

## 海の成因に関する生徒研究

The student study about the origin of the sea

\*小森 信男<sup>1</sup>

\*Nobuo Komori<sup>1</sup>

1. 東京都大田区立蒲田中学校

1. Ota Ward Kamata Junior High School

筆者は、東京都区立中学校で岩石の風化変質実験に関する生徒探究活動を25年間指導している。現在は、海の成因に関する岩石の風化実験を行っている。この実験は、塩酸に代表的な火成岩6種を浸し、塩酸が中和される程度や中和後に生じる物質を調べる実験である。

この実験によって、特に玄武岩は、水中に溶け出る物質の質量が多く、塩酸を中和するはたらきも大きいという結果が得られた。玄武岩は、海の地殻をつくる主な岩石と言われており、塩酸の海が中和される大きな要因の一つになった可能性はある。

岩石の風化実験は、専門家によってあまり行われていない領域であり、生徒や指導教員の興味関心次第で、惑星科学の発展に貢献できる成果を上げることが可能と考えている。

キーワード：生徒研究、岩石の風化、玄武岩、塩酸、中和

Keywords: student study, rock weathering, basalt, hydrochloric acid, neutralization

## 実験・観察に特化した小・中学生向け地球科学教育プログラムの実践報告

Report on the earth science education program specializing activities for elementary and lower middle school students

\*川村 教一<sup>1</sup>

\*Norihito Kawamura<sup>1</sup>

## 1.秋田大学教育文化学部

1.Faculty of Education and Human Studies, Akita University

中学生を対象とした、地球科学探究に必要とされる物理・化学・生物・地学についての基本的な科学概念や、中学校理科では扱わない発展的な地球科学の内容について教材開発を行い、約半年間にわたる実践を行った。実践を通じて見られた生徒の主な反応は以下の通りである。物理領域：力の概念（MIF概念）を科学的に転換する授業は、一部には効果があった。電球で加熱した水の温度変化から熱平衡に気づかせる実験では、水温変化の特徴を適切に見出すには至らなかった。化学領域：イオンの存在に気づかせる実験を取り入れたが、上級生によるコメントが生徒の認識転換に有効であった。生物領域：魚類の分類と進化を学ぶために無顎類と魚類の観察を行わせたところ、中学生は中学校理科の分類体系の知識に基づいた発想しかできず、観察の視点が乏しくなる様子が見受けられた。生物のスケッチの技能には生徒間格差があった。地学領域：男鹿半島・大潟ジオパークにおける地層観察とモデル実験を組み合わせた学習では、児童生徒の地層変形についての理解を深める機会を提供した。ビスマスを用いた液相からの結晶の成長を例としたマグマ中の斑晶形成モデル実験、ドライアイスなどを用いた彗星の核の熱による変化についてのモデル実験ほかを実践した。学習集団（含む異学年集団）による実験結果の議論の場面では、指導者や上級学生の発言を無批判的に受け入れる様子が見られた。ただし、遅延テストを実施していないので、生徒らが科学的な概念に転換したかどうかは明らかではない。

キーワード：地学教育、中学生、実験・観察教室

Keywords: earth science education, lower middle school student, science class focusing on experiments and observations

高校における数値シミュレーションを活用した地球物理教育のカリキュラムの開発  
Learning Geophysical Phenomena by Numerical Simulations: A Curriculum of Geophysics  
Education in High School

\*丹羽 淑博<sup>1</sup>、佐藤 俊一<sup>2</sup>、鈴木 悠太<sup>1</sup>、鈴木 雅之<sup>3</sup>、安永 和央<sup>4</sup>

\*Yoshihiro Niwa<sup>1</sup>, Shunichi Sato<sup>2</sup>, Yuta Suzuki<sup>1</sup>, Masayuki Suzuki<sup>3</sup>, Kazuhiro Yasunaga<sup>4</sup>

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 / 東京大学海洋アライアンス海洋教育促進研究センター連携研究員、3.昭和女子大学人間社会学部、4.東京大学/ 日本学術振興会

1.Research Center for Marine Education, Ocean Alliance, The University of Tokyo, 2.Tokyo Metropolitan Hibiya High School / Cooperation Researcher, Research Center for Marine Education, Ocean Alliance, The University of Tokyo, 3.Faculty of Human and Social Sciences, Showa Women's University, 4.The University of Tokyo / Japan Society for the Promotion of Science

本研究の目的は、高校物理の発展的内容として、数値シミュレーションを活用して、直感的には理解しにくい地球物理現象を学ぶことができる一連の新たなカリキュラム開発を行うことである。一昨年度・昨年度は、津波の数値シミュレーションを実行する授業の実践報告を行った（丹羽ほか，2014）。今年度はさらに、空気抵抗を受ける火山弾の放物運動とコリオリ力が作用するフーコーの振り子の運動を学習素材に取り上げ授業を実施した。火山弾の運動の授業は高校2年生の「物理基礎」の発展として、コリオリ力の授業は3年生の「物理」の力学における非慣性系の単元において行った。いずれも2時限（1時限=45分）続きの授業案を立てた。1時限目には微分方程式としての運動方程式の意味、微分方程式を差分化し数値的に近似解を求める方法について講義を行い、2時限目には生徒二人に一台ずつノートパソコンを与え、生徒が実際にパソコンを操作し数値シミュレーションを実行する形で実習を行った。数値シミュレーションで得られた結果は、それぞれ伊豆大島・波浮湾噴火の火山弾によって形成されたbomb sagや噴石分布の観測結果（Sato, 1988）、校内にあるフーコーの振り子の実験結果と比較検証した。さらに、授業後に全生徒に対し質問紙調査を行ない、数値シミュレーションの活用が地球物理現象の理解にどのような効果を持つのか等、生徒の学びの評価を行った。（参考文献）

丹羽淑博, 佐藤俊一, 鈴木悠太 (2014), 高校における海洋物理教育のカリキュラム開発-数値シミュレーションで学ぶ津波の物理の基礎-, 第24回海洋工学シンポジウム論文集, OES24-A0068.

Sato, S.,(1988), Mechanism of causing base surge, inferred from the bomb sag's structure and its trajectory, Kagoshima International Conference on Volcanoes 1988 Proceeding, 79-82

キーワード：高校物理、地球物理教育、海洋教育、数値シミュレーション

Keywords: High School Physics, Geophysics Education, Marine Education, Numerical Simulation

## 地球惑星科学のアクティブラーニングを提供するウェブサービス

## Web service for active learning in Geoscience

\*今井 弘二<sup>1</sup>、松下 幸市朗<sup>2</sup>、海老沢 研<sup>1</sup>、齊藤 昭則<sup>3</sup>、島田 卓也<sup>4</sup>

\*Koji Imai<sup>1</sup>, Koichiro Matsushita<sup>2</sup>, Ken Ebisawa<sup>1</sup>, Akinori Saito<sup>3</sup>, Takuya Shimada<sup>4</sup>

1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所、2.京都造形芸術大学、3.京都大学大学院 理学研究科、4.Crosshat  
1.Japan Aerospace Exploration Agency, Institute of Space and Astronautical Science, 2.Kyoto  
University of Art and Design, 3.Kyoto University, Graduate School of Science, 4.Crosshat

温暖化やそれに伴う異常気象がますます問題視される中、地球環境に関する教育は、より一層重要となっ  
てきている。一方で、近年の教育では、学生に知識や情報を与えるだけでなく、学生が課題を見つけ結論までを導  
き出す、能動的な学習方法（アクティブラーニング）が重視されている。そこで我々は、地球惑星科学におけ  
る新しいウェブサービス、C3（Cross-Cutting Comparisons; <https://darts.isas.jaxa.jp/C3/>）を開発し  
た。C3の特徴は、対話形式の操作性である。入力フォームは誘導的であり、初学者でも簡単に地球惑星科学の  
データを確認することができる。また、作成した図はスケールの調整や、クエリ文字列を用いたグループ学  
習、そして立体表示（ダジック・アース; <http://earth.dagik.org>）ができるため、学生が主体的に学習  
し、地球上における様々な現象の理解を深めるのに有用である。本発表では、そのC3を用いたアクティ  
ブラーニングの実践方法について紹介する。

キーワード：地球惑星科学、アクティブラーニング、ウェブサービス、Cross-Cutting Comparisons、ダ  
ジック・アース

Keywords: Geoscience, Active learning, Web service, Cross-Cutting Comparisons, Dagik Earth

## アンドロイド・スマホを活用したマルチGNSS測位衛星群の電波望遠鏡観測 Radio Telescope Observation for Multi-GNSS Satellites Using Android Smartphones

\*高橋 富士信<sup>1</sup>、衣笠 菜月<sup>2</sup>

\*Fujinobu Takahashi<sup>1</sup>, Natsuki Kinugasa<sup>2</sup>

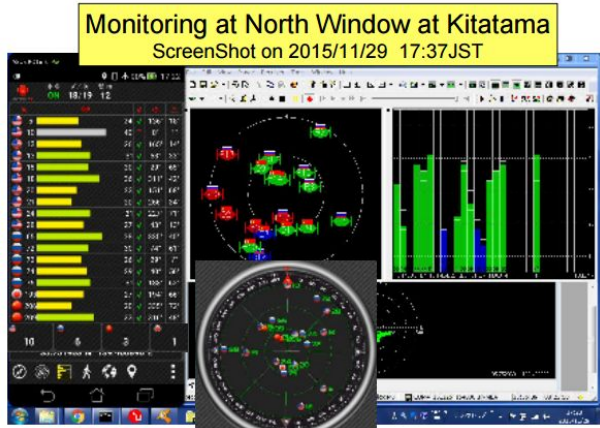
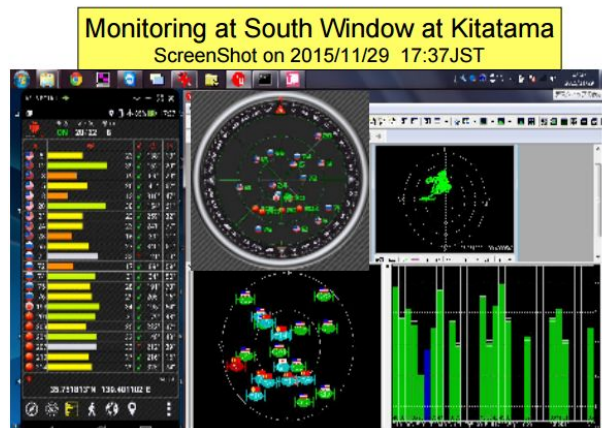
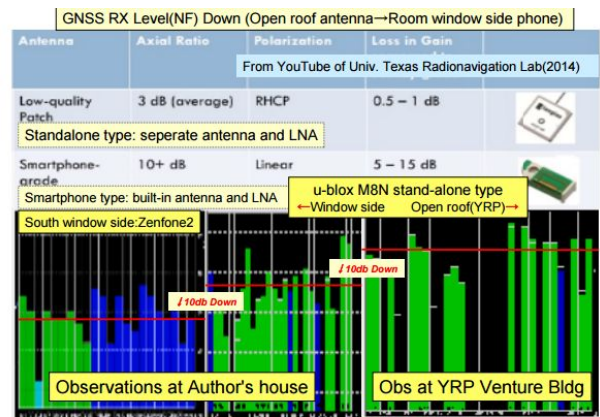
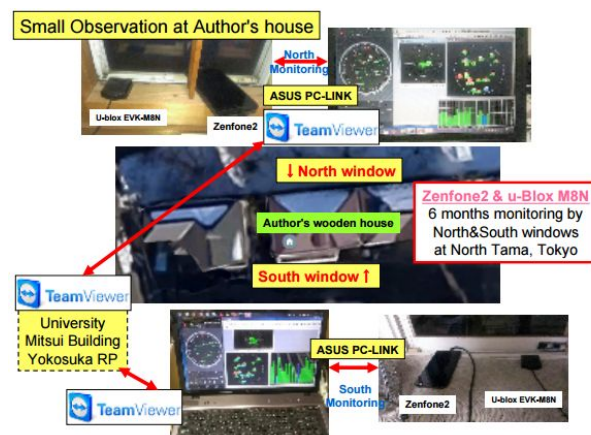
1.横浜国立大学 Medical ICT Center、2.横浜国立大学

1.Medical ICT Center, Yokohama National University, 2.Yokohama National University

2014年以降、東アジア上空では米・露・中・日の測位衛星が常時30機近く飛翔している。アンドロイド・スマホでは測位衛星の受信状況のスカイプロットを実時間で表示するアプリが利用可能である。スマホでの各種ナビの利用者は激増しているが、多くはネット接続しか意識せず、飛翔する衛星について関心を持つことは少ない。高価な機器を購入しなくても所有しているアンドロイド・スマホを活用することで実時間の測位衛星の情報を容易に取得することができる。自分のスマホがあたかも微弱な電波天体の運動や受信強度を測定できる電波望遠鏡として活用できることを紹介する。残念ながらiPhone系ではGNSSシミュレーターはあるが、測位衛星GNSS天体からの電波を受信できるアプリやスカイプロット用のアプリは用意されていない。

キーワード：測位衛星、電波望遠鏡、スマホ

Keywords: GNSS, Radio telescope, smartphone



高大連携の高高度発光放電発光現象の観測ネットワークによる冬季雷スプライトの研究  
Study of winter lightning by TLE observation network operated by high school and university

\*小名木 すみれ<sup>1</sup>、鈴木 裕子<sup>1</sup>、鴨川 仁<sup>1</sup>、鈴木 智幸<sup>1</sup>、高校生 高高度放電発光現象観測ネットワーク

\*Sumire Onagi<sup>1</sup>, Yuko Suzuki<sup>1</sup>, Masashi Kamogawa<sup>1</sup>, Tomoyuki SUZUKI<sup>1</sup>, TLE observation network high school students

1.東京学芸大学教育学部物理学科

1.Department of Physics, Tokyo Gakugei University

中間圏における放電・発光現象である高高度放電発光現象の1つに位置づけられるスプライトは、大きな対地落雷放電が引き金となって雷雲の上空で発生する。本現象は1925年にC.T.R.ウィルソンによって予言され、ウィルソンのQEモデルによれば落雷位置（電荷中和位置）とスプライト発生位置は雷放電の特性（落雷位置や雲放電電路の伸展方向）に依存するとされている。1990年代になってようやく科学的に発見されたこの現象は、近年の多種多様な観測により雷雲上部の正電荷が落雷により大地と中和されることによりその上空で発生するというメカニズムが考えられている。しかし、スプライトと落雷位置はしばしば水平方向に50 km程度離れているという報告もあり、未解決な問題も残されている。

我々はスプライト発生位置標定精度をより高めるため、大学におけるスプライト研究と高校生のスプライト稠密光学観測網を生かし冬季多点光学観測を行った。さらに、光学観測にはスプライトと落雷の発光を同時に撮影することができるため、両位置関係が把握できるという利点がある。さらに、多数の雷会社により標定された落雷位置を比較することにより多数の研究者により報告されているスプライト発生メカニズムと観測結果の不一致の解消と、スプライトの形状がなぜ多様に存在するのかの解明を目指し、本研究をスタートした。以上の観測より、スプライト発生に起因した落雷の放電経路に依存してスプライト発生位置と落雷位置のずれが生じたという結果が考えられ、スプライトの形状や大きさもこの放電経路に依存しているのではないかという結果が得られた。

大学や研究機関のみでは事実上難しいこの多点での稠密光学観測は、高校生多点観測の連携によりスプライト研究進展の可能性を生み、高校生も研究の最先端に貢献できる理想的な高大連携プログラムの1つであるといえよう。また、高校生の世界最高スプライト稠密光学観測と大学における研究のコラボレーションにより、今後もスプライト研究の更なる発展が見込まれる。

キーワード：スプライト、冬季雷、雷雲

Keywords: Sprite, Winter Lightning, Thunderstorm

## 学校で地学を学ぶ理由

## Some reasons why pupils learn Earth Science in schools

\*磯崎 哲夫<sup>1</sup>\*Tetsuo ISOZAKI<sup>1</sup>

## 1. 広島大学大学院教育学研究科

## 1. Hiroshima University Graduate School of Education

第二次世界大戦後、他の物理、化学、生物とともに地学は新制高等学校の理科の一科目として開設された。しかしながら、地学を履修する生徒の数は、高等学校学習指導要領の改訂に影響され減少している。この地学の選択履修者の少ない理由としてはいくつもの理由が考えられる。例えば、地学を教える教師の不足がある。また、生徒が地学に魅力を感じていないこともある。しかしながら、最も重要なのは、一般の人はもとより、理科教師までも、地学は他の理科の科目と同様に当然あるべきものとして信じて疑わなかった。そのため、理科教師や政策決定者は、学校で地学を学ぶ理由について深く、公的に議論をする機会を逸してきた。一般的に、理科教育では、目的・目標について明確に述べるのが求められる。それは、児童・生徒がなぜ理科を学ぶことに価値があるのか、理科を学んだ経験から何を獲得することが期待されているのか、を明確にする必要がある (Millar and Osborne, 1998)。

本研究は、科学教育の目的・目標論を分類した J. Osborne (2000) の言説を援用し、地学教育の目的・目標論について検討した。まず、地学を学ぶ価値に関する最初の議論は、「実用的・功利的」価値である。それは、児童・生徒が地学を学ぶことにより科学的知識やスキルを獲得し、将来何らかの役に立つという見方である。第二は、「経済的・国家的」価値である。高度科学・技術社会であり知識基盤社会では、国際社会においてその国の地位を維持し、ハイテク産業を背景とする国際経済競争の勝者になるために、地学に関する科学者や技術者を必要とするという見方である。第三は、「教養的・文化的」価値である。地学は他の科学と同様に、人類が営々と築いてきた文化であるとする見方である。第四は、「民主主義的」価値である。科学的リテラシーを有する市民として、エネルギー資源や地球温暖化といった地学に関する科学・技術を背景とする社会的諸問題に対して、科学的証拠に基づいて意思決定をする必要があるとする見方である。とりわけ、「科学的リテラシー」の観点からすれば、「文化的・教養的」価値と「民主主義的」価値は、他の価値よりも強調されるべきである。もちろん、この四つの価値は、時代により一長一短がある。

学校において地学を学ぶ価値について分析した結果、筆者は、上述の四つの価値に加えて、「教育的」価値についての議論が必要であることを主張した。専門家による知的大系である地学を、子どもの知的発達や学校文化等の文脈に合わせる必要がある。地学を学ぶ経験は、児童・生徒が科学的リテラシーを有した将来の市民になることや自然の事物現象に直接接触れることを通して、生命を尊厳する態度、科学・技術が背景にある諸問題への洞察力、環境保全への知的興味、などを育成するとともに、職業選択への決定を促進することもできる (Isozaki, 1996)。そのため、地学の教育的価値は、上述の四つの価値の議論に加えられるべきである。地学の教養的・文化的価値、民主主義的価値、及び教育的価値を強調するためには、文脈を基盤とするアプローチが、内容を基盤とするアプローチと適切に組み合わせられるべきである。

## 文献

Isozaki, T. (1996). A survey of earth science education in Japan. In D. A. V. Stow and G. J. H. McCall (Eds.), *Geoscience education and training: In schools and universities, for industry and public awareness*, (pp. 93-107). Rotterdam: A.A. Balkema.

Millar, R. and Osborne, J. (Eds.) (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.

Osborne, J. (2000). Science for citizen. In M. Monk and J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (pp. 225-240). Buckingham: Open University Press.

キーワード：地学、地学を学ぶ価値、科学的リテラシー、文脈を基盤とするアプローチ

Keywords: Earth Science, values of learning Earth Science, scientific literacy, context-based/led approach



## 地球惑星科学における教育支援の重要性

## Importance of educational support in earth and planetary sciences

\*藤本 光一郎<sup>1</sup>\*Koichiro Fujimoto<sup>1</sup>

1.東京学芸大学

1.Tokyo Gakugei University

理科は小学校段階において子どもたちの最も好きな科目の一つであり、宇宙や星、化石、恐竜など地球惑星科学的な内容はとりわけ人気が高い。しかし中学校段階では理科の好きな生徒の割合は下がり、教科の勉強が大切、わかる、役に立つというような肯定的な回答も大幅に割合を減らしている。この状況の改善は、欧米に比較して低いと言われる日本の科学リテラシーの向上などにとって重要である。

学校教育における地球惑星科学領域の問題点として、苦手意識を持つ教員の多さや専門性の高い教員の不足があげられる。小学校で理科を教える教員を対象とした全国調査で15%以上の教員が「月と星」「土地のつくりと変化」を教えるのが苦手な3つの単元の1つにあげ上位を占めており、また、前者は41%、後者は30%の教員が観察・実験の実施が困難な単元としてあげている（日本科学技術振興財団、2011）。中学校については、「地学」を苦手あるいはやや苦手とする教員はおよそ42%であり、「物理」の32%、「化学」の14%、「生物」の28%に比べて高い数字となっている（科学技術振興機構、2013）。これは、高校時代に地学を履修しておらず、大学時代にも地学を専攻していない教員が多いことが要因と考えられる。特に地球惑星科学において大切な野外観察や標本の観察などを指導するには経験が必要であり、多くの教員にとってハードルは高いと言える。

このような教員側の状況の中で、地学系の教員でなくても実験や観察の困難さを軽減して教育効果をあげるための学習支援を充実させることが求められる。多くの学習支援がすでに実践されているが、宮下(2009)は、学習支援者と担当教員の両者が主体的に教育に関わるやり方において、児童生徒にとっての専門性の高い教育効果が得られるとともに教員自身の指導力向上にも資すると述べている。また、学校からの学習支援の要請を受け、教材提供や指導方法の支援や野外学習支援者の派遣などを行う専門性の高い人材からなる「野外学習支援センター」を提案している。

さらに、博物館やジオパークは学習支援の拠点となりうる。博物館においては以前に増して学校教育との連携の重要性が強調され、学校との窓口や学習指導要領に沿った教育プログラムを設け、学校側が利用しやすい工夫がなされている博物館も増えている。館内での催しだけでなく、学校への出張展示や出前授業、野外見学会の実施など内容も多岐にわたっており、学校側の多様な要望に合わせた取り組みが行える体制が整ってきている。さらに近年盛り上がりを見せるジオパークにおいても、①教材に適するジオサイトが設定され、観察路や案内板、パンフレットなどが整備されていること、②専門性の高い職員が多くの場合常駐し、研修を受けたボランティアのガイド組織が発達していることなどから、野外学習支援の拠点となる可能性を持っている。

近年、児童生徒の教育を学校内部で閉じずに、様々な専門家や地域社会などと連携協働して行う教育支援の重要性が指摘されている。その中で高い専門性を持つ教育支援者を職業として確立させることも課題となっている。カウンセラーやソーシャルワーカーなどは次第に職業として確立されつつあるが、教科教育に関する教育支援・学習支援は専門家のサイドワークかボランティア的位置づけにとどまっているのが実態と言える。学校を中心として博物館やジオパーク、地域社会、行政、専門家集団、企業など様々な領域間の連携を組織的に深めていくことが効果のある学習支援を行ううえで不可欠である。そのためには、学問的な専門性のみならず学校現場にも精通し、様々な領域の連携調整を図ることのできる支援者の育成や職業としての確立を進める必要がある。

キーワード：学習支援、博物館、ジオパーク、連携

Keywords: educational support, museum, geopark, collaboration

## 教科書使用用語課題解決への道

The way to overcome problems associated with technical terms in textbooks within the Earth Science

\*根本 泰雄<sup>1</sup>、藤原 靖<sup>2</sup>、小林 則彦<sup>3</sup>、田口 康博<sup>4</sup>、川手 新一<sup>5</sup>、宮嶋 敏<sup>6</sup>、畠山 正恒<sup>7</sup>、佐々木 晶<sup>8</sup>

\*Hiroo Nemoto<sup>1</sup>, Yasushi Fujiwara<sup>2</sup>, Norihiko Kobayashi<sup>3</sup>, Yasuhiro Taguchi<sup>4</sup>, Shinichi Kawate<sup>5</sup>, Satoshi Miyajima<sup>6</sup>, Masatsune Hatakeyama<sup>7</sup>, Sho Sasaki<sup>8</sup>

1.桜美林大学自然科学系、2.神奈川県立向の丘工業高等学校定時制総合学科、3.西武学園文理中学高等学校、4.千葉県立銚子高等学校、5.武蔵高等学校、6.埼玉県立深谷第一高等学校、7.聖光学院中学・高等学校、8.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻

1.Division of Natural Sciences, J. F. Oberlin University, 2.Evening Classes; Integrated Course, Kanagawa Prefectural Mukaino'oka Technical Upper Secondary School, 3.Seibu Gakuen Bunri Secondary School, 4.Chiba Prefectural Choushi Upper Secondary School, 5.Musashi Secondary School, 6.Saitama Prefectural Fukayadai'ichi Upper Secondary School, 7.Seikou Gakuin Secondary School, 8.Department of Earth and Space Sciences, Graduate School of Science, Osaka University

小学校および中学校で使用されている「理科」の教科書中、地球惑星科学の内容が書かれている箇所で用いられているいくつかの用語には課題が存在している。高等学校で使用されている「地学基礎」および「地学」の教科書でもいくつかの用語には同様の課題がある。

これらの課題は次の通りである。

(1)【嫌疑用語（仮称）】の使用

例：<希ガス>か<貴ガス>か

(2)【複数使用用語（仮称）】の使用

「同じ事柄に対して複数の用語が使用されている。」

例：<初期微動継続時間>、<P-S時間>、<PS時間>、<PS時>

(3)【複数意味用語（仮称）】の使用

「複数の意味を持っている用語が一つの意味だけで使用されている。」

例：<アスペリティ>

(4)【絶滅用語（仮称）】の使用

「近年は使われなくなっている、あるいは使わないことになっている用語が使用されている。」

あるいは

「使用が不適切である図表が使用されており、その図表中で適切な使い方をされていない用語がある。」

例：<火成岩分類の図表>

(5)【カタカナ表記嫌疑用語（仮称）】の使用

「原語の発音と異なっているカタカナ表記の用語が使用されている。」

例：<リソスフェア>

例えば、(2)の用語を入試問題に使用する場合など、同一意味の用語を列記する必要が生じ不便である。このような、学校教育や報道で用いる場合の不都合を解消するため、教科書にて使用されている地球惑星科学に関する用語にまつわる諸課題の解決を目指すワーキンググループを、(公社)日本地球惑星科学連合教育検討委員会と日本学術会議地球惑星科学委員会人材育成分科会とで立ち上げることとなった。

本講演では、解決に向けて現在考えている道程を示し、調査研究から提言作成を行うまで、および結果の提出先に関する議論を行いたい。

キーワード：地学、教科書、用語

Keywords: Earth Science, textbook, technical term

## 学校などで行う液状化現象のモデル実験についての再考

## Reconsideration about the model experiment of the liquefaction in schools

\*山田 伸之<sup>1</sup>、坂井 孝平<sup>1</sup>\*Nobuyuki Yamada<sup>1</sup>, Kohei Sakai<sup>1</sup>

## 1.福岡教育大学

## 1.Fukuoka University of Education

近年自然災害に対する関心は高くなっており、自然災害のメカニズムを簡単に学習できる実験およびその性質から対策までをあわせて学べる教材の必要性が挙げられている。地震災害の1つには、地震の強い揺れによって引き起こされる液状化現象がある。この現象については、土木や建築など多くの分野で詳細な研究がなされているが、学校現場でのモデル実験を簡易的に教師や児童生徒が実際に実験を行おうとした場合、実験に使用する用具や土・水などに関する具体的な記載が少なく、よく分からないことが多い。また、液状化現象モデルの実験キットが市販されてはいるが、全般的に高価であり、複数の実験セットを用意することは難しいと考えられる。そこで、本研究では、学校で行う理科実験の一つとして、手軽に、そして経費をかけずに液状化現象のモデル実験を行うことができるようにするために、手動による振動台、土砂や水の量、実験の仕方（揺らし方）などを検討し、それらを明示することとした。

砂や水を入れる容器にはどこの理科室にもあるようなプラスチック製の丸型水槽を用い、振動台は、球と段ボールで構成した極めてシンプルなものとした。球を用いたため、振動を与えることが容易でかつ、任意の水平振動を与えることができる。初期検討においては、近隣の海岸（宗像市内）の砂を用いた。ここでの液状化現象の再現と判断する条件は、ある程度一定の振動を与えた後に、容器内の砂の表面において1) 重りが沈むこと、2) 水が出ること、3) 気泡が出ること、の3つの状態が現れたときとした。今回は、主に、砂1,000cm<sup>3</sup>あたりに要する最小の水の量、単位時間あたりの振動回数（揺らす速さ）の検討を行った。その結果、前者については、470ml±20mlとなり、後者については、100回/30秒となった。さらに、そのほかの場所で採取した砂・土についても、類似現象が見られるか否かなどの検討についても報告する。

本研究では、手動での加振であり、目視による判断によるところが大きいいため、精密さについては劣るものの、これらの明示により、ある程度の液状化類似現象を表せることができ、実験を容易なものにするの一助となると考えられる。

なお、この研究は、JSPS科研費 基盤研究(C)（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：液状化現象、モデル実験

Keywords: liquefaction, model experiment

## 粉体中に横ずれ断層を形成する組立て式モデル実験装置の考案

## Formation of Lateral Faults in Powder Utilizing the Prefabricated Experimental Apparatus

\*川村 教一<sup>1</sup>、山下 清次<sup>1</sup>

\*Norihito Kawamura<sup>1</sup>, Seiji Yamashita<sup>1</sup>

1.秋田大学教育文化学部

1.Faculty of Education and Human Studies, Akita University

筆者らは教育用の断層モデル実験装置を改良して、任意のスケールで設計可能な、組み立て式の地層の変形モデル実験装置を製作した。この装置では、逆断層のほかに横ずれ断層も再現できる。この実験装置を用いて行った高校生向けの教育実践では、生徒は自分たち自身で装置を組み立て、横ずれ断層を再現することができた。今後は実践を通じて本教材の教育効果を明らかにしたい。

キーワード：断層、モデル実験、教材

Keywords: fault, model experiment, teaching material

## 中学校・高校における土壌教育

## How to teach soil in high school and junior high school

\*藤井 一至<sup>1</sup>\*Kazumichi Fujii<sup>1</sup>

## 1.森林総合研究所

## 1.Forestry and Forest Products Research Institute

In high school, world soil distribution can be learned in geography class. However, information is not updated by recent knowledge. I hope that education of soil in geography can be more interesting. For example, textbook describes that northern soils include podzol, permafrost soil, and peat soils. However, distribution of these soil types may not co-exist. Podzols typically develop in non-permafrost soils (e.g., Europe) under coniferous forests, permafrost soils are widespread in tundra and forests in the area where ice-sheet did not cover land surface in glacial period (e.g., Alaska, Siberia). We can know news of mammoth emerging from permafrost soil. Peat soils are widespread in flat landscape, irrespective of climate (e.g., Tropical peat). These knowledge need to be educated in systematic way, rather than remembering specific terms. We would also like to report the experience of class about soil in high school.

キーワード：土壌、永久凍土、泥炭

Keywords: Soil, Permafrost, Peat

## 部活動で取り組むフィールド調査におけるクラウド活用

## The Sharing of Information and Data using Cloud Computing Services in Field Research in School Club Activity

\*松岡 東香<sup>1</sup>、上村 剛史<sup>2</sup>\*Haruka Matsuoka<sup>1</sup>, Takeshi Uemura<sup>2</sup>

1.筑波学院大学情報経営情報学部経営情報学科、2.海城中学・高等学校

1.Department of Business and Informatics, Tsukuba Gakuin University, 2.Kaijo Junior and Senior High school

地球環境問題や自然災害への社会的関心の高まりを背景に、学校教育におけるフィールドサイエンスはその重要性を増している。しかしながら、地学の履修率低下や知識教育優先の傾向から、フィールドサイエンスを授業として実施できる機会は極めて少ない現状にある。そのような教育環境にあって、科学系の部活動は、フィールドサイエンスを実践する貴重な場となっている。なかでも、部活動によるフィールド調査などは大いに推奨されるべきだが、その活動特性により、困難も付きまとう。通常の学校行事とは違い、休日に行われることが多いフィールド調査では、実施に向けた機材の準備、スケジュールの調整などを学生部員と相談しながら進める必要があるが、通常の例会内では収まらないことも多く、欠席者への伝達や回答待ちも発生するなど、担当する部長や顧問である教員への負荷は大きくなる傾向にある。一方で、これを回避するために部長や教員が一方的にスケジュールリングや準備を進めてしまうと、学生部員の士気は下がり、結果としてフィールドサイエンスに対する興味を削ぐことにもなりかねない。そこで、本研究では、部活動におけるスケジュールリングや情報の共有/伝達にクラウドを導入し、所属する学生部員同士が情報の交換や共有を行い、フィールド調査の実施日時や準備等を自主的に行えるシステムの構築を試みた。研究を実施した海城中学高等学校地学部は中学1年から高校3年生までが在籍しており、研究を始めた年度からの在籍者数は、45名（2012年度）、47名（2013年度）、45名（2014年度）、42名（2015年度）である。同地学部では、クラウドによる情報共有/伝達システムの導入により、フィールド調査のスケジュールリングやデータ共有が円滑に行われた。また、部長を中心として自主的運営に対する意識の高まりも見られた。一方で、下級生を中心に、情報リテラシーやスキルの個人差により、情報の流れに乗れない部員が認められるなど、問題点も明らかになった。本大会では、具体的な事例とともに、これまでに蓄積した知見について報告する。なお、本研究の一部には科学技術振興機構『中高生の科学部活動振興プログラム』の支援金を利用した。

キーワード：地学教育、フィールド調査、クラウドサービス

Keywords: earth science education, field research, cloud computing services

## 遠隔教育におけるリモート実験室（1）：電子顕微鏡実験

## Remote Laboratory in Distant Education I: Scanning Electron Microscope

\*大森 聡一<sup>1</sup>\*Soichi Omori<sup>1</sup>

1.放送大学・教養学部・自然と環境コース

1.The Faculty of Liberal Arts, The Open University of Japan

放送大学の遠隔教育における、リモート実験室構築の試みを紹介する。

背景

機器を使用した分析実験体験は、科学教養教育の一環として重要である。放送大学では、各都道府県に配置された学習センターにおけるスクーリング（面接授業）で、各種実験科目を開講し、教養としての科学実験科目を提供している。しかし、各学習センターで、高額でメンテナンスの必要な機器を利用した実習に対応することは、予算、スペース、人力的な問題を含んでいる。そのため、高額な機器を用いた科学実験は、主に各講師の個人的な「つて」による機器の持ち込みや借用などによって開講されているのが現状である。したがって、全学習センターに行き渡った均質な開講には至っていない。

最近では、双方向性を確保した「メディアを利用して行う授業」（オンライン授業）をスクーリングの代替とすることが認められている。オンライン授業は、日程や距離的条件によりスクーリングに参加することが難しい学生の負担を軽減する効果がある。しかし、実験科目は開講できないことがデメリットと考えられてきた。

リモート実験室計画

以上の遠隔教育の状況をふまえ、私たちは、最近の分析・観測機器の特性を活用して、リモート・オンラインで機器を用いた実験実習を提供することを目指して、リモート実験室の構築を計画した。その背景には、多くの分析・観測機器がコンピュータコントロールに移行しており、PCのデスクトップ共有やXウィンドウシステムのリモート接続により、主な機能を遠隔操作することが可能になったことが挙げられる。リモート実験室は、実際に機器を操作するという点で、コンピュータ上に仮想実験室を構築するバーチャルラボとは性格が異なる。

電子顕微鏡観察実習

この計画の第一弾として、走査型電子顕微鏡観察実験を面接授業、およびオンライン講義で実現する方法を紹介する。使用機器には、電源のオンオフと試料交換以外の分析操作をWindowsのアプリケーション上で行う走査型電子顕微鏡(日立ハイテック製TM3030型)を用いる。観察のための操作は、Windowsのリモートデスクトップを用いて行った。およそ5Mbps程度のインターネット回線速度で、直接操作とほぼ同じ感覚で操作可能である。この方法を実用的に運用するためには、安全かつ容易なユーザー-電頭間ネットワーク接続、および機器を時間共有するための仕組みが必要である。これらについても、現在までに確立した方法を紹介する。

キーワード：遠隔教育、リモート実験室、走査型電子顕微鏡

Keywords: Distant education, Remote laboratory, Scanning electron microscope



## 高等学校「地理」「地学」における教科書記述の比較検討

Terminological comparison on "Geography" and "Earth Sciences" of high school textbooks

\*山本 政一郎<sup>1</sup>、尾方 隆幸<sup>2</sup>\*Seiichiro Yamamoto<sup>1</sup>, Takayuki Ogata<sup>2</sup>

1.福井県立福井商業高等学校、2.琉球大学教育学部

1.Fukui Commercial High School, 2.Faculty of Education, University of the Ryukyus

高校の「地理」の自然地理分野および「地学」の地球・大気・海洋分野は共通する内容が多い。共通分野については、両科目が協調して対象を取り扱うことで、より系統的・総合的な地球物理に関する理解が深まるはずである。しかしながら、同科目内においても教科書によって同じ概念を示す用語が異なる、あるいは、同じ用語の説明が異なる用語が散見される。これでは、共通理解どころか教えられる生徒側に理解の混乱をもたらす。これらの相違を即時に解消することは困難としても、教育者側が相違の現状を把握しておくことで、それらに留意した説明をするなど、教育現場での対応ができよう。

そこで本発表では、上掲の分野の中で、教科書によって異なる記載が見られる事項を中心に、地学・地理の全ての現行教科書（地理B3冊、地理A6冊、地学2冊、地学基礎5冊、科学と人間生活5冊の計21冊）を対象として表記の比較検討を行った。地形分野では大地形および、沖積平野に関する記述がどのように区分されているか、またそれらの発達過程の扱い方はどのようなものであるかについて、気象・気候分野では大気大循環で使われる用語・説明の範囲、および気候区分に関する記述の違いを中心に比較検討した。

キーワード：用語、高校教科書、地理教育、地学教育

Keywords: terminology, textbook of high school, geographical education, geoscience education

## 高校生の研究活動の指導者に求められる姿勢

## The Posture that is demanded from the Leader of the Science Research Activities of the Senior High School Students

\*川勝 和哉<sup>1</sup>\*Kazuya Kawakatsu<sup>1</sup>

## 1.兵庫県立西脇高等学校

## 1.Hyogo Prefectural Nishiwaki senior high school

さまざまな機会に、高校生の研究活動のありかたについて議論されている。たとえば、グループ研究と個人研究で評価の方法を変える必要があるのか、基礎研究よりも工学や農学系研究の方が高い評価を与えやすいのか、研究内容を評価するのかプレゼンテーションや論文の体裁を評価基準として一定の得点を与えるのか、オリジナリティーやプライオリティーを重視するのか熱意や協調性を重視するのか、指導者の関与をどの程度まで認めるのか、などである。初めて研究活動に取り組む生徒にとって、指導者の役割は重大である。ここでは特に、指導者の関わり方について考察したい。

筆者は10年間SSH指定校である兵庫県立加古川東高等学校で地学部を指導し、その後2014年に現任校である兵庫県立西脇高等学校に異動した。本校でも地学部を指導し、その間12年間連続して文部科学省認定大会で全国上位入賞を続けている。生徒研究を指導するうえで筆者が心がけているのは、生徒に「なぜ」といつも問いかけることである。また、放置するのではなく、基礎的な技術やフォームを教えた上で口を出さないようにすることである。

たとえば、テーマを決める際には、どうしてそのテーマでなければ「ならない」のかをきちんと問う。この問いかけに答えるためには、生徒は動機を具体的にせねばならず、また先行研究をきちんと調べておかなければ目的もあきらかにできない。ただおもしろそうだからという理由では研究をさせない。そのような生徒は、途中で行き詰まり研究を放棄することが多い。次に大切なことは、目的を達成するために、どのような実験や観察が必要なのかを問うことである。目的が明確で先行研究の学習ができていれば、生徒が大きく逸脱した方法を考えることはない。はじめは細かいことをいわずに、生徒にさせてみる。結果が出た頃に報告会を開いて、方針と結果を説明させる。多くの場合には、実験の条件が不統一だったり、誤差がきちんと処理されていなかったりして、使いものにならない。具体的に指摘して、あらためて実験のやり直しを伝える。これによって、実験や観察が研究目的に直線的に向かうものでなければならぬことを学習させる。

結果が出たら、生徒同士で考察させる。生徒は知識も経験も乏しいため、せっかくよい結果が出ていても、それをきちんと評価して一般論へと高めることができない。そこで、生徒に行き詰まる原因を説明して、読むべき論文やまとめるべき図表などを指し示す。ここでは、結果から考察を行うように強く指導する。どこかで聞いて知っていた話がごちゃまぜにされて、結果から導き出せないような考察を書く場合が多いので注意を要する。もちろん、図表作成上のルールについても厳しく指導する。たとえば、棒グラフを斜めから見たようなグラフは科学では使わない。最終的には論文にまとめるが、ここでも科学論文の様式をきちんと教える。最初、生徒は手紙のような文章を書き、自分が研究したことなのか、先行研究で示されていることなのかがごちゃまぜにされる。実験結果と考察が一体化することも多い。これらについて正しく指導し、あとは任せる。これが研究指導者に必要な姿勢であろう。

そうすることによって生徒は驚くほどみごとな科学論文を書き上げる。それは一見すると、まるで指導教師が書いたかのように見えるかもしれない。

キーワード：地学部、なぜ？、指導する、委ねる

Keywords: Earth Science Club, "it is why", instruct, entrust