

3軸姿勢制御衛星用ペネトレータ分離機構の開発

Development of separation mechanism of lunar penetrator module for installation in a three-axis stabilized satellite

白石 浩章^{1*}, 小林 直樹¹, 早川 雅彦¹, 田中 智¹, 村上 英記², 早川 基¹

SHIRAIISHI, Hiroaki^{1*}, KOBAYASHI, Naoki¹, HAYAKAWA, Masahiko¹, TANAKA, Satoshi¹, MURAKAMI, Hideki², HAYAKAWA, Hajime¹

¹ 宇宙航空研究開発機構, ² 高知大学理学部応用理学科

¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²Department of Applied Science, Faculty of Science, Kochi University

月内部構造探査用に開発されたペネトレータモジュールは地震計、熱流量計などの科学観測機器を搭載したペネトレータ本体のほか、月周回速度成分をキャンセルする軌道離脱モータと月面への垂直貫入のために90度姿勢変更するラムライン制御システムから構成されている。ペネトレータを月や惑星などの表面に投下設置するためにはクルージング中には周回衛星に把持され、天体の周回軌道から放出・分離するための機構が必要となる。特に、月のような大気のない天体ではペネトレータモジュールの形状中心軸と長手方向の重心軸のズレ、重心位置・慣性能率の調整量のほか、周回衛星搭載時の取り付けアライメント誤差、軌道離脱モータの推力軸誤差と分離直後のティップオフ量が突入時の貫入迎角に大きな影響を与えることが分かっている。垂直貫入からのズレを表す貫入迎角の大小はペネトレータの潜り込み深さ、停止姿勢角および貫入衝撃モード(せん断力、曲げ荷重)に直結し、ひいてはペネトレータの科学観測の成果と通信運用への影響が懸念されるパラメータである。旧LUNAR-Aプロジェクトでは120rpmまで高速スピニングした周回衛星からfrisbee状に分離する方式を採用した機構を開発済みであるが、ペネトレータシステムの搭載機会を増やす意味でも3軸姿勢制御型の衛星に適用できる分離機構の開発が必須である。また、スピン衛星用の分離方式では地上でのフルサイズのペネトレータモジュールを用いたEnd-to-End試験を実施することが困難であることが指摘されていたことから、新規に開発する3軸姿勢制御搭載用の分離機構については具体的な地上検証方法もあらかじめ検討しておく必要がある。ロシアが2010年代に計画するLUNA-GLOB月探査シリーズで使用される衛星は3軸姿勢制御型であり、我々の開発したペネトレータモジュールとほぼ同一仕様のまま搭載する際の重要な技術課題として挙げられていた。2007年以降の検討会議ではロシア側からMars96プロジェクトで採用された火星ペネトレータ用をベースにした分離機構が提案されたが、LUNAR-A型ペネトレータモジュールとのインターフェース条件を解析等で検討したところ、要求する機能・性能を満足していないことが予想された。そのため、複数の分離方式案についてトレードオフスタディーと地上試験の検証方法について日本側独自の検討を行っているところである。本発表では分離機構の検討経緯と2011年度から開始している要素モデルによる検証計画の概要と試験結果について報告を行う予定である。

キーワード: ペネトレータ, 分離機構, 3軸姿勢制御衛星, 月探査, 内部構造

Keywords: penetrator, separation mechanism, 3-axis stabilized satellite, lunar exploration, internal structure