

## 岩石等の風化変質実験とその教育における活用

Experiments about rocks weathering and rocks change, these utilizations in school.

\*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、東京都区立中学校において25年間、科学部と授業の指導において、いくつかの風化変質実験を開発してきた。その実践結果や効果について概要を報告する。

キーワード：岩石の風化、岩石の変質、科学部

Keywords: rocks weathering, rocks change, science club

## 富士山をフィールドとした大学生向け分野横断型学習プログラムの実践：地学と美術編

### A Practical Example of Composite Field Study Program in Mt. Fuji: Geosciences and Arts

\*伊藤 孝<sup>1</sup>、上栗 伸一<sup>1</sup>、片口 直樹<sup>1</sup>、大辻 永<sup>2</sup>、丸山 広人<sup>1</sup>

\*Takashi Ito<sup>1</sup>, Shin-ichi Kamikuri<sup>1</sup>, Naoki Kataguchi<sup>1</sup>, Hisashi Otsuji<sup>2</sup>, Hiroto Maruyama<sup>1</sup>

1. 茨城大学、2. 東洋大学

1. Ibaraki University, 2. Toyo University

平成26年度および平成28年度茨城大学教育学部の授業「地学野外実習」を、富士山をフィールドとして行った。地学的な要素に加え、美術的な内容も豊富に盛り込んだ内容とし、双方向の影響（美術的な鑑賞・創作が地学的な理解に及ぼす影響、また地学的な学習が芸術的な鑑賞・創作に及ぼす影響）を探ることを目的とした。本授業では、企画立案の段階から、地学教員・美術科教員が綿密な連携を図るとともに、教育心理学を専門とする教員も積極的に関与し、教育的な効果を計測することとした。

具体的には、野外において、景観のスケッチを積極的に行い、それがフィールドでの観察にどのような影響を及ぼすか、という点に注目した。また、本授業の開始前、終了後に、1) その時点における富士山のイメージを絵で表現する、2) 富士山の絵画を鑑賞し、そこから読み取れる情報等を書き出す、の二点を行い、授業前後に富士山に対する理解がどのように変化したかを知る手がかりとした。また、参加学生が提出したレポート・感想文も本授業の成果を図る材料とした。

近年、授業におけるスケッチの効果に疑問を呈する研究も出つつある。しかし、本研究の結果、大学生のレベルでは、観察課題の抽出・観察対象に対する新たな気づきという点で、スケッチすることに費やした多くの時間とエネルギーに見合う、多数の正の効果が得られるように思われる。また、現場での観察の経験は、絵画の鑑賞に様々な新たな、かつ具体的な視点を提供することが示唆された。

キーワード：地学、美術、野外観察、富士山、分野横断型学習

Keywords: Earth Science, Arts, Field observation, Mt. Fuji, cross-sectoral study

## Observation and education in geoscience by using low-priced instruments

\*楊 時賢<sup>1</sup>、林 迎瑩<sup>1,2</sup>、Tang-lunn S.-S.

\*Shih-Sian Yang<sup>1</sup>, Ying-Ying Lin<sup>1,2</sup>, S.-S. Tang-lunn

1. 台灣國立中央大學太空科學研究所、2. 台灣國立中央大學大氣科學學系

1. Institute of Space Science, National Central University, Taiwan, 2. Department of Atmospheric Sciences, National Central University, Taiwan

In this presentation, we will introduce four experiments and hands-on activities for geoscience observing and measuring by using low-priced and small-sized commercial instruments. The Black Box for Environmental Measuring (BBEM) system is based on Arduino platform, low-power consumption sensors are employed to measure meteorological and environmental parameters. Built-in accelerometer on BBEM or smartphone could be used to observe shake and vibrations by earthquake and strong wind. Webcam is used to detect and record sprites, thunders, and the development of cumulonimbus, as well as automatically visibility observation. A simple VLF receiver is built by using the audio interface on computer, and the observed signals show the variations of the ionospheric D-region. These experiments are practical which have been applied in classroom and science outreach in Taiwan.

キーワード：地球惑星科学教育

Keywords: geoscience education

## 光学マウスで記録する簡易地震計とその教育的展望

### Educational view of the simple seismometer recordable by an optical mouse

\*南島 正重<sup>1</sup>

\*Masashige Minamishima<sup>1</sup>

1. 東京都立両国高等学校

1. Tokyo Metropolitan Ryogoku Senior High School

光学式マウスをセンサーとして用いた簡易型地震計を開発し、中等教育において教育実践している。

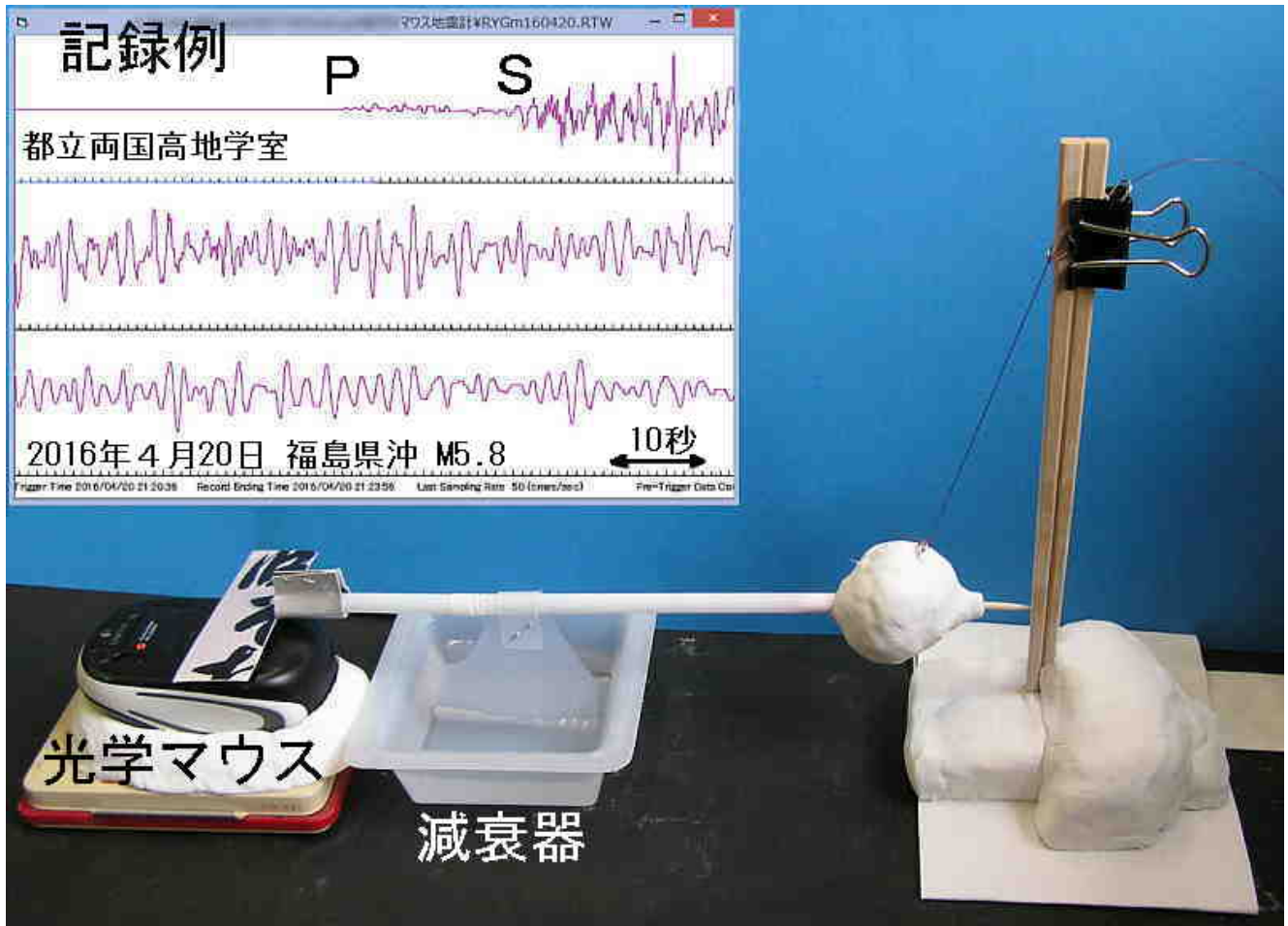
これは、紙粘土やポリプロピレン製ストロー、割り箸を材料に1時間程度で作成できるもので、大森式地震計を模した機械式のものである。そして、パソコンの光学マウスを用いて振り子の変位を摩擦無く記録する仕組みとなっている。

古典的な機械式地震計のため地震計の原理が一目で確認できることに加えて、本格的な地震波形としてデジタルデータも記録できるものである。そして、中学生でも手作りしながら地震計の原理を学習し、自らの手で本格的な地震波形を科学的に観測することができる。このことから、生徒が地震現象を実感しながら学ぶことができる画期的なものとなっている。

この地震計を用いた教育実践例と今後の教育的展望を報告する。

キーワード：光学マウス、地震計、中等教育

Keywords: optical mouse, seismometer, secondary education



# EMRiver Color-coded Mediaを利用した流水の働きのモデル実験学習の 試み

## An Example Geoscience Class of Model Experiment of River Process Utilizing EMRiver Color-coded Media

\*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

米国Little River Research & Desing社のEMRiver Color-coded Media（直径2mm弱のメラミン粒子）を用いて、蛇行河川の形成を再現する、可搬型モデル実験装置を開発したが、これを用いて理科・地学における流水の働きについての実験教室を実施した。教室に参加した中学生・高校生による反応には、以下のようなものがあった。

「蛇行や河跡湖等、教科書に書いてある地形も見れ、良かった。」（中学2年生）

「予想とは大きく違っており、侵食、堆積の粒径との関係を知れてよかった。」（中学2年生）

「粒径による差異についての理解が深まった。蛇行などがすぐに発生し驚いた。また、実際の川と大きく差が見られたのでモデルの限界についても考えさせられた。」（高校2年生）

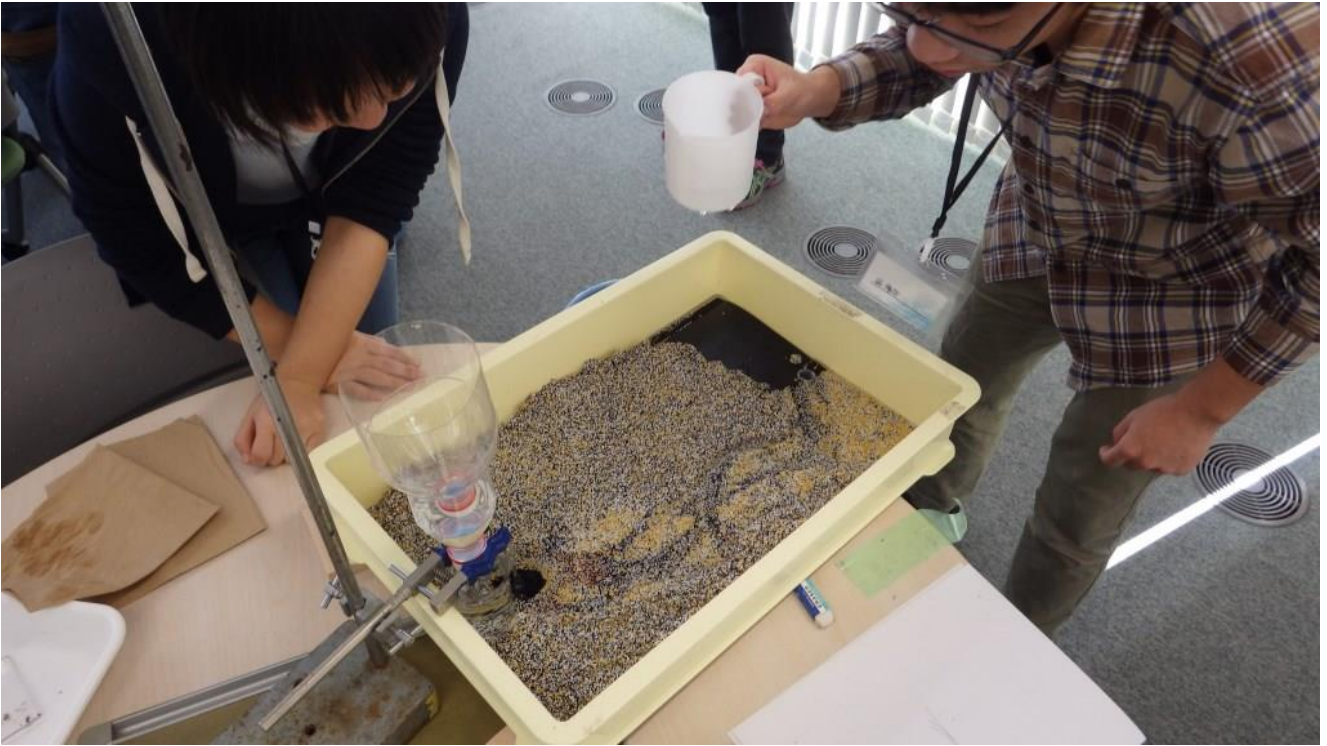
「予想がてんではずれてしまったが、面白かった。（中略）このような実験はしたことがなく、予想の難しさを感じた。結果は言われて(見て)みれば、当然と言えば当然なのだが、まだその当然を見抜くだけの力はないのだと感じた。」（高校2年生）

本教材を用いることで、平野部を流れる河川地形の成因について、理解を深めさせることができる可能性がある。

なお、本研究の費用は平成28年度河川財団の研究助成によった。

キーワード：EMRiver、中学生、高校生、蛇行河川

Keywords: EMRiver, Lower middle school, Upper middle school, Meandering river



# Rawdata出力可能なスマートフォンを利用したGNSS電波望遠鏡の開発 Development of GNSS Radio Telescope with Rawdata Output using Smartphones

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

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

1. 横浜国立大学

1. Yokohama National University

Androidスマートフォンを利用したGPSなどマルチGNSS衛星を観測できる電波望遠鏡を中高生の宇宙技術の実践的な学習に活かすことができるが、これは宇宙技術分野の人材育成の裾野を広げるために重要である。すでにアジア大陸上空には米国GPS・露国Glonass・中国BDSS・そして日本のQZSSなど常時30機を超えるGNSS衛星群が飛翔している。中高生が持つスマートフォンでこうした多種のGNSS衛星を自分のスマホにて受信することで、宇宙観測のアレルギーを減らし興味をそそることが目標である。GNSS衛星群をスマホで容易に観測できることは2016年5月の前回発表で紹介したが、それ以降にスマホGNSS電波望遠鏡には大きな進展が起きている。昨年まではスカイプロットやレベルプロットそしてGNSS衛星の軌道運動などの入門的な機能の学習が中心であった。しかし昨年秋以降のAndroid 7搭載スマホでは衛星電波から擬似距離やキャリア位相などのRawdataが出力できるようになってきている。衛星軌道決定や測位・測距というより高度な実験と学習ができるようになってきているので紹介したい。

キーワード：GPS、GNSS、スマートフォン、raw data、電波望遠鏡、人材育成

Keywords: GPS, GNSS, smartphone, raw data, radio telescope, fostering





# 高校理科教育での利用に向けた可搬式木星電波受信システムの開発 Development of portable Jovian radio wave receiver system for application in high school science education

\*佐々木 悠朝<sup>1</sup>、熊本 篤志<sup>2</sup>、三澤 浩昭<sup>3</sup>

\*Yuasa Sasaki<sup>1</sup>, Atsushi Kumamoto<sup>2</sup>, Hiroaki Misawa<sup>3</sup>

1. 日本工業大学駒場高等学校、2. 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻、3. 東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター

1. Nippon Institute of Technology Komaba High School, 2. Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, 3. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University

高校教育にて利用可能な可搬式木星電波観測システムの開発を行う。

近年、携帯電話や無線機器等の普及によって電波の利用は日常的で身近なものになっているが、このような人工的な電波は人工的な電波だけではなく、自然界には磁場・大気をもつ天体を放射源とする電波も存在する。太陽・木星周辺の磁化プラズマが電波を放射する過程の詳細について、現在も議論の途上にある未解明の問題が幾つも残されているが、太陽電波・木星電波の周波数帯は10MHzを超えていて地球電離圏を透過するので地上でも観測可能で、恒星・惑星電波の未解決問題を解決していく手段になりうる。木星電波のなかには数ミリ秒間に放射周波数が数MHz低下し、かつ20Hz前後の繰り返し周波数をもって出現するS-burstと呼ばれる現象があり、木星電離圏・磁気圏・イオ衛星をつなぐ磁力線の固有振動現象（木星電離圏アルフヴェン共鳴）との関連が議論されている。

木星電波観測は高校生にとっておそらく新鮮かつ魅力的な理科教育題材となりうる可能性がある。高校教育へ導入するにあたり、市街地・住宅地では周囲の人工ノイズによって敷地内に設置したアンテナでは観測が難しい。そこで、市街地・住宅地から離れた山林・海浜にアンテナ・受信機をその都度持参・設置し、観測後、撤収するという方式を考える。このため、可搬式のアンテナ・受信機が必要となる。生きた理科教育教材として、未解明の問題にも迫れるような性能の観測システムの実現が望まれることから、本研究では、S-burstが観測可能なシステムを目標とする。以上より(a)可搬性(b)コスト(c)木星電波が観測可能な感度(d)観測周波数帯 (f)時間分解能を考慮し、開発・評価を行う。

現在、受信機部分としてNASAのRadio JOVE プロジェクト(<http://radiojove.gsfc.nasa.gov>)が提供している木星デカメータ電波観測が可能な受信機の利用、またはワンセグTVチューナーをSoftware defined radioのソフトウェアによって制御する受信システムの2案で上記(a)-(f)の期待される性能比較を行い、最適なシステム構成の検討を進めている。

本発表では、観測システム開発の計画の詳細、また進捗状況を報告する。

キーワード：木星電波、地上観測

Keywords: Jovian radio waves, ground-based receiver

## テレビ会議システムを駆使した高校生向け高度研究人材育成プログラム High-level science education and research activity program for high school student using video conference system with PC chat

\*成瀬 延康<sup>1</sup>、川俣 大志<sup>2</sup>、高橋 幸弘<sup>3</sup>

\*Nobuyasu Naruse<sup>1</sup>, Hiroshi Kawamata<sup>2</sup>, Yukihiro Takahashi<sup>3</sup>

1. 滋賀医科大学、2. 北海道大学高等教育推進機構、3. 北海道大学大学院理学研究院

1. Shiga University of Medical Science, 2. Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University, 3. Graduate School of Science, Hokkaido University

So far, university has been one of the most effective field to educate analytical skills of science, and to discuss scientific-topics logically, because teachers and students can gather easily and discuss the results obtained using up-to-date apparatus and advanced research resources. A difficulty arises, however, when we try to educate in a laboratory of university for high school students having a potential in the field of science. It takes much time to gather together in the laboratory, since they inhabit separately in local areas of Japan; especially, in the case of high school students living in except for the area called Pacific coastal belt in Japan. Moreover, when we educate them using only what we call as e-learning, because of the living away from the university, their decreasing motivation in the research activities can frequently occur. To overcome those difficulties, we have developed an original program about science education and research activity for high-school students using video conference system from 2014: Super Scientist Program. This program is clearly different from e-learning. The main feature is below: 1) Lectures and interactive discussions using video conference system with PC chat, which is held once a week. 2) Self-determination of research subjects to promote an active learning and investigations. 3) Adoption of the educational program with several short camps, including fieldwork studies. 4) Group works and scientific discussions for the research subjects in English with foreign students and graduated school students in University. In our presentation, we will show our approach for science education and research activity program in geophysical field. We will also report about the educational effect of PC chat in our program.

キーワード：高校生向け科学教育、テレビ会議システム、チャットの効果

Keywords: Science education for high school student, Video conference system, Effect of chat

## 高校生が体験する自然科学研究の発展の過程

### Process of development of natural science research experienced by 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

2014年4月に本校に赴任して、すぐに地学部を立ち上げた。創部当初から31名の部員を集め、その後次第に増加して、現在では50名をこえる部員を擁する文化部最大級の部活動となっている。①身近な自然現象をテーマにして、特別な機器を用いずに研究して論文にまとめ、専門的な成果を得ること、②得られた成果を、行政や地元の住民に提供すること、③得られた成果を、移動実験教室を開催して地元の小学生に伝えること、を基本方針として積極的な活動を展開している。地学部という名称であるが、自然科学系の研究であれば特に分野を問わない。現在の研究班は5つあり、その内訳は、物理1、生物2、地学1、社会工学1である。指導者は筆者のみである。創部当初から文部科学省認定大会や専門学会等で全国上位の評価と成績をおさめている。

地学分野は創部当初から3年間、同一のテーマで継続的に研究をおこなっている。3年連続で、日本学生科学賞中央大会進出、神奈川大学全国高校生理科科学論文大賞優秀賞や日本地質学会最優秀賞受賞など、地学部を牽引する研究班である。同一のテーマで継続研究をおこなうことによって、生徒は思いがけず、自然科学研究の発展の過程を実体験する好機に恵まれた。

#### (1) 2014年度の研究成果

毎年のように氾濫する1級河川加古川の洪水被害に遭った生徒たちが、その原因を解明したいと考え、東西20km×南北18kmにわたる広範囲を調査して94個の試料を採取し、そのすべてを薄片にして偏光顕微鏡で観察するほか、モード組成や帯磁率の測定や全岩化学組成の分析をおこなった。これにより、兵庫県南部の地質図と模式断面図を作成して、加古川の氾濫の原因を明らかにした。

#### (2) 2015年度の研究成果

2014年度の研究が全国上位入賞を果たした直後のハイキングで、その研究のもととなった考え方を覆す証拠を発見した。生徒の動揺は大きく、「いまさら間違っていたとはいえない」と混乱したが、筆者の「修正できるのは君たちしかいない」の言葉に奮起し、自らの研究成果を否定する観察を始めた。兵庫県を瀬戸内海から日本海まで、東西20km×南北160kmにわたって縦断する再調査をおこない、146試料を採取して分析をおこなった。岩石鉱物学的な研究手法によって、修正版の地質図と形成過程の模式図を作成し、兵庫県の形成過程を示した。この研究活動は高い評価を受け、生徒は安堵した。

#### (3) 2016年度の研究成果

2015年度の研究論文に対して、専門研究者からいくつかの異論を唱える論文が発表された。生徒は、いよいよ高校生の研究のレベルをこえて、専門家と議論するステージに入ったという実感を得たに違いない。これらの異論に応えるべく、新たに構造地質学的な視点で東西60km×南北90kmの範囲を集中的に調査するほか、103個の試料を岩石鉱物学的に分析し、自らの研究成果が正しいことを示す論文を発表した。これら一連

の研究は、自然科学が、議論によって誤りを修正しながら発展することを体験するものであった。

キーワード：地学部、修正、議論

Keywords: Earth Science Club, correction, argument

# 高校地学教科書に記載される用語の変遷からみた課題

## Problems as seen from the transition of geoscientific terminology described in high school textbooks

\*中島 健<sup>1</sup>

\*Takeshi NAKAJIMA<sup>1</sup>

1. 龍谷大学

1. Ryukoku University

次期高等学校学習指導要領においても「地学基礎」「地学」が継続して設定されることが想定されているが、学生時に地球惑星科学を学んできた教員の新規採用が今後促進されない限り、地球惑星科学を専門外とする多くの教員がこれらの科目を担当せざるを得ないのは間違いない。そのような状況下では、

- ・一定のバックグラウンドをもった上でしか理解できないような地球惑星科学的概念や専門用語の使用、
- ・ある特定概念・現象に対して教科書によって異なる用語表現があること、
- ・教科書によって各分野の配列順や論理構成が異なることなど、

これらの問題があると結果的に生徒の地球惑星科学リテラシー形成、ひいては進路選択にとってもネガティブに作用すると考えられるため、できる限り避けなければならないといえる。

しかしこのような問題は、実際に現在高等学校で使用されている「地学基礎」および「地学」の教科書に散見されることが既に指摘され（根本ほか、2016など）、また「地理」との間にも同様の祖語が生じているという指摘もあり（山本ほか、2016）、JpGUでも問題解決に向けての検討がなされている。

実は、このような問題は現在使用中の教科書だけでなく、約70年前に新制高校がスタートして以来150種余の地学教科書が発刊されてきたが、その歴史の中で改善されることなく連綿として受け継がれてきたのである。ここに問題の根深さがあると考えられる。その解決がない限り、上記課題克服に向けての進展はないだろう。

ここでは地学教科書の記述としての望ましいあり方について考察し、次期学習指導要領および解説の策定に向けての方向性を議論したい。

以下に課題と考えられる用語の例を一部示す。

- ・地震動：地動、地震の振動、地震による振動、地震の揺れ、各地点の揺れ
- ・初期微動継続時間：S-P時間、P-S時間、P S時
- ・磁極：北磁極・南磁極、磁北極・磁南極、地磁気北極・地磁気南極、地磁気のS極・地磁気のN極
- ・火成岩の分類：酸性・中性・塩基性、珪長質・中間質・苦鉄質
- ・クロスラミナ：斜交葉理、葉理、斜交層理、斜層理、偽層

参考文献

文部省検定済教科書・文部科学省検定済教科書「地学」各種

文部省：学術用語集 地学編、地震学編、地理学編など

根本泰雄ほか(2016)：教科書使用用語課題解決への道、JpGU2016年大会、G04-09

山本政一郎、尾方隆幸(2016)：高等学校「地理」「地学」における教科書記述の比較検討、JpGU2016年大会、G04-P06

キーワード：高校地学教科書、用語・用法、内容の変遷と課題

Keywords: high school textbooks, geoscientific terminology, transition and problems of contents