

国際SuperDARN計画の現状と将来

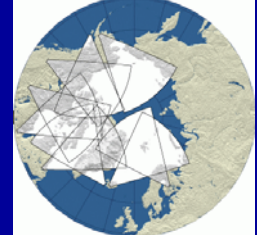
佐藤夏雄(国立極地研究所)



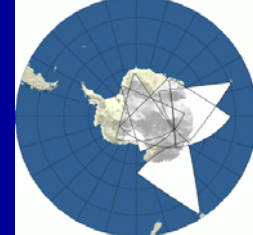
HFレーダー(短波レーダー)とは



- 8～20MHzの電波を発射し、電離層からの反射波を受信する装置
- HF帯の周波数を使用しているため、電離層内で電波が屈折し、E層だけでなくF層からの電波のエコーを受信する事ができる。この特性を利用する事により、遠方までの観測が可能であるという大きな利点を有する
- このレーダーでは、各エコー領域のエコー強度、ドプラー速度、スペクトル幅の情報が得られる
- ドプラー速度から電場(=プラズマ対流速度)が求められる
- 現在の観測システムでは、約55度の扇形視野で、反射条件が良ければ180kmから3,000km以上の遠方までの観測が可能である
- 時間分解能は1～120秒、空間分解能は15～45kmである。



昭和基地HFレーダーのアンテナ



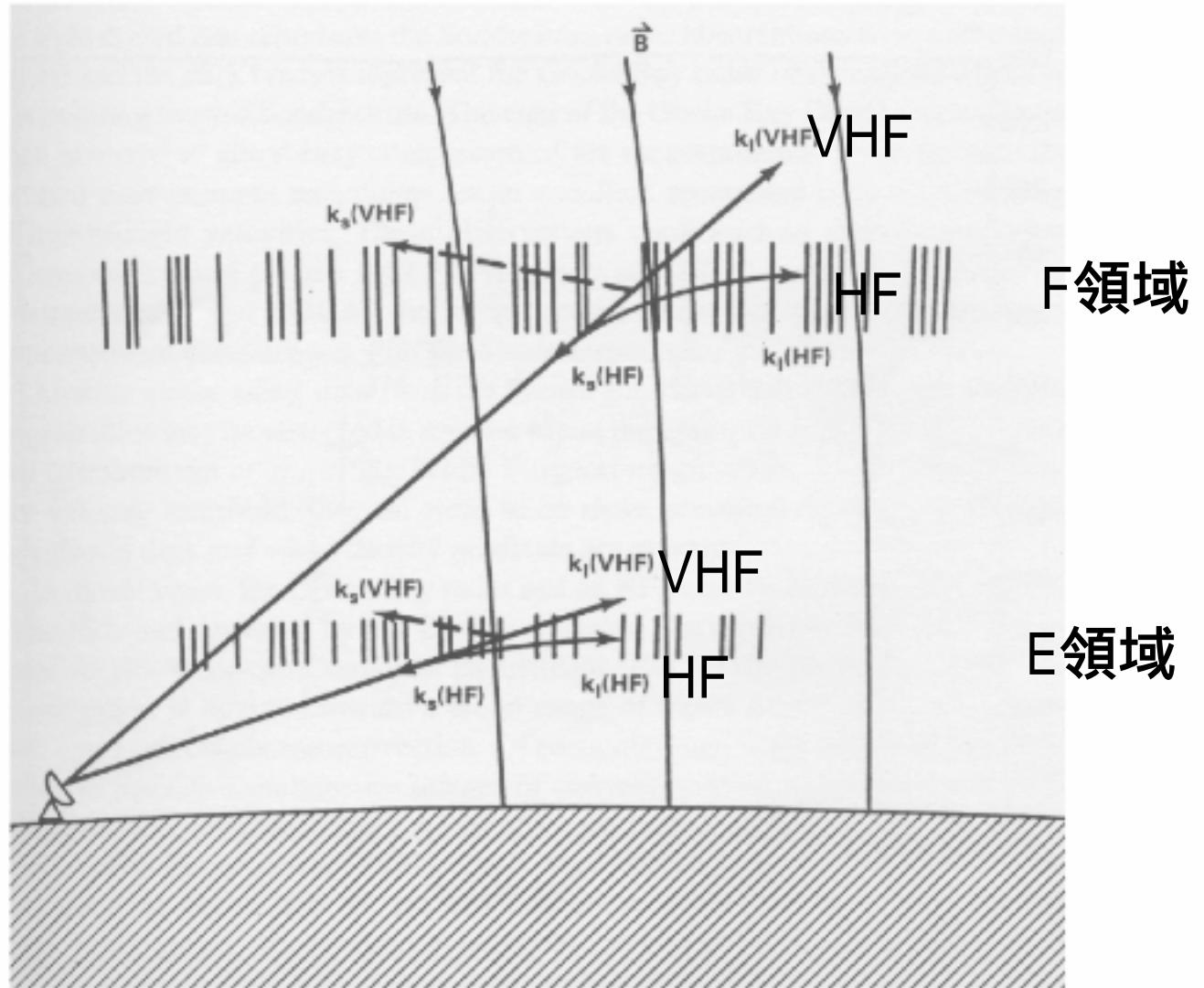
メインアンテナ

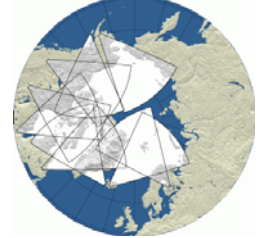
干渉計



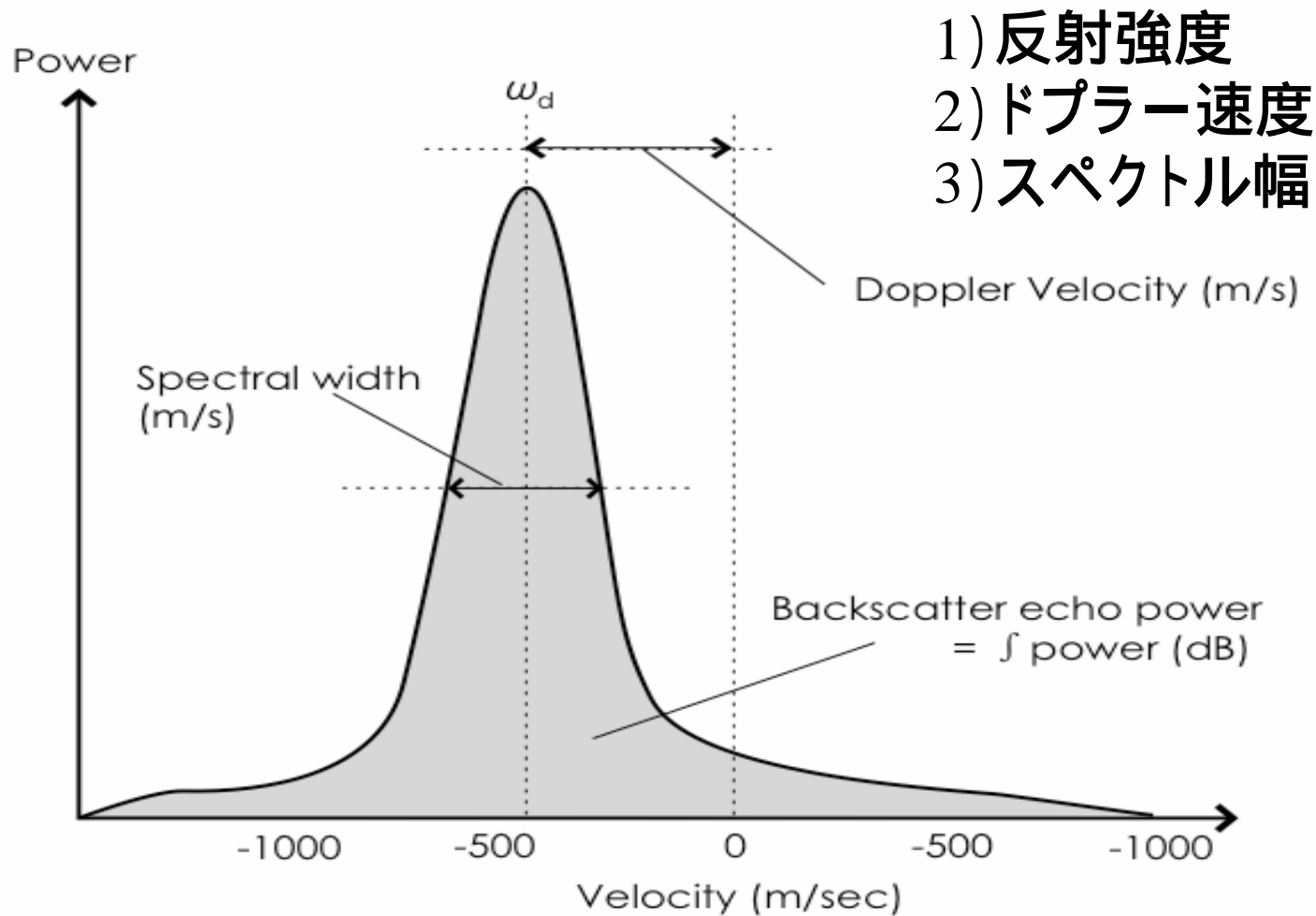
レーダー電波の反射条件

— 磁力線との直交(短波の屈折) —





観測パラメータ





サマリープロット例



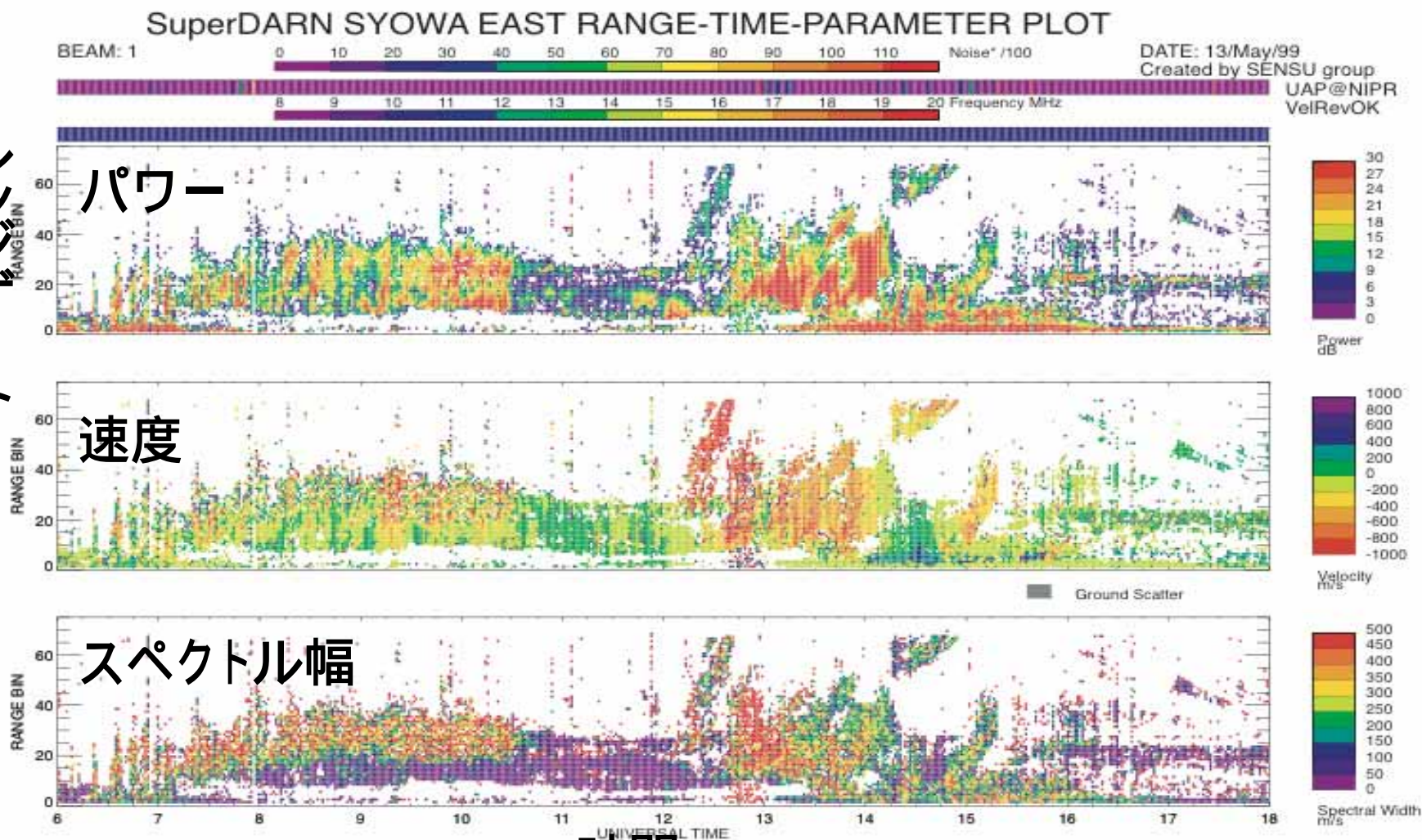
レンジゲート

パワー

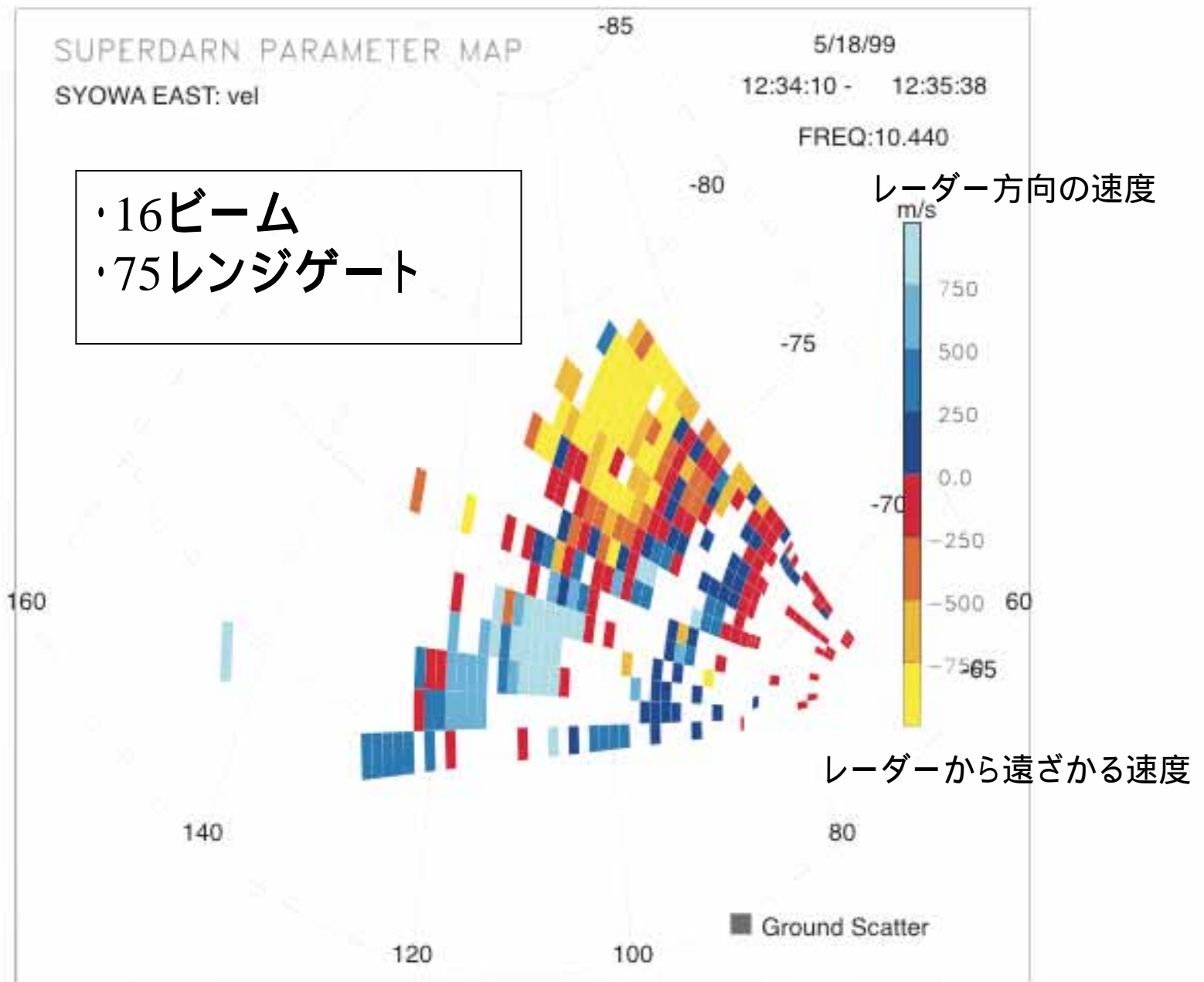
速度

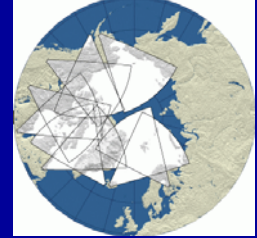
スペクトル幅

時間



Syowa East radarの例



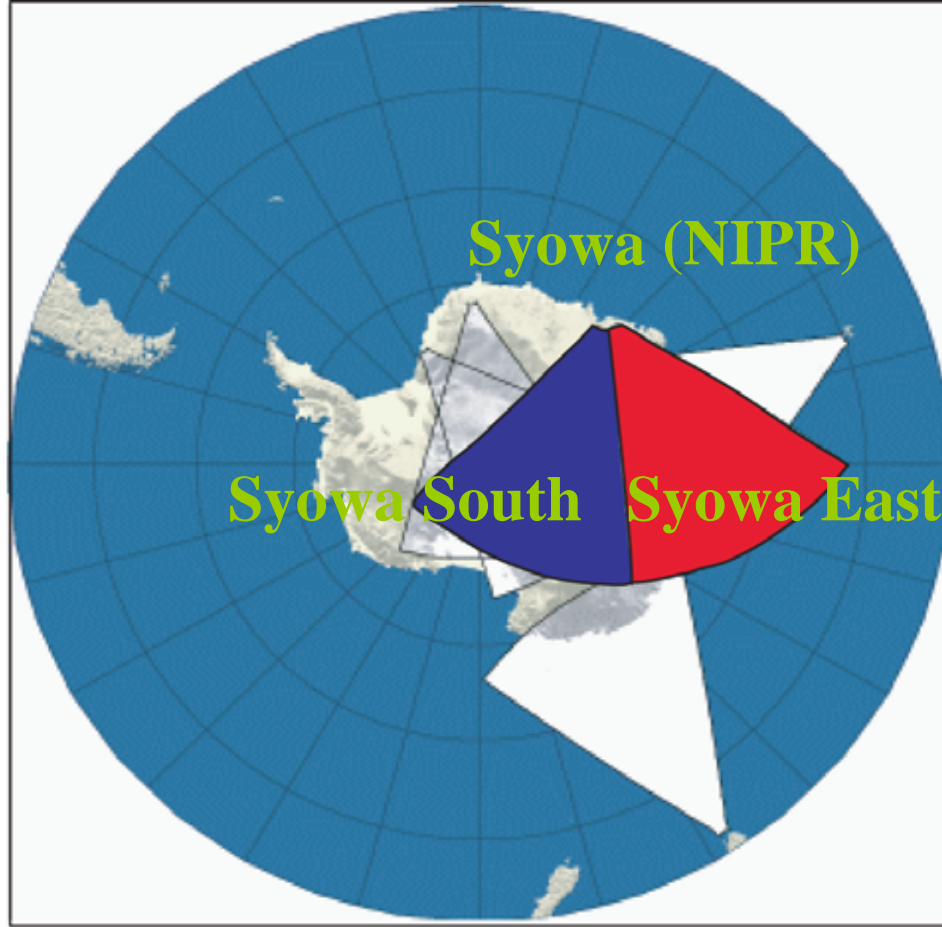


*SuperDARN*ネットワークとは

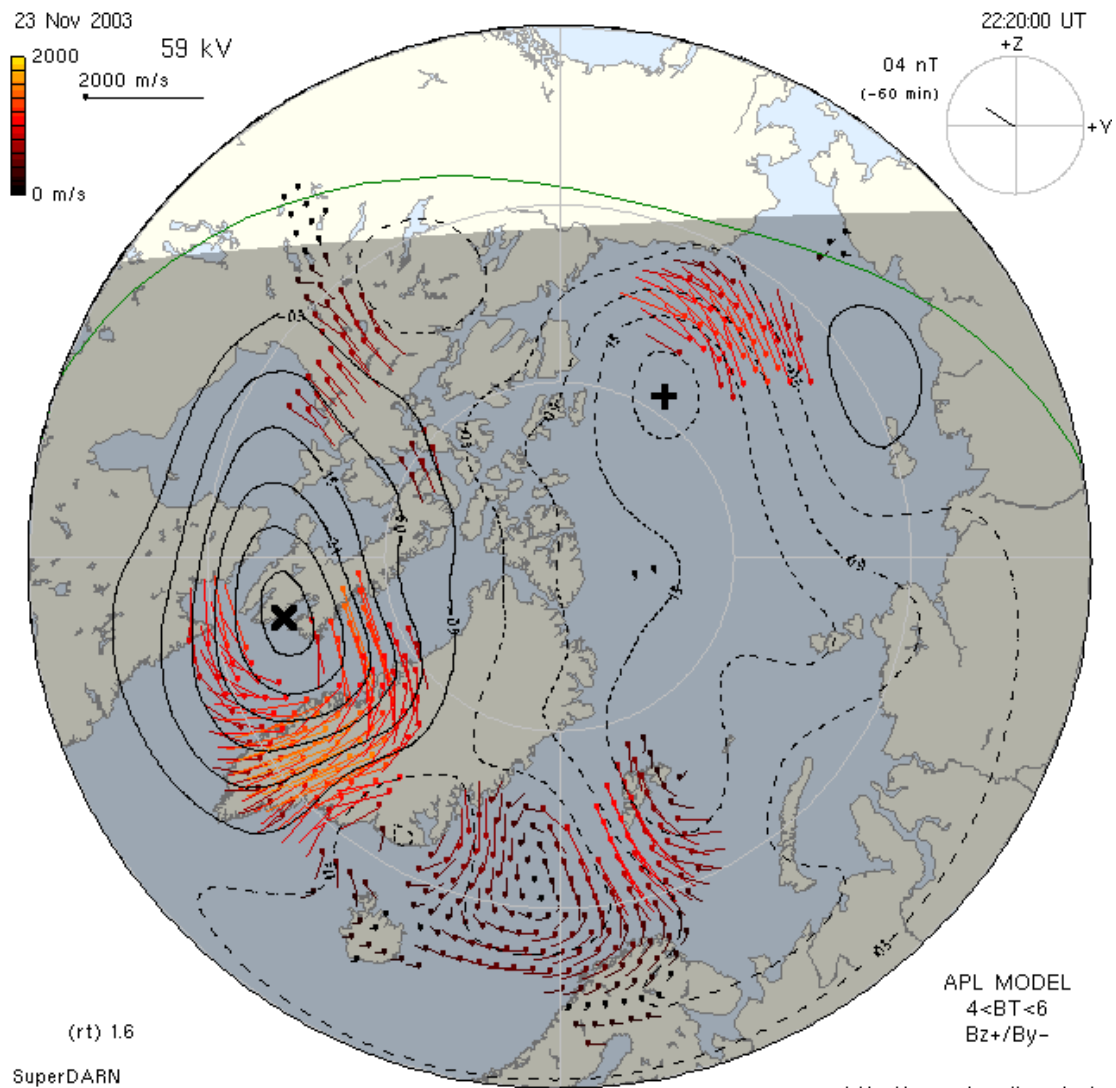


- 1995年ケンブリッジでの会合で正式に発足した(各PIの署名)
- SuperDARNレーダーは、全て共通の仕様で製造され、共通の観測制御プログラムで24時間連続稼働している
- 各レーダーの観測データは完全に互換性がとれ、データの相互利用が極めて容易となっている。
- ネットワーク観測により、北極と南極上空の広域のプラズマ運動を、高い時間・空間分解能で観測できる
- 北半球では9基が稼働し、5基が計画中
- 南半球では昭和基地を含め6基が稼働し、6基が計画中
- SuperDARNの運営は「PI Working Agreement」により基本の方針が定められている

現在の国際SuperDARN レーダー ネットワーク



Convection map (APL-Web site)



観測モードの種類

(i) Common Program (毎月50%以上の時間) :

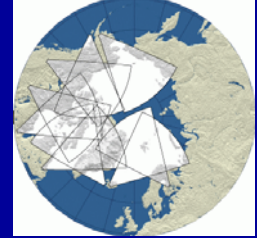
- 1) 16ビームを2分間でスキャンするモード(Normal)
- 2) 1分間で高速スキャンするモード: 主にCLUSTER衛星との同時観測に使用(HTR)

(ii) Special Program :

- ・全レーダーを特別な研究目的で稼働させる

(iii) Discretionary Time ;

- ・単一レーダー、または、複数のレーダーを特別な目的で稼働させる



SuperDARNデ - タを用いた研究



国際共同研究であり、「国際競争」でもある

- アイデア、オリジナリティー、ユニーク性が重要

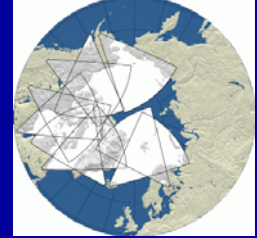
日本のユニーク性、得意な研究分野、各自の個性・特技、
をおおいに発揮すべし

日本の研究成果大！！

SuperDARNデータの使用取扱と成果発表 ルールについて



- データの使用について
 - データを本格的に解析する場合には、必ず各PIの使用許可を取る。
 - 特に、Special TimeとDiscretionary Timeのデータを使用する際は、このルールを厳守しなければならない。
 - コモンモードのデータであっても使用許可を得る方がベター；データ品質など、PIからの確認の意味も含め
 - この際、研究目的を添えて連絡する。
- 2. 成果発表について(口頭及び論文発表)
 - 使用したデータのPI及びディスカッションに乗ってもらった研究者にはCo-authorship or Acknowledgementの是非の確認を得る。
 - この際、Abstractまたは論文全文を添えて確認を取る。
 - SuperDARN全体に対するAcknowledgementはSuperDARN合意書に沿った形式で記述する。
 - 論文発表が完了した段階で、Reprintを1部各PIに送付するとともに、APLのSuperDARNホームページに論文を登録する。



2004年カナダでのSuperDARNワーク
ショップでの発表



New Science Opportunities with a Mid-Latitude SuperDARN Radar

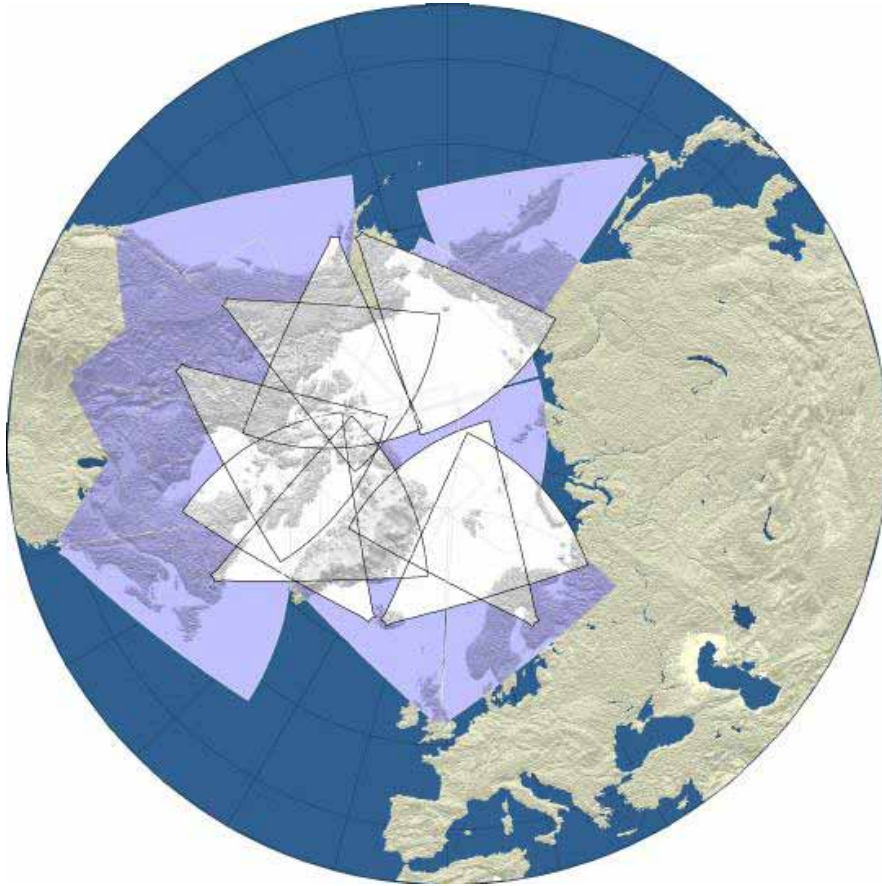
Raymond A. Greenwald

Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

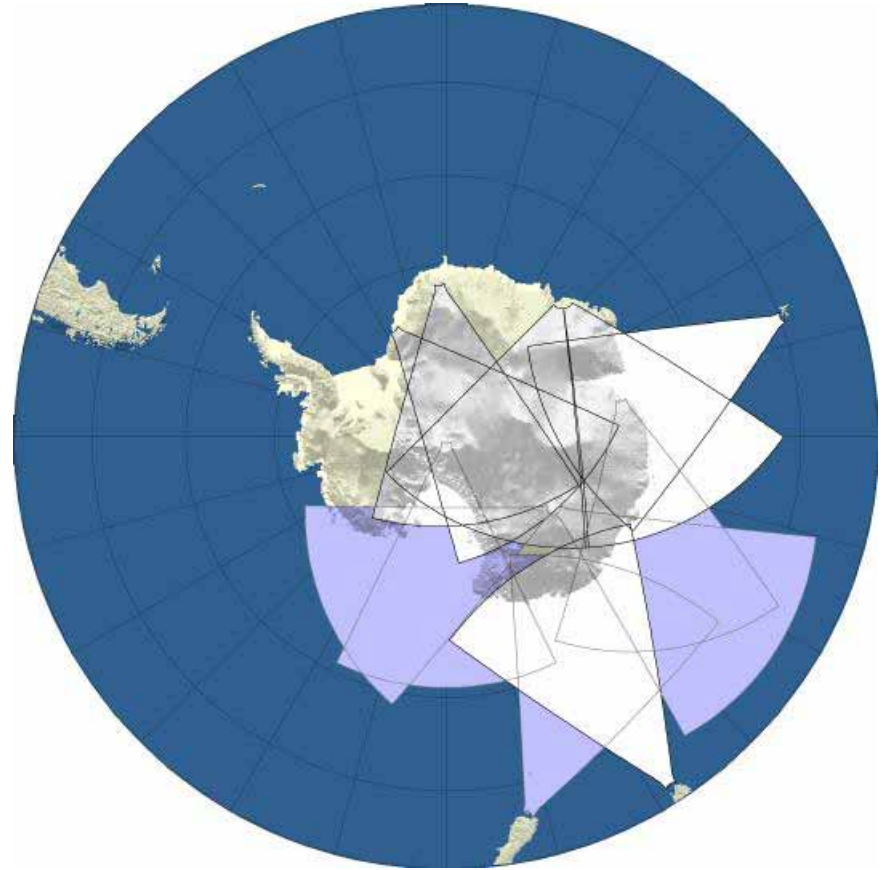


SuperDARN

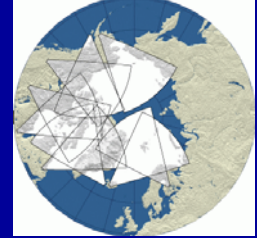
Today and Tomorrow



Northern Hemisphere



Southern Hemisphere



新レーダー計画サイト名

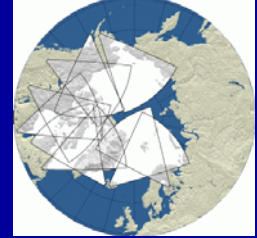


< 北半球のレーダー計画: 5基以上 >

- ・北海道レーダー (名大STE研究所) 中緯度レーダー
- ・カナダPolar DARNレーダー: 2基 (サスカチュワン大)
- ・フィンランド東 (レスター大: シベリア上空) 中緯度レーダー
- ・Wallops米国 (APL) 中緯度レーダー
- ・スコットランド (極地研/レスター大: アイスランド上空) ?? 中緯度レーダー

< 南半球のレーダー計画: 6基 >

- ・ニュージーランド (ラトロブ大) 中緯度レーダー
- ・南極点基地 (アラスカ大)
- ・ドームC基地: 2基 (フランス/イタリア)
- ・中山基地 (中国極地研)
- ・ハーレ東 (英国南極局: BAS) 中緯度レーダー

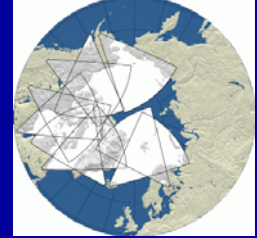


Current SuperDARN Research Topics (現在の研究トピックス)



- Global Convection
- Convection Dynamics
- Magnetosphere-Ionosphere Coupling
- Cusp and Boundary Layer Processes
- Plasma Instability Processes in the Auroral Zone and Polar Cap
- Gravity Waves
- Resonant MHD Waves
- Winds, Tides, and Planetary Waves

Lower latitude SuperDARN radars will enhance and expand all of these research activities



Global Convection and Convection Dynamics

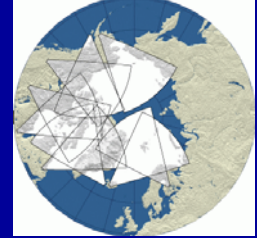


- Current emphasis
 - High-latitude auroral zone and polar cap
 - Quiet to moderately disturbed conditions
 - Best for dayside measurements
- **Benefits offered by mid-latitude radars**
 - Low-latitude boundary of convection remains in radar field-of-view under most conditions.
 - Signals will traverse E-region before encountering diffuse auroral precipitation zone (電波吸収少ない).
- **New science opportunities**
 - Measurement of total nightside convection pattern even under disturbed and storm-time conditions.
 - Measurement of F-region convection on diffuse auroral field lines.

Global Convection and Convection Dynamics



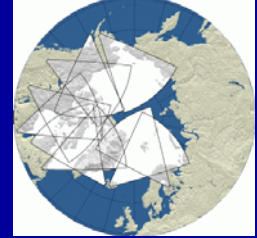
- **New science opportunities**
 - Improved understanding of the dynamics of the low-latitude convection boundary.
 - Undershielding
 - Overshielding
 - Improved understanding of how much convection is missed by the current radar configuration.
 - Studies of the formation and evolution of sub-auroral plasma streams.



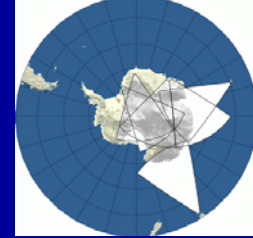
Magnetosphere-Ionosphere Coupling



- Current emphasis
 - Coupling of high-latitude auroral zone and polar cap to outer magnetosphere, boundary layer, and cusp.
- Benefits offered by mid-latitude radars
 - More measurements on inner magnetosphere field lines.
- New science opportunities
 - Understand impact of overshielding and undershielding on M-I coupling
 - Understand current, electric field, conductance relationships in low-latitude auroral zone and sub-auroral ionosphere.
 - Obtain first definitive measurements of convection patterns on ring-current field lines

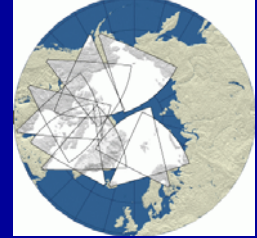


Ionospheric Structuring and Instability Processes



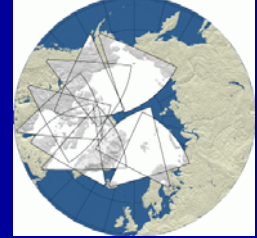
- Current emphasis
 - Plasma instability processes on boundary layer and cusp field lines.
- **Benefits offered by mid-latitude radars**
 - Views of ionospheric plasma processes at lower latitudes including the sub-auroral ionosphere.
- **New science opportunities**
 - Investigate role of magnetospheric electric fields in forming sub-auroral plasma structures.
 - Improved understanding of plasma sources to very high latitude ionosphere.
 - Improved understanding of plasma instability processes in diffuse auroral zone and sub-auroral ionosphere.

Resonant MHD Waves

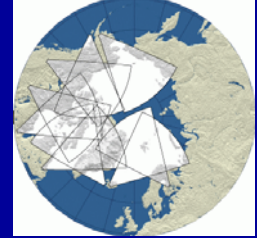


- Current emphasis
 - Field-line resonances at very high latitudes.
 - Wave coupling from solar wind to dayside magnetosphere.
- Benefits offered by mid-latitude radars
 - Significantly increased data set from closed magnetic field-line domain.
- New science opportunities
 - Profiling of field-line resonances throughout the inner magnetosphere.
 - Determination of equatorial mass density profiles.

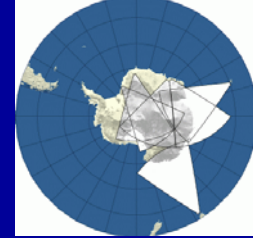
Gravity Waves



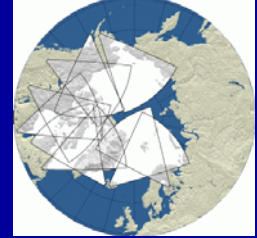
- Current emphasis
 - Gravity wave generation at very high latitudes, particularly on dayside due to current surges.
- Benefits offered by mid-latitude radars
 - Extended latitude coverage of gravity-wave formation and propagation.
 - Opportunity for detection of gravity waves on nightside due to auroral zone processes.
- New science opportunities
 - Understand growth and decay of equatorward-propagating gravity waves generated at high latitudes.
 - Determine importance of gravity waves generated in the nighttime auroral zone.



Winds, Tidal Modes, and Planetary Waves



- Current emphasis
 - Studies of the longitudinal structure of winds, tidal modes and planetary waves generated between 55° and 65° gg ($\sim 60^\circ$ gm).
- Benefits offered by mid-latitude radars
 - A consistent data set of measurements at 35° - 40° gg ($\sim 45^\circ$ gm).
- New research opportunities
 - Multi-latitude and multi-longitude measurements of winds and planetary waves.
 - Collaborations with non-SuperDARN MF and meteor radar researchers and well as atmospheric modelers.



Conclusions by R. Greenwald



- A mid-latitude SuperDARN network will expand our suite of observations to cover both mid and high latitude on field lines that map to both the inner and outer magnetosphere.
- The new data sets will be consistent with existing SuperDARN data sets, expanding and improving our views of a complex plasma system encompassing the Earth's magnetosphere, ionosphere, and upper atmosphere.
- The combined data sets will yield:
 - Improved understanding of the response of the M-I-A system to external drivers.
 - Improved understanding of how and why the ionosphere evolves as it does.



SuperDARN レーダーアンテナの経費削減



- アンテナの経費が全システムの約50%である。

- 経費削減策

- Primary antenna used in SuperDARN radars is a commercial grade 8-20 MHz log periodic produced by Sabre Communications Corporation.

- 1983 Cost: **\$3200** for antenna and mast
- 2004 Cost: **\$9000 ~ \$12,000** for standard (heavy duty) antenna and mast (*日本製は1基 ~ 250万円: 一式20本で5000万円*).

- King Salmon radar uses wire log periodics by Japanese manufacturer.

- 2002 Cost: Similar to standard Sabre antenna and mast

- 新型アンテナ

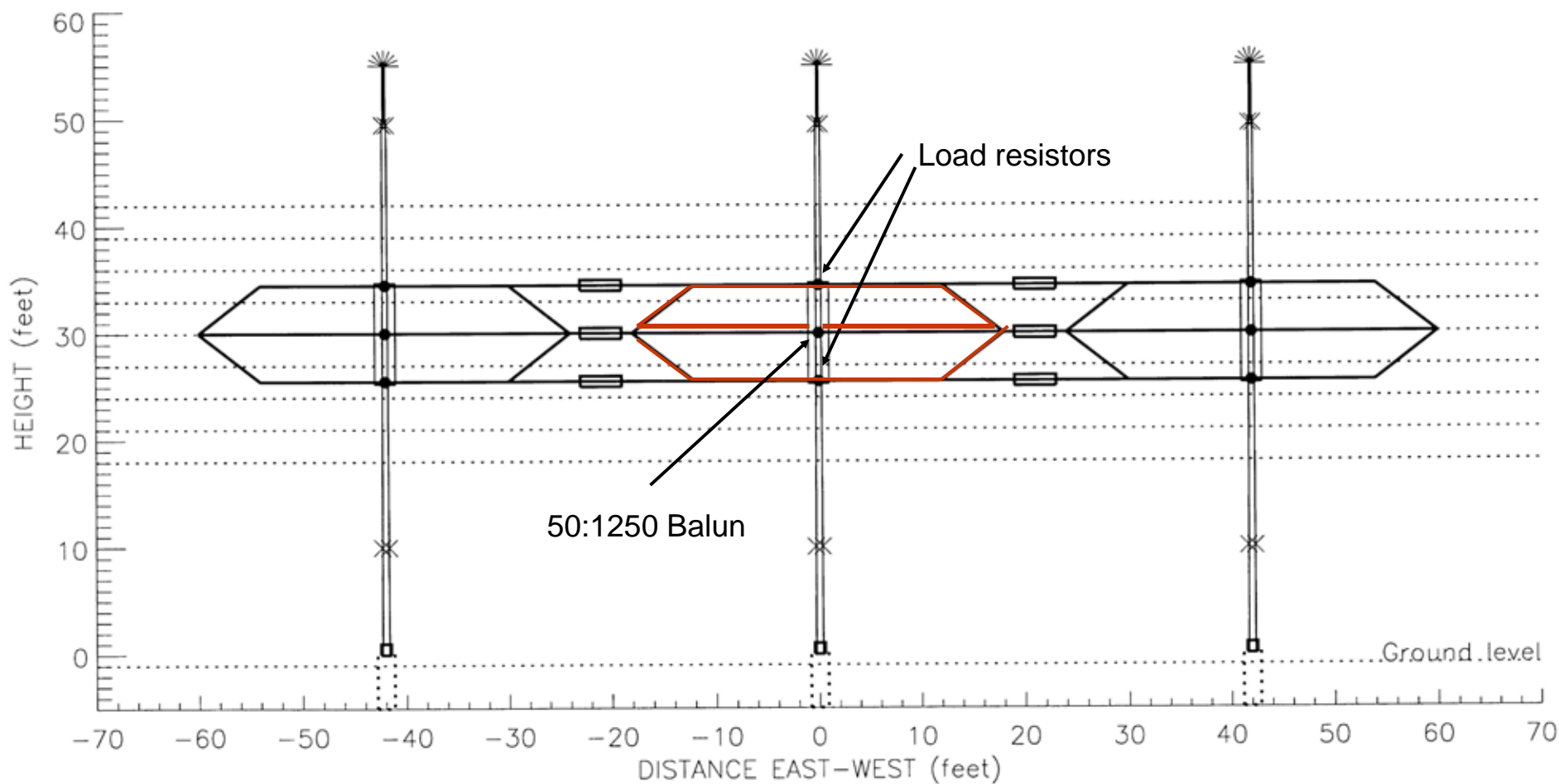
- Installed cost (anticipated): **~\$2500/antenna** (*現在の1 / 4以下*)



新型アンテナ



Wires of one antenna indicated in red.



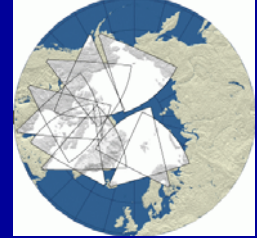
カナダ・サスカチュワン大学レーダーサイト



カナダサスカチュワン大学レーダーサイトでの試験用新型アンテナ



北海道レーダー



- 日本のメリットが生かされる計画
- 国際動向でもあり、日本のこれまでの経験・成果から、北海道レーダーは新たな研究成果が期待できる
- 来年度の予算獲得に期待
- 新型アンテナ、デジタル受信器の開発により、少ない予算でも実現が可能になった