

NEI/PWM による電子密度、及びプラズマ波動の計測

1. 機器名称

Number density measurement of Electron by Impedance probe (NEI)
Plasma Wave Monitor (PWM)

2. 観測目的

電離圏 E、F 領域における電子密度、及び自然プラズマ波動スペクトルの計測を目的とする。NEI/PWM によって得られるこれらのデータは、本ロケットの主目的である熱圏大気・プラズマ相互作用のマイクロプロセスの解明において重要な役割を果たすことが期待される。また、リチウム放出が電離圏に及ぼす影響も併せて評価する。

3. 観測方法

1.2 cm 径、1.2m リボンアンテナ(BeCu)をプローブとする標準型インピーダンスプローブによって、UHR 周波数を検出し、ロケットの軌道に沿った電子密度プロファイルを高精度で観測する(NEI)。また同時に 300Hz－22MHz 帯の自然プラズマ波動の電場成分を EFD と共用のインフレータブルアンテナで受信し、EFD プリアンプから受け取った信号のスペクトル分析を行う(PWM)。

4. 観測装置

NEI/PWM は標準型インピーダンスプローブによる電子密度観測部(NEI)、並びにプラズマ波動観測部(PWM)から成る。各観測部の周波数掃引はお互いの干渉を避けるため同期をとって行う。

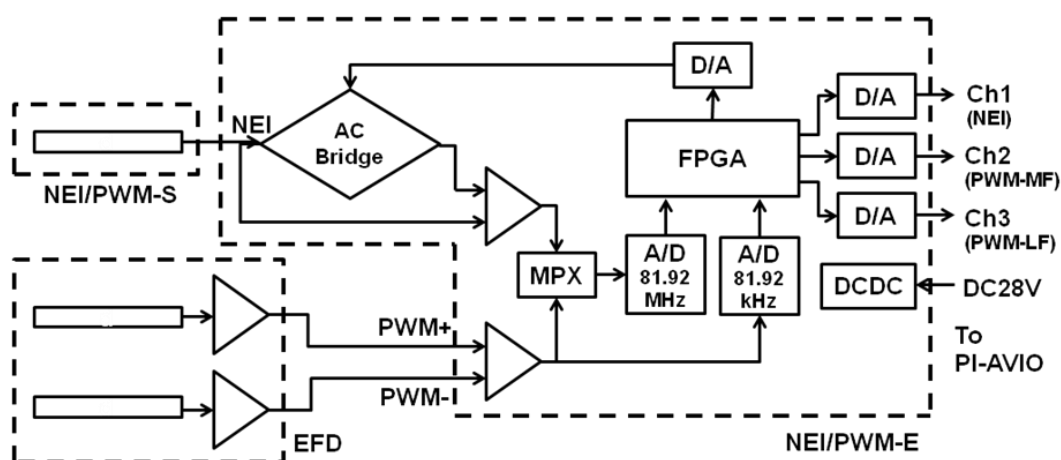
仕様

NEI	センサー:	1.2cm 径、1.2 m リボンアンテナ (BeCu)
	掃引周波数:	0.1 ～ 13.0 MHz (NEI レンジ切替以前) 0.1 ～ 24.8 MHz (NEI レンジ切替以降)
	掃引周期:	250 msec
	等価容量:	1 ～ 1000 pF
	電子密度:	$10^3 \sim 2 \times 10^6$ el/cc
PWM-MF	センサー:	インフレータブルアンテナ (EFD と共用)
	周波数:	20 kHz ～ 22 MHz
	測定間隔:	250 msec

感度: -110 ~ 0 dBm (10 kHz ~ 7 MHz, 50 Ω 入力換算値)
 -90 ~ 0 dBm (7 ~ 22 MHz, 50 Ω 入力換算値)

PWM-LF センサー: インフレータブルアンテナ (EFD と共用)
 周波数: 300 Hz ~ 20.3 kHz
 測定間隔: 250 msec
 感度: -110 ~ 0 dBm (50 Ω 入力換算値)

システムブロック図



NEI の観測周波数とステップの関係

<<レンジ切替前>>

0.10 MHz	0 kHz/step	0 ~ 4 step
0.12 ~ 0.80 MHz	20 kHz/step	5 ~ 39 step
0.81 ~ 2.10 MHz	10 kHz/step	40 ~ 169 step
2.12 ~ 4.00 MHz	20 kHz/step	170 ~ 264 step
4.05 ~ 8.00 MHz	50 kHz/step	265 ~ 344 step
8.10 ~ 13.0 MHz	100 kHz/step	345 ~ 394 step
0.10 MHz	0 kHz/step	395 ~ 399 step

<<レンジ切替後>>

0.10 MHz	0 kHz/step	0 ~ 4 step
0.12 ~ 0.80 MHz	20 kHz/step	5 ~ 39 step
0.81 ~ 1.90 MHz	10 kHz/step	40 ~ 149 step
1.92 ~ 4.30 MHz	20 kHz/step	150 ~ 269 step
4.40 ~ 8.80 MHz	100 kHz/step	270 ~ 314 step
9.00 ~ 24.8 MHz	200 kHz/step	315 ~ 394 step
0.10 MHz	0 kHz/step	395 ~ 399 step

PWM-MF の観測周波数とステップの関係

0.02 ～ 7.0 MHz	20 kHz/step	0 ～ 349 step
7.3 ～ 22.0 MHz	300 kHz/step	350 ～ 399 step

PWM-LF の観測周波数とステップの関係

0.30 ～ 20.25 kHz	50 Hz/step	0 ～ 399 step
------------------	------------	--------------

テレメータ伝送

ノーマルコミュニケーションチャンネル (1600Hz)

NEI	W004	等価容量
PWM-MF	W005	MF 帯スペクトル強度
PWM-LF	W006	LF 帯スペクトル強度

タイマ項目

NEI アンテナ伸展:	X+57.5 (NC 開頭の 1.5 秒後)
NEI レンジ切替	X+388 (LES-IG1 の 3 秒前)

機器重量

NEI/PWM-S (Sensor, Wire cutter):	0.23 kg
NEI/PWM-E (Electronics) :	1.05 kg

消費電力

+28V, 200mA

5. 観測結果

NEI/PWM は、ロケット打ち上げの 57.5 秒後の NEI アンテナ伸展, 58.5 秒後の EFD アンテナ展開から、テレメータロックオフまでの間、順調に計測を継続し、高度 85 km から最高到達高度 298 km までの電子密度・プラズマ波動の観測に成功した。

図 1 に NEI の観測データから導出された上昇時・下降時の電子密度プロファイルを示す。ロケット上昇時は高度 91.7km, 159.3 km において、ロケット下降時には高度 151.6km においてプラズマ層が確認された。高度 91.7km 付近の E 層の電子密度の最大値は 8×10^3 /cc, 最高到達高度付近の F 層の電子密度は 7×10^4 /cc であった。下降時の高度 143km 以下の計測データは、Lithium 放出の影響を受けている。

図 2・図 3 に PWM で観測されたプラズマ波動のスペクトルを示す。1.5-2.5MHz の帯域には、ロケットウェイク近傍において励起されたプラズマ波動が観測されている。時間分解能を 250msec としたことにより、これらのプラズマ波動の伝搬方向・放射源を推定することが可能となった。

6. 機器担当

小野高幸、熊本篤志、佐藤由佳、遠藤研（東北大学大学院理学研究科）
株式会社システム計測

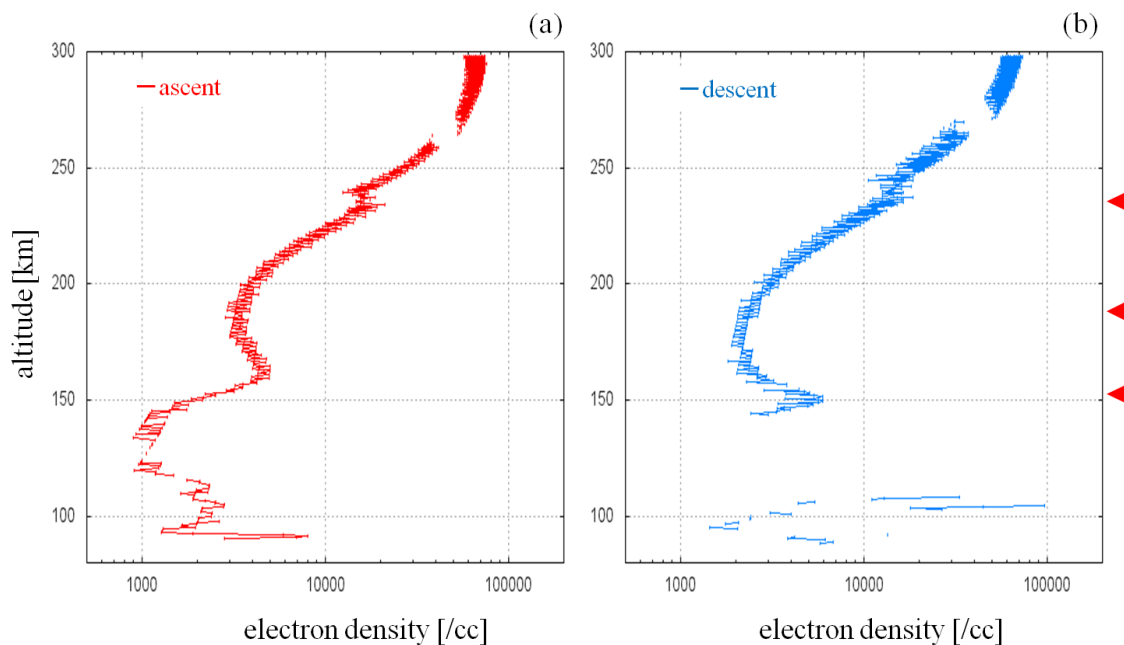


図 1 : NEI 観測から導出された上昇時(a)・下降時(b)の電子密度プロファイル

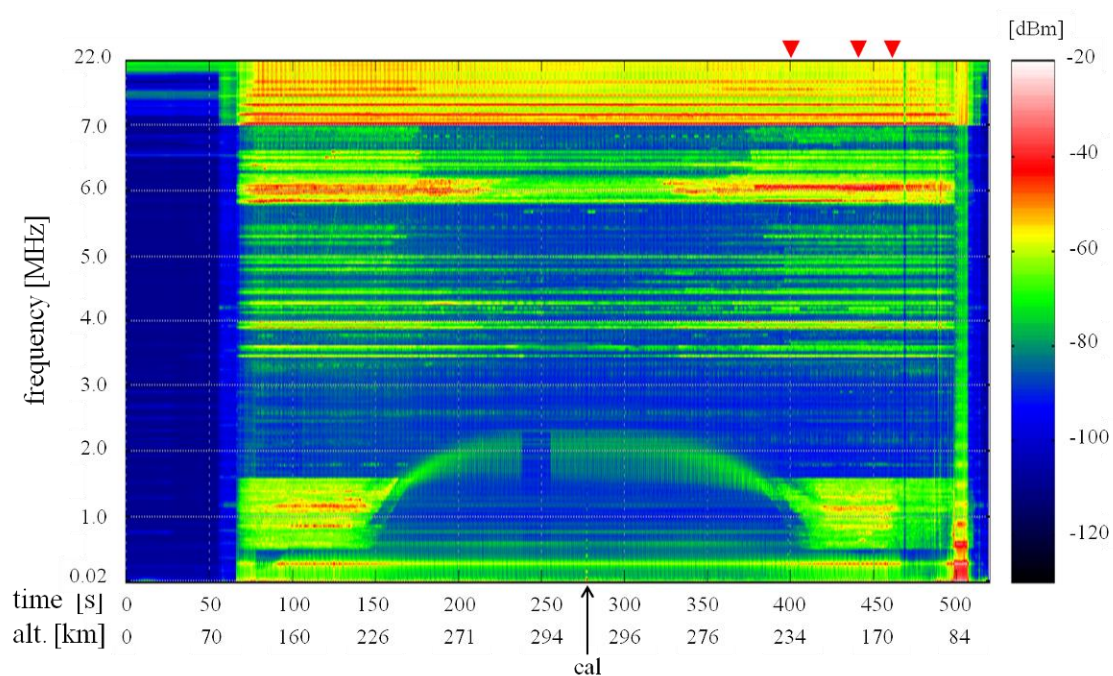


図 2 : PWM で観測されたプラズマ波動のスペクトル (20kHz-22MHz)

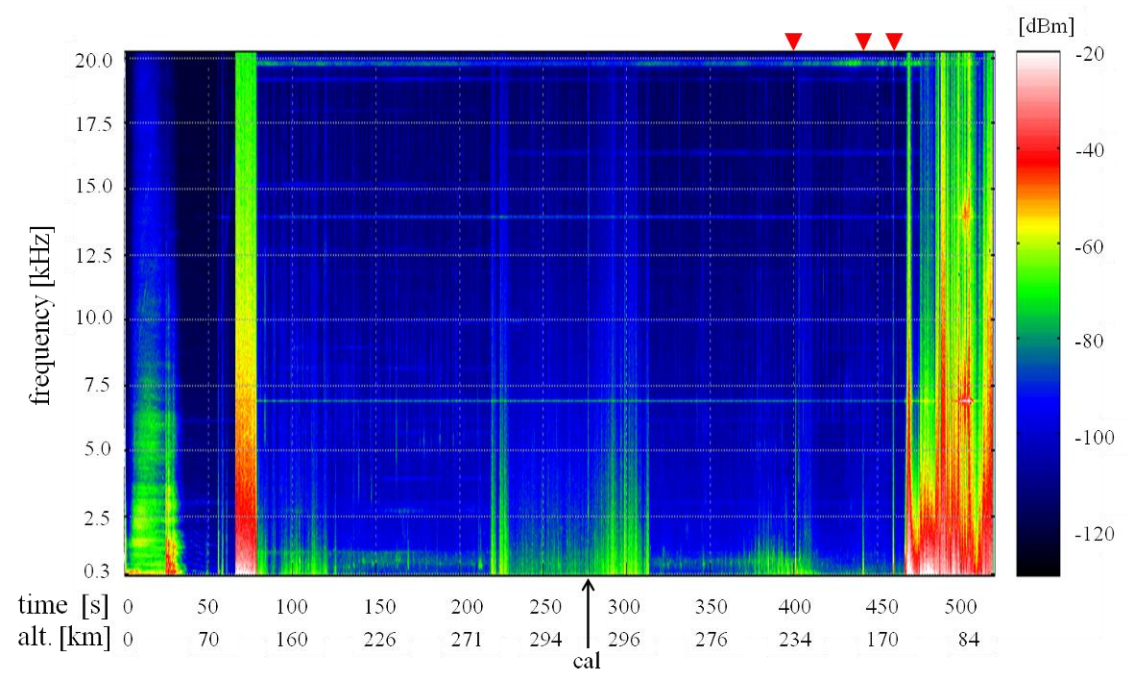


図 3 : PWM で観測されたプラズマ波動のスペクトル (300Hz-20kHz)