

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2017年09月10日採択

申請者氏名	鈴木寛大 (会員番号 6668)
連絡先住所	〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学 理学部1号館 6F 611室
所属機関	日本天文学会
職あるいは学年	M2
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	Thermal X-ray studies on escaping of accelerated protons from SNR shocks
渡航先 (期間)	ドイツ (2017年10月15日～10月21日)

今回、私はドイツで開かれた”7th International Fermi Symposium”に参加しました。研究会は Garmisch-Partenkirchen というドイツ南部の自然豊かで閑静な街で行われ、さらに研究会の合間にはルートヴィヒ2世建設のリンダーホーフ城の見学ツアーもあり、非常に楽しめました。天気もよく、研究会終了後には近くの Wank という山へロープウェイで観光に行くこともできました。研究会には音楽堂としても使われる広いホールが用いられ、大スクリーンの前で講演するのは緊張しましたが、良い経験となりました。また、ポスターが全て電子版で、タッチスクリーンに次々表示されていたのはとても新鮮でした。この研究会は宇宙の中でも GeV を超えた放射を起こす高エネルギー現象に関するもので、中性子星、超新星残骸、活動銀河核、ガンマ線バースト、さらには重力波やダークマターなどがターゲットとなっていました。

私は超新星残骸における粒子加速に着目し、加速された粒子がプラズマからどのようにして逃げ出すかを X 線観測を用いて明らかにすることを目指しています。今回は”Thermal X-ray studies on escaping of accelerated protons from SNR shocks”というタイトルで、2つの結果について発表しました。1つ目は、超新星残骸 HB 21 の X 線スペクトル解析です。スペクトルのモデルフィットから X 線プラズマの電子温度と電離状態を測ることで、私はプラズマの電子温度が異常に低いことを明らかにしました。これは過去に電子の急冷却があったことを示し、急冷却が起きてからの経過時間は約 10 万年と判明しました。このように電子が異常に冷えたプラズマをもつ超新星残骸は他にも 10 個程度見つかっており、一方でその多くは、GeV ガンマ線放射という特異な性質も示しています。このガンマ線は、加速された陽子が近傍の分子雲中に逃亡して原子核反応を起こし放射するものと考えられています。このことから、私はプラズマの急冷却と加速された粒子の逃亡には関係があると考え、HB 21 も含めこれらの天体について文献データを調べたところ、プラズマの急冷却からの経過時間が長い天体ほど加速された陽子の逃亡が進んでいるという示唆を得ました。すなわち、冷たく密度が高い分子雲などとの衝突が、加速された陽子の逃亡を引き起こす可能性があることを見出し、今回の2つ目の成果として発表しました。

講演後には、研究分野が近い方にアドバイスをいただいたり、情報共有をしたりできました。例えば、Larmor 半径が大きい高エネルギー陽子ほど超新星残骸から逃げやすいため、ガンマ線観測では GeV 帯域より TeV 帯域の方が広がって見えるはずであり、イメージからも陽子逃亡の進み具合が調べられるという知見は有益でした。すでに今回の研究会でも、 γ -Cygni という超新星残骸で、GeV 帯域より TeV 放射の広がりが大きく、加速された陽子の逃亡が見えていると報告されていました。また、天体ごとの GeV ガンマ線スペクトルの詳細な比較から陽子逃亡の過程を調べている方もおり、非常に興味深かったです。

研究会にて他に興味深かった内容としては、まず、大マゼラン星雲にある超新星残骸 N132D の GeV ガンマ線観測がありました。この天体は X 線で最も明るい超新星残骸であり、年齢は 5000 年以下と若く、粒子加速も効率よく起こっていると考えられています。GeV ガンマ線観測で得られたスペクトルは非常にハードであり、GeV 放射の全エネルギーが超新星爆発の典型的な全運動エネルギーである 10^{51} erg を超えてしまっているという点が驚きです。次に、超新星残骸 SN1006 の GeV・TeV ガンマ線観測についてです。この天体では加速された電子のシンクロトロン X 線放射がシェル状に見られ、TeV ガンマ線でも同様な空間分布が確認されています。TeV 放射は加速された電子による光子の逆コンプトン散乱と考えられています。講演では、Fermi 衛星が観測した GeV 放射を解析し、空間分布・スペクトルともにやはり電子による逆コンプトン散乱と無矛盾なことを示していました。

超新星残骸に限らず、例えば Fermi 衛星の最新のデータセットを用いた系内の背景ガンマ線のモデル化についてや、新たに発見された GeV 放射天体の紹介など、有益な講演がたくさんありました。また、ちょうどこの研究会の日程中に LIGO・Virgo による中性子星連星からの重力波イベント観測の記者発表が行われ、研究会でも生放送がされました。このイベントは中性子星同士の合体のため多波長にわたって強い電磁波を放出し、Fermi 衛星でもガンマ線バーストとして検出されました。研究会でも、重力波と電磁波の検出時間の差を使って重力波の伝搬速度に制限を与えたり、電磁波の強さや継続時間から初めてガンマ線バーストの中心機構の理解に迫ったりできるという興味深い講演がありました。

私の今後の研究では Fermi 衛星の観測データを用いる予定なので、上記のように Fermi 衛星の最新データの情報や背景ガンマ線のモデル化について知ることができたのは非常に大きな収穫でした。また、私の研究に興味をもっていただいた方と休憩中にお話ししたり、一緒に観光に行ったりできたのも嬉しいことでした。今後も共同研究などできたら良いと思っています。今回の渡航は、自分の学びや経験という面でも、研究を進めていく面でも、とても有益なものとなりました。私にとって国際学会は今回が初めてであり、これほど充実して楽しめたのは嬉しいです。この経験を今後の研究生生活の糧にしていきます。最後に、渡航の支援をいただいた日本天文学会 早川幸男基金の関係者の皆様には、心より御礼を申し上げます。本当にありがとうございました。