

SELENE 衛星搭載月レーダサウンダー (LRS)

THE LUNAR RADAR SOUNDER ON-BOARD SELENE SPACECRAFT

小野 高幸 [1]; 熊本 篤志 [2]; 小林 敬生 [3]; 大家 寛 [4]

Takayuki Ono[1]; Atsushi Kumamoto[2]; Takao Kobayashi[3]; Hiroshi Oya[4]

[1] 東北大・理; [2] 東北大・理; [3] JST; [4] 福井工大・宇宙通信

[1] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Tohoku Univ.; [3] JST; [4] Space Commu. Fukui Univ. Tech.

はじめに

月探査周回衛星 SELENE において、月面の表層並びに地下構造を探索する月レーダサウンダー (LRS) 観測実施に向けての準備が最終段階にある。サウンダー観測装置は初期のプラズマ計測の目的から月惑星の表面地形や内部構造の探索までを含む有力な観測装置としてその機能を拡張しつつある。月レーダサウンダー観測装置開発にあたっては、サウンダーパルス電波の反射と透過に関しての精密な計算機シミュレーションを含めた基礎研究並びに、結果を用いての解析手法の研究が行われた他、現在地上からの電波観測による月面の全球的な誘電率や温度構造などの観測研究の試みが始められている。ここでは LRS を基とする電波観測手法を用いての表層観測の可能性について述べ、現在ハード・ソフトの開発を終えて P FM 試験の段階にある SELENE 搭載月レーダサウンダーの現状と、将来における惑星探査への応用を議論したい。

月レーダサウンダー観測のシミュレーション

HF 帯電波を用いるレーダ装置はマイクロ波帯電波に比べてスキンドープスが長く長距離の透過が可能である。更に月表面は極端に乾燥しているため、表層物質の電波吸収率も小さいことを特徴として持っている。従って月の地下数 km の深度に至る領域での地下構造は HF 帯レーダ電波を用いて探査可能である。SELENE 衛星搭載の HF 帯レーダサウンダー観測は解析的な検討からも評価可能であり、十分な分離度と受信強度にて観測が可能であることが見出されている (Ono and Oya, 2000)。従って検討課題としては、月表面における不要な散乱波と地下からのエコー信号をどのように分離するかに集約される。地下構造を搭載月レーダサウンダー (LRS) の観測の結果得られるエコー信号波形を、計算機シミュレーションを用いて合成し、LRS 観測の適応範囲の評価並びに観測データの解析手法の開発に関する基礎研究が進められた (小林他, 1999, 2000, 2001, 2002, 2005)。

装置開発の現状

LRS 観測装置は、4 台の 1.5 m BiStem アンテナ、4 台のプリアンプ、1 台の電子回路部より成り、総重量 22.8 kg である。SELENE 衛星は 3 軸制御姿勢安定方式のため、自身で形状を固定できる BiStem 型のアンテナ素子 4 本が使用され、2 対のクロスダイポール状に伸展される。信号処理は高速 FMCW 信号並びにローカル信号をデジタル合成する方式が採られ極めて安定度の良い波形信号が合成されている。送受信は 2 つのダイポールアンテナをそれぞれ専用として用いる方式の他、TR スイッチを用いて同一のアンテナで行う観測モードが準備されている。800W の電力を得るパワーアンプは実績のある HF パワーアンプが使用される。これまでに FM 単体の試験を終え、PFM 試験が現在進行中である。

まとめ

これらの基礎研究並びにハードウェア開発を進めた結果、月地下の数 km にある不連続面を数 10 km のスケールで観測する LRS の目標はほぼ達成できるものと考えられる。更に合成開口信号処理を LRS 観測データに適応することができたことは、地下構造の問題だけでなく、月表面地形の観測としても LRS データを積極的に利用する道が開拓されたことになる。すなわち光学観測によっては見ることのできない極域のクレータ内部の地形などが LRS 観測によって明らかにされると期待されている。

また現在、SELENE 衛星観測の準備の一環として、地上からの電波観測を基に、全球的な誘電率、内部温度構造などを観測する試みが成されており、これらの観測研究の可能性についても議論したい。