

Equatorial Atmosphere Radar (EAR)

# 赤道大気レーダー



京大大学生存圏研究所

Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH)  
Kyoto University



インドネシア航空宇宙庁

National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN)

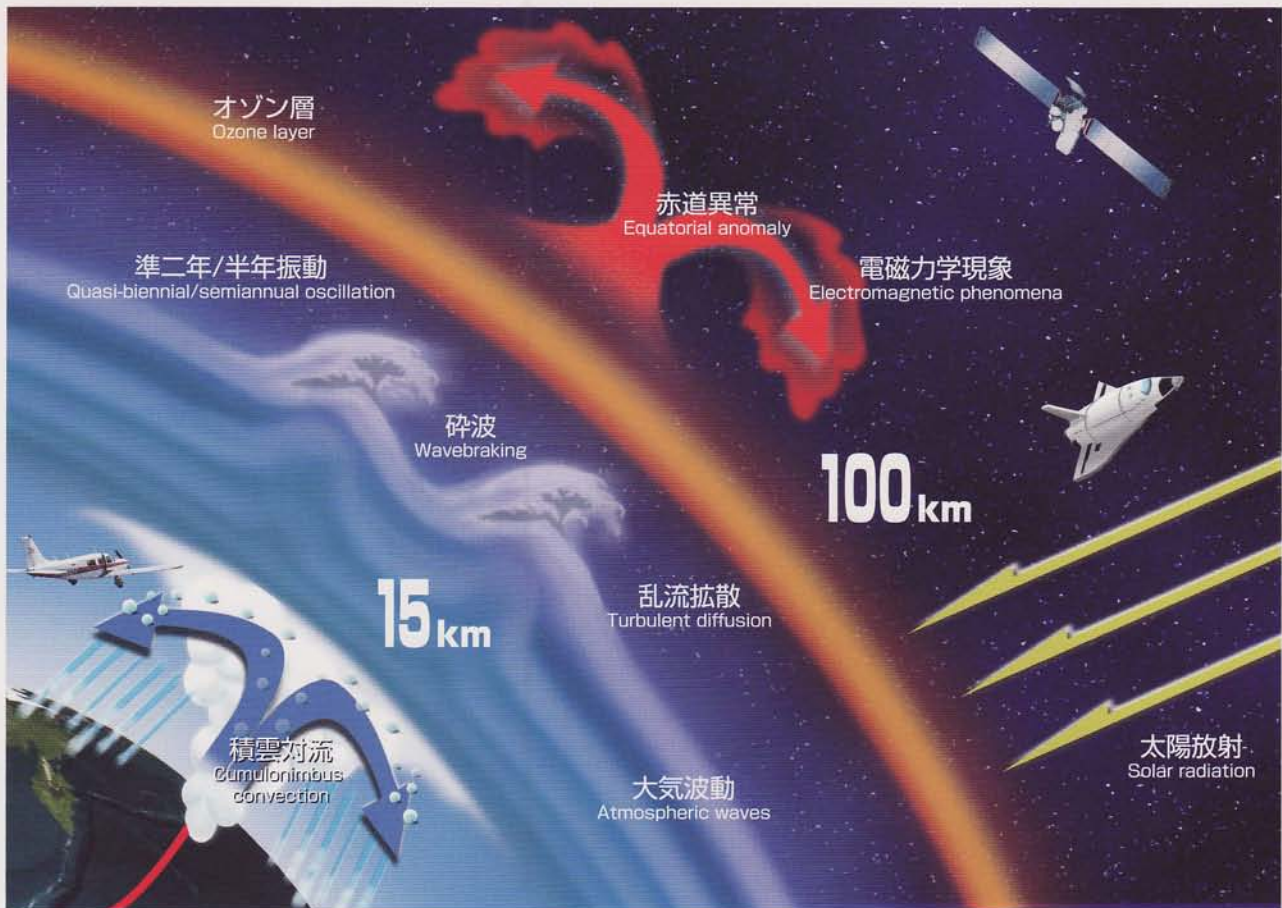


## ● 赤道大気レーダー(EAR)の概要

- 京大生存圏研究所(RISH)とインドネシア航空宇宙庁(LAPAN)の協力によって、2001年3月に、インドネシア共和国西スマトラ州の赤道上に完成した大型の大気観測用ドップラーレーダーです。
- 560本の3素子八木アンテナを直径約110mの略円形フィールドに配置したアンテナアレイを有しています。アンテナの基部にそれぞれ半導体送受信モジュールが配置された、アクティブフェーズドアレイ構成を取っており、電子制御によってアンテナビーム方向を1秒間に最大5000回で高速に走査できます。
- 周波数47MHzの強力な電波を上空に発射し、大気乱流などからの超微弱な散乱エコーを受信します。高度1.5kmから20kmまでの対流圏及び下部成層圏、高度90km以上に分布する電離圏イレギュラリティなど、広い高度範囲を観測することができます。

## ● Equatorial Atmosphere Radar (EAR)

- EAR is a large Doppler radar built for atmospheric observation at the equator in West Sumatra in the Republic of Indonesia. It was completed in March 2001, a collaboration between Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University and the National Institute of Aeronautics and Space of Indonesia (LAPAN).
- The EAR has a circular antenna array of approximately 110 m in diameter, which consists of 560 three-element Yagis. It is an active phased array system with each Yagi driven by a solid-state transceiver module. This system configuration makes it possible to direct the antenna beam by electronic control up to 5000 times per second.
- The EAR transmits an intense radio wave of 47 MHz to the sky, and receives extremely weak echoes scattered back by atmospheric turbulence. It can observe winds and turbulence in the altitude range from 1.5 km to 20 km (troposphere and lower-stratosphere). It can also observe echoes from ionospheric irregularities at heights more than 90 km.



▲ 赤道大気の一諸現象  
Phenomena in the equatorial atmosphere

● 赤道大気レーダーを用いた研究

- 高精度風速ベクトル測定によって、積乱雲の生成と消滅にかかわる風速変動の微細構造を明らかにします。
- 赤道大気の長期連続観測によって、大気波動と大気循環の関連を明らかにします。
- 地表付近から電離層にわたる観測によって、赤道大気の力学的上下結合を明らかにします。
- 以上の観測を総合することによって、オゾンやCO<sub>2</sub>など大気微量成分の全球輸送の様子や、エルニーニョ現象などの気候変動につながる地球大気の変動を明らかにします。

● Research topics with the EAR

- High-resolution observations of wind vectors will make it possible to study the detailed structure of the equatorial atmosphere that is related to the growth and decay of cumulus convection.
- From long-term continuous observations, relationships between atmospheric waves and global atmospheric circulation will be clarified.
- By conducting observations from near the surface to the ionosphere, it will be possible to reveal dynamical couplings between the equatorial atmosphere and ionosphere.
- Based on these results, transports of atmospheric constituents such as ozone and greenhouse gases, and the variations of the Earth's atmosphere that lead to climatic change such as El-Nino and La-Nina, will be revealed.

## 赤道大気レーダーと関連施設の位置 Location of the EAR and related facilities



▲ **MUレーダー**  
(滋賀県甲賀市信楽町)  
MU Radar  
(Shigaraki, Japan)



△ **中波(MF)レーダー**  
(インドネシア・カリマンタン島、ボンティアナ)  
MF Radar  
(Pontianak in Kalimantan Is., Indonesia)



▲ **赤道大気レーダーと各種観測装置**  
(インドネシア・スマトラ島、コタバング)  
EAR and associated instruments  
(Kototabang in Sumatra Is., Indonesia)



▲ **境界層レーダーと中波(MF)レーダー**  
(インドネシア・ジャワ島、スルボンとパムンブク)  
Boundary Layer Radar/MF Radar  
(Serpong and Pameungpeuk in Java Is., Indonesia)

### ● 赤道大気レーダー実現までの取組み

- 滋賀県甲賀市信楽町のMUレーダー(1984年完成)による大気力学の研究
- 京大生存圏研究所とインドネシアの共同研究並びに対応機関
  - PUSPIPTEKレーダー観測所の設置と観測：インドネシア技術応用評価庁(BPPT)
  - 中波(MF)レーダーの設置と観測：LAPAN及びアデレード大学(豪)
  - ラジオゾンデ協同観測：LAPAN, BPPT及びインドネシア気象庁(BMG)
  - EAR設置場所の現地調査：LAPAN及びBPPT

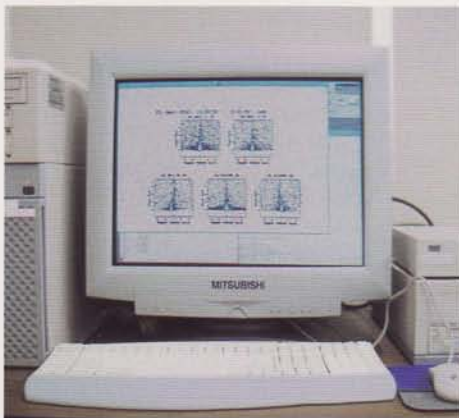
### ● History to the EAR

- Study of atmospheric dynamics with the MU radar completed in 1984 in Shigaraki, Japan.
- Cooperative study of equatorial atmosphere between RISH and institutes in Indonesia.
  - PUSPIPTEK Radar Observatory operated by RISH and BPPT.
  - MF Radar observations with RISH, LAPAN, and University of Adelaide (Australia).
  - Radiosonde observation campaign with RISH, LAPAN, BPPT, and BMG
  - Cooperative feasible study for the EAR with RISH, LAPAN, and BPPT.

Note : BPPT : Agency for Assessment and Application of Technology  
BMG : Meteorological and Geophysical Agency

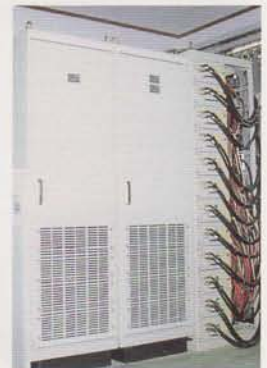


▲ 赤道大気レーダーアンテナ面 Antenna field of the EAR



▲ 観測用計算機 Computer for observation

### 赤道大気レーダー機器 Equipment of the EAR



▲ 送受信モジュール(左), 電源収容架(中), 分配器収容架(右)  
Transmitter-Receiver module(left),  
Power supply unit (center), Signal distribution unit (right)

## ● 赤道大気レーダーの諸元

## Specifications of the EAR

位置 東経100.32°, 南緯0.20°  
標高865m  
周波数 47MHz  
送信出力 100kW (尖頭値)  
アンテナ型式 略円形アクティブ・フェーズド・アレイ (直径約110m, 3素子八木アンテナ560本)  
アンテナビーム幅 3.4度 (-3dB, 片道)  
アンテナビーム方向 任意(天頂角30度以内)  
観測高度 1.5km - 20km (大気乱流)  
90km以上(電離圏イレギュラリティ)

Location 100.32° E, 0.20° S  
865 m MSL  
Frequency 47MHz  
Output Power 100kW (Peak envelope)  
Antenna system Quasi-circular active phased array (110m-diameter, 560 three-element Yagis)  
Beam Width 3.4° (-3dB, One-way)  
Beam Direction Anywhere (within 30° zenith angles)  
Observation range 1.5km - 20km (Atmospheric turbulence)  
>90km (Ionospheric irregularity)



- |                                   |                              |   |                           |  |
|-----------------------------------|------------------------------|---|---------------------------|--|
| 1. FM-CWイオノゾンデ<br>FM-CW ionosonde | 2. VHFレーダー<br>VHF Radar      | 3. EARサブアレイシステム<br>EAR sub-array system | 4. 流星レーダー<br>Meteor radar | 5. Xバンド気象レーダー<br>X-band meteorological radar |
| 6. RASS用スピーカー<br>RASS Speakers    | 7. 全天イメージャ<br>All-sky imager | 8. マイクロレインレーダー<br>Micro-rain radar      | 9. シーロメータ<br>Ceilometer   | 10. ディストロメータ<br>Disdrometer                  |
| 11. 光学式雨量計<br>Optical rain gauge  | 12. ラジオメータ<br>Radiometer     | 13. GPS受信機<br>GPS Receiver              | 14. ライダー<br>Lidar         |  |

### 赤道大気観測所の運営

- 科研費・特定領域研究「赤道大気上下結合」(2001-2007)等の実施とともに、観測所内外に多くの観測設備が充実してきました(上記写真)。
- 京都大学生存圏研究所では、赤道大気観測所の全国・国際共同利用を2005年から開始しています。
- 日本-インドネシアの協力を基礎として、今後も国際的な運営を行っていきます。

[EARホームページ](http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear)

<http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear>

### Operation of the EAR

- Many instruments were installed at the EAR site as part of the research project "Coupling Processes in the Equatorial Atmosphere (CPEA, 2001-2007)" and others (see above pictures).
- RISH began an international collaborative research program for the EAR facilities and database from 2005.
- International operations of the EAR facilities will proceed based on close cooperation between Indonesia and Japan.

[EAR homepage](http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear) <http://www.rish.kyoto-u.ac.jp/ear>

<インドネシア共和国西スマトラ州アガム県バルプー郡コトタバング>  
 ジャカルタ-パダン:空路2.0h / シンガポール-パダン:空路1.5h / パダン-ブキティンギ:陸路2.0h / ブキティンギ-EAR:陸路1.0h  
 <Kototabang, Palupuh District, Agam, West Sumatra, INDONESIA>  
 Jakarta-Padang:2.0h by air / Singapore-Padang:1.5h by air / Padang-Bukittinggi:2.0h by car / Bukittinggi-EAR:1.0 h by car



京都大学生存圏研究所

Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄  
 Gokasho, Uji, Kyoto 611-0011, JAPAN  
 Phone (+81)774-38-3601, Fax (+81)774-31-8463  
 E-mail : ear@rish.kyoto-u.ac.jp



インドネシア航空宇宙庁

National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN)

Jl. Pemuda Persil No. 1, Jakarta 13220, INDONESIA  
 Phone (+62)21-489-4989, Fax (+62)21-489-4815

赤道大気レーダー設計・製造  
 Design and manufacture of the Equatorial Atmosphere Radar

三菱電機株式会社  
 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION