

地学教育

第65巻 第2号(通巻 第335号)

2012年3月

目 次

教育実践論文

天体望遠鏡を用いて地球から月までの距離を求める教育実践

.....中野英之・友田季見…(39~50)

海浜砂の多種選別分析法による後背地地質推定プログラム

.....下岡順直・三好雅也・山本順司・三好まどか・竹村恵二…(51~61)

資料

地学系専門学協会による一般市民を対象としたアウトリーチ巡検の実践報告

.....植木岳雪・中尾賢一・西山賢一・森江孝志・

竹村恵二・米延仁志・山田和芳・長谷川修一…(63~80)

学会記事(81~89)

編集委員会(90~91)

お知らせ(92)

地学教育ニュース(93~94)

日本地学教育学会々則(95~96)

日本地学教育学会

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

~~~~~  
教育実践論文  
~~~~~

天体望遠鏡を用いて地球から月までの距離を求める教育実践

Educational Program for Estimating the Distance from the Earth to the Moon,
Including Hand-on Training with the Astronomical Telescope

中野 英之*¹・友田 季見**²

Hideyuki NAKANO and Kimi TOMODA

Abstract: Teaching materials were developed to help students at the Faculty of Education investigate the distance from the Earth to the moon, through the operation of a simple theory and use of an astronomical telescope. First, the students estimated the rate of change in the apparent size of the full moon from photographs taken when the moon was on the horizon and at the zenith. Next, students used an astronomical telescope to determine the relation between the apparent size of the moon and the distance from the observer. Finally, the students estimated the distance from the Earth to the moon using a simple model. Using the materials, students were able to determine the distance from the Earth to the moon and readily comprehended the fundamental operation of the astronomical telescope.

Key words: moon, apparent diameter, distance to the moon from the earth, astronomy education, astronomical telescope

1. はじめに

学習指導要領の改訂により、今まで以上に教育現場で天文分野を扱う機会が増えるにもかかわらず、天文分野を苦手とする教員養成系大学の学部生は多い（例えば、独立行政法人科学技術振興機構：http://rika.shien.jst.go.jp/investigation/cpse_report_011.pdf）。苦手意識の要因には、天文に関する基礎的素養の問題と実体験の不足が考えられる。基礎的素養の問題については、高校地学の履修率の低下（松森，2005）や、実践系科目の増加により履修できる専門科目が減少したことなどによるものであることは異論の余地はないだろう。天文に関する実体験の不足は、学生为天体望遠鏡を用いた観察経験の少なさによく表れている。筆者の中野が京都教育大学で担当している初等理科教育の履修者51名を対象に調査を行ったところ、24名が天体望遠鏡をこれまで一度ものぞいたことがないと回答した。現職教員で天体望遠鏡の操作を苦手とする教員

が多い（下倉井ほか，2010；岡崎ほか，2010；綾仁ほか，2004）ことと教育現場での天体望遠鏡の使用状況の低さは密接な関係があると思われる。しかし、学習指導要領で「実際に月や星を観察する機会を多くもつようにする」ことが推奨されている（文部科学省，2008）ように、児童・生徒到天体望遠鏡を用いて本物の天体を観察させることは本質的に重要（下井倉ほか，2010）である。限られた授業時間数の中で、学生に天文についての素養を深めつつ、天体望遠鏡の操作方法をも習得させるのは容易ではないが、この実現のために授業担当者は最大限の努力を払うべきであろう。

筆者の中野が担当している学部授業「初等理科教育」では、小学校理科で扱う理科の内容について、実験・実習を通じて教材の素材そのものについての理解を深めることを目標において指導を行っている。指導に当たっては、学生の生活体験にかかわる素材を用いること、五感を用いた実践を取り入れること、実践を

* 京都教育大学教育学部 ** 京都教育大学教育学部（現 舞鶴市立倉梯小学校）
2012年2月3日受付 2012年3月1日受理

通して学生がさまざまな理科の実験・実習に関するスキルを身につけられるようにすることに重点を置いている。筆者は、月の動きや満ち欠けの授業を行った後に、「地上低くにある月はなぜ大きく見えるのか」といったような素朴な疑問や質問を受け、学習事項と学習者本人の興味が乖離していると感じる場面にたびたび遭遇することある。学生に対する天文の学習指導に当たっては、学生がもっている素朴な疑問や興味を活かすことは特に重要であると考え、筆者は全15回の授業の4回を地学分野に充て、うち2コマを天文分野に充てている。本実践は、京都教育大学の初等理科教育受講者を対象に行った、学生がもつ素朴な疑問や生活体験を出発点として、天体望遠鏡を使って月までの距離を求める教育実践について報告するものである。

2. 教材開発

「地上低くにある月はなぜ大きく見えるのか」といった学生の素朴な興味・疑問を出発点に、「遠くにあるものは小さく、近くにあるものは大きく見える」という日常の生活体験を軸として、簡素な理論と、簡単な天体望遠鏡の操作を通して地球から月までの距離を体験的に探ることのできる教材開発を目指す。

地上低くにある月が大きく見える理由については諸説あり、定説はないとされるが(南・広木, 2004)、地平近くの月よりも南中時の月のほうが月と観察者の

距離が短くなるため、実際には南中時のほうが月は大きく見えている(例えば、伊東, 1984; 長谷川, 2007)。地平近くの月よりも南中時の月のほうが月と観察者の距離が短くなることを簡単な作図で示すには、地軸と地球-満月を結ぶ線が直交する春分・秋分近くに満月が観察される場合を考えると理解しやすい。図1は、秋分の頃に満月となったときの地球と月との位置関係を示した模式図である。日没後に比べて南中時のほうが観測地点からの距離が近くなっていることがわかる。図1のモデルをもとに、以下の手順①～③の方法で地球から月までの距離を見積もる。最終的には地球から月までの距離を10万km単位のオーダーで求められるようにすることを目標とする。地球から月までの距離は約38万kmであり、地球から月までは、地球が30個入るほどの距離がある。しかし、現行の教科書では、地球の大きさに対して月が異常に近くに描かれている図版表現がなされているものが散見され、極端な場合、地球から地球の1直径分の位置に月が示されている例もある。このため、学生の大部分は、教科書の図版表現のように、月は地球に非常に近いところを公転しているというイメージをもっているものと推測される。10万km単位のオーダーで地球から月までの距離を求められることを目標にしたのは、実際は地球の大きさに対して月はイメージしているよりもずっと遠いところにあるという天文学的なスケールの理解を学生に促したいためである。

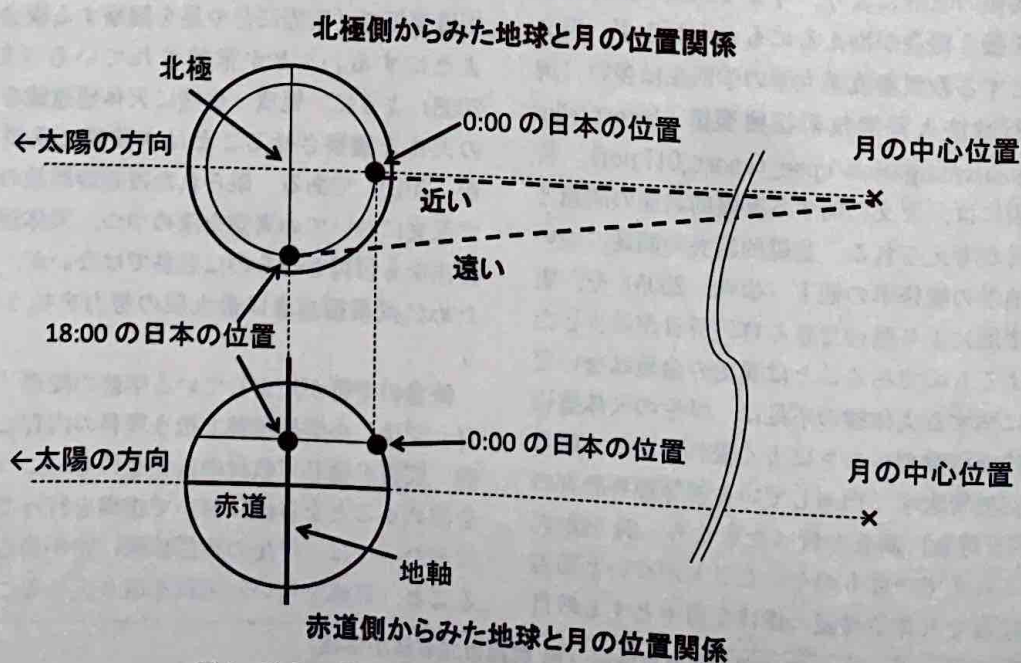


図1 秋分の頃に満月となった場合の地球と月の位置関係

①：2011年に秋分に最も近くに満月になるのは9月12日である。2011年9月12日の日没後から日の出までの任意の時間における月を天体望遠鏡で撮影し、月の南北方向の長さを測定することにより、満月の大きさの変化率を求める。

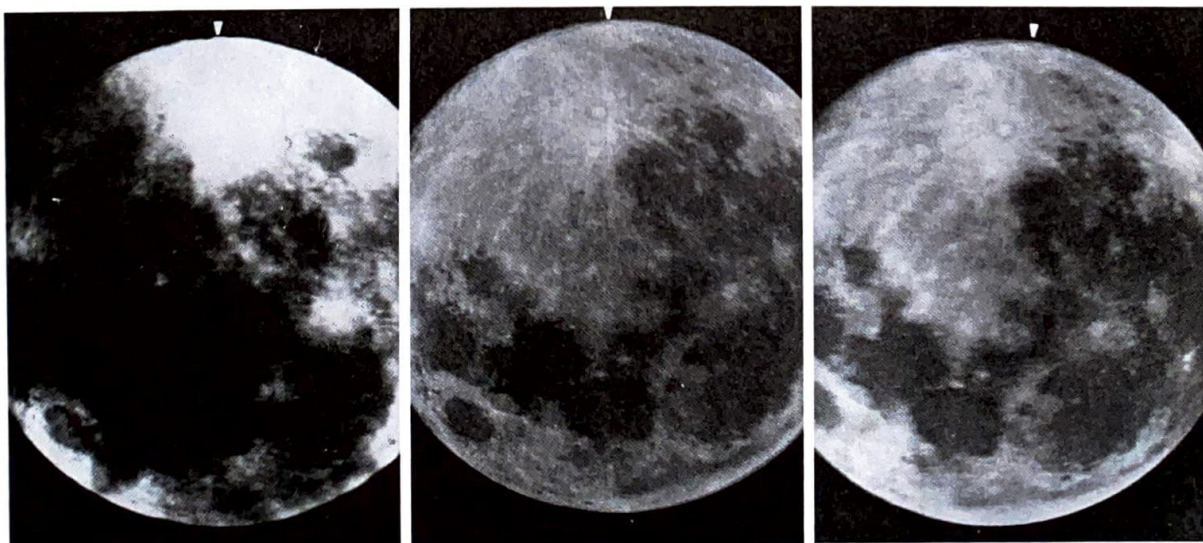
②：月に見立てたスケールを観察者から一定距離の位置に設置し、天体望遠鏡でスケールの見かけの大きさを測定する。スケールの見かけの大きさと天体望遠鏡とスケールの間の距離との関係を調べるモデル実験を行い、観察対象までの距離と見かけの大きさは反比例関係にあることを確認する。そして、①の変化率を再現するためには、スケールと天体望遠鏡の距離をどの程度変化させればよいかを調べ、その距離の変化率を求める。

③：②で求めた距離の変化率を再現するには月が地球からどの程度離れていればよいかを、図1のモデルを用いて作図を通して調べ、地球から月までの距離を見積もる。以下にその詳細を述べる。なお、②で見かけの大きさが距離に反比例することを理解した後に、①で月の見かけの大きさを調べるといふ流れのほうが論理的な展開となるが、まずは身近な月について学生に関心を深めてもらうことを優先させたため、本教育実践では①の活動を先行させる実践の流れとした。

(1) 実習Ⅰ：満月の直径を測る

京都教育大学理科共通実験棟屋上にて2011年9月12日19時より1時間ごとに翌13日の朝まで満月を

撮影した。撮影は筆者の友田が行った。使用した望遠鏡にはセレストロン社の口径280mmのシュミットカセグレン式天体望遠鏡（焦点距離2,800mm）を使用し、フィルム式一眼レフカメラを用いて直焦点撮影を行った。デジタルカメラを用いたほうが容易に必要な画像を得ることが可能である。しかし、近年はデジタルカメラもブラックボックス化が進み、カメラは使用できても露出時間や絞り、ISO感度の概念を全く知らない学生が増えてきた。筆者はこうした状況に危機感を抱いており、天体写真を撮影する際には、まずはカメラの基本的な仕組みやフィルムの現像方法などを学生に習得させることにしている。本研究でフィルム式一眼レフカメラを用いたのはこのような理由による。撮影はフィルムは富士フィルムのACROS100を用い、露出時間は1/250秒とし、富士フィルム(株)ミクロファイン（現像時間：20℃、10分）で現像を行った。現像後、キャビネ判（13×18cm）の富士フィルム(株)フジプロFM4印画紙にネガを同一引き伸ばし倍率下で焼き付けた。日没直後は低空に雲があったことと、大気の揺らぎによる解像度の低下により撮像条件がよくなかったため、20:00、0:00、4:00に撮影された3枚の写真を用いて月の南北方向の直径を定規で0.1mm単位で測定する（図2）。南側の凹凸として表れている山のピーク（図2の矢印）と対極側の縁までの長さが最大になる値を定規で読み取り、これを月の直径とした。なお、月の東西方向は満ち欠けの影響を



2011年9月12日
20:00

2011年9月13日
0:00

2011年9月13日
4:00

図2 実習に用いた月の写真

受け、月の直径を測定するのに支障をきたす可能性があるため測定には用いない。測定後、月の大きさの変化率(%)を $[(最大-最小)/最大] \times 100$ と定義して求める。

(2) 実習 II：月に見立てたスケールと天体望遠鏡までの距離とスケールの見かけの大きさとの関係調べる実験

天体望遠鏡から 30 m 離れた位置に、月に見立てた 15 cm のスケールを貼り付けたボール (図 3a) を立てる。天体望遠鏡用の接眼レンズの代わりに、顕微鏡用接眼レンズ (Nikon 製 $\times 15$) に接眼マイクロメーター入れ、接眼レンズを接眼部に装着し、月に見立てたスケールの大きさを接眼マイクロメーターで 0.1 目盛り単位まで読み取る (図 3b)。顕微鏡用接眼レンズの外径 (23.5 mm) はドイツ規格の天体望遠鏡用接眼レンズの外径 (24.5 mm) より 1 mm 小さいため、顕微鏡用接眼レンズに紙を巻いて外径を 24.5 mm として使用する。また、観察対象が近距離にあるため、ピントを合わせる際にドロチューブの繰り出し量が大きくなる。このため、屈折望遠鏡の場合は天頂プリズム

を、反射望遠鏡は延長筒を接眼部に装着して実験を行う。

天体望遠鏡とスケールまでの距離が 30 m のときを S_0 とし、 S_0 の位置にあるときの接眼マイクロメーターを用いてスケールの大きさ (s_0) を測定する。スケールを 30 m の位置から少しずつ天体望遠鏡に近づけていく。このときの距離を S_x とし、 S_x において天体望遠鏡で観察したスケールの大きさ (s_x) を測定する。対象物までの距離と見かけの大きさは反比例の関係にあることを確認させ、スケールの見かけの大きさの変化率を $[(s_x - s_0)/s_x] \times 100$ と定義してスケールの見かけの大きさの変化率を求める (図 4, 表 1)。さらに、実習 I で求めた月の大きさの変化率を再現できるボールの位置を見つけ出す。このときの天体望遠鏡からボールまでの距離が S_i であった場合、見かけの大きさの変化率を再現する距離の変化率 (%) を $[(S_0 - S_i)/S_i] \times 100$ として求める。

(3) 実習 III：月までの距離を見積もる

地球の北極側から見た半径 1 cm 大の地球のモデルと昼夜境界線と垂直方向に伸ばした補助線が記された

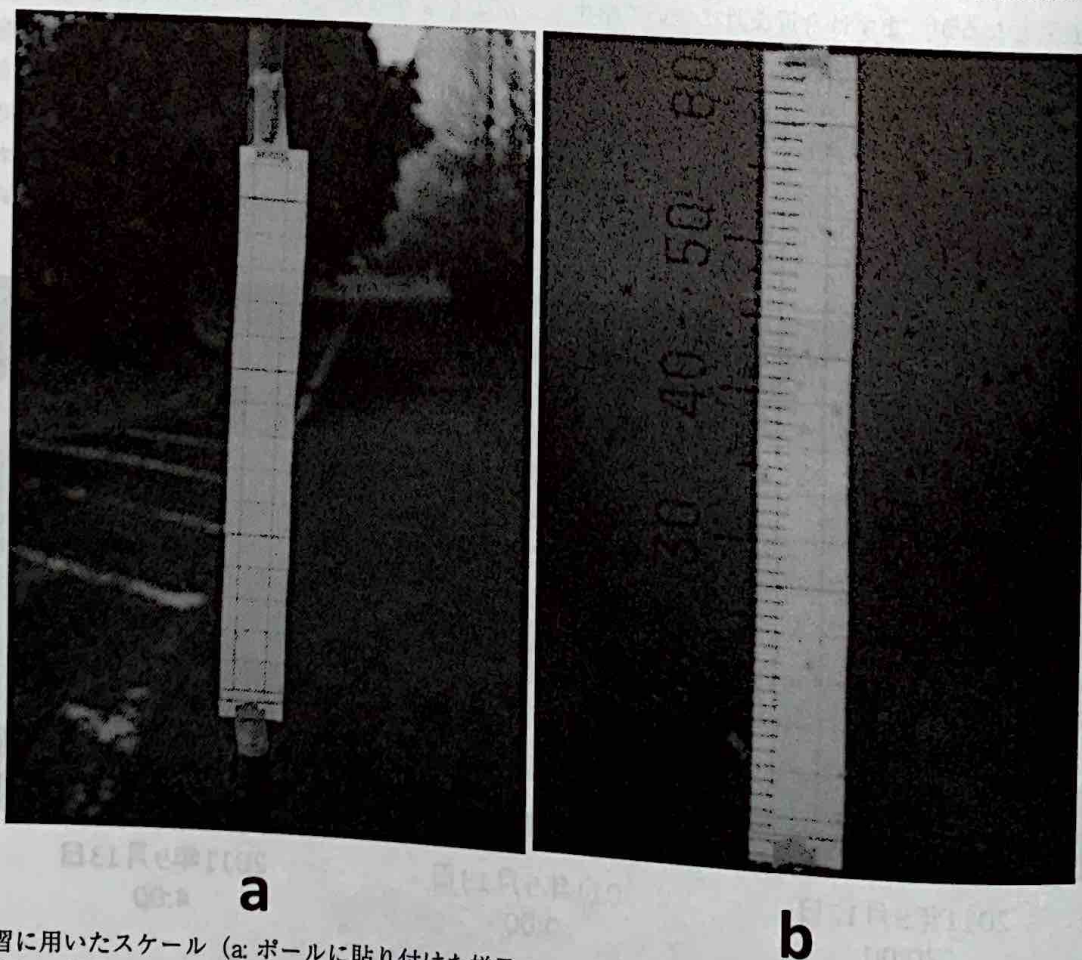


図 3 実習に用いたスケール (a: ボールに貼り付けた様子, b: 接眼マイクロメーターを装着した天体望遠鏡でスケールを観察した様子)

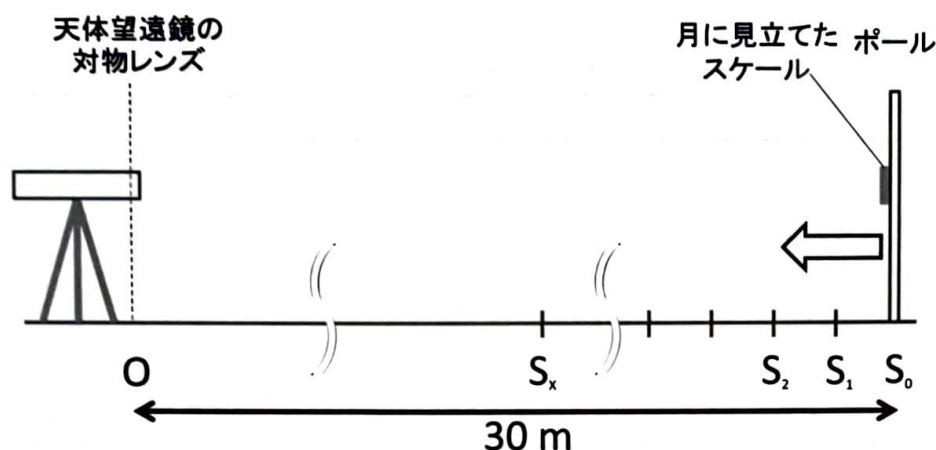


図4 ポールの移動方法

表1 実習Ⅱで用いたワークシート

距離 (m)		スケールの大きさ (目盛り)		スケールの見かけの大きさの変化率 $[(s_x - s_0)/s_x] \times 100$
S_0	30.0	s_0		
S_1	29.9	s_1		
S_2	29.8	s_2		

20 cm×150 cm 大のワークシートを用意する (図 5a)。補助線方向は、地球から見た満月の方向を示す。補助線上に任意の満月の位置をマークし、20 時の日本の位置とマークした位置の距離 (M_{20}) をメジャーで 0.1 mm 単位まで測定する。次に 0 時の日本の位置とマークした位置の距離 (M_0) を測定する (図 5b)。20 時から 0 時までの間の観測地点である日本から月に相当するマークまでの変化率 (%) を $[(M_{20} - M_0)/M_0] \times 100$ として求める。補助線上のマーク地点を少しずつずらし、(2) で求めた距離の変化率と一致するポイントを探す。このポイントが図 5 における満月の位置に相当する。地球の半径を 6.4×10^3 km として距離を算出する。筆者が予備的に実験を行ったところ、地球から月までの距離は 44 万 km と求まり、写真撮影日の実際の距離約 40 万 km (国立天文台暦計算室, 2010) と十分に近い値が得られた。

同日の満月の写真から月の大きさを測定して月までの距離を求める教材開発の先行事例として伊東 (1984) によるものがある。伊東 (1984) の方法は、1983 年 4 月に撮影された同日の異なる時刻の 2 枚の写真から月の大きさを求め、月の赤経・赤緯およびそ

の時角と、観測地の緯度・経度を表す球面三角の公式を用いて月までの距離を計算により求めるものである。しかし、球面三角の公式や時角、グリニッジ視恒星時などの天体暦を相当に使いこなせる状態になっていないと結論に至るのは難しいこと、写真用の引伸機を用いるので部屋を暗くして行う必要があるなど、非理科生や多人数を対象とした実習として行うには課題が多い。本教材は、地球から月までの距離を、天体望遠鏡を用いてスケールの大きさを読み取る作業と、長さを測ること、加減乗除の計算のみで行うことのできるシンプルなものである。数式のための理解ではなく、数量変化の扱いを手を使って確認しながら地球の大きさに対する月までの距離を作図で求めるため、月までの距離を感覚としてとらえやすいという特徴がある。

しかし、伊東 (1984) も述べているが、この種の実験は荒い値しか出ないことに注意しなければならない。本教材では、実際に起きている事象とモデルとの差異が距離の見積もりに与える影響を評価しなくてはならない。影響を与える要因にはいくつか考えられるが、最も大きな影響を与えるものに、大気差と月の位置の変化が挙げられる。

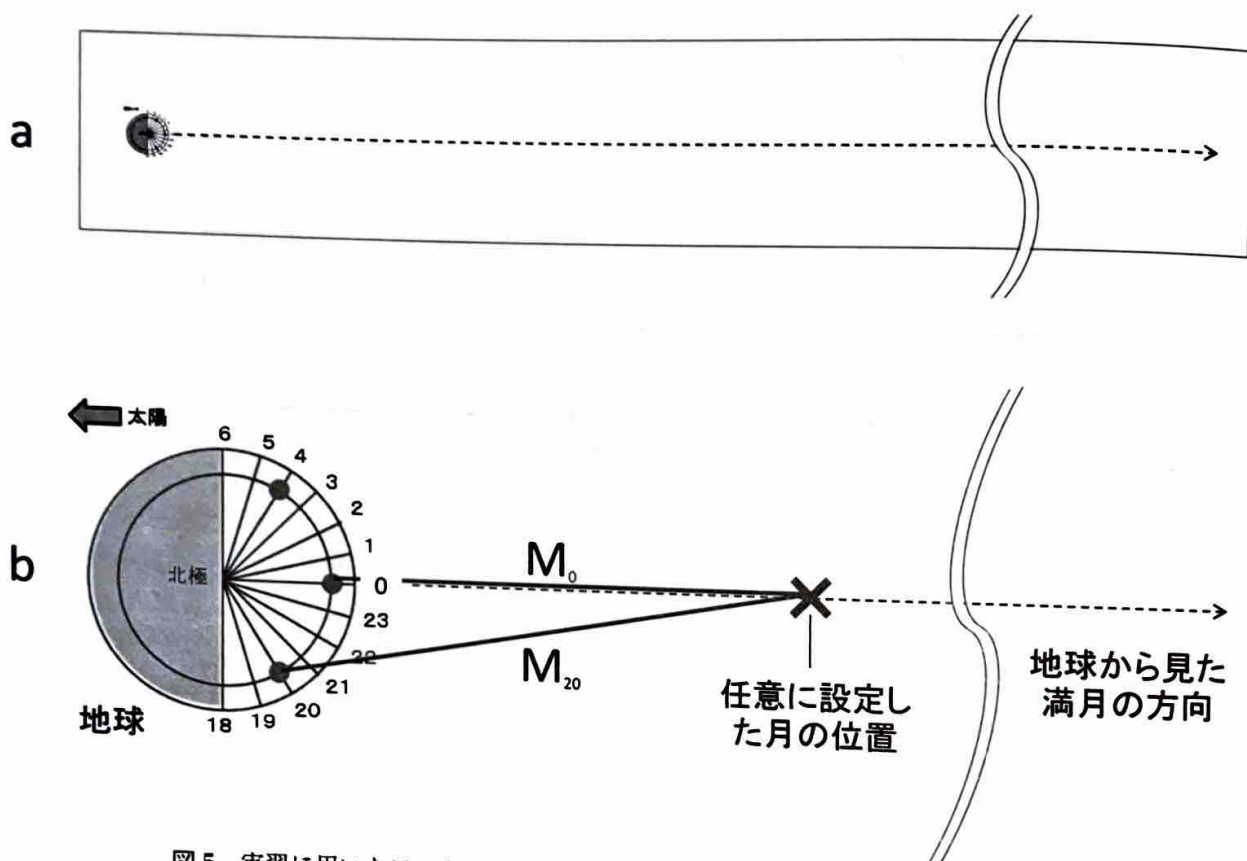


図5 実習に用いたワークシート (a: ワークシート, b: ワークシートの使用方法)

大気差による天体の見かけの大きさについては、左右径は天頂距離が変わってもほとんど変化せず、上下径は天頂距離が 80° を超えると急速に小さくなり、地平線近くでは歪率が20%に及ぶことが知られている(木下・岩佐, 1977)。写真を撮影した20時の高度は約 30° (天頂距離 60°)、0時の月の高度は約 60° (天頂距離 30°)である。木下・岩佐(1977)をもとに大気差が月の見かけの大きさの変化に与える影響を見積もると、高度が 30° の場合、 60° の場合に対して見かけの大きさが左右方向に約0.01%、上下方向に約0.1%縮まることになる。月の南中時は、月の南北方向と月の上下方向がほぼ一致するが、月の高度が低い場合ほど、月の南北方向と上下方向とのなす角度が大きくなる。すなわち、月の南北方向の見かけの大きさを追跡することは月の上下方向を追跡することとは同義ではなく、大気差が月の南北方向の見かけの大きさに与える影響は、月の上下方向の見かけの大きさに与える大気差の影響よりも小さくなる。写真を用いて求めた月の大きさの変化率(0.6~0.7%)に対して大気差が測定結果に与える影響は約1桁小さく、本実習では大気差の影響は無視しても結果には大きな影響は与えないものと判断した。

国立天文台の暦象年表(<http://eco.mtk.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/cande>)によると、月は9月12日20時から13日0時の4時間の間に視赤経で約6分、視赤緯で約 0.8° 移動する。視赤緯の移動は赤経の移動に対して小さいので赤経の移動のみの影響を考え、作図を行ったところ、月の動きを考慮に入れた場合と入れない場合に求まった月までの距離の差は10%以内の差に収まることがわかった。本来は月の動きを考慮に入れた教材開発を行うことが望ましい。しかし、本研究は、モデルを可能な限りわかりやすいものにして、測定や試行錯誤に十分時間を割けることを重視する立場で教材開発を行うことを目標にしていること、月の動きを考慮に入れたワークシートを作成すると、ワークシートが非常に複雑なものになってしまう恐れがある。このような理由から、本研究では20時から翌4時までの間における月の移動は考えないことにした。

以上の2点のほかに、撮影日の地軸は地球と満月を結ぶ線上に対して直角であると考えてよいかどうかの問題点もある。しかし、撮影日は秋分直前であり、地軸は地球と満月を結ぶ線上に対して直角であるとほぼみなした。

本教材開発は簡略化されたモデルに基づき行ってい

表2 教育実践の流れ

時数	指導内容	準備物
1回 (90分)	10分 月についての講義 月の模様が何に見えるか(東洋と西洋の違い)、月の海の起源 月の公転と自転、月の満ち欠け	満月の写真(人数分)
	25分 実習Ⅰ(満月の月の直径を測る) 月の大きさに関する学生への発問 秋に撮影された、満月の大きさを比較する 南中時に月が大きくなる理由を考えさせる、地球の地軸の傾きと公転についての解説	実習ⅠからⅢまでの手順が書かれたプリント(人数分)
	50分 実習Ⅱ(物体までの距離と物体の見かけの大きさとの関係性を調べる実験) 実験の原理、実験方法、天体望遠鏡の使用法	天体望遠鏡(8)、顕微鏡用接眼レンズ(8) 接眼マイクロメーター(8)、メジャー(8)
	5分 データの整理の方法	
2回 (60分)	50分 実習Ⅲ(実習Ⅰ、Ⅱから月までの距離を求める) まとめ	実習用ワークシート(8)
	10分 アンケート	アンケート用紙(人数分)

るが、月の公転軌道は円ではないこと、使用した写真を撮影した日は厳密には地球自転軸と地球公転軌道面が垂直に交わっていないことなど、本モデルと実際に起きている事象との差異についての概略は授業で学生に口頭で伝えていることを付け加えておきたい。

3. 教育実践

京都教育大学教育学部の初等理科教育受講者 51 名を対象に、平成 23 年 12 月 14 日、21 日の 2 コマを用いて実践を行った。受講者の所属は、教育学、音楽科、体育科、理科、家庭科、美術科、教職大学院である。51 名を 6~7 人を 1 班として計 8 班に分けて実践を行った。授業の流れを表 2 に示す。

1 日目には、まず、満月の写真(図 2)を学生に提示し、月には白く見える部分と黒く見える部分があることを示し、黒い部分が何に見えるか考えさせ、日本ではうさぎが餅をついている姿に、中国では蟹に、ヨーロッパでは女性の横顔にたとえられていたことを紹介した。次に、月の海の起源と、月の公転と自転と月がいつも同じ面を地球に向けている理由に触れ、月の満ち欠けについて説明を行った。

実習Ⅰでは、地平上に見える月と南中し、空高くに見える月とではどちらが大きく見えるのか学生に質問した。この質問に対し、51 名中、50 名の学生が地平上の月のほうが大きく見えると答えたが、9 月 12 日~13 日の満月の際に撮影された 3 枚の写真(図 2)を用いて、月の南北方向の大きさを測定させ、実際には南中時に月が大きく見えることを確認させた。次に、月の大きさの変化率を計算させたのち、南中時に月が大きく見える理由を考察させた。地球の公転と地軸の傾きについて解説し、図 1 をもとに南中時に観測者と月が最も近づくことを理解させた。その際に、遠いも

のは小さく、近いものは大きく見えるという学生が日常生活で当たり前と感じている感覚を引き出すよう配慮した。

実習Ⅱでは、教室内で実験の原理についての説明を行った後に、天体望遠鏡の使い方を指導した。屈折赤道儀をモデルに屈折望遠鏡のしくみと、赤道儀の使い方を説明した後、観察したい対象をファイダーで捉える方法、ピントの合わせ方を説明した。天体望遠鏡の使い方はごく基本的な内容にとどめ、赤道儀については天体を観測するときには極軸を天の北極に向けて使用することや、赤経・赤緯の粗動クランプと微動ハンドルの使い方を中心に説明を行い、ドロチューブをつかんで鏡筒を動かさないなど、天体望遠鏡のごく基本的な使用方法と注意点について触れるにとどめた。実習では筆者が学生実験用にインターネットオークションを利用して入手した天体望遠鏡(中野, 2012)を主に使用した。使用した天体望遠鏡は、6 cm 屈折赤道儀 5 台、8 cm 屈折赤道儀 2 台、10 cm 反射赤道儀 1 台の計 8 台である。8 台の天体望遠鏡と、月に見立てたスケールを貼ったボールを大学構内に図 6 のように配置し、実習を行った。すべての班ではボール係、望遠鏡係など役割分担を決めて作業に当たっていたが、必ず 1 回は天体望遠鏡に触れるように注意を促した。ボールの移動距離と移動間隔の設定は各班に任せた。30 m 地点からの移動距離はメジャーを用いて測定させた。測定が終了した後、教室内で測定結果から距離の変化率を求める方法について説明を行った。測定結果のばらつきの大きい班は測定結果をグラフにプロットさせ、近似曲線を書かせ求めるなどの指導を行った。図 7a に実験で求めた天体望遠鏡からスケールまでの距離とスケールの大きさの関係の一例を、図 7b には、実習Ⅰで求めた月の大きさの変化

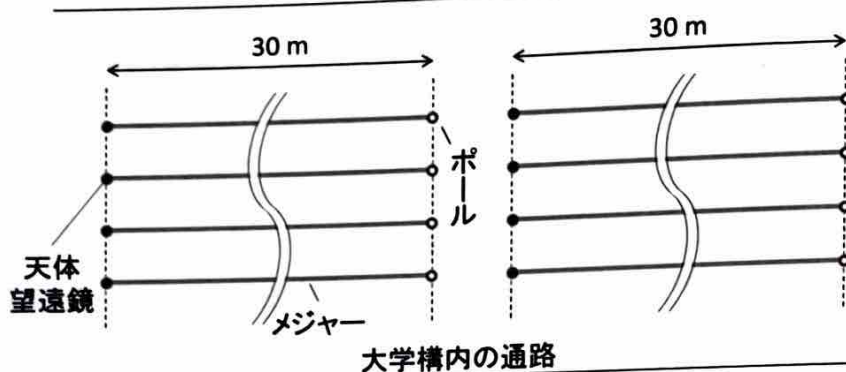


図6 教育実践を行った際の8台の天体望遠鏡とポールの配置

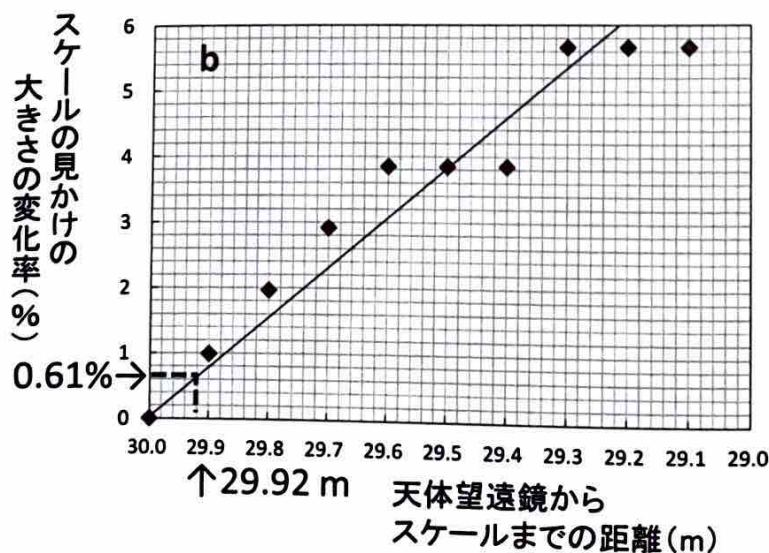
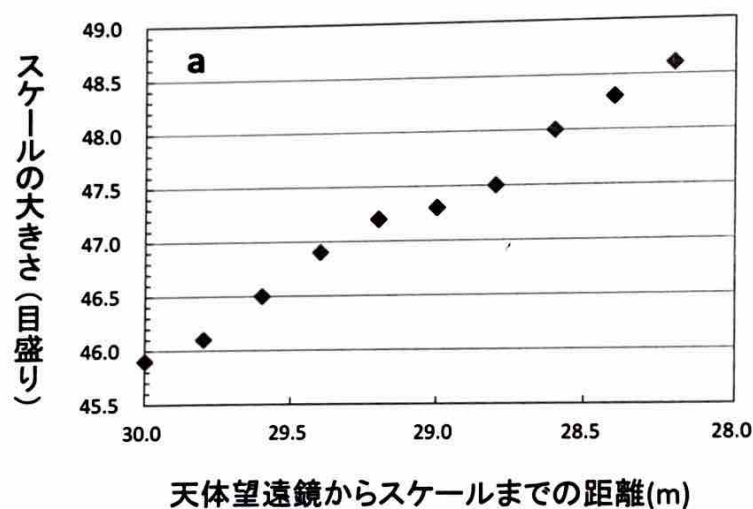


図7 a: 実験で求めた天体望遠鏡からスケールまでの距離とスケールの大きさの関係の一例 b: 実習Iで求めた月の大きさの変化率(%)を再現できるスケールの位置を近似曲線から求めた一例

率(%)を再現できるスケールの位置を近似曲線から求めた一例を示す。

実習IIIでは、実習IIで求めた変化率を再現できるポイントを、ワークシート上で作図を通して見つけ出

す。メジャーを用いて測定する際、日本の位置とマーク地点の間をきちんと測定できているのかを慎重にチェックさせた。各班が見積もった地球から月までの距離を発表させ、写真が撮影された当日の実際の地球

から月までの距離と比較させた。実習後、アンケートを行い終了とした。

実習は比較的順調に進めることができた。月が地平上にある場合よりも南中時に実際は大きく見えていることは学生にとっては驚きであったようである。天体望遠鏡の操作に関しては操作するのは初めての学生が多かったため、始めはスケールを天体望遠鏡の視野に入れるのに苦労する班が多く見られた。しかし、班内で操作方法を確認し合ったり、施行錯誤を経ながら操作方法にも慣れていったようである。

表3に、各班が最終的に見積もった地球から月までの距離を示す。各班が見積もった地球から月までの距離は12～79万kmとばらついている。実習Ⅰ～Ⅲでの読み取り誤差と、これらの誤差の伝播が結果のばらつきの原因となっていると考えられる。特に、実習Ⅱでは、ボールの設置位置の誤差、スケールを読み取る際の誤差、測定結果から S_i を求める際の読み取り誤差など、実習Ⅰ、Ⅱに比べて誤差が大きくなる要素が多く、それが結果に表れている。しかしながら、各班が見積もった月までの距離の平均は46万kmと、実

際の約40万kmと比較的近い値が得られている。当初は10万kmのオーダーで求めることができれば成功と考えていたのでその点では満足のいく結果が得られたと言える。

実習後に学生から寄せられた感想の一部を表4に示す。学生から寄せられた感想文を分析したところ、活動そのものについては、おもしろかった(17名)、月が意外に遠いところにあることがわかり驚いた(8名)、満足感があつた(5名)、このような方法で距離を求められることはすごいと感じた(3名)、月は結構大きいのではないか(2名)という記述があり、学

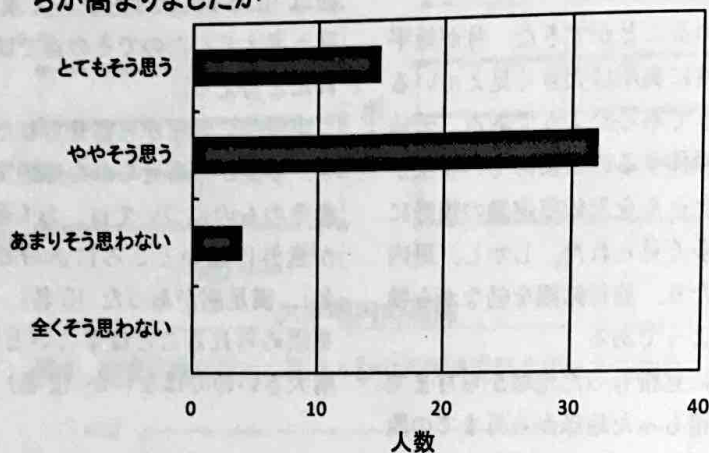
表3 班ごとの結果

班	実習Ⅰ	実習Ⅱ			実習Ⅲ
	月の大きさの変化率(%)	ボールの位置 S_i (m)	$S_0 - S_i$ (m)	$((S_0 - S_i)/S_i) \times 100$ (%)	月までの距離(km)
A	0.61	29.84	0.16	0.54	520000
B	0.60	29.80	0.20	0.67	470000
C	1.09	29.40	0.60	2.04	120000
D	0.55	29.80	0.20	0.67	380000
E	0.66	29.80	0.20	0.67	370000
F	0.60	29.84	0.16	0.54	640000
G	0.61	29.92	0.08	0.27	790000
H	0.70	29.85	0.15	0.50	420000

表4 受講者の感想

- 月までの距離を机の上で身近なものを使って測定することができるということを知ることができ、天体という遠すぎる学問のように思っていたものが少し近く感じるようになった(美術・2年生)。
- 測定結果から、月までの距離を出すとき、徐々に値が近づき、結果が出てとても大きい数で予想はできなかったが結果が出たとき感動した(体育・2年生)。
- スケールを小さくすることによって、大規模な距離を測定できることを知り、とてもおもしろいと思いました。また、月は地球から見るととても近くにあるように見えるが、数十万kmも離れていることに驚きました(理科・2年生)。
- 月の大きさ、距離を測る実験ともに誤差が生じやすい実験であつたので難しかった(理科・2年生)。
- 段階を追って実験を行なっていくと、月までの距離がもとめられるんだということが分かりました。月までの距離がこんなにも離れているのに、月は目に見えるなんて、月は想像以上に大きいのだろーと思いました。普段あまり気にかけていなかった月の大きさについて学習し、月への関心が少し高まりました(家庭科・2年生)。
- 望遠鏡を使うことができ、自分の見たい場所に合わせようとするので、実際に空を見るときにも役立つと思われる。横の班との距離が近く、望遠鏡内に人影が入り込んでしまった。風や人が動くことによって棒がゆれてしまい、計測が困難な場合もあつた(理科・2年生)。
- 実際の月の変化率と実測と計算によって導き出される変化率が近くなっていくごとにワクワク感があつて楽しかった(教職大学院・修士課程1年生)。

Q1. 活動後、天体望遠鏡で天体を観察したいと思う気持ちが高まりましたか



Q2. 活動後、月などの天体について興味を覚えましたか

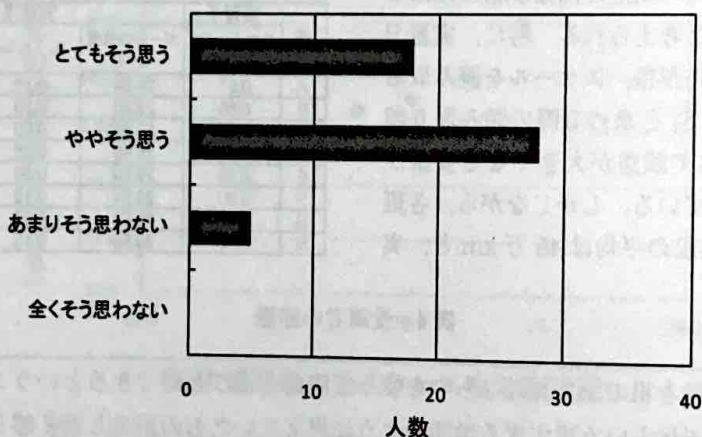


図8 アンケートの結果

生が所属する専攻を問わず、多くの学生が楽しく活動しながら地球から月までの距離を求めることができたようである。自分たちの力で体を使って地球から月までの距離を求めることができ、単に科学的知識を習得するだけでは得られない実感を伴った理解が促されたと思われる。活動後、天体望遠鏡で天体を観察したいという気持ちが高まったかという問いに対しては90%以上の学生がとてもそう思う、ややそう思うと回答した。また、活動後に月などの天体について興味を覚えたかという問いに対しても90%以上がとてもそう思う、ややそう思うと回答し(図8)、活動後に学生の宇宙への興味・関心が深まったことがわかった。活動の難易度については難しかった(7名)、誤差が出やすく難しい実験だった(2名)という記述がある一方で、簡単な作業だった(2名)という感想も見られた。実習の難易度については学生によって感じ方がまちまちであったことがわかる。難しく感じた理由に

は計算の過程がやや複雑で測定もちょっとしたミスから誤差が生じやすいことが原因であることは間違いないように思われるが、実習が2週にわたったため、前週に行った内容についての学生の記憶が薄れてしまったことも一つの要因に挙げられるのではないかと思う。誤差を少なくする方法には、使用する月の写真をもう少し大きいものにすること、接眼マイクロメーターでスケールを測定する際に、スケールと目盛りが直角になるようセッティングしてスケールの大きさを読み取るように指導を徹底すること、スケールを大きくしてもっと遠距離からスケールを観察するようにすること、実習Ⅲで使用するワークシートを大きくすることなどが改善点として挙げられる。一つの班で活動するには班員が多過ぎる(1名)、活動にかかわらない班員がいた(1名)、一部の人が望遠鏡を独占して望遠鏡をのぞく機会がなかった(1名)など、活動そのものについての課題に触れている例も見られた。今回

は履修者が50名を超え、1班あたりの班員を6~7名と多くせざるをえなかったことが原因と思われる。実習場所も大学構内の比較的狭い通路で行ったため、受講者の移動により頻繁にスケールがかくされてしまうなどの問題も生じた。これらの点はもう少し広い場所で実施することを前提に、1班当たりの班員を減らすか、使用する望遠鏡の台数を増やすことにより解決できる問題であると思われる。今後の検討課題としたい。この活動で一番役に立ったことは何かを自由記述で質問したところ、月の距離が求められたことと答えた者が51名中21名、天体望遠鏡の使い方がわかったことと答えた者が14名いた。今回の実習では、天体望遠鏡のごく基本的な操作について触れたにすぎず、太陽の観測も含め、実際に天体望遠鏡を使って天体観察ができるようにするにはもう少し踏み込んだ実習を行う必要がある。この点も今後の課題ではあるが、限られた時間の中で、月までの距離を測定する実習を行いながら受講者に基本的な天体望遠鏡の使い方を指導できた点では一定の成果があったと考えられる。

4. ま と め

本研究では、簡素な理論と、基本的な天体望遠鏡の操作を通して地球から月までの距離を体験的に探ることのできる教材開発と実践を行った。その結果、学生が天体望遠鏡の基本的な操作方法を習得しながら、体験的に地球から月までの距離を求めることができた。学生自ら行った観測により月までの距離を探索活動は楽しいと同時に意義のある活動であると思う。今後は、実践で抽出された課題を克服し、より使いやすい教材となるよう工夫を重ねていきたい。

学生を夜間に集めて天体望遠鏡の操作方法を指導で

きるのが理想的であるが、現実には諸事情から全学生を対象に夜間に指導を行うことは難しい場合が多い。その際は筆者らの実践のように、折りに触れて天体望遠鏡に触れる機会をもたせることも、天体望遠鏡の操作技術を身につける有効な手段となりうると思う。

引用文献

- 綾仁一哉・川端哲也・岡山天文教育研究会 (2004): 近隣の学校関係者・アマチュア専門家との連携による美星天文台教育事業の展開。天文月報, 97, 96-100.
- 長谷川 敏 (2007): 天頂の太陽・月と地平線の太陽・月の大きさの比較。地学教育, 60, 67-72.
- 伊東昌市 (1984): 月の距離と大きさ。西條恵一・伊東昌市 (編), 「工作による天体観測」, 共立出版, 東京, pp. 81-84.
- 木下 実, 岩佐三喜男 (1977): 大気差による太陽像の歪みについて。STARS & GALAXIES, 4, 1-5.
- 国立天文台暦計算室 (2010): 天文年鑑編集委員会 (編), 「天文年鑑 2011」, 誠文堂新光社, 東京, pp. 110-113.
- 松森靖夫 (2005): 我が国における天文教育の危機的状況—季節変化に対する小学校教員志望学生の認識状態とその変容について—。地学教育, 58, 113-132.
- 南 瑠美香・広木正紀 (2004): 地平線近くの太陽や月が大きく見えるなぞに迫る探究の一例。京都教育大学教育実践研究紀要, 4, 93-101.
- 文部科学省 (2008): 小学校学習指導要領解説 理科編, 大日本図書, 東京, 42p.
- 中野英之 (2012): ネットオークションのすすめ—学生実習用天体望遠鏡を揃えるために—。天文教育, 24, 30-33.
- 岡崎 彰・須藤俊介・吉野晃生 (2010): 中学校における天体望遠鏡の使用状況—群馬県内のアンケート調査から—。群馬大学教育実践研究, 27, 41-51.
- 下井倉ともみ・土橋一仁・秋里昂 (2010): 免許状更新講習を活用した教員対象の天体望遠鏡実習の効果。地学教育, 63, 79-88.

中野英之・友田季見：天体望遠鏡を用いて地球から月までの距離を求める教育実践 地学教育 65 巻 2 号, 39-50, 2012

〔キーワード〕 月, 見かけの大きさ, 地球から月までの距離, 天文教育, 天体望遠鏡

〔要旨〕 教員養成系大学の学生を対象に, 学生の素朴な疑問や生活体験を軸に, 簡素な理論と天体望遠鏡の操作を通して地球から月までの距離を求める教材開発を行った。学生は, 地上近くと南中近くにあるときに撮影された満月の写真から見かけの大きさの変化率を求め, 天体望遠鏡を用いたモデル実験により, 地球から月までの距離を求める。開発した教材を用いて教育実践を行ったところ, 学生は体験的に楽しみながら地球から月までの距離を求めることができ, さらに天体望遠鏡の基本的な操作方法を習得することができた。

Hideyuki NAKANO and Kimi TOMODA: Educational Program for Estimating the Distance from the Earth to the Moon, Including Hand-on Training with the Astronomical Telescope. *Journal of Education of Earth Science*, 65 (2), 39-50, 2012

海浜砂の多種選別分析法による後背地地質推定プログラム

Study Program to Assess Hinterland Provenance Using
Several Separation Methods for Beach Sand

下岡 順直^{*1}・三好 雅也^{*2, *4}・山本 順司^{*1, *5}・三好 まどか^{*3}・竹村 恵二^{*1}

Yorinao SHITAOKA, Masaya MIYOSHI, Junji YAMAMOTO,
Madoka MIYOSHI and Keiji TAKEMURA

Abstract: Constituent minerals and rock fragments in beach sand reflect geological characteristics of hinterland regions. Elucidation of different aspects of beach sand is comparable to undertaking a statistical survey of geological profiles of the hinterland regions sourcing the beach sediments. Here we propose a study program for examination of beach sand using various tools, which are made of groceries familiar with children. This study program will facilitate students' understanding of the relationship between beach sand and hinterland source regions.

Key words: beach sand, hinterland, separation method, environmental setting, study program

1. はじめに

身近な環境を知り、理解することは環境教育とともに地学教育にとって重要である。1972年国連人間環境会議で採択されたストックホルム宣言において、環境教育は「個人、企業および地域社会に、環境を保全・改善しようとする考え方をもち、責任ある行動をとらせるようにするための基盤を広げるのに不可欠である」(林ほか, 2001)と明記された。また環境教育の目的として「自己を取り巻く環境を、自己のできる範囲内で管理し、規制する行動を一步步確実にすることのできる人間を養成すること」(林ほか, 2001)と記されている。我が国の中学校学習指導要領では、理科第2分野「自然と人間」の単元のうち、「(イ)自然環境の調査と環境保全」において、「身近な自然環境について調べ、さまざまな要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を

保全することの重要性を理解すること」(文部科学省, 2008a)が挙げられている。上述の環境保全のためのみならず、自然災害に備える意味でも地学を主体とした環境教育は重要である。幾度となく自然災害を被ってきた我が国において、自らが居住する周辺地域の地質および自然環境に対する無知は、大きな危険を意味するだろう。2011年3月11日に発生した東日本大震災においても、予期せぬ地域での液化化現象などにより甚大な被害が報告されている。地域地質を重視した地学教育は現在において最重要課題の一つであろう。

身近な自然環境、とくに地質や地形といった内容について、筆者らの研究拠点がある大分県では、地域地質の教材開発がこれまでも複数実施されてきている。例えば、三次ほかによる大分県の地質や地形などによるものがある(三次, 2005; 三次ほか, 2007, 2011)。これらは、学校教育での教材として大いに役立つであろう。筆者らも、小中学校の学習単元の一つ

^{*1} 京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設 ^{*2} 東京大学地震研究所

^{*3} 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設 ^{*4} (現所属) 福井大学教育地域科学部

^{*5} (現所属) 北海道大学総合博物館

2011年9月29日受付 2012年3月20日受理

である「大地のつくりと変化」(文部科学省, 2008b)や「大地の成り立ちと変化」(文部科学省, 2008a)に活用できる教材として七輪など身近なものを用いてマグマ生成実験するための教材を開発・実践して、火山・マグマと別府市の地質・環境との関係について高い教育効果を得ている(下岡ほか, 2011)。

今回筆者らは、砂を題材とした新たな地域地質教育のためのプログラム教材の作成を行った。砂に含まれる鉱物や岩片は、その堆積場の後背地の地質を反映する。したがって、学習者が海浜砂構成粒子を詳しく調べたうえで、その海浜砂と後背地の地質の関係を教授者が示すことにより、学習者が地域地質について総合的に理解を得る効果が期待される。本稿では、アウトリーチを含む初等・中等教育現場における実習への活用を目指し、とくに砂に含まれる鉱物の選別分析方法に関するプログラム教材を考案したので報告する。

2. 海浜砂の教材としての有用性

海浜砂は、河川からの流入、波浪、海底からの巻き上げ、風など様々な要因によって運搬・堆積したものである(例えば、中野, 1956 など)。また、海浜砂には貝殻片やガラス片なども混入する場合があります。海浜砂は様々な背景を有する構成要素集合体である。したがって、海浜砂は上記の理由により河川砂とは構成要素が特徴的に異なる。海浜砂を教材として用いる場合、教育現場において受講者が海浜砂構成粒子の運搬や堆積過程を考察する際に、複雑さゆえの困難が伴う可能性がある。しかし、海浜砂を調べることは、海浜周辺の地質についてある程度把握することができる非常に重要な情報源であり、海浜砂の由来としての後背地、運搬や堆積過程について、限定的ではなく多様な考察を引き出せる。

現在の環境を明らかにしようとする海浜砂の調査は、これまでもいくつか行われている。海岸平野の砂質堆積物の移動過程と粒度分析の有効性については、例えば、大森ほか(1971)など今まで多くの研究がなされている。なかでも、河尻ほか(2009)は、相模湾の砂質堆積物の粒度分析を継続的に行い、堆積過程や相模平野の形成過程および現在の環境における堆積物の実態と運搬・堆積過程を明らかにした。このように海浜砂の構成粒子の研究は、現在の環境を理解するうえで有用であり、居住地域付近の海浜砂を題材としたプログラム教材は、受講者である子どもたちが身近な自然や地質環境を理解するうえで大きな役割を果

たすことが期待される。しかし、複数の分析方法を組み合わせて海浜砂の性質を調べ、そして由来となる後背地の地質推定まで行った教材というのは筆者らが調べた範囲では見当たらないのが現状であり、これが今回のプログラム教材における特徴の一つである。なお、河川砂ではなく海浜砂を用いたのは、河川砂よりも海浜砂のほうが粒径による淘汰がなされており、構成鉱物の選別分析に適していると考えたからである。しかし、後背地地質推定への河川砂の利用や海浜砂との併用など、さらなる教材開発の必要性は今後の課題である。

3. 海浜砂の選定と採取地点

(1) 海浜砂の採取地点

筆者らは、大分県別府市の地形を特徴づける大きな要素の一つである別府湾に着目し、そこに堆積した海浜砂を素材とした。別府地域には、花崗岩などの基盤岩およびそれらを覆う由布・鶴見岳などの火山岩類が広く分布している。したがって、別府の海岸では海浜砂の構成粒子の多くは由布・鶴見岳からの破砕物であろうと推察される。しかしながら、別府海岸地域は、国土交通省が推進する里浜づくりの構想地域として整備が進む場所の一つ(安藤ほか, 2005)であり、人工砂浜の整備も進められているため、海浜砂の給源が一部関係者以外の子どもたちも含め住民にとってわからなくなっている現状があり課題である。

筆者らは上記の問題に鑑み、選別分析を行う海浜砂として、海浜砂と後背地の関係を理解しやすい素材に、別府海岸地域の杵築市安岐町塩屋付近の海岸(以下、塩屋海岸と称する)を選定し、海浜砂を採取した(図1)。塩屋海岸の砂は、後背地に花崗岩岩類が分布しており、海浜砂の主な供給源を推定することが比較的容易である。海浜砂は採取して持ち帰った後、水道水で洗浄して完全に乾燥させた。

(2) 塩屋海岸の海浜砂に含まれる鉱物について

塩屋海岸で採取した砂を実体顕微鏡で観察すると、多い鉱物の順に、石英・長石類・角閃石類・輝石類・黒雲母・磁鉄鉱・瑪瑙・緑簾石の8種類を識別することができた(図2)。観察した鉱物種は、顕微ラマン分光分析装置により確認した。このほかにも構成粒子としてビーチガラス・貝殻片・岩片が観察された。これらの鉱物の供給岩石の推定には鉱物の構成割合を調べることも重要であろう。しかし、当該地域の海浜砂は波浪や風による鉱物の比重分離が生じているため、

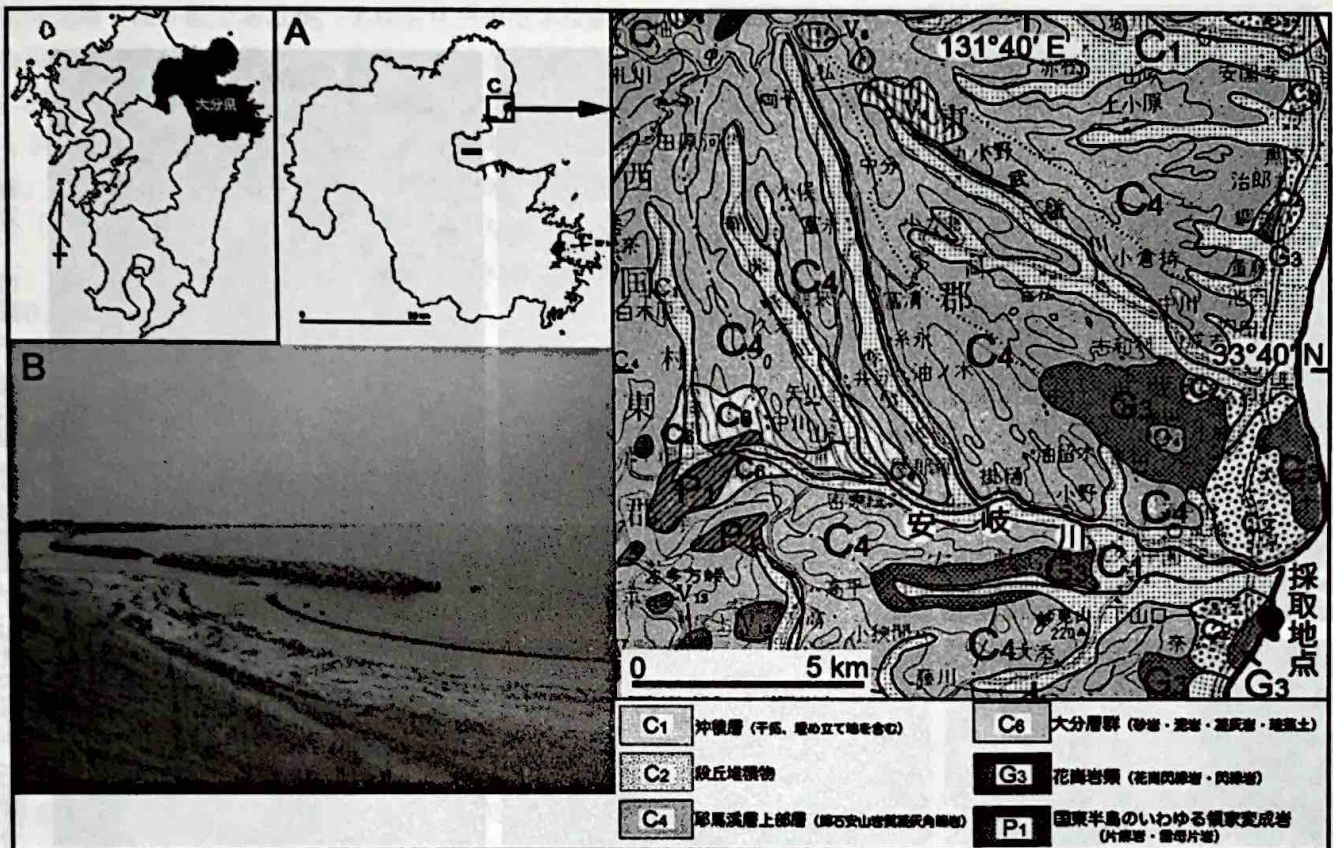


図1 A: 大分県杵築市安岐町塩屋付近の海岸（塩屋海岸）の位置, B: 塩屋海岸, C: 塩屋海岸の後背地における地質図（宮久（編）1971 を使用）

鉱物組み合わせは不均質が激しい。そのため、鉱物構成割合を定量的に示すことはできなかった。塩屋海岸付近は領家変成帯の花崗岩類が露出しているため、それらが上記構成鉱物の主な供給源になっているように思われる。ただし、塩屋海岸の砂には花崗岩類にはあまり見られない輝石が比較的に目立ち、供給源は花崗岩類のほかにもありそうである。塩屋海岸付近の地質を調べてみたところ、花崗岩類の上部に層厚数 m の礫岩層を確認できた。その礫を観察すると花崗岩類のほかに安山岩やデイサイトを見つけることができた。おそらくこれらの火山岩は安岐川上流に分布する宇佐層による可能性も考えられ、輝石類の供給源の一つとなっていると推察される。また瑪瑙も、宇佐層の火山岩中で形成されたものと考えられる。緑簾石については、白亜紀の花崗岩類が供給源の一つと考えられる（石塚ほか, 2005）。

4. プログラム教材の開発

(1) 開発の目的

身近にある海浜砂を用いたプログラム教材開発の主

な目的は、海浜砂を構成する鉱物粒子を複数の方法（粒度分析、磁気分離、わんがけ、ハンドピッキング）を組み合わせることで、海浜砂から身近な環境について考えさせ、海浜砂が後背地の地質と関係があることを示して地域の自然を総合的にとらえることである。これにより、砂という大きな概念から砂を構成する鉱物の種類や色や重さなどにも目を向けるようにすることができる。中等教育以上であれば、鉱物名などにも言及することもできる。さらに、高等学校地学では地質図の実習も含まれることから（文部科学省, 2008c）、地質図を用いて海浜砂と後背地となる場所の地質の相関関係について理解させることも目的としている。

(2) 海浜砂の選別分析方法とその道具について

本稿で提案するプログラム教材における作業は、粒度分析、磁気や比重による分離、鉱物のハンドピッキングである。これら作業に用いる道具について、以下に述べる。

1) 粒度分析

粒度分析は「JIS 標準ふるい」を用いて行うことが

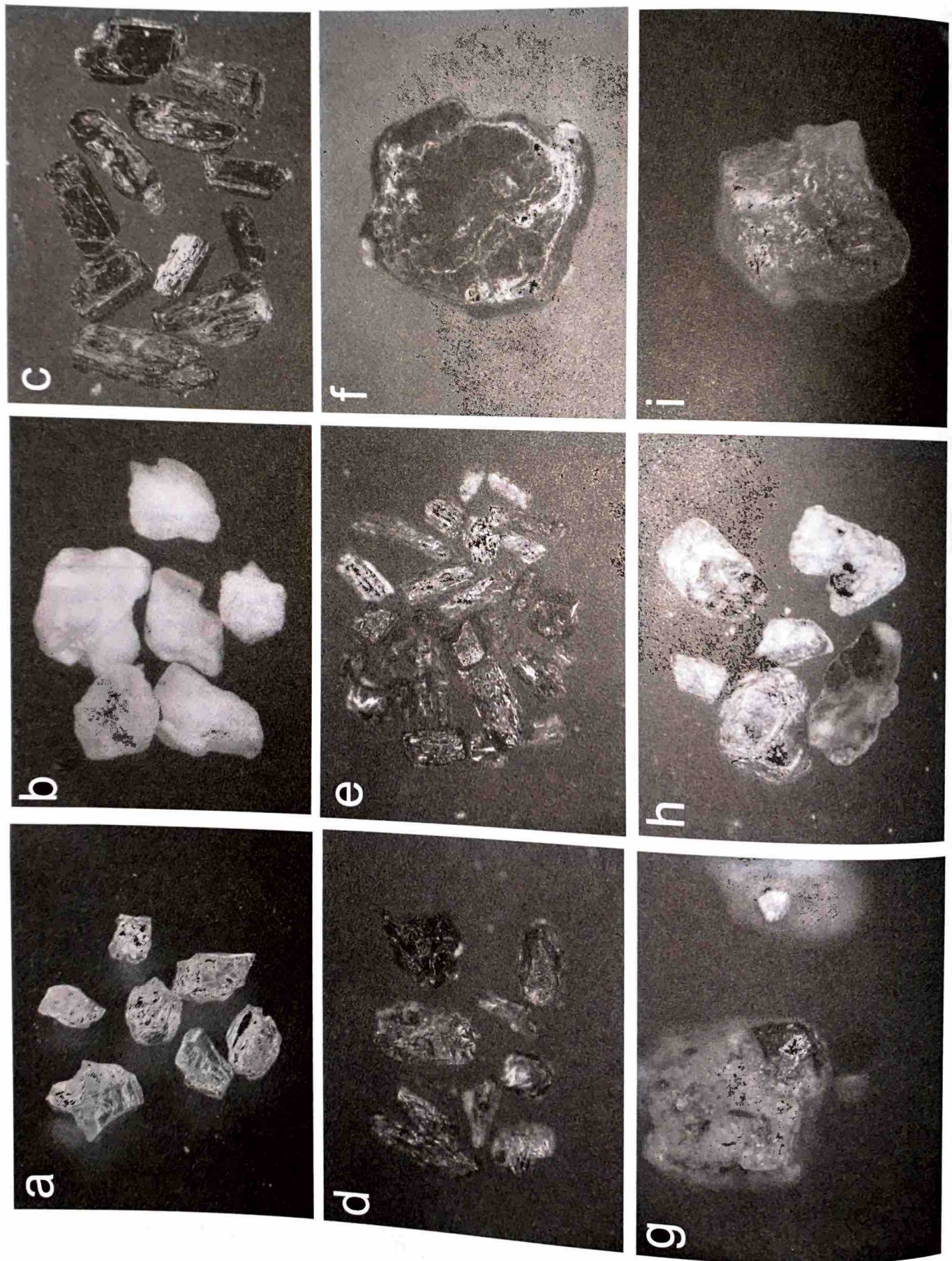


図2 塩屋海岸で採取した海浜砂を構成する鉱物 (a: 石英, b: 長石類, c: 角閃石類, d: 単斜輝石, e: 斜方輝石, f: 黒雲母, g: 磁鉄鉱, h: 瑪瑙, i: 緑簾石)
各写真の横幅は約1 cm に相当する。

研究現場では一般であるが、アウトリーチや学校教育の現場で人数分の標準ふるいをそろえることは予算的に困難である。筆者らはできれば一人ずつふるい分けをさせ、粒度分析の実感を得させたいと考えた。そこで、標準ふるいの代わりに100円均一店等で購入可能な「柄付き茶こし」(以下、茶こし)を人数分用意した。しかし、茶こしのふるい(目の開きはおおよそ $250\mu\text{m}$)だけではおおまかな分離しかできないので、より詳細な粒度分析を行うために、ニチカ製の#100($125\mu\text{m}$ 程度)布メッシュ(1m×1mで1,500円)を用いた(以下、メッシュ)。このメッシュを10cm×10cmに切り分け、二つの茶こしの間に挟むことで、一度に三つの粒度(例えば、約 $250\mu\text{m}$ 以上、約 $250\sim 125\mu\text{m}$ 、 $125\mu\text{m}$ 以下)にふるい分けが容易に可能となるように工夫した(図3)。

2) 磁気分離

鉱物の磁気分離は、研究現場では磁気分離器をおもに用いるが、そのような大がかりな磁気分離装置を用いなくても、磁石を使っておおまかに磁性鉱物と非磁性鉱物に分けることは可能である。例えば、川村(2004)では、フェライト磁石とネオジム磁石の磁束密度の違いを利用して磁性の異なる鉱物を分離することができると示している。今回は磁性鉱物(有色鉱物)と非磁性鉱物(白色鉱物)に分離することに主眼をおき、100円均一店等で購入可能な磁石を用いた。

3) わんがけ

鉱物の比重を利用した分離には、SPT(ポリタングステン酸ナトリウム)重液などが研究現場では用いられる。しかし、重液は安価でなく危険を伴う恐れもあることから、教育現場での利用は難しい。そこでこのプログラム教材では、従来から広く教育現場で用いられている「わんがけ」による鉱物分離を行うこととした。「わんがけ」は、椀に砂を入れ、水を加えながら揺り動かすことで比重の小さい鉱物を排除し、比重の大きな粒子を椀に濃集させるという鉱物の比重を利用した分離手法である。今回のプログラム教材では時間の都合上、教授者によるデモンストレーションとしたが、受講者が実際に「わんがけ」を行うことにより、鉱物の比重に関する理解が深まることが期待できる。

4) ハンドピッキング

鉱物のハンドピッキングは、研究現場では精密ピンセットを用いることが一般である。本プログラム教材で用いたピッキング用の棒は、割り箸の先端に画材筆の毛を装着させたものである(図4)。この毛を水に

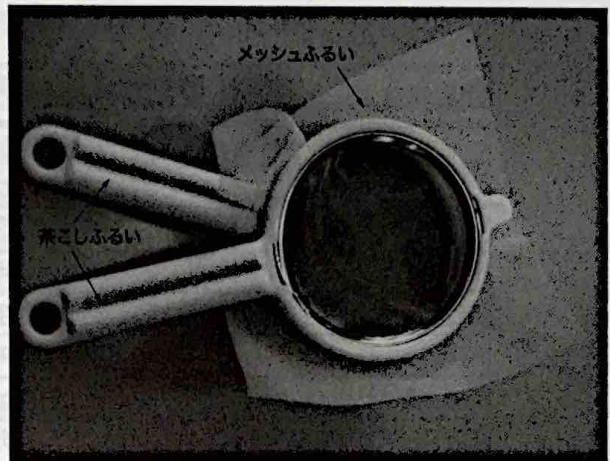


図3 茶こしふるいとメッシュふるいの使用方法。メッシュふるいは、2個の茶こしふるいの間に挟んで使用する。

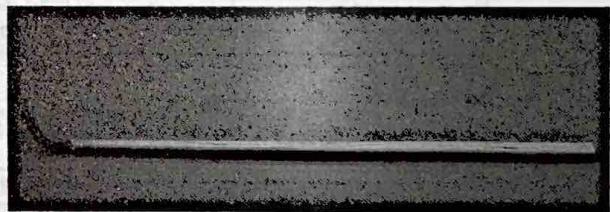


図4 ピッキング用に作製した棒

つけることで、水の表面張力を利用して、細粒鉱物粒子を一粒ずつ拾い上げることができる。

表1に、モデル教材の材料一覧を示す。すべて身近にありかつ安価に購入できるもので道具をそろえた。

(3) 作業手順

図5に、作業手順のフローチャートを示す。海浜砂を用いたプログラム教材における作業の手順は、以下のとおりである。

1. 海浜砂の観察(砂の色、形、大きさ、重さなど)
2. 粒度分離1(茶こしふるいによる粒度分離)
3. 粒度分離2(メッシュふるいによる粒度分離)
4. 磁気分離(磁石を用いて磁性鉱物(有色鉱物)と非磁性鉱物(白色鉱物)に分離)
5. ルーペを使って分離した鉱物粒子の観察
- 6-1. ピッキング用の棒を使用して、分離した有色鉱物と白色鉱物の粒子を一粒ずつそれぞれ拾いあげる。
- 6-2. スライドガラスには固定のために両面テープを貼る。
- 6-3. スライドガラスの上にピッキング用の棒で拾

表1 プログラム教材で使用する材料と道具の一覧および留意点

用具類など	個数	コメントなど
海浜砂	1	海浜砂 (30 g程度) が入ったポリチャック袋を① (図3) とする
ポリチャック袋	6	袋に②～⑦と記しておく
茶こし	2	篩い用
布メッシュ	1	篩い用 (ニチカ製100メッシュを使用)
磁石	1	100円の円磁石で可能
ルーペ	1	倍率は5倍から10倍程度がよい
薬包紙	3	磁気分離の際、磁石に砂がつかないようにするため、少量の試料を包むのに有効
A3用紙	1	実験中に下に敷いて置くと試料の散乱を防げる
プラスチックケース	1	鉱物をつりあげるピッキングのための水を入れるため
ピッキング用棒	1	割り箸の先端に画材用筆の毛を数本装着
スライドガラス	2	ニチカ製の有孔虫化石用を使用すると、ガラスにマス目が記入されているのでわかりやすい

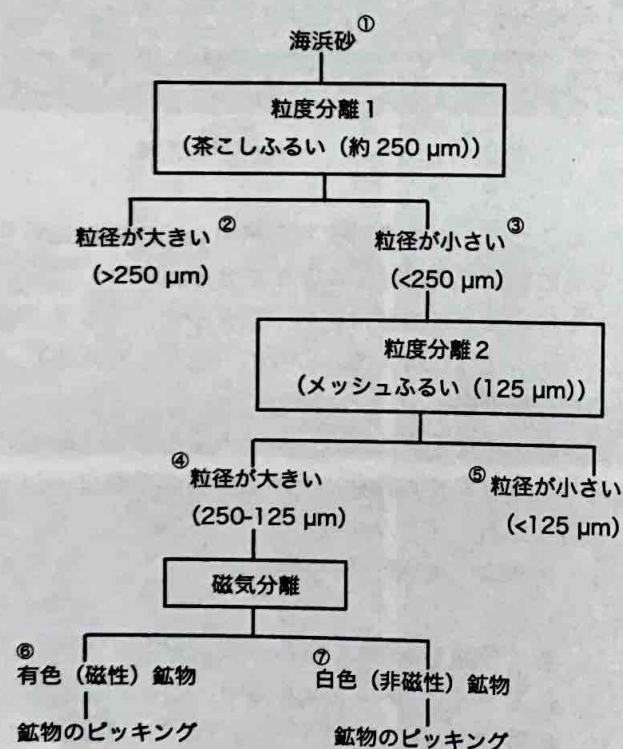


図5 海浜砂選別作業手順のフローチャート。①～⑦は選別した砂を分けて入れるポリチャック袋の番号を示す (表2を参照)。

い上げた鉱物粒子を一粒ずつ並べて、鉱物の標本作りを行う。

以上、1～6の作業工程で分離した砂はそれぞれ①～⑦ (図5) のポリチャック袋へ入れるように指示

し、作業後に観察しやすいようにした。

5. 授業実践とプログラム教材の効果

(1) 科学体験実証スペース「O-Labo」における実践

大分県商工労働部工業振興課主催事業である科学体験実証スペース「O-Labo」において、2010年8月29日に本教材を用いた授業実践「海岸にある黒い砂と白い砂は何だろう?—砂はどこからきたのだろうか?—」を行った (図6)。1回の授業実践は90分で、合計3回行った。タイムスケジュールとなる授業展開例を表2に示す。作業過程は、最初に3地点 (塩屋海岸と別府湾に位置する2海岸) の海浜砂を見せて、色や粒子の大きさなどの違いについて考えさせ、なぜ砂を分けるかの目的を説明した。その後は、作業のフローチャート (図5) に従って茶こしふるいとメッシュふるいを使用した粒度分析、磁石を用いた磁気分離を行った。次に、実体顕微鏡を用いて分けた鉱物粒子についてその特徴や名前などをそれぞれ説明した。そして、実際に子どもたちがルーペで分離した鉱物粒子を観察しながら、ピッキング棒を用いて有色鉱物と白色鉱物をそれぞれプレパラートに載せる作業をさせた。少し休憩を挟んで、教授者による「わんがけ」実演を行い、比重による分離方法についても理解させた (図7)。最後にまとめとして、砂粒子がどのようなところ

表2 科学体験実証スペース「O-Labo」での授業実践の展開例 (90分)

所要時間	学習内容	留意点や注意点など
目的説明 (15分)	動機付け	何で砂をわけたりするのか?・・・目的を説明 砂と一言にいても、形や大きさなど違うのはなぜか考えさせ、発表させる 海浜砂1, 2, 3があって海浜砂3を使って以下の実験を進めさせる
	実験の説明	道具の確認 実験順番の簡単な説明 実験中の注意事項
	質問	
	砂の観察	海浜砂3の砂を砂①で観察
	粒度分離1	茶こしふるいで砂を粒径で分けさせる 砂②と砂③の作成 (A3用紙の上で作業させること)
実験・実演 (65分)	粒度分離2	砂③の半分を茶こしふるいにセットしたメッシュふるいへ入れて分けさせる 砂④と砂⑤の作成 (A3用紙の上で作業させること)
	磁気分離	砂④を磁石を使って白色鉱物と有色鉱物に分けさせる 砂⑥と砂⑦の作成 (A3用紙、葉包紙の上で作業させること)
	実体鏡観察	海浜砂3をスクリーンに投影して見させる 分けた鉱物粒子についての解説 [白色鉱物と有色鉱物]
	休憩	休憩させて、後半に集中させる
	ルーベを使って観察	ルーベの使い方を説明 ルーベを使って磁気分離させた鉱物を観察させる 目に注意
	ピッキング	使い方を細かく説明 (水を用意する) 先を湿らせた毛で鉱物を拾い集めさせる 目に注意
	5分程度 (机のまわりに子供を集めて、わんがけ実演を見させる)	
	まとめ	どこの海浜かを海浜の写真を使って解説 砂のもとになった岩石を考えさせる、ひろってきた海岸の石を観察させる 地質図を使って解説 どのようなことがわかり、理解できたのか?
	質問	



図6 科学体験実証スペース「O-Labo」での授業実践の様子 (2010年8月29日実施)。

から運ばれてきたか、砂のもとになる岩石などについても教授者が説明を加えた。

3回行った授業実践では、参加人数が8名、4名、

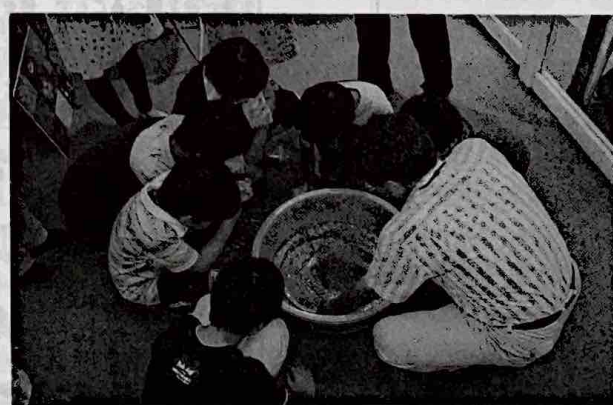


図7 教授者による「わんがけ」実演および観察風景。

17名程度とまちまちであった。子どもたちの反応は、海浜砂が磁石を使うことでみるみる白くなっていくことに驚きと興味がよりわいたようで、最後のピッキング棒による鉱物集めでは、夢中になってなかなか時間がきてもやめられない子どももいた。しかし、実験を

表3 事後アンケート設問への回答および授業後の学生の感想（自由記述）

設問1. 本実験の興味深かった部分	
学生A	「砂はどこからやってきたのだろう」クイズ
	磁石につくものの選別
	砂を白いものと黒いものに分けていく作業
	スライドに砂の標本作り
学生B	地質図
	ふるいにかけて砂を粒の大きさに分け、さらに砂を白い砂と黒い砂と分けプレパラート（資料）を作ったことが面白かった
学生C	身近な砂についての知識が増えた気分になれる
	砂がどこからきたのかが学べるので、日常の中でも調べる癖がつきそうで面白い 実験、観察が好きな生徒の興味がひける、導入に使える
設問2. 作業過程でわかりにくかった部分	
学生A	場所によって砂の大きさや形、色が違っているのはなぜか？という予想と作業を通じてどのようなことが理解できたか？という考察の結びつき
	違いのポイントでの“重さ”から考えられること
学生B	磁石につかなかった黒い砂についての説明があればよかった（磁石で取りきれいてないだけなど）
学生C	砂をいくつかの方法で分けてみたが、なぜその方法で分けるのか理由がわかりにくい この実験観察だと砂を分ける方法を学ぶだけで終わってしまう
設問3. 新たに理解したこと	
学生A	共存しない鉱物があること
	磁石に付くものは砂鉄だけだと思っていたので、角閃石などもあったこと 世界には様々な海岸や砂浜があり、砂は土地によって異なる特徴がある
学生B	身近にある砂を詳しく調べていくことで周りの土地の組成がわかるなど、砂からの情報で知れることが多いことが分かった
学生C	砂を分ける方法を学んだ（大きさの違い、磁石につくかどうか等）
	砂がどこでできて、どうやってその場所に来たのかが分かった 砂の中の鉱物の違いで、土地の違いが分かることを学んだ
設問4. より理解を深めるためにテキストをどのように改良すべきか	
学生A	実験の内容や操作はとても魅力的なので、その目的をもっと明確にし、実験と結果、考察、まとめの流れと意図がわかりやすく出来たら良い 砂A、B、Cと3種類用意してあるので、好きなものを選び、その違いを比較してみても良かった
	一人ひとりが感じたことを発表する機会があれば良いと思います
学生B	この体験の後、「みんなの周りの砂も調べてみよう」と言うことで子供たちが更に意欲的に地学に触れることができると思います
学生C	生徒にとって身近な砂ではありますが、砂を調べたあとで授業の内容と合致させやすくすると応用がきくようになる
	生徒が砂を調べることで、何を学ぶのかを明確にする
	実際に行くと時間がかかるので、授業時間に合わせた形にするとやりやすい
	砂を分ける方法を学ぶだけで終わってしまうので、「その砂の成分がどの鉱物でできているか？」などの課題をたて、次に鉱物の種類を学ぶ流れにすると授業とも合わせやすくなる
授業後の学生の感想（自由記述）	
学生A	砂を茶こしや布ふるいでさらに細かく分けたり、磁石にくっかせたり、ルーペで見たりといった作業は、とても面白く、つい熱中してしまいました。“目的・予想・仮説・実験・観察・結果・まとめ・考察”は、それぞれにきちんとした意図があり、子どもたちにも理解しやすいと感じたけれど、導きや一連の流れをもっと工夫できたらさらに理解が深まると考えます。
	いろいろな教科の中で理科は、全く知識がない状態でも、おもしろい！もっと知りたい！から始めることができると思います。また、普段何気なく過ごしている中からたくさん学ぶこともできます。
	今回の実験材料の“海岸にある砂”も気にしなければただの砂でしかないのかもしれないけれど、いろいろな方法で分けてみたり、ルーペで見たりすることで面白いと感じ、主な鉱物の写真や地質図といった情報からさらに考察できるので、いかにもっと知りたい！と思わせ
	中学校で導入部分として、同内容のことを授業にしてもおもしろいと感じました。授業内容的に地学分野は少ないので、興味深く感じさせるのは難しいだろうなと思います。
学生B	砂浜の砂を使うことで誰でも身近にとらえることができ、子供が「砂はどこからきたのか、白い砂、黒い砂がどのようなものなのか考えることができると思いました。
学生C	実験操作もわかりやすく、身の回りにあるものを利用していため子供が後で再現できる ところも良いと思います。
	記載無し

行った感想（設問「今日やった体験で苦勞したこと、難しかったこと」）は参加した29名中10名から回答（自由記述）を得た。それによると、ピッキング棒による鉱物を集めるところが難しいと作業後の感想で10名全員が記述していることもあり、改良の余地があることがわかった。この実践では、学習者は海浜砂の分別を行い、教授者が海浜砂と後背地についての関係を説明するにとどまったので、学習の達成度を測ることができなかった。よって、本プログラム教材の効果を検証するために、次項に記述する実践授業を行った。

(2) 教職課程における学生実験での実施

別府大学食物栄養科学部食物バイオ学科が開講する教職課程の地学基礎実験において、学生たち（受講者4名）に作成したテキストによるプログラム教材を用いた作業に取り組んでもらった。学生たちの専門は生化学関連であることから、地学の知識は中学校までに習得したものが主である。そこで、まず海浜砂から抽出した鉱物を実体顕微鏡で観察させながら、鉱物の種類についてその特徴を説明し、おおまかに種類を区別することができる学習をさせた。この学習の前後で、鉱物写真（図2）を見せてその鉱物名について記入方式で回答させたところ、学習前の正答率7%に対して学習後は正答率82%と正答率が上がっていたことから、鉱物名に関する知識が増えていたと考える。その後、筆者らが作成した書き込み型のテキストに沿って、海浜砂を分離する作業を行わせ、粒度分離と磁気分離について学習させた。改良点としては、ピッキング用の棒で、割り箸の先端に装着する画材筆の毛を1本ではなく複数本にし（図4）、より鉱物を拾い上げやすくした。学生たちは、ほとんど手こずることなく、うまく鉱物を拾い上げていた。磁気分離で砂がみるみる白くなっていくころには面白く、夢中になっていく学生もいた。

学生には作業後アンケート形式で

設問1. 本作業の興味深かった部分

設問2. 作業過程でわかりにくかった部分

設問3. 新たに理解したこと

設問4. より理解を深めるためにテキストをどのよう
に改良すべきか

の4項目について自由書式で記述してもらった。4名中3名から回答が得られ、回答一覧および授業後の感想を表3に示す。以下、アンケート結果を基に本プログラムの効果を検証する。

1) 理解と達成度

本プログラム教材のねらいは、4(1)で挙げたように、海浜砂を構成する鉱物粒子を複数の方法を組み合わせることで、海浜砂から身近な環境について考えさせ、海浜砂が後背地の地質と関係があることを示して地域の自然を総合的にとらえることである。アンケート記述より、学生A、B、Cともに砂と周辺の土地とのつながり、砂がどこからやってくるのかを理解することができたと言及している。このことから、教材のねらいである海浜砂と後背地地質とのつながりについて一定の達成度が得られたと考える。また、学生Aの感想では「“海岸にある砂”も気にしなければただの砂でしかないのかもしれないけれど、いろいろな方法で分けて見たり、ルーペで見たりすることで面白いと感じ、主な鉱物の写真や地質図といった情報からさらに考察できる」とあり、本プログラム教材のねらいを学生自身理解できていると考える。

2) 本プログラム教材の改良点

学生Bの記述では「一人ひとりが感じたことを発表する機会があれば良いと思います」とある。また、学生Cは「砂を分ける方法を学ぶだけで終わってしまうので、「その砂の成分がどの鉱物でできているか？」などの課題をたてて、次に鉱物の種類を学ぶ流れにすると授業とも合わせやすくなる」とコメントしている。本プログラム教材の大半は、複数の方法による選別分析に時間が割かれており、目的で最も重要な後背地地質との関係については、教授者が提示し学習者はそれを理解するにとどまっている。学習者が地域の地質を総合的にとらえることができるためには、地質図や後背地の岩石などを見せながら学習者に考えさせる時間を作っていくことの必要性が課題として浮上した。ただ、本プログラム教材は、学生Cのコメントで「実験、観察が好きな生徒の興味がひける、導入に使える」とあるように、理解への導入としては十分効果が得られたと考える。また、教材としても、学生Bは感想で「実験操作もわかりやすく、身の回りにあるものを利用しているため子供が後で再現できるところも良いと思います」とコメントしているように、身近な道具と題材を選ぶことの意義についても考えてもらうことができたと筆者らは考えている。

6. ま と め

砂に含まれる鉱物の選別分析方法に関するプログラム教材を考案し、茶こしや割り箸など身近で安価な材

料を用いて教材を作成した。そして、アウトリーチ活動や大学での学生実験で授業実践を行い、周辺の地質を学習する教材として一定の学習効果を認めることができた。このように身近な地域の地質教育に対して、このプログラム教材は理解を深めるために大いに寄与することが期待される。

しかしながら、大分県は高知県や沖縄県とともにいまだ科学館が存在せず、このような教材の蓄積は個人やグループによることが多く、地域環境を学ぶことができる教材はまだ不足しているといつて過言ではないだろう。自然災害に備える意味でも、地学を主体とした環境教育は重要であることは前述したとおりである。「子どもたちのみずみずしい感性を涵養し、理科に対する興味・関心を高める」(小川, 2011) ためには教師自ら「教員になってからも研修を積み、地域の学習資源を教科に関連づけて活用」(小川, 2011) することが最も重要と考える。筆者らは、地域環境について自然科学的研究による寄与(竹村, 2010) はもちろん、京都大学地球熱学研究施設(本部)が毎年行っている研究施設一般公開をはじめとして、地域で行われるアウトリーチ活動に積極的に参加し、サイエンス・コミュニケーター(インタープリター)的役割を果たそうと考えている。しかし、アウトリーチ活動は多くの場合、その場だけのものになりがちで、かつプログラム教材も整理されていないことが多いと感じている。筆者らはアウトリーチ活動をより体系化するために、学習指導案の書き方を参考にした授業実践展開のタイムスケジュールを作成するなど教材を作成し、より汎用的に何度でも行えることができる教材作りを目指している。そして将来的には、学校教育や生涯教育などあらゆる教育現場で教材として扱ってもらえるように詳細に情報を公開することを進めたいと考える。例えば教材の公開の方法に、川上は、Web サイト教材として開発したコンテンツの活用事例などを「理科教材データベース」として公開している(川上, 2011)。

筆者らが作成し、公開してきた教材の数はまだ不十分であるが、今後も最良な教材を一つずつ紹介していきたいと考えている。そのためにも、より多くの教育現場からのご批判やご助言を賜りたい。

謝 辞 教材を作成し授業実践するにあたって、大分県の科学体験実証スペース「O-Labo」関係者には多大にご協力いただいた。また、京都大学大学院理学

研究科附属地球熱学研究施設の皆様からアドバイスをいただいた。別府大学食物栄養科学部食物バイオ学科が開講する 2011 年度基礎地学受講の学生たちとの議論は有意義であった。匿名の査読者 2 名からいただいた建設的なご意見により、本稿は改善された。末尾ながら記して感謝申し上げる。

引用文献

- 安藤義宗・鈴木 洋・上島顕司(2005): 別府海岸における背後地域と海岸との関係性および空間整備への繁栄方法に関する研究。第 32 回土木計画学研究発表会発表要旨。
- 林 慶一・青野宏美・宮下 治・三次徳二・下野 洋(2001): 環境教育の批判的考察およびそれに基づく環境教育の新しい考え方。地学教育, 54, 203-218。
- 石塚吉浩・水野清秀・松浦浩久・星住英夫(2005): 豊後杵築地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)。産総研地質調査総合センター, 83p。
- 河尻清和・吉田恵一・内出中学校文化研究部理科班(2009): 砂質堆積物の粒度組成の変化からみた、相模海岸の砂質堆積物の移動過程について。相模原市立博物館研究報告, 18, 93-108。
- 川上紳一(2011): 魅力的な教材開発・アウトリーチ活動に通じた地球惑星科学と理科教育の連携。第四紀研究, 50(別冊), S59-S66。
- 川村教一(2004): ネオジウム磁石を利用した火山灰中の鉱物の簡易磁力選別。地学教育, 57, 25-31。
- 三次徳二(2005): 小学校理科「土地のつくり」における野外学習(I)一実施の問題点と大分市地域における指導法の研究一。大分大学教育福祉科学部研究紀要, 27, 277-284。
- 三次徳二・宮崎 翼・松阪昌昭(2007): 小学校理科「土地のつくり」における野外学習(II)一大分県南部の地層を対象とした指導法の研究一。大分大学教育福祉科学部研究紀要, 29, 105-111。
- 三次徳二・肥後喜陽・藤原祐樹(2011): 小学校理科「流水の働き」における野外学習(I)一大分川と春木川における川原の石の比較一。大分大学教育福祉科学部研究紀要, 33, 59-66。
- 宮久三千年(編)(1971): 大分県地質図(1/200,000)。
- 文部科学省(2008a): 中学校学習指導要領。東山書房, 京都, 66-70。
- 文部科学省(2008b): 小学校学習指導要領。東京書籍, 東京, p. 69。
- 文部科学省(2008c): 高等学校学習指導要領解説理科編理数編。実教出版株式会社, 東京, 164-166。
- 中野尊正(1956): 日本の平野—沖積平野の研究一。古今書院, 東京, 320p。
- 小川義和(2011): 社会とつながる科学教育—地域の資源を活用した地学教育から考える一。第四紀研究, 50(別冊), S67-S78。

大森昌衛・茂木昭夫・星野通平 (1971): 浅海地質学, 海洋科学基礎講座 7, 東海大学出版, 東京, 445p.

下岡順直・三好雅也・馬渡秀夫・吉川 慎・山本順司・渡辺克裕・齋藤武士・杉本 健・山田 誠・三好まどか・竹村恵二 (2011): 七輪でマグマをつくる—身近な

ものを用いてマグマ形成過程を観察する—, 地学教育, 64, 53-69.

竹村恵二 (2010): 火山灰による別府周辺の第四紀後期火山活動史, 大分県温泉調査研究会報告, 61, 35-40.

下岡順直・三好雅也・山本順司・三好まどか・竹村恵二: 海浜砂の多種選別分析法による後背地地質推定プログラム 地学教育 65 巻 2 号, 51-61, 2012

〔キーワード〕 海浜砂, 後背地, 選別分析, 身近な自然環境, プログラム教材

〔要旨〕 海浜砂を題材とした新たな地域地質教育のための教材開発を行った。学習者は選別分析を複数組み合わせを行い、砂を詳しく調べた。そして、砂に含まれる鉱物や岩片がその堆積場の後背地の地質を反映することを教授者が示すことで、海浜砂と後背地地質の関係性を学習者が理解することが期待された。このプログラム教材では、ふるいに「柄付き茶こし」を用いるなど、子どもたちにとって身近で安価な材料を用いて作業道具を作製し、子どもたち一人ひとりが作業を行えるようにした。そして、アウトリーチ活動で授業実践を行い、海浜砂と後背地地質の関係を学習者が理解できたことから、一定の学習効果を認められた。

Yorinao SHITAOKA, Masaya MIYOSHI, Junji YAMAMOTO, Madoka MIYOSHI and Keiji TAKEMURA: Study Program to Assess Hinterland Provenance Using Several Separation Methods for Beach Sand. *Journal of Education of Earth Science*, 65(2), 51-61, 2012

資料

地学系専門学協会による一般市民を対象とした アウトリーチ巡検の実践報告

Case Report on a Field Excursion for the General Public as an Outreach Activity
by an Academic Society for Quaternary Science

植木岳雪^{*1}・中尾賢一^{*2}・西山賢一^{*3}・森江孝志^{*4}・

竹村恵二^{*5}・米延仁志^{*6}・山田和芳^{*6}・長谷川修一^{*7}

Takeyuki UEKI, Ken-ichi NAKAO, Ken-ichi NISHIYAMA, Takashi MORIE,
Keiji TAKEMURA, Hitoshi YONENOBU, Kazuyoshi YAMADA
and Shuichi HASEGAWA

Key words: Field excursion, Outreach activity, Academic society, General public, Shikoku

1. はじめに

内閣府総合科学技術会議は、平成22年6月に3,000万円以上の公的研究資金を獲得した研究者に、国民との科学・技術対話（アウトリーチ活動）を義務づける決定を行った。それを受けて、科学技術振興機構（JST）は研究者の社会に向けてのアウトリーチ活動の意義を明確にし、これからの持続可能なアウトリーチ活動に資する方針や具体例などをとりまとめるための検討会を開催した。その報告書（科学技術振興機構, 2011）によれば、研究者と市民との双方向のコミュニケーションという意味から、「アウトリーチ」の代わりに「対話」という言葉が用いられている。そして、研究者による「対話」の必要性として、以下の5点が挙げられている。(1) 科学技術の研究は知の地平を拓く営みであり、その成果は人々のプライドとアイデンティティの源、次世代の人材を育成する重要な柱であって、豊かな経済社会の基盤として不可欠である。(2) 科学技術の研究には積極的であるべきとする国民のコンセンサスが不可欠であり、そのコンセンサスは「対話」を通じて形成される。(3) 研究者は「対話」を通じて研究を進める責任を負い、特に研究が公

的研究資金で支えられている場合には納税者の納得を得ないわけにはいかない。(4) 研究成果には常に公共性があるので、公的研究資金以外による研究も(3)に準ずる。(5) 現在の「対話」は自然科学中心の傾向があるが、自然科学・社会科学・人文科学の異なる分野の多様な研究者や市民との協働が求められている。

このように、近年、研究者によるアウトリーチ活動の必要性、重要性が高まっている。研究者によるアウトリーチ活動としては、研究者の所属機関が主催する公開講座や市民講座、所属機関外での出前授業が一般的であるが、そのほかに研究者が所属する学協会が主催するものも行われている。地学系の学協会としては、日本地球惑星科学連合をはじめ、日本地質学会、日本火山学会、日本天文学会、日本気象学会などが研究大会にあわせて、また日本学術会議や東京地学協会などが不定期に普及講演会を開催している。一方、学協会が主催するアウトリーチ活動の中で野外活動は少なく、日本海洋学会による「海洋と地球の学校」（轡田, 2011を参照）、日本地震学会・日本火山学会による「地震火山こどもサマースクール」（第10回地震火山こどもサマースクール実行委員会, 2010を参照）、日本地質学会関東支部による「城ヶ島巡検」（笠間,

^{*1} 独立行政法人産業技術総合研究所 地質情報研究部門 ^{*2} 徳島県立博物館

^{*3} 徳島大学大学院 ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部 ^{*4} 徳島県那賀町立相生中学校

^{*5} 京都大学 地球熱学研究施設 ^{*6} 鳴門教育大学大学院学校教育研究科 ^{*7} 香川大学工学部

2012年1月13日受付 2012年3月20日受理

2011を参照)が例として挙げられる程度である。しかも、これらは児童・生徒および学校教員を対象としており、学協会によって一般市民を対象にした野外活動はほとんど行われていないと思われる。児童・生徒を対象とした学校教育において、地学の野外観察授業の重要性は広く認識され、その教育的な効果も実証されている(相場・小林, 2008)。同様に、一般市民を対象とした生涯教育の観点から、地学系の学協会がアウトリーチ活動の一環として地学の野外活動を実施することは、一般市民に地学の研究を認知・理解してもらう意義があると考えられる。それが「地学の研究を推進する」という国民的なコンセンサスにもつながると考えられる。

日本第四紀学会は、第四紀という一つの地質時代に関係するさまざまな分野の研究者が集まった学際的な学会である。2010年には、学校教育としての地学教育、生涯教育としての自然史教育のシンポジウムをそれぞれ開催し、2011年の研究大会では一般市民向けの公開シンポジウムと普及講演会を開催するなど、ここ数年、教育問題やアウトリーチ活動に積極的に取り組んでいる。2011年の研究大会は徳島県の鳴門教育大学で開催されたが、それにあわせて「100万年の東四国を探る」というテーマで、徳島県から香川県にまたがる阿讃山地周辺の地形・地質の野外見学会を企画した。そして、この野外見学会を学会による「アウトリーチ巡検」と位置づけ、社会や学校教育等への貢献を目指して、一般市民や初等・中等教育の関係者(学校教員、児童・生徒、保護者)など学会員以外の参加者も募集した。本報告ではこのアウトリーチ巡検の実践例を詳しく報告し、巡検の評価について簡潔に示す。なお、参加者の立場でみた巡検の概要は、日本第四紀学会の通信誌に報告されている(森江, 2011)。

2. 阿讃山地周辺の地形・地質の概要

(1) 地形

四国北東部の阿讃山地は、南縁を中央構造線、北縁を阿讃山地北縁断層群で画された南北10~15 km、東西約100 kmの地壘状の山地である(図1)。山地の主稜線は南に大きく偏っており、最高点は標高1,060 mの竜王山である。阿讃山地の北麓には和泉層群、領家花崗岩類あるいは三豊層群からなる丘陵が広がっており、山地の南麓には和泉層群あるいは土柱層からなる丘陵が点在している。

吉野川は阿讃山地の南麓に沿って東流し、東西に細

長い徳島平野を形成している。阿讃山地の主稜線を分水界として多くの河川が北または南へ流れるが、曾江谷川と日開谷川のみは主稜線より北方の丘陵から山地を穿入蛇行して南流し、吉野川に合流する先行河川である。主稜線上にある風隙(図1のa~e)は、かつて山地を横断して北流していた古水系の跡と考えられている(岡田, 1970, 1973; Sangawa, 1978; 植木・満塩, 1998; 植木, 2001)。

阿讃山地の南縁を限る中央構造線は東西性の複数の右横ずれ変位を示す活断層からなり、後期更新世以降の段丘面を累積的に変位させている(岡田, 1968, 1970, 1973; 岡田・堤, 1990, 1997; 水野ほか, 1993; 後藤, 1998; 森野ほか, 2001; 堤・後藤, 2006など)。阿讃山地南麓の中央構造線活断層系の最新活動は16世紀以降と見積もられている(Tsutsumi and Okada, 1996; 岡田・堤, 1997; 後藤ほか, 2001; 森野・岡田, 2002; 森野ほか, 2002など)。阿讃山地北縁には阿讃山地北縁断層群と呼ばれる東西性の右雁行する北落ちの逆断層群が分布しているが、それらの第四紀後期の活動の証拠は認められない(長谷川, 1985; 長谷川ほか, 1993; 伊藤ほか, 1996; 植木・満塩, 1998; 植木, 2001)。一方、阿讃山地北縁断層群の10~15 km北方には東西性の複数の活断層が分布しており、その中で最も顕著な長尾断層は、南に50°程度で傾斜する断層面を持つ逆断層である(小林, 1991; 遠田ほか, 1993; 香川県, 1997)。長尾断層は中期更新世以降の香東川の段丘面を累積的に変位させており(寒川, 1973; Sangawa, 1978; 熊木ほか, 1986; 小林, 1991)、その最新活動は9世紀以降で16世紀以前である(杉山ほか, 2001; 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003など)。

(2) 地質

阿讃山地周辺の地質を図1に示す。阿讃山地は後期白亜系の和泉層群の砂岩泥岩互層からなり、和泉層群は全体に東にブランチする向斜構造を持つ(須鎗, 1973など)。阿讃山地の北麓の丘陵は西部では後期白亜系の領家花崗岩類からなるが、中部から東部では領家花崗岩類と和泉層群からなる。また、鮮新~下部更新統の三豊層群が領家花崗岩類を不整合に覆っている。三豊層群は下部の本流性の砂礫層と上部の扇状地性の礫層に分けられ、前者は阿讃山地の南方の四国山地を構成する三波川変成岩類の礫を含むことから、阿讃山地を横断して北流していた古水系によって形成されたと考えられている(寒川, 1973; Sangawa, 1978;

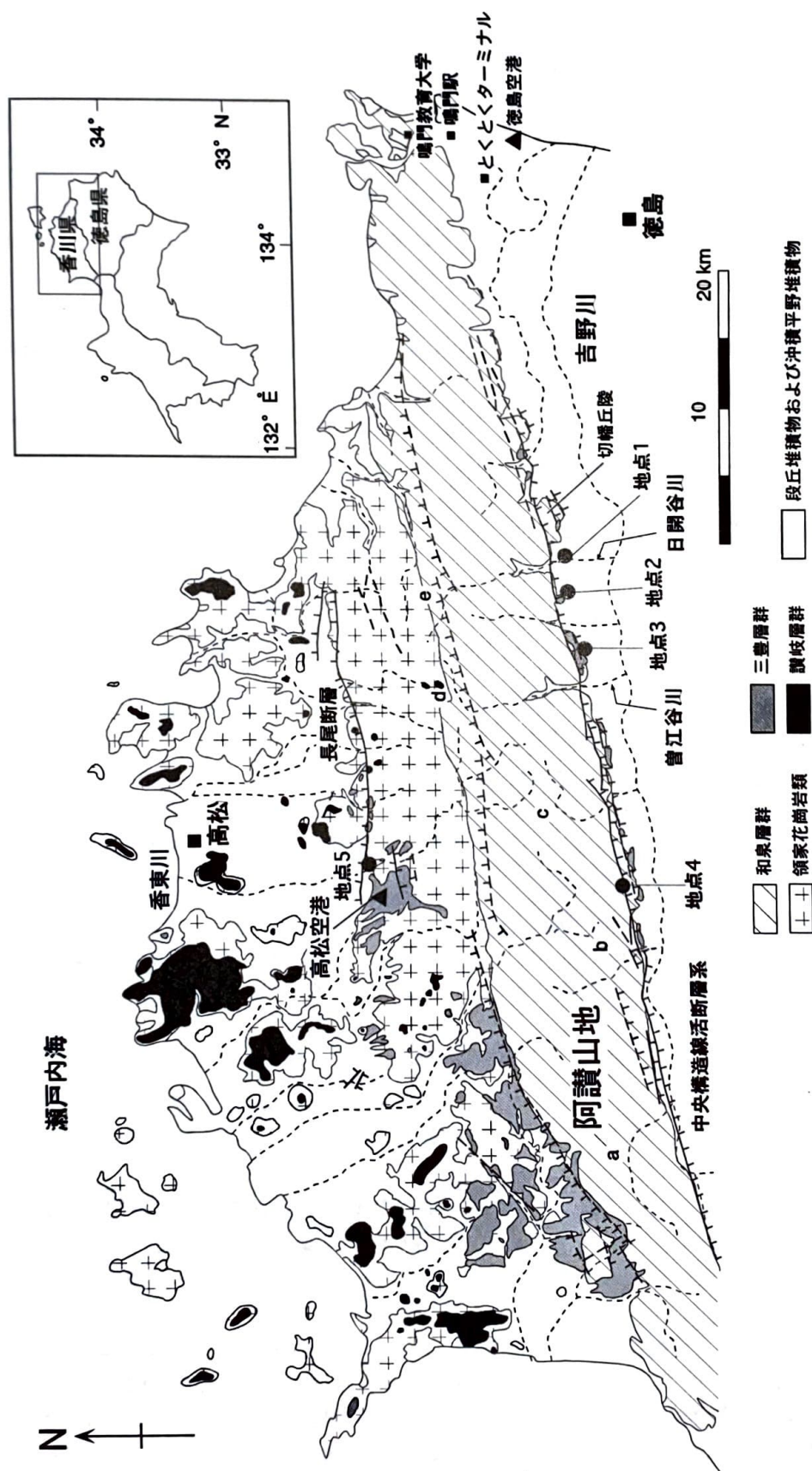


図 1 四国北東部、阿讃山地周辺の地質
20 万分の 1 地質図幅「岡山及び丸亀」(松浦ほか, 2002) および「徳島」(牧本ほか, 1995) を簡略化。地点 1~5 は巡検の見学地点。記号 (a~e) は、阿讃山地を横断して北流していた河川が通っていたと考えられている風隙の位置を示す。曾江谷川と日開谷川の二つの河川のみが阿讃山地を横断して南流していることに注意。

植木・満塩, 1998; 植木, 2001). 阿讃山地の南麓に点在する丘陵は主に下部～中部更新統の土柱層からなり、吉野川の本流性の礫層と阿讃山地からの扇状地性の礫層が互層している(須鎗ほか, 1965; 水野, 1987; 阿子島・須鎗, 1989; 須鎗・阿子島, 1990; 満塩・橋本, 1999; 石田ほか, 2010 など).

3. アウトリーチ巡検の概要

(1) 巡検の日時

日本第四紀学会の2011年の研究大会は、2011年8月26日(金)～28日(日)に徳島県の鳴門教育大学で開催された。その中で、8月28日の午前には「環太平洋の環境文明史」と題した公開シンポジウム、午後には「徳島で考える地震津波と防災 一東日本大震災からの新たな教訓」と題した普及講演会が行われた(米延, 2011 および西山, 2011 を参照)。今回の巡検は、学会の研究大会にあわせて8月29日(月)に行われた。

(2) 巡検の目標

今回の巡検の目的は、徳島県・香川県の児童・生徒を含む一般市民に郷土の大地の成り立ちを理解してもらい、郷土への愛着を高めてもらうことである。そこで、「100 万年の東四国を探る」というテーマを掲げ、巡検の目標として、第1に四国の地形・地質を大きく画する中央構造線とそれに沿って流れる吉野川がつくる景観を第四紀学的な視点から観察すること、第2に中央構造線活断層系と長尾断層を例にして活断層について学ぶこと、第3に有名な観光地で国の天然記念物にも指定されている「阿波の土柱」の学術的な意義を知ることの3つを設定した。

(3) 広報

今回の巡検は、学会のホームページ、メーリングリスト、通信誌のほかに、徳島県の中学校理科研究会事務局を通じて学校教員へ巡検の情報を流したり、巡検の案内者の紹介によって広報した。また、学会の公開シンポジウム、普及講演会とあわせて、両面でカラー印刷したチラシを作成した。チラシには、徳島県、香川県のイメージキャラクターや、児童が描いた「阿波の土柱」のキャラクターをのせて、巡検に固いイメージを抱かれないように工夫した(図2)。チラシの配布先は、鳴門教育大学附属小・中学校の児童・生徒・教員、鳴門市内の小・中・高等学校および児童クラブの児童・生徒、鳴門教育大学で教員免許状更新講習を受講した学校教員、中・高等学校の地歴教員向けの講

演会の参加者、教育公務員特例法の定める10年経験者研修の受講者、徳島市防災士会の会員、徳島県立博物館友の会の会員などである。このほかに、徳島県立防災センター、徳島県立博物館、阿南市科学センターなどにもチラシを置いてもらった。

(4) 巡検の参加費

今回の巡検は文部科学省科学研究費補助金(研究成果公開促進費)による学会の活動として行われ、貸し切りバス代や案内者の謝金は補助金によって賄われた。そのため、巡検の参加者は保険代の100円のみを負担した。保険代は、当日バスに乗る前に受付で徴収した。

(5) 巡検の行程とルート

今回の巡検の行程を表1、見学地点を図1に示す。阿讃山地の南麓では中央構造線活断層系と「阿波の土柱」に関してそれぞれ3つと1つ、北麓では長尾断層に関して1つの合計5つの見学地点を設定した。学会の研究大会の開催場所(鳴門教育大学)にあわせて、集合地点および解散地点をJR 鳴門駅にした。乗用車で来る参加者、高速バスで阪神方面に帰る参加者のために、高速バスの停留所に有料駐車場が併設されている松茂町の徳島とくとくターミナルを集合地点、解散地点に加えた。また、飛行機で東京方面に帰る参加者のために、高松空港と徳島空港を解散地点に加えた。真夏の巡検のため、午後よりも相対的に涼しい午前中の見学地点を多くしたほうが良いこと、および見学終了後に飛行機や高速バスで帰る参加者のことを考慮して、出発地点から地点4までは中央構造線に沿って西に向かい、地点4から地点5にかけて阿讃山地を北に横断し、地点5から解散地点までは阿讃山地の北麓を東に向かうような巡検のルートを設定した(図1)。移動時間の短縮のために、高速道路や車両の少ない広域農道を走行するようにした。

(6) 見学地点

地点1: 徳島県阿波市市場町尾開^{おぼり}(世界測地系で北緯34°6'18.3", 東経134°16'40.4")

地点1から西方を望むと、阿讃山地と徳島平野の境界が直線状になっていることがわかる(図3-1, 3-2)。そこには中央構造線活断層系の父尾断層^{ちちお}が走っており、それとほぼ平行して徳島自動車道が建設されている。父尾断層は日開谷川の扇状地を変位させて、比高数mの低断層崖を形成していたが、現在は高速道路の下になり見ることはできない。なお、1991年に現在の高速度道路の橋脚付近でトレンチ掘削が行われ、父

むかし、阿波と讃岐が分かれて
いなかったって、ほんと？

阿波代表すだちくん 讃岐代表親切な青鬼くん

100万年前の東四国を探る

日本第四紀学会の野外地学観察会

*** 阿波と讃岐の間に山がなく、吉野川が瀬戸内海に流れていた・・・
そんな昔の地形や地層を、夏休みの最後に親子で見に行きませんか***

○日時：2011年8月29日（月）8:00～17:30

○徳島県・香川県内を貸し切りバスで移動します

○小学生以上なら誰でも参加できます（ただし、小学生は保護者同伴）

○事前予約制、定員30名（先着順、8月12日締め切り）

○参加費：保険料100円のみを当日お支払いください

○申し込み先：ksaitou@naruto-u.ac.jp, 088-687-6411（10～16時）

お名前、人数、連絡先を鳴門教育大学科研プロジェクト室まで

○行程

- 8:00 JR鳴門駅出発
- ・父尾断層（中央構造線系活断層）の変動地形（遠望）
- ・100万年前の火山灰層をはさむ土柱層（火山灰と花崗岩礫の観察）
- ・阿波の土柱（土柱火山灰の観察、土柱の成因と埋積）
- ・藍ランドうだつ（道の駅）にて各自で昼食
- ・美馬市中上の低角度断層（断層面と土柱層の観察）
- ・花崗岩と三豊層群の境界（不整合面と撓曲）
- ・結晶片岩礫を含む三豊層群（時間に余裕があれば実施）
- 15:30頃 高松空港（第一次解散）
- 16:50頃 徳島とくとくターミナル（第二次解散）
- 17:00頃 徳島空港（第三次解散）
- 17:30頃 JR鳴門駅で最終解散

天候および交通事情等により、若干の変更もあります。

共催：徳島大学環境防災研究センター、鳴門教育大学、特別協力：徳島県立博物館
後援：NHK徳島、徳島新聞社、四国放送、FM徳島、エフエムびざん、徳島市教育委員会、鳴門市教育委員会、四国地質調査業協会

*この活動は、文部科学省科学研究費補助金（研究成果公開促進費）「はてな？はっけん！四国の自然史：学校教育、生涯教育の両面から科学リベラルアーツの向上と科学リテラシーの育成のために」の補助を受けています。

*すだちくんは徳島県とくしまブランド戦略課（すま第11-31号）、親切な青鬼くんはわがかがわ観光推進協議会、土柱ちゃんは阿波市立林小学校の使用許可をいただいています。

林小
土柱ちゃんも
待ってるよ

図2 アウトリーチ巡検の広報のチラシ

チラシは両面でカラー印刷され、裏面には学会の研究大会で開催された公開シンポジウム、普及講演会の案内が載せられている。

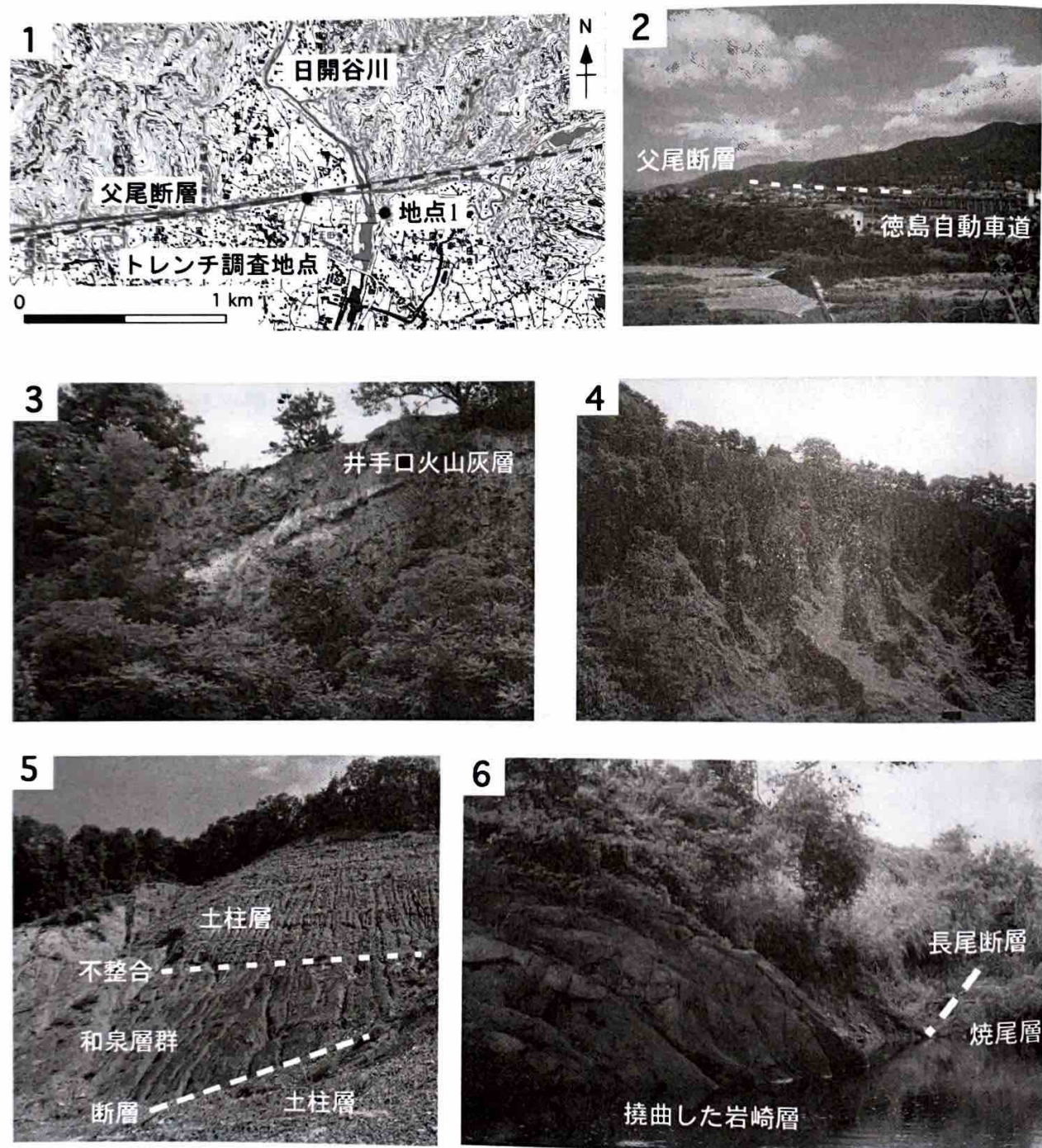


図3 各見学地点の概要

1. 地点1 (徳島県阿波市市場町尾開) 周辺の父尾断層の地形と岡田・堤 (1997) によるトレンチ掘削調査地点の位置。基図は国土地理院発行の25,000分の1数値地図「市場」を使用。2. 地点1から西方の父尾断層の遠望写真。阿讃山地の山麓に父尾断層が走っており、断層の上に徳島自動車道が建設されていることに注意。3. 地点2 (徳島県阿波市阿波町井手口) における北東に約20°傾斜する扇状地性の土柱層。井手口火山灰層を挟む。露頭の高さは約7m。4. 地点3 (徳島県阿波市阿波町桜ノ岡) における「阿波の土柱」の特異な景観。5. 地点4 (徳島県美馬市中上) における三野断層の露頭の全景。扇状地性の土柱層の上に和泉層群が衝上し、その上に本流性の土柱層が不整合で重なっている。6. 地点5 (香川県高松市香川町川東上) において香東川左岸に露出する三豊層群。岩崎層は長尾断層によって撓曲し、長尾断層を挟んで焼尾層に接している。

表1 アウトリーチ巡検の行程

日本第四紀学会主催 アウトリーチ巡検「100万年前の東四国を探る」

日時：2011年8月29日（月） 8:00-17:00

8:00 JR鳴門駅前出発

8:20 徳島とくとうターミナル（松茂町）出発

徳島自動車道 徳島IC～土成IC

9:10～9:20（10分） 地点1：市場断層の地形の遠望

広域農道

9:40～10:00（20分） 地点2：井手口火山灰層をはさむ土柱層の観察

広域農道

10:10～10:50（40分） 地点3：「阿波の土柱」の遠望と土柱層の観察

広域農道

11:10～11:50（40分） 道の駅「藍ランドうだつ」：昼食

県道鳴池線

12:10～12:50（40分） 地点4：中央構造線の中上露頭の観察

徳島自動車道 美馬IC～脇町IC、国道193号線

14:00～15:00（60分） 地点5：三豊層群と長尾断層の露頭の観察

15:10 高松空港出発

高松自動車道 高松中央IC～鳴門IC

16:30 徳島とくとうターミナル（松茂町）出発

16:40 徳島空港出発

17:00 JR鳴門駅到着

尾断層が弥生時代と16世紀末に活動したと推定されており、1596年の慶長伏見地震と連動した可能性が指摘されている（岡田・堤，1997）。

地点2：徳島県阿波市阿波町井手口（北緯34°6'14.4"，東経134°14'24.6"）

地点2は父尾断層のすぐ南に位置する露頭であり、そこでは扇状地性の土柱層が北東に約20°傾斜している（図3-3）。土柱層は大礫サイズの和泉層群由来の亜角礫からなるが、少量の花崗岩礫を含むことから、すぐ北側を流れる大久保谷川ではなく、阿讃山地北麓の領家花崗岩の分布域から南流する日開谷川によって形成されたことがわかる。地点2は日開谷川より約2km西にあることから、父尾断層は中期更新世前期以降に約2km右横ずれしたことになる（長谷川，1992）。また、土柱層には層厚30～80cmの井手口火山灰層が挟まれており（水野，1987；水野ほか，1993；

水野，1996a），約60万年前の広域テフラである誓願寺-梅テフラに対比されている（水野，2001）。

地点3：徳島県阿波市阿波町桜ノ岡（北緯34°5'33.3"，東経134°12'24.6"）

地点3は「阿波の土柱」と呼ばれる悪地地形であり、1934年（昭和9年）に国の天然記念物に指定され、最近では「日本の地質百選」（全国地質調査業協会連合会・地質情報整備・活用機構，2010）にも選ばれている。扇状地性の土柱層からなる高さ10～15mの土柱が林立して、特異な景観を示す（図3-4；藤井，1959，1998；吉野川研究グループ，1973；吉田，2004；石田ほか，2010など）。悪地地形は、土柱層からなる丘陵斜面が崩壊した滑落崖に形成されたと考えられている（石田ほか，2010）。2004年の台風で1本の土柱が崩壊したが、土柱の崩壊と堆積物による谷の埋積が繰り返されることによって、このままでは800年程度で

消滅する可能性がある(東明, 1984)。そのため、今後の景観保全の対策が求められている(石田ほか, 2010)。

地点3の土柱層は淘汰が悪く基質支持の礫層で、北東に約20°で傾斜しており、土石流ロープの集合体とみなされる(石田ほか, 2010)。土柱層には層厚40~100 cmの土柱火山灰層が挟まれており(水野, 1987; 阿子島・須鎗, 1989; 水野, 1996b)、約100万年前の広域テフラである猪^{しし}田^{りん}ピンクテフラに対比されている(水野, 1987; 石田ほか, 2010; 森江ほか, 2010)。なお、「阿波の土柱」は天然記念物に指定されているため、土柱火山灰層を採取するためには、阿波市教育委員会を通じて徳島県に土石の採取を申請する必要がある。

地点4: 徳島県美馬市中上(北緯34°3'22.2", 東経134°0'15.5")

地点4は中央構造線活断層系の三野断層の直上にある採石場跡地であり、ここでは扇状地性の土柱層の上に低角度の断層で和泉層群が衝上し、その上に本流性の土柱層が不整合で重なっている(図3-5)。そして、本流性の土柱層の上に再び低角度の断層で和泉層群が衝上している(中野ほか, 2009; 日本応用地質学会中国四国支部, 2009)。和泉層群の砂岩泥岩互層は著しく破碎されている。本流性の土柱層にはざくろ石角閃岩、かんらん岩のような高度変成岩の巨礫が含まれており、約60 km西方の愛媛県の東赤石山周辺の地質との類似性が指摘されている(中尾ほか, 2009; 西山ほか, 2009)。

地点5: 香川県高松市香川町川東上(北緯34°13'53.8", 東経134°1'40.6")

地点5は、国道193号線の新岩崎橋直下の香東川沿いの露頭である。三豊層群岩崎層は領家花崗岩類を不整合に覆い、数枚の泥炭層を挟むアーコース質のシルト層、砂礫層からなる(植木, 2001)。岩崎層からは、メタセコイアの球果などの前期更新世の植物化石が産出する(古市・坂東, 1974; 古市, 1983など)。岩崎層は一般に北に数度傾斜しているが、長尾断層に近づくにつれて傾斜が60°程度まで大きくなり、扇状地性の礫層からなる焼尾層^{やけお}と断層で接している(図3-6)。これは、長尾断層の逆断層運動による岩崎層の撓曲を示している。

(7) 案内書の工夫

巡検の参加者には、46ページの案内書を1部ずつ配付した。案内書の内容は、最初の35ページは地学

を専門とする研究者や学校教員向け、残りの11ページは地学を専門としない一般市民向けというように難易度を変えた(図4)。一般市民向けの文章は「ですます調」とし、専門用語にはルビを振り、説明を加えた。

(8) その他

熱中症や怪我などの緊急の場合に備えて、伴走車1台がバスに同行した。また、バスに救急箱を備えた。

4. アウトリーチ巡検の参加者の属性

今回の巡検は、案内者4名、バス2台で行った。巡検の定員を60名として参加募集を行ったが、定員を上回る募集があり、キャンセル待ちが生じた。案内者以外の巡検の参加者は全部で52名であり、当日のキャンセルは6名であった。

52名の参加者の職業は、小・中学生が15名、高校生が3名、大学生・大学院生が0名、研究者が9名、学校教員が12名、それ以外の一般市民が13名であった(図5-1)。そのうち、小・中学生を含む親子での参加は5組であった。また、学会員は9名、非学会員は43名であった(図5-2)。参加者の居住する地域は、学会員は全国各地からであるが、非学会員は徳島県を中心部の徳島市、鳴門市、小松島市が多かった(図6)。

このように、参加者の多数を研究者以外の非学会員が占め、徳島県に居住する者が多かったことは、徳島県の人のネットワークや積極的なチラシの配布の効果と思われる。

5. アウトリーチ巡検の様子

(1) 地点1

地点1では参加者を二つに分け、一方が父尾断層の変位地形を遠望している間に、もう一方は案内書に載せられた空中写真と赤青めがねを使ってアナグリフ写真のポスターを実体視し、父尾断層の変位地形を認識した(図7-1)。ここでは参加者の反応は今ひとつで、案内者の説明を静かに聞いていた。それは、ここが巡検の最初の地点であり、参加者が案内者に質問するのを遠慮していたことによるとと思われる。

(2) 地点2

地点2では、最初に土柱層の堆積環境・年代と井出口火山灰層についての説明を受け、露頭を観察した。その後、礫層に含まれている花崗岩礫を探したが、特に親子では宝探しのように夢中になっていた。ここで

4.1 STOP 1：父尾断層の変動地形と、トレンチ調査結果（資料）

阿波市市場町尾開の段丘崖から西望すると、父尾断層沿いに高速道路が建設されたことがよくわかる（図4.1.1）。

市場町上喜来の日開谷川扇状地では、1991年によってトレンチ調査が実施され、父尾断層が弥生時代と16世紀末に活動したと推定されている（岡田・堤, 1997；図4.1.2- 図4.1.4）。16世紀末と推定された断層運動は、1596年の慶長伏見地震と連動した可能性が指摘されているが、古地震記録によって詳しい地震像が解明されているわけではない。

また、阿波市市場町では浅層反射法地震調査によって、和泉層群が約20°北傾斜で鮮新-更新統の土柱層と接する物質境界が認められたが、父尾断層に相当する反斜面は不明瞭である（堤ほか, 2007；図4.1.5, 図4.1.6）。

地震調査研究推進本部（2011）が公表した中央構造線活断層系の地震評価結果では、徳島県の讃岐山脈南縁～愛媛県の石鎚山脈北麓の中央構造線の活断層（長さ約130km）を震源とする地震のマグニチュードは、8.0またはそれ以上と予想される。前回の地震は16世紀末に発生したと推定される。今後の地震の発生確率は、今後30年以内にほぼ0～0.3%、今後100年以内にほぼ0～2%であり、日本の活断層の中では、発生確率がやや高いグループに属する。【長谷川・西山】



図4.1.1 STOP 1と2の位置図

図4 巡検案内書における地点1の解説

左は地学を専門とする研究者や学校教員向けのページ、右は地学を専門としない一般市民向けのページ。

観察のポイントと用語の解説（一般の方向け）

STOP 1：父尾断層の変動地形

＜地形観察のポイント＞

大きな活断層は、しばしば断層変位地形とよばれる、特有の地形をつくります。阿波市市場町上喜来は、中央構造線の活断層である父尾断層により、かなりはっきりした断層変位地形が見られた場所です。

この地点では、山地と平野との境界が直線的になっており、その真上に高速道路が作られていることがわかります。この直線状の境界（高速道路の真下）が、この地域の中央構造線のメインの断層（主断層）である父尾断層（ちおだんそう）です。父尾断層は日開谷の扇状地も切っており、以前は山地と扇状地の境界の東方延長に高さ数mの低断層崖（ていだんそう）が、活断層がつくる、比較的低い（け）がありましたが、現在は高速道路の下になり、見ることができません。裸眼実体視（平行法）ができる方は、本編図4.1.2の写真2でチャレンジしてください。実体視がうまくできない人や、「実体視」なんて言葉は初めて聞いたという人は、当日案内者が持参するアナグリフ写真で確認してみてください（青が右目です）。徳島県立博物館の常設展示室では、実体鏡という特別な装置を使って、この場所にあった低断層崖を見ることができま

＜以前にここで行われた調査でわかったこと＞

1991年にトレンチ調査（活断層をまたいで深さ数mのみぞを掘り、壁面に現れた断層露頭をくわしく調べる）により、断層の動きや動いた時期などを詳しく調べる調査方法）が行われました。父尾断層が弥生時代と16世紀末（豊臣秀吉の時代）に活動したと推定されています。16世紀末の地震は、マグニチュード8に近い大地震であったと推定されることから、吉野川流域の広域にわたって大きな被害が出たと推定されます。ところが、関ヶ原の合戦の直前という混乱した時代であったためか、古文書の記録が明確に残っておらず、戦乱で荒廃した当時の遺跡の発掘も不十分です。今後の研究によって、この大地震の被害程度の解明が進むことが期待されます。なお、16世紀末の1596年に西日本を襲った大地震（慶長伏見地震）については、寒川（2010）「秀吉を襲った大地震」（平凡社新書）に解説されています。

は、花崗岩礫を探す体験活動を通じて参加者と案内者のコミュニケーションが取れ、礫層の堆積の仕方や花崗岩礫の起源など、参加者が案内者に質問することが多かった。

(3) 地点3

地点3では、「土柱ランド新温泉」の駐車場、「阿波の土柱」正面の展望台、「阿波の土柱」の露頭の順に移動した(図7-2)。「土柱ランド新温泉」の駐車場北側では、扇状地性の土柱層の層相と20年間で露頭にできたリルやガリー(小溝)を観察し、土柱のでき方を考察した。そこから山沿いの遊歩道^{はとうがだけ}を移動し、「阿波の土柱」正面の展望台では「波濤嶽」と呼ばれる南北約90m、東西約50m、高さ約10mの土柱群を遠望

した。土柱群の形成と崩壊の過程の説明を受け、景観保全の必要性が強調された。展望台では、参加者は「波濤嶽」の特異な景観に感動し、しきりに写真を撮影していた(図7-3)。また、土柱群の成因など、参加者が案内者に積極的に質問をしていた。

その後、谷底に向かって遊歩道を移動し、土柱群の下斜面を登って土柱火山灰層を観察した(図7-4)。参加者は、土柱群を下から見上げながら斜面を登ることを探検的な活動として楽しんでた。また、土柱火山灰層の手触りがしゃりしゃりしており、ガラス片からなることに驚いていた。

(4) 地点4

地点4では、バスを降りたところで、案内者によってあらかじめ用意された高度変成岩礫のスライス標本を観察した(図7-5)。露頭が巨大なため、露頭から200m程度離れたところで全体を遠望し、土柱層と和泉層群の重なり方の説明を受けた。ここで、参加者全員で記念写真を撮影した。著しく破碎された和泉層群に触れて、参加者は固結した岩石を破碎させる断層運動の威力を感じたようだった。ただし、日中の暑さのためか、参加者が案内者に質問することは少なかった。その後、露頭上部の本流性の土柱層に含まれる高度変成岩礫の転石を探したが、ざくろ石のように見た

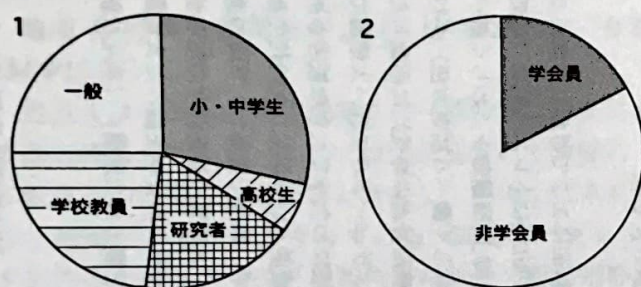


図5 アウトリーチ巡検の参加者52名の属性
1. 参加者の職業。2. 参加者が学会員かどうか。

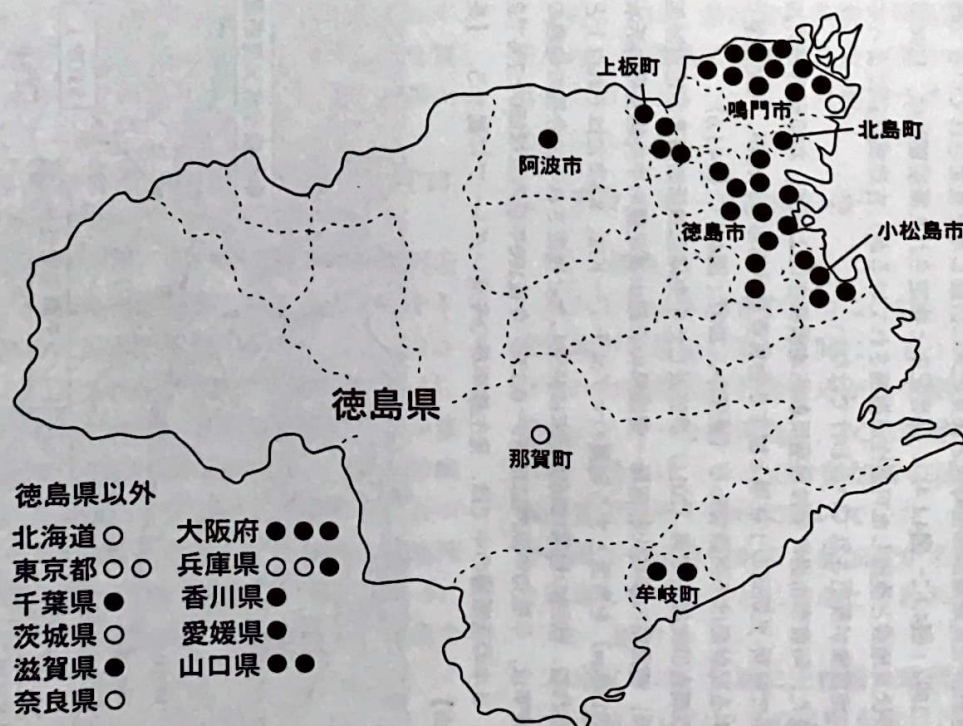


図6 アウトリーチ巡検の参加者52名の居住する地域
白丸は学会員、黒丸は非学会員。

目が美しい鉱物が含まれることから、大部分の参加者が宝探しのように夢中になっていた。

(5) 地点5

地点5では、香東川右岸の崖を約5m下りて、川沿いに露出する三豊層群岩崎層の層相と基盤の領家花

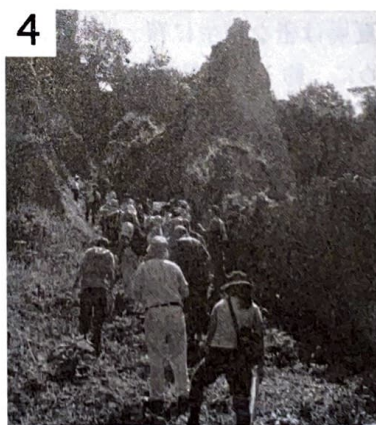
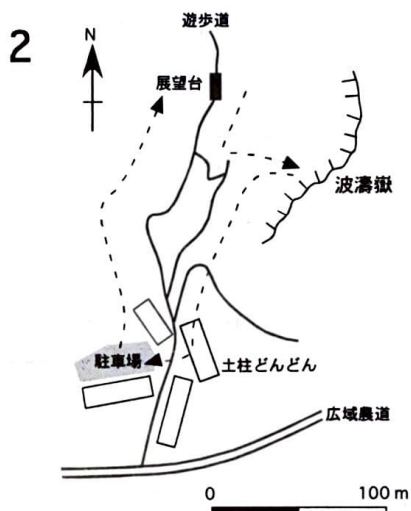


図7 各見学地点における案内者と参加者の様子

1. 地点1において赤青めがねを使ってアナグリフ写真を説明する案内者（中尾）。2. 地点3の移動ルート。3. 地点3の「阿波の土柱」正面の展望台で土柱群を遠望する参加者。4. 地点3の土柱群の下の斜面を登る参加者。5. 地点4において高度変成岩礫のスライス標本の説明をする案内者（中尾）。6. 地点5における香東川右岸の三豊層群岩崎層を観察する参加者。

1. 職業は何ですか？

- a. 小・中学生 b. 高校生 c. 大学生・大学院生 d. 学会員 e. 学校教員 f. 一般

2. 参加してどうだったですか？

- a. すごくよかった b. よかった c. ふつう d. 期待はずれ e. まったく期待はずれ

3. 内容はわかりやすかったですか？

- a. すごくわかりやすかった b. わかりやすかった c. ふつう d. 難しかった e. とても難しかった

4. このような巡検にいくらまでなら参加しますか？

- a. 無料 b. 500円 c. 1,000円 d. 2,000円 e. 3,000円 f. それ以上でも

5. また参加したいですか？

- a. ぜひ参加したい b. できたら参加したい c. あまり参加したくない d. 絶対参加したくない

6. 自由に感想を書いて下さい。

図8 アウトリーチ巡検の参加者に配付したアンケート用紙

崗岩類との不整合を観察した(図7-6)。また、左岸の長尾断層による岩崎層の撓曲を対岸から遠望した。しかし、右岸の崖は夏場は密な植生に覆われており、傾斜も急であったために、約1/3の参加者は崖を下ることができず、新岩崎橋の上から岩崎層の撓曲を遠望するにとどまった。また、約2/3の参加者が崖を下りるのに20分程度の時間がかかり、露頭観察の時間が少なくなってしまった。当日、岩崎層の腐植質砂層からは球果化石が発見されたので、時間不足はたいへん残念であった。それにもかかわらず、岩崎層に含まれる植物化石、活断層としての長尾断層の評価など、参加者は案内者に積極的に質問をしていた。

(6) バスの中

見学地点を移動するバスの中では、案内者が見学地点の補足説明や見学地点で取り上げなかった地形・地質の説明を随時行った。特に地点1の手前では、阿波市の切幡丘陵は中央構造線活断層系の断層崖で生じた和泉層群からなる巨大な地すべりブロックであり、活断層系によって2~3km右横ずれ変位していること(長谷川, 1992)を解説した。また、地点4と地点5の間では、地点5でメタセコイヤの化石が産出することと、メタセコイヤは香川県三木町出身の三木 茂博士によって1941年に新属の植物化石として報告されたことを解説した。

6. アウトリーチ巡検の評価

(1) アンケート調査の結果

アウトリーチ巡検を参加者がどのように評価し、今

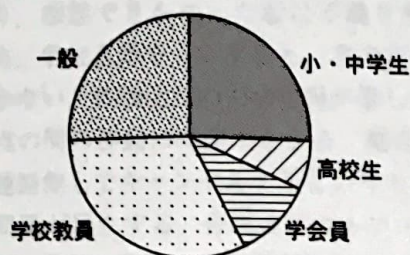
後もアウトリーチ巡検を実施するかどうかを検討することを目的として、調査紙法によるアンケート調査を行った。野外で記入すること、親子を含む非学会員が参加者の多数を占めることを考慮して、調査項目はごく簡単にした(図8)。アンケート用紙は地点4から地点5の間のバスの中で配付し、地点5の見学終了後に回収した。52名の参加者から47枚のアンケート用紙が回収され、回収率は約90%であった。

アンケート調査の結果を図9に示す。参加者の職業については、学校教員が32%で最も多く、小・中学生と児童生徒を除く一般市民が26%ずつであった。研究者を中心とする学会員は11%で少なかった。巡検に参加してよかったかどうかは、「よかった」が62%、「すごくよかった」が32%で、肯定的な意見がほとんどを占めた。巡検の内容については、「わかりやすかった」が62%、「すごくわかりやすかった」が9%で、肯定的な意見が多かったが、「難しかった」という意見も13%あった。

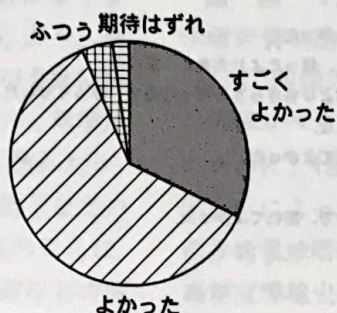
巡検の参加費については、500円が26%、1,000円と2,000円が23%ずつで、無料と3,000円が9%ずつであった。また巡検に参加したいかどうかは、「ぜひ参加したい」が36%、「できたら参加したい」が62%であった。

参加者に自由に書いてもらった感想を表2に示す。小・中学生からは、体を動かす体験活動、初めての体験、驚きが良かったという意見が出された。高校生からは、残念ながらあまり意見が出されなかった。学会員からは、今後のアウトリーチ巡検の実施方法について

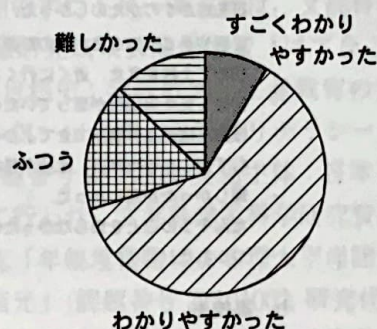
1. 職業は何ですか？



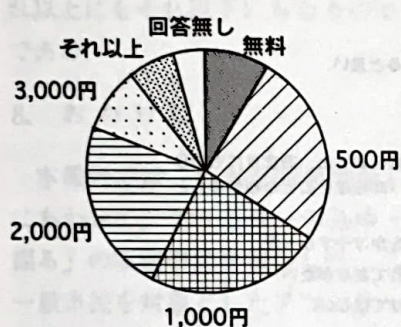
2. 参加してどうだった
ですか？



3. 内容はわかりやすかった
ですか？



4. このような巡検にいくらまで
なら参加しますか？



5. また参加したいですか？

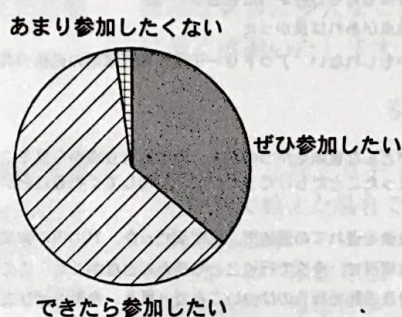


図9 アンケート調査の結果
回答者数は47名。

て前向きな意見が出された。学校教員からは、郷土の自然を知ることができた、生徒を連れてくることのできたという肯定的な意見と、今後のアウトリーチ巡検への希望と期待が出された。児童・生徒以外の一般市民からは、考古学などの地学の周辺分野から地学に興味を持つことができて良かったという意見が複数あった。また、参加者全体から、巡検の実施時期や昼食時間の確保についての要望が出された。

(2) アウトリーチ巡検の今後の課題

アンケート調査の結果に基づくと、大部分の参加者はアウトリーチ巡検を肯定にとらえ、今後もアウトリーチ巡検の実施を希望していることから、一般市民を対象とした今回の巡検はおおむね成功であったと言える。しかし、今後も同様のアウトリーチ巡検を実施するためには、以下のような課題が挙げられる。

第1に、専門学協会の第一義的なミッションは研究の推進であり、研究成果の普及・啓発は副次的なものである。したがって、巡検は学会員が自分の研究の幅を拡げたり、学会員同士で交流するための学会によるサービスの一つとも考えられる。学会による巡検の参

加対象や内容をどうするか、学会内でのコンセンサスを得る必要がある。

第2に、アウトリーチ巡検の実施にかかる費用である。図9-4に示されるように、一般市民の多くは巡検参加費を2,000円以下にしてほしいと考えており、無料にしてほしいという者もいる。これは今回の巡検の参加費がきわめて安かったためとも思われるが、親子での参加を推奨するのであれば、巡検の参加費を2,000円程度までに抑えることが現実的であろう。そうすると、貸し切りバスを使った定員30人程度の巡検では、一般に4,000円程度の費用が必要になるので、その差額を学会が負担するか、外部資金を獲得して補うかなどを検討する必要がある。

第3に、アウトリーチ巡検の案内者となる人材の不足である。一般市民を対象にしたアウトリーチ巡検の案内者は、アウトリーチ活動に慣れた研究者によって行われることが望ましい。しかし、現状ではそのような研究者は少なく、巡検を実施する地域に限定するとさらに少なくなってしまう。研究者個人や学会がアウトリーチ活動に理解・協力して、アウトリーチ活動が

表2 参加者の感想

a. 小・中学生

- ・ 石をさがすのがたのしかった。
- ・ さ岩やかこう岩をさがすのが楽しかった。
- ・ 初めて土柱を見た。近くに行くと、思ったより大きく、驚いた。
- ・ 初めて見た火山灰が思っていたのよりもさらさらだったので、びっくりした。
- ・ 授業とは違う体験ができてよかった。
- ・ むずかしかったけど、土柱が見れてよかった。
- ・ 難しかったが楽しかった。
- ・ だんそうのことを知らなかったので、知れてよかった。
- ・ つかれた。

b. 高校生

- ・ 一つ一つの解説が詳しくてたくさん知識を得ることができた。
- ・ 昼休みを長くしてほしい。

c. 学会員

- ・ 石採取は、一般の方にもおもしろかったと思う。
- ・ 地形全体を見渡す地点があれば良かった。
- ・ 対象を広げすぎたかもしれない。アウトリーチ用と専門家用の巡検の共存のあり方を考えると良い。

e. 学校教員

- ・ 自分が育った場所がどんな意味を持つのかを、地学的な立場から見ることができたのがうれしかった。あまりにも知らないこと、忘れてしまったことだらけだったので、説明してくれることがありがたかった。「知らないことがわかる」ということは楽しい。
- ・ 科学研究同好会の生徒を連れての巡検で、大変だった。100円の参加費で、生徒にも声をかけやすかった。
- ・ 県内でもマイナーな場所で、今まで行くこともほとんどなかった。このような機会に来られてありがたい。
- ・ 学会がこのような普及活動を行うのは良いことだと思う。今後ぜひこのような活動を続けてほしい。
- ・ この時期の巡検は暑くて大変だった。
- ・ ガイドを読んである程度知識を得た上で、現地でのお話を聞いたのでまあまあわかったが、小学生から高校生には難しかったと思う。中学までは変成岩は習わない。高校でもセンター試験に対応せずに授業を進めると、変成岩がカットされることもよくあり、火成岩、堆積岩が優先的に取り扱われる。中上の変成岩はややマニアックと考える。こここそ中央構造線という露頭を見たかった。
- ・ 教員として地学分野で地層や断層を教えています。徳島県にある「土柱」については余り知識がなく、教えることができていなかった。せっかく自分の県にある貴重なものを教えていけたらと思う。
- ・ 将来、地学分野に進学したいと考えている生徒がいるので参加した。
- ・ 大変おもしろかった。
- ・ 次は北海道、東北はどうか？
- ・ 次回は海岸線沿いで行ってほしい。
- ・ もっとおみやげ（化石など）がある所があればよかったと思う。

f. 一般

- ・ バスでゆったり座れたのは楽だった。
- ・ 夏休みの自由研究にできそうよかった。
- ・ 知らなかったことが多く学べてとてもよかった。
- ・ 説明がとてもわかりやすかった。
- ・ 説明、資料などありがとうございます。
- ・ 退職後に考古学に興味を持って、いろいろな本を読んできた。埴原和郎博士の説く「真の考古学は考古学のみでなく、いろいろな面からの成果が重なると完成しない」撃という節に感動して今回参加したが、我々の「万年」と地学の「100万年」は余りにも単位の桁が違う。基礎から勉強しなければならないと思った。
- ・ テキストはいきなり専門用語がたくさん出てきて面食らったが、専門分野をのぞき見たようでそれもまたよかった。地層や石からいろいろなことがわかり、何もかも興味深かった。徳島に住んで20年、初めて土柱を見られた。
- ・ 私は考古学に興味を持っているので、関連した内容を盛り込んでいただければ、さらに興味がわいてくると思う。資料は充実していてよかったと思う。地震に対しても関心もあり、多少参考になった。
- ・ 説明を受けつつ断層を見ることができて、よく分かりました。
- ・ できたらもう少し涼しい時期に。
- ・ もう少し良い季節にお願いしたい。
- ・ 昼食は持参するようにと書いていただければ良かった。または、もう少し大きなサービスエリアに止まっていたければ・・・

できる人材を育成することが必要である。

第4に、アウトリーチ巡検の適正な参加者数についてである。巡検の参加費が安いと参加希望者が多くなり、参加できなかった者に不満を残してしまう。一方、参加者数を多くすると、案内者の説明が全員に届かない、体験活動の安全確保が難しい、バスと見学地点の間の移動に時間がかかる、集合時間に遅れたり、連絡無しでキャンセルするというモラルの低下などの問題が発生する。今回のアウトリーチ巡検のように、5つ程度の見学地点で露頭観察や岩石の採取などの体験活動を含む場合には、参加者数はバス2台分で60名というのが上限と感じる。ただし、見学地点を増減したり、体験活動の有無によって参加者数の上限はそれ以上にもそれ以下にもなるので、慎重な検討が必要である。

8. おわりに

本報告では、日本第四紀学会の2011年の研究大会にあわせて、アウトリーチ巡検「100万年の東四国を探る」の実践事例を報告した。このような親子を含む一般市民を対象としたアウトリーチ巡検は、地学系の専門学協会によるアウトリーチ活動としてはほとんど例を見ないものである。今後は、さまざまな地学系の学協会によってこのような一般市民を対象とした巡検が行われることを期待する。

日本地学教育学会は地学教育の推進と地学の普及・啓発をミッションとしており、小・中・高等学校の教員が学会員の多くを占めている。毎年異なった場所で開催される日本地学教育学会の研究大会にあわせて、学会員・非学会員にかかわらず、児童・生徒と保護者、学校教員のような学校教育の関係者に対して、郷土の自然を理解してもらうための巡検を行うことは、日本地学教育学会のミッションを担う重要な活動になると考えられる。しかし、巡検の案内者となる人材は限られており、大会運営における負担も増大してしまう。そこで、日本地学教育学会が巡検全体の企画・運営を行い、日本第四紀学会、日本地質学会のような地学系の専門学協会から巡検の案内者を派遣してもらうことを提案する。逆に、地学系の専門学協会が学校教育の関係者を対象とした巡検を行う際には、地学教育学会に所属する学校教員のネットワークを通じて、巡検を広報することも提案する。学校教育や生涯教育における地学教育の推進のために、今後、このような日本地学教育学会と地学系の専門学協会との連携を図る

必要がある。

謝辞 今回のアウトリーチ巡検は、文部科学省科学研究費補助金研究成果公開促進費「はてな？ はっけん！ 四国の自然史：学校教育、生涯教育の両面から科学リベラルアーツの向上と科学リテラシーの育成のために」（課題番号 2353008, 実施主体：日本第四紀学会）によって行われ、文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究「年縞堆積物による環太平洋諸文明の高精度環境史復元」（課題番号 21101002, 研究代表者：米延仁志）の協力を得た。地点4では、地権者の方に立ち入りを許可していただいた。齋藤恵子様をはじめ鳴門教育大学社会連携課の職員には、巡検に関わる事務的な業務に多大なご協力をいただいた。以上の方々

引用文献

- 相場博明・小林まり子 (2008): 地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合ではどのように違うか。地学教育, 61, 141-155.
- 阿子島 功・須鎗和巳 (1989): 中央構造線吉野川地溝の形成過程。地球科学, 43, 428-442.
- 第10回地震火山こどもサマースクール実行委員会 (2010): 地震火山こどもフォーラム in 東京。日本地震学会・日本火山学会, 東京, 87p.
- 藤井孝志 (1959): 天然記念物 阿波の土柱。土柱堂, 徳島, 34p.
- 藤井孝志 (1998): 改訂版 天然記念物 阿波の土柱。土柱ランド新温泉, 徳島, 39p.
- 古市光信 (1983): 香川県三豊層産アカシ象産出層準の花分析一四国北部新生代層の研究 (その3)。香川県自然科学館研究報告, 5, 25-32.
- 古市光信・坂東祐司 (1974): 三豊層 (鮮新-洪積世) の植物化石群について。香川大学教育学部研究報告 第2部, No. 236, 1-15.
- 後藤秀昭 (1998): 吉野川北岸における中央構造線活断層系の再検討。第四紀研究, 37, 299-313.
- 後藤秀昭・中田 高・堤 浩之・奥村晃史・今泉俊文・中村俊夫・渡辺トキエ (2001): 中央構造線活断層系 (四国) の最新活動時期からみた活断層系の活動集中期。地震 第2輯, 53, 205-219.
- 長谷川修一 (1985): 東部讃岐山脈北麓における第四紀前期断層。日本地質学会第92年学術大会講演要旨, 472.
- 長谷川修一 (1992): 讃岐山脈南麓における中央構造線沿いの大規模岩盤すべりと第四紀断層運動。地質学論集, No. 40, 143-170.
- 長谷川修一・伊藤谷生・石田啓祐・村田明広・竹下徹・井川 猛・足立幾久 (1993): 反射法地震探査で明らかになった讃岐山脈北麓の田中断層。日本地質学会

- 第100年学術大会講演要旨, 733.
- 石田啓祐・西山賢一・中尾賢一・辻野泰之・森江孝志・東明省三 (2010): 阿波市の地質と地形 —とくに「阿波の土柱」の成因と景観保全—. 阿波学会紀要, No. 56, 1-12.
- 伊藤谷生・井川 猛・足立幾久・伊勢崎修弘・平田直・浅沼俊夫・宮内崇裕・松本みどり・高橋通浩・松澤進一・鈴木雅也・石田啓祐・奥池司郎・木村 学・國友孝洋・後藤忠徳・澤田臣啓・竹下 徹・仲谷英夫・長谷川修一・前田卓哉・村田明弘・山北 聡・山口和雄・山口 覚 (1996): 四国中央構造線地下構造の総合物理探査. 地質学雑誌, **102**, 346-360.
- 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2003): 長尾断層帯の長期評価について. http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03sep_nagao/.
- 香川県 (1997): 長尾断層系に関する調査成果報告書. 234p.
- 科学技術振興機構 (2011): 「科学技術と社会との対話」検討会報告, 46p (http://www.jst.go.jp/pr/pdf/kouchou2010_houkokusho.pdf).
- 笠間友博 (2011): 城ヶ島巡検報告. 日本地質学会 News, **14**(12), 15.
- 熊木洋太・坂井尚登・小野塚良三 (1986): 讃岐平野南縁, 長尾断層の活動に関する年代試料. 活断層研究, **2**, 51-53.
- 小林浩治 (1991): 長尾断層—讃岐平野南縁の活断層—. 香川県自然科学館研究報告, **13**, 47-54.
- 響田邦夫 (2011): 海洋リテラシーの育成と日本海洋学会教育問題研究会の活動. 第四紀研究, **50** (別冊号), s157-s166.
- 牧本 博・利光誠一・高橋 浩・水野清秀 (1995): 20万分の1地質図幅「徳島 第2版」. 地質調査所, 茨城, 1葉.
- 松浦浩久・栗本史雄・吉田史郎・斎藤文紀・牧本 博・利光誠一・巖谷敏光・駒澤正夫・広島俊男 (2002): 20万分の1地質図幅「岡山及び丸亀」. 産業技術総合研究所・地質調査総合センター, 茨城, 1葉.
- 溝塩大洗・橋本浩志 (1999): 四国吉野川中流域北岸, 土柱地域の第四系. 高知大学学術研究報告 自然科学, **48**, 87-99.
- 水野清秀 (1987): 四国及び淡路島の中央構造線沿いに分布する鮮新・更新統について. 地質調査所月報, **37**, 171-190.
- 水野 清秀 (1996a): 徳島県の中央構造線沿いにみられる前期更新世の井出口 (大久保谷) 火山灰層. 第四紀露頭集 —日本のテフラ, 日本第四紀学会, 東京, 289.
- 水野 清秀 (1996b): 徳島県土柱の前期更新世広域テフラ, 土柱火山灰層 —大阪ピンク火山灰—. 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会(編), 「第四紀露頭集—日本のテフラ」, 日本第四紀学会, 東京, 94.
- 水野 清秀 (2001): 瀬戸内海周辺地域に分布する下部, 中部更新統と両者間の堆積間隙. 日本第四紀学会講演要旨集, No. 31, 58-59.
- 水野清秀・岡田篤正・寒川 旭・清水文健 (1993): 中央構造線活断層系 (四国地域) ストリップマップおよび同説明書. 地質調査所, 茨城, 3葉および63p.
- 森江孝志 (2011): 日本第四紀学会 2011 年大会アウトリーチ巡検報告. 第四紀通信, **18**(5), 9.
- 森江孝志・西山賢一・古澤 明・石田啓祐・中尾賢一 (2010): 四国東部, 吉野川谷に分布する土柱層から見出されたテフラ. 徳島大学総合科学部自然科学研究, **24**, 65-73.
- 森野道夫・岡田篤正 (2002): トレンチ調査結果の再検討に基づく四国中央構造線活断層系の活動履歴. 活断層—古地震研究報告, No. 2, 153-182.
- 森野道夫・岡田篤正・中田 高・松波孝治・日下雅義・村田明広・水野清秀・能美忠歳・谷野宮恵美・池田小織・原 郁夫 (2001): 徳島平野における中央構造線活断層系の活動履歴. 地質学雑誌, **107**, 681-700.
- 森野道夫・岡田篤正・中田 高・松波孝治・日下雅義・村田明広・水野清秀・能見忠歳・谷野宮恵美・池田小織・吉田堯史・原 郁夫 (2002): 中央構造線活断層系三野断層の最新活動時期. 地学雑誌, **111**, 661-683.
- 中野 浩・加藤弘徳・横山俊治 (2009): 掘削で出現した徳島県美馬市の中上衝上の断層構造. 日本応用地質学会中国四国支部平成 21 年度研究発表会発表論文集, 65-70.
- 中尾賢一・石田啓祐・西山賢一・森江孝志 (2009): 吉野川谷, 美馬町中上の土柱層から見出された高度変成岩礫. 徳島大学総合科学部自然科学研究, **23**, 7-11.
- 日本応用地質学会中国四国支部 (2009): 応用地質学的ジオパーク吉野川: 中央構造線. 日本応用地質学会中国四国支部平成 21 年度現地検討会資料, 44p.
- 西山賢一 (2011): 日本第四紀学会 2011 年大会 普及講演会報告. 第四紀通信, **18**(5), 8-9.
- 西山賢一・石田啓祐・中尾賢一・辻野泰之・森永 宏・森江孝志・橋本寿夫・伊藤嘉将・山崎健太 (2009): 美馬市美馬町の地質と古生物 —和泉層群, 鮮新〜更新統, ならびに地すべり地形—. 阿波学会紀要, No. 55, 1-12.
- 岡田篤正 (1968): 阿波池田付近の中央構造線の新时期断層運動. 第四紀研究, **7**, 15-26.
- 岡田篤正 (1970): 吉野川流域の中央構造線の断層変位地形と断層運動速度. 地理学評論, **43**, 1-21.
- 岡田篤正 (1973): 中央構造線の第四紀断層運動について. 杉山隆二(編)「中央構造線」, 東海大学出版会, 東京, 49-86.
- 岡田篤正・堤 浩之 (1990): 四国中・東部における中央構造線の断層露頭と地形面の編年に関する資料. 活断層研究, **8**, 31-47.
- 岡田篤正・堤 浩之 (1997): 中央構造線活断層系父尾断層の完新世断層活動 —徳島県市場町でのトレンチ調査—. 地学雑誌, **106**, 644-659.
- 寒川 旭 (1973): 阿讃山地北麓の断層地形. 東北地理, **25**, 157-164.
- Sangawa, A. (1978): Geomorphic development of the

- Izumi and Sanuki Ranges and related crustal movement. *Science Reports of the Tohoku University, Series 7 (Geography)*, **28**(2), 313-338.
- 東明省三 (1984): 谷の埋積砂礫量から見た台地の浸食—「阿波の土柱」を例として. 徳島県教育研究センター研究紀要, **65**, 63-74.
- 杉山雄一・寒川 旭・田村栄治・露口耕治・藤川 聡・長谷川修一・伊藤 孝・興津昌宏 (2001): 長尾断層 (香川県高松市南方) の活動履歴—三木町氷上宮下におけるトレンチ調査結果—. 活断層・古地震研究報告, **1**, 175-198.
- 須鎗和巳 (1973): 阿讃山脈の和泉層群の岩相区分と対比. 東北大学理科報告 (地質学) 特別号, **6**, 489-495.
- 須鎗和巳・阿子島功 (1990): 阿讃山地南麓・北麓の鮮新～更新統. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), **23**, 21-31.
- 須鎗和巳・中川衷三・大戸井義美・久米嘉明・近藤和雄・東明省三・寺戸恒夫・日野雄一郎・細井英夫・山口昭典 (1965): 徳島県土柱・鴨島・川島地域の第四系. 徳島大学学芸紀要, **15**, 13-23.
- 遠田晋次・宮腰勝義・井上大栄・楠 建一郎 (1993): 四国, 長尾断層のトレンチ調査. 日本地質学会第 100 年 学術大会講演要旨, 686.
- 堤 浩之・後藤秀昭 (2006): 四国の中央構造線断層帯の最新活動に伴う横ずれ変位量分布. 地震 第 2 輯, **59**, 117-132.
- Tsustumi, H. and Okada, A. (1996): Segmentation and Holocene surface faulting on the Median Tectonic Line in central Shikoku, southwest Japan. *Journal of Geophysical Research*, **101**, 5855-5871.
- 植木岳雪 (2001): 香川県中部, 阿讃山地北麓の三豊層群: その記載と鮮新世以降の古地理の変遷. 地学雑誌, **110**, 708-724.
- 植木岳雪・満塩大洗 (1998): 阿讃山地の隆起過程: 鮮新～更新統三豊層群を指標にして. 地質学雑誌, **104**, 247-267.
- 米延仁志 (2011): 日本第四紀学会 2011 年大会 シンポジウム報告. 第四紀通信, **18**(5), 8.
- 吉田史郎 (2004) 徳島県中央構造線沿いの「阿波の土柱」. 地質ニュース, No. 600, 62-65.
- 吉野川研究グループ (1973): 脇町とその周辺の地形発達史. 阿波学会・郷土研究発表会紀要 (総合学術報告 脇町及びその周辺), No. 19, 43-55.
- 全国地質調査業協会連合会・地質情報整備・活用機構 (2010): 日本列島ジオサイト地質百選 II. オーム社, 東京, 202p.

植木岳雪・中尾賢一・西山賢一・森江孝志・竹村恵二・米延仁志・山田和芳・長谷川修一：地学系専門学協会による一般市民を対象としたアウトリーチ巡検の実践報告 地学教育 65 巻 2 号；63-80, 2012

〔キーワード〕 巡検, アウトリーチ活動, 研究系学協会, 一般市民, 四国

〔要旨〕日本第四紀学会では、徳島県で開催された 2011 年の研究大会にあわせて、「100 万年の東四国を探る」というテーマで親子を含む一般市民を対象にした巡検を行った。それを「アウトリーチ巡検」と呼び、全部で 52 名の参加者があった。アンケート調査によれば、参加者はアウトリーチ巡検を肯定的にとらえており、今後もアウトリーチ巡検の実施を希望していた。今後、日本地学教育学会と地学に関する研究系の学協会とが連携して、このようなアウトリーチ巡検を学会の学術大会にあわせて実施することが期待される。

Takeyuki UEKI, Ken-ichi NAKAO, Ken-ichi NISHIYAMA, Takashi MORIE, Keiji TAKEMURA, Hitoshi YONENOBU, Kazuyoshi YAMADA and Shuichi HASEGAWA: Case Report on a Field Excursion for the General Public as an Outreach Activity by an Academic Society for Quaternary Science. *Journal of Education of Earth Science*, 65(2), 63-80, 2012

編集委員会より

2012年に入ってから投稿数は上昇傾向にありますが、未だ査読をクリアーできる原稿不足の状態で、出版の遅れを解消するには至っておりません。

皆様の投稿をお待ちしています。

年度の規約が変更されましたため、例年3月号に掲載されていた査読者の発表は7月号に掲載致します。

地 学 教 育 第65巻 第2号

平成24年3月20日印刷

平成24年3月25日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 牧 野 泰 彦

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

印 刷 所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場3-8-8

電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 65, NO. 2

March, 2012

CONTENTS

Practical Articles

Educational Program for Estimating the Distance from the Earth to the Moon,

Including Hand-on Training with the Astronomical Telescope

.....Hideyuki NAKANO and Kimi TOMODA...39~50

Study Program to Assess Hinterland Provenance Using Several Separation Methods
for Beach Sand

.....Yorinao SHITAOKA, Masaya MIYOSHI, Junji YAMAMOTO,

Madoka MIYOSHI and Keiji TAKEMURA...51~61

Survey Report

Case Report on a Field Excursion for the General Public as an Outreach Activity

by an Academic Society for Quaternary Science

.....Takeyuki UEKI, Ken-ichi NAKAO, Ken-ichi NISHIYAMA, Takashi MORIE,

Keiji TAKEMURA, Hitoshi YONENOBU, Kazuyoshi YAMADA

and Shuichi HASEGAWA...63~80

Proceeding of the Society (81~89)

Editorial committee (90~91)

Information (92)

News (93~94)

Regulation of the Society (95~96)

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

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