

地学教育

第61巻 第1号(通巻 第312号)

2008年1月

目 次

原著論文

教科書分析による中等教育気象領域の内容の変遷

.....松下磨也・荻原 彰...(1~7)

「地層のできかた」を観察する堆積実験の検討

.....荻原伸子・西田尚央・小河佑太力・松川正樹...(9~23)

教育実践論文

自主的にテーマ設定をする高校地学教員研修の成果と課題:

教員研修「かがわ教員道場」の例.....川村教一・泉谷俊郎...(25~31)

学会記事 (33~34)

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部理科教育教室内

平成 20 年度日本地学教育学会総会開催案内

日本地学教育学会会長 下野 洋

下記により、平成 20 年度の日本地学教育学会総会を開催いたします。ご出席くださいますようお願いいたします。なお、やむをえずご欠席の方は先般送付いたしました委任状に、ご署名・ご捺印いただき、平成 20 年 4 月 16 日（水）までに、学会事務局にご返送ください。

1. 日 時 平成 20 年 4 月 19 日（土）午後 1 時より
2. 場 所 東京都小金井市貫井北町 4-1-1 東京学芸大学西講義棟（W 棟）W110
（武蔵小金井駅よりバス小平団地行き「学芸大正門」下車 徒歩 5 分）
3. 議 事
 - 1) 報告事項
 - ①平成 19 年度事業報告
 - ②平成 19 年度決算報告
 - ③平成 20 年度役員選挙結果
 - 2) 審議事項
 - ①平成 20 年度事業計画（案）審議
 - ②平成 20 年度予算（案）審議

地学教育フォーラム

PISA2006 調査等で、日本の児童・生徒の理科学力の問題点が指摘され、2 月には「新学習指導要領案」が公表されました。本年度の地学教育フォーラムは「新学習指導要領と地学教育」と題しまして、次期学習指導要領改訂のポイントや、理数教育の充実のための方策や課題などについて、講演者を交えて活発な討論を行いたいと思っています。多くの会員の方々のご参加をお願いいたします。

1. 日 時 総会終了後 午後 2 時～
2. 場 所 総会会場（W 棟 W110）
3. 講演者
熊野善介会員（静岡大学教育学部）
「新学習指導要領と地学教育」
五島政一会員（国立教育政策研究所）
「理数教育の充実のための方策や課題」

教科書分析による中等教育気象領域の内容の変遷

Content Transition of Meteorology in Japanese Middle and High Schools Based on Analyses of Text-books

松下 鷹也*・荻原 彰**

Masanari MATSUSHITA and Akira OGIHARA

Abstract: Content transition of meteorology was assessed through review of the text-books utilized by middle schools and high schools in Japan. The meteorological component of these text-books was reduced significantly in 1977, during a revision of the course of study. For example, in middle school text-books, terms of solar radiation and energy were deleted in 1977 and discussion of the Japanese weather system was deleted in 1988. In High School text books, contents have showed an increase because of addition of contents about environment.

Based on our analysis, the following curriculum changes are proposed: 1) a new obligatory General Science component should be introduced to the high school curriculum; and 2) teaching about the Japanese weather system should be reintroduced into the middle school curriculum.

Key words: meteorology, textbook analysis, course of study, secondary education, historical change

1. はじめに

現在、学習指導要領の改訂を控え、地学教育の内容構成について、さまざまな議論が行われている。例えば林・三次(2005)は、高等学校の理科科目構成について検討し、地学分野を含む必修理科の内容構成を提案している。2007年には林が、小学校学習指導要領の変遷を分析し、昭和46年以来小学校の地学分野の内容が縮小してきたこと、教育方法が重視され、相対的に教育内容が軽視される傾向にあることを指摘している(林, 2007)。また、やや以前のことになるが三輪(2001)は理科の中学校学習指導要領について克明な分析を加え、戦後の中学校理科の教育内容がどのように変化してきたかを明らかにしている。これらの研究はいずれも学習指導要領を考えるうえで重要な観点を提供している。

一方、教科書も学習指導要領と同じく教育上重要な役割を果たしており、林(2007)が指摘しているように、学習指導要領だけでなく、教科書についても、「慎重に考慮して議論することが実際の地学教育をより正確に描き出すうえで望ましい」。

そこで筆者らは教科書について、その内容の変遷を系統的に分析し、そこから今後の地学教育への示唆を得ることを試みた。なお研究対象は本来、初等・中等教育の理科教科書の地学領域すべてを対象とすることが望ましいが、それではあまりにも研究対象が膨大になりすぎるため、今回の研究では中等教育における気象領域を対象として取り上げることとした。

2. 研究方法

本研究の目的は、学習指導要領が教育課程の基準として法的拘束力を持つようになった昭和33年版学習

* 三重県伊勢市立小俣小学校

** 三重大学教育学部

2007年4月6日受付 2007年11月24日受理

指導要領以降の中学校、高等学校の教科書における気象領域の内容の変遷を概観し、さらにそれを学習指導要領の変遷に対応させて考察することである。本研究で使用する教科書の出版社を決めるに当たっては、販売部数が多い教科書が、教育への影響力が大きいと考え、2005年度の教科書販売部数(シェア)上位である東京書籍株式会社、新興出版社啓林館の2社を採用した。中学校と高等学校で順位に違いが見られるが、本研究では、教科書の一貫性を考慮し、高等学校でのシェアに統一した。また、学習指導要領は時代の変化に伴う教育のあり方の変化から、ほぼ10年に1度の割合で改訂・改正が行われているので、各時代の学習指導要領に対応する教科書をそれぞれ1冊(高等学校に関しては、地学Ⅰ・Ⅱのように教科書が分かれている場合はそれぞれ1冊)選び教科書分析を行った。なお平成15年改定は指導要領の内容の改訂ではなく、指導要領を超えた記述が許されるようになった一部改訂ではあるが、それに対応した中学校教科書が出版されている。そのため中学校教科書については平成15年度版も分析の対象としている。また高等学校の昭和53年版学習指導要領に対応する「理科Ⅰ」、平成10年版学習指導要領に対応する「理科総合」における気象領域の内容も参照したが、地学で扱われている内容と重複しているので、本研究では取り上げなかった。また東京書籍の平成10年度版学習指導要領に対応する

表1 使用した中学校教科書

指導要領発表年度	中学校	
	東京書籍	啓林館
1958年(昭和33年)	新編新しい科学2年(昭和40年)	改訂中学新理科2年(昭和40年)
1968年(昭和43年)	新訂新しい科学2分野下(昭和49年)	改訂理科2下(昭和49年)
1977年(昭和52年)	新編新しい科学2分野下(昭和61年)	新訂理科2分野下(昭和61年)
1989年(平成元年)	新しい科学2分野下(平成4年)	理科2分野下(平成4年)
1998年(平成10年)	新しい科学2分野下(平成13年)	理科2分野下(平成13年)
2003年(平成15年)	新編新しい科学2分野下(平成17年)	未来へ広がるサイエンス2分野下(平成17年)

表2 使用した高等学校教科書

指導要領発表年度	高等学校	
	東京書籍	啓林館
1960年(昭和35年)	新編地学(昭和41年)	改訂高校新理科地学(昭和41年)
1970年(昭和45年)	新訂地学Ⅰ・Ⅱ(昭和47/48年)	地学Ⅰ・Ⅱ(昭和47/49年)
1978年(昭和53年)	改訂地学(昭和57年)	高等学校地学最新版(昭和63年)
1989年(平成元年)	地学ⅠB(平成5年)・Ⅱ(平成10年)	高等学校地学ⅠB・Ⅱ(平成9/10年)
1998年(平成10年)	地学Ⅰ 地味と宇宙(平成14年)	高等学校地学Ⅰ・Ⅱ(平成14/15年)

地学Ⅱの教科書はまだ出版されていないので、それについても扱わなかった。学習指導要領発表年度とそれに対応する本研究で使用した教科書名と検定年度を表1、表2に示す。

次に研究方法を述べる。本研究では、教科書を精査することで中等教育における気象領域の内容の変遷を調べた。気象領域の内容は多岐にわたるが、主に大気と海洋から構成されている。しかし大気については、教科書の目次構成が、年代によって異なり、同一の内容が異なる項目で扱われていることがあるため、教科書に依存しない共通の分析枠組み(内容のカテゴリー)を設定する必要がある。そこで、本論文では、大気については、大学レベルの気象学の標準的教科書である「一般気象学第2版」(小倉義光, 1999)に準拠した。しかし、この文献だけでは中等教育教科書のすべての範囲をカバーしきれないため、これに「日本の天気」, 「気象観測」の2項目を加え以下のように大きく10項目に分類した。

- ・大気の鉛直構造
- ・大気の熱力学
- ・降水過程
- ・大気における放射
- ・大気の運動と力学
- ・大規模な大気の運動
- ・メソスケールの気象
- ・気候の変動
- ・日本の天気
- ・気象観測

海洋については、内容構成に年代による大きな違いが見られなかったため、教科書に準拠した以下の三つのカテゴリーを設定した。

- ・海洋の構造
- ・海水の大循環
- ・海面に起こる波動

また上記の分類だけでは、内容の把握が十分にできないため、これらをさらにいくつかの小項目に分類して気象領域の内容の変遷を表にまとめた。このとき、教科書に掲載されている図・表も同時にリストアップし、関連のある項目ごとにとまとめた。例として高等学校における表の一部を表3に示す。○はその項目が扱われている、または図や表が掲載されていることを表す。(高等学校では昭和45年版と平成元年/10年版は地学Ⅰ・Ⅱに分かれているので、地学Ⅰのみで扱われている場合はⅠ、地学Ⅱのみで扱われている場合はⅡ)

表3 高等学校における内容の変遷例(大気の鉛直構造の内容の一部)

丸は各内容が扱われていることを示す。

	大気の組成	地方付近の大気組成(表)	大気圏の層構造	大気圏の区分(図)	対流圏	成層圏
S35			○	○	○	○
S45	II		I・II	I・II	II	
S53			○	○	○	○
H元	I	I	I	I	I	I・II
H10	I	I	I	I	I	I

表6 エネルギーと関連する用語の頻度
数字は教科書における記載数。

	太陽放射	放射エネルギー	熱エネルギー	エネルギー	熱量
S33年版	0	0	0	0	0
S41年版	29	6	6	34	6
S52年版	0	0	0	0	0
H元年版	0	0	0	0	0
H10年版	0	0	0	1	0
H15年版	0	0	0	0	1

表4 中学校教科書の内容

多くの年代で扱われている内容 (啓林館、東京書籍ともに6つの年代のうちの4年代以上で取り上げられているもの)	
大気の熱力学	・気圧・地上大気圏・飽和水蒸気量・相対湿度・露点温度
降水過程	・水滴の生成・冷たい雨・水の循環・霧
大気の運動	・高気圧・低気圧と風
大規模な大気の運動	・温帯低気圧・気団と前線
メソスケールの気象	・熱帯低気圧と台風
日本の天気	・冬・春・梅雨・夏・秋・天気予報
気象観測	・気圧・気温・風向風速・湿度・雲量
両社の教科書に共通して、特定の年代にだけ扱われている内容	
大気の熱力学	・独立項目としての気温(昭和33年版)
降水過程	・併合過程による雨粒の成長(昭和44年版) ・水蒸気の昇華凝結による成長(昭和44年版) ・雲の分類(昭和33年版)
大気における放射	・太陽放射(昭和44年版)
両社の教科書に共通して新たに付け加わった内容(平成15年度版)	
大規模な大気の運動	大気大循環

表5 高等学校教科書の内容

多くの年代で扱われている内容 (啓林館、東京書籍ともに5つの年代のうちの3年代以上で取り上げられているもの)	
大気の鉛直構造	・大気の組成・対流圏・成層圏とオゾン層・中間圏・熱圏 ・電離層
大気の熱力学	・気圧・地上大気圏・高層大気圏・飽和水蒸気圧・断熱変化 ・乾燥断熱減率と湿潤断熱減率・フェーン・大気の静的安定度 ・逆転層
降水過程	・水滴の生成・凝結核・併合過程による雨粒の成長(暖かい雨) ・水蒸気の昇華凝結による成長(冷たい雨)・水の循環
大気における放射	・太陽放射・地球放射・大気による太陽放射の吸収 ・温室効果・地球大気の熱収支
大気の運動	・気圧傾度力・コリオリ力・地衡風・地上風 ・高気圧・低気圧と風
大規模な大気の運動	・地球の年間熱収支・大気大循環・熱帯収束帯と亜熱帯高圧帯 ・季節風・偏西風波動とジェット気流・温帯低気圧・気団と前線
メソスケールの気象	・熱帯低気圧と台風・局地風
気候の変動	・気候の変動
日本の天気	・冬・春・梅雨・夏・秋・天気予報
海洋の構造	・海水の組成・海水の鉛直分布
海水の大循環	・海流・海水の鉛直循環
新たに付け加わってきた内容(53年度版以降順次付加)	
気候の変動	・地球温暖化・人間活動と大気汚染・オゾンホール ・エルニーニョ・ヒートアイランド

II、両方で扱われている場合はI・IIと記入している。)このようにして、すべてのカテゴリーにおける変遷を表にまとめた。さらにこの表と教科書の記述から、教科書内容の変遷を分析した。

3. 教科書内容の変遷についての調査結果

2でまとめた表をもとに中学校、高等学校において多くの年代で扱われている内容(両社の教科書ともに過半数の年代で扱われている内容を、多くの年代で扱われている内容とした)、新たに付け加えられた内容、特定の年代にだけ扱われている内容を取り上げ、表4、表5に結果としてまとめた。

さらにこの表と、教科書の記述および学習指導要領をもとに中学校、高等学校の気象領域の変遷について分析する。ここでは啓林館の教科書を中心に考察するが、東京書籍の教科書もほぼ同様の傾向を示している。

(1) 中学校

昭和33年版教科書は、気象現象を気温などの個々の概念ごとに分け、気象現象を羅列的に理解させようとしているのが特徴である。気温を独立した項目として重点的に取り上げているのは昭和33年版教科書だけである。(東京書籍では44年版でも扱われている。)また、昭和33年版教科書は、基本的な概念の説明の他に、気温の測定原理や測定操作の理解に多くのページ数を当てるなど、学問的な知識を重視するとともに、測定を重視した内容となっている。

昭和44年版教科書では、学習指導要領に「探求の過程を通しての科学の方法の習得」とあるように昭和33年版に比べて実験の数が多くなり、また、生徒に考えることを求める記述も多く見られるようになる。探求による知識体系の形成が重視されている。またもう一つの特徴は、エネルギー概念で統一的な理解が得られるように構成されていることである。昭和33年版教科書で独立項目として取り上げられていた気温が独立項目としては取り扱われなくなり、気温の記述が減少する一方で、太陽放射が新たに付け加えられた。太陽放射では太陽放射の熱エネルギー、地表面での熱の出入り、地球全体としての熱の出入りが扱われている。エネルギーについての用語の頻度を見ると(表6)、太陽放射や放射エネルギー、熱エネルギーと

いったエネルギー関連用語が、昭和44年度版教科書では特異的に多く記載されており、気象をエネルギーと関連づけ、気象現象を太陽からのエネルギーによって駆動されるシステムとして統一のとらえさせようとしていることがわかる。また昭和33年版で扱われていなかった飽和水蒸気量などが詳しく取り上げられているが、それらはエネルギーの出入りに伴う水の相変化を中心にして気象現象をとらえさせようとする扱いになっている。また、台風についても、台風のエネルギー源の記述が付け加えられるなど、やはりエネルギーと関連させた記述となっている。なお東京書籍では気温についての記述がやや詳細になっているが、エネルギー概念を中心とした構成になっていることは啓林館と共通している。

以上のようなエネルギー概念の重視は昭和44年度版学習指導要領が「自然界の動的な把握を掲げ、それらの変化に伴うエネルギーを主軸とし、それに時間や空間の概念及び生命の概念を加えて総合的に系統的に内容構成している」（三輪，2001）ことの反映といえる。

昭和52年版教科書では、昭和33・44年版教科書と比べると扱われている内容が減少し、基礎的・基本的な事項に精選されている。具体的に述べると、昭和44年版で扱われていた太陽放射が削除されている。また、昭和44年版で多く記載されていたエネルギーや熱に関する用語も昭和52年版では気象領域には記載されていない（表6）。このように、昭和52年版では、昭和44年版で強調されていたエネルギー概念で気象現象を統一のとらえようとする観点は大きく後退したといえる。扱われている項目については、例えば昭和33・44年版では台風は2ページにわたって説明されているが、昭和52年版では台風の構造やエネルギー源などの記述がなくなり、内容の記述も平易になっている。気象用語の種類や教科書中に出現する頻度も昭和33・44年版に比べて減少しており、上記の傾向を裏づけている。なお、昭和52年版教科書から地上天気図に対応する気象衛星画像が掲載されている。

三輪(2001)は昭和52年版指導要領について「内容を示すにあたってエネルギー概念とか、巨視的ないし微視的物質観、全地球的な観点や生態系といった概念を、あらわに表現することは避け」としているが、教科書からのエネルギー概念の後退はこのような学習指導要領の理念の変更を反映している。

平成元年版教科書で扱われている内容は昭和52年版と大きく変わっていない。しかし、改善の基本方針に「観察・実験の一層の重視」、また、学習指導要領に「観察、観測を通して、天気変化の規則性に気づかせる」とあるように昭和52年版教科書に比べて観測や実験を多く取り上げているのが特徴である。例えば、最初に気象観測を取り上げて「気温」、「湿度」、「気圧」、「風向風速」を測定させ、その記録から生徒自身に天気の規則性について考えさせる内容となっている。「露点温度を測る実験」や「雲を作る実験」、なども同様で、観察や実験を行い、そこから気象現象の仕組みを考えさせる構成となっている。

平成10年版教科書では、平成元年版から大幅な削減が行われている。平成元年版では気象領域は「天気の変化」と「日本の天気」の2項目で構成されていたが、そのうち「日本の天気」が削除されたことで日本の四季の特徴についての学習がなくなり、その内容が高等学校へ移行された。また「天気図の作成」も削除されており、天気図を作成して気圧配置や風向風速、それらと天気との関係性を見いだす学習、天気図などから日本の天気の特徴を気団と関連づけてとらえたり、天気を予測するような学習が行われなくなっている。そのほか、日本の天気に重大な影響を及ぼす「台風」の説明も削除されている。このように、日本周辺の気象現象が中学校でほとんど取り上げられないようになったことが、平成10年版の大きな特徴である。他方、インターネットなどの普及により比較的容易に気象情報を手に入れることができるようになってきたため、それらの情報を利用することを勧める記述が見られる。

平成15年版教科書では平成10年版で扱われている内容に加えて、平成10年版で削除された「台風」や「日本の天気」が発展内容として再度取り上げられ、「フェーン現象」、「大気大循環」が新たに発展内容として付け加えられている（ただし、フェーン現象は東京書籍で扱われていないため、表4には示していない。なお東京書籍では大気大循環は昭和33・44年版ではやや詳しく扱われ、平成元年版でもコラムの中では触れられている）。用語でも平成10年版で削除された気団名が再度記載されている。これは平成10年版学習指導要領の方針となった、教育内容の「厳選」による学習内容の3割削減が、学力低下をもたらすという議論の高まりに対応するため、文部科学省が学習指導要領を一部改正し、学習指導要領に示されていない「発

展学習」についても指導することを認めたためである。

以上、中学校について昭和33年版学習指導要領から平成15年版まで教科書における気象領域の歴史の変遷をたどってきたが、これまで述べてきたことを要約すると、昭和44年版では、気象現象をエネルギー概念で統一的に理解させようとする観点から構成されており、内容が最も高度になったが、昭和52年版以降、このような観点は見られなくなり、内容が削減され、平易化していく。そしてもう1段の削減が平成10年版でおきたことになる。平成15年版では、発展学習が付け加えられたことで、これまでの傾向がやや改まりつつあるものの、発展学習の趣旨から考えて、新たに付け加えられた内容をすべての児童・生徒が学習するとは限らないので、これまでの内容削減の傾向が逆転したとはいえない。

また内容の取り扱いの変化については、個々の概念を解説することにより気象現象を理解させる記述から、観察や実験を通して、そこから気象現象を理解させる記述へと変化してきている。

(2) 高等学校

高等学校の気象領域は大気と海洋から構成されている。大気については先に述べた「一般気象学」に準拠し、「大気の鉛直構造」、「大気の熱力学」、「降水過程」、「大気における放射」、「大気の運動と力学」、「大規模な大気の運動」、「メソスケールの気象」、「気候の変動」、「日本の天気」の9項目に内容を分類し、海洋は「海洋の構造」、「海水の大循環」、「海面に起こる波動」の3項目に分類し、各カテゴリーごとに内容の変遷を分析した。

高等学校でも昭和45年版教科書ではエネルギーが重点的に扱われるようになり、また各項目で取り上げられている内容が他の年度に比べてやや高度になっている。

しかし表7の大気における放射の例で示すように、45年版で内容の増大があり、それ以降は、扱う内容項目自体にはほとんど変化が見られない。これは他のカテゴリーに属する項目についても同様である(発散・収束のように45年版でのみ取り上げられている内容もあるが、両社の教科書に共通した内容ではないため、表には取り上げていない)。つまり、高等学校の場合、中学校とは対照的に、学習指導要領の改訂があっても、内容は削減されていない。

一方、昭和53年版教科書以降、「地球温暖化」や

表7 高等学校における内容の変遷例(大気における放射)

	太陽放射	地球放射	大気による太陽放射の吸収	大気による地球放射の吸収	温室効果	地球大気の熱収支
S35年版						
S45年版	I	I	I・II	I	I	I・II
S53年版	○	○	○	○	○	○
H元年版	I	I	I	I	I・II	I
H10年版	I	I	I	I	I	I

「オゾンホール」、「酸性雨」、「ヒートアイランド」などの環境問題に関する内容が新たに付け加わっている。これらは環境問題を扱うことへの要請が高まってきていることに対応していると考えられる。

4. まとめと提言

ここでは今回行った教科書分析をまとめるとともに二つの提言を行いたい。

(1) 高等学校理科への必修総合科目の設置

これまで中等教育理科教科書における気象領域の歴史の変遷をたどってきた。その結果、中学校の気象領域の内容は44年版以降、内容の削減が進んできたが、高等学校では45年版以降、内容の目立った削減は起こらず、むしろ環境問題などに関する内容が付加されてきていることがわかった。

中学校の内容が削減され、その一方で高等学校の内容で削減されていくものがほとんどないことは、指導要領の変遷を分析した研究(東ほか, 1991)などから、すでに知られていることであるが、教科書レベルでも同様の変化が起きていることを改めて確認することができた。

新しい内容の付加も考えると、高等学校卒業までの間に学習する内容については、むしろ学ぶべき内容が増えているとすら言える。しかし地学履修率が劇的に低下してきたことを合わせて考えると、国民が共通に学ぶ内容は中学校44年度版以降、確実に低下してきている。このような国民の共通教養としての気象に関する素養の低下が好ましいものではないことは、多くの地学教育関係者が共通に認識していることではないだろうか。この問題の解決を中学校理科の改善のみに期待することは現実的ではない。中学校の内容が削減されてきたのは、気象分野に限ったことではなく、今後、中学校の理科の時間の増加があったとしても気象の内容が大きく増加するとは考えにくいからである。気象についての国民共通の素養の低下を防ぎ、向上させるためには、むしろ、上に述べたような中学校理科と高等学校理科の乖離に注目し、国民共通の素養を扱

う理科を高等学校に延長することが有効と考える。林・三次(2005)が主張するように、高等学校理科に、地学的内容を含む「必修総合科目」をおくことを検討すべきであろう。

(2) 「日本の天気」の扱いについて

平成10年版中学校教科書では「日本の天気」が削除されている。学習指導要領で扱われなくなったのだから当然ではあるが、それまで教科書で扱われていた春夏秋冬、梅雨、台風の6季のそれぞれの特徴は教えられなくなり、6季の天気図も姿を消した。この削除の判断は適切だったのだろうか。防災教育などの立場からの批判もありうるであろうが、ここでは表4、表5から考えてみたい。

表5にあるように高等学校の気象領域の内容は気象学の教科書の内容カテゴリーにはほぼ対応し、幅広く気象学を扱っていると言える。それに対して中学校の気象領域の内容(表4)はかなり限定されている。東京書籍・啓林館両社ともに過半数の年代で扱われてきた内容を中学校気象領域の中核的な内容だと考えるとすると、中核的内容は大雑把に言って、高気圧・低気圧とそれに伴う熱的過程・降水過程と、「日本の天気」、「気象観測」の三つに分けることができよう。平成10年版ではこのうち「日本の天気」を削除したわけだが、高気圧・低気圧とそれに伴う熱的過程・降水過程と整合して教えやすいのは「気象観測」ではなく、むしろ「日本の天気」ではないだろうか(実際、低気圧の説明などには平成10年版の教科書でも、日本周辺の天気図が例示されている)。

学習指導要領の文面上は「身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気づかせるとともに、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」となっているので、実験・観察を重視する指導要領の理念からすれば「気象観測」が非常に大切であるということは理解できるが、實際上、生徒が行う気象観測から高気圧・低気圧とそれに伴う熱的過程・降水過程を導くのは、かなり難しい作業となる。

むしろ高気圧・低気圧とそれに伴う熱的過程・降水過程の例として「日本の天気」を使い、また「日本の天気」を学ぶ中で高気圧・低気圧とそれに伴う熱的過程・降水過程の定着を図るほうが、学習としてのまとまりが良いのではないだろうか。内容のまとまりという観点からすれば、「日本の天気」を残し、「気象観測」を削除するという選択もありえたと考える。次期指導

要領では「日本の天気」の再導入についての検討が望まれる。

引用文献

- 林 慶一(2007): 21世紀の地学教育を展望する—小学校学習指導要領の地学領域の「安定期(昭和46年から現在)」の内容の変遷を振り返って. 地学教育, 60, 75-88.
 林 慶一・三次徳二(2005): 高等学校理科の総合的な必修科目にふさわしい地学分野の内容の検討. 地学教育, 58, 133-143.
 三輪洋次(2001): 中学校理科学習指導要領の変遷と改訂の要点. 地学教育, 54, 157-180.

付録: 調査した教科書

- 東 洋・大橋秀雄・戸田富和編(1991): 理科教育辞典教育理論編. 大日本図書, 東京, 430p.
 蓮沼 宏・藤井 隆 ほか26名(1974): 新訂新しい科学2分野下. 東京書籍, 東京, 222p.
 広瀬秀雄・斉藤鍊一・森本良平 ほか8名(1966): 新編地学. 東京書籍, 東京, 174p.
 広瀬秀雄・斉藤鍊一・森本良平 ほか7名(1972): 新訂地学Ⅰ. 東京書籍, 東京, 230p.
 広瀬秀雄・斉藤鍊一・森本良平 ほか7名(1973): 新訂地学Ⅱ. 東京書籍, 東京, 226p.
 池辺展生・大谷東平 ほか3名(1966): 改訂高校新理科地学. 啓林館, 大阪, 191p.
 池辺展生・清水 彊 ほか7名(1972): 地学Ⅰ. 啓林館, 大阪, 192p.
 池辺展生・清水 彊 編(1974): 地学Ⅱ. 啓林館, 大阪, 192p.
 池辺展生・川口市郎 ほか9名(1988): 高等学校地学最新版. 啓林館, 大阪, 295p.
 伊勢村寿三 ほか18名(1974): 改訂理科2-下. 啓林館, 大阪, 194p.
 松田時彦・山崎貞治 編(2002): 高等学校地学Ⅰ. 啓林館, 大阪, 247p.
 松田時彦・山崎貞治 編(2003): 高等学校地学Ⅱ. 啓林館, 大阪, 287p.
 三浦 登 ほか44名(2001): 新しい科学2分野下. 東京書籍, 東京, 113p.
 三浦 登・岡村定矩 他44名(2005): 新編新しい科学2分野下. 東京書籍, 東京, 129p.
 内藤卯三郎 ほか18名(1965): 改訂中学新理科2年. 啓林館, 大阪, 275p.
 小倉義光(1999): 一般気象学(第2版). 東京大学出版会, 東京, 308p.
 大木道則 ほか36名(1986): 新訂理科2分野下. 啓林館, 大阪, 180p.
 大木道則 ほか44名(1992): 理科2分野下. 啓林館, 大阪, 141p.
 島崎邦彦・木村龍治 ほか15名(2002): 地学Ⅰ 地球と宇宙. 東京書籍, 東京, 181p.

- 竹内敬人・山極 隆・森 一夫 ほか 37 名 (2001): 理科 2 分野下. 啓林館, 大阪, 117p.
- 竹内敬人・山極 隆・森 一夫 (2005): 未来へひろがるサイエンス 2 分野下. 啓林館, 大阪, 133p.
- 茅 誠司・服部静夫 ほか 17 名 (1965): 新編新しい科学 2 年. 東京書籍, 東京, 296p.
- 近角聰信・長倉三郎・江上信雄 ほか 39 名 (1986): 新編新しい科学 2 分野下. 東京書籍, 東京, 201p.
- 友田好文・松田時彦 ほか 9 名 (1997): 高等学校地学 I B 改訂版. 啓林館, 大阪, 311p.
- 友田好文・松田時彦 ほか 9 名 (1998): 高等学校地学 II 改訂版. 啓林館, 大阪, 175p.
- 上田誠也・三浦 登・水野丈夫・綿抜邦彦 ほか 49 名 (1992): 新しい科学. 東京書籍, 東京, 137p.
- 海野和三郎・上田誠也・駒林 誠 ほか 8 名 (1982): 改訂地学. 東京書籍, 東京, 304p.
- 海野和三郎・上田誠也・鎮西清高 ほか 9 名 (1993): 地学 I B. 東京書籍, 東京, 312p.
- 海野和三郎・上田誠也・鎮西清高 ほか 10 名 (2000): 地学 II. 東京書籍, 東京, 226p.

松下鷹也・荻原 彰: 教科書分析による中等教育気象領域の内容の変遷 地学教育 61 巻第 1 号, 1-7, 2008

〔キーワード〕 気象学, 教科書分析, 学習指導要領, 中等教育, 歴史的変化

〔要旨〕 教科書分析により, 中等教育気象領域の変遷についての研究を行った. 中学校では 1977 年の学習指導要領改訂以来, 内容の削減が行われてきている. 例えば 1977 年の指導要領改訂の際に太陽放射とエネルギーの記述が, また 1998 年の指導要領改訂の際に「日本の天気」の記述が削除された. 一方, 高等学校では, 必ずしもそのような変化が起きていないこと, むしろ環境に関する内容の付加が起きていた. これらの研究結果に立脚し, 次のことを提案する.

Maya MATSUSHITA and Akira OGIHARA: Content Transition of Meteorology in Japanese Middle and High Schools Based on Analyses of Text-books. *Educ. Earth Sci.*, 61(1), 1-7, 2008

「地層のできかた」を観察する堆積実験の検討

Teaching Development of the “Formation of Strata” Based on Sedimentation Experiments

萩原伸子*¹・西田尚央*²・小河佑太力*³・松川正樹*⁴

Nobuko HAGIWARA, Naohisa NISHIDA, Yutaka OGAWA
and Masaki MATSUKAWA

Abstract: Although experiments using sediments in aquaria are commonly presented in many elementary- and secondary-school text-books in Japan as an effective tool for teaching the development of the “formation of sedimentary strata,” many teachers have had unsuccessful experiences using these techniques. This paper discusses reasons, based on variable tests, why such experiments are often unsuccessful, and proposes improved techniques for teaching the development of the “formation of strata.” Because of the low slope angle and shallow depth of most small aquaria, mixed sedimentary particles such as clay, silt, and sand can not be separated by particle size in sedimentation experiments within the aquaria. In the proposed new teaching development, experiments using sedimentary particles of consistent size are run and the resultant sediments allowed to accumulate. In these experiments, sedimentary strata with consistent particle size can be created.

Key words: strata, alternate stripes, sedimentation experiments, aquaria, teaching development

1. はじめに

地層の形成過程を理解するための手法の一つとして、水路を使った堆積実験が挙げられる。例えば、坂本ほか (1997) や高橋 (1999) は、水の流れによる堆積物の挙動について観察する実験法を開発し、高等学校での授業実践を行った。また、鈴木 (1992) は、ベッドフォームの形成条件などを理解することを目的とした実験水路や、造波水槽の作り方を示した。さらに、増田ほか (2005) は、小型循環水槽を使用した一方向流水路実験、および準定常混濁流実験の方法などについて述べている。高等学校の教科書 (例えば、鎮西ほか, 1998) では、学習内容としてリップルや斜交層理が扱

われており、上記のような実験を授業に応用させることは学習効果を高めるうえで重要であると考えられる。しかし、小学校や中学校で扱われている地層に関する学習の主な目的は、堆積粒子が積み重なって地層が形成されることを、児童・生徒に理解させることである (日高ほか, 2005b; 戸田ほか, 2005 など)。したがって、小学校や中学校では、地層の特徴、ならびに地層の積み重なりが形成される過程を観察できるような実験が求められる。

小学校や中学校の教科書 (日高ほか, 2005a, b; 戸田ほか, 2005 など) では、地層の形成に関する堆積実験が示されている。特に、「地層のできかた」を学習する小学校第 6 学年では、雨樋、水槽やペットボトルを

*¹ 東京学芸大学大学院・教育学研究科総合教育開発専攻 *² 千葉大学大学院・理学研究科地球生命圏科学専攻

*³ 東京学芸大学・自然環境科学専攻 *⁴ 東京学芸大学・環境科学分野

2008 年 1 月 16 日受付 2008 年 1 月 30 日受理

使用する実験が扱われている。同学年の学習指導要領解説（文部省，1999）では，地層は水のはたらきにより形成されることが，学習内容として示されている。さらにこの単元では，教科書（日高ほか，2005b；三浦ほか，2006a など）で扱われているような堆積実験を通して，小石・砂・粘土が水中で積み重なる様子を学習すると述べられている。このような室内での堆積実験を通して，野外における地層の観察を補うことができると考えられる。また，実際に観察することが不可能である地層の形成過程について，時間的・空間的に小さいスケールで再現することで，児童の直接的な理解を促すことが期待できる。したがって，地層の特徴ならびにその形成過程を理解するために，堆積実験は効果的であると同時に，必要不可欠であると考えられる。

しかし，例えば，水槽やペットボトルを使った堆積実験を実践しても，教科書で示されているような縞模様ができない，という現職教員の声を聞く。そこで教科書や指導書（日高ほか，2005c；掛川ほか，2005a, b；大隅ほか，2005a；三浦ほか，2006b など）に示されている条件に従い，水槽実験とペットボトル実験の2種類の実験を試みた。その結果，教科書に示されているような縞模様を形成させることは，いずれの実験でも困難であることがわかった。

そこで，これを踏まえ，本論文では，授業で適切に縞模様を形成させることができる実験方法について検討する。また，改善された堆積実験を中心とした，「地層のでき方」の指導方法についても，合わせて検討する。

2. 教室内で縞模様をつくる堆積実験

地層は，主に礫・砂・泥・火山灰などの堆積粒子で構成され，縞模様，すなわちラミナが観察される。一般的に縞状に見える。これは，組成の違い，ならびに粒子のサイズ，形状，配列の違い，そしてパッキングにより形成される（Pettijohn et al., 1972）。地層の縞模様すなわちラミナは，堆積粒子の運搬，堆積過程の相違により形成されるが，それらは堆積粒子の比重や形状などの性状，水の温度，粘性などの性状や重力加速度に依存する。そのため，このような各要素を考慮することで，室内においても水槽やガラス管を使用し，天然とほぼ同様の堆積過程を再現し，「地層の縞模様」を形成させることができると考えられる。

(1) 教科書の条件に従う実験

本論では，まず教科書に示されている条件に従う実験を行い，授業実践を行ううえでの問題点について検討する。

各出版社の教科書に示されている水槽実験は，河川と海に見立てた雨樋と水槽を使用する場合と，雨樋を使用せずに水槽のみを用いる場合の二つに分けられる。両者の実験に共通している点は，雨樋の有無にかかわらず，小石・砂・粘土（土）を混ぜた水を水槽に数回流し込む点である。指導書の一つでは，実験に使用する水槽の大きさに関して，高さ 20 cm 以上で，角形水槽の場合は全体的に細長い水槽と明記されている。また，教材会社が製品として販売している「地層のでき方」の実験教具の一つは，水槽の大きさが長さ 25 cm，幅 7 cm，高さ 18 cm である。一方，使用する堆積粒子に関しては，指導書の一つでは，砂と土の比率（体積）を 3:1~4:1 とする条件が示されている。粒子のサイズや絶対量などの詳細な条件は明示されていない。

本研究では，(a)：教材会社が製品として販売している実験教具（雨樋あり）の一つを使用した場合，(b)：長さ 60 cm，幅 30 cm，高さ 35 cm の生物飼育用として一般的な水槽を使用し，雨樋を使用しない場合，それぞれで検証実験を行った。また，いずれの場合も使用する堆積粒子は，実際に学校現場で行われている場合の準備を想定し，校庭の砂場から小礫を含む砂，および土を任意に採取し，砂と土の比率（体積）を 3:1 として使用した。基本的な実験方法は次のようにまとめられる。すなわち，雨樋，あるいはスロープの上端部に，よく混ぜた 700 g の堆積試料を 2~3 cm の高さになるように載せる。そして，静かに水 1 リットルを流すことで，堆積試料を水槽まで流下させる。堆積試料が完全に水面下まで到達したのを確認後，およそ 5 分間放置する。その後，同様の作業を数回繰り返す。

このような条件のもと行われる実験は，粒径による沈降速度の違いに特に注目していると考えられる。そして，次のような児童・生徒への地層形成過程の説明が考えられる：①洪水時などに粘土を伴う大量の粒子が河川より供給される。②供給された粒子の大きさにより沈降速度に違いがある結果，より粗い粒子から泥へと上方に細粒化する層を形成する。③洪水などによる河川からの堆積物の供給が繰り返されることにより，新たに上方細粒化する層が重なる。その結果，縞模様が観察される地層が形成される。ただし，水槽の

大きさや、水面下にスロープがあることなどから、十分な沈降速度の違いが生じない場合もあると考えられる。しかし、1回の流し込みで形成される層は、およそその傾向として、上方に向かって小石や砂などのより粗い粒子から粘土への変化を示すと考えられる。

(a) 雨樋を使用した水槽実験

教材として販売されている教具を用いて、雨樋を使用した水槽実験を行った。その結果、1時間経過後は泥の粒子が懸濁した状態が観察された(図1A)。さらに24時間経過後、泥の粒子の懸濁は認められなかった。沈積した堆積試料の特徴に注目すると、砂と泥が明瞭な層を作らずに、不淘汰で乱雑に混合した状態が観察された(図1B)。すなわち、縞模様を観察される「地層」を形成させることはできなかった。

(b) 雨樋を使用しない水槽実験

生物用水槽を使用して、実験を行った。その結果、(a)と同様に泥が長時間懸濁状態となった。さらに、より粗い砂質粒子は水槽の斜面底に拡散して堆積した。このため、ある程度の厚さを持って層状に重なる「地層」が形成されず、縞模様を観察するに至らなかった(図1C)。これは、水槽の大きさに対して流し込む堆積粒子の量が少なかったためと考えられる。そこで、流し込む堆積粒子の量をおよそ1.5倍の1,100gに増やし、改めて実験を行った。その結果、砂質粒子の挙動に注目すると、多くは水中で移動せずに塊状のまま静止した。このような結果は、同時に流下する量が多いため水の抵抗を強く受けたためと考えられる。いずれにしても、「地層」の観察として適切な堆積物を形成させることはできなかった。

雨樋を使用した水槽実験、雨樋を使用しない水槽実験いずれにおいても、明瞭な縞模様を示す「地層」は形成されなかった。この要因をまとめると、次の2点が挙げられる。1点目は、泥(シルトと粘土の粒子サイズを含む)の使用である。本実験の条件の範囲では、児童の直感的な縞模様の認識を可能とするために、泥の堆積は必要不可欠である。すなわち、泥を使用することで、明瞭な粒度変化が生じ、「縞模様」を認識することができると考えられる。しかし、水が濁ることにより示されるように、泥に含まれる粘土($<2\mu\text{m}$)の沈降時間はより粗い粒子に比べ、はるかに長い。静水中での粘土を含む堆積粒子の沈降時間は、ストークスの法則とインパクトの法則(Gibbs et al., 1971; 井口, 1975)により示されている。これらの法則は、沈降する粒子の粒径と沈降速度の関係を表したものであ

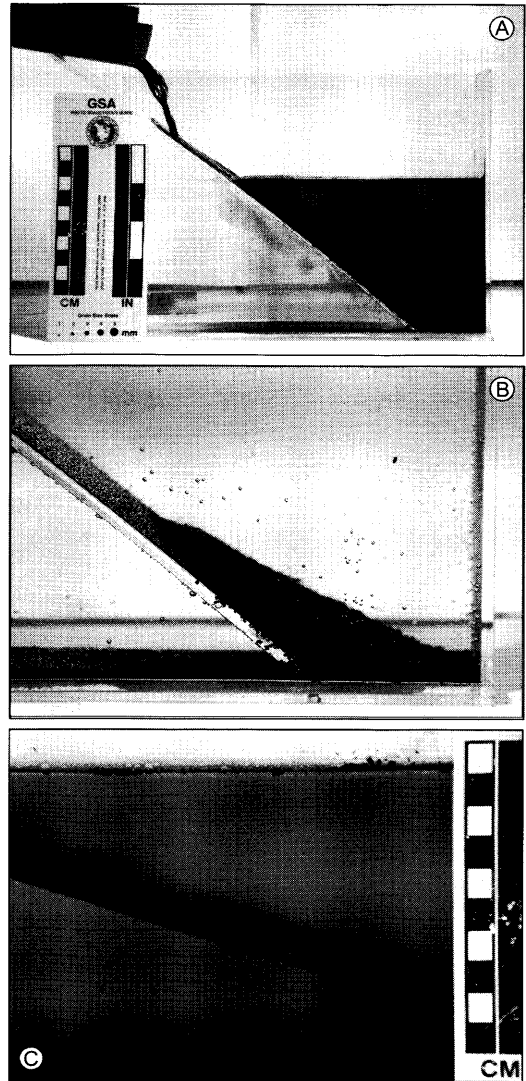


図1 教科書で示されている条件に従った実験結果。A: 雨樋を使用した実験。泥の粒子の懸濁は、1時間経過後も継続した。B: 雨樋を使用した水槽実験により形成された堆積物の拡大。泥とより粗い粒子が混合し、縞模様は観察されない。24時間経過後の状態。C: 雨樋を使用しない水槽実験の1時間経過後。砂質粒子が拡散したため、ある程度の厚さをもって観察に適した状態では堆積しなかった。泥は懸濁状態。

る(芦澤・松川, 2006)。 $2\mu\text{m}$ 以下の粒子と定義される粘土粒子(Pettijohn, 1976)はストークスの法則に従う。例えば、10cm沈降するのに要する時間は、水

温 20℃ で 8 時間, 25℃ では 7 時間である (下田, 1985). このため, 短い間隔で連続して堆積粒子を流した場合, 多くの粘土粒子が沈降せずに懸濁した状態で, 水槽に新たに加えられた粗い粒子が流下する. その結果, 雨樋を使用した実験 (a) で示されるように, わずかに堆積していた泥粒子が混合され, 不淘汰で乱雑な堆積物が形成される. すなわち, 堆積粒子を流下させる作業を繰り返すならば, 泥粒子が完全に沈降し, 明瞭な層を形成するのに十分な時間間隔が必要と考えられる. しかし, 少なくとも 1 時間に満たない授業時間内で, このような方法により, 縞模様を観察できるような「地層」を形成させることは不可能である. 境 (2006) は, 粘土の凝集作用 (flocculation) を利用して沈降時間を速くするために, 飽和食塩水を用いた. その結果, 約 2 時間で粘土粒子はほぼ完全に沈殿し, 水が透明になることを示している. したがって, 塩水を使用することで, より短時間で粘土を沈降させることが可能である. しかし, 1 授業時間内での実験結果の観察を可能とするには至らない. 以上のことから, 泥 (シルトと粘土の粒子サイズを含む) の使用により縞模様を形成させることは適当ではないと考えられる.

明瞭な縞模様を観察できる「地層」が形成されない原因の 2 点目として, 使用する水槽の大きさが考えられる. 雨樋を使用する水槽実験 (a) で使用した水槽は, 販売されている教具であるものの, 指導書で示されている高さ 20 cm 以上という条件を満たさない. このため, 教具を使用せずにより一般的である, 雨樋を使用しない水槽実験 (b) では, 長さ 60 cm, 幅 30 cm, 高さ 35 cm の水槽を使用した. しかし, 堆積粒子の量が少ない場合, 多い場合, いずれにおいても「地層」を形成させることはできなかった. これは, 泥を使用していることに加え, より粗い砂質粒子の挙動に問題があると考えられる. すなわち, 流す堆積物の量が少ない場合は流下方向が拡散してしまい, 多い場合には水の抵抗を受けやすいために塊状に堆積することによる. 水の抵抗を受けない量で, 適切に堆積させるためには, 教具の水槽のように, 幅が小さいことが必要と考えられる. しかし, 高さが 35 cm 以上で, 教具のように幅が 7 cm であるような「水槽」は, 一般的な生物飼育用の水槽としては知られていない.

(c) ペットボトルを使用する実験

教科書には, 水槽を使用する実験のほか, ペットボトルや空き瓶を用いた実験例が紹介されている. こ

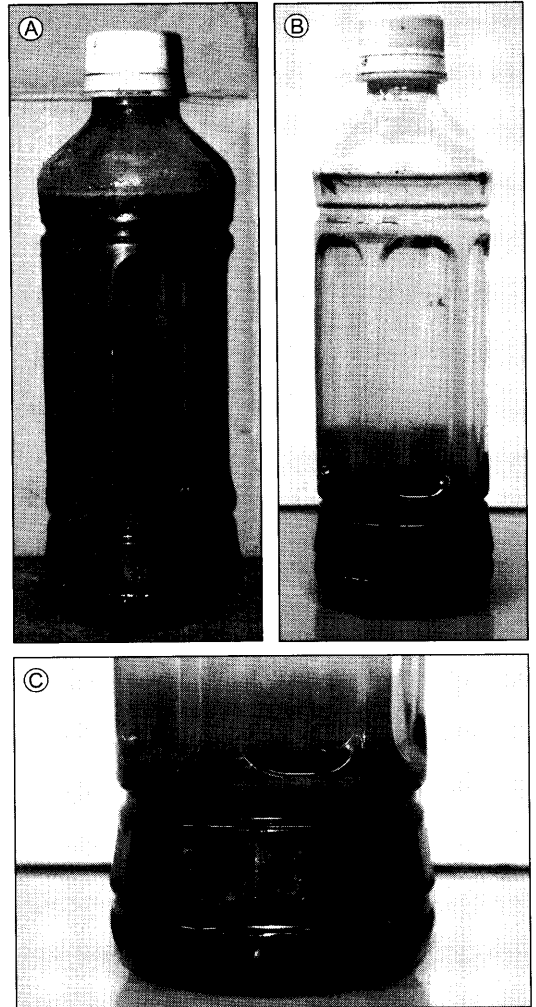


図 2 A: ペットボトルに堆積粒子を入れて攪拌し, 1 時間経過した状態. 懸濁状態の泥の粒子により, 全体に濁っている. B: ペットボトルに堆積粒子を入れて攪拌し, 1 日経過した状態. 砂の層の内部に縞模様 (ラミナ) は観察されないが, 全体としては砂層と泥層による縞模様が観察される. C: B の拡大.

の実験は, ペットボトルに小石・砂・粘土と水を入れ, 十分に攪拌し放置するのみである. この実験も水槽実験と同様に, 粒径による沈降速度の違いに注目したものである.

基本的な準備は水槽実験と同様に行い, 検証実験を行った. その結果, 1 時間経過後は, 多くの粘土粒子が懸濁状態であるため, 濁っている状態として観察されるのみであった (図 2A). さらに 1 日経過後, 砂層

の上に泥層が重なる様子が観察された。砂層の内部には縞模様、すなわちラミナは認められないが、全体としては砂層と泥層の二つの層によって、縞模様が形成

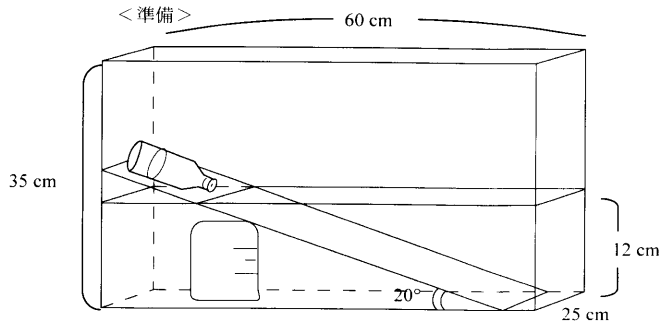
された(図2B, C)。したがって、この方法により縞模様を観察することは可能である。しかし、授業時間内に実験を完了させることを目的とするならば、粘土を

縞模様をつくる堆積実験 1 : 水槽を使用する場合

<目的>

- ・ 単層ごとの時間間隙により縞模様が形成されることがわかる
- ・ 粒径により運搬距離が異なることがわかる。

<準備>



準備するもの

- ・ 砂
- ・ 篩
- ・ 電子天秤
- ・ 水槽 (40 L)
- ・ ガラス板またはアクリル板 (50×20)
- ・ 1 l ビーカー
- ・ 100 ml ビーカー×3
- ・ ヘットボトル (加工済)
- ・ 葉さじ
- ・ 石油用ポンプ
- ・ バケツ

	砂 1	砂 2	砂 3
ϕ	-0.5	1.5	2
g 重	30	30	30

ϕ スケール : 小数を簡単な整数で表現できる

$$\phi = -\log_2 d \quad (d: \text{粒子の直径})$$

$$-0.5 \phi = 1.4 \text{ mm}; 1.5 \phi = 0.36 \text{ mm}; 2.0 \phi = 0.25 \text{ mm}$$

粒径の大きい順に、砂 1, 砂 2, 砂 3 とする。

砂 1 と 3 は、野外で採取したものである。

砂 2 は、市販されている「ブリックサンド S 黄」(200 g, 315 円) を使用する。

<方法>

1. 乾燥させた砂を 5 分間ふるいにかけて、 -0.5ϕ (砂 1), 1.5ϕ (砂 2) と 2ϕ (砂 3) を 30 g ずつ準備する。このときに、実験②で使用する砂 ($-1.0 \phi, 1.5 \phi, 2 \phi$) 10 g ずつも準備する。
2. 小型ビーカーに砂 3 と少量の水を入れて混ぜる。
3. ぬれた砂 3 を葉さじで取り、水面辺りに置く。
4. 底とキャップに穴の開いたペットボトルに水を入れ、傾斜版にペットボトルを置く。
5. ペットボトルの穴から手を離し、水を流す。(500 ml ペットボトル×2回)
6. ポンプで水をぬいて、水深を初期条件に戻す。
7. 砂 2, 砂 1 も同様に手順 2 - 4 を行う。
8. 堆積物を動かさないように、ポンプで静かに水をぬく。
9. 定規などで断面を切る。

<注意点>

- ・ 最も小さい粒径は 2ϕ を限度とする。
- ・ ペットボトルは、ガラス板の伸びの方向と平行にする。

図 3 教科書による条件を改善した、水槽を使用した実験の概要。

使用しない方法も考えられる。そこで、ふるい分けにより準備した粒径の異なる2種類の砂、および市販されている粒径の異なるカラーサンドを用いて、同様な方法で改めて実験を行った。その結果、①大きく粒径の異なる種類の粒子を組み合わせて使用すれば縞模様は形成され、②大きく粒径の異なる種類の粒子を組み合わせて使用しないと3種類の砂が混濁したまま堆積し、縞模様は形成されないことが認められた。この原因として、粒径の異なる粒子のみで実験を行う場合、明確な沈降速度の違いが生じるために十分な長さを、ペットボトルでは得られないことが考えられる。

(2) 教科書の条件を変えて縞模様を形成させる実験

指導書に示された条件に従う水槽実験、ならびにペットボトル実験を検証した結果、泥を用いる場合や大きさの異なる種類の粒子を用いない場合は、1授業時間内に明瞭な縞模様を形成させることは困難であると考えられる。これらの実験結果から得た課題をもとに、教科書の条件を改善し、露頭写真と同様な縞模様を形成させる教材を提案する。

i) 水槽を使用する実験

水槽の大きさに制約されないことを目指した、縞模様を作る水槽実験の条件は、次の4点である：①粘土を使用しない、②ふるい分けにより粒径の異なる3種類の堆積粒子を準備し、それらを別々に流す、③堆積粒子を流すたびに水深を初期条件に戻す、④堆積粒子を流す勢いを同一にする。各条件を設定した理由は、次のとおりである。①粘土を使用しないことは、より短時間で行える実験を目指すためである。②異なる粒径の粒子を別々に流すことは、粘土を使用しない条件下で、より粗い粒子のみで縞模様を形成させるためである。ふるい分けにより粒径をそろえ、さらにそれらを別々に流すことで、容易に縞模様を形成させることが可能と考えられる。③ならびに④の条件は、堆積粒子を別々に流すために必要となる条件である。このうち、堆積粒子を流す度に水深を初期条件に戻すことは、水面まで各粒子が流れる距離を等しくするためである。

本実験では、長さ60 cm、幅30 cm、高さ35 cmの水槽を使用する(図3)。そして水槽内に、ガラス板(50 cm×20 cm)を傾斜20°で設置する。水を流すペットボトル(500 ml)は、キャップの中央に直径0.5 cm程の穴を開け、ボトル本体の底から1 cm上に一

辺1.5 cmの正方形を切り抜く。ペットボトルに堆積粒子および水を入れるときは、切り抜かれた正方形の穴にガムテープを貼り、手で押さえる。そしてこの状態を維持したままボトルの口を下に向け、ガラス板の上に設置する。最後にテープをはずし、大気圧により押し出されることで堆積粒子と水が流れる(図3)。

使用する砂の粒子は、粒径が大、中、小と異なる3種類とする。このうち、大と小に相当する砂の粒子は、

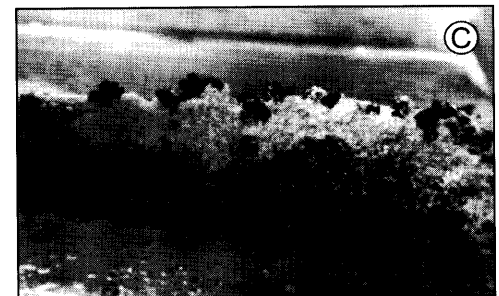
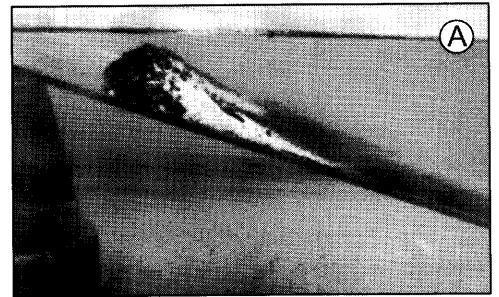


図4 教科書による条件を改善した、水槽を使用した実験の結果。A: 縞模様が観察できる「地層」が形成される。また、粒径が小さい粒子のほうが、より遠くまで運搬されることも理解できる。B: 上面から観察される様子。側面からの観察同様、粒径による運搬距離の違いを理解できる。C: スロープの伸びと平行な断面の様子。「地層」の内部も、外部からの観察と同様な特徴を観察できることから、地層の空間的な広がりについて理解することができる。

野外で任意に採取した砂をふるい分けして得られる最大粒径と最小粒径のものを使用する。そして、それらの中間粒径にあたる砂粒子として、明瞭な縞模様を見せるために、市販されているカラーサンドを使用する。また、ガラス板の大きさは、水槽の側壁との間に、

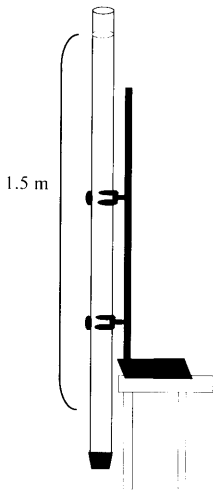
水面の高さを調節するために使用する、石油用ポンプが入る空間を確保できるものに設定した。このようなガラス板をアクリル板などで代用することは可能である。その場合、水より比重が大きく、さらに堆積粒子との摩擦が少ない板であることが求められる。また、

縞模様をつくる堆積実験 2 : 沈降管を使用する場合

<目的>

粒径の大きいものから順に堆積することがわかる。

<準備>



準備するもの

- ・ 砂
- ・ ふるい
- ・ 電子天秤
- ・ 沈降管
(1 m 以上のガラス管も可)
- ・ スタンド
- ・ クランプ×2
- ・ 500 ml ビーカー
- ・ 100 ml ビーカー
- ・ 葉さじ
- ・ バケツ

	砂 1	砂 2	砂 3
ϕ	-1.0	1.5	2
g 重	10	10	10

ϕ スケール：小数を簡単な整数で表現できる。

$$\Phi = -\log_2 d \quad (d: \text{粒子の直径})$$

-1.0 ϕ = 2 mm; 1.5 ϕ = 0.36 mm; 2 ϕ = 0.25 mm

<方法>

1. 沈降管に水をためておく。
2. 乾燥した砂 1, 砂 2, 砂 3 を同時にいれる。

<注意点>

- ・ 最も小さい粒径は 2 ϕ を限度とする。

図 5 教科書による条件を改善した、沈降管を使用した実験の概要。

水の濁りを生じさせないために、使用する砂の最小粒径は 2ϕ (0.25 mm) と設定した。

以上のような条件設定のもとで実験をした結果、縞模様を示す「地層」が形成された (図4)。形成された「地層」の断面を流れに対して垂直方向と同じ方向に切ると、外面から観察される縞模様が、内部にも連続している様子が観察される。このことは、地層の広がりについて説明することができると考えられる (図4C)。さらに、このような堆積物を構成する堆積粒子は、その粒径が小さいほど運搬距離が長いことを示した。天然の過程との単純な対応関係を説明することはできないが、海岸線から沖合にかけて、底質を構成する堆積物がおおよそその傾向として細粒化することを説明できる。また、ポンプで水を抜いて水面が徐々に低下する様子を、海水準が低下する海退として説明する



図6 教科書による条件を改善した、沈降管を使用した実験の結果。堆積粒子が上方細粒化を示して重なり、縞模様を観察することができる。また、沈降の過程を観察することで、粒径が大きい粒子から沈降することを理解することができる。

ことも可能である。

このように、新たに考案した条件のもと行われる水槽実験は、縞模様が観察される「地層」を形成させることが可能である。したがって、地層の特徴および、その形成過程を理解するための教材として有効であると考えられる。

(4) 沈降管を使用する実験

沈降管は、沈降速度から粒子の大きさを調べる沈降粒度分析法に用いられるガラス管のことである。粒径 $1\sim 2\phi$ ($2\sim 0.25$ mm) の砂では、全操作5分で完了する分析法である (公文・立石, 1998)。本研究では、教科書のペットボトル実験の代わりとして、堆積粒子が級化するために十分な深さを持つ沈降管を使用する。今回は、長さ1.5 mの亚克力管を使用するが (図5)、長さ1 m以上のガラス管で代用することも可能である。また、実験に使用する砂は、水槽実験と同様に粒径の最小サイズを 2ϕ (0.25 mm) とし、中間サイズにはカラーサンドを用いた。

沈降管で縞模様を形成させる方法は、水を満たした沈降管に、粒径の異なる3種類の乾燥した砂を同時に投下するのみである。

このような条件に従って実験を行った結果、粒径の大きいものから順に堆積し、明瞭な縞模様が形成された (図6)。これは、粒径と粒子の沈降速度の関係 (Gibbs et al., 1971; 井口, 1975) によるものである。

以上のことより、沈降管を使用する実験は、粒子が級化するのに十分な長さがあるために縞模様が形成されることから、水槽実験と同様に、地層の特徴やその形成過程を理解するために有効な実験であると考えられる。また、この実験によって、粒径の大きい粒子から順に堆積することが学習できると考えられる。なお、沈降管を使用する実験については、高等学校地学の教科書でも示されている (力武ほか, 2004)。

3. 「地層のできかた」の指導方法

地層の形成過程に関する堆積実験は、主に小学校の教科書 (日高ほか, 2005b; 三浦ほか, 2006a など) で取り扱われている。中学校の教科書 (大隈ほか, 2005c; 戸田ほか, 2005 など) は、ペットボトルを使った簡易実験が参考程度に掲載されている場合があるのみである。本論では、各出版社の教科書で水槽実験が扱われている、小学校第6学年での学習内容を検討した。その結果、指導書 (掛川ほか, 2005b; 大隈ほか, 2005b など) で示される「地層のできかた」に関する指導

「地層のできかた」を教える

小学第6学年の理科の単元「地層のできかた」は、実際に観察することが困難な現象であるうえに、児童にとっては馴染みのうすいテーマであるために、指導することが難しい。そこで、教科書の内容に沿った、より詳細な指導方法を提案する。

1. 「地層」とは…

教科書に掲載されている露頭写真を用いて、縞模様に見え、層状の広がりを持って土地を構成するものを、「地層」と呼ぶ。

2. 話し合い

指導する側は、地層の特徴に基づいて児童が次のような予想を立てられるよう導く。

- ① 地層の縞模様は、単層ごとに色が異なることで認識できる。
→地層を構成している岩石の種類や粒径が異なる。
- ② 地層には、河床礫と同様な、円磨された礫が含まれる。
→第5学年での学習と関連付け、地層は「流れる水のはたらき」によって形成される。
- ③ 地層は、堆積粒子が堆積して形成される。
→下から順に堆積することから、下位の地層ほど古い。
- ④ 地層には、貝の化石などが含まれることがある。
→地層は海で形成される。

3. 堆積実験

話し合いによって予想されたことを、実験で検証する。

① 教科書の条件に従う実験

a) 水槽を使った実験（小石、砂、粘土および水を攪拌し、同時に流し込む）

- ・ 淘汰の悪い堆積物が形成され、縞模様が観察されない。
- ・ 粘土を使用するため、水槽中の濁りが消えるまで数日を要する。

b) ペットボトルなどを使った実験（小石、砂、粘土および水を攪拌し、放置する）

- ・ 水深が小さいために堆積粒子が級化して堆積せず、全体に淘汰の悪い堆積物が形成される。

② 教科書の条件を改善した実験

a) 水槽で縞模様を形成させる。

方法：粒径の異なる3種類の堆積粒子を別々に流す。

堆積粒子を流す水の勢いをつける。

1つの堆積粒子を流すごとに、水深を初期条件に戻す。

結果：地層の縞模様は、堆積間隙や、地層を構成する粒子の違いによって形成されることがわかる。

堆積粒子の粒径により、運搬される距離に違いがあることがわかる。

図7(a)

方法に加え、教科書の条件を改善した実験やビデオ教材を中心にした、新たな指導方法を提案する(図7)。各内容の指導は、以下に示すように進める。

i) 「地層」とは

導入として、「地層」の用語説明を行う。教科書の露頭写真を用いて、縞模様に見え、層状の広がりを持って土地を構成するものを、「地層」と呼ぶこととして説明する。

ii) 話し合い

b) 沈降管で縞模様を形成させる。
 方法：沈降管に水を入れる。
 乾燥させた3種類の粒径の堆積粒子を、同時に投下する。
 結果：堆積粒子が級化して堆積することから、粒径が大きいものから堆積することがわかる。

以上のことより、② - a, bの実験を行うことで、縞模様を形成することが可能となる。従って、地層の形成プロセスについてより適切に理解することができる。

4. ビデオ

1990年にNHKで放送された「はてなサイエンス」を録画したものを使用する。内容の構成は、以下の通りである。

- ① 実際の露頭にある地層を見せる。
- ② 地層に含まれる岩石の大きさや色を観察し、河原を連想させる。
- ③ 地層は川と関係している。
- ④ 地層には、海の生き物の化石がある。
- ⑤ 地層中に発見された恐竜の化石。→恐竜は海に住んでいた？
- ⑥ 恐竜の化石は、川から運ばれてきた。
- ⑦ 地層は水のはたらきでできる。

このビデオの内容は、授業の冒頭で児童が話し合い、室内実験を行って検証するという一連の流れを、総括するものである。さらに、「恐竜」という児童の興味をひきつけるテーマを扱っており、岩石と同じように化石も運ばれ堆積することがイメージしやすくなっている。

図7(b)

図7 教科書の条件を改善した堆積実験を中心とした、「地層のできたかた」の指導案。

児童たちに、露頭写真から読み取れることを話し合わせる。指導する側は、児童が次の四つの観点に着目するように導く。

①地層の縞模様は、単層ごとに色が異なるために認識することができる。

地層が縞模様として認識される理由は、単層ごとに色が異なるためである。このような色の違いは、各単層を構成している岩石の種類や粒径が異なることを反映しているためではないかと推測できる。

②地層には、川原で観察される礫と同様な特徴を持つ礫が含まれる。

小学校第5学年の「流れる水のはたらき」では、河床礫は円摩され、丸みを帯びることを学習している。地層中にも、このような河床礫と同様な特徴を持つ礫が観察されることから、地層は「流れる水のはたらき」で形成されると考えられる。

③地層は古いものから順に堆積して形成される。

堆積粒子は、すでに堆積した層の上に積み重な

る。このようにして形成される地層は、下の層から順に堆積して形成されたものであり、下位の地層ほど堆積した年代が古いことを推測できる。

④地層には、貝などの化石が含まれる。

地層中に、貝をはじめとした海の生物の化石が含まれている場合がある。このことから、地層は海の中で形成されたのではないかと考えられる。

iii) 堆積実験

上述の話し合いで得られた仮説を、実験②を行って検証する。本研究によって、教科書の実験条件を改善することで、縞模様を形成させることが可能である。このような、教科書に掲載されている露頭写真と類似する縞模様を作る実験により、児童は地層の特徴、およびその形成過程について理解できると考えられる。

iv) ビデオ教材

本論で紹介するビデオ教材は、NHK教育テレビで1990年4月から1995年3月にかけて放送された「はてなサイエンス」を録画したものである。これは小学校6年生向けに理科の各単元について講義を行う15分番組である。このうち、本論では「地層のできか

た」の回を紹介する。

講義は、地層中に恐竜（マメンチサウルス）の化石が発見されたところから始まる。そこで「地層は火山の噴火によってできた」という考えが正しいのか、検証を進める。砂岩と火山岩では、粒径や色が異なることを見せてから、恐竜の化石が発見された地層中の岩

石を確認する。その岩石は砂や礫であり、丸い大きな石が多いことから、第5学年で学習した「水のはたらき」が関係しているのではないかと推測する。そして恐竜の化石が発見された地層中には、ほかに貝などの化石も観察されることから、地層は海の中でできたのではないかと仮説を立てる。そこで先生が、地層は河

小学校6年生理科 単元「地層のできかた」の指導に関するアンケート

このアンケート結果は、今後の教材開発の研究に役立たせていただきます。
ご協力よろしくお願いいたします。

1. 先生の大学での専門分野（教育学部の～課程）は理系，文系のどちらでしたか？

理系（ ） 文系（ ）

- a) では、「理系」と答えた方に伺います。

大学の授業で行った地学実験は、次のうちどれですか？

- ・ 野外での地層観察 ()
- ・ 化石・堆積岩の観察と採集，分類 ()
- ・ 粒度分析実験 ()
- ・ 岩石磨耗実験 ()
- ・ 粒子の沈降実験 ()
- ・ 水路実験 ()
- ・ その他 ()

- b) 「文系」と答えた方に伺います。

大学の授業において、地学実験を経験されたことがある場合は記入してください。

()

2. 先生の教員経験年数は何年ですか？ ()

また、小学校6年生の理科を担当された合計年数は何年ですか？ ()

3. 小学校6年生理科の単元「地層のできかた」は、学習内容を理解させるのが難しい単元だと思えますか？

思う () 思わない ()

- a) 「思う」と答えた方に伺います。それは何故ですか？

特にどのような点が難しいのか、具体的に記入してください。

()

)

- b) 「思わない」と答えた方に伺います。それは何故ですか？具体的に記入してください。

()

)

図8 教員研修の参加者に対するアンケートの内容。

川の流れの作用によって海に運搬された砂や礫が、海底に堆積して形成されることを解説する。さらに、講義冒頭で発見された恐竜の化石は、川原で化石化した骨が海へと運ばれてきたものであると説明を行い、終了する。

このビデオの内容は、上記の i) から iii) で示した、児童の話し合い、およびその仮説に対する実験での検証という、一連の流れを総括するものである。またこ

のビデオは、児童の興味をひく「恐竜」というテーマを扱い、化石が岩石と同様に「水の流れるはたらき」によって運搬され堆積する様子をイメージする手助けとなると考えられる。

なお、現在ここで紹介した番組を入手することはできないが、同様の番組（小学校6年生用の理科番組）はNHKのサイトから入手できる。

質問1

大学における専門課程

理系	5
文系	7
その他	1
計	13

質問2

教員の経験年数

0	1
1～5	5
6～10	2
11～20	2
21～30	3
計	13

質問3

「地層のできた」は教えるのが難しいと思うか。

思う	11
思わない	1
無回答	1
計	13

質問5

授業で実施した堆積実験は成功したか。

成功した	1
成功しなかった	2
どちらともいえない	2
計	5

質問6

今回の水槽実験を今後実践しようと思うか。

思う	4
思わない	5
無回答	4
計	13

大学における地学実験の経験

理系

野外での地層観察	2
化石・堆積岩の観察と採集・分類	3
粒度分析実験	1
無回答	2
計	8

小学校6年理科の担当年数

0	5
1～5	7
6～10	1
計	13

質問4(複数選択)

授業で実施していること

堆積実験(雨どいと水槽)	4
堆積実験(水槽のみ)	3
堆積実験(ペットボトルや空き瓶)	6
ビデオ教材	4
堆積岩の観察	6
野外実習	1
その他	3
無回答	5
計	32

図9 教員研修の参加者に対するアンケートの結果。詳細は本文参照。

4. 現職教員を対象とした研修の実施

本研究によって改善された堆積実験を中心とした、「地層のできかた」の新たな教材をもとに、現職教員を対象とした研修を実施した。

実施日：平成18年12月27日

実施場所：東京学芸大学

受講者：都内小学校の現職教員12名と私立塾講師1名（計13名）

受講者を3グループに分け、グループごとに実験を行った。実験は、松川と萩原の指導で行い、鈴木ほか松川研究室の院生と学生が補助として参加した。受講者には、実験の方法を示す資料(図3,5)と「地層のできかた」の指導案(図7)を配布した。

各グループとも、水槽と沈降管いずれの実験においても、「地層」を作ることに成功した。水槽を使用する実験において、さまざまな方向の断面を観察し、縞模様の特徴の変化を調べるグループもあった。

5. 研修後のアンケート調査

研修終了後、受講者にアンケート調査(図8)を実施した。その結果(図9)は、次のようにまとめられる。研修に参加した受講者のうち、教員年数が5年以下である場合が多い。このうち約半数の教員が、小学校第6学年の理科の担当経験がないことがわかる。そのうえで、「地層のできかた」を教えるのが難しいか、という問いに対して、ほぼ全員がそのように思うと答えている。その理由として最も多く挙げられたのは、実際に地層を観察することができる環境にないことである。これは、学校周辺に野外実習を行いやすい露頭がないことや、費用の問題による。2番目に多かった理由は、実験がわかりにくいから、また費用の問題で実験を行いにくいからというものである。その他の理由として、写真だけで地層を説明する技量が教師に不足している、長い時間スケールで起きる大地の変化を想像する力が子どもたちに乏しい、などが挙げられた。「地層のできかた」を教えることが難しいとは思わない、と回答した1名は、その理由として、今回の研修のように、教師がわかりやすい実験を学ぶ機会があれば、それを児童に伝えることができるから、としている。

これまで「地層のできかた」の授業で実践したことを尋ねる問いに対しては、ペットボトルや空き瓶を使用する堆積実験という回答が多くみられた。これ

は、水槽を使用する実験よりも比較的簡単にできるためと考えられる。また、雨どいと水槽、水槽のみを使用する実験と、ペットボトルと空き瓶を使用する実験をともに行うという回答もみられた。しかし、そのうち成功した例は1件のみで、ペットボトルを使用して「それなりに上手くいった」と回答している。成功しなかった事例は、結果がわかりづらい、数日放置しても上手くいかない、小さい瓶では泥が先に沈んでしまった、という回答がみられた。また、「地層のできかた」の授業で実施されていることは、このような室内実験のほかに、主にビデオ教材や堆積岩の観察であることがわかる。

今回提案した水槽を使用する実験と沈降管を使用する実験に対する評価としては、沈降管を使用する実験を今後実践したいとする回答が多い。一方で、沈降管を使用する実験を実践したくないとする回答はない。この主な理由として、従来の実験よりも簡単で、明瞭な粒子の違いを観察できることが挙げられた。しかし、この実践に必要な沈降管を代用するような教具が、勤務校にはないという意見も挙げられた。一方、水槽を使用した実験を実践したいとする回答は、研修参加者13名のうち4名である。この4名は、研修で行ったように沈降管と水槽の実験の違いを説明したい、見た目が綺麗でわかりやすい、と回答している。一方で、水槽を使用した実験を実践したくないとする理由としては、器具に費用がかかることや、準備に比較的時間がかかることが挙げられた。

6. まとめ

小学校の教科書で扱われている堆積実験では、教科書に示されているような縞模様はできないという声を聞く。そこで、教科書と指導書が示す条件に従って実験を行った結果、粘土の使用、水槽の大きさに関する問題点が挙げられた。これらをもとに教科書の条件を改善した結果、限られた授業時間内でも縞模様を観察することができる「地層」を形成させることが可能となった。これらの実験によって、①粒径による運搬距離の違い、そして②粒径と沈降速度の関係について、児童がより適切に理解することができると期待される。

また、今回提案した二つの実験を用いて、現職教員対象の研修を実施した。その結果、これらの実験は、従来の教材よりも理解しやすく、今後実践してみたいとする意見が多く挙げられた。今回のように教員が、

よりわかりやすい教材を学ぶ機会が増えることを期待する。

今後の課題は、粒径のそろった砂を準備するためのふるいと、沈降管実験に使用するガラス管である。今回の実験で使用したふるいは、粒度分析用の大型ふるいであるため価格が高く、学校予算で購入するのは困難であるという声が、教員研修の際に聞かれた。また、実験器具を扱う業者で市販されているふるいは、大型ふるいに比べ価格は大幅に低いものの、ふるいのサイズが小さく、 ϕ スケールも十分ではない。今後は、低価格で、ふるいのサイズ・ ϕ スケールともに適当な簡易ふるいの使用の可能性を検討する必要がある。極端に言えば、大きく粒径の異なる種類の粒子を使用することが重要なので、ホームセンターで販売されているふるいの使用も可能かもしれない。また、沈降管実験に使用したガラス管は壊れやすく、児童には扱いにくい。これに代わるものとしてアクリルパイプが市販されているが、長さが1 mに満たないものがほとんどである。アクリルパイプは比較的安価なので、粒子サイズに対応する沈降管の長さを検討することで、現場での実践が促進されるであろう。

謝 辞 本研究を進めるにあたり、実際の教育現場で堆積実験を実践されている慶應義塾幼稚舎の馬場勝良先生、相場博明先生、慶應義塾湘南藤沢中・高等部の小荒井千人先生には数々の助言をいただいた。千葉大学理学部の伊藤 慎教授には堆積学的な助言をいただいた。これらの先生方に厚く感謝申し上げる。本研究にあたり文部科学省科学研究費(課題番号: 18300262, 代表 長谷川 正, 2006-2008)を使用した。

引用文献

- 芦澤尚子・松川正樹(2006): 沈降速度を用いた地層の堆積時間の見積もりとその教材化。地学教育, **59**(1), 1-14.
- 鎮西清高ほか(1998): 地学IB。東京書籍, 東京, 96-97.
- Gibbs, R. J., Matthews, M. D. and Link, D. A. (1971): The relationship between sphere size and setting velocity. *Jour. Sediment. Petrol.*, **41**, 7-18.
- 日高敏雄ほか(2005a): みんなと学ぶ小学校理科5年, 学校図書, 東京, 66-73.
- 日高敏雄ほか(2005b): みんなと学ぶ小学校理科6年, 学校図書, 東京, 48-65.
- 日高敏雄ほか(2005c): みんなと学ぶ小学校理科6年教師用指導書詳説編。学校図書, 東京, 66-69.
- 井口正男(1975): 漂砂と流砂の水理学。古今書院, 東京, 123-129.
- 掛川一夫ほか(2005a): 楽しい理科6年下。信濃教育会出版部, 長野, 2-13.
- 掛川一夫ほか(2005b): 楽しい理科6年下教師用指導書。信濃教育会出版部, 長野, 92-95.
- 公文富士雄・立石雅昭編(1998): 新版砕屑物の研究法。地学団体研究会, 長野, 299 p.
- 増田富士雄・成瀬 元・高川智博・斉藤 有・山口直文(2005): 水路実験による堆積物挙動。日本地質学会第112年学術大会見学旅行案内書N班, 161-173.
- 三浦 登ほか(2006a): 新しい理科6下。東京書籍, 東京, 1-11.
- 三浦 登ほか(2006b): 新しい理科6下教師用指導書。東京書籍, 東京, 42.
- 文部省(1999): 小学校学習指導要領解説 理科編。東洋館出版社, 東京, 122 p.
- 大隈良典ほか(2005a): わくわく理科6下。新興出版社啓林館, 大阪, 7-8.
- 大隈良典ほか(2005b): わくわく理科6下指導書第二部詳説。新興出版社啓林館, 大阪, 12-15.
- 大隈良典ほか(2005c): 未来へひろがるサイエンス2分野上。新興出版社啓林館, 大阪, 66-67.
- Pettijohn, F. J. (1976): Sedimentary rocks. Harper & Row, New York, 628 p.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E., and Siever, R. (1972): Sand and sandstone. Springer-Verlag, New York, 618 p.
- 力武常次ほか(2004): 高等学校地学I 地球と宇宙。教研出版, 東京, 101.
- 境 智洋(2006): 200円でできる堆積実験器「たまるん」とその実践—「水のはたらきによる土地の変化」の授業プラン—。北海道立理科教育センター研究紀要, **18**, 75-83.
- 坂本隆彦・目 康夫・藤村輝美(1997): 実験”漣痕をつくろう”。地学教育, **50**, 1-7.
- 下田 右(1985): 粘土鉱物研究法。創造社, 東京, 243 p.
- 鈴木一久(1992): 手製水路の作り方と実験例。堆積学研究会報, **37**, 85-92.
- 高橋康明(1999): 近年の堆積学の成果を踏まえた地学教材の開発について—堆積構造の形成過程に注目して—。平成10年度千葉県長期研修生研究報告書・資料集(理科・地学), 50 p.
- 戸田盛和ほか(2005): 新版中学校理科2分野上。大日本図書, 東京, 74-75.

萩原伸子・西田尚央・小河佑太力・松川正樹：地層のできかた」を観察する堆積実験の検討 地学教育 61
巻第1号, 9–23, 2008

〔キーワード〕 地層, 縞模様, 堆積実験, 生物飼育用水槽, 教材開発

〔要旨〕 飼育用水槽やペットボトルを使用して, 地層の形成過程を小中学校で理解させる堆積実験が提案されている。しかし, 一般的に用いられる砂場の砂では, 地層に似せた縞模様ができにくい。その理由を述べた。そして, 地層に似せた縞模様を作るための方法として, 堆積粒子を異なるサイズごとに, 水槽内のスロープを流す実験を新たに提案する。

Nobuko HAGIWARA, Naohisa NISHIDA, Yutaka OGAWA and Masaki MATSUKAWA: Teaching Development of the “Formation of Strata” Based on Sedimentation Experiments. *Educat. Earth Sci.*, 61(1), 9–23, 2008

教育実践論文

自主的にテーマ設定をする高校地学教員研修の成果と課題： 教員研修「かがわ教員道場」の例

Subjects and results of training activities for
high school Earth Science teachers in the
case of the training program “Kagawa Kyoin Dojo”

川村 教一*・泉谷 俊郎**

Norihito KAWAMURA and Toshiro IZUMITANI

Abstract: The authors describe the outline of the “Kagawa Kyoin Dojo” training program for high school science teachers in 2006 and discuss the subjects and results of the program. This program is characterized by self-enlightenment activities. Enhanced teaching abilities as a result of this program can be characterized as follows: 1) the program utilizes a practical teaching method; 2) improvement in teacher attitude to their instructing capabilities; and 3) improved knowledge and understanding of the teaching unit.

Key words: teacher training, high school teacher, “Kagawa Kyoin Dojo” Training Program

1. はじめに

日本理科教育学会教育課程委員会(1996)や藤岡(2003)などで紹介されているように、教員研修機関などによる教材開発など特定学習項目を主とした研修活動は、従来から普遍的に行われている。このような研修に関する意見として、希望研修が多いほうが望ましいとのアンケート結果がある(日本理科教育学会教育課程委員会, 1996)。このように、研修機関は参加者の研修内容に関するニーズを的確に掴むことが求められる。一方、最新の科学を取り入れた研修の必要性が主張されている(藤岡, 2005)。研修機関がこれらのようなさまざまな要求すべてに答えていくことは、現実的に予算や人員の面からなどの制約があると思われる。大橋(2004)は、研修のうち教科指導については研修機関が、新しい科学の成果については大学や企業などが分担して行う提案をしており、先の制約は解決で

きる可能性がある。

これらの研修機関による研修に対し文屋(2005)は、学校内における研修活動により、指導技術を他の教員に伝達することを提案している。地学教育の立場から見ると、学校に地学教員がごく少数しか配置されていない実態から、この提案は学校によっては実現しがたいかもしいない。

さて、本研修は研修教員が課題を自主的に設定するなど、上に述べた研修と比べると新しい形態の教科指導研修制度である。類似の教員研修制度として、東京都教育委員会「教師道場」があるが、その成果はまだ明らかにされていない。

「かがわ教員道場」とは、平成17年度以降に香川県教育委員会事業として行っている高校教員研修であり、教科指導力向上の取り組みとして行われるものである(香川県教育委員会, 2005)。平成17年度実施した本研修は、物理、化学、生物教員を、平成18年度は

* 香川県立丸亀高等学校 ** 香川県教育委員会高校教育課(現 香川県立小豆島高等学校)

2007年3月2日受付 2008年1月3日受理

物理、地学教員を対象として実施した（かがわ教員道場理科学グループ、2006, 2007）。

筆者らは平成 18 年度の「かがわ教員道場」理科学グループ地学研修の企画、運営、実施に携わった。本報ではこのうち地学教育に関する研修を中心に、自主的に研修課題を設定して行う研修の成果と課題について論じる。

2. 研修の概要と特徴

(1) 研修のねらいと教科指導力の定義

本研修のねらいは教員の「教科指導力の向上」とだけ示されている（香川県教育委員会、2005）。「教科指導力」の内容については提示されておらず、このため何をどこまで向上するかは、研修教員自身で設定することが求められる。教育委員会事務局は、研修に必要な予算や指導助言者の確保など、研修環境の整備に力点を置いている。

(2) 研修の概要

平成 18 年度「かがわ教員道場」の概要は以下のとおりである。

研修内容：研修教員の「教科指導力の向上」を図るために、授業研究、協議を通して、助言者（管理職教員、指導主事）による指導を受けつつ、1 年間にわたり相互研鑽を行う。

組織：研修はグループで行い、グループは同一教科の教員から構成される。平成 18 年度のグループには、助言者として管理職教員物理・地学担当各 1 名、指導主事 1 名、研修教員として 8 校から 9 名（物理研修教員 6 名、地学研修教員 3 名）が参加した。研修教員のうち 1 名はグループリーダーを務めた。あとで述べる成果発表会では、外部からの助言者として、大学教員（物理・地学担当各 1 名）を招へいた。研修活動全般の業務は、会計、記録（文書、画像）に区分して随時分担当した。

研修活動：研修は助言者と研修教員が参加して行うグループ活動で、物理と地学の区別なく教員は参加した。研修活動の実施は、図 1 に示すように全体会および分科会、研修テーマ（グループ共通、個人）の決定、事前協議、授業研究、事後協議、成果発表会の順で行った。研修教員は、研修行事のたびに所属校から会場に赴き、行事以外の研修活動は所属校で自らが随時行った。これ以外に、県内外の他校の授業見学を主とした研修を行った。

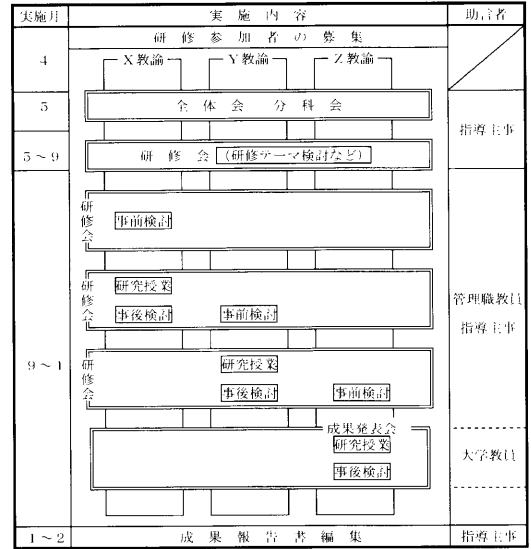


図 1 かがわ教員道場研修年間行事の概念図

①全体会および分科会

研修制度の概要、行事の概要について周知するための講義、教科別のグループ共通テーマ設定などの協議を行った。

②授業研究

授業研究では、研修教員が研究授業を 1 回行い、その前後に当該授業に関する学習指導法の検討、授業の成果および課題の抽出を行った。

③成果発表会

研修成果の発表を行い、大学教員から助言をいただくと同時に、成果を県下の公立高校教員に周知した。

実施体制：研修全体の企画・運営は教育委員会事務局が行い、教科での研修行事（研修会、成果発表会、県外研修、成果冊子編集作業）日程および進行、研修に関する文書作成と発送業務ほかについて、主にグループリーダーが行った。

(3) 本研修の特徴

本研修の特徴は、研修課題を研修教員自身が設定するなど主体的な研修であること、研修内容は教科指導スキルの改善につながる実践的な内容から構成されること、研修課題を助言者だけでなく研修参加者全員で検討し、改善方法を探ることにある。

3. 研修テーマの設定

研修テーマの設定にあたり、問題を抽出し、単年度内に解決可能な課題を見いだすことが研修教員に求め

表1 地学教員個人研修テーマおよび設定理由一覧

教諭	個人テーマ	テーマ設定理由
A	生徒の学ぶ意欲を高めるための授業における工夫	最近授業をおこなっていると、生徒の学習に対する意欲が以前より乏しくなってきたように感じる。自然科学に対する興味や関心が薄らいでいることや、マルチメディアの中で育ってきた生徒たちが言葉による説明が中心の授業だけでは、なかなかイメージがつかみにくいという現実もあるのではないかと思う。そこで、授業においてできるだけマルチメディアを活用し、生徒に興味・関心を持たせるとともに、イメージをつかみ易くすることによって学ぶ意欲を高めたいと考えた。具体的には、授業の中でコンピュータや最近導入されたDVDプレーヤーなどを活用し、シミュレーションや静止画、動画を短時間でも見せることができる場面をつくるような授業展開を研究したいと思う。
B	作業実習の教材開発	現在の授業は、教科書の解説を中心としたものであるが、生徒は表面的な暗記を中心とした学習に偏り、学習内容の理解が深まらず、少し時間が経つと改めて説明する必要が度々あった。今回の研修では、生徒の作業を伴う教材開発を行い、これを実践することによって、学習内容に対する生徒の興味・関心を一層高めるとともに、基本的な学習内容の理解を深めさせることをねらいとする。
C	生徒の興味・関心を高め、学習内容の理解を深める動画教材の収集とそれを用いた教育実践	地学現象を教室へ持ち込む工夫の一つとして、これまで地学現象の画像を収集し、PowerPointのスライド教材開発を行い、授業展開を充実させることができた。しかしながら、静止画像が多く、ダイナミックな自然現象を実感させ、理解を深める点ではまだ不十分であった。これを改善するために、自然現象の時間変化を観察できる教材が必要であると考えている。そこで本年度の研修では、地学現象を記録した動画を収集の上、教材としての利用を実践的に検討する。こうして地学の学習をより魅力的なものとし、生徒の興味・関心を向上させるとともに、学習内容の理解を深めることを研修のねらいとする。

られる。そこで次のような手順で、研修到達目標の設定を行った。

- ①参加者自身が現在の所属校の教育実践で直面している課題を見いだす。
- ②研修会で参加者が見いだした課題の共通点を抽出し、その改善を共通研修テーマとする。
- ③共通研修テーマのもと、参加者が所属する学校、生徒集団、教育環境の事情に基づき、各自が改善に取り組む個人研修テーマを設定する。
- ④グループリーダーが個人研修テーマとその設定理由を再検討し、修正意見を提示する。
- ⑤授業者が個人研修テーマとその設定理由を修正する。

特に④、⑤において、グループリーダーが問題解決のファシリテーターとなり、研修教員が見いだした課題のポイントを明確にするために電子メールで質疑応答を繰り返した。

このような過程を経て設定された研修テーマは、研修教員の教職経験年数、科目、所属校の環境などにより異なった(表1)。

それぞれの研修教員が抱えている教科指導上の課題は、指導している学習集団によりさまざまであり、教

科指導上の課題は多様である。課題の多くは生徒観に見いだせる。その概要を列挙すると次のとおりである。

- ア. 生徒の学習意欲の欠如
- イ. 興味・関心の程度が異なる学習集団
- ウ. 興味・関心を高める機会に乏しい生徒の生活環境
- エ. 自然現象のイメージを持つことができないため理解が深まらない生徒
- オ. マルチメディア文化で育った生徒に適切な教材の不足

これらに基づいて、共通テーマを次のように設定した。

「多様化する生徒に対する理科学習指導の工夫―生徒の理科への興味・関心を高め、理解を深めさせるための教材開発とその実践―」

これら課題のうち、自然現象の理解の深化、あるいは興味・関心を高めることなどの点から生徒の学習状況の改善を図ることを、本研修の共通テーマのねらいとした。

表2 平成18年度「かがわ教員道場」理科グループ研修実施記録
A～C教諭は地学教員，D～I教諭は物理教員。

実施回	実施日	主たる科目	研修内容		参加者数
			主たる内容	研究授業事前協議対象者	
1	2006/5/19 (金)	共通	研修事業説明，昨年度実施例紹介		7
2	2006/6/9 (金)	共通	平成18年度香川大学教育学部附属坂出中学校教育研究発表会参加		3
3	2006/6/14 (水)	共通	研修テーマ，年間計画検討		8
4	2006/7/5 (水)	共通	研修テーマ，年間計画検討		7
5	2006/9/28 (木)	物理	研究授業 (D教諭，物理II「交流」)		9
6	2006/10/18 (水)	共通	研究授業 (E教諭，サイエンスコラボレーション「簡単な電子回路」)，授業見学 (地学，化学)	F教諭	10
7	2006/10/25 (水)	物理	研究授業 (F教諭，物理I「波の性質」)		6
8	2006/11/6 (月) ～8 (水)	共通	京都市および大阪府高校授業および施設見学		4
9	2006/11/15 (水)	共通	研究授業事前検討	A教諭，G教諭	6
10	2006/11/20 (月)	共通	研究授業 (A教諭，地学II「銀河の距離」)，研究授業 (G教諭，物理I「気柱の振動」)，地学講演会	H教諭	10
11	2006/11/28 (火)	物理	研究授業 (H教諭，物理I「波の性質」)，物理成果発表会打ち合わせ		7
12	2006/12/6 (水)	物理	物理成果発表会打ち合わせ	I教諭	10
13	2006/12/11 (月)	物理	物理成果発表会，研究授業 (I教諭，物理II「等加速度運動」)，講演会		10
14	2007/1/5 (金)	地学	研究授業事前検討	B教諭	6
15	2007/1/15 (月)	地学	研究授業 (B教諭，地学I「海洋とその運動」)	C教諭	10
16	2007/1/25 (木)	地学	地学成果発表会打ち合わせ	C教諭	8
17	2007/1/30 (火)	地学	地学成果発表会，研究授業 (C教諭，地学I「地史の復元・断層とその種類」)，講演会		10
18	2007/2/15 (木)	共通	香川大学教育学部附属高松小学校授業見学，成果報告書編集作業		7

4. 実施した研修の概要

表2に示すように，年間18回に及ぶ校外でのグループ研修を行った。

授業研究は，主に研修教員の所属校での学習指導計画に従い実施順を決定した。5月～9月に研修課題設定に関して協議を行った後，9月～翌年1月に授業研究やそれに関する協議を行った。

授業研究では，事前・事後協議であった質問や助言内容を分析し，生徒観，学習指導計画，学習指導案の書式，教材，学習指導方法，評価，その他について協議した。

5. 研修成果についての考察

(1) 分析対象とするデータ

研修を終えるにあたり，教員が研修成果を自己分析し，個人研修報告を記した (かがわ教員道場理科グループ，2007)。また，筆者は研修教員対象にアンケートを行った (表3)。研修の成果を検討し，課題を

抽出するために，これらを分析対象とする。

(2) 個人研修テーマの達成

個人研修テーマの達成度を概観するために，各研修教員 (地学) の成果の要旨を以下に挙げる。

①生徒の学ぶ意欲を高めるための授業における工夫 (A教諭)

アンケートに基づいて，シミュレーション，インターネット，PowerPointの使用は，学習内容を理解させやすく，生徒たちの学ぶ意欲を高めることに効果的であったと授業者は考えた。

②作業実習の教材開発 (B教諭)

講義中心の授業より作業実習を多く取り入れることで，生徒の学習内容の理解度および定着率は向上したと授業者は判断した。

③生徒の興味・関心を高め，学習内容の理解を深める動画教材の収集とそれをを用いた教育実践 (C教諭)

地質事象の動画教材を利用したところ，生徒から再導入の希望が多いことから，これは授業内容に関心を持たせるために有効な手段であるといえる。また，生

表3 研修教員対象アンケートと回答

設問5 出張や校内における研修などの時間の確保で工夫した点があれば教えてください。
・時間割編成以前から「かがわ教員道場」に参加することを希望していたので、月曜と金曜の授業は空けてもらった。 ・地学の教員は各校に1名しかいないので代わりに授業を進めてもらうことができず、出張の時の授業は基本的に他日変更した。しかし、本校の地学の授業はすべてモザイク授業で、中には他日変更のためには13名の先生方の了解を得なければ動かない授業もあり、やむを得ずプリントなどを用いた自習の時間にしたこともあったが、そうすると授業進度がそのクラスだけ遅れてしまい、生徒に迷惑をかけた。このあたりのことは、県教委の方から時間割編成時に配慮するように文書を出してもらえると良かったと思う。
設問6 教員道場の活動を今年度は、物理・地学共同実施しました。このことについてのメリットとデメリットとして挙げられる事柄と、その理由を述べてください。
・メリット：地学の分野も物理に関連した内容も多いので、物理の先生方の授業は大変参考になった。他科目の授業を見る機会がこのような研修でないと見られない。デメリットは特にありませんでした。 ・メリットとしては、日頃見る機会のない他校の物理の先生の授業を見せてもらうことができ、地学の授業にも活かせる事柄や手法があり参考になったことなど。デメリットとしては、結果的に成果発表会を2回行わなければならなくなったため、リハーサル等も含め出張回数が多くなったことなど？
設問7 その他、教員道場に関する意見や感想
・今回参加できていろいろと勉強になった。 ・出張が多く忙しい1年間であったが、教員道場の取り組みはいろいろと参考になることもあった。特に、県外視察で他県の高校の先生方の生の声を聞いたことや、普段の地学の授業を見せてもらったことは大変良い刺激になった。また、マンネリ化した自分の授業を見つめ直したり、新しい教材を取り入れる良い機会になったと思う。

徒アンケートによると学習内容を理解しやすいようである。これらから判断して、適切な場面で視聴覚教材を用いた学習項目においては、おおむね成果があったといえる。

以上のように、個人研修テーマのねらいの一部またはほとんど全部を達成したことが報告された。

(3) 共通研修テーマの目標達成

共通研修テーマに対し、本研修がこれらの改善に貢献できたか、「興味・関心と学習意欲」、「自然現象の教室における再現」に区分して、各教員の個人研修の成果をもとに検討する。

1) 興味・関心と学習意欲

「生徒の学習意欲の欠如」および「興味・関心の程度や基礎学力が異なる学習集団」

地学①、③の成果に見られるように、教材や授業内容に関心を持つ生徒が増えている場合、授業に参加しようという意欲が高まったと考えられるので、本課題について一定の効果があったと考えられる。ただし、基礎学力の異なる学習集団に対する実践は行われなかった。

2) 自然現象の教室における再現

「自然現象のイメージを持つことができないため理解が深まらない生徒」および「マルチメディア文化で育った生徒に適切な教材の不足」

このことについては、地学①～③の研修で行った、自然現象のグラフ化作業教材、可視化教材、動画教材の収集により成果が上がったと考えられる。

(4) 教育実践改善の動機づけ

個人研修報告において、研修目標以外で成果が上がったと教員が述べている事例を以下に抜粋する。

「授業研究において、授業について討論したり助言者からアドバイスを得て、自分自身の授業の反省ができ工夫するようになった」、「教員道場に参加して多くの先生の授業を見学し、授業の工夫点などたいへん勉強になった」

授業研究で授業設計について助言を得たり、他府県の高校の見学を通じて模範的な授業事例を見学するなどして、自らの授業設計を改善できるようになったと述べられている。この成果は本研修活動がなければ実現できなかったものであり、教科指導法改善に自ら取り組む動機づけになったことも研修成果として重要である。

(5) 有意義な研修活動の抽出

研修の意義があった活動項目を抽出するため、「自己啓発につながった活動」、「参考になった研修事項」、「向上した能力」の観点からアンケートの回答を分析する。

1) 自己啓発につながった活動

研修活動のうち、事前協議、研究協議、事後協議、他校見学の全項目を、全員が自己啓発につながった事例として回答した。

2) 参考になった事項

教育実践活動に取り組む上で参考になった事項として、全員が挙げるのは次の項目である。

- ・見学した他校の学校環境、他校の生徒の様子の観察、他の教員の学習指導計画や評価手法、発表・教材のプレゼンテーションの作成、授業研究で紹介された教材、研究協議における助言者や他の教員からのコメントやアドバイス、その他の情報交換、自分の発表・教材のプレゼンテーションの経験

3) 向上した能力

研修活動により向上したと感じる能力として、全員が挙げるのは次の項目である。

- ・教材(情報)収集能力、授業構成能力、視聴覚教材活用法、コンピュータ画面の効果的な提示法、研究授業をした学習項目に関する知識や理解、学習指導改善に取り組む意欲や態度

6. 自主的に課題を設定する研修の意義と課題

(1) 意義

地学教員の研修の実態に関する報告はこれまでに知られていないので、ここでは高校理科の教員研修のデータを参照する。

武村(1996)は、授業改善のため、研修制度の改善を教育行政機関が主体となって行う提案をした。研修機関による高校理科教員研修についての意識調査結果(東京都教職員研修センター、2004)を見ると、「研修を授業で活かした」という回答数が313名中88名に留まる。活用できなかった理由として最も多いのは「研修内容が難しい」の50名である。また、研修を受けなかった回答数100名のうち、22名は「受けたい研修がない」という。これらは教員に見合った研修内容を用意することの難しさを感じさせる調査結果である。

一方、本研修活動では教員が個人研修課題として自主的に選択・設定できるので、難易度は適切なものになった。この点から上にあるような問題点を改善することができる。

(2) 課題

1) 研修時間の確保

アンケートによると、研修教員から共通して挙げられるのが、出張に伴う時間割変更や校務代替の依頼に関する苦勞である。勤務先の校務を持ちながら校外に出張して行う研修には、校務と研修の業務に当てる時間配分などについて改善が求められる。

2) 学習項目に関する研修テーマ設定の問題

単年度で行う研修制度は、授業研究を年度当初あるいは年度末には設定できない。また、本研修は研修教員同士で授業研究の実施時期を調整する必要があるため、授業研究の実施時期を自由に設定することができなかった。

この点について、例えば本研修と類似の事業である「東京教師道場」のように複数年度にわたり実施することにより、研修の多忙感の緩和と合わせて改善される可能性がある。

7. ま と め

研修教員が自主的に課題を設定するとともに、共通テーマを設定する研修により、教科教授法(指導案・教材作成、授業構成、教具活用ほか)の改善、教科に関する知識や理解の深化、学習指導改善に取り組む意欲や態度の向上を果せたと研修教員は感じている。

自主的な課題設定により教員研修を行う際には、授業の相互参観や討議などにおける共通の視点を持つようにする工夫が重要であると考えられる。

謝 辞 平成18年度「かがわ教員道場」の実施にあたり、研修会や成果発表会の会場校の校長をはじめ教職員のご援助により、研修活動を順調に進めることができた。また成果発表会では、助言者として広島大学大学院教育学研究科の鈴木盛久教授からは、ご指導を賜った。香川県高等学校教育研究会理化部会副部会長の島田政輝校長ほか成果発表会参加の先生からは、ご意見やご感想をいただいた。本研修活動全般を通じて、香川県教育センターの竹本恵一次長、香川県立観音寺中央高等学校の高橋輝章教頭には、物理、地学教育の立場から、懇切丁寧なご指導を賜った。また1年間にわたり所属先の校務がありながら研修を終えることができたのは、所属校の校長をはじめ同僚教員の理解・支援をいただいたお陰と感謝している。本報を締めくくるに当たり、以上の皆様方に心から御礼を申し上げる。

引用 Web サイト

東京都教育委員会, 東京都公立学校の「授業力」向上にか
 かる実施計画の策定について.

<http://www.kyoiku.metro.tokyo.jp/press/pr050127.htm>

引用文献

文屋 優 (2005): 教員研修と理科を中心とした校内研修
 への試案. 物理教育, 53, 240-244.

藤岡達也 (2003): 科学教育に関連した教員研修における
 教育センターと一般行政・企業・大学との連携—大阪
 府を例にした都道府県レベルの教育センターの今日的
 な役割とその課題—. 科学教育研究, 27, 50-59.

藤岡達也 (2005): 現職教員研修機関(教育センター)の理
 科教育における今日的な役割と新たな展開について—
 ライフステージに応じた研修での取り組みと大学など
 のパートナーシップ構築の観点を中心に—. 理科教
 育学研究, 46, 69-80.

香川県教育委員会 (2005): 香川県教育基本計画平成 17
 年度～22 年度. 香川県教育委員会, 99p.

かがわ教員道場理科グループ (2006): 平成 17 年度かが
 わ教員道場理科成果冊子. 香川県教育委員会, 140p.

かがわ教員道場理科グループ (2007): 平成 18 年度かが
 わ教員道場理科成果報告書. 香川県教育委員会, 80p.

日本理科教育学会教育課程委員会 (1996): 理科の教員養
 成と現職教員研修の実施状況と問題点—小・中・高等
 学校教員・教員養成系大学教官及び現職教員養成機関
 所員に対する質問紙調査の結果から (4)—. 日本理科教
 育学会研究紀要, 37, 47-53.

大橋ゆか子 (2004): 現職教員の再教育～理科境域の現職
 教員研修を中心として～. 文教大学附属研究所紀要,
 13, 29-34.

武村重和 (1996): 日本の現職教員の研修制度—文部省主
 権を中心に—. 日本学術協力財団 (編), 21 世紀をめざ
 す教師教育, 109-118, 大蔵省印刷局, 東京.

東京都教職員研修センター (2004): 教科教育の充実のた
 めの教員研修の在り方に関する研究 (理科教育). 東京
 都教職員研修センター紀要, 3, 43-60.

川村教一, 泉谷俊郎: 自主的にテーマ設定をする高校地学教員研修の成果と課題: 教員研修「かがわ教員道
 場」の例 地学教育 61 巻第 1 号, 25-31, 2008

〔キーワード〕 教員研修, 高校教員, かがわ教員道場

〔要旨〕 平成 18 年度「かがわ教員道場」理科グループ研修では, 個人研修テーマの自主的な設定とグルー
 プ内の協議を重視したところ, 当初のねらいをおおむね達成できた. また研修は自己啓発につながり, 教
 科教授法の向上, 教科に関する知識や理解の深化, 学習指導改善に取り組む意欲や態度の向上などの成果
 があった.

Norihito KAWAMURA and Toshiro IZUMITANI: Subjects and results of training activities for high
 school Earth Science teachers in the case of the training program “Kagawa Kyoin Dojyo” *Educational
 Earth Sci.*, 61(1), 25-31, 2008


~~~~~  
**学 会 記 事**  
 ~~~~~

第3回 常務委員会議事録

日 時：平成 19 年 10 月 3 日（水）18 時 00 分～

場 所：日本教育研究連合会 小会議室

出席者：下野 洋・渋谷 紘・馬場勝良・米澤正弘・濱田浩美・五島政一・高橋 修

議 題：

1. 前回議事録の承認
 前回（第 2 回常務委員会）議事録の承認がなされた。
2. 島根大会の終了について
 大会報告を次号「地学教育」誌へ掲載する予定。
3. 平成 20 年度以降の大会について
 平成 20 年度東京大会（東京学芸大学）の第 2 回大会実行委員会報告が馬場勝良副会長からあった。大会テーマは「都市化の進んだ環境の中での地学教育」、開催日は平成 20 年 8 月 17 日～19 日。平成 21 年度は三重大学で開催の予定。
 一般研究発表とは別に、今後も継続して研究することが望まれるテーマを「課題研究」として大会プログラムの中に設定していくことについて、岡本弥彦委員を中心に検討することになった。
4. 役員選挙日程について
 「地学教育」誌 6 号（11 月号）に公示掲載。本年度は、会長および評議員 8 名、監査 1 名の改選が予定されている。
5. 入退会者について
 会者：長坂裕一（愛知）・加藤内蔵進（岡山）・益子進一（千葉）
 退会者：猪郷久治・井上雄二・角屋重樹・田結庄良昭・横川博之
6. その他
 - 1) 科研費（成果公開促進費 B）は継続申請する。
 - 2) 会誌「地学教育」に「地方の露頭」として続きものの記事掲載を検討してもらうことを編集委員会に依頼することにした。

報 告：

1. 各種常置委員会から
 - 1) 編集委員会（馬場代読）
 60-5 号の進捗状況について報告があった。
 - 2) 教科「理科」関連学会協議会について

馬場勝良副会長から、第 86 回協議会の議事内容および CSERS 第 12 回シンポジウム（テーマ：市民として身につけるべき科学リテラシーとは）について報告があった。

- 3) 下野 洋会長から、9 月 3 日中教審資料「高等学校必履修教科・科目の在り方について（検討素案）」が紹介され、これについて日本地学教育学会からも要望書を提出したことが報告された。
2. 寄贈図書について
 - 産業技術総合研究所地質調査総合センター編（2007）：地質ニュース，第 637 号
 - 日本理科教育学会（2007）：理科の教育，通巻 663 号
 - 日本地学協会（2007）：地学雑誌，Nos. 3/4，116 号
 - 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科（2007）：学校教育学研究論集，16
 - （財）下中記念財団（2007）：2007 年年報
3. その他
 - 1) 第 5 回国際地学オリンピック（小）委員会報告が、五島政一委員からあった。

第4回 常務委員会議事録

日 時：平成 19 年 12 月 12 日（水）午後 6 時 15 分～

場 所：日本教育研究連合会 会議室

出席者：下野 洋・渋谷 紘・馬場勝良・松川正樹・米澤正弘・濱田浩美・高橋 修

議 題：

議題に入る前に、国際文献印刷社の学会事務担当者の交代（鈴木美保子氏へ）の挨拶があった。

1. 前回議事録の承認
 前回（第 3 回常務委員会）議事録の承認がなされた。
2. 平成 20 年度以降の大会について
 特に進展はなし。
3. 入退会者について
 入会者：小谷卓也（大阪）・元村義信（長崎）・見附豊和（東京）・香束卓郎（埼玉）
 退会者：なし
4. その他

- 1) 日本学術会議平成 20 年度代表派遣会議および代表派遣候補者の推薦について該当者なし、推薦書を提出せずとした。
- 2) 行事委員会(高橋委員)より、島根大会終了および同決算書について報告され、承認が行われた。
- 3) 下野会長より、日本学術会議地球惑星連合評議員会出席の報告が行われ、地学オリンピック準備委員会への本学会からの参加と、同連合教育問題検討委員会への参加の検討がなされた。

報 告:

1. 各種常置委員会から
 - 1) 編集委員会
松川委員長より、60-6 号の進捗状況について報告があった。
 - 2) 日本理科教育協会教育課程担当の馬場副会長から、文部科学省へ提出した要望書についての報告があった。
 - 3) 馬場副会長から、教科「理科」関連学会協議会における最近の活動(第 12 回教科「理科」関連学会協議会シンポジウム)について報告があった。
2. 寄贈図書について
 - 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2006): 地質ニュース, 第 641 号
 - 産業技術総合研究所(2007): 産総研 TODAY, 通巻 81 号, Vol. 7, No. 10
 - 東京電力(株): ILLUMU, 19-2
 - 立正地理学会(2007): 地域研究, Vol. 48, No. 1
 - 日本理科教育学会(2007): 新地理, 第 55 巻 第 1 号 2007 年 6 月号
 - 東京地学協会(2007): 地学雑誌, No. 5, 2007 Vol. 116.
 - 日本理科教育学会(2007): 理科の教育 9, 通巻 662 号, 2007/Vol. 56.
 - 日本理科教育学会(2007): 理科の教育 10, 通巻 663 号, 2007/Vol. 56.
 - 日本理科教育学会(2007): 理科の教育 11, 通巻 664 号, 2007/Vol. 56.
 - 日本理科教育学会(2007): 理科の教育 12, 通巻 665 号, 2007/Vol. 56.
3. その他
 - 1) 新教育課程について、小・中学校および高等学校での地学教材活用の方法を検討することが報告された。

編集委員会より

1号の発行が大幅に遅れましたことをお詫び致します。査読をクリアーできた論文原稿を揃えることができなかつたためです。現在、投稿件数が減ってきております。また、査読をクリアーするまでに時間のかかるものが目立ちます。投稿前に、原稿を何方かに読んで頂くことだけでも、論文としての起承転結の原則、論理の飛躍、初歩的な誤りが見つけられるかと思ひます。出版に到達する原稿が少ない状態ですので、引き続き、論文原稿の投稿をお願いします。

地 学 教 育 第 61 卷 第 1 号

平成 20 年 1 月 25 日印刷

平成 20 年 1 月 31 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 下 野 洋

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

印 刷 所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8

電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 61, NO. 1

JANUARY, 2008

CONTENTS

Original Articles

Content Transition of Meteorology in Japanese Middle and High Schools Based on Analyses of Text-books

.....Masanari MATSUSHITA and Akira OGIWARA... 1~ 7

Teaching Development of the "Formation of Strata" Based on Sedimentation Experiments

.....Nobuko HAGIWARA, Naohisa NISHIDA,
Yutaka OGAWA and Masaki MATSUKAWA... 9~23

Practical Article

Subjects and Results of Training Activities for High School Earth Science Teachers in the Case of the Training Program "Kagawa Kyoin Dojyo"

.....Norihito KAWAMURA and Toshiro IZUMIDANI...25~31

Proceeding of the Society (33~34)

All communications relating this Journal should be addressed to the

JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Faculty of Education, Chiba University; Chiba-shi 263-8522, Japan