



SuperDARN を用いた PMSE 研究について



Study of PMSE with SuperDARN

中緯度短波レーダー研究会
2004年10月13日@名大東山キャンパス

細川敬祐

電気通信大学 情報通信工学科

小川忠彦

名古屋大学 太陽地球環境研究所

Neil Arnold, Mark Lester

Department of Physics and Astronomy, University of Leicester

行松彰、佐藤夏雄

国立極地研究所

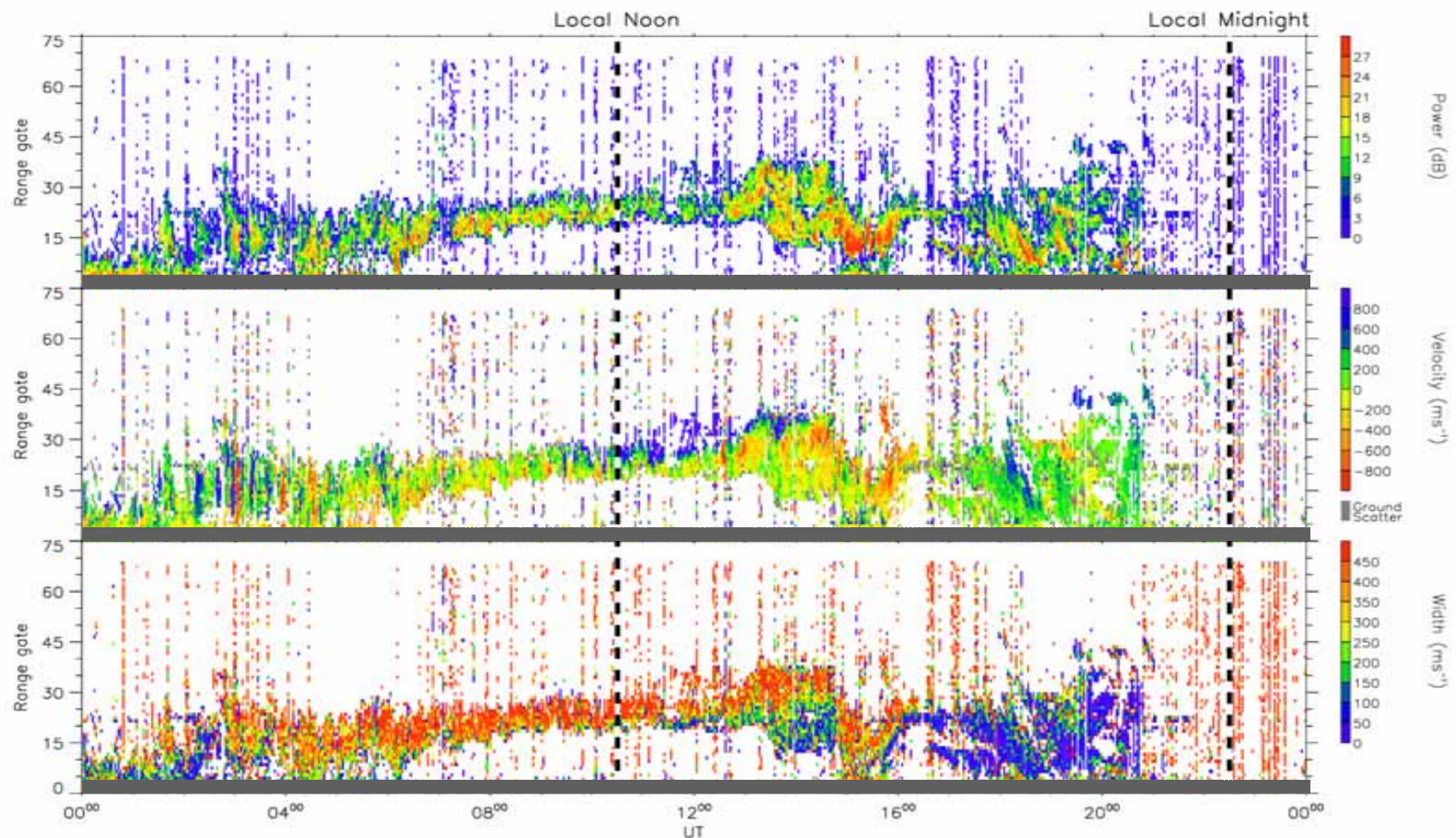


SuperDARN を用いた PMSE 研究について



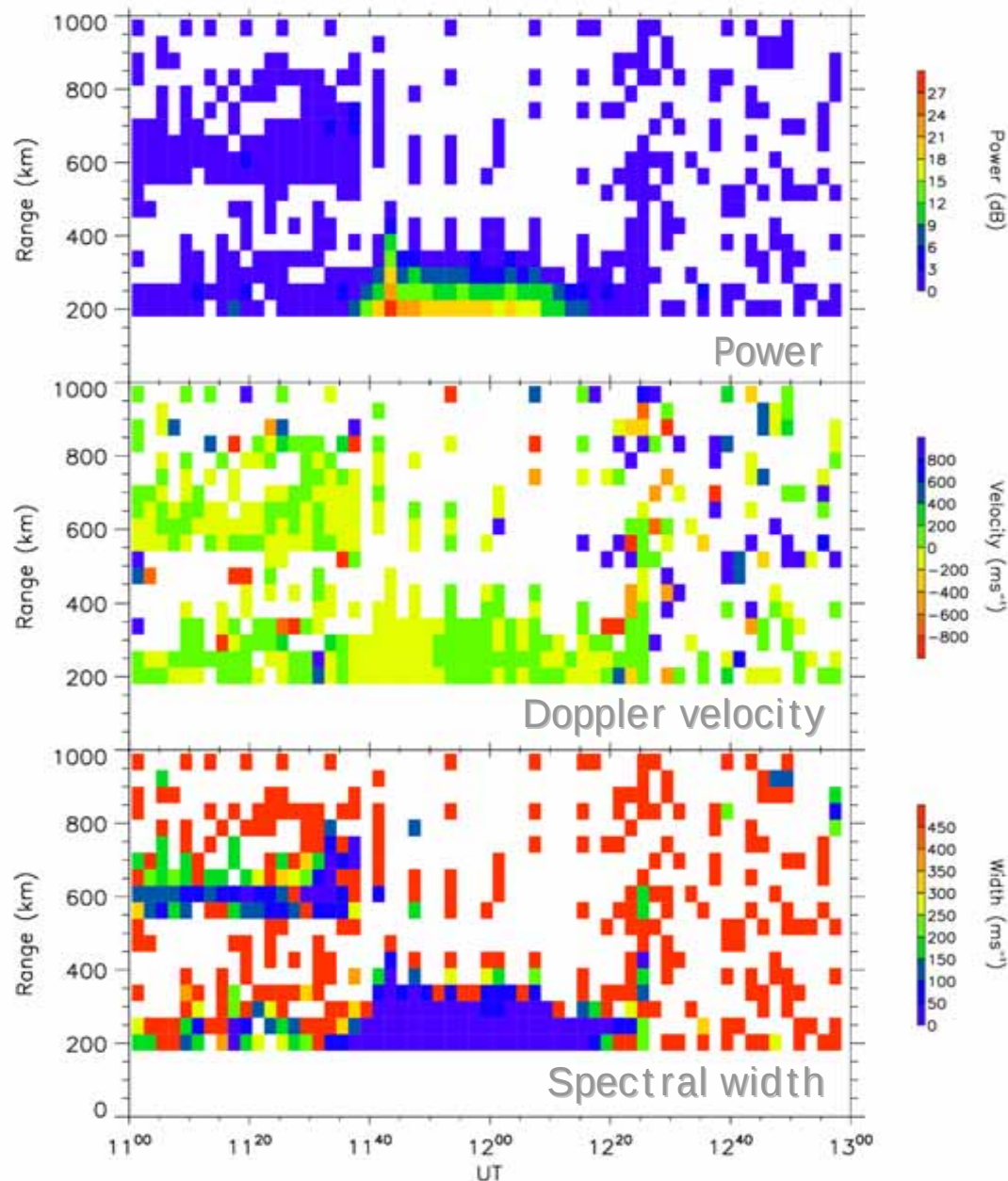
Study of PMSE with SuperDARN

中緯度短波レーダー研究会
2004年10月13日@名大東山キャンパス



極域夏季中間圏レーダーエコー

Polar Mesosphere Summer Echoes (PMSE)



特徴 (過去の VHF の観測から):

夏季においてのみ観測される
(5月中旬 ~ 8月下旬)

極域においてのみ観測される

出現高度領域: 86km

非常に強いエコーパワー

ドリフト速度、スペクトル幅は共に小さい
(電離圏エコーに比べて)

成因 (仮説):

夏季に低温化する中間圏に生成された
氷分子によって、電子の拡散が押さえら
れ、電波を散乱するような構造を形成する。

SuperDARN による PMSE の初観測例
(Ogawa et al., GRL, 2002)

研究の動機づけ

motivation

過去の PMSE 観測の特徴 (問題点?)

北半球に偏った観測

1994年に南半球初めての観測 (Woodman et al., 2000)

北半球よりも 34-44dB も弱いエコーパワー 本当か?

経度的に偏った観測

アラスカ、スカンジナビアで分厚い観測の積み上げ

長期観測の欠如

SuperDARN が持ち得るアドバンテージ

南北半球15基のネットワーク観測

24時間365日連続観測

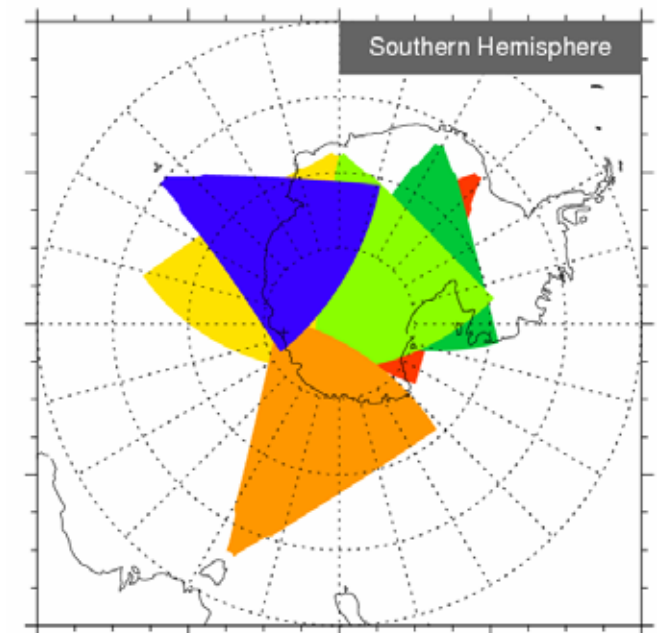
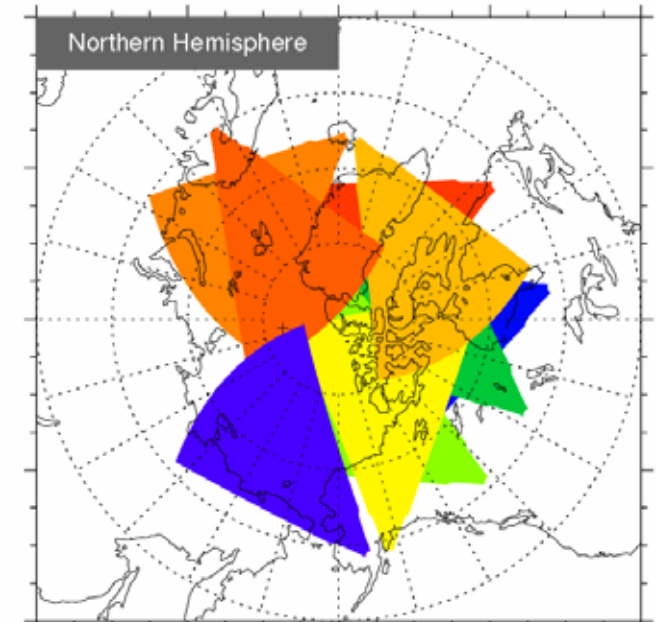
統計解析によって評価したいことから

超近距離エコーのなかにどの程度 PMSE が含まれる?

膨大にあるのか? それともスプラディックに出るだけ?

複数レーダーを用いた比較研究は可能か?

南北半球比較などは可能?



統計解析の手法

method of statistics

SuperDARN の超近距離レンジ観測
には、パラメータ特性の異なる3種類
のエコーが存在する。

PMSE の出現頻度を正確に導出する
には、これら3種類のエコーを切り分け
る指標が必要。

今回の統計解析で用いた指標

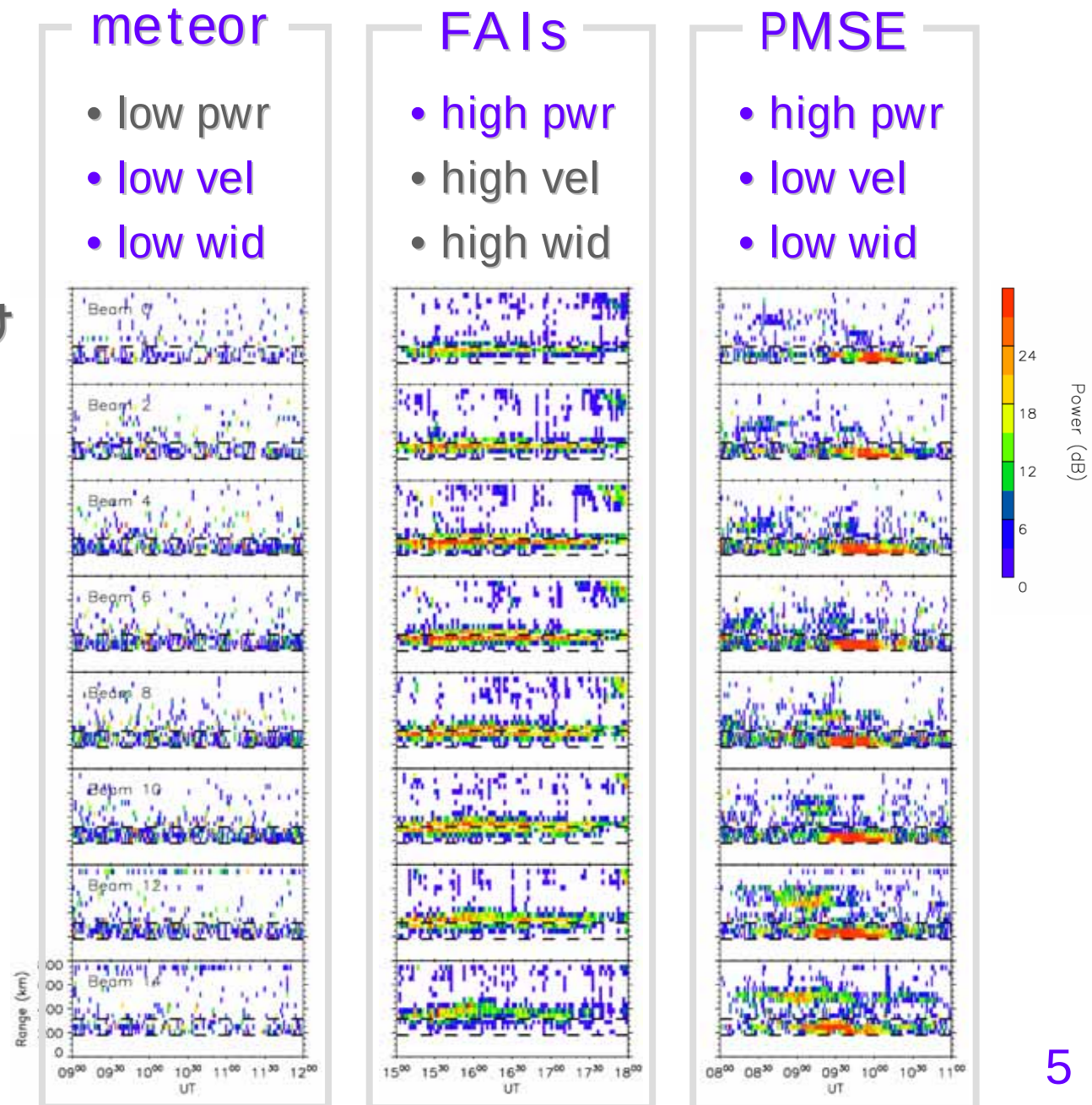
$\text{pwr} > 3\text{dB} \ \& \ 6\text{dB}$

$-50 \text{ m s}^{-1} < \text{vel} < 50 \text{ m s}^{-1}$

$\text{wid} < 50 \text{ m s}^{-1}$

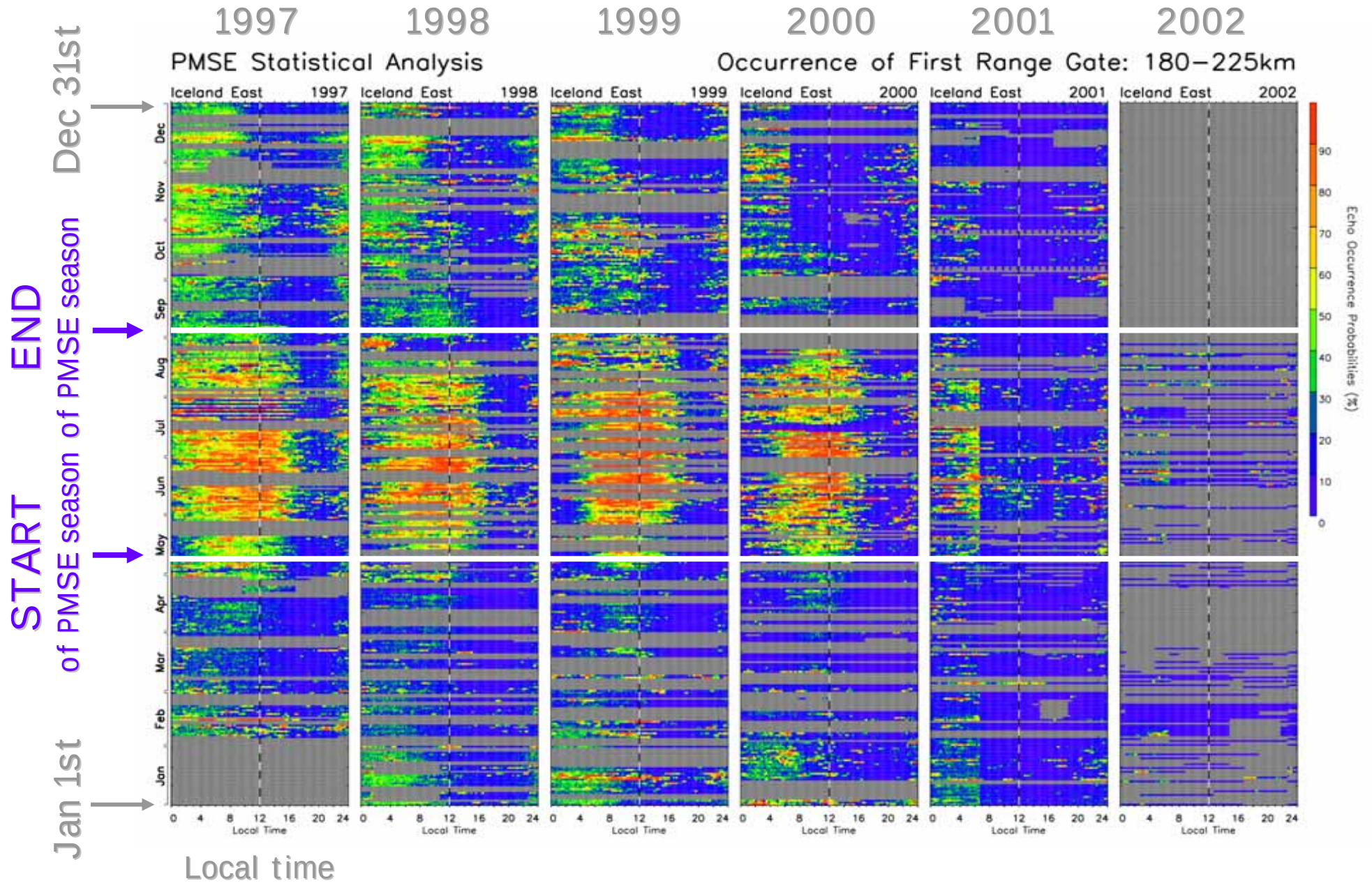
使用したデータ:

Iceland East & Syowa East
(1997年～2002年)



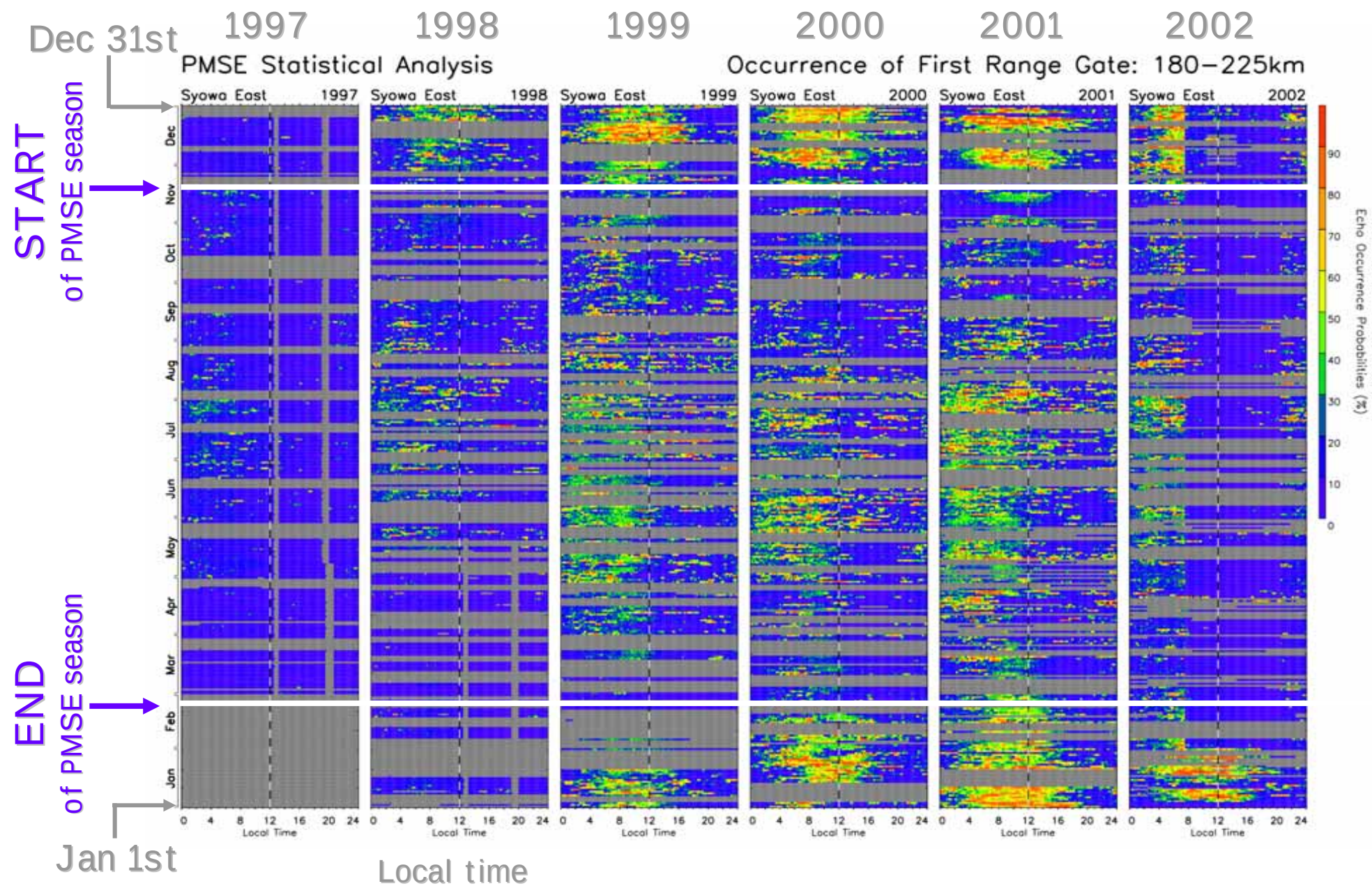
北半球

Northern Hemisphere



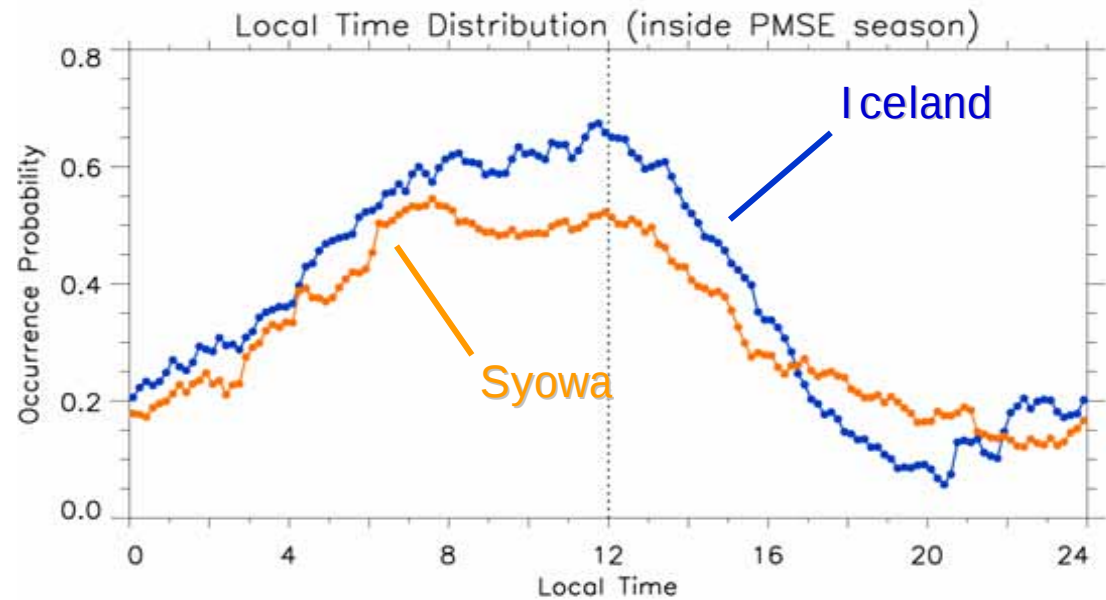
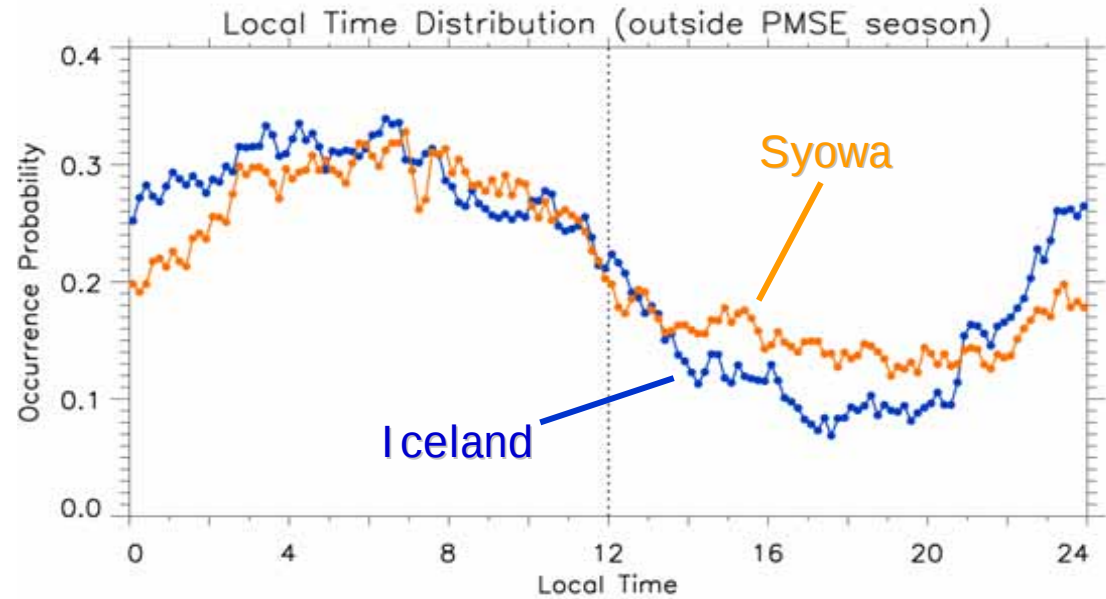
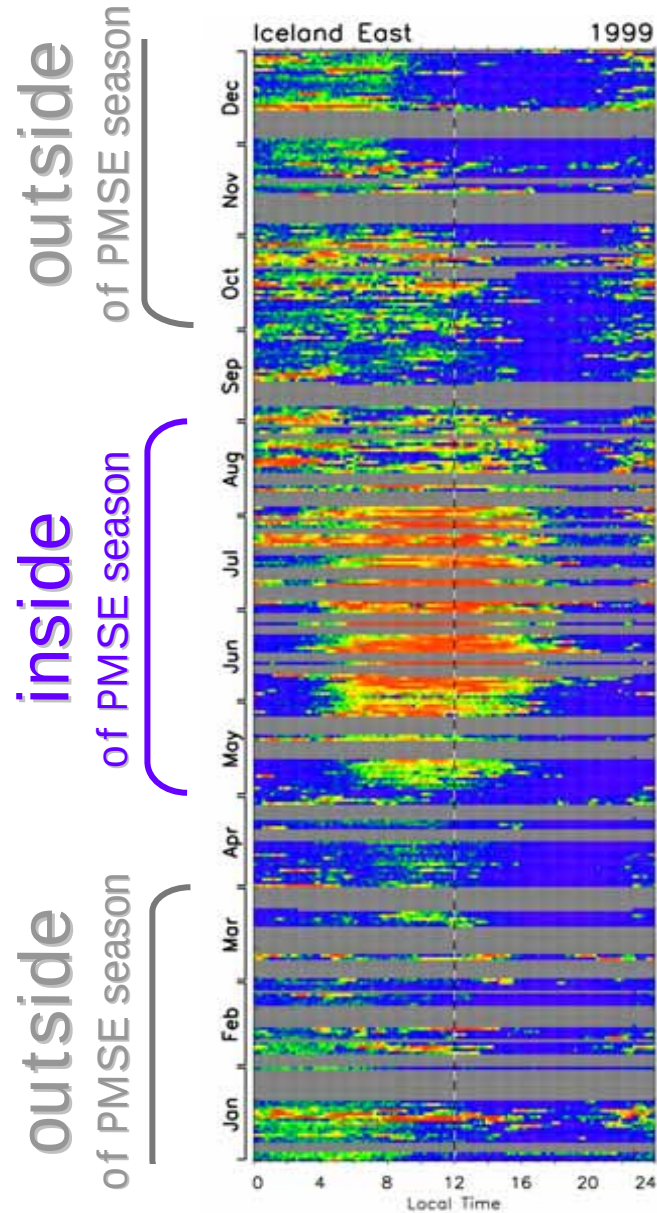
南半球

Southern Hemisphere



出現地方時依存性

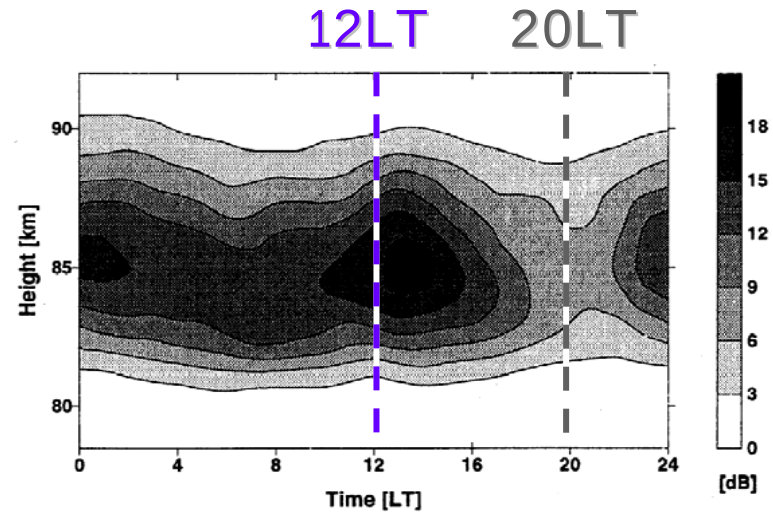
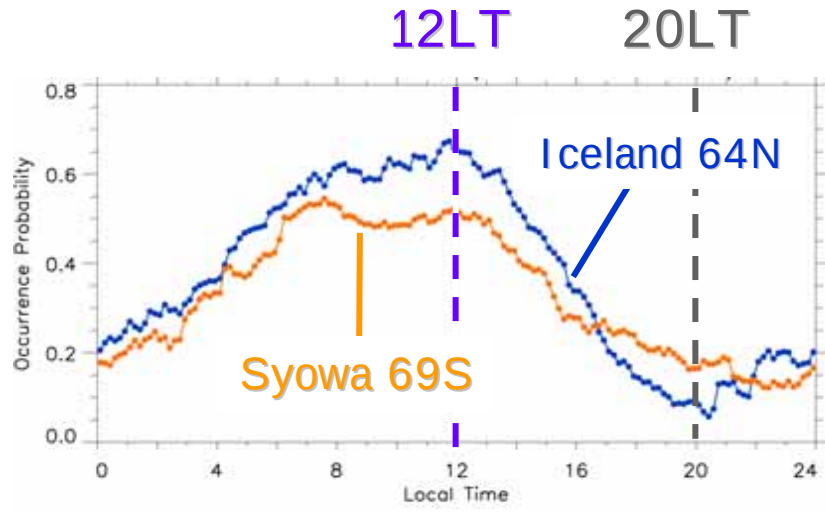
local time distributions



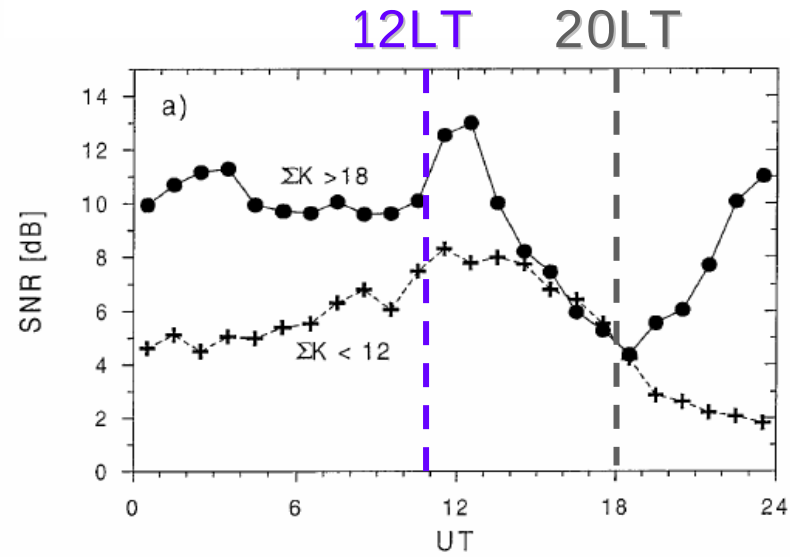
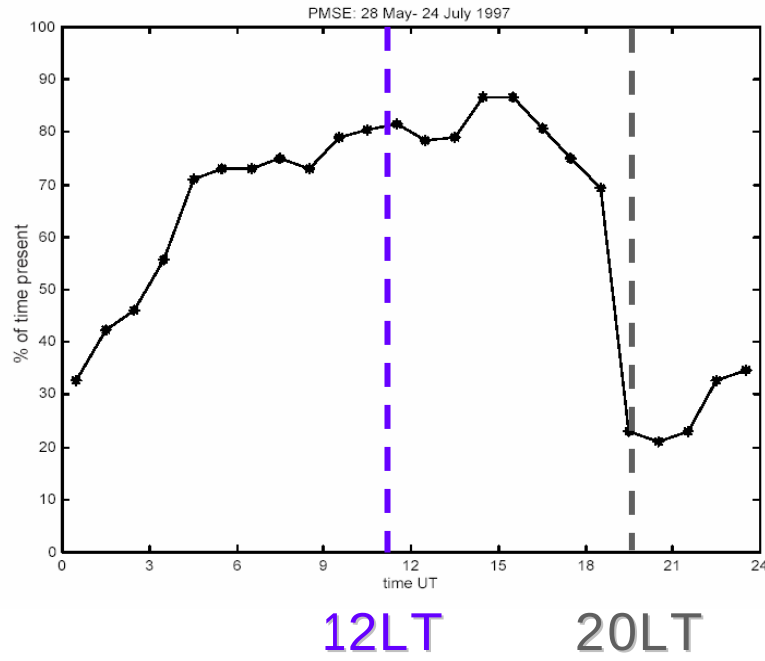
出現地方時依存性

local time distributions

SuperDARN 10MHz



Esrang 67.5N 52MHz



Hoffmann et al., GRL, 1999

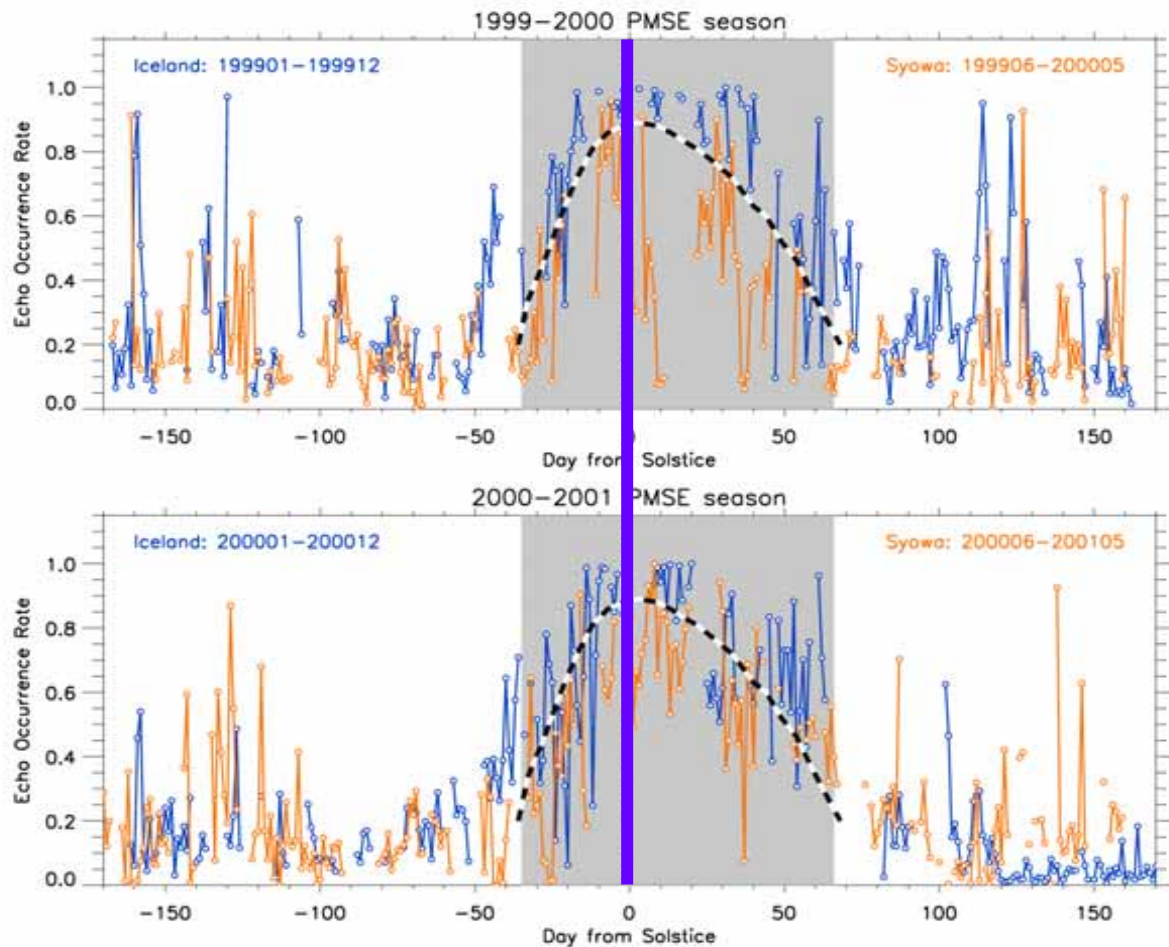
Bremer et al., Annales, 2000

Andenes 69.3N 53.5MHz

活動度の盛衰特性

how do PMSE grow and decay during summer?

11LT-13LT のデータのみを使用
(meteor の混入を防ぐため)

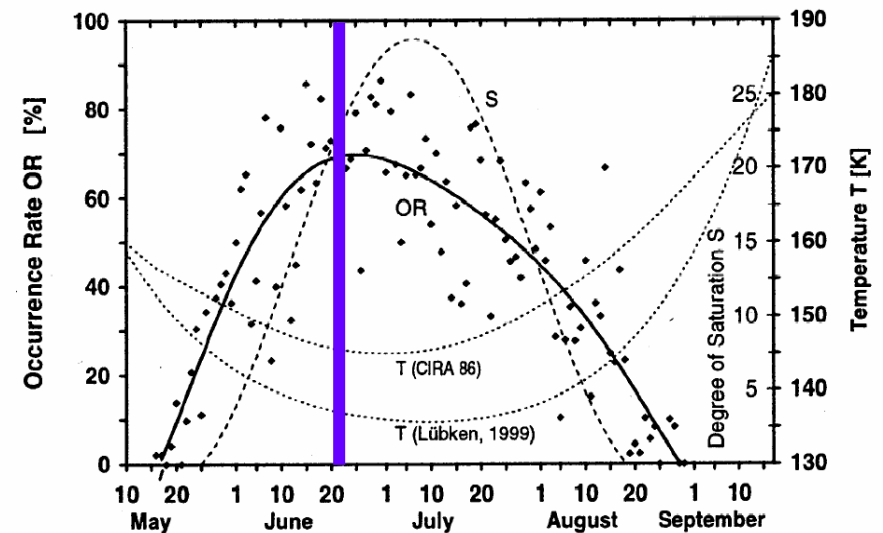


PMSE の活動度は

(過去の VHF 観測によれば ...)

夏至に向けて急激に増加する

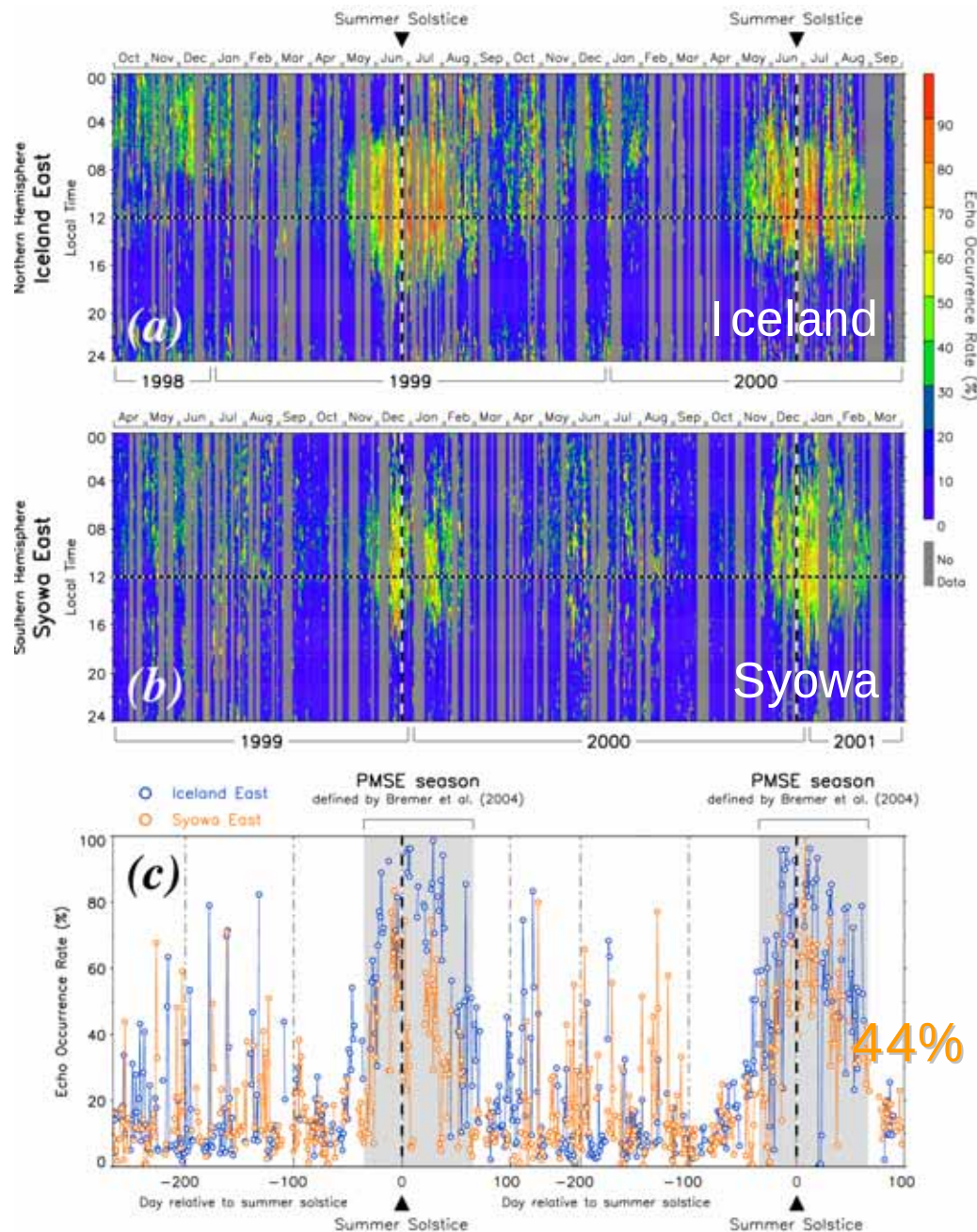
夏至を過ぎるとゆるやかに衰退



Hoffmann et al., GRL, 1999

PMSEの南北比較

an interhemispheric comparison



SuperDARN の各レーダーは完全に同じ仕様というわけではない。よって、細かい数値を議論するにはまだいくつかのステップが必要。

しかし、Woodman らが示した南北半球差異 (北半球 PMSE のほうが 34-44dB エコーパワーが大きい) というのは overestimate ではないか？

1999-2000 season

Iceland: 74% > Syowa:

44%

2000-2001 season

Iceland: 69% > Syowa:

まとめと今後の課題

summary & future directions

SuperDARN の超近距離エコーを統計的の統計的性質を調べた。

エコーの観測確率は夏季に顕著に増加した。

夏至に向けて急激に増加し、その後緩やかに減少する傾向 → PMSE の特性と一致

12LT 付近に発生頻度の極大。20LT 付近に極小 → やはり PMSE の特性と一致

観測確率は非常に高い (VHF の観測に決して負けていない)

アイスランドと昭和のレーダーによる結果を単純に比較した

北半球のほうが南半球よりも観測確率は高かった

工学的な差異が当然含まれているため、数値を完全に信頼すべきではない

しかし、過去の観測で示された 34-44dB もの半球間差異はないのではないか？

今後の課題

レーダー間の工学的バイアスを評価法の検討

全15基のレーダーを用いた汎地球的な PMSE 活動レベルのモニタリング

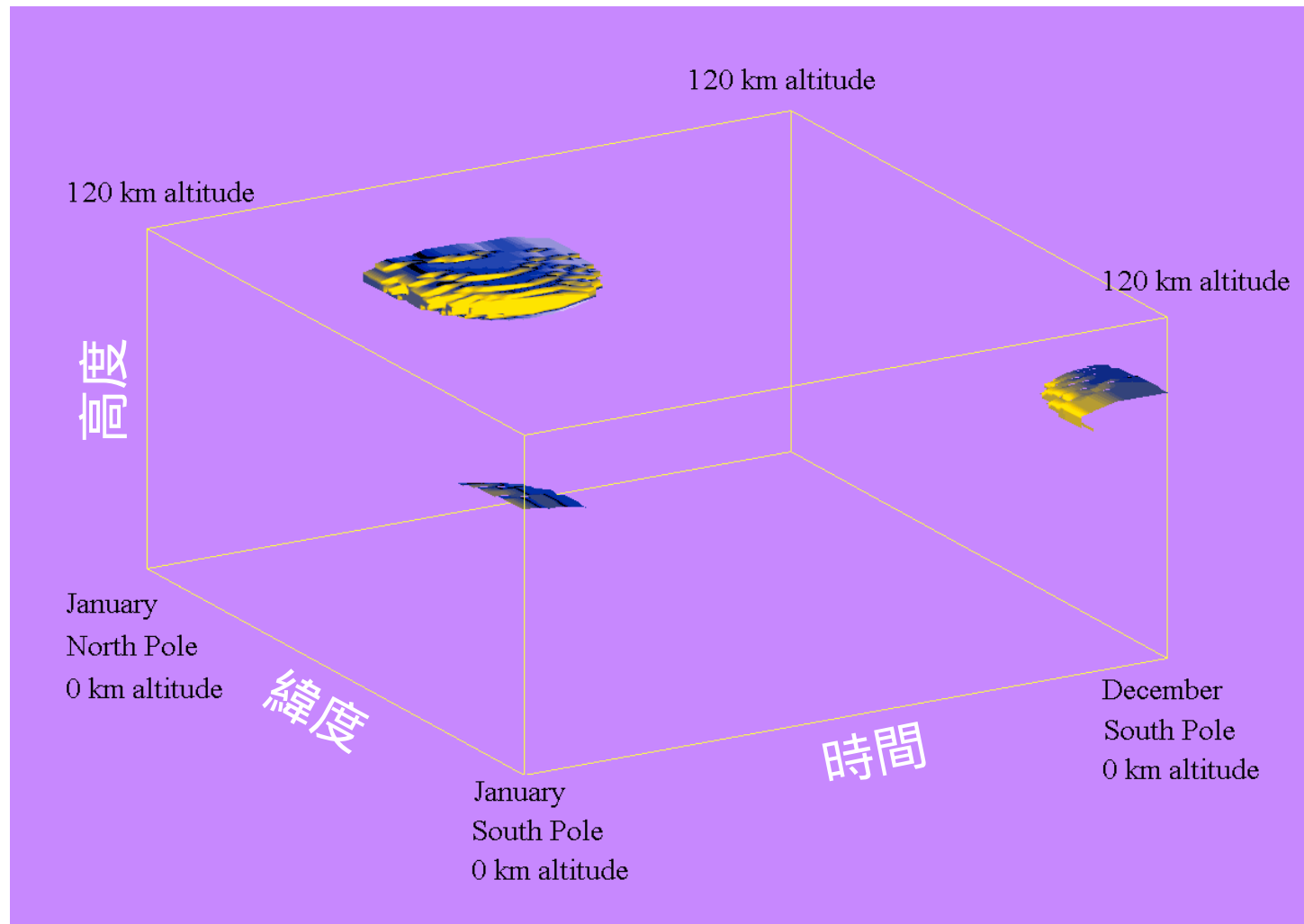
長期変動 (over 1 solar cycle: 1997-2008) の見積もり

北海道ではどうか？

Can we observe PMSE in Hokkaido?

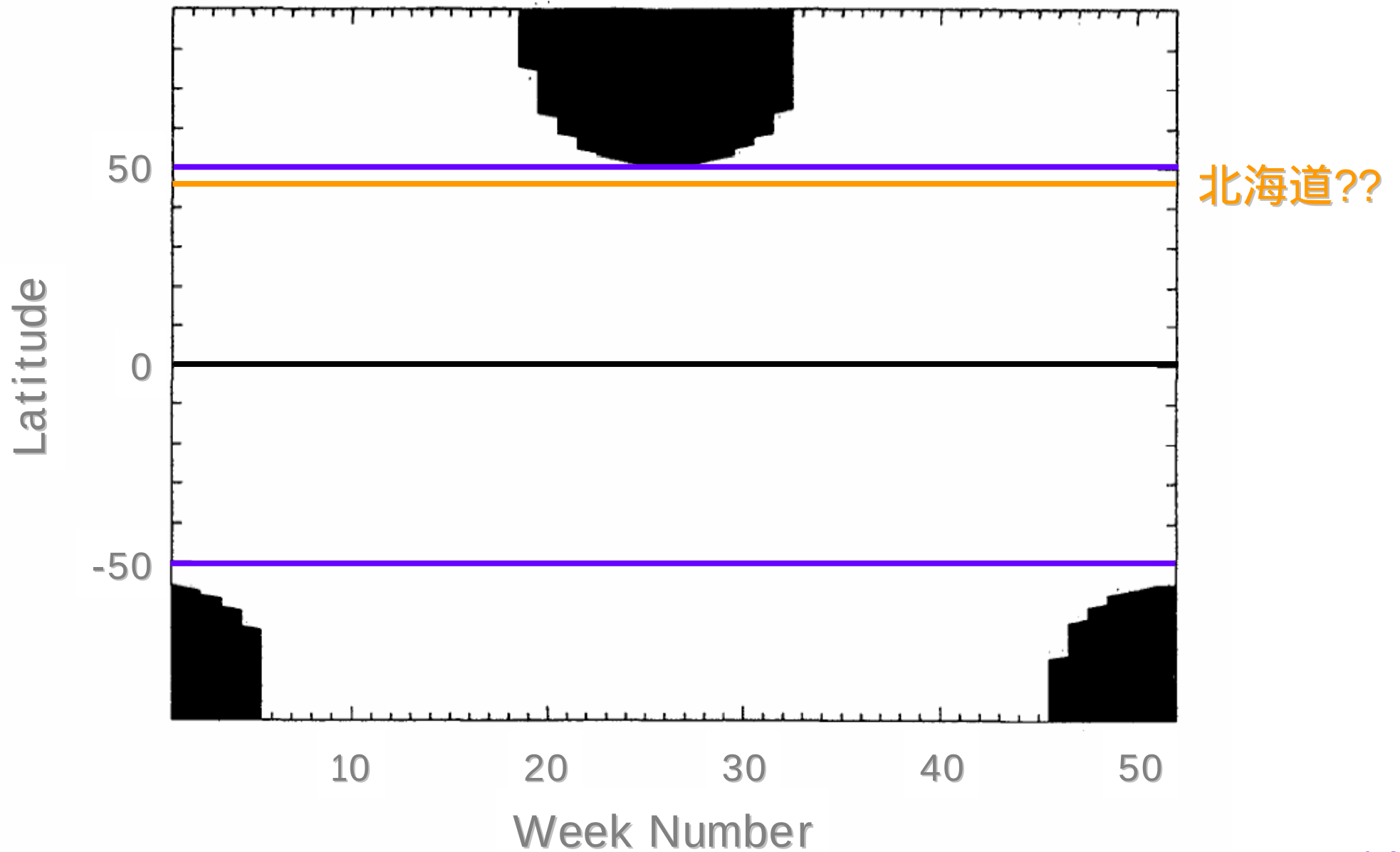
PMSE が出現すると考えられる領域の見積もり (Hall et al., GRL, 1995)

MSISE90 から見積もった温度のみからの推定



北海道ではどうか？

Can we observe PMSE in Hokkaido?

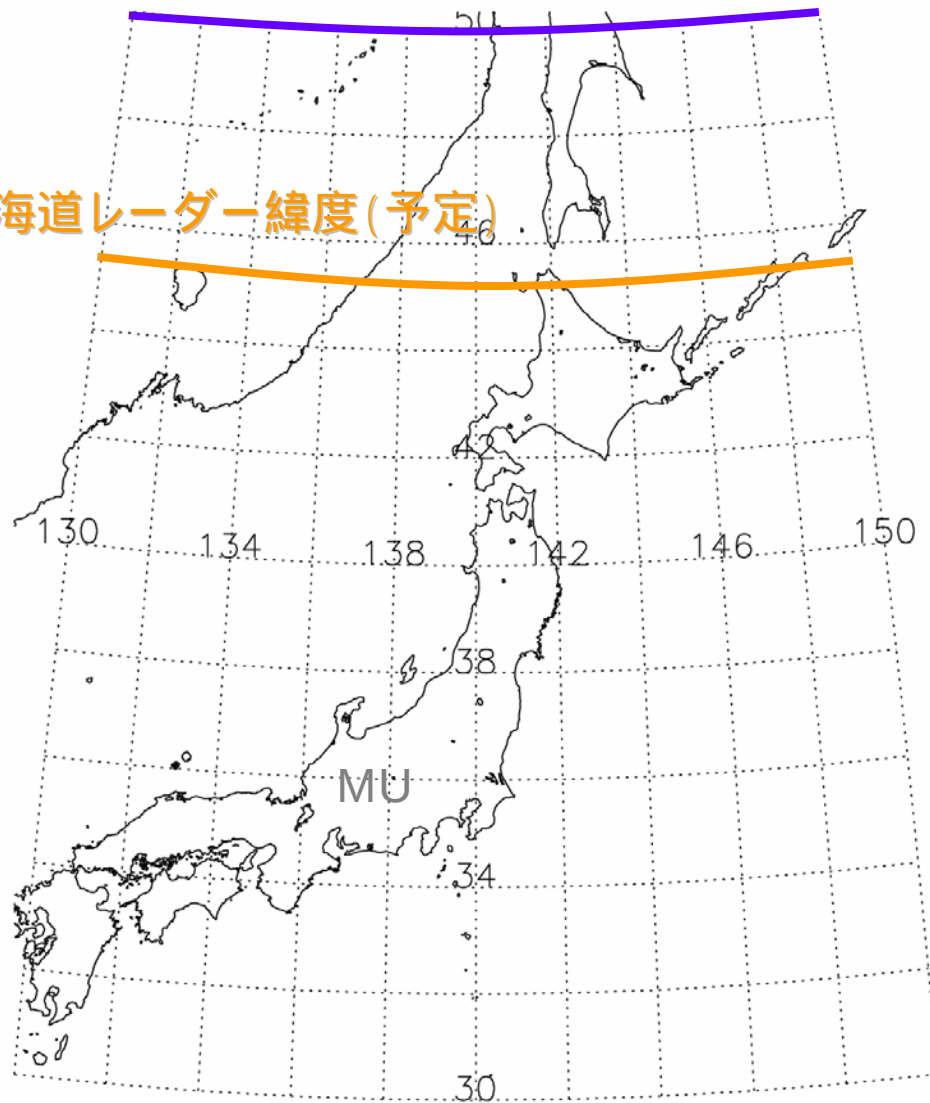


北海道ではどうか？

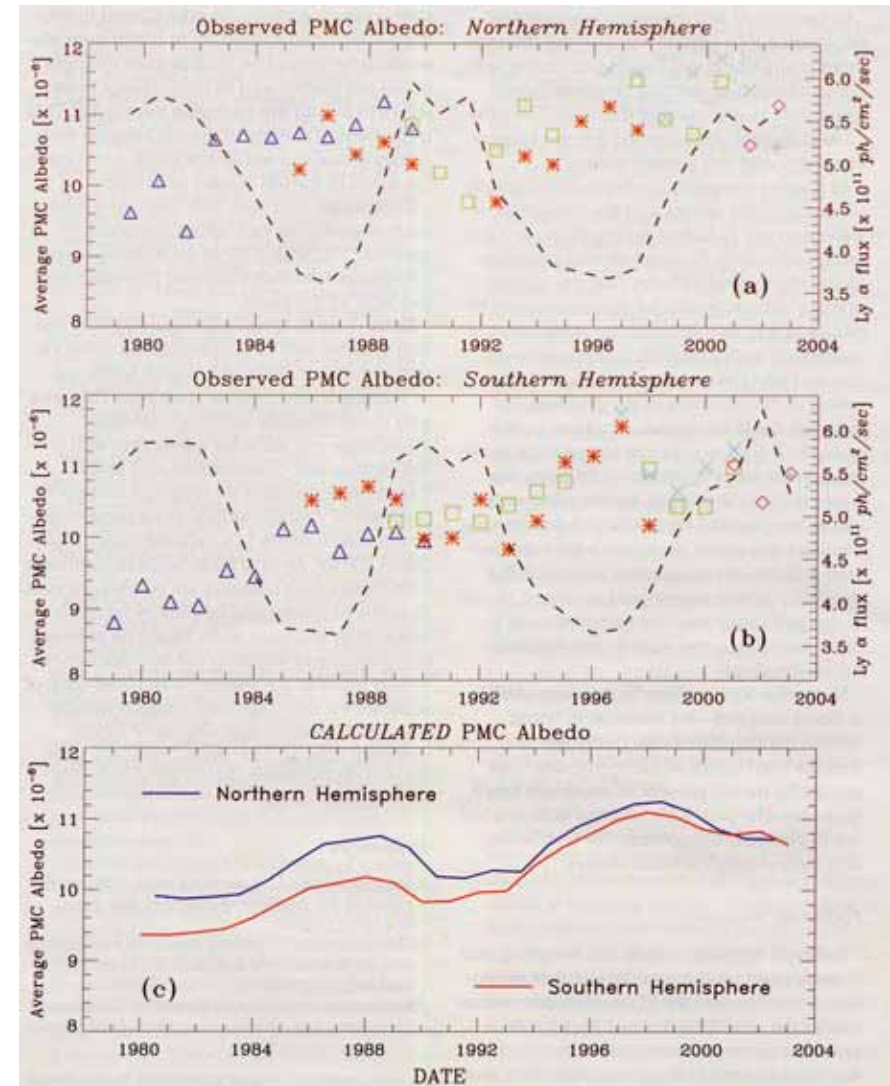
Can we observe PMSE in Hokkaido?

PMSE観測限界(推定)

北海道レーダー緯度(予定)



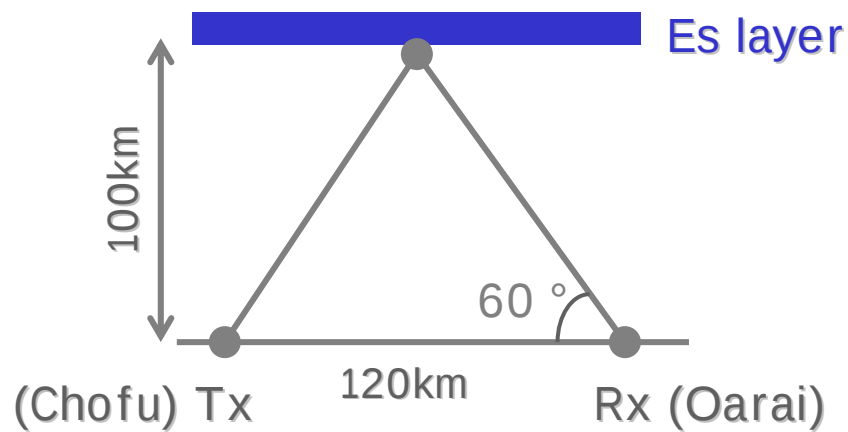
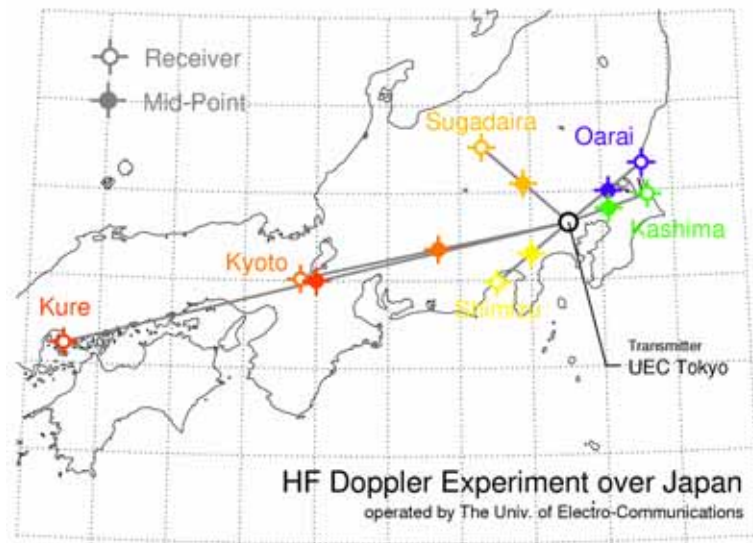
PMC (NLC) 発生頻度の長期変動



Thomas et al., EOS, 2003

おまけ an extra

HFD を用いた Es の観測の紹介: SuperDARN でもかなり受かるはず → やはり近距離観測は重要



土肥 修 他 (SGEPSS 秋学会) より抜粋

