

## SELENE計画における月地下レーダサウンダ観測

### データ解析手法の確立

\*小林 敬生 [1],小野 高幸 [1],大家 寛 [1]

東北大学[1]

### A methodology of data analysis for observation of lunar subsurface by SELENE Lunar Radar Sounder

\*Takao Kobayashi[1],Takayuki Ono [1],Hiroshi Oya [1]

Tohoku University[1]

The data analysis methodology has been established for Lunar Radar Sounder for the observations of lunar subsurface onboard the SELENE spacecraft. The methodology consists of three independent data handling procedures i.e. (1) data stacking process which suppresses surface clutter noise levels relative to the subsurface echo, (2) range-bin filtering which filters out strong surface off nadir echoes and (3) Synthetic Aperture Radar analysis which enables to identify the source locations of those filtered echoes. A unified method of data analysis is established being combined these three steps for all regions of the lunar surfaces.

序 月の地下構造の探査を主目的として、2003年に探査機の打ち上げが計画されているSELENE計画の科学ミッションに月レーダサウンダ (Lunar Radar Sounder : LRS) が搭載される。LRS観測で得られるデータには月地下からの反射波だけではなく月表面の強いクラッタ成分も混入している。微弱な地下反射波の検出にはこのクラッタ成分の分離が不可欠でデータ解析はこの点に十分に配慮して行なわなければならない。LRSグループでは機器開発と平行して、コンピュータシミュレーションにより観測データ解析手法の開発とその評価を行ない、これまでに月の海領域と高地領域についてそれぞれ領域別に観測データ解析手法の研究を行ってきたが、更に手法を発展させその本質を解明した結果、これらの結果を統合して統一的なデータ解析手法として確立できたので報告する。解析手法

LRS観測データ解析手法は3つのデータ処理手法、1)重ね合わせ平均化処理、2)レンジビン・フィルタ処理、3)合成開口レーダ処理からなる。重ね合わせ平均化処理 比較的なだらかな地形を呈する海領域では特殊な相関を持たない高さ分布が広がる。このような地形はその自己相関関数がGaussian分布関数であるランダム面とみなすことができ、表面クラッタ成分は探査機の移動とともに時々刻々無相関に位相を変えるランダム波とみなせる。一方、

地下反射波は反射面深さが大きく変化しない限り微弱なコヒーレント波とみなすことができる。このため両者を含むLRS受信波形データを重ね合わせると、重ね合わせ数に比例して地下反射波の表面クラッタ成分に対する相対強度が大きくなるので、その検出が容易になる。レンジビン・フィルタ処理 クレータが密集する高地領域では、様々なレンジでクレータ斜面から非常に強い側方反射波が返ってくる。このように強い信号は重ね合わせ処理だけでは十分な効果を得ることはできないので、フィルタ処理を施して積極的に受信データから取り除く。側方反射波の受信遅れ時間及び周波数はレンジデータから一意に求まり、継続時間はLRSパルス長であるから、これらの情報をもとに受信波形データ中、側方反射波を含むデータ区間に対してフーリエ解析フィルタ処理を施す。高地と海の一般性 レンジビンフィルタ処理後のデータには表面クラッタ成分が残留している。この残留クラッタ成分に対しては重ね合わせ平均化処理を行なうことが可能で、これはクレータ地形の自己相関関数がGaussian分布関数で近似できる点が明らかにされることによって確証された。海領域においても散在するクレータから強い側方反射波が返ってくる可能性を考慮すると、結局上の二つの領域における観測データ処理は同じ手順を踏むことがわかる。合成開口レーダ処理の適用 レンジビンフィルタで取り除いた強い成分の信号については合成開口レーダ (SAR) 処理により反射源位置を求める。SAR処理で不可欠なドップラ情報はLRS単パルスの観測では得られないので各レンジビンデータの位相の時系列データから求める。この位相時系列データに対して低域濾過フィルタ処理を施すと、等価的にLRSのビームを絞ることができる。本研究では、ウェーブレット解析を応用してLRSビームを等価的に30度に絞ってSAR処理を行なっている。まとめ 以上、3種のデータ処理手法を組み合わせることによって、微弱な地下反射波の検出・分離を目的とするLRS観測データ解析手法が確立され、コンピュータシミュレーションにより十分なS/Nをもって目的が達成されることが確認された。