

平成 31 年 2 月 1 日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201880068

氏名 塘 陽子

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 エジンバラ (国名 英国)
2. 研究課題名 (和文) : 透過型電子顕微鏡を用いた気液界面挙動の直接観察と物理機構の解明
3. 派遣期間: 平成 30 年 10 月 4 日 ~ 平成 31 年 1 月 2 日 (91日間)
4. 受入機関名・部局名: エジンバラ大学
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

ナノスケールの空間内の水の気液界面は分子間原子間の相互作用が現象に顕著に影響を与えるためバルクの水とは異なる挙動を示すことが予測されている。これまでに透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いてカーボンナノチューブ (CNT) 内に閉じ込められた水の気液界面を直接観察しマクロスケールとは異なる新しい挙動を発見した。この実験結果について受入先の Khellil Sefiane 教授とディスカッションを繰り返した結果、これまでのマクロな古典理論では十分に説明することができないと判断しナノスケール特有の気液界面挙動の物理機構を解明するためには分子動力学 (MD) シミュレーションを用いる必要があると考えた。そこで Sefiane 教授と同じ研究グループでマイクロな液滴や気泡の MD シミュレーションの専門家である Jason Reese 教授の下でこれまでの実験結果から考察した物理モデルの正当性を検証するために CNT 内の水に関する MD シミュレーションの基礎を習得した。具体的には、まず MD シミュレーションの原理の理解とプログラムのセットアップを行い、単純なモデルを用いたシミュレーションを一通り自分で行えるまで練習し、透過型電子顕微鏡で観察されたカーボンナノチューブ内に水が存在する状況を再現することができるようになった。また、ナノメートルの厚さの液膜の破断や界面ナノバブルの生成・成長に関して私がこれまで TEM 観察によって得た実験的知見と Reese 教授のグループがシミュレーションによって得た理論的知見をもとに議論を行った。シミュレーション以外にも Sefiane 教授の実験室や Scottish Microfabrication Centre (SMC) を見学し、マイクロスケールの液滴の界面観察手法や微細加工技術について学んだ。また、Sefiane 教授の共同研究者であるクイーンメアリー大学の Huasheng Wang 教授の研究室に招待していただき、実験室の見学、相変化現象や気液二相流に関する実験的研究についてディスカッションを行う機会もいただいた。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

MD シミュレーションに関しては、派遣終了後に九州大学でも同じシミュレーションソフトウェアとプログラムを利用して引き続き研究が行える環境が整えられており、プログラミングやシミュレーション結果の議論については今後もエジンバラ大学の Reese 教授の研究室と密に連絡を取りながら行っていく。透過型電子顕微鏡を用いた CNT 内の水の観察は実験条件が複雑であるためその結果を MD シミュレーションで再現することは容易ではないが、有意義な成果を得ることができた際には、日本伝熱シンポジウム等の国内学会やナノスケールの相変化現象および気液界面挙動に関する国際会議で発表を行い、エジンバラ大学と九州大学と共著の学術論文を国際ジャーナル誌に投稿したいと考えている。

また、今回シミュレーションの対象としたのは CNT の内壁に架橋された純水液膜の気液界面だったが、今後はさらに対象を広げて、ナノスケールの気泡の発生・成長過程における気液界面の挙動についても Sefiane 教授とディスカッションを続けていきたいと考えている。そこで得られたナノスケールの気液界面に関する知見をマクロスケールの知見とつなぎ合わせるためには、微細加工技術とマイクロスケールの気液界面観察技術を組み合わせた実験が必要でありその際には今回エジンバラ大学で得られた実験技術に関する情報を生かせるのではないかと考えている。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

まず研究に関しては、分子動力学シミュレーションの基礎知識を得たことでこれまで理解することが困難だった理論的研究に対しても深い議論に参加することができるようになり研究の幅が広がった。また、九州大学にはない実験技術やエジンバラ大学が誇る最新の微細加工技術を学ぶことで今後の研究手法の一つとして有用な情報を得ることができた。また、時間的・空間的に研究と休憩が明確に区別されているメリハリのある研究環境や、研究室間の垣根が低く必要であればすぐにディスカッションし共同研究を始められる柔軟な環境は、日本にはあまりない高効率なシステムであるためこの経験を日本での研究活動に還元していきたい。

研究面だけではなく、日本では得ることができない多種多様な文化・自然とのふれあいや経験、人との出会いを通して人間的に成長することができたと感じている。本プログラムで初めて日本人ゼロ・日本語ゼロのマイノリティな環境に身を置き、何かを始めるには自ら行動しなければならないこと、心を開いて飾らない自分で接すれば言葉は流暢でなくとも親密な仲が築けることを学んだ。幸いにも派遣先の研究グループには様々なバックグラウンドを持った研究者・学生が世界中から集まっておりその方々と研究や日常生活を共にする中で、自分の常識は常識ではなくいろいろな価値観や考え方がありそれを尊重しつつも自分の考えをはっきりと相手に伝えることが国際的な研究活動において重要ではないかと感じた。また、ディスカッションや日常会話において、なかなか自分の気持ちが相手に伝わらない、相手を 100%理解できないもどかしさ・悔しさは常にあり、正しい英語を習得することへの大きなモチベーションとなった。

私にとってエジンバラで得られた人との繋がりや経験は一生の財産である。この 3 か月全てが自分の強み・弱みを見つめ直す貴重な時間あり、世界の研究者と科学を通じて一緒に働く楽しさ、普遍的な科学を追求するおもしろさを再認識することができ、必ずや今後の研究活動の糧となる有意義な経験であったと確信している。