

はじめに

—現代人にとって 必須の科学的素養とは何か？—

「現代人にとって必須の科学的素養とは何か」という疑問が本書をつくるきっかけになった。ここで「科学」とは技術や医療を一部として含む広い意味での自然科学のことを指している。現代科学は近代的な産業の基盤になっているだけでなく、日常生活の一部にも入り込んでいる。現代人はそのときどきの興味と関心と必要性にもとづいて科学的知識を手に入れる。今の社会にはそのための機会やツールが少なからず用意されているから、基本的にその姿勢でやって行けると思うが、自己流の学び方ではどうしても偏る。また時間もかかる。ゴルフやテニスと同じで、初心者うちにきちんと教程に従って専門家から手ほどきを受けておいた方が後のためにはよい。端的に言えばこの本はそのためのハンドブックである。授業の教科書としても使えるし、座右の書として自学自習してもよい。そのための練習問題も章末につけ加えた。

しかし科学のハンドブックをつくるのはそう簡単ではない。自分自身がこれまで受けてきた学校教育のことを思い出していただければわかると思うが、いわゆる「理科」の教育内容は物理、化学、生物、地学の4科目に截然と分かれていてそれぞれやり方が違う。「技術」になると、その違いはさらに大きくなる。教科を担当する教員は、自分の専門と違う分野の問題には腰が引けてしまい、積極的にかかわりたがらない。大学における専門分野（ディシプリン）はそれ以上に専門分化が進んでいるので、相互のコミュニケーションをとることが難しい。大学のディシプリンは他の分野と区別立てをしてテリトリーを確保することで成り立っている側面があるから、これはある意味で自然のなりゆきである。

このような困難をおかしてわが国最初の統合科学 (Integrated Science) の本をつくろうとしたのは、2009年から筑波大学において「現代人のための科学」が開講されたためである。この講義は筑波大学の教養教育のコアである「総合科目」において、文系分野の初年次学生がほとんど理工系分野の科目を選択しない現実に危機感を感じて計画されたものである。文系の学生に限ったことではないが、大学に入った学生は高校時代に履修してこなかった理系の科目を選択しようとしなない。特に物理や化学の科目においてその傾向が強い。高校で履修しなかったということは、その分野については中学理科程度の素養しかないということだから、現代人としていかにも心もとない。将来、必要に応じて学ぶとしても、もう少ししっかりした基盤をもたせられないか？

そこで「持続可能な社会」というテーマに沿って自然科学の各分野を統合し、科学を一体のものとして広く見渡せる内容の科目をつくることにした。このプロジェクトには物理、化学、生物、地球科学のそれぞれの分野の最前線で活躍している合計18人の研究者が参加し、結果として筑波大学あげての取り組みとなった。このようにして、1年3学期の各学期に開講されることになった「現代人のための科学Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ」の講義録を土台に、2年以上の歳月を費やしてできあがったのが本書である。

草稿ができあがった直後の2011年3月11日に東日本大震災が勃発し、津波の被害と福島第一原子力発電所の事故が人々の心と生活に深い傷跡を残した。本書はあえてこの問題を追加的に取り上げることにはしなかったが、編者らはこの災害・事故が社会の根本的な転換を促すものではないかと感じている。このような転換期を生きて行く上で、統合科学の素養が必要であることを改めて実感した。自然災害を広い科学的視野からとらえること、核や放射線の問題を太陽系や元素の進化にまで掘り下げて深く理解すること、社会の構成員のそれぞれが科学的素養に基づいて自分自身の立場を明快にすることなど、本書の背後にある統合科学の理念は時宜にかなったものだと思う。

「現代人のための統合科学」において意識されているのはいうまでもなく地球環境だが、その構成要素として特にエネルギーと生命の二つの概念を重視して編集した。1章から23章までの各章がこの二つのキーワードに収斂されるよう構成されている。その内容をわかりやすくまとめれば次のようになる。

1章から5章までの各章では、「科学とは何か」を問いながら、エネルギーをはじめとする基礎的な力学の概念や、原子・分子について丁寧な説明がなされている。「使えるエネルギーと使えないエネルギー」の比較を通じてエントロピーの概念が導入されている。これは16章において、化学エネルギーを有効利用するときのキー概念となる自由エネルギーの考え方にたどり着くための伏線でもある。

「持続」を問題にするからには「時間」について正しい認識をもたなければならない。

6章から8章までの宇宙論では、近代科学における時間と空間の概念を最新の成果にもとづいてわかりやすく説明している。読者はここで、「持続可能な時間」について思いをめぐらすことになるだろう。

9章の地球上のプレート・テクトニクス論を経て、10章からは地球の環境が長い時間をかけて形成されていく過程がマクロとミクロの両面から描かれている。10章では地球上に誕生した特定の生物群が大量に地球上から消えてしまう「大量絶滅」がこれまで少なくとも2度あったこと、11章では地球大気の大循環の観点から地球温暖化やオゾンホールの問題が取り上げられている。12章と13章では一転して原子・分子のミクロな視点からオゾンホールおよび地球温暖化に関係している大気の化学を扱っている。第14章では、水循環と水収支について、身近な例から、水の惑星としての地球システムまでを議論する。水そのもののミクロな性質は、化学の基礎知識と合わせて15章でまとめられている。16章では、持続可能な社会を実現する上で必ず知っておかなければならない化学エネルギー利用の原理が説明されている。

17章から、地球が誕生してから現在までの46億年の間にどのようにに生命体が出現し、どのような戦略で環境に適応し、どのように生きているかが説明されている。いよいよ本書の核心に迫る内容が述べられている。18章では生命とエネルギーの深いかわりについて説明し、太陽があらゆる生命の源であることを述べている。19章では生命現象の基本単位である細胞が、からだをつくりあげ個体の生命を維持している様子が説明されている。細胞・個体・集団のレベルの遺伝は第20章で、分子レベルの遺伝は第21章で扱われている。1953年に発見されたDNAの二重らせんモデルが、生命にかかわる科学全体を

画期的に変えたことがこれらの章からうかがわれる。22章では生物の本質にかかわる「進化」について述べられている。いくつかの動物を例に、生物の多様性が進化のたまものであることを説明している。23章は生物の代謝と物質の動態を地球規模でとらえ、炭素の循環と生物過程を説明する本書のまとめとも言える部分である。

また、「長いあとがき」として、本書の基盤となっている科学リテラシーの考え方とアクティブラーニングの概要を述べ、大学の課程に統合科学の教程を導入すべきことを主張している。

本書においては、1章から8章までが物理学分野、9章から16章までが化学・地球科学分野、17章から23章分野が生物分野の専門家が担当した。しかし、全体の流れと、鍵となる概念を浮き立たせるために、分野の境界を設けず内容において相互に乗り入れて調整した。大学の各分野が協力して一つの「物語」をつくったことが本書の最大の成果ではないかと思っている。

最後に、本プロジェクトを含む筑波大学の教養改革を推進された石田東生、石川本雄両教授、辛抱づよく原稿を整理して下さった河内真美氏、および本書の出版をお引き受け下さった筑波大学出版会に心からお礼を申し上げます。

2011年10月31日

編著を代表して
小笠原 正明