

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. Teramoto¹, N. Nishitani¹, V. Pilipenko^{2,3}, K. Shiokawa¹,
T. Nagatsuma⁴, and K. T. Murata⁴

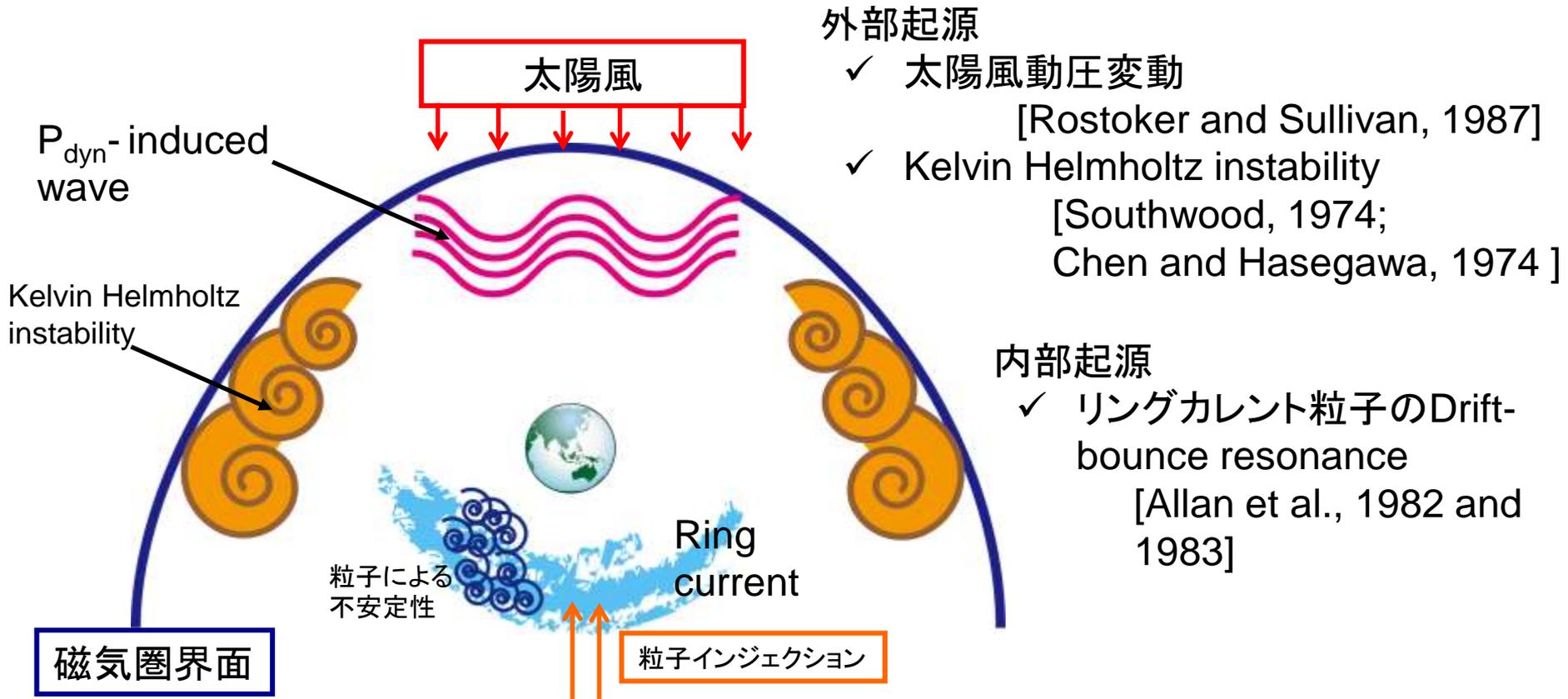
¹*Solar-Terrestrial Physics Laboratory, Nagoya University, Nagoya, Japan*

²*Space Research Institute, Moscow, Russia*

³*Institute of the Physics of the Earth, Moscow, Russia*

⁴*National Institute of Information and Communications Technology, Koganei, Japan*

Pc5波動の励起機構



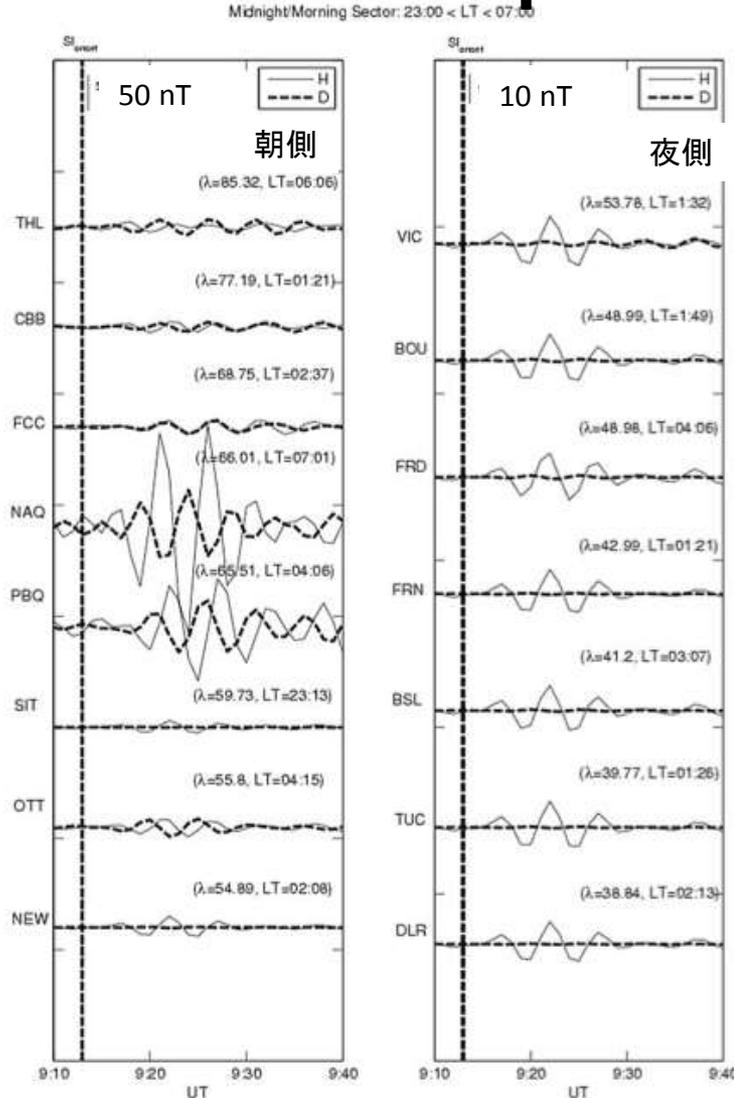
外部起源

- ✓ 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。

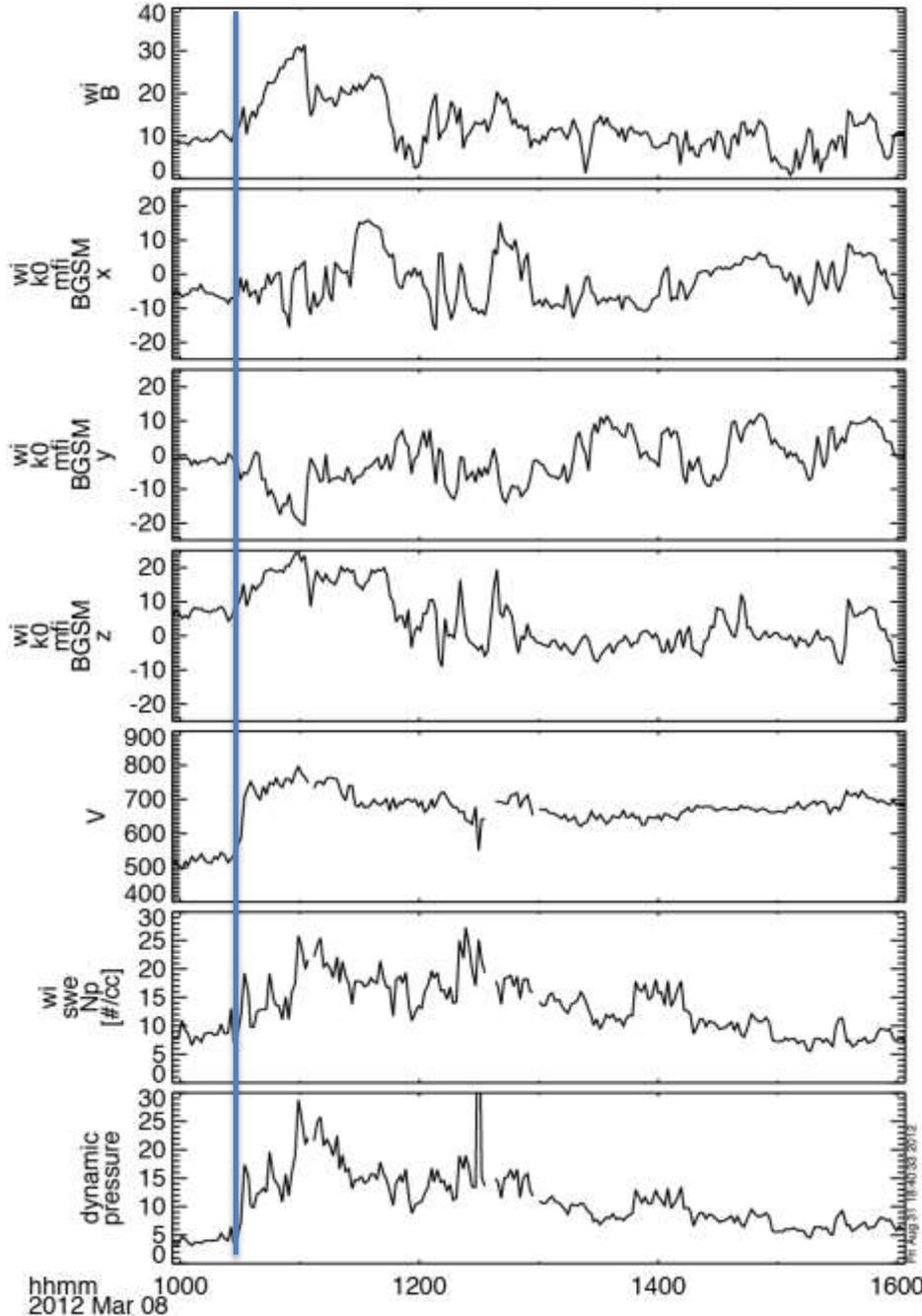


SuperDARN北海道レーダーによって調べる。
2012/3/08 11:09UTのSCに伴うPc5波動

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 PBQ ($\lambda = 65.51^\circ$, LT = 04:06).

(Piersanti et al., 2012)

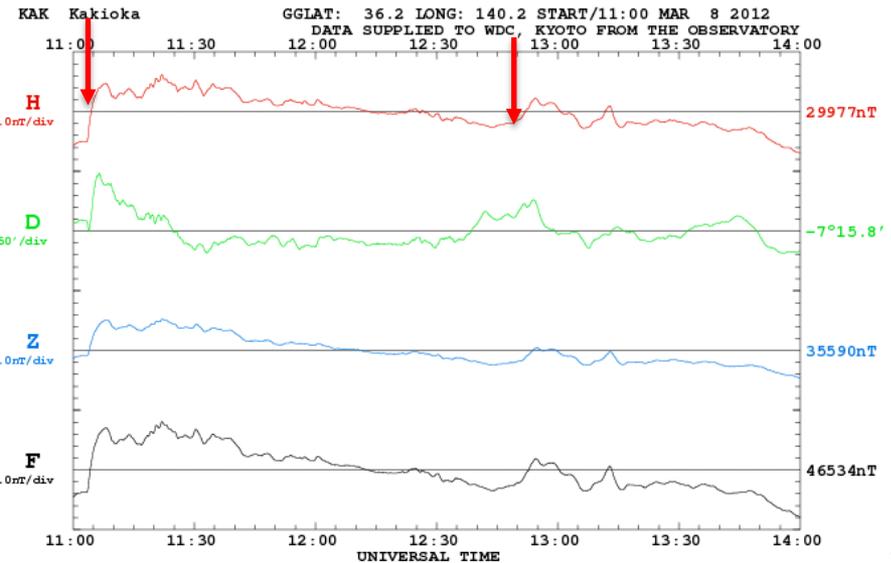
WIND observation



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).

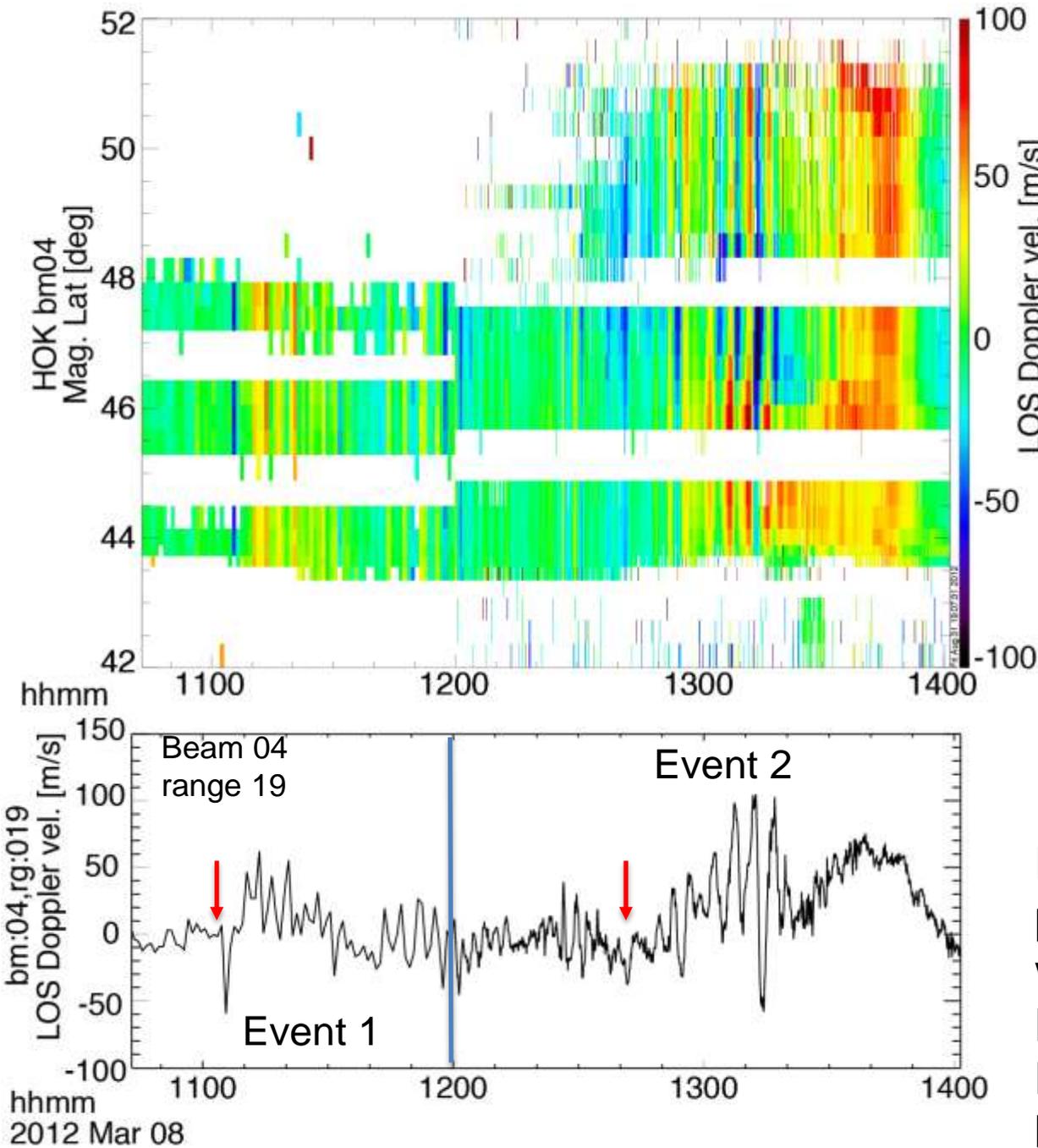


[<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/cgi-bin/caplot-j-cgi>]

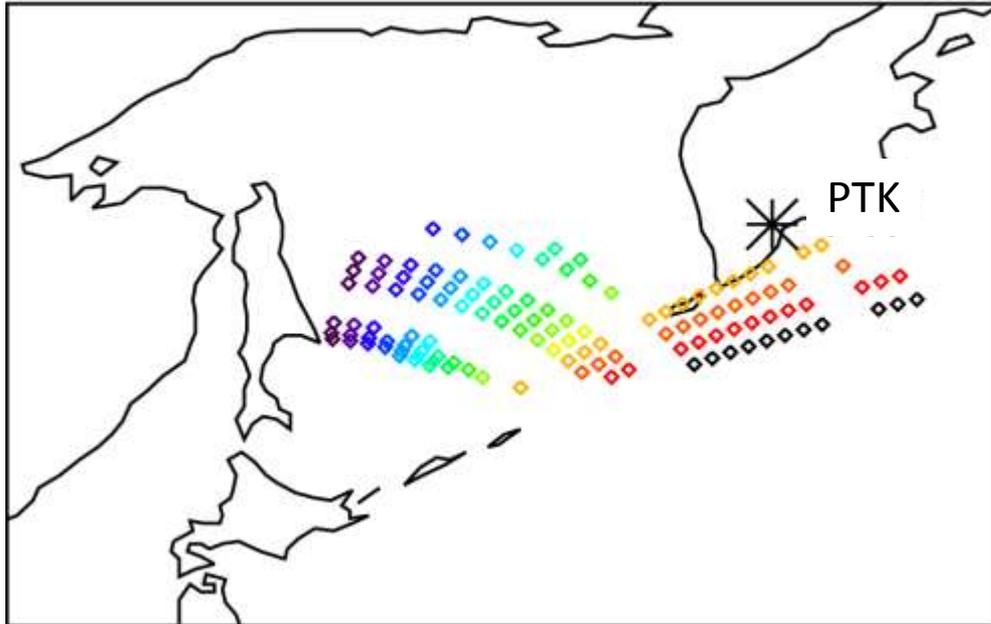
Pc5 pulsations observed by the Hokkaido radar

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.

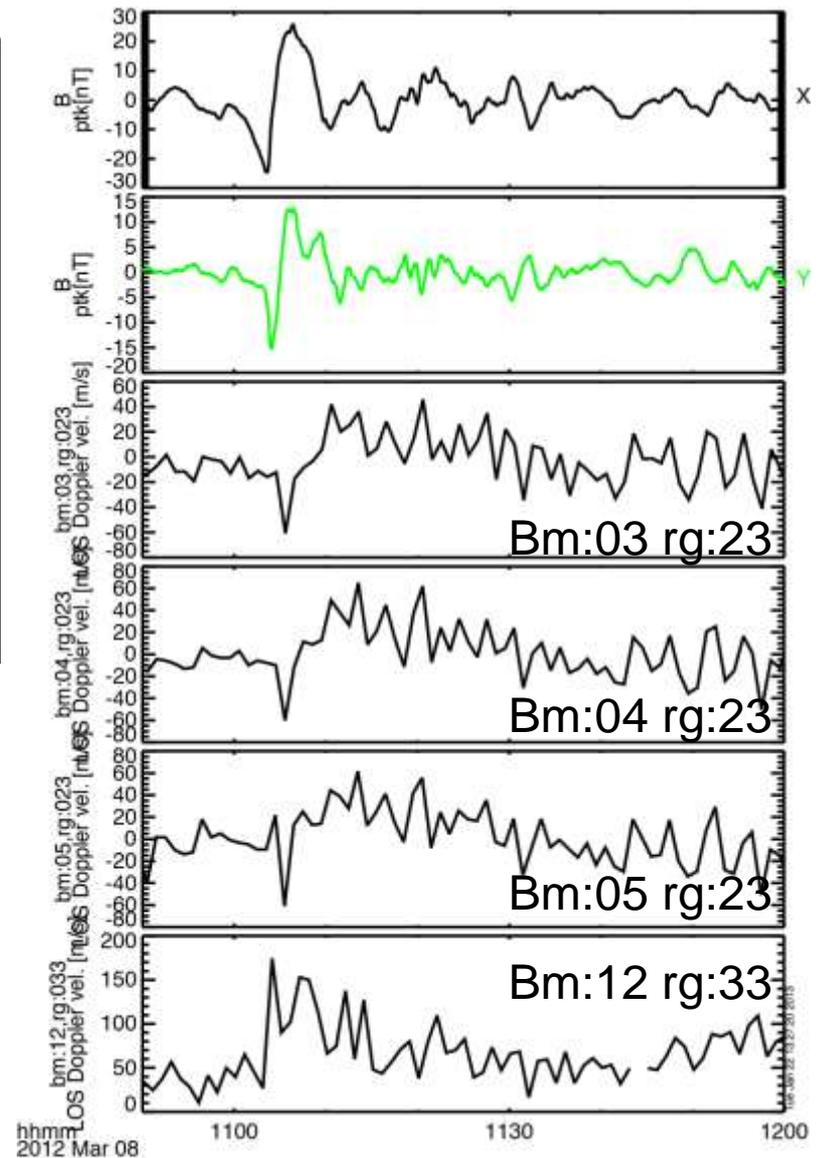
Pc5 pulsations with periods of 3-7 minutes were observed at mid latitude ($41.5\text{-}53.0^\circ$ MLAT) on the nightside by the Hokkaido radar.



地上磁場との比較 : event 1



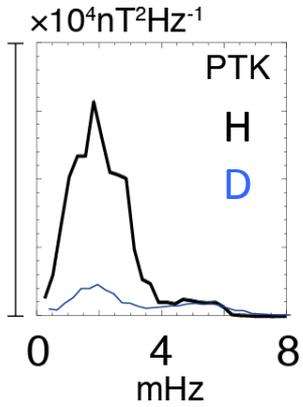
Waveforms of magnetic perturbations at PTK were not similar to those observed by the SuperDARN Hokkaido radar.



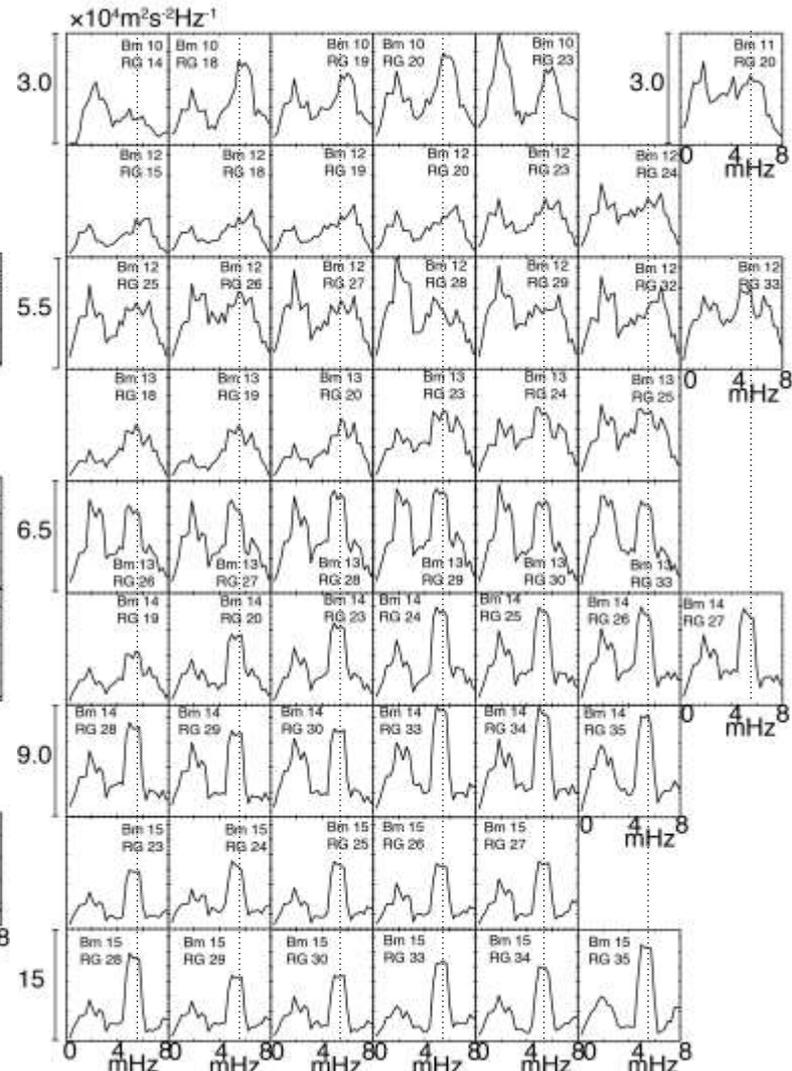
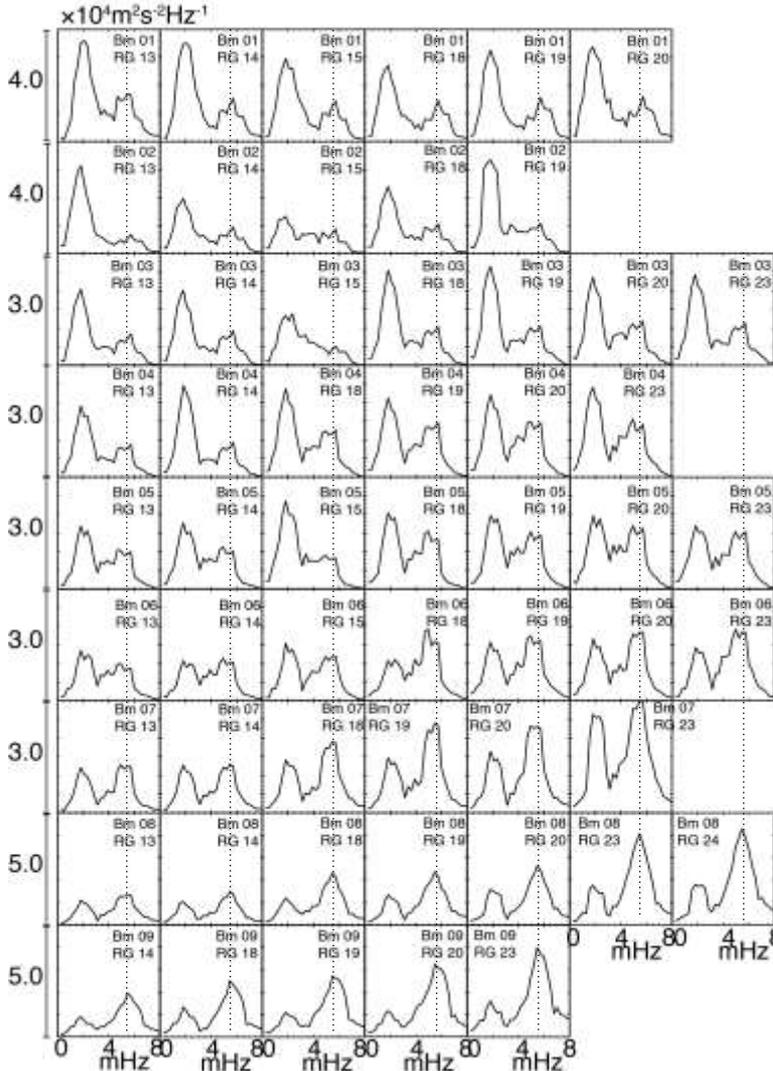
PTK磁場擾乱と北海道-陸別HFレーダーPc5

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



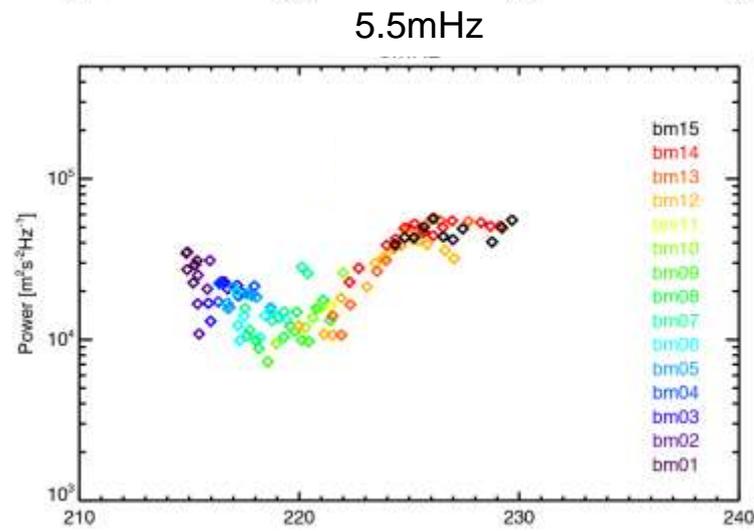
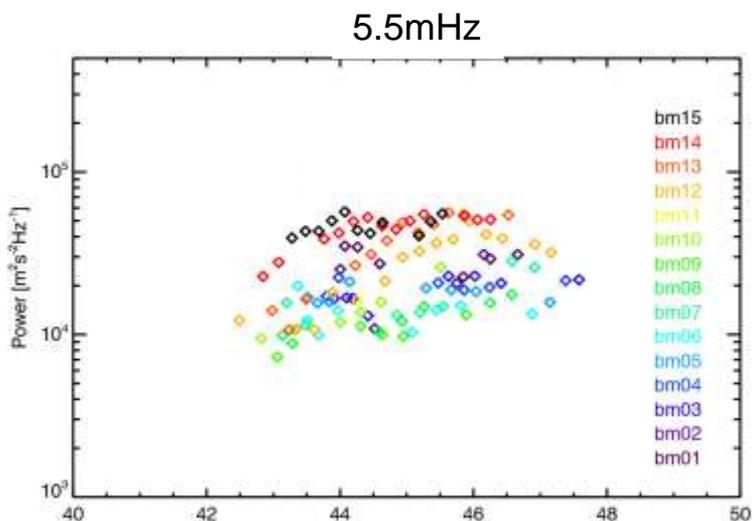
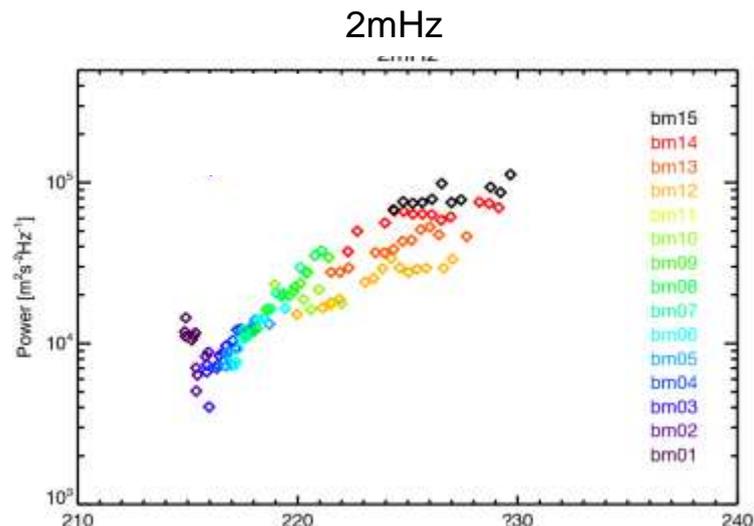
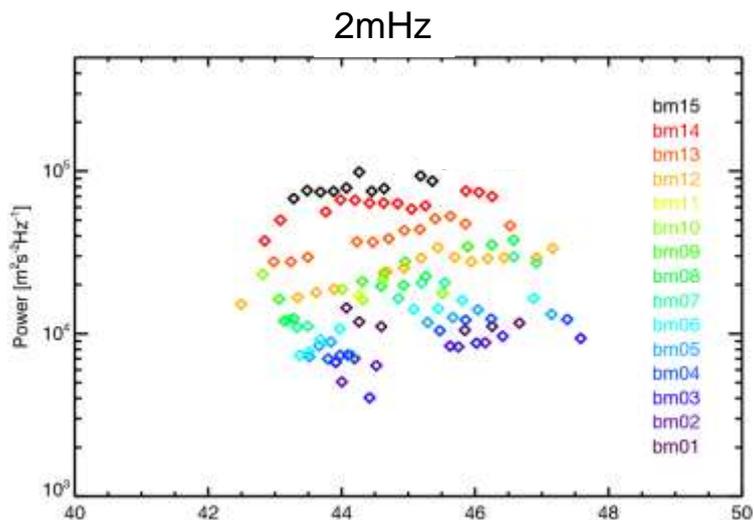
FFT 2012/3/8 1050-1153UT



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？

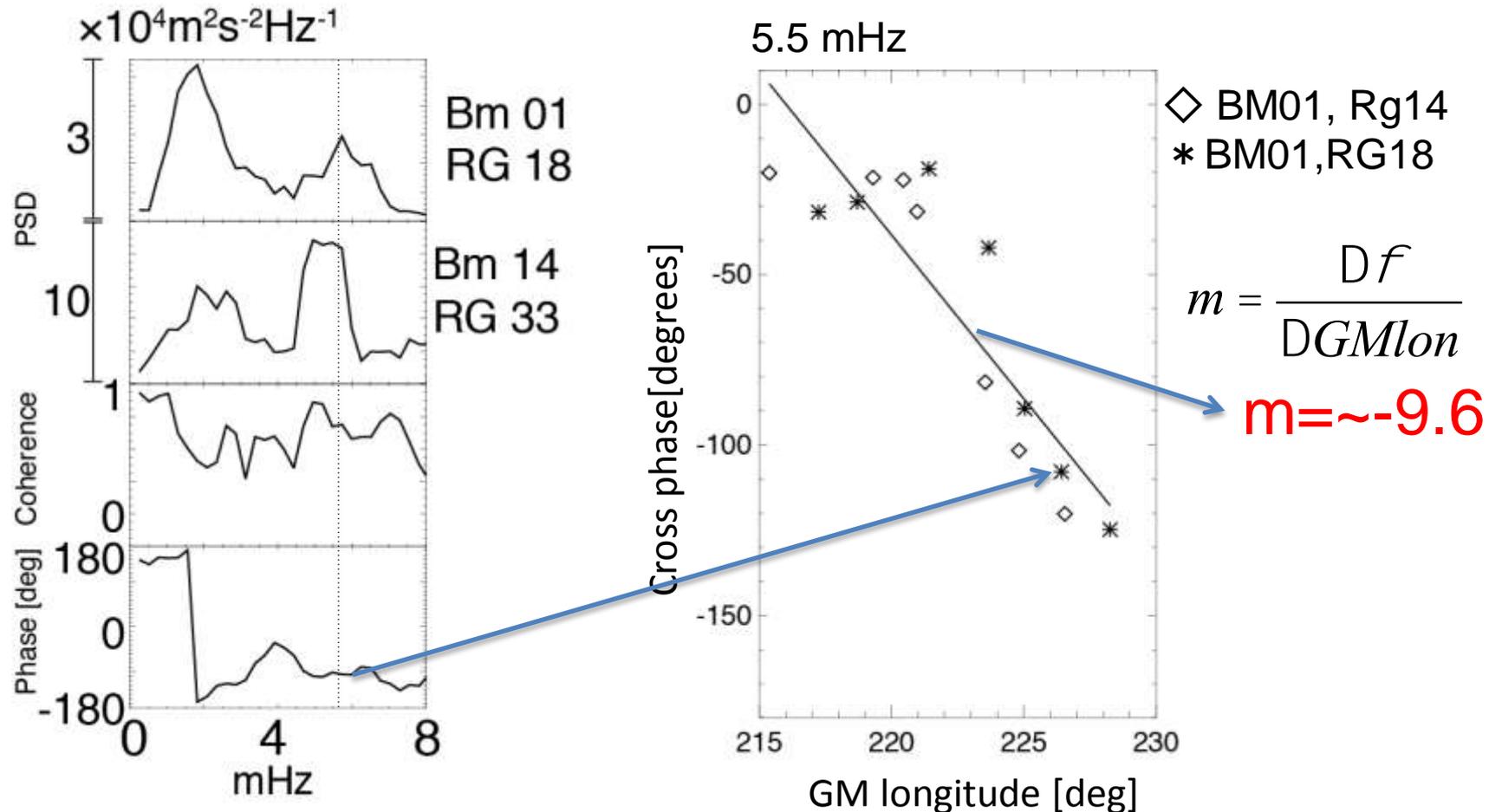


緯度 [degrees]

経度 [degrees]

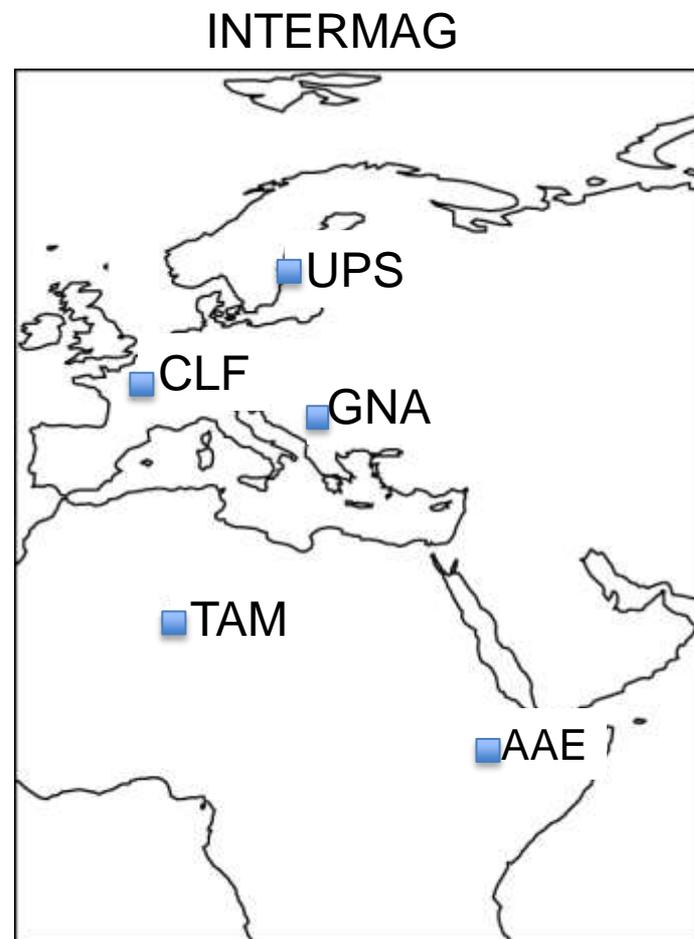
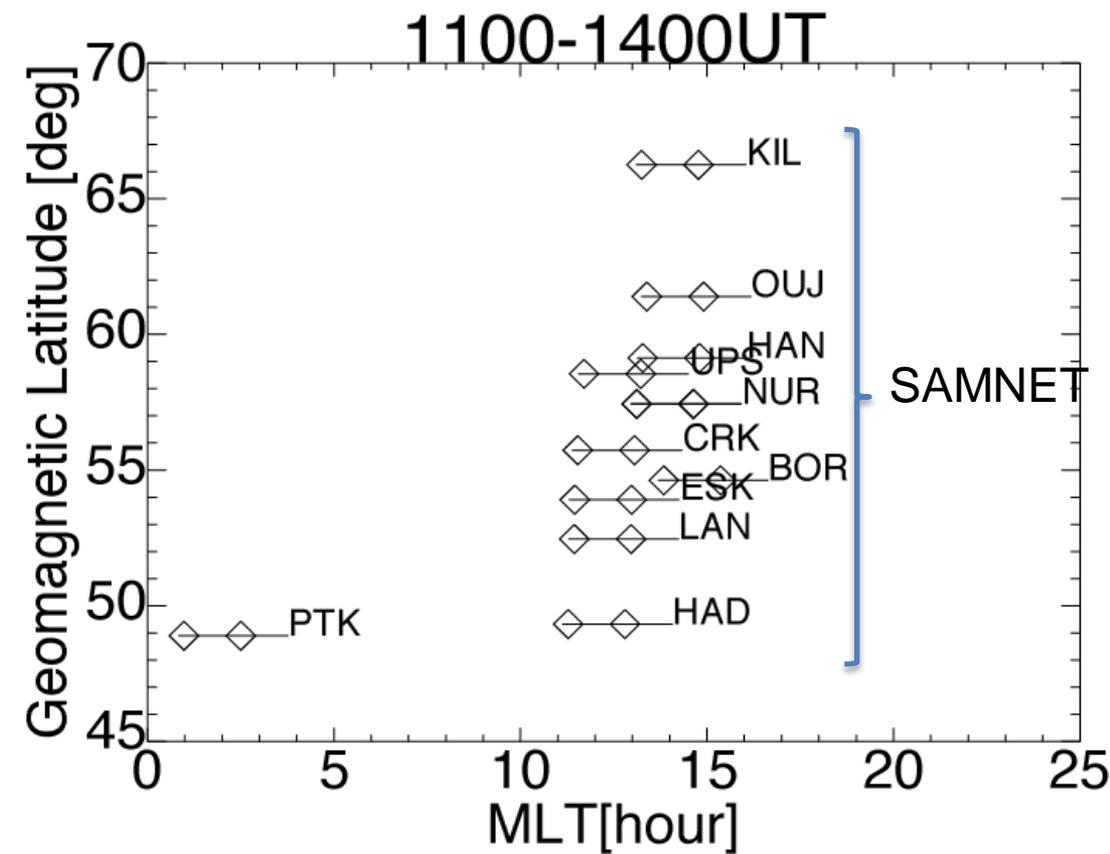
m-numberの導出

FFT 2012/3/8 1050-1153

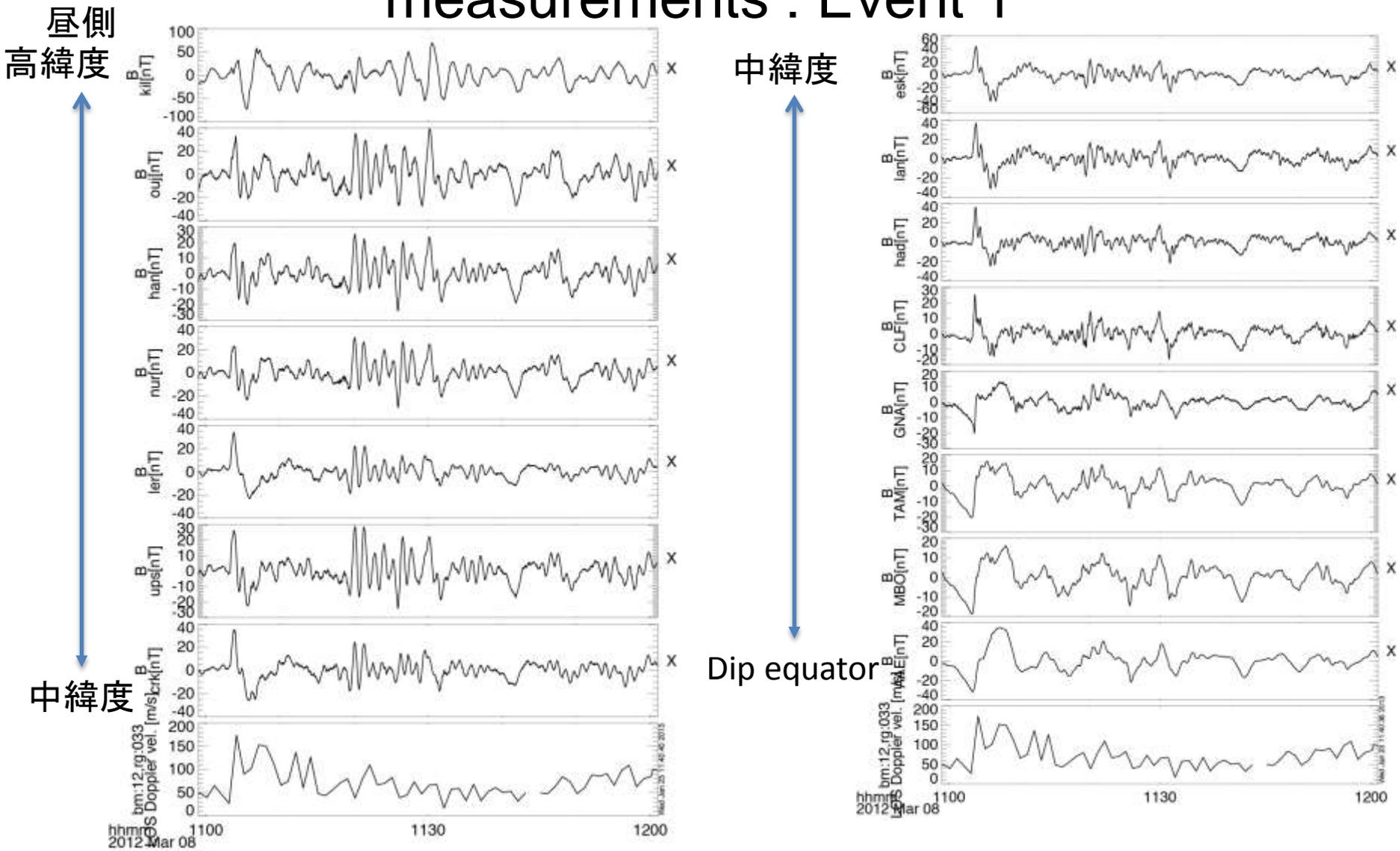


- Beam 01・range 14とrange18 のPc5対して、各beamの同緯度で観測したPc5の位相差を導出する。位相差と経度差から、m-numberを導出した。
- m-numberは小さい(9.6)。

昼側地上磁場観測点 SAMNET+INTERMAG



Comparison between 70-110°GMLat geomagnetic and radar measurements : Event 1



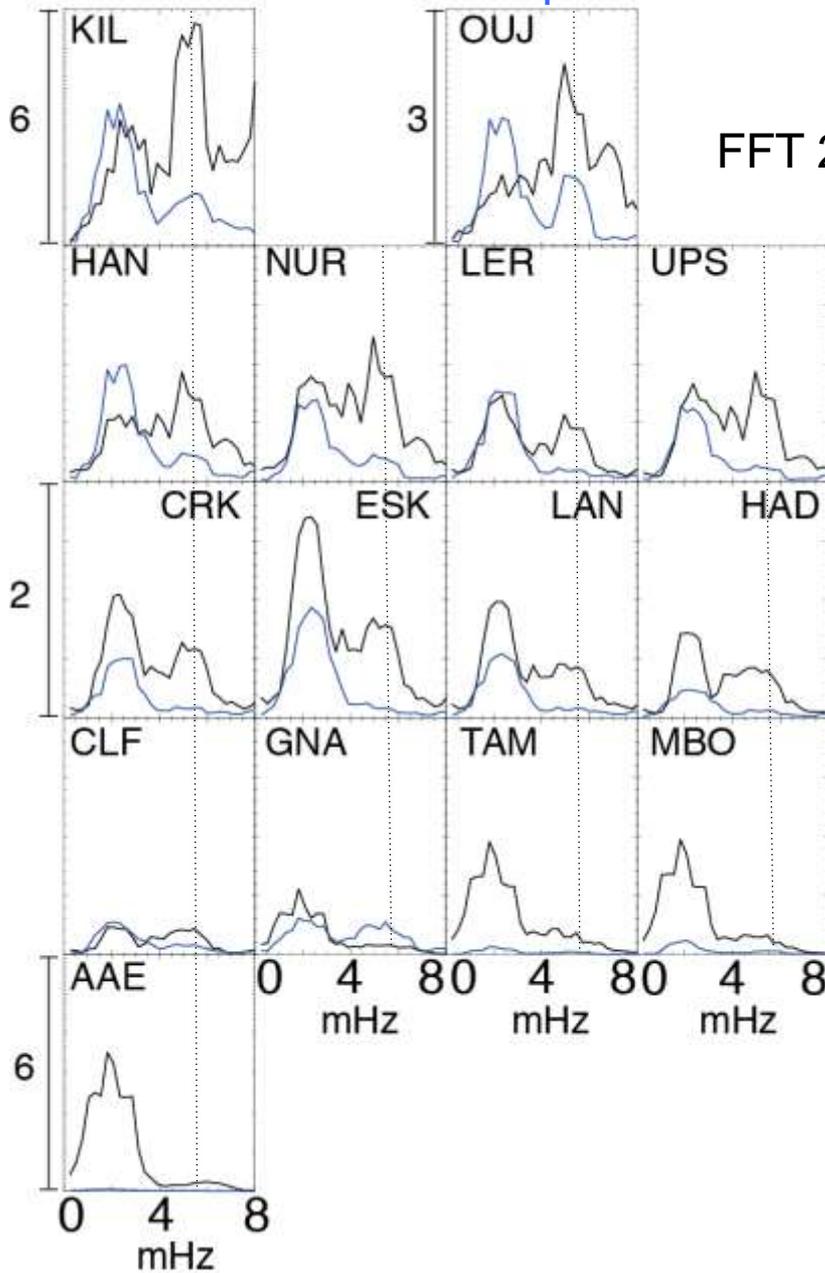
スペクトルの比較

H component

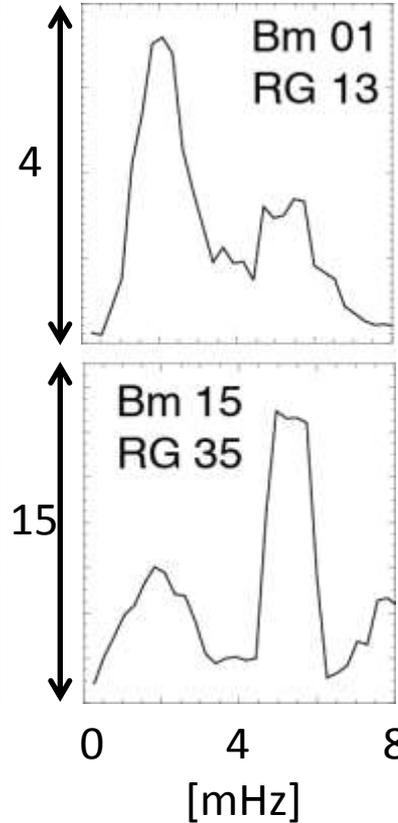
D component

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

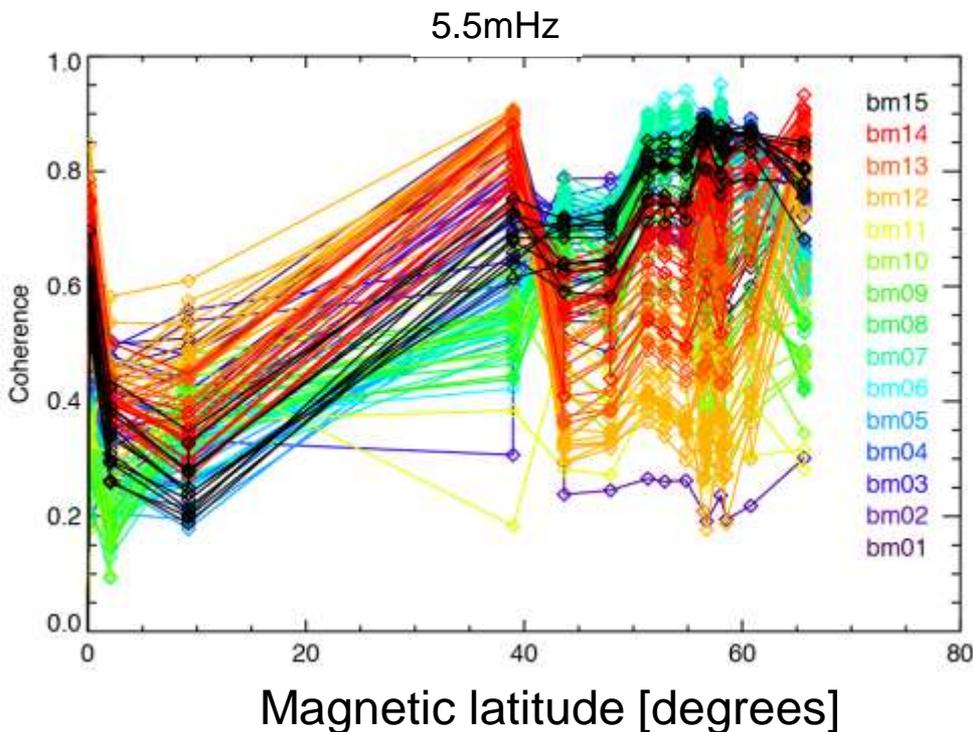
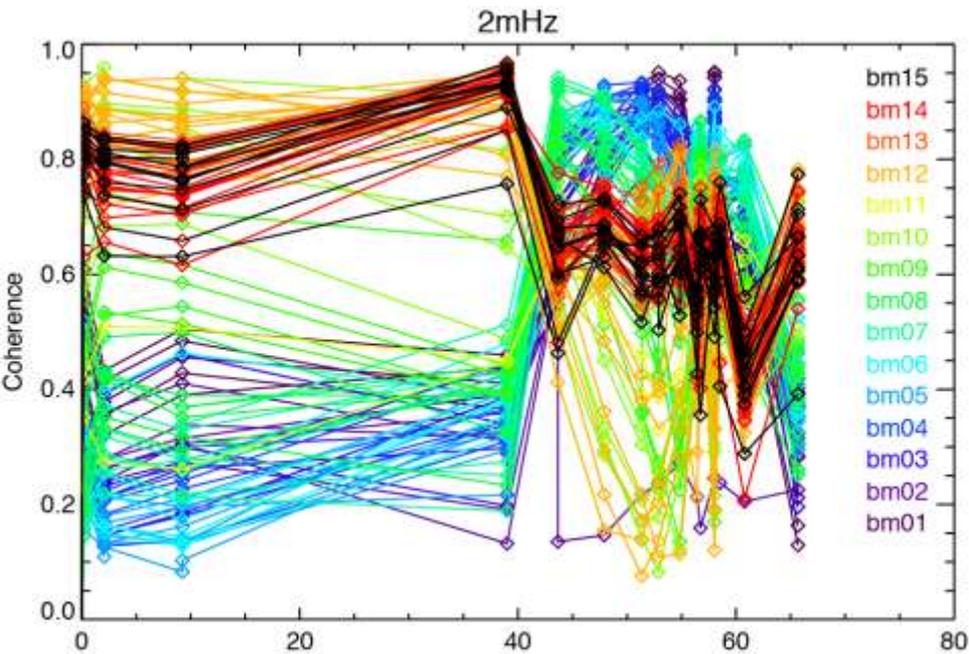
2mHzと5.5mHz卓越周波数で、
レーダーと地上磁場H成分との
coherenceを計算した。

2mHz

Beam5-9は昼側中緯度Pc5と
coherenceが高い。

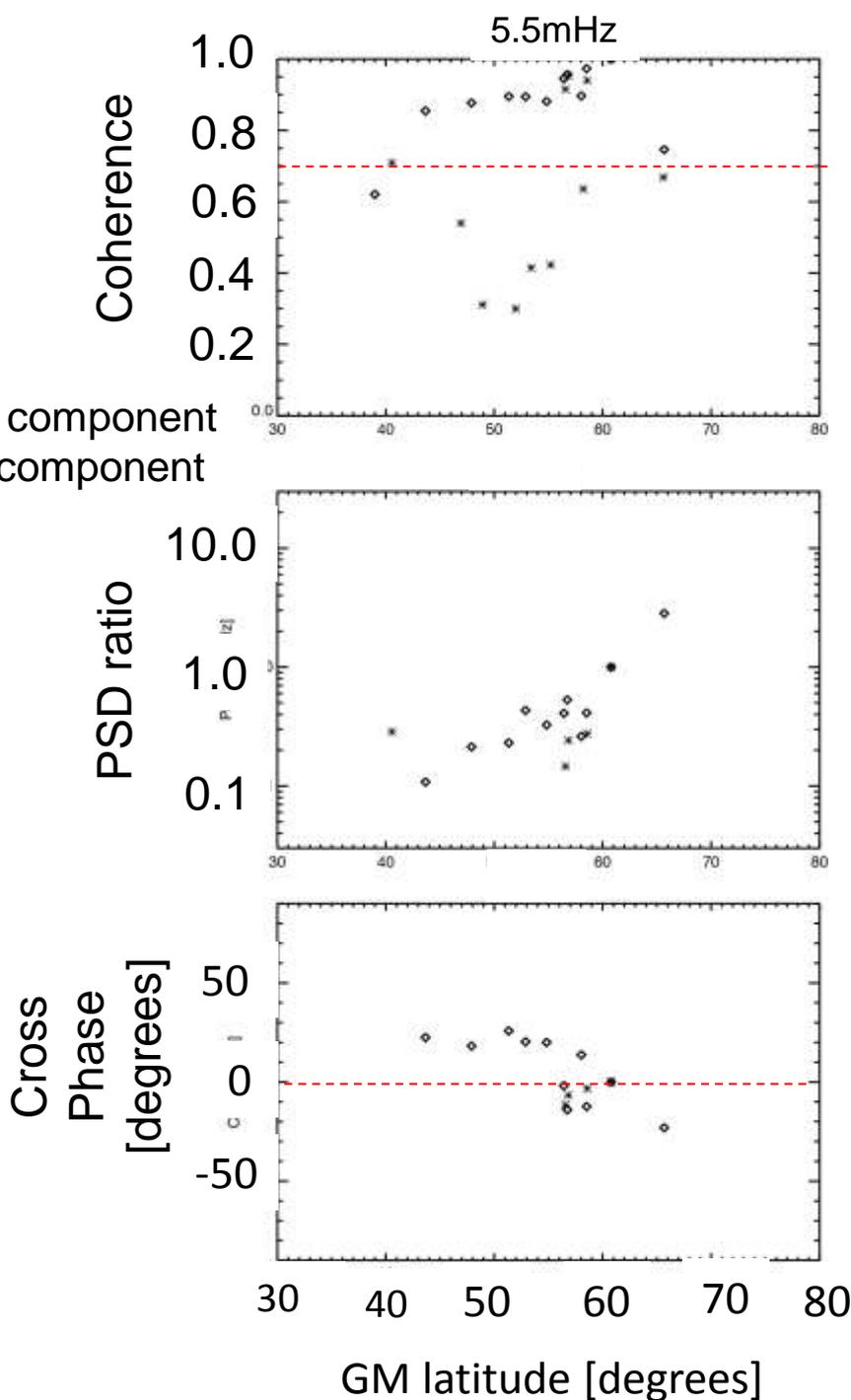
5.5mHz

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



Coherence, PSD, Cross phaseの 磁気緯度分布

◇ H component
* D component



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。

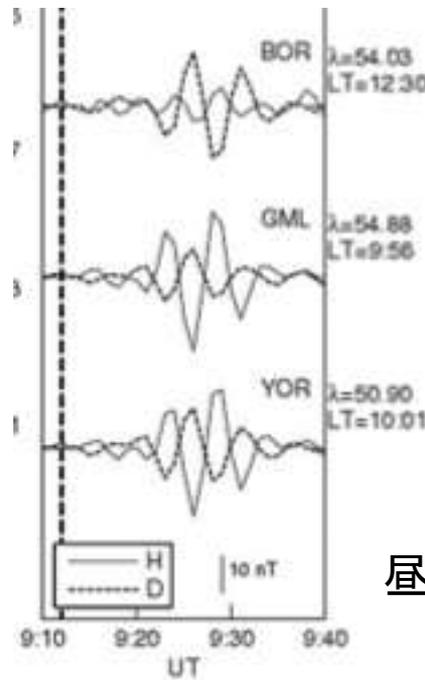
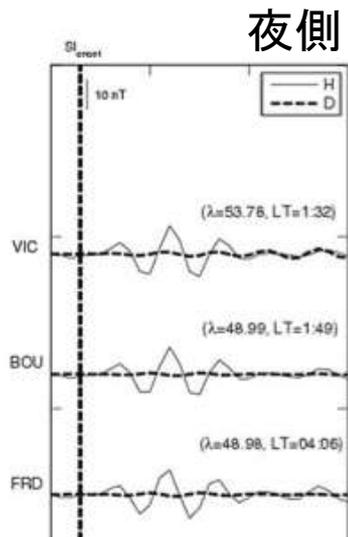
緯度57度から60度でCross Phaseが変化する。
→Field line resonanceがおきている。

昼側・夜側中緯度 Pc5の振幅の評価

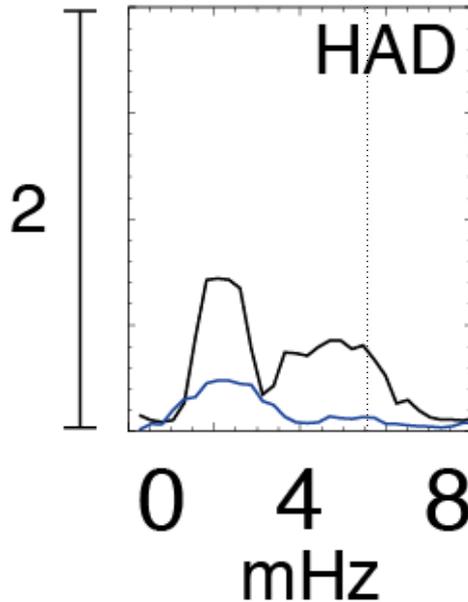
←Piersanti et al.(2012)

SC によって発生した3.3mHzのPc5

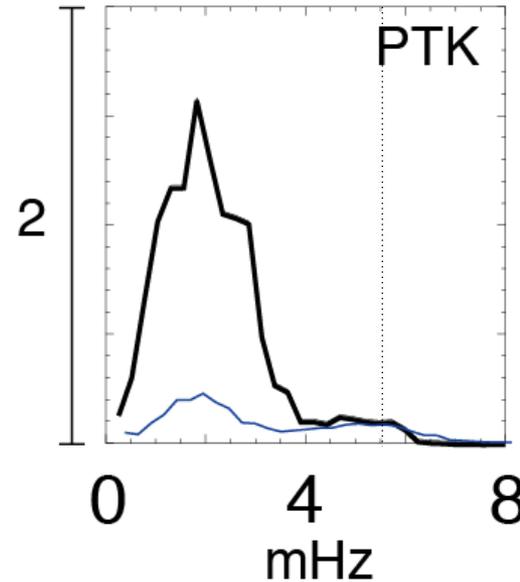
$$\frac{\text{夜側Pc5}}{\text{昼側Pc5}} \sim \frac{20 \text{ nT}}{40 \text{ nT}} \sim 0.5$$



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



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



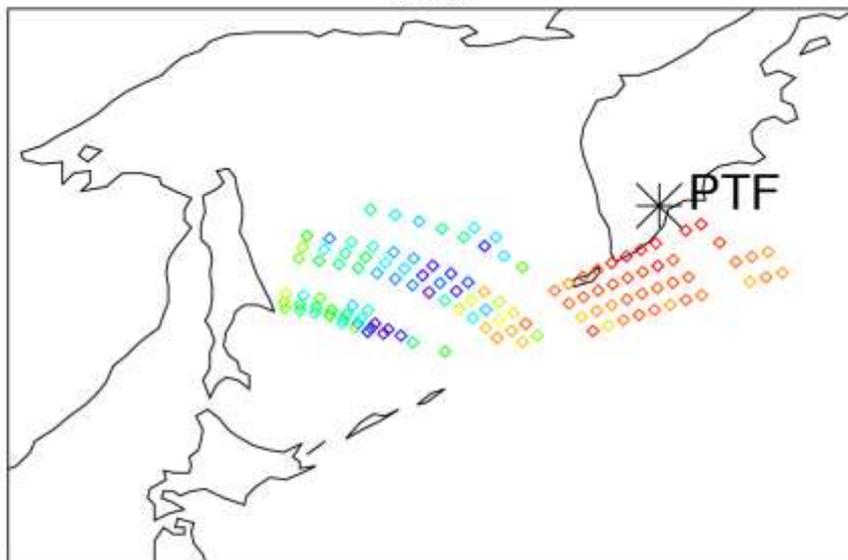
本イベント 5.5 mHzのPc5

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

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

