

石膏球面にできる強度支配域衝突クレーターの形状測定報告

鈴木絢子 (ISAS/JAXA), 岡本千里 (神戸大), 黒澤耕介 (千葉工大), 門野敏彦 (産業医科大),
平井隆之 (RDD/JAXA), 長谷川直 (ISAS/JAXA)

1, 背景

近年の惑星探査によって、小惑星・小氷衛星等の表面にも衝突クレーターが多数存在することがわかってきた。小惑星など小さな天体上でのクレーター形成は、大きな天体上でのそれと様々な点で異なる。例えば、標的の空隙率や衝突面の形状が不規則なこと、天体の重力加速度や衝突速度が小さいことなどである (e.g., Nakamura, 2002)。

曲率のある面にできる強度支配域の衝突クレーターは、Fujiwara et al. (1993, 2014) によって調べられ、曲率が大きくなるほどクレーターの体積、深さ、直径が増加することが示されているが、データ数や実験条件が限られており、体系的な理解が進んでいない。本研究では、直径を変えた石膏球への衝突クレーター形成実験を行った。高精度3次元形状測定を行い、クレーターの体積、半径、深さに曲率が与える影響について調べた。

2, 実験概要

実験は宇宙科学研究所にある超高速衝突実験施設の二段式軽ガス銃を用いて行った。標的は含水石膏で、直径 7.8, 10.9, 17.0, 24.8 cm の球または半球である。参照データ取得のため、一辺が 9, 15 cm の立方体標的も用いた。バルク密度は 1.08 g/cm³, 引っ張り強度は 2.4 MPa である。弾丸は直径 3.2 mm のナイロン球で、約 3.4 km/s で標的に衝突させた。本実験の弾丸/標的サイズ比 (=規格化した曲率) は 0.013-0.041 であった。標的は発泡スチロール製の回収ボックス内に設置し、実験後に回収してできたクレーターを観察した。高精度3次元形状測定システム (COMS MAP-3D) を用いて標的表面を 0.2mm の精度でスキャンし、3次元データを取得した。クレーターがない部分を用いて球面を近似的に求めて衝突前表面とし、それとの差分としてクレーターのプロファイル (深さ) や体積を得た。クレーターの半径は、衝突前表面においてクレーターが占める面積と等しい面積を持つ円の半径と定義した。得られた3次元データの一例を図1に示した。

3, 結果と考察

全てのクレーターは、円形の深い穴（ピット）とその周囲の不規則な浅いへこみ（スポール）で構成されていた。曲率が大きくなると、クレーター全体やスポールの体積は増加するが、ピットの体積はほぼ一定であることがわかった。クレーターの体積が曲率とともに増加する傾向は Fujiwara et al., 2014 とも整合的であるが、スポール領域の拡大が寄与していることを明らかにした。これらの結果をまとめた論文を執筆中である。

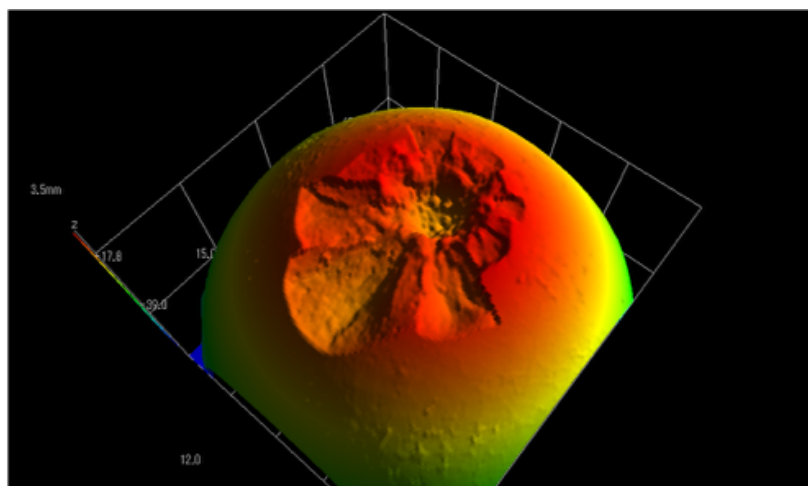


Fig.1 A digital terrain model of the resultant crater formed on a sphere with 7.8 cm in diameter. The rainbow colored pattern displays the height (red is high).