

# 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	太陽プロミネンスの形成メカニズム解明に向けて
氏名 Name	吉久健朗
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	理学研究科物理学・宇宙物理学専攻 博士後期課程2年
渡航国 Country	イタリア・ベルギー
渡航日程 Travel schedule	2025年 9月 21日 ~ 2025年 10月 5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

太陽プロミネンスとは、太陽表面から上空に浮かぶ比較的低温なプラズマ構造である。その形成過程（プラズマ凝縮過程）は、太陽やより一般的に恒星の大気加熱機構の理解や宇宙天気現象と密接に関連しており、太陽物理学における重要な未解決問題の一つとされている。私はこれまで、現実的な太陽大気加熱を考慮した数値シミュレーションを通じて、プロミネンス形成の基礎過程を探求してきた。

今回の渡航は、以下の2点を主要な目的とした。

#### (1) 国際研究会での発表

9月23日から26日にかけてイタリアで開催された、太陽大気における波と不安定性に関する諸現象を取り扱う国際研究会(Wave and Instability in the Solar Atmosphere (WISA)、[研究会HP](#))に参加し、主要なテーマの一つである、プロミネンス形成やプラズマ凝縮現象に関する自身の研究成果を口頭発表する。

#### (2) 研究機関訪問と交流

9月29日から10月3日にかけて、太陽プロミネンスに関する研究が活発なベルギーのKU Leuven 大学を訪問し、過去の成果や現在進行中の研究をセミナー発表するとともに、現地研究者と交流を深める。

日本国内では同分野の研究者が限られているため、国際研究会および研究機関訪問は、多数の研究者と交流し、自身の研究を広く紹介する貴重な機会である。さらに、数値シミュレーション（磁気流体シミュレーション）に加えて、WISAでは、太陽プロミネンスの仮想観測や2流体プラズマシミュレーション、KU Leuven 大学では、解析的研究に重点を置いた議論も行われており、研究の幅を広げるうえで大きな意義がある。

### 成果 Outcome

#### (1) 国際研究会での発表と成果

報告者の出版論文「単発の突発的な加熱によるプロミネンス形成条件（和訳）」について口頭発表を行った。質疑応答の時間を含めて、Roberto Soler 氏、Veronika Jercic 氏、Llorenc Melis 氏、Varsha Felsy 氏らと議論し、有意義なフィードバックを得た。Roberto Soler 氏からは2流体プラズマへの応用に関する先行研究を教えていただき、自身の研究背景と照らし合わせて非常に有意義な議論を行った。また、Varsha Felsy 氏からは定常的な加熱によるプロミネンス形成の場合と比較して、線形解析においてどのような違いがあるかについて議論を行

った。どちらも現在国内では馴染みのない研究テーマであるため、今後の研究の発展のために非常に参考になった。

また、Veronika Jercic 氏による「Promweaver」と呼ばれる解析ツールに関する招待講演を通じ、数値シミュレーション結果を仮想観測に結び付ける有力な手法を学んだ。将来的に、自身が計画する3次元シミュレーションと観測の橋渡しに役立つことが確認できた。

さらに、Samrat Sen 氏とは、フレア電流シートにおける冷たいプラズマの発生について議論を行った。自身の観測結果が、冷たいプラズマが電流シートに存在するという理論的示唆に観測的な裏付けをすることを示し、今後の論文出版に向けて有用なコメントが得られた。

人脈形成の観点からは、Andrew Hillier 氏からポスドクの提案を受けたことが大きな成果である。同氏は部分電離プラズマの冷却現象や衝撃波・不安定性について解析的・数値的に研究している。同分野の数値的研究は太陽物理学の中でも比較的新しく、コード開発などを含めて自身の強みが生かせるのではないかと考えている。

## (2) KU Leuven 大学訪問

報告者が出版した論文に加えて、それを拡張した最新の研究に関するセミナー発表を行った。現実的なコロナ加熱を考慮したプラズマ凝縮の振る舞いを調査し、両分野の専門家からの議論が行えた。特にナノフレア的な突発加熱に対するコロナ加熱の挙動に関して解析すべき課題が明確になった。

また滞在中は毎日、現地ポスドクや大学院生と議論する機会が得られ、現地で盛んに研究されているプラズマの線形解析研究に関して、多くの学びを得た。Adrian Kelly 氏からは過去に自身が行った数値計算を解析して、単発加熱後にみられる熱的不安定性の発生モードを解明する手法に関してコメントをもらった。Dion Donne 氏からは、単発加熱と定常加熱でみられる冷却現象の空間的な違いについて議論を行った。さらに、Rony Keppens 教授からはポスドク滞在の可能性とその際のフェローシップや研究体制に関する具体的なコメントをもらった。

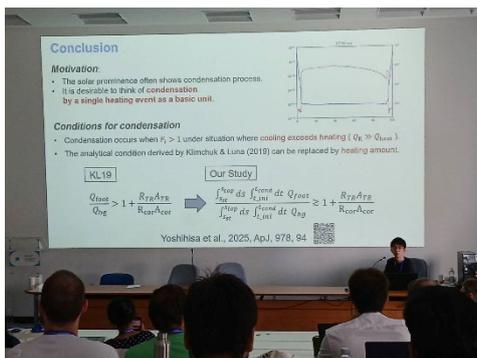
## 今後の展望 Prospects for the future

本渡航を通して、当初期待していた以上の成果が得られた。今後は自身が行っている数値シミュレーションと線形理論のつながりを調査することから将来行う3次元数値シミュレーションの仮想観測まで数年スケールで新しい研究課題が見つかった。

また、今回の研究会や研究機関訪問を通じて知り合った著名な研究者や同世代の研究者とは、今後も連絡を取り合うことを話し合い、お互いの成果を報告しあうネットワークができた。これにより、今後の国際的な共同研究の可能性を模索していく予定だ。

さらに、様々な研究者との議論によりフレア電流シートにおける冷却プラズマの観測と過去の数値計算の拡張計算の2件に関して論文出版する準備を進めていく。

国際研究会 WISA での発表の様子



ローマ天文台にて

