

## 企画セッション（「シグマ」調査専門委員会主催、核データ部会共催）

### 『シグマ』調査専門委員会 2019、2020 年度活動報告」

## (2) 核データ分野の人材育成

東京工業大学

ゼロカーボンエネルギー研究所

片渕 竜也

[buchi@zc.iir.titech.ac.jp](mailto:buchi@zc.iir.titech.ac.jp)

### 1. 人材育成と教科書作成

日本原子力学会 2021 年秋の大会の企画セッション『シグマ』調査専門委員会 2019、2020 年度活動報告」の一部として人材タスクフォース (TF) の活動報告を行った。以下、会議発表内容について紹介する。

本 TF では主に次世代の核データ分野の人材育成のための教科書の策定を行った。これまでも核データ関係者の間で核データの教科書を作るべきではという意見がたびたび出されてきた。核データ研究は、原子核物理という理学と原子力という工学の接点にあり、その両方の知識を必要とする。現在、核データ分野の初学者は原子核物理、原子炉物理、放射線計測などのそれぞれの分野の教科書を読み、学習者が自ら核データに必要な知識を再構成しているのが現状である。効率よく勉強するために核データを中心に据えた教科書が欲しい。これは自然な要望である。実際、原子核物理については多くの教科書が執筆されてきた。

それに対し、核データのための教科書はほとんどない。これまで書かれた日本語の核データ教科書と呼べるのは唯一、Hughes の「中性子断面積 – 原子力実験の基礎」(西野治訳) [1]くらいのものである。一方、炉物理の教科書が比較的良好に核データの説明に頁を割いている。例えば、ラマーシュの「原子炉の初等理論」[2]の 1~3 章は中性子断面積についてかなり丁寧に解説している。しかし、あくまで原子炉物理を学ぶ者が知っておくべきことに限定されており、核データ研究という観点から見ると記述範囲をもう少し広げる必要がある。

以上の点を踏まえ、本 TF では教科書の執筆の方向性について議論を行った。本 TF 活動開始時には「核データ評価者」養成のための教科書執筆を想定していた。しかし、議論の中でそれでは対象が狭すぎるのではないかとの意見が出された。確かにより多くの学生に核データ分野に興味を持ってもらえるような教科書を作る方が核データコミュニティとしても有益である。したがって、教科書の対象者を核データ研究に携わる大学院生

と想定した。

## 2. 教科書のスタイルと難易度

次に教科書のスタイルについての検討を行った。これまでの教科書をおおまかに分類すると以下の3つのスタイルが挙げられる。

1. 物理的な記述の正確さを重視し数式を駆使したもの
2. マニュアル的なもの（計算コードのマニュアルの付録など）
3. 数式をなるべく使わない読み物的なもの

それぞれのスタイルには当然のことながら一長一短がある。1は従来の原子核物理の教科書であり、厳密ではあるが、やはり物理学科出身以外の学生にはとっつきにくい。量子力学がひとつの壁になっている。2は必要な核反応理論の知識が簡潔にまとめられており、専門家には便利なスタイルであるが、初学者が学習に使うには不向きである。3は概念をイメージさせることを目的としている。教科書というより読み物という位置づけになる。イメージを掴むにはいいが、研究で使える知識にはならない。

以上の議論から、適した教科書のスタイルは学習者のレベルに応じて大きく異なることが分かる。本TFでの議論の結果、各項目の記述のレベルを多層的な構造にすることで対応できるのではないかと結論に達した。そのコンセプトを模式的に示したのが、図1である。各学習項目は3つの難易度レベル（易、中、難）でそれぞれ完結した記述をする。こうすることで学習者のレベルに対応する。ひとつのレベルだけ通して読んでも学べるようにする。例えば、初学者であれば、易レベルだけを通して読んでも核データに必要な知識の全体的な概略がつかめるようにする。さらにこのスタイルを採用することで、特定の項目に興味のある読者は、その項目の記述を易→中→難レベルと学習することで、その項目についての知識を深めるといった読み方も可能となる。

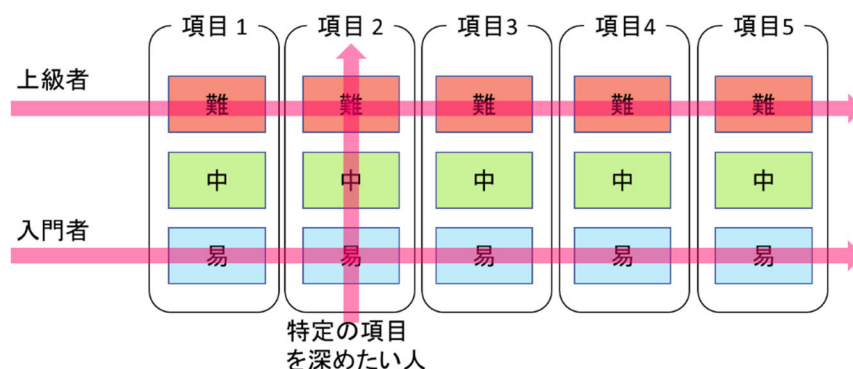


図1 核データ教科書の多層構造コンセプトの模式図

検討の結果、具体的な難易度レベルを次のように設定した。

**レベル 1 (易)** 理解にそれほど高度な数学を必要としないレベル。具体的な例を多くしてイメージしやすくする。

**レベル 2 (中)** 学部で量子力学を勉強した学生が理解できるレベル。理解しやすくするため問題の単純化や数学的な厳密さは犠牲にしてもよい。

**レベル 3 (難)** レベル 2 より数学的に厳密な記述。レベル 2 で出て来た記述をさらに一般的な場合に拡張する。最新の研究内容に関する言及など。詳細な式の導出などは付録にすることも考えられる。

教科書の公開方法については、現代の学生のスタイルに合わせ、インターネットで公開する。インターネットの特徴を生かし、項目間に相互リンクを貼り、参考文献、参考ページにもリンクを貼る。また、記述毎に難易度レベルを明示し、学習しやすくする。全体統括を行う編集者が記述内容のチェック、レベルの判断を行う。

### 3. まとめ

以上、現在までに本活動の人材育成に関わる教科書作成について検討・決定した内容を報告した。現在、記述項目の検討と各項目の執筆担当者の選定を進めている。核データ最大のユーザである炉物理研究については、大学での研究室があり、学問としての分野（原子炉物理学）がある。一方、核データについてはこれに対応する核データ（工）学のようなものがない。大学にも核データを専門としている研究室は少ない。原子核物理の研究室との連携は模索する必要があるが、このためのツールとしての教科書の作成については上述した通りである。どのような在り方が良いか、長く議論を重ねてきたが、この2年の活動で方向性が見えてきた。まずは核データ評価者の育成ではなく、興味を持ってくれる学生の醸成が第一である。この中から、評価者が育成されればよいというスタンスが見えてきた。このためには学習項目の列記だけではなく、その中での難易度レベルに合わせた資料作成を行うこととした。会議でも意見が出されたように具体的な執筆項目、執筆者、スケジュールを確定させ、できるだけ早く執筆にとりかかることが肝要である。

### 参考文献

- [1] D. J. Hughes 「中性子断面積 - 原子力実験の基礎」 西野治訳、産業図書、1965 年
- [2] J. R. Lamarsh 「原子炉の初等理論 (上)」 武田充司、仁科浩二郎訳、吉岡書店、1974 年