

X05a 最新観測に基づく遠方銀河形成モデルと高星形成効率の理論的解釈

豊内大輔（大阪大学）, 矢島秀伸（筑波大学）, 長峯健太郎（大阪大学）

現在、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）の前例のない高感度観測により、遠方宇宙 ($z > 10$) における星形成銀河の多様な性質が明らかになりつつある。中でも注目すべき観測結果は、紫外線で明るい銀河 ($M_{UV} < -21$ mag) が従来の理論予測を大きく上回る数で確認されている点である。先行研究 (Inayoshi et al. 2022) によれば、観測される銀河の数密度を説明するには星形成効率 ($f_* \equiv \text{SFR}/(f_b \dot{M}_h)$) が少なくとも 10 % を超える必要があり、これは従来の想定を超える条件や物理過程によって星形成効率が高められていることを示唆している。

この問題の理解を深めるため、我々は宇宙論的な質量集積、星形成、重元素およびダストの化学進化を自己矛盾なく考慮した新たな準解析的銀河形成モデルを構築した。本モデルは、 $5 < z < 15$ における遠方銀河のサイズ進化、質量-星形成率-金属量関係、ダスト質量など、多くの観測的性質を整合的に説明することができる。モデル計算の結果、銀河の星形成率は外部からのガス供給率と恒星フィードバックに伴うガス流出率が釣り合うように調整されていることが明らかになった。その結果、遠方銀河の金属量を再現するようにガス流出量を設定すれば、自然と高い星形成効率 ($f_* \gtrsim 10$ %) が実現されることがわかった。一方で、 $z > 10$ で観測される銀河の紫外線光度を説明するには、ダスト減光を極めて小さくする必要があり、そのためにはダストが星形成領域から速やかに排出される必要があることも示された。本研究の成果は、JWST が捉える最遠方銀河の性質が標準的な銀河形成理論の自然な延長として理解可能であることを示すとともに、初期宇宙におけるダスト物理の理解が極めて重要であることを明らかにしている。