

2014年8月19日(火)  
14:15-14:30

平成26年度  
IUGONET中間報告会

# IUGONETツールを使った ULF波動の研究

寺本万里子<sup>[1]</sup>、西谷望<sup>[2]</sup>、堀 智昭<sup>[2]</sup>、  
J. C. Devlin<sup>[3]</sup>、V. Angelopoulos<sup>[4]</sup>、  
K. H. Glassmeier<sup>[5]</sup>、U. Auster<sup>[5]</sup>、L. B. Clausen<sup>[5]</sup>、W. Baumjohann<sup>[6]</sup>、  
J. W. Bonnell<sup>[7]</sup>、and F. S. Mozer<sup>[7]</sup>

[1] Japan Aerospace Exploration Agency, Institute of Space and Astronautical Science, Sagamihara, Japan

[2] Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya, Japan.

[3] Department of Electronic Engineering, La Trobe University

[4] Institute of Geophysics & Planetary Physics, University of California, Los Angeles

[5] Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences

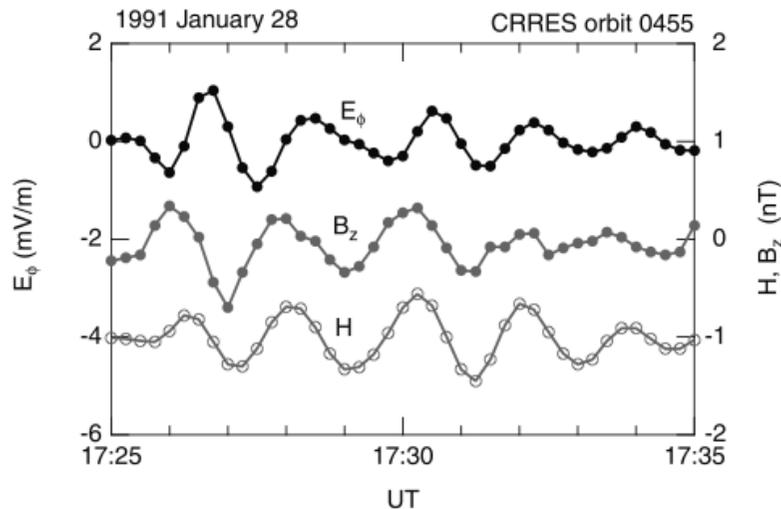
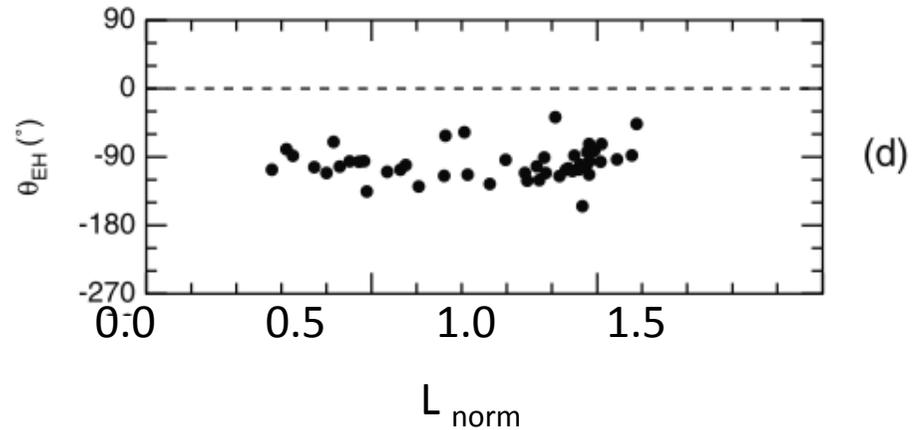
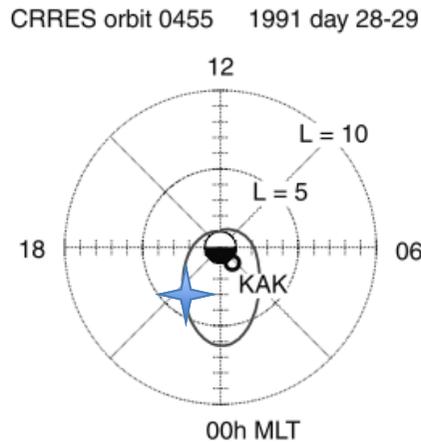
[6] Space Physics Research Group, University of California, Berkeley

# IUGONET解析ツールを用いた研究

- SuperDARN radarを使ったPi2地磁気脈動の研究
  - E層F層でおきたPi2地磁気脈動のイベント解析
  - 中低緯度電離圏Pi2の統計解析
  - THEMIS衛星、地上磁場で観測されたPi2の比較
  - Plasmapause付近での周波数変化
- SuperDARN Hokkaido radarを使った中低緯度Pc5地磁気脈動の研究

# 衛星によるPi2の観測

## -内部磁気圏の電場観測と磁場観測-



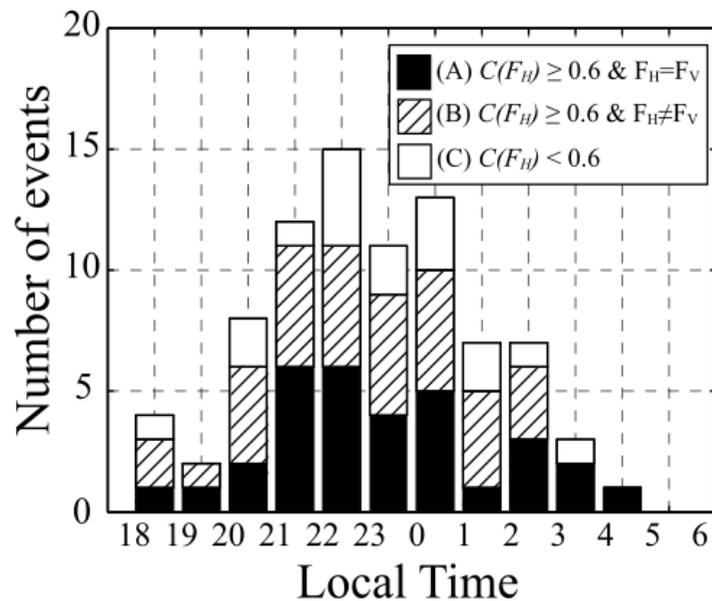
電場azimuthal成分Pi2と低緯度地上磁場H成分Pi2は90度の位相差を持つ。

プラズマ圏内部では、Standing wave [Takahashi et al., 2003]

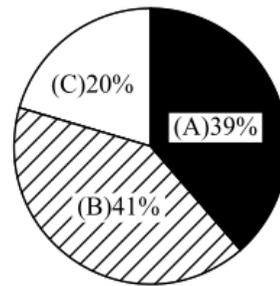
→プラズマ圏のCavity mode resonance

Previous study:

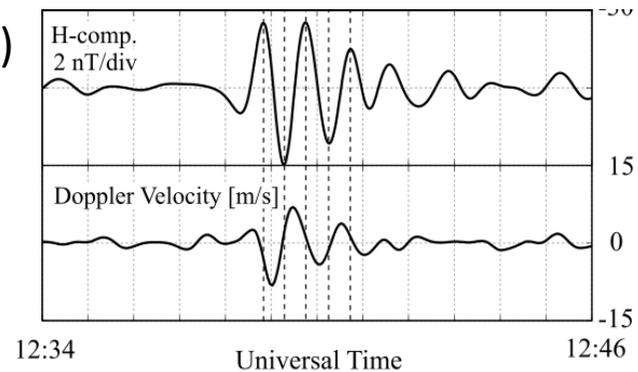
Pi2 pulsations observed by the FM-CW radar at  $L=2.0$  [Ikeda et al. 2010]



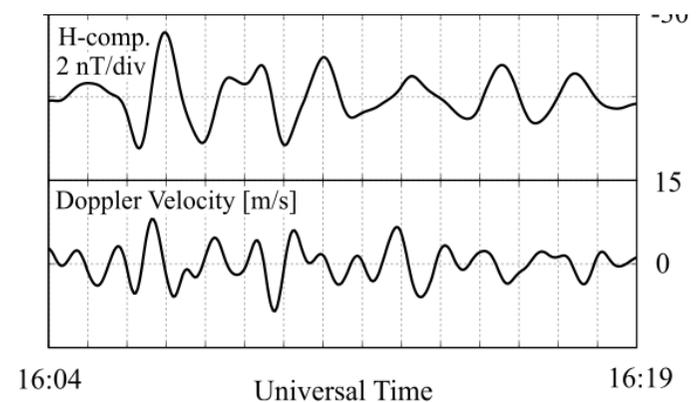
Ikeda et al. [2010]



Type (A)



Type (B)

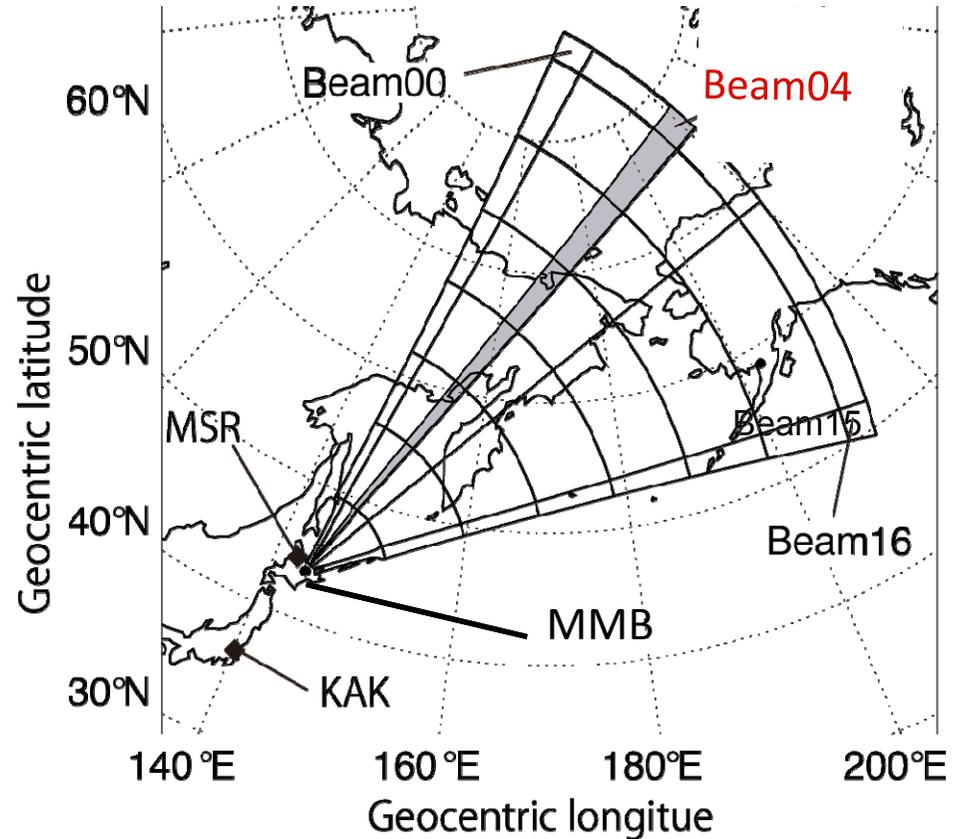


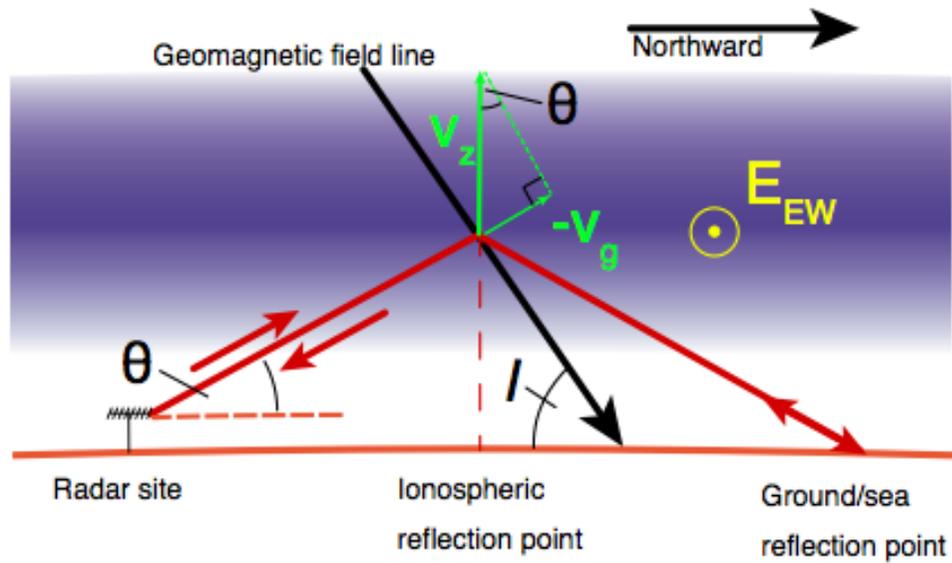
- 中緯度・電離圏の電場観測(FM-CW radar)で観測されたドップラー速度に、地上磁場とcoherenceの高いPi2地磁気脈動が観測される。

# Instruments

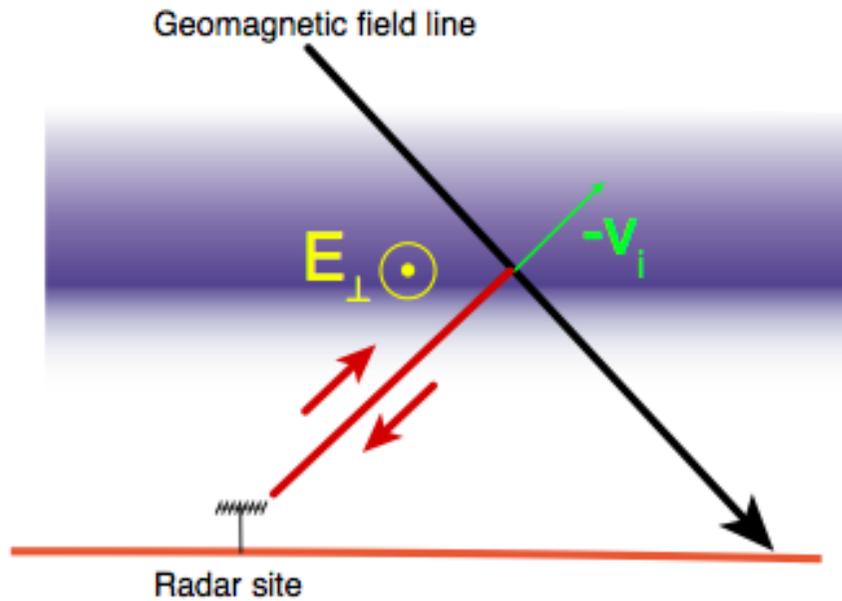
## The Hokkaido HF radar

- Location:  $34.9^\circ$  GMLAT,  $211.6^\circ$  GMLON
- In this study, we use Doppler velocity data of **beam 4** **sampled every 8 seconds** (themisscan mode).
- The Hokkaido radar can observe Doppler velocities over a wide latitudinal range from  $38^\circ$  GMLAT to  $80^\circ$  GMLAT.





Ground/sea  
Scatter エコー



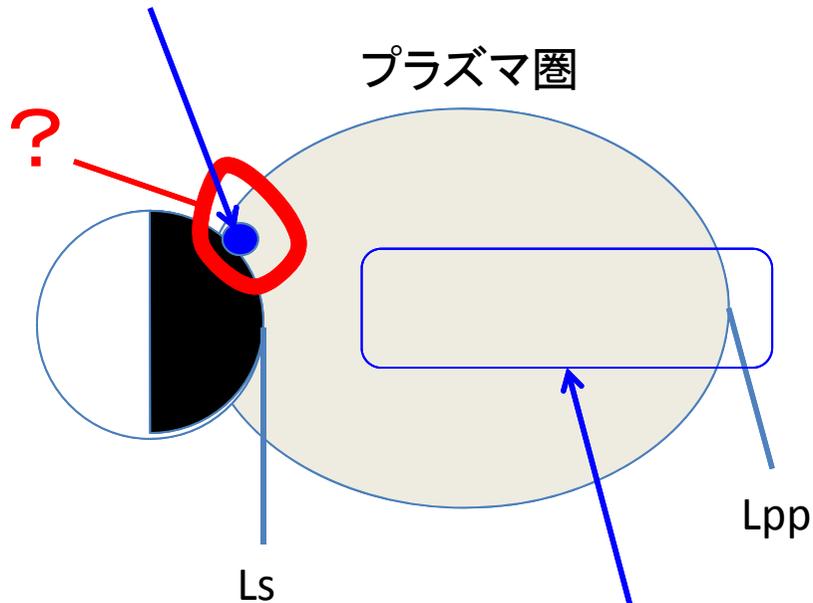
電離圏エコー

[Teramoto et al., 2014]

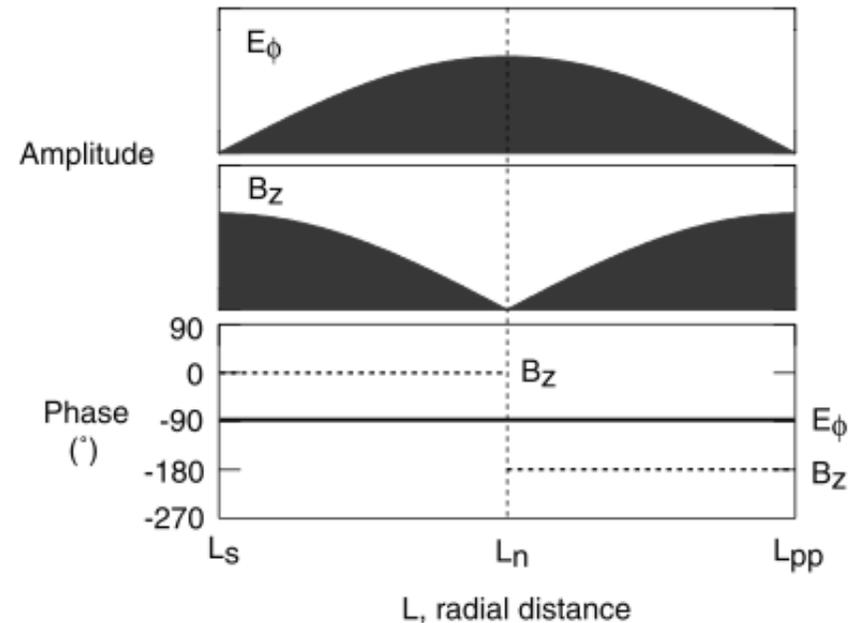
Hokkaido SuperDARN radar では、電離圏のULF  $E_{EW}$ 成分を観測できる。

# Motivation

FM-CWレーダーの観測  
[Ikeda et al., 2010]



CRRESの観測  
[Takahashi et al., 2003]



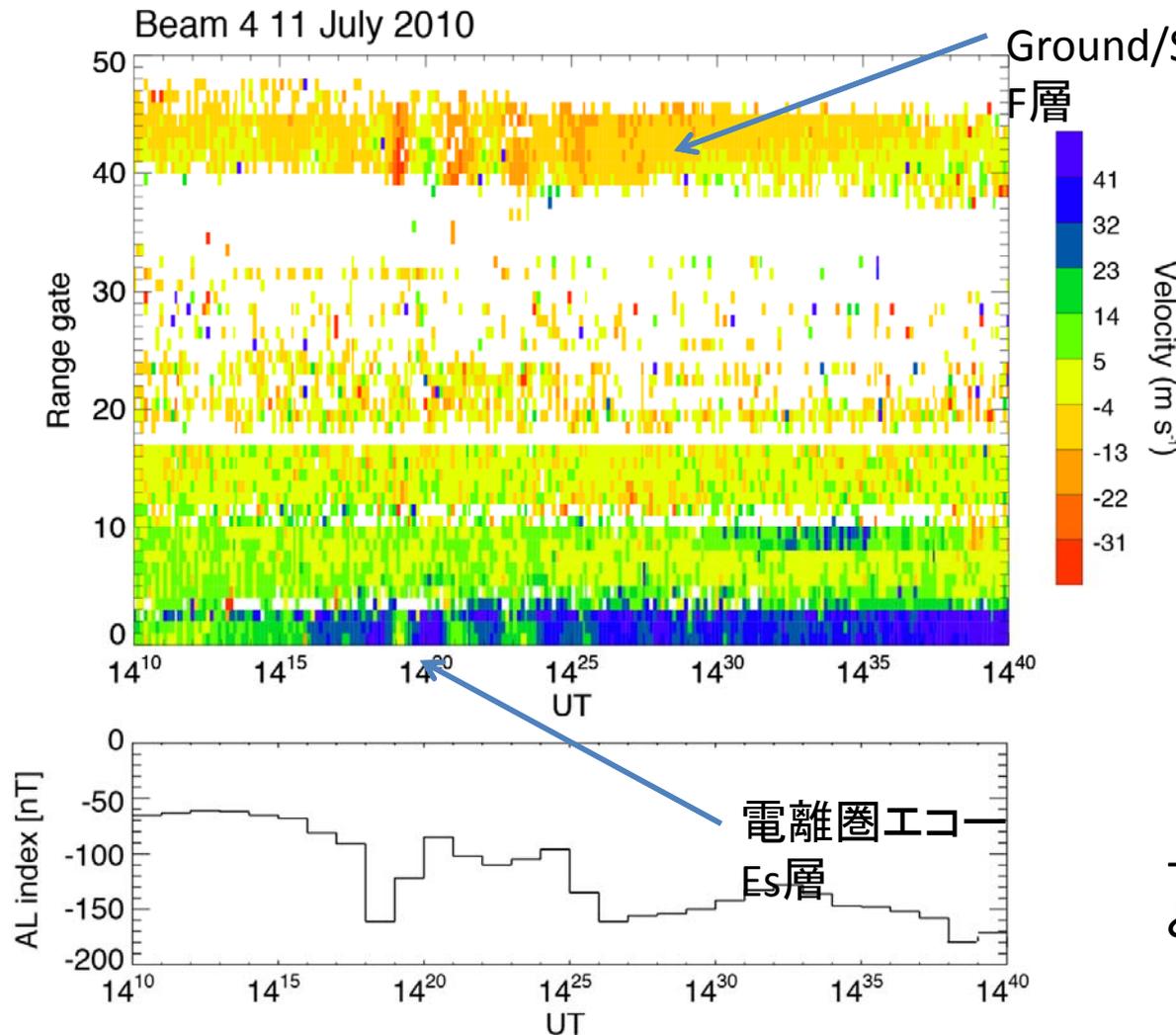
[Takahashi et al., 2003]

SuperDARN Hokkaidoレーダーによる観測を用いて夜側 中・低緯度の電離圏Pi2の緯度特性を知りたい。

(衛星の電場観測を用いた研究との違いは?)

# E層F層でおきたPi2地磁気脈動のイベント解析

緯度  
高  
↑  
低



F層エコー、E層エコーに、地上磁場と相関の高い、Pi2地磁気脈動が観測される。

- エコー付近に設置された地上磁場で観測されるPi2との位相差は、 $-56^\circ$  (E層)と $-45^\circ$  (F層)
- 推定される電離圏の電場成分Pi2の大きさは、 $8.0$  (mV/m)、 $2.0$  (mV/m)

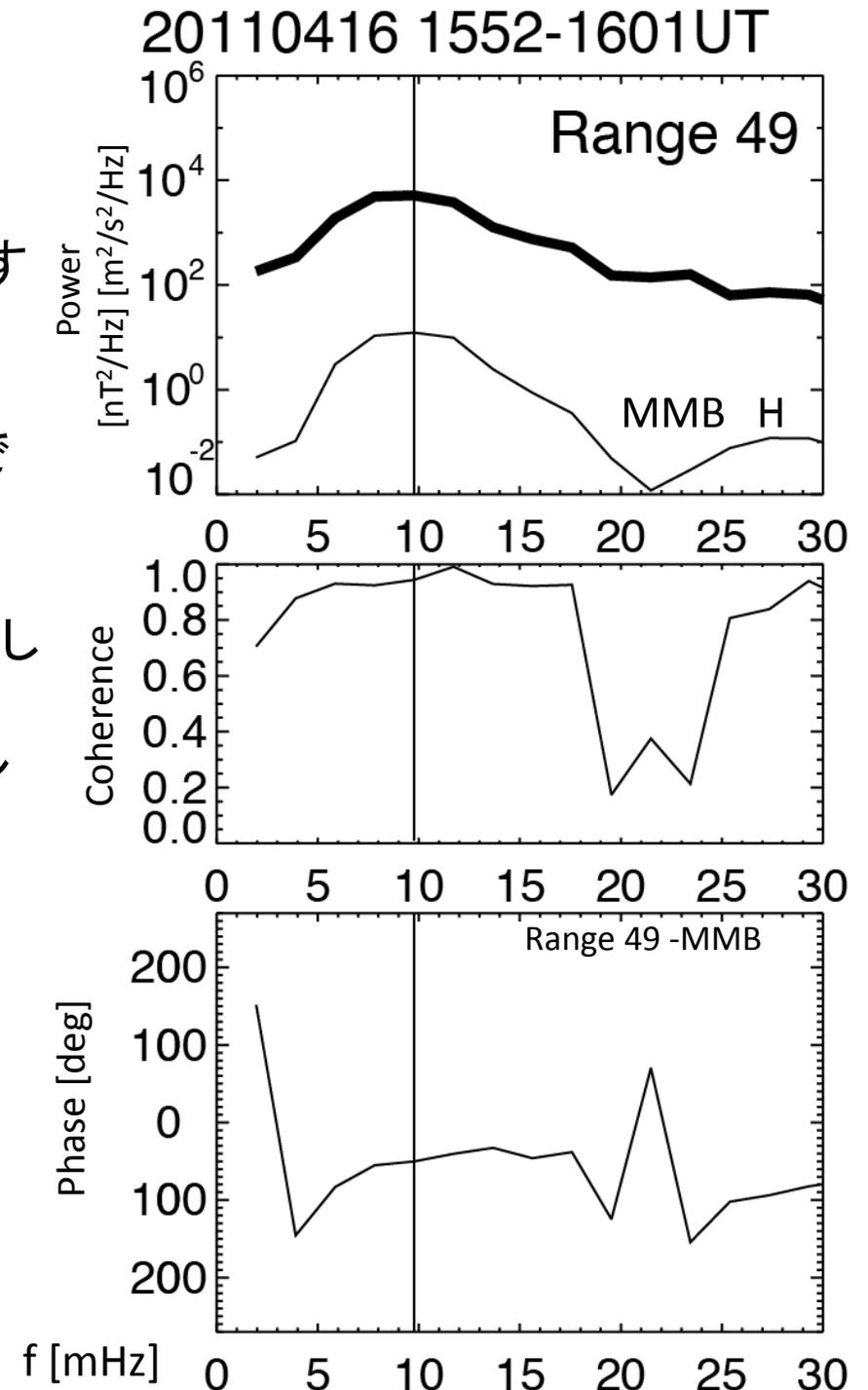
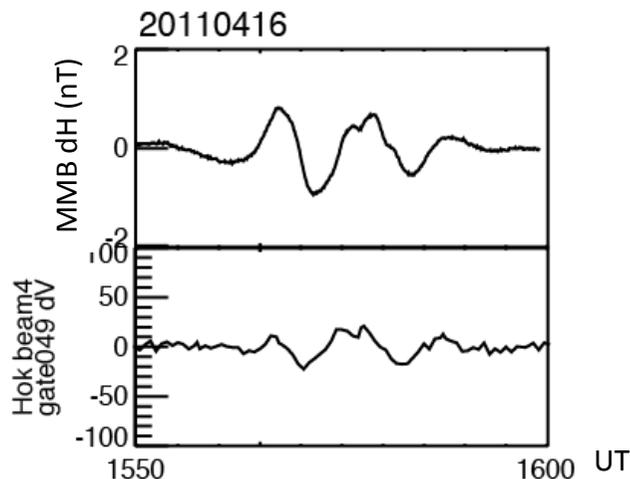
→ pure cavity mode  
と仮定すると非常に大きい値

[Teramoto et al., JGR, 2014]

中低緯度電離圏Pi2の統計解析  
と  
(レーダーで観測されたPc5地磁気脈動)

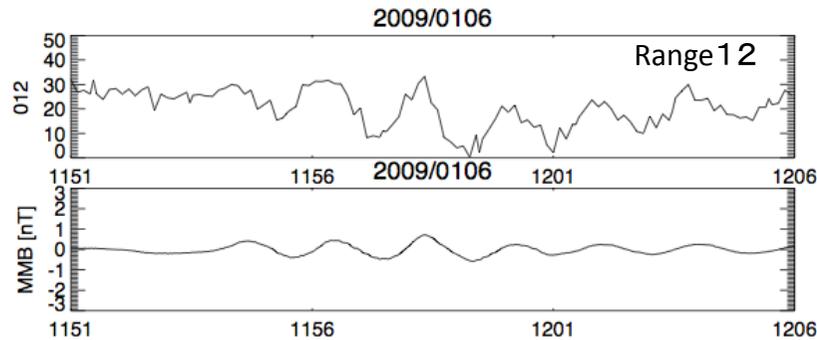
# Event selection

- wavelet解析 (Nose et al., 1998) を用いて、2008-2012の期間で、以下の条件を満たすものに関してPi2を自動的に選択
  - 448イベント選択
  - Hokkaido radar がthemisscan modeで運用している期間。
  - MMBが夜側 (MLT=18-06) に位置
  - レーダーのデータが、10分間欠測なし
- レーダーの各range /gateで観測される Doppler velocityの、卓越周波数、コヒーレンス、位相差を計算する。



# Hokkaido radar で観測されるPi2地磁気脈動

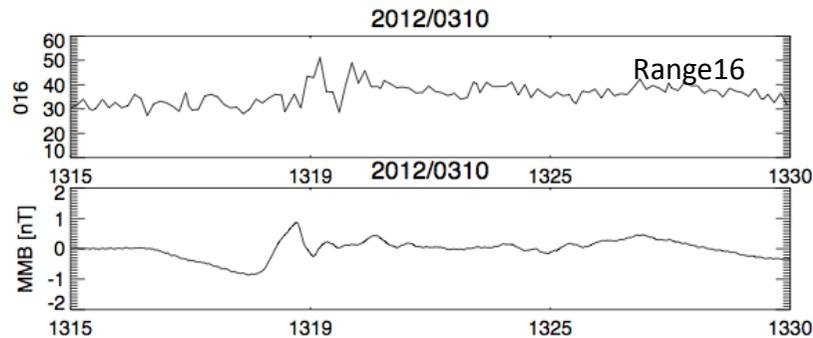
Ikeda et al.[2010] に従い、地上磁場(MMB)のH成分との比較によって、レーダーで観測されたPi2をtype A, type B, type Cにイベントを分ける。



## Type A

卓越周波数が一致・ coherence 高い > 0.7

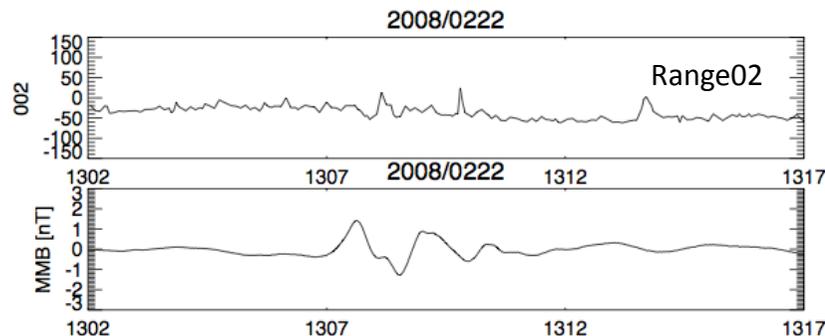
- $f_{HOK} = 12\text{mHz}$
- $f_{MMB} = 12\text{mHz}$
- $Coh_{12} = 0.96$



## Type B

卓越周波数が異なる・ coherence 高い > 0.7

- $f_{HOK} = 08\text{mHz}$
- $f_{MMB} = 18\text{mHz}$
- $Coh_{18} = 0.72$



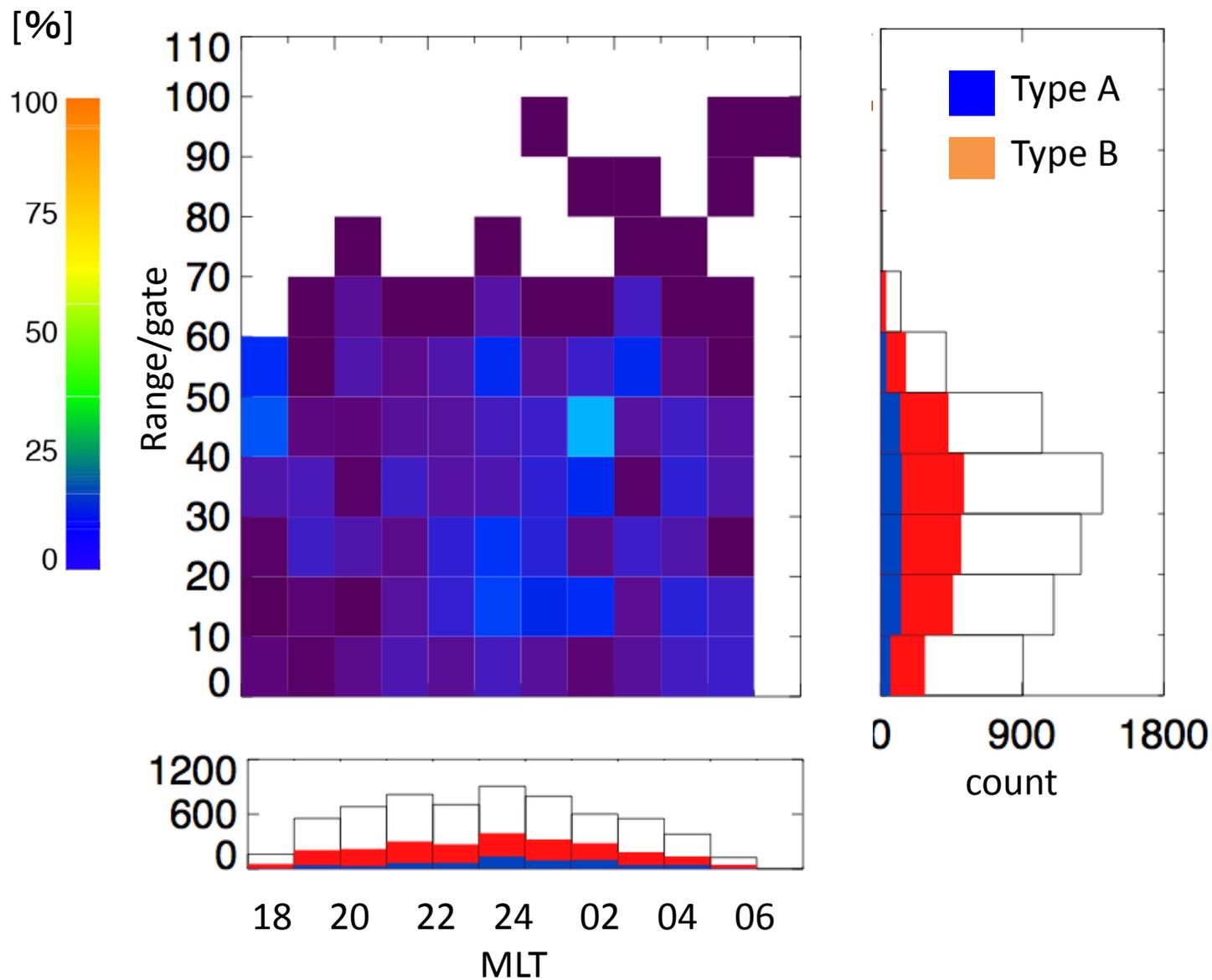
## Type C

type A/B 以外

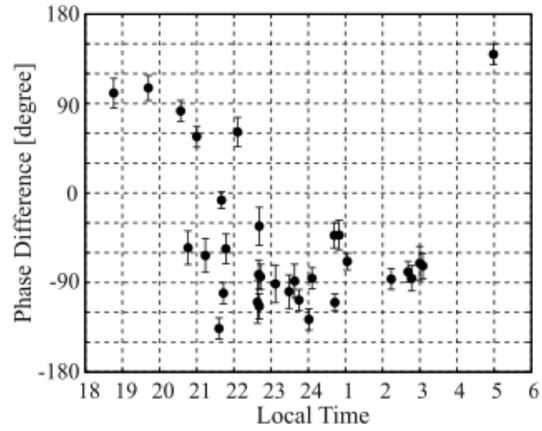
- $f_{HOK} = 10\text{mHz}$
- $f_{MSR} = 08\text{mHz}$
- $Coh_{08} = 0.11$

# 存在確率: type A

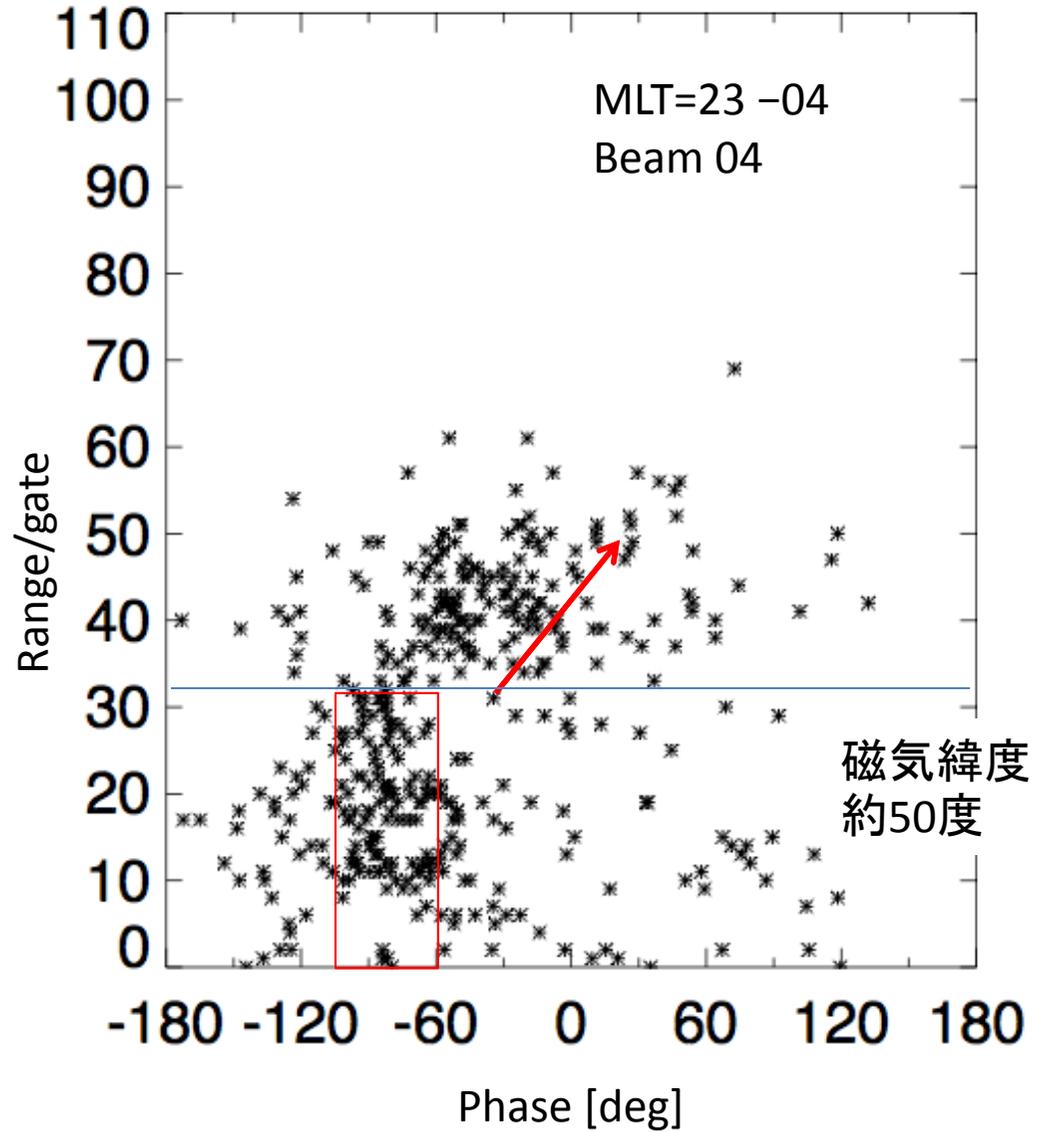
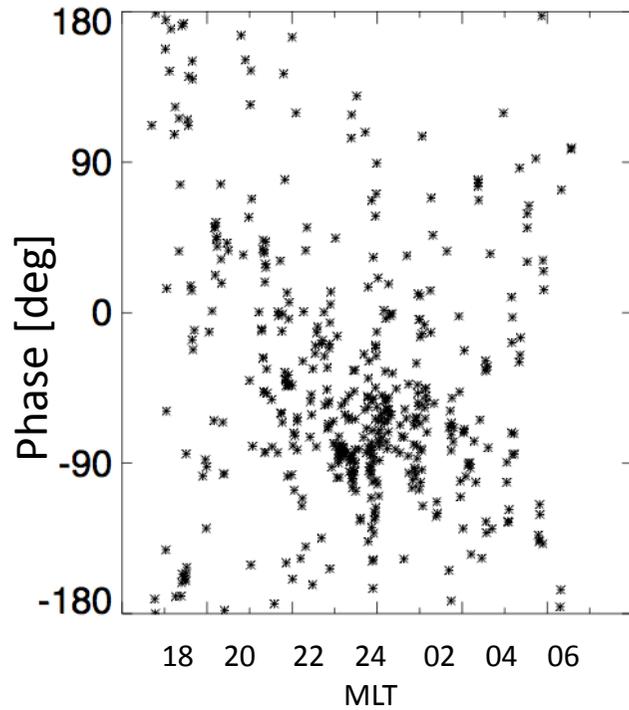
- 地上と相関の高いPi2の存在確率は10%以下
- D成分を比較した場合にも同じ結果



# type A:位相差空間分布

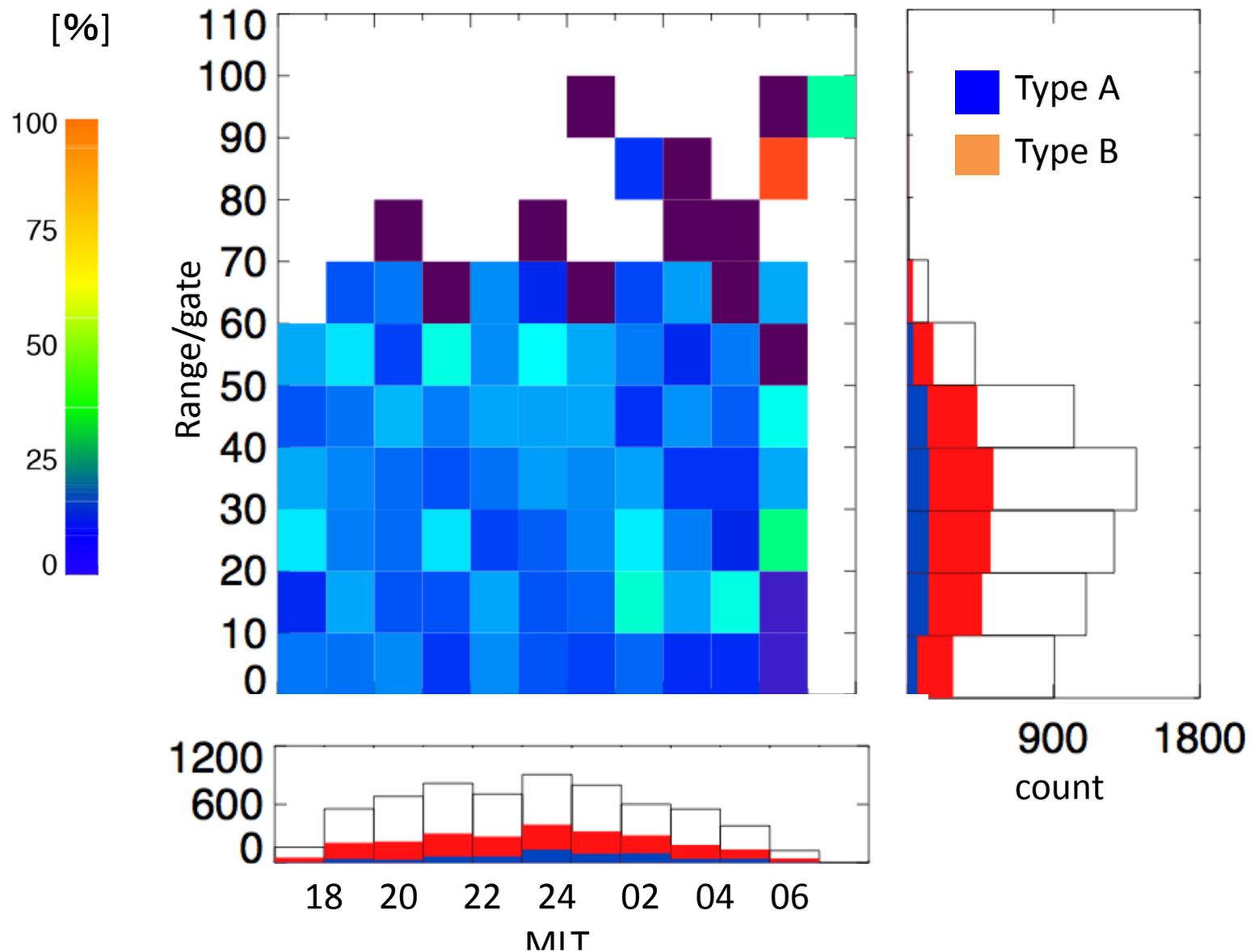


[Ikeda et al., 2010]



# 存在確率: Type B

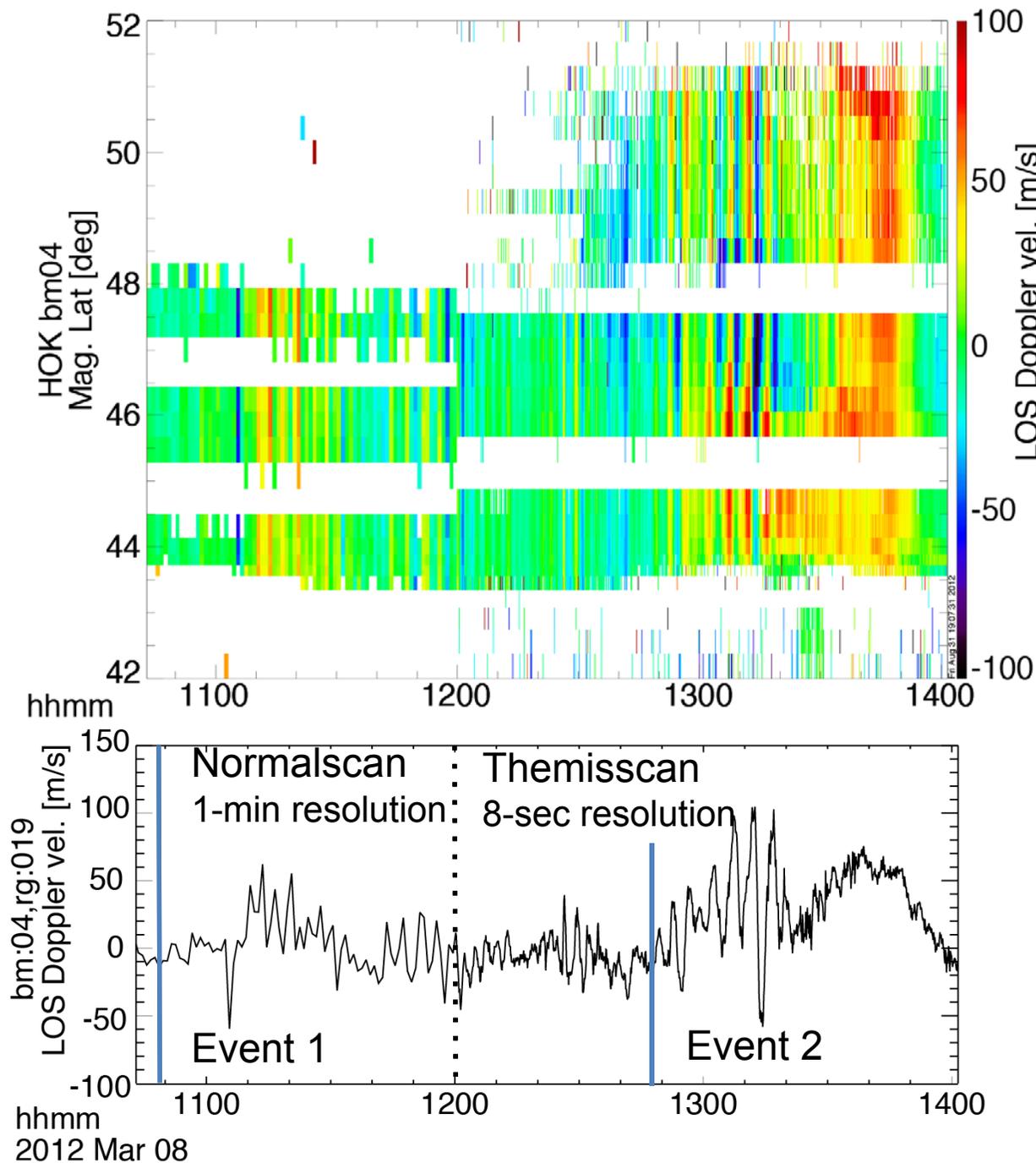
- 地上と相関の高いPi2の存在確率は20%以下
- D成分を比較した場合にも似た結果



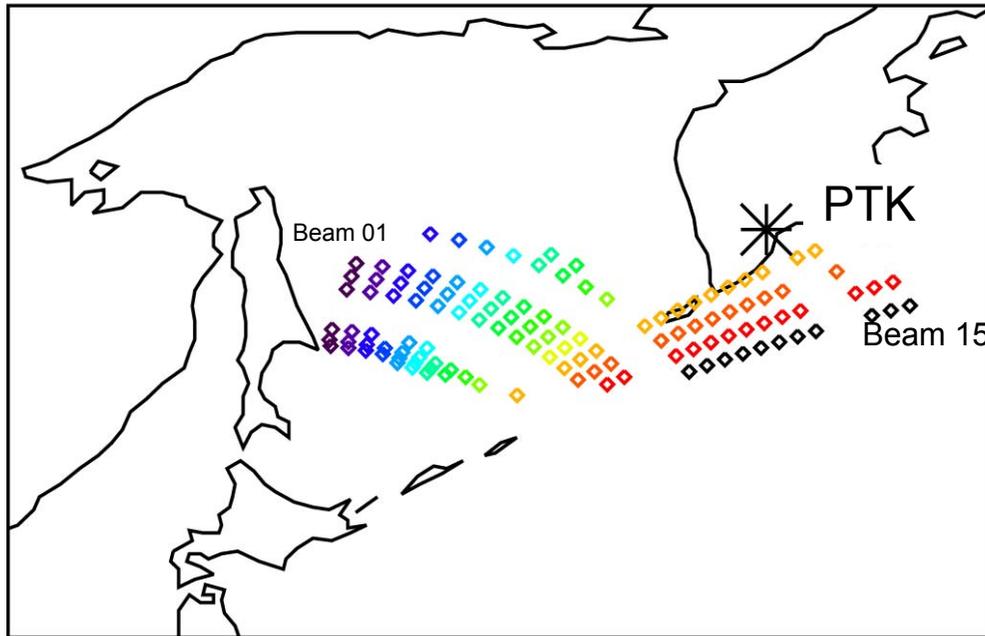


# Pc5 pulsations in the ionosphere

Pc5 pulsations with periods of 3-7 minutes were observed at mid latitude (41.5-53.0° MLAT) on the nightside by the Hokkido radar.

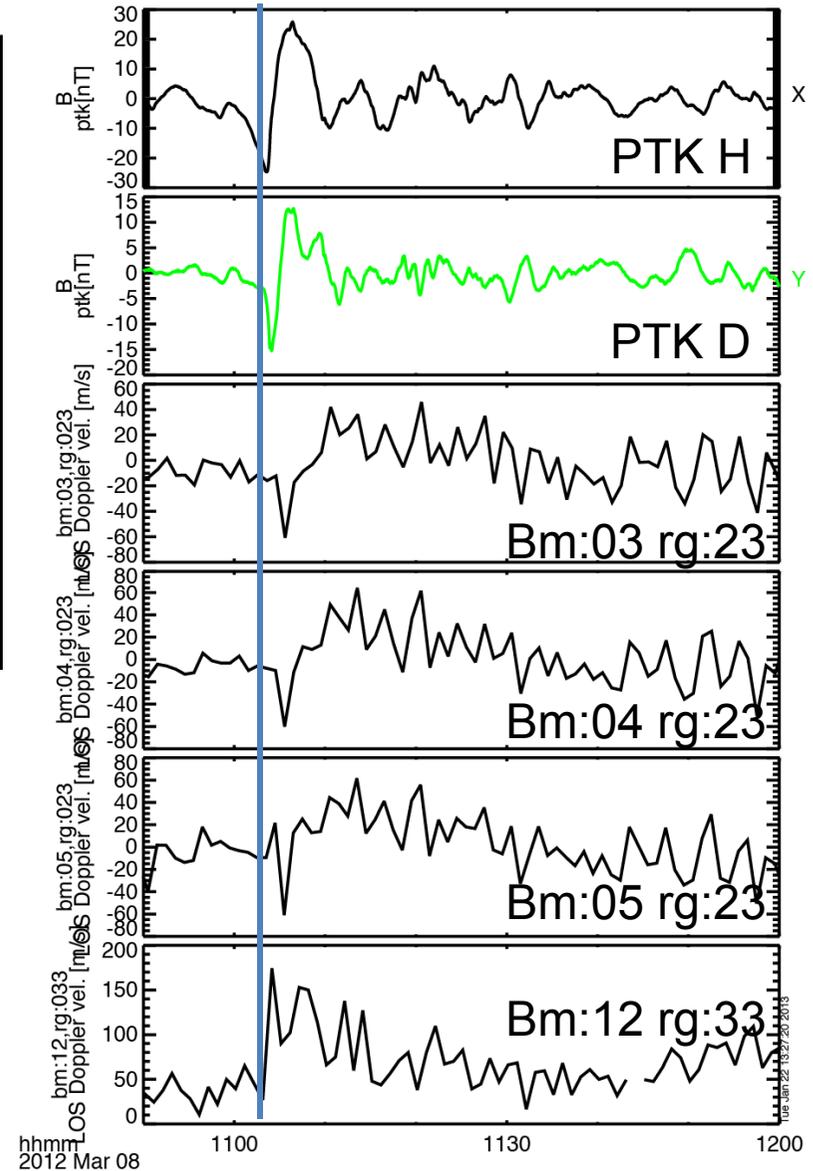


# Comparison Hokkaido radar with PTK



All beams of Hokkaido radar observed Pc5 pulsations during event 1.

Waveforms of magnetic perturbations at PTK were not similar to those from the SuperDARN Hokkaido radar.



# まとめ: Pi2の統計解析について

SuperDARN Hokkaidoレーダーによる夜側 中・低緯度の電離圏の観測で、どの程度、どの範囲で、地上低緯度Pi2と相関の高い振動が観測されるのかを調べた。

→地上磁場とcoherenceが高い擾乱の観測は20%以下

周期が一致、coherence 高い擾乱の地上磁場Pi2との位相差は、

- Range/gate 30(磁気緯度約50度)以下で90度
- Range/gate 30(磁気緯度約50度)以上では、0度に近づく。

→plasma pauseで引き起こされるFLRが影響か？

何故、SuperDARNで地上磁場で相関が高いPi2が観測されにくいのかは不明。

- 衛星と、地上磁場、SuperDARNの同時解析する必要がある。
- SuperDARN東西方向視野・南北方向視野でULFを比較する必要がある。

Hokkaido radar、THEMIS衛星、地上磁場で  
観測されたPi2の比較  
電離圏-磁気圏Pi2の比較  
(イベント解析)