

# 日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2024年9月10日採択

申請者氏名	米田 浩基 (会員番号 6487)
連絡先住所	〒 97074 Emil-Fischer-Str. 31, Würzburg, Germany
所属機関	Julius-Maximilians-Universität Würzburg
職あるいは学年	Postdoctoral Researcher
任期 (再任昇格条件)	3年 (再任不可)
渡航目的	研究集会での招待発表
講演・観測・研究題目	X-ray and gamma-ray observations of the gamma-ray binary LS 5039
渡航先 (期間)	アイルランド (2024年10月6日~10月10日)

本渡航の目的は、10月にアイルランドで開催された高エネルギー天文学の会議「The DIAS-CDY workshop on Gamma-ray Loud Binaries」にて、「X-ray and gamma-ray observations of the gamma-ray binary LS 5039」というタイトルで招待講演を行うことであった。この研究会は、アメリカのコロンビア大学、イェール大学、アイルランドのダブリン高等研究所の3機関が共同で主催しているセミナー・ワークショップシリーズの一環であり、研究会のテーマを絞った上で、比較的少人数の規模にすることにより、参加者間で密度の高い議論を実現するという特徴を持つ。今回は、様々な波長での観測が急速に進んでいる「中性子星やブラックホール連星からのガンマ線観測」がテーマに選ばれた。中性子星やブラックホールが恒星と連星系を組むと、コンパクト天体の極限環境が恒星風と相互作用し、相対論的エネルギースケールでの宇宙線加速現象が引き起こされる。その最新の観測結果や理論的解釈を共有することで、コンパクト星連星での宇宙線加速の天体物理を解き明かそうというのが研究会の趣旨である。

私は、本ワークショップにおいて、ガンマ線連星に関する観測的研究についてレビューを行った。ガンマ線連星とは、コンパクト天体とOB星からなる大質量X線連星系のサブクラスであり、2000年代からGeV・TeVガンマ線天体観測の発展とともに見つけてきた、ガンマ線で非常に明るい天体である。これまで観測されたスペクトルから、電子がわずかに数秒でTeVエネルギーまで加速されていることがわかっており、非常に効率的な粒子加速物理が行っていることがわかっている。このような効率的な粒子加速は、宇宙線の標準加速機構として知られるフェルミ加速では説明が困難であり、電磁気学的な加速限界に迫るような新しい宇宙線加速現象を我々は観測している可能性が高い。

講演では、これまで進めてきた、X線・ガンマ線衛星を用いた銀河系で最も明るいガンマ線連星「LS 5039」について、これまでの観測結果をまとめて報告した。まず、10年以上の観測データを蓄積したFermi衛星と硬X線NuSTAR衛星を組み合わせ得ることのできた、X線からTeVガンマ線の広帯域スペクトルを紹介した。数GeV付近に軌道運動に同期しない放射成分があり、パルサー磁気圏からの放射と定性的に性質が一致することや、MeVからsubGeV帯域にかけて、理論モデルで説明がついていない放射成分がある

ことを議論した。また、軟 X 線観測装置 NICER を用いた X 線時間変動解析や、すざく・NuSTAR 衛星の硬 X 線データを用いたパルス探索の結果を紹介し、この天体に含まれるコンパクト天体がパルサーである間接証拠が得られつつあることを示した。最後に、私が現在従事している次世代 MeV ガンマ線衛星 COSI についても紹介し、COSI を使ったガンマ線連星の観測計画についても紹介した。ガンマ線連星は、MeV ガンマ線にピークを持つ天体が多く、他の参加者の発表でもこの点が指摘されており、COSI などの MeV ガンマ線での将来観測を中心として質問やフィードバックを得ることができた。

ワークショップ中では、参加者と様々な議論を行うことができた。特に、ワークショップ全体を通して、大きな議論になっていたのが、マイクロエーサーからの高エネルギーガンマ線の観測結果である。SS 433 からの TeV ガンマ線の検出をきっかけとして、マイクロエーサーからのガンマ線観測が近年進んでいる。なかでも、LHAASO による、PeV エネルギーまでカットオフを伴わずに伸びるガンマ線観測の結果は、銀河系内最高エネルギー宇宙線を生み出す天体としてマイクロエーサーが有力であることを一目で示すものであり、非常に驚きであった。これらを皮切りに、系内でガンマ線で明るい天体の TeV ガンマ線の観測が活発になっており、ガンマ線連星の追観測も進められている。TeV ガンマ線望遠鏡 HESS のメンバーである Jonathan Mackey と議論を行うことができ、HESS チームで進められようとしている LS 5039 のデータ解析について、共同研究を進める方針を立てることができた。また、私が今年観測時間を得ることができたガンマ線連星 PSR B1259-63 に関するデータ解析について、この天体の専門家である Masha Chernyakova と相談することができたり、また、ガンマ線連星の放射モデリングの専門家で共同研究者である Valenti Bosch-Ramon や Dmitry Khangulyan らとも研究のアイデアについて議論を交わすことができた。

「連星系からのガンマ線放射」にテーマを絞っているため、ワークショップ全体を通じて、分野の近い研究者と交流を行うことができたことも大きな収穫であった。また、これまでの観測や理論モデルだけでなく、今後のガンマ線観測の将来性などについて、この分野の大家である Felix Aharonian から、深い示唆の伴う意見をもらうことができ、より広い視野で今後の研究を考える上で貴重な視点を獲得することができたように思う。

結びに、本渡航を支援していただいた早川幸男基金と、その関係者の皆様に深く感謝を申し上げます。現ポジションでは、私自身が自由に使える予算がなく、従事しているプロジェクトと趣旨の異なるワークショップだったので、他からの資金援助を模索していました。一方で、この研究会は、コンパクト星連星のガンマ線観測の専門家が一堂に会するため、自身の研究を周知し、今後の研究のアイデア・方向性を議論することができる絶好の機会だと考えていました。支援をいただくことができ、このような貴重な機会を逃すことなく、参加を実現することができ、心から感謝しております。重ねてお礼を申し上げます。