

月重力場計測のためのSELENEリレー衛星システム検討

System Design of SELENE Relay Satellite for Lunar Gravity Field Measurements

岩田 隆浩 [1], 並木 則行 [2]

Takahiro Iwata [1], Noriyuki Namiki [2]

[1] NASDA, [2] 九大・理・地球惑星

[1] NASDA, [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ.

月重力場計測を目的としたSELENEリレー衛星のシステム検討結果を報告する。リレー衛星搭載中継器(RSAT)を利用した測距及びドブラ計測(RARR)では、リレー衛星を経由した月の裏側の軌道決定により、月重力場のグローバルマッピングを行う。また、衛星・月面電波源(VRAD)を利用した相対VLBI観測では、衛星位置決定精度及び重力場計測精度の向上を果たす。リレー衛星の設計に際しては、観測機器とミッション運用の効率化を通じて軽量化を図ることにより、総重量40kg級を達成する。

1. はじめに

SELENE(月周回衛星)は、宇宙開発事業団(NASDA)と宇宙科学研究所(ISAS)によって2003年に打上げ予定の月探査衛星であり、主衛星(ミッションモジュール、及び、打上げ1年後に月面着陸を行う推進モジュールから成る)と、これより分離するリレー衛星より構成される。

月の重力場は、ClementineやLunar Prospectorなどの月周回の衛星のレンジングによる軌道決定から計測されてきたが、裏側の軌道を低高度で測定できないため表側と比べて精度や分解能が劣っていた。これに対してSELENEでは、重力場計測用のミッション機器として、「リレー衛星搭載中継器(以下、機器・ミッションを総称してRSAT)」を用いたドブラ計測(距離変化率計測)及び測距と、「相対VLBI用衛星・月面電波源(同、VRAD)」を用いた相対VLBI(超長基線電波干渉計)観測から、リレー衛星と周回衛星の高精度軌道決定を行い、その解析から月の重力場の裏側を含むグローバルな観測を行うことを計画している。

2. ミッションの概要

SELENEリレー衛星は重力場計測のための電波の送信・中継を目的とした超小型衛星で、高度約2,400km×110kmの月周回楕円軌道に投入される。リレー衛星の設計に際しては、軽量化を実現するために、ミッション機器の設計に際して小型・高効率のシステムを構築すると共に、観測においても効率化を目指した運用を行うものとする。

RSATでは、SELENE打上げから約1年間のミッションを行う。この間、周回衛星が月の裏側を飛行中に、宇宙科学研究所白田局(UDSC)より送信される搬送波を、リレー衛星→周回衛星→リレー衛星経由の4ウェイでUDSCに折り返して、これをドブラ計測する。同時にリレー衛星から2ウェイでUDSCに折り返し、その測距及びドブラ計測を行う。また、周回衛星が月の表側の時、NASDA追跡管制所(TACS)と周回衛星による2ウェイの測距及びドブラ計測を行う。月の全球の重力場を約15kmの分解能でのマッピングを行い、70次までの重力場展開係数を明らかにする(Namiki et al. 1998)。

VRADでは、SELENE打ち上げ1年後に実施される推進モジュール分離・月面着陸の後、約2ヶ月間のミッションを行う。VRADは、リレー衛星に搭載される衛星電波源(VRAD-1)と推進モジュールに搭載される月面電波源(VRAD-2)から構成され、推進モジュールが月面に軟着陸した後に搬送波を送信する。リレー衛星と月面の電波源からのS帯3波、X帯1波の搬送波について、地上の複数の電波望遠鏡で交互に観測する相対VLBI観測を行う。位相補償法により地球大気の影響を除去しながら高精度衛星位置決定を行うことにより、月重力場展開係数の低次項について約1桁の精度向上を達成する。

3. リレー衛星システム

リレー衛星-地球間のS/X帯通信リンクには、トロイダルビームを持つS/X帯同軸垂直ダイポールアンテナを使用する。また、対周回衛星リンクには、カージオイドビームを持つオムニアンテナ(クロスダイポール型)を衛星のスピンの軸方向面2カ所に搭載して、コマンドを用いたビーム切替によって全方位のリンクを確保する。

リレー衛星では、長時間の軌道の変化から重力場を求めること、及び軽量化の要請のため、能動的な軌道・姿勢制御を行わない。一方、垂直ダイポールアンテナのビーム幅に基づく姿勢要求に応じるため、スピン安定を図る。このため、周回衛星との間に取り付けた簡易・軽量型保持分離機構を用いて、白道面垂直軸に約16rpmのスピンを印加する。

リレー衛星の設計に際しては、衛星バス機器、観測ミッション機器ともマージンを持たない設計とし、さらに運用上の工夫を行うことにより、システムの軽量化を図っている。通信回線解析の結果から、地球向けS帯0.2W、同X帯1W、周回衛星向けS帯1Wでのミッションの成立性を確認した。ミッション機器の消費電力は、最

大値が4wayドブラ計測+2way測距・ドブラ計測時の約57W、最小値がスタンバイ（コマンド受信機のみ使用）時の約13Wである。日陰時の運用制限、及び月食時のバス電源供給断の手順によりバス側必要発生電力の軽減を図り、設計において衛星本体約39kgを達成できる。

参考文献

Namiki, N., Hanada, H., Tsubokawa, T., Kawano, N., Ooe, M., Heki, K., Iwata, T., Ogawa, M., Takano, T., and RSAT/VRAD/LALT mission groups, In Proc. 32nd COSPAR Scientific Assembly, in press (1998).