

大質量比のダストアグリゲイト衝突による破壊素過程の研究

長谷川幸彦（東京大学大学院総合文化研究科）

利用カテゴリ 計算サーバ

原始惑星系円盤での惑星形成過程における微惑星形成過程では、(サブ)ミクロンサイズのダストモノマーが衝突付着することでダストアグリゲイトとして成長していく。しかしながら、そこには衝突破壊問題という大きな問題がある。これは、ダストアグリゲイト間の衝突速度が大きいと衝突時に付着よりも破壊のほうが優勢になってしまっていてダスト成長が抑制・阻害されるという問題である。この問題が微惑星形成過程にどの程度影響するのかを知るためにはダストアグリゲイト間の衝突時の物理素過程を知ることが不可欠であり、その詳細は現在でも実験室実験と数値計算の両方で広く研究されている。本研究では、様々なモノマー数と質量比を持つダストアグリゲイト間の衝突に関する成長と破壊の物理素過程を、先行研究では対象とされていなかった広いパラメータ範囲に関して、第一原理的な数値計算を行うことによって調査した。

計算の N 体コードは先行研究で用いられたものと同じコードを用いた。大質量比の場合に関して、先行研究よりも大きなモノマー数を持つダストアグリゲイト間の衝突では、衝突破壊が優勢になる臨界速度は標的に衝突する衝突体のモノマー数が大きくなると大きくなった。この結果は、先行研究の小さなモノマー数に関する結果と定性的には同じであった。しかしながら、それは小質量比の場合とは異なることが本研究の計算により分かった。先行研究では調べられていなかった10以下の小質量比についても本研究では詳細に調査を行った。その結果、質量比がおよそ3で臨界速度は極小となること、および、質量比がおよそ3から40の間では、臨界速度以上の速度での衝突において標的から衝突体への質量輸送が起こることが示唆された(図)。本研究の結果は、先行研究ではダストアグリゲイトの衝突破壊が起こらないと考えられていた衝突速度でも衝突破壊が起こることを示唆しており、原始惑星系円盤でのダスト成長はこれまで考えられていたよりも起こりにくいことを暗示している。

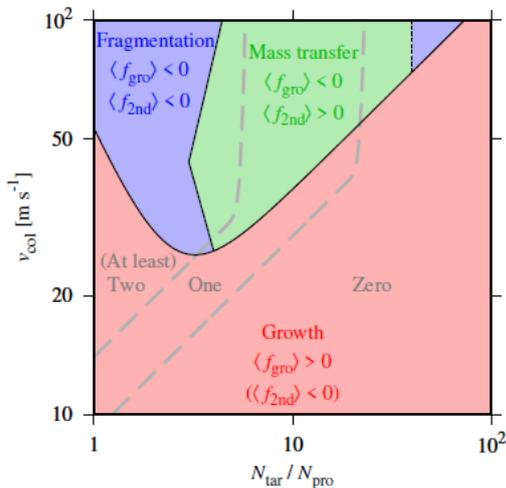


図. 衝突前の質量比(横軸)と衝突速度(縦軸)に対するダストアグリゲイト間の衝突結果を表す概略図。赤色の領域は衝突付着による標的の成長を、青色の領域は標的と衝突体の両方の破壊を、緑色の領域は質量輸送による標的の破壊と衝突体の成長を、それぞれ表す。