

P236a 巨大衝突によって形成される惑星系の軌道構造

小久保英一郎 (国立天文台)

惑星系形成の標準シナリオでは、地球型惑星形成の最終段階は原始惑星どうしの衝突 (巨大衝突) と考えられている。この段階では、系が力学的に安定になるまで、原始惑星は重力散乱で軌道を乱し合い、衝突合体して成長する。また、近年、視線速度法やトランジット法によって中心星近傍に多数の大型地球型惑星 (スーパーアース) が発見されているが、このような近接大型地球型惑星の形成の最終段階としても、原始惑星どうしの巨大衝突が提案されている。

巨大衝突によって形成される惑星系の最終的な軌道構造がどのように決まるかを明かにするために、巨大衝突段階の素過程を多体シミュレーションによって調べている。この過程で重要なのは、惑星の物理半径/ヒル半径の比である。ヒル半径は軌道長半径に比例するので、この比は軌道長半径に反比例する。すなわち、中心星近傍領域ほど、相対的に衝突が重力散乱よりも支配的になってくる (衝突断面積/重力散乱断面積の比が大きくなっている)。このため重力散乱による原始惑星の軌道離心率と軌道長半径の変化は小さく、巨大衝突による集積は局所的に進行する。結果、力学的に冷たくコンパクトで等質的な複数惑星系が形成される。このとき形成される惑星系の角運動量欠損 (同一平面円軌道の惑星系の角運動量との差で、系の乱れ具合の指標) には最小値が存在し、その値は物理半径/ヒル半径が小さいほど大きくなる。また、ヒル半径で規格化した隣接惑星軌道間隔は、角運動量欠損が大きいほど大きくなる。つまり、巨大衝突によって形成される惑星系の軌道構造 (軌道間隔と角運動量欠損) は物理半径/ヒル半径で決められる。