

# SuperDARN北海道レーダーで観測された Pc5脈動と地上磁場変動の周波数特性の比較

M. Teramoto<sup>1</sup>, N. Nishitani<sup>1</sup>, V. Pilipenko<sup>2,3</sup>, K. Shiokawa<sup>1</sup>,  
T. Nagatsuma<sup>4</sup>, and K. T. Murata<sup>4</sup>

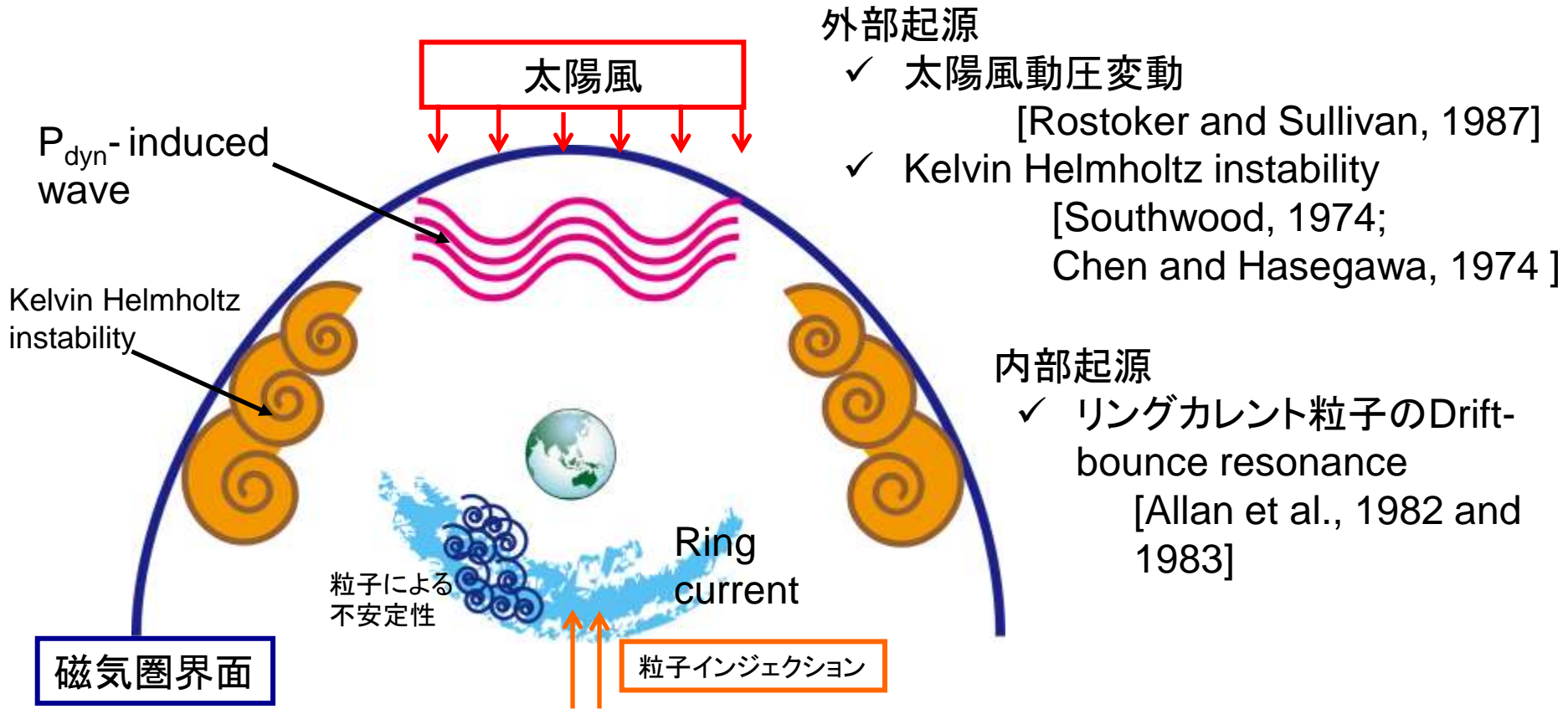
<sup>1</sup>*Solar-Terrestrial Physics Laboratory, Nagoya University, Nagoya, Japan*

<sup>2</sup>*Space Research Institute, Moscow, Russia*

<sup>3</sup>*Institute of the Physics of the Earth, Moscow, Russia*

<sup>4</sup>*National Institute of Information and Communications Technology, Koganei, Japan*

# Pc5波動の励起機構



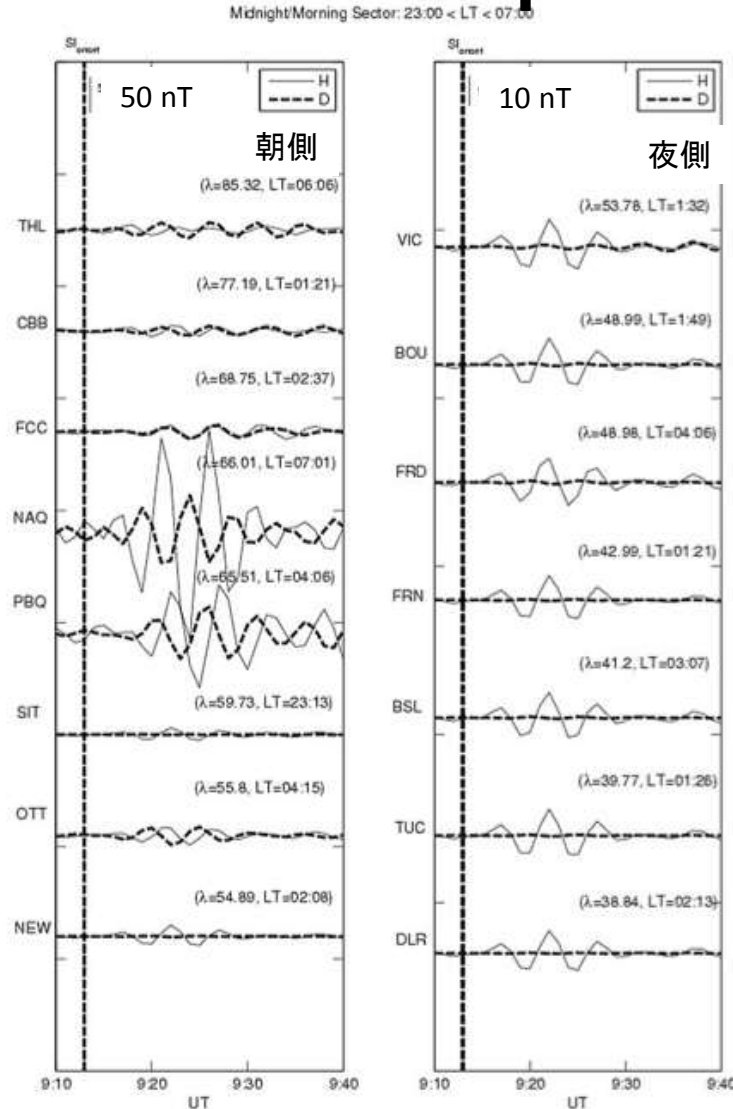
## 外部起源

- ✓ 太陽風動圧変動  
[Rostoker and Sullivan, 1987]
- ✓ Kelvin Helmholtz instability  
[Southwood, 1974;  
Chen and Hasegawa, 1974]

## 内部起源

- ✓ リングカレント粒子のDrift-bounce resonance  
[Allan et al., 1982 and 1983]

# Sudden impulse (SI)に伴うPc5



## 特徴

- 同周波数のPc5が全球的に観測される(低緯度まで)。
- 偏波の回転方向は、反時計回り (CCW) から時計回り (CW) へ、磁気緯度64度から72度の間で変化する。

中緯度電離圏ではどのような擾乱が観測されるのか？→電場の特徴を調べたい。

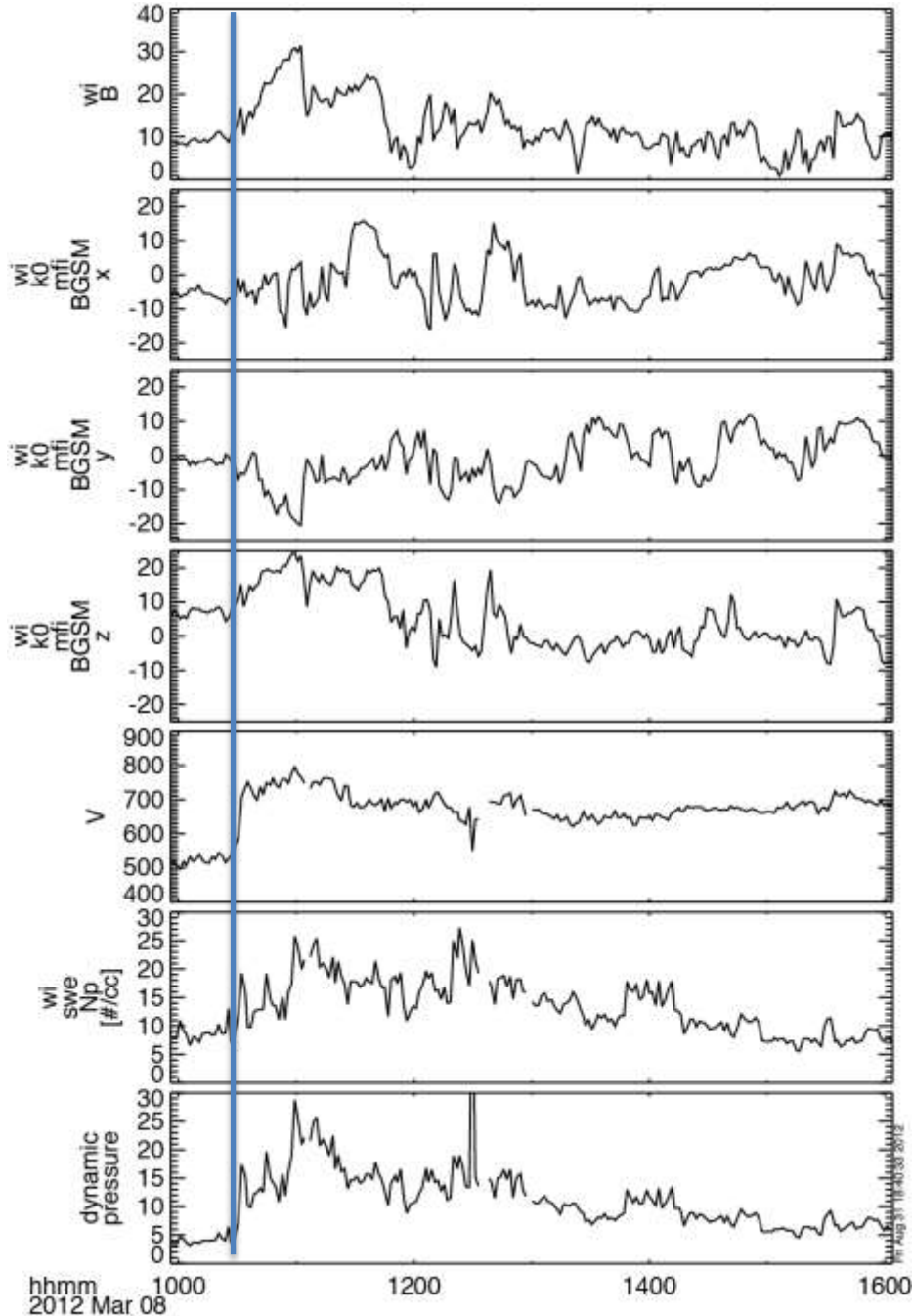


SuperDARN北海道レーダーによって調べる。  
2012/3/08 11:09UTのSCに伴うPc5波動

**Figure 3.** The  $H$  (solid) and  $D$  (dotted) components of the geomagnetic field at ground station locations in the midnight-morning sector ( $23:00 < LT < 07:00$ ) on 8 June 2000 (09:10–09:40 UT). The data are filtered at  $f = 3.3$  mHz. The vertical dashed line indicates the SI occurrence (UT = 09:12) at PBO ( $\lambda = 65.51^\circ$ , LT = 04:06).

(Piersanti et al.,2012)

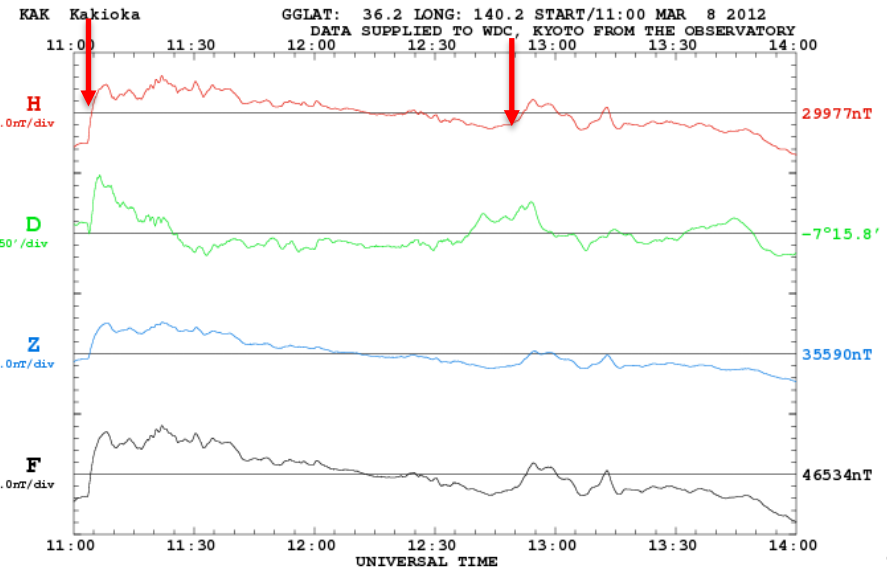
## WIND observation



# Solar wind condition and SC

Solar wind with large velocity ( $> 750$  km) was observed at 10:30 UT by the WIND satellite.

SC started at 11:09 UT (Event 1) and 12:40 UT (Event 2).

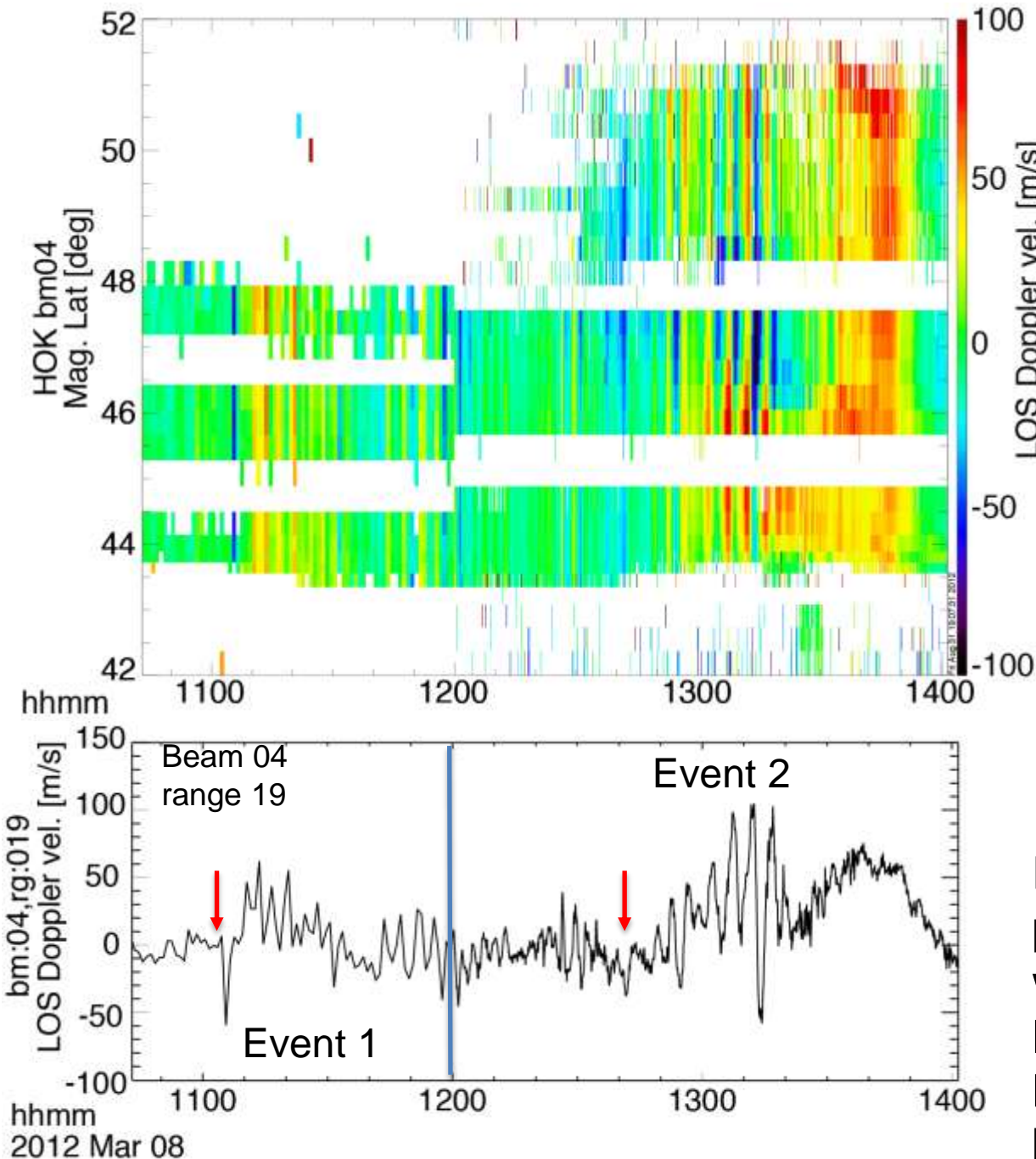


[<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/cgi-bin/caplot-j-cgi>]

# Pc5 pulsations observed by the Hokkaido radar

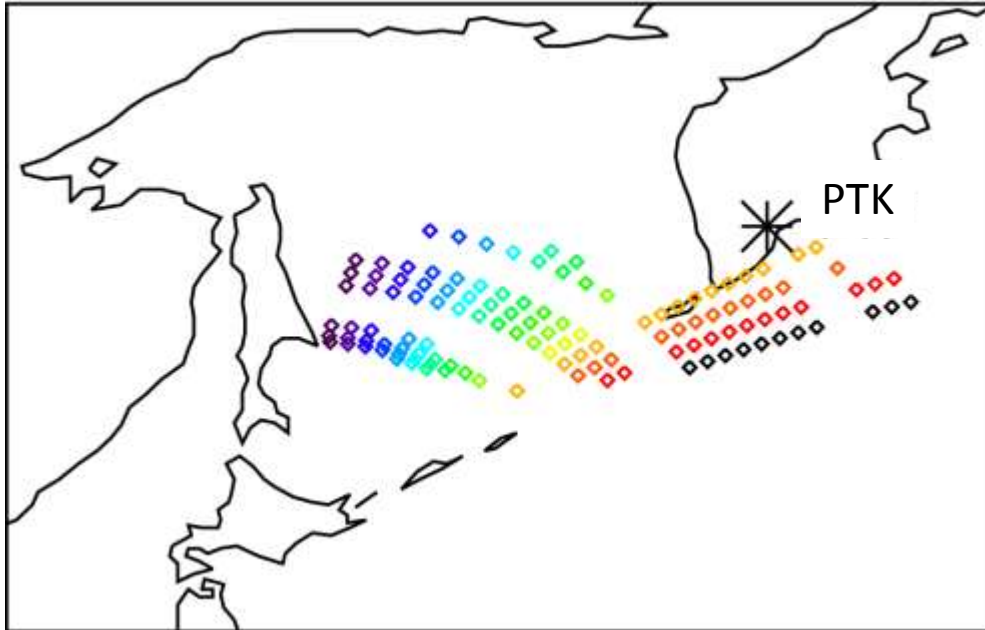
SuperDARN Hokkaido radar  
observed Doppler velocities  
with 8-second time  
resolution from 12:00UT  
(themisscan mode) with  
beam4 after the radar was  
operating with the  
normalscan mode.

Pc5 pulsations with  
periods of 3-7 minutes  
were observed at mid  
latitude ( $41.5\text{-}53.0^\circ$   
MLAT) on the nightside  
by the Hokkaido radar.

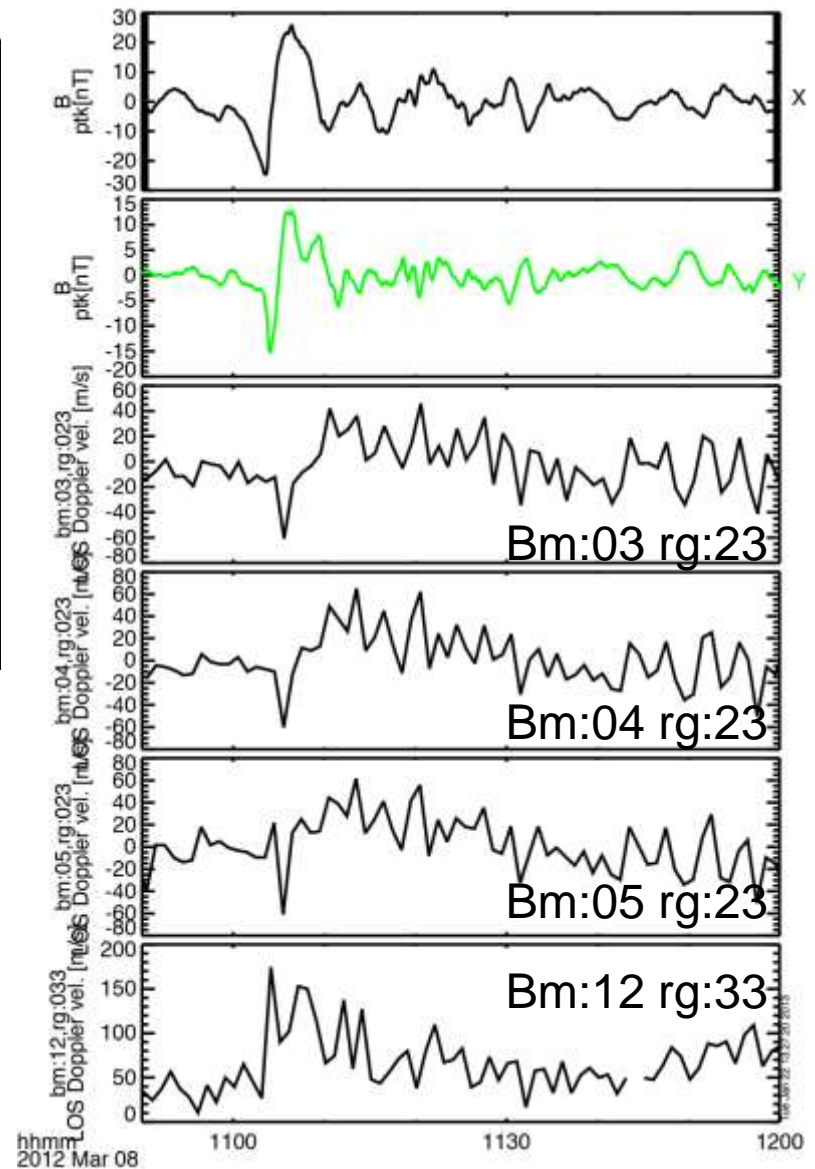




# 地上磁場との比較 : event 1



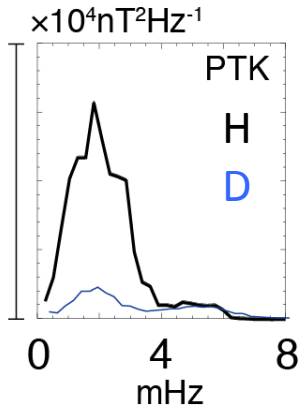
Waveforms of magnetic perturbations at PTK were not similar to those observed by the SuperDARN Hokkaido radar.



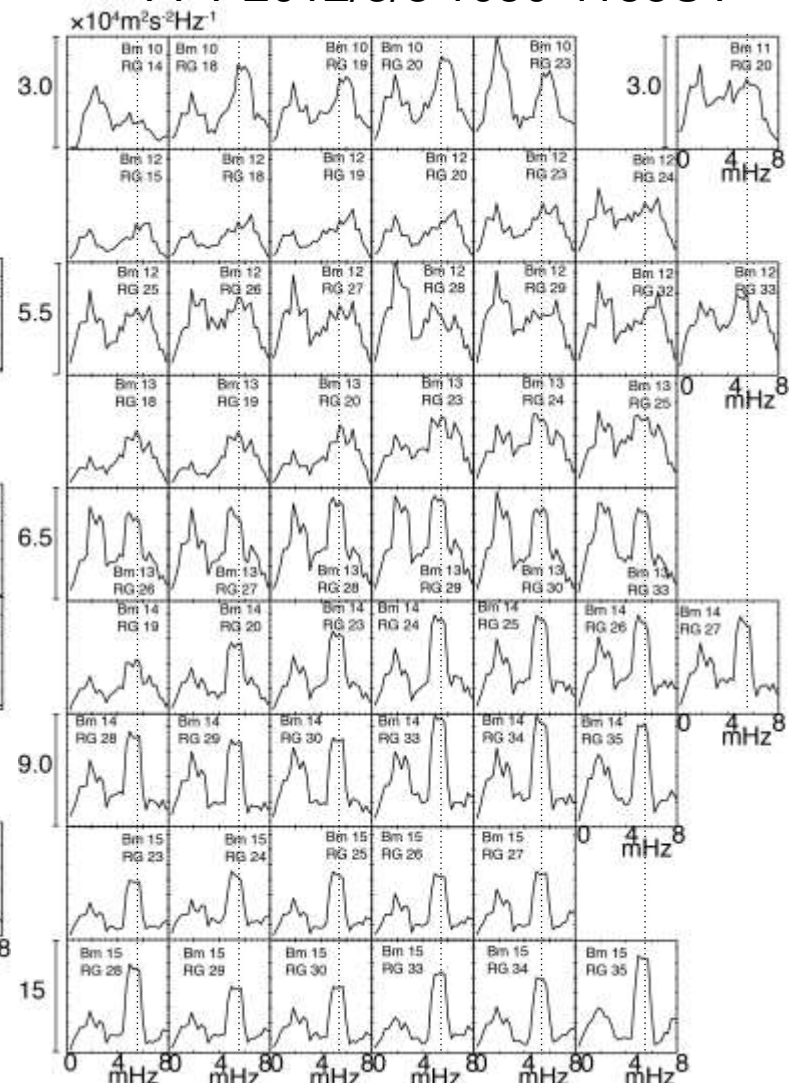
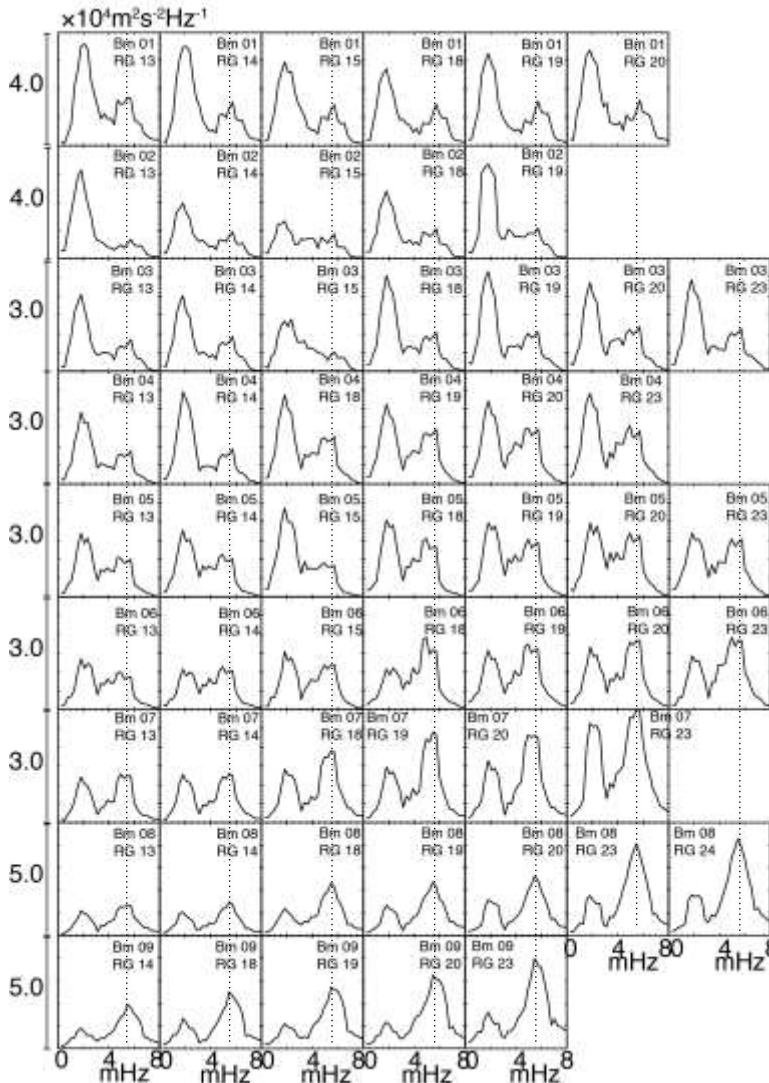
# PTK磁場擾乱と北海道-陸別HFレーダーPc5

## スペクトルの比較

- PTKの卓越周波数は、2mHz
- HOKで観測された擾乱の卓越周波数は2mHzと5mHz



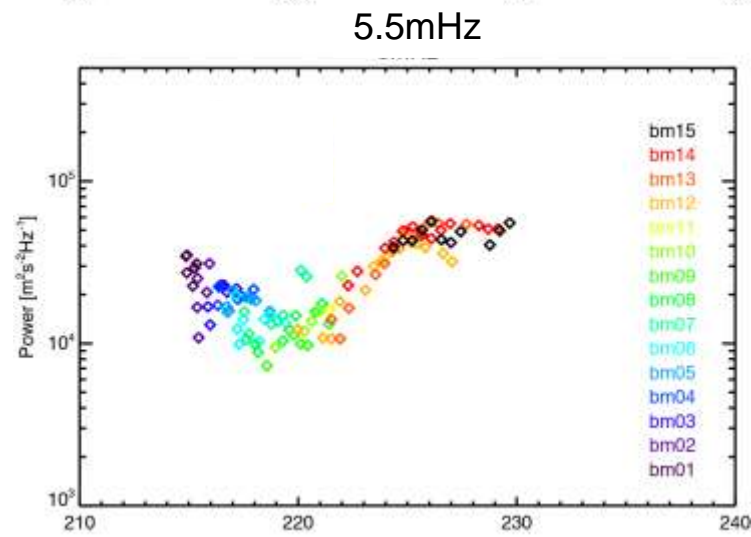
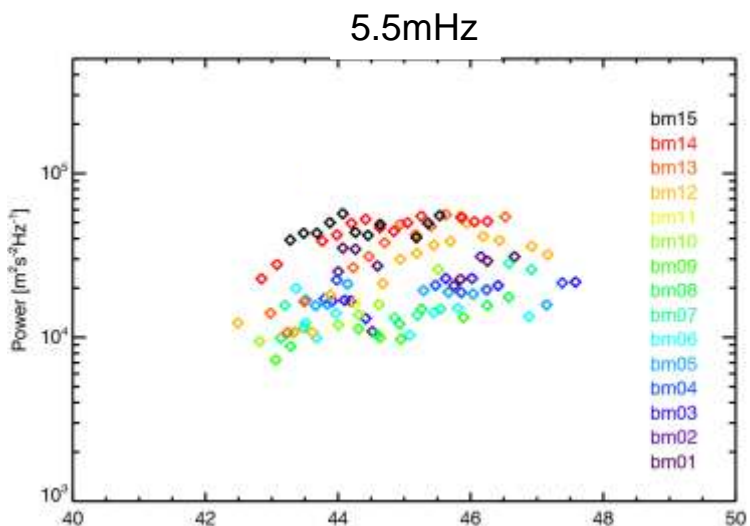
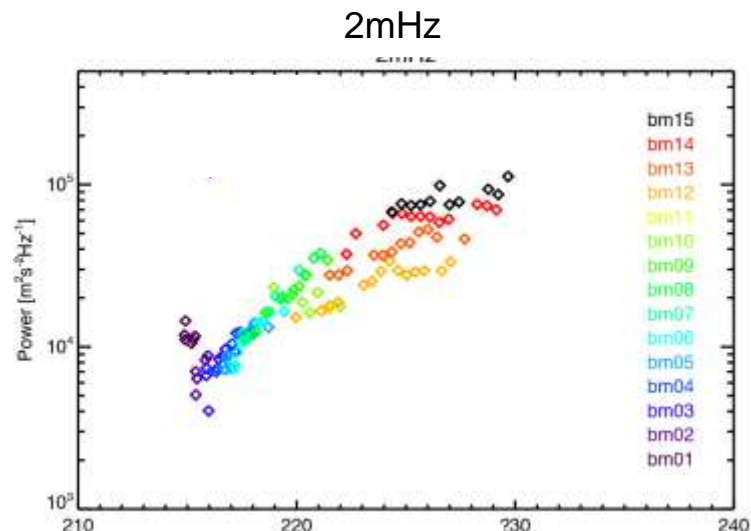
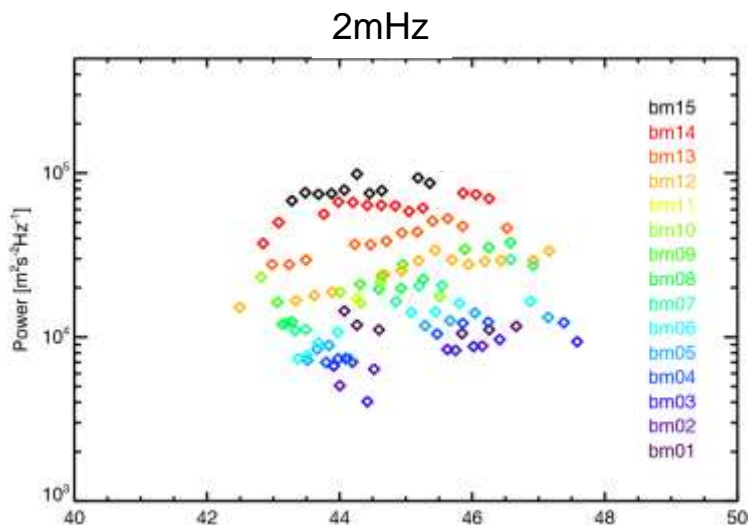
FFT 2012/3/8 1050-1153UT



# レーダーで観測されたPc5波動のPSDの空間分布

PSDの大きさは、beam番号が大きくなるにつれ大きくなる。

→電場の南北成分を観測？



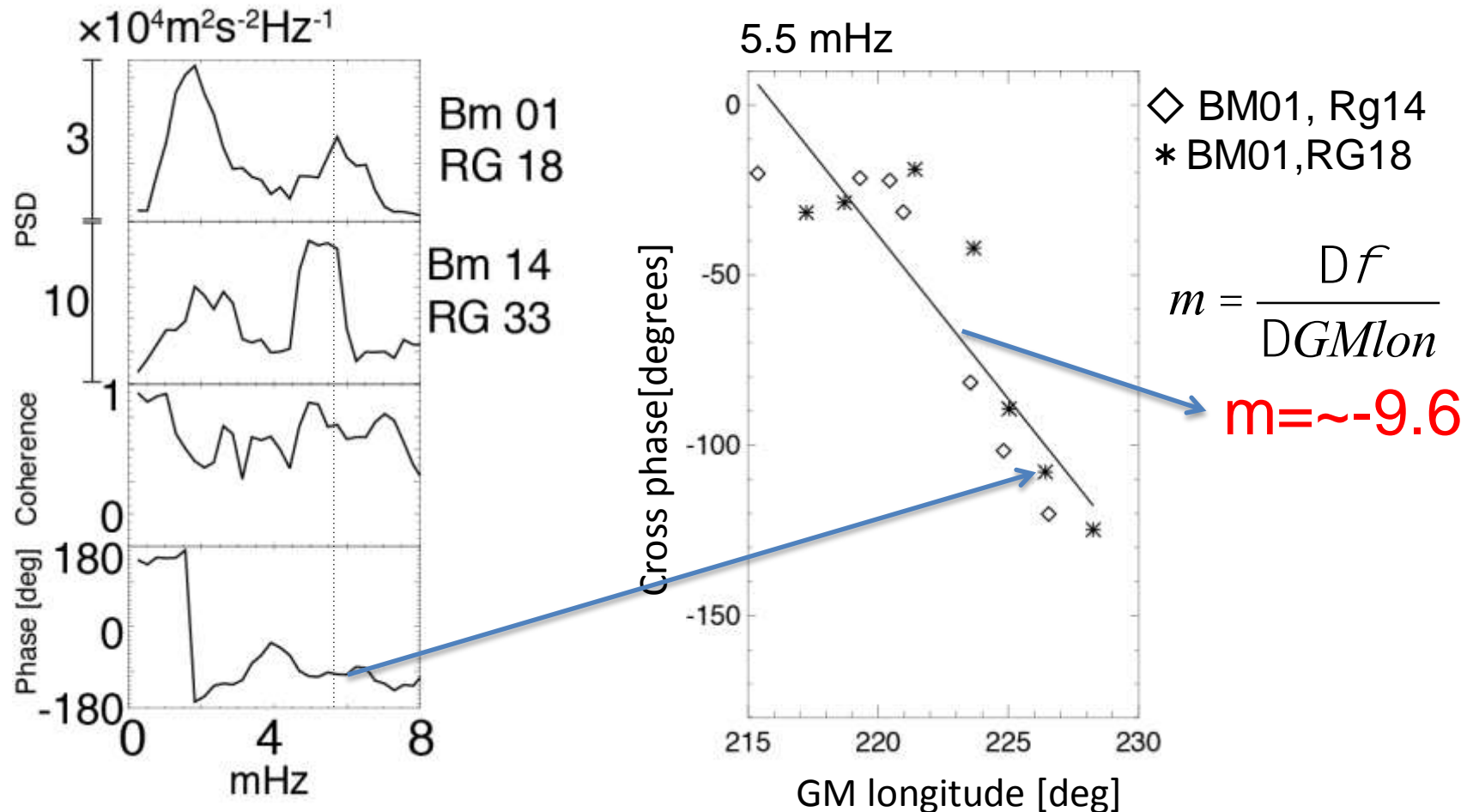
緯度 [degrees]

経度 [degrees]



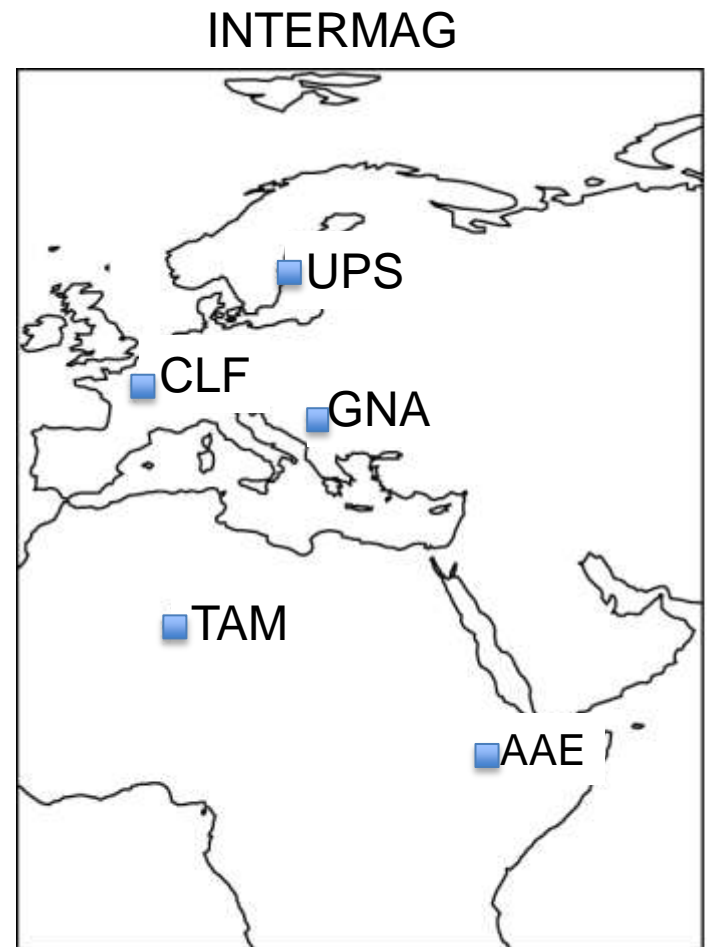
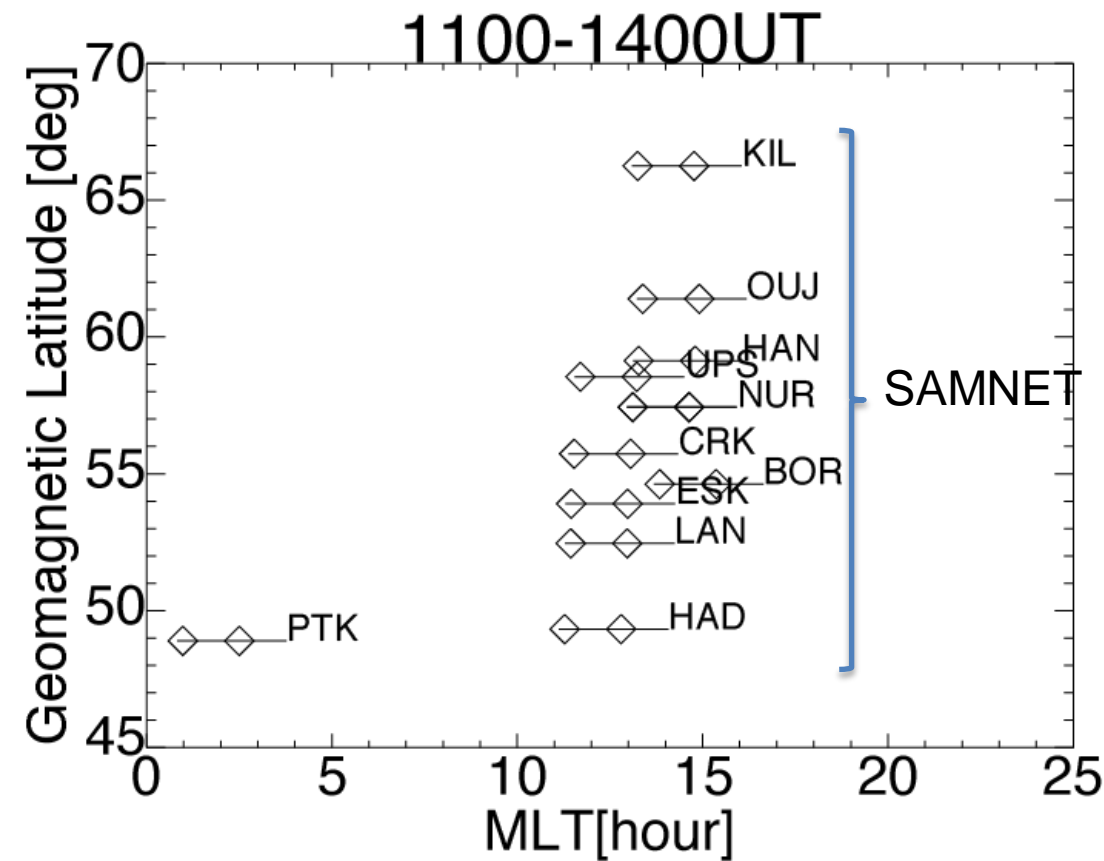
# m-numberの導出

FFT 2012/3/8 1050-1153



- Beam 01・range 14とrange18 のPc5対して、各beamの同緯度で観測したPc5の位相差を導出する。位相差と経度差から、m-numberを導出した。
- m-numberは小さい(9.6)。

# 昼側地上磁場観測点 SAMNET+INTERMAG



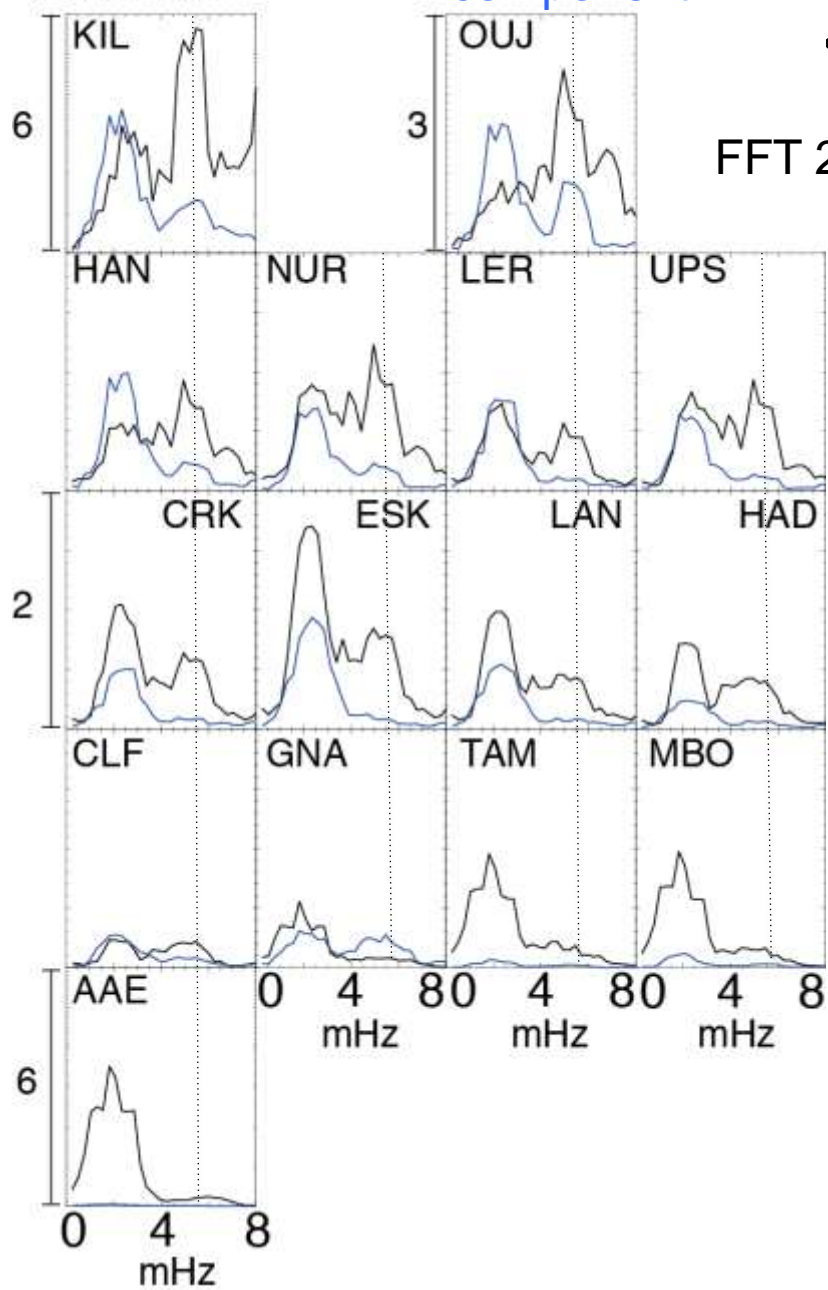


# スペクトルの比較

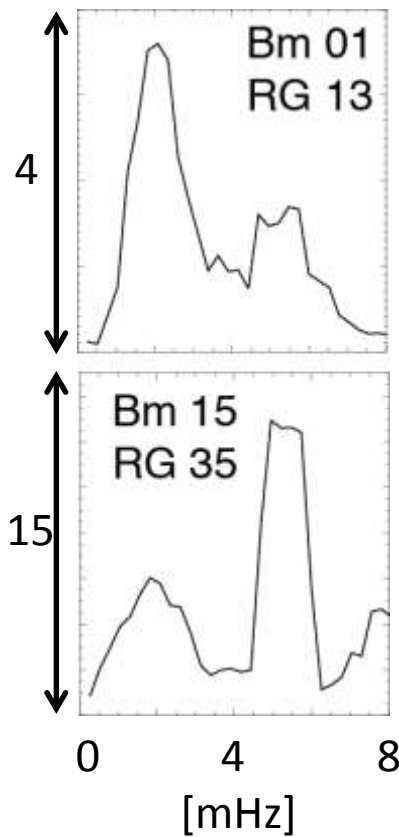
H component  
D component

FFT 2012/3/8 1050-1153

$\times 10^4 nT^2 Hz^{-1}$



$\times 10^4 m^2 s^{-2} Hz^{-1}$



昼側の観測点の擾乱は、  
中緯度領域で2mHzで  
5.5mHzの卓越周波数を持つ。





# 地上磁場Pc5との Coherence

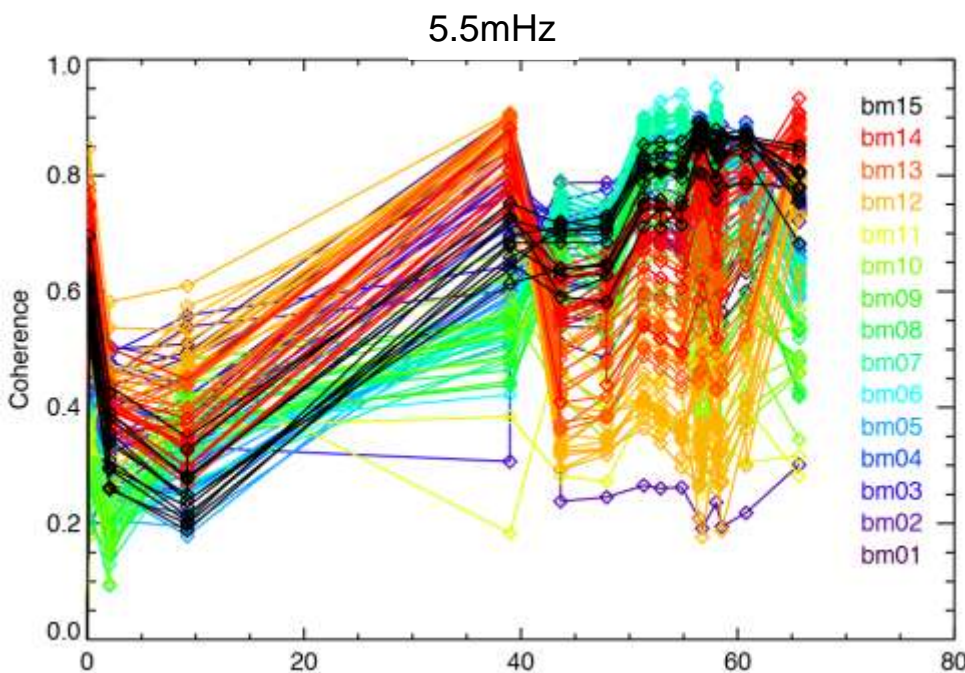
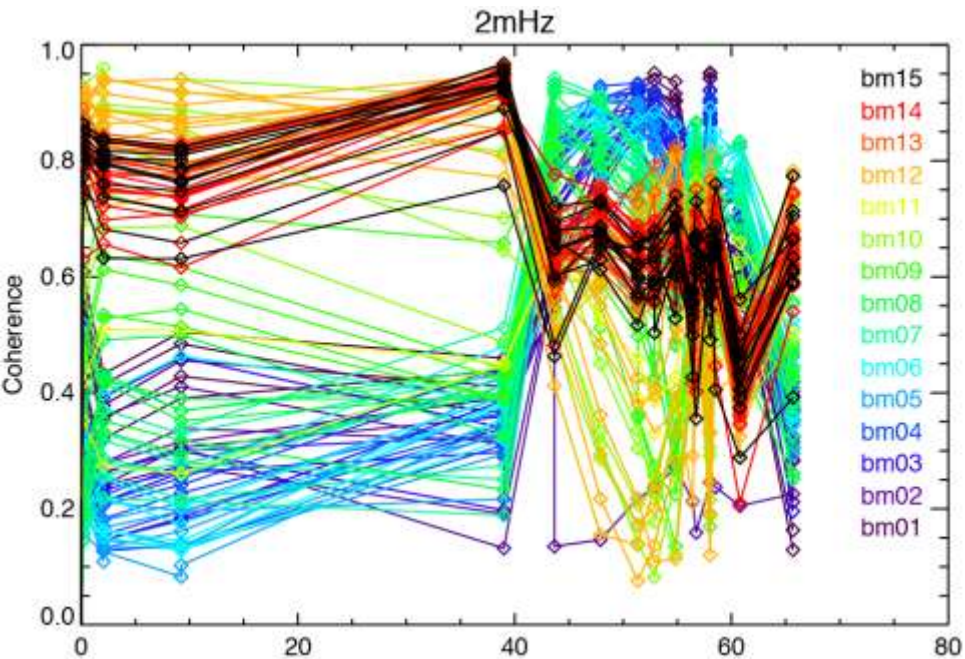
2mHzと5.5mHz卓越周波数で、  
レーダーと地上磁場H成分との  
coherenceを計算した。

2mHz

Beam5-9は昼側中緯度Pc5と  
coherenceが高い。

5.5mHz

Beam3-7, Beam 13-15は昼側中  
緯度Pc5とcoherenceが高い。

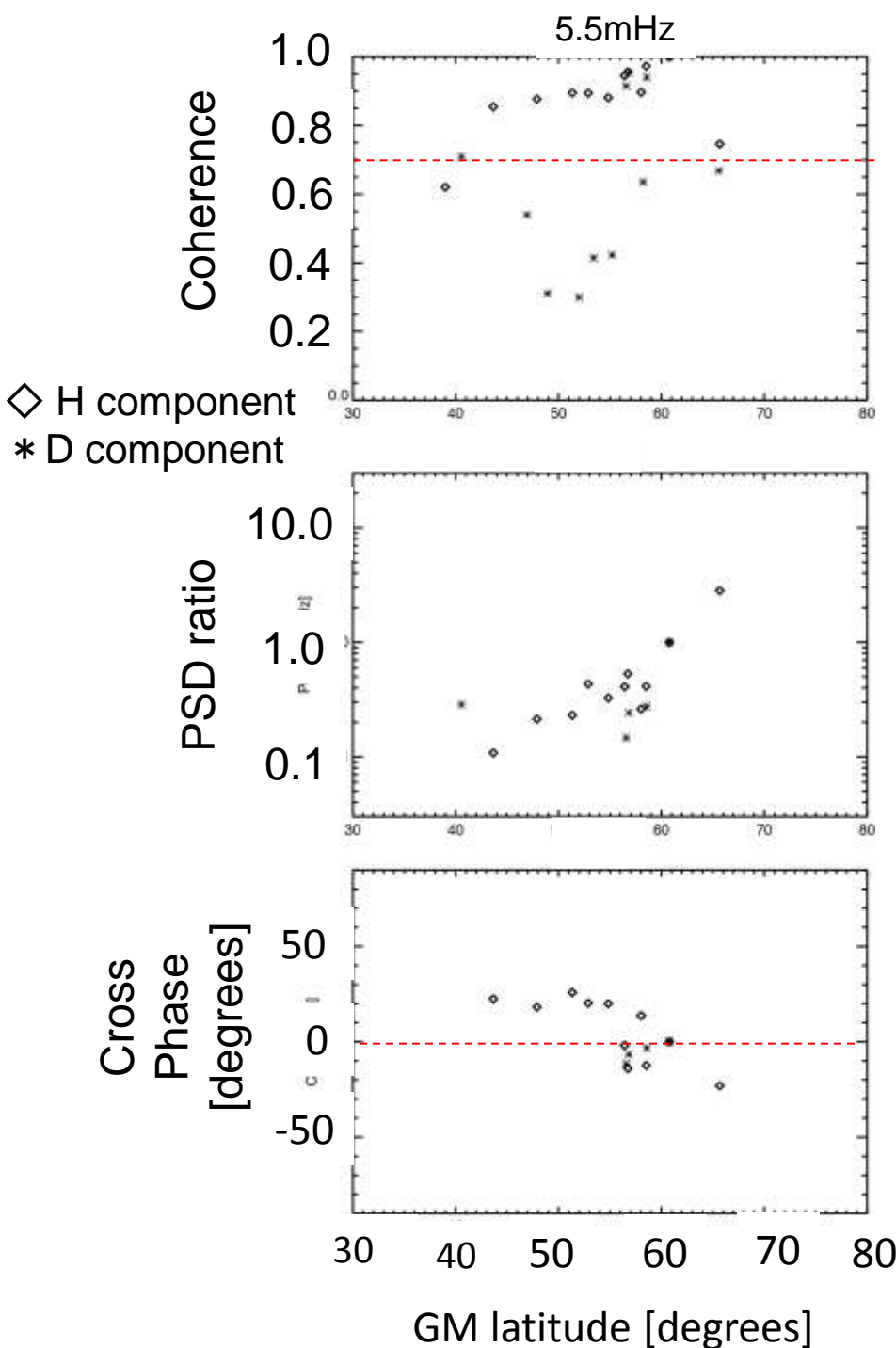


Magnetic latitude [degrees]

# Coherence, PSD, Cross phaseの 磁気緯度分布

各観測点で地上磁場観測点において、OUJに対するCoherence、PSDの比、Cross Phaseを計算した。

緯度57度から60度でCross Phaseが変化する。  
→Field line resonanceがおきている。

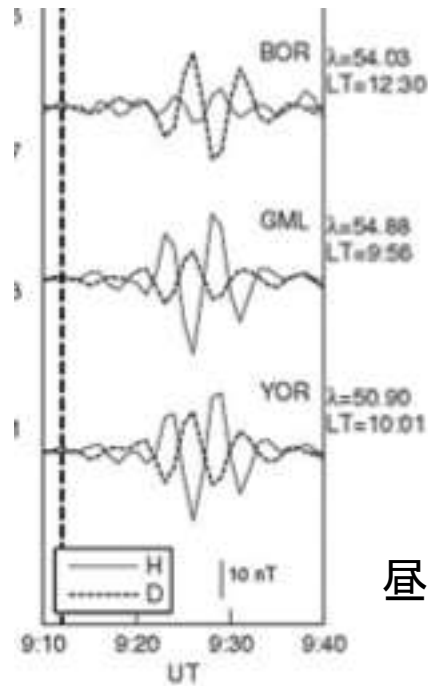
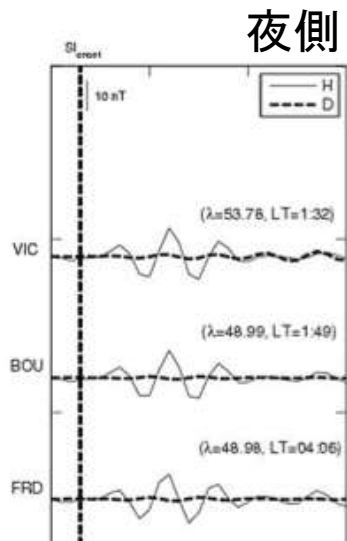


# 昼側・夜側中緯度 Pc5の振幅の評価

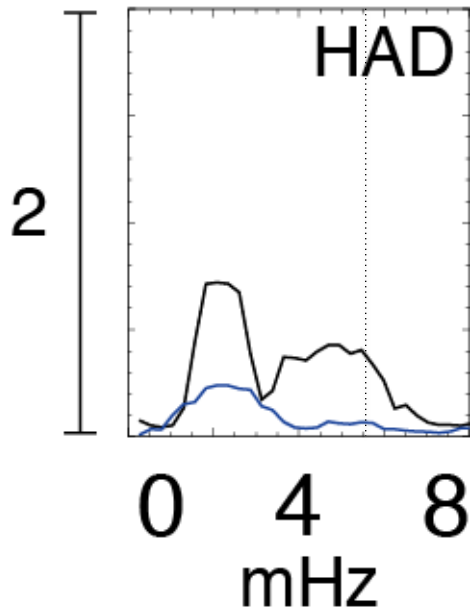
←Piersanti et al.(2012)

SC によって発生した3.3mHzのPc5

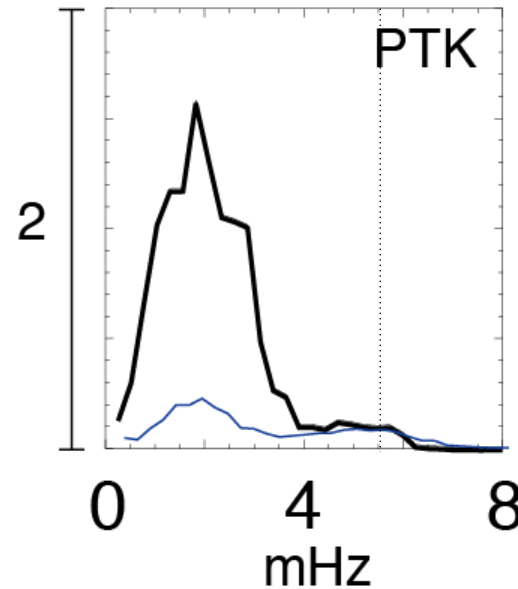
$$\frac{\text{夜側Pc5}}{\text{昼側Pc5}} \sim \frac{20 \text{ nT}}{40 \text{ nT}} \sim 0.5$$



$\times 10^4 \text{ nT}^2 \text{ Hz}^{-1}$



$\times 10^4 \text{ nT}^2 \text{ Hz}^{-1}$



本イベント 5.5 mHzのPc5

H成分:  $\sqrt{\frac{PSD(PTK)}{PSD(HAD)}} \sim \sqrt{\frac{1034}{3641}} \sim 0.53$



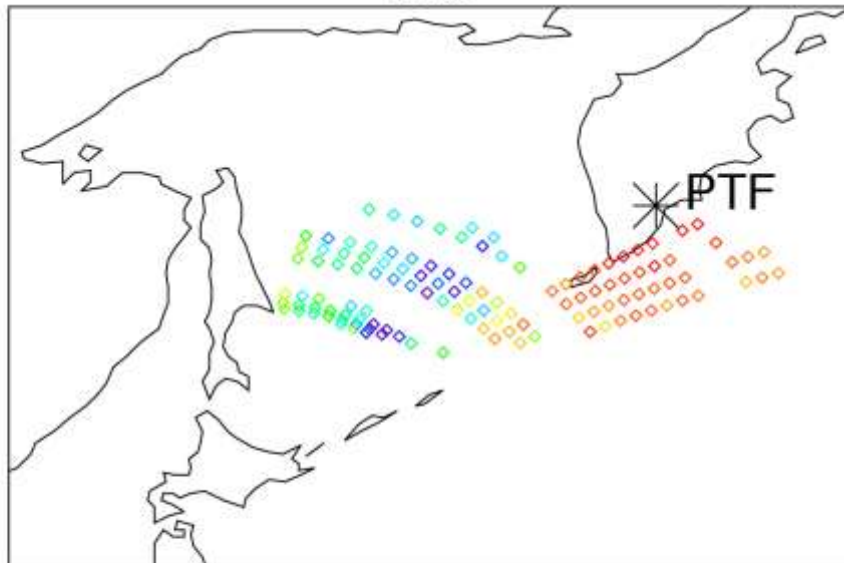
# Summary

- 2012年3月8日 11:09 UTで起きたSCに伴い、Pc5が発生した。
  - 夜側に位置するSuperDARN北海道レーダーでは、Pc5周期(2mHzと5.5mHz)の擾乱を観測した。5.5mHzのm-numberを計算は、小さい(9.6)。
  - レーダー視野近くの地上磁場(PTK)には似た波形を持つPc5が観測されなかった。
  - 昼側に位置するSAMNETには、5.5mHzの擾乱が観測され、レーダーが観測したPc5と相関が高かった。
  - 5.5mHzで振幅比、位相差の緯度分布によると、昼側では磁気緯度57から60度でFRLが起きている。





2mHz



5mHz

