

2025 年度日本天文学会研究奨励賞

氏 名：行方 宏介（なめかた こうすけ）

現 職：京都大学白眉センター 特定助教

受賞対象題目：多波長観測と太陽・恒星の比較による恒星スーパーフレアとコロナ質量放出の理解

Research on Stellar Superflares and Coronal Mass Ejections through
Multiwavelength Observations and Solar-Stellar Connection

近年、系外惑星のハビタブルゾーン研究において、その主星で発生するフレアやコロナ質量放出の影響を考慮する「動的ハビタビリティ」の視点が不可欠になっている。Kepler衛星やTESS衛星の成果から、ハビタブル惑星を多く有するM型星などの低質量星や若い太陽型星が、太陽の一万倍規模の頻度・エネルギーで巨大フレアを起こすことが明らかになってきており、その星種ごとのフレア頻度などの統計的性質は、おおむね確立されてきている。その一方で、フレアが惑星に及ぼす直接の影響である、コロナ質量放出や高エネルギー放射については、未解明の点が多く、太陽で得られた経験則の恒星への適用の妥当性も十分に検証されていない。その微細構造が観測可能で、すでに物理的理解が大きく進んでいる太陽での爆発現象に比べて、恒星観測では現象を空間分解できず、その理解の進展を阻んでいる。

行方氏は、この制約を克服するために、時間軸天文学の枠組を取り入れた多波長同時観測と時間変動解析を推進するとともに、太陽を恒星として取り扱うSun-as-a-star観測を適用し、両者を詳細に比較することによって、恒星のダイナミクスの本質的理解を達成してきた。とくに、多波長観測を実現する国際連携ネットワークを自ら構築し、中心的役割を果たしている点は重要である。

行方氏の最も顕著な成果は、若い太陽型星のフレアにともなうコロナ質量放出の、世界で初めての実証観測である（Namekata et al., 2022, Nature Astronomy, 6, 241）。これまでコロナ質量放出の検出を阻んでいたと考えられる観測時間の不足という課題に対して、せいめい・なゆた望遠鏡とTESS衛星を組み合わせて150日を超える連続観測を主導し、巨大フレアにともなうH α 線の明瞭な青方偏移を検出し、恒星コロナ質量放出の初めての発見につなげた。とくに、太陽のフィラメント噴出を再解析し、恒星の結果と比較することで、その物理描像の理解にまでつなげたことは特筆に値する。本成果を発表した論文は、Nature誌のResearch Highlightにも取り上げられたほか、2025年12月時点ですでに120件の引用がある。

さらに、近年、行方氏は日米韓の国際チームを率い、ハッブル宇宙望遠鏡、TESS衛星、日韓の地上望遠鏡を連携した恒星コロナ質量放出の同時観測を実現した。この多波長観測により、 10^4 から 10^5 K程度の多温度のコロナ質量放出がほぼ同時に発生することを突き止めて、太陽と同様の多層・多温度構造を持つことを明らかにした（Namekata et al., 2025, Nature Astronomy）。特に、高温プラズマが低温プラズマよりも高速で、一桁大きい運動エネルギーを持つことを示した点は、恒星活動の系外惑星への影響を議論する上で重要な発見である。

行方氏は、これらのコロナ質量放出に関わる観測に加えて、フレアのエネルギーと恒星黒点の関係を調べた研究でも重要な貢献をしている。Kepler衛星で得られた光度曲線を新しい手法で解析し、恒星表面に存在すると考えられる巨大黒点の生成率・消滅率を初めて測定した。また、この結果を太陽で得られたスケーリング則と比較することで、恒星巨大黒点の生成・消滅過程が太陽黒点と同様の磁気浮上や対流拡散で説明できることを示した（Namekata et al., 2020, ApJ, 891, 103, AAS Nova特集）。また、せい

めい望遠鏡を中心とした多波長観測ネットワークを整備し、巨大フレアのH α 線と白色光の時間変動の観測を数値モデルと比較することによって、太陽を上回る非熱的電子ビームの生成を示唆した (Namekata et al., 2020, PASJ, 72, 68)。本成果は、2024年に日本天文学会「欧文研究報告論文賞」を受賞している。

以上に述べた行方氏の研究成果は国際的に高く評価されている。そのことは、論文が多数引用されていることはもちろんのこと、IAU総会、IAUシンポジウム、Cool Stars、COSPARなどの国際会議で11件もの招待講演を依頼されていることから明らかである。研究者間のネットワーク形成でも顕著に活動している。国内で2022年と2024年にStellar Magnetic Activity Workshopを主催するのに加え、IAUシンポジウムなどでSOCを務めるなど太陽・恒星・惑星を横断する国際的連携を推進している。また、LAPYUTA計画の紫外線観測提案、MAUVEのサイエンス検討WGのリードをつとめているほか、XRISM AO2公募ではPIとしてはPriority Aで採択されており、分野への多大な貢献が認められる。さらには、PIとして取得したデータを東京大学、京都大学、東京科学大学、George State Universityの学生に提供し、フレアや黒点の研究を指導、その成果を論文化しており、教育への貢献も有している (Dethero et al. 2023, RNAAS; Namizaki et al. 2023, ApJ; Kajikiya et al. 2025a,b, ApJ; Ichihara et al. 2025, ApJ; Tokuno et al. 2025, ApJ)。

以上のとおり、行方氏は、太陽・恒星物理を統合し、観測・理論・装置開発・人材育成を一体的に推進し、恒星フレア・コロナ質量放出の理解に重要な貢献をしてきた。今後の紫外線・X線観測や小型衛星計画に中心的な役割を果たすと期待される。

以上の理由により、行方宏介氏に2025年度日本天文学会研究奨励賞を授与する。