

地学教育

第58巻 第5号(通巻 第298号)

2005年9月

目 次

原著論文

地学教育の観点からとらえた自然災害時におけるボランティア活動および

教育大学の役割について

—平成16年「7・13新潟水害」を事例として— ……………藤岡達也…(157~163)

教育実践論文

レプリカグレーティングを用いた「星の色と温度の関係」の

小学校における授業実践…唐井美沙栄・土橋一仁・傳幸朝香・五島正光…(165~181)

報 告

米国ヒューストンのスペースセンターにおける 11th Annual

Space Exploration Educators Conference 報告……………川村教一…(183~186)

お知らせ(182)

本の紹介(187)

学会記事(188)

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

原著論文

地学教育の観点からとらえた自然災害時における ボランティア活動および教育大学の役割について

—平成 16 年「7・13 新潟水害」を事例として—

Voluntary Activity and the Role of the University of Education during
the Niigata Flood Disaster of July 13, 2004, from
the Viewpoint of Geoscience Education

藤岡 達也*

Tatsuya FUJIOKA

Abstract: In this paper, the significance of Geoscience Education in regards to natural disasters is discussed, using as an example “the Niigata Flood Disaster on July 13, 2004,” which occurred at Sanjou City in Niigata Prefecture. It seems reasonable to conclude that Voluntary Activities are important when natural disasters occur, especially for a University of Education. An important contribution to crisis management can be provided by school teachers, through training received at the University.

1. はじめに

平成 16 年 7 月 13 日, 集中豪雨により, 新潟県三条市, 見附市周辺に大きな水害が生じた。この水害では, 破堤などによる浸水によって死者 15 名, 床上浸水 4,012 棟, 床下浸水 22,403 棟など大きな惨状が生じた (消防庁 (2004): 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨による被害状況 (第 53 報), <http://www.fdma.go.jp/html/infor/H160910niigata53.pdf>)。筆者は水害後, 水害をもたらした五十嵐川周辺で現地調査を行うとともに教育施設の中で最も被害の大きかった三条市立四日町小学校で学生とともにボランティア活動を行った。これらの活動で得た知見をもとに, 今回の水害を地学教育の観点から考察し, 「総合的な学習の時間」や学校危機管理に対応する教員養成・教員研修の視点からもとらえたい。

繰り返して述べてきたように, 毎年, 自然災害が生じる日本列島において, 児童・生徒だけでなく一般市民に対しても地学教育による啓発は不可欠である (例えば, 藤岡, 1992, 1996 など)。それにもかかわらず,

高等学校の地学履修率の低下, 地学を専門とする教員数の減少等の学校教育だけでなく, 一般市民にとっても地学の重要性が認知されていないという懸念 (例えば, 中川, 2004 など) もされている。

また, 近年「総合的な学習の時間」の取り扱いの中で, 各教科や特別活動との関連性や地域の教材活用が一層強調されており, その一つの方法として, 自然災害・防災教育に関する地学的な内容と「総合的な学習の時間」などの教育活動とを連携して取り扱う意義が認められる。教員養成や教員研修に携わる大学においても, 体験学習や問題解決型学習を取り入れた「総合学習」などを指導できる教員の育成が必要である。その一つの方法として地域の自然の特色や危険性を踏まえながら, 自然災害発生時のボランティア活動などをどのように大学のカリキュラムの中で体系的に取り組むべきか検討する必要がある。最近では, 自然災害・防災教育にとどまらず, 学校危機管理への対応も求められている。これらの課題に対しても地学教育から提言することが可能であると考える。

以上を踏まえて, 本稿では, 平成 16 年新潟県三条

* 上越教育大学学校教育学部 2004 年 11 月 10 日受付 2005 年 8 月 18 日受理

市周辺に生じた水害をもとに、地学教育と関連して、自然災害に対するボランティア活動、教員養成・教員研修などを取り上げ、地域に貢献する教育大学や学部のある方までを論じたい。

なお、ここで取り上げる水害は正式には「平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨」(例えば、気象庁 (2004): 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨, http://www.data.kishou.go.jp/bosai/report/new/jyun_sokuji20040712.pdf, 内閣府 (2004): 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨による被害状況について (第 24 報), <http://www.bousai.go.jp/kinkyu/040713niigata/040722niigata2100.pdf> など) と呼ばれているが、調査および対象地域などが三条市を中心とした新潟県内のみを取り扱っているため、地元で慣習的に使われている「7・13 新潟水害」を用いることを断っておく。

2. 「7・13 水害」による小学校の被害と支援活動

(1) 小学校周辺の浸水状況と学校の被害

ボランティア活動を行った三条市四日町小学校周辺の浸水範囲を国土地理院 2 万 5 千分の 1 地形図「三条」(平成 14 年 7 月発行) の一部に示したものが図 1 である。この浸水範囲は国土地理院 (2004) をもとに周辺調査によって加筆したものであり、図の黒線より南側が浸水被害地である。五十嵐川は図 1 では、東側から西側に流れ信濃川に注ぐ。図 1 に示されたように浸水範囲の大部分が五十嵐川の左岸であり、この主な原因は三条市曲淵付近の堤防が破壊したためである(国土地理院 (2004): 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨に伴う緊急現地災害調査報告, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/SAIGAI/16niigata/HOUKOKU/houkoku.html>)。なお、右岸にも浸水地域が見られるが、

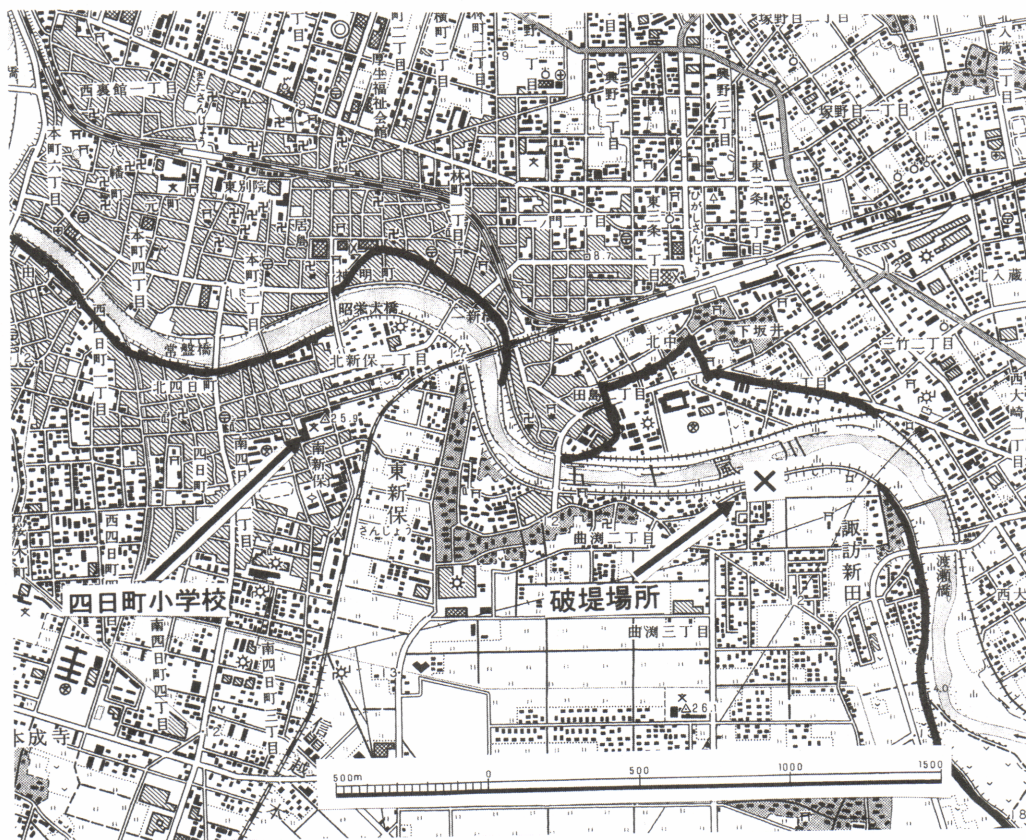


図 1 三条市四日町小学校周辺の浸水範囲
地形図は 2 万 5 千分の 1 「三条」の一部、国土地理院 (2004) に加筆。図の黒線より下側 (南側) が浸水被害地。

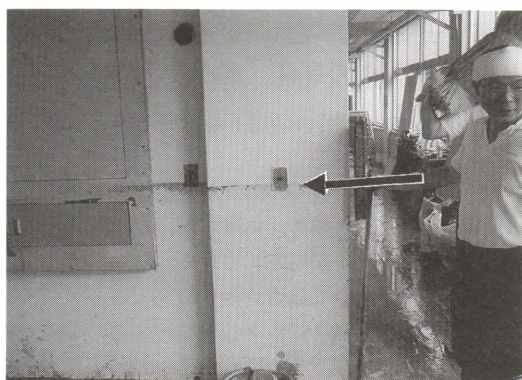


図2 廊下の汚れ跡から読み取れた浸水した水の高さ(矢印で示す)

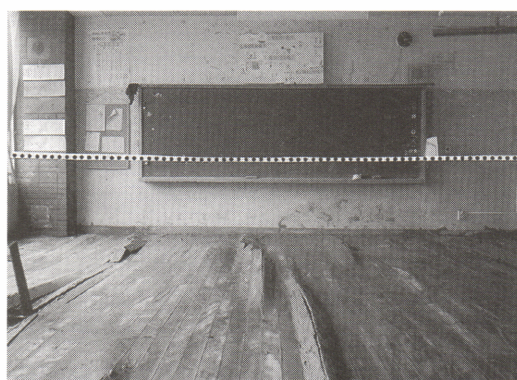


図3 浸水した後の教室内の状況
浸水時の水の高さが黒板の痕跡(点線で示す)をもとに読み取ることができる。床板は水を吸って膨張し、盛り上がった状況を呈している。

7月14日の航空写真(新潟日報事業社, 2004による)からも破堤の跡が見られず, そのような報告もないため, この地域は溢水および内水による浸水と考えられる。

四日町小学校での浸水時の水位, 懸濁水による影響は廊下や壁に残された痕跡から読み取ることができた。例えば, 図2は, 廊下の汚れ跡から読み取れた浸水した水の高さである。図3は, 浸水した後の教室内の状況である。この図からも浸水時の水の高さを黒板に残された痕跡から推測することができる。さらに, 長時間浸水すると木造の床板は水を吸って膨張し, そのために床板が図のように盛り上がった状況を呈していた。学校の廊下, 教室にはシルト～中砂レベルの砂質堆積物が見られたが, 礫や粗粒砂はほとんど見当

たらなかった。

(2) 学校復興支援に対する教育大学の取り組み

図4は, 浸水被害を受けた学校への学生ボランティア派遣等による大学の動きを示したものである。筆者の所属する講座や分野など大学にはOBまで含めたさまざまなメーリングリストが存在し, 大学行事等への参加の呼びかけなど日常から活用されてきた。7月13日, 全国へ浸水に関する報道が流された被害地には, 本大学の修了者や卒業生も多く, 14日に本大学の教官から被害地のOBへ安否の問いかけが発信された。15, 16日に被害地の教員から返信され, いずれも教員の住居は被害地から離れており無事であったが,

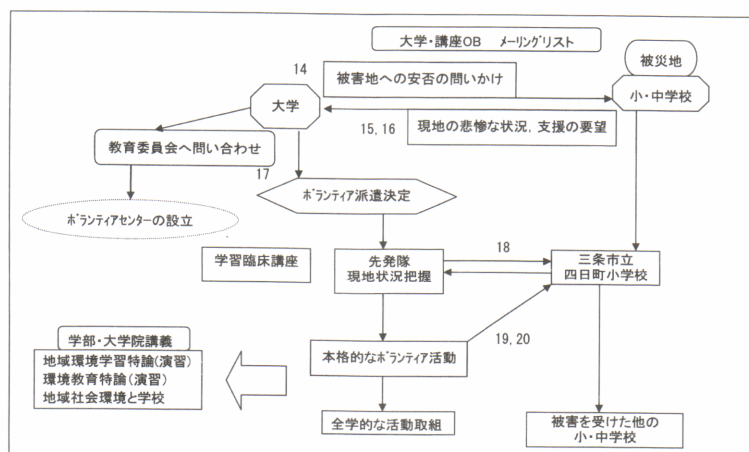


図4 被害を受けた学校への学生ボランティア派遣等による大学の動き(数字は日付を示す)

学校は大きな被害を受け、教員が不休不眠で復旧にあたっていること、地域の人たちも被害者であり、全く人手が足りないという状況が記述されていた。その中には、ボランティアの派遣をお願いしたいという三条市の小学校からの依頼もあった。そこで、17日に大学の講座の中で大学院生・学生を中心にボランティアを派遣することが検討された。まず、三条市の教育委員会に問い合わせたが、市内の各学校については現状が十分に把握できておらず、ボランティアに関しては近々設立される市のボランティアセンターの方へ連絡して欲しいとのことであった。そのため、OB教員とのメールのやりとりの中でボランティアの要請のあった三条市立四日町小学校へ、筆者を含めた5名が現地の視察も兼ねて先発隊として18日に現地へ向かった。その後、被害を受けた三条市内の四つの小・中学校で最も被害が大きいという現地での情報をもとに、大学としては19,20日と延べ52名の学生を当小学校でのボランティア活動に送ることになった。なお、この時の学生のボランティア活動は、小学校復旧のための泥の排出作業などの清掃活動や物品の搬出作業が中心となった。

大学などの学校単位でボランティア活動を行う場合にも、現地の状況の把握など、情報を集約しておく必要性が挙げられる。つまり、どのような被害状況であり、どこへ派遣するのかを大学側が把握・検討しておくことは不可欠である。

今回の場合も先に教員があらかじめ現地を下見することによって、現状の理解、予想される可能な活動をつかむことができた。さらに、学生に対し、活動前に現状を知らせることによって、学生にとっても準備物の用意等が可能になった。

このように、自然災害が発生したとき、情報管理や情報発信は不可欠である。自然災害が発生したときなどの学校危機管理において、事件、事故等の発生時にもこの二つは押さえておく必要があると考えられる。本水害での情報の収集、把握については、インターネットのメーリングリストからの呼びかけとその反応によることが大きかった。それにより現地の状況とそれに対する方法が検討されたと言える。つまり、昨今、メーリングリストなどがさまざまなグループで活用されているが、これは自然災害時にも効果的であったことが確認できた。

3. 教育大学における自然災害に対する復興ボランティア活動の意義

(1) 「総合的な学習の時間」を指導できる教員の育成および研修

今日では、知識、スキルの理解、習得だけでなく、生きる力の育成を目指し、体験学習、問題解決型学習を取り入れた実践が期待されている。これからの教育学部では、このような教育活動を展開できる教員の育成に取り組む必要がある。学校教育の中で、その代表的な教育活動が現在、学力問題とかかわって取り扱いが論議されている「総合的な学習の時間」のあり方と言える。

これまでも「総合的な学習の時間」では、自然体験やボランティア活動などの社会体験、観察・実験、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動など体験的な学習、問題解決的な学習を積極的に取り入れること(文部省、1998)が重視されてきた。このうち、「自然体験」、「観察・実験」等は従来、地学教育の中でも取り組まれている。「ボランティア等の社会体験活動」は最も地学教育と関連しにくいものに見えていたが、今回の水害を通して、直接自分自身が自然災害に遭遇しなかったとしても、ボランティア活動の中で自然災害を実感し、その原因を考察する点において意味があることが示唆された。

平成15年12月には学習指導要領の取扱いが一部改正された。学習指導要領の一部改正の内容として、(1)学習指導要領の基準性を踏まえた指導の一層の充実(2)総合的な学習の時間の一層の充実(3)個に応じた指導の一層の充実等の4項目が挙げられている(文部科学省、2004)。それぞれ、地学教育にとっても無関係ではないが、特に注目したいのは、(2)の総合的な学習の時間の一層の充実についてである。従来から自然災害に関連した内容を「総合的な学習の時間」に取り扱うことの意義を論じてきた(例えば、藤岡、2001など)が、平成15年の改正では、なお、その意義が強まったと考える。改正では、「総合的な学習の時間」のねらいとして、各教科、道徳および特別活動で身に付けた知識や技能等を相互に関連づけ、学習や生活において活かし、それらが総合的に働くようにすることを加えて、規定したこと、また、学校図書館の活用、他の学校との連携、各種社会教育施設や社会教育関係団体等との連携、地域の教材や学習環境の積極的な活用などについて工夫する必要があることを明確にしたこ

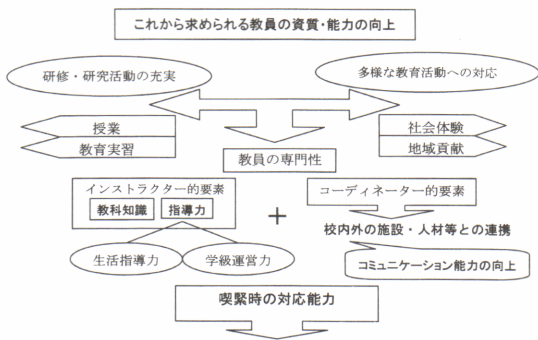


図5 自然災害を取り扱うために教員に求められる力

と（文部科学省，2004），が新たに加わった。

前者については，地学的な内容を含む理科的な知識や技能を核にしながら，防災教育などの体験活動を含んだ教育活動を展開することの重要性が指摘できる。また，後者については，自然災害は地域の気象・地質・地形などの自然条件に大いに関連しており，地域の特色を重視した教材の開発が一層必要であることを再確認できる。教員志望の学生にとって，被災地のボランティア活動は，社会体験として重要な意味があるだけでなく，地学的な自然を認識する機会ともなる。そのため，自然災害時にボランティア活動を体験活動として取り入れることの意義は大きい。また，ボランティアに参加しなかった学生に対しても，図4で示したような学部・大学院の講義で自然災害の原因とともに，ボランティア活動の状況を示すことによって地域社会と学校との関係など教職の理解を深めることができる。

以上のように「総合的な学習の時間」について，学校教員がこれからの取り組むべき内容・方法，教育システムは多岐にわたる。教育大学においても，従来，大学で取り扱うことがなかった「総合的な学習の時間」の指導方法など，今後より一層，新しいカリキュラム，教育内容，方法が求められていると言える。

図5は，自然災害発生時にも対応することができる，これから求められる教員の資質や能力の向上について教育大学の中で培うべき内容をまとめたものである。この図で左側に示した項目は，従来から教員養成の中で意図されていた。今後は，右側のようなボランティア活動など多様な教育活動にも対応できる資質・能力を向上するために，学生による社会体験や地域貢献なども在学中に体験できるようにカリキュラムを構

築する必要がある。また，これらの活動の中でコミュニケーション能力の向上も期待できる。

(2) 学校における危機管理意識の育成

ボランティア活動に参加した学生たちは，学校の復興作業に取り組むことによって，学校の構造や設備の配置など災害時の学校の課題を直接意識することになる。例えば，今回ボランティア活動を行った四日町小学校では，1階にあったコンピュータ教室のパソコン，プリンター等が浸水によってすべて使いものにならなくなり，搬出作業の対象となった。しかし，幸いなことに，新しく購入された相当数のパソコンは2階に新設された第二のコンピュータ教室へ搬入されていたため無事であった。さらに1階の理科室の低い場所に収納されていた電気機器等や食堂調理場の冷蔵庫などの大型電気製品も搬出の対象となった。このように浸水による具体的な被害の実状を体験によって知ることとなる。また，昨今，学校などの公共施設にユニバーサルデザインが取り入れられることが多い。しかし，最初，体育館に避難していた高齢の方が，浸水時に2階へ避難する場合，体育館から階段までの距離，階段を上がることの困難さなど，学校の構造上の課題が生じた。ボランティア活動に参加した学生は，災害時のこれらの状況を読み取ることができる。

確かに，被災地においては，被害調査よりも復旧作業などが求められる。しかし，教育学部の学生にとって，運搬や清掃などのボランティア活動だけで終わるのではなく，自然災害の現状を目の当たりにすることによって，その原因を考察することができる地学的なリテラシーの育成も身に付ける機会になる。つまり，日常から地学的知識を習得する機会をもち，自然災害時に被害状況や原因の理解に地学的知識が役立つことを意図するだけでなく，日常，地学を学ぶ機会が少なかったとしても復興ボランティアに参加することによって地学的な知識や理解の必要性を実感する機会となることが期待できるのである。

(3) 学校や現職教員への啓発と連携

今回の水害による被災箇所は，新潟県内の国・公・私立学校合わせて44校にも達した（内閣府，2004）。四日町小学校もそのうちの1校であるが，それにもかかわらず，避難所の役割を負った。つまり，学校は被害を受けても，より大きな被害を受けた住民にとっての地域の避難場所となることが多い。

自然災害時に避難所としての学校の存在意義は大きく，地域への学校の貢献は計り知れない。一般的に，

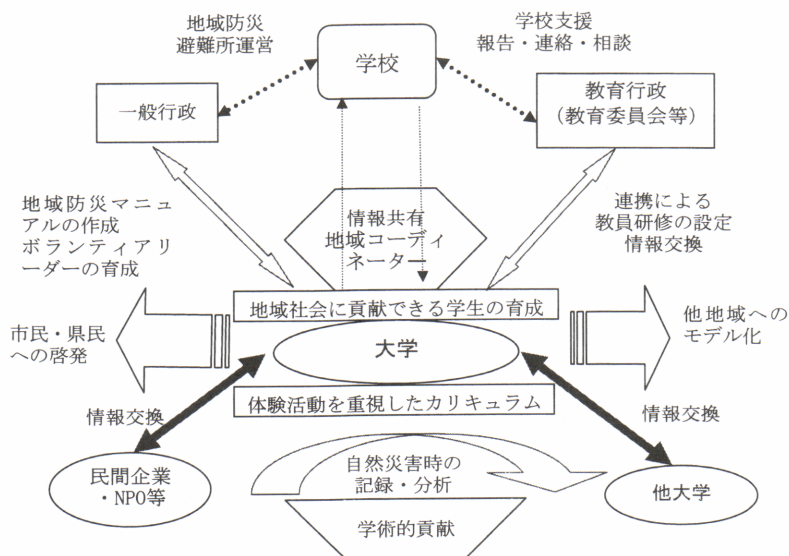


図6 教育大学を中心とした自然災害に対する社会的貢献

学校が避難所となった場合は、行政職員が従事するまで、教職員で初動体制がとれるように校長が指示し、校長が避難所長となるようになっている（例えば、藤森，2001）。しかし、いかに全体の奉仕者であるとは言え、教職員の自己犠牲が大きすぎるのも事実であり、その対策も重要であろう。飯田(1997)が論じるように、これからのことを考えると、非常の際の教職員の救護活動について、法制度の整備が必要である。それにもかかわらず、現実としては今後も教員が避難所で住民に対応することが予想される。その際、教員の配慮ある食料等の配給だけでなく、被災者への正確な地学的説明が、安心感を与えることにもなる。

今日、学校危機管理が注目されている。その中で、自然災害への対策を考えておくことは、危機管理の第一歩とも言うべきものであろう。教員にとって、日常から学校周辺のハザードマップ等を意識すべきであり、この作成や活用、啓発などには地学の教員もかわる意義があるととらえる。安全・防災教育は各学校や教員の自覚と意識が重要であることは言うまでもないが、それだけでは限度がある。つまり、学校、教育行政、一般行政を含めた連携の構築が不可欠である。

これからの教育大学は上で述べたような自然災害時にも対応でき、地域社会に貢献できる教員の育成を目指して、地域連携に積極的にかわっていくべきであろう。さらに、大学は災害時に学校復興のためのボランティア活動にかかわるだけでなく、自然災害・防災

教育についての教員研修を日常から教育行政とともに図る必要がある。また、今回のようなボランティアの経験を通して、市民に防災教育を啓発したり、他地域に対してモデルを示したりすることも重要である。

以上をもとに、図6には、これからの教育大学が自然災害に関してどのように地域や社会に貢献しうるかをさまざまな機関との連携を踏まえて示した。教員養成・研修を大きな役割とする教育学部にとって、自然災害時などにも適応できる教員の育成を目指し、そのためには体験活動を重視したカリキュラムが重要であること、日常から地域の学校とのつながりが必要であること、については繰り返し述べたとおりである。従来から児童・生徒の安全・防災のために学校と地域の一般行政や教育委員会などの教育行政とは連携が見られ、災害発生時には一層の協力体制がとられてきた。これからは大学もこれらの連携を踏まえ、研修や人材・システムづくりを通して一般行政や教育行政へのはたらきかけが必要である。また、行政に対してだけでなく、地域の民間企業やNPOなどとも地域情報や安全・危機管理についての情報交換を行うことも望まれる。他大学、特に同じ教育大学に対しては、災害時の教職員、学生による組織的なボランティアの運営や活動の記録と問題点を公開しておくことが、他地域の教育大学などにとっても防災体制を整備したり、ボランティア活動を行ったりするために参考になると考えられる。

4. まとめと今後の課題

これからの自然災害・防災教育の方法を「7・13 新潟水害」を例にして、学校復興のためのボランティア活動の取り組みをもとに検討してきた。さらに、自然災害時における現地情報の管理・発信等の重要性など学校における危機管理を含めた教育活動についても教育学部での教員養成・教員研修の観点から論じてきた。

これまで、地域を素材とした自然災害教材やプログラムの重要性を訴え、高等学校、現職教員研修機関の中で、開発、実践し、報告してきた（例えば、藤岡、1992, 2004 ほか）。しかし、教育大学等においては、学生に対して、地学的な知識の修得に加え、より防災的な取り組みや災害時に対するボランティアの教育方法等も開発、実践する必要があると考えられる。

各学校では地域の自然の特徴に基づく自然災害を想定した地学の専門的な内容の取り扱いを重要視するとともに、地学などの理科と「総合的な学習の時間」や体験活動を含む学校行事との一層の連携が望まれる。確かに、地学教育の活性化は容易ではない。しかし、自然災害時には、地学教育の重要性を多くの人に再認識してもらう機会であるともとらえ、地学教育にかかわる人間にとっては、そのような努力は常に怠るべきでないと考えている。

最 後 に

「7・13 水害」に遭われた方に心より、お見舞い申し上げます。また、不眠不休で復興に当たられた三条市立四日町小学校の教職員の皆様、さらには、ボラン

ティアに加わった上越教育大学の大学院生・学部生にも心より敬意を表します。

なお、本研究の一部に平成 16 年度科学研究費補助金（基盤研究 (C) (2)）および平成 17 年度科学研究費補助金（特定領域研究）を用いたことを付記する。

文 献

- 藤森喜子 (2001): 災害への対応, 高階玲治編著「学校の危機管理マニュアル」, 東洋館出版社, 東京, 168-185.
- 藤岡達也 (1992): 高校地学における自然災害教材化について—大阪を例にして—, 地学教育, **45**, 17-25.
- 藤岡達也 (1996): 兵庫県南部地震に関する STS 教育開発の実践的研究, 地学教育, **49**, 131-139.
- 藤岡達也 (1999): 理科教材としての河川に関する諸問題の考察—洪水・水害と河川堆積物を中心として—, 理科教育学研究, **40**(2), 1-12.
- 藤岡達也 (2001): 「理科学習」と「総合的な学習」との連携を踏まえた「自然災害に関する学習」や「防災教育」について—兵庫県南部地震以後の動向を中心に—, 理科教育学研究, **41**(3), 13-20.
- 藤岡達也 (2004): 教員研修における地学野外研修について—大阪府教育センターでの河川環境を対象とした実践を例に—, 地学教育, **57**, 133-142.
- 飯田 稔 (1997): 非常災害への対応, 下村哲夫編著「事典 学校の危機管理」, 教育出版, 東京, 578-605.
- 文部省 (1998): 中学校学習指導要領, 東京, 大蔵省印刷局, 1-6.
- 文部科学省 (2004): 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, 国立印刷局, 東京, 1-6.
- 中川康一 (2004): 「21 世紀の地学教育を考える大阪フォーラム」の企画と経緯, 日本地学教育学会「自然災害・防災教育に果たす地学教育の役割とパートナーシップの構築」, 東京, 5-10.
- 新潟日報事業社: 7・13 水害 長岡・三条・見附・栃尾・中之島, 新潟日報事業社, 新潟, 72 p.

藤岡達也: 地学教育の観点からとらえた自然災害時におけるボランティア活動および教育大学の役割について—平成 16 年「7・13 新潟水害」を事例として— 地学教育 58 巻 5 号, 157-163, 2005

〔キーワード〕 7・13 新潟水害, ボランティア活動, 防災教育, 総合的な学習の時間, 学校危機管理

〔要旨〕 本論文では、自然災害を取り扱う地学教育の意義について、平成 16 年 7 月 13 日に生じた新潟県三条市での水害を例にして論じた。特に教育大学において自然災害時のボランティア活動にかかわることの意義を論じた。さらに、近年の学校での危機管理に対応するために、学校と教員養成の役割をもつ大学との連携の重要性についても述べた。

Tatsuya FUJIOKA: Voluntary Activity and the Role of the University of Education during the Niigata Flood Disaster of July 13, 2004, from the Viewpoint of Geoscience Education. *Educ. Earth Sci.*, **58**(5), 157-163, 2005

レプリカグレーティングを用いた 「星の色と温度の関係」の小学校における授業実践

Teaching the Color-Temperature Relationship of Fixed Stars in
Elementary School Using Replica Grating

唐井美沙栄*1・土橋一仁*1・傳幸朝香*2・五島正光*3

Misae KARAI, Kazuhito DOBASHI, Asaka DENKO and
Masamitsu GOSHIMA

Abstract: We carried out an experimental lesson with 155 grade 4 students. The purpose of the lesson was to determine if the students can understand the color-temperature relationship of fixed stars (i.e., that red and blue stars have low and high temperatures, respectively), using observations of electric bulbs driven at different voltages. As a result, 98% of the students easily understood the color-temperature relationship during the lesson, and 87% maintained the correct understanding of the relationship up to 5 months later. We therefore conclude that it is possible to teach young children the color-temperature relationship of fixed stars.

Key words: elementary school, replica grating, digital spectral camera, color-temperature relationship of fixed stars, spectrum

1. はじめに

2003年12月26日付けで小学校、中学校、高等学校ならびに盲学校、聾学校および養護学校の学習指導要領等の一部が改正された。この改正により、学習指導要領に示したことは最低限学習すべき内容であり、これらを確実に指導した上で、生徒児童の実態を踏まえ、学習指導要領に示していない内容を加えて指導することができる、ということがより明確に示された(文部科学省, 2003: URL http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/03122608.htm)。これにより、教育現場では、児童の実態に合わせて発展的な内容を加えるなど、教員が柔軟に指導内容を選択していくことが求められるようになった。

小学校の理科では、第4学年において「恒星にもさまざまな色をもつものがあること」を学ぶことになっている(文部省, 1999)。本論文で紹介している「星の

色と温度の関係」は、その発展的な内容となっており、現行の学習指導要領では扱われていないものである。この「色と温度の関係」は、自然界の重要な法則である。自然界の豊かな色彩に触れることによって、自然に感動する心や自然を愛する心情が育まれることが期待される。多感な時期にある小学生にとっては学習する意義の深い内容であると言える。

体験的な学習、問題解決型の学習が求められている現在の理科教育において、実際の観察は夜間にしか行えない星の単元は、現場の教員にとって扱いづらいものである。そこで我々は、小学校での活用を目的とした簡易分光器「デジタル分光カメラ」を開発した(土橋ほか, 2004)。デジタルカメラの先端に安価なレプリカグレーティングを配置したこの分光器を用いれば、星・太陽・電球・蛍光灯といった天体や身の周りの光源を簡単に分光観察することができる。また、教員が事前に星のスペクトル写真を撮影しておけば、児

*1 東京学芸大学教育学部 *2 東京学芸大学附属小金井小学校

*3 巣鴨中学・高等学校 2005年4月14日受付 2005年8月17日受理

童を夜間集合させることなく、日中の授業で活用することができる。さらに、このデジタル分光カメラには、星のスペクトル写真を撮影したのと同じ分光器で、児童が蛍光灯や豆電球を観察することができる、というメリットがある。

以前の研究（土橋ほか，2004）では、デジタル分光カメラの開発やさまざまな光源のスペクトル写真の実例のほか、小学校第4学年での授業を想定した具体的な学習指導案を例示した。本研究では、このデジタル分光カメラを用いた授業を小学校において実践することにより、①「星の色と温度の関係」を実際に小学生に教えることができるか、②その際、本教具は効果的で使いやすいものであるか、という2点について評価する。

2. 教具の準備

(1) デジタル分光カメラの改良

授業実践に用いた教材・教具を、表1にまとめる。授業を行うにあたり、以前の研究（土橋ほか，2004）で開発したデジタル分光カメラのグレーティング部の改良を行った。主な改良点は、レプリカグレーティングの分解能を高めるため、グレーティングとスリットの間の距離が長くなるよう、適当な筒を継ぎ足したことである（図1）。この部分には、市販されている菓子の筒を再利用した。また、以前はアルミホイルを用いて作製したスリット部についても、改良を加えた。すなわち、黒く塗装した紙コップの底に3mm×40mmほどの穴をくり抜き、内側から両刃カミソリを折って

表1 教具・教材

展開（注1）	品目	数量	備考
導入 展開2	グレーティング 【部品内訳】 レプリカグレーティングシート （格子定数530本/mm） 紙コップ（スリット用も含む） 両刃カミソリ（スリット用） 筒 アクリルラッカー（黒） ビニールテープ（黒）	1個/2人 1枚/16人 4個/2人 1個/2人 1本/2人	図1，図2
導入 展開1・2	スクリーン（教室の設備） プロジェクター パーソナルコンピューター デジタルカメラ（CASIO QV-4000） コード 三脚	1個 1台 1台 1台 1本 1個	教師による演 示用
展開1	恒星のスペクトル写真	1枚/人	図3
展開2	豆電球装置 【部品内訳】 豆電球（3.8V 0.5A） 豆電球用ソケット（リード線つき） 乾電池1.5V 乾電池ボックス（1本用） 同（3本用） 箱	1個/班 2個/班 2個/班 4本/班 1個/班 1個/班 1個/班	図4

注1 展開は表2に示した学習指導案に対応する。

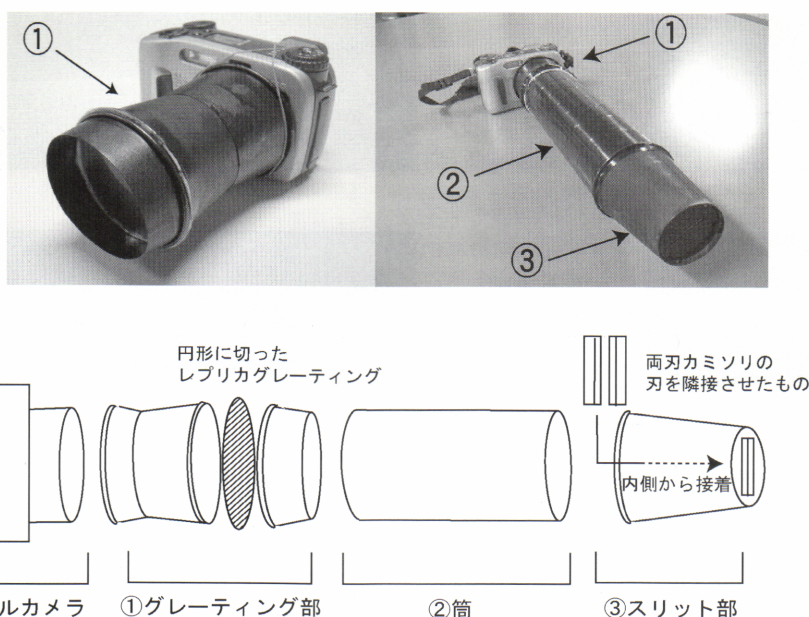


図1 デジタル分光カメラ

上段左は以前の研究（土橋ほか，2004）で開発したもの，右は本研究で改良を加えたもの．図中の①はグレーティング部，②は筒，③はカミソリを利用して作製したスリット部を示す．下段はデジタル分光カメラの模式図．

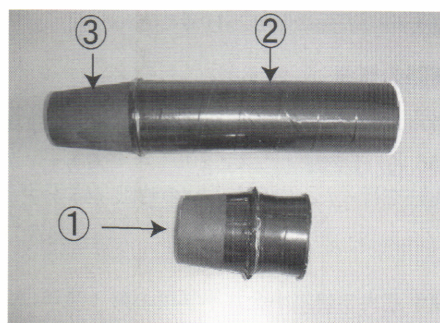


図2 本研究の授業実践で用いたグレーティングとスリット

スリット③は筒②に固定されているが，グレーティング①は取り外すことができる．

隣接させたものを両面接着テープと黒のビニールテープで固定し，スリットとした．教具を使用するのが小学生であるため，カミソリの刃の露出部分が最小限になるよう注意を払った．

授業中，子どもに蛍光灯や青空を自由に観察させる際には，カメラを取り外したスリット・筒・グレーティングの部分（図1の①～③）を用いた．また，豆電球のスペクトルを観察させる際には，さらにスリッ

トも取り外してグレーティングの部分（図1および図2の①）のみを用いた．このため，グレーティング部と筒を固定せず，簡単に取り外せるように工夫した．

(2) 実践時におけるデジタル分光カメラの活用法

本授業実践では，星のスペクトル写真の例として，デジタル分光カメラであらかじめ撮影しておいたもの（図3：土橋ほか，2004より転載）を使用した．グレーティングをデジタルカメラと組み合わせたことにより，授業で用いる資料を，教員が効率良く準備することが可能となっている．さらに，デジタルカメラは，授業中の演示用ツールとしての利用価値も高い．ほとんどの小学生は，グレーティングを扱った経験がないものと思われる．板書や口頭だけの指導では，グレーティングの使用法を十分に理解させることは困難であろう．そこで，本授業実践では，デジタルカメラを液晶プロジェクターに接続し，カメラに写る画像をスクリーンにリアルタイムで投影して演示することにした．これにより，グレーティングへの光源の導入方法や，さまざまな光源のスペクトルの見え方などを分かりやすく伝えることができた．児童の実習に先立って演示して見せることで，子どもたちもスムーズに活動を進めることができた．また，授業で使用したアーク

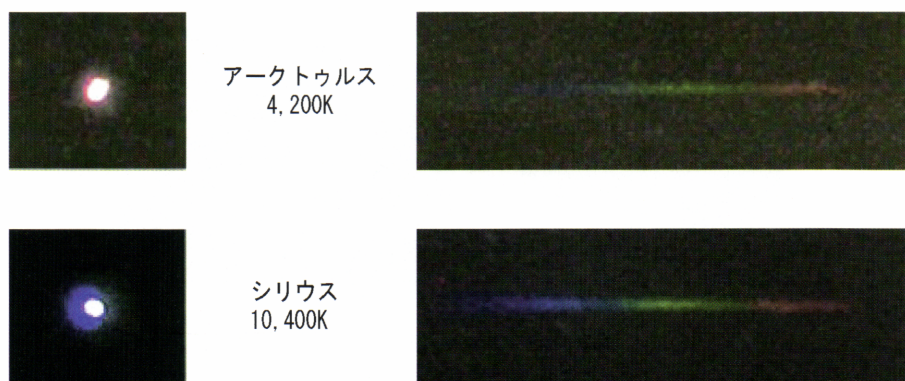


図3 授業で使用した恒星のスペクトル（土橋ほか，2004）

トゥルスとシリウスのスペクトル写真（図3）も，児童がこれから使用するものと同じデジタル分光カメラで撮影したのだということを伝えと，より関心をもってグレーティングを扱い，スクリーンにも熱心に目を向けていた。

(3) 豆電球観察装置の作製

本授業実践では，印加電圧の異なる二つの豆電球の見え方の違いを比較した（図4および図5）。すなわち，一つの豆電球に乾電池1個をつないだもの（豆電球A）と，乾電池3個を直列につないだもの（豆電球B）のスペクトルの違いを比較するのである。定格電圧の異なる何種類かの豆電球の見え方を試し，スペク

トルの違いがより明確に見られるものを探した。最終的に3.8V用のスポット球（懐中電灯用，朝日電気製）を使用することにした。さらに，二つの豆電球をより比較しやすくするため，一つの小さな箱に二つの豆電球を適度に離して並べ（グレーティングで二つの豆電球を同時に観察できる幅），箱に穴を空け，固定した。箱の側面からワニ口クリップ付きの導線が出るよう穴を空けておき，それぞれ乾電池につながれるようにした。さらに，豆電球の光を観察しやすくするよう，黒い紙を箱の表面に貼りつけることにした。

3. 実践の概要

東京学芸大学附属小金井小学校の第4学年4クラス（155名）を対象として，2004年7月6日，7日に授業実践を行った。内容を一つの時限（45分）で終わるものとして，同じ授業を各クラスに1回ずつ行った。

東京学芸大学附属小金井小学校の第4学年は，6月末，クラスごとに移動教室（長野県）を行っていた。天気に恵まれたクラスでは星空観察を行った（4クラス中3クラス）。その際，「星には色の違いがあること」に関しては3クラスとも触れていない。また，学校の授業で星の単元に入っているのは4クラス中1クラス（移動教室で星空観察のできなかったクラス）で，すでに「星には色の違いがあること」，「星には明るさの違いがあること」を学習している。このように，4クラスとも子どもたちは何らかの形で星の学習をしているが，「星には色の違いがあること」を全員が理解しているわけではない。そこで，本実践では，「星には色の違いがあること」を確認しつつ，さらに発展した内容である「星の色と温度」の関係について取り扱った。

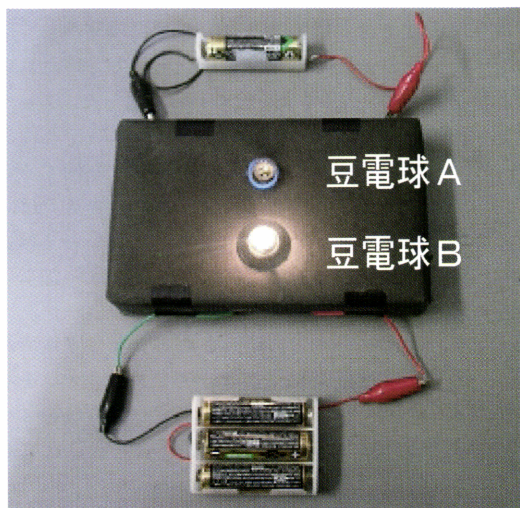


図4 豆電球観察装置

豆電球Aは乾電池1個をつないだものであり，豆電球Bは乾電池3個を直列につないだもの。

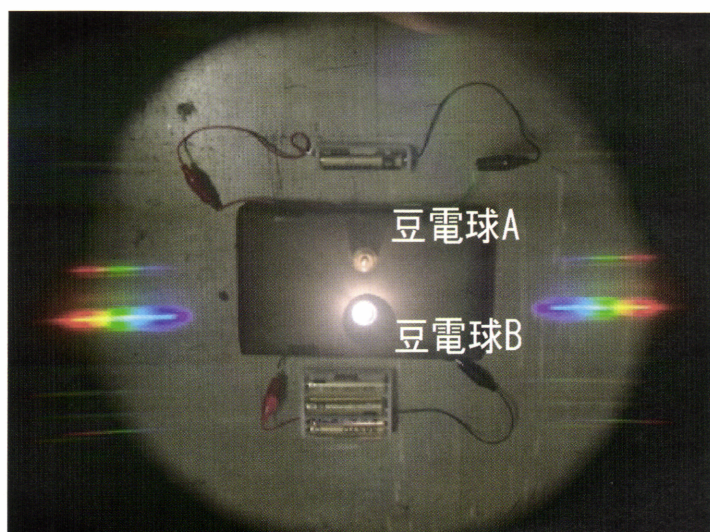


図5 点灯した豆電球A,Bをレプリカグレーティングで観察した様子
図はスリットを装着せず、グレーティングのみでデジタル分光カメラで撮影したもの。

また今回の研究では、星の色と温度の関係についての児童の理解が、授業によってどのように変化していくのかを調べるため、授業直前、授業中、および授業直後にアンケート調査を行った。さらに、授業で得られた知識がどの程度定着しているかを調査するために、授業の約5カ月後にもアンケートを実施した。

4. 授業実践

授業実践で用いた学習指導案を表2に示す。授業の流れとしては、スペクトルの概念を理解した後に、星と星のスペクトルの写真を提示し、スペクトルと星の色の関係について知り、二つの豆電球の観察を通して温度によるスペクトルの変化に気づき、温度と色の関係を理解していく、という手順をとった。

授業による子どもたちの理解の変化を知るために4種類のアンケートを用意した。授業実践の前に事前アンケート、授業中にワークシートを兼ねたアンケート、授業直後に授業後アンケート、授業実践から5カ月後に学習効果の持続を測るためのアンケートを、それぞれ行った。

以下、表2の学習指導案に沿って、授業の詳細について述べる。

(1) 導入 (14分)

ここでの指導上のねらいは、本授業の重要なキーワードとなるスペクトルについて初歩的な概念をもたせることと、レプリカグレーティングの使い方・見方

に慣れさせることである。

まず、スペクトルについて説明し、スペクトルを見るための分光器の例としてグレーティングを紹介した。グレーティングをデジカメに取り付けた「デジタル分光カメラ」をプロジェクターにつなぎ、スクリーンに映しながら教室の蛍光灯を分光して見せた。

次に、グレーティングを2名に1個配布し、自然光(空:連続光)、蛍光灯(教室の天井のもの:輝線スペクトル)などを自由に観察させ、教具の使い方に慣れさせた。

レプリカグレーティングを扱う際の注意点として、レプリカグレーティング本体に指紋をつけないこと、スリットはカミソリでできているため絶対に触らないこと、また、太陽を直接見ないことの3点を指導した。グレーティングを用いた光源の観察は、屋外に出たり、教室のものを見たりするなど、子どもに自由に活動させた。

(2) 展開1 (8分)

ここでの指導上のねらいは、星には色の違いがあることに気づかせることと、星の色はスペクトルに関係していることを理解させることである。

まず、星空のスライドで見せ、冬の大三角形と春の大三角形を紹介し、星の色の違いについて触れた。

次に、スライドで紹介した星の中からシリウスとアークトゥルス并举げ、デジタル分光カメラを用いてあらかじめ撮影しておいた星とそのスペクトル写真を

表2 使用した学習指導案

	学習活動	◎指導者の留意点
導入 14分	(1) スペクトルについて知る。 「この部屋の蛍光灯は何色だろう？」 ・蛍光灯の白い光はいくつもの色の集まりであることを理解し、分かれたものがスペクトルであることを知る。 ・グレーティングの紹介 「今日は光を分ける道具であるグレーティングを使います」 (2) グレーティングでいろいろな光のスペクトルを見てみる。 ・空はどう見えるかな。 ・蛍光灯はどう見えるかな。	(1) ◎光がいくつもの色の集まりであることを理解させる。 ◎グレーティングが光を分ける道具であることを理解させる。 ◎グレーティングをカメラに取り付け、スクリーンに映しながら実演し、スペクトルの見方を説明する。 (2) ◎グレーティングを2人に1つ配布する。 ◎レプリカグレーティングの本体や、スリットのカミソリには触らないように指導する。 ◎太陽は直接見ないように強く注意する。 ◎グレーティングでのスペクトルの見え方に慣れさせる。
展開1 8分	(1) 星空のスライドを見る。 (冬の大三角、春の大三角の紹介) (2) 青い星(シリウス)、赤い星(アークトゥルス)のスペクトルを見る。 「グレーティングを使ってこの星の光も分けてみました。」 ・星の色とそれぞれのスペクトルを比べ、違いを探してみる。 ・青い星の方が赤い星よりスペクトルの青い部分が多いのはどうしてだろうか。(問題提起)	(1) ◎星にはいろいろな色があることに注目させる。 (2) ◎シリウスとアークトゥルスの写真とスペクトルを載せたワークシートを配布する。 ◎全体として赤っぽく見える星にはスペクトルの青い部分が少なく、青白い光には青い部分も多く見られることに注目させる。 (スペクトルと色の関係を理解させる)
展開2 22分	(1) 星の代わりに2つの豆電球を使って調べてみよう。 以下の二種類の乾電池を用意する。 A：豆電球1個、乾電池1個 B：豆電球1個、乾電池3個 1) AとBにはどのような違いがあるのだろうか？ 豆電球の色、温度、明るさに注目してみよう。 2) AとBのスペクトルをそれぞれスケッチして、比べてみよう。 ・観察結果からAとBのスペクトルが違う原因をまとめる。 (2) 星の色と温度の関係について知る。 ・星の色が違う理由を実験結果をもとに考える。 ・星の色は温度や明るさに関係していることを知る。	(1) ◎AとBのスペクトルの比べ方をスクリーンに映して演示する。 ◎グレーティングの筒を外すよう指示する。 1) ◎Bの豆電球は熱くなるので注意するよう指示する。 2) ◎スペクトルの見え方を色鉛筆でスケッチし、気付いたことをワークシート②に記入させる。 ◎スペクトルは色、温度、明るさに関係があることに気付かせる。 ◎豆電球を見すぎないようにし、目を休ませる。 (2) ◎赤っぽい星ほど表面温度は低く、青っぽい星ほど表面温度は高いことに気付かせる。 ◎見かけの明るさは温度に関係しないことをおさえる。
まとめ 1分	星の色と温度の関係についてまとめる。	◎表面温度の違い→スペクトルの違い→星の色の違いとなることをまとめ、理解する。 ◎星を見るときには星の色の違いに注目するよう促し、星空観察への動機付けをする。

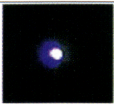
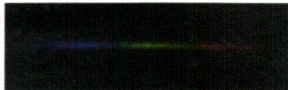
(a)

星のスペクトルを見てみよう

4年()組
名前()

① 星の色は何色かな？

② 2つの星のスペクトルは同じかな？スペクトルの青い部分に注目してみよう。

星の写真	星の色は	スペクトル
 シリウス		
 アークトゥルス		

(b)

豆電球のスペクトルを観察してみよう。

① スペクトルをスケッチしてみよう。

4年()組

乾電池1個のときと3個のときのスペクトルは同じかな？

名前()

② 2つの豆電球の温度や色のちがいをさがそう。

乾電池	温度 豆電球を さわってみよう	豆電球の 色	スペクトル	
			スケッチしよう 青、緑、赤の長さはそれぞれどのくらいかな？	2つのスペクトルの青い部分の長さをくらべてみて気づいたことを書こう。
A 1個	1個のときと3個のときとを比べると、1個のときの方が暖かいかな？		青 緑 赤	
B 3個			青 緑 赤	

図6 (a) ワークシート①, および, (b) ワークシート②

プリントしたワークシート①を配付した(図6a)。そしてシリウスとアークトゥルスの色とスペクトルを比較させ、星の色とスペクトルの関係について考えさせた。

星のスライドは、星の色の違いがはっきりと分かる

ものを使用し、子どもが気づきやすいようにした。星を紹介するたびに色についても触れ、子どもの注意が星の色へと向かうようにした。

シリウスとアークトゥルスの色とスペクトルを比較させる際には、スペクトルの青い部分に注目するよう

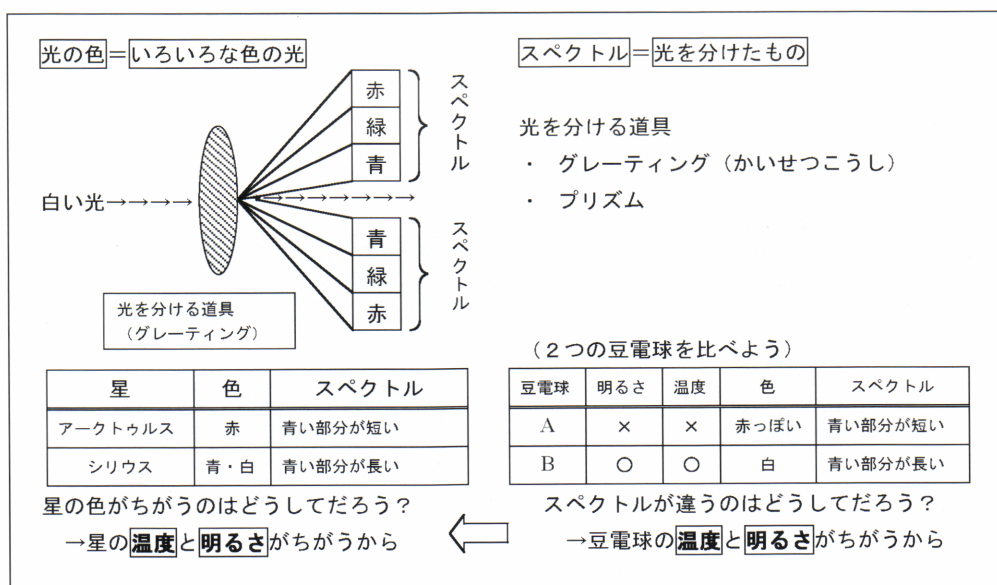


図7 授業での板書

に指導した。星の色とスペクトルの関係を表にして黒板にまとめた(図7)。

(3) 展開2 (22分)

ここでの指導上の目的は、温度(電圧)の異なる二つの豆電球のスペクトルを比較することで「スペクトルが温度に関係している」ことを学ぶこと、さらに展開1での「スペクトルは色に関係している」という学習から、「色は温度に関係している」ことにも気づかせることである。

まず、豆電球と乾電池を次のA, Bのようにつないだ装置(図4および図5)を各グループに1組ずつ配り、以下の1)~3)の手順で電球を観察させた。

A: 豆電球1個と乾電池1個をつないだもの。豆電球の印加電圧は1.5Vである。

B: 豆電球1個と乾電池3個を直列につないだもの。豆電球の印加電圧は4.5Vである。

1): AとBを点灯し、豆電球の色や明るさはどちらが明るいかをたずねた。さらに触ってみて温度はどちらが高いかを比較させ、ワークシート②(図6b)に記入させた。

2): グレーティングを用いてAとBのスペクトルを観察し、スケッチさせた。観察やスケッチから、AとBのスペクトルの違いについて気づいたことをワークシート②に記入させた。

3): 以上をまとめ、豆電球AとBのスペクトルが

異なるのは、色のほかに、明るさや温度に関係していることに気づかせた。

次に、豆電球AとBのスペクトルが異なる理由と、アークトゥルスとシリウスのスペクトルが異なる理由が同じであると考えさせ、星のスペクトルや色も、温度、明るさによって異なるということに気づかせた。この際、星の明るさに関しては、星の見かけの明るさは地球からの距離によって変わってしまうので、「星のスペクトルと見かけの明るさは必ずしも関係しない」ことをおさえて、星の色と明るさの関係はここでは考えないこととした。

豆電球Bがはかなり明るくなるため、長時間見ていると目を痛める可能性もある。そのため、観察をしていないときはこまめに豆電球を消すことや、長時間見つめないように指導した。

豆電球のスペクトルの観察やスケッチの際には、二つのスペクトルを同時に見て比較する方法を、デジタル分光カメラをプロジェクターにつなげて、スクリーン上で演示して見せた。スケッチは、赤、緑、青の3色を用いるようにし、スペクトルの長さを主にスケッチするように指導した。

(4) まとめ (1分)

ここでの指導上のねらいは、表面温度の違いがスペクトルの違いをもたらす、さらに色の違いにも関係していることをまとめることと、青っぽい星は温度が高

く、赤っぽい星は温度が低いことを理解させることである。また、星空観察への動機づけも行った。

星の色と温度の関係をまとめ、確認の作業として、展開1で用いた青い星（シリウス）と赤い星（アークトゥルス）はどちらの温度が高いかを、展開2の豆電

球での観察結果をもとに考えさせた。さらに、星空観察をする際には星の色の違いや温度にも注目してみることも提案した。

展開1の星の色とスペクトルの関係についての板書（図7の左下の表）と、展開2の二つの豆電球の明

表3 事前アンケートの質問項目と児童の回答

表3-1 事前アンケートの質問項目

Q1. 星空を観察したことはありますか。
(はいと答えた人に対して) どこでしたか？
Q2. 星について知っていることがあったらなんでも書いてみよう。
Q3. 星はすべて同じ色ではありません。青や赤などいろいろな色の星があります。星の色がちがうのはどうしてだろう？ あなたの考えを書いてみよう。
(答えに対して) どうしてそう思いますか？
Q4. 星のことで知りたいことがあったらなんでも書いてみよう。
Q1については2択で、Q3の「どうしてそう思うのか」という問いについては表3-3②に示した4択でそれぞれ答えさせた。

表3-2 事前アンケートのQ1に対する児童の回答

星を観察したことがある		星を観察したことはない		
1 1 5		3 6		
数字は人数。全体で 1 5 1 人。				
どこでしたか				
移動教室	家	田舎・旅行先	プラネタリウム などの施設	その他
6 5	4 2	2 8	7	2

数字は人数。星を観察したことがあると答えた115人が回答。自由回答で複数回答は25人。

表3-3① 事前アンケートのQ3に対する児童の回答

温度	39	地面の色	10
光の反射の仕方	18	年齢	9
太陽の光のあたり方	17	星の個性	9
地球からの距離	10	明るさ	7
星の種類によって	10	その他	39

数字は人数。全体で151人。自由回答で複数回答は25人。ここに挙げた他、構成物質（6）、でき方の違い（4）、地形（2）、大気（2）などのさまざまな回答がみられた。

表3-3② 事前アンケートのQ3で星にいろいろな色があるのは「温度が違うから」と答えた理由

どうしてそう思いますか							
1. 本やテレビで やっていたから	2. 人から聞いた				3. なんとなく そう思った	4. その他	
	だれから聞いたか					プラネタ リウム	無回答
	先生	家族	塾	友達			
	2	4	3	1		2	2
19	10				14	4	

数字は人数。全体で39人。複数回答7人。

るさ、温度、色、スペクトルについての板書（図7の右下の表）が、比較しやすいよう、黒板上で隣り合わせになるよう表示した。

5. 結 果

授業実践の前、授業実践中、授業実践後、および授業実践から約5カ月後に、理解度を測るための4種類のアンケート用紙を用意し、児童たちに答えさせた。結果を以下に述べる。

(1) 事前アンケート（表3）

授業実践日までに各クラスで事前アンケートを実施した。質問項目（表3-1）に対する回答を表3-2、表3-

3①、②に示す。星空観察の経験の有無について115名(76%)が星空観察をしたことがあると答えた。どこで星空観察をしたかという問いに対して、「移動教室」が65名(57%)、「家」が42名(37%)、「田舎・旅行先」が28名(24%)、「プラネタリウム」などの施設が7名(6%)であった。複数回答は25名で、学校の行事である移動教室を挙げずに家、田舎・旅行先、施設のみを挙げたのは115名中50名(43%)であった。

Q3の「星にいろいろな色があるのはどうしてか」という問いでは、本実践のテーマである「星の色と温度の関係」について、どのくらいの児童が事前に正解を知っているかについて調べ、さらに、どうしてそう

表4 ワークシートの質問事項と児童の回答
表4-1① ワークシート①の質問項目

星のスペクトル（シリウス、アークトウルス）を見てみよう。
Q1. 星の色は何色かな？
Q2. 2つの星のスペクトルは同じかな？スペクトルの青い部分に注目してみよう。

表4-1② ワークシート②の質問項目

豆電球のスペクトルを観察してみよう。
Q1. 豆電球A（乾電池1個）と豆電球B（乾電池3個直列つなぎ）の明るさ、温度、豆電球の色のちがいをさがそう。
Q2. それぞれのスペクトルをスケッチし、2つのスペクトルの青い部分の長さをくらべてみて気づいたことを書こう。

表4-2 ワークシート②のQ2に対する児童の記述

スペクトルの青い部分はAが短く、Bは長い	108
スペクトルの赤い部分はAが短く、Bは長い	10
スペクトルの赤い部分はAが長く、Bは短い	1
AもBも赤い部分が一番長い	3
スペクトルは全体的にBの方が長い	7
AよりもBのスペクトルの方が太い	17
Aのスペクトルの方が薄く、Bは濃く見える	12
無回答	23
その他	7

数字は人数。全体で154人。自由記述で複数回答は34人。スペクトルの青い部分の長さに注目するように促しているにもかかわらず、スペクトルの太さ、濃さなどの見え方に関する記述や、赤い部分の長さに関する記述も見られた。「スペクトルの赤い部分はAが長く、Bは短い」という回答（1人）は誤りである。

思ったかについてたずねた。その結果、さまざまな回答が得られたが、正解の「温度」と答えたのは39名で全体の約26%であった。この39名が「温度」と回答した理由を調べると、「本やテレビで知った」と回答したのは19名(49%)で約半分となり、塾の先生や友だちなど「人から聞いた」と回答したのは10名(26%)、「なんとなくそう思った」と回答したのは14名(36%)、その他の意見は4名(10%)であった。複数回答は8名であった。

(2) ワークシート (表4)

授業はアンケートを兼ねた図6のワークシートを使って進めた。すなわち、星の色とスペクトルについての学習用(図6a)と、星の色と温度についての学習用(図6b)の2種類を用いた。このワークシート中での質問項目とそれに対する児童の回答を、表4にまとめる。

ワークシート②のQ2について、二つのスペクトルを比較する際にはスペクトルの青い部分の長さに注目するよう設問に記述し、口頭でも指導した。複数回答は34名で、指導のとおりスペクトルの青い部分に注

表5 授業後アンケートの質問項目と児童の回答

表5-1 授業後アンケートの質問項目

Q1. 星にはいろいろな色がありましたね。星の色がちがうのはどうしてでしょう。
Q2. 次の①(シリウスのスペクトル)と②(アークトゥルスのスペクトル)は下の(ア)と(イ)どちらかの星のスペクトル写真です。それぞれどちらの星のものでしょうか。(ア)と(イ)から選ぼう。
(ア) 4200度の星 (イ) 10400度の星
Q3. 授業は分かりやすかったと思いますか。
Q4. グレーティングの使い方は分かりましたか。
Q5. 思ったことや感じたことをなんでも書いてください。
Q3, Q4については下の表5-4, 5-5に示した5段階でそれぞれ答えさせた。

表5-2 授業後アンケートのQ1に対する児童の回答

温度	明るさ	スペクトル	地形	無回答
151	47	3	2	1

数字は人。全体で154人。複数回答は50人。

表5-3 授業後アンケートのQ2に対する児童の正答率

正答	誤答
152	2

数字は人数。全体で154人。

表5-4 授業後アンケートのQ3に対する児童の回答

思う	少し思う	どちらとも いえない	あまり 思わない	思わない
122	24	4	1	3

数字は人数。全体で154人。

表5-5 授業後アンケートのQ4に対する児童の回答

わかった	少しわかった	どちらとも いえない	あまり わからなかった	ぜんぜん わからなかった
141	13	0	0	0

数字は人数。全体で154人。

表 6 学力の持続を測るためのアンケートの質問項目と児童の回答

表 6-1 学力の持続を測るためのアンケートの質問項目

Q 1. 星にはいろいろな色がありましたね。星の色がちがうのはどうしてでしょう。
Q 2. ア(アークトゥルス) と イ(シリウス)についてつぎの問題に答えましょう。
(1) つぎの温度はアとイの星どちらのものでしょうか。
(ア) 4 2 0 0 度 (イ) 1 0 4 0 0 度
(2) つぎの写真のように光を分けたものをスペクトルといいましたね。これらのスペクトルはアとイの星どちらのものでしょうか。
Q 3. 7月に星の授業をうけてから、これまでに星を観察しましたか。
ア した いつしましたか、どこでしたか イ していない
Q 4. 今、星に興味がありますか。
ア ある イ 少しある ウ どちらともいえない エ あまりない
オ まったくない

表 6-2 学力の持続を測るためのアンケートの Q1 に対する児童の記述

温度	明るさ	スペクトル	地球からの 距離	年齢	光の 当たり方	その他
1 3 3	2	3	2	2	1	1 3

数字は人数。全体で 1 5 3 人。自由回答で複数回答は 3 人。ここに挙げた他、大きさ (2)、星の形 (1)、種類 (1)、大気 (1)、無回答 (8) などの回答が見られた。星の形以外は全て、事前アンケートまたは授業後アンケートでも挙げられたものである。

表 6-3 学力の持続を測るためのアンケートの Q2(1), (2) に対する児童の正答率

	正答	誤答	無回答
(1)	1 0 7	4 6	0
(2)	1 0 6	4 6	1

数字は人数。全体で 1 5 3 人。

表 6-4 学力の持続を測るためのアンケートの Q3 に対する児童の回答

星空観察を行った	星空観察を行っていない
6 3	9 0

数字は人数。全体で 1 5 3 人。

いつしましたか		
秋	夏休み	その他
2 6	2 2	1 5

数字は人数。全体で 6 3 人。ここに挙げた他、よくしている (1)、授業をした日の夜 (1) などが挙げられた。

どこでしたか			
家	田舎・旅行先	その他	無回答
4 4	1 0	7	2

数字は人数。全体で 6 3 人。ここに挙げた他、イベント (1)、天文台 (1)、学校 (3)、塾 (2) が挙げられた。

表 6-5 学力の持続を測るためのアンケートの Q4 に対する児童の回答

ある	すこしある	どちらとも いえない	あまりない	まったくない
57	56	22	6	11

数字は人数、無回答1名を含め、全体で153人。

目した「スペクトルの青い部分は A が短く、B が長い」という記述は 108 名 (70%) であった。それ以外にも、スペクトルの赤い部分に注目した「スペクトルの赤い部分は A が短く、B が長い」10 名 (6%) という記述や、スペクトルの色の割合に注目した「A も B も赤い部分が一番長い」3 名 (2%)、全体の長さに注目した「スペクトルは全体的に B の方が長い」7 名 (5%)、見え方に注目した「A よりも B のスペクトルの方が太い」17 名 (11%)、「A のスペクトルの方が薄く、B は濃く見える」12 名 (8%) などの記述も見られた。どれも間違いではないが、スペクトルの青い部分の長さ以外の記述は全体で 80 名 (52%) も見られ、スペクトルの赤い部分、全体の長さ、太さ、色の濃さに注意が向きやすいことが明らかになった。

(3) 授業後アンケート (表 5)

授業終了直後のアンケートでは、五つの質問項目を設定した (表 5-1)。Q1 では、本研究のテーマである「星の色と温度の関係」が理解できたかどうかを事前アンケート Q3 (表 3-1) と同様にたずねた。期待される「温度」を回答したのは事前アンケートでは 39 名 (26%) だったものが、授業後には 151 名 (98%) になった。「温度」と回答した児童の中で「温度」のみを挙げたのは 101 名 (151 名中の 67%) であり、複数回答として「温度・明るさ」を挙げたものが 47 名 (同 31%)、「温度・スペクトル」は 1 名 (同 0.7%)、「温度・地形」は 2 名 (同 1.3%) であった。事前アンケートに比べて、挙げられた回答の散らばりは少なかった。明るさという回答が比較的多く見られたのは、授業の展開 2(1) の際に明るさについても比較させたことが大きく影響しているものと考えられる。

Q2 では、アンケート用紙に、図 3 と同じシリウスとアークトゥルス星の星像およびスペクトル写真を示し、各々の星の表面温度がどのくらいか、4,200 度と 10,400 度の 2 択から選ばせた。この設問については、正答 152 名 (99%)、誤答 2 名 (1.3%) であり、高い正答率を得ることができた。

(4) 学力の持続を測るためのアンケート (表 6)

授業実践から約 5 カ月後の 12 月のはじめに、学力

の持続を測るためのアンケートを行った。ここでは、五つの質問項目を設定した (表 6-1)。Q1 は事前アンケート Q3、授業後アンケート Q1 と全く同様の問題であり、自由に回答させたところ、期待されていた「温度」と回答したのは 153 名中 133 名 (87%) であった。そのうち複数回答として「温度・年齢」が 1 名 (133 名中の 0.8%)、「温度・スペクトル」が 2 名 (同 1.5%) いた。授業後アンケートで多く見られていた「明るさ」という回答はわずか 2 名 (同 1.5%) であり、多くはないが授業後アンケートにも見られていた「スペクトル」という回答は 3 名 (同 2%) であった。授業で扱った用語である「温度」、「明るさ」、「スペクトル」以外の回答は 8 種類挙げられ、合計 13 名 (同 10%) であった。無回答も 8 名 (同 6%) いた。

Q2 は、授業で扱った内容のもので、ワークシートや授業後アンケート Q2 と同じ提示方法にした。Q2- (1) では星の色と温度の関係についての理解があるかをたずねたもので、正答 107 名 (70%) で誤答 46 名 (30%) であった。Q2- (2) では星の色とスペクトルの関係についての理解の有無を測るもので、正答 106 名 (69%) で誤答 46 名 (30%)、無回答 1 名 (0.7%) という結果が得られた。

Q3 は授業によって星空観察への意欲がどのくらいもてたかについてたずねたもので、授業後に星空観察を行ったという回答は 63 名 (41%)、行っていないという回答は 90 名 (59%) であった。星空観察を行ったと回答した者に対して時期をたずねたところ、26 名 (41%) が「秋に入ってから」、22 名 (35%) が「夏休み」、その他の回答である「よくしている」などの回答は 15 名 (24%) であった。「星空観察をどこでしたのか」という問いに対しては、「家」が 44 名 (70%) で最も多く、「旅行先・田舎」が 10 名 (16%)、その他と無回答は合計 9 名 (14%) であった。

Q4 では、星にどのくらい興味をもっているかを 5 項目から選ばせて答えさせた。「星に興味がある」と答えたのは 57 名 (37%)、「すこしある」は 56 名 (37%)、「どちらともいえない」は 22 名 (14%)、「あまりない」は 6 名 (4%)、「まったくない」は 11 名 (7%) となり、

星に少しでも興味をもっているのは合計 113 名 (74%) となった。

6. 考 察

本研究の目的は、①「星の色と温度の関係」を小学生に教えることができるかどうか、②その際、デジタル分光カメラやレプリカグレーティングは効果的であるかどうか、ということをはっきりとすることである。以下、アンケート結果を基に、これらの 2 点について論じる。また、教育実践により明らかになった改善すべき点についても考察する。

(1) 本実践の教育効果

事前アンケート Q3、授業後アンケート Q1、学力の持続を測るアンケート Q1 を通して同じ設問を設定し、回答を比較することで学力の定着、持続を調べた (それぞれのアンケートで欠席者がいたため三つすべてが比較できたのは 145 名である)。それぞれのアンケートにおいて「温度」の回答をした児童の割合は、

事前アンケートでは 26% (151 名中 39 名)、授業後アンケートでは 98% (154 名中 151 名)、学力の持続を測るアンケートでは 87% (153 名中 133 名) であった (表 7-1)。

3 回のアンケートすべてに参加した 145 名の児童について、理解の推移のパターンを調べてみた (表 7-2)。最も多かったのは、事前アンケートでは「温度以外」の回答をしていたが、授業により理解し、授業後アンケートと学力の持続を測るアンケートで「温度」と回答したもので、92 名 (63%) であった (表 7-2④)。次に多かったのは事前アンケートでは「温度」と回答し、授業後アンケートと学力の持続を測るアンケートでも引き続き「温度」と回答したパターンで、33 名 (23%) がこれにあたる (表 7-2①)。事前でも授業後でも「温度以外」を回答したが、持続を測るアンケートで「温度」と回答した児童も 3 名 (2%) いた (表 7-2⑥)。

事前アンケートで「温度以外」を回答し、授業によ

表 7 「温度」の回答率の変化
表 7-1 各アンケートの「温度」の回答の割合

事前アンケート	授業後アンケート	学力の持続を測る アンケート
26%	98%	87%

表 7-2 各アンケートに対する児童の「温度」の回答

	事前アンケート	授業後アンケート	学力の持続を測る アンケート	人 (%)
①	温度	温度	温度	33 (23%)
②	温度	温度	温度の記述なし	2 (1.4%)
③	温度	温度の記述なし	温度	1 (0.7%)
④	温度の記述なし	温度	温度	92 (63%)
⑤	温度の記述なし	温度	温度の記述なし	14 (10%)
⑥	温度の記述なし	温度の記述なし	温度	3 (2%)
⑦	温度の記述なし	温度の記述なし	温度の記述なし	0 (0%)

3 つのアンケートの比較ができたのは全体で 145 人。

り理解し、授業後アンケートで「温度」と回答したが、知識の持続ができず学力の持続を測るアンケートでは「温度以外」の回答をした児童が14名(10%)いた(表7-2⑤)。これは、理解していたものが失われたパターンである。その他、事前と授業後では理解できていたのに、学力の持続ができていなかった児童が2名(1.4%)(表7-2②)、授業後にのみ「温度以外」の回答をした児童が1名(0.7%)いた(表7-2③)。事前、授業後、学力の持続を測るアンケートのどれにも「温度」と回答しなかった児童は0名で(表7-2⑦)、授業により「星の色と温度の関係」を全ての児童が一度は理解できたといえる。よって、小学生(第4学年)に「星の色と温度の関係」を教えることは十分可能であるということが分かった。

次に、レプリカグレーティングを利用したデジタル分光カメラは、小学生に星の色と温度を教える際に効果的であるか、という点について論ずる。まず、子どもがレプリカグレーティングの使い方を理解できたかという点に関して、授業後アンケートQ4でたずねたところ、「分かった」が141名(92%)、「少し分かった」が13名(8%)であった。つまり、小学生にもレプリカグレーティングの使い方は十分理解できるといえる。授業後アンケートQ5での子どもの感想の中にも「レプリカグレーティングが楽しかった」、「スペクトルがきれいだった」、「レプリカグレーティングを使って星を見てみたい」、「温度でスペクトルが変わっているのを見て驚いた」、「授業が分かりやすかった」などの意見が多く挙げられた。本来、「星の色と温度の関係」の説明には高度な黒体放射の理論が必要となるが、レプリカグレーティングを利用することにより、児童が楽しく、感動をもって、簡単に理解することができたといえる。

また、授業中、我々はデジタル分光カメラを液晶プロジェクターにつなげ、カメラに写る蛍光灯などのスペクトルを児童に演示し、レプリカグレーティングの使い方を教える方法を採用した。演示の直後から、多くの児童がレプリカグレーティングでさまざまな光源を自発的に観察し始めた。デジタル分光カメラは、単に教材用の資料(恒星等のスペクトル写真)の収集のみならず、授業中の指導においても有効であることが分かった。

(2) 改善点1 子どもの活動が多い

今回試行した授業の中には①グレーティングでさまざまな光源のスペクトルを見る活動、②星の色とスペ

クトルを比較する活動、③豆電球の明るさ、色、温度、スペクトルの観察など、児童の活動が多かった。さらに、45分の時間の中に、①スペクトルと色の関係、②スペクトルと温度の関係、③色と温度の関係を学習し、考えさせる機会も多く、忙しい授業になってしまった。そのため、児童の中には、活動や思考が追いつかず、途中で手が止まる者がいたり、ワークシートへの記入を完了することのできない者もいた。小学生なので、個々の児童の作業や理解の進捗には大きな差がある。同じ作業でも、早くできる子がいる一方で、かなり時間がかかる子もおり、ゆとりをもって授業をする必要があると感じられた。

改善策としては、この授業を2コマに分け、1時間目に「スペクトルと色の関係」を学習し、2時間目で「スペクトルと温度の関係」を学習し、授業のまとめで「色と温度」が関係していることを扱う、といった形式をとればよいと考えられる。2コマ化することで、児童の活動にゆとりができ、理解も深まるであろう。

実践の展開2(2)では、「星の色と見かけの明るさは必ずしも関係しない」ことを教えた(表2)。それにもかかわらず、授業後のアンケートでは、色の変化の原因として温度とともに明るさを挙げたものが31%いた(表5)。児童の注意が明るさに向きがちであることは、授業中のワークシートの記述からも読み取れる(表4)。色、温度、明るさの3者は互いに密接に関係しており、豆電球に対する児童の観察結果は、物理学的に正しいものである。しかし、夜空に輝く恒星にはさまざまな距離のものがあるので、見かけの明るさと色は一般に無関係である。星の色について教える際には、このことをより明確に繰り返し指導する必要がある。また、この授業で扱う色とは、豆電球や恒星のように自ら輝く物体(黒体放射)の色であり、反射や散乱によるものではない。身近な色紙などを例に挙げながら、ここで学習する色と温度の関係は、太陽光を反射することで輝いている惑星には当てはまらない、などの補足説明もすべきであろう。授業を2コマ化することで、教員側もこれらの説明を十分に行う余裕をもつことができるものと考えられる。

(3) 改善点2 授業を実施する時期

小学校第4学年理科の育てたい資質、能力は「比較から変化の要因を導くようになる」ことである(文部省、1999)。この目標は、第4学年の1年間の学習を通して身に付けさせるべき力であり、本授業実践が行われた第4学年初期(7月)の段階では、その能力が

まだ十分に備わっていない児童もいるものと考えられる。本授業実践では、「スペクトルと色の関係」、「スペクトルと温度の関係」の二つから「色と温度の関係」を導いた。授業直後のアンケートでは、実に98%の児童が色と温度の関係を理解しており、5カ月後の調査でも、色と温度の関係を忘れてしまった児童は約1割にとどまった(表7)。ほとんど全員が授業内容を理解し、さらに9割の児童が5カ月後まで記憶を持続していた事実は、本授業(星の色と温度の関係)を第4学年初期に設定しても、十分な教育効果が得られることを強く示唆している。しかし、児童により深い理解を得させ、かつより確実に学力を定着させるためには、もう少し後の時期に実施するほうが望ましい可能性もある。例えば、一つの候補として、第4学年後期の「冬の星」の時期が挙げられる(津幡ほか, 2002a, b)。本授業を全国の小学校で広く実施するためには、実施時期の最適化を図る必要があるであろう。本授業実践と同様の試行授業を4年生後期、5年生、6年生に対しても行い、学力の持続を測定し、星の色と温度の関係を教授すべき最適な学習時期を模索することが、今後の課題である。

(4) 改善点3 指導者側に要求される知識

本授業実践で取り扱う学習内容は、指導者が分光器や黒体放射の基礎知識をある程度修得していることを前提としている。身近な分光器としてプリズムを利用したことのある小学校教員は多いと思われるが、本格的な回折格子は一般に高価であり、指導する側も扱った経験が乏しいものと考えられる。安価で扱いやすいレプリカグレーティングの入手法、分光器の作製方法、また回折格子の原理については、例えば、我々の以前の論文(土橋ほか, 2004)が参考になる。このほか、レプリカグレーティングを利用した簡易分光器の作製・活用例については、いくつかホームページで紹介されている。

児童を指導する側の教員は、黒体放射の理論について、プランク分布、シュテファン・ボルツマンの法則、およびウィーンの変位則といった基礎知識を習得しておくことが望ましい。学生時代、地学や物理学を学ぶ機会が十分になかった文科系出身の教員も多いと思われるが、高校地学等の教科書の該当する部分を読めば、黒体放射の基本的な概念は比較的容易に習得できる。黒体放射の温度と色の関係は自然界の重要な法則の一つである。地学や物理学に自信のない教員も、黒体放射に関するいくつかの典型的な誤った理解(五

島・土橋, 2005)に注意しつつ、その基礎的な概念を十分習得し、児童に伝えるべきである。

7. ま と め

本研究では、教具「デジタル分光カメラ」(土橋ほか, 2004)を用いて、「星の色と温度の関係」を教えるための授業実践を、東京学芸大学附属小金井小学校の4年生(4クラス, 155名)を対象に行った。この実践研究の目的は、①「星の色と温度の関係」を小学生に教えることができるか、②その際、本教具は効果的で使いやすいものであるかどうか、という2点を明らかにすることであった。これらの目的を達成するため、授業実践の前後に、合計4回のアンケート調査を行った。授業前のアンケートでは、星の色が温度と関係していることを事前に知っていた児童は26%であったが、授業直後のアンケートでは、ほぼ全員(98%)がこれを理解した。また、学力の持続を測るため、約5カ月後に行った同様のアンケートでは、87%の児童が星の色と温度の関係を正しく記憶していた。これにより、小学4年生に星(黒体)の色と温度の関係を教えることは十分に可能であることが分かった。また、分光器(レプリカグレーティング)の使い方については、授業に参加した児童全員が「分かった」あるいは「少し分かった」と答え、「どちらともいえない」、「あまり分からなかった」、「ぜんぜん分からなかった」と答えた児童は皆無であった。これにより、デジタル分光カメラやレプリカグレーティングは、児童にとって扱いやすい、教育上有効な教具であると結論できる。

授業実践を通して、さらに改善・調査すべき点が三つ見つかった。一つは、活動内容が多く、1コマの授業では児童がゆとりをもって学習することが難しいことである。これは、授業を2コマ化することで解決できる。二つ目は、実施時期の問題である。アンケート調査の結果より、小学校4年の初期の段階でも星の色と温度の関係を十分に理解できることが分かったが、ここで扱った学習内容を一般の小学校に広めるためには、実施時期の最適化を図る必要がある。小学4年から6年にかけて、本授業実践で行ったのと同様の調査を行い、どの学年のどの時期が最も学習効果が高いか、見極める必要がある。これは、今後の課題である。最後に、他の学習内容に比べると、教える側(教員)にも比較的高度な基礎知識や経験が必要となる問題点が挙げられる。色と温度の関係になじみの薄い教員の場合、高校地学の教科書等を利用して、黒体放射に関

する部分を事前に学習しておくことが必要である。

謝 辞 この教育実践は、東京学芸大学附属小金井小学校の4年生の皆さんの参加・協力を得て、実現することができました。また、授業を実施するにあたり、同小学校の先生方からは、暖かいご理解とご支援をいただきました。特に、小林道正副校長先生、4年生の担任の今井茂樹先生、井上善弘先生、中山雄二先生からは、実践上の有益な助言・提案をいただきました。さらに、東京学芸大学の水野孝雄先生・西浦慎悟先生にも、有益なご指導をいただきました。ここに感謝いたします。

引用文献

土橋一仁・菊池紘之・五島正光・濤崎智佳・森 厚・上

原 隼 (2004): 恒星の色と温度を体感させるデジタル分光カメラの開発. 地学教育, 57, 1-13.

五島正光・土橋一仁 (2005): レプリカグレーティングを用いた「恒星の色と温度」の授業実践と提言. 地学教育, 58, 1-12.

文部科学省 (2003): 小学校, 中学校, 高等学校等の学習指導要領の一部改正等について.

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, 29-40.

津幡道夫・赤石 保・上園 明・大竹三郎・小野正裕・小島敏光・小林道正・田中康善・星野昌治・増田和彦・森本弘一 (2002a): たのしい理科4年上教師用指導書. 大日本図書株式会社, 117-136.

津幡道夫・赤石 保・上園 明・大竹三郎・小野正裕・小島敏光・小林道正・田中康善・星野昌治・増田和彦・森本弘一 (2002b): たのしい理科4年下教師用指導者. 大日本図書株式会社, 107-132.

唐井美沙栄・土橋一仁・傳幸朝香・五島正光: レプリカグレーティングを用いた「星の色と温度の関係」の小学校における授業実践 地学教育 58 巻 5 号, 165-181, 2005

〔キーワード〕 小学校, レプリカグレーティング, デジタル分光カメラ, 恒星の色と温度の関係, スペクトル

〔要旨〕 小学生に恒星の色と温度の関係を教えることができるかを明らかにするために, 東京学芸大学附属小学校第4学年(計155名)を対象とした授業実践を行った。授業直後のアンケート調査の結果, 全参加者中98%の児童が恒星の色と温度の関係を理解できたことが分かった。また, 87%の児童が約5カ月後にも色と温度の関係を正しく記憶していた。以上より, 小学生に恒星の色と温度の関係を教えることは十分可能であることが分かった。

Misae KARAI, Kazuhito DOBASHI, Asaka DENKO and Masamitsu GOSHIMA: Teaching the Color-Temperature Relationship of Fixed Stars in Elementary School Using Replica Grating. *Educ. Earth Sci.*, 58(5), 165-181, 2005

お 知 ら せ

第6回こどものためのジオ・カーニバルの開催について（お知らせ）

今年も「こどものためのジオ・カーニバル」を開催します。

次世代を担うこどもたちに向けてのメッセージを体感してください。

地球やそれを取り巻く大気，宇宙などについて「見る，観る，さわる，触れるの体感」が盛りだくさん。

行事名：第6回「こどものためのジオ・カーニバル」

日 時：2005年11月5日(土)，6日(日)ともに10時より

場 所：大阪市立科学館（大阪市北区中之島 大阪市営地下鉄肥後橋駅下車）

主 催：「21世紀の地学教育を考える大阪フォーラム」こどものためのジオ・カーニバル企画委員会

共 催：大阪科学振興協会（大阪市立科学館）

内 容：4種類のセミナーと11種類のブース出展（予定 仮題）

月のクレーターも見えるペットボトル望遠鏡，雪と氷の不思議，砂粒を使った万華鏡，液状化実験，重力レンズでみたあなた，作ってかざろう☆太陽系の惑星，いろいろなものを浮かせてみよう，雪の結晶一切り紙・折り紙教室一，石からの放射線を測ってみよう，ようこそふしぎな石の世界へV，鉱物絵の具で描いちゃおう，ようこそ!! ちがくのせかいへ，等

後 援（予定）：近畿各府県等教育委員会，各府県理科・地学研究会，地学関係各学会，NHK 大阪放送局等

この活動は子どもゆめ基金の助成を受けて行うものです。

昨年度までの内容については以下のHPアドレスにてご覧ください。

<http://geolo.sci.osaka-cu.ac.jp/geo/>

報 告

米国ヒューストンのスペースセンターにおける 11th Annual Space Exploration Educators Conference 報告

Report on the Space Center Houston's 11th Annual Space
Exploration Educators Conference, United States

川 村 教 一*

Norihito KAWAMURA

Key words: SEEC, NASA, space explore education, hands-on

1. はじめに

米国航空宇宙局 (以下 NASA という) のジョンソン・スペース・センター (以下 JSC という) が主催する Annual Space Exploration Educators Conference (以下 SEEC という) は、主に米国内の教員を対象とした宇宙に関する教育者向けの会議として有名である。米国での宇宙開発教育の現状をより詳しく知ることができ、わが国における宇宙に関する教育実践の研究・普及の改善のために参考になると考え、筆者は当会議に出席した。以下に会議の概要を報告する。

2. 第 11 回 SEEC について

会期は 2005 年 2 月 3 日 (木)~5 日 (土) で、会場は、米国テキサス州ヒューストン郊外にある NASA の JSC であった。

本会議の特徴は、分科会の講師として、国際宇宙ステーション (以下 ISS とする)、火星や火星以遠の惑星探査に関わる科学者らが多く加わっていることである。また、本会議のねらいは、宇宙教育、宇宙開発教育について、教員向けの知識や授業案、ハンズ・オンの体験の提供である。会議の参加対象者は、K-12 学年 (わが国の幼稚園~高校 3 年生に相当) の教員であり、対象となる教科は、理科、言語、芸術、数学、歴史などにわたる。

500 名あまりの参加者のほとんどが米国内からで、ほかにカナダ、わずかに日本からの参加があった。参

加者の職種の多くは学校教員 (小学校、中学校、高校がほとんど、わずかの大学教員) であり、それ以外に科学教育施設の指導員も参加していた。

日程の概要を表 1 に示す。会議は基調講演に加え、分科会と JSC の見学ツアーから構成された。基調講演では宇宙飛行士による 4 件の講演を含め、計 5 件の講演があった。分科会は 11 の時間帯に分かれて計 119 の発表が行われ、内容は豊富であった。見学ツアーは 6 会場に分かれ、ISS モジュールや宇宙飛行士のスペースシャトル・トレーニング装置、ISS などの管制室、宇宙食の研究室のコースが用意された。

3. 分科会の内容紹介

分科会は教材を紹介するワークショップである。筆者は高校に勤務しているので、日本の中・高校生にあたる 9~12 学年向けの教材のうち、ハンズ・オンを扱った分科会を中心に参加した。ハンズ・オンはいわゆる実習であるが、その学習活動の方針は、見て、さわって、試して、体中で遊べる学習方法である (染川・吹田, 1996)。

次に筆者が参加した分科会のうち、特徴的なものをいくつか紹介したい。

(1) Kinesthetic Astronomy: The Sky Time Lesson

講師の Brad McLain 氏は非営利法人スペース・サイエンス・インスティテュートの教育ディレクター補佐である。分科会の名称である Kinesthetic Astrono-

* 香川県立高松高等学校 (現 香川県立丸亀高等学校)

表1 第11回 SEEC の日程概要

2月3日(木)		
時間帯	行事	分科会テーマ例
10:00 - 12:00	スペースセンター見学	
12:00 - 2:00	分科会	Kinesthetic Astronomy, Human Space Explorer
2:30 - 4:30	分科会	Making the Journey Together, Microbes in Space!
6:30 - 9:30	歓迎会	
2月4日(金)		
時間帯	行事	分科会テーマ例
7:30 - 7:45	開会式	
7:45 - 10:00	基調講演	
10:30 - 11:45	分科会、見学ツアー	MARS 2K4: Form the Peaks of Olympus Mons to the Martian Craters
12:00 - 1:00	昼食	
1:15 - 2:30	分科会、見学ツアー	Orbital Mechanics for Middle School Students
2:45 - 4:00	分科会、見学ツアー	Exploring Mars!, Start Your Own Space Program
4:15 - 5:30	分科会、見学ツアー	NASAexplores, Back to Mercury with Messenger!
7:15 - 12:00	夕食会ほか	
2月5日(土)		
時間帯	行事	分科会テーマ例
8:00 - 9:00	基調講演	
9:15 - 10:30	分科会、見学ツアー	An Out of This World Space-based Learning Environment
10:45 - 12:00	分科会、見学ツアー	Mars: Journey to the Red Planet
12:00 - 1:00	昼食	
1:15 - 2:30	分科会、見学ツアー	A Brief Explanation of Everything Related to Space...Almost
2:45 - 4:00	分科会、見学ツアー	Mars Rovers in the Classroom
4:15 - 5:00	基調講演	
5:00 - 5:30	閉会式	

my とは聞き慣れない用語であるが、体を動かし、体感して学ぶ天文学のことであった。この分科会では講師が教員、参加者が生徒役となっていくハンズ・オンが行われた。参加者自らが「地球」となって、地球の自転と太陽や恒星の日周運動、夏と冬の太陽の南中高度の違い、地球の公転と太陽や恒星の年周運動などを、体を使って実感させるハンズ・オンである。模型を用いた太陽系モデルではなく、自分自身が地球モデルになるというところに、これまでになく面白味を感じた。

(2) Making the Journey Together

小学校校長である Maureen Adams 氏ほか数名の中学校、高校教員らが講師となり、JSC にて実施した“SPACE CAMP”の内容紹介がされた。“SPACE CAMP”では、教員やNASAのロボット工学者が5学年の児童を対象に、プラスチックパイプと紙を用いて張りぼてのシャトルを作製する活動、玩具としての

ローバーを組み立て火星の地形モデル上で探査ゲームをする活動などを指導した。分科会会場では、圧縮空気を用いたロケット発射装置や生徒の作品などが展示され、講師から教材作製法などの解説があった。

(3) Exploring Mars!

講師のひとり、Sheri Klug 氏はジェット推進研究所/NASA/アリゾナ州立大学の火星教育プログラム(5学年—ポスドク対象)のディレクターである。ここでは、小学校児童が惑星科学へ参加する教育プログラムとしてアリゾナ州立大学で行われている、“Mars Student Imaging Project”や、“Explores Mars!”が紹介された。前者は児童が探査機を用いて火星の画像を撮る計画である。

この分科会では“Explores Mars!”のうち、カードゲーム“Marsbound”がハンズ・オンとして紹介され、参加者が実践した。これは、予算2億ドルの設定で最大の火星探査の科学成果を上げるように、ロケットや探査機などの組み合わせを考えさせるゲームである。カード1枚ずつにロケット・ブースターや発電装置、分析装置、探査機などの写真が印刷してある。また、それぞれのカードには、その装置などの重量、電力、費用を、分析装置の場合はその装置による科学成果を、それぞれ点数化して表記してある。分科会では、4名1グループとなり、25分以内で火星探査の計画を立てるよう参加者は指示を受けた。筆者が加わったグループでは互いの意見を出しながら、重量や電力、費用について妥協点を探り、装備の組み合わせを決め、点数や費用の集計を分担しながら計画内容のチェックを行った。ゲームにおいてロケットの打ち上げは成功であったが、ブースター切り離しでは爆発!筆者らのグループの探査機は破壊されてしまった。このようにして、宇宙探査にはリスクが伴うことも学べた。

(4) NASAexplores

この分科会では、NASAの教育用Webサイトの一つ、“NASAexplores”の内容紹介がなされた。講師のMindi Capp氏は“NASAexplores”のWebチームの一員である。このWebサイトは幼稚園～12学年を対象としたクロスカリキュラムの学習素材を提供するものであり、ダウンロードして印刷でき、National Standardsに準拠し、検索しやすいなど、教員が使いやすいものである。授業案や教材は、幼稚園～4学年、5～8学年などと学年別に用意されている。構成の方針は“Just for Fun”,つまり面白さを第一にしている。

(5) Mars-Journey to the Red Planet

講師の Margaret Baguio 氏ら 2 名は、テキサス・スペース・グラント・コンソーシアムのアウトリーチ・コーディネーターである。この分科会では、火星の観測史、探査史、地形について概説があった後、火星に関するハンズ・オンの実習が体験できた。

ハンズ・オンの内容は、火星のオリンポス火山のような盾状火山の噴火のモデルを、噴火口に見立てたカップ内の重曹に酢をかけ、発泡して噴火口からあふれ出た液体を溶岩流に見立てる実験、火星の土壌を模した砂にドライ・イーストを混ぜ、水やぬるま湯をかけて微生物の生存と温度の関係を考えさせる実験、火星着陸船のペーパーモデルの作製と、作製した着陸船にゆで卵を「搭載」して行った地上約 2 m の高さからの着地実験であった。

4. 分科会で紹介された普及活動の特徴

(1) 科学教育コーディネーターの存在

分科会の講師の何人かは、学校教員のほか、NASA や非営利法人などの教育あるいはアウトリーチ・コーディネーターであった。現代的な科学の内容を、学校現場で教育・普及するための組織や職種の存在が目立った。

(2) 学校教育への導入の推進

NASA が用意する教材は米国の National Standards (National Research Council, 1995 ほか) のうち科学、地理、数学、工学の分野いずれかに準拠していることが多い。これらに準拠していることは、学校教育と関連した内容であることを主張して、学校教育への積極的な導入を企図している。また、分科会を通じて、CD-ROM、指導案、教材見本の配布など、教員による教材の導入がすぐに行えるよう便宜が図られている。

(3) 小学生を主な対象とした興味や関心の喚起

分科会講師などの NASA 関係者らは、宇宙開発への児童・生徒の興味・関心を高めたいと口をそろえていたのが印象的であった。今回は紹介できなかったが、分科会の多くは小学校児童を対象とした教材を扱っている。これら教材に共通して見られた特徴は、ハンズ・オンに代表されるように、自然事象に関する知識の定着を目指すこと、宇宙飛行士や技術者、科学者になる体験をさせること、これらの学習を通じて楽しいと感じる時間を経験させることで興味や関心を喚起させようとしていることである。今回の会議で紹介されたような教育普及活動を通じて、宇宙開発分野のために優秀な人材をなおいっそう確保しようとする姿勢が伺われた。

謝 辞 宇宙航空研究開発機構の的川泰宣氏、NASA/JSC の宇宙飛行士である土井隆雄氏には、意見交換をしていただきました。また、同機構の遠藤純夫氏、橋本卓治氏、浜田尚子氏、尾関祥恵氏には SEEC 会場において諸事にわたり便宜をお図りいただきました。加えて同機構の久保田祐子氏には会議参加に際し、お心配りいただきました。また、コロンビア大学大学院の三河内彰子氏からは、米国における科学教育コーディネーターについてご教示いただきました。本報告を記すにあたりお世話になりました皆様に、心より御礼申し上げます。

文 献

National Research Council (1995): National Science Education Standards. National Academy Press, Washington, D. C., 262 p.
染川香澄・吹田恭子 (1996): ハンズ・オンは楽しい。工作社、東京、242 p.

川村教一：米国ヒューストンのスペースセンターにおける 11th Annual Space Exploration Educators Conference 報告 地学教育 58 巻 5 号, 183-186, 2005

〔キーワード〕 SEEC, NASA, 宇宙開発教育, ハンズ・オン

〔要旨〕 米国航空宇宙局のジョンソン・スペース・センターが主催する, 第 11 回 Annual Space Exploration Educators Conference の講演や分科会の一部について報告する. 分科会で紹介された内容から判断すると, NASA などの宇宙開発教育に関する取り組みは, 教育コーディネーターの普及活動, National Standards に準拠した教材の提供, 小学校低学年からのハンズ・オンのような体験的な学習の推進などに特徴がある.

Norihito KAWAMURA: Report on the Space Center Houston's 11th Annual Space Exploration Educators Conference, United States. *Educat. Earth Sci.*, **58**(5), 183-186, 2005

本の紹介

矢島道子・和田純夫編/編「はじめての地学・天文学史」ベレ出版 A5判, 303頁, 2004年10月初版 1,600円(税別) ISBN4-86046-066-7

自己の専門分野に精通していれば一応は差し支えない研究職とは異なり、教育に関わる者は、担当する科目について、自分の専門分野以外についても広く勉強をしなければならない。特に地学の場合には、地球惑星科学連合という物理・化学・生物と対等な組織がこの5月にやっとできたことに象徴されるように、内部の分野間の距離が従来は非常に大きかった。このため、地学教育に携わる者は、理科のどの科目の教師よりも広いスペクトルの勉強が必要だった。このことは、一面では大きな負担であったが、逆に物理・化学・生物の教師たちには少ない、多領域の科学教育の担当能力を地学の教師に持たせることになった。このことは、総合的な科目の担当で地学教員が活躍したこともでも示されてきた。

ところで、このように地学の教師が勉強しなければならない内容とはどのようなものであろうか。新しい地球観・宇宙観が中学校や高校の地学の内容を大きく書き換えることから、基本的に19世紀までの科学で構成されている物理や化学とは大きく異なり、最新の地球科学や天文学に基づいた内容である。しかし、現在の地球科学・天文学は、そこに至るまでの長い歴史を持っており、現在のパラダイムは過去のパラダイムと密接な関係を持って成立したものであることも多い。したがって、現在の地球観や宇宙観を教える場合にも、地球科学と天文学の歴史を振り返ることがしばしば必要になる。また、実際に引き合いに出さなくても、教師の側はそれらについてきちんと理解していることが必要である。

ところが、現在までのところ、地学の広い範囲にわたってこのような歴史を1冊で概観できるという書物はなかった。このたび、まさにこのような書が7名の共著で刊行された。標記の矢島・和田両氏編による「はじめての地学・天文学史」がそれである。小学校から大学までの地学教育に携わる者にとって、本書の内容は教育上も自己の知見を広める上でも極めて有益であり、ここに紹介したい。

本書の内容を目次から見ると次のようになっている。

序章 地学事始め

1. 地球の大きさから、2. 地球はどれだけ古いのか、3. 地震の理解はどのように進んだか

第I章 近代以前(～17世紀)

1. 概説、2. 地学 地球論の発生と展開、3. 天文学 天動説から地動説へ

第II章 近代(18世紀～19世紀)

1. 概説、2. 地学 地質学の勃興、3. 近代天文学の展開

第III章 近代以前(20世紀)

1. 概説、2. 地学 大陸移動説からプレートテクトニクスへ、システムとしての地球、3. 天文学 宇宙は膨張していた、元素の合成一星は元素の溶鉱炉

序章は、文字どおり導入部分で、高校地学の教科書でも定番の地球の大きさの話から始まるが、続く二つの節では、地球の年齢や地震の理解がどのように進んだのかが専門家にとっても勉強になるほどに詳しく解説されている。

第II章では、地学・地質学の成立の過程をかなり深く専門的なレベルまで踏み込んで解説してくれている。高校の地学教員程度の知識を前提としている点では高度であるが、その分専門家にとっても新鮮な内容である。一方天動説から地動説への転換は、比較的広く知られている内容ではあるが、小・中学校の先生にとっては必須の内容が、これだけコンパクトにまとめられているのはありがたい。

第III章では、20世紀の二つの壮大なパラダイム、プレートテクトニクスと膨張宇宙を中心に、その成立の経緯と発展がよくまとめられている。現在の科学理論に最も近い内容であるため、専門家にとっては大部分が既知の内容であろうが、小中学校の先生や、高校の地学以外の理科教員などには、不可欠の内容が遺漏なく収められており授業展開の上でも参考になる。

また、本書は索引が大変充実しており、一見読み物風に見える本であるが、用語や人名などから検索して地学・天文学史の事典としても使うことができる。

安価に設定された有益な本であり、今後も版を重ねると思われるが、そこで最後に、改訂に向けての注文を一つだけ述べさせてもらう。各著者の個性や考え方の差が節ごとに大きく、それはそれで面白いことではあるが、一方でどの程度の予備知識を持っている読者を念頭に置いた話なのか、小学校の先生から大学の教員まで、あるいは生徒や学生などの誰を対象にした内容であるのかななどを、節ごとに各著者が最初に述べてもらうと、読者としては落差があってもその意味を理解できるので助かるのではないかと思う。

(林 慶一)

学 会 記 事

第2回 常務委員会議事録

日 時：平成 17 年 7 月 6 日(水) 午後 6 時 00 分～
午後 8 時 00 分

場 所：日本教育研究連合会 会議室

出席者：下野 洋・馬場勝良・牧野泰彦・渋谷 紘・
松川正樹・濱田浩美・高橋 修

議 題：

1. 前回議事録の承認
前回(第1回常務委員会)議事録の承認がなされた。
2. 平成 17 年度茨城大会について
牧野副会長から茨城大会の進捗状況について説明があった。
3. 評議員会について
平成 17 年度定例評議員会は、8 月 5 日(金)16 時から茨城大学において開催され、そこでは、大会宣言および学術奨励賞に関する決議が行われる。また、学会誌「地学教育」の PDF 化について議論が行われる予定である。
4. 学術奨励賞について
渋谷学術奨励賞選考委員長から学術奨励賞の進捗状況について説明があった。
5. 大会宣言について
原案が検討され、この原案をもとに評議員会での承認を得る予定である。
6. 平成 18 年度以降の大会について
次年度静岡大会は第 60 回の記念大会としての位置づけがなされることが決まった。
平成 19 年度は島根大学での開催が検討されている。
7. 入会者・退会者について
今回は入会者 6 名が承認された。
入会者：須田知誠(埼玉)・松涛誠之(東京)・葉師大五郎(東京)・高橋 亮(岩手)・萩原文恵(和歌山)・林 誠司(名古屋)

8. その他

- 1) クレジットカードによる会費の自動納入について検討され、次年度より施行することで承認された。
- 2) 日本学術会議から依頼された若手に対する賞について、学会として推薦する方向で検討することが決まった。
- 3) 「子供のためのジオカーニバル」の後援を承諾した。
- 4) 地質科学関連学会協会連合について
地質科学関連学会協会連合について、本学会は正式加盟をすることを決定し、林委員と南島委員に代表として出席していただくことになった。

報 告：

1. 各種常置委員会から
 - 1) 編集委員会から 58-4 号の編集状況について報告があった。
2. 寄贈交換図書
 - ・理科の教育, 636, 日本理科教育学会, 2005.
 - ・新地理, 52-4, 日本地理教育学会, 2005.
 - ・地質ニュース, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 608, 2005.
 - ・科学するまなざし, 中央公論事業出版会, 2005.
 - ・高校生天体観測ネットワーク 2005 年度観測ガイドブック, 高校生天体観測ネットワーク, 2005.
 - ・Science Report of Niigata Univ. (Geology), Dept. Geol., Fac. Sci., Niigata Univ., 2005.
 - ・平地学同好会会報, 平地学同好会, 25, 2005.
 - ・地学研究, 日本地学研究会, 54-3, 2005.
 - ・博士学位論文—論文の内容と要旨及び論文審査結果の要旨, 8, 2005.
 - ・山口県立山口博物館研究報告, 山口県山口博物館, 31, 2005.
 - ・山口の自然, 山口県山口博物館, 65, 2005.

編集委員会より

9月21日現在, 1編の原著論文が受理となっております. 投稿の論文数は相変わらず少ない状況です. 会員の皆様の投稿をお待ちしています.

地 学 教 育 第58巻 第5号

平成17年9月20日印刷

平成17年9月25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. 58, NO. 5

SEPTEMBER, 2005

CONTENTS

Original Article

- Voluntary Activity and the Role of the University of Education during the Niigata
Flood Disaster of July 13, 2004, from the Viewpoint of Geoscience Education
.....Tatsuya FUJIOKA...157~163

Practical Article

- Teaching the Color-Temperature Relationship of Fixed Stars in Elementary School
Using Replica Grating
...Misae KARAI, Kazuhito DOBASHI, Asaka DENKO and Masamitsu GOSHIMA...165~181

Report

- Report on the Space Center Houston's 11th Annual Space Exploration Educators
Conference, United States.....Norihito KAWAMURA...183~186

Announcements (182)

Book Review (187)

Proceeding of the Society (188)

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