

An experiment of tsunami-like flow through coastal vegetation designed for classrooms An experiment of tsunami-like flow through coastal vegetation designed for classrooms

Liu Tzu-Yu^{1*} ; Liu Chi-Min² ; LIU Ting-hsuan¹
LIU, Tzu-yu^{1*} ; LIU, Chi-min² ; LIU, Ting-hsuan¹

¹Taipei Municipal Dunhua Elementary School, ²Chienkuo Technology University

¹Taipei Municipal Dunhua Elementary School, ²Chienkuo Technology University

This paper present an experiment for simulating tsunami-like bores passing over coastal vegetations designed for being performed in classrooms. Easy experimental facilities are used to display and study which layout of coastal vegetations can greatly reduce the bore speed. An acrylic tank which is divided into two regions by a movable gate is used to generate a tsunami-like bore. At the downstream region, different layouts of acrylic cylinders are placed to simulate the planting of coastal vegetations. When the gate is suddenly removed, the water in the upstream regions will flow through cylinders and go outside of the open end of the tank. The longest distance of the flow out of the tank is measured by a video camera. Finally the longest distances of all layouts are compared to find out the best design of layout for reducing the flow speed. The experiment not only can be performed in classrooms, but also provides an insight to the role of coastal vegetations in disaster reduction.

キーワード: experiment for classrooms, tsunami-like flow, coastal vegetation, disaster mitigation
Keywords: experiment for classrooms, tsunami-like flow, coastal vegetation, disaster mitigation

Western classical music about ocean
Western classical music about ocean

LIU, Chi-min^{1*} ; CHEN, I-chun²
LIU, Chi-min^{1*} ; CHEN, I-chun²

¹Chienkuo Technology University, ²Taipei Municipal Xinyi Junior High School

¹Chienkuo Technology University, ²Taipei Municipal Xinyi Junior High School

The influence of ocean phenomenon on western classical music is preliminarily studied. Main purposes of this interdisciplinary study are to explore the correlation between natural ocean phenomenon and music elements and how they affect each other. Ocean phenomenon considered include the climate, wave conditions, coastal landform, and other natural events around or on the sea. For some specific music pieces, it is clear that all these phenomenon greatly influence the composers' moods and the music pieces they composed. Some music compositions specially in the 19th and the early 20th centuries will be introduced herein to elucidate the whisper between ocean and music. Finally, present idea may give a way for music teachers to include the ocean elements in their classes.

キーワード: western classical music, ocean phenomenon, interaction with ocean
Keywords: western classical music, ocean phenomenon, interaction with ocean

Mathematical tools for studying internal wave equations Mathematical tools for studying internal wave equations

LIU, Chi-min^{1*}
LIU, Chi-min^{1*}

¹Chienkuo Technology University
¹Chienkuo Technology University

For undergraduate students who are interested in physical oceanography, fluid mechanics, or wave dynamics, mathematical tools are basic and important to analyze and derive model equations and wave theories. In this paper, the derivation of internal wave equations is introduced as an example of using some mathematical tools. Two important techniques used are the perturbation analysis and the Pade approximation. Based on these techniques the long-wave equations for a two-fluid system are derived and analyzed. Some wave properties predicted by the model equations are also investigated. As mathematical tools play an important role in ocean studies, the teaching of these techniques is of great importance in classrooms.

キーワード: mathematical techniques, internal wave equations, perturbation analysis, Pade approximation
Keywords: mathematical techniques, internal wave equations, perturbation analysis, Pade approximation

放送大学面接授業での地学野外実習の展開 Field Lectures at the Classroom sessions of The Open University of Japan

萩谷 宏^{1*}
HAGIYA, Hiroshi^{1*}

¹ 東京都市大学
¹ Tokyo City University

放送大学の面接授業において、野外実習を行う科目を複数提案し、これまで千葉、東京渋谷、東京多摩の各学習センターで実施した。科目名は「武蔵野台地の自然史」「武蔵野台地の自然史—多摩」「歩いて学ぶ房総半島の自然史」などである。受講者は放送大学の全科履修生及び選科履修生であり、20名程度に定員を設定して募集したところ、平均で4倍程度の応募があり、毎回、抽選によって参加者を限定して実施している。参加者の年齢層はおよそ半数が60歳以上の世代であり、8割程度が開催主体の学習センター近傍の住民である。受講には少額の保険加入が必須である。

実施計画に当たっては、フィールド調査を専門とする、分野の異なる複数の専門家でチームを作り、地形と地質、気候変動と植物の分布など、自然界のなりたちをそれぞれの視点から解説し自然界のしくみを重層的に理解できるよう工夫している。

放送大学の学生は、大学卒業資格を得るために20科目以上の面接授業の受講が義務づけられており、一般に学習意欲が高い。また、野外実習に関心が高い、戦後のハイキング・登山ブームの世代が受講者の年齢層分布に反映しているものと思われる。複数の講義担当者の分野が異なることで、特定の分野に詳しい受講者にも新たな視点や知識を提供することになり、その点でも受講者の満足度が高い実習となっている。

これまでも一般向けの地質観察会や普及講演会が各地で実施され、ジオパークも近年盛り上がりを見せ認知度が上がってきているが、最初から地球科学に興味を持っている層だけでなく、他の専攻分野を学んでいる学生が地球科学に触れる機会をつくるという意味で、放送大学の面接授業での野外実習を、地球科学の専門家が参加して実施することには、意義が大きいと思われる。

放送大学の各学習センターにおいても、基本的にこれらの実習科目が歓迎されていることから、今後、各地のジオパークとの連携、あるいは一般の大学の学生実習と合同での実施など、より広く学びの場を広げていくことを提案したい。このことは学習に意欲的な放送大学の学生へのサービス向上というだけでなく、他の参加者にも刺激となり、良い方向への影響が期待できると考える。

キーワード: 野外実習, 放送大学, 生涯学習, 自然史

Keywords: Fieldworks, Open University of Japan, Lifelong Learning, Natural History

関東平野の基盤構造-アナログ模型の製作- Geological structure of the Kanto sedimentary basin ?An analog model-

高橋 雅紀^{1*}
TAKAHASHI, Masaki^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 地質情報研究部門
¹ Geological Survey of Japan, AIST

大地震の際には、堆積層が厚い関東平野などで長周期地震動が増幅され、超高層ビルが大きく揺れたり、石油タンク火災が発生したりするなどの被害が懸念されている。なぜ関東平野の地下には厚い堆積層が伏在しているのか、一部の研究者を除いてあまり知られていない。このような長周期地震動を増幅させる厚い堆積層や、堆積物を取り除いた基盤構造を明らかにするためには、反射法地震波探査やボーリング調査に加えて、地質学的成り立ちに基づく視点も必要と思われる。その一例として、過去2000万年間の関東平野の成り立ちを地質学的に復元し、今日の基盤構造の特徴を考察する。

キーワード: アウトリーチ, 地球科学, 地質学, 普及活動
Keywords: outreach, earth science, geology, educational promotion

アウトリーチのためのゼラチンを使ったマグマの上昇・噴火実験 Gelatin experiments on magma ascent and eruption for outreach program

高田 亮^{1*}
TAKADA, Akira^{1*}

¹ 産業技術総合研究所
¹ AIST, Geological Survey of Japan

噴火の原因は地下にあり、直接見ることはできない。地球物理的手法が開発されているが、一般にはマグマのイメージをつかむことは難しい。そこで、地球を透明なゼラチンに置き換えて、マグマを油や飲料に置き換えた、シースルー実験を、小学生対象から大学教養程度まで使えるように開発している。本実験は研究用にも多くの実績がある。本論では、マグマの動きから噴火までの過程が見えるアナログ実験を紹介する。地殻とマグマの物性、スケールはすべて縮小されている。メカニズムにより縮小率が異なる難点があるが、大局的なイメージをつかむには問題ない。実験者は、注入する液体の物性、ゼラチンの物性、応力などを、あらかじめ調整でき、支配要因を考察することができる。ゼリーが透明なので、その中の液体の状況がリアルタイムですべて見る事ができる。

(1) 静水圧下での、液体で満たされたクラックの上昇から噴火にいたる最も単純な実験。噴出直前に地殻変動に相当する変形も観測される。対象は小学生から理解できる。(2)?1:主応力軸の配置の変化。例えば、上昇中の液体で満たされたクラックに、容器に水平圧縮の応力をかけると、クラックが垂直から水平に変化する。(2)?2:応力勾配。水平方向の応力勾配をかけると斜め上に上昇する。垂直方向の応力勾配を変えると、クラックの上昇を制御できる。応力勾配は、密度差と同等の効果をクラックに与える。(3)?1:炭酸飲料ないし重曹+クエン酸を注入して、爆発的な噴出を行うと漏斗状の火口が形成される。(3)?2:液体をゆっくり注入すると、泡の部分と液体の部分が分離する。マグマの脱ガスのイメージである。液体とゼラチンの密度の差により、両者の分離する深さが異なる。(4)クラック同士の相互作用。クラックが合体するが反発するかなどの実験を紹介する。(5)2相流体の注入により、密度と粘性の効果を調べる実験。(6)流体中の結晶の沈積のようすなどの多様なアイデアをうむ実験も紹介する。

上記実験は、小中学校、山梨県環境科学研究所の学校教員向け研修、筑波大学などの大学の講義やJICA, APEC, COVなどの国際研修で実行されたので報告する。

キーワード: アウトリーチ, 火山学, マグマ, 噴火, アナログ実験, 岩脈
Keywords: outreach, volcanology, magma, eruption, analog experiment, dike

教材としての GANSEKI: 深海底岩石サンプルデータベースの利用法 GANSEKI as an educational material: Application of JAMSTEC deep seafloor rock sample database

富山 隆将^{1*}; 相馬 伸介²; 堀川 博紀¹; 福田 和代¹; 市山 祐司¹
TOMIYAMA, Takayuki^{1*}; SOMA, Shinsuke²; HORIKAWA, Hiroki¹; FUKUDA, Kazuyo¹; ICHIYAMA, Yuji¹

¹ 海洋研究開発機構, ² (株) マリン・ワーク・ジャパン

¹Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ²Marine Works Japan, Ltd.

海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の船舶の観測航海で得られたデータやサンプルは、JAMSTEC のデータ・サンプル取扱いに関する基本方針 [1] に基づき、人類の共有財産として、研究・教育等を目的とした二次利用のために保管・提供されている。乗船研究者らが優先使用できる公開猶予期間 2 年を過ぎたデータ・サンプルについての情報は、JAMSTEC の各種データサイトを通して公開され、国内外の研究・教育や、報道・広報企画などで活用することが出来る。

JAMSTEC の観測船では毎年数百個の岩石サンプルを深海底から採取しており、これら岩石サンプルやその関連データも、公開の対象である。岩石サンプルの採取情報や関連データは、ウェブサイト「深海底岩石サンプルデータベース (GANSEKI) [2]」を通してアクセスすることが出来る。現在、GANSEKI には、約 9,000 件の利用可能な岩石サンプルを含む、19,800 件超の岩石サンプルの情報、および JAMSTEC 内外の岩石サンプルに関する分析データや文献データなどが掲載されている。

GANSEKI には 2013 年度に大幅な改修が加えられ、その後も引き続き細部のチューニングやデータ整備が施されており、一部の専門家だけでなく一般の教育関係者や学生にも魅力的な環境が整って来た。多様な条件での絞り込みが可能な検索システムの導入により、様々な目的を持ったユーザーに対応することが出来るようになり、サンプル画像や薄片画像などの閲覧性の向上により、視覚的な情報を活かした操作も可能になった。

JAMSTEC は、GANSEKI 以外にも複数のデータサイトを運用しており、それぞれのサイトが連携し合うことで、より効果的なデータの活用を支援している。ユーザーは GANSEKI と「航海・潜航データ探索システム (DARWIN)[3]」の間を行き来しながら、GANSEKI にある各岩石サンプルの情報や、そのサンプルに関連する航海・潜航情報や物理観測データ、航海報告書 (クルーズレポート)、文献情報などを収集することが出来る。また、GANSEKI の各岩石サンプルの情報は、「深海映像・画像アーカイブス (J-EDI)[4]」の潜水船カメラ映像にもリンクしており、興味あるサンプルの採取シーンや周辺地質の映像の閲覧を快適に行うことが出来る。

GANSEKI のユーザーが乗船研究者と同等の、充実した関連情報をオンラインで閲覧できるようになったことで、二次利用者であることの不利な点は少なくなり、より実践的な研究・教育が可能となった。岩石学・鉱物学的な研究素材・教育素材としての利用は当然ながら、先端的な海洋地質学の研究現場を窺い知る教材、観測データの取扱いやオンラインデータベースのケーススタディなど、様々な形での利用が考えられる。

参考: [1] 「データ・サンプルの取り扱いに関する基本方針」 http://www.jamstec.go.jp/j/database/data_policy.html. [2] 「深海底岩石サンプルデータベース (GANSEKI)」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/ganseki/j>. [3] 「JAMSTEC 航海・潜航データ探索システム (DARWIN)」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/darwin/j>. [4] 「JAMSTEC 深海映像・画像アーカイブス (J-EDI)」 <http://www.godac.jamstec.go.jp/jedi/j>.

キーワード: 岩石サンプル, キュレーション, オンライン・データベース, アウトリーチ, 海洋地質学
Keywords: rock sample, curation, on-line database, outreach, marine geology

奄美諸島，喜界島における第四紀ジオストーリーと教育プログラム Quaternary Scientific Programs for School and Lifelong Education of Kikai Island located in the Amami Islands, Japan

尾方 隆幸^{1*}

OGATA, Takayuki^{1*}

¹ 琉球大学教育学部

¹ Faculty of Education, University of the Ryukyus

奄美諸島の喜界島において，第四紀を主題としたジオストーリーを構築し，それを用いた教育プログラムの開発と実践を試みた。琉球海溝に近い喜界島には，日本で最も隆起の著しい海成段丘がみられ，隆起の速度は 1.8 m/ka に及ぶ。喜界島の景観から地球活動を理解するため，湧水，鍾乳洞，海成段丘，石灰岩（サンゴ石）を野外教材として選定し，これらを一連のストーリーで結びつけた。このストーリーは，第四紀石灰岩地域にみられるさまざまな地表景観から，自然地理学（地形学・水文学）的現象を読み解く視点を重視している。琉球大学の学生および地元の住民（高校生含む）を対象とした半日のジオツアーを 3 回実施し，各回の参加者に意見を求めてプログラムの改善に役立てた。ジオツアー参加者の意見を総合すると「日ごろから見慣れた地表景観をグローバルかつダイナミックな地球活動の中で考え直すきっかけになった」という趣旨のものが多くみられた。今後，学校教育・生涯教育における実用化が期待される。

キーワード: 第四紀, 石灰岩, ジオストーリー, ジオツアー, 喜界島, 奄美諸島

Keywords: Quaternary, limestone, geostory, geotour, Kikai Island, Amami Islands

ヒマラヤにおける防災教育I：自立的アクターを育むためのプログラム・デザイン Educational Approach for Risk Reduction in Himalayan Seismic Zone I -Bridging the Gap Between Knowledge and Practice-

木村 素子^{1*}; 安達 智之²; 花岡 直弥²; 高嶺 遼²; 加藤 愛梨²; 別役 昇一²; 伊藤 貴盛³; 瀧 一起¹; 大木 聖子²
KIMURA, Motoko^{1*}; ADACHI, Tomoyuki²; HANAOKA, Naoya²; TAKAMINE, Ryo²; KATO, Airi²; BETSUYAKU,
Shoichi²; ITO, Takamori³; KOKETSU, Kazuki¹; OKI, Satoko²

¹ 東京大学 地震研究所, ² 慶応義塾大学, ³ 慶応義塾大学大学院 政策メディア研究科

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo, ²Faculty of Environment and Information Studies, Keio University, ³Graduate School of Media and Governance, Keio University

災害時に、自ら行動して命を救う力は、どのように育めばいいのでしょうか。一人ひとりが自主的に災害に備える力は、どうすれば効果的に育むことができるのでしょうか。

これまで、科学者は、最新の地震学の研究成果をわかりやすく一般の人々に伝えるというアプローチでこれを実現しようとしてきました。しかしながら、知識の伝達だけでは人々の行動変容をもたらす十分な影響力をもたないことがわかってきました(大木・中谷内, 2012)。一方、実践者は、職場や学校での防災訓練を行うことでこれを実現しようとしてきました。しかし、一人ひとりが災害時の状況判断を自らの力で行い、柔軟に行動する力がなければ、そうした防災訓練は命を守るには十分ではない、ということが東日本大震災における多くの尊い命の犠牲とともに明らかになりました。

防災の知識と実践を橋渡しし、命を守るための防災教育が求められています。私たちの試みは、東北の釜石市で児童生徒がほとんど助かった事例を参考にしつつ、地理的・社会的・経済的・文化的背景の異なる地域においても応用できる、効果的な防災教育プログラムをデザインすることです。

鍵となるコンセプトは、「コミュニティに根ざした災害リスクの理解」を通じた自分事化、それを出発点として「自立的に防災に取り組む力」を育む教育です。このような取り組みのためには、地震学・地理学・コミュニティ開発・教育・心理学などの理論・知見を分野横断的に取り込みつつ、多様な専門分野・文化領域・世代を超えて協力・協働していくことが不可欠です。

本稿は、インド・日本協働プロジェクトⁱの元で実施した、インド北部ヒマラヤ地帯における中高生向け地震防災ワークショップをどのような意図でデザインしたかを紹介し、その成果・教訓を共有することを目的とするものです。

ⁱ 自然災害の減災と復旧のための情報ネットワーク構築に関する研究 (DISANET) <http://disanet.interliteracy.info/about/?lang=ja>

キーワード: 防災教育, 国際協力, ハザードマップ作り, ワークショップ

Keywords: Disaster Preparedness Education, International Cooperation, Hazard Map Making, Workshop

インド・ヒマラヤの高校における防災教育 II -ハザードマップ作りを見る高校生の意識変化 Educational approach for risk reduction in Himalayan seismic zone II -Hazard map making workshop at a high school

加藤 愛梨¹; 別役 昇一¹; 花岡 直弥¹; 高嶺 遼¹; 安達 智之¹; 木村 素子²; 瀨藤 一起²; 伊藤 貴盛¹; 大木 聖子^{1*}
KATO, Airi¹; BETSUYAKU, Shoichi¹; HANAOKA, Naoya¹; TAKAMINE, Ryo¹; ADACHI, Tomoyuki¹; KIMURA, Motoko²; KOKETSU, Kazuki²; ITO, Takamori¹; OKI, Satoko^{1*}

¹ 慶應義塾大学 環境情報学部, ² 東京大学 地震研究所
¹SFC, Keio University, ²Earthquake Research Institute, Univ. of Tokyo

事前予測が極めて困難である地震災害から命を守るためには、発災する前に防災行動を起こす必要がある。一方で、地震学などの災害科学はリスク軽減を目指してハザード評価を行っている。ところが、こうして得られたハザード評価を市民にわかりやすく伝えることで、防災意識が高揚し、防災行動を起こすことにつながるかという点、必ずしもそうではない [大木・中谷内, 2012, 矢守, 2013 等]。つまり、自然災害のリスク軽減には、ハザード評価やその報告だけではなく、防災行動を起こすような動機付が不可欠である。

我々はこれを意識しながら、インド国内での地震リスクが最も高いヒマラヤ地域にある高校生を対象に、防災教育ワークショップを行った。「地震災害の自分の事化」「内的な説得力の獲得」をコンセプトに、自身が防災行動を起こすこと、さらには他者の防災行動を促すアクターとなることを目指した。ワークショップは、地震のメカニズムやヒマラヤと地震発生との関係などの解説を中心とした背景にあるハザードの科学的理解と、ハザードマップ作りとから成る。また、セッションに先立ち、災害に対するリスク認知を問うアンケート調査を行った。ハザード解説のあとで1時間以上に及ぶ質疑応答の時間を取ったが、ここで出た質問内容の分析と先のアンケート結果を踏まえば、生徒たちはハザードについて科学的に理解したものの、各人が被災するリスクやその回避方法に言及した質問はひとつもなく、この時点では「地震災害の自分の事化」が達成されていないことが伺える。

翌日、ハザードマップ作りとその発表会を行った。前日の復習のあとで、著者らが2011年3月11日に何をしていたかを述べ、災害がどのような状況で起こるか選ぶことはできないことをメッセージとして伝えた。目の前にいる日本人がそれぞれの物語を伝えたことで、あの日に命を奪われた東北の犠牲者たちにも同じように物語があったこと、それが災害によって突如として奪われることの理解を促した。続いてリスクの見つけ方を「落ちてこない・倒れてこない・移動してこない」をキーワードに教え、「大きな危険・小さな危険」の区別を意識させることで、リスクの大小の概念を導入した。これらを踏まえて、グループごとに、校舎内・キャンパス内・キャンパス外の町を対象に、約1時間のハザードハンティングに出かけた。見つけたハザードはGPS機能付きのiPhoneで写真を撮る。教室に戻ってから、撮影済みの写真から15枚を選び、紙に写真を貼る手描きのアナログマップ、あるいはGPS情報を活用してGoogleの地図上にアップロードするデジタルマップのいずれかを作成した。最後に、見つけたハザードやリスクについて、グループごとにプレゼンテーションを行った。

プレゼンテーションでは前日までには聞かれなかったさまざまな言葉が発された。「私はこの授業を受けるまで、地震が自分にも起こるものだと夢にも思っていなかったです。教わった今、私はもっと気をつけなければいけないし、家族や近所や友達などにこのことを伝え、より多くの命の安全に貢献したいと思っています」「私たちの命は神から与えられたかけがえのない贈り物です。ふざけてはいけません。もしふざけた気持ちになったときは家族のことを思い出してください」。

生徒たちのこのような意識の変化は、2日目の活動を通してその最終段階に見られたものである。「地震災害を自分の事化」し、「内的説得力を持つ言葉を獲得」して、さらに他者へのメッセージとして発表している。本発表では、2日間のワークショップの詳細を述べ、このような活動が日本以外の地震国においても有効であるために必要なことを論ずる。

キーワード: 防災教育, 地震, ハザードマップ
Keywords: disaster prevention, earthquake, hazard map

防災教育教材を通じた問題解決能力の育成 -4コマ漫画最後のセリフを考えよう- Educational Materials for the Community-based Understanding of Disaster Risks -Taking Advantage of four-frame Cartoon

齋藤 文^{1*}; 大木 聖子¹
SAITO, Aya^{1*}; OKI, Satoko¹

¹ 慶應義塾大学環境情報学部
¹ SFC, Keio University

東日本大震災によって科学と技術の限界が突きつけられた一方で、防災教育はそれらの不足を埋め合わせ、命を守るものになりうるものがあらためて示された。震災後は多くの学校が防災教育を実施するようになったが、そのための授業活動時間・教材・指導要領などは依然として国から用意されていないのが現状である。

本発表では、中学生を対象とした防災教育の教材開発について述べる。中学生は、発災時に命を守るための行動を自らの判断で瞬時に行うのはもちろんのこと、発災後の避難所などで起こりうる、正解のない問題に皆で取り組む能力を身につける必要がある。例として、避難所に届いた救援物資の数が避難者数より少ない場合、避難所を運営する立場だったらどのように分配するべきかを考えてみる。授業としては、こういった状況が起こりうることを説明しつつ、避難所運営についての理解を深めること、そして与えられたテーマについてさまざまな考え方があつたことを互いに認め合い、話し合いを通じて解決をしていくことを促すものが望ましい。そこで我々は、教材として以下のような4コマ漫画を開発した。1コマ目:「地震発生から12時間後」などの状況説明, 2コマ目:人物1によるセリフ「救援物資が届きました! 100個です」, 3コマ目:人物2によるセリフ「え? 避難者は500人よ?」, 4コマ目:再び人物1によるセリフ「次の物資はいつ来るのか... うーん...」。セリフは身近な人の写真から吹き出しで出ている。生徒たちは4コマ目の「...」のセリフを考え、グループで話し合いを行う。

我々はこの教材を用いて、実際に中学校で授業を行った。得られた意見には、「まずはお年寄りや幼児から配布するべきだ」「避難してきたお年寄りだけで100名を越えた場合は、やはり病人を優先するべきではないか」「防災バッグを持ってきている人に協力を仰いではどうか」といったものがあつた。これを年配者が多くいる同地域での一般市民講演で発表したところ、高齢者からは「若い中学生こそ先に食べるべきだ」といった意見が出た。そして結果的に、ひとりひとりが備蓄を用意し、必要な時にすぐさま取り出して避難できることが重要である、という内的説得力を持った気づきを得ることができた。

本教材にはもうひとつの狙いがある。学校現場では、防災教育は必ずしも全教員で取組まれているものではない。授業時間として確保されていないことが大きな理由だが、やり方がわからない、専門知識を持っていない、などの不安の声も聞かれる。これらを踏まえ、筆者らは以下の点に注意を払って防災教育教材の開発を行っている。すなわち、現場教員が教材にさらに手を入れたり、ご当地バージョンとしたりできるものであること、紹介事例を見れば「私ならこうする」といったアイデアがすぐに浮かぶものであること、である。実際、発表者らは見学に来ていた教員らを対象に、授業実施後に改善を求める意見を聞いたところ、「本校の生徒総数を踏まえると500人の避難者は多すぎて実感がわかない」「中学生には、おにぎり100個などと具体性があつた方がいい」「本校校長と教頭のやりとりとしてはどうか(両者の写真を活用する)」「他の班への質問時間を設けて、議論をさらに深めてみたい」といった意見が矢継ぎ早に挙げられた。

本発表では、現場教員が作成した4コマ漫画で行われた授業事例も紹介しつつ、防災教育教材のあり方について論じる。

キーワード: 防災教育, 地震, 津波, 避難所, 中学校

Keywords: disaster prevention, education, earthquake, tsunami, evacuation site, mid-school

関東平野の基盤構造アナログ模型 Analog model of basement structure below the Kanto Plain

高橋 雅紀^{1*}
TAKAHASHI, Masaki^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 地質情報研究部門
¹ Geological Survey of Japan, AIST

関東平野の地震防災とその普及活動を目的に、高橋 (2008) の基盤深度コンターに基づいて、関東平野の基盤構造のアナログ模型を製作した。模型の製作は、まず厚さ 1cm のスチロール板に深さ 500m ほどのコンター線を写し取り、スチロールカッターでくり抜いた後に重ねて貼り付け、段差をカッターで取り除いたあと紙ヤスリで整形した。つづいて、500m ごとにアクリル絵の具で塗色し、地表面 (海拔 0m) は 20 万分の 1 の地質図を貼り付けた。さらに、海岸線や河川、活断層や主要な地名等を裏側に描いたアクリル透明板を重ねた。模型は、深さ方向が 4 倍に強調されている。模型を見ると、利根川中流低地帯から関東平野の西部、さらに東京湾を経て房総半島にかけて基盤の凹みが明瞭である。また、活断層である立川断層が基盤の沈降部側 (北西側) が現在隆起していることから、典型的な印旛一序運テクトニクスであることがわかる。これら堆積平野下の深い基盤構造によって、長周期地震動が局所的に増幅されると考えられる。

キーワード: アウトリーチ, 地球科学, 地質学, 普及活動
Keywords: outreach, earth science, geology, educational promotion

火山の理解はどのように発展するか—成層火山形成実験を例に— How does the understanding of volcano advance? ; An example from the experiment on forming stratovolcano

笠間 友博^{1*}

KASAMA, Tomohiro^{1*}

¹ 神奈川県立生命の星・地球博物館

¹ Kanagawa prefectural museum of natural history

2012年から2014年にかけて、笠間ほか(2010)の複成火山作製実験を神奈川県と静岡県との26の小・中・高等学校等で行った。その際参加者に、火山体の断面予想図と切断した断面のスケッチを共通の書式で描いてもらった。これについては、図がいくつかのパターンに分けられ(笠間,2012a)、学齢による変化傾向も見られる(笠間,2012a)ことが予察的な報告で明らかになっているが、今回はこれらの多くのデータ(1409人)をもとに詳細な解析を行った。その結果、学齢、学区、火山に対する興味関心による違いが明らかとなった。学区について調査地域内では、とりわけ富士山がよく見える地域とそうではない地域によって有意な差が生じた。これらは、火山に対する理解がどのように発展していくのかを考えるうえで重要な示唆を与えていると考えられる。

Fig.1に1つの結果を示す。成層火山内部を水平層で描いた図を水平タイプ(HT)、笠間ほか(2010)の実験で形成される成層火山に見られる下位の水平層から上位の傾斜層まで各層の傾斜変化を描いている図を実験タイプ(ET)、教科書によく見られる相似三角形の重ね合わせの概念図を教科書タイプ(TT)と呼ぶことにし、実験前の図にはB、実験後の図にはAを最後に付けて図を分類した。Fig.1はHTBの割合とETA割合を示したもので、両者には概ね負の相関関係がみられた。ETAは学齢とともに上がる傾向が見られ、観察力の指標になると考えられる。一方、HTBは地層の概念は認められるものの、火山地質としては誤った背景知識である。これは小学校6年生で行われる地層の授業の影響が大きいと考えられ、6年生で最大、3、4年生中心のグループ(インターナショナルスクール4年生と公民館イベント)や5年生の入っているグループ(PTAイベント)では少なく、中学生以上でも学齢とともに減る傾向が見られる。小学校教員のデータ(理科研修会)も1例あるが、HTBが存在し、ETAも高校生を超えることができなかった。小学校教員は多方面の知識能力が要求されるので、理系に特化はできないものの、心配なデータである。一方で、科学部(中高一貫校の中学生、高校生の混成部員よりなる)ではHTBは皆無であったが、中学生を含みETAはやや下回った。この他、TTBとETAには正の相関関係がみられた。TTBは教科書等から得られる正しい背景知識である(厳密には正確ではない)。しかし、火山体内部の層構造は高校でも直接扱わないので、ETBは火山への興味・関心の現れとすると、興味関心と観察力に相関関係が出たと考えられる。また、ETBとETAにも正の相関関係が見られた。しかし、割合は少なかった。理由は、ETBは教科書にはなく思考力が必要であるためと考えられる。

成層火山の山体斜面輪郭についても、スコリア丘のような単純な直線斜面の図(SL)、溶岩ドームのような上に凸の曲線の図(CV)、成層火山に見られる下に凸の曲線の図(CC)に分類した。CCBについて最も割合が高かったのは、静岡県清水区にある高校であった。校舎から富士山が裾野までよく見える立地条件にある。小学校では三島市内の学校が高かったが、これも同様の場所であった(ともに作図時は富士山が見えない条件で行った)。神奈川県西端の箱根町、湯河原町は富士山に近いにもかかわらず値が高くなかった。これは富士山が箱根外輪山により見えないためと考えられる。

【文献】

笠間友博・平田大二・新井田秀一・山下浩之・石浜佐栄子(2010)食用廃油を使用した複成火山作製実験の開発. 地学教育, 63, 5・6, 163-179.

笠間友博(2012a)小学6年生が描く成層火山断面図 教科書タイプ・水平タイプ・実験タイプ. 日本地球惑星科学連合2012年大会講演要旨, G02-P09, 千葉.

笠間友博(2012b)児童生徒が描く成層火山断面図—実験実践から学齢による変化を探る—. 日本地質学会2012年度学術大会(大阪大会)講演要旨, R19-O-8.

キーワード: 実験, 成層火山, 断面図, 富士山, 児童生徒, 教員

Keywords: experiment, stratovolcano, cross section, Mt. Fuji, children and students, teachers

G02-P02

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 29 日 18:15-19:30

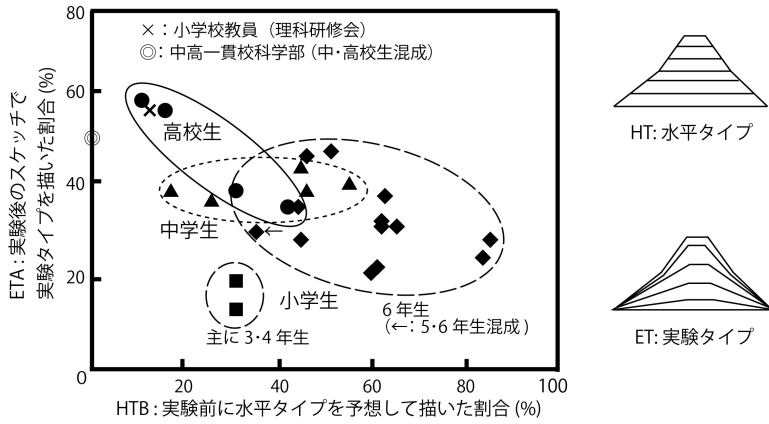


図.1 成層火山断面図の分析、HTB (実験前の予想) とETA (実験後のスケッチ) の関係.

3Dプロッタとプロジェクションマッピングを用いた地質模型によるアウトリーチ： 積層造型による地下構造の可視化 3D visualization and outreach of subsurface geological information using multi-layered miniature produced by 3D plotter

芝原 暁彦^{1*}
SHIBAHARA, Akihiko^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 地質標本館

¹Geological Museum, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

近年、情報技術の発展に伴って誰もが手軽に地質情報を入手できるようになった。しかしながら地質の時間的・空間的広がりを含むには専門的な知識が必要となり、直感的な理解が難しい。この問題を解決し、博物館やジオパークなどで地質情報をより効率的に発信するため、三次元造型機を用いた立体地質模型を開発し、研究成果の普及に役立つコンテンツを製作した。この模型は3Dプロッタと呼ばれる三次元造型機で成型した地形模型の表面に、地形図や地質図などの画像情報をプロジェクターで画像投影したものである。またプロジェクターのレンズ収差や光軸の歪みなどを補正するため、模型表面に厚さ約0.05~0.1mmの微細な等高線を成型し、そこへ同じデータソースから作成した等高線の画像を投影して詳細なキャリブレーションを行うことで、地形や地質の情報を正確に可視化している。現在、この立体模型をHiRP (Highly realistic Projection) 模型と呼称し、各地の博物館やジオパークでの運用を進めている。

昨年の発表では模型の成型方法と、精密なプロジェクションマッピングを用いた模型表面への情報投影、そして各地の施設における試験的な運用について報告した。今回はこれに引き続き、2013年下半期におけるHiRP模型の運用状況について報告する。

また、ボーリングデータベース等をコンパイルして成型した、地下構造の情報を持つ積層型立体模型について紹介する。更にGISと連動することでユーザーが指定した領域の地質情報をポップアップで表示するインタラクティブな模型の開発と展示方法についても報告する。更に、三次元造型機の普及に関する現状と、地質情報のアウトリーチに関する今後の影響についても併せて報告する。

キーワード: 地質情報, 三次元モデル, 立体造形, プロジェクションマッピング, 3Dプロッタ, ジオパーク
Keywords: Geological information, 3D model, Rapid prototyping, Projection mapping, 3D plotter, Geopark



大学院生講師の出前授業「サイエンス・セミナー」が生み出した多世代キャリア教育 Benefit of intergenerational course training as a "Science Seminar" in earth science

草野 有紀^{1*}; 西山 真樹²; 中野 亨香²; 土井 康平³; 五十嵐 由利子⁴
KUSANO, Yuki^{1*}; NISHIYAMA, Maki²; NAKANO, Michika²; DOI, Kohei³; IGARASHI, Yuriko⁴

¹ 金沢大学, ² 新潟大学, ³ 東北学院大学, ⁴ 新潟青陵大学

¹Kanazawa University, ²Niigata University, ³Tohoku Gakuin University, ⁴Niigata Seiryō University

新潟大学では、2009年から女性研究者育成と中高校生への科学や学術研究の普及を目的として、出前授業「サイエンス・セミナー」を実施している。その受講生は新潟県内外にわたり、述べ人数は年間約3000名を超える(中野ほか、2011; 西山ほか、2012年日本動物学会)。地球科学分野のサイエンス・セミナーは2010年度から2011年度にかけて、のべ680名の中学生に対して行われた。本発表では、地球科学分野における中学生への効果と、セミナー講師となった大学院生の研究や進路に関する意識変化について述べる。

セミナー時間は30~60分で、講師の進路選択経路や大学生生活の紹介と自身の研究について紹介する形式をとった。講義中には岩石薄片と偏光板を回覧したり、野外調査に用いる道具を見せたりすることで、受講者が実物により多く触れられるよう工夫した。受講者アンケートの統計学的分析結果からはこれまで、受講生および講師の性別によって理系分野への興味関心に違いがあることや、受講後の中学生に進路選択を見つめなおす効果を与えることが明らかになってきている(土井ほか、2013)。また、大学進学を考えている高校生にとっては、講師が具体的な将来像を描くためのロールモデルとなっていることがうかがえる(Nakano et al., 2013)。そこで、地球科学の講義後に実施したアンケートを解析したところ、中学2年生までは男女ともに地学に興味があることが明らかとなった。この結果は、自然災害に対する知識を備えた次世代を育成するためには、中学生への教育が今後さらに必要になることを示している。

より効果的な授業を実施するためには、講師が自己の研究分野と社会とのつながりを深く理解し、一般に説明できるようになることが不可欠である。そのため講師には、講義を重ねる度に内容を洗いなおし、より分かりやすく図や言葉を選ぶ作業が求められる。出前授業の講師となることは、大学院生に必然的に自分の研究と「この瞬間起こっている現実」との関わりを意識させ、同年代の大学院生の間でさえ、研究室の外に出たらプロの研究者の一人として扱われるという緊張感と自覚をもたらす。それにより視野が広がり、自己の将来を見つめなおすきっかけともなっている。サイエンス・セミナーは、生徒にとっては大学院生が、大学院生にとってはセミナー指導教員がロールモデルの一つとなっており、この活動を通じて「中高校生—大学院生—大学教員」という多世代の次世代教育が成立しているといえるだろう。

キーワード: 出前授業, 大学院生, 次世代教育, 中学生への地球科学教育

Keywords: Delivery lesson, Graduate student, Earth science for junior high school students, Career education for young scientist

地球惑星科学のアウトリーチの「かたち」とは？ How should the outreach activity for the earth and planetary sciences be promoted?

千葉 崇^{1*}; 山田 健太郎²; 佐藤 健二³; 結城 亜寿香⁴; 大島 (山田) 由衣⁵
CHIBA, Takashi^{1*}; YAMADA, Kentaro²; SATO, Kenji³; YUKI, Asuka⁴; OSHIMA-YAMADA, Yui⁵

¹筑波大・生命環境系, ²東大・総合文化, ³コーエイ総合研究所, ⁴元武蔵野美大, ⁵東工大院・生命理工

¹Faculty of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba, ²Grad. Sch. Of Arts and Sciences, the Univ. of Tokyo, ³KRI International Corp, ⁴ex-Musashino Art Univ, ⁵Grad. Sch. of Biosciences and Biotechnology, Tokyo Institute of Technology

The earth and planetary sciences cover various scientific and technological fields so that it is clear that the earth and planetary sciences are one of the most important fields of academic study for the society, and meanwhile the public is responsible for them. Many outreach activities have been held, and interactive ways have been especially remarkable in this decade. The communication which is mediated with scientific knowledge and perspectives is called as "Science Communication". Science Communication is not only the enlightenment of science by academic groups for the public but also the role for picking up the voice of the public. The context for Science Communication has been changed over time, therefore, it is more important how the Science Communication should be promoted as needed than why it should be. However, the schematic concepts for Science Communication less have been established.

We "Universal Earth" have hypothetically proposed the concept of Science Communication and verified it through the science events. Science Cafe is one of useful ways to promote Science Communication with the available facilities and also it is one of the largest number of events are held in Japan. However, Science Cafe is just one way of Science Communication so that we had another symposium to discuss how Science Communication should be promoted and what we can do with other Science Communication tools.

In this presentation, we report the conclusions of the Science Cafe and the symposium about Science Communication held in 2013. We hope our presentation generate the discussions.

キーワード: アウトリーチ, サイエンスコミュニケーション, サイエンスカフェ
Keywords: Outreach, Science Communication, Science Cafe

ハンドオーガーボーリングを用いた小学生向け出前授業 Delivery lecture for elementary school students with hand auger boring

小森 次郎^{1*}; 森部 達彦²; 高橋 暁³; 豊田 淳子⁴

KOMORI, Jiro^{1*}; MORIBE, Tatsuhiko²; TAKAHASHI, Akira³; TOYODA, Jyunko⁴

¹ 帝京平成大学現代ライフ学部, ² 妙永山 本納寺, ³ 全国地質調査業協会連合会, ⁴ 横浜市道路局

¹Teikyo Heisei University, ²Myoeizan Honoji, ³Japan Geotechnical Consultants Association, ⁴Road and highway bureau, Yokohama city

小学生にむけた地球科学と環境学の啓発のために、豊島面（武蔵野 I 面）の寺院において野外での出前授業を行った。2012 年の夏に行われた初回の実習は、大人 4 人がかりのハンドオーガー（三洋試験機社製。LS-3 シリーズ）による掘削だけでも 3 時間を要し、全体の時間配分と講義内容の過多により失敗に終わった。そのため、参加者は土質試料の処理や記載、地下水の確認まで進むことはできなかった。

2013 年夏には、ボーリングだけにテーマを集中させた。その結果、出席者はハンドオーガーの掘削、試料の記載、色調と地温の測定、および地下水の確認を経験することができた。アンケートの回答によれば、出席者と付き添いの保護者は自分の足元にある地質的・環境学的な特徴の変化と地球の長い歴史に驚きを示していた。また、多くの出席者がこの成果を夏休みの宿題として各自でまとめたとのことである。2014 年にも更に講義とボーリングを展開する予定である。

キーワード: 地学教育, 夏休みの宿題, コア記載, 関東ローム, 地温, 地下水

Keywords: earth science education, summer homework, core description, the Kanto loam, soil temperature, ground water

野外観察授業の効率化に向けた取り組み Approach to the improvement of the field work

北山 智暁^{1*}; 小森 次郎³; 飯田 和也²; ジオエデュケーション メンバー⁴
KITAYAMA, Tomoaki^{1*}; KOMORI, Jiro³; IIDA, Kazuya²; GEO EDUCATION, Member⁴

¹ 海洋研究開発機構, ² 東京工業大学, ³ 帝京平成大学, ⁴ ジオエデュケーション
¹JAMSTEC, ²Tokyo Institute of Technology, ³Teikyo Heisei Univ, ⁴Geo Education

地球という星にすむ私たち、中でも地震や火山の噴火といった地球の活動に直接触れる機会の多い私たち日本人にとって、「地球を正しく知る」ことは重要で、かつ必要なことである。2012 年、「野外観察授業」を通して「地球を正しく知る」ことを目標に、地球科学を専門とする研究者、技術者、教員、大学院生が集まり、教育現場における野外観察授業の実施をサポートする「ジオ×エデュケーション」の活動が始まった。

2012 年度は我々の取り組みに賛同をいただいた都内の 2 つの中学校（ともに 2 年生）を対象に、それぞれ神奈川県城ヶ島、埼玉県長瀬をフィールドにした野外観察授業を実施した。2 つの野外観察授業を実施してみて、生徒に与える資料や教材の工夫など、今後の課題も明らかとなった。そこで、2013 年度は野外観察授業における資料や教材開発を中心に活動を行った。まず、生徒に与える資料はこれまでフィールドノートと解説用のパンフレットの 2 冊を用いてきたが、机も無い中 2 冊の資料を持ち野外においてメモをするのは大変という声があがったので、フィールドノートと解説用のパンフレットを一体化させた「巡検ノート」を作成した。巡検ノートには、インストラクターの解説をメモすることができるだけでなく、観察地点の解説、スケッチ、撮影した写真の添付欄が設けられている。野外観察授業での効率化が図れたのはもちろんのこと、学校に戻ってからの事後課題の教材として用いることができ巡検を実施した学校教員からも好評であった。

さらに、インストラクターへのアンケートや生徒たちの事後課題から、説明対象が遠い場合や口頭では伝えづらい対象物の場合、生徒に十分理解されていないという課題があった。そこで室内授業で用いるような断層モデルやペットボトルで作った堆積実験機など持ちやすいサイズで対象物を模式化した野外教材を開発した。これにより、「説明がやりやすくなった」という声があがった一方、「観察地点でさまざまな教材を使わなければならないので大変だった」という声も上がった。

本発表では、ジオ×エデュケーションの紹介とともに、野外観察授業の理解増進につながる教材開発と実践について、その成果と課題を報告する。

キーワード: 巡検, 自然観察, 野外教材, 能動学習, 体験学習

Keywords: Geoscience education, field materials, field excursion, awareness activity, elementary and secondary level

地熱エネルギーに関するアウトリーチ活動2013：ゲームとペーパークラフト Outreach activities of AIST for geothermal energy, 2013: simple paper materials

水垣 桂子^{1*}; 吉岡 真弓¹; 柳澤 教雄¹; 佐脇 貴幸¹; 内田 洋平¹; 阪口 圭一¹; 安川 香澄¹
MIZUGAKI, Keiko^{1*}; YOSHIOKA, Mayumi¹; YANAGISAWA, Norio¹; SAWAKI, Takayuki¹; UCHIDA, Youhei¹; SAK-
AGUCHI, Keiichi¹; YASUKAWA, Kasumi¹

¹産総研

¹AIST

東日本大震災と原発事故を契機に、再生可能エネルギーの中でも天候等に影響されず安定供給が可能な地熱が注目されるようになった。しかし注目されるのは発電に偏りがちである。地熱エネルギーは多様な直接利用が可能であり、地中熱まで含めればどこでも利用できて、省エネルギーに大いに貢献する。多様な地熱利用形態を広く知ってもらい、活用を促進するため、2012年度から産総研一般公開などのイベントで簡単なゲームを実施している（水垣ほか、2013）。2013年度にはさらにペーパークラフトを作成して配布した。ここでは2013年度のアウトリーチ活動状況を報告するとともに、グッズを紹介して活用および情報交換を図りたい。

ゲームの内容は水垣ほか（2013）に報告したとおりである。2013年度には、イラストを一部改訂して漢字に振り仮名を付けたほか、裏面に温度と用途の対応図や地熱全般の簡単な説明などを印刷して、持ち帰り資料としても使えるようにした。

ペーパークラフトは地熱のカスケード（多段階）利用を階段状に表現したものである。A4用紙1枚にプリントしたものを、記号どおりに切り込み・山折り・谷折りすると完成する。最上段に火山および地下のマグマだまりを配置し、その近傍の熱水だまりから地熱発電所へ熱水を送るように、パイプラインに見立てた太線と矢印で表現した。発電所から出た熱水は順次、料理・食品加工・風呂・温室・養殖と、適温の高い方から低い方へ、また段の上から下へ流下する。矢印とともにおおよその温度も示した。実際には一度使った熱水は温度がかなり低下するため、これほど多くの段階には使用できないが、ここではカスケード利用の概念と利用方法を紹介するのが目的であるため、できるだけ多数の用途を詰め込んである。

2013年度の活動実績

産総研つくばセンター一般公開（7/20）：ゲーム用紙配布数 270、ペーパークラフト配布数 200（品切）、地質標本館の地中熱利用空調設備見学ツアー

地質情報展 2013 みやぎ（9/14-16）：ゲーム用紙配布数 255、ペーパークラフト配布数 263、パネル展示

他機関への提供：ゲーム用紙およびペーパークラフトの原稿ファイルの送付 2件

文献：水垣ほか（2013）日本地球惑星科学連合大会 2013 年大会演旨、G04-P10

キーワード：アウトリーチ、地熱利用、ペーパークラフト、ゲーム

Keywords: outreach, geothermal energy, paper model, pen-and-paper game

An Evaluation of Sieving Effect of Volcanic Ash Fine Particles by A Statistical Particles Image Analysis

An Evaluation of Sieving Effect of Volcanic Ash Fine Particles by A Statistical Particles Image Analysis

HAYAUCHI, Aiko^{1*} ; SASAKURA, Daisuke¹
HAYAUCHI, Aiko^{1*} ; SASAKURA, Daisuke¹

¹Malvern instruments A division of Spectris Co., Ltd.

¹Malvern instruments A division of Spectris Co., Ltd.

1. Introduction

The analysis of particle size and shape characterization is an important evaluation of volcanic ash. It is well known that particle size and shape is one of dominant parameter of volcanic ash for flowability, flying property and abrasively. A sieving is used for particle size analysis of volcanic ash as common method. However, particle has possibility to have shape effect when it goes on through mesh of a sieve. In conventionally, a manual microscope approach has been used for few number of particles shape observation. It is not able to described particle shape as significant number. On the other hand, a fine particle characterization of volcanic ash (less than 50 μ m) has also importance to hazard protection issue which is a fine particle has possibility to long duration time in air. Our group has reported particle characterization and classification of a volcanic ash fine particle using by images for the purpose of determining particle size distribution which is based on described in ISO13322. The particles are appropriately dispersed and fixed on an optical microscope implemented a fully automated sample stage and an automated real time particle image analysis function on software. This report will be discussed for effect of sieving and precise classification against volcanic ash fine particle by a statistical particle image analysis.

2. Material and method

In this study, the volcanic ash was sampling from Ito flow in Kagoshima. This sample was already filtered coarse particles before, and sieved by a analytical sieve (TOKYO SCREEN CO.,LTD), these mesh size were 75 μ m, 50 μ m, 32 μ m. It was passed to 75 μ m, 50 μ m and only trapped on 32 μ m. As a statistical particle image analysis, Morphologi G3-SE (Malvern Instruments) was used for evaluation of particle size and shape. The observation mode was diasopic mode (Transmittance mode) and magnification was 100x in total magnification. The sample was dispersed with SDU (Sample Dispersion Unit) which attached Morphologi G3-SE. Number of measured particles was 120,000 and a parameter filter function on software was used based on shape and pixel number of particle image.

3. Result

A classification based on sieving were under 32 μ m sample (sample 1), over 32 μ m sample (sample 2) and no pretreated sample (sample 3). Those samples were analyzed on over 60,000 particles by statistical particle image analysis. As a result, Number Based Circle Equivalent Mean (NCED Mean) was 8.7 μ m (sample1), 13.9 μ m (sample 2) and 9.6 μ m (sample 3) on each. However, 510 particles of over 32 μ m particles were detected in sample 1. It was assuming from this result that shape effect happened. Therefore the result of focus on over 32 μ m particle to consideration of more precise classifications was shown in Table 1. This result showed sample 1 was the most elongate in the same size particles. Intensity Mean (IM) is reflected to sample thickness and transparency. High IM particles are tin particles or glass like particles in normally. Therefore, it can possible to classification glass liked particle or non glass like particle in volcanic ash based on IM parameter. According to results, sample 1 was most of including a glass like particle in amount of particles (Table 2, Fig 1).

4. Conclusions

In summarize of this study, it was clarified particle shape effect against sieving. This report will be more discuss about application and capability of numerical definition of volcanic ash by the statistical particle image analysis as new approach for this research area.

キーワード: Volcanic ash, Particle size, Particle shape, Particle image analysis, Sievng
Keywords: Volcanic ash, Particle size, Particle shape, Particle image analysis, Sievng

G02-P09

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 29 日 18:15-19:30

Table 1: Each Class Data

Class	sample	Number of particles	OE Diameter Mean (μm)	Aspect Ratio Mean
Class 1 (12-20 μm)	sample 1	83	14.8	0.65
	sample 2	3,543	14.9	0.65
	sample 3	891	16.4	0.64
Class 2 (12-42 μm)	sample 1	116	29.9	0.65
	sample 2	4,044	39.5	0.65
	sample 3	453	39.9	0.64
Class 3 (over 42 μm)	sample 1	38	45.2	0.62
	sample 2	4,918	47.8	0.62
	sample 3	378	46.6	0.64

Table 2: Intensity Means by Class

class	sample	Mean Intensity	number	intensity mean > 80 %
class 1 (12-20 μm)	sample 1	63	133	39%
	sample 2	61	102	26%
	sample 3	54	107	31%
class 2 (12-42 μm)	sample 1	63	84	47%
	sample 2	57	1,051	39%
	sample 3	58	102	37%
class 3 (over 42 μm)	sample 1	79	24	62%
	sample 2	88	2,187	66%
sample 3	61	192	61%	



初等環境放射能教育コンテンツと高大連携教育 Primary environmental radioactivity education

遠藤 岬^{1*}; 山中 雅則²
ENDO, Misaki^{1*}; YAMANAKA, Masanori²

¹ 日本大学大学院理工学研究科, ² 日本大学理工学部

¹College of Science and Technology, Nihon University, ²College of Science and Technology, Nihon University

放射能あるいは放射線の物理は、19世紀末から20世紀初期における物理学の発展と非常に密接な関連がある。これは、可視光、聴覚、温度、味覚等とは異なり、放射能を直接感じ取る器官を人類が持たないために、極めて不思議な現象であるとして解明が進められたということがその要因の一つとしてとらえることができる。ところが、この科学史上重要であり、かつ不思議な物理現象は、初等あるいは中等教育においてはほとんど教えられないことがなく、高等学校の物理Ⅱにおいて最終の単元として取り扱われているに過ぎない。このような背景と相まって、2011年の東日本大震災に引き続いて発生した原子力発電所事故以降、放射能に関する物理学を学んでこなかった世間一般の人が放射能に直面することとなり、放射能に関する直観的及び感覚的な理解について混乱が生じていると考えられる場面も散見されるようになった。

以上の背景をふまえて、初等的な放射能教育に関する指導案を作成し、高大連携教育等において実践した結果を報告する。この指導案の要点は以下の4つからなる。

(I) 人間は微量の放射線を直接的に感じ取る器官を持ち合わせていない為、放射能や放射線を実態として認識する事が出来ない。このため、経験的、直観的理解を深めるためには実験が重要となる。

(II) 放射線は原子核自体の変化や原子の電子状態の変化に起因する現象であり、本質的に確率・統計的な現象である。

(III) 実験が重要であるにもかかわらず、初等中等における物理教育では実験を行う機会が少ないという問題点がある。また、確率・統計については敬遠し、苦手意識をもつ生徒が多いという現実がある。逆に適切な演示を行うことができれば、原子核の物理学の詳細や理論武装を強調することなく、放射線更には確率・統計分野について経験的、直観的な理解を深めることは可能であると考えられる。

(IV) 私たちは、周囲に存在している環境放射能を普段の生活で放射線を浴びているという事実があり、それは場所や周囲の環境によって大きく値が異なる事が知られている。

授業案

- (1) 原子・原子核の観点から見た放射線について物理・確率的側面の説明。
- (2) 自然界の宇宙線、地質、建物、食品などに由来する放射線である環境放射能に関する基本的内容の説明。
- (3) 実際に、種類の多数ある放射線計測器の内、ガイガーミュラー式放射線計測器(数種類)、半導体式放射計測器(2種類)、シンチレーション式放射線計測器(5種類)をランダムに配置し、同時に動作させ数値を観察。
- (4) 数値の揺らぎや、それぞれの計測器ごとの値の相違などについてまとめる。
- (5) 計測器を同一の動作原理ごとにグルーピングしたのち、同時に動作させ動作原理や検出効率による誤差、数値の揺らぎ等の説明しながら再度観察。
- (6) シンチレーション式スペクトロメーターを用いて計測を行い、原子核の簡易分光や核種分析の基礎と重要性について説明。

受講者の主な反応

(1) 放射線計測器の表示する数値の揺らぎの大きさと、放射線計測器の種類に応じて表示される値が大きく異なることについて意外であるという意見がほとんどである。

(2) 多くの場合、生徒よりもホスト側教員の方が熱心である。これは、スペクトロメーターの普及が皆無であることが原因ではないかと考える。

これらの実践で、受講者の放射線・放射能に関する誤解の低減及び、放射線を数値だけでなく核種分析をする事の重要性や放射能・放射線に関する物理への関心・意欲を高めることが期待できる。

キーワード: 放射能教育

Keywords: Radioactivity education

2005 年福岡県西方沖の地震と 1982 年長崎大水害の被害痕跡・史跡調査および散策マップ作り Investigation of disaster memorials of the 2005 Fukuoka Earthquake and the 1982 Nagasaki Flood

山田 伸之^{1*}; 園田 華¹
YAMADA, Nobuyuki^{1*}; SONODA, Hana¹

¹ 福岡教育大学教育学部
¹Fukuoka Univ. of Education

近年、日本各地で、地震災害や風水害などの自然災害に見舞われている。地震災害は、頻度は低いものの、2011 年の東日本大震災のように広域的かつ複合的な災害になりやすい。また、風水害は局所的な災害であることが多いが、各地で発生しており頻度は圧倒的に高い。

そこで本研究では、開発や変化の著しい都市部での災害の履歴や教訓を伝えていく活動の一環として、過去の被災地において残されている痕跡や史跡の存在の有無を調査し、取りまとめることとした。対象とした災害は、頻度の高低の例として、山田・姫野(2013)で取り組まれた 2005 年福岡県西方沖の地震による地震災害に関する調査に加え、今回新たに 1982 年の長崎大水害とした。本発表では、これらの場所や内容をまとめ、災害の事実・歴史を伝える一手段として、さらに災害痕跡・史跡マップを作成したことを報告する。

2005 年福岡県西方沖の地震に関しては、今回新たに踏査した 24 カ所のうち 15 カ所で地震被害の痕跡や史跡を確認でき、4 カ所の震災当時と現在の状況比較をすることができた。これらの地点数は、これまでの山田・姫野(2013)に加え、計 23 カ所となった。一方、1982 年長崎大水害に関しては、踏査した 23 カ所のうち、15 カ所で史跡・痕跡を確認でき、5 ケ所で水害当時と現在の状況比較をすることができた。これらのものは、現在特段の扱いがなされているわけでもなく、時間とともに朽ちて忘れられていく恐れがある。今後も史跡・痕跡の調査を継続し、これらのマップ(散策マップとして)のアップデートを図るとともに、活用の検討をする必要がある。こうした一連の内容は、まだ発展途中でもあるが、両地域の災害史および災害跡を含め、さらなる情報の追加や表現方法の工夫によって、防災教育へのきっかけとして活用できると考えられる。

なお、この研究は、文部科学省科学研究費補助金(課題番号:25350206)の一部を活用いたしました。記して感謝いたします。

キーワード: 2005 年福岡県西方沖の地震, 長崎大水害, 被害痕跡, 災害史跡
Keywords: 2005 Fukuoka Earthquake, 1982 Nagasaki Flood, Disaster memorials

気象研究所におけるマグニチュード体験イベント The Earthquake-making Event of Meteorological Research Institute

木村 一洋^{1*}; 小林 昭夫¹
KIMURA, Kazuhiro^{1*}; KOBAYASHI, Akio¹

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

気象研究所では毎年夏休み期間中にお天気フェアつくばを高層気象台・気象測器検定試験センターと共催で行っており、毎年 2000~3000 名の参加者が来場する。お天気フェアつくばにおいては、地震計から 1 m 程度離れた床の上を参加者にジャンプしてもらい、渡辺 (1971) の式を用いて揺れの振幅をマグニチュードに換算した値を波形とともにパソコンのモニター画面に表示するマグニチュード体験という老若男女みんなが参加できるイベントを実施している。人間がどれだけ頑張ってもジャンプしてもマイナスのマグニチュードにしかならないが、このイベントは地震のエネルギーは格段に大きいことを実感してもらうことを目的としており、マグニチュードの違いを視覚的に説明するパネルを別途用意している。このマグニチュード体験イベントは特に小学生の子供たちには大変好評であり、イベント実施時間中は常に長蛇の列ができてきている状態である。

このマグニチュード体験イベントは、長年の間、N88BASIC で書かれたプログラムを元に NEC 社製のパソコン PC9801 で動作していたが、PC9801 の生産が中止されてからもはや十年以上が経過し、今後のマグニチュード体験イベントの実施継続が危惧されていた。そのため、このマグニチュード体験イベントを現在のパソコンの汎用的な OS である Windows 上でも動作できるよう、新たに VisualBasic で書かれたプログラムに移植を行った。移植に際しては、レコーダとパソコンの通信部分のコマンドがレコーダの機種によって様々なため、その部分の改修が最も困難であった。新たに VisualBasic で書かれたプログラムが Windows7 上でも動作することが確認できたことから、マグニチュード体験イベントは実施継続の危機的な状況をひとまず脱した。VisualBasic で書かれたプログラムでは、参加者が少なくても時間的な余裕がある場合に参加者のジャンプに伴う揺れの波形やマグニチュードをパソコンのモニター画面に表示するだけでなくプリンターで印刷できる通常モードと、参加者が多くても時間的な余裕がない場合に参加者のジャンプに伴う揺れの波形やマグニチュードをパソコンのモニター画面に即座に表示できる多客モードを用意した。ポスター会場では、このマグニチュード体験イベントを実際に行う。

- ※ PC9801、N88BASIC は、日本電気株式会社の商標または登録商標です。
- ※ Windows、Visual Basic は米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。
- ※ 移植作業に際しては、神崎健氏の全面的な協力を得ました。

キーワード: イベント, 地震, マグニチュード
Keywords: event, earthquake, magnitude

「地震の音を聞いてみよう！」— 広報イベントにおける可聴化地震波の体験 "Listen to the sound of earthquake!" - Experiment of sonificated seismic wave in public relations events

林 豊^{1*}
HAYASHI, Yutaka^{1*}

¹ 気象研究所
¹ Meteorological Research Institute

つくば市の気象研究所では、学校の夏休み期間中の平日一日に、「お天気フェアつくば」と題した広報イベントを毎年実施している。来場者はつくば市または隣接市から来る小学生と母親のグループが多く、毎回 2,3 千名に達する。研究所にとっては、業務内容の情報発信に加えて、気象・地震などの知識を広く普及する機会となっている。この広報イベントのために、メニューから選んだ地震の音を聞ける聞かせるエデュテインメント「地震の音を聞いてみよう！」(林・高山, 2009; 験震時報) を制作した。その実体は Microsoft PowerPoint(R) のプレゼンテーションファイルであり、スライドショーとアニメーション機能でインタラクティブな操作環境を実現している。従って、制作者以外の技術者でも修正を加えることが容易である。

コンテンツである地震の音は、実測された地震波形の時系列データを大気中に伝わる粗密波へ見立てて、周波数が人の可聴域になるように 10~1000 倍に早送りする方法で WAVE 形式に変換したものである。物理の厳密な正確性は犠牲にしているが、変調をかけずに音源のスケーリング則を守った変換をしており、音の高さ・強弱・音色の違いから音源の質感を想像できる仕組みになっている。これは、発生の仕組みが異なる多様な地震の存在を知ってもらう意図だからである。なお、同じ方法で変換して作った音は、2013 年の NHK のテレビ番組「Megaquake III」でも深部低周波地震の説明に使われた。

「地震の音を聞いてみよう！」を用いたアトラクションは、2007 年から毎年「お天気フェアつくば」に出展されてきた。来場者数が年々増加するため、3 名一組のグループ(母と子 2 人など)が多いことへの対応から、一台の PC から分岐して 3 台のヘッドホンで同時に楽しめる方法で展示されている。また、大地震の発生に伴って音も時々入れ替えてきた。

工夫を重ねてきたが、残された問題もある。一つは、45 秒程度の体験時間では、エデュテインメントの制作者が教えたい地震の多様性を感じ取れる小学生はほとんどおらず、単に楽しんで終わりであること。二つ目は、マウスを使って画面上のメニューを選ぶ操作が、スマートフォンとタブレット世代の子供たちには、もはや優しいインターフェイスとは言えないこと。最後に、国際都市であるつくばでは、多言語対応が好ましいことである。

大会では、実際に「地震の音を聞いてみよう！」を体験していただき、改良すべき点や新たな活用の可能性について議論したい。

キーワード: 教育ソフトウェア, 地震の多様性, 地震波の可聴化, 小学生, パワーポイント

Keywords: diversity of earthquake, edutainment, elementary school children, PowerPoint, sonification of seismic wave

防災教育に関する研究動向調査～論文タイトルからみた現状把握～ Survey of educational study on disaster prevention

山田 伸之^{1*}; 林 晋作¹
YAMADA, Nobuyuki^{1*}; HAYASHI, Shinsaku¹

¹ 福岡教育大学教育学部

¹Fukuoka University of Education

2011年に発生した東日本大震災を経て、自然災害に対する防災教育の重要性や必要性の意識はさらに高まりつつある。この震災以降は、防災、特に防災教育に関する研究は、今まで以上に増えていくと考えられるが、これまでの防災教育研究はどうであったのかの実態をつかんでおくことは、今後の防災教育の内容や手法などの開発・改良の取り組みにも必要であると考えられる。そこで本研究では、これまでの防災教育に関する研究の現状を見極め、その実態を把握することを試みた。ここでは、研究内容をもっとも表現する一つといえ、また、検索も比較的しやすい研究論文のタイトルから、キーワード検索を行い、この傾向を示すことにした。

本研究では、査読付学術論文のタイトルをもとに、国内で防災教育に関する研究がどの程度実施されているのかを示すこととした。雑誌選定(19学会)の後、論文タイトル(14,711編)のリストを作成し、設定した防災教育に関連するキーワードを用いて、論文タイトルの照会を行った。設定したキーワードは、学校教育で防災訓練を行う際に用いられる「防災」「安全」「避難」や日本で自然災害を引き起こす可能性のある現象や関連事項として、理科の教科書にも一部記載されている「地震」「津波」「火山」「噴火」「台風」「洪水」「土砂」「竜巻」、さらに、直接的なものとして「防災教育」「安全教育」「地震教育」とした。照会の結果を学会ごと、キーワードごとに取りまとめ、考察を行った。

その結果、タイトル照会では、いずれの学会でも上記のキーワードがあまり用いられていない傾向にあった。また、キーワードごとにも違いがみられた。例えば、「防災教育」という単語については、実践的内容が多い傾向にあるため、論文の形にするのが難しく、結果的に数としては少なくなっているのではないかと考えられる。簡易的な取りまとめであり、かつ、ここで選択した学会誌やキーワードの設定などの妥当性の検討は必要であるが、こうした傾向と実態を把握することは、今後の防災教育の内容や手法の開発研究の一助になると考えられる。

なお、この研究は、文部科学省科学研究費補助金(課題番号:25350206)の一部を活用いたしました。関係者各位に記して感謝いたします。

キーワード: 防災教育, 研究論文タイトル

Keywords: Disaster mitigation education, Title of research paper

岩石・鉱物の風化実験に関する生徒理科継続研究 2 Student science continuation study on rocks and minerals weathering experiment 2

小森 信男^{1*}
KOMORI, Nobuo^{1*}

¹ 大田区立蒲田中学校

¹ Kamata ota ward junior high school

筆者は、岩石や鉱物の風化変質を実験的に調べる継続研究を東京都区立中学校科学部の生徒研究として23年間行っている。この継続研究の中でも、紫外線と水による玄武岩や鉄カンラン石の変質の研究に最も力を入れてきた。この研究は、火星上に酸化鉄が多い原因の一つを明らかにするという目的のためである。このために、精製水に浸した玄武岩、鉄カンラン石等に紫外線を照射しその変化を調べている。火星上には、玄武岩が多く、この中には鉄カンラン石がおそらく存在する。また過去の火星上には水が存在していたと推定されている。そのため過去の火星においては、紫外線と水が、岩石を変質させる要因の一つになったと考えているためである。

このような研究は、指導教員である筆者がまず興味を持ち、科学部の研究の方向性や計画を決め機材等を準備する。そして、その研究に興味を持った生徒が科学部に入部し、研究を行っていく。つまり教師主導の理科継続研究であるが、その中で生徒の発想や意見を生かしていく。中学校や小学校理科においても、このような教師主導の理科研究は日本ではもっと活発に行われるべきと考える。そして、特に地学分野や生物分野では、そのような教師主導の生徒理科継続研究は実践しやすいと考えている。

キーワード: 生徒研究, 紫外線, 水, 鉄カンラン石, 玄武岩, 風化変質

Keywords: student study, ultraviolet rays, water, fayalite, basalt, change

別海小学校出前授業“地形と地質から土地の成り立ちを調べる!”：企画と実践 Planning and practice of our delivery lecture at Betsukai elementary school

七山 太^{1*}; 重野 聖²; 中山 陸³; 辻 隆史³; 佐藤 慎³; 池田 保夫³
NANAYAMA, Futoshi^{1*}; SHIGENO, Kiyoyuki²; NAKAYAMA, Riku³; TSUJI, Takafumi³; SATO, Shin³; IKEDA, Yasuo³

¹ 産業技術総合研究所 地質情報研究部門, ² 明治コンサルタント(株)本店, ³ 北海道教育大学釧路校

¹ Geological Survey of Japan, AIST, ² Meiji Consultants Ltd., ³ Kushiro Branch, Hokkaido University of Education

2011年3月11日の東北日本太平洋沖地震を契機として、教育の現場では防災減災の為に理科教育、特に地学教育の重要性が見直されている。しかし、小、中、高の教育の現場で活躍されている教諭の皆様からよく聞く悩みの一つが、“教科書に扱われるような地学教材が地元には無いので、たいへん困っている・・・”という旨の話であった。例えば、地層の授業を行おうにも、児童に見せる露頭が近所に無いという。しかし、我々フィールドジオロジストの立場から言わせて頂くならば、“そのような地元に根付いた(=地元には無い)地学教育の教材は、実はどんなところでもあり、その価値を見いだす視点と知識こそが大事である、というかつて茨城大学教育学部の牧野泰彦教授が仰っていたのを思い出し、是非これを実践してみたい!”と七山と重野は平素から考えていた矢先でもあった。別海町郷土資料館の石渡一人氏から、“11月に予定されている科研費調査期間の中に、北海道野付郡別海町にある別海小学校5、6年生13名を対象とした郷土学習の出前授業を請け負ってくれないか?”という相談であった。丁度その時には、将来、小中学校の教員を目指す北海道教育大学釧路校の理科教育専攻の学生、中山 陸、辻 隆史、佐藤 慎が池田保夫教授に連れられて野外調査実習に来ることになっていたので、彼らと一緒に特別授業を行うことを企画した。

2013年11月7日(木)、3?4時限目(10:40?12:15)の奥村康史教諭の理科の2コマの時間を頂いて、“地形と地質から土地の成り立ちを調べる!”というテーマで特別授業を実践した。最初に、講師の七山が自己紹介を行い、続いて別海町の街の名所や名産品について児童に自由に発言してもらった。それを授業の導入として、釧路?根室地方の地形や地質の特徴、さらに、3年間の我々の調査で解明された風蓮湖周辺の分岐砂嘴(さし)の成り立ちに関する話(七山ほか、2013; Nanayama et al., 2013)を小学生高学年でも理解できるように30分間にわたって出来るだけわかりやすく丁寧に話しをした。特に、別海地域が千島海溝沿岸の地震多発地帯にあり、現在も年1cm/年を越える速さで沈降している事実については、事前に用意したパワーポイントファイルもハンドアウトもできるだけ専門用語を用いず、平易な言葉で言い換える努力を試みた。一方、別海地域には、過去4000年間に限っても、道東の摩周火山以外にも道南の北海道駒ヶ岳火山、樽前火山の火山灰が度々降ってきており、自宅周辺の地面を30cmほどシャベルで掘れば簡単に江戸時代に降った火山灰層が確認できることを説明した。6年生は理科で地層の勉強を行ったところでもあったので、我々の準備した話の概要は十分理解して頂けたと感じとった。一方5年生は地層が下位ほど古いという基礎的な概念から教える必要があったが、“深い=古い”という地質原理は、我々が教える前から直感として理解出来ているようにも思えた。

次に、別海小学校付近のGoogle Earthの拡大した画像をA3サイズでカラー印刷したプリントを児童に渡し、以下7つの手順で授業を進めた。

①校舎の屋根の色に注意して、別海小学校の場所(=自分のいるところ)に丸印をつけてもらった。

②プリントを見ながら別海小学校周辺の地形について、気がついたことを自由に発言してもらった。

③別海小学校が台地の上に立地することを教えた上で、河口付近の低地に西別川が残した蛇行河川跡を鉛筆でなぞってもらった。この作業によって、現在の河道は人工的に作られたものであることを気づかせた。

④西別川河口の南東側に点在する細長い沼に着目してもらい、現在の河口は漁港を作るために浜堤を人工開削して作られたものであって、その昔はその南東側に河口があったことを気づかせた。

⑤別海小学校付近にある浜別海遺跡という4000年前の縄文時代の遺跡の話題を切り出し、4000年前に何故この場所に縄文人が住居を構えたのかについて、考えさせた。

⑥最後に、“小学校裏の湿地は何時からあるのか? 4000年前は、この土地はどのような場所であったか?”と児童に問いかけをした。その解決のために、湿原を掘って地層を調べることによって、過去の地形が分かる可能性を示唆し、実際にみんなで掘ってみることを提案した。

⑦柱状図を書き込むA4サイズの用紙を配布し、簡単な記載方法を指導した。その前に、児童にスライドを見せて、現在の湿原は直物が腐って出来た泥炭層からなること、その中には白色やオレンジ色の火山灰層が挟まれていること、上位から400年前の江戸時代、2500年前の弥生時代、4000年前の縄文時代に飛来した火山灰層であることだけを事前に教えておいた。

キーワード: 別海小学校, 出前授業, 地形と地質, 土地の成り立ち, 北海道東部, 湿原

Keywords: Betsukai elementary school, delivery lecture, geomorphology and geology, origin of land, eastern Hokkaido, marsh

小学校での地震学教育を目的とした学習システムの構築：地（知）の拠点としての
試み
Computer Based Educational Seismology System for Regional Elementary School Students

岩本 穂^{1*}; 清見 礼¹; 金 亜伊¹
IWAMOTO, Sui^{1*}; KIYOMI, Masashi¹; KIM, Ahyi¹

¹ 横浜市立大学
¹Yokohama City University

世界有数の地震大国である我が国では、地震や防災についての正しい知識を身につけ、来るべき大地震に備える事が重要である。しかしながら小中高の教育機関では、2011年の震災以降、教科外での防災教育は積極的に行われるようになったが、教科内において地震そのものについて学ぶ機会はほとんど無いのが現状である。特に若い世代に地震学のおもしろさ、大切さを伝えることは、将来の研究者、防災リーダー育成の基盤となるものであり、このような長期的な視点を持った取り組みと、それを支援する持続可能な体制作りが必要である。そのような体制作りのためのアプローチとして、本研究では主に小学校での授業に取り込めるような地震学習システムの構築を目指している。本研究の準備段階として、実際に教育現場で働いている横浜市の小学校教員を対象とした外部調査を行い、防災や地震（または地球科学）についての教育の現状や課題について把握することを試みる。それらの調査を元に教育システムのプロトタイプを作成し、小学生とその保護者を対象とした市民向け講座を実施する。プロトタイプでは地震の震源を決定するコンピュータゲームを作成し、ビジュアル的にわかりやすく、また自らの体験を通して地震学のおもしろさが伝わる工夫をする。また本研究では特に地域の学校との連携に主眼を置いているため、学習過程で地域の歴史的な地震災害、これからの防災についても効率的に学べるように努める。今後はプロトタイプに対する現場からの意見を取り込み、さらにコンテンツを増やし学習システムを完成させ、教育マニュアルとともに地域の小学校への普及を目指す。

キーワード: 防災教育, 地震学教育, アウトリーチ, ゲーム, 小学校教育

Keywords: Disaster prevention education, Educational seismology, Outreach, Computer game, Elementary school

ポスト東日本大震災における防災地理教育の方向性 A direction of geographic education for disaster prevention after Great East Japan Earthquake

遠藤 悠^{1*}; 山本 隆太²
ENDO, Yu^{1*}; YAMAMOTO, Ryuta²

¹ 愛知教育大学大学院, ² 早稲田大学大学院
¹ Aichi Univ of Education, ² Waseda Univ

東日本大震災を経験した現在、とりわけ環境教育の立場からは、「自然や環境について学ばば人は自ずと問題を解決する主体となりうる」という教育観からの脱却が求められている。近年の地理教育ではESDを推進する立場から、防災教育などの課題解決型学習を取り上げる機会が増えているが、先の認知と行動が直接結びつくものではないという観点が十分に生かされているとはいえない。

学校における防災教育のねらいは、災害や防災について『知って』、『行動できる』子どもたちを育てることであった。しかしながら、従来の地理教育における防災教育では、①被災地の写真や地図を見せて被害状況と地形環境との関連を指摘することや、②新旧の地形図を比較する活動を行うことで子どもたちが「危険な場所」を特定させるという事象の認知に留まっていた。また、そこから導き出される想定防災行動は、避難経路やハザードマップなどに代表される、地球科学的(科学的)に合理的な行動のみであった。こうした教育活動に対して震災が突き付けた課題とは、災害時の混乱かつ不確実な状況下においては、科学的・合理的な判断に加えて、心理的・倫理的な判断と行動が求められるということである。こうした災害時の倫理的判断に対して、たとえば防災道徳の動きが立ち上がっている。また、科学的な認識を重視する地理教育においても、「いのち」に関する議論が始まりつつある。

そこで本発表では、防災教育の科学的側面と倫理的側面を架橋するアプローチについて、具体的事例を交えて論を展開する。

キーワード: 東日本大震災, 地理教育, 防災教育, ESD, 認知と行動

Keywords: Great East Japan Earthquake, Geographic Education, Education for Disaster Prevention, Education for Sustainable Development, cross-linking approach

数値シミュレーションで学ぶ津波の物理の基礎 -高校における海洋物理教育のカリキュラムの提案-
Learning Tsunami Physics by Numerical Simulation: A Curriculum of Physical Oceanography Education in High School

丹羽 淑博^{1*}; 佐藤 俊一²; 鈴木 悠太¹
NIWA, Yoshihiro^{1*}; SATO, Shunichi²; SUZUKI, Yuta¹

¹ 東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター, ² 東京都立日比谷高等学校

¹Center for Marine Education, Ocean Alliance, The University of Tokyo, ²Tokyo Metropolitan Hibiya High School

本研究は、数値シミュレーションで学ぶ津波の物理の基礎を主題とし、高校における海洋物理教育のカリキュラムを開発することを目的としている。津波は高校において主に地学の領域で取り扱われてきたが、光や音と同じ方程式に従う最も単純な波動現象の一つであることから、物理の波動の学習素材として取り上げるのに適している。また高校理科の学習指導要領では観測しにくい現象はシミュレーションを利用することが有効であると指摘されているが、津波は数値シミュレーションの基礎とその有用性を学ぶ題材としても適している。そこで本研究では、公立高校2年生の「物理基礎」の波動の単元において2時限（1時限＝45分）続きのカリキュラム計画を立て授業実践を行った。1時限目に波動現象としての津波の物理的特徴、津波を支配する物理法則、数値シミュレーションモデルの基礎について解説する講義を行い、2時限目に生徒二人に一台ずつノートパソコンを与え、生徒各自が実際にパソコンを操作して津波の数値シミュレーションを実行する実習を行った。

キーワード: 津波, 数値シミュレーション, 海洋物理教育, 海洋教育

Keywords: Tsunami Wave, Numerical Simulation, Physical Oceanography Education, Marine Education

大学による高校課題研究支援からみる高校地学：分野横断と統計学 Geoscience curriculum on High School research program

久利 美和^{1*}; 村上 祐子²
KURI, Miwa^{1*}; MURAKAMI, Yuko²

¹ 東北大学災害科学国際研究所, ² 東北大学大学院文学研究科

¹International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, ²Graduate School/Faculty of Arts and Letters, Tohoku University

【高校課題研究】高等学校では、平成25年度より新学習指導要領の本格実施が始まった（数学及び理科は平成24年度入学生から）。すでに、理数科、SSH・SPPプログラムを通じた課題研究が多くの学校で実施されている。これらの実施には、大学や研究機関との連携が推奨されており、多くの大学関係者が出前授業等に加えて、実習の提案等も行なっている。多くの場合、大学研究者はそれぞれの専門に応じて支援を行なうが、その過程でいくつかの課題が生じてきた。また、JSTの未来の科学者養成講座、次世代科学者養成講座等、大学を拠点に高校生または小中学生の課題研究を支援する事業も展開されている。

【科学と社会・分野横断】

SSHの採択校の増加とともに、テーマの多様性のひとつとして、「科学と社会」の関連をテーマとする事例が増えてきた。特定の専門分野に依存しない分野横断型の課題が増える中で、科学広報や国際交流の視点から著書らも高校課題研究のいくつかに関わることとなった。

【共通基礎能力】

最初に取り組んだのは、図書館と連携した情報検索演習である（平成21年度）。より、信頼度の高い情報へのアクセス習慣を目的としたものである。次が、情報の吟味と議論の練習としてのクリティカル・シンキングの導入である。実際には、同じ母集団からの統計リスクと相対リスクの算出とその場合の数値の一人歩きの事例等、統計学に基づく内容の解説を中心とした。

【科学の不確実性への理解の事例としての地学】

2011年の東日本大震災以降、科学と社会の関係の見直し、科学的な不確実性の理解の増進などが「科学技術白書」に盛り込まれ、東北地方では地域に根ざした科学的な課題として関連テーマが各種あつかわれた。とくに、起因となった地震の発生確率等、確率算出の根拠や予測への展開、さらに2次的な災害としての津波の発生確率と人工物の強度設計との比較等、課題解決のみならず、課題発見段階で確率の知識が必要となる場面が増えた。地震に限らず、自然災害については、確率の知識とスキルはすでに必須となった。一意の回答を得にくい地学分野は高校理科の範疇においてあつかいにくいとされる要因となっているが、科学の不確実性や分野横断型の思考を行なう上で優位な分野である。分野横断型の人材育成の視点から、地学と統計学を基礎とした新科目の開発が、有効である。

キーワード: 高校地学, 確率統計, 情報検索, 情報吟味
Keywords: geoscience, statistics, reference

高大連携スプライト多地点観測プログラム～10年間の活動から～ Multi-site observation program of sprites in collaboration with high schools and universities: from 10-year activities

山本 真行^{1*}
YAMAMOTO, Masa-yuki^{1*}

¹ 高知工科大学
¹ Kochi University of Technology

高大連携の実践的教育プログラムとして、高高度放電発光現象 (TLE) であるスプライト、エルブス等、高層大気中における特異な発光現象を、全国の高校生チームによって同時観測し立体構造を解明するプロジェクトを立ち上げ、高知工科大学が中心となって呼びかけることで、約10年間の高大連携活動を続けてきた。立ち上げ当初は、高校生天体観測ネットワーク (Astro-HS) の研究テーマの1つとして採用頂き、高感度 CCD カメラ (Wat-100N) と動体検出ソフトウェア (UFOCaptureV2) の組合せによるスプライト観測マニュアルを執筆するなどして広報普及を図った。2006年度にはスーパーサイエンスハイスクール (SSH) に指定された高校を中心に SSH コンソーシアムに発展し、日本上空をほぼカバーする世界最大規模のスプライト観測網が高校理科教員と高校生の努力により構築された。その後も JST の支援を受けつつ全国30校以上の参加規模まで拡大した。SSH コンソーシアム事業の終了後にも、本プロジェクトに集まった全国の高校は独自に会合を開き、ほぼ高校主体の活動として定着した。

科学的成果も徐々に蓄積され、JpGUの高校生によるポスター発表セッションにおいても年間数件の発表が継続されてきており、国際会議 AOGS, COSPAR の教育・アウトリーチ関連セッションにも、高校生から活動報告がなされてきた。研究成果の一部として、世界初のエルブスの同時観測の成功と三次元構造の解明、世界で10例程度しかない巨大ジェットの数例の同時観測に成功、3000件以上の TLE 観測の蓄積などがある。本プロジェクトにより全国の高校理科教員間のコラボレーションが確立し、サイエンスデータを生む環境が高校生のネットワークで確立しており、TLE 研究者コミュニティでは、日本の高校生の取り組みは世界的に注目される程度まで発展した。2012年のNHK番組「宇宙の渚」でも番組内で高校生の活動の一部が紹介されている。現在は、国際宇宙ステーション「きぼう」暴露部に搭載されている JEM-GLIMS による上空からの発光観測と、高校生チームによる地上観測との同時観測の成功が期待される状況にある。本発表では、高大連携スプライト多地点観測プログラムの10年間の歩みを報告する。

参考文献: Shirahata et al., Striped structure observed in the elves: Relation to turbulences in the upper atmosphere, submitted to AS28 session, AOGS 2014, Sapporo, 2014.

キーワード: 高校生, 高大連携, 高校生天体観測ネットワーク, スーパーサイエンスハイスクール, 多地点観測, スプライト
Keywords: high school student, collaboration with high school and university, Astro-HS, Super Science High school (SSH), multi-site observation, sprite

高校へのスプライトの親雷雲観測用教材の展開 Deployment of a teaching material for observing electric field by sprite parent storm at high school

鈴木 智幸^{1*}; 鈴木 裕子¹; 鴨川 仁¹; 宮下 敦²
SUZUKI, Tomoyuki^{1*}; SUZUKI, Yuko¹; KAMOGAWA, Masashi¹; MIYASHITA, Atsushi²

¹ 東京学芸大学物理学科, ² 成蹊高校

¹Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., ²Seikei senior high school

スプライトは、高高度瞬間放電発光現象の一つで、強い正極性落雷を伴う雷雲上空で発生するとされている。この現象は、世界中で観測されており、雷雲から大きな正電荷が中和されることにより発生すると考えられている。日本において、スプライトは、多くの高校生によって、主に高感度 CCD カメラを用いて観測され、スプライトの光学特性（形状や空間的な位置など）などが明らかにされてきている。しかしながら、この性質は、雷雲の電気現象の一側面を示しているに過ぎない。そして、スプライトが雷雲からの電荷の中和が原因で発生するにもかかわらず、スプライトの原因となる電気的な現象を観測対象とするところまで至っていない。そこで、現象のもつ多面性について気づいてもらうための一つの手段として、スプライトの原因となる雷雲とその電気的な特性を観測するための手法を提供するために低コストの地上電界計を開発し、都内の高校を含め展開を試みたので、その結果を報告する。

キーワード: スプライト, 地上電界観測, 教材

Keywords: sprite, electric field observation, teaching material

ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう！－中高生との共同観測キャンペーン－ Let's Observe the Sun with Hinode! - Coordinated Observation Campaign with High School Students -

矢治 健太郎^{1*}
YAJI, Kentaro^{1*}

¹ 国立天文台太陽観測所
¹ National Astronomical Observatory of Japan

ひのでは2006年に打ち上げられた太陽観測衛星である。打ち上げ以来、ひのではめざましい観測成果をあげてきた。同時にその観測データは教育目的に活用することも奨励されている。そこで、ひのでのEPO活動の一つとして、2010年以来、高校や科学館・公開天文台との共同観測キャンペーン「ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう」を提案し、実施してきた。これは日頃、太陽観測を行っている中高生や天文教育関係者が、ひので衛星の観測データに関心を持ち、自身の観測データと比較することを目指している。高校のクラブでは府県の学生科学賞・文化展・研究発表会での研究発表へと発展しているところも多い。その後の追跡調査から「ひのでとの共同観測を継続したい」「自分の観測のモチベーションがあがった」との声も出ている。この共同観測は海外の太陽研究者からの関心も高く、ひので衛星のミッション延長にも貢献している。

本講演では、これまでの共同観測の実施結果とその効果について報告する。

キーワード: ひので, 太陽, 天文教育, アウトリーチ, 共同観測, 高校

Keywords: Hinode, sun, astronomical education, outreach, coordinated observation, high school

「地学を学べる全国の高等学校」リスト作り Making "high schools list of the whole country which can study Earth Science"

小尾 靖^{1*}; 宮嶋 敏²; 牧野 泰彦³
OBI, Yasushi^{1*}; MIYAJIMA, Satoshi²; MAKINO, Yasuhiko³

¹ 神奈川県立相模原青陵高等学校, ² 埼玉県立深谷第一高等学校, ³ 茨城大学

¹Kanagawa Prefectural Sagami-hara Seiryō High School, ²Saitama Prefectural Fukaya dai-ichi High School, ³Ibaraki University

日本地学教育学会では、2013年度より「地学を学べる全国の高等学校」リスト作りに取り組んでおり、学会ホームページに掲載している。このリストの結果から、今日の高校地学教育の現状を考察する。

キーワード: 高等学校, 地学

Keywords: high schools, Earth Science

高校地学基礎についての高校教員の認識：秋田県および香川県におけるアンケート調査から
Finding Instructional Difficulties on Basic Earth Science for High School Students

川村 教一^{1*}
KAWAMURA, Norihito^{1*}

¹ 秋田大学教育文化学部
¹ Faculty of Education and Human Studies, Akita University

筆者は、平成21年告示高等学校学習指導要領における地学基礎において予想される指導上の困難点を高校理科教員がどのように認識していたかについて、この教育課程実施前の2011年2月に秋田県および香川県においてアンケート調査を行った。教育課程が実施されて約2年が経過した2014年2月に、地学基礎の実施上の問題点について両県を対象に、先の調査と同様のアンケート調査を実施した。本発表では、現行学習指導要領導入前後で高校理科教員により指摘された、地学基礎に関する指導上の問題点について検討する。

キーワード: 理科教員, 高等学校, 地学基礎, アンケート調査
Keywords: science teacher, senior high school, Basic Earth Science, questionnaire research

高校地学教育は盤石か？ Is the Earth Science Education of High School at the Stable Standing ?

中島 健^{1*}
NAKAJIMA, Takeshi^{1*}

¹ 滋賀県立大津清陵高等学校・通信部

¹ Shiga Pref. Ohtsu-seiryō High School

高校の学習指導要領改訂の結果、「地学基礎」の履修者数は、前課程「地学Ⅰ」の履修者数の約3倍に増加した。しかしそのことを以て高校地学教育の重要性が教育界に再認識されたといえるかどうか、教科書需要数と教員採用数の観点から考察する。また教科書の内容が以前と比べどのように変わったかについても議論する。

(1) 教科書需要数の推移

前課程の期間中、移行期を除いた2005～2011年度、ほぼ全員が履修すると考えられる「数学Ⅰ」「英語Ⅰ」「保健」が約136万～128万であったのに対し、「地学Ⅰ」は約11～9万(8～7%)と、その割合に変化はなかった。2012年度からの現行課程開始後、それが完成する2014年度には「数学Ⅰ」「コミュニケーション英語Ⅰ」「保健」が約128万に対し「地学基礎」が約32万(25%)と、履修者の割合は3倍近くに増えた。理科の基礎3科目必履修化の効果があったようにみえる。しかし前々課程で置かれていた「地学ⅠA」「地学ⅠB」が合わせて26万であったことを考えると、その水準をやや上回る程度であり、前課程で「理科総合A/B」が必履修とされたため減少していた基礎系科目の履修者が戻っただけともいえる。また標準単位数で見ると「地学ⅠA」=2、「地学ⅠB」=4、「地学Ⅰ」=3、「理科総合B」の地学分野=1相当であったのが、現行の「地学基礎」=2と大きく減っている。代わりに「地学Ⅱ」=4→「地学Ⅱ」=3→「地学」=4と、発展系科目の方は現行課程になって標準単位数が増えた。しかし地学の発展系科目履修者は全国でわずか1万前後しかない。このため、

国内総学習量(GDL)=Σ(各科目履修者数×標準単位数)

というような指標を考えると、地学領域では

(2001年)90万[人単位]→(2007年)89万[人単位]→(2014年)88万[人単位]

つまり量は増えたように見えても質(学習内容)では大きく躍進したとはいえない。

(2) 理科の他3領域との比較

理科の他3領域について2001年→2007年→2014年の基礎系科目履修者数の推移を見ると、次のようになる。

物理基礎系科目履修者数：66万[人]→37万[人]→74万[人]

化学基礎系科目履修者数：145万[人]→72万[人]→103万[人]

生物基礎系科目履修者数：124万[人]→80万[人]→109万[人]

いずれも地学基礎系科目の履修者数と比べると、2～3倍と多くなっている。また物理の増加が目立ち、基礎3科目必履修化の影響は物理にプラスに働いたようにみえる。また各領域のGDLの推移をみると、次のようになる。

物理領域 GDL：295万[人単位]→263万[人単位]→260万[人単位]

化学領域 GDL：593万[人単位]→392万[人単位]→364万[人単位]

生物領域 GDL：515万[人単位]→358万[人単位]→358万[人単位]

いずれも地学領域のGDLと比べると3～4倍の多さである。必ずしも基礎3科目必履修化が地学にプラスに働いたとはいえないことが、ここからもわかる。

(3) 地学専門教員採用数

2010～2012年度の3年間に各都道府県・政令市で採用された高校理科教員は約3200名であった。そのうち「地学」で採用された者はわずか35名に過ぎない。科目限定なしの募集や、中高くり募集のところもあるため高校地学を担当する教員数がこれだけとは限らないが、多く見積もっても2桁の数にしかならないだろう。これは地学専門教員の定年退職後不補充、したがって総数が減少の一途であることを意味する。地学非専門教員が教えるに当たって最も苦手(自信がない)と感じるのが地学領域であることを考えると、地学教育の停滞は体制的なものから来ていると考えざるを得ない。地学教育界としての早急な対応が必要である。

<参考>時事通信社：高校教科書採択状況，内外教育，2001～2014
東京アカデミー：教員採用試験最終合格者数，WEB

キーワード: 高校地学教育, 教科書需要数, 教員採用数, 地学基礎

Keywords: high school earth science education, textbook demand, teacher adoption, Basic Earth Science

動的な地震現象の理解のための室内地震探査実験装置の開発と実践 Development of laboratory seismic exploration experiment for education and demonstration

桑野 修^{1*}; 仲西 理子¹

KUWANO, Osamu^{1*}; NAKANISHI, Ayako¹

¹ 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域

¹IFREE, JAMSTEC

地球物理学の中でも大気海洋物理や火山分野に比べて、地震学で扱う現象は視認しにくく、断層破壊や波動伝播に関する動的な実験教材は非常に少ない。地震の源たる断層も、中学高校の教科書では静的なイメージで語られがちである。本研究では、寒天を利用して地震波伝播を実際に見て触って実感できる新しい実験実習教材を開発した。本実験装置では模擬地殻物質としてアガロースゲル(寒天の成分)を用いる。アガロースゲルは透明なので、光弾性の性質を利用することで歪みを可視化できる。濃度約1wt%のアガロースゲルのS波速度はおよそ4-5m/sなので、波動伝播の様子を肉眼で観察することができる。ゲルの濃度によって弾性波速度が変わるので、任意の速度構造をデザインすることもできる。例えば水平2層構造で実験をすると、屈折波の波面を観察することができる。高速度カメラで撮影した画像の任意の点の輝度の時間変化を書き出せば波形が得られる。すなわち画像上の任意の点に仮想的な地震計を設置できる。この波形データは実際の地震波データと同様に解析できる。従来の地震探査実習は屋外の広い場所と多くの機器類が必要であるし、実験(実習)中にハンマーで起こした地震波を見ることはできないが、この室内模型実験を利用した実習は手軽なだけでなく、地震波が伝わる様子をその場で一目で容易に把握する事が可能になる。この装置を用いた新たな室内地震探査実習によって地殻を伝わる波と地殻の構造の関係を理解しやすくなる事が期待される。開発した実験方法による実習授業を、高校生を対象に実施した。その教育的効果や実習実施時の課題をについても報告する。

透明半球とスリンキーバネで構成する教材用震源モデル A simplified focal model constructed with prastic spheres and slinky springs

岡本 義雄^{1*}
OKAMOTO, Yoshio^{1*}

¹ 大阪教育大学
¹Osaka Kyoiku University

高校地学の教科書には、地震のP波初動の押し引きが4象限分布を示し、これが震源メカニズム（震源断層）と関係すると書かれている。しかしそのメカニズムの詳細は示されていない。多くの地震学の専門書にはこれに関する大変詳しい解説がかなり難解な数学を用いてなされているが、それが一般の人々に理解されるとは到底思えない。そこで高校生や一般の人にもわかりやすい、地震を引き起こした断層のズレ破壊と、その結果生じるP波初動との関係を示す、安価で組立が簡単なアナログモデルを試作したので、教材としての利用の可能性を考えてみたい。

モデルは素材屋（東急ハンズなど）で入手可能な、

- 1) 樹脂製の透明半球（直径約12cm）2個
- 2) 長方形アクリル板（ずれる断層に相当、約14cm×16cm、厚さ3mm）2枚
- 3) その半球にテープで接着した、スリンキーバネ左右2本ずつ、計4本（百円均一で買えるプラスチック製バネで代用可能）

で構成した。互いに接触する透明アクリル板2枚が既存の断層をモデル化して、この断層が急にずれることで地震が発生するとする。2枚のアクリル板に接着した透明半球から左右に2本ずつのびたスリンキーバネは、その断層のずれから周囲に伝わる地震波を表示する。断層を一気にずらすと、透明半球に接着されたバネが一齐に振動するがそのときバネに伝わる振動のうち、バネの縦方向に伝わるP波を、肉眼あるいは高速度撮影した動画から観察する。断層を1つの節線とする4象限方向に押しと引きの2種類の初動が対称的に伝わる様子がかろうじて観察できる。講演ではこの初動の伝わる様子をできるだけわかりやすく観察する工夫についても紹介したい。

キーワード: 震源球, P波初動, 地震メカニズム, 断層, スリンキーバネ

Keywords: focal sphere, P-wave first motion, earthquake mechanism, fault, slinky spring

「科学と人間生活」の問題点と可能性 Problems and Possibility of "Science and Human Life"

中島 健^{1*}
NAKAJIMA, Takeshi^{1*}

¹ 滋賀県立大津清陵高等学校・通信部

¹Shiga Pref. Ohtsu-seiryō High School

高校の学習指導要領改訂に伴い新設された「科学と人間生活」の履修者は 2014 年度は 43 万で、「地学基礎」の履修者数を大きく上回る結果となった。「科学と人間生活」に含まれる地学領域の内容量は全体の 5 分の 1 程度だが、高校生の 3 人に 1 人が履修することから考えると、地学教育にとってこの科目は決して無視できない存在であるといえる。またこの科目は自然と人間の関係、特に自然災害や自然から受ける恩恵を扱っている科目である。しかしその内容は決して十分であるとはいえない。持続可能な社会を生きていくために必要な力を生徒が身につけるためには、この科目の内容のさらなる精査が必要である。

(1) 「科学と人間生活」の履修者

2014 年度でみると、ほぼ全員が履修すると考えられる「数学 I」「コミュニケーション英語 I」「保健」が約 128 万に対し、「科学と人間生活」は 43 万 (34%) であり、このことは「地学基礎」の 32 万 (25%) の約 1.4 倍である。これは、理科の必修要件が {基礎 3 科目} または {「科学と人間生活」と基礎 1 科目} となっていることと大きく関係している。本来なら 1961~72 年の 4 領域 12~16 単位必修が理想であろうが、その後は総合科目または 2 領域の基礎系科目 4~8 単位が必修とされていた。その流れの中で、前課程では「理科基礎/理科総合 A/理科総合 B」を含む 2 科目の 4~5 単位が必修であった。理数教育の強化を謳った現行課程に移行するにあたり、基礎 3 科目必修の効用が大きく取り上げられるようになったが、実はそのためには最低 6 単位が理科に振り分けられる必要がある。一方「科学と人間生活」を開講すれば、理科は 4 単位で済む。2012 年度新入生から、理数以外の教科が旧課程のまま理数のみを前倒して新課程に移行する中で、他教科を削り理科の総単位数を増加させるということは難しかったであろう。また 2013 年度以降も、1973 年以来長きにわたって理科離れが定着していた中等教育の下で、生徒にとっても教員にとっても、学ぶべき理科の科目数や単位数を今さら増加させることにはかなりの躊躇や、他教科からの抵抗が存在すると思われる。よって、当初専門学科や総合学科などで開講されるとみられていた「科学と人間生活」が、全日制普通科にもかなり浸透したものと考えられる。大学受験には使えない科目であるにもかかわらずである。

(2) 「科学と人間生活」の内容

標準 2 単位で、物理・化学・生物・地学の各領域に相当する部分と、科学技術に相当する 5 章からなる。年間 60 時間強の授業がある中で、各領域に割り当てられる時間は、12.3 時間程度とみられる。その中で、地学領域では「太陽系と地球」または「身近な自然景観」のどちらか一方を選択して学習する。もし後者を選んだ場合、その内容は「自然景観の形成」と「自然災害」について、「地震」「火山」「流水」の 3 つの観点から学んでいくことになる。各観点につき 3 時間程度の割り当てしかないが、その中で各事象の起こるしくみ、災害、実験実習を消化しなければならない。したがって内容を深めることは難しく、中学校理科第 2 分野を思い出すだけで終わってしまいかねない（よくいえばスパイラルだが）。また学習指導要領で謳われている「自然の恵み」は、ほとんど触れられずじまいになっている。

(3) 「科学と人間生活」の今後

このような科目ではあるが、高校生の 3 分の 1 が学び、それが「地学基礎」を上回っていること、さらにこの科目が人生の中で地球惑星科学や災害科学を学ぶ最後のチャンスになるかもしれないということを考えると、単に教育界だけでなく地球惑星科学界がこの科目に対しどのように取り組み発展させていくかが、国民の地球惑星科学リテラシー形成に大きく関わってくるとと思われる。

<参考>時事通信社：高校教科書採択状況、内外教育、2001~2014

キーワード: 高校地学教育, 教科書需要数, 科学と人間生活, 総合科目

Keywords: high school earth science education, textbook demand, Science and Human Life, general subject of science

”Arduino” と ”Processing” でよみがえる「フィルムケース地震計」 A reconstruction of ”Film Case Seismometer” employing ”Arduino” and ”Processing”

岡本 義雄^{1*}
OKAMOTO, Yoshio^{1*}

¹ 大阪教育大学
¹Osaka Kyoiku University

20 年前、筆者はいわゆる「フィルムケース地震計」(岡本, 1999)を学校教材用に製作した。そのシステムは当時最新の地震計システムを真似て簡略化した、ムービングマグネットセンサと PC 記録システムを含んだ地震計であった。震動センサは簡単で、すぐに組み立てることが容易であったが、記録システムはやや複雑な電子回路と、特殊な PC でのみ働くプログラム言語を用いていた。そのため、この地震計は他ではそれほど製作されることもなく、また教室で用いられることも乏しかった。この観点にたち、今回この古いシステムをフルモデルチェンジし、”Arduino”という新開発のワンチップマイコン (AD 変換と IO インターフェイスの両方を兼ねる) と ”Processing” という、JAVA ベースで OS を選ばない画期的なプログラム言語を用いた新しいスタイルのものに改良した。その特徴は次のとおりである;

1) アクリルパイプに巻いたコイルの中に、柱の上から直列につないだ輪ゴムでネオジウム磁石を吊るす。ネオジウム磁石は十分な震動による信号を作り、またコイルに重ねた金属パイプに発生する渦電流により十分な制動がかけられる。

2) 記録システムとソフトウェアは以前より簡単に改良され、どの PC でも使用可能であり、タブレットにさえも対応する。

3) 信号の A/D 変換と I/O インターフェイスには Arduino Uno (約 3 千円) のワンチップマイコンを使用。ソフトウェアは Processing を用いて、汎用 USB ポートから PC とやり取りされる。

4) Processing 言語はハードウェア制御と記録に用いられるが、Windows のほか、Mac や Linux でも使用できる。

5) 自然地震観測のために追加するハードウェアは OP アンプを用いた増幅回路でこれは、古いシステムから流用した。

6) すべての機材はアクリル透明箱に収められ、外から機構がわかりやすく工夫されている。

7) 波形信号はリアルタイムで PC 画面に秒のタイムマーク入りで表示され、画像か数値データで逐次、保存可能である。

8) 記録と表示は 3 チャンネルに簡単に拡張可能である。

キーワード: 地震計, USB 接続, 教材, Arduino, Processing
Keywords: seismograph, Arduino, Processing, education, USB

圧電ブザーとノートパソコンを用いた地震波探査教材の開発 Development of an educational tool for seismic exploration study using piezoelectric buzzer and general-purpose laptop

後藤 章夫^{1*}
GOTO, Akio^{1*}

¹ 東北大学東北アジア研究センター
¹ CNEAS, Tohoku University

地震波探査の基礎を学ぶ教材として、地動を捉えるセンサーに圧電ブザーを用い、ノートパソコンのステレオマイク入力でその信号を記録する計測システムを考案した。

圧電素子は通常、電気信号を音に変えることに用いられるが、外部から力を加えると起電力を発生する。これを円筒形の蓋付き容器の底に固定し、蓋に空けた穴を通して釘を圧電ブザー開口部に挿入する。振動が容器の底から伝わると、慣性により釘が不動点として働き圧電ブザーが押され、起電力が発生する。これを発震源近くと観測点に設置し、発生した電圧を同期させて記録することで、距離と信号の時間差から、地中の弾性波速度が求められる。

信号収録には複数のチャンネルと十分なサンプリング周波数を持つロガーが必要だが、それらは必ずしも安価ではないので、ここでは多くの学生が所有しているノートパソコンを用いた。ステレオマイク入力から震動源と観測点の記録を取り込むことで、それらを同じ時間軸で記録できる。OSによっては音声収録のためのソフトがあらかじめ備わっているが、使われるパソコンが様々なと、説明を統一するために、フリーソフトの Audacity で収録した。信号を wav 形式で保存した後、それをフリーソフトの WaveGraph でテキスト形式に変換した。これら収録と変換は同様の機能を持つソフトなら何を使っても良い。なお、WaveGraph には同名で変換機能を有さない別のソフトもあるので注意を要する。テキスト形式に変換された信号を適当なグラフィックソフトで開き、2点間の信号到達時間の違いを読み取る。

これを用いた実習では、まず、学生にセンサーを自作させ、振動をノートパソコンで記録できることを確認させた。その後、屋外で計測を行った。地動はかけやで地面を5秒間隔で叩いて発生させ、1分間収録した。遠方では振動が弱くなるため、釘の上部に粘土を巻き、慣性を増すことで感度を高めた。解析に際しては、12発分の波形を重ねることで、スタッキングによるノイズ軽減を確認させた。発震源から3mおきに24mまで設置したセンサーからは、波の到達が距離に対してほぼ直線的に遅くなるのが確認され、およそ560m/sの直達波速度が得られた。但し、テストフィールドが学内で必ずしも適当でなかったためか、地下構造を求められる屈折波などは捉えられていない。

本システムは安価なセンサーと汎用のノートパソコンの組み合わせから成り、地震波探査を学ぶだけでなく、費用をかけずとも工夫次第で実験や計測が可能であることを示す教材になると考えている。一方で、当然のことながら、専用品でないことによる制限も多々ある。センサーの周波数特性などは不明で、地動を捉えるのに適当である保証はなく、また制作者の穴開け精度などによっても、その特性は変化することが考えられる。ノートパソコンのステレオマイク入力は、左右チャンネルの絶縁が不十分なものが多く、発震源側の信号を抵抗で小さくする必要があった。また、今回の計測にはあまり影響ないと思われるが、マイク入力にはローカットフィルターが入っているようで、波形を正確に記録する目的には適さないこともわかった。これら性能評価も含めた内容とすれば、実習の意義はさらに増すと考えている。