

U05a フラクタル的初期密度ゆらぎと構造形成

立川 崇之、前田 恵一 (早大理工)

現在観測される宇宙の大規模構造において、銀河、銀河団スケールでは二点相関関数が距離のべきに比例するといった、スケールフリーな構造が見られる。このような非線形構造の成因として、宇宙初期の微少な密度ゆらぎの重力的不安定が有力視されている。その構造形成を具体的に考察するには、初期条件として構造形成の種となる密度ゆらぎを与える必要がある。宇宙背景放射の温度ゆらぎは人工衛星 COBE により観測がなされているが、この観測データを用いた E. M. de Gouveia Dal Pino et al.(1995) らの解析では、輻射温度の等温線の周囲長と、その内部の面積の間にフラクタル的なべき法則が見い出されている。これはゆらぎがフラクタル的な分布をしていることを示唆する。そこで、初期にフラクタル的な密度ゆらぎを与えた時に、時間発展によりどのような特徴を持った非線形構造が生じるかを解析し、フラクタル次元の時間変化やその安定性について議論する。

本研究では簡単なモデルとして、まず一次元シート系における構造形成を取り扱う。背景となる時空は一様等方な Einstein-de Sitter モデルを用いる。この時空での構造形成のダイナミクスは Newton 的な一次元 N 体シート系の運動方程式を解析する。空間一次元系においては、N 体シミュレーションも半解析的に取り扱う事ができる。フラクタル的な初期ゆらぎとして、線分を一定の比率で分割、除去する Cantor 集合を応用した。規則的なパターンを初期条件として与えた場合とランダム性を取り入れた場合のフラクタル次元の時間変化、フラクタル次元の安定性の違いについて議論し、相空間の構造において非線形構造形成後もフラクタル性が維持される事を示す。規則的なパターンを初期条件として与えた場合には、初期密度ゆらぎのフラクタル次元が異なるいくつかのモデルにおいて、十分に時間が経過した後の非線形構造のフラクタル次元がほぼ同じ値で落ち着く事が分かった。