

# 地学教育

第51巻 第5号(通巻 第256号)

1998年9月

---

## 目 次

### 原著論文

- 気団学習における一考察 .....日下 哉...(179~186)  
小学校におけるランドサット衛星画像を用いた身近な緑地環境の学習  
.....榊原保志・林 円...(187~200)

### 資 料

- いま、地学教育に求められるもの  
—体験学習・野外学習の必要性— .....下野 洋...(201~212)

本の紹介(213, 214) 学会記事(215~222) お知らせ(223~234)  
会誌「地学教育」編集についての細則, 投稿規定, 原稿の書き方(231~234)

---

日本地学教育学会

263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学教育学部地学教室内

## 学会本部の移動及び会費の値上げについてお願いと説明

日本地学教育学会会長

梶原 雄太郎

さる7月31日の盛岡大会では、年度の途中ではありましたが、学会本部の移動と会費の値上げという緊急にご理解頂かなければならない重要なことが生じたので、臨時総会の開催をお願いいたしました。貴重な時間を割いてご検討いただきましたことを御礼申し上げます。また、7月30日の評議員会、5月12日の臨時評議員会及び常務委員会でも、この件に関しましてご審議をいただきましたことを併せて御礼申し上げます。これらのことにつきましては、臨時総会のときに一応の説明を行いました。学会誌上でここにもう一度述べさせていただきます。皆様のご理解とご協力を御願いたします。

### I. 事務局の移動について

元会長の平山勝美先生は、本会の改革と発展のため、また本部で運営に当たられる方々の事務負担の軽減などのため、他学会でも行っているような学会本部や事務の諸機能の移転などについて諮問されました。これを受けて「地学教育の将来を考える会」委員会が約30名で発足し、平成4年1月15日に委員長松川正樹会員により提言がなされました。その結論は、本部は諸観点より「東京近くの方が、便利で都合がよい。しかし、事務の内容を分割すれば、他所でも分担できるものもある」ということでした。その次の会長の岡村三郎先生も、その提言に基づき実施に移されるよう努力されましたが、その頃は教育系大学の改組が始まり、関東近辺の大学は先の見通しが暗い時期でもありましたので、具体的な行動を始めることはできない状況でした。現在でも、ご承知のように子供の数の減少の影響で、教育系の大学は先の見通しについては明るくないのが実状であります。

しかし、提言から5年以上が経過しておりましたので、近隣の千葉大学教育学部地学教室山崎良雄教授と濱田浩美助教授に本部の移転をお願いしましたところ、何とかお引き受けをいただけることのでしたので、まずお願いすることに致しました。千葉大学は、山崎先生と濱田先生のたった2名のスタッフで本部事務局を構成することになりますが、東京学芸大学の高橋修先生には引き続き事務を御願いし、本部の移転によって学会活動が滞ることのないように配慮いたしました。また、事務の効率化と簡素化を図っていくためのいろいろな試みも行っており、例えば委員会の連絡にEメールを用いるなどのコンピュータ化により、経費の節減と迅速化を図っております。

このようなことは、日本地学教育学会が始まって以来初めてのことで、東京学芸大学地学教室は学会の本部を昭和34年から40年間の長きにわたり支えてこられました。関係されました諸先生に会員一同とともに衷心より感謝いたします。また、近い将来には再び、必ずや事務局を持っていただけるものと信じております。

私は、常時東京にはおりませんので、在京の方や役員の方及び事務局の方に多大なご負担をおかけしますこと、誠に心苦しく思っております。このような体制をとるのも本学会創立以来の初めてのことで、会員各位のお力添えにより、学会の活性化が少しでも進み、地学教育に貢献できれば望外の喜びであります。

### II 会費の値上げについて

さる4月18日に行われました。平成10年度総会で平成9年度決算及び平成10年度予算案の審議があり、平成10年度は本学会が日本教育研究連合会を通して配分を受けていた文部省からの補助金が50万円になるということが報告されました。これは本学会だけではなく、補助金の総額が減少になるということで、何処の学会も今までのおおよそ半額になるということです。本学会の経費は、会員の会費と補助金とで賄われております。これまで、毎年100万円から150万円の補助金の配分を受けてまいりました。そして、補助金は主として機関誌「地学教育」の発行にあててまいりました。これだけの補助金が受けられたのは、毎年開催されております総会、年会、それに機関誌「地学教育」を年6回発行しているという学会活動の実績が認められていたからであります。

「地学教育」は教育・研究の学術雑誌として、日本学術会議にも登録されております。

現在の会費は、平成5年度の値上げから現在の5,000円になりました。この現在の会費をそのまま継続していくと、学会の諸活動の規模を相当縮小しなければなりません。そして、その結果として高等学校における科目「地学」や小中学校における「地学分野」の縮小ということになりましたら、本学会の存在の意味はますます薄いものとなり、それがさらに地学の縮小にはね返って、地学衰退への悪循環を繰り返すことは容易に想像できます。本学会は創立以来、高等学校における科目「地学」や小中学校における「地学分野」の支えになっています。本学会の活動が沈滞すれば学校における地学分野は弱体化し、それに関連して科目や分野としての存続も危くなることは明らかです。自然の認識や環境保全などの教育が要望されている現在、地学はなくてはならない分野であることは皆様ご存知の通りです。最近では学会誌「地学教育」への投稿論文の数も増えており、十分に印刷できないくらいであるというのが現状です。また、学習指導要領の改訂作業も進められているこのような時期に、科目や分野を支える学会の活動が特に重要であることはいうまでもありません。

昨今の日本の経済状況では、補助金の減額は本年度だけでなくこれからも続くとのことです。その減額は会費によって補うより他の方法はないのではないかと思います。これからは、学会員の増加になるような新たな方法も考え、早急に実施しなければならぬと考えておりますが、減額の50万円は現在の会費からしますと、100名分に相当いたします。今すぐに100名の会員増加は望めないことで、学会のこれからの活動を支えて行くには会費の値上げに頼るより他はないものと考え、あえてお願いする次第です。

盛岡大会の実行委員長井上雅夫先生は「全国大会開催にあたって」の中で、「岩手県地学教育研究会は、(中略)地学が面白いから同好の士が参集して会が続いた」と述べておられます。日本地学教育学会も同じように、面白い、楽しい学会でありたいと願っております。会費を値上げすれば、残念ながら退会者が出てくることも予想されますが、その対応策として、学会に入って良かったというメリットを具体的に味わっていただけるようなものを提供する努力をしていきたいと思っております。その第一としては、機関誌「地学教育」の充実を挙げなければなりません。最近、編集委員会の努力により、内容の充実した論文が増えてまいりましたが、これとは別に教育実践例を増やして、小・中・高校の先生方にとって投稿しやすいものにしていきたいと考えております。また、学生会員を新設することで、学生が入りやすくして会員数の増加を図りたいと思っております。さらには、各地区の評議員をお願いして、地方の地学教育の活動の情報を報告していただく中で、熱心な地学教育研究者について、入会の推薦をいただくような窓口を設けるようなことも、関係の常置委員会及び編集委員会で実践していただくように考えております。また、毎年の大会でご発表していただいたものは、「地学教育」に論文として発表していただきたいのですが、口頭発表だけのものについても、論文を対象とする学術奨励賞とは別に、大会開催地の委員を主体として何らかの賞を与えることもよいと思っております。このような方向で、開催地の創意工夫を行う枠を設けて、大会をより盛り上げるような、アトラクションのような性格かも知れませんが、楽しみのあるものもあってよいと思っております。また、国際化が常識化している時代で、欧米諸国では専門分野にはその教育分野がセットになっている状況を見ますと、国際学会への日本の地学教育の窓口としての委員会も必要かと思っております。

このところの地学教育は、昭和30年代の2単位地学の発足のときに次ぐ難儀な時代であります。しかし、地球環境の保全、資源エネルギーの問題、自然災害など、地学に関連した知識は日毎に必要性が増していることは疑いもありません。現在の状況下の地学教育には、少し長い目で見ていただく心構えも必要かと思っております。会員諸氏のご理解とご協力を御願いたします。

平成10年7月31日

I 日本地学教育学会会則の変更

- (新設) 第4条 4. 学生会員 地学教育またはそれに関連する講義等において、勉学及びそれに準ずる学校で勉学を行っている個人
- (現行) 第13条 本会は本部を東京学芸大学地学教室におき、
- (改正) 第13条 本会は本部を千葉大学教育学部地学教室におき、

II 日本地学教育学会会則の細則の変更

<会費についての細則>

1. 会費の年額は、次の通りとする。

- (現行) (1) 正会員 6,000円 (在外会員も同額)
- (改正) (1) 正会員 6,000円 (在外会員も同額)
- (新設) (4) 学生会員 4,000円

投稿先のお知らせ

編集委員会

上記のように学会本部の移動がありました関係で、投稿先について混乱が生じる恐れがありますので、ここに改めてお知らせします。編集作業はすべて編集委員会で行っておりますので、投稿その他編集に関することは、編集委員長である東京学芸大学の松川正樹宛でお願いいたします。

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸大学第三部理科教育 松川正樹

# 気団学習における一考察

日 下 哉\*

## I. はじめに

### —日本をとりまく“4つ”の気団—

中学校の教科書では、日本の天気に影響を与える気団としてシベリア気団・小笠原気団・揚子江気団・オホーツク海気団の4つを明示・解説している。これらの4気団の影響によって四季の天気や気候の変化が起こると説明される。

こうした学習を経た高校生は上記4つの気団名は覚えているが、それらの気団と日々移動する高気圧との関係がなかなか理解できない。変化する気圧配置の中でどのように気団が成立するのかわからない。

筆者は高校地学IAの授業実践の中で、シベリア気団とシベリア高気圧の関連など、気団と高気圧の関係について、新聞天気図を活用した気団学習の新しい視点を得たので、ここに報告する。

## II. 天気図に現れる高気圧の分布範囲

### a. 等圧線が示す高気圧の範囲

図1を見ると、九州東北部～四国西部に中心をもつ1028 hPaの高気圧が日本列島と南方海上を広く覆っ

ているのがよくわかる。これは、1024 hPaの等圧線が高気圧の分布範囲をよく示しているためと考えられる。他方、1020 hPaの等圧線は朝鮮半島や北海道では高気圧の範囲を示すように見えるが、千島列島や中国大陸中北部では、低気圧の分布範囲を表すようになる。このように等圧線の間隔が4 hPaごとと大まかに描かれているために多少あい味さは残るが、それでも高気圧の範囲を知るために等圧線は有効である。

### b. “等圧線の重ね合せ”による高気圧の分布範囲—その予想—

たとえばシベリア高気圧が強力で安定しているなら、ある特定気圧示度の等圧線は同じような曲線を描き、これを日々重ね合わせることで、シベリア高気圧をより明解に浮き上がらせることができるのではないか。こう考えた予想が図2である。

一方、揚子江高気圧が安定ならその範囲に等圧線リングの集中が見られるであろうし、移動するならリングは少しずつ東へずれた形となるだろう(図3)。

こうした予想にたって毎日の等圧線を重ね合せてみた。

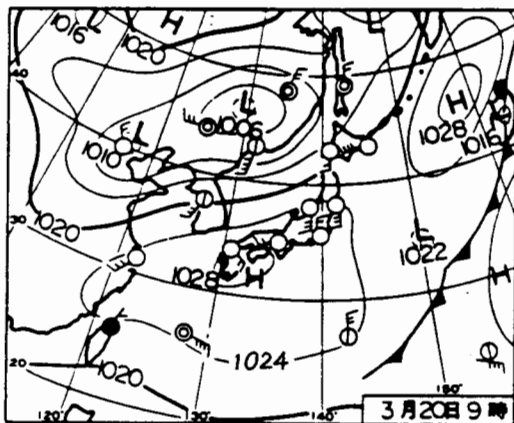


図1 新聞天気図(1995年3月20日)に加筆

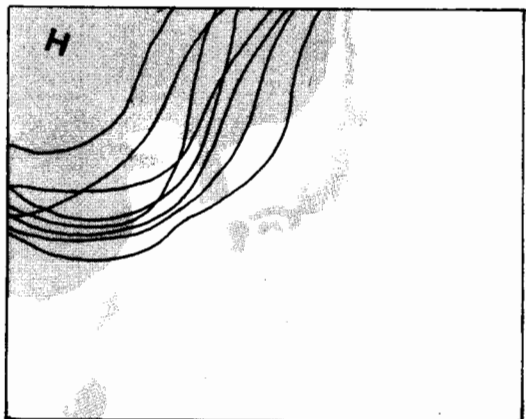


図2 シベリア高気圧の予想範囲

\* 北海道檜山北高等学校 1997年12月1日受付 1998年7月11日受理

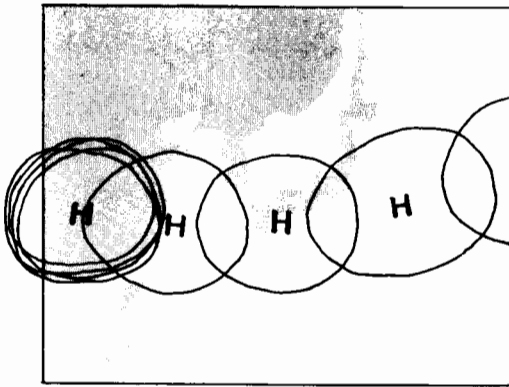


図3 揚子江高気圧と移動性高気圧の予想

c. 等圧線の重ね合せ—高気圧の指標等圧線をさぐる—

1995年1月1日～15日について日本気象協会「天気図集成」(与五沢, 1996)を基礎資料として, 1036 hPaの等圧線に着目して, 1日以降奇数日の8日分を1枚の天気図上に重ね合わせてみた(図4上). そうすると, モンゴルおよび中国西北部に中心をもつシベリア高気圧の中央部分が浮かび上がってきた.

同様に 1028 hPa 等圧線を重ね合わせると, ユーラシア大陸東縁に数多くの等圧線が集まり, シベリア高気圧の勢力範囲とほぼ一致するようになる(図4中). 1020 hPa 等圧線の重ね合せでは, シベリア高気圧の範囲を示すというより, 高気圧が崩れて移動する様子を示している(図4下).

このように, 1995年1月前半を例とすると, 1028 hPa 等圧線がシベリア高気圧の分布範囲を指標的に示している.

ここでは上述のような, ある期間安定な高気圧の分布範囲を典型的に表示する等圧線を「指標等圧線」と定義する.

d. 指標等圧線の重ね合わせ—具体的な作図方法—

1995年3月後半を例とし図1を見る. この3月20日の天気図では 1024 hPa 等圧線が移動性高気圧の分布範囲を端的に示しているため, この期間の指標等圧線となる可能性が高い. 半月間を通して 1024 hPa 等圧線が高気圧の分布を継続的に示すなら指標等圧線として確定できる.

こうして決定された指標等圧線について, 1日～15日については奇数日を抽出し, 16日以降については偶数日を選び小の月でも8日分(2月だけは7日分)重ね合わせることにした.

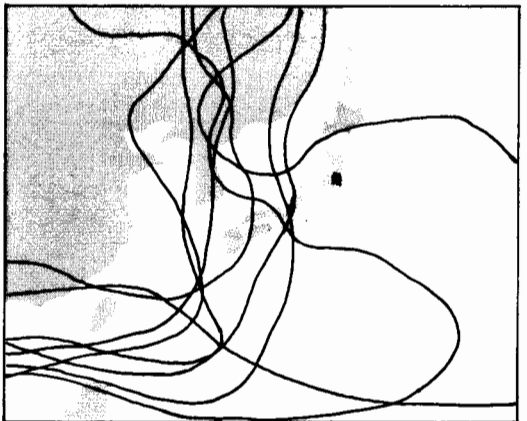
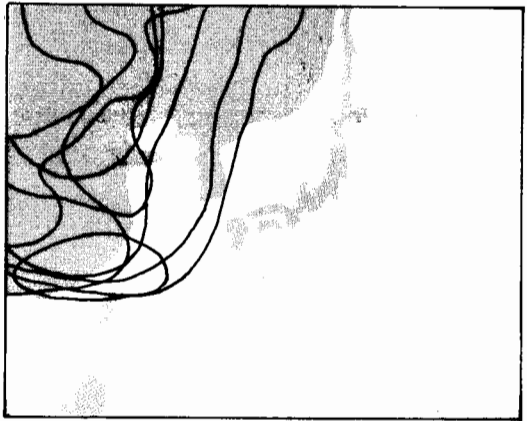
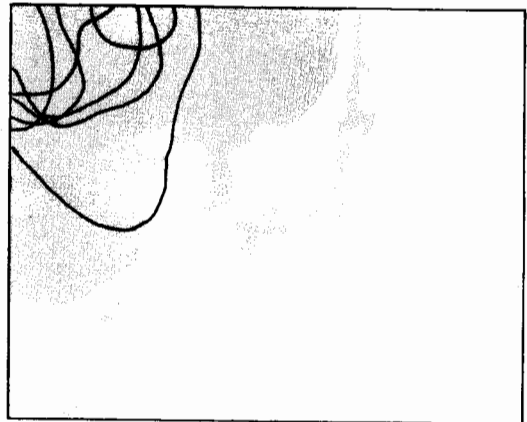


図4 等圧線の重ね合わせ

1995年1月1日～1月15日

上: 1036 hPa 中: 1028 hPa 下: 1020 hPa

e. 指標等圧線が示す高気圧の安定度

指標等圧線を重ね合わせても, 図上では気圧の高低が表現されない. そこで, 等圧線によって示された高気圧がどの程度安定であったかを知るために, 図に点

密度による濃淡を施した。

図化した8日の内、7日以上指標気圧を超えている時には最も濃い点密度とし、以下6日、5日、4~3日と4段階で表示し、2日以下は線の分布だけで示した。こうすることで、高気圧の安定度が視覚的にもよくわかるようになった。

### III. 1年間の気圧配置の特徴

#### —1995年を例として—

##### a. 指標等圧線からみた1995年の月別気圧配置

##### ・1月前半(1月1日~15日: 図4中)

1028 hPaの等圧線は沿海州から中国大陸の東側に集まっている。特にモンゴル付近では、この間1030

hPaという高い気圧で安定していた。これはシベリア高気圧が発達していること、日本付近は「西高東低」の冬型の気圧配置が安定していたことを意味している。

##### ・1月後半(1月16日~31日: 図5)

1028 hPaの等圧線はアムール川下流から朝鮮半島、日本の南西諸島を通過して台湾から香港に重なりが見られる。1月前半に比べて、シベリア高気圧が勢力範囲を東方に広げている。日本付近は引き続き「西高東低」の気圧配置が安定していた。1月18日の地上天気図によると、バイカル湖付近に、1056 hPaの発達した高気圧が見られる。

##### ・3月前半(3月1日~15日: 図6)

1024 hPaの等圧線がアジア大陸内部に集まっていることから、シベリア高気圧が弱まりながらもその勢力を残していると考えられる。また、円形に閉じた等圧線が日本周辺に見られることから、移動性高気圧が発生していることも読みとることができる。

##### ・4月前半(4月1日~15日: 図7)

1020 hPaの等圧線は、バイカル湖~沿海州付近を除くと北緯25~45°付近に広がっている。また、北緯20~30°に独立した円状の等圧線が見られる。これらは揚子江付近で発生した気団などが移動性高気圧となって断続的に通過したことを示している。

##### ・5月前半(5月1日~15日: 図8)

1020 hPaの等圧線は4月後半同様、西のモンゴルと東の太平洋の2つに分かれて分布している。シベリア高気圧は弱まりながらもまだ存在し、北太平洋高気圧はその範囲を維持している。モンゴル方面から南東

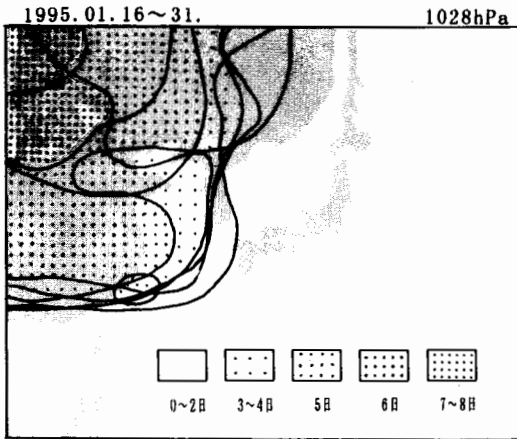


図5 指標等圧線の重ね合わせ(1月後半)

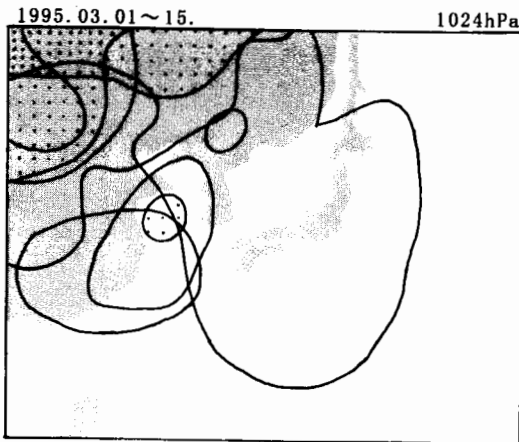


図6 指標等圧線の重ね合わせ(3月前半)

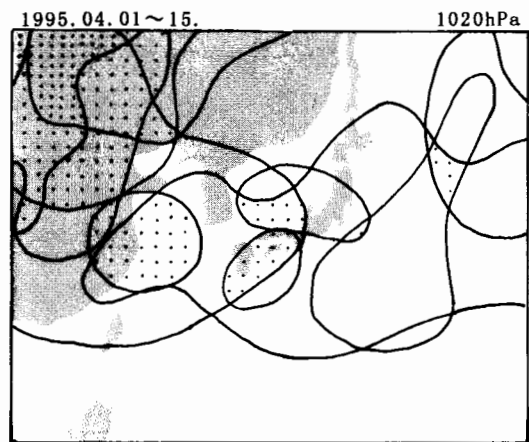


図7 指標等圧線の重ね合わせ(4月前半)



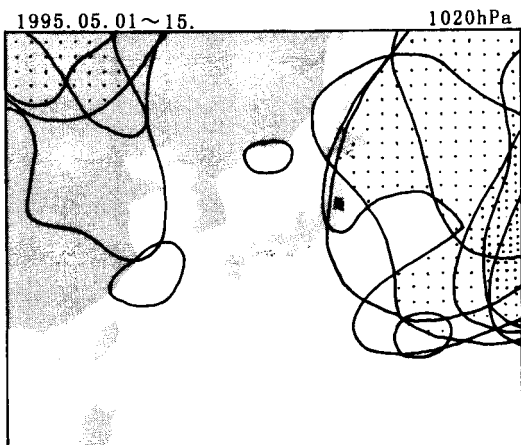


図8 指標等圧線の重ね合わせ (5月前半)

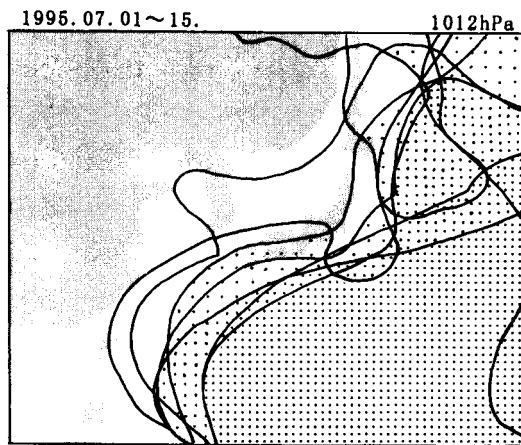


図10 指標等圧線の重ね合わせ (7月前半)

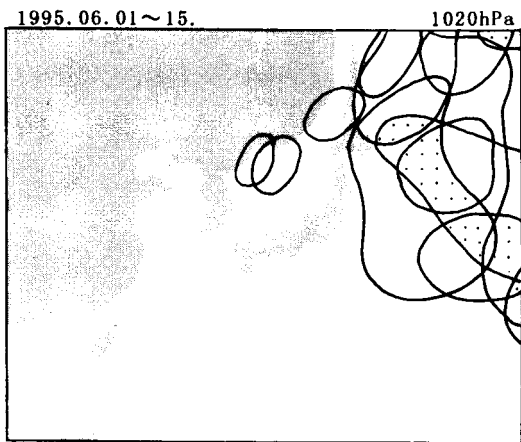


図9 指標等圧線の重ね合わせ (6月前半)

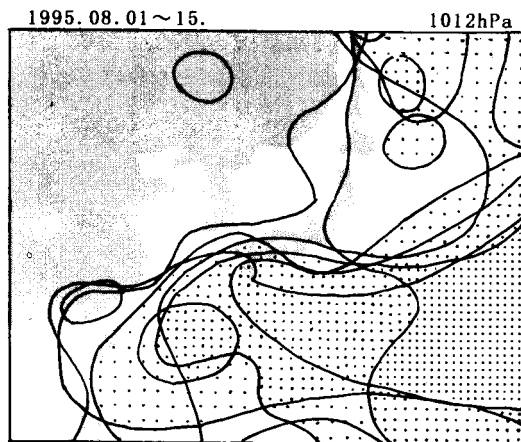


図11 指標等圧線の重ね合わせ (8月前半)

へ向かう気圧の尾根の張り出しと、移動性高気圧の発生が示されている。

・6月前半 (6月1日~15日: 図9)

1020 hPaの等圧線は、オホーツク海~カムチャッカ方面と日本列島東方海上に集まっている。前者はオホーツク海高気圧の発達を示し、後者の内で南部のものは北太平洋高気圧の存在を意味している。移動性高気圧の発生と通過も認められる。

・7月前半 (7月1日~15日: 図10)

1012 hPaの等圧線は、フィリピン東方から南西諸島・日本列島に沿うように集中した分布をしている。北太平洋高気圧の勢力が強く安定していたことを示している。

・8月前半 (8月1日~15日: 図11)

1012 hPaの等圧線は、日本列島南岸から東シナ

海・フィリピンへと続き、北太平洋高気圧が広く安定していたことを示している。一方、オホーツク海から北海道東海上にも等圧線のまとまりが見られる。関東以南は北太平洋高気圧の、北海道・東北はオホーツク海高気圧の影響下にあったと考えられる。

・9月後半 (9月16日~30日: 図12)

1020 hPaの等圧線は9月前半に比較して、より北に分布している。華北付近を発源地とする移動性高気圧が断続的に通過したことがわかる。北太平洋高気圧は勢力を弱め、一方、シベリア高気圧がモンゴル方面に発生している。

・11月前半 (11月1日~15日: 図13)

1020 hPaの等圧線は華中~華南とモンゴル方面に集中して分布している。これら高気圧の一部が、中国大陸から移動性高気圧となって日本の南西部へ動いて



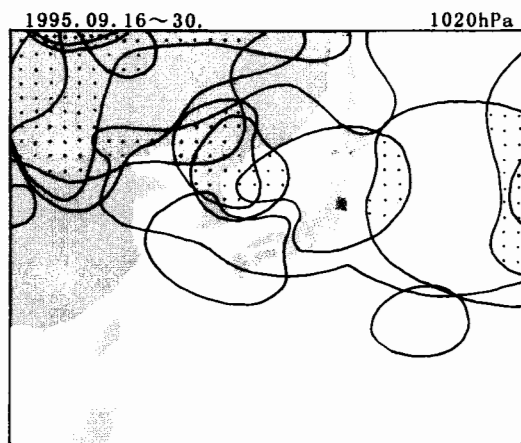


図 12 指標等圧線の重ね合わせ (9月後半)

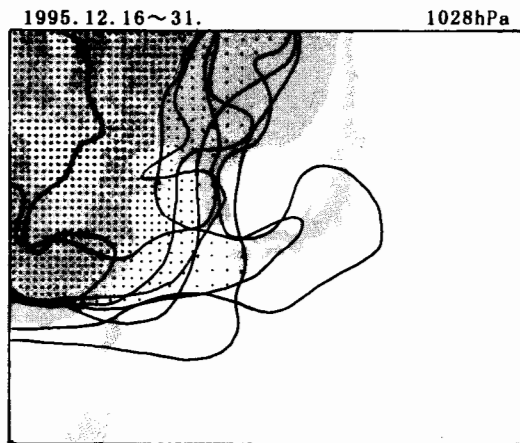


図 14 指標等圧線の重ね合わせ (12月後半)

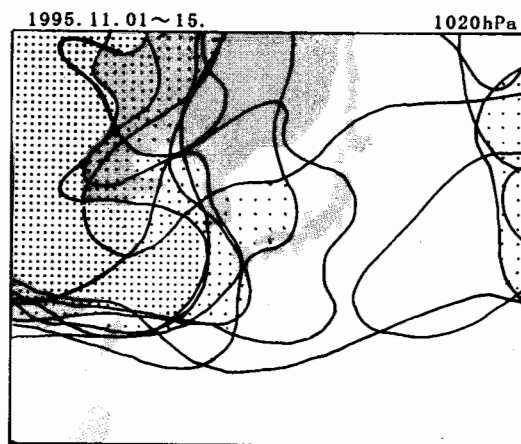


図 13 指標等圧線の重ね合わせ (11月前半)

いる様子がよく現れている。

- ・ 12月後半 (12月16日~31日: 図14)

1028 hPa の等圧線は沿海州から朝鮮半島~台湾へと続いており、中国の内陸には少ない。これはシベリア高気圧がその勢力を広げ、安定していたことを意味している。

**b. 高気圧の特徴からみた1年間の天気**

- ・ シベリア高気圧安定期 (12月上旬~3月上旬)

バイカル湖~モンゴル付近では、シベリア高気圧が発達し、1月18日、2月2日の1056 hPaを最高示度とし、常時1040 hPaを超える状態が約3カ月間続いている。この安定した極寒冷・乾燥状況のもとで、シベリア気団が形成される。この分布範囲は図5の1028 hPa等圧線がよく示し、ほぼアジア大陸東縁に

一致する。

- ・ 春の移動性高気圧期 (3月中旬~5月上旬)

3月に入ると、シベリア気団はその分布範囲を急激にせばめ、その一部が沿海州や朝鮮半島で分離され、移動性高気圧となり日本に到来する。その発生は華北付近に多く、揚子江(華中~華南)付近は少ない。

- ・ オホーツク海高気圧安定期 (5月中旬~6月下旬)

5月16日以降オホーツク海付近には、断続的に高気圧が出現し、その都度数日間停滞している。ここに冷涼で湿度の高いオホーツク海気団が誕生する。さらに、7月末より約2週間にわたってオホーツク海高気圧が停滞し、ここにオホーツク海気団を発生させ、北海道に低温をもたらした。

- ・ 北太平洋高気圧安定期 (7月上旬~8月中旬)

南鳥島~小笠原に至る北緯25°付近には、7~8月の約2カ月間、北太平洋高気圧が停滞している。この高温・多湿の海況を反映して小笠原気団が形成される。この分布範囲は、1012 hPa等圧線が示す範囲にほぼ一致し(図10)、フィリピン東方から南西諸島・日本列島南岸に接している。

- ・ 秋の移動性高気圧安定期 (9月上旬~11月下旬)

9月からは、北太平洋高気圧の縮小・南下に伴って移動性高気圧が日本付近を通過するようになる。9~10月は移動性高気圧の中心は北緯40°付近にあるものが多く、その傾向は特に10月に顕著である。11月

になると、その中心は北緯 30°~25° 付近へ南下することもあり、この時の発源地は揚子江付近となる。

IV. 平均天気図から気圧の安定度をさぐる

指標等圧線の重ね合せが1つの高気圧の範囲に着目して作製されるのに対して、平均天気図はすべての地域範囲を、そして毎日の気圧変化を統計的に処理している。したがって高気圧が一定期間安定しているなら、平均天気図にも高気圧として表現されるはずである。

a. 平均天気図の作図方法

本来なら、ある観測地での1日の平均気圧示度を一定期間加え、その日数で割ることによってその地点の平均気圧を求めるのであろうが、ここでは、簡易的に以下の方法で作図した。

- 日本付近の新聞天気図の範囲内で、10度毎の緯線・経線の交点26地点について、新聞天気図の等圧線から気圧示度を内挿法で推定した。
- 26地点それぞれの気圧示度を半月毎15ないし16日分加えてから、日数で割り平均気圧を求めた。
- 平均気圧を図上にプロットし、4hPa毎に等圧線描いた。必要によって2hPaの補助等圧線を破線で示した。
- 等圧線から読みとれる高気圧・低気圧をそれぞれH・Lで表示した。

b. 平均天気図に表れる高気圧

上述の方法で1995年1年間について、24枚の平均天気図を作図した。こうしてみると、平均天気図に表れる高気圧はシベリア高気圧と小笠原高気圧(北太

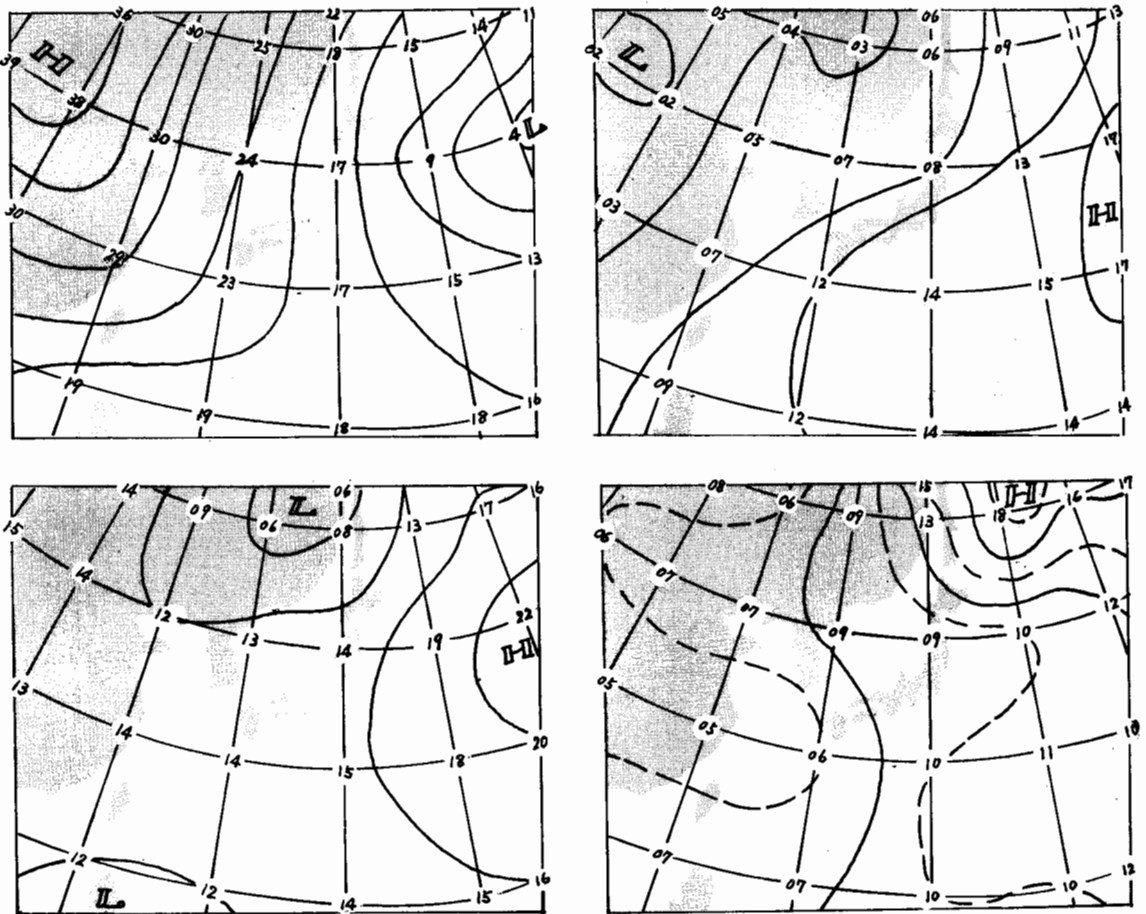


図15 平均天気図 左上: 1995年1月後半 左下: 1995年5月前半 右上: 1995年7月前半 右下: 1993年8月前半

平洋高気圧)の2つだけである(図15)。5月前半の平均天気図を作図してみても、揚子江高気圧もオホーツク高気圧も等圧線に表現されない(図15左下)。他の月も同様である。

1993年夏は記録的低温で大冷害となった年である。この年の8月前半の平均天気図を描くと、オホーツク海高気圧がはっきり示される(図15右下)。

このように平均天気図では、大規模で非常に安定な高気圧しか表現されない。

### V. 日本へ到来する移動性高気圧

安定で大きな高気圧に対して、日本には移動性高気圧が春秋を中心に到来する。その到達・通過回数と発

源地の関係をまとめてみた(表1, 図16)。こうしてみると毎年40回ほどの移動性高気圧が日本へ到来し、その半数以上がモンゴルや中国北部(内モンゴル自治区や華北)であることがわかる。

一方、揚子江付近や華南を発源地とするものは年間6回程度で、日本に到来する移動性高気圧のうち10数パーセントにしかならない。

北海道では4~5月移動性高気圧が接近すると天気が悪くなり、雪やミソレ・雨となることが多い。これは、モンゴルや中国北部の冷たい高気圧が、その性質を保ちつつ移動してくるためと考えられる。確率は少ないが、発源地が揚子江や華南で暖かい高気圧のときだけ陽春となるのである。

### VI. 日本付近の気団と気団変質

#### a. 日本付近の気団

このように見てくると、日本の天気に影響を与える気団で最も重要なものはシベリア気団と小笠原気団であることは明らかである。シベリア気団は「西高東低」の冬型の気圧配置をつくり出し、日本海側に大雪を降らせる。一方、小笠原気団は北海道を除く日本列島に熱帯並の高温・多湿な夏をもたらしている。

次に考慮すべきはオホーツク海気団である。オホーツク海気団は冷涼で、冷害をもたらすなど私たちの生活に大きな影響を与える。1993年夏の異常低温と農作物被害。それに伴う食生活などの大混乱を思い起こせば十分であろう。

#### b. 揚子江気団と気団変質

日本において、揚子江気団の存在を強調する必要があるか疑わしい。揚子江付近に高気圧が位置するのは非常に少なく、そこに数日間停滞することは1年を通じてほとんど無いと言ってよい。その多くは、シベリアからモンゴルにかけての地域に中心をもつ大きなシベリア気団の南東側末端が分離し、移動性高気圧となったものが華北から華中・華南とくだいに南下する。この間に気団変質を起こし、暖かく乾燥した気団として東進して日本列島に好天をもたらすことになる。

中学校では大規模な気団の発生原因として「高気圧が一定期間安定なところに、その環境を反映した気団が誕生する」と説明しているが、揚子江気団はこれにあてはまらない。さらに揚子江付近は前線が停滞することが多く、ここを発源地(発生地)とした表現も正しくない。

表1 日本へ到来する移動性高気圧

年	年間	発源地通過回数		
	通過回数	内モンゴル 華北	華中 又は合流	揚子江 華南
1991	46	23	13	10
1992	36	21	12	3
1993	34	13	18	3
1994	47	23	15	9
1995	47	31	9	7
合計	210	111	67	32
平均	42.0	22.2	13.4	6.4
割合(%)	100.0	52.9	31.9	15.2

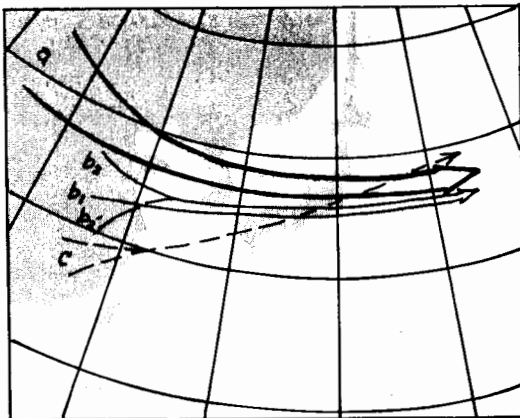


図16 移動性高気圧

- a: 内モンゴル・華北の経路
- b<sub>1</sub>: 華中
- b<sub>2</sub>・b<sub>2</sub>': 南北の合流
- c: 揚子江・華南

子供たちには、むしろアジア大陸北部の非常に乾燥した環境のもとでつくられた冷たい気団が、しだいに南下する 2000 km の旅の中で気団変質していく様を捉えさせることが重要だと思われる。この気団変質の考え方を理解するなら、冬のシベリア気団が“暖かい”日本海で(乾燥から湿潤という)気団変質を起こし、日本海側に多量の雪をもたらすことも容易に理解できるであろう。

## VII. ま と め

a. 半月程度の期間であれば、気圧配置、特に安定な高気圧の分布範囲を典型的に表示する等圧線が存在する。これを「指標等圧線」と定義した。

b. “指標等圧線の重ね合わせ”は、高気圧の安定度やその移動の様子をよく示し、気団の誕生と変質を考えるうえでよい資料となり、中学生や高校生の気団学習には有効である。

c. 平均天気図は、大規模で非常に安定な高気圧を端的に示すため、初歩的な気団学習への活用が期待される。

d. 日本付近の主な気団は、強大なシベリア気団と

小笠原気団、東北日本で影響の大きいオホーツク海気団の3つである。

e. 揚子江気団は発源地も北方に求められたり、寒帯気団の変質によるものが多く、上記の3気団とは質的に異なるものである。

f. したがって「日本付近の気団と四季の天気変化」の学習にあたっては、シベリア気団・小笠原気団・オホーツク海気団の3気団とそれらの気団変質によって学習を進めるべきだと考えられる。

**謝 辞** 本研究を進めるにあたり、東京学芸大学教授の丸山健人先生には気象学の立場から資料と文献を提供賜わり、種々御教示いただいた。北海道教育大学名誉教授の秋葉 力先生と北海道三笠市教育研究所長の高橋嘉徳先生からは粗稿を読んで貴重なご意見をいただいた。以上の方々に心から感謝申し上げます。

## 引用文献

与五沢和良(1996): 1991~'95「天気図集成」(財)日本気象協会, 188p.

日下 哉: 気団学習における一考察 地学教育 51巻 5号, 1-8, 1998

(キーワード) 等圧線, 高気圧, 気団, シベリア気団, 小笠原気団, オホーツク海気団, 揚子江気団

(要約) 半月ごとの“指標等圧線の重ね合わせ”という作図法は高気圧の安定度をよく示し、大規模な気団の誕生とその移動を理解するのに有効である。一方、揚子江気団は北方寒帯気団の変質によるものが多く、一般的に移動性高気圧として捉えさせるべきである。

したがって「日本付近の気団と四季の天気変化」の学習にあたっては、シベリア気団・小笠原気団・オホーツク海気団の3気団と、それらの気団変質によって学習を進めるべきだと考えられる。

Hajime KUSAKA: A New Way to Learn the Air Mass around Japan. *Educ. Earth Sci.*, 51(5), 1-8, 1998

原著論文

## 小学校におけるランドサット衛星画像を用いた 身近な緑地環境の学習

榊原保志\*・林 円\*\*

### 1. はじめに

リモートセンシングとは、人工衛星などに搭載した各種のセンサによって、地球表面から反射または放射される電磁波をデジタルデータとして収集・解析する技術である。その応用範囲は多岐にわたり、他の方法では得られない地球規模の広範囲な情報として多くの専門分野において利用されている。

この地球観測データの蓄積によって、地球環境の変化を科学的データとしてはっきり示すことができるようになり、環境問題の重要性が新たに認識されるようになった。肉眼ではとらえにくい環境の時間的変化を、大きなスケールで科学的に探究・調査できるため、直接観測による特定地域の調査とは違った視点で、環境問題を見つめることが可能である。

これまで人工衛星のデータを使った教材といえば気象衛星による雲画像等が主であり、地球探査衛星による地球表面のリモートセンシングデータは、データの蓄積があるにもかかわらず、教育利用の実践例は少ない。その中で、榊原(1994)は、中学校において地球探査衛星ランドサットによる熱画像と植生指数画像の教材化の可能性を示唆し、教育的な意義があるとする報告をしている。その後、中学校では松井ほか(1997)が、高等学校では斉藤(1995)が、コンピュータを生徒自身が個別に操作して衛星画像を読みとる優れた授業実践を行っている。

しかしながら、小学校では児童のコンピュータ操作に対する抵抗や処理の難しさから、学習が滞ることが懸念されており、地球探査衛星のリモートセンシングデータを用いた小学校での授業実践例は、現在までのところ報告がない。

本研究では、リモートセンシングデータを分析して得られる情報の中から植生指数と地表面温度に注目し、これを視覚的に捉えられるよう画像化することに

よって、小学校においても利用可能な身近な環境を調べる教材を検討した。

まず、ランドサット衛星データから得られる NVI (Normalized Vegetation Index) が実際の緑被率にどのように対応するかを検討し、ついで得られた身近な地域の衛星画像を素材とした、自然環境と人間生活を考える授業プログラムを提示する。児童の直観的な理解を助ける教材提示、透明シートにカラー印刷した植生指数画像を重ねる身近な緑地の経年変化を調べる班学習など、小学校6年の理科「ひとと自然」の単元における、地域の緑がどのように変遷したかを班毎に調べる学習を報告する。

### 2. 教材開発の方針

小学校であることを考慮して、次に挙げる5項目を教材開発の基本方針とした。

- ① 教材とする画像は、学習への動機付けがしやすいよう視覚的なインパクトを持ち、直観的な理解が期待できること。
- ② 授業場面での児童によるコンピュータ処理のように、学習の妨げになりがちな操作活動を省き、必要な情報のみを抽出した教材であること。
- ③ 身近な地域の衛星データを素材とし、地域環境の変化を捉えることができる教材であること。
- ④ 教材化の際に、ワークステーション等の高機能な機器や設備を利用しなくても、家庭用もしくは学校現場に設置されている程度のコンピュータで、データの処理や画像作成が可能であること。
- ⑤ 画像処理のためのソフトウェアも、できる限り一般性の高い市販のものを使用すること。

以上の点を念頭に置いて、リモートセンシングデータを分析して得られる多くの情報の中から、より効果的な教材化のための素材選定を行った。

\* 信州大学, \*\* 長野市立古里小学校 (現長野県丸子町立丸子北小学校)  
1998年3月23日受付 1998年9月19日受理

### 3. FD版ランドサット衛星データ

素材となる衛星データは、リモートセンシング技術センター (RESTEC) からフロッピーディスク (以下FDとする) に記録された形で購入することができる。

衛星データが有効に利用できる条件は、画像範囲の中に雲がないことである。対象地域が雲に覆われているかどうかの確認は、事前にパソコン通信等によって関東平野程度の広範囲の雲量を調べることができる。しかし、その雲量が1だとしても、その範囲の一部をFDに切り出す希望エリアの雲量が必ずしも1でなく雲量10ということはある。リモートセンシング技術センターで実際にサンプル写真画像を見て判断することが望ましい。

本研究で使用した「ランドサット」の衛星データは20年以上にわたるデータの蓄積があり、地球環境を調べるのに利用される。衛星に搭載された2種類のセンサの名前でMSS (Multi Spectral Scanner) とTM (Thematic Mapper) というデータがある。本研究では地上分解能が高いTMのデータを用いた。

観測日は、経年変化と季節変化を調べる目的で選考したが、希望する日に必ずしも調査対象地域が晴れているとは限らないこと、そしてデータ購入にも限界があるため最良の組み合わせが得られたわけではない。結果として、1985年8月26日・1990年8月8日・1994年9月20日の長野市北部地域の3シーンと、1985年8月3日・1992年11月26日の東京都南西部地域の2シーンの計5シーンを使用した。いずれのシーンも、512ピクセル×400ライン (約15km×12km) のエリアで切り出されており、7つのバンドがセットになっている。調査地として長野と東京を選んだのは、前者が検証授業を行う学校の所在地であり、後者はその学校の生徒が修学旅行で出かける地域という理由による。

FDに切り出された衛星データは、IBMフォーマットと呼ばれる形式で格納されている。また、データの格納方式には、BSQ (Band Sequential) 及びBIL (Band Interleaved by Line) の2つがある。入手したデータはBSQ形式であったが、リモートセンシング技術センターで提供しているRSデータ処理ソフト「リモート10」によってBIL形式への変換が可能である。また、同ソフトの中には、IBMフォーマットからMS-DOSフォーマットに変換するためのファイルコ

ンバータも備えている。市販のフォトレタッチソフト等を用いて画像処理を行う際には、MS-DOSフォーマットに変換した上でデータを読みこむ。

なお、このデータは、センサが捉えた輝度値のみの情報で、1つの画素 (ピクセル) に0~255の256階調を1バイトのデータとして格納されている。したがって、各バンドのファイルは、512ピクセル×400ラインで、そこに1ライン分のヘッダーが加えられている。位置情報が記録されていないため、市販のソフトで処理する場合には、このピクセルとラインの数値及びヘッダー情報を指定する必要がある。

### 4. 衛星データから緑地の推定

緑地率を衛星データから推定するためには、NVI (Normalized Vegetation Index) と呼ばれる植生指数が用いられる (榑原, 1994)。なお、NVIはNDVIと呼ばれることがあり、慣用として同じ意味である。NVIはTMのバンド3のCCT値をTM3、TMのバンド4のCCT値をTM4として、次の式により求める。

$$NVI = \frac{TM4 - TM3}{TM4 + TM3} \times 100 + 100 \quad (1)$$

第1項における分数の値は、-1から+1の範囲にあり、これを画像の輝度値として使用するために1を加えて0~2の値とし、さらに100倍して0~200の階調を表すように変換している。

#### 4.1 土地利用とNVI

NVIは、植生が多いほど、また、植物のクロロフィルの活性度が高いほど、大きな値を示すものとされている。したがって、植生の被覆範囲の変化がなくとも、植物の光合成量が減るとNVIも低くなるという特徴をもつため、経年変化を調べる際には、季節の違いを考慮する必要がある。そこで、観測年の異なる長野市周辺 (以後長野と呼ぶ) の2つの衛星データを使って、任意の断面 (ライン) のNVIの比較を試みた。なお、NVIの演算処理および数値の出力には、榑原 (1994) が開発した解析ソフトを使用した。

まず、2つの衛星データの座標を一致させる。長野の3つの衛星データの切り出し位置が異なるため、画像範囲内の場所が特定しやすいものをランドマークとして、それぞれの画像データ上でピクセルとラインの値を読み取る。ここでは、長野市立柳原小学校の校庭の中心地点をランドマークとした (図1の地点1)。同校をランドマークに選んだのは、画像エリアの中ほど

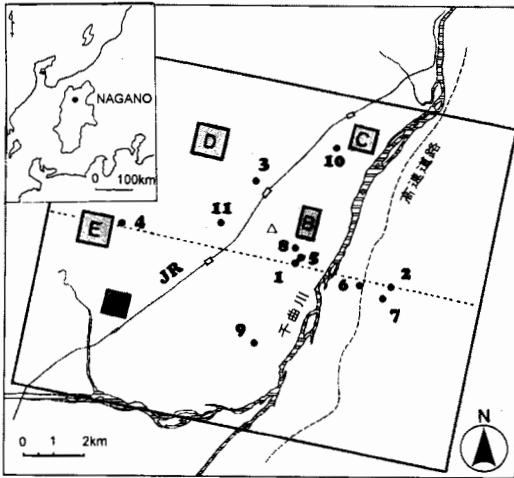


図1 長野市における調査対象地区

□: 1994年9月20日のランドサット衛星データの切り出し範囲, 1: 柳原小学校, 2: 日野小学校, 3: 国立療養所, 4: 地附山, 5: 北小島団地&白鷺団地, 6: 村山駅, 7: 日野駅, 8: 市民病院, 9: エムウェーブ, 10: 新幹線車両基地, 11: 稲田の新商業地区, ……: 調査ライン, A: 市街地, B: 水田, C: 果樹園, D: 広・針葉樹林, E: 針葉樹林, △: 古里小学校

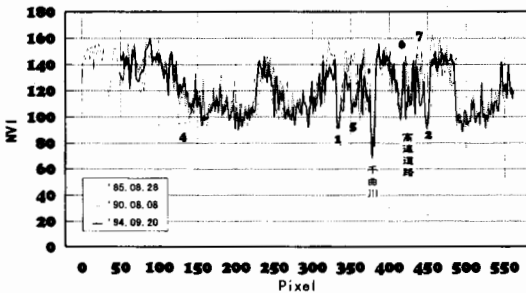


図2 柳原小学校を通る東西断面におけるNDVI分布数字は図1の地点番号を示す。

に位置し、周囲が田園地帯でNDVIの差を確認しやすいためである。

次に、ランドマークの値に従って、ピクセル差を東西方向に、ライン差を南北方向に修正する(実際には、人工衛星は移動しながら撮影し、かつ地球が自転しているため、走査方向は完全な東西でない。したがって、切り出される画像は多少回転している)。つまり、1994年のデータを東に50ピクセル、南に14ライン移動させることにより、85年のデータと座標が重なることになる。このような作業により座標を一致させた3つの画像エリア内で、ランドマークの柳原小学校

を通るライン上のNDVIの分布を調べた(図2)。千曲川をはじめ主だったピークの位相はおおむね対応しており、東西方向の座標は一致していることがわかる。南北方向の座標位置を確かめるため、同じライン上の日野小学校(図1の地点2)及び別のライン上の国立療養所(地点3)をランドマークとして再度確認したが、座標は一致していた。

ピクセル番号120~150の1985年の値が落ち込んでいるのは、この年に発生した地滑りによって削られた地附山(地点4)の山腹である。しかし、1994年には値が高くなり、植生が復活してきたことが読み取れる。ピクセル番号350付近で1985年に比べ1994年の値が極端に低いのは、長野電鉄柳原駅の北側に北小島団地・白鷺団地(地点5)などの住宅地が造成され、水田が減少したためと考えられる。また、ピクセル番号425付近は高速道路(上信越自動車道)にあたり、着工前の1985年と建設が進んだ1994年との差が大きく表れている。さらに、この周辺の村山駅(地点6)から日野駅(地点7)にかけて新たに市街地化が進んでおり、ピクセル番号420~450で変化が激しい。

次に、比較的高い値を示す部分、すなわち植生にあたると思われる部分、たとえばピクセル番号350付近で、1994年に低い値が目立つ。一方、ピクセル番号100前後の森林地帯はほとんど差がない。これは、9月中旬を過ぎて稲の収穫期が近いことから、水稻の植物活性度が下がっているものと考えられ、明らかに季節の違いによる植生指数への影響が表れている。すなわち植生分布の年による違いを調べるには季節を無視するわけにはいかない。

季節変化に伴う影響が、森林や水田などの植生の違いによってどの程度異なるのかを確認するため、次のような調査を行った。

まず、先ほど用いた1990年の東西ライン上のNDVIを横軸に、1994年のものを縦軸にとり両者の相関を調べた(図3)。仮にこの2つの年の間に植生の変化が全くなかったとすると、傾き1の直線の上すべてのプロットが乗るはずである。ところが、図からわかるように相関は認められるもののデータはばらつく(相関係数=0.88)。ただし、直線より上側がNDVIの増加、下側が減少を表す。

このライン上の水田と果樹園にあたるピクセルを1990年の土地利用図を使って調べ、水田と果樹園、農地以外の3つに分類した。この図で、大きく下がってプロットされた水田は、都市化により水田から住宅



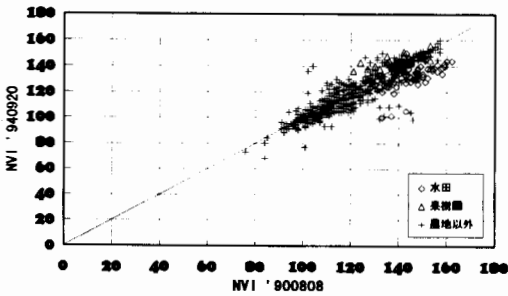


図3 土地利用別の1990年と1994年におけるNVIの対応関係

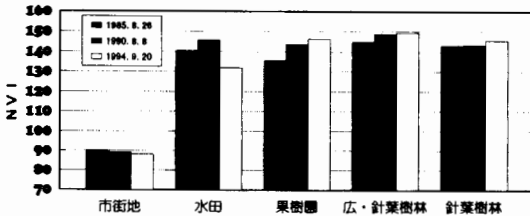


図4 土地利用別のNVIの平均値

地等に変った場所だと考えられる。しかし、直線の下側に集中した水田については、明らかに季節の違いの影響が表れている。逆に、果樹園は上側に集中した部分が見られるが、これは、主として植えられているリンゴの木が年を経て成長し、地表の緑被面積が広がったためと考える。

さらに土地利用の違いによる差異を詳しく見るため、画像範囲の中から市街地(図1のエリアA)・水田(エリアB)・果樹園(エリアC)・広葉樹と針葉樹の混在する森林(エリアD)・針葉樹林(エリアE)の5つのエリアを抽出し、NVIの平均値を調べた(図4)。市街地は、都市化のために、年が進むに従って若干ではあるがNVIが低下している。水田は、1990年が最も高く、季節が秋に変わるに従って低下している。果樹園・森林は、いずれもNVIの値が年を追うごとに増加しているが、やはり果樹園に最も大きな差が表れた。

これらの結果から、この画像データを使って教材化を行う際に、特に農地については、季節変化や作物の特性による影響を加味する必要があることがわかった。

#### 4.2 NVIによる緑被率の推定

NVIの値は、単に輝度値の大きさとして0~200の階調を表しているにすぎない。これをそのまま画像化しても、輝度値を明暗で表現した白黒画像になってし

まうため、階調をいくつか区切って色を割当てるレベルスライスと呼ばれる方法が用いられる。しかし、便宜的に階調を分けてカラー画像化しても、その色は輝度値の段階を示すだけで、これを教材として児童に提示した場合に混乱が予想される。

そこで、NVIの値と、実際に存在する植生の割合(緑被率)との関係を明らかにするために、航空写真を使ったグラントゥールズ(Grant-truth:地上調査)のことで、リモートセンサで検知された画像データに対応する地上の対象物やそれらを取りまく環境を調べて、画像データと対象物との対応関係を明らかにすることを行った。

航空写真によって緑被率と植生指数の関係を求める方法については、樋口(1991)が東京都内の緑被の把握のために調査を行った方法がある。写真の上に1mm×1mmの格子状トレース紙を重ね、緑の部分に対応するマス目の個数を数え、緑被率を定めている。すなわち、5mm×5mmの25マスからなる格子ブロックで、3マスが緑で覆われたとすると緑被率は12%となる。

彼女が行った植生指数はBR(Bi-band Ratio)と呼ばれるもので、TMバンド4とバンド3の比演算により求められたものである。このグラントゥールズの方法を参考にして、NVIと緑被率の関係を検討する。本研究ではBRでなく、NVIを採用した。その理由は、NVIの方がBRに比べ輝度値のヒストグラムが均質に分散するため、相関を見るには都合がよいからである。

最初に、東京都南部(以後東京と呼ぶ)の衛星データを用いて調査を行った。東京のデータを解析に使ったのは、先に述べた理由のほか2つの衛星データが異なる季節に観測されたものであり、いずれもこれと同時に撮影された航空写真が入手できたためである。まず、目黒自然教育園を通るライン上のNVIを調べる(図5)。次に、複数のランドマークを決めて、衛星データと同じ位置のラインを航空写真上に定め、これに重ねたトレース紙のマス目で緑地の割合を求める。今回は、写真上の縮尺で50m×50mに相当する範囲を1つの調査ブロックエリアと定め、これを25分割した格子を使って緑のマス目を数えた。したがって、緑被率は25段階で表されることになる。調査エリアを50mとした理由は、ランドサットTMの解像度の約30mよりやや大きめに設定することで、位置が全くずれてしまう問題を避けること、そしてブロックエ

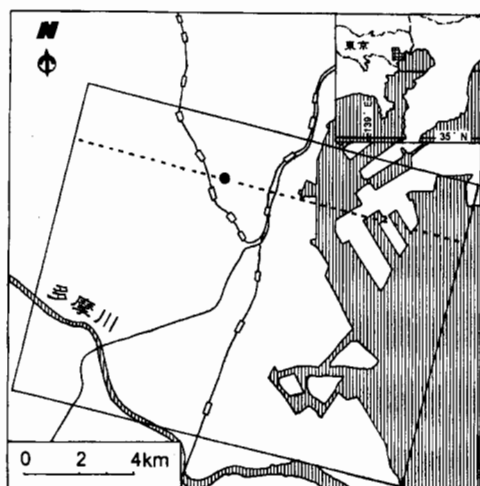


図5 東京南部における調査対象地区  
□: 1985年8月3日のランドサット衛星データの切り出し範囲, ●: 日黒自然教育園, ……: 調査ライン

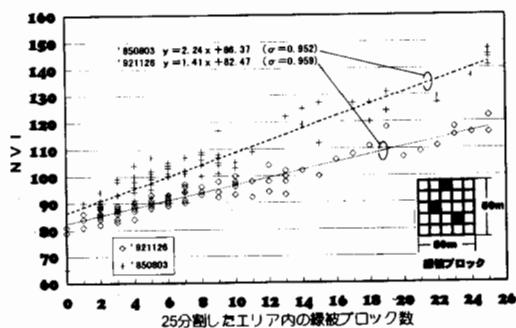


図6 日黒自然教育園を通る東西ラインにおける緑被ブロック数とNVIの関係

リアをこれより小さくとると緑被率を区分けする段階数が少なすぎると判断したからである。ちなみに緑被ブロック数25は緑被率100%となり、調査ブロックエリアすべてが緑で覆われていたことを意味する。

このような方法で1985年の衛星画像(8月3日撮影)と航空写真(7月23日撮影)及び1992年の衛星画像(11月26日撮影)と航空写真(8月25日撮影)データを用いて、緑被ブロック数とNVIの対応関係を検討する(図6)。図からわかるように、どちらの都市においても緑被ブロック数が増えるとNVIは大きくなる。また、NVIの値が高くなるにつれて、1985年と1992年の直線の開きが大きくなっている。つまり、緑被の面積が同じであっても、1985年のNVIは高い値を示し、しかも緑被率が大きくなるほどその差

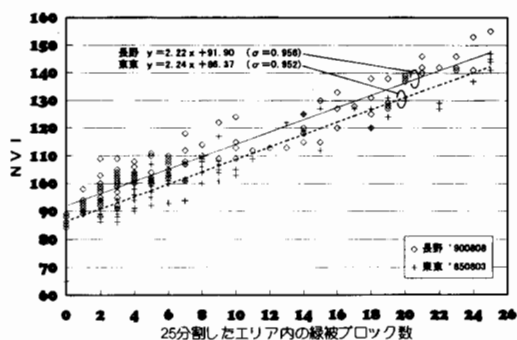


図7 長野と東京における緑被率とNVIの関係

が広がることになる。これは、植物活性度の季節による違いの影響が、ここでも明らかに表れている。ただし、1992年の衛星画像と航空写真の撮影日が3カ月ずれているので、よい組み合わせであるとはいえない。しかし、この年はランドサット衛星と飛行機の撮影日が天候に恵まれず、これでも飛行機の撮影日から見て最も近い組み合わせであった。

次に、夏季における長野の衛星データについても、同じ方法でグランドトゥールズによる調査を試みた。ただし、入手できた長野市の航空写真は1991年8月26日に撮影されたもので、これと1990年8月8日撮影の衛星データとの対応を調べるためには残念ながらこちら最も最適な組み合わせとはいえない。

善光寺を通る調査ラインにおける緑被率とNVIの対応関係を調べたところ、緑被ブロック数が増えるとNVIが大きくなる傾向が認められた。

この対応関係が、季節の影響だけで決まるとすれば、場所が違っても同季節に観測されたデータであれば相関が一致するはずである。そこで、同じ8月上旬に撮影された1985年における東京の調査結果と比較してみると、切片は5.5ほど長野が高いものの、偶然にも両年の傾きはほぼ同じになった(図7)。切片に差異が生じた原因については、長野の衛星データと航空写真の観測年が異なるための測定誤差、大気汚染を含む空気の状態や衛星の観測条件の違いなどが考えられる。

### 5. 衛星データから表面温度の推定

ランドサットに搭載されている7つのTMセンサのうち、TMバンド6は熱バンドと呼ばれ、地表面や海面の温度に関する情報を提供している。FDに収録される値は「℃」などの温度の値ではなく、0~255の

デジタル値であり、120 m×120 m メッシュの面的平均値を示す。一般にこの値はまず広域磁気テープ (Computer Compatible Tape) に収録されることから CCT 値と呼ばれる。地表面温度を画像として教材化する際に、このバンド 6 の CCT 値をそのまま使うと、256 階調の明暗で表現された画像となり、何を示すものか理解しにくい。そのため、輝度を表す CCT 値を実際の温度に変換する処理が必要となる。

CCT 値を温度に換算する方法として、宇宙開発事業団地球観測センター (1995) からグランドトゥールースに基づいた式が提案されている。

まず、観測された放射輝度  $R$  ( $\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr}$ ) を経験的に上限を  $R_{\max}$ 、下限を  $R_{\min}$  とし、それを等分割してデジタル値に変換している。TM のバンド 6 では  $R_{\max}$  は  $1.896$  ( $\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr}$ )、 $R_{\min}$  は  $0.1534$  ( $\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr}$ ) と決め、デジタル値の最大値 255 を  $D_{\max}$ 、 $V$  を CCT 値 (デジタル値と同じ) とすると、観測された放射輝度  $R$  は次のようになる。

$$R = \frac{V}{D_{\max}} (R_{\max} - R_{\min}) + R_{\min} \quad (2)$$

また、TM のバンド 6 における単位波長あたりの放射輝度  $R^*$  ( $\text{mW}/\text{cm}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$ ) と観測輝度温度  $T$  (K) の関係は、

$$R^* = 5.1292 \times 10^{-5} T^2 - 1.7651 \times 10^{-2} T + 1.6023 \quad (3)$$

により与えられる。

ここでバンド 6 の観測波長は公称で  $10.4 \sim 12.5 \mu\text{m}$  であるが、センサの応答率が 50% から 100% である波長域として  $10.422 \sim 11.661 \mu\text{m}$  を選ぶと、波長幅は  $1.239 \mu\text{m}$  となるので、

$$R = 1.239 \times R^* \quad (4)$$

となる。(2) と (4) が等しいとして、 $R$  を消去すると

$$aT^2 + bT + c = dV \quad (5)$$

の関係が求められる。ただし、 $a = 6.3551/100000$ 、 $b = -2.1870/100$ 、 $c = 1.8318$ 、 $d = 1.7426/255$  である。この式を解いて、CCT 値を温度に換算した。なお、 $a, b, c, d$  の値は、榊原 (1994) に記されたものと異なるが、榊原 (1994) 及びそれを引用した山崎ほか (1998) の表記に誤りがあるので本論で示す値に訂正をお願いしたい。

これらの式により求められた温度は、地上観測値との一致性に問題があることが指摘され、補正するための式が提案されている (稲永ほか, 1996)。

本論では温度の絶対値を扱うことより、相対的な温

度の違いを定性的に利用するので、(5) 式を利用して問題はないと判断した。

## 6. 教材としての画像作製

ここ数年、デジタルカメラに代表される映像関連のメディアの普及に伴い、一般向けの画像処理ソフトが次々と発売されている。写真などの画像の修正や加工を行うフォトレタッチソフトもその一つである。本研究では、学校現場でのリモートセンシングデータの利用拡大を目指す立場から、あえて衛星画像処理の専用ソフトではなく、これら市販のフォトレタッチソフトを用いて衛星画像の教材化を試みた。

今回使用したソフトは、フォトショップ (Adobe Photoshop 3.0J) と呼ばれるフォトレタッチソフトで、画像を重ねたり合成したりするレイヤー機能や、簡単な演算処理を行う機能を備えている。このソフトと一般のパソコンを使って、NVI 画像・NVI の経年変化・地表面温度分布を示す画像を作製する方法を以下に示す。

まず、MS-DOS ファイルにコンバートされたデータを、画像ファイルとして読み込む。通常ならソフトがファイル形式を判別して読み込みが行われるが、衛星データの MS-DOS ファイルには拡張子がないため、そのままでは認識されない。そこで、汎用フォーマットとして扱えるように、ファイルネームの後に「.rfw」の拡張子を付ける。これにより、グレースケールの画像として画面に表示することが可能となる。利用したソフトの場合には、画像サイズとヘッダー情報を尋ねてくるので、前述した衛星データファイルの格納サイズを指定してやればよい。その際、ヘッダーは 512 とする。4 つのバンドが収められた BSQ のデータをそのままコンバートしてある場合には、ピクセル側 (横サイズ) を 4 倍にして指定すると、4 画面が並列した形で読み込まれる。

色をつけるときは、カラーのモードを選択すればカラー画像として処理を行うことができる。また、作製した画像を保存する際には、ビットマップ (.bmp) 形式にしておくと、その後 Windows 対応のほとんどのソフトで活用できる。

先に求めた緑被率と NVI 値の対応関係を用いて、実際の緑被率によってレベルスライス (輝度値を区切って色を割り当てる) を行った NVI 画像を作製する。

まず、バンド 3 とバンド 4 の衛星データを使って演

算処理を行い、NVI 画像を用意する。このフォトレタッチソフトの演算処理機能の中には除算がないため、あらかじめ比演算を行ったデータをファイルとして用意する必要がある。ここでは、リモートセンシング技術センターが提供するソフト「リモート 20」を使って比演算したファイルをつくる。

次に、緑被率を基準としてレベルスライスの境界となる値(しきい値)を定め、これに従って NVI 値を区切っていく。つまり、ソフトの輝度レベルの調整を使って、定めた範囲に相当する NVI 値だけを抽出する。そして、区切った範囲それぞれについて抽出された部分にあらかじめ決めた色をつける。図 8 の場合には、緑被率を 20% ごと 7 段階に区切ったので、背景色の白を除いたそれぞれの配色による 6 枚の画像を画面上で作製した。

最後に、これらの画像をレイヤー機能を使って合成する。上に重なる画像の透明度を調整すると、レイヤー結合の際に色の鮮明さがなくなるが、合成後に彩度を修正して効果的な色合いをつくり出すことができる。また、特定の色について後から色相を変更することも可能である。

フォトレタッチソフトのレイヤー機能を利用して、異なる観測年の NVI 画像を重ねることにより、経年変化を示す画像も作製できる。ここでは、1985 年と 1994 年の長野の NVI データを用いた例を示す。

まず、先に求めたランドマークの位置から座標のずれを検出し、その値だけ移動させて 2 枚の画像の座標を一致させる。画面上には常に X・Y の座標が表示されているので、簡単にピクセル・ラインの値を確認しながら移動できる。また、片方の画像の輝度を反転させて重ね合わせ、演算機能で差を表示させると、座標のずれは一目で確認できる。

次に、1985 年の画像にグリーン、1994 年の画像にはマゼンダで着色する。このとき、NVI の輝度値が低い(黒い)部分ほど濃い色がつくことになる。これを結合させて合成した画像が図 9 である。

図の中の緑色の地点は NVI の増加、赤色は減少を示している。全く変化のないところは、グリーンとマゼンダの補色の関係により黒から白までのモノトーンで表現される。都市化に伴い緑被が減少した地点は濃い赤色で表れているが、前述のように果樹園ではわずかな増加、水田では季節の違いによりやや減少した色で示されている。なお、画像の左上に見られるように、雲があると着色した色がそのまま表れてしまう。ま

た、この画像の作製では NVI をそのまま用いているため、この図が示す増減を直接実際の緑被率の増減として解釈するのは問題がある。

次に、前述の TM バンド 6 による輝度温度換算の関係を利用して、地表面温度分布のレベルスライス画像を作製した。

30~40℃ の地表面温度を 2℃ ずつ区切り、7 段階のそれぞれの範囲で対応するバンド 6 の CCT 値をしきい値として定めた。以下は NVI 画像の場合と同様に、それぞれの範囲を抽出して着色し、レイヤーを使って合成している。

作製した 1994 年における長野の地表面温度分布画像を、図 10 に示す。この画像が表示する温度は、気温ではなく地表面温度だが、市街地と郊外の温度差などエリア内の温度分布を視覚的に読み取ることができる。また、図 8 の NVI 画像と比較すると、緑被率の高いところほど温度が低いことがわかる。特に、市街地と農地の境界がほぼ一致した形で表れており、都市化に伴う環境変化として温度への影響を考える教材としての利用も可能である。なお、バンド 6 は地上分解能 120 m メッシュであり、河川では水面温度と川原の石などの表面温度を含む平均値となっているため、これを水温としてとらえることのないよう注意が必要である。

## 7. 小学校における授業プログラムの試行

人工衛星によるリモートセンシングの地球環境モニタリングが、学校教育の環境学習の場面において有益であるという前提のもとで、小学校においても有用であるという仮説を立て、一連の授業プログラムの開発を試みた。開発にあたっては、小学校における理科及び環境教育の目標に照らし、リモートセンシングデータのもつ情報の中から必要なもののみを抽出するよう配慮した。また、小学生の実態に合わせて、学習活動において複雑な処理操作をできるだけ省き、より直接的・視覚的に捉えられる教材の提供を心掛けた。

本授業プログラム開発の目的は、このようなリモートセンシングデータを用いた自然環境と人間生活を考える授業プログラムにより、教育現場において実際に試行授業を行うことを通して、その有効性や問題点を実践レベルで明らかにし、得られた見地からさらに今後の教材開発の方向を探ることである。

本授業プログラムは、小学校理科 6 年の大単元「ひとと自然」の中に、小単元名「宇宙から見た長野」と

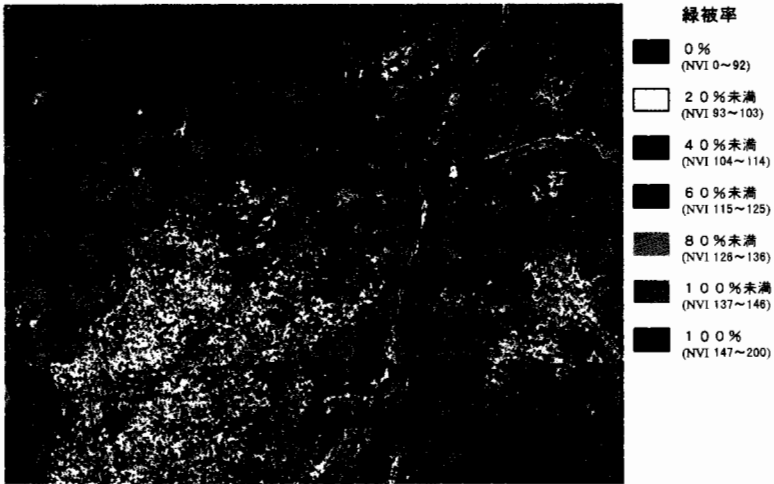


図8 緑被率によってレベルスライスした NVI 画像 (1990年8月8日, 長野市)

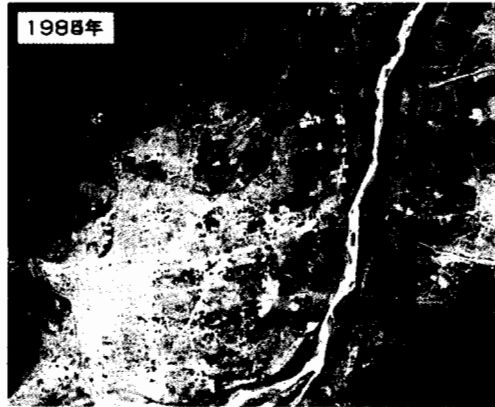


図9 1985年に対する1994年の植生変化 グリーン; 増加, レッド; 減少

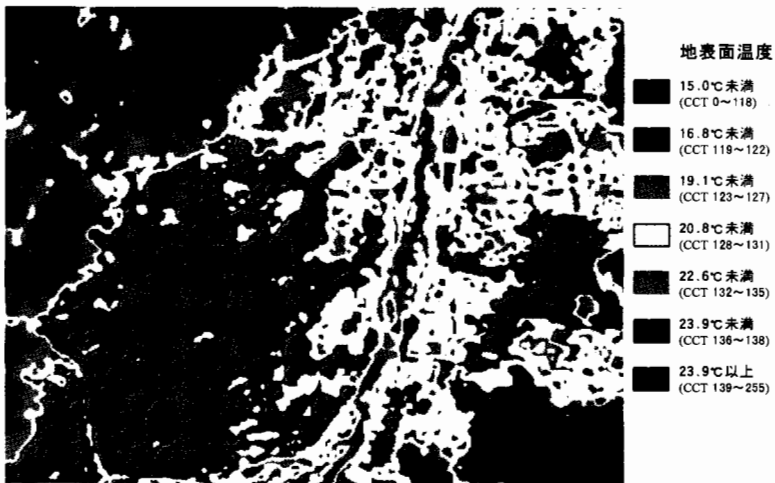


図10 レベルスライスした表面温度画像 (1994年9月20日, 長野市)

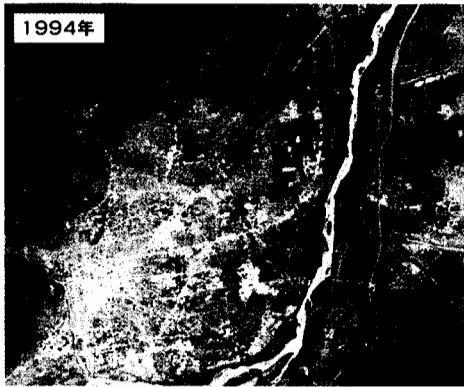


図11 グリーンで塗り替えた1994年のNVI画像

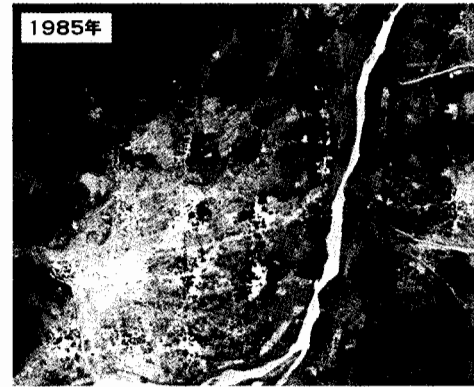


図12 マゼンダで塗り替えた1994年のNVI画像

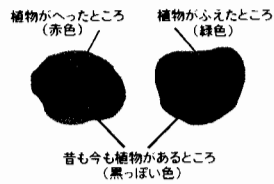
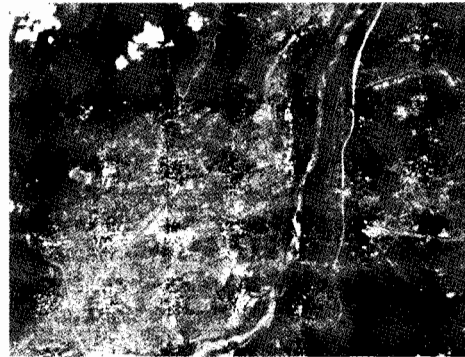


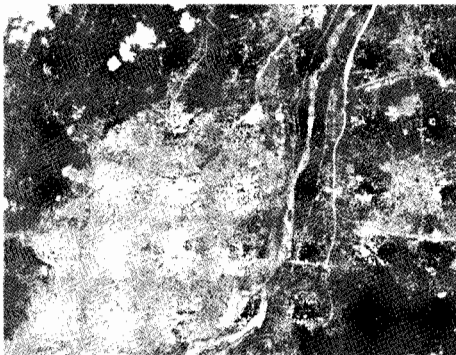
図13 色表示の説明シート



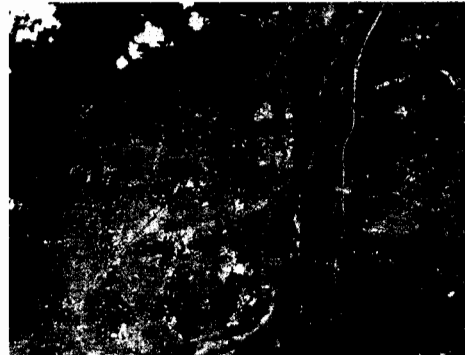
イエローで印刷したバンド1の輝度画像



マゼンタで印刷したバンド2の輝度画像



シアンで印刷したバンド3の輝度画像



3枚を合成したトゥルーカラー画像

図15 画像処理の説明用のトゥルーカラー合成 (1994年9月20日)



図14 調査活動用の地図シート

して位置づけた。

### 7.1 事前に準備したもの

#### ① NVI分布・表面温度分布の提示用画像

NVI分布・表面温度分布の画像については、前述の方法によりレベルスライスし、フォトタッチソフトを用いて画像を作成している。授業での提示のために、長野と東京のそれぞれの画像を、OHP及び教材提示装置用としてシートに印刷したものを準備した（たとえば、図8や図10）。

これらの画像から、大都市東京と比較しながら、自分たちの住む地域の高速道路や工業団地など都市化に伴う緑被の減少、地滑り地帯の植生の復活、市街地と郊外との温度差などの情報を読み取ることが可能である。

#### ② 経年変化の調査活動用シート

作成した画像を教材として用いる際に、児童がその中の情報を直観的に読み取り、理解できるものであることが望ましい。そこで今回は、OHPシートを利用して、身近な地域の緑被の変化を調べる教材を用意した。

まず、フォトタッチソフトを用いて、1994年長野のNVI画像の輝度値を反転させ、RGBモードに変換した後にグリーンで黒を緑に塗り替える。すなわち、緑被率の高い地点ほど緑色が濃く、低くなるに従って透明に出力されるわけである。同様に、1985年長野のNVI画像を処理するが、こちらはマゼンタで塗り替え、出力する。作製した1994年の画像を図11に、1985年の画像を図12に示す。

次に、これらの座標と画像エリアを一致させて透明

なOHPシートに印刷し、重ね合わせてみる。すでに図9に示したように、植生が増加した場所は緑色に、逆に減少した場所は赤色に見える。また、植生に変化のないところは、補色の重ね合わせにより黒色として表現され、元々植生のないところは透明のままとなる。

コンピュータの画面上で合成してから提供することも可能だが、ここではあえて児童が重ね合わせの作業を通して、直接的に調査活動ができるよう配慮した。実際の授業場面でも、変化を調べる方法として、「重ねてみる」「色をかえればいい」の反応が、どのクラスにおいても返ってきた。児童の意識に沿った調査活動の方法として適していたと考えられる。

なお、画像エリア内の雲の部分は、そのまま提示すると混乱が予想されるため、増減の変化がないようにあらかじめ補正を加えてある。1994年・1985年の画像シートを各班に1枚ずつ計2枚用意した。

また、調査活動の前に植生の増減の色表示を説明するために、図13のような提示用OHPシートを準備した。

#### ③ 調査活動用の地図シート

経年変化の調査活動の際、児童が画像上の場所を確認できるようにするために、画像と同じスケールの透明な地図シートを作製した。スキャナで取り込んだ地図を、フォトタッチソフトを使って合成し、縮尺や座標・範囲を画像と一致させてからOHPシートに印刷した（図14）。

#### ④ 衛星画像の説明用シート

人工衛星によるリモートセンシングが、異なる波長の電磁波を観測していることを理解するのは、児童にとってたいへんむずかしい。そこで、バンド1～3の衛星データを使って、人工衛星のセンサと可視画像（トゥルーカラー画像）との関係を簡単に説明するための教材を作成した。

本来、バンド1～3は、可視光の青、緑、赤に当たる電磁波を捉えている。この各バンドのデータを、図15に示すようにそれぞれ補色のイエロー、マゼンタ、シアンに変換することで、透過光として重ね合わせることができるようになる。そのまま3つのバンドのデータを画像として出力し、別々に透明シートに印刷する。これらをOHP上で投影しながら重ねていくと、宇宙から人間の目で眺めた状態に近い画像を、児童が自らの手でつくり出すことができる。

#### ⑤ 画像処理の演示のためのソフトウェア



衛星の生データを使って演算処理を行い、画像として出力する様子を提示するために、本授業プログラムの中では唯一この場面でコンピュータを演示用に用いた。

使用したソフトウェアは、榊原(1994)が開発したもので、購入した衛星データを直接読み込んで、演算処理を行い、同時に画像を表示することができる。NVIの演算と表示を1ラインごとに繰り返す場面を見せることにより、児童は、コンピュータによる衛星データの画像処理を実感として捉えることができるものと考えた。

⑥ 現地の写真

調査活動の中で、児童が調べ出した地点の現在の様子を確認するためには、実際にその場所まで現地学習に行くことが望ましい。しかし、今回は時間的な制約もあり、事前に撮影した写真と照らし合わせてみる活動にとどめた。撮影場所は、画像エリア内で試行対象校の学区を中心にして、植生の増減が明確に画像上に現れた地点を選定した。市民病院・新幹線車両基地(図1の地点8)・高速道路・エムウェーブ(地点9)・地附山地滑り地帯(地点4)など、12カ所、計20枚の写真を用意した。これらの写真は、教材提示装置によって拡大投影して提示した。

⑦ ビデオ教材

リモートセンシング関係のビデオ教材として、NHKのステップ&ジャンプ「地球～宇宙から見た地球～」(1992年1月7日放送)を準備した。この中には、人工衛星によるリモートセンシングの仕組みの説明やアマゾン・ロンドニア地方の熱帯雨林破壊の様子が紹介されており、本授業プログラムの中で導入として用いた。

⑧ その他の機器

教材提示装置・OHP・テレビモニター・ノート型パソコン・ビデオデッキ・レーザーポインタなどを準備した。また、リモートセンシングの理解の補助として、演習実験用に離れた場所の温度を測定できる放射温度計(ミノルタ製、505)を準備した。

7.2 授業プログラム

本授業プログラムは、3時間扱いとし、第1時「人間生活や地球環境を支える植物」、第2時「リモートセンシングのしくみと画像の判読」、第3時「長野の緑地の変化」から成る内容構成とした。それぞれの時間の授業展開を次のように考えた。

第1時では、地球環境問題の導入として新聞記事か

ら地球温暖化が問題となっている事実を知り、地球大気中の二酸化炭素の増加について課題意識をもたせる。次に、前時までの学習の想起から、人間や動物の呼吸と植物の果たす役割についてふれ、植物が地球的規模で減少していることに対して疑問をもたせる(表1)。

第2時では、リモートセンシングのしくみについ

表1 指導展開案 第1時

学習問題	学習活動	支援・指導	時	備考
1. 二酸化炭素が増える原因を調べる。	<p>○地球温暖化が問題になっている事実を知る。</p> <p>○新聞記事により二酸化炭素の増加予測を調べる。</p> <p>○二酸化炭素の増加による温暖化について知る。</p> <p>○コンピュータシミュレーションで温暖化による海面上昇を見る。</p> <p>○学習課題1「なぜ、二酸化炭素が増えているのだろうか」</p> <p>○二酸化炭素が増える理由を考える。</p> <p>○物が燃えると二酸化炭素が出ることを知る。</p> <p>○人間も動物も呼吸によって二酸化炭素を出す。</p> <p>○植物が減少していること。</p> <p>学習課題2「植物はどんなことに役立っているのだろうか」</p> <p>○植物の恩恵を考える。</p> <p>○人間がもやしているものは、元はほとんど植物であることに気づく。</p> <p>○人間や動物の食物が植物であること。</p> <p>○植物は二酸化炭素を取り入れ酸素を出していること。</p>	<p>○地球環境問題の導入として、危機感を持たせる。</p> <p>○二酸化炭素が増えることにより、地球が温暖化していることを簡単に説明する。</p> <p>○温暖化による影響の一部として、海面上昇・感染症について紹介する。</p> <p>○被害に至るしくみについても簡単にふれる。</p> <p>○自分の考えを学習カードに記入させる。</p> <p>○既習の単元を想起させ、数値に発表させる。</p> <p>○最近になって急激に増えている理由にもふれて考えさせる。</p> <p>○植物との関係に気づかせたい。</p> <p>○二酸化炭素を減らすものとして植物に意識を向ける。</p> <p>○燃えるものを挙げさせ、その原料や元を考えさせる。</p> <p>○植物が日光によってデンプンをつくっていたことや、二酸化炭素を取り入れていたことを想起させる。</p>	10	<p>・新聞記事プリント</p> <p>・OHP</p> <p>・パソコン</p> <p>・モニター</p>
2. 植物が果たす役割について考える。	<p>○植物がなくなったらどうなるかを考え、学習のまとめをする。</p> <p>○植物が減少していることを予想する。</p>	<p>○アマゾンの画像を提示し植物が減少している事実にも気づかせる。</p> <p>○学習カードに記入させ、次時の予告をする。</p>	15	<p>・学習カード</p> <p>・学習カード</p>
3. 植物の減少について疑問を持つ			5	<p>・OHP</p> <p>・学習カード</p>

表2 指導展開案 第2時

学習問題	学習活動	支援・指導	時	備考
1. リモートセンシング技術の概要を知る。	<p>○学習課題1「宇宙から何が見えるのだろうか」</p> <p>○ビデオ「宇宙から見た地球」を視聴して、リモートセンシングについて知る。</p> <p>○内容：宇宙からの観測の歴史、ランドサット衛星について、衛星軌道、インドや南東の画像、他。</p> <p>○放射温度計を使って、リモートセンシングのしくみを理解する。</p> <p>○天や水、人の顔などの温度を、離れた所から測定してみよう。</p> <p>○画像の合成によって写真のような画像ができる様子を見る。</p>	<p>○リモートセンシング技術を簡単に紹介し、ビデオによって興味を持つように対応する。</p> <p>○写真のような可視画像だけでなく、緑の分布や温度などが観測できることを補足説明する。</p> <p>○普通の温度計と放射温度計を比較させながら温度を測定させる。</p> <p>○遠隔測定について説明するが、電磁波については深入りしない。</p> <p>○可視域の3バンドのシンチを置換合わせツールカー画像をつくる。</p>	15	<p>・ビデオデッキ</p> <p>・モニター</p> <p>・地球儀</p> <p>・日本の画像ハネル</p>
2. 衛星画像から読み取れる情報について知る。	<p>○コンピュータによる画像処理の演習を見て、データが画像として表示されることを知る。</p> <p>○温度分布画像について</p> <p>○植生分布画像について</p> <p>○東京の衛星画像から読み取れることを調べる。</p> <p>○羽田空港など大きな建造物の特定</p> <p>○季節による緑の量、海面水位と陸上の温度差。</p>	<p>○普通の温度計と放射温度計を比較させながら温度を測定させる。</p> <p>○遠隔測定について説明するが、電磁波については深入りしない。</p> <p>○可視域の3バンドのシンチを置換合わせツールカー画像をつくる。</p> <p>○画像処理を簡単に示す。</p> <p>○植生指数画像は演算処理しながら表示して見せ、緑の分布がわかることを説明する。</p> <p>○衛星画像の例として東京の画像を提示する。</p> <p>○夏休み見学で訪れた場所をみつけさせる。</p> <p>○8月と11月の画像から季節差を読み取らせる。</p>	5	<p>・デジタル温度計</p> <p>・放射温度計</p> <p>・実物投影機</p> <p>・画像シー</p> <p>・パソコン</p> <p>・モニター</p> <p>・衛星データ</p>
3. 学習のまとめをする。	<p>○わかったことを学習カードにまとめる。</p> <p>○新たな疑問や調べてみたいことを発表する。</p>	<p>○植物や温度の様子が変わることをおさえる。</p> <p>○自分たちの住む長野について意識を向けた。</p>	5	<p>・学習カード</p>

表3 指導展開案 第3時

学習問題	学習活動	支援・指導	時	備考
1. 長野の緑について疑問を持つ	○東京と長野の植生分布画像を比べてみる。 ○予想とおと実際に比べて長野はまだ緑が多いことを実感する。 ○長野の緑の量は変化しているのか予想する。 ○学校周辺の新たな建物や道路などから、緑が減った場所を考える。 学習課題1 長野の植物は減っているのだろうか	○東京の可視画像から植生のみを抽出した画像を示して予想させる。 ○東京は昔から緑が少なかったのかもしれない。長野への疑問を持たせる。 ○最近できた大きな建造物や交通、ガリシブツクに伴う開発などを想起させ身近な問題として関心を高める。 ○緑の変化を調べる方法について考えさせる。	10	・実物投影機 ・OHP ・画像シート ・地図プリント ・色シート
2. 衛星画像を使って緑を増減を調べる	○85年と94年の植生分布が印刷されたシートを準備し、緑の変化を調べる。 ○地図のシートを使って古く小や主な地名の位置を確認する。 ○緑が減った赤く見える地点を、増加した緑色の地点の学習カードの地図に記入していく。 ○場所や建造物がわかるものは、その名前や気づいたことを記録する。	○異なる年に観測された植生指数画像から緑の増減を見つけてさせる。 ○色を変えて出力することによって違いを見つけられることに気づかせる。 ○シートの重なりや作業の仕方を説明する。ない字は消す。学校周辺の赤色が目立つ場所から調べるよう援助する。 ○グループでも話し合わせ広い範囲を調べさせる。	15	・画像シート ・地図シート ・面用紙 ・学習カード ・OHP ・マジック
3. 調べたことと緑の減少した場所を確かめる	○緑が減った場所、増えた場所について発表し、その理由を考える。 ○長野市民会や新幹線、国道、福田大通りなどがある場所は、水田や果樹園だったことに気づく。 ○場所が分かった地点を加えて記録し、気づいたことを発表する。	○増減の場所が特定できたものについて発表させ、理由を考えさせる。 ○特に目立つような増減がある地点について、写真の写真を提示し開発の大きさを実感させる。 ○高速道路や総合グラウンドができる前を示す。河川や、地割山の緑の増加について説明する。	10	・実物投影機 ・OHP ・ポインタ ・写真 ・画像シート
4. 植物の減少と大気汚染の関係を調べる	○緑が減ることによってどんな影響があるか、これからどうしていくべきか考える。 ○長野の地表面温度分布の画像を見て、緑の分布との関係に気づかせる。 ○植物が減ったとき、大気汚染も自分できていることを考え、学習カードにまとめる。	○前期の学習を想起させ、様々な生活を変えている現状を学ぶために今できることを考えさせる。 ○衛星による地表面温度の画像を提示し、緑の少ない場所の温度が高いことに気づかせる。 ○地球の二酸化炭素や動物の食物にも絡めて単元のまとめさせる。	10	・実物投影機 ・画像シート ・温度画像 ・画像シート ・学習カード

て、放射温度計や画像シート等を用いた実験や演示によって簡単に紹介する。また、データの処理によって得られた画像から表面温度や植生を読み取る活動を通して、自分たちの住む長野の環境の変化について意識を向ける(表2)。

第3時では、NVI画像を用いて、東京と長野の緑の比較や、長野の緑被の増減を調べる活動を行う。異なる観測年の画像シートから緑が増えた場所や減った場所を特定し、その原因を考察することによって、都市化に伴う緑被の変化やその影響を考えさせる(表3)。

8. 検証授業における生徒の反応と考察

授業プログラムの試行は、長野市立古里小学校(図1の△印)で行った。同校は、長野市街地(図1のA)の北東に位置し、学区内には田畑がまだ多くみられるが、ここ10年ほどの間に近郊に住宅団地が造成されたり、新たな商業地域がつくられたりと、周囲の環境が変化してきている。各学年3ないし4クラスで、普通規模の小学校である。同校は、筆者の一人が勤務した学校であり、理科専科という立場から担当する学級

において試行授業を行うことができた。試行授業は、1997年6月23日から7月7日にかけて6年生の4クラスで実施した。1クラスの人気はいずれのクラスも35名(男子18名、女子17名)であり、8班編成で授業を行った。

本授業プログラムを実施するにあたって最も注目された点は、リモートセンシングデータという全く新しい教材に対して、小学生がどんな反応を示すかということである。前例のない試みだけに、はたして開発した教材や授業プログラムを児童が抵抗なく受け入れてくれるかどうか、最初に評価すべき点となる。

まず、リモートセンシングという本授業の題材に関しては、予想以上に児童が興味を示した。リモートセンシング技術を紹介する導入の場面から、どのクラスも普段の授業では見られないほど意欲的な姿勢で、授業後にも多くの児童が質問に来た。また、学習カードに書かれた感想の中には「人工衛星は、天気予報に使っていることくらいしか知らなかったけど、宇宙から自分たちの小学校やまわりの様子がわかるなんてすごい」「コンピュータで計算すると、植物や地面の温度のことまで見えるのが驚いた」のように、単に物珍しさだけでなく、本題材の内容に対して高い関心を示す児童が多かった。

探究活動の中心となる植生画像のシートを使って長野の植物の増減を調べる場面では、「長野も思っていた以上に植物がどんどん減っていて心配になった」とする感想のほかに、「自然がこわした場所(地滑り等)は、また自然が直そうとしているけど、人間が道や建物をつくった場所には植物がかえってこない」「オリンピックが終わったら、競技施設は元の田んぼや畑にもどせないか」「東京に比べたら長野はまだ緑が多いけど、ずいぶん植物が減ってきている。このままでは人間が便利になるために植物を減らして、地球の二酸化炭素を増やしてしまう」など、調査活動からわかった事実だけでなく、自分の住む地域の自然に対する認識の深まりや、地球環境問題にまで言及した考察が見られた。

また、本授業プログラムの実施前後で、「もし植物がなくなったらどうなるか?」というアンケートを行った。授業前には、既に「ひとと自然」の単元を従来どおり学習しているにもかかわらず、「自然がなくなる」「人は生きていられない」といった漠然とした回答や、無回答の者が多かった。しかし授業後では、具体的に二酸化炭素や温度のことを根拠をあげて、その影響を

表4 アンケート項目と結果

アンケート項目		①たいへん 思う	② 思う	③どちらと もいえない	④あまり わからない	⑤全然わ からない
Q1 人工衛星(じんこうえいせい)を知っていますか	授業前 授業後	8 8	62 92	13 13	40 13	3 0
Q2 人工衛星にきょうみがありますか	授業前 授業後	2 7	15 35	28 40	43 27	38 17
Q3 人工衛星が地球のかんきょうを調べるのに役立つと思いますか	授業前 授業後	15 40	72 69	26 10	11 4	2 3
Q4 地球のかんきょうを守るができますか	授業前 授業後	5 7	49 58	60 47	8 12	4 2
Q5 長野のような町の開発が進むことによってかんきょうはどのように変わりますか	授業前 授業後	11 12	41 66	32 32	35 14	7 2
Q6 町を住みよいかんきょうにするにはどうすればよいか、理由を付けて説明できますか	授業前 授業後	3 0	13 35	34 41	51 39	25 11
Q7 長野の町の温度がどのように変わっているか説明できますか	授業前 授業後	1 8	9 32	37 36	35 28	44 22

説明した回答が大多数をしめた。これは、本授業プログラムによる学習を通して、地球環境問題への関心が高まり、現象を科学的に考察できるようになったためと考えられる。

ただし、この活動に用いた植生画像の範囲については問題が残る。植生の増減が大きく現れた地点の中で、比較的學校に近い新幹線の車両基地(図1の地点10)や市民病院(地点8)、稲田の新商業地区(地点11)などは、ほとんどの児童がすぐに特定できたが、地附山(地点4)やエムウェーブ(地点9)などを最初から指摘した児童は少なかった。

今回の検証授業から、小学校6年生の生活圏や行動範囲は提示エリアより小さく、必ずしも学区を中心とした円形でないと思われる。そこで、事前にアンケートをとり生活圏や行動範囲を確認し、授業を組み立てるべきであった。すなわち、画像の提示範囲を狭めてまず身近な地域についての学習活動を行い、続いて長野全体に段階的に広げるといった授業展開に関する配慮が必要であった。

検証授業の効果を確かめるために、表4に示す項目によるアンケート調査を実施した。同じアンケートを授業プログラムの直前と直後に実施し、各質問項目に対する反応がどのように変化したかを、プレテストとポストテストとで比較するものである。評価は、反応の度数分布による比較と統計的な検定により行った。

検定項目は、Q1:人工衛星の認知、Q2:人工衛星に対する興味、Q3:人工衛星による環境調査の効果、Q4:地球環境保護の可能性、Q5:開発による地域環境の変化、Q6:市街地の環境問題、Q7:市街地の温度分布の7項目を設定した。

試行授業によって意識の傾向がどのように変化したかを調べるために、表4の各項目に対して、プレテストとポストテストで①～⑤の5段階で表される反応

の度数を比較した。いずれの項目も4クラスでアンケートを実施し、対象者総数は126名である。

この結果から、Q4を除いた6つの項目については、度数分布が肯定的な方向に変化しているのがわかる。Q4の「地球の環境は守ることができると思いますか」の問いに対して、全体の度数分布では、ポストテストにおいて、③「どちらともいえない」が減少し、①②に加えて④「あまり思わない」が増加している。これは、プレテストで判断を保留していた児童が、授業の中で考えを明確にし、肯定的な方向と否定的な方向に分かれたことを示していると思われる。

試行授業による生徒の意識面での変容をみるため、授業の効果が統計的に有意であるか、対応のあるデータの差からt分布による検定により確認した。質的データを数値化するために、①を2点、②を1点、③を0点、④を-1点、⑤を-2点として配点し、計算を行った。

検定の結果、Q4以外の6つの項目で有意水準1%が認められ、授業の効果が十分にあったと判断できた。中でもQ2のt値が高く、人工衛星に対する興味について意識の変容が特に大きかった。これらの結果から、興味・関心も含めて、環境問題を科学的に探究しようとする肯定的な意識の変化において、本授業プログラムは効果があったと認められる。

Q4については、プレテストとポストテストの差が最も低い値を示した。これは、意識に変化がなかったのではなく、前述のように数値が+側と-側に割れたためである。この項目では、地球規模での環境問題解決の可能性についてふれており、本授業プログラムの学習を通して、肯定的に受け止めた児童がいる一方で、地球の将来に危惧の念をいだく児童も増えたものと考えられる。

## 9. おわりに

本研究では、小学校教育における人工衛星によるリモートセンシングデータ利用について検討した。まず、基礎研究として、グランドトゥルースによる緑被率の推定を行ったところ、衛星データから得られたNVIの値を実際の緑被率に換算することが可能となった。このことにより、コストの関係で定期的に何回も入手できない航空写真の代替として緑被率の推定に衛星データが利用できることがわかった。

小学校という発達段階を考えて児童がパソコンで衛星データを処理するのではなく、あえてOHPシート

にカラー印刷したNVI画像を重ねて、身近な地域における緑地の経年変化を調べる学習を試みた。その結果、教材はおおむね有効であると感触を得た。

マルチメディアの進歩に伴い、学校に設置されたパソコンやソフトだけでも十分に衛星画像の処理が可能な時代になった。理科教育や環境教育の充実に向けて、この魅力的な素材を使った教材研究が今後さらに期待される。

#### 文 献

- 稲永麻子・竹内章司・杉村俊郎・吉村充則(1996): NOAA/AVHRRの観測輝度温度に基づくLANDSAT/TMの観測輝度温度誤差の補正, 日本リモートセンシング学会誌, 16, 324-334.
- 宇宙開発事業団地球観測センター編(1995): 地球観測データ利用ハンドブック〜ランドサット編・改訂版, (財)リモートセンシング技術センター, 1-296.
- 斉藤達也(1994): 地球環境を考えるためのリモート・センシング・データの利用, 平成6年度筑波大学大学院教育研究科修士論文, 1-137.
- 榊原保志(1995): ランドサットによる熱画像と植生指数画像の教材化の意義, 地学教育, 47, 131-138.
- 樋口知子(1991): リモートセンシングによる東京23区の緑地の増減の把握, お茶の水地理, 32, 34-40.
- 松井文男・松下繁一・榊原保志(1997): リモートセンシングデータの画像処理プログラムの開発と活用, 日本地学教育学会第51回全国大会予稿集, 70-71.
- 山崎良雄・濱田浩美(1998): データベースの地学教育への活用, 地学教育, 51, 67-75.

榊原保志・林 円: 小学校におけるランドサット衛星画像を用いた身近な緑地環境の学習 地学教育 51 巻5号, 9—22, 1998

〔キーワード〕 リモートセンシング, 緑被率, 小学校, 環境学習

〔要約〕 基礎研究として, 季節や土地利用の違いが植生指数に及ぼす影響を明らかにし, 航空写真を使ったグランドトゥールズによって植生指数と実際の緑被率の関係を求めた。その関係を用いて緑被率によってレベルスライスした植生分布画像を, そして輝度値と表面温度に関してすでに公表されている関係を用いて表面温度分布を, 市販のソフトや家庭用パソコン等を使って作製する方法を提示した。そして, 児童の直観的な理解を助ける教材提示, 透明シートにカラー印刷した植生指数画像を重ねる身近な緑地の経年変化を調べる班学習など, 小学校理科における衛星画像の効果的な利用例を紹介した。

Yasushi SAKAKIBARA and Maroshi HAYASHI: A Study about the Local Green Land Environment with Landsat Satellite Images in the Elementary School. *Educat. Earth Sci.*, 51(5), 9—22, 1998

資料

## いま、地学教育に求められるもの

### —体験学習・野外学習の必要性—

下野 洋\*

#### 1. はじめに

平成9年11月に教育課程審議会から教育課程の基準の改善の基本方針についての中間まとめが発表された。そこでは、教育課程の基準の改善のねらいとして次のことが表記されている。

- ①豊かな人間性や社会性、国際社会に生きる日本人としての自覚を育成すること
- ②自ら学び、自ら考える力を育成すること
- ③ゆとりのある教育活動を展開する中で、基礎・基本の確実な定着を図り、個性を生かす教育を充実すること
- ④各学校が創意工夫を生かし特色ある教育を展開すること

そして、このねらいを達成するために、例えば、年間授業時数の縮減、教育課程の基準の大綱化・弾力化、基礎・基本となる学習内容の厳選、個性伸長のための選択学習幅の拡大、教科の枠にとらわれない「総合的な学習の時間」(仮称)の創設、自然体験・問題解決的学習の重視等が提起されている(教育課程審議会, 1997)。

このように教育の枠組みが大きく変わろうとしているとき、地学教育ではそれにどう応えるべきであろうか。日常生活の中で多くの児童・生徒は、星の観察や化石の採集をはじめ宇宙開発の話題には多大な興味・関心を寄せている(山本, 1993)。一方、身の回りの自然が少なくなり自然体験の機会が減少していることも事実である。

さらに、高度情報化社会の到来によりコンピュータなどを介しての疑似体験の機会は増大している。

情報化など社会の変化に対応していかなければならないものもあるが、時代が変わっても「地球の自然環境」は実物を通して体験的に学習し理解することが大切だと考えられる。地球の自然環境をフィーリングだけではなく、科学的に理解し市民として必要な科学的

リテラシーを身につけていける理科の学習を目指したいものである。

ここでは、学校をとりまく状況や地学教育の大切な側面及び児童・生徒のある実態を整理しながらこれからの地学教育のあり方について述べてみたい。

#### 2. 地学教育の果たす役割

これからの地学教育を考えるに当たっては、地学教育が人間形成や社会生活を営む中で例えば次のような点で役立っていることを知らせることが大切である。

- (1) 地学は世の中に役立つ科学であること

明治以降つい先頃まで、日本では地下資源、特に鉱物資源開発のために地質学は大変大きな貢献をしてきた。

昨今、日本国内の炭坑や鉱山の多くが閉鎖されているが、世界的にはいまなお鉱物資源・エネルギー資源の開発は人類にとって重要な課題である。また、火山噴火や地震活動、台風や集中豪雨などによる自然災害の軽減という観点から、地質学、地球物理学、気象学等の地球科学にはそれぞれの現象についての基本的な理解に基づく防災対策の提示が求められている。

地球環境問題は、例えば、岩石の風化、侵食、運搬、堆積など一連の自然の物質循環についての理解があり、その経路に人間が働きかけていることの認識がなければ解決はおぼつかないのである(佐藤, 1996)。

このように地学は人間生活を豊かにすることや自然災害から命を守るために学術的に重要というだけでなく、このことを市民レベルで理解していることが不可欠であるといえよう。

- (2) 地学にはそれ特有の科学的思考があること

火山噴火や地震現象は、それらを要素的に分析すれば物理的な現象に分けることができる。しかし、それら地学現象は物理的にみただけではその噴火や活動の原因あるいはそれらの予測をすることは困難であろう。それは、現象そのものが大きな空間を占めており、

長大な時間経過の中で様々な要因が関与して生起しているからである。

地学には、このような総合的で、歴史的な科学的思考が必要となるということが、分析的手法を主とする物理や化学とは異なることである(松川・林, 1994)。したがって、地学では本物の自然に触れ、実際の自然現象を観察する楽しさや感動を得る過程を通して、地学特有の科学的思考を身につけることが大切である。

### 3. 社会的な背景

地学教育のみならず広く科学教育を支える社会的な状況は大きく変わりつつある。この社会的な背景については例えば次のようなことが取り上げられよう。

#### (1) 教育の基調の転換

教育課程審議会の中間まとめにあるように、従来は知識を覚えることに重点を置いていたがこれからは学び方や考え方を学習するように教育の基調を転換することが求められている(教育課程審議会, 1997)。その知識を覚え込む学習として例えば、現行高等学校地学の教科書には、地球物理学や気象学あるいは天文学などの学問を主体とする考え方に沿った内容が見受けられる。このことは、中学校理科の気象や大地の変化の一部についても言えることである。今回の教育課程の改訂では市民として必要な科学的素養の育成を目指しており、少なくとも義務教育の段階でとりあげる内容やその指導方法は学問を主体とする考え方によるのではなく、その題材を通して自然の科学的な見方考え方ができるような方法を工夫することが必要であろう。しかし、高等学校の上級学年にあっては、生徒の興味・関心、能力・適性に応じた理科の科目を選択し、将来の専門的な方面に進むことができるような道を開いておくことも大切なことは言うまでもない。

つまり、科学的素養を育成する観点と将来の専門の道につながる学習の観点とを分けて学習内容を構成したり指導法を工夫することが大切であると考えられる。

#### (2) 社会の進展

昨今の科学・技術の目覚ましい進展に伴い、人間と生物をとりまく環境は大きく変わった。日常生活における衣食住をはじめ人間の生活環境は、便利さ、快適さを求めて社会経済システムも様変わりした。その一方で、身の回りの自然が少しずつ姿を消し、都市・生活型公害ひいては地球規模での環境問題が顕在化するところとなったのである。

このような状況のもとで生まれてきた児童・生徒は、物質とエネルギーに恵まれてはいるものの、身近な自然を体験する場所や機会は大変少ないのである。

さらに、学校五日制の実施、生涯学習体系への移行、情報化、国際化への対応など学校をとりまく状況は日毎に変化している。特に、情報化に関してはテレビ、ビデオだけでなく、コンピュータによるゲームや学習活動など疑似体験や2次情報を用いる機会が激増している。コンピュータゲームが子どもたちに大変人気を博しているのは、動植物の採集や飼育活動、鉱物採集や化石採取など自然の中での活動が激減したことと無関係ではあるまい。

### 4. 科学的素養の育成

児童・生徒が、将来社会の一員として生きるために最小限必要とされる科学的素養は様々な場所で、いろいろな形態で育成されるものである。その育成に当たっては、例えば次のような立場や観点が挙げられる。

#### (1) 理科教育の立場

21世紀の社会に生きる児童・生徒にとっては、自から課題を見つけ、学び考えとともに、主体的な判断や行動を伴う問題解決の資質や能力及び自然に感動し生命を尊重する態度の育成(教育課程審議会, 1997)が期待されている。また、科学技術の発展は、人類にとって豊かな将来を支える原動力であり、その発展のもととなる知的創造力の育成は、天然資源に恵まれず幾多の自然災害に見舞われているわが国では特に大切であり、それをもって国際社会に貢献する必要がある。具体的には、例えば、中央教育審議会の答申にあるように、児童・生徒の自由な発想と体験的な学習を重視して科学的な物の見方や考え方などの豊かな科学的素養を育成することが肝要である。

そのためには、観察、実験や学問主体ではない探究活動を通して問題解決的な学習や体験的な学習を一層充実させることが大切である。

#### (2) 地学リテラシー育成の観点

地学リテラシーとは、「市民が社会生活を営む上で最小限必要とする地学的事象に対する関心や態度、問題解決のための能力、地学的事象についての知識、理解」である。このようなリテラシーは、必要なときに誰かについていけばよいと言うものではなく、一人ひとりが身につけていることが今後益々重要なことであり、それは初等中等教育の段階で発達段階に応じて身

につけていくべきものであると考えられる。

その地学リテラシーとしては以下のようなことを挙げることができる(下野, 1993)。

- ①野外で実物を知覚的に認識できる科学的能力や態度を身につけていること
- ②自然環境の変化を認識できる科学的能力や態度を身につけていること
- ③自然と人間の関わりについて認識できる科学的能力や態度を身につけていること

これらは、自然認識の基本であることはもとより、環境保全や自然保護の基礎概念形成にとっても重要なものである。

地学リテラシー習得についての一例を挙げれば、「流れる水の働き」を実際の川で洪水の前後における川原の実物観察を通して学習することは、単に流域によって流路、流速、流量あるいはれきの大きさや形が異なることを理解するだけでなく、そこで洪水が起ると川の流域ではどのようなことが起きるのかという将来を予測することの能力の育成につながることを期待される。

国立教育研究所のこれまでの調査によると、野外観察において、児童・生徒が、「観察する」、「測る」、「変化をとらえる」、あるいは「問題解決的に観察を行う」などは十分できるとはいえない(下野ほか, 1990)。

また、従来の理科教育では、自然環境の「質」あるいは「地域的な環境」だけを取り上げることが多く、環境の「時間的な変化」に注目させることは十分できていなかったように思われる。さらに、自然と人間との関わりについては、中・高等学校の理科にその単元が設定されてはいるが、具体的な活動を伴う学習はほとんど行われていないのが実情である。

## 5. 地学教育の一つの現状

(1) 地学領域に関する児童・生徒の興味・関心の度合い

国立教育研究所の理数改善研究会が行った「理数の改善に関する総合的研究」(国立教育研究所理数改善研究会, 1996)から地学領域に関する児童・生徒の興味・関心あるいは理科に対する意識の実態を探ってみた。

図1は、児童生徒(小学校3年生から中学校3年生まで)の理科4領域における好きな割合を示したものである。

このグラフを見ると地学領域が「好き」という児童

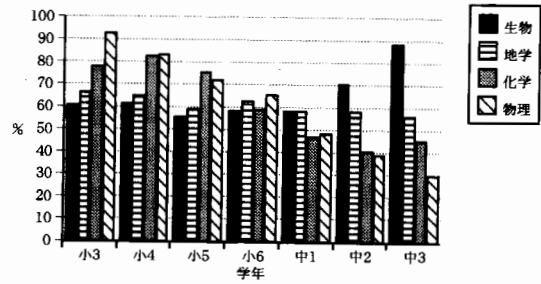


図1 理科の領域別に見た「好き」の割合

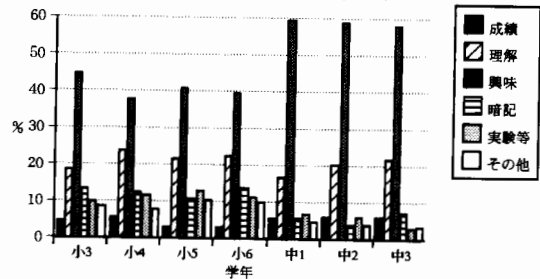


図2 地学領域が好きな理由

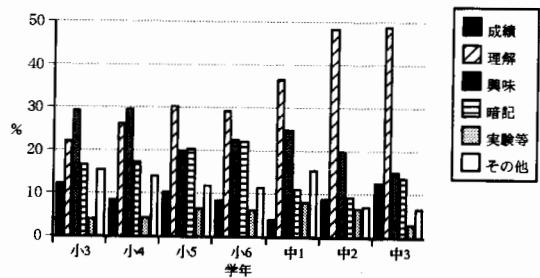


図3 地学領域が嫌いな理由

生徒は小学校3年生から中学校3年生に至るまでほぼ60%と同じ割合である。これは学年進行により「好き」の割合が減少する物理、化学領域や学年進行により「好き」の割合が増加する生物領域とは異なっている。また、小学校3年から中学校3年にかけて地学領域は全体の中で2番目に好きな領域となっている。

次に、図2は地学領域が好きな理由を尋ねた結果をグラフにまとめたものである。これによると、地学領域が好きな理由については「興味があるから」というのが小学校では40%くらいあり、中学校では60%くらいと他の理由に比べて大変その割合が高くなっている。それに対して、「実験・実習があるから」というのは小学校では10%程度、中学校では10%未満である。



また、図3は地学領域が嫌いな理由を尋ねた結果をグラフにまとめたものである。これによると、地学領域が嫌いな理由については、小学校5年から中学校3年にかけては「理解できないから」というのが30%から50%と大変多く、特に中学校でその割合が高くなっている。小学校3・4年生では「興味がないから」という理由が他よりも高いが、それは中学校1年で少し高くなるものの学年進行とともに減少している。

これらの結果から、地学領域が「好き」という児童生徒の割合はどの学年でもほぼ一定しており、その好きな理由は地学領域に興味があるからというものである。

履修する内容は、学年ごとに天文、気象、地質など異なっているが、地学領域は割に多くの児童生徒に好かれている領域であるといえる。このことから「興味のある内容」を学年ごとに工夫して配列し、実験・実習をできるだけとり入れ、わかりやすく取り扱うことが重要なことであると考えられる。

#### (2) 理科の基礎学力調査の結果

国立教育研究所が実施した理科の基礎学力調査（国立教育研究所，1993）の結果から地学教育の改善点を考えてみたい。

この調査は、特別研究「児童・生徒の基礎学力の形成と指導方法との関連に関する総合的研究」の一環として、平成3年度に小学校第6学年、4年度に中学校第2学年について行われたものである。

ここでの理科の基礎学力とは、「学校での学習活動や社会生活上必要な、科学に関する基礎的な知識と科学の方法を身につけ、ものごとを科学的に見たり考えたり、科学的知識や方法が活用できる能力、及び自らそれらを身につけようとする態度や、科学に対する興味・関心を示し、積極的に知ろうとする意欲をもつこと」と要約できる。

調査問題は、将来の理科を考えるという視点から、現行の理科教育や学習指導要領にとらわれることなく、この研究独自の立場で作成した。特に、上述の「基礎学力」が児童にはどの程度備わりどのような問題点があるのか、教師のそれに対する見方考え方（履修率、重要度、予想正答率）はどうかを調べたものである。

上の履修率とは、調査時点までに児童がその内容を履修していると教師が判断した割合であり、重要度とは、その内容を教師が重要であると判断している割合、予想正答率とは、その問題について教師が予想した正答率のことである。

ここでは、小学校の調査結果のうちから地学領域の事例を紹介する。

次の表1は、紹介する事例についての正答率、教師が見積もる問題ごとの履修率、重要度、予想正答率などを示したものである。

#### ①天体高度の測定器

##### [問題]

太陽の高さ（高度）が、時刻とともに、どのように変わるか調べようとしました。次の道具はそのために考えたものです。太陽の光が通るつつは、いずれも地面に立てた柱を中心にして回転します。また、このつつの向きは矢じるしのように上下に角度が変更されます。これらの図の中で、正しく高度をはかるためには、どれがもっともよいと思いますか。図の1~4の中から1つ選び、その番号を書きなさい。なお、図中の矢じるしは、その向きに動くことを示します。

この問題では、天体の高度を測定する際の実験計画に関する理解と能力を調べようとした。

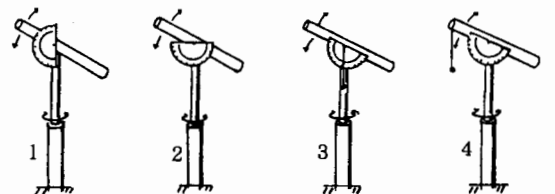
高度は水平面と天体のつくる角度で表され、実際の測定では、水平面を設定するよりもおもりをつるした鉛直線を利用した方が簡便で、しかも正確である。

この問題の内容を教師が重要であると考えた度合い（重要度）は、55%で他の問題に比べると低く、児童がこれまでに履修した割合（履修率）は98%と高率を示している。

正答となる装置（図中の3）では、水平面を設けるかわりに、おもりをつるした鉛直線をもとに測りやすくしている。空間認識の基礎ともいえる太陽高度の

表1 基礎学力調査問題の正答率・履修率・予想正答率・重要度（%）

事例	正答率	履修率	予想正答率	重要度
太陽高度	47	98	47	55
南の方位	57	100	67	85
北極星	33	98	50	73



1 分度器は、たて向きにつけてある。  
2 分度器は、横向きにつけてある。  
3 分度器はつつにつけ、分度器の中心におもりがつるしてある。  
4 分度器はつつにつけ、つつの先におもりがつるしてある。

#### ① 天体高度の測定器の問題の図

らえ方において、このような器具を用いることは大切であると思われるが、児童のこの問題に対する正答率(45%)と教師の重要度の割合が低いことは、小学校理科ではこの内容に関する指導の重要性が認識されていないためであろう。(国立教育研究所, 1993)

この太陽高度をとらえるような方法は、日常的にも応用できる場面があり、この技法を習得させることは価値があるものと思われる(下野, 1997)。

②北極星と方位

[問題]

次の問に答えなさい。

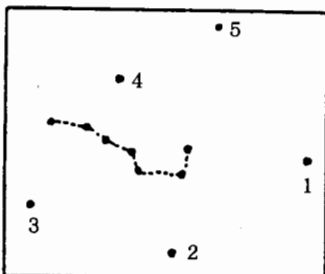
- (1) 3月末のある朝7時に太陽のほうを見ました。右手が指す方位に近いものをつぎの1~4の中から1つ選び、その番号を書きなさい。  
1. 東 2. 西 3. 南 4. 北
- (2) 夜間、真北の方位を探すために北斗七星を探しました。北極星に近い星をつぎの1~5の中から1つ選び、その番号を書きなさい。

空間認識の中で基本となる方位について、それを実生活の中で使うことができるかどうか、又実際に北極星とその方位が理解できているかを調べる問題である。

(1)の正答率は、57%であり、誤答の児童は「日の出の方位は東である」という認識がなく、東西南北4方位の位置関係が分かっていないと思われる。方位を



②の(1) 方位の問題の図



②の(2) 北極星を探す問題の図

調べる時、最初から方位磁針を用いるのではなく、太陽の位置を基準として方位をとらえさせ、それを補う道具として方位磁針を用いるようにしたい。

(2)の正答率は33%である。選択肢4の星を選んだ誤答者(31%)は、設問の「北極星に近い星」というのを図の中で一番近い星を選んだようである。

星の学習は学校では実施しにくい、宿泊を伴う学習などを活用して北斗七星をもとに北極星を探し、東西南北の方位を自ら見定める体験をさせたいものである(下野, 1997)。

野外で方位が分かるということは自分のいる位置と座標を決めることができ、地図を見て目的地へ確実に向かうなど実生活の中でとても大切なことである。

この調査における児童生徒質問紙で、「理科の好き嫌い」、「科学が世の中の役に立つこと」、「飼育・栽培活動の経験の有無」、「実験・観察を行う割合」などについて尋ねた。その結果を上述の理科問題の結果と合わせて考察すると、理科好きで科学への好意的態度をもち、生物の飼育や実験観察の頻度の高い児童・生徒の成績が良いことが分かった。このことから理科では野外の実物に触れる体験的な学習がいかに重要であるかが理解できる。

従来の基礎学力では、知識・理解の面を中心に据える傾向が見られたが、前述の様な考え方ももつ「基礎学力」を育成するためには、指導内容や指導方法について多様な観点から改善を図ることが大切であろう。

体験的な野外学習や作業的な学習を計画的に取り入れることも一つの方策である(下野, 1997)。

(3) 第3回国際数学・理科教育調査の結果 この調査は、国際教育到達度評価学会(IEA)により我が国では、平成7年2月に小学校3・4学年、中学校第1・2学年の児童生徒合計20,000名を対象に行われた(国立教育研究所, 1996)。この中の地学領域と関わる問題の国内結果の分析から地学教育の改善点を考えたい。

[小学校]

①気温と降水量の問題

[問題]

下の表は、四つのちがう町で、同じ日の気温と降水量(雨や雪の降った量)を記録したものです。

雪が降ったところはどこですか。つぎの1から4までの中から、ひとつえらびなさい。

1. ア 町
2. イ 町
3. ウ 町
4. エ 町

## 国際理科調査 小学校 ①気温と降水量の問題の表

	ア町	イ町	ウ町	エ町
最低気温	13℃	-9℃	22℃	-12℃
最高気温	25℃	-1℃	30℃	-4℃
降水量	0cm	5cm	2.5cm	0cm

この問題は、4つの町で同じ時刻に測定した、最高気温、最低気温、降水量が表に示されている。表を見て、降雪のあった町を選択するものである。

小3の正答率は48.3%、小4の正答率は68.7%であった。

降雪が考えられる気温（最高・最低）は氷点下であること、降雪があったことが降水量として観測されていることに気付けば解答はできる。小3では日なたと日かげの地面の暖かさや湿り気を扱い、小4では自然界の水の循環の学習で水蒸気が雨、雪、霜、雲などに変化することを学習している。しかし、最高気温、最低気温、降水量の意味については学習していない。小4の正答率が小3より20%ほど高いのは、気温の測定や氷点下（マイナスの気温）の読み取りができるようになっているためと思われる。

この内容に関する理解を促すためには、日ごろ実際の天気や気温の観測などを継続的に行わせたり新聞やテレビでの気象番組に関心を持たせるような指導が大切であろう。

このような問題を考える力は、一般社会人としても修得している必要のあるものである。

## ②山頂の雪が溶けない理由

## [問題]

山の上の方で雪がとけるときの、山のちょうど上の方では雪がとけないことがあるのはなぜですか。あなたのかんがえを書きなさい。

山麓では雪が溶けているのに山頂の雪が溶けない理由を記述する問題である。多くの児童が答えた「山の頂上の方が寒い」という内容は直接的には小学校理科では学習していない。おそらく、テレビなどの映像や日常生活から知識を得ており、その機会が小4ほど多いと考えられる。

小3の正答率は60.9%で小4の正答率は72.7%であった。

このように山の上の方が平地より気温が低いことは、登山ができなくても自然教室のときバスで高原などへ登る際、デジタル温度計を一つ準備していれば体感とともに実感させることが可能であろう。やはり野

外に出かける機会をうまくとらえ、学習に工夫を凝らすことにより自然環境の実際を科学的に把握させることが可能である。

③空気の汚れを少なくする方法を2種類記述する  
環境保全に関する問題

## [問題]

空気のごみを少なくすることができるほうほうを、2つ書きなさい。

正答のうち「低公害の自動車やバスを作る」は、小3で18%、小4で29%、「森林の伐採をやめる」は小3で20%、小4で28%、「乗り物の利用を控える」や「スプレー缶の使用中止」などは小3で19%、小4で25%であった。この環境に関わる問題は、小学校中学年にとって決して難解な問題とは思えない。従来、水、空気、土など環境要素として日常生活では特に意識的に取り上げることはしてこなかったので野外の活動を含めてその取り上げ方を工夫する必要がある。また、上述の解答例の様な項目が具体的にどのような内容のことを意味しているかを日ごろから関心を持たせるようにしておくことも大切である。

## [中学校]

## ①仮想天体に関する問題

## [問題]

花子さんと太郎さんは、ほかの惑星でも生きられるかどうか議論をしていました。理科の先生は、地球と想像上の惑星（アテナ）についてのデータをくれました。表はこれらのデータを示したものです。

もし、アテナが存在するならば、人間にとってアテナで生きることがむずかしいのはなぜか、その主な理由を一つ書きなさい。

地球と想像上の惑星に関する大気の成分、太陽に似た恒星からの距離、自転周期、公転周期を表に示し、想像上の惑星で人間が生きていられるかどうかを理由を挙げて解答させる問題である。

中1の正答率は82.0%、中2の正答率は83.5%であった。

天体や空気の組成については中1で学習している。

また、オゾン層のことは環境問題と関連して知識も持っていると思われる。

したがって、中1・中2とも正答の多い順序と反応率は類似している。正答の内容は多い順に、「オゾン層がない」が中1・2とも30%、「酸素が少なすぎる」が中1・2とも10%台、「二酸化炭素が多すぎる」が中1・2とも10%弱及びそれらの組み合わせが中1・2

国際理科調査 中学校 ①仮想天体に関する問題の表

	地球	アテナ
大気成分	酸素 21%	酸素 10%
	二酸化炭素 0.03%	二酸化炭素 80%
	窒素 78%	窒素 5%
	オゾン層あり	オゾン層なし
太陽に似た惑星からの距離	148,640,000km	103,600,000km
自転周期	1日	200日
公転周期	365 1/4	200日

とも30%台であった。二酸化炭素とかオゾン層など個々の知識を覚えているだけではこの問題を解決するためには不十分である。

この種の問題を考えるためには、大気についての組織的なとらえ方やそれらと人間・生物との関係など、自然環境についての総合的な見方・考え方が要求される。

#### ②地球上の水と人間との関わり

##### [問題]

水は再生可能な資源であり、毎年大量に降るので、理論的には、地球上のだれにとっても水は十分のはずです。

それにもかかわらず、水を十分に得られない人もいるのはどうしてか、理由を二つあげなさい。

水の循環や自然環境と人間生活との関係について考えさせる問題である。

水の循環の学習は中2で行われているが、環境と関連させた学習はしていない。正答の中で「雨や河川など水の分布に偏りがあること」が中1で63%、中2で72%で最も多かった。その他には「蒸発が盛んな地域がある」、「水道などの施設の不足」、「人口の偏り」、「環境汚染」、「浪費」などが各10%前後あった。

この問題を考えるに当たっても単に水の循環に関する知識を覚えているだけでは十分な解答をすることはできない。地理的な環境、気候条件、それに人間生活との関わりなどやはり自然の総合的なとらえ方と人間との関係を考察する力が必要となる。

#### ③水の循環とそれと関わるエネルギー

##### [問題]

地球の水の循環サイクルのエネルギー源は、次のどれですか。

1. 風
2. 太陽の放射
3. 地球の放射
4. 太陽の引力

水の循環は何のエネルギーに基づいているかを選択させる問題である。

中1・2とも正答率は53~54%でほとんど同率である。地表の水が蒸発し、凝結して雲や雨になり地上に戻ってくるという循環の概念は小学校4年で学習している。しかし、太陽エネルギーと関連づけはしていないので、正答率は50%台にとどまったものと考えられる。

また、選択肢の「太陽放射」のほか「地球の放射」、「太陽の引力」についての学習は中学校段階ではほとんど行われていない。この問題を考えるに当たっては、水の循環を一連の自然現象ととらえ、それが太陽からの放射エネルギーと関わっているという自然の総合的な見方・考え方が必要である。

#### ④化石燃料

##### [問題]

化石燃料は何からつくられますか。

1. ウラン
2. 海水
3. 砂や砂利
4. 植物や動物の死がい

化石燃料は何からできているかを選択する問題である。正答率は、中1・2とも50%前後でほぼ同率である。化石や化石燃料についての直接的な学習は中3で行われる。ただし、化石については小6で「過去の生物の遺骸」が堆積岩に含まれるという扱がある。しかし、化石燃料の意味を考えて答えることはできなかったと思われる。我が国の理科では日常生活で利用する資源やエネルギーについてその埋蔵の様子・採掘の概略・利用形態等をほとんど扱っていない。環境の問題と関わってこれら内容の取り上げ方を工夫する必要がある。

#### ⑤空気の成分と組成

##### [問題]

空気は多くの気体からできています。空気の成分の中で、最も量の多い気体はどれですか。

1. 窒素
2. 酸素
3. 二酸化炭素
4. 水素

空気の成分の中で、量が最も多いものを選択する問題である。

正答率は中1・2とも50%台である。気体の性質は中1で学習しており、窒素、水素、酸素、二酸化炭素も学習している。また、空気の組成について、窒素が全体の5分の4、酸素が全体の5分の1量であることにも触れている。ただし、空気の組成をとらえるという観点での学習はあまり深く行われていない。現行理科における「水」、「空気」、「土」の扱い方を地球環境を構成する重要な環境要素として指導する視点を持

つことが大切である。

## 6. 地学教育改善の視点

我が国における地学教育の学習内容は、天文学、気象学、地質学、地球物理学などの学問体系に沿った枠組みをもつものである。今日の急速な社会の進展、地球環境の変化あるいは教育の基調の転換が余儀なくされつつある現状では、地学教育のあり方も再検討されなくてはならない。

特に、初等・中等段階の学校教育をとりまく環境は、前述のように大きく変わろうとしている。そして、児童・生徒の環境認識の実態調査や地学領域の学力調査等からは、野外での自然体験、継続的な自然観察、システムとしての自然のとらえ方、自然の総合的な理解、日常生活との関わりでの自然の認識、天然の資源やエネルギーについての認識等が不十分であることが分かる。

このような現状を少しでも改善するためには、例えば、次のような視点をよりどころにすることが考えられる。

(1) アースシステム教育の考え方を参考にすること

アースシステム教育 (Earth System Education) は、科学の基本概念を地球を中心に展開する統合カリキュラムで、変化している地球のシステムを学習させることがねらいである。

このプロジェクトは、オハイオ州立大学の Victor J. Mayer らが NSF の援助を受けて開発しているもので、その学習の概要は次の通りである (五島・下野, 1994)。

アースシステム教育には、次の7つの理解目標を設けている。

- ①地球は、かけがえのない美しさと偉大な価値を持ったただ一つの惑星であること。
- ②人間の活動は、集団であれ個人であれ、また意識しているしていないにもかかわらず惑星としての地球に重大な影響を与えていること。
- ③科学的な思考と技術の開発は、地球と宇宙を理解し、役立てるための我々の能力を拡大すること。
- ④地球のシステムは、水、大陸、氷、大気、生命などの互いに影響しあっているサブシステムから構成されていること。
- ⑤地球の年齢は、40億年以上であり、そのサブシステムは進化し続けていること。

⑥地球は、広大で太古からの銀河系の内側にある太陽系の小さなサブシステムであること。

⑦地球の起源、経過、進化の研究に関係する仕事や趣味を持つ人がたくさんいること。

我が国の現行理科で取り上げられている内容は、身近な自然や生活との関連を持たせたものが入っているとはいえ、まだ学問体系に沿ったものが多くみられる。理科の学習では自然の事象の観察や実験からそこに潜む規則性や法則性を見出すことが大切であり、科学することの楽しさを学習することも忘れてはならない。それにしても、これまでは科学的知識や概念の教え込みに重点をかけていたように思われる。それは、第3回国際数学・理科教育調査のわが国の結果を見ると、選択肢形式では小学校4年生の正答率は73% (第2位)、中学校2年生の正答率は68% (第2位)であるのに、記述形式では小学校4年生の正答率が57% (第4位)、中学校2年生の正答率が47% (第10位)ということからもうかがい知ることができる (国立教育研究所, 1997; 同, 1998)。そこで、これからの初等・中等段階における科学的素養の育成という観点からは、このアースシステム教育にみられるような観察・実験を通して地球の特徴を理解し、地球上での作用や特徴の説明、そこでの変化についての予測、科学的な情報に基づいた資源や環境問題への対応、地球の偉大さ、美しさの認識などができるという科学的なリテラシーの育成に重点をおくカリキュラムの開発を考えることも大変有効であろう。

地学の領域では「地学リテラシー」育成の立場に立脚することを重視したい。

我が国は、南北に細長くその自然環境は実に多様で、地学的にもさまざまな標本や美しい景観に恵まれ、自然から多大な恩恵を受けている。その反面、火山、地震、津波、台風、洪水などの自然災害に見舞われることも多い。そして昨今では、公害や環境汚染、地球規模での環境問題が発生しており、多かれ少なかれ人々はそのことと関わっている。

したがって、自然災害や環境破壊から生命を守り、かけがえのないこの地球環境を将来に引き継ぐためには、地学リテラシーを備えていることが大切であり、そのためにはこのアースシステム教育にみられる考え方は大変参考になるものである。そして、地学が世の中の役に立つ学問であること、地学にはそれ特有の科学的思考があることをもアースシステム教育ではその理解目標に取り入れているのである。

## (2) 野外学習のあり方を工夫すること

今日の目覚ましい情報化社会の進歩、容赦ない都市化の進展等にともない身近な自然が減少し、児童生徒の疑似体験の場は用意されても自然体験の機会は大変少なくなってきた。このような児童生徒をとりまく環境の変化が、前述のような児童生徒の実態と大きく関わっていると考えられる。これからの学校教育の在り方について第15期中央教育審議会では「生きる力」を育成することを学校教育の中心に位置付けており、その実現のためには様々な体験的活動を充実させるよう求めている(中央教育審議会, 1996)。したがって、地学教育ではもちろんのこと理科教育全体の中で「自然体験」を充実させるべく様々な野外学習を展開することが不可欠である。身近な自然に接し、豊かな感性を養うとともに、自然の仕組みや振る舞いを理解し、自然を崇め大切にす心情を育てることは大切だと分かっているにもかかわらず現状では野外学習が十分に行われているとは言えない。この野外学習を効果的に展開するためにはいろいろな工夫をする必要があろう。一口に野外学習と言ってもそのとらえ方には様々なものが考えられようが、ここでは「教室の外で行う理科の学習のすべて」を指すことにする。この野外学習を展開するに当たっては、例えば次のような点での整理や工夫を凝らすことが考えられる。

## ①児童生徒の環境認識の実態を考慮すること

折角の野外学習を計画してもそれが学習者の実態にあっていないとすれば所期の目的を達成することは出来ないであろう。効果的な野外学習を実施するためには学校のおかれている地域の実情、学習者の発達段階と野外での体験の度合いなどを予め知っておくことが大切である。国立教育研究所での一つの調査結果によれば、どこにでもありそうな谷川、または海岸と地層が観察できる野外で、児童(小学校4・6年生)、生徒(中学校1年生)の自然環境のとらえ方を調べてみると、次のようなことが分かった。児童(谷川での調査)では川又は水に続いて川原のれきや川沿いの草花に興味が強くなり、次第に周囲のものを満遍なく観察するようになる。記録の仕方については、児童では見つけたことをとりあえず記載して行くが、生徒は疑問をもってあるいは事物相互の関係でとらえようとする傾向がある。特に、生徒は始めのうちは事物・現象を、「存在」や「動き」あるいは「状態」や「変化」の観点で観察しており、次第に「色」、「形」、「大きさ」、「数

量」といった「環境要素」での観察に広がっている。その次の段階で、その場での疑問や先行経験などの影響もあって事物の「変化」、「成因」を探るというように観察の深まりがみられる。しかし、観察場所の特性や友達や教師の言動あるいは示唆が、彼らの観察行動に大きな影響を与えるのは児童、生徒とも同じである。この調査結果を基にすれば、野外学習では以下の視点での指示や助言の与え方を工夫をすることが効果的であると考えられる(藤田・松田, 1996)。

- ア 自然の事象の「存在」、「様子」、「状態」についてじっくり観察すること
- イ その次の段階で「色」、「形」、「大きさ」、「数量」等の観察の観点を与えること
- ウ 観察した事象の「変化」や「成因」についての手がかりが得られないかを考えさせること
- エ 観察や調査の方法を助言しながら自然の事象を探究させること
- オ 自らの疑問を解決する喜びを体験させること

## ②教育課程の中での位置付けを考えること

教室の外で行う野外学習を各学校の教育課程の中にいかに位置付けていくかを考えることも野外学習を効果的に実施するために欠かせないことである。野外学習では、教室で学習したことを野外で確認・検証するだけではなく、自然の事物・現象に直接触れるという野外での特性を生かし、学習課題の発見や問題意識の把握の追究へと児童生徒を向かわせることが大切である。そのためには、教室内の学習と野外学習との連携をどのように図ることが効果的かを工夫してみることである。その一例として例えば次のような場合を上げることができる(山下, 1996)し、すでに林らによって実証されている(林ほか, 1988)。

- ア 教室での事前指導、野外での問題発見や追究、教室でのまとめ[例:地層の整合、不整合の学習]
- イ 教室での事前指導と学習の意味付け、野外での問題発見と追究[例:天気や雲の学習]
- ウ 教室での事前指導と問題の発見及び問題の追究、野外での問題追究[例:化石と古環境の学習]
- エ 教室での事前指導、野外での問題発見、教室での問題の追究、野外での問題の追究[例:太陽の日周運動と気温・地温の学習]

これらのうち、アは最も一般的な野外での学習のパターンであり、イは教室での動機付けの後に野外での問題追究を行うもの、ウは学習指導の大半は室内で行

い最後に野外へ出るもの、エは教室と野外を行ったり来たりするものであり、それぞれに学習の特色を備えている。野外学習を一つのパターンだけでとらえることなく、野外も教室の延長であり、積極的に教室と野外を行き来できる学習を教育課程に位置付けたいものである。野外学習の実施に当たっては、博物館などの施設を理科の事前・事後の学習として、自由研究や学校行事としてあるいは博物館のプログラムと連携させて行うこともできよう。

### ③適切な指導計画を立案すること

野外学習は複雑多様な自然環境のもとで行うことと児童生徒を開放的にすることなどから、その企画・運営に当たっては綿密な計画を立てなければならない。たとえ学級単位で実施するにせよ学校管理者や関係教職員及び保護者の理解と了承、学習対象地とそこへ至るまでの安全確認と必要に応じた許諾の申請など下見を通して十分な検討を行うことが大切である。そのような野外学習の実実施計画を立てるとともにその野外で展開する学習の指導計画を考慮しておかなければならない。その指導計画は例えば次のような観点で作成することが考えられる(松川ほか, 1994)(五島, 1996)。

#### ア 学習内容の年間指導計画への位置づけを明確にすること

理科の年間学習指導の計画を立てる際に、例えば「一般的な自然観察の仕方」、「地層や岩石の学習」、「天気の変化の学習」、「太陽の日周運動の学習」、「自然と人間との関わりの学習」などのところで野外学習をどの学年で何時間を位置付けるかを明確にすることである。

#### イ 学習の形態や指導上の観点や助言の与え方を検討すること

野外学習には何をどのように学習するかによって例えば以下のような学習の型がある(浜中, 1997)。

- (ア) 解説型: 自然の事象を見て指導計画やテキストに沿ってその内容を解説する
- (イ) 検証型(確認型): 教室ですでに学習した内容を野外で実物と対比して確認する(知識の確認をすること)
- (ウ) 発見型(探究型): 児童・生徒が仮説を立ててそれを実物にあてはめて確かめながら規則性を見つけさせる(仮説をたてる段階を有すること)
- (エ) 課題研究型: 事前学習で学習課題を設定して

おき、野外でこのテーマに沿って学習を進めていく(個人又はグループの課題研究というカリキュラム上の位置付けをもつもの)

- (オ) 体験型: 学習のための特定の知識、概念、課題、ねらいを定めずに野外に出て、体験しているうちに自ずと知識などを体得する
- (カ) 問答型: 児童・生徒と教師の間で発問・応答を繰り返して展開していく
- (キ) 指示型: 教師の指示したとおりに児童・生徒が行動することにより展開していく(観察の視点のみをその都度与えること)

これらは、実施しようとする野外学習のねらい(認知面、態度面、情意面)、学習者の発達段階、活動の形態(個人活動、班別活動、一斉指導)、学習の場所(校庭とその周辺、草原や畑、森や林、山地や崖、河川や川原、海岸や島、公園や博物館など)等によっても異なるであろう。計画した野外学習が最も効果的に展開される型を選ぶことが肝要である。指導過程における指示や助言の与え方は環境認識の項で述べたことが参考になる。

#### ウ 野外学習の事後処理の方法を明確に提示すること

野外学習では、個人や班別で活動することが多いのでそれぞれが発見したり探究したことを他の友達にその概要を知らせることも大切である。そのためにはどのような報告書を作成するか、あるいは図表、写真などを準備させるかは予め分かりやすく整理して指示しておくことが望ましい。それは、現在の教育では児童・生徒が捉えた自然現象のイメージを作らせてそのイメージを図表やグラフにさせるという途中の段階が欠けていると思われる。特に、グループで発表をさせるようなときは事前に発表内容の整理、発表時間の配分、発表に必要な機器などについて指導・助言しておくことが必要である。

#### エ 野外学習の目標を定め評価の仕方を工夫すること

野外学習の指導目標と評価は一体の関係にあるので、その目標を予め設定しその評価のための項目や用具を準備しておくことが大切である。

野外学習の目標には例えば次のような考え方が有る(河原, 1996)。

##### a 能力目標

##### (a) 操作的技能の目標

- \* 観察や実験、調査などに適した用具を選びそれ



らを使うことができる。

(b) 知的技能の目標

- \* 計画や選択などを行う。
- \* 雑多な情報から必要な情報や手段を判断し選択する。

b 態度目標

- \* 自然の事象に対する興味・関心を持つ。
- \* 科学的に調べようとする。
- \* 環境を保全しようとする。

c 理解目標

- \* 事象の大きさやそれが生起する空間の大きさを体感的に理解する。
- \* 事象そのものを知覚的に理解する。
- \* 事象とそれらの変化する様子について理解を深める。

d 総合目標

- \* 事象を自然史の相互関係の文脈の中で総合的にとらえる。
- \* 自然環境の変化を時間と空間の大きさを座標にしてとらえる。

このような目標の設定を参考にして野外学習における児童生徒の評価を工夫して行うことが望ましい。

また、指導計画についても、学習指導の改善やその充実を図るために、それぞれの授業とその基になっている指導計画全体を適宜評価し、記録を残しておくことと良い。

そのことが今後児童生徒の自然への興味・関心を高め、学習が継続発展できるように長期的な指導計画を検討することにつながるのである。

## 7. おわりに

中央教育審議会および教育課程審議会の答申を受けて、地学教育でも様々な対応が求められている。本稿では、地学教育の果たす役割、児童生徒をとりまく社会的な背景、児童生徒の科学的な素養の育成、地学教育における児童生徒の実態などについて概観をしてきた。その結果から今後の地学教育のあり方についてアースシステム教育の考え方を注目することと野外学習の進め方における工夫点を提示した。地球上に「自然」が存在する限り地学教育は存在し続けるし、今こそ地球の仕組みと振る舞いを野外での体験を通して知覚的に学習することが求められているのである。

## 引用文献

- 五島政一・下野 洋(1994): アースシステム教育と野外学習, 日本科学教育学会 20 周年記念論文集, 157~164.
- 五島政一(1996): 野外学習における指導計画の立て方, 環境認識の実態に基づいた野外学習指導法の体系化とその指導事例集の編集(研究代表下野 洋, 科研費報告書), 42~47.
- 浜中正男(1997): 野外学習の型と観察対象の類型, 「身近な自然を調べる」, 東洋館出版社, 256p, 31~37.
- 藤田郁男・松田義章(1996): 環境認識の実態(その2), 環境認識の実態に基づいた野外学習指導法の体系化とその指導事例集の編集(研究代表下野 洋, 科研費報告書), 11~17.
- 林 明・藤井英一・相場博明・宮下 治・馬場勝良・松川正樹(1988): 地質野外実習における生徒の行動と理解, 地学教育, 41(6), 227~236.
- 河原富夫(1996): 野外学習の評価の観点, 環境認識の実態に基づいた野外学習指導法の体系化とその指導事例集の編集(研究代表下野 洋, 科研費報告書), 75~81.
- 国立教育研究所(1993): 特別研究「基礎学力」調査報告書第2年次報告書, 12~38.
- 国立教育研究所理数改善研究会(1996): 理数に関する関心調査, 平成7年度文部省委託研究研究成果報告書, 3~31.
- 国立教育研究所(1997): 小・中学生の算数・数学, 理科の成績, 国立教育研究所紀要第126集, 120~271.
- 国立教育研究所(1997): 中学生の数学教育・理科教育の国際比較, 国立教育研究所紀要第127集, 143.
- 国立教育研究所(1998): 小学校の算数教育・理科教育の国際比較, 国立教育研究所紀要第128集, 177.
- 教育課程審議会(1997): 教育課程の基準の改善の基本方向について(中間まとめ), 1~55.
- 松川正樹・馬場勝良・林 慶一・田中義洋(1994): 地質の野外実習教材の開発の視点, 地学教育, 47(3), 99~109.
- 松川正樹・林 慶一(1994): 地学とはどのような科学か?, 一地学教育の目標を考えるために一, 地学教育, 47(1), 3~9.
- 佐藤 正(1996): 地学を考える「学術会議地質学研連での討議から」, 地学雑誌, 105(6), 677.
- 下野 洋・梅埜国夫・恩藤典典・猿田祐嗣・三宅征夫(1990): 児童が野外で興味を示す観察対象について, 科学教育研究, 14(1), 33~42.
- 下野 洋(1993): 地学リテラシーの育成, 地学教育, 46(4), 24~33.
- 下野 洋(1997): 自然環境の総合的理解を得させること, 国立教育研究所特別研究『学校カリキュラムの改善に関する総合的研究』, 「理科カリキュラムの改善に関する研究」, 29~31.
- 下野 洋(1998): 地球環境時代の地学教育, 浅賀正義先生退官記念誌, 29~34.

中央教育審議会(1996): 第15期中央教育審議会「審議のまとめ」e(要旨), 6月19日付朝日新聞朝刊, 29.  
 山本和彦(1993): 魅力ある教材開発の必要性, 理科の教育, 494, 32~34.

山下浩之(1996): 野外学習と教室内の学習の連携, 身近な自然を調べる, 下野 洋編著, 東洋館出版社, 256p, 53~55.

下野 洋: いま, 地学教育に求められるもの—体験学習・野外学習の必要性— 地学教育 51 巻 5 号, 23-34, 1998

〔キーワード〕 地学教育, 野外学習, アースシステム教育, 初等中等教育, 国際理科教育調査, 理科の基礎学力

〔要旨〕 これからの地学教育に求められる新しい視点を提案するに当たって, 地学教育の果たす役割, 児童生徒をとりまく社会的な状況, 地学教育における児童生徒の実態などを児童生徒の学習への興味・関心調査や国際理科教育調査の結果を基にこれからの課題として大切なものを整理した。次に, それらの結果を基に地学教育の在り方を考える視点としてアースシステム教育の考え方に注目することと野外学習の進め方を工夫することなどを提示した。

Hiroshi SHIMONO: New View Points for Reform of Earth Science Education. *Educat. Earth Sci.*, 51 (5), 23-34, 1998

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

高橋 豊ほか6名共著 岩波講座地球環境学 1 現代科学と地球環境学 A5 253頁 1998年5月初版 3,600円+税

地球環境問題にはオゾン層の破壊、地球温暖化、酸性雨、有害廃棄物、海洋汚染、野生生物の減少、熱帯林の減少、砂漠化、発展途上国の公害問題など様々なものがある。それらの問題解決は、既存の学問体系の立て直しが必要である。地球環境問題は単なる自然現象ではなく主として人間活動が原因であるから、人間ならびに生物を含む自然環境内の相互作用を総合的に明らかにすることが必須である。自然科学と社会科学との横断共同作用を進めなければならない。それは単なる協力体制に止まらず文科と理科という学問領域の壁を徐々に取り払うべきである。いかに協同研究が進んでも現段階では文科と理科の相違は極めて明確である。それは自然観、社会観、人生観の相違にまで及んでいるとさえいえるだろう。共同研究という仕組みに止まっているのでは、相互の知識交換はできても、それぞれの学問分野での方法論、習慣を変えることはできない。地球環境学確立への道は、必ずしも従来の諸科学の発展の延長線上にはない。もとより従来の科学が蓄積してきた研究方法は尊重しつつも従来の学問分類、定式化された方法論に捕われぬ新たな道を開拓すべきである。そこに確立されたものが地球環境学である。本講座では現代の科学技術への対応としての地球環境学の提唱であるが、試案の域を出ないと思うが、広く議論が湧きあがることを希望する。本講座は全10巻である。本書を要約すると以上の内容である。

本書の目次は次のようになっている。

はじめに

1. 20世紀科学技術文明の意味
  - (1) 生命活動の爆発が引き起こす地球変動
  - (2) 進化システム
  - (3) 科学の哲学からの離陸
  - (4) 科学技術文明とはなにか
  - (5) 20世紀科学技術文明の意味するもの
  - (6) 科学技術文明の今後
2. 現代の工学が直面する課題
  - (1) 現代の学問と地球環境問題
  - (2) 新しい工学の可能性
  - (3) 工学の新しい体系

- (4) 人工の倫理
3. 地球の有限性と物的成長の限界
  - (1) 「地球環境問題」出現の衝撃
  - (2) 地球環境問題の概況
  - (3) 地球環境問題の背景と原因
  - (4) 物的成長の限界と「持続可能な開発」という概念
4. 環境のリスク
  - (1) リスク論を必要とする事例
  - (2) 環境リスクとは何か
  - (3) リスクの範囲
  - (4) リスク管理法の原則
  - (5) 発がんリスク
  - (6) 生態リスク
5. 地球環境問題と生命
  - (1) 人類のエネルギー消費量と健康の不均一性
  - (2) 地球人口の変遷
  - (3) 人間活動による環境変化とその評価
  - (4) 地球環境変化と健康影響
  - (5) ヒトの生存のための新しい文化へ
6. 地球環境問題における科学技術
  - (1) 地球環境問題の研究と科学技術
  - (2) 地球環境問題に対する科学技術者の功罪
  - (3) 技術の評価
  - (4) 真の環境調和型技術を目指して
7. 地球環境学の黎明
  - (1) 地球環境学はなぜ必要か
  - (2) 現代の自然科学の方法の問題点
  - (3) 自然科学技術の限界—災害を例として
  - (4) 地球環境学が目ざす方向
  - (5) 地球環境学の成立条件
  - (6) アジアの中の日本

索引

本書の各大項目の冒頭に、その内容を「この章の要点」として、簡条書きがあるから読み易いと思う。

本書の「環境のリスク」という観点は興味深いと思った。本章の執筆者である中西準子氏は、「環境リスク論」(岩波書店)を出している。私は、その本の方が理解し易かった。合わせ読むとよいと思う。

(貫井 茂)

~~~~~  
本の紹介  
~~~~~

内藤正明ほか6名共著 岩波講座地球環境学 10 持続可能な社会システム A5 228頁 1998年6月初版 3,600円+税

いま世紀の変わり目の時期に、私たちは人類社会全体の持続可能性を危惧せざるをえない状況に直面している。このような事態に至った最大の原因は、20世紀が追及してきた科学技術の発展が、その副作用としてもたらした地球環境をはじめとするさまざまな地球規模での危機である。この危機を克服して持続可能な社会に至る過程を作成することができるかどうか、21世紀の人類の存続がかかっているという認識に対して、今はもう多くの異論はないであろう。その意味で、持続可能な社会システムの背景、概念規定、形成プロセスなどを多方面に論じているのが本書である。

本書の中では、第4章、第5章、第6章が持続可能な社会を構築するための具体的方策の実例であり、また、具体的方策の提案である。それらの中で、持続可能な発展の概念を述べ、現在具体的に活動している国際的委員会や機関を説明している。もちろん過去の国際会議、私たちがよく知っているものに「アジェンダ21」などがあるが、その他の多くの会議を挙げ詳細に述べている。また国際会議がとるべき態度などの基本的意見も充実している。本書の目的は次のようになっている。

はじめに

1. 経済成長に憑かれた20世紀
  - (1) 20世紀とはなんであったか
  - (2) 世界人口の異常な増加
  - (3) 危機を招く南北格差
- 「地球環境」概念の誕生とその発展過程——体験的環境外交論
  1. はじめに——3度目の環境ブーム
  2. 「公害」から「環境」へ
  3. ストックホルム会議前の国連
  4. スウェーデンの先駆的役割
  5. ストックホルム会議とその歴史的意義
  6. UNEP誕生と石油危機の後遺症
  7. 「環境と開発」から「持続可能な開発」へ
  8. 地球環境保全のためのコスト
  9. 日本の環境国際協力のあり方
  10. むすび——「かけがえのない地球」の真の意義

2. アジェンダ21と各種国際機関・先進国の役割

- (1) アジェンダ21
- (2) アジェンダ21と持続可能な国際委員会
- (3) 国連環境計画(UNEP)
- (4) FAO, WHOなど国連専門機関
- (5) 国際開発金融機関
- (6) 締結国会議、条約事務局の果たす役割
- (7) 国際的NGOs
- (8) 「共通だが差異のある責任」と先進国の役割

3. 「持続可能な発展」という概念

- (1) 「持続可能な発展」をめぐる議論
- (2) 環境基本法の理念
- (3) 持続可能な発展の計測手法
- (4) 持続可能な発展の指標の事例
- (5) 持続可能な発展の指標に関する発展と展望

4. 持続可能な社会構築に必要な価値観や制度の転換

- (1) 危機の本質に何があるか
- (2) 21世紀に向けて転換すべきこと
- (3) 有限な地球で生きる知恵
- (4) 「制度」転換の例示
- (5) 求められる循環社会

5. 持続可能な社会をつくる主体

- (1) 持続可能な社会をつくる多様な主体
- (2) 非政府組織(NGO)の役割
- (3) 産業界の役割
- (4) 地方自治体の役割
- (5) 建設的パートナーシップの形成に向けて

6. 持続可能な社会システムの構築

- (1) いまなぜ持続可能な社会なのか
- (2) 地球環境問題の現状と将来
- (3) 対応とその困難さ
- (4) 現状をもたらした歴史的背景
- (5) 今日の問題とその改変の方向
- (6) 21世紀の持続的社會像

策引

最後に一言すると、6の(4)に「(a)宇宙史・地球史」に触れているのは卓見だと思った。しかし、歴史的背景に地球史を挙げたのだから、化石燃料についてもう少し深く考察してもらいたかったと思う。(貫井 茂)

## 学会記事

### 第2回常務委員会議事録

日時及び場所：平成10年7月6日(月)18:00～,  
日本教育研究連合会会議室

出席者：17名(以下50音順)猪郷久治, 榑原雄太郎, 渋谷 紘, 清水政義, 下野 洋, 高橋典嗣, 高橋 修, 坪田幸政, 西川 純, 馬場勝良, 濱田 浩美, 林 慶一, 松川正樹, 松森靖夫, 間々田和彦, 水野孝雄, 宮下治, 山崎良雄

### 議 題

1. 平成10年度岩手大会について  
宿泊予約を延長したことが間々田委員より説明され, 承認された。
2. 評議委員会について  
前会長石井醇氏の名誉会員への推薦, 会費値上げ, 学生会員新設, 事務局移転についての説明が榑原会長より説明され, いずれも承認された。
3. 臨時総会について  
臨時総会の進行や事務局移転に関する議題等が榑原会長より説明され, 承認された。
4. 学術奨励賞について  
学術奨励賞受賞候補論文に, 榑原保志ほか「気温と飽和水蒸気量の関係を調べる実習教材の開発」(地学教育50巻4号)が選ばれたことが山崎委員より説明され, 了承された。
5. 大会宣言について  
下野委員の原案による第52回岩手大会宣言文を審議し, 7月の評議委員会に向けて作成することが了承された。
6. 平成11年度以降の大会について  
平成11年度以降の大会は, 11年8月末に広島, 12年に鹿児島, 13年に千葉で行う予定で交渉中であることが間々田委員から紹介され, 準備が進行中であることが了承された。
7. 常置委員会について  
山崎委員から, 各常置委員会の報告が紹介され, 担当委員から説明を受けた。特定の個人に負担がかからないように委員の選定に配慮することなどが議論された末, 再度以下の項目について8月末までに各担当委員から報告を受けることとなった。項目：目的, 業務内容または仕事の所管事項, 委員の選出方法と任命権者・任期, 会則, メンバー, 委員会と委員長：行事委員会(間々田), 教育課程検討委員会(坪田), 教育実践報告集編集委員会(高橋), コンピューターに関する委員会(根岸), 実体調査委員会(松森), 会員会(松川), 支部支援委員会(下野), 編集委員会(松川), 教科「理科」関連学会協議会(林), 学校科目「地学」関連学会連絡協議会(間々田), 大学入試センター検討委員会(清水)
8. 入会者・退会者について  
平成10年度入会者(平成10年5月12日～平成10年7月6日)：高木克仁(奈良県立平城高校), 飯野直子(鹿児島大学工学部機械工学部), 杵島正洋(慶應義塾高校), 浦島幸世(鹿児島大学名誉教授)  
平成10年度退会者：秋吉博之(兵庫), 佐々木博人(福岡), 稲垣成哲(兵庫), 細谷正春(青森), 河合宏一(東京), 寺田光宏(静岡), 加藤宏忠(茨城)
9. その他
  - ・11月17日の天文普及研究会の後援依頼があり, 依頼に応じることが承認された。
  - ・下野委員より, 17期第3回日本学術会議化学教育研究連絡会について説明と報告があった。

### 報告事項

1. 編集委員会より, 起用の編集状況が説明された。
2. 三学会シンポジウムのアルバイト代の処理について話し合った。
3. 教育実践報告集の販売について高橋委員より報告された。
4. 次の寄贈交換図書があった。  
地域研究38-2(立正地理学会), 地質ニュース98-3(地質調査所), 熊本地学会誌117(熊本地学会), 理科の教育98-6(日本理科教育学会), 研究紀要38-3(日本理科教育学会), 研究紀要5-2(神戸大学発達科学部), 楽しい理科授業98-7(明治図書出版), X線でさぐるブラックホール—X線天文学入門—(裳華房), ポピュラー・サイエン

ス'97-12 解説目録 (裳華房), 地質ニュース 98-4 (地質調査所), 研究集録 17 集 (神奈川県立教育センター), 科学技術教育 37-2 (千葉県総合教育センター), 地学雑誌 107-3 (東京地学協会), 愛

媛の地学教育 2-2 (愛媛地学調査研究会), 理科の教育 98-7 (日本理科教育学会)

5. 教育研究連合会の表彰候補者は会長に一任することになった。

## 学会記事

## 平成 10 年度大学入試センター試験の問題に関する評価・意見

## 大学入試センター試験問題検討委員会報告

本年も、大学入試センターからの依頼により、地学 IA, 地学 IB, 理科 I, 総合理科 (各本追試験) の試験問題に関する評価・意見を取りまとめ大学入試センターに送付しました。「地学教育」1997 年 11 月号 (50 巻 6 号) にて募集しました協力者の意見も加え、事務局にて検討会を行いまとめました。この内容は、全国の高等学校・大学に配布される冊子「大学入試センター試験—実施結果と試験問題に関する意見・評価—」にも収録されています。以下に、その評価・意見を掲載します。(清水政義)

## 1. 地学 IA

本試験、追試験ともに、適切な程度の良問が多く、前回より内容は良くなっている。日常的な地学的現象を題材にしようとする出題の工夫は見られるが、どうしても、知識を問う問題が多い。また、出版されている教科書そのままの内容が問題となっているものがあり配慮が必要である。

## (1) 本試験

選択問題の 4 問中、3 問に計算を配する工夫がされ、全体的にバランスが良い。

## 第 1 問 A

原始大気とオゾン層に関する内容からの出題である。程度としてはやさしい問題である。昨年度も必答問題の第 1 問で原始大気が出題されており、2 年目で早くも重複しているというのは、もっと工夫が欲しい。前文を読む必要があるのは問 2 のみである。

## 第 1 問 B

地球上の水に関する思考力を問う適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

問 6 計算は単位をそろえるのに手間がかかるが、その結果からエの選択肢が決まるので取り組みやすい。

## 第 2 問 A

海岸地形に関する出題で、出題方法に工夫がみられる適切な内容・範囲・形式の問題である。程度としてはやさしい。

## 第 2 問 B

身近な岩石と鉱物についての問題であり、岩石の比重の測定実験を行っているが、知識があれば解ける問題で、特に、思考力は必要としないのではないか。

## 第 3 問 A

北天の星の日周運動に関する基本的で適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。観測事実をもとにした良問である。

## 第 3 問 B

太陽の年周運動の内容からの出題である。受験者に親しみやすい題材であるが、星占いという非科学的なものに根拠があるかのような印象をあたえかねない問題であり、出題内容・形式としては不適切である。程度としては適切であろう。問 4, 5 はやや思考させる問題である。

## 第 3 問 C

天球、暦と時刻に関する問題で、基本的な知識を要求している。時刻と暦の内容からの出題であるが、問 7 は程度としては高すぎるように思われる。

## 第4問A

資源衛星に関する基本的で、適切な程度の問題である。ただし、内容は、資源衛星という言葉ば道具に関することであり、それほど重要なこととは思われない。むしろ、資源そのものについての地学的に重要な内容を問う問題にして欲しかった。

## 第4問B

海洋と資源に関する基本的で適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## 第5問A

気象とその災害に関する基礎知識を問う適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## 第5問B

火山活動と火山災害に関する適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## 第5問C

地震に関する適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## (2) 追試験

第3問を除いて適切な程度の問題である。

## 第1問A

エルニーニョについては、教科書の図、口絵によく掲載されており、エルニーニョに関する基礎的な適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## 第1問B

河川水と地下水に関する基本的には適切な内容・範囲からの出題である。ただし、前文の文章は必ずしも必要ではない。また、問7の選択肢③の「オキシダント値」は、現在発行されている教科書(1社のみ)には出てくるが、専門的な用語であり地学では一般的には学習しない可能性が高く、範囲としては適切ではない。正答でないものについても地学の学習だけで理解できる内容・表現にすべきである。

## 第2問A

河川が作る地形や侵食・運搬・堆積に関する出題で、基本的には適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。しかし、問2の選択肢②の「沿岸扇状地」については、まだ一般的な用語ではないと思われる。

## 第2問B

身近な題材で適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。特に、昨年「鉄平石」というような特殊な岩石名を挙げてその鉱物組成を聞くというような出題に比べ大幅に改善されている。

## 第3問A

天体の運行に関する基本的で適切な内容・範囲・形式の問題であるが、天球に関するかなり深い理解を必要とする問題が多く、程度としては少し高すぎるのではない。図を付けるなどの工夫が欲しい。

## 第3問B

赤道座標の理解度を見る適切な内容・範囲・形式の問題である。程度としては少し高いと思われる。このような知識が必要か検討して欲しい。

## 第3問C

時刻と暦の内容からの出題であるが、実質的な思考に必要な能力は地学的なものというより数学的なものであり、出題に地学らしさをもっと出してほしい。問4は内容が難しい。

## 第4問A

太陽エネルギーに関する基本的で、適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## 第4問B

地下資源に関する出題であるが、データを与えて考えさせるような問題にはできなかったらうか。問6以外は、知識を問う問題であり、地学が暗記科目と誤解されかねないのもう少し工夫がほしかった。



## 第5問A

地震とその災害に関する適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。ただし、日常的な地学現象としてとらえるために前文があるのだと思うが、問題に関係する部分はマグニチュード7.2の部分だけではないのか。

## 第5問B

人間の活動と自然災害に関する適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。

## (3) 地学IA全体について

- ・高等学校学習指導要領に基づくIAの範囲から出題されている。
- ・IAの学習内容の各領域からおおむねバランスよく出題されている。
- ・IAにおける基礎的・基本的な学習の到達度をみるのに適当である。
- ・実験・観察や探究の過程が出題の中に考慮されているが、実験・観察に関連した問題をもう少し多く出題しても良い。
- ・日常的な地学現象を題材に地学的なものの見方や思考力を判断する出題への工夫が認められるが、どうしても、知識を問う問題が多くなっている。
- ・程度も適切で、出題方法・設問数・配点・文章表現など適当である。しかし、追試験には、問題と直接関係しない文章が多い。追試験の方が少々難しいと思われる。
- ・解答における設問間の連動を避ける配慮がなされている。
- ・試験時間に対し適当な問題量である。
- ・本試験・追試験ともに、教科書に沿った出題となっている。教科書の出版数が少ないためか、問題の出典が教科書の記述内容に近い。今後、出版社が増えた場合、受験者の有利不利に大きく影響すると考えられるので、教科書を精査してバランス良く出題することに心がけていただきたい。

## 2. 地学IB

本試験・追試験ともに天文・地球物理・地質・岩石の4分野が等分にあり、配点も25点づつで適切である。また、本試験も追試験もおおむね、適切な出題方法・内容・程度である。しかし、全体に文章が多く、しかも、文章を読まなくても問いに解答できるものがあるので、工夫を要する。追試験は本試験と比べて長い文章を読んだから解答するような問題で（前文が長すぎる）時間がかかってしまうのではないかと。追試験の方が本試験よりも少し難しいと思われるが、全体的な程度は適切であると思われる。

## (1) 本試験

## 第1問のA

太陽を素材とした恒星に関する適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。前文の中に「約46億年前昔」とあるが表現が不適切ではないか。

問2、問3はHR図が理解できていれば解ける問題であり、基本的内容を適切に応用化している問題と言える。単なる知識・理解に止めず、一歩踏み込んだところで、思考力を問おうとする工夫が感じられる。

## 第1問のB

太陽系の誕生と惑星についての適切な内容・範囲・形式の問題である。前文と関係するのは問5のみである。平易な問題である。

## 第2問

地磁気と古地磁気に関する問題で、思考力を問う問題となっている。この問題は全体として、地学IBの範囲を越えている可能性が高い。なぜならば、地磁気および古地磁気に関する出題は、学習指導要領の地学IBでは「…地磁気についての詳細な扱いはしないこと」、地学IIに「地磁気の変化にも触れること」となっている。戸惑った受験者や教師の声が多く聞かれた。

問1 見慣れない図の中で考えさせ、しかもその内容が基本的なものである。設問の工夫が見られ、良問と言える。

問2 前文をしっかり読んでくれば十分に答えられる内容である。また、日本ではなく、南半球を聞いたことも作問の工夫が見られる。

問題は磁場の向きが定義されねば答えられないのではないかと、受験者は図の矢印よりその向きを推測しなければならぬ。例年、学習していない事項は本文中にヒントとして記載される例があるので、今回も問題文中に指示して欲しい。しかし、確かな知識・理解の上に、空間的な概念が育まれていないと解答がしにくい問題であり、良問と言える。

問3 グローバルに考える仮定が多すぎるので、やや難解であろう。地磁気の偏角  $180^\circ$  の表現と解答がわかりにくい。伏角が「上向き」とか「下向き」という表現でいいのか、NとかSではないか。鉛直線偏差については、取り扱っていない教科書もあり、問題がある。

## 第2問B

空気塊の運動に関する基本的で、適切な内容・範囲・形式の問題である。地衝風と地上風の吹き方についての問題で思考力を問う良問である。

問5は思考力が必要な問題であり、探究力を試す意味からも良問と言える。

問6はやや難解であろう。

## 第3問

地層に関する科学史を取り入れ、関連した写真を示していることは、問題作成に工夫させていると評価できる。全体的に、こうした実際の場面を出した上で設問は、今後、野外体験学習を推進する上でも大変意義ある問いであると考えられる。ただし、できれば日本の中の現象を取り上げてもらうと一層良い問題になったのではないかと考える。写真に関しては、地質学の歴史上著名な場所であり面白いが、判読しやすさという点から高校レベルの試験問題中に使用すべきものではなかったのではないかと、受験者からはよくわからなかったという意見が多く聞かれた。写真1、写真2が少し不鮮明である。

前文が少々長い。特に、問3と問6は文章を読まなくて解答可能であり、その文が短くなるはずで、今後一層の工夫が必要と思われる。

問1 選択肢の②及び③は、自然界において全くない現象とはいきれず、正解になってしまうのではないだろうか。問題の作成をより慎重におこなって欲しい。

問2 最も適当なと問われれば選択肢②を選ばないが、上位の地層に含まれる礫の中には、シルル紀以前のものが含まれていることも考えられる。

問4 選択肢③「衝上断層」という記述は教科書にない内容である。

問4・問5は、前文や写真に基づいて考える問題であり良問と思うが、問4及び問5の関連がありすぎるようにも思う。逆断層が理解できていない受験者にとっては、両問とも解けないことがあるのではないかと考える。

問5 選択肢③のトリアス紀（三疊紀）は、白亜紀をクレタ紀と一般に言わないのと同様に三疊紀（トリアス紀）とすべきである。

## 第4問

地球の内部構造や構成物質に関する適切な内容・範囲・形式の問題である。地球内部の地殻、マントル、核について、やや総合的な扱いでの問題が作成されているのは評価できるが、解答については知識を問うものがほとんどである。

問4・問5 選択肢について、一層の工夫が必要ではないかと考える。

## (2) 追試験

### 第1問

恒星に関する適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。しかし、前文が少々長いように思われる。恒星の固有運動は地学IBでは扱わないのではないか。

#### 第2問A

アイソスタシーの考え方の元になった歴史的な観測を素材にした出題で、興味深く、概して適切な内容の問題である。程度としては、問題文をよく読んで上で解法に結びつけるべく、やや手ごたえがある内容である。ただし、問2のみは問われている内容よりも解答群のグラフの読みの方が、見なれない図でもあることから誤答の原因となるのではないかと考えられる。グラフではなく、地学自体の内容の理解度を試す問題にするよう出題方法にもう少し工夫が欲しかった。

鉛直線偏差については、地学IBの学習指導要領の記載事項「ジオイド、重力、地磁気については触れる程度とする」の範囲を越えた問題である。、センター試験で出題されたことで、今後の高校の授業での扱いに影響をもたらすと考えられる。

#### 第2問B

空気塊の運動に関する基本的で、適切な内容・範囲・程度・形式の問題である。選択肢の文章が「水蒸気を含まない場合」となっているが、水蒸気の含有ゼロの気体はほとんどない。多くの教科書のように「飽和に達していない場合は」という表現の方が好ましいのではないか。

#### 第3問

プレートテクトニクスから地層や地殻変動までいろいろな内容を組み合わせて作られた適切な問題である。前文と設問が直接関係し、図もあり良問である。

#### 第4問

地殻とマントルの構成物質や状態を基軸とした適切な内容・範囲からの出題である。ただし、問1～問4が重要な内容であるとは言え、知識のみを試すものであるので、出題形式にもう少し工夫が欲しかった。

問6 計算は地学として意味がない。出題の工夫が必要である。また、問題文からは、地震波速度にたつて鉱物の構成パーセントを問うわけであるが、教科書にない内容でやや難解といえよう。

### (3) 地学IB全体について

- おおむね高等学校学習指導要領に基づくIBの範囲から出題され、答えやすい出題になっている。しかし、本試験の第2問、追試験の第2問は、ともに地学IIの内容になるのではないだろうか。
- 本試験・追試験ともに天文・地球物理・地質・岩石の4分野が等分にあり、地学IB学習内容の各領域からバランスよく出題させている。
- 地学IBにおける基礎的・基本的な学習の到達度を見るのに適当である。
- 本試験、追試験ともに全体的に知識偏重で実験、実習などの設問が少なかった。知識・理解を問うことも大変に意義あることではあるが、知識・理解に偏っているものがあり、今後の課題となるものとする。
- 図や写真など、様々な箇所で作問の工夫が見られ、受験者の思考力を問おうとする姿勢が受け取れる。日常的な地学現象を題材に地学的なものの方の見方や思考力を判断する出題への工夫が見られる。
- 本試験・追試験ともに文章が多く、しかも、文章を読まなくても問いに解答できるものがあるので、工夫を要する。追試験の方が本試験よりも少し難しいと思われるが、全体的な程度は適切である。
- 解答における設問間の連動を避ける配慮がなされている。
- 追試験は本試験と比べて長い文章を読んで解答する問題で、時間がかかってしまうのではないか。全体としては、試験時間に対して、適当な問題量であるといえる。
- おおむね問題の出典が教科書の記述内容からかけ離れていないかと思われる。ただし、上述の通り何点か改善すべき箇所があった。

## 3. 総合理科

### (1) 本試験

## 第2問

問2 基本的な内容の問題である。

問5 図から考える良問である

## 第5問

実験・観察の問題で、総合的な良問である。

## (2) 追試験

## 第1問

問1・問2 グラフから考える良問だが、関連性のある題材が使用できないか。

## 第3問

地球環境問題の基礎的な内容の知識を問う良問である。

## 第4問

全体に少々難しいのではないのか。

問1 aとbは2つの組合わせの解答を語群から選ぶ形式だが、1つずつにしてもよいのではないのか。

問2 問題文中「これは図1に……互いに斜交しているからである」がわかみにくい。

問3 図2における木漏れ日による[三日月型]の太陽像の図が小さすぎる。できれば写真など使っても良いのではないのか。

## 4. 理科I

## (1) 本試験

## 第2問

問1 考えさせる良問である。

問2 基礎的な内容で適切な程度の問題である。

## 第3問

問1 基礎的な内容で適切な程度の問題である。語群にグローバルなものやマイクロなものが混在しており、どちらかに統一した方がよい。

問5 自然科学史に関する適切な程度の問題である。また、追試験には科学史の問がない。

## (2) 追試験

## 第1問

問2 岩石の循環についての基礎的な内容で適切な程度の問題である。

## 第2問

問1 適切な程度の問題である。会話を取り入れているのは工夫が見られるが、観察した事項を問題にしても良いのではないのか。

## 第3問

問1 適切な程度の問題である。しかし、選択肢④の文章表現がわかりづらい。「(大気圏外)」の注釈のため、大気圏外で太陽光に直角な単位面積が受け取る熱量と考える受験者もいたと思われる。

## (3) 理科I全体を通して

本試験と追試験とでは分野の相関性(対応)がなく、どちらを受験するかによって得意不得意で不公平が生ずる可能性があるのではないのか。

追試験については、実験・観察からの出題の工夫はあるが十分ではなく、地学的な内容の部分は暗記した知識を問うものが多ように思われる。

~~~~~  
お 知 ら せ  
~~~~~

## 「しし座流星群全国高校生同時観測会」 案内

## ■はじめに

一通の電子メールから、私たちの活動は始まりました。1998年のしし座流星群を、「多くの生徒たちに体験させたい」という思いは、天文教育・普及に携わる人たちに広がり、熱い期待を背負って実行委員会が発足しました。そして、天文学の最前線にいる研究者の方々からも続々と支援の言葉が寄せられました。活動ははっきりとした形となり、日本を代表する学会、研究会の支援も得て、ここに、スタートしました。準備期間は十分ではありません。多くの方のみなさんの応援で、この観測計画を成功させてください。星とともに輝く高校生に期待してください。

## ■趣旨

青少年の間で、「理科離れ」があるという指摘が繰り返されています。天文分野では、子どもたちの興味、関心は非常に高く、その要望に答えるために、科学館、プラネタリウム、そして公開型天文台の数も飛躍的に増加していますが、一方で年齢層が上がるにつれて利用者が減少する傾向が見られます。また、学校の自然科学系クラブ活動の沈滞も指摘されています。物理、化学などの分野では、「青少年のための科学の祭典」などの様々な取り組みが始まっています。天文分野においては、インターネットやパソコンなどを積極的に取り込んだJAHOUのような実践は始まっていますが、青少年の活動を積極的に企画・支援するという動きはまだ十分ではありません。

学校天文部の観測テーマの中に、流星の観測は必ず上げられるもののひとつです。しし座流星群の母彗星であるテンペル・タットル彗星が回帰し、今年から来年にかけて、同流星群の活発な活動が期待されています。現在までの軌道計算によれば、大出現が期待されている時間帯で、最も観測条件の良い場所は、日本をはじめとする東アジア地域です。短時間で、限定された区域のみでしか観測できない可能性もあることから、日本列島をすべてカバーできる観測体制は、学術的に重要と考えられます。また、肉眼でも観察可能であることから、教育・普及の題材としても注目に値します。まさに「活きた教材」として、生徒に感動を呼び起こすものとなるでしょう。

将来的には、この観測を契機に全国的な天体観測イベントを続けていくことを考えています。学校と科学館、プラネタリウム、公開型天文台の関係がより強化され、さらに、研究者が生徒に直接語りかけるという機会となることを期待します。

■共催 天文教育普及研究会、日本天文学会、日本惑星科学会

■後援 国立天文台、天文学振興財団、日本理科教育学会、日本地学教育学会、日本理科教育協会、東亜天文学会、日本流星研究会、東京近郊地区流星観測者会、日本プラネタリウム協会、日本プラネタリウム研究会、全日本プラネタリウム連絡協議会、全国天体観測施設の会、全国科学博物館協議会、日本HOU協会、

■実施日 1998年11月17日(火)夕～18日(水)朝

### ■参加登録

原則として、高校、高専のクラブ、もしくは指導者（科学館、プラネタリウム、公開天文台の職員および地域天文同好会など）のいる高校生のグループを対象とします。

資料請求は、実行委員会のホームページ (<http://www.leonids.net/>)、及び事務局（郵送、FAX）で受け付けています。事務局からは、「参加登録用紙」、「参加依頼書（学校公欠のための文書）」、「簡易観測マニュアル（星図2枚付き）」、「観測報告用紙」、「観測会案内（この文書）」が郵送されます。登録は、「参加登録用紙」に必要事項を記入し、事務局（郵送、FAX）の方へお願いします。

登録期間は、9月1日(火)～10月31日(土)です。

なお、実行委員会のホームページから、この観測会のカラーポスターをダウンロードすることができます。ご自由にお使いください。

### ■観測方法

観測場所は、個々の参加団体が選定した任意の場所で結構です。全国の高校生が1ヵ所に集まるわけではありません。多くの高校生が「しし座流星群」に眼を向けられるように、基本的な観測は特別な機材を必要としない眼視計数観測とします。もちろん、より高度な観測を実施しても構いません。大出現に備えて、記録係を設けるだけでなく、テープレコーダ等を用意するなど、正確な出現数を把握できるように工夫しましょう。詳細は「簡易観測マニュアル」を参照して下さい。

### ■観測報告と結果公表

観測報告は、実行委員会で用意するホームページ (<http://leonids.net/>)、e-mail ([leo98@leonids.net](mailto:leo98@leonids.net)) を推奨しますが、事務局宛のFAX、および郵送でも受け付けます。報告の締め切りは、1998年11月末日です。この観測会に参加した団体は、全体の観測結果を自由に引用できます。今後の活動に役立ててください。また、ホームページ上で観測結果を公開し、国内外の研究者の補助的データとしても活用できるようにします。日本の高校生の観測が世界に向けて公開され、活用されることと思います。すでに、いくつかの国の教育団体、研究者から連絡がきています。実行委員会としても、観測結果の集約、統計、観測会全体の総括を、共催、後援団体の機関誌上で発表する予定です。

### ■その他

高校クラブ活動では、もしもの事故の場合は「学校安全会」等の適用がありますが、それ以外のグループ参加の場合、念のため傷害保険を利用することをお勧めします。

#### (1) 用意するもの

- ・代表者のハンコ（三文判でよい）
- ・お金（保険料によるが、ふつうは300円×参加人数）
- ・参加者のリスト（名前、フリガナ、年齢、性別がわかるもの）

#### (2) 保険の内容

- ・小さな保険会社でもやっている、かけすでのレジャー保険、旅行保険などを利用するといいでしょ。損害保険などの保険会社で扱っています。電話帳（タウンページ）で調べるとたいい町に数社はあります。

#### (3) 保険をかける日は

- ・観測日の前日までにかけましょう。保険会社さんの休業日などがありますから、1週間くらい前にこころづもりをしておくといいでしょ。

#### (4) もしも事故が起こったら

- ・ただちに保険会社に連絡をとります。代表者ともう一人くらいは電話番号などを承知しておくようにしましょう。

## ■推進組織

今年度の実行委員会は、天文教育普及研究会を中心にした8名です。予算は、同会共催事業予算の一部でまかなわれています。実行委員会は、この観測会の計画、実施、観測の集約、および問い合わせなど、すべてに対応します。共催、後援団体への直接の問い合わせはご遠慮ください。上に挙げた5種類の書類・資料が送付された以降の最新情報は、実行委員会ホームページで提供します。観測グループの指導者の方には、メーリングリストへの参加をお勧めします。リストへの登録希望は [admin@leonids.net](mailto:admin@leonids.net) 宛にメールを送ってください。実行委員は次のメンバーです。

## 「しし座流星群全国高校生同時観測会」実行委員会

委員長 鈴木文二（埼玉県立三郷工業技術高等学校）

[suzukibn@cc.nao.ac.jp](mailto:suzukibn@cc.nao.ac.jp)

委員 大島 修（岡山県立鴨方高等学校）

[ohshima@po.harenet.or.jp](mailto:ohshima@po.harenet.or.jp)

尾久土正己（和歌山県立大成高等学校美里分校）

[okyudo@obs.misato.wakayama.jp](mailto:okyudo@obs.misato.wakayama.jp)

小野智子（天文教育普及研究会・社会教育分野運営委員）

[tomoko@pub.mtk.nao.ac.jp](mailto:tomoko@pub.mtk.nao.ac.jp)

浜根寿彦（群馬県立ぐんま天文台）

[hamane@astron.pref.gunma.jp](mailto:hamane@astron.pref.gunma.jp)

水野孝雄（東京学芸大学教育学部）

[mizuno@yamabuki.u-gakugei.ac.jp](mailto:mizuno@yamabuki.u-gakugei.ac.jp)

宮下 敦（成蹊中学高等学校）

[KHF02211@nifty.ne.jp](mailto:KHF02211@nifty.ne.jp)

渡部義弥（大阪市立科学館）

[yoshiya@sci-museum.kita.osaka.jp](mailto:yoshiya@sci-museum.kita.osaka.jp)

## 事務局

成蹊中学高等学校地学研究室

180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-10-13

TEL: 0422-37-3828

FAX: 0422-37-3863

e-mail: [leo98@leonids.net](mailto:leo98@leonids.net)

URL: <http://www.leonids.net/>

## 財団法人 下中記念財団第7回（平成10年度）下中教育映像助成金応募要領

財団法人下中記念財団は、平凡社の創業者である故下中弥三郎（1878年～1961年）の業績を記念し、故人が生前から子どもたちの教育のための真摯な研究を支援し、教育の発展を援助するための奨励事業を行なうことを念願としていたことに因み、その遺志を継承・発展させるために、昭和37年（1962年）6月に創立された財団法人です。

平成4年に創立30周年を迎えた下中記念財団は、学校内外の教育活動の発展への一助として新たに『下中教育映像助成金』を設けました。「財団の他の事業については『下中記念財団のご案内』をご覧ください。」

近年、我が国の教育水準は目覚ましい向上を遂げてまいりましたが、時々刻々変化する社会の情勢は、新たな課題を教育に投げかけており、これに対応するためには、知識の伝達を中心とする従来の教育のあり方を超え、新しい視点に立ち、より広い視野を持った教育が強く求められています。

他方、映像メディアは急速に普及し、広く生活の中に位置づけられ、活用されています。元来、映像は文字では表わせない生き生きとした豊富な情報を提供し、確かな知識と強い動機づけを与えるものです。その意味で、映像はこれからの教育の発展を支える大きな力になると確信します。しかも、今や誰でも映像の作り手になれる時代となり、映像メディアの活用ばかりか、映像の製作そのものが教育活動になりました。

### 1. 目的

『下中教育映像助成金』の目的は、まず、学校内外で小・中・高校生等を対象とする、内容・発想がユニークな教育活動について、そのための教材として、あるいは活動の記録として自主制作された映像を、ビデオ作品として応募していただき、そうした活動の一層の発展と継続的努力を支援するため、優れたものを助成することにあります。また、高等教育機関等で教育・研究用に自主制作された映像をも助成の対象といたします。それとともに、それらの作品を基に、同様の活動を進めておられる方々や、機関の相互の連絡・交流の場を創り出すことも目指しております。

### 2. テーマ

特にテーマは限定しませんが、当財団では、下記の4項目に該当する作品の応募を期待しています。

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>環境教育の教材</b>           | 小・中・高校生等を対象として子どもたちが自分達の住む地球環境の現状を正しく認識し、人類の一員として何をすべきかを考えられるように導くことを助ける映像教材。 |
| <b>創造性・自発性<br/>助育の教材</b> | 小・中・高校生等を対象として子どもたちの自発的な創意工夫の学習能力を伸ばすことを助けるための映像教材。                           |
| <b>教育活動の記録</b>           | 小・中・高校生等を対象とする環境教育、創造性・自発性育成などのためのユニークな教育活動の映像記録。                             |
| <b>高等教育における映像</b>        | 大学や研究機関等において、それぞれの専門領域の教育・研究活動のため、映像の利用が効果的と考えられる分野に関して制作された教材あるいは記録。         |

3. 応募資格 この助成の趣旨に賛同される方は、どなたでも応募できます。

### 4. 応募の手続き

- 財団事務局に送料120円分切手同封の上、申請用紙をご請求ください。（過去受賞作品一覧を併せてご希望の方はその旨を明記して140円切手をご送付ください。また、複数部ご希望の場合は実費切手をいただきます。2部140円、3～4部160円、5部以上200円）
- 応募作品は、現在使用されている家庭用ビデオカセットに収録された長さ15分以内の作品とします。
- 応募作品は、『記入要領』をご覧の上、記入した申請書を添えて財団事務局に提出（または送付）してください。
- 応募作品の点数に制限はありません。ただし、一作品一本のテープで応募してください。
- 共同制作の場合も代表者個人名で応募してください。共同制作者名は申請書所定欄にご記入ください。万一所定欄に記入しきれない場合は、別紙に記載し、添付してください。



6. 応募作品は、他のコンクール等への参加の有無は問いません。なお、既に応募したことがある作品も、更にテーマ・内容を発展させ、改訂を加えたものであれば、再度応募することができます。
  7. ナレーションをつけない作品について：教育現場での教材としての使用に際し、ビデオにナレーションを入れず、口頭での説明を意図した作品の応募にあたっては、審査委員の理解を助けるため、その使用方法を明記した上、例えば、教室で先生が話されるような解説をナレーションでビデオに挿入するか、文章にしてビデオに添付してください。
  8. 応募作品に、応募者以外の方の権利（映像・音楽など第三者に帰属する著作権、隣接権、肖像権等）が含まれている場合、あらかじめ、応募者が権利処理を済ませておいてください。（別紙参照）
  9. 以上の諸条件に適合しないと認められた場合、採択対象とされません。また、採択後の取消しもあります。
5. 締 切 作品応募締切期日 平成10年（1998年）11月15日（当日消印有効）

#### 6. 応募作品の扱い

1. 応募作品の著作権は応募者に帰属します。しかし審査委員会において優れていると考えられた作品は、助成の対象となるか否かを問わず、応募者にご通知の上、当財団において2部複製して、財団が催す映学会での上映、閲覧、貸出し等、非営利の活動に無償で使用させていただくことといたします。ただし、上記以外の目的に使用する場合は、事前に個々の作品の応募者にご連絡し、ご承諾を受けることといたします。
2. 応募作品は、すべて審査終了後に応募者に返却いたします。

#### 7. 応募作品の審査

審査の基準は、作品で取り上げられている素材・活部等、内容のユニークさや、教材としての効果、本助成により今後の発展が期待できるかどうかを中心となりますが、映像作品としての技術的水準も考慮されます。

審査委員は、下記の通りです。

- 高 桑 康 雄（審査委員長、江戸川大学社会学部教授）
- 今 泉 吉 晴（都留文科大学文学部教授）
- 金 子 明 石（常磐大学国際学部教授）
- 鬼頭亮一郎（(株)キトー代表取締役社長）
- 後 藤 和 彦（常磐大学人間科学部教授・総合情報センター長）
- 坂 根 厳 夫（岐阜県立国際情報科学芸術アカデミー学長）
- 岡 田 一 男（下中記念財団 EC 日本アーカイブズ所長）

8. 助成金額 1件当り 30万円。総額 150万円。

#### 9. 助成作品の発表および助成金の交付

平成11年（1999年）2月21日

応募者全員に事務局より直接通知し、採択作品名・助成金授与者名は新聞その他の報道機関にも周知方を依頼します。助成金は、審査決定後1ヶ月以内に各入選者にお送りします。また、応募作品の返却も同時期に行いません。

財団法人 下中記念財団『下中教育映像助成金』事務局

☎162-0843 東京都新宿区市谷田町2-7 伊藤ハイム301号 Tel. 03-5261-5688 Fax. 03-3266-0352

## 第37回（平成10年度）下中科学研究助成金応募要領

### 1. 目的

この研究助成金は、学校の先生方の教育のための真摯な研究を助成し、その発展を願うためのものであり、平凡社の創業者である故下中弥三郎翁が生前その制定を念願した教育奨励賞の意味をもつものであります。従来より、自然科学および科学教育にかかわる研究を重視していますが、広く教育全般にかかわる今日的課題を取り上げたものも期待します。

### 2. 対象とする専門分野

下中科学研究助成金の対象とする専門分野は、次表の通りです。

部	専 門	番号	部	専 門	番号	部	専 門	番号
自 然	算数・数学	11	人 文	道 徳 教 育	30	そ の 他	教 育 一 般	51
	理 科 教 育	12		国 語 教 育	31		特 殊 教 育	52
	物 理	13		外 国 語 教 育	32		保 健 体 育	53
	化 学	14		社 会 科 教 育	33		特 別 活 動	54
	植 物	15		芸 術	34		環 境 教 育	55
	動 物	16					情 報 教 育	56
	地 学・天文	17					国 際 理 解 教 育	57
	農 業・農 学	18						
	工 業・工 学	19						
	水 産	20						
技 術・家 庭	21							

### 3. 応募資格者

全国小、中、高校の教員（教育センター、盲・聾・養護学校等を含む）を対象とし、研究は個人であると共同であることを問いません。

なお、応募は一人1点に限ります。

### 4. 金 額

総額 900 万円。1 件当り 30 万円。30 件を予定します。

（下中科学研究助成金創設 30 周年を記念して、平成 4 年度より以降 1 件当りの助成金額が 15 万円から 30 万円に増額されました。なお、件数は以前と変更ありません。）

### 5. 申請手続き

- 送料分の切手（後述の料金表を参照）を添えて財団事務局に申請用紙を請求し、所定の必要事項を記入の上、提出して下さい。（記入漏れ等がありますと、審査対象から外されることもありますので、ご注意下さい。特に推薦者欄は必ずご記入ください。）
- 最も新しく研究した事項、および今後如何に研究を進めるか等につき、申請書に書き足りないような場合、400 字詰原稿用紙 5 枚以内にまとめ、申請書に添付して下さい。添付原稿はお返ししません。
- 申請書により審査を行い、添付原稿を参考資料といたします。
- 共同研究の場合は、必ず代表者個人名で申請し、共同研究者名を規定の欄に記して下さい。
- なお、添付原稿以外の参考資料等は、審査の対象といたしませんので、お送りいただく必要はありません。（お送りくださったものはご返却いたしませんのでご了承ください。）

## 6. 選 考

下中科学研究助成金審査委員会において適格者を選考します。  
審査委員（順不同）

- 委員長 伏見 康 治（大阪大学・名古屋大学名誉教授）
- 委員 佐々木 輝 雄（神田外語大学外国語学部講師）
- 山 極 隆（富山大学教育学部教授）
- 金子 明 石（常磐大学国際学部教授）
- 青 木 清（上智大学理工学部教授）
- 渡 部 邦 雄（文部省初等中等教育局主任視学官）
- 三 上 貴 彦（文部省初等中等教育局主任教科書調査官）

## 7. 応募締切

平成10年12月10日（消印有効）

## 8. 入選者決定

平成11年2月21日（応募者全員に直接通知し、取得名は新聞その他の報道機関にも周知方を依頼します。）

## 9. 助成金の交付

決定後1カ月以内に取得者個人にお送りします。特に授賞式は行ないません。

## 10. 報 告

この助成に対して、使途の明細等の報告義務はありません。助成金を取得なさった方々は、その後の研究発表等された際、別刷やコピーなどを事務局にお送り下さい。

なお、下中記念財団では下中科学研究助成金創設30周年に伴い、平成5年度より『下中記念財団年報』を刊行しています。助成金を取得された方々には、同年報編集委員会より研究発表論文の執筆をお願いすることもあります。

## 11. 申請書の送り先

財団法人 下中記念財団事務局

住 所 ☎162-0843 東京都新宿区市谷田町2-7 伊東ハイム301号

電 話 03(5261)5688 FAX 03(3266)0352

事務局からのお願い!

1. 申請書のお申し込みは『下中科学研究助成金申請書希望』と明記してください。
2. 本年度、記入要領「推薦者」欄に関して改訂が行われました。改めてお読みいただき、正しく記入をお願いいたします。
3. 応募は『お一人一件限り』と新たな規定項目が設けられました。ご応募の際、ご注意ください。

なお、下中記念財団が同時に行っている下中教育映像助成金の申請書も併せて希望される方は、その旨を明記して送料140円切手を同封して事務局までお申し込み下さい。

申請書送付料金表

申請書1部送付料金	120円
3部～4部送付料金	140円
5部送付料金	160円

都道府県番号表

都道府県	番号	都道府県	番号	都道府県	番号
北海道	01	山梨	19	香川	37
青森	02	長野	20	愛媛	38
岩手	03	岐阜	21	高知	39
宮城	04	静岡	22	福岡	40
秋田	05	愛知	23	佐賀	41
山形	06	三重	21	長崎	42
福島	07	滋賀	25	熊本	43
茨城	08	京都	26	大分	44
栃木	09	大阪	27	宮崎	45
群馬	10	兵庫	28	鹿児島	46
埼玉	11	奈良	29	沖縄	47
千葉	12	和歌山	30		
東京	13	鳥取	31		
神奈川	14	島根	32		
新潟	15	岡山	33		
富山	16	広島	34		
石川	17	山口	35		
福井	18	徳島	36		

## お 知 ら せ

今回の号(第51巻第5号)から、編集の簡素化のために、編集規定を改定いたしました。投稿される際には、ご一読下さい。

## 日本地学教育学会誌「地学教育」編集についての細則

(昭和55年8月22日制定)

(昭和59年4月1日一部改訂)

(昭和63年4月1日一部改訂)

(平成8年2月5日一部改訂)

(平成10年7月11日一部改訂)

## &lt;原稿の提出、受け付け及び保管&gt;

1. 本会会員は、「地学教育」に投稿することができる。ただし、その内容は著者の責任とする。
2. 他の原著論文誌、出版物に掲載済みまたは投稿中の原稿は本誌に投稿できない。
3. 原稿の構成は本文、図、表、図版、要約、キーワードから成る。
4. 原稿の作り方、及び投稿の手続きは別に定める投稿規定、及び原稿の書き方による。
5. 著者は校正のため、フロッピー及び原図は受理まで大切に保管しておく。
6. 編集委員会は、投稿原稿に受け付けした年月日を記して原稿を保管する。投稿者に原稿受け付けを通知する。
7. 編集委員会は、会員または非会員に原稿を依頼することができる。

## &lt;原稿の審査及び受理&gt;

1. 編集委員会は、受け付けた原稿について担当編集委員と査読者を決め、それぞれに原稿を送付し掲載の適・不適の意見を依頼する。
2. 編集委員会は、担当編集委員及び査読者の意見を尊重して掲載の適・不適の決定を行う。
3. 編集委員会は、掲載の適になった原稿は受理とし、投稿者にその旨を通知し、印刷手続きを開始する。
4. 編集委員会は、掲載不適と認められ原稿については、その理由を明らかにした文書を付して、原稿を著者に返却する。
5. 編集委員会は、掲載適あるいは不適と認められた原稿についても、著者に修正を求めることができる。
6. 編集委員会は、内容の本旨を変えない範囲で投稿規定に沿うように修正することができる。

## &lt;論文の印刷・校正&gt;

1. 論文の掲載の順序は、原則として受理の順とする。ただし、同号に同じような内容または分野の論文が集中したり、同著者の論文が重複しないように配慮する。
2. 会費・印刷代金など、本会に納入すべきものを滞納している会員の原稿は、それが納入されるまで掲載を延期することがある。
3. 初校正は原則として著者が行うが、会誌発行の時間的制約が著しいときは、著者に了解を求め編集委員会が校正を行うことができる。
4. 著者は手持ちの原稿と照合して校正を行い、原則として1週間以内に返送すること。また、原稿の書き換えは認めない。

## &lt;別刷&gt;

1. 別刷は50部以上10部単位で希望する部数を作成するが、印刷費用及び送料は著者負担とする。

#### <原稿の返却>

1. 原稿は、原則として返却しない。スロッピーディスク・図・写真などで返却を希望されるものについては、赤字で「要返却」と投稿時に明記する。ただし、送料は著者負担とする。

#### <査読者>

1. 査読者は編集委員会が、委嘱する。
2. 査読者は年度終了後に公表する。

## 投 稿 規 定

原稿は正確・明瞭・簡潔に書き、会誌の体裁統一及び編集の便宜上、以下の事項を守って下さい。これは編集担当者の労務軽減、印刷費の節減にもつながります。

#### <投稿の手続き>

1. 本規定を遵守した、完成原稿を作成して下さい。原稿は原則として、ワープロで印字したものとします。なお、肉筆原稿の場合には、市販のA4版原稿用紙を使用して下さい。
2. 原稿送付状に必要事項を記入して提出して下さい。
3. 原稿は、A4版にコピーしたものを2部編集委員会へ送って下さい。
4. 投稿者は、投稿原稿の受理の連絡を受けたら速やかに原稿のオリジナルとそのフロッピーディスク（使用ワープロ機種名またはソフト名を明記する）を編集委員会に送付して下さい。

#### <原稿の種目>

1. 原著論文：地学教育に関する研究論文で、著者自身によるオリジナルな研究成果をまとめたもの。
2. 短報：研究の予報・中間報告など大きな研究の一部をなすもの、及び内容が原著論文にまではいたらない報告で、速報性を必要としたり、資料として重要なもの。
3. 総説：ある分野に関する研究成果を総覧し、総合的にまとめ、研究史、研究の現状等について解説されたもの。
4. 教育実践報告：授業実践、教材・教具の開発、追試の結果など教育実践の報告。
5. その他：地学教育の普及に資する資料・解説・書評・紹介、委員会報告書、学会記事など。

#### <原稿の長さ>

1. 原著論文・総説・資料・解説は刷り上がり16ページ以内、短報・教育実践報告は4ページ以内を原則とし、書評・紹介は1ページ以内とします。超過分の費用は著者負担とします。
2. アート紙図版（写真）は1面につき2ページ分に換算します。

## 原稿の書き方

#### <原稿の書き方>

1. 本文は、原則としてワープロで印字したものとします。用紙はA4版で縦、1行に25文字を横書きで1段組みにして作製して下さい。90行で刷り上がり1ページ分になります。
2. 題目・著者名の部分は6～8行分のスペースをとって下さい。また、そのページの最下行に線を引き、その下に著者の所属する機関または学校名を書いて下さい。
3. 人名・鉱物名・化石名などは慣用にしたがってカタカナ書きにして下さい。
4. 本文中に外国語を挿入することはできる限りさけて下さい。

5. 文字は原稿用紙の1ますに1字, ( ) [ ] 「 」 “ ” !?などもすべて1つ1ますとします。
6. 、及び。は、及び。を用いて下さい。
7. 地名など固有名詞で読み誤るおそれのあるものにはふりがなをつけて下さい。
8. ワープロ特有の誤変換・誤字に注意して下さい。  
25字づめで、字間はなるべくつめ、行間はなるべくあけて印字して下さい。

#### <図・表・図版>

1. 図・表・図版は、原稿に直接はりつけしないで下さい。1つの図・表・図版ごとに台紙をはり、欄外に著者名と図・表・図版の番号など鉛筆がきで略記して下さい。
2. 図・図版の番号・タイトル及び説明はその下に、表の番号・タイトル及び説明はその上に書いて下さい。なお、台紙の大きさはA4以下で作製して下さい。
3. 図・表・図版を挿入する箇所を原稿本文わく外に指定して下さい。
4. 備考などは、本文末にまとめて書いて下さい。
5. 図・表はそのまま製版できるものを提出して下さい。図は、白紙または淡青色の方眼紙に黒インクで鮮明に書いて下さい。
6. 製版に際して縮小しても差し支えないよう、線や字の大きさなど全体の体裁を考えて作製して下さい。
7. 図の大きさや地図の縮尺を示すときは何分の1としないでスケールを図中に示して下さい。
8. ワープロ印字の原図の場合、製版図がかすれることがありますので、濃く印字して下さい。
9. コピー原図の場合、凸版にすると線のかすれが目立ちますので注意して下さい(線を黒でトレースする)。
10. 写真は鮮明なものを用いて下さい。
11. 表組は、読みやすいようにデザインし、なるべく少なくして、そのまま製版できる原図(版下図)として下さい。文字や記号の写植は著者で行って下さい。
12. 小さな図は左右7cm、大きな図は左右14.5cm、上下20cmに縮小できるよう原図を描いて下さい。写真版も同様です。
13. 左右に長くなる図・表は少なくとも左右見開きページ(28cm)以内におさまるようにして下さい。
14. カラー図版の製版・印刷費は原則として著者が負担するものとします。

#### <引用文献>

1. 本文中の文献の引用は、○○○○(1994)による、あるいは(○○○○, 1994)。とする。
2. 引用文献は文献として論文末に一括し、アルファベット順(同じ著者の場合は年代順)に書いて下さい。また、人名にスモールキャピタルは用いないで下さい。  
(例) 水野孝雄(1994): 星空喪失の環境問題, 地学教育, 47, 139~148.
3. 引用文献の著者が複数である場合、本文中の引用は~~~~ほか(1994)による、あるいは(~~~~ほか, 1980)と引用文献の筆頭者のみとし「ほか」をつけ、論文末の引用文献の項には執筆者全員の名前を書いて下さい。
4. 雑誌名は慣例にしたがって略記する。単行本及びそれに類するものは、発行所・発行機関名を書き、全体のページ数と特に引用したページを示して下さい。
5. 外国論文の場合は慣例にならして下さい。(タイプライトするか、手書きのときは筆記体)

#### <要約・キーワード>

1. 論文の内容を200字以内でまとめた要約をつけて下さい。
2. 論文検索用のキーワードを6語以内選んで、重要な順に書いて下さい。キーワードとしては対象地域名、小・中・高校別、教育論、教材名、及び内容など。

「地学教育」編集に関する件につきまして下記にご連絡下さい。

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1  
東京学芸大学 理科教育学科内

日本地学教育学会 編集委員会  
松川正樹 宛

FAX: 0423-29-7544

E-mail: [matsukaw@u-gakugei.ac.jp](mailto:matsukaw@u-gakugei.ac.jp)

なお、現在、編集委員長は松川正樹（東京学芸大学理科教育学科）、副委員長は林 慶一（東京学芸大学附属高等学校）です。



# 地学教育 原稿送付状

19 年 月 日 送付

氏名 論文 題名	漢字	(所属)
	ローマ字	
	和文	
	英文	
連絡先 (初校等送付)	(〒 )	☎ FAX e-mail
原稿種類	原著論文 総説 短報 教育実践報告 資料 解説 書評 紹介 ニュース その他	○で囲む
原稿枚数	本文 枚: 写真図版 枚: 図版 枚: 表 枚	
別刷	不要・必要 _____ 部	○で囲む

※連名で書ききれないときは裏面に書いて下さい。

月 日 受付	月 日 編集割付 担当
月 日 受領 葉書 発送	月 日 図・写真・表製版依頼
月 日 査読依頼 氏	月 日 原稿印刷所に
月 日 査読済	月 日 初校 著者校依頼
月 日 著者に査読結果(掲載)通知	月 日 再校 編集委校正
巻号 に掲載決定	月 日 再校 印刷所に返送
月 日 再	月 日 三校または念校
月 日 再	月 日 三校または念校印刷所に返送
月 日 再	月 日 完成

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、著作権者が複写権を委託している次の団体から承諾を受けてください。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F  
学協会著作権協議会 (TEL/FAX: 03-3475-5618)

Notice about photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organizations which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Except in the USA

The Copyright Council of the Academic Societies (CCAS)  
9-41-6 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan  
Phone/FAX: 81-3-3475-5618

In the USA

Copyright Clearance Center, Inc. (CCC)  
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA  
Phone: 978-750-8400, FAX: 978-750-4744

日本地学教育学会 51 卷 第 5 号

平成 10 年 9 月 20 日印刷

平成 10 年 9 月 25 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会  
発 行 者 代 表 榊 原 雄 太 郎

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33  
千葉大学教育学部地学教室内

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

## 編集委員会より

定例編集委員会は、7月11日(土)午後にかれました。編集状況は原著論文2、資料1が受理されました。9月17日現在で昨年末の時点での投稿原稿数を下回っております。学会員の皆様からの多くのご投稿を期待しております。

### 正誤表

地学教育 51 巻第 3 号、103、105 ページに誤りがありました。  
訂正してお詫びいたします。

誤	正
103 ページ 図 8、図 9、の図面	図版のみ入れ換え
103 ページ 左段 14 流路は図 4 で	流路は図 5 で
105 ページ 右段 2 雲仙噴火の	雲仙岳噴火の

# EDUCATION OF EARTH SCIENCE

---

VOL. 51, NO. 5

SEPTEMBER, 1998

---

## CONTENTS

### Original Articles

A New Way to Learn the Air Mass around Japan

.....Hajime KUSAKA... 179~186

A Study about the Local Green Land Environment with Landsat Satellite Images in  
the Elementary School

.....Yasushi SAKAKIBARA and Maroshi HAYASHI...187~200

### Survey Report

New View Points for Reform of Earth Science Education

.....Hiroshi SHIMONO...201~212

Book Reviews (213, 214)

Proceeding of the Society (215~222)

Announcements (223~234)

---

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, Chiba 263-8522, Japan