

X線 CT スキャンを用いた多孔質氷球の観察

*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)

背景:土星リングシステムは厚さ~数 10 m の非常に薄い円盤状であり、複数のリングで構成されている。それらのリングのうち、A,B リングは観測から光学的に厚いことが知られており、dense ring と呼ばれている。dense ring ではリング粒子間の距離がリング粒子の平均自由行程と同程度またはそれ以下であることから、dense ring の動力学はリング粒子間の衝突現象（特に反発係数）によって支配されていると考えられている。dense ring は~mm-数 10 m のリング粒子から構成されており、組成は主に水氷 (> 90% wt.%) であると推測されている。また、リング粒子は空隙を含む多孔質な氷粒子集合体であると予測されている。先行研究[Toyoda et al., in rev]によって、充填率 0.4-0.5 の多孔質氷球をリング粒子模擬物質として使用した低速度衝突実験及び反発係数の測定が行われた。その結果、多孔質氷球の反発係数は充填率の低下に伴って低下することが明らかになった。しかし、0.3 以下及び 0.5 以上の充填率を持つ多孔質氷の反発係数に関する測定例はない。以上より、本研究では幅広い充填率を持つ多孔質氷球の低速度衝突実験に対する準備として、X線 CT スキャンを用いた幅広い充填率を持つ多孔質氷球の内部構造の観察を行った。

実験方法:多孔質氷球は微細な氷粒子 (~10 μm) を型に詰めて作成し、3ヶ月焼結させた (-20 $^{\circ}\text{C}$)。作成した7種類の充填率の異なる多孔質氷球のバルク充填率はそれぞれ 0.29, 0.36, 0.46, 0.55, 0.64, 0.73, 0.83 であった。内部構造観察には X線 CT スキャン装置 (NAOMi-CT 3D-M, 解像度: 0.15 mm) を用いた。得られた CT 画像から2種類の断層面 (厚さ 0.136 mm) 上の直線に沿って CT 値を取得し、CT 値と密度の比例関係を仮定して直線に沿った密度分布を計算した。

実験結果と議論:充填率 0.5 以上の多孔質氷球の場合は、密度分布はほぼ一定となり、均質な内部構造をしていることが確認できた。しかし、充填率 0.5 未満の場合は比較的高密度な領域が球殻状に存在していることが明らかになった。また、充填率の小さい試料では大きい氷の粒の存在に起因する密度のばらつきも確認された。大きい氷の粒は焼結によって成長したものであると考えられるため、より短い焼結期間の試料では密度のばらつきは小さいことが予測される。以上より、今後は多孔質氷試料の密度構造に対する作成方法及び焼結期間の影響を考慮した上で、幅広い充填率を持つ多孔質氷球の低速度衝突実験に関する準備を進める。