

令和 7 年度（2025） 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：地上と宇宙の大型観測施設と研究者を結集して探る初期宇宙と天体形成	
英文：Exploring the Early Universe and the Galaxy/Black-Hole Formation by a Combination of Large Observational Facilities and Collaboration	
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、中島王彦・金沢大学・国際基幹教育院・准教授、日下部晴香・東京大学・総合文化研究科・助教、柏野大地・国立天文台・科学研究部・特任助教、西垣萌香・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、清田朋和・総合研究大学院大学・物理科学研究科、武田唯・総合研究大学院大学・物理科学研究科ほか、合計 4 6 名
研究成果概要	
宇宙線研究所の観測的宇宙論グループを中心として、発展著しい JWST を柱とした宇宙望遠鏡と大規模探査が進む地上大型望遠鏡（すばる望遠鏡観測やアルマ望遠鏡など）の観測研究を行った。2025 年度は、これらの研究の中でも 2 つ特筆すべき結果が得られた。一つ目は、JWST の Treasury Program である VENUS 探査（2025–2027 年、総観測時間約 300 時間）において、重力レンズ効果を組み合わせることで、高赤方偏移 $z \sim 7$ の Little Red Dot (LRD) と母銀河の関係を明らかにしたことである。2 つの LRD は約 70 pc の距離だけ離れており、これらは母銀河の中心から約 400 pc ずれた位置に存在することを見つけた。さらに、従来の LRD に比べてボロメトリック光度 L_{bol} で約 1 桁暗いことが分かった。L_{bol} から見積もると 2 つの LRD は $10^4 M_{\odot}$ 程度の中間質量ブラックホール（IMBH）だと考えられ、力学的摩擦により銀河中心の超大質量ブラックホールへ落下する可能性が示唆された。二つ目は、宇宙再電離史と宇宙論パラメータに関する新たな制約を得たことである。自由電子によるトムソン散乱の効果である光学的厚さ τ について、JWST などの観測から得られる中性水素割合 $x_{\text{HI}}(z)$ の進化を用いて $\tau = 0.0552^{+0.0019}_{-0.0026}$ を得た。この結果から、DESI の BAO 測定と Planck の CMB 測定の間のテンションを再確認し、ΛCDM からの逸脱の可能性が示唆された。また、ニュートリノ質量和に対して $\Sigma m_{\nu} < 0.0550 \text{ eV}$（95%）という上限を得た一方、ニュートリノ振動実験からの下限値との間に約 2.2σ のテンションがあることも示された。	
整理番号	2025d-H-01