

EISCAT_3D (次世代欧州非干渉散乱レーダー) 計画の現況

宮岡 宏¹, 野澤 悟徳², 小川 泰信¹, 中村 卓司¹, 大山 伸一郎², 藤井 良一²

¹国立極地研究所

²名古屋大学太陽地球環境研究所

Recent progress of EISCAT_3D (Next-Generation IS Radar Project for Atmospheric and Geospace Science)

Hiroshi Miyaoka¹, Satonori Nozawa², Yasunobu Ogawa¹, Takuji Nakamura¹, Shin-ichiro Oyama², Ryoichi Fujii²

¹National Institute of Polar Research

²Solar-terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

EISCAT_3D is the major upgrade of the existing EISCAT (European Incoherent Scatter) radars in the northern Scandinavia, with a multi-static phased array system composed of one central active (transmit-receive) site and 4 receive sites to provide us 10 times higher temporal and spatial resolution and capabilities than the present radars. The core site will transmit signals at 233MHz with about 10MW power, and all five sites will have sensitive receivers to detect the returned signal using phased-array antenna with on the order of 10,000 elements. The core site has recently been decided at Skibotn (Norway), nearly 50km southeast of Ramfjordmoen, and 4 receiver sites have been selected at Bergfors (Sweden), Karesuvanto (Finland), Andoya (Norway) and Jokkmokk (Sweden) respectively. The construction of EISCAT_3D is planned to implement by 4-staged approach, starting implementation of the core site with half transmitting power about 5MW and 2 receiving sites at Bergfors and Karesuvanto as the 1st stage. The transmitter will be implemented to full-scale of 10MW at 2nd stage, and the other receiving sites will be constructed at Andoya and Jokkmokk as the 3rd and 4th stages respectively. The EISCAT member countries have been making efforts to secure national fundings, applying to national roadmaps and budget proposals negotiating with their funding agencies. In this paper, we review the recent progress including the roadmap of EISCAT-3D project, scientific capabilities and our planned national contribution to EISCAT_3D.

EISCAT 科学協会 (現加盟国: スウェーデン、ノルウェー、フィンランド、英国、日本、中国) を中心に現在建設準備を進めている EISCAT_3D (次世代欧州非干渉散乱レーダー) 計画の最近の進捗状況について報告する。

(1) レーダーサイト建設予定地の決定

EISCAT_3D 計画では主局の送受信局に加えて受信専用局を 4 か所に設置する。主局については現在の EISCAT トロムソ観測所 (Ramfjordmoen) から南東約 50km 内陸に位置する Skibotn (ノルウェー) を第一優先とし、不測の困難が生じた場合には現在の Ramfjordmoen に設置することを正式決定した。受信専用局は、Bergfors (スウェーデン: 主局からの距離 133km)、Karesuvanto (フィンランド: 127km)、Andoya (ノルウェー: 177km)、Jokkmokk (スウェーデン: 256km) にそれぞれ設置する。

(2) 4 段階 (期) の整備計画

各国の予算計画を勘案しつつできるだけ早い観測開始のため、下記の 4 段階に分けて計画的に EISCAT_3D システムを整備する。

【第 1 段階】 Skibotn 送受信局 (送信機半数)、Bergfors・Karesuvanto 受信局を整備

【第 2 段階】 送受信局の送信機残り半数を整備 (計約 1 万台、送信出力 10MW となる)

【第 3 段階】 Andoya 受信局を整備

【第 4 段階】 Jokkmokk 受信局を整備

(3) 観測性能

第 1 段階で世界初の 3 局方式によるフェーズドアレイレーダー (ベースライン約 130km) が整備される。送信出力は 5MW であるが、その観測性能は現行の VHF レーダーによる 3 局観測をはるかに上回り、E 層領域 (半径約 130km 内) での電子密度観測 0.1 秒以内、イオン速度ベクトル観測 10 秒以内、F 層領域では電子密度 1 秒以内、イオン速度ベクトル 100 秒以内の高時間分解能観測が実現する。第 2 段階でフルパワー (10MW) 化すると、物理量導出に必要な積分時間は第 1 段階の 4 分の 1 に短縮され、より変化の早い物理現象の研究が可能となる。

(4) EISCAT 本部および各国の取り組み状況

2010 年から始まった EU 予算による EISCAT_3D 準備計画が本年 9 月で終了し、次の実施計画に移行する。このため、EISCAT 科学協会も 2015 年 1 月より EISCAT_3D レーダーの整備・運用を含む新たな体制に移行するため、各加盟国との調整を進めている。

ノルウェー、スウェーデン、フィンランドにおいては、EISCAT_3D 計画がすでに各ナショナルロードマップに採択され、予算申請も始まっている。計画の科学的評価は非常に高く、予算化の優先度も高い。早ければ、2015年より一部の予算執行が認められ、建設準備が開始される見込みである。また、英国および中国においても予算化に向けた準備が進められている。

(5) 日本の取り組み状況

国内では、国立極地研究所と名古屋大学太陽地球環境研究所を中心に EISCAT_3D ワーキンググループを組織し、EISCAT_3D ユーザー会議に代表を派遣して計画の検討に加わるとともに、EISCAT_3D Japan サイト (<http://eiscat.nipr.ac.jp/eiscat3d/>) や毎年開催する EISCAT 研究集会を通じて EISCAT_3D に関する最新情報の提供を行うとともに意見集約を行っている。2014年3月には、「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」(代表：津田敏隆・京大生存圏研究所長) を構成する計画として日本学術会議のマスタープラン 2014 の重点大型研究計画(全27件)に採択され、文部科学省の「ロードマップ 2014」にも掲載された。国立極地研究所では名古屋大学ならびに EISCAT 本部と緊密な連携を図りつつ、予算化のための準備・調整を進めている。本発表では、EISCAT_3D 計画の最新の進捗状況、特に、予想される観測性能や日本の取り組み状況などを中心に報告する。

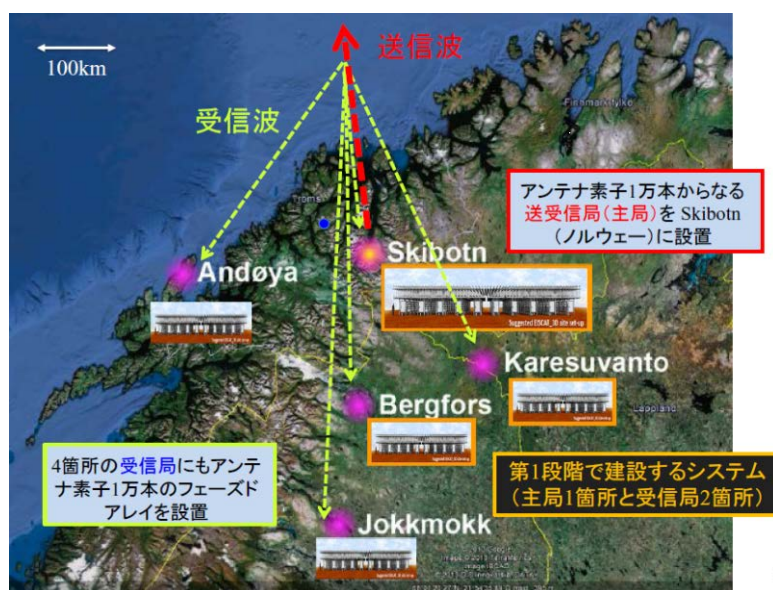


Figure 1. Configuration of the EISCAT_3D radar system.

	EISCAT	EISCAT_3D
システム	パラボラアンテナ3局方式 (\sim 1方向の線観測)	アクティブ・フェイズド・アレイ5局方式 (\sim 3次元の立体観測が可能)
中心周波数	933 MHz (波長: 0.3 m)	233 MHz (波長: 1.3 m)
アンテナ	主局(送受信): 32mパラボラ 受信局: 32mパラボラ(2ヶ所)	主局(送受信): 約1万本の直交八木アンテナ 受信局: 約1万本の直交八木アンテナ(4ヶ所)
スキャン方法	機械的の走査(2度/秒)	電氣的の走査(瞬時)
送信出力	送信ピーク電力1.5 MW (デューティ比 12.5%)	送信ピーク電力10MW (デューティ比 0-25%)
観測性能	空間分解能(高度100km): 約1 km 密度・温度観測(高度300km): 5秒 ベクトル速度(高度300km): 2000秒	空間分解能(高度100km): 約50m 密度・温度観測(高度300km): 0.2秒 ベクトル速度(高度300km): 25秒 性能比20倍 性能比25倍 性能比80倍

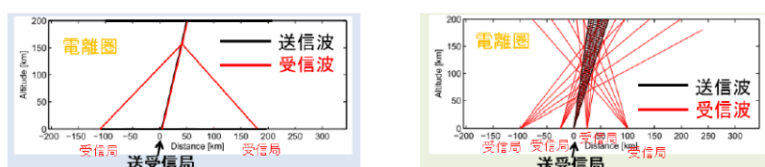


Figure 2. Comparison of EISCAT(UHF) and EISCAT_3D radars.