

天王星・海王星への巨大衝突と力学的そして熱的二分性

堀 安範 (アストロバイオロジーセンター)

利用カテゴリ XT4B

■ 研究背景

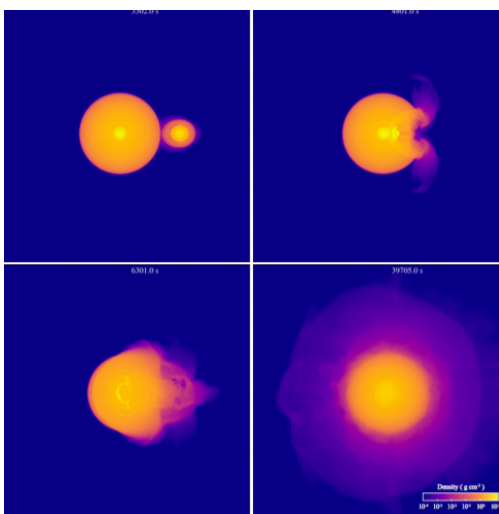
惑星形成の最終段階では、火星サイズ以上の天体衝突(以下、巨大衝突)が起きたと考えられている。巨大衝突は、地球-月系の形成を引き起こした地球型惑星の形成領域だけではなく、横倒しの天王星の自転軸に見られるように、円盤外側に存在する巨大惑星の形成にも関与した可能性が高い。本研究課題では、適合格子細分化法(AMR法)を用いた3次元流体シミュレーションによって、巨大惑星に対する天体衝突を調べた。

■ 計算手法

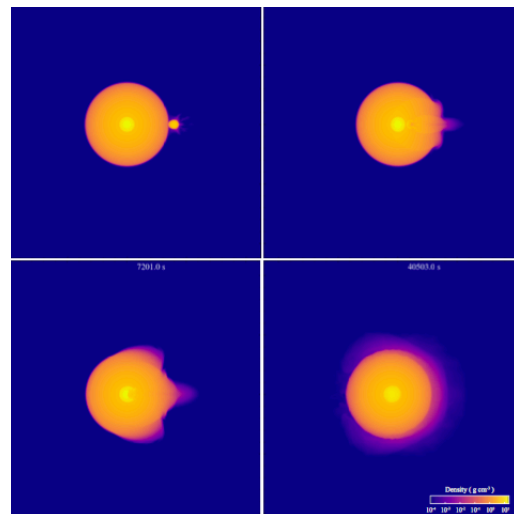
AMR法を用いた3次元流体シミュレーションの汎用コード、FLASH(Fryxwell et al.,2000)をベースにして、天体同士の巨大衝突に最適化した数値計算コードを開発した(e.g. Liu, YH, et al.,2015)。目標天体および衝突天体ともに、鉄・岩石コア、氷マントル、そして水素・ヘリウムを主成分とする大気を持つ内部構造を仮定した。

■ 結果および考察

巨大惑星に脱出速度で10地球質量(左図)および1地球質量(右図)が正面衝突させた時の密度分布のスナップショットを下記に示す。上段は衝突天体が衝突直前および巨大惑星コアに到達する直前、下段はコアへの衝突直後およびその10時間後である。下図で見られるように、質量の大きな天体の衝突では、巨大惑星内部のコアを破壊する。破壊されたコアと衝突天体由来の物質は、



(左図) 巨大惑星と10地球質量の天体衝突



(右図) 巨大惑星と1地球質量の天体衝突

コア外部の物質と混合して、広範囲に拡がった、低密度なコアが形成される。一方、低質量の天体が衝突する場合には、巨大惑星コアと衝突天体は合体し、高密度でコンパクトなコアが形成されることがわかった。このことは、巨大惑星形成の最終段階に起きる巨大衝突は、自転軸や内部の熱的状态に影響を与えるとともに、最終的なコア質量およびサイズを大きく左右する。すなわち、本研究によって、巨大惑星のコア質量の多様性を生み出す要因として、巨大衝突現象が関与している可能性を示唆する。上記で得られた結果について、現在、論文準備を進めている。