

<研究室便り>

長岡技術科学大学 技学研究院 量子原子力系
原子力安全講座 原子力システム工学研究室

竹澤 宏樹

研究室便り第3回では、長岡技術科学大学の原子力システム工学研究室の活動について、本学の概要や位置づけも交えながら紹介します。

1. 長岡技術科学大学の量子・原子力に係る教育研究

長岡技術科学大学は、主に高専卒業生を受入れ、大学院に重点を置いた新構想の大学として、昭和51年10月(1976年)に開学しました。令和8年(2026年)には開学50周年を迎えます。キャンパスは、長岡市内を流れる信濃川の西岸にある丘陵地帯に所在していて(図1)、長岡駅からの所要時間は越後交通バスで30-40分です。「技術科学」(技学)の定義は、「現実の多様な技術対象を科学の局面から捉え直し、それによって技術体系を一層発展させる技術に関する科学」であり、よく間違えられる「科学技術」とは異なる概念です。長岡では、技科大ではなく技大として親しまれています。開学当初から、学部4年生が企業等で半年ほど実務を経験する「実務訓練」(現在の長期インターンに相当)を卒論の代替としてカリキュラムに組み込んでいるなど、ユニークな教育システムを展開しています。全学的に留学生も多く、国際色豊かな大学です。

技大の量子・原子力教育研究は、開学当初から行われてきました。昭和55年、学内に大強度パルスパワー発生装置 ETIGO-I が完成し、昭和59年には慣性核融合の研究施設として粒子ビーム工学センターが設立されました。これを発展させるかたちで、平成11年(1999年)には、太陽や宇宙天体にしか存在しない極限エネルギー密度状態を実験室内で創り出し、これを新材料の創製などに応用するため、極限エネルギー密度工学研究センターが設立されました。以降、本センターを中核として主に量子系の教育研究が展開されてきました。その後、2010年頃から、当時の新原 皓一 学長のリーダーシップのもと、量子・原子力に係る専攻の設立に向けた準備が始まり、2011年3月の福島第一原子力発電所事故を経て、2012年4月に大学院に原子力システム安全工学専攻が設立されました。炉工学に関連した研究室としては、核データ分野の臨界・バックエンド研究室(片倉純一 先生)と熱流動分野の原子炉伝熱流動・安全技術研究室(高瀬和之 先生)がこれまでに運営されてきました。2022年4月には、全学的な改組にともない、原子力システム安全工学専攻は工学専攻 量子・原子力統合工学分野となり、現在に至ります。修士課程の学生数は例年20-30名の規模で、そのうち10名前後が留学生である点も当分野の特色です。学部には量子・原子力に関連した課程は設置されていませんが、全学の学部3年生を対象とした「量子・原子力工学コース」も運営されていて、例年10-15名程の学生が本コースを履修し、当分野の各研究室において実習などに積極的に取り組んでいます。

2. 研究室の概要

- 開設: 2022年1月1日
- 学生数(2024年度):
 - 院生: M2:1名(留学生1名)、M1:5名(留学生2名)
 - 学部生: 量子・原子力工学コース3年生 数名
 - 高専生: 専攻科・本科それぞれ2名程度(共同研究を通じた研究指導)
- HP: <https://www.facebook.com/TakezawaLab>

本学には量子・原子力に係る学部がないため、研究室を開設して以来、学生集めに奔走しています。2024年度は、研究指導する学生数が10名を超える見込みで、研究室の体制づくりの元年となります(図2)。

3. 研究について

核エネルギーの革新的な利用方法の追求と、福島第一原子力発電所廃止措置への貢献を主軸として、次の3つのミッションに取り組んでいます。

①エネルギーミックスに立脚した持続可能な社会への貢献

再生可能エネルギーと協働する多用途な小型原子力システム概念の基礎研究を進めています。具体的には、小型原子炉(軽水炉、高速炉、高温ガス炉など)の負荷追従特性を体系的に解明し、カーボンニュートラル社会における原子力発電の位置づけを研究するため、簡易な原子炉モデルに基づくプラント動特性解析プログラムの開発に取り組んでいます。このプログラムの完成後は、生き物としての原子力プラントの挙動を大局的に俯瞰する視点の育成にも活用する計画です。また、太陽光・風力発電の評価を専門とする高専との共同研究も立上げつつあります。

②福島廃止措置への貢献

福島第一原子力発電所燃料デブリ取出し作業員の安全確保方策の確立に資する臨界安全技術として、臨界影響解析技術を国プロ共同研究の枠組みで開発しています。2023年度でプロジェクトは終了し、結合炉にも適用可能な積分型動特性モデルに基づく空間依存動特性解析コード MIK2.0 の基本機能の動作確認を終えたところです。コード検証の議論を深めて論文化すること、コードの公開など宿題は山積していますが、今後は、福島第一原子力発電所を想定した体系へ適用する研究を進める方針です。

③放射性廃棄物減容への貢献

放射性廃棄物を社会に役立てるため、放射線電池を地下空間・深海のインフラ電源として応用する技術を研究しています。放射性物質を活かす電池には、熱電変換形式の RTG、直接変換形式の β ・ γ 電池(半導体を利用)や直接充電型放射線電池があり、これらの使い分けの研究や、応用先も含めたパッケージとして放射線電池の研究に取り組んでいます。このような研究は、当研究室単独では実現できないため、機械系や電気系の高専と共同研究を進めています。2024年度には高専との共同研究を通じて、本学のラジオアイソトープセンタ

一において、初歩的かつ小規模な実験研究も立ち上げる計画です。

4. 教育について

主担当科目は、大学院 量子・原子力統合工学分野における下記4科目です。GX 実現に向けた基本方針が閣議決定(2023年2月)され、2023年度は科目②の履修者数が前年度と比べて倍増(14名→27名)しました。背景には、当分野の入学者数が増加したこと、他分野(機械系、電気系など)の学生の履修が増加したことがあります。科目②では、原子力産業界に全面的にご協力いただき、特別講義を多く設けています。このようなチャンネルを通じて、原子力産業界に興味をもってもらうことが重要と考えています。

- ① 原子炉物理学と動特性
- ② 原子力発電システム特論
- ③ 原子炉実習
- ④ 原子炉設計工学特論

学外での特色ある教育活動として、文科省国際原子力人材育成イニシアティブ事業における取り組みを2つ紹介します。本学は、高専機構と連携して上記事業に取り組んでいます。1つ目はバーチャルラボです。高専学生を対象として、原子炉工学入門講義や放射線電池に係る研究指導をオンラインで行っています。2023年度の参加者は11名でしたので、今後は参加者の増加を目指して、高専との連携を強化していきます。2つ目は地域連携です。長岡地域理科教育センターや新潟県立教育センターと連携し、小中学校や高校の理数系の教員の皆様と一緒に、原子力発電・放射線に係る勉強会を開催しています。将来世代が原子力発電・放射線を適切に恐れながら、多様な観点からエネルギー選択ができるようになることを目指して、現場の先生方のニーズも伺いながら、指導方法などについて意見交換をしています。

5. まとめ

原子力システム工学研究室を2022年1月に開設し、3年目の活動が始まりました。2024年度は研究指導する学生数が10名を超える見込みで、ちょうど開学50周年の頃までにかけて研究室の体制を構築していきます。今後も引き続き、当研究室の教育・研究にご協力いただけますと幸いです。



図1:技大地図



図2:研究室集合写真