

2023 年度日本天文学会研究奨励賞

氏名：田崎 亮（たざき りょう）

現職：グルノーブル・アルプ大学 CNES Postdoctoral Fellow

受賞対象題目：惑星形成領域のダストの光学特性と多波長偏光放射に関する理論的研究

Theoretical studies on the optical properties and multi-wavelength polarized radiation of dust grains in planet-forming regions

宇宙空間に普遍的に存在するダスト（塵粒子）は、その場所に存在する固体物質の観測的なトレーサーとして、星間空間における主要な冷却源として、また、惑星の原材料として、天文学的に重要な意味を持つ。ダストの性質を明らかにすることは、天文学における根本的な課題の一つである。特に、原始惑星系円盤のような高密度環境においては、ダストの成長過程の理解は多様な惑星系の起源解明に不可欠である。また、観測技術の発展によって、原始惑星系円盤の詳細な姿が次々に明らかになっている現在、その観測結果を理解するための信頼できる精緻なダストモデルの構築は急務となっている。しかし、ダストの光学特性の計算においては、球形で内部が一様であるなど、非常に単純な仮定が用いられているものが多く、現在の観測を解釈するには不十分な点が多くあった。

田崎氏は、大学院生時代より一貫してこの「ダスト」を軸とした研究を行い、原始惑星系円盤を中心に観測的にも理論的にも重要な成果を挙げてきた。田崎氏の研究は、「ダストをトレーサーとした惑星形成環境の解明」を起点として、「空隙のあるダストの光学モデルの構築とそれをを用いた原始惑星系円盤観測データ解析」へと発展している。

前者の代表的な研究として、原始惑星系円盤のダスト偏光観測に関する研究が挙げられる。ALMA によるダスト連続波の偏光観測の結果が出る以前は、原始惑星系円盤におけるミリ波・サブミリ波帯の連続波偏光は、磁場の方向の情報を持っていると考えられていた。しかし田崎氏は、ダストの整列に関する基礎過程を検討することで、ミリ波の偏光は磁場とは独立である可能性を提案した (Tazaki et al. 2017, ApJ, 839, 56)。この予想の後、実際に ALMA で磁場によるダスト整列では説明困難であるような観測が次々と報告され、田崎氏の予想が観測的に裏付けられた。この成果は国際的に高く評価され、2024年1月現在で100件以上の引用を受けている。

後者の研究は、きわめて高い独自性・発展性を持つものである。田崎氏は、惑星形成の過程において自然に生じると考えられる空隙を含むダスト粒子について、その光学的性質を簡便に計算する近似解法を定式化の段階から考案した (Tazaki et al. 2016, ApJ, 823, 70; Tazaki et al. 2018, ApJ, 860, 79; Tazaki et al. 2019, MNRAS, 485, 4951; Tazaki 2021, MNRAS, 504, 2811)。このモデルでは、可視・赤外線から電波に至るまでの幅広い波長域においてダストの散乱光の角度分布や偏光を正確に計算することができる。田崎氏はこの定式化を数値計算コードに実装し、原始惑星系円盤の三次元輻射輸送計算に取り入れたうえで ALMA による偏光観測結果と比較することにより、観測を再現するためには空隙の比較的少ないダストが必要であることを示した (Tazaki et al. 2019, ApJ, 885, 52)。田崎氏はダストの光学的性質の計算という物理的素過程、現実的な原始惑星系円盤の輻射モデルの作成、さらには観測との比較という、研究の全ての段階を、独自のアイデアで実行した。田崎氏の作成したダスト光学モデルは、彗星塵の散乱光・デブリ円盤・系外惑星大気等にまで応用されており、そのコードは、汎用ダスト光学特性計算コードとして、アムステルダム大学と共同で公開^{*1}されている。

さらに、近似的な取り扱いが難しいダストについても、田崎氏は厳密計算を用いてその光学特性を求め (Tazaki and Dominik, 2022, A&A, 663, A57)、データベース化して公開^{*2}をしている。そして、これらの計算をもとに、IM Lup という星の周囲の原始惑星系円盤に、内部密度の低いサブミクロン程度の大きさのダストが存在していることを近赤外線観測から示唆する (Tazaki et al. 2023, ApJL, 944, L43) など、ダストの合体成長、ひいては惑星形成に重要な制限を与える結果を出している。

田崎氏は、精密かつ強力なダスト光学モデルの構築を成功させた稀有な存在であり、惑星形成理論における主要な未解決問題の一つである、微惑星形成過程の理解を大きく前進させた。さらに、原始惑星系円盤の研究で重要な成果を挙げているのみならず、ダストに関する深い専門的知識を駆使し、活動銀河核 (Tazaki et al. 2020, ApJ, 892, 84; Tazaki and Ichikawa 2020, ApJ, 892, 149) やアキシオン・ダークマター (Fujita, Tazaki, Toma, 2019, PRL, 122, 191101) に関する研究など、天文学の他分野にも研究の幅を広げつつある。また、自身が所属した機関でそれぞれ共同研究を展開し、高い相乗効果を生み出している。その結果、近年では JWST を用いた円盤観測にも関わるなど、海外の研究者からもその実力が十分に認められている。コードやデータベースの公開を通じたコミュニティへの貢献にも尽力しており、今後のさらなる活躍が期待される。

以上の理由により、田崎亮氏に 2023 年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。

^{*1} Dominik, Min, and Tazaki, Astrophysics Source Code Library, 2021, record ascl:2104.010

^{*2} Tazaki, Ginski, and Dominik: AggScatVIR. Zenodo, 2023, doi: 10.5281/zenodo.754760