

ダスト層の重力分裂による微惑星形成

Formation of Planetesimals through Gravitational Fragmentation of a Dust Layer

古屋 泉[1], 中川 義次[1]

Izumi Furuya[1], Yoshitsugu Nakagawa[2]

[1] 神戸大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ, [2] Earth and Planetary Sci, Kobe Univ

<http://nova.planet.kobe-u.ac.jp/>

微惑星形成の有力な可能性として、ダスト層の重力分裂が考えられている。重力分裂によって形成される微惑星の質量は軸対称モードの線形解析によって見積られているだけで、数値計算によっては明らかになっていない。そこで、本研究では局所的なN体数値計算によって重力分裂を再現し、分裂片の質量を解析の見積りと比較することを目的としている。これまでの計算結果では、粒子の自己重力圏(いわゆる Hill 球)の半径 r_H が二粒子の半径の和 $r + r'$ より小さい場合には非軸対称な筋状の構造しかみられなかったが、 r_H が $r + r'$ より大きい場合には楕円体状の集合体が形成されては分解する様子がみられた。

微惑星形成の有力な可能性として、ダスト層の重力分裂が考えられている。重力分裂は、太陽系星雲中のダストが赤道面に沈澱集積し、密度がロッシュ密度を超えたときに生じる。この分裂片のサイズは軸対称モードの線形解析による分散関係から見積られている。すなわち、リング状分裂片は径度方向にも臨界波長で分裂するものと『仮定』して、微惑星の質量が見積られている。しかしこれまでのところ重力分裂の過程は数値計算によって明らかになっていない。そこで、本研究では局所的なN体シミュレーションによって重力分裂の過程を再現し、分裂片の質量を従来の線形解析による値と比較することを目的としている。

計算は臨界波長の数倍の長さ L を一辺とする長方形をダスト層から切り取り、周期的境界条件の下でその領域内の粒子の運動を追う方法で行った。また、個々の粒子の大きさは全て同じとし、粒子同士の相互重力と非弾性衝突のみを考慮し、合体や破壊は考慮していない。このような計算は Daisaka and Ida (1999; Earth, Planet and Space, 51, 1195)、Salo (1995; Icarus, 117, 287) によって土星のリングの空間構造の成因について行われており、本研究では彼らの手法を用いた。まずは粒子数と反発係数に対する依存性について調べ、次に示す彼らと同様の結果を得た。自己重力による構造は粒子数が多く面密度が大きいほど強く現れた。そして、それによって速度分散が大きくなることがわかった。また、反発係数がある値より大きくなると速度分散が時間とともに増加しつづけ、自己重力による構造が現れないこともわかった。

また、Ohtsuki (1993; Icarus, 106, 228) によると、二つの粒子が互いに近づき、双方の重力圏に入った後、非弾性衝突によって運動エネルギーを失うと再び重力圏の外に出ることはできない。そのため、衝突する粒子の捕獲可能性は粒子半径の和 $2r$ と Hill 半径 (重力半径) r_H の比によって特徴づけられ、 r_H が $2r$ より大きいと捕獲可能性が極めて高くなる。そこで、我々は特にこの比 $r_H/2r$ に対する依存性について調べた。その結果、 r_H が $2r$ より小さい場合には、非軸対称な筋状の構造が現れるが独立した集合体は形成されなかった。一方、 r_H が $2r$ より大きい場合には、楕円体状の集合体が形成された。しかし、この集合体の自己重力が十分ではないために、形成されては Kepler shear によって引き延ばされるということを繰り返すことがわかった。