

SELENE リレー衛星バス及びミッション機器の開発研究

System Design of the Bus and Mission Instruments of SELENE Relay Satellite

岩田 隆浩[1], 並木 則行[2], 花田 英夫[3]

Takahiro Iwata[1], Noriyuki Namiki[2], Hideo Hanada[3]

[1] NASDA, [2] 九大・理・地球惑星, [3] 天文台・水沢

[1] NASDA, [2] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., [3] Div. Earth Rotation, Nat. Astr. Obs.

SELENE リレー衛星は、リレー衛星搭載中継器 (RSAT) による 4 ウェイドブラ計測と、相対 VLBI 電波源 (VRAD) による相対 VLBI 観測から、月重力場の高精度グローバルマッピングを行う。リレー衛星の設計では、軽量・簡易なシステムであることと、高精度の重力場を計測することが要求される。新規開発となるコンポーネントの開発研究として、軽量型の分離機構の試作試験用モデルを用いた分離試験、ドブラ計測でのスピン除去に用いる軽量・狭帯域型の平面アンテナの対放射線試験を実施した。また、4 ウェイドブラ計測運用について、臼田局における地上設備改造のための設計を行い、回線 S/N 及び捕捉時間を確認した。

1. はじめに

SELENE (月周回衛星) では、測月ミッション機器として、リレー衛星搭載中継器 (RSAT) と相対 VLBI 用衛星・月面電波源 (VRAD) が搭載予定である。RSAT では、高度 100km 円軌道の周回衛星の月裏側の軌道を、高度 2400-100km 楕円軌道のリレー衛星経由で計測する 4 ウェイドブラ観測を行う。これにより、月の裏側の重力場が初めて高分解能で得られ、70 次までの重力場展開係数に月裏側の詳細情報が加わることになる (Namiki et al. 1999)。一方 VRAD では、リレー衛星と月面上の電波源の S 帯 3 波と X 帯 1 波について、相対 VLBI 観測を行う。本観測では、軌道・姿勢制御を行わないリレー衛星について長時間の高精度位置決定が行われることから、重力場展開係数の特に低次側成分について、従来方式の 1 桁を上回る高精度データが得られる (Hanada et al. 1999)。

SELENE リレー衛星は、重力場観測の高精度化と軽量化の要請により、軌道・姿勢制御系を持たず、機器及び運用の効率化を行い、40kg 級の衛星とすることが可能になった (Iwata et al. 1998; 岩田、並木 1999、本合同大会)。これらの観測機器及び運用の設計検討について述べる。

2. リレー衛星システムの設計

リレー衛星は、観測機器として RSAT と VRAD-1 を搭載し、バス機器として電源系、熱制御系、構体系、計装系から成る。RSAT は通信系機能を併せ持ち、対地球指向の S/X 帯ダイポールアンテナ、対周回衛星指向の 4 台の S 帯平面アンテナ、衛星内部の中継器から構成され、バス機器のテレメトリ/コマンド制御も行う。

リレー衛星では、重力場の精密測定のため軌道・姿勢制御マヌーバを行わず、スピン安定による姿勢保持を図る。分離時のチップオフ、重力場傾斜、太陽輻射圧等の要因によるスピン軸の傾斜と、太陽電池セル発生電力及び地球方向通信リンクの要請により、白道面垂直に対し $\pm 20\text{deg}$ を維持するため、スピンレート $> 10\text{rpm}$ 、チップオフレート $< 6\text{deg/sec}$ での分離・放出を行う。この分離機構は新規開発となることから、試作試験用モデルを用いた地上試験を行って、スピンレート、チップオフレート、分離速度等の設計データを取得し、併せて火工品のチップオフレートに対する影響を評価した。また、ピギーバック衛星 $\mu\text{Lab Sat}$ による軌道上実証を行う。

リレー衛星の 4way ドブラ計測では、衛星スピンによるオムニアンテナのドブラ変位を観測値から推定して除去する必要があるが、ドブラ計測精度 (目標 0.1mm/sec) に比べて 4 桁大きいことから、大きな誤差要因となる。これを改善する方法として、オムニアンテナを送信用と受信用に分離してスピン軸に対称に配置することにより、推定すべき精度は概ね 2 桁緩和される。搭載性改善及び軽量化のため、小型・狭帯域の S 帯平面アンテナを開発して、実験または解析による検証を行う。耐放射線試験として、サンプルへの紫外線・線照射試験による外観及び電気性能の変化の確認を行うこととし、紫外線照射試験により電気特性及び引っ張り強度特性に劣化傾向がないことを確認した。また、耐温度環境試験として、使用温度内での耐久試験及び共振周波数の温度特性等の電気性能試験による機能確認を行う。

3. リレー衛星地上局運用の設計検討

リレー衛星の運用では、衛星の制御・モニタは月ミッション運用解析センターで行なわれ、コマンド送信は NASDA の TACS (追跡局)、テレメトリ受信は宇宙研の臼田局を経由する。RSAT の 4 ウェイドブラ計測では運用及び送受信は臼田局で行なわれ、VRAD の相対 VLBI 観測は VLBI 各極で各々実施される。臼田局での 4 ウェイドブラ運用の機能は新規開発となることから、その諸元を設計すると共に適合性試験の方法を検討した。

RSAT の 4 ウェイドブラ計測では、1 ウェイめのリレー衛星と 2 ウェイめの周回衛星でドブラ捕捉追尾を行なう。衛星側の受信機のループバンドは、ループ S/N と捕捉時間を考慮して決定する。捕捉可能周波数変化率は、ルー

プS/Nと固有周波数 n とダンピングファクター に依存し、ドブラ周波数変化率が最大となる臼田曲X帯ダウンリンク回線の受信機でも、捕捉可能であることを確認した。また、アップリンク周波数について、予測誤差と考える範囲を含む周波数範囲を、上記の捕捉可能周波数変化率の範囲内の速度で掃引するため、所用捕捉時間はドブラ周波数予測精度に依存し、ドブラ周波数予測精度が10Hz 程度の時1秒以下となり、運用上問題ないことを確認した。

参考文献

- Hanada, H., et al., Proc. GEMSTON, 126.
Iwata, T., Kaneko, Y., Ogawa, M., Namiki, N., and Kawano, N., Proc. 21st ISTS, 98-i-03 (1998).
Namiki, N., Hanada, H., Tsubokawa, T., Kawano, N., Ooe, M., Heki, K., Iwata, T., Ogawa, M., and Takano, T., Adv. Space Res., 23, 1817 (1999).