

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	千葉遼太郎 (会員番号 8984)
連絡先住所	〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1 国立天文台
所属機関	国立天文台/総合研究大学院大学
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	Early Peaks in Type Ibc Supernovae: Hydrodynamic Modelling and Implications for Late-Stage Binary Mass Transfer
渡航先(期間)	スウェーデン・中国 (2025年8月16日～8月31日)

本渡航では、スウェーデン・ストックホルムで8月18日から22日にかけて開催された研究会 “One Hundred Years of Supernova Science” と、中国・麗江で8月25日から29日にかけて開催された研究会 “Binary Stars in a New Era” にそれぞれ参加した。私は、超新星の観測結果を手掛かりに、超新星が発生した環境、ひいては超新星爆発を起こす直前の恒星の活動を調査する研究を行っている。研究会期間中に MNRAS 誌に受理された論文 (Chiba & Moriya 2025, arXiv:2504.06445) では、一部の Ibc 型の超新星の光度曲線が、爆発直前の恒星からの質量放出によって形成された高密度のガス (星周物質) の存在によって説明できることを、輻射流体力学シミュレーションによって示した。また、現在は、爆発直前のヘリウム星を含む連星間の相互作用に伴う「周連星円盤」の形成によって、前述したような高密度の星周物質の形成を説明できるかを、流体力学シミュレーションを用いて検証を行っている。両研究会では、これらの研究の成果に基づいた口頭発表をそれぞれ行った。

“One Hundred Years of Supernova Science” はストックホルム市街からバスで1時間ほど離れた歴史あるホテルで開催され、世界中から100名を超える参加者が集まった。論文でよく名前を拝見していたが、実際に対面するのは初めて、という参加者も多かったが、5日間を通して幅広く議論を行うことができた。

私の発表後の質疑では、Philipp Podsiadlowski 氏 (オックスフォード大学) からの膨張したヘリウム星の表層での不安定性に関するコメント、Wynn Jacobson-Galán 氏 (カリフォルニア工科大学) からの X 線観測の結果との整合性に関する質問をはじめ、多くの有益な指摘を頂くことができた。また、Chiba & Moriya (2025) のベースとなった観測論文 (Das+24, ApJ, 972, 91) の筆頭著者である Kaustav Kashyap Das 氏 (カリフォルニア工科大学)、論文で扱ったような光度曲線に良く適用される標準的な解析モデル (Piro+21, ApJ, 909, 209) をまとめた Anthony Piro 氏 (カーネギー観測所)、および論文中のサンプルに含まれる超新星 2022oqm を解析した論文 (Irani+24, ApJ, 962, 109) の主要著者の一人である陳平氏 (浙江大学) と、それぞれ直接論文の内容について議論する機会を得た。

発表内容の他には、特異な星周物質を持つ Ia 型超新星 2020aeuh に関する共同研究の結果を論文 (Tsalapatas+25, arXiv:2507.08532) として発表したばかりの、実行委員会メンバーの Kostas Tsalapatas 氏、Jesper Sollerman 氏 (共にストックホルム大学) と、星周物質の形成過程と連星相互作用の関連について意見交換を行った。また、X 線・電波・可視光による観測結果を総合して解析した結果から、連星に起因する非対称な星周物質の中で爆発したことが示唆されている超新星 2022ywx (Baer-Way+25, ApJ, 983, 101) について、超新星の解析を行った Raphael Baer-Way 氏、Soham Mandal 氏 (共にヴァージニア大学)、前田啓一氏 (京都大学) と、非対称な星周物質内の爆発を理論モデル化する方法について議論した。

“Binary Stars in a New Era” は、旧市街が世界遺産に指定されている雲南省麗江市の中心部にあるホテルで開催され、こちらも 200 名以上が参加する大規模な研究会であった。参加の主目的は、現在行っている連星間の相互作用による星周物質形成のシミュレーションについて、問題設定が妥当か連星研究の専門家から広くコメントを頂くことであった。聴衆は必ずしも超新星の専門家に限られないため、発表内容が適切に伝わるか懸念もあったが、発表後に多数の質問を頂き、活発な議論につながった。

連星合体の専門家である Nadejda Blagorodnova 氏 (バルセロナ大学) と質量移動の安定性に関する議論を行ったほか、陳卓氏 (清華大学) と超新星の高次元シミュレーションについて、孫寧晨氏 (国家天文台) と超新星 2024aecx の光度曲線に私のモデルが適用できるかについて議論した。また、離心率の大きい軌道を持つ連星間の相互作用について研究している Adam Parkosidis 氏 (アムステルダム大学) に、自分のモデルに離心率を考慮するとどのように描像が変化するかについて議論した。さらに、周連星円盤に関する教科書的なレビュー論文 (Lai & Muñoz 2023, ARA&A, 61, 517) を著した頼東氏 (上海交通大学) に直接自分のモデルの詳細について紹介することができた。発表内容と離れたところでは、Ia 型超新星 2020eyj の電波による新たな観測結果について発表された柳正偉氏 (共に雲南天文台) と、理論モデルの構築と解釈について議論することができた。

私が現在行っている研究は、超新星の星周物質に関する観測結果と、連星のシミュレーションの結果の両面から、爆発前後の恒星の活動について調べることを目的としている。このような研究を成功させるためには、超新星の専門家だけではなく、連星の専門家とも議論することが不可欠であり、2つの研究会を通してそれを実現することができたのは、非常に貴重な機会であった。本渡航で得られた知見と人的ネットワークを、今後の研究に活かしていきたい。最後に、本渡航をご支援いただいた早川幸男基金、関係者の皆様に深く感謝を申し上げる。