

赤道大気レーダー全国国際共同利用専門委員会

1. 共同利用施設および活動の概要

1. 1. 概要

赤道大気レーダー (Equatorial Atmosphere Radar; 以下では EAR と表記) は平成 12 年度末に完成した大型大気観測用レーダーであり、インドネシア共和国西スマトラ州の赤道直下に位置している。同種の MU レーダーと比べても最大送信出力が 1/10 である以外はほぼ同等の性能を持っている。運営はインドネシア航空宇宙庁 (LAPAN) との協力関係のもとに進められている。平成 13~18 年度には、EAR を中心として赤道大気の地表面から宇宙空間に接する領域までの解明を目指した科研費・特定領域研究「赤道大気上下結合」を実施し、事後評価において最高位の評価結果：A+ (期待以上の研究の進展があった) を得た。現在では図 1 のように観測装置が充実した総合的な観測所に成長している。平成 17 年度から全国国際共同利用を開始し活発に実施中である。

1. 2. 共同利用に供する設備

赤道大気レーダー 地上気象観測器 (気圧・気温・湿度・風速・降雨)
シーロメータ 流星レーダー 境界層レーダー

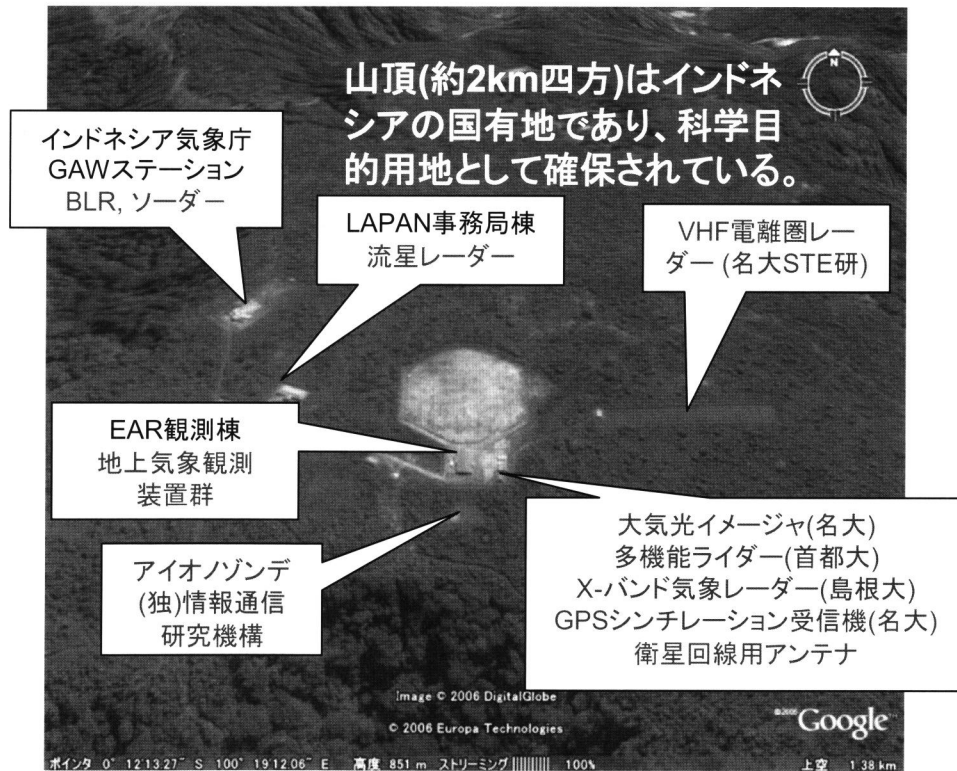


図 1 赤道大気レーダー (中央) を含む観測所全景と観測装置群

1. 3. 共同利用の公募

- 共同利用の公募は年 1 回とする。専門委員によって審査を行ない、EAR 運営状況について議論を行ない、観測時間の割当て等を行なう。
- 国際的な共同研究プログラムからの観測依頼など、緊急を要する場合は専門委員長が採否を決定する。必要に応じて電子メールベースで委員に回議する。
- 赤道大気レーダーのホームページ <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear/>

1. 4. 長期連続観測と観測モード

EAR は平成 13 年の完成以来、赤道大気の長期連続観測を実施してきた。観測時間の実績を図 2 に示す。主たる長期連続観測のモードは高度 20 km 程度までの対流圏・下部成層圏観測である。また EAR は電離圏の研究にも有用であり、電離圏イレギュラリティ (FAI) 観測も適宜実施されている (図 2 の濃色で示した期間に実施)。22 年 7 月からは、科学技術振興調整費「インドネシア宇宙天気研究の推進と体制構築」(22~24 年度; 山本衛代表) の課題に対応するため、対流圏・下部成層圏・電離圏の切替観測を標準的に実施している。観測データについては、一次解析で得られる風速、スペクトル幅、エコー強度等の 10 分値を、ホームページ <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear/data/> において公開している。

1. 5. 運営と予算状況

EAR の運営はインドネシア航空宇宙庁 (LAPAN) との MOU に基づき共同で行なっており、例えば現地オペレータには LAPAN 職員が就いている。その他の運営費は日本側の負担であり、装置維持費と特別教育研究経費の一部が充てられている。運営費は決して充分ではないため、時々競争的資金を活用している。

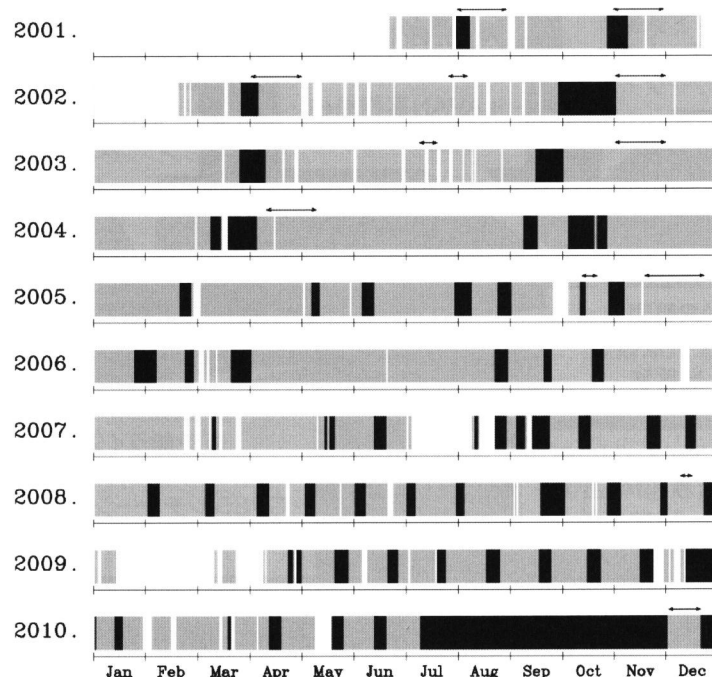


図 2 赤道大気レーダー長期連続観測の実績 (濃色部分: 電離圏観測を同時実施)

2. 共同利用研究の成果

○熱帯性降雨に関する研究

赤道域では、強い日射と豊富な水蒸気量に伴い降水量が非常に多いため、共同利用では熱帯性降雨に関する研究が数多く行なわれている。EAR・境界層レーダー・ディストロメータによる降雨粒径分布の研究（古津・下舞・Findy 他）、EAR 及び X 帯気象レーダーの長期間データの解析による季節内変動に伴う降水活動の研究（柴垣他）、EAR 及びライダーによる層状性降水特性の研究（妻鹿・山本真之他）、降雨量の変動に直結する赤道大気季節内変動の研究（Seto 他）、X 帯気象レーダーを用いた衛星回線降雨減衰統計に関する研究（前川他）などが行われている。

○大気層の構造に関する研究

EAR の特徴は大気乱流の微細構造の観測にある。EAR の重要機能であるレンジイメージングを利用した大気の擾乱・成層構造の観測が実施されている（妻鹿・Luce 他）、また EAR と 95GHz 雲レーダーの同時観測による非降水雲とその周辺の大気運動の関連が研究されている（山本真之他）。熱帯対流圏境界層は対流圏の大気が成層圏に侵入する入口であり、EAR・ライダー・ラジオゾンデ等を用いた研究が積極的に展開されている（藤原他）。

○ライダーによる対流圏・成層圏・中間圏の観測

高機能ライダーが設置されており、対流圏から成層圏にかけてのエアロゾル層、目に見えない薄い巻雲が長期間連続に観測され、EAR との比較研究が行われている（阿保・山本真之他）。レイリーライダーによる成層圏～中間圏領域及びラマンライダーによる対流圏上部～成層圏領域の気温分布や、中間圏上部に存在する金属原子層の観測が行われ、赤道域における非常に貴重なデータを提供している。また下部対流圏における気温分布を観測するためのカリウム原子フィルターを用いた高スペクトル分解能ライダーの開発が進められている（長澤・阿保・柴田他）。

○電離圏イレギュラリティの研究

磁気赤道を中心として低緯度電離圏にはプラズマバブルと呼ばれる強い電離圏イレギュラリティ (FAI) が発生し、衛星＝地上間の通信に大きな悪影響を与える。EAR・大気光イメージャ・GPS 受信機・VHF レーダー・イオゾンデを駆使した研究が展開中である（大塚・塩川・石井・長妻他）。例えば、真夜中前の F 領域 FAI はプラズマバブルに伴うものであり、3～5 月に発生頻度が高く、GPS シンチレーションを伴っていること、一方、真夜中過ぎの F 領域 FAI は 5～8 月に発生頻度が高く、GPS シンチレーションを伴わず、FAI エコー領域は西向き伝搬が多く、FAI のドップラー速度は西向き成分をもつことなどが明らかとなった。また昼間の 150km 高度に現れるエコーについて、従来は磁気赤道周辺のみに特有な現象とされてきたが、磁気緯度 10 度に達する EAR からの観測に成功した（大塚・横山・Patra 他）。

3. 共同利用状況

本共同利用は平成 17 年度に開始されており、下表に示すとおり、利用件数は 20～30 件程度で順調に推移している。また当初から国際共同利用を実施しており（17～18 年度はインドネシア国内からの申請のみに制限したが、19 年度からはその制限をなくした）、約 3 割が国際共同利用課題である。平成 19 年度からは毎年度に赤道大気レーダーシンポジウムを開催しており、平成 22 年度には 9 月 1～2 日に第四回を開催した。

年度	平成 17 年	平成 18 年	平成 19 年	平成 20 年	平成 21 年	平成 22 年
採択課題件数 *	21 (4)	22 (2)	33 (9)	34 (10)	30 (9)	25 (7)
共同利用者数 **	108	165	205	214	190	156 (学内 42 学外 114)

* ()内数字は国際共同利用課題数

** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

4. 専門委員会の構成及び開催状況（平成 22 年度）

委員会の構成

橋口浩之(委員長、京大 RISH) 津田敏隆(京大 RISH) 山本衛(京大 RISH)
矢野浩之(京大 RISH) 山本真之(京大 RISH) 長澤親生(首都大)
山中大学(海洋研究開発機構) 大塚雄一(名大 STE 研) 古津年章(島根大)
国際委員(アドバイザー) Dr. Bambang Tejasukmana (インドネシア LAPAN 次官)

平成 23 年 2 月 17 日に国際委員の出席（LAPAN の Muzirwan 氏による代理出席）を得て専門委員会を開催し、平成 23 年度申請課題の選考を行なった。

5. 特記事項

平成 20 年度の全学経費（全学協力経費 設備整備）を得て、EAR の改修を実施した。これは EAR の感度と、落雷からの電氣的ショックに対する耐性を飛躍的に向上することを主目的としている。更にアンテナ面を這う同軸ケーブルの取替と敷設方法の改善により、ネズミ食害に対する耐性を向上した。改修後の EAR は、受信系のゲイン 27dB 以上、ノイズフイギュア 5dB 以下、サージ耐電圧 1kV 以上といった特性が確認されており、以前は観測が難しかった高度十数 km の領域のデータ取得率が向上するなどの成果を得た。

EAR は平成 23 年に完成から 10 周年を迎える。これを記念して、平成 23 年度にジャカルタにおいてシンポジウム・式典を開催することを計画している。

6. 論文リスト

・修士論文

宮本将佑, X 帯気象レーダーを用いた赤道域衛星通信回線の降雨減衰統計の推定, 大阪電気通信大学大学院工学研究科電子通信工学専攻, 2011.

・博士論文

稲飯洋一, Cold trap dehydration in the tropical tropopause layer estimated from the water vapor match, 北海道大学大学院環境科学院, 2010.

田畑悦和, Observational study on diurnal precipitation cycle over Indonesia using 1.3-GHz wind profiling radar network, 京都大学大学院理学研究科, 2011.

・学術論文誌

Fujiwara, M., H. Voemel, F. Hasebe, M. Shiotani, S.-Y. Ogino, S. Iwasaki, N. Nishi, T. Shibata, K. Shimizu, E. Nishimoto, J. M. Valverde-Canossa, H. B. Selkirk, and S. J. Oltmans, Seasonal to decadal variations of water vapor in the tropical lower stratosphere observed with balloon-borne cryogenic frostpoint hygrometers, *J. Geophys. Res.*, **115**, D18304, doi:10.1029/2010JD014179, 2010

Kawashima, M., Y. Fujiyoshi, M. Ohi, T. Honda, S. Mori, N. Sakurai, Y. Abe, W. Harjupa, F. Syamsudin, and M. D. Yamanaka, Case study of an intense wind event associated with a mesoscale convective system in west Sumatra during the HARIMAU2006 campaign, *J. Meteor. Soc. Japan*, **89A**, in press, 2011.

Li, G., B. Ning, L. Hu, L. Liu, X. Yue, W. Wan, B. Zhao, K. Igarashi, M. Kubota, Y. Otsuka, J. S. Xu, J. Y. Liu, and J. L. Chau, Longitudinal development of low-latitude ionospheric irregularities during the geomagnetic storms of July 2004, *J. Geophys. Res.*, **115**, doi:10.1029/2009JA014830, 2010.

Marzuki, T. Kozu, T. Shimomai, H. Hashiguchi, W.L. Randeu and M. Vonnisa, Raindrop size distributions of convective rain over equatorial Indonesia during the first CPEA campaign, *Atmospheric Research*, in press, 2010.

Mega, T., M. K. Yamamoto, H. Luce, Y. Tabata, H. Hashiguchi, M. Yamamoto, M. D. Yamanaka, and S. Fukao, Turbulence generation by Kelvin-Helmholtz instability in the tropical tropopause layer observed with a 47 MHz range imaging radar, *J. Geophys. Res.*, **115**, D18115, doi:10.1029/2010JD013864, 2010.

Mori, S., Hamada J.-I., N. Sakurai, H. Fudeyasu, M. Kawashima, H. Hashiguchi, F. Syamsudin, A.A. Arbain, R. Sulistyowati, J. Matsumoto, and M.D. Yamanaka, Convective systems developed along the coastline of Sumatra Island, Indonesia, observed with an X-band Doppler radar during the HARIMAU2006 Campaign, *J. Meteor. Soc. Japan*, **89A**, 23-43, 2011.

- Nishimura, K., T. Harada and T. Sato, Multistatic Radar Observation of a Fine-Scale Wind Field with a Coupling-Compensated Adaptive Array, Technique, *J. Meteor. Soc. Japan*, **88**, 409-424, 2010.
- Tabata Y., H. Hashiguchi, M. K. Yamamoto, M. Yamamoto, M. D. Yamanaka, S. Mori, Fadli Syamsudin, and Timbul Manik, Observational study on diurnal precipitation cycle in equatorial Indonesia using 1.3-GHz wind profiling radar network and TRMM precipitation radar, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, doi:10.1016/j.jastp.2010.10.003, 2010.
- Tabata, Y., H. Hashiguchi, M. K. Yamamoto, M. Yamamoto, M. D. Yamanaka, S. Mori, Fadli Syamsudin, and Timbul Manik, Lower tropospheric horizontal wind over Indonesia: A comparison of wind profiler network observations with global reanalyses, *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.*, doi:10.1016/j.jastp.2010.09.016, 2010.
- Uemoto, J., T. Maruyama, S. Saito, M. Ishii, and R. Yoshimura, Relationships between pre-sunset electrojet strength, pre-reversal enhancement and equatorial spread-F onset, *Ann. Geophys.*, **28**, 449-454, doi:10.5194/angeo-28-449-2010, 2010.