

2021 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目: Big Three Dragons: A $z = 7.15$ Lyman-break galaxy detected in [O III] $88\ \mu\text{m}$, [C II] $158\ \mu\text{m}$, and dust continuum with ALMA

著者名: Takuya Hashimoto (橋本拓也), Akio K. Inoue, Ken Mawatari, Yoichi Tamura, Hiroshi Matsuo, Hisanori Furusawa, Yuichi Harikane, Takatoshi Shibuya, Kirsten K. Knudsen, Kotaro Kohno, Yoshiaki Ono, Erik Zackrisson, Takashi Okamoto, Nobunari Kashikawa, Pascal A. Oesch, Masami Ouchi, Kazuaki Ota, Ikkoh Shimizu, Yoshiaki Taniguchi, Hideki Umehata, and Darach Watson

出版年等: Vol. 71(2019), No. 4, article id. 71

本論文は、ALMA を用いて宇宙再電離期の星形成銀河から [O III] $88\ \mu\text{m}$, [C II] $158\ \mu\text{m}$, ダスト放射の 3 つのプロープ全ての検出に初めて成功したものである。H II 領域と光解離領域を各々トレースする [O III] と [C II], 化学進化の帰結であるダストからの熱放射を検出することで、宇宙再電離期の銀河の星間物理学の扉を開いた重要な成果と言える。

銀河の形成・進化の探究において一つのフロンティアとなっているのが、赤方偏移 $z > 6$ の宇宙再電離期に起こった銀河形成である。これまでは、主として静止系紫外線観測によって切り拓かれ、特に明るい Ly α 輝線がプロープとして使われてきたが、この輝線は中性水素に強く吸収されるため、再電離完了前の宇宙では遠方に行くほど徐々に観測が難しくなる。また星間物質など銀河の多様な物理状態を探るためにも、静止系紫外線以外の波長帯で情報が得られることが理想だが、観測技術の限界に阻まれてきた。この状況を変えたのが ALMA 望遠鏡であり、実際に再電離期の銀河から、明るい [C II] $158\ \mu\text{m}$ の輝線が検出されるようになった。一方で著者たちは、[O III] $88\ \mu\text{m}$ 輝線が [C II] と同等かそれ以上に明るいはずだという理論予測と近傍での観測結果をもとに、[O III] の ALMA 観測を実施して実績を挙げてきた。本論文では、 $z = 7.15$ にある星形成銀河 (Ly α 輝線天体 B14-65666) を ALMA 望遠鏡で観測し、[C II], [O III] 輝線とダスト連続光を空間的に分離して検出した。これら 3 つのスペクトル情報を再電離期の銀河で得たのは、本研究が初めてである。該当の天体は、以前のハッブル宇宙望遠鏡の静止系紫外線画像で空間的に分離した 2 つの塊から構成されていることが示されていたが、今回 ALMA の高空間分解能データによって、[O III] と [C II] でも、速度にして $\sim 200\ \text{km s}^{-1}$ 離れた 2 つの塊に空間的に分解できることが示された。またダスト連続光から、全赤外線光度は約 10^{12} 太陽光度、ダスト温度は $50\text{--}60\ \text{K}$ と見積もられた。著者たちは、これらの結果と比星形成率 (単位星質量あたりの星形成率) が大きいことから、B14-65666 は major merger を起こしているスターバースト銀河であると結論づけ、高いダスト温度と [O III] – [C II] 光度比の原因が激しい星形成による強い紫外線照射場であると推定した。

本研究のインパクトは、B14-65666 という宇宙再電離の銀河 1 天体のみの性質推定にとどまらず、ALMA によるサブミリ波輝線を用いた遠方宇宙銀河探査 (特に、キューサーより数の多い通常の星形成銀河) の新しい窓を開いたものとして、広く認知されている。

以上の理由により、2021 年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与する。