

# 次世代欧州非干渉散乱レーダー計画 (EISCAT3D) による大気科学の新展開

宮岡宏<sup>1</sup>, 野澤悟徳<sup>2</sup>, 小川泰信<sup>1</sup>, 大山伸一郎<sup>2</sup>, 藤井良一<sup>2</sup>, 佐藤夏雄<sup>1</sup>, Esa Turunen<sup>3</sup>

1: 極地研 2: 名大STE研 3: EISCAT association

Associate countries and institutes



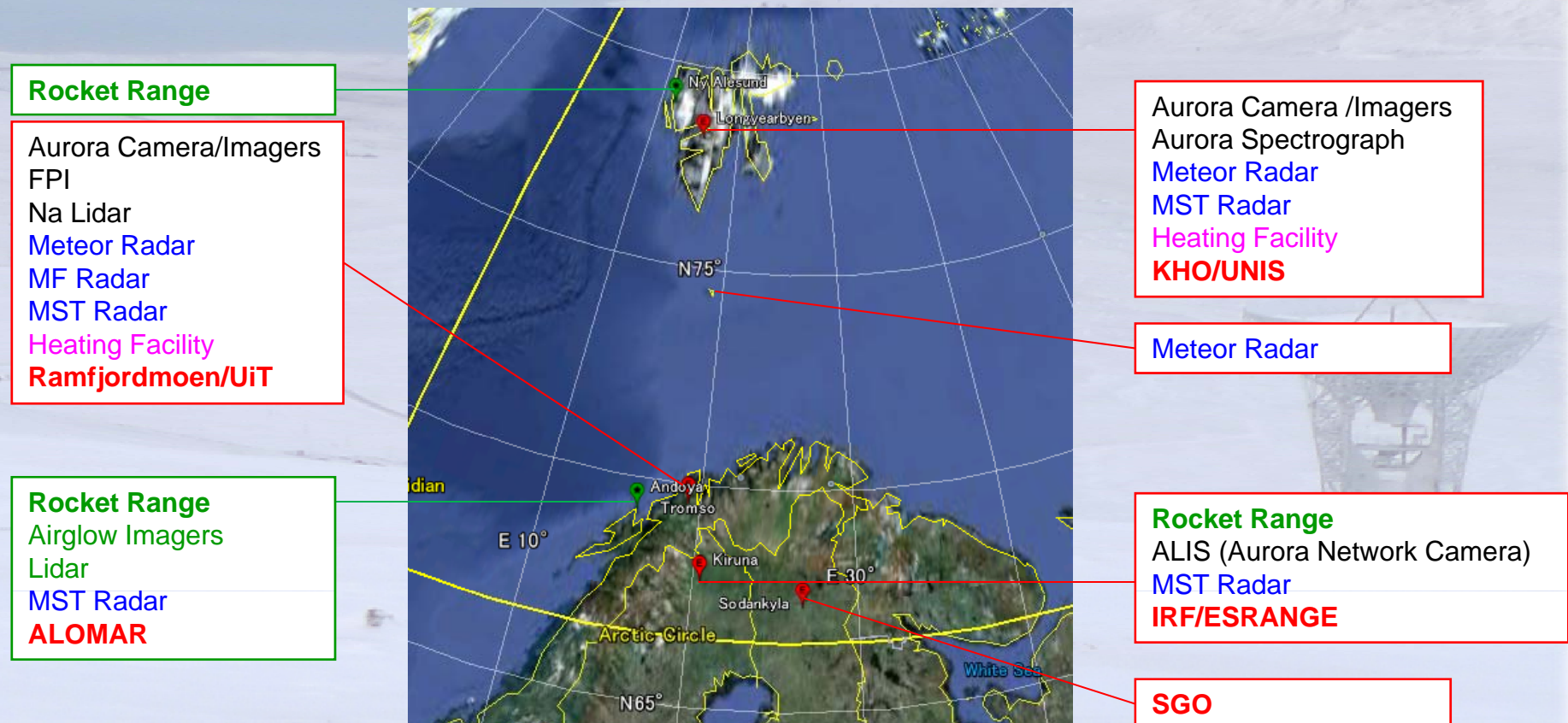
Contributing:



# 次世代欧州非干渉散乱レーダー計画 (EISCAT3D) による大気科学の新展開

宮岡宏<sup>1</sup>, 野澤悟徳<sup>2</sup>, 小川泰信<sup>1</sup>, 大山伸一郎<sup>2</sup>, 藤井良一<sup>2</sup>, 佐藤夏雄<sup>1</sup>, Esa Turunen<sup>3</sup>

1: 極地研 2: 名大STE研 3: EISCAT association



# EISCAT\_3D計画の背景

- リモートサイト(キルナ、ソダンキラ)のUHF周波数保護が2010年3月で終了(保証外の利用継続中)
  - 送信周波数免許は2013年末で終了(224MHzも)
  - 1980年代から運用するレーダー設備の老朽化(特に駆動系・送信系)
  - 無人化、連続運用の必要性
  - 観測性能(時間・空間分解能)向上の必要性
- 次世代型高機能レーダーを用いた新たな発展へ  
= EISCAT\_3D計画

# EISCAT\_3Dの基本諸元

高度60～2000 kmのプラズマ物理量や3次元風速を高精度に観測

システム	パルスドップラーレーダー アクティブ・フェイズド・アレイ方式
中心周波数	225-240 MHz (波長: 1.2-1.36 m)
アンテナ	コア(送受信)局: 16000本の直交八木アンテナ 4つの受信局: 8000本の直交八木アンテナ コア局から約110 kmと250 kmの距離に配置
送受信機	49個の送受信モジュール 送信ピーク電力 2MW以上、デューティ比 0-100%で可変 干渉法により、高度100 kmで最高20 mの空間分解能
周辺施設	データ及びオペレーションセンターを設置

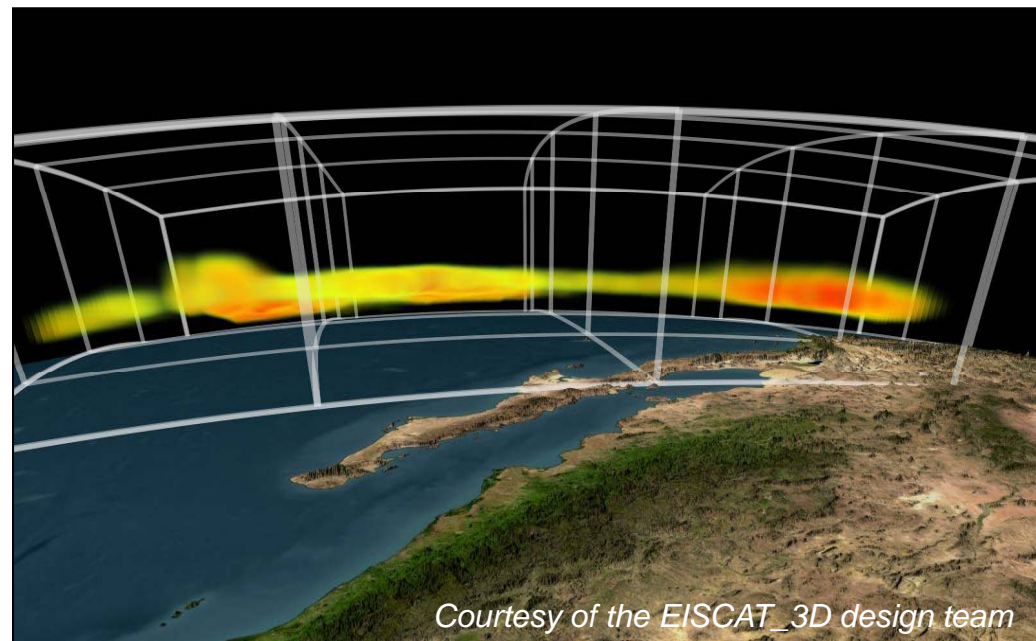
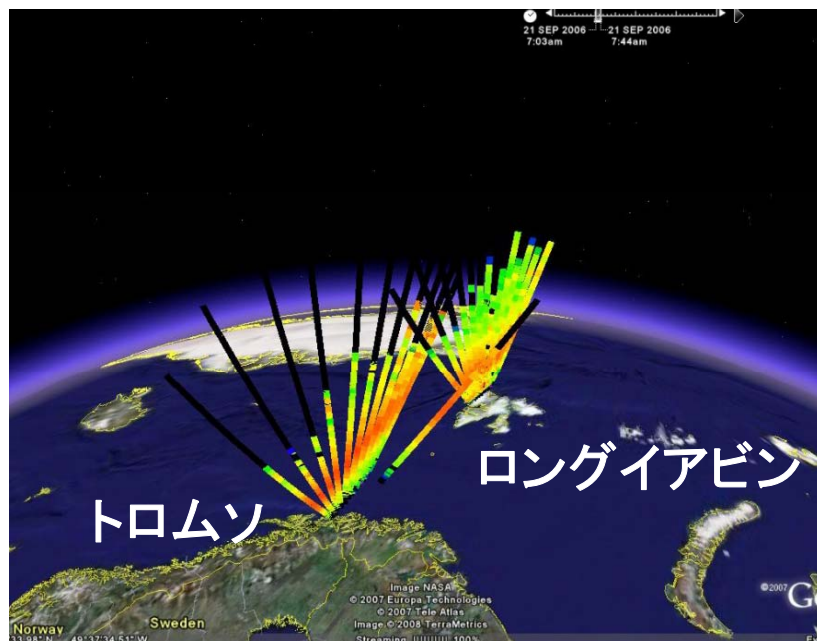
➡ 地球大気と宇宙科学のための国際協同次世代レーダー

# EISCAT\_3Dの観測イメージ

**EISCAT観測**  
(30分間で1スキャン)



**EISCAT\_3D観測**



現行の1次元観測に代わり**EISCAT\_3D**では、高解像度の新しい**3次元イメージング観測**を実現する。これまで観測上の制約から難しかった多くの**大気ならびにジオスペース分野**における様々な研究課題のブレークスルーを目指す。

# EISCAT\_3D SCIENCE CASE



## EISCAT\_3D SCIENCE CASE

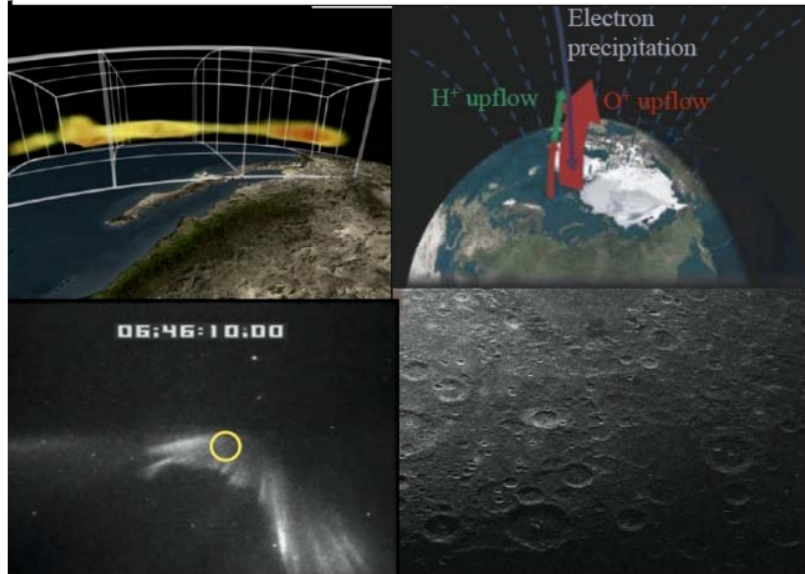
Anita Aikio<sup>1</sup>, Ian McCrea<sup>2</sup>,  
and the EISCAT\_3D Science Working Group

<sup>1</sup>University of Oulu, Finland

<sup>2</sup>STFC Rutherford Appleton Laboratory, United Kingdom

EISCAT\_3D Preparatory Phase Project WP3

Version 1.0, June 2011



Science Working Group (WP3)を中心に  
EISCAT\_3D science case第1版(87ページ)  
をとりまとめ、2011年6月にウェブ公開。

<http://www.eiscat3d.se/content/deliverable-32-initial-revision-eiscat3d-science-case>

毎年テーマを設定し、Working Group  
メンバーを入れ替え、継続的にアップ  
デートしていく。

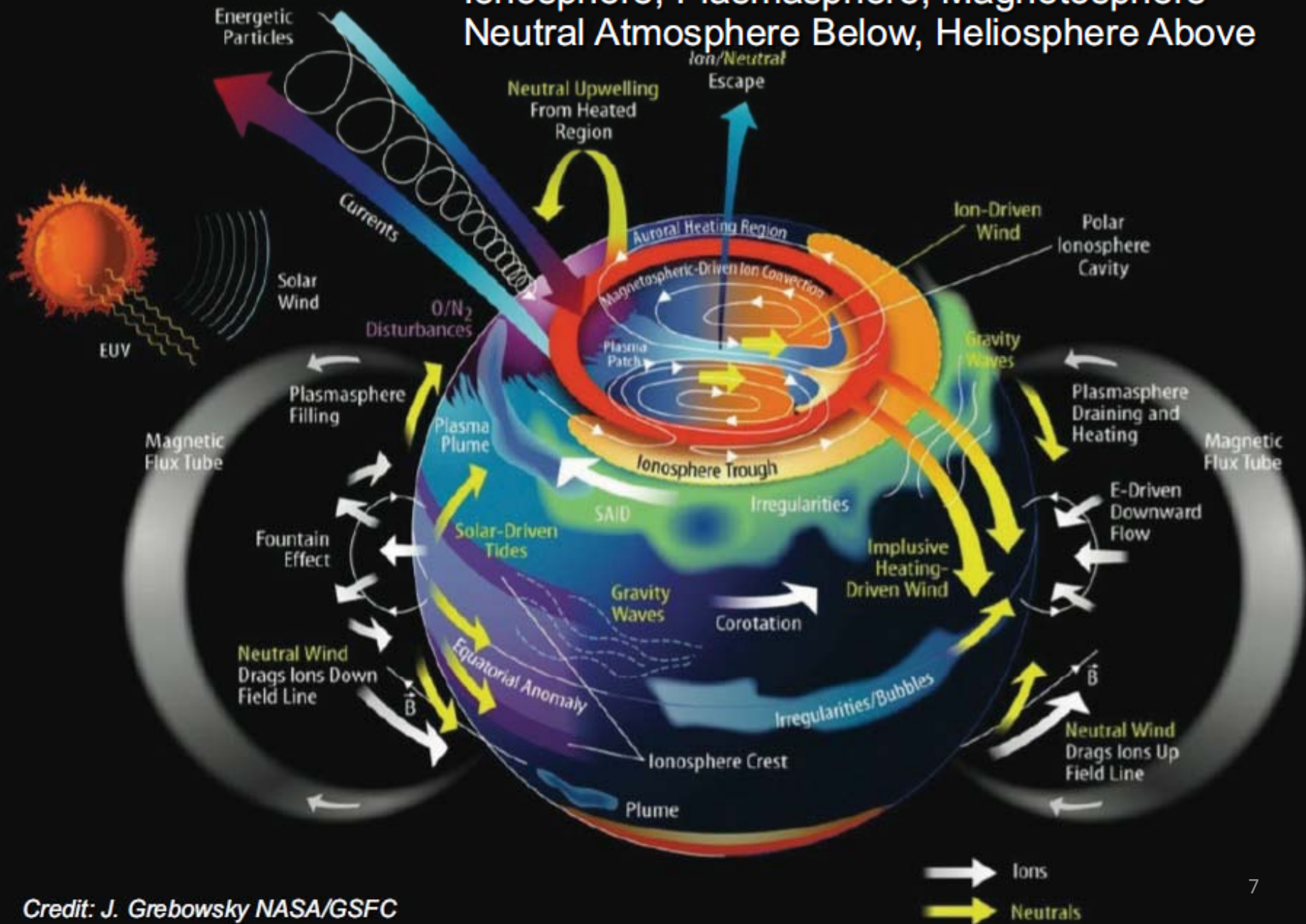
## EISCAT 3D SCIENCE CASE の内容:

- A. Atmospheric physics and global change
- B. Space and plasma physics
- C. Solar system science
- D. Space weather and service applications
- E. Radar techniques, coding and analysis

# The Near-Earth Space Environment of the Earth

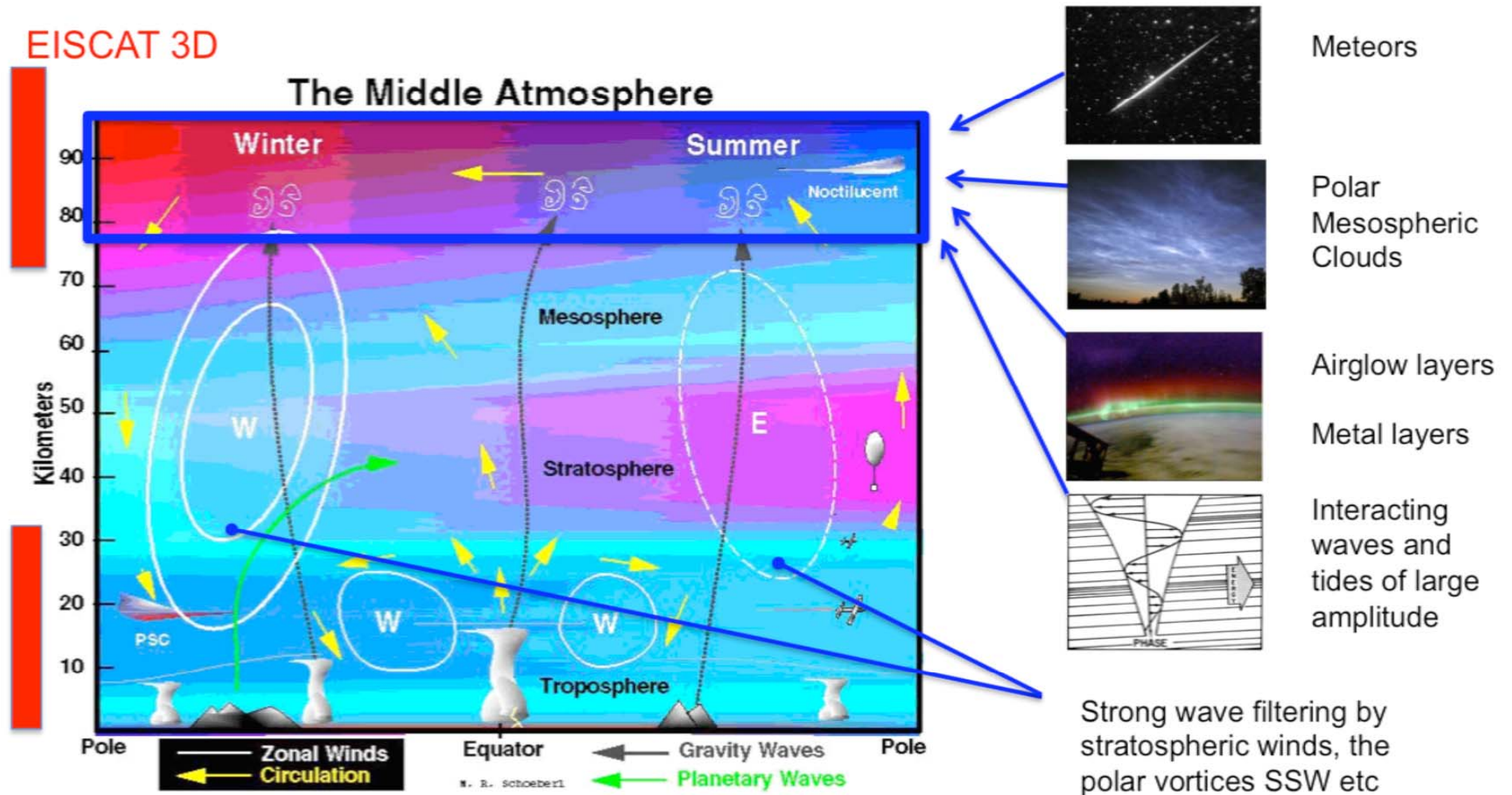
Ionosphere, Plasmasphere, Magnetosphere

Neutral Atmosphere Below, Heliosphere Above



Credit: J. Grebowsky NASA/GSFC

# 中層・下層大氣



EISCAT\_3D Science Case: Summary (by A. Aikio and I. McCrea, 2011)



# EISCAT3Dで期待される研究課題

## オーロラの生成機構:

- ・オーロラの微細構造・3次元構造 (ex. パルセーティングオーロラ)
- ・メソ・マイクロスケールの3次元沿磁力線電流系

## 領域間のエネルギー収支と物質循環:

- ・電離圏における電磁エネルギー散逸のメソ・マイクロスケール時空間構造
- ・イオン音波擾乱やラングミュア擾乱の3次元構造
- ・電離圏・熱圏変動が全球規模の指標に与える影響と磁気圏フィードバック
- ・極域電離圏イオン上昇流

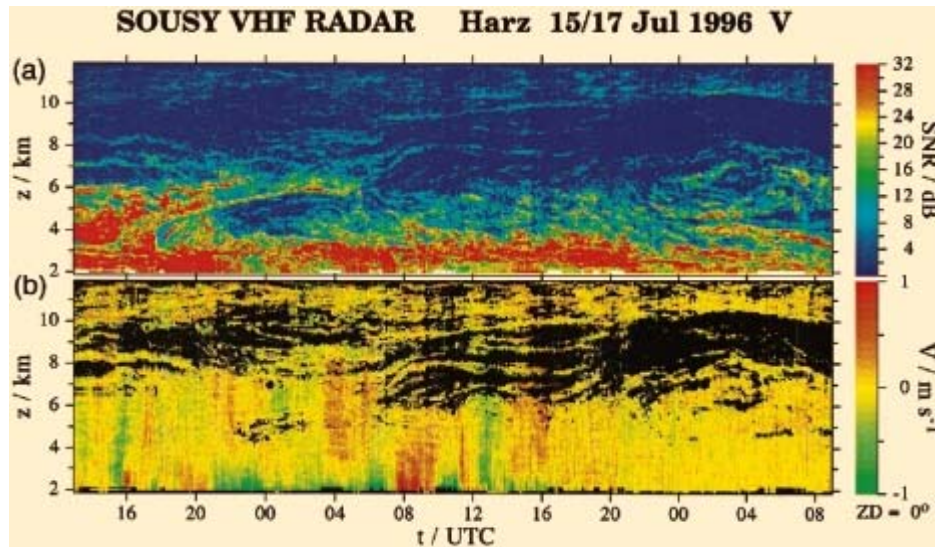
## 下層大気と超高層大気の上下間結合:

- ・熱圏のメソ・マイクロスケール時空間構造
- ・大気波動(重力波、潮汐、惑星波)や下部熱圏風
- ・地球温暖化における下部熱圏・中間圏・電離圏の変動

## 太陽、月・惑星、流星の科学、大気化学、スペースデブリ

など、多様な領域・分野への応用が可能

# EISCAT3Dの大気物理・化学研究への応用



## 大気の力学的結合と 高エネルギー粒子降込みに伴う化学反応の理解

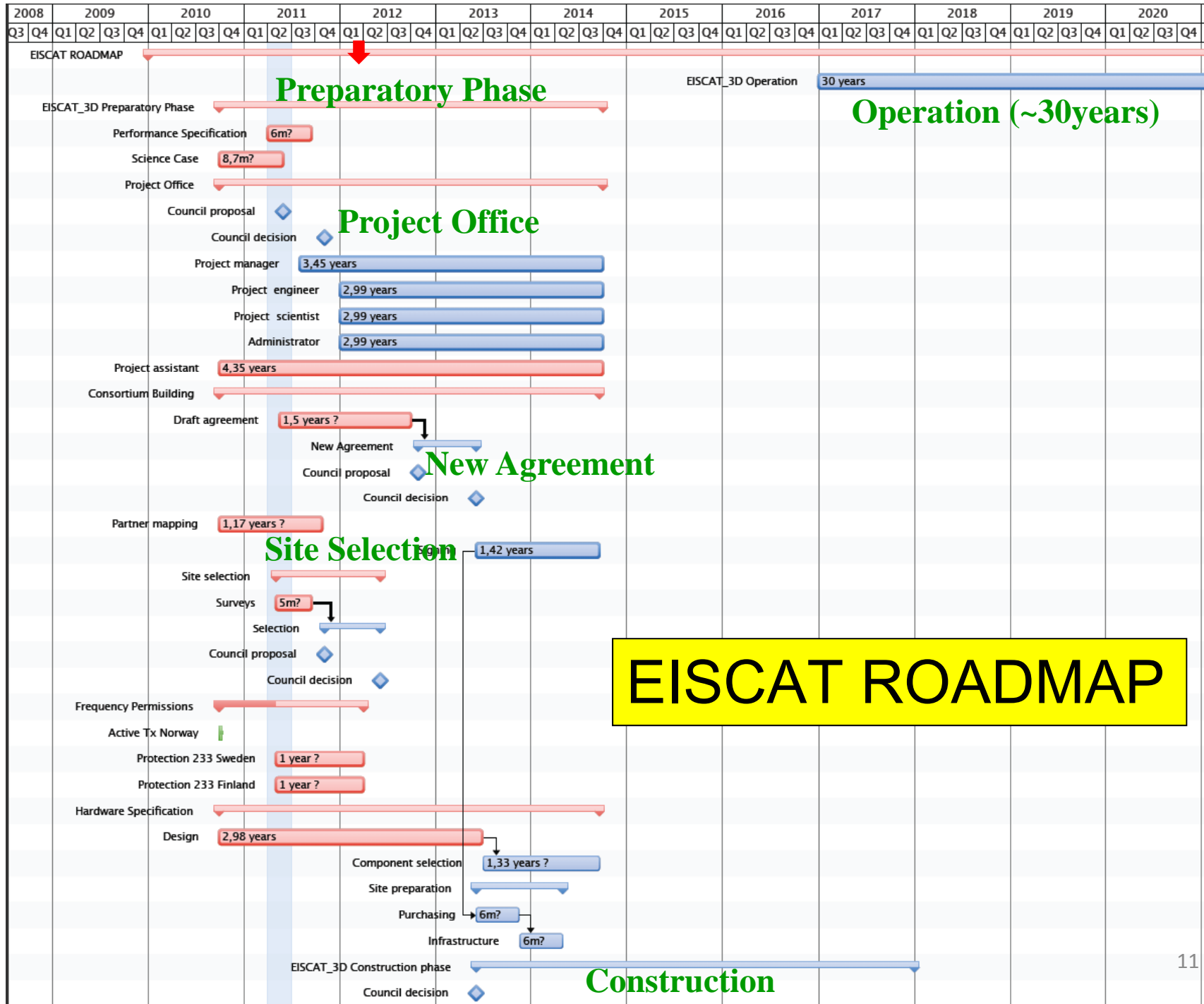
### 【力学的結合、波動】

- 対流圏起原の波動の3次元構造と上方伝搬に伴う特性変化
- 中層大気の大気熱バランスの変化による重力波や潮汐の変化、成層圏突然昇温と超高層大気の変化
- 下層大気の中・超高層大気の波動を伴う結合
- 電離圏・熱圏起原の波動の重要性

### 【化学反応】

- 高エネルギー粒子降込みの継続時間、中層大気における化学反応にどの程度影響を与えるか
- 降込みに伴うオゾン密度変化
- 化学反応の高度依存性
- 中間圏に出現する薄層(NLC, PMSEなど)は人為起原か
- 電離圏加熱施設を用いたD領域の能動実験

スウェーデン・キルナ上空で撮影されたNLC(上図; courtesy of E. Belova)と、VHFレーダーで観測された対流圏擾乱と風速の鉛直成分の高度時間変化(下図; Rüster et al., 1998).



# EISCAT ROADMAP

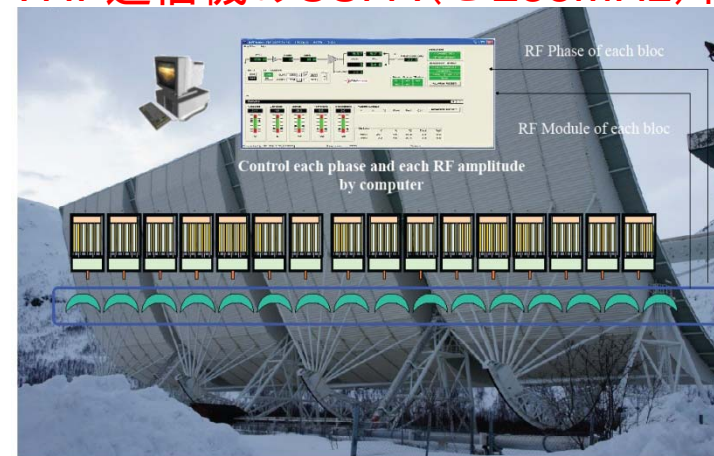
# 経費

ITEM	EISCAT-2017	EISCAT3D	EISCAT + EISCAT3D
施設整備費	~10M EUR	~100-150M EUR	~110-160M EUR
運用費	~2M EUR	~3M EUR	~4M EUR
人件費	~2M EUR	~2M EUR	~3M EUR
運用期間	~2030年	~2050年	ESR: ~2030年 EISCAT3D: ~2050年
施設	ESR(with 3 <sup>rd</sup> dish) Modified tristatic VHF (233MHz)	EISCAT3D Core + 3-6 Remotes	EISCAT3D ESR(with 3 <sup>rd</sup> dish) Modified VHF

## UHFアンテナのVHF化



## VHF送信機のSSPA(@233MHz)化



# Chinese investment proposal: 3rd antenna on Svalbard

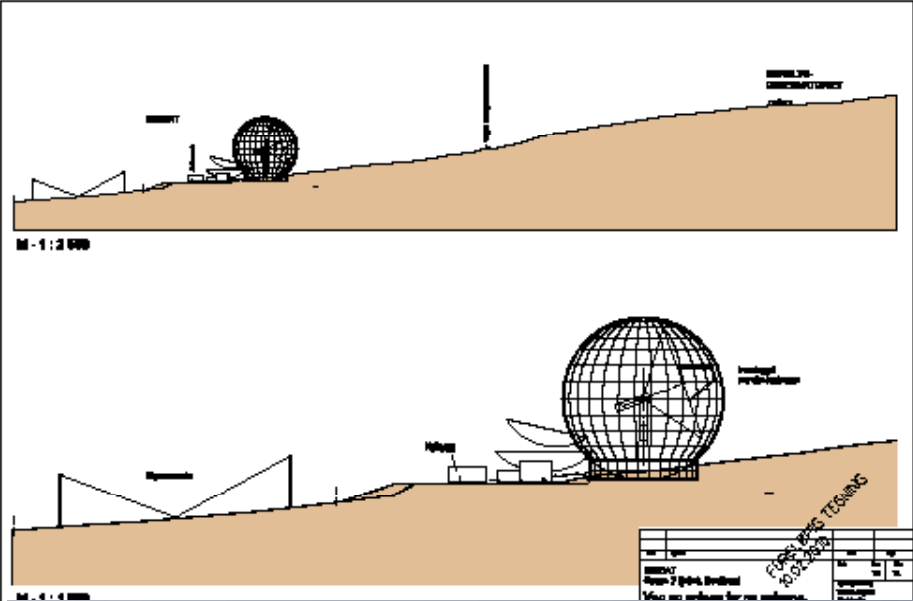
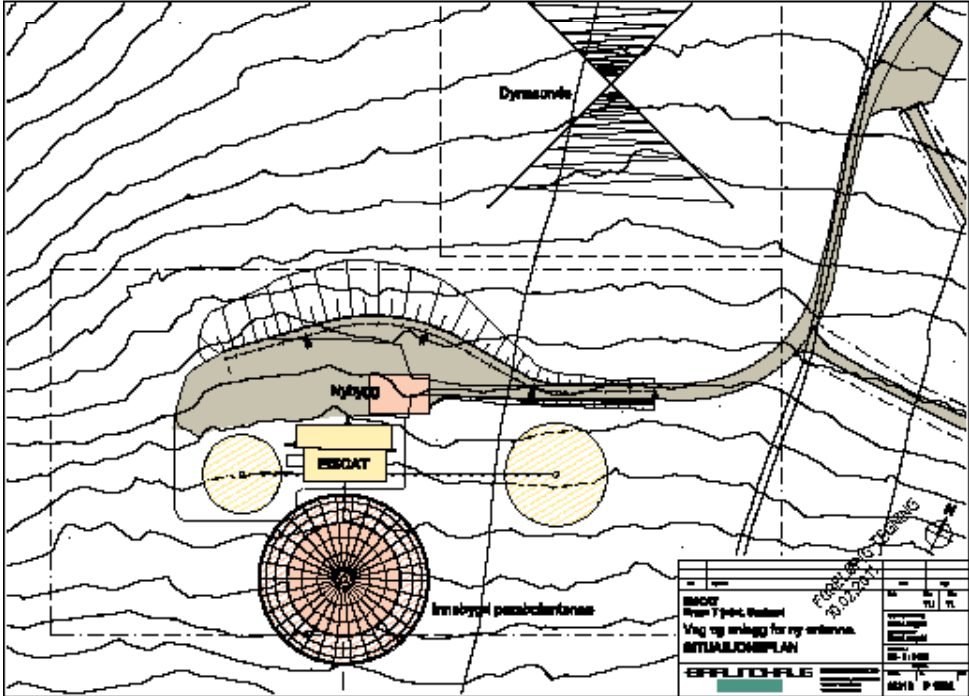
Estimated cost: 300 MRMB



50 m høy antenne



70m høy radom





# Open access development

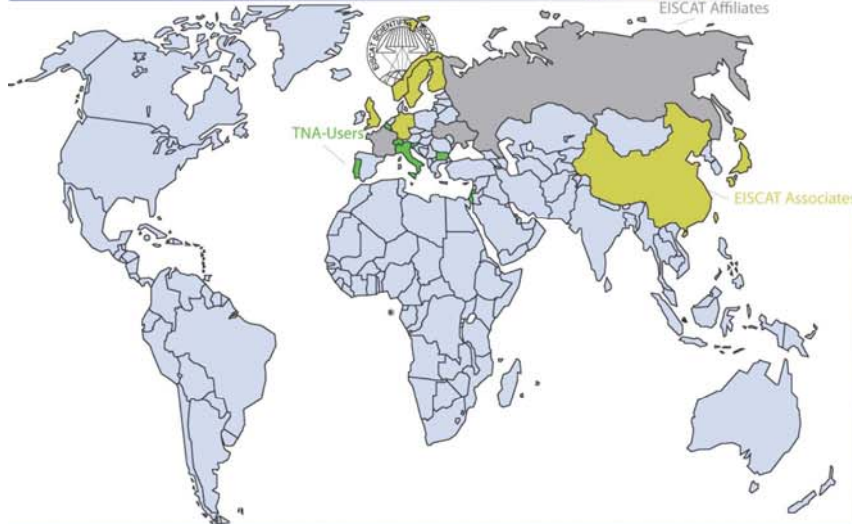
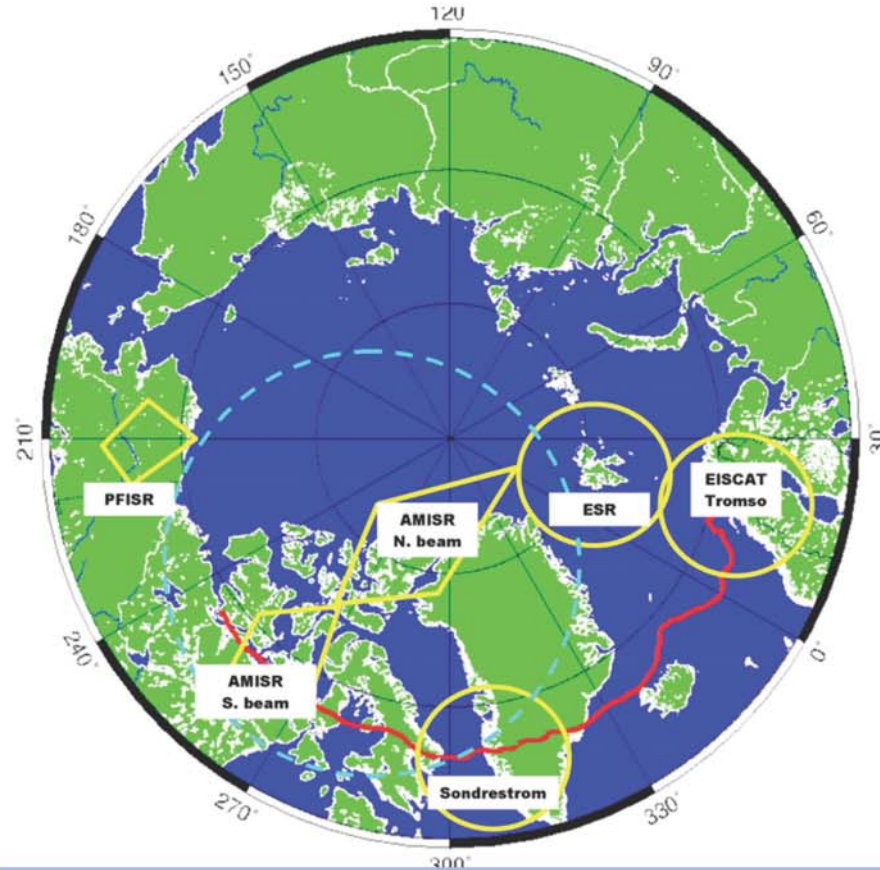
Example: HIWIND balloon experiment June 2011

Circumpolar flight  
Several ISRs

HIWIND:  
Fabry-Perot interferometer  
to measure  
thermospheric  
winds  
by HAO/NCAR



High Altitude Observatory



- EISCAT 200 hour peer-reviewed exp allocation started in 2011
- Anyone can apply for radar experiment time



# まとめ

- ✓ EISCAT / UHFレーダーの後継システムとして、**多点フェーズドアレイ・アンテナシステム**から成る**EISCAT3D計画**が進行中。
- ✓ **高解像度の3次元イメージング観測**を実現し、**大気圏・ジオスペース**における様々の研究課題の**ブレイクスルー**を目指す。
- ✓ 欧州大型研究施設計画(ESFRI)のロードマップに選定、EU支援により**Preparatory Phase(2010-14年)**が進行中。
- ✓ 日本もサイエンス・ワーキンググループ等に加わり、**実質的な計画検討**に参加。予算化に向け、**活動開始**。
- ✓ 現行システムを含め、日本の大気圏研究者による**積極的な活用**を期待します。