

多孔質氷球の反発係数：粘弾性変形及び塑性変形を考慮した

非弾性衝突メカニズム

○豊田 優佳里¹, 荒川 政彦¹, 保井 みなみ¹

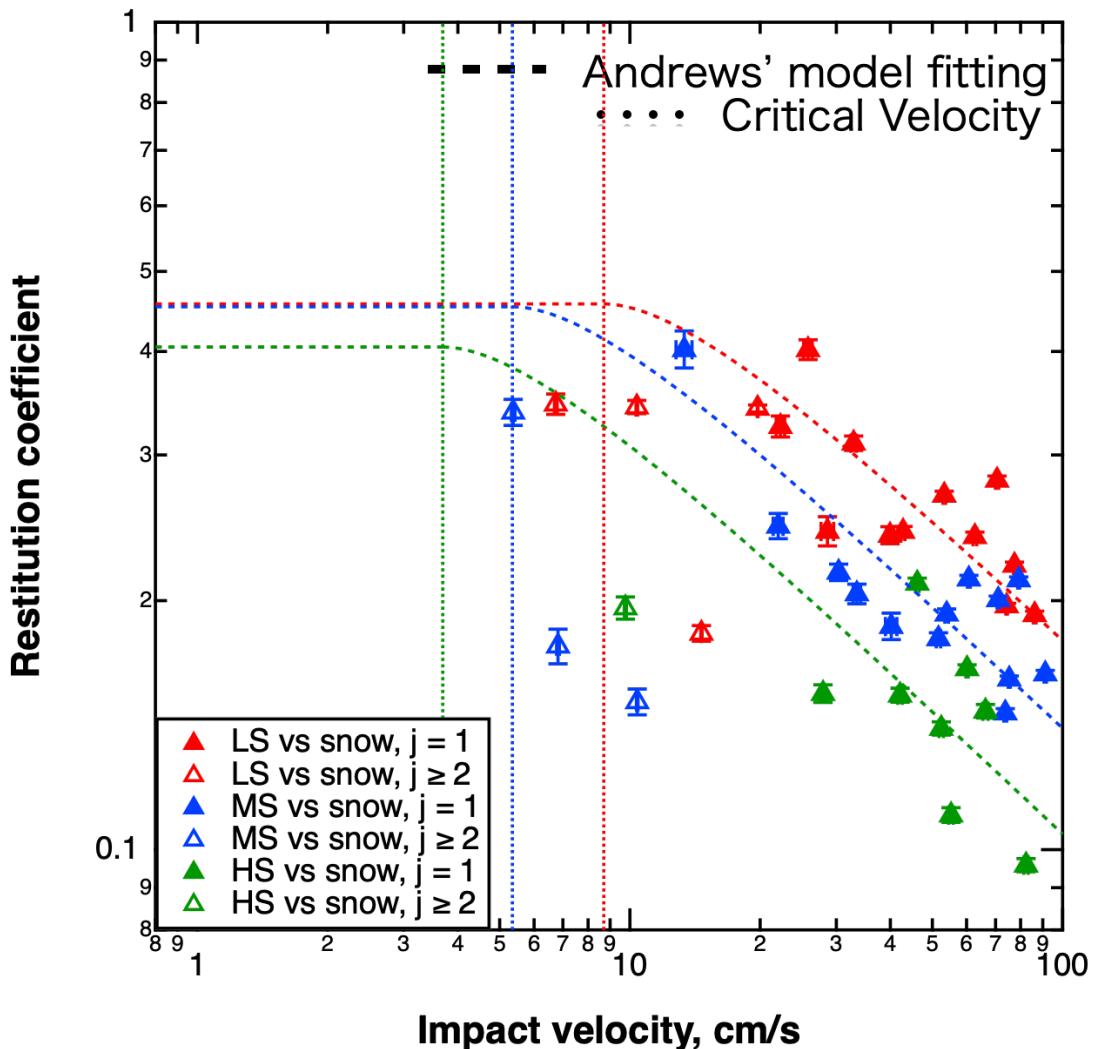
1. 神戸大学大学院理学研究科 惑星学専攻 実験惑星科学教育研究分野

背景：土星リングは非常に薄い円盤状（幅数万 km, 厚さ数十 m）であり、サイズ数 cm から数十 m までの水氷粒子で構成されており、その粒子は数 cm/s 以下の低速度で互いに衝突している。土星リングが薄い円盤状を保っているのは、リング粒子が非弾性衝突を起こし、エネルギーを効果的に散逸しているためであると数値シミュレーションによって推測されている。惑星探査機カッシーニの観測から高空隙率の氷粒子集合体であることが予測されているが、多孔質氷の反発係数はこれまで詳しく調べられていない。そこで、多孔質氷の衝突過程について詳しく調べる必要がある。本研究の目的は、多孔質氷の空隙率に着目し反発係数を実測すること、そして非弾性衝突におけるエネルギー散逸メカニズムを明らかにすることである。更に、その結果を応用することで土星リング粒子の内部構造を推定する。

実験方法：本研究では球を板へ自由落下させて低速度衝突実験を行い、レーザー変位計によって反発係数、変形量、接触時間を測定した。多孔質氷球（半径 1.5 cm, 空隙率 47, 53, 60%）は氷粒子（平均粒径 11 μm ）を球形に押し固めて作成した。また、標的板は花崗岩板、氷板、多孔質氷球と同様に作成した多孔質氷板（半径 1.5 cm, 高さ 2 cm の円板、空隙率 41 ~ 61%）を使用した。多孔質氷球と多孔質氷板はどちらも 1 週間程度焼結させたため、多孔質氷の強度は焼結期間に依存せず、空隙率依存性のみを考慮することができた。衝突速度範囲は $v_i = 0.93 \sim 97 \text{ cm/s}$ であった。

結果と考察：多孔質氷球の反発係数は、境界速度 v_c を境に衝突速度によらず一定の値になる準弾性領域と衝突速度の増加に伴って反発係数が低下する非弾性領域に分かれることが明らかになった。非弾性領域の反発係数 ε は弾性変形と塑性変形を考慮した Andrews' model (Andrews, 1930; Dilley, 1993) に準弾性領域における反発係数 ε_{qe} を導入することによって説明できた。そして、 ε_{qe} は多孔質氷の粘弾性変形を考慮した粘性散逸モデル (Dilley, 1993; Dilley &

Crawford, 1996)によって説明できた。得られた結果にこれらのモデルを適用することで、多孔質氷同士の衝突における空隙率依存性及びサイズ依存性を考察した。その結果、土星リング粒子の衝突速度程度では、反発係数は衝突速度に依存せず、粒子サイズに依存することが推測された。



多孔質氷球と多孔質氷板の低速度衝突における衝突速度と反発係数の関係