

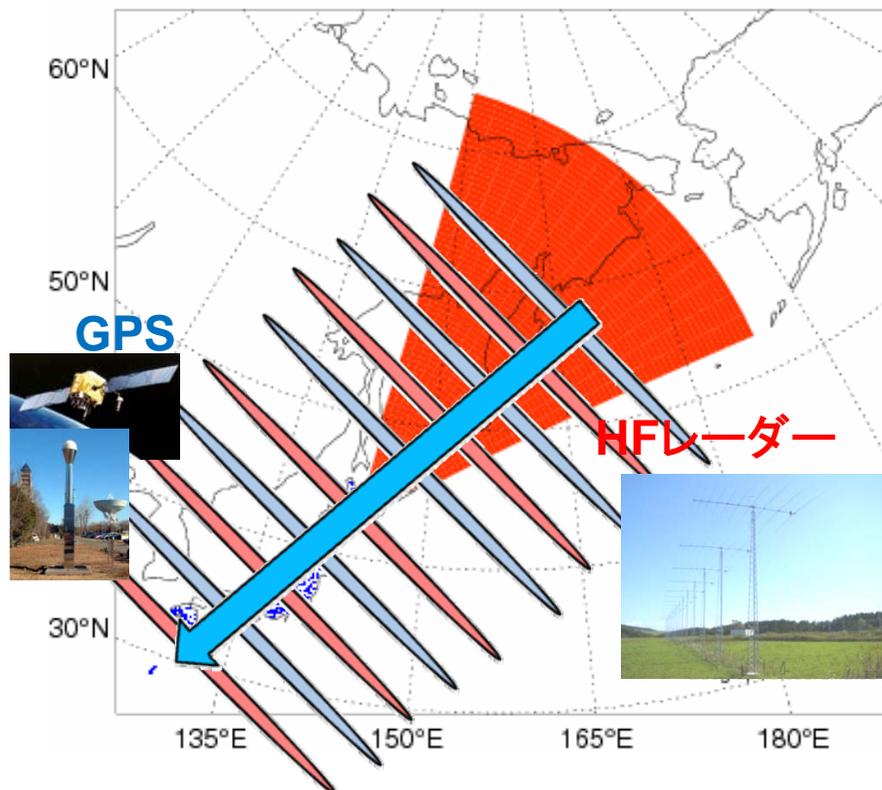
北海道-陸別HFレーダーとGPSを用いた 中規模伝搬性電離圏擾乱の解析

市原章光・西谷 望(名大STE研)・
小川忠彦・津川卓也(NICT)・
北海道-陸別HFレーダー研究グループ

2008.12.8 中緯度短波レーダー研究会



背景・目的



背景

■従来、日本上空のMSTIDについてGPS受信機網等を用いて観測、解析が行われてきた。

■2006年11月より北海道にHFレーダーが設置されたことで、さらに高い緯度領域においてMSTIDの観測、解析が可能となった。

目的

■北海道-陸別HFレーダーと日本国内のGPS受信機網を用いてMSTIDの解析を行う。

→両者の観測データの解析を行い、ロシア極東域から日本南端に至る約5000kmに及ぶMSTIDのダイナミクスの解明を進める。

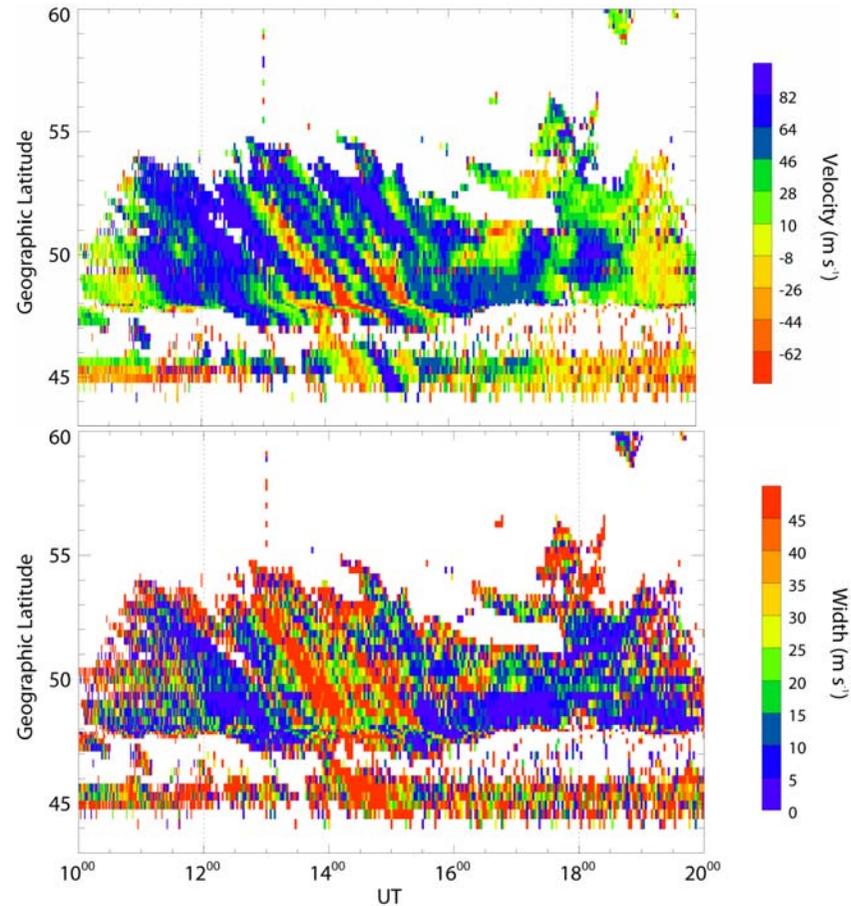
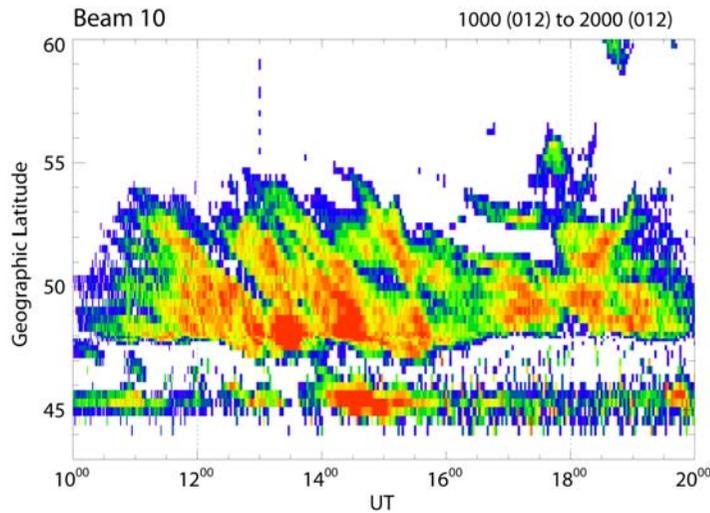
解析：冬季夜間MSTID

2008年1月12日

11-18UT(20-27LT)に観測されたMSTID

SUPERDARN PARAMETER PLOT
Hokkaido: pwr_l

12 Jan 2008⁽¹²⁾
unknown scan mode (-151)

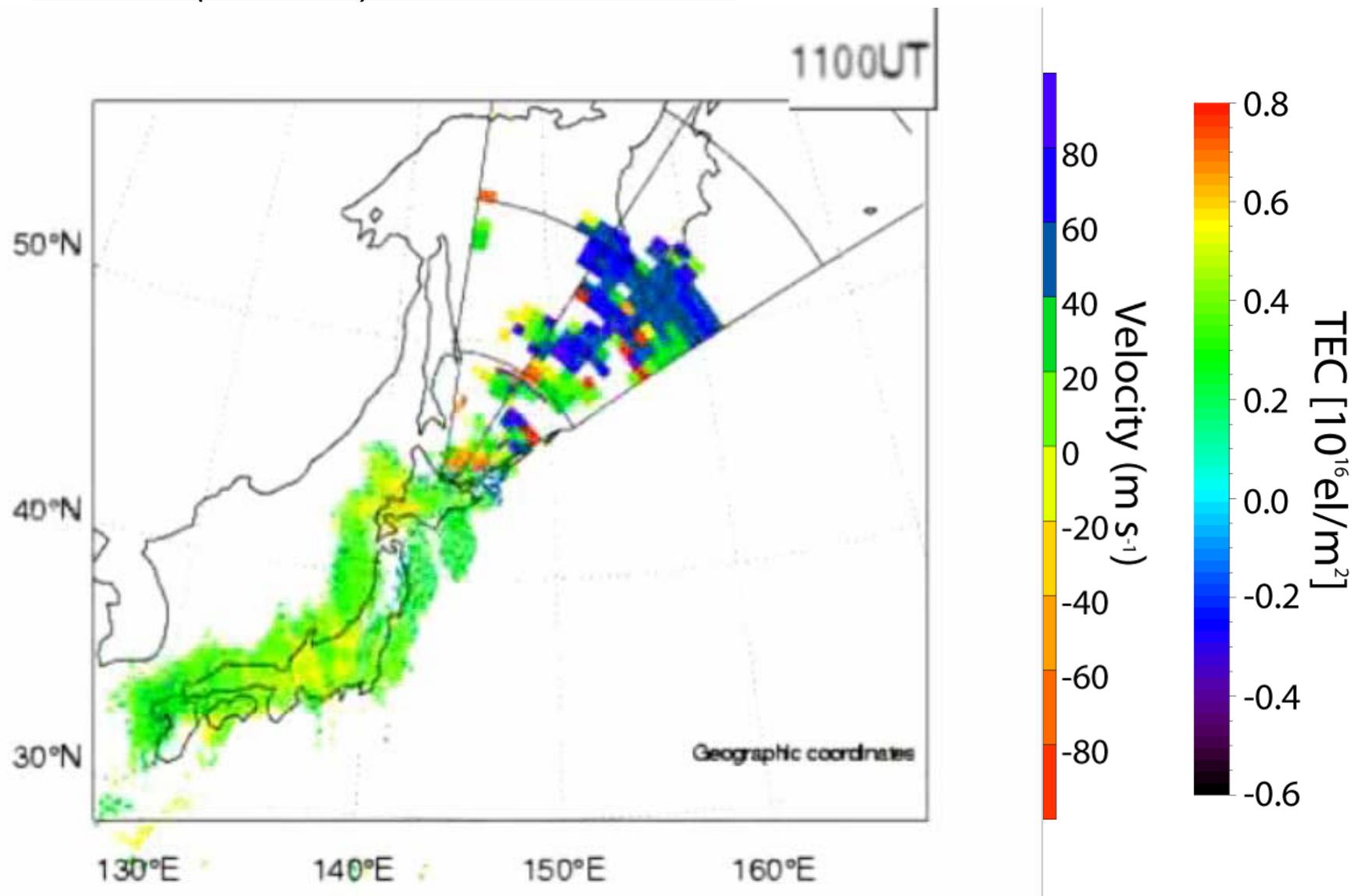


MSTIDは電離圏エコー
によって観測された

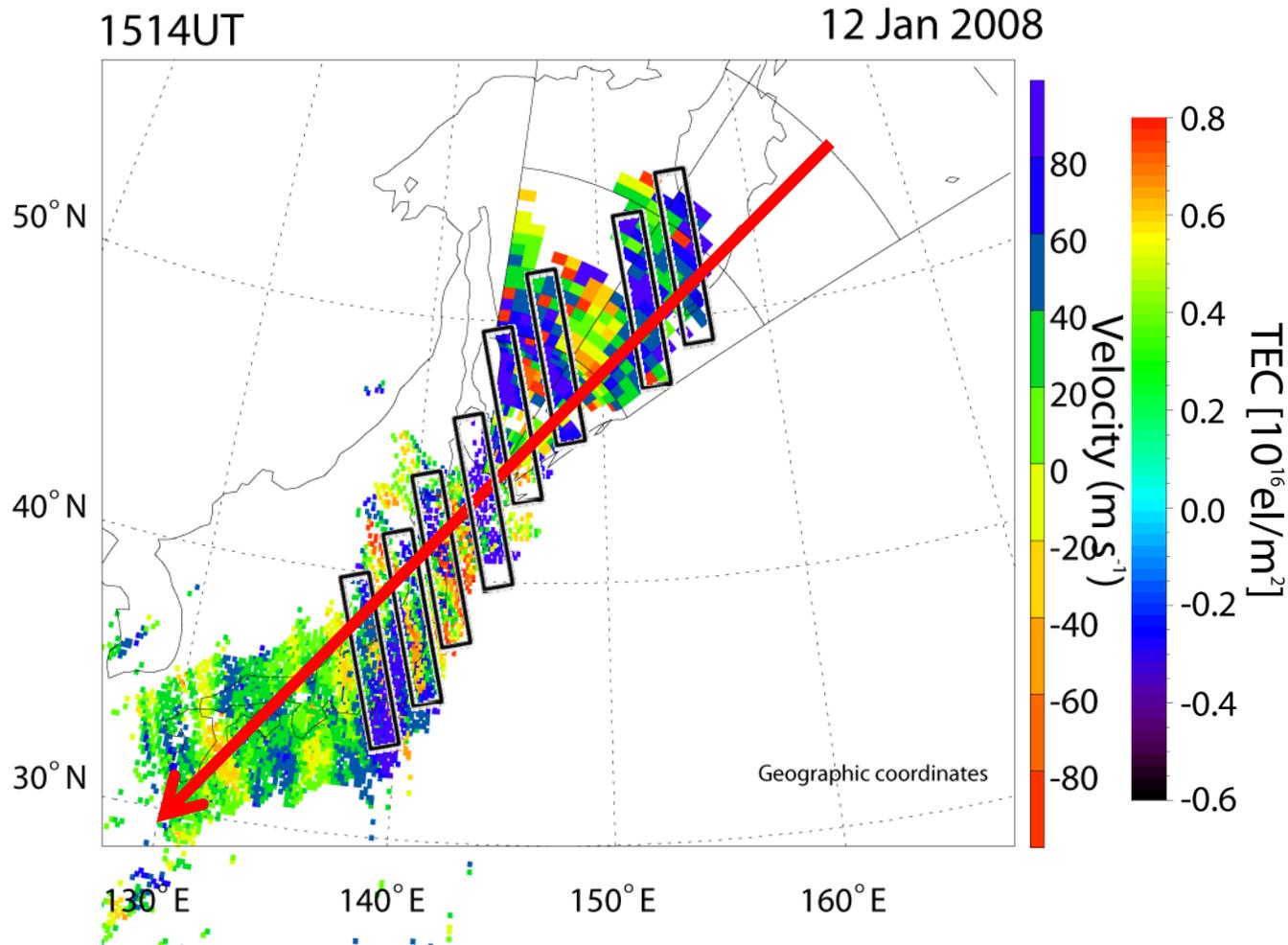
HFLレーダー/GEONET同時観測

2008年1月12日

11-18UT(20-27LT)に観測されたMSTID



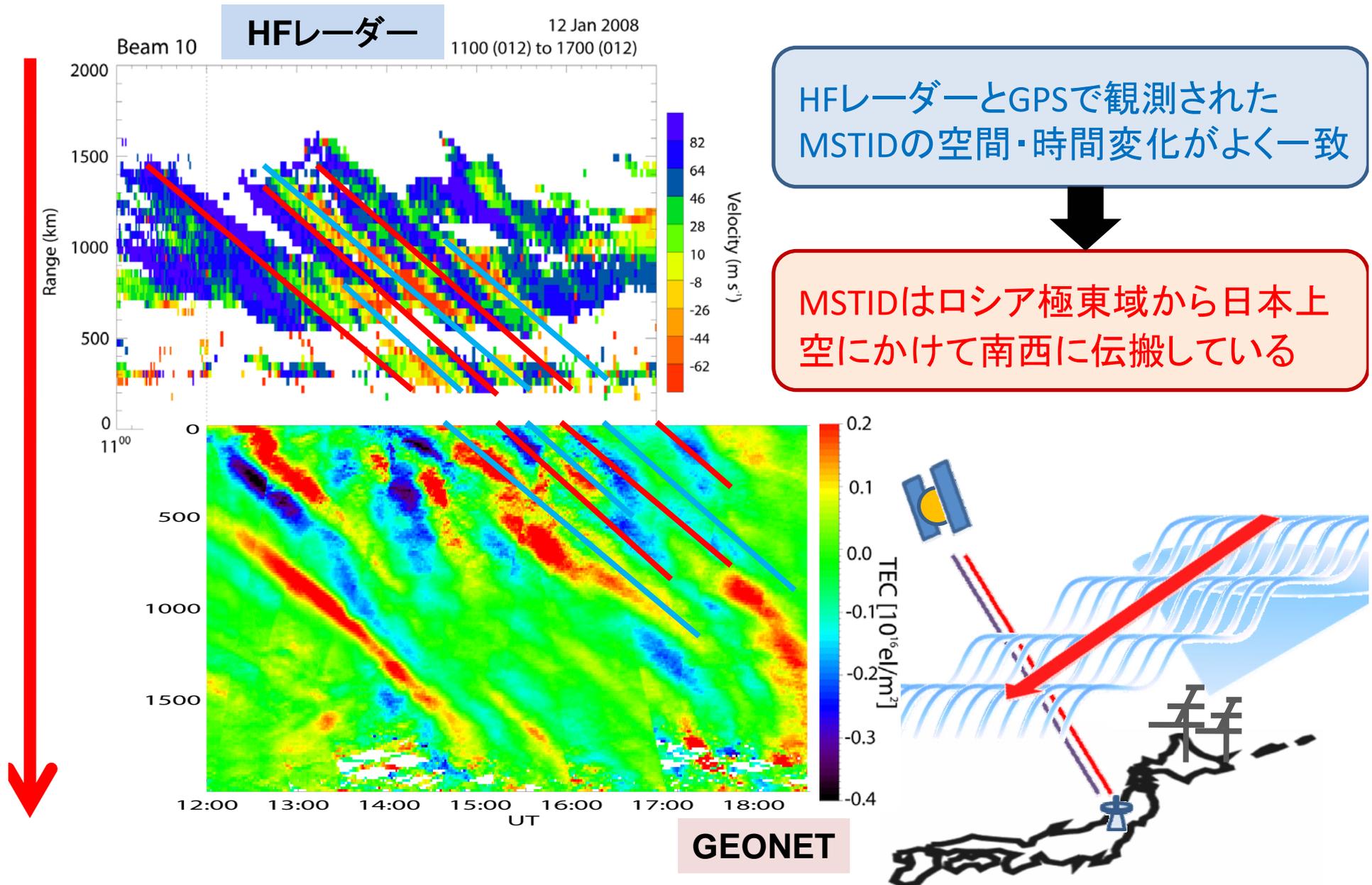
Hfレーダー、GEONETの比較



■短波レーダー、GPS双方の観測データにおいて南西方向に伝搬するMSTIDの構造が観測された。

■直線方向において両観測データの空間・時間分布の比較を行う。

空間・時間分布の比較



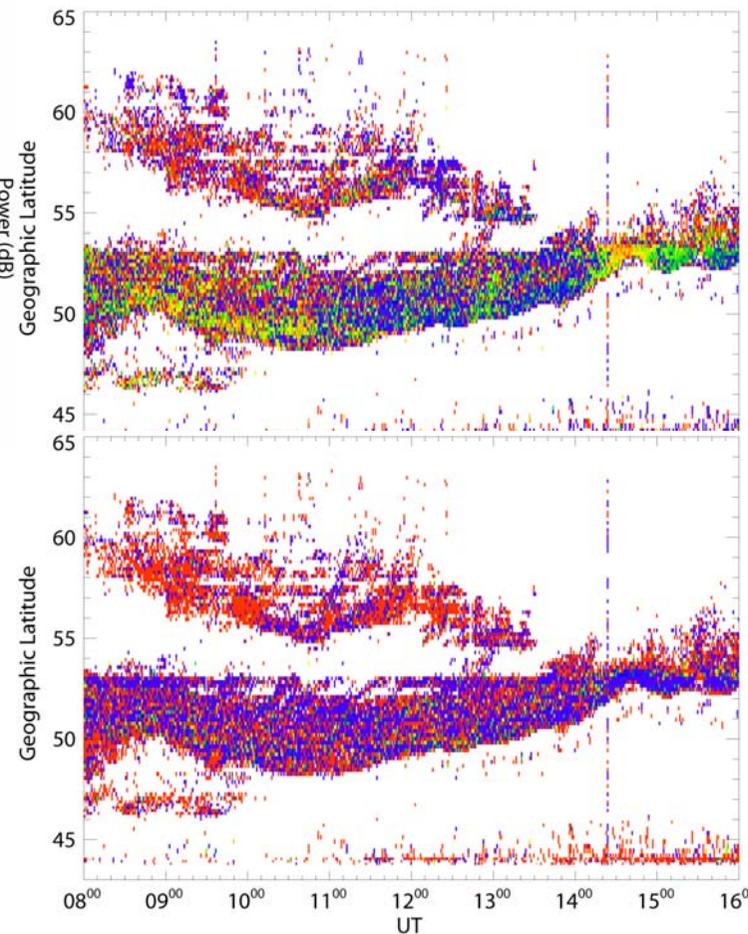
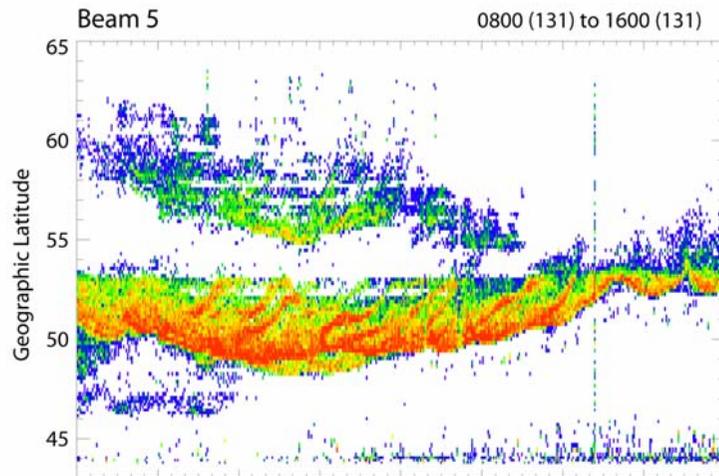
解析：夏季夜間MSTID

2008年5月10日

8-16UT(17-25LT)に観測されたMSTID

SUPERDARN PARAMETER PLOT

10 May 2008⁽¹³¹⁾
fast normal (cw) scan mode (151)

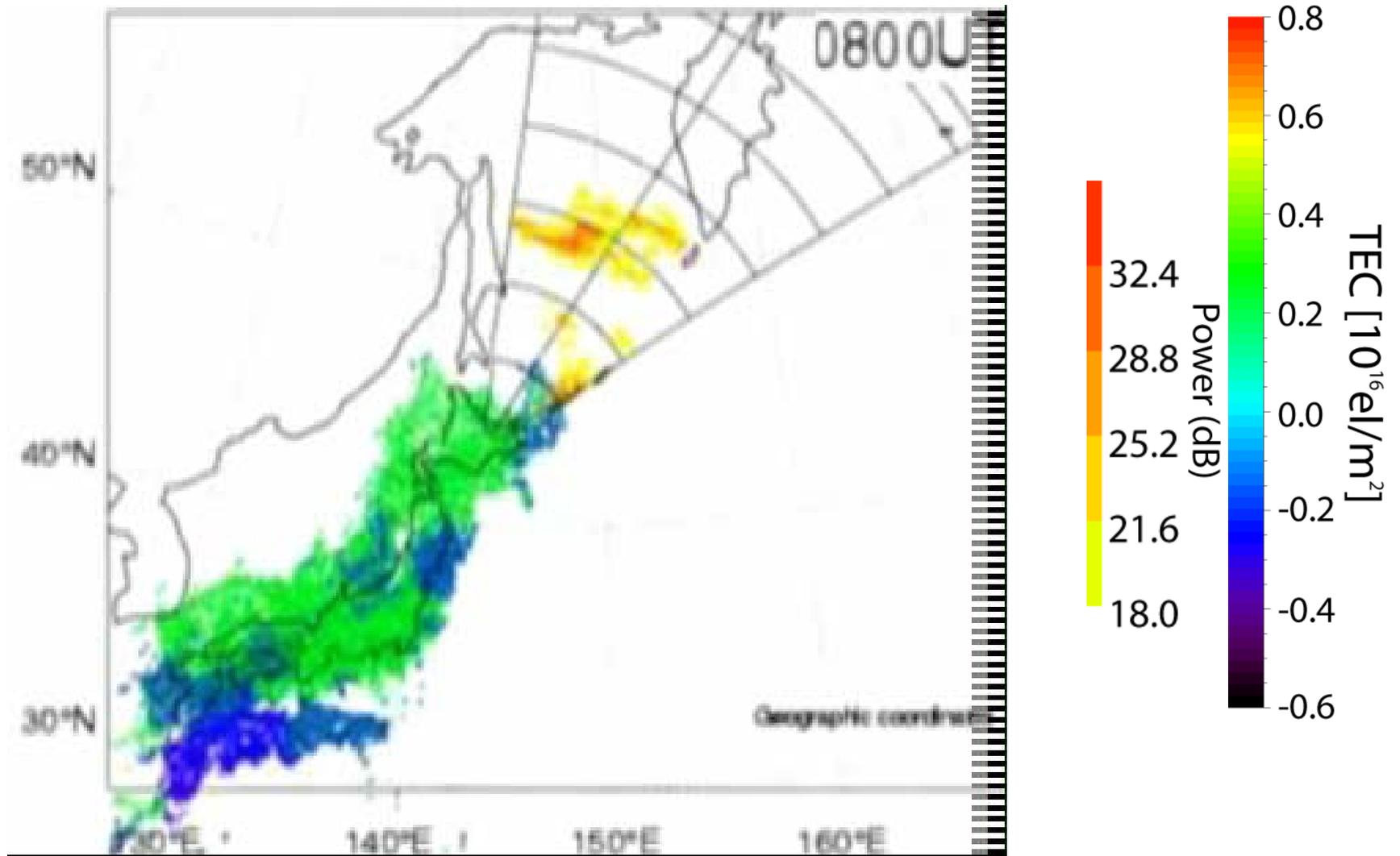


MSTIDは地上散乱エコー
によって観測された

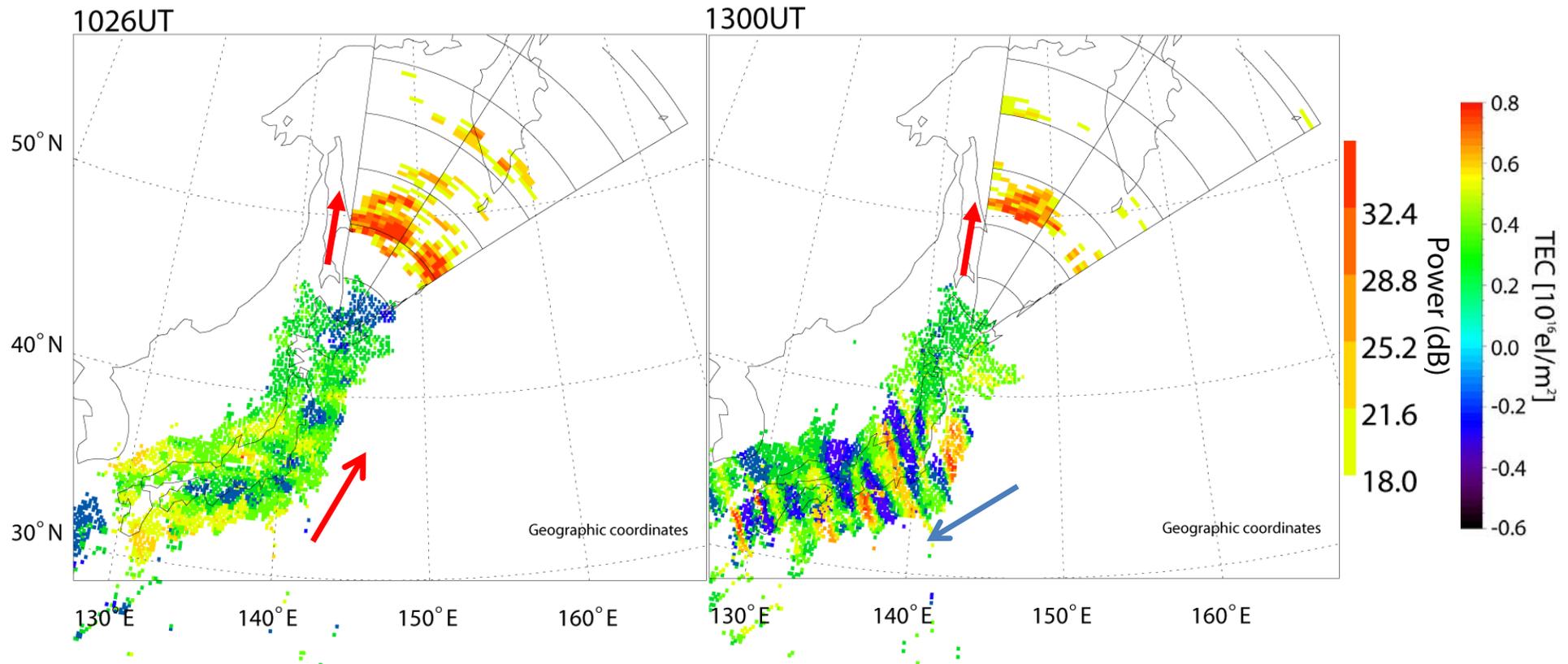
Hフレージャー/GEONET同時観測

2008年5月10日

8-16UT(17-25LT)に観測されたMSTID



HFLレーダー、GEONETの比較



北海道-陸別HFLレーダー

8-16UTにおいて北向きの
伝搬を観測

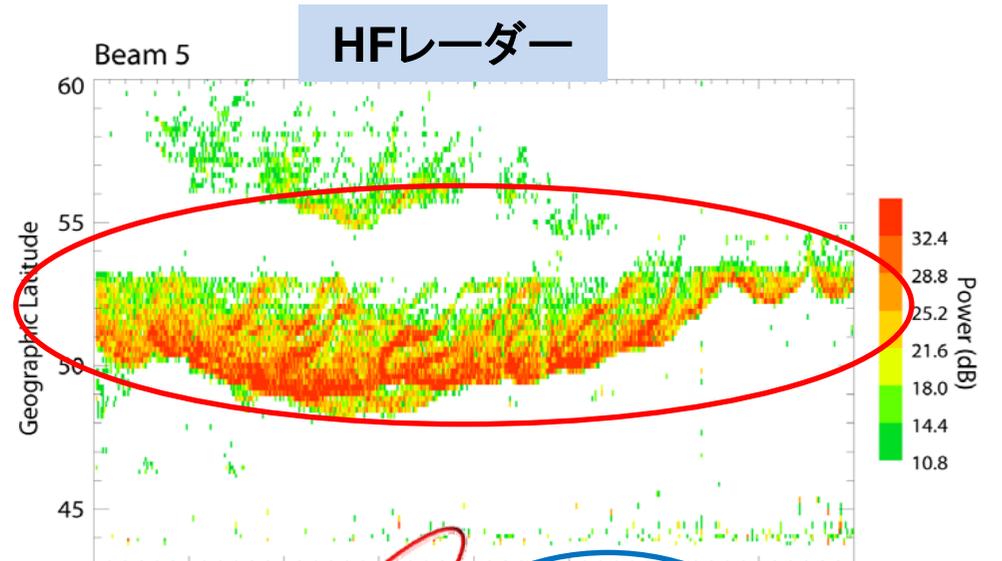
GEONET

9:45-10:50UTにおいて北向き、
10:50UT以降は南西方向の
伝搬を観測

空間・時間分布の比較

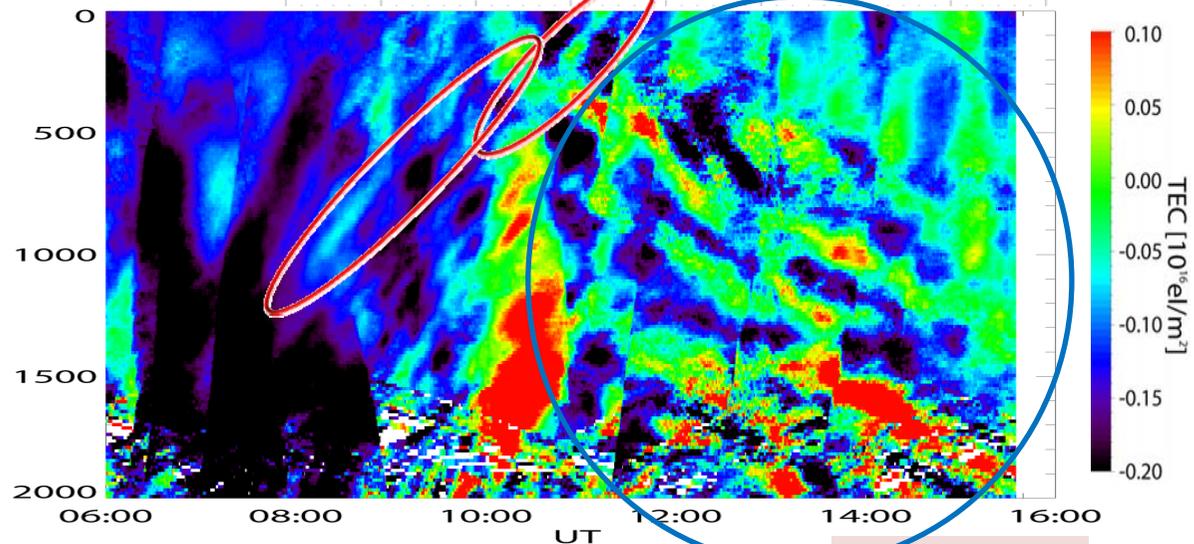
北海道-陸別HFレーダー

8-16UTにおいて北向きの
伝搬を観測



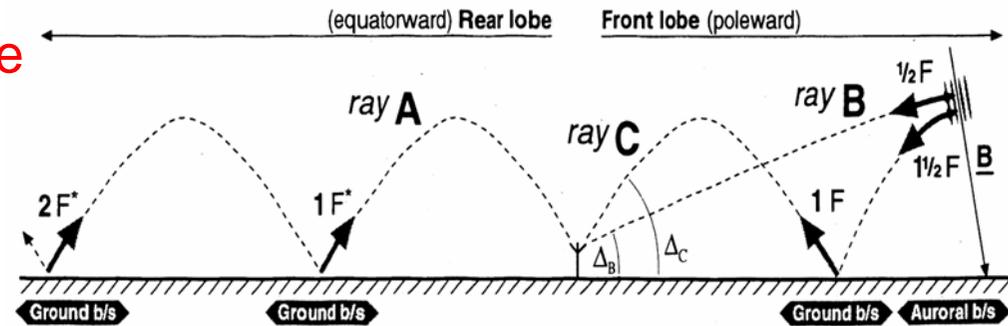
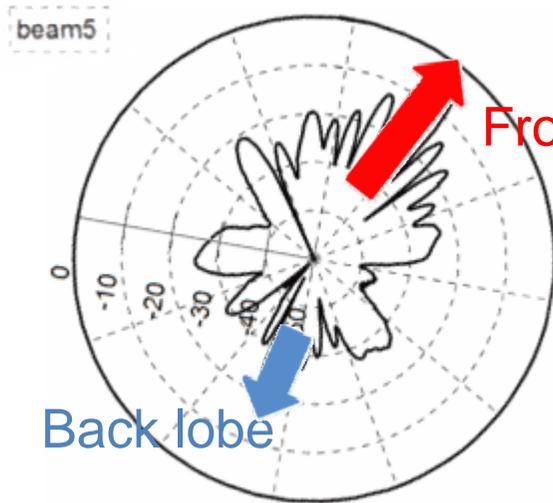
GEONET

8:00-10:50UTにおいて北向き、
10:50UT以降は南西
方向の伝搬を観測



GEONET

レーダーの指向性に問題があるか？



前方と後方に伝搬する電波の概念図

beam5の水平方向ビームパターン

[Milan et al., 1998]

北海道-陸別HFレーダーでは後方にもビームが飛んでいる。



レーダーの後方のビームによって南西に伝搬するMSTIDを観測したために、北向きに伝搬しているように見えた？

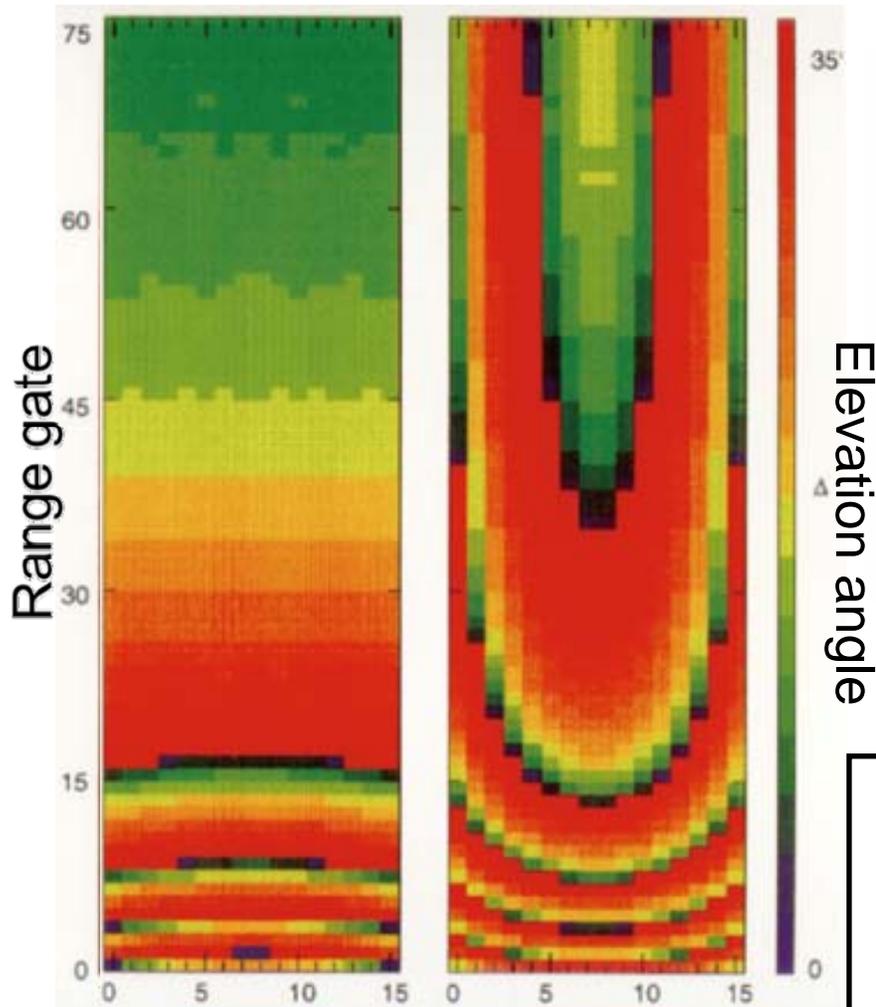


Elevation angleから検討可能[Milan et al., 1997]

Elevation angleを用いた伝搬方向の判別法

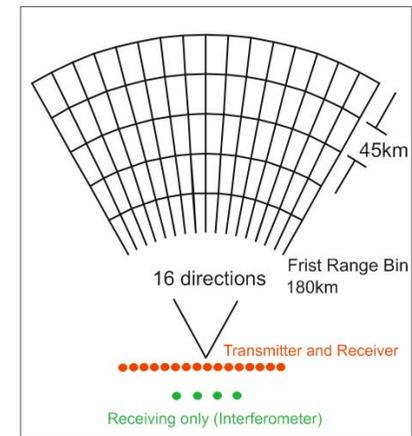
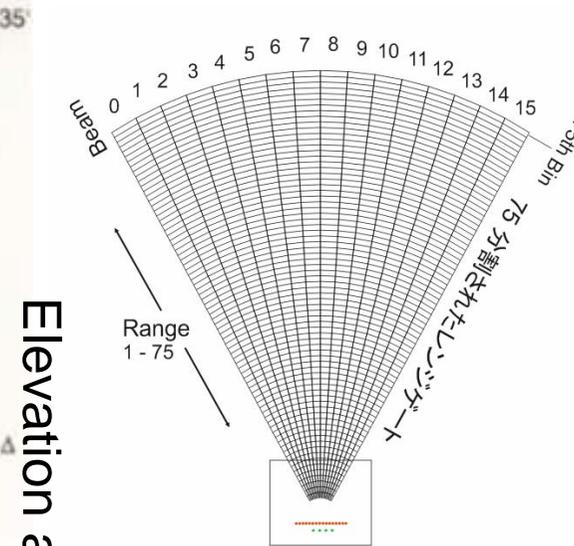
前方

後方



Beam

[Milan et al., 1997]



Elevation angle

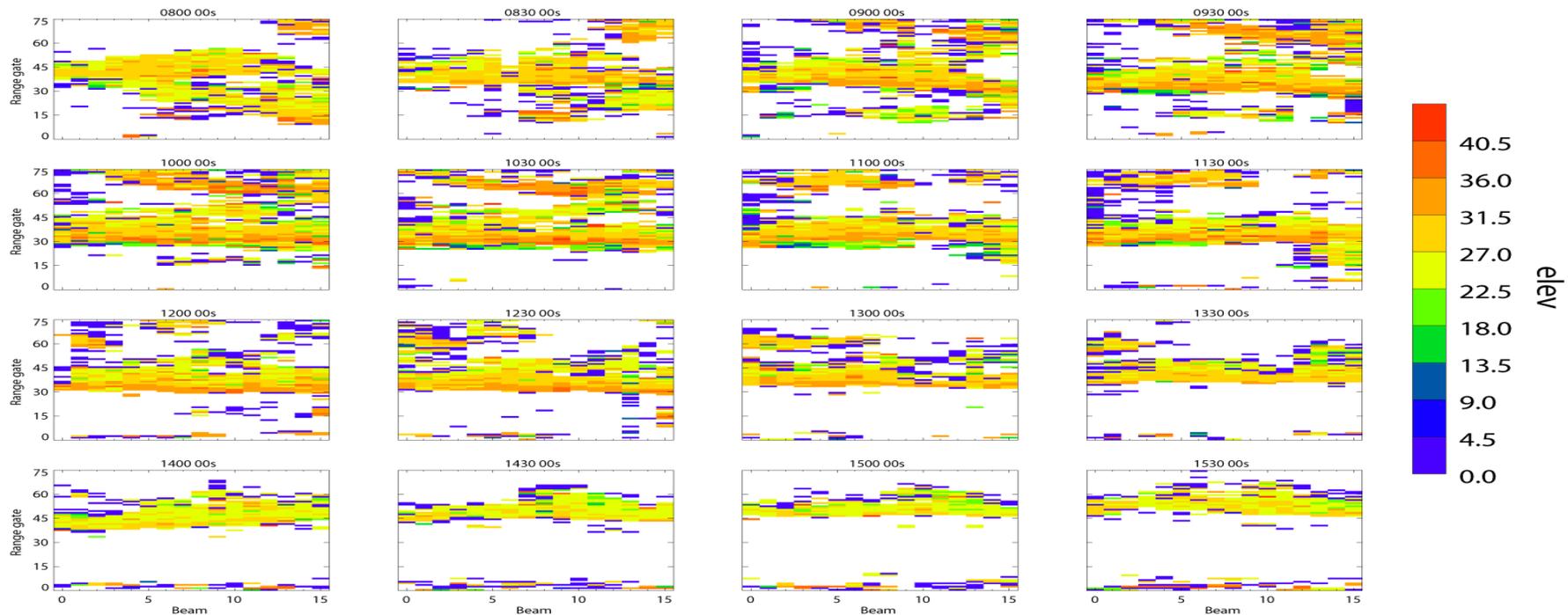
-前方からエコーが帰ってきた場合
一様な分布を示す。

-後方からエコーが帰ってきた場合
楕円型の分布を示す。

Elevation angleを用いた伝搬方向の判別

10 May 2008 ⁽¹³¹⁾

fast normal (cw) scan mode (151)



2008年5月10日0800-1530UTにおけるElevation angle

全ビームに対してElevation angleの分布が一様になっている。

後方のビームによって南西に伝搬するMSTIDが観測されたものではない。

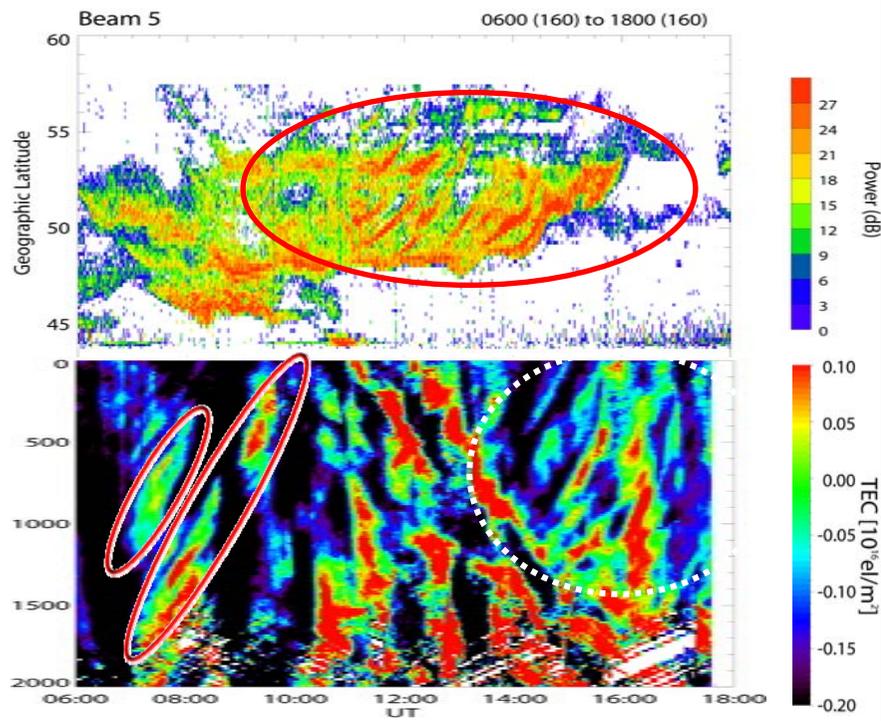
他の日に観測された北向き伝搬性波状構造

HFLレーダー/GEONET-TECの空間・時間分布の比較

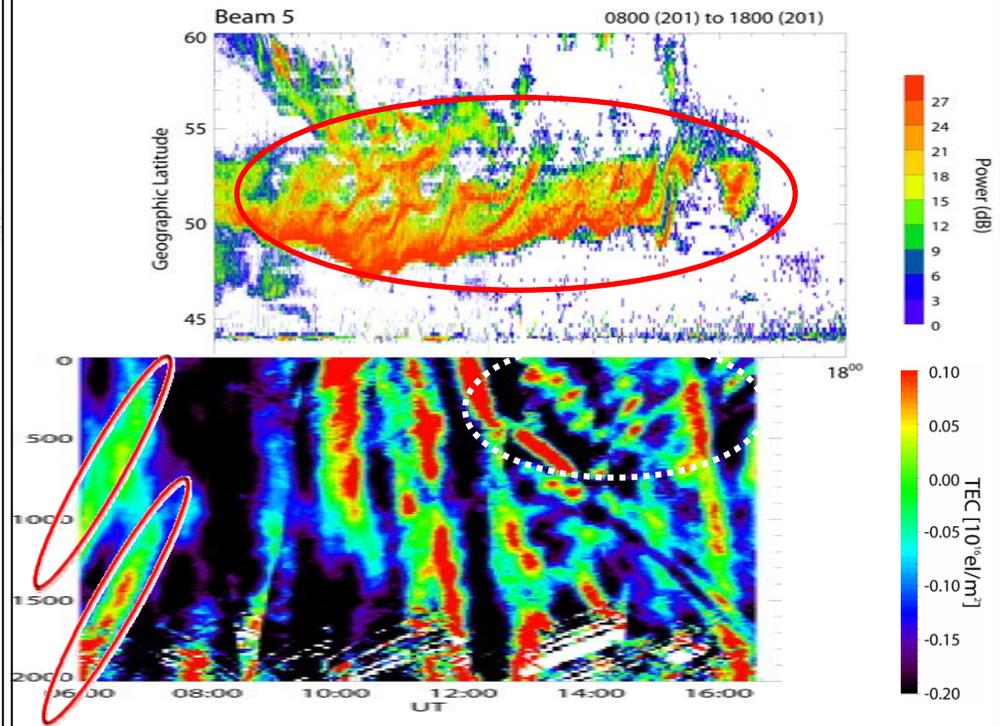
GEONETで北向きの伝搬が観測された日時

地上散乱エコーによって観測

2007/6/9



2007/7/20



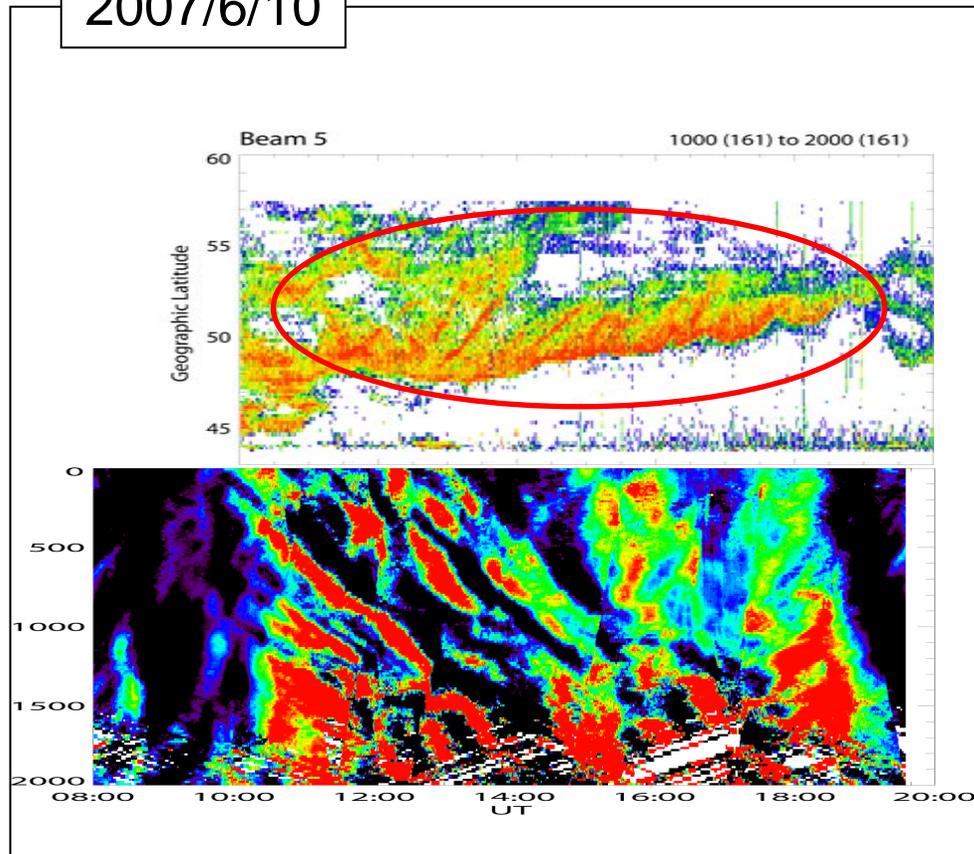
他の日に観測された北向き伝搬性波状構造

HFLレーダー/GEONT-TECの空間・時間分布の比較

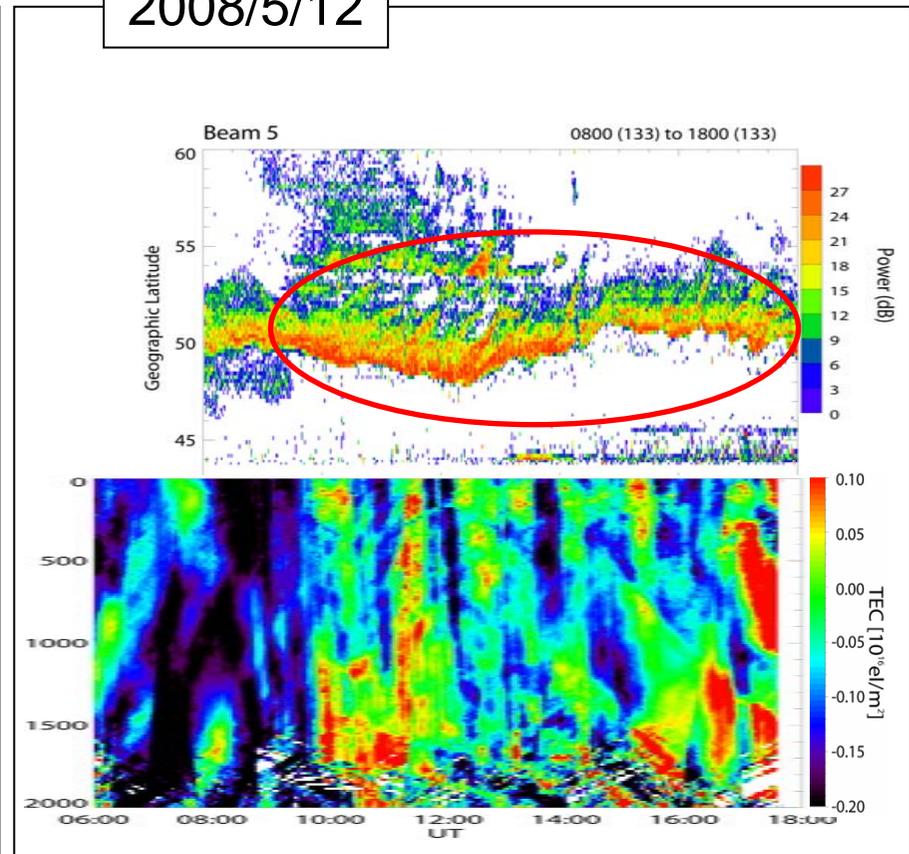
GEONETで北向きの伝搬が観測されなかった日時

地上散乱エコーによって観測

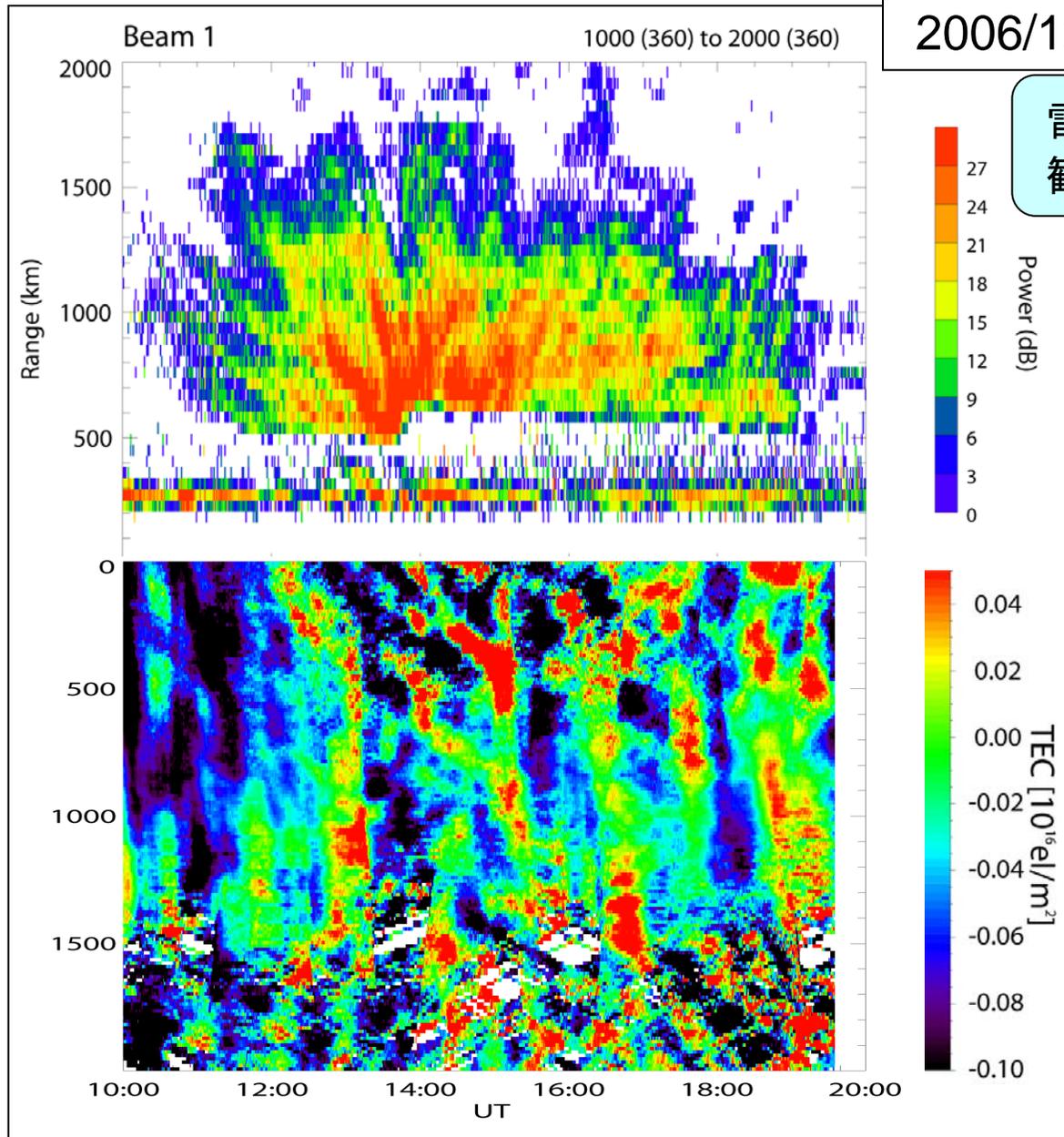
2007/6/10



2008/5/12



他の日に観測された北向き伝搬性波状構造



電離圏エコーによって
観測

GEONETで北向きの伝搬が観測される時と、されない時がある。



レーダーの観測に問題あり？
⇒シミュレーションを行う

GEONETで観測されない？
⇒他の観測機器を使用

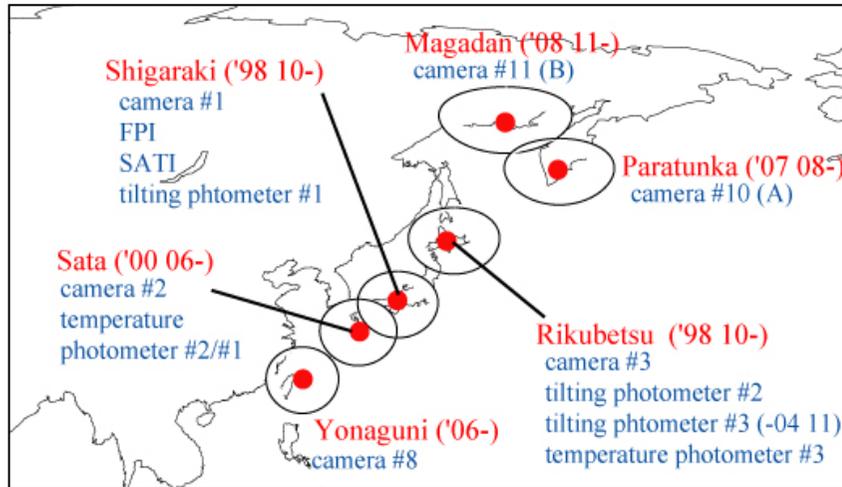
まとめ

- 冬季夜間(2008年1月12日)において、双方の観測データから南西方向に伝搬するMSTIDが観測された。空間・時間変化もお互いによく一致した値となった。 →ロシア極東域から日本上空にかけて南西に伝搬
- 夏季夜間(2008年5月10日)では、北海道-陸別HFレーダーで、北向きに伝搬するMSTIDが観測された。しかし、GEONETのTEC変動では最初北向きに伝搬するMSTIDが観測されたが、途中から南西方向の伝搬が観測された。
- Elevation angleのデータからレーダーの指向性は問題ないことがわかった。
- 他の日に北海道-陸別HFレーダーで観測された北向きの波状構造についてGEONETのTEC変動と空間・時間分布の比較を行った。その結果、GEONETのTEC変動で北向きの伝搬が観測される時とされない時があった。

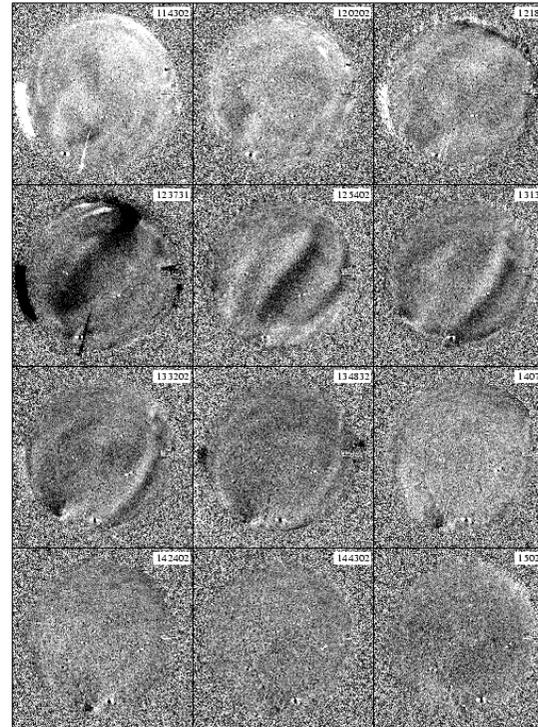
⇒シミュレーション・他の観測機器を用いた解析が必要

今後の課題

■全天カメラとの比較

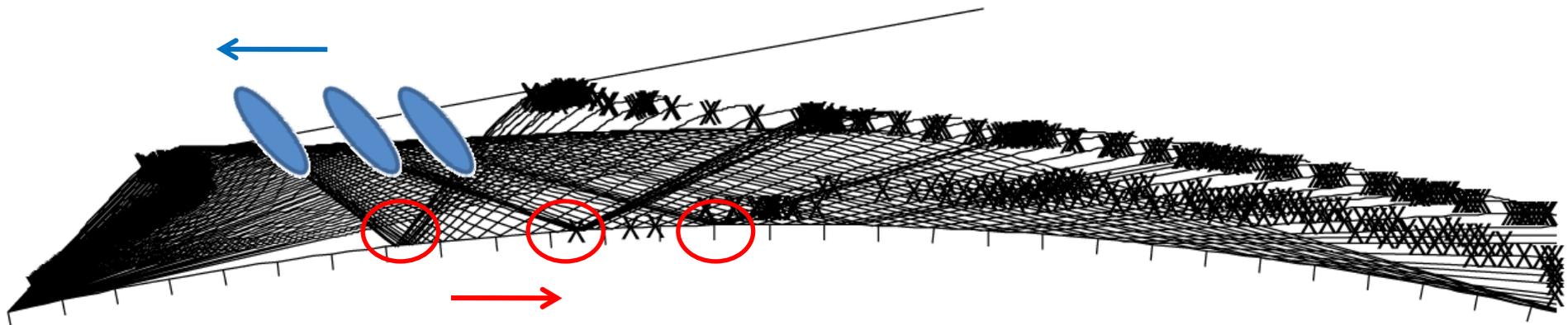


<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/omti/index.html>



Camera3,630.0nm
Date:20070610
Time:11:45~15:00UT

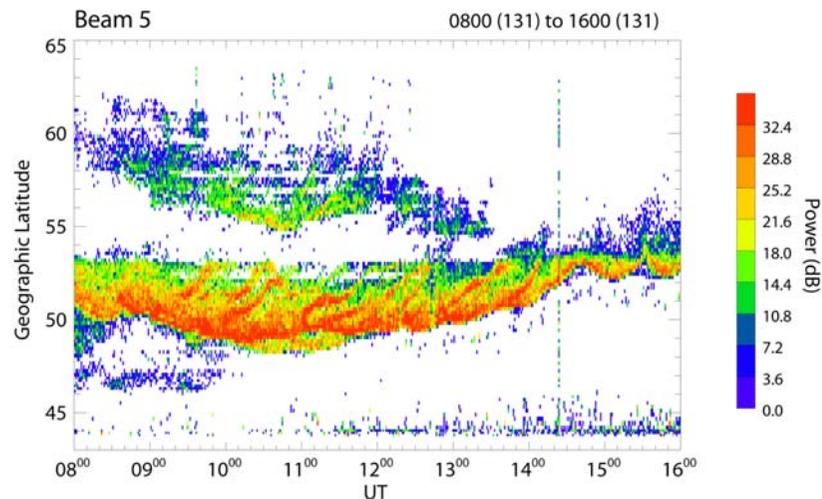
■レイトレーシングプログラムを使って南向きに伝搬するMSTIDに対して、電波の集中点が北向きに移動する例がないか調べる。



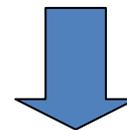
北向きに伝搬するMSTIDについて

SUPERDARN PARAMETER PLOT

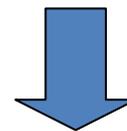
10 May 2008⁽¹³¹⁾
fast normal (cw) scan mode (151)



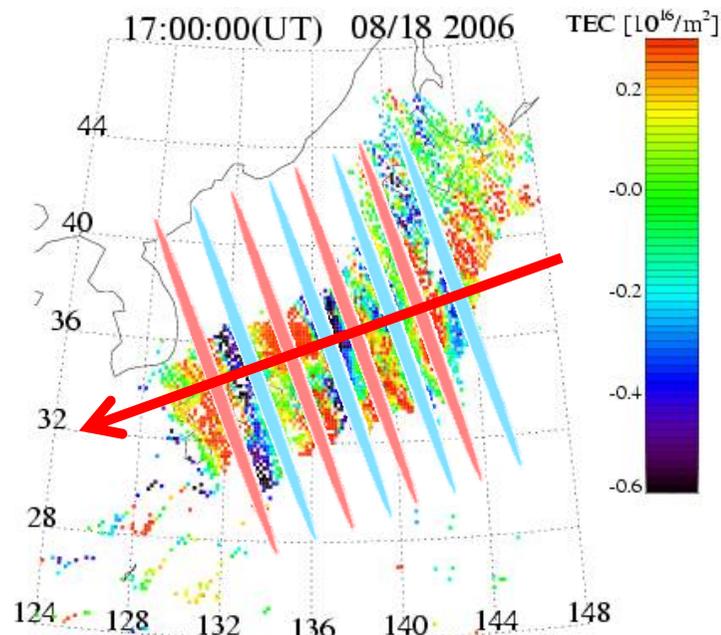
北海道-陸別HFレーダーで、
夏季夜間に**北向き**のMSTIDを観測



日本上空では夏季夜間のMSTIDは
主に**南西方向**に伝搬



従来の典型的な夏季夜間のMSTID
とは異なると考えられる。



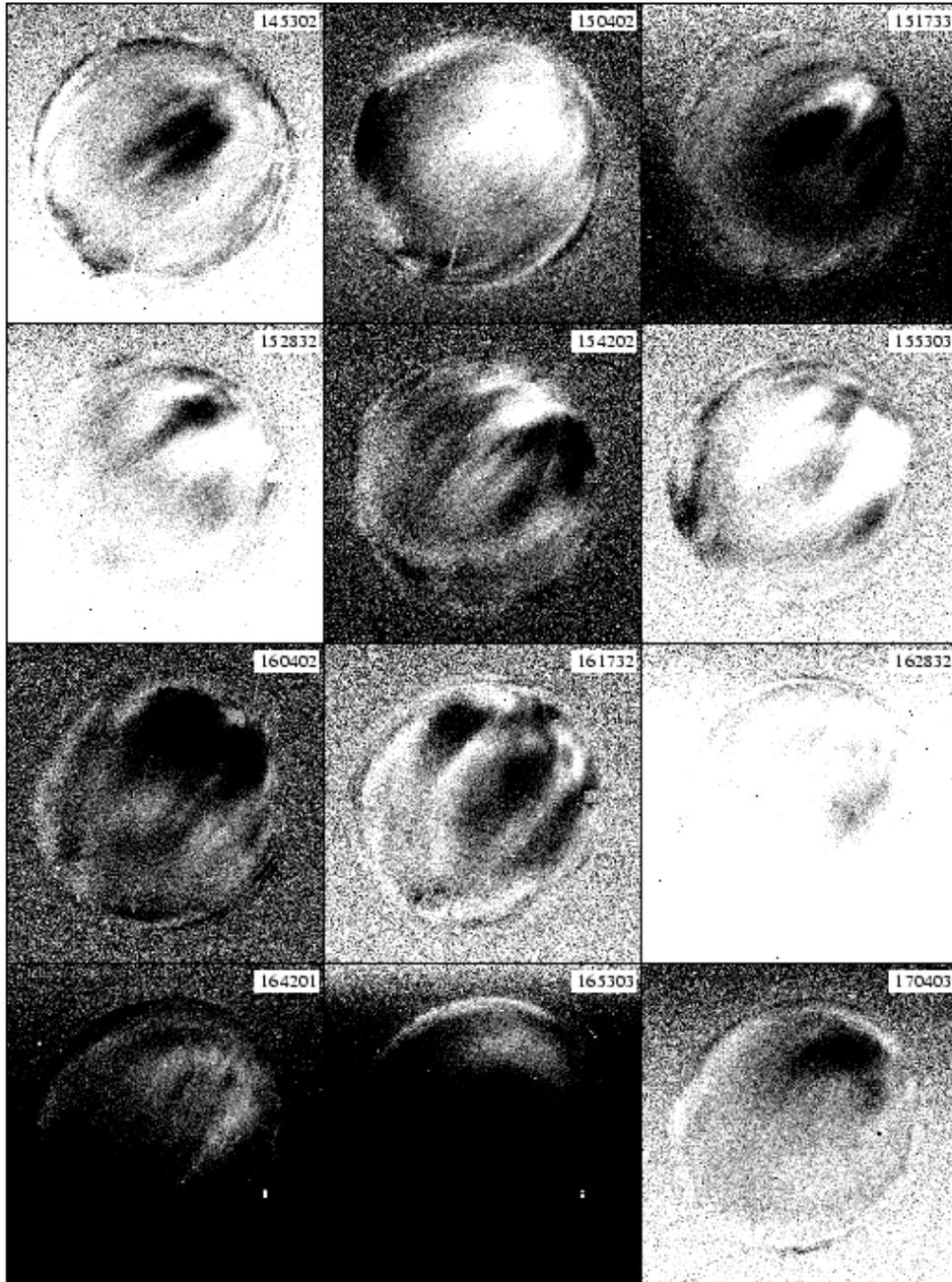
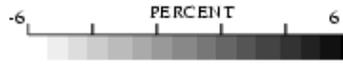
All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average)

imager #3

630.0nm

080510

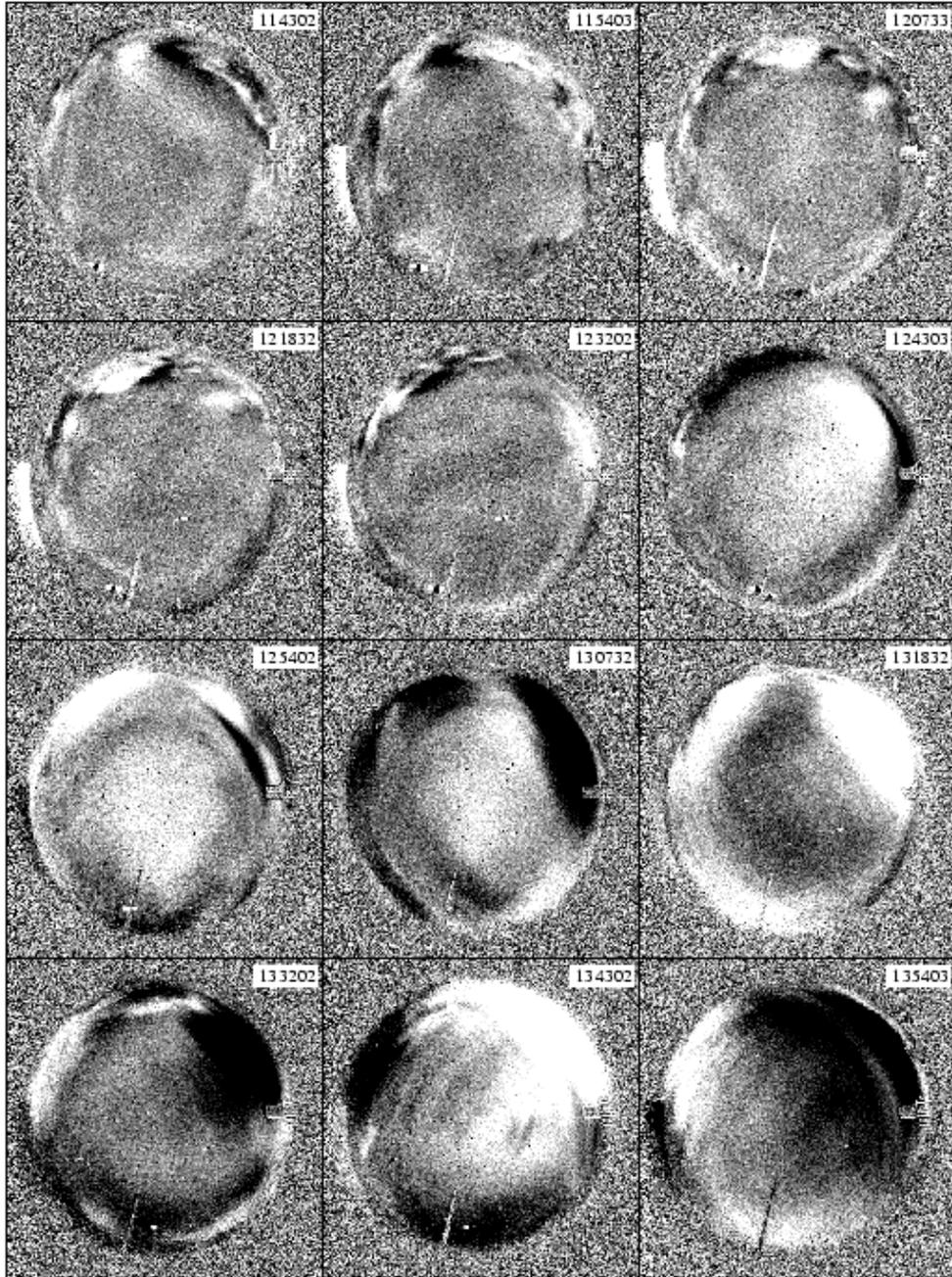
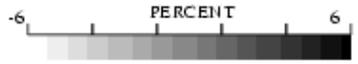
exposure:0245



Camera3,630.0nm
Date:20080510
Time:15:00~17:00UT

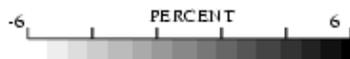
All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average) imager #3

630.0nm 070609 exposure:0245

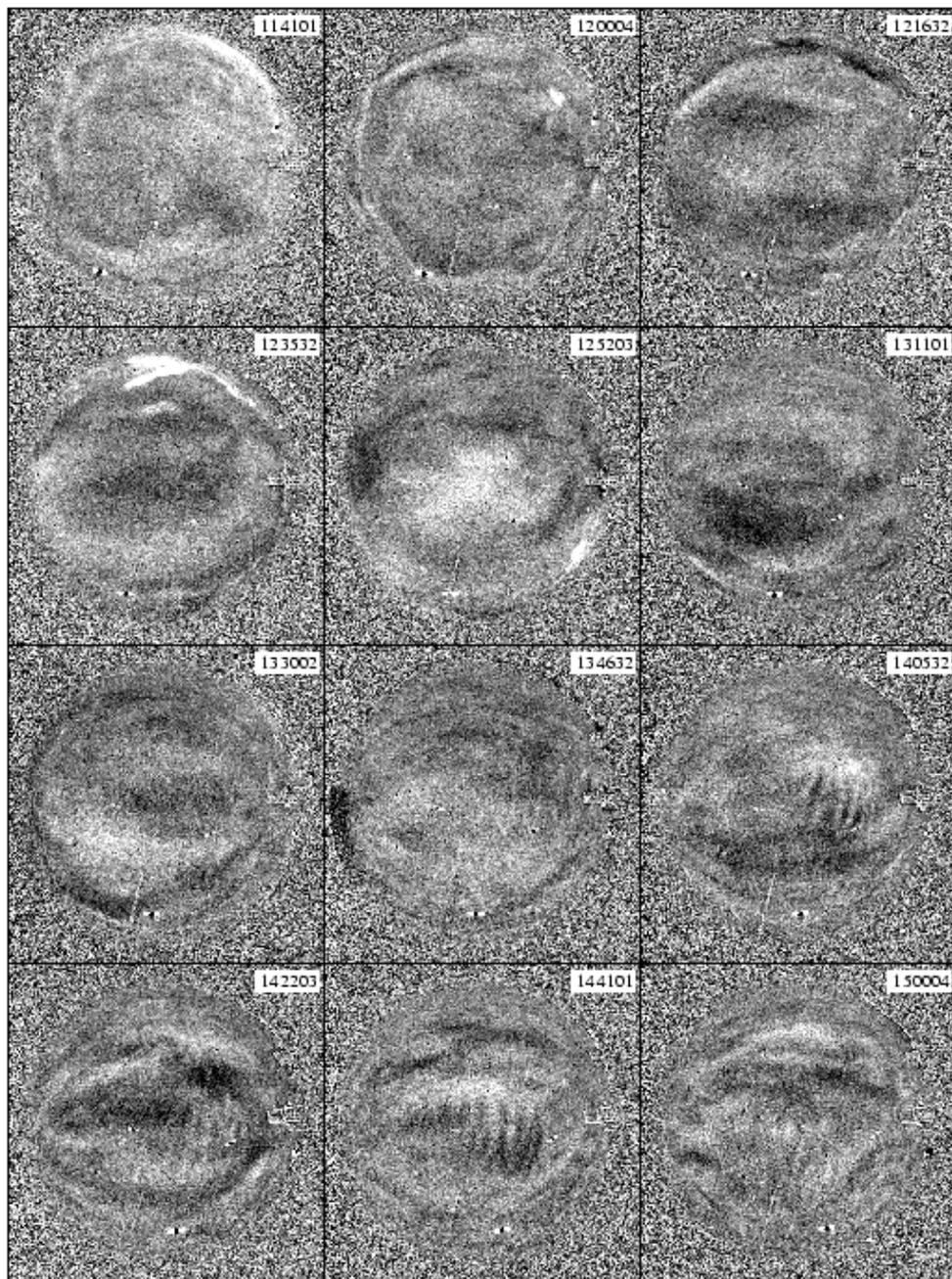


Camera3,630.0nm
Date:20070609
Time:11:45~14:00UT

All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average)



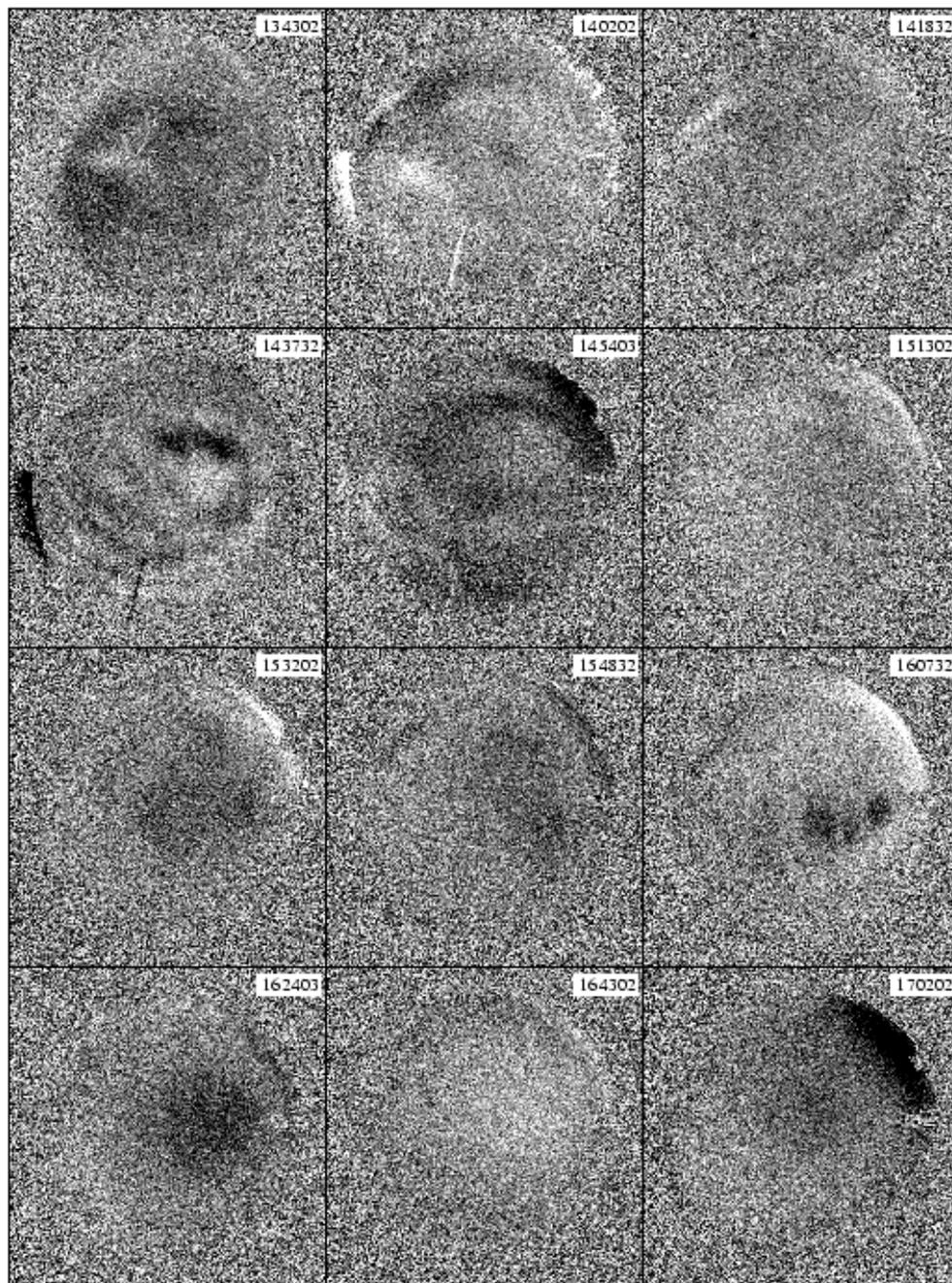
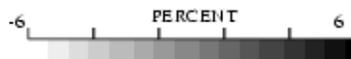
imager #3 557.7nm 070610 exposure:0145



Camera3,630.0nm
Date:20070610
Time:11:40~15:00UT

All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average) imager #3

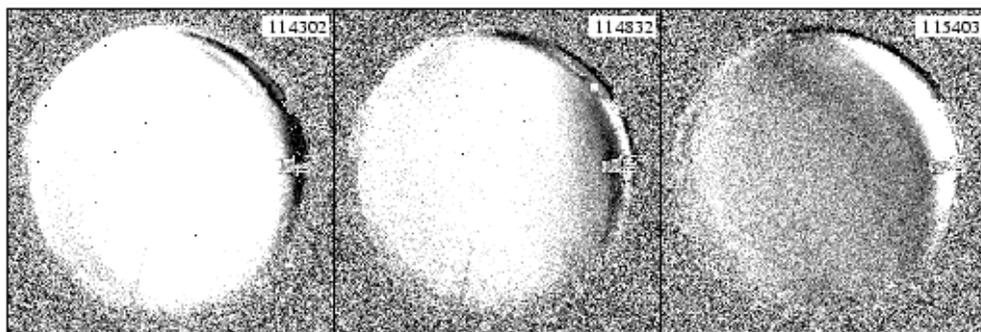
630.0nm 070620 exposure:0245



Camera3,630.0nm
Date:20070620
Time:13:45~17:00UT

All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average) imager #3

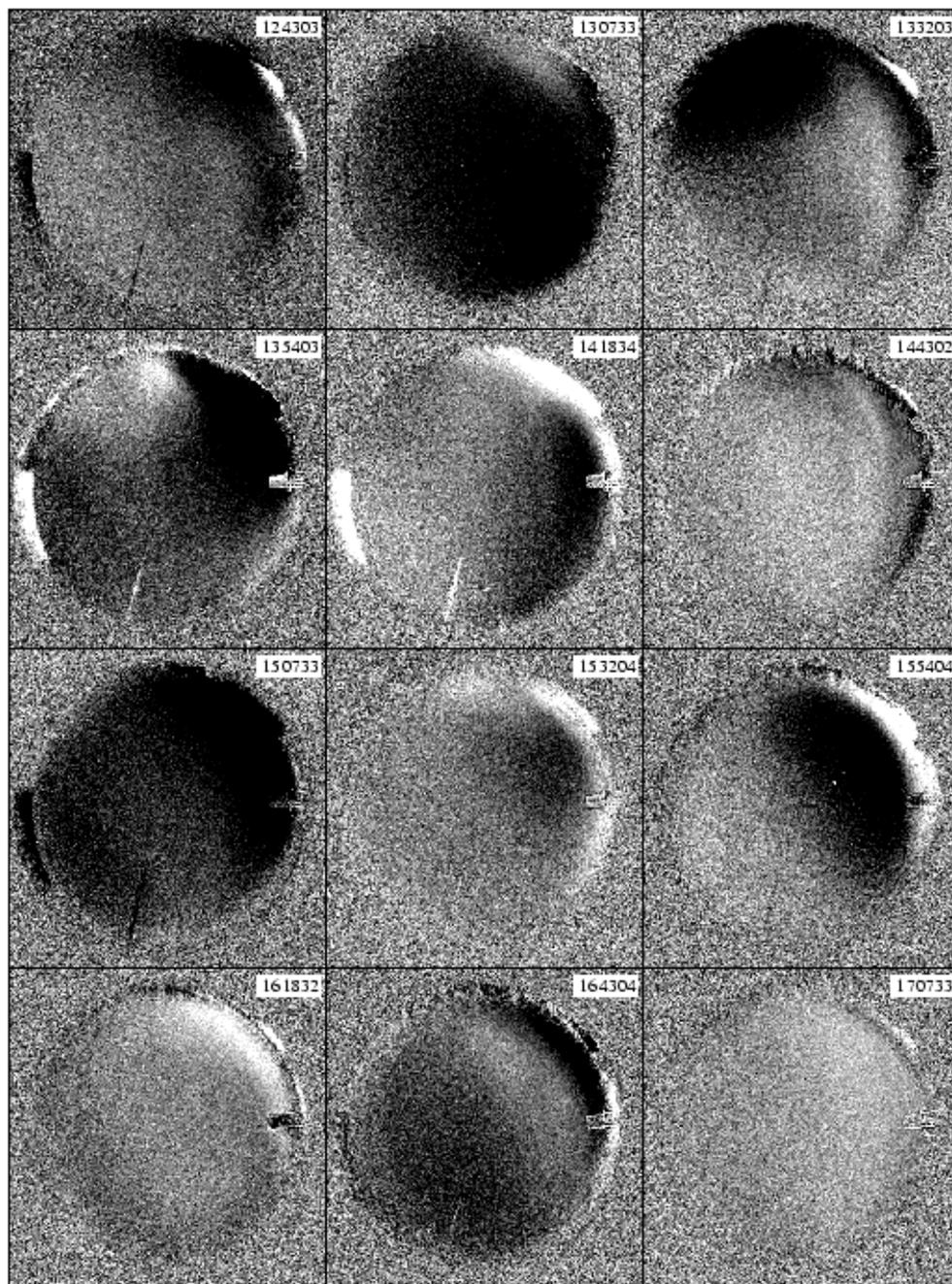
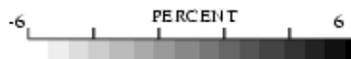
630.0nm 070703 exposure:0245



Camera3,630.0nm
Date:20070703
Time:11:45~12:00UT

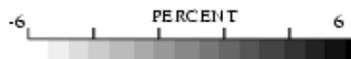
All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average) imager #3

630.0nm 070720 exposure:0245

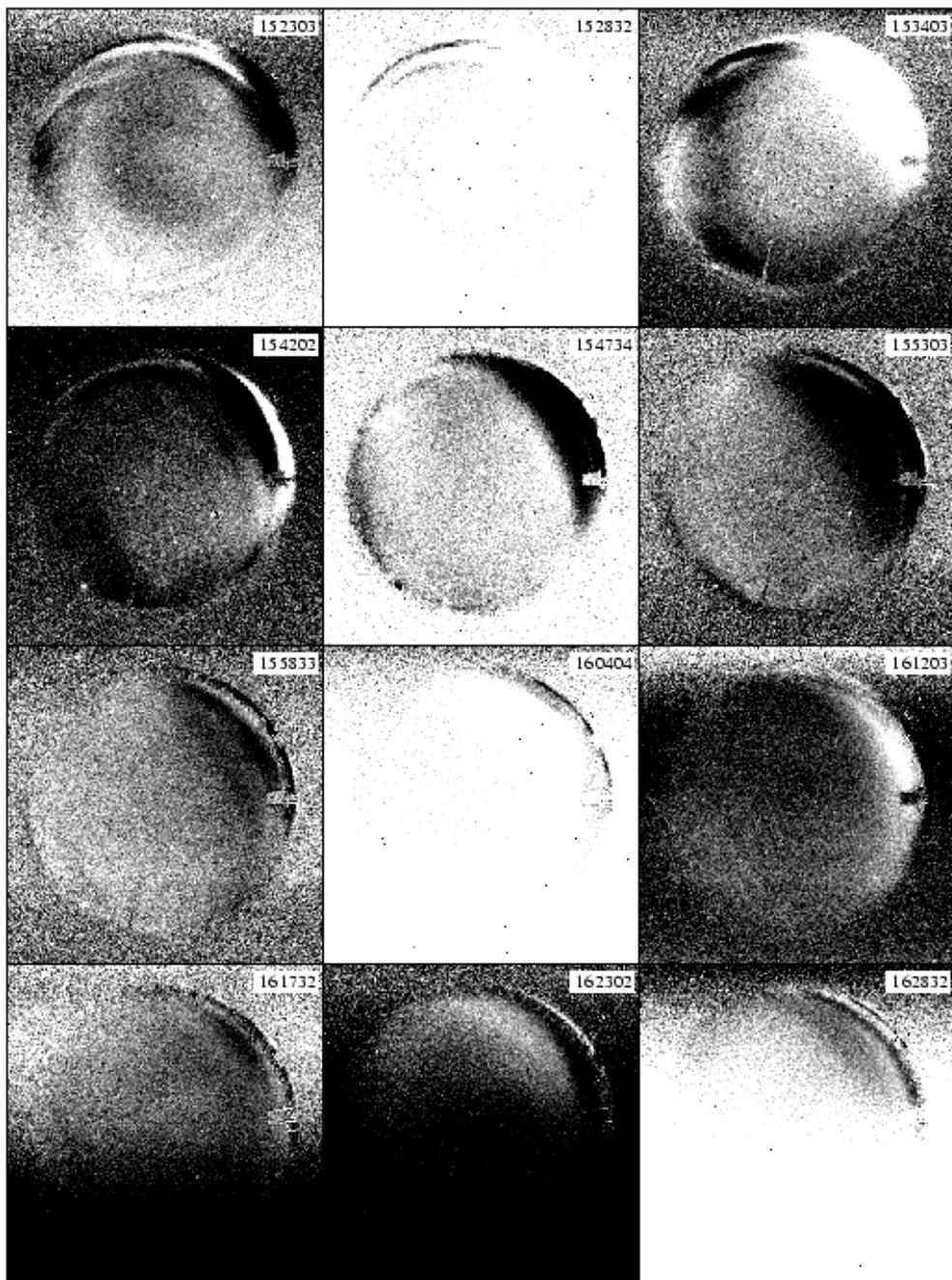


Camera3,630.0nm
Date:20070720
Time:12:45~17:00UT

All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average)



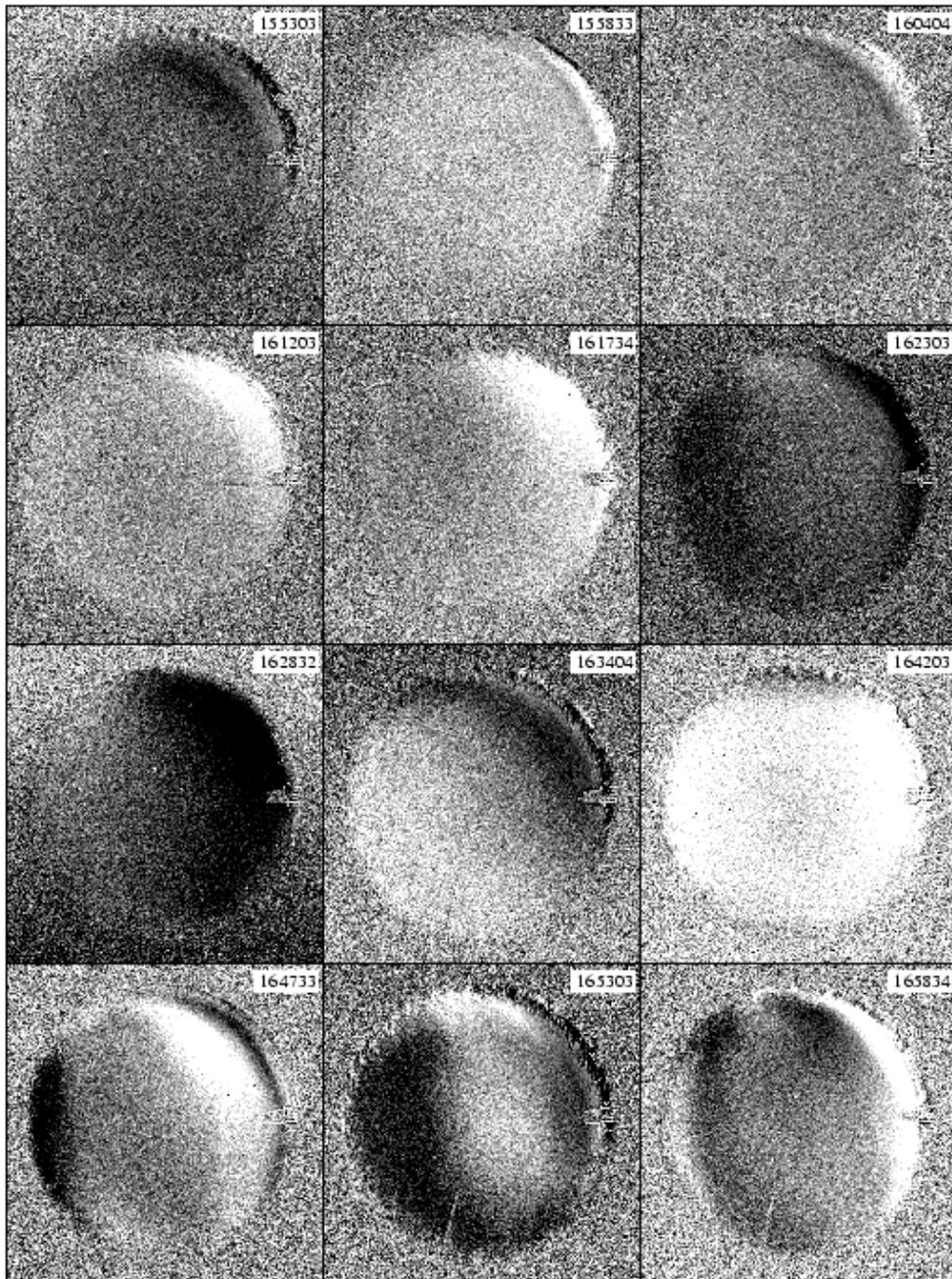
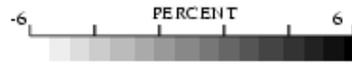
imager #3 630.0nm 080511 exposure:0245



Camera3,630.0nm
Date:20080511
Time:15:25~16:30UT

All-Sky Images at Rikubetsu
(deviation from average) imager #3

630.0nm 080512 exposure:0245



Camera3,630.0nm
Date:20080512
Time:15:50~17:00UT

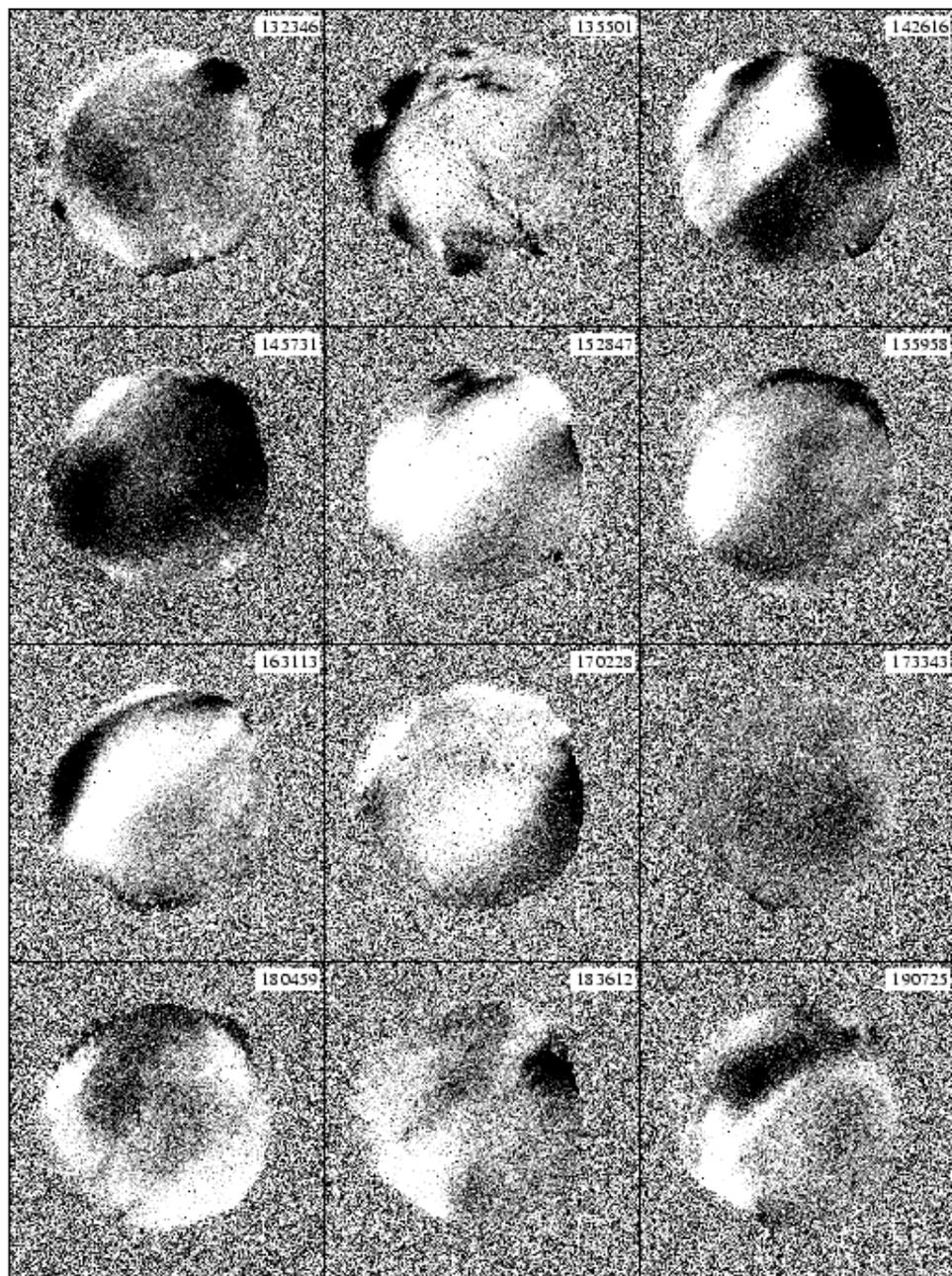
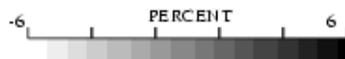
All-Sky Images at Sata
(deviation from average)

imager #2

630.0nm

080807

exposure:0245



Camera3,630.0nm
Date:20080807
Time:15:25~19:10UT