

付着N体計算で探るダスト集合体の引張強度

Tensile Strength of Porous Dust Aggregates Measured with Dust N-body Simulations

*辰馬 未沙子^{1,2}、片岡 章雅²、田中 秀和³

*Misako Tatsuuma^{1,2}, Akimasa Kataoka², Hidekazu Tanaka³

1. 東京大学、2. 国立天文台、3. 東北大学

1. The University of Tokyo, 2. National Astronomical Observatory of Japan, 3. Tohoku University

原始惑星系円盤において、ミクロンサイズのダストがキロメートルサイズの微惑星に成長する過程は、直接付着合体成長や不安定性による濃集など諸説あり、未だ解明されていない。また、微惑星を天文観測することはできず、原始惑星系円盤や系外惑星の観測による形成過程への制限もできない。そこで、太陽系内の最も始原的な天体であり、微惑星の生き残りだと考えられている彗星に着目する。近年、太陽系内の67P/Churyumov-Gerasimenko彗星の探査結果により、その引張強度が測定されている。微惑星の引張強度はその組成や形成過程に依存しており、引張強度を調べることで微惑星形成過程に制限がつけられる。また、引張強度は微惑星形成過程だけでなく、ダストや微惑星の衝突破壊の計算に対しても応用可能性がある。

そこで我々は、ダストの直接付着相互作用(Wada et al. 2007, ApJ, 661, 320)を考慮したN体計算を行い、ダスト集合体の引張強度を調べた。初期条件としてのダスト集合体は、構成粒子が半径0.1 μm の氷ダストを想定し、形成過程を模擬して圧縮したものを用いた(Kataoka et al. 2013, A&A, 554, A4)。また、彗星は焼結していると考えられているが、本研究では第一歩として焼結なしの場合を想定した。数値計算の結果、引張の変位が増加するにつれて引張応力は徐々に増加し、初期から2分の1程度に体積充填率が低下した時点で引張応力が最大値をとることが見られ、すなわち引張強度が得られた。引張応力が最大となる付近で、ダスト内の粒子間接触の切断が発生し始めることも確認された。引張強度は、初期の体積充填率が0.1のとき $\sim 7 \times 10^3$ Paであった。また、この値は体積充填率が0.1のときの圧縮強度 $\sim 5 \times 10^2$ Paよりもおよそ14倍大きい値であった。これは、ダスト集合体が圧縮よりも引張に耐える性質を持つことを示している。両者のこのような差は、ダストの圧縮が比較的弱い応力を伴う粒子間の転がり変位で進行するのに対し、引張強度は強い応力を要する粒子間接触の切断で決まっていることにより説明できる。本講演では引張強度の初期体積充填率依存性や、付着モデル依存性についても議論する。

キーワード：原始惑星系円盤、微惑星、彗星、引張強度

Keywords: Protoplanetary disks, Planetesimals, Comets, Tensile Strength