

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2014年9月10日採択

申請者氏名	兵頭龍樹 (会員番号 6189)
連絡先住所	〒 657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1
所属機関	神戸大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
職あるいは学年	D1
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会でのポスター発表
講演・観測・研究題目	Formation of Saturn's F ring by collisions between rubble-pile satellites
渡航先 (期間)	アメリカ合衆国・アリゾナ州ツーソン (2014年11月8日-11月14日)

今回の渡航では、アメリカ合衆国ツーソンで開かれた 46th Annual Meeting Division for Planetary Sciences (DPS meeting) に参加し、"Formation of Saturn's F ring by collision between rubble-pile satellites" というタイトルでポスター発表を行った。以下では、研究会参加・発表について報告する。

DPS meeting は 1 年に 1 度開催されるアメリカ天文学会主催の 1000 人規模の大規模な国際研究集会であり、系外惑星を含めた惑星分野の観測・理論・探査を主とした研究者が一同に集うものである。申請者は、惑星が持つ衛星-リングの起源・多様性について理論的な研究を行っており、昨年に続いて参加・発表を行った。

太陽系において惑星が持つ衛星系には豊かな多様性が見られる。例えば、地球には質量比で 1/100 程度の比較的大きな衛星である月が唯一存在している。一方、土星などの巨大惑星には質量比が 1/10,000 程度の比較的小さい衛星が多数存在している。地球の月は、巨大衝突によってばらまかれた破片で形成された中心惑星質量に対して比較的重い粒子円盤が拡散し、地球のロッシュ半径の外側で物質が自己重力で再集積して形成されたと考えられている (e.g. Kokubo et al. 2000)。ここで、ロッシュ半径とは、それより内側では自己重力よりも潮汐力が卓越する臨界距離である。一方、木星を除く巨大惑星が持つ惑星近傍に存在する複数個の衛星の特徴として、ロッシュ半径の外側に存在していて、より内側ほど質量がより小さくなり、ほぼ同一平面上を全て順行方向に運動していることが知られている。そして近年、このような衛星系が過去に現在よりも多くの質量を持っていたリング (粒子円盤) が "ゆっくり" と拡散進化することで形成されることが明らかになった (Crida&Charnoz 2012, Hyodo et al. 2015)。

また、土星にはロッシュ半径のすぐ外側に動径方向の幅が非常に細い氷を主成分としたリング (F ring) が存在している (土星中心からの距離が約 14 万 km でリングの幅が 100km 程度)。さらに、この F ring の両側近傍には、小さな氷粒子が集積することで形成していると考えられているラブルパイル衛星 (inner Prometheus, outer Pandora) が存在しており、この衛星と F ring が互いに相互作用することで、リングの形状維持や日単位のローカルな力学進化が起こっている。また、この F ring の位置は上述の土星周りの複数衛星系の一番内側に対応しており、その内側には氷を主成分とする土星のメインリン

グがある。

申請者は、N 体計算を用いてリングの動径方向外側への染み出しによって、複数衛星系が形成する過程を詳細に調べることで、形成されたラブルパイル衛星同士が必ずしも長期的に安定でなく、互いに衝突し、破壊されうることを明らかにした (Hyodo et al. 2015, Hyodo&Ohtsuki 2014)。そして、このような衝突による破壊が、土星 F ring の起源に関係しているのではないかと考え、新たにラブルパイル衛星同士の衝突 N 体計算を行った。その結果、現在 F ring が存在しているロッシュ半径のすぐ外側の領域では、起こりうる非常に低速衝突 (衛星の脱出速度程度) でも潮汐力によって大規模な破壊へとつながり、さらに衛星内部にその周囲よりも重い (or 大きい) 粒子が存在している時、衝突破壊によって土星 F ring のような動径方向に細いリングと、完全に破壊されず部分的に生き延びた小さな衛星がその両側に形成されることが分かった。

土星の F ring は、その特異な構造と現在進行形の力学進化について多くの観測と理論による研究論文が出版されているが、今まで F ring とその両側の羊飼い衛星自体の形成起源を説明したものは存在していない。申請者は、本国際研究集会において特に衛星-リング関係者に向けて研究発表を行ったところ、非常によい反応を得ることができた。今後は、この研究集会において他の研究者と議論して気づいた点を踏まえ、研究結果をまとめ近々論文投稿する予定である。最後になりましたが、このような貴重な機会を提供してくださった早川幸雄基金および関係者の皆様には厚く御礼申し上げます。

兵頭龍樹 (ryukih@stu.kobe-u.ac.jp)