

地学教育

第44巻 第6号 (通巻 第215号)

1991年11月

目 次

原著論文

- プロセススキル習得を重視した中学校気象領域の単元開発.....
.....浦野 弘・島貫 陸...(229~239)
- 太陽照度の高度による違いを教示する測定器の開発.....
.....高橋 勝・西村 宏・奥村 清...(241~248)
- 紹介：石弘之監修：サイエンスNOW(3) 環境の危機 (240)
クリフ・オリエル著 太田陽子訳 火山 (240)
- 役員選挙に関する公示 (表2) 日本学術会議だより No. 22 (249~250)

日本地学教育学会

184 東京都小金井市貫井北町4-1 東京学芸大学地学教室内

平成4年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第46回全国大会

東京大会（第一次案内）

上記の大会について次のように開催することが決まりました。未決定部分、研究発表申込みその他の詳細については次回ご案内いたします。

大会テーマ 地球環境を考える ―地学教育の役割―
主催 日本地学教育学会 東京都地学教育研究会
後援 文部省 東京都教育委員会他 例年後援を依頼している諸機関・教育研究団体（申請する予定である）
期日 平成4年7月末の3日間（1泊の野外研修があれば4日間）
会場 東京23区内（会場の都合により上記日程が動くことあり）
日程 第1日：開会式 講演 シンポジウム 分科会 懇親会
第2日：分科会 全体会 閉会式
第3日：（第4日） 実地研修（野外巡検）

役員選挙に関する公示

平成3年11月20日

正会員各位

日本地学教育学会 選挙管理委員会

役員候補者の推薦について

「役員選挙についての細則」に基づいて、平成4年度役員（会長および評議員）の選挙をいたしますので、細則により会長および評議員候補者の推薦をお願いいたします。

なお、大変申しわけございませんが、事務局の手違いで今年度の選挙公示が遅れてしまいましたので、細則4および5項にある役員候補者推薦期日を今回の選挙に関してのみ、平成4年1月1日から1月25日（消印有効）に変更させていただきます。

〔参考〕役員選挙についての細則

4. 会長候補者の推薦は、正会員5名の署名捺印した推薦状に本人の承諾書を添えて、推薦者が12月1日から12月25日（消印有効）までに、選挙管理委員会（事務局）に届けるものとする。
5. 評議員候補者の推薦は、正会員3名以上の署名捺印した推薦状に本人の承諾書を添えて、推薦者が12月1日から12月25日（消印有効）までに、選挙管理委員会（事務局）に届けるものとする。

（注）会則および細則の全文は、会員名簿1990年11月発行を参照して下さい。

現在の役員は、下記の通りです。

- 1) 平成3年度で、任期の切れる会長 平山勝美（再選を認められています）
- 2) 平成3年度で、任期の切れる評議員 下記（再選を認められています）

北海道・東北地区：古谷 泉，関東（東京）地区：菅野重也，円城寺 守，石川秀雄，中部地区：水野関暁，近畿地区：留岡 昇，中国・四国地区：赤木三郎，九州・沖縄地区：上竹利彦。

会長指名：宮沢忠治，日向忠彦。

<表3ページに続く>

プロセススキルの習得を重視した 中学校気象領域の単元開発

浦野 弘*・島 貫 陸*

1. はじめに

自然を科学的に調べる能力や態度の育成は、理科の学習の目標の一つとされている。この目標を達成するには、まず子どもに探究の技法、すなわちプロセススキルを習得させることが必要である。プロセススキルはSAPAにより我が国に紹介されて以来、一部では科学の方法や探究の技法と呼ばれ、定着してきた。一方において、井出(1988)が指摘しているように、科学の方法であるプロセススキルを言葉で説明して理解させようとしたり、プロセススキルの典型的な事例をそのまますべてに適用しようとしたため、生徒がかえってわからなくなり、理科嫌いを増やし、しかもその原因が科学の方法を学習させることにあるとするような誤解もみられた。しかし、高度情報化へと社会が急速な進展を遂げつつある現在、その中で生きていくための資質の形成にプロセススキルが強調されるようになってきている。それは、1989年3月に告示された中学校学習指導要領および7月に出された中学校指導書理科編では、従来に比べ、問題解決学習を一層重視し、とりわけこれらの過程を通して、探究の技法の習得の必要性を指摘していることにも現れている。

また、ガニエ・ブリッグズ(1986)は、学習者が学習の成果として身につけるべき諸能力として実践能力目標を提案し、これを知的スキル・認知的方略・言語的情報・態度・技能の5つの知的能力に分類している。小金井・貫井(1989)はそれに従って、小学校理科における問題解決学習の研究を行い、とりわけ問題解決学習における問題解決能力に視点をおいたとき、5つの能力の中でも、知的スキルと認知的方略への配慮が重要であることを指摘している。ガニエらのいう知的スキルとはプロセススキルに近いものである。しかし、多くの場合、一つのプロセススキルには他のプロセススキルが含まれていたり、また前提として他のプロセススキルの習得が必要であったりする。さらに、具体的な学習課題を解決するための方針や方法を考案し、解決に必要なプロセススキル

や情報を選択し、使用しようとする能力である認知的方略が必要である。

ところで、従来から示されてきたプロセススキルは主として物理や化学の領域に適切な事例が多く、真の対象物に対して実験を行うことのできない地球科学の領域において、これらのプロセススキルの取り扱いを具体的に述べている例は関ら(1982)、石川(1983)、荒井(1983)のように、断片的に示されているものが若干見られるに過ぎない。

一方、筆者らは、気象の単元を自然科学を含む総合的情報システムとして社会的にも機能を果たしている天気予報のシステムに焦点をあてて構成すべきことを主張してきた(浦野ら、1990)。とりわけ、気象は理科の中でも、最も日常生活に密接なかわりをもっているので、日常生活に結びついた生活体験的な事実へ学習内容が反映できるように、構成すべきである。

そこで、本報告では、社会の情報化との関連をも考慮しながら、中学校気象の学習において取り上げるべきプロセススキルを明らかにし、そのスキルを習得するための具体的な取り扱い方を示し、それにもとづき気象の単元構成案を示す。

なお、本研究を進めるにあたって、これまでに指摘してきた気象教育の問題点も考慮し、基本的方略を次のように設定した。

- ① 現行の気象教育の問題点を明らかにする。
- ② 日常生活に結びついた扱い方をし、生徒の興味関心と一致させる。
- ③ 社会生活に根付いている天気予報のシステムを取り入れる。
- ④ 気象の単元における能力目標としてのプロセススキルを明確にする。
- ⑤ 応用物理学的な気象学の理論からやさしい部分を抜粋したものではなく、基本概念をもとに教材を再構成する。

2. 現行の気象教育の問題点と解決への方向

科学的なものの方見方、考え方を育成するという面で現

* 東京学芸大学

1991年5月20日受付 9月5日受理

行の気象教育には、次のような問題点と課題がある。

a. 「身近な大気は難しい」

地表近くの大気は地表の摩擦の影響を受け、乱れが多く、理論的にも取り扱いが難しい領域である。

身近な現象とは距離の近さではなく、生活体験との近さで決るものであり、近くの大気である必要はない。上空にある雲は直接に観察ができ身近な存在である（他の多くの気象要素は直接目に見えない）。また、テレビや新聞で日常的に目にしている気象衛星ひまわりの画像も身近な教材といえる。

b. 「直接的な実験、観測からは現象を十分にとらえられない」

気象現象は物理や化学の実験と異なり、まったく同じ現象は繰り返し出現せず、また真の対象物である気象現象に対して一般の実験のように制御することはできない。このように人為的に再現することのできない現象を理解するには、シミュレーションや映像情報の活用が有効である。また、多くの気象現象のスケールは地上から見渡せる範囲よりも大きく、直接的な観察・観測から気象現象の全体像をつかむことは困難である。そこで現象を把握するためには広域のデータを必要とし、学校という一地点でのデータのみでは不十分である。

c. 「広域のデータ利用が天気図に偏っている」

b. で指摘した総観規模スケールの気象現象を理解するには、従来から天気図が利用されてきた。しかし、天気図は気象現象や気象要素をすべて記号化して表現したものであり、記号化され抽象化された天気図から、生徒が種々の情報を読み取ることは容易ではない。

d. 「天気予報の技術＝気象教育と考えられている」

ラジオの気象通報を聞き取り、天気図を作図し、それにもとづき生徒自身が将来の天気を予測するような天気予報術の習得を気象の学習の目的のようにとらえる傾向が、とくに熱心な教師の中にいまだに残っている。

新学習指導要領では、小学校5年生に「天気の変化は、観測の結果や映像などの情報を用いて予想できること」、中学校第2分野に「天気図や気象衛星画像などから……天気の予測ができることを見いだすこと」とあるが、その際、予測のためのパターンを暗記することを学習の目的とすれば、天気予報術の習得という同じ問題が生じるので注意が必要である。

e. 「物理の基礎の習得なしで応用物理を教えようとしている」

教材の構造化が行われないうちに、気象学の理論か

らやさしい部分だけを抜粋した内容が、羅列されている。すなわち、気象学を地球物理学の一部としてとらえる応用物理学的な視点に立脚しているが、その裏付けとなる具体的な理論や現象についての学習は行われていない。そのため、学習に論理の飛躍が生じ、理解ではなく、単なる断片的な知識の暗記となり、学習の流れ・内容に一貫性が欠ける結果となっていることが多い。物理の知識にもとづいて気象現象を理解させるよりも、データから帰納的に事実を導き出すことを重視すべきである。

f. 「高度情報化社会に対応した学習内容とはいえない」

気象庁は数値予報のためにコンピュータを導入して以来、つねに世界最大級のコンピュータを導入してきている。また、ひまわりの画像処理、アメダスのデータ処理はコンピュータを導入することによってはじめて実現できている。このように、天気予報を行う上でコンピュータは不可欠なものになっているが、教育の場では天気予報とコンピュータとの関係については触れられていない。気象情報がコンピュータにより処理される過程を学習することにより、高度情報化社会におけるコンピュータの機能や役割について理解を深めることが可能である。

g. 「学習した内容（知識）が体験と結びつかない」

気象は日常生活と密接にかかわっているが、現在の気象の学習では生活体験的な内容はほとんど扱われていない。すなわち、日常生活に結びついた児童生徒の興味関心と学習内容とは必ずしも一致しているとはいえない。学習の成果が日常の生活場面に生かされるべきである。

そのためには、リアルタイムに近い状態で最新のデータ・情報を受け取ることができ、さらにそれを学習に活用する支援システムの開発も今後必要である。

h. 「学習指導要領には育成したいと考えている能力が、明確化されていない」

現行および新学習指導要領からは学習内容の枠組みを読み取ることはできるが、児童生徒に育成したい能力を読み取ることはできない。

3. 気象の学習のねらい

飯利・山極（1986）は、「教育課程実施状況に関する総合的調査研究」に関する報告の中で、中学生の「科学的な思考では、各学年とも達成不十分の比率が高くなっている。その原因として基本的な知識・理解が定着していないことからくるものや、個々の事象は理解されても、それらの事象を関連的にとらえたり、観察・実験の

結果のグラフから、それを読み取って解釈し筋道を立て、論理的に考察する能力や科学的に処理する能力、応用能力について、達成が不十分であることからくるものなどが考えられる。」と指摘している。また、2年生第2分野についての記述の中で、「前線の構造、動き、それともなう天気の変化といった時間、空間概念の把握や知識と現象との統合的、構造的な把握の達成状況は十分ではない。」「天気については、映像教材なども活用して、天気の変化を動的かつ構造的にとらえる能力や態度を育成する必要がある。」と述べている。

このようなプロセススキルに関連する指摘をも考慮し、気象の学習を前述のように「天気予報の科学」としてとらえることにした。ただし、この「天気予報の科学」においては、昔の経験則・気象術としての天気予報の技術を学習するものではない。現在の天気予報は、自然科学を含む総合的な情報システムを展開しており、かつそのシステムは長い歴史をもつ精選されたシステムである。このシステムの学習を通して、気象現象の理解と、大気情報科学としての基本的な考え方を学ぼうとするものである。さらに、前述のように理科の学習の中で最も日常生活に関わる学習内容を有することから、理科の学習を通して得た知的能力を、日常観察し、体験する気象現象にあてはめ、活用することを目指す必要がある。具体的には次の4つの内容も含むことを検討した。

- a. 災害対策
- b. 日常生活の指針
- c. 情報処理にかかわる教養
- d. 気象現象に関する教養

このような検討から、気象の学習の目標を、一般的な記述に従って次のように設定した。

『天気予報の科学を通して、大気の様子をとらえる方法を、その基本的な考え方を含めて、身につけさせるとともに、大気現象についての科学的な見方や考え方を理解させる。また、天気予報をはじめとする天気情報を正しく判断できる能力を育成する。さらに、社会の中での情報伝達の仕組みやそのあり方についても関心を高める。』

この目標に沿って、以下の検討を行った。

4. 育成すべき能力目標としてのプロセススキル

中学校における気象の学習に適用されるべきプロセススキルの枠組みを、文部省の中学校指導書理科編(1970)に示された14の科学の方法、関ら(1982)および井出(1988)に示されたSAPAによるプロセススキルの解説などを参考にして検討した。SAPAで述べられている

単純な過程に相当するものと、複雑な過程にあたる部分の一部、および気象教育に特有なものを含めて、13のプロセススキルを設定した。

中学校指導書理科編(1970)には、⑫仮説 ⑬実験 ⑭科学的思考と科学の方法 という高度なスキルが示されている。これらのスキルは物理や化学の領域においての仮説→実験という筋道の学習には効果的であるが、気象においてはあまり期待できない。それは実際の大気を対象として実験を行うことができないことと、変化する大気が多様な状態の中から条件に合う状態を探し出して学習に利用するには手間がかかりすぎ、学校教育では不可能であることによる。これらの事情と、気象が総合科学的色彩を強くもつことから、情報システムを含めたものとして気象の領域を取り扱うことが適切であると考えられる。そこで、スキルの表現方法としてはまだ十分な表現とはいえないが、⑩データのシステム化をする ⑬情報システムを理解する の二つを取り上げた。以下に、これらのプロセススキルについて具体的に概括する。

① 観察する

気象の領域では多くの場合、視覚による観察が主となるが、ほおに当る風の風圧や指をなめて蒸発による冷え方から風向や風の強さを知る方法など、視覚以外の五感による観察もある。

視覚による観察としては、雲の形・動き・色などの主観的な観察、煙突の煙の流れる方向などから風向風力を知る定性的な観察、視程を知るやや定量的な観察がある。

② 測定する

主として測器を用いて気象要素(温度・湿度・気圧・雨量・風向・風速・日射量)を測定する。測定した気象要素の時間的変化または空間的変化をとらえること、また同時に複数の気象要素の測定を行い、相互に関連づけてとらえることが気象の学習においては重要である。

例えば、気温の場合、近いところでも値に大きな差が見られることがある。このことを理解した上で、目的に応じた測定の方法を見出し、観測を行うことが重要な意味をもつ。また、同時に複数の温度計を使用するときには、器差があるので、検定(事前の比較)が必要である。

初等理科においては、MKS(SI)単位系によらず、実験場面に応じて適当な単位を生徒自身が定め、その単位名も自分で名づけて使えるようになるという単位の任意性についての重要性が指摘されているが、気象の単元では上述した器差や⑤で指摘するデータの交換

という視点から、単位の任意性は必ずしも適切ではない面がある。

③ 時間空間に関連づけてとらえる

気象現象をとらえる視点に関するものであり、特に気象の学習において特徴的かつ重要な能力である。固定した地点から現象をとらえるオイラー的見方（例えば、地上から気象現象をとらえる見方）と気象現象と共に移動しながら現象をとらえるラグランジュの見方（例えば、ひまわりの画像にある低気圧が日を追ってどのように発達をしながら移動しているかをとらえる見方）がある。

一般の気象観測は、定められた地点において、いくつかの気象要素を決められた時刻に継続的に観測を行うものである。すなわち、気象観測データは一地点に固定された時系列データであり、オイラー的見方に立って得られたものである。一方、天気図やひまわりの画像は、例えば低気圧が西から東への移動に伴って中心の気圧が低下し発達したとか、雲の範囲が広がったとかいうように低気圧の中心とともに視点も移動して現象をとらえるラグランジュの見方を可能にしている。

このように気象現象の様子や仕組みを理解するには、オイラー的視点からとらえた観測データとラグランジュの視点から説明される事柄とを有機的に関連づけなければならない。この二つの視点を目的に合わせてスムーズに切替えることにより、気象現象を総合的に把握することができる。

また、気象現象の立体構造を把握する上で、次のような事柄も重要となる。大気の水平断面図と垂直断面図をもとに、3次元空間内でのその立体構造、とりわけ、大気の動き方をとらえることや、水平方向のスケールに比べて鉛直方向のスケールが強調（拡大）された図から現象の正しい像をイメージすること（例えば、台風は円筒形というよりはCDやレコード盤のような形状をしているというように）などがある。

④ 分類する

気象技術の面からは、天気図（気圧配置）のパターン化、季節の分け方などの、分類に関するものは多い。また、気象要素の中にも、天気を快晴—晴—曇り—雨、雪などに区別するものもある。

前線の存在は、前線をはさんだ両側での気温や風向の違いから推定する。その際には、天気図上において、気温や風向を分類することによって、見出すことができる。

⑤ 記録し、伝達する

気象現象の多くは直接肉眼で見ることができない。

例えば、大気の移動が風であるが、大気は透明であるため大気自身の移動の様子を見ることはできず、木の葉の揺れや煙の様子などで間接的に風があることを知る。このように肉眼でとらえることのできない現象を理解するために、視覚に訴える手段として、記録をもとにデータをグラフにプロットするような図化が行われる。また、スケールの大きな現象は、広い範囲にわたる観測データを相互に結びつけることによってはじめてとらえることができる。このようにデータを記録し、それを伝達することが重要であり、そのデータには器差のないことが必要である。

プロセススキルそのものではないが、天気予報では得られたデータを素早く伝え、高速にそのデータを処理することによって天気変化の予測が可能となり、そのために、コンピュータが活用されている。

⑥ 推論する

天気図やひまわりの画像から雲や天気の変化の規則性を帰納的に推論する方法と、計算の手法によって現象の様子を推論する方法とがある。気象現象は人為的に制御することはできないので、帰納的に規則性を発見し、推論する方法が重要である。

また、雨粒の大きさとその分布密度から雲の中の水分の量を計算したり、温度・湿度・高度と気圧の関係から凝結高度を推定したり、④の分類で述べたアメダスデータ（気温）から前線の位置を求めたりすることも、推論に相当する。これらの推論に計算を用いるときには、多くの場合は概算で行い、およその量を把握することが望ましい。

⑦ 予測する

ここでは、ラグランジュの視点に立ち天気図やひまわりの画像に見られる気象現象の時間変化から現象の移動を外挿により予測する方法と、オイラー的視点に立って時系列データから現象の変化を外挿により予測する方法の二つを中心に扱う。いずれの場合にも変化の規則性を帰納的に見出し、その経験則を適用することによって予測するものである。

さらに、物理的な手法・法則に従い計算により予測する方法もある。例えば、湿度の式を用いて気温の変化に伴う相対湿度の変化を予測するなどがある。

また、諺や地域言い慣わしを活用して天気を予測したり、天気（周囲の環境）の状況から直感的に予測することもできる。

⑧ 操作的定義をする

気象の単位では、操作的定義を学習の必要上から行うことはない。しかし、気象現象をとらえる上で、そ

のような定義は多くみられる。風力階級は、操作的定義の一つの例である。物理的に定義される相対湿度と、乾湿計から相対湿度を求める原理とを一致させて関連づけて説明することは難しいので、乾湿計により求める相対湿度は操作的定義によっているとみることができる。

⑨ 条件を制御する

気象現象そのものの諸条件を制御することはできない。ここでは、モデル実験や対照実験を行う際の、また、シミュレーションを行う際の条件を制御することを指している。シミュレーションは自然や社会の現象を単に再現することに留らず、社会や自然に働きかけを行うことによって、新たな知識や技能の獲得を図り、問題解決の能力と一般化する能力の向上を目的としたものである(Bork, 1979)という指摘がそのまま当てはまる。

実際には⑩と関連を図り、モデル実験での条件の制御を行うことが該当する。また、コンピュータの能力が今後さらに向上すると、単純なモデルによる多くのシミュレーションが可能となろう。例えば、大気大循環モデルにおいてヒマラヤやチベットのよう高い山々が存在しないときの日本の天気予報、環境の制御システムにおいてある要素を変化させたときに生じる結果の予報も、近い将来に授業の場面で行えるようになろう。

⑩ データを解析する

気象現象は多くの気象要素の変化が複雑に絡み合っており、気象現象を理解するには得られたデータを総合的に表現し、解析する必要がある。この点が物理や化学におけるデータの解釈とは異なる。気象においては、データを総合的に表現するためにグラフ化や地図化が行われている。このようなグラフ化や地図化を行う能力、さらにそのような図から情報を読み取る読図能力が必要となる。

とりわけ、気象の学習において重要な役割を担う天気図には、等圧線が描かれている。等圧線を引くためには、周囲の気圧分布と風向風力などを総合的に解釈し、比例配分などを用いて内挿や外挿を行う。すなわち、天気図は根拠をもって推定するという作図者の解釈が入った図であり、ある意味では主観的な図ともいえる。(⑤におけるデータのグラフへの客観的なプロットとは性質が異なる)

⑪ モデル化をする

前述のようにある条件に合う気象現象を実現することはできないので、現象を理解するには現実の現象を

対象としてモデルを作り、それにもとづきシミュレートすることが有力な手段となる。その際、モデルを理解する能力、具体的なモデルを作成する能力、モデルから現実の現象を説明する能力などが必要である。とりわけ、物理的な理解が難しいために気象現象の一部だけを取り出したモデル実験においては、その気象現象の因果関係(仕組み)を推定することが重要である。また、モデル実験の中には現象の仕組みの理解よりも現象のイメージ化を図るためのものもある。

⑫ データのシステム化をする

⑩で指摘したように、気象現象は、多くの気象要素の変化が複雑に絡み合っており起きている。天気予報は、一つの気象要素をもとに予測するのではなく、多くの関連する要素を組み合わせて解釈し、その結果として生じる気象現象の変化を予測している。そのために、気象要素としてのデータを相互に関連づけて総合的に解釈・理解する能力が必要である。

⑬ 情報システムをとらえる

天気予報のシステムは、前述のように自然科学を含む総合的な情報システムを展開しており、かつそのシステムは長い歴史をもつ精選されたシステムである。

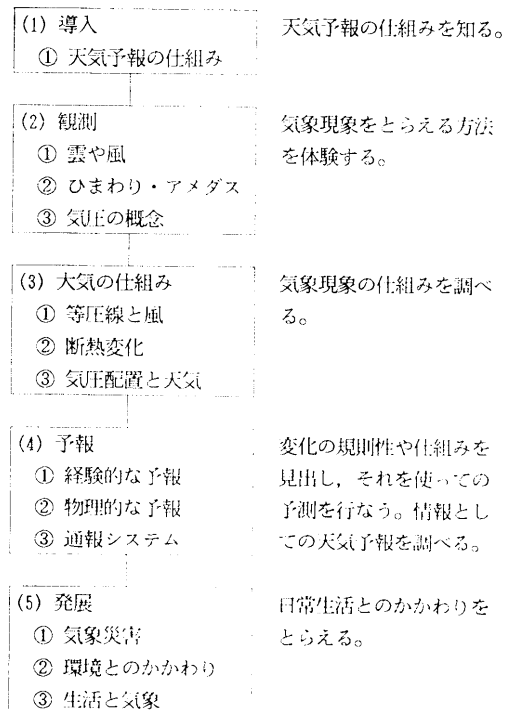


図 1 単元構成の枠組み

このようなシステムによる成果を我々は日常何気なく利用している。ここでは、特にシステムの存在とそこにおける情報の流れをとらえ、トータルな情報システムとしてとらえることが重要である。

このようなトータルなシステムとしての通信（情報伝達）システム、制御システムや災害対策の予測システムなどの理解である。また、気象情報の伝達の方法の工夫もここに入る。

以上のような13の科学の方法のうち、とりわけ、気象の学習においては、③時間空間に関連づけてとらえる

⑦予測する ⑩データを解析する ⑪モデル化をする ⑫データのシステム化をする の5つが特徴的に多く用いられる。

5. 単元の構成

物理学の基礎の習得なしに応用物理を取り扱うような内容は極力さげ、気象観測にもとづくデータの処理とその結果を利用するという単元の構成を目指した。

さらに、外へ出て気象観測を行い、そのデータだけから授業を展開することは、前述のように気象現象のスケ

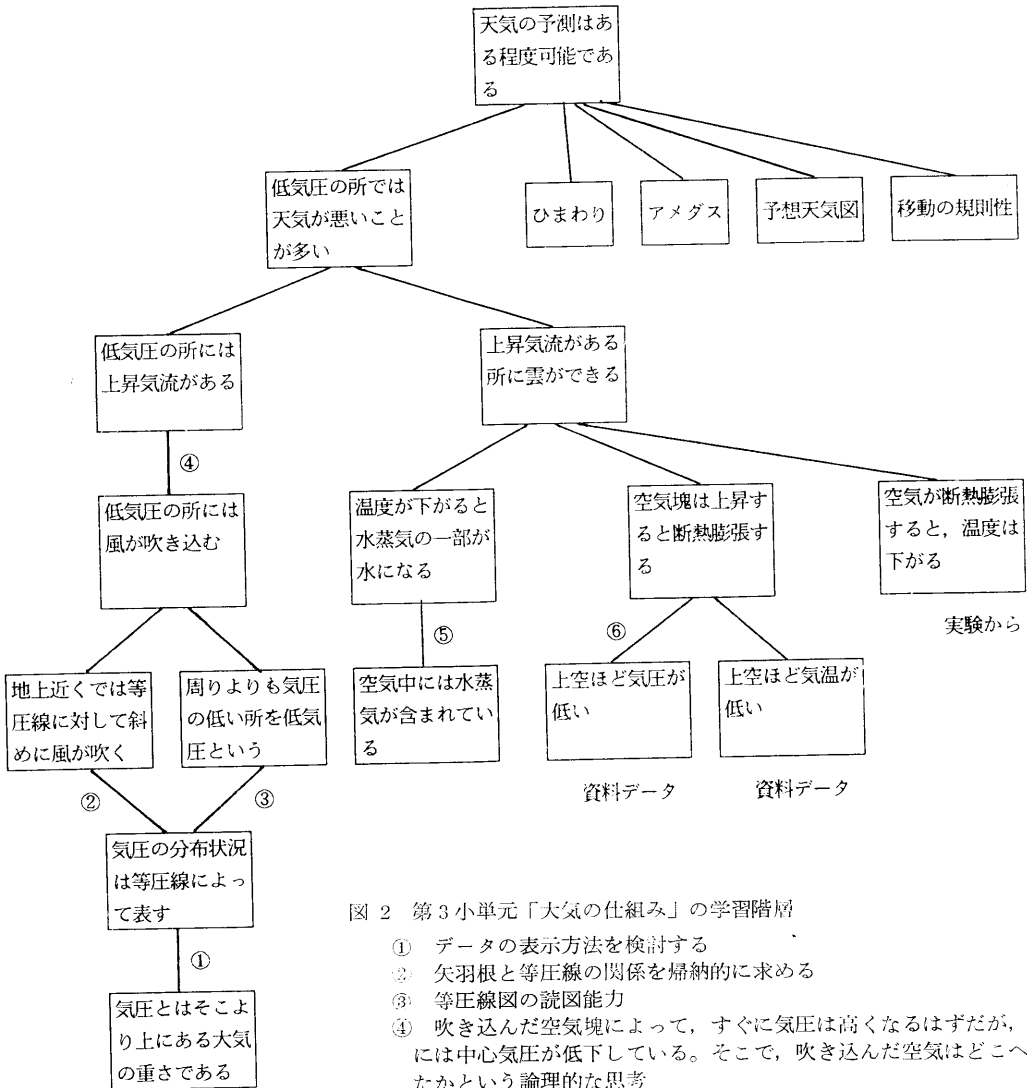


図 2 第 3 小単元「大気の仕事」の学習階層

- ① データの表示方法を検討する
- ② 矢羽根と等圧線の関係を帰納的に求める
- ③ 等圧線図の読図能力
- ④ 吹き込んだ空気塊によって、すぐに気圧は高くなるはずだが、現実には中心気圧が低下している。そこで、吹き込んだ空気はどこへ逃げたかという論理的な思考
- ⑤ 飽和の考え方
- ⑥ 仮定と思考実験によるイメージ化

表 1 気象の単元の能力目標であるプロセススキルと学習内容のマトリックス

能力目標である プロセススキル 学習内容		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		観察	測定	時間 空間	分類	記録 伝達	推論	予測	定義	条件 制御	データ 解釈	モデル	データ システム	システム 理解
(1) 導入	① 天気予報の仕組み	△				△								△
(2) 観測	① 雲・雨	○	○	○		○								
	② ひまわり・アメダス	○	○	○		○	○					○		△
	③ 気圧の概念		○				○		○			○		
(3) 大気の仕事	① 等圧線と風						○	△			○			
	② 断熱変化						○		△	○		○		
	③ 気圧配置と天気			△	○		○	○			△			
(4) 予報	① 経験的な天気予報			○	○		△	○			△		○	
	② 物理的な気温予報						○	○		△		○	△	
	③ 通報システム					△							△	○
(5) 発展	① 気象災害	△		△		△		△						○
	② 環境とのかかわり	△								△		△		
	③ 生活と気象	△	△											

○印はその節において主たるプロセススキルであり、△印は補助的、もしくは前提となるプロセススキルである。

ールが大きいこと、確率的な変動を伴うこと、測定誤差などの理由により、難しい。そこで、観測の導入には、測定を行う観点を明確にし、かつ、ひまわりなどのデータも観察として位置づけるようにした。

単元の大きな流れを、図1に示す。日常、見たり聞いたりする天気予報の仕組みを導入(第1小単元)に用いる。次に天気予報のための観測やデータ処理を考えることにより、気象現象をとらえる方法について考察するのが第2小単元である。その意味では、第3小単元以降を展開していくための前提となるものといえる。しかし、観測すること自体が目的とならないようにテーマを設定し、観測のための工夫や観測の結果得られたデータを活用して、授業が展開できるように工夫した。

これらの小単元の構成を考えるにあたっては、前提となる課題を明確にするために、学習の階層を検討した。第3小単元での例を図2に示す。その際、次の学習課題へ展開するときにとりわけどのような知的スキルや認知方略が重要であるかをも検討した。さらに、小金井・南部(1987)が提案した情報処理分析も行った。

また、前述の能力目標としてとらえたプロセススキルと単元構成との関係を表1に示す。

以上のような検討にもとづき、以下のような単元構成を考えた。各小単元の節ごとに、小単元や節の「概要」を示し、学習目標を「知識理解に関する目標」(ガニエらのいう言語的情報、学習指導要領に示されている各分野の内容に相当するもの)と科学の方法としての「プロ

セススキルに関する目標」とで示した(カッコ内の数字は該当する第4節で述べたスキルの番号である)。さらに、学習の課題に対して、その解決の方針や方法を考案し、解決に必要なスキルや情報を選択し、それを使用しようとする能力である認知方略についての目標や、取り扱い上の留意点などを「留意点等」として記した。なお、小単元や節の題目は、学習内容を反映できるように仮に定めたものである。

(1) 導入

① 天気予報の仕組み

〔概要〕 気象の学習の導入として、日常生活とかかわりの深い天気予報の仕組みについて、観測データに始まる情報の流れを追いながら学習する。

〔知識理解に関する目標〕 ・気象庁が行う天気予報は、気圧・風・気温・降水量などの気象要素の観測や、気象衛星やアメダスなどから得られたデータの処理によって、天気図やひまわりの画像の資料を作成し、それらをもとに、総合的に天気の変化を予測し、伝達網を通して一般市民に伝達していること。

・気象データの観測・集計・処理には、多量のデータを短時間に扱うため、コンピュータが利用されていること。

・地球を取り巻く大気は一つであり、天気の予測のために広範囲の観測結果を収集していること。

〔留意点等〕 この小単元は、気象の単元への導入であり、以下の学習を方向づけるものである。

(2) 観測

気象現象の多くは、大気の動きによって生じる。大気の動きである風は、肉眼で直接に見ることができない。しかし、風に伴って生じるいろいろな現象の中には感覚的にとらえることのできるものもある。また、多くの気象現象はスケールが大きいため、地上にいる我々にはその全体像を一目でとらえることは困難である。しかし、ひまわりなどの技術の目がそれを助けてくれる。このような気象要素や気象現象を把握するための種々の工夫を考察する。

① 雲・風（自分の目で）

【概要】 直接、または間接的に目でとらえることのできる気象現象の観察や測定の方法を考え、さらに、人の感覚器による観測の方法から定量的な測定の方法について考察し、それにもとづき実際に観測を試みる。

【知識理解に関する目標】 ・一つの気象要素をとらえるには、いくつかの方法があること。

・より客観的な観測は、定量的な観測であること。

【プロセススキルに関する目標】 ・雲の形がたえず変化し、また動いていることを、目標になる基準枠を決めて、観察すること。(①, ③)

・雲の客観的記録の方法として、雲量を用いて観察すること。(①, ⑤)

・測定の原理を適用して、目的に適した方法で風を観測すること。(②)

【留意点等】 目で直接見ることができない風の測定方法を検討する。それにもとづき風を実際に測定する。重要なことは測定そのものではなく、その方法の検討にある。測定の原理として、

- ア. 風が当たると物は力を受ける
- イ. 空気中の物は風にのる
- ウ. 風が当たると熱が奪われる
- エ. 風が当たると蒸発が早まる
- オ. 音速は風に影響される

等の性質を利用することができる。これらの原理を適用して直接または観測機器を用いて観測を行えるような方略を身につけることが重要である。

② ひまわり・アメダス（技術の目で）

【概要】 自ら直接に観察・観測したデータのみを用いるのではなく、間接的に得ることのできるデータを活用して(操作して)、気象現象の時間的・空間的な広がりとらえる。ひまわりの画像を活用することは、地球の外からの観察や観測に相当する。気象衛星ひまわりは赤道上空にありながら、得られる画像は日本の上空からとらえた画像のようにコンピュータにより処理

(座標変換)されている。また、アメダスデータもコンピュータで処理することにより、地図上にまとめて表示される。このようなデータの処理の仕組みについてもふれる。

【知識理解に関する目標】 ・ひまわりの画像はコンピュータによって処理され、作図されていること。

・アメダスは無人の施設に設置された測器の示す値を中央のコンピュータが集めて処理を行っていること。

・ひまわりの画像から広範囲の雲の分布の様子がわかること。

・日本付近では雲が西から東に移動していること。

・アメダスの資料から日本の陸地におけるきめの細かい観測結果が得られること。

【プロセススキルに関する目標】 ・オイラー的視点からとらえた観測データとラグランジュ的視点からとらえた低気圧の移動とを関連づけて把握すること。(①, ③)

・赤外画像と可視画像の2種類の異なる画像(情報)をもとに、新たな情報(雲の種類)を生成すること。

(②, ⑤, ⑥)

・冬期のひまわりの画像に見られる日本海の筋雲について、そのモデルを実験によって作り出し、現象のメカニズムをとらえること。(⑩, 実験方法は河合・名越, 1990参照)

【留意点等】 ひまわりの画像には可視画像(VIS)と赤外画像(IR)があり、VISによって雲の濃淡がわかり、IRによって温度分布がわかる。両者を合せると雲の高さや雲の種類を推定することができる。このような二つの異なる情報から新しい情報が得られることを扱う。

③ 気圧の概念

【概要】 大気の動きの源は気圧の差である。しかし、気圧そのものを自分の感覚で確かめることはできない。気圧の概念を形成することが大切である。

【知識理解に関する目標】 ・大気の重さによって、気圧が生じていること。

・気圧は高さ、時刻、場所によって変化していること。

【プロセススキルに関する目標】 ・気圧が存在することを、空気の有無を手がかりに、例を上げて示すこと。

(⑥, ⑧)

・気圧の大きさの変化を種々の機器を用いて、とらえること。(②)

・水平方向の気圧差によって大気が動くことを、水などをモデルとしてその仕組みを推論すること。(⑥, ⑩)

【留意点】 ・気圧の急激な変化は体感できるが、気圧が

上昇したのか、下降したのかの区別は困難で、気圧を体験したとはいえない。

(3) 大気の仕組み

天気予報に結びつく大気中での物理的な現象を、具体的なイメージとしてとらえる。

等圧線と風の吹き方の関係から大気の動きの仕組みをとらえたり、空気の上昇・下降に伴う水の相変化から気象現象における水の役割をとらえる。

① 等圧線と風

〔概要〕 高層天気図および地上天気図を利用して、等圧線と風の間接的な関係を経験的にとらえる。さらに、天気図をもとに、気象現象の空間的広がりおよびその変化のようすをとらえる。

〔知識理解に関する目標〕・上空では等圧線にほぼ平行に風が吹き、等圧線の間隔が狭いところほど風速が大きいこと。

- ・地表近くでは等圧線に対して斜めに風が吹くこと。
- ・日本の上空にはほぼ定常的に西風がふいていること。

〔プロセススキルに関する目標〕・観測データを図化する方法の一つとして、簡単な等値線図（等圧線図）を書くこと。(10)

- ・等圧線の様子から風の吹き方（風向・風力）を推測すること。(6)

② 断熱変化

〔概要〕 断熱変化のモデル実験を通して、上昇気流・下降気流と大気中の水の相変化である凝結の仕組みを推測する。

〔知識理解に関する目標〕・空気が上昇するとその空気の温度は下がること（下降すると温度は上がる）。

- ・空気の温度が下がると水蒸気の一部が凝結することがあること（温度が上がると水滴は蒸発する）。
- ・水蒸気が凝結（昇華）して雲や霧ができること。
- ・水蒸気が凝結する際には熱を放出するので、空気が上昇していくときの温度の下がり方は小さくなること。

〔プロセススキルに関する目標〕・断熱変化の仕組みを実験によって確かめること。(9, 11)

- ・断熱変化の原理を自然界での空気の動きにあてはめ、気象現象の仕組みを推測すること。(6)

〔留意点等〕 (4)②との連携を図ってフェーン現象を扱うこともできる。

③ 気圧配置と天気

〔概要〕 高低気圧や前線に伴った天気の変化を経験的にとらえる。学習した事柄や経験をもとに、天気の変化を予測する方法について推論する。②の学習をもとに、高低気圧と天気の関係について、凝結をもとに一

般化を行う。

〔知識理解に関する目標〕・地上天気図で周囲より気圧が低いところが低気圧で、高いところが高気圧であること。

- ・低気圧のところでは上昇気流があり、それによって雲ができ、天気が悪いことがあること。
- ・高気圧のところでは下降気流があり、天気がよいこと。
- ・前線のところでも上昇気流があり、天気が悪いこと。

〔プロセススキルに関する目標〕・高気圧や低気圧の周辺部の等圧線の形状から推測できる水平方向の風の吹き方をもとに、中心付近での鉛直方向の気流の様子を推測すること。(6, 7)

- ・天気図上で、前線の位置を見出すこと。(4, 6)

(4) 予報

天気の予測を行う方法として、外挿・統計・類別・周期分析などの統計的手法を活用し、学習した経験的な事実や規則性をもとに、天気の時間的な変化を予測する。また、物理的な予測の方法も取り扱う。さらに、天気予報は気象庁による天気の予測を一般に伝えることであり、その仕組みも学習する。

① 経験的な天気の予測

〔概要〕 気象要素のデータを時空間的に配置することにより、気象現象を系統的にとらえ、統計的に処理することが可能となる。天気図をもとに、高低気圧の移動をラグランジュ的に追いつき、その時間的な変化（移動）をとらえ、さらにオイラー的な観測データと関連づけて考察する。

〔知識理解に関する目標〕・日本付近の天気は、西から東に移り変っていくこと。

- ・上記の規則性を用いて、天気変化のおよその傾向が予測できること。
- ・季節によって、日本付近の天気は周期的に変化することが多いこと。

〔プロセススキルに関する目標〕・ラグランジュ的視点から、低気圧の移動の向きのおよその傾向を見出すこと。(7)

- ・上記の傾向を用いて、外挿により、低気圧の移動の予測を行い、各地の天気の移り変り（オイラー的視点）を予測すること。(3, 7)
- ・新聞やテレビの気象情報をもとに、そのような予報が出された理由を推測すること。(4, 12)

〔留意点等〕 低気圧の移動位置の予測に比べ、その強さの変化の予測は難しい。台風も扱う。

② 物理的な気温の予測

〔概要〕 フェーンや雷雨の予測の原理は物理的なメカニズムで説明できる。その際の知識としては経験的な気温の減率のみを用いることによって、理解できる。このようなモデルを使つての予測の方法を扱う。また、数値予報の基本的な考え方も扱う。

〔知識理解に関する目標〕・フェーン現象を断熱変化の規則を用いて、説明できること。

・気温の鉛直分布から、雷雲の発生が予測できること。

〔プロセススキルに関する目標〕・断熱変化の規則を用いて、雲底高度を求めること。(⑥)

・断熱変化の規則を、フェーン現象に適用すること。

(⑩)

・高い山とその麓での気温のデータから雷雲の発生を予測すること。(⑦)

〔留意点等〕 統計的な方法と異なる物理的な手法に従い、コンピュータを用い、例えば気温の数値予報を行うことも可能である。モデルの構成要素は生徒が考えるが、モデルそのものはブラックボックス的な取り扱いをする。

③ 通報システム

〔概要〕 情報の発信者は情報の受け手が正しく理解できるような、理解しやすい情報を流すべきであり、一方、受け手も正しく理解できる能力を身につけるべきである。このことに関して、天気予報は典型的な事例である。例えば、台風の進路予報や降水確率の情報を理解できる能力を身につける。

〔知識理解に関する目標〕・天気予報には目的と予測の方法によって、いくつかの種類があること。

・通報には、単なる予報の他に、注意報や警報などがあること。

〔プロセススキルに関する目標〕・確率予報の意味を理解し、それを日常生活に取り入れ、活用すること。

(⑬)

〔留意点等〕 これらのことは、情報活用能力の育成に関する基礎的な実践であろう。

(5) 発展

日常的な現象と結びつけて学習を進めてきているが、ここでは、さらにこれらの学習結果を日常生活に還元できるような方向で展開する。

① 気象災害(自然災害)

〔概要〕 例えば、台風や集中豪雨などにおける水害が、どのような気象状況のときに発生し、さらに二次的な災害を及ぼすかを理解する。また、通報の仕組みを理解し、かつ、自ら気象状況を判断して適切な行動がとれる能力を身につける。

〔知識理解に関する目標〕・台風の構造をもとに、台風による種々の災害の可能性を例をあげて述べること。

・気象災害の例をあげ、その災害の被害を最小限にするための手立てを述べること。

〔プロセススキルに関する目標〕・地域の実態に即して気象情報を収集し、的確に判断すること。(⑬)

② 環境とのかかわり(人為的な災害)

〔概要〕 制御システムの破壊・CO₂の増加に伴う温室効果・フロンガスによるオゾン層の破壊・ローカルな大気汚染などの例から、人間と環境とのかかわりについて学習をし、グローバルな視点から環境をとらえる能力を身につける。(地域の実態などに応じて、適宜テーマを選択する必要がある。)

〔知識理解に関する目標〕例えば、気温の経年変化から気温の上昇が問題視されている理由を説明すること。

③ 生活と気象

〔概要〕 桜前線・企業の戦略と作物の成育状況・日本の豊かな四季・都市による気候の違い・俳句短歌に季語があるというように、日本人の日常生活に気象現象が深く関わっている。このような点について意識できるような視点を形成する。

〔知識理解に関する目標〕・日本の四季の天気や、地域の天気の特徴があること。

5. まとめにかえて

天気予報の仕組みを骨子にして、以上のように単元を構成することができる。小単元の各節は1～2単位時間内で実施できる。全体の配当時間は、ほぼ現行の教科書と同じ程度の約20時間で実施が可能である。

個々の教材等については、今後引き続き開発・試行などを行う予定である。

さらに、ここに示した学習内容および目標は階層構造をなしているが、その関係について、また、知的能力としてのプロセススキル自体の学習階層について、今後さらに検討を重ねる必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、プロセススキルについて貴重なお助言をいただいた小金井正巳前上越教育大学教授に謹んで感謝の意を表します。また、東京学芸大学気象教育研究会の方々からも有益なるご助言・ご協力をいただき感謝します。

なお、本研究の一部は平成2年度文部省科学研究費補助金(一般(C)、課題番号02680232)によるものである。

参考文献

- 荒井豊, 1983: 理科におけるプロセス・スキル習得の指導法に関する一考察—地質教材フィールドワークに関して—. 日本理科教育学会研究紀要, 第23巻, 第3号, pp.101-108
- 飯利雄一・山極隆, 1986: 各教科等における「教育課程実施状況に関する総合的調査研究」から/理科. 中等教育資料, 第35巻, 第8号, pp.4-91
- 石川正, 1983: 中学校理科地質領域における基本的科学概念と科学の方法. 日本理科教育学会研究紀要, 第24巻, 第1号, pp.9-14
- 井出耕一郎, 1988: 理科教材・教具の理論と実際. 東洋館出版
- 浦野弘・島貫陸・名越利幸, 1990: 天気予報の科学としてみた気象のカリキュラム—中学校を中心として—地学教育, 第43巻, 第1号, pp.13-19
- ガニエ, R. M. ・ブリッグズ, L. J. (持留英世・持留初野訳), 1986: カリキュラムと授業の構成. 北大路書房
- 河合宏一・名越利幸, 1990: 天気予報の科学に関するモデル実験教材の開発. 日本地学教育学会第44回全国大会要項, pp.134-135
- 小金井正巳・南部昌敏, 1987: 小学校理科の課題分析について—理科の授業設計の改善を目指して—. 日本教育工学会第3回大会講演論文集, pp.337-340
- 小金井正巳・貫井正納, 1989: 問題解決学習における知的能力とその扱い I (その1) 課題と展望. 日本理科教育学会第39回全国大会発表資料
- 関利一郎編著, 1982: 地学教育の新しい展開. 東洋館出版
- 文部省, 1970: 中学校指導書理科編. 大日本図書
- 文部省, 1989: 中学校指導書理科編. 学校図書
- 文部省, 1989: 中学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- 文部省, 1989: 小学校学習指導要領. 大蔵省印刷局
- Bork, A., 1979: Learning with Computer Simulations. IEEE Transactions

浦野 弘・島貫 陸: プロセススキルの習得を重視した中学校気象領域の単元開発 地学教育 44巻, 6号, 229~239頁, 1991

〔キーワード〕 気象教育, 中学校, プロセススキル, 天気予報の科学

〔要約〕 現行の中学校における気象教育の問題点を指摘し, 気象の学習を通して育成すべき能力目標としてのプロセススキルを明らかにした。さらに, 理科の中でも日常生活に密接に関わる内容を含む気象の学習を, 天気予報の科学を骨子として, 構成する案を提案した。単元を構成する各小単元および節の目標を示した。

Hiroshi URANO and Atsushi SHIMANUKI: Development of Meteorological Courses in Lower Secondary School Science Focused on Acquisition of Process Skills; *Educator, Earth Sci.*, 44 (6), 229~239, 1991.

 紹 介

石 弘之監修 サイエンス NOW③ 環境の危機 地球の未来は救えるか A 4—96頁, 2200円込, 1991年, 平凡社

地球環境問題の著書は先般まとめて紹介したように多数出版されており, その内容の扱いもさまざまである(本誌44巻2〜3号)。本書は, イギリスの出版社が企画した「サイエンスNOW」(全12巻)の1巻である。監修には, 蝕まれた地球・地球生態系の危機・地球破壊七つの現場からなどの著書があるこの分野の先賢である石弘之氏があたっている。

第1部は, 自然の生態系, バランスのとれた自然, 環境破壊, 大気・水質の環境汚染, 絶滅に瀕する生物などについて, わかりやすく解説されている。第2部では, 食糧問題が中心になっていて, 世界の食糧生産, 農業, 牧畜業, 漁業について発達の歴史, 現状, 環境との関連などが説明されている。また, イラストや写真も豊富に挿入されているので児童生徒にも理解されると思う。ただ世界各地で出版される本なので日本のことはあまりでない。なお, ②は地球の自然, ⑧資源の利用がある。(平山)

クリフ・オリエル著 太田陽子訳 火山 菊版—257頁, 3500円込, 古今書院, 1991年。

今世紀最大級といわれるフィリピンのピナトゥポ火山の噴火, もうすぐ1年になる雲仙普賢岳の噴火, 火砕流や火山灰により多くの人命が失われている。また, ピナトゥポ火山噴出物によって近い将来に気象現象にもその影響があらわれるのではないかと心配されている。

本書の第1章はまえがきの内容の火山と人々, 以下の各章は火山の噴火, 火山の諸形態, 火口とカルデラ, 溶岩流, 降下火砕堆積物, 火砕流堆積物, 貫入火成岩, 火山地域の水文と水系, 風化と土壌, 火山地域の侵食, 火山分布, 火山岩などである。

著者はオーストラリアの地形学者であるため, 火山地形に関することや火山の構造と水系についてなどの記述に特徴がでている。図や写真も多く火山地域の自然環境を理解するのによい本である。雲仙普賢岳の火砕流ほかの口絵写真は訳者によって付加されたものである。

なお, 同じ出版社から, 久保寺 章著(京大名誉教授) 火山噴火のしくみと予知 A—192頁, 2200円 が出版されている。

太陽照度の高度による違いを教示する測定器の開発

高橋 勝*†・西村 宏*・奥村 清*

I. はじめに

地表での気温が太陽の高度に大きく左右されることは、小学校3年の教材「ひなたと日かげ」や5年の「天気と気温」などによって学習する(奥井, 1989)。また、中学校2年の気象の単元でも詳しく学習することになっている(山極ら, 1989)。これらの学習での困難点のひとつは、単位面積当りに入射する太陽放射エネルギーの違いが、気温に差を生じさせる主たる原因であることを理解させることである。小学校3年では、ひなたと日陰を比較することによって、ひなたは日陰よりも暖かいことを知らせる。小学校5年では、太陽高度と気温との関係を、一日の気温と太陽高度とを観測することによって理解させることになっている。中学校2年では、放射温度計を用いて地表が受け取る太陽放射エネルギーの測定を行い、定量的にこのことを理解させることになってい

る。しかし、適当な測定器がないため、このことの理解はかならずしも十分とはいえない状態にある。そのため、高校になっても、夏、気温が高くなるのは、地球に太陽が近づくからであると誤って理解している生徒が少なくない。

このような指導上の問題点を解決するために、太陽の高度によって地表が受け取る太陽放射エネルギーの違いが生じることを示す測定器を開発した。この測定器は今後改良を加えなければならない点がいくつか考えられるが、授業で使用できる見通しが立ったのでこれを報告する。

II. 測定機器の概要

1. 製作

この測定器の原理は図1に示すように、受光部のある面を地表に、光源を太陽に見立てる。太陽行路に沿って

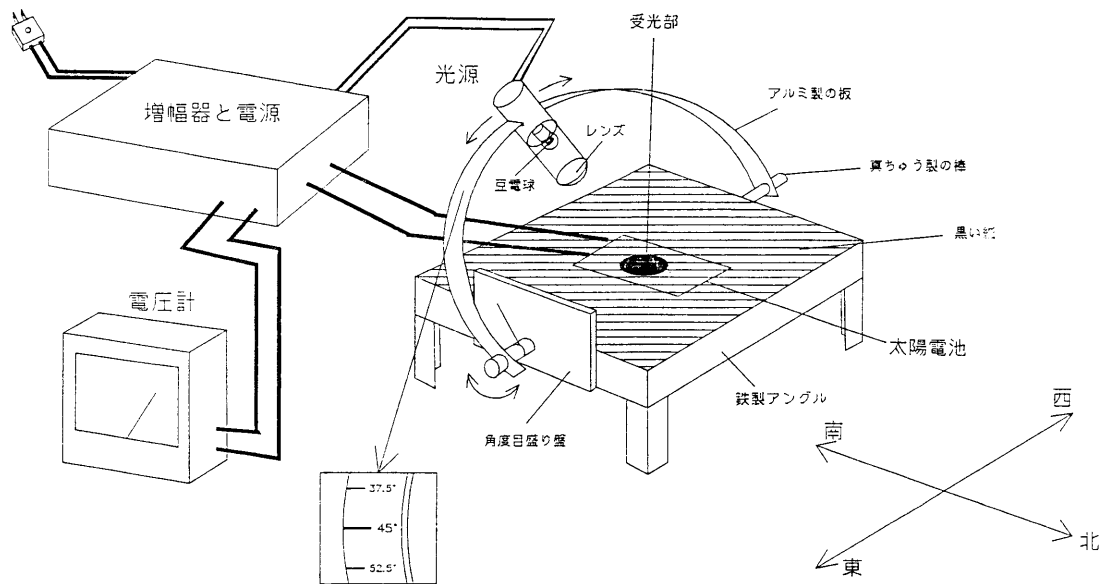


図1 全体図

* 鳴門教育大学自然系地学教室 † 現大分県佐伯市立佐伯南中学校
1991年6月5日受付 9月5日受理

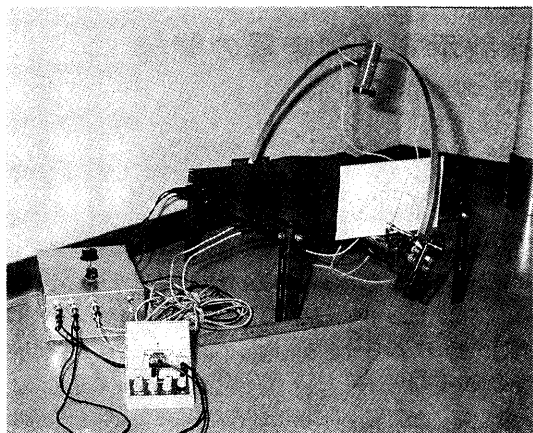


図2 測定器

光源を移動させると、照射部分の面積が変化し、受光部に入射する単位面積あたりの光量が変化する。その変量を太陽電池の電圧変動として検出し、増幅して電圧計に表示するものである。検出部に太陽電池を用いた理由は、特性は複雑であるけれども安価であり、光エネルギーの検出器としては生徒たちによく知られている素材だからである。

この測定器は図1に示すように、(a) 光源、(b) 取り付け台、(c) 検出部からなる。図2はこの測定器全体を写したものである。

(a) 光源

塩化ビニルパイプ（直径2.5cm、長さ10cm）中に、豆電球（4.8V）と凸レンズを組み込んだ。凸レンズは電球から発した光の広がりを防ぐためである。この電源として1~6V 可変の直流電源を自作した（岡田，1987）。これを用いると、光源の輝度を自由に変えることができ、太陽電池の出力電圧を適当な値に設定することができる。また、測定を長時間行ったとき、電源の電圧低下による輝度の低下を防ぐことができる。

(b) 取り付け台

鉄製アングルで棒（約40×40cm）と脚を組み、図1のように棒にシンチュウ製の棒を通した。この棒は自由に回転させることができ、また、任意の角度で固定することもできる。長さ約100cm、幅1.5cm、厚み0.2cmのアルミ製の板を、半径約30cmの半円となるように曲げて、その棒の両端に取り付けた。その板に光源のパイプを図1のように通し、パイプを手によってその板上で滑らせることができるようにした。これで光源は、太陽の通り道の任意の位置への移動が可能であり、つねに受光部を照らすことができる。

棒の回転方向（南北方向）を読みとるために、棒に角度目盛り盤を取り付け、シンチュウ製の棒軸に直角に取りつけた指針でその目盛りを指すようにした。スライド方向（東西方向）の角度は、アルミ製の板上に約1.3cm 間隔（角度 $3.75^\circ = 15min$ 間隔）で目盛りをつけて読み

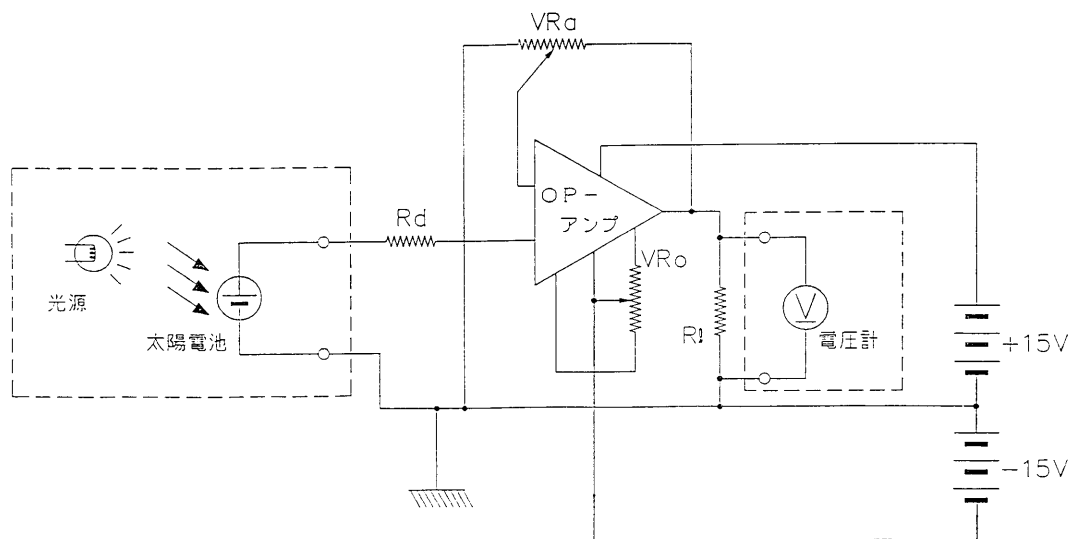


図3 OP-アンプを用いた増幅回路

Rd: 温度ドリフト対策用 ($1k\Omega$)
VRa: 増幅度調節用 ($10k\Omega$)

VRo: オフセット調節用 ($10k\Omega$)
Rl: OP-アンプの負荷抵抗 ($10k\Omega$)

とることができるようにした。

(c) 検出部

太陽電池 (UBI 社製, 054V 450mA, 85×60mm) は台の中央に水平にして固定した。日射量の測定などにおいて, 地表では太陽からの発散光線を平行光線とみなすが, 測定器の光源からの光は発散光線である。しかし, 光源光の一部を使用すれば入射光を平行光線とみなすことができるので, 図1のように, 受光部の位置に直径3cmの穴を開けた黒い紙をかぶせた。また, この黒い紙は太陽電池周辺の反射光が受光部に入射するのを防ぐ役目もする。このように受光面積を小さくすると, 太陽電池の出力電圧も非常に小さくなるため測定が困難になる。そこで, 高感度で高価な測定機器を用いるのではなく, 図3のようなOP-アンプを用いた安価な回路 (内山ら, 1988; 服部, 1984) により太陽電池の出力を増幅し, 手近にある電圧計で表示できるようにした。OP-アンプを用いた理由は,

- ① 太陽電池は大きな内部抵抗を持っているので, 図3のような非反転増幅回路を用いると入力インピーダンスが非常に大きくなり (100 MΩ 程度), 太陽電池内部での電圧降下を防ぐことができること。
- ② 入力電圧に対する出力電圧の直線性が, トランジスタに比べて OP-アンプは広範囲であり, 出力電圧が 0 V から約 11 V の範囲内で使用できること,

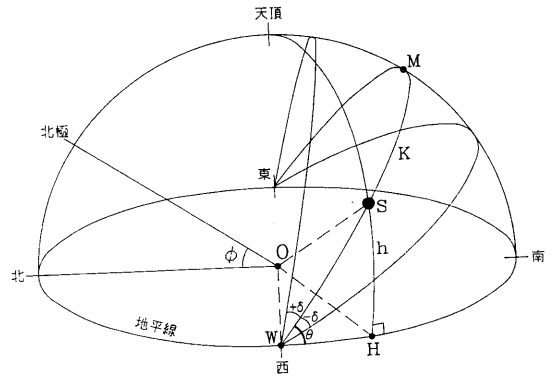


図4 仮の地平座標

③ 増幅度の調節が容易であること, などである。

この増幅回路の動作は, まず, 太陽電池に光が入射するとその強度に応じた起電圧が生じる (図3)。それを OP-アンプに入力し, 可変抵抗 VRa の調節により適当な値まで電圧が増幅される。増幅された電圧は負荷抵抗 R_L の両端に接続した電圧計に表示される。OP-アンプの電源には ±15V の直流電圧電源 (Voltek 社製) を用い, 検出回路と光源の電源と一緒に 1 個のアルミケースへ組み込んだ。OP-アンプの出力電圧は, 15V フルスケールの電圧計で読みとるようにした。

以上のような教具の製作費用は3000円程度であった。

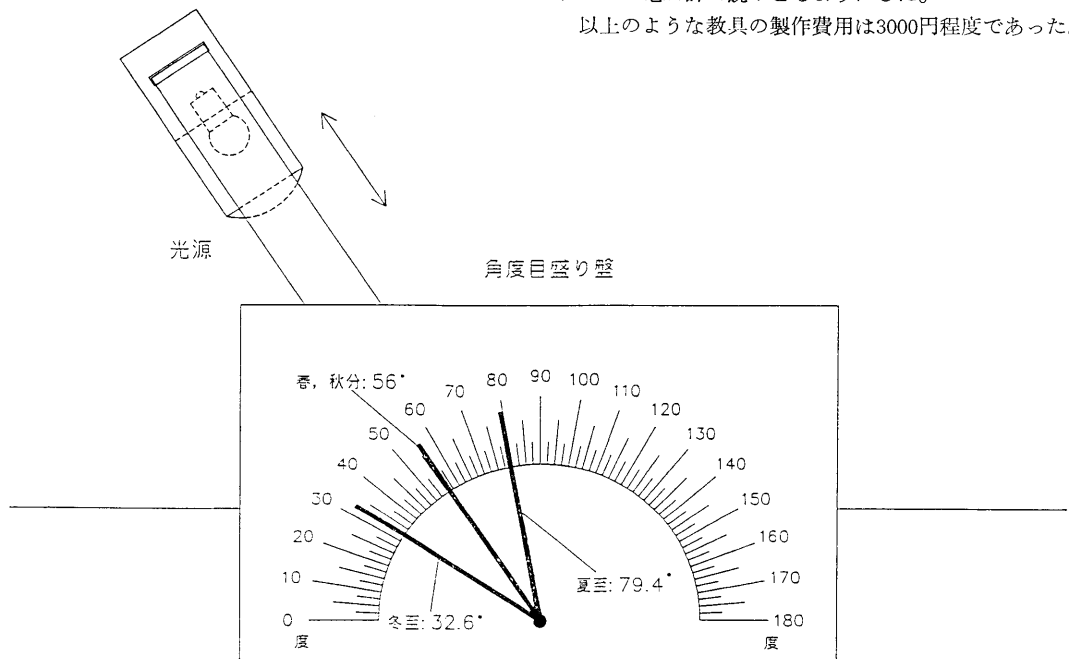


図5 実験操作

表1 測定結果 I

夏至 (高度: 79.4°)

角度K	1 回		2 回		3 回		4 回		5 回	
	出力電圧 (V)		出力電圧 (V)		出力電圧 (V)		出力電圧 (V)		出力電圧 (V)	
	往路	復路	往路	復路	往路	復路	往路	復路	往路	復路
0.0°	9.98	9.91	9.85	9.86	9.86	9.78	9.85	9.90	9.87	9.98
3.75°	9.94	9.86	9.79	9.81	9.82	9.73	9.82	9.89	9.83	9.87
7.5°	9.93	9.83	9.77	9.84	9.81	9.66	9.75	9.83	9.83	9.89
11.25°	9.91	9.78	9.93	9.82	9.80	9.62	9.75	9.83	9.80	9.75
15°	9.95	9.84	9.73	9.85	9.82	9.52	9.71	9.73	9.72	9.75
18.75°	9.65	9.67	9.56	9.59	9.61	9.52	9.59	9.65	9.56	9.53
22.5°	9.45	9.58	9.33	9.37	9.42	9.25	9.33	9.56	9.47	9.34
26.25°	9.40	9.34	9.24	9.28	9.31	9.10	9.28	9.35	9.23	9.27
30°	9.20	9.20	9.25	9.07	9.15	8.92	9.13	9.18	9.17	9.10
33.75°	8.97	8.94	9.00	8.86	8.96	8.75	8.97	9.01	8.96	8.89
37.5°	8.80	8.80	8.63	8.66	8.80	8.44	8.82	8.63	8.67	8.70
41.25°	8.50	8.40	8.33	8.42	8.43	8.12	8.45	8.43	8.33	8.36
45°	8.34	8.35	8.20	8.22	8.19	8.06	8.32	8.15	8.28	8.27
48.75°	8.00	8.15	7.83	7.57	7.80	7.60	7.71	7.73	7.80	7.92
52.5°	7.65	7.55	7.58	7.44	7.52	7.35	7.56	7.58	7.58	7.60
56.25°	7.20	7.10	7.17	7.05	7.10	7.03	7.17	7.10	7.55	7.56
60°	6.65	6.60	6.58	6.56	6.61	6.40	6.34	6.60	7.20	7.10
63.75°	6.00	5.96	5.94	5.93	5.78	5.88	5.98	5.98	6.56	6.57
67.5°	5.20	5.30	5.30	5.31	5.14	5.28	5.30	5.29	6.04	5.97
71.25°	4.20	4.36	4.65	4.33	4.28	4.15	4.39	4.33	4.26	4.48
75°	3.20	3.20	3.30	3.27	3.05	3.05	3.20	3.23	3.09	3.10

表2 測定結果II (平均値)

角度 K (時)	春, 秋分 高度: 56°)	夏至 (高度: 79.4°)	冬至 (高度: 32.6°)
	出力電圧 E (V)	出力電圧 E (V)	出力電圧 E (V)
0° (0:00)	9.28 ± 0.03	9.96 ± 0.03	7.24 ± 0.02
3.75°	9.26 ± 0.03	9.94 ± 0.03	7.22 ± 0.02
7.5° (0:30)	9.22 ± 0.03	9.90 ± 0.03	7.17 ± 0.02
11.25°	9.25 ± 0.03	9.90 ± 0.03	7.15 ± 0.02
15° (1:00)	9.22 ± 0.03	9.86 ± 0.03	7.11 ± 0.02
18.75°	9.01 ± 0.03	9.69 ± 0.03	6.95 ± 0.02
22.5° (1:30)	8.82 ± 0.03	9.53 ± 0.04	6.79 ± 0.02
26.25°	8.69 ± 0.03	9.38 ± 0.03	6.67 ± 0.02
30° (2:00)	8.52 ± 0.03	9.22 ± 0.03	6.51 ± 0.02
33.75°	8.32 ± 0.04	9.04 ± 0.03	6.32 ± 0.02
37.5° (2:30)	8.11 ± 0.04	8.81 ± 0.03	6.10 ± 0.02
41.25°	7.82 ± 0.03	8.49 ± 0.04	5.81 ± 0.01
45° (3:00)	7.58 ± 0.04	8.31 ± 0.03	5.56 ± 0.02
48.75°	7.15 ± 0.04	7.92 ± 0.04	5.15 ± 0.02
52.5° (3:30)	6.90 ± 0.04	7.64 ± 0.04	4.84 ± 0.02
56.25°	6.46 ± 0.04	7.28 ± 0.04	4.45 ± 0.02
60° (4:00)	5.95 ± 0.04	6.71 ± 0.05	3.89 ± 0.01
63.75°	5.32 ± 0.03	6.10 ± 0.05	3.30 ± 0.03
67.5° (4:30)	4.61 ± 0.03	5.43 ± 0.05	—
71.25°	3.68 ± 0.03	4.43 ± 0.04	—
75° (5:00)	2.70 ± 0.01	3.26 ± 0.03	—

表1 測定結果 I (続き)

角度K	6 回		7 回		8 回		9 回		10 回	
	出力電圧 (V)		出力電圧 (V)		出力電圧 (V)		出力電圧 (V)		出力電圧 (V)	
	往路	復路	往路	復路	往路	復路	往路	復路	往路	復路
0.0°	9.80	9.90	9.90	10.20	10.00	10.10	10.10	10.20	10.00	10.10
3.75°	9.83	9.96	9.96	10.20	9.96	10.10	10.10	10.20	10.00	10.10
7.5°	9.81	9.92	9.92	10.00	9.90	10.10	10.10	10.20	9.85	10.10
11.25°	9.82	9.90	9.98	9.98	9.95	10.00	10.10	10.20	10.00	10.00
15°	9.78	9.90	9.98	10.00	9.94	9.90	10.00	10.20	9.96	9.89
18.75°	9.58	9.73	9.78	9.83	9.75	9.85	9.94	9.96	9.70	9.74
22.5°	9.46	9.50	9.55	9.70	9.58	9.70	9.82	9.78	9.60	9.72
26.25°	9.27	9.30	9.44	9.40	9.50	9.60	9.60	9.58	9.42	9.60
30°	9.20	9.12	9.37	9.30	9.27	9.33	9.35	9.40	9.26	9.34
33.75°	9.07	8.93	9.14	9.10	9.15	9.22	9.30	9.30	9.12	9.10
37.5°	8.80	8.85	8.78	8.97	8.96	8.97	8.98	9.02	8.91	8.90
41.25°	8.47	8.52	8.55	8.50	8.50	8.75	8.64	8.78	8.72	8.60
45°	8.26	8.30	8.34	8.34	8.37	8.45	8.30	8.58	8.45	8.37
48.75°	7.84	7.93	7.96	8.10	8.07	8.15	8.10	8.12	7.95	8.00
52.5°	7.50	7.45	7.72	7.70	7.99	7.86	7.80	7.89	7.76	7.80
56.25°	7.12	7.23	7.35	7.32	7.33	7.42	7.43	7.73	7.39	7.30
60°	6.56	6.59	6.78	6.70	6.75	6.88	6.92	6.92	6.80	6.74
63.75°	5.95	6.02	6.18	6.03	6.12	6.17	6.32	6.25	6.16	6.20
67.5°	5.20	5.47	5.32	5.37	5.48	5.49	5.49	5.36	5.40	5.85
71.25°	4.32	4.20	4.56	4.42	4.54	4.63	4.77	4.49	4.60	4.73
75°	3.23	3.30	3.40	3.40	3.35	3.32	3.37	3.33	3.40	3.42

2. 測定の試行

開発した測定器により、緯度 34° の地点（鳴門教育大学）での太陽照射を、各季節ごとおよび各時刻ごとに再現してみた。太陽電池の受光部に観測者がいるとして図 4 のような地平座標を考える。太陽に見立てた光源が、子午線（測定器の天頂とま北及びま南を結ぶ大円）上での位置を基準とし、この位置から西へ移動させた距離（図 1 のスライド方向の角度）を角度 K で表すと、K = 0° から K = 75°（時刻では午後 0 時から午後 5 時）までの範囲で測定を行った。

まず、図 5 に示したように、光源が子午線上 (K = 0°) において、夏至の南中高度 (79.4°) に本測定器の南北方向の角度を固定した。このときの OP-アンプの出力が約 10V となるように、光源の電圧と増幅回路の増幅度を調節した。これは、南中時の夏至と冬至の高度差による出力電圧の違いを電圧計に大きく表示させるためである。実際の太陽が南中位置から西へ移動するように、光源を 3.75° ずつ K = 75° まで往復させ、各角度 K での出力電圧を記録した。この往復測定は、合計 10 回行った。

次に、春・秋分の南中高度 (56°) に南北方向の角度を固定し、同様に測定を行った。さらに、冬至の南中高度 (32.6°) に設定して同様の測定を行った。

III. 測定値と考察

測定結果の例として夏至の場合を表 1 に示す。また、春・秋分、夏至および冬至における測定値を平均してこれに誤差をつけたものを表 2 に示した。これらの平均値をグラフにプロットしたものが図 6 である。横軸は角度 K、縦軸は各角度での出力電圧 E である。各値の誤差はシンボルよりも小さい。

表 2 に示したように、測定値に対して誤差の絶対値が比較的小さい。そのことはこの実験における再現性がか

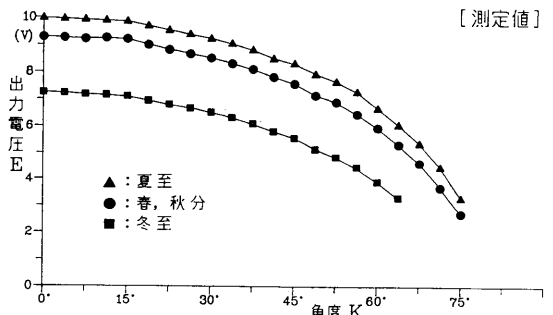


図 6 角度と出力電圧との関係 (測定値)

なりよいことを示していると考える。

この実験の結果には太陽高度の低下に伴い、地表で受け取るエネルギーも減少するという傾向が表れているといえる。夏至の太陽行路を再現したときの出力電圧が最も大きく、春・秋分、冬至と小さくなっていくという季節の違いによるエネルギー差も定性的に示されているのがわかる。図6にみられるような傾向は、光源の照射面積の変化、すなわち単位面積あたり照射量(照度)の変化によるので、光源の高度と受光部に入射する光量との関係を理論的に考察し、測定値と理論値を比較してみた。

光源から発した光が、本測定器の水平面上に当たるとき、その照射面の形は楕円である。光源を東西方向に動かすと、受光部を照らす楕円の面積は高度とともに変化する。したがって、各角度Kでの高度に対する照射面積を求め、季節ごとの南中時の出力電圧を実験値と理論値とで一致させて、各角度Kでの出力電圧Eの理論値を算出した。

照射面積は次のようにして求めた。図7において、楕

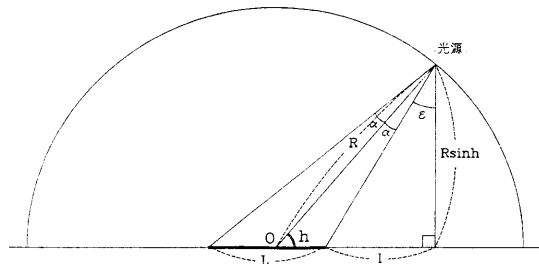


図7 高度と照射面積(楕円の長軸)

- O : 受光部の中心 R : 光源の移動半径
- L : 楕円の長軸 alpha : 光源の開き角
- h : 光源の高度

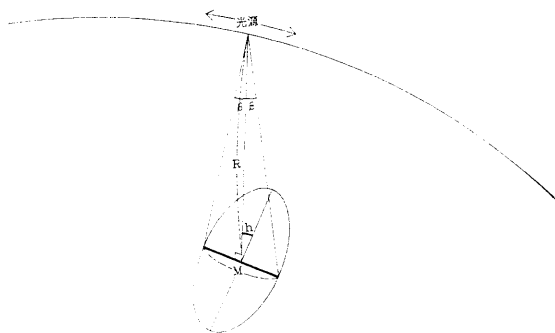


図8 高度と照射面積(楕円の短軸)

- R : 光源の移動半径 M : 楕円の短軸
- beta : 光源の開き角 h : 光源の高度

円形をした照射部分の長軸の長さをL、短軸の長さをMとし、光源をスライドさせていくとき、Mは一定であり、Lだけが変化するとしたとき、高度h(地表面とのなす角)と長さLの関係は以下のように表される。

$$\epsilon = 90^\circ - (h + \alpha) \text{ とおくと,}$$

$$1 = R \sin h \tan \epsilon$$

$$L + 1 = R \sin h \tan (2\alpha + \epsilon)$$

$$\therefore L = R \sin h \{ \tan (2\alpha + \epsilon) - \tan \epsilon \} \dots\dots\dots ①$$

さらに、高度hは球面三角法により以下の式で表される。

$$\sin h = \cos K (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta) \dots\dots\dots ②$$

ここで、phiは仮定した地点での緯度、deltaは春・秋分の子午線上での光源の位置を基準(delta=0度)にとり、夏至ではdelta=+23.4度、冬至ではdelta=-23.4度となる角度である。

(図4参照)

②式を①式に代入すると、

$$L = R \cos K (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta)$$

$$\times \{ \tan (2\alpha + \epsilon) - \tan \epsilon \} \dots\dots\dots ③$$

また開き角をbetaとすると、光源から受光部までの距離は一定であるので、図8のような二等辺三角形の底辺が短軸Mとなる。したがって、

$$M = 2 R \tan \beta \dots\dots\dots ④$$

で求められる。

楕円の面積Sは、

$$S = \pi \cdot M \cdot L \dots\dots\dots ⑤$$

である。

次に、光源が照射する光量をI、照射範囲内の受光部の面積をs、比例定数をAとすると、出力電圧は、

$$E = A \cdot (I/S) \cdot s \dots\dots\dots ⑥$$

で表される。各季節における南中高度のときのSを⑤式により求め、そのときの出力電圧の測定値を⑥式に代入することによりA・I・sを決める。そのA・I・sの値を用いて、⑤式により求めた各角度KでのSの値を⑥式にそれぞれ代入してEを算出した。Sの算出に必要なR、alpha、betaは測定器に固有の値であり、本測定器の場合はR=27cm、alpha=10.2度、beta=9.7度であった。光源の各角度Kに対して算出した高度h、面積S、出力電圧Eの値を表3および図9に示す。表3で、冬至の場合にK>60度での各値がないのは、光源高度が低く照射部分の形が楕円にならず面積を求められないからである。

理論値は角度Kが大きくなる(高度が低くなる)と出力電圧が大きく低下している。比較のため春・秋分を例にとって、測定値と理論値とを同じグラフ上にプロットしたのが図10である。

表 3 理論値

角度 K (時)	春, 秋分 (高度:56°)			夏至 (高度:79.4°)			冬至 (高度:32.6°)		
	高度 h	面積 S (cm ²)	電圧 E (V)	高度 h	面積 S (cm ²)	電圧 E (V)	高度 h	面積 S (cm ²)	電圧 E (V)
0° (0:00)	56.0°	345	9.28	79.4°	287	9.96	32.6°	568	7.24
3.75°	55.8°	346	9.26	78.8°	288	9.94	32.5°	569	7.22
7.5° (0:30)	55.3°	348	9.19	77.0°	290	9.87	32.3°	574	7.16
11.25°	54.4°	352	9.08	74.6°	293	9.78	31.9°	582	7.07
15° (1:00)	53.2°	358	8.93	71.7°	298	9.60	31.4°	593	6.93
18.75°	51.7°	366	8.74	68.6°	304	9.39	30.7°	608	6.76
22.5° (1:30)	50.0°	376	8.50	65.2°	312	9.15	29.9°	627	6.55
26.25°	48.0°	389	8.23	61.8°	323	8.86	28.9°	652	6.30
30° (2:00)	45.9°	405	7.91	58.3°	335	8.53	27.8°	683	6.02
33.75°	43.6°	424	7.55	54.8°	350	8.16	26.6°	722	5.69
37.5° (2:30)	41.1°	447	7.16	51.2°	369	7.75	25.3°	770	5.33
41.25°	38.6°	476	6.72	47.6°	392	7.30	23.9°	833	4.94
45° (3:00)	35.9°	512	6.25	44.0°	420	6.81	22.4°	914	4.50
48.75°	33.1°	558	5.74	40.4°	455	6.28	20.8°	1022	4.02
52.5° (3:30)	30.3°	617	5.19	36.8°	500	5.72	19.1°	1174	3.50
56.25°	27.4°	695	4.60	33.1°	558	5.12	17.4°	1402	2.93
60° (4:00)	24.5°	805	3.97	29.4°	638	4.48	15.6°	1783	2.31
63.75°	21.5°	970	3.30	25.8°	752	3.80	13.8°	2557	1.61
67.5° (4:30)	18.5°	1249	2.56	22.1°	931	3.07	11.9°	-	-
71.25°	15.5°	1833	1.75	18.4°	1259	2.27	10.0°	-	-
75° (5:00)	12.4°	3986	0.80	14.7°	2080	1.37	8.0°	-	-

理論値は光源の角度Kとともに出力電圧Eがなだらかに変化している。測定値もKの変化に伴いなだらかに変化しているが、 $K \leq 67.5^\circ$ まではKが大きくなるにつれてEの理論値からのずれが大きくなっている。 $K \leq 67.5^\circ$ では、理論値とほぼ同様の傾きでEが低下している。これは入射する光の量が変動しても、起電圧を維持しようとする太陽電池の特性のためだと考えられる。

表1をみると、測定の回数を増やすにつれて出力電圧が少しずつ増加していることがわかる。これは、長時間連続して測定をくりかえすことによって、アンプの温度が高くなったために生じた現象である。

これらの弊害を取り除くためには、起電圧が光量によく比例するような領域を使用し、さらに光源を暗くするか、受光部の面積を小さくして受光部に入射する光量を少なくすれば、角度Kに対する出力電圧Eの測定値変化は理論値の傾向に近づくと考えられる。また、1回の測定から次の測定までの時間を十分とれば、表2に見られるような、測定の回数の増加にもなって出力電圧が微増するという現象はなくなるものと思われ、今後検証していきたいと考える。

この測定器では、どの季節に設定しても光源は真東から昇り真西に沈む。したがって、春・秋分と同様に夏至と冬至の測定をおこなうと、角度Kが大きい(光源が地平線に近くなる)場合に、光源は実際の太陽とは少し異なった行路をたどる。夏至では、光源は南方向にわずかに低い道筋をたどり、冬至では、光源は北方向にわずかに

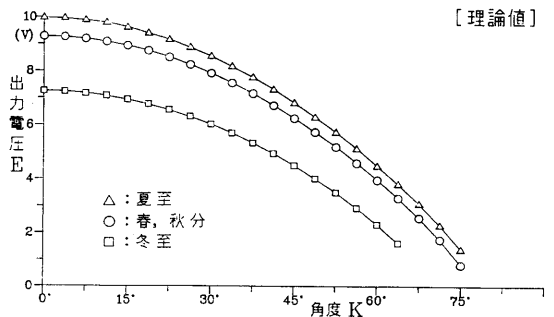


図 9 角度と出力電圧との関係 (理論値)

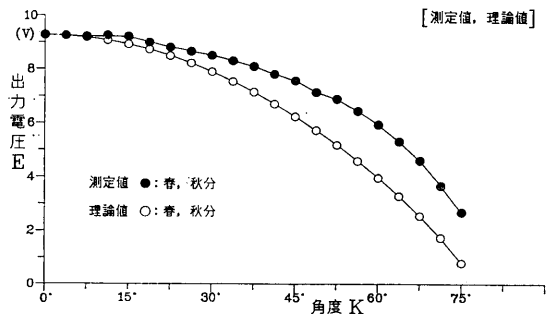


図 10 理論値と測定値の比較 (春・秋分)

に高い道筋をたどる。このため夏至と冬至においては、 K が大きくなると実際の太陽行路と光源のたどる道筋との誤差が大きくなる。これは、測定器の構造上の問題（シンチュウ製の棒の軸を固定しているため）であるので、改善するには、高度差を算出し角度目盛り盤によって南北方向の高度補正をしながら測定するか、または光源の高度差に応じて、受光部を南北方向に水平にスライドさせながら測定することが考えられる。

IV. 結 論

この測定器は、3000円程度という安価で製作することができた。この測定器には、上で述べたような若干の問題点もあるが、限られた時間内に行なわなければならない授業の場にあっては、これらの問題は無視しても、太

陽高度と受け取る放射エネルギーとの関係を再現するというこの教具の目的は十分果たし得るものと考えられる。

文 献

- 内山明治, 村野靖, 1988: 絵とき オペアンプ回路: オーム社, 73~77.
- 岡田征四朗, 1987: 電池がわりのACアダプター: 誠文堂新光社, 56~61.
- 奥井智久, 1989: 小学校新教育課程の解説: 第一法規, 45~48, 103~108.
- 服部 肇, 1984: オプトエレクトロニクスの活用: 大河出版, 148~153.
- 山極 隆, 江田 稔, 1989: 中学校新教育課程の解説: 第一法規, 110~119, 137~140.

高橋 勝・西村 宏・奥村 清: 太陽照度の高度による違いを教示する測定器の開発 地学教育 44巻, 6号, 241~248, 1991年11月.

〔キーワード〕 太陽高度, 太陽放射エネルギー, 太陽電池, 教材開発, 地学教育,

〔要 旨〕 気象の学習において, 気温差が生じるのは, 太陽高度によって単位面積当りに入射する太陽放射エネルギーの違いが主たる原因であるが, このことへの理解は, 適当な測定機器がないため十分とはいえない状態にある。そこで, 太陽高度と地表が受け取る太陽放射エネルギーとの関係を模式的に示す測定器を安価で試作した。この測定器を用いて, 太陽高度と受け取る放射エネルギーとの関係を定性的に生徒たちはとらえることができると考える。

Masaru TAKAHASHI, Hiroshi NISHIMURA, and Kiyoshi OKUMURA: On a Trial Teaching Instrument Demonstrating the Change of Solar Radiation Energy due to the Change of the Sun's Altitude; *Educ. Earth Sci.*, 44 (6), 241~248, 1991

Abstract: Pupils in the 3rd and 5th grade of Japanese elementary school learn that the temperature on the ground surface is strongly affected by the sun's altitude. Upon entering junior high school, students study this phenomenon in greater details.

Concerning this subject, the most difficult point to get across to the students is that the temperature difference depends on solar radiation energy per unit area.

Pupils in the 5th grade of elementary school learn that temperature change is caused by the changing altitude of the sun. They learn this by making daily observations of the temperature and the sun's altitude.

Junior high school students understand this fact quantitatively by practical observation of the sun's radiation by using a radial thermometer on the ground surface. However, this teaching method does not yield satisfactory results because of a lack of pertinent observation instruments. Hence, some senior high school students believe that high temperature in summer is caused by nearing the sun to the earth.

To solve the above-mentioned problems, we have contrived a teaching instrument by using solar cells (fig. 1). By using this teaching instrument, it is possible to observe that the solar radiation is affected by the sun's altitude.

日本学術会議だより

No.22

第15期最初の総会開催される

平成3年8月 日本学術会議広報委員会

日本学術会議の第15期が7月22日から発足し、7月22日～24日の3日間、第15期最初の総会が開催されましたので、その総会等についてお知らせします。

日本学術会議第112回総会報告

7月22日の第15期の発足に伴い、内閣総理大臣による日本学術会議会員の辞令交付が行われた。第15期の会員は、選出制度が学術研究団体を基礎とする推薦方式になって、3回目の会員である。この第15期会員による最初の総会である、第112回総会が7月22日から24日までの3日間、本会議講堂で開催された。

第1日目(22日)は、午前は新会員への辞令交付式があり、午後総会が開会され、直ちに、会長及び両副会長の選挙が行われた。会員による互選の結果、会長には近藤次郎第5部会員が13期、14期に引き続き三選された。人文科学部門の副会長には、川田侃第2部会員、自然科学部門の副会長には、渡邊格第4部会員が選出された(渡邊副会長は再選)。選挙終了後、近藤会長から「新人の方が半数以上おられ、大きな抱負をもっておられると思う。挫折感を持つことのないようできるだけ努力をしたい。皆様にも御協力をお願いしたい」との就任のあいさつがあり、又、川田、渡邊両副会長からもそれぞれ就任のあいさつがあった。

会長、副会長選出後は、直ちに各部会が開会され、各部の部長、副部長、幹事の選出が行われた。(第15期の役員については、別掲を参照)

第2日目は10時に総会が開会され、近藤会長が14期の会長という資格で第14期の総括的な活動報告を行った。その報告の折々には、国際交流とか、将来計画委員会、学術会議の予算等、会長の感慨、または感想をも交えてその所感を述べた。続いて、会員推薦管理会報告として、久保亮五委員長代理として事務総長が、第15期会員の推薦を決定するまでの経過報告を行った。

引き続き、会長から3日目の総会で提案・審議する予定の「第15期活動計画委員会の設置について(申合せ案)」に関する各部での事前討議について、並びに各常置委員会の各部での委員の選出について、それぞれ各部へ依頼した。

総会終了後、各部会が開会され、前述の申合せ案の討議及び各常置委員会委員の選出等が行われた。

第3日目(24日)。10時に総会が開会され、会長から「第15期活動計画委員会の設置について」の提案が行われた。

これは、第15期の活動の基本計画の立案を目的とする臨時の委員会を次の定例総会までの間、設置するという内容を内容としている。そしてこの提案は原案どおり可決された。総会終了後、直ちに各部会が開会され、設置が決定された第15期活動計画委員会委員の選出等が行われた。

なお、この第15期活動計画委員会は、総会期間中に第1回の会議を開き、全会員を対象にした第15期の学術会議の活動に関するアンケートの実施を決めるなど、早速その活動を開始した。

また、運営審議会附置委員会、常置委員会、国際対応委員会等も活動を開始した。

第15期日本学術会議の辞令交付式等について

第112回総会に先立ち、第15期日本学術会議会員の辞令交付式が7月22日(月)11時から、総理大臣官邸ホールで行われた。辞令交付式は、海部内閣総理大臣、坂本内閣官房長官、大島、石原両官房副長官、稲橋総理府次長等の出席を得て執り行われた。

第1部から第7部までの会員1人ずつの名前が読み上げられた後全会員の最年長である渡邊格第4部会員が代表して海部総理から辞令を手渡された。この後、海部総理大臣から「会員の皆様には、創造性豊かな科学技術の発展、総合的観点に立った学術研究に係る諸活動に御尽力いただきたい。」とのあいさつがあり、これに応じて第15期会員を代表して渡邊格会員が「微力ながら全力を尽くし、重要な責務を全うし、国民の期待に応えたい。」とあいさつがあり、式は終了した。式には192名の会員が出席した。

また、総会2日目の夕方には、学術会議ホールで、坂本官房長官主催の第15期会員就任パーティーが開会された。パーティーは坂本官房長官のあいさつで開会し、日本学士院院長代理の藤田良雄幹事の祝辞があり、これに対する近藤会長の答礼のあいさつ、沢田敏男日本学術振興会会長の発声による乾杯の後、懇談に入った。ホールには溢れんばかりの人々で歓談が続き盛会であった。

第15期日本学術会議役員

会 長	近藤 次郎 (第5部・経営工学)
副会長	川田 侃 (第2部・政治学)
副会長	渡邊 格 (第4部・生物科学)
<各部役員>	
第1部 部長	肥田野 直 (心理学)
副部長	弓削 達 (歴史学)
幹 事	一番ヶ瀬康子 (社会学)
"	山本 信 (哲学)
第2部 部長	西原 道雄 (民事法学)
副部長	細谷 千博 (政治学)
幹 事	正田 彬 (社会法学)
"	山下 健次 (公法学)
第3部 部長	大石 泰彦 (経済政策)
副部長	島袋 嘉昌 (経営学)
幹 事	岡本 康雄 (経営学)
"	藤井 隆 (経済政策)
第4部 部長	中嶋 貞雄 (物理科学)
副部長	田中 元治 (化学)
幹 事	竹内 郁夫 (生物科学)
"	樋口 敬二 (地球物理学)
第5部 部長	岡村 総吾 (電子工学)
副部長	市川 惇信 (計測・制御工学)
幹 事	内田 盛也 (応用化学)
"	増子 昇 (金属工学)
第6部 部長	中川昭一郎 (農業総合科学)
副部長	水間 豊 (畜産学)
幹 事	志村 博康 (農業工学)
"	平田 熙 (農芸化学)
第7部 部長	岡田 晃 (社会医学)
副部長	伊藤 正男 (生理科学)
幹 事	渥美 和彦 (内科系科学)
"	金岡 祐一 (薬科学)

(注) カッコ内は、所属部・専門

第15期日本学術会議会員の概要について

この度任命された210人の第15期日本学術会議会員の概要を以下に紹介する。(カッコ内は前期)

1 性別	男子207人(207人)	女子3人(3人)
2 年齢別	50～54歳 3人	55～59歳 29人
	60～64歳 105人	65～69歳 58人
	70～74歳 15人	
	最年長 74歳(76歳)	
	最年少 54歳(51歳)	
	平均年齢 63.5歳(63.1歳)	
3 勤務機関及び職名別		
(1) 大学関係	国立大学 71人(78人)	
	公立大学 2人(4人)	
	私立大学 93人(88人)	
	その他 3人(2人)	
	計 169人(172人)	
(2) 国公私立試験研究機関・病院等	11人(9人)	
(3) その他	法人・団体関係 9人(10人)	
	民間会社 9人(6人)	
	無 職 10人(13人)	
	その他 2人(0人)	
	計 30人(29人)	
4 前・元・新別	前 会 員 88人(109人)	
	元 会 員 3人(4人)	
	新 会 員 119人(97人)	
5 地方別(居住地)	北海道 4人(3人)	
	東北 8人(6人)	
	関東 133人(130人)	
	中部 20人(17人)	
	近畿 34人(42人)	
	中国・四国 5人(4人)	
	九州・沖縄 6人(8人)	

(注) 詳細については、日本学術会議月報7月号を参照

平成4年(1992年)度共同主催国際会議

本会議は、昭和28年以降、学術関係国際会議を関係学術研究団体と共同主催してきたが、平成4年(1992年)度には、次の6国際会議を開催することが、6月7日の閣議で了解された。(カッコ内は、各国際会議の開催期間と開催地)

第9回国際光合成会議

(平成4年8月30日～9月5日、名古屋市)

共催団体：日本植物生理学会

国際地質科学連合評議会及び第29回万国地質学会議

(平成4年8月24日～9月3日、京都市)

共催団体：(社)東京地学協会外5学会

第5回世界臨床薬理学会議

(平成4年7月26日～31日、横浜市)

共催団体：日本臨床薬理学会

・第11回国際光生物学会議

(平成4年9月7日～12日、京都市)

共催団体：日本光生物学協会

・第14回国際平和研究学会総会

(平成4年7月27日～31日、京都市)

共催団体：日本平和学会

・第8回国際バイオレオロジー会議

(平成4年8月3日～8日、横浜市)

共催団体：日本バイオレオロジー学会

御意見・お問い合わせ等がありましたら、下記までお寄せください。

〒106 東京都港区六本木7-22-34

日本学術会議広報委員会 電話03(3403)6291

「地学教育」 第44巻 1991年 総目次

原 著 論 文

題 目	著 者	号	ページ
中学生の過去の進化と地殻変動に関する巨視的時間イメージ	西川 純	1	1～ 5
富士山古熔岩流中の三ツ池穴産熔岩ストロー中に見られる磁鉄鉱の形態とその解釈	渡部景隆・本間久英・三輪洋次	1	7～ 19
理科教育にコンピュータを用いる上での問題と地学教育の展望	榊原保志	2	39～ 44
野外活動における児童の自然環境のとらえ方	下野 洋	2	45～ 52
不整合の指導の研究—八王子市北浅川河床を例として—	相場博明	2	53～ 60
NO ₂ の調査による環境教育の試み	榊原保志	3	101～106
「地球環境の将来」(講演)	山本龍三郎	3	107～122
火山豆石の特徴と教材の開発—北上川流域の鮮新世瀬美温泉凝灰岩を例として—	照井一明・照井佳代子	4	155～164
小学生の岩石の観察能力に関する基礎的研究	加藤圭司・遠西昭寿・鈴木和弘	4	165～173
イギリスにおける地学教育成立過程に関する研究(1)			
19世紀の地質学(Geology)と地文学(Physiography)	磯崎哲夫	4	175～187
イギリスにおける地学教育成立過程に関する研究(II)—20世紀前半の			
地質学(Geology)とゼネラル・サイエンス(General Science)	磯崎哲夫	5	197～213
プロセススキルの習得を重視した中学校気象領域の単元開発	浦野 弘・島貫 陸	6	229～239
太陽照度の高度による違いを教示する測定器の開発	高橋 勝・西村 宏・奥村 清	6	241～248

寄 稿

昭和地質回顧	小林貞一	5	215～223
--------	------	---	---------

資 料

中国シルクロード地学巡検の旅(その2)—タクラマカン砂漠・天山、 アルタイの花崗岩と同岩中の宝石	鷹村 権	1	21～ 27
地球環境問題に関する図書・文献案内〔I〕	平山勝美	2	77～100
同上 〔II〕	平山勝美	3	123～146
シンポジウム「児童生徒の素朴な疑問にどう答えるか」			
	大阪大会実行委員会シンポジウム部会	2	61～ 75

紹 介

大原隆・西田孝編集：地球環境の変容(B5—191頁，朝倉書店，1990年，4326円込)		1	28
松尾嘉郎・奥蘭寿子：地球環境を土からみると(A5—154頁，農山漁村文化協会，1990年10月， ≪3刷≫1300円税込。		1	28
貫井 茂：私の地学教育—教職38年間の軌跡(A5—137頁，けやき出版，1991年，1600円送込)		3	表3
下野洋著：写真でみる地学観察の手引き(A5—200頁，東洋館出版社，1991年，3000円込)		4	174
山口県地学会編：山口県の岩石図鑑(A4変—224頁，第一学習社，1991年5月，4800円込)		4	表3
恩藤知典著：地学の野外観察における空間概念の形成(B5—228頁，東洋館出版社，1991年 2月，7000円込)		5	226～228

石弘之監 サイエンス NOW ③ 環境の危機 地球の未来は救えるか (A 4—96頁, 平凡社, 1991年, 2200円込)	6	240
クリフ・オリエル 太田陽子訳 火山 (菊一257頁, 古今書院, 1991年, 3500円込)	6	240
平成2年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第44回全国大会 大阪大会報告	1	29~ 37
平成3年度大学入学者選抜大学入試センター試験問題の検討	4	193~195
学会記事 (平成2年度第2・3回常務委員会)	1	38~表3
同上 (平成2年度第4回常務委員会)	2	76
同上 (平成2年度第5回常務委員会, 平成3年度総会)	3	150
同上 (平成3年度第1回常務委員会)	4	195~196
同上 (平成3年度第2回常務委員会)	5	214
日本学術会議だより No. 19	1	6・20
同上 No. 20	4	188~189
同上 No. 21	5	224~225
同上 No. 22	6	249~250
IGCニュース No. 6~8	4	190~192
同上 No. 9	5	229・表3
44巻 1号 (通巻 210号) 1991年1月	1	~ 38ページ
44巻 2号 (通巻 211号) 1991年3月	39	~100ページ
44巻 3号 (通巻 212号) 1991年5月	101	~154ページ
44巻 4号 (通巻 213号) 1991年7月	155	~196ページ
44巻 5号 (通巻 214号) 1991年9月	197	~228ページ
44巻 6号 (通巻 215号) 1991年11月	229	~252ページ

なお、平成3年度で、副会長（会則第11条第2項＝会長が評議員の中から指名する）の任期が切れる方、小林 学、西宮克彦は評議員として再選は認められています。

3) 平成4年度も、評議員の任期がある方（推薦しても無効）

北海道・東北地区：武山宣崇，前田保夫，関東（東京）地区：増田和彦，蒔田真一郎，石塚 登，高瀬一男，馬場勝良，小川忠彦，中部地区：木村一朗，富山正治，近畿地区：小倉義雄，横尾武夫，中国・四国地区：吉村典久，秦 明德，九州・沖縄地区：飛田真二，阪口和則。

会長指名：木下邦太郎，名越利幸，間々田和彦，新城 昇，石井 醇，岡村三郎，栗原謙二，榊原雄太郎，島貫 陸，水野孝雄，矢島敏彦，長谷川善和，松川正樹，石井良治，大沢啓治，横尾浩一，下野 洋，渋谷 紘。

日本地学教育学会 会長・副会長・評議員・常務委員・監事名簿

会 長	平山 勝美（東京・平成3年度）		
副 会 長	小林 学（東京・平成3年度）		
同（全国大会担当）	西宮 克彦（山梨・平成3年度）	伊藤 久雄（東京・平成3・4年度）	
評 議 員（*印は、会長指名者＝会則第11条3項，**印は、全国大会委員）			
任 期	平成3・4・5年度	平成3・4年度	平成3年度
地 区（定員）			
北海道・東北（3）	前田 保夫（山形）	武山 宣崇（宮城）	古谷 泉（北海道）
関東（東京）（9）	高瀬 一男（茨城）	増田 和彦（東京）	菅野 重也（群馬）
	馬場 勝良（東京）	蒔田真一郎（東京）	円城寺 守（茨城）
	小川 忠彦（東京）	石塚 登（神奈川）	石川 秀雄（千葉）
中 部（3）	富山 正治（富山）	木村 一朗（愛知）	水野 闊映（福井）
近 畿（3）	横尾 武夫（大阪）	小倉 義雄（三重）	留岡 昇（京都）
中国・四国（3）	秦 明德（島根）	吉村 典久（広島）	赤木 三郎（鳥取）
九州・沖縄（3）	阪口 和則（長崎）	飛田 真二（熊本）	上竹 利彦（鹿児島）
評議員兼常務委員長			
評議員兼常務委員	馬場 勝良（東京）	*木下邦太郎（東京）	**宮沢 忠治（山梨）
	小川 忠彦（東京）	*名越 利幸（東京）	**日向 忠彦（山梨）
		*間々田和彦（東京）	
	*大沢 啓治（東京）	*新城 昇（東京）	
	*横尾 浩一（東京）	*石井 醇（東京）	
	*下野 洋（東京）	*岡村 三郎（東京）	
	*渋谷 紘（埼玉）	*栗原 謙二（東京）	
		*榊原雄太郎（東京）	
		*島貫 陸（東京）	
		*水野 孝雄（東京）	
		*矢島 敏彦（埼玉）	
		*長谷川善和（神奈川）	
		*松川 正樹（山梨）	
		**石井 良治（東京）	
監 事	田中 謙爾（東京・平成3・4年度）	買手屋 仁（東京・平成3年度）	

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 44, NO. 6.

DEC. 1991

CONTENTS

Original articles :

- Development of Meteorological Courses in Lower Secondary School
Science Focused on Acquisition of Process Skills.....
..... Hiroshi URANO and Atsushi SHIMANUKI...229~239
- On a Trial Teaching Instrument Demonstrating the Change of Solar
Radiation Energy due to the Change of the Sun's Altitude.....
.....Masaru TAKAHASHI, Hiroshi NISHIMURA and Kiyoshi OKUMURA...241~248

Book reviews (240)

News (249~250),

All Communications relating this Journal should be addressed to the
JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Tokyo Gakugei University; Koganei-shi, Tokyo, 184 Japan

平成3年11月25日 印刷 平成3年11月30日 発行 編集兼発行者 日本地学教育学会 代表 平山勝美
184 東京都小金井市貫井北町4-1 東京学芸大学地学教室内 電話0423-25-2111 振替口座 東京6-86783