

令和 4年 1月 5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 202080300

氏名

西井啓太

(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 イリノイ州シャンペーン (国名 米国)
2. 研究課題名（和文）：宇宙推進機内部及び外部における相変化を含む希薄流体の数値解析
3. 派遣期間：令和 3年 9月 1日 ~ 令和 3年 12月 10日 (101日間)
4. 受入機関名・部局名：Department of Aerospace Engineering, University of Illinois
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）

派遣先において、私は「宇宙推進機内部及び外部における相変化を含む希薄流体の数値解析」の課題名で、イリノイ大学アーバナシャンペーン校、Deborah Levin 教授のもとで宇宙推進機の数値計算に取り組んだ。当研究室は CHAOS というヘテロジニアスコンピューティングソルバー（GPU を用いた並列計算ソルバー）を所有しており、スーパーコンピューター Blue Waters のノード割り当てを多く獲得している。私はヘテロジニアスコンピューティング及びスーパーコンピューターへのアクセスについて、他の数値解析コードを用いて行われた先行研究の結果を再現することで学んだ。研究結果の再現によって、本計算コードの適用妥当性を確認した。計算コードについて学んだ後、宇宙機と推進機の干渉に必要な、固体表面での粒子の反射モデリングをコード内へ導入した。

当課題と並行して、派遣先の研究課題である「宇宙推進機の地上試験における設備影響評価」にも取り組んだ。本課題では、固体壁面に囲まれた環境における電気推進機の作動を模擬した。先の課題で導入した固体壁面での拡散反射を導入し、それに伴う粒子数増加を解決するプログラムコードの修正を行った。また試験設備を模擬するための Numerical pump の導入について学び、導入に着手した。

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)

本派遣は3か月と短い期間であり、私にとって新たな手法を用いた研究であるため、現状は成果を発表するに至っていない。しかし、派遣先の Levin 教授と引き続き共同研究を行うことが決定しており、現状までの結果及び今後引き続き行う研究内容で、2022年6月に米国ボストンで開催される、International Electric Propulsion Conference および、同月に米国シカゴで開催される AIAA Aviation conference に発表予定である。

今後の研究計画として、具体的には地上試験における宇宙推進機外部のプラズマプルームの影響について特に着目していく。40,000 m/s という高速で排気されるイオン粒子は固体壁面に衝突した際に、鏡面反射・拡散中和反射・スパッタのいずれかが起こるとされ、特にスパッタに関しては、地上試験において電気推進機の寿命を見積もる上で、大きな懸念である。今後も Levin 教授との共同研究を通じて本課題に取り組む。

この研究課題を通じて、「大規模数値シミュレーション」と「電気推進機の固体壁面との干渉」の大きく二つの分野に精通することができると考えている。この二つの分野は私の博士課程までの研究である、「水を推進剤とする宇宙推進機」との相性がよいと考えている。水は低コスト短期間の開発に向いている特徴があるため、大規模宇宙模擬試験設備がなくとも推進機の性能・寿命を得られる数値計算と合致する。また、酸化性の強い水分子の挙動を適切に把握することは、水推進機を持つ大きな課題である。この派遣をきっかけとして得られた知見・研究手法を自分の博士課程の研究に還元し、我が国をから活発な宇宙開発が行われるきっかけとしていきたい。

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)

費用が全面的に保証される本プログラムによって、派遣先への受け入れ依頼は非常に円滑に進んだ。これまで海外での長期滞在機会がなく、海外研究機関での研究活動を経験したいと考えていた私にとって、本プログラムの派遣はとても貴重な経験であった。

派遣先の米国イリノイ大学アーバナシャンペーン校では、自分の研究室以外にもいくつかの研究室の研究スタイルや方針を体験することができた。日本と異なるのはもちろんのこと、それぞれの研究室においてPIと学生(およびポスドク)の関係性はさまざまであり、その様子を知ることができたのは、今後日本で自分自身が研究室を持つ際に大きな影響があると感じた。また、米国では、単独のプロジェクトが多く研究室を横断して行われていることも一つの特徴であると感じた。この協力を重視する姿勢は日本での研究においても自ら積極的に取り入れていきたいと思うようになった。

加えて研究以外でも、米国での生活に不慣れな私の生活をサポートしてくれた友人が多くできたことも、私の人生にとって非常に大きな影響があった。それらの友人とは今後も研究・私生活両方で交流を続けていきたい。

最後に、新型コロナによる特殊な対応及び度重なる延期にもかかわらず本派遣の機会を与えていただいた日本学術振興会担当者の皆様に感謝申し上げます。