

令和 3 年度 (2021) 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名	和文：大型光赤外線望遠鏡で探る宇宙再電離と銀河形成 英文：Cosmic Reionization and Galaxy Formation Probed with Large Optical Near-Infrared Telescope
研究代表者	大内正己・東京大学・宇宙線研究所・教授
参加研究者	小野宜昭・東京大学・宇宙線研究所・助教、播金優一・東京大学・東京大学・宇宙線研究所・助教、青山尚平・東京大学・宇宙線研究所・特別研究員、梅畑豪紀・東京大学・宇宙線研究所・特別研究員、菊地原正太郎・東京大学・大学院理学系研究科・学生、Yechi Zhang・東京大学・大学院理学系研究科・学生、Tang Shenli・東京大学・大学院理学系研究科・学生、下館果林・東京大学・大学院理学系研究科・学生、磯部優樹・東京大学・大学院理学系研究科・学生、Sun Dongsheng・東京大学・大学院理学系研究科・学生、Xu Yi・東京大学・大学院理学系研究科・学生、松本明訓・東京大学・理学系研究科・学生、梅田滉也・東京大学・理学系研究科・学生、成田佳奈香・東京大学大学院理学系研究科・学生、西垣萌香・東京大学・理学部・学生、田中匠・東京大学・理学部・学生、妹尾梨子・東京大学・理学部・学生、河野孝太郎・東京大学・天文学教育センター・教授、廿日出文洋・東京大学・天文学教育センター・助教、吉村勇紀・東京大学・天文学教育センター・学生、澁谷隆俊・北見工業大学・工学部・助教、中島王彦・国立天文台・科学研究部・特任助教、馬渡健・国立天文台・ハワイ観測所・研究員、藤本征史・University of Copenhagen・DAWN Fellow、日下部晴香・University of Geneva・Postdoctoral researcher、Haibin Zhang・Tsinghua University・Postdoctoral Researcher、利川潤・University of Bath・研究員、梅村雅之・筑波大学・計算科学研究センター・教授、森正夫・筑波大学・計算科学研究センター・准教授、阿部牧人・筑波大学・計算科学研究センター・研究員、橋本拓也・筑波大学・筑波大学院数理工学系研究科物理学専攻宇宙観測研究室・助教、菊田智史・筑波大学・研究科学研究センター・研究員、三浦大地・筑波大学・大学院システム情報工学研究科・学生、井上昭雄・早稲田大学・先進理工学部・教授、山中郷史・早稲田大学・先進理工学部・Postdoctoral Researcher、菅原悠馬・早稲田大学・先進理工学部・Postdoctoral Researcher、長谷川健二・名古屋大学・大学院理学研究科・特任助教、Chengze Liu・Shanghai Jiao Tong University・准教授、吉浦 伸太郎・University of Melbourne・JSPS overseas fellow、金久智也・熊本大学・大学院自然科学研究科・学生、和田真優・お茶の水女子大学・学生、Ellis Owen・University College London、Siddhartha Gurung・Centro de Estudios de Fisica del Cosmos de Aragon、Yuan Wang・Nankai University・School of Physics、Kirstern Knudsen・Chalmers University of Technology・教授、Jean-Baptiste Jolly・Chalmers University of Technology、Yiping Ao・Purple Mountain Observatory・

research fellow、Christopher Cummiskey Lovell・University of Hertfordshire・
Postdoctoral Researcher、Fengwu Sun・The University of Arizona・学生

研究成果概要

宇宙線研究所の観測的宇宙論グループを核とし、宇宙再電離と銀河形成の問題解決に向けて研究を行った。宇宙再電離期(epoch of reionization; EoR)の Ly α emitter(LAE)から放射された Ly α 輝線は、中性水素を含む銀河間物質がもたらす Ly α damping wing 吸収により減光を受ける。そのため、EoR 初期に向かうにつれ、1) Ly α 輝線が明るい LAE が減る、2) Ly α の輝線幅が広がる、3) 電離が進んでいる領域(ionized bubble)にある LAE は Ly α 輝線の減光をあまり受けなため観測する LAE の分布に再電離起源の密度超過が現れる、と予想されている。さらに遠方銀河の統計的性質の進化から構造形成の中の銀河形成に対する知見が得られる。これらをテストおよび実行するため、我々はすばる望遠鏡の次世代広視野撮像装置 Hyper Suprime-Cam (HSC)により従来の 100 倍にもなる銀河サンプルを構築し、宇宙再電離および銀河形成モデルに制限をつけるべく研究を進めている。

2021年度は、すばる HSC 探査の観測を進め、2014年から続けた観測を完了した。その後は全データの解析に専念している。これと並行して、初期の HSC 観測で検出された $z\sim 6$ の LAE の位置と狭帯域バンドで得られた Ly α 表面輝度分布の間で空間的な相互相関関数を計算し、前景光を取り除いて $z\sim 6$ における LAE 周辺の Ly α 輝線の空間分布を調べた。その結果、 $z=5.7$ と 6.6 の宇宙再電離期における LAE 周囲で Ly α ハローを検出するのに成功した(Kakuma et al. 2021, ApJ, 916, 22)。Ly α ハローは暗黒物質ハローの半径の約 5 倍に相当する大きさであり、理論モデルとの比較から、Ly α 散乱で説明難しいことが分かった。Ly α ハローの起源については未だ分からないが LAE の衛星銀河がもたらした可能性もある。一方で、 $z=5.7$ と 6.6 における Ly α ハローのプロファイルの進化を調べたが、宇宙再電離の影響は不定性が大きいこともあり、検出されなかった。また、宇宙再電離研究に加えて、銀河形成研究としては、Fe が豊富な形成初期銀河の存在が我々の HSC 観測に基づく研究から見つけられていたが(Kojima et al. 2021, ApJ, 913, 22)、この天体の Fe/O と星年齢を恒星進化モデルと比較することにより、このように豊富な Fe をもつ形成初期銀河を作るには、対不安定型超新星(PISNe)又

は明るい極超新星(HNe)の効率的鉄生成で説明できることが分かった(Isobe et al. 2021, ApJ, 925, 111)。この結論は、形成初期銀河のような金属が欠乏する環境で作られる大質量星が親星となり PISNe や HNe が起こるシナリオと一致している点で興味深い。

整理番号 H01