

日本地球惑星科学連合2017年大会
パブリックセッション002

学校教育における 地球惑星科学用語

2017年5月21日 幕張メッセ

公益社団法人日本地球惑星科学連合
教育検討委員会

講演要旨集 目次

目次	1
セッション提案趣旨	2
プログラム	3
講演要旨	
O02-01 地理教育での用語の問題点 岩田 修二	4
O02-02 生物教育用語の検討 日本生物教育学会の取り組み 市石 博	6
O02-03 問題のある化学用語 渡辺 正	7
O02-04 地球惑星・環境科学と高校理科教育 木村 学, 西山 忠男, 佐々木 晶, 堀 利栄	9
O02-05 地学・地理領域での教科書使用用語に関する課題への対応と今後の展望 根本 泰雄, 小林 則彦, 山本 政一郎, 藤原 靖, 川手 新一, 田口 康博, 尾方 隆幸, 宮嶋 敏, 畠山 正恒, 佐々木 晶	1 1
O02-06 高等学校での地理・地学教科書の記載によって生じる教育現場の問題 山本 政一郎, 小林 則彦, 尾方 隆幸	1 6
O02-07 学校教育における地球惑星科学用語：将来の地球惑星科学教育に向けて 尾方 隆幸	1 8

セッション提案母体

J p G U教育検討委員会

セッション提案趣旨

地球惑星科学に関する教育内容は、日本の高校教育では主に「地理」と「地学」で扱われていますが、教科間・科目間、また同一の教科内・科目内でも教科書間で用語や解説内容などが異なっている場合があります。加えて、地球惑星科学の成果が適切に反映されていない内容も散見されます。このパブリックセッションでは、学校教科書で使用されている用語の検討を中心に、日本における地球惑星科学と学校教育との関係を考えます。

コンビーナ

代表 尾方 隆幸（琉球大学島嶼防災研究センター）

根本 泰雄（桜美林大学自然科学系）

小林 則彦（西武学園文理中学高等学校）

宮嶋 敏（埼玉県立熊谷高等学校）

プログラム・講演題・発表者

● 前半 9:00-10:30 座長 尾方 隆幸

9:00- 9:30

地理教育での用語の問題点

岩田 修二 (東京都立大学名誉教授)

9:30-10:00

生物教育用語の検討 日本生物教育学会の取り組み

市石 博(東京都立国分寺高校)

10:00-10:30

問題のある化学用語

渡辺 正(東京理科大学 教育支援機構 理数教育研究センター)

● 休憩 10:30-10:45

● 後半 10:45-12:00 座長 宮嶋 敏

10:45-11:15

地球惑星・環境科学と高校理科教育

木村 学 (東京海洋大学・学術研究院), 西山 忠男 (熊本大学・先端科学研究部
理学系), 佐々木 晶 (大阪大学・理学研究科), 堀 利栄 (愛媛大学・理工学研究
科)

11:15-11:30

地学・地理領域での教科書使用用語に関する課題への対応と今後の展望

根本 泰雄 (桜美林大学自然科学系), 小林 則彦 (西武学園文理中学高等学校),
山本 政一郎 (福井県立福井商業高等学校) 藤原 靖 (神奈川県立向の岡工業高
等学校定時制総合学科), 川手 新一 (武蔵高等学校中学校), 田口 康博 (千葉
県立銚子高等学校), 尾方 隆幸 (琉球大学島嶼防災研究センター), 宮嶋 敏 (埼
玉県立熊谷高等学校), 畠山 正恒 (聖光学院中学校高等学校), 佐々木 晶 (大
阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

11:30-11:45

高等学校での地理・地学教科書の記載によって生じる教育現場の問題

山本 政一郎 (福井県立福井商業高等学校), 小林 則彦 (西武学園文理中学高等
学校), 尾方 隆幸 (琉球大学島嶼防災研究センター)

11:45-12:15 **総合討論**

学校教育における地球惑星科学用語：将来の地球惑星科学教育に向けて

尾方 隆幸 (琉球大学島嶼防災研究センター)

地理教育での用語の問題点

岩田修二（東京都立大学名誉教授）

要約：問題ある用語には、①誤った使い方の用語、誤解を招きやすい用語：例 造山帯と変動帯、沈降と沈水 ②社会に迎合した、誤解を招きやすい用語：例 砂漠 ③教科書では正しい用語であるが社会で間違った用語：例 侵食（浸食）・氷期（氷河期）などがある。問題のある用語が存在する理由はそれぞれに異なっている。用語に含まれる問題を補う教育が必要。

1. はじめに

高等学校の地理教科書に出てくる地球惑星科学用語に関しては、大学入試問題の作成時には常に問題になるが、それが地理学会などで議論されることはほとんどない。教育における用語の問題は、用語だけにとどまることはなく、教える内容と関わらざるを得ない。それは、学界と教育界との関係、社会での使われ方の歴史的経過・背景とも関係する。ここでは、それらの例をいくつか紹介する。

2. 問題ある用語の例

①誤った使い方の用語、誤解を招きやすい用語の例。これは、学界での理解と教科書での内容がずれている場合である。二つの例を挙げる。

造山帯と変動帯：「造山帯」はすべての地理教科書に登場し、山脈・山地という地形（地域）を意味する。「造山運動」は、山地の隆起の意味に使われている。しかし、造山帯・造山運動は、大陸地殻が形成された場所、大陸地殻を作る作用という地質学的な用語であり、地形的な山岳地帯や隆起とは異なった概念である。とくに新期造山帯=険しい山地、古期造山帯=なだらかな山地という説明は事実に反している。この説明では、新期造山帯以外には険しい山岳は存在しない、古期造山帯には平原や険しい山岳は存在しない、という誤った理解を生む。

一方で、教科書にはプレートテクトニクスの説明があり、「変動帯」の語がある。ある教科書では、まず「造山運動と世界の大地形」という項目があり、それに続いて「プレートテクトニクスからみた大地形」という項があり、造山運動によってできた地形とプレートテクトニクスによってできた地形が別物であるかのような記述がされている。

しかも、造山帯と変動帯との共通点・相違点が正確・明瞭に述べられている教科書はほとんどない。これらの記述は、生徒に無用の混乱をもたらす。これは、用語の問題にとどまらず、地質の概念を地形の説明に用いているという誤った内容の結果である。くわしくは岩田（2013）をみていただきたい。この件は地学の教科書でも同じようなものがある（たとえば『地学』数研出版、2014）。

造山帯の説明をするならば、山地地形の部分ではなく、鉱業（鉱山資源）の部分で地質の説明としておこなうべきである。

沈降と沈水：リアス海岸とフィヨルドはすべての教科書に登場する用語である。かつては、これらの地形は、地殻変動による土地の「沈降」によって形成されると説明されていたが、誤りであるという指摘によって、現在では「山地が沈水する」や「陸地が海面に対して相対的に沈降した」と説明されるようになった。しかし、「沈水」や、「海面に対する陸地の相対的な沈降」がどういうことなのかの説明がない。ある教科書ではフィヨルドの説明として「氷河によって削られた谷が沈降し、海水が侵入して形成された湾入」という記述がいまだにあった（下線は筆者）。

ここでいう沈水や海面に対する相対的な沈降とは、最終氷期/完新世移行期の海面上昇によるものであることは言うまでもないが、そのことの説明がない。別の場所で氷期-間氷期の氷河性海面変動に言及している教科書もあるが、まったく触れていない教科書も多い。

現在の世界では地殻変動による沈降によって形成されたリアス地形やフィヨルドは存在しない。地殻変動によって沈降している海岸は存在するが、地殻変動による沈降速度と氷河性海面変動による沈水速度を比べると、後者の方が圧倒的に大きいからである。また、フィヨルドが形成されている地域は、氷期の氷床の融解による回復隆起によって、すべてが隆起地帯である。

②社会に迎合した、誤解を招きやすい用語の例。これは、社会で広く使われている語が、必ずしも教育用には適当ではないという例である。

砂漠：砂漠は植物にとぼしい荒れた土地の風景を示す用語で、日本社会に定着した一般語である。問題は、この語から生徒がイメージするのが、砂丘が連続する砂漠であることである。しかし、世界の砂漠のなかで砂に覆われた砂漠の面積は

3分の1しかない。英語の desert や独語の Wüste の語には荒れ地という意味しかない。「沙漠」の沙は彡(さんずい=水)が少ないだから、砂ではないという意見もあるが、沙は、水が少ない場所、つまり渚の砂から砂の意味になった。沙も砂にかわりはない。中国の地理の教科書では、この誤解を避けるために、荒漠という語を用いている。わが国の生態学では荒原を用いている。砂砂漠はともかく岩石砂漠、礫砂漠というのは形容矛盾ではないだろうか。中国では岩漠、礫漠を使っている。

生徒に正しい概念を持たせるためには、一般社会と異なる用語を使うことも許されるのではないだろうか。

③教科書では正しい用語であるが、社会が誤っている例。 せっかくの教育がムダになる例。

侵食と浸食：地形学の重要な概念である「侵食」の漢字は、教科書では侵食だが、社会一般では「浸食」が使われる。流水が働くのだから彡(さんずい)だと説明されることが多い。しかし、侵食 erosion の意味は「食べる・侵す」であって、水とは関係ない。第二次大戦後の漢字制限で浸から侵になったという意見もあるが、戦前の『自然地理学 地形篇』(井上修次ほか, 1940)では侵蝕が使われている。これには社会の関心もあり、ウェブ上には疑問が多数出されており、回答では学術的には「侵」が正しいと書かれている。定評ある国語辞書が「浸食」を採用している理由が理解できない。

氷期と氷河期：氷期と間氷期の用語が氷河地形や気候変動に関連して地理の教科書にも登場するようになったことは好ましい。ところが、最近の地球環境関連の翻訳書や新聞記事などでは「氷河期」の語が使われることが多い(間氷河期の語はみたことがないが)。glacial period の glacial を機械的に氷河と訳したのだろうが、glacial は、元来は寒冷の意味で使われていた語である。氷期は地学系の学界では定着した語であり、教科書にも使われているのだから、ジャーナリズムやマスコミでも氷期を使うべきであろう。残念ながら、地理の教科書でも氷期と氷河期を混在させているものがある。

3. 問題のある用語をなくすために

①の場合：まず第1に、教科書執筆者(大学教員)が正しい研究成果に基づいて教科書を執筆する必要がある。それができないのは執筆者の勉強不足のためである。第2には、大学入試問題に教科書に載っているから出題するという態度を改め、不適当な内容は出題しないことである。第3には、教科書会社と高校教師は執筆者の改訂を受け容れるべきである。大学入試問題に出題された内容も削除するという勇気をもとう。

②の場合：伝統的用法にとらわれず、関係する多くの人びとを巻き込んで改善のために真剣な議論をおこなう必要がある。

③の場合：社会の流れにおされて教科書の用語が改悪されることがないように注視する。そして、社会へのキャンペーンをおこなう必要がある。

4. その他の問題

地理学以外との調整

地理学用語と地学用語の関係では、両者の内容の重複を防ぐために、文科省が定めた地理学に対する「歯止め」規定が存在することに注意しなければならない。それは、地理学では諸現象のプロセスの説明はおこなわず(地学にまかせて)、地理学は地域特性などの説明に限定するというものである。しかし、地学の履修者が減少している昨今では、地理学もメカニズムを教えるべきであるという意見もある。

最近の大災害の発生によって防災教育の重要性が強調されている。災害関係の内容が増えてきたことによって、地理の教科書にも工学系の災害関係の用語が導入されるようになってきた。同じ現象に対して、理学系の地形学の用語と、技術系の用語とが異なる場合の調整が必要になっているという意見がある。

地形学用語の教育にまつわる問題

大阪教育大学の地形学者山田周二氏は、高校でも大学教養レベルでも、生徒や学生は、「地形は形態(とくに平面形)だけで理解できる」と認識していると述べている。地形用語のほとんどが形態を示す語だからであろう。その結果、たとえば、扇状地と円弧状三角州とは平面形が同じだから、黒部川扇状地とナイル川三角州とを区別することができない。これが地形の理解を困難にしている。地形の断面形や構成物質、形成プロセスもあわせて理解する必要があるが、そのような教育をおこなうような教科書の内容にはなっていない。上に述べた「歯止め」規定の問題でもある。山田によれば、大学教育学部社会科の学生でも、卒論で地形に取り組んだ学生以外は、地形の構成物質や形成プロセスの理解は困難であるという。

地形学は形態で勝負する学問領域であるから、地形用語に形態を示す語が用いられているのは当然であるが、構成物質や形成プロセスを教育する工夫と努力が必要である。用語の問題は、教育内容を検討する入り口に過ぎない。

文献

岩田修二 2013. 高校地理教科書の「造山帯」を改訂するための提案. *E-journal GEO*, 8 (1), 153-164.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejgeo/8/1/8_153/_pdf

岩田修二(東京都立大学名誉教授) :iwata_s[at] mac.com

生物教育用語の検討 日本生物教育学会の取り組み

市石 博（東京都立国分寺高等学校）

要約：現行の学習指導要領の改訂のキーワードは「生物教育の現代化」であった。また内容に関しても制限がなくなり、それらを通じて用語が刷新され、用語数も膨大なものとなった。さらに、教科書によってその用語にぶれがあり、生物用語の標準化が課題となった。大学入試でも用語が出題されることもあり、大学に進んでからも用語の混乱は影響を与えかねない。そのような状況において生物教育用語の標準化を目的として、日本生物教育学会では委員会を組織して生物教育用語を検討することになった。そのような経緯や成果や課題についてまとめ発表を行う。

1. はじめに

学習指導要領の改訂により、内容の歯止め規定がなくなった。このことにより、教科書検定も以前のように取り扱う内容について厳しく問われなくなったため、千差万別の教科書が出版されることとなった。生徒の状況に合わせて教科書を選択できるという点では良い方向の改訂であったと言えるかも知れないが、内容が幅広い故に扱われている用語も千差万別であり、また同じ生命現象を扱う場合でも違う用語が使われたり、同じ用語でも違う意味に使われたりと、「ゆらぎ」が見られる。

2. 生物教育用語の標準化を目指して

平成24年1月に開催された平成23年度日本生物教育学会の定時総会において、会員から「東京大学出版会から出版されている生物教育用語集が生物学の発展に対応できていないために、学会として改訂を行ってほしい。」との提案があった。その後理事会において、新たに特別委員会を設置して用語集に取り上げる用語の取捨選択を検討することになり、高校生物の教科書の執筆者を中心として14名の委員が委嘱され、第1回の委員会において、「初等中等教育段階の生物教育で用いる用語の適正化・標準化をめざして、生物教育用語を整理し、生物教育用語集に採録すべき用語の原案を作成する」ことを目的に、以下のような方針で作業を進めることになった。

1) 「生物基礎」(5社10種類)及び「生物」(5社5種類)の教科書の本文中に太字で記述されている用語、及び索引にリストアップされている用語をピックアップする。

2) インターネット上の「ウィキ」というサイトに各用語を登録すると同時に、どのような定義のもとで使用されているかを入力する。

本中間報告では、これまでにリストアップの終了した「生物基礎」に記述されている用語について、1種類の教科書当たり、「本文」に記述されている場合は1点、「図、脚注」等に記述されている場合は0.5点、「発展」に記述されている場合は0点を与え、各用語の点数化を試みた。

また、前述の方法でリストアップされた用語のうち、「生物基礎」を学習する上での重要性について、5段階(A:必須の用語、最重要。B:扱っておきたい用語、重要。C:扱ってもよいが、重要ではない用語。C4:「生物」で扱った方がよい用語。D:「生物基礎」では扱う必要のない用語。)に区別して一覧表を作成した。

さらに、同一の内容が教科書間で異なる用語で記述されている場合があるため、統一が必要な同義語や、定義や用法があいまいな用語についても指摘した。

上記のような現状をふまえて、日本生物教育学会では生物教育用語検討委員会を設置し、用語の「ゆらぎ」や内容を学ぶにあたって重要な用語にはどのようなものがあるかを検討してきた。

さらに現在は科学研究費をいただいて、委員会の活動をステップに「ゆらぎ」をなくし、標準化に取り組んでいる。

3. おわりに

現在、まだまとめには至っていないが、これまでの経緯と用語の有り様についてどのような問題点があるのかを当日報告したい。

市石 博（東京都立国分寺高等学校）：

Hiroshi_Ichiishi [at] member.metro.tokyo.jp

問題のある化学用語

渡辺 正 (東京理科大学 教育支援機構 理数教育研究センター)

要約: 中学校理科・高校化学教科書で使う用語には、大学教育と「切れた」ものや、意味を正しく伝えないものがある。日本化学会・化学用語検討小委員会が議論してきた用語を主体に具体例をあげ、歴史的経緯、改正の望ましい方向性などにつき私見を披露したい。

1. はじめに

化学を含む科学一般の用語は、幕末～明治期以降に舶来の文物を先人が翻訳して生まれた。翻訳者の言語感覚があやしければ、訳語も不明なものとなってしまう。教育・研究活動の根元を支える用語はおろそかにできない。

そもそも「教育」という語に疑問がある。英語・仏語の education も独語の Erziehung も「(相手の美点などを)引き出すこと」を意味する。上から目線ふうの「教え育てる」が、日本の「教育」をゆがめてきたという側面もあるのではないか？

化学なら、基礎の基礎となる「原子番号 (原語 atomic number)」「原子量 (atomic weight)」も、実体を表していないだろう (それぞれ「元素番号」「原子重」か?)。

2. 日本化学会・化学用語検討小委員会

高校教科書は「固→気」の相変化を「昇華」と書きながら、逆向き変化の呼称をあいまいにしてきた (一時期は逆向き変化も「昇華」と書き、やがて逆向きを「名無し」とするようになって現在に至る)。

2014年に日本化学会は、「昇華」の件を含めて中高校教科書用語を検討する小委員会 (委員長: 演者) を立ち上げた。小委員会はまず約30個の用語を「問題」とみて検討のうえ代案を提示し、化学会会員等からのパブリックコメントと理事会の承認、文科省ご担当部署の了解を経て改正案を公表したり。なお30個の過半につき演者は、私見を含めた解説を一般誌に連載している²⁾。

ただし、上記の「原子番号」や「原子量」など、中学校から大学以上まで広く深く浸透し、改訂しきれないと思える用語は検討の対象にしていない。

3. 用語検討の精神

小委員会の検討作業では、主として下記の3点に配慮した。

- ①字面が意味をそのまま伝えるか。
- ②大学の教育・研究と整合するか。
- ③国際慣行に合うか (科学に国境はない)。

さらには、学術用語のほぼ全部が舶来語の和訳だから、日本語の感覚 (複数形がなく、準・単位の感覚で「冊」や「枚」を使うなど) と整合するかどうか目点になる (国際純正・応用化学連合 IUPAC が出す英語文書の直訳がベストとはかぎらない)。

4. 具体例 (抜粋)

(1) 発端の語「昇華の逆」

現状の「名無し」はよくない。凝縮 (気→液)・凝固 (液→固) と平仄が合ううえ、中国語圏で使用中の**凝華**が望ましい。

(2) 大学で使わない語

イオン式 (Ca²⁺ などの呼称) : イオンを特別視する必要はないため、**化学式**でよい。

価標 (H-Cl などの「-」) : 特別な呼称を使う場面はなく、必要なら「線」や「結合」と呼ばずむ。

化合 (中学理科で「分解」と双璧をなす語) : 高校以上になると使わないため、**反応**でよい (「化合物」は、高校・大学とも使用)。なお、次期の中学校学習指導要領は、小委員会の提案を採用したらしく、「化合」を使わないことになっている。

融解塩電解 : 100年近く前から大学の研究室でも産業の現場でも**溶融塩電解**と呼び、「融解塩」なる語を使うことはないため、「溶融塩」に正常化するのがよい。

希ガス (rare gas) : 発見当時 (19世紀末) の「見つけにくさ」を表す歴史的用語だから、欧米が20世紀初めから使用中の**貴ガス** (noble gas) に直するのがよい (一部の大学人も**希ガス**を使うが、空気の1%も占める成分に「希」はふさわしくない)。

標準状態 : 高校化学では伝統的に「0℃, 1

atm」を指すが、大学の物理化学では温度を指定せずに「圧力 1 bar \doteq 1 atm」を標準状態とみるため、「標準状態」という用語は使わないのがよい。

(3) 法則名 (計 4 件)

質量作用の法則 (mass action law) : mass = 質量とした誤訳だろう (mass の第一義は「ものの集まり」(「質量」は第三義あたり) で、一定体積なら「濃度」に等価だから、意識にはなくても、**化学平衡の法則**とするのがよい (すでに一部の高校教科書はそちらを使用)。

以下の 3 件も (実体を正しく伝えない) 誤訳の類と思えるが、複数の案を提示したパブコメの結果として意見が割れ、小委員会提案には至っていない。それぞれ、賛同者の多かった 2 個を付記する。

気体反応の法則 (law of combining volumes) : 原義「気体どうしが一定の体積比で反応すること」に合う **反応体積比の法則** または **反応体積の法則** が適切。

定比例の法則 (law of constant proportion) : 原義「物質の元素組成は決まっていること」に合う **組成一定の法則** または **一定組成の法則** が適切 [形容詞 proportional (比例する) に引きずられた誤訳とおぼしい]。

倍数比例の法則 (law of multiple proportion) : 原義「原子は、ほかの原子 1 個、2 個、3 個…と結合する」に合う **倍数組成の法則** または **組成倍数比の法則** が適切。

(4) 現象の表記

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 572 \text{ kJ}$ のような表記を高校化学で熱化学反応式と呼ぶが、海外では高校も「 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 」と「 $\Delta H = -572 \text{ kJ}$ 」のセットを thermochemical equation という。国際化のため後者に合わせるのがよい (equation と「方程式」の守備範囲の差か?)。

(5) 未決の 2 語

当初から俎上に上りながら委員 (8 名) が合意できなかったものに、下記の 2 語がある (解説は個人的な見解)。

オキシニウムイオン (H_3O^+) : 初等化学で扱う多原子陽イオンは事実上、 NH_4^+ と H_3O^+ の 2 個しかない。前者は古代起源の ammonia に onium を添えたものだから、後者も古来のギリシャ語 *hydor* (水) に onium を添えた hydronium に戻すべきだろう。高校で扱う hydrogen (水の素) や hydrolysis (加水分解) とのリンクもよい。

物質量 (amount of substance) : 高校化学の入り口で押しつける学術用語 (化学嫌いを増やす一因?) だが、欧米では amount of substance と

いうまとまりを学術用語とはみない。電子や原子間結合、光子など「物質らしくない」ものも mol 単位で測るため、「ものの量」くらいが適切だろう。ちなみに 2017 年現在、欧米でも amount of substance という用語の再検討が始まっている (教育・研究の現場でほとんど使われないのが一因だという)。

なお**物質量**の関連だと、IUPAC 勧告文 (英語) を律儀に和訳し、**モル数**という表現を排斥したがる人がいる。しかし日本語は「秒数」「日数」「トン数」などに違和感のない言語だから、「モル数」でよいと思える。

(6) 『学術用語集』との整合・不整合

周知のように初中等教育の教科書検定で文科省は、使う用語を『学術用語集』に従わせる。だが計 32 分野の『用語集』は事実上の絶版になっていて、「化学編」なら 30 年以上前の 1986 年版から改訂されていない。つまり『用語集』はすっかり時代遅れの文書になっている。

それはともかく、本稿に関連する用語でいうと、中高校の化学教科書に太字で印刷される**イオン式・電子式・両性元素**は『用語集』に載っていない (大学化学では電子式を**ルイスの記号**などと呼ぶ)。また、併記されている英語のうち、**化合**の combination も**価標**の bond も、英語圏で通用する表現だとは思にくい。

さしあたり教科書会社は、「伝統」を墨守したいのだろうが、**イオン式**と**電子式**についての小委員会提案 (排除すべし) を受け入れようとはしていない。

5. おわりに

ほかの理数分野と同じく化学も「論理的思考を鍛える教科」なのに、中高校では「暗記もの」とされやすい。一端を担うのが、(中身ではなく) 用語の記憶を問うテストの類か。そこを正常化するのにも、用語の吟味は欠かせない。

少なくとも理数分野に関するかぎり、大流行の「高大接続」が掛け声倒れになってきた主因は、文科省 (の旧文部省部分) に理系出身者がほぼ皆無という現状ではないか?

参考文献

1. 化学用語検討小委員会 (2015, 2016), 化学と工業, **68**, 363; 同, **69**, 244.
2. 渡辺 正 (2016, 2017) 悩ましい用語や表記①~⑥, 現代化学, 2016 年 10 月号 51; 11 月号 31; 12 月号 37; 2017 年 1 月号 53; 2 月号 31; 3 月号 27.

渡辺 正 (東京理科大学・教育支援機構) :
twatanabe [at] rs.tus.ac.jp

地球惑星・環境科学と高校理科教育

木村 学[○] (東京海洋大学・学術研究院), 西山 忠男 (熊本大学・先端科学研究部理学系)
佐々木 晶 (大阪大学・理学研究科), 堀 利栄 (愛媛大学・理工学研究科)

1. はじめに

2005年日本学術会議は再編された。その際に、地球と太陽・惑星系研究を対象としていた幾つかの研究連絡会は、第三部地球惑星科学委員会として統合された。それと機を一にして、研究連絡会傘下の学会群も日本地球惑星科学連合(以下連合)として自ら集約した。連合はその発足において、単なる学会間の連絡調整機能だけではなく、それまで、地球物理学、地質学、鉱物学、地理学などに分かれていた分野の研究と教育も一層融合させることを意識して活動を進めることとした。それ以降この10年間に共同の年大会の開催、ニューズレターの発行、オープンアクセス国際雑誌の発行開始、提言の発信、国際合同大会の開催と着実に前進してきた。

地球惑星科学は、地震・火山・津波・風水害などの自然災害をもたらす自然現象の科学的解明を研究対象に含む。更に地球人口の急増に伴う地球環境劣化、温暖化現象など地球環境変化の理解にとって本質的な長短期的な地球システム間の相互作用、物質エネルギー循環の科学的解明を研究目的の根幹に置く科学でもある。このことは、この新しく定義された地球惑星科学は、人類がこの地球上で生き抜き、持続可能で安定的な社会を設計構築していく上で欠かせない基礎的知識体系であることを意味している。

日本学術会議地球惑星科学委員会と日本地球惑星科学連合は、発足以来、自らの科学分野について、「真理の探究」という知的探究目的はもちろんのこと、上に述べた「社会的責務」も強く意識して学界活動を展開してきた。その過程で、現在の初等・中等・高等教育と生涯教育を通じて国民が身につけるべき科学リテラシーの向上が緊喫であることを強調し、幾つかの提言をしてきた。

本論では、それらについてレビューすると共に今後の検討すべき課題についても論じたい。

2. これまでの提言・現状・課題

日本地球惑星科学連合は、2005年、発足と同

時に「すべての高校生が学ぶべき地球人の科学リテラシー-高等学校「理科」における全員必修科目の創設とその内容に関する提言-」を発表した。2007年にはそれをより具体化した「すべての高校生が学ぶべき地球人の科学リテラシー-高等学校「理科」における全員必修科目精選「教養理科(仮称)」の提案」*を発表。中央教育審議会に提出した。

この提案の背景には、上に述べた研究対象を持つ地球惑星科学あるいは地球環境科学は、自然災害や地球環境問題に直面する社会や人間が安心・安全に生きるために必要な基礎知識を提供していることにある。更にその研究においては、これまでの高校理科の「物理・化学・生物学・地学」の全てを基礎知識として必要とする総合科学であるということにもある。

高校理科教育が選択制となり、上記の基礎知識を教育する「地学」は理系進学者ではほとんど履修されないこと、それが長く続いたために教育にあたる専門教員も極端に枯渇するに至っているなど、国民の自然災害や地球環境に関わるリテラシーは大きく低下している。

日本学術会議地球惑星科学委員会は、2011年3月11日に発生した東日本大震災を受けて発信した提言「これからの地球惑星科学と社会の関わり方について-東北地方太平洋沖地震・津波・放射性物質拡散問題からの教訓」(2014年9月)の中でもリテラシーの向上と人材育成の重要性を強調している。

日本学術会議科学者委員会・科学と社会委員会合同、広報・科学力増進分科会は、地球惑星科学分野のみならず、これまでの様々な分野での議論を包括し、現状を分析したうえで、国民の科学リテラシーを抜本強化するための「これからの高校理科教育のあり方」(2016年2月)**を提案するに至った。

この提言は、これまでに比べてより強く後期中等教育での「理科基礎(仮称)」の必修科目設置を提唱し、国民の科学リテラシー向上を訴えている。その教育の後に当面「物理・化学・生物・地学」の積み上げを提案しているが、その壁はできるだけ低くし、近い将来は垣根を取

り払う方向をめざすのが良いことも記している。

日本学術会議地球惑星科学委員会社会貢献分科会でも、第21期、第22期と人材育成の議論を蓄積してきた。第21期には、国民のリテラシーを向上させるための地球惑星・環境科学分野の検定制度がありうるのではないかとの議論を蓄積し、コミュニティに波紋を投げ掛けた。また第22期には、大学受験に際して、大学検定制度に似た単位取得制度の議論を蓄積し、記録として残している。

日本地球惑星科学連合は、高校理科の全科目を必修化するよう2016年7月に提案した。

また、日本学術会議地球惑星科学委員会は第23期、これまで社会貢献分科会の中で検討してきた人材育成の課題を独立させ、人材育成分科会を設置することにした。その中に、初等・中等・生涯教育を検討するワーキンググループと高等教育を検討するワーキンググループを設けて議論をすすめている。

人材育成分科会では検討すべき点として以下の課題を挙げている。

初等・中等・高等教育全体を見渡した体系の中での

- (1) 理科教科：「理科基礎（仮称）」内容の検討。特に地球惑星，地球環境に関わる基礎知識について。
- (2) 「理科基礎（仮称）」後の物理，化学，生物，地学の将来的再編成を見越した「地学」内容の検討について。
- (3) 社会科「地理」と理科「地学」の融合と切り分けについて
- (4) 国民の地球惑星，地球環境に関わる科学リテラシーの日常的向上策と生涯教育について
- (5) 後期中等教育と高等教育をシームレスにつなぐための「高大連携」のあり方について
- (6) 大学入試「地学」の改善方向について

3. 高校地学と地学入試問題

以上検討すべき課題は多岐にわたるが，深刻な現状にある高校「地学」と地学入試問題について，やや詳しく論ずる。

高校理科教育において地学が軽視されている現状は，平成24年度に高等学校学習指導要領が改訂されてからもあまり改善されていない。新学習指導要領では，理科4基礎科目から3基礎科目を履修するように改訂され，確かに地学基礎の履修率は増加している（前学習指導要領時代に地学IとII合わせて9.3%の履修率

であったのが，地学基礎だけで27.6%に増加している**。しかし，履修者の大半は文系の生徒であるようである。その理由はひとえに，各大学の理系学部で地学を受験科目に加えている学部が少ないことに起因するだろう。

九州の地方中核国立大学K大学の事例を見てみよう。K大学理学部は平成16年度より全国に先駆けて理学部理学科1学科制を採用した。入試科目に地学は含まれているが，選択者は毎年数名程度である（定員190名，倍率2.4倍程度）。地学選択者が0名で，地元新聞に大きく報じられたこともある。大学受験において「地学は潰しがきかない」と思われているのであろう。この現状を変えるためには，工学部や農学部の受験科目に地学を加えてもらう以外にはない。実際に教育学部や農学部での受験科目に加えた四国のE大学では，地学受験者の増加が見られた。自然災害が多発する我が国において，地学は国民の命と財産を守るための基礎知識として重要な学問であることを認識してもらい，理系の生徒にも履修の道を開いてもらうことが必要である。

4. おわりに

以上，検討すべき課題は多岐にわたるが，地球惑星科学コミュニティでは，これからの国際・日本社会を展望しつつ，全国民のリテラシーの向上を見据えて，この分野の教育・人材育成について議論を活性化し，理念から実行に至るまでの，シームレスな方針を持ちたいと考えている。

参考文献

*日本地球惑星科学連合：

http://www.jpгу.org/education/20070928_doc.html

**日本学術会議：

<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf>

木村 学（東京海洋大学・学術研究院）：
gkimur0[at]kaiyodai.ac.jp

西山 忠男（熊本大学・先端科学研究部理学系）：
tadao[at]sci.kumamoto-u.ac.jp

佐々木 晶（大阪大学・理学研究科）：
asakisho[at]ess.sci.osaka-u.ac.jp

堀 利栄（愛媛大学・理工学研究科）：
hori.rie.mm[at]ehime-u.ac.jp

地学・地理領域での 教科書使用用語に関する課題への対応と今後の展望

根本泰雄[○] (桜美林大学自然科学系), 小林則彦[○] (西武学園文理中学高等学校), 山本政一郎 (福井県立福井商業高等学校), 藤原 靖 (神奈川県立向の岡工業高等学校定時制総合学科), 川手新一 (武蔵高等学校中学校), 田口康博 (千葉県立銚子高等学校), 尾方隆幸 (琉球大学・島嶼防災研究センター/教育学部), 宮嶋 敏 (埼玉県立熊谷高等学校), 畠山正恒 (聖光学院中学校高等学校), 佐々木 晶 (大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻)

要約: (公社) 日本化学会の中・高等学校の教科書で使用されている化学用語へ対する活動から刺激を受けて約2年の歳月が経過した2016年より, 地球惑星科学界でも学校教育で使用されている地球惑星科学用語に対する活動を, 組織的, 具体的に行うこととなった. 2016年10月30日に第1回日本学術会議 地球惑星科学委員会 地球惑星科学人材育成分科会 地学地理教育用語検討小委員会の会合が開催され, 会合後に, 高等学校の“地学”領域および“地理”領域を扱う全教科書の索引に記されている用語の一覧を作成した. 今後, この一覧に基づき, まずは地球惑星科学界にて学校教育で使用される用語として, 統一に異論が出ないと想定される用語の整理統合案の作成を目指す. あわせて, この整理統合案を受けて作成する用語一覧を付した提言を作成し, 教科書会社などに提出することを目指す.

1. SCJ 地学地理教育用語検討小委員会設立までの動き

(1) 端緒

(公社) 日本地球惑星科学連合 (以下, JpGU と略記する) は, 理数系学会教育問題連絡会 (<https://sites.google.com/site/risukeigakkai/>) へ委員を派遣している. 2014年に開催された同連絡会会合にて, (公社) 日本化学会からの派遣委員より, 中・高等学校の教科書で使われてきた化学用語のうちから, 用法に疑義を感じる用語を抽出し, 会員からの意見を募集することとなった旨 (例えば, 渡辺, 2014) の報告がなされた.

この報告を JpGU 教育検討委員会教育課程小委員会へ伝えた結果, 同小委員会内にて小・中・高等学校の教科書で使用されている地球惑星科学に関する用語を検討することとなった. そ

の結果, 化学と同様の課題が存在することが判明したことから, 2015年(8/29-30)に開催された京都大学防災研究所研究集会 27K-06 シンポジウム「自然災害科学としての地学教育—防災・減災知識の普及に向けて—」 (<http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/news/5428/> (2017年4月30日参照)) において課題の提起を行った (根本ほか, 2015).

(2) “地学”領域での活動

その後, 同小委員会にて高等学校の科目「地学基礎」に焦点をあて, 疑義を感じる用語の抽出を行った. あわせて, 「地学教育フォーラム ML (世話人: 宮嶋 敏, [chigaku_forum\(at\)hamajima.co.jp](mailto:chigaku_forum(at)hamajima.co.jp))」にも本課題を示し, 参加者からの意見も募集した (*1).

用語抽出作業結果と寄せられた意見とを検討し, 要検討用語の性質の整理を行い, その結果を JpGU2016年大会にて発表した (根本ほか, 2016). 根本ほか (2016) の予稿本文は次の通りである.

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見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、あるいは使われ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。

(3) “地学”領域と“地理”領域との協働

以上の動きとは別に、“地理”および“地学”での用語にまつわる課題に関する研究も進められていた。その成果が根本ほか(2016)の発表と同じJpGU2016年大会にて報告された(山本・尾方, 2016)。山本・尾方(2016)の予稿本文は次の通りである。

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れば。

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かについて、気象・気候分野では大気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。

JpGU2016年大会での両報告を受け、同大会期間中に日本学術会議(SCJ)の大久保修平会

員から、両方の動きを合わせて公に活動することを提案され、地球惑星科学界としての取り組み方法の模索が始まった。こうした流れの中、2016年7月29日に日本学術会議地球惑星科学委員会地球惑星科学人材育成分科会の会合が開催され、同会合にて“地学”領域および“地理”領域での教科書使用用語の検討が重要であることを、根本および尾方が報告を行った。この会合にて根本は、根本ほか(2016)の内容を報告した。尾方は、根本ほか(2016)とは別の視点から、用語に関わる課題の整理結果を報告した。尾方による整理では、課題は3つの類型、類型I(教科内での齟齬)、類型II(教科間での齟齬)、類型III(科学用語と教育用語の齟齬)からなる(尾方, 2017: 本収録集p.18~19)。

その後、同分科会にて、同分科会として地学地理教育用語検討小委員会の設置を目指すことが決定された。それからしばらく後、同小委員会の設置が日本学術会議内にて承認され、2016年10月30日に第1回会合が開催された。本会合にて、その下位組織としてワーキンググループ(以下、WGと略記する)を設置することが決定し、具体的な活動を開始した。

なお、尾方(2017)に記された課題となる用語例以外の用語に関しては、例えば本収録集のp.16~17にて山本ほか(2017a)が概要を論じている。また、山本ほか(2017b)の予稿本文は次の通りである。

前年のJpGUの山本・尾方(2016)において、地理・地学の教科書では、平野、気圧帯、気候帯の用語や定義が異なっているものがあることを示した。本発表では、教科書の記載が教育現場に与えている影響について、用語の問題を踏まえて、事例を交えて報告する。

教育現場では、教科書の記載を無批判に受け入れて用いる現状がある。換言すると、教科書に書かれているから正解・それ以外を不正解とする状況がある。例えば、教科書に、①ある精度で示された値、②ある用語とその定義、③ある文脈において記載された内容、が載っていた場合、それ以外の記載が、例え妥当であっても不正解とされてしまうことが度々おきる。②については、ある教科(地理なら地学、地学なら地理)で正解にされていたのに、別の教科で不正解にされてしまうが生じる。③については、記述式として一見思考力を問う問題に見えるが、実際には教科書の文章を単語より長く穴埋めする暗記問題である場合がある。さらに、④教科書の記載自体がそもそも適切でない場合がある。

そのような学びの環境であれば、生徒が適切な学力評価を受けられず、大学入試における作問者・受験者の混乱にも繋がる。さらに、適切な解よりも教科書の記載を覚えることが評価に繋がるのであるから、教科書の記載の暗記が学ぶ目的となってしまう、内容の妥当性を考える力が身に付かなくなってしまう。

それら問題に対して、教員側としては、①適切な知識、論理性を身につけることと、また、②用語・表現の多様性を知っておくことで、適切な教育が可能となる。とはいえ、何冊もある、また教科も横断する教科書の記載のブレを教員個人が把握するには相当な労力を要する。

そこで、打開策として、用語・定義のブレが見られるものは、そのブレの存在を統合して明らかにすることで、教員の負担を軽減することが出来る。さらに、今後、用語・表現に関して、何らかの指針を示すなどをしてブレを少なくしていくことで、効率的な地球科学の学習が可能となる。

2. WGの活動経過

第一ステージでの取り組みは次の通りである。

目的：要検討用語に関する全体像を俯瞰する。

目標：2017年9月までに、以下に示す調査の範囲にある要検討用語の一覧を作成する。

対象：高等学校の“地学”領域および“地理”領域とする。すなわち、小・中学校の教科書で使用される用語の検討は、第二ステージ以降に行う。

調査の範囲：科目「地学基礎」、「地学」、「地理A」、「地理B」の全教科書の索引に出ている用語とする。すなわち、本文には出ているが索引には出ていない用語の検討は、第二ステージ以降に行う。

第一ステージ第1段階：

調査の範囲とした索引用語を比較検討できる形に整理した一覧表の作成を行う。

第一ステージ第2段階：

第1段階で作成した表に基づき、要検討用語の抽出を行う。

第一ステージ第3段階：

第2段階で抽出した要検討用語のうち、本小委員会ですべてに検討を行うべきと考える要検討用語群の決定を行う。

本論を記している2017年4月現在、第一ステージ第1段階を終了し、第2段階に入ったところである。この段階にて、根本ほか(2016)や山本・尾方(2016)では指摘が無かった課題の存在も明らかとなった。この課題の一部も含めて本発表(根本ほか, 2017: JpGU2017年大会 O02-05)の予稿を作成した。以下に、本発表の予稿本文を示す。

(公社)日本化学会は、教育・普及部門学校教育委

員会に化学用語検討小委員会を設置し、中学・高等学校教科書にて使用されている教育用語のうちから用法に疑義を感じる用語を抽出し、『望ましい姿』の検討を行ってきている(日本化学会化学用語検討小委員会, 2015a; 2015b; 2016: 渡辺 正, 2014; 2015; 2016)。こうした動きを受け、2015年8月29-30日に開催された京都大学防災研究所シンポジウム「自然災害科学としての地学教育-防災・減災知識の普及に向けて-」

(27K-06)にて、「教科書用語使用に関する課題と今後への対応-地学領域での状況-」と題する課題提起が行われた(根本ほか, 2015)。(公社)日本地球惑星科学連合2016年大会では、「教科書使用用語課題解決への道」と題する報告(根本ほか, 2016)、「高等学校「地理」「地学」における教科書記述の比較検討」と題する報告(山本・尾方, 2016)が行われた。

これらの報告後、小・中・高等学校で使用されている地球惑星科学に関係する教科書にて使用されている教育用語を検討するため、日本学術会議地球惑星科学委員会地球惑星科学人材成分科会に地学地理教育用語検討小委員会が設置され、2016年10月30日に第一回会合が開催された。会合での議論を受け、第一段階では高等学校での4つの科目“地学基礎”、“地学”、“地理A”、“地理B”で用いられている用語に焦点をあて、これらの科目で使用されている全教科書の索引に出ている用語の検討を行うこととなった。

検討の結果、根本ほか(2016)が示した以下の課題((1)~(5))の他にも課題((N1)~(N3))が存在していることが判明した。

・根本ほか(2016)で指摘された課題：

- (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>；<プレートの収束境界>、<プレートが狭まる境界>
- (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、あるいは使われ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>

・新たに明らかとなった課題：

- (N1) 【**読み方不統一用語(仮称)**】の使用
例：梅雨は「つゆ」か「ばいう」か、V字谷は「ぶいじこく」か「うゝいじこく」か。
- (N2) 【**略語・日本語訳不統一用語(仮称)**】の使用

例：GPSは「全地球測位システム」か「汎地球測位システム」か。

(N3) 【長音・接続記号不統一用語】の使用

例：「糸魚川－静岡構造線」か「糸魚川・静岡構造線」か。

その他にも、言語活動としての課題（例：「楕円」，「楕円（だえん）」，「だ円」など常用漢字ではない漢字をどう表記するか），本文中に使用されている重要な用語が索引に掲載されていないといった教科書編集に関わる課題なども浮き彫りになった。

本講演では，解決に向けて現在行っている作業状況を報告し，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。

表1 「地学」・「地学基礎」・「地理A」・「地理B」の各教科書の索引に記されている用語数

教科書	地学		地学基礎				
	A社	B社	C社	D社	A社	B社	E社
用語数	647	693	447	564	506	464	423

教科書	地理A					地理B			
	C社	F社	G社1	H社	I社	G社2	G社	H社	C社
用語数	626	1084	683	493	758	282	985	856	929

表2 「地学」・「地学基礎」・「地理A」・「地理B」の科目別教科書の索引に記されている用語の登場回数別用語数

	地学	地学基礎	地理A	地理B
	2種	5種	6種	3種
6種	-	-	63	-
5種	-	91	71	-
4種	-	86	103	-
3種	-	136	170	212
2種	282	245	404	400
1種	776	707	1462	1334
合計	1058	1265	2273	1946

作成した用語一覧から判明した結果の例を表1および表2に示す。表1は，各科目の各教科書の索引に記されている用語数を示している。例えば，「地理A」では最大が1,084語，最小が282語のように，相当の開きがあることが読み取れる。表2は，同一科目内にて各教科書の索引に記されている用語が何種類の教科書に記されているかを示している。表2から，共通して記されている用語は少ないことが読み取れる。教科書の種類間（ほぼ出版社別教科書間）に生じている索引での用語数の差は，本文中に表出した用語のうち，どの用語を索引に掲載するか規準が出版社ごとに異なっているために生じている可能性を示していると考えられる。事実，本文中に表出している用語であっ

ても，索引には掲載されていない用語が存在することを確認している。また，同じ用語であっても，A社の教科書の場合は本文にも索引にも掲載されていて，B社の教科書の場合は本文には載っているものの索引には載っていない場合があることも確認している。さらに，執筆者によって，学ばせるべきと考える内容や用語に統一性が無いことを示している可能性も考えられる。すなわち，各科目で知識として生徒に伝えるべき用語が何であるのか，学びの中で重要な用語が何であるのか，“地学”領域も“地理”領域も不明確であることを示していると考えられる。用語問題と合わせ，地球惑星科学リテラシーとして，何を生徒に伝えるべきであるのかを，地球惑星科学界を挙げて検討する必要性も示せたと考えている。

今後の分析から，さらなる課題が見付かる可能性も存在している。以上に示した課題の他，お気付きの課題があれば，御教示頂ければ幸いである。

3. WG および本小委員会の今後の活動予定

第一ステージ終了前に第二ステージでの活動内容の詳細を決定する必要はあるが，現在考えている青写真は次の通りである。なお，第二ステージに向けて他学術学協会の取り組み事例を参考にすべきと考え，JpGU2017年大会一般公開セッション「学校教育における地球惑星科学用語」を企画した。他学術学協会の方々の取り組み（化学および生物）を伺い，第二ステージでの活動方針決定に活かす予定である。

目的：地球惑星科学界にて教育用語として統一に異論が出ないと想定される用語の整理統合案の一覧を作成する。

目標：2018年3月までに，整理統合案の一覧を受けて作成する用語一覧を付した提言を作成し，教科書会社などに提出する。

対象：高等学校の“地学”領域および“地理”領域とする。

調査の範囲：科目「地学基礎」，「地学」，「地理A」，「地理B」の全教科書の索引に出ている用語とする。

なお，教科書本文に出ていて索引には出ていない用語の検討，および小・中学校の教科書の検討を第二ステージにてどう取り組むかは今後の議論による。

最終的には，物理教育用語集（日本物理教育学会 物理教育用語委員会，1983）や生物教育用語集（日本動物学会・日本植物学会，1998）

のような「地球惑星科学（地学・地理）教育用語集」を作成し、学校教育で使用する用語の提案、提言を、関連する教科書会社などへ行うことが目標である。

4. まとめ

本論では、日本学術会議 地球惑星科学委員会 地球惑星科学人材育成分科会 地学地理教育用語検討小委員会および同小委員会の下位組織であるWG設立までの経緯と現在までの活動状況を簡単にまとめた。また、今後の展望を簡潔に記した。途中経過を関係各位へ示すことも今後行なっていくべきであると考えているが、課題も存在している。例えば、第一ステージ第1段階で作成した表を示す場合、非常に大きな表であることから、公開に向けてそれなりの工夫が必要である。こうした、成果の公開方法をどうするかは今後の課題である。いずれにせよ、今後、「地球惑星科学（地学・地理）教育用語集」の作成および提言作成に向けて、関係者間で活発に意見交換、議論を行う必要がある。関係各位の御協力を切にお願いする次第である。

謝辞：

2015年度京都大学防災研究所研究集会 27K-06 シンポジウム「自然災害科学としての地学教育－防災・減災知識の普及に向けて－」参加者との議論、JpGU 教育検討委員会教育課程小委員会委員の皆様との議論、および地学教育フォーラム ML に寄せられた御意見は大変に有益でした。ここに記して深謝します。

参考文献

- 尾方隆幸 (2017) : 学校教育における地球惑星科学用語－将来の地球惑星科学教育に向けて－. (公社) 日本地球惑星科学連合 2017 年大会一般公開セッション O02 「学校教育における地球惑星科学用語」収録集, 18-19.
- 根本泰雄・宮嶋 敏・小林則彦・JpGU 教育検討委員会教育課程小委員会委員 (2015) : 教科書の用語使用に関する課題と今後への対応－地学領域での状況－. 京都大学防災研究所研究集会 27K-06 シンポジウム「自然災害科学としての地学教育－防災・減災知識の普及に向けて－」, 14:00~16:40 「学校地学教育 II」セッション 2 番目.
- 根本泰雄・藤原 靖・小林則彦・田口康博・川手新一・宮嶋 敏・畠山正恒・佐々木 晶 (2016) : 教科書使用用語課題解決への道. (公社) 日本地球惑星科学連合 2016 年大会予稿, G04-09.
- 日本物理教育学会 物理教育用語委員会 (1983) : 物理教育用語集 (日本物理教育学会) 物理教育用語委員会最終報告. 物理教育, 31, 3, 132-157.
- 日本動物学会・日本植物学会 (1998) : 生物教育用語集. 東京大学出版会, 191p.
- 日本化学会化学用語検討小委員会 (2015a) : 高等学校化学で用いる用語に関する提案 (1). 化学と工業, 68, 4,

363-365.

- 渡辺 正 (2014) : 化学用語に関するご意見募集.
<http://www.chemistry.or.jp/news/information/public-comment.html> (2017 年 4 月 30 日参照).
- 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. (公社) 日本地球惑星科学連合 2016 年大会予稿, G04-P06.
- 山本 政一郎・小林則彦・尾方隆幸 (2017a) : 高等学校での地理・地学教科書の記載によって生じる教育現場の問題. (公社) 日本地球惑星科学連合 2017 年大会一般公開セッション O02 「学校教育における地球惑星科学用語」収録集, 16-17.
- 山本 政一郎・小林則彦・尾方隆幸 (2017b) : 高等学校での地理・地学教科書の記載によって生じる教育現場の問題. (公社) 日本地球惑星科学連合 2017 年大会予稿, O02-06.

(* 1) 地学教育フォーラム ML 等にて示された要検討用語の例

- ・初期微動継続時間, PS 時, PS 時間, P-S 時, P-S 時間
- ・溶岩ドーム, 溶岩円頂丘, 鐘状火山
- ・級化層理, 級化成層
- ・苦鉄質岩, 塩基性岩, アルカリ性岩
- ・太平洋高気圧, 北太平洋高気圧, 小笠原高気圧
- ・深層循環, コンベアーベルト, 熱塩循環, 深層水の大循環
- ・銀河系, 天の川銀河

-
- 根本 泰雄 (桜美林大学自然科学系) :
nemoJFOberlin [at] ybb.ne.jp
- 小林 則彦 (西武学園文理中学高等学校) :
nori_kobayashi [at] bunri-s.ed.jp
- 山本 政一郎 (福井県立福井商業高等学校) :
Geoyamamoto [at] gmail.com
- 藤原 靖 (神奈川県立向の岡工業高等学校定時制総合学科) :
tatsuo [at] r2.ucom.ne.jp
- 川手 新一 (武蔵高等学校中学校) :
kawate.shin-ichi [at] musashi.ed.jp
- 田口 康博 (千葉県立銚子高等学校) :
yasutaguchi [at] yahoo.co.jp
- 尾方 隆幸 (琉球大学・島嶼防災研究センター／教育学部) :
taka [at] edu.u-ryukyu.ac.jp
- 宮嶋 敏 (埼玉県立熊谷高等学校) :
miyajim [at] mail3.alpha-net.ne.jp
- 畠山 正恒 (聖光学院中学校高等学校) :
Masahatakeyama [at] gmail.com
- 佐々木 晶 (大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻) :
sakashio [at] ess.sci.osaka-u.ac.jp

高等学校での地理・地学教科書の記載によって生じる教育現場の問題

山本政一郎[○] (福井県立福井商業高等学校), 小林則彦[○] (西武学園文理中学高等学校), 尾方隆幸 (琉球大学島嶼防災研究センター)

要約: 本発表では、教科書の記載が教育現場に与えている影響について、事例を交えて報告する。教育現場では、教科書の記載を無批判に受け入れて用いる現状がある。換言すると、教科書に書かれているから正解・それ以外を不正解とする状況がある。とりわけ「地理」・「地学」科目にまたがる地形・気候・気象関連の項目では用語のブレが多く見受けられる。そのような学びの環境であれば、生徒が適切な学力評価を受けられず、大学入試における作問者・受験者の混乱にも繋がる。

それら問題に対して、教員側が必要な知識を持っておくことも重要であるが、何冊もある、また教科も横断する教科書の記載のブレを教員個人が把握するには相当な労力を要する。そこで、打開策として、用語・定義のブレの存在を統合して明らかにすることや、用語・表現に関して、何らかの指針を示すなどをしてブレを解消していくことが重要である。

1. 教科書の用語の相違

演者らは、前年の JpGU の山本・尾方 (2016) において、文部科学省検定済教科書の「地理」・「地学」では、平野、気圧帯、気候帯の用語や定義が異なっているものがあることを示した。また、根本ほか (2016) において、地学分野内でも用語の定義が異なっていることを示した。教育現場に不可欠な教科書に用語の相違が存在することによって、教育現場で各種混乱が生じてしまっている。特に、教科書、教員、生徒によって成り立つ教育現場でどのような問題になるのか、事例を紹介する。

2. 教科書の記載がもたらす問題

教育現場では、教科書の記載を無批判に受け入れて用いる現状がある。換言すると、教科書に書かれているから正解・それ以外の記載は妥当であっても不正解としてしまう状況がある。

例えば、教科書に、

①ある精度で示された値 (例: 何倍の面積か)

②ある文脈において記載された内容 (例: 西岸海洋性気候である理由)

③用語とその定義 (例: 島弧と弧状列島)

が載っていた場合、それ以外の記載が不正解とされてしまうことが度々おきる。それに加えて、

④教科書の記載自体が適切でない場合

もある。このそれぞれにおいて、教科書、教員、生徒がどのような関係にあり、どうすれば解消されるのかを論じていく。

2-① 教科書の記載が独り歩きした例

教科書に記載された数値以外を正当と認めなかったケースがある。これは、教員側の有効数字に関する理解が不足していることに起因する。この場合、教員の資質改善が必要である。教科書の記載は、ともすればこのように執筆者の意図を超えた独り歩きをしてしまうことがある。

2-② 文脈に依存する内容が正解とされる例

近年、「言語活動」や「アクティブラーニング」の掛け声のもと、記述式で思考力を問おうとする問題が増えている。しかしながら、記述させて思考力を問う問題に見えて、実際には教科書の文章を穴埋めする暗記問題である場合がある。教科書の文脈があつてこそ成立していた記載の一部を記述させる問題では、模範解答が必要十分な解答になっていないケースが見られる。アクティブラーニングを実践する上では、教員側が論理性を身につける必要がある。

2-③ ある用語とその定義が異なる例

教科書の記載が、地理・地学の教科間、あるいは同一科目内で異なっていた場合に、一方の教科・科目では正解にされていたのに、別の教科・科目で不正解にされてしまうことが生じる。

具体的には以下表のような相違がある。

表 「地理」「地学」「地学基礎」「科学と人間生活」の教科書によって表記が異なる用語(抜粋)

<p>○気象・気候 秋雨・秋霖・秋の長雨 太平洋高気圧・北太平洋高気圧 熱帯収束帯・赤道低気圧帯 極偏東風・極東風 季節風・モンスーン</p>
<p>○海洋 表層・混合層・表水層・表層水 深層循環・コンベアーベルト・熱塩循環・深層水の大循環 上記の周期:2000年, 1500年, 1000年</p>
<p>○ 固体地球 扁平率・偏平率 (←漢字の違い) 発散する境界・発散境界・拡大する境界・拡大境界・広がる境界・離れる境界</p>
<p>○ 地震 PS時・PS時間・P-S時・P-S時間 プレート境界地震・プレート境界海溝型地震・海溝型地震 地震名か震災名の違い</p>
<p>○火山・火成岩 溶岩ドーム・溶岩円頂丘・鐘状火山 苦鉄質岩・塩基性岩・アルカリ性岩</p>
<p>○地質・地史 層理面・地層面 化学岩・化学堆積岩 三畳紀・トリアス紀</p>

このような相違がある中で、教科書で示された用語以外の表現を不正解としてしまうと、生徒にとって非常な不利益である。あるいは、別の教育機会でも異なる用語を学んだ場合、生徒は、

①どちらの教員のいうことが適切なのだろうかかと混乱したままになる

②割り切って教員Aの時は「○○」と答え、教員Bの時は「△△」と答える

③両者が全く別物であると理解して教科・科目の分断が生じる

などの状況に陥ってしまう。

用語は、ある事象を示す便宜的なものに過ぎないという考えもあろうが、高校の教育現場において、多岐にわたる用語のブレを一教員が把握して、それらに対応していくのは相当な労力・知識が必要となり、事実上不可能に近い。

2-④教科書の記載自体が不適切

教科書の記載そのものが適切でないケースもある。例えば、

- ・「……(IPCC)では(中略)京都議定書が採択された……」
- ・「……海氷の融解により海面が上昇……」
- ・「おぼれ谷(リアス海岸)」「デルタ(三角州)」の表記が同一図面上に載っている
- ・学術的発展過程が適切に反映されていない記載

などである。これらは、一教員が学校現場で、適切な記載を提示しても、かえって生徒に驚かされてしまう。本来は教科書会社が修正を行うべきものである。しかしながら、訂正を求めた際の教科書会社の反応も様々であり、一教員が是正を求めていくには困難がつかまとう。

3. 記載内容の比較検討が必要

このような状況では、生徒が適切な学力評価を受けられず、大学入試における作問者・受験者の混乱にも繋がる。それら問題に対して、教員側としては、適切な知識、論理性を身につけることと、また、用語・表現の多様性を知っておくことで、適切な教育が可能となる。とはいえ、何冊もある、また教科も横断する教科書の記載のブレを教員個人が把握するには相当な労力を要する。

その打開策として、用語・定義のブレが見られるものは、そのブレの存在を統合・整理して明らかにすることで、教員の負担を軽減することが出来る。さらに、今後、用語・表現に関して、何らかの指針を示すなどをしてブレを少なくしていくことで、効率的な地球科学の学習が可能となる。

謝辞 :本研究発表は、JSPS KAKENHI Grant Number JP17H00116 の助成を受けたものです。

参考文献

- 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大会要旨。
 根本泰雄, 藤原靖, 小林則彦, 田口康博, 川手新一, 宮嶋敏, 畠山正恒, 佐々木晶(2016)「教科書使用用語課題解決への道」JpGU2016大会要旨。

山本政一郎(福井県立福井商業高等学校):

geoyamamoto[at]gmail.com

小林 則彦(西武学園文理中学高等学校):

nori_kobayashi[at]bunri-s.ed.jp

尾方隆幸(琉球大学・島嶼防災研究センター/教育学部):

taka[at]edu.u-ryukyu.ac.jp

学校教育における地球惑星科学用語

—将来の地球惑星科学教育に向けて—

尾方隆幸（琉球大学・島嶼防災研究センター／教育学部）

要約：地球惑星科学に関する教育用語は、教科・科目間、また同一の教科・科目内でも教科書間で異なっている場合がある。加えて、地球惑星科学の成果が適切に反映されていない教育内容も散見される。そのような状況を踏まえ、日本学術会議地球惑星科学委員会地球惑星科学人材育成分科会に小委員会が設置され、教育用語に関する議論が始められた。地球惑星科学の教育は、科学教育としてのみならず、フューチャー・アースやESD (Education for Sustainable Development) のベースとなる教育として、より領域横断的な内容が求められつつある。将来の地球惑星科学教育をよりよいものにすることを目指して、日本における地球惑星科学と学校教育との関係を議論したい。

1. 用語をめぐる学界と学校の混乱

地球惑星科学のコミュニティ、特に複数領域を横断する場で仕事をしていると、学術的な議論が噛み合っていないことを自覚したり、議論が噛み合っていない場面をみかけたりすることが、しばしばある。そうした状況の多くは、時空間スケールのズレや、専門用語の食い違いによって生じているように見える。このうち専門用語については、領域ごとに、いわば「方言」のようなものがあり、そうした「方言」どうしで会話していれば、意思の疎通に支障を来たすことも当然かもしれない。

学校教育においても、それに類似する状況が見受けられる。学校教育で使用されている文部科学省検定済教科書にも、その「方言」と呼ぶべきものが登場するのである。教科・科目間はもちろん、教科・科目内でさえ、教科書ごとに用語が異なっている状況がみられる。さらに問題なのは、学界で使用されている科学用語と、学校で使用されている教育用語の間に、齟齬が見受けられることである。高校生は、大学に進学したときにその実態に気づくことになる。一方、大学教員の側からみると、学生に学び直しをさせなければいけない（高校で学習した知識・理解を壊さなければならない）ことになり、教育者としては無駄を感じざるを得ない。

2. 教育用語にみる問題の類型

地球惑星科学に関わる代表的な教科・科目として「地学」「地理」があり、それらの教科書から用語の問題を整理すると、いくつかの類型に分けることができる。すなわち、類型Ⅰ（教科内での齟齬）、類型Ⅱ（教科間での齟齬）、類型Ⅲ（科学用語と教育用語の齟齬）である。それぞれの類型で、発生する不都合や不利益のタイプが異なる。

類型Ⅰは、「地学」または「地理」における、教材、とりわけ教科書会社によるバラつきである。このバラつきは、学校内では問題になることはないと思われるが、入試問題において混乱を招く原因になる。たとえば、同じ事象にも関わらず、教科書Aでは「内陸型地震」、教科書Bでは「直下型地震」と記載されていたとする。そして、大学入試問題において「内陸型地震」が用いられた場合、教科書Aで学んだ受験生は「習っていた」ことになるが、教科書Bで学んだ受験生は「習っていない」ことになってしまう。「地学」「地理」の全ての教科書を調べた結果、こうした用語が少なからず存在することが明らかになった。

類型Ⅱは、「地学」と「地理」の間でのバラつきである。学校で使われている「地学」「地理」の全ての教科書を調べると、同じ事象にも関わらず異なる用語で説明されていたり、異なる事象にも関わらず同じ用語で説明されていたりするケースが、数多く存在することがわかった。たとえば、「地学」で用いられる「プレートの発散／収束境界」と、「地理」で用いられる「プレートが広がる／狭まる境界」などである。このケースは、片方の科目のみを履修・受験する高校生・受験生には、問題ないであろう。しかし、学校内での総合学習や、教科・科目間連携の際には、教員にとっても生徒にとっても支障になると考えられる。

類型Ⅲは、科学用語と教育用語の不統一であり、最も厄介な類型と言えるかもしれない。問題の構造は複雑であるが、現行の教科・科目の枠組み、具体的には地球科学的内容が「地学」「地理」に分属している体制にも関係している。

近年になって「高大連携」の語を頻繁にみかけるようになったが、それを単なるパフォーマンスで終わらせないためには、教育内容や教材の齟齬から考えていく必要があるのではないだろうか。

さらに、類型Ⅰ～Ⅲが複合的に現れることも多い。その一例を、地形災害にも関係する山地の地形変化をもたらすプロセスで考えてみる。「地学基礎」の教科書では「崖崩れ・崖くずれ」「山崩れ」「地すべり」が用いられ、「地学」の教科書では「崖崩れ」「山崩れ」「地すべり」が用いられる。「地理A」の教科書では「崖崩れ・崖くずれ・がけ崩れ」「地滑り・地すべり」が用いられ、「地理B」の教科書では「山崩れ・山くずれ」「地すべり」が用いられている。

地球科学（地形学）では、山地の斜面で発生する地形変化を、表層崩壊・深層崩壊・地すべりに整理することが基本である。教科書の「山崩れ・山くずれ」はそれらの総称、「崖崩れ・崖くずれ・がけ崩れ」は表層崩壊、「地すべり・地滑り」は地すべりを意味するものと推察されるが、実際に教科書を読んでみると、そう単純でないようにもみえる。関連する用語は、地球科学だけではなく農学や工学でも使用されており、それぞれ定義が微妙に異なっている。教育用語の混乱は、科学用語の混乱に起因する側面もある。

3. 科学界と教育界との齟齬

高等教育機関の教育職として、地球科学に含まれる様々な分野の授業を担当していると、中等教育で行われている教育内容との齟齬を感じる場面が多々ある。たとえば、地形学や水文学の分野では、物理的・化学的な素過程（個々のプロセス）を理学的に扱いながら地理学的事象を理解していくわけだが、そのような科学的手続きは、中等教育機関ではあまり重視されない。

中等教育のカリキュラムでは、基本的に、地球物理的な内容は「地学」で扱われ、地理的な内容は「地理」で扱われる。しかし、気候学・水文学・地形学などでは、両者を分離することが難しい。物理的なプロセスがあって、地理的な広がりが決まるからである。高校で「地学」「地理」の両科目を履修する生徒はごくわずかであり、両科目を履修した生徒であっても、別教科・科目としてバラバラに扱われるため、地球科学の体系に即した対象と手法は、大学に入学して初めて接することになる（尾方, 2014, 2015）。

デービスの侵食輪廻やダーウィンの沈降説など、地球科学の超古典的なモデルが延々と扱われ続けている実態もある。これらが、部分的には今日でも通用する素晴らしい理論であることは間違いないが、部分的に破綻しているのも事実であろう。特に日本の場合、侵食輪廻で説明できる斜面発達や、沈降説で説明できるサンゴ礁は、ほぼ存在しないに等しい。ところが、一部の教材では、これらのモデルが一般化されて扱われている。そのような教材で学んで大学に入学してきた学生には、理解の再構築を図らなければならない。

学校教育の教育内容や教材を変えることは簡単ではない。しかしながら、科学が日進月歩で発展していく反面、学校教育が旧態依然を続けるならば、齟齬は拡大していく一方であろう。

4. 教育用語の整理に向けて

学校教育における地球惑星科学用語の実態を調べ、問題点を抽出することを主目的に、日本学術会議地球惑星科学委員会地球惑星科学人材育成分科会において小委員会が設立され、そこで議論を進めることになった。地球惑星科学に関する教育用語は、これまで「地学」「地理」それぞれについて、理科および社会科・地歴科の中で議論されることが多かったように思われる。そうした中で、科目だけではなく、教科の枠組みを越えた議論の場が設けられたことは、大きな前進と言えるだろう。

教育用語の問題の構造は根深く、学習指導要領、検定教科書、大学入試センター試験の三者が強い影響力を持っている。さらに、これら三者は連動している。大学入試センター試験は検定教科書に準拠しなければならず、また検定教科書は学習指導要領に基づかなければならないからである。問題の改善のためには、教科書会社に向けたガイドラインの作成、最新の成果を採り入れた学際的な用語集の執筆・発行などを通して、地球を総合的に理解する教育内容と教材を具現化・可視化していく必要がある。

参考文献

- 尾方隆幸 (2014) : シームレスな「地球理解教育」の意義—生涯教育実践からの提案—。生涯学習フォーラム, 8, 1-7.
尾方隆幸 (2015) : シームレスな地球科学教育とアクティブ・ラーニング。地理, 60(12), 33-39.

尾方隆幸（琉球大学・島嶼防災研究センター／教育学部）：

taka [at] edu.u-ryukyu.ac.jp

発 行 公益社団法人日本地球惑星科学連合

発行日 2017年5月21日

編 集 教育検討委員会教育課程小委員会

(代表 宮嶋 敏)

掲載内容などに関するお問い合わせは、日本地球惑星科学連合事務局までお願いします。

〒113-0032 東京都文京区弥生2-4-16
学会センタービル4階

TEL 03-6914-2080

FAX 03-6914-2088

Eメール office [at] jpgu.org