

大学教育の視点から見た初等・中等・科学教育 ——教科書を手がかりとして

中川邦明, 石川正勝, 海野くに子, 小田切 真,

村瀬信之, 出口 憲, 鈴木 薫^{a)}

常葉学園大学教育学部, 外国語学部^{a)}

Science Education in Elementary and
Secondary Schools from the Viewpoint
of the University Education

——Through the Analysis of the Textbooks

Kuniaki NAKAGAWA, Masakatsu ISHIKAWA,
Kuniko UNNO, Makoto ODAGIRI, Nobuyuki MURASE,
Ken DEGUCHI, and Kaoru SUZUKI^{a)}

Faculty of Education, Faculty of Foreign Studies^{a)}
Tokoha Gakuen University

2004 年 10 月 29 日受理

要 旨

小学校, 中学校, 高等学校の理科, 算数, 数学, 技術家庭, 情報の各教科の教科書を, 大学教育とのつながりを念頭に置いて調査した。ひとつには, 教科書の用語, 表記等の現状を調べ, その影響の考察と改善について論じた。また, これらの教科内容の大学生における定着状況を把握し, 各教科, 各分野の教育内容の系統性の分析を踏まえて, 今後の大学教育を考えた。本研究の成果は, 教員養成, 教員再教育を含む初等中等教育の改革, また初等中等教育とのつながりを視野に入れた大学教育の改革, のための基礎材料を提供する。

Abstract

The textbooks for Science, Arithmetic, Mathematics, Industrial Arts and Home Economics, and Information Study used in the elementary schools, junior high schools and senior high schools were investigated,

taking into account the connection to the university education. The current usage of terminology, nomenclature and notation in the textbooks was scrutinized, whose consequential influence to the understanding by the students was discussed and the improvements to which were suggested. After evaluating the degree of the understanding among university students in each subject and analyzing the systematic consistency of the content of education, the prospect of the future university education was described. The results of the present study will provide the basic material for discussion on the reform of the elementary and secondary education including the teacher training and retraining courses and the reform of the university education as well, taking into account the connection with the elementary and secondary education.

1. はじめに

大学の教育を担当していると、学生が高等学校までで学んだ筈の内容を正しく把握できていないことに驚くことがある。これを逆に学生の側から見ると、高等学校の学習内容と大学で学んでいる内容とが頭の中でうまくつながらず、ギャップを感じることに相当するのだろう。このようなギャップの中には、大学教育の側の改善で解決できる問題もあれば、大学側から初等中等科学教育界への問題提起が必要な内容もあるだろう。理数離れ、科学離れなどが叫ばれてから既に久しいが、教育学部教員として教員養成に与る立場からしても、初等中等教育の現状をより深く適切に把握しておくことがこれまで以上に必要となる。本研究は大学教員として教育に携わってきた者としてのこのような視点から生まれ、2003～2004年度において常葉学園大学学内共同研究として補助金を得て行ったものである。

初等中等教育の内容は極度に一般化して考えれば学習指導要領に行き着き、また極度に個別化して考えれば現場での個々の授業に行き着く。教科書は適度に一般化されながらも具体的な授業や教材とその取り扱いに対する平均的な像を与えてくれる。そのような意味から本研究では、初等中等教育の内容を教科書を手がかりとして見てゆくこととした。

まず現行の小学校、中学校、高等学校の理科、算数、数学、技術家庭、情報の各教科の教科書を購入し、物理（石川・出口）、化学（中川）、生物（海野）、地学（小田切）、算数・数学（村瀬）、技術家庭（出口）、情報（出口）の分担に従って各科目の教科書を各教員それぞれの視点から調査し、さらに必要な場合は過去の教科書、海外の教科書などの調査も行った。またそのような調査と並行して、小田切が計画して教科書の編集担当者にインタビューし、教科書の編修、検定、

採択などの過程における情報を得た他、各方面より教科書調査に必要な基本的な情報を集めて整理した。この報告は、そのような調査研究の成果について、各教員から提出された原稿を中川、鈴木がとりまとめたものである。

2. 教科書に関する基本的な情報

2.1 現行教科書について

現行教科書の書誌情報は、文部科学省から毎年発行されている「教科書目録」に掲載されており、平成13年以降のものはweb上¹⁾で閲覧できる。これをもとに書店（教科書取次供給所）を経て、都道府県ごとにある「教科書特約供給所」（静岡県の場合は静岡教科書株式会社）を通して購入できる。ただし、児童生徒への供給が優先されるので、一般の購入が一時的にできない場合がある。また閲覧は、都道府県が設置する教科書センター（静岡県の場合、例えば県立中央図書館）でできる。

教科書が改訂され次年度から使用される場合、採択のための教科書目録が作られる。新教科書目録がweb上に未掲載の時点でも、前年度に検定を経た教科用図書についての文部科学省告示によってその書誌について知ることができる。この告示についても、現在、平成11年度検定以降のものについてweb上²⁾で閲覧できる。発行者（教科書出版社）によっては、自社のwebページ上に新教科書の内容紹介がある。発行前であるので市販されてはいないが、採択のための見本本は教科書センター等に公開展示される。発行者の好意により調査研究用に見本本の献本が受けられることが多い。また採択に向けて各発行者が作成したものを文部科学省が取りまとめた「教科書編集趣意書」、都道府県教育委員会が採択の参考のために内容を比較調査研究してまとめた資料、などがあり、各教科書の特徴について知ることにもできる。これらの資料の中にはwebページ上で閲覧できるもの³⁾もある。

各社の教科書のシェアは、多くの児童・生徒がどのような教科書で学んできたか、また教育現場でどのような教科書が好まれているか、等の観点から興味深い。最近の行政情報公開の流れの中で、採択情報は公開されている場合が多く、静岡県についても平成17年度の公立小中学校での採択地区ごとの使用教科書一覧がweb上に公開⁴⁾されている。全国レベルでの採択数の情報は時事通信社の「内外教育」誌（週2回刊行、本学図書館に所蔵あり）に随時掲載⁵⁾される。

次々年度から使用される教科書については、検定中であり公開されていない。検定申請図書（いわゆる「白表紙本」）は歴史教科書の問題等とも関係して、非公開の厳守が近年特に強く意識されているようである。但し検定終了後は、検定結果公開の目的で白表紙本も見本本、検定意見書、修正表とともに公開⁶⁾される。

2.2 過去の教科書について

現行の教科書の調査研究を進めてゆくと、過去の教科書に遡及して比較あるいは変遷をたどる必要が出てくる場合がある。そのために過去（戦後の教科書に限ることとする）の教科書調査に必要な情報を簡単に整理しておく。

中村ら⁷⁾は、戦後教科書を学習指導要領の変遷⁸⁾に対応させて、第～期と呼んだ。ここでは、その区分を踏襲し、新たに平成10～11年告示の学習指導要領⁹⁾に準拠する教科書として第期を加え、表1のようにまとめた。印は部分改訂で、通常の改訂では奥付に「年月日 文部省検定済」と記されているのに対し、「年月日 文部省検定済 年月日 文部省改訂検定済」のように併記されている。過去の教科書の書誌情報を調べるには、財団法人教科書研究センターが作成した「教科書目録データベース（昭和22年度～平成13年度）」を利用できる。同センター附属教科書図書館で一般利用に供されている¹⁰⁾が、CD-ROM版が同センターの好意により常葉学園大学附属図書館にも寄贈され利用可能となった。平成14年度以降については、既に述べたように文部科学省のwebページに掲載された教科書目録¹⁾が利用できる。

過去の教科書の所蔵も上記財団法人教科書研究センター附属教科書図書館¹¹⁾が充実している。開架式で自由に閲覧できる。ここで所蔵していない資料の中には、東京書籍株の運営する東書文庫¹²⁾に所蔵されているものもある。東書文庫はweb上の蔵書検索コーナーが充実している。

表1 戦後教科書の期別区分と使用年度

期	年度	西暦	小 中 高		
			小	中	高
第1期	昭和21	1946			
	22	1947			
	23	1948			
	24	1949			
	25	1950			
	26	1951			
	27	1952			
	28	1953			
	29	1954			
	30	1955			
第2期	31	1956			
	32	1957			
	33	1958			
	34	1959			
	35	1960			
	36	1961			
	37	1962			
第3期	38	1963			
	39	1964			
	40	1965			
	41	1966			学年進行
	42	1967			学年進行
	43	1968			学年進行
	44	1969			学年進行
	45	1970			学年進行
	46	1971			学年進行
	47	1972			学年進行
第4期	48	1973			学年進行
	49	1974			学年進行
	50	1975			学年進行
	51	1976			学年進行
	52	1977			学年進行
	53	1978			学年進行
	54	1979			学年進行
	55	1980			学年進行
	56	1981			学年進行
	57	1982			学年進行
第5期	58	1983			学年進行
	59	1984			学年進行
	60	1985			学年進行
	61	1986			学年進行
	62	1987			学年進行
	63	1988			学年進行
	平成元	1989			学年進行
	2	1990			学年進行
	3	1991			学年進行
	4	1992			学年進行
第6期	5	1993			学年進行
	6	1994			学年進行
	7	1995			学年進行
	8	1996			学年進行
	9	1997			学年進行
	10	1998			学年進行
	11	1999			学年進行
	12	2000			学年進行
	13	2001			学年進行
	14	2002			学年進行
第7期	15	2003			学年進行
	16	2004			学年進行
	17	2005			学年進行
	18	2006			学年進行
	19	2007			学年進行
	20	2008			学年進行
	21	2009			学年進行

は改訂使用開始年度 は部分改訂

掛川市にある静岡県総合教育センター（愛称「あすなろ」）の図書室¹³⁾の書庫には、昭和30年前後以降の教科書がかなりの数所蔵されている。但し目録が整備されておらず、古い時代のものは一部に排列の乱れもある。奥付の日付が空欄となった見本本では、事前に十分に書誌情報を調査しておかないと版を混同するおそれがある。

2.3 教科書検定・採択について

以上に概説したように、教科書の調査研究にあたっては、検定、採択の基本的なプロセスを理解する必要がある。そのための基本的な情報は文部科学省の発行した「教科書制度の概要」（内容はweb上¹⁴⁾で閲覧できる）から得られる。静岡県下の公立学校の教科書採択のシステムについては教育委員会のwebページ上¹⁵⁾に図として示されている。教科書編集者¹⁶⁾によれば、見本本のセットを各学校へ巡回して供覧しているのは静岡県の特徴で、一般には、教科書センター等の法定展示会場での供覧にとどめている場合が多いとのことである。平成16年度の静岡県教科用図書選定審議会の開催、17年度用の採択の決定結果については、県の記者提供資料¹⁷⁾として教育委員会事務局の義務教育課からweb上に随時簡潔に発表されている。

ここでもうひとつ、昨年から教科書検定に関連して話題になっている「発展的な学習内容」の教科書での記載の問題について、教科書編集者からの談話¹⁸⁾とweb上の情報をもとにまとめておきたい。教科用図書検定調査審議会は、2002年7月31日に出した「教科書制度の改善について（検討のまとめ）」¹⁹⁾の中で、「教科書に『発展的な学習内容』等の記述を可能とすることについて」として、下記の考え方を提示した。

- ・ 学習指導要領の目標、内容の趣旨を逸脱しない
- ・ 児童生徒の心身の発達段階に適応し、負担過重とならない
- ・ 主たる学習内容との適切な関連を有する
- ・ 本文以外での記述とし、他の記述と明確に区別する
- ・ 「発展的な学習内容」等であることを教科書上明示する
- ・ 記述の分量は各教科書全体の中の一定割合以下の適切な分量（小・中と高校とで分量には差異がある）

これを受けて、改訂された義務教育諸学校教科用図書検定基準（平成14年8月29日文部科学省告示第172号）²⁰⁾が示された。この中の

2 選択・扱い及び組織・分量

- (1) 図書の内容のうち、説明文、注、資料などは、主たる記述と適切に関連付けて扱われていること。（下線中川）

は、旧基準²¹⁾では

(1) 図書の内容のうち、説明文、注、資料などは、主たる記述と関連付けて扱われており、当該内容的確な理解に資する程度であること。(下線中川)

であって、以前はこれを理由に検定意見をつけられることが多かったが、この改訂によって「発展的な学習内容」だけでなく、書き易さがかなり改善された、とのことである。

学習指導要領のいわゆる「はどめ規定」は依然として絶対で、例えば、「2種類又は3種類」とあれば4種類はできない。しかし視点を変えることによって制限を越えることが可能とされた。これは上記の「教科書制度の改善について(検討のまとめ)」¹⁹⁾の中にある

学習指導要領において扱う事例数等を規定したものについては、扱いを変えるなどの配慮がなされていれば、「発展的な学習内容」等としてではなく、それらの制限を超えた記述を可能とすることが適当。

によるものであろう。例えば、第3学年の「昆虫の育ち方」で検定意見がついたが、視点を変えて第4学年の季節の軸を入れて見れば可となったと聞く。

このような検定基準の緩和により、教科書がどのように変わり、それを教育現場でどのように扱っていくかについては、来年度以降の研究課題となる。

3. 小学校理科の物理用語とそれに関連する問題

3.1 はじめに

近頃の学力調査によると、小学校でも理科と算数が苦手な子どもたちが増えてきている実態が明らかにされ、抜本的な授業の改革の必要性が認識されるようになってきている。その原因究明と教育の改革は簡単でないものの、これらの教科の授業に対する改革を目指して、教員の研修が始まっている。小中学校の理科教育の充実を図り、小学校の理科が苦手な教員を少しでも減らして、どの教員も自信を持って楽しく授業ができるようにしようという取り組みである²²⁾。

そのような取り組みも大切ではあるが、ここでは、大本にある学習指導要領と教科書に見られる物理用語について、疑問のあるものについて検討を加えたい。なぜなら、不適切な用語の使用は子どもたちに誤った概念を植え付ける危険性があるだけでなく、教員も誤った理解を持ってしまうことが懸念されることから正が求められるであろうし、中学校理科あるいは高校物理とのつながりの欠ける用語も教育を混乱させ、プラスにはならないからである。

小学校理科には独特の用語が用いられている。一例をあげると、4年理科の教科書を見ると2個の乾電池の直列接続と並列接続を「直列つなぎ」、「へい列つな

ぎ」と呼んでいる。これには特に問題点をはらんでいると思われるわけではないが、なぜ中学校で使われている「直列回路」、「並列回路」や一般社会で使われている「直列接続」、「並列接続」ではいけないのであろうか。「直列回路」、「並列回路」は一般の呼び方でもある。小学校理科では「・・・接続」を平仮名で「・・・せつぞく」とすべきかもしれない。「せつぞく」という言葉が4年生には難しいとは思えないし、小学校の教育が大人への仲間入りに向けた準備である以上、大人社会で使われることのない用語を導入することはできるだけ避けるべきであろう。それに、中学校理科とのつながりもない。同じ単元で「電流」と「回路」の用語が登場するが、「直列つなぎ」「へい列つなぎ」の用語はこれらと比べてバランスを欠いている²³⁾。

この例は些細なことであろう。しかし、もっと深刻に考えなければならない用語がある。以下では、用語の意味する概念が、小学校理科では一般社会とは異なる独特の意味で用いられている「光電池」と「電磁石」について考察する。

3.2 「光電池」について

太陽電池を意味する「光電池」という用語が小学校理科に登場したのは、平成元年3月公示の小学校学習指導要領²⁴⁾（平成4年4月施行）からである。第4学年の「B 物質とエネルギー」の分野のところで

(3) 乾電池や光電池、豆電球やモーターなどを使い、電気や光の働きを調べることができるようにする。

ア 乾電池の数を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方を変えることができること。

イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。

となっている。従って小学校理科の教科書に「光電池」が登場したのは平成4年度の教科書からということになる。現行の小学校理科もそれに引き続いている。

中学校理科や高校物理の学習指導要領に太陽電池は登場しないが、教科書には「太陽電池」として記述されている。つまり太陽電池を指す用語の「光電池」はほとんど小学校理科だけに登場する²⁵⁾。

なお、「光電池（太陽電池ともいう）」と但し書きの説明を加えている小学校教科書²⁶⁾も見られる。

太陽電池を「光電池」と呼ぶのは、中学校理科以降とのつながりを欠いていると言えるだけでなく、小学校の教科書でも極めて不自然である。小学校4年理科の教科書には「光電池」が使われているものとして、電卓や、ソーラーカー、街灯や宇宙ステーションなどを写真を添えて示しているが、それらは一般社会では“太陽電池が使われているもの”として理解されまた表現されている。わざわざ小学校理科で独自の用語「光電池」を使う必然性がいくら探しても見あたらない。

実際の教育現場では、「光電池」は太陽電池のことであると教えているので混乱はないと聞いているが、後述する調査の結果からは必ずしもそうとは言えない実態が見えてくる。

筆者の推定であるが、小学校理科で太陽電池を「光電池」と呼び変えるようにしたのは、太陽電池は電灯などの太陽光以外の人工光でも同様にはたらくからであろう。もしそうだとしたら、「光電池」という社会一般では使われない用語を持ち込むのではなく、太陽電池を取り扱う単元のはじめに、太陽電池が太陽光でも電灯光でも同じようにはたらくことを確認するように授業を行えばよいだけのことである。

本当に太陽電池を「光電池」と呼んでよいのであろうか。

あまり一般にはポピュラーではない用語である「光電池」について、子供たちが図書館などで調べるであろうことを考えて、いくつかの科学事典(辞典)で調べてみた。たとえば、「岩波科学百科」²⁷⁾を引くと、以下のように記述されている。

光電池(こうでんち) photo cell. 半導体と金属のつなぎめや、n型半導体とp型半導体のつなぎめ、あるいは半導体と溶液との界面に光があたると、その部分に電圧が生じる。これを光起電力という。光起電力効果を利用して組み立てられた電池を光電池と総称する。半導体-金属接合部分を利用する光電池としては、セレン光電池がよく知られている。最近では、半導体のpn接合を利用した太陽電池の研究がさかんであり、とくにアモルファスシリコンの太陽電池は、電卓用電源などに実用化されている。半導体と溶液の界面における光作用を利用する湿式光電池も、さかんに研究されている。

また、もう少し高度になるが、「物理学辞典」²⁸⁾を調べると、

半導体のpn接合や金属と半導体のショットキー・バリアーでの光起電力効果を利用して、光エネルギーを電気エネルギーに変換する装置。エネルギー変換(太陽電池)、光・電気信号変換(照度計、露出計など)に用いられる。Si, Se, CdS, GaAsPなどの結晶が基材となるが、光の波長により変換効率が異なり、特に太陽光に対して効率を上げたものを太陽電池といい、アモルファスシリコンを使用したものの変換効率は5~10%である(亜酸化銅光電池)。

となっている。

どちらの記述も、光起電力効果を利用した装置一般のことを光電池と呼んでいるのであり、太陽電池はそのなかの一つにすぎない。特に、「物理学辞典」からは、光エネルギーを電気エネルギーに変換してそれを電気エネルギーのエネルギー源として利用する太陽電池のようなものから、光を検出する光センサーまで含めたものが光電池と呼ぶものであることが分かる。つまり、光電池(photo cell)は太陽電池(solar cell)とは同義語ではないのである。

筆者の調べた限りでは、太陽電池を光電池と同義としている辞典や事典はどこにも見あたらない。

ちなみに、“photo cell”は“photoelectric cell”あるいは“photovoltaic cell”の簡略語である。実際、文部科学省（文部省）の編纂している「文部省学術用語集 物理学編」²⁹⁾を調べると次のようになっている。この用語集は学術用語を日本語表記と英語表記で対応させたものである。そこには「光電池」の英語表記は“photo cell”と記述されていて、当然のことではあるが、“solar cell”ではない。

文部科学省は、小学校の学習指導要領と学術用語辞典で、「光電池」に異なる定義を与えていることになる。

これでは教育に混乱を来しているのではないかと心配になる。

そこで、本学教育学部の1年次学生を対象とする授業の場を使って、学生たちがどのように理解しているのかを知るために、以下の質問事項で調査した。

小学校理科で光電池について学んだらう。以下の項目で正しいと思われるものの番号を丸で囲め。

1. 太陽電池は光電池の一種である。
2. 光電池は太陽電池の一種である。
3. 太陽電池と光電池はおなじものである。

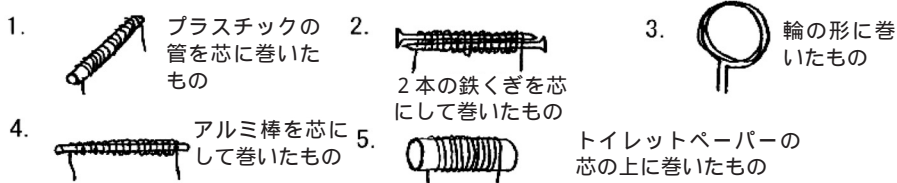
回答総数142のうち、1.を選んだもの58、2.を選んだもの19、3.を選んだもの65である。科学用語としての光電池からは1.が正答である。しかし、小学校理科の立場からは3.が正答ということになる。実際、3.を選んだものの数が相対的には最も多いが、全体の46%に止まっている。1.を選んだものが41%もいることは、半数近くの学生が小学校理科の「光電池」が太陽電池とまったく同じ物であるとは理解していないことが結論される。

文科系の学部と見なされている本学教育学部の学生のなかには高校で物理の授業を受けたものは非常に少ないと思われるので、この調査結果は小中学校の理科教育の結果を忠実に反映していると考えてよいであろう。

3.3 電磁石

ここ数年にわたり、筆者の担当する授業のなかで、学生たちに、小学校6年理科教科書に記述されている直流モーターを作成する課題を課している。「電磁石」を「コイル」と呼ぶ学生が多く見られ、それらの学生は電磁石とコイルの区別が付いていないと思われ、「光電池」の理解に関する学生への調査に併せて以下の質問事項で調べた。

次の図はどれも1本の導線（エナメル線）をきれいに巻いたものである。図の中には電磁石であるものとなないものがある。電磁石であるものの番号をすべて丸（ ）で囲め。ただし、描かれていないが、どれも導線の両端に電池を接続して電流を流すものとする。



言うまでもなく、正答は2. だけである。

調査結果は以下の通りであった。

回答総数140のうち正答数20，誤答数120である。

誤答の内訳をみると，3. の輪の形のコイルを（も）電磁石としたものの数が50，1. と5. の空心のコイルを（も）電磁石としたものが18，4. の鉄心の代わりにアルミ棒を使ったものを（も）電磁石とみなしたものが97となった。

輪の形のコイルを電磁石と見なしたものが多数見られたのは，電磁石ではなくコイルを使った直流モーターが小学校や中学校理科教科書に記述されていることがその原因であろう。空心のコイルを電磁石と見なしているものの数が少ないのは，小学校理科の電磁石そのものの理解が適切に定着している証と考えられる。しかし，アルミ棒を心にしたコイルを電磁石と見なしているものの数が非常に多いのは，電磁石についての理解が十分ではないことを示している。

永久磁石に付くものは鉄でできたものであることを3年次に学び，そこで鉄が磁化することも学ぶ。ソレノイドの心に鉄を入れると，電流を流したときに鉄が磁化されて電磁石になることが6年の電磁石のところでも説明されている。しかし永久磁石に付かないアルミの棒など非磁性材料を心に入れても電磁石にはならないことが理解されていないことを調査結果は示している。空心ソレノイドでは実際には磁石のはたらきが現れず，電磁石になるためには鉄心が決定的な役割をしていることがしっかり教育されていない結果であろう。軟鉄心を入れたコイルと空心コイルのつくる磁束密度は12000から15000倍もの違いがあり，電磁力の働きにおいて両者には質的な違いがあることを認識しなければならない。

実際，国語辞典や科学事典等を引いても，コイルの中に軟鉄心が入っているものを電磁石と呼んでいる。

小学校理科の教育で電磁石を取り扱うに当たっては，学習指導要領で定めている電流の強さやコイルの巻き数を増やすと電磁石が強くなることだけでなく，

- ・空心コイルでは検出できても非常に弱い電磁力しか得られないこと
- ・3年次に学んだことを受けて、鉄心を入れると鉄が磁化されるために電磁力が飛躍的に大きくなること
- ・アルミ棒など磁化されないものをコイルの心に入れても電磁力は大きくならないこと

を、実験を通して子供たちが電磁石とは何かをしっかりと理解するように、教育する必要があるだろう。そうするならば空心コイルを電磁石と混同することはないはずである。その上で、電磁石にも永久磁石（棒磁石）と同様に両端に磁極が現れること、それらがN極とS極の対であることを、学習指導要領で定めている事項とともに理解するように指導しなければならない。

そこで、以上の観点から、旧課程用（平成12年発行）と新課程用（平成14年発行）の各教科書出版社の小学校6年理科教科書を検討するが、その前に学習指導要領の関連箇所の記述を以下に示しておく。

「電磁石」は平成14年度施行の学習指導要領では6年理科の「電流のはたらき」の単元に登場する。平成14年度施行の学習指導要領では

(3) 電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつようにする。

ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わること。

イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わることを。

となっている。平成4年度施行の旧課程の学習指導要領²⁴⁾では、さらに「ウ 電熱線に電流を流すと発熱し、電流の強さによって発熱の仕方が違うこと。」があり、またイで「電磁石を利用してモーターなどの道具が作れること。」も加えられていた。なお、どの出版社の現在の教科書にも、平成14年度施行の新課程の小学校学習指導要領（平成10年12月告示、平成15年12月一部改正）³⁰⁾第1章第2の2にもとづいて、直流モーターや電磁石を利用したおもちゃづくりに関する記述が加えられている。

信濃教育会

旧課程用「新しい理科6年下」³¹⁾では、イ. コイルに電流を流して砂鉄や鉄くぎが付くこと、電流を流さないときには付かないことを確認、ロ. コイルの中に鉄くぎや針金を入れて電流を流すと砂鉄やくぎが引きつけられることを確認、ハ. 銅、アルミニウム、木、ガラスなどの棒を入れて同様に実験しても砂鉄や鉄くぎは引きつけられないことを確認するようにしていることに注目される。また、電磁石にも極があることを、電磁石と棒磁石の周りに砂鉄を撒いて同じように砂鉄が並ぶことを見ることにより確認するようにしていることにも注目される。しかし円形コイルのモーターをつくるようになっている。これは「電磁石を利用した

モーター」ではない。

新課程用「楽しい理科6年下」³²⁾では残念なことに、前の教科書にあった空心コイルと鉄心を入れた電磁石との実験的比較が削除されている。また、砂鉄の分布パターンを永久磁石と比較することが除かれており、単に棒磁石と同様に電磁石の両端に砂鉄や鉄くぎが引きつけられることを確認するだけに止められている。ゼムクリップを鉄心にしてそれにエナメル線を巻いたものを回転子とするモーターに代えられている。

新興出版社啓林館

旧課程用「新版理科6年下」³³⁾、新課程用「理科6年下」³⁴⁾とも、円形コイルに電流を流して鉄心をコイルに入れると、小さな鉄くぎを引きつけるようになることを記述している。コイルに鉄心を入れる前と入れたときを比較させるように記述することが望まれる。さらに、アルミ棒など鉄以外の非磁性材料の棒をコイルの心に入れたときの実験が望まれる。

旧課程用³³⁾には、鉄釘を鉄心にした電磁石を回転子にしたモーターと円形コイルを回転子にしたモーターの両方がある。新課程用³⁴⁾では鉄釘を鉄心にした電磁石を回転子にしたモーターだけになっている。上述のように、円形コイルのモーターは「電磁石を利用したモーター」ではない。

学校図書

旧課程用「みんなと学ぶ小学校理科6年上」³⁵⁾では、コイルに電流を流すと近くの方角磁針が反応すること、コイルが永久磁石みたいになることや虫ピンがコイルに引き込まれることをまず確認している。そしてその後にコイルの心に鉄くぎを入れて、そうするとコイルだけの時に比べてクリップを引きつける力が顕著につよまることを調べ、それが電磁石であることを学ぶようになっている。コイルの心に非磁性材料の棒を入れたらどうなるかを調べる記述が望まれる。

コイルを回転させるモーターを作るようになっている。上述のように、コイルだけに電流を流しても永久磁石みたいなはたらきをすることを調べているので、首尾一貫していると言える。しかしこれも「電磁石を利用したモーター」ではない。

新課程用「みんなと学ぶ小学校理科6年下」³⁶⁾を見ると、旧課程の教科書³⁵⁾にあった、鉄心のないコイルに電流を流すと方位磁針が反応する等非常に弱いながら永久磁石と同様なはたらきが見られることに関する記述が一切なくなっているのが残念である。コイルの心に非磁性材料の棒を入れたときどうなるかの記述はここでもない。つくる教材ではモーターではなく、電磁石と永久磁石の力のおよぼし合いを使った乾電池チェッカーになっている。

教育出版

旧課程用「理科6下」³⁷⁾では、最初から鉄釘をコイルの中に入れた電磁石を作

り、電磁石の性質について実験を通して学ぶようになっている。空心のコイルは出てこないし、コイルの中に非磁性材料の棒を入れるとどうなるかについても触れられていない。学習指導要領は一項で「電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わること。」と述べているが、この教科書ではコイルに鉄心を入れてコイルに電流を流すと鉄心が磁化されることが述べられていない。電磁石の性質だけに記述が限定されている。

しかし、「作ろう」のページには円形コイルの回転子をもつモーターが掲載されている。これが電磁石とどのような関係があるのか記述されていないだけでなく、「電磁石を利用したモーター」ではない点で学習指導要領に合致しない。

大日本図書

旧課程用「新訂たのしい理科6下」³⁸⁾では、方位磁針を使って電磁石を調べ、コイルに電流を流して、鉄心がある場合には鉄心が磁化されるので、鉄心がない場合より方位磁針が強くふれることを確かめるようになっている。しかし、それ以上に、鉄心がない場合には鉄くぎやゼムクリップを引きつける力が生じないことを確認することが望まれる。

非磁性材料をコイルの心に入れたときの実験が望まれる。

電磁石が使われている物として、鉄製のゼムクリップの心にエナメル線を巻いた電磁石を回転子としたモーターをつくるようになっている。なお、このモーターは整流子とブラシを持つ。

新課程用「たのしい理科6下」³⁹⁾では、鉄心がある場合とない場合の方位磁針のふれ方を調べる実験がなくなっている。非磁性材料の棒をコイルの心に入れたときの実験もない。

作る教材として、「回転する電磁石」と称してコイルを回転子にしたモーターを掲載している。さらに、「自作電流計」と名付けたコイルとフェライト磁石のあいだに働く力を利用して電流の大きさを指示するものも示されている。コイルを回転子にしたモーターが「電磁石を利用したモーター」ではないことは言うまでもない。

東京書籍

旧課程用「新訂新しい理科6下」⁴⁰⁾では、最初にコイルの中に鉄の釘のほかに銅の釘、アルミニウムの針金、木の棒等いろいろな心を入れて電流を流すとき、どれが鉄のゼムクリップを引きつけるかを調べて電磁石になる条件を調べるようになっているが、頷ける記述である。

しかし、電磁石を使ったものをつくるところで、鉄心のないコイルを使ったモーターや乾電池チェッカーについて述べているが、空心コイルのはたらきについて記述がないことを考えると疑問が残る。言うまでもなくこのモーターも「電磁石を利用したモーター」ではない。

一方新課程用「新しい理科6下」⁴¹⁾では、いきなりコイルの中に鉄心だけを入れて電流を流し、電磁石の性質を調べるようになっていて、旧課程用⁴⁰⁾にあった電磁石の成立条件を調べる記述がなくなっている。

電磁石を使ったおもちゃづくりでは、吊した永久磁石が下に固定した電磁石から受ける力でゆらゆら動くおもちゃと、電磁石で鉄の空き缶や鉄釘などをひろう道具、それにミシンのボビンにエナメル線を巻いたものを回転子にしたモーターについて記述されている。家庭で使うミシンの場合ボビンはプラスチック製であり、鉄製のボビンは業務用ミシンに使われるものである。従ってこのモーターに使われているものは電磁石ではなく空心のコイルと同等なものであると考える必要がある。よって電磁石を使ったおもちゃとは言えないことになる。

以上で述べてきたことを要約しておこう。

1. 学習指導要領に電磁石の成立条件を調べる記述がない。すでに述べたように、空心コイルと軟鉄心を持つコイルすなわち電磁石では電磁力に飛躍的な差異がある。
2. 学習指導要領には触れられているが、電流を流すとコイルの中の軟鉄心が磁化されることが記述されていない教科書が見られる。また、3年で学んだはずの「物には、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物があること。また、磁石に引き付けられる物には、磁石に付けると磁石になる物があること。」(学習指導要領)との関連が見られない教科書が多い。
3. そもそも「電磁石」の用語の使用を逸脱し、空心コイルまで「電磁石」と見なしてしまっている。

3.4 おわりに

小学校の理科教育で子供たちの科学的な思考力を養っていくためには、教育の内容において、実験事実を体験によって教えるだけでなく、「なぜそうなるのか」を子供たち自らが問い、問題を掘り下げることによって知識を広げ「そうになっている理由」に気づき、「それは前に学んだことと関連している」ことに気づくことを導くような関連性と系統性を持った内容でなければならないだろう。そのような内容であってはじめて、子供たちは自らの科学的思考力で理解した世界を広げることができるだろう。

以上の点を考えても、小学校理科教科書に見られる「電磁石」に関する不適切な記述は改められなければならないだけでなく、子供たちの理解の世界を着実に広げていくような電磁石に関する内容が求められる。

それは大本の学習指導要領にも言えることであろう。太陽電池を「光電池」と呼ぶのは用語の上で正しくないだけでなく、子供たちに無用な混乱を引き起こし

ているであろう。

「小学校学習指導要領解説 理科編」⁴²⁾の中にも不適切な用語が見られる。第4学年のBの中に「発光素子」と「圧電素子」が出てくる。おそらく「発光素子」は発光ダイオード(LED)を指していると思われ、「圧電素子」は圧電スピーカーやそれを組み込んだ圧電ブザーや電子オルゴールのことと思われるが不明である。しかし「発光素子」は各種の発光ダイオードの他に半導体レーザーやEL素子等をも含む用語であり、もし発光ダイオードを指すなら用語として不適切である。「圧電素子」も同様であろう。エレクトロニクスの専門的な知識を持っていない小学校の教員が読む文章の用語としても全く不適切と言わざるを得ない。

4. 化学および物理分野での単位の表記に関して

既に報告^{43, 44)}した問題意識から、継続して化学および物理分野における教科書での単位の表記について調査した。表記方法の不備、混乱が大学生を含めた化学の学習にどのような影響を与えているかについては、既に述べた⁴³⁾のでここでは触れない。

4.1 高等学校新課程化学，物理

平成15年度から施行された高等学校学習指導要領に準拠した高等学校化学および物理の教科書のうち、化学，物理，については見本本の段階で既に調査し報告⁴⁴⁾した。今回、化学，物理，について調査したが、基本的に大きな変化はなく、計算式における末尾[単位]方式、表の表題やグラフの軸の説明における[単位]表記などが依然として主流を占めている。その中で数研出版の化学(化/006)においては、同社の化学(化/010)におけると同様、計算式におけるJIS/ISO方式による単位表記、物理量と単位に関する記述がある、などの点において他社本より頭一つ抜け出している。採択数で上位にある同社がより姿勢を鮮明にし、他社をリードすることを期待したい。

4.2 韓国、中国の状況

第2.2節で触れた財団法人教科書研究センター附属教科書図書館には、海外の教科書も所蔵されている。近年の教科書は必ずしも多くないが、韓国に関しては、新しいものが多数収められている。それらを概観した結果、単位の表記方法について、[単位]型の表記が多く見られるが統一はされていないこと、JIS/ISO方式による適切な単位表記が見られないこと、など日本の現状と類似しているという印象を持った。

一方、中国の高級中学(日本の高等学校に相当)の化学⁴⁵⁾と物理⁴⁶⁾の教科書では、計算式におけるJIS/ISO方式による単位表記、表の表題やグラフの軸の説明

における量/単位という表記に完全に統一されていたのは新鮮な驚きだった。ただ、化学では、公式の表記において、

$$\frac{\text{質量(g)}}{\text{モル質量(g/mol)}} = \text{物質的質量(mol)}$$

(質、爾は原文では簡体字表記)

などのような形式が用いられていた。既に繰り返し述べて来た^{43, 44)}ように、これは量 = 数値 × 単位に基づいて量そのものと特定の単位を用いて量を表した数値とを区別する書き方によれば、

$$\frac{\text{質量をgの単位で表した数値}}{\text{モル質量を(g/mol)の単位で表した数値}} = \text{物質質量をmolの単位で表した数値}$$

た数値

という意味であり、より簡潔には、

$$\frac{\text{質量/g}}{\text{モル質量/(g/mol)}} = \text{物質質量/mol}$$

と表記されるべきものである。また [単位] 型の表記は調査の限りでは見出されなかった。

4.3 わが国の過去の教科書

中学校理科教科書の現行本では、単位を [] で囲んだ表記 (以下、[単位] 型の表記 と略記する) が広く使われているが、現行5社の教科書でこの表記が初めて採用された時期を遡及調査したところ次の通りであった。

東京書籍：1965年検定の第 期2次本⁴⁷⁾

大日本図書：1992年検定の第 期1次本⁴⁸⁾

学校図書：2001年検定の第 期1次本⁴⁹⁾

教育出版：1977年検定の第 期3次本⁵⁰⁾

啓林館：1965年検定の第 期2次本⁵¹⁾

東京書籍と啓林館が早いしかも同時期に [単位] 型の表記を採用したことが分る。

高等学校の教科書を見ていくと、[単位] 型の表記が使われたのは物理の教科書が先行し、化学の教科書はそれに引きずられる形になっている。従って以下では主として現在まで発行されている物理の教科書 (物理Aと物理Bのように取り扱いの詳しさによって複数の科目に分れているときは詳しい方) について遡及調査した。

東京書籍

第 期の途中から物理の教科書発行をはじめた。最初の物理Bの教科書である1966年検定の第 期本⁵²⁾で [単位] 型の表記が登場している。しかしその表記に

関する言及も説明もない。また、図、表等においては [単位] 型の表記は使われていない。この教科書に先立って、1964年検定の物理Aの教科書⁵³⁾が発行されており、そこで既に [単位] 型の表記が採用されていた。しかしそこでも表記に関する言及や説明はなかった。

実教出版

同一科目に対し複数種の教科書を発行している時期があるので、変遷をたどる場合には注意が必要である。ここでは、第 期まで継続して発行された一連の教科書について単位の表記と取り扱いについてたどりた。

1959年検定の第 期本⁵⁴⁾の「まえがき」の中に、次のような記述がある。

物理量を文字の記号であらわした場合には、その文字は単位をも含めた記号である。

例—— $g = 980 \text{ cm/s}^2$, $c = 3.00 \times 10^{10} \text{ cm/s}$ など

特にその単位を強調したい場合には、括弧に入れた単位を補った。

例——電位差 V (ボルト), 電流 I (アンペア) など

このほかに、文字が数値だけをあらわす場合がある。

例—— t ときの音の速さを $V_{\text{m/s}}$ とすると、

$$V = 331.5 + 0.6t \text{ (m/s)}$$

このような場合には、 t や V は単位を含まない数値である。これらの数値は、用いる単位によって違ってくる。そこで、どの単位を用いたかを明らかにする必要があると思われる場合には、上の例のように、その単位を括弧に入れて書き添えておいた。

「量自体」と「特定の単位を用いて表わされた量の数値」とを区別しなくてはならないというJIS/ISOでも強調されている考え方が既にこの時期に現れているのは注目すべきであるが、「量 = 数値 × 単位」という根本原則をきちんと踏まえない表記法を用いた点では、今日まで続く混乱とつながっている。この教科書の以降の版でも、量と単位に対する配慮は存続しており、1969年検定の第 期3次本⁵⁵⁾の「まえがき」には、

量を文字であらわすときには、次のような2通りのあらわし方がある。

(a) 文字が単位まで含めた物理量をあらわす場合

たとえば、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

(b) 文字が単位を含まない数値だけをあらわす場合

たとえば、面積 $S \text{ m}^2$, 温度 t

文字を扱うときには、常にこの区別をはっきりさせることがたいせつである。(a)の場合は、物理法則をあらわす式は用いる単位に関係なく一

定の形に保たれるが、(b)の場合は、同一の法則でもそれをあらわす式は用いる単位によって変わってくる。

この教科書では、量をあらわす文字はおもに(a)の方法によったが、場合によっては(b)の用い方をしたところもある。同じ場所で(a)、(b)の両方の用い方をしなければならないときには、まぎらわしいので、(b)の用い方をした文字には'をつけて区別した。たとえば、面積を $S = S'm^2$ とあらわすと、 S は面積そのものをあらわし、 S' は面積を m^2 で示したときの数値だけをあらわしている。

のように詳しく書かれている。また1975年検定の第 期 2 次本⁵⁶⁾でも

温度が t のときの (中略) 音波の速さ v は、およそ

$$v = (331.5 + 0.6t) \text{ m/s}$$

のような配慮の感じられる記述が見られ、安易に [単位] 型の表記に流れることはなかったが、次の1978年検定の第 期 3 次本⁵⁷⁾で遂に [単位] 型の表記が一部に登場している。

三省堂

ここも同一科目に対し複数種の教科書を発行している時期があり注意が必要である。ここでは、第 期まで継続して発行され、量と単位に対しての正しい理解に立ち、それを本文中でも明確に述べていた一連の教科書について取り上げたい。

1963年検定の第 期 2 次本⁵⁸⁾の第 1 章は「測定」と題され、その中に

物理量の大きさは単位と数値で表わされる。たとえば、3 立方メートルといえ、1 立方メートルという単位体積の3倍ということで、3 は数値である。そして、ある物理量の数値をきめることが測定である。

と、明確に述べられている。また1972年検定の第 期 1 次本⁵⁹⁾では、巻頭の「はじめに」の中で

$$\text{物理量} = \text{数値} \times \text{単位}$$

の式が明確に示されている。また「1 4 量の間の関係式」では、長方形の2辺の長さ a 、 b と面積 S との関係式 $S = ab$ について説明し、

上式はたんなる数値の間の関係式ではなく、量の間の関係式で、単位のとりかたによらない式である。

述べられている。またquantity calculusに則った単位の計算についても説明されている。しかしながら表の表題やグラフの軸の説明における単位の表記は (単

位)方式となっている。なお[単位]型の表記は調べたが見つからなかった。

啓林館

1966年検定の第 期2次本⁶⁰⁾から[単位]型の表記に転換している。上記中学校理科の教科書における転換とほぼ同時期である。

大原出版

物理の教科書を発行していたのは第 期までであるが、[単位]型の表記を早い時期から取り入れていたので、ここに取り上げることとする。1965年検定の第 期2次本⁶¹⁾から[単位]型の表記を電磁気学の分野で採用している。単位を[]で囲むということを明言していることが特徴である。まず、「まえがき」で、

7. 単位の定め方は物理学の法則ときわめて密接な関係がある。そこで本書では特に単位を重視して編集した。

と、述べてある。そして電磁気学を扱う第8章の冒頭の「第8章を学ぶ前に」の中で、

電磁気的な量は種類が多く、これらの量の間になり立つ関係式も複雑である。そこでこの章からは物理量の単位にはすべて[]をつけて示し、

と明言している。電磁気学以外の分野で[単位]型の表記が現れるのは次の改訂以降となる。

これに先立つ第 期の物理Bの教科書は同社は発行しておらず、内容的に対応する第 期の「物理(5単位)」の教科書に[単位]型の表記は現れていない。また、東京書籍本との比較の関係で1962年検定の第 期の物理Aの教科書⁶²⁾についても調査したが、[単位]型の表記は見出されなかった。

数研出版

第 期から物理の教科書に参入し、1982年検定の第 期1次本⁶³⁾から単位を[]で囲む方式が現れている。しかし単位表記のすべてが[]で囲む方式に統一された訳ではなく、現在に至っている。

第一学習社(1968年度まで修文館出版)

1972年検定の第 期1次本⁶⁴⁾から[単位]型の表記に転換している。

4.4 [単位]型の表記の登場のいきさつについて

上記の調査から、[単位]型の表記が日本の教科書に最初に登場したのは、東

京書籍の1964年検定の物理A⁵³⁾であることが明らかになった。引き続き同社の物理Bの教科書⁵²⁾が発行される前後から、大原出版⁶¹⁾、啓林館⁶⁰⁾、に急速に広がり、その後の浸透はゆるやかではあったが、実教出版、三省堂などの「量自体」と「特定の単位で表わした量の数値」を区別してきた姿勢の社も巻き込んで行った。またこの流れの中で、[単位]型の表記を採用することの言及があったのは、大原出版⁶¹⁾におけるものだけであった。

では、この[単位]型の表記導入の経緯はどのようなものであったのか。最初に採用した教科書中に言及がないのなら、その教科書の指導書に何か手がかりがあるかも知れない。

最初の東京書籍1964年検定物理A⁵³⁾の指導書は、東京書籍によれば作られたことは確かであるようだが、東書文庫に所蔵がなく確かめられなかった。続く同社1966年検定物理Bの教科書⁵²⁾の指導書⁶⁵⁾は東書文庫に所蔵があって調査したが、「編集の方針と特色」のところに米国PSSCを踏まえて作ったこと、MKSA単位系の採用、などは触れられているが、[単位]型の表記を導入したことについてはどこにも触れられていなかった。なおこの物理の教科書への参入の経緯については、東京書籍の社史⁶⁶⁾にも触れられている。

そのような経過から、東書文庫を通じて東京書籍の元編集者の方に次のような質問⁶⁷⁾をした。

1. 単位を [] で囲む方式の採用は、著者のどなたかのご発議によるものか、それとも編集ご担当の方のご発議によるものでしょうか。またそのような発議までにどのような経緯があったのでしょうか。
2. その方式は、それ以前にどこかの本等で採用されていたものをお使いになったのか、新たにご考案なさったものでしょうか。
3. その方式を採用するにあたって、著者、編集の方々の間にご異論やご議論があったのでしょうか。それともすんなりと決まったのでしょうか。
4. その方式を採用した上記の教科書が刊行されて、現場の先生方の反応とかで特に何かお聞きおよびになったことなどがあればご教示ください。
5. 上記の高等学校の物理教科書では、表の見出しと図の軸の単位は [] で囲まずに表示されているのに対し、理科の教科書では、すべて [] で囲んで表示されています。中学校用と高等学校用との著者、編集者の方の間で、表記方法に対して微妙な「温度差」のようなものがあったのでしょうか？

これに対し、昭和40年代に理科の編集に携わっていた元編集者⁶⁸⁾から書面で下記の回答を受けた。

1～3について：

- ・物理Aで、単位に [] を採用したのは、「誰か」というより編集部（高理）内の話し合いで決定したように思う。
- ・当時、物理また大学入試の問題で、2つの単位が使われていてそれ自体、物理の学習を嫌いにさせる要因になっていた。その2つの単位は、c・g・s単位（センチメートル・グラム・秒）とM・K・S（メートル・キログラム・秒）単位である。
- ・またM・K・S単位への移行期でもあり、物理A発行にあたって、単位に特別の配慮をしていることを、[] で区別する表記をした。
- ・編集部と著者の間で、この表記に関して異論があったという記憶はありません。また、どこかの本のまねをしたことでもない。

4～5について：

- ・物理Aの編集が斬新であるという評価とあわせて、「しゃれた表記」という反応でした。
- ・中学校と高等学校とでの、この表記にたいしての温度差は、当時の中・高の理科の先生方の単位についての、意識の違いのように思います。
- ・中・高だけでなく、物・化・生・地の教科で単位はバラバラで、理科として統一した表記にしようという動きもなかった。

また東京書籍元編集者・元副社長 坂本明氏は、このメモに対し、

- ・中学理科もこれにならって40年度本から [] を使うようにした。
- ・これはあくまで、推定のレベルで詳しく調べるのにはかなり長い時間を要する。

を付言⁶⁹⁾したとのことである。筆者としてもこれからも継続して調査する予定である。

5. 生物分野での単位表記について

5.1 はじめに

本共同研究において生物学の担当者として適切な検討および提言ができるのであれば、小学校理科においては主として [生物とその環境] を扱った分野であり、中学校理科では2分野の一部、および高等学校理科の生物分野ということになる。

本共同研究の当初の課題である量と単位の表記について、小学校、中学校、高等学校の各段階で、また、物理、化学、生物、地学の理科各分野において共通の理解と使用の実態があることが望ましいのは言うまでもないことである。

まずは、上記の生物関連分野においても、同様の問題を検討する必要がある。

ただ、こと小学校・中学校・高等学校の教科書に関して、理科4分野のうち生物関連分野においては、その内容は物理および化学に比較すると圧倒的に記載的な表現が多く、数値（物理量）を取り上げてある箇所においても、それは多くの場合相対値であり、具体的な測定値が取り上げられている場合も、厳密に定量的な数値としてではなく、かなり定性的な表現として使われていることが多く、特に計算式の形で記述されている箇所はほとんどないというのが教科書の実情である。実際に生命現象を明らかにする研究において、あるいは生物学的事実を明らかにする実験・観察・調査・測定等の過程では、厳密に定量的な数値が問題であり、統計処理の方法や計算式も含めて、単位と量についての基礎的な考え方が確立していることは必須であるが、少なくとも初等・中等教科書においては、余り重く扱われていないのが現実である。

小学校、中学校の理科教科書についてはすでに本共同研究代表者中川⁴³⁾が詳細な検討を行っている。高等学校生物においては、関連の問題で指摘すべき点がいくつかあることが推測されることから、生物関連分野において、本稿ではこの量と単位の問題について高等学校生物教科書に限定して検討した。現行の8社の高等学校生物検定教科書（生物，生物A，生物B，生物を含む）のうち任意の2社のものを詳細に調査し、比較検討を行った。他社のものも概ね傾向が同じであったため、本稿において詳細な調査はこの2社のみ限定し、他は参考として扱い、その結果を述べることにしたい。

教科書を中心とした問題を考える際に、生物関連分野では量と単位のテーマ以外の所にも重要な検討課題があることが考えられるため、それについては別稿で取り上げたいと思う。

5.2.1 詳細な調査をした教科書の種類

現行（平成15年度使用）のものを調査した。

新課程	生物	；平成13年度検定済	平成15年度使用開始	平成15年度用
旧課程	生物A	；平成8年度検定済	平成10年度使用開始	平成15年度用
	同	生物B	；平成8年度検定済	平成10年度使用開始
	同	同	；平成9年度検定済	平成11年度使用開始
	同	生物	；平成8年度検定済	平成10年度使用開始
	同	同	；平成9年度検定済	平成11年度使用開始

詳細に調査した教科書の出版社名

東京書籍
数研出版

計2社 11種

5.2.2 調査した項目

これは本共同研究の出発点である中川⁴³⁾の調査の観点に準じている。

- 【A】 計算式中の単位
- 【B】 表およびグラフ
- 【C】 単位間の関係式
- 【D】 文字式での単位
- 【E】 物理量と単位に関する記述

これらの調査項目において表記の方式を分類する記号についても中川に従った。

5.2.3 高等学校生物の教科書における表記

- 【A】 計算式中の単位および【D】 文字式での単位

前述の通り、生物分野では教科書において定量的な扱いをして説明する分野が非常に少ない。高等学校生物の教科書においても、共通して文字式または計算式が出て来るのは、唯一顕微鏡の使い方の中でマイクロメーターの使い方を説明する部分だけであった。この項目は生物分野各教科書に記載されており詳細な調査をした2社11種の教科書のうち、9種の教科書、すなわち生物を除くすべての教科書に記載があった。文字式および計算式ともこの領域のみで、他の箇所での扱いは殆ど見られないので、これについて【A】計算式中の単位および【D】文字式での単位の2項目を一括して述べることとする。

<表記例1> (数研出版 生物⁷⁰⁾ および 生物 B⁷¹⁾)

マイクロメーターの使い方

$$\text{接眼マイクロメーターの} \frac{\text{対物マイクロメーター目盛りの長さ} \times 10 \mu\text{m}^1}{1 \text{目盛りが示す長さ}} = \frac{\text{接眼マイクロメーターの目盛り数}}{\text{接眼マイクロメーターの目盛り数}}$$

(*¹本文中に「対物マイクロメーター1目盛りの長さは10 μmである」の記述...筆者註 以下同様)

- ・接眼マイクロメーターの20目盛りと
- ・対物マイクロメーターの7目盛り が一致する時

$$\text{接眼マイクロメーターの} 1 \text{目盛り}^{*2} = \frac{7 \times 10 \mu\text{m}}{20} = 3.5 \mu\text{m}$$

...例1

上記の例は、物理・化学分野における文字式、計算式とは少し趣を異にするが、唯一式が登場する項目なので、一応【A】計算式中の単位の項目として検討し、【D】文字式での単位についても計算式の方式の分類にならって検討した。

この例1では、式、答えとも裸の単位がつけられ、一応JIS/ISO方式に倣っているかと思われるが、ここで厳密にJIS/ISO方式に従うならば、接眼マイクロメーターの1目盛りの示す長さの単位表記は「μm / 目盛り」となる。文字式及び計

算式中に「10 μm」と表記されている長さ（物理量）は本来「10 μm / 目盛り」の意味であるが、それを本文において上記筆者註のように「対物マイクロメーター 1 目盛りの長さは10 μm である」と文章で説明し、文字式および計算式では「×10 μm」すなわち 1 目盛りあたりを省略し「μm」の単位を使っている。この箇所を厳密に「μm / 目盛り」の単位で表記していたのは、次に示す [表記例 2] および [表記例 3] のいずれも上記表記例 1 と同一の出版社である数研出版の 3 教科書のみであった。それ以外は詳細に検討した 2 社以外にも全く見当たらず、本文中に上記著者註と同様な「対物マイクロメーター 1 目盛りの長さは10 μm である」の記述があり、文字式および計算式では「/ 目盛り」を省略して「μm」の単位を用いるのが共通したやり方であった。従ってこの方式は JIS/ISO 方式というには不完全であり、単に「裸単位方式」と呼んだ方がよいであろう。

また、下線部^{*2} は上の文字式と同様に「接眼マイクロメーターの 1 目盛りが示す長さ」としなければ物理量としての正しい表記とならない。（ただし、上記表記例 1 中の生物 B では下線部全体が省略されている。）

この場合、JIS/ISO 数値方程式による表記に準じて内容を正しく記述すると次のような表記になろう。ちなみにそのような例はどこにも見当たらなかったが、望ましい表記例

マイクロメーターの使い方

$$\text{接眼マイクロメーター 1 目盛りが示す長さ} / (\mu\text{m} / \text{目盛り}) = \frac{\text{対物マイクロメーター目盛り数} \times 10 \mu\text{m} / \text{目盛り}}{\text{接眼マイクロメーターの目盛り数}}$$

- ・接眼マイクロメーターの 20 目盛りと
- ・対物マイクロメーターの 7 目盛りが一致する時

$$\text{接眼マイクロメーター 1 目盛りが示す長さ} / (\mu\text{m} / \text{目盛り}) = \frac{7 \times 10 \mu\text{m} / \text{目盛り}}{20} = 3.5 \mu\text{m} / \text{目盛り}$$

< 表記例 2 > (数研出版 新編生物⁷²⁾)

マイクロメーターの使い方

- ・接眼マイクロメーターの目盛り数(a)
 - ・対物マイクロメーターの目盛り数(b)が一致する時
- 接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さ $x(\mu\text{m})$ は

$$x(\mu\text{m} / \text{目盛り}) = \frac{b(\text{目盛り}) \times 10(\mu\text{m} / \text{目盛り})}{a(\text{目盛り})} \quad \begin{array}{l} a \text{ が } 25 \\ b \text{ が } 20 \\ \text{ のとき} \end{array}$$

計算式

$$\frac{20 \times 10}{25} = 8(\mu\text{m}) \quad \dots \text{例 2}$$

これは単位に「μm / 目盛り」を使っている数少ない例である。その点に関し

てはJIS/ISO方式に倣っていると言えるが、表記は(単位)方式であり、文字式で(μm / 目盛り)と表記しながら計算式の単位表記は(μm)となっており、また文字式ではすべてに(単位)をつける(単位)方式を採りながら、実際の計算式では末尾(単位)方式になっている。表記のしかたに統一がないことが指摘できる。

<表記例3> (数研出版 生物 A⁷³⁾および 新編生物 B⁷⁴⁾)

マイクロメーターの使い方

- ・接眼マイクロメーターの目盛り数(a)
- ・対物マイクロメーターの目盛り数(b)が一致する時

接眼マイクロメーターの1目盛りの長さ x (μm) は

$$10(\mu\text{m}/\text{目盛り}) \times b(\text{目盛り}) = x(\mu\text{m}/\text{目盛り}) \times a(\text{目盛り})$$

$$x(\mu\text{m}/\text{目盛り}) = \frac{10 \times b}{a} \quad *3$$

...例3

この例においても「 μm / 目盛り」と「 μm 」とが混在しており、表記のしかたは途中まで(単位)方式と言えるが、最後の計算式において答えに単位がついていない。(単位)方式をとるならば、*3のあとにこの場合は(μm / 目盛り)をつけるべきである。

例1～例3は同一出版社の高等学校生物教科書であるが、丁寧な表記を試みている一方で統一性に欠けるところがあり、何より文字式および計算式において単位に関して細部に注意が行き届いていない。

<表記例4> (東京書籍 生物IA⁷⁵⁾ 生物IB⁷⁶⁾)

マイクロメーターの使い方

$$\frac{\text{接眼マイクロメーターの1めもりが示す長さ}(L)}{\text{接眼マイクロメーターのめもり数}} = \frac{\text{対物マイクロメーターめもり数} \times 10 \mu\text{m}}{\text{接眼マイクロメーターのめもり数}}$$

- ・接眼マイクロメーターの10めもりと
- ・対物マイクロメーターの7めもり が一致する時

$$L = \frac{7 \times 10 \mu\text{m}}{10} = 7.0 \mu\text{m}$$

...例4

これは他の多くの例と同様、1目盛りの長さの単位に「 μm 」が使われ「/めもり」は省略されているが、文字式および計算式に全て単位が付記されており、裸単位方式に統一されている。

<表記例 5 > (東京書籍 新編生物 B⁷⁷⁾)

マイクロメーターによる長さの測定

1 めもりの長さは $14 \mu\text{m}$

髪の毛の太さは 7 めもり

髪の毛の太さは、 $14 \mu\text{m} \times 7 = 98 \mu\text{m}$...例 5

前半を省略してあるが、文字式および計算式に全て単位が付記されており実際の検鏡試料の下線部計算式においても裸単位方式に統一されている例である。

<表記例 6 > (東京書籍 新編生物 ⁷⁸⁾)

マイクロメーターによる長さの測定

1 めもりの長さは $2.5 \mu\text{m}$ (ここまでは式にも単位つき...筆者註)

孔辺細胞の長さは 18 めもり

孔辺細胞の長さは、 $18 \times 2.5 = 45(\mu\text{m})$...例 6

これは途中まで式にも全て単位がつけられており、裸単位方式と言えるが、実際の細胞の長さを測定する下線部計算式では、ここだけ末尾(単位)方式になっている。

例 1 ~ 3 と同様、ここでも細部に注意が払われておらず統一がないと言える。

以上、マイクロメーターの使い方については、高校生物の初習で使用される可能性のある教科書には全て記載があり、9教科書について比較をしてみた結果、9例中3例が基本的にJIS/ISO方式に倣おうとしてはいるが一部不完全、不備があり、他は、裸単位方式、(単位)方式または末尾(単位)方式あるいはその混合であった。たったこれだけの部分にも様々な表記のしかたが採られており、多くの例でそれぞれどこかに不備、不統一が指摘される結果となった。

全く同じ箇所の説明についても、出版社によりまた同一出版社でも教科書により表記のしかたはまちまちであり、単位についてどう表記するのがもっとも適切かという検討が十分行われていないであろうと推測される。

詳細な検討をした上記2社以外で多く見られた例

マイクロメーターの使い方

- ・接眼マイクロメーターの目盛り数(a)
- ・対物マイクロメーターの目盛り数(b)が一致する時
接眼マイクロメーターの1目盛りの長さ $x(\mu\text{m})$ は

$$x(\mu\text{m}) = \frac{b(\text{目盛り}) \times 10(\mu\text{m})}{a(\text{目盛り})} \quad \begin{array}{l} \text{計算式} \\ aが25 \\ bが20 \\ \text{のとき} \end{array} \quad \frac{20 \times 10}{25} = 8(\mu\text{m})$$

…例7

マイクロメーターの使い方のところでは、この2社以外の教科書における表記も上記6例のいずれかの方式に分類され、数の上では、例2に類似するが上記例7のように単位として「 μm / 目盛り」ではなく「 μm 」を使用し、かつ<文字式中は(単位)方式、計算式において末尾(単位)方式>のもの、に近い例が最も多く見受けられた。

〔単位〕方式または末尾〔単位〕方式は高等学校生物教科書では少数であったが、マイクロメーターの使い方では末尾(単位)方式の表記をしている教科書において別の箇所では次のような〔単位〕方式での表記が見られる例があった⁷⁹⁾。

<表記例7>

オオカナダモの葉の細胞の原形質流動速度を測定しようという探究活動の中に

$$\text{原形質流動速度}[\mu\text{m}/\text{秒}] = \frac{\text{葉緑体の移動距離}[\mu\text{m}]}{\text{かかった時間}[\text{秒}]}$$

これは生物の教科書において、マイクロメーターの使い方以外で計算式が使われている数少ない例であり、調査した範囲ではこれ1例だけであったが、これも少なくとも同一の教科書では同じ表記をしたいものである。

【B】表およびグラフ

表およびグラフにおいては多くが〔単位〕方式または(単位)方式であり、裸単位方式が少数、JIS/ISO方式のものは皆無であった。

【C】単位間の関係式

文字式および計算式と同様にマイクロメーターの使い方の項でm, cm, mm, μm , などの関係式が出てくる。いずれも()なしの単位が表記されたJIS/ISO方式であった。その他の箇所では「1 J = 約0.24cal」の記述が1例のみ⁸⁰⁾あり、それ以外には単位間の関係式の登場する箇所は見受けられなかった。

【E】物理量と単位に関する記述

高等学校生物教科書において、物理量と単位に関する記述は全く見当たらなかった。

以上が【A】から【E】の観点についての調査の結果である。

次に、上記の観点以外に量と単位の問題では、統一した使い方という視点で1, 2の問題点に触れておきたい。

5.3 SI単位, 分野による習慣, 日常生活上の慣用との関係 容量(体積)の単位について

体積を表す単位としてSI単位記号としては「 m^3 」を使用するよう定められている。それは長さのSI単位として「 m 」を使用することに基づいており、「 m^3 」を基準としてその $1/10^3$ が「 dm^3 」、その $1/10^3$ が「 cm^3 」さらにその $1/10^3$ が「 mm^3 」と定められている。1 dm^3 の体積を表す単位として「L」(リットル)がSI単位系に準じて使用が認められる単位として表記されているが、1 cm^3 を表す単位としての「mL」(ミリリットル)は使用をさける単位として除外することが明記されている。

一方、我々日本人が慣用的に使う体積の単位はどうかというと、土木や水道との関連で水量・土量などを示す場合は「 m^3 」を公文書の本文中ではしばしば「立米」と漢字表記を使用するが、日常身近なものの体積を表す単位としては、「L」(リットル)、「mL」(ミリリットル)が多く使われ、生活に密着した容量は小文字の「ml」を使用することが多い。特にこの点で教科書ではどのような表記になっているか調べてみた。調べた教科書は上で調査した高等学校生物分野の全教科書である。

その結果、8社40種類の教科書のうち、1社6種の教科書を除いてすべてが溶液の体積の単位は「L」、「mL」を使用していた。「 cm^3 」の表記をしていたのは、啓林館本(同社の6種すべて)のみであった。同社の教科書は化学分野のものも「 cm^3 」に統一されていた。

文字表記については「L」、「mL」の大文字表記はごく限られており大部分が小文字のローマン体のイタリック「 l 」、「 ml 」、または筆記体「 ml 」、少数が「 ml 」であった。ただ原則として「 l 」、「 ml 」を使用している教科書も内容により「 cm^3 」で表記しているところもあり、統一がとれているとはいいがたい。例えばATPによる筋収縮の実験の項ではA液を25 ml 、B液を2 ml ...その他の部分でも ml と表記している同じ教科書で、現生人の頭骨の脳容積は1400 cm^3 と表記している⁸¹⁾。

上記に類似した表記が多く見受けられるこの人類の脳容積の例は、おそらく部分的にこの分野の引用文献の表記をそのまま使ったために、他の部分での表記と異なる単位による記述となったと思われる。人類の脳容積の記述も ml に統一してある教科書は少数見られた。

高等学校生物教科書では上記のような結果であったが、このことについて小学校・中学校理科教科書との関連はどうか。

小学校理科教科書では、6社ともすべて液体の体積を「 ml 」で表記し、「 cm^3 」は全く使用されていない。水は(あるいは他の液体も)そのかさをメスシリンダーを使ってはかり、その単位が「 ml 」であることは自明の理として記載されている。

ここでは単位の表記のみならず、水の体積と重さとの関係が絡んでくる。小学校算数で溶液中の溶質（例えば食塩）の量や濃度を問題にする時、溶液の量は重さで表現するがそれとの関係はどのように説明されるのか。唯一、大日本図書1社のみ、5年下「もののとけ方」の所で「水を50g（重さで）はかり」その後「かさでもはかれる」と、メスシリンダーの使い方が説明され、「1mlの量の水は1gになる」の説明があった。

一方、中学の理科教科書では、すべて体積は「cm³」で統一された表記になっている。

SI単位系に従うことの合理性、日常の慣用との関わり、そして小学校・中学校・高等学校を通して一貫した学び方ができることの重要性などを考えた時に、どうするのが最もよいのであろうか。同一のものの大きさを表現するのに単位表記は種々あり、それらが混在している現実が一方にある中で、各分野、あるいは各段階において統一することが必要であろうし、何らかの理由で使い分けが不可避の場合には少なくとも異なる単位表記相互の関係を明確にすることが求められよう。

容量（体積）の単位について、現時点では現状分析と問題提起の域を出ないが、さらに検討してみたいと考えている。

以上、量と単位の表記について生物関連分野の教科書での現状を調査し検討したが、これ以上の検討は物理、化学、および数学等の分野で行うのが適切と思われることから、本稿においてその先は各分野担当者に譲りたいと考える。

5.4 生物分野教科書に特有の問題点

教科書の記述は、基本的な条件として、まず間違っはいけない。少なくとも教科書が使われるその時点で正しい（とされている）ことを書くことが求められるであろう。理科においては科学的事実が正しく伝えられ、自然界の原理・現象の理解を促し、かつ児童・生徒が自然科学に興味・関心を持ち、それをさらに膨らますことができ、探究活動が深まっていくような魅力的な内容であることが求められる。そのために取り上げる材料や記載の順序は適切か、事実相互の関連性や重みを正しく表現しているか、他の単元、他分野、他教科との関連性、小・中・高等学校の各段階での整合性はとれているか、などに注意が払われていなくてはならない。そのように教科書を見ていくと、生物分野の教科書においては、量と単位の表記の問題点の他に、あるいはそれ以上に重要な問題点がいくつか指摘できる。それらのうち近年の多くの問題点は教科書の問題というより、すでに各方面からの発言がある通り、教科書検定の問題と深く関わってくる内容である。それについては関連学会から意見書が提出されていることでもあるので、ここでは敢えて教科書検定と直接的に関わることではないと考えられる問題点を取りあげ、別稿で論ずることとしたい。

6. 地学分野の考察

6.1 理科 (A)の視点から

本学の初等教育課程では、小学校教員養成を柱とする性格上、9教科において「教科 (A)」「教科 (B)」という科目を開設するとともに、国語・社会・算数・理科の4教科においては、その「教科 (A)」を必修科目として位置付けている。筆者はその中の「理科 (A)」及び「理科 (B)」における「地学分野」を担当しているが、例年その内容を(質・量ともに)下げざるを得ない状況にある。

「理科 (A)」においては、小学校の教員として必要不可欠な知識または技能を、小学校理科の「C地球と宇宙」及び中学校第2分野「大地の変化」「天気とその変化」「地球と宇宙」「自然と人間」の内容に視点を置き、この区分の基礎知識を深めると同時に、地学が自然科学の中でも特異なものであり、時間的・空間的にミクロのものから極めてマクロのものまでを対象に取り扱う学問であることを認識するとともに、野外の事物や自然現象を地学的に捉える力を身につけることを目的としている。

このため、小学校学習指導要領理科C区分「各学年の目標と内容及びその単元」を柱に、中学校学習指導要領理科第2分野の該当項目について時系列的に考察するとともに、小学校教員として必要となる最低限の知識を整理していくことを内容目標に位置付けている。

ところが、学生に地学分野に関する基礎的な知識及び技能が身につけていないために、現状では「小学校の知識内容」から補完していかなければ講義を展開できないのである。なぜ、初等・中等教育の内容が定着していないのか、以下、小学校及び中学校・高等学校の教科書を手がかりとして考察すると共に、教員養成課程における地学教育の在り方を検討していく。

6.2 学生の実態から

本学教育学部初等教育課程の必修科目(1年次開講)「理科 (A) 地学分野」において、毎年学生の実態調査を実施している。下記は平成16年度の受講生138名を対象に行った知識定着調査項目の一部である。(() 内の数値は通過率)

同様の調査を平成12年度より実施しているが、結果に有意差は存在しない。これが、本学に入学してくる学生の地学分野に関する知識の実態である。

高等学校の指導内容として位置付けられている[問9]及び[問10]の通過率が低いのは、「地学」または「地学」に該当する科目を履修していないことが大きな要因であることが推察できる。前述の実態調査によれば、地学 該当の単位を取得した者は6%、地学 まで取得した者は3%に過ぎないのである。過去5年間の調査でも同様の結果を示していることから、本学の学生は「中学校2分野」の知識までが実態調査の評価規準となることを前提としたい。

- | | |
|-----|-------------------------------------|
| 問 1 | 星によって色が違うのはどうしてか。(48% 66 / 138) |
| 問 2 | 北極星はどうして目印にされているのか。(39% 54 / 138) |
| 問 3 | 天の川は何からできているのか。(27% 37 / 138) |
| 問 4 | ビッグバンとは何か。(19% 26 / 138) |
| 問 5 | 季節はどうしてできるのか。(18% 25 / 138) |
| 問 6 | 月の形はどうして変わるのか。(15% 21 / 138) |
| 問 7 | 月の模様がいつ見ても同じなのはどうしてか。(12% 17 / 138) |
| 問 8 | 日食や月食はなぜ起こるのか。(11% 15 / 138) |
| 問 9 | エルニーニョとは何か。(9% 12 / 138) |
| 問10 | ケプラーの法則を簡単に説明せよ。(8% 11 / 138) |

しかし、そのような状況を差し引いて考えたとしても、他の問いに対する通過率は低すぎるのではないだろうか。[問1] から [問8] に関しては、学生が学んできた指導要領の内容から逸脱していない事項である。特に、[問6] は小学校で取り上げている内容の発展である。学生の知識定着度の低下が叫ばれて久しいが、この調査においてもそれを実証したことになる。

6.3 地学教育の現状から

前述の通り、本学教育学部初等教育課程に入学する学生が高等学校において「地学」を履修していないことが最大の要因である。これは、本学の学生に限ったことではなく、全国的な動向であることは周知の通りである。今や、高等学校において地学を開講していること自体が珍しくなってしまった。

このような状況を踏まえて大学の教授内容を検討していくことが我々教員の使命ではある。初等教育課程の観点からは、小学校教員として理科のC区分を指導する際に最低限必要な知識及び技能を身につけさせなければならない。さらに、中学校理科及び高等学校理科の教員免許取得希望の学生に対しては、それ相応のカリキュラムの吟味が必要となる。いずれにしても、大学に入学するまでに「何を・どのように」学んでいるのかを十分調査した上で、補充と発展を組み合わせた系統的な内容構成の確立が課題となる。

図1は、平成10年度に告示された学習指導要領に基づく検定教科書⁸²⁻⁸⁵⁾の内容から、その単元名を指標に系統性を示したものである。この改訂では、理科の時間数及び内容が削減・軽減されたため、地学関係の単元数も減少している。特に、小学校と中学校の地学内容は必要最低限のものに整理され、小学校の内容は中学校へ、中学校の内容は高等学校へとそれぞれ移行された。これにより、学校間における内容の重複は減ったが、「定着率の低下」が懸念されることになった。

小学校 3年生	かげのでき方と太陽の光 あたたかさと太陽の光		
小学校 4年生		星を見よう 月を見よう	水のすがた
小学校 5年生	天気と気温 わたしたちの気象台		流れる水のはたらき
小学校 6年生		大地のつくり 大地の変化	ヒトと自然
中学校 2分野	天気とその変化	地球と宇宙	大地の変化 選択理科 自然と人間
高校 理科 総合B	地表の姿と大気	生命と地球の移り変わり	自然の探求 人間の活動と地球環境の変化
高校 地学	大気・海洋と宇宙の構成	地球の構成	
高校 地学	宇宙の探究	地球の探究 地球表層の探究	課題研究

図1 初等中等教育における地学分野学習単元の系統性
 新興出版社啓林館の教科書（小学校理科～高校地学）⁸²⁻⁸⁵⁾を参考に作成

6.4 小学校教員養成の視点から見た地学教育の検討

(1) 小学校理科

2006年度から数年間にわたり入学する学生は、学習指導要領の一部改正による「発展的内容」の実施状況により、学習してきた内容に大きな差が生じていると推察される。小学校における「月の満ち欠け」はその代表的な例である。この補完的な内容として、中学校で「金星の満ち欠け」を学ぶことになっているが、果たして「満ち欠け」そのものを理解しているだろうか。また、「地層」と「堆積岩3種」は共通学習内容となっているが、既に発展として「火山と地層を通じた岩石の学習」及び「郷土の地質、地域のフィールドワークを通じた地層・岩石の学習」を取り入れている学校も存在する。このような状況を踏まえた上で、理科

(A) の学習内容を再構成していかなければならない。

(2) 中学校理科

教科書の記述に基づいて学習を展開していると仮定した場合、時間数等との関連から、実際に野外での観察活動を通して学ぶ機会は多くないと判断できる。よって、体験的な学習を重視する小学校教員養成の視点からは「野外観察」を取り入れた科目が必要となる。野外観察は、理科の発展的活動のみならず、校外活動・総合的な学習の時間の中に位置付けられる重要な要素である。内容としては、教科書の記述が少ない「火山とマグマ」「火成岩とその分類」を特に重視していかなければならないだろう。これは、学習指導要領における火成岩の扱いが、深成岩・火山岩それぞれ1種類ずつを学ぶことになっていることに対する対処でもある。このような状況を踏まえた上で、理科 (B)の学習内容を検討する。

(3) 高等学校

小学校及び中学校の地学は、その内容が移行・削除・軽減されてはいるが全員必修である。ところが、高等学校の「地学」等は選択科目であることに加えて開講されていない場合が少なくない。地学が開講されていない場合、生徒は全く地学分野は学べず、逆に地学を選択した者にとっては移行措置によって学びきれないほどの内容が提示されることになる。高等学校の地学への対処は最大の課題ではあるが、まずはこの二極化に対応すべく、理科教育法の班構成を工夫するとともに学習内容を再検討していく。

6.5 理科教員養成の視点から見た地学教育の検討

(1) 高等学校の現状から

理科においては「理科基礎」、「理科総合A」、「理科総合B」、「物理」、「化学」、「生物」及び「地学」のうちから2科目（「理科基礎」、「理科総合A」及び「理科総合B」のうちから1科目以上を含むものとする）が必修科目となっている。しかしながら、総合科目（「理科総合A」「理科総合B」「理科基礎」）の内容は相互に関連性がなく、総合科目としては未熟である。しかも、これらの科目のうち最低1科目が必修科目であることを考えると、他の必修科目として「地学」が選択される可能性は少ないと推察される。このような現状から、「理科総合A」「理科総合B」「理科基礎」の内容を十分に分析するとともに、高等学校教員免許（理科）の取得を希望する者に対する系統的な地学教育を検討していく必要がある。

(2) 科目内容

高校地学の内容には、鉱物学、岩石学を含む地質学、地震学など固体地球科学だけでなく、気象・海洋など流体地球を扱う科学、超高層物理学、惑星科学、宇宙科学、そして古典的な古生物学から進化科学など実に多くの学問分野が含まれ

ている。このような多様性は、学ぶべき本質を判りにくくしている。また、日常生活に関係したという観点で、「固体地球のプロセスが生活に及ぼす影響としての地質災害とその防止策について」という項目が挙げられている。これらを理科教育 及び理科教育 に含めていくことを検討していく必要がある。

(3) 学習内容

特に地質学の分野は「岩石の分類」に代表されるように、覚えなければならない知識事項が少なくない。それを基礎とした上で、「太陽系の形成」「プレートテクトニクス」「マントルブリューム」「プレート運動によって起きる地震・火山活動」等のプロセスを系統的に学んでいく必要が生じる。この分野は中学校からの確実な積み重ねが重要になるため、少なくとも理科専攻の学生（あるいは中学校教員免許（理科）の取得を希望する者）に対してはプロセスを重視した内容構成を検討しなければならない。また、このような学問の形態を重視する目的の中に、「地学の内容は相互に関連のない分野の寄せ集め」という学生の意識を解消する意義を含ませておく。これらに関しては、理科教育 及び理科教育 の内容に位置づけることを検討していく。

7. 中学校技術・家庭科の技術分野の教科書について

現状では技術分野の教科書は2冊（2社）しかない。中学校学習指導要領の技術・家庭科の技術分野で扱う内容は、「A 技術とものづくり」と「B 情報とコンピュータ」に別れている。つまり、技術分野のうち半分が「B 情報とコンピュータ」にあてられている⁸⁶⁾。

中学校で技術・家庭科の必修となっている履修時間は、第一学年が70時間、第二学年が70時間、第三学年が35時間となっている。

7.1 「A 技術とものづくり」について

前半の「A 技術とものづくり」の内容は日常生活に密着している部分であり、理科専攻の学生は卒業研究の際に実験道具を手作りすることになるので、ぜひとも抑えておいてもらいたい。以下のようなことが実際にあった。

- ・ものとのとの接合方法を知らないため強度が不足している。例えば、釘の長さが適切でない、ネジ止めすることを思い付かない、素材にあった接着剤があることを知らないなど。
- ・工具の使い方を理解していないため、工具を壊してしまったり、うまく使いこなせない。サイズの異なるドライバーでネジを回してネジ山をつぶしてしまう、ドリルのチャックにあわないドリル歯を差し込んでしまう、両刃鋸の縦引き・横引きの違いをしらないなど。

これらは技術分野の教科書に書かれており学んだはずの内容であるが、身につ

いていない。普段ものづくりをする機会がない、興味がないので忘れてしまう、実際には技術分野をほとんど履修していないなどが考えられる。少なくとも、理科専攻の学生には基本的な「ものづくり」ができるようになってもらいたい。

7.2 「B 情報とコンピュータ」について

「B 情報とコンピュータ」に関しては、高等学校の情報との関わりが深いので、具体的な内容を学習指導要領から抜き出してみると、

- (1) 生活や産業の中で情報手段の果たしている役割について、次の事項を指導する。
 - ア 情報手段の特徴や生活とコンピュータとのかかわりについて知ること。
 - イ 情報化が社会や生活に及ぼす影響を知り、情報モラルの必要性について考えること。
- (2) コンピュータの基本的な構成と機能及び操作について、次の事項を指導する。
 - ア コンピュータの基本的な構成と機能を知り、操作ができること。
 - イ ソフトウェアの機能を知ること。
- (3) コンピュータの利用について、次の事項を指導する。
 - ア コンピュータの利用形態を知ること。
 - イ ソフトウェアを用いて、基本的な情報の処理ができること。
- (4) 情報通信ネットワークについて、次の事項を指導する。
 - ア 情報の伝達方法の特徴と利用方法を知ること。
 - イ 情報を収集、判断、処理し、発信ができること。
- (5) コンピュータを利用したマルチメディアの活用について、次の事項を指導する。
 - ア マルチメディアの特徴と利用方法を知ること。
 - イ ソフトウェアを選択して、表現や発信ができること。
- (6) プログラムと計測・制御について、次の事項を指導する。
 - ア プログラムの機能を知り、簡単なプログラムの作成ができること。
 - イ コンピュータを用いて、簡単な計測・制御ができること。

このうち、(1)~(4)の内容は必修、(5)、(6)の内容は選択して履修することになっている。(6)の内容が技術分野には一番ふさわしい内容であるが選択となっている。(1)~(5)に関しては、高等学校の「情報」とのつながりを重視していることが伺われるので、従来の技術分野の内容と必ずしも結び付きが強くないものと考えられる⁸⁷⁾。

8. 高等学校の教科「情報」の教科書と本学のカリキュラム

平成15年度から導入された高等学校における教科「情報」は、「情報A」、「情報B」、「情報C」の3科目からなっている。このうち1科目を選択し、2単位が必修となっている。「情報A」の内容は、まさしく基本的な情報に関するリテラシーをカバーするものである。「情報B」の内容の特徴は、アルゴリズム、シミュレーション、データベースを扱うなど、高度な内容を扱うことにある。「情報C」は、ネットワークの仕組みや活用を中心とした内容となっていることが特徴である⁸⁸⁾。

実際の教科書の採択率はどうなっているのかというと、ほとんどの高等学校が「情報A」を使っている。次いで「情報C」、「情報B」となっている。特に、「情報B」の内容は高度であるため、高等学校で指導できる教員、設備などが不足していると考えられる^{89, 90)}。

教科書は、「情報A」が13冊(13社)、「情報B」が9冊(9社)、「情報C」が9冊(9社)となっている。このうち、A、B、Cの全てを出しているものが8社、A、Bを出しているものが1社、A、Cを出しているものが1社、Aのみを出しているものが3社である⁹¹⁾。

本研究はこれら目録にある教科書を全て揃えて行った。数研出版の教科書はTRONの開発者である坂村健氏が著者の一人だけあって、使用されている画面イメージがTRONであるという点が興味深い。一方、他社のものはほとんどがWindowsの画面イメージを使用している(少ないがMacintoshのものもある)。Windowsがパソコン用OSとしての地位を確立しているので、このようになるのは仕方ないのだろう。

さて、本学で開講されているコンピュータ関連の授業内容と高等学校の教科「情報」の教科書の内容を突き合わせてみると、授業内容は「情報A」の内容とほぼ同じである。今後入学してくる学生は、中学校の技術・家庭科の技術分野、高等学校の情報でほぼ同じことを学んできているということを考えなければならない。中学・高校と同じことをする授業だということでは大学の授業として意味がない。具体的には、以下のような工夫が考えられる。

・受講者のレベル別授業

入学時にタッチタイピングができる学生もいるが、キーボードの入力も大変という学生もいる。このような状況で一斉授業を行うのはそろそろ限界かもしれない。もっとも、本学の場合は学部による特性の違いもあるので難しい。教育学部の初等教育課程は、専攻毎の人数は多くても30人程度であるからレベル別に分けることがよい方法とは言い難い。一方、外国語学部の英米語学科は人数も多く「エレメンタリ・コンピュータ」でレベル別授業を実施可能であると考えられる。

・資格取得につながる授業

コンピュータに関する資格を取得したいと考える学生はアンケート調査を見ても多いことが分かる。学生の要望に答えるため、資格取得につながるような授業を開講する必要がある。例えば、パソコン検定3級を取得するということになる、現状の授業内容に加えて、コンピュータのハードウェアに関する知識、ネットワークに関する知識も習得しておかなければならない。現状の授業でハードウェアに関する仕組や役割を説明しているものはないはずである。また、高等学校で履修者の多い「情報A」でもハードウェアに関する取扱いは少ない。

・情報セキュリティについて学べる授業

中学校・高等学校の内容でも扱うことになっているが、話を聞いて終わりというのが通常であろう。しかし、個人でもウィルスに感染したり、他人のなりすましによる不正アクセスが発生している。特に、ネットワーク環境の整備によって、コンピュータウィルスの拡散、個人情報漏洩が大きな問題となっている。どのような仕組でコンピュータウィルスが拡散するのか、情報漏洩はどのようにして起きるのかといったことを知っておくと自衛に有効である。閉じたネットワークを作っておいて実際に試せると一番よい。

もっとも、高等学校の数学の内容を全ての学生が理解していないのと同じように、情報に関しても同じことが言えるだろう。また、小中高のいずれでも情報やコンピュータを教えられる教員のレベルが依然として問題である⁹²⁾。無理をして上記のような内容を行う必要はないかもしれない。いずれにしても学生の実態に応じて授業内容の検討が必要である。

9. 大学生の入学時における数学の学力調査結果

2001年から2004年の各年の4月に新入生に対して行った数学の学力調査の結果を報告する。調査は、教育学部の一年生に対して行った。調査した総数は表2に示すように、各年とも約100名であり、そのうち約30～40名が本学の入学試験において数学を受験していない学生（以下「数学未受験グループ」と呼ぶ）であり、約70名が本学の入学試験において数学を受験した学生（以下「数学受験グループ」と呼ぶ）である。なお、本学の入学試験において数学を受験したか否かが調査時に判明しなかった数名は集計から省かれている。

表2 調査の人数（人）

年度	2001	2002	2003	2004
数学未受験	28	33	39	38
数 学 受 験	66	70	69	71
全 体	94	103	108	109

調査には戸瀬，西村⁹³⁾が用いた下記の問題を用いた。問題数は25あり，各1点として25点を満点とした。解答時間は約50分としたが，ほとんどの学生は30分あまりで解答し終わっていた。

- (1) 750gは kgである。
- (2) 0.008km^2 は m^2 である。
- (3) $\frac{3}{5} \div 0.75 =$ (答えは分数で答えよ)
- (4) $7 \times \{(5-2) \times 3 \div 0.5\} - 5 \times (6-4 \div 2) =$
- (5) $\{1 + (0.3 - 1.52)\} \div (-0.1)^2 =$
- (6)
$$\begin{cases} \frac{x+y}{3} = \frac{3x+2y}{4} \\ 3(x-2y) = 3x-y+5 \end{cases}$$
 を満たす (x,y) は である。
- (7) $-3x-2 < 2x+8$ を満たす x の範囲は である。
- (8) $\sqrt{49} =$
- (9) 2点 $A(2,3)$, $B(3,1)$ を通る直線の方程式は である。
- (10) x^2+4x-5 を因数分解すると である。
- (11) $2x^2-11x+15 > 0$ を満たす x の範囲は である。
- (12) $3x^2-5x+1 = 0$ の解は である。
- (13) x が $-3 \leq x \leq 3$ を満たす x の範囲を動くとき $y = x^2+2x-8$ の最大値は であり，最小値は である。
- (14) A が鋭角で $\tan A = \sqrt{3}$ であるとき $\cos A =$ である。
- (15) 等差数列 $47, 44, 41, 38, \dots$ がある。この数列において第47項は である。但し47を第1項とする。
- (16) 3人でジャンケンをする。3人とも違う種類を出す確率は である。
- (17) $\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{3}}, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{3}{2\sqrt{3}}$ を小さい方から順に並べると となる。
- (18) 整式 $P(x) = x^3+2x+5$ を $x+1$ で割ったあまりは である。
- (19) $\frac{2\sqrt{7}}{\sqrt{7}+\sqrt{5}}$ の分母を有理化すると となる。
- (20) $|x-1| < 2$ を満たす x の範囲は である。
- (21) $2^{\frac{5}{2}} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$ の値は である。
- (22) $\log_3 8 + \log_3 18 - 2 \log_3 4$ の値は である。
- (23) $x^2+x+1 = (x-2)^2+a(x-2)+b$ が恒等的に成立するとき $a =$, $b =$ である。

各問題ごとの正答率を表3に示すが、どの問題の正答率も年度によって大きな差は認められない。問題2, 8, 20, 21などの定義を問う問題の正答率はその問題の難度に比べて低いと思われる。特に、問題2がすべての問題の中で最も正答率が低いことは注目される。また、問題4, 5の正答率が低いことは計算順序の定義が定着できていないためと考えられる。一方、問題9, 10, 13等のような公式にあてはめることによって正答が得られる問題の正答率は比較的高いと考えられる。

表3 問題毎の正答率 (%)

年 度	2001	2002	2003	2004	2001～2004
1	98.0	99.0	95.4	95.4	96.9
2	46.5	43.4	43.5	38.5	42.9
3	91.9	89.9	88.0	89.9	89.9
4	68.7	62.6	69.4	66.7	66.9
5	75.8	63.6	63.0	66.1	67.0
6	84.8	78.8	84.3	79.8	81.9
7	84.8	83.8	81.5	89.9	85.1
8	71.7	73.7	71.3	77.1	73.5
9	89.9	77.8	84.3	75.2	81.7
10	88.9	88.9	83.3	92.7	88.4
11	74.7	70.7	73.1	75.2	73.5
12	77.8	78.8	77.8	79.8	78.6
13	91.9	87.9	80.6	81.7	85.3
14	76.8	73.7	76.9	73.4	75.2
15	69.7	67.7	69.4	67.9	68.7
16	79.8	71.7	71.3	67.9	72.5
17	43.4	44.4	47.2	44.0	44.8
18	73.7	66.7	65.7	70.6	69.2
19	81.8	83.8	78.7	80.7	81.2
20	80.8	74.7	79.6	78.9	78.6
21	59.6	57.6	61.1	54.1	58.1
22	60.6	64.6	64.8	60.6	62.7
23	64.6	60.6	55.6	52.3	58.1
24	80.8	77.8	83.3	80.7	80.7
25	77.8	72.7	76.9	69.7	74.2

数学受験グループと数学未受験グループの平均点と標準偏差を表4，総得点の度数分布グラフを図2に示す。両グループは，平均点，標準偏差ともに大きな差が認められる。また2002年度以後数学未受験グループの標準偏差が増大していることが注目される。全国的な推薦入試の難度の低下と関係があると考えられる。

表4 平均点と標準偏差

年 度	2001	2002	2003	2004
平均点 (数学未受験)	12.9	12.4	13.8	13.4
平均点 (数学受験)	21.3	21.0	20.8	20.6
平均点 (全体)	18.9	18.2	18.3	18.1
標準偏差 (数学未受験)	3.9	6.0	5.9	5.3
標準偏差 (数学受験)	2.5	2.6	2.5	3.1
標準偏差 (全体)	4.8	5.7	5.2	5.3

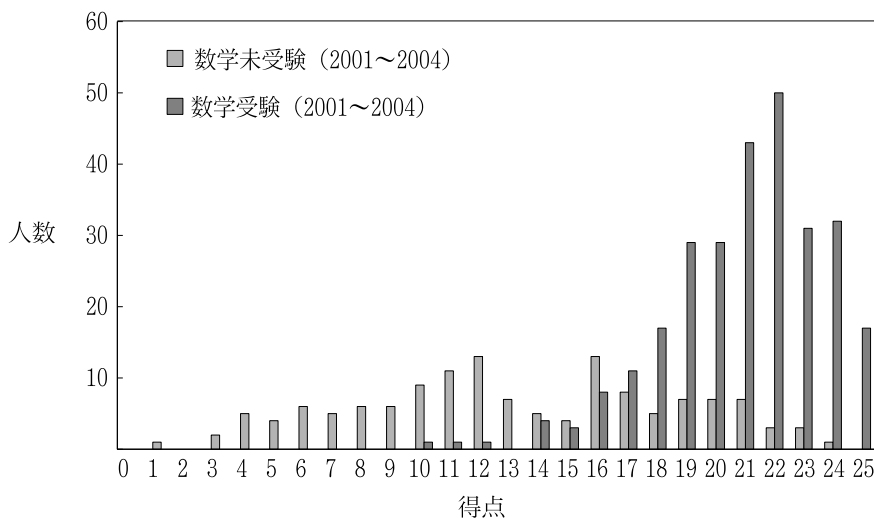


図2 得点の度数分布グラフ

数学未受験グループと数学受験グループの問題毎の正答率(表5)を比較すると，問題1, 3, 4, 8, 10ではあまり差が認められない。これらは小学校と中学校で習う内容である。その他の問題においては，数学未受験グループの正答率は数学受験グループの30%~70%程度である。これらの中にも小学校や中学校で習う内容も見受けられる。特に，問題2が，数学未受験グループでは約17%しか正答が得られていない点が注目される。単位の換算が非常に未習熟であることを見て取ることができる。

表5 受験グループと正答率 (%)

	数学未受験 2001～2004	数学受験 2001～2004
1	94.9	98.5
2	16.7	56.2
3	84.8	92.0
4	65.0	67.2
5	47.8	77.7
6	61.6	90.9
7	71.7	94.2
8	74.6	72.3
9	55.8	93.8
10	81.9	93.8
11	42.0	89.4
12	52.9	91.6
13	65.2	95.6
14	45.7	89.4
15	46.4	80.3
16	47.8	85.4
17	26.8	53.6
18	48.6	82.5
19	55.8	94.2
20	60.1	85.8
21	32.6	69.7
22	26.8	80.3
23	23.2	79.2
24	50.0	95.3
25	41.3	89.4
総点	52.8	83.9

10. まとめ

最後に、本共同研究の中間的なまとめとして、これまでの成果の概要を本稿の各章の順に沿って述べてしめくりとしたい。

第2章では、本共同研究を進めてゆく過程で蓄積してきた、教科書の発行、検定、採択などを含む教科書調査に関係した基本的な情報について、中川が代表し

てまとめた。このような情報が、今後、教科書を手がかりに教育を考えようとする諸氏に有益なものとなれば幸いである。

第3～5章では、教科書の用語、表記等の現状と、それが科学教育にどのような影響を与えるか、どのように改善すべきかを論じた。第3章で石川は、小学校理科の教科書と学習指導要領において、「光電池」、「電磁石」などの物理用語が、一般社会あるいは学術上の用語用法とは異なった独特の用いられ方をしていることを指摘し、その科学教育への影響を大学生へのアンケート調査の分析も踏まえて論じた。第4章で中川は、化学、物理分野の教科書での単位の表記について継続調査し、日本では依然としてJIS/ISO方式は広まっていないが、中国の高校教科書ではJIS/ISO方式が採用されていることを報告した。またJIS/ISO方式の普及を妨げている〔単位〕型の表記の起源を調査した。第5章で海野は、高等学校生物の教科書におけるマイクロメーターによる顕微鏡下での長さの測定の説明を調査し、式における単位の表記のしかたはまちまちであることを明らかにした。また体積の単位について、小中高の教科書の記述を専門分野の習慣、日常生活上の慣用との関係で検討した。

第6～9章では、大学生の現状を分析し、初等中等教育との関係から今後の大学教育が考えられている。第6章で小田切は、大学新入生の地学知識定着調査の結果に見られる初等中等教育の内容が定着していない現状を、小中高の教科書の内容の系統性と関連付けて分析した。そしてこの分析を基礎に大学での地学分野の教育について、小学校教員養成、中高理科教員養成の視点から検討した。第7章で出口は、中学校の技術分野について、教科書に書かれた基礎的な工作知識が卒業研究を行なう大学生に定着していない現状を報告した。また「情報とコンピュータ」区分では、内容が本来の「技術」より「情報」に重きが置かれていることを指摘した。引き続き第8章で出口は、高等学校の新教科「情報」について、本学で開講されているコンピュータ関連の授業内容と関連づけながらその内容を検討した。検討の結果を踏まえて、本学の今後のコンピュータ関連の授業の方向について論じた。第9章で村瀬は、大学新入生の数学の学力調査の結果を報告し、設問のタイプによる正答率の差を検討した。さらに入学試験で数学を受験した学生と受験しなかった学生との正答率の比較から、両グループ間の明瞭な差を見出した。両グループに差のない設問は小中学校の学習内容であるが、小中学校の内容でも差のついた設問もある。

本年度末を以て2年間の本共同研究の期間は終了する。今後は、この共同研究で分担したそれぞれの研究内容を深めることとともに、地道に行動を進めてゆく必要がある。この行動のひとつの方向は、本共同研究が明らかにした問題点を踏まえて、教員養成、教員再教育を含めた初等中等教育の改善への努力であり、もう一つの方向は初等中等教育とのつながりを視野に入れた大学教育の改革である。

謝 辞

教科書に関する情報を頂いた学校図書(株)大関信昭，駒沢進，芹沢克明，矢野高広，の各氏，元東京書籍(株)坂本明，清水満の両氏に感謝する。また，財団法人教科書研究センターには，常葉学園大学附属図書館に「教科書目録データベース(昭和22年度～平成13年度)」を寄贈頂き，研究を進める上で大きな助けとなった。最後に，本共同研究は平成15～16年度の学内共同研究として常葉学園大学の支援をうけたことに深く謝意を表したい。

注および引用文献

- 1) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku.htm
- 2) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/kentei/kekka.htm
- 3) 例えば，東京都教育委員会の「平成17年度使用高等学校用教科書調査研究資料」は <http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/buka/shidou/17textbook.htm> で閲覧できる。また「教科書編集趣意書」は，社団法人教科書協会が文部科学省の委嘱により協会のwebページ (<http://www.textbook.or.jp/index.html>) に掲載していたが，現在は閲覧できない状態になっているようである。
- 4) <http://www.pref.shizuoka.jp/kyouiku/kk-06/tosyosyou.pdf> (小学校)
<http://www.pref.shizuoka.jp/kyouiku/kk-06/tosyotyuu.pdf> (中学校)
- 5) 例えば平成16年度の高等学校用の各教科書別採択数については，2003年12月5日，12日，19日の各号に3回に分けて掲載されている。
- 6) 前年度の検定結果の公開は上記2) から，日程を知ることができる。期間終了後も財団法人教科書研究センター附属教科書図書館にて常設展示されている。
- 7) 中村紀久二他，教科書の編纂・発行等教科書制度の変遷に関する調査研究(平成7～8年度科学研究費補助金研究成果報告書) 1997, p.15.
- 8) 国立教育政策研究所内の学習指導要領データベース作成委員会が作成した学習指導要領データベース (<http://nierdb.nier.go.jp/db/cofs/>) が閲覧できる。また，教育情報ナショナルセンター (<http://www.nicer.go.jp/guideline/old/>) でも閲覧できる。
- 9) http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301.htm
- 10) 財団法人教科書研究センター，「センター通信」No.78，2002-3-20 p.5.
- 11) <http://www.textbook-rc.or.jp/library/library.html>
- 12) <http://www.tosho-bunko.jp/>
- 13) <http://www.shizuoka-c.ed.jp/center/sisetu/kaihou.htm>
- 14) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/gaiyou/04060901.htm
- 15) <http://www.pref.shizuoka.jp/kyouiku/kk-06/tosyokikou.pdf>
- 16) 学校図書(株)大関信昭，駒沢進，両氏との談話による。
- 17) <http://www2.pref.shizuoka.jp/ALL/KISHA04.nsf/>

- 18) 学校図書(株)芹沢克明, 矢野高広, 両氏との談話による。
- 19) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/tosho/toushin/020801.htm
- 20) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/kentei/021202.htm
- 21) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/kentei/910601e.htm
- 22) 文部科学省は、平成15・16年度科学技術・理科教育推進モデル事業(理科大好きスクール事業)を実施している。
- 23) 「直列つなぎ」, 「へい列つなぎ」の用語は古く、戦後の教科書にすでに見られる。
- 24) http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/890301.htm
- 25) 新しい中学校理科教科書には、例えば、竹内敬人・山極隆・森一夫ほか37名, 理科1分野下 新興出版社啓林館 2001検定 [理一710]の本文の注に「光電池(太陽電池)」や、裏表紙の図に「ソーラーパネル(光電池)」という記述が見られる。
- 26) 三浦登・奥井智久ほか29名, 新しい理科 東京書籍 2001検定 [4上:理科401]
- 27) 岩波書店編集部編, 「岩波科学百科」岩波書店(1989)
- 28) 物理学辞典編集委員会編, 「物理学辞典」(改訂版)培風館(1992)
- 29) 文部省・日本物理学会編, 「文部省学術用語集 物理学編」(増訂版)培風館(1999)
- 30) http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122601.htm
- 31) 掛川一夫, 新しい理科 信濃教育会出版部 1999検定 [6年下:理科636]
- 32) 掛川一夫, 楽しい理科 信濃教育会出版部 2001検定 [6年下:理科610]
- 33) 竹内敬人・武村重和・森一夫ほか30名, 新版理科 新興出版社啓林館 1999検定 [6年下:理科638]
- 34) 竹内敬人・武村重和・森一夫・大隅良典ほか32名, 理科 新興出版社啓林館 2001検定 [6年下:理科612]
- 35) 日高敏隆ほか71名, みんなと学ぶ: 小学校理科 学校図書 1999検定 [6年上:理科631]
- 36) 日高敏隆ほか71名, みんなと学ぶ 小学校 理科 学校図書 2001検定 [6年下:理科605]
- 37) 永野重史・養老孟司ほか22名, 理科 教育出版 1999検定 [6下:理科634]
- 38) 戸田盛和ほか48名, 新訂たのしい理科 大日本図書 1999検定 [6下:理科630]
- 39) 戸田盛和・有馬朗人ほか49名, たのしい理科 大日本図書 2001検定 [6下:理科604]
- 40) 三浦登・奥井智久ほか28名, 新訂新しい理科 東京書籍 1999検定 [6下:理科628].
- 41) 三浦登・奥井智久ほか29名, 新しい理科 東京書籍 2001検定 [6下:理科602]
- 42) 文部省, 「小学校学習指導要領解説 理科編」東洋館出版社(1999)
- 43) 中川邦明, 常葉学園大学研究紀要 教育学部 22, 85 114 (2001)
- 44) 中川邦明, 常葉学園大学研究紀要 教育学部 23, 191 212 (2002)

- 45) 人民教育出版社化学室編著,「高級中学課本 化学(必修)第一冊」 人民教育出版社(1995)
- 46) 人民教育出版社物理室編,「高級中学課本 物理第一冊(必修)」 人民教育出版社(1995)
- 47) 茅誠司・服部静夫ほか17名,新編 新しい科学1 東京書籍 1965検定 [理科7023]
- 48) 戸田盛和ほか39名,中学校 理科1分野上 大日本図書 1992検定 [理一703]
- 49) 霜田光一・日高敏隆ほか25名,中学校 理科1分野上 学校図書 2001検定 [理一705]
- 50) 和達清夫・北沢弥吉郎・近藤正夫,ほか15名,新版 中学理科第1分野上 教育出版 1977検定 [理一725]
- 51) 内藤卯三郎ほか18名,改訂 中学新理科1年 新興出版社啓林館 1965検定 [理科7020]
- 52) 近角聡信・長谷川博一・田沼静一ほか3名,物理B 東京書籍 1966検定 [物理23]
- 53) 近角聡信・長谷川博一・田沼静一ほか3名,物理A 東京書籍 1964検定 [物理18]
- 54) 野上茂吉郎ほか3名,物理 実教出版 1959検定 [高理A-1008]
- 55) 野上茂吉郎ほか8名,物理三訂版 実教出版 1969検定 [物理046]
- 56) 野上茂吉郎ほか7名,物理 改訂版 実教出版 1975検定 [物理432]
- 57) 野上茂吉郎ほか7名,物理 三訂版 実教出版 1978改訂検定 [物理461]
- 58) 金原寿郎,物理新訂版 三省堂 1963検定 [物理010]
- 59) 金原寿郎・和田八三久・中村純二,ほか2名,三省堂物理 三省堂 1972検定 [物理408]
- 60) 浅田常三郎・岡小天ほか4名,改訂 高校新理科:物理B 新興出版社啓林館 1966検定 [物理026]
- 61) 朝永振一郎・福田信之,物理B 大原出版 1965検定 [物理004]
- 62) 朝永振一郎・福田信之,物理A 大原出版 1962検定 [物理019]
- 63) 伏見康治ほか4名,高等学校物理 数研出版 1982検定 [物理010]
- 64) 木村仁泰・竹山晴夫・竹山幹夫ほか12名,物理 第一学習社 1972検定 [物理406]
- 65) 東京書籍株式会社編集部,2東書 物理B 1~6 物理023 指導書 全6分冊(1967)
- 66) 東京書籍(株)社史編集委員会,「近代教科書の変遷 東京書籍七十年史」(1980), p.656
- 67) 中川邦明,2004年3月15日,東書文庫宛電子メール
- 68) 清水満,2004年3月29日付,ワープロ印字されたメモ
- 69) 東書文庫浅田氏よりのファクシミリ,2004年4月5日付
- 70) 川島誠一郎ほか8名,高等学校 生物 数研出版 2002検定 [生 007]
- 71) 川島誠一郎ほか10名,改訂版 高等学校 生物 B 数研出版 1997検定 [生 B 638]

- 72) 黒岩常祥ほか 9 名, 新編 生物 - 生命の世界へ - 数研出版 2002検定 [生 I 006]
- 73) 川島誠一郎ほか 7 名, 高等学校 生物 A 数研出版 1997検定 [生 A 629]
- 74) 黒岩常祥ほか10名, 改訂版 新編 生物 B 数研出版 1997検定 [生 B 639]
- 75) 水野丈夫・北原隆ほか 8 名, 生物の世界 [A] 東京書籍 1997検定 [生 A 626]
- 76) 水野丈夫・原襄・石川統ほか13名, 生物 B 東京書籍 1997検定 [生 B 631]
- 77) 水野丈夫・辻英夫ほか10名, 新編生物 B 東京書籍 1998検定 [生 B 660]
- 78) 石川統ほか21名, 新編生物 東京書籍 2002検定 [生 001]
- 79) 太田次郎・本川達雄ほか13名, 高等学校生物 啓林館 2002検定 [生 004], p.22.
- 80) 石原勝利・庄野邦彦ほか11名, 生物 B 実教出版 1993検定 [生 B 541], p.111 注.
- 81) 石原勝利・庄野邦彦ほか11名, 生物 実教出版 1994検定 [生 577], p.77.
- 82) 竹内 敬人・武村 重和・森 一夫・大隅 良典ほか32名, 理科 新興出版社啓林館 2001検定 [3 年:理科311, 4 年上:理科411, 4 年下:理科412, 5 年上:理科511, 5 年下:理科512, 6 年上:理科611, 6 年下:理科612]
- 83) 竹内敬人・山極隆・森一夫ほか37名, 理科 新興出版社啓林館 2001検定 [2 分野上:理二759, 2 分野下:理二760]
- 84) 松田時彦・山崎貞治ほか 9 名, 高等学校 地学 新興出版社啓林館 2002検定 [地 003]
- 85) 松田時彦・山崎貞治ほか 9 名, 高等学校 地学 新興出版社啓林館 2003検定 [地 001]
- 86) 中学校学習指導要領 (技術・家庭)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122602/009.htm
- 87) 学習指導要領における情報教育の改善内容
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/020701.pdf
- 88) 高等学校学習指導要領 (普通教育に関する教科「情報」)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122603/011.htm
- 89) 高校「情報」に関わるリンク集
<http://www.comm.musashi-tech.ac.jp/matuyama/hs-joho.htm>
- 90) 普通教科「情報」教科書の採択冊数 (全国, 出版社別)
http://www.comm.musashi-tech.ac.jp/matuyama/hs_info/no_of_txt03.htm
- 91) 高等学校用教科書目録 情報
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/mokuroku/14/koutou/1jyouhou.htm
- 92) 小中高のIT教育, まず先生から
<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0407/09/news072.html?nc40>
- 93) 戸瀬信之・西村和雄, 「低落する大学生の数学学力」, 科学, 70(3), 216-223(2000).