

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2018年09月10日採択

申請者氏名	桑原 歩(会員番号 7150)
連絡先住所	〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1
所属機関	東京工業大学
職あるいは学年	M1
任期(再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	Gas flow around a planet embedded in a protoplanetary disc: the dependence on the planetary mass
渡航先(期間)	アメリカ合衆国(2018年10月20日～10月27日)

私は10月21日～10月26日にかけてアメリカ合衆国テネシー州ノックスビルにて開催された、50th Annual Meeting of the AAS Division For Planetary Sciences 2018(以下、DPS meeting)へ参加し、口頭発表を行った。本学会は、米国天文学会の惑星科学部門で行われる会合であり、惑星科学分野では世界最大規模の学会の一つである。記念すべき第50回目の今回は、膨大な数の口頭発表の他にも、多くのポスター発表や、顕著な業績を挙げたことにより米国天文学会から賞を授与された方々による記念講演など、多岐にわたる発表が目白押しとなる6日間であった。

本会議では、私は系外惑星を題材としたセッションにおいて「Gas flow around a planet embedded in a protoplanetary disc: the dependence on the planetary mass」という題目で口頭発表を行った。本発表は、原始惑星系円盤内に埋没した惑星周りのガスの流れの性質が、惑星質量に応じてどのように変化するのかに焦点を当て、高解像度の3次元流体シミュレーションを実施することで、その解明に挑んだ研究内容が元となっている。円盤内における惑星近傍のガスダイナミクスに関するいくつかの先行研究結果から、円盤内に埋没した惑星の周囲に形成されるガスエンベロープには、円盤ガスがBondi領域の高緯度から流入(inflow)し、低緯度から流出(outflow)するという流れ場が存在していることが明らかになった。このようなガスのコンスタントな流入・流出メカニズムによって、エンベロープの冷却・収縮が妨げられるだけでなく、outflow障壁による惑星コアへの固体物質の流入妨げに伴うコア成長の遅延が生じることが示唆されている。すなわち、惑星近傍のガスの流れ場の影響を考慮することで、円盤寿命内における暴走ガス降着の回避、及び短周期スーパーアースの形成過程を説明できると期待されている。しかしながら、先行研究ごとに計算設定が異なる都合上、結果の単純な比較は困難を極め、依然として惑星周囲の流れ場の惑星質量依存性は未解明であった。

この事実を踏まえ、前述の通り、私は原始惑星系円盤内の惑星形成過程におけるガスの流体力学的振る舞いに着目した研究を行った。公開コードのAthena++を用いた3次元流体シミュレーションを実施した結果、惑星近傍では、惑星質量によらず共通してガスエンベロープの高緯度付近からのinflowと低緯度付近からのoutflowが見られ、エンベロー

内における大気循環が生じていることが判明した。一方、シミュレーション結果の解析から、outflow速度は惑星質量に応じて増加することが明らかになった。更に、私はシミュレーション結果と極めて整合的なoutflow速度の解析解を導出することにも成功した。この解析解と、惑星近傍における粒子の相対速度の近似式との比較から、惑星近傍のガスの流れ場は、ダスト～ペブルサイズの小さな粒子の惑星コアへの降着に影響し得ると考えられ、固体コアの成長抑制に優位に働く可能性が示唆された。従って、本研究は短周期スーパーアース形成の説明の一助になると期待されている。また、それと同時に、これまでの惑星形成理論では考慮されてこなかったガス流れ場の影響——とりわけ、固体物質降着に対するoutflow障壁の効果を今後は無視できなくなることから、既存の惑星形成理論に対する新規概念として確立されていくだろうと考えている。

本発表は、質疑応答時にSouthwest Research InstituteのHal Levison氏や、CaltechのKonstantin Batygin氏を始めとする多くの方々に興味を持って頂くことが出来た。セッション終了後には、国立天文台の荻原正博氏と、特に短周期スーパーアースの形成過程に関する密な議論を行い、今後の研究に役立つ多くの情報を得ることが出来た。また、自らの発表セッションのみならず、これまであまり慣れ親しんでこなかった分野の発表が多く行われるセッションにも積極的に参加することで、新たな知見を得ることが出来たと感じている。一概に惑星科学と言っても、その中には多種多様な研究分野が存在し、日々新たな発見がなされているのだという事実を肌で実感し、深い感動を覚えるに至った。

更に、各セッションの他にも、私はStudent & Postdoc Receptionと呼ばれるワークショップにも参加した。このイベントは、主に学生やポスドクといった若い研究者同士が、互いに交流し合うことを目的として開催されたものであり、参加者はそれぞれの研究分野ごとに指定されたテーブルに集まり、議論を交わしながら与えられた小さな課題に取り組むというものであった。中には、自らの研究内容を15秒以内で伝える、というものや、卒業研究生に対して何か一つアドバイスするとしたら何を伝えるか、といったもの、天文学の一番好きなところは何か等、様々な”お題”が盛り込まれており、各テーブルごとに大いに盛り上がりを見せた。一方で、議論が活発になるに連れ、グループ内で存在感を示すことの難しさを痛感した。研究職を志すにあたり、海外の研究者とのディスカッションが必須であることは火を見るよりも明らかだが、今回参加したワークショップでの経験から、語学力の向上及び積極的なコミュニケーション能力の育成の重要性を再認識することが出来たと感じている。

今回の渡航は、私にとって初となる国際会議での発表を目的としたものであった。そのため、様々な経験を積むという意味でも、参加する意義は大いにあったと強く実感している。事実、会議への参加登録に始まり、交通手段や宿泊施設の確保、現地での発表準備等、国際会議参加に関する一切を独力で行うことは、将来研究職に就くことを志している私にとって、今後の研究活動において必須となる力を早期から養成することに繋がり、学問の枠を越えて自らの成長を促す貴重な経験になったと確信している。今回の渡航を経て得た経験や、学んだ事柄をしっかりと自らの糧とし、今後の研究生活に大いに役立てていきたいと考えている。

末筆ながら、この度の渡航に関して多大なるご支援をして頂いた日本天文学会早川幸男基金に感謝の意を表明するとともに、各関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。