

# CEReS

CENTER for ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING  
CHIBA UNIVERSITY

千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

## 2022・2023

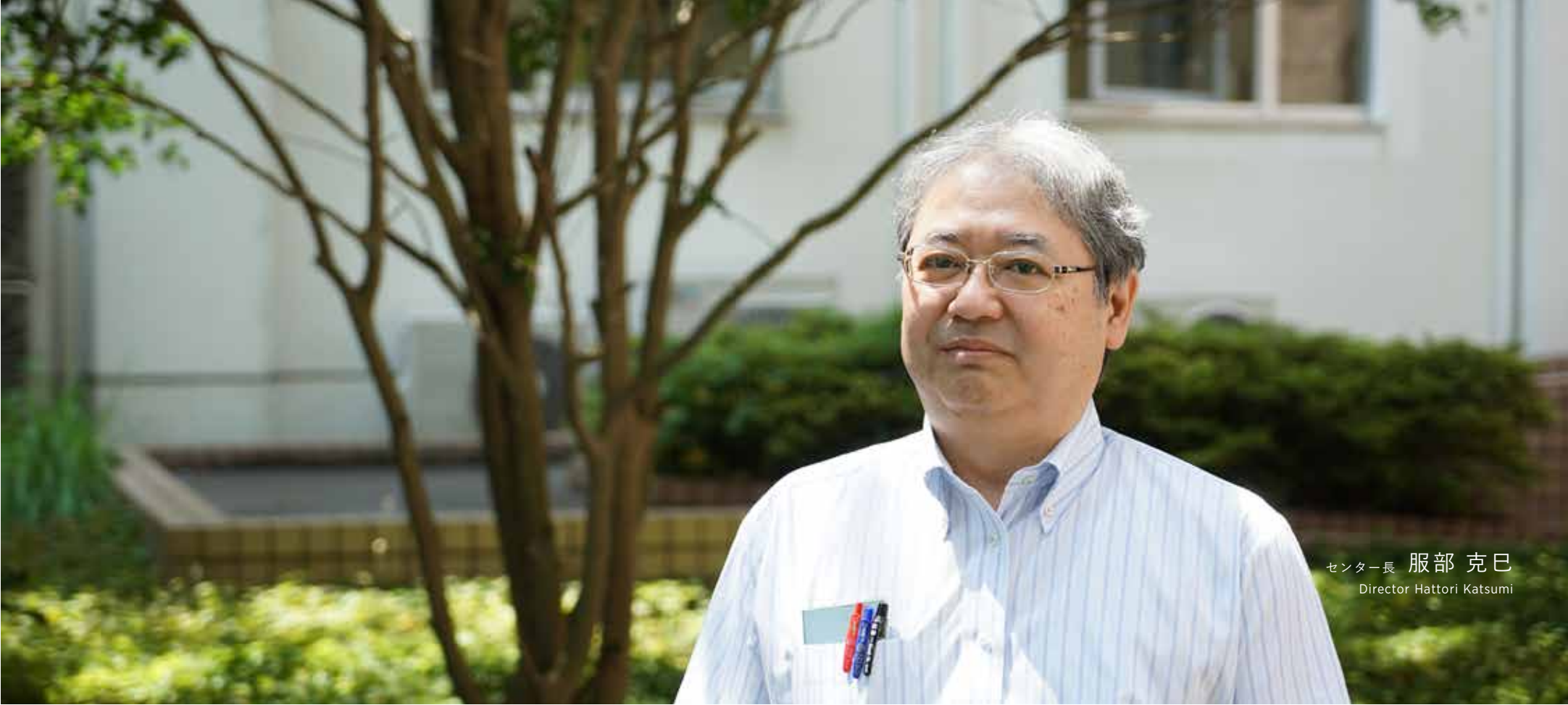


CHIBA UNIVERSITY



目次

ごあいさつ Foreword	02
CEReS とは What is CEReS	05
CEReS プログラム CEReS Program	06
教員・研究員紹介 Members of CEReS	08
共同利用・共同研究拠点として As Joint Usage / Research Center	32
設備 Facilities	33
データ Data	34
広報 Publicity	36
教育 Education	37
外部資金 External Funds	40
沿革 Historical Background	42
アクセス Access	43



センター長 服部 克巳  
Director Hattori Katsumi

地球環境問題の重要性はいまや学問の世界にとどまらず、広く世界の人々に認識されており、社会的・経済的にも大きな影響をもつようになっています。衛星で観測されたデータは地球温暖化、氷域の変化、災害監視、砂漠化、植生量の評価、大気環境問題など、広域の地球観測を行う上で必要不可欠なツールとなっています。そして衛星リモートセンシングデータは、地上観測されたさまざまなデータとあわせて多くの問題に直接、間接に活用されるようになりました。現在では、衛星リモートセンシングデータは、地球を診断するために欠かすことのできないものとなっています。最近では、衛星データは時間分解能や空間分解能の改善が求められ、センサの高度化に加え、複数の小型衛星による群観測も求められるようになってきました。また、さまざまなデータを統合してモデル化し、状態の把握や評価・予測、問題解決の提言も重要になってきました。センサ開発、データのアーカイブ、データ解析（実時間解析）、情報抽出、結果（診断・評価）と処方（の）いずれもが重要となってきます。まるでウェアラブル端末をつけて、時々刻々と人体をモニタし、健康状態を診断・把握する計測システムの地球版です。別の見方をすると、リモートセンシングは、学際的で分野横断型の特徴があります。すなわ

ち、地理学、気象学、大気化学、大気放射学、水文学、農学、園芸学、土木工学、都市環境工学、自然災害科学、応用光学、応用物理学、電気電子工学、情報工学、通信・信号処理工学など、多くの学術分野との関連があります。千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、全国共同利用の研究センターとして1995年4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担ってきました。2010年には文部科学省から全国共同利用・共同研究拠点として認定され、国内外の大学や機関と年間60件を超える共同研究を実施しています。また、世界のさまざまな大学や機関とおおよそ30件の協定や契約を結んで、リモートセンシングの深化・発展・人材育成を目的とする国際共同研究を推進しています。CEReSでは、国内外のさまざまな分野の研究者と連携して社会的課題の解決に取り組んでいきたいと考えています。みなさまのご支援とご協力をお願いいたします。

Foreword

The importance of global environmental issues is now recognized not only in the academic world but in the public, and these problems show significant

social and economic impacts. The data observed by satellites are indispensable tools for wider earth observations, such as global warming, changes in ice areas, disaster monitoring, desertification, vegetation assessment, and atmospheric environmental issues. Satellite remote sensing data have been used directly and indirectly for many global environmental problems in conjunction with various data observed on the ground. At present, it is not possible to diagnose the earth or the earth care without satellite remote sensing data. Recently, satellite data have been required to improve the temporal resolution and spatial resolution, that is the sophistication of sensors, constellation of small satellites. It has also become important to integrate or assimilate various types of data and model, to understand the situation, evaluate the problems, forecast, and propose possible solutions. Sensor development, data archiving, (real-time) data analysis, information extraction, results (diagnosis /evaluation), and prescription are all essential. This is a global version of a measurement system that uses a wearable terminal, monitors the human body moment by moment, and diagnoses and

grasps the state of health; health care problems. From another perspective, remote sensing has interdisciplinary and cross-disciplinary features; geography, meteorology, atmospheric chemistry, atmospheric radiology, hydrology, agriculture, horticulture, civil engineering, urban environmental engineering, natural hazards, applied optics, applied physics, electrical and electronic engineering, informatics, communications, and so on. Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) was established in 1995, and selected as a nationwide joint research center in the field of environmental remote sensing by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in 2010. We conduct more than 60 joint research projects with universities and institutions in Japan and overseas every year. We have also about 30 agreements and contracts with various universities and institutions around the world to promote international joint research aimed at deepening and developing remote sensing, and capacity building. CEReS copes with solving social problems in collaboration with people in various fields all over the worlds. Your understandings and cooperation are highly appreciated.





# CEReS とは

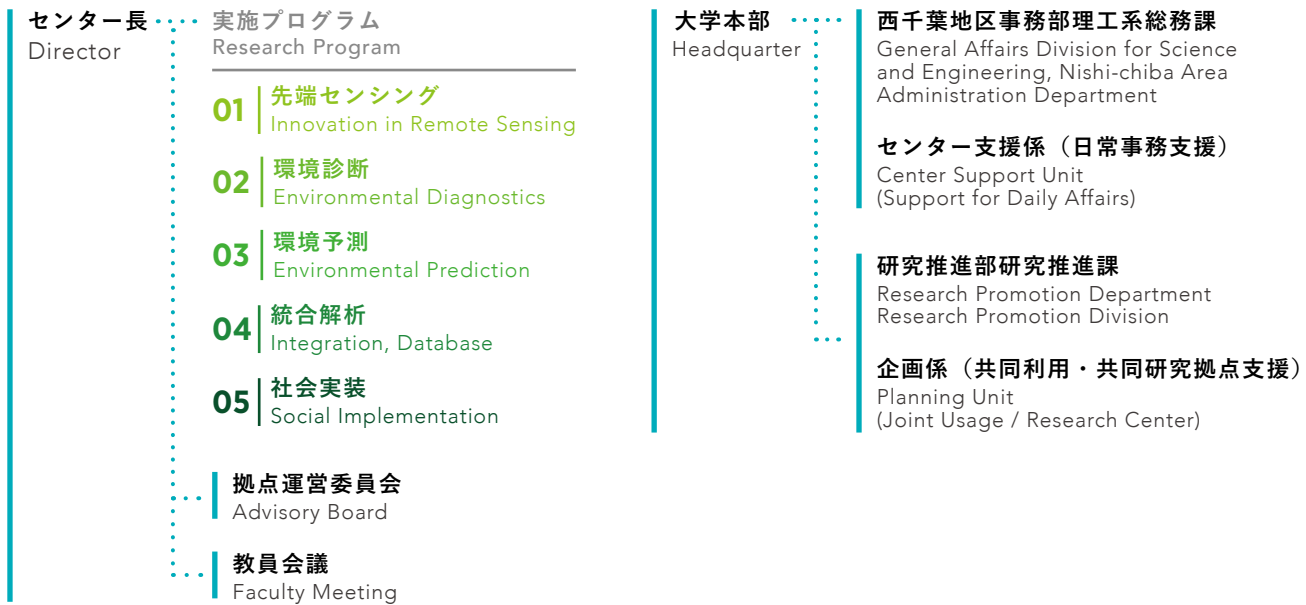
## What is CEReS

CEReS は環境リモートセンシング研究センター（Center for Environmental Remote Sensing）の略称です。  
CEReS is the abbreviation for Center for Environmental Remote Sensing.

近年の科学技術の進歩に伴う人間活動の環境への影響の増加が、大気の変化、気候変動、土地の劣化などの環境変動を進行させ、更には、食料問題、水問題などの形で人間社会への影響も現れています。  
リモートセンシングは、地球に関する知識の拡大、社会問題解決に向けた意思決定に有用な情報を得るための必要不可欠な観測技術であり、今後のさらなる利用が期待されています。  
当センターでは、リモートセンシング研究の中核的研究センターとして、その知識、技術、及び連携を活かした 5 プログラムでこれらの地球規模課題に取り組んでいます。

Influences by human activities on the environment are increasing as technologies are advancing. They also cause several environmental changes such as atmospheric change, climate change, and land degradation. Furthermore, the impacts like shortage of food and water supply are occurring in a human society.  
Remote sensing is an indispensable observation technique to obtain effective information towards the solution of social issues so that more usage of remote sensing technology is expected.  
At CEReS, as a hub of remote sensing study, we have been coping with the global-scale issues through five programs based on our knowledge, techniques, and collaborations.

## ● 組織 Organization



## ● 統計 Statistics

教員・研究員数 Number of Staffs		CEReS 教員が指導する学生数 Number of Students		予算額 Budget	
センター長 Director	1	博士後期課程 Ph.D.course	18 (14)	運営費交付金 Basic budget	114,111
専任教員 Faculty Members	10	博士前期課程（修士課程） Master course	36 (15)	科学研究費補助金 Grants-in-Aid for Scientific Research	43,750
客員教員 Visiting Scholars	4	学部学生 Undergraduates	17 (0)	受託研究費 Contracted research budget	165,098
兼務教員 Adjunct Faculty Members	5	研究生 Research students	10 (10)	共同研究費 Cooperative research budget	14,135
特任教員 Academic Staffs	9			奨学寄附金 Donated budget	18,380
特任研究員 Research Fellows	3		( ) 内は留学生人数 ( ) overseas students		単位：千円 Unit: JPY1,000

令和 4 年 10 月現在  
As for October 2022

令和 4 年 4 月現在  
As for April 2022

令和 3 年度  
FY 2021





# CEReS プログラム

CEReS Program



Program 01

先端センシング  
Innovation in Remote Sensing

センサ開発、観測システム開発、観測データからの情報抽出法の開発など、計測技術に関する先進的な研究を行う  
Conducting advanced research on measurement technology, including sensor development, observation system development, and development of methods for extracting information from observation data.

◎ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ、入江 仁士、本多 嘉明、梶原 康司、齋藤 尚子、楊 偉、椎名 達雄\*

マイクロ波センサ  
Microwave sensors

小型衛星  
Microsatellite

大型無人航空機  
Large UAV

紫外可視分光計測  
UV-Visible spectroscopy

地上観測システム  
Ground-based observation systems

物理量推定アルゴリズム  
Algorithms for estimating physical quantity

Program 02

環境診断  
Environmental Diagnostics

衛星観測、地上観測データベースを活用し、地球環境の変動とその要因を解明する研究を行う  
Conducting research to elucidate global environmental changes and their factors by utilizing satellite observations and ground observation databases.

◎市井 和仁、齋藤 尚子、楊 偉、入江 仁士、樋口 篤志

温室効果ガス  
Greenhouse gases

大気汚染物質  
Air pollutants

植生変動  
Vegetation changes

陸域環境変動  
Terrestrial environmental changes

気候変動・人為活動  
Climate change/Human activities

大気陸面相互作用  
Interaction between atmosphere and land

Program 03

環境予測  
Environmental Prediction

様々なリモートセンシングデータに基づき数値シミュレーションやビッグデータ解析を活用した環境予測研究を行う  
Conducting environmental forecasting research using numerical simulation and big data analysis based on various remote sensing data.

◎小槻 峻司、市井 和仁、服部 克巳

データ同化  
Data assimilation

人工知能  
Artificial intelligence

災害予測  
Disaster prediction

数値モデリング  
Numerical modeling

気象予測  
Weather forecast

気候変動予測  
Climate change projection

Program 04

統合解析  
Integration, Database

リモートセンシングデータを中心とした地球環境情報を統合的に解析し、地球環境理解のさらなる進化に資する  
Contributing to a deeper understanding of the global environment through integrated analysis of global environmental information centered on remote sensing data.

◎樋口 篤志、市井 和仁、入江 仁士、小槻 峻司、齋藤 尚子、楊 偉

データベース  
Database

ビッグデータ解析  
Bigdata analysis

人工知能  
Artificial intelligence

静止気象衛星  
Geostationary meteorological satellite

国際地上リモートセンシング観測網  
International ground-based remote sensing observation network

統合解析  
Integrated analysis

Program 05

社会実装  
Social Implementation

様々なステークホルダーとの協働を通してリモートセンシング研究の成果を社会実装し課題解決を行う  
Implementing the results of remote sensing research into society and solving problems through collaboration with various stakeholders.

◎近藤 昭彦、本郷 千春、入江 仁士、ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ、小槻 峻司、加藤 顕\*、劉 ウェン\*

食料安全保障  
Food security

自然災害・防災  
Natural disaster and disaster prevention

政策貢献  
Contribution to policymaking

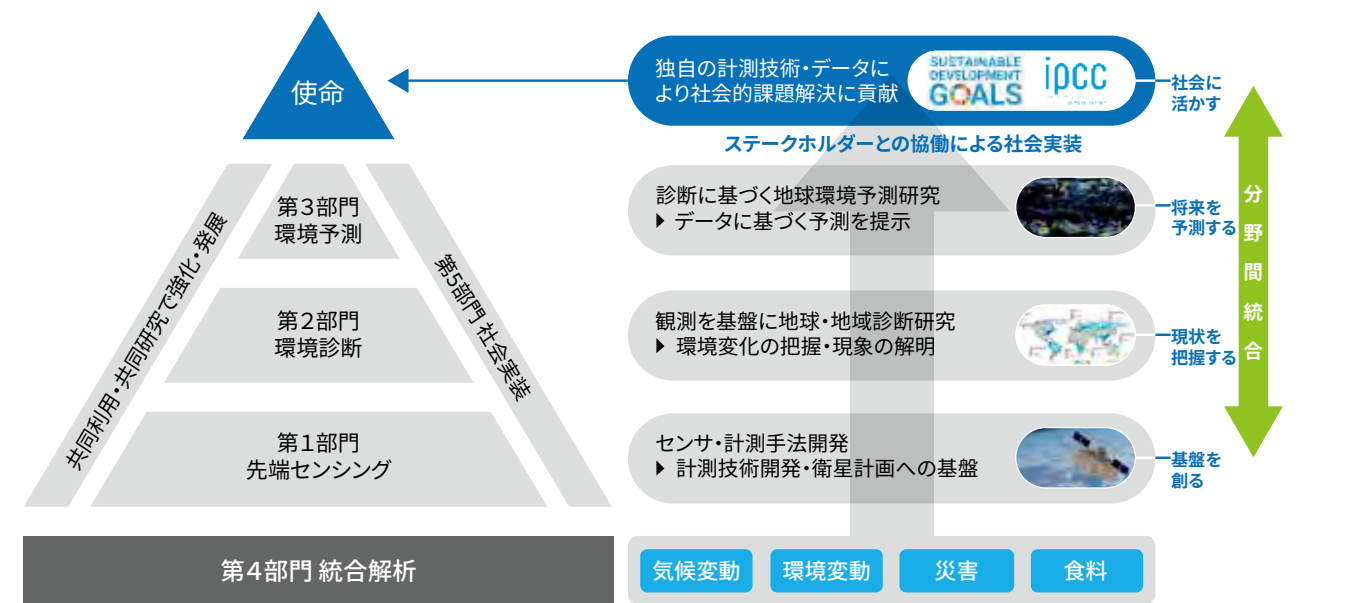
水環境の調査・分析  
Research and analysis of water environment

持続的社会インフラの構築  
Construction of sustainable social infrastructure

将来の地球観測衛星計画  
Future earth observation satellite projects

◎：リーダー \*：兼務

## 中期計画 Medium-term Plan



# 教員・研究員紹介

## Members of CEReS



03 Program	服部 克巳 HATTORI Katsumi	センター長 / 教授 Director/Professor	博士（理学） Ph.D.	地球物理学、自然災害科学 Geophysics, Natural Hazard
05 Program	近藤 昭彦 KONDOH Akihiko	副センター長 / 教授 Vice Director/ Professor	理学博士 Dr.Sc.	水文学、自然地理学、RS と GIS による環境モデリング Hydrology, Physical Geography, Environmental Modeling by RS and GIS
02 Program	市井 和仁 ICHII Kazuhito	教授 Professor	博士（理学） Ph.D.	生物地球学、気候変動、モデルデータ統合、機械学習 Biogeosciences, Climate Change, Model-Data Integration, Machine Learning
01 Program	入江 仁士 IRIE Hitoshi	教授 Professor	博士（理学） Ph.D.	大気化学、大気環境科学、大気環境リモートセンシング Atmospheric Environment
03 Program	小槻 峻司 KOTSUKI Shunji	教授 Professor	博士（工学） Ph.D.	データ同化、天気予報、水文モデル、機械学習、気候変動 Data Assimilation, Weather Prediction, Hydrological Modeling, Machine Learning, Climate Change
01 Program	スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ SRI SUMANTYO Josaphat Tetuko	教授 Professor	博士（工学） Ph.D.	マイクロ波リモートセンシング Microwave Remote Sensing
02 Program	齋藤 尚子 SAITOH Naoko	准教授 Associate Professor	博士（理学） Ph.D.	大気科学、衛星リモートセンシング Atmospheric Science, Satellite Remote Sensing
04 Program	樋口 篤志 HIGUCHI Atsushi	准教授 Associate Professor	博士（理学） Ph.D.	水文学、衛星気候学、大気陸面相互作用 Hydrology, Satellite Climatology, Land-Atmosphere Interactions
05 Program	本郷 千春 HONGO Chiharu	准教授 Associate Professor	博士（農学） Ph.D.	食料生産生態系診断リモートセンシング、 空間情報実利用研究 Environmental Sciences and Food Production by Remote Sensing, Implementation of Spatial Information
01 Program	本多 嘉明 HONDA Yoshiaki	准教授 Associate Professor	工学博士 Dr.Eng.	地球環境評価工学、衛星植生学 Global Environment Evaluation Engineering, Satellite Botany
01 Program	梶原 康司 KAJIWARA Koji	講師 Associate Professor	博士（工学） Ph.D.	衛星植生学、情報処理 Satellite Botany, Information Science
02 Program	楊 偉 YANG Wei	助教 Assistant Professor	博士（理学） Ph.D.	水環境・植生リモートセンシング Remote Sensing of Water Environment and Terrestrial Vegetation

### 客員教員 Visiting Scholars

パトラ プラビール クマール PATRA Prabir Kumar	客員教授 Visiting Professor	国立研究開発法人 海洋研究開発機構 グループリーダー代理・上席研究員 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology(JAMSTEC), Deputy Group Leader [Principal Researcher]	大気・海洋科学、 リモートセンシング Atmospheric and Oceanic Sciences, Remote Sensing
木村 篤史 KIMURA Atsushi	客員准教授 Visiting Associate Professor	株式会社パスコ PASCO CORPORATION	リモートセンシング (農業モニタリング)、地理空間情報 Remote Sensing(Agricultural Monitoring), Geospatial Information
濱田 篤 HAMADA Atsushi	客員准教授 Visiting Associate Professor	富山大学 学術研究部都市デザイン学系 准教授 Faculty of Sustainable Design, University of Toyama, Associate Professor	気象学、雲・降水リモートセンシング Meteorology, Remote Sensing of Clouds and Precipitation



金丸 佳矢 KANEMARU Kaya	客員研究員 Visiting Research Fellow	国立研究開発法人 情報通信研究機構 National Institute of Information and Communications Technology (NICT)	衛星降水レーダー、全球降水推定 Satellite Precipitation Radar, Global Precipitation estimates
------------------------	--------------------------------------	--	---

### 兼務教員 Adjunct Faculty Members

服部 克巳 HATTORI Katsumi	教授 Professor	融合理工学府 Graduate School of Science and Engineering	地球物理学、自然災害科学 Geophysics, Natural Hazard
小槻 峻司 KOTSUKI Shunji	教授 Professor	国際高等研究基幹 Institute for Advanced Academic Research	データ同化、天気予報、水文モデル、 機械学習、気候変動 Data Assimilation, Weather Prediction, Hydrological Modeling, Machine Learning, Climate Change
椎名 達雄 SHIINA Tatsuo	准教授 Associate Professor	融合理工学府 Graduate School of Science and Engineering	散乱光学計測、光電計測 Optical Measurement of Scattering Processes, Photoelectric Measurements
加藤 顕 KATO Akira	准教授 Associate Professor	園芸学研究科 Graduate School of Horticulture	レーザーリモートセンシング (森林モニタリング) Laser Remote Sensing (Forest Monitoring)
劉 ウェン LIU Wen	助教 Assistant Professor	融合理工学府 Graduate School of Science and Engineering	都市システム安全工学 Urban Infrastructure Engineering

### 特任教員 Academic Staffs

竹中 栄晶 TAKENAKA Hideaki	特任助教 Assistant Professor	放射収支、リモートセンシング Radiation Budget, Remote Sensing
眞子 直弘 MANAGO Naohiro	特任助教 Assistant Professor	リモートセンシング、大気環境科学 Remote Sensing, Atmospheric Environment
山本 雄平 YAMAMOTO Yuhei	特任助教 Assistant Professor	都市気候・植生リモートセンシング Remote Sensing of Urban Climate and Vegetation
平山 英毅 HIRAYAMA Hidetake	特任助教 Assistant Professor	空間情報学、景観生態学、高性能システムの実装 Geoinformatics, Landscape ecology, Implementation of High Performance System
欧陽 懋 OUYANG Mao	特任助教 Assistant Professor	データ同化、気候変動 Data Assimilation, Climate Change
武藤 裕花 MUTO Yuka	特任助教 Assistant Professor	水文学、河川工学 Hydrology, River Engineering
鄒 珊 ZOU Shan	特任助教 Assistant Professor	水文モデル、長期予測 Hydrological Modeling, Long-term Prediction
王 汝慈 WANG Ruci	特任助教 Assistant Professor	陸域モデル、シナリオ予測、リモートセンシング、都市化研究 Terrestrial Modeling, Scenario Simulation, Remote Sensing, Urban Planning

### 特任研究員 Research Fellows

ベリコフ ドミトリー BELIKOV Dmitry	特任研究員 Research Fellow	大気科学、炭素循環 Atmospheric Science, GHG cycle
オエットリ バスカル ジョン アンドレ OETTLI Pascal Jean Andre	特任研究員 Research Fellow	気候学への機械学習の応用、統計的予測 Application of Machine Learning to Climatology, Statistical Forecasting
大橋 正尚 OHASHI Masanao	特任研究員 Research Fellow	音響振動工学、信号処理、センシング Acoustic and vibration engineering, Signal processing, Sensing
ヘンリ ダニエル HENRI Daniel	特任研究員 Research Fellow	地理情報システム、陸域炭素循環 Geographical Information System, Terrestrial Carbon Cycle
塩尻 大也 SHIOJIRI Daiya	JSPS 特別研究員 Research Fellow	水文学、水資源工学、データ同化 Hydrology, Water Resources Engineering, Data Assimilation

(※) 令和 4 年 11 月現在 As for November 2022



## ヨサファット テトコ スリ スマンティヨ 教授

Prof. Josaphat  
Tetuko Sri  
Sumantyo

博士(工学)  
Ph.D.

### どのような研究をしているか

当研究室では、小型衛星をはじめ、航空機、成層圏プラットフォーム（HAPS）、無人航空機（ドローン）に搭載する円偏波合成開口レーダ（略称：CP-SAR）の開発をしています。このセンサは、地表の地殻変動の様子を精密に観測する目的で、2005 年より開発されています。小型衛星搭載に向けて、地上実証実験のために、CN235MPA 航空機をはじめ、Boeing 737-200、航空機無人航空機、車両などに搭載可能な CP-SAR センサ（L、C、X バンド）を開発しました。2018 年に世界初の航空機搭載円偏波合成開口レーダの画像を取得できました。また合成開口レーダを活用した災害や環境変化に関する監視手法、及び応用を開発し、その成果は国内外の共同研究機関・研究者に提供されています。



富士川滑空場にて合成開口レーダ搭載無人航空機の実証実験  
Flight test of synthetic aperture radar onboard unmanned aerial vehicle at Fujikawa airfield

Our laboratory develops circularly polarized synthetic aperture radar (abbreviation: CP-SAR) to be mounted on small satellites, aircraft, high altitude platform systems (HAPS), and unmanned aerial vehicles (drones). This sensor is developed in 2005 to precisely observe land deformation or crustal movements on the Earth's surface. We have developed CP-SAR sensors (L, C, X bands) that can be mounted on CN235MPA and Boeing 737-200 aircraft, aircraft unmanned aerial vehicles, vehicles, etc. In 2018, we were able to acquire the world's first airborne circularly polarized synthetic aperture radar images. We have also developed monitoring methods and applications for disasters and environmental changes using synthetic aperture radar, and the results are provided to joint research institutes and researchers in Japan and overseas.



小型衛星搭載円偏波合成開口レーダの電波無響室内の性能実験  
Performance Experiment of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar on Small Satellite in Anechoic Chamber

### マイクロ波センサとは

マイクロ波と呼ばれる電波を感知するもので、当研究室が開発に成功した「円偏波合成開口レーダ」(CP-SAR)は、マイクロ波センサのひとつです。マイクロ波は雲、霧、煙などを通過することができますし、雲があっても夜になっても関係なく観測できる、すなわち、24 時間全天候型のセンサであるのが最大の利点です。これまで人工衛星に搭載されてきた「合成開口レーダ (SAR)」は、「直線偏波」と呼ばれる電磁波の性質を利用してきましたが、得られる散乱情報に限りがあるのが弱点でした。その偏波を回転させ、「円偏波 (Circularly Polarized)」と呼ばれる形に改良したのです。円偏波合成開口レーダは、これまで得られなかったさまざまな散乱情報を得られるようになります。それにより、今までよりも高い精度で、地表の状態を観測できるようになると期待しています。

Our laboratory is successfully developing a circularly polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) sensor to detect microwaves, where this sensor is also called a microwave sensor. This microwave sensor could penetrate clouds, fog, haze, etc, that could be operated in cloudy areas and at night time. Therefore this sensor is also called as 24 hours or all-weather sensor as merit of this sensor. Previously, linear polarized SAR sensor is common in Earth-observed satellites, but some demerits of this sensor, i.e. effect of Faraday rotation, misalignment of SAR's antenna, etc. We proposed CP-SAR to improve this demerit and investigate some new remote-sensed information using this sensor. We hope could acquire more accurate and various data using the CP-SAR.



航空機搭載 CP-SAR・光学センサと円偏波合成開口レーダの取得画像の比較：(左図) 光学センサの取得画像（雲あり）、(右図) 円偏波合成開口レーダの取得画像（雲なし）2018 年 3 月 14 日取得

Aircraft onboard CP-SAR and comparison of images acquired by the optical sensor and circularly polarized synthetic aperture radar: (left figure) image acquired by the optical sensor (with clouds), (right figure) image acquired by the circularly polarized synthetic aperture radar (without clouds) Recorded on 14 March 2018

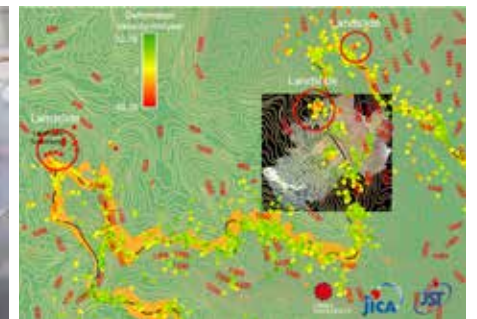
### 研究を社会の中でどのように活かすか

本研究室で開発された円偏波合成開口レーダ搭載小型衛星で、全球の地殻変動を調べることができます。また、航空機をはじめ、成層圏プラットフォーム、無人航空機に搭載された円偏波合成開口レーダによって、局所的に被災地を高解像度、高精度、準リアルタイムで観測できます。さらに、干渉合成開口レーダ (InSAR)、偏波合成開口レーダ (PolSAR) 手法などによる土砂崩れ、火山噴火、地盤沈下、隆起、活断層などの地殻変動を高精度で観測して、公共機関のインフラや住宅地の状況などを監視し、安全安心な社会の実現に貢献します。

A small satellite onboard CP-SAR developed by our laboratory can investigate global crustal deformation. In addition, CP-SAR onboard aircraft, high-altitude platform systems, and unmanned aerial vehicles can locally observe disaster areas with high resolution and accuracy in near-real time. In addition, we will observe crustal movements such as landslides, volcanic eruptions, ground subsidence, uplift, and active faults with high precision to support infrastructure development for public institutions. We will monitor the conditions of residential areas and contribute to the realization of a safe and secure society.



CN235MPA 航空機搭載円偏波合成開口レーダのミッション  
Mission on Circularly Polarized SAR onboard CN235MPA aircraft



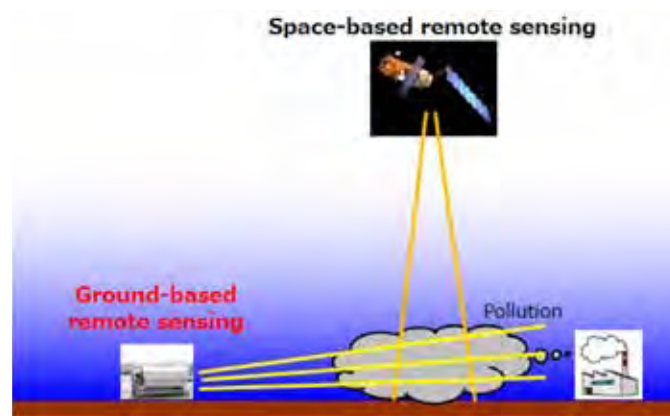
マレー半島にて地殻変動地域（土砂崩れなど）の 3 次元マッピング (JICA-JST 事業)  
3D mapping of land deformed area (landslide etc) at Malay Peninsula under JICA-JST Project





## どのような研究をしているか

当研究室では、最先端のリモートセンシング技術・情報処理を駆使し、いつ、どこで、どの程度、地球大気環境が変動しているか、さらには、その変動メカニズムを研究しています。気候変動・広域大気汚染問題（PM2.5 問題を含む）といった地球規模の大気環境問題に密接に関係した研究です。世界最先端の研究を行うにあたり、1) 人工衛星からのグローバルなリモートセンシング観測と地上からの精密なリモートセンシング観測を独自に融合した手法、2) 最先端リモートセンシング技術を活用した多成分同時観測（MAX-DOAS 法など）、3) 独自の国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET）による多点観測を強みとしています。当研究室は既に、国内は千葉、沖縄辺戸岬、福江島に、海外は中国、タイ、モンゴルに SKYNET 観測サイトを展開しています。



人工衛星と地上からのリモートセンシング融合手法のイメージ。  
Schematic illustration for the unique synergistic use of satellite and ground-based remote sensing techniques.

Irie laboratory utilizes the advanced remote sensing and information processing techniques to study when, where, and how much the atmospheric environment is changing and hence to study its mechanisms. The research topics are closely related to well-known global environment problems such as the global-scale air pollution (including PM2.5) and the climate change.

To conduct the world's top level research, Irie laboratory has 3 advantages; 1) a unique synergistic use of global-scale-observing satellite remote sensing techniques and precisely-observing ground-based remote sensing techniques, 2) multi-atmospheric-component observations utilizing the most advanced, unique remote sensing techniques (e.g., MAX-DOAS), and 3) a unique global-wide observations with International ground-based remote sensing network (SKYNET). Our own SKYNET sites have been distributed widely in Asia, including China, Thailand, and Mongolia as well as Japan.

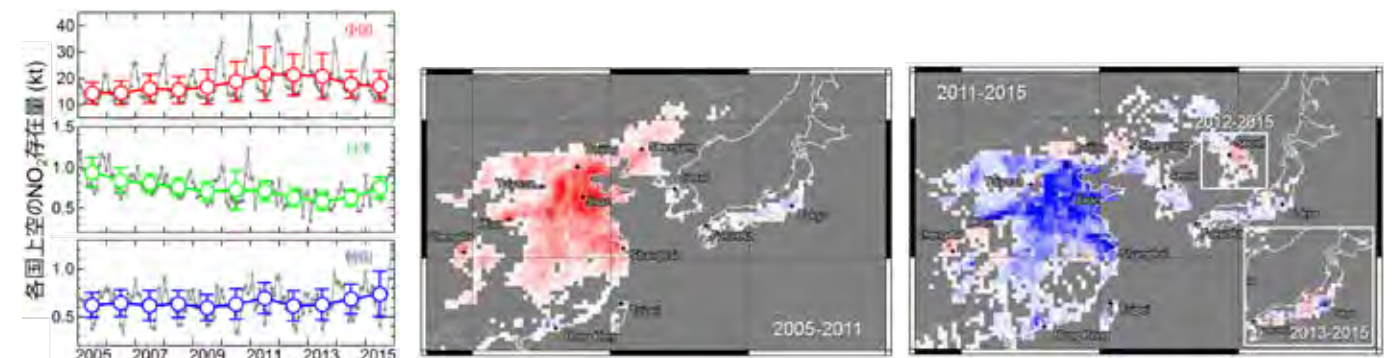


オランダでの国際相互比較実験の様子。左は当研究室の学生との写真。  
Pictures taken during an International intensive observation campaign in the Netherlands. (left) A picture with a student from Irie laboratory.

## 最先端な地上リモートセンシングのひとつ「MAX-DOAS」法とは

Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy の略。和訳は多軸差分吸収分光法。太陽の紫外光や可視光を光源とした受動型の地上リモートセンシング手法のひとつ。人工衛星から測定される二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）などの大気成分の対流圏濃度データを、人工衛星とは独立に地上から精密に測定できます。SKYNET のいくつかのサイトにも配備されています。

私たちは平成 28 年 9 月にオランダで実施された国際相互比較実験に参加しました（写真）。当研究室の MAX-DOAS 装置を観測仰角・方位角ともに 0.1 度という高精度で設置、連続観測を実施して大変貴重なデータの取得に成功しました。測定されたスペクトルデータを独自の差分吸収分光法（DOAS 法）やインバージョン法で解析し、エアロゾル・無機ガス（NO<sub>2</sub> 等）・有機ガス（ホルムアルデヒド等）といった大気中の多成分の濃度情報をリトリバルしました。他の国際グループのデータとの比較による精密な評価を経て、新しい大気環境観測手法の国際標準化や欧米の大気環境衛星データの検証に貢献します。



各国の対流圏中の NO<sub>2</sub> 存在量の年平均値。単位はキロトン。灰色は月平均値。  
Annual mean tropospheric NO<sub>2</sub> burdens over respective countries in kt. Monthly means are shown in gray

（左）2005 ～ 2011 年と（右）2011 ～ 2015 年の NO<sub>2</sub> の大気中カラム濃度の年増加量の地理的分布。差し込み図は、2012 ～ 2015 年の韓国における年増加量、2013 ～ 2015 年の日本における年増加量。  
Annual changes in tropospheric NO<sub>2</sub> columns (left) for 2005-2011 and (right) for 2011-2015. Insets represent annual changes over Korea for 2012-2015 and over Japan for 2013-2015.

## 研究を社会の中でどのように活かすか

観測に基づいて地球大気環境の現状を正確に把握することで、数値モデルの不確実性や各国地域の排出量公表値の客観的評価を可能とし、ひいては将来の予測精度の向上、安心した社会に繋がることが期待されます。具体的な最近の研究成果としては、2011 ～ 2015 年において中国上空の NO<sub>2</sub> 汚染レベルが年 6% の速度で減少していることが分かりました。NO<sub>2</sub> 汚染レベルの変化を 2011 年以前と以後に分けて、また、緯度経度 0.5 度（およそ 50km）の格子毎に見積もるなど詳細な要因解析により、脱硝装置の普及などの国家レベルでの大気汚染対策の効果が示唆されました。日本では 2013 年から NO<sub>2</sub> 汚染レベルがやや悪化する傾向が認められました。東アジア域としては総じて 5 年前のレベルに回復していました。この成果は、欧米の大気環境衛星データを当研究室が独自に実施した MAX-DOAS 法による地上リモートセンシングで検証したことで定量化することができました。各国地域の排出量公表値と最新の数値モデルで再現できるか。ここに新しい事実が眠っていると考えています。

It is the acronym for the Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy. It is a passive remote sensing technique utilizing sunlight in a UV/visible range. It can make the precise measurement of concentrations of atmospheric components such as nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) independently of satellite observations. Some SKYNET sites have been equipped with MAX-DOAS.

We participated in the International intensive observation campaign in the Netherlands in September 2016 (Figure). We were very careful of installing the instrument, with an accuracy of instrumental elevation and azimuth angles within 0.1 degrees and finally successful in acquiring valuable data. The spectrum data were analyzed with our own program to retrieve multi-component concentration information in the atmosphere, such as aerosols, inorganic species (e.g., NO<sub>2</sub>), and organic species (e.g., formaldehyde). This contributes to International activities for world-wide standardization of new atmospheric-observing techniques and validation of satellite observations.

<http://www.cr.chiba-u.jp/lab/Irie-laboratory/>





## どのような研究をしているか

1990年代から人工衛星の観測データに基づいた世界植生の研究を進めてきました。90年代半ばから地上の植物量（地上部バイオマスなど）を求める研究を進めてきました。当初、地上での衛星同期観測を通してモンゴル草原の地上部バイオマスを求める研究を進めました。その過程で独自の自律飛行ができるRCヘリコプタ観測装置を開発し、森林についても多方向からの観測データを用いると正確に地上部バイオマスが求められることがわかりました。そのような機能を備えたJAXA（宇宙航空研究開発機構：旧宇宙開発事業団）の新しい衛星（GCOM-C：地球環境変動観測ミッションの衛星）が2017年に打ち上がりました。今後はGCOM-Cの観測データの解析・検証を行い、これまで培った知識や経験を今後の衛星データ地上検証方法の確立や日本の地球観測計画に役立てようと考えています。

We have promoted the study of world vegetation based on satellite data from the 1990s. From the mid-1990s, we have been conducting research to find the above-ground biomass. Initially, we promoted the research to find the above-ground biomass of the Mongolian steppe through satellite synchronous observation on the ground. We developed a RC helicopter observation system (autonomous flight) in the process. The system has become possible to obtain the multi-angle observation data (BRDF) of the forest. It became clear that forest biomass is obtained from BRDF and etc. It was launched in 2017. We are in cooperation with JAXA satellite mission (GCOM-C satellite of Global Change Observation Mission). Future goals are the following two points.

- 1) establishment and improvement of the ground verification methods of satellite data
- 2) contribution to the Japanese space planning



小・中学生を対象にした科学キャンプにて  
Science Summer Camp

## 地球環境変動観測ミッションについて

地球環境変動観測ミッション（GCOM：Global Change Observation Mission）は、地球規模での気候変動、水循環変動メカニズムを解明するため、全球規模で長期間（10-15年程度）の観測を継続して行う計画です。地球を理解するためには長期間の観測データに基づいたモデル化が必須になります。GCOM-Cは第三期科学技術基本計画の中では国家基幹技術の海洋地球観測探査システムの一部と位置付けられていました。第3回地球観測サミット（平成17年2月）において承認された全球地球観測システム（GEOSS）に我が国が貢献するミッションでもあります。

参考サイト：

[http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM\\_C/index\\_j.html](http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_C/index_j.html)

[http://www.satnavi.jaxa.jp/project/gcom\\_c1/index.html](http://www.satnavi.jaxa.jp/project/gcom_c1/index.html)



モンゴル草原での研究  
（学生諸君と長期キャンプで現地観測実施）  
Mongol Site



ベースキャンプ全景  
Base camp in Mongol



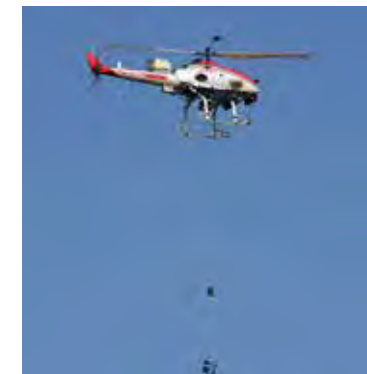
解析風景  
Process in Gell

## 研究を社会の中でどのように活かすか

我々、人類は地球生態系の中に生存しています。一般的に生態系の構成要素のうち生物に関わるものは有機物（食料）を消費する消費者（主に動物）、無機物から有機物を生産する生産者（主に植物）、有機物を無機物に戻す分解者（主に微生物）から成り立ちます。生産者の現状把握や将来予測することは生態系全体の将来を知ることに関与します。地球環境変動観測ミッション、特にGCOM-Cは、地上植物の現状把握や将来予測に役立つ気候変動システムの理解に大いに役立つと期待されています。地球規模の生態系、すなわち、地球生態系の理解は人類社会の持続に大いに貢献するものです。地球環境変動観測ミッションやこれに続く日本の地球観測活動に協力することで研究を社会に役立てます。

We, human beings are living in the global ecosystem. Maintenance of global ecosystem is critical to humanity problem. It is essential to understanding of the global ecosystem.

We will be able to get a better understanding of the global ecosystem from accurate information of GCOM-C.



自律飛行ヘリコプタ観測システムの運用風景（常緑広葉樹林にて）  
Vegetation Observation UAV



自律飛行ヘリコプタ観測システムの外観（腹部にレーザープロファイラ、デジカメ、スペクトロメータなど搭載）  
Radio Control Helicopter Observation system





## どのような研究をしているか

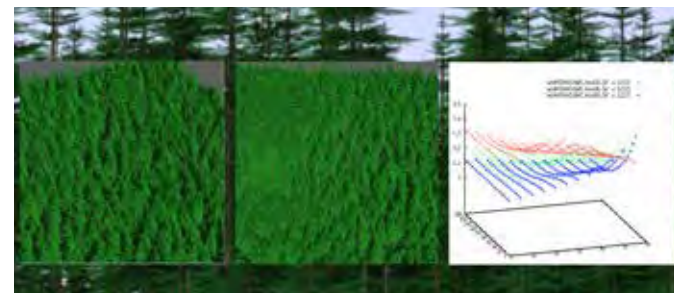
高頻度全球観測が可能な人工衛星の光学センサの観測データを用い、広域の植生物理量推定を行っています。植生物理量とは、植物の地上バイオマスや葉面積指数などを指します。光学センサによるこれらの推定は、衛星リモートセンシング分野では比較的古くから植生指標を用いた手法で行われてきましたが、森林のように大きな3次元構造をもつ対象では一般的な推定手法は確立できていません。私は樹木のもつ3次元構造と光の反射特性の関係をモデル化することで植生物理量と結びつけることを研究の中心に据えています。そのために森林の反射特性を計算するシミュレータの開発や、レーザー計測機器を用いて実際の森林の立体的構造を取得するなどの活動を行っています。



UAVによる森林観測でフライト中に機体情報を監視している様子。  
Monitoring flight state information in the forest observation using the UAV.

My main research target is the vegetation physical quantity estimation using an optical sensor of the artificial satellite. The vegetation physical quantity, refers to the terrestrial above ground biomass and leaf area index of the plant. Estimation of them by the optical sensor, which is a satellite remote sensing field has been done by the technique of using the vegetation index has relatively long history. However, a general estimation method for the vegetation which has large three-dimensional structure such as forest has not been established. I have studied this problem as a central issue by developing the model for the relationship between light reflection characteristics and the three-dimensional structure of vegetation colony.

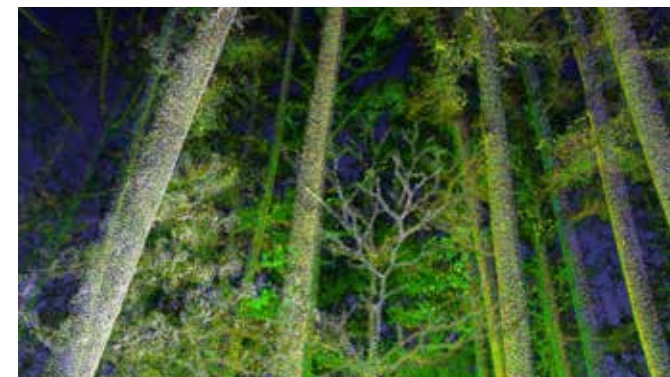
In order to solve this problem, I am conducting the development of a simulator to calculate the reflection characteristics of the forest based on three-dimensional structure of the actual forest. In order to achieve this, I am also developing a laser-measurement system for obtaining the structure of the forest in parallel to above activity.



カラマツ林の反射特性（二方向性反射分布関数）シミュレーションの例  
A simulation result of Bi-directional Reflectance Distribution function of larch forest.

## 植物の3次元構造と光の反射特性の関係とは

植物は3次元構造（立体構造）をもっているため、太陽の光が植物群落を照射すれば、それらの構造を反映した複雑な陰影を生ずることになります。太陽光の照射角度、衛星センサが観測対象の群落を見ている角度、それから群落がどのような立体構造を有しているかによって観測される反射光の強さは大変複雑に変化します。言い換えれば、全く同じ森林を衛星が観測しても、観測の幾何条件によっては異なる観測値が得られることになり、その変化のしかたは森林の3次元構造（植物の高さや生えている密度、葉のつき方など）に依存するということになります。したがって、異なる幾何条件で観測された複数の観測データを用いれば、観測対象の森林の立体構造や葉のつき方を推定することが可能であると考えられます。そのような推定手法を開発するためには、現実の森林において植物の立体構造と光の反射の強さを実測して両者の関係を調べる必要があります。



地上レーザーシステムで取得した森林の3次元データ。  
Acquired three-dimensional data of the forest using TLS.

Since the plant colonies have a three-dimensional structure, when the sun illuminated them, it will produce a complex shadow on canopy surface that reflects their structure. Intensity of reflected light from vegetation canopy will vary complex with their three-dimensional structure and sun-target-sensor geometry. That is, even if satellite observes exactly same forest canopy, different observed values will be obtained by the geometric conditions. Therefore, by using a multi-angle observation data in the different geometric conditions, it will possible to estimate three-dimensional structure including tree canopy density, and leaf density/distribution of target forest.

In order to develop such an estimation method, investigation is necessary to clarify the relationship between light reflection characteristics and three-dimensional structure of forest using ground based observation data of actual forests.



北海道大学雨竜研究林における森林計測の様子。  
Forest measurement in the Research forest of Hokkaido University.

## 研究を社会の中でどのように活かすか

地球温暖化と密接な関係にある地球上の炭素循環メカニズムの理解は進んで来ていますが、それでも陸上の森林バイオマスの分布とその変動が未だに正確に把握されていないため、その進展を妨げている面があります。全球バイオマスの分布とその変動の把握は人工衛星観測データを用いなければ不可能ですが、人工衛星によるバイオマス推定手法の確立は、炭素循環メカニズムの理解、温暖化予測モデルの高精度化に大きく寄与するものです。一方、植物群落の3次元構造に起因する光の反射特性を把握するために、実際の森林において地上レーザー計測システムを用いた形状情報を取得する活動を行っています。これは森林管理に応用することができます。これまで、樹木の直径や高さなどの計測は大変な人的労力を必要としましたが、昨今のレーザー計測機器の発達によって森林の3次元構造の取得が可能となってきています。しかしまだ一般にはこれらの機器を用いたときのコストは高く、広く森林管理に利用できるほどには普及していません。私は簡易型の低コストの機器を用いた計測システムを開発し、これを用いた森林の3次元構造取得手法の構築を行っています。これが実用化できれば森林管理にたずさわる多くの方々に利用してもらえるものと考えています。

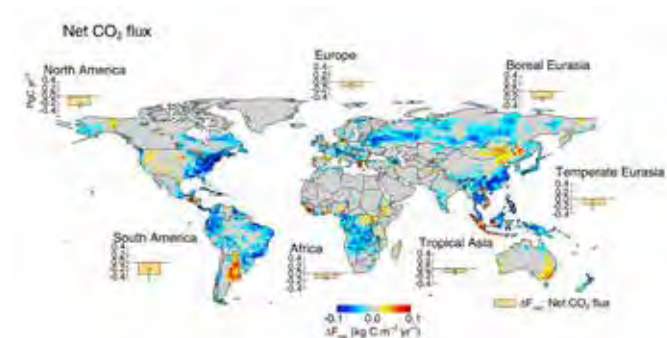
While understanding of global carbon cycle mechanism which has closely relationship with global warming has been progressed in recent years, the problem of uncertainty of distribution of land vegetation biomass and its time series variation is still remained. It is impossible to grasp the exact global biomass distribution and its change without satellite observation. Establishment of biomass estimation method using satellites observed data can contribute significantly to understand the global carbon cycle mechanism and development of accurate global warming prediction model. On the other hand, my activity of forest measurement using Terrestrial LiDAR System can contribute to forest management. Generally, in order to obtain the base information of forest management requires a great deal of human labor for measurement activity. While TLS can measure the three-dimensional structure of forest easily, it is not frequently use for forest management because of its high cost. I have developing a simple and low-cost TLS and acquisition method of forest structure. I believe that when the system is to achieve the practical uses, it will be widely used by the people involved in forest management.





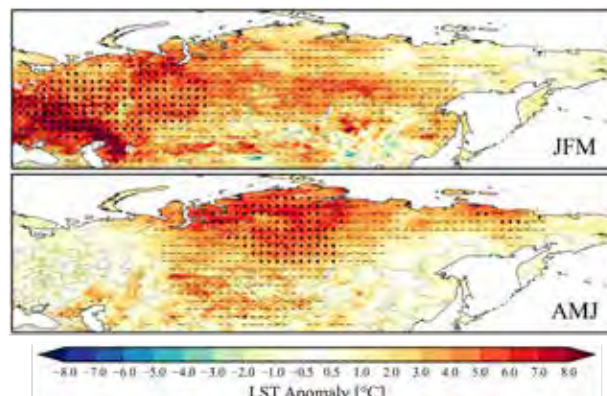
## 大気－陸域間の温室効果ガス吸収・排出量のモニタリング

人為的な温室効果ガス排出に起因する地球温暖化問題は、様々な地球環境問題の中でも、最も重要な問題の一つです。陸域には様々な植生・土壌が分布し、温室効果ガスの吸収・排出源として、その吸収・排出量とその変動のメカニズムを知ることが重要です。我々のグループでは、国・大陸・グローバルなどの広い地域を対象にして、地上観測ネットワーク・衛星観測データ・数値モデリングなどの多種多様な手法をバランスよく用いることで、「統合的に」温室効果ガス吸収・排出のメカニズムについて解明しようとしています。特に地上観測ネットワークと衛星観測を用いた広域推定、衛星観測データと数値モデルを統合したモデル構築に取り組んでいます。



陸域のCO<sub>2</sub>吸収量解析（2000年代は1960-99年より吸収量が多い）  
Changes in terrestrial biosphere absorbed CO<sub>2</sub> in 2000s compared to 1960 to 1999.

Climate change caused by anthropogenic greenhouse gas emissions is one of the most important issues among global environmental problems. As various vegetation and soils are distributed over land areas and are sources of absorption and emission of greenhouse gases, it is important to understand their absorption and emission and the mechanisms of their variation. Our group is trying to elucidate the mechanisms of GHG absorption and emission "in an integrated manner" by balancing a wide variety of methods such as ground observation networks, satellite observation data, and numerical modeling, covering a wide spatial scales including countries, continents, and global regions.



2020年冬～春のシベリアの異常高温のモニタリング（図は衛星観測による地表面温度の異常値を示す）  
Land surface temperature anomalies across Siberia during winter to spring in 2020.

## 国際静止気象衛星ネットワークによる陸域モニタリング

「ひまわり」に代表される静止気象衛星は、最新世代では、大幅な性能向上があり、陸域モニタリングに有効であると考えられています。特に、10分毎といった非常に頻度の高い観測ができますので、従来、雲が多く、陸面モニタリングが困難だった地域において、力を発揮します。また、春や秋の森林の展葉・落葉の時期をより正確に推定できる可能性を持っています。我々は、各国の静止衛星を国際観測ネットワークとして束ねた陸域モニタリングに挑戦しています。特に、国際研究拠点化を目指し、地上観測・衛星観測・モデリングにわたる国際ネットワーク構築を通して研究を推進しています。



我々が主導する静止衛星に関する国際陸域モニタリング共同研究の概要  
Overview of "GEOLAND-NET", our collaborative research on international terrestrial monitoring with geostationary satellites

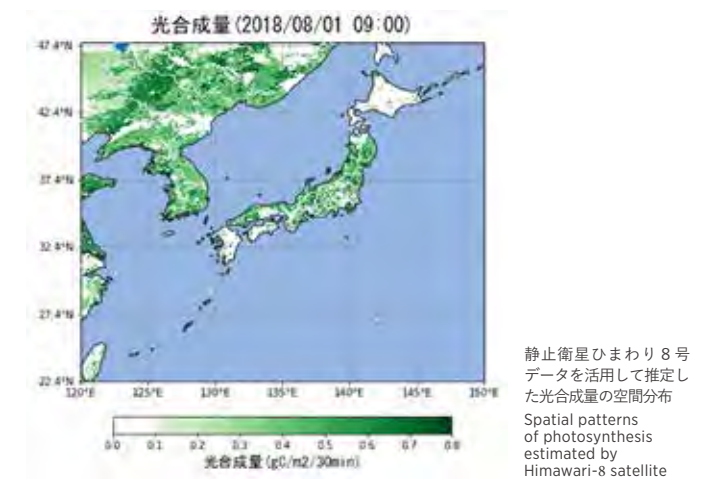
## 研究を社会の中でどのように活かすか？

我々の研究成果は、様々な場面で成果が社会に還元されています。例えば、温室効果ガス収支のモニタリングの成果は、国連気候変動枠組条約で2015年に採択された「パリ協定」に貢献し、多研究機関と共同で温室効果ガスモニタリングレポートを作成しています。また、国別での温室効果ガス削減対策の実績を評価するデータを提供しています。さらには、生物多様性の分野における国際評価報告書の統括執筆責任者といった貢献もしています。また、我々の用いる衛星観測データは速報性も高く、猛暑などの異常気象が起こった際の地表面環境の変動の把握などにも有効です。



市井研究室メンバー（2022年6月）  
A group photo of Ichii Lab. members (Jun, 2022)

The latest generation of geostationary meteorological satellites, such as Himawari-8, which are widely used for weather forecasting, have greatly improved performance and are considered effective for terrestrial monitoring. In particular, they make very frequent observations, such as once every 10 minutes, and we believe that this will be especially useful in areas where monitoring of land surfaces has been difficult due to high cloud cover. Our group is trying to apply geostationary satellites from various countries to land monitoring by bundling them into an international observation network. In particular, we aim to become an international research center in this field and promote research through an international network of ground-based observations, satellite observations, and modeling.



静止衛星ひまわり8号データを活用して推定した光合成量の空間分布  
Spatial patterns of photosynthesis estimated by Himawari-8 satellite

Our research achievements are being returned to society in a variety of settings. For example, our monitoring of the greenhouse gas balance contributes to the Global Stocktake, which monitors the greenhouse gas emission reduction targets in the Paris Agreement adopted in 2015 by the United Nations Framework Convention on Climate Change, and we are producing a greenhouse gas monitoring report in collaboration with multiple research institutions. The report is produced in collaboration with multiple research institutes. We also provide data to assess the performance of greenhouse gas reduction measures by country.



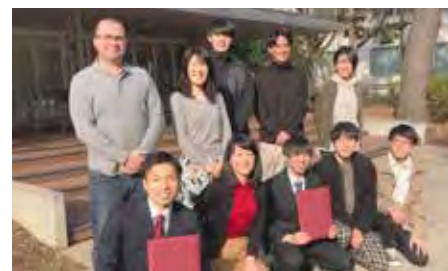
国際会議終了後のシーン（AOGE Symposiumにて）（2019年11月、オーストラリア）  
A scene after an international conference (AOGE Symposium) (Nov, 2019, Australia)





## どのような研究をしているか

私の研究室では、人工衛星データを利用したグローバルな地球大気の研究を行っています。温室効果ガス観測技術衛星 GOSAT（いぶき）は、2009 年に日本が世界に先駆けて打ち上げた温室効果ガス観測に特化した世界初の人工衛星です。研究室では、GOSAT に搭載されている温室効果ガス観測センサー TANSO-FTS の熱赤外波長のスペクトルデータから、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスを導出する手法（リトリートアルゴリズム）の開発を行っています。さらに、衛星のスペクトルデータから導出した二酸化炭素やメタンなどの濃度データを他の信頼性の高い濃度データと比較することで、衛星データの精度を検証しています。そのようにして得られた「信頼性の高い衛星データ」を利用して、全球の温室効果ガスの濃度分布や季節変動・年々変動の解析を行っています。



研究グループメンバー（R3 年度）  
Group members (FY2021)



研究グループゼミ  
Group seminar



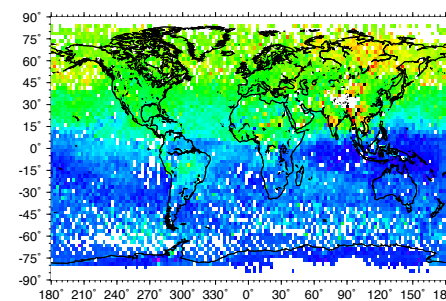
衛星データ解析に使用するサーバー群  
Servers for analyzing satellite data

Our group has been conducting a study on global atmosphere by utilizing satellite data. A Japanese satellite, Greenhouse Gases Observing Satellite (GOSAT), “Ibuki”, which was launched in 2009, is the first satellite that is dedicated to greenhouse gas monitoring. We develop an algorithm to retrieve greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> from thermal infrared spectra obtained by TANSO-FTS on board the GOSAT. We also conduct a validation study based on comparisons of our retrieved CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> data with other more reliable in-situ data. We study global distributions, seasonal variations, and inter-annual variations of greenhouse gases by analyzing our validated satellite data.

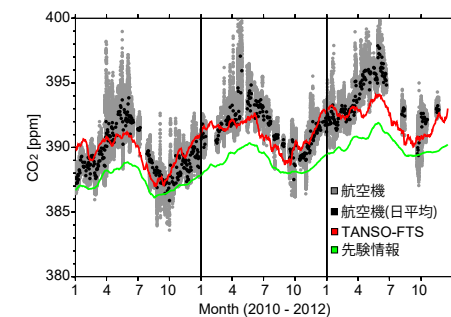
## リトリートとは

人工衛星に搭載されたセンサーは、大気中の分子が太陽もしくは地球から放出された電磁波を吸収もしくは散乱する特性を利用して、大気分子の濃度を観測しています。このように、センサーで観測された電磁波データから地表面や大気などの情報を抽出することを「リトリート」と言います。GOSAT/TANSO-FTS の熱赤外バンドでは、二酸化炭素やメタンが地球表面から放射される赤外線を吸収し、さらにその温度に応じて赤外線の再放射を起こすことを利用して、二酸化炭素やメタンの濃度を観測しています。大気分子による赤外線の吸収の強さは波長によって異なるため、センサーで観測される様々な波長の赤外線には、様々な高度の大気からの放射が含まれています。大気分子の濃度の高度分布のリトリート精度を上げるためには、できるだけ細かい波長分解能で観測を行うことが望ましく、GOSAT/TANSO-FTS はフーリエ分光計を採用することで高い波長分解能を実現しています。私は、この高波長分解能を最大限に活かして温室効果ガスの高度分布を導出するアルゴリズムを開発しています。

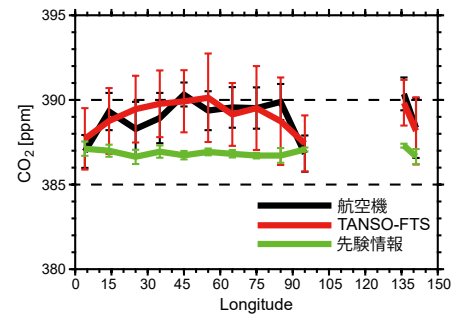
A space-borne sensor observes atmospheric molecules by utilizing their absorption or scattering of radiation emitted from the sun or the earth. Thus, it is called “retrieval” to derive some information of the earth surface and atmosphere from radiation obtained with a sensor. The thermal infrared band of GOSAT/TANSO-FTS observes CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> by using the property that they absorb radiation emitted from the earth surface and then re-emit radiation as a function of the ambient temperature. The intensity of absorption of thermal infrared radiation by atmospheric molecules varies depending on wavelength, and therefore, thermal infrared spectra obtained with a space-borne sensor include radiation emitted from the atmospheres of different altitude levels. For a precise measurement of vertical distributions of atmospheric molecules, it is desirable to make observations with as high a wavelength resolution as possible; to achieve a high wavelength resolution, a Fourier spectrometer is adopted for GOSAT/TANSO-FTS. I have been developing an algorithm to retrieve vertical distributions of greenhouse gases by taking full advantage of this high wavelength resolution.



GOSAT/TANSO-FTS で観測された 700 hPa 気圧面のメタン濃度分布（2010 年 10 月の月平均値）  
Monthly average of CH<sub>4</sub> concentrations on 700 hPa in October 2010 observed with GOSAT/TANSO-FTS



東南アジア上空の GOSAT/TANSO-FTS と航空機の上部対流圏の二酸化炭素濃度データの季節変動（2010 - 2012 年）  
Seasonal variations of upper tropospheric CO<sub>2</sub> concentrations from GOSAT/TANSO-FTS and aircraft data over East Asia (2010 - 2012)



日本-ヨーロッパ間の GOSAT/TANSO-FTS と航空機の上部対流圏の二酸化炭素濃度データの比較結果（Saitoh et al. [AMT, 2016] の図 6b より改変）  
Comparisons of upper tropospheric CO<sub>2</sub> concentrations between GOSAT/TANSO-FTS and aircraft data during flights between Japan and Europe (modified from Figure 6b of Saitoh et al. [AMT, 2016])

## 研究を社会の中でどのように活かすか

人工衛星による観測の利点は広範囲・長期間の連続観測ができることです。二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスは大気中の寿命が長いので、排出源・吸収源がある地域だけではなく、全球で濃度をモニタリングする必要があります。GOSAT の後継機の打ち上げも決まっていますので、衛星による温室効果ガス濃度の全球・長期間データセットを作成したいと思っています。

The advantage of satellite remote sensing is its long-term continuous measurements in a global scale. Greenhouse gases such as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> have a longer life time in the atmosphere, and therefore, their concentrations should be monitored globally as well as in the vicinity of their source and sink regions. The successor of GOSAT will be launched in the near future; I would like to make a long-term global data set of greenhouse gases based on satellite measurements.

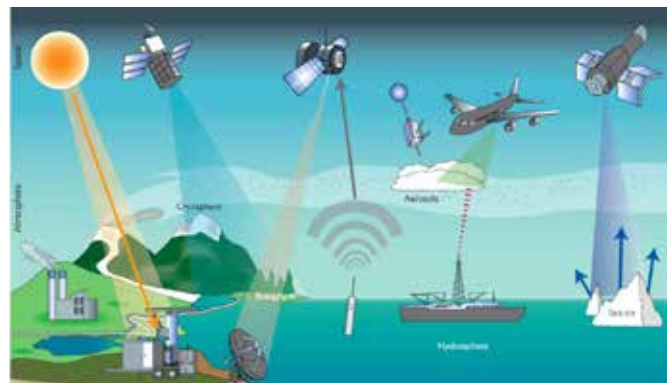




## どのような研究をしているか

私の研究は陸域生態系における定量的衛星リモートセンシング及びその応用です。今まで取り組んできたのは、衛星リモートセンシングと GIS を用いた植生・湖沼の環境変化のモニタリングに関する研究です。三つのキーワード、すなわち、フィールドワーク・リモートセンシング・モデリングに集約できます。例えば、衛星データおよび生態系プロセスモデルを用いて、北方林の林床植生指数・葉面積指数や湖沼・河川の水質パラメータ（クロロフィル a 濃度或いは懸濁物質濃度など）、土地利用・土地被覆の変化によるランドスケープの変化などの推定・モニタリングに関する研究を行ってきました。開発したモニタリング手法を検証する為に、様々な研究地域で現場調査を行うことが必要です。

My research field refers to quantitative remote sensing of terrestrial ecosystems and its applications. The study topics I have undertaken until now are mainly focused on monitoring environmental changes of inland waters and terrestrial vegetation using satellite remote sensing and geography information system. In other words, my research needs to integrate field works, remote sensing and environmental modeling. For example, I have developed a series of remote sensing algorithms for monitoring the understory vegetation and leaf area index of boreal forests, water quality parameters (e.g., chlorophyll-a concentration, turbidity) for Japanese and Chinese lakes, changes of landscapes caused by land-use/land-cover changes. In order to validate the proposed algorithms, field works are necessary for different study areas.



定量的衛星リモートセンシング (cited from Yang et al., 2013)  
Demonstration of Quantitative Satellite Remote Sensing (cited from Yang et al., 2013)



衛星データから見た湖沼におけるアオコ  
Satellite Observation of Algae Bloom in an Inland Lake

## 定量的衛星リモートセンシングとは

定量的衛星リモートセンシングは物理的や経験的なモデルに基づき、様々な数学的手法を用いて衛星観測データから地球表面における生物・化学・物理パラメータを抽出することです。例えば、CEReS が管理しているひまわり 8 号のデータを用いて、地表面温度が抽出できます。このような研究はグローバルや大陸スケールで自然現象のメカニズム解明に不可欠です。



米国・アラスカ州における現地調査の様子  
Field Investigation at Alaska, USA



日本・富士北麓における現地調査の様子  
Field Investigation at Mt. Fuji, Japan

## 研究を社会の中でどのように活かすか

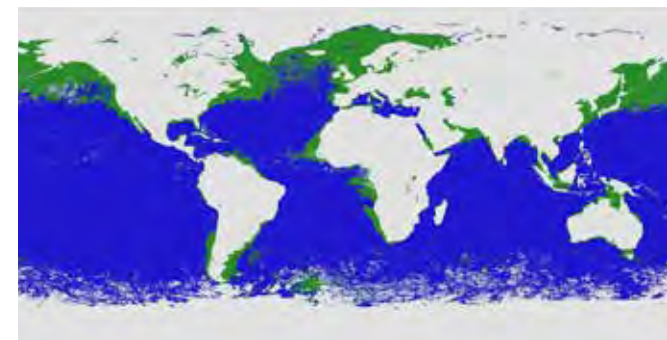
人間と自然環境の関係は非常に複雑であり、人間活動が自然界に及ぼす影響は、実際に起きてみないと分からないことが多くあります。残念ながら、人為的な影響の多くは取り返しがつきません。そのため、今後起こりうるリスクに対して、環境モデルによる予測が必要となってきます。

そのためには、二つの課題があります。

第一に、環境モデルは現実的な環境を正確にシミュレートする必要があります。変動する自然現象のメカニズムを明らかにし、モデルの性能を評価するための現地観測データ、実験データが必要となります。第二に、環境モデルを駆動するための高品質な入力データを提供する必要があります。現地計測データは通常高精度であるものの、多くの場合その利用可能性は空間的・時間的に制限されます。一方、最先端のリモートセンシング技術は、このような制約を克服するための新しい機会となり、リモートセンシング、GIS、現場計測を組み合わせることで、マイクロからマクロまでの観測が可能になります。

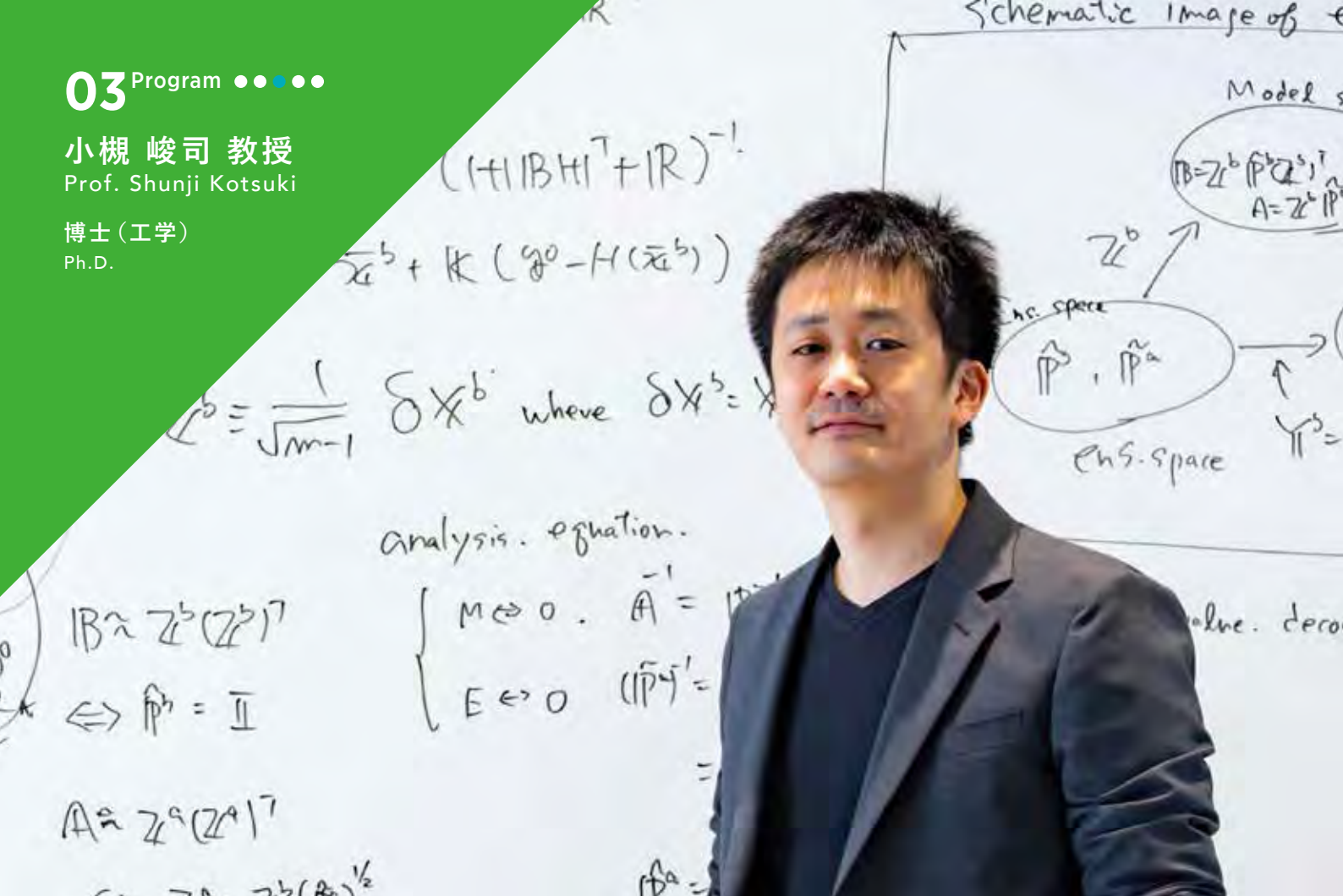
その結果、自然現象についてより明確な理解が得られ、より正確なシミュレーションも可能です。未来の地球を効果的に予測することで、人間社会と自然環境の持続的発展を保証するためのより良い意思決定を行うことができると考えます。

Since the relationship between human beings and natural environments are extremely complicated, influences of human activities on natures often cannot be understood unless they happened. Unfortunately, many anthropogenic influences are not recoverable. In order to be prepared for the coming risks, predictions of possible changes by environmental models are needed. Consequently, two issues are required to achieve this objective. First, environmental models should simulate realistic environments accurately. In order to do so, in situ data and experimental data are necessary to reveal the mechanisms of variable natural phenomenon and to evaluate the performances of the models. Second, high quality input data for driving the environmental models should be provided. Although the in situ data are usually with high accuracy, their availabilities are often spatially and temporally limited. On the other hand, novel remote sensing techniques provide new opportunities to overcome the limitations. Therefore, combination of remote sensing, GIS and in situ measurements can generate observations from micro to macro scales, consequently yield clearer understandings on natural phenomenon. More accurate simulations can also be achieved through doing so. By using the effective predictions on future earth, better decisions can be made to guarantee the sustainable developments of human societies and natural environments.



衛星データから全球的な Case-1 と Case-2 水域の空間分布  
Global Distribution of Case-1 and Case-2 Waters from Satellite Data

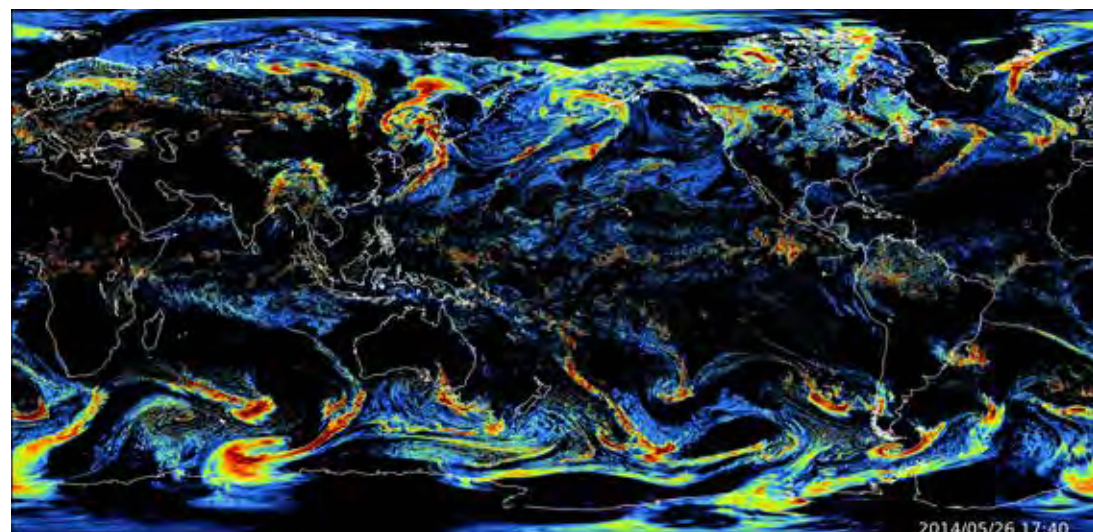




## 環境予測科学とはどのような研究か

気候変動が大きな問題となる中、地球の大気・海洋・陸水循環システムを理解する事は科学の大きな使命です。そして経験科学における理解とは、その予測可能性を拓ける事に他なりません。我々の研究室では、気象・水文現象などの地球環境を対象とし、地球観測衛星と各種予測手法を融合する、環境予測研究を推進しています。予測には、スーパーコンピュータを駆使した数値シミュレーションや機械学習を用い、予測と観測の融合にはデータ同化に代表される統計数学を駆使します。地球科学・計算科学・統計数学に跨る分野横断研究により、最先端の環境予測科学を切り拓きます。

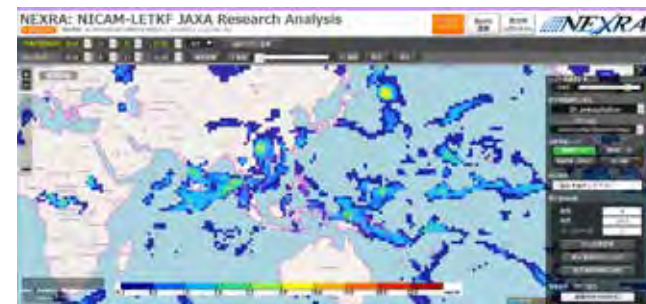
With climate change now becoming a major issue, understanding the Earth's atmospheric, oceanic, and hydrological systems is a major goal of earth science. "Understanding" in empirical science means exploring and extending "predictability". Our research group promotes prediction sciences for terrestrial environments by combining satellite observations and various prediction methods. Here, statistical mathematics including data assimilation and machine learning play important roles to improve predictions by incorporating massive satellite observations. We are pioneering state-of-the-art environmental prediction sciences through cross-disciplinary research covering earth science, computational science, and statistical mathematics.



非静力学正 20 面体格子大気モデル NICAM による世界の降水予測  
A global precipitation forecast using the Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model NICAM

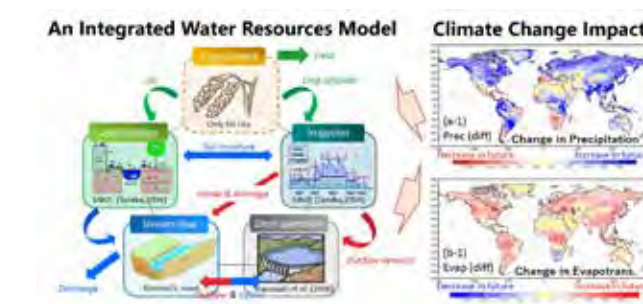
## 全球の水災害予測研究の推進

近年、気候変動の影響と見られる激しい気象変化が地球規模で問題となり、安全な人類生存環境の保全には、天気予報精度の向上が必須となっています。私たちはこれまでに、理化学研究所・東京大学・JAXA と共同で全球大気データ同化システム NICAM-LETKF を開発し、2017 年からは JAXA のスーパーコンピュータ上で NEXRA という名称でリアルタイム運用しています。また陸域災害に対しても、衛星ビッグデータ、水文モデル、データ同化、深層学習といった最先端技術を駆使・統合し、洪水や森林火災などの水災害予測スキルの向上研究に取り組んでいます。



JAXA のスパコンで準実時間運用されている全球大気データ同化システム NEXRA  
The near-real-time global atmospheric data assimilation system NEXRA running on the JAXA's supercomputing system

Improving numerical weather prediction (NWP) is crucial for protecting human lives and the environment. We have been developing the global atmospheric data assimilation system, NICAM-LETKF, in collaboration with RIKEN, the University of Tokyo, and JAXA. This system has been running in real-time on the JAXA supercomputer since 2017 as NEXRA. For terrestrial disasters, our cutting-edge technologies including satellite big data analysis, hydrological models, data assimilation, and deep learning are utilized and integrated to improve our skills in predicting water-related disasters such as floods and forest fires.



統合水資源モデル SiBUC で見積もられた気候変動に伴う世界の陸域水循環変化  
Climate change impacts on the hydrological cycle estimated by the integrated water resource model SiBUC

## 我々のミッション：A World Beyond Predictions

私たち研究室の掲げる理念は、「科学」「社会」「教育」という三つの柱から成り立っています。独自のデータサイエンスを活かした地球環境予測技術を創造し、産官学との連携を通じて防災に関わる具体的な社会実装に取り組んでいます。その過程において、研究に携わる個々人が成長し、日本・世界で活躍する能動的な人材が生まれる研究室を目指しています。遂行中の Web 可視化システムをはじめとした独自の地球環境診断・天気予報を発信すると共に、地球環境・データサイエンス研究拠点化も実現していきます。研究を通して、地球科学分野における、論文発表・社会実装実現のトップグループを目指します。

Our laboratory upholds these three philosophical pillars: "Science," "Society," and "Education." We hope to create global environmental forecasting technology that utilizes our unique data science, and aim at realizing concrete social implementations related to disaster prevention in collaboration with government agencies, research institutes, and companies. We also emphasize the growth of each individual involved in the research and the development of active human resources who can play a significant role in Japan and the world. We will complete the ongoing web visualization system, disseminate our global environmental diagnosis and weather forecasts, become a research hub for a global environment and data science. Consequently, we would like to be a top research group in the field of earth science in terms of publication and achievement of social implementation.



2021 年度、研究室のロゴを作成しました。研究室のキャッチコピーである "A World Beyond Predictions" は、自らの想像や限界を超えつつ、世界の想像を超える技術・知識を創造していきたいという理念を掲げています。  
This interesting-looking globe is our logo made this year. The logo of our laboratory includes the phrase, "A World Beyond Predictions." This expresses our philosophy of creating technologies and knowledge that transcend the world's imagination while exceeding our own vision and limitations.



研究室のメンバー（2022 年 秋撮影）  
Laboratory members as Autumn FY 2022

研究室 HP : <https://kotsuki-lab.com/>





## どのような研究をしているか

私は多彩な地球観測衛星データの解析を通じ、「水」に絡む地球環境動態の解明を行っています。地球気候の変動に関する情報を衛星データから抽出するためには、できる限り長期のデータを解析することが必要です。そのため、CEReS のデータアーカイブ、およびその公開を主体的に取り組んでいます。特に 2007 年よりスタートした 4 大学連携事業（VL）により、世界の静止気象衛星データのアーカイブ、処理、公開を行っています。2015 年 7 月より正式運用された「ひまわり 8, 9 号」のアーカイブ、公開、利用推進に関しても先導的に取り組んでいます。



CEReS データアーカイブシステム  
Data archiving system in CEReS

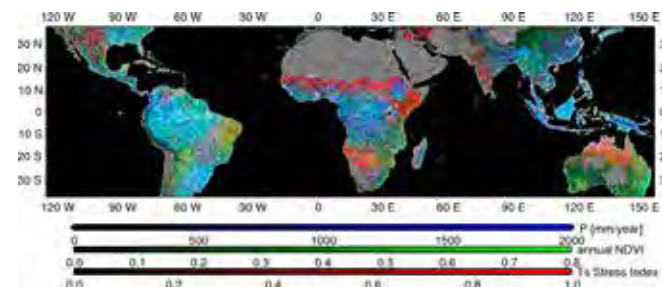
I'm interesting to understand water cycle in the Earth environment through the various Earth observed satellites data analyses. To diagnose the variability of Earth climate system from the satellites datasets, we need long-term data records as possible. Thus I conduct satellite data archiving and publishing activities in CEReS. Particularly we have been archived major geostationary meteorological satellites data under the framework of virtual laboratory (VL) for diagnose the Earth climate since 2007. In addition, I'm leading to "HIMAWARI-8,9" related activities in CEReS, such as data archiving, publishing, and the contribution to research community.



モンゴルでの草本生態調査の一コマ  
Field survey's snapshot for grassland ecosystem study in Mongolia

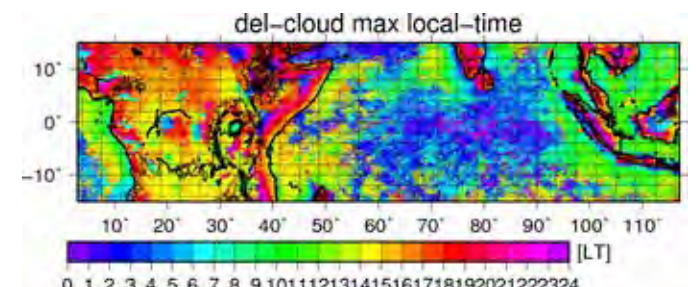
## 衛星気象学とは

衛星気象学は既に確立された研究分野です。衛星データ、および他のデータを組み合わせて気象現象の解明を行います。一方、「衛星気候学」は未だ確立していない分野ですが、地球観測衛星データも長いものでは 30 年以上の蓄積があり、近年 10 年では質・量共に非常に充実しています。私は、学生・共同研究者との研究を通じ、多彩な衛星データを複合的に解析・解釈し、人間活動も含めた気候システムの理解に資することで、衛星気候学の確立を目指しています。無論、衛星データ解析のみでは捉えきれない、あるいは誤って解釈してしまう現象もあります。そのため、時には現地観測を行い、別のあるときは数値シミュレーションを得意とする研究者との協働研究を通じ、現象理解へ迫りたいと考えています。



複数の地球観測衛星データを用いた RGB 合成。青に熱帯降雨観測衛星降雨レーダ (TRMM/PR) による年降水量、緑に NOAA 衛星による植生指標 (NDVI)、赤に NOAA 衛星による植生面での熱ストレス指数を割り当てた。

RGB composite image revealed by satellite observations. Blue color represents annual rainfall captured by TRMM/PR, Green represents annual mean NDVI estimated from NOAA/AVHRR, and Red indicates heat stress index estimated from NOAA/AVHRR.



欧州静止気象衛星 EUMETSAT MFG より求めた、小さなスケールの対流活動のピークタイム。色は現地時間 (Local Time) を示す。

Spatial distribution of peak time in small-scale convective activities revealed from EUMETSAT geostationary meteorological satellite. Colors represent local-time (not UTC).

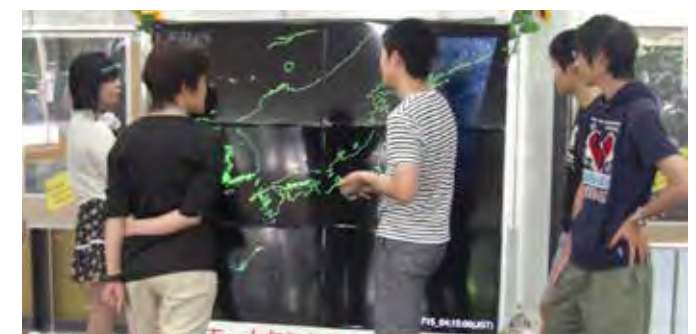
## 研究を社会の中でどのように活かすか

地球観測衛星による社会への活用・還元はいくつかの段階があると思います。まずは地球観測衛星画像、動画そのものを広く社会で見て頂くことが必要です。そのため、情報通信機構サイエンスクラウドチームが開発した「ひまわり 8 号リアルタイム Web」への関与、図書館オープンスペースで 4K ディスプレイ 6 枚による「リアルタイムひまわり動画」装置の開発運用、YouTube でのひまわり動画事例配信等を通じ活動しています。次の段階として市民講座、公開講演会等を通じた対話、画像提供のみならず、解釈等も含めたマスコミを介した情報発信への対応も心がけています。最後は研究成果の社会還元です。社会で利用可能なデータ、情報は最終的には社会実装することで鍛え上げることができると考えています。いくつかの研究成果（タネ）が現在芽を出しつつありますので、大事に育て社会実装にこぎ着けたいと強く思っています。



新産業創生プロデュース活動でのプレゼンの様子  
One snapshot in presentation to society.

I think that the utilization of earth sensing data or images into the society has several steps. Initially sensing images or movies are useful by the visualization. In a context of visualization, I contribute "HIMAWARI Web" mainly developed by NICT Science Clouds Team as a co-developer. Our team also developed and has operated multi-4K display system for "real-time HIMAWARI movies", in which installed at open-space in Chiba University Library. In addition we distribute interesting events captured by HIMAWARI-8 via YouTube channel. As a next step, I also present in public lectures and/or open seminars for the explanation or discussion with people. As a final step for the contribution to society, I think that research results or products can directly contribute the society. Several research project outputs have potential to direct contribution, thus I will grow up such projects then will release into the society.



4K ディスプレイ 6 枚による「リアルタイムひまわり動画」装置  
Quasi-real-time display system by six displays of 4K resolution at Chiba University Library.



## どのような研究をしているか

環境リモートセンシングとは、リモートセンシング（RS）を活用して、人を含む生態系と、それを取り巻く周囲との相互作用を解明する学問分野です。環境問題、災害、事故等の様々な課題を扱いますが、RS を含む地理情報システム（GIS）を駆使した事実の認識と、その背後に潜む真実の発見を試みています。専門分野は人と自然の関係学である地理学といって良いでしょう。日本及び世界で発生している様々な問題の実態認識を行うと同時に、その背後にある様々な事情を知ることにより、問題の理解、解決を試みています。乾燥・半乾燥地域の環境問題、劣化した水環境の回復、流域の水循環、RS による農業支援、原子力災害被災地の環境回復、等が現在の課題です。

Environmental Remote Sensing is a branch of science to explain an interaction between human, including ecosystems, and its surroundings at the earth's surface using remote sensing (RS). The subjects are various including environmental issues, disaster, accidents, and so on. The purposes of this field are not only to reveal the fact, but also to find the truth behind the issues. Geography is the other expression of my specialty, which is a science on the relationship between human and nature. To recognize the actual condition, and to understand the special circumstances, of the problems arising at everywhere in the world, are the main action to solve the problem. Current themes are environmental issues in the arid and semi-arid regions, restoration of deteriorated hydrologic environment, establishment of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) remote sensing, support to radioactively contaminated region, and others.



世界各地の環境、すなわち人と自然との関係をリモートセンシングと現地調査で調べます。  
Research on the environment, the relationship between human and nature, with remote sensing and field survey.

## 生活圏科学とは

人の暮らしが営まれている地球表層における人と自然の関係性に関する科学を生活圏科学と名付けました。近藤研究室における研究課題はすべて人の暮らしと関わっています。黄砂の発生や土地の劣化を引き起こす乾燥・半乾燥地域における人と自然の関係はどうあるべきか（砂漠化問題）、近代化の過程で劣化してしまった湖沼の水質をどのように改善し、暮らしやすい地域を創生するか（閉鎖性水域の水問題）、リモートセンシングをもっと身近な道具にできないか（ドローンによる農業支援）、原子力災害被災地域における人と自然の関係性をどう取り戻すか、RS/GIS を駆使しながら、皆さんと一緒に考えたいと思います。

The life layer science is the science on the relationship between human and the nature of the earth's surface layer. The subjects in my laboratory are concerning the life of human being. Following titles are the example of my research fields. Desertification: what is the sound relationship between human and the nature in the arid and semi-arid region where dust outbreak, deterioration of soil productivity, are the serious problem? Water environment in a closed lake system: how we improve contaminated water quality in the lakes during the history of modernization, and create favorable region? UAV remote sensing: how we can make remote sensing closer to the life? Nuclear disaster: How we can take back lost relationship between human and the nature in the forced evacuation area by radioactive contamination. I would like to consider these issues with you by using RS and GIS with sweat in the fields.



市民と協働するフィールドワーク。  
Field work with citizen scientists.



ドローンによる畑作物モニタリング。  
Crop monitoring by drone.

## 研究を社会の中でどのように活かすか

科学は「社会によって支えられており、社会のために役立てる」必要があります（世界科学会議、ブダペスト宣言）。その方法について科学者はひとつの考え方を打ち出しました。それはトランスディシプリナリティー（超学際）と呼ばれ、様々な分野の科学者とステークホルダー（関係者すべてでよいでしょう）が協働して、問題を理解し、解決に導くという考え方です。近藤研究室では研究者が勝手にやるデスクトップ環境研究ではなく、問題の現場でステークホルダーと一緒に汗（時には涙）を流しながら、真実を感じとる研究を通して超学際を実現していきたいと考えています。

Science is supported by the society, so the outcome of the science should be utilized for the society. Scientists reveal an idea for contributing the science to the society, that is transdisciplinarity. Scientists in the various fields should cooperate with stakeholders to establish a research program to understand the issues, and guide to the solution. I would like to realize transdisciplinary studies together with scientists, stakeholders, and you. The study is not a desktop work, but the one to feel truth through our blood, sweat, and tears at the scene of the problem to be solved.

<http://www.ilscl.net/klab/>



強制された人と自然との分断。旧計画的避難区域の春。科学に力はあるか。  
Forced decoupling between human and nature. Spring in former planned evacuation area.





<https://www.youtube.com/watch?v=nYXEVpBhd00>

## どのような研究をしているか

「宇宙からアジアの農地を見つめる」研究に取り組んでいます。緑色のイネや黄金色のコムギを衛星から眺めると、その景色は今年の収穫量や干ばつ害の被害状況を物語っています。当研究室では、環境保全の側面に配慮した食料生産システムの持続的な向上と発展を目指し、リモートセンシングデータ、GIS、気象情報、地上計測等の環境診断情報を駆使して食料生産基盤を診断したり、空間情報を活用した手法を社会実装するための研究を行っています。

近年、食料安全保障が世界的に大きな関心を集め、それに関する研究や種々の試みがなされています。持続的な発展を実現する上では、食料生産に携わる多くの人達に対する教育の面が極めて重要であるという観点から、研究と教育を両輪とした活動を国内・国外の関係者と連携して行っています。

Our research is related to “Watch the Asian agriculture from space”. Satellite imagery showing, for example, green rice or golden wheat can tell us the yield or damage situation of such crops. In our lab, variety of spatial information such as satellite data, GIS, meteorological data and field investigation data is used for analysis and diagnosis of environmental and agricultural situation. And implementation of the methods utilizing the spatial information is also our major activity.

In recent years, the food security has become a major concern in many countries and a lot of research has been conducted on this topic world widely. In order to realize the sustainable development and improvement of agriculture and society, we are confident that the education to all people concerned in food production is quite important. So, in our laboratory, priority is put on both research and education and the two activities are conducted closely together like two wheels of a car moving ahead together. And since the food security is quite international subject, our activities always invite various researchers and people from every corner of the world.



## 農業リモートセンシングとは

医療分野において検診機器から得られる画像を診て医師が健康診断を行うように、宇宙から地球を撮影した衛星画像を使って作物の収量、作物の栄養状態、土の種類、病虫害の発生状況などを調べることができます。

これらを調べるためには、実際の田畑や作物から得られる収量や品質などのデータと衛星画像を突き合わせ、その関連を明らかにして推定式を作成します。この式を使うと、実際に現地に行ってデータを測定しなくても衛星画像から田畑の状態を見極め、作物の収量や品質を推定・予測することが可能になります。衛星画像は広い範囲を一度に調べることができますので、自然災害にあった田畑の被害状況を広域にわたり確認したり、耕作が放棄された山奥の土地の現状を知るのにも役立ちます。



水田での分光反射計測  
Measurement of spectral reflectance in paddy field

We can investigate variety of agricultural conditions and situation such as yield of crops, nutritional condition of crops, soil types and occurrence of pest & diseases, through analysis of satellite imagery of surface of the earth, like a doctor diagnoses our health conditions by investigating imagery taken by medical devices.

In our investigation, we evaluate correlation between satellite data and actually measured data and then develop a formula to estimate the conditions and situation. By using this formula, we can estimate the agricultural conditions without visit to the field. Since satellite imagery can cover wide area, we can evaluate, for example, damage situation of agricultural fields or actual situation of abandoned agricultural field in mountainous area through analysis of the satellite imagery.



衛星データから作成したコムギの窒素施肥指針マップ  
Satellite data derived map of nitrogen fertilizer recommendation for wheat

## 研究を社会の中でどのように活かすか

—気候変動適応策としての農業保険システムへの活用—

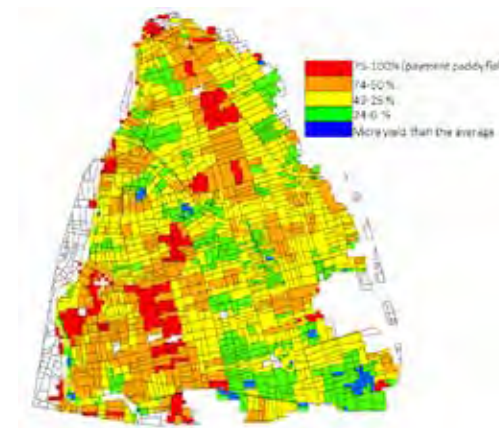
当研究室では、空間情報を活用して水稻の収量推定及び減収割合を評価し、農業保険制度における損害評価の効率化とコスト削減に貢献する新たな評価手法を構築し、日本とインドネシアで社会実装を行っているところです。リモートセンシングデータ等を活用することにより機動的な損害評価が実現する事は、損害評価の効率化とコスト削減、また社会インフラの強化につながります。さらに、地球規模で起こる気候変動によって受ける収穫のダメージを農業保険によって軽減し農家が継続的に農業生産ができるよう支援することは、農業の持続性を担保することになると同時に、国家として国民のために保障しなければならない食料の確保、即ち食料安全保障の実現に寄与することから大きな社会的価値があると言えます。

—Utilization of remote sensing for damage assessment in agriculture insurance as adaptation to climate change toward the sustainable society—

We have been conducting research on new method of damage assessment for rice through estimation of yield and decrease ratio of the yield, utilizing spatial information. We are now in process to implement the new damage assessment method in Japan and Indonesia. This method can substantially contribute to reduction of the time, costs, and man power which is a key to success for implementation of the agricultural insurance.

From perspective of the food security, the agricultural insurance is considered to play a key role to realize sustainable agriculture, consequently strengthening the social infrastructure. So our research activities can have significant value to improve the agricultural insurance and help supporting the food security and converting our society to sustainable world.

[https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2022/202205/pdf/2022\\_05.pdf](https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2022/202205/pdf/2022_05.pdf)



農業保険金算定のための損害評価結果  
Decrease in rice yield for calculation of agricultural insurance indemnity



学生、行政職員、生産者によるフィールド調査の様子  
Field investigation with students, government officers and farmers





# 共同利用・共同研究拠点として

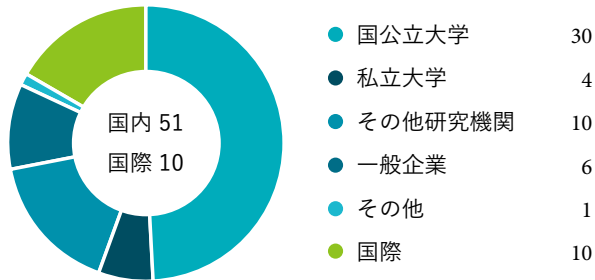
As Joint Usage / Research Center



## 共同利用・共同研究拠点とは

リモートセンシングは、理学、工学、農学、環境、気候など多くの分野に関係しており、異分野融合、新分野創生につながる場を提供します。また、その社会的な応用も多岐に渡っています。私たちは共同利用・共同研究拠点として文科省の認定を受けた、全国で唯一のリモートセンシングを専門とする研究センターです。毎年、公募により約 50 件の共同研究を採択し、その成果は、年報や CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム（共同利用研究発表会）において発表されています。CEReS は総合大学に附置されたセンターとしての強みを活かし、平成 26 年度より大学内の異分野の教員の協力を得て、共同研究の領域を拡大し、拠点としての活動の活性化を図っています。また、日本のリモートセンシング拠点としてだけでなく、アジアのハブとしての使命を果たすため、国際共同研究にも力を入れています。平成 7 年の設立以来、毎年、国際シンポジウムを開催しており、多くの海外の大学・研究所と部局間・大学間協定を結び、研究協力及び人的交流を積極的に推進してきました。そして、平成 26 年度からは国際共同研究の公募を開始しました。共同利用研究の詳細については、HP > 年報からご確認いただけます。 <https://ceres.chiba-u.jp/category/annual/>

2022 年度共同利用研究機関別採択数



## 特色ある共同研究

VL（Virtual Laboratory）の形成  
平成 19 年度以降、東京大学大気海洋研究所、名古屋大学宇宙地球環境研究所、東北大学大気海洋変動観測研究センターとバーチャルラボラトリー（通称 VL）として 4 大学連携による気候変動研究を実施しています。令和 3 年 3 月には千葉大学で VL 講習会が開催されました。（オンライン）



Remote sensing is connected with so various disciplines such as science, engineering, agriculture, environment, and climate that it can offer platforms for an integration of different fields and creation of new fields. It also offers a quite number of social applications. CEReS is authorized as a joint usage/research center by MEXT\*, being the only one center specializing in remote sensing studies. We select around 50 joint researches a year through an open application, and introduce the achievements in our annual reports or CEReS Symposiums. To play a role as an Asian hub as well as the core of remote sensing studies in Japan, CEReS has promoted international joint researches. Besides an annual international symposium, several agreements have been tied for an academic exchange and cooperation with overseas universities and institutions, encouraging active research cooperation. \*MEXT: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology.



The research on climate change has been implementing since 2007. It is named Virtual Laboratory ran by 4 university-collaboration as follows;  
• Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo  
• Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University  
• Center for Atmospheric and Oceanic Studies, Graduate School of Science, Tohoku University  
• CEReS, Chiba University.  
The latest Virtual Laboratory lecture was held at CEReS in March 2021(online).

# 設備

Facilities



## 電波無響室 Anechoic Chamber

マイクロ波観測のための実験室として電波無響室を所有しており、共同利用研究により使用することができます。当センターの電波無響室の仕様は周波数 1 ～ 40GHz（マイクロ波）、奥行 6.6 × 幅 4.0 × 高 2.4m です。この設備は電波環境試験、散乱実験、アンテナ・マイクロ波装置の試験、宇宙用装置の試験等に活用できます。 This facilities are available for radio wave environmental test, scattering experiment, and antenna and microwave instruments test including spaceborne instrument etc.



## 地球観測衛星の地上管制局 Satellite Ground Station

2014 年に地球観測衛星の管制とデータ受信の地上管制局（コマンド・テレメトリ：S バンド、データダウンリンク：X バンド）を当センターの 9F に設置しました。 Satellite ground station with S band for command telemetry and X band for mission data downlink was installed on 21 December, 2014. The 3.6m diameter antenna and main control room of satellite ground station locates on 9F and 8F of Engineering Research Building, Nishi-Chiba Campus. CEReS provides the opportunity to use the facility for cooperative research.



## CEReS の大気観測装置群 CEReS Atmospheric Observation Systems

CEReS は、エアロゾル・雲・微量気体・放射といった大気環境に関わる様々なパラメータを同時に計測する大気観測装置群（SKYNET 国際地上リモートセンシング観測網、大気ライダーシステム、差分吸収分光（DOAS）システムなど）を有し、常時、連続データを取得しています。得られたデータは国内外の衛星観測ミッションのデータの定量的検証や気候変動研究・大気環境研究といった応用研究に役立てられています。また、NASA や JAXA をはじめとした他国際機関の装置を配備するスペースを提供することにより、国内外の共同研究を促進しています。 CEReS has unique, massive atmospheric observation systems comprising instruments of the SKYNET international remote sensing atmospheric observation network, lidars, and differential optical absorption spectrometer (DOAS) instruments for observations of aerosols, clouds, trace gases, and radiations. Their observations are conducted continuously. The acquired data contribute to validation of data from various international satellite missions and hence contribute to advanced climate researches and atmospheric environmental researches. Furthermore, space for other international institutes such as NASA and JAXA to collocate their instruments can be provided, enhancing international collaboration activities.





マルチメディア室 Multimedia Room

高性能の演習用 PC 12 台、高解像度の 4 K プロジェクターを備えており、コンピュータ演習室として利用されています。室内前方に設置された 27 画面のディスプレイは、迫力ある全面表示および 3 × 3 ごとの 3 面表示も可能となっています。

高解像度・高スペックの快適な演習環境により、専門教育のみにとどまらず共同研究も推進可能な環境を整えています。

The multimedia computer exercise room is equipped with 12 high-performance exercise PCs and a high-resolution 4K projector. The 27-screen displays installed in the front of the room can be used for a powerful full-screen display or 3x3. With a high-resolution, high-spec comfortable training setting, we have created an environment that allows not only specialized education but also collaborative research.



データ



SKYNET

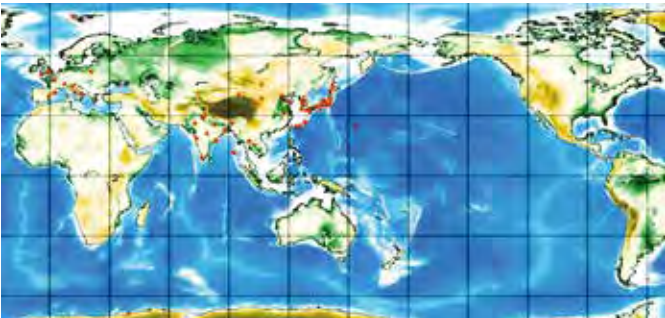
<http://atmos3.cr.chiba-u.jp/skynet/>

大気環境成分の地上観測網データ

CEReS は国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET）において主導的な役割を果たしています。SKYNET は各種大気環境成分（エアロゾル・雲・微量気体・放射）を主な観測対象とし、アジア域を中心に世界各地で連続データを取得しています。この活動により、SKYNET は国内外の研究者を密につなぐ国際ネットワークとしての機能も果たしています。得られた貴重なデータはホームページなどから公開し、国内外の衛星観測ミッションのデータの定量的検証や気候変動研究・大気環境研究といった応用研究に役立てられています。

Ground-based atmospheric observation data

CEReS is a leading institute for the international ground-based remote sensing atmospheric observation network, called SKYNET. SKYNET targets aerosols, clouds, trace gas, and radiations and is acquiring their data at many sites distributed globally, mainly in Asia. Through this activity, SKYNET acts as an international network linking many researchers all over the world. Data are made open to the public through our web sites and others, contributing to validation of data from various international satellite missions and hence contributing to advanced climate researches and atmospheric environmental researches.



01 SKYNET 国際地上リモートセンシング網の観測サイト  
SKYNET observation sites



02 SKYNET 国際ワークショップの全体写真  
Photo taken in the international SKYNET workshop

Himawari-8,9

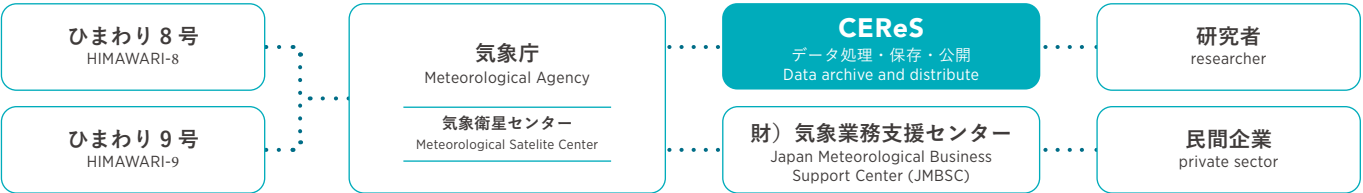
<https://ceres.chiba-u.jp/database-ceres/ceres-himawari/>

衛星データ

CEReS では、ひまわり各号、NOAA/AVHRR 等の衛星データを利用しやすいように補正・前処理したデータを蓄積し、研究者向けに Web サイトより無償公開しています。特に、2014、2016 年に打ち上げられた「ひまわり 8、9 号」は観測チャンネル数が 16、解像度はこれまでの 2 倍、また観測頻度は 2 分 30 秒毎に 1 回と増加し、短時間で発達する積乱雲や、火山の噴煙も捉えることが可能になりました。CEReS では気象庁よりひまわり 8、9 号データの提供を受け、データの補正とその過去分の保存をして、これまでと同様に研究利用向けにデータを公開しています。

Satellite data

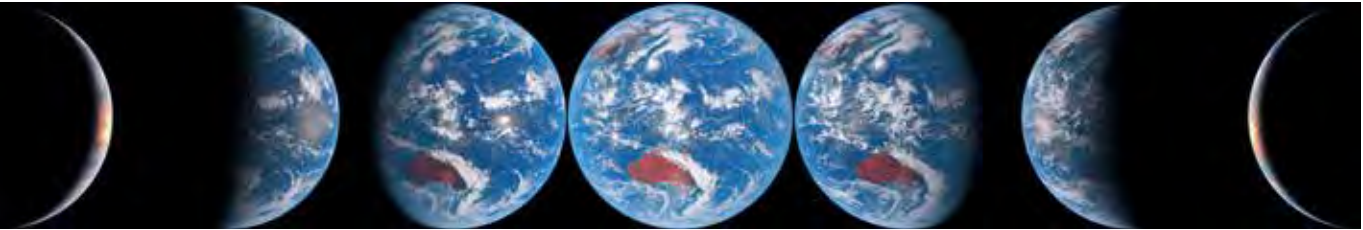
Our primary function is to receive, process, archive, and distribute satellites data such as Himawari imagers and NOAA/AVHRR free on the web for environmental studies. Himawari-8,9 launched in 2014, 2016 has 16 spectral bands imager, 2 times finer horizontal resolution than Himawari-7's instrument, and 2.5 minutes interval rapid scan mode. These functions make it possible to track the rapid developing cumulus clouds or aerosols generated from volcanoes. CEReS receives the Himawari-8,9 data from Japan Meteorological Agency, archiving and distributes the data to researchers worldwide.



01 森林火災の煙が東へ移動する様子。可視バンドのカラー化により鮮明な画像で雲以外も観測可能になった。  
The figure shows the smoke of the forest fires is moving eastward.



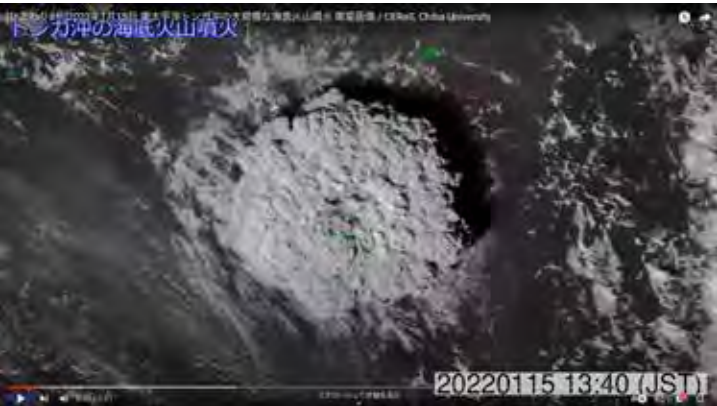
02 台風中心付近の発達の様子を鮮明に捉える。また高頻度観測データにより進路の予測にも用いられる。  
The growth of clouds near the eye of a typhoon can be observed clearer by short-interval scan.



03 全球を 10 分間隔で観測できる。観測の高頻度化により、短時間で発達する積乱雲や、火山の噴煙も捉えることが可能になった。  
The shorter interval scan is able to track the rapid developing cumulus clouds and flow of the volcanoes smoke.

YouTube チャンネル CEReS NICT JMA HIMAWARI Visualization Team

CEReS YouTube 公式チャンネルにて、ひまわり 8 号（Himawari-8）画像を配信中です。  
Himawari-8 images are now available on the official CEReS YouTube channel.





# 広報

## Publicity

### 画像表示システム「CEReSphere」 CEReSphere

CEReSphere は、CEReS にて扱っているリモートセンシング関連の研究データを、画像として地図上に表示するシステムとして、2022 年 3 月に開始されました。

一目みてイメージしやすいよう、数値データからカラー画像に変換したものを地図上に表示するため、研究者の方々の簡易確認だけでなく、研究者以外の方々にもご利用いただけます。

CEReSphere was launched in March 2022 as a system to display remote sensing-related research data handled by CEReS as images on a map.

The data is converted from numerical data to color images and displayed on a map so that it is easy to visualize at a glance, so it can be used not only by researchers for simple confirmation, but also by non-researchers.



### CEReS ニュースレター CEReS Monthly Reports

当センターでは毎月 CEReS ニュースレターを発行しています。注目の研究に関する紹介、教員や学生の受賞状況、研究室の近況、設備のアップグレード、リモートセンシングコースの学生についてなど、多彩な話題が提供されています。ぜひご覧ください。

<https://ceres.chiba-u.jp/category/newsletter/>

The Center publishes a monthly CEReS newsletter. It offers a wide variety of topics, such as introductions to notable research, faculty and student awards, updates on the lab, equipment upgrades, and students in the remote sensing course. For easy access to our newsletter, check the following link:

<https://ceres.chiba-u.jp/category/newsletter/>



### CEReS 動画 CEReS Movie

千葉大学公式 YouTube チャンネルに当センターの動画が 2022 年 2 月より公開されています。本動画は当センターの紹介・周知を目的として制作されました。リモートセンシングに関わる多彩な研究分野とその融合性、充実した設備環境などを紹介しています。URL (日本語 ver.) <https://youtu.be/-hdzeJl3QCw>

An introduction video of our Center has been available on Chiba University's official YouTube channel since February 2022. This movie was created to introduce and publicize the Center. It introduces various research fields related to remote sensing, their ability to utilize various fusions, and a well-equipped facility environment.

<https://youtu.be/vPo-cB4TRy4> (English ver.)



# 教育

## Education

### 融合理工学府地球環境科学専攻リモートセンシングコースでの学び Learning at Graduate School of Science and Engineering

大学院では、リモートセンシングを独立した学問として深く学ぶことができます。その大学院について、詳しくご紹介します。

You can learn Remote Sensing as one single discipline at graduate school in Chiba University. The details about the graduate school are shown as below.



#### 大学院融合理工学府

千葉大学の理工系大学院融合理工学府は、2017 (平成 29) 年 4 月より開設しています。この学府では、自然科学における真理の探究と、それらを基盤とする工学的な方法による人類の幸福と社会の持続的な発展を目的に、理学及び工学の学理の構築、両者の協奏による人類社会の課題の解決を目指していきます。

#### Graduate School of Science and Engineering

Graduate School of Science and Engineering was established in April, 2017. This graduate school aims to research solutions to the problems of human society through collaboration between the academic principles of science and engineering.

#### 融合理工学府 地球環境科学専攻

融合理工学府には、5 つの専攻が開設されています。その一つである地球環境科学専攻は、理学分野の「地球科学コース」と工学分野の「都市環境システムコース」に加えて、理工融合型の「リモートセンシングコース」からなります。広い意味での地球科学をベースに、エネルギー・資源・都市等、地球環境に関連する問題を探求し、その解決のための新たな道筋を創造していきます。

#### Division of Earth and Environmental Sciences

Graduate School of Science and Engineering consists of five divisions, the Division of Earth Science Environment being one of them.

This division has the following three departments:

- ・ Department of Earth Science
- ・ Department of Urban Environmental System
- ・ Department of Environmental Remote Sensing

Based on Earth Science in the broader scope, the Department of Environmental Remote Sensing targets issues on energy, resources, and the global environment.

#### 地球環境科学専攻 リモートセンシングコース

リモートセンシングコースでは、リモートセンシングの原理、観測データの解析、大気・陸域植生・水循環などの環境の評価、気候変動に関する予測や社会実装などについて、基礎を養った上で高い専門性を養う科目を提供します。幅広くかつ最終的に大学院博士後期課程までの 5 年一貫教育を視野に入れた教育課程を通じ、国際的・体系的な知識の習得に加え、地球環境の諸問題の解決に活用するための独創的な能力を高めていきます。地球観測技術としてのリモートセンシングは千葉大学の特徴ある研究分野の一つであり、創立以来 25 年以上にわたる「環境リモートセンシング研究センター」の研究と連携した教育を実践します。

#### Department of Environmental Remote Sensing

Each department of the Earth and Environmental Sciences Division offers subjects which can cultivate high-quality specialties covering earth and environmental sciences, remote sensing, and urban environmental systems. Department of Environmental Remote Sensing provides comprehensive education programs in both master's and doctoral courses to acquire basic knowledge regarding global environmental observation by remote sensing and advanced knowledge in specific fields.

#### 教材 Learning Materials

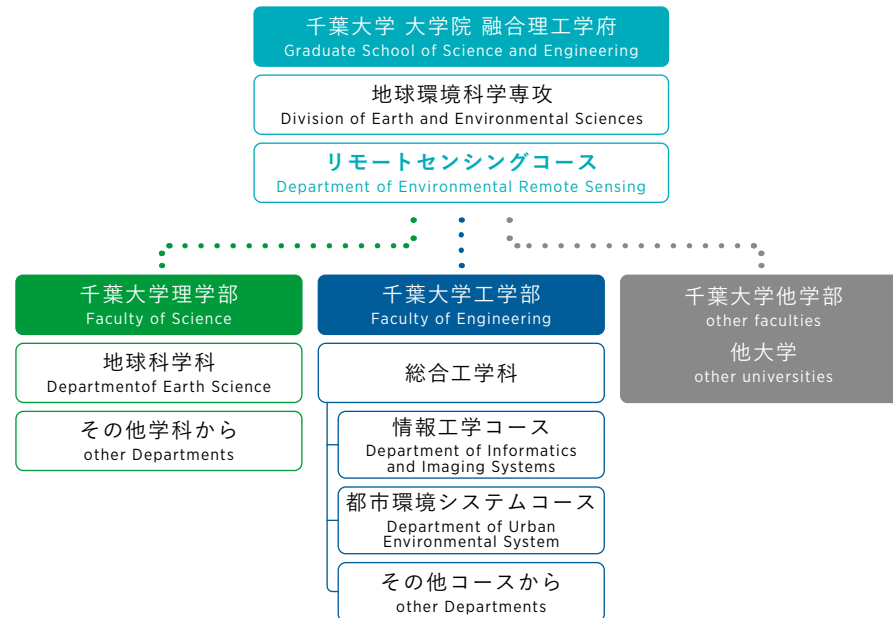
大学院の授業内や学会の講習会等で使用した教材の一部は、web サイトに掲載しています。様々な基礎知識・スキルのものがありますので、自学自習にお役立てください。

We have some basic learning materials used in graduate school classes and in extra lectures at academic conferences on the website. Please make use of them for self-study.

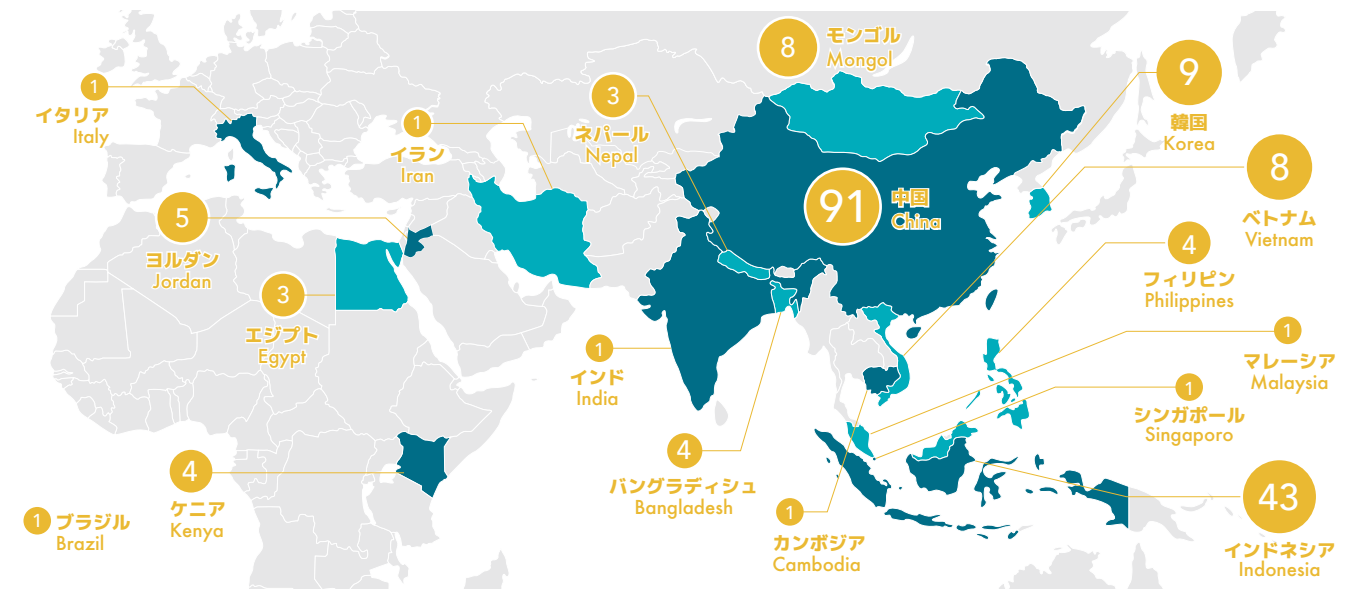
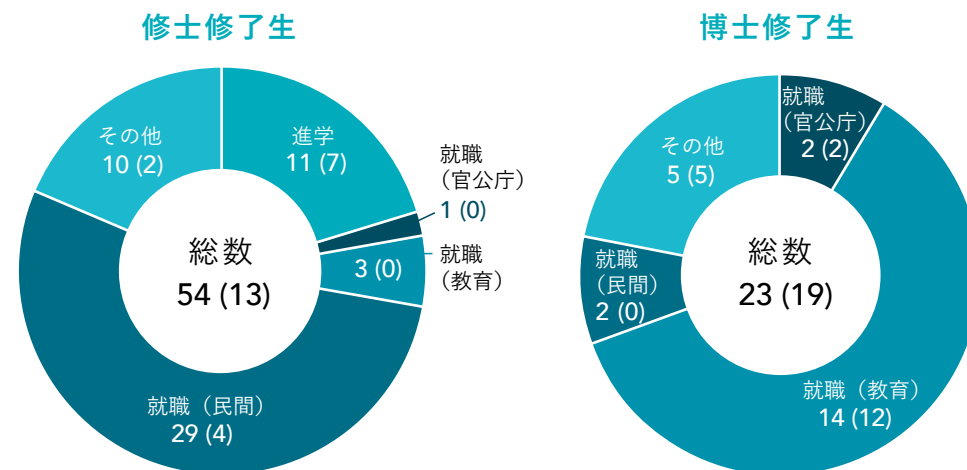
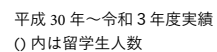
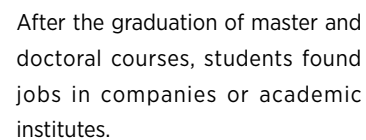




The professors of CEReS belong to Department of Environmental Remote Sensing, which is in Division of Earth and Environmental Sciences under Graduate School of Science and Engineering.



- 留学生数（修了） Number of overseas graduates



## 李夢禹 (D2) Mengyu LI



During my master course, I have researched estimating soil respiration rates across Japan using a machine learning method based on in-situ and satellite observation data. As a participant in the research project on the estimation of soil respiration, I had a fulfilling research life by sharing the progress with researchers inside and outside the university and visiting the field observation sites to understand the situation. In addition, through presentations at international conferences and participation in outreach activities, I learned the importance of explaining correct scientific information to the general public. I plan to continue working with researchers to reveal the process of soil respiration through further detailed analysis.



My research is on observing global vegetation phenology using optical remote sensing satellites (Second-generation GLObal Imager (SGLI)). One of the advantages of conducting my Ph.D. research at CEReS is that it is a research center where remote sensing technology and environmental issues are very well integrated. Students and faculty in CEReS have diverse professional backgrounds, and there are many specialized courses offered here that will serve as a good support for my research. In addition, CEReS has partnerships with many research institutions. The collaboration between JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) and PEN (Phenological Eye Network) is an essential part of my research. CEReS also regularly organizes an annual academic symposium and offers opportunities to attend various study sessions. These are the key factors that helped me to complete my studies. In addition to research, after-school activities are held each year, such as simple games to promote relationships between the different research labs.



外部資金

External Funds

外部資金による研究プロジェクト

CEReS ではその研究力を活かし、科学研究費補助金による研究、他機関から受託された研究、契約に基づく共同研究を数多く行っています。中でも科学研究費補助金による研究は増加傾向にあり、当センターを挙げて積極的に取り組んでいます。

Taking advantage of its research capabilities, CEReS conducts a large number of research funded by Grants-in-Aid for Scientific Research, research commissioned by other organizations, and joint research based on contracts. Among these, research funded by Grants-in-Aid for Scientific Research is on the increase.

獲得している研究資金  
Acquisition of research grants

科研費 / KAKENHI (Grants-in-Aid for Scientific Research)	
基盤研究 (S) Scientific Research (S) 代表者：市井 和仁	第三世代静止気象衛星群による全球高頻度観測は陸域生態環境理解に何をもたらすか？ Hyper-Temporal Terrestrial Ecosystem Observation with Third Generation Geostationary Satellites
基盤研究 (A) Scientific Research (A) 代表者：小槻 峻司	最先端のデータサイエンスで切り拓く「富岳」時代のリアルタイム豪雨・洪水予測 Exploring Real-time Rainfall and Flood Predictions in Fugaku Era with the State-of-the-art Data Science
基盤研究 (B) Scientific Research (B) 代表者：本郷 千春	作物モデル及びドローンデータを用いた水稲病害による減収リスク評価手法の構築 Development of risk assessment method for rice yield reduction by disease using crop model and drone data
基盤研究 (B) Scientific Research (B) 代表者：齋藤 尚子	衛星観測に基づく対流圏オゾンの global budget と日変化プロセスの評価 Evaluation of global budget and diurnal variatoin of tropospheric ozone based on satellite observations
基盤研究 (B) Scientific Research (B) 代表者：入江 仁士	低コストの受動型可視分光法による大気下層水蒸気観測技術の線状降水帯研究への新展開 New development of the technique for observing water vapor in the lower atmosphere with low-cost passive visible spectroscopy toward linear precipitation zone study
基盤研究 (C) Scientific Research (C) 代表者：樋口 篤志	ひまわり 8 号とフェーズドアレイ気象レーダによる積乱雲発達初期の高頻度同時観測 Fine-time synchronized observations of the initial stage of cumulonimbus clouds by phased array weather radar and Himawari8 AHI
基盤研究 (C) Scientific Research (C) 代表者：楊 偉	森林フェノロジーモデルを改良するための現地データ・衛星データを用いた展葉開始日と落葉終了日の相互作用の解明 Investigating the Interaction between Spring Green-up Date and Autumn Dormancy Onset based on Field and Satellite Data to Improve the Forest Phenology Models
学術変革領域研究(A) Transformative Research Areas (A) 代表者：小槻 峻司	数値計算と地域研究で読み解く水災害リスク変動が地域社会に与えてきた影響 Investigating Flood Risk Impacts on Local Community Developments through Numerical Simulations and Area Studies
学術変革領域研究(A) Transformative Research Areas (A) 代表者：市井 和仁	観測ビッグデータ駆動型の広域陸域水・物質循環推定による陸域生態系変動の診断 Data-Driven Diagnostics of Terrestrial Water and Carbon Cycles Using Observation-Based Big Data
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B)) Fund for the Promotion of Joint International Research (Fostering Joint International Research(B) 代表者：本郷 千春	洪水氾濫情報を用いた東南アジア穀倉地にみられる病虫害拡散メカニズムの解明 Elucidation of the diffusion mechanisms for pests and diseases in the granary of Southeast Asia using flood inundation information
挑戦的研究 (萌芽) Challenging Research (Exploratory) 代表者：S・Sヨサファット・テトオコ	多ビーム合成開口レーダによる環境リモートセンシング画像の高解像度化 Improvement on High Resolution of Environmental Remote Sensed Imagery using Multi Beam Synthetic Aperture Radar
挑戦的研究 (萌芽) Challenging Research (Exploratory) 代表者：小槻 峻司	スパースセンサ最適化による費用対効果の高い観測位置決定手法の開拓 Exploring Cost-effective Observation Placements Using The Data-driven Sparse Sensor Placement

挑戦的研究 (萌芽) Challenging Research (Exploratory) 代表者：市井 和仁	環北極域における超高頻度衛星観測データの創出による陸面劇的変動の早期高精度検出 Early and Accurate Detection of Terrestrial Changes in Arctic Regionby Generating Hyper-temporal Satellite Observation Data
若手研究 Early-Career Scientists 代表者：山本 雄平	熱帯域の植生面温度に関する新知見獲得と植生呼吸・光合成量の推定精度向上への展開 Acquisition of New Knowledge on Vegataton Surface Temperature in the Tropical Zone and Development toward Improving Estimation Accuracy of Vegetation Respiration and Photosynthesis
特別研究員奨励費 Grant-in-Aid for JSPS Fellows 代表者：塩尻 大也	水文観測データ同化を組み合わせた陸域水循環モデルによる流出発生過程の解明 Runoff generation process by terrestrial water circulation model combined with assimilation of hydrological observation data
特別研究員奨励費 Grant-in-Aid for JSPS Fellows 代表者：武藤 裕花	流域の地理特性と人工林管理状況の関係性及びそれらが流量・土砂生産に及ぼす影響 The change in flow and sediment regimes: the cause of forest management and geographical characteristics of river basins

その他の外部資金 / Others

日本学術振興会 JSPS 研究拠点形成事業 (A ．先端拠点形成型) 代表者：市井 和仁	静止気象衛星測網による超高時間分解能陸域環境変動モニタリング国際研究拠点 International Research Network for Hypertemporal Monitoring of Terrestrial Environment Using Multiple Geostationary Satellites
科学技術振興機構 JST ムーンショット型研究開発事業 代表者：小槻 峻司	気象制御のための制御容易性・被害低減効果の定量化 Quantifying Weather Controllability and Mitigatable Flood Damage Based on Ensemble Weather Forecast
科学技術振興機構 JST さきがけ 代表者：小槻 峻司	「観測の価値」を最大化するデータ同化・予測手法の開発 Advancing Data Assimilation and Prediction Methods to Maximize "The Value of Observations"
国際科学技術共同研究推進事業 JST/JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム 代表者：本郷 千春	食料安全保障を目指した気候変動適応策としての農業保険における損害評価手法の構築と社会実装 Development and Implementation of New Damage Assessment Process in Agricultural Insurance as Adaptation to Climate Change for Food Security
日本学術振興会 JSPS 論文博士号取得希望者に対する支援事業 代表者：本郷 千春	インドネシアにおけるマルチセンサ UAV を用いた農業保険損害評価手法の構築 Application of a multi-sensor UAV platform for developing damage assessment method in agricultural insurance
宇宙航空研究開発機構 JAXA 代表者：本多 嘉明	SGLI 観測値に基づく BRDF による AGB 推定の高精度化 Upgrading AGB estimation using BRDF based on SGLI observation data
情報通信研究機構 NICT 代表者：梶原 康司	データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究 Virtual-Tower at Hazard for Understanding Necessary Data of Emergency Rescue using Bi-Images Rangefinder on Drones





# 沿革

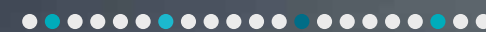
## Historical Background



- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 昭和 38 年 4 月<br>April 1963 | 工学部附属「天然色工学研究施設」設置<br>Institute of Natural Color Technology (INCT) was established in Faculty of Engineering  |
| 昭和 51 年 4 月<br>April 1976 | 「天然色工学研究施設」内に隔測画像処理研究部設置<br>Division of Remote Sensing Image Processing was established in INCT   |
| 昭和 61 年 4 月<br>April 1986 | 学内共同利用研究施設「映像隔測研究センター」に改組<br>INCT was reorganized to Remote Sensing and Image Research Center (RSIRC) as an independent center in Chiba University  |
| 平成 7 年 4 月<br>April 1995  | 「映像隔測研究センター」が廃止・転換され、全国共同利用施設「千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）」として発足<br>RSIRC was reorganized and expanded to Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) as a joint research center open to all universities |
| 平成 16 年 4 月<br>April 2004 | 国立大学法人に移行<br>All national universities including Chiba University have been changed to “National University Corporations”   |
| 平成 22 年 4 月<br>April 2010 | 共同利用・共同研究拠点（環境リモートセンシング研究拠点）に認定<br>CEReS was authorized as “Joint Usage / Research Center” by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)   |

# アクセス

## Access



千葉大学 環境リモートセンシング研究センター  
Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

〒 263-8522  
千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33  
1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Japan  
TEL : 043-290-3832（事務室） / FAX : 043-290-2024







CENTER for  
ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING

2022・2023

## CHIBA UNIVERSITY

〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33  
1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Japan  
千葉大学 環境リモートセンシング研究センター  
Tel 043-290-3832 (事務局) Fax 043-290-2024  
<https://ceres.chiba-u.jp/>



Copyright (C) Chiba University. All Rights Reserved.