

石膏球面にできる衝突クレーターに関する実験報告

鈴木 絢子 (ISAS/JAXA), 岡本 千里 (神戸大), 黒澤 耕介 (千葉工大), 平井 隆之 (JAXA),
長谷川 直 (ISAS/JAXA)

1. 背景

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、重力や衝突速度が小さいことなどである (e.g., Nakamura, 2002)。

不規則な形状の面にできたクレーターは、これまで探査された小天体（例えば Phobos, Ida, Itokawa など）上で多数観察されている。実験室でも Schultz, 1986 や Fujiwara et al., 1993, 2014 などによって再現されている。しかし、データ数や実験条件が限られており、系統的な理解が進んでいない。本研究では、曲率を変化させた石膏球面にクレーターを作り、体積、直径、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スペースプラズマ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 の球と、一辺が 9cm の立方体の 5 種類を用いた。バルク密度は 1.08 g/cm^3 、引っ張り強度は 2.36 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/標的サイズ比は 0.013-0.041 である。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。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。図 2 は、クレーター全体、ピット、スポールの体積と、曲率（ $=1/\text{標的半径}$ ）の関係である。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が示された。また、図3はクレーターの最深点を通るプロファイルを極座標表示に直してプロットしたものである。横軸は表面に沿った距離で、縦軸は表面からの深さである。図3からも曲率の変化で、ピットの大きさはほとんど変わらず、スポール領域のみが拡大・深化していることが明らかである。曲率が大きくなるとスポール領域が拡大する理由については、現在調査中である。

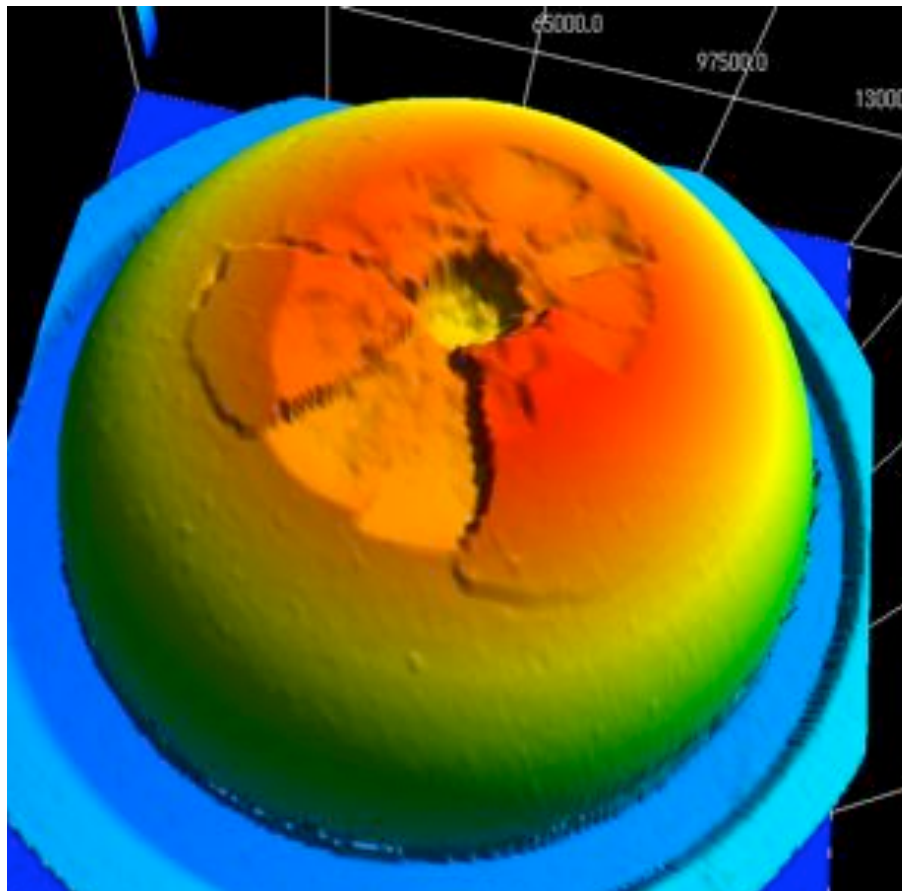


図1：得られた3次元データの例

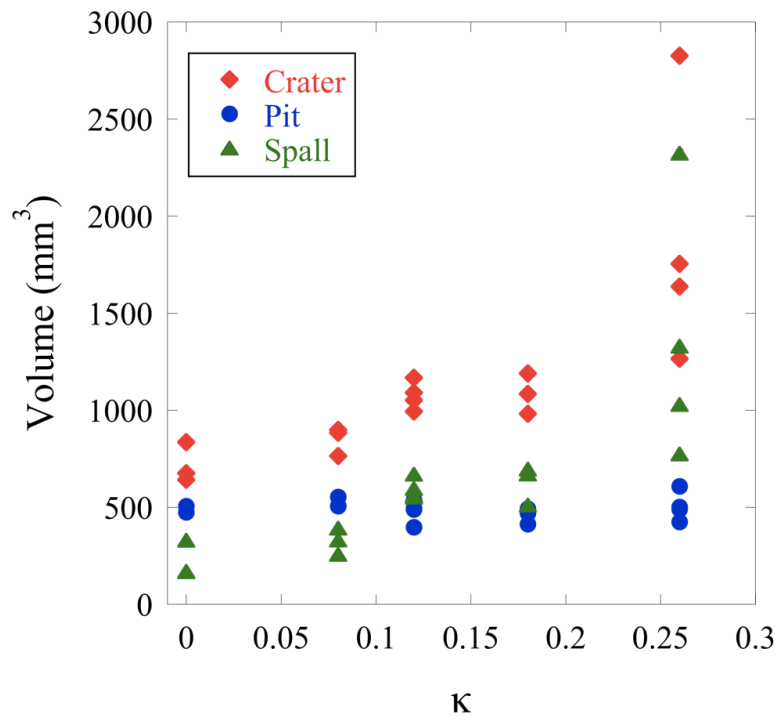


図2：クレーター，ピット，スポールの体積と曲率の関係

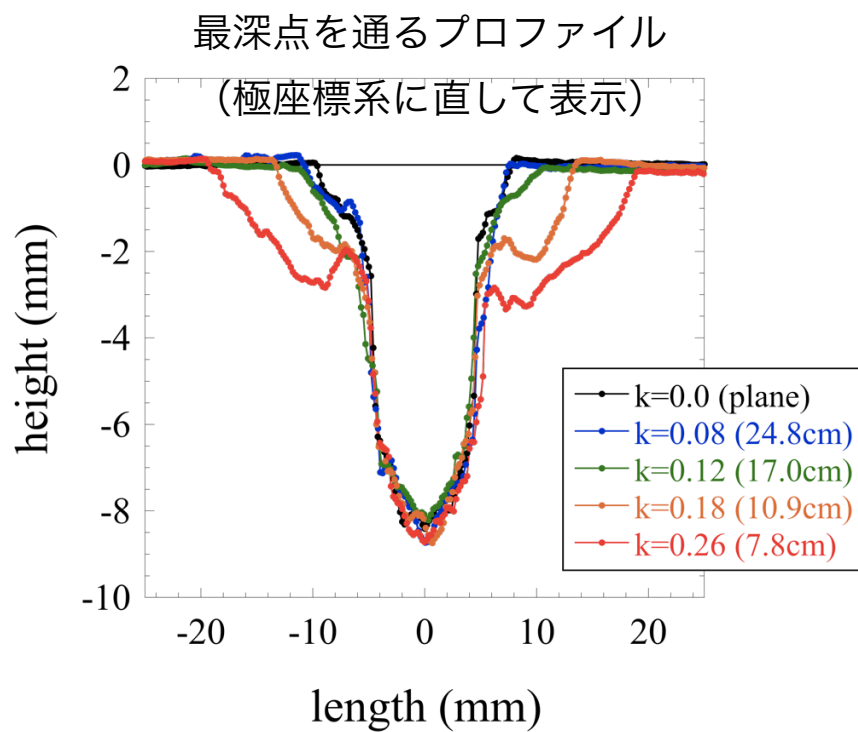


図3：最深点を通るプロファイル