

令和 4 年 6 月 12 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 202080059  
氏 名 櫻庭 遥

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 ボストン (国名 米国)
2. 研究課題名（和文）：天体衝突と中心星放射による水素散逸を考慮した地球型惑星の水量進化
3. 派遣期間：令和 4 年 2 月 15 日 ~ 令和 4 年 5 月 21 日 (96 日間)
4. 派遣先機関名・部局名：Harvard University, School of Engineering and Applied Sciences
5. 派遣先機関で従事した研究内容と研究状況

派遣先であるハーバード大学では、岩石惑星の表層環境や気候モデリングに詳しい Wordsworth 教授の下で地球型惑星の初期表層環境進化に関する理論研究に従事した。惑星が獲得する水をはじめ揮発性元素量は大気組成や海洋の有無を決定づける重要な要素であり、揮発性元素の分配・散逸過程は惑星表層の酸化還元度に強く依存する。そこで我々は惑星集積中の表層酸化還元度進化とその元素分配への影響を理解するため、マグマオーシャン酸化還元度進化の理論モデル構築を目指した。

集積期の惑星表層は強い中心星照射にさらされると同時におびただしい数の天体衝突を経験する。初期太陽からの高エネルギー紫外線は大気上層の水素を散逸させることで表層を酸化し、天体衝突は集積天体そのものの化学組成に応じて表層酸化還元度進化に寄与すると考えられる。そこで本研究では、マグマオーシャンの酸化還元度を表す指標の定義とその天体衝突による影響のモデル化を行った。

酸化還元度を表す指標として惑星科学ではよく酸素フガシティが用いられる。具体的に実験室で酸化還元度を一定に保つことのできる鉱物バッファ(e.g., IW, QFM)を基準にどれだけ酸化的(酸素フガシティが高い)か還元的(低い)かを示すことが多い。一方、地球構成元素のうち形成過程でとり得る酸化還元度の範囲で価数変化の振る舞いが単純な鉄イオン存在比も固体地球を扱う上で重要な酸化還元度指標である。本研究では大気—表層間及び内部リザーバ間相互作用を同時に考慮するため、両者を取り扱えるモデルを構築した。さらに天体衝突については、大気・マグマオーシャン・固化マントル・コアから成るボックスモデルを構築し、マグマオーシャンの深さ・化学組成および衝突天体の大きさ・化学組成によってマグマオーシャンの酸化還元度(鉄イオン存在比)がどのように変化するかを追跡するモデルを構築した。酸化的なマグマオーシャンに還元的な組成の天体が衝突する場合、マグマオーシャンが深く衝突天体が大きいほど天体衝突の酸化還元度変への影響は大きくなる。今後さらに紫外線照射駆動水素散逸の影響を考慮することで惑星表層酸化還元度進化をより詳しく追跡できるモデルが実現すると期待される。

## 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

今回の渡航では上記で述べた新しい研究プロジェクトを Wordsworth 教授と共同で立ち上げ、当該分野の文献調査とマグマオーシャン進化のモデル開発に取り組んだ。進捗状況としてはモデル開発の途上段階であり、渡航終了をもって一時中断することとした。訪問先であるハーバード大学の惑星気候モデリンググループには本プロジェクトと関連の深いマグマオーシャン進化に関する研究を行っている学生がおり、マグマオーシャン酸化還元度に関する文献調査は彼女も共同で実施した。今回の調査結果については受入研究者およびその学生とも共有済みであり、マグマオーシャン進化に関する情報共有や議論は継続してオンラインで行う。本プロジェクトに関しては、今後再度訪問またはオンラインにて共同研究を継続できる目処がつき次第モデル開発を再開する予定であるが、具体的な時期については現時点では未定である。

## 7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと

研究面では、受入研究者であるハーバード大学の Wordsworth 教授は系内外の惑星の気候や表層環境に詳しく、当分野の理論研究のテーマ設定のコツや、本研究テーマのように惑星科学だけでなく固体地球科学や地質学などの知識が必要な分野横断型プロジェクトの取り組み方について直接間近で学ぶことができたことは研究者として非常に有意義だった。

英語力という観点では、今回の渡航は初めての長期に渡る海外での研究経験であった。今までは専ら国内の日本人研究者と共同研究を行ってきたため、第二言語のみを用いて研究を進めていくこと自体私にとっては新しい挑戦だった。異なる分野の研究者と英語で議論を重ね、試行錯誤しながら新しいプロジェクトテーマのアイデアを出し合い、一つずつ方針決定を行っていくことという作業を通して、単なる英語力だけでなく自身の専門分野やアイデアについて分かりやすく伝えたり、相手の考えも理解した上で新たな提案を行ったりといったコミュニケーション力を伴う英語での研究遂行能力を向上させることができたと思う。初めは慣れずお互い議論内容の理解にずれが生じることも多かったが、一つずつ丁寧に軌道修正していくことでお互いの性格や研究に対する基本的な考え方などを理解した上でスムーズに意思疎通が図れるようになった。

また、滞在地のボストンは数多くの大学が集まる学術都市で、ハーバード内だけでなく日本人研究者コミュニティを通じて現地の諸研究機関で活躍する様々な分野の研究者とも出会うことができた。コンピュータ・サイエンスや文化人類学など異分野の研究者との交流を通じて、分野ごとに基本的な考え方や論理づけ、方法論などが全く異なることを知り強い衝撃を受けた。物理学では基本的に着目する物理量に対して観測や理論モデルを用いて定量的に評価することで議論が展開されることが多いが、言語や文化を相手に同じ手法は通用しない。正解のない謎の究明にあたり何をもって正しいと判断し、学問がどういう形で発展していくのかには、それぞれの分野によって多様な形態があると知ることができた。このことは様々なバックグラウンドを持つ人々に科学を伝える際の意識を見直す良いきっかけとなった。

他にも、そもそも海外(特に米国)で暮らすこと・海外で外国人として働くことは日本のそれとどう違うのかについて実際に体験することで初めて見えてきた部分が多く、今後の自身のキャリアパスを考えていく上で非常に貴重な経験ができたと思う。