

## SELENE リレー衛星による4ウェイドブラ計測手法の開発研究

## Design of the Method for 4-way Doppler Measurements using SELENE Relay Satellite

# 岩田 隆浩[1], 河野 宣之[2], 浅利 一善[2], 並木 則行[3], 河野 裕介[4]

# Takahiro Iwata[1], Nobuyuki Kawano[2], KAZUYOSHI ASARI[3], Noriyuki Namiki[4], Yusuke Kono[5]

[1] NASDA, [2] 国立天文台・水沢, [3] 九大・理・地球惑星, [4] 総研大・数物・天文科学

[1] NASDA, [2] Div. Earth Rotation, NAO, [3] National Astronomical Observatory, Mizusawa, [4] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., [5] Dept. of Math. and Phys. Sci., Grad. Univ. Advanced Studies

SELENE のリレー衛星中継器 (RSAT) では、主衛星が月の裏側を飛行中の軌道をリレー衛星経由の4ウェイで計測して、月裏側の重力場を観測する。4ウェイ中継では、ドブラ周波数を位相ロックループを用いて捕捉する。受信されたドブラデータは、衛星軌道・姿勢の補正が行われる。これらの計測システムの設計結果を報告する。

### 1. はじめに

SELENE (月周回衛星) では、リレー衛星搭載 / 対向中継器 (RSAT-1 / RSAT-2) を用いて、主衛星が月の裏側を飛行中にリレー衛星 (Rstar) を経由した4ウェイドブラ計測を行う (Namiki et al. 1999; Iwata et al. 2001)。これによって月の裏側の軌道が初めて直接観測され、月の裏側の重力分布を明らかにできる。中継衛星を経由した4ウェイ通信としては TDRS (追跡データ中継衛星、米国) の例があるが、TDRS は地球局に対してほぼ静止しており、ドブラ偏移は TDRS と衛星間でのみ生じた。一方 SELENE では、地球局・リレー衛星・主衛星の相対位置は常時変化するため、4ウェイ各回線のドブラ偏移に対して搬送波捕捉と追尾を行う必要がある。本観測のためのミッション機器及び地上局の運用についての開発研究の結果を報告する。

### 2. 観測機器の構成と機能

RSAT-1 はリレー衛星に搭載され、4ウェイ中継を行うための S 帯中継器 (S-TRP)・S/X 帯中継器 (S/X-TRP)、地球局との通信のための S/X 帯垂直ダイポールアンテナ、主衛星との通信のための S 帯平面アンテナ等から構成される。RSAT-2 は主衛星に搭載され、S 帯中継器等から構成され、リレー衛星向けの通信には主衛星通信系サブシステムのハイゲインアンテナが利用される。

4ウェイドブラ計測の回線では、宇宙研臼田局より送信される S 帯測距信号は、リレー衛星上の S-TRP の位相ロックループ (PLL) で捕捉され、その後搬送波が抽出されて主衛星に中継される。主衛星では、RSAT-2 の PLL による捕捉の後リレー衛星に折り返される。次いでリレー衛星上では、電力等の制約から PLL による捕捉を行うことが回線設計上困難なため、S/X-TRP によって広帯域受信された後、周波数合成によって X 帯に変換されて臼田局にダウンリンクされる。

### 3. 計測方法の設計検討

4ウェイドブラ計測のための回線確立に際して、まずリレー衛星の2ウェイ捕捉を行い、次いで主衛星を含む4ウェイドブラ周波数についての捕捉を行う。搭載受信機のループバンド幅は、ドブラ周波数・周波数変化率の予報精度に基づいて、信号捕捉に要する時間を小さくすることと、ループ S/N を捕捉に十分な値に取ることから決定した。主衛星の捕捉状態のテレメトリは、月の裏側から実時間でダウンリンクされないため、ドブラ周波数観測値のアラン分散より推定する。

観測されたドブラ生データは、衛星軌道予報値に基づく粗い補正が行われた後、リレー衛星の姿勢・スピン状態、大気中及び地上局内の遅延量の補正が施される。リレー衛星姿勢変動の短期要因には、分離時チップオフ及び衛星機軸と慣性主軸のずれに起因するニューテーションがあり、これらを観測値から推定して除去することが可能であることを確認した。

### 参考文献

Iwata, T., Takahashi, M., Namiki, N., Hanada, H., Kawano, N., Heki, K., Matsumoto, K., and Takano, J. Geod. Soc. Japan, in press (2001).

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).