

SPH法を用いた巨大氷惑星の衝突計算における天体内部温度に対する依存性

黒崎健二 (名古屋大学)

利用カテゴリ XC-Trial

2018年3月からXC-Trialを利用し、それによる成果を報告する。

太陽系内の巨大氷惑星には天王星と海王星が存在し、互いに自転軸傾斜角度や熱進化の履歴が異なっていることが示唆されている。特に、天王星は自転軸傾斜角が大きいため、形成初期に巨大衝突を受けていると考えられているが、巨大衝突の発生により惑星の自転軸が変動する可能性が指摘されている。また地球型惑星の場合には衛星の形成や、内部組成構造の混合も議論されており、衝突現象による影響は惑星系の起源を理解する上で欠かせない。本課題では、巨大氷惑星の衝突計算をSmoothed Particle Hydrodynamics法（以下、SPH法）を用いて行った。ターゲット天体は巨大氷惑星を模擬するため、水コアを水素エンベロープが覆う二層構造を仮定した。本計算では $13 M_{\oplus}$ の水コアと水素エンベロープの天体に $1 M_{\oplus}$ の水で出来たインパクターを衝突させた。層構造での境界面や衝突時に接触不連続面が生じる。標準SPHではこのような接触不連続面で計算精度が悪くなってしまうが、本課題ではGodunov法を取り入れたSPH法(Inutsuka 2002, 以下GSPH法)を新たに開発して計算を行った。SPH法の計算の高速化には、Framework for Developing Particle SimulatorとFDPS fortran interfaceを用い、粒子数は7万体制用いた。計算の結果、巨大衝突によって現在の天王星の自転角運動量を説明できることがわかった。また衝突に伴って水素エンベロープが消失し、その結果を半解析的に導くことにも成功した。しかし、まだ粒子数が少ないため今後は粒子数を増やし解像度を上げた計算を行いたいと考えている。また、開発したコードも計算の最適化が不十分であり、特にRiemann solver計算時のiterationが計算速度を律速していることがわかった。今後は粒子数を増やし、衛星形成やエンベロープ中の氷成分の混合を見据えて1000万体の計算を目指したいと考えているが、開発コードの最適化(高速な近似Riemann solverの導入、近傍粒子探索の設定などの見直し)も同時に行いたいと考えている。