

## 粉体標的に対するクレーター形成過程のその場観測

## Direct observation of impact cratering for granular targets

# 山本 聡 [1]; Barnouin-Jha Olivier[2]; 鳥海 崇 [3]; 杉田 精司 [4]; 松井 孝典 [5]

# Satoru Yamamoto[1]; Olivier Barnouin-Jha[2]; Takashi Toriumi[3]; Seiji Sugita[4]; Takafumi Matsui[5]

[1] 東大・新領域; [2] 東大・新領域; [3] 東大・新領域; [4] 東大・新領域・複雑理工; [5] 東大・院・新領域

[1] Grad. Sch. of Frontier Sci., Univ. of Tokyo; [2] Graduate School of Frontier Sci., Univ. of Tokyo; [3] Graduate School of Frontier Sci.; [4] Dept. of Complexity Sci. & Eng., Univ. of Tokyo; [5] Grad. Sch. of Frontier Sci., Univ. of Tokyo

ある程度大きなスケール（地球では数 km 以上）やレゴリス層における衝突クレーター形成過程は、主に重力効果に支配されると考えられている（この場合を重力支配域と呼ぶ）。これまでの重力支配域でのクレーター形成に対するスケールリング関係式は、粉体標的に対する衝突・爆破実験結果を基にして定式化されてきた。一方、これらの粉体を用いた実験結果は、標的の持つ物性効果に依存することが報告されている。そのため、重力支配域のスケールリング関係式に対して標的物性効果を考慮する必要がある。しかし、標的物性効果がスケールリング関係式にどのように関わるのかについては、よく分かっていない。これを明らかにする上では、クレーター形成過程の直接観測を行い、標的物性効果がクレーター形成過程にどのように影響を及ぼすかについて知る必要がある。そこで我々は、レーザーを用いた直接観測法（レーザー法）の開発を行ってきた。このレーザー法の原理は以下のとおりである。まず標的物質に対して垂直にシート状レーザー（ダイオードレーザー 15mW）を照射する。一段式ガス銃を用いてポリカ弾丸を加速し、シート状レーザー上に沿って標的に垂直衝突させる。弾丸の衝突によりクレーターが形成され、それに応じてレーザー光と標的との接線の位置が変化する。この様子を高速ビデオカメラを用いて撮像し、レーザー光の位置変化を解析することにより、クレーター穴の直径および深さの時間発展を知ることができる。

本研究では、このレーザー法を用いて、ソーダライム・ガラスビーズ標的に対して実験を行い、クレーター直径の時間発展について調べた。その結果、過渡クレーターの形成後すぐにクレーター壁面とリム部分の崩壊が起こり、クレーター直径が増加することがわかった。つまり、クレーター直径に対するスケールリング則を考える上では、過渡クレーター形成過程と崩壊過程の両方について考慮する必要がある。また、形成過程の初期段階ではクレーター直径は時間に対してベキ乗則で増加するが、後半段階ではこのベキ乗則からずれることがわかった。一方、過去の断面撮像法を用いた研究では、単純なベキ乗則に従って直径は増加すると報告されている。しかし、過去の研究では形成過程の極めて初期段階しか調べられておらず、このベキ乗からのずれが観測される後半段階は、調べられていなかった。つまり、過渡クレーター形成過程において、クレーター直径の時間発展は単純なベキ乗関係式では記述出来ないことが、本研究により明らかとなった。

このベキ乗関係からのずれを説明するには、より厳密なクレーター形成モデルの取り扱いが必要である。そこで、Z-モデルを基にした新しいクレーター形成過程のモデルを提案する。Z-モデルにおいて粒子速度場の強度が時間に対して指数関数的に減衰すると仮定し、クレーター直径の時間発展式を導出した。その結果、この新しいモデル式が本実験で得られるクレーター直径の時間発展をよく再現することが分かった。また、物性値（空隙率や安息角等）の異なる様々な標的（例えば乾燥砂）に対してもよく再現する。この式を様々な標的に対して適用することで、このモデル式で用いられる係数（粒子速度場強度の減衰率や初期段階における直径増加率のベキ指数）と標的物性による関係を調べた。本発表では、これらの結果を基にして、スケールリング関係式に対する標的物性効果について議論を行う。