

令和 4 年度 (2022) 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、Liang Yongming・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・協力研究員、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、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、Zhu Chenghao・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、田中匠・東京大学・理学系研究科・学生、妹尾梨子・東京大学・理学系研究科・学生、中根美七海・東京大学・理学部・学生、柳澤広登・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、菊田智史・国立天文台・科学研究部・特任研究員、馬渡健・国立天文台・ハワイ観測所・研究員、日下部晴香・国立天文台・科学研究部・特別研究員、西垣萌香・総合研究大学院大学・物理科学研究科・学生、波多野駿・総合研究大学院大学・物理科学研究科・学生、渡辺くりあ・総合研究大学院大学・物理科学研究科・学生、藤本征史・University of Texas, Austin・NASA Hubble Fellowship、Haibin Zhang・Tsinghua University・Postdoctoral Researcher、利川潤・University of Bath・Research Associate、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、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、梅畑豪紀・名古屋大学・大学院理学研究科・特任助教、山中郷史・鳥羽商船高等専門学校・一般教育科・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、宇宙論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。

2022年度は、すばる HSC 探査の観測で得られた全撮像データをもとに LAE の測光カタログの作成を行った。得られたカタログには約2万個の LAE が含まれ、うち8千個は $z=6-7$ の宇宙再電離期に存在する LAE だった(Kikuta et al. submitted to ApJ)。2023年度からは、このカタログを元に光度関数と相関関数を求めて研究を完成させる予定である (Umeda2022, master thesis, U. Tokyo)。これらと並行して、HSC 探査で得られた約150万個の $z=4$ の dropout 銀河と CMB の相互相関をとり、 $z=4$ の宇宙の構造が作る重力レンズ効果の検出に成功し、世界に先駆けて $z=4$ という遠方宇宙における σ_8 に対する制限を得た(Miyatake et al. 2022, PRL, 129, 1301)。また、HSC で得られた $z=0$ の極金属欠乏銀河に対する分光追観測を行い、原始ヘリウム存在比が $Y_p = 0.2370 \pm 0.0033$ と求まった。これは従来考えられていたより小さい Y_p でニュートリノ有効世代数 N_{eff} の標準理論($N_{\text{eff}}=3.046$)や Planck+18 の η との整合性を考えると比較的大きいレプトン非対称性 $\xi_e = 0.05^{(+0.03)/(-0.02)}$ が示唆され、今後の観測的検証の必要性が出てきた(Matsumoto et al. 2022, ApJ, 941, 167)。

整理番号 H01