

北海道HFレーダーの特徴について

西谷 望 (名大STE研)

Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN)

日本を含む11ヶ国による国際プロジェクト

空間分解能:15-100km、時間分解能:1 s – 2 min.

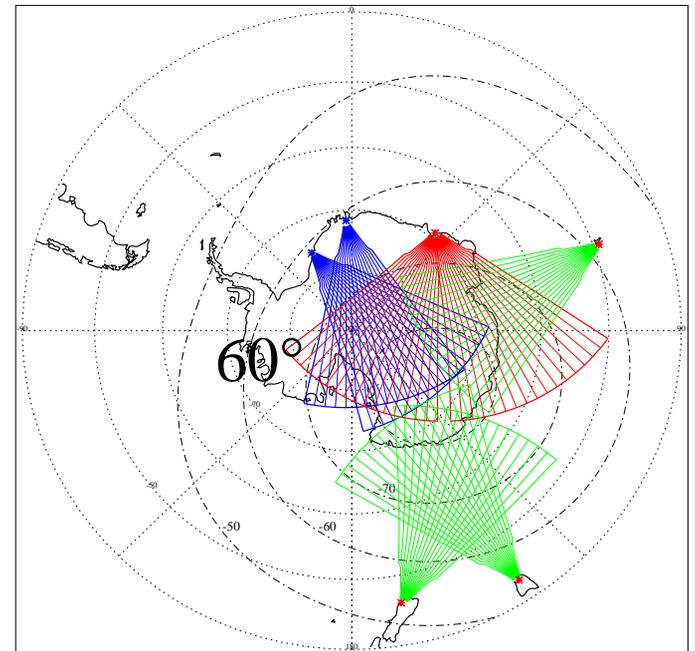
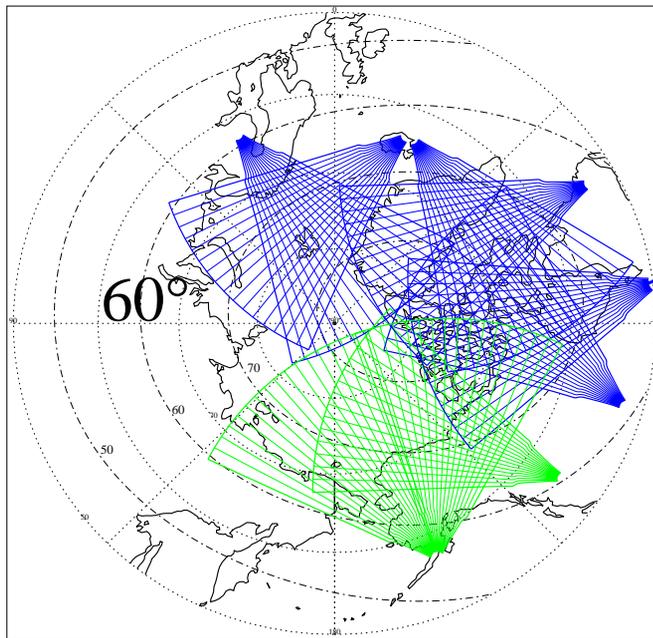
使用周波数: 8-20MHz、最大瞬間出力: 10 kW

SuperDARN

SuperDARN

Northern Hemisphere Map

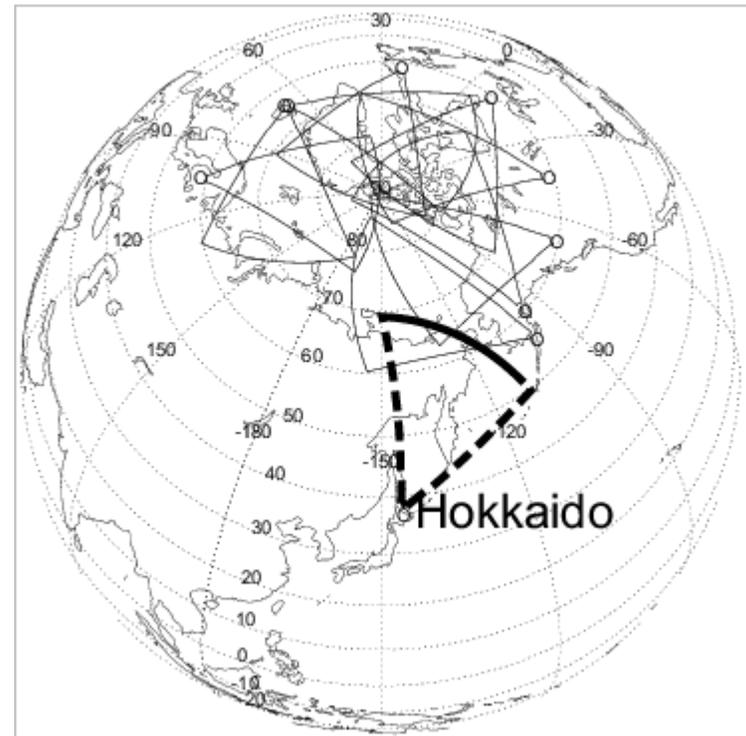
Southern Hemisphere Map



現存のレーダーの有効視野は全て60°より極側

SuperDARNネットワークの 中緯度領域への拡大

- 日本を含む世界各国で中緯度領域にSuperDARNレーダーを作る案が次々と浮上
- 北海道、北米、イギリス、オーストラリア、.....etc.
- この中で北海道が一番緯度が低く、しかも他の様々な観測とのcoordinationが一番多様性がある
 - CRLのKing Salmon radar (シベリア北部域をカバー)
 - 極域・中緯度の磁場ネットワーク
 - 日本におけるGPS観測網
 - カムチャッカ領域のGPS観測網
 - 日本国内の大気光イメージングネットワーク
 - イオノゾンデ
 - 他
- 北海道レーダーは磁気緯度38-65度の領域をカバー

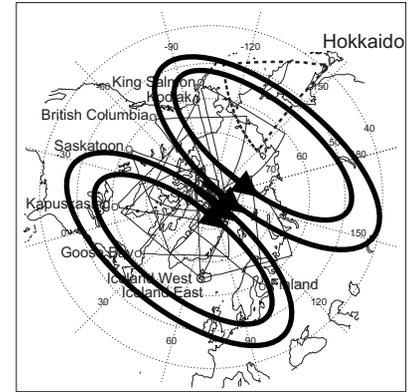


北海道短波レーダーの目指すターゲット

1. 高地磁気活動時のグローバル電離圏対流ダイナミクス
2. 地磁気嵐時における電場の低緯度側への侵入メカニズム
3. トラフ・オーロラ帯低緯度側境界領域の研究
4. 低緯度オーロラ・SAR arc等の現象発生メカニズムの研究
5. サブオーロラ帯から中緯度領域におけるULF波動の研究
6. 中緯度電離圏イレギュラリティ生成メカニズムの研究
7. 電離圏下部・熱圏における重力波およびプラズマ不安定現象の研究
8. 流星エコーによる下部熱圏中性風の研究
9. 夏期中間圏エコー観測による上部中間圏の研究

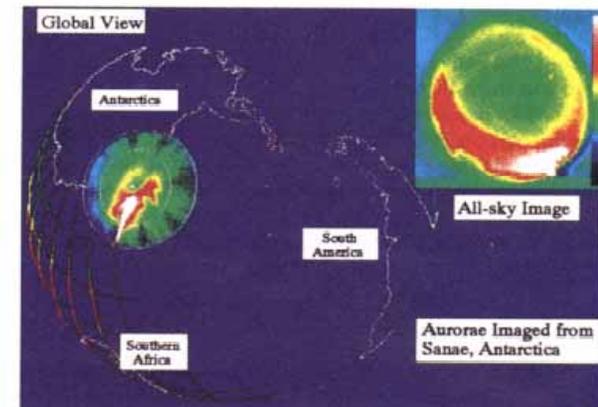
中緯度・サブオーロラ帯における2次元 電場:電離圏・磁気圏ダイナミクス

- 大規模電離圏対流、対流電位
- 高緯度 中緯度の電場進入メカニズム
- 中緯度・サブオーロラ帯のメソスケール現象
 - SAID, undulation, SAR arc, low-latitude aurora, MHD waves, etc.



March 14, 1989

唯一の2次元高時間分解能電場観測

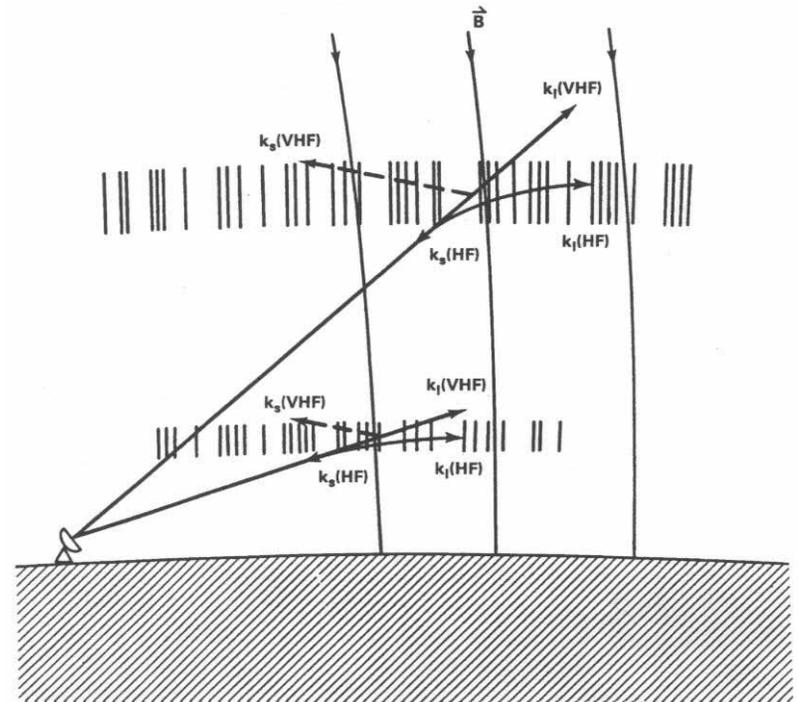


Nishitani et al., 1994

Figure 2. All-sky and projected images of giant undulation at 2358 UT.

HFレーダーによる電離圏エコーの受信条件(Bragg散乱を利用)

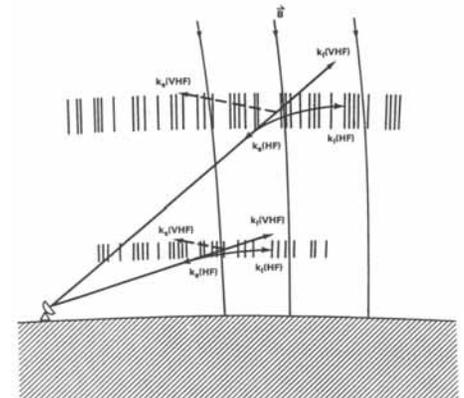
- 後方散乱域において、水平方向に $\lambda/2$ の空間スケールを持つirregularity構造が存在する
- 散乱域において、電波の進行方向と磁力線方向とが直交する(irregularityは、磁力線に沿ってほぼ一様な構造を持つため)
- 電波の伝搬路において、D層による吸収等がほとんど存在しない



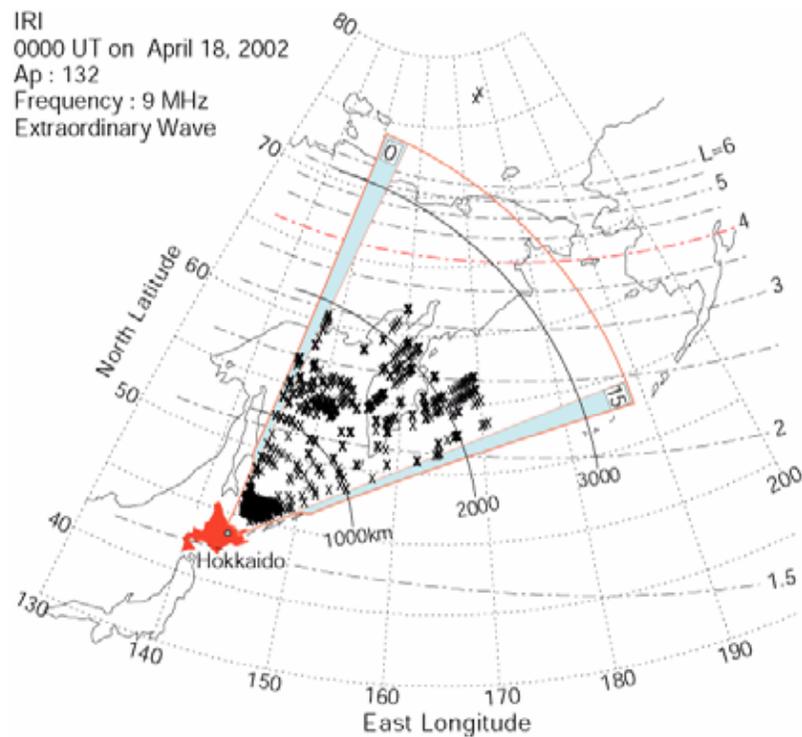
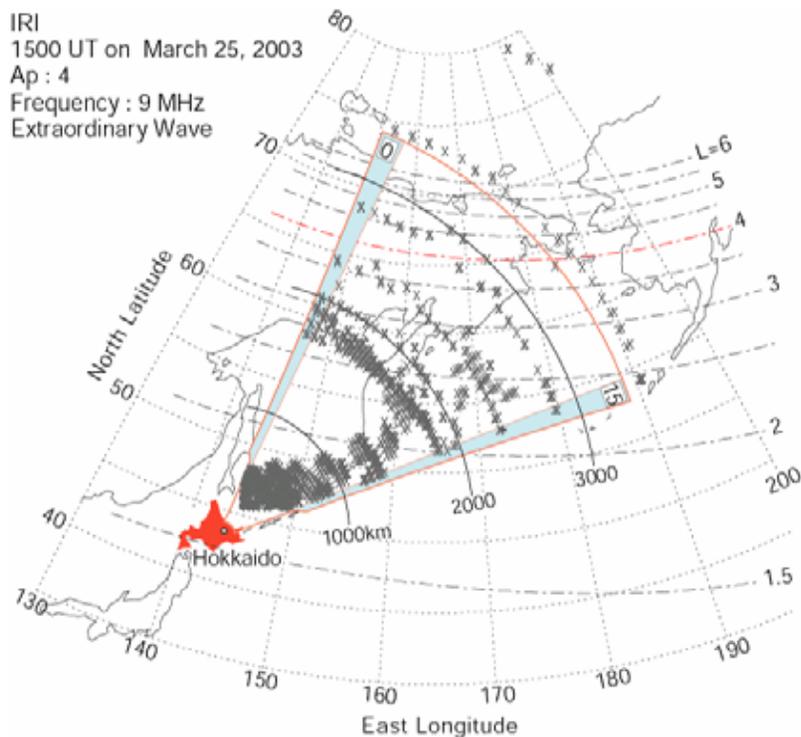
中緯度域短波レーダーによる電離圏エコー観測の可能性

エコー観測の条件

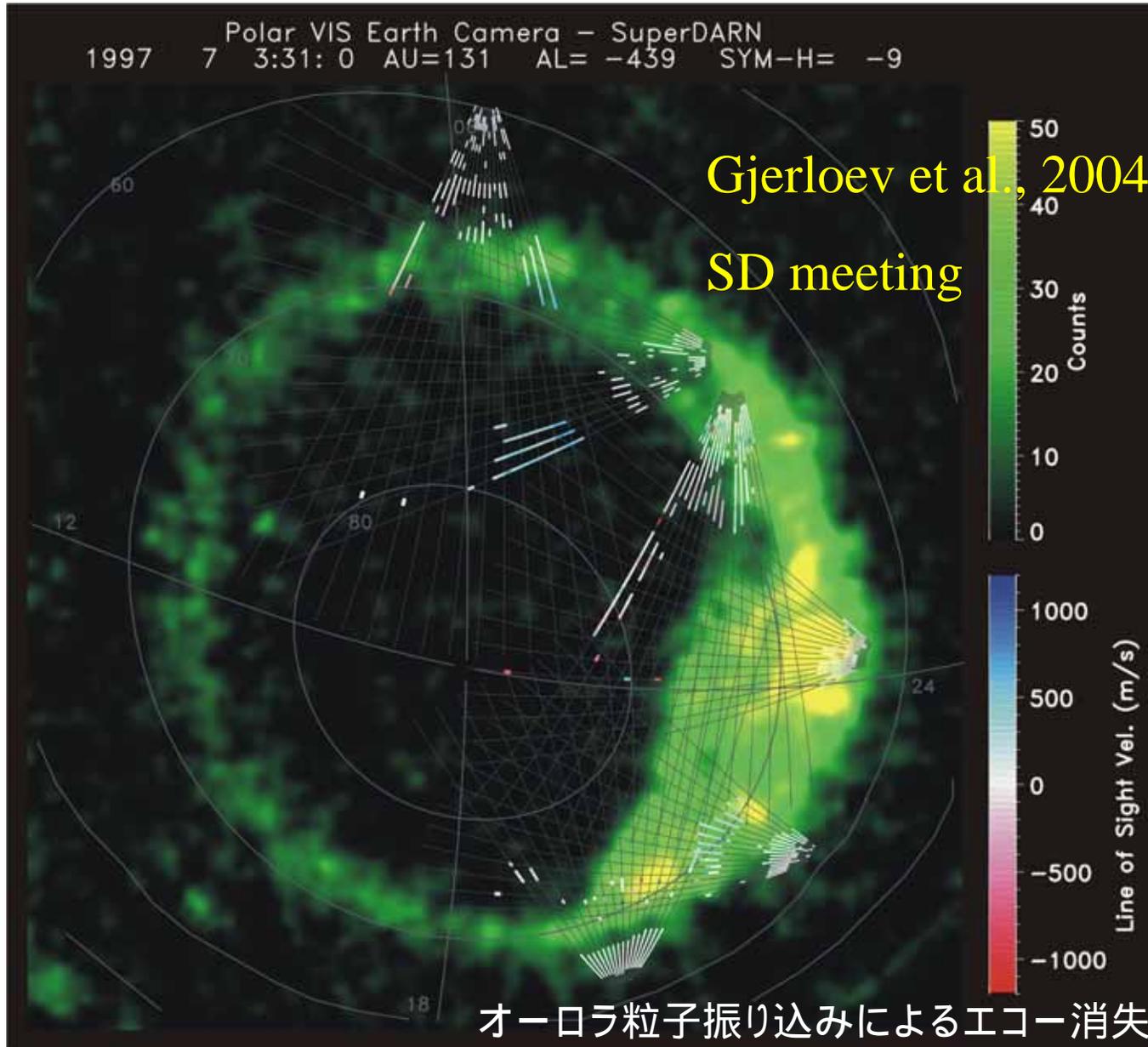
- 電波の直交条件
 - モデル計算ではかなり広い領域で満たされる
- イレギュラリティの存在
 - トラフ・SAID域では十分強い電場・プラズマ密度勾配が存在するためにgradient-drift instabilityが発達しやすいと期待される
 - もっと低い緯度域でもF層イレギュラリティの観測例あり(Fukao et al., 1988、ただし静穏時に発生、強度は弱い)
- 途中経路での電波の吸収:
 - よほどの擾乱時を除き大きな吸収は考えにくい
 - むしろauroral substormの領域を通過しないためにかえって極域のレーダーより有利？



電波の直交条件を満たす領域 (左側: 夜、右側: 昼)

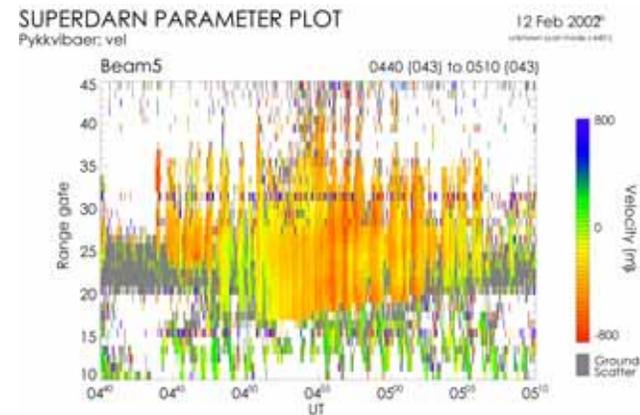


Using SuperDARN and Global Auroral Images

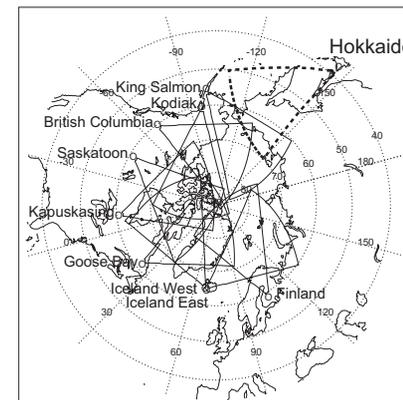


中緯度領域でのMHD波動の特性

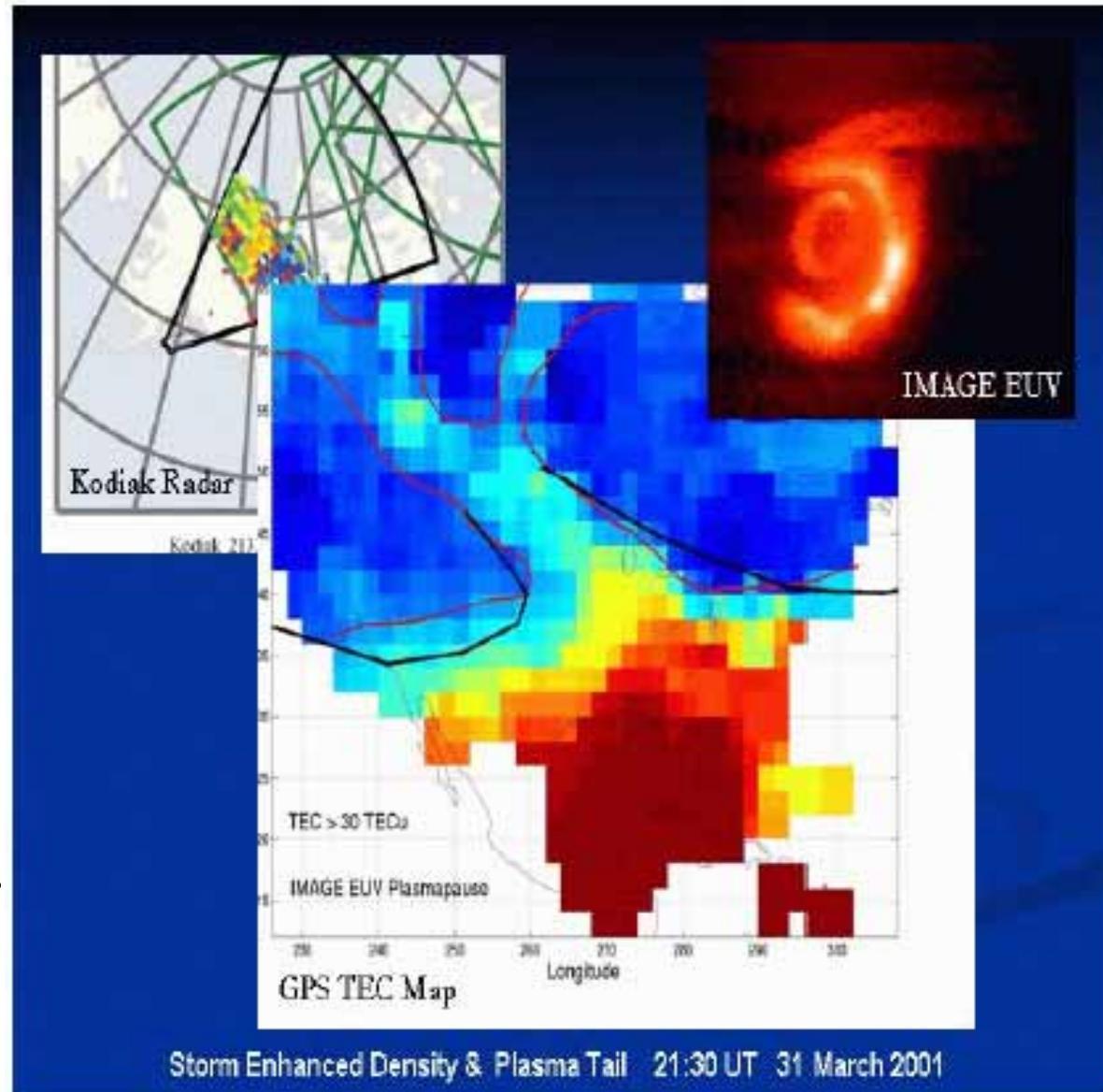
- 極域においてPc3-5波動現象の研究例多数
- 中緯度レーダーでプラズマポーズ付近の波動の二次元分布を観測することができる
- 電離圏エコーだけでなく、頻繁に受かるground scatterエコーも有用であることが判明



Shinkai et al., PhD thesis, 2004.



SuperDARN
observation of
TEC
enhancement
(possibly
plasmasphere
origin?)
by Sofko et al.
(2002, SD
workshop)



電離圏・熱圏波動

- 日本北方における中規模TID観測
(GPS、optical imagerの観測範囲外領域)

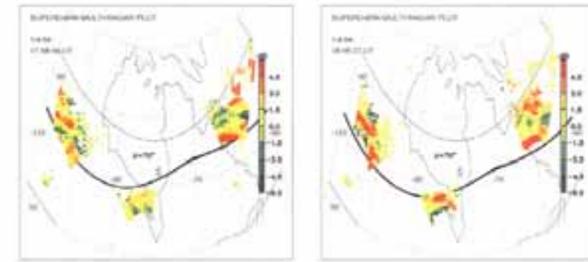
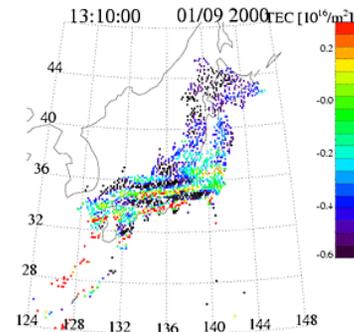
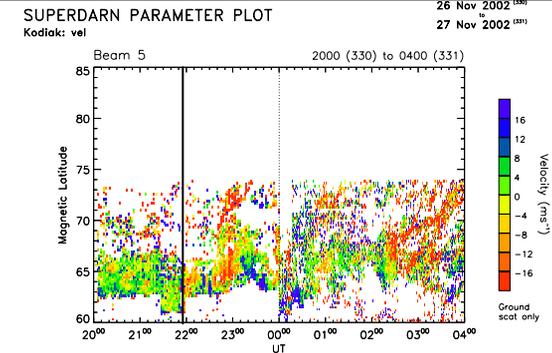
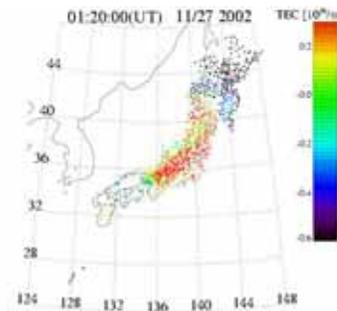


Figure 1. Beam map plot of filtered ground backscattered power from the Green Bay, Kapuskasing, and Saskatoon radars on January 4, 1994. The four frames are separated by about 5 min, illustrating the propagation of a gravity wave phase surface through the fields of view of the three radars. The data were filtered with a pass band of 900 to 5400 ω periods.

- 大規模TID観測による極域中緯度域エネルギー輸送メカニズムの解明



- 熱圏中性風の特徴(流星工コ一観測)

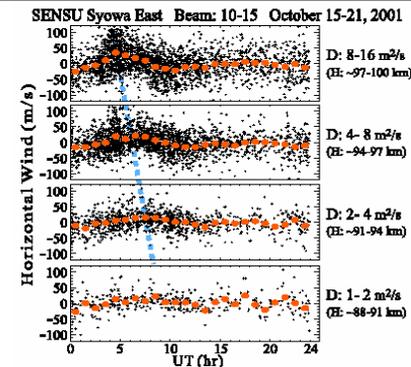


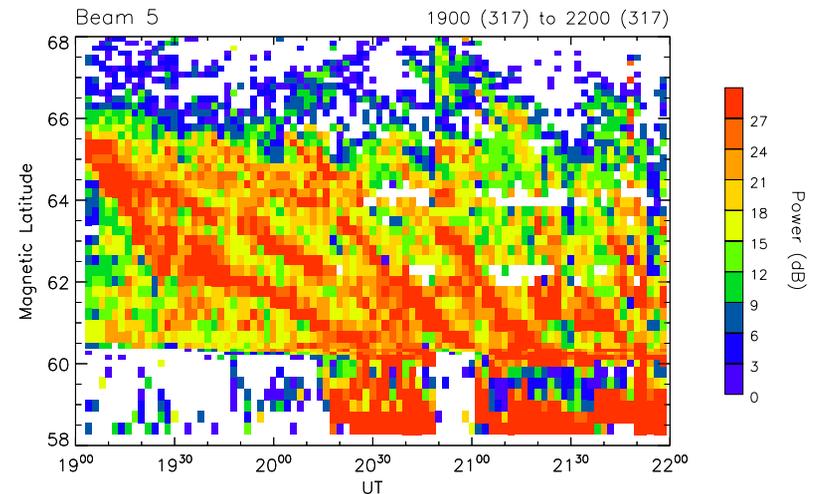
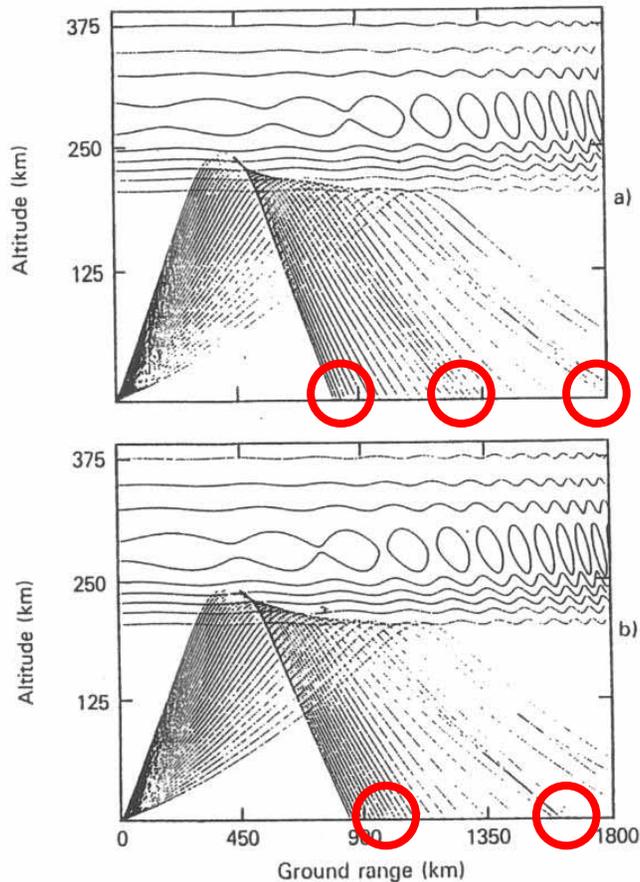
Figure 4. Daily variation of eastward neutral wind for 4 ranges of ambipolar diffusion coefficients.

SuperDARNのground scatterによるTIDの観測

(courtesy of T. Kikuchi, CRL)

SUPERDARN PARAMETER PLOT
King Salmon: pwr_1

13 Nov 2002 (317)



- 電離層中の密度波状構造により波が focusing-defocusing を受ける
- 観測された ground scatter 中の波状構造を観測すれば波の波数ベクトル・伝搬方向がわかる
- さらに multi-frequency で観測すれば鉛直方向に関する情報が得られる

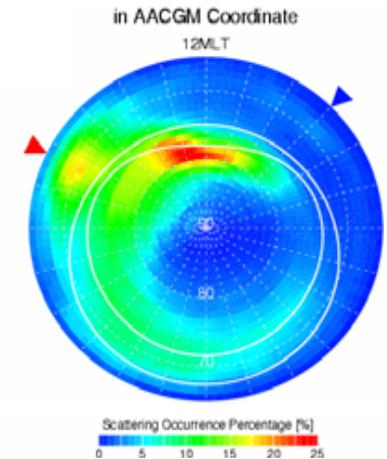
超高層域レーダーエコー生成 メカニズム

- 中緯度域電離圏イレギュラリティ
プラズマ不安定性
サブトラフエコー、中緯度F層エコー、etc.

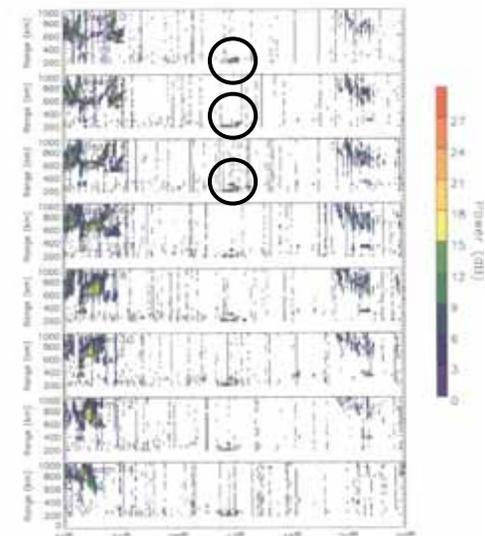
Sub-trough echoes by Hosokawa et al. (2001)

- 夏期中間圏エコー
中間圏界面の温度低下

PMSE observed by Syowa SuperDARN radar by Ogawa et al. (2002)



SUPERDARN PARAMETER PLOT 15 Dec 1997 0000
Syowa East: pwr_1

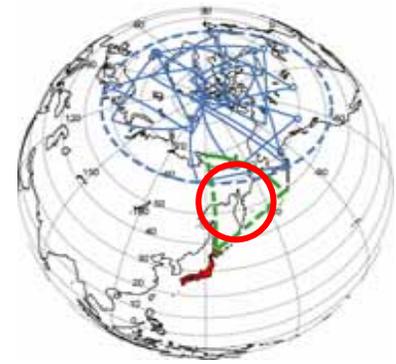


現在までの準備状況

- 予算申請中(平成17年度特別教育研究経費)
- 中緯度短波レーダー研究会の開催(2003,2004)
- 建設候補地における電波雑音状況調査
- 無線局免許申請準備



まとめ：北海道HFレーダー：

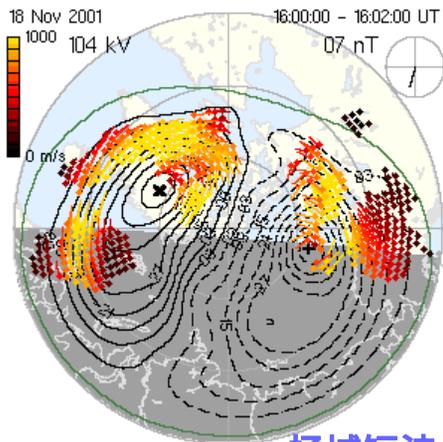
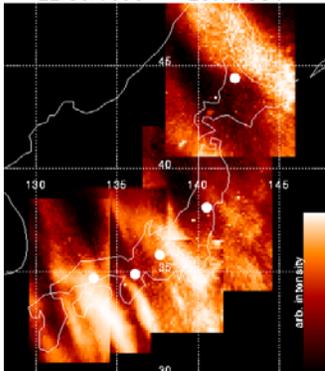


- Ionospheric convection, echo power, ionospheric vertical motion, ionospheric plasma density modulation等を観測可
- 15~45km × 100kmのセル、180kmから3500kmのレンジ
- 上記セルの情報を通常モードでも1-2 min.の時間分解能で取得
- 24時間運用
- 中緯度、サブオーロラ帯ではいまだかつてない観測モード
- 極域、中緯度帯間の相互作用を理解するためには中間領域の二次元的な観測が不可欠!!

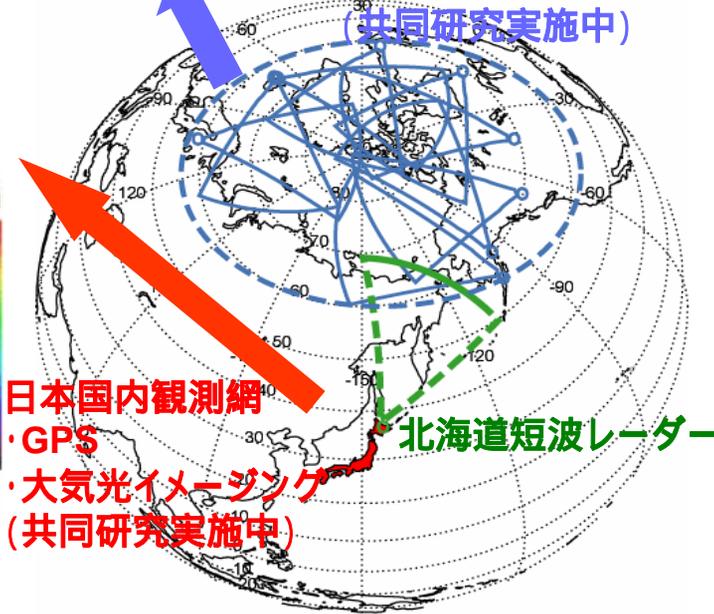
中緯度大型短波レーダー (北海道短波レーダー)

大気光イメージング

OI 630-nm emission
22/05/1998 23:10 JST



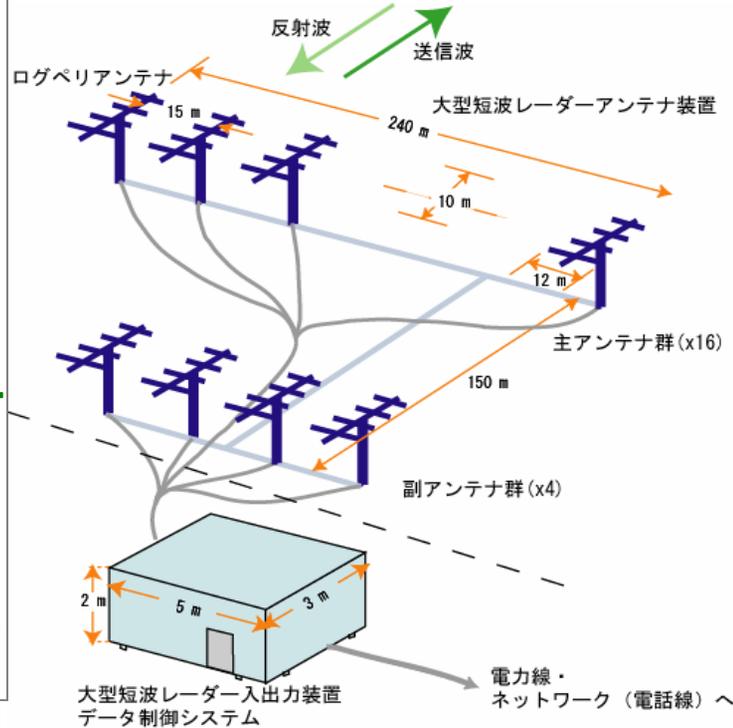
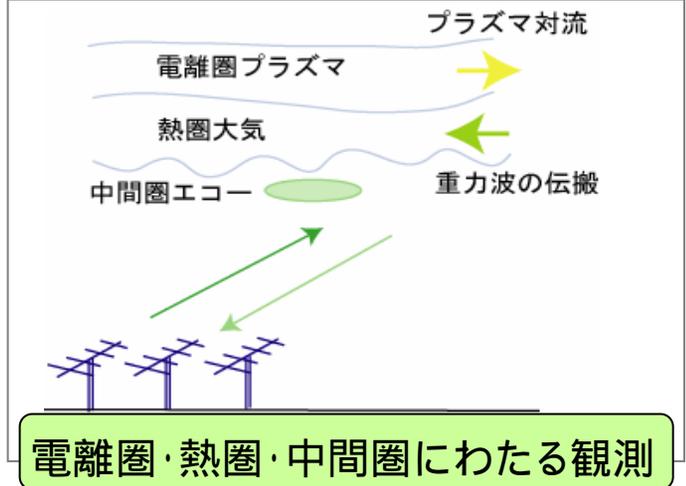
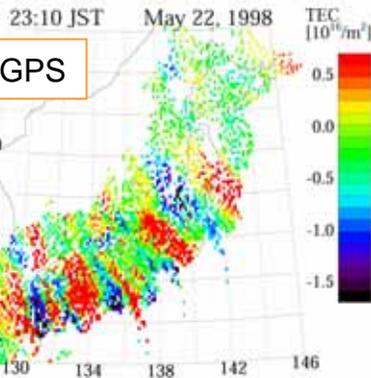
極域短波レーダーネットワーク
(共同研究実施中)



日本国内観測網
・GPS
・大気光イメージング
(共同研究実施中)

北海道短波レーダー

GPS



従来の観測空白域をカバー
高緯度と中緯度を結ぶ領域のダイナミクスの統一的な解明