

P223b 原始惑星系円盤でのガス流が引き起こす高空隙ダストの回転による破壊

辰馬 未沙子 (東京大学/国立天文台), 片岡 章雅 (国立天文台)

惑星は原始惑星系円盤内でサブミクロンサイズのダストが集積し成長することで形成される。そのダスト成長の最中には、高速度衝突によるダストの破壊も起こりうる。このような破壊が作る破片は、これまで観測されてきた原始惑星系円盤内のダストサイズを説明できると考えられてきた。ここで我々は別のダスト破壊メカニズムとして回転による破壊を導入する。ダストの回転による破壊は、星間空間において研究されてきた (Hoang 2019, ApJ, 876, 13)。星間空間では、ダストは大質量星などからの強い輻射圧によるトルクで回転運動し、その遠心力により破壊される。原始惑星系円盤においても同様にダストは回転する可能性がある。実際、回転しているダストは整列することがわかっており、そのダスト整列は原始惑星系円盤のミリ波偏光観測により示唆されている。

そこで我々は、空隙を持つダスト集合体が回転運動により破壊されるかどうかを計算し、ダスト成長に影響を与えるかどうかを明らかにした。ダストの回転運動を引き起こすものとして、輻射圧と円盤ガスのラム圧によるトルクを考えた。さらに、ダスト集合体は定常状態の剛体回転をすると仮定し、回転遠心力による引張応力を求めた。それを付着 N 体計算で求めたダスト集合体の引張強度と比較し、回転により破壊されるかどうかを調べた。その結果、体積充填率が 0.01 以下で質量が 10^8 g 以上である、非常に高空隙なダスト集合体が、円盤ガスのラム圧によるトルクが引き起こす回転により破壊されることがわかった。ダストの成長と圧縮による内部密度進化を考慮すると、ストークス数が 0.1 まで成長したダスト集合体が回転により破壊されることが明らかとなった。本結果は、回転による破壊がダスト成長を妨げる可能性や、このような破壊を避けるための他の圧縮メカニズムが必要であることを示唆している。