

SPH法による氷天体の衝突計算

A Numerical Study of Collisions of Icy Bodies Using SPH Method

中島 美紀 [1]; 玄田 英典 [2]; 井田 茂 [3]

Miki Nakajima[1]; Hidenori Genda[2]; Shigeru Ida[3]

[1] 東工大・理・地惑; [2] 東工大・地惑; [3] 東工大・地惑

[1] Dept. Earth and Planet. Sci., Tokyo Tech.; [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.; [3] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

本研究では SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics) 法という流体計算手法の一つを用いて、氷天体の衝突計算を行い、岩石天体衝突とどのような共通点、相違点を持つかを調べた。

氷天体同士の衝突は、太陽系及び系外惑星系で頻繁に起こると考えられている。例えば Raymond et al. (2006) では、系外惑星系において氷を多量に含む微惑星同士が衝突を繰り返し、原始惑星、惑星へと成長していく過程が計算されている。彼らの計算の中では氷原始惑星は岩石原始惑星と同様に振る舞いと仮定しているが、この仮定の妥当性はまだ検証されていない。本研究では、氷天体衝突計算を行うことで、氷天体衝突の基本的な振る舞いを明らかにしていく。

本研究で用いた SPH コードは発表者自らが総て作成した。いくつかのテスト計算を行い、その総てにおいて過去の結果を再現していることを示し、コードの信頼性を確かめた。重力専用計算機 (GRAPE) を使用できるように実装した結果、計算コストの大きい重力計算を非常に短時間で出来るようになり、より高い解像度での計算が可能となった。また氷の状態方程式には、詳細な理論モデル及び実験データに基づいた SESAME 状態方程式を用いたことにより、より現実的なモデルを計算することを可能とした。

本研究での一つの研究成果として、氷天体の合体/非合体条件を調べたことが挙げられる。多くの惑星形成の N 体シミュレーションでは、原始惑星同士が衝突すると完全合体を起こすと仮定しているが、実際の合体しやすさは衝突角度及び速度に依存しているはずである。Agnor & Asphaug (2004) によって、火星程度の質量を持つ岩石原始惑星 2 体の衝突による合体/非合体の境界は、その衝突角度が 30° 、 45° 、 60° の時、衝突速度が脱出速度のそれぞれ 1.4-1.5 倍、1.1-1.2 倍、1.1-1.2 倍であると調べられており、これと同様の計算を氷天体同士で行った。ここでは、粒子数は 2 万個程度とし、氷 岩石質量比は 1:1 とした。結果として、氷天体でも岩石天体同様の合体条件を持つことが示された。