

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

Extreme Solar Systems III

氏 名: 磯江麻里 (国立天文台/東京大学M2)

渡航先: アメリカ

期 間: 2015年11月28日-12月6日

今回、私はアメリカ合衆国ハワイ州にて行われた国際会議“Extreme Solar Systems III”に参加し、“Exoplanetary System Dynamics: Planetary Multiplicity and Mass Effects (惑星数と惑星質量の惑星系構造への影響)”というタイトルでポスター発表を行いました。

近年では、系外惑星探査の観測技術の向上に伴い、複数の惑星からなる惑星系が多数発見されています。以前は惑星数が2以上の惑星系の発見個数が少なく、実在している惑星系と、惑星系形成・進化モデルによって予測される惑星系の間の整合性の議論が困難でした。それに伴い、惑星系形成・進化モデルはさまざまなシナリオが提案されており、現在もなお、それぞれの妥当性について世界各地で議論されています。

このような背景を受け、私は現在、国立天文台の小久保英一郎教授とプリンストン大学のEdwin L. Turner教授とともに、2014年12月までに視線速度法によって観測された375系500個の惑星と、ケプラー望遠鏡によって発見された複数惑星系の365系899惑星(含む惑星候補天体)を用い、惑星数や惑星質量と惑星系の力学構造の関係を統計的に明らかにすることで、惑星系形成・進化モデルへの新たな制限の可能性を探っています。これまでも惑星数と惑星の軌道離心率の反相関性があることや(Limbach & Turner, 2015)や、潮汐散逸の影響で軌道周期が短い惑星の軌道離心率の分布が小さいこと(Winn & Fabrycky, 2015)、また、巨星周りの惑星軌道間隔が狭くなること(Sato et al. 2016)など、さまざまな研究

が行われてきましたが、これらの研究では、惑星系形成・進化モデルに新たに制限を与えるために必要な「惑星系全体」の分布や特徴については議論されていないことが問題でした。なぜならば、惑星系形成では多くの場合、複数の惑星が形成され、相互に影響を及ぼしながら安定な状態に向かうと考えられるからです。

本研究では特に惑星系の角運動量欠損(AMD)とヒル半径で規格化した隣接惑星間軌道間隔の振る舞いに注目しました。AMDとは、基準面円軌道からの実際の軌道のずれを示す指標で、すなわち系の乱れ具合を表します。その結果、系のAMDは惑星数の増加に伴い減少することがわかりました。これは系内の惑星が多くなるほど、系が安定であるためにはそれぞれの惑星の軌道が円軌道に近くなければならないことを意味します。また、大質量惑星系(中心星の質量で規格化した惑星質量が 10^{-4} 以上となる惑星を含む惑星系)と小質量惑星系(中心星の質量で規格化した惑星質量が 10^{-4} 以上となる惑星を一切含まない惑星系)の軌道離心率の分布に関してKolmogorov-Smirnov検定を行ったところ、二つの分布は異なるものであることがわかりました。これは、大質量惑星系と小質量惑星系は異なる力学的過程を経て形成されたことを示唆します。さらに、主系列星周りの小質量惑星系では、惑星のヒル半径で規格化した軌道間隔が15-30の範囲で惑星数との間にべき乗の反相関性があることを確認しました。

私たちの研究の目標は、観測結果を包括的に理解し、理論研究に結びつけることで、将来の系外惑星研究への示唆を与えることです。したがって多くの研究者と観測・理論の両面から横断的に議論することは必須になります。今回の渡航の目的

である国際会議“Extreme Solar Systems III”は系外惑星に関してさまざまな側面から研究活動を行っている世界中の研究者が一堂に会すことから、多くの研究者と最先端の研究結果を踏まえ、議論し、私たちの研究を発展させるまたとない機会でした。特に、この研究を進めるにあたり参考にしてきた論文の執筆者である、Jack Lissauer氏とDaniel Fabrycky氏と直接議論できたことは非常に大きな収穫になりました。彼らはKepler計画に携わり、惑星系構造の統計的な性質について明るい方々です。この国際会議参加以前から考えていた惑星質量-半径関係の妥当性について彼らと議論することができ、さらには注意すべき観測バイアスや精度についてのアドバイスをいただくことができたので、今後の研究に反映したいと考えています。また、観測された長周期惑星の離心率が惑星数に対して増加傾向を示すことを今回の国際会議において発表したMarta Bryan氏と、わ

れわれの結果との整合性について議論することもできました。このほかにもSarah Morrison氏、Henry Ngo氏、Sam Hadden氏、Sarah Ballard氏と観測・理論の両面から議論し、アドバイスをいただきました。さらに、人類が初めて発見した系外惑星51 Peg bの発見者であるMichael Mayor氏や惑星形成論を専門とするDouglas Lin氏、Eugene Chiang氏をはじめとして多くの研究者の方と親睦を深めることができたこともまた、非常に貴重な経験になりました。

私は、この国際会議で得た示唆を受けてさらに研究を進め、2月に沖縄で行われる国際研究会“Exoplanets and Disks: Their Formation and Diversity III”にて新たな研究成果の報告を予定しています。最後になりますが、今回の渡航に際して多大な援助をいただいた日本天文学会早川幸男基金とその関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。