

地学教育

第60巻 第3号(通巻 第308号)

2007年5月

目 次

原著論文

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—……………林 慶……………(75~88)

教育実践論文

初歩的な観察能力を育てる指導の試み

—小学校第3学年 特設単元「石をくらべよう」の実践を通して—
……………加藤尚裕・引間和彦……………(89~98)

プラネタリウムにおける日食の全天周生中継

……………尾久土正己・荻原文恵・小澤友彦・吉住千亜紀・
富田晃彦・山田宏之・明井英太郎・石川雅一・
山本文治・中山雅哉・半田利弘……………(99~107)

報 告

平成19年度大学入試センター試験の問題に関する評価・意見……………(109~117)

お知らせ (118)

学会記事 (119~124)

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

日本地学教育学会 会長・副会長・評議員・常務委員・監事名簿（平成19年4月）

会 長 下野 洋（神奈川県・平成19年度）
 副 会 長 馬場 勝良（東京・平成19年度）
 同（全国大会担当） 秦 明德（島根・平成19年度） 松川 正樹（東京・平成19・20年度）

評 議 員（*印は、会則第11条3項の評議員）

任 期	平成19・20・21年度	平成19・20年度	平成19年度
地 区（定員）			
北海道・東北（3）	岡本 研（北海道）	中村 泰久（福島）	照井 一明（岩手）
関 東 （9）	相原 延光（神奈川県）	渋谷 紘（埼玉）	山本 和彦（千葉）
	円城寺 守（東京）	米澤 正弘（千葉）	荒井 豊（埼玉）
	濱田 浩美（千葉）	松森 靖夫（山梨）	江藤 哲人（神奈川県）
中 部 （3）	熊野 善介（静岡）	藤岡 達也（新潟）	遠西 昭寿（愛知）
近 畿 （3）	戸倉 則正（京都）	澁江 靖弘（兵庫）	田結庄良昭（兵庫）
中国・四国（3）	林 武広（広島）	秦 明德（島根）	野瀬 重人（岡山）
九州・沖縄（3）	八田 明夫（鹿児島）	宮脇 亮介（福岡）	田中 基義（熊本）
	*林 慶一（兵庫）	*馬場 勝良（東京）	*高橋 修（東京）
		*五島 政一（東京）	*加藤 圭司（東京）
		*松川 正樹（東京）	*青野 宏美（岐阜）
		*宮下 治（東京）	*土橋 一仁（東京）
		*岡本 弥彦（神奈川県）	
		*牧野 泰彦（茨城）	

評議員兼常務委員長 渋谷 紘（埼玉）

常務委員（**印は、評議員兼務）

任 期:	平成19・20年度	平成19年度
	清水 政義（東京） **松川 正樹（東京）	南島 正重（東京） **濱田 浩美（千葉）
	相場 博明（東京） **馬場 勝良（東京）	岡本 弥彦（神奈川県） **林 慶一（兵庫）
	**宮下 治（東京） **加藤 圭司（神奈川県）	**五島 政一（東京） **林 武広（広島）
	**高橋 修（東京） **松森 靖夫（山梨）	**米澤 正弘（千葉）
	**遠西 昭寿（愛知）	

監 事 小川 忠彦（東京・平成19・20年度） 石川 正（神奈川県・平成19年度）

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—

An Outlook on Earth Science Education in Japan in the 21st Century: Through a Review of the Contents in the Course of Study for Elementary School

林 慶一*

Keiichi HAYASHI

Abstract: The historical change of Earth Science content in the elementary school curriculum of Japan was reviewed, in order to better plan the Earth Science education in the 21st century. As a result of the revision of the Course of Study in 1977, almost all of the relatively high-level science content that was formerly taught at the 6th grade was eliminated. Both the quantity and quality of Earth Science content was maintained until the next revision in 1989, in spite of the elimination of science education for the 1st and 2nd grades. During the latest revision in 1998, astronomy education was quantitatively reduced by more than half and restricted to only a single year of the 4th grade, while geological content has been restricted to the higher classes of the 5th and 6th grades. It is concluded that the Earth Science education in Japan has been in a “decreasing stage” during the past 35 years.

Key words: elementary school, Course of Study, Section C (earth science), history of contents, 1971 to present

1. はじめに

関 利一郎先生は、文部省と学会において理科教育と地学教育の振興に大きな役割を果たされると同時に、多くの研究業績も残された。それらの中でも代表的な業績である「地学教育の新しい展開」(関, 1982)の中で、先生は戦後の地学教育の歴史を振り返って、「黎明期」(昭和26～26年)、「確立期」(昭和27～45年)、「安定期」(昭和46年以降～現在)という区分を提唱された。「黎明期」に関しては、その後さらに本特集において公表されることになった原稿を残されていた(関, 2006)。編集委員会では、先生の遺稿にその延

長部分である「確立期」と「安定期」の原稿を加えて「特集: 21世紀の地学教育を展望する」を完成させることになり、このうちの「安定期」について筆者に依頼があり、引き受けさせていただくことにした。

引き受けはしたものの、「黎明期」の5年間、「確立期」18年間に比べて、それ以降現在にまで至る「安定期」は35年と格段に長く、この間の小学校から高等学校までの地学教育のすべてにわたって1論文の中で述べることは、筆者の能力では到底不可能である。そこで、本論文では、次の二つの理由から、小学校(初等教育)に議論を限定することにした。第一の理由は、中学校については、戦後の学習指導要領の改訂に伴う

* 甲南大学理工学部 2006年10月23日受付 2007年4月11日受理

理科の内容の変遷をまとめた三輪(2001)の労作がすでにあり、その中で地学分野についても内容の変遷の歴史が表としてまとめられており、読者はこれにより中学校の地学教育の変遷を概観できると思われるからである。第二の理由は、高等学校については、「地学」の内容はいずれの時代においても急速に発展する地球科学・宇宙科学の内容を積極的に取り入れたほぼ満足すべき内容であった。問題は、その地学の履修率が必修時代の一時期を除き、低いレベルにとどまり、総合的な科目の登場に伴ってさらに低下したことであった。このような状況下では、国民の大多数にとっての地学教育の最終到達段階は、総合的な科目の地学分野であったので、実質的にはこれらの科目の内容のほうがより重要であった。しかし、この総合的な科目の内容の変遷については、筆者らが別稿(林・三次, 2005)において議論したので、ここで繰り返す必要はないと考えた。このような現状を踏まえると、この種のまとまった研究の欠落しているように見える小学校の地学分野に焦点を当て、その議論を提供することが、筆者が貢献できる道であると考えた。

次に議論する期間についても明確にしておく。筆者に依頼された期間は、昭和46年以降の関先生の区分による「安定期」についてであった。しかし、昭和46年は、昭和43年に改訂された小学校学習指導要領が教育現場で実際に施行された初年度に当たる。したがって、本論の議論の期間の始まりは、昭和43年改訂の小学校学習指導要領に置くのが適切である。また期間の終わりは、関(1982)では当然出版年の1982年であったが、この年は昭和52年(1977年)に改訂された学習指導要領が昭和55年(1980年)から施行され、移行期が終了して完全実施の段階になったばかりの時期であった。しかし、その後、学習指導要領は、平成元年と平成10年の2回にわたって改訂され、低学年の理科が廃止され、精選と厳選が漸行されるなど大きな変化があり、平成15年の一部改正を経て現在に至っている。したがって、議論の期間の終わりは当然ここまで延長する必要がある。そうすると、本論文は関先生の遺稿の延長線上にあるが、実際には筆者の見解が中心にならざるをえなくなる。それは本論の結論にも示すようにこの期間を「安定期」とは呼べなくなるといふところまでに及んでくるが、当然その議論の責任は筆者にあることを断っておく。

さらに、この期間の前半には、米国の影響下に理科教育の現代化が行われ、それに伴って発見的な学習が

推進され、その後もさまざまな学習指導法が試みられてきた。本来であればこの側面からの変遷についても扱うべきであるが、それらは地学教育よりもむしろ理科教育の範疇で議論するのがふさわしい。また、そのような思潮の変遷は当然、学習指導要領の目標、内容の選定や量、さらには学年配当などの変遷にも反映されているので、本稿では学習指導要領に沿った地学分野の内容の変遷をたどる中で必要に応じて触れるにとどめたい。

2. 内容の変遷の全体的な傾向

(1) 小学校終了時点での到達目標の引き下げ

小学校の理科の地学領域は、学習指導要領では「C区分」とされており、地学の諸科学にわたるさまざまな事象に関する内容が含まれている。改訂に伴う内容の変遷を大きな傾向で読み取れるように、学習指導要領の各項目の内容をキーワード程度に簡略化して表記したのが表1である。ただし、学習指導要領の表現は極限まで圧縮されて書かれているので、一部でも省くと内容を正しくは伝えられなくなることも多い。ここの簡略化は、学習指導要領の示す内容が3回の改訂を経てどのように変わっていったかという全体像を1枚の表に収めるためだけに行った便宜的なものであり、正確な内容は表2~4の分野別の表に示された学習指導要領の原文を参照されたい。

表1を見てまず分かるのは、項目数に見られる内容量の顕著な減少傾向である。ア、イ、ウ…で示された小項目の数で見ると、当初の昭和43年版で50項目だったものが、改訂のたびに削減され、平成10年版ではわずか15項目と3分の1以下にまでになっている。もちろんこれらの中には、2項目を統合したケースもあるので、実質的には減り方はそれほどでもないとも見ることができ、それでも2分の1以下に減ったことは間違いない。

また、表1中の項目間を結ぶ実線と破線は、左側の改訂前の学習指導要領の各小項目の内容が、改訂後の右側の学習指導要領ではどの学年のどの項目に移動したかを示したものである。実線で示した場合は内容がほぼそのままの量と質を保って移動したことを示し、破線で示した場合はその内容が削減されたうえで移行されたことを示す。また、破線の先に×があるものは移動先がなく、ほぼ完全に削除されたことを示す。まず、表ではこれらの線の向きの多くが右下がりになっており、しかも改訂による移動を追跡していくと、い

表1 小学校理科C区分(地学分野)の内容の変遷の概観
C区分-全分野

改訂年	昭和43年	昭和52年	平成元年	平成10年
1年	天文 (1) 日なたと日かげ ア 暖かさとかき方 イ 太陽の位置と関係	(6) 物の影		
	気象 (2) 石 ア 特徴 イ 類似	(7) 天気と地面 (8) 石		
	地質 (1) 太陽の通り道 ア 太陽の色や輝きと形 イ 動いている ウ 夏から西に	(8) 日なたと太陽の地面		
2年	天文 (2) 雨と日光 雨と地面 ア 雲と地面の明るさ、暖かさ イ 雲と雨や雪 ウ 雨と流れる水の様子	(9) 砂やよと水		
	気象 ア 雨と流れる水の様子 イ 雨と地面の様子 オ 雨水のしみ込みと乾燥			
	地質 (1) 月の形や動き ア 夏から西に イ 位置や形の変化			
3年	天文 (2) 日光と暖まり方 ア 日なたと日かげの温度 イ 温度と日照時間	(1) 天気の変化 ア 雲及び風の変化 (2) 土、水及び空気の温度 ア 日なたと日陰 イ 続れの日と曇りの日 ウ 夏と冬	(2) 太陽の位置と日陰の関係 ア 日陰と太陽の動き イ 暖かさや涼り気	(1) 太陽と地面の関係 ア 日陰と太陽の動き イ 暖かさや涼り気
	気象 (3) 土の性質 ア 砂と粘土 イ 水のなかで沈む速さ ウ 土の砂と粘土		(1) 地面をつくる物 ア 石の濃い イ 土の濃い ウ 土の種類による濃い	
	地質 (1) 夏の並び方 ア 星の明るさや色の違い イ 星の並び方は変わらない ウ 北極星の位置	(1) 太陽や月の見え方と位置 ア 太陽と月の形 イ 夏から西へ、絶えず動く		
4年	天文 (2) 気温の日変化 ア 風、日なたや日かげ イ 気温と地面の温度 ウ 続れの日と曇りの日		(2) 自然界の水の変化 ア 蒸発、空気中の水蒸気 イ 雨、雪、霧、曇	
	気象 (3) 川原の様子と流水の関係 ア 川上と川下 イ 川原の石や砂 ウ 粒径、量と流速、水量 エ 流水のはたらきと地形	(2) 流れる水のはたらき ア 浸食、運搬、堆積 イ 川原や川岸の様子の変化 ウ 雨と流水の速さ、や水量	(1) 流れる水の働き ア 浸食、運搬、堆積 イ 川原や川岸の様子の変化 ウ 雨と流水の速さ、や水量	
	地質 (1) 夏の動き ア 北天の星 イ 天の赤道付近の星 ウ 太陽や星の日照運動	(1) 星の位置と運動 ア 明るさや色 イ 位置、向きと並び方 ウ 天の赤道付近の星 エ 北極星の周りの星 オ 星の日照運動	(2) 太陽と月の動きと位置関係 ア 夏から西へ、絶えず動く イ 月の形と太陽との位置関係 ウ 月と太陽の表裏の違い	
5年	天文 (2) 風と気流 ア 風の変化 イ 風と気流 ウ 風と空気の涼り気		(1) 気流、雲、嵐 天気の変化 ア 気流と太陽高度、風、嵐、雨 イ 天気の変化の予想	(1) 1日の天気の変化の仕方 ア 天気と気温の自覚化 イ 天気の変化の予想
	気象 (3) 地層、流水の関係 ア 土地と地層 イ 地層と流水のはたらき ウ 地下水と地層のつくり			(2) 流水の働きと土地の変化 ア 浸食、運搬、堆積 イ 雨と流速、流量、土地の変化
	地質 (1) 地球の形や動き ア 地球の月の見え方 イ 地球、太陽と昼・夜 ウ 星の日照運動 エ 地球の自転の周期と軸		(1) 星の位置と動きのきまり ア 明るさや色 イ 位置、向きと並び方 ウ 南天と北天の星の動き エ 星の日照運動	
6年	天文 (2) 気温の季節変化 ア 夜間の地面の温度低下 イ 日中の地面の温度と太陽 ウ 気温の季節変化と太陽			
	気象 (3) 火山活動や深米と地形 ア 火山地形 イ 火山活動と地下の様子 ウ 火成岩の特徴 エ 火山性の堆積岩	(2) 地層と水のはたらき ア 土地の層状構造 イ 地層の特徴 ウ 地層の崩れ エ 地下水と地層のつくり オ 地層と水のはたらき	(2) 地層、岩石、土地のでき方 ア 礫、砂、粘土、火山灰、岩石 イ 地層とでき方、化石 ウ 堆積岩と火成岩の違い	(1) 土地のでき方、変化 ア 礫、砂、粘土、火山灰、岩石 イ 地層とでき方、化石 ウ 火山と土地の変化 エ 地層と土地の変化
	地質			

凡例: — 移行 × 削除 — × — 一部削除の上移行 — × — 削除のち復活 — × — 削除のち一部復活 新規の内容

くつかの内容は2段階、3段階に右下がりになっていることに気づく。つまり、配当年次が、次々と上位学年に先送りされ、かつては1,2年生が学習していたことが3,4年生、3,4年生で学習していたことが5,6年生で学習するようになってきたことが理解できる。

上記の二つの事実は、やや粗雑な表現をすれば、現在の小学校で卒業までに学習できる内容は、約30年前の小学校4年生くらいまでの内容にまで下がったことを示している。TIMSS1999とTIMSS2003での同一問題の平均正答率の低下やTIMSS1995、TIMSS

1999, TIMSS2003 での理科得点が一定の水準に達した生徒・児童の割合の低下など、日本の子供たちの理科の学力が以前よりも低下の傾向を示しているのは、ここに最大の原因があると考えられる。

(2) 目標の質的变化

この期間中の小学校理科の最も大きな変化は、平成元年の改訂の際に低学年の理科が廃止されたことであるが、実際には一つ前の昭和 52 年の改訂の際に、その準備が進んでいた。昭和 43 年版では、第 1, 2 学年でも、中項目の文末の「…を理解させる」を受けて、小項目ではこの「…」の部分が、より具体的に示されていた(原文の表記は、表 2~4 を参照)。具体的な自然の事象を対象にして、科学特有の理解の仕方を行うことが、この段階までの理科教育であった。ところが、昭和 52 年版では、第 1, 2 学年については、小項目が廃止され、中項目だけの漠然とした記述になり、同時に文末が「…を気づかせる」となった。これは当時の「教える」から「発見させる」への学習指導法の大きな流れの変更を反映したものであるが、教師が新しく「教える」ことはできるが子供に「発見させる」ことの難しいものは、内容として扱うことが当然難しくなったことを示す。また、「理解する」と「気づく」の間には、事象への科学的な関わり方の深さに大きな差がある。前者が事象の内部にまで入り込むのに対して、後者は明らかにより表面的なレベルにとどまるものである。このような明らかに科学体系と距離を置く方向への転換によって、次の生活科への移行が準備された。

そして、平成元年の改訂においては、中・高学年においても中項目の文末は「…を理解させる」から「…を調べることができるようにする」と変わった。これによって、小学校理科の内容は基本的に直接の経験を通して「調べる」ことが可能なものに限定されることになり、直接経験はできなくても他の方法で理解できるような内容は、存在の根拠を失った。しかし、理科に限らず、一人の人間が自力で「調べる」ことができるような高いレベルの能力は、仕事や趣味などで自分が深く関わっている分野に限られている。他の大部分の分野については、先人が調べた結果として蓄積されてきた知識を、学校や社会で学習して「理解する」というレベルに止まっている。しかし、それらは教養としてさまざまなものを見たり考えたりする際に大きく役立ち、ない場合に比べてより深い思考ができるようになるという意味で確実にその人の能力となっている。人が実際に持つ知識の多くがこのようなものであ

るという事実(もし事実でないとすると、人が持つ文学・芸術・科学などのほとんど知識が彼によって創造されたことになる。独創的に見える創造も実際にはさまざまな分野の知識の理解に依存していることは、ノーベル賞受賞者の独創性に関する研究(ラーショーン, 2002)からも明らかになっている)が、ここでは無視されているように見受けられる。

平成 10 年の改訂においては、中項目の文末表現はさらに「…を調べ、～についての考えを持つようにする」と変更された。「調べる」だけで終わってしまうことに対する反省から、それが「理解」にまで達する必要を明記したもので、学力の向上を目指したものである。しかし、内容は依然として直接経験して「調べる」ことのできるものがあったので、小学校の設備・機器と小学生の能力からは、自然の事象のうちで扱える事象は著しく限定された。一方で、大規模な自然災害の発生により挿入されることになった「火山の噴火」や「地震」は、授業時間に子供の目の前で発生するわけではないので直接「調べる」ことはできない。したがって、この直接経験という基本方針との間に矛盾を含んでいた。

学習指導要領の変遷を概観するとこのようになるが、各事象に関する内容を詳細に追跡していくと、子供たちの理解や概念形成にさまざまな影響が出ていたことが分かる。そこで、次に分野別により踏み込んだ分析を試みることにする。

3. 分野別に見た内容の変遷の傾向

地学の内容は物理・化学・生物に比べて学問的スペクトルが非常に広い範囲にわたっており、これらを同時に議論することは、かえって変遷の実態を見えにくくしてしまう。そこで、ここでは学習指導要領の C 区分の内容を、天文学分野(宇宙)、気象学分野(大気)、地震や火山を含む広義の地質分野(地球)に大きく分けて見ていくことにする。表 2~4 は、これらの分野ごとに、学習指導要領に書かれている「内容」を原文のまま表示して、改訂に伴う変化を表 1 と同様な方法で示したものである。

(1) 天文分野

A. 昭和 43 年版から昭和 52 年版へ

この改訂では、それまで第 2~6 学年の 5 年間にわたって学習していた天文分野が、4, 5 年生の 2 学年のみでの学習となった。それに伴い、大幅な内容の削除と集約が行われた。また、学習のスパイラル構造が少

表2 学習指導要領に見る小学校理科天文分野の内容の変遷

C区分-天文分野

	昭和43年改訂	昭和52年改訂	平成元年改訂	平成10年改訂
1年				
2年	(1) 太陽の通り道を理解させる。 ア 太陽の色や輝きなどは、朝・昼・夕で違いがあり、いつも丸く見えること。 イ 太陽は少しずつ動いていること。 ウ 太陽は東から出て、南の空を過ぎて西にはいること。			
3年	(1) 月の形や動きは、太陽と似ていることを理解させる。 ア 月は、太陽と同じように東から出て南の空を通り、西にはいること。 イ 月は、同じ時刻でも、日が変わると、見える位置や形などが変わること。			
4年	(1) 星の並び方は、時間がたつても変わらないことを理解させる。 ア 星には明るさや色の違うものがあること。 イ 星の集まりは、時間がたつと向きや位置が変わるが、星の並び方は変わらないこと。 ウ 北極星の位置は、時間がたつても変わらないで、いつも北のほうに見えること。	(1) 太陽や月の見え方及び位置の変化を調べ、1日の動きが似ていることを理解させる。 ア 太陽及び月は丸い形をしているが、月は、日によって形が変わって見えること。 イ 太陽及び月は、絶えず動いて、東の方から出て南の空を通り、西の方に入ること。		(1) 月や星を観察し、月の位置と星の明るさや色及び位置を調べ、月や星の特徴や動きについての考えをもつようにする。 ア 月は絶えず動いていること。 イ 空には、明るさや色の違う星があること。 ウ 星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。
5年	(1) 天頂や北の空、南の空の星の動きを理解させる。 ア 北の空の星は、北極星を中心にして、同じ方向に回っていること。 イ 太陽の通り道付近に見える星は、太陽と動きが似ていて、北の空の星と同じ方向に回っていること。 ウ 太陽や星は、1日たつともとの位置にくること。	(1) 星の明るさ、動きなどを調べ、星は相互の位置を変えないで、一定の動きをすることを理解させる。 ア 星には、明るさや色の違うものがあること。 イ 星の集まりは、時間がたつと位置及び向きが変わるが、並び方は変わらないこと。 ウ 太陽の通り道の近くに見える星は、太陽と似た動きをすること。 エ 北極星の周りの星は、北極星を中心にして回っているように見えること。 オ 星は、同じ方向に動き、1日たつとはほ元の位置に見えること。	(2) 太陽と月の形や位置などを観察し、それらの動き及び位置の関係を調べることができるようにする。 ア 太陽や月は絶えず動いて、東の方から出て南の空を通り西の方に入ること。 イ 太陽や月は球形をしているが、月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があること。 ウ 月の表面の様子には太陽と違いがあること。	
6年	(1) 地球の形や動きを理解させる。 ア 月は太陽の光を受けて輝いている球体であり、輝いている部分の地球からの見え方によって、月の形が変わって見えること。 イ 地球は太陽の光を受けている球体であり、それによって、星・夜の移り変わりが起こること。 ウ 星は北極星を中心として1日に1回転しているように見えること。 エ 地球は同じ速さで自転し、1回回転するのに1日かかり、回転の軸は北極星の方向を向いていること。		(1) 星の明るさ、色及び位置を観察し、星の特徴や動きのまじりを調べることができるようにする。 ア 星には、明るさや色の違うものがあること。 イ 星の集まりは、時間がたつと位置や向きが変わるが、並び方は変わらないこと。 ウ 南天の星の動きは太陽の動きと似ていること。また、北天の星は北極星を中心にして回っているように見えること。 エ 全天の星は、同じ方向に動き、1日たつとはほ元の位置に見えること。	

凡例： ——— 移行 - - - - - X - - - - - 削除 - - - - - X - - - - - 一部削除の上移行 — X — 削除のち復活 - - - - - X - - - - - 削除のち一部復活 新規の内容

21世紀の地学教育を展望する

なくとも小学校の内部では失われたということも、大きな変化である。

(1) 削除された内容

学年順に見ていくと、まず第2学年で扱われていた「太陽の色や輝きなどが、朝・昼・夕で違う」という内容が削除された。これは、太陽光がいろいろな色の混ざり合ったものであることや、大気がそのうちの波長の短い青い光を散乱しやすいという性質と、朝・昼・夕で太陽光の大気への入射角が変わるために地表に到達するまでに大気を通過する実質的な距離が変化することを組み合わせて説明しなければならないので、原理をきちんと理解させようとするれば、小学校2年生には非常に難しいことは確かである。しかし、この現象は地学の中でも最も身近に、しかも毎日のように見られる現象であり、また青い色が大気が散乱するということが青空がなぜ青いのかを説明できることにもなる。国民が身近な自然を科学的にとらえるきっかけの機会を残すためにも、削除するのではなく、上位学年への移行が望ましかったように思われる。

第3, 4, 5学年の天文分野の内容は維持されたが、第6学年の内容の大半は削除された。特に、「地球は太陽の光を受けている球体であり、それによって、昼・夜の移り変わりが起こること」と「地球は同じ速さで自転し、1回回転するのに1日かかり、回転の軸は北極星の方向を向いていること」が削除されたことは、地球の形状と運動が小学校では全く教えられなくなったということであり、「地球」という小学生でも日常よく使用している言葉の意味が本当に分かるのが中学まで先送りされることになった。当時と異なり、科学的な「地球観」は、環境問題やエネルギー問題を例に出すまでもなくこれからの人類にとって欠かせない基礎的な知識であり、小学校からきちんと扱うことが、今日的観点からは必要になってきたように思われる。

さらに、これらの削除はまた、「地球観」にとどまらず「宇宙観」にも決定的な影響を与えることになった。それは、地球の自転によって生じる天体の日周運動が「見かけの運動」であると理解するための根拠を失わせたからである。小学校においては、安易に地動説的な天体の運動を導入することは、実際に観察される天体の運動を観察・理解しようとするときに混乱を招くおそれがある。したがって、学習指導要領が堅持してきた、直接見える現象としての天動説“的”な見方に立つべきである。

しかし、それが事実であるか、実用上の便宜的な考

え方であるか、どちらの立場に立つかによって「宇宙観」は根底から左右される。従前は、後者であることを確認することができていたが、改訂によってどちらが事実かを確認する機会が失われた。

同じく第6学年で扱われていた「月は太陽の光を受けて輝いている球体であり、輝いている部分の地球からの見え方によって、月の形が変わって見える」も削除された。その一方で、第2, 第3学年の「太陽と月の見かけの運動と形やその変化」が、第4学年に移行されて「太陽および月は丸い形をしているが、月は、日によって形が変わって見える」として残った。その結果、月の見かけの形や輝きの原理が十分に説明されないまま形の異なる月をいくつも観察するので、「月には満月と半月と三日月の三つあるいはそれ以上あり、それらが交代で出てくる」と考えるような傾向も生まれた。その結果、大人になってもこの考え方を持っていて、先生の中にも児童のそのように教えている人がいることが報告されている(中井, 2006)。ただし、これは、次の平成元年版では復活・修正され、「太陽や月は球形をしているが、月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽がある」となった。

(2) 移行された内容

このときの改訂では、上記のような削除が行われたほかに、表2で2項目からの矢印が同一項目を終点にしているケースがいくつか見られることから分かるように、複数の項目を一つに統一することで集約も図られた。このような集約は、当然内容の密度を上げることになったため、第2学年、3学年の内容はすべて第4学年に、第4学年の内容はすべて第5学年という形で、上位学年に移行された。高学年の5年生では子供の理解力が少し高くなっているので学習は可能となると考えられた可能性がある。大規模な項目数の削減などの改訂の基本方針は中教審レベルで既定方針として学習指導要領の作成の前に出されており、苦しい状況の中で実際に学習指導要領作成に当たられた教科調査官や学習指導要領作成協力者の方々の努力がにじみ出ている。

B. 昭和52年版から平成元年版へ

この改訂では、内容の削減はなく、変更の特徴は、低学年の理科の廃止に伴う上位学年への移行の一環として、第4学年と第5学年の天文分野の内容をそれぞれ第5学年と第6学年へと1学年ずつずらしたことである。

そのほかには、上述のように「月の輝いている側に

太陽があること」という形で、いったん削除された昭和43年版の「月が太陽の光を受けて輝いている球体」であるという内容が、事実上復活した。また、これとも関連するが、新しく「月の表面の様子には太陽と違いがあること」が新しく付け加えられた。

C. 平成元年版から平成10年版へ

この改訂では、天文分野の学習が第4学年の1学年にのみ限定されることになった。従来の第5、第6学年の内容をそのままの形で第4学年に移行することは質と量の両面から不可能であった。このため、内容は実質的に半分以下に縮小され、小学校学習指導要領改訂の歴史上、天文分野では最大の削減となった。

(1) 削除された内容

学年順に見ていくと、上記のように平成元年版で復活・付加した第5学年の「太陽や月は球形をしているが、月は日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽がある」と「月の表面の様子には太陽と違いがある」ことが削除された。このため平成52年版で発生していた問題が再び問題となった。しかも、昭和52年版のときには、中学校に「地球、月および太陽は、いずれもほぼ球形であるが、その表面の様子にはそれぞれ特徴があり、太陽は、高温であり、多量の光を放出していること」が入ったので、子供たちはいずれ学習することになっていたが、今回は中学校にこのような内容が入られることもなかったため、義務教育ではこれらを全く学習しないという深刻な状況になった。

次に第6学年の「南天の星の動きは太陽の動きと似ていること。また、北天の星は北極星を中心に回っているように見えること」と「全天の星は、同じ方向に動き、1日たつとほぼ元の位置に見えること」が削除された。これらはほぼ、中学校の「天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連づけてとらえること」の中に移行された。

これらの削除された項目を、表2で平成43年版にまで戻って見てみると、ほとんど当時の第5、6学年の内容であることが読み取れる。すなわち、平成10年版では、30年ほど前の小学校4年生までの学習レベルに下げたことになる。

(2) 移行された内容

このときの改訂では、第5、第6学年の削除されなかった内容が、すべて第4学年に移行された。項目としては移行されたが、月の学習内容のように「太陽や月は絶えず動いていて、東の方から出て南の空を通り

西の方に入ること」から、単に「月は絶えず動いていること」に変わっており、どのような動きであるかを問題にしないというように、内容のレベルが大幅に引き下げられているものもある。

(2) 気象分野

A. 昭和43年版から昭和52年版へ

この改訂では、それまで第1～6学年の6年間にわたって学習していた気象分野のうち、第4～6学年の内容の大半、小項目数で約7割の内容が削除された。その一方で、第1学年に「影の向きや形、濃さ」という新しい内容が入った。

(1) 削除された内容

まず第2学年で扱われていた「雲が広がっているときに、雨や雪の降ることがあること」が削除された。これは、学校で学習しなくても、日常経験の中で自然と身につく可能性が高く、削除による影響は少なかったと考えられる。

次に、第4学年で扱われていた中項目の内容「空気の温度の1日の変化」がほとんど削除された。この中には、「空気の温度は、風・日なたや日かげ・地面の様子や地面からの高さなどで違いがあること」、「日中の空気の温度の変わり方は、地表の土の温度の変わり方と似ていること」や「夏と冬では、空気の温度に違いがあるが、1日の変わり方は似ていること」などの小項目が含まれており、極めて日常的な現象を科学的に説明するものであった。これは、地球温暖化やヒートアイランド現象が大きな問題となっている中で、気温が地表の温度や状態で大きく影響を受けていることを、国民が広く理解することが求められている現在では、復活を考えるべき内容ではないかと思われる。

第5学年の「風の吹き方によって気温と湿り気が変わることも」も大部分が削除された。科学的に見れば、風と気温・湿度の因果関係を論じることはあまり意味がない。その風が、いずれの季節のどのような気団からの風か、あるいはどのような種類の高・低気圧からの風か、さらには海風や谷風のような局地風かどうかによって、気温・湿度への影響は全く異なるからである。したがって、この中項目の内容そのものが科学的に適切とはいえないので、削除は当然であったとも言える。

第6学年の「季節によって気温の違いが起こるわけ」という中項目も削除されたが、この中には放射冷却による「日没後の地面の土の温度や気温は、日中よりも低くなること」や、熱の蓄積を示唆する「日中の

表3 学習指導要領に見る小学校理科気象分野の内容の変遷

C区分-気象分野

	昭和43年改訂	昭和52年改訂	平成元年改訂	平成10年改訂
1年	(1) 日なたと日かげの暖かさや、地面の様子などの違いは、太陽と関係があることを理解させる。 ア 日なたと日かげでは、暖かさ、地面のかき方などに違いがあること。 イ 地面が日なたになったり、日かげになったりするの、太陽の位置と関係があること。	(6) 物の影を利用した活動を工夫させながら、日なたにできる物の影は同じ向きになっていること及び物によってできる影の形、濃さなどに違いがあることに気付かせる。		
2年	(2) 雲が日光をさえぎると、日中の明るさ、暖かさが変わることや、雨の降り方や雨水の流れによって、地面の様子が変わること理解させる。 ア 雲の有無や雲の広がり、濃さなどによって、地面の明るさ、暖かさに違いができること。 イ 雲が広がっているときに、雨や雪の降ることがあること。	(8) 日なたと日陰の地面の様子を比べ、地面の暖かさ、乾き方、水の溜まり方などに違いがあること及び日陰の位置は太陽の動きによって変わることを見付けさせる。 X		
3年	(2) 日光による土や水の暖まり方を理解させる。 ア 日なたと日かげでは、土や水の温度に違いがあること。 イ 日なたの土や水の温度は、日光の当たっている時間の長さによって変わること。	(1) 空の様子などを調べ、雲などによる天気の変化を理解させる。 ア 雲及び風の様子は、1日のうちでも、また日によっても変わること。 (2) 土、水及び空気の状態を調べ、温度は日光の当たり方などによって違い、また季節によっても違いがあることを理解させる。 ア 土及び水の温度は、日なたと日陰とで違いがあること。 イ 土及び空気の状態は、晴れの日と曇りの日とで違いがあること。 ウ 土、水及び空気の状態は、夏と冬とで違いがあること。	(2) 日なたと日陰の地面を比べ、太陽の位置と日陰の関係を調べることができるようになる。 ア 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わること。 イ 地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気などに違いがあること。 X	(1) 日陰の位置の変化や、日なたと日陰の地面の様子を調べ、太陽と地面の様子との関係についての考えをもつようになる。 ア 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わること。 イ 地面は太陽によって暖められ、日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気などに違いがあること。
4年	(2) 空気の状態の1日の変化を理解させる。 ア 空気の状態は、風・日なたや日かげ・地面の様子や地面からの高さなどで違いがあること。 イ 日中の空気の状態の変わり方は、地表の土の温度の変わり方と似ていること。 ウ 晴れの日と曇りの日は、空気の状態の変わり方に違いがあること。 エ 夏と冬では、空気の状態に違いがあるが、1日の変わり方は似ていること。	X X X	(2) 水が蒸発したり、空気中の水蒸気が水に変わったりする様子を観察し、自然界の水の状態の変化を調べることができるようになる。 ア 水は水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれていくこと。 イ 空気中の水蒸気は、雨、雪、霧、雲などに変わっていくこと。	(2) 水が水蒸気や水になる様子を観察し、温度と水の状態変化との関係を調べ、水の状態変化についての考えをもつようになる。 ア 水は、温度によって水蒸気や水に変わること。 イ 水は水面や地面などから蒸発し、水蒸気になって空気中に含まれるとともに、結露して再び水になって現れることがあること。
5年	(2) 風の吹き方によって、気温が変わることがあることを理解させる。 ア 風の吹く向きや強さは、1日のうちでも、また、日によっても違うこと。 イ 風の吹き方、雲の様子などによって、気温が変わることがあること。 ウ 風の吹き方によって、空気の湿り気にも違いがあること。	X X	(1) 気温、雲、風などを観測したり、映像などの情報を活用したりして、天気の変化を調べることができるようになる。 ア 1日の気温の変化は、太陽高度や雲、風、降水などと関係があること。 イ 天気の変化は、観測の結果や映像などの情報を用いて予想できること。	(1) 1日の天気の様子を観測したり、映像などの情報を活用したりして、天気の変化を調べ、天気の変化の仕方についての考えをもつようになる。 ア 天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。 イ 天気の変化は、映像などの気象情報を用いて予想できること。
6年	(2) 季節によって気温の違いが起こるわけを理解させる。 ア 日没後の地面の土の温度や気温は、日中よりも低くなること。 イ 日中の地面の土の温度は太陽の高度や照らされる時間によって変わること。 ウ 季節による気温の違いは、同じ時刻の太陽の高度や雲の長さの違いによって起こること。	X X X		

凡例： ———— 移行 - - - - - X 削除 - - - - X - - - 一部削除の上移行 — X — 削除の復活 - - - - X - - - 削除のち一部復活 新規の内容

地面の土の温度は太陽の高度や照らされる時間によって変わる」とや「季節による気温の違いは、同じ時刻の太陽の高度や昼の長さの違いによって起こること」といった「季節による気温の違い」という“現象”の裏にある“しくみ”の解説が含まれていた。その解説を削除する一方で、第3学年に「季節による温度の違い」という“現象”だけを残したことは、現象を引き起こしている仕組みを解明しようとする科学的態度の育成に反するような構成になってしまったように思われる。

(2) 移行された内容

このときの改訂では、第1学年の「日なたと日かげの暖かさや、地面の様子などの違いは、太陽と関係があること」が、第3学年の「土や水の温度」という温度概念を加えて、第2学年に移行された。また第3学年の「日光による土や水の暖まり方」は、内容を軽減しつつ第4学年で扱われていた「晴れの日と曇りの日」と「夏と冬」という天候と季節の要素を組み入れて、同じ第3学年で継承した。ただし、1日のうちの気象要素の変化としては、温度は扱わないことにし、第5学年で扱われていた風のみとした。しかし、風の日変化として規則性を見いだせるのは海陸風や山谷風などの局地風だけであるが、季節風や台風など高・低気圧の風をさしおいてこれらの風を第一に取り上げるのが適切かどうかは疑問である。

(3) 新規の内容

第1学年には「物の影」に関する内容が、新たに入った。その本質的な内容は「光の直進性」であり、むしろ物理分野(B区分)の内容である。しかも、その内容は誰もが自然と身につけることのできる知識であり、他の重要な内容を削る中であえて挿入する必要性はあまりないように思われる。まして、これがその後第3学年に引き上げられて今日に至っており、太陽と反対の方向に影ができることを小学校3年生もの子供たちが1時間も議論したり、その後1時間もかけて太陽の方向と影の方向を指さし確認する教科書の展開を見ると、子供の能力を低く見積もりすぎているのではないかと危惧される。

B. 昭和52年版から平成元年版へ

この改訂では、低学年理科の廃止に伴い、第1,2学年の気象分野の内容を第3学年に移した。一方で第4学年と第5学年でも新たに気象分野を扱うこととした。その内容の一部は旧来の内容を継承・復活させたものであるが、多くの内容が新規のものであることが

大きな特色である。気象分野の内容は、本稿で議論している期間中では、このときに質的に最も大きく変更されて現行の内容に近いものになった。

(1) 削除された内容

第3学年の「土、水および空気の温度は、夏と冬とで違いがあること」が削除された。また、「土および空気の温度は、晴れの日と曇りの日とで違いがあること」も、第5学年の「1日の気温の変化は、太陽高度や雲、風、降水などと関係があること」の項目の中に組み込まれて、独立した項目としては消滅した。これらは、子供にとって日常生活の中で経験的に学習できることであるので、削除・軽減に特に大きな問題はなかったと考えられる。

(2) 移行された内容

第2学年の「日なたと日陰の地面と太陽」の内容は第3学年に移行されたが、これは昭和43年版では第1学年にあったものであり、他の内容が若干加わっているとはいえ、小学校3年生の学習内容としては大幅に易化した。

(3) 新規の内容

第4学年に「水が蒸発したり、空気中の水蒸気が水に変わったりする様子を観察し、自然界の水の変化を調べる」という中項目が大きく挿入された。これは、科学的にも本質的に重要な、地表と大気における水の循環と、その実態としての水蒸気、雨、雪、霜、雲などの動的な姿が扱われることになったということで、画期的な前進である。

また、第5学年には「天気の変化は、観測の結果や映像などの情報を用いて予想できること」が新規に盛り込まれ、進歩した観測技術とそれらにより入手できるようになった種々のデータを小学校でも活用することが示された。これも、日々身近なメディアを通して触れることができるようになったデータを活用するという画期的な前進である。

C. 平成元年版から平成10年版へ

第3～5学年の気象の内容が、おおむねそのまま同学年に継承され、議論の期間中の改訂の中では最も小規模な改訂であった。

(1) 削除された内容

第4学年の「空気中の水蒸気は、雨、雪、霜、雲などに変わっていくこと」のうち、「雲」を除く「雨」、「雪」、「霜」が削除された。これらの生成するメカニズムは水晶雨、暖雨などの高等学校レベルの内容となるので、小学校では正しく説明することは至難であ

る。したがって、不正確な説明になりがちな内容を回避して、まずこれらの現象の基礎になる「水は、温度によって水蒸気や氷に変わることをここで学習することにしたのは適切であると思われる。

(2) 新規の内容

上記の「水は、温度によって水蒸気や氷に変わることを」、C区分としては新規の内容である。水の三態変化として、もともと第4学年のB区分に属していた内容が、そのままここに移行された。水の三態変化を実験室内で考える化学的な見方から、野外の自然に拡張して日常の気象的な現象と結びつけようとする意図があったのではないかと推定される。

(3) 地質分野

A. 昭和43年版から昭和52年版へ

この改訂では、それまで第1～6学年の6年間にわたって学習していた地質分野が、第3学年と第5学年では扱われなくなった。これに伴い、昭和43年版の第3学年の内容を一部削除して、第2学年に移し、第5学年の内容を第6学年に移し、第6学年の内容をほぼ削除した。

(1) 削除された内容

第2学年の「雨の降り方によって、地面を流れる水の様子や水のたまり方などに違いがあること」は、同じ雨の日でも降り方の違いにまで踏み込んで比較するものであったが、第1学年に移される際に「晴れた日や雨の降る日に…天気によって地面の様子に違い…」となって、降り方を問わず雨の日を一括して、晴れの日と比較するという形になって、質的に下げられた。

第3学年の「土には、砂の多いものや粘土の多いものがあること」は削除された。これは、さまざまな土を比較して、それらの間の違いと共通性に気づき、自然の事物の多様性を学習できる内容であった。地学においては事象の「多様性」は、重要な基本概念である(林・松川、1994など多数)。これが削除されたことによって、土はどれも砂と泥でできているという、画一的な見方が教科書でも一般的になってしまった。

第4学年の「川原の様子は、川上と川下では違いがあること」が削除されたことも、「多様性」が含む“違い”と“共通性”の学習の機会を失うことになった。川の定点での水量や流速の変化は引き続き学習することになったが、それだけでは上流から下流まで大きく変化する河川の見方は狭くなってしまう。

第6学年では、「火山活動でできた土地のあることや、その土地も流水によって変化することを理解させ

る」という中項目と、その下の4項目すべてが削除された。これらは、火山活動の源としての地下のマグマ、噴火によって出てくる火山噴出物、マグマが固まってできる火成岩、さらに火山性の堆積岩に関する内容で、これらの削除によって、小学校から火山に関する内容は完全に消えた。

(2) 移行された内容

第2学年の「雨水は流れたり、たまったりして、地面の様子を変えること」は、第4学年の「雨水および川の水の流れは、土地を削ったり、石、土などを流したり積もらせたりすること」に組み込まれる形で移行された。雨水が地面を小さなスケールで流れる様子は、大きな川のスケールと結びつけて考えることで意義があると考えられたためではないかと思われる。

第3学年の「土の性質や、水との関係」は、上述の土の多様性に関する内容を除いて、すべて第2学年に移行された。これらは、見たりさわったりと五感を使って調べたり、簡単な実験で容易に理解できる内容なので、低学年の児童にとっても取り組めることから問題はないと考えられる。

第5学年の地層と流水の作用に関する内容は、ほとんどそのまま第6学年に移された。地層の断面から地層の空間的な広がりを把握したり、直接観察のできない地層のでき方を想像力を働かせて理解するなど、やや難しいとされてきた内容であるので、移行は改善と見なすことができる。

B. 昭和52年版から平成元年版へ

低学年の理科の廃止に伴って、第1,2学年の内容が主に第3学年に移行された以外には、大きな変更はなかった。地質分野を学習する学年が4学年から3学年に減少したが、内容とレベルは維持された。

(1) 移行された内容

「地面を作っている石や土を調べる」ことが、第1および第2学年から第3学年に移行されたが、昭和43年版ではもともと第1～3学年にわたっていた内容で、これらを第3学年で復活する形になったと言える。

(2) 復活された内容

昭和52年版で削除された「雨の降り方」による流速や流量の変化が第4学年の「流れる水の速さや水量は、雨の降り方などによって変わることを」の中で復活した。洪水などの自然災害の危険が高まりつつある中で、このような科学的な感覚を育成することは防災上大きな意義がある。

表4 学習指導要領に見る小学校理科地質分野の内容の変遷

C区分-地質分野

	昭和43年改訂	昭和52年改訂	平成元年改訂	平成10年改訂
1年	<p>(2)石には、いろいろ違うものがあることを理解させる。</p> <p>ア 石には、色・形・大きさ・かたさ・手ざわりなどに違いがあること。</p> <p>イ 石には、大きさや形が違って、色・模様・手ざわりなどに似たものがあること。</p>	<p>(7) 晴れた日や雨の降る日に、空や地面の様子を見たり、雨水、水などを使った活動を工夫したりさせながら、天気によって地面の様子に違いがあることに気付かせる。</p> <p>(8) いろいろな石を集めたり、石を使った活動を工夫したりさせながら、石には、色、形、手ざわりなどに特徴があることに気付かせる。</p>		
2年	<p>(2) 雲が日光をさえぎると、日中の明るさ、暖かさが変わることや、雨の降り方や雨水の流れによって、地面の様子が変わること理解させる。</p> <p>ウ 雨の降り方によって、地面を流れる水の様子や水のたまり方などに違いがあること。</p> <p>エ 雨水は流れたり、たまったりして、地面の様子を変えること。</p> <p>オ 雨水は地中にしみ込んだり、かわいたりすること。</p>	<p>(9) 砂や土と水を使った活動を工夫させながら、砂や土の手触り、固まり方、水の滲(し)み込み方、水の中に入れたときの沈む様子などに違いがあることに気付かせる。</p>		
3年	<p>(3) 土の性質や、水との関係を理解させる。</p> <p>ア 砂と粘土では、粒の大きさや粘り気、水のしみ込み方やかわき方などに違いがあること。</p> <p>イ 土は粒の大きさによって、水のなかで沈む速さに違いがあること。</p> <p>ウ 土には、砂の多いものや粘土の多いものがあること。</p>	<p>×</p>	<p>(1) 石や土を集め、地面をつくっている物の特徴や性質を調べるができるようにする。</p> <p>ア 石には、色、模様、硬さなどに違いがあること。</p> <p>イ 土は、場所によって手触りや水の滲(し)み込み方に違いがあること。</p> <p>ウ 土は、小石、砂、粘土などからできていて、その混じり方は場所によって違いがあること。</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>
4年	<p>(3) 川原の様子は、流水と関係があることを理解させる。</p> <p>ア 川原の様子は、川上と川下では違いがあること。</p> <p>イ 川原の石や砂などは、おもに川上から流されてきたものであること。</p> <p>ウ 流される石や砂の大きさや量は、流水の速さや水量に関係があること。</p> <p>エ 流水のはたらきで川岸や海べなどの様子が変わること。</p>	<p>(2) 雨水が地面を流れる様子及び川原や川岸の様子を観べ、流れる水のはたらきを理解させる。</p> <p>ア 雨水及び川の水の流れは、土地を削ったり、石、土などを流したり積もらせたりすること。</p> <p>イ 川原や川岸の様子は、川の水の流れの速さや水量によって変わること。</p>	<p>(1) 地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水が土地を変化させる働きを観ることができるようになる。</p> <p>ア 流れる水には、土地を削ったり、石や土などを流したり積もらせたりする働きがあること。</p> <p>イ 川原や川岸の様子は、流れる水の速さや水量によって変わること。</p> <p>ウ 流れる水の速さや水量は、雨の降り方などによって変わること。</p>	
5年	<p>(3) 地層の重なり方や地層をつくるものの特徴に気づかせ、それらを流水と関係づけて理解させる。</p> <p>ア 土地には、地層の重なり方や地層に含まれている物、地層の厚さや広がりなど、つくりに特徴があるものが見られること。</p> <p>イ 地層は、おもに流水のはたらきでできること。</p> <p>ウ 地下水の通り方は、地層のつくりと関係があること。</p>			<p>(2) 地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを観べ、流れる水の働きと土地の変化の関係についての考えをもつようにする。</p> <p>ア 流れる水には、土地を削ったり、石や土などを流したり積もらせたりする働きがあること。</p> <p>イ 雨の降り方によって、流れる水の速さや水の量がかわり、増水により土地の様子が大きく変化する場面があること。</p>
6年	<p>(3) 火山活動でできた土地のあることや、その土地も流水によって変化することを理解させる。</p> <p>ア 火山活動でできた岩石や土地には、堆積(たいせき)によってできた岩石や土地とは違いがあること。</p> <p>イ 火山の噴出物や温泉などは、地下の様子と関係があること。</p> <p>ウ 火成岩に含まれている粒には、色や形などに特徴があること。</p> <p>エ 堆積(たいせき)岩には、火山の噴出物が積もってできたものや、火成岩のくだけた物が水底に積もってできたものがあること。</p>	<p>(2) 地層の重なり方及び地層をつくる物の様子を調べ、地層の働きは、水のはたらきなどに関係があることを理解させる。</p> <p>ア 土地には、層状になっているところがあること。</p> <p>イ 地層は、その重なり方や厚さ及び含まれている物に特徴があること。</p> <p>ウ 地層には、広がりがあること。</p> <p>エ 地下水は、地層のつくりと関係があること。</p> <p>オ 地層は、水のはたらきなどによってできること。</p>	<p>(2) 地層や岩石などを観察し、土地をつくっている物の特徴や土地の働きを調べるができるようにする。</p> <p>ア 土地は、礫(れき)、砂、粘土、火山灰、岩石などからできており、層をつくって広がっているものがあること。</p> <p>イ 地層は、流れる水の働きや火山の噴火などによってでき、化石などが含まれているものがあること。</p> <p>ウ 堆(たい)積岩と火成岩とは粒の様子に違いが見られること。</p>	<p>×</p> <p>×</p> <p>×</p> <p>×</p>

凡例: ——— 移行 - - - - - X 削除 - - - - X - - - 一部削除の上移行 — X — 削除のち復活 - - - - X - - - 削除のち一部復活 新規の内容

また第3学年では、昭和52年版で削除された上述の土の多様性も「土は、小石、砂、粘土などからできていて、その混じり方は場所によって違いがあること」というより明確な表現で復活して、地学の事象の重要な特徴を学習することができるようになった。

(3) 新規の内容

第6学年に「地層は、…、化石などが含まれているものがあること」と化石が初めて登場した。

C. 平成元年版から平成10年版へ

第5学年と第6学年だけの学習となり、子供たちが地質分野に初めて触れるのが高学年になってからと、非常に遅くなったのが、最も大きな変化である。また、第3学年の内容はすべて削除された。

(1) 削除された内容

第3学年の「地面を作っている土や石を調べる」が削除されたが、改訂の基本方針が内容の3割削減という状況下では、これを削除するというのはやむをえなかったと考えられる。土壌としての「土」は、さまざまな種類の植物遺体や地中生活の生物などを含むうえに、人工的に改変されていることも多く、本来の地学では扱いにくい学習素材であったからである。教育現場からもそのような難しさが報告されていた(三輪, 1996)。また、石は、堆積岩、火成岩のような成因的な分類に基づくのが望ましいので、単に色や模様や硬さで分ける従来の内容は、誤った分類に基づく「岩石の見方」を子供に植えつける可能性が高かったので、削除はむしろ必要であったと言えるかもしれない。

第6学年の「堆積岩と火成岩とでは粒の様子に違いが見られること」が削除されたが、これは次に述べる「火山」が導入されたことで十分相殺される。

(2) 新規の内容

第6学年に「土地は、火山の噴火によって変化すること」と「土地は、地震によって変化すること」の2小項目が、新規に加えられた。平成3年の雲仙普賢岳の火砕流による大きな被害と、6,000人以上の死者を出した平成7年の兵庫県南部地震が、火山と地震の学習の必要性を広く社会に認知させることになり、改訂の基本方針であった内容の大幅削減に反して挿入された。ただし、個々の子供たちは、火山と地震の両方ではなく、いずれかを選択して学習することになっている。しかし、A区分で「動物の発生」という動物共通の現象を「メダカ」と「ヒト」のいずれかを選択して学習することになっているのは異なり、全く別の事象であり、火山国でもあり地震国でもある日本の子供

にとって共に必要であり、今後の改善が望まれる。

4. ま と め

上記の分野別の内容の変遷をたどった結果を、総則などに見られる時間数や基本方針とも合わせてまとめると、小学校の地学分野全体として次のような流れが見えてくる。

平成52年の改訂によって、「ゆとり」と「個性や能力に応じた指導」が強調される中で、理科は相対的に軽く扱われることになり、第5学年と第6学年での年間授業時数はそれぞれ35時間削減された。その結果、地学でも天文・気象・地質の全分野で、学習指導要領の歴史上、最大規模の削減が行われた。特に高学年の相対的にレベルの高い内容の大半が失われたことは、後に学力を大きく低下させる原因になったと考えられる。また、このとき理科全体の目標が、自然の事物・現象を「観察、実験などによって、論理的、客観的にとらえ、自然の認識を深める」から「理解を図る」方向に転換したことは、「方法」の重視と「内容」の相対的な軽視への道を開いたことを示している。

平成元年の改訂では、「基礎・基本的な内容の指導の徹底」が打ち出され、国語と算数が強化される反面、理科と社会は低学年においては廃止されるという、歴史的な転換があった。小学校理科全体としては、第1学年の68時間、第2学年の70時間、合計138時間も授業時間が削減された。しかし、先に個別に見てきたように、地学分野では内容と質がほぼ維持されたのは特筆すべきである。この改訂に関われた方々に敬意を表したい。さらに気象分野に関しては観測技術の革新に合わせた内容の大幅な現代化が行われた。

平成10年の改訂では、従来からの「ゆとり」路線に加え、「生きる力」の理念の下に総合的な学習の時間が入り、理科は第3学年で35時間、第4学年で15時間、第5、第6学年でそれぞれ10時間ずつの削減が行われた。実質的な内容の3割削減が求められる中で、気象分野は内容をほぼ維持できたものの、地質分野は内容の削減自体は少なく済んだが、高学年のみでの学習となった。最も大きな打撃を受けたのが天文分野で、半分以下の内容に激減するとともに第4学年だけの学習となった。

その後平成15年には、学習指導要領の内容をそれまでのマキシムムから今後はミニムムと見なすという大きな転換があり、学習指導要領に示されていない補充・発展的学習を行うことが奨励されるという状況に

変わった。しかし、現実には、どのような内容を扱うべきかについての共通理解ができてはいないので、その効果は不明である。

このように見てくると、関先生が1982年の時点で「安定期」と見なそうとした時期を含め、昭和46年から現在までの35年間は、小学校においても地学教育は量と質のいずれの側面からも、全体としては「縮小期」であったと結論せざるをえない。それにもかかわらず、「縮小」が同時期の高等学校や中学校の地学教育のように認識されてこなかったのは、不思議である。この原因としては、内容よりも学習指導法に強く傾斜する教師が増えて、教師自体の「科学離れ」が小学校で進行しているのではないかと危惧される。

5. おわりに

本稿では昭和46年以降の小学校における地学教育の変遷を、学習指導要領が示した内容の変遷を詳細にたどり、改訂の前後を比較検討することで描いた。もちろん、実際の教科書には、著者らが学習指導要領では不足すると判断した場合、さまざまな内容を本文とは別の囲み欄に入れたり、図中に埋め込む形で補っている場合もしばしば見られ、地学教育関係者の努力が強く感じられる。本来であれば、これらについても、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上では望ましい。しかし、我が国の初等中等教育においては、従来学習指導要領は絶対的な基準であったので、基本的な流れをまず明らかにする必要があると考え、あえてこれらは議論からははずし

た。その意味で、教科書を丹念にたどってみたときの姿はここに描いたものとは少し異なるものになるかもしれないとの不安もないわけではない。お気づきの点があれば、是非ご教示いただきたい。

最後に、改めて関利一郎先生の冥福をお祈りいたします。そして、地学教育の創設・発展期に寄与されてきた諸先輩がしだいに少なくなっていく中で、その次の世代の一人として、いっそうの努力の必要を改めて自覚する次第です。

引用文献

- 林 慶一・松川正樹(1994): 地学教育の目標の具体化—小・中・高校と次第に拡大されていく自然観。地学教育, 47, 31-42.
- 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(1996): 小・中学校における地学教育の現状と問題点。地学雑誌, 105, 703-708.
- 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.
- 中井睦美(2006): 現在の教員養成問題。日本地球惑星科学連合, 教育問題検討委員会教員養成小委員会資料, 4 p.
- ラーション, U. (編)(2002): ノーベル賞の百年—創造性の素顔。ユニバーサル・アカデミー・プレス, 東京, 286 p.
- 関 利一郎(1982): 地学教育の新しい展開。東洋館出版社, 東京, 199 p.
- 関 利一郎(2006): 21世紀の地学教育を展望する—地学教育の黎明期(昭和22~26年)を振り返って—。地学教育, 59, 147-152.

林 慶一：21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 巻 3 号, 75-88, 2007

〔キーワード〕 小学校, 地学分野, 学習指導要領, 昭和43年改訂, 昭和52年改訂, 平成元年改訂, 平成10年改訂, 内容の変遷

〔要旨〕 21世紀の地学教育を展望するために, 昭和46年以降現在までの35年間の小学校における地学教育を, 学習指導要領に示された内容をもとに検討した。この間に3回の改訂が行われたが, 最初の昭和52年の改訂では, 天文, 気象, 地質の全分野にわたって, 最終の第6学年の内容がほとんど完全に削除された。次の平成元年の改訂では, 低学年の理科の廃止にもかかわらず, 内容・レベルはほぼ維持され, 一部の内容は改善された。平成10年の改訂では, 天文分野が内容的にも履修学年においても大きく縮小され, 地質分野も高学年のみでの学習に限定された。ここ35年間は, 全体として見ると, これまであまり認識されていなかったが, 小学校地学分野は明確に「縮小期」であったと結論づけられる。

Keiichi HAYASHI: An Outlook on Earth Science Education in the 21st Century: Through Reviewing of the Contents in the Course of Study for Elementary School. *Educat. Earth Sci.*, 60 (3), 75-88, 2007

初歩的な観察能力を育てる指導の試み

—小学校第3学年 特設単元「石をくらべよう」の実践を通して—

A Trial of the Instruction of First-Stage Observation Abilities

—Utilizing the “Comparing Stones” Special Unit in 3rd

Grade Elementary School Science Class—

加藤尚裕*1・引間和彦*2

Takahiro KATO and Kazuhiko HIKIMA

Abstract: A special unit called “Comparing Stones” was developed for 3rd grade elementary school science class. Stone observation cards and stone guessing games were utilized to introduce first-stage observation abilities to the school children. The contents of stone introduction cards that the students wrote both before and after the lesson were then analyzed. The results suggest that the lesson had a significant impact on the introduction of the students’ first-stage observation abilities. The effects on the visual level were “size” and “pattern,” “touch” and “weight” on the tactile level, and “sound” on the sensory level.

Key words: the first stage of the observation abilities, class practice, stones, five sense, science class of an elementary school

1. はじめに

理科では、いろいろな自然体験の活動の中で、子どもたちが諸感覚を使って多様な情報を得ることに視点を当てた授業を作り上げていくことが大切であると言われている(日置, 2005)。諸感覚を使った活動について、栗田(1981)は「五感をフルに活用しない観察活動は、真の観察活動とは言えない。これは、使える観察用具を使わないのと同じで観察能力に欠けるだろう」と指摘している。こうした点から考えると、小学校の理科では子どもに諸感覚を使って多様な情報を収集させる能力、すなわち、観察能力を身に付けさせることが重要な指導の一つであると言えるだろう。

ところで、このような観察能力は、小学校段階では連続的に発達すると言われている(例えば、吉川ほか, 1994)。しかし、観察能力の発達を視覚、触覚などの

質的な面から見ると、筆者が行った石・砂・土を使った調査では(加藤・荒井, 1985)、諸感覚を使った観察能力は学年進行に伴って発達しているわけではなく、どちらかと言えば、視覚以外の観察能力はあまり発達していないと考えられる。

そこで、子どもたちが視覚だけでなく、その他の諸感覚を使って観察活動ができるように指導する必要があるのではないかと考え、観察能力の中でも初歩的な観察能力に焦点を当てた実践を行った。本実践では、特に小学校3年生の理科の授業実践を行った。その結果、有意義な知見が認められたので、ここに報告する。

本実践では、特設単元「石をくらべよう」を設定した(以下、「石をくらべよう」と記す)。なお、単元「石をくらべよう」は、現在実施されている学習指導要領(文部省, 1998)では、扱われていない内容であるので、本研究では特設単元として実践した。特設単元の

*1 淑徳大学 *2 さいたま市青少年宇宙科学館
2006年12月20日受付 2007年2月19日受理

活動では、子どもたちが石の色、形、大きさや手ざわりなどの特徴を視覚や触覚を通して観察でき、初歩的な観察能力を指導するのに都合のよい教材であると考えたからである。また、本実践は観察の技能だけを指導することを目的として「石をくらべよう」を設定したわけではない。平成元年の小学校指導書理科編（文部省、1989）のC区分の内容の系統性にも示されているように、第3学年の時期に石を使った学習を位置づけることは、C区分の第5学年「流水のはたらき」で石や土などが積もってできている川原を観察したり、第6学年「大地のつくりとその変化」で土地の中に含まれる物を観察したりする学習内容において、地球の構成物を扱う学習の前提となる内容であると考えられ、地学領域の系統性という視点からも有意義であると考えたからである。なお、本来ならば石や土を使った活動を行うことが望ましいと思われるが、本実践では特に石を使った活動に限って実践を行った。

2. 初歩的な観察能力について

本実践で扱う初歩的な観察能力は、荒井(1983)が地質教材における主な観察基準の前提となる五感の能力と経験で示している触覚、聴覚、嗅覚等の感覚能力の定義をもとに、福岡(1988)が示している五感と観察事項との関係を表した内容を参考にして決めた。す

なわち、本実践で扱う初歩的な観察能力とは、視覚では「色」、「形」、「大きさ」、「光沢」、「模様」、「粒」の六つの観点、触覚では、「手ざわり」、「硬さ」、「重さ」の三つの観点、感覚では「音」の一つの観点である。以上の10項目の観点を初歩的な観察能力ととらえた。

3. 初歩的な観察能力の指導について

本実践では、初歩的な観察能力を育てるための指導として、特に、石の観察カードを使った活動と石当てゲームを工夫した。

(1) 石の観察カードを使った活動

石の観察カードを使った活動では、まず、教師の「石をくわしく調べてみよう」という提案のもと、子ども同士で観察の観点を話し合わせた。その後、観察の観点を示した石の観察カード(図1)を子どもに配布した。石の観察カードには、視覚を使った観察だけでなく、それ以外の感覚を使った観察、すなわち、硬さやたたいたときの音、手ざわりなどの観点を使得って、石の特徴を記録できるように工夫した。

子どもたちが石を観察する際、教師は、以下のような観察の観点を与えた。色や形の観察では、「石の形をなぞらずに見たようにかきます。色鉛筆で色もぬってね」である。虫めがねを使った観察では、「虫めがねで

石をくわしく調べよう 3-3 名前 ()

※ 観察の順番ごとに、石を観察して、とくちょうを塗りつけよう。

	色や形 <small>観察がすんで終わったら、ここに石をぬりつけよう。</small>	虫めがね <small>虫めがねで大きく見たいところをぬりつけよう。</small>	大きさ <small>大きさのカードで調べてみよう。</small>	手ざわり <small>よくさわって、とくちょうを塗りつけよう。</small>	たたいた音 <small>石をたたいたとき、石をたたいたとき、とくちょうを塗りつけよう。</small>	スペシャル () <small>二枚なら石のとくちょうがわかると思う時、五角形で塗りつけよう。</small>
①						
②						
③						
④						
⑤						

< 観点をそって石を調べてみると >

.....

.....

図1 石の観察カード



図2 石の観察カードを使った活動の様子

大きくして見たところをかこう。粒とか、模様とか、見えるかな」である。大きさの観察では、「大きさを調べるカードを使ってはかり、数字で表そう」である。手ざわりの観察では、「触った感じを言葉で書こう。手全体でしっかり触って調べよう」である。たたいた音の観察では、「石を軽くたたいてみよう。どんな音がするかな」である。そして、スペシャルという観点では、「石の特徴が分かる観点を自分で決めて調べよう」である。

次に、初歩的な観察能力を高めるために、観察記録を書き込んだ石の観察カードを使った活動を行わせた(図2)。始めに、子どもが五つの石の観察記録を書き込んだ石の観察カードを見ながら、その記述と一致する石を選び出し、それを観察カードの番号上に置いていくという活動を行わせた。次に、観察した五つの石を隣の友達に渡し、その友達が石の観察カードに書かれている内容に合う石を選び出して、それを石の観察カード上に並べていくという活動を行わせた。その際、なぜ、その石をその番号上に置いたのか、その訳を説明させた。具体的な指導場面は、以下のとおりである。Tは授業者、Cは児童を表している。

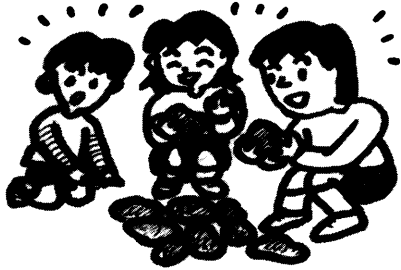
-
- T: 石の観察カードの記録に合うように石を並べてみよう。そのあと、隣の人に石の観察カードを渡してお友達にも同じように石並べをしてもらおう。
 - C: 五つの石をちゃんと並べられるよ。
 - C: 石をよく比べたよ。
 - C: ぼくの観察は、大丈夫かな。
 - T: 石が正しく並べられたら、観察した記録は、間違いないよね。石を並べた決め手は何かを話し合ってみよう。
 - C: 重さや大きさでも分かりそうだよ。
 - C: 色や形は、すぐ比べられたよ。
-

(2) 石当てゲーム

石当てゲームでは、特に初歩的な観察能力の視覚以外の感覚を使った能力を高めることをねらいとした。具体的には、石の観察カードに記録した内容をもとに、グループごとで石当てゲームをさせた。具体的には、まず、観察した石を袋に入れる。そして、石を当てる子どもが観察の観点に関する質問をし、相手が石の観察カードに記録されている内容を見ながら答える。石を当てる方のグループは、その答えを手がかり

<第一次 石で遊ぼう 2時間>

<活動のきっかけ>



「石を拾ってきたよ」

- 石で遊んだことをもとに、お気に入り石の紹介をしよう。
- ・ 石の紹介カードを書いてみよう。

石をつかってあそぼう

- 石を使って遊ぶとしたら、どんな遊びができるだろう。

- ・ 石積み
- ・ 石けり



- ・ 石で絵をかく
- ・ 石をたたく(音)



石をくわしく調べよう



<第二次 石を調べよう 3時間>

- 石の観察カードを使って、石について、詳しく調べてみよう。

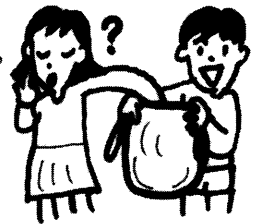
石		色形	重さ	音	・・・
①					
②					
③					

- ・ 虫眼鏡を使って調べてみる。
- ・ 大きさを測って調べてみる。
- ・ 色や形も比べてみる。
- ・ たたいて音も調べてみる。

石当てゲームをしよう

- 観察したことをもとに、袋の中の石を見ないで当ててみよう。

- ・ 袋の中の石をさわって比べよう。
- ・ いくつか質問してみよう。



石で遊んだり、くわしく調べたりして、石のいろいろな特徴がわかった。

図3 「石をくらべよう」授業実践のあらまし

に袋の中の石を手探りで調べ、相手の石を当てるゲームである。その際、石を当てたときの決め手となったことを相手に説明し、石の特徴を確認させた。具体的な教師の指示は以下のとおりである。Tは授業者を表している。

T: ゲームのやり方を説明します。チームは今確認した隣の人と二人組のA、Bチームです。

- ①まず、Aチームの一人の石を5個袋に入れます。このとき、二人で相談して当ててもらいたい石(お気に入り石だね)を確認しておこう。
- ②次に、Bチームは、二人とも袋の中に手を入れて、石を探します。そのとき、いろいろな質問をしましょう。Aチームは、石の観察カードに記録されている内容をもとに答えてください。
- ③一つの質問では分からないと思います。いくつか質問してBチーム二人の考えがそろったら、石を袋の中から出して、当たっているかどうかを、相手チームの人に確認してもらいましょう。

T: 二人の石が当てられるようにするのが班としての目標ですよ。どう? できそうですか。

4. 実践結果と考察

(1) 授業実践

「石をくらべよう」の授業実践のあらまし(図3)に示した内容で、引間が5時間の授業を実施した。授業は、平成18年2月に行った。対象は、独立行政法人国立附属小学校3年生の1クラス、40名であったが、学習途中で欠席した者を除いて、「石をくらべよう」の内容をすべて学習した子ども38名を研究対象とした。

(2) 授業実践のあらまし

図3に示すように、第一次では、「石を使って遊ぶ」という内容で、2時間の授業を実施した。第1時では、「石を使って遊ぶとしたら、どんな遊びができるだろう」と子どもに投げかけ、子どもたちは石積みや石で絵を描くという活動を行った。第2時では、遊びに使った石をもとに、「お気に入り石の紹介をしよう」という投げかけで、石の紹介カードを書かせた。

授業で使った石は、埼玉県日高市高麗神社付近の高麗川の川原で採取した石である。石の種類は、主に砂岩、頁岩、チャート等である。

第二次では、「石をくわしく調べよう」という内容で、2時間の授業を実施した。まず、子ども同士で観察の観点を話し合い、その後、観察の観点を示した石の観察カードを渡し、遊びで使った石の特徴を調べさせた。次に、石の観察カードの記録内容に合わせて石を並べる活動を行った。その後、お友達に石の観察カードを渡して、石を並べてもらう活動を行った。最後に、「石当てゲームをしよう」という活動を1時間実施した。

(3) 初歩的な観察能力の指導の結果

ここでは、石の観察カードを使った活動や石当てゲームによる初歩的な観察能力の指導効果の検討を行った。

〈初歩的な観察能力の評価〉

子どもの初歩的な観察能力の評価は、石の紹介カードに記述されている内容を分析して行った。石の紹介カードを書かせる際、自分が一番気に入った石の紹介を書かせた。子どもに石の特徴をとらえやすくさせるために、「私はこんな石です」というように、石を擬人化させて書くように指示をした。

具体的には、事前調査として使用した石の紹介カードは、第一次の第2時(図3)で、石を使って遊んだ後に一番気に入った石を選んで、その石の紹介を書かせたものを使用した(以下、「事前調査」と記す)。事後調査として使用した石の紹介カードは、第二次「石当てゲームをしよう」の学習が終了した時点(図3)で、「学習したことを生かして、お気に入り石の紹介カードを書こう。みんなに分かりやすいように、紹介するときに気をつけることをはっきりさせて書こう」という指示を与えて書かせたものを使用した(以下、「事後調査」と記す)。

子どもの初歩的な観察能力の評価は、以下のような手続きによって行った。例えば、Uさんの事前調査での石の紹介カード(図4)では、「ナイフみたいな形」という記述から「形」の観点を読み取った。彼女の初歩的な観察能力の観点は「形」の一つである。そして、事後調査での石の紹介カード(図5)では、石の絵の部分で灰色で塗っていることから「色」を、「手ざわりは、ちょっとザラザラしています」という記述から「手ざわり」を、「たてが3cmで、よこが9cmです」という記述から「大きさ」を、「先がとがっているようにナイフみたいな形」という記述から「形」の観点を読み取った。すなわち、彼女の初歩的な観察能力は、「色」「手ざわり」「大きさ」「形」の四つである。この

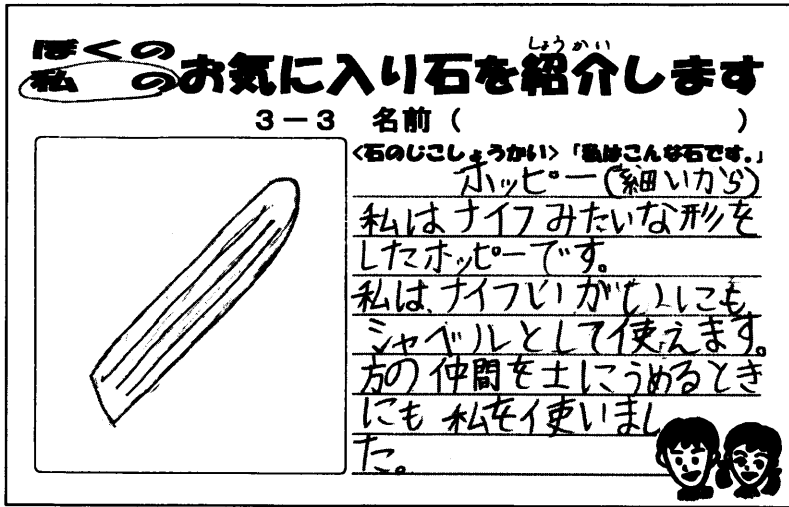


図4 事前調査：Uさんの石の紹介カード

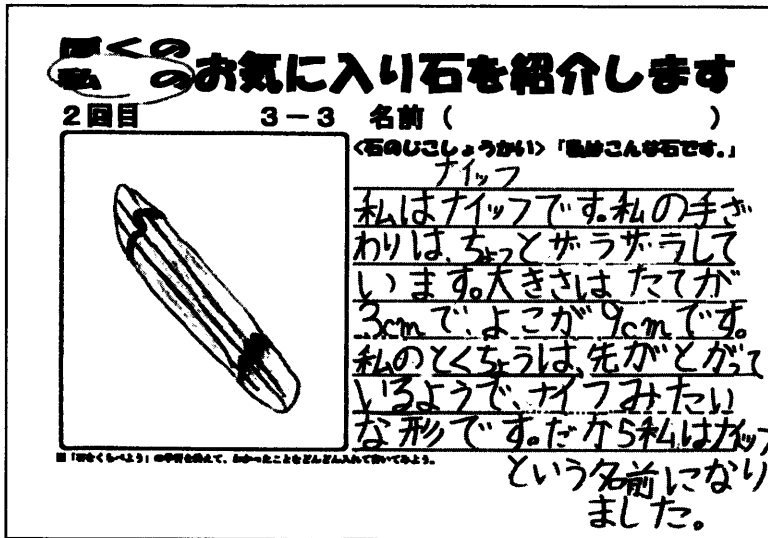


図5 事後調査：Uさんの石の紹介カード

ような手続きで、一人一人の子どもの事前・事後調査における初歩的な観察能力の評価を行って整理したものが表1である。

表1は、事前調査と事後調査での初歩的な観察能力のそれぞれの観点の人数を示したものである。1×2の直接確率計算法によると、視覚に関する観点の「色」、「形」、「光沢」、「粒」では、事前調査と事後調査で有意な差はなかったが、「大きさ」の観点では、1%水準で有意な差があった(p=.0011, 両側検定)。「模

様」の観点では、5%水準で有意な差があった(p=.0224, 両側検定)。また、触覚に関する観点の「硬さ」では、事前調査と事後調査で有意な差がなかったが、「手ざわり」と「重さ」の観点では、1%水準で有意な差があった(p=.0001, p=.0041, 両側検定)。さらに、感覚に関する観点の「音」では、5%水準で事前調査と事後調査で有意な差があった(p=.0192, 両側検定)。

以上のことから、本実践は、初歩的な観察能力の視

表1 初歩的な観察能力の変容

N = 38

	事前調査(学習の始め)	事後調査(学習の終わり)	備考
色	25	37	ns
形	24	36	ns
光沢	7	8	ns
大きさ	8	28	**
模様	2	11	*
粒	3	5	ns
手ざわり	5	27	**
硬さ	6	13	ns
重さ	2	14	**
音	4	15	*

注) 備考は、直接確率計算の結果を示す。**印は、1%水準で有意である。*印は5%水準で有意である。nsは有意でない。

覚に関する観点の「大きさ」、「模様」、触覚に関する観点の「手ざわり」、「重さ」や感覚に関する観点の「音」の指導に効果があった。

次に、事前調査と事後調査での初歩的な観察能力の観点の変容数を調べ、その割合を表したものが図6である。図6に示すように、事前調査と事後調査で観察能力の観点の数が全く変化しなかった子どもから最高六つの観点が増えた子どもまで見られた。観察の観点が一番増えた子どもは三つであった。また、本実践の学習により子どもの初歩的な観察能力の観点が増えた子どもは36名、増えなかった子どもは2名であった。なお、観察の観点が減った子どもはいなかった。そこで、初歩的な観察能力の観点の増加人数について直接確率計算をした。その結果、1%水準で初歩的な観察

表2 事前調査と事後調査の得点

	N	Mean	S.D.
事前調査	38	2.3	1.0
事後調査	38	5.1	1.4

能力の観点が増えた人数が有意であった ($p = .0000$, 両側検定)。したがって、本実践は、初歩的な観察能力の指導に効果があるといえるだろう。

さらに、表2は、事前調査と事後調査で石の紹介カードに書かれた観点の数を得点に換算した結果を示したものである。例えば、観察の観点の一つの場合は1点、二つの場合は2点として換算した。事前・事後調査の得点について分散分析を行った結果、事後調査の得点は有意であった ($F_{(1,74)} = 97.11, p < .01$)。このことから、事後調査が事前調査より優れた成績を上げたことがわかる。すなわち、本実践は、初歩的な観察能力の指導に効果を上げているといえるだろう。

(4) 石の観察カードを使った観察について

石の観察カードは、小学校3年生の子どもにとって適切な内容であったかどうかを、初歩的な観察能力の低い子どもや高い子どもの事例から検討をしてみた。

〈初歩的な観察能力の低い子どもの事例〉

C児の石の紹介カードには、「ポケットにしまったまま洗濯に出してしまい、その後、もうなくなっちゃったかなあとってポケットを見ると、この石があった」というような紹介を書いている。この紹介文には、観察の観点の記述は読み取れなかった。また、本人へのインタビューでも、石の観察の観点を意識していると判断できる応答は見いだせなかった。このことから、C児は、初歩的な観察能力の低い子どもであると判断した。

C児の石の観察カードの記録(図7)を見ると、それ

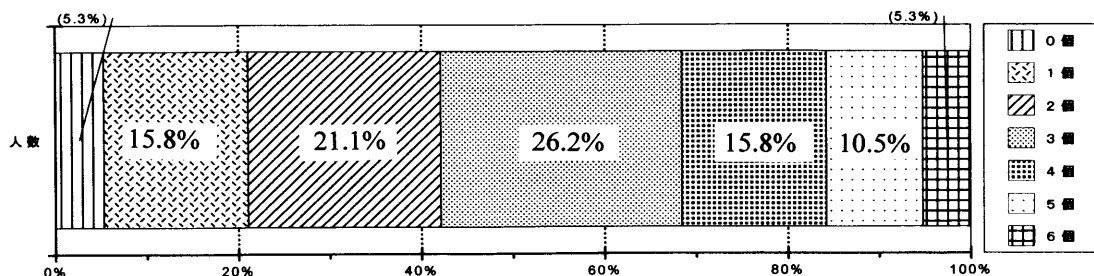


図6 初歩的な観察能力の観点の増加数

ぞれの観点について詳しく記録していることがわかる。特に、「手ざわり」の観点では、「鉛筆の芯に触った感じ」というような比喻表現を使った記述が見られる。また、「たたいた音」の観点でも「タキン、コンカン」というような擬音語を使って記録している。さらに、スペシャルの観点では、C児は「模様」の観点を選んで、石の特徴の観察をしていることがわかる。

授業後のC児へのインタビューではとても楽しかったという感想を述べていた。また、「学習を振り返って」のプリントに書いたC児の感想に、「お母さんに『なぜ、川原の石が丸くなるの?』と聞きました。そこで、僕はそうやってできるんだなあと思いました。このように石は今までにいろいろな進化を遂げているんだなあと感じました」とあるように、観察能力の中でも高い観点である因果関係について思考をめぐらせている様子が見受けられた。

このように、初歩的な観察能力のそれぞれの観察の観点についてもきちんと調べることができている。このことから、初歩的な観察能力の低い子どもでも、石の観察カードは無理なく使うことができると考えてよいだろう。

〈初歩的な観察能力の高い子どもの事例〉

A児の石の紹介カードでは、「宝石のような形」という記述から「形」、「ガラスが粉々に割れたような物がたくさんくっついた石」という記述から「粒」や「光に当てると光る」という記述から「光沢」という観察の観点が記述されていた。また、「ガラスが粉々に割れたような」という比喻表現も使っている。これらのこ

とから、A児は、初歩的な観察能力の高い子どもであると判断した。

A児の石の観察カードの記録(図8)を見ると、色、形や虫めがねを使って調べる項目では、非常に細かく観察し記録していることが分かる。また、手ざわりやたたいた音を調べる活動でも「ザラザラ」などの擬音語や「チャッチャットントン」などの擬音語を使って観察したことを表現していることが読み取れる。さらに、学習後の感想では、「石には、いろいろな特徴があり、面白い形の石、面白い模様の石、面白い色の石がありました。石の特徴を捕まえたら、石がもっと面白くなりました」とあるように、彼女は、観察の観点に着目して学習を行っているだけでなく、活動そのものにも楽しさを感じていることが推測できる。

このように初歩的な観察能力の高い子どもにとっても、石の観察カードは適切であると考えてよいだろう。

(5) 石当てゲームについて

石当てゲームの活動(図9)について、初歩的な観察能力を指導するという視点から、学習後の3名の子どもの感想事例をもとに検討してみた。

N児の感想では、「石の中にはつるつるの石、ザラザラの石などの種類があったので、それを利用して石当てゲームができました」とあり、触覚を使ってゲームをしていることが推測できる。また、T児の感想では、「ゲームは大きく三つのポイントにしばってやりました。一つ目は、やっぱり手ざわりです。二つ目は、大きさです。そして最後の三つ目は、形です。その三

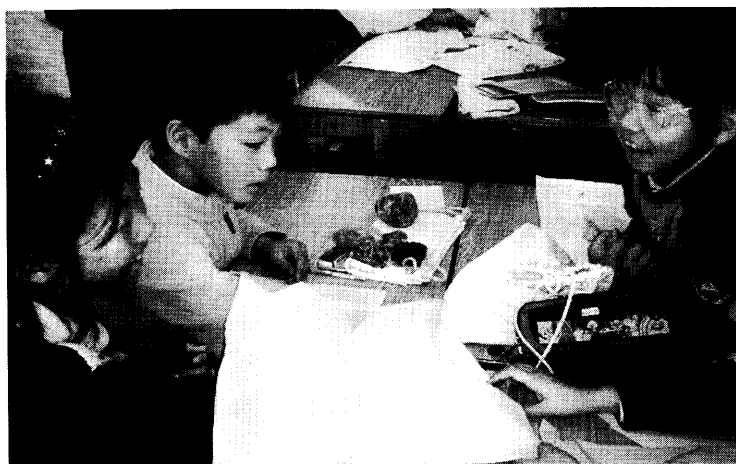


図9 石当てゲームの様子

つのポイントに気をつけて、僕は袋の中の石を当てるゲームをやりました。そしたら、3回とも全部当てることができました」とあり、意識して触覚を使った活動をしようとしていることが推測できる。さらに、S児の感想では、「石当てゲームをしました。当てる方法は、手ざわりと大きさを調べました。なぜなら、手ざわりでは、ツルツルや少しツルツルなどで見分けられるし、大きさでは、指を広げて3cmや4cmくらいでいたい予想がつくからです」とあり、やはり、S児も触覚を使った活動を行っていることがわかる。このように、石当てゲームでは、子どもにとって触覚を使って調べることの必然性があり、初歩的な観察能力の触覚を使った能力を指導するのに適した活動であるといえるだろう。

5. おわりに

本研究では初歩的な観察能力を指導するという視点から、特に石の観察カードを使った活動、石当てゲームの学習を子どもたちに行かせたときの学習効果を検討した。その結果、以下のような知見を得ることができた。

- (1) 事前・事後に書いた石の紹介カードの内容を分析した結果、初歩的な観察能力の視覚に関する観点の「大きさ」、「模様」、触覚に関する観点の「手ざわり」、「重さ」や感覚に関する観点の「音」に関する指導に効果があった。
- (2) 初歩的な観察能力の低い子どもと高い子どもの事例の検討から、石の観察カードは適切な教材であると考えられる。
- (3) 石当てゲームは、子どもにとって触覚を使って調べることの必然性があり、初歩的な観察能力の触覚を使った能力を指導するのに適した活動であると考えられる。

えられる。

最後に、現行の学習指導要領(文部省, 1998)では、第3学年で石を使った学習は扱われていないが、この学習は、小学校の理科で身に付ける必要があると考えられる観察能力の基礎となる初歩的な観察能力を指導するのに有効であると考えられる。したがって、次期学習指導要領の改訂では、平成元年の小学校指導書理科編(文部省, 1989)のC区分で扱われていたように、石や土を使った学習内容を取り上げられることを期待したい。

謝辞 直接確率計算は、上越教育大学の田中 敏先生のJavaScript-STARを使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

引用・参考文献

- 荒井 豊(1983): 理科におけるプロセス・スキル習得の指導法に関する一考察—地質教材フィールドワークに関して—。日本理科教育学会研究紀要, 23(3), 101-108.
- 福岡敏行(1988): 教員養成基礎教養研究会 代表 栗田一良(編), 新訂小学校理科教育研究。教育出版, 東京, 67 p.
- 日置光久(2005): 展望日本型理科教育～過去・現在・そして未来～。東洋館出版社, 東京, 111-116.
- 加藤尚裕・荒井 豊(1985): 石・砂・土の観察能力の調査に関する一考察。日本理科教育学会研究紀要, 26(2), 69-78.
- 栗田一良(1981): 新理科教材研究の理論と方法。54 p., 明治図書, 東京。
- 文部省(1989): 小学校指導書理科編。教育出版, 東京, 16-23.
- 文部省(1998): 小学校学習指要領。大蔵省印刷局, 東京, 50-60.
- 吉川良二・西川 純・根本和成(1994): 小学生の観察能力の発達—連続説と段階説の比較を中心に—。日本教科教育学会誌, 17(2), 29-34.

加藤尚裕, 引間和彦: 初歩的な観察能力を育てる指導の試み—小学校第3学年 特設単元「石をくらべよう」の実践を通して— 地学教育 60巻第3号, 89-98, 2007

〔キーワード〕 初歩的な観察能力, 諸感覚, 石, 授業実践, 小学校理科

〔要旨〕 小学校第3学年の理科授業において、特設単元「石をくらべよう」を設定して、初歩的な観察能力に焦点を当て、石の観察カードを使った活動や石当てゲームの学習を試みた。その結果、事前・事後に書いた石の紹介カードの内容の分析から、初歩的な観察能力の視覚に関する観点の「大きさ」、「模様」、触覚に関する観点の「手ざわり」、「重さ」や感覚に関する観点の「音」に関する指導に効果があった。

Takahiro KATO and Kazuhiko HIKIMA: A Trial of the Instruction of First-Stage Observation Abilities—Utilizing the “Comparing Stones” Special Unit in 3rd Grade Elementary School Science Class—. *Educ. Earth Sci.*, 60(3), 89-98, 2007

プラネタリウムにおける日食の全天周生中継

Real-Time and All-Sky Projection of a Solar
Eclipse on the Planetarium Dome

尾久土正己*1・荻原文恵*2・小澤友彦*3・吉住千亜紀*4・富田晃彦*5・
山田宏之*6・明井英太郎*7・石川雅一*7・山本文治*8・
中山雅哉*9・半田利弘*10

Masami OKYUDO, Fumie OGIHARA, Tomohiko OZAWA, Chiaki YOSHIZUMI,
Akihiko TOMITA, Hiroyuki YAMADA, Eitaro AKAI, Masakazu ISHIKAWA,
Bunji YAMAMOTO, Masaya NAKAYAMA and Toshihiro HANDA

Abstract: A virtual experience of an actual solar eclipse was created utilizing the real-time broadcast of eclipse images combined with additional information. All-sky images taken with a fish-eye lens at the observing site were transmitted to the remote planetarium site in real-time using the Internet, and then projected on the dome screen. Almost all audience members were able to experience the phenomenon of the solar eclipse in the same manner as if they were actual observers at the observing site. Additional data obtained at the observing site during the eclipse, such as atmospheric temperature and ambient luminosity, were also incorporated into the planetarium experience in order to create a more perfect virtual experience and to help clarify the challenges of future real-time broadcasts of the solar eclipse.

Key words: solar eclipse, planetarium, Internet

1. はじめに

皆既日食や金環日食は、太陽一月一地球の位置関係や運動を理解することに適した自然現象の一つであり、インターネット中継を通じて教育効果のある教材として教育現場で利用できることを、これまでのわれわれの研究は明らかにしている(尾久土ほか, 2001)。ここでいう教育効果のうち、宇宙の中での地球の位置を地球外から感じ取る「宇宙からの視点の獲得」に注目したい。しかし以下に述べるように、現地の観測者に比べてインターネット中継やTVの視聴者は、この

視点獲得において困難が残っている。そこで、観測地のさまざまな周辺環境を視聴者に提供することで、観測者が自然に感じている「宇宙からの視点」をより容易に遠隔地にいる視聴者にも伝える教材を開発し、教育実践することにした。

インターネット中継やTV画面での日食映像は太陽を望遠鏡(ないしは、望遠レンズ)でとらえたものが多く、欠けていく太陽や、皆既中のコロナやプロミネンスなどの珍しい対象に焦点を当てている。これは、そのような現象こそが日食に伴う本質的な画像と考えられているからである。しかし、実際に現地で観

*1 和歌山大学学生自主創造科学センター *2 日本気象株式会社 *3 みさと天文台

*4 徳島県立あすたむらんど子ども科学館 *5 和歌山大学教育学部 *6 和歌山大学システム工学部

*7 株式会社五藤光学研究所 *8 株式会社インターネットイニシアティブ *9 東京大学情報基盤センター

*10 東京大学大学院理学研究科附属天文学教育研究センター 2007年1月25日受付 2007年3月13日受理

測を経験してみると、望遠鏡などで見る太陽像から受ける以上に、しだいに暗くなっていく周囲の景色や、下がっていく気温の変化、野鳥や動物、そして人々の行動など日食の進行に伴って変化する周辺環境から多くの発見をしていることがわかる。太陽を撮影しているカメラは、皆既中以外は、強い太陽面の光を減光するために1万分の1から10万分の1の濃いニュートラルデンシティ (ND) フィルターを付けている。皆既になると急にそのNDフィルターを外す。このため太陽像は常に黒い視野の中にあり、周囲の明るさの変化をとらえることはできない。結果的に、モニタを見る視聴者の関心は太陽の形の変化に集中する。

一方、観測地では周囲の環境と同時に観測することで、形の変化と同時に「日食は、観測者が月の影に入る現象」であると自然に感じることができる。この観測者が影に入るという感覚は、太陽→月→地球という並びを無意識に理解していることになり、言い換えれば現象を宇宙空間の視点から見ていることになる。つまり、もし視聴者に現地で感じる周辺情報を提供することができれば、日食中継を見る視聴者の視点を宇宙へもっと容易に誘導することができる。この視点の移動は天文教育においてもっとも重要な概念の取得であると同時に指導が困難なテーマになっている(土田ほか, 1986)。なお、インターネット中継を通じて宇宙からの視点を獲得させる取り組みとしては、金星の太陽面通過の現象を使った教育実践を先行事例として行っている(荻原ほか, 2006)。

一般に実際の観察や実験と、さまざまなメディアを使った教材の違いの多くは、観測対象以外の周辺情報の有無あるいは、その情報量の差から生じていると考える。これまでの科学教育においては、この対象以外の情報についてはあまり注目してこなかった。このため、実際の観察や実験を体験することが一番という結論になっていた。しかし、皆既日食のような珍しい現象は、市民や子どもたちが現場に行き観察することはほぼ不可能である。しかしながら、このような現象の観察を抜きに地球-太陽-月の位置関係や運動を教えることには限界がある。そこで、逆に従来本質的だと考えられていなかった情報も含めて、われわれが現場でしか体験できなかったものを可能な限り遠隔地で疑似体験することができるのではないかと考えた。これに成功すれば、同じように実際の実験観測ができない分野についても応用ができ、科学教育の中で大きな成果になるはずである。

そこで、われわれは本研究において、日食をテーマにした疑似体験の完全化を目指した。これまでの望遠鏡や望遠レンズを使った太陽像の中継に加えて、魚眼レンズで撮影した全天周の映像を遠隔地のプラネタリウムに伝送し、それを再現することで、現地で観測をしているような疑似体験ができるシステムを開発し、3度の日食で実践を行った。

本論文では、中継システムの概要と実践で明らかになった視聴者の日食のとらえ方などを紹介し、新たに明らかになった課題について議論する。

2. 予備実験

インターネットを使った大規模な日食の中継は、1997年3月9日のシベリア皆既日食で任意団体LIVE! ECLIPSE 実行委員会によって初めて行われた(Goldman, 1998)。その後、皆既日食や金環日食が起こるたびに、実行委員会を結成し世界各地からインターネット中継を行った。2002年5月にはLIVE! UNIVERSEを設立し、以後継続的な活動を行っている(尾久士・高橋, 2004)。両団体を通じてこれまでに行った日食中継は14回、月食や流星群まで含めると22回の中継を行っている。

2002年12月4日にオーストラリアで起きた皆既日食の中継プロジェクトの反省会で、中継では使わなかった広角レンズで撮影した観測地のビデオを上映したところ、日食観測の体験のない参加者の多くが、地上の変化の大きさに驚き、この映像を視聴者に伝えることの重要性が認識された。そこで、次の2003年5月31日のアイスランド金環日食の中継では、太陽像の映像以外に、広角レンズで撮影した静止画を一定時間間隔でWebサーバにアップロードし、Webサーバ上で微速度動画に変換し公開した。静止画から微速度動画への変換にはReal? Universeの手法を利用した(小澤ほか, 2003)。この結果、食の進行に伴い周囲が暗くなる様子を表現することができたが、使ったカメラの画質が低かったこと、そして広視野といっても太陽の方向だけであったために、観測地を疑似体験するまでには至らなかった。

実際の観測地では、360度の全方向で明るさが変化し、その中に観測者はいる。そのために、徐々に暗くなっていても、目が順応し、すぐには変化していることに気がつかない。しかし、小さなパソコンの画面を見ていると、その部屋の環境光の影響が大きく、視聴者の瞳孔はあまり変化しない。現地の観測者は日食

を、「なんとなく暗くなった気がする」から始まり「確かに暗くなってきた」と周囲の変化を感じ、皆既の前後の急激な変化とともに体験する。同じ体験をするためには、観測地の周囲のすべての映像を視聴者の周りで再現する必要がある。そこで、観測地の空を魚眼レンズで撮影し、その映像を遠隔地のプラネタリウムで投影する手法をとることにした。

その前段階の実験として、2005年4月9日にパナマで起こった金環皆既（ハイブリッド）日食を魚眼レンズで微速度動画として記録した。通常のビデオ映像でなく、微速度動画を使った理由は次のとおりである。現在の通常のビデオフォーマットでは、縦方向に525本の解像度しかなく、全天周ドームに投影する場合、非常に荒い解像度になる。一方、デジタルカメラは普及機でさえ数百万画素の撮像素子を持っており、縦方向に2,000～3,000本の解像度を持っている。これは、フルスペックのハイビジョンの規格である1,080本の2～3倍に相当する。現状の微速度動画では1秒間に30コマのビデオ映像と比べると時間分解能で劣るものの、日食の際の周囲の明るさの変化は第2接触と第3接触の前後以外は遅く、1分1コマでも十分である。そこで、われわれはプラネタリウムのドームスクリーンに投影する映像の撮影法として魚眼レンズを取り付けたデジタルカメラを使った微速度撮影法を採用することにした。

観測は、日食の中心線が通るパナマのペノメ市で行った。カメラはNikon CoolPix8700に、純正の魚眼アダプタを取り付け、周囲の明るさの変化がわかるように露出は固定して30秒1コマの撮影を行った。日食終了後、MacOSXに付属のビデオ編集ソフトiMovieを使って微速度動画（MPEG形式）を作成し、Webサイトで公開した（<http://www.live-universe.org/le2005/>）。この微速度動画を見ると、日食の進行によって周囲が暗くなること、ペノメでは食分が非常に大きな金環日食（最大食分0.993）であったため、金環食中には街灯が自動的に点灯した様子も記録された。なお、金環食前後には太陽周辺に薄雲が現れ、撮影された太陽像はにじんではいたが、魚眼画像を測定した結果、晴天であれば内部コロナが見えるほどの暗さになっていたことが確認された（高橋，2005）。この実験の結果、観測側で、十分な帯域の回線が用意できれば、リアルタイムに国内に伝送し、その映像をプラネタリウムで投影し、観測地の疑似体験ができる目処があった。

3. マドリッド金環日食における全天周生中継

従来のプラネタリウムは、恒星がプロットされた恒星原板を投影する投影機と、惑星の運動を再現する機械仕掛けの装置との組み合わせで構成されている。しかし近年、プラネタリウムのデジタル化が進み、コンピュータで表示したグラフィックスをそのままドームスクリーンにプロジェクタで投影する完全なデジタルプラネタリウムが登場している。コンピュータで表示できるものは何でも投影できることになり、われわれが目指していた日食時の観測地の全天周映像を投影する環境が用意された。

2004年秋にオープンした和歌山県教育委員会の学びの丘（和歌山県田辺市）には、完全デジタル式のプラネタリウムが導入され、また、同じ建物に県立の情報交流センターがあり、広帯域のネットワーク（ギガビット級）が整備されている。両者をつなぐことで、高速のネットワークが直結したデジタルプラネタリウムが実現する。そこで、県教育委員会と県情報政策課に協力してもらい、海外の日食映像をリアルタイムで投影できる環境を用意することができた。使用したデジタル式プラネタリウムは、コニカミノルタプラネタリウム製のメディアグローブである。直径1,000ピクセルの円形画像を魚眼レンズのついたプロジェクタで直径6mのドームスクリーンに投影することができた。

一方、2005年10月3日の金環日食はその中心線がスペインの首都マドリッドを通ることがわかっていて、皆既日食や金環日食は通常数十km幅の帯状の地域でしか見ることができないために、大都市を通ることは非常に珍しい。マドリッドを通ることで、ネットワーク研究者向けに提供された次世代の広帯域ネットワーク環境を利用することができた。その結果、海外の観測地と日本国内のデジタルプラネタリウムを広帯域の研究用ネットワークで接続することができた。

図1は、システムの概念図である。データの流れる向きに説明する。

- (1) 魚眼レンズ付きデジタルカメラ（Nikon D70、シグマ8mm魚眼レンズ）：リアルタイムにサーバにアップロードするためにパソコンからのカメラ制御が必要になったが、パナマで利用したカメラでは制御ができなかったため機種を変更した。しかし、CCDの画素サイズが35mmサイズより小さいAPSサイズであったために、短辺側で円

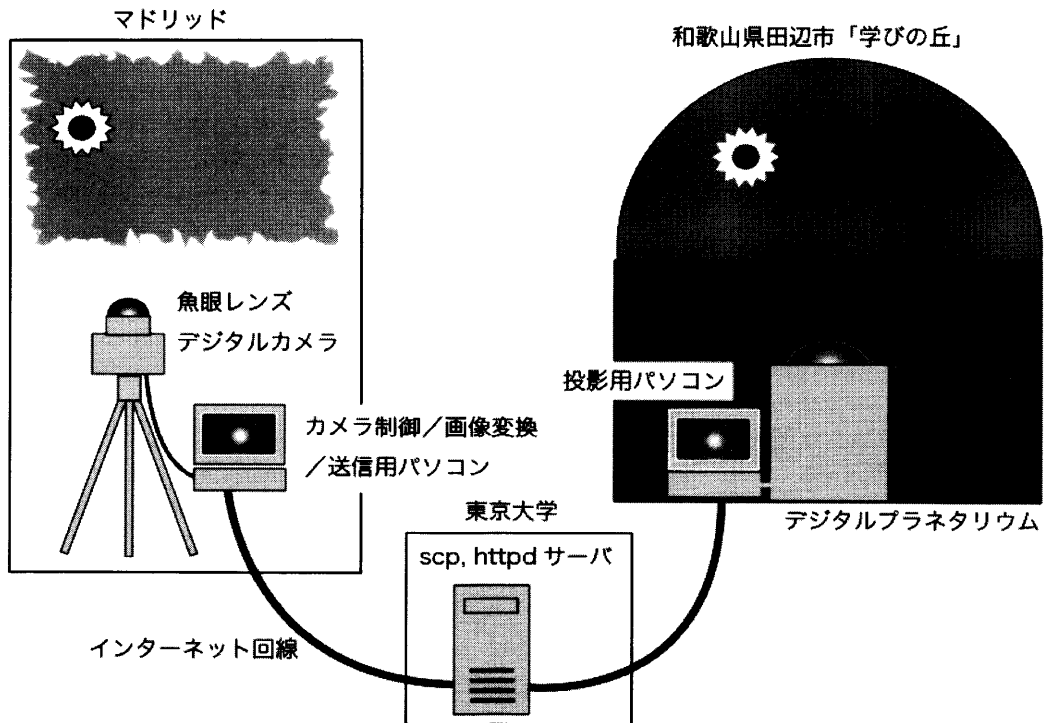


図1 マドリッド金環日食の際に使った全天周中継システムの構成図。

周視野にケラレが生じた。

- (2) カメラの制御とサーバへのアップロードをするパソコン：カメラの制御と画像の読み込みは純正ソフトの Nikon Capture4 を利用した。また、画像サイズと中心位置の変更などの画像処理と、後述の非公開の Web サーバへのアップロードには、シェルスクリプトを用意した。転送は SCP プロトコルを使って、30 秒に 1 枚の頻度で行った。
- (3) 広帯域回線：マドリッドでは、実験用の IPv6 回線が利用できる Consulintel 研究所を観測地に利用した。太陽の拡大像や通常のレンズで撮影した風景は、IPv6 回線で国内までデジタルビデオやハイビジョン伝送を行った（山本ほか，2006）。一方、全天周画像はコマ撮りのため通常のインターネット回線を利用して国内へ伝送した。日本側の学びの丘では、太陽像などの動画は、IPv6 のギガビット回線を、全天周用には一般家庭で普及している B フレッツ回線をそれぞれドーム内に引き込んでデータ転送を行った。
- (4) 非公開 Web サーバ：魚眼レンズを用いた全天周映像は、観測地から東京大学に設置した非公開

Web サーバにアップロードされ、このサーバからプラネタリウムの投影実験用にダウンロードする方法を取った。この非公開 Web サーバからはプラネタリウムの投影実験用だけでなく、公開 Web サーバにもダウンロードされ、一般市民にも公開した。観測地から直接公開 Web サーバにアップロードするのを避けたのは、ユーザからの大量のアクセスにより観測地からのアップロードが失敗することのないようにするためで、これまでのインターネット中継の経験に基づいて設計されたものである（尾久土ほか，2001）。

- (5) 投影用のパソコン：非公開サーバから http を用いてダウンロードしパソコン画面に表示した。サーバ上のデータを表示するだけなら、Web ブラウザで実現できると思われたが、30 秒に一度更新するたびに、Web の背景色（通常白色）にリセットされることがわかった。ドーム内にいる人にとっては、食分が進んで暗くなっていても、更新のたびに目がリセットされてしまうので、背景色が出ないように専用の表示ソフトを JAVA で書いて用意した。

(6) デジタルプラネタリウム：使用したデジタルプラネタリウムには、パソコンのディスプレイの入力端子があり、外部のパソコンの画面を投影することができる。SXGA (1,280×1,024 ピクセル)の解像度を持っており、その中の直径 1,000 ピクセルの円周内の画像を投影できる。そこで、同心円のメッシュを書いたテスト画像を投影し、ドームスクリーンでずれをチェックし、パソコン画面上の中心座標を求めた。その結果を観測地の画像変換スクリプトにフィードバックしていたので、ドーム内では送られてきた全天周画像をドームスクリーンにそのまま投影することができた。

(7) 太陽像用のモニタ画面：通常のインターネット中継のために用意した太陽像の動画を正面の床に置いたプラズマディスプレイで全天映像と並行して上映した。これによって、プラネタリウムの視聴者も望遠鏡（モニタ画面）をのぞきながら、周囲（ドームスクリーン）の変化の様子を感じることができるようになった。

日食当日のマドリッドは好天に恵まれ、日食中太陽が雲に隠れることはなかった。回線のトラブルもなく、30秒に1枚の全天周画像をプラネタリウムのドームスクリーンに投影することができた。また、正

面の床に置いたプラズマディスプレイ上の太陽の拡大像も時々、画像や音声が乱れることはあったが、全行程を通じて表示することができた。図2は、当日のプラネタリウム内のスナップショットである。プラズマディスプレイ上の大きく欠けた太陽と、ドームスクリーン上の薄暗くなった全天の様子を見ることができた。

プラネタリウム会場には、県の広報を通じて募集したところ、63人の市民が視聴者として集まった。投影は、金環食が日本時間の18時前後にあたるため、17時から約1時間半行われた。中継イベントを終えたあと、全員を対象にアンケート調査を行い41人から有効な回答を得ることができた。なお、アンケートは設問の意味が理解できる小学校4年生以上に限定して実施した。アンケートでは、回答者の年齢層と日食中継の経験のほかに、

- (a) 日食によって空が暗くなることがわかったか？
- (b) ドーム投影によって、日食は観測地が月の影に入る現象ということがわかったか？
- (c) ドーム投影が日食という現象を理解するのに役立つか？

について質問した。

参加者は親子連れが多く、有効回答者の内訳は、小

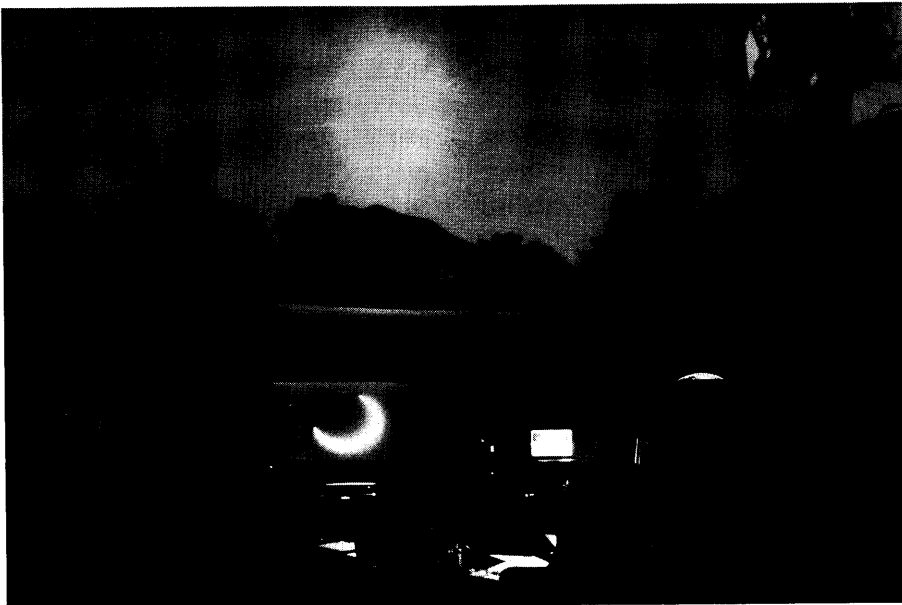


図2 マドリッド日食を投影したプラネタリウム室内の様子。正面のプラズマディスプレイには大きく欠けた太陽の動画を表示した。空は薄暗くなっているものの太陽の形を確認することはできない。

学生が11名、大学生が1名、社会人が29名であった。そこで、本集計では小学生と大人の二つのグループに分けて行った。回答者は、2名を除く95%が日食中継を見るのは初めてであった。(a)の質問に対しては、全員が日食によって空が暗くなることを感じる事ができた。また(b)の質問に関しても小学生の1名を除いて全員が理解することができた。そして(c)の質問に対しても、同じ小学生の1名を除いて全員が役に立ったと回答した。

4. エジプト皆既日食を使った追加実験

先に述べたように、予備実験のパナマ日食とマドリッド日食は、ともに金環日食であった。金環日食では、金環食中はかなり弱々しい輝きではあるが、太陽面が完全に月に隠されていないため周辺減光による影響を考えても表面輝度は非常に眩しく、濃いサングラスなしに肉眼で環状の太陽を確認することはできない。そのため、ドームに投影する際も、環状になった太陽をそこに投影する必要はなかった。しかし、皆既日食では光球面が月によって完全に隠されるので、周囲に輝くコロナを肉眼でも見ることができる。よって、ドームに投影する際にコロナをまとった実物大(見かけの角度)の太陽像を再現する必要があり、本研究の課題として残されていた。そこで、2006年3月29日に地中海地域で起こった皆既日食の際に、ドーム上に暗くなった空と同時にコロナをまとった太陽を投影できるかどうか、追加実験を行った。

観測は、皆既帯の中心線近くの町であるエジプトのリビア国境の町サルムから行った。撮影や中継システムは、基本的にマドリッド日食と同じような構成であるため、違いだけを述べることにする。観測場所は日食観測のために用意されたテント村で、地上回線が利用できなかったために、128 kbpsのインターネット回線として利用できるインマルサット衛星のBGAN端末を使用した。この狭帯域の回線を使って、望遠レンズでの拡大像の動画データと魚眼レンズでの全天周静止画を送信しなければならなかったために、撮影頻度は2分に1枚に抑えることにした。また、評価実験に利用した東京都中央区のタイムドーム明石のデジタルプラネタリウムは、五藤光学研究所のバーチャリウムIIであり、前回の画像フォーマットをそのまま利用することができなかった。プラネタリウム側の解像度は2,800ピクセルと高かったが、回線の帯域が狭いため、カメラ側の設定で解像度を2,256×

1,496ピクセルに落として撮影した。画像変換や投影は、バーチャリウムII側のコンピュータに任せることにして、読み込んだデータをそのまま転送した。

日食当日、プラネタリウムには中央区の広報でイベントを知った80名の小学生(4~6年生)とその保護者が集まった。部分日食中は、ベテラン観測家による日食の解説や、現地との電話のやり取りを行った。現地は天候に恵まれ、皆既日食を観測することができたが、太陽の拡大像の動画伝送はバケットロスが発生して、皆既前後の映像を中継することはできなかった(尾久土ほか, 2007)。しかし、全天周静止画を受け取るWebサーバは動画を受信していたサーバとは別の場所(五藤光学研究所内)に用意していたため、皆既中も静止画をドームに投影することができた。その結果、ドーム天井にコロナを周囲にまとった太陽像を投影することに成功した(図3)。ただし、2分1枚という更新頻度だったために、第2,3接触前後の急激な変化を再現することはできなかった。

中継イベント終了後、マドリッド日食と同様のアンケートを行った。参加者がすべて親子であったために、アンケート用紙は保護者だけに手渡し、回答は保護者が自分の子どもに確認する方法で行った。その結果、28組の親子から回答があり、全員が日食は月の影に入る現象であることを理解することができた。

現地では、映像だけでなく、照度と気温と地表温度の測定も行った(図4)。照度は、デジタル照度計(LUX HITESTER 3423: 日置電機)に自記電圧計(DATA MINI3645: 日置電機)を接続し、センサーを鉛直方向に向け測定した。測定間隔は1秒、測定可能最小照度は0.01luxである。気温および地表温度は、自記温度計(DATA MINI3633: 日置電機)に外部センサーを接続したものを2台使い、気温は地上1.2mの位置に日射遮蔽板を併設して設置し、地表温度は地表の砂面にセンサーを下部のみ埋設させた状態で測定を行った。測定間隔は10秒、最小分解能は0.1°Cである。その結果、日食の食分に依じて照度が下がり、気温が低下していることが確認されたが、気温が2°Cしか下がっていないのに比べて、地表は11°Cも下がっていた。現地で感じる日食中の涼しさは、地表面の急激な低下による赤外放射の減少が主な要因であると思われる。

5. 現時点での課題

本研究では、視聴者の「宇宙からの視点の獲得」を



図3 ドームに投影されたエジプト皆既日食。コロナを周囲にまとった黒い太陽が見える。下に見える円弧状の線は、デジタルカメラのサイズが小さいために生じたケラレ。座席正面が明るいのは、拡大映像用に用意したプラズマディスプレイの明かり。また、地平線上の明かりは非常口のランプ。

容易にさせる中継システムの開発を目指し、それを実現するための疑似体験の完全化を迫った。そこで、本章では現時点での疑似体験の問題点を取り上げ、明らかになった課題について議論したい。

観測地と投影するプラネタリウムのインターネット環境の制限により、1分間に1~2枚の映像しか伝送・表示できない場合、第2あるいは第3接触前後の急激な変化を再現することができない。このため、広帯域の回線を利用し、1秒に1コマ程度の更新を行う必要がある。また、今回の実験では、投影側や伝送に使用した回線の制限で解像度は1,000~2,000ピクセル程度まで落としていたため、ドームに投影されたコロナは実際に現地で見えるものに比べて解像度が大きく劣っていた。2007年1月現在、最高の解像度を持つ

デジタルプラネタリウムは直径4,000ピクセルの円形画像を投影できるまでになっている。カメラ側の解像度をフルに利用できれば、よりリアルな太陽像を投影できるに違いない。

皆既中は、実際は全天が真っ暗になるのではなく、皆既帯から外れた周辺の間接光が地平線を取り囲むように夕焼けのような赤い光になっているのを見ることが出来る。さらに、空には金星や木星などの明るい星が輝いており、現地ならではの非日常的な光景である。これらをドーム内で再現するには、皆既に入ったところから露出を余計にかけようとするのは不可能ではないが、露出を固定して、現地の明るさの変化を再現するというコンセプトからは外れてしまう。エジプト日食の測定では、日食前に100,000 luxあった照度

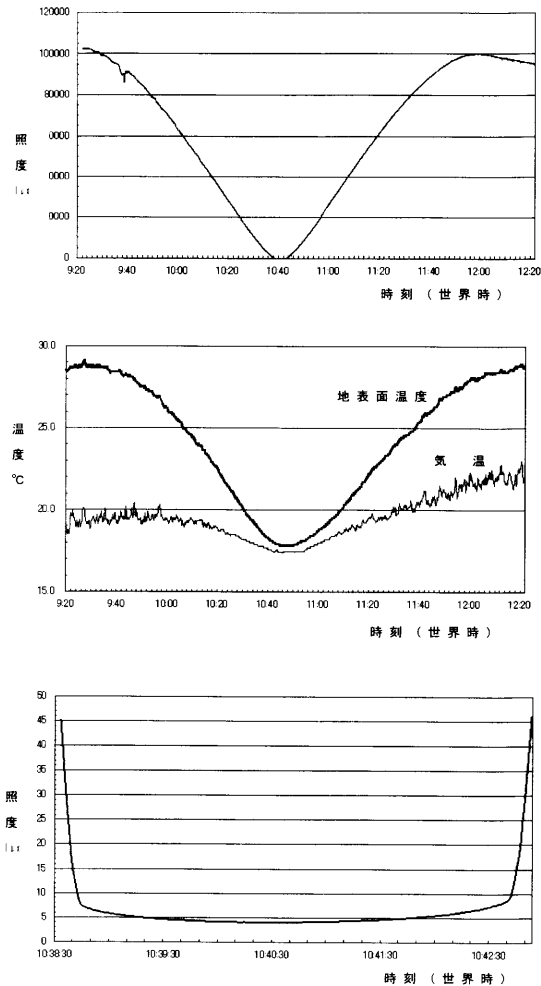


図4 皆既日食における照度と気温の変化。上は、照度、中は気温と地表面温度、下は皆既中の照度である。横軸はすべて世界時。

が皆既中には4 luxまで下がっており、その比は25,000倍にもなっている。今回用いたような汎用のデジタルカメラでは、RAWデータを活用すれば12ビット（約4,000段階）の階調を表現できるが、それでも不十分である。16ビットの階調を持つ天文観測用の冷却CCDカメラなどを使えば、露出固定のまま25000倍の変化をとらえることが可能になる。しかし、プロジェクタ側がそれだけの階調を表現できるかが今後の課題であろう。

以上の課題はすべて近い将来の技術革新で解決が可能であると考えており、本研究が日食の疑似体験の完全化に向けての大きな一歩であったことは間違いな

い。なお、さらなる完全化においてはエジプト日食で明らかになった気温や地表面温度の変化を遠隔地の室内の空調や床温度に反映させる必要があるが、本論文ではその実現可能性までは議論しないことにする。

6. まとめ

金環日食や皆既日食に対するとらえ方が、現地で実際に観測している人と、インターネットやTVなどの中継映像を見ている人とでは違うことから、現地の空すべてをインターネットで伝送し、プラネタリウムにリアルタイムに投影することで、日食を疑似体験する実験を行った。

2004年10月3日のマドリッド金環日食での実験では、視聴者は食が進むにつれて、空が暗くなることを全員が感じることができ、ほぼ全員が日食は観測地が月の影に入る現象であることを理解することができた。また、その理解にドーム中継が役立ったと回答している。さらに、2006年3月29日のエジプト皆既日食では、暗くなった空にコロナをまとった太陽像を投影することに成功し、ここにおいても全員が月の影を認識することができた。なかでも1名の回答者が自由記述欄に書いた「影のスポットライトを浴びたようでした」という感想は、太陽→月→地球の並びを無意識に宇宙の視点から感じ取った結果であろう。ドーム中継によって、視聴者は日食における影の存在を認識し、言い換えれば視点を宇宙へ移動したことになる。これは、天文教育にとって非常に重要な概念の取得である。

また、従来は本質的ではないとして顧みられることが少なかった日食時の周囲の情報なども合わせて提供することで、現象の本質に対する理解を手助けする可能性を示唆している。残念ながら、この可能性を明瞭に結論づけるにはデータは少ないが、他の分野の学習教材の開発においても同様の観点からの研究を行うことで、この示唆が正しいかどうかを判定できると考える。

視点移動の支援だけを考えれば、シミュレーション映像を利用したり、多地点からの中継を行い月の影が地球上を移動する様子を示すことも有効である。シミュレーションについては1997年のシベリア日食（半田ほか、1997）で、多地点中継については1999年のヨーロッパ日食（尾久土ほか、2001）ですでに実践が行われている。今後の日食中継では全天周ドームに対応したシミュレーション映像を用意したり、多地点

からの映像も提供し、全天周中継をより効果の高いものにした。

マドリッドからの中継を行うにあたり、Consulintel 研究所の Jordi Palet Martinez 氏に観測サイトとネットワーク環境を用意していただいた。投影場所になった学びの丘では、県教育委員会と県情報政策課の皆さんに多大なる協力をしていただいた。また、エジプトの観測地では、阪急交通社の森川清弘氏に現地の観測環境を準備していただいた。投影の際には、日食観測家の森友和氏、五藤光学研究所の小林弘美氏に、皆既までの待ち時間に日食についての解説をしていただいた。タイムドーム明石と中央区教育委員会の皆さんや五藤光学研究所の皆さんにも多くの支援をしていただいた。さらに、すべての中継において、LIVE! UNIVERSE の皆さんにお世話になった。ここに感謝の意を表したい。なお、本研究は、文部科学省科学研究費・基盤研究(C)・課題番号 16500549「日食のインターネット中継を使った新しい天文教材～宇宙の中の地球の再確認～」(平成 16～18 年度)の補助を受けて行ったことを付記する。

引用文献

Goldman, S. J. (1998): Return of the Darkened Sun. *Sky & Telescope*, 95(2), 57.
 半田利弘, 縣 秀彦, 一本 潔, 小原淳史, 伊藤哲也, 小

野明子, 亀谷和久, 小浪尊宏, 高幣俊之, 野本知理, 丸山義巨, 額谷宙彦, 二瓶伸弥, 奥野 光, 小林成稔, 滝口盛行, 榊水久恒, 皆川敏一, 宮坂 純, 尾久土正己, 森友和, 和田英一(1997): 科学技術館 UNIVERSE における日食中継イベント. 日本天文学会 1997 年秋季年会講演予稿集, Y02b.
 萩原文恵, 尾久土正己, 富田晃彦, 半田利弘, 中山雅哉 (2006): 金星太陽面通過のインターネット中継とその教材化. *地学教育*, 59(6), 201-212.
 尾久土正己, 板垣朝子, 高橋典嗣, 和田英一, 森友和, 相川成周, 安田 豊, 中山雅哉, 森下貴裕, 市川雄一, 大原弘美, 渡辺健次, 近藤弘樹 (2001): インターネットを使った大規模な日食中継システムの実現とその教育への応用. *教育システム情報学会誌*, 18(2), 219-231.
 尾久土正己, 藤垣元治, 矢治健太郎, 川橋 裕, 富田晃彦, 渡辺政隆 (2007): 皆既日食の生中継を利用したサイエンスカフェの実施とその効果. 和歌山大学国際教育研究センター年報, 3, 59-65.
 尾久土正己, 高橋典嗣 (2004): ライブ! ユニバースの日食中継とその教育実践. *天文月報*, 97(3), 135-140.
 小澤友彦, 矢動丸泰, 尾久土正己, 田口弘子, 市川伸一, 渡部潤一 (2003): 微速度撮影法による星野動画作成システムの開発. *国立天文台報*, 6(2), 67-78.
 高橋典嗣 (2005): ハイブリッド・金環皆既日食. *ASTEROID* (日本スペースガード協会機関紙), 14(2), 56-57.
 土田 理, 小林 学 (1986): 児童・生徒の天文分野に於ける視点移動能力の発達過程と関係する基礎的研究. *地学教育*, 39(5), 167-176.
 山本文治, 中村一彦, 尾久土正己 (2006): LE2005a の概要とマドリッドからの高速回線による高画質映像伝送. *情報処理学会研究報告*, 2006-QAI-18(3), 13-18.

尾久土正己・萩原文恵・小澤友彦・吉住千亜紀・富田晃彦・山田宏之・明井英太郎・石川雅一・山本文治・中山雅哉・半田利弘: プラネタリウムにおける日食の全天周生中継 *地学教育* 60 巻第 3 号, 99-107, 2007

〔キーワード〕 日食, プラネタリウム, インターネット

〔要旨〕 太陽像だけでなくさまざまな周辺情報を付加して中継することで、日食の疑似体験システムの構築を目指した。具体的には、観測地に置いた魚眼レンズで撮影した全天周映像をインターネットを通じて、遠隔地にあるプラネタリウムに伝送しドーム天井に投影した。その結果、ほとんどの視聴者が観測者と同じ感覚で日食現象をとらえることができた。さらなる疑似体験の完全化に向けて、日食中の気温や照度などの付加情報を取得し、今後の日食中継における課題を明らかにした。

Masami OKYUDO, Fumie OGIHARA, Tomohiko OZAWA, Chiaki YOSHIZUMI, Akihiko TOMITA, Hiroyuki YAMADA, Eitaro AKAI, Masakazu ISHIKAWA, Bunji YAMAMOTO, Masaya NAKAYAMA and Toshihiro HANDA: Real-Time and All-Sky Projection of a Solar Eclipse on the Planetarium Dome. *Educat. Earth Sci.*, 60(3), 99-107, 2007

報 告

平成 19 年度大学入試センター試験の問題に関する評価・意見

大学入試センター問題検討委員会

日本地学教育学会では、平成 19 年度大学入試センター試験における問題の出題方法・内容・程度等を、大学および高等学校地学担当教員等の意見・評価をもとに検討を行った。この検討には、本学会会員のほか、東京都地学教育研究会（会長；根岸 潔）や地学教育フォーラム（メーリングリスト）などの教育関係者の意見も参考にしている。以下はその意見・評価をまとめ、大学入試センターへ報告したものである。

地学 I 本試験

1 前文

大問の構成が定着して受験生には準備しやすい面があり、出題分野に偏りが無い点で評価される。しかし、最近の傾向として考察を必要とする問題が減少している。例年、地学に関して論理的思考力を必要とする良質な問題があったが、知識を問うだけの単純な問題も目立つようになった。宇宙や地球・環境の科学が現代に不可欠な教養として認識されるためにも、この科目の試験は基本的知識の理解と論理的思考能力を問うものであって欲しい。問題作成の観点からその素材選択や切り口に工夫は感じられるが、問われている内容は評価しにくいのがとても残念である。

2 試験問題の程度・設問数・配点・形式等

受験生にとって簡単に答えられる易しい問題と一見難しいと感じられる問題があるが、基本的な学習をしていれば確実に答えられるものであろう。問題の量は適当である。

第 1 問 A 地球の形状に関する設問である。

問 1 いわゆるエラトステネスの式を問う設問である。地学の最も基本の部分として教科書の記述どおりで、非常に易しい問題である。

問 2 地球楕円体の形を問う設問である。非常に易しい問題である。

問 3 地球の形に関わる遠心力と重力を問う問題である。自転による遠心力が各緯度における地軸からの距離に比例していることがわかっていれば非常に易しい。ただし、多くの教科書で扱われているもの指導要領上では詳しく扱わないこととしている内容である。

第 1 問 B 地球の内部構造に関する設問で、内核の存在を問う新しいものである。

問 4 教科書においてレーマンに関する記述は、ほとんどないか詳しくない。内核の S 波を示していない初期の速度構造図が載せられている教科書も多い。平行層の Pn 波（屈折波）の原理も理解しにくい高校生に対して、「上向きに屈折する」という表現で問うことは混乱させたと思われる。作成者のイメージどおりに高校生が考えられるものかどうかの検討を進めてほしい。

問 5 地球の内核に関する設問である。選択すべき②の文章は、明らかに誤った内容で、簡単に答えられるだろう。

問 6 地球の内部構造を問う設問である。境界面の深さは、2900 km と 5100 km であることを知っていれば正解できる。地球の内部構造は、中心部が密度の高い金属物質より成り、核は 2 層で外側が液体で、内側が固体であること等の理解が重要である。他の惑星との比較もなく、数値のみの問となっているのは疑問である。

第 2 問 A マグマの結晶分化に関する設問である。

問 1 鉱物の晶出順に関する設問である。どの教科書でも扱っており、非常に易しい。

問 2 火成岩の鉱物組織と自形・他形の理解に関する設問である。ただ、鉱物の形は単純化しすぎているようにも感じる。

第 2 問 B 変成岩における鉱物生成の状態図に関する設問である。

問 3 同質異像に関する設問である。結晶構造が違えば当然密度も変わることを理解しているかを問うものだが、多くの問題集にも出ているものでやや安易な作問である。

問 4 与えられた図を見れば簡単に正答できる。問は単に「最も適当なものを」とある。しかし、正答選択肢③の「温度と圧力がともに」ではなく、そのどちらかが上昇するだけでも良い。よって、「考えられる変化として適当なもの」というように丁寧に問うべきではないか。問 3 と同様、安易な作問である。

第 2 問 C 火山噴出物に関する設問で、パンと比較させる切り口は、学会でも「キッチン地球科学」セッションがあるように注目される。設問には、深みや発展性がなくて残念である。例えば、パン皮溶岩や溶岩の密度にも触れるなどが考えられる。

問 5 軽石として空隙が生成する仕組みを問うものだが、火山ガス成分がほとんど水蒸気であることを知っていればそれほど迷わず答えられる良問である。ただし、気体の「膨張」というより「発生」あるいは気化のイメージではないか。

問 6 火山噴火に関する易しい設問である。ただし、火山噴火の形態はそれほど単純ではない。どの噴火でも多量の軽石や火山灰を噴出することもあろう。「一般的に最も多量の」と表現すべきかもしれない。また、パンとの関連が薄い設問となったことも残念である。

第 3 問 A 地質断面図に関する設問である。このようなパネルダイアグラム（ブロックダイアグラム）は久しぶりに出題された。ただ、この図を使う問題は、問 2、問 3 だけでもっと、構造を問う問題があってもよかったという意見の反面、教科書にないわかりにくい素材という意見もある。

問 1 示準化石から、地質時代を簡単に想定できる。

問 2 パネルダイアグラムを読むだけでわかる。

問 3 花こう岩の貫入時期が、パネルダイアグラムから結晶質石灰岩の存在でわかる。花こう岩の貫入より先に堆積した岩石にはそのれきは含まれないという基本を理解しているかが試される良問である。

問 4 クロスラミナから水流方向がわかるが、多くの教科書ではこの根拠を記述していない。この設問文では方位判断を逆方向に間違えやすく、判断した水流方向も間違えると正答を選ぶことになる。写真の枠内に層理面の凹凸も見えて受験生を惑わしている。課題は多く含まれるが、観察実習を経験した者が有利になる素材として評価できる。

第 3 問 B 地球の歴史と生物の進化に関する設問である。この種の問題は、近年増える傾向にある。

問 5 グラフから生物の大量絶滅を問う設問である。中生代の始まりが 2 億 5 千万年前ということがわかっていたら、簡単に答えられる。それだけに暗記だけを求める設問になっている。S は急激な酸素濃度の低下による絶滅で近年話題となっているが、ここでは、おおよその記憶しかない者を混乱させるためだけのものである。

問 6 ペルム紀の大陸配置図に関する設問である。誤っている文②は、約 25 億年前の縞状鉄鉱層（酸化）のことであるが、古生代末の黄鉄鉱（還元）を含む黒色チャートの話を知っていると混乱するかもしれない。この設問文だけが「誤ったもの」でなく、「適当でないもの」とあるのは疑問である。

第 4 問 A 海洋の塩分に関する設問である。

問 1 塩分の組成に関する設問である。イオンの順は教科書によっては書いてない（塩類の組成として化合物の形ではのっている）。また、学習指導要領でもふれていない箇所である。イオンの出ている教科書で学んだ者には易しいが、公平感は欠くように思われる。

問 2 海面付近の塩分の分布に関する設問である。亜熱帯地域が高圧帯であることがわからなければ解けない良問である。リード文に解説されているので問題はないが、塩分濃度の単位はパーミルが一般的である。

第 4 問 B 天気図を素材に大気循環を問うものである。前線 A は温暖前線、前線 B は寒冷前線である

が、図が小さくて一点鎖線はわかりにくい。前線をこのように図示した意図が不明。また、この前線の向きから中心部では閉塞前線になっている方が自然ではないか。

問 3 前線付近の雲に関する設問である。そのため、寒気が暖気の下に潜り込む前線 A で積雲や積乱雲が発達しやすい。この種の問題も久しぶりであるが、教科書にも出ているので簡単に答えられるであろう。

問 4 コリオリの力が北半球では運動する方向（風向）に直角右側にはたらき、気圧傾度力は等圧線に直角にはたらくことがわかっていれば、容易に答えられる。

問 5 $m/s \rightarrow km/h$ に変換すれば簡単に答えが求められるが、設問文がわかりにくい上に計算が必要ということから難しかったかもしれない。加えて、地学というより算数の文章題と思われる内容である。

問 6 夏の地点 Z での風向に関する設問である。夏は変化が少なく南風が吹くことに気づいて図を選択することが要求されている。一般には④の正解でいいと思うが、年によって太平洋高気圧が北に大きく発達し、その中心も北に片寄るときもまれではない。そのため、「平年並みの夏であった。」と断りがあるものの、この設問はあまり適切とはいえない。

第 5 問 A 太陽のエネルギー源に関する設問である。

問 1 太陽のエネルギー源が核融合であることを問う基本問題である。太陽の寿命を約 100 億年と知らなくても、地球の年齢が 46 億年ということから判断できる易しい問題となっている。

問 2 恒星の一生がわかっていたら解けるだろうが、重力エネルギーが放射エネルギーになるイメージは理解しにくいものである。リード文でもう少し詳しい解説はできないだろうか。

第 5 問 B 宇宙の構造と進化に関する設問である。リード文中において、第 1 段落 4 行目、「…は増大してきた。そのために、若い星ほど重元素量が多いという傾向がある。」とある。続けて次の段落の文章を述べるのであれば、その関連の説明を要する。（解答にも関わらないだけに）2 つの段落は「宇宙の膨張」を述べているが視点の異なる別々の文章である。

問 3 問題の意図が不明で、単なる羅列の選択肢から知識だけで判断する設問である。

問 4 問 3 同様、意図が不明で、単なる羅列の選択肢から知識だけで判断する設問である。

問 5 相対速度から宇宙の膨張という現象を理解しているかが問われている。基本的に易しい。

問 6 ハッブルの法則から相対速度が観測点からの距離に対応することを理解していれば、単純な幾何で解ける。しかし、設問文に「ただし、1 億年の距離にある…」とあるので地学の理解がなくても解ける。地学 I では天球をほとんど扱わないので「60°離れた」という表現が理解できない者もいただろう。

地学 I 追試験

1 前文

本試験と同様の素材を同じ構成で作られている。切り口に工夫がみられた本試験と違い、単純でアイデアの乏しい作問が目立つ。本試験の問題候補の中から追試に回ったものと想像しても、評価できないものがある。「地学」という理科の科目が宇宙や地球・環境の科学が現代に不可欠な教養として認識されるためにも、追試験とはいえ、基本的知識の理解と論理的思考能力を問うものであって欲しい。

2 試験問題の程度・設問数・配点・形式等

単純な構成で基本的な問題が多いため、解答しやすく全体的に易しい。問題の量は適当である。配点については、基礎的な問を高くして基本的な学習の劣る者は低得点にするのか、理解の深い者は差をつけて高得点になるように設定するのかという意図によって評価が異なる。公平の観点から解答に時間のかかる設問ほど、高配点にする考え方もあろう。

第 1 問 A 太陽系に関する設問で、冥王星が話題になったことからよく押さえられている内容であったことだろう。

問 1 どちらも小さい惑星という意味の小惑星と微惑星との違いは定義に過ぎず、ここで科学的な違いが

問われているわけではないだろう。非常に易しいが安易な設問である。

問 2 単に知識として知っているかを問う易い問題である。

問 3 選択肢の文で科学的な解釈を述べている点で少し評価できるが、やはり単に知識として知っていればわかる単純で易い設問である。

第 1 問 B 地球の内部構造に関する設問で、地震波の走時図から問うものである。人工地震の観測から震央距離が 300 km の走時を得るという設定は、よほどノイズのない地域において高感度センサーを用いた実験ということになる。また、人工地震観測では走時の折れ曲がりという認識はしない。走時の交叉である。高校教科書の記述に合わせたのであろうが、問題のための問題としか思えない。

問 4 走時が折れ曲がる原理を理解しているかを問う意図であろうが、「和達-ベニオフ」ゾーンを選択肢に設定したのは安易に感じる。

問 5 P 波速度を知っている受験生は少ないのかもしれないが、図 1 を正確に読む必要がないのは評価できない。

問 6 選択肢の内容が走時図と関係あるのは①だけである。選択肢④は独学の生徒がよく陥る誤った理解と思われる。

第 2 問 A 非常に基礎的な堆積岩の知識に関する設問である。

問 1 「下線部 (a) に関連して、堆積岩の名前と…」という問の文はわかりにくい。生物岩と蒸発岩を区別して正しい組み合わせを選ぶという非常に単純な知識を問うものである。

問 2 一般的な順序として押さえるべきであるが、それらの現象が同時進行であるという複雑さを無視させる設問である。地学が複雑系の自然を総合的に探究する科学であることを意識して作問していただきたい。

第 2 問 B 鉱物の結晶構造と外形の関係を問う基本問題である。図もはっきりとわかりやすく評価できる素材である。

問 3 石墨と黒雲母の類似性を比較させる一方、ケイ酸塩鉱物の基本を問うものである。

問 4 切り口は評価できるが、誤っているものとして選ぶべき選択肢は「片理」という言葉の誤用を指摘するだけである。結局、単なる知識を問うだけになっていることが残念である。

第 2 問 C 火山噴出物や溶岩に関する単純な設問である。

問 5 「誤っているもの」として選ぶべき選択肢の文で「に限られる。」と断定(限定)しているのは正答の①だけである。作問の配慮が欠けている。

問 6 知識を問うだけの単純なものである。

第 3 問 A 地質図をよく読み取って解答する基本的な設問である。地質の読図は、受験だけのために短時間の学習をした者には理解しにくい分野である。空間概念の形成も重要な地学の内容である。奇をてらうのでなく、このような基本的なものの出題を期待したい。

問 1 P 点からの走向線を引きにくいところがあるが、走向の意味と海岸線が標高 0 m であることを理解していれば易しい基本的な問である。

問 2 読図して地質構造の概略を理解する力を問う基本問題である。

問 3 断層面の傾斜が大きいので読み取りにくい、その分全体の地質は単純になるわかりやすさがあるという点で適当である。

問 4 E 層の年代から炭素同位体を用いて年代測定をすること、放散虫化石は炭素を含まないケイ酸を主成分としていることを理解しているかを問う良問である。

第 3 問 B バージェス動物群化石を中心とした地球の歴史と生物の進化に関する設問である。最近の教科書で記述が増えてきた素材である。

問 5 バージェス動物群発見の意味を理解しているかを問う基本的なもので評価できる。

問 6 バージェス動物群の代表的な化石であるアノマロカリスを問うもので、興味や関心をもって学習した者に有利な良問となる。しかし、単に知識を問うものであるとも言える。

第 4 問 A 台風についてエネルギーを地震と比較したリード文で始まる設問である。しかし、この内容は問 1 だけに関わっており、問 2 は別のもものと見える。

問 1 面倒な計算問題である。降水量の意味、水 1000 cm^3 が 1 kg であること、潜熱の意味を理解しているかが問われる設問である。選択肢が単純なので計算せずに答えた者も多いだろう。

問 2 台風進路と観測点の位置関係から風向・風速を推察する設問である。風向・風速の天気図記号の知識もわからなければ解けない。総合的な考察を要する点で良問である。

第 4 問 B 身近な素材で観測をもとに考察させる作問の意図はとても評価できる。ただし、選択肢による解答形式では、答えを 1 つにすること、現実的なデータとかけ離れないように組み立てることなどに細心の注意を払わなければならない。その苦勞を察する問題である。その上で指摘すると、打ち水自体の温度と、打ち水してから温度測定までに水は乾いていたのかぬれたままなのかははっきりしない。「ぬれた部分」を測定したとあるのでぬれたままの測定とすると、表面の吸収率が大きく影響すると思うが問 4 の文にある仮定では無視している。

問 3 選択肢①と②の文で「関係がある」「無関係である」という表現は曖昧なので注意しなければならない。ここでは疑問が生じないが、どの程度関係がある(ない)というのかわからない場合もある。

問 4 選択肢①～④それぞれの実験結果で温度が高くなるか低くなるかの予想を問うものである。前提となる仮説にもとづく考察を期待している問だが、選択肢の文を読むだけで答えられる。ただし、良く読んで確認しなければならないので、「適当でないもの」より「適当なもの」を選択する方が正答しやすかったかもしれない。

第 4 問 C 海洋の鉛直構造や海流に関する設問で、物理的な原理で理解しているかが問われている。構造を示すような図は与えられていないので、知識も要求されるものとなっている。

問 5 鉛直構造の知識とその物理的な理解を問うもので文だけの単純なものだが、その内容は評価できる。

問 6 海水の地衡流の知識を問うものであるが、物理として理解していないと正答しにくいものであろう。加えて、教科書では地衡流についてのいいいな記述があっても、海流の場合はほとんど扱っていない。この点であまり適切な素材とはいえない。

第 5 問 A 宇宙の構造を追求する観測について科学史の視点から述べたリード文をもとに設問されている。

問 1 人物名を問う単なる知識題で、とても易しい。ハッブルは本試験の素材そのものである。

問 2 恒星の明るさに関する基本的な設問である。光度と等級を混同しないように注意を加えている点はいいいで良い。

問 3 年周視差の基本(パーセクの定義)を押さえれば解ける基本問題で、適当な計算問題である。

問 4 正答の①を選ぶことは、ドップラー効果による測定であることを理解していれば簡単だが、リード文に「科学技術の進歩により」とあるので教科書にない新技術が開発されているのかと思った者には難しい。また、「誤っているもの」でなく、「適当でないもの」とある違いはわからない。

第 5 問 B 天球上の天の川と銀河の構造を対比させたリード文による設問である。教科書で詳しく学習していれば難しい素材ではないが、空間概念の習得は不十分な者には難解なものである。また、天球座標も詳しく学習することにはなっていない上、特に銀河座標については教科書の図で脚注に触れられる程度である。

問 5 地球からの見え方と銀河の構造が結びつかないと難しい。知識だけでなく、思考力を問うという点で評価できる。

問 6 銀河系の中で太陽系の位置が理解できていれば易しい。しかし、選択肢に $+270^\circ$ 方向が設定されていれば難しくなるところであろう。それを回避したことは地学 I の学習内容から考えて適切である。

理科総合 B 本試験

1 前文

新課程における総合科目として 2 年目の出題である。観察や実験を取り扱った設問が見られ、探究的な能力を量ろうとする傾向が感じられる。しかし、生物分野と地学分野の総合的な力を評価するものではなく、寄せ集めのような構成である。今回はやや生物分野が多いようである。

2 試験問題の程度・設問数・配点・形式等

全体的な分量は適当なレベルであり、文章を良く読み、基本的な知識があれば正答できる。ただし、中学校段階で達するレベルもしくは主に中学校での学習内容を用いて考える設問も見られ、難易度は相当に易しい。平均点がそれほど高くはないのは、他科目の受験者層との違いが考えられないか。また、教科書中ではあまり取り扱っていない実験などが含まれている点は検討を要する。

設問文で他科目では「誤っているもの」とあるところをすべて「適当でないもの」に統一されている。前者の否定のない表現の方が良いのではないか。

第 1 問 A 河川流域の地質と河原に分布する礫との関係、岩石の調べ方などについて基本的な理解を問う問題である。河原のれきを調べるという共通性はあるものの、問 1～3 の関連性はあまりない。もう少し、科目の目標に沿った総合的な作問があるべきではないか。

問 1 地形図から尾根と谷を読み取り、流域の礫の分布から、地質境界線（各岩石の分布境界線）を判定するものである。これは、地学としてならば基本的な問題であるが、理科総合 B 教科書の本文中に地質境界線の記述はほとんどない。そのため、とまどった受験生もいた可能性がある。また、余白もあることから図 1 を大きくして見やすいものにすべきである。

問 2 岩石（石灰岩・花こう岩・安山岩）の種類を確認する調べ方についての基本的な設問で、とても易しい。

問 3 岩石（礫）の密度を測定する実験を扱い、密度の差と値を求める設問である。地学 I であれば一般的な実験であり、密度を求める方法を理解していれば解答できる。実験を扱うことは評価できるが、理科総合 B の教科書での扱いは一般的ではない。また、浮力の原理は中学でも学習しなくなっており、この問題が適当であるかは検討を要する。

第 1 問 B 細胞観察法に関する基礎的な問題である。生物の知識は全く必要としない。また、この程度の内容では、実際に観察経験がなくても易しいものと思われる。

問 4 基本的な顕微鏡操作の問であり、とても易しい。

問 5 スケールを求める基本的な計算を要する設問である。割り切れる除算で易しい。

問 6 図をみれば明らかな解答を求める設問である。細胞の大きさでなくても良いもので、作問の意図が希薄である。

第 2 問 A 地殻変動と生命の変遷に関してヒマラヤ山脈を素材にした問題である。いずれも基本的な内容である。

問 1 産出する有名な化石をもとに地層の堆積した地質時代を判定するもので、とても易しい。

問 2 ヒマラヤ（エベレスト周辺）の地質断面から、岩石・地層の向き方や露出に仕方を読み取る設問である。地質年代の知識と岩石の成因、地層累重の法則を理解していれば正答できる基本的な地学の設問である。図 2 は断面図であることがわかりやすいように、図中にエベレストや他の山頂を示しておくべきであろう。

問 3 大地形の形成・地殻変動とプレートとの関係を問う基本的な設問である。とても易しい。

問 4 生命と地球環境の変遷についての基本的な設問である。易しい。

第 2 問 B 遺伝に関する基本問題で、単純な作問となっている。

問 5 とても易しい。

- 問 6 とても易しい。ただし、「劣性の遺伝子をもつ」を「劣性が現れる」と読み違えたことで誤答する者もいだろう。
- 問 7 易しい。劣性が現れるように交配すればよいことに気づけばよい。しかし、選択肢②と④はあまりにもレベルの低い内容である。
- 第 3 問 A 日本の気候・気象についての設問である。
- 問 1 天気図上で、低気圧の移動距離から、移動速度を求めさせる設問である。移動速度に秒速を用いることは気象学的には一般的ではない。2 日の移動を見せて 1 日の移動距離を求めさせ、単位換算のためだけの計算を要求している。科学的な意図を見出せない作問である。
- 問 2 等圧線の間隔から、風の強さを判定する基本的な設問である。ただし、この天気図の比較結果を問うものであるが、設問文では冬と春の一般的な傾向と思わせる表現となっている。
- 問 3 シベリア高気圧圏内の気圧の変化のグラフを読み取るだけの設問である。科学的な意図を全く見出せない作問である。
- 第 3 問 B 森林生態系に関する設問である。
- 問 4 森林生態系の分類に関する基本的で単純な設問である。
- 問 5 表の意味がとれば易しい問題だが、表現がやや複雑である。
- 問 6a リード文中「この場合、昆虫は…」のこの場合とは前文全体のことである。イに入る語として生産者はおかしいが、前文後半の昆虫が餌となることを含むと消費者とは選びにくくなる。少なくともクモや鳥などの消費者ではない。
- 問 6b 基礎的な事項を問う非常に易しい設問である。
- 第 4 問 A 米のとき汁を用いた生活排水の自然浄化作用を考察する実験を素材にしている。
- 問 1 問題文を読むことができれば、非常に易しい。
- 問 2 対比実験の基本が理解できれば、非常に易しい。
- 第 4 問 B 指標生物を用いた水質調査について問う設問である。
- 問 3 指標生物が河床のれきの下に棲息していることを知っていれば易しい。
- 問 4 階級の判定をする問だが、迷うことなく正答することができる。
- 問 5 誤答の選択肢があまりにも低レベルである。
- 第 4 問 C 湖の環境についてその年変化を素材にした設問である。
- 問 6 3 つのグラフを比較させる点は良い方向だが、見たままで解答できる作問は安易である。
- 問 7 基本的な内容であるが、問 6 と関連するわけでもなく、安易な作問である。第 4 問の中では最も適当なレベルである。

理科総合 B 追試験

1 前文

本試験より増して観察や実験を想定した工夫が見られる。知識だけではなく、科学的な思考能力を求める問題も含まれており、2 年目の工夫が感じられる。ただし、設問内容や表現に一層の検討を必要としている。総合的な理科としてもおよそ評価でき、生物的分野と地学的な分野のバランスも許容範囲になっている。易しすぎる本試験問題より難易度は適当なものになっている。

2 試験問題の程度・設問数・配点・形式等

基本的な設問が多く、設問の内容を理解できれば比較的易しい。本試験問題同様に中学校レベルもしくは主に中学校での学習内容を用いて考える設問も一部見られる。設問の数は適当である。

第 1 問 A 土壌の粒径分析を設定した設問である。

問 1 実験操作の基本事項を理解しているかを問うものである。経験がないと少し考えるかもしれないが

易しい。

問 2 ふるいの目の細かさと土の粒径の関係について、グラフの読み取りを問う設問である。実験を行った経験が無くても推定できると思われるが、設問 1 を正答できていることが前提となる。前問との関連性を持たせることは、この場合は良いと思われる。

問 3 顕微鏡の操作を問う基本的な設問である。ただし、設問文をしっかりと読まないで 100 倍から 400 倍でなく、200 倍に変えることなのかと誤る者もいただろう。

第 1 問 B 植物群落内の明るさについて高さに対する環境の変化を扱った設問で評価できる素材である。

問 4 測定の意味を理解していれば正答できる基本的な設問である。

問 5 データを示したグラフの表現を理解していれば正答できる基本的な設問である。

問 6 グラフの示す明るさ分布から葉の分布をイメージできるかが問われている設問で、評価できるものである。

第 2 問 A 地球環境と生命の変遷を扱った設問である。

問 1 生命が陸上に進出するのに重要なオゾン層の形成について問う基礎的な設問である。易しい。

問 2 動物の陸上進出、特に乾燥に対する適応についての基本的な設問である。ただ、じょうぶな四肢をもっている両性類ならば、乾燥しそうなときにはすばやく水辺へ移動できるとも考えられ、直接的な仕組みではないものの「適当でないもの」とも言い切れない点で不適切ではないか。また、「適当でないもの」を「誤っているもの」という表現に統一すべきだと思う。

問 3 始祖鳥の特徴についての基本的な設問である。現生の鳥の特徴が理解されていれば正答できる良問である。

問 4 示準化石についての基本的な設問である。始祖鳥からの連想であろうが、あえて恐竜を取り上げる必要性は感じられない。

第 2 問 B 血液型に関する遺伝の基礎的な設問である。本試験の第 2 問 B とほとんど似た切り口である。

問 5 設問文の意味が取れば基本的で易しい。

問 6 基本的で易しい。

問 7 「出生時」が母体から出るときであることに気づけば易しい。

第 3 問 A ハワイ諸島から天皇海山列を扱った設問である。太平洋プレートの移動の証拠としてよく扱われる内容で適当である。

問 1 火山島・海山の形成年代と基準点から距離との関係から、プレートの移動について読み取る基本的な設問である。この学習では、ハワイ諸島と天皇海山列は別にグラフを書き、別々にプレートの移動速度を求めて実習することが多い。この 2 群に分けたグラフでは微妙に速度が異なるようにも見えるので、正答の①を選択しにくい者もいただろう。実習していたことが不利につながらないように作問を期待する。

問 2 グラフの読み取りに基づいて、1 年間あたりの移動距離を計算する基礎的な設問である。実習経験者やプレートの一般的な移動速度を知っている者は選択肢の②と③のどちらかを確認めれば良い。

問 3 地図上の火山島・海山の配列から、移動の向きの変化を読み取り、移動経路を推定する探究的な力を必要とする良問である。

問 4 プレートテクトニクスによる日本列島の地質の特徴を考えさせる設問である。付加体について堆積岩や示相化石などが関連付けられ、総合的な理解をすることを求められている良問である。

第 3 問 B 生態系の遷移についての設問である。

問 5 一般的な土壌形成の理解を問う基本的な設問である。

問 6 植物群落の遷移を問う基本的な設問である。植物名がわからなくても遷移のイメージを描ければ、群落内の明るさの変化から容易に答えられる。「火山噴出年代の古い順から」という点を強調してないので、逆の選択肢②を選ぶ誤答が多くなかったかと察する。

問 7 設問文前半の内容が生態系のピラミッド構造のことであると理解できるかが問われる設問である。また、エネルギー的な説明もイメージがしにくい者もいたのではないかと、難解ではないものの、説明文に

多少の工夫を期待したい。

第 4 問 A 熱帯多雨林やその他森林と人間活動の関係を扱った設問である。

問 1 熱帯雨林の役割についての基礎的な設問である。易しい。

問 2 熱帯雨林と太陽高度年変化グラフとの関係を読み取る設問である。地理や天文の理解が必要でやや難しい。主に中学校で学習する内容だが、理解しにくいところと思われる。「熱帯多雨林が分布する地域」というのは範囲が広く、その曖昧さが考えにくくしている。さらに、設問文で「適当なものを」と単に指示するのは、正答の 2 つしかあり得ないような誘導となる。「その地域の中に次のような年変化を示すところがあるか。」というような問題文にすべきであろう。また、「太陽の最高高度」は、「南中高度」も併記した方がよい。

第 4 問 B 森林と焼畑農業・伐採の影響による森林面積の変化を素材にした設問である。

問 3 森林と土壌の関係を問う基本的な設問である。

問 4 森林の減少の状況について、グラフから読み取る基本的な設問である。

問 5 森林破壊が大気中の二酸化炭素を増加させる仕組みを物質循環から問うものである。内容は評価できるものの易しい穴埋め問題となっている。

問 6 森林の冷却効果の仕組みを問う正誤問題である。易しい。

(報告担当 南島正重)

~~~~~  
お 知 ら せ  
~~~~~

第 51 回粘土科学討論会

主 催: 日本粘土学会

共 催: 資源・素材学会, 資源地質学会, ゼオライト学会, 地盤工学会, 日本化学会, 日本火山学会, 日本岩石
鉱物鉱床学会, 日本鉱物学会, 日本セラミックス協会, 日本セラミックス協会原料部会, 日本第四紀学
会, 日本地学教育学会, 日本地球化学会, 日本地質学会, 日本土壤肥料学会, 日本熱測定学会, 日本ペ
ドロロジー学会, 農業土木学会 (予定, 50 音順)

会 期: 2007 年 9 月 12 日 (水)~14 日 (金)

会 場: 北海道大学学術交流会館

〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目, TEL. 011-706-2141 (会館事務室)

日 程:

9 月 12 日 (水) 口頭発表/特別講演/シンポジウム/懇親会

9 月 13 日 (木) 口頭発表/ポスター展示/ポスター討論/口頭発表

9 月 14 日 (金) 見学会

問い合わせ, 講演・懇親会申込先, 講演要旨送付先:

〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目

北海道大学大学院工学研究科 環境循環システム専攻地圏循環工学講座内

第 51 回粘土科学討論会実行委員会 米田哲朗

TEL&FAX: 011-706-6305

電子メールアドレス: ami@eng.hokudai.ac.jp

学会記事

第6回 常務委員会議事録

日時：平成19年4月4日(水) 午後6時10分
～午後8時00分

場所：日本教育研究連合会 小会議室

出席者：馬場勝良・相場博明・松川正樹・米澤正弘・岡本弥彦・五島政一・濱田浩美・高橋修

議題：

1. 前回議事録の承認
前回(第5回常務委員会)議事録の承認がなされた。
2. 役員選挙結果について
日本地学教育学会役員選挙の結果、評議員(任期平成19年度～平成21年度)：岡本 研(北海道東北地区)・相原延光(関東地区)・円城寺守(関東地区)・濱田浩美(関東地区)・熊野善介(中部地区)・戸倉則正(近畿地区)・林 武広(中国四国地区)・八田明夫(九州沖縄地区)、監事(任期平成19年度～平成20年度)：小川忠彦、それぞれが選出されたことが選挙管理委員会から報告され、承認された。
3. 平成19年度以降の大会について
島根大会の進捗状況が報告され、次号の「地学教育」に参加申し込み書と2次案内が掲載される。また、平成20年度東京大会の実行委員会立ち上げが報告された(実行委員長は松川委員)。
4. 平成18年度事業報告(案)および会計報告(案)について
平成18年度事業報告(案)および会計報告(案)について、庶務および会計から報告があり、それぞれ原案が承認された。
5. 平成19年度事業計画(案)および会計予算(案)について
平成19年度事業計画(案)および会計予算(案)について、庶務および会計から報告があり、それぞれ原案が承認された。
6. 総会について
平成19年度総会を、平成19年4月21日(土)午後1時から、東京学芸大学二十周年記念会館で開催することが決定した。また、平成19年度第1

回評議員会は同日10時30分から、フォーラムを14時から開催することが決定した。本年度フォーラムは「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)における地学教育」として、黒田直和会員(埼玉県立浦和第一女子高等学校)による「埼玉県立浦和第一女子高校におけるSSHを含めた地学教育について」および小泉治彦会員(千葉県立柏高等学校)による「県立柏高校のSSHと地学教育」の2件の講演が予定されている。

7. 入会者・退会者について

今回は入会者1名、退会者17名が承認された(平成19年3月現在：名誉会員6名、正会員588名、学生会員17名、在外会員8名)。

入会者：本田 裕(三重)

退会者：赤木三郎・安藤善之・石井良治・遠藤豊・大谷 靖・加藤禎男・肥塚真知子・造賀寿則・高山英雄・千葉 努・飛田真二・饒村 曜・藤田正勝・村井貞允・山中 博・安武由充・大塚雄一

報告：

1. 各種常置委員会から
 - 1) 編集委員会(相場委員)から、60-2号の編集状況について報告があった。
 - 2) 第2回国際地学オリンピック(小)委員会において、地学オリンピックへの参加の可能性について検討していることの報告が五島委員からあった。
 - 3) 第83回教科「理科」関連学会協議会の報告が馬場副会長からあり、科学教育学会(北大、8月19日)での指定討論者選出について推薦の依頼があったことが報告された。
2. 寄贈交換図書
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629号
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630号
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631号
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632号

日本理科教育学会(2007): 理科の教育 3, 通巻 656号, 2007/Vol. 56.

日本理科教育学会(2007): 理科の教育 4, 通巻 657号, 2007/Vol. 56.

東京地学協会(2006): 地学雑誌, No. 5, 2006 Vol. 115.

日本地理教育学会(2006): 新地理, 第 54 巻, 第 3 号, 2006 年 12 月号

熊本地学会(2007): 熊本地学会誌, 144

平成 19 年度 第 1 回評議員会議事録

日 時: 平成 19 年 4 月 21 日(土) 10 時 30 分~12 時

場 所: 東京学芸大学 二十周年記念館

出席者: 下野 洋・馬場勝良・林 武広・山本和彦・八田明夫・秦 明德・渋谷 紘・濱田浩美・熊野善介・米澤正弘・五島政一・岡本弥彦・青野宏美・高橋 修・小川忠彦

本評議員会は, 出席者 10 名・委任状 11 名で計 22 名となり, 現評議員の過半数を超えているため, 成立することが確認された。

議 題:

1. 本年度役員の承認および常務委員の選出

日本地学教育学会役員選挙の結果, 評議員(任期平成 19 年度~平成 21 年度)岡本 研(北海道東北地区)・相原延光(関東地区)・円城寺守(関東地区)・濱田浩美(関東地区)・熊野善介(中部地区)・戸倉則正(近畿地区)・秦 明德(中国四国地区)・宮脇亮介(九州沖縄地区), 監事(任期平成 19 年度~平成 19 年度)小川忠彦, それぞれが選出されたことが選挙管理委員会から報告され, 会長推薦の評議員とともに承認された。

2. 平成 18 年度事業報告(案)および会計報告(案)について

平成 18 年度事業報告(案)および会計報告(案)について, 庶務および会計から報告があり, それぞれ承認された。

3. 平成 19 年度事業計画(案)および会計予算(案)について

平成 19 年度事業計画(案)および会計予算(案)について, 庶務および会計から報告があり, それぞれ承認された。

4. その他

1) 平成 19 年度第 61 回日本地学教育学会島根大

会について大会委員長の秦副会長から説明があった。

報 告:

1. 各地の情報交換

執行部に対して, 以下のような意見が出された。
・会員数を増やす努力をするべきである。
・学会ホームページの充実を図るべきである。

2. その他

- 1) 熊野委員から, 地球惑星科学連合における国際地学オリンピック(小)委員会の報告と地学オリンピック参加への進捗状況について報告があった。

平成 19 年度 日本地学教育学会総会議事録

日 時: 平成 19 年 4 月 21 日(土) 午後 1 時~2 時

場 所: 東京学芸大学 二十周年記念会館

議 題:

1. 開会のあいさつ

下野会長より, 新年度にあたっての挨拶があった。

2. 会員(正会員・学生会員・名誉会員)数 588 名うち, 出席者 20 名, 委任状 131 通の確認がなされ, 本会の規約に基づき総会は成立が宣言された。

3. 議長選出

青野宏美会員を議長として選出した。

4. 報告事項

1) 平成 18 年度事業報告

庶務から平成 18 年度の以下の諸活動の報告があった。

①常務委員会

第 1 回 平成 18 年 5 月 10 日(水) 慶應幼稚舎

第 2 回 平成 18 年 7 月 5 日(水) 慶應幼稚舎

第 3 回 平成 18 年 10 月 4 日(水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 4 回 平成 18 年 12 月 13 日(水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 5 回 平成 19 年 1 月 31 日(水)

日本教育研究連合会 小会議室

第 6 回 平成 19 年 4 月 4 日(水)

日本教育研究連合会 小会議室

②総会

平成 18 年 4 月 22 日(土) 午後 1 時~2 時
東京学芸大学二十周年記念会館で開催。

③評議員会

第1回 定例評議員会

平成18年4月22日(土) 東京学芸大学

第2回 定例評議員会

平成18年8月18日(金) 静岡大学

④日本地学教育学会第60回全国大会(静岡大会)

平成18年8月18日(金)~21日(月) 静岡大学
で開催した。大会テーマ: 地学教育の再構築—身近な生活の中
から地学リテラシーを育成する—記念講演: エミー・シューベルト博士(エッジ
ウッド大学科学教育センター長)「Earth Science
Education in the United States: Good News,
Bad News and more Good News (アメリカにお
ける地学教育)」, ジュニアセッション, 特別セッ
ション: 高橋豊(富士常葉大学教授)「蛍光 X 線分
析による凡方遺跡・東三洞貝塚出土黒曜石の産地
推定」, 分科会, 巡検。

⑤会誌の発行

「地学教育」第59巻第3号(通巻第302号)から
第60巻第2号(通巻第307号)までを刊行した。⑥日本地学教育学会 学会賞・優秀論文賞・教育実
践優秀賞の授与

学会賞および優秀論文賞は該当者なし。

教育実践優秀賞: 五島正光会員ほか「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」地学教育 58-1, p. 1-12. 五島会員には賞状
とメダルを贈呈した。

⑦フォーラム

平成18年4月22日(土) 午後2時~3時

東京学芸大学二十周年記念会館で開催。

テーマ: 博物館と授業支援, 講演: 田口聡史氏(埼
玉県立自然の博物館)・藤原正行氏(埼玉県飯能
市立加治中学校)

⑧日本教育研究連合会教育研究賞表彰

藤田郁男会員(北海道)を推薦した。

⑨大学入試センター試験問題評価検討会

平成19年度大学入試センター試験問題を検討
し, 評価をとりまとめた。

2) 平成18年度決算報告

会計から平成18年度の会計報告が, つづいて監
査から会計監査報告があった。

3) 平成19年度役員選挙結果

選挙管理委員会から, 評議員(任期平成19年度
~平成21年度), 監事(任期平成19年度~平成20

年度)を以下のように選出, その結果が報告された。

評議員 岡本 研	北海道東北地区
相原延光	関東地区
円城寺守	関東地区
濱田浩美	関東地区
熊野善介	中部地区
戸倉則正	近畿地区
林 武広	中国四国地区
八田明夫	九州沖縄地区

監 事 小川忠彦

4) その他

①秦副会長・島根大会実行委員長から, 本年度の
日本地学教育学会第61回全国大会(島根大会)
について進捗状況と現地の紹介があった。②熊野前副会長から, 静岡大会終了の報告およ
び, 地球惑星科学連合における国際地学オリ
ンピック(小)委員会の報告と日本代表の地学オ
リンピック参加への進捗状況について説明が
あった。

5. 審議事項

1) 平成19年度事業計画審議

庶務から平成19年度の事業計画案(以下)が出さ
れ, それについて審議し承認された。

①常務委員会

年間6回開催の予定。

②総会

平成19年4月21日(土) 午後1時~2時
東京学芸大学二十周年記念会館で開催。

③評議員会

平成19年4月21日(土) 午前10時30分より東
京学芸大学二十周年記念会館, および, 平成19
年8月17日(金) 16時から島根大学で開催予定。

④日本地学教育学会第61回全国大会

平成19年8月17日(金)~20日(月) 島根大学
で開催予定。大会テーマ: 次代を拓く子どもたちの地学教育の
あり方を考える—自然体験と表現活動を通して—
シンポジウム「新指導要領と地学教育の展望(仮
題)」, 記念講演会「汽水域の自然と地学教育(島
根大学 高安克巳副学長)」, 分科会, 懇親会, 巡
検。

⑤会誌の発行

地学教育 第60巻第3号(通巻第308号)から
第61巻第2号(通巻第313号)までを刊行予定。

- ⑥日本地学教育学会学会賞・優秀論文賞・教育実践優秀賞の授与選考委員会を設置し、選考を行う予定。
- ⑦日本教育研究連合会表彰者
推薦依頼があれば、選考の上推薦する予定。
- ⑧フォーラム
平成 19 年 4 月 21 日(土) 午後 2 時
東京学芸大学二十周年記念会館で開催予定。
テーマ：スーパーサイエンスハイスクール (SSH)
における地学教育
講演：黒田直和会員
(埼玉県立浦和第一女子高等学校)
「埼玉県立浦和第一女子高校における SSH を含めた地学教育について」
小泉治彦会員 (千葉県立柏高等学校)
- 「県立柏高校の SSH と地学教育」
- ⑨大学入試センター試験問題評価検討会
平成 20 年度大学入試センター試験問題を検討し、評価をとりまとめる予定。
- ⑩関連学会における連携
- ・地学オリンピックへの対応。
 - ・地球惑星科学関連学会合同大会に協賛予定。
 - ・同地学教育委員会参加予定。
 - ・教科「理科」関連学会協議会参加予定。
- ⑪その他
- ・「東京周辺の露頭 100 選(仮題)」を本学会編集で刊行予定。
- 2) 平成 19 年度予算(案) 審議
会計から平成 19 年度の予算案(以下)の提示があり、質疑のあと承認された。

平成 18 年度会計決算 (収入)

収入の部		日本地学教育学会		
科 目	当初予算額 (円)	補正予算額 (円)	決算額 (円)	備 考
会 費	3,810,000		3,343,275	
個人会費	3,810,000		3,343,275	前受会費 ¥9,000
補助金	0		0	
雑収入	835,010		1,426,086	
前年返会費	400,000		1,105,800	2005 年度 ¥687,725 2004 年度 ¥223,075 2003 年度 ¥111,425 2002 年度以前 ¥ 83,575
購読会員	300,000		288,400	
広告料	100,000		0	静岡大会事務局へ
抄録料	5,000		9,240	
著作権料	30,000		22,419	
別刷料			0	
利 息	10		227	
繰越金	222,630		222,630	
合 計	4,867,640		4,991,991	

平成 18 年度会計決算 (支出)

支出の部		日本地学教育学会		
科 目	当初予算額 (円)	補正予算額 (円)	決算額 (円)	備 考
大会費	810,000		500,420	
本部分担金	800,000		500,420	
消耗品	10,000		0	
成果刊行費	2,985,000		2,460,983	
印刷製本費	2,565,000		2,131,815	218 ページ
通信運搬費	420,000		329,168	
運営費	1,222,686		1,624,762	
アルバイト	240,000		240,000	
事務委託費	584,850		613,456	
会議費	12,000		13,533	
交通費	0		0	
分担金	50,000		55,570	
印刷費	40,000		82,370	
封筒印刷費	30,000		166,263	雑誌、請求書封筒
通信運搬費	50,000		49,610	
消耗品費	40,000		111,584	
活動費	20,000		0	
旅費	20,000		20,000	
編集委員会経費	80,000		85,102	
庶務委員会経費	50,000		77,347	
選挙印刷送料	0		108,667	
予備費	5,836		1,260	
合 計	5,017,686		4,586,165	
次年度繰越金	0		405,826	
合 計	5,017,686		4,991,991	

平成 19 年度会計収支予算書

日本地学教育学会

収入の部

科 目	当初予算額 (円)	積 算 内 訳
会費	3,654,000	(580×7000)×0.9
雑収入	705,100	前年度までの会費 400,000 購読会員 280,000 抄録料 5,000 著作権 20,000 利息 100
繰越金	405,826	
合計	4,764,926	

支出の部

科 目	当初予算額 (円)	積 算 内 訳
大会費	650,000	島根大会
本部分担金	650,000	
成果刊行費	2,985,000	
印刷製本費	2,565,000	@9,500×45 ページ×6 号
運搬通信費	420,000	@70,000×6 号
運営費	1,129,926	
アルバイト	120,000	@10,000×12 月
事務委託費	600,000	国際文献印刷社
会議費	12,000	@2,000×6 回
分担金	40,000	@10,000 日理教協会 @30,000 日教連
印刷費	20,000	
封筒印刷費	40,000	
運搬通信費	50,000	
消耗品費	50,000	
活動費	10,000	
編集委員会費	80,000	
庶務委員会経費	80,000	
予備費	27,926	
合計	4,764,926	

編集委員会より

3号の発行が大幅に遅れましたことをお詫び致します。最近、投稿件数は維持されていますが、査読をクリヤ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えます。出版への早道は、「急がば回れ」かもしれません。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 60 卷 第 3 号

平成 19 年 5 月 20 日印刷

平成 19 年 5 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. 60, NO. 3

MAY, 2007

CONTENTS

Original Article

- An Outlook on Earth Science Education in Japan in the 21st Century: Through a Review of the Contents in the Course of Study for Elementary School
.....Keiichi HAYASHI...75~ 88

Practical Articles

- A Trial of the Instruction of First-Stage Observation Abilities Utilizing the "Comparing Stones" Special Unit in 3rd Grade Elementary School Science Class
.....Takahiro KATO and Kazuhiko HIKIMA...89~ 98
- Real-Time and All-Sky Projection of a Solar Eclipse on the Planetarium Dome
.....Masami OKYUDO, Fumie OGIHARA, Tomohiko OZAWA,
Chiaki YOSHIKAZUMI, Akihiko TOMITA, Hiroyuki YAMADA,
Eitaro AKAI, Masakazu ISHIKAWA, Bunji YAMAMOTO,
Masaya NAKAYAMA and Toshihiro HANDA...99~107

Announcements (118)

Proceeding of the Society (119~124)

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