

## 2020(令和二)年度 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・宇宙線研究所・助教、馬渡健・東京大学・宇宙線研究所・特任研究員、青山尚平・東京大学・宇宙線研究所・特任研究員、利川潤・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、下舘果林・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、酒井直・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・理学部・学生、梅田滉也・東京大学・理学部・学生、西垣萌香・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、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、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・筑波大学院数理物質科学研究科物理学専攻宇宙観測研究室・助教、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、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 Cumiskey Lovell・University of Hertfordshire・Postdoctoral Researcher

## 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 $\alpha$  emitter(LAE)から放射された Ly $\alpha$  輝線は、中性水素を含む銀河間物質がもたらす Ly $\alpha$  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 $\alpha$  輝線が明るい LAE が減る、2) Ly $\alpha$  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 $\alpha$  輝線の減光をあまり受けないため観測する 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。

2020年度は、すばる HSC 探査の観測を進めることと並行して、大型望遠鏡を使った相補的な宇宙再電離と銀河形成研究を推進した。機械学習を用いてすばる HSC 探査の観測データから近傍の形成初期銀河の候補天体を探し、分光追観測を行い、観測史上最低の重元素量(0.016 太陽重元素量)の銀河 HSC J1631+4426 の検出に成功した (Kojima et al. 2020, ApJ, 898, 142)。また、すばる HSC 探査で検出した宇宙再電離期の銀河を ALMA 電波干渉計の mm 波のデータを用いて、宇宙再電離期にある銀河を観測した。その結果、非常に高い[OIII]/[CII]比を持つことがわかり、光電離モデルとの比較から、このような銀河は現在の銀河と比べて、電離パラメータが 10-100 倍と高いか、光電離領域が 0-10%と小さい可能性を指摘した(Harikane et al. 2020, ApJ, 896, 93)。これらは電離光子が銀河から脱出しやすく、宇宙再電離の原因が銀河であるという現在の標準的な描像と合致する結果である。

整理番号 H01