

## 月周回衛星 SELENE の WFC データ解析環境の構築

# 室 晶彦 [1]; 笠原 禎也 [1]; 後藤 由貴 [1]; 橋本 弘藏 [2]; 熊本 篤志 [3]; 小野 高幸 [4]  
[1] 金沢大; [2] 京大・生存研; [3] 東北大・理; [4] 東北大・理

### Data analysis system of the WFC data obtained by the SELENE spacecraft

# Akihiko Muro[1]; Yoshiya Kasahara[1]; Yoshitaka Goto[1]; Kozo Hashimoto[2]; Atsushi Kumamoto[3]; Takayuki Ono[4]  
[1] Kanazawa Univ.; [2] RISH, Kyoto Univ.; [3] Tohoku Univ.; [4] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.

The waveform capture (WFC) instrument is one of the subsystems of the Lunar Radar Sounder (LRS) onboard SELENE to measure plasma waves and radio emissions. The WFC is a high performance and multifunctional software receiver in which most of the functions are realized by the onboard software implemented in a digital signal processor (DSP). The WFC consists of a fast sweep frequency analyzer (WFC-H) covering the frequency range from 1 kHz to 1MHz and a waveform receiver (WFC-L) in the frequency range from 10 Hz to 100 kHz.

All the data from SELENE and ancillary data for data analysis are once stored in the L0/1 archive system located at SOAC in JAXA, Sagami-hara. Then the data related to the LRS are transported to the workstation for the mission scientists at SOAC. The mission data of the LRS is depacketized at this workstation and the WFC data are transported to the workstation located at Kanazawa University automatically. We analyze the WFC data and produce level-2 data in a CDF format. The level-2 data will be then automatically transported back and registered to the L2DB archive system at SOAC.

The WFC is a software receiver and various kinds of observation mode can be achieved because of the flexibility of the onboard software. However, we need to cope with those observation modes in the data analysis and it is very important to calibrate the data adjusting with each operation mode. For example, there are three operation modes for the WFC-H; WAVE mode, FFT mode and PHASE mode. In the WAVE mode, the down-sampled data, which are the raw output data of the WFC-H and consist of inphase and quadrature components of the signal, are directly packed into the mission data. In the FFT mode, the spectrum data are processed with the FFT by the onboard software using the raw output data, and the intensity at each frequency point is transported to the ground. In the PHASE mode, the output data from two orthogonal antennas are processed with the FFT and the intensity and phase difference between two antennas at each frequency point are transported to the ground. On the other hand, it is quite important to determine the exact time of the waveform produced by the WFC-L in the study of wave polarization and wave-particle interaction mechanism. In the presentation, we also introduce the calibration process and discuss the data quality of the WFC.

#### 1. はじめに

2007年夏に打ち上げの月周回衛星 SELENE 搭載の月レーダサウンダー LRS のサブシステムである低周波自然波動観測器 WFC(Wave Form Capture) は月周辺における 1MHz 以下の電磁波観測を目的とする。WFC は 2 対のアンテナで波動電界成分を観測し、観測周波数帯が 100Hz から 100kHz をカバーする WFC-L と 1kHz から 1MHz をカバーする WFC-H から構成される。SELENE 衛星の観測予定期間は 1 年以内と大変短い期間に限られているため、取得されたデータを見て、すぐ次の観測計画にフィードバックする必要がある。WFC で観測されるデータの地上転送データ量は約 1GB/day と大容量であり、事前に解析環境の整備が必要である。本報告では SELENE で取得される LRS/WFC データの解析環境の紹介と衛星電気試験等で得られた WFC 性能確認データを用いた特性校正の結果について述べる。

#### 2. 地上データ処理の流れ

LRS のレベル 0 データをはじめとするミッション機器のレベル 0/1 データ、解析に必要な情報ファイル、HK データ等、SELENE から送られてきたデータならびに関連の補助データは、いったん宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 内の月ミッション運用解析センター (SOAC) に設置された L0/1 システムに蓄積される。これらのデータがレベル 0/1 システムに登録されると、LRS のデータ解析に必要なファイル類は、データ登録完了通知・データ伝送機構を通じて SOAC 内の研究者 WS に自動伝送される。研究者 WS は、これらのデータを受信すると、LRS のミッションパッケージを SDR、NPW、WFC の 3 種のサブシステム毎にデパケットし、WFC 関連のデータのみを金沢大学内に設置された解析用 WS に自動伝送する。金沢大学においては、解析用 WS を用いて WFC がカバーする 1MHz 以下のスペクトルデータについて、校正処理と時刻順にソートする処理を行なった後、汎用フォーマットである CDF(Common Data Format) に変換する。この CDF データは、再び自動データ伝送機構によって SOAC 内の L2DB に返送・登録される仕組みになっている。このように一連の処理は人手を要する手順を極力減らし、ほぼ半自動的に行われる。講演では、この中で特に解析 WS 内で行うデータ処理の詳細と、加工済みデータを格納する CDF データについて紹介する。

#### 3. データ校正処理

WFC-H は 1MHz 以下の電界データを、機上の PDC で 39kHz 毎に 26 の帯域に分割して、高速周波数掃引するスペクトル受信器である。WFC-H の観測モードには、PDC が高速周波数掃引しながら各帯域の複素ダウンサンプル波形をそのまま送信する WAVE モード、ダウンサンプルした狭帯域複素信号を機上の WFC-DSP にて FFT し、1MHz までのスペクトルデータに変換してから送信する FFT モード、直交 2 軸の電界アンテナ間の波動の位相差までを機上の WFC-DSP で求めてから、振幅と位相差を送信する PHASE モードがある。地上解析では、これら異なる観測モードに対応してデータ処理を行ない、CDF 化を行なうソフトウェアの開発を行った。

一方、WFC-L はサンプリング周波数 125 または 250kHz で最大 750,000 点の連続波形を取得する波形捕捉器である。

WFC が観測する空間直交 2 成分の電界観測データから波動の偏波や伝搬方向などを求めるには、受信機の位相特性の較正が必要となる。また粒子計測データと比較し、波動・粒子相互作用を高時間分解能で詳細解析するには、捕捉波形の時刻補正が必要である。講演においては、実運用直前におけるデータ解析態勢の確立状況についても報告する予定である。