

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2025 年 6 月 10 日採択

申請者氏名	寺内健太 (会員番号 7835)
連絡先住所	〒 606-8417 京都府京都市左京区北白川追分町
所属機関	京都大学
職あるいは学年	D4
任期 (再任昇格条件)	
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	GeV Gamma-Ray Detection from Intense GRB 240529A During the Afterglow's Shallow Decay Phase
渡航先 (期間)	スイス (2025 年 7 月 13 日～7 月 25 日)

本渡航では、2025 年 7 月 15 日から 24 日にかけてスイスのジュネーヴで開催された第 39 回宇宙線国際会議 (39th International Cosmic Ray Conference、通称 ICRC) に参加した。ICRC は宇宙線・宇宙物理分野で最も規模の大きい国際会議であり、例年およそ千名が約五十ヶ国から集う場として知られている。会場には多様な実験・観測グループや理論研究者が一堂に会し、最新成果が矢継ぎ早に報告される。その密度の高い議論の中心に身を置けたこと自体が大きな刺激であった。今回私は、本年度に受理された主著論文 (K. Terauchi et al., 2025, ApJ) の内容をもとに、「GeV Gamma-Ray Detection from Intense GRB 240529A During the Afterglow's Shallow Decay Phase」という題目で口頭発表を行った。

ガンマ線バーストからの放射は、即時放射および残光放射という二段階の放射に分けられ、即時放射は数ミリ秒から数千秒続き、サブ秒スケールの変動を伴うパルスの放射を示す一方、その後続く残光放射は数日からそれ以上にわたって観測でき、主としてべき乗則で減衰する光度曲線を示す。X 線残光放射の約 90% では、観測開始後およそ 10^3 秒の間に緩慢減衰期 (shallow decay phase) と呼ばれる減衰の冪が 0.5 以下となるような緩やかな減衰を示すことが分かっている。この緩慢減衰期は残光の標準モデルでは説明できず、その物理メカニズムはいまだ未解明であるため、緩慢減衰期は、ガンマ線バーストの爆発機構・相対論ジェット・中心エンジンなどの重要な知見を与えると期待されている。

そうした中、今回の講演では去年 5 月に発生した GRB 240529A について、主に GeV ガンマ線観測衛星 Fermi による観測結果を報告した。講演では Fermi 衛星に搭載されている LAT 検出器を用いた解析により、緩慢減衰期中に 4.5σ の検出有意度で GeV 放射が検出されたことを報告した。Swift 衛星で観測された X 線データも解析すると、観測された GeV フラックスは X 線フラックスと比べて 4.2 倍も高く、X 線スペクトルの外挿では GeV フラックスを説明できないことも紹介した。これは、シンクロトロン放射ではなく逆コンプトン放射が GeV 帯において支配的であることを示している。講演ではさらに数値シミュレーションを用いた緩慢減衰期の多波長モデリングについても発表した。モデリングの結果、衝撃波のエネルギーが徐々に増えていくエネルギー注入モデルおよび星風

の中を初期ローレンツ因子が数十の遅いジェットが伝播する星風モデルのどちらも緩慢減衰期中の X 線光度曲線を再現可能である一方、モデル間で GeV スペクトルの冪・形状に差が生じることを示した。GeV ガンマ線の光子統計が不十分であったため、決定的なこととは言えないものの、観測データは星風モデルを支持する結果となり、将来の Cherenkov Telescope Array Observatory による TeV ガンマ線観測で、同様のイベントに対してモデルを十分に切り分けられることにも講演では触れた。

発表後の質疑応答では、Fermi-LAT で観測された GRB 240529A の GeV 放射継続時間の算出方法について質問を頂いた。本解析では、これまで Fermi-LAT で観測されたガンマ線バーストと比較するため、LAT のカタログ論文で用いられた手法に沿って継続時間を求めている。しかし、GeV 光子の統計が少ないため、この手法では継続時間の算出にバイアスが生まれてしまうのではないかと、というのが質問の主旨である。本解析では、カタログと比較するため相対的な値に興味を持っていたが、絶対的な値を求める際には注意を払う必要があると考えている。このバイアスについて、より丁寧に評価するにはシミュレーションを用いたスタディが必要になるだろう。ちょうど Fermi-LAT を用いたガンマ線バーストの系統解析を今後の研究案の一つとして考えていたため、よい機会なのかもしれない。

発表後には、銀河間磁場を研究している Ténéman Keita 氏に声をかけていただき、ガンマ線バーストからの GeV–TeV 放射を用いた銀河間磁場の測定可能性について議論した。ガンマ線バースト残光からのガンマ線放射を用いて銀河間磁場を調べる手法は以前から耳にはしていたが、この議論を通してより深く理解することができ、将来の Cherenkov Telescope Array Observatory による観測で銀河間磁場の研究はより加速するだろうとお互いの意見が一致した。これまで自分が取り組んできたガンマ線バーストの研究が、宇宙進化・銀河形成のような専門外の分野にまで波及することを再認識でき、今後の研究方針を立てる上で貴重な視点を得ることができた。

学会期間中には、宇宙線実験の最新の動向やニュートリノ・重力波とのマルチメッセンジャー連携など、広範な話題にも触れることができた。分野横断的な視点を得られたことで、ガンマ線バーストの研究をより大きな文脈の中で位置付け直す契機となり、今後の研究計画書の説得力向上にも直結すると感じている。また、学会に参加していて実感したのは日本人の多さである。本学会で初めて言葉を交わした日本人も少なくなく、宇宙線・宇宙物理という分野における日本人の層の厚さを感じずにはいられなかった。

最後に、本渡航を支援していただいた早川幸男基金に心より深く御礼申し上げます。スイスの物価は日本とは比べものにならないほど高く、これもまた良い人生経験にはなったものの、本基金からのご支援があったおかげで何とか乗り切ることができました。今回の学会およびスイスでの生活から得た貴重な経験を糧に、今後の研究に一層励んでまいります。