

U12a Photoionization of a Clumpy Universe (II)

中本泰史, 須佐元, 梅村雅之 (筑波大 計算物理学研究センター)

3次元 clumpy universe の光電離過程を調べるために, UV 輻射場に関する輻射輸送 (6次元問題) を解き, UV 強度と物質の電離度を self-consistent に決定した.

モデル: 標準的 CDM モデルに基づいて3次元空間内での密度分布を与える. ここでは, $\Omega_{\text{CDM}} = 0.95$, $\Omega_{\text{baryon}} = 0.05$, $H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ として, COBE 規格化条件を満たす密度分布を Zel'dovich 近似により求める. この密度分布の中で水素とヘリウムからなる原始組成ガスを考え, 振動数依存の UV 輻射輸送を解くことにより電離度を計算する (須佐等の発表参照). 計算領域の境界から入射する UV 輻射は, その強度と振動数依存性をパラメータとして与える. 電離度の計算と輻射輸送の計算は, これらが収束するまで交互に繰り返し, 定常問題の解として self-consistent な電離度と輻射場を求める.

結果: (1) 中性雲の形成 — 平均 UV 強度が弱い場合, self-shielding によって密度の高い領域で中性雲が形成される. またこの中性雲の近傍では, 中性雲による shadowing 効果が見られる.

(2) 力学効果 — 密度分布により輻射場の非等方性が生じるため, 隣接した雲に対し UV 輻射力による引力が働く.

(3) 中性水素密度分布の統計 — 一様な UV 輻射強度を仮定する場合に比べて, 高い中性水素柱密度を持つ雲の割合が増えた.

(4) 矮小銀河形成の障害 — 赤方偏移 $2 \leq Z \leq 10$ において, Lyman limit での平均 UV 強度 J_{21} ($\equiv J/10^{-21} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Hz}^{-1} \text{ str}^{-1}$) を $10^{-3} \leq J_{21} \leq 1$ の範囲で変化させて電離度を計算した結果, ある UV 強度以上になると矮小銀河に進化できるような中性雲は急激に減少することがわかった. また, この効果は低赤方偏移ほど重要である.

発表では上記結果の定量的議論の他に, Lyman- α clouds, Lyman-limit systems, および Gunn-Peterson test 等との関連についても報告する.