

授賞者の研究業績の紹介

2024年度 第17回宇宙科学奨励賞授賞者

宇宙理学分野

志達 めぐみ (しだつ めぐみ)

愛媛大学大学院理工学研究科・准教授

業績の題目：全天 X 線モニタと多波長観測によるブラックホール X 線連星の多様な活動性の解明

ブラックホール X 線連星の多くは、数年から数十年の静穏期を経て、ある日突然 X 線で急増光し、ときに 1 週間ほどで 1 万倍以上も明るくなる。そして、数か月ほどで暗くなる。活動の最盛期には、X 線とともに電波や可視光なども明るくなり、それらの明るさは大きく変動する。また、細く絞られた高速のジェットを噴き出すこともある。しかし、多様な現象の全貌は追い切れておらず、その全体像はまだ十分解明できていない。志達氏は、全天 X 線モニタで増光を監視し、検出した天体を多波長で詳細に観測する手法で、ブラックホール X 線連星の振る舞いとその仕組みに関して、多くの先駆的研究を主導してきた。また、それらを遂行するにあたり、MAXI や XRISM など日本の X 線天文ミッションに参加し、開発・運用面でも大いに貢献してきた。主な業績は、以下の 4 項目にまとめられる。

1. ブラックホール X 線連星の増光の監視・速報

ブラックホール X 線連星は、ある時、ある場所で、急に活動を始める。予測が不可能なため、活動監視観測により活動現象を捉えてはじめて、詳細観測が可能となる。志達氏は、この活動現象を理解するために、全天 X 線監視装置 MAXI ミッションに運用当初から主要メンバーとして参加してきた。国際宇宙ステーション搭載の MAXI は、過去最高感度で全天の X 線天体を監視する装置で、観測運用は 15 年を超える。ブラックホール X 線連星などの突発的活動性の検出に長けており、これまでに 400 件以上の突発天体を検出し、全世界に速報してきた。その中で、志達氏は、ブラックホール X 線連星の増光の監視・速報を主導し、これまでに約 70 件もの増光現象を検出した。またその情報をもとに、自ら徹底的に X 線や他の波長で観測し、項目 2, 3 の研究を実現した。同氏は、MAXI チームが関わったブラックホールの観測論文のほぼ全てにおいて主メンバーとしてデータ解析および論文執筆を主導し、これまでに 34 編の査読付論文（うち主著 9

編) を出版した。また、これらの業績が、開発・運用への貢献(項目 4) も含めて評価され、令和 6 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞した。

2. X 線衛星での詳細観測 - 暗い時期の降着円盤の最内縁構造の解明 -

志達氏は、MAXI で検出した増光中の天体の詳細観測を行うため、現在運用中の X 線天体観測衛星に自ら観測提案を行い、多くの観測時間を獲得してきている。

志達氏の顕著な業績の一つとして挙げられるのが、降着円盤の最内縁構造に関する研究成果である。中でも、X 線が比較的暗い時期の構造については、2 つの説が提唱され長年論争が続いていたが、同氏は、MAXI で検出した天体を詳細観測し、そのデータの詳細解析から、片方の説が正しいことを強く支持する結果を得た(関連論文 1)。この成果は、ブラックホール X 線連星の全体像の解明に重要な進展を与えた。

3. 多波長同時観測によるジェットの磁場測定

これまでの理論研究から、ジェットの噴出機構に磁場が関係していると考えられてきたが、実際にジェットの根元にどの程度の強さの磁場が存在するかは未解明であった。志達氏は、主に電波～可視光を放つジェットを観測するため、X 線以外の観測装置にも自ら観測提案を行い、国内外の光・赤外線・電波望遠鏡の運用メンバーとの連携体制も構築してきた。この独自の観測網を用いて、MAXI で発見したブラックホール X 線連星を多波長で同時に観測し、ブラックホール近傍から噴出するジェットの根元部分の磁場の強さに制限をつけた(関連論文 2, 3)。この 2 論文の引用はたいへん多い。

4. X 線天文ミッションへの貢献

MAXI ミッションでは、軌道上較正(ノイズ成分の推定)やソフトウェア開発に貢献した。MAXI で天体からの微弱な X 線の信号を検出するためには、非 X 線ノイズ(NXB)の精確な見積もりが不可欠である。志達氏は、MAXI の全観測データを独自の手法で解析し、NXB を高精度で見積もるモデルを構築した。またそのモデルに従い NXB の擬似データを生成するシミュレータを開発した。これは、MAXI の感度を飛躍的に高めることとなり、その後の MAXI データを利用した研究の推進に大いに貢献した。

さらに、ASTRO-H(ひとみ)や XRISM でもソフトウェア開発・検証などで貢献している。特に XRISM では、衛星取得データを、科学解析に利用しやすい形にして観測者に提供する「地上データ処理システム」の地上試験のリーダーを務めた。

また、衛星時刻システムの精度評価や較正作業も主導してきた。これらはいずれも、XRISM の科学成果を最大限に引き出すために不可欠なものである。

以上のように、志達氏は、天文学において顕著な研究業績をあげ、X 線天文衛星の開発・運用・成果創出において重要な貢献をしている。加えて、将来の X 線天文衛星計画の検討においても、重要かつ有益なアイデアを出しつつあり、今後の貢献も大いに期待できる。

関連する論文リスト

- 1) Shidatsu Megumi, Ueda Yoshihiro, Tazaki Fumie (他 10 名), “X-Ray and Near-Infrared Observations of GX 339-4 in the Low/Hard State with Suzaku and IRSF” , PASJ, 63, S785-S801, 2011
- 2) Shidatsu Megumi, Nakahira Satoshi, Yamada Satoshi (他 26 名), “X-Ray, Optical, and Near-infrared Monitoring of the New X-Ray Transient MAXI J1820+070 in the Low/Hard State” , ApJ, 868, 54, 2018
- 3) Shidatsu Megumi, Nakahira Satoshi, Murata Katsuhiro L. (他 6 名), “X-Ray and Optical Monitoring of State Transitions in MAXI J1820+070” , ApJ, 874, 183, 2019