

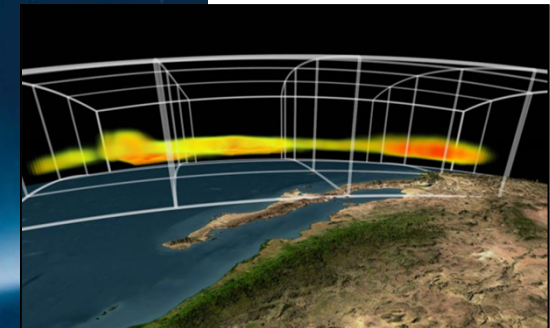
EISCAT_3Dプロジェクト ～次期IUGONETプロジェクトへ期待すること～

野澤悟徳¹、小川泰信²、宮岡宏²、大山伸一郎¹、中村卓司²、藤井良一¹
¹名古屋大学太陽地球環境研究所、²国立極地研究所

EISCAT_3D : The next generation European incoherent scatter radar system

- ☑ One core array (10 MW, 233 MHz) and 4 remote arrays will make it possible 3D imaging of the ionosphere.
- ☑ Phased array system (about 10,000 antennas each site).
- ☑ Included on the EU ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) road map (announced in December 2008: 44 projects).
- ☑ Costs 132 million Euro (about 16.5 billion Japanese yen).

EISCAT_3Dにより得られたデータの解析手法の開発：
3次元イメージデータをどう可視化するか？



EISCAT Scientific Association



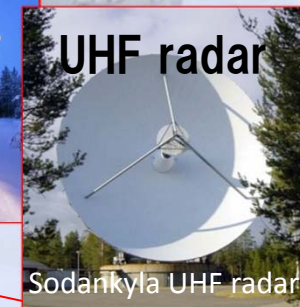
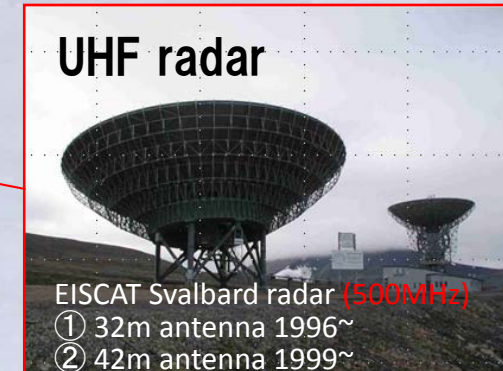
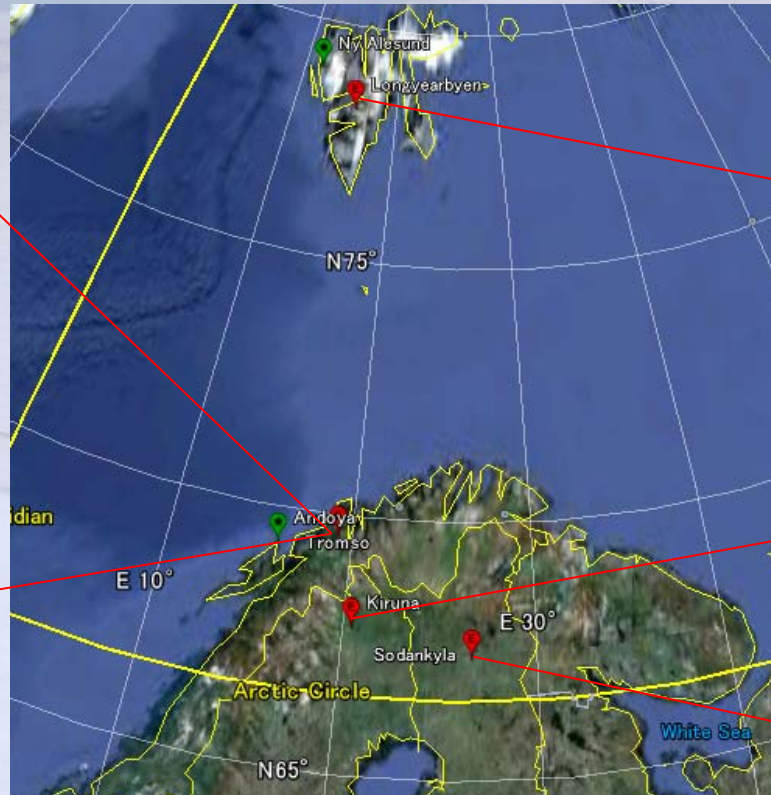
Associate countries and institutes



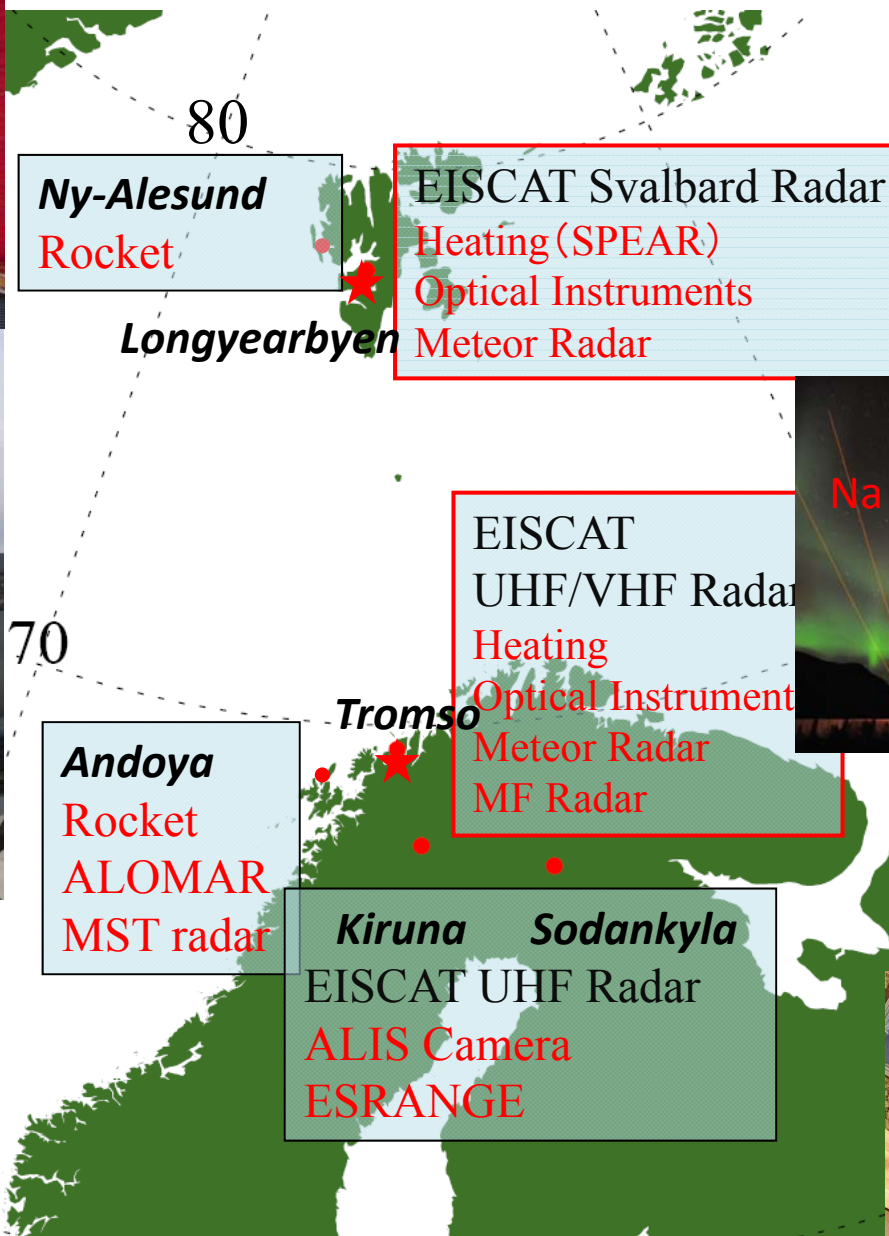
Contributing:



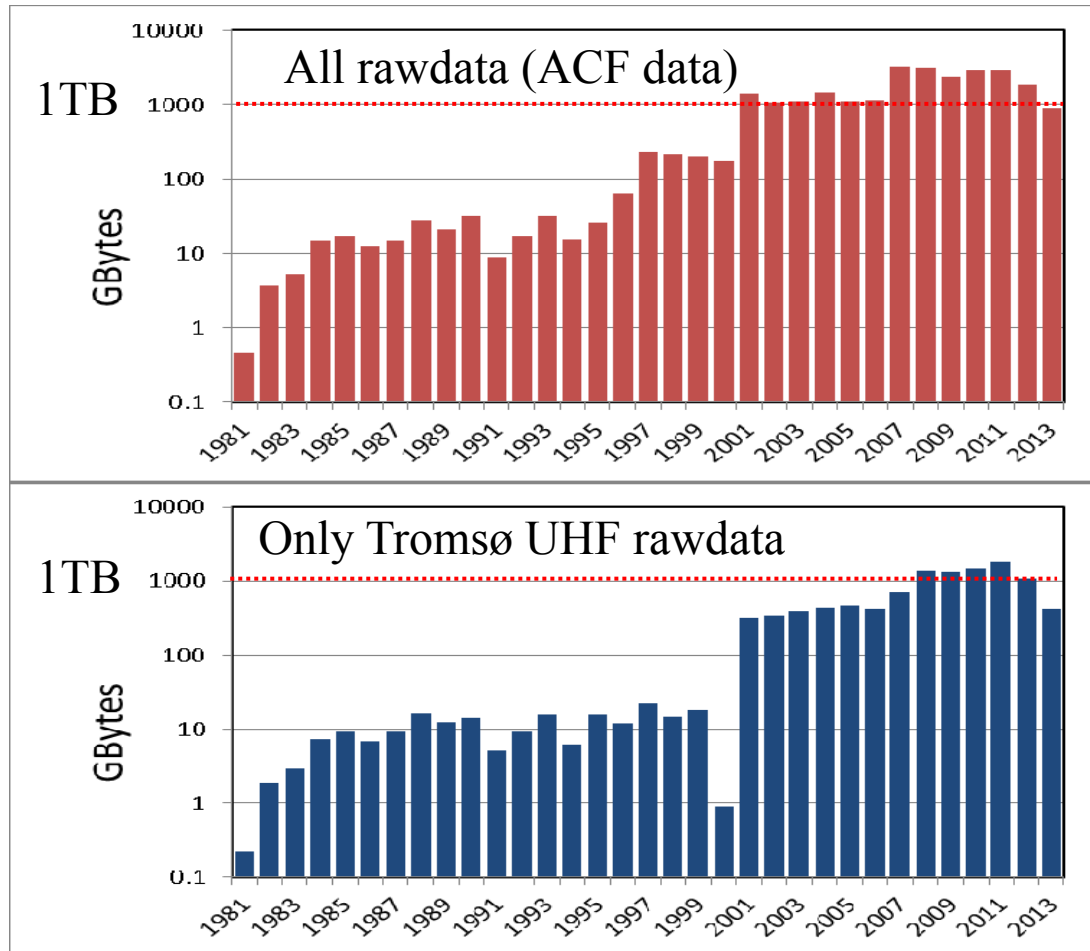
- EISCAT: International research organization founded in 1975 to undertake fundamental research on atmospheric and geospace science with powerful Incoherent Scatter radars in northern Scandinavia
- Japan affiliated in 1996 as the first associate member outside Europe with funding contribution to 2nd IS radar in Svalbard



Relevant Facilities



Size of EISCAT data



EISCAT rawdata:
~30 TB (~25TB in NIPR)

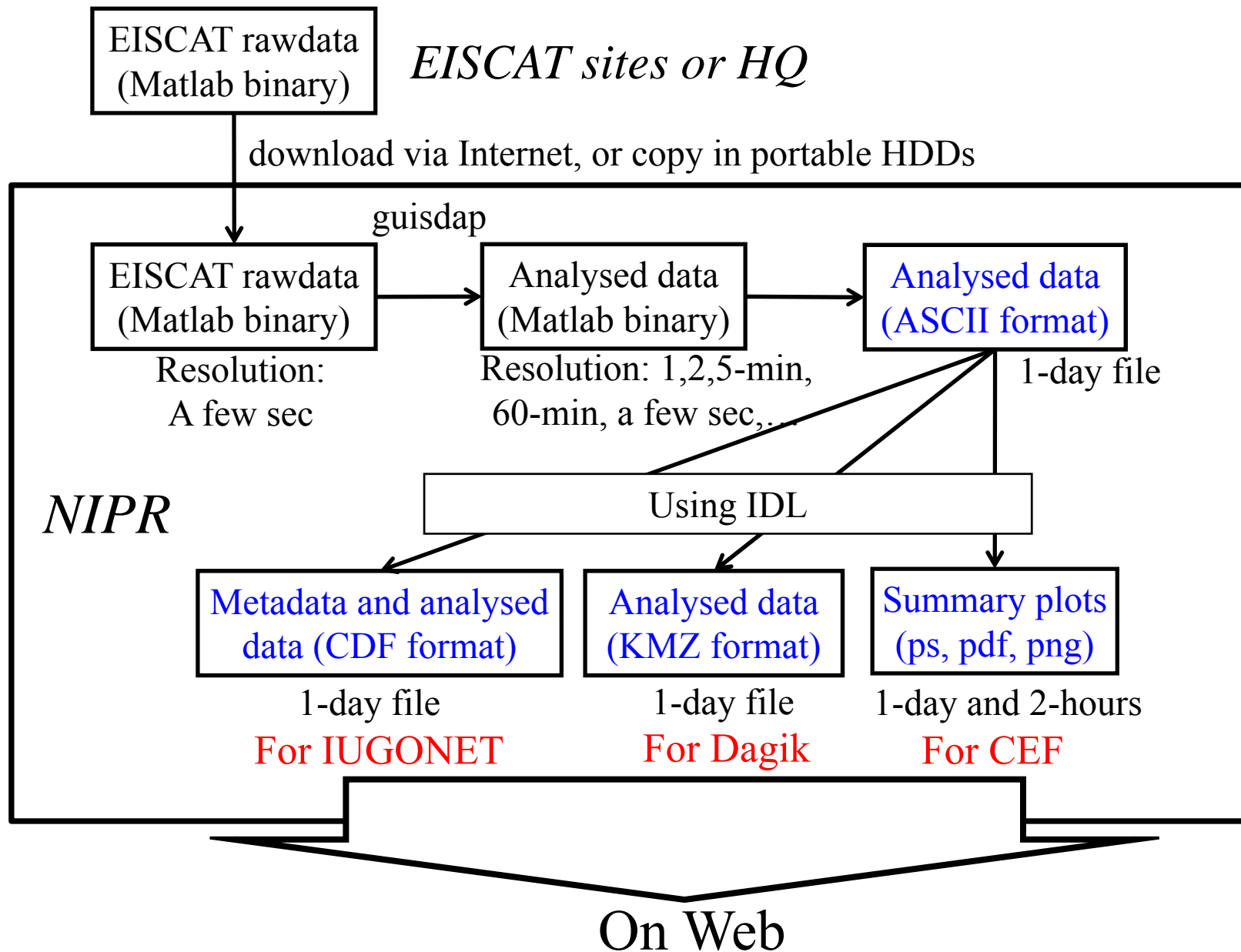
EISCAT analysed data:
~4 TB in NIPR

(As a reference)
Size of NIPR optical and radio wave data at TRO/LYR (2010-):
~50 TB in total

Size of EISCAT rawdata from Sep. 1981 to April 2013.
(Note: Only CP and SP(NI) data in 2012 and 2013)

- Total size of Tromsø UHF rawdata (ACF data) in 2011: ~2 TBytes
- EISCAT_3D (continuous run (x ~4) & multi-beam (x ~50)): > ~500 TBytes/year?

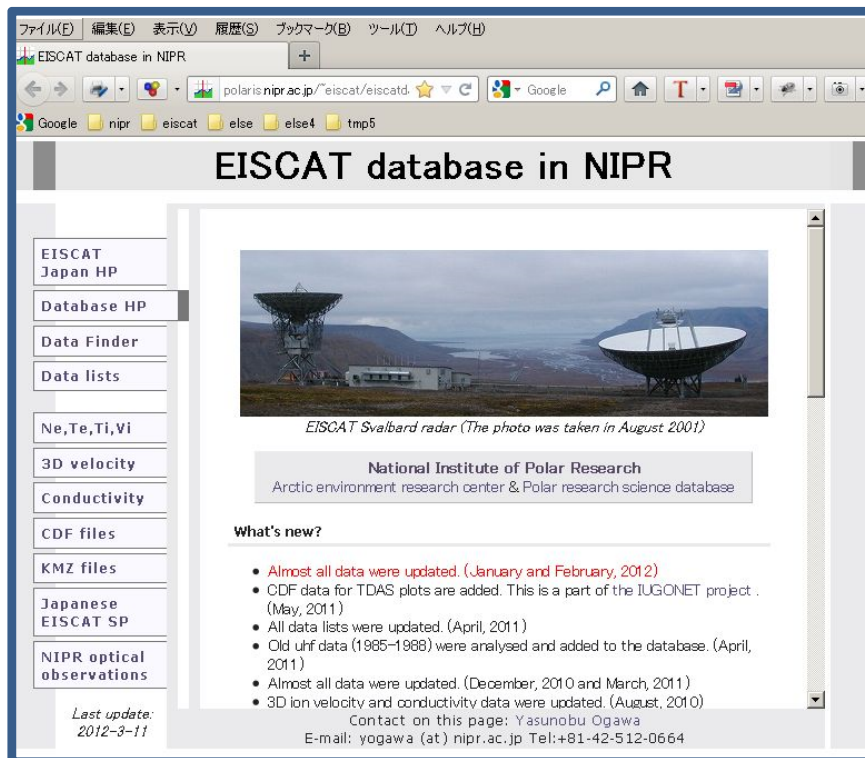
Procedures for making the database



EISCAT database in NIPR

Construction of uniform and user-friendly database is important and valuable for investigations of long-term trends and collaborations with other GB observations. Such an EISCAT database has been developed and available on web:

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscatdata/>



- KST UHF/VHF radar data : 1981-2013
- EISCAT Svalbard radar data: 1996-2013 (Ne, Ti, Te, Vi, E-field, Conductivities, ...)

To make the database, we use

6 work stations

(CPU: Dual Xeon or Core i7)

for data analysis, web server,
and license server

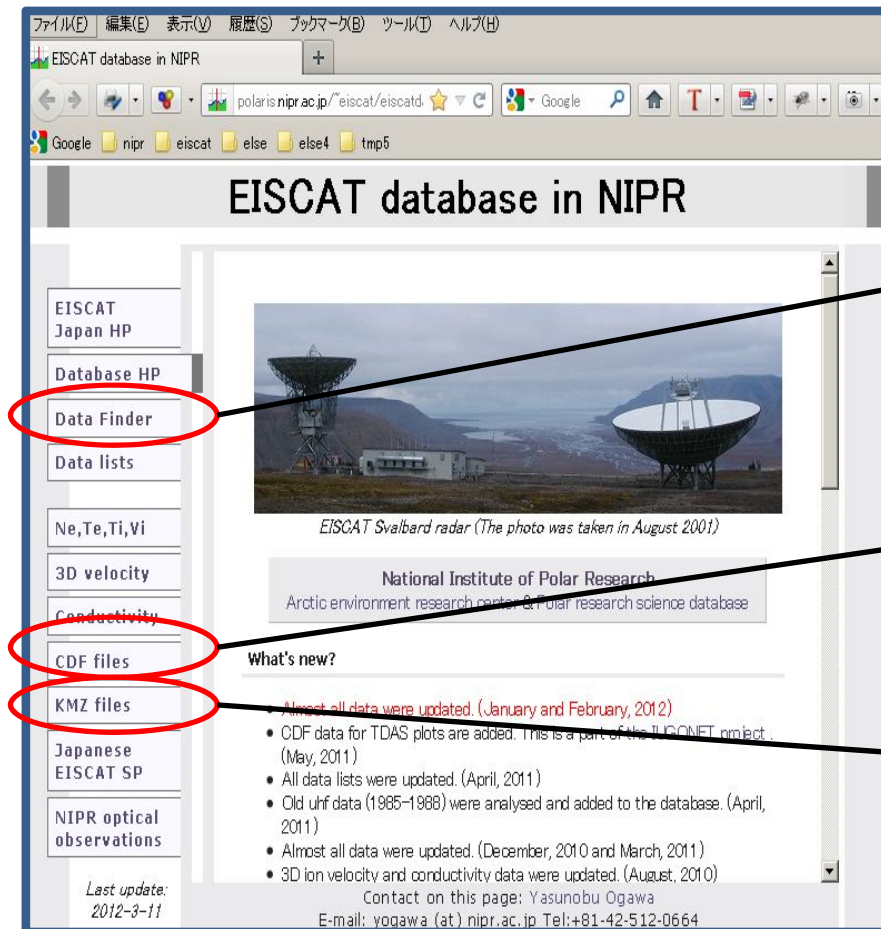
14 NAS box (7 or 8 HDDs each,
RAID5/6/10, Gigabit Ethernet),
as file servers.

Data storage capacity:

~180TB in total

Search and visualization tools of the database

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscatdata/>



These tools are all
available on web

Conjunction Event Finder
(CEF)

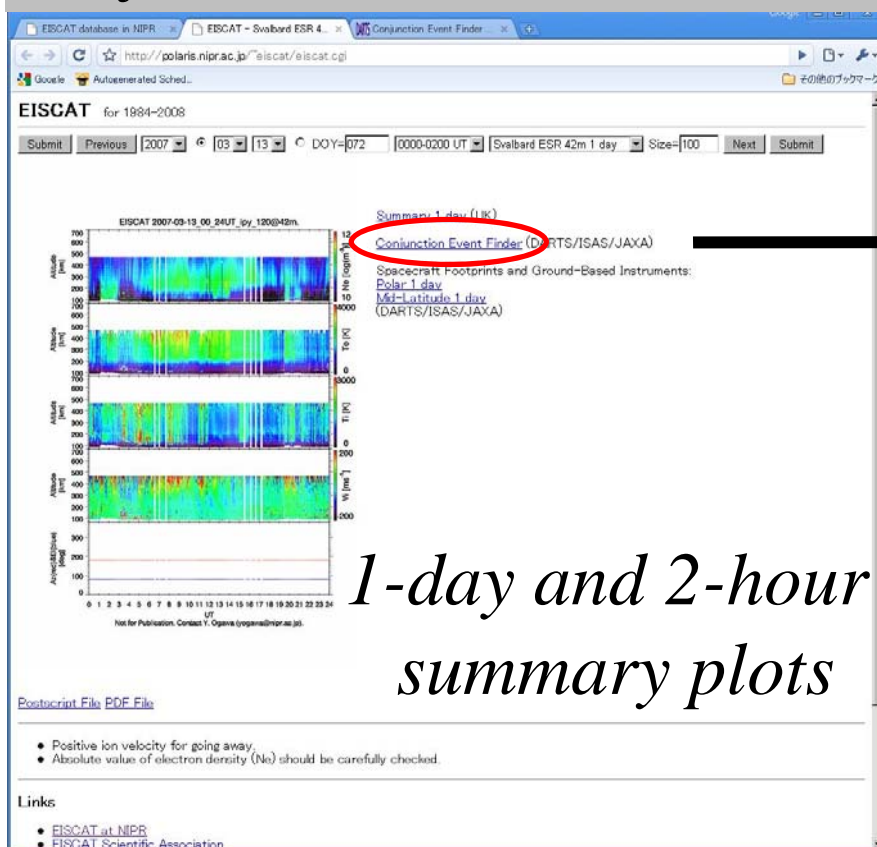
CDF format files for
IUGONET

KMZ format files for
Dagik

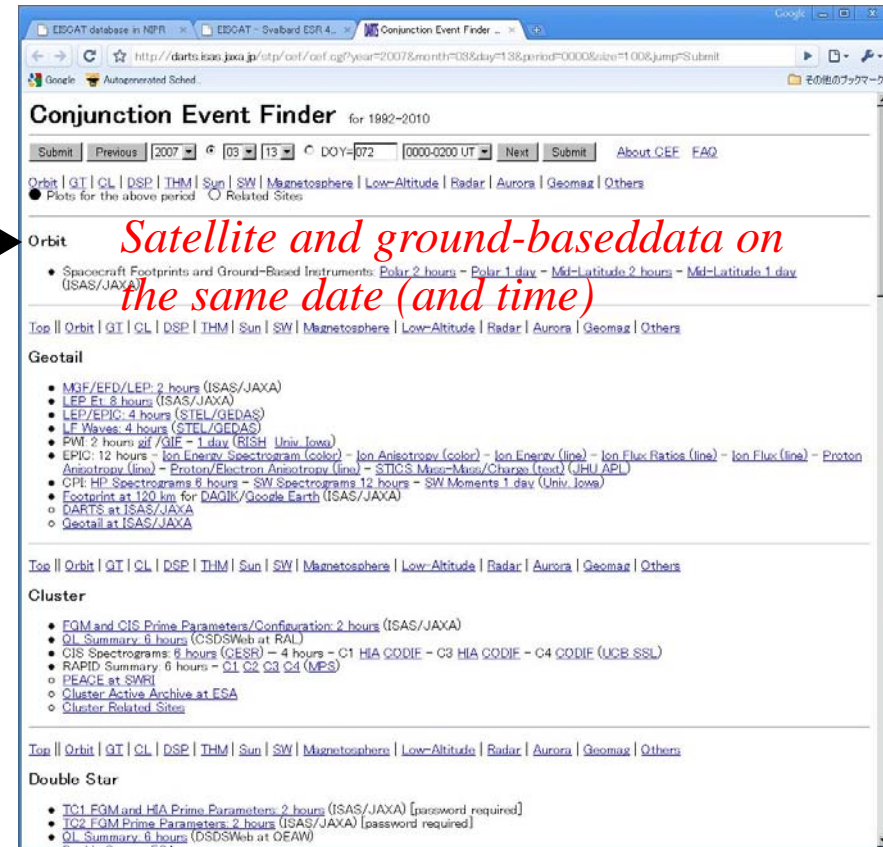
Conjunction Event Finder (CEF)

The CEF is a Web tool for seamlessly browsing quick-look (QL) data from many different kinds of satellites and ground-based instruments in solar-terrestrial physics. This tool is powerful in finding interesting events of conjunction observations by satellites and ground-based instruments.

Conjunction Event Finder for EISCAT



*1-day and 2-hour
summary plots*



*Satellite and ground-based data on
the same date (and time)*

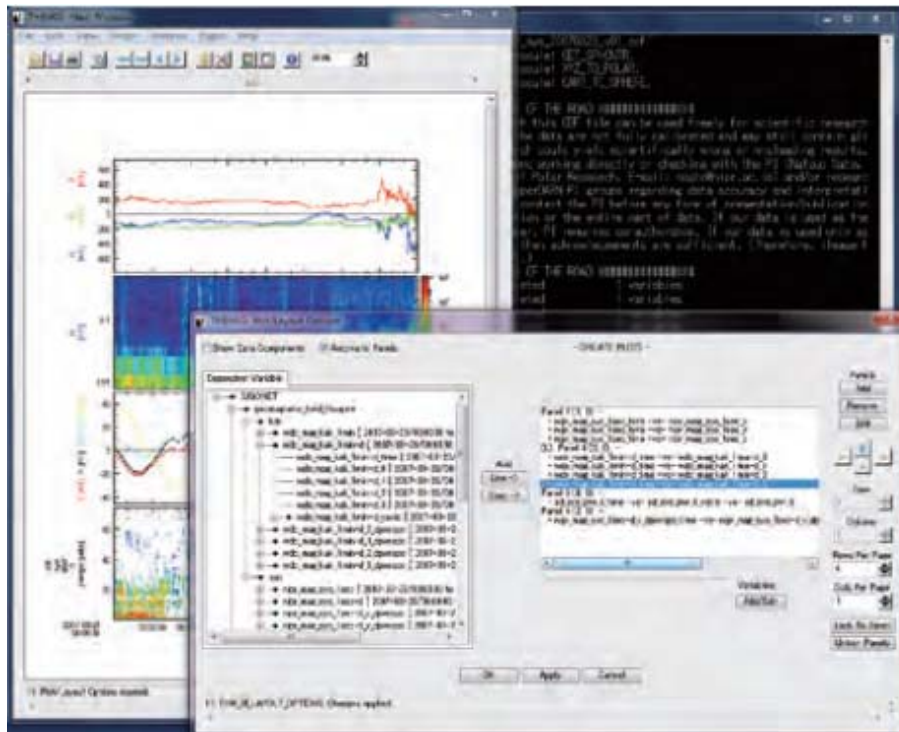
<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscat.cgi>

Collaboration with STEL ERG-SC & ISAS/JAXA

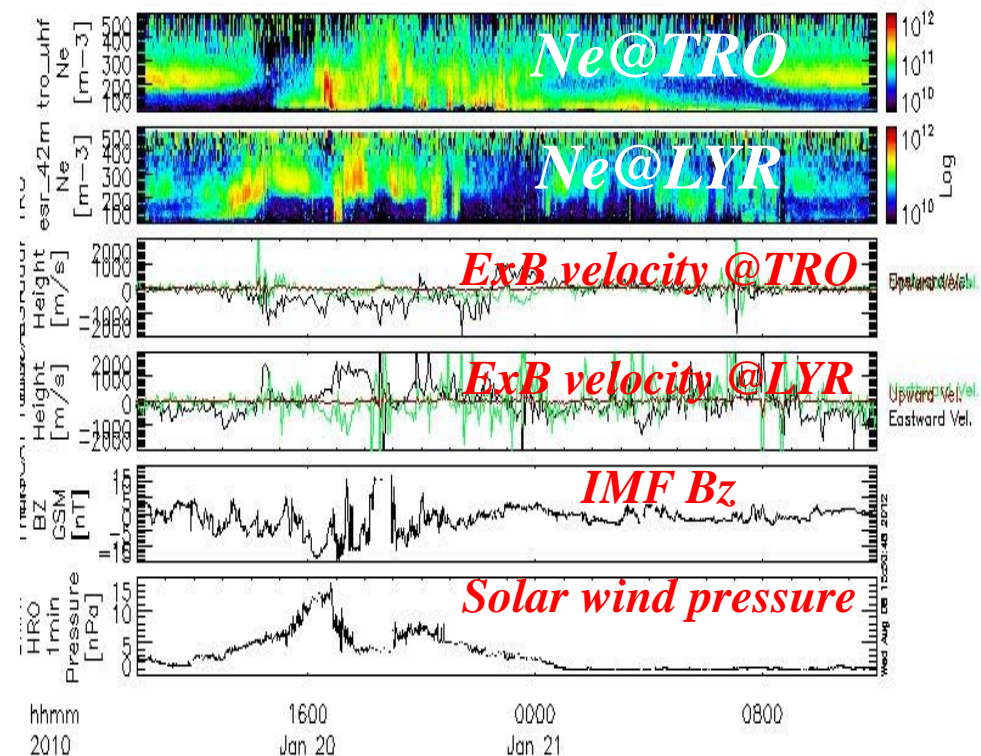
UDAS of IUGONET

<http://www.iugonet.org/en/>

The IUGONET developed an integrated analysis system known as “UDAS,” which provides **time-series plots and an analysis of various ground-based observation data**. UDAS has been released and can be downloaded from website.



An example of screenshot of the TDAS/UDAS-GUI tool (from IUGONET leaflet)



An example of CUI plots of EISCAT and other data using TDAS/UDAS

TDAS/UDAS consists of **CUI and GUI tools**. The GUI tool (works on a **free IDL Virtual Machine**) provides an intuitive operation for IDL beginners. The free IDL Virtual Machine allows **any users without a paid IDL license to use the GUI tool**.

EISCAT_3D : The next generation European incoherent scatter radar system

One core array (10 MW) and 4 remote arrays will make it possible 3-D imaging of the ionosphere



EISCAT_3D turns our best current 2-dimensional view into a unique and unprecedented 3-dimensional window into Geospace.

EISCAT_3D project was included on the EU ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) road map (announced in December 2008: 44 projects).

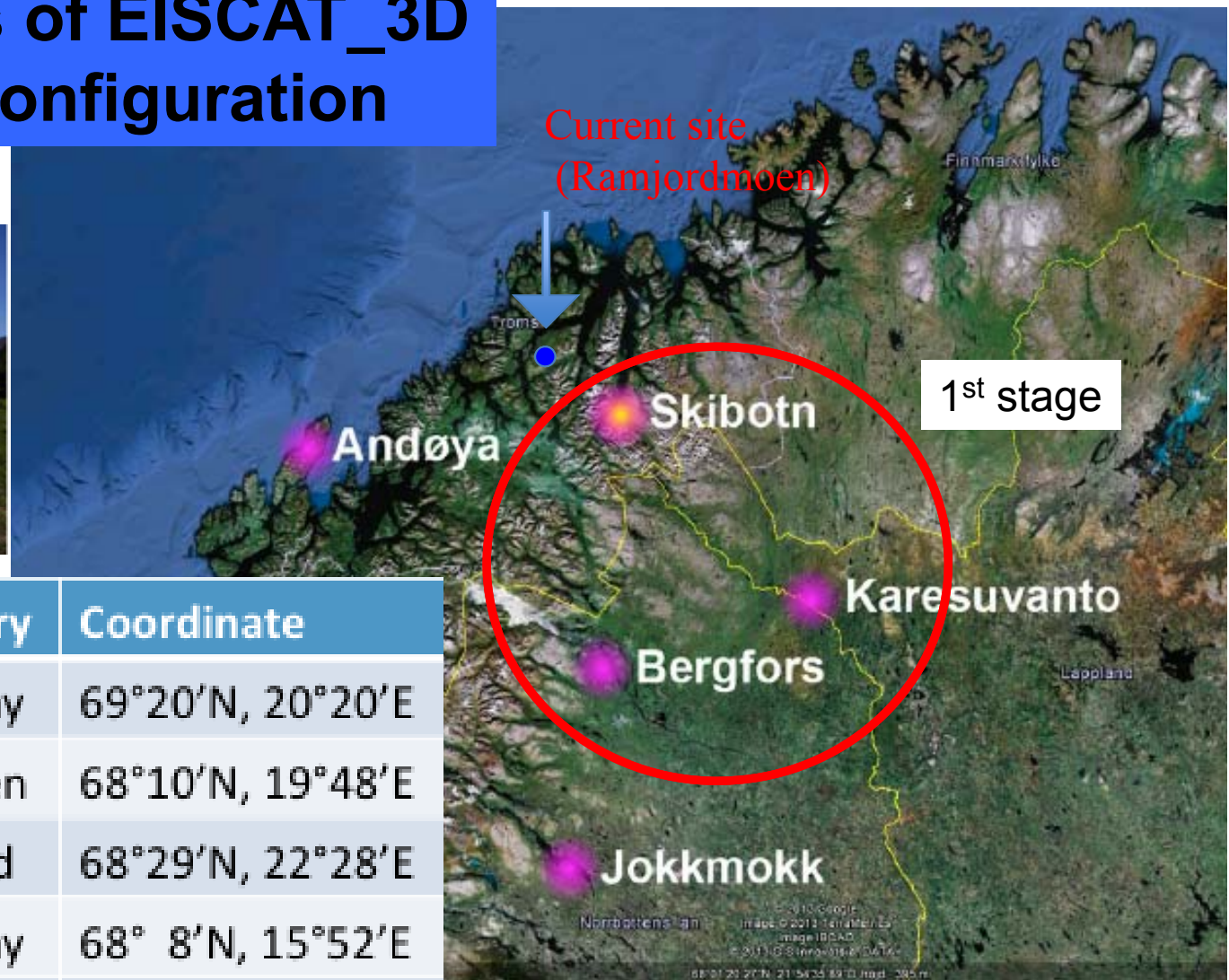
EISCAT_3D is the upgrade of the existing EISCAT facility, which provides state-of-the-art radar facilities to study various processes taking place in Earth's atmosphere. Japanese scientists are also interested in this project and make active efforts toward the realization of this project.

<http://www.eiscat3d.se/>

<http://polaris.nipr.ac.jp/~eiscat/eiscat3d/>

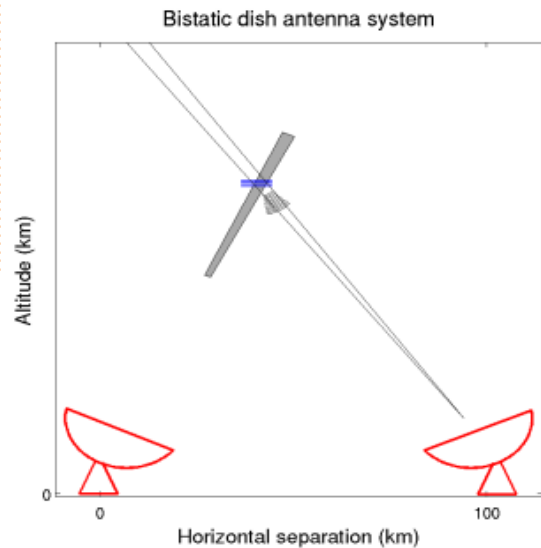
Site candidates of EISCAT_3D

Geographical configuration



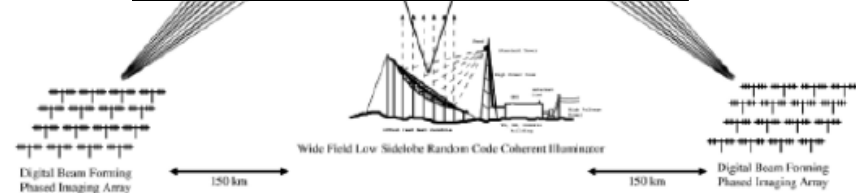
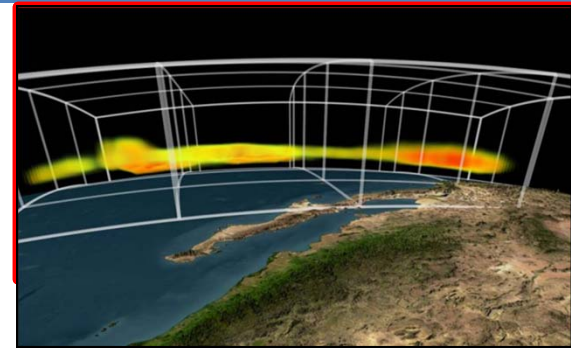
Location	Country	Coordinate
<u>Skibotn</u>	Norway	69°20'N, 20°20'E
<u>Bergfors</u>	Sweden	68°10'N, 19°48'E
<u>Karesuvanto</u>	Finland	68°29'N, 22°28'E
Andenes	Norway	68° 8'N, 15°52'E
<u>Jokkmokk</u>	Sweden	67° 4'N, 19°35'E
<u>Ramjordmoen</u>	Norway	69°35'N, 19°14'E

EISCAT_3D capability



Current way of observations

Ionospher
e



New way of observation by EISCAT_3D.

(EISCAT3D Science cases

Comparative specification ^{v2)}

parameters@height	EISCAT	EISCAT_3D	ratio
Ne,Ti,&Te@110km	5 sec	0.05 sec	100
Ne,Ti,&Te@300km	20 sec	0.3 sec	67
Vector Vi@110km	500 sec	10 sec	50
Vector Vi@300km	100 sec	1 sec	100

EISCAT_3D with 10 MW and two remote sites.

(from Sweden's proposal)

F region measurements at 300 km

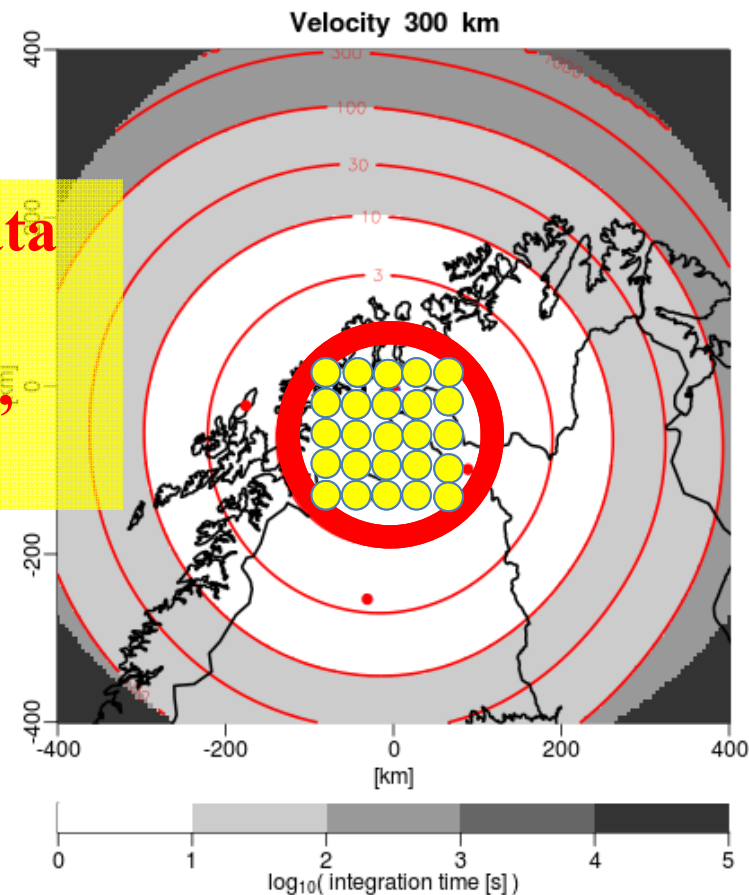
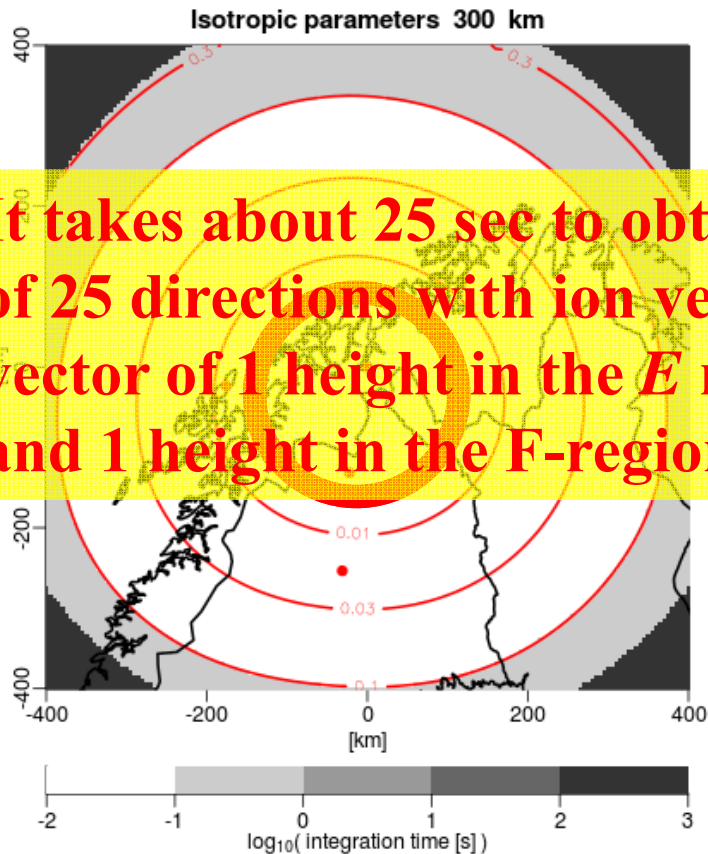
Conditions

- 1 core site + 4 remote sites
- 10 MW
- 5% error
- Ne in the E/F-region: $2/5 \times 10^{11} \text{ m}^{-3}$

Expected Performance

- Inside 100 km diameter at 300 km, we can obtain **ion velocity vector every 1 sec, electron density every less than 0.01 sec**

It takes about 25 sec to obtain data of 25 directions with ion velocity vector of 1 height in the *E* region, and 1 height in the *F*-region.



EISCAT_3Dデータ管理プラン

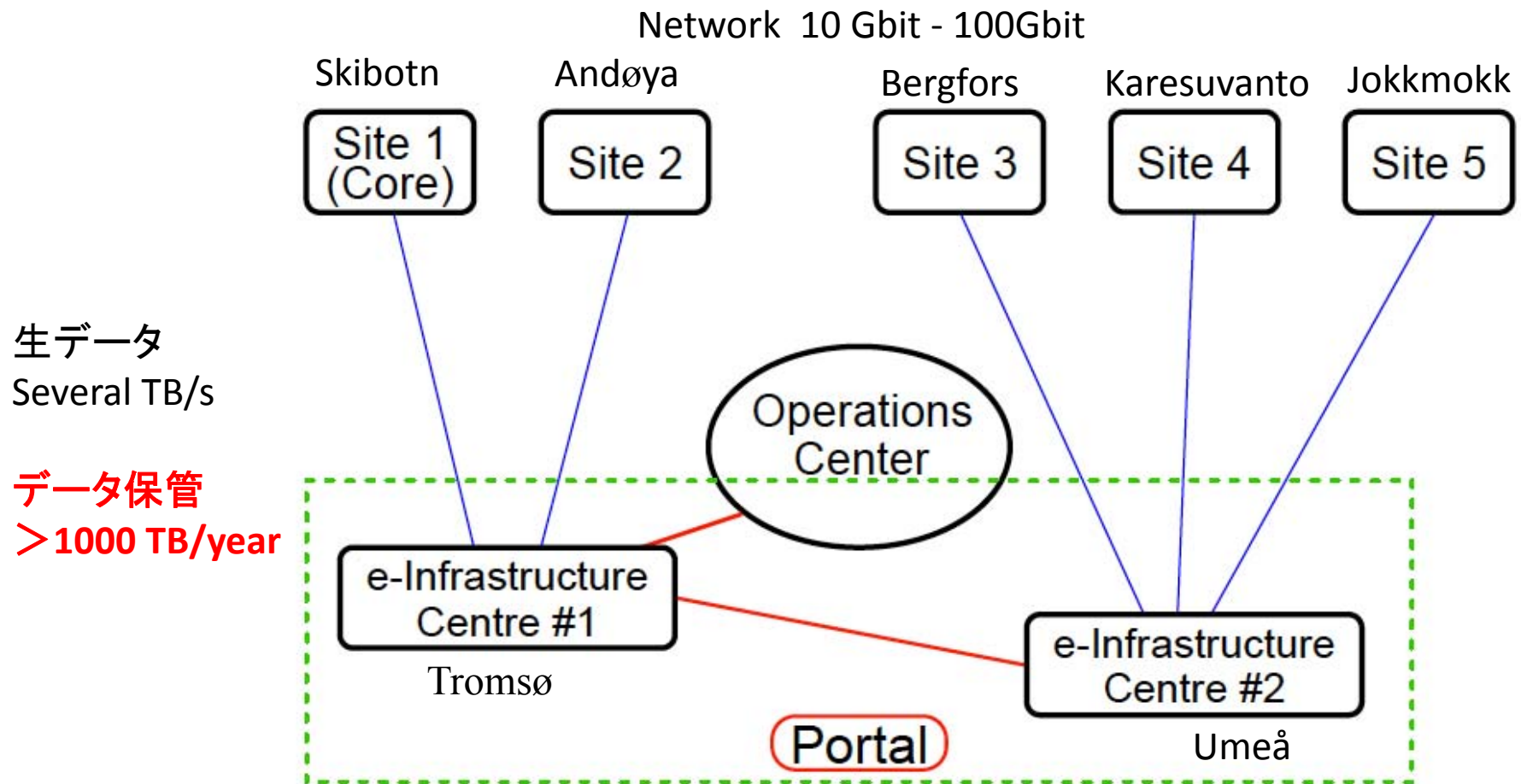


Figure 20: Illustration of a distributed EISCAT_3D data centre. In this case the archived data is redundantly stored on the two participating centres. Blue and red lines indicate dedicated network links. The dashed green box encloses the distributed data centre. In this case the portal floats around — providing a single portal for the entire data center. The EISCAT_3D operations centre is preferably co-located either with one of the e-infrastructure sites, or possibly the core-site.

EISCAT_3D レーダーデータフォーマット

Matlabフォーマット(現システム)

--->

HDF5 を用いた OpenRadar standardフォーマットとして、様々なプログラム言語を用いたデータ処理を可能となる見込み。

EISCAT_3D data levels.

Data level	Type of data	Produced at	Storage	Format
0	Sampled antenna voltages	Antenna groups	None	Binary
1 a	Ring buffer data	First stage beam former	3 months	OpenRadar HDF5
1 b	Beam-formed data	Second stage beam former	3 months	OpenRadar HDF5
2	Time integrated correlated data	Site	Archived	OpenRadar HDF5
3 a	Physical parameters	Site	Archived	OpenRadar HDF5
3 b	3D voxel parameters	Data center	Archived	OpenRadar HDF5
4	Derived geo-physical parameters	Users	EISCAT to be informed	

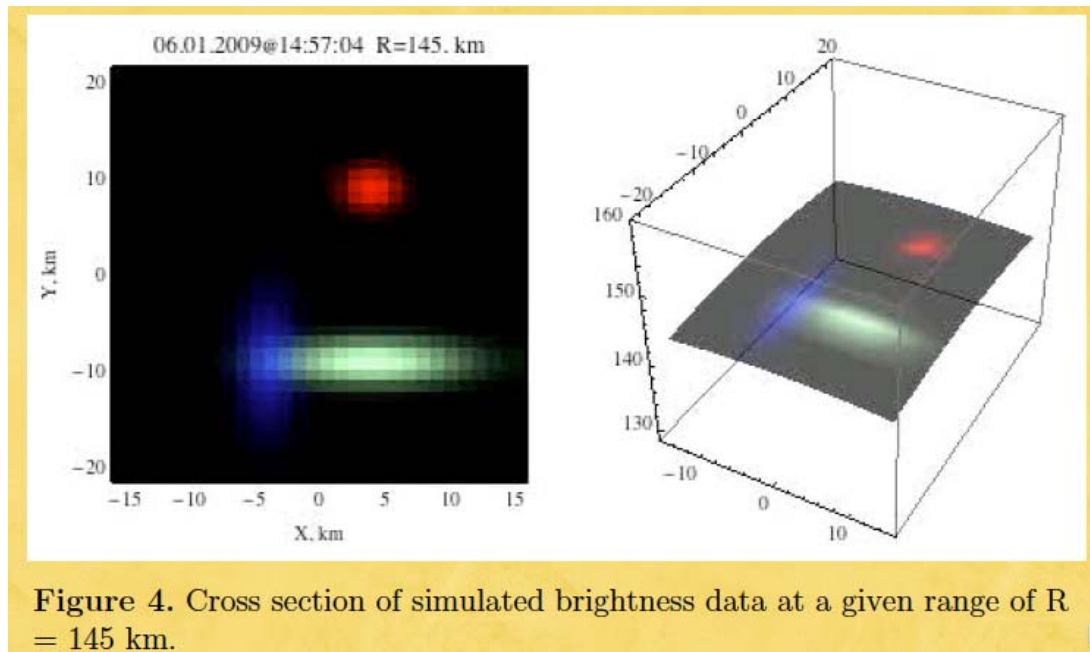
Technical Description v1より

EISCAT_3Dで求められるデータの可視化

イメージング観測： 3Dイメージデータをどう可視化するか？

物理量 $B(x,y,z,f,t)$ 空間(三次元)、周波数、時刻の関数

NEIALs, PMSE, PMWE, Meteors, Electron density inside Aurora,
Space debris, Atmospheric waves & turbulence.



ESPASとの連携強化 → EISCAT, SuperDARN等 同種のデータを含む

<http://www.espas-fp7.eu>

The EU FP7 ESPAS Project: Near Earth space data infrastructure for e-science

Cluster, EISCAT, GIRO, DIAS, SWACI, CHAMP, SuperDARN, FPI, INGV, SGO, DTU, IMAGE, TGO, IMAGE/RPI, ACE, SOHO, PROBA2, NOAA/POES
etc.

NEWS

ESPAS との協力協定を締結

家森 俊彦 (京大大学院理学研究科)

ヨーロッパ (EU) のプロジェクトの一つとして、ESPAS (エスパス) と名付けられた IUGONET に非常によく似たプロジェクト "The EU FP7 ESPAS Project: Near Earth space data infrastructure for e-science" が 2011 年秋から始まっています。ESPAS が対象としている観測データは、主に EU 諸国で観測しているジオスペース関連の地上および衛星観測データで、EISCAT, SuperDARN など一部は IUGONET で取り扱っているデータと重なっています。このようなよく似たプロジェクトがヨーロッパで始まったという情報が GFZ ボツダム の Bernd Ritschel 氏から昨年春に伝えられ、IUGONET と ESPAS が相互に協力することは双方にとってメリットが大きいことは明らかですので、協力協定の締結をめざして相談を始めました。その結果、今年の 6 月にベルリンから車で 2-3 時間のバルト海との間の Neustrelitz という小さな町にある DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt) で開催された ESPAS の定例会議 (写真 1) に IUGONET 運営協議会会長の立場で家森が出向き、ESPAS の責任者 (Project Coordinator)、英国 RAL (Rutherford Appleton Lab.) の Mike Hapgood 教授と協力協定のサインを交換 (写真 2) しました。以下の四角で囲った部分は、主要な協力すべき活動で協定に記載されている部分を和訳したものです。協定全文 (英文) とその和訳は、IUGONET HP 内 (<http://www.iugonet.org/progress.html>) に掲載されています。また、ESPAS の HP は、<http://www.espas-fp7.eu/> にあります。

主な目的とスコープ (ESPAS と IUGONET の協定からの抜粋)

協力の目的は、汎世界的に存在し解決が必要とされている様々なデータ問題を解決するための基盤整備の研究を進めることである。

1. 活動

合意された主要な活動は以下のとおり：

- ・データを含む情報の交換
- ・研究者の交換
- ・共通に興味がある分野での協力プロジェクトの推進

2. 協力量野

協力は次の分野に焦点がおかれる。他の分野の興味をもつ個人は個々の共同研究にそれぞれの機関双方の合意により参加する

- ・全球的地球物理学データを他の分野からも利用可能にすること
- ・全球的観測データを同じメタデータボキャブラリーにより統合的に利用可能とするデータシステムのネットワーク構築
- ・共通の観測基盤の活用
- ・太陽、太陽圏、太陽地球系、および地球物理分野の研究協力を推進
- ・構築したシステムの教育やキャパシティビルディングへの利用



写真 1. ESPAS 定例会議参加者 (2013 年 6 月 18 日 DLR にて、左から 3 人目の紺色のセーターの方が Bernd Ritschel 氏、右から 5 人目の赤いジャケットの方が Science Manager の Anna Belchaki 博士。)

協定に書かれていることは包括的ではあっても予算的・制度的な面からお互いを縛るものではありませんが、今後この協定に謳われた協力を実施し、特に、これら二つの異なるデータシステムを相互に乗り入れ可能とする仕組みを開発・実現したいと考えています。既に Bernd Ritschel 氏はオントロジーの方面から、両システムで用いられている用語 (vocabulary) の統一・互換に向けた作業を開始しています。相互に乗り入れの仕組みが実現すれば、多くのデータが相互に参照可能となるだけでなく、その経験と手法は、ESPAS 以外のデータシステムとの相互乗り入れにも応用できるので、世界中の広範な分野のデータシステムをまとめる

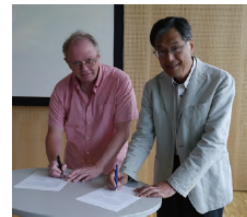


写真 2. 協定書調印式 (2013 年 6 月 18 日撮影。左は Mike Hapgood 教授。)

システム (system of systems) の構築をめざしている ICSU/World Data System の今後の活動にも一つの具体例として寄与することになると期待されます。



EISCATプロジェクトではIUGONETと連携して、メタデータを含むデータ整備や、データ解析環境の構築を進めてきた。

2015年以降の実現及び20-30年に渡る長期的な運用を目指しているEISCAT_3Dプロジェクトでは、膨大なデータ処理技術や新しい画像処理技術が必要となる。また、他の地上観測機器や衛星、モデル計算との連携も必須である。そのため、次期 IUGONET プロジェクトとの強い連携を希望している。

