S310-28ロケットによるサウンダー実験報告

Sounder Experiment onboard the S310-28 Rocket

小野 高幸 [1], 大家 寛 [2]

Takayuki Ono [1], Hiroshi Oya [2]

[1] 東北大・理, [2] 東北大・理・地球物理学

[1] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ., [2] Geophysical Ist. Tohoku Univ.

月表面及び地下探査用レーダーサウンダー実証実験の一環として、S310-28ロケットによるサウンダー実験が行われ、機器開発にかかるデータを得るとともに、低高度電離圏内の波動粒子相互作用の実験を行った。ロケットは2月2日10:30(JST)に打ち上げられ、ワイヤーアンテナ4本を伸展後、X+362秒までの間、実験を行った。低高度電離層でのプラズマ共鳴の発生などを観測されたほか、9MHz-11MHzの周波数帯域において約60wattの放射電力を得て高度計の動作が確認できた。エコー強度は期待値より低いレベルだったが、これはアンテナに比し相対的に大きなロケット本体の相互干渉が原因で、相対的に小さな衛星では起こらない現象であると結論された。

1. はじめに

SELENE衛星搭載レーダーサウンダーの開発研究の一環として、S310-28ロケットによるサウンダー実験が行われ、レーダサウンダー開発にかかる重要なデータを得るとともに、低高度電離圏内の波動粒子相互作用の実験を実施した。これまでにEXOS-Bをはじめとして、EXOS-C、EXOS-Dによるプラズマサウンダー観測装置は、プラズマ圏・電離圏のプラズマ分布や波動粒子相互作用の重要な観測装置として確立されてきた。プラズマサウンダー観測装置をさらに月・惑星の探査に応用して行くためには、観測対象が電離圏やプラズマ圏のプラズマのみならず、惑星表面や地下構造の観測へと展開して行くことに伴った観測装置の機能の高度化やデータ処理手法の確立などが必要とされており、これらの開発研究を目的とするロケット観測が必要となっている。今回のS310-28ロケット実験ではプラズマサウンダー観測を低高度電離圏にて行う実験、並びに月・惑星表面の観測をターゲットとするレーダサウンダー観測機能を併せ持つ装置として開発され、この回路技術やHF帯信号波形のAD変換によるデジタルデータ処理手法に関する機能確認が行われた。

2. 観測装置

S310-28によるSDRは全長14mのダイポールアンテナ2対を用いて、それぞれ、受信専用アンテナとTRスイッチを用いた送受兼用アンテナとして使用された。観測は3種類のモードにて行った。すなわち、(1)プラズマサウンダーモード：これまでのロケット実験及びEXOS-B、EXOS-C、EXOS-Dにて確立されPlanet-B衛星においては火星電離圏の探査を目的とする観測モードに準ずるモード。今回の実験では、送信周波数は1.47MHzあるいは2.97MHzに固定され、800kHzより3MHzまでのプラズマの応答を観測した。(2)高度計モード：Planet-B衛星にて新たに火星表面地形の探査を目的として開発された観測モード。9MHzあるいは11MHzの送信信号に50kHzのAM変調をかけて送信し、地表面からのエコーにおける2信号間の相互の位相を計測することで精度良く高度を観測するモード。及び(3)レーダーサウンダーモード：SELENE衛星にて月の表面並びに地下構造の探査を目的として開発が行われている観測モード。送信信号に9MHzより11MHzに至るFM変調を加え、FMCW法により地表面からのエコーを観測する。これらの観測モードではいずれも高速AD変換による波形データ取得が行われ、テレメトリー信号について地上で周波数解析を行う方法が採られた。

3. 観測の概要

S310-28ロケットは2月2日10:30(JST)に打ち上げられ、X+51秒より全長7mのワイヤーアンテナを4本伸展し、約25秒後に全伸展を確認した。RFパワーアンプへの電源投入はX+79秒高度約100kmにて行われ、以後最高到達高度183kmを経てX+362秒に高度82kmに降下するまでの間、実験を継続した。観測結果は、アンテナが所期のダイポール特性を示しており、3種類の観測モードに対してパワーアンプが予定通り動作した。プラズマサウンダーモードにおいては低高度電離層における低電離度プラズマの効果として、ごく短時間のUHR共鳴の発生などを見ることができた。また9MHz-11MHzの周波数帯域においても約60wattの放射電力を得ていることが確認され、レーダサウンダーの機能が確認された。観測されたエコー強度は放射電力値から期待される値より10dB以上低いレベルにとどまっているが、この原因として、ロケット機体による放射パターンの擾乱によるものと考えられる。