

大学院教育支援機構（DoGS）海外渡航助成金 報告書

Outcome report

計画名 Plan	多元素合金の構造解析研究の深化に向けた成果発表と研究室滞在
氏名 Name	中村 雅史
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	理学研究科 化学専攻 博士後期課程D2
渡航国 Country	シンガポール
渡航日程 Travel schedule	2025年6月29日 ~ 2025年7月11日

- ページ数に制限はありません。No limits on the number of pages
- 写真や図なども組み込んでいただいて結構です。You can include pictures or illustrations.
- 各項目について具体的に記述してください。Please fill in each item specifically.
- 日本語または英語で記載ください。Please use Japanese or English.

渡航計画の概要 Outline of the travel plan

私は多元素合金の放射光・電子顕微鏡を活用した構造研究を行っている。本渡航計画ではシンガポールへと渡航し、下記の2つの計画を遂行することを目的とした。

計画1. シンガポール材料学会(MRS-S)主催の国際学会ICMAT2025への参加と口頭発表

計画2. 南洋理工大学のDongshuang Wu助教主宰の研究室への滞在及び実験

研究背景・目的

多元素合金は新奇な物質探索のプラットフォームとして注目を集めている。同物質系は今や世界中で広く研究されており、物質・材料科学の一大分野を築いているが、その構造的な複雑性が故に微視的な物性発現機構の理解が困難であることが課題となっている。構造解析手法が確立すれば、新物質開発・計算と連携した機構解明の両観点から絶大なインパクトを持つ。従って、私は多元素合金の構造解析法の確立と構造物性相関の解明を目的にX線分光の元素選択性を活かした研究を行っている。

本渡航計画の目的は上記研究に関する成果発表と実験である。渡航前の研究の状況と課題は以下の通りであった。1) 構造解析法については、現在提案している手法を本年4月に論文として出版したため、同成果を広くコミュニティに発信し、議論する機会を得たいと考えていた。2) 触媒物性研究についても構成元素に応じて二酸化炭素水素化反応の選択性が変化する一連の触媒を創製し、その物性を電子構造と結び付けた解釈を進めていたが、微視的な構造と巨視的な触媒物性を介在する実験データとして吸着物性に関する実験が必要であった。その折、かねてより交流のあったWu助教より材料科学に関する学会ICMAT2025において構造解析に関するシンポジウムの座長を務めるという情報を得た。同シンポジウムのスコープが非常に自身の研究にフィットしていたこと、Wu助教は多元素合金触媒の分野で非常に精力的に成果を挙げており、実験環境が整備されていたことから、成果発信(計画1)と実験(計画2)を目的に渡航を計画した。

成果 Outcome

計画1. シンガポール材料学会(MRS-S)主催の国際学会ICMAT2025への参加と口頭発表

ICMAT2025はSuntec Singapore Convention & Exhibition Centreにて 6/30-7/3 に開催された。2,500人規模という事前情報からの印象通り、20程度の材料科学の様々な分野に関するセッションを有する大規模で活気のある学会であった。私は主に自身の発表シンポジウムでもある“Advanced Characterization of Materials at Atomic Level using Electrons, X-rays and Neutrons”という電子顕微鏡や放射光を用いた構造同定に関するシンポジウムに主に参加した。チャンバーフリーの光電子分光・負の球面収差TEM等の今まで知らなかった技術やその応用事例を学ぶことができ、非常に驚きや楽しさに溢れたシンポジウムであった。

自身の発表は2日目7/1の朝の放射光・X線を主題とするセッションであった(図1)。今回はEXAFSを用いた構造解析法の提案とその結果に関して発表した。質疑では電子顕微鏡やXPDF等の他の解析技術との併用についても議論に上がった。これはX線分光だけでなく、電顕や回折等の多分野の専門家が集う同シンポジウムだからこそ得られた知見であり、同学会での発表の甲斐があったと実感している(少なくとも過去に参加した国内・国際学会で電顕・X線分光・回折の専門家が集まる機会というのは珍しいように感じる)。また、こういった他技術との複合解析というのは、まさにかねてより検討していた点でもあるため、今後の研究展開にも活きると確信している。

加えて、会期中にはシンポジウムの座長であったWu助教のご厚意により学会に参加している様々な研究者と交流する機会を得た。1日目6/30の夕方にはシンガポール国立大学の敷地内にあるSingapore Synchrotron Light Sourceをビームライン科学者のXi博士によりご案内いただいた。また、2日目には参加シンポジウムの講演者の参加する懇親会に招待いただき、X線・電子顕微鏡・NMR等の多分野のトップサイエンティストと直接話す機会を得て、研究内容だけでなく国際経験・価値観や博士課程卒業後の進路選択の側面でも大変刺激的な経験になった(図2)。



図1. 学会での発表の様子



図2. シンポジウム参加者との懇親会

計画2. 南洋理工大学のDongshuang Wu助教主宰の研究室への滞在及び実験

学会の参加シンポジウムの全講演が終了した7/3から約1週間、南洋理工大学のWu研究室に滞在した。滞在期間中には実験の他にも、Wu助教のご厚意により研究室や大学で開催されているセミナーに参加させていただき、自身の研究に関して同研究室のメンバーと議論する機会や世界的に著名なナノ合成・ナノ物性科学者の講演を聴講する機会を得た。

実験に関しては、触媒能の異なる2つの多元素合金触媒の比較に注目し、CO及びCO₂の昇温脱離(TPD)測定を行った(図3)。実験にあたっては同研究室のGu博士に計画の立案から実施まで多大にお世話になった。同試料に対して初めて行う測定であった上、滞在期間も限られていたため、明確な解釈を得るまでには至らなかったが、測定条件や現状の測定手法の問題点を洗い出すには十分な有益な結果を得ることができた。特にCO₂の解離や触媒中の有機成分の分解が示唆されたため、熱伝導度検出器(だけ)でなく、質量分析や赤外分光のような脱離化学種を同定できる検出系は不可欠であると結論付けている。

Wu助教並びに同研究室のメンバーには実験面だけでなく、シンガポールでの食事・交通面に関して助言を貰ったり、温かく交流して頂いたりとお陰で非常に円滑に楽しく初の単身海外生活を送ることができた(図4)。この場をお借りして改めて感謝したい。



図3. TPD実験のセットアップ



図4. Wu研究室のメンバーとの夕食会

今後の展望 **Prospects for the future**

構造解析に関しては、様々な先端的な試みに触れ、X線分光だけでなく電頭・回折等との複合計測に挑戦したいというモチベーションにつながった。会期中にお話しさせていただいた科学者の方との共同研究も検討している。Wu助教とは、実験結果や今後の展望を話し合い、今後も継続的に共同研究を続ける予定である。また、本渡航中には現在強く興味を持っている解析分野のトップサイエンティストと進路に関して話す機会も得て、その現場感覚に基づいた意見を聞くことで卒業後のビジョンを鮮明に更新できたことも大きな収穫だと実感している。

最後に上記のような充実した成果発表・実験の機会を得るにあたり、ご支援を頂いた大学院教育支援機構に心より御礼申し上げます。