



シグマ委員会 60 周年にあたって

ーシグマ委員会 60 周年によせてー

原子力機構
先端基礎研究センター
西尾 勝久
nishio.katsuhisa@jaea.go.jp

シグマ委員会が創立されてから 60 年が経つにあたり、日本の核データ活動を世界のトップレベルにまで成長させてこられた委員および関係する皆様の絶え間ない努力に敬意を表します。私は、学生時代から核データ測定に関して先生方のご指導を受けるとともに、原子力学会や核データ研究会において成果報告をさせていただくなど、まさに核データ分野に育てていただきました。このような機会を得ましたのも、実験施設を運営維持されてきた先生方や、研究会における議論の場を構築された組織委員の皆様の努力によるものであることを、現在、微力ながら同じ作業をしている身分として、改めて認識しております。

核データ活動は、基礎研究から実用に至るまで、研究開発のステップが階層を持って構築されている点でユニークであると思います。具体的には①基礎となる核データの取得やデータを記述する理論の構築、②ライブラリーや計算コードの構築、③原子炉や加速器システムへの適用と計算といった流れがあります。さらには、基礎から応用に向かって、一方通行の流れで完結するものではなく、③の結果を踏まえて、再度、①に向かって課題が与えられるという循環があります。実験データを取る立場から見ると、「実験データをとって論文にまとめたとしても、これで仕事が終わるわけではない」と言われるように、将来、自分がとったデータを自身で改めて見直す状況が生まれます。

核データの測定を 30 年近く行ってきた立場として、重要であると思った点があります。ひとつには、まわりの状況や、短期的な評価とは別に、自分が重要であると思った研究を進めることです。ここでは、私が携わっている研究分野の 1 つである核分裂に関して、これまでの動向を述べたいと思います。

私の大学院での研究テーマは、核分裂の実験に関するものでした。このテーマに至る前に、最初、指導教員だった先生から「何をやりたいか自分で決めなさい」と指導を受

けました。漠然とでしたが、原子力エネルギーの基礎となる現象である核分裂に興味があったので、図書館に行くなどして、半年近く、過去の論文を勉強しました。核分裂の実験は、アメリカ、ロシア（ソ連）、ヨーロッパを中心に、かなり多くの仕事がされており、圧倒された記憶があります。それでもなんとか博士課程でのテーマを決めることができました。これは、京大原子炉実験所（現複合原子力科学研究所）の KUR からの中性子ビームを使ったもので、ウランなどが核分裂して生成される核分裂片から放出される即発中性子の数を核分裂片ごとに決定するとともに、中性子エネルギースペクトルも核分裂片ごとに決定するものです。前者の中性子の数は、核分裂片の励起エネルギーを与え、ここから、核分裂直後に核分裂片がどの程度変形しているかがわかる、重要なデータです。一方、後者のエネルギースペクトルは、核分裂片の温度についての情報を持っており、前者と組み合わせることで、原子核の構造が殻補正エネルギーという形で見えてきます。勉強を始めた 1990 年代後半は、「核分裂」の基礎研究は、それほど盛んではなかった、という印象があります。すでに、古いテーマとの認識があったかもしれません。また、基礎過程から考察し、実験データと直接比べることのできる分かり易い理論も無かったと言えます。計算機の能力にも限界があり、核分裂を理論のテーマとして掲げるには困難であったと推測できます。

しかし、2000 年ごろから、核分裂測定 of 技術的な発展により、核分裂研究が新たな段階に入りました。一つは、ドイツ重イオン研究所における測定で、核子あたり 1 GeV に加速した ^{238}U ビームを標的に衝突させて多くの核種を生成し、これらをさらにクーロン励起させて核分裂を起こすものでした。逆運動学を使ったこの手法により、調べることのできる原子核の数が格段に増えるとともに、それまでオフラインでの放射化分析でしか見ることのできなかった核分裂片の陽子数に対する収率曲線が描かれました。原子力機構・先端基礎研究センター（ASRC）は他機関との協力のもと、CERN-ISOLDE において、スパレーション反応で生成され、中性子数が極めて欠損した水銀 ^{180}Hg が、質量非対称分裂することを発見しました（2010 年）。原子力機構タンデム加速器（東海）では、多核子移行反応を用いることで、中性子過剰な原子核の核分裂を調べることのできる手法を構築しました（2016 年）。これら新たな実験は、古い課題と思われた核分裂研究に光をあて、多くの実験および理論研究を引き出しています。

理論では、日本のチーム（京大、甲南大、関西大、東工大、近畿大）が、動力学モデルによる核分裂の記述に多大な貢献をしました。これにより、核分裂片の収率分布、運動エネルギー分布などが計算され、高い一致精度で実験データと比較できるようになりました。20 年前は、核分裂片の収率分布を、このような基礎過程で記述するモデルと比較することは夢のようでしたが、現在では、核分裂メカニズムの本質にせまる議論がされています。

近年、天体における r-プロセス元素合成において「核分裂リサイクル」が注目され

ています。r-プロセスで重い元素まで到達すると、それらの原子核は、核分裂を起こすようになります。ここで生成される核分裂片は、収率に応じて自然界での元素組成を変えると考えられており、このため、中性子過剰核ではどのような核分裂が出現するか、様々な理論が盛んに展開されています。核分裂に関するこれらの実験・理論の研究は、私の学生時代からは考えられないくらい活発になってきています。

時代により注目度は変化すると思いますが、自分が信じる研究を地道に続けることが重要だと思います。その過程で、新しい実験技術や理論を開花させることができ、研究に新たな流れを作ることができると思います。シグマ委員会 70 周年を迎えるころには、様々な新しい話題が活発に議論されていることを期待しています。