

月地下エコー検出のためのLRSデータ解析方法の検討

LRS data analysis methods for the detection of lunar subsurface echoes

望月 憲悟 [1]; 渡辺 志穂 [2]; 押上 祥子 [2]; 山口 靖 [3]; 渡辺 俊樹 [4]; 小野 高幸 [5]; 熊本 篤志 [6]

Kengo Mochizuki[1]; Shiho Watanabe[2]; Shoko Oshigami[2]; Yasushi Yamaguchi[3]; Toshiki Watanabe[4]; Takayuki Ono[5]; Atsushi Kumamoto[6]

[1] 名大・環境・地環; [2] 名大・環境; [3] 名大; [4] 名大・環境; [5] 東北大・理; [6] 東北大・理・惑星プラズマ大気

[1] Earth and Environmental Sciences, Nagoya Univ.; [2] Nagoya Univ.; [3] Nagoya Univ.; [4] RCSV, Nagoya Univ.; [5] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [6] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.

月レーダサウンダー (LRS) は、月表層部の地下構造の推定を目的とした観測機器である。観測方法は、HF バンドの FM-CW パルスレーダを用い、地下境界面 (地下で誘電率が不連続に変化している部分) からの反射波を計測するというものである。月の海の観測結果から地下境界面を確認することができた。しかし、それらは不鮮明である。また高地では、画像化した際に双曲線状のエコーが大量に現れる。これらは衛星に向けたクレータの内壁のような、衛星の側方に強い反射を起こす地形からの反射波を受信した結果である。クラッタは地下境界面の判別を難解にするため、画像から除去しなくてはならない。そこで、画像処理を用いて地下境界面を強調するという処理、またクラッタを除去するための処理を行った。

地下境界面を強調するために、画像のノイズと不鮮明さを除去する確率的弛緩法を用いた領域分割と、ノイズに強い線検出手法である VanderBrug の線検出オペレータ、これら 2 つの処理を用いた。弛緩法は、連立方程式の数値解法として知られているが、画像処理に於いては並列反復処理によって、ノイズや周囲と比較して線の向きが異なるというような局所的な矛盾と、コントラストが不鮮明である、エッジの方向が不明であるというような曖昧さを低減させる手法として利用される。本研究では確率的弛緩法を LRS データに適用し、まず画像を空中と地下に分割し、さらに地下を地下境界面候補とそれ以外の領域に分割することを試みた。領域分割処理により、局所的なノイズが減少し画像のコントラストがはっきりするため、地下境界面の線を抽出しやすくなる。

デジタル画像に於いては、明るい背景内の黒い画素の繋がりは線として見なされる。LRS データでは、周囲と比べて暗い地下境界面の抽出のため、黒い線を検出した。線検出のための一般的な手法は異なる方向性を持つテンプレートを回転させ、その方向に合致する線を検出するというものである。今回の研究では、ノイズに強く高速処理が可能な VanderBrug の線検出オペレータを用いた。このオペレータは 16 種の線の検出のために 16 方向の異なる方向性を持つテンプレートを使用している。この処理によって地下境界面候補の線を検出することができる。

双曲線状のエコーを除去するために、反射法地震探査のデータ解析に用いられるマイグレーション法を適用した。LRS は各観測パルス波形のパワースペクトルを記録しているのに対し、反射法地震探査では地下から反射した波形を記録しているという違いがある。そのため、LRS データにマイグレーション処理を施すための前処理を行った。マイグレーション処理を行った結果、双曲線状のエコーを本来の反射点である孤立点に戻すことができた。