摘全体については、本稿末の別表に一覧を示した。

### 3.2 実験・観察そのものに疑問があるもの

以下、物化生地の各分野について、実験・観察そのものに関して、その意味や児童にとってのむずかしさ、実施に際しての技術的な困難さなどの点で疑問があるものの例を挙げる。

#### 3.2.1 物理分野

物理分野では、まず、3年の単元「9 物の重さをくらべよう」の「2 物の重さくらべをしよう」中の「じっけん2 体せきを同じにしてしおとさとうの重さをくらべよう」について強い疑問が出された。この実験は、食塩や砂糖の粉末をカップに入れすり切り、それぞれの重さを台はかりで測り比べ、「同じ体せき」のときの重さの違いに意識を向けるものである。実験の再現性を担保するために、一たん「山もり」になるまで「トントン」して「つぶの間のすき間をなくしてから、もういちど、山もりに」してからすり切るなどの指示がなされているが、そもそも、液体ではなく粉末をカップなどで計量し、体積の測定とすることが科学的方法として不適切であると思われる。実際、同体積の砂糖と食塩の重さの比較では、砂糖・食塩それぞれの選ぶ種類によって、ある学校やクラスでは食塩が重くてよそでは砂糖が重いことが頻繁に起こりうる。

5年の単元「7 ふりこのきまり」の「1 ふりこのふれ方にはどんなきまりがあるか」中の「実験1 ふりこの1往復する時間を調べよう」については、減衰振り子を取り上げることが物理法則への関心を深めることになるのではないかという意見が出された。教科書では、ア) おもりの重さを変える、イ) ふりこの長さを変える、ウ) ふれはばを変える、の条件で、ふりこの10往復

表1 新旧学習指導要領下の小学校理科教科書（「東京書籍」）中の実験・観察項目の数の比較

活動の項目	H13 検定版	H22 検定版
<b>3年</b>		
しらべてみよう	21	
かんさつ		15
じっけん		11
<b>4年</b>		
観察	11	12
実験	18	18
調査		
<b>5年</b>		
観察	3	9
実験	13	15
調査		1
観測	2	
実習	1	
<b>6年</b>		
観察	3	4
実験	14	21
調査	3	1
計	89	107

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

する時間を3回ずつ測って、ふりこの1往復する時間を求めるように一連の実験とその結果の整理の手順がすべて指示されている。そして、たとえばウ)では、ふりこの幅を変化させて周期に変化がないという結論を出すことになっている。これに対して、減衰振り子の観察、振れはじめの勢いがあるときと最後の止まりかけのときの周期をそれぞれ測り、その2つに変化がないことを発見させると、糸の長さによって周期が決まるという物理法則についての関心と理解がより深まるのではないと思われる。

6年の単元「9 電気とわたしたちの暮らし」の「2 つくった電気はためることができるのか」中の「やってみよう 豆電球と発光ダイオードを比べてみよう」は、その直前に置かれた生徒実験「実験2 コンデンサーに電気をためて使おう」(コンデンサーに手回し発電機で「電気」をため、その「電気」を豆電球やモーターで使う実験)をしたうえで、同量の静電気で豆電球がついていた時間と、豆電球の代わりに発光ダイオードを使っていたときについていた時間を比べ、「どちらが電気を効率的に使っているといえるか」を問い答えさせる実験である。しかし効率を尋ねるのであれば、それぞれの場合に得られる光量について触れる必要があるだろうと思われる。

また同じ単元「電気とわたしたちの暮らし」の「3 電気は熱に変えることができるのか」中の「実験3 太さのちがう電熱線に電流を流して発熱のちがいを調べよう」は、乾電池または充電式乾電池1個と5cm程度の電熱線とスイッチからなる直列回路を用い、電熱線による発熱を利用して発泡ポリスチレンを切り、その速さで発熱の大きさを調べようという実験である。教科書の実験の設定では、大きさ2cm四方のポリスチレンのうすい板を割りばしではさんで、水平にピンと張った電熱線に立てかけ、割りばしの重みでポリスチレン板が電熱線に押し付けられる。その際、やけど、換気に注意するよう指示があり、また、切れるまでの時間を3回測り、その平均をとって比べるもの(すなわち定量的な実験?)としてあるが、一方でそのような注意を要求する実験にしては、ポリスチレンがきちんと立って同じ条件で電熱線に押し付けられるかなどをはじめそもそもの実験の設計が大変おどろきであり、また同じ時間当たりの発熱がどれだけ違うと同じ力で押し付けられたポリスチレン板がどれだけ速く切れるかの理解なしにいきなりこの実験を行なわせるのは飛躍があって、児童には自分の考えではなく教師主導の論理にもとづく実験に思われてつまらないのではないだろうか。

このほか、4年の単元「3 電気のはたらき」の中の「実験3 かん電池の数やつなぎ方を変えて電気のはたらきを調べよう」という実験で、豆電球と電池1個からなる回路および豆電球と電池2個直列からなる回路の検流計の読みの説明および児童の理解についての疑問点が出されたが、これは本研究後、理科教育専修の院生の修士論文(張, 2015)の中で詳しく論じられたので、本稿では省略する。

### 3.2.2 化学分野

6年の単元「1 物の燃え方と空気」の「実験1 物が燃え続けるのはどんなときか」では、「実験1 集気びんの中でろうそくを燃やし続ける方法を調べよう」と、続けて「実験2 物を燃やすはたらきのある気体を調べよう」という実験が記載されている。実験1で、物(植物体)が燃え続けるには新しい空気が常に供給されることが必要であるということを線香の煙のながれを

見て確認し、実験2で、助燃性のある気体を見出し、ろうそくが燃える前と燃えた後の空気の成分の変化から酸素の変化や燃焼限界について推測させている。ここで、何を学習させるかであるが、「小学校学習指導要領解説 理科編」（文部科学省，2008）に記載されているように、1）ものが燃え続けるには空気が必要である、2）空気中に二酸化炭素が多くなったことは石灰水を用いると調べることができる、3）空気中の酸素や二酸化炭素の割合は、気体検知管で調べることができる、4）植物体が燃えるときは空気中の酸素の一部が使われて二酸化炭素ができるなどを調べるだけであれば、従来から実施されているガラス漏斗とゴム管ピンチコック等を用いた二酸化マンガンと過酸化水素水による酸素の発生実験や、塩酸と石灰石を用いた二酸化炭素を発生させる実験を行わせることに本質的な重要性はない。これらの実験は、ポンペの使用が一般的でなかった時には重要であったが、児童生徒が実施するには操作が難しく、また、この教科書が示している実験装置は簡略式の実験のもので、発生した気体が何かを確認する実験も記載されていないため、ただの紹介程度の実験になってしまっている。

気体検知管を用いた実験を行うことによって、燃焼前と燃焼後の気体の成分の違いを割合簡単に確認することができるようになった。このことによって、ろうそくなどを燃やした後の集気びんの中にもう一度ろうそくを入れると消えてしまうことでよくおきる、「燃焼後の集気びんの中には酸素がなくなってしまう」という誤認識は発生しなくなった。そこで、酸素が残っているのに、燃焼後の集気びんのなかで再度ろうそくを燃やそうとしても燃焼しなくなるのはなぜか。酸素は、物を燃やす働き（助燃性）があり、そのものは燃えない。教科書には、酸素自身が燃える（可燃性）のではないこと、また二酸化炭素には助燃性はないことは記述されているが、燃やした後の集気びんの中には二酸化炭素が増え、二酸化炭素は身近で消火器などに使われているため、二酸化炭素には火を消す作用があるという誤認識が生まれることが排除できない構成になっている。<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> 本研究で検討した際に用いた2011年度版教科書では、以上の通りだった「物の燃え方」の記述は、最新の2015年度版では大きく改められた。酸素や二酸化炭素の作り方に関する記載は全部なくなり、燃焼の実験はポンペを用いる実験のみになり操作は簡単になった。

5年の単元「9 物のとけ方」の「実験4 食塩水を蒸発させて食塩を取り出せるか調べよう」では、水に溶けた食塩を取り出すことができるかということで、飽和食塩水を10ml蒸発乾固させる実験が掲載されている。ところが、取り出した物質が食塩かどうかを調べる方法が、結晶を観察して立方体があるかどうかを観察し、結晶の形状でその物質がNaClであることを判別する流れになっているのにも関わらず、10mlの飽和水溶液を急激に蒸発乾固したのでは、結晶の大きさが小さくなり、また、析出量も多すぎて結晶形の判別は困難で、白い固体が析出したことしかわからない。また、ホウ酸は、自然に蒸発させて調べる実験の実施のみになっているので十分な比較ができない。<sup>\*\*</sup>

<sup>\*\*</sup> 「物のとけ方」の単元についても、最新の2015年度版では、同じように実験した写真が並べて掲載され、上述した比較に関する問題点は改善されている。

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

### 3. 2. 3 生物分野

生物分野では、動物の飼育や観察についての懸念が多く出された。ここではそのうち3例について議論する。

3年の単元「3 こん虫を調べよう」の「2 トンボやバッタを育てよう」では、バッタやトンボを飼育し、育ち方を観察することになっているが、飼育方法の説明が簡単すぎる。光・温度・飼育個体数などの説明も入れるべきではないだろうか。また、ヤゴは鰓呼吸を行うため、その飼育にはエアレーションも必要となるはずだがそれもない。

また、5年の単元「3 魚のたんじょう」の「3 魚は何を食べているのか」中の「観察2 水そうや池などの水を観察してメダカの食べ物を調べよう」では、顕微鏡で水中のプランクトン等を観察し、それらを餌として、「メダカが食べるか、与えてみる」実験だが、第一に、多様なプランクトンを捕獲するにはプランクトンネットなどで水を何回か濾す必要があるがそのことは触れられていない。また、飼育水槽からピーカーに移し入れたメダカがすぐに餌を食べるとは限らないので、教科書の記述通りに成功する保証はない。

6年の単元「2 動物のからだのはたらき」の「3 酸素や養分はどのようにして全身に運ばれるのか」中の「やってみよう 魚の血管と血液の流れを観察してみよう」は、メダカを小さなチャック付きビニール袋に入れ顕微鏡に載せて、尾びれにある血管とその中の血流を観察する実験だが、メダカは酸欠に弱いため長時間の観察は不可能（ビニール袋に入れてから5分以内程度が限界）である。酸欠に強いドジョウなどを用いたほうがよりよいのではないかと思われる。

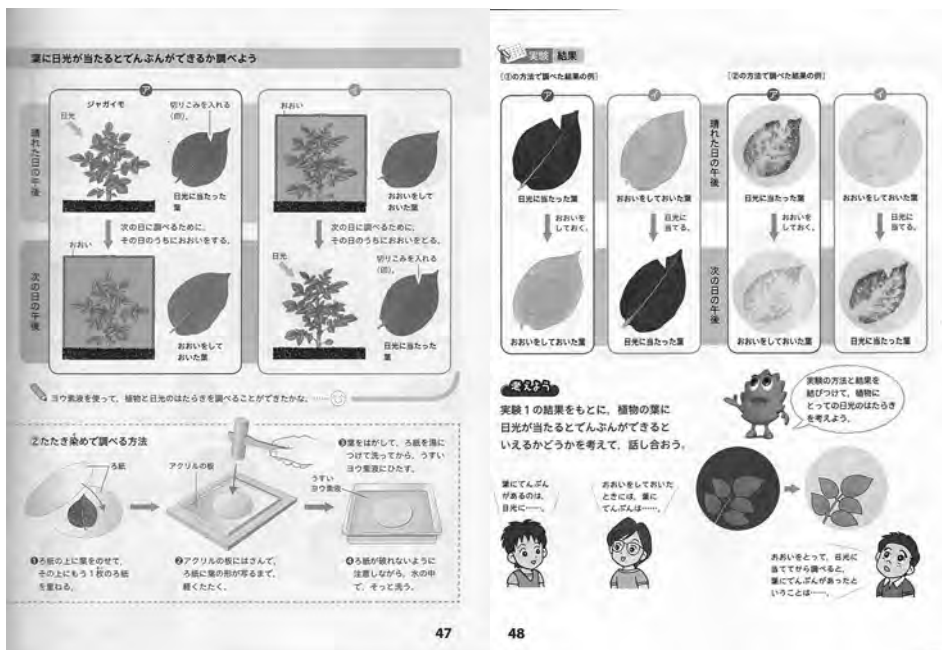


図1 『新しい理科6年』（東京書籍，2011d）教科書p.47～48

一方、植物分野では、非常に理解しにくい実験が掲載されている。6年の単元「3 植物のからだのはたらき」の「1 植物は日光とどのようにかかわっているか」中の「葉に光があたるとでんぷんができるか調べよう」という実験である。これは、植物の葉に光をあてたり、さえぎったりしたのち、葉のでんぷんの有無を調べる実験だが、光により植物のでんぷんが作られるという実験と植物によるでんぷんの消費に関する実験が同時に行われており、最初に読んだときは、生物を専門とする教員でも、それらの意味を理解できなかった。小学生にとってはもっと理解が難しいと思われる。まず光により植物のでんぷんができることを明らかにする実験を行い、そして次に植物によってでんぷんが消費されることを確認する実験を行うべきであろう。また教科書の実験方法ではコントロールを用いていないが、この実験はコントロールの重要性を学ぶよい機会となりうるので、必要に応じてコントロールを用いてわかりやすい実験をこころがけることが望ましいのではないかとと思われる。(図1参照)

また、同じ6年のつぎの単元「4 生き物のくらしと環境」の「1 生き物は空気とどのようにかかわっているか」の「実験1 植物が酸素を出しているか調べよう」で、植物の葉をビニール袋でつつみ気体検知器で酸素と二酸化炭素の量を測定し、「植物は二酸化炭素を吸って酸素をだしている」としている（そしてその後に「理科のひろば」という短いコラムで植物も呼吸をしていることに触れている）が、いきなり光合成を調べる実験からではなく、植物も呼吸していることから入ったほうが（植物と空気の関係の全体像を）理解しやすいのではないだろうか。

### 3.2.4 地学分野の例

地学分野でも、実験自体に実施の困難さが伴うと懸念されるものはいくつかあった。3年の単元「4 太陽とかげの動きを調べよう」の「2 太陽の動きを調べよう」中の「かんさつ1 太陽が動いているか調べよう」は、遮光プレートを用いて太陽の動きの観察するものである。教科書の挿絵のように、校舎を使えば観察できるはずだが、実際には校舎は近すぎて、子どもたちには難しい。（校舎までの距離が10mなら、10cmほど視点が動くとき、太陽の直径分ほど見える位置がずれてしまう。）実際、本学教育学部の授業「初等理科」でさせて見ると、大学生にとってもこの方法で太陽の動きを観察するのは難しいことがわかる。

また、つぎの単元「5 太陽の光を調べよう」の「1 日なたと日かげを比べよう」中の「かんさつ1 日なたと日かげの地面の温度を調べよう」では、棒温度計で、日なたと日かげの地面の温度を調べることになっている。ここで、日なたの地面の温度として日なたの表層の温度を測ろうとしている。しかし、土を薄くかける、日光が温度計を直接暖めるので覆いをするなどの実験の指示の意味が子どもたちに分かるかどうか懸念される。日なたでは、太陽の放射で（地面を含めて）物が温まることを示したいというのなら、たんに日なたにおいた温度計の値と日かげにおいた温度計の値の比較が良いのではないだろうか。学習指導要領解説では、放射温度計や地中温度計を使うことを示唆している。

さらに、6年の単元「5 太陽と月の形」の「2 月の形が変わって見えるのはなぜか」中の「実験1 ボールに光を当てて月の形が変わって見える理由を調べよう」では、教室内でバレーボール程度の大きさのボールの側面から懐中電灯の光を当てて、月の形を再現し、月の形が変わって

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

見える理由を知る。このようなモデル実験自体は悪くはないが、教科書の挿絵のようにして満足できる結果が得られるのか疑問である。懐中電灯の使用を指示されているが、もっと強力な光源が必要ではないかと思われる。

### 3.3 実験・観察を含む当該単元の展開に疑問があるもの

物理分野の6年の単元「9 電気とわたしたちの暮らし」の展開には疑問がある。「実験1 手回し発電機で電気をつくろう」では、手回し発電機を、モーター、豆電球、発光ダイオード、電子オルゴールにつないで回す。そして、手回し発電機のハンドルを回すとどうなるか、やめるとどうなるか、それぞれの手ごたえはどうか。モーターの場合、ハンドルは逆に回すとどうなるかを調べていく。つづいて、「実験2 コンデンサーに電気をためて使おう」では、手回し発電機をコンデンサーにつないで50回ほど回して充電し、モーターや豆電球につないで放電するが、まったくそれだけである。さらにそのあと、先述の「やってみよう 豆電球と発光ダイオードを比べてみよう」と「実験3 太さのちがう電熱線に電流を流して発熱のちがいを調べよう」が続くが、どの実験も、6年の理科としては、内容が少なく自明な結果を確かめさせ、考察もあまり必要ではないので面白くない。この単元の内容の大半は今回の指導要領改訂にもなって入れられたのだが、まだ授業のよい展開方法が確立していないように感じられる。多少なりとも探究的に認識が深まっていくことができるような単元の目標があればよいのだが、そうっていないのではないかと疑われる。

化学分野でも、6年の単元「8 水よう液の性質とはたらき」の「1 水よう液のちがいを調べよう」における実験2の結果を用いた、リトマス紙を使って、酸性とアルカリ性のなかま分けをする」という単元の展開を議論した。現在の展開では、あまり馴染みのない試薬がいくつか登場し、いきなりリトマス紙で分類している。知識を詰め込むだけの内容に感じる。小学生のうちは、もっと身の回りにあるものを分かりやすく仲間分けをすることだけでよいのではないか。教科書のように、突然リトマス紙で水溶液を分類することに小学生は戸惑わないだろうか。たしかに、リトマス紙を使わずに、小学生に酸アルカリについて定義するのはとても難しいが、まず酸とアルカリ性の水溶液の性質について学んだ後に、リトマス紙はその共通の性質を見分ける一つの手段として登場させることはできないだろうか。また、pHによって色が変化する色素の例として、紫キャベツなど身近にあるものはよいが、BTB溶液は小学校では教える必要はないのではないだろうか。

生物分野では、3年の単元「3 こん虫を調べよう」では、まず「1 こん虫のなかまをさがそう」の中の「かんさつ1 バッタやトンボのからだを調べよう」で昆虫の体の基本構造を観察しながら学び、その後、先述のトンボとバッタの飼育と変態の観察（「2 トンボやバッタを育てよう」）を経て、「3 こん虫のすみかを調べよう」へと進むのだが、順序を逆にして、「かんさつ1」の時点で、教材の昆虫を採集しに行くといよいのではと思われる。また、4年の単元「4 動物のからだのつくりと運動」の「1 からだが動くしくみを調べよう」では、動物のからだのつくり（骨、筋肉、関節など）とその動き方を調べることになっているが、ここでは、脊椎動物のみ解説されていて、3年で学習した昆虫等に関する解説はない。



地学分野では、4年の教科書に「冬の星」として、見開き2ページいっぱいの冬の大三角とオリオン座を中心とした夜空の写真とプレアデス星団の写真が掲載されているが、冬の星を観察することの指示だけで、どのように考察をすべきか等への言及はない。「夏の星の観察」と単元「6月や星の動き」で内容は尽きているということかもしれないが、多少の工夫が必要であろう。

### 3.5 その他

その他、個々の実験・観察に関する疑問以外に、理科で用いる文章表現の特徴とその書き方についての記載があるべきではないかという問題提起がなされた。

理科の文章は、できるだけわかりやすい表現で、意味が通りとなるように書かれている。(少なくともみんなそうなるように努力している)。一方で国語の教科書では、より自由で多様な(どちらかといえばわかりにくい)文章をいかに味わいながらその意味を読み取るかに焦点が当てられている面がある。そのため、文章をわかりやすく書く技術について日本の義務教育ではあまり教えられていない。(多くの場合、大学の卒業論文、修士論文、博士論文を書く際に、そのような機会に出会うことになる。)

この観点から見ると、理科は、わかりやすい文章の重要性を教えその書き方を学ぶ機会を提供するという点でも重要であると言えないだろうか。多くの場合、人が社会にでてから第一に必要なとなる国語能力とは、高度な文章読解能力や文章表現力ではなく、科学論文で書かれるような平易で一義的に意味を捉えられる文章を読んだり書いたりする能力である。

## 4. まとめ

本研究において香川県の公立小学校で現在使用されている理科教科書(東京書籍)に記載されている実験・観察例を検討し、その問題点を議論した。その結果は次のようにまとめられる。

- (1) 学習指導要領の改訂とその位置づけの変更、および教科書観の変更の通知などの下で、新学習指導要領の記載内容は、前回改訂時の教科書の記載内容に比べて、香川県で使用されている東京書籍発行の小学校教科書においても大幅に増加した。これは小学校理科の授業時間数の増加をはるかに上回っている。
- (2) 記載されている実験・観察例の数は約20%増大した。これは小学校理科の授業時間数の増加と同程度である。
- (3) 記載されている実験・観察例には、ア) 技術的な理由も含めて実験・実習の実施自体に困難を生じたり、他の弊害をとまなう可能性があるもの、イ) 単元等の学習活動の展開の中でその当該の実験・実習の位置づけに疑問があるものがいくつか挙げられた。
- (4) いくつかの単元については、その単元の展開自体についての疑義も挙げられた。
- (5) 小学校から平易で一義的な文章の意義を教えそのトレーニングをさせる機会としても、理科の授業を積極的に位置づけることができるのではないかという提起がなされた。

教科書の内容が充実し、実験・観察の記載も増えた新学習指導要領の下では、小学校教員が理科の本質をこれまで以上に深く理解していることが必要となる。小学校教員になっていく学生の多くがいわゆる「文系」的な学生たちである下で、教科専門に関する内容の理解を

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

如何に深めるかという理科の教員養成における従来からの課題は、新学習指導要領のもとでますますその重要性を増している。

本研究も、これまでの一連の研究と同様に、本学教育学部理科領域関係の教員・教務職員の共同作業として行われた。それぞれに異なる専門領域を持ちつつ、理科の教員養成という共通の社会的な責任を持つ教員集団であり、実際にも多くの学部講義を共同で行っているわれわれの間の問題意識の交換と共有の場を提供するものとして、このような小規模のプロジェクト研究の意義は小さくないということを再確認した。

一方、本研究の内容に関連して残された課題のうちもっとも重要なものの一つは、現在、小学校教員がこのような教科書の下でどのように授業を行っているのか、その困難は何か、あるいはどのような援助が必要かについての調査である。

謝辞 本研究は、香川大学教育学部の「平成25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る。本稿はその研究報告を兼ねている。

#### 【文献】

文部科学省, 『小学校学習指導要領』, 2008

文部科学省, 『小学校学習指導要領解説 理科編』, 2008

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科3』, 東京書籍, 2011a

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科4』, 東京書籍, 2011b

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科5』, 東京書籍, 2011c

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科6』, 東京書籍, 2011d

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科3』, 東京書籍, 2002a

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科4』, 東京書籍, 2002b

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科5』, 東京書籍, 2002c

毛利・黒田他, 小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科6』, 東京書籍, 2002d

荻谷剛彦, 『教育改革の幻想』, ちくま新書, 2002

応用物理学会他, 「理数系諸学会からの教育課程等教育に対する改革の提案」, 2004

文部科学省, 確かな学力の向上のための2002アピール「学びのすすめ」, 2002

文部科学省, 「教科書の改善について(通知)」, 20文科初第8075号, 2009

張祐樹, 「電気に関する小学校教員が最低限理解しているべき内容の検討」, 香川大学大学院教育学研究科修士課程教科教育専攻理科教育専修 学位論文, 2015

小学校理科の新課程教科書の研究：実験・観察例を中心に

【別表】本研究における共同検討事項一覧：毛利・黒田他、小学校理科用文部科学省検定教科書『新しい理科3』～『新しい理科6』, 2011ad (4ページ)

整理番号	単元名	分冊ページ	実験	実験の簡単な内容	問題点・検討すべき事項など取り上げた理由	分類
物理 1	3年 物の重さをくらべよう	3年 PP.124-126	じっけん2 体積を同じにしておとさとの重さをくらべよう	粉末をカップに入れ、トントンにして切り切る	そもそも体積を測定する方法として不適切	実験に疑問
物理 2	4年 電気のはたらき	4年 P.31	実験3 かん電池の数やつなぎ方を変えて電気のはたらきを調べよう	電源の乾電池を2個直列にしたら、豆電球の明るさはどうなるか、検流計の針のふれはどうなるか	P.32の「実験結果の例」には、乾電池1個では、はりのふれが“2”，乾電池を2個直列にすると、はりのふれが“3”と書かれている。	実験に疑問
物理 3	5年 ふりこのきまり	5年 PP.90-92	実験1 ふりこの1往復する時間を調べよう	ア) イ) ウ) の条件で、ふりが10往復する時間を3回ずつはかって、ふりこの1往復する時間を求める。 ア) おもりの重さを変える イ) ふりこの長さを変える ウ) ふれはばを変える	現状はふりこの幅を変化させて、周期に変化がないことを示している。ヒモの長さで周期が変化することと比較して、幅で周期変化がないことについてはまったく注意が向かない。これは問題がある。改善案として、減衰振り子をやる。勢いがある始めと、止まりかけの最後とで、明確に状況に変化がある中で、周期に変化がないことを示せば、物理法則についての想像が深まる。	実験に疑問
物理 4	6年 電気とわたしたちのくらし	6年 P.151	実験1 手回し発電機で電気をつくろう	手回し発電機をモーター、豆電球、発光ダイオード、電子オルゴールにつないで回す	ハンドルを回すとどうなるか、やめるとどうなるか。それぞれの手ごたえはどうか。モーターの場合、ハンドルの逆に回すとどうなるか。理科の実験として中途半端で面白くない。	単元展開上の問題
物理 5	6年 電気とわたしたちのくらし	6年 P.153	実験2 コンデンサーに電気をためて使おう	手回し発電機をコンデンサーにつないで50回ほど回して充電し、モーターや豆電球につないで放電する	まったく左の通りの作業だけで、理科の実験として面白くない。	単元展開上の問題
物理 6	6年 電気とわたしたちのくらし	6年 P.154	やってみよう 豆電球と発光ダイオードを比べてみよう	実験2で豆電球がついていた時間と、豆電球の代わりに発光ダイオードを使っていたときについていた時間を比べる 実験1での手回し発電機のとげたえも比べる	どちらが電気を効率的に使っているといえるかと聞く。得られる光量について何か説明すべき。	実験に疑問

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

整理番号	単元名	分冊ページ	実験	実験の簡単な内容	問題点・検討すべき事項など取り上げられた理由	分類
物理 7	6年 電気とわたしたちの暮らし	6年 P.158	実験3 太さのちがう電熱線に電流を流して発熱のちがいを調べよう	乾電池または充電式乾電池1個と5cm程度の電熱線とスイッチからなる直列回路を用い、電熱線による発熱を利用して発泡ポリスチレンを切る	大きさ2cm四方のポリスチレンのうすい板をわりばしはさんで、電熱線に立てかける(押し付ける?)。やけど、嗅気に注意して、3回の平均をとって比べるのには、実験の設定がおおざっぱでつまらない。	実験に疑問
化学 1	6年 水溶液の性質とはたらき	6年 PP130-147	実験：リトマス紙	リトマス紙を使って、酸性とアルカリ性のなかま分けをする	あまり馴染みのない薬品が登場し、いきなりリトマス紙で分類している。知識を詰め込むだけの内容に感じる。小学生のうちには、もっと身の回りにあるものを分かりやすく、仲間分けをすることだけでよいのではないか。教科書で、突然リトマス紙で水溶液を分類することに小学生は戸惑いはないだろうか。 リトマス紙を使わず、小学生に酸アルカリについて定義するのはとても難しいが、まず酸とアルカリ性の水溶液の性質について学んだ後に、リトマス紙はその共通の性質を見分ける一つの手段として登場させることはできないだろうか。 紫キャベツなど身近にあるものもよいが、BTB溶液はいらない。	単元展開上の問題
化学 2	6年 物が燃え続けるのはどんなときか	6年 p13-14	実験2 物を燃やすはたらきのある気体を調べよう	二酸化マンガンと過酸化水素水を用いて、ガラス漏斗とゴム管ピンチコック等を用いた従来から実施されている酸素の発生実験	根本的な問題ではない：東京書籍が取り上げている装置は簡略式である。発生した気体が酸素かどうかを確認する実験等は取り入れておらず、高価なガラス器具を使用し、耐久性の悪い黒ゴム管を使っている。発生のメリットが現状では少ない。酸素ボンベの容量が十分ではないが、二酸化マンガンがあればもう少し大きなサイズの物も市販される。	実験に疑問
化学 3	5年 水に溶けた食塩を取り出すことができるか	5年 p119-121	実験4 食塩水を蒸発させて食塩を取り出せるか調べよう	飽和食塩水を10ml蒸発乾固させる実験	根本的な問題ではない：写真が、10mlの結果かどうか定かでないが、10mlは、量が多すぎて結晶の観察ができない。	実験に疑問
生物 1	3年 チョウを育てよう	3年 p.18	キャベツの葉を調べよう	キャベツの葉を調べてモンシロチョウの卵を見つける	・小学校の校内でキャベツを栽培している? ・モンシロチョウがいない地域もあるのでは? ・アゲハやカイコガの卵を代用してもよいとあるが、食草のクワ、サシチョウ、ミカンがキャベツより多く栽培されているとは思えない。 カラタチは所々見かける	実験に疑問

小学校理科の新課程教科書の研究：実験・観察例を中心に

生物 2	3年 3年 3年 チョウを育てよう	3年 p.20	たまごやよう虫をかんざつしよう	もんしんろチョウの幼虫を飼育し、育ち方を観察する	・農薬が散布されていないキャベツの葉を使用すべきであるが、そのことは明記されていない ・直射日光の当たらない室内で飼育すべきだが、そのことは明記されていない	実験に疑問
生物 3	3年 3年 3年 こん虫を調べよう	3年 p.38	かんざつ1 バッタやトンボのからだを調べよう	バッタやトンボなどのからだのつくりを調べる	・教材の昆虫を採集しに行くときよいのでは？	単元展開上の問題
生物 4	3年 3年 3年 こん虫を調べよう	3年 p.41	トンボやバッタを育てよう	バッタやトンボを飼育し、育ち方を観察する	・飼育方法の説明が簡草すぎる。光・温度・飼育個体数などの説明も必要。ヤゴは臆呼吸を行うため、その飼育にはエアレーションも必要	実験に疑問
生物 5	3年 3年 3年 こん虫を調べよう	3年 p.41	こん虫のすみかを調べよう	野外でこん虫を探す	・小学校の周辺には教科書に描かれているような適当な森がそうそうあるものではない	実験に疑問
生物 6	4年 4年 4年 動物のからだのつくりと運動	4年 p.48	動物のからだのつくりと動き方を調べる	動物のからだのつくりと動き方を調べる。	・脊椎動物のみ解説されているが、3年生で学習した昆虫等に関する解説はない	単元展開上の問題
生物 7	5年 5年 5年 魚のたんじょう	5年 pp.41-43	メダカの食べ物を調べる	顕微鏡で水中のプランクトン等を観察し、それらを餌としてメダカに与える	・多様なプランクトンを捕獲するには、プランクトンネットなどを何回か濾す必要がある ・飼育水槽からピーカーに移し入れたメダカがすぐに餌を食べるとは限らない	実験に疑問
生物 8	6年 6年 6年 動物のからだのはたらき	6年 p.35	魚の血管と血液の流れを観察してみよう	メダカの尾びれにある血管とその中の血流を観察する	・メダカは酸欠に弱いので、長時間の観察は不可能。(ビニール袋に入れてから5分以内)酸欠に強いドジョウなどを用いるべき。	実験に疑問
生物 9	6年 6年 6年 植物のからだのはたらき	6年 p.47	葉に光があたることでんぶんがでるかを調べよう	植物の葉に光をあてたり、さえぎったりして葉のでんぶんの有無を調べる。	光により植物ででんぶんが作られるという実験と植物によるでんぶんの消費に関する実験が同時に行われており、最初はそれらの意味を理解できなかった。大人にすら理解できないので小学生にとっては理解が難しい実験だろう。改善策としては、まず光により植物ででんぶんができることを証明し、そして次に植物によってでんぶんが消費される実験を行うことである。また実験ではコントロールを用いていないがコントロールの重要性を学ぶよい機会であるため、必要に応じてコントロールを用いてわかりやすい実験をこころがけることが重要である。	実験に疑問

笠 潤平, 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, 寺尾 徹, 松村雅文, 北林雅洋

整理番号	単元名	分冊ページ	実験	実験の簡単な内容	問題点・検討すべき事項など取り上げた理由	分類
生物 10	6年 植物のからだのはたらき	6年 P.58	実験1 植物が酸素を出しているか調べよう	植物の葉をビニール袋でつまみ気体検知器で酸素と二酸化炭素の量を測定する。	いきなり光合成を調べる実験から「植物は二酸化炭素を吸って酸素を出している」となっているが、植物も呼吸していることから入ったほうが理解しやすいのではないか。	実験に疑問
地学 1	3年 太陽の動きを調べよう	3年 PP.67-68	かんさつ1 太陽が動いているか調べよう	遮光プレートを用いての太陽の動きの観察する。	教科書の挿絵のように、校舎を使えば観察できるはずだが、校舎は近すぎて、子ども達には難しい。(大学生(初等理科)でも難しい)	実験に疑問
地学 2	3年 太陽の光を調べよう	3年 P.75	実験名: 日なたと日かげの地面の温度を調べよう	棒温度計で、自前の温度を調べる。	日なたの地面の温度: 日なたの表層の温度を測ろうとしている。しかし、土を薄くかける、日光が温度計を直接暖めるので覆いをするなどこの意味が子どもたちに分かるのか? 日なたでは、太陽の放射で(地面を含めて)物が温まることを示したいのなら、単に、日なたにおいて温度計の値と日陰の温度計の値の比較で良いのではないか? Cf. 学習指導要領解説では、放射温度計や地中温度計を使うことを示唆している。	実験に疑問
地学 3	3年 冬の星の観察	4年 PP.128-129	冬の星の観察	冬の星の観察を観察する。	観察することの指示だけで、考察等への言及はない。夏の星の観察(単元: 月や星の動き)で、内容は尽きているのかもしれないが、多少の工夫が必要であろう。	単元展開上の問題
地学 4	6年 太陽と月の形	6年 P.83	ボールによる月の形の再現	ボールを用いて、月の形を再現し、月の形が変わってみる理由を知る。	悪くはないが、教科書の挿絵のようにして、満足できる結果が得られるのか? 懐中電灯の使用を示しているがもっと強力な光源が必要では?	実験に疑問
全般 1			理科で使用される文章について		理科の文章表現について、記述があってもよいと思う。理科の文章は、できるだけわかりやすい表現で、意味が一通りとなるように書かれている(少なくともみんなそうなるように努力している)。一方で国語の教科書といえば、高度な(どちらかといえばわかりにくい)文章をいかに読み取るかに焦点が当てられているように感じる。私自身、文章をわかりやすく書く技術について日本の義務教育で教えられた記憶がない(多くの人は大学の卒論、修論、D論でくわすと思う)。しかし、人が社会にでてから必要となる国語能力とは、多くの場合、高度な文章読解能力や文章表現力ではなく、科学論文で書かれるような平易で一義的に意味を捉えられる文章を読んだり書いたりする能力である。だから理科は大事だ。こんな主張があってもよいのでは。	その他