

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・降水強度・降雨粒径分布) シーロメータ 流星レーダー 境界層レーダー

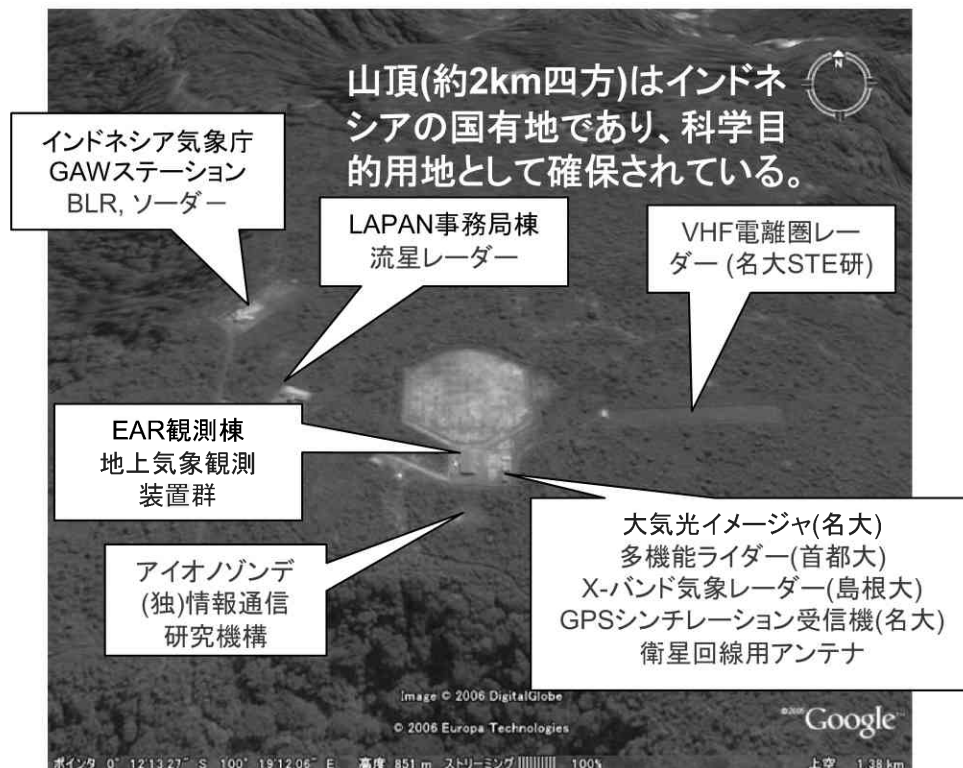


図 1 : 赤道大気レーダー (中央) を含む観測所全景と観測装置群

1. 3. 共同利用の公募

共同利用の公募は年 1 回としており、赤道大気レーダーのホームページ (<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear/>) に掲載すると共に、各種メーリングリストでも案内している。専門委員会において、応募課題の審査や EAR 運営状況について議論し、観測時間の割当て等を行う。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。

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、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)。22 年 7 月からは、科学技術戦略推進費 (旧 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。

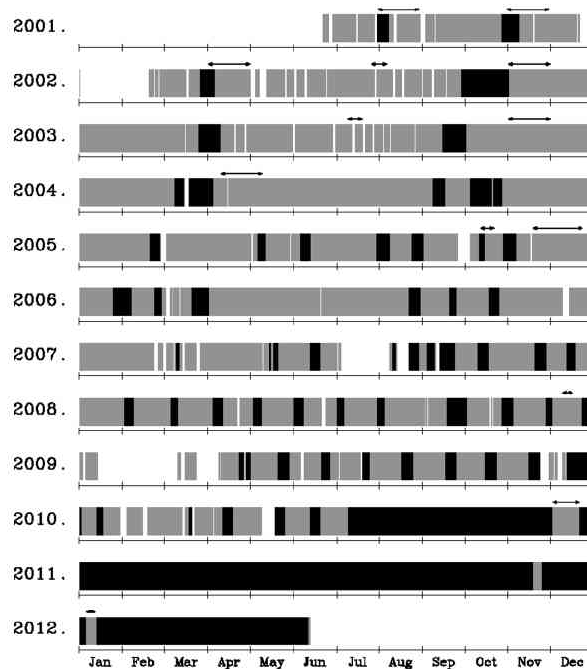


図 2 : 赤道大気レーダー長期連続観測の実績

(濃色部分 : 電離圏観測を同時実施、矢印: ラジオゾンデ観測を同時実施)

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。

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多いため、降雨に関する研究が数多く行なわれている。EAR・X 帯気象レーダー・地上降雨の長期データ解析による季節内変動に伴う降水活動の研究（柴垣他）、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・ライダーによる層状性降水特性の研究（山本(真)・妻鹿・阿保他）、静止気象衛星データを用いた降水雲伝搬特性の研究（Marzuki・橋口他）、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)他）。熱帯対流圏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・阿保他）。

○ライダーによる対流圏・成層圏・中間圏の観測

高性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)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。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や、対流圏界面領域のオゾン分布を高分解能で観測可能な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・イオノゾンデを駆使した研究が展開中である（山本衛・大塚・塩川・石井・長妻他）。例えば、対流圏～中間圏界面で発生した大気重力波が熱圏へ伝搬することによって発生した中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID) に関して、その伝搬特性などが研究されている（大塚・塩川他）。また、真夜中過ぎ電離圏擾乱について、5～8月に最も出現率が高く、太陽活動度と逆相関であること、擾乱出現の数時間前から電離圏高度が上昇することなどが明らかになりつつある（西岡・津川他）。

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 23 年度には 9 月 8～9 日に第五回を開催した。

表：EAR 共同利用状況

年度 (平成)	17	18	19	20	21	22	23
採択課題件数 *	21 (4)	22 (2)	33 (9)	34 (10)	30 (9)	25 (7)	26 (9)
共同利用者数 **	108	165	205	214	190	156 (学内 42 学外 114)	167 (学内 48 学外 119)

* ()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 23 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. Thomas Djamaludin (インドネシア LAPAN 次官)

平成 24 年 2 月 20 日に専門委員会を開催し、平成 24 年度申請課題の選考を行った。

5. 特記事項

EAR が完成から 10 周年を迎えたことを記念して、平成 23 年 9 月 22 日にジャカルタにおいて記念式典・祝賀パーティを開催した。式典では、Suharna Surapranata インドネシア研究技術 (RISTEK) 大臣、鹿取克章 駐インドネシア特命全権大使（島田順二 公使による代読）、澤川和宏 文部科学省研究振興局学術機関課長、塩田浩平 京都大学理事・副学長らから、祝辞が述べられた。その後、2 日間にわたって開催された記念国際シンポジウムでは、16 件の口頭発表と 34 件のポスター発表が行われ、これまでの研究成果がレビューされるとともに、最新の研究成果や今後の研究計画について活発な議論がなされた。

共同利用の更なる発展を図るため、平成 24 年 6 月から MU レーダー／赤道大気レーダー全国国際共同利用専門委員会として統合することとした。

6. 論文リスト

・修士論文

福島大祐, Study of nighttime equatorial ionospheric disturbances in 630-nm airglow images (630nm 大気光撮像観測による夜間赤道域の電離圏擾乱の研究), 名古屋大学大学院工学研究科電気情報システム専攻, 修士論文, 2012.

・学士論文

占部享史, 赤道大気レーダーによる熱帯対流圏のレンジイメージング観測, 京都大学工学部電気電子工学科, 2011.

下家猛, 赤道大気レーダー・降雨レーダーを用いた熱帯対流活動の研究, 大阪電気通信大学情報通信工学部通信工学科, 2011.

・学術論文誌

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. Solar-Terr. Phys.*, **73(9)**, 986-995, doi:10.1016/j.jastp.2010.09.016, 2011.

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. Solar-Terr. Phys.*, **73(9)**, 1031-1042, doi:10.1016/j.jastp.2010.10.003, 2011.

Fudeyasu, H., K. Ichiyonagi, K. Yoshimura, S. Mori, N. Sakurai, Hamada, J.-I., M. D. Yamanaka, J. Matsumoto, and F. Syamsudin, Effects of large-scale moisture transport and mesoscale processes on precipitation isotope ratios observed at Sumatera, Indonesia, *J. Meteor. Soc. Japan*, **89A**, 49-59, 2011.

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 Sumatera Island, Indonesia, observed with an X-band Doppler radar during the HARIMAU2006 Campaign, *J. Meteor. Soc. Japan*, **89A**, 61-81, 2011.

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 Sumatera during the HARIMAU2006 campaign, *J. Meteor. Soc. Japan*, **89A**, 239-257, 2011.

前川泰之・柴垣佳明・佐藤亨・山本衛・橋口浩之・深尾昌一郎, 赤道域 Ku 帯衛星回線伝搬

- 路における降水雲分布の影響, *信学技報*, **AP2011**, 1-6, 2011.
- Marzuki, W.L. Randeu T. Kozu, T. Shimomai, and H. Hashiguchi, Raindrop Axis Ratios, Fall Velocities and Size Distribution over Sumatra from 2D-Video Disdrometer Measurement, *Atmospheric Research*, **97**, doi:10.1016/j.atmosres.2011.08.006, 2011.
- Sakurai, N., S. Mori, M. Kawashima, Y. Fujiyoshi, HAMADA J.-I., S. Shimizu, H. Fudeyasu, Y. Tabata, W. Harjupa, H. Hashiguchi, M. D. Yamanaka, J. Matsumoto, Emrizal, and F. Syamsudin, Migration process and 3D wind field of precipitation systems associated with a diurnal cycle in West Sumatera: Dual Doppler radar analysis during the HARIMAU2006 campaign, *J. Meteor. Soc. Japan*, **89**, 309-329, 2011.
- Dhaka, S. K., R. Bhatnagar, Y. Shibagaki, H. Hashiguchi, S. Fukao, T. Kozu, and V. Panwar, Characteristics of gravity waves generated in a convective and a non-convective environment revealed from hourly radiosonde observation under CPEA-II campaign, *Ann. Geophys.*, **29**, 2259-2276, doi:10.5194/angeo-29-2259-2011, 2011.
- Sapra, R., S.K. Dhaka, V. Panwar, R. Bhatnagar, K.P. Kumar, Y. Shibagaki, M.V. Ratnam and M. Takahashi, Long-term variations in outgoing long-wave radiation (OLR), convective available potential energy (CAPE) and temperature in the tropopause region over India, *J. Earth Syst. Sci.*, **120**, 807-823, 2011
- Rao, N.V., Y. Shibagaki, and T. Tsuda, Diurnal variation of short-period (20-120 min) gravity waves in the equatorial mesosphere and lower thermosphere and its relation to deep tropical convection, *Ann. Geophys.*, **29**, 623-629, doi:10.5194/angeo-29-623-2011, 2011
- Yokoyama, T., M. Yamamoto, Y. Otsuka, M. Nishioka, T. Tsugawa, S. Watanabe, and R. F. Pfaff, On post-midnight low-latitude ionospheric irregularities during solar minimum: 1. Equatorial Atmosphere Radar and GPS-TEC observations in Indonesia, *J. Geophys. Res.*, **116**, A11325, doi:10.1029/2011JA016797, 2011.
- Tsunoda, R. T., M. Yamamoto, T. Tsugawa, T. L. Hoang, S. Tulasi Ram, S. V. Thampi, H. D. Chau, and T. Nagatsuma, On seeding, large-scale wave structure, equatorial spread F, and scintillations over Vietnam, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L20102, doi:10.1029/2011GL049173, 2011.
- Liu, H., M. Yamamoto, S. Tulasi Ram, T. Tsugawa, Y. Otsuka, C. Stolle, E. Doornbos, K. Yumoto, and T. Nagatsuma, Equatorial electrodynamics and neutral background in the Asian sector during the 2009 stratospheric sudden warming, *J. Geophys. Res.*, **116**, A08308, doi:10.1029/2011JA016607, 2011.
- Kenpankho, P., K. Watthanasangmechai, P. Supnithi, T. Tsugawa, and T. Maruyama, Comparison of GPS TEC measurements with IRI TEC prediction at an equatorial latitude station, Chumphon, Thailand, *Earth, Planets, and Space*, **63**, 365-370, 2011.

- Kenpankho, P., P. Supnithi, T. Tsugawa, and T. Maruyama, Variation of ionospheric slab thickness observations at Chumphon equatorial magnetic location, *Earth, Planets, and Space*, **63**, 359-364, 2011.
- Bagiya, M. S., K. N. Iyer, H. P. Joshi, S. V. Thampi, T. Tsugawa, S. Ravindran, R. Sridharan, and B. M. Pathan, Low-latitude ionospheric-thermospheric response to storm time electrodynamic coupling between high and low latitudes, *J. Geophys. Res.*, **116**, A01303, doi:10.1029/2010JA015845, 2011.
- Wichaipanich, N., P. Supnithi, T. Tsugawa, and T. Maruyama, Thailand low and equatorial F2-layer peak electron density and comparison with IRI-2007 model, *Earth, Planets, and Space*, in press, 2012.
- Watthanasangmechai, K., P. Supnithi, S. Lerkvaranyu, T. Tsugawa, T. Nagatsuma, and T. Maruyama, TEC prediction with neural network for equatorial latitude station in Thailand, *Earth, Planets, and Space*, in press, 2012.

・受賞

地球電磁気・地球惑星圏学会 学生発表賞（オーロラメダル）

福島大祐・塩川和夫・大塚雄一・西岡未知・久保田実・津川卓也・長妻努・Patrick A. Roddy, 南北両半球での赤道域プラズマバブルの熱圏・電離圏総合観測, 第130回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会, 神戸大学, 2011年11月3-6日.