

SELENE2で目指す広帯域月震探査

Seismological aim of broadband observation in the SELENE2 mission

小林 直樹 [1]; 竹内 希 [2]; 岡元 太郎 [3]; 村上 英記 [4]; 白石 浩章 [5]; 田中 智 [6]; 山田 竜平 [7]

Naoki Kobayashi[1]; Nozomu Takeuchi[2]; Taro Okamoto[3]; Hideki Murakami[4]; Hiroaki Shiraiishi[5]; Satoshi Tanaka[6]; Ryuhei Yamada[7]

[1] 東工大・地惑; [2] 東大地震研; [3] 東工大・理工・地球惑星; [4] 高知大・理・応用理学; [5] 宇宙機構・科学本部; [6] 宇宙研; [7] 宇宙研

[1] Earth and Planetary Sci, Tokyo Tech; [2] ERI, Univ of Tokyo; [3] Dep. Earth Planet. Sci., Tokyo Institute of Technology; [4] Dept. Applied Sci., Kochi Univ; [5] ISAS/JAXA; [6] ISAS; [7] JAXA

SELENE2 ミッションは我が国初の月着陸探査である。その1機ないし2機の着陸機に設置する科学観測機の一つとして広帯域地震計を提案している。本発表ではアポロ探査で行われた月震観測を踏まえ広帯域地震観測の必要性和科学目標を報告する。

1970年代に行われたアポロ月探査ミッションでは、12、14、15、16号の各着陸地点に長周期地震計(3成分)と短周期地震計(1成分)を設置し、一辺が約1000kmの三角形の観測ネットワークを構成して月震観測(Passive Seismic Experiment)を行った。観測は1977年9月に地上からの観測停止命令が送られるまで7年以上にわたり、月震のサイスミシティ(発震機構、時間・空間分布、頻度分布)に関する情報や深さ約1000kmまでの地殻およびマントル構造の概略を決定するなど多くの成果をもたらした。アポロ月震観測によると、自然月震は浅発月震、深発月震、隕石衝突起源の月震および熱月震に分類される。その中でも深さ800~1100km付近で発生する深発月震には特有の現象が見られる。そのひとつは決定された各震源においてイベントが約27日周期で規則的に発生することである。一方、浅発月震はその地震規模は比較的大きいが発生頻度が極めて低く(1年間で1~数イベント)、熱月震はそのほとんどが短周期地震計とジオフォンだけに検出されるローカルなイベントである。

以上のようにアポロ計画の月震観測は月の科学において多大な貢献を残したが、最も頻繁に起る深発月震の振幅は観測感度ぎりぎりであることより、その記録からの地震波の到達時刻の読み取りには数秒から数十秒以上の読み取り誤差が生じている。特に深発月震の記録に頼らざるを得ない200km以深の月構造の不確定さは甚だしい。月震波形の到達時刻の精度の改善は波形の立ち上がりをはっきりと記録することで可能である。それにはアポロの月震計の感度帯域で感度が勝ることも必要であるが、より広い周波数帯域で観測することにより到達パルスの振幅を稼ぐことも必要である。

SELENE2 ミッションでは観測点が1ないし2点に限定されるため、単独では新たな深発月震源を同定したり、既知の深発月震の震源位置を再決定したりすることは難しい。また、観測期間も数ヶ月程度に限られているため、主要な観測対象は比較的頻繁に起る震源位置が既知の深発月震となる。これらのイベントに対して、過去のアポロ月震観測よりも広い周波数帯域を高ダイナミックレンジで観測することで表層や地殻、あわよくばより深部の速度構造や不連続面の有無を調べる。しかし発生頻度が極めて少ないが浅発月震や比較的大きな隕石衝突が観測期間中に発生すれば十二分のS/Nを得ることができる。このことは多くの反射波、変換波を検出でき内部構造探査に対しても多くの情報をもたらすことを意味する。また、アポロの月震計より広い帯域で月震を観測することにより、月内部で発生する地震の発生メカニズムや、設置点に依存するが、未観測領域の地震活動度を明らかにする。深発月震はアポロのピークドモードでの長周期計のみで観測されている。ピークドモードは0.5Hz付近にピークを持つ特性であり、短周期計と比べて1Hz以下では高い感度を持つ。一方、深発月震のコーナー周波数は地震規模からして1Hz以上であると考えられる。それゆえ1Hz以上の周波数帯でも十分な感度を持つ広帯域波形を得ることは深発月震の理解にも大きな意味を持つ。その他、レーザー関数法による地殻の厚さ推定においても広帯域波形は有力な武器となる。