

ペネトレータ・システム実証のための小型科学衛星ミッションの提案 A proposal of a small scientific satellite mission to validate penetrator systems

村上 英記^{1*}, 白石 浩章², 小林 直樹², 山田 竜平³, 田中 智², 早川 雅彦², 早川 基², 竹内 希⁴, 岡元 太郎⁵, 久家 慶子⁶, 石原 靖⁷, 趙 大鵬⁸

Hideki Murakami^{1*}, Hiroaki Shiraiishi², Naoki Kobayashi², Ryuhei Yamada³, Satoshi Tanaka², Masahiko Hayakawa², Hajime Hayakawa², Nozomu Takeuchi⁴, Taro Okamoto⁵, Keiko Kuge⁶, Yasushi Ishihara⁷, Dapeng Zhao⁸

¹ 高知大学理学部, ² 独立行政法人宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部固体惑星科学研究系, ³ 国立天文台 RISE 月惑星探査検討室, ⁴ 東京大学地震研究所, ⁵ 東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻, ⁶ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地球物理学教室, ⁷ 海洋研究開発機構 地球内部ダイナミクス領域, ⁸ 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

¹ Faculty of Science, Kochi University, ² Department of Planetary Science, Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Explo, ³ National Astronomical Observatory of Japan, RISE project, ⁴ Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, ⁵ Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, ⁶ Department of Geophysics, Graduate School of Science, Kyoto University, ⁷ IFREE, JAMSTEC, ⁸ Department of Geophysics, Tohoku University

月内部構造探査用に開発したペネトレータ技術を宇宙実証するための Follow-on Mission として、小型衛星クラスでのプロジェクトを提案する。ペネトレータは小型軽量の高速貫入型プローブで、一度の打上げで多点ネットワーク観測を実現するために有効なツールである。特に、貫入衝撃に耐えられる搭載機器の開発が最も大きな技術的ハードルである。しかし、ペネトレータによるネットワーク観測を実現するためには、(1) 周回衛星からの分離・投下技術、(2) 分離姿勢制御と貫入制御、(3) ペネトレータ - 周回衛星間の通信技術、(4) 長期間の多点同時観測を実施する運用技術なども必須である。地球物理学的な月内部構造探査を目的として旧 LUNAR-A プロジェクトではこれらの工学技術を独自に開発して地上試験を行ってきたが、End-to-End での検証試験や月周回での飛翔実証は行われていない。

そこで、現在 JAXA で開発中のイプシロンロケット (の増強型) での打ち上げを想定して、3 軸姿勢制御型の周回機と既存の開発技術を極力継承した 2/3 スケールの小型ペネトレータ 2 機を合わせた 400kg 級の衛星システムによる工学実証計画を検討した。本提案の主たる目的は将来の本格的な 月面ネットワーク観測ミッションに繋げるプレカーサとするとともに、ペネトレータシステムの小型・軽量化を実現することで月以外の遠い天体への探査に適用する際のテストベットの創出であるが、科学観測のケーススタディーとしても未踏地である月裏側の表層環境および浅部構造を探査するミッション案も合わせて検討した。

搭載候補機器として、地震計、熱流量計、ガンマ線分光計、加速度計、磁力計が挙げられるが、これらの機器を世界で初めて月の裏側に設置して科学観測を実施する。特に、Feldspathic Highland Terrain と呼ばれる月面でもっとも古い地質年代に形成された地殻物質が存在すると考えられている領域については、将来のサンプルリターンの有力候補地点となっていることから事前の観測が行われれば極めて有用な情報が得られる。本発表では、小型ペネトレータと衛星システムの設計案とともに搭載機器の概略、科学目標、運用シナリオなどについて紹介する。

キーワード: ペネトレーター・システム, 月内部探査, 小型科学衛星

Keywords: penetrator system, lunar interior exploration, small scientific satellite