

U05b Fuzzy Dark Matter ハローの大域的密度プロファイルの理論モデル

河合宏紀 (東京大学), 鎌田歩樹 (University of Warsaw), 鎌田耕平 (東京大学), 吉田直紀 (東京大学)

標準宇宙モデルにおける小スケール問題を解決する可能性のあるダークマターモデルとして、近年 Fuzzy Dark Matter (FDM) が注目されている。これは質量が $m \sim 10^{-22} \text{eV}$ 程度の非常に軽いスカラー粒子であり、Axion-like-particle などがある候補に当たる。このモデルでは Cold Dark Matter (CDM) の場合と同様の大規模構造を生成できるのに対し、小スケールでは、不確定性関係に由来する量子圧力が重力勾配と反対向きに働くため、CDM とは違った構造を作る。特に FDM ハローの密度分布は CDM ハローとは異なり、中心にソリトンコア、その外側は Navarro-Frenk-White (NFW) プロファイルで構成されることが分かっている。しかし、これらの境界半径や大きさの対応関係に関する理解は不十分である。先行研究では、境界半径の決め方として静水圧平衡を用いた定義、緩和時間を用いた定義などが提唱されてきたが、これらが非線形数値シミュレーションの結果を詳細にいたるまで再現しているかは明らかではない。さらに問題なことに、別々の FDM シミュレーションから、異なるコア・ハロー質量関係 $M_s \propto M_h^\alpha$ が得られている。ここで、 M_s はコア質量、 M_h はハロー質量を表し、Schieve et al, 2014 では $\alpha = 1/3$ 、Mocz et al, 2017 では $\alpha = 5/9$ というように、コア・ハロー質量関係に分散が見られる。

そこで本研究では、ソリトンコアと NFW プロファイルの接続条件について包括的に調べ、コア・ハロー質量関係の分散の由来を明らかにした。その結果、境界半径の決め方として静水圧平衡を用いた定義がよくシミュレーション結果を再現できることが分かった。またコア・ハロー質量関係の分散は、NFW プロファイルの質量集中度の分散関係に落とし込めることが分かった。本学会では、他の定義の仕方を含め包括的に結果を示す。