

日本天文学会早川幸男基金渡航報告書

2025年9月10日採択

申請者氏名	伊藤 茉那 (会員番号 8793)
連絡先住所	〒 305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 計算科学研究センター
所属機関	筑波大学理工情報生命学術院数理物質科学研究群物理学学位プログラム
職あるいは学年	D1：学振
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	Predicting Infrared Luminosity Functions with 3D Radiative Transfer Calculations
渡航先(期間)	イタリア共和国 (2025年8月30日～9月12日)

本渡航の概要

2025年9月1日～5日にイタリア・フェラーラで開催された国際研究集会“Peering through an opaque ISM”に参加し、口頭発表「Predicting Infrared Luminosity Functions with 3D Radiative Transfer Calculations」を行った。本研究会は遠方銀河におけるダストに覆われた星間物質をテーマとしたものである。渡航を通じて、観測・理論双方の観点から当該分野の到達点と課題を俯瞰し、自身の研究の位置づけを再確認するとともに、今後の解析方針に関する具体的な示唆を得た。また、会議終了後にUniversity of Milano-Bicoccaを訪問し、関連研究者と意見交換を行った。これらの議論で得た知見は、今後の研究計画へ反映させるための重要な足がかりとなった。

国際会議“Peering through an opaque ISM”的主旨

本研究会は、遠方銀河に存在する高密度でダストに覆われた星間物質(obsured ISM)の性質解明を目的として開催された。ダストによる減光・遮蔽は、観測上の制約としてしばしば問題となる一方で、赤外線放射や減光、ガンマ線バーストなどの多様な観測指標を用いることで、星間物質の温度・密度・組成・空間分布といった物理状態を逆に推定するための重要な手がかりにもなる。本会議では、JWSTやALMAを中心とする最新の観測成果を軸に、数値シミュレーションをはじめとする最先端の理論研究と結びつけ、様々な波長帯や手法を用いてobsured ISMを俯瞰的に捉えるための議論が行われた。観測と理論の知見を統合することで、銀河進化の文脈における星間物質の遮蔽の役割を整理し、異なる分野間の連携を促進することを目指している。申請者の研究で扱う赤外線光度関数やダスト温度の理論予測は、obsured ISMをダストの赤外線放射から読み解く上で基盤となる量であり、観測結果の解釈や将来観測の設計に直接関わるものである。

研究内容と成果

本研究では、大規模な宇宙論的シミュレーション「FORmation and EVolution of galaxies in Extremely overdense Regions (FOREVER22; Yajima et al. 2022)」で得られた1000個以上の銀河サンプルに対し、3次元のモンテカルロ輻射輸送計算コード「All-wavelength Radiative Transfer with Adaptive Refinement Tree (ART2; Yajima et al 2012; Li et al. 2008)」を適用することで、 $z = 6 - 12$ のダストに覆われた星形成銀河 (dusty galaxy) における赤外線光度関数およびダスト温度の統計的性質を予測した。その結果、高赤方偏移の銀河ほど単位体積あたりの銀河数密度が低下する傾向が見られた。また、ダスト温度について解析した結果、 L_{IR} が同程度でも高赤方偏移の銀河ほどダスト温度が高い傾向を示し、近年 JWST や ALMA の観測で注目されている $z = 8$, $T_d \sim 80$ K の高温ダスト銀河もシミュレーションによって自然に再現された。銀河のサイズの解析から、このような高温ダストはコンパクトな構造に起因すると考えられる。これらの予測は、将来の遠方銀河観測に対する理論的指針を与えるものである。

渡航を通じて得られた成果と今後の展望

今回の渡航では、国際研究会 ”Peering through an opaque ISM”において研究成果を口頭発表し、異分野の研究者を含む多くの参加者に自身の研究を周知することができた。同分野の研究者からも具体的な助言を得られ、特に University of Bologna の Michele Costa 氏や Francesca Pozzi 氏とは、ダスト温度の推定方法や AGN 寄与に関して活発な議論を交わし、今後も継続的に連絡を取り合うこととなった。また、Kazushi Iwasawa 氏や Francesco Calura 氏からも有益なコメントをいただき、研究の深化に直結する人的ネットワークを構築できた。また、多様な講演の聴講を通じて理論的・観測的知見を広げることができた。特に Jacqueline Hodge 氏の講演からは、今後の ALMA 観測の課題として高赤方偏移における光度関数の構築が喫緊のテーマであると示され、自身の研究との関連を再確認する機会となった。また、Francesca Matteucci 氏、Irene Shvarei 氏、Hido Algera 氏によるダスト進化に関する発表からは、ART2 内で用いているダストモデルの妥当性を考察する上で重要な知見を得ることができた。

研究会終了後には、University of Milano-Bicocca を訪問し、自身の研究成果の講演および関連研究者との意見交換を行った。Sebastiano Cantalupo 氏からシミュレーション解像度に関する助言を、Weichen Wang 氏からダストモデルに関する助言を得た。これらの知見を今後の解析に反映させ、新しい成果が得られ次第、国際的な共同研究者と共有・議論を継続していく予定である。以上より、本渡航の主な成果は、研究成果の国際的発信に加えて、観測・理論双方の研究者から研究を発展させるための具体的助言を得たこと、ならびに将来の共同研究につながる人脈を形成できたことにある。

謝辞

今回の渡航を通じて、国際研究集会で口頭発表を行い、今後の研究を発展させる上で重要な知見を得ることができました。早川幸男基金のご支援ならびに関係者の皆さまのご協力により、このような貴重な機会を賜りましたことに、心より御礼申し上げます。本渡航で得た知見を今後の研究に活かし、成果として結実させてまいります。