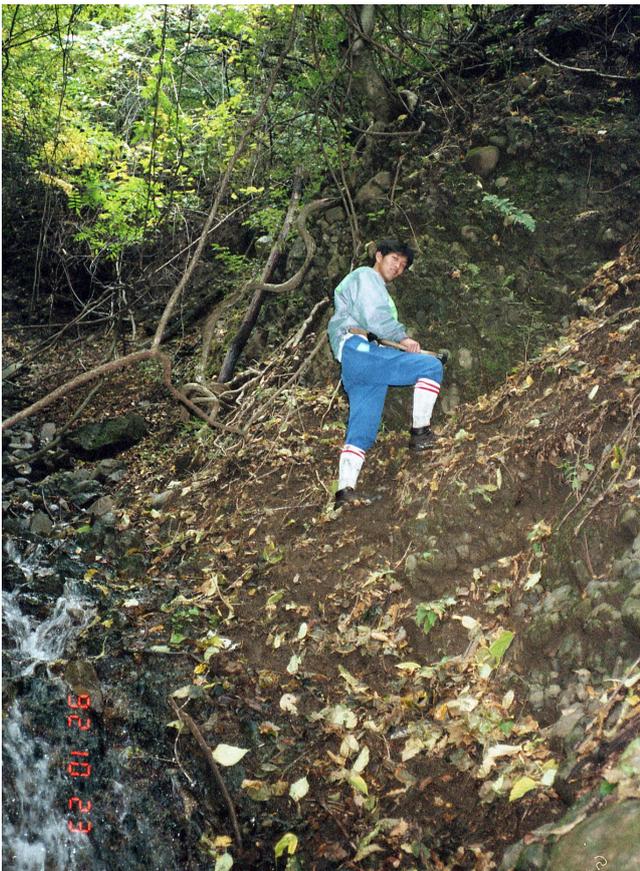


地学教育への期待

川辺文久¹⁾

1. はじめに

私は地学教育に関わる仕事をしている。ところが、高等学校での地学の授業の記憶がない。たまたま入学した大学で地球科学の魅力を知った。とりわけ、学部3年次の地質調査実習(いわゆる進級論文)における経験が鮮明な記憶として今も思い起こされる(第1図)。この実習では、各自約2 km 四方のエリアの地質調査と、地質図付き報告書の提出が課せられた。私は群馬県中里村(現在は神流町)に通った。そこには白亜紀の地層が分布していた。崖を登り、沢を渡りながら岩相を記載し、ルートマップが色鉛筆で彩られていく過程に充実感を覚えた。ビギナーズラック



第1図 地質調査実習で崖をのぼって地質調査をする若き日の筆者。群馬県中里村(現在は神流町)。

で化石を発見・採集したりもした。地質学的遍歴を考えながら地質図を作成する作業は容易ではなかったが、楽しいひとときであった。自分なりの結論を得たと実感できるようになった頃、志賀坂峠から望む我がエリアは紅葉で彩られていた。

地質学を通して悠久の地球史に魅せられた私は、大学院で白亜系蝦夷層群の層序とアンモナイトの分類・古生態学的研究を行った。学位取得後は、母校の助手・非常勤講師や科学館の指導員などをしながら、地質学と古生物学の研究を続けた。40歳を目前としたある日、恩師から一通のメールが届いた。小中高の教科書の記述を点検する教科書調査官という、初めて聞く職種の紹介だった。前任者と前々任者はGSJ(地質調査所;現在の産総研地質調査総合センター)の要職を務めた地質学者である。

初等中等教育(小中高)における地学は、固体地球、気象、天文の三領域で構成されているが、私が主に担当する固体地球領域に限ってみても測地、地震、火山、地質、地形、地球・生命史と内容は広範にわたっている。初仕事で高校の教科書を手にしたとき、驚いたことがある。改めて読んでみると、大学の教養、いや専門課程のテキストとして通用する記述がぎっしりと詰まっているのだ。専門家を自負することができるのは、せいぜい地質と地球・生命史にすぎない。日本列島の構造発達史など学会レベルで論争中の内容もある。恩師が遺した「教科書は学術動向の定着の場でもある」という言葉が重くのしかかってきた。

現職に就いてから、地球科学の諸分野(地質、地球物理、気象、天文)で活躍する方々から学術動向を伺ったり、地学教育を議論したりする機会に恵まれた。ある地学教育の研究集会で意気投合し、知恵袋となって頂いているGSJの研究者から「GSJ地質ニュース」でポジティブに地学教育を語ってほしいと依頼された。そこで、学術と教育の狭間に身を置く者として地球科学を俯瞰し、地学教育に期待することを若干述べてみたい。なお、小文は、上述の経歴を持つ一地質学徒としての意見であり、所属機関の見解ではないことを予め断っておく。

1) 文部科学省初等中等教育局

キーワード: 好奇心, 自然観, 時間スケール

2. 理科・地学の現状

2016年8月26日、中央教育審議会から「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」が公表された。その補足資料に、理科学習に対する中学生の認識調査がある（中央教育審議会、2016）：「理科の勉強は楽しい」が63%（国際平均は80%）、「理科を勉強すると日常生活に役立つ」が57%（国際平均は83%）、「理科を使うことが含まれる職業につきたい」が20%（国際平均は56%）。国際平均のスコアがきわめて高いことについては、理科に該当する言葉が与える印象が日本とは異なるのか、あるいは学校における指導のあり方が影響しているのか、少々不可解であるが、ともかく日本の中学生の過半数が理科の勉強を楽しく、日常生活に役立つと認識していることを好意的に捉えたい。5人に1人が、理科に関わる職業に就きたいとまで思っている。日本の子供たちには潜在能力がある。これが私の率直な感想である。大切なことは、学年が進行しても、このスコアを持続する環境を整えることである。

義務教育で、すべての児童・生徒が地球科学（大地、気象、天文）を学ぶ機会を持つ。たとえば、地質情報に関わる学習は、小学校5年の侵食、運搬、堆積に始まり、6年で土地が礫、砂、泥や火山噴出物からできていること、火山の噴火や地震によって土地が変化することを学ぶ（文部科学省、2008a）。中学校1年ではプレート運動、火山活動と火成岩、地層の重なり方や広がりや規則性、地質年代、褶曲や断層を学習し、3年では地学的な事象が自然の恵み

や災害と深いつながりがあることを理解する（文部科学省、2008b）。

高等学校理科は選択制なので、必ずしも地球科学を学べるとは限らない。平成28年度使用の教科書需要数は「地学基礎」で339,866部、「地学」で14,628部である（時事通信社、2016a）。必修教科「保健体育」の1,272,341部（時事通信社、2016b）を分母にとると、「地学基礎」と「地学」の“履修率”はそれぞれ約27%、約1%となる。同様の計算をすると、「物理基礎」57%、「物理」19%、「化学基礎」81%、「化学」27%、「生物基礎」85%、「生物」22%となる。理科の他科目に比べて低迷する状況が続いているが、1/4強の高校生が「地学基礎」を学んでいるので、まずまずとしよう。なお、「地学基礎」の教科書は5社から、「地学」は2社から発行されている。採算を度外視して発行を続けている出版社並びに執筆者に感謝と敬意を表したい。

一方で、現在の高校生には恵まれている条件もある。科学技術振興機構の各種支援事業、スーパーサイエンスハイスクール、地学オリンピック（第2図；久田、2017；高橋、2017）など、教科外活動で科学的探究に挑戦する機会があることだ。さらに、GSJ、海洋研究開発機構、主要大学が高校生でも参加できる講座を開催したり、日本地球惑星科学連合、日本地質学会、日本古生物学会など学術団体が高校生によるポスターセッションの場を設けたりしている。高校生が研究施設を利用し、科学の最前線に触れ、研究者と交流する。なんと贅沢なことだろう。



第2図 地学オリンピック代表合宿（埼玉県秩父盆地）で、地質学の専門家から指導を受ける高校生たち。高橋雅紀氏提供。

3. 地学を学ぶ意義

地学教育を論じるとき、素朴な疑問がある。研究者や教育者の道に進める人物はほんの一握りでしかないのに、地学(地球・惑星・宇宙)を学ぶ必要があるのか。この問いに対する一般的な回答は、「地震、火山噴火、津波、台風などによる自然災害や地球温暖化を扱うので、“日常生活に役立つ”科目である。」といったものになろう。これに異論はない。ただし、生命・財産を守るためならば地理、家庭科、保健体育で学べば充分と言われたら、反論ができるだろうか。私は、地学を学ぶ意義を安易に防災・減災や環境問題と結びつけるのは適切とは思わない。理科の一分野として地学を学習することの根源的な意義は、知的好奇心の喚起と自然観の育成に寄与することにあると考えている。

自然のしくみとその生い立ちを探究する学問を自然史科学(Natural History)といい、地学はその中核に位置している。我が国の自然史科学の主導者であった故・速水 格氏の著作『古生物学』の冒頭には「自然の事物の探究や研究への志向は、いわば自然発生的に人々の心に芽生え、時代を越えて続けられ、多大の知見が蓄積されてきた。この類いの研究は、結果的に社会に役立つことはあっても、当初からそれを目的としてはいない。当事者はおそらく純粋な知的好奇心によって研究を行い、政治・経済はもちろん個人の名誉、実利や特許ともおよそ無関係である。」とある(速水, 2009)。また、気象学者の廣田 勇氏は、「地学教育の目的は必ずしも地球科学の専門研究者を育てることではない。将来どのような分野に進む場合でも大自然の素晴らしさに感動することのできる人間の感性を育てることが大切なのである。この考え方は地学に限ったことではない。数学も物理も全く同様である。様々な分野の科学を学ぶことの意義は直ぐに役立つためにあるのではない。」と切り切る(廣田, 2010)。

おそらく、地学オリンピックの参加者や学会主催の高校生ポスターセッションの発表者は、純真無垢な好奇心・向学心で挑戦しているものと推察する。将来性のある地球科学者予備軍が誕生することを期待するとともに、必ずしも研究者・教育者の道にこだわらず、むしろ他業種に進み、理科の諸分野を通じて得た自然観をそれぞれの職務に活かすことができる人材を育成することに価値があると思う。

ここで、現行学習指導要領が示す「理科の目標」を確認しておこう。小学校は「自然に親しみ、……科学的な見方や考え方を養う。」、中学校は「自然の事物・現象に進んでかかわり、……科学的な見方や考え方を養う。」、高

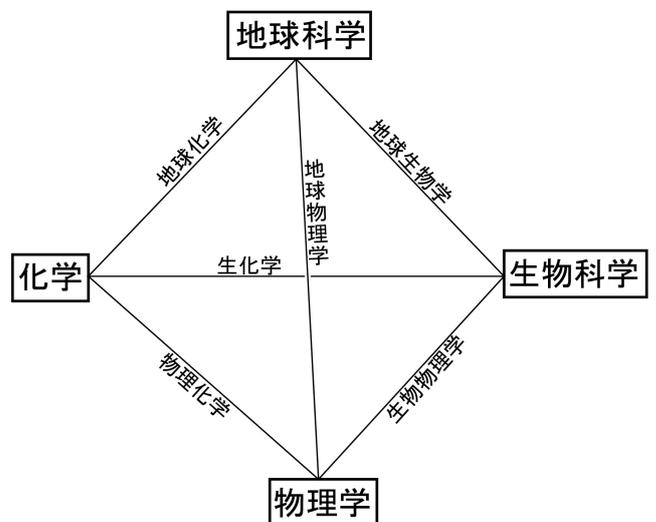
等学校は「自然の事物・現象に対する関心や探究心を高め、……科学的な自然観を育成する。」とある(文部科学省, 2008a, 2008b, 2009)。校種によって表現は異なるが、趣旨はほぼ同じである。注目しておきたいのは、高等学校の目標が、自然観の育成で結ばれている点である。ところで、地学が育成する自然観とは何だろうか。

4. 地学を通して習得する自然観

地学の学びを通して習得できる自然観は、地学固有の視点から導かれる。

自然科学は、高校理科の科目にもあるように、物理、化学、生物、地学に大別されるが、これは教育上の便宜的な区分である。科学的な探究は本来、切れ目は存在しない(第3図)。たとえば、測地・地震・テクトニクス・気象・天文には物理学的な側面、鉱物・岩石・マグマ・物質循環には化学的な側面、古生物・古環境には生物学的な側面がある。物理学、化学、生物学の原理・法則と整合性を持ちつつ、総合的な視点で自然の事物・現象を理解するのが地学の特徴のひとつである。しかしながら、他領域と連携した総合的な視点は、物理学、化学、生物学の側から見ても同じことが言えるので、地学の固有性とは言い難い。

地学は、宇宙惑星科学、大気海洋科学、地球生命科学、固体地球科学、地球人間圏科学の総体である。その対象は、顕微鏡サイズの微粒子から、身の回りの地域スケール、半径6,400 kmの惑星(地球)とその周縁、さらに太陽系外まで多様な空間スケールにおよぶ。また、地震のような秒単位の現象から、数日から数年単位の火山活動、数年か



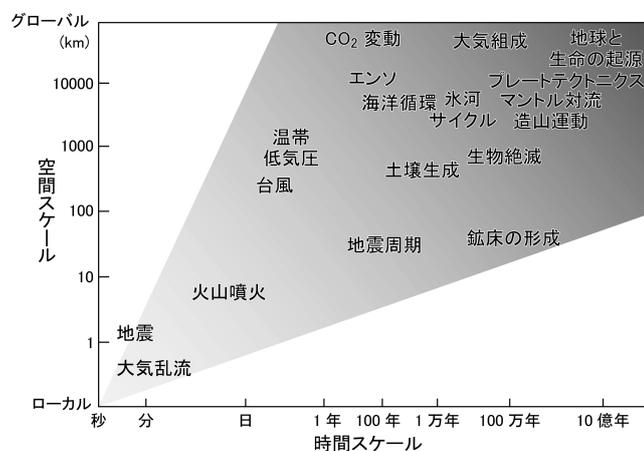
第3図 基礎的な自然科学分野の相互関係を示す四面体(速水, 2009をもとに作成)。

ら数千年単位の海水の循環、数千万年単位の山脈形成や大陸分裂まで、対象とする時間スケールも幅広い。個々の事象は、物理や化学に還元できるとしても、地学の諸現象は「時間」と「空間」の座標をもって理解しなければならない(第4図)。既に多くの地球科学者が述べているとおり、地学固有の視点は「時間」と「空間」である(日本学会議, 2014など)。以下、小文では前者に焦点を絞ってふれておこう。

17世紀にステノが地層累重の法則を提唱して以来、地質学徒ならば、我々を取り巻く自然は長大な歴史の産物であり、現在は脈々とつづく時間経過の一断面にすぎないことを知っている。過去—現在—未来をつないで、私たち人類の自然における立ち位置を理解しているだろうし、10万年前(または後)、1億年前(または後)といったスケールの話にも即時に対応できる。

ところが、地学を学んでいない、もしくは学んだことを忘れた者の場合、そうはいかない。「最近」の地球は自然のリズムとして約10万年周期で寒暖を繰り返していると聞いても、約1億年前の温暖期にできた黒色頁岩が原油の根源岩となっていると聞いても、10万年、1億年という時間が自分の経験する時間とあまりにもかけ離れているため、戸惑ってしまう。人為起源CO₂排出の問題の所在を理解するためにも、自然の時間スケールに対するセンスを磨く必要がある。岩石圏—水圏—大気圏—生物圏をめぐる炭素循環を理解するためには、地学でのみ扱いうる非日常的な長い時間スケールが不可欠となる。

秒単位でつづく強い地震動や数日間つづく火山噴火が人間生活に打撃を与えたとき、災害と呼ばれる。現象が日常的な時間感覚のなかで生じる。しかし、地震や火山噴火を



第4図 地学現象の空間スケールと時間スケール(池谷・北里, 2004に加筆・修正)。このような図は高校「地学基礎」の教科書にも掲載されている。

予測したり、災害に備えたりする場合には、日常感覚を超えた長い時間で考える必要がある。地震も火山噴火も非日常的な時間スケールで営まれているプレート運動に起因する自然現象だからである。自然における時間の流れは、人間生活の時間感覚とは異なっている。

5. おわりに

地球科学の専門家養成に限定しない立場から地学教育を論じてみた。私は、地学を学ぶことの本質的な意義は、知的好奇心の喚起と自然観の育成に寄与することだと考えている。そして、地学のみが醸成し得る自然観として、自然は長大な歴史の産物であること、自然の時間は人間生活の時間と異なることを挙げたい。地学の学びを通して、知的好奇心に根差しつつ学び続けることができる人材、人間が経験できない時間スケールも意識しつつものごとに総合的な判断を下すことができる人材を育成し、堂々と「地学は社会に役立っている」と言おう。

文 献

- 中央教育審議会(2016) 次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ補足資料. http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afiedfile/2016/09/09/1377021_4_1.pdf (2016年10月15日確認)
- 速水 格(2009) 古生物学. 東京大学出版会, 214 p.
- 廣田 勇(2010) Natural Historyの復権を目指して. 京都大学防災研究所一般研究集会基調講演要旨.
- 久田健一郎(2017) 国際地学オリンピック日本大会を終えて. GSJ地質ニュース, 6, 22-24.
- 池谷仙之・北里 洋(2004) 地球生物学. 東京大学出版会, 228 p.
- 時事通信社(2016a) 16年度高校教科書採択状況—文科省まとめ(中). 内外教育, 6473号, 8-13.
- 時事通信社(2016b) 16年度高校教科書採択状況—文科省まとめ(下). 内外教育, 6475号, 6-13.
- 文部科学省(2008a) 小学校学習指導要領解説 理科編. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2010/12/28/1231931_05.pdf (2016年10月15日確認)
- 文部科学省(2008b) 中学校学習指導要領解説 理科編. http://www.mext.go.jp/component/a_

menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2011/01/05/1234912_006.pdf (2016年10月15日確認)

文部科学省 (2009) 高等学校学習指導要領解説 理科編. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2010/01/29/1282000_6.pdf (2016年10月15日確認)

日本学術会議 (2014) 大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 地球惑星科学分野. <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h140930-2.pdf> (2016年10月15日確認)

高橋雅紀 (2017) 地質学における次世代育成—地学オリンピック合宿研修—. GSJ地質ニュース, 6, 15-21.



川辺文久 (かわべ ふみひさ)

神奈川県出身。白亜系層序とアンモナイトの研究を行い、1999年に博士号を取得。早稲田大学助手、杉並区立科学館指導員などを経て、2010年に文部科学省に入省。国際層序委員会白亜系小委員会 Voting member (2010年～)、日本地質学会理事 (2012年～)。

KAWABE Fumihisa (2017) Expectation to earth science education.

(受付:2016年10月24日)