

イトカワ再探査による宇宙衝突実験

Return to Itokawa: Impact experiment on the rubble-pile asteroid

荒川 政彦^{1*}, 渡邊 誠一郎³, 和田 浩二⁴, 小林 正規⁴, 田中 智⁵, 白石 浩章⁵, 飯島 祐一⁵, 小林 直樹⁵, 佐伯 孝尚⁵, 本田 理恵⁷, 門野 敏彦⁶, 鈴木 絢子⁸, 保井 みなみ²

ARAKAWA, Masahiko^{1*}, WATANABE, Sei-ichiro³, WADA, Koji⁴, KOBAYASHI, Masanori⁴, TANAKA, Satoshi⁵, SHIRAISHI, Hiroaki⁵, Yu-ichi Iijima⁵, KOBAYASHI, Naoki⁵, Takanao Saiki⁵, HONDA, Rie⁷, KADONO, Toshihiko⁶, SUZUKI, Ayako⁸, YASUI, Minami²

¹ 神戸大学大学院理学研究科, ² 神戸大学自然科学系先端融合研究環, ³ 名古屋大学大学院環境学研究科, ⁴ 千葉工業大学惑星探査研究センター, ⁵ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ⁶ 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター, ⁷ 高知大学理学部応用理学科, ⁸ 惑星科学研究センター

¹Graduate School of Science, Kobe University, ²Organization of Advanced Science and Technology, Kobe University, ³Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, ⁴Planetary Exploration Research Center, Chiba Institute of Technology, ⁵Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, ⁶Institute of Laser Engineering, Osaka University, ⁷Department of Information Science, Kochi University, ⁸Center for Planetary Science

小惑星イトカワは、探査機はやぶさにより一度探査された天体であり、さらに表面試料を地球に持ち帰った唯一の小惑星である。はやぶさによる探査はこの小惑星に関して多くの科学的成果を挙げたが、同時にさらなる研究課題と探査の可能性を提示した。

このミッションは、一度探査したイトカワを再探査することにより、イトカワから得られる科学的知見をさらに深化させることを目的としている。再探査においては、すでに対象天体の基本的情報（表面地形、重力場等）を持っているので、探査計画の立案においては未知の天体とは大きく異なり、より具体的に探査対象に特化した観測機器を搭載することが可能である。さらに、一度目の探査から得られた成果をさらに発展させる探査計画や、新たにもたらされた疑問に答えるような問題解決型の探査計画の立案も可能である。例えば、イトカワでは表面粒子の運動が活発であることが予想されているので、はやぶさ探査との比較により、10 数年間の表面粒子流の運動を調べることが可能である。

今回提案するミッションは、この再探査のメリットを最大限に生かすために、イトカワ表面で宇宙衝突実験を行う。そして、小惑星環境での衝突物理の解明と衝突によるアクティブ探査を通じた内部構造探査を実施する。

宇宙衝突実験は、はやぶさ2で開発されている SCI 改良型を用いて行う。イトカワの表面地形は既知であるのであらかじめ研究に最も適した衝突点を選定して、ピンポイントでの衝突実験が可能である。このために改良 SCI では姿勢制御機構を持ち、衝突精度を ± 10m にまで上げる。衝突物理の解明に関しては、ラブルパイル微小天体の衝突時の力学物性をモデル化するためにミュゼスの海へのクレーター形成実験を行う。このクレーター形成実験により、クレータースケール則における微小重力の効果を明らかにし、さらに、現実の小惑星表面におけるクレーター形成条件のアンカーを打つ。クレーターの研究には、その成長をその場観察する必要がある。そこで、観測用の子衛星を本体から分離運用してクレーターの成長の様子を子衛星に搭載した広角カメラ、望遠カメラ、ダストカウンター、ダストライダーにより観測する。

内部構造探査に関しては、改良 SCI を衝突させる以前に、月探査用ペネトレーターを小惑星用に改良したもの（小惑星ペネトレーター）をミュゼスの海に 10m/s 程度で衝突・設置させて、3本のペネトレーターによる地震計ネットワークを事前に構築しておく。ペネトレーターの設置時には、搭載された加速度計により、小惑星表面に衝突貫入した時の抵抗力を計測し、表層を構成する小石層のモデル化に役立てる。改良 SCI の衝突により励起された弾性波をこれらの地震計で観測することにより、ミュゼスの海の内部構造や微小重力下での粉粒体に関する情報を取得する。この衝突による地震波内部構造探査を効率的に行うために、電波探査による内部構造のグローバルサーベイも実施する。また、イトカワを構成する岩石の物性は、地震波探査や電波探査の結果を解釈する上で極めて重要である。そのため、ミュゼスの海の cm サイズの小石を破壊せずに回収する試料サンプリングを行い、地球に持ち帰って物性測定を行う。

これからの実験データとクレーター形成実験の結果から、微小重力下の粉粒体の運動をモデル化し、仮想天体である微惑星の物理モデルを提案する。

キーワード: イトカワ, 再探査, 衝突実験, はやぶさ

Keywords: Itokawa, re-exploration, Impact experiment, Hayabusa