

中緯度短波レーダー

Hokkaido SuperDARN radar

SuperDARN レーダー運用の現状と課題

オペレーションに関して検討しておくべきこと

電気通信大学

細川敬祐

運用体制に関して

運用周波数に関して

サイトからのデータ転送・配布プロセスに関して



レーダーの運用方法



radar control PC (QNX)

- normal_scan 150
- fast_scan 151
- normal_sound 9050
- fast_sound 9060
- stereo_scan 152
- myopic -6302

ビームの振り方, 積分時間などをコントロール

RCPS radar control programs (C language)

オプションとして, 送信周波数
などを指定する.



schedule file

運用担当者
スケジューラ



オペレーションの時間配分

1. Common Time Allocation – CT (50%)
共通観測 (1分: HTR or 2分でフルビームスキャンを行う)
normal_scan, fast_scan, normal_sound, fast_sound
2. Discretionary Time Allocation - DT (30%)
各レーダーの裁量でオペレーションを行う時間
3. Special Time Allocation – ST (20%)
全てのレーダーで連携して特別観測を行う時間
ただし, 最近は (おそらくネタ切れが理由で ...)
 - Special Time はあまり行われない場合が多い.
 - Discretionary Time でも normal_scan が走る場合が多い

極東経度域地上観測との比較を行うために積極的に特別観測 (DT, ST) を行いたい. CT にしぼられる必要はない!

オペレーションスケジュールの決め方

2ヶ月前 (SD コミュニティ全体でとりまとめ)

Special Time, Discretionary Time 申請

(ex. 11月に特別観測したい場合は8月末までに申請)

1ヶ月前 (SD コミュニティ内に設置された schedule WG で)

Schedule WG で最終的な全体スケジュール確定

(HTR CT, ST, DT をいつにするかが決まる)

その月が始まる前(各レーダーで)

スケジュールファイルを作成

レーダーへ転送

レーダーのオペレーションに直接関わっていない人が特別観測を積極的にリクエストできるような環境づくり (コミュニティに対してオープンな運用体制が望ましい)

HTR スケジュールファイル (Nov. 2005, Iceland East)

DT

```
# common time - stereo - CTs-2 tbj
2005 11 1 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts2 -dfA 23 -nfA 23
# common time - stereo - CTs-6 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 2 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts6 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 3 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo - CTs-6 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 4 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts6 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 5 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo - CTs-6 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 6 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts6 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 7 6 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo - CTs-6 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 9 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts6 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 10 6 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo - CTs-6 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 11 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts6 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo - CTs-2 tbj
2005 11 13 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts2 -dfA 23 -nfA 23
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 15 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo - CTs-6 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 16 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts6 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 18 12 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 19 12 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 21 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 21 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 22 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 22 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 23 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 23 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 24 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 24 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 25 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 25 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 26 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 26 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 27 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 27 12 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 27 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 28 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# DT - stereo - Stereo Myopic (Milan, Hosokawa, Sato)
2005 11 28 18 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan /data/scd/nov_05_myopic.iceland
# DT default to common time - stereo HTR - CTs-7 beam 9 F, beam 5 I
2005 11 29 8 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
2005 11 29 12 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -cts7 -dfA 23 -dfB 23 -nfA 23 -nfB 23
```

スケジュールファイルでの周波数指定

Iceland East レーダー (Stereo レーダー) の場合

```
# common time - stereo HTR - cluster conjunction
```

```
2005 11 3 0 0 /home/radar/usr/bin/stereo_scan -dfA 13 -dfB 13 -nfA 10 -nfB 10
```

周波数指定部分

- dfA : daytime frequency for Channel A
- dfB : daytime frequency for Channel B
- nfA : nighttime frequency for Channel A
- nfB : nighttime frequency for Channel B

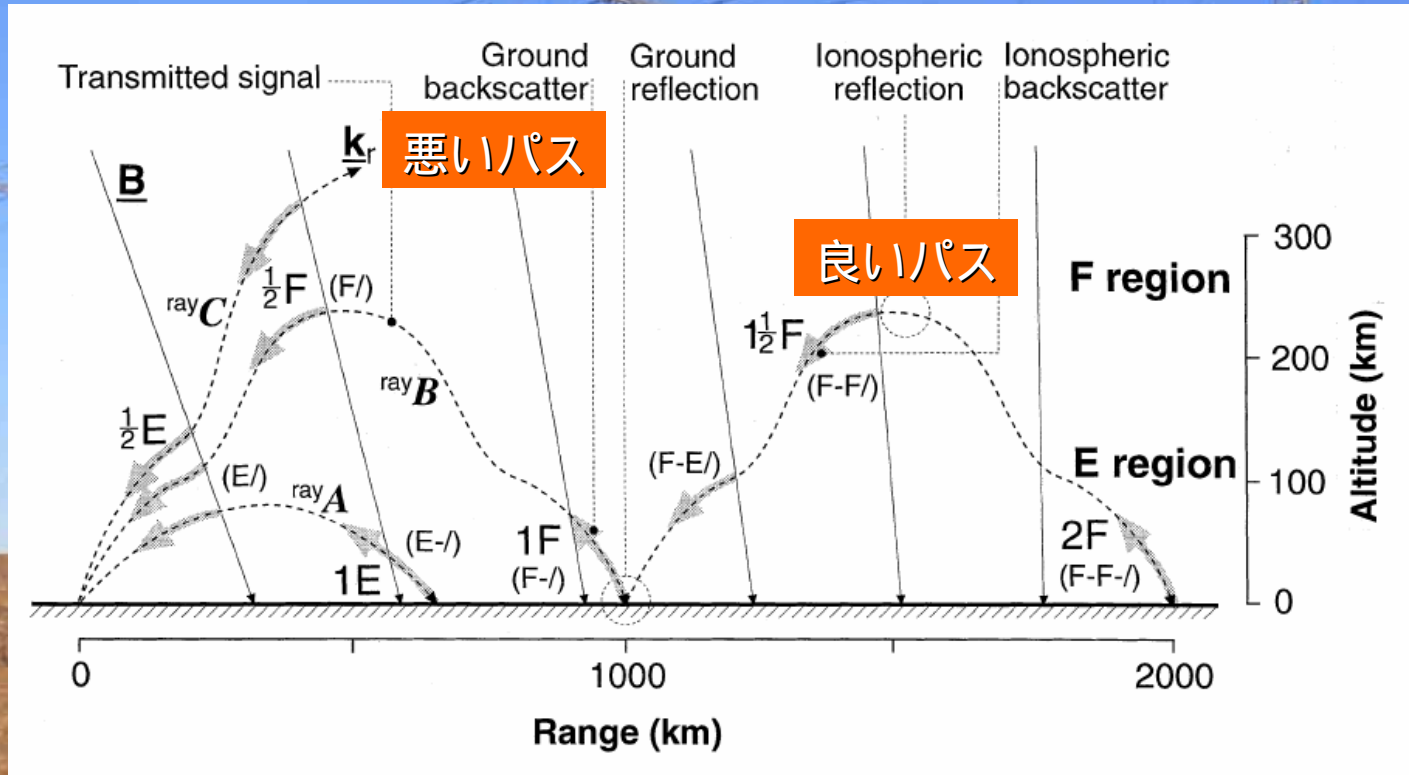
夜と昼で周波数を変えている



周波数選択について

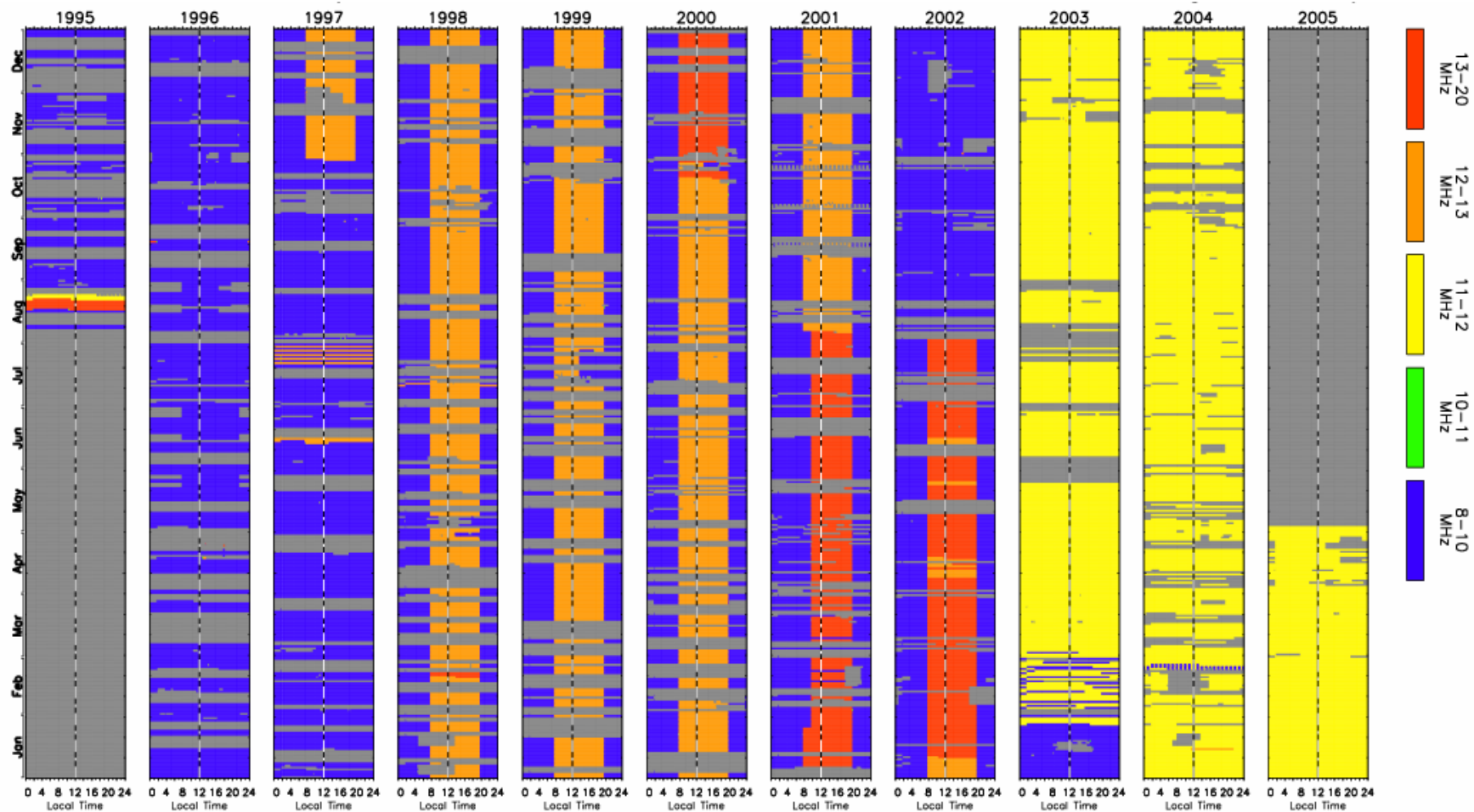
用いる周波数によって電波の通るパスは様々

F 領域を突き抜けないで、ホップしながらなるべく遠くまで伝搬し、なるべく多くのエコーを集めてきて欲しい。



送信周波数の変遷 - Finland レーダー

昼夜で周波数を変えている, Solar Max, Min でも変えている



周波数最適化

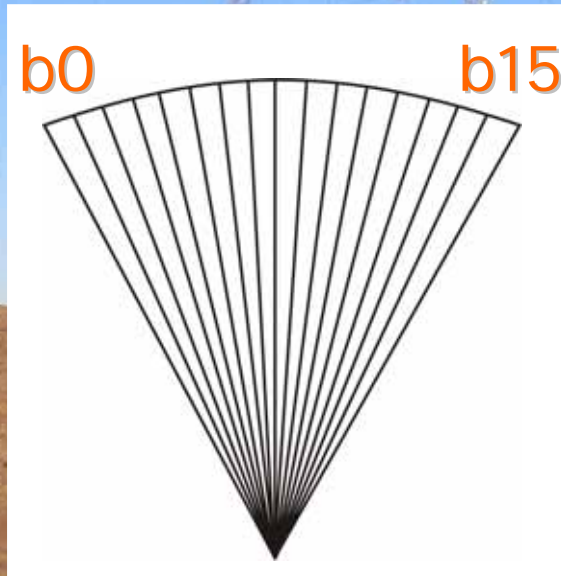
sounding mode (normal_sound, fast_sound)

2分間 (or 1分間)



7秒 (or 3秒) x 16 = 112 秒 (or 48秒)

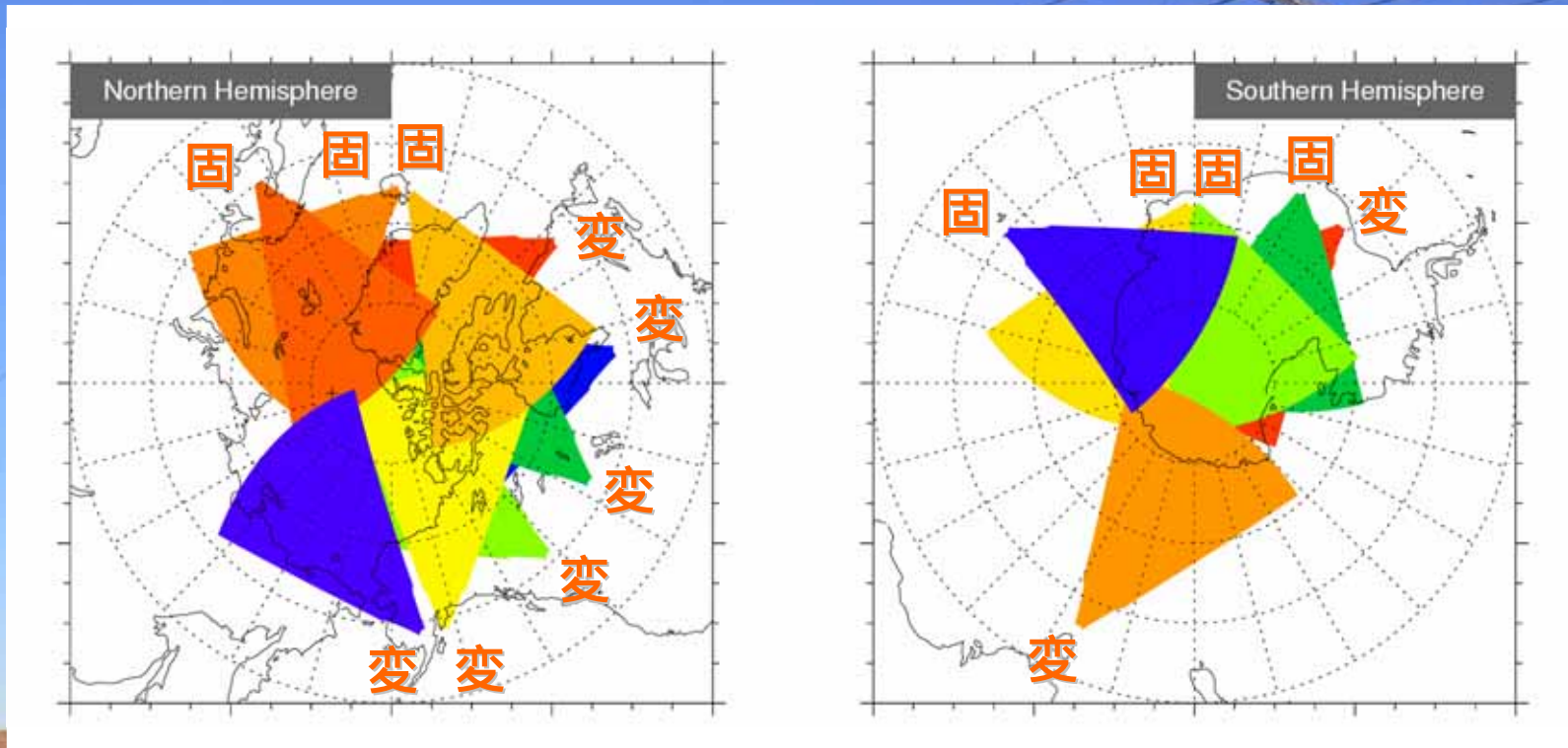
余った時間 8秒 (or 12秒)



周波数を1秒の積分時間で sweep
する sounding mode を行う
(例: 8, 10, 12, 14, 16, 18 MHz)
最もエコーの得られる周波数を決定

周波数選択について

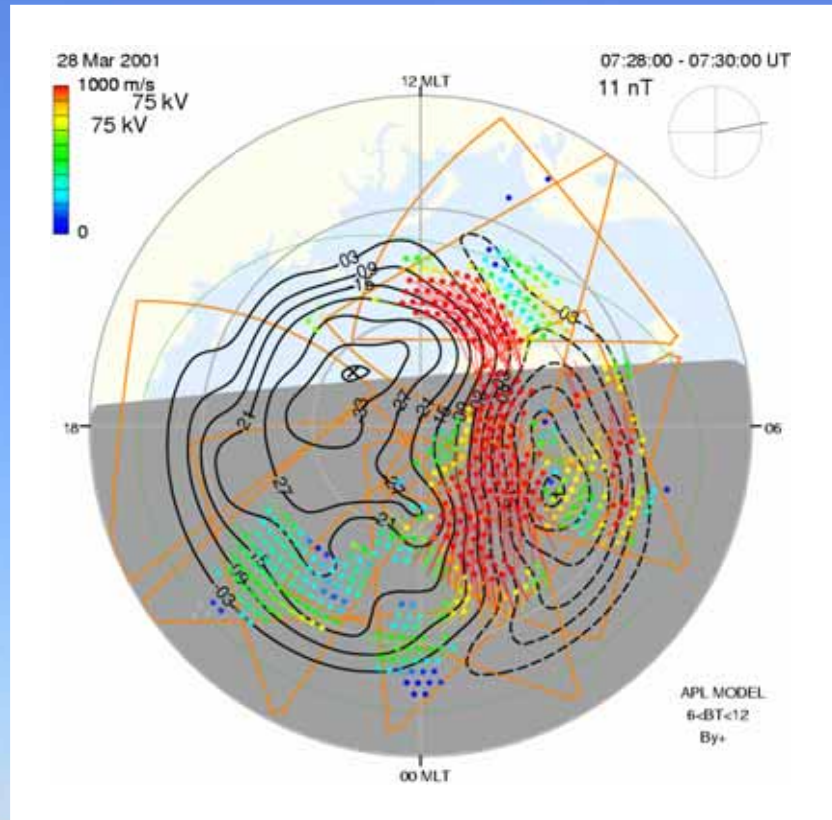
固定周波数 vs 送信周波数最適化



固定 7基: 可変 8基



送信周波数選択に関する二つの考え方



アメリカ、カナダの考え方

map_potential において
できるだけ多くの点が欲しい。
SuperDARN は場を測るもの。

イギリス、昭和の立場

観測される構造 (TID, FTE
FAI 一般) を大事にしたい。
SuperDARN は現象を測るもの。



周波数選択について

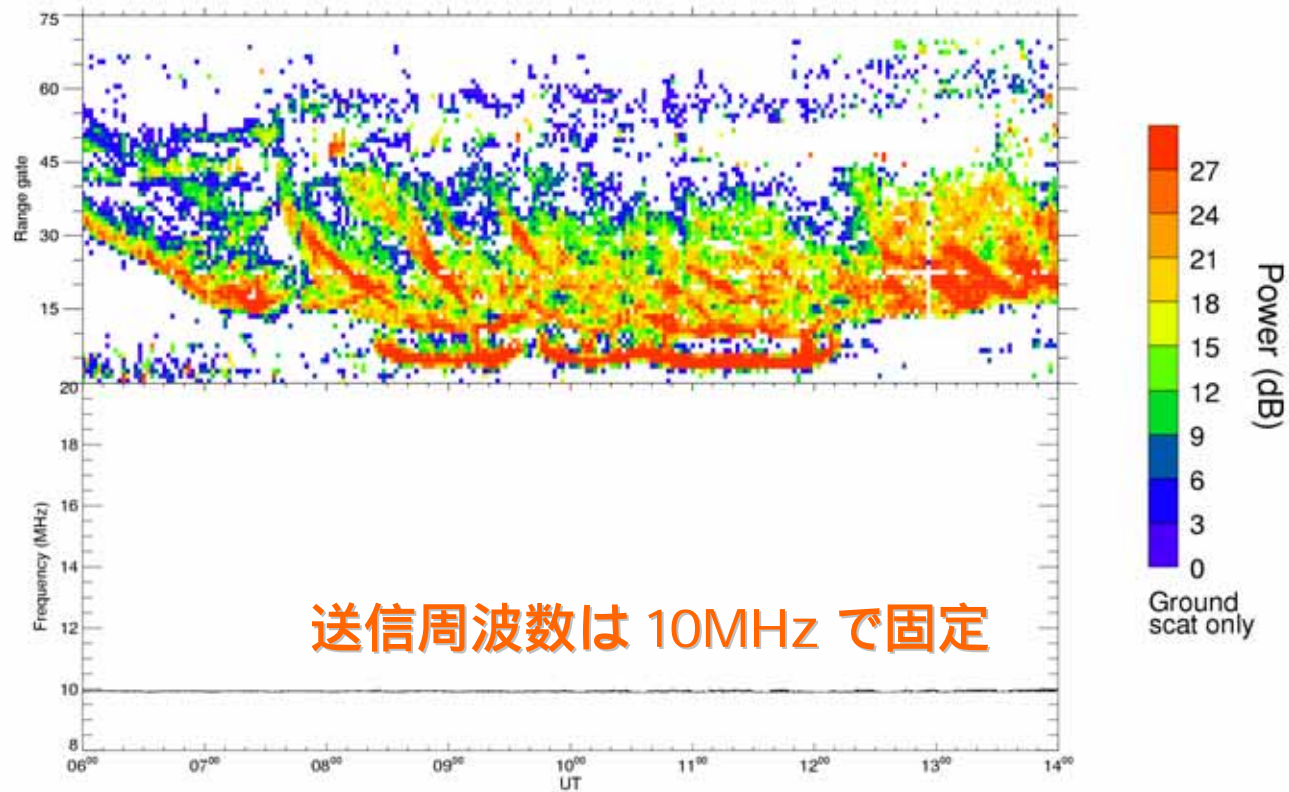
固定周波数運用（例えば TID 観測の場合）

SUPERDARN PARAMETER PLOT

Hankasalmi: pwr_l

18 Dec 2002 ⁽³⁵²⁾

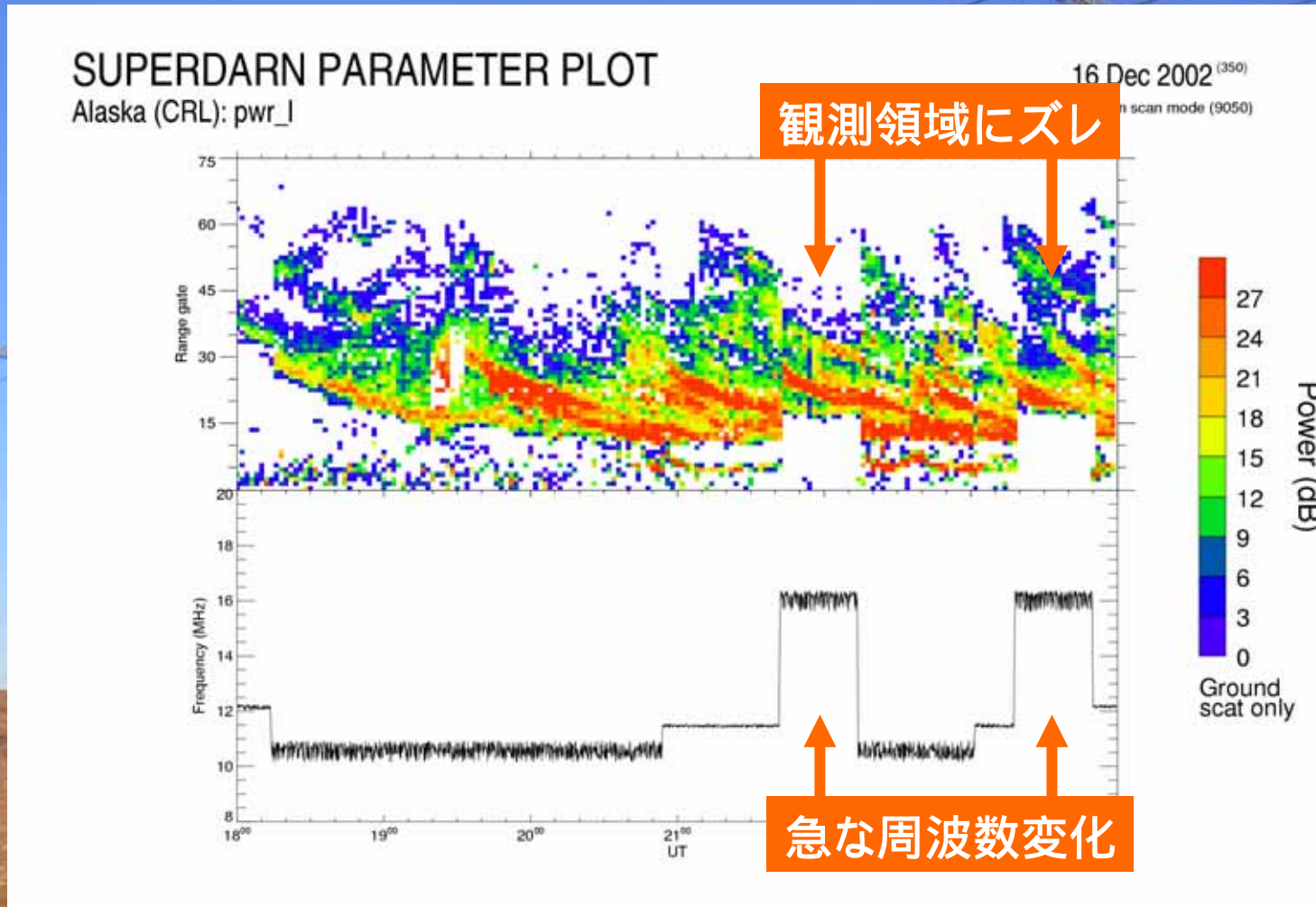
unknown scan mode (152)



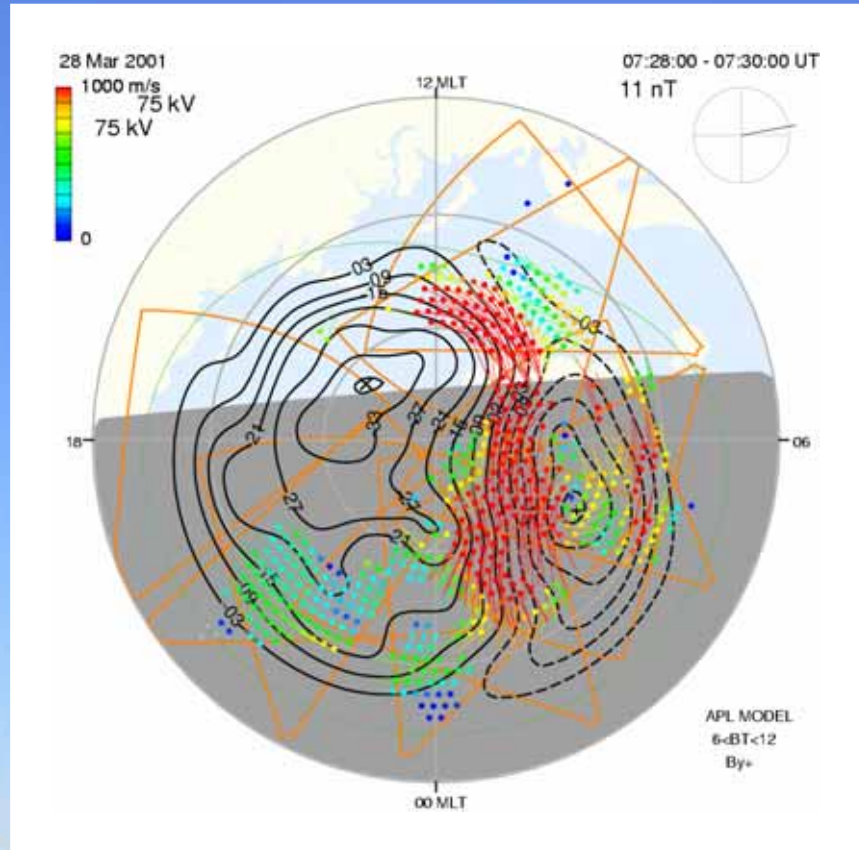
送信周波数は 10MHz で固定

周波数選択について

送信周波数最適化（例えば TID 観測の場合）



送信周波数選択に関して議論すべきこと



アメリカ, カナダの考え方

map_potential において
できるだけ多くの点が欲しい。
SuperDARN は場を測るもの。

イギリス, 昭和の立場

観測される構造 (TID, FTE
FAI 一般) を大事にしたい。
SuperDARN は現象を測るもの。

北海道はどうする？

- 極域ほど FAI は多くないだろう 周波数最適化をして多くのエコーを
- TID や 低緯度オーロラなどはクリアに捉えたい 周波数固定

データの種類

様々な種類のデータがある。通常、解析には fit data を使用

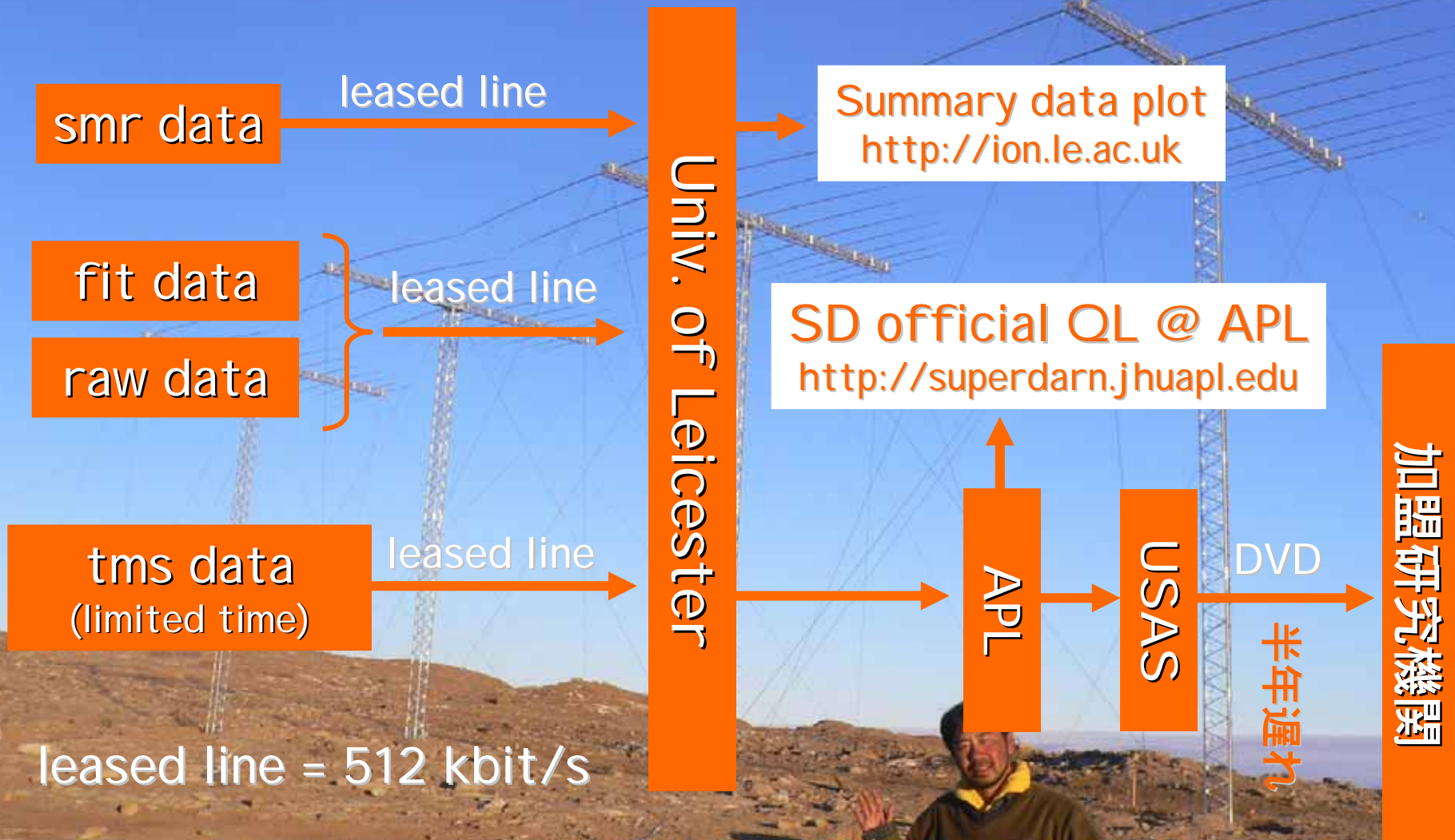
容量大きい

smr data (.smr)	power, vel, width, noise_lev, freq サマリープロット作成に 使用	1日 約 400kB (fast_scan)
fit data (.fit)	pwr_l, pwr_s, vel, width_l, width_s, noise_lev, freq, Vel_error 通常の解析に使用	1日 約 60MB (fast_scan)
raw data (.dat)	ACF 詳細な解析に使用	1日 約 120MB (fast_scan)
tms data (.tms)	Raw time-series 更に詳細な解析に使用	1日 約 4GB (normal_scan)

処理レベル高い・圧縮度高い

データ転送

英レスター大学の場合



データ転送

(少し前までの)昭和の場合

smr data

電話回線

準リアルタイム

Web page @ NIPR

<http://www.uap.nipr.ac.jp/SD>

fit data

raw data

tms data

NIPR

SD official QL @ APL

<http://superdarn.jhuapl.edu>

BAS

APL

USAS

DVD

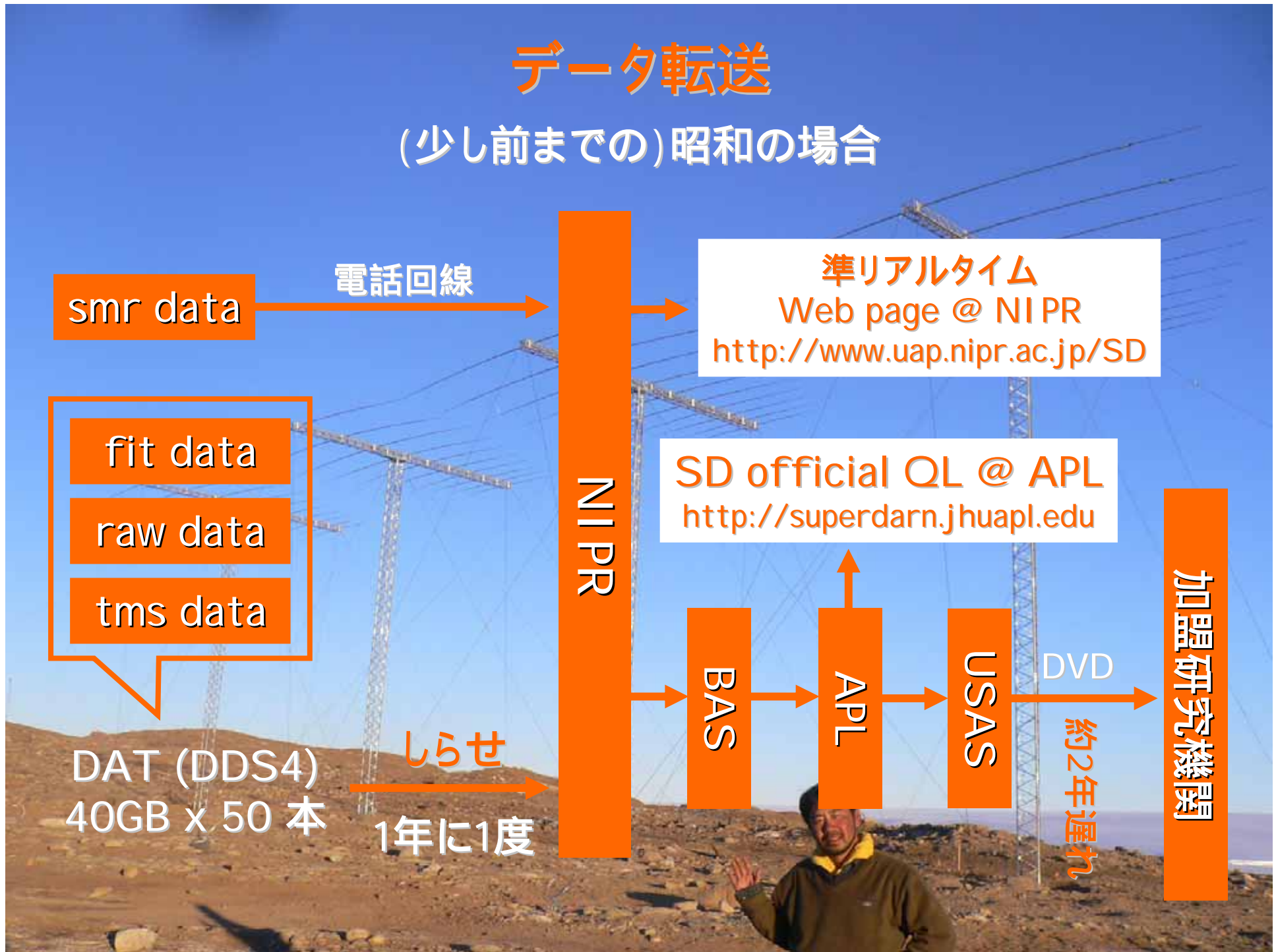
加盟研究機関

DAT (DDS4)
40GB x 50 本

しらせ

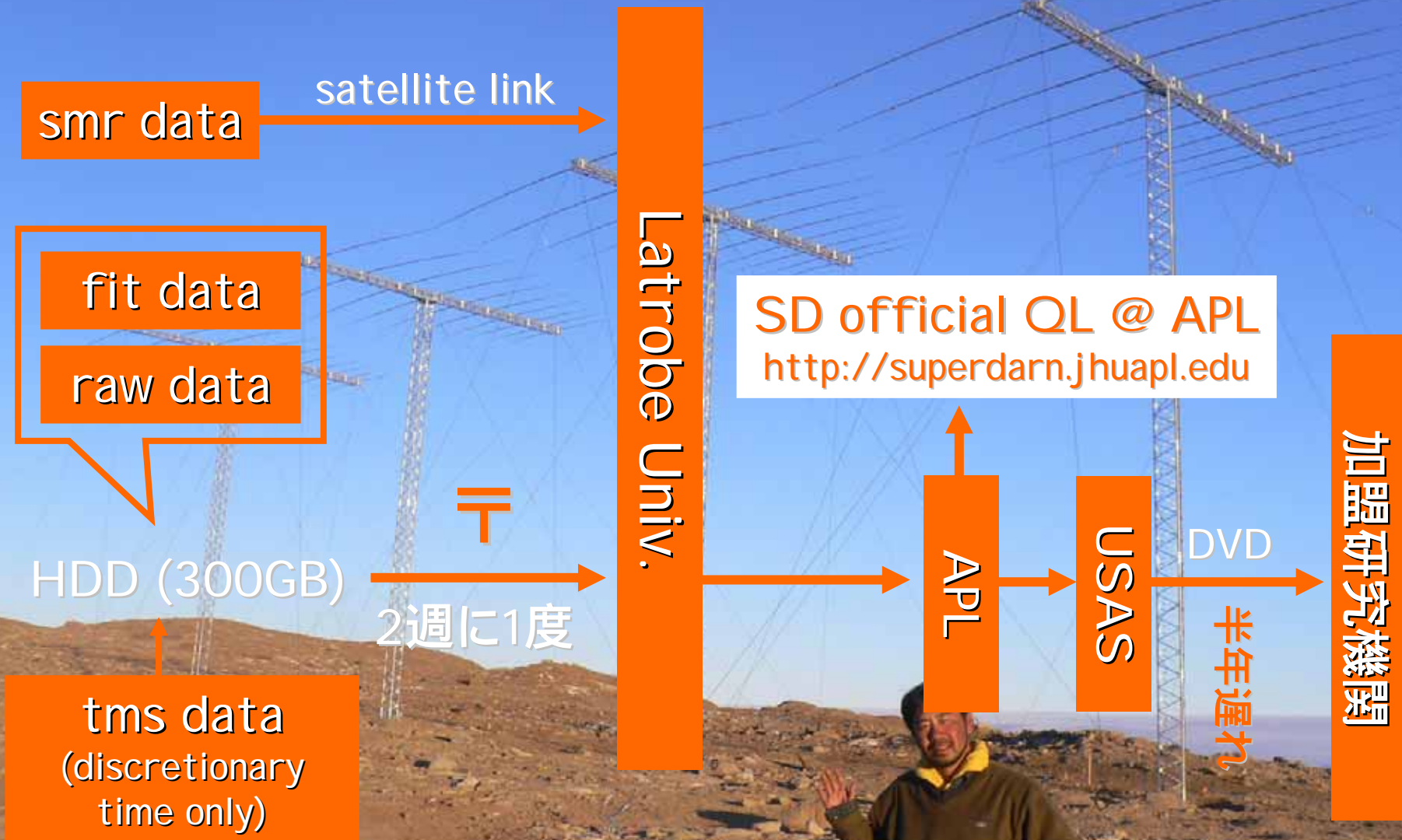
1年に1度

約2年遅れ



データ転送

オーストラリアの場合



まとめ

運用体制

- 運用責任者・スケジュール担当者が必要
- 特別観測を日本のコミュニティから積極的にリクエストしたい
- オープンな運用体制にできるか？
(EISCAT, MU radar のような共同利用とりまとめ体制？)

送信周波数の選択

- 周波数の最適化をするのか固定にするのか？
- 周波数固定にした場合に用いる周波数の検討

サイトからのデータ転送・配布プロセス

- fit data (1日60MB: 非圧縮)までオンラインで転送したい
- 全てをオンラインで取るのは無理 大容量ストレージ
- fit data は公式配布前にローカルに配布？ (遅れ無し)