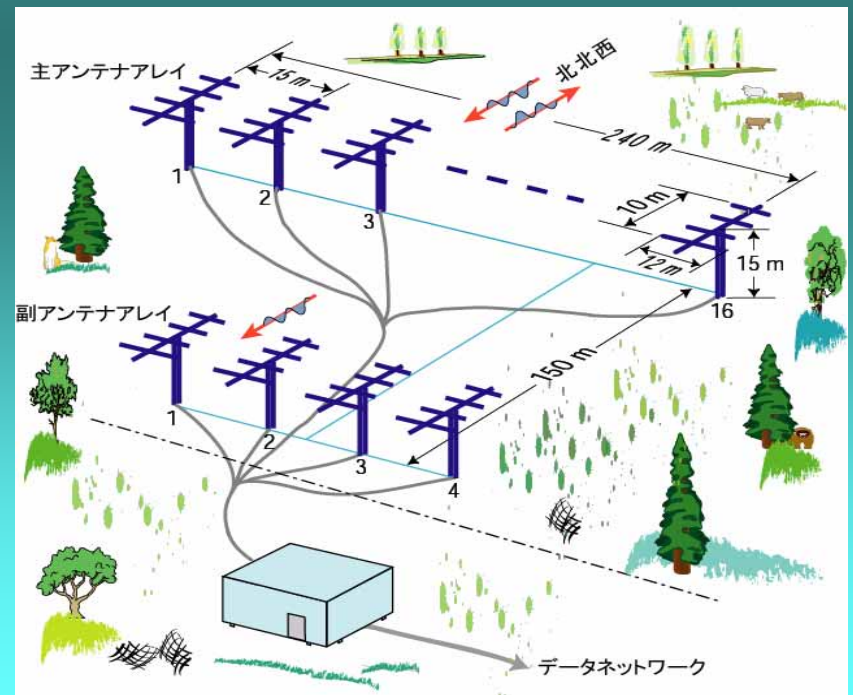
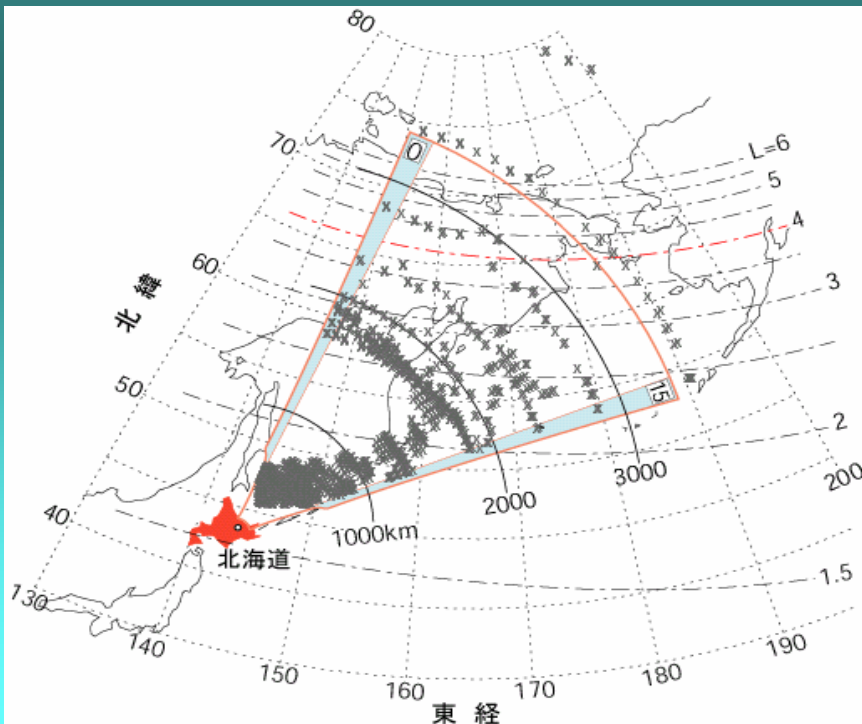
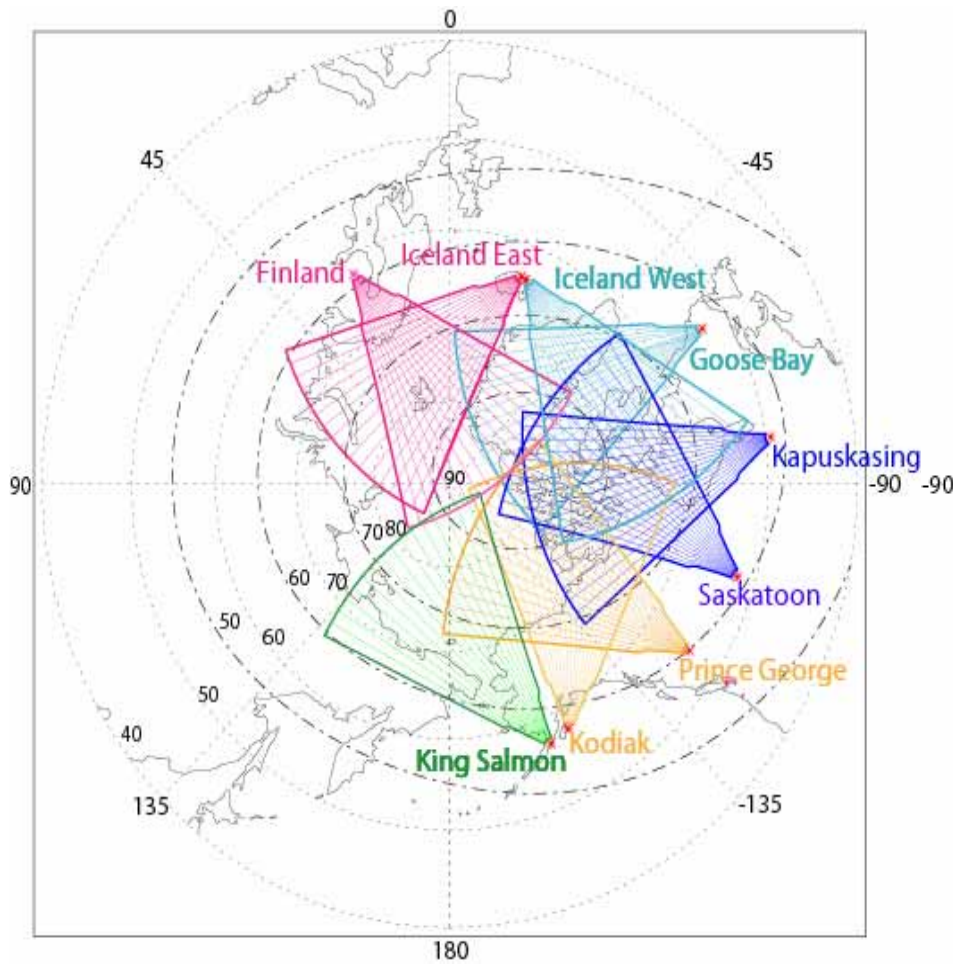


北海道HFレーダーの概要

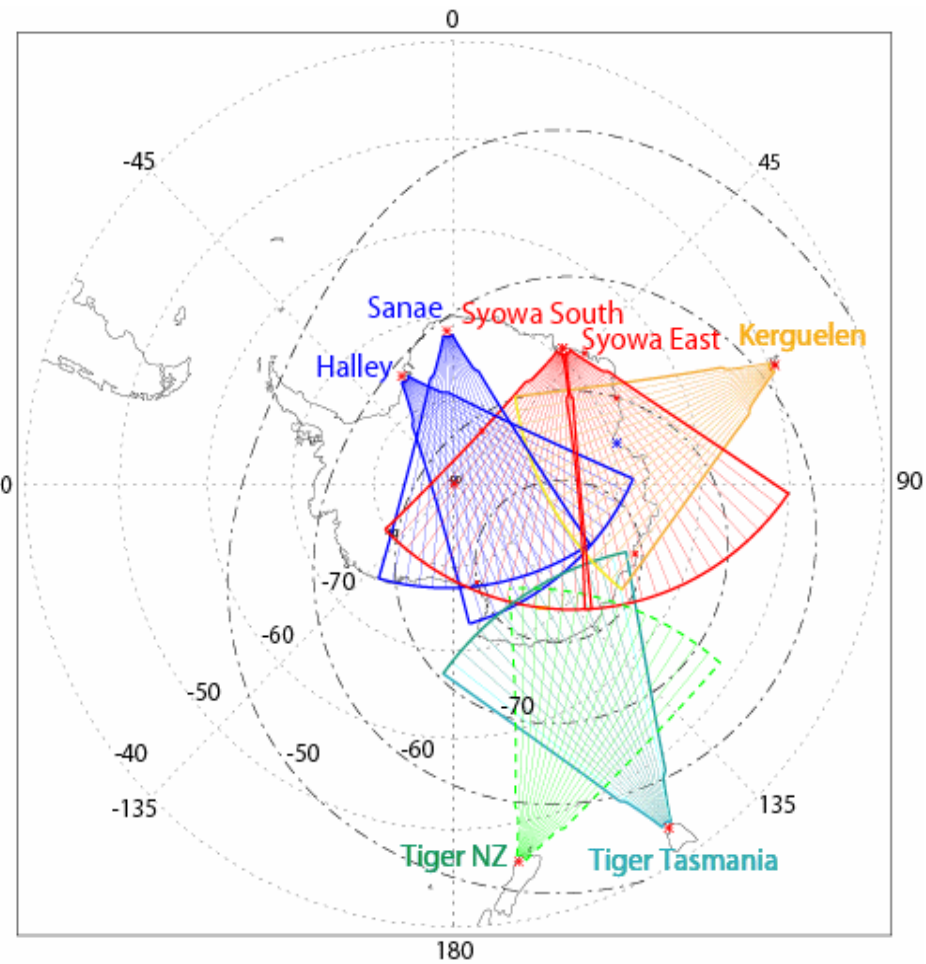
名大STE研 小川 忠彦



SuperDARN HF Radar Network



North (9)



South (6 + 1)

VHF帯オーロラレーダー

- **単一ビーム** (タスマニア、昭和、サイプル、アラスカ、...)

マルチビーム (昭和)

- ・主としてE層エコー
- ・ドップラー観測は視線方向のみ
- ・高時間・空間分解能

- **Twin方式** (STARE、SABRE、**米国DARN計画**)

- ・速度ベクトルの決定
- ・高時間・空間分解能


計画倒れ

DARN 計画

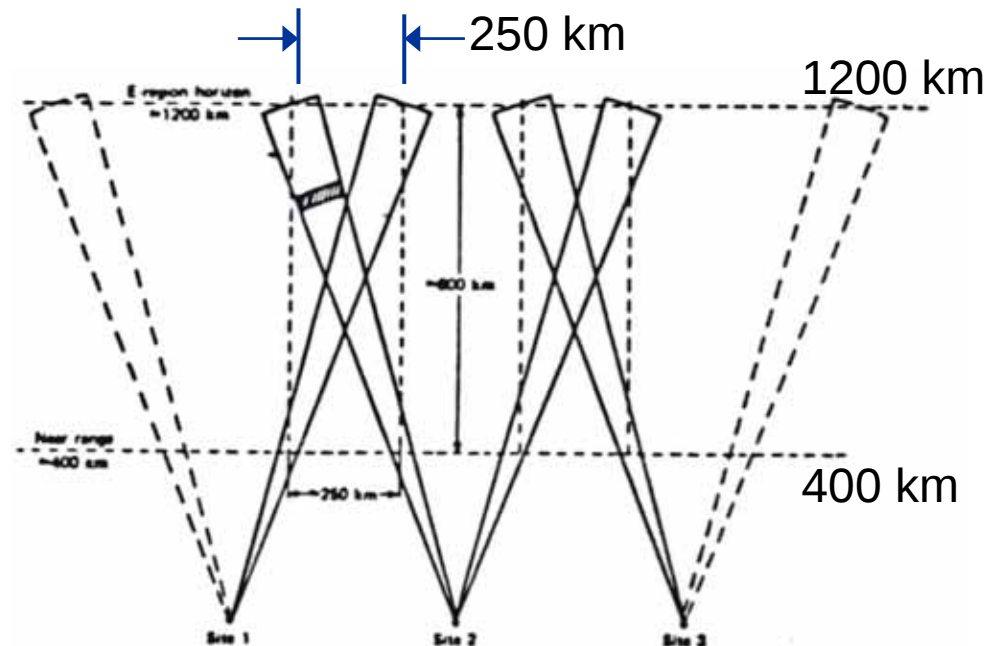
Freq. = 140 MHz

Peak power = 20 kW

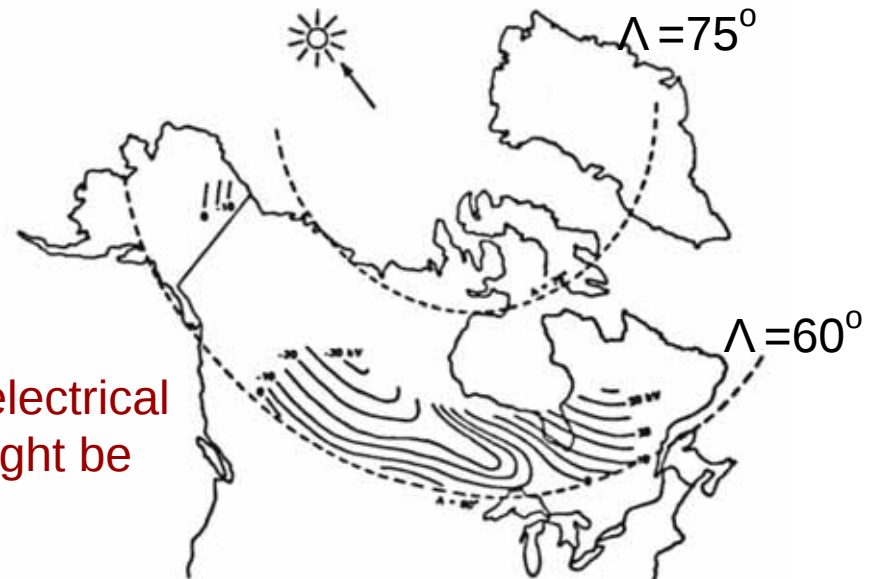


Potential coverage of 12 station DARN network

Example of instantaneous electrical potential distribution that might be derived from Doppler data



Plan view of beam intersection from three neighboring DARN radars



Before SuperDARN

■ SAFARI (Scandinavian and French Auroral Radar Investigations)

(Hanuise et al., GRL, 1981)

- ・周波数: 14.1、21.5、28 MHz
- ・One phased-array (16個の 6-elements Yagi)
- ・オーロラF層ドップラースペクトルの初観測

■ EDIA (Etude Doppler des Irregularités Alignées)

(Bourdillon et al., GRL, 1982)

- ・周波数: 10 ~ 20 MHz
- ・One phased-array (13ビーム) + one phased array)
- ・サブオーロラ帯のF層ドップラースペクトル観測

■ JHU/APL (Baker et al., GRL, 1983; Greenwald et al., Radio Sci., 1983)

- ・周波数: 10 ~ 20 MHz
- ・One phased-array (6ビーム)
- ・オーロラ ~ カスプ域のF層ドップラースペクトル観測

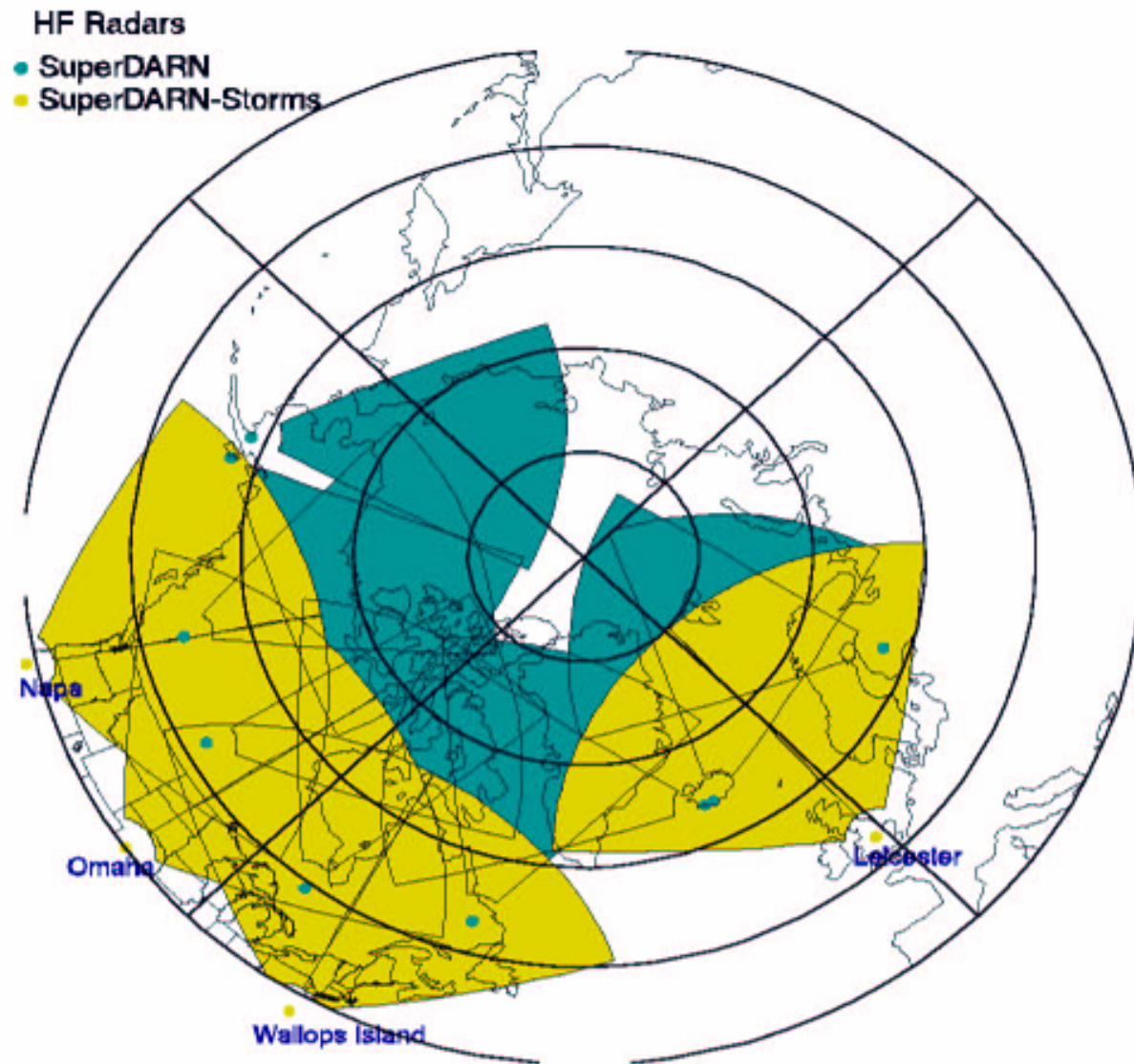
背景 (1/2)

- 既存のSuperDARNレーダー網は磁気緯度60度以上のオーロラ帯と極冠域をカバー
- SuperDARNは非常に成功。しかし、更に極域電離圏・磁気圏の研究を進め、より信頼性のあるプラズマ対流マップを得るには、観測空白域(ロシアなど)を無くし、観測域を緯度的に広げることが必要
- NICTがアラスカ (King Salmon) に現有
- 一部のSuperDARN参加国は極冠域(カナダ) および60度より低緯度側(日本、米国、オーストラリア)に観測域を広げる計画を数年前から検討開始 → 米国は建設中(Wallops)

Future SuperDARN Radars

(by Greenwald @ 2004 SuperDARN meeting, Canada)

- Wallops Island (GSFC)
 - \$135,000 in funding available for first Wallops radar
 - First mid-latitude SuperDARN
 - Will be directed toward eastern Canada and Greenland
 - Partial operation in autumn 2004
- Hokkaido, Japan
 - Northward-looking radar operated in conjunction with 210° meridian chain.
 - Somewhat lower latitude than Wallops radar
 - Possible operation in summer 2006



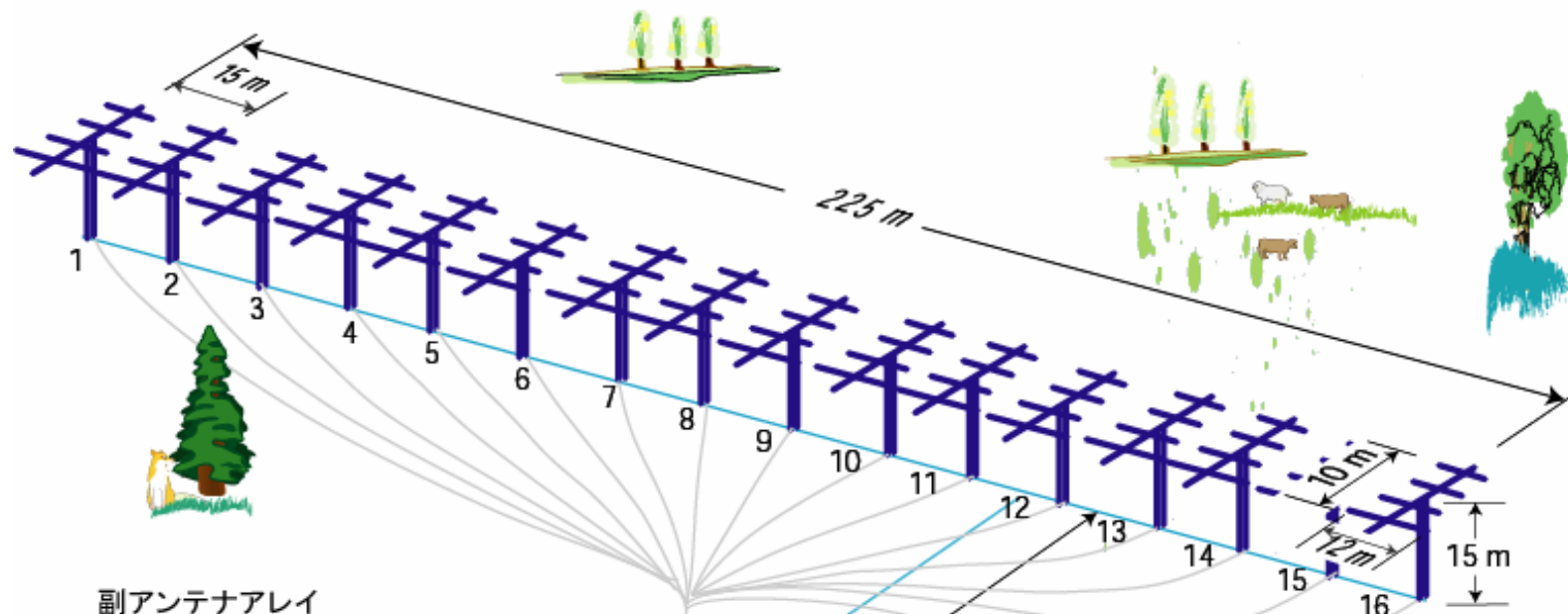
 米国の中緯度SuperDARN計画

(Ruohoniemi, SuperDARN Workshop, 2003)

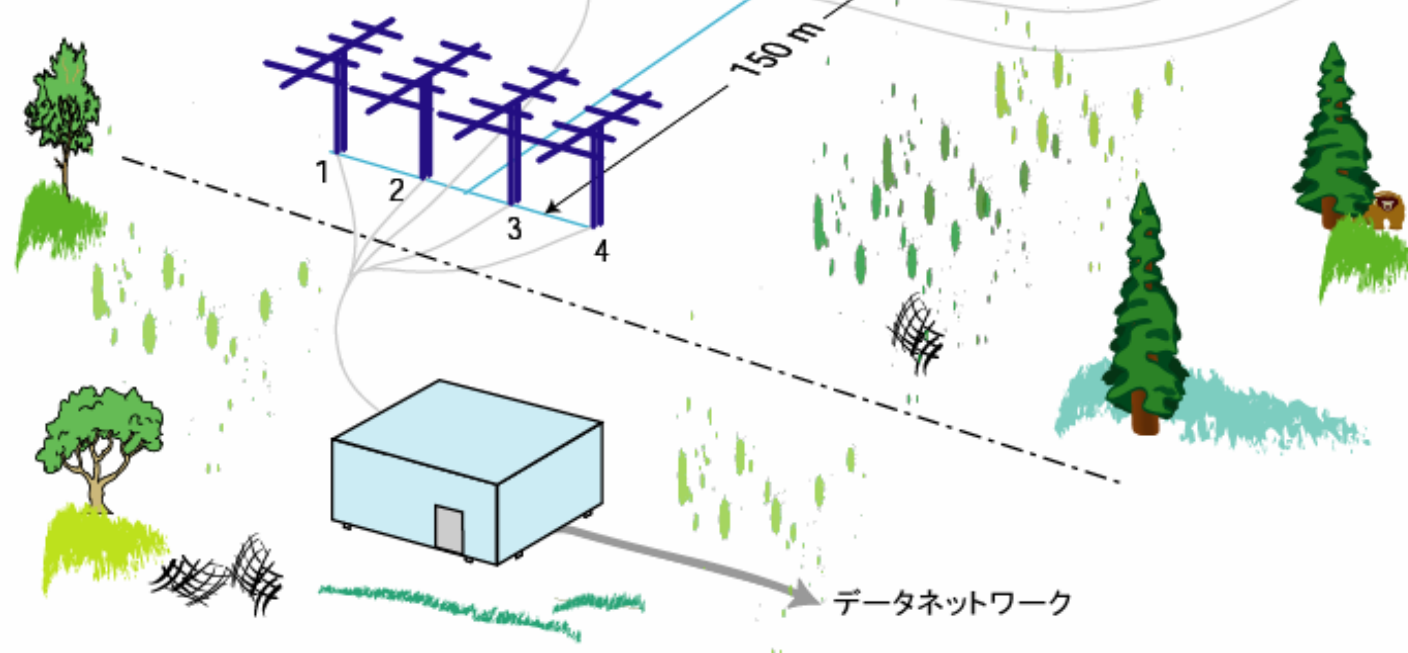
背景 (2/2)

- 国内では、例えば、大気光観測網、GPS観測網などが整備された結果、電離圏・熱圏内の大・中規模擾乱現象の研究が**大いに進展した**が、国内観測だけから擾乱の発生・伝搬の過程を詳しく知ることは不可能である。**観測域の北への拡大**が必要
- 中緯度域に**SuperDARNクラス的大型短波レーダー**を設置することにより、国内観測網を含めて、オーロラ帯から中緯度に及ぶ一連の現象が**統一的**に研究可能になる
- 新研究テーマの提案(**今集会**)
- 将来、**中緯度SuperDARN網**が構築されるであろう

主アンテナアレイ



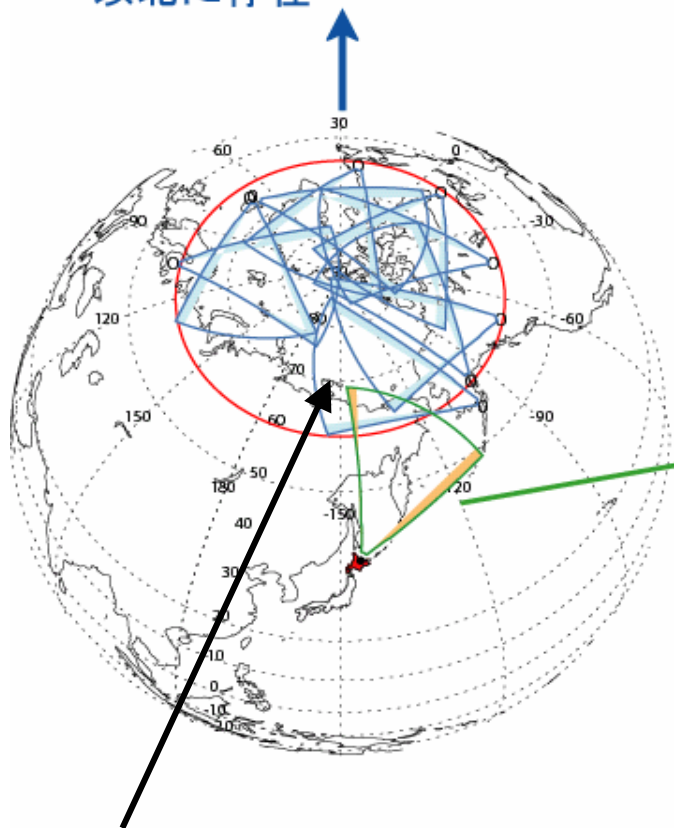
副アンテナアレイ



データネットワーク

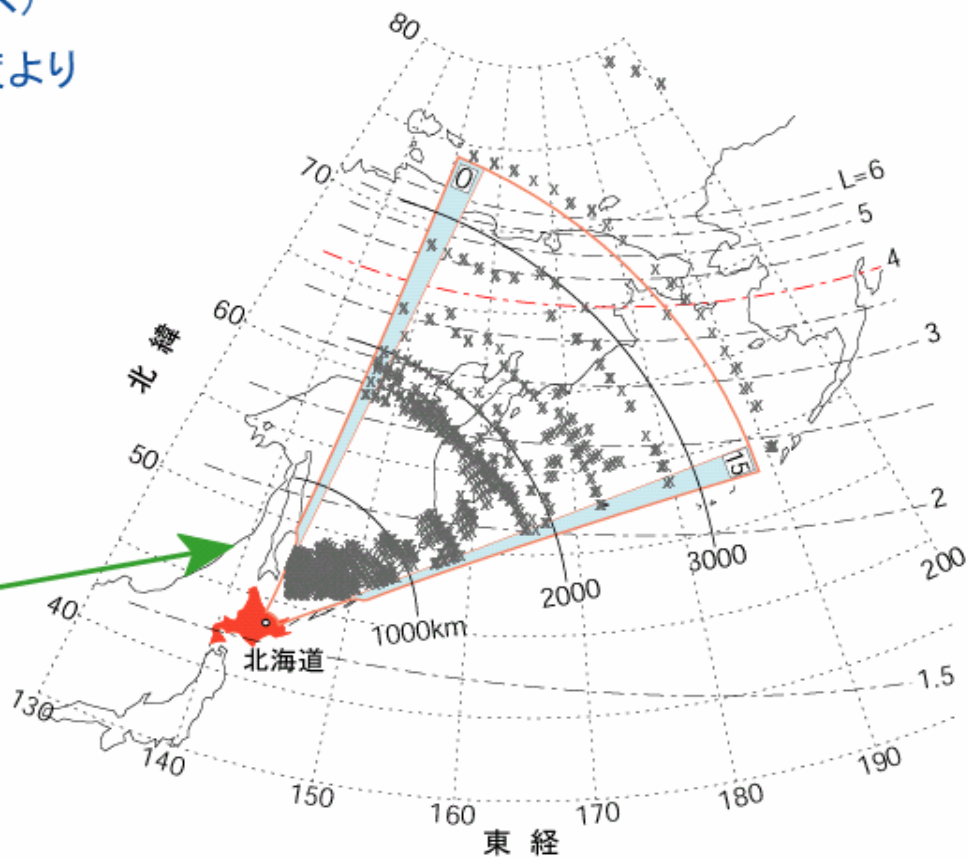
◎ 9基の大型短波レーダーからなる北極域
SuperDARNネットワーク（参加国：日本、
アメリカ、イギリス、カナダ、フランス）

◎ 9基のレーダーは地磁気緯度60度より
以北に存在



NICT King Salmon

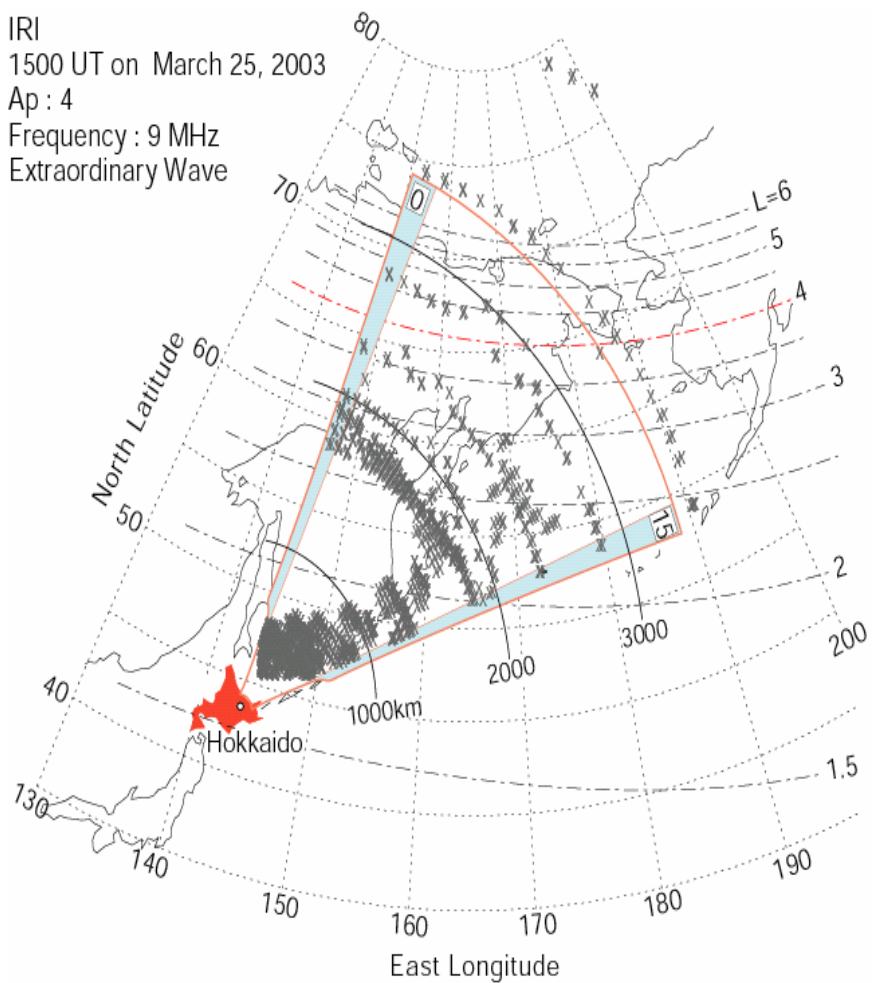
X: 電離圏エコー域



◎ 北海道短波レーダーは
地磁気緯度35～60度をカバー

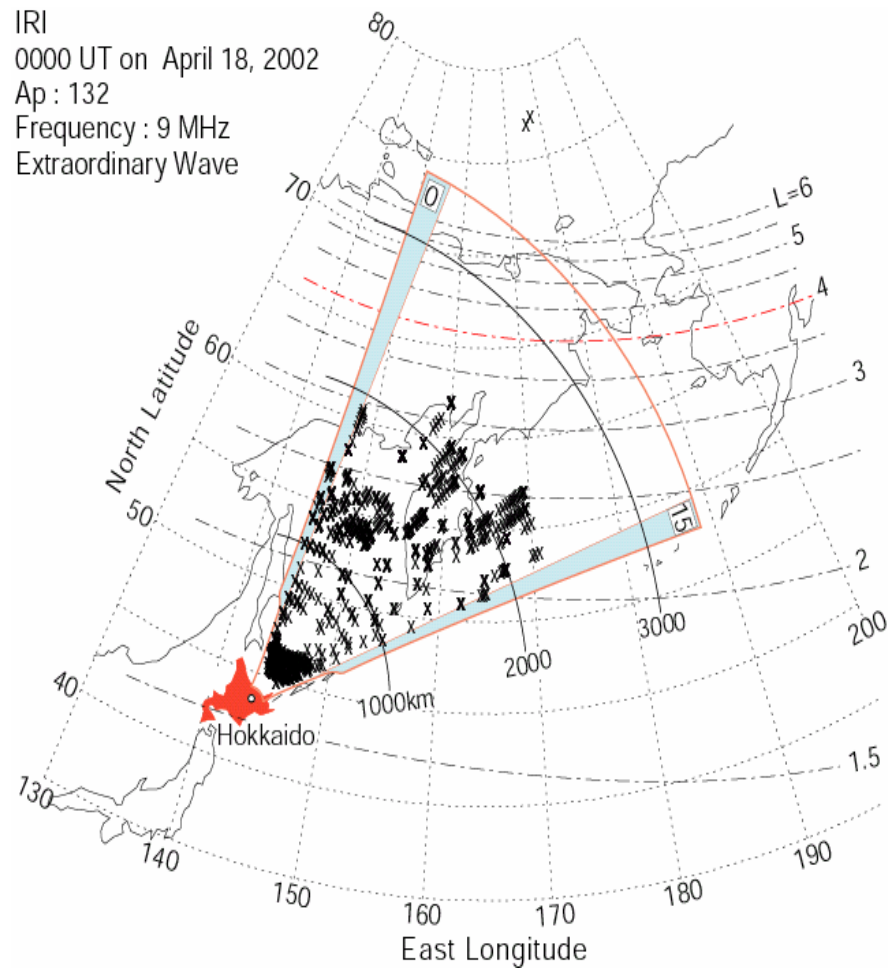
X : 電離圈エコー域

IRI
1500 UT on March 25, 2003
Ap : 4
Frequency : 9 MHz
Extraordinary Wave

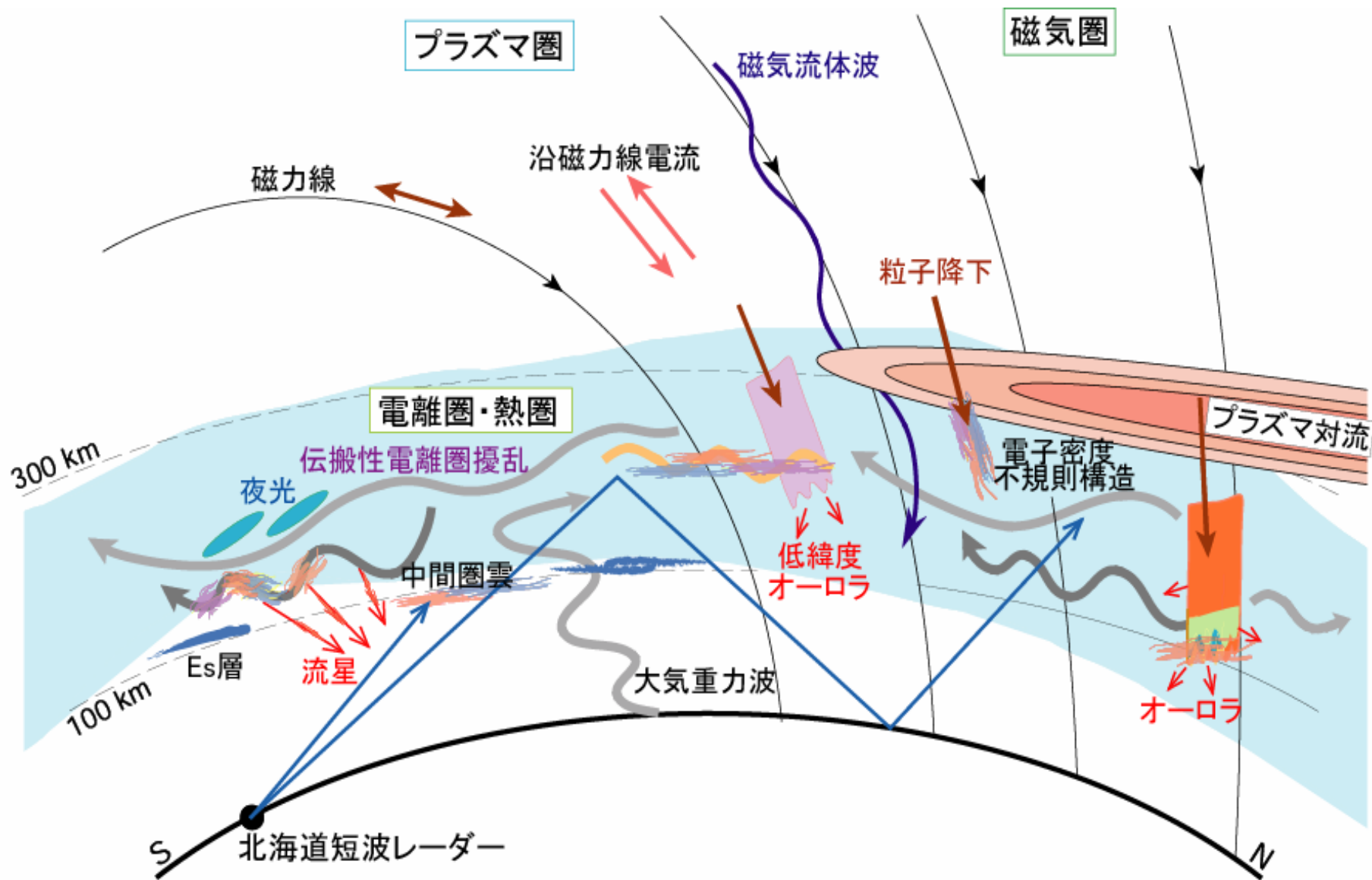


夜間

IRI
0000 UT on April 18, 2002
Ap : 132
Frequency : 9 MHz
Extraordinary Wave



昼間



短波レーダーの観測対象となる電離圏の諸現象

北海道短波レーダーによる観測・研究 (1/3)

- 磁気緯度35度～60度の観測空白域を2次元的にカバー
- 極域プラズマ対流の低緯度への侵入(拡大)
 - ・ SuperDARN対流マップへの貢献
- トラフ/サブオーロラ帯電離圏のプラズマ過程
- プラズマ圏・磁気圏と電離圏との結合
- 低緯度オーロラ (Mlat. = 50 ~ 60 °)
 - ・ SARアーク (Stable Auroral Red Arc)
 - ・ 電子オーロラ
- 磁気流体波による電離圏モジュレーション

北海道短波レーダーによる観測・研究 (2/3)

➤ 熱圏・電離圏の大規模擾乱

- ・ オーロラ帯からの大規模伝搬性電離圏擾乱 (LSTID)
- ・ オーロラ帯からの中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID)
- ・ オーロラ帯起源でない MSTID の励起機構 (夜、昼)

➤ 電離圏プラズマ擾乱

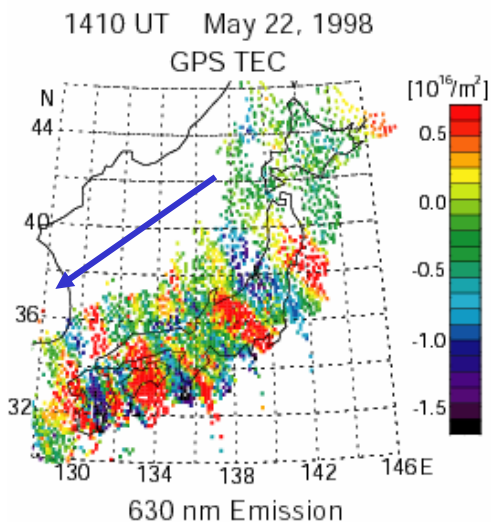
- ・ スプレッド F、スプラディック E、E - F 層結合
- ・ 大規模電離圏プラズマ不安定

➤ 反対半球電離圏間の電氣的結合 (日本 ↔ オーストラリア)

北海道短波レーダーによる観測・研究 (3/3)

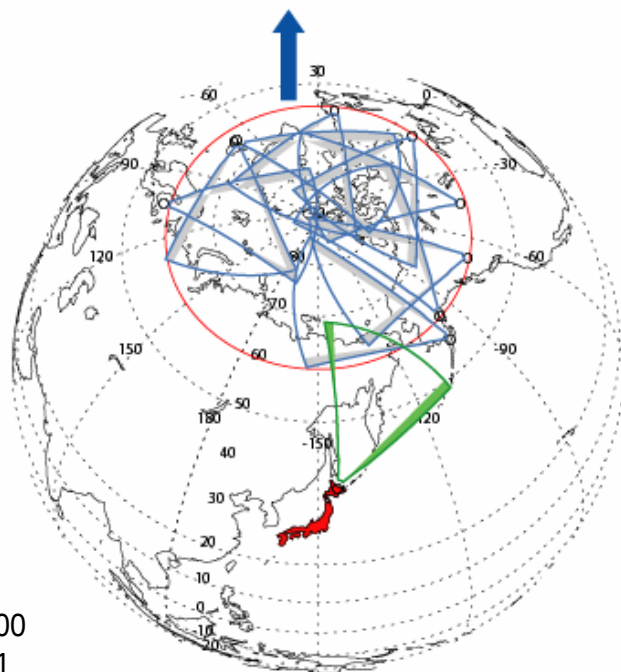
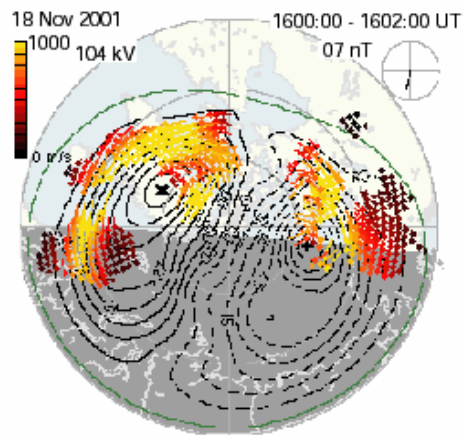
- 下部熱圏風(流星レーダー機能の利用)
 - ・ 大気潮汐、大気重力波
- 夏季中間圏界面付近の擾乱
 - ・ 極低温/水クラスターイオンによる特異なレーダーエコー
 - ・ Global Changeとの関係
- 熱圏・電離圏・大気圏結合
- 国内観測網、国外観測網(NICT King Salmonレーダー、210度地磁気観測網など)、衛星観測との連携

MSTID



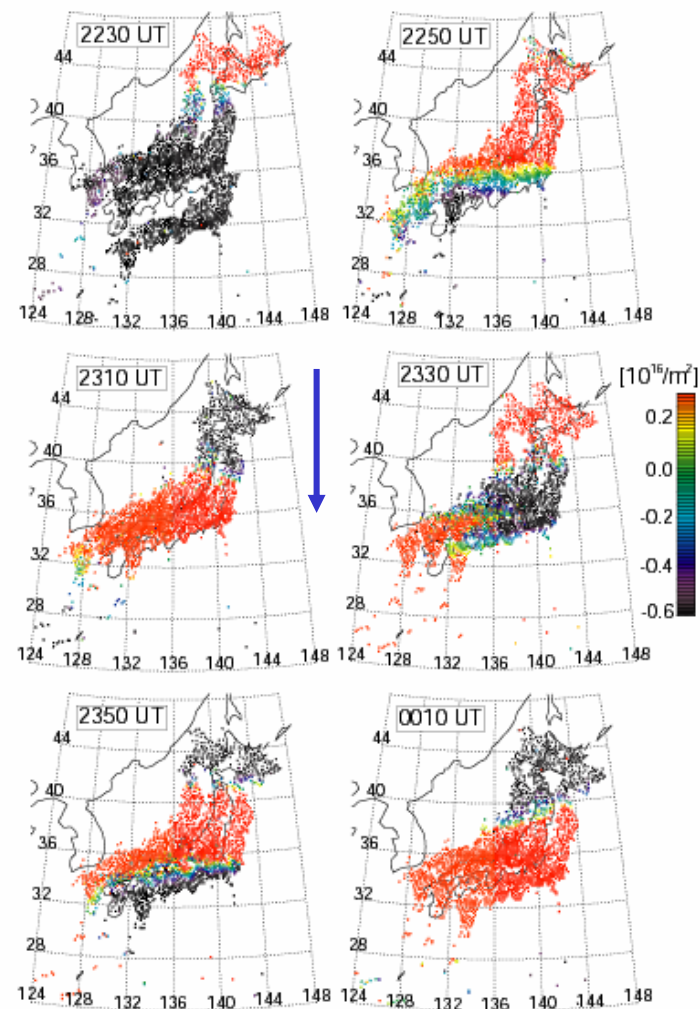
Kubota et al., 2000
Saito et al., 2001

大気重力波 or プラズマ不安定？



LSTID

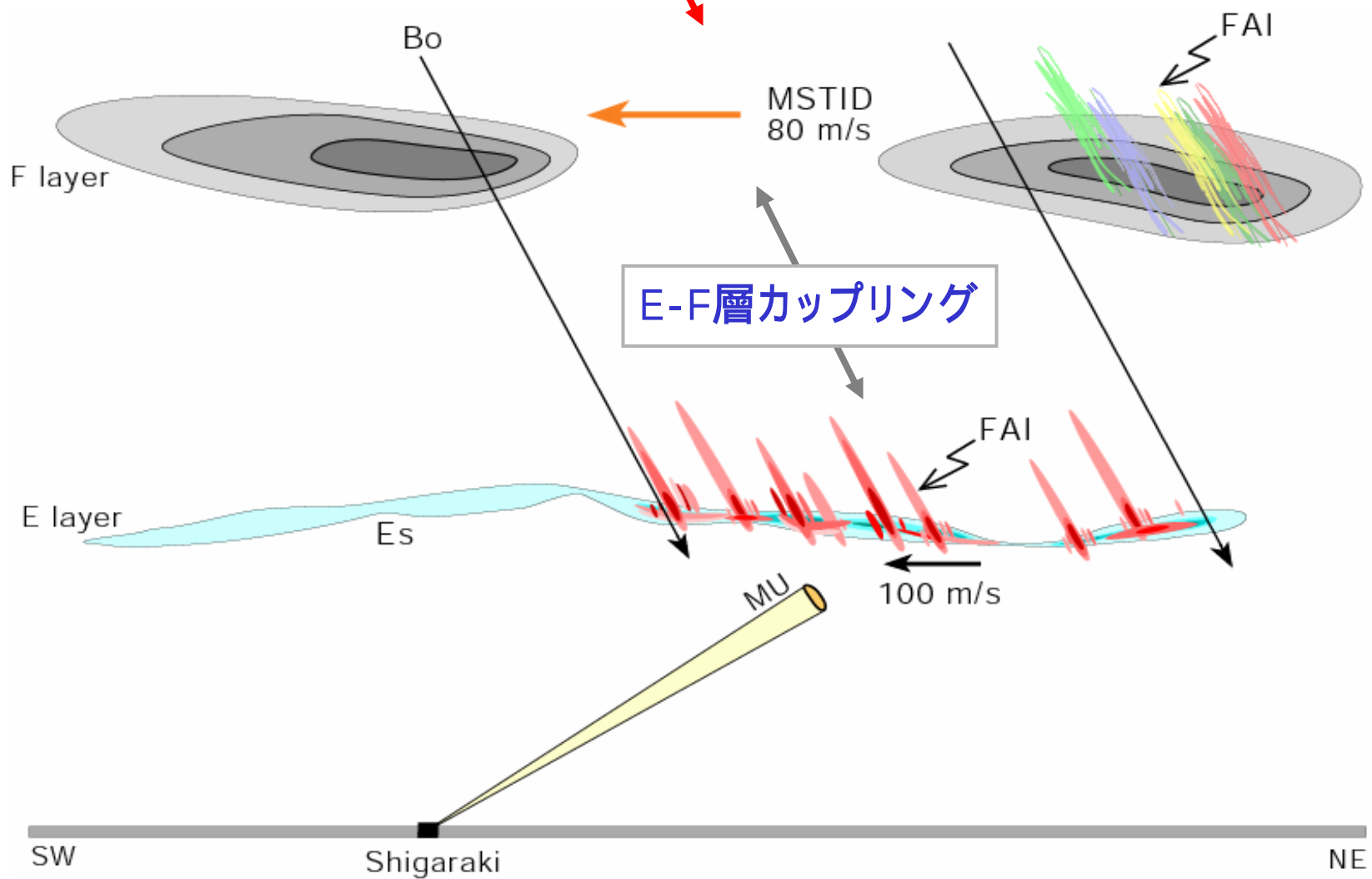
GPS TEC September 22-23, 1999



Tsugawa et al., 2003

オーロラ帯からの大気重力波

両半球間カップリング

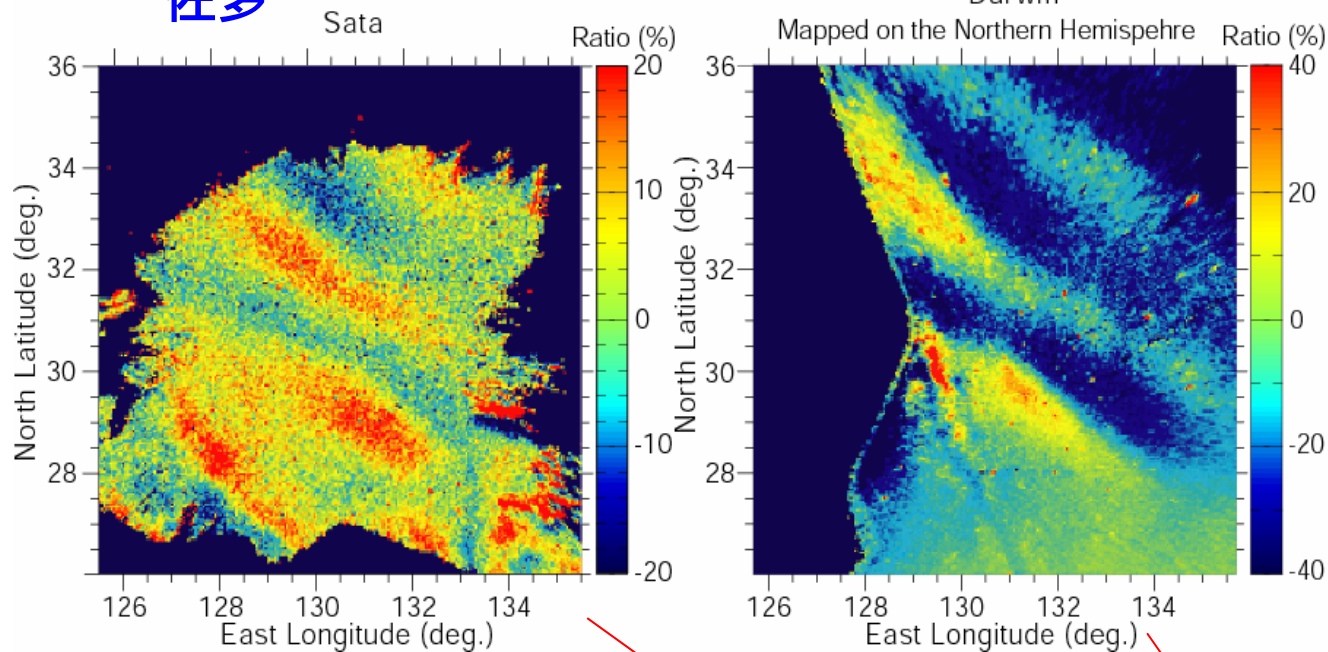


佐多

630 nm 1502 UT August 9, 2002

Darwin

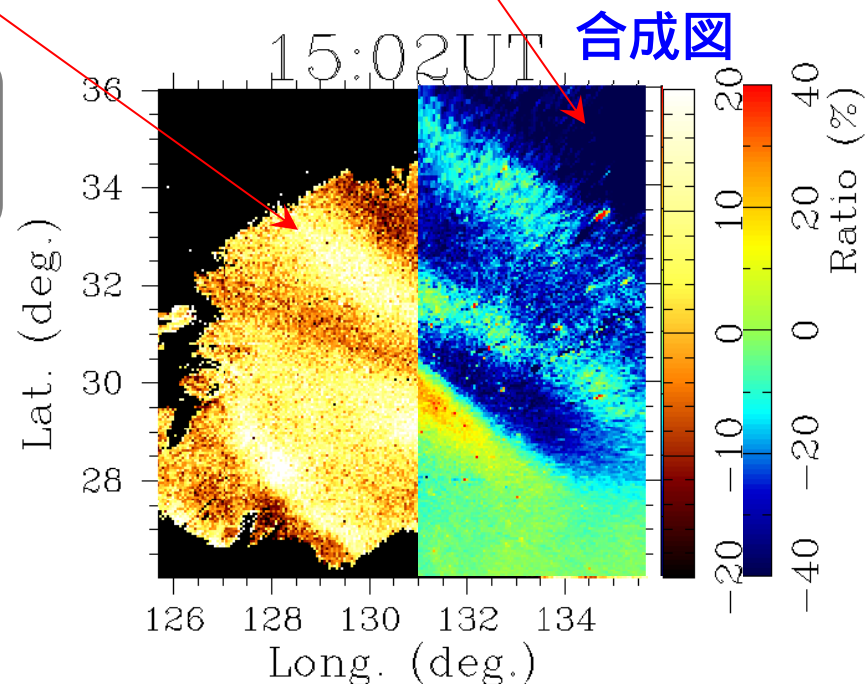
ダーウィン

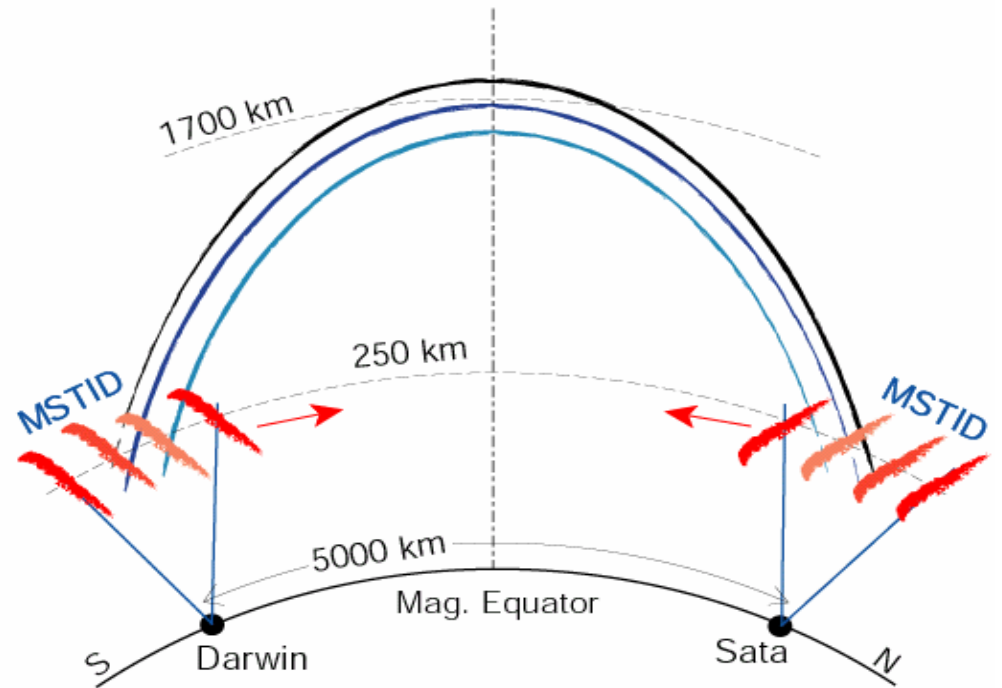
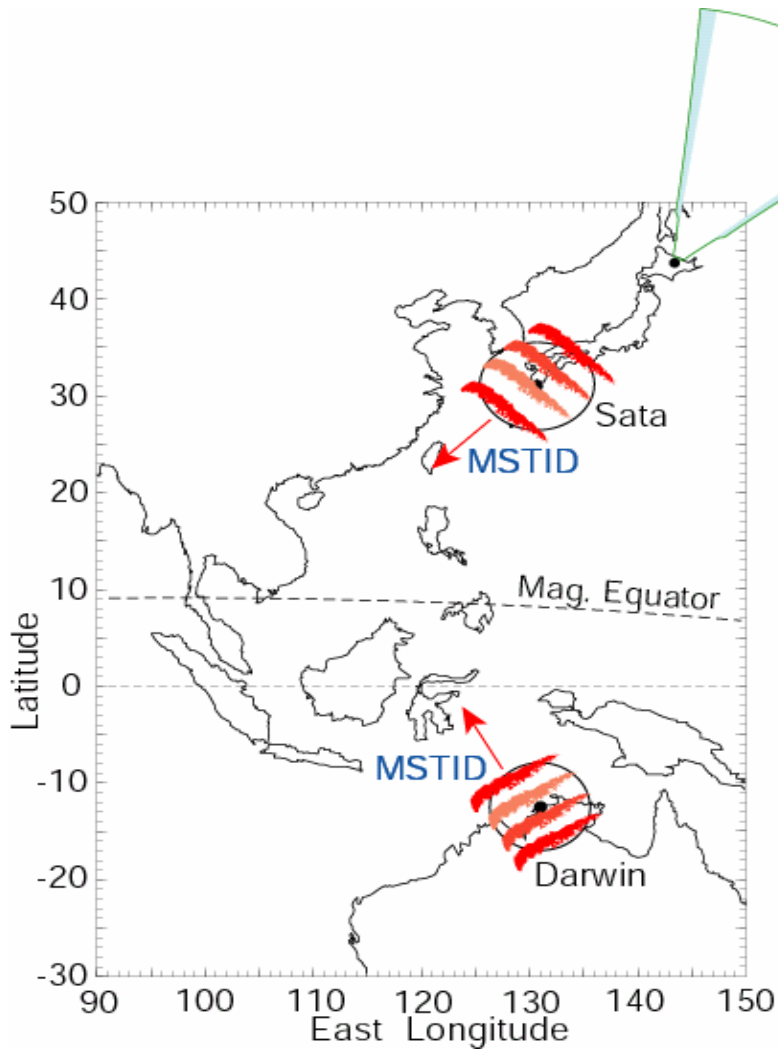


夜間の南北共役MSTIDの発見

(Otsuka et al., 2004)

MSTIDに伴う電離圏電場が
反対半球のMSTIDを誘起する？





夜間MSTIDの
地磁気共役性



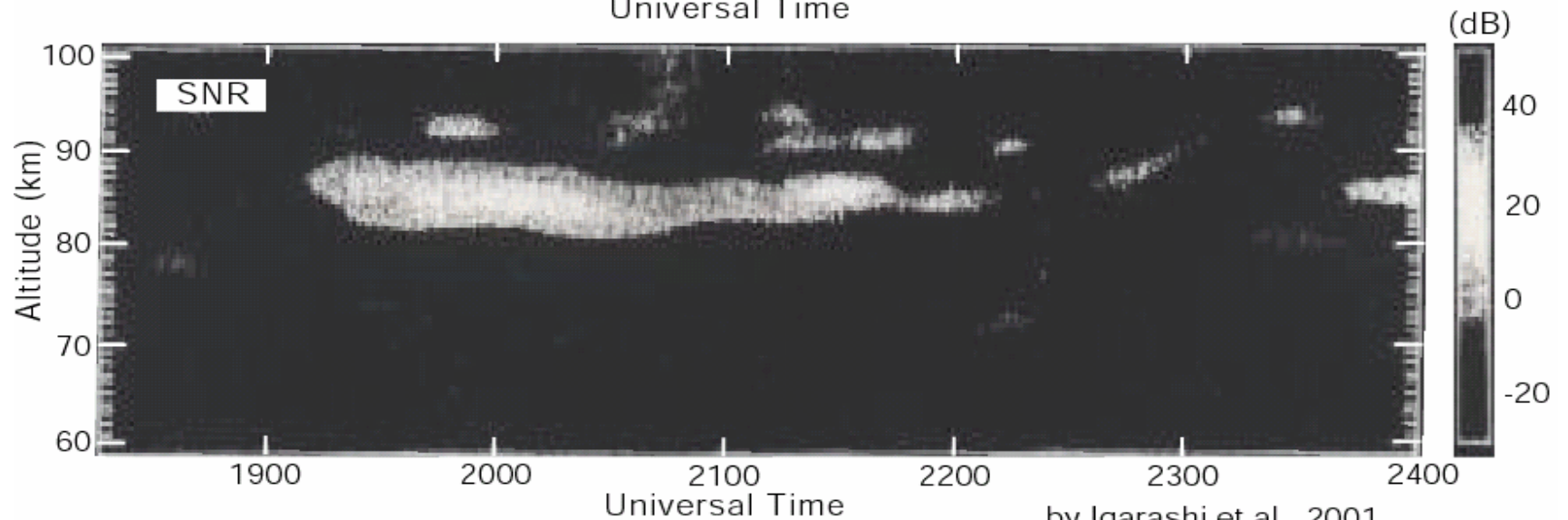
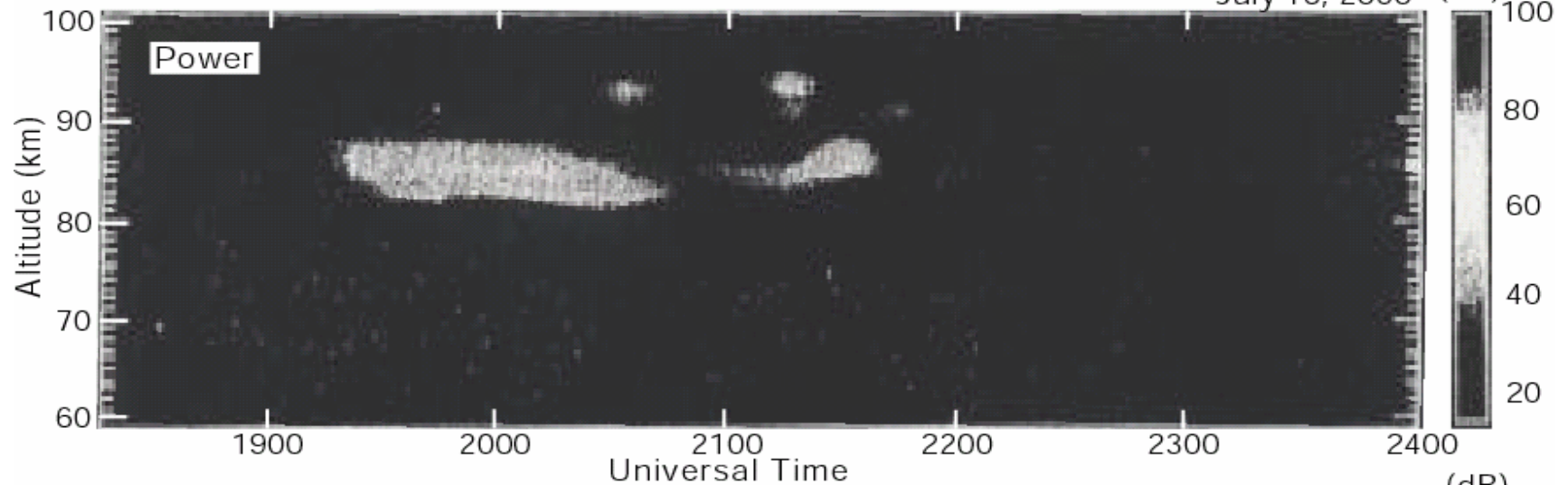
磁力線に沿った
電場のmapping



夜間MSTIDの生成・発達
には電場が重要

46.5-MHz Mesospheric Summer Echoes Wakkanai (45.36°N, 141.9°E)

July 16, 2000 (dB)



by Igarashi et al., 2001

稚内で観測された
夏季上部中間圏エコー



中間圏界面温度 150 K ?