

小型衝突装置 (SCI) からのサイエンス Science from Small Carry-on Impactor

荒川 政彦^{1*}, SCI サイエンスメンバー²

ARAKAWA, Masahiko^{1*}, SCI science member²

¹ 神戸大学大学院理学研究科, ²SCI サイエンスチーム

¹Graduate School of Science, Kobe University, ²SCI science team

小型衝突装置 (Small Carry on Impactor) は、はやぶさ 2 に搭載される機器の 1 つであり、1999JU3 表面のアクティブ探査に利用される。SCI は、直径 30cm ほどの円盤状の弾丸を持ち、この円盤は爆薬成形により、半球状の球殻弾丸として速度約 2km/s で JU3 表面に衝突する。この時形成される人工クレーター内部、もしくはその周囲から地下試料のサンプリングを可能にすることが SCI 搭載の第一の目的である。さらに、宇宙風化のない JU3 内部を暴露し、リモートセンシングにより宇宙風化の比較観測を可能にする。また、クレーター内部の観測なら浅層構造に関する知見を得ることも可能である。このような観測の成立性を検討するには、SCI により形成するクレーターの直径・深さや、掘削の深度を事前に知る必要がある。クレーター放出物に関する理論は、均質構造を持つ表層に関しては詳しく研究されており、特に砂などの非圧縮流を仮定できる物質に関しては、JU3 上に形成するクレーターの半径、放出物の最深点、堆積物の厚さを予測することができる。例えば、SCI で衝突させる 2kg の銅弾丸を仮定すると半径 5m、リムの厚さ約 1m、掘削物の最深点 1.2m のクレーターが形成されることになる。しかしながら、これらの理論を応用するには事前に表面状態を知っておく必要があり、JU3 のような未知の天体では、表面状態それ自身を調べることが探査の第一目標となる。さらに、JU3 のような微小天体では重力が極めて小さいので、クレーター形成理論の重力加速度に依存するメカニズムが重要な素過程となる。しかしながら、地上実験においては、微小重力下での実験は極めて難しいので既存の理論は実験においてその適応限界が確認されているわけではない。そこで、この SCI による人工クレーターの形成を小惑星上での衝突実験と位置づける。そして、この実験の目標はクレーター形成に関わる観測量から小惑星表面の物性を明らかにすると同時に既存のクレータースケール則の検証と修正を行うこととする。

太陽系の形成過程を通して、天体衝突はその進化や多様化に重要な役割を果たしてきた。特に微惑星から小惑星母天体への衝突成長やその後の衝突破壊による小惑星の形成に関しては、衝突現象を理解することなしに、これらの結果形成された隕石や小惑星の多様性を理解することはできない。現在、我々は様々なタイプの小惑星存在を確認しており、構造から分類すると、岩塊天体、均質多孔質天体、ラブルパイル天体などが典型的な例として挙げられる。天体の進化段階に従って、その構造は変化していくと思われるが、惑星形成過程の研究にはそれぞれの構造に対応した衝突のスケール則が必須であり、室内実験により現在も研究されている。一方、1999JU3 であるが、その構造は果たしてどのようなものであるかは、行ってみないとわからない。しかしながら、その内部構造や表面状態がどのようなものであっても、必ず、天体進化のある段階の構造を模擬したものであるとみなすことが可能である。我々は、ラブルパイル天体であるイトカワの表面を観測して、ガレ場、小石場、巨礫等の多様性に富んだ表層であることを発見した。同様な表面を JU3 に期待することが正しいかどうかはわからないが、どのような表面であれ、微小重力下という地球では得られない環境下で、模擬物質ではない本物の小惑星構成物質を利用した衝突実験を行うことができる価値は極めて高いと言える。

SCI を用いた衝突実験では、分離カメラ (DCAM) による衝突イジェクタのその場観測、ONC、TIR、NIRS3 による人工クレーターの観測を計画している。これらの観測を通して、クレータースケール則におけるイジェクタ速度やクレーター直径に対する物質依存性、重力加速度依存性に関する検証と改訂を行う予定である。この改訂作業を行うことは、同時に衝突地域の JU3 表面物性やその地下構造を決定することにもなるが、実際には、この実験結果をレファレンスとして、地上実験や数値シミュレーションとの連携により、さらに詳細な研究を行なっていく必要がある。SCI サイエンスチームでは、Small Carry-on Impactor Elucidates the Nature of Craters and Ejecta (SCIENCE) を合言葉に今後も SCI 成功のために検討を行なっていく予定である。

キーワード: 1999JU3, 衝突実験, 人工クレーター, クレータースケール則, 宇宙風化

Keywords: 1999JU3, Impact experiment, Artificial impact crater, Crater scaling law, Space weathering