

平成 30 年 11 月 20 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 201880/06

氏 名 植田 高啓

(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 ハイデルベルグ (国名 ドイツ)
2. 研究課題名 (和文) : 原始惑星系円盤表層の影から探る微惑星形成
3. 派遣期間: 平成 30 年 5 月 6 日 ~ 平成 30 年 10 月 21 日 (169日間)
4. 受入機関名・部局名: The Max-Planck Institute for Astronomy, Planet and Star Formation Department
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)

本プログラムにおける派遣目的は、原始惑星系円盤内縁における岩石微惑星形成を観測的に捉えるための理論モデル構築であった。この目的を達成するため、派遣先では主に2つの研究段階に分けて研究を行った。

1つ目の研究では、微惑星形成シミュレーションと輻射輸送計算を個別に行い、円盤内縁に濃集したダストが作り出す円盤表層の影構造のモデリングをおこなった。まず、微惑星形成シミュレーションでは、円盤の諸物理量に対する、形成される微惑星の総質量の依存性を明らかにした。その結果、微惑星総質量は円盤の乱流の強さに非常に強く依存していることがわかった。この強い乱流強度依存性は、現在見つかっている系外惑星系および太陽系の多様な質量分布を説明すると期待される。続いて、このシミュレーションから得られたダスト分布をもとに輻射輸送計算を行うことで、ダスト濃集領域が作り出す影の大きさと微惑星の総質量を理論的に結びつけることに成功した。その結果、ダストが全く濃集せず微惑星形成が起きていないような円盤では、円盤の影構造はほとんど存在しないのに対し、ダストが強く濃集している場合には10auスケールの影を作り出すことがわかった。この影構造は、今後稼働予定の近赤外線望遠鏡を用いることで十分検出可能であると期待される。これらの結果は、論文として国際学術誌に投稿し、レフェリーコメントを受けて再投稿したところである。

2つ目の研究では、上記研究結果を踏まえ、ダスト成長計算と輻射流体計算を同時に行う計算コードの開発を行った。現在、ダスト成長計算と輻射流体計算のコードの各々が完成し、それらを統合し、テスト計算を行っている最中である。今後はこの計算コードを用いて、円盤内縁での微惑星形成のより詳細な理論モデル構築を進める予定である。

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 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

上記研究に関して、すでに複数の国際研究会にてポスター発表および口頭発表を行った。また、上でも述べたように、1つ目の研究に関してはすでに論文としてまとめ、レフェリーコメントを受けて再投稿している。2つ目の研究に関しては、計算コードを開発が最終段階にあり、今後実際の研究に応用していく段階である。本研究で開発中の計算コードは、原始惑星系円盤におけるダスト進化計算と輻射輸送計算を同時に計算できる世界で唯一の計算コードである。今後は、第一に、この計算コードを用いて、円盤内縁での微惑星形成シミュレーションを行い、より詳細な理論モデル構築を進める。

この計算コードは、ダストの分布と円盤の温度構造を自己無撞着に計算できるため、円盤内縁領域に限らず、幅広い応用性をもつ。近年氷微惑星の形成領域として注目を集めているスノーライン周辺では、氷ダストの蒸発によって、ダストの空間分布が大きく変化する。同時に、スノーラインの場所は円盤の温度構造によって決定される。本研究で開発した計算コードを利用することで、スノーライン近傍での詳細な氷微惑星形成シミュレーションが可能となると期待される。今後、円盤内縁での微惑星形成を明らかにした後は、計算領域を円盤全体に拡張し、惑星の種となる岩石微惑星と氷微惑星の形成を同時シミュレーションすることで、惑星形成初期の化学組成や表層環境の推定を行っていく予定である。

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

本プログラムに採用されたことで多くの知識・経験を得ることができた。

第一に、本プログラムを通じて自身の研究を大きく発展させることに成功した。これは、本プログラムを利用してマックスプランク天文学研究所に長期滞在し、共同研究であるMario Flock氏のもとで直接議論およびコード開発を行ったからこそ達成できたことである。本プログラムを通じて1つの論文を書き上げ、今後の研究の基盤となる計算コードを開発できたことは、大変充実した成果であると言える。

第二に、本プログラムを通じて、多くの欧米の研究者とつながりを作ることができた。派遣先であるマックスプランク天文学研究所では、Mario Flock氏の研究グループとともに研究を行い、今後もその関係を続けていく予定である。さらに、Mario Flock氏のグループのみならず、他の理論・観測グループとも頻繁に交流し、研究に関する議論も行った。また、派遣期間中には、欧米で開催された多数の国際研究会に参加し、自身の研究をアピールすることに成功した。特に、欧米には円盤表層の影の観測を行っている研究者が多く存在しており、それらの研究者とつながりをもつことができたのは、影の理論研究を行っている自分にとって、大きな収穫であった。

これらのことは、本プログラムを利用した欧米長期滞在なくしては非常に得難いものである。この経験は、今後、研究者として活動していく上で非常に役立つものであると確信している。