

総合講演・報告1 「シグマ」調査専門委員会 [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

Activity report of research committee for nuclear data in the fiscal years of 2019 and 2020

(2) 核データ分野の人材育成

(2) Human Resource Development for Nuclear Data Research

*片渕 竜也¹¹東京工業大学

1. 人材育成と教科書作成

本活動では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、本活動では教科書の執筆の方向性について議論を行った。本活動の開始時には想定として「核データ評価者」を養成するための教科書としていた。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。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、教科書の読者を核データ研究に携わる大学院生と想定した。

教科書の方向性についてはHughesの「中性子断面積」の姿勢を本活動でも採用した。はしがきに述べられた執筆の動機は、教科書執筆に当たって非常に参考になるものである。少し長いが引用する。

断面積を用いねばならないが、高級原子核理論には通じていない人達を対象として

・・・中略・・・

現在仕事の上で断面積のデータを使わねばならぬが、原子核の理論には不案内という人が多数いる。断面積に関する請求には簡単な理論の力により解答できるものも多いが、原子核に関する訓練なしにはこれらの情報を十分に活用することは容易でない。断面積について明確な形で質問するだけでさえ基礎的な知識が必要である。

必要な情報は集積結果だけから得られるわけではない。

D. J. Hughes 「中性子断面積」西野治訳

このはしがきから、Hughesが、核データの利用者が必ずしも原子核物理を習熟しているものばかりではなく、それ故に核データ利用に支障をきたしているという問題意識を持っており、その解決の一助として書いたことがよく分かる。核データの教科書を執筆するに当たっては我々も同様の問題意識を持つべきと考える。

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（従来の原子核物理の教科書）
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は厳密ではあるが、やはり物理学科出身以外の学生にはとつきにくい。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。講談社のブルーボックスが代表的なものとして挙げられるだろう。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の応じて大きく異なることが分かる。本活動での議論の結果、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。

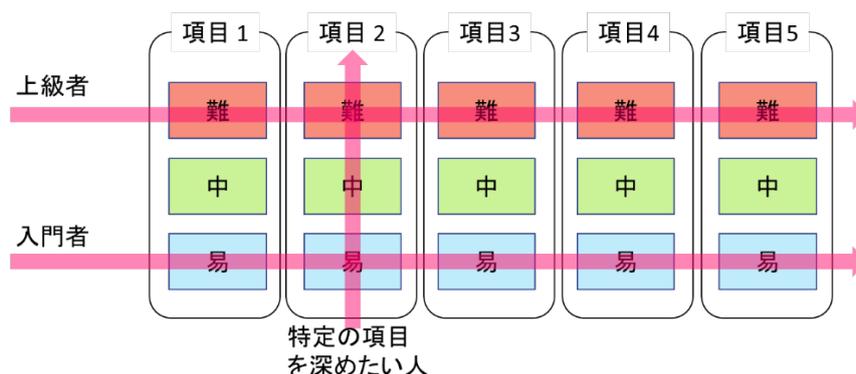


図1 核データ教科書の多層構造コンセプトの模式図

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） ブルーボックスとファインマン物理学[3]の間くらい。理解するの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（例えば原子核のスピンが0の場合だけ扱うなど）。

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・決定した内容である。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。このため、大学にも核データを専門としている研究室はなくなってしまった。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が、もう少し時間がかかりそうである。人材の枯渇を鑑みるとあまり猶予はないが、できるだけ早急にできるところから作成を続ける必要がある。

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
- [3] R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. L. Sands 「ファインマン物理学 1～5 巻」 砂川重信訳、岩波書店、1979 年

*Tatsuya Katabuchi¹

¹Tokyo Institute of Technology