

高校の地学教育の現状と課題

—地学教育に関する私案—

吉岡直人

深田地質研究所

The present state and problems in the education of geoscience
at high schools in Japan

A personal view for the education of geoscience

YOSHIOKA Naoto

Fukada Geological Institute

要旨：高校における地学教育の現状は、多くの人たちが憂うべきものであると考えている。戦後の地学教育の歴史を概観すると、地学は、物理、化学、生物などの他の自然科学教科に比べて軽視されてきた歴史が見える。しかしながら、地学は地球や宇宙のとてつもなく長い時間と、とてつもなく広い空間を扱う学問であり、他の教科には替えられない内容を含んでいる。私たちが生きていく上で必要欠くべからざる自然の資源や、あるいはまた自然災害といったものを考える上で欠かせない学問であるだけでなく、人間の存在そのものを考えさせられる学問でもある。筆者は、このことを認識するためには、現在の地学教育ではなされていない、生態学的知識、宇宙人探しとドレークの方程式、人間原理の宇宙論を多くの人に地学をとおして知ってもらいたいと考えている。さらに、現代科学が到達した結論のみを述べるのではなく、そこに至る経緯、すなわち、科学史的側面を盛り込んだ内容にすると、地学がより一層生き生きしたものになるのではないかと考える。

キーワード：地学教育、生態学、宇宙人探し、ドレークの方程式、人間原理、科学史

Abstract: Lots of people are worrying about the present state of education of geoscience at high schools in Japan. By surveying the history of the education of geoscience after the World War II, we can see the fact that the geoscience has been disregarded compared with other natural sciences such as physics, chemistry and biology. However geoscience cannot be replaced by other natural sciences because it treats very long time and tremendously vast space. Geoscience offers not only the knowledge concerning natural resources which are essential for our life and how to avoid the natural hazards, but also the philosophical knowledge about the existence of human beings. In order to know how rare the existence of human beings, I think that knowledge of ecology, SETI (Search for Extra-Terrestrial Intelligence) and Drake equation, and anthropic principle should be added to the education of geoscience. Further, if people learn not only the final consequences of the modern sciences, but also the history of science which is the process of progress in sciences, then geoscience would be much more vitalized.

Keywords: education of geoscience, ecology, SETI, Drake equation, anthropic principle, history of science

1. はじめに

「理科離れ」が言われて久しいが、中でも「地学」教育の現状は目を覆いたくなるような惨憺たるものがある。地球科学を専攻したものとしては誠に残念な思いを拭い去れない。こう感じるのは私ばかりではない。当深田地質研究所の現会長である佐藤正氏は、1996年当時、日本学術会議地質学研究連絡委員会委員長をしておられたが、「地学雑誌」（東京地学協会刊）に次の文を寄稿しておられる。

「地学は極めて古い学問であることはいうまでもなく、人間社会に計り知れない貢献をしてきた。（中略）それにもかかわらず、最近の地学は、災害とか珍しい化石の発見とかのようにとどききニュースとなる場合にだけハイライトを浴びるけれども、日常の生活の中ではなにかくすんだ地味なあまり役にたたない学問であるかのように思われ、教育面では次第に軽視され削減されていくようである。（中略）地学を生業とする者の自己擁護からだけではなく、このことは大いに嘆かわしいことである。（後略）」（佐藤、1996a）全く同感である。

また筆者は、センター入試の「地学」の出題委員を十年近く前に務めた経験を持つが、「地学」の受験者数が極めて少ないという事実もさることながら、「地学」と「物理」が同一時間に配置され、どちらか一方を選択することを余儀なくされている現状を目の当たりにした。これでは、「地球物理学」や「宇宙物理学」を専攻する者はいらないと言っているに等しい。この問題については、後述するように、林（1996）が、大学入試にともなう他の問題と合わせて詳しく論じている。

幸いにして現実にはそれほどひどい実態にはなっていないように見えず、地球・宇宙物理学を志

す若者も育ってきていると思われる。しかしながら、そのような者も大学に入ってから高校地学を独自に勉強するか、大学の講義のレベルを高校レベルにまで落としたりしたところから始めることを余儀なくさせられている。

こうした問題点は相当古くから各方面で指摘されてきた。先に引用したように、日本学術会議では、1980年代からこの問題を取り上げて討論し、さまざまな形で提言を行っている（佐藤、1996b）。また地球惑星関連学会の合同大会でも2003年以来、地学教育の問題に関する特別セッションが毎年開催されてきた。さらに、地学に関連したそれぞれの学会でも、シンポジウムを開催したり、新たな教材を開発する試みを紹介したり、また地学を「防災」と関連付けて普及させようという試みもなされているようである。

しかしながら事態は抜本的には改善されてはおらず、後述するように、近年の学習指導要領の改訂にともなって、地学の履修者が若干増加した程度であると筆者には思われる。

本稿では、まずこれまでの地学教育の変遷を概括し、現状がどうなっているかを把握する。その上で地学教育がなぜ必要なのか、「地学」はなぜ地球科学を専攻する人だけでなく、すべての人に必要な知識であると考えているかについて筆者の考えを述べる。さらに、現在の「地学」の教科書には含まれてはいないが、加えるべきだと筆者が考える、かなり個人的な見解を述べる。

深田地質研究所は、公益財団法人として1. 研究事業、2. 普及事業、3. 育成事業、4. 助成・顕彰事業を行っている。本稿で述べる主旨に沿い、「普及事業」の一環として下に述べる内容を実現したいと願っている。

2. 高校における地学教育の変遷

表1は2010年6月19日に、日本第四紀学会の主催で開かれた「学校教育で地学は生き残れるか? : 学会と教育現場との連携に向けて」と題されたシンポジウムで、甲南大学の林慶一氏の「戦後の日本の地学教育の流れ」と題された講演で配布された資料からの引用である。資料には小中学校のものも含まれているが、高校の部のみを取り出し、一部加筆してある。表の最下段の数字は地学履修者の割合である。

これを見ると、理科教育は猫の目のように変化していることが分かる。1970年代後半から所謂「ゆとり」教育が叫ばれ、小中学校教育では理科に当てられる時間が大幅に削減された時代である。このことが高校における理科教育にも影響を与えていると考えられる。

この問題は大きな問題であるが、これを論ずる

前に、戦後日本における地学教育の成立過程と変遷を概観しておこう。

「地学」という科目名が高校教育の場で用いられたのは、戦後1948年になってからである。それまでは「博物」とか「物象」とか呼ばれる科目の中の一部として扱われていたようである。戦後、多くの大学関係者の努力により、1948年(昭和23年)になって、天文も含む現在の「地学」の形が高校カリキュラムの中に物理、化学、生物と対等に組み入れられることになった。所謂「物化生地」である。表1にはこの時期は「独立期」として示されている(この辺の事情は、関, 1982; 渡部, 1996, に詳しい)。

ところが、1958年(昭和33年)になって、全国高等学校校長協会が高校地学解体の議論を開始した。理由は、1. 履修者が少なく担当教員も少ない、2. 地学には教育の体系がなく、物理・化学・生物の寄せ集めである、3. 高校の3年間

表1. 高等学校における地学教育の変遷(林(2010)より一部加筆)。最下段は地学履修率。

S23~30 1948-1955	S31~37 1956-1962	S38~47 1963-1972	S48~56 1973-1981	S57~H5 1982-1993	H6~14 1994-2002	H15~23 2003-2011	H24~ 2012-
独立期		充実期	再考期			回復期?	
5単位選択必修	3/5単位選択必修	2単位必修	3単位選択必修	1単位必修+4単位選択	2/4単位選択必修+ α	3単位選択必修+ α	2単位選択必修+ α
物化生地(各5単位)から1科目選択必修	物化生地(各3または5単位)から2科目選択必修	地学2単位必修	物化生地I(各3単位)から2科目または基礎理化(6単位)選択必修 自由選択科目:物化生地のII(各3単位)	理科I(4単位)必修(地学の内容を1/4含むため1単位) 自由選択科目:物化生地(各4単位)または理科II(2単位)	物化生地(各2または4単位)・総合理科(4単位)の5区分から2区分にわたって2科目選択必修 自由選択科目:物化生地のII(各2単位)	物化生地(各3単位)・理科総合A,B(各2単位)から2科目選択必修 自由選択科目:物化生地のII(各2単位)	物化生地基礎・理科総合(各2単位)から3科目選択必修 自由選択科目:物化生地(各4単位)
4-15%	7%	95%	35%?	8%	7%	5%?	24%

では3科目にして必修にすべきである、というものであった。これに対し、多くの地学関係の学会、協会などが反対の意見書を公にし、全国高等学校校長協会の申し入れとは逆に必修科目となったのである。すなわち、1959年8月、文部省理科教育審議会は、「高等学校理科4科目の必修」を文部大臣に答申し、1960年5月教育課程審議会は総会で高校地学の存続と必修化を決議した。物理（3または5単位）、化学（3または4単位）、生物（4単位）に比べ地学は2単位と少なかったが、表1に示されているように履修者の割合は推定95%と、これまでの歴史の中で最大の割合となった。（ちなみに筆者はこの時期に高校生であったので、高校1年生で地学を履修したのを覚えている。ただし、物理の教員が地学を担当していた。当時の教科書にはその頃確立しつつあったプレートテクトニクスは未だ収録されていなかったが、担当教員が自ら勉強し、ウェーゲナーの大陸移動説の提唱などを、熱っぽく語ってくれ、大きな刺激を受けたのを思い出す。）

しかしながら、その後の指導要領の改訂で、理科は再び選択性に戻り、地学の履修者が大幅に減少に転じた。そしてこの傾向は理科の学習指導要領が改訂されるたびに増加し、2003年から2011年には5%程度にまで落ち込んでしまった。この背景には先に述べた「ゆとり教育」の問題も潜んでいると思われるが、林（1996）も指摘しているように、大学の入試制度の影響も大きいと思われる。すなわち、センター試験の「地学」を受験科目に指定しない大学が増加したため、受験に必要な地学は敬遠されたのである。また、センター試験では「物理」と「地学」が同一時間に組み合わせられたため、理科を2科目以上受験する者

の中に、潜在的にはかなりの数いたであろう「物理」と「地学」の組み合わせでの受験希望者が、どちらかを放棄せざるを得ず、「物理」「地学」双方が受験者数を減らしてきたのである。しかしダメージは「地学」の方が圧倒的に大きかったと推察される。

2012年からは物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎の4科目の中から3科目選択必修になったため、それまでの2科目選択必修に比べ、履修者は相対的に増加し、24%程度（この数値は推定、林のオリジナルの表にはない）にまで増加したと思われる。しかし、まだ4人に一人程度しか履修していないのが実情である。

3. 「地学」は生き残れるか？

この表題は先に紹介した、2010年6月に行われた、日本第四紀学会主催のシンポジウムのタイトルと同じものである。「生き残れるか？」とは、ちと大げさ過ぎないか、と思われる向きもあるかもしれないが、この時代には本当にこれほどの危機感を抱いていた人が少なからずいたのである。たとえば2007年4月13日の科学新聞には、早稲田大学の高木秀雄氏と田村糸子氏が、「本当にこれによいのか？消えつつある高校『地学』」と題する記事を掲載しておられる（高木・田村、2007）。その中で彼らは「ほとんどマスコミにも取り上げられない問題として、高校における地学の消滅の危機がある」、「…地学で扱う地震や火山噴火など大地の変動や気象現象などは、自然災害の多い国に住む日本人にとって欠かせない教養である。このような地学が、今まさに高校の授業から消えようとしているのである」、「地学をなくしても誰も異議を唱えない。非受験科目の軽視が露骨にあらわれ

ていると言えよう」という、非常な危機感を述べておられるのである。

2010年9月に開かれた京大防災研一般研究集会「地学教育の現状とその改革」において、吉岡・藤田(2010)が発表した内容にも含まれているが、上記第四紀学会主催のシンポジウムで発表された話に「なるほど」と思われた発表があったのでここで再び紹介しておこう。それは、入学試験に関連した話題提供としての、早稲田塾の倉部史記氏の発言である。同氏によれば、2010年度の大学入学者のうち、いわゆる「一般入試」による入学者は、国公立大学の平均で55.5%なのだそうである。私立に限ってみると、48.2%、すでに50%を切っているのである。それではそれ以外の入学者はどのようにして選ばれるかという「AO (Admission Office) 入試」や「推薦入試」で選ばれるのである。(本稿の校正をしているところに、平成28年度から、東大でも推薦入試が始まるとのニュースが飛び込んできた。京大でも推薦入試とAO入試を始めるらしい。)

「一般入試」というのは、大学入試センターや大学が作成した問題を受験者が解き、大学が受験者の学力を検定する、というものであるのに対し、「AO入試」というのは、受験者が、「自分は将来こういうことをしたい」、「そのためにこういう勉強をしてきたし、ここでさらに学びたい」ということを、大学にアピールする入試である。そのときに選ばれるテーマは、たとえば「地球の環境問題(例えば温暖化)」、「エネルギー問題」、「水資源の問題」、「海中や鉱山での資源の問題」、「地震・津波・台風などの自然災害問題」などなど、地学に関連した問題が極めて多いのだそうである。

さらに「途上国の開発援助をしたい。その地

方の自然環境を知りたい」という学生は経済学部志望であったり、「国際環境保全の弁護士になりたい」という学生は法学部志望であったりして、必ずしも理科系とは限らない。これらの学生も「地学」の知識を必要としているのである。しかし高校では地学は学んでいない、教える人もいない、というので、早稲田塾のような予備校で学ぶことになる。実際、大きな予備校では、そのようなことを扱う専門のスタッフも環境も整えられているところが多い。

このようなニーズに応える形で、「地学」は生き延びることができるのではないかと、というのが同氏の発言の要旨であった。

この発言を聞いて、「なるほど」と思われた面もあったが、これは正攻法ではない、という思いもよぎった。果たして「地学」とは何であろうかという疑問が新たになったので、改めてこの問題を考えてみたい。

4. 「地学」とは何か？

私がセンター試験の出題委員を行っていたころ、地学の出題委員は4グループに分けられていた。

「地質・鉱物」、「固体地球物理」、「海洋・気象」、「天文」の4つである。「地質・鉱物」にはもちろん古生物学も含まれる。「地学」がカバーする分野は、極めて広いのである。先に紹介した1958年(昭和33年)の、全国高等学校校長協会が提唱した高校地学解体論の理由の一つに、「地学には教育の体系がなく、物理・化学・生物の寄せ集めである」というものがあったが、ある意味でこれは当たっている。「寄せ集め」という言い方は不適切かもしれないが、物理・化学・生物をすべて含んでいることは事実である。

この地学解体論に対して日本地学教育学会は、地学は1教科目として存続させるべきだとし、地学の「目標」と「性格」を表明した（日本地学教育学会, 1964）。少し長いがここに引用しておこう。

A. 地学の目標

- ① 地球の表面は、気圏・水圏・地圏の接するところで、ここへ太陽のエネルギーが送られて、三者が互に関係しあっておこる自然環境のもとで人間が生活していること。
 - ② 宇宙の中における地球の位置を正しく把握すること。
 - ③ 現在は、45億年もの長い年月を経て変化し続けてきた地球の歴史の一時点であること。
- 生徒が持つべき確固たる自然観・人生観は以上の中にあり、地学を学ぶ意義はここにある。この目標を達成するにはまとまった科目として学習すべきで、現状では地学が2単位でも止むを得ない。

B. 地学の性格

- ① 自然現象は、物理・化学の法則によっておこるが、物理・化学の法則だけでは解明できない。この点で、地学は数学・物理・化学のように純粋だというわけにはいかない。もし純粋にすれば専門的に分化した科学になってしまう。それではバラバラになって目標にあわない。自然現象は個々の事実を総合してはじめて明らかになるという性格をもつ。

この点で高校地学は、自然現象を素材として総合的に自然を探求する科学的方法や態度を習練するのによい場であるといえる。

- ② 自然科学の系統と地学教育の体系とは別に考えるべきである。

引用は以上である。この作成には坪井忠二氏（東京大学教授・地震学）のアイデアによるところが

大きかったらしい（渡部, 1996）。

ほぼ同じ内容だが、このことを木村龍治氏（2003）は次のような表現で言い表しておられる。「地学は物理、化学、生物と並列関係にはない。物理、化学、生物は自然を構成する特定の要素に着目するのに対して、地学は、実在する自然の全体的な構造を研究対象にする。物理、化学、生物を3原色に見立てれば、それを混ぜ合わせて風景画を描く作業が地学に対応するだろう。」

実にうまい表現であると思う。同氏はさらに続けて「絵画は空間的な構造だけであるが、自然は時間的な構造を含む。その点で、絵画よりも立体的である。そこで、『自然の構造』と『自然の時間変化』という2つの側面をキーワードにしてすべての（実在する）自然現象を統一的に眺めてみようという発想が生まれる。」これが「地学」である、と氏は言いたいのだろう。そして最後に次のように述べておられる。「地学の目的は自分の現在位置を確認させることである。空間的な現在位置とは、地図の上で自分の位置を確認することである。時間的な現在位置とは、過去から未来に向かう時間軸の上に自分を位置付けることである。（中略）地学の専門家になることを目指さない人が地学を学ぶ意義は、自分の存在の意味を問い直すことにあるのではないだろうか。」

ほぼ正答が出たようであるが、蛇足ながらこの空間と時間をもう少し詳しく見てみよう。ここで言う「地図」とは、太陽系を含む銀河系だけではなく、宇宙空間全体を指すのだろう。私が習った頃の教科書には、宇宙空間の大きさの記述はないが、現在の教科書には宇宙の大規模構造（数十億光年）が図入りで紹介されている。また時間に関しても「ビッグバン仮説」が紹介されており、137億年前という、かなり絞り込まれた宇宙開闢の時

間が紹介されている。これらはここ数十年で明らかにされてきた知識であり、この意味で地学は日進月歩の知識体系であると言えよう。ちなみに、2006年の国際天文学連合大会で惑星からはずされた冥王星はもはや惑星ではなく、「太陽系外縁天体」の一つとして紹介されている。ここ数十年という単位で見れば、「物化生地」の中で、最も教科書の内容が変化したのは、「生物」とともに「地学」が筆頭ではないかと思われる。

いずれにしても、この広大な空間と時間の中で、太陽系という小さな惑星群が生成し、その中の「地球」という惑星で生命が芽生え、40億年近くの時間をかけて途絶えることなく進化を遂げ、現在の私たちがいる、ということ認識することが、木村氏のいう「自分の存在の意味を問い直す」ということだろうと思う。特に「地球」という存在がいかに稀有な存在であるかということ認識することは、「地学の専門家になることを目指さない人」にとっても欠かせない重要な知識であろう。

5. 地学教育「私案」

2012年から導入された「地学基礎」の教科書を見ると、かなり新しい知識も盛り込まれており、これを学べば、たとえこの上に配置された科目である「地学」を履修しなくても、上に述べたような内容は概ね習得可能だと思われる。(ちなみに、以前の「地学Ⅰ」、「地学Ⅱ」に分けられていた頃には、「地学Ⅱ」に載せられている内容は「地学Ⅰ」には載せてはいけなく、という制約があったようで、これが大きなネックになっていたという林(2010)の指摘がある。筆者の想像であるがこの制約は今回の指導要領改訂で取り払われたのではないと思われる。)

最近では、高校地学の充実を目指して、副読本や新しい地学教材も多く出版されるようになった。たとえば、筆者の手元にあるものを挙げれば、「新しい高校地学の教科書」(2006)、「地学は何ができるか」(2009)、「新地学図表」(2013)、「もう一度読む数研の高校地学」(2014)、など。これ以外にも多数あるだろう。

しかしながら、ここでは、前節で述べた内容をさらに充実させるために、これらの教科書や副読本などには含まれていない新たな内容をも、地学教育に盛り込むことを提案したい。その内容とは、1. 生態学的な知識、2. 宇宙人探し (SETI) とドレークの方程式、3. 人間原理、である。

さらに、希望したいことの一つに、現代科学が到達した結論のみを知識として教えるのではなく、そこに至る経緯をも含めて教えることが重要ではないか、ということがある。たとえば、太陽系の形は今では観測技術も発達し、かなり詳しく分かっているが、地球が中心か太陽が中心かという問題は、つい最近(17世紀)までは大問題だったのである。これは科学史の領域かもしれないが、是非地学教育の中にも含めたいと願うものである。

以下にこれらの内容を一つひとつ述べる。

5.1 生態学的な知識

多くの教科書には約46億年前に太陽系と地球が誕生し、その後、水蒸気が冷えて海洋を作り、生命が発生し、進化を遂げて現在に至っていることは記載されている。(ちなみに私が高校生だった時の教科書には、カンブリア紀以前は先カンブリア時代と一括して書かれていて、生命の発生については「先カンブリア時代のある時期に、海中に原始的な生物が出現し・・・」と書かれているのみで、35億年前の西オーストラリアの岩石に見ら

れる、微生物化石のことも、光合成をするシアノバクテリアについても全く記載がない。この辺りもここ数十年の学問の長足の進歩がうかがえる部分である。）

しかし、現在の生命系が微妙なバランスの上に成り立っていることはあまり強調されていない。たとえば、地表の土を一すくいすれば、そこには何億という微生物がおり、これらが腐葉土を作り、この中でミミズなどの小動物が生息していて、肥沃な土壌を保っている（たとえば、立花，1970），などということは、「地学」にふさわしい内容ではないだろうか？ 海洋における膨大な量のプランクトンやそれを食べている小魚，それを食べている魚…などなど，海洋でも陸上でも食物連鎖が成り立っており，その頂点に人間がいること，そしてこの生態学的な体系が崩れると人間は生きていけないという知識を持つべきである。これは「生物」で教える内容ではないだろう。そこには，太陽エネルギーの受給という問題も含まれるし（地球におけるエネルギーの収支については最近の教科書では扱われている），安定した地球環境という問題も含まれるからである。

5.2 宇宙人探しとドレークの方程式

「宇宙人探し」とは地球外知的生命体探索，すなわち「Search for Extra-Terrestrial Intelligence (SETI)」のことである。また「ドレーク」とは，アメリカ国立電波天文台の天体物理学者，フランク・ドレーク博士のことである。彼は1961年，同天文台で，宇宙人探しに関する会議を開き，現在，われわれが住む銀河系内で，地球外に知的生命体が存在する数を計算する方程式を提唱した（たとえば水谷，1986）。その方程式は

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_i \times f_c \times L$$

で表される。ここで，

N …私たちの銀河に存在する地球外文明の数

R^* …1年当たり銀河の中で生まれる星の数

(=銀河内の恒星の数/恒星の寿命)

f_p …惑星を持つ確率 (planet)

n_e …生物の存在を許せる惑星の個数(environment)

f_l …生命が発生する確率(life)

f_i …生命が知的生物に進化する確率(intelligence)

f_c …知的生物が交信できる程の技術をもつに至る確率(communication)

L …その文明が続く時間 (Length)

である。それぞれの確率は，非常に不確定性の幅の大きいものであるが，彼が算出した数は10個であった。（銀河系には約1000億個の恒星があると仮定しての計算である。）

実際に彼は上記会議の前年，1960年にオズマ計画と呼ばれる地球外知的生命体探索実験 (SETI)，すなわち約10光年離れた恒星（くじら座のタウ星とエリダヌス座のイプシロン星）方向に電波望遠鏡を向け，信号の観測を行ったが，それらしき信号は観測できなかった。

私がこのことを地学教育の中に含ませたいと考えたのは，ドレークの方程式は高校生でも十分理解できる内容であることと，地球外生命の存在という問題は人類が常に興味を持ち続けている問題だからである。なぜ興味があるかといえば，UFO (Unidentified Flying Object) などという非科学的な興味ではなく，人類とはいったい何かという問題に直結する問題だからである（松田，1990a）。

5.3 人間原理

「人間原理」とは「宇宙原理」に対する言葉である。英語では Anthropic Principle だから，人類学的原理ということになるが，宇宙原理

(Cosmological Principle) に対応させて「人間原理」と訳したと松田 (1990a) は述べている。

コペルニクスは、それまで中世を支配していたアリストテレス、プトレマイオスの「地球中心説(天動説)」を捨て、「太陽中心説(地動説)」を唱えた。しかし、これは太陽系内の話であり、地球は太陽系の中心ではないという相対化が行われたにすぎない(とは言っても、「コペルニクス的転換」といわれるほどの大変なパラダイムの変化だったのだが)。その後の観測・研究で太陽は宇宙の中心からはずされ、銀河系(天の川銀河)に属する平凡な、そして平均的な一つの恒星にされてしまった。さらに銀河系も数多くある銀河の一つであることが分かってきた。宇宙に中心はなく、宇宙は膨張を続けているというのが現在の宇宙論である。そして太陽系で作用する力学体系は宇宙のどこでも同じ形で作用する(一様性)、さらに宇宙には特別な方向はない(等方性)、というのが「宇宙原理」である。宇宙に特別な場所はなく、太陽も地球も宇宙の平凡な一員に過ぎない、ということの確認である。松田 (1990a) によれば、「平凡性の原理」とも呼べる原理である。

これに対してやはり宇宙の中心は人間ではないか、と考えたのが「人間原理」である。人間を宇宙の中心に据えようという人間の復権の論理である。ではこれはアリストテレス、プトレマイオスの時代に戻る考えかというと、そうではなく、全く新しい考えと言っていいだろう。一言でこれを言い表すとすると、「宇宙が現在あるような姿に見えるのは、人間という知的存在がいて、それを宇宙と認識することができているためである。すなわち知的生命を生み出すような宇宙のみが認識される。この宇宙は認識されているのだから、それ

は知的生命を生み出すように設計されている。」(松田, 1990b) というものである。

実はこの「人間原理」には「強い人間原理」と「弱い人間原理」があり(「強い」「弱い」は「人間」を修飾するのではなく、「原理」にかかる修飾語である)、なかなか難しい内容も含まれている(松田, 1990a)。しかし、ここでは先に述べた「宇宙を認識する主体である人間」に関することと思えば十分ではないかと思う。つまり、宇宙を認識するに至る人間がいるから宇宙の存在に意味がある、と考えるのである。これは、人間中心の思い上がりであろうか? もし、生命が存在しなければ、物質の存在も意味を成さないだろうし、生命が存在しても、宇宙を認識することがなければ、宇宙の存在は意味を成さなくなるように思えるのだが、これは間違いだろうか? どんな宇宙が存在してもいいが、もしそれが認識されないのであれば、その宇宙は存在しないのと同じである。その意味でやはり人間は特殊な存在である!?

いずれにしても、一つの哲学的な問いかけであることには間違いがない。先に紹介した木村氏の「地学とは自分の存在の意味を問い直すこと」にも関連した問題である。このことは、多感な年齢である高校生にとって、面白い問いかけとなるであろう。そして、そう簡単には答えが出ない問題があることの一つの例証となるだろう。

5.4 科学史の勧め

地学の分野に限らず、科学にはその発達してきた長い歴史が存在する。しかし、物理にしても化学にしても生物にしても、ましてや数学にしても、教科書は確立された法則や定理を示すにとどまり、それがどういう経緯で真理として認められるに至ったかはあまり記述されていないように思われる。

しかし、地学で取り上げられる「地球が丸い」だとか、「太陽中心説（地動説）」だとかは、長い論争を経て、ようやく到達した結論である。今では月から地球を眺める写真などが沢山あるから、だれもこのことを疑わないが、日常的な感覚で言えば、「月は昇るし、日が沈む」のである。動いているのは、やはり太陽の方なのである。このことを思えば、この長い論争についての知識があると、地学がより一層、身近な生き生きとしたものになるだろう。

この例として近代科学の成立に貢献したコペルニクス、ガリレイ、ケプラー、ニュートンらの足跡は欠かせない知識であろう。これらはすべてヨーロッパの国々で起こったことであるが、当時ヨーロッパを支配していたキリスト教との関連も必要な知識だろう。渡辺（1987）も述べているが、ガリレイの宗教裁判（1633年）の例は科学と宗教の対立の一例として挙げられることが多いが、実はそうではなく、ガリレイは熱心なキリスト教徒であったことから分かるように、ガリレイは「科学（当時は哲学）」と「宗教」との役割の違いを認識すべきだと主張したのであった。すなわち、「宗教」の役割とは「いかにして天に行くか（how to go to heaven）」を教えることであり、「科学」の役割は「いかにして天は運行するか（how the heavens go）」を明らかにすることだ、というのである。この辺りの知識は「科学」とは何かを考える上で大事なことだろうと思う。

また大陸移動説を提唱したアルフレッド・ウェーゲナーとその説の否定、そしてその復活と、海洋底拡大説を経てプレートテクトニクス理論の確立へと発展する歴史（たとえば、クライン、1974）もわくわくするような内容を含んでいる。

さらには生物の進化と大型化に関係したのでは

ないかと考えられるようになった、最近の全球凍結の発見の話（川上、2003；田近、2009）なども、地学の醍醐味を満喫できる格好の例であろう。（つい最近まではあり得ないことと考えられていた「全球凍結」などという概念が、もはやほぼ確立された学説として、最近の高校教科書には紹介されている。これも驚くべき進歩だといわねばならない。）

6. あとがき

現在の地学教育の現状を憂える者の一人として、また地学教育の真の充実を願う者の一人として、かなり大胆な内容の私案を述べた。この内容は、現在の文科省の学習指導要領の範囲を相当逸脱しているだろうと思う。またかなり偏った、私の個人趣味的な内容になっているかもしれない。識者のご批判を請う次第である。

大学受験を控えた現在の高校生は、相当忙しい日々を過ごしているらしい。しかしながら当研究所の「普及活動」の一環として、是非高校生に伝えたいと思う。これは誠に細々とした、遅々とした作業かもしれないが、一人でも多くの人に関心を寄せてくれることを心から願うものである。

参考文献

- クライン、アーサー（1974）：竹内均訳：大陸は移動する—移動説から新しい地球科学へ、講談社ブルーバックス、pp.198.
- 浜島書店編集部（2013）：ニューステージ 新地学図表、浜島書店、pp.201.
- 林慶一（1996）：大学入試における地学の扱われ方の現状と問題点、地学雑誌、105、723-727.
- 林慶一（2010）：戦後の日本の地学教育の流れ、日

- 本第四紀学会主催シンポジウム「学校教育で地学は生き残れるか? : 学会と教育現場との連携に向けて」配布資料.
- 川上伸一 (2003) : 全地球凍結, 集英社新書, pp.203.
- 杵島正洋・松本直記・左巻健男 (2006) : 新しい高校地学の教科書, 講談社ブルーバックス, pp.365.
- 木村龍治 (2003) : 地学教育に対する私見, 地球惑星科学関連学会 2003 年合同大会特別公開セッション「地学教育の昨日・今日・明日—地球惑星科学は理科・地学離れを救えるか—」講演要旨集, 2-3.
- 松田卓也 (1990a) : 人間原理の宇宙論—人間は宇宙の中心か, 培風館, pp.240.
- 松田卓也 (1990b) : 人間は ET を認識できるか, 「科学者のまじめな宇宙人探し」(寿岳潤, 著者代表) に収録, 22-36, 立風書房, pp.218.
- 水谷仁 (1986) : 宇宙人はいるだろうか, 岩波ジュニア新書, pp.192.
- 日本地質学会監修 地学読本刊行委員会編集 (2009) : 地学は何ができるか—宇宙と地球のミラクル物語—, 愛智出版, pp.355.
- 日本地学教育学会 (1964) : 地学教育の課題, 地学教育基礎講座, 第 1 巻, ダイヤモンド社, pp.193.
- 佐藤正 (1996a) : 特集によせて, 地学雑誌, 105, No.6, 675.
- 佐藤正 (1996b) : 今地学を考える—学術会議地質学研連での討議から—, 地学雑誌, 105, No.6, 679-681.
- 関利一郎[編著] (1982) : 地学教育の新しい展開, 東洋館出版社, pp.207.
- 数研出版編集部編 (2014) : もういちど読む数研の高校地学, 数研出版, pp.400.
- 立花隆 (1970) : エコロジー的思考のすすめ, 中公文庫, pp.210.
- 高木秀雄・田村糸子 (2007) : 本当にこれでよいのか? 消えつつある高校「地学」, 科学新聞, 2007 年 4 月 13 日.
- 田近英一 (2009) : 凍った地球 スノーボールアースと生命進化の物語, 新潮新書, pp.195.
- 渡部景隆 (1996) : 地学教育の歴史, 地学雑誌, 105, 694-702.
- 渡辺正雄 (1987) : 科学者とキリスト教, 講談社ブルーバックス, pp.219.
- 吉岡直人・藤田勝代 (2010) : 地学は生き残れるか, 2010 年度・京大防災研究所一般研究集会「地学教育の現状とその改革」講演集, 63-65.