

# S-310-44 号機による電離圏プラズマ加熱現象の観測 —ロケット実験速報—

<sup>1</sup>石坂圭吾, <sup>1</sup>安宅祐香, <sup>2</sup>阿部琢美, <sup>3</sup>坂本優美花, <sup>4</sup>熊本篤志,  
<sup>3</sup>高橋隆男, <sup>3</sup>田中真, <sup>3</sup>澤井萌, <sup>5</sup>吉川顕正, <sup>5</sup>松下拓輝

<sup>1</sup>富山県立大, <sup>2</sup>ISAS/JAXA, <sup>3</sup>東海大, <sup>4</sup>東北大, <sup>5</sup>九州大

第29回大気圏シンポジウム@宇宙研, 2016. 3. 8

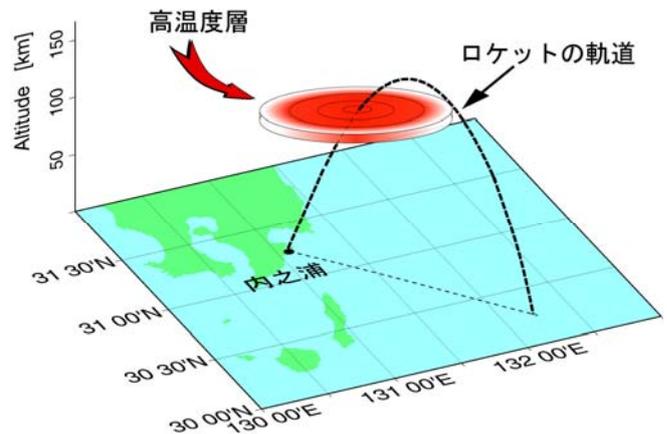
## 目的と実験概要

### 【実験目的】

電離圏下部に時折発生するプラズマの高温度層の発生メカニズムを解明すること

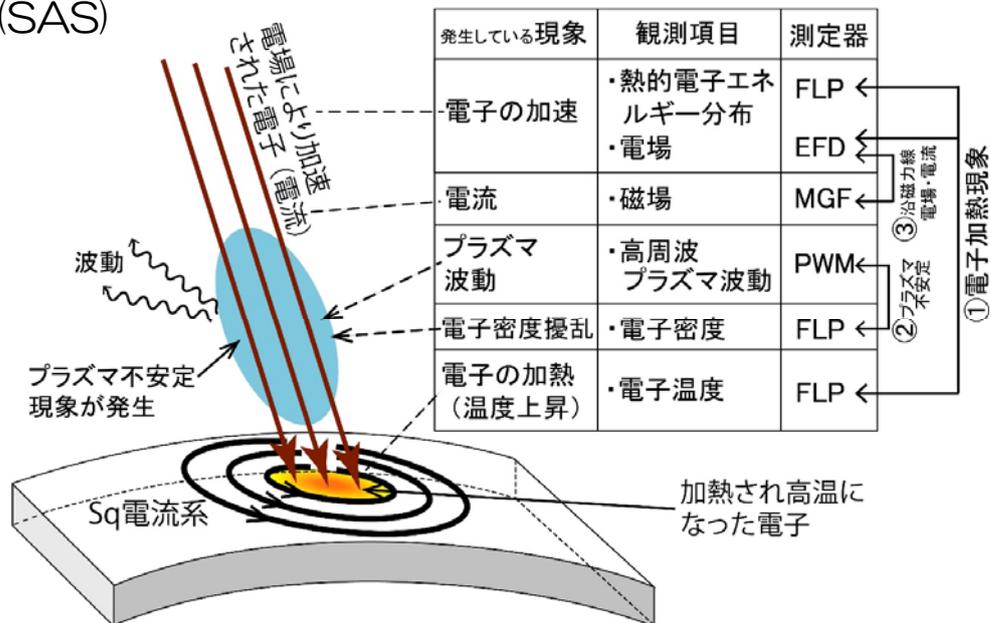
### 【実験概要】

プラズマの高温度層はSq電流系と呼ばれる渦電流の中心付近に発生し、電場が温度上昇に重要な役割を果たすという考えが有力である。5種類の観測機器を搭載したロケットを高温度層に向けて打上げ、現象解明のための鍵となる観測を実行する。

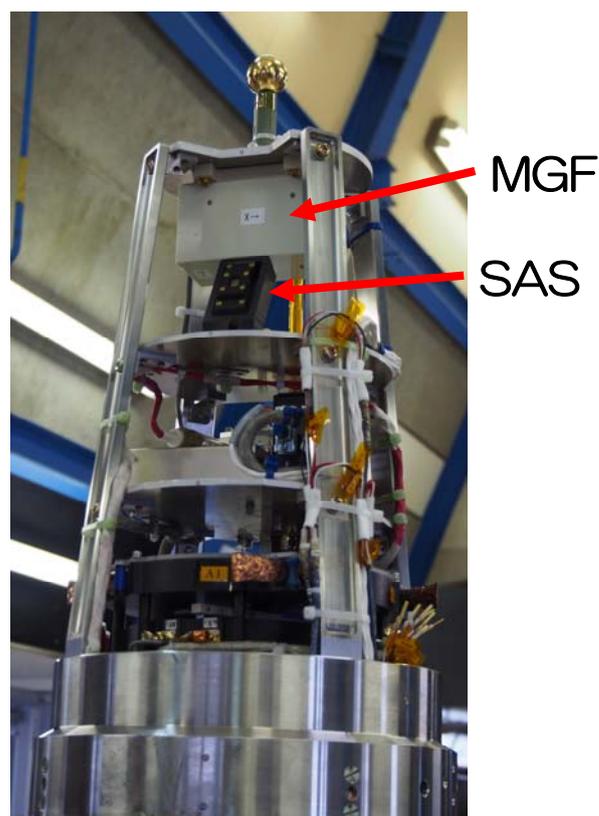
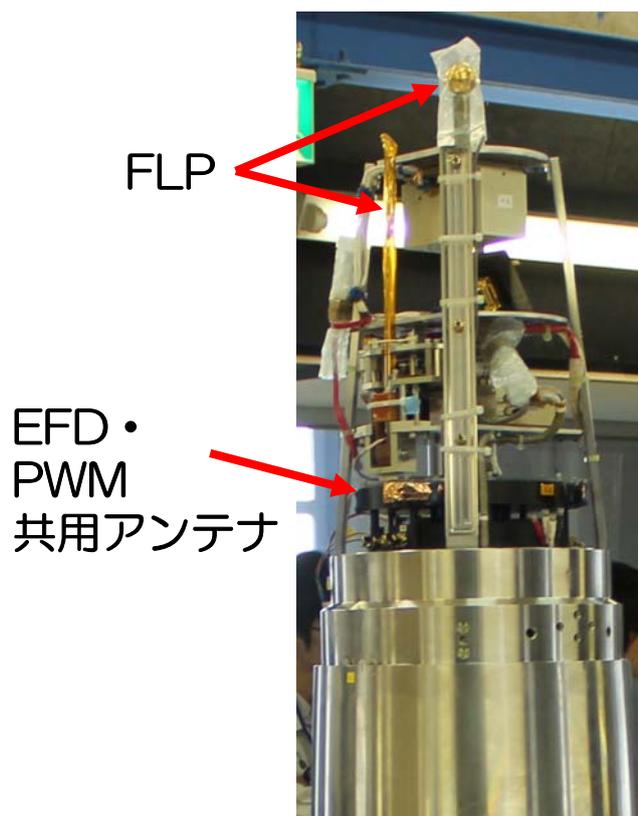


# 搭載観測機器

- 電子エネルギー分布・電子密度擾乱測定器 (FLP)
- 電場観測装置 (EFD)
- プラズマ波動計測器 (PWM)
- 磁力計 (MGF)
- 太陽センサー (SAS)



# 搭載観測機器



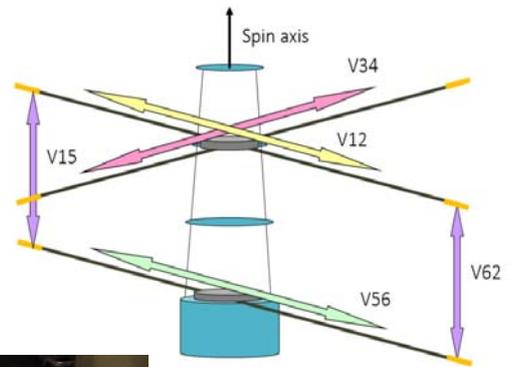
# EFD & PWMアンテナ

4m tip-to-tip

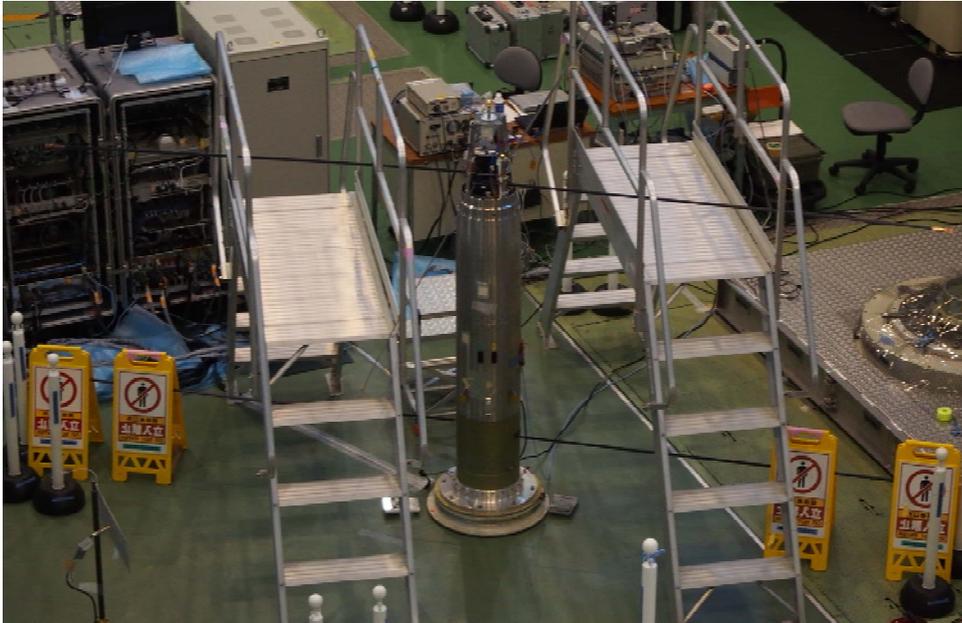
先端10cmがDC電場測定用電極

PI部：2対，Sub-PI部：1対

PI部-Sub-PI部間隔：1.35m



アンテナ配置図



## 打ち上げの条件

本実験では**Sq電流系中心**に生じる現象の観測を行なうが、その位置は南北・東西方向に移動するため、**ロケットの予測軌道にあることを見極めて打ち上げ**を行なう必要がある。

実際には**地上で磁場をモニターしてSq電流系の位置を推定**し打ち上げ判断を行なう（九州大学の担当）。

但し、地磁気活動度が活発な場合にはSq電流以外の電流成分が卓越するために渦電流の分布を推定することが困難である。

したがって、本実験で狙う現象に関する条件としては

- 1) 地磁気活動が比較的静穏でSq電流系の位置推定が可能
  - 2) Sq電流系の中心がロケットが通過する予測軌道上にある
- の2つである。

# ロケット打ち上げ

2016年1月15日 12:00 LT  
発射上下角：75.5°  
Apex：161km (X+198sec)

科学観測機器は  
正常に動作

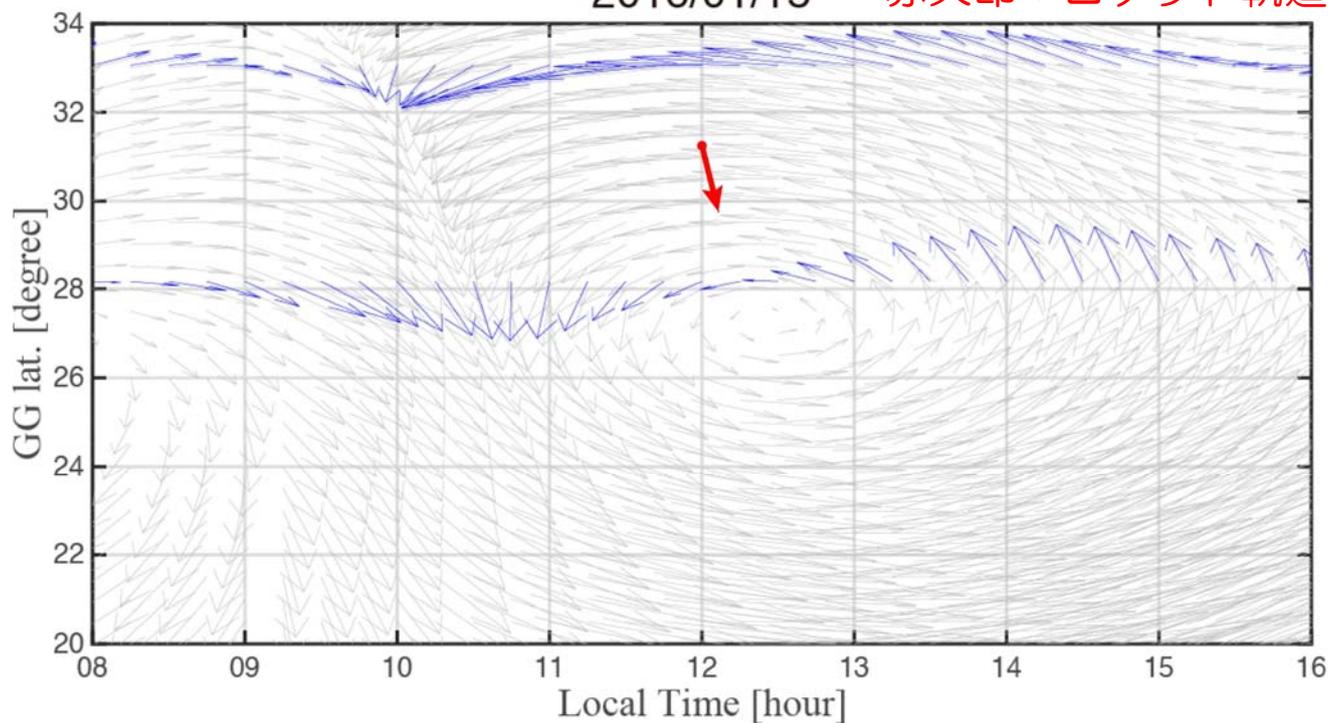


## 地上での磁場モニタ

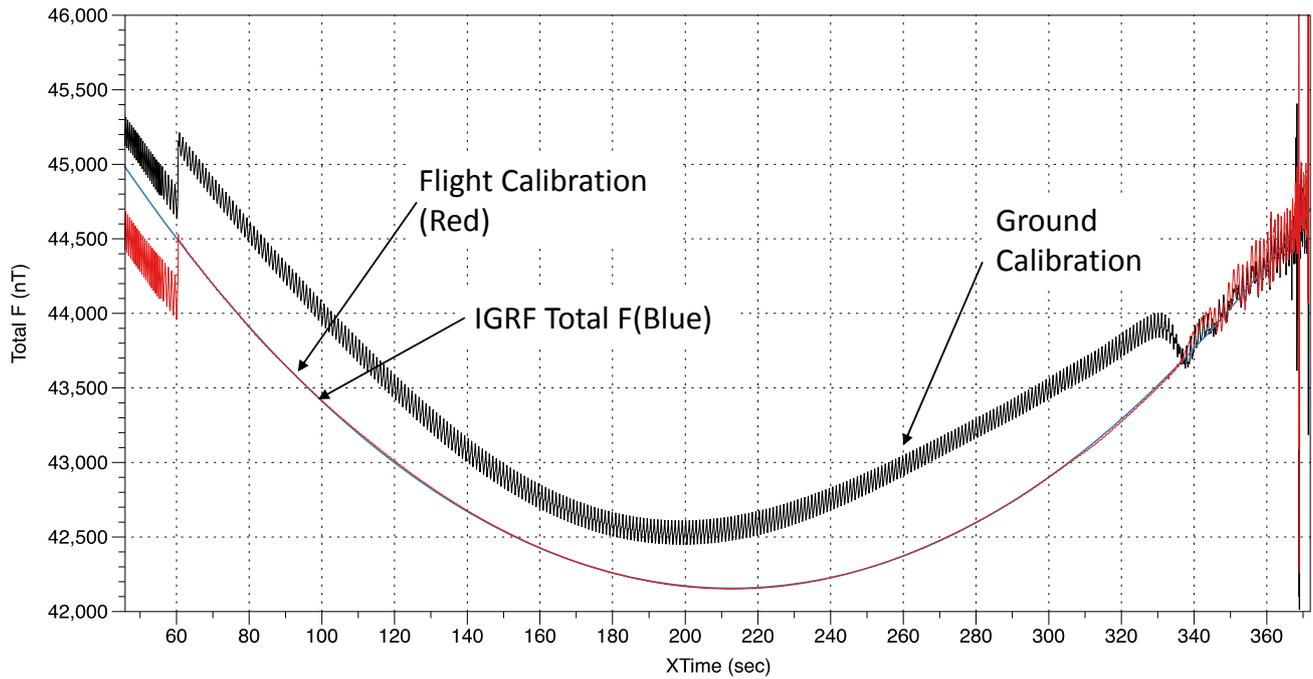
ロケットはSq電流系付近を飛翔

2016/01/15

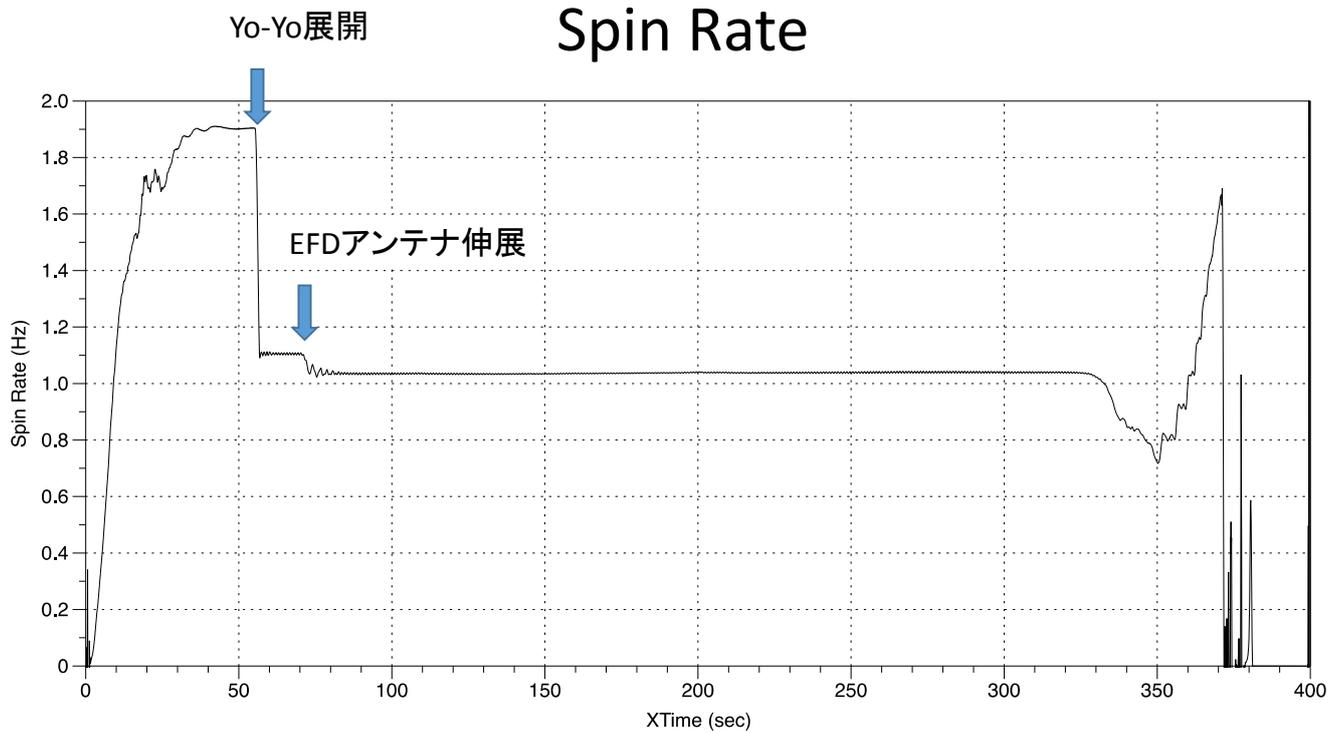
赤矢印：ロケット軌道



# MGF Total F

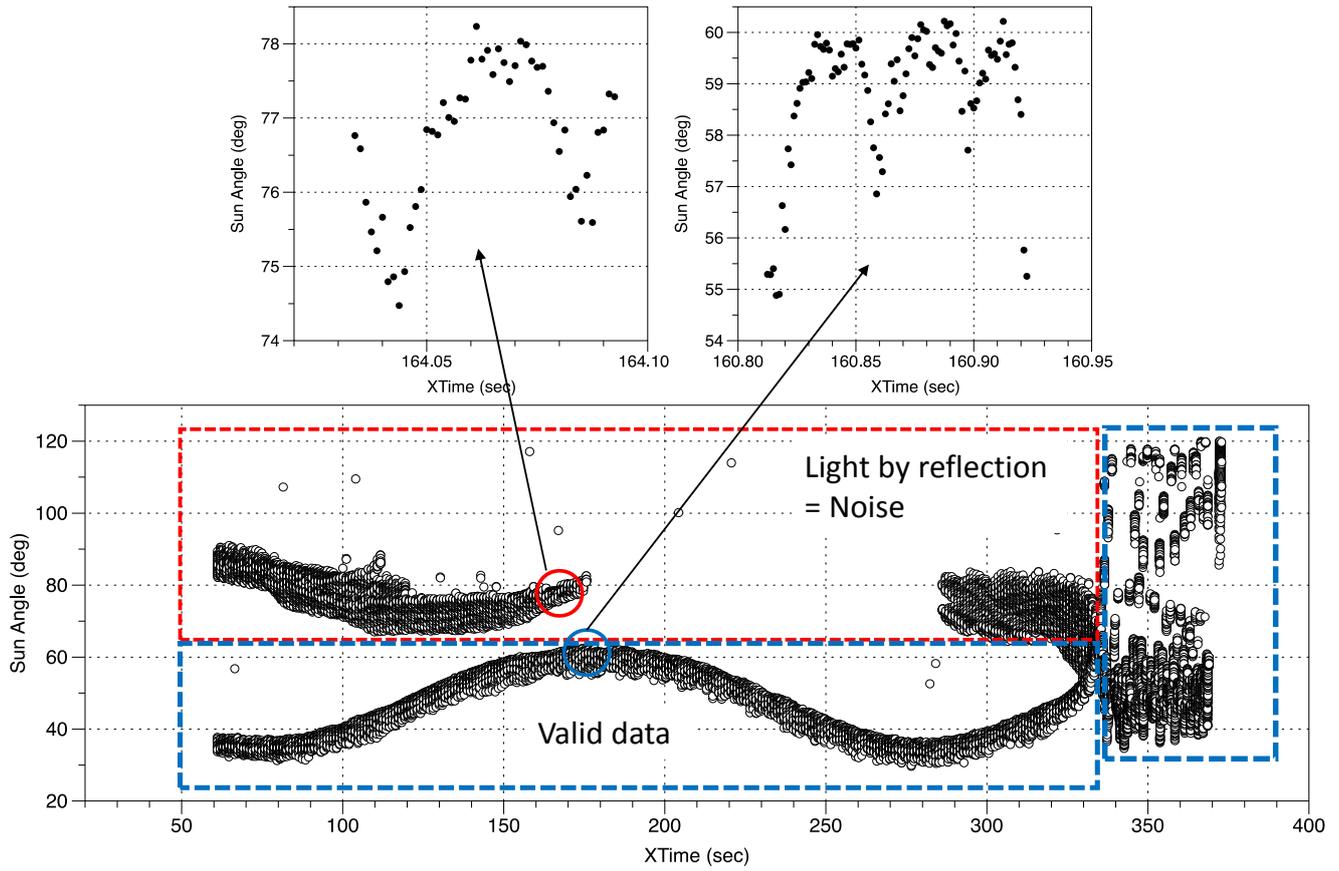


# Spin Rate

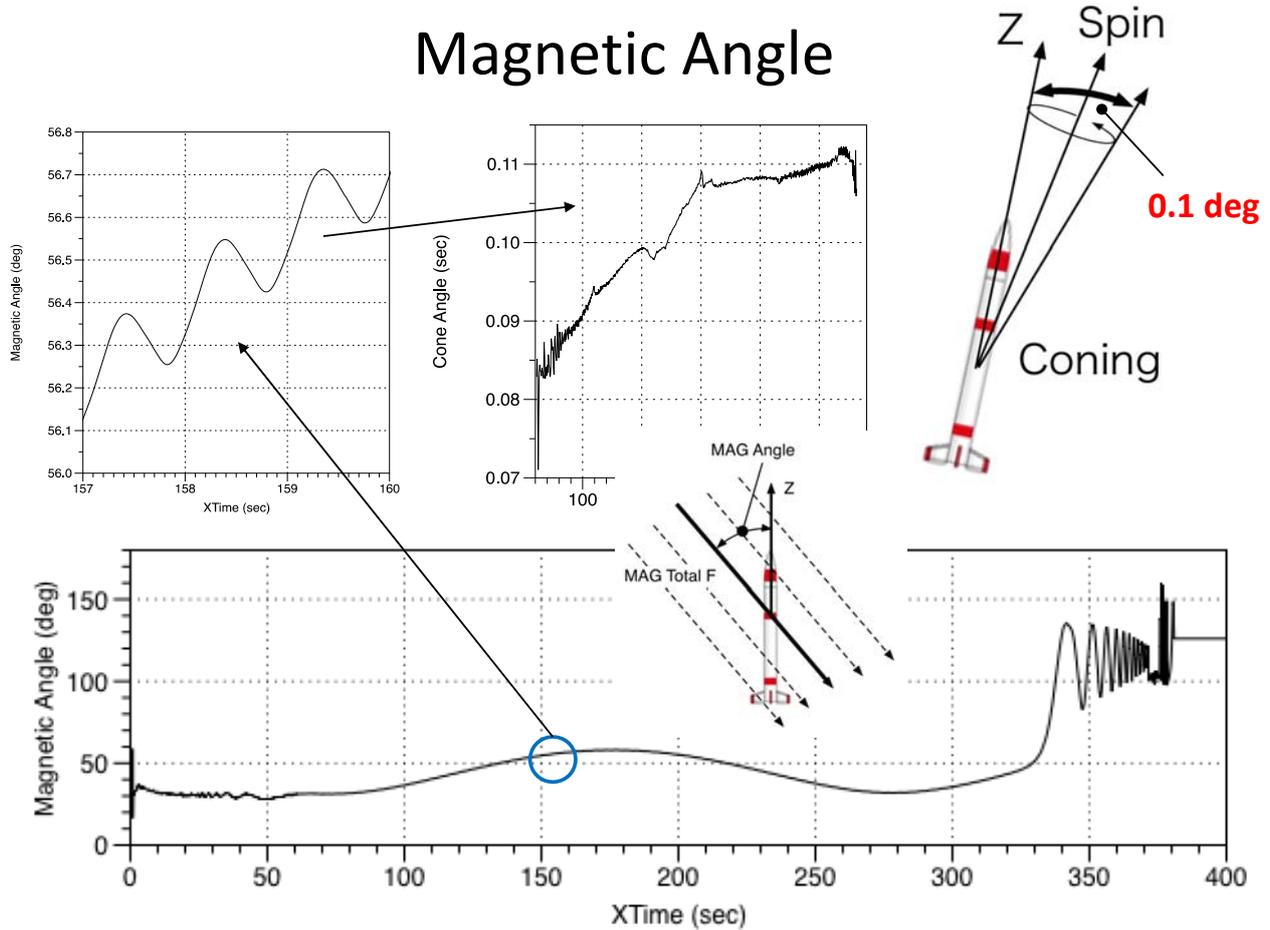


EFDアンテナ伸展後, 1.035Hzでほぼ一定.

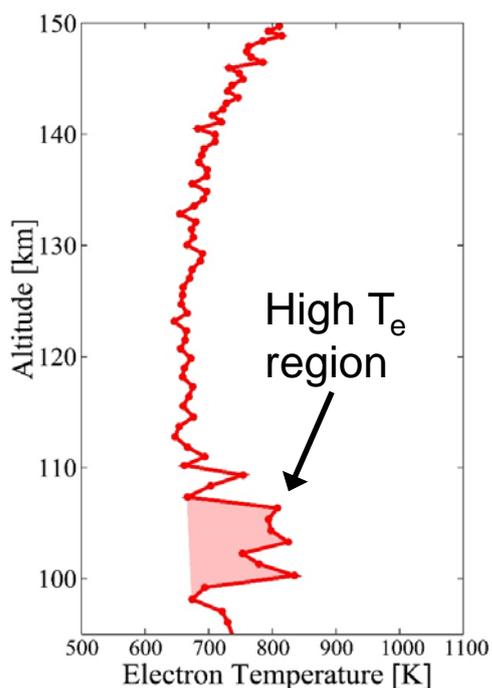
# Sun Aspect Sensor



# Magnetic Angle



# FLP Result 1: Electron temperature

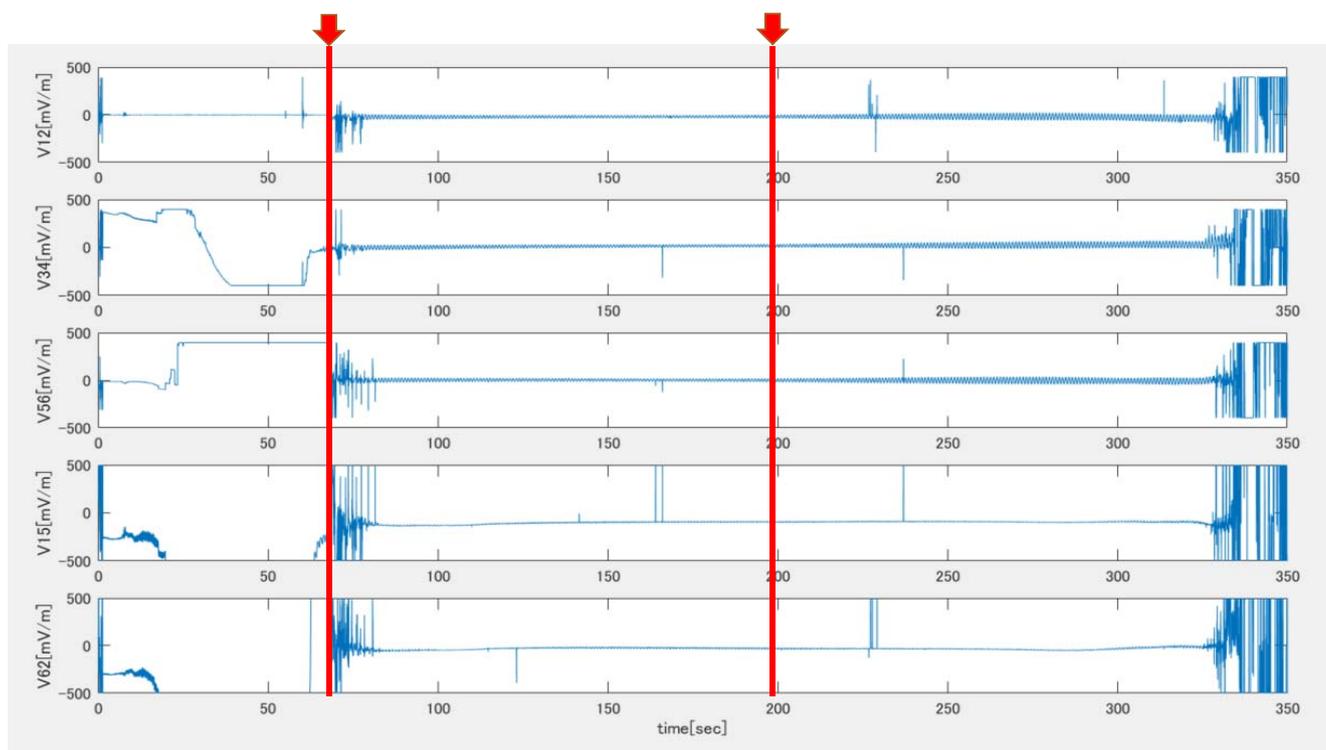


- At 100-110 km altitude,  $T_e$  was about 150 K larger than the background. This suggests an existence of electron heating region in the Sq current focus.
- Usual equation to estimate  $T_e$  was unavailable because of strong electron density perturbation at 95-110 km altitudes, and therefore a new method was adopted.
- Non-thermal component may exist in the electron heating region.

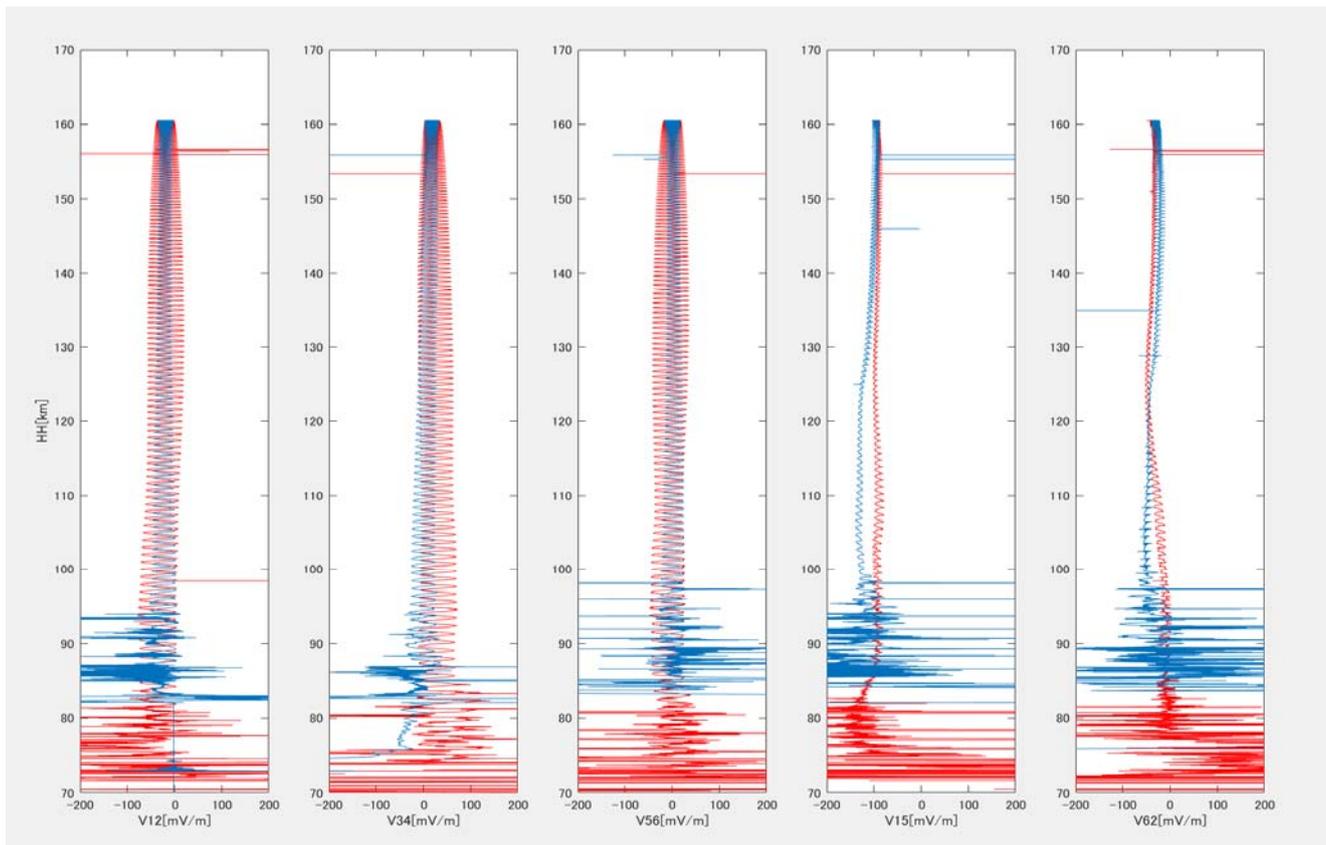
## EFD: DC Electric field

アンテナ伸展開始  
(67sec)

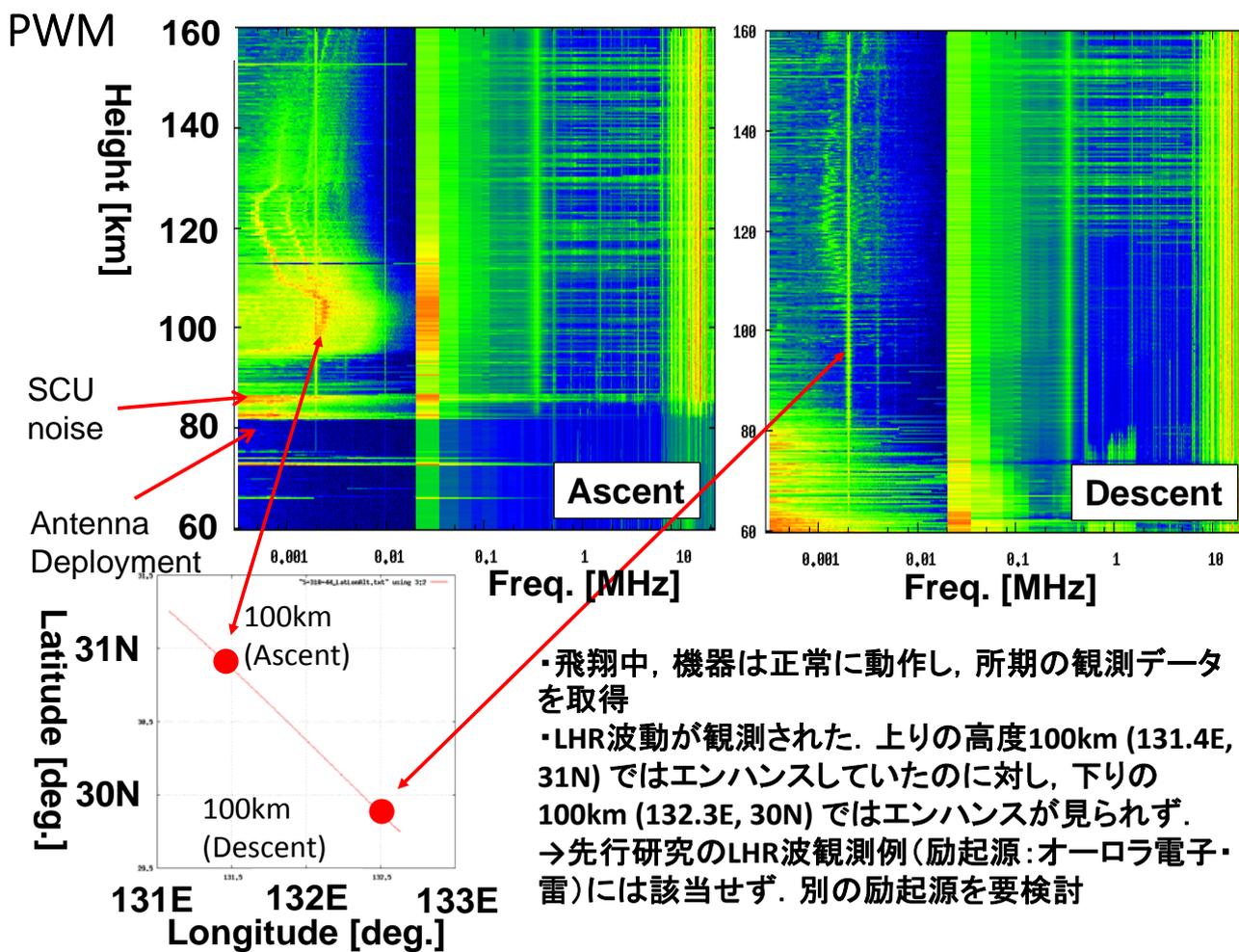
最高高度  
161km(198sec)



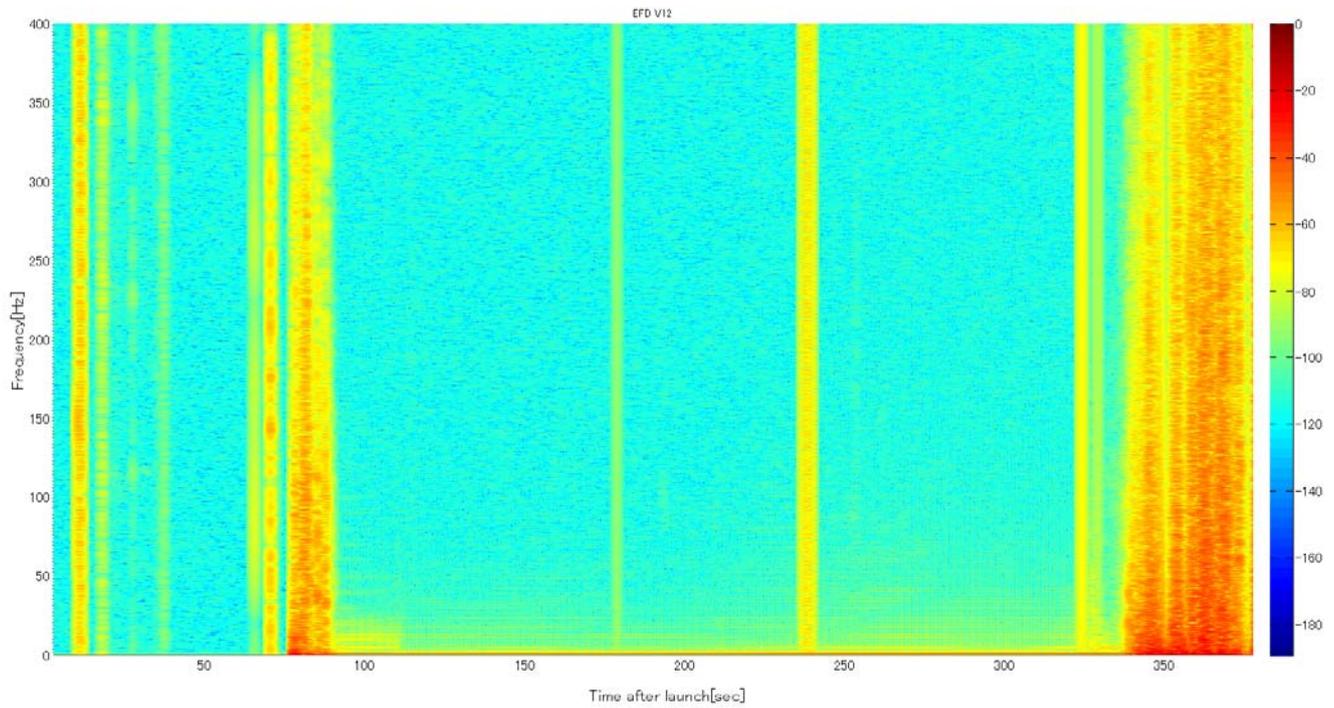
# EFD : DC Electric field



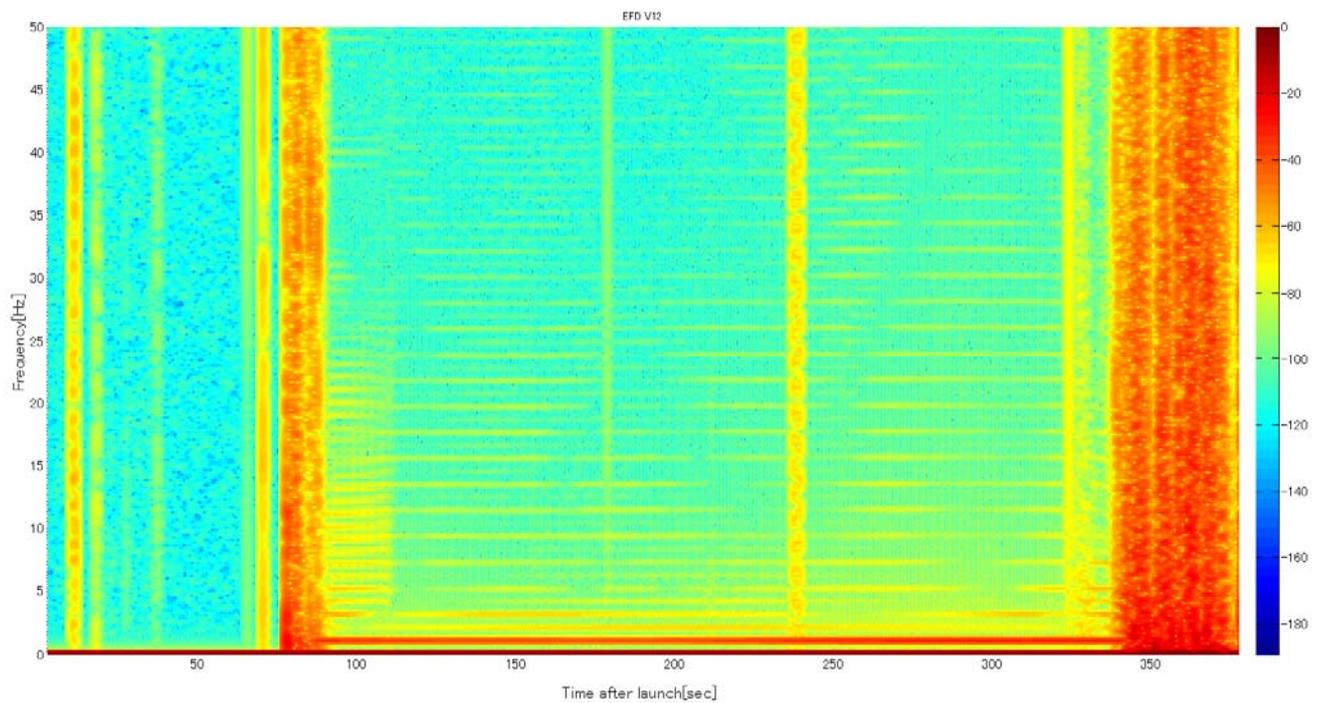
青:上昇時, 赤:下降時



# EFD : DC Electric field spectrum (400Hz)

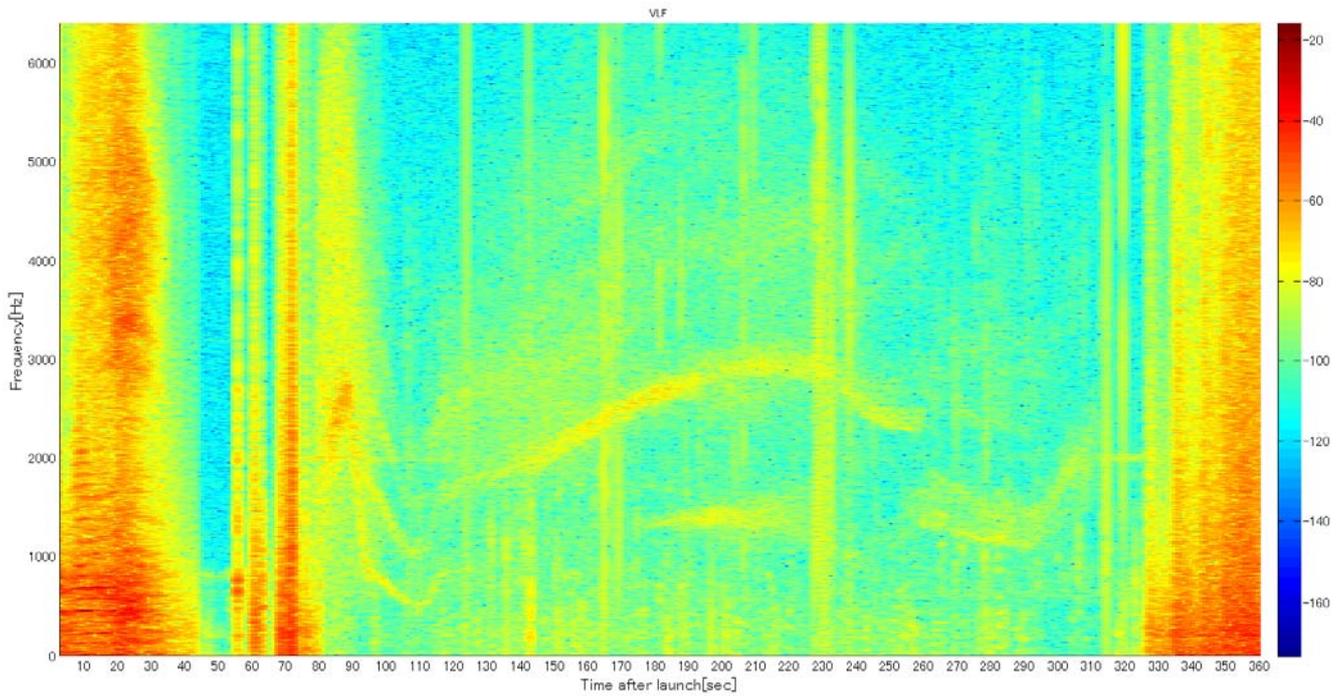


# EFD : DC Electric field spectrum (50Hz)



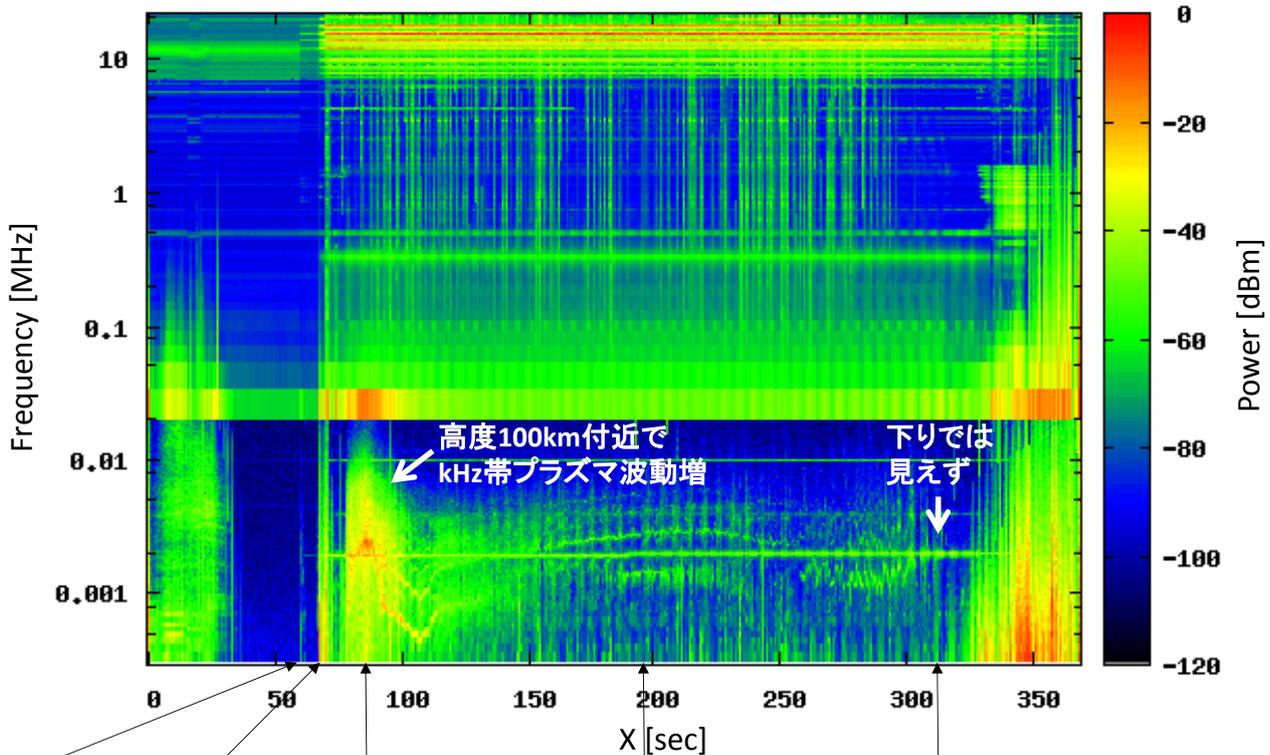
# EFD: AC Electric field

12.8kHz sample waveform

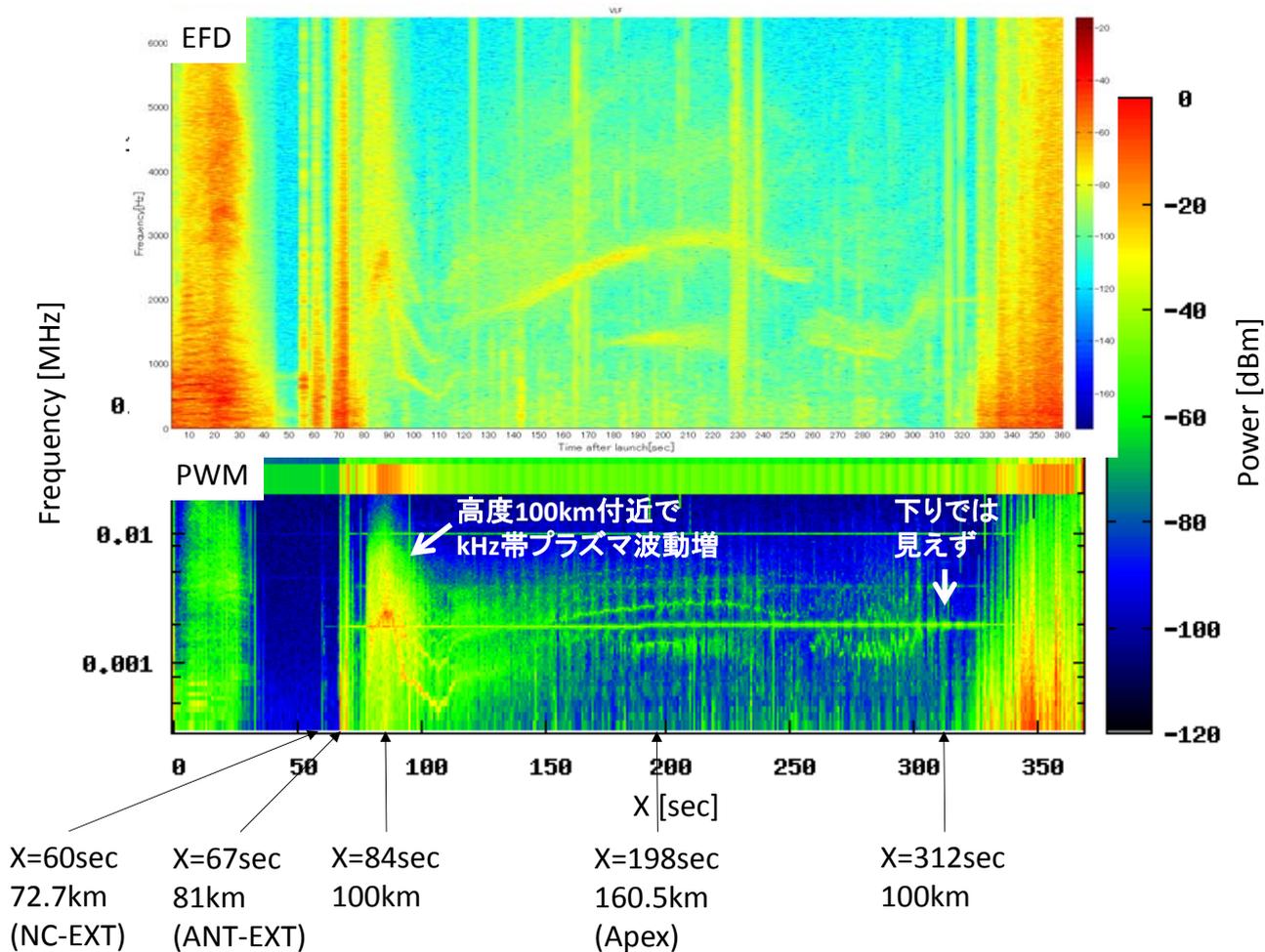


F-t diagram (FFT)

# PWM



X=60sec 72.7km (NC-EXT)	X=67sec 81km (ANT-EXT)	X=84sec 100km	X=198sec 160.5km (Apex)	X=312sec 100km
-------------------------------	------------------------------	------------------	-------------------------------	-------------------



## まとめ

S-310-44号機は、Sq電流系の付近を飛翔  
 搭載された科学観測機器は全て正常に動作

高度100km~110kmの間に高温領域が存在

**Sq電流系中の電子加熱を示唆**

- ロケット上昇時，下降時の違い
- DC電場，プラズマ波動の解析
- MGFにより沿磁力線電流が検出されているか確認

電離圏プラズマ中の高温層の発生メカニズムの解明