# ISSE 理系テキスト編集のねらい

ISSE は「科学の体系的教育についての研究（会)」の略です．活動はまだ始めたばかりです．

理数科学にとっての 20 世紀は，めざましい発明・発見の相次いだ 100 年というばかりでなく，科学理論の体系化が驚異的におし進められた世紀だったことが特徴でしょう．しかし，その反面，これに対応する科学教育の体系化，すなわち，既成の学科の枠を超えて学際領域まで踏み込んで，初学者にとって何をどの順序で提示されることが最も有効なのかという点への考察，は遅々として進んでいないのが現状ではないでしょうか．

体系化というと，

$$\text{哲学} \Longrightarrow \text{数学} \Longrightarrow \text{物理学} \Longrightarrow \text{化学} \Longrightarrow \cdots\cdots$$

という構図を思い浮かべてしまいがちですが，この構図は「学ぶ」という立場から見ると必ずしもふさわしいものとは言えません．むしろ,「物理学にとって，どのような数学が必要か.」,「化学にとって，どのような物理学が必要か.」，あるいは,「生物にとって，どのような化学が必要か.」という絶えざる問いかけの下にカリキュラムを構成すること，さらに，科学史的に相補的に発生してきた事項を理解する場合には，タイミング良く並行学習すること，を求めるべきだと考えます．

この作業は，試行錯誤，関心のある方との討論，学びつつ生じてくる疑問点に答えること，等の過程を経て，より完成度の高いものに仕上げて行く予定です．そのため，ここで指摘することは編集方針の一部に過ぎませんが，数例を取り上げてみましょう．

- 力学について：

  ニュートン力学をどのように理解するかによって，物理の全体像に関する，いわば,「初期条件」が定められてしまうものなのですが，初学者のための教授法は，微分概念を避けた説明が国際的にも主流ですが，そろそろそこから脱皮すべき時期と考えます．よく知られているように，微分法の成立にはニュートンもその一翼を担ったことから考えても，微分と力学は同じ時期に学ぶべきでしょう．さらに，微分以前に学ぶ極限に関しても，詩人であり，かつ，物理学者でもあった，G．バシュラールの著書「近似的認識試論」における指摘を待つまでもなく，自然科学が近似的な手続きによって成立しているということに関連づけずに，機械的な計算法に終始してしまうことは避けるべきでしょう．

  「慣性力」という考え方が，恐らくは単にやや難しい力学問題を解く目的のために，導入されていますが，これは，ダランベールの原理 (ニュートンの運動方程式を力学原理として認めない立場）の矮小化であり，最初に学ぶべき事項とはなり得ないはずです．さらに，この導入を擁護して，一般相対論との関連などに言及するとすれば，教える手順の飛躍もいいところです．やはり，力学はニュートンからラグランジュ，そして，ハミルトンから量子力学へ至るメインストリートに乗っかってみることから先行すべきであると考えます．

- 電磁気学について：

  数学の側で線積分．面積分，ベクトル解析を習わない段階で，電磁気学をどのように理論展開するかが問題です．だからと言って，この分野を現象学に終始すれば，決して習得したという実感が得られるものではないでしょう．この部分は 2 つの大きな流れを単元を分けて解説する方法を採ります．まず,「波動の物理学」の単元では，簡単な波動場の理解の後，電磁

場を導入し，一方の「物質の構造」の単元では，主役を物質において，その構造的反映である電気．磁気を考察するというスケジュールです．

- 化学について：

  物理学にとっても重要な単元である「物質の構造」は，化学からの要請によって組み立てられていることは前述の通りです．化学では，極めて多様な物質の世界を対象とするために，ともすれば物質の性質を記述する博物学に陥りそうになりがちですが，この「多様な物質の世界を支配する基本原理は何か」という視点に立ったとき，化学から要請される物理学が見えてきます．化学現象は，基本的には静電気力で記述できます．原子同士が結合を形成して分子や結晶を構成する現象も，いろいろな化学反応が起こることやある物質は極めて反応性に乏しいことも，静電気力で説明できます．したがって，化学の学習に先立って「力学」や「電磁気学」を学ばなければならない，となりそうですが，化学的に興味があることを，それまで待てというのもどうでしょう．当然，力学や電磁気学の学習と並行して化学の学習が進められ，相互に補い合いながら学習効果を高めていくというのが本来のありかたでしょう．また，化学の学習で初学者が感じる困難に,「原子」という目にみえない実体のとらえにくい存在を考察する点があります．原子の運動は，量子力学で記述されます．しかし，化学の学習を量子力学をマスターするまでおあずけ，というのは暴論に過ぎます．本カリキュラムでは，化学に先行，もしくは並行した「原子論の成立」の科学史の単元を設けます．そこから，量子力学の成果の一部を事実として取り入れて，その上でできる議論を正しく展開していきます．科学の思考方法の中で，何が事実であり，何が仮定なのかを曖昧にすることは，決して許されません．自然科学の教育でも，この態度は堅持されなければいけません．本カリキュラムでも，いつでも出発点をはっきりさせて，明快な論理展開を目指していきます．

現在考えているプログラムは，次表の通りです．

| 科目 | 教科構成 |
|---|---|
| 数学 | I. 集合の数学 A．演算の規則　B. 図形の対称性<br>II. 極限の数学<br>III. 密度の数学（データ解析，分子運動論の補完） |
| 物理学 | I. 粒子の物理学<br>II. 波動の物理学<br>III. 物質の物理的構造 A．熱力学的構造　B．電磁気学的構造 |
| 化学 | I. 物質の構成<br>II. 物質の変化<br>III. 物質の化学的構造 |
| 基礎的準備 | I. 科学の現象論<br>II. 現代科学史（物質構造理解への補完） |

生物等は，第一段階では手をつけることができません．また，カリキュラムの目的は，あくまでも理数系の専門書（どのようなものであれ）を読解する能力の養成にあり，科学の最先端まで踏み入れることにはありません．

テキスト編集には，学ぶ者の年齢は特に意識しておりません．低年齢の場合としては，中学を卒業してすぐ筋道の通った学習を希望する人，また，大学に入学したものの基礎学力の不足を痛感している人や，科学技術の専門職や教える立場にある人がこの分野の見直したいと考えた場合等の幅

広いご利用を希望します．さらに，当然のことながら，ここ提起するものが唯一の教育体系とは考えてはおりません．これを契機として全く発想の違う多様な教育体系，あるいは，ここでカバーできていない方面についてのテキストの編纂が生まれることを期待しております．