

日米欧原子力国際学生交流事業派遣学生レポート University of Tennessee, Knoxville滞在記

東京大学大学院工学系研究
科原子力国際専攻

楊 宗達

私は2023年7月から8月にかけての1ヶ月間、米国テネシー州にあるテネシー大学（University of Tennessee: UT）にてSteven Zinkle教授の指導の下、研究活動を行いました。当初は米国ロスアラモス国立研究所での研究を予定していましたが、新たな規制により計画変更を余儀なくされ、Zinkle教授のご厚意により受け入れていただくことになりました。このような状況に柔軟に対応くださった実行委員会の先生方をはじめ、関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

私の研究テーマは原子力材料における照射誘起相変態現象の解明で、特に構造材料中の析出物の非晶質化メカニズムの解明を目指しています。鋼材やジルコニウム合金などの構造材料では、長期使用中に析出する金属間化合物が機械的特性の著しい劣化を引き起こすことが知られています。この研究は、原子力発電所の構造材料の長期健全性評価において重要な知見を提供するものです。

今回の滞在では、最新の収差補正走査透過型電子顕微鏡（STEM）を用いた原子スケールでの材料解析技術を学ぶとともに、Laves相析出物のヘリウムイオン照射効果に関する新たな知見を得ることができました。渡航前に入念に準備したFIBサンプルは、現地の技術者の方々の協力も得て、高品質な観察データの取得に成功しました。特に注目すべき発見は、照射により形成されるヘリウムバブルの役割です。原子分解能観察により、高圧のヘリウムバブルが周囲の原子配列に特異な積層欠陥を生成し、これが照射誘起非晶質化に対する耐性を向上させる効果があることを見出しました。

また、STEMの操作訓練を通じて、収差補正技術の原理から実践的な調整方法まで、体系的に学ぶ機会を得ました。特に、原子分解能像を得るための細かな調整技術や、照射損傷を最小限に抑えながら観察を行うためのノウハウは、今後の研究活動に大きく活かせるものと考えています。

Zinkle教授との研究討論は特に印象深いものでした。最初の討論では、私の実験データと解釈について詳細に説明し、教授からは物理的な観点からの鋭い質問を多くいただきました。10日後の二度目の討論では、この現象の物理的解釈について貴重な示唆をいただきました。特に、ヘリウムバブル周辺の応力場が局所的な原子配列に及ぼす影響について、教授の過去の研究成果に基づく新たな解釈を得ることができました。この知見は、照射環

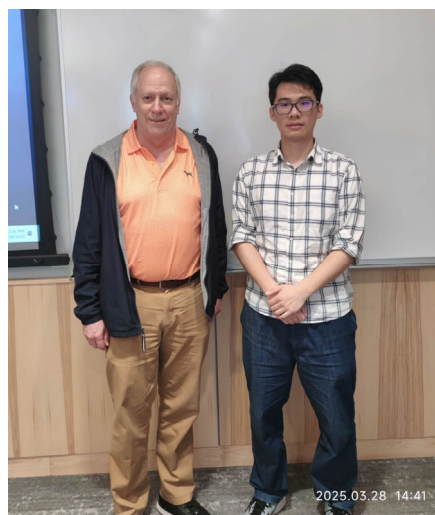
本事業は、日本原子力学会が交換留学生を欧米に派遣しているものです。交換留学生の公募は毎年行われていますので、詳しくは、https://www.aesj.net/about_us/outline/international_network/studentexchangeprogramをご覧ください。

境下での材料挙動の理解を大きく前進させるものと考えています。

研究室の週次ミーティングにも参加し、様々な研究プロジェクトの進捗報告や討論に加わりました。日本の研究室との大きな違いは、設備の共有システムと研究グループ間の柔軟な連携体制です。固定の実験スペースを持たない代わりに、異なる研究グループとの交流が自然と生まれ、新たな研究の視点を獲得の機会となりました。また、学会発表のリハーサルセッションでは、プレゼンテーションスキルや効果的な研究成果の伝え方について、多くの有益なアドバイスをいただくことができました。

テネシー大学での研究生活は、最先端の実験設備へのアクセスだけでなく、異なる研究文化に触れる貴重な経験となりました。週末には研究室のメンバーとスモーキーマウンテン国立公園を訪れ、雄大な自然の中でアメリカ文化についても学ぶことができました。ノックスビルの人々の開放的な気質に触れ、研究以外の面でも多くの刺激を受けた1ヶ月となりました。

最後になりますが、今回の滞足をサポートくださった日米欧原子力国際学生交流事業の皆様、熱心にご指導くださったSteven Zinkle教授、そして暖かく受け入れてくださった研究室の皆様にご心より御礼申し上げます。この経験を活かし、原子力材料の信頼性向上に貢献できる研究を展開していきたいと考えています。



(2025年4月6日記)

(20240425修正)