

Z314r 原始惑星系円盤乱流と微惑星成長

石原卓, 江野畑圭, 小林直樹, 白石賢二 (名大), 中本泰史 (東工大), 梅村雅之 (筑波大)

原始惑星系円盤中の微惑星成長過程が未解明である。原始惑星系円盤乱流がダストの集積・衝突・合体に大きな影響を与えていると考えられているが、乱流中のダスト成長の確かなシナリオは得られていない。これは、非線形性の強い原始惑星系円盤乱流の性質の理解が不十分なこと、乱流によって運ばれるダスト(慣性粒子)は流体運動への追従性がダストサイズ(慣性の大きさ)に依存して運動が複雑なことに起因すると考えられる。乱流の非線形性の強さはレイノルズ数 $Re = UL/\nu$ (U と L は乱流中のエネルギー保有渦の代表的な速さと大きさ、 ν は動粘性係数)、粒子の流体運動への追従性はストークス数 $St = \tau_p/\tau_\eta$ (τ_p は粒子の緩和時間、 τ_η は乱流中の最小渦のタイムスケール) で表される。原始惑星系円盤乱流の場合 $Re = O(10^{10})$ であり、大小の渦のスケール比は巨大である。また、 St の値は 0.01 程度から 100 以上となる。高 Re 乱流の性質の理解にはナビエ・ストークス (NS) 方程式の「第一原理計算」、すなわち、数値粘性などを用いることなく微細な渦の動きまで解像する大規模な直接数値計算 (DNS) が有効である。粒子運動の理解には、乱流 DNS に基づく粒子追跡計算が有効である。近年、流体分野では乱流 DNS を用いた粒子追跡計算が盛んであり、乱流による微粒子のクラスタリングや衝突促進などを示す恣意性のないデータが得られている。しかし、従来の計算は $Re < 10^4$ に限られ、原始惑星系円盤乱流中のダストの成長過程の本質的な解決には至っていない。我々のグループは、原始惑星系円盤乱流中の微惑星成長過程解明を目的とし、NS 方程式の大規模 DNS に基づく高 Re 乱流中の粒子追跡の大規模数値実験を計画し、準備を進めている。講演では、乱流の大規模 DNS、および、高 Re 乱流特有の渦の組織構造についてレビューしたのち、粒子追跡数値実験の概要、および、 $Re > 10^4$ の乱流中の粒子追跡計算で得られた最近の結果について紹介する。