

岩石の効果を導入した弾性体ゴドノフSPH法による微惑星の衝突シミュレーション
Planetesimal Impact Simulations by Godunov SPH Method for Elastic Dynamics with the
Effects of Rocks

*杉浦 圭祐¹、犬塚 修一郎¹、小林 浩¹

*Keisuke Sugiura¹, Shu-ichiro Inutsuka¹, Hiroshi Kobayashi¹

1.名古屋大学大学院理学研究科

1.NAGOYA UNIVERSITY Graduate School of Science

地球などの固体惑星は原始惑星系円盤中で微惑星の衝突合体を介して形成されたと考えられている。従って惑星の起源や小惑星の特異な形状を理解するためには、微惑星同士の衝突の詳細を理解する必要がある。室内実験でも衝突破壊は調べられているが、大きさが数十cm以上の天体や速度が数km/s以上の衝突の取り扱いはいまはほぼ不可能である。そのため数値シミュレーションを用いて微惑星衝突の詳細を調べることは重要である。

多くの先行研究がSmoothed Particle Hydrodynamics (SPH)法と呼ばれる流体力学の数値計算手法を用いて衝突計算を行っている。しかしながら広く使われている標準SPH法にはいくつかの問題点があることが指摘されている。具体的には、一般の乱雑な粒子配置では極端に精度が悪化すること（空間1次精度以下）、強い衝撃波で流体粒子の突き抜けが起きる人工粘性を利用していること、固体が引き伸ばされている領域で張力不安定性と呼ばれる数値不安定性が起きることなどの問題点が存在する。また重力が優勢な火星サイズの原始惑星の衝突計算では、せん断応力などの固体の効果は重要ではないとして無視されることが多かった。固体の効果が巨大衝突に及ぼす影響は定量的に議論されておらず、数値計算手法の慎重な吟味が必要である。

標準SPH法の問題点を解決するための手法として、ゴドノフSPH法(Inutsuka 2002)と呼ばれる方法が提案されている。このゴドノフSPH法では空間2次精度の定式化がなされており、リーマンソルバーと呼ばれる物理的な粘性を導入する手法により人工粘性の利用を回避している。また運動方程式に用いられている補間の次数を適切に選ぶことで、張力不安定性を解決することができる(Sugiura and Inutsuka 2016)。我々はこのゴドノフSPH法を弾性体力学へ拡張し、ひび割れの効果など現実的な固体を表す効果も導入した。本講演では固体の効果を導入した数値計算手法を用いた微惑星衝突の数値シミュレーションの結果を紹介し、固体の効果が及ぼす影響について議論する。

キーワード：微惑星、衝突破壊、数値シミュレーション、弾性体力学、ゴドノフSPH法

Keywords: Planetesimals, collisional destruction, numerical simulation, elastic dynamics, Godunov SPH method