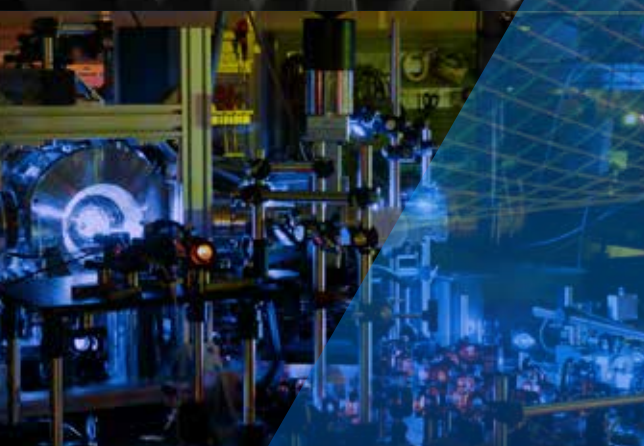
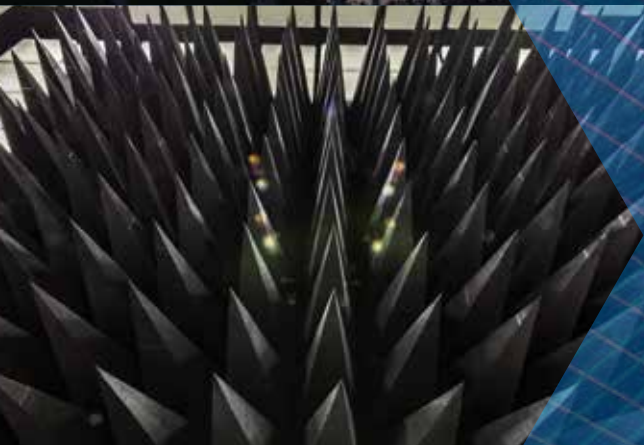


国立研究開発法人情報通信研究機構

# 電磁波研究所

RADIO RESEARCH INSTITUTE



国立研究開発法人  
情報通信研究機構  
National Institute of Information and  
Communications Technology



# 電磁波を使って、 より安心・安全な 新しい社会基盤を創り出す



研究所長  
中川 勝広

電波の利用により、様々な社会基盤が構築されていますが、それらを信頼できるものにする必要があります。社会の環境は様々な外的な要因によって常に変化・変動に晒されており、詳細かつ多岐にわたって状況を把握（センシング）する必要があります。また、現時点で、我々が予想・把握できない脅威は必ず起こり、その根源となる自然現象や人為的なトラブルを本質的に理解して解決する必要があります。

私たち電磁波研究所は、電波と光などの「電磁波」に関する研究開発と法定業務（パブリックサービス）を行っています。これまで取り組んで参りました研究開発を着実に進め、以下の取り組みにより、

- 電磁波を使った気象、災害、宇宙環境をはじめとする社会の状況を正確に把握するセンシング技術の研究開発
- 科学技術の発展や現代社会の基盤維持に不可欠な、電磁波に関する基準や標準を構築するための技術の研究開発
- 電磁波を活用した萌芽的な研究開発や、当研究所が有する電磁波技術のビジネス展開・国際連携・学際連携の推進

『電磁波による、より安心・安全な新しい社会基盤の創出』の実現を目指します。

## Using electromagnetic waves to create a new, safer, and more secure social infrastructure

Various social infrastructures have been constructed using radio waves, and it is necessary to make them reliable.

The social environment is constantly changing and fluctuating owing to various external factors. There is a need to understand (sense) the situation in detail and in multiple ways. Threats that we cannot predict or grasp at this point are inevitable, and we need to understand and solve natural phenomena and human-caused problems that are the root causes of these threats.

We, the Radio Research Institute, are engaged in research and development and legal services (public services) related to electromagnetic waves, including radio and optical waves. We are steadily advancing the research and development of technologies we have been working on as follows.

- Research and development of sensing technologies that use electromagnetic waves to accurately assess the state of society, including weather, disasters, and the space environment
- Research and development of technologies to establish standards and norms related to electromagnetic waves are indispensable to the development of science and technology and the maintenance of the infrastructure of modern society
- Exploratory research and development utilizing electromagnetic waves and promoting business development of our technology, international collaboration, and interdisciplinary collaboration

We aim to realize "the creation of a new, safer, and more secure social infrastructure using electromagnetic waves."

Director General NAKAGAWA Katsuhiko

### 表紙写真の説明

-  リモートセンシング研究室 (RES)  
15cm分解能で観測された富士山  
Mt. Fuji observed at 15 cm resolution
-  宇宙環境研究室 (SPE)  
タイ・チュンポンの VHF レーダー  
The VHF radar in Chumphon, Thailand
-  電磁環境研究室 (EMC)  
ミリ波用ピラミッド型電波吸収体  
Pyramidal radio wave absorbers for millimeter wave
-  時空標準研究室 (STS)  
ストロンチウム光格子時計  
Strontium optical lattice clock
-  デジタル光学基盤研究室 (DIO)  
プリントされたホログラム  
A printed hologram

## ビジョンとミッション vision and mission

電磁波研究所は、2021年度から5年間の第5期中長期計画における「電磁波先進技術分野」の研究開発を推進しています。主な研究課題は、電磁波を使いこなすための基盤研究と、電磁波を活用して生活圏を取り巻く多様な情報を収集し、解析・可視化する基礎研究です。これまで長年にわたり培った高い研究開発力や技術力を活かしつつ、社会に貢献し時代に応じた新たな価値の創造にも応えていくことが必要であり、その実現のために私たちは「ビジョンとミッション」をまとめました。ここに書かれた各取り組みに尽力し、中長期計画における目標を十二分に達成するとともに、新たなイノベーションの実現を目指します。

The Radio Research Institute will promote research and development in the "Advanced Electromagnetic Wave Technology Field" in the fifth mid- to long-term plan for five years from FY2021. The main research subjects are basic research for mastering the use of electromagnetic waves and basic research for collecting, analyzing, and visualizing diverse information surrounding our living environment using electromagnetic waves. While leveraging the advanced R&D and technological capabilities we have cultivated over the years, we must also contribute to society and respond to the creation of new values in response to the times. We have compiled our "Vision and Mission" to achieve this aim. We will strive to achieve the goals of our mid- to long-term plan and to realize new innovations through our efforts in each of the initiatives described here.



※Japanese version only

[https://rri.nict.go.jp/\\_assets/pdf/RRI\\_VisionMission.pdf](https://rri.nict.go.jp/_assets/pdf/RRI_VisionMission.pdf)

# 電磁波研究所

Radio Research Institute

<https://rri.nict.go.jp/>

電磁波研究所は3つの研究センター、5つの研究室から構成されています。各研究センターは、以下に示す活動を行い、Society 5.0の実現を目指します。

The Radio Research Institute consists of three centers and five laboratories. Each research center aims to realize Society 5.0 by conducting the activities as follows.

## 電磁波伝搬研究センター Radio Propagation Research Center

研究センター長：石井 守  
Director General : ISHII Mamoru

## RES リモートセンシング研究室 Remote Sensing Laboratory

<https://rri.nict.go.jp/labo/res.html>

## SPE 宇宙環境研究室 Space Environment Laboratory

<https://seg-www.nict.go.jp>

宇宙天気予報グループ  
Space Weather Forecast Service Group

## 総合企画室

General Planning Office

総合企画室長：和氣 加奈子  
Director : WAKE Kanako

管理グループ (本部)  
Management Operations Group

管理グループ (沖縄)  
Okinawa Management Operations Group

研究所全体にわたる事務処理業務の統合的な実施や、効果的な広報活動、各種イベント活動の支援・全体調整を行います。管理グループを配置し、地方拠点や電波観測施設の業務も含めた効率的な業務推進を行います。

We conduct integrated administrative work for the entire institute and practical public relations activities, provide support for various event activities, and carry out overall coordination. Management groups are assigned to promote efficient operations at Koganei, Okinawa and radio observation facilities.

電磁波を用いて大気や地表面の状態を把握する技術や、把握した情報を活用して大気や地表面を分析・予測する技術の研究開発を実施し、防災・減災など社会課題の解決に貢献します。また、宇宙環境の現況監視及び予測・警報を高度化する技術を開発し、電波を用いた社会インフラの高度利用や、災害監視等における電波の安定利用に貢献します。

We will use electromagnetic waves to solve social issues such as disaster prevention and mitigation by conducting research and development of technologies to monitor and analyze the condition of the atmosphere and land surface, and predict natural disasters using the information obtained. We will also develop advanced technologies monitoring, forecasting, and warning the status of space environment, and contribute to the advanced use of radio waves in social infrastructure besides their regular use for disaster monitoring.

## 電磁波標準研究センター Electromagnetic Standards Research Center

研究センター長：渡辺 聡一  
Director General : WATANABE Soichi

## EMC 電磁環境研究室 Electromagnetic Compatibility Laboratory

<https://emc.nict.go.jp>

標準校正グループ  
Calibration Service Group

## STS 時空標準研究室 Space-Time Standards Laboratory

<https://www2.nict.go.jp/sts/lab>

日本標準時グループ  
Japan Standard Time Service Group

科学技術の発展や現代社会の基盤維持に不可欠な、電磁波に関する基準や標準の構築に貢献する活動を行っています。電磁環境研究室では、様々な機器やシステムにおける電磁的な影響や安全性を評価するための研究と業務を、また時空標準研究室では、正確な周波数と時刻を定めて安定に供給するとともにその技術を広く活用するための研究と業務を推進しています。

We are engaged in establishing technical criteria and standards related to electromagnetic waves necessary for maintaining the infrastructure of modern society and for further development of science and technology in the two included laboratories. The Electromagnetic Compatibility Laboratory conducts research and provides public services relevant to the evaluation of electromagnetic interferences and safety between various devices and systems. The Space-Time Standards Laboratory conducts research and provides public services relevant to the generation, dissemination, and utilization of accurate time and frequency.

## 電磁波先進研究センター Applied Electromagnetic Research Center

研究センター長：福永 香  
Director General : FUKUNAGA Kaori

## DIO デジタル光学基盤研究室 Digital Optics Laboratory

<https://rri.nict.go.jp/labo/dio.html>

デジタルホログラムプリントによる回折光学素子の製造およびプリントした光学素子の補償技術の確立を目指す研究開発を実施し、産業への応用を進めます。また、電磁波を活用した萌芽的な研究開発や、当研究所が有する電磁波技術のビジネス展開・国際連携・学際連携を推進します。

The Applied Electromagnetic Research Center carries out research and development to produce diffractive optical elements using digital hologram printing and the establishment of precision optical measurement techniques. This center also promotes challenging and exploratory research, as well as industrial applications of electromagnetic technologies, international and/or interdisciplinary cooperation.

# RES リモートセンシング研究室 Remote Sensing Laboratory

室長 川村 誠治  
Director KAWAMURA Seiji

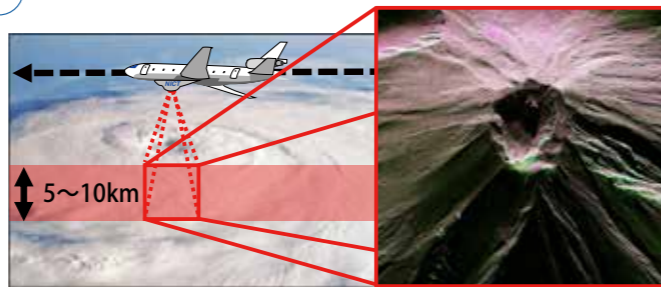
リモートセンシング研究室では、電磁波を用いたリモートセンシング技術による大気・地表面の状態把握と、その情報を活用した分析・予測等の研究開発を実施し、防災・減災をはじめとする社会問題解決に貢献します。

In the Remote Sensing Laboratory, we develop remote sensing technologies using electromagnetic waves to contribute to the prevention and mitigation of natural disasters.

## 航空機搭載SAR Airborne Synthetic Aperture Radar

夜間や天候が悪いときでも、上空から高い空間分解能 (<15cm) で広域 (観測幅: 5km以上) の地表面観測を行うことができる航空機搭載合成開口レーダーの研究開発を行っています。

We are conducting research and development of an airborne synthetic aperture radar that can be used for observing the Earth's surface with a large swath width (>5km) and a high spatial resolution (<15 cm), even at night or under adverse weather conditions.



15cm分解能で観測された富士山  
Mt. Fuji observed at 15 cm resolution

## 地上気象レーダー Ground-based Weather Radar

さまざまな周波数のレーダーを研究開発し、それらを組みあわせ、突発的な気象災害をもたらす急速に発達する積乱雲の早期検知と発達メカニズムに関する研究を行っています。

We are conducting research and development of radars of various frequencies, and we combine them to study the early detection and development mechanism of rapidly developing cumulonimbus clouds that cause sudden meteorological disasters.

地上デジタル放送波の伝搬遅延による水蒸気量観測  
Observation of water vapor content due to propagation delay of terrestrial digital broadcasting waves

UHF 水蒸気

Wind Profiler Radar

L帯 風

フェーズドアレイ気象レーダー  
PAWR & MP-PAWR  
Phased Array Weather Radar

X帯 雨

雲レーダー  
Cloud Radar

HG-SPIDER

W帯 雲

ES-SPIDER

周波数 観測対象

## 光計測 Optical Remote Sensing

目への安全性が高い2μm帯の赤外線レーザー光を用いた遠隔計測技術の研究開発を行っています。特に、風と水蒸気を計測する差分吸収ライダーの研究開発に力を入れています。これらの技術は天気予報の予測精度向上に役立てられます。

We are developing active optical remote sensing techniques using eye-safe infrared lasers in the 2 μm region. We are focusing on the research and development of differential absorption lidars related to wind and water vapor measurements. The techniques developed will be used to improve weather forecasting.

波長2μm帯の単一周波数レーザー  
2 μm single frequency laser

差分吸収ライダー用の光送信機  
Laser transmitter for differential absorption lidar

## 衛星搭載レーダー Satellite-borne Radar

グローバルな地球環境問題の解決に貢献するためにJAXAと協力して降水や雲を詳細に観測できる衛星搭載レーダー (TRMM/降雨レーダー、GPM/二周波降水レーダー、EarthCARE/雲プロファイリングレーダー) を開発してきました。

We have been developing satellite-borne radars that can measure the global distributions of precipitation and clouds in cooperation with JAXA. The data obtained from those radars are important for devising solutions to global environmental problems. Precipitation radars for TRMM and GPM satellites have already been launched, and they provide long-term global precipitation information. A cloud profiling radar for the EarthCARE satellite is now being constructed.

TRMM PR precipRateNearSurface(1997/12-2015/03)

GPMCore DPR precipRateNearSurface(2014/03-2022/07)

TRMM衛星レーダー(左)とGPM衛星レーダー(右)から得られた全球の降水量分布  
Precipitation maps observed by TRMM's (left) and GPM's (right) radars

EarthCAREによる観測のイメージ  
Illustration of observation by EarthCARE

**ライダー** ライダー(Lidar: Light Detection and Ranging) は、パルス状の光(レーザー光)を大気中に発射し返ってくる光信号を受信・解析することで、物質までの距離や量、移動速度などを計る装置です。

**レーダー** レーダー(Radar: Radio Detection and Ranging) は、電波を利用して対象物(雨、雲、地表面など)までの距離や方向、量や形状、移動速度、性質などを調べる装置のことで。

# SPE 宇宙環境研究室 Space Environment Laboratory

室長 津川 卓也  
Director TSUGAWA Takuya

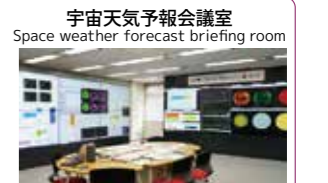
宇宙環境研究室では、宇宙環境の現況監視及び予測・警報を高度化する技術を開発し、社会インフラや宇宙利用システム等における電波の安定利用に貢献します。宇宙天気予報グループを設置し、電波の伝わり方についての観測と予報・警報の送信などの宇宙天気予報業務を着実に実施します。

The Space Environment Laboratory contributes to the stable use of radio waves in social infrastructure and space utilization systems by developing advanced technologies for monitoring, forecasting, and providing warning regarding the space environment.

## 宇宙天気予報業務 Space Weather Forecasting

24時間365日、休むことなく宇宙天気予報を発信するとともに、大規模な現象や特に地球や社会インフラに大きな影響が出る可能性がある現象が発生した際には、臨時情報も発信しています。

We are monitoring space weather events and delivering forecasts 24 hours a day and seven days a week. When solar, geomagnetic, and ionospheric events occur and are expected to markedly affect the Earth and social infrastructure, alert information is also issued.



## 電離圏観測・予測技術 Ionospheric Observation and Forecasting Technology

航空運用や衛星測位、電波伝搬に影響を与える電離圏変動の監視や数値予測の高度化・高精度化に向けて、リアルタイム電離圏観測技術や大気圏電離圏シミュレーション及びデータ同化技術、電波伝搬可視化技術等の研究開発に取り組んでいます。

We are conducting research and development of real-time ionospheric observation technology, atmosphere-ionosphere simulation and data assimilation technology, and radio propagation visualization technology for monitoring and forecasting ionospheric variations that affect aviation operations, satellite positioning, and radio propagation.

大気圏電離圏シミュレーション・データ同化  
Atmosphere-ionosphere simulation and data assimilation

電波伝搬シミュレータ  
Radio propagation simulator

イオノゾンデ定常観測  
Ionosonde observation

GNSS全電子数観測  
GNSS-TEC observation

## 磁気圏観測・予測技術 Magnetospheric Observation and Forecasting Technology

太陽・太陽風と電離圏をつなぐ磁気圏の変動を把握し、衛星運用や電離圏予測に資するため、地上磁場観測や宇宙環境データベースの展開とともに、放射線帯予測モデルや磁気圏モデルの研究開発に取り組んでいます。

Toward understanding of magnetospheric processes and contributing to satellite operations and ionosphere forecast, we operate ground-based geomagnetic field observation and space environment databases for the Japanese meridian, and conduct research and development of radiation belt prediction and magnetosphere simulation technologies.

衛星表面帯電評価システム SECURES  
Satellite surface charging evaluation system

オーロラ予測マップ  
Auroral prediction by simulation

ひまわりSEDAデータビューア  
Himawari SEDA data viewer

## 太陽/太陽風観測・予測技術 Solar and Solar Wind Observation and Forecasting Technology

宇宙天気の早期警戒・現況把握・予報を実現するため、太陽嵐発生時の迅速な検出のための観測や、太陽風の地球への影響を予測するシミュレーション等の研究開発に取り組んでいます。

To realize early warning, nowcasting, and forecasting of space environment disturbances, we are performing research and development, including the observation of solar storms for the early detection of their occurrence, and a simulation system to predict impacts of solar storms.

太陽・太陽風観測システム  
Solar and solar wind observation system

太陽風・太陽嵐シミュレーション  
Solar wind and solar storm simulation

航空機被ばく推定システム  
WASAVIES

## 衛星搭載センサ開発技術 Development of Space Environment Monitoring Sensors for Spacecraft

次期気象衛星「ひまわり10号」に搭載する宇宙環境計測装置の開発を行っています。打ち上げ・データ提供開始は2029年の予定です。

A suite of space weather sensors is under development as a hosted payload of the next Japanese geostationary meteorological satellite, Himawari-10, planned to be launched in 2029.

**宇宙天気** 宇宙環境は、太陽表面で起きる爆発(太陽フレア)などによって乱されることがあります。その際、衛星運用・通信・放送・電力・航空機運行などが影響を受けます。このような社会に影響を与える宇宙環境の変動を「宇宙天気」と呼びます。

# EMC 電磁環境研究室

## Electromagnetic Compatibility Laboratory

室長 後藤 薫

Director GOTOH Kaoru

電磁環境研究室では、高度化した通信機器と電気電子機器の相互運用の実現や、新たな無線システム等の安全・安心な利用を実現するために必要となる電磁的両立性を確保するための研究開発を実施します。無線設備の機器の較正を実施するグループを配置します。

In the Electromagnetic Compatibility Laboratory, we conduct research on EMC as well as calibration services to maintain the EM environment.

### 安全・安心な電波利用のためのEMC技術

#### EMC Technologies for Safe and Secure Use of Radio Waves

生体への影響? Biological effect? 誤動作? Malfunction? 通信・機器・生体間の電磁的な相互影響モデル Model of mutual interactions among communication systems, electric equipment, and human bodies

電波 (電磁的放射) 電磁妨害波 (非意図的放射) 障害? Interference? 人体防護 電磁防護 (非意図的放射) 混信? Interference 干渉 (意図的) 通信用・放送システム 電気機器・ICT機器 家電製品・電子機器・医療機器 Domestic appliances, Electronic products, and Medical equipment

通信・放送システム Telecommunication and broadcasting systems

### 無線用測定器等の較正サービス

#### Calibration service of measuring instruments for radio equipment



330GHzまでの電力計較正用システム Calibration system of RF power meters up to 330 GHz used in provided services

### 電気電子機器等からの電磁妨害波の測定技術

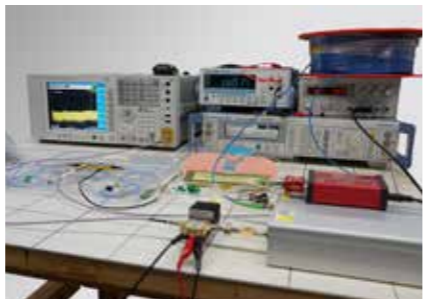
#### Measurement of EM Disturbances from Electronic and Electric Appliances



電波反射箱を使用したイーサネットスイッチングハブの電磁雑音測定 EM noise measurement of ethernet switching hub in a reverberation chamber

### 較正・EMC評価のための高精度電磁界計測技術

#### EM Measurement Techniques for Calibration and EMC evaluation



広帯域パルス伝送装置 Transmission system for the broad band pulse waves

### 人体に対する電波ばく露評価技術

#### EM Wave Exposure Assessment Technology for Human Bodies



解剖学的構造を有した日本人の数値人体モデル (成人男女、妊娠女性、小児) Anatomically realistic human models of Japanese adult male and female, pregnant female and children

スマートフォン等使用時の比吸収率、電力密度測定 Specific absorption rate (SAR) and power density (PD) measurements for smartphones and other devices

比吸収率 (SAR) 測定 電力密度 (PD) 測定

### 電波ばく露レベルモニタリング技術

#### Monitoring technology for exposure level to Electromagnetic Field



電波レベル測定専用車による測定結果例 (東京) Example of measured results by the vehicle for EMF measurement

電波レベル測定専用車の測定風景 A vehicle for EMF measurement

電磁的両立性 (EMC) 機器やシステムが、周囲の他の機器・システムに対しても電磁的な悪影響を与えず、また他の機器・システムからの電磁的な影響を受けずに機能する能力。

較正 電波法に基づいて、測定器に表示された値が、NICTの標準器の値にどの程度一致しているかを、標準器からのずれを測定して評価すること。

# STS 時空標準研究室

## Space-Time Standards Laboratory

室長 井戸 哲也

Director IDO Tetsuya

時空標準研究室では、高精度な時刻や周波数及び位置同定に関する技術の研究開発を行います。また日本標準時グループを配置し、日本標準時業務 (周波数標準値の設定・標準電波の発射・標準時の通報) を実施します。

In the Space-Time Standards Laboratory, we develop technologies relevant to accurate standards of time, frequency, and positioning. The laboratory includes Japan Standard Time Service Group, where standard frequency as well as standard time are provided to the society with high reliability.

## 国家標準の基盤整備／最先端計測技術の開拓を目指して

Infrastructure of the national standards/Exploration of the most advanced measurement technology

### 正確な周波数の源となる原子時計 (周波数標準器) の開発技術

#### Technology Development for Atomic Clocks as Precise Frequency Sources



Cs一次周波数標準器 Cesium primary frequency standard



Sr光格子時計 Strontium optical lattice clock



In<sup>+</sup>イオントラップ光時計 Optical clock based on trapped indium ions



重力加速度の連続観測 Measurements of earth's gravitational acceleration

1秒の長さは、原子遷移に基づいて定められ、原子時計によって正確に実現できます。超高精度な原子制御技術・周波数計測技術の研究開発により高精度な原子時計の開発を進めると共に、高精度な標準差測定センサ等光原子時計の応用技術も検討しています。

The unit of time, second, is defined based on atomic transition, and atomic clocks make use of such transition to realize the one second as defined. Precision technologies to control atoms as well as to measure frequencies enable the development of highly accurate atomic clocks. In addition, we study the application of optical clocks, including geodetic sensors for precise height determination.

### 正確な周波数や時刻を次世代無線通信に活用する技術

#### Technology for the use of precise time and frequency in next-generation wireless communications



ワイワイ (Wi-Fi) モジュール Wi-Fi modules



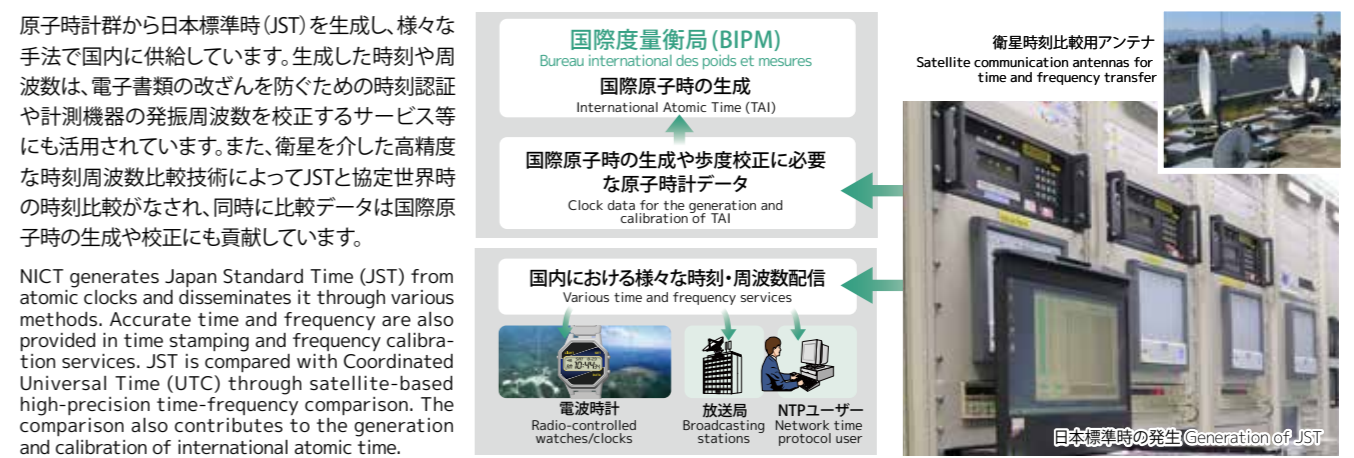
チップスケール原子時計 Chip-scale atomic clock

Beyond5Gもしくは6Gと言われる次世代無線通信技術においては、より厳密な時刻同期やより正確な周波数が求められ、その上で高信頼低遅延通信や精密な位置出し技術が確立することが期待されています。これら新技術の発展を実現すべく、当研究室が開発してきた様々な時刻周波数標準技術を発展させ、1) 近距離の簡便な通信で高精度な時刻同期や位置出しを行う近距離無線双方向時刻比較技術 (Wi-Fi)、2) 原子時計を小型化して多様な機器に搭載可能とする原子時計チップ技術 (CLIFS)、3) 複数の原子時計を組み合わせより安定な時系を生成するクラスタ時系技術、等の研究開発を行っています。

The next-generation wireless communication technology, called Beyond5G or 6G, requires more precise time synchronization and more accurate frequencies, on which ultrahigh-reliability and low-latency communication as well as precise positioning are expected to be established. Toward this goal, we are conducting R & D on 1) wireless two-way interferometry (Wi-Fi), which performs high-precision time synchronization and precise positioning via convenient short-range communication, 2) Chip-Level Integrated Frequency Standards (CLIFS), which enable the miniaturization of atomic clocks mounted on various devices, and 3) cluster timescale technology, which generates a more stable timescale by combining multiple atomic clocks.

## 日本標準時を作り利用する技術

## Japan Standard Time (JST) and Application Services



原子時計群から日本標準時 (JST) を生成し、様々な手法で国内に供給しています。生成した時刻や周波数は、電子書類の改ざんを防ぐための時刻認証や計測機器の発振周波数を校正するサービス等にも活用されています。また、衛星を介した高精度な時刻周波数比較技術によってJSTと協定世界時の時刻比較がなされ、同時に比較データは国際原子時の生成や校正にも貢献しています。

NICT generates Japan Standard Time (JST) from atomic clocks and disseminates it through various methods. Accurate time and frequency are also provided in time stamping and frequency calibration services. JST is compared with Coordinated Universal Time (UTC) through satellite-based high-precision time-frequency comparison. The comparison also contributes to the generation and calibration of international atomic time.

国際度量衡局 (BIPM) Bureau international des poids et mesures 国際原子時の生成 International Atomic Time (TAI)

国際原子時の生成や歩度校正に必要な原子時計データ Clock data for the generation and calibration of TAI

国内における様々な時刻・周波数配信 Various time and frequency services

電波時計 Radio-controlled watches/clocks 放送局 Broadcasting stations NTPユーザー Network time protocol user

衛星時刻比較用アンテナ Satellite communication antennas for time and frequency transfer

日本標準時の発生 (Generation of JST)

### 秒の定義と日本標準時

1967年から1秒は、特定の条件にあるセシウム原子が吸収する電波の周波数 (約9GHz) で定義されています。NICTではその条件を再現する原子時計を複数台用いて、世界共通の標準時 (協定世界時UTC) に準拠する時刻UTC (NICT) を発生させ、さらにそれを9時間進めて日本標準時 (JST) としています。



# デジタル光学基盤研究室

Digital Optics Laboratory

室長 大井 隆太郎

Director OI Ryutaro

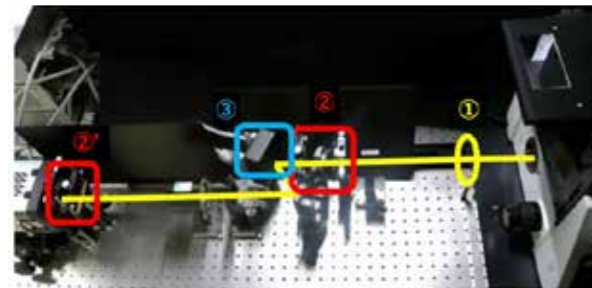
デジタル光学基盤研究室では、デジタルホログラムプリントによる回折光学素子の製造およびホログラムによる現実世界の精密光学測定技術の確立を目指す研究開発を実施し、得られた成果は産業への応用を進めます。

The Digital Optics Laboratory carries out research and development aimed at the production of diffractive optical elements using digital hologram printing and the establishment of precision optical measurement techniques for the real world using holograms, the results of which are applied to industry.

## 自然な光によるホログラフィ顕微鏡 Holographic Microscopy with Natural Light

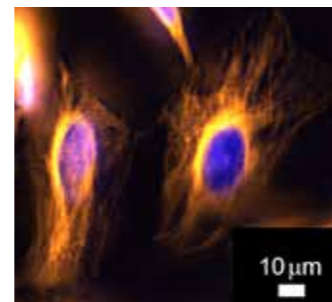
NICTではデジタルホログラムによる精密光学測定技術の研究開発を行っています。ホログラムデータに関する計算量の適正化や、撮像系の高S/N化・低ノイズ化を行い、顕微鏡等への応用を進めています。蛍光などの微弱な光や、位相の揃っていない自然な光をホログラムとして記録する、ホログラフィ顕微鏡の適用範囲を広げます。

NICT has been conducting research and development of digital hologram-based optical measurement technology. This technology is improved and applied to microscopy by optimizing the amount of computation related to hologram data and by improving the S/N and noise reduction in imaging systems. NICT will expand the applicability of holographic microscopy, with which weak light such as fluorescence and natural light is recorded as an incoherent hologram.



自然な光によるホログラム顕微鏡の光学系  
Natural light holographic microscope optics

① 試料の拡大像が結像する位置、② 自然な光のホログラムを生成する光学デバイス、③ 位相変調のための液晶素子  
① the position where the enlarged image of the sample is formed, ② optical devices that generate a hologram of natural light, and ③ a liquid crystal device for phase modulation.

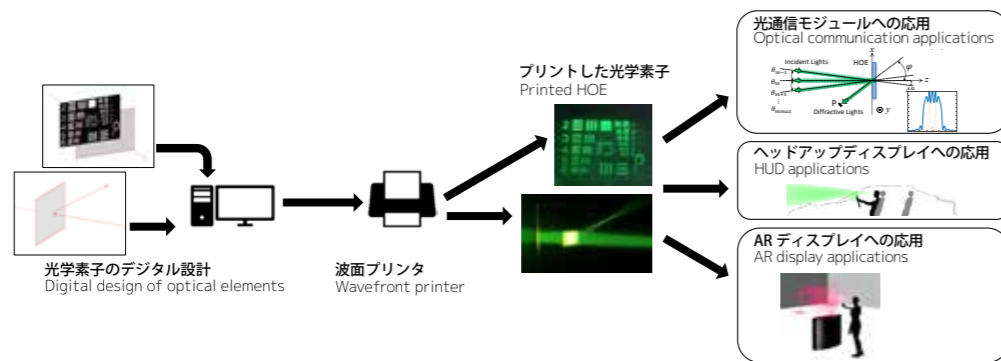


細胞のホログラム撮影の例  
Example of holographic imaging of a cell

## ホログラムプリンタ (波面プリンタ) Hologram Printer (wavefront printer)

ホログラムプリンタはHOE (Holographic Optical Element) と呼ばれる光学素子をプリントするためのプリンタでNICTが開発したものです。複雑な光学特性を持つ素子を波動光学に基づいて計算・記録します。私たちは安定的な回折光学素子の製造技術・補償技術の確立を目指します。プリントした光学素子は、Beyond 5G時代を支える高効率・安価な光通信用モジュール、三次元車載ヘッドアップディスプレイ、次世代ARシステムをはじめ、様々な分野へ応用を促進します。

The hologram printer is developed by NICT to print holographic optical elements (HOEs). Elements with complex optical properties are calculated and recorded on the basis of wave optics. Our goal is to establish stable manufacturing and compensation technologies for diffractive optical elements. The printed optical elements will have various applications, including highly efficient and inexpensive optical communication modules that support the Beyond 5G era, three-dimensional in-vehicle head-up displays, and next-generation AR systems.



### ホログラフィとホログラム

光の干渉を使って干渉縞を記録し、光の回折を使って光を再生する技術をホログラフィと呼ぶ。また干渉縞が記録された媒体 (メディア) をホログラムと呼ぶ。ホログラフィは光を波面の精度で記録再生でき、光学素子の開発に応用が期待される。



# 沖縄電磁波技術センター

Okinawa Electromagnetic Technology Center

センター長 灘井 章嗣

Director NADAI Akitsugu

## センターの概要 Outline of the Center

沖縄電磁波技術センターは地球温暖化をはじめ地球規模の気候変動に大きく関与する大気・海洋相互作用のメカニズム解明への寄与を目的として、海流・上空風・降雨を測る3種類の電波センサーの研究開発を行ってきました。平成26年にはフェーズドアレイレーダ・ライダー融合システム及び空間光通信設備が設置されました。また、大宜味電波観測施設で電離層観測を行っています。

The Okinawa Electromagnetic Technology Center has been researching and developing three types of radio sensors to measure ocean currents, overhead winds, and rainfall to elucidate the mechanisms of atmosphere-ocean interaction, which is intensely involved in global climate change, including global warming. In 2014, a phased array radar/lidar fusion system and spatial optical communication facility were installed. We also conduct ionospheric observations at the Ogimi Radio Observation Facility.

## センターのあゆみ History of the Center

沖縄電磁波技術センターは、1972年5月沖縄県の日本復帰に伴い、アメリカ合衆国大気海洋 (NOAA) が電離層観測を行っていた北谷町の施設をそのまま引き継ぐ形で、郵政省電波研究所 (現国立研究開発法人情報通信研究機構) 沖縄電波観測所として発足しました。それ以来、電離層観測を始め、電波資源の有効活用及び地球環境計測技術の開発を目的とした短波海洋レーダ、ウインドプロファイラ、降雨レーダ等の研究開発を行ってきました。

The Okinawa Electromagnetic Technology Center was established as the Okinawa Radio Observatory of the Radio Research Institute of the Ministry of Posts and Telecommunications (now the National Institute of Information and Communications Technology), and it took over NOAA's ionospheric observation facility in Chatan Town when Okinawa Prefecture returned to Japan in May 1972. Since then, the Institute has been researching and developing HF ocean radar, wind profiler, rain radar, etc., to effectively utilize radio resources and develop global environmental measurement technology, including ionospheric observation.

## 施設紹介 information

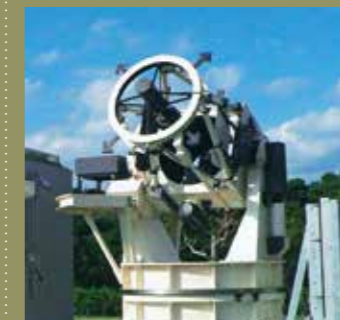


沖縄電磁波技術センター  
〒904-0411  
沖縄県国頭郡恩納村字恩納4484  
TEL 098-982-3705

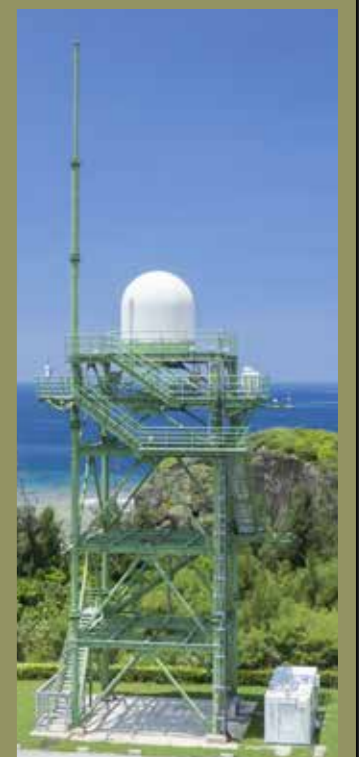
Okinawa Electromagnetic Technology Center  
4484, Aza-Onna, Onna, Kunigami, Okinawa 904-0411 Japan  
Tel. +81-98-982-3705



静止通信衛星用地上局アンテナ  
Parabolic antenna for geostationary communication satellite ground stations



光アンテナ (空間光通信施設)  
Optical antenna for spatial optical communications facility



フェーズドアレイ気象レーダ  
Phased Array Weather Radar



大宜味電波観測施設 (大宜味村)  
Ogimi Radio Observation Facility

電磁波研究所が2022年度に発表したプレスリリースの一部を掲載します。全文はNICTのwebサイトでご覧いただけます。(二次元コードをご利用ください)

※研究室名、肩書きなどは2023年9月現在のものです。

STS 時空標準研究室 2022年6月9日発表 <https://www.nict.go.jp/press/2022/06/09-1.html>

## 世界初、国家標準時の維持に光格子時計を利用 ～NICTが持つ時計のみで協定世界時との同期が可能に～



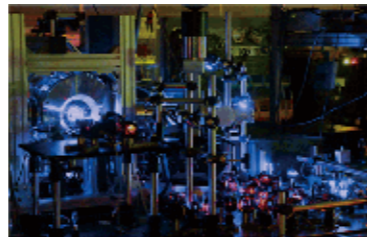
研究室長  
井戸 哲也

- 世界で初めて、光格子時計を参照した国家標準時を生成
- 標準時システムに光格子時計を加えることで、協定世界時に対して10億分の5秒以内の時刻維持が可能
- 標準時を光格子時計に基づいて運用することは秒の再定義のために望まれる条件の一つ

間欠運転をする光格子時計を参照して標準時を生成することに世界で初めて成功しました。光格子時計が発生する1秒を基準として標準時が刻む1秒の長さ(刻み幅)を調整することで、標準時の協定世界時(UTC)に対する時刻差を従来の10億分の20秒から10億分の5秒以内へと4分の1以下に抑制しました。

これにより、開発した光格子時計をこれまでの標準時生成で培ってきた複数時計の合成時刻生成技術と組み合わせることで、UTCや

GPS時刻等他国の時計に頼ることなく、長期にわたり正確な時刻を刻むことが可能となります。また、本成果は、2030年に想定されている国際単位系の秒の再定義の実現を大きく後押しします。



ストロンチウム光格子時計

RES リモートセンシング研究室 2022年6月29日発表 <https://www.nict.go.jp/press/2022/06/29-1.html>

## 線状降水帯の水蒸気観測網を展開 ～ 短時間雨量予測の精度向上への挑戦 ～



研究室長  
川村 誠治

- 2022年6月から九州地方で線状降水帯の水蒸気観測を開始し、九州の11の自治体との実証実験を通して線状降水帯予測の精度検証を実施中
- 気象庁気象研究所が中心となって実施する線状降水帯の集中観測に参加し、陸上における水蒸気観測で中心的な役割を担い、リアルタイムでデータを提供
- 水蒸気観測データを大学・研究機関に提供し、線状降水帯の発生メカニズム解明に貢献
- 日本アンテナ株式会社による地デジ水蒸気観測データ配信サービスの事業化も視野に

内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」において線状降水帯予測に取り組み研究グループは、2020年6月から2022年3月までに世界に類をみない稠密な水蒸気観測網を九州地方に整備しました。2021年7月10日の鹿児島県における線状降水帯の事例では、水蒸気観測データを用いることで線状降水帯の雨量予測の

精度が飛躍的に向上することを確認できました。2022年6月からはこの水蒸気観測網を活用したリアルタイム予測実験を開始し、近年7月上旬に発生している線状降水帯による水害に向けて観測体制をさらに強化して、九州の11の自治体と共同で予測精度の向上を目指した実証実験を実施中です。

SPE 宇宙環境研究室 2022年7月14日発表 <https://www.nict.go.jp/press/2022/07/14-1.html>

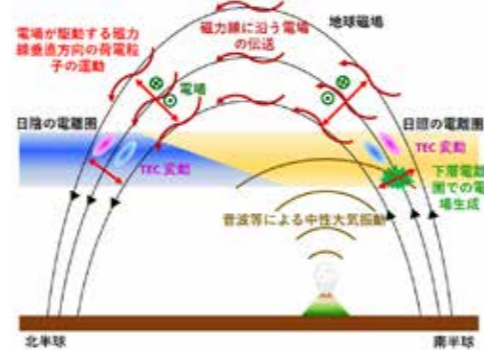
## トンガ海底火山噴火による地球大気振動の観測成功 ～電離圏擾乱から気象津波の情報をいち早くキャッチ～



主任研究員  
西岡 未知  
研究員  
セブティ・ベリウイタサリ

- 2022年1月のトンガ沖海底火山の大規模噴火が宇宙に与えた影響を調査
- 海底火山噴火に由来する津波が日本に到達する3時間も前に、日本上空の電離圏に影響が出ていたことを発見
- 観測データを解析し、火山噴火の影響が地球磁場を介して伝搬していたことを解明

これまで火山噴火、津波、気象現象によって発生した大気波動は、単に直上付近の電離圏を揺さぶるだけで、昼間側の電離圏に限れば南北両半球の共役性はないと考えられていました。ところが今回の研究結果から、昼間側の電離圏においても電離圏擾乱の南北両半球の共役性が存在することを、地上GNSS受信機を用いた電離圏観測で初めて示しました。今後、昼間側の電離圏擾乱の共役性がどのような条件下で発生しうるかについての研究が期待されます。



トンガ火山噴火後に南北両半球で観測された電離圏擾乱の発生メカニズム

SPE 宇宙環境研究室 2022年12月27日発表 <https://www.nict.go.jp/press/2022/12/27-1.html>

## 磁気嵐の発生メカニズムと大気シミュレーションから多数の低軌道衛星が喪失に至った原因を解明

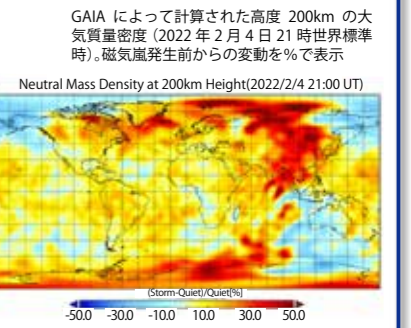


主任研究員  
陣 英克

- 数十基の低軌道衛星を大気に落下させた2022年2月上旬の磁気嵐の発生メカニズムを解析
- 太陽風観測データの解析結果から、太陽のコロナ質量放出が2つ重なって地球に到来し、それが変則的で予測し難い磁気嵐の発生につながった可能性を示した。
- 大気のリアルタイムシミュレーションは、高度200kmにおいて従来の理解より広い範囲で大気ドラッグが増加する結果を示し、大規模でない磁気嵐でも低軌道衛星の運用に影響することを明らかにした。

2022年2月上旬に発生した磁気嵐の発生メカニズムを分析し、さらに磁気嵐による大気密度増加をシミュレーションすることで、数十基の低軌道衛星が大気へ再突入して喪失に至った原因を明らかにしました。この研究結果から、磁気嵐による低高度衛星の大気ドラッグ(衛星が周りの大気から受ける空気抵抗)の増加を事前に予測するためには、複雑な太陽面の活動が引

き起こす太陽風の構造についてより理解を深め、磁気嵐の予測精度の向上につなげることと、さらに大気ドラッグを高精度に再現する先進的な地球大気モデルの開発と実利用が求められることが示唆されます。



GAIAによって計算された高度200kmの大気質量密度(2022年2月4日21時世界標準時)。磁気嵐発生前からの変動を%で表示  
Neutral Mass Density at 200km Height(2022/2/4 21:00 UT)

EMC 電磁環境研究室 2023年1月31日発表 <https://www.nict.go.jp/press/2023/01/31-1.html>

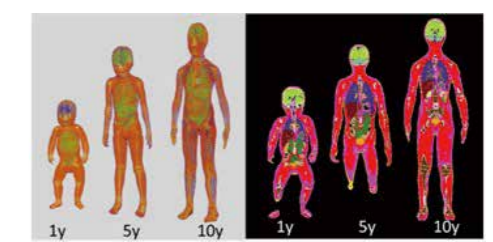
## 世界初の国際標準小児数値人体モデルを無償公開 ～小児を対象とした電波吸収量などの数値シミュレーションに利用可～



研究マネージャー  
長岡 智明

- 体形及び解剖学的構造が国際的な標準値に合致した世界初の小児数値人体モデルを開発
- 小児を対象とした電波吸収量や車両衝突時の人体損傷の解析などの数値シミュレーションに利用可能
- 非営利目的の利用に対しては2023年2月1日から無償で公開を開始

世界に先駆けて、体形及び解剖学的構造が国際的な標準値に合致した国際標準小児数値人体モデル(1歳児、5歳児、10歳児)を開発し、2023年2月1日から、非営利目的の利用に対して無償公開を開始します。このモデルは、小児を対象とした電波吸収量や車両衝突時の人体損傷の解析などの様々な数値シミュレーションに利用することが可能であり、小児の安全性評価や診断・治療技術の向上など、様々な分野への貢献が期待されます。



人体を構成する組織の種類により色分けして表示している。左図は皮膚を透明化した3次元表示画像、右図は断面図を表す。(左右両図とも、左から1歳児、5歳児、10歳児の数値モデル)

EMC 電磁環境研究室 2023年3月30日発表 <https://www.nict.go.jp/press/2023/03/30-1.html>

## 5G時代向け世界最大規模の「生体組織の電気定数データベース」を公開 ～人体に対する20ギガヘルツ超の電波ばく露のシミュレーションなどに利用可能～



主任研究員  
佐々木 謙介  
研究マネージャー  
長岡 智明

- 1メガヘルツ から100ギガヘルツの電波に対する、58種類の生体組織の電気定数データベースを2023年3月30日から公開
- 5G時代向けに20ギガヘルツ超の周波数帯で初めて測定したデータを含む、世界最大規模のデータベースとなる
- 電波の安全性評価や医療・ヘルスケアデバイスの開発などにおける数値シミュレーションに利用可能

人体に対する電波ばく露量の精密な推定に必要な「生体組織の電気定数」を測定するための技術開発を行ってきており、1メガヘルツから100ギガヘルツの電波に対する、58種類の生体組織の電気定数データベースを2023年3月30日から公開します。本データベースには、5Gシステムで利用される20ギガヘルツ超の周波数帯において初めて測定された生体組織の電気定数データが多く含まれており、世界最大規模となります。

本データベースの公開により、5Gシステムの人体安全性評価や

医療・ヘルスケアデバイス技術の開発などにおける数値シミュレーションへの利用を通じ、新時代を担う電波利用技術の安全かつ安心な利用と普及に貢献していきます。



NICTが開発したセンサプローブの接触面を生体組織に接触させることで、電気定数を測定する。

# 電磁波研究所関連施設

## Sites and Locations

本部 Headquarters  
(東京都小金井市・小平市)

電磁波研究所  
Radio Research Institute



オープンエリア 試験サイト  
Open Area Test Site



電離層観測棟  
Kokubunji Radio Observatory



サロベツ電波観測施設

Sarobetsu Radio Observation Facility  
(北海道天塩郡豊富町)



HOKKAIDO

おおたかどや山標準電波送信所

Ohtakadoya-yama LF Station  
(福島県田村市・双葉郡川内村)



FUKUSHIMA

TOKYO

SAGA・FUKUOKA

KAGOSHIMA

OKINAWA

はがね山標準電波送信所

Hagane-yama LF Station  
(佐賀県佐賀市・福岡県糸島市)



山川電波観測施設

Yamagawa Radio Observation Facility  
(鹿児島県指宿市)



沖縄電磁波技術センター

Okinawa Electromagnetic Technology Center  
(沖縄県国頭郡恩納村)



大宜味電波観測施設

Ogimi Radio Observation Facility  
(沖縄県国頭郡大宜味村)



国立研究開発法人  
情報通信研究機構  
National Institute of Information and  
Communications Technology

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1  
4-2-1 Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795, Japan

NICTに関するお問い合わせは広報部まで

[Tel] 042-327-5392 (代) [E-mail] [publicity@nict.go.jp](mailto:publicity@nict.go.jp)

2023.10