

P301a 原始惑星の重力散乱と衝突合体によって形成される惑星系の軌道構造 II

小久保英一郎 (国立天文台), 星野遥 (東京大学), 松本侑士 (国立天文台)

太陽系形成の標準モデルでは、地球型惑星形成の最終段階は月から火星くらいの質量の原始惑星どうしの衝突だと考えられている。また、系外惑星系でも、近接スーパーアース (大型地球型惑星) 形成の主要なモデルでは、最終段階は原始惑星どうしの衝突と考えられている。これらの過程は巨大衝突段階と呼ばれ、原始惑星系円盤のガスの散逸後に、原始惑星どうしの重力散乱によって軌道交差が起こり、衝突して惑星へと成長していく。

これまで、 N 体シミュレーションを用いて、巨大衝突によって原始惑星から形成される地球型惑星系の軌道構造を調べてきた。惑星系の軌道構造の指標として、ヒル半径で規格化した隣接惑星間の軌道間隔 \tilde{b} と惑星の軌道離心率 \tilde{e} の系での平均量を計算する。巨大衝突段階での原始惑星の基本的な軌道進化は、(1) 重力散乱によって軌道離心率・傾斜角が増加する、(2) 衝突によって軌道間隔が広がり軌道離心率・傾斜角が減衰する、である。シミュレーションの結果、巨大衝突によって形成される惑星系の \tilde{b} と \tilde{e} は、現実的なパラメータ範囲では、原始惑星の全質量、質量分布、軌道間隔、軌道離心率・傾斜角にほぼ依存しないことがわかった。一方、惑星系の平均軌道長半径 a と惑星の平均密度 ρ には依存し、 a と ρ が大きいほど、 \tilde{b} と \tilde{e} は大きくなる。これらの依存性は、衝突による軌道離心率・傾斜角の減衰の効果によって説明される。すなわち、中心星に近いほど惑星半径が大きいほど衝突しやすくなり、衝突減衰によって軌道離心率・傾斜角が小さく抑えられ、狭い軌道間隔でも安定な系が形成される。発表では、原始惑星系から惑星系への軌道進化を示し、上記の軌道構造依存性の物理を説明する。また、軌道構造の中心星質量依存性についても議論する。