

L11a 原始惑星系の安定性

吉永恵子 (東大理)、小久保英一郎 (東大総合文化)、牧野淳一郎 (東大総合文化)

現在の太陽系の標準モデルでは、多数の微惑星が衝突・合体によって成長し、地球型惑星と木星型惑星のコアが形成されたと考えられている。微惑星の成長速度は質量の大きいものほど大きく、その結果として「暴走成長」という現象が起こり、いくつかの「原始惑星」ができる。太陽系の外側では原始惑星のガス捕獲により巨大ガス惑星ができるが、内側ではそれ以降の成長が問題となる。

我々は10個の原始惑星からなる系の安定性について3次元の N 体計算を使って調べた。計算には4次の Hermite 積分法を用いた。その結果、系が不安定となるタイムスケール T は原始惑星の初期状態のランダム速度 v と軌道間隔 Δa に強く依存することがわかった。ランダム速度 v は原始惑星の離心率を e 、軌道傾斜角を i とすると $v \sim \sqrt{e^2 + i^2} V_{\text{Kepler}}$ と表される。 V_{Kepler} は原始惑星の Kepler 公転速度である。

原始惑星の初期のランダム速度が0の場合には、 T が $\exp(\Delta a)$ に比例するという Chambers et al. (1996) の結果と一致した。Chambers et al. (1996) は3個以上の原始惑星の系について安定性を調べ、不安定の起こるタイムスケール T が、近似的に $\log T = b\Delta a + c$ となることを示した。ここで b, c は定数である。一方、原始惑星がある有限のランダム速度 v を持つ場合には、 T は初期の速度分散に強く依存することがわかった。 T と Δa との関係 $\log T = b\Delta a + c$ は依然成り立っているが、定数 b と c が初期の速度分散により変化し、とくに傾き b は v が大きくなるとともに減少する。初期の離心率が $e \sim 0.01$ 程度であれば、0の場合と比べて不安定となるタイムスケールは1/10ほどになる。従って、原始惑星が現在考えられているよりも大きな離心率と軌道傾斜角を持っていたとすれば、地球型惑星の形成までにかかる時間が大幅に短縮される可能性がある。