



ソフトとハードの両面から

北海道大学大学院工学研究院量子理工学部門；
博士研究員

長谷美宏幸

1. はじめに

私は北海道大学に入学し、同大学院へ進学、2015年に北海道大学大学院工学研究院の加美山隆准教授の指導のもとで博士(工学)の学位を取得した後、現在に至ります。所属の「量子理工学」という言葉が示すとおり、原子力や放射線といった分野が専門なのですが、幸運にも金属学会の会報にて執筆する機会を頂きましたので、私のこれまでの研究活動を振り返りつつ、研究内容のご紹介をさせて頂きたいと思えます。

2. これまでの研究

私の学生時代の研究テーマは、パルス中性子イメージングに関するものでした。パルス中性子イメージングとは、加速器を用いて発生したパルス状の中性子を物質に照射し、物質を透過する前後の中性子エネルギースペクトルの変化を解析することで、物質内部の結晶組織情報や核種情報、磁場情報などの物理量を取得する技術です。また、2次元の中性子画像検出器を用いることで、これらの物理量の空間的な分布を数 cm から 10 cm の視野、サブ mm から数 mm の位置分解能で一挙に非破壊で取得することが可能です。修士時代はパルス中性子イメージング用の小型加速器中性子源の減速材に関する研究を行っていました。減速材は中性子を実験に適したエネルギーまで減速させる機能を有するものです。私はパルス中性子イメージングに特化した減速材の開発を目指し、モンテカルロシミュレーション計算を利用して材料や形状の最適化計算を行っていました。この研究はパルス中性子イメージングの中では、いわば「ハードウェア」に関する研究と言えます。対して、発生した中性子を利用して物質内部の物理量を得るために実験を行い、さらには解析を行うことは大雑把に言えば「ソフトウェア」(もしくは「アプリケーション」)ではないかと思えます。この例に限らずハードウェアとソフトウェアは切っても切れない関係です。当時の私は減速材の研究を行う中で、パルス中性子イメージングの「ソフトウェア」を研究・開発することの必要性を認識し、博士課程進学時には新たな研究テーマに取り組む決意をしました。

博士課程において取り組んだ研究テーマは中性子共鳴吸収

分光法による核種情報イメージングに関するものです。中性子共鳴吸収分光法とはパルス中性子イメージングの一種で、熱外中性子と呼ばれる比較的高いエネルギー領域にある中性子と標的原子核が引き起こす共鳴現象を利用して、物質内部の核種情報を取得する技術です。共鳴とは特定のエネルギーの中性子が原子核に強く吸収される現象で、そのエネルギーは核種によって固有であり、つまり共鳴エネルギーを分析すれば同位体レベルで核種の同定が可能です。また、原子核の熱振動により中性子との相対的速度にゆらぎが生じることから、これを解析することで物質内部の温度を測定することも可能です。中性子による材料評価手法として中性子回折法や中性子小角散乱法が有名ですが、中性子共鳴吸収分光法はそれらとは異なる物理量が得られ、また透過中性子を測定することから2次元検出器によるイメージングが可能な、強力な材料評価ツールです。この中性子共鳴吸収分光法は北海道大学の有する電子線形加速器に設置された中性子源や大強度加速器施設 J-PARC の物質・生命科学実験施設 MLF において研究されていましたが、減速材から放出されるパルス中性子の時間分布の影響により、検出された中性子エネルギースペクトルが広がることで、定量的な解析が行えないという問題がありました。そのため私は、モンテカルロシミュレーションにより中性子の放出時間分布を再現してエネルギー依存の関数として表し、これをラインプロファイル解析に利用する手法を開発しました。J-PARC の MLF における実験データに対してこの手法を適用したところ、試料に含まれる核種の原子数密度を誤差数%以内で定量することに成功しました。この手法の開発には修士時代の「ハードウェア」研究の経験や知見が生かされており、ソフトとハードの両面を学ぶことの重要性を改めて気づかされました。

3. これからの研究

現在私は次世代原子炉燃料の健全性評価のための非破壊分析技術の開発に関するプロジェクトに従事しております。先にご紹介した中性子共鳴吸収分光法を利用して核燃料内の核物質の定量や温度を可視化する技術の高度化が主な研究テーマです。中性子は高い透過力や同位体識別能力など非破壊分析用のプローブとしての優れた特徴を有しているものの、X線など他のプローブと比べてビーム強度が弱いために高解像度イメージを得ることが難しいという問題があります。そのため、高精細の X 線 CT 撮像と中性子共鳴吸収分光法を組み合わせた新たな中性子・X線相補イメージング技術の開発が必要になります。日々新たに学ぶことの連続ですが、ソフトとハードの両方の視点から考えることを忘れず、研究に邁進して参りたいと思えます。

4. おわりに

最後になりますが、博士課程時代の指導教官としてご指導いただいた加美山隆先生をはじめ、研究でお世話になった大学・研究機関の皆様に対して、この場をお借りいたしまして深く感謝いたします。

(2016年1月28日受理)[doi:10.2320/materia.55.172]

(連絡先：〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)