

巨大衝突に伴う大気流出と角運動量輸送への影響

黒崎健二

2022年11月13日

1 研究背景

惑星形成過程の最終段階において、成長した原始惑星同士が合体成長すること期待される。巨大衝突を経験することで惑星の固体コアは成長していく。本研究では斜め衝突に伴う大気流出量を理解するために、衝突前後における角運動量輸送への影響に注目して解析を行った。

2 計算手法

本研究に用いる数値計算手法は Standard Smoothed Hydrodynamics 法である (e.g. Monaghan 1992). 使用した状態方程式は、水素ヘリウム大気は, Saumon et al. (1992), 固体コアとなる岩石成分には ANEOS basalt を用いた。衝突角度は $10^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ と仮定した。

3 計算の結果

本研究では、衝突角度が 10° 以下の場合には衝突後に天体のコアは合体した。一方で、衝突角度が 30° 以上の場合については衝突後にコア同士は合体せず、hit-and-run の描像となった。Figure 1 の左図は衝突後に失った大気量を示す。コア同士が合体する場合は、正面衝突における大気流出量の扱いとほぼ同様でよいことがわかった。また、衝突後の角運動量はほぼ自転角運動量になることもわかった。一方、衝突角度が 30° 以上の場合には、衝突後の角運動量は自転角運動量にはほとんど分配されず、軌道運動に角運動量が分配されることもわかった。このときの大気流出量は正面衝突における扱いと大きく異なってしまいうこともわかった。今後は斜め衝突の場合において適用可能な大気流出量の推定を、角運動量保存則をもとに定式化を試みる必要がある。

4 まとめと今後の課題

本研究では、大気を持った天体への衝突現象における大気流出量と角運動量輸送についての計算をおこなった。

- 衝突角度が浅くコア同士が合体する場合は、大気流出量は正面衝突の場合とほぼ同様である。
- 衝突後に合体しない場合は、角運動量の多くが軌道運動に分配され自転角運動量に輸送されない。また大気流出量は正面衝突に比べて小さい。

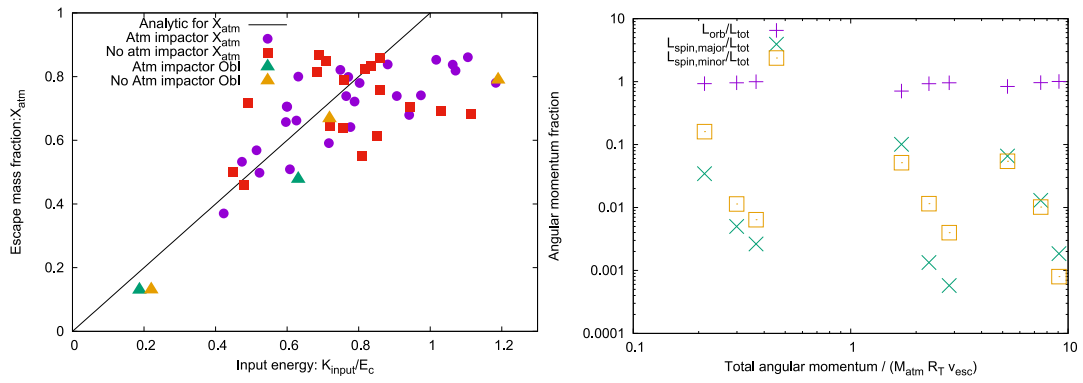


図1 衝突角度 10° 以下の衝突後の大気流出量（左図）および衝突角度 $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ における衝突後の角運動量分配（右図）。

今後は角運動量保存則に基づいて斜め衝突における大気流出量や角運動量輸送の定式化を行いたい。