

X51a 宇宙再電離期における大質量銀河の高温ダスト成分と赤外線光度関数の理論予測

伊藤 茉那, 矢島 秀伸, 曾我 健太 (筑波大学)

近年、ALMA や JWST をはじめとする遠方銀河観測の進展により、初代銀河が赤方偏移 $z \sim 10$ で誕生してから $z \sim 8$ までの間に多様な進化を遂げていることが明らかになりつつある。このような初代銀河の多様性の起源を解明することは、宇宙の構造形成史を理解する上で必要不可欠である。しかし、これまでの研究ではダストに覆われた星形成銀河 (dusty galaxy) の性質は理論的にあまり調べられていない。また、近年 ALMA のサブミリ波で検出された $z = 8.3$ の銀河において、そのダスト温度が 80 K 程度と非常に高温であることが示唆されているが、このような高温ダストの物理的起源は観測的に未解明である。

そこで本研究では、大規模な宇宙論的シミュレーション「FOREVER22 (Yajima et al. 2022)」から得られた 1000 個程度の銀河サンプルに対し、3次元のモンテカルロ輻射輸送計算コード「ART2 (Yajima et al. 2012, Li et al. 2008)」を適用することで、 $z = 6 - 12$ の dusty galaxy における赤外線光度関数およびダスト温度の統計的性質を予測した。その結果、高赤方偏移の銀河ほど単位体積あたりの銀河数密度が低下する傾向が見られ、特に LIRG スケール ($L_{\text{IR}} = 10^{11} L_{\odot}$) では $z = 6, 8, 12$ でそれぞれ $(19 \text{ Mpc})^{-3}$, $(49 \text{ Mpc})^{-3}$, $(350 \text{ Mpc})^{-3}$ 程度となることがわかった。また、ダスト温度について解析した結果、 L_{IR} が同程度でも高赤方偏移の銀河ほどダスト温度が高い傾向を示し、 $z = 8$, $T_{\text{d}} \sim 80 \text{ K}$ の高温ダスト銀河もシミュレーションによって自然に再現された。銀河のサイズの解析から、このような高温ダストはコンパクトな構造に起因すると考えられる。これらの予測は、将来の遠方銀河観測に対する理論的指針を与えるものである。