

SELENE 搭載レーザ高度計(LALT)による月面測距点のクロスオーバー解析(II)

Crossover analysis of rang data onto the moon by SELENE-LALT

荒木 博志[1], 松本 晃治[2], 坪川 恒也[3]

Hiroshi Araki[1], Koji Matsumoto[2], Tsuneya Tsubokawa[3]

[1] 国立天文台・水沢, [2] 国立天文台地球回転研究系, [3] 天文台・水沢観測センター

[1] NAO, Mizusawa, [2] Div. Earth Rotation, Natl. Astronomical Obs., [3] NAO, Mizusawa

SELENE-LALT ミッションでは、月周回軌道から測距誤差 5m 以下、フットプリント径約 30m のレーザ測距によって月地形高度の高精度計測を行い、グローバルかつ高精度な月面地形高度図を作成する。周回衛星の時刻、位置、測距方向をあらかじめ高精度で知っていれば測距点の月面上の絶対位置が得られ、月面地形図に経緯度座標を入れることができる。しかし衛星時刻などの情報は不確定性が大きく、経緯度座標軸の位置が良く決まらない可能性がある。そのため LALT データと SELENE-LISM (地形カメラ等) による DEM(Digital Elevation Map) の照合から両者のずれを数十 m 以内に行うことができることを示し(1999 年合同大会)、LALT のクロスオーバー測距点の 3 次元位置解析から、衛星の姿勢誤差を月面上で 100m 程度に押さえられる可能性を示した(2000 年合同大会)。以上の結果から DEM に 100~200m の精度で経緯度座標線を引けそうであることがわかってきたが、LALT 擬似データを使った解析シミュレーションは行われておらず、最終的な結論は出されていない。

LALT クロスオーバー点解析の概略は以下の通りである。周回衛星の姿勢をリアクションホイールのアンローディングを境に、軌道および LALT データを分割し、互いに数日離れている 2 セット A と B を考える。A、B それぞれでは姿勢は一定とみなす。A と B のクロスオーバー点は 100 以上あり、以下の(1)~(4)の処理を各点で行う。(1) 衛星運用系から得られる衛星時刻・軌道・姿勢データに LALT データを組み合わせて軌道クロスオーバー点付近での 3 次元測距位置データ(3 次元曲線)を 2 セット(A, B)作成する。(2) 2 つの 3 次元曲線の距離が最小にする LALT 計測時刻をそれぞれ求める(TA, TB)。(3) TA と TB における LALT データと衛星位置データを用いて A と B の姿勢の関係を複数のクロスオーバーについて統計的に求める。(4) A と別の軌道 C (B) についても同様に姿勢の関係を数値的に求め、A と B の関係と連立させて A、B、C 姿勢を決定する。以上与えられる衛星の時刻・軌道は正しいことが前提であるが、これは(1)~(4)で求めた測距方向が月重心方向を中心に分布しているか否かで確かめられる。この分布中心にずれがあれば、衛星位置のずれを反映したものと考えられ、衛星軌道補正を何らかの形でパラメータ化して(例えば初期位置、速度をパラメータとして)、平均測距方向を月重心方向にもっていくというプロセスを通じて、軌道(時刻)、姿勢を分離することができる。

現在 1 年間のミッションで得られる擬似データを使った数値シミュレーションを行い、上記シナリオの妥当性を調べている。現在のところ前回の見積もりと矛盾しない結果が得られているが、LALT データは連続的に地形データを取得できない関係上、クロスオーバー点付近の地形データの再現性が解析精度に影響を与える。たとえば 3m 程度の地形高度誤差があると月面上で 1km 程度の姿勢誤差となって現れて来る。発表ではこれらの点も考慮した衛星位置・姿勢の決定について議論する予定である。