

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

2018・2019



CHIBA UNIVERSITY



センター長 久世 宏明
Director Hiroaki Kuze

目次

ごあいさつ Foreword	02
CEReS とは What is CEReS	05
教員・研究員紹介 Members of CEReS	06
共同利用・共同研究拠点として As Joint Useage / Research Center	30
データ Data	32
設備 Facilities	34
教育 Education	35
沿革 Historical Background	38
アクセス Access	39

千葉大学環境リモートセンシング研究センター (CEReS) は、1995年4月の創設以来、リモートセンシング研究と、それを利用した地球表層の環境研究の発展をめざした活動を行ってきました。2010年度からは新たな共同利用・共同研究拠点制度が開始され、CEReSは全国の大学附置研究所・センターとともに拠点として文部科学省の認定を受けました。3つのプログラム、すなわち (PG1) 先端的リモートセンシング、(PG2) 情報統合、(PG3) 衛星利用高度化を軸とした研究活動を進めるとともに、衛星データやそれに関連する環境情報データを蓄積・公開し、日本や東アジアを中心とした研究コミュニティとともに歩みを進めています。

リモートセンシングは、その分野としての特性から、理学、工学、農学など様々な学術分野との関連をもっています。CEReSは、こうした様々な分野の研究者との共同研究のネットワークを通じ、リモートセンシングにおけるセンサ開発、情報抽出、環境変動評価などの分野での研究を推進し、また、その研究成果の社会的課題への適用を進めています。

最近の成果としては、PG1における小型衛星・航空機搭載を目指した円偏波合成開口レーダの開発、PG2における第3

世代静止気象衛星ひまわり8号のデータアーカイブと環境情報抽出への活用、PG3におけるインドネシアの水稻農業保険の損害評価における精密リモートセンシングの活用等を挙げる事ができます。また、日本が世界に先駆けて打ち上げた全球の温暖化気体観測用 GOSAT 衛星 (いぶき) の熱赤外バンドのデータ解析や、平成29年12月に打ち上げられた気候変動観測衛星 GCOM-C (しきさい) による全球植生のデータ解析においても、CEReSの研究者が活躍しています。

リモートセンシングデータやその解析結果を、持続可能性を含めた社会課題の解決につなげるためには、モデル研究も大きな役割を果たしており、その方面にもウイングを広げて研究を開始しました。気候変動に関する4大学附置センターの連携 (東大、名大、東北大、千葉大による気候変動に関するバーチャルラボラトリー) の活動も継続して実施しています。

さらに、CEReSは千葉大学が全学的に参画している国際的なプロジェクトである Future Earth の学内事務局の役割を務めており、部局横断的な活動を通じて持続可能な社会システムの構築に貢献して参ります。

Foreword

Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) was established in 1995 and selected and accredited in 2010 as a nationwide joint research center in the field of environmental remote sensing by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. The research activity of CEReS is composed of (PG-1) Innovation in remote sensing technology and algorithm, (PG-2) Integrated use of geoinformation, and (PG-3) Advanced application of satellite remote sensing. In addition to these programs, CEReS accumulates and disseminates satellite and related environmental data to research communities in Japan and East Asia, contributing to further developing environmental researches utilizing CEReS data.

From the characteristics of research field per se, remote sensing has close relationship with a number of disciplines such as science, engineering, and agriculture. Through collaborative research networks with researchers in such a variety of fields, CEReS promotes researches in the fields of

development of remote sensing sensors, information extraction from satellite imagery, and evaluation of environmental changes, and applies the research outcomes to solving social problems. Regarding recent achievements, please read this brochure.

In linking remote sensing data to social issues including sustainability, model research also plays an important role. In this regard, CEReS has expanded its wing to cover model studies, mainly in the field of vegetation-related bio-geosciences. In addition, CEReS has been contributing to the joint activities of four research centers concerning the climate change studies (Virtual Laboratory on Climate Change Studies, cooperated by research centers of The University of Tokyo, Nagoya University, Tohoku University, and Chiba University). Also, CEReS serves as the secretariat of Future Earth, an international project that Chiba University has officially participated in as a member of Japan consortium, contributing to the construction of a sustainable social system through interdisciplinary research activities.



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3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 three 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	
専任教員 Faculty Members	10 博士後期課程 Ph.D.course	27 (23) 運営費交付金 Basic budget	129,318
客員教員 Visiting Scholars	5 博士前期課程 (修士課程) Master course	24 (6) 科学研究費補助金 Grants-in-Aid for Scientific Research	13,120
兼務教員 Adjunct Faculty Members	5 学部学生 Undergraduates	25 (2) 受託研究費 Contracted research budget	140,928
特任教員 Academic Staffs	6 研究生 Research students	5 (5) 共同研究費 Cooperative research budget	5,391
特任研究員 Research Fellows	5	奨学寄附金 Donated budget	18,559

() 内は留学生人数
() overseas students

単位: 千円
Unit: JPY1,000

平成 30 年 10 月現在
As of October 2018

平成 30 年 10 月現在
As of October 2018

平成 29 年度
FY2017

Program 01

先進的リモートセンシングプログラム
Innovation in remote sensing technology and algorithm

リモートセンシングに関する先進的な研究を行うこと
Conducting advanced researches on remote sensing

- マイクロ波センサ開発
Development of microwave sensors
- 地上長光路二酸化炭素吸収観測センサ開発
Development of a CO₂ sensor for long-path measurement
- 大型無人航空機開発
Development of large UAV
- ハイパースペクトルカメラ開発
Development of hyperspectral camera
- 小型衛星開発
Development of microsatellite
- 植生物理量測定のための観測システム開発
Development of fluorescence system for vegetation monitoring

Program 02

情報統合プログラム
Integrated use of geoinformation

リモートセンシングデータを用いて地球表層環境変動研究を進展させること
Developing global environmental researches by using remote sensing data

- 温室効果ガス観測
Observing greenhouse gases
- 全球の植生・被覆情報抽出
Extracting land cover and vegetation information
- 大気汚染物質の大気中濃度計測
Measuring air pollution level
- 大気陸面相互作用の分析
Analyzing interaction between atmosphere and land

Program 03

衛星利用高度化プログラム
Advanced application of satellite remote sensing

リモートセンシングを社会に役立てる研究を行うこと
Contributing to the society through remote sensing researches

- 食料安全保障とその他の持続的社会的インフラの構築
Building up food security and its social infrastructure
- 水源・地形の調査、分析
Research and analysis of geography and water resources
- 自然災害の予測、防災
Prediction and prevention of natural disasters

教員・研究員紹介

Members of CEReS



01 Program	久世 宏明 Hiroaki Kuze	センター長 / 教授 Director/Professor	理学博士 Dr. Sc.	大気リモートセンシング、大気環境光学計測 Remote Sensing Engineering, Sensor for Atmospheric Measurements
03 Program	近藤 昭彦 Akihiko Kondoh	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 Kazuhiro Ichii	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	ヨサファット テトオコ スリスマンティヨ Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	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	入江 仁士 Hitoshi Irie	准教授 Associate 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
02 Program	樋口 篤志 Atsushi Higuchi	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
03 Program	本郷 千春 Chiharu Hongo	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、 空間情報実用研究 Environmental Sciences and Food Production by Remote Sensing, Implementation of Spatial Information
01 Program	本多 嘉明 Yoshiaki Honda	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
02 Program	齋藤 尚子 Naoko Saitoh	准教授 Associate Professor	博士(理学) Ph.D.	大気化学、衛星リモートセンシング Atmospheric Chemistry, Satellite Remote Sensing
01 Program	梶原 康司 Koji Kajiwara	講師 Associate Professor	博士(工学) Ph.D.	衛星植生学、情報処理 Satellite Botany, Information Science
03 Program	楊 偉 Wei Yang	特任助教 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

竹中 栄晶 Hideaki Takenaka	客員准教授 Visiting Associate Professor	宇宙航空研究開発機構 招聘研究員 Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) Invited Researcher	放射収支、リモートセンシング Radiation Budget, Remote Sensing
牧 雅康 Masayasu Maki	客員准教授 Visiting Associate Professor	東北工業大学 准教授 Tohoku Institute of Technology Associate Professor	農業リモートセンシング Agricultural Remote Sensing
小林 秀樹 Hideki Kobayashi	客員准教授 Visiting Associate Professor	国立研究開発法人 海洋研究開発機構 主任研究員 Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), Senior Scientist	リモートセンシング、微気象学 Remote Sensing, Micrometeorology
馬淵 和雄 Kazuo Mabuchi	客員教授 Visiting Professor		
山之口 勤 Tsutomu Yamanokuchi	客員准教授 Visiting Associate Professor	リモートセンシング技術センター Remote Sensing Technology Center of Japan	リモートセンシング Remote Sensing

兼務教員 Adjunct Faculty Members

鷹野 敏明 Toshiaki Takano	教授 Professor	融合理工学部 Graduate School of Science and Engineering	電波科学 Radio Science
山崎 文雄 Fumio Yamazaki	教授 Professor	融合理工学部 Graduate School of Science and Engineering	都市システム安全工学 Urban Systems Safety Engineering
服部 克巳 Katsumi Hattori	教授 Professor	融合理工学部 Graduate School of Science and Engineering	地球物理学、自然災害科学 Geophysics, Natural Hazard
椎名 達雄 Tatsuo Shiina	准教授 Associate Professor	融合理工学部 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 Akira Kato	助教 Assistant Professor	園芸学研究所 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)

特任教員 Academic Staffs

井村 信義 Nobuyoshi Imura	特任助教 Assistant Professor	宇宙工学 Space Engineering
近藤 雅征 Masayuki Kondo	特任助教 Assistant Professor	環境物理、物質循環科学、気候変動 Environmental Physics, Biogeochemical Cycles, Climate Change
広瀬 民志 Hitoshi Hirose	特任助教 Assistant Professor	衛星気候学 Satellite Climatology
Alessandro Damiani	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
Nofel Lagrosas	特任助教 Assistant Professor	大気環境計測、光学リモートセンシング Measurement of Atmospheric Environment, Optical Remote Sensing

特任研究員 Research Fellows

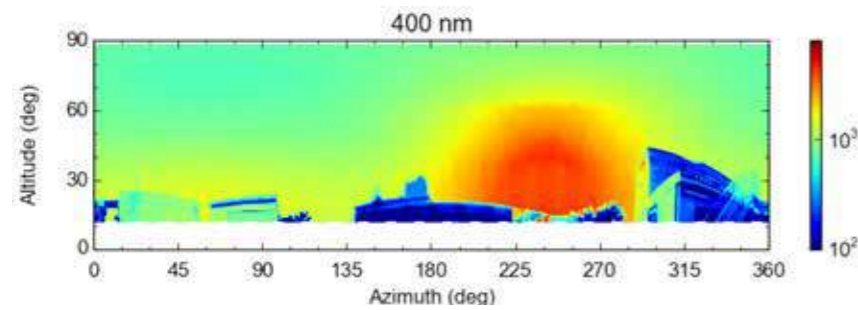
岡本 浩 Hiroshi Okamoto	特任研究員 Research Fellow	大気環境リモートセンシング Atmospheric Remote Sensing
豊嶋 紘一 Koichi Toyoshima	特任研究員 Research Fellow	降水量リモートセンシング、熱帯気象 Remote Sensing of Precipitation, Tropical Meteorology
高橋 綾香 Ayaka Takahashi	特任研究員 Research Fellow	トライボロジー Tribology
Richa Bhattarai	特任研究員 Research Fellow	合成開口レーダー、地盤沈下 Synthetic Aperture Radar(SAR), Land Subsidence
Kavitha Mottungan	特任研究員 Research Fellow	大気科学 Atmospheric Science



どのような研究をしているか

専門分野は大気リモートセンシング、とくに大気環境の光学計測です。研究テーマとしては、光学的な手法を用いた大気リモートセンシングで、衛星と地上計測によるエアロゾルと雲のリモートセンシング、ライダーリモートセンシング、長光路光伝搬を利用した温暖化気体や大気汚染物質の計測、レーザーを用いた微量気体の高感度計測などを行っています。

The major research topic of Kuze laboratory is atmospheric remote sensing in the optical wavelength region, by means of both satellite- and ground-based observations. The targets are aerosols, clouds, and trace gases in the atmosphere, which are considered to be important from the viewpoint of climate change as well as human health problems.



カメラセンサーにより記録された天空光輝度分布
Hemispheric radiance distribution observed with the camera spectrometer

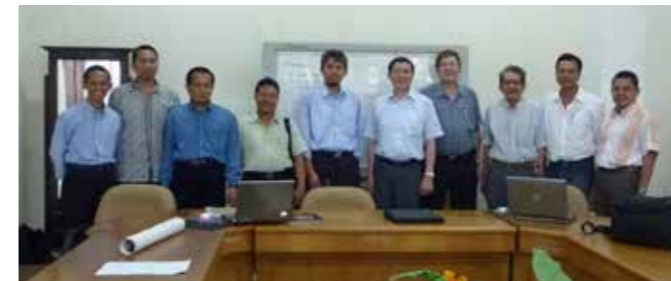


カメラセンサーを使った大気観測風景
Atmospheric monitoring using a camera system

研究対象と研究方法について

大気環境の光学計測の分野は、環境科学、応用物理、計測情報工学、大気物理、大気化学など多くの学問分野と関連をもつのですが、その中でもとくに、衛星計測、地上検証、光学センサーの開発に重点をおいて研究活動を進めています。研究対象は大気環境で、とくに、地球温暖化の大きな不確定要因となっている大気エアロゾル（PM2.5 など大気中の浮遊粒子）と雲、そして大気中に存在する微量気体です。卒業研究や大学院では、大容量画像データとしての衛星データの取り扱い、大気中の光伝搬、エアロゾルと地球温暖化のかかわり、レーザー光を大気中に射出して散乱光を検出するライダーの手法などについて学ぶことができます。CEReSのほかの研究室と同様に、留学生も多く、国際的な雰囲気の中で研究を進めることができる点も大きな特徴です。大学院と学部卒業生は、学界やさまざまな企業で活躍しています。

Remote sensing in the optical wavelength region has close relations with a variety of research fields such as environmental science, applied physics, information and instrumentation engineering, atmospheric physics and chemistry. Our approach includes the development and application of novel optical sensors, simulation using radiative transfer codes, and analysis of various images obtained through satellite as well as ground-based observations. In the undergraduate and graduate courses, students can learn the processing of satellite imagery as a large-sized image data, radiation propagation in the atmosphere, impacts of aerosol particles on global climate change, and the lidar methodology in which laser beams are emitted toward the atmosphere and the resulting backscattered intensity is detected.



ハサヌディン大学でのセミナー
Seminar at Hasanuddin University, Indonesia

研究を社会の中でどのように活かすか

私たちが普段目にしてる風景は、太陽光を光源として大気や地表面を構成する物質が光を散乱、吸収する多くの過程を経て目に届いています。人間が認識できる光である可視光は波長がおおよそ400nmから700nmの範囲に限られていますが、それでも、空の青、雲の白、夕焼けの赤、木々の緑、など非常に多様性に富んだ環境を日常的に見ています。光学的なリモートセンシングは、いわば、こうした日常経験を科学的な立場から見直し、そこからどのような情報が抽出できるかを最新の技術を活用しながら調べる方法だと考えることができます。たとえば、衛星データには、大気と地表面情報の双方が含まれており、大気中の放射伝達を考慮することによってこの両者を分離することが可能になります。これが、PM2.5 など大気汚染の広域観測につながります。また、温暖化気体である二酸化炭素の濃度を広域で計測するには、この分子が吸収する波長である1500nm帯の赤外光を使い、そのスペクトル計測から吸収する分子の量を決定します。こうした画像やスペクトル情報を用いた光学的手法は、多くの応用分野をもっており、大気環境などにかかわる企業との共同研究にもつながっています。

Optical remote sensing can be considered as an approach in which the daily experienced information of visible scenery is reconsidered from the viewpoint of scientific investigations. Satellite images, for instance, contain information pieces from both surface reflectance and atmospheric scattering processes. The precise separation of these different contributions can yield the distribution of PM2.5 in a wide region. The propagation of near-infrared light around 1.5μm wavelength leads to the determination of average CO₂ concentration in the lower atmosphere. Such methodologies can find various applications that are potentially useful for commercial sectors. The following paper will be useful for understanding why such a comprehensive approach is required in the field of optical remote sensing of the atmosphere:

<http://www.intechopen.com/books/remote-sensing-applications>

<http://www.cr.chiba-u.jp/~kuze-lab/>



エアロゾルの水平分布を観測するための紫外ライダー装置
Plan position indicator lidar instrument for observing horizontal distribution of aerosol particles

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、「GAIA-I」と「GAIA-II」と名付けた2つの人工衛星の開発に取り組んでいます。「GAIA-I」の目標重量は約50kg、「GAIA-II」は約100kgと、人工衛星のなかでは「小型」の部類になります。いずれも、京都大学やJAXA（宇宙航空研究開発機構）、インドネシア宇宙航空局などとの共同研究事業で、2010年代後半の打ち上げを目指しており、2機の人工衛星には、異なるセンサを搭載します。

「GAIA-I」にはGPS-ROセンサ、「GAIA-II」には、「円偏波合成開口レーダ」（略称：CP-SAR）と呼ばれるセンサを搭載します。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、2013年に開発に成功しました。また、地上実証実験のために、Boeing 737-200航空機をはじめ、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。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

Josaphat Laboratory (JMRS) develops two satellites called GAIA-I and GAIA-II. These satellites are classified as microsatellite, where GAIA-I and GAIA-II has weight about 50 kg and 100 kg, respectively. We collaborate with Kyoto University, JAXA, LAPAN etc to develop these satellites with different sensor onboard, and plan to launch in the end of 2010s.

GAIA-I will onboard GPS-RO sensor, and GAIA-II will onboard our novel circularly polarized synthetic aperture radar (CP-SAR). Especially, CP-SAR sensor was successfully developed in 2013 to monitor land deformation accurately. CP-SAR sensor with L, C, and X bands was developed for car, unmanned aerial vehicle (UAV), and Boeing 737-200 aircraft. We are also developing several techniques using SAR sensor to observe disaster and environmental change precisely, and contribute these techniques and results to our domestic and overseas collaborated institutions and researchers.



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 circularly polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) sensor to detect microwave, where this sensor is also called as microwave sensor. This microwave sensor could penetrate cloud, fog, haze etc, that could be operated at cloudy area and 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 satellite, 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.



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



当研究室の小型衛星地上管制局とメンバー
Our laboratory's satellite ground station and laboratory members

研究を社会の中でどのように活かすか

「GAIA-I」と「GAIA-II」を組み合わせることで、電離層の乱れと地殻変動の関連性を調べることができます。電離層は、巨大地震が起こる1週間ほど前、“前兆”として乱れが発生することが指摘されています。この小型衛星が観測した電離層の乱れと地殻変動のデータを突き合わせれば、電離層の乱れは巨大地震の“前兆”の監視、及び災害地域の被害軽減に活用できると期待しています。また、干渉合成開口レーダ（InSAR）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。

Relationship of Ionospheric disturbance and land deformation will be investigated using GAIA-I and GAIA-II. Ionospheric disturbance which depicts precursor of Earthquake happens a week before the Earthquake was reported. Our microsatellites will observe this ionospheric disturbance and land deformation to investigate this relationship to collect the global precursor of Earthquake. Our laboratory also observe land deformation as landslide, volcanic eruption, subsidence, uplift, active fault etc using SAR interferometry (InSAR), and employs these results to observe infrastructure, settlement etc to realize safe and secured community.

<http://www2.cr.chiba-u.jp/jmrs/>



コーナリフレクターによる合成開口レーダの地上実証実験
Validation of our synthetic aperture radar using corner reflector



本多嘉明 准教授
Assoc. Prof. Yoshiaki Honda

工学博士
Dr. Eng.



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2018年に打ち上げられました。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。



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

We have promoted the study of world vegetation based on satellite data from the 1990s. From the mid-1990s, we has 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 2018.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

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、地球規模で長期間(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://www.satnavi.jaxa.jp/project/gcom_c1/index.html

GCOM will consist of three consecutive generations of two satellite types with 1-year overlaps, resulting in a 13-year observation period. The two satellites are GCOM-C and GCOM-W (Water). GCOM-C mission aims to establish and demonstrate a global, long-term satellite-observing system to measure essential geophysical parameters to facilitate understanding the global radiation budget and carbon cycle mechanism, and eventually contribute to improving future climate projection through a collaborative framework with climate model institutions. The GCOM-C satellite scheduled to be launched in 2018.



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

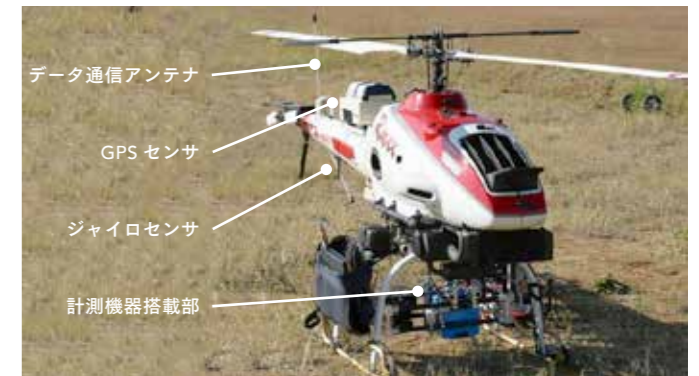
研究を社会の中でどのように活かすか

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役立ちます。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、デジタルカメラなど搭載)
Radio Control Helicopter Observation system



どのような研究をしているか

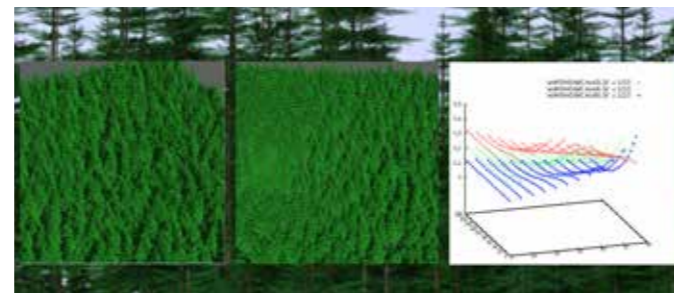
高頻度全球観測が可能な人工衛星の光学センサの観測データを用い、広域の植生理量推定を行っています。植生理量とは、植物の地上バイオマスや葉面積指数などを指します。光学センサによるこれらの推定は、衛星リモートセンシング分野では比較的古くから植生指標を用いた手法で行われてきましたが、森林のように大きな3次元構造をもつ対象では一般的な推定手法は確立できていません。私は樹木のもつ3次元構造と光の反射特性の関係をモデル化することで植生理量と結びつけることを研究の中心に据えています。そのために森林の反射特性を計算するシミュレータの開発や、レーザー計測機器を用いて実際の森林の立体的構造を取得するなどの活動を行っ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



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.

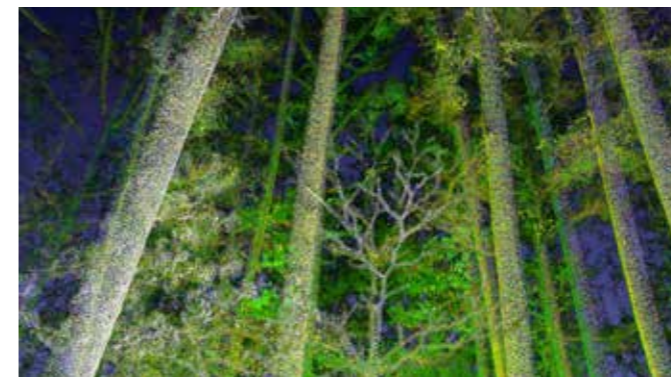
In order to solve this problem, I am conducting the development of a simulator to calculate the reflection characteristics of the forest based on three-dimensional structure of the actual forest. In order to achieve this, I am also developing a laser-measurement system for obtaining the structure of 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三次元データ
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が、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。

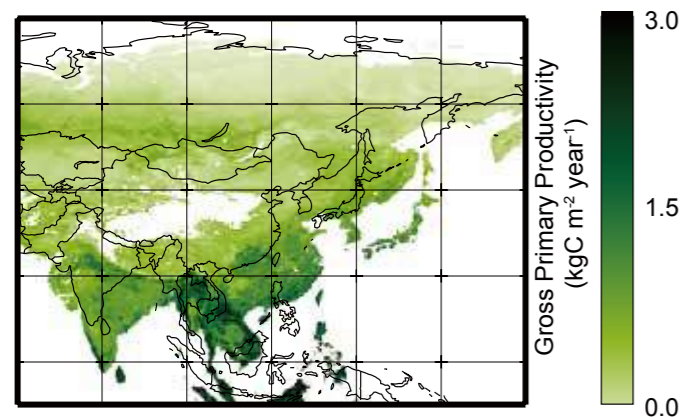
While understanding of global carbon cycle mechanism which has closely relationship with global warming has been progressed in recent years, the problem of uncertainty of distribution of land vegetation biomass and its time series variation is still remained. It is impossible to grasp the exact global 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.



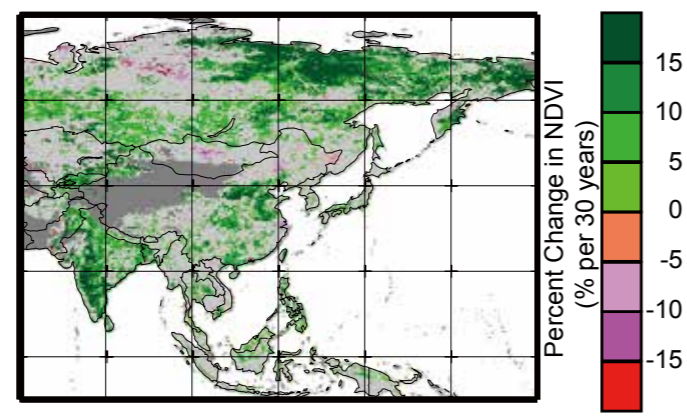
どのような研究をしているか

主に、陸域を対象として、衛星データを始めとする様々な手法を用いて水循環や物質循環などの把握と予測を「統合的に」研究を行っています。対象とする領域は、地域からグローバルまでの幅広い空間スケールに及びます。温暖化などの地球規模の環境問題の重要性が指摘されている中で、陸域は温室効果ガスをどれくらい吸収・排出するだろうか、陸域環境はどのように変わりつつあるだろうか、特に大きな変動が起こる地域はどこか、などを研究しています。研究手法は、衛星観測・地上観測・数値モデルなど広く扱い、解析手法も機械学習を含む統計的な手法から数値モデルなど有用なものは積極的に取り入れて研究を進めています。

Our group aims to understand earth system (mainly targeting at terrestrial biosphere) using available data (e.g. remote sensing data, site observation data) and models in an integrative way. Our target region covers various spatial scales, from regional to global scale. Main research targets are relating to global environment changes responding to climate and environmental changes, such as (a) how much terrestrial biosphere uptake or release GHGs (Greenhouse Gases) responding to environmental changes, (b) detecting 'hot-spot' of terrestrial CO₂ budget changes where significantly large GHGs emission is occurring.



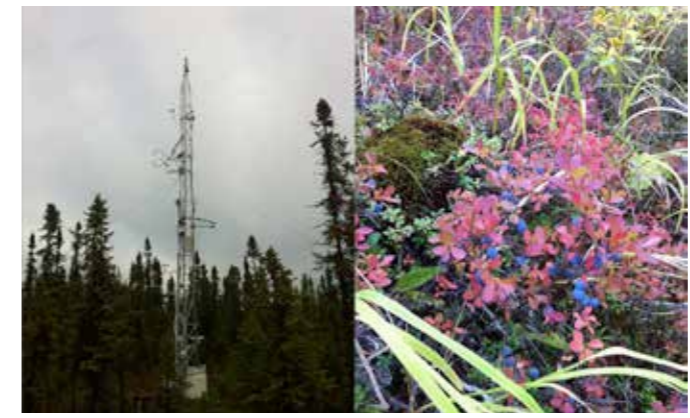
観測サイトと衛星データを利用した光合成量空間分布
Data-driven estimation of gross primary productivity in Asia



アジアにおける植生指数の変動傾向 (1982-2011年)
Changing trend in NDVI from 1982 to 2011 across Asia

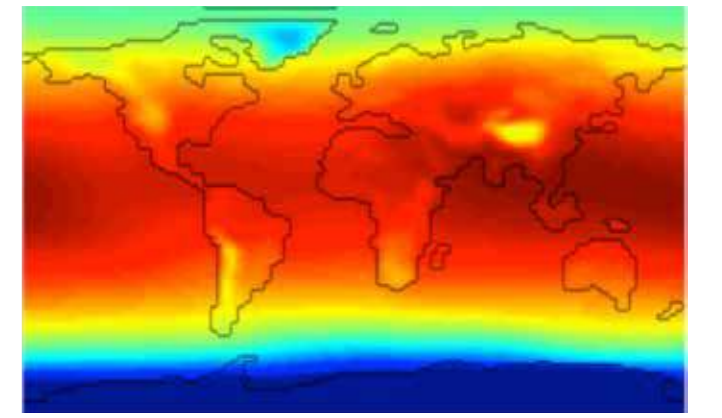
統合的な解析とは

現代の様々な環境問題を把握し解決していくためには、事象に対して、一面だけを見るのではなく、様々な側面を見ながら、総合的に考えることによって、新たな現象が見えたり、新たな手法を考案できたりと様々な広がりを持ちます。衛星観測データは、全球を均質な手法で観測するために重要なデータです。例えば、リモートセンシングデータにより構築されたデータセットと数値モデルを組み合わせることにより、これまで把握が困難であった、植生の根の深さが推定できることを示しました。植生の根の深さが分かることにより、植生成長の水に対する耐性が分かり、植生による温室効果ガスの収支をより正確に把握することにつながりました。



陸域植生観測サイトと周辺に自生するブルーベリー (アラスカ・フェアバンクス)
Ground observation site and native blueberries.
(UAF eddy-covariance tower in Fairbanks, Alaska)

To approach current environment problems, we need "synthesis" using various existing results in addition to development of new method and new estimation. Each methodology is effective to represent something. By collecting many information, we can make a more consistent interpretation and have a new scientific results. I believe that remote sensing data have a strong advantage, since it covers global with consistent observation methods. Therefore, using such effective remote sensing data sets, we can produce new and integrated results.

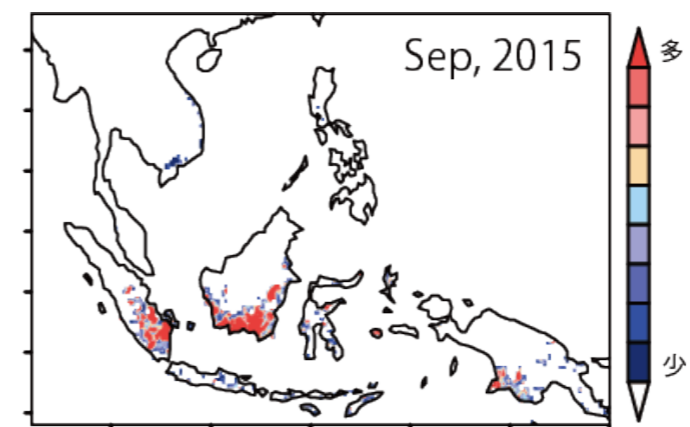


地球システムモデル (UVic-ESCM) で計算された年平均気温
Mean annual temperature calculated by an earth system model, UVic-ESCM

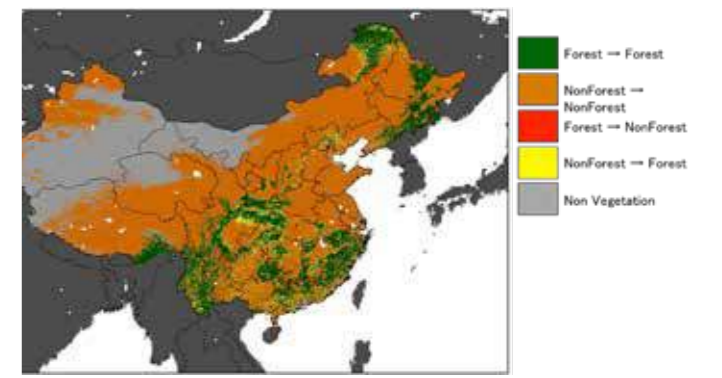
研究を社会の中でどのように活かすか

得られた研究成果は、様々な形で社会に還元されます。例えば、2015年12月にUNFCCC(国連気候変動枠組条約)COP21(第21回締約国会議)において採択された「パリ協定」では、地表面気温の上昇を産業革命以前に比較して2°Cに抑えることで合意し、この達成に向けて世界各国は温室効果ガスの排出削減に取り組むこととなります。本研究は、陸面における温室効果ガス収支の推定結果を与えることになり、温室効果ガス排出削減策の策定に向けた一つの資料となります。さらには、2013年に開始された国際的な地球環境プロジェクト「フューチャーアース」の枠組みにおいて、特に持続可能性を目指した環境社会の構築のためにリモートセンシングを背景として貢献していきたいと考えています。

Our research outputs will be used to the society from outreach to practical use to environmental policy establishment. As a good example, the 'Paris Agreement', which was determined and agreed internationally in the UNFCCC COP21 declared and agreed to minimize global temperature changes below 2.0 degree. Each country requires to report greenhouse gas budget to keep up to protecting environment. Our research outputs directly contribute the Paris agreement as a direct data of terrestrial CO₂ budget and providing mechanisms of the changes. Future earth, recently established international project toward sustainability of earth environments is one of the targets of our group to contribute to society in a direct way.



2015年のEl Niño時における東南アジアの火災発生域分布
Spatial distribution of fire in Southeast Asia during 2015 El Niño event



中国における森林・非森林域・植林地域のマッピング
Mapping of forest cover change across China

樋口 篤志 准教授
Assoc. Prof. Atsushi Higuchi

博士(理学)
Ph.D.



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くんでいます。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。

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" related activities in CEReS, such as data archiving, publishing, and the contribution to research community.



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

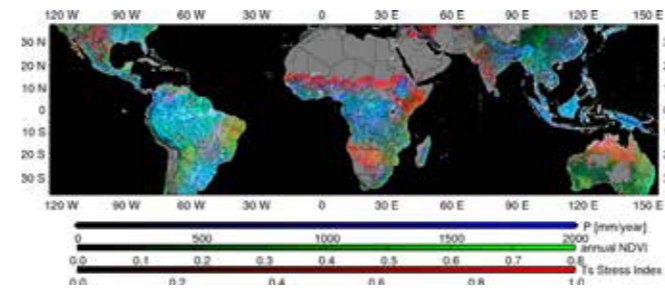


モンゴルでの草本生態調査での一コマ
Field survey's snapshot for grassland ecosystem study in Mongolia

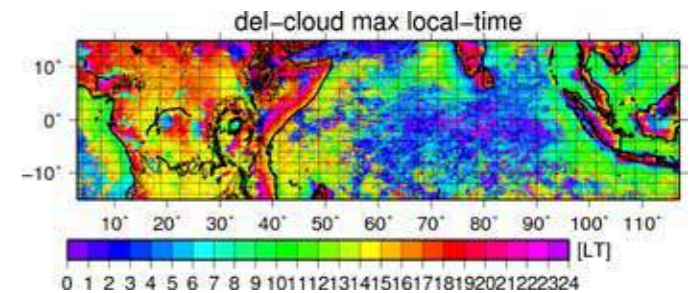
衛星気象学とは

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。

Satellite meteorology is already established research field of which try to understand meteorological phenomena by analyzing satellite and other data. On the other hands, satellite climatology is not yet established. However satellites sensing has long history more than thirty years, moreover sensing technologies are developed in recent ten years. I try to understand the Earth climate system including human impacts by analyses of long-term earth sensing data. Such research processes would make the establishment of satellite climatology. However only satellite data analysis sometime leads erroneous interpretations. Thus sometime I go to field observation, and other time I collaborate with numerical simulation researchers.



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).

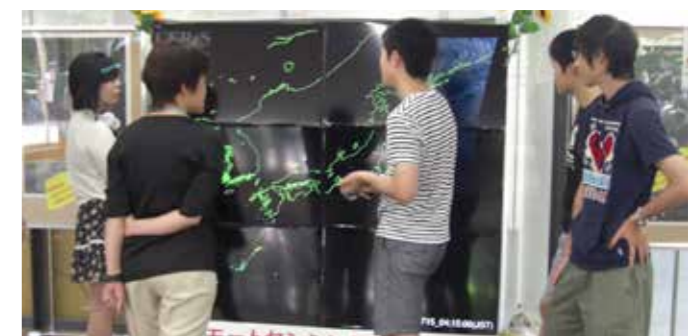
研究を社会の中でどのように活かすか

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え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。

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's 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.



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.



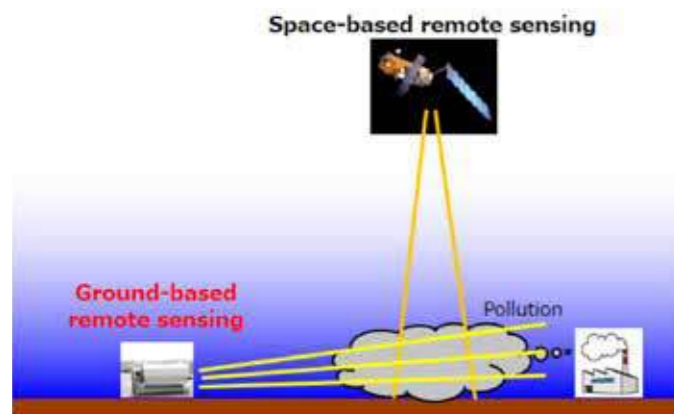
4kディスプレイ6枚による「リアルタイムひまわり動画」装置
Quasi-real-time display system by six displays of 4k resolution at Chiba University Library.



どのような研究をしているか

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.

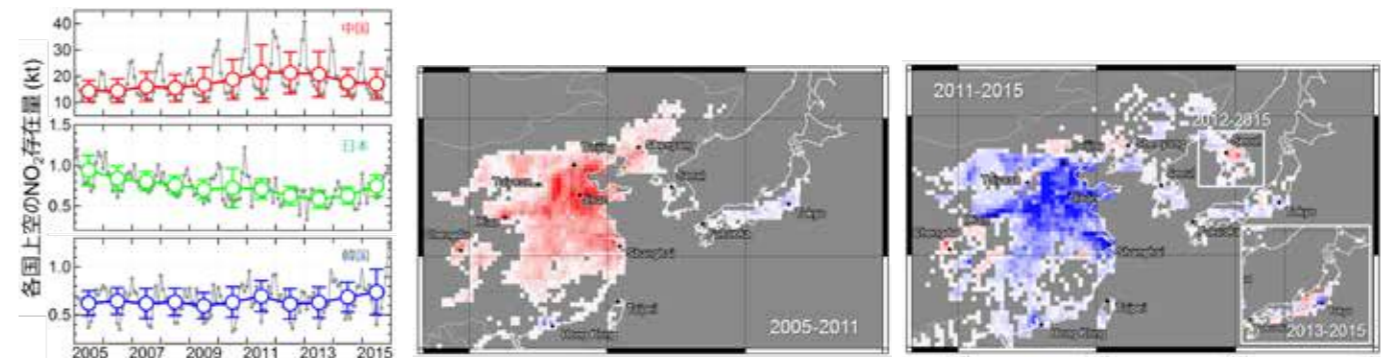
最先端な地上リモートセンシングのひとつ「MAX-DOAS」法とは

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 (NO₂) 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 (NO₂ 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。

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 (NO₂) 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., NO₂), and organic species (e.g., formaldehyde). This contributes to International activities for worldwide standardization of new atmospheric-observing techniques and validation of satellite observations.



各国の対流圏中の NO₂ 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 NO₂ burdens over respective countries in kt. Monthly means are shown in gray.
(左) 2005 ~ 2011 年と (右) 2011 ~ 2015 年の NO₂ 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 NO₂ 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、安心した社会につながる事が期待されます。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 NO₂ 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。NO₂ 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 NO₂ 汚染レベルがやや悪化する傾向が認められました。原子力発電から火力発電への転換の影響が示唆されました。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。

We found an evident decrease of 6% year⁻¹ in the NO₂ pollution level over China after 2011. The grid-basis trend analysis implies that the rapid decrease occurred on a provincial or larger spatial scale and was likely due to a nationwide action such as the widespread use of denitrification units. In Japan, a turnaround indicating an increase was observed after 2013. The increase found in Japan was likely due to increased nitrogen oxides emissions from the power plant sector as the significant substitution of thermal power generation for nuclear power occurred after 2011. These findings are based on satellite remote sensing data, which were validated quantitatively using our own MAX-DOAS observations. Further investigation of the observed dramatic changes will provide an essential opportunity to test our understanding of physical-chemical processes and emissions.

<http://www.cr.chiba-u.jp/~irielab/>



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(リトリバルアルゴリズム)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。

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 CO₂ and CH₄ from thermal infrared spectra obtained by TANSO-FTS on board the GOSAT. We also conduct a validation study based on comparisons of our retrieved CO₂ and CH₄ 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.



研究グループメンバー (H28 年度)
Group members (FY2016)



研究グループゼミ
Group seminar

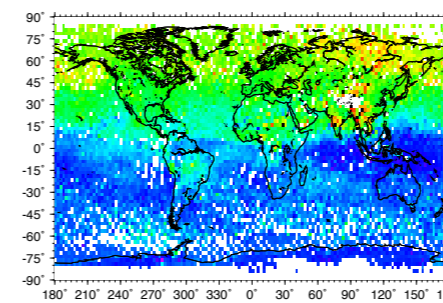


衛星データ解析に使用するサーバー群
Servers for analyzing satellite data

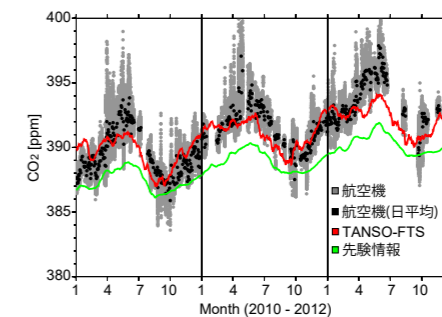
リトリバルとは

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「リトリバル」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バル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。

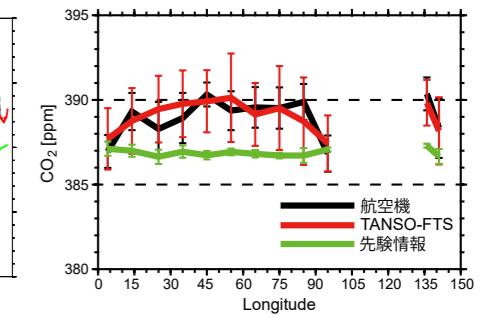
A space-borne sensor observes atmospheric molecules by utilizing their absorption or scattering of radiation emitted from the sun or the earth. Thus, it is called "retrieval" to derive some information of the earth surface and atmosphere from radiation obtained with a sensor. The thermal infrared band of GOSAT/TANSO-FTS observes CO₂ and CH₄ 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 CH₄ 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 CO₂ 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 CO₂ 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。

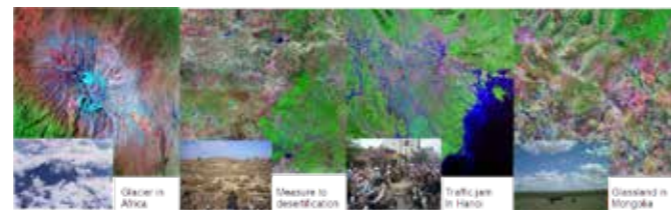
The advantage of satellite remote sensing is its long-term continuous measurements in a global scale. Greenhouse gases such as CO₂ and CH₄ have a longer life time in the atmosphere, and therefore, their concentrations should be monitored globally as well as in the vicinity of their source and sink regions. 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

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 the nature. To recognize the actual condition, and to understand the special circumstances, of the problems arising at every where 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に関わっています。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 creat 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、社会のために役立つ」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行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.ilsoci.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.

本郷 千春 准教授
 Assoc. Prof.
 Chiharu Hongo
 博士（農学）
 Ph.D.



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付き合わせ、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。

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.



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



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—

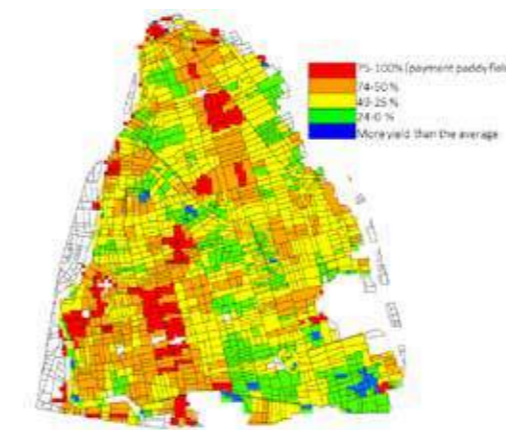
当研究室では、空間情報を活用して水稻の収量推定及び減収割合を評価し、農業保険制度における損害評価の効率化とコスト削減に貢献する新たな評価手法を構築し、日本とインドネシアで社会実装を行っているところです。リモートセンシングデータ等を活用することにより機動的な損害評価が実現する事は、損害評価の効率化とコスト削減、また社会インフラの強化につながります。さらに、地球規模で起こる気候変動によって受ける収穫のダメージを農業保険によって軽減し農家が継続的に農業生産ができるよう支援することは、農業の持続性を担保することになると同時に、国家として国民のために保障しなければならない食料の確保、即ち食料安全保障の実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

<http://www.cr.chiba-u.jp/~hongo-lab/index.html>



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

楊 偉 特任助教
Assist. Prof. Wei Yang

博士(理学)
Ph.D.



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の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 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・物理パラメータの抽出することです。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。

Quantitative remote sensing refers to the extraction of biogeochemical and biophysical parameters of the Earth surfaces from remotely sensed data using variable mathematical techniques. For example, the land surface temperatures can be extracted from the Himawari 8 data sets, which are now managed by CEReS. This kind of study is necessary for understanding the natural phenomenon at global and continental scales.



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

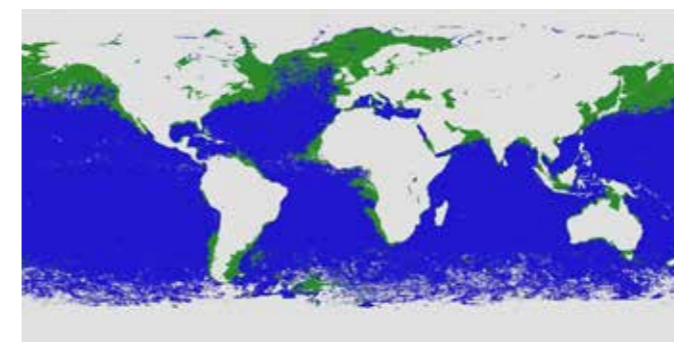


日本・富士北麓における現地調査の様子
Field Investigation at Fuji-san, Japan

研究を社会の中でどのように活かすか

人類と自然の関わりはとても複雑であるため、人類の活動が自然界に及ぼす影響は、「起きてみないとわからない」ことが多いです。しかし、一度起きた変化はなかなか取り返しがつかないです。こうした変化をモデルで予測できれば、起こりうる危機に、前もって備えることができるでしょう。そのためには二つの必須なものがあります。一つは、現実に近い結果をシミュレーションできるモデルです。この点に関しては、フィールドデータや実験データに基づいて対象をよく調べて、自然現象のメカニズムを解明し、起こりうる様々な条件を想定し、モデルの精度を検証することが不可欠です。もう一つは、モデルを駆動するために必要な高品質のデータセットです。現地調査で得られる情報や知見は正確ですが、時間的・空間的な制約が多いです。しかし、新しい空間解析技術（リモートセンシングと GIS）をフィールドサイエンスに積極的に取り入れれば、双方の成果を融合し、自然を観察する能力を飛躍的に向上させることができ、マイクロからマクロまで様々な視点から自然現象を総合的に解明することが可能となります。こうすると、より現実に近い予測ができるでしょう。この予測結果を指針として、有限な地球資源をより計画的・合理的に利用し、人類社会の発展を持続可能にするための方策を導き出したいと考えています。

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



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

大学に附置される研究施設のうち、全国の関連研究者に利用させることにより、我が国の学術研究の発展に資するものとして文部科学大臣が認定した研究施設。

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。

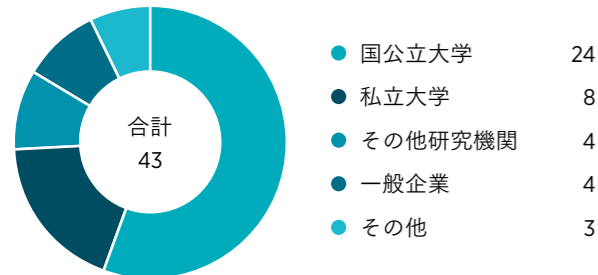
私たちは共同利用・共同研究拠点として文科省の認定を受けた、全国で唯一のリモートセンシングを専門とする研究センターです。毎年、公募により約50件の共同研究を採択し、その成果は、年報や CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム（共同利用研究発表会）において発表されています。

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主催しており、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 > 年報からご確認ください。http://www.cr.chiba-u.jp

H30 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。平成28年度には千葉大学で VL 講習会が開催されました。



Remote sensing is connected with so various disciplines such as science, engineering, 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 September 2016.

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。

CEReS has been using the research experiences and conducting several studies afforded by Scientific Research Grants and contracted by other institutes.

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

科研費 / KAKENHI (Grants-in-Aid for Scientific Research)

(挑戦的萌芽研究) ひまわり 8/9 号による短寿命気候汚染物質オゾン濃度の高精度導出 (Challenging Exploratory Research) Development of algorithm for retrieving SLCPPs O₃ concentrations from Himawari-8 and 9

(基盤研究 C) ひまわり 8 号エアロゾルデータの国際地上リモートセンシング観測網による高精度検証 KAKENHI(C) Highly-accurate validation for Himawari-8 aerosol products using international ground-based remote sensing networks

その他の外部資金 / Others

科学技術振興機構 JST	EMS のための日射データ誤差評価地上システムの構築 Development of a ground-based system evaluating uncertainty on solar radiation data for EMS
宇宙航空研究開発機構 JAXA	大気補正済み陸域反射率検証方法の開発、及び葉面積指数・光合成有効放射吸収率推定アルゴリズムの開発 Development of validation method for atmospheric corrected land surface reflectance / Algorithm development for Leaf Area Index and Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation
宇宙航空研究開発機構 JAXA	グローバル地上バイオマス推定、植生ラフネス指数および水ストレス傾向指数アルゴリズムの開発と検証 Algorithm development and validation for global above ground biomass, vegetation roughness index, water stress index
宇宙航空研究開発機構 JAXA	熱赤外分光データによる二酸化炭素およびメタン導出アルゴリズムの維持改良 (その1) Improvement of algorithm for retrieving CO ₂ and CH ₄ from thermal infrared spectra (Part 1)
弘前大学 環境省・総合地球環境学研究所 Hiroasaki Univ. Ministry of Environment RIHN	衛星・再解析データを使用したアルゴリズム改良 Algorithm improvements by using satellite observations and reanalysis datasets
国際協力機構、科学技術振興機構 JICA, JST SATREPS	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
宇宙航空研究開発機構 JAXA	GCOM-C/SGLI 幾何補正処理、及びオルソ補正アルゴリズムの維持改訂 Maintenance of the algorithm for Orientation and Ortho-rectification of GCOM-C/SGLI
海洋研究開発機構 JAMSTEC	GCOM-C1 葉面積指数・光合成有効放射吸収率 (LAI/FAPAR) と純一次生産量 (NPP) プロダクトアルゴリズムの構築 (研究プロダクト) Development of the LAI/FAPAR and net primary production algorithms for GCOM-C1
環境研究総合推進費 Ministry of Environment ERTDF	GOSAT-2 と地上観測による全球のメタン放出量推定と評価手法の包括的研究 Estimation of Regional-Global Methane Emissions and Refinement of Its Estimate by GOSAT-2 and Surface Observation
宇宙航空研究開発機構 JAXA	SKYNET 地上リモートセンシング観測網による GCOM-C 大気プロダクトの検証 Validation for GCOM-C atmosphere products using the international ground-based remote sensing network SKYNET
宇宙航空研究開発機構 JAXA	静止気象衛星群を用いた高時間分解能降水関連要素の抽出および GSMaP への適用 Development of precipitation-related-variables detection by using geostationary meteorological satellites, and application these to GSMaP
日本無線株式会社 JRC	衛星、レーダ、地上観測による対流雲発生の観測 Synchronized observation for the detection of convective clouds generation by satellites, in-situ radars, and ground measurements
日本無線株式会社 JRC	合成開口レーダ (SAR) システム・SAR 画像信号処理ソフトの開発とその応用 SAR system and SAR image signal processing : software development and its application

データ

Data

Himawari-8

<https://www.cr.chiba-u.jp/japanese/database.html>

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 年 10 月に打ち上げられた「ひまわり 8 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 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

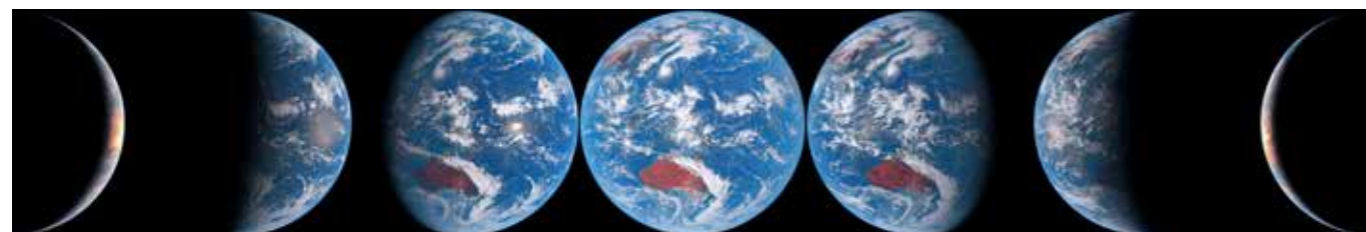
Our primary function is to receive, process, archive, and distribute satellites data such as Himawari imagers and NOAA/AVHRR free on the web for environmental studies. Himawari-8 launched in October 2014 has 16 spectral bands imager, 2 times finer horizontal resolution than Himawari-7's instrument, and 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 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.

SKYNET

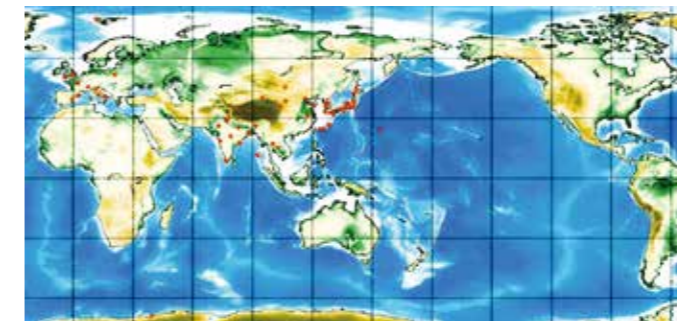
<https://atmos2.cr.chiba-u.jp/skynet/>

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

CEReS Gaia

<https://gaia.cr.chiba-u.jp/portal/>

地理データ

衛星データ、地図データ、研究成果図、地上写真などあらゆる地理空間データ共有するためのサイト CEReS Gaia を運用しています。常時、国際的にクラスターサーバを拡張しており、インドネシア大学とは既に接続されています。

Geospatial data

CEReS has established the system called CEReS Gaia for exchanging geospatial data such as satellite data, map data, research products, and ground photos. A mirror site has already started its operation in University of Indonesia, and any research institutes can access with the site.

設備

Facilities for Joint Usage

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）、寸長 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。

Our anechoic chamber can operate in frequency range of 1 to 40 GHz (microwave) and size L6.6 x H2.4m. This facilities are available for radio wave environmental test, scattering experiment, and antenna and microwave instruments 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用の地上管制局（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.



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は、これまで理学研究科、工学研究科、融合科学研究科の三研究科構成でした。2017（平成29）年4月からこれらを統合して融合理工学府が発足しました。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。

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（数学情報科学専攻、地球環境科学専攻、先進理化学専攻、創成工学専攻、基幹工学専攻）が設けられました。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。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20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。

地球環境科学専攻 リモートセンシングコース

地球環境科学専攻の各コースの専門科目では、地球環境科学、リモートセンシング、都市環境システムの領域にわたる高い専門性を養う科目を提供します。更にリモートセンシングコースでは、リモートセンシングによる地球環境観測の基盤となる基礎知識と主要な専門領域に関する高度な専門知識の修得のため、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提供します。この課程を通じ、環境リモートセンシング教育研究領域に関する体系的な知識の習得に加えて、それを専門分野の諸問題の解決に活用するための能力を高めていきます。「放射理論基礎」、「観測データ解析」、「リモートセンサ工学」、「地球観測社会システム」、「地球表層観測学」、「地球環境計測学」、「地域環境リモートセンシング」、「大気リモートセンシング」、「陸域植生リモートセンシング」、「水循環リモートセンシング」などの科目群を提供します。

Graduate School of Science and Engineering

Graduate School of Science and Engineering has been newly established in April, 2017. In the education and research of this new school, we aim at solving serious problems in human society through both scientific and engineering approaches.

Division of Earth and Environmental Sciences

Graduate School of Science and Engineering consists of five divisions, Division of Earth Science Environment being one of them. The division has the following three departments:

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

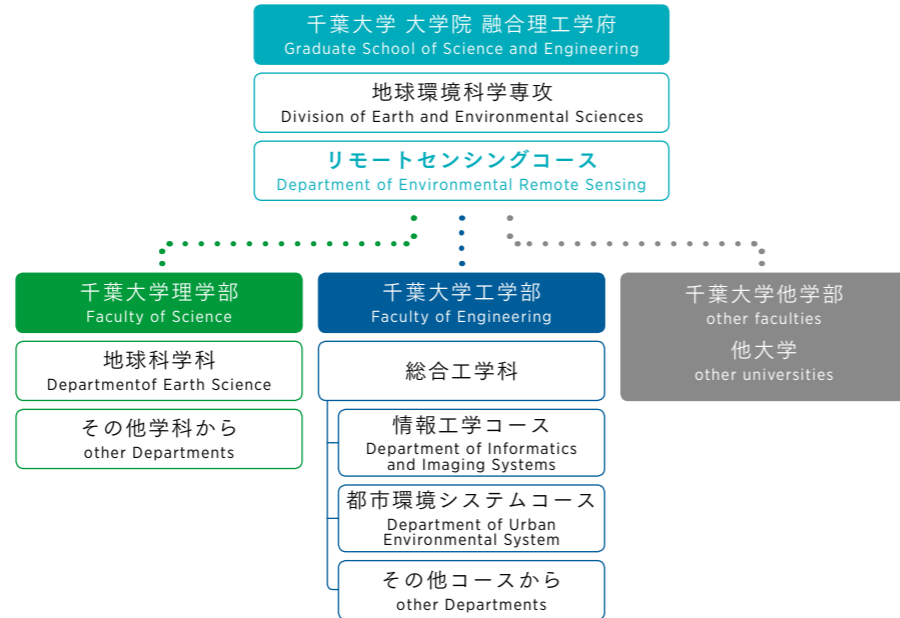
Based on Earth Science in a wider scope, the Department of Environmental Remote Sensing targets issues on energy, resources, and global environment.

Department of Environmental Remote Sensing

Each department of Earth and Environmental Sciences Division offers subjects which can cultivate high quality specialty covering earth and environmental sciences, remote sensing, and urban environmental system. Department of Environmental Remote Sensing provides broad education programs in both master to doctoral courses for acquisition of basic knowledge regarding global environmental observation by remote sensing and advanced knowledge on specific fields.

環境リモートセンシング研究センターの教員は大学院融合理工学府で地球環境科学専攻のリモートセンシングコースを担当しています。また、学部教育では、理学部 地球科学科、工学部総合工学科、情報工学コースおよび都市環境システムコースで卒業研究などを担当しています。

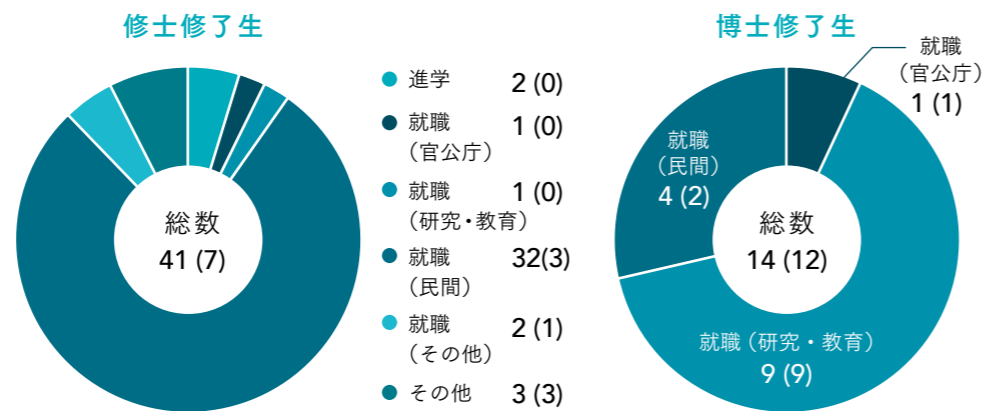
The professors of CEReS belong to Department of Environmental Remote Sensing, which is in Division of Earth and Environmental Sciences under Graduate School of Science and Engineering.



大学院修了後の進路 Future Careers

修士修了生は民間企業への就職が、博士修了生は教育・研究職への就職が多くなっています。

After the graduation of master and doctoral courses, students found jobs in companies or academic institutes.



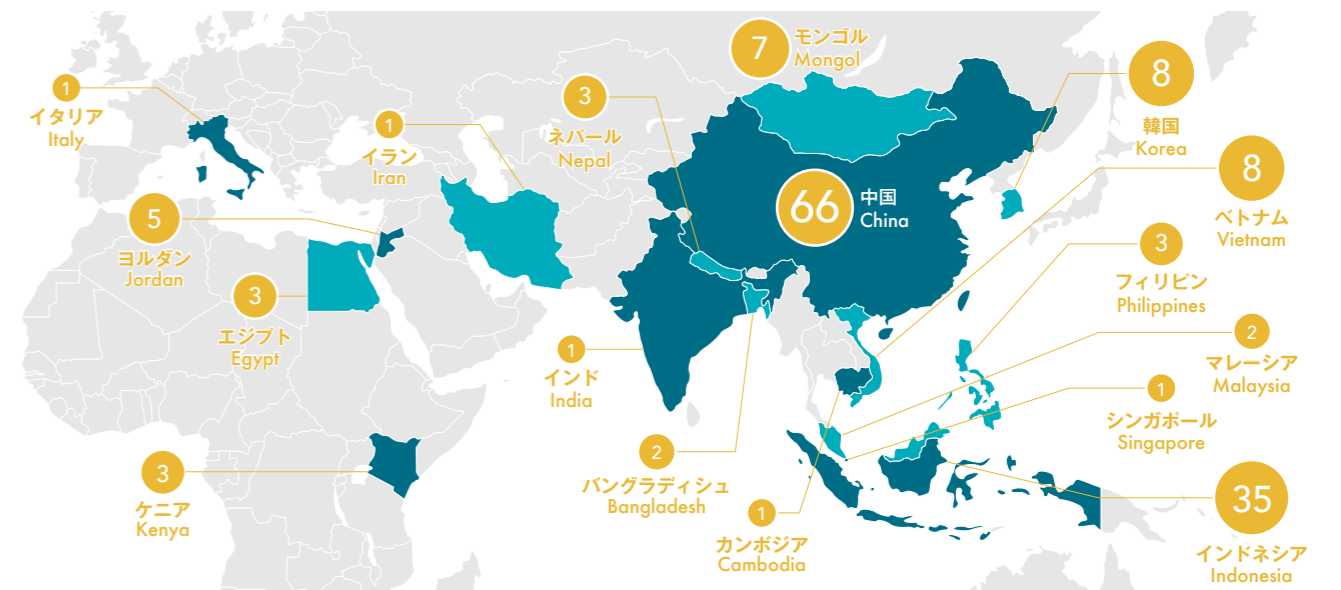
平成 27 ~ 29 年度実績
○内は留學生人数

CEReS では多くの留学生を受け入れています。特にアジアからの留学生数が顕著であり、リモートセンシング分野のアジアのハブとして機能していると言えます。

CEReS accepts many overseas students. Especially the number of those from Asian countries is outstanding, that is why we function as "Asian Hub" of remote sensing field.

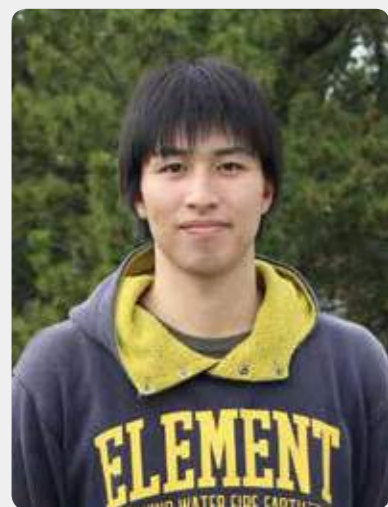


● 留学生数 (修了) Number of overseas graduates



学生の声

米川 大地 | 博士前期課程 1年 Doctor course



衛星や地上からのリモートセンシングによって観測された大気汚染物質濃度の年々変動トレンドを解析し、その要因について研究しています。中でも、第3の温室効果ガスと呼ばれる「対流圏オゾン」やその前駆物質である「NOx (窒素酸化物)」や「VOC (揮発性有機化合物)」を対象として、衛星と地上の両方で得られたデータを組み合わせた解析を行っています。地球温暖化をはじめとした環境問題の早期解決や汚染対策には迅速な情報提供が重要です。リモートセンシングのリアルタイム性を活用して、現在起きている環境問題やその要因の早期理解に役立つことを期待します。

I am analyzing air pollutant data from both satellite and ground-based remote sensing observations to understand the interannual trends of air pollutant concentrations and their variation factors. The main target is the "tropospheric ozone", known as the third most important greenhouse gas and its precursors "NOx (nitrogen oxides)" and "VOC (volatile organic compounds)". For robust analysis, I combine satellite and ground-based remote sensing techniques. Utilizing the near real-time information from their remote sensing techniques, I expect that my study will contribute to early and better understanding of global environmental problems.

Katia Nagamine Urata | 博士後期課程 3年 Doctor course



I am currently working in antenna development for a compact space-borne synthetic aperture radar (SAR) mission for Earth Observation, namely ChibaSat microsatellite - a collaboration between Chiba University and the Indonesian Aeronautics and Space Agency (LAPAN). There is a lot of potential in compact SAR missions in Asia, especially regarding disaster prevention/mitigation, and small SAR fleets could provide fast responses and short revisit time at much lower costs when compared to traditional missions. The SAR antenna is usually the heaviest and largest element in the SAR system, and additionally plays a major role in the overall SAR performance; hence, it must be carefully designed to comply with the mission requirements. I am also working on expanding the feed assembly to support full polarimetry, that is, with dedicated receiving and transmitting elements in each considered polarization.

沿革

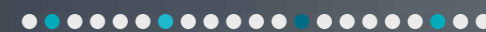
Historical Background



- 昭和 38 年 4 月
April 1963
工学部附属「天然色工学研究施設」設置
Institute of Natural Color Technology (INCT) was established in Faculty of Engineering
- 昭和 51 年 4 月
April 1976
「天然色工学研究施設」内に隔測画像処理研究部設置
Division of Remote Sensing Image Processing was established in INCT
- 昭和 61 年 4 月
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
INCT was reorganized to Remote Sensing and Image Research Center (RSIRC) as an independent center in Chiba university
- 平成 7 年 4 月
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
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
April 2004
国立大学法人に移行
All national universities including Chiba University have been changed to “National University Corporations”
- 平成 22 年 4 月
April 2010
共同利用・共同研究拠点（環境リモートセンシング拠点）に認定
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 : 043-290-3857



CENTER for
ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING

2018・2019

CHIBA UNIVERSITY

〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33
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 Fax 043-290-3857
www.cr.chiba-u.jp



Copyright (C) Chiba University. All Rights Reserved.