

地学教育

第64巻 第1号(通巻 第329号)

2011年1月

目 次

教育実践論文

水槽実験を活用した小学生向け火山学習プログラム

……………笠間友博・平田大二・新井田秀一・山下浩之・石浜佐栄子…(1~12)

Web会議システムを利用したジョイデス・レゾリューション号からの遠隔授業

……………川村教一・田口康博・吉澤 理・猪熊眞次…(13~26)

本の紹介 (27)

学会記事 (28)

日本地学教育学会

他の火山でもありうることである。

そこで筆者らは、火山に対する理解を深めるために、箱根を学習で訪れる小学生（5, 6年生を対象）に対して、予備知識なしで提供できる火山の導入学習プログラムの開発を試みた。学校団体の滞在時間は長くても2時間、常設展の見学時間を引くとプログラムにあてられる時間は最大30~40分となる。多くの内容は盛り込めない。筆者らは、火山の最大の特徴である噴火に着目し、箱根火山の代表的な噴火であるプリニー式噴火や火砕流を取り上げることとした。当館所蔵の岩石標本や噴火映像資料などを交えての講義形式も可能だが、プリニー式噴火や火砕流は規模の大きな現象であり、むしろ岩石標本や映像資料では全体像をとらえることは難しい。また、講義形式では児童が初対面の学芸員に遠慮することが多く、コミュニケーションはとりにくい。限られた時間内でコミュニケーションを深めていくことは、学習支援事業成功の重要な要素となる。そこで、筆者らは児童を積極的に参加させ、学芸員とコミュニケーションを深めながら進行する演示実験形式を基軸にプログラムを作成した。実験としてはプリニー式噴火など噴煙を扱うモデル実験でしばしば使用される水槽実験を用いた。モデル実験では、著しくスケールダウンした中で、噴火全体の空間的な把握ができ、噴出物の動きに対しても、実際の噴火と同じ物理法則が実験にも作用していることを示すことで、科学的な理解が可能となる。

筆者らは、この水槽実験を基本にした小学生向けの導入学習プログラムで、火山の初歩的な理解をさせることを試みた。本論では、開発したプログラムの紹介と実践結果の報告を行う。なお、本プログラムは同じ内容で、小学校6年生の火山学習の導入としても行った。学習の場は異なるが、火山に対する予備知識のない中で、初歩的な理解をさせる点では目的は共通するため、この報告も併せて行った。

2. 噴火の水槽実験とは

一般に爆発的噴火で生じる噴煙は、噴出の慣性力で見上る部分は数km以下と少なく、大部分は取り込んだ空気の熱膨張によって得た浮力で上昇し、噴煙柱を形成する。しかし、何らかの原因で空気の取り込みが不十分となると、噴煙は大気に対して浮力を得られず、崩壊して地をほう流れ、すなわち火砕流となる (Sparks *et al.*, 1997)。

このような大気中の噴煙の挙動を、水槽内で液体の

密度差を利用して再現する実験は、コンピューターを用いたデジタル解析とともに、しばしば行われる研究手法である。Turner (1966) は先駆的な例で、大気に見立てた真水に塩水を噴出させて火砕流を再現した。同じ液相どうしの系では、MEG (メタノールとエチレングリコールの混合物) と真水が用いられることもある (Woods and Caulfield, 1992 など)。MEG は真水より低密度だが、真水と混合するとその関係は逆転する。水面から MEG を注入し、その挙動を天地逆にして見ると、噴煙崩壊によって流下する火砕流と火砕流から熱エネルギーによって上昇する灰神楽 (フェニックスクラウド) までを再現する。このような灰神楽の再現は、微細な固体粒子を含む系でも行われる。Carey *et al.* (1988) は、大気に見立てた塩水に微細粒子を混合させた真水を噴出している。噴煙の密度は微細粒子の濃度でコントロールし、火砕流では粒子堆積後、固体粒子を含んだ真水が上昇し、灰神楽を再現する。

一方、水槽実験は教育普及実験としても行われる手法であり、実験材料もさまざまなものが使用されている。最近の例で、下司 (2006) は、水道水中に微細粒子として岩石粉末を含む硝酸銀水溶液を噴出させる実験を、産総研つくばセンター一般公開で行っている。噴煙の密度は水温と岩石粉末含有量でコントロールするため、実際の噴煙に近づけた実験設定といえるが、岩石粉末だけでは噴煙が薄く見づらいため硝酸銀を使用している。噴煙には、ほかに牛乳や入浴剤などを使用する例もあるが、やはり噴煙が見づらくなる場合がある。笠間 (2001) は、噴煙に使用する微細粒子材料としてチョーク粉末を用いることを提案した。チョークは、学校で最も身近な材料で、際立って見やすい濃い噴煙を作る。しかも、ゴミとして捨てているチョークくずや小さくなりすぎたチョークを再利用することもできる。

本学習プログラムは、笠間 (2001) のチョーク粉末混合液による噴煙柱形成と噴煙崩壊型の火砕流形成の実験を参考に、噴煙材料としてチョークを用いた。

3. 学習プログラムの目的

導入としての学習プログラムは、火山についての初歩的な理解をさせることを目的として構成した。

①火山についての初歩的な理解とは

筆者らは、火山をまず科学的な視点でとらえることが、初歩的な理解であると位置づけた。このことが火山や火山災害を正しく理解するうえでの原点であると

考えた。噴火は時として大きな災害をもたらす恐ろしい現象であるが、超常現象のようなものではない。身の回りで起きる他の現象と同じく、科学の法則が支配する現象であることを理解させる。そして複雑に見える噴火現象でも条件を絞っていけば、小学生でも再現実験が可能であることに気づかせる。これらのことを具体的に展開することとした。

②学習プログラムの具体的展開

学習プログラムの中心となる水槽実験は、幾多の火山学上の示唆を与えるが、その多くは小学生の理解をはるかに越えている。しかし、大気中の噴煙の動きは、基本的に重力が作用する中で大気と噴煙の密度関係によって決まるため、乱流の挙動など流体力学的な解釈はすべて無視しても、小学生に説明できる部分が存在する。筆者らはここに注目した。つまり、「浮力」あるいは「密度」ということばの使用を避けても、大気に対して噴煙が、同じかさで比べて「重い」、「軽い」という学習指導要領では小学校3年理科の内容を用いて、噴煙の挙動は科学的に説明できる。したがって水槽実験は、説明を単純化することにより、初歩的な科学的視点で火山噴火をとらえさせることができる実験と言える。

ただし、噴火の水槽実験を単に行うだけでは、あくまでも「火山学の水槽実験」であり、小学校理科の学習内容との接点は見えてこない。小学生を対象とするという目的も明確ではない。そこで筆者らは、噴火の科学的な理解のため水槽実験は基軸とするものの、その準備や後片付けに小学校理科実験やその基本操作、例えば小学校5年の食塩を水に溶かす（水溶液の作製が実験の基本になるので対象を5,6年生とした）などを盛り込み、各操作を小実験として独立させ児童に行わせ、水槽実験を火山学ではなく、小学校理科実験の集合として構成した。これが本学習プログラム最大の特徴である。さらに付随して生じる科学的な現象・原理についての確認と解説を行い、科学的な視点で物事を見ることを強調させた。火山学には深入りせず、実験中に生じた科学的な原理・現象には踏み込み、その中で噴煙の動きを考えさせた。これは同時に、準備や後片付けに非常に手間のかかる水槽実験の欠点を補うものともなった。また、これらの実験操作を児童が行うことによって、自由研究等で同じような実験を行ってみようという意欲を高めるねらいもある。理科実験の基本操作としては、「量る（重さ・体積）」、「溶かす」、「混ぜる」、「すりつぶす」、現象・原理としては

「光の屈折」、「溶解熱」、「気体の溶解」、「浮力の原理」、「サイホンの原理」である。

4. 方 法

水槽実験は笠間(2001)をもとに、水槽を大型化し、上部に上層大気に相当する真水層を加え、さらに噴煙を印象強く見せるために色チョークを用いた。噴出物として着色素材を使用する発想は、花火にヒントを得たものである。花火は短時間でも美しい色と形の変化で見る人に強い印象を与える。噴火実験で生じる噴煙も、瞬時に形が変化していく。着色素材を使用することによって、一瞬のできごととも児童の心に強く残ると考えた。さらに噴煙柱の形成と火砕流の発生という2つの実験を切り離さず、連続的に2色の色チョークで再現し、色の急変で噴火の変化を印象強く見せるようにした。

①実験装置

演示実験方式であるため、実験装置は教卓に1セット用意した。実験器具は噴煙実験本体に関わる部分と、準備・後片付けの実験に関わる部分よりなる。これらを表1に示す。

1) 水槽

大きいほど噴煙は見やすくなるが、水量が多くなり扱いに苦労する。本プログラムでは60 cm 標準水槽（横約60 cm×奥行約29 cm×高さ約36 cm、容積約60ℓ）を用いた。出張形態で行う場合は小学校の水槽を使用する。60 cmがない場合、40 cm水槽でも可能であった。

2) 火山体

笠間(2001)の火山体を使用した(図1)。観賞魚用エアホース（キンクしにくいシリコン系製品がよい）の火道相当部分が、真上に向かうように火山体を紙粘土で作った。紙粘土の乾燥後に塗装し、表面保護の目的でエポキシ系接着剤にてコーティングした。火山体の大きさは、底面の直径13 cm、高さ4 cmである。噴煙材料を入れるペットボトル(500 ml)は底面付近を切り外し、キャップ中央に穴を開け、エアホースを差込んだ。ホースをキャップより突出させると、ホースを詰まらせるような粗粒物がキャップ部に沈殿し、ホース内には進入しにくくなった。噴火操作は、このペットボトルを持ち上げて行った。

3) 噴煙材料（チョーク粉末を混ぜた水）

チョークは製品によって、大きさ、材質などが異なるため、同一製品を使用する必要があった。本実験で

表1 色チョーク実験準備材料

品名	個数・量	概要
水槽	1	60cm標準水槽(約60ℓ)がよい, 40cm水槽(約28ℓ)でも可能
食塩	2.7kg(1.26kg)	秤量するので5kg~25kgの大袋入り並塩を使用, ()は40cm水槽使用時
チョーク	A色1本, B色3本	炭酸カルシウム製, 長さ65mm, 約11g, 数色用意し色を選ばせる
乳棒・乳鉢	2組	チョーク粉砕用, 鉢径16~20cmの大型, A・B各色に対応して2組
蓋付ポリビン	2	チョーク混合液作製用, 広口タイプ, A・B各色に対応して2組
スプーン	2	チョークを乳鉢から蓋付ポリビンに移す, A・B各色に対応して2組
手付きピーカー	1	蓋付ポリビンに真水を注ぐためのもの, 500ml
お玉	1	食塩秤量・溶解用
大型ボール	1	食塩秤量用
台秤	1	食塩秤量用
ビニールシート	1	真水層作製用, 水槽上面を覆うもの, 大きな袋を開いて作る
ホース, バケツ	適量	水槽への注水・排水用(洗濯機用排水ホースが便利)
火山体一式	1	図2参照

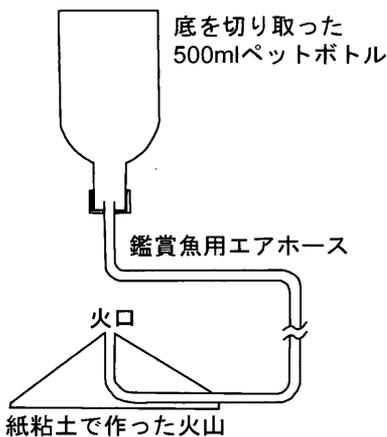


図1 水槽に設置する火山体(笠間, 2001)
完全防水加工は難しいので, 実験終了後は早
めに水槽から出した。

は, 日本理化学工業(株)製ダストレスチョーク(ホタテ貝殻を含む炭酸カルシウム製品)を用いた。色チョークは色の選択ができるように各色(白, 赤, 茶, 緑, 黄, 青, 紫)を用意し, 本数単位で使用した。最低使用量は1本で, 噴煙柱用とし(A色とする; 1本分約11g), 火砕流用は3本使用した(B色とする; 3本分約33g)。チョーク屑再利用の場合は, 必要量を秤量した。これらを児童が乳鉢・乳棒にてすりつぶし, スプーンで蓋付ポリビンに入れ, 真水を加え200mlとした。蓋付ポリビンを振り, 水とチョークを混合させた。噴煙に含まれるチョーク量には3倍の差があるが, 外見上は濃さに差があるようには見えなかった。

4) 大気材料(食塩水, 真水)

60ℓ水槽の粹部を除いたガラス面の上から約5cmを食塩水(約45ℓ)と真水(約15ℓ)の境界とした(40cm水槽でも同様に5cmの位置を境界とした)。食塩は5~25kgの大袋入りの並塩を用意し, 児童が

2.7kg秤量し溶かした。食塩水濃度は, 噴煙柱用のA色チョーク混合液の見かけ密度より決まる最低濃度とした(後述)。

②噴煙の再現

1) 実験媒体の密度関係

密度設定は, 火砕流(B色チョーク混合液: 100mlに最大約16.5gのチョークが分散) > 大気(食塩水: 100mlに6gの食塩が溶解) > 噴煙柱(A色チョーク混合液: 100mlに最大5.5gのチョークが分散) > 上層大気(真水)とした。食塩水とA色チョーク混合液の密度差は小さいが, チョークは乳鉢への付着, 蓋付ポリビンやペットボトルでの沈殿が生じるため, この食塩使用量で実験可能であった。

2) 再現される噴煙

ペットボトルを持ち上げると, A色チョーク混合液は, 火口から最初は慣性力, 後に浮力によって鉛直方向に上昇し, 乱流によって逆三角錐状に膨張する噴煙柱を形成し, 真水層との境界でアンブレラ部を形成して水平に広がった(図2a, d)。近くで見ると, 噴煙柱やアンブレラ部からの降下物が観察できた。空気が入らないタイミングで, 引き続きB色チョーク混合液をペットボトルに入れ噴出させた(図2b)。B色チョーク混合液では, 慣性力で火口より数cm噴煙は上昇するが, すぐに崩壊して山体を流れ下る火砕流となった(図2c, e)。火砕流は真水を含むため, 火砕流堆積物を生じながら, 熱エネルギーによって上昇する灰雲を形成した。火砕流堆積物は, 排水時に水かさが減ると観察できた。

これらの噴煙の再現性に関しては, 児童がすべての準備作業を行うが, 問題はなかった。食塩水の量も, 予め水槽に線を引いて厳密に合わせるほどの精度は必要なかった。

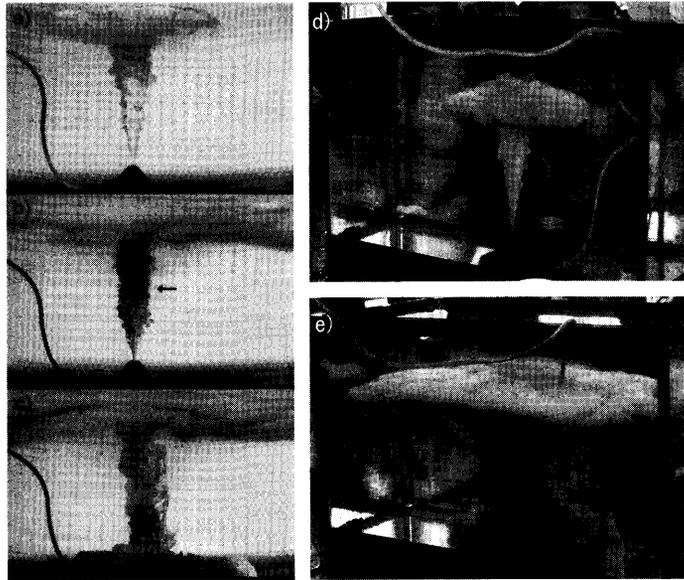


図2 色チョークで再現される噴煙

a)～c)は写真撮影のために行った実験。右のd), e)はQ校での実験。

a): チョーク A 色（実際の色は黄）の噴火。噴煙柱が形成され、上部のアンブレラ部が拡大中。

b): チョーク B 色（実際の色は青）の噴火に移行。矢印が慣性力で上昇する B 色噴煙の先端部。山体には降下物が堆積している。

c): チョーク B 色の噴火。一端上がった噴煙は崩壊し、その後低い位置で崩壊を続け、火砕流を発生させる。

d): チョーク A 色で形成される噴煙柱（実際の色は青）。

e): チョーク B 色で形成される火砕流（実際の色は紫）。

③学習プログラム

児童を班に分け、班ごとに実験操作を行った。学習プログラムを表2にまとめた。

1) 導入 (5分)

火山学的な説明は、火山は噴火すること、噴火には噴煙と溶岩を噴出する2タイプがあること、噴煙は気象現象で生じる雲より高く数十kmも上がり、この上昇は空気との重さ（密度）の関係で決まること、の3項目にとどめた。

一方、実験の条件設定については細かく説明した。噴煙の実験であること、噴煙上昇の原因である密度関係は規模によらず決まるものなので、小さな水槽で実験可能であること、噴火は陸上でも水中でも起きるが、陸上の噴煙を本物のように見せるために水中で実験を行うこと、噴煙が上昇する数十kmという範囲を水槽内で再現すること、上空では空気が薄くなるので、その構造を簡略化し、下の濃い空気は食塩水、上の薄い空気は真水で示すことを説明した。噴煙はチョークを潰して作ること、噴火により噴煙の濃さも変化するので、濃さ（密度）の違う2つの噴煙を作っ

て噴火させることを説明した。

2) 理科実験（準備操作の実験化：20分）

班で教卓前に出て各実験を行った。学習効果を高めるため、使用器具、方法は指示せず、班員で相談して行い、実験を見る側の児童が操作を見て意見をするように促した。

・食塩秤量

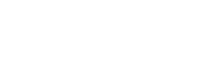
大袋入りの並塩を2.7kg秤量して水槽に入れた。日本人の多くは1日に10gも食塩を摂取している話題を提供し、1年間の摂取量を計算させ、水槽内の食塩量と比較させた。

・食塩水作製

水槽に水を入れて食塩をすべて溶かした。ホースで注水するが、ホースには、わざと継ぎ目があり、さらに蛇口から外れやすいようにし、班員で効率よく作業を行う雰囲気を高めた。

水槽に注ぐ水と水槽内の食塩水に触れさせ、両者の温度差に気づかせた。なお、冬季には暖房で温まった水が先に出て、途中から温度が下がることがあったので、水道水をあらかじめ出して、水温を安定させる必

表2 色チョーク実験学習プログラム

	小学生の活動	指導の留意点	進行上の注意点	写真
導入	噴火の写真パネル(伊豆大島、桜島)を見る。	噴火には溶岩を出すタイプと火山灰(噴煙)を出すタイプがあり、実験では後者を扱うことを説明する。	噴煙をリアルに見せるために水槽を使用することを説明する。教卓の器具配置は右写真参照。	
	噴煙は上空数10kmまで上がるが、上空では大気も薄くなるという説明を聞く。	上空で空気が薄くなる例を挙げさせる。水槽の中と大気と比較させ、実験の設定条件を理解させる。	上空の薄い大気を真水で、下の濃い大気を塩水で表現することを説明する。	
	噴煙は、線香の煙のように熱で空気より軽くなるため上昇するが、実験は重さ(密度)の違う噴煙を2つ用意して行うという説明を聞く。	熱気球などの例を挙げさせる。噴煙と空気の重さ(密度)の違いは、大きさに関係なく決まるので、小さな水槽でも実験可能なことを理解させる。	噴煙の重さ(密度)はチョークの本数で変えることを説明する。	
基本的な理科実験	食塩秤量(写真1)	卓上の機材を使用して2.7kgの食塩を量りとりて水槽に入れる。	どのような道具を使用するか、容器の質量はどうするか、1日の食塩基準摂取量から導かれる年間摂取量との比較をさせる。	
	食塩水作製(写真2)	指示した位置まで水を入れて食塩水をつくる。	もやもやと屈折率の違いで見える溶液、食塩の溶解で発生した水温低下や濁り(気泡発生)に気づかせる。	
	真水層作製(写真3)	食塩水の水面にビニールシートを敷き、その上を真水で満たし、最後にビニールシートを引き取る。	真水と食塩水との境界が出現し、互いに混ざらないことを見せる。境界では背景が大きくゆがむことに気づかせる。墨気楼など似た現象を紹介する。	
	チョークすり潰し(写真4)	好きな色チョーク(A色)1本をとり、乳鉢ですり潰す。 好きな色チョーク(B色)3本をとり、乳鉢ですり潰す。	乳鉢・乳棒の使用法の確認。日常生活で似たものはないか挙げさせる。	
	チョーク粉注水(写真5)	チョーク粉末(A色)を蓋付ポリビンに移し、水を入れて200mlとする。 同様の操作をB色で行う。	容器には200mlの目盛りがついているが、目線をどの位置にして、水面のどこを合わせればよいか考えさせる。	
	チョーク混合液攪拌(写真6)	チョーク(A色)入り蓋付ポリビンの蓋をして、よく振って完全に水と混合させる。 同様の操作をB色で行う。	溶けた食塩と、溶けずに混ざっただけのチョーク混合液の違いについて考えさせる。確認は後片付けの時に水槽底にチョーク粉末が沈殿していることで行う。	
噴煙実験本体	噴火実験(A色:噴煙柱)(写真7)	水槽に近づき観察、学芸員が実験操作する。	噴煙が逆三角錐に膨らむ様子、密度が釣りあう位置で横に傘状に広がるようす(アンブレラ部)を観察させる。	
	噴火実験(B色:火砕流)(写真8)	水槽に近づき観察、学芸員が実験操作する。	噴煙の重さ(密度)でA色とは異なり、地を這う流れになることの確認する。	
まとめ	真水、食塩水、チョーク混合液(A、B色)の重さ(密度)の関係、2色の噴煙の違いを復習する。	噴火には多様性があることを説明し、防災上A色、B色どちらの噴煙が危険かを考えさせ、B色の噴煙は火砕流と呼ばれる最も危険とされる噴火現象であると説明する。	終了後、逆流防止のためペットボトルは水槽に入れる。	
	火砕流について箱根火山の事例解説を聞く	火砕流には非常に規模の大きなものがあり、箱根火山のものは横浜まで達していること、九州ではさらに規模の大きな噴火があったことなどの話題提供。	実験と箱根火山との接点の解説はここで行う。	
後片付け	退室時に排水の様子と堆積物の観察をする。	ホースで排水する方法を質問する。排水しながら火山体を中心にチョークが堆積している様子を見せる。	サイホンの原理で水槽の排水を行う。	

要があった。食塩水に水を入れると、かげろうのようなものができること、食塩水が濁ることを観察させた。児童に、濁らせている物質が上に移動していくのか(気体)、下に移動していくのか(固体)観察させ、空気であることを確認させ、身近に似たような現象(沸いたお風呂で生じる気泡など)があるか質問した。

・真水層作製

食塩水の上に真水の層を作った。うまく作るにはどうしたらよいか質問し、ビニールシートを敷き、その上に真水を乗せ、最後にビニールシートを引き取るように導いた。

屈折率の差で形成された境界面を観察させた。実験操作をする班員の顔を境界面に近づかせ、実験を見る側の児童とお互いの顔のゆがみを確認させ、蜃気楼を例に挙げ、同じような仕組みで起きることを解説した。

・チョークすりつぶし

2班でA色、B色、好きな色のチョークを選び、乳鉢と乳棒ですりつぶした。乳鉢、乳棒の操作を確認させ、身近に似たようなものがないか質問した。

・チョーク粉への注水

チョークを蓋付ポリビンに移し、蓋付ポリビンの目印(200 ml)まで真水を注いだ。目印に水位を合わせるために、視線はどの位置が望ましいか、水位のどの部分を目印に合わせるか質問した。

・チョーク混合液攪拌

注水した蓋付ポリビンの蓋を閉めて、よく振った。溶解したもの(食塩水)と溶解していないもの(チョーク混合液)との差について質問した。チョーク混合液は1日放置すると無色透明の水とチョーク粉の沈殿に完全に分離し、違いを理解させやすいが、本プログラムでは時間の都合で、後片付けのときの堆積物(沈殿物)で確認した。

3) 噴煙実験本体(2分)

児童全員が観察できるように、操作は学芸員が行った。児童は実験を見やすい位置に移動した。

・噴煙柱形成(チョーク1本の噴火)

チョーク混合液を入れたペットボトルを持ち上げ、噴火させた。噴煙は、火口から立ち上る部分(噴煙柱)が逆三角をしていること(理由は流体力学の範囲になるので、現象のみを確認する)、真水との境目で傘状(きのこ状)に広がることの2点に注目させた。

・火砕流形成(チョーク3本の噴火)

噴煙柱形成実験終了直前チョーク3本の混合液をペットボトルに入れて引き続き噴火を行った。いった

ん上昇した噴煙が崩れ落ち、流れ下る様子を観察させた。

4) まとめ(5分)

・実験結果について

噴火には多様性があることに触れ、2回の噴火で噴煙の形が全く異なったことを確認した。さらにチョーク1本の噴火とチョーク3本の噴火のどちらが恐ろしいか発問し、考えさせた。ここで初めて火砕流という言葉を出し、チョーク3本の噴火が火山災害の中でも最も恐ろしいものとされる火砕流という名前の噴火であることを解説した。

・箱根火山との関係について

箱根火山も数回にわたり大規模な火砕流を噴出したことがあり、6.6万年前のものは神奈川県横浜や城ヶ島まで流れた(笠間・山下, 2008)こと、九州ではさらに大きな噴火が起きたことについて触れた。

5) 後片付け(噴火実験・理科実験を含む)(3分)

・水槽の水を排水する方法を問いかけ、洗濯機用排水ホースを用いサイホンの原理で排水した。なぜ水が流れるのか問いかけた。

・水位が下がると、チョーク粉の火砕流堆積物が見えるので、観察させた。

6) 終わりの挨拶(1分)

箱根は火砕流を出す大噴火を含め、数多くの噴火によってできた活火山であること、現在でも大涌谷で盛んに噴気活動があること、噴火のような自然現象も実験で再現できるので、いろいろ挑戦して欲しいことなどを話して終わりとした。

5. 実践結果

箱根で理科関係(火山・植物)と社会科関係(箱根寄木細工)のグループ別現地学習を行う際に来館する東京都内小学校(P校とする)5年生の実践結果と、火山授業前の導入の時間で行う神奈川県内小学校(Q校とする)6年生の実践結果を示す。

①児童童の取組み・反応

表3にまとめた。詳細は以下のとおりである。P校は2010年5月(2グループすなわちA、B群、2回実施、A群は理科関係、B群は社会科関係)、Q校は2007年9月(4クラスすなわちC、D、E、F群、4回実施)の各結果である。

・食塩秤量

学芸員のアドバイスがなくても、両学校の全群とも必要な機材(台秤、大型ボウル、お玉、並塩)をすぐ

表3 児童の取り組み・反応

項目	児童の取り組み・反応					
	できた○、できなかった×、ただし*印項目は○が誤りとなる			Q校6年生4回実施		
	P校5年生 2回実施			Q校6年生4回実施		
	A群	B群	C群	D群	E群	F群
食塩秤量						
器具が適切に使用できた	○	○	○	○	○	○
台秤の針の調節をした	○	×	×	○	×	×
2.7kg食塩の体積を推定できた	×	×	×	×	×	×
食塩溶解						
食塩の溶解熱を確認できた	○	○	○	○	○	○
かげろうのようもの確認できた	○	○	○	○	○	○
食塩水の濁りを確認できた	○	○	○	○	○	○
濁りの原因を食塩の粒と答えた*	○	○	○	○	○	○
濁りが気体であることの確認ができた	○	○	○	○	○	○
風呂を沸かした時の気泡発生を知っていた	○	○	○	○	○	○
真水層の作製						
大気は上空で薄くなることを知っていた	○	○	○	○	○	○
器具を適切に使用し真水層が作製できた	○	○	○	○	○	○
食塩水との間の境界面が確認できた	○	○	○	○	○	○
境界面での顔のゆがみを確認できた	○	○	○	○	○	○
曇気様を知っていた	○	○	○	○	○	×
大気を真水と食塩水で表すことが理解できた	○	○	○	○	○	○
チョークすり潰し						
器具を適切に使用できた	○	○	○	○	○	○
チョーク粉への注水						
チョークを水と混ぜると発泡すると答えた*	○	×	○	×	×	×
水位を正しく合わせられた	×	×	○	○	○	○
チョーク混合液作製						
器具を適切に使用し混合できた	○	○	○	○	○	○
実験本体						
火砕流の噴火時に怖いという発言があった	×	×	○	○	×	×
2つの噴火のうち火砕流を怖いと答えた	○	○	○	○	○	○
実験中に色がきれいという発言があった	○	×	○	○	×	×
火砕流という言葉を知っていた	○	×	×	○	×	×
排水						
サイフォンの原理を知っていた	×	×	×	×	×	×
器具を適切に使用できた	×	×	×	×	×	×
堆積物(溶けないもの)の確認ができた	○	○	○	○	○	○

A群：理科関係グループ、B群：社会科関係グループ、C～F群：各クラス

用意し、秤量の前に容器（大型ボウル）の重量をあらかじめ量る必要性にも気づいた。全群とも台秤に針位置を調節するネジがあることを知っている児童がおり、容器を乗せてから0に合わせた班もあった（A群、D群）。両校ともはじめは、食塩を少量ずつ秤に載せ、しだいに食塩2.7kgの大まかな体積のイメージがでると、すくい取る量は増えた。また両校とも測りとした食塩の量の多さに驚き、この量以上の食塩を1年間で食べている人がいるという問いかけにも驚いていた。

・食塩溶解

食塩水と水道水の温度の差（食塩の溶解による水温低下、水道水の水温19～23℃で約2℃低下した）、水道水を注いだときにできる食塩水中のかげろうのようなもの、食塩水の濁りは確認できた。

食塩水の濁りの原因については、問いかけに対して全群とも溶け残った食塩の粒と答えた。濁りは食塩水完成後に、上下どちらに向かって晴れていくを観察するように助言して、気体であることを確認できた。

・真水層作製

真水と食塩水との間の境界面は、ビニールシートを外す動作で、波打った。両校とも境界面とその動きに大きな興味を示した。「こんなの初めて見た」、「どうして混ざらないのか不思議だ」（Q校の2群）、「真水層がないように見える」（P校のC、D群）などと、自発的な発言が多く出た。顔のゆがみの確認では、P校が大いに盛り、入れ替わって境界面に顔を近づけていた。

・チョークすりつぶし

P校では2009年度に、乳鉢を割ってしまったので（前述の使用器具、方法は指示せずの方針のため）2群

とも、お茶碗と同じような材質であることを伝えてから実験に入ったところ、正しく使用できた。Q校では、乳棒でチョークを叩きつぶしている児童に、見ている側の児童から乳鉢が割れてしまうという発言(C, D群)もあり正しく使用できた。

・チョーク粉への注水

Q校では、全群で視線をきちんと水位に合わせて注水ができていた。P校では2群とも水位の合わせ方に戸惑いが見られ、学芸員が指導した。

・チョーク混合液攪拌

攪拌操作は両校とも全群で、楽しみながら行っていた。溶解したものと溶けずに混ざったものの違いは、両校ともすべての回で、後片付けのときに水槽底に沈殿したチョーク粉末の存在を見ることによって確認できた。

・サイホンの原理による排水

サイホンの原理ということばは、両校の全群とも知らなかった。ホースだけで水槽の水を排水する方法は見たことがあると発言した児童が両校ともあったが、実際に教卓で行わせると、ホースの端を水槽に入れるだけで、水は流れなかった。学芸員が行って見せると「何で水が流れるのか不思議だ(理由がわからない)」という発言が、両校ともすべての群であった。

・実験の設定条件に対する理解

上空では空気が薄くなることは、両校とも知識として知っていた。下の濃い空気を食塩水で、上の薄い空気を真水で表現するというのも、下が濃くて重く、上が薄くて軽いという説明を加え、両校とも設定について理解できたという発言を得られた。陸上の噴火をチョークの粉を使用して水中で再現するという設定は、入浴剤の投入の入浴剤の動きを例に伝えると、両校とも全ての回でイメージはできた。しかし、チョーク粉を水に入れると発泡すると発言した児童が両校ともあった。

・噴煙実験

両校とも全群で、「わー」などと声を出して、熱心に観察していた。この声は噴煙柱が立ち上がる時(噴火開始)と火砕流を形成する噴煙が崩壊する瞬間の2回上がった。実験終了後に、噴煙柱の噴火と火砕流の噴火、どちらが危険かと発問すると、いずれの学校も全群で火砕流が危険であると答えた。一方、P校のA群では「きれい」という発言もあった。一連の噴火が終わると水槽は食塩水の部分が火流のチョークの色、その上が噴煙柱のチョークの色になるので、P校でも

F群ではスイカ(緑と赤)のようであるという発言があり、両校とも噴煙の色に関する関心は高かった。

②アンケート調査

アンケートは博物館で作成し、回答を依頼したもので、P校の結果である(表4)。P校では箱根で火山と植物を学習するグループ(A群)、箱根寄木細工を学習するグループ(B群)に分かれ、通常は理科関係の火山・植物グループが来館して本プログラムの実験を行うが、アンケート実施時は、急な予定変更で箱根寄木細工のグループも実験を行ったので、両グループの比較が可能となった。実験のおもしろさ、実験の理解度(噴火の仕組みがわかったか)、箱根などの火山への興味関心の高まりの各項目とも、評価はおおむね高かったが、A群がより高い。箱根をはじめとする火山への興味・関心がわいたかという項目が両グループ間で評価の差が最も大きかった。各実験のおもしろさについては、上位4実験は両グループで同じ結果となった。すなわち火砕流→食塩水と真水の層→噴煙柱→排水の順であった。

③児童の感想文・学習のまとめ

実験後に学校より送られた感想文・学習のまとめについて、統計的処理を行った。これらは博物館側が依頼したものではなく、学校側が作成し好意で寄せられたものである。

1) P校の火山・植物グループの感想文(A4判1枚、150字程度にまとめたもの、2010年5月実施・アンケートと同じ児童が書いたもの)。

2つの噴煙(火砕流、噴煙柱)の比較を学習のまとめ的に述べたもの…40%

火砕流が恐ろしかったという、火砕流の感想を中心に述べたもの…35%

塩水と真水の層が分かれたことが不思議であったという感想を中心に述べたもの…25%

2) Q校のまとめカード(図3)、A4判1枚、図などを入れた実験内容をまとめたもので理科の授業では通常行っているもの、2007年9月実施、1クラス分(D群)。

以下の2つの分析項目を調べた。

・噴煙は正しく描かれているか

すべてのまとめカードには、噴煙のスケッチが描かれていた。このスケッチを調べた。調べた項目は、噴煙柱が逆三角形になっているか、噴煙柱の上にアンブレラ部があるか、火山体斜面を流れ下る火砕流が描かれているかの3点である。結果この3点については、

表4 アンケート調査の結果

項目	回答(%)			
	A群(18人)		B群(20人)	
	%	評価	%	評価
実験はおもしろかったですか				
たいへんおもしろかった	100		90	
どちらかというとおもしろかった	0		10	
どちらともいえない	0	5.0	0	4.9
どちらかというとおもしろくなかった	0		0	
まったくおもしろくなかった	0		0	
何がおもしろかったですか(3つ選択)				
塩をはかったところ	0		15	
塩をとかすところ	6		5	
塩水と真水の層をつくったところ	78		55	
チョークをつぶすところ	17		40	
チョークと水を混ぜるところ	0		5	
普通の噴火(噴煙柱形成)のようす	67		45	
火砕流の噴火のようす	89		80	
最後に水を流したところ	22		30	
火山噴火(けむりを出す噴火)のしくみについてわかりましたか				
よくわかった	100		90	
どちらかというとうわかった	0		5	
どちらともいえない	0	5.0	0	4.8
どちらかというとうわからなかった	0		5	
まったくわからなかった	0		0	
箱根などの火山について、興味・関心がわきましたか				
とてもわいた	100		40	
どちらかというとうわいた	0		40	
どちらともいえない	0	5.0	10	4.1
どちらかというとうわからなかった	0		5	
まったくわからなかった	0		5	



- ・緑の煙は軽くうまい空気の方へのぼっていた
- ・黄の煙は重く山をすべりおちていった、
(火砕流)
- ・うまい空気と濃い空気のさかいめで煙は止まった。

図3 学習のまとめ(Q校)

噴煙実験自体は2分程度で終わってしまうが、スケッチから強く印象に残ったことがうかがえる。

全カードに正しく描かれていた。

約30%の児童が噴煙の絵にさらに矢印を書いて動きを示していた。これらは以下の動きを示していた。噴煙柱からアンブレラ部への噴煙の動き、崩壊する噴煙柱から火砕流への動き、火砕流内の乱流の動き、火砕流から上昇する灰神楽の動き、アンブレラ部からの降灰であった。なお、これらの矢印の向きでも間違っただけではなかった。

- ・実験内容は正しく理解されていたか
実験の最も重要な部分の記述について、間違いがあ

るか調べた。調べた項目は、使用したチョークの色と本数の関係、チョークの色または本数と噴煙の動き(上にいく・下にいくなど)の関係、チョークの色または本数と噴煙の密度(重い・軽いなど)との関係の3点である。これら3点のうち、1点も記述されていないまとめノートはなかった。その結果、これらの関係にも間違いはなかった。なお、チョークの色の記述がないものはなかった。

④担当教師の感想

担当者が同じであることが多く、統計的なデータはない。参考までに、いただいたコメントを記す。

- ・P校(感想文の送付状のコメント)

事前学習(火山・植物グループ)の疑問が解決した。今後の探究活動に対する意欲が高まった。

- ・Q校(学校での打ち合わせの中での発言)

噴煙がリアルで美しい。毎年、児童が熱心に取り組む実験である。

6. 考 察

噴煙の挙動は小学校の学習指導要領にはなく、深入りすれば高校でも扱わない高度な内容となる。博物館学芸員が、難しい話と実験をやって帰ったということでは、依頼した小学校としても当惑するであろう。しかし、表4のアンケート結果を見ると、実験の面白

さ、噴煙を出す噴火のしくみに対する理解度の評価は非常に高い。また、Q校のまとめカードの分析においても、噴煙のスケッチは正しく描かれており、噴煙の密度（チョークの本数）と挙動（上昇するか流れ下るか）との関係にも間違いはなかった。実験内容が比較的シンプルであることも原因していると思われるが、全員が間違いなく実験結果をまとめられたことは素晴らしいことである。火山に対する事前学習が全くない状態でも、噴煙を扱う水槽実験で、見せる情報を限定して（ここでは大気と噴煙との密度関係のみ）小学生に提供すれば、噴煙挙動の科学的なしくみについて十分に理解を得られ、おもしろく感じる事が、学習プログラムの試みより明らかになった。火山の導入プログラムとしての役割は果たしていると判断できる。また、実験中の噴煙の色に関心が認められ、まとめも噴煙の色で記述していることから、色チョークの使用も有意義であったと考えられる。

噴煙実験本体では、火砕流の実験に最も関心が高かった（表4）。また、恐ろしさとともに火砕流の感想を記述している児童も多い。このことから、本学習プログラムで児童の印象に最も強く残るのは火砕流であることもわかった。火砕流は火山防災上重要な噴火現象であり、防災教育にもこの実験が有効であることを示唆しているものと考えられる。

さらに学習プログラムでは準備や片付けにさまざまな実験を組んだが、これらについて表4を見ると、食塩水と真水の層を作る実験については、噴煙柱の実験よりおもしろいと感じる児童が多かった。最後のサイフォンの原理による排水の実験もおもしろいと感じる児童が多く、組み入れた成果はあったと考えられる。なお、社会科関係のグループ（B群）では、食塩の秤量やチョークの粉碎といった基本操作にも関心が高かった。これらについても組み入れた成果はあったと考えられる。理系・文系というカテゴリーは小学校には馴染まないが、箱根を訪れる学習目的が理科関係と社会科関係で異なる結果が出たことは興味深い。この傾向は、この学習プログラムで箱根などの火山について興味関心がわいたかという質問に対しても表れた。理科関係では全員がとてもわいたと答えたが、社会科

関係グループでは全くわかなかつた、どちらかというとうわかなかつたという回答もあつた。表3の児童の取り組み・反応においても、理科関係グループ（A群）のほうにより積極性が認められる。学習目的で興味・関心のわき方に差があつたことについては、今後検討する必要がある。

7. ま と め

噴煙柱・火砕流を扱った水槽実験は、本来は高度な内容を伴う実験であるが、噴煙の挙動を大気と噴煙の密度差だけに説明を簡略化し、理科実験の延長として位置づけたプログラムを組めば、小学校5、6年生でもおもしろく感じ、火山に対する科学的な理解を高めるための導入プログラムとして適していることが、当博物館の実践より明らかとなつた。なお、箱根での学習目的の違いによって、おもしろいと感じる実験や操作、興味・関心の高まり方には差が認められた。

引用文献

- Carey, S. N., Sigurdsson, H. and Sparks, R. S. J. (1988): Experimental studies of particle-laden plumes. *Journal of Geophysical Research*, **93**, 15314-15328.
- 笠間友博 (2001): チョークを利用した火山噴火実験. 神奈川県高等学校教科研究会理科部会会報, **45**, 30-33.
- 笠間友博・山下浩之 (2008): いわゆる「東京軽石層」について. 神奈川県立博物館調査研究報告 (自然), (13): 91-110.
- 下司信夫 (2006): 水槽を用いた噴煙のアナログ実験. 地質ニュース, **627**, 22-24.
- 日本博物館協会 (2009): 地域と共に歩む博物館育成事業. 日本の博物館総合調査研究報告, 日本博物館協会, 東京, 200 p.
- Sparks, R. S. J., Bursik, M. I., Carrey, S. N., Gilbert, J. S., Glaze, L. S., Sigurdsson, H. and Woods, A. W. (1997): *Volcanic Plumes*. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, pp. 88-116.
- Turner, J. S. (1966): Jets and plumes with negative or reversing buoyancy. *Journal of Fluid Mechanics*, **26**, 779-792.
- Woods, A. W. and Caulfield, C. P. (1992): A laboratory study of explosive volcanic eruptions *Journal of Geophysical Research*, **97**, 6699-6712.

笠間友博・平田大二・新井田秀一・山下浩之・石浜佐栄子：水槽実験を活用した小学生向け火山学習プログラム，地学教育 64 巻 1 号，1-12, 2011

〔キーワード〕 水槽実験，色チョーク，博物館，小学校

〔要旨〕 博物館が学校との連携授業で行う火山噴火実験プログラムとして「色チョーク水槽火山実験」を開発した。色チョークを噴煙材料として用いた水槽実験で，時間のかかる準備・後片付けは，理科の基本操作，原理・現象の確認の意味をもたせ児童・生徒が行い，結果は「重い」，「軽い」の 2 語で説明するだけにとどめた。その結果，小学校高学年でも理解でき，火山への科学的な興味関心を高める実験として有効であることが実践結果より明らかとなった。

Tomohiro KASAMA, Daiji HIRATA, Shuichi NIIDA, Hiroyuki YAMASHITA and Saeko ISHIHAMA: Development of an Introductory Study Program of Volcanoes for Grade-School Student: An Effective Use of the Water Tank Experiment. *Journal of Educational of Earth Science*, 64(1), 1-12, 2011

Web 会議システムを利用した ジョイデス・レゾリューション号からの遠隔授業

Video Conversation Class from the *JOIDES Resolution*
Using a Web Conferencing System

川村 教一*¹・田口 康博*²・吉澤 理*³・猪熊 眞次*⁴

Norihito KAWAMURA, Yasuhiro TAGUCHI, Tadashi YOSHIZAWA
and Shinji INOKUMA

Abstract: A video conversation class of marine geology from the drilling vessel *JOIDES Resolution* to two high schools utilizing a web conference system, and including lectures by teachers and researchers from many foreign countries is presented. The lesson resulted in an increase in some students' knowledge, and particularly interest concerning drilling technology of the vessel and aspects of marine geology, such as the abyssal biosphere, foraminifera, and a chimney at a hydrothermal vent. In addition, introducing the work of scientists and technicians in the ship made some students more intensely conscious of their career aspirations.

Key words: Web conference system, video conversation class, the *JOIDES Resolution*, marine geology, high school

1. はじめに

生徒が学ぶ教室と講師がいる会場との間で、情報通信ネットワークなどを用いて画像や音声を送受信しながら行う遠隔授業は、高校-大学連携の取り組みの一環として実践されるようになってきた(例えば大西, 2006)。地学教育においてもこれまでにさまざまな技術を用いて小学校~高校で教室と国内の別会場(地点)を結んで授業が実践され、その成果が報告されてきた。

例えば「CU-SeeMe」はビデオ会議用のソフトウェアであるが(安東, 1996)、高校地学の古生物分野でこれを用いた遠隔授業では、学校にいながらにして講師である研究者の話聞き、リアルタイムで質問できる有意義な体験をさせることができた(田中・松川,

1996)。中学校理科(天文領域)において科学館と学校の間でテレビ電話を用いて講師が授業を実施した例では、遠隔授業を行うよりも講師から対面授業を受けたほうが生徒の評価が高かった(丹野ほか, 2003)。小学校理科の単元「流水のはたらき」の学習では、PHS 電話やインターネットを用いて河川と教室を結んで授業を行い、静止画像や動画で事物や現象を提示できるものについては学習効果が見られた報告がある(相場ほか, 1999, 2000)。また、松尾ほか(2002)は、小学校理科のC区分の学習で太陽や月を取り上げて、インターネットを用いて天文台と教室を結んで授業を行い、遠隔授業としての効果はインターネット技術を利用した点が小学生にとって珍しかった点にあると述べている。これらのことから、田中・松川(1996)や相場ほか(1999, 2000)の例のように、インターネッ

*¹ 秋田大学教育文化学部 *² 長崎県立佐世保西高等学校

*³ 海洋研究開発機構地球深部探査センター *⁴ 香川県立観音寺第一高等学校

2010年3月4日受付 2011年1月31日受理

ト技術による指導法や教材提示の方法と教材の組み合わせによっては、地学の学習で遠隔授業が効果的な場合があることが明らかになった。

複数校の学校生徒が参加した高校理科（生物）の遠隔授業として、1会場に複数校の生徒が集まった例がある（志賀ほか，2004）。この報告では各学校を会場とする多点方式のテレビ会議システムのほうが生徒移動の手間がなくて良いのではないかと提案されている。その後、複数校を会場とする地学の遠隔授業の報告はまだ知られていない。

ところで、遠隔授業や遠隔教育全般についての印象調査による評価については、学生から肯定的な意見があるのに対し教員は対面授業のほうをより高く評価する傾向にあるので、遠隔授業の可能性について教員の理解を深めることが重要であると指摘されている（河村，2000）。

これらのことから、地学における遠隔授業の推進にあたり、遠隔授業の特長を生かした実践を教員に公表し、理解を得ることが必要であると思われる。



図1 科学掘削船ジョイデス・レゾリューション号

筆者のうち田口と川村は、2009年6月22日～7月5日に科学掘削船ジョイデス・レゾリューション号（以下JR号，図1）を主会場として行われた理科教員研修「スクール・オブ・ロック2009」（川村ほか，2009；田口ほか，2009；川村ほか，2010）に参加した。その際、筆者のうち吉澤の発案により、Web会議システム（インターネットを利用したいわゆるテレビ会議システム）を活用して、カナダ南西部ビクトリア西方沖、ファンデフーカ海嶺東翼海域（北緯47°45.2′，西経127°45.8′）に停泊するJR号と日本の二つの高校会場（長崎県立佐世保西高等学校：佐世保会場，香川県立観音寺第一高等学校：観音寺会場）を結んで3元同時中継で行う遠隔授業を行った（図2）。JR号からの3元同時中継および学校との遠隔授業はいずれも初めての試みであった。本教育実践は、地学教育における遠隔授業を促進する試みの一つとして、固体地球科学を主題として国外から指導する遠隔授業を、海外の教員や海外の研究機関との連携をもとに行ったものである。本研究ではこの授業実践を報告するとともに、その成果と課題を検討する。

2. ジョイデス・レゾリューション号について

JR号の研究船としての特徴は以下のとおりである。JR号は国際深海掘削計画（Integrated Ocean Drilling Project; IODP）が運航している研究のための船である。本船は、目的地に移動して深海掘削を行うもので、研究者や技術者が乗船している（川村ほか，2010）。

JR号船体の中央部には、掘削のための高さ約62mの檣がそびえている。船体中央部に空いた穴を通じて、掘削ドリルを取り付けたパイプを下ろし、海底下約2kmまで掘削することが可能である。船内施設と

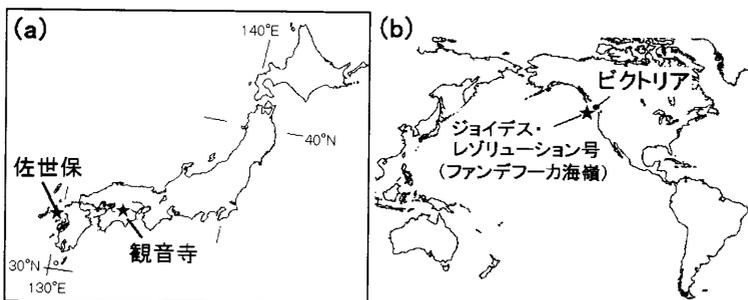


図2 遠隔授業会場の位置

(a) 日本の高校会場，(b) ジョイデス・レゾリューション号会場

して会議室のほか、掘削コア、古地磁気、古生物、岩石、化学の各実験室などがある。採取された掘削コアは、船上で物性値などの測定の後、縦に半切され、岩相記載などが行われる。また、船上で微化石の同定、各種化学分析を行うことも可能である。

3. 本授業の概要

(1) 本授業の目標

高校生を対象とする地学教育の一環として、本授業学習で達成しようとするねらい、授業デザインの視点などの特徴について以下に述べる。

1) 授業の位置づけ

遠隔授業の実施日時が会場校の授業時間帯に設定できなかったため、地学履修の有無にかかわらず希望生徒向けの課外授業とした。

2) 学習の主題

プレート生産境界としての海嶺—*JOIDES Resolution* 号による海洋地質学研究を例として—

3) ねらい

JR 号が海嶺付近に停泊する予定であったので、海嶺を学習の教材に取り上げることとした。海嶺については、高校学習指導要領の理科総合 B の学習内容（文部省，1999）、あるいは地学 I の教科書（例えば、小川ほか，2009）で、そこに見られる火山や地震活動、枕状溶岩としての玄武岩の噴出など、プレートの生産境界の特徴を取り上げている。

本授業では、次のことをねらいとする。

- ・変動帯の一つとしての海嶺の地質やそこで見られる現象について理解させる。
- ・通常の理科の授業では展開できないこれらの学習を通じて、海洋地質学への興味や関心を喚起させる。
- ・最先端の地球科学研究の現場を生徒に見せることで、研究者や技術者の仕事を理解させる。

4) 学習項目:

3) のねらいを達成するため、次の項目を授業で取り上げた。

- ・プレート運動の仕組みの概要
- ・海洋地殻生成の現場で見られる事象、特にチムニーにおけるブラック・スモーカーなどの海底熱水活動の様子
- ・大洋底堆積物とそこに含まれる微化石
- ・科学掘削船の施設の紹介

5) Web 会議システムの利用

田中・松川(1996)が用いた CU-SeeMe はプロジェクトが終了してしまい、新たに利用することは困難である。本授業の特徴の一つは、丹野ほか(2003)のテレビ電話や志賀ほか(2004)のような光回線で会場間を結んだものではなく、Web 会議システムを用いることにより、インターネットという既存の情報通信ネットワークや機器を活かして映像と音声を用いた遠隔授業を行うことにある。

(2) 授業デザインの視点

1) 指導観

①JR 号会場の講師

相場ほか(1999)は、子どもにテレビ会議の必要性を認識させることが、遠隔授業では重要であると指摘した。この点から、本授業では JR 号でしかできない指導を目指した。その一つは JR 号乗船者を講師として活用することである。本授業は、教員研修「スクール・オブ・ロック 2009」(川村ほか，2009；田口ほか，2009；川村ほか，2010)実施期間中に行ったので研修に参加していた海外の教員らに講師依頼をして、日本人の乗船技術者、米国人、フランス人、ポルトガル人各 1 名にも加わっていただいた。

ところで、依頼した外国人講師らは英語で話す予定であった。川村(2002)は外国人講師による高校地学の授業を実施したが、英語を理解しにくい場合でも生徒は外国人講師から学ぶ意義を認めていることを報告した。このことから、あえて授業では同時通訳を設けないこととしたが、通信回線が途絶した場合への備えや、英語の力が十分でない生徒に対して講義の学習内容の理解を助けるために、後に 4)②で述べるような配布原稿を用意する工夫や、指導者が必要に応じて通訳をすることにした。

②高校会場の講師

遠隔授業に関連して海洋掘削および海洋地質学について、遠隔授業の前後に各校会場で解説をするために、海洋研究開発機構から筆者のうち吉澤が佐世保会場へ、同機構所属の 1 名の研究者が観音寺会場へ赴いた。

③教材の活用

加藤(1998)の報告によると、遠隔授業における講師の一方的な授業では、授業の充実感を低下させる傾向があるのに対し、多様な資料提示はテレビ会議システムの評価や遠隔会場における緊張感の高まりに影響する。このことから本実践では Web 会議システム

を通じて、画像資料のほか掘削コアサンプルの提示を行うことにした。日本人講師は講義で海洋地殻や大洋底堆積物について取り上げるが、海洋地殻としての玄武岩質岩石の掘削コアサンプルを高校会場に用意して、生徒に手にとって観察させるようにするとともに、講師が実際に観察、微化石の抽出を行ったコアサンプルをJR号会場で用意することとした。普段見る機会のない教材を観察させることにより、本学習のねらいのうち、興味や関心を高めたり、地質事象について理解を深めさせたりすることとした。

2) 生徒観

学習の主題に関する受講希望生徒の理解度をあらかじめ知るため、また質問項目を募る目的で、受講希望者対象の事前アンケート調査を、観音寺第一高校において実施した。回答者数は10名である。

この調査によると、生徒のうち地学I履修者は2名のみで、受講希望生徒のほとんどは地学の授業を受けていない。なお、観音寺第一高校では理科総合Bは開講していない。

「地球内部で熱せられた水が海底から噴出する熱水噴出口という割れ目があることを知っていますか」という設問に対し、「はい」と回答した生徒は5名、「いいえ」と回答した生徒も5名であった。ちなみに地学を履修していないが知っている生徒は3名であり、自主的に学んでいたと考えられる。

海溝について「海溝と呼ばれる、海底が細長い溝状になっていて、海溝で生まれた海洋プレートが、沈み込んでいる場所があることを知っていますか」という設問に対し、全員が「はい」と回答した。

一方、「海洋底でも火山活動が起こり、海嶺と呼ばれる、新しいプレートと海洋地殻が生成される大規模な海底山脈があることを知っていますか」という設問に対し、「はい」と回答した生徒は8名、「いいえ」と回答した生徒は2名であった。海溝と比べ、海嶺の知名度はやや低いようであった。

「地球のことを調べる方法の一つとして、海底などに穴を掘って取り出した岩石やデータを調べる科学調査について知っていましたか」という設問に対し、「はい」と回答した生徒は6名、「いいえ」と回答した生徒は4名であり、地球掘削科学は生徒の間でよく知られているとはいえないようである。

3) 教材観

今回は学校では保有していないような掘削コアを活用できる。具体的には、本学習項目のうち、海洋地殻

生成の現場で見られる枕状溶岩と非固結の大洋底堆積物である。

JR号に乗船していたIODPの研究者に依頼し、東部赤道太平洋で得られた中新世堆積物の掘削コアサンプル(北緯 $3^{\circ}0.0067'$ 、西経 $123^{\circ}12.3621'$ 、水深4,472 m; 第321航海U1337地点B孔, Lyle et al., 2009)を用意していただいたことができた。これは有孔虫など微化石が含まれていることを、筆者のうち田口と川村が観察して確かめたサンプルである。色調の変化も淡肌色と暗褐色と明確で、Webカメラ越しでも地層としての特徴がわかりやすい試料を選んだ。

高校会場では、掘削コアを保管している施設(高知大学海洋コア総合研究センター)から枕状溶岩のコアサンプルを借用した。これは、四国沖の南海トラフ(北緯 $31^{\circ}39.1510'$ 、東経 $134^{\circ}0.7132'$ 、水深4,844 m; 第190航海1177地点A孔)で得られたもので(Shipboard Scientific Party, 2000)、海嶺から海底地殻が移動してきたことを示すうえで適切な教材である。

これらのコアサンプル単体を提示するのではなく、コアサンプルのその採取方法や、海洋地殻における両サンプルの相対的な位置関係についても解説することで、海洋地殻の最上部の差異がわかるようにした。

4) 準備上の工夫

①配布原稿の用意

日本と海外を結んだテレビ会議システムの授業では、英語が堪能な生徒でも会話しづらかった(田中, 1998)。このことや通信回線の一時的な途絶の可能性から英語での講義をすべて理解することは困難も予想された。このため、主な話題である海嶺についての講義では、日本の指導教員に原稿をあらかじめ送信し、各会場で配布することにした。

②生徒からの質問の事前提出

先に述べたように、今回はJR号から初めての試みで行う授業で、通信回線を安定して確保できるかどうか不安があった。田中・松川(1996)は、遠隔授業における質疑応答のために電子メールの利用を提案している。これを参考に、事前に各会場の指導教員を通じて生徒から質問事項を収集して電子メールでJR号側に送ってもらい、あらかじめ回答の準備をしておくこととした。

生徒から寄せられた質問事項(抜粋)は、表1のとおりである。JR号の目的や研究成果、航続性能や掘削技術について疑問があったようである。

表1 生徒から事前に寄せられた質問内容(抜粋)

- ・ JOIDES Resolution号の調査でどのようなことがわかるのですか？ また、これまでの最も大きな成果はどんなことでしょうか？
- ・ JOIDES Resolution 号は、1回の航海でどのくらい遠くまで出かけることができるのですか？(航続距離は何kmですか？)
- ・ JOIDES Resolution 号は、北極海や南極の近くまで行ったことはあるのですか？
- ・ JOIDES Resolution号はどのようにして海底を掘削するのですか？
- ・ JOIDES Resolution号は何mぐらいまで掘れるのでしょうか？
- ・ 掘削しているとき、船をどうやって固定する(同じ場所に保つておく)のですか？
- ・ 地下の岩盤の温度が高くて、ドリルの刃が溶けそうになったことはないのですか？

4. 遠隔授業の実践

(1) 遠隔授業システムの概要

JR号からは通信衛星を通じてインターネットを利用することができる。本実践では、JR号で利用できるWeb会議システムを活用して、JR号(JR号会場)と日本の二つの高校(長崎県立佐世保西高等学校:佐世保会場,香川県立観音寺第一高等学校:観音寺会場)を結んで3元同時中継での遠隔授業を行った。

(2) 指導者の配置

JR号会場には、授業者として司会者を兼ねた日本人高校教員2名(田口と川村)、講義を行う講師らのほかに、コンピュータ・ネットワークの管理のためにJR号に乗船しているコンピュータ技術者1名を配置した。

高校会場では、3.(2)1)②で述べた講師のほか、筆者のうち猪熊のほか各校1~2名ずつが指導教員として配置についた。

(3) Web会議システム利用上の工夫

テレビ会議システムでは、画像や音声の質が授業用として十分でない指摘はこれまでもあった(例えば志賀ほか,2004)。通信中の送信画像や音声の質低下は学習意欲を低下させる要因の一つであるとの危惧から、次のように、回線接続および授業リハーサルを行い、システムの可用性を事前に検討した。なお、Web会議システムは「nice to meet you」(ブイキューブ社, <http://www.v-cube.jp/>)を利用した。

- ・ 接続テスト 2009年7月1日(水)13時30分から(日本時間,以下同じ)
- ・ 授業リハーサル 2009年7月2日(木)14時から15時

この結果、画像や音声途切れるなどの不具合があった。これはJR号が利用している衛星通信の回線速度が10 kbps程度で十分ではないためと考えられたので、授業時にはJR号内で必要のないインターネット回線の利用を控えてもらうよう、コンピュータ技術者から乗船者に呼びかけていただいた。

(4) 学習の内容

1) 実施日時

2009年7月3日(金)12時から13時30分,うち遠隔授業は12時30分から42分間。

2) 各会場の参加者



図3 チムニーを模した講師(Katie Inderbitzen氏)自作のコスチューム
帽子はブラック・スモーカー,スカートの白い筋はチューブワーム,スカートの裾の白い楕円体はシロウリガイを,いずれもほぼ実物大で示したもの。

①JR 号会場

場所：JR 号会議室

講師・進行担当：田口康博，川村教一

講師：Leslie Peart (Deep Sea Academy), Catie Inderbitzen (マイアミ大・院), Jean-Luk Berenguer (フランス中等教育学校), Helder Pereira (ポルトガル中等教育学校), 藤根和穂 (JR 号乗船技術者)

②佐世保会場

場所：佐世保西高校化学教室

指導教員：末松賢嗣，村山佳之 (佐世保西高校)

講師：吉澤 理

参加生徒：普通科 10 名 (途中参加を含めると約 50 名)

③観音寺会場

場所：観音寺第一高校地学教室

指導教員：猪熊眞次

講師：倉本真一 (海洋研究開発機構地球深部探査センター)

生徒：普通科・理数科，合計約 35 名

参観教員：7 名

3) Web 会議システムのための準備

・パソコン (インターネット接続環境)

・スクリーンおよびプロジェクタ

・パソコン接続用のスピーカ，マイク，Web カメラ

4) 教材の準備

①JR 号会場

・チムニーのコスチューム (講師が講義中に着用，

図 3)

学習項目のうち下線部は主に英語による。PPT: パワーポイントのスライドショー

構成	学 習 項 目	生徒の活動	使用教材	講 師	時間
導入 授業	・授業開始挨拶 ・海洋プレートと海嶺，海溝について解説 ・南海トラフ等での海洋科学掘削プロジェクトの概要紹介 ・科学掘削船の紹介 (JR 号，ちきゅう)	授業の概要を知る。 予備知識を得る。	各会場で PPT を使用	吉澤，倉本	15 分
遠 隔	【はじめ】 ・はじめに (Peart さん挨拶，教員自己紹介，佐世保西高校，観音寺第一高校の自己紹介) ・JR 号の現在位置，時刻紹介 ・スクールオブロック 2009 の概要および参加者の紹介 ・授業の目的と内容 【海洋地質学の学習】 ・海洋地殻の紹介：プレート境界 ・海嶺における熱水活動の例：チムニー付近	参加者の全容を知る。 JR 号の現在の様子を知る。 本時の目的知る。	Web 会議システム 使用開始 JR 号画像 参加者画像	Peart 川村	5 分
	・大洋底堆積物と浮遊性有孔虫 ・有孔虫研究の意義 (堆積物の年代，堆積環境の復元)	プレートの動きを理解する。 英語での解説，日本語でのまとめを聞く。 模式的な海洋地殻層序を理解する。	海洋地殻の模式式 断面図 図 3 の衣裳着用 掘削コア 大洋底堆積物の模式断面図 有孔虫画像	川村 Inderbitzen	13 分
授 業	【質疑応答】 ・佐世保西高校からの質問 「1 回掘った所からもう 1 回コアを取り出せるのか」 「先生は有孔虫のどんなところが好きか」 ・観音寺第一高校からの質問の回答 「JR 号は何mまで掘れるか？」 「調査でどのようなことが分かるか，JR 号の最大の科学成果は？」	代表生徒が質問をする。 教員からの解説を聞く。		田口 川村	11 分
	【今後の学習の動機付け】 ・エルダーからのメッセージ：学習への誘い ・ジャンからのメッセージ：科学研究への誘い ・藤根さんからのメッセージ：研究生活への誘い 【終わり】 ・まとめ ・生徒代表お礼の言葉 ・別れの挨拶	講師からのメッセージを聞く。	メッセージを印刷したプリント (各高校)	Pereira Berenguer 藤根	7 分
解 説 授 業	・まとめ ・生徒代表お礼の言葉 ・別れの挨拶	代表生徒お礼を述べる。		田口，川村 Peart	6 分
	佐世保西高校からの質問の回答の補足 観音寺第一高校からの質問の回答の補足	会場ごとに補足解説を聞く。 掘削コアの観察をする。	Web 会議システム 使用終わり 枕状溶岩サンプルを利用	吉澤，倉本	10 分

図 4 遠隔授業の実施記録

・教材用画像
 ・有孔虫化石を含む堆積物の掘削コアサンプル
 実物のチムニーは、成長すると約 2 m の高さになる (例えば、鹿園, 1992). 教材としてのチムニーのコスチュームは、チムニーの大きさやその周辺に生息する代表的な生物を実物大示し、人間の大きさと比較させるためのものである。また、講義に用いる画像や解説

のための図は、講義内容の理解を助けるためにあらかじめ JR 号内で作成したり入手したりしておき、日本にいた吉澤に電子メールに添付して送信した。吉澤はあらかじめ Web 会議システムに画像をアップロードした。

②佐世保, 観音寺会場

・枕状溶岩の掘削コアサンプル

表 2 事後アンケート (生徒) 回答内容

1 設問に対する回答

生徒	回答内容
A	(無回答, 注 授業に途中参加した生徒)
B	・海の底をほって地球のことが分かる。 ・最新の技術では船のドリルで数km海の底が掘れる。
C	・ブラックスモーカーの存在 ・深海底の高い水圧でも生物がいるということ ・中国の山がく地帯に深海生物の化石があるということ
D	・2kmまでほれる。 ・海の地下を調べれば、地球最初の生命がわかる??
E	・光が届かないが生物が生活している。 ・バクテリア-生物-サイクル 化学合成生物群集という 酸素はほとんどないがそれを好み生活を営んでいる。 ・船の大きさ (以下略) ・有孔虫 (以下略) ・ジョイデスは研究として深い海のたい積物をボーリングする。有孔虫の化石は時代、環境によって変わる。 ・成果 プレートテクトニクスの検証 ・何mほれるの? (以下略)
F	・有孔虫の研究によって多くのことがわかる。 ・JOIDES Resolution号の最大の成果はプレートテクトニクスが確かなものであることを検証したこと。 ・JOIDES Resolution号は海底下2kmまで掘ることができる。 ・世界21カ国共同の南海トラフ掘削計画がある。 ・南海トラフ掘削計画は海中に電線をとりつけた海底のようすを予測できるようにする計画である。5~10年で実行。
G	・船にとりつけたドリルで少しずつ岩をけずって掘っていくことです。何時間もかけて掘ることにおどろきました。またボーリング調査一つでもいろいろな時代のことがわかることです。海の底にあった物から地球の歴史がわかることに神秘を感じます。そして、あの海底の高温の中でも生きている生物がいると言うことです。この生物はいったいどんな体のつくりをしているのかという知りたいことがまた増えました。
H	・有孔虫というものを知った。 ・また周りの環境によって様子が変化することを知った。 ・南海大地震のしくみについて知ることができた。
I	・有孔虫という名前は、本などで見かけたことはあったけれど、具体的にどんな生物なのかは知らなかった。今回の遠隔授業を受けて絵やモデルを見ることで、有孔虫が何なのか少し分かった。また、虫を愛する人はたくさんいるけれど、有孔虫を愛する人がいるのは初めて知った。 ・海底掘削船という名前を聞いて、船ごと海底に潜ってドリルが何かで掘り進んでいくものを想像したので、船は海面に浮いたままで、鉄の棒を海底に伸ばして掘ると知ったときには驚いた。何千mもあるのに、そんな長い棒を作って掘ろうと考えた人はすごいと思う。また、シャーペンの芯を2mも伸ばすようなことをしていてもおれない仕組みはどうやって作るのか知りたい。
J	・深海生物が変わった形をしていること ・ドリルの先が意外と小さかった ・多国籍の人がたくさんいた ・地学関係の色々な専門家がいた ・船の大きさがすごかった
K	・有孔虫の画像や、乗船していた人が作った有孔虫の模型を見て、海の底には不思議な生き物がたくさんいることを知りました。 ・実際海底から採取されたサンプルを見て、海底を深く掘ることは難しいと思いました。
L	・堆積物を調べることで、地球の歴史が見えてくることが分かりました。 ・様々な国の人達が集まり、国境を越えた活動であることが分かりました。 ・時間のかかることだと分かりました。
M	・ブラックスモーカー ・深海の様子 ・有孔虫のこと ・ジョイデス・リゾリューション号について
N	・ボーリングによる地層の構造 ・有孔虫の存在 ・コップにより海底の水圧の大きさ
O	・海底の地面の構造が分かった (ボーリングだった) ・有孔虫がいた。 ・海底には何かあつものが出ていたようだった。
P	・有孔虫という虫の存在 ・海底の地層の構造 ・水圧のすさまじさ

表2 つづき

2 感想

生徒	回答内容
A	少ししか聞けなかったけど、たくさんの取材が来ていたので、すごいことなんだと分かりました。私には少し難しすぎました。
B	最新技術を生で知ることができてよかった。
C	香川とアメリカがインターネットでつながったときはすごいと思った。この授業で深海への興味が持てた。自分ジョイデス・レゾリューション号に乗りたいと思った。いつもとはちがう授業がうけて楽しかった。
D	外国の方のお話は聞き取りにくかったけれども他の先生の説明はとても興味深いものだった。
E	一番びっくりしたのは海の底の地下を調べることで、地球最初の生物がわかるかもしれないということだった。教科書での図や写真なのでしか見られない、調査の現場と中継できたのがよかったと思う。「地学」をより身近に感じることができた。
F	とても興味深いものでした。なかなかこのような機会とめぐり会えないのでよかったと思います。海洋プレートの上にもったボーリング試料にさわれてすごい気分になりました！満足しています。また、地学の授業と平行してすることができて、復習（予習？）になってよかったと思います。
G	スライドの図や写真を使っただけの説明だったので分かりやすく、こちらから質問をするとその場で返答してくださったので、理解しやすかったと思います。また普段知ることのできないことや、現在行われている計画の最新の内容を知ることができてよかったと思います。特に南海トラフ掘削計画は地震の予知など、生活に関係があることだったので、資料などを基にでもっと知識を増やしたいと思います。
H	自分のやりたいことを考えるために大変参考になったし、学校でアメリカなどの遠方から授業をしていただけのは学びたい僕にとっては素晴らしい機会になりました。自分の行きたい大学に行つて早くいろいろな研究をしていきたいし勉強ももっとしたいと思いました。モチベーションも上がったので今度以上にがんばりたいです。
I	テスト中なので勉強しなければならないと思いながらも受けてみて、一人ではほんの1時間勉強するよりもずっとよかった。世界からたくさんの専門の人々が集まっているのを見て、本当に楽しそうだと思う。しかも、映像を見ていると研究のために集まっているけれど、固苦しい感じは全くなく、友達とうるような雰囲気だったので、自分も将来、自分の好きなことを研究しながら同じことを研究している人たちと楽しく話したいと思った。あのあの勉強も、今回出たような人たちは、学生時代には一生懸命勉強したんだろうし、今も勉強をしているのだからと考えると、いつもより少し頑張れた気がする。進路を決めなければならないのに、3年の夏になっていまだに決まっていなかったけれど、また新しくおもしろそうな研究を見つけた。大学で人生が決まるわけではないけれど、大学受験頑張りたい。
J	遠隔授業は初めてだったので、科学技術の進歩を感じた。船の中の様子を直接感じることができて楽しかったです。絵や図なども分かりやすく説明してあって、地学選択の人以外も楽しめ、興味深く見ていた様子だった。
K	地学の知識が中学生までしかなく、理解できないことも多くありました。生物選択者なので海底がどんな環境で、どんな生物が住んでいるのかとても興味を持ちました。その後の生物の授業で、チューブワームが化学合成細菌の一種である硫黄細菌と共生しているのを知り、遠隔授業で見た映像をすぐに思い出しました。科目や教科に関係なく、学習はつながっているなどと思いました。今回の遠隔授業は普段見ることができないJRR号について知ることができ、また、サンプルを採取する瞬間も映像で見ることができたので、貴重な経験になりました。
L	遠隔授業ということで、遠くにいる先生方に質問をしたり、教えてもらうなどして、普通に授業をするよりも印象に残ったと思います。相手の高校も関心や意欲が高かったのもう少し交流ができればよかったと思います。また、掘削されたサンプルの一部も実際に見ることができたので、参考になりました。
M	今回の遠隔授業では、ブラックスモーカーや有孔虫などの深海生物や深海を見ることができました。また、香川県の高校と一緒に交流することができ、よい思い出となりました。
N	知らないことを知れてよかった。地球にはまだ不思議なことがあって、それが少しずつわかっていけば良いと思います。
O	普段見れないようなものが見れたのでよかったです。地球上においてのことで知らないことはまだまだ多くたくさんあるんだということがわかったりしたのでよかったです。物を圧縮させる海底の奥深くの神秘的な素晴らしさに感動しました。
P	実際に船に乗っている方々の話を聞くことができ、とても勉強になりました。地球という惑星にはまだまだ知られていないことがたくさんあるんだと実感しました。今回の遠隔授業のようにその現場の方の話を聞ける機会が増えていったらいいと思います。

・東太平洋海膨の熱水噴出孔をとらえた「しんかい6500」による熱水噴出孔の動画映像

(5) 授業の記録

授業の構成は、導入授業、遠隔授業、解説授業に3

区分した。国内会場ごとに導入授業を行った後、全会場をWeb会議システムで結んで同時に遠隔授業を行い、その後各会場ごとに講師から解説授業が行われた(図4)。

図4に示したように、遠隔授業は筆者のうち田口、

川村が講師を務めたほか、外国人講師からの主に英語での講義やメッセージ伝達などで構成した。

田口と川村は、プレート境界の二つのタイプ、海洋プレートの構造、大洋底堆積物に見られる浮遊性有孔虫とその研究の意義について、掘削コアや浮遊性有孔虫のモデルを提示しながら解説するとともに、授業の進行役を務めた。外国人講師は、JR 号との遠隔授業への歓迎、学習の意義、研究生活への誘いなどについてのメッセージを話したり、チムニーの形態や大きさ、熱水活動、チムニー周辺の生物について解説した。日本の高校会場では、必要に応じて講師が英語の通訳を

行った。授業中の音声信号の到達状況などは、JR 会場の日本人講師と佐世保会場の吉澤の間で Web 会議システムのチャットにより情報交換を行って確認した。

質問は各高校会場で二つずつ取り上げ、授業中に回答できなかったものは、後日電子メールで指導教員を通じて回答を伝えるなどした。

5. 事後アンケート調査の分析

(1) 高校でのアンケート調査

本遠隔授業の成果を検討するために、授業の数日後に調査紙法で行った生徒向けアンケート（事後アン

表 3 事後アンケート回答内容（JR 号会場参観教員分のみ）

設問 1

番号	回答内容
①	私ならサンアンドレアス断層付近の地震について取り上げるだろう。というのは、私の勤務校に大変近いからです。私は海洋底で起こる地震と関連付けようと思います。
②	1) 科学掘削船の必要性／重要性について 2) JRでしかできない事、また他の船 (e.g. multiple research ship) でなくては出来ない事。 3) 船上ラボの必要性、船上分析 vs. 陸上分析
③	多分、この船の現在の仕事、例えば、どこでコアをとっているのでしょうか？ コアはどうするのでしょうか？ コアはどのように分析されるのでしょうか？ 分析結果から何がわかるのでしょうか？
④	何を掘っているのか？ 科学者や海外の先生と働くことはどのようなものか？
⑥	実際に科学はどのように行われているか、データ収集の過程から始まってあとの過程までをずっと。
⑦	テキサス州と日本の地形・地質の比較
⑧	私はあなた方がやったのと大変似たことをしたい、技術的に可能ならば、また時間があれば、私は実演するでしょう。(例えば、コアサンプルからスミアスライドを作る)
⑨	私なら、この船の特徴、掘削作業、航海後に取りかかる科学研究について話すでしょう。そして、あなた方がやったように、プレートテクトニクスと地球の歴史についても。
⑩	プレートテクトニクス、掘削過程、ブラック・スモーカー、中央海嶺、海山
⑪	子供たちがいくらか予備知識を持っていると仮定して、私ならこの船と乗組員のことについて話そうと思う。とりわけ、どのように掘削しているか、コアを研究するときにどんな方法を用いるかについて取り上げようと思う。

設問 2

①	もっと多くの生徒が質問をする方がよいと思う。画面に英語で質問を示す方が良かったとも思う。
②	1) 船上で技術サポートするスタッフとの事前打ち合わせをもっと密に行う。 2) Audiencesに関する説明(逆自己紹介)、例えば1時間程度のプレゼンテーションが事前にJR内で行われると、参加する海外の先生/scientistsももっと楽しめるのかなと(彼らからの質問を聞いていて)思いました。
③	望むらくは、ジョイデスが通信に余裕があって、互いにもっと良く見聞きできるようにになれば。
④	米国人向けの通訳は？
⑥	？
⑦	あなた方は良くやったと私は思います。
⑧	もう十分に良かった！ 生徒にもっと質問させて、2つの高校間でもっと盛んにやりとりをさせるのはどうでしょうか。
⑨	もっとQ&Aがあった方が…
⑩	この授業はよくやったと思います。できれば、次は電子機器がもっとうまく働きますように。
⑪	全部すごかったと思う。どのように掘削し、研究室が機能しているかについてもう少し示すことについては触れられなかったので、私ならこれを付け加えるだろう。

表3 つづき

感想もしくは遠隔授業の提案

番号	回答内容
①	私は生徒のきちんとした態度や注意力に感激しました。私は遠隔授業に参加してワクワクしていました。こんなことはこれまでになかったことでした。日本の先生たちと話すことは米国の生徒にとっても、もちろんほかの日本の生徒にとっても素晴らしいことでしょう。
②	今回の試みは、大変素晴らしい成果であったと思います。参加することが出来て、光栄でした。
③	私はブログに授業のことを書きました。どうぞ読んでください。私はあなた方はすごい仕事をしたと思います。私は参観できて光栄に思いました。
④	素晴らしいかった！
⑥	いろんな国を集めたのは素晴らしいアイデアです。
⑦	—私たち（訳注：米国）と比べて、日本の地形はどんなようすでしょうか。 —風化と侵食は、そこに住む生物にどんな影響を与えるのでしょうか？
⑧	実に素晴らしい体験だった。
⑨	生徒にとってもとても良い経験だったでしょうし、スクール・オブ・ロックの参加者にとってもそうでした。私は（訳注：遠隔授業に）参加するように招かれて、生徒たちにメッセージを送れて、とても光栄に思っています。
⑩	あなた方2人は、私に来年にでも遠隔授業をする気にさせてくれました。あなた方がすることを見ていなければ、私はそんな気にならなかったでしょう。道を開いてくれてどうもありがとう。
⑪	もし、あなた方がカメラ2台使って授業ができれば、一人はコア実験室でカメラを持ち、どのように実験室は機能するのか、もう1台はドリルがどのように動くのか示すこともできたかも。

ケート)の回答内容を分析する。

アンケートでは生徒が得た知識や理解を深めた内容を知るために、次のような設問を設けた。

「今回の遠隔授業を受けて、新しくわかったこと(知ったこと)はどんなことでしょうか？」

また、遠隔授業の感想を自由記述で書いてもらった。

事前に受講希望を出した生徒を対象とした調査紙の配布枚数は各高校会場10枚ずつ計20枚、回収枚数は16枚で回収率は80%である。当日、授業中に会場を出入りするなどしたりして、授業を全部受講していない恐れのある生徒、事前アンケートに回答していない生徒は調査対象外とした。

これらの回答一覧は、表2のとおりである。

(2) JR号でのアンケート調査

遠隔授業の評価、課題や新たな可能性を検討するために、講師および参観者(小学校～高校教員、博物館解説員の計9名)ほかスクール・オブ・ロック2009参加全教員を対象に調査紙法で、以下のような設問の回答を無記名で求めた(原文は英語)。

設問1「もしJR号とあなたの学校との間で遠隔授業をするとしたら、何をとり上げたいですか？」

設問2「日本の教員が科学掘削船からもう一度遠隔授業をするとき、どこを改善すべきでしょうか？」

感想「遠隔授業の感想や提案があれば書いてください」

調査紙の配布枚数は14枚、回収枚数は12枚で回収率は86%である。これらの回答一覧は、表3(回答原文は英語)のとおりである。

6. 成果と課題

(1) 教育上の効果

1) ねらいの達成度

本学習のねらいは、3.(1)で挙げたように海嶺の理解、海洋地質学への興味・関心の喚起、研究者や技術者の仕事についての理解にあった。

これらについて、生徒の事後アンケート調査結果をもとに本学習の効果を検討する。

①海嶺の理解

表2の設問に対する回答に見られるように、アンケートの記述では生徒C～E, G, K, M, Oが熱水噴出孔付近の生命圏もしくはブラック・スモーカーのことに言及しており、特に生物の存在が印象に残り、知識を得たようである。3.(2)2で述べた事前アンケート調査結果では熱水噴出孔の存在を半数の生徒しか知らなかったが、知識を幾分得たと思われる。生徒N, O, Pはボーリングによる地層の構造を挙げており、高校会場で観察した枕状溶岩のことと思われる。

②海洋地質学への興味・関心の喚起

生徒 C, D は、深海あるいは講師の説明に「興味が持った」と感想を述べている。生徒 F も例を挙げてはいないが同様の趣旨の感想を持ったと受け取れる。また、生徒 C は JR 号に乗船したいとも感想を述べており、これらの生徒は今回取り上げたような海洋地質学研究への関心を高めることができたと考えられる。

生徒 A, D~G は設問に対する回答で掘削技術について述べており、このことについて新しい知識を得たと同時に、生徒 G の記述では「仕組みはどうやって作るのか知りたい」とあり、海底掘削技術に関心を持ったようである。

3.(2)2)の事前アンケート調査結果では、科学掘削について知らない生徒が4割いたが、このことについて改善できたと思われる。

③研究者や技術者の仕事についての理解

生徒 J の感想には、「船の中のようなすを直接感ることができて楽しかった」とある。またこの生徒は設問に対する回答で、多国籍で多様な専門家の存在を記しており、生徒 L も同様の記述をしている。これらの生徒は国際的な科学探査に従事している人々の存在を認識したと思われる。

生徒 H, I の感想によると、これらの生徒は研究者あるいは大学進学を目指しており、研究者の仕事のようすを知って、学習に対する動機づけができています。研究者らの仕事の様子を知ることが進路意識の向上につながったと思われる。

2) その他の効果

①海洋地質学の教材化

設問に対する回答では、有孔虫について知識を得た旨の記述が、生徒 E, F, H, I, K, M~P からあった。同様に、感想によると生徒 G は南海トラフ掘削の知識を得た。これらの生徒は、海洋地質学に関する知識を増やすことができたと思われる。

②掘削コアへの関心

生徒 F は感想で「ボーリング試料にさわられてすごい気分になりました！満足しています」と、生徒 L はサンプルの一部を見て「参考になった」とそれぞれ述べている。また観音寺会場では、解説授業後に生徒に自由に掘削コアを観察する時間を確保したが、多くの生徒が熱心に観察し、予定時間を大幅に超過してしまうほどであった。本授業のように海洋掘削コアを得る難しさや科学的な意義を理解した後では、掘削コアへの関心が高まるものと思われる。

3) 教育上の効果の特徴

1) および 2) をまとめると、ほとんどの生徒は、深海の生命圏、有孔虫、掘削技術のいずれかあるいはすべてについての知識を得ているが、どの項目に関心を持ったかは生徒によりやや異なっている。また授業が終了し、掘削コアの観察時間が終わろうとするのに多くの生徒が観察をやめないでいたことから、これらの生徒は授業後には掘削コアにたいへん興味を持っていたと思われる。これらのことから、生物や化石、掘削コア、掘削施設のような事物を教材化したことは教育効果があったといえる。

(2) 遠隔授業の評価

教室における講義といった従来の教授方法になじんでいる学生には、遠隔授業は受け入れにくいという報告がある(前川ほか, 1997)。しかしながら、今回は1回だけの授業であるが、生徒の感想(表2)では遠隔授業についての否定的な記述は生徒 D の例のみで、極めてまれである。

表2にあるように、生徒 P の感想「その現場の方の話が聞ける機会が増えていったらいいなと思います」という記述は、3.(2)1) 指導観のうち①「JR号会場の講師」導入の方針が効果的であったことを裏づけるものである。また、生徒 J による感想には「絵や図などもわかりやすく説明してあって、地学選択以外の人も楽しめ」とあり、3.(2)1) 指導観のうち③「多様な教材の活用」が効果的であったようである。

生徒らは遠隔授業を初めて受講したが、表2にあるように生徒 K は「貴重な経験になった」、生徒 L は「普通の授業よりも印象に残った」と遠隔授業に肯定的な感想を述べており、今回のような遠隔授業は、通常の授業では達成できなかった感想を生徒にもたらし、

(3) 教員の反応

河村(2000)は、遠隔授業の推進にあたり教員の理解を得ることが必要だと述べた。このことに関して JR 会場での参観者によるアンケートの感想もしくは遠隔授業の提案(表3)を見ると、「参加してワクワクした(①)」「素晴らしい(②④⑤⑧)」「すごい仕事をした(③)」「良い経験だった(⑧)」などと回答し、米国の教員らによる本授業の総合的な評価は高い。また、「遠隔授業をする気にさせてくれた(⑩)」という感想には、遠隔授業に取り組んでみたいという意欲も示され

ている。これらのことから、参観した教員は意義を理解したと考えられる。

(4) 課題

1) プレート運動や現象の理解の深化

今回は1回だけの授業であるので、プレート運動について理解を深めることはねらいとはしていなかった。今回は講義と掘削コアの観察のみであったので学習を深めさせるには、今回の授業と関連して、高橋ほか(2007)が実践したような、大洋底堆積物とその中の有孔虫の観察をさせる学習を導入することも考えられる。スクール・オブ・ロック2009では、研修教員が掘削コアから自由に大洋底堆積物を教材用試料として得る機会があった(川村ほか, 2010)。日本ではまだこのような機会が少ないので、日本の教員もこのような機会に恵まれることを希望したい。

2) 質疑応答の機会確保

JR会場での参観者による設問2の回答(表3)として、生徒からの質問をもっと多くしてはどうかという提案が回答者①, ③, ⑧, ⑨から出された。図4に記したように、授業では四つの質問とその応答だけで11分間を要している。この原因は、講師-生徒間の応答のタイムラグ等を考慮し、音声通信の確実な伝達を期してゆっくりと進行したためである。先に述べたような通信回線の不安から、今回は事前に質問内容を取りまとめただけの時間を要した。授業をよりインタラクティブなものにするためには、回答者③, ⑩の記述にあるように通信技術の改善を期待したい。

3) 英語によるコミュニケーションの改善

表2の生徒Dの感想にあるように、外国人講師の話は聞き取りにくかったようである。日本人講師の説明は理解できたようであるので、Web会議システムでの英語のリスニングについて、なお工夫が必要である。一方、参観していた米国人教員からは、英語の字幕が欲しかったとの希望が出た(表3の設問2での回答者①, ④など)。これはWeb会議システムのチャット画面を利用することで改善可能であり、今後は導入する方向で検討することが望まれる。生徒による英語での口頭質問に不安があるなら、事前に質問の英文を考えさせておくことも考えられる。

4) 高校間の交流

表2の生徒L, Mによる感想では、「交流することができ、良い思い出となりました」などとある。本授業計画時には高校間の交流活動は想定していなかった

が、同時に遠隔授業を受けることで、互いに相手校の生徒の様子を知り、興味がわいたようで、遠隔授業終了後にWeb会議システムを通じて生徒間の自主的なコミュニケーション活動があったようである。授業展開とは別に授業前後の交流活動は、相互に学習刺激を与え合える可能性がある。そのような指導のあり方については今後の課題である。

7. おわりに

カナダ南西部ビクトリア西方沖、ファンデフーカ海嶺東翼海域に停泊していた科学掘削研究船ジョイデス・レゾリューション号から、Web会議システムを活用して、長崎県立佐世保西高校と香川県立観音寺第一高校を結んで3元同時中継で行う遠隔授業を地学の課外授業として行った。その主な成果は以下のとおりである。

- ほとんどの生徒に、深海の生命圏、有孔虫、掘削技術のいずれかあるいはすべてについての知識を得させた。どの項目に関心を持ったかは生徒によりやや異なっている。
- 一部の生徒には海洋地質学研究や海底掘削技術に関心を持たせ、研究者らの仕事を紹介することで進路意識の向上につなげさせることが可能であった。
- 生物や化石、掘削コアサンプル、掘削施設のような事物を教材化したことが上記のような効果につながった。
- 米国など他国の参観教員からの評価が高かった。課題としては以下の点が挙げられる。
- インターネット環境での英語のリスニングや英語字幕提示について工夫の必要がある。
- 通信技術の改善と併せ、生徒による質疑応答の機会確保が望ましい。
- 遠隔授業で得た知識を深めるためのプレート運動や現象に関する指導をすることも考えられる。
- 遠隔授業に関連して、参加校同士の交流活動指導のあり方を研究することが望まれる。

JR会場での参観者によるアンケート回答(表3の設問1)を見ると、JR号から行う遠隔授業のテーマの提案はさまざまであり、対象学習集団によって異なるテーマも遠隔授業で可能であると思われる。

謝 辞 本研究を実施するにあたり、たいへん多くの方々のお世話にあずかった。

まず、本授業について、JR号での研修実施機関である Deep Sea Academy から許可をいただいたことに感謝したい。授業実践に際しては JR 号のコンピュータ技術者である Matt Nobles 氏には Web 会議システムの機器の設置および運用に関し全面的にお世話になった。当日授業が成功したのは氏の貢献が大きい。また、授業時には JR 号乗船者一同のご協力により、インターネットの通信回線を確保することができた。授業では講師として、Leslie Peart 氏、Hélder Pereira 氏、Jean-Luc Berenguer 氏、Katie Inderbitzen 氏、藤根和穂博士に加わっていただいたほか、スクール・オブ・ロック 2009 参加教員の方は JR 号会場で参観していただき、本授業についてアンケートに回答していただいた。授業のビデオ記録は Edward Cohen 氏に撮影していただいた。JR 号会場で用いた教材の掘削コアは、John Firth 博士 (Texas A&M Univ.) のご厚意によりお貸しいただいた。生徒からの質問項目については、IODP の Dave Divins 博士にご回答いただいた。参観教員用指導計画案および事後アンケート調査用紙の英訳にあたっては、Heather Renyck 氏に校閲していただいた。遠隔授業の会場校となった長崎県立佐世保西高校および香川県立観音寺第一高校の校長ほか諸先生方からは授業実施にご理解を賜り、会場の準備と授業の順調な進行にご尽力いただいた。また、佐世保西高校および香川県立丸亀高校の校長からは、筆者のうち田口と川村がジョイデス・レゾリューション号に乗船するにあたりご高配賜った。

筆者ら一同、お世話になった皆様方に心より御礼を申し上げる。

引用文献

- 相場博明・馬場勝良・鈴木秀樹・鈴木二正・清水研助・板場 修・高橋尚子・西田亨邦 (2000): 野外と教室をつなぐマルチポイント遠隔授業。地学教育, **53**, 25-34.
- 相場博明・鈴木秀樹・鈴木二正・板場 修・高橋尚子 (1999): 野外と教室をつなぐ遠隔授業の実践一流れる水のはたらきを例にして一。地学教育, **52**, 1-10.
- 安東孝二 (1996): パソコンでテレビ会議システム CU-SeeMe。インターフェース, **22**, 119-129.
- 加藤直樹 (1998): テレビ会議システムを用いた遠隔授業の評価。教育情報研究, **14**(2), 3-10.
- 川村教一 (2002): 外国語指導助手とのチーム・ティーチングによる高等学校における地形の学習—カナダと日本を例として—。地学教育, **55**, 141-147.
- 川村教一・田口康博・Leslie Peart・吉澤 理 (2010): スクール・オブ・ロック 2009: 科学掘削船ジョイデス・レゾリューション号における教員研修とその成果。地学教育, **63**, 89-100.
- 川村教一・田口康博・吉澤 理 (2009): School of Rock 2009: JOIDES Resolution 号における教員研修活動。日本理科教育学会全国大会発表論文集, **7**, 339.
- 河村壮一郎 (2000): テレビ会議システムを利用した遠隔授業に対する教員の評価。日本教育工学会誌/日本教育工学雑誌, **24** (Suppl.), 207-212.
- Lyle, M., Raffi, I., Palike, H., Nishi, H., Gamage, K., Klaus, A. and the Expedition 320/321 Scientists (2009): Pacific Equatorial Transect. *IODP Preliminary Report*, **321**, 1-112. doi: 10.2204/iodp.pr.321.2009.
- 前川公男・土屋直弘・青山義弘・芦田 昇・太田泰雄・松井修一・吉村忠与志 (1997): テレビ会議システムによる遠隔授業の実施とあり方。電気化学会技術・教育研究論文誌, **6**, 19-24.
- 松尾芳衣・本川正美・西村一洋・湯井康二・北畠悦子・横尾武夫 (2002): 大学天文台と学校をインターネットで結ぶ連携事業。大阪教育大学理科教育研究年報, **26**, 41-51.
- 文部省 (1999): 高等学校学習指導要領解説理科編・理数編。大日本図書, 東京, 310p.
- 小川勇二郎ほか (2009): 改訂版高等学校地学 I 地球と宇宙。数研出版, 東京, 271p.
- 大西壮一 (2006): インターネット遠隔授業による高大連携の広域化～岡山理科大学の e-Learning による高大連携の取組～。大学と学生, **25**, 21-27.
- 志賀直樹・鈴木 修・堀井利光・郭見和徳・石川 賢・川島芳昭 (2004): テレビ会議システムを用いた高大連携の試み—高校生物領域での取り組み—。宇都宮大学教育実践総合センター紀要, **27**, 23-32.
- 鹿園直建 (1992): 地球システム科学入門。東京大学出版会, 東京, 228p.
- Shipboard Scientific Party (2000): Leg 190 Preliminary Report Deformation and Fluid Flow Processes in the Nankai Trough Accretionary Prism. Ocean Drilling Program, College Station, 110p.
- 田口康博・川村教一・吉澤 理 (2009): 海洋研究を理科教育に活かす教員研修について。日本地質学会第 116 年学術大会講演要旨, 280.
- 高橋 修・栗田克弘・村上 潤・湯浅智子 (2007): ピストンコアサンプルを用いた大洋底堆積物の授業実践。地学教育, **60**, 13-22.
- 田中博之 (1998): テレビ会議とインターネットを用いた国際交流。こねっと・プラン実践研究会 (編), インターネットが教室になった。高陵社書店, 東京, 200-210.
- 田中義洋・松川正樹 (1996): インターネット CU-SeeMe を使った授業—恐竜の生態を科学してみよう—。地学教育, **49**, 25-29.
- 丹野 到・角 和博・穂屋下茂 (2003): テレビ会議システムを用いた遠隔授業。佐賀大学教育実践研究, **20**, 83-90.

川村教一・田口康博・吉澤 理一・猪熊眞次: Web 会議システムを利用したジョイデス・レゾリューション号からの遠隔授業 地学教育 64 巻 1 号, 13-26, 2011

〔キーワード〕 Web 会議システム, 遠隔授業, ジョイデス・レゾリューション号, 海洋地質学, 高校

〔要旨〕 Web 会議システムを用いて, 科学掘削船ジョイデス・レゾリューション号と二つの高校を結んで遠隔授業を行った. この授業ではさまざまな国の教員や研究者が講師となった. 授業の成果としては, 船による海底掘削技術や, 深海生物圏, 有孔虫やブラック・スモーカーのような海洋地質学に関する知識の獲得および関心の高揚が挙げられる. さらに, 研究者らの仕事を紹介することは生徒の進路意識を向上させた.

Norihito KAWAMURA, Yasuhiro TAGUCHI, Tadashi YOSHIZAWA and Shinji INOKUMA: Video Conversation Class from the *JOIDES Resolution* Using a Web Conferencing System. *Journal of Education of Earth Science*, 64(1), 13-26, 2011

本の紹介

藤岡換太郎編著「海の科学がわかる本」成山堂書店
四六判，204 ページ，2010 年 10 月初版
1,900 円（税別）ISBN978-4-425-53121-9

海の科学とはいったい何だろうと読み始めたが、本書は最新の海洋科学の紹介書であると気がついた。海洋研究開発機構 (JAMSTEC) に所属する若き研究者たちが、2008 年 8 月末に大学生・大学院生・一般向けに行った「海洋と地球の学校」の講義が基になっている。本書は海について物理学、化学、生物学といった幅広い分野から現在の海洋研究の地平を述べ、地球全体を見渡そうとしている。日々話題になっている地球温暖化や異常気象といった現象は、地球全体、特に約 70% を占める海のことを知らなければ理解できないと主張する。そして、その理解の手立てを公開しているのが本書である。

本書は 12 章からなる。第 1 章「地球システム科学入門」では、地球上の北極から南極まで、時代にして 46 億年の海や陸、空はシステムとしてとらえるべきであると主張し、海洋の重要性を述べている。第 2 章「海洋物理の紹介と、エルニーニョ現象の海洋物理的解釈」と第 3 章「海洋・海水の変動が世界各地に異常気象をもたらす」は物理学的側面から海洋を見て、基礎から丁寧に説いている。エルニーニョや夏季北極海の海水減少がもたらす冬季極東の低温大雪など、興味深い話題が並ぶ。

第 4 章「化学海洋学」は地球温暖化と二酸化炭素問題を化学の基本から説いている。海洋における二酸化炭素の循環の研究を通して、温暖化ガスである二酸化炭素の現在・未来の挙動を理解できる。第 5 章「海洋生物圏科学」と第 6 章「海洋微生物は何をしているのか？」は極限環境と考えられる深海の生物研究の現状が生き生きと述べられている。硫化水素やメタンなどを食べている生物は陸上生物から見ると奇妙だが、も

しかするとこちらのほうが地球上の生物として普遍的なものかもしれない。深海は現在もっとも広い生物環境なのである。第 5 章は大型の生物、第 6 章は微生物を扱っている。

第 7 章「地殻進化をとりまく原理の変遷とその最前線」は研究史を述べた後で、最近の地殻進化研究が報告されている。プレートテクトニクス、ブルームテクトニクスの次に何が考えられているかが見えてこよう。第 8 章「気候のシミュレーションモデルの作り方」では、JAMSTEC にある地球シミュレータを使ったモデルを解説している。方程式の立て方から始めてその解析まで追えるようになっている。

第 9 章「北極大異変」と第 10 章「日本の南極観測から」では北極と南極で現在どんな研究がなされているか、手際よく述べられている。南極のコケ坊主もおもしろいし、評者はオゾンホールが発見が日本の研究から始まったことを初めて知った。第 11 章と第 12 章は「海洋観測論」で実際どんな観測をしているか知ることができる。観測機器の発達が発達の支えていることがよくわかる。第 12 章では、衛星リモートセンシングを特に説明してある。

巷で環境問題が喧しい。私たちの住む環境が大きく変わっていると実感している人も多いであろう。しかし、何が本当で、何が違っているのだろうか。いろいろな言説に少しでも疑問をもたれた方は、本書を読むべきであろう。それぞれの研究がどのように進んできたかが正確に、諄々と説いてある。本書を読まれてから判断をおろされたらいいだろう。いくつか難しい言葉も並ぶが、若きバリバリの研究者の研究への熱意が伝わってくる。また、地球を丸ごと理解したい人にも好適である。現在の研究状況がわかりやすく述べてあるから、地学の授業時のトピックス的な話題には事欠かない。学びの書である。

(矢島道子)

~~~~~  
学 会 記 事  
~~~~~

第 4 回 常務委員会議事録

日 時: 平成 22 年 12 月 3 日 (金)

18 時 20 分～20 時 00 分

場 所: 国際文献印刷社 (メゾン江戸川橋)

出席者: 牧野泰彦・馬場勝良・渋谷 紘・伊藤 孝・
内記昭彦・濱田浩美・高橋 修**議 題:**

1. 平成 23 年度以降の大会について

八田明夫鹿児島大会実行委員長から鹿児島大会報告があった。次号「地学教育」に掲載予定。平成 24 年度 (次々回) 岩手大会 (盛岡) について、岩手大学教育学部での開催を予定している。平成 25 年度以降の大会の開催地については現在検討中である。

2. 入会者・退会者について

今回は、入会者 8 名、退会者 4 名が承認された。(平成 22 年 12 月 1 日現在: 名誉会員 5 名、正会員 546 名、学生会員 17 名、在外会員 5 名)。

入会者: 下岡順直 (京都)・佐藤鋭一 (北海道)・
中島光治 (大阪)・和田恵治 (北海道)・
原田英武 (大阪)・和田充弘 (大阪)・
上林彰仁 (北海道)・利根川浩子 (埼玉)

退会者: 高木克仁・半田孝司・藤井 守・渡辺一徳

3. その他

1) 日本学術振興会学術システム研究センターによる科研費キーワード改訂 (案) に意見書を提出する。

2) 日本学術会議会員及び連携会員の候補者を本学会から 6 名を推薦。次回常務委員会で候補者一覧を提出する。

3) 日本地学教育学会会員名簿の発行について、会員名簿を発行することが決まった。ただし web 上での会員のみ公開とする。

4) シニア会員 (会費 3,000 円) を設定する。総会での議決後執行する予定である。

5) 本年度センター試験問題の検討委員会を内記

昭彦委員・南島正重委員を中心に構成することが決まった。

6) 広報委員会 (伊藤 孝委員) からの申し入れで、広報委員会に学生会員も構成員となることができることになった。

報 告:

1. 各種常置委員会から

1) 内記昭彦委員から教科「理科」関連学会協議会 (CSERS) シンポジウム (12 月 4 日 (土) 開催) の案内があった。

2. その他

1) 本年度日本教育研究連合会教育研究賞を、相原延光会員 (神奈川) が受賞。

2) 日本理化教育協会理事会が開催され、本年度は本学会 (牧野会長・渋谷 紘常務委員長) が同事務局を運営、他学会との情報交換を行う。

3) 日本物理教育学会と合同で理科実験の講習会 (教員研修) の開催を検討していく。同時に、教員向けの講習会を本学会独自に開催することについても検討する。募集は本学会ホームページに掲載する。

3. 寄贈交換図書

・日本理科教育学会 (2010): 理科教育学研究, Vol. 51, No. 2

・日本理科教育学会 (2010): 理科の教育, Vol. 700, 701

・産業技術総合研究所地質調査総合センター編 (2010): 地質ニュース, 第 669-675 号

・産業技術総合研究所 (2010): 産総研 TODAY, 10-10 号

・東京地学協会 (2010): 地学雑誌, VOL. 119, 第 5 号

・長崎県地学会 (2010): 長崎県地学会誌, 第 74 号

・学校教育学研究論集 (2010): 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科, 第 22 号

※次回, 第 5 回常務委員会は 2 月 4 日 (金) 開催

編集委員会より

2011年に入ってから徐々に投稿数が増えておりますが、未だに深刻な原稿不足の状態にあり、発行の遅れの原因となっております。

地学教育は皆様の投稿に支えられております。さらなる投稿をお待ちしています。

地学教育 第64巻 第1号

平成23年1月20日印刷

平成23年1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. 64, NO. 1

JANUARY, 2011

CONTENTS

Practical Articles

- Development of an Introductory Study Program on Volcanos for Grade-School Students: An Effective Use of the Water Tank Experiment
.....Tomohiro KASAMA, Daiji HIRATA, Shuichi NIIDA,
Hiroyuki YAMASHITA and Saeko ISHIHAMA... 1~12
- Video Conversation Class from the *JOIDES Resolution* Using a Web Conferencing System.....Norihito KAWAMURA, Yasuhiro TAGUCHI,
Tadashi YOSHIZAWA and Shinji INOKUMA...13~26
- Book Review (27)
- Proceeding of the Society (28)

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