

直接撮像による系外惑星の環の検出のためのモデル構築

○菅沼 斗憊¹ 藤井 友香^{1, 2, 3} 鷗山 太智^{2, 4} (1.東京大学 2.国立天文台 3.総合研究大学院大学 4.アストロバイオロジーセンター)

太陽系ではガス惑星に普遍的に環が存在することが知られている一方で、系外惑星においては未だ環の検出例はない。今後、RomanやHWO、LIFEといった次世代直接撮像ミッションの実現により、系外惑星の環の検出とその物理的性質の解明が進展すると期待される。系外惑星の環に関する先行研究の多くは反射光に着目しており、熱放射を含めた可視-赤外域での統一的な予測や、検出可能性のパラメータ依存性の評価は十分に行われていない。

そこで本研究では、散乱光と熱放射の双方を一貫して扱うことのできる半解析的な光度曲線モデルを新たに構築した。本モデルでは、Lambert面をもつ粒子から構成される環を仮定し、恒星光、惑星光、および他の環粒子からの放射による加熱を考慮した。また、環の検出可能性については、(1) 十分な観測点のデータがあるときに環を含まないモデルを棄却できるか、(2) 最大離角付近の2点のみの観測で有意な光度差が現れるか、という2つの指標を用いて評価した。

環が惑星の公転面と整列しやすいという事前分布を仮定した場合、軌道傾斜角が大きくエッジオンに近い系では、観測者が環を側面から見る確率が高くなるため、一般に環の検出可能性が低下すると考えられる。しかし、パラメータサーベイの結果、可視光観測において十分な位相での観測点が得られる場合 (1) には、惑星へ投影された環の影に起因する特徴的な減光が光度曲線に現れるため、高い軌道傾斜角においても検出可能性は大きく低下しないことが示された。一方、赤外線観測では、最大離角付近の2時点のみを用いる検出手法 (2) において、軌道傾斜角が小さくフェイスオンに近い系でも検出可能性が低下することが明らかとなった。これは、観測者から見た環の傾きが大きい場合に環の裏面からの熱放射の寄与が増加し、環に起因する光度変動が抑制されるためである。その結果、最大離角付近の2時点における光度差が小さくなり、環の検出が困難になる。

本研究は、将来の直接撮像観測における系外惑星環の探索や観測計画の検討に活用できると期待される。また、本研究で示した結果は、系外惑星の環の観測的理解を進めるための基礎的な枠組みを提供する。