

EISCAT_3D: 次世代欧州非干渉散乱レーダー計画

宮岡 宏 [1]; 野澤 悟徳 [2]; 小川 泰信 [1]; 大山 伸一郎 [2]; 藤井 良一 [3]; 佐藤 夏雄 [1]
[1] 極地研; [2] 名大・太陽研; [3] 名大

EISCAT_3D: The Next Generation European Incoherent Scatter Radar Project

Hiroshi Miyaoka[1]; Satonori Nozawa[2]; Yasunobu Ogawa[1]; Shin-ichiro Oyama[2]; Ryoichi Fujii[3]; Natsuo Sato[1]
[1] NIPR; [2] STEL, Nagoya Univ; [3] Nagoya Univ

EISCAT-3D is the major upgrade of the existing EISCAT(European Incoherent SCATter) mainland radars in the northern Scandinavia, which will realize state-of-the-art radar facilities to study various processes taking place in Earth's atmosphere. With a multi-static phased array system composed of a central active(transmit-receive)site and four receive-only sites, located on two approximately 250km long baselines oriented N-S and E-W respectively, the EISCAT-3D system will provide us unprecedented temporal and spatial information about the neutral and plasma environments in the middle, upper atmospheres and geospace.

EISCAT-3D has been accepted on the ESFRI(European Strategy Forum on Research Infrastructures) Roadmap of large European Research Infrastructures in December 2008, and is envisaged to enter into the next preparatory phase of the ESFRI project this year.

In this paper, we present the outline and the current status of the EISCAT-3D project with an emphasis on the science plans for several specific issues which are expected to be clarified and advanced with EISCAT-3D.

1. はじめに

EISCAT (欧州非干渉散乱) レーダーは、北欧のトロムソ、キルナ、ソダンキラに設置された3局方式のUHFレーダーシステム(1981年運用開始)、トロムソサイトのVHFレーダー(1988年~)、およびスバル諸島・ロングイヤビンのUHFレーダー2基(1996・1999年~)から構成され、下部中間圏から上部電離圏に至る広範囲の超高層大気を高い時間・空間分解能で観測する探査装置としてこれまで多くの新たな知見の発見に貢献している。日本は、このレーダーシステムを運営するEISCAT科学協会に1996年より正式加盟し、国内外の研究者と共同研究を推進するとともに、レーダー設備の管理運営にも関わってきた。

EISCAT科学協会では、設置後20年以上経過し老朽化が進むメインランドレーダーの後継システムとして、次世代の先進的な観測を担う新レーダーの開発研究を4年前より開始した。本年6月、その成果が「EISCAT_3D計画」として最終的にまとめられ、EUの大型研究設備の将来計画(ESFRI: European Strategy Forum on Research Infrastructures)のロードマップにも正式採用された。

国立極地研究所と名古屋大学太陽地球環境研究所のEISCATグループでは、この次世代EISCATレーダーを用いた宇宙圏・大気圏研究の新たな発展を目指し、EISCAT_3D計画の推進に向けて活動を開始した。本講演では、そのキックオフとして、EISCAT_3D計画で目指す研究課題、科学的意義を中心に、EISCAT_3D計画全体の概要について紹介する。

2. EISCAT_3Dシステムの概要

EISCAT_3Dのレーダーシステムは、約16,000本のアンテナ素子からなるアクティブ・フェーズドアレイ方式の送受信機能を持つ主局と、そこから東、南方向に約110km、250kmの地点に設置される4つのリモート受信局(それぞれ約8,000本のアレイアンテナで構成)からなる。送信出力は100GWm²以上と現有設備に比べ10倍以上パワーアップする(最大観測高度約2,000km)。個々のアンテナを制御することで送受信ともマルチビーム観測を可能にし、リモート局との同時観測により電離圏および中間圏領域の3次元ベクトル観測を飛躍的に高い時間・空間分解能で実現する。主なレーダー性能諸元は下記の通りとなっている。

- ・中心周波数: 220-250MHz ・送信出力: 2MW以上 ・パルス長: 0.5-2000マイクロ秒
- ・ビーム幅: 0.46度 ・空間分解能: ビーム方向100m以下、水平方向150m以下@100km高度
- ・観測視野: 天頂角40度まで全方位でスキャン可能(FOV500km@300km高度)
- ・ポインティング方向: 12,000ポイント(0.625度毎)

3. EISCAT_3Dで目指すサイエンス

現有のEISCATレーダーと比べて飛躍的に性能が向上するEISCAT_3Dシステムでは、磁気圏-電離圏相互作用、オーロラ物理学、電離圏-熱圏-中間圏の構造と相互作用、高エネルギー粒子降下に伴う中層・下層大気への影響などの課題解明をはじめ、流星・スペースデブリ高精度観測、月面や惑星探査レーダーなどへの応用研究も期待されている。EISCAT科学協会では科学諮問委員会を中心にEISCAT_3Dを用いて進める研究課題を各国からの提案をもとに検討し、「EISCAT_3D Science Plan」としてとりまとめた。日本からも具体的に下記のような研究課題を提案している。

- 1) オーロラの微細構造とパルサーレーティングオーロラの3次元構造
- 2) Naturally enhanced ion-acoustic and plasma linesの3次元構造
- 3) 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
- 4) 熱圏のメソ・マイクロスケール時空間構造
- 5) 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へのフィードバック
- 6) 電離圏全域にわたりイオン組成の高度分布を導出する方法論の確立

- 7) 下部熱圏風
- 8) 大気波動(重力波、潮汐、惑星波)
- 9) イオン上昇流
- 10) 3次元沿磁力線電流系
- 11) 南極大型大気レーダー(PANSY)との連携観測
- 12) 衛星・ロケットとの同時観測

4. 北極域共同観測拠点としての EISCAT_3D

上部電離圏から中間圏までの超高層大気をすぐれた時間・空間分解能で3次元観測することができる EISCAT_3D システムは、この領域における最も強力な地上観測装置の一つと言える。EISCAT_3D レーダーを軸に、個別の研究課題に特化した光学観測や地磁気ネットワーク観測、ロケット・衛星観測と有機的・相補的に組み合わせることにより、これまで達成できなかった多くの研究課題の解明に大きなブレークスルーをもたらすことが期待される。