

特集「若い惑星および周惑星円盤・衛星形成研究最前線」 特集「若い惑星および周惑星円盤・衛星形成研究最前線」の紹介

橋本 淳^{1,2,3}, 青山 雄彦^{4,5}

2024年7月の本原稿執筆時点で、5500を超える太陽系外惑星の存在が確定されているが、その中でもPDS 70 bc 惑星(年齢100万年程度)と呼ばれる巨大ガス惑星の発見(2018年および2019年)は、系外惑星科学における数あるマイルストーンの1つだった。PDS 70 bc 惑星のユニークな点は、何と云っても、PDS 70に付随する原始惑星系円盤のギャップ内に存在していることである。このような環境下では、惑星およびその周惑星円盤は原始惑星系円盤からガスおよびダストの供給を受けるため、それらの組成は変化する。周惑星円盤で形成される衛星にも影響があるだろう。また、惑星の軌道も原始惑星系円盤の重力的影響を受ける。一方で、惑星の存在により原始惑星系円盤の物理的および化学的構造も変化を受ける。このように、原始惑星系円盤のギャップに存在する惑星を保有するシステムは、原始惑星系円盤、惑星、周惑星円盤、衛星が密接にリンクしており、その共進化を理解する上で重要なサンプルと言える。言うまでもなく、惑星および衛星形成を理解する上でも重要である。

PDS 70 bc 惑星の発見を皮切りに、PDS70星自身を含め、その原始惑星系円盤と惑星は精力的に観測されてきた。その結果、惑星への質量降着および惑星に付随する周惑星円盤が発見され、太陽系における衛星との比較ができようになり始めた。また、

惑星軌道付近の原始惑星系円盤の化学組成が明らかになり、今後、惑星大気および周惑星円盤の化学組成との比較が楽しみである。一方で、上記の観測結果を解釈するための理論的研究も活発になされてきた。現状では、理論研究と直接比較できる惑星はPDS70bc惑星に限られるが、同様の惑星候補が20天体ほど報告されており、この分野のさらなる発展が期待される。

本特集の目的は、このような進展の状況を鑑み、これまでの関連研究を俯瞰することにある。関連する過去の遊星人特集「ALMAで迫る惑星科学」(2019年)および「新・惑星形成論」(2022年)に比べると本特集の規模は小さいが、この分野が黎明期にあるからだろう。だからこそ、様々な分野の研究者の方々に本特集号を読んでもらいたいと思う。同時に、惑星・衛星形成に興味を持つ学生のみさんの研究に、本特集論文が活かされること切に願う。さらに、本特集が惑星・衛星形成の研究分野の発展を促進する助けになれば幸いである。

ここからは本特集の掲載論文について簡単に紹介する。先に断っておくが、本特集は2024年9月号と12月号に掲載予定で、本紹介原稿執筆時点で論文が執筆中のため、ここで紹介してない論文が12月号に掲載される可能性があることを申し上げておく。

芝池諭人氏(国立天文台)は周惑星円盤におけるダストについて記述している。原始惑星系円盤から周惑星円盤へのダストの供給過程およびその後の周惑星円盤内でのダストの進化について解説している。また、観測との比較としてPDS70c惑星の周惑星円盤におけるダストについて議論している。周惑星円盤の観測量から惑星自身の物理的性質に制限が

1.自然科学研究機構 アストロバイオロジーセンター

2.自然科学研究機構 国立天文台

3.総合研究大学院大学

4.Sun Yat-sen University, School of Physics and Astronomy

5.Peking University, Kavli Institute for Astronomy and Astrophysics

jun.hashimoto@nao.ac.jp

与えられることは興味深い。

藤井悠里氏(京都大学)は衛星形成一般に関して執筆した。特に周惑星円盤での衛星形成について、円盤モデルの違いが衛星形成にどう影響するかを詳しく紹介している。実際に木星と土星では衛星の性質が異なるため、周惑星円盤のどのような特性の違いがこの差を生んだのか議論している。

佐々木貴教氏(京都大学)は天王星の衛星形成について紹介している。衛星公転軸-惑星自転軸-惑星公転軸の関係を説明するために、特に巨大衝突で形成される周惑星円盤に着目している。外側の衛星ほど重い天王星衛星の特徴を説明するために、必要な周惑星円盤の特徴とその形成過程について新説を提唱し、議論している。

高棹真介氏(大阪大学)、青山雄彦(Sun Yat-sen 大学)、生駒大洋氏(国立天文台)は磁気圏降着が起きず、惑星と周惑星円盤が接続している場合の惑星へのガス降着について記述している。またこの降着過程にともなって放射される水素輝線もモデル化しており、磁気圏降着がなくとも観測可能な強度の水素輝線を放射できることを示している。この水素輝線の観測的特徴を磁気圏降着の場合と比較し、磁気圏降着が起きているか否かを推定する方法についても議論している。

青山雄彦(Sun Yat-sen 大学)および橋本淳(アストロバイオロジーセンター)は、巨大ガス惑星の質量降着における輝線放射について、理論と観測の観点からそれぞれ記述している。従来、惑星の輝線放射メカニズムは、星の場合と同様だと考えられてきたが、青山は新たな枠組みで惑星の輝線放射メカニズムを構築した。橋本は青山の数値計算結果を様々な質量の天体に適用し、輝線放射メカニズムを観測的に調べた。この2つの論文は、高棹氏らの論文とも関連しており、併せて読むことを薦める。

最後に、学期末のお忙しい時期にもかかわらず、論文を投稿いただいた著者のみなさま、査読を引き受けていただいたみなさまに感謝申し上げます。また、本特集を企画し、貴重な機会を与えてくださった三浦均・遊星人編集長および野津翔太・遊星人編集委員に厚くお礼を申し上げます。