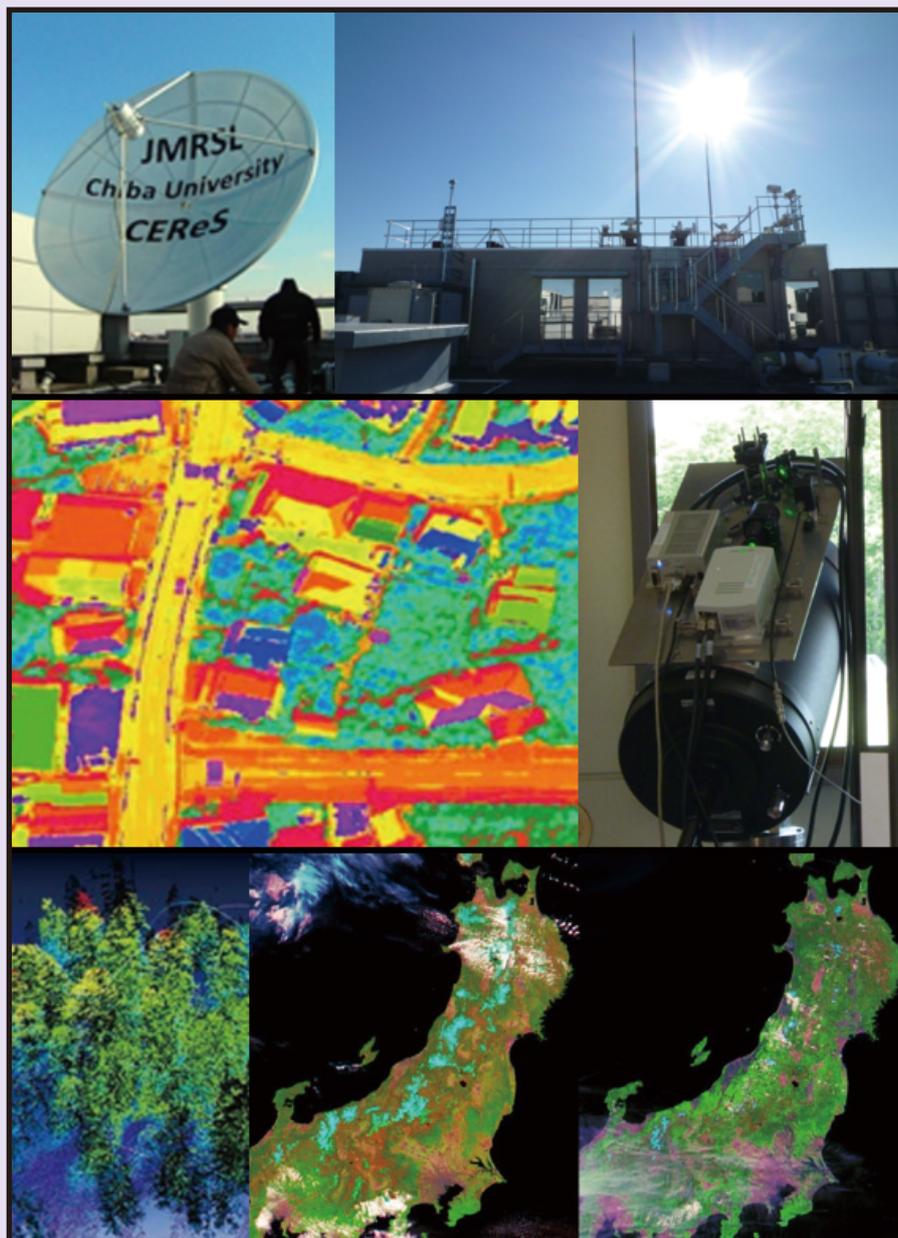


千葉大学  
環境リモートセンシング研究センター  
Annual Report 2019, Volume 25



環境リモートセンシング研究拠点／共同利用・共同研究拠点



CHIBA UNIVERSITY

令和元年度  
千葉大学  
環境リモートセンシング研究センター  
年報(第 25 号)



## はじめに

新型コロナウイルスCOVID-19の世界的な感染が広がって、様々な社会・経済活動にもその影響が拡大しています。1918年から翌年にかけてのスペイン風邪では、当時の世界人口の4分の1にも及ぶ感染者が出たことが伝えられています。それから約100年を経た今日、進歩の著しい医療・科学技術によって今回の新型コロナウイルスが一日も早く収束するようお願いしてやみません。昨年9月の台風15号は千葉県を中心に強風による大きな被害をもたらした。気象庁によって令和元年房総半島台風と命名されました。さらに、10月に上陸した台風19号（令和元年東日本台風）により、関東地方、甲信地方、東北地方で記録的な大雨被害が発生しました。こうした極端気象災害の頻度は、気候変動の顕在化とともに世界的に増加傾向にあることが指摘されています。大規模な森林火災や水資源、食料等の問題への対応、そして持続可能な社会システムの構築は、人類社会が直面する喫緊の課題と言えます。これらの問題は地域の問題であると同時に広域の問題でもあり、環境リモートセンシングに密接に関わるテーマです。人工衛星からのリモートセンシングは、広域の地球環境を同時に、かつ継続的に観測する手段として、地球環境のモニタリングにおいて欠かせない技術となっています。

千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、平成7（1995）年の発足以来、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、日本や東アジアから世界レベルに広がりをもったりリモートセンシング研究と、それを利用した環境研究の一層の発展を目指した活動を行って今日に至っています。平成22（2010）年には文部科学大臣から共同利用・共同研究拠点としての認定を受け、関連する多くの学術分野の研究者との共同研究のネットワークを通じ、衛星リモートセンシングとそれに関わる様々な環境データの観測、校正、解析を行って「診断型の地球環境研究」を発展させるとともに、その研究成果の社会的課題への適用を進めています。特色ある研究活動としては、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陸域を含めた環境情報抽出への活用、航空機搭載の円偏波合成開口レーダによる世界初画像の観測、そしてインドネシアの水稻農業保険の損害評価においてリモートセンシングの幅広い活用を図るSATREPSプログラム等を挙げるすることができます。また、全球の温室効果ガス観測用GOSAT衛星シリーズのデータ解析や、気候変動観測衛星GCOM-Cによる全球植生のデータ解析においても、CEReSの研究者が引き続き活躍しています。

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、その方面にもウィングを広げた研究を開始しています。気候変動に関する4大学附置センター（東大、名大、東北大、千葉大）の連携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。また、千葉大学は全学レベルで国際的なプロジェクトであるFuture Earthに参画しており、CEReSはその学内事務局の役割を務め、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います。

本年報は、平成31年度（令和元年度）の一年間を通じた共同利用を含む研究活動や、大学院リモートセンシングコースを中心とする教育活動を振り返る自己評価の資料として作成したものです。皆様からのフィードバックを頂いて、今後のセンターの活動の改善・進化につなげていければと考えております。

令和2年3月  
千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
センター長 久世宏明

## 目次

はじめに

[1] プログラム別研究活動	1
1.1. プログラム 1	
1.2. プログラム 2	
1.3. プログラム 3	
[2] 共同研究	45
2.1. 共同利用研究概要	
2.2. 共同利用プログラム研究の詳細	
[3] 研究成果の公表	106
[4] 受賞・開発実績等	131
[5] 国際交流	133
5.1. 外国人受け入れ	
5.2. 教員の海外渡航	
[6] 教育活動	143
[7] 社会教育活動・社会貢献	148
[8] センターの行事	151
8.1. センター主催のシンポジウム	
[9] 主要研究設備	152
9.1. 衛星データ受信システム	
9.2. 電波無響室	
9.3. 大気データ取得ライダー装置	
9.4. 放射観測ネットワーク (SKYNET)	
9.5. タイルドディスプレイ	
9.6. その他計測装置、ソフトウェア	
[10] 令和元年度計算機データベース主要業務	157
10.1. 概要	
10.2. 令和元年度計算機データベースおよびデータ管理支援室主要業務	
10.3. 令和元年度データダウンロード実績	
[11] ニュースレターおよびニュースリリース	160
[12] 組織・運営・人事・予算	163
12.1. センターの構成	
12.2. 職員名簿	
12.3. 拠点運営委員会	
12.4. 学内各種委員会委員およびセンター内委員会	
12.5. 予算	
12.6. 外部資金一覧	

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

(概要)

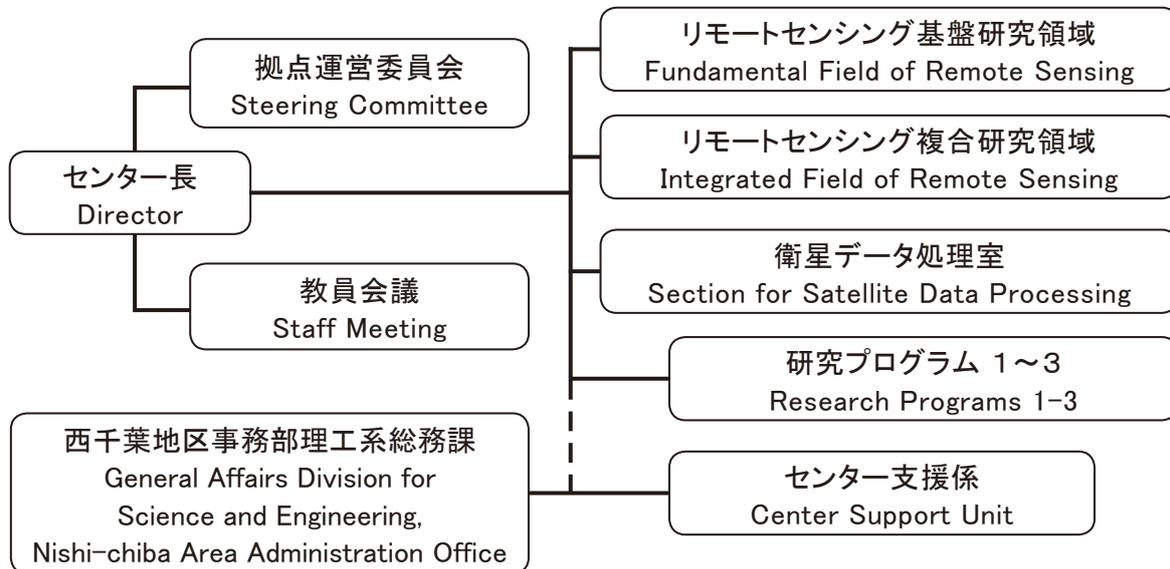
国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、第二期中期目標・中期計画を発売すべく、2016年4月からの第三期における目標・計画では拠点再認定を受け、さらに3つの重点課題を設定し活動を始めました。CEReSは、全国共同利用の研究センターとして1995年（平成7年）4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担って現在に至っています。そのルーツは、写真・印刷・画像工学の分野での千葉大学工学部の伝統を引き継いで1986年（昭和61年）に開設された学内共同研究施設「映像隔測研究センター」であり、このセンターが廃止・転換されてCEReSが誕生しました。2004年4月の国立大学独立法人化後は、第一期・第二期各6年間の中期目標・計画において具体的目標を定め、センターとして統合化された成果が生まれるよう全国共同利用施設の機能を充実させ、その方向を明確にしました。

また、2017年4月には理工系大学院教育組織の統合のもと「融合理工学府」が新設され、リモートセンシングコースが誕生しました。

(組織図)

CEReSの組織は下記の図の通りです。

教員は研究領域に籍を置くと共に、それぞれ策定された研究プログラムに従って研究を進めています。



(研究プログラム1～3)

- 1) 先端的リモートセンシングプログラム
- 2) 情報統合プログラム
- 3) 衛星利用高度化プログラム

## [1] プログラム別研究活動

### 1.1. プログラム1 先端的リモートセンシングプログラム

#### [概要]

リモートセンシング技術による地球環境研究の進展とともに、既存の観測方法の限界がしばしば問題となっている。本プログラムでは、これまで十分な観測が困難であったターゲットについて、新たなリモートセンシングセンサとアルゴリズムを開発することによって新局面を積極的に切り拓いていく。特に、可視光からマイクロ波に至る広い波長域でのリモートセンシング情報の統合と活用、次世代小型衛星センサによる大気情報と植生情報を含むグローバルな環境情報の取得などの活用を通じて、先端的リモートセンシングの創生と新たな環境情報の創出をめざす。

先端的リモートセンシングプログラムの第3期中期目標・中期計画期間（平成28–33年度）における研究課題および達成目標は以下の通りである。第2期において実施した研究テーマの特質に基づくプログラム研究を発展させ、さらに重点課題を設定した。

#### [中期計画期間の研究課題および達成目標]

##### ○研究課題

- ・ エアロゾル、雲、温暖化気体、および汚染気体を対象とした新しい大気リモートセンシング手法として、自然光源および多様な人工光源を用いた高スペクトル分解能観測の可能性を明らかにする。
- ・ 広域観測、高頻度観測、高スペクトル分解能観測が可能ならびに8号など新しい衛星データと地上観測データの統合利用することにより大気情報と陸域情報の分離を含む新しい観測方法の可能性を明らかにする。
- ・ 光学センサを用いた多角観測によるバイオマス推定アルゴリズム高度化に対して寄与する地上検証データ収集手法のうち、植生LIDARを用いて地上および空中からの森林樹冠構造計測手法を確立する。
- ・ 地上リモートセンシングを活用した地球大気環境の萌芽研究として、新たな観測装置開発を行う。具体的には、太陽電池駆動型の独自の大気環境観測装置を開発する。得られたデータと成果は公開する。
- ・ 高分解能レーザーで取得される3次元データを活用した森林リモートセンシングとバイオマス変化量の把握。
- ・ 高感度低出力のミリ波レーダによる地球規模の雲分布の観測およびこのレーダを活用した大気中浮遊物質（昆虫や花粉）の分布計測、飛行場周辺での霧の詳細計測。

##### ○重点課題：先端マイクロ波リモートセンシング

(Innovative microwave remote sensing)

- ・ 教育・環境・災害監視用の無人航空機・飛行機搭載のマルチバンド、小型・軽量の合成開口レーダシステムを開発する。
- ・ グローバル地殻変動観測用の小型衛星搭載用合成開口レーダシステムのエンジニアリングモデルを開発する。
- ・ ALOS-2やTerraSAR-X等の各種SAR画像による地震、津波、火山、風水害などの災害把握に関する研究を推進し、災害把握手法の標準化を目指す。
- ・ 地震現象を地殻内の応力集中による破壊現象としてとらえ、その準備過程において地圏、大気圏、電離圏で発生する電磁気現象を正確に把握し、その物理機構を解明する。地上・衛星観測データを用いた電磁気的なアプローチによる地殻活動の監視、いわば「地象天気予報」を実現し、減災に役立てることを究極の目的とする。

#### **Program 1: Innovation in remote sensing technology and algorithm**

The limitation of existing approaches has often been recognized in the course of the Earth environment studies using remote sensing. In this program, novel sensors and algorithms are explored in order to establish remote sensing methodologies that enable more in-depth and comprehensive analyses of various targets including vegetation and atmosphere. In this way this program aims at the innovation of remote sensing through such activities as construction and operation of next-generation satellite sensors, and the integration of wide spectral-range observations using optical and microwave remote sensors.

### ◆1.1.1. 合成開口レーダ (SAR) の開発

合成開口レーダ (SAR) は多目的センサで、全天候型、昼夜でも観測できるものである。従来のSARセンサは直線偏波 (HH、VV、HV、VH) で、特に低周波であるLバンドは電離層におけるファラデー回転の現象で大きく影響されている。図1.1.1.-1のように、本研究ではグローバル環境・地殻変動の観測のために、円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) 搭載小型衛星を開発している。宇宙用アンテナの軽量化、小型化、低コスト化のために、本研究室は独自に小型衛星搭載用のCP-SARの金メッキメッシュパラボラアンテナを開発した (図1.1.1.-2)。

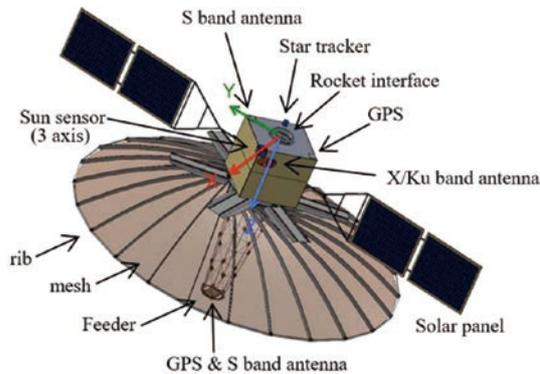


図1.1.1.-1. 円偏波合成開口レーダ搭載小型衛星

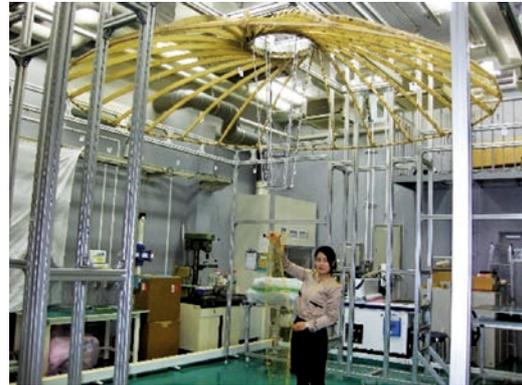


図1.1.1.-2. 小型衛星搭載のCP-SARのアンテナ

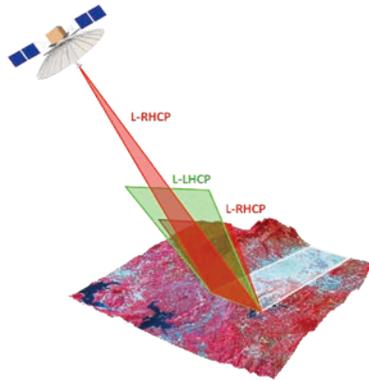


図1.1.1.-3. CP-SAR UAVの概念

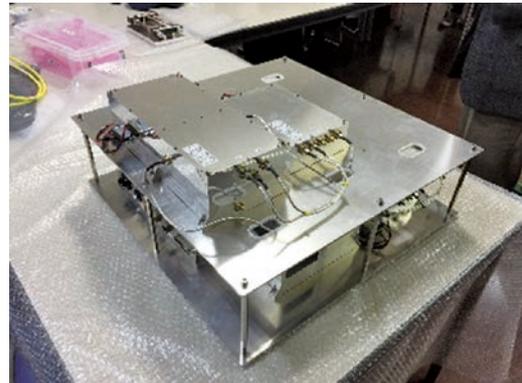


図1.1.1.-4. 小型衛星搭載CP-SARのRFシステム

図1.1.1.-3のように、CP-SARセンサは楕円偏波 (左旋または右旋) を送信して、左旋と右旋偏波を同時に受信する。この両データを受信することによって、軸比画像、楕円率、チルト角など、様々な新画像を抽出することができる。本研究では、小型衛星搭載用CP-SARセンサのRFシステム (図1.1.1.-4を参照) は安価、軽量、コンパクトで設計されている。この新型センサはプラットフォーム (小型衛星、航空機、無人航空機など) の姿勢と電離層におけるファラデー回転による影響を軽減でき、また、このセンサによって、高精度と低ノイズの画像を得ることができると期待される。

#### 1. CP-SARミッション

このCP-SARミッションの主な目的は楕円偏波の散乱による基礎研究とその応用の開発である。基礎研究では、地球表層による楕円偏波 (円偏波と直線偏波を含む) による様々な電磁波の散乱問題の解析、楕円偏波による干渉合成開口レーダ (InSAR)、軸比画像の生成方法、楕円率、チルト角などの様々な画像を生成し解析する予定である。ここで、植生、雪氷、様々な土壌種類などによる楕円偏波の散乱実験と解析をする。また、この楕円偏波より取得する結果を従来の直線偏波の解析結果と比較検討し、この手法を楕円偏波による樹幹の高さ、標高データ (DEM) などの抽出に応用する予定である。

CP-SARの運用概念を図1.1.1.-3に示す。この図からわかるように、CP-SARセンサはRHCPまたはLHCPから一つの偏波のみを送信して、地面に散乱され、両偏波の応答 (RHCPとLHCP) を同時に受信する。この両信号より、軸比、楕円率、チルト角など、様々な情報を抽出でき、地表層との関係を調査することができる。

CP-SARセンサの応用開発では、将来このセンサを土地被覆、災害監視、雪氷域と海洋域のモニタリングなどに応用する予定である。たとえば、土地被覆のマッピングでは、円偏波による森林と非森林域の分類、樹高、マ

ングローブ、極地における雪氷の環境変化などのモニタリングに応用する予定である。災害監視では、このセンサをグローバル地殻変動、火山活動などの観測に活用する予定である。

## 2. CP-SARシステム

図1.1.1-5にUAVと航空機搭載用のCP-SARのシステムを示す。このシステムは飛行制御システム、オンボードコンピュータ (Workstation)、姿勢制御 (IMUとGPS)、送受信モジュール (RF TransmitterとReceiver)、DA・AD変換モジュール、電力・制御ユニット (Power and Control Unit) などから構成されている。オンボードコンピュータはCP-SARの全サブシステムの制御に使用し、姿勢制御には慣性航法装置 (IMU) とGPSを使用する。CP-SARセンサはチャープパルス発生器、送受信モジュール、画像信号処理モジュールから構成されている。

図1.1.1-5はCN235航空機搭載用CバンドCP-SARシステムを示す。CP-SARセンサはRFシステム (送受信モジュール)、チャープパルス発生器、画像信号処理システムから構成されている。図1.1.1-6は円偏波のアンテナから構成されたCP-SARセンサのポイントターゲットの実験の様子をしめす。図1.1.1-7に当研究室で開発されたCバンドCP-SARシステムと、独自開発されたチャープパルス発生器を示す。図1.1.1-8は独自に開発されたCバンドSAR用のパッチアレーアンテナと、CN235航空機に搭載した様子を示す。

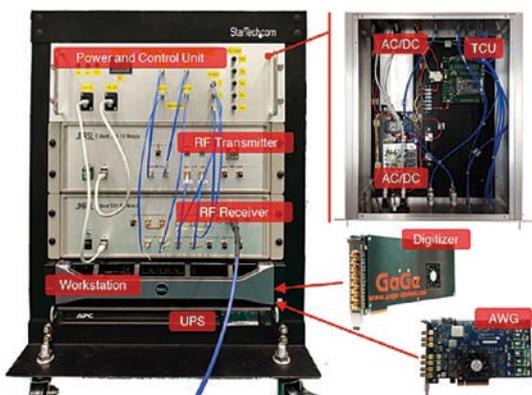


図1.1.1-5. CバンドCP-SARのシステム図



図1.1.1-6. CP-SARセンサのポイントターゲット



(A) Cバンド円偏波合成開口レーダシステム



(B) チャープ発生器 (8チャンネル出力)

図1.1.1-7. CバンドCP-SARシステムとチャープパルス発生器

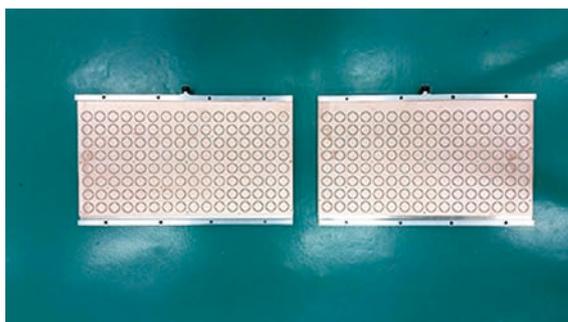


図1.1.1-8. CP-SARの送受信用のマイクロストリップアンテナとCN235航空機に搭載した状態

### 3. Cバンド合成開口レーダ搭載CN235の飛行実証実験

2018年3月2日～18日にインドネシア・マカサル市内にて、当センターが開発した5.3GHzの中心周波数をもつCバンド円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）を搭載したCN235航空機でCバンドCP-SARのフル偏波の飛行実証実験を行った（図1.1.1.-9）。図1.1.1.-10はCP-SARによる初円偏波の画像（上図、雲影響なし）を示し、下図がカメラで撮った（雲影響あり）写真である。図1.1.1.-11はCバンドCP-SARのフル偏波画像である。この飛行実験によって、当センターが開発したCP-SARが設計したとおりで運用できたことが確認できた。

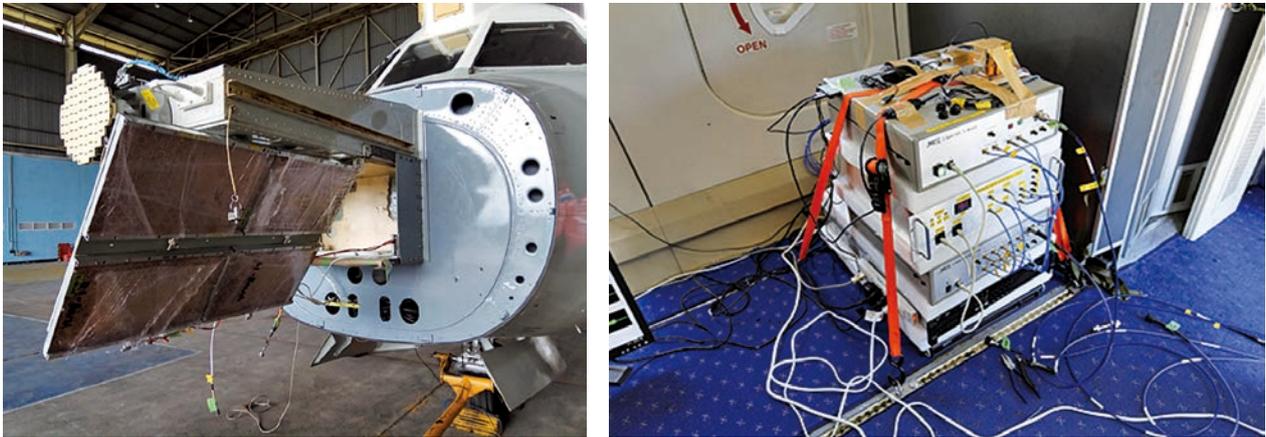


図1.1.1.-9. CN235航空機に搭載したCバンドCP-SARセンサの円偏波アンテナとRFシステム



図1.1.1.-10. CP-SARの初円偏波画像

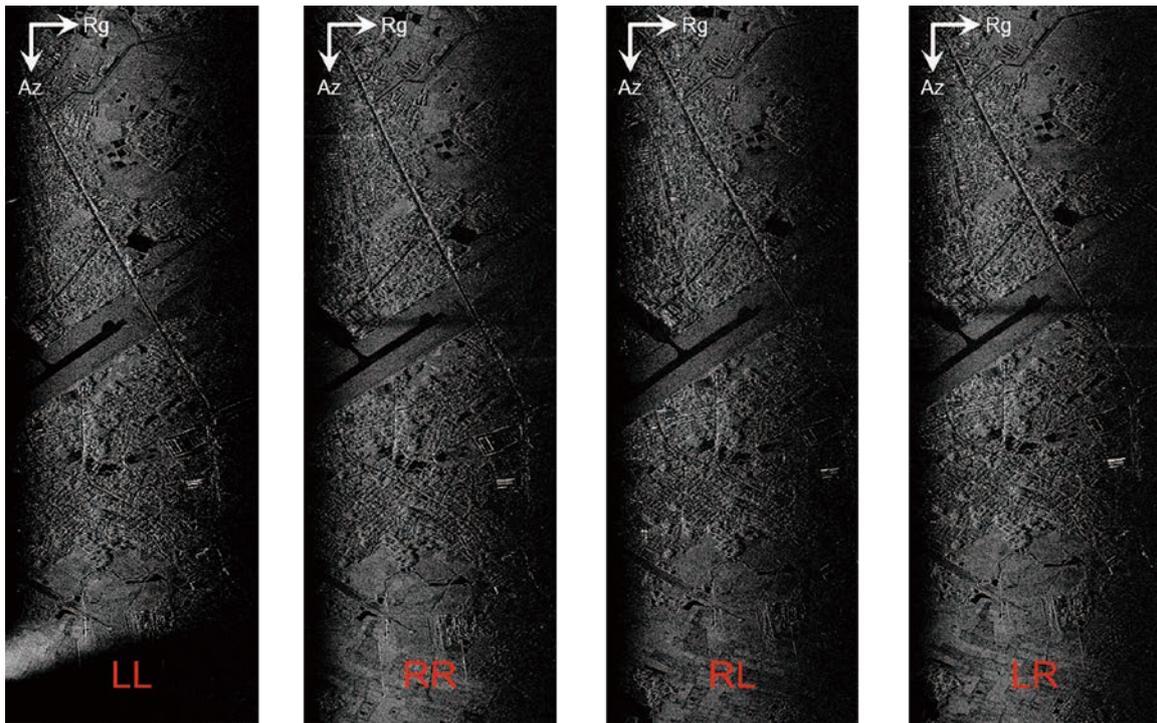


図1.1.1.-11. CバンドCP-SARのフル偏波の画像 (LL、RR、RL、LRモード)

#### 4. PS-InSARによる地盤沈下と土砂崩れの観測

近年、都市域をはじめ、高速道路、高圧送電線、海岸線沿などにおける地盤沈下、土砂崩れなど、様々な問題が発生した。図1.1.1.-12はインドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道における土砂くずれによる被害域の様子を無人航空機 (UAV) で観察した画像を示す。この土砂崩れの原因として、地殻変動、高い雨量などが挙げられる。この現象が長期間にわたって微少変化しているのを、本研究では長期間継続的な差分干渉合成開口レーダ (Differential Interferometric SAR - DInSAR) 手法と永続散乱体合成開口レーダ干渉法 (Persistent Scatterers Interferometric Synthetic Aperture Radar - PS-InSAR) を使用して、主にインドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における土砂崩れの広域観測を高精度に行った。

今まで、当研究室ではTerraSAR-X、Envisat ASAR、ERS-1/2 SAR、JERS-1 SAR (解像度約12.5m)、ALOS PALSAR、ALOS-2 PALSAR-2の各種データ (解像度約10m) を使用して、東南アジアと東アジア地域における大都会における地殻変動の観測を行っており、特に、ここでは高速道路周辺における土砂崩れをはじめ、大都会における地盤沈下、火山噴火による溶岩量の推定などに注目した。例として、図1.1.1.-13にPS-InSARでALOS-2 PALSAR-2データを解析して、インドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における恒久的な散乱点の分布を示す。本研究での解析結果解像度 (約10m) の通り、現地における詳細な解析結果 (解像度約10m) を得ることができた。その結果、インドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における土砂くずれの微小変化を観測することができ、図1.1.1.-14にその結果を示す。これを検証するため、現地調査を実施し、図1.1.1.-14にこの現地調査の写真を示す。この対象地域の周辺では土砂くずれが起こっており、この解析結果をインドネシアの地方政府に提供し道路の安全対策に貢献した。

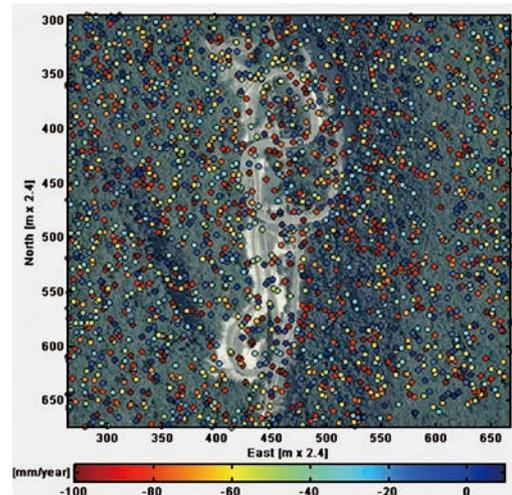


図 1.1.1.-12. インドネシア・西スマトラ県のケロクセン  
ピラン県道の UAV 画像

図 1.1.1.-13. ALOS 画像を活用する PS-InSAR 解析：インドネ  
シア・西スマトラ県のケロクセンピラン県道周辺  
における恒久的な散乱点の分布

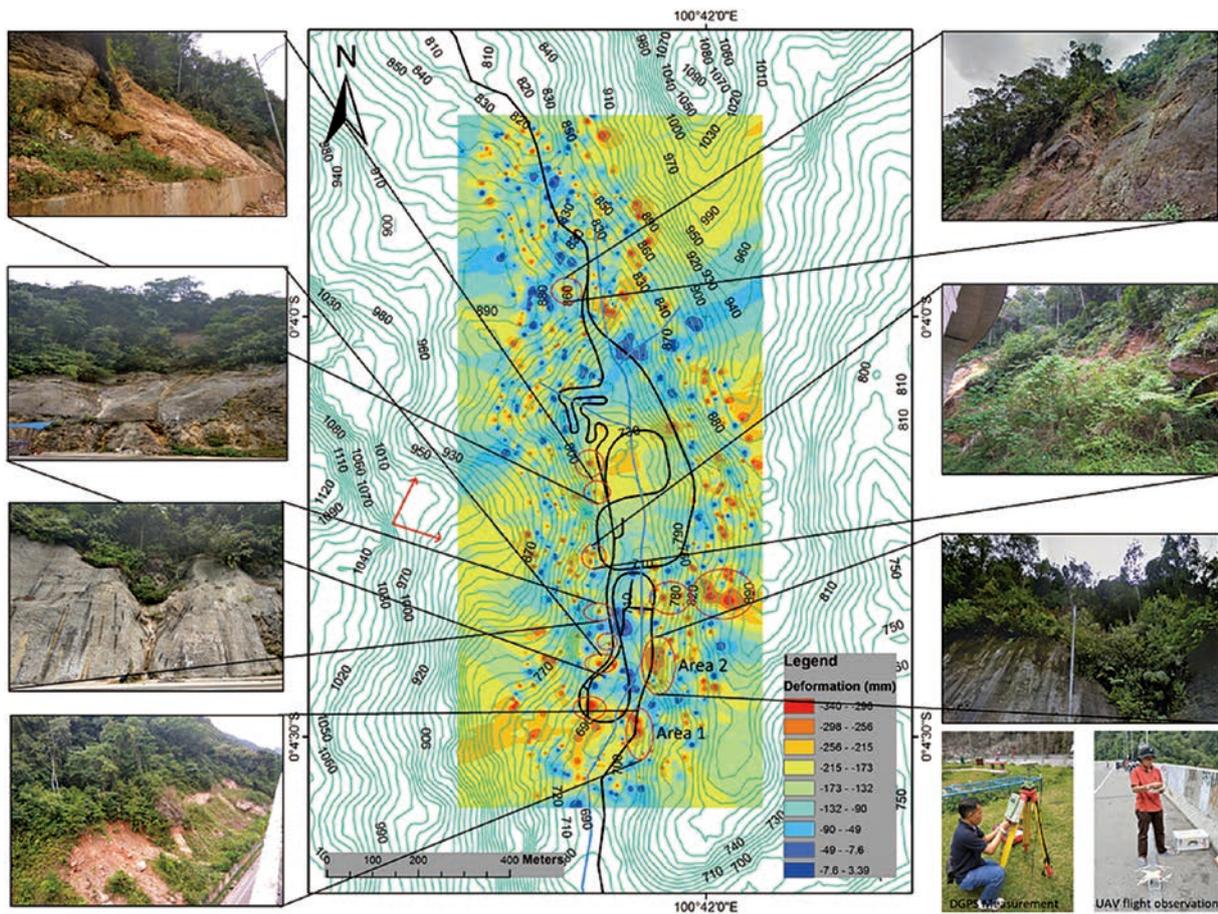


図 1.1.1.-14. ALOS 画像を活用する PS-InSAR 解析：インドネシア・西スマトラ県のケロクセンピラン県道周辺における  
土砂くずれの観測結果と現地調査の写真

本研究の目的として、ALOS衛星のデータを使用して、ジャカルタ市をはじめ、世界各国の首都における詳細な地盤沈下または地表層変化を把握することである。研究方法として、まず過去の地盤沈下の過程を把握するために、1993年～1998年（6年間）、2007年～2011年、2014年以後の地盤沈下の現象を解析する必要がある。ここで、Lバンドの合成開口レーダであるJERS-1 SAR、ALOS PALSAR、ALOS-2 PALSAR-2で解析をする。そして、この都市の微小変動量の把握をするために、2014年～現在のALOS-2衛星群のデータを使用する。ここで、現地の微小変動量を把握するために、高精度GPSデータ、統計データ、地質情報、現地調査データなどと比較検討をする。また、解析精度向上させるために、データの確保状況によるが、必要に応じてPS-InSARでも解析した。この研究成果が都市計画、震災対策などに活用できると期待される。

## 5. グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星の開発

図1.1.1.-15は本学の小型衛星ミッションを示し、グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星を開発している。この小型衛星の一種として、地殻変動観測のために円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）を搭載し、小型SAR衛星と呼ぶ。

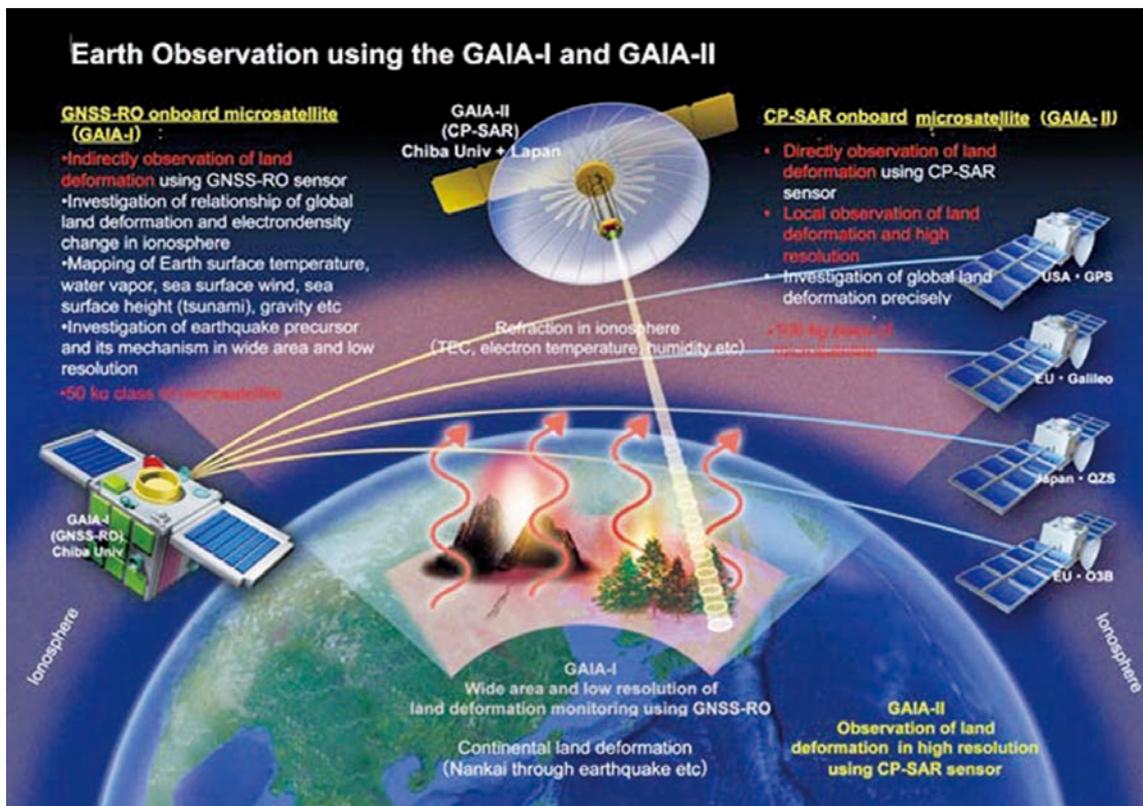


図1.1.1.-15. グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星

図1.1.1.-16に当研究室のCP-SAR搭載小型衛星を示す。また、図1.1.1.-17にCP-SAR搭載小型衛星の構造を示す。2005年から現在にいたるまで、千葉大学はグローバル地殻変動観測用のLバンド（周波数1.275GHz帯）の宇宙用合成開口レーダ（SAR）を開発してきた。千葉大学が開発した宇宙用SARセンサは雲・霧・煙の影響なしで地球表面を鮮明に監視できる全天候型センサで、夜間でも観測可能であり、災害監視に優れたセンサである。既存の衛星SARは数トンの質量と長さ10mのアンテナであることに対し、本学発の小型衛星SARは150kg以下に軽量化され、アンテナは直径3.6mの小型化に成功した。この衛星は被災地を高精度（mm～cm精度）に観測可能と期待される。これに搭載する千葉大学独自開発の円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）により、地球表面を様々な円偏波観測が可能となり、新世代の地球観測になると期待される。今後、5基以上の小型衛星SARのコンステレーションにより、地球上における同場所を毎日観測可能となるため、災害の予測（土砂崩れ、地盤沈下）、インフラの監視、海洋観測、国境監視など様々な分野で活用できる。研究で完成した小型衛星SARの宇宙用金メッキメッシュパラボラアンテナ（直径3.6m）の電波特性は、電波無響室内にて測定し、確認できた（図1.1.1.-18）。

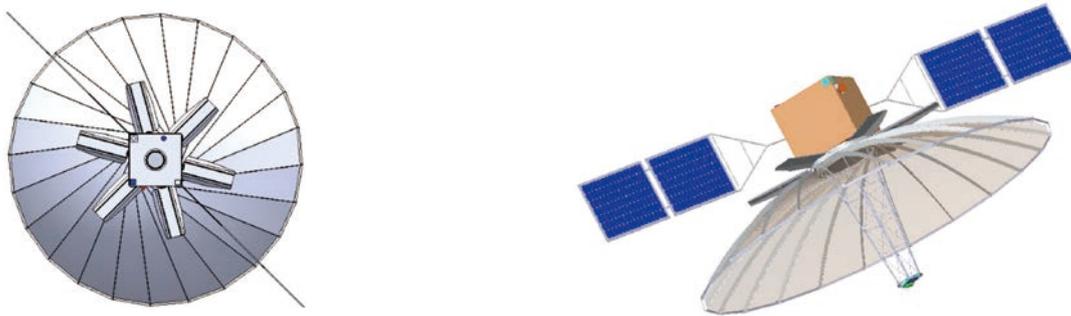


図1.1.1.-16. CP-SAR搭載小型衛星

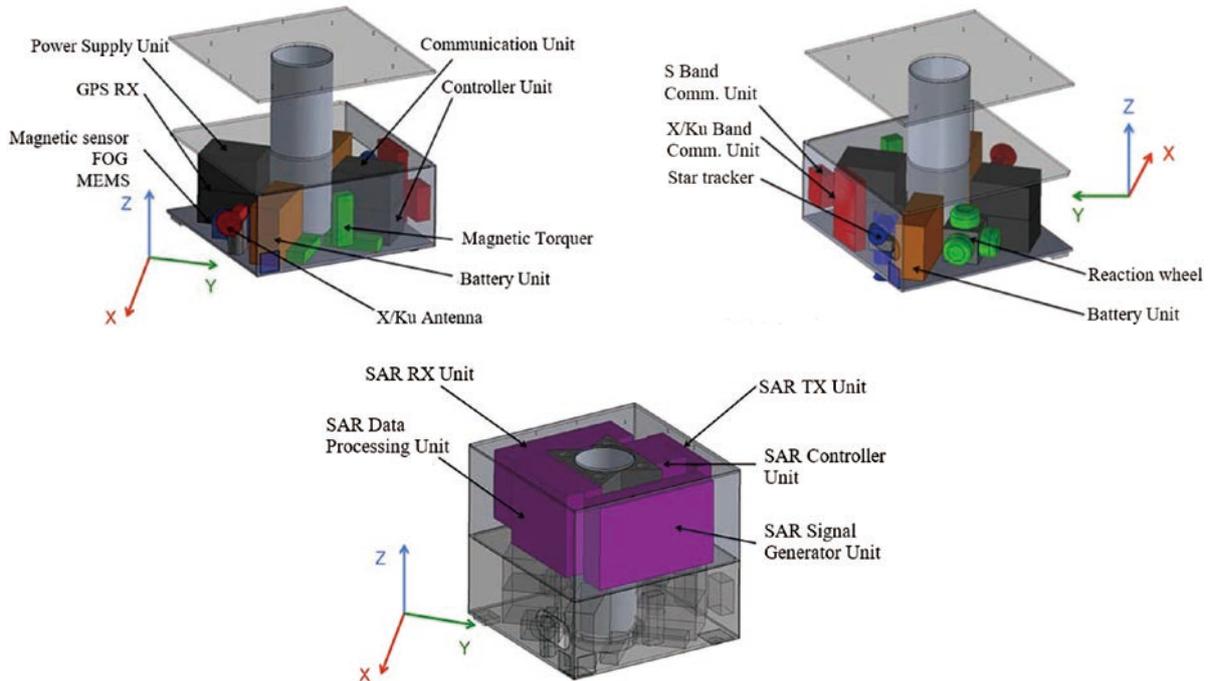


図1.1.1.-17. CP-SAR搭載小型衛星の構造

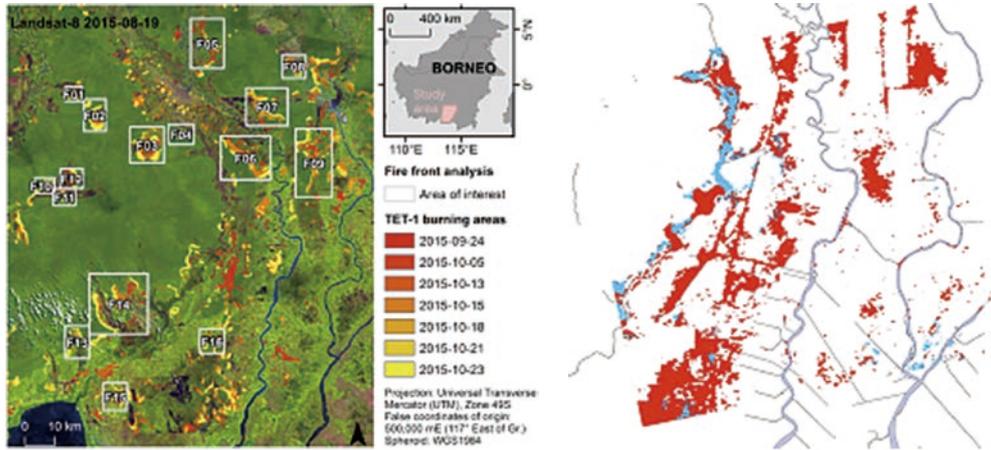


図1.1.1.-18. 金メッキメッシュパラボラアンテナの電波特性の測定

## 6. 偏波・干渉合成開口レーダ (PolInSAR) による泥炭地の観測

東南アジアには、森林火災をはじめ、さまざまな環境問題を抱えている。さらに、泥炭地の開発によって、泥炭地の環境指数が低下している。泥炭地における森林火災は、groundwater table (GWT) が40cm以下のとき

によく発生している。本研究では、インドネシア・Pulang Pisau Regencyを対象地域として、偏波・干渉成開口レーダ (PolInSAR) によるgroundwater table (GWT) の変化を観測した。2015年～2019年のgroundwater table (GWT) データと、ALOS-2 PALSAR-2衛星画像によるPolInSARデータを使用して、比較検討をした。本研究の結果により、ALOS-2 PALSAR-2が40cm以下を示す場合、泥炭地地域が容易に燃焼されることが証明できた (図1.1.1.-19)。



(A) Landsat-8衛星画像 (B) SAR衛星画像  
 図1.1.1.-19. インドネシア・ボルネオ島における泥炭地の観測結果

◆1.1.2. 光学的リモートセンシングによる大気および地表面情報の取得と解析

◆1.1.2.1. 水平観測ライダーを用いた地上付近のエアロゾル特性評価

(Ong Prane Marie Basco [博士課程学生]、Nofel Lagrosas、椎名達雄、久世宏明)

エアロゾルや雲を始めとする多様な大気環境パラメータのライダー観測は、これまではおもに中高度から高高度のターゲットについて行われてきた。本研究では、接地境界層内エアロゾルの時空間変動に着目し、波長349nmで動作するミー散乱ライダーをほぼ水平方向に連続運用して1か月間のデータを取得した。得られた消散係数の日変化を、相対湿度を初めとする気象パラメータや地上サンプリングデータと比較し、地上付近のエアロゾル特性の変化の要因について検討した。

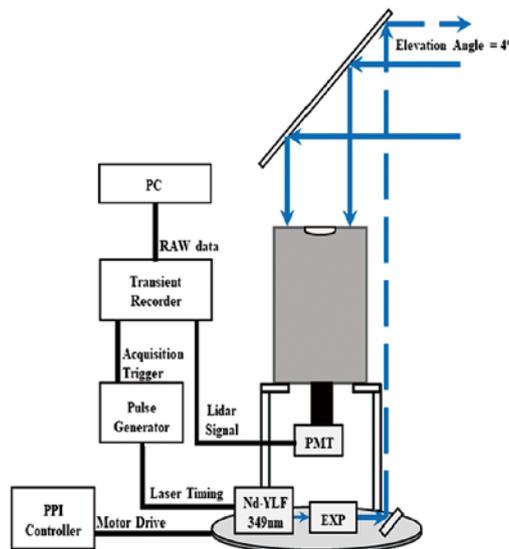


図1.1.2.1.-1. 水平方向のエアロゾル観測に使用した紫外ライダー。波長は349nm、仰角は4°で、観測方向は北向きである。

図1.1.2.1-1に使用したライダー装置の概略図を示す。光源はダイオードレーザー励起のNd:YLFレーザーで、パルスエネルギーは60μJ、繰り返しは1kHzである。後方散乱光を30cmφの望遠鏡で受光し、狭帯域フィルターを透過させた後、光電子増倍管により電気信号に変換して過渡信号レコーダにより積算時間5分で記録し

た。図1.1.2.1-2に、観測された信号の例を示す。接地境界層内ではエアロゾルの空間的な分布がそれほど急激に変化しないことから、まずSlope法が適用可能な条件に基づき遠方の参照距離 $R_c$ を定め、 $R_c$ における消散係数を導出した（同図b）。次いで、その値を用いてKlett法の解を求め、レイリー散乱の効果を補正してエアロゾル消散係数の距離（高度）分布を導出した（同図c）。以下の地上測器データとの比較には、距離二乗補正信号がピークとなる距離におけるエアロゾル消散係数の値を用いた。

図1.1.2.1-3に、水平ライダー（波長349nm）と視程計（Vaisala, PWD52：波長550nm、最大視程35km）により取得された2017年11月1か月分のエアロゾル消散係数の比較を示す。視程 $V$ の時間変化では、ライダーの消散係数との散布図を用いて $V > 35$ kmまでデータを外挿してある。同図（b）の時間変化から、より波長が短いライダーからの消散係数の値の方が波長が長い視程計からの値よりも大きいことが分かる。両者の関係から得られるAngstrom指数の値は $2.0 \pm 0.5$ 程度の範囲にあり、微小粒子の卓越を示唆している。

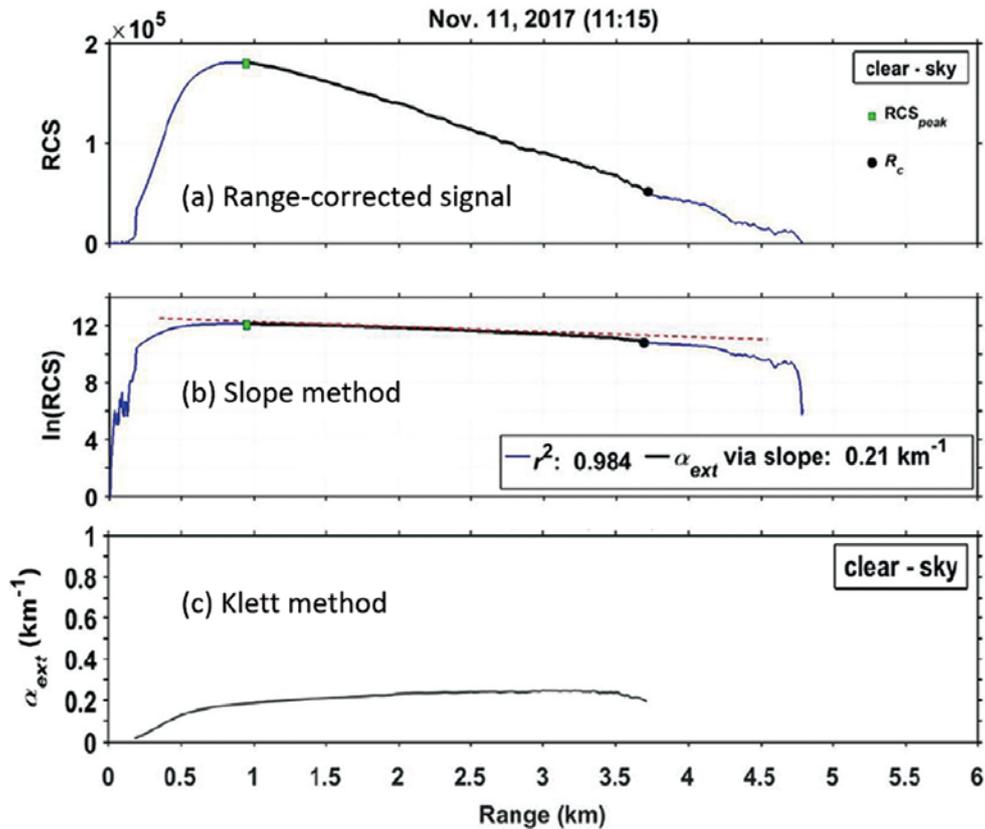


図1.1.2.1-2. 水平ライダーで観測された信号の例（2017年11月11日11:15）。(a) 距離二乗補正信号。距離1 km（海拔高度約120m）付近で重なり関数がほぼ1となり、そこから距離約3.6km（300m）まで直線的な減衰が見られる。(b) その対数表示。直線部分の傾きからこの範囲でのエアロゾル消散係数の概略値として $0.21 \text{ km}^{-1}$ が得られる。(c) Klett法により解析したエアロゾル消散係数の距離（高度）分布。

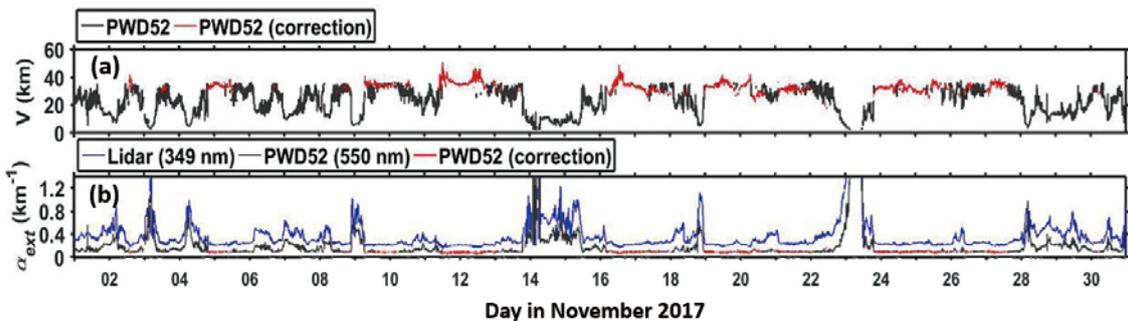


図1.1.2.1-3. 水平ライダー（波長349nm）と視程計（波長550nm）によるエアロゾル消散係数の比較。(a) 視程計による視程 $V$ の時間変化。ライダーの消散係数との散布図を用いて $V > 35$ kmまで外挿した。(b) 両者の時間変化。ライダーからの短波長での消散係数の値の方が長波長の視程計からの値よりも大きい。

図1.1.2.1-4に、風向とエアロゾル消散係数、単散乱アルベド (SSA)、および風速との関係を晴れの日と曇りの日に分けてプロットした。まず晴天時に着目すると、風速が4 m/s以下で、北ないし北東の風のときに0.5km<sup>-1</sup>程度の中程度のエアロゾル消散係数が見られているが、それ以外の風向時には消散係数の値は小さくなっている。ライダーおよびエーサロメータ (Magee, AE31) から導出した波長349nmでのSSAの値は、北ないし東風のときに0.8程度と吸収の大きなエアロゾルが見られており、これは都市型エアロゾルの影響を反映しているものと考えられる。南ないし西風のときはSSAが1に近く、海洋性エアロゾルの卓越がうかがわれる。一方、曇天時には北寄りの風のときに消散係数1 km<sup>-1</sup>という比較的濃度の高いエアロゾルが見られるが、風速はやはり4 m/s以下でそれほど大きくなく、移流からの影響よりは近傍のエアロゾル源の影響が大きいと考えられる。

図1.1.2.1-5に、風速<2 m/sのときのライダーによるエアロゾル消散係数の相対湿度 (RH) 依存性を示す。RHが増大する場合 (deliquescence phase) を青、減少する場合 (efflorescence phase) を赤で示してある。曇天時ではRHの増減に伴う消散係数の履歴曲線が見られるが、晴天時、雨天時では明確ではない。注目すべき点として曇天時のRH増大時にRH=90%程度で消散係数がいったん減少してから増大する状況が見られており、これは、Sun et al. (J. Geophys. Res.: Atmos., 123, 1234–1243, 2018) で実験室データとして示されている粒子のshrinkage現象が実大気中でも現れたケースと考えられる。

以上のように、水平に近い仰角4°で射出した紫外レーザー光の後方散乱によるミー散乱ライダーの観測から、11月という秋から冬にかけての比較的静穏な大気条件下での千葉地域のエアロゾルについて知見が得られた。水平ライダーは、地上にもっとも近い接地境界層内のエアロゾルの挙動について調べる有力な手段を提供するものと考えられる。

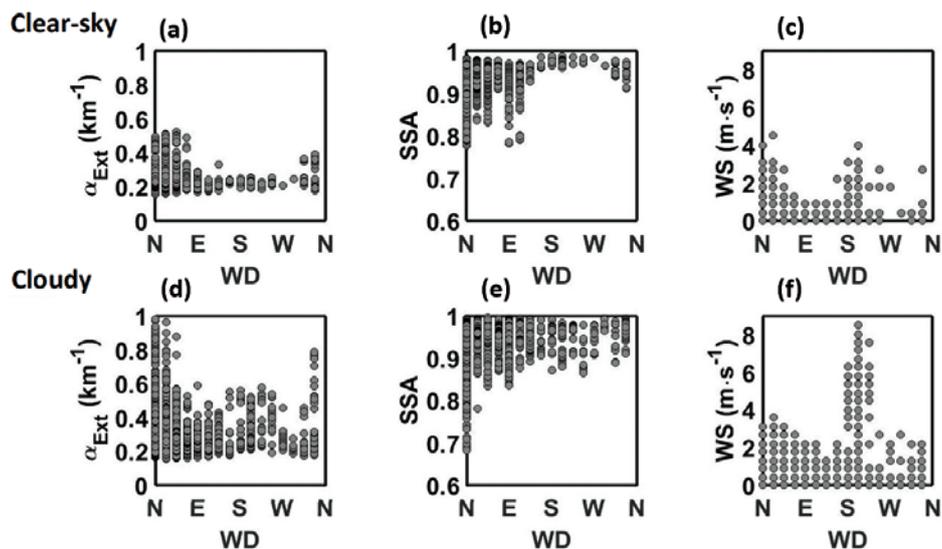


図1.1.2.1-4. (a)-(c) 晴れの日と (d)-(f) 曇りの日の風向ごとにプロットした (a)、(d) エアロゾル消散係数、(b)、(e) 単散乱アルベド (SSA)、および (c)、(f) 風速の分布。

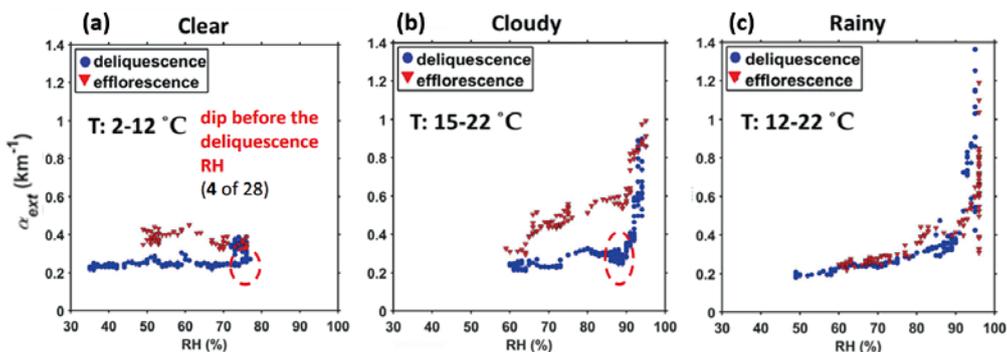


図1.1.2.1-5. 風速<2 m/sのときのライダーによるエアロゾル消散係数の相対湿度 (RH) 依存性。RHが増大する場合を青、減少する場合を赤で示してある。(a) 晴天時、(b) 曇天時、(c) 雨天時。

#### ◆1.1.2.2. 地上可視カメラ画像を用いた深層学習による雲分類

(宮本開人 [修士課程学生]、Nofel Lagrosas、久世宏明)

雲は地球表面の60%以上を覆っており、太陽放射・地球放射の反射や吸収を通じて地球全体の放射収支に大きな影響を与えている。人工衛星による雲観測は気象衛星をはじめ多くの例があるが、地上からの画像観測による雲計測や、雲の発達に関連付けた水蒸気の挙動の観測例はまだ限られている。

本研究では、ウェブカメラで撮影した日中の可視域の雲画像から教師データを作成した。雲底高度の情報は、千葉大学キャンパス等で常時運用されている環境研の地上設置ライダーから取得した。観測はCEReS研究棟5Fの観測室から北向きに行き、仰角約30°に向けたウェブカメラ (Logicool HD Pro Webcam 920r) で3分ごとに画像を記録した。解析に用いた画像の観測期間は2018年6月から2019年4月である。図1.1.2.2-1に、今回の研究で採用した8クラスの雲・晴天画像の分類を示す。撮影画像内の雲の種類を確認するため、撮影範囲内に位置する千葉大学と筑波の2地点の環境研ライダーデータを用い、同時刻において雲底高度情報がともに指定高度範囲内である場合のみを同一種類であると判定した。

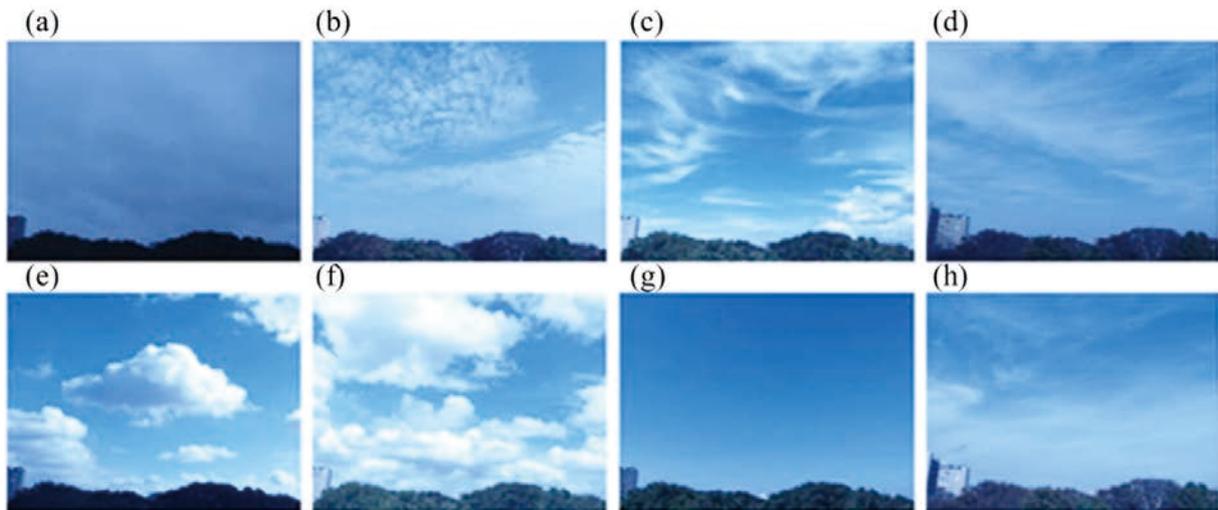


図1.1.2.2-1. 解析で使用した8クラスの雲・晴天画像の例：(a) 積乱雲・乱層雲Cb/Ns (759)、(b) 巻積雲・高積雲Cc/Ac (362)、(c) 巻雲Ci (260)、(d) 巻層雲Cs (616)、(e) 積雲Cu (507)、(f) 層積雲Sc (619)、(g) 快晴 Clear Sky (659)、(h) 層雲・高層雲St/As (764)。カッコ内は各クラスの画像数で、総数は4,546画像である。

撮影した総数4,546枚の画像を用いて深層学習を行った。その前処理として、画像トリミング、グレースケール変換、カテゴリーデータの処理 (One Hot Encoding) の3つを行った。画像分類のために畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いた深層学習モデルを、PythonとTensorFlowベースで稼働するニューラルネットワークライブラリの一つであるKerasを用いて作成した。畳み込み層を4層、最大プーリング層を3層、全結合層を2層とし、全体で23層からなる構造を採用した。積雲を例にとって、各隠れ層で出力される画像 (特徴マップ) の例を図1.1.2.2-2に示す。

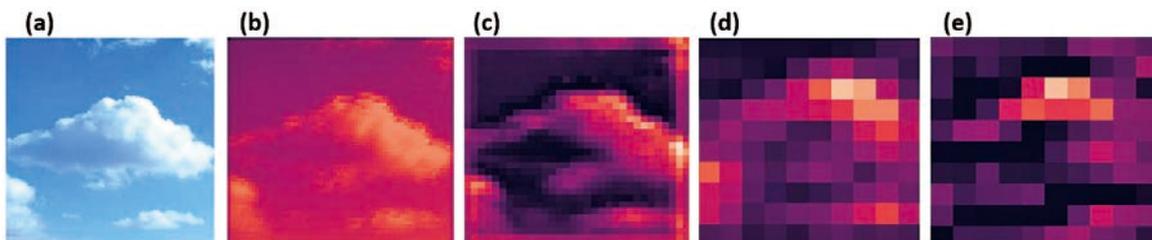


図1.1.2.2-2. 各隠れ層で出力される特徴マップ：(a) 入力画像 (積雲 Cu)、(b) 畳み込み層1、(c) 畳み込み層2、(d) 畳み込み層3、(e) 畳み込み層4。

モデルの学習では4,546枚の画像を訓練用・検証用・テスト用に60：15：25の割合で分割し、それぞれランダム層化抽出法によってクラスごとのデータ数の比率にばらつきが生じないようにデータを分けた。最適化アル

ゴリズム Adamax での学習率は0.001とし、バッチサイズを32、epoch 数を300として学習を行った。実行環境は NVIDIA Quadro K420のGPUを用いており、実行時間は12時間30分であった。学習時の各 epoch での訓練データと検証データで得られる正答率 accuracy と損失 loss の変化を図 1.1.2.2.-3 に示す。

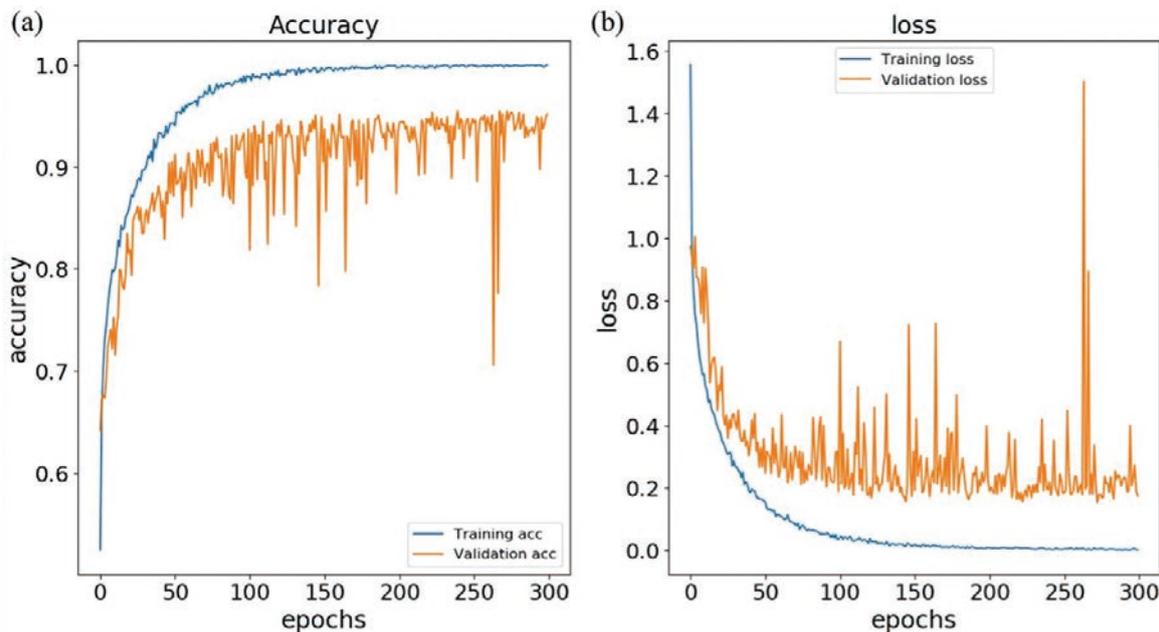


図 1.1.2.2.-3. 学習時の各 epoch での訓練データと検証データで得られる (a) accuracy と (b) loss の変化。

汎化性能を測るための最終的なテストデータによる分類結果の accuracy で 95.5% を得た。これは、既存研究である Zhang et al. (Geophys. Res. Lett., 45, 2018) の分類結果での accuracy 88% と比較すると優位性がある結果となった。とくに、地上観測で層雲として一様な視覚的特徴を示す高層雲・層雲 As/St や、層積雲 Sc と積雲 Cu の誤分類が大きく改善されている。ただし、層雲の一様な視覚的特徴での誤分類と、Ci での巻雲系の薄くペールがかかる視覚的特徴での誤分類が残っており、今後の課題である。

可視画像による雲分類と合わせて、波長 725nm の水蒸気吸収バンドに波長を合わせた近赤外カメラ画像による水蒸気吸収画像の取得についても研究を行った。北方向の観測では積乱雲など水蒸気収束を伴う画像数が限られ、また、太陽天頂角の範囲に制約があるが、近赤外画像と可視画像の差分から得られるピクセル値から雲種特有の水蒸気カラム量の取得可能性が示唆された。今後、6バンドカメラの画像解析や、ハイパースペクトルカメラとの同時計測により、こうした研究を進めていく必要がある。

#### ◆ 1.1.2.3. ひまわり 8 号静止気象衛星の日本域における雲データの解析

(門脇 隆 [修士課程学生]、Babag Purbantoro [博士課程学生]、Nofel Lagrosas、久世宏明)

雲は気候変動に関わる大きな要素の一つであり、人工衛星と地上観測器のデータをもとに雲の特性を正確に把握することは重要である。本研究では、CEReS が提供しているひまわり 8 号全球スキャン画像の gridded data (緯度経度直交座標系による精密幾何補正済データ) を使用し、昼間画像における日本周辺の雲の検出と分類を研究した。その際、2つの異なるアルゴリズムとして、従来から多くの気象衛星に適用されている Split Window Algorithm (SWA) 法と、気象庁により提案された High-resolution Cloud Analysis Information (HCAI) 法を比較検討した。

SWA に使用したのはバンド 13-15 (10.4–12.4  $\mu\text{m}$ ) およびバンド 15-16 (12.4–13.3  $\mu\text{m}$ ) の二つの組み合わせである。図 1.1.2.3.-1 に冬季および夏季において最適化した輝度温度 (BT)・輝度温度差 (BTD) の閾値と 9 種類の雲分類スキームを示す (Purbantoro et al., 2019)。輝度温度が低温であると雲頂高度が高く、また、二つのバンド間の輝度温度差が大きいと薄い雲であることが分かる。

	Winter Season		Summer Season	
	SWA13-15	SWA15-16	SWA13-15	SWA15-16
BT-1	245	248	250	253
BT-2	253	256	258	261
BTD-1	0.6	1.0	0.9	0.8
BTD-2	3.2	14	4.5	14

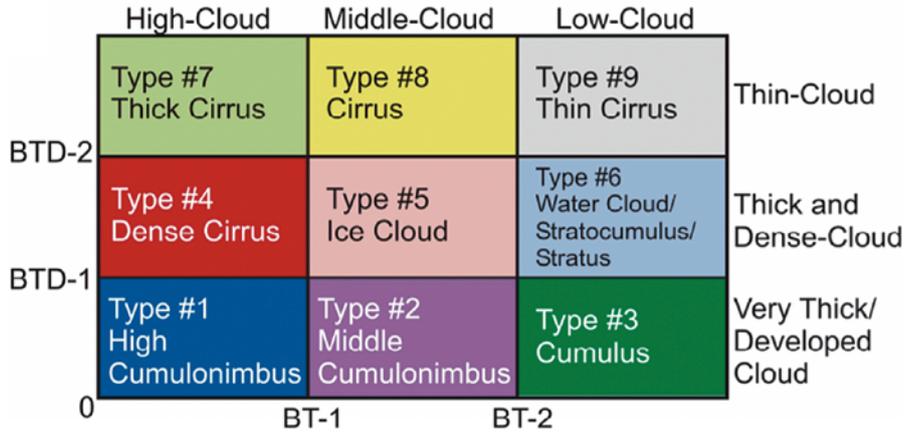


図1.1.2.3.-1. ひまわり8号のバンド13-15 (10.4–12.4 $\mu$ m) およびバンド15-16 (12.4–13.3 $\mu$ m) の二つの組み合わせによるSWA：冬季および夏季に最適化した輝度温度 (BT)・輝度温度差 (BTD) と、結果として得られる雲種別の分類 (Purbantoro et al., 2019)。

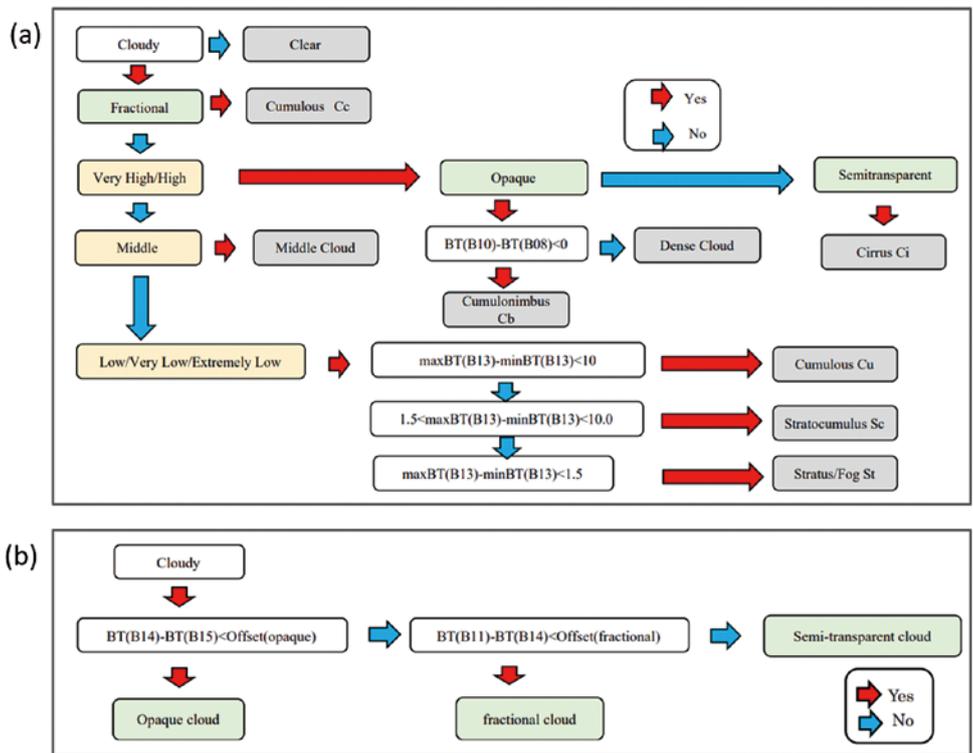


図1.1.2.3.-2. ひまわり8号データを用いたHCAI法のフローチャート。

HCAI法では、BT、BTDに加え、雲頂高度と雲層情報から、図1.1.2.3.-2 (a) のように雲を8つの異なる種類に分類する (Suzue et al., Met. Sat. Ctr. Tech. Note, 61, 2016)。まず、バンド1 (B01, 0.47 $\mu$ m) を用いて雲域と雲なし域 (Cloudy・Clear) を識別する。次に、バンド13 (10.4 $\mu$ m) の輝度温度 (BT13) と地上気

温・標準気温低減率から雲頂高度を推定し、高層雲（雲頂高度> 5 km、Very High/High）、中層雲（2-5 km、Middle）、および下層雲（< 2 km、Low/Very Low/Extremely Low）の三種類に分類する。さらに、図1.1.2.3-2 (b) のようにB11 (8.6 $\mu$ m)、B14 (11.2 $\mu$ m)、B15 (12.4 $\mu$ m) の輝度温度値を用いて雲の空間分布状況に関する情報を算出し、不透明雲 (Opaque)・断片的雲 (Fractional)・半透明雲 (Semi-transparent) の三種類に分類する (Mouri et al., Met. Sat. Ctr. Tech. Note, 61, 2016)。バンド11の輝度温度 (BT11) は、バンド14と比べると氷粒子を含む雲域では高く観測され、一方、下層雲や海面などの水粒子を含む雲域では水蒸気の吸収の影響を受け、低く観測される。このような性質から、両バンドの輝度温度差 (BTD11-14) は雲の相情報の算出に利用できる。

最後に、不透明雲 (Opaque) に分類された雲をバンド10 (7.3 $\mu$ m) とバンド08 (6.2 $\mu$ m) の輝度温度を用いて密集雲 (Dense Cloud)・積乱雲 (Cb) の二種類に分類する。また、Low/Very Low/Extremely Lowに分類された雲はバンド13 (10.4 $\mu$ m) の輝度温度を用いて積雲 (Cu)・積層雲 (Sc)・層雲 (St) /霧 (Fog) の三種類に分類する。ここで、maxBT (B13) およびminBT (B13) はそれぞれ5 $\times$ 5のグリッドのBT13の最大および最小輝度温度を示す。

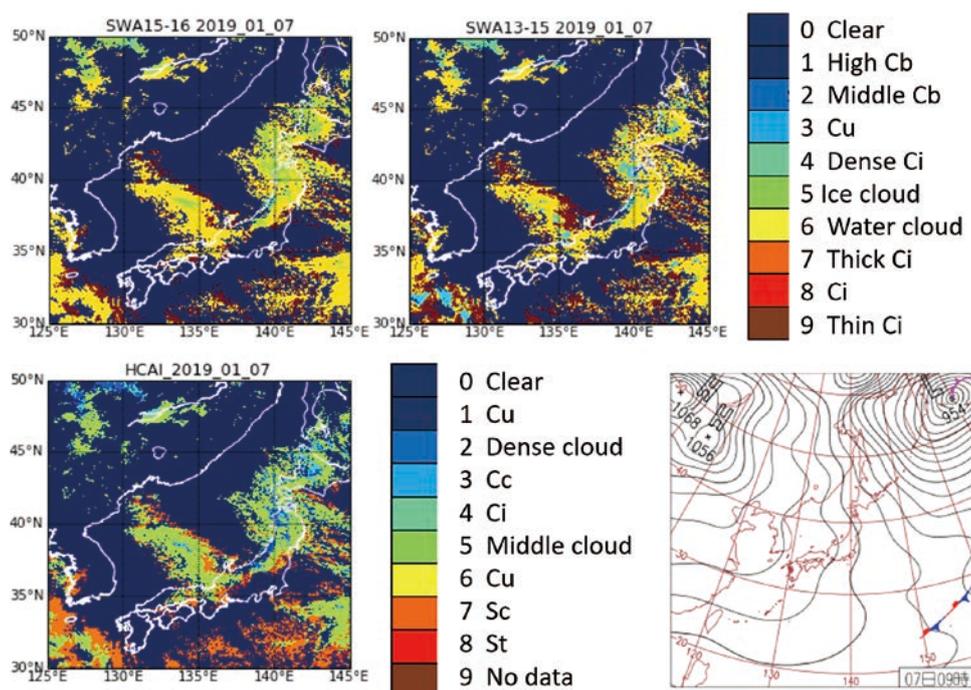


図1.1.2.3-3. SWA15-16、SWA13-15、HCAIによる雲分類結果と実況天気図 (2019年1月7日12:00 JST)。

図1.1.2.3-3に、2019年1月7日12:00 JST (09:00 UST) の日本付近のひまわり8号データをSWA15-16、SWA13-15、HCAIによって雲分類した結果を示す。実況天気図を見ると、西側ではシベリア気団 (高気圧) が、東側ではオホーツク気団 (低気圧) が発達し、西高東低の冬型の季節配置になっている。1月7日は冬型が緩み始めており、西日本では晴れ、日本海側と北日本では雨や雪となった。雲分類結果を見ると、SWAでは日本海・太平洋上ともに水雲が分布し、HCAIでは中層雲域が卓越していることが分かる。ほぼ同時刻の衛星搭載ライダーCALIPSOのデータでも、高度0-4 kmに水雲が観測された。

本研究では、各季節のひまわり8号データについて、SWA法とHCAI法による雲分類結果を比較した。SWA法は少ない観測バンドから分類することが可能で、密集巻雲領域においての積乱雲と中層雲の検出に適している。しかし、単独の閾値で分類しているため、本来なら両方の性質を併せ持つ場合を二分類化しているという欠点もある。一方、HCAI法は多くのバンドを使用するため解析に手間を要するが、地上に近い雲について積雲、層積雲、巻雲と詳細な分類が行えることが確認できた。しかし、光学的に薄い雲では地表面が透けて観測されるので、地表面反射率ならびに地表面温度の影響を適切に考慮する必要がある。本研究の結果は、今後、高頻度の観測が可能ならびにひまわり8号気象衛星データを用いたエアロゾル研究や、地表面反射率の研究にも役立つものと考えられる。

### ◆1.1.3. 光学センサによる植生リモートセンシング

#### ◆1.1.3.1. 「しきさい」SGLIセンサによる地上部バイオマスプロダクトアルゴリズムの改良

(本多・梶原研究室)

平成30年12月にVersion1プロダクトが一般公開された「しきさい」(GCOM-C)のSGLI(多波長光学放射計)による各種標準プロダクトは、令和元年にアルゴリズムをバージョンアップしたVersion2が公開された。本研究室では陸域植生モニタリングに関わるプロダクトのうち、これまで地上部バイオマス(以下AGBプロダクト)および植生ラフネスインデックス(以下VRIプロダクト)など、SGLIセンサの特性を活かした2方向性反射を含む地表面反射率データが使用したアルゴリズム開発を行ってきた。引き続きVersion2アルゴリズムにおいても開発を継続し、現在一般公開されているプロダクトも本研究室で開発、改良を行ったものである。

JAXA/EORCにおけるAGBプロダクトの精度検証の結果、Version2アルゴリズムにおいてもリリース基準精度および標準精度は達成されていることが確認されている。ただし、標準精度であっても森林部におけるAGBの推定精度が±50%というものであり、Extra successとして定義された20%の精度には到達していない。さらなる精度向上が求められる。

昨年度報告したVersion1からVersion2への変更点は以下の2点であった。

- (1) 参照土地被覆データをGlobCover dataからMODISの土地被覆データに変更
- (2) 参照仮真値バイオマスデータを文献データからGlobBiomassに変更

また、その後、参照バイオマスデータに対応するバイオマス推定式の係数テーブルを、土地被覆カテゴリごとの係数テーブルから、SGLIバイオマスプロダクトの全画素に対して与える方法に変更した。これはVersion3アルゴリズム開発にむけて、最新の土地被覆データの利用および特殊性のあるローカルな係数決定手法開発にも対応できるようにするためである。

Version2アルゴリズムにおいても、参照している土地被覆データとバイオマスデータに起因する、現状に対応しない空間分布が現れる例は解消されていない。そもそも既存の土地被覆データは、植生の3次元構造に起因する反射率変化を反映するような分類手法は用いられていないため、そのような土地被覆データを参照している限り、この問題は解消できない。この問題点に関する解決方法としてVersion3アルゴリズムでは、

- (1) 参照する土地被覆データを、SGLI観測値を用いて新たに作成したものに変更する。
- (2) 宇宙ライダーが計測したLarge Foot Print LIDAR計測データから取得した最新のバイオマス推定値を用いる。

という変更を行うことを計画している。

本年度は(1)のSGLIデータを用いた土地被覆分類について検討した。表1.1.3.1.にその概要を示す。

表1.1.3.1. SGLIによる土地被覆分類検討事項

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Current LC category is same as IGBP classification.<ul style="list-style-type: none"><li>- It does not always reflect phenology and forest structure.</li><li>- It is difficult to classify the vegetation type that has quite different phenology for same category using spectral response.</li><li>- The same can be said about different forest structure in same category.</li></ul></li><li>• Modified method will be developed to classify the categories reflect the phenology and forest structure.<ul style="list-style-type: none"><li>- Unsupervised classification will be used sun/sensor geometry and DEM in addition to spectral reflectance as the pre-classification.</li><li>- For the forest category, tree density or canopy cover is divided into 3 degrees (sparse, medium, dens).</li><li>- Modified version's category will set to be able to convert to IGBP category by using conversion table.</li></ul></li></ul> <p>Unsupervised classification will be conducted in this FY.</p> |
|---|

この指針にしたがって、試行としての教師なし分類を実施した。

分類手法はISO-DATAによって分類を行った。2019年観測のSGLIデータ(VNチャンネル)を用い、NDVI Monthly Maximum Value Composite (Monthly MVC) データを作成し、注目ピクセルの採用された日のチャンネルデータ、ジオメトリデータを抽出したのから以下の変数を用いた。

使用した変数: NDVI, NDWI, os (SOZ: 太陽天頂角)、ScaledZ (標高/3000)

これらはScaledZを除いてそれぞれ12次元データとして使用した。全体では37次元データとなる。

初期カテゴリ数は100とし、クラスマージ条件はフィッシャーの距離0.9以下とし、Convergenceは100% (す

すべてのサンプルがマージ後の各クラスに分類されるまでIterationを行う)とした。ただし、NDVIのMVC値が0.1以上の領域に限って分類することとした。

図1.1.3.1.-1に分類結果を示す。クラス数は97で収束した。

この分類を行った際のRejection probabilityを示す画像を図1.1.3.1.-2に示す。



図1.1.3.1.-1 2019年1年間のSGLI観測データをISO-DATAによって分類した結果。

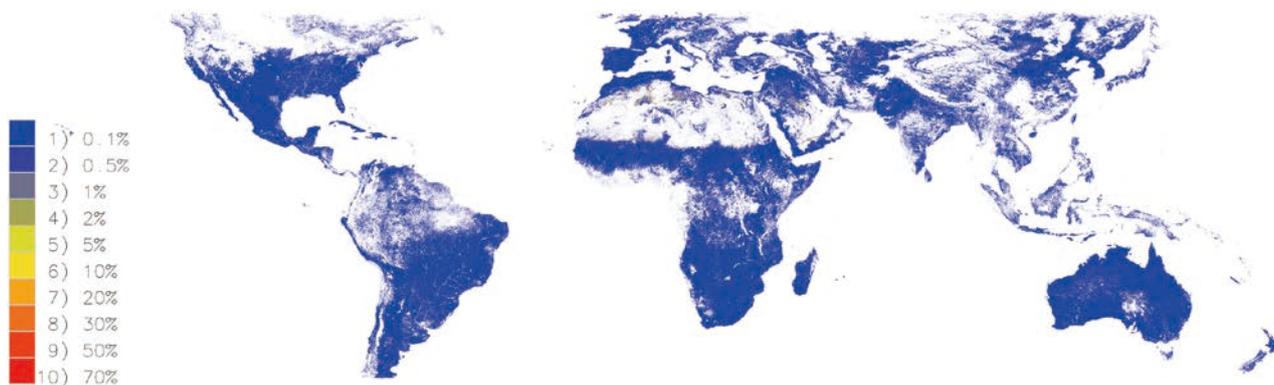


図1.1.3.1.-2 図1.1.3.1.-1の分類結果に対するRejection Probability

初期クラスが100で、97ものクラスに分類された場合、分類の安定性が懸念されるが、Rejection Probabilityは乾燥地の一部を除いて概ね0.1以下であり、分類としては極めて安定しているといえる。

図1.1.3.1.-3 (1)-(3) にclass60までの、それぞれのクラスにおける各変数の値をプロットした図を示す。

図1.1.3.1.-3における横軸の数値は、0-11が1月から12月のNDVI、12-23が同NDWI、24-34が同COS(SOZ)、35がScaled Zである。縦軸はそれぞれの変数の値を示す。

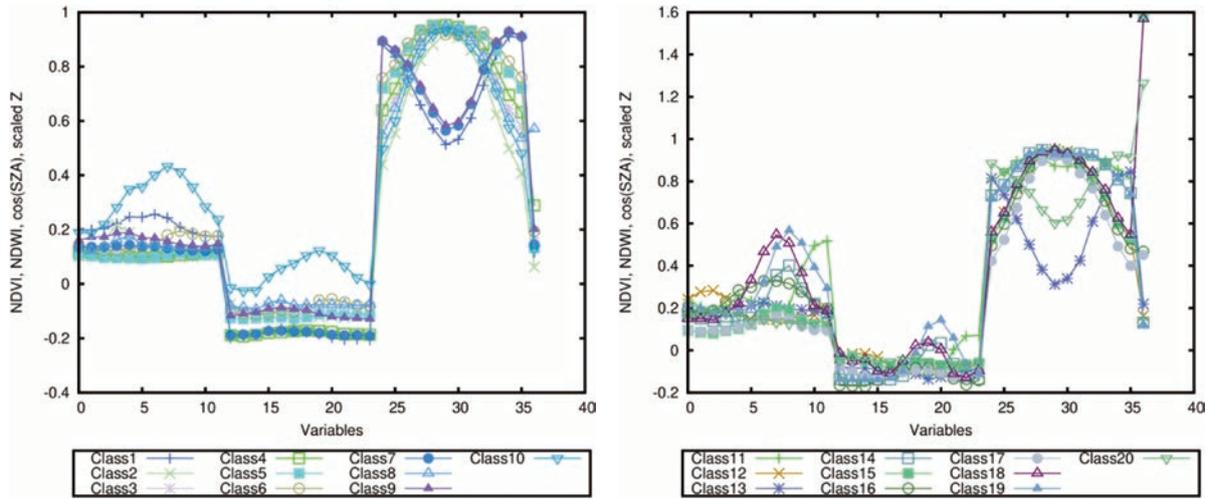


図1.1.3.1-3 (1) class1～class20の各変数の値

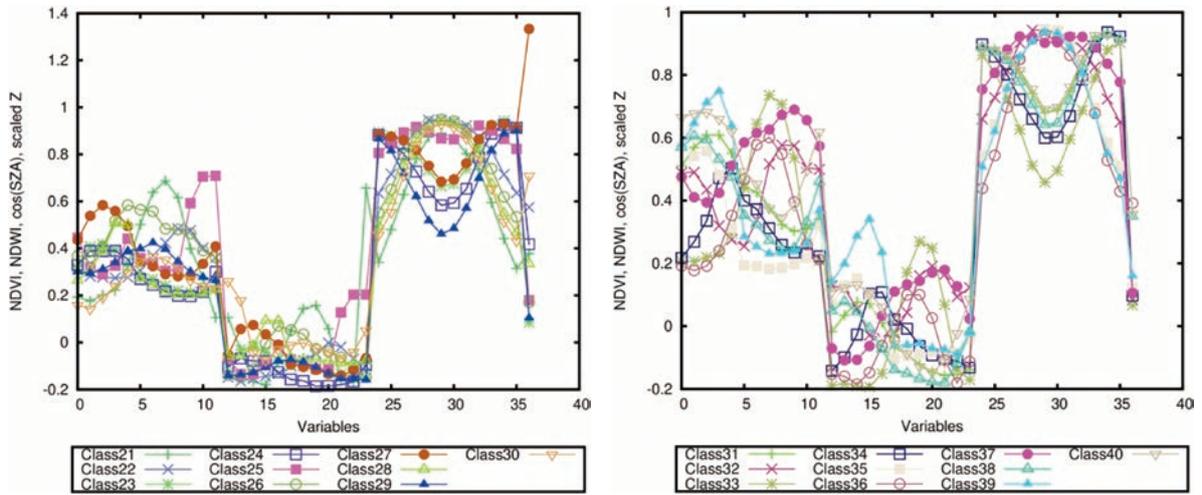


図1.1.3.1-3 (2) class21～class40の各変数の値

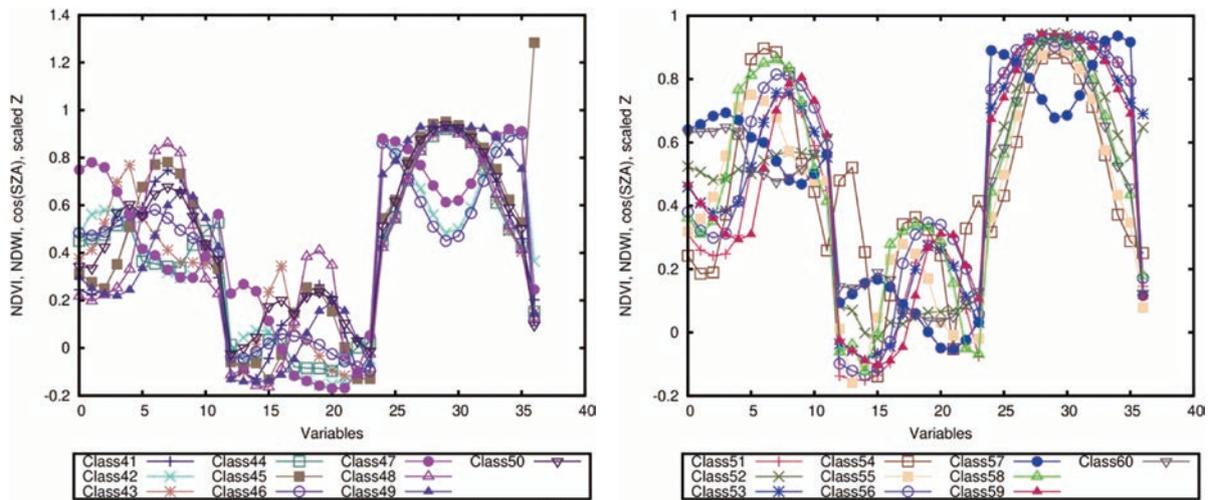


図1.1.3.1-3 (3) class41～class60の各変数の値

Rejection Probabilityが小さく、安定した分類が可能であると同時に、既存の分類カテゴリでは分離していない、植生の地域性に対応した分類が可能であることを確認した。

## 1.2. プログラム2：情報統合プログラム

### [概要]

情報統合プログラムはデータの作成、統合、公開を基軸として、主に大気圏・陸域の環境研究を推進する。取り扱うデータは衛星観測データ、地上観測データ、研究成果としての環境データである。本プログラムに含まれる主要な研究テーマは、衛星データの補正・前処理、膨大な衛星データの効率の良い処理手法の確立、衛星データと地上のデータ統合による環境モニタリング手法の開発、および衛星データからの大気・陸域環境情報の抽出である。なお、本プログラムはCEReSとしての各種データ公開（VL；計算機データベース委員会業務）、共有システムの運用（CEReS Gaia）に密接に関係する。

情報統合プログラムの第3期中期目標・中期計画期間（平成28－33年度）における研究課題および達成目標は以下の通りである。第2期において実施した研究テーマの特質に基づくプログラム研究を進展させ、さらに重点課題を設定した。

### [中期計画期間の研究課題および達成目標]

#### ○研究課題

- ・ 地上リモートセンシングを活用した地球大気環境の基盤研究として、CEReS主導の国際地上観測ネットワーク（SKYNET）とNASA主導のネットワーク（AERONET）の主力機材の調和観測を開始し、そのデータの品質に関する新しい知見を得る。
- ・ リモートセンシングを活用した地球大気環境の応用研究として、Aura/OMI等の衛星観測やSKYNET等の地上観測を活用してアジア域の各種大気成分（微量ガス、エアロゾルなど）の時空間分布を新たに明らかにする。
- ・ 温室効果ガス観測技術衛星2号（2017年度打ち上げ予定）の温室効果ガス観測センサ（TANSO-FTS2）の熱赤外スペクトルから従来からの二酸化炭素、メタンに加えて新たに気温、水蒸気の高度プロファイルを導出するアルゴリズムを開発し、衛星およびセンサの開発元である国立環境研究所と宇宙航空研究開発機構にデータ処理プログラムを提供する。
- ・ 日本の温室効果ガス観測技術衛星GOSATシリーズ（GOSAT、GOSAT2）の二酸化炭素およびメタンの全球高度プロファイルの長期間データのデータ質を検証し、衛星観測による全球温室効果ガス濃度の長期傾向を明らかにする。
- ・ TRMM運用期間（1998-2014）の全球静止気象衛星降水ポテンシャルマップを開発・作成し、公開する。
- ・ MTSAT（2005-2015）期間での東・東南アジア域での衛星日射・降水量プロダクトを活用した陸域水循環過去解析を実施し、水循環過程を明らかにし、解析結果を公開する。
- ・ 気候診断に関わる4センター（東京大学大気海洋研、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、CEReS）の連携によりバーチャルラボラトリーを形成し、各センターの特色と研究資産を活かした研究と教育を分担・連携して実施する。
- ・ 地理空間データの共有システム（CEReS Gaia）を国際的に展開・運用し、情報統合による地球環境研究を推進する。
- ・ GCOMシリーズでの検証データシェアリングを行う（プログラム1との連携）。

#### ○重点課題：ひまわり8/9号データを活用したリモートセンシング手法の開発

(Novel remote sensing based on Himawari-8/9 meteorological satellite data)

- ・ ひまわり8号対応のマルチチャンネルを用いた高精度降水ポテンシャルマップを開発・作成する。
- ・ クラウド技術を活用し、ひまわり8/9号データと地上観測網データ（降水量、大気汚染モニタリング等）を準リアルタイムで高速可視化する技術を開発し、リモートセンシング手法による環境研究に活用する。

### **Program 2: Integrated use of geoinformation**

This program aims to promote atmospheric/terrestrial environmental studies based on integrated use of geoinformation including satellite remote sensing data, ground measurement data, and extracted environmental data. Main research subjects in this program are correction and preprocessing of satellite data, efficient processing methods for a huge volume of satellite data, environmental monitoring method by integrating satellite data and ground data, and extraction of atmospheric / terrestrial environmental parameters. This program has close relationship with the operation of the data distribution and sharing systems of the whole CEReS.

[研究内容と令和元年度の成果]

### ◆1.2.1. アフリカサヘル地域における土壌水・地中水変動に対する植生応答

(鈴木遼太郎 [理学部地球科学科4年]、樋口篤志)

地球観測衛星データを活用した環境動態の更なる理解のため、アフリカサヘル地域を対象として、土壌水・地中水変動に対する植生応答解析を実施した。利用した衛星プロダクトは、土壌水分は AMSR-E 土壌水分プロダクト (L3\_SMC) V6、地中水は GRACE NASA JPL プロダクト V5、降水量は TRMM 複合プロダクト 3B42 V7、植生応答については MODIS 葉面積指数プロダクト MCD15A、および BRDF 補正済み分光反射プロダクト (MCD43A4)、土地被覆プロダクト (MCD12Q1) を (全て Collection6) それぞれ利用した。分光反射プロダクトより植生指数 GRVI を算出した。解析期間は 2003-2010 である。

図 1.2.1.-1 に各緯度帯での衛星プロダクトの季節変化特性を比較するため、2° 毎に集計し 0-100 で規格化したものを示す。降水量に着目すると、赤道域ほど雨季が長く北上すると短くなる様子を捉えている。土壌水分プロダクトは北緯 10° ~ 16° では降水と共に土壌水分が増加する様子を捉えているが、北緯 8° 以南は雨季の始めはなだらかに増加するがその後急上昇し、さらに半ばには降雨があるにもかかわらず減少、その後雨季の成熟期に再び上昇する、といった 2 つの分布が特徴的である。地中水はどの緯度帯でも雨季の開始頃まで減少し、その後徐々に増加、雨季が終了する時期付近にピークを迎える季節変化特性を示している。重回帰分析では北緯 10 付近 (1 年生植物が多く分布) で植生プロダクトと土壌水分プロダクトとの間で標準偏回帰係数が大きいことがわかった。地中水プロダクトと植生との関係も、地中水プロダクトの減衰期間に着目して解析を行うことで、土壌水分より深い層の水の利用を示唆する結果が得られた (図省略)。今後より詳細な解析を進めていく予定である。

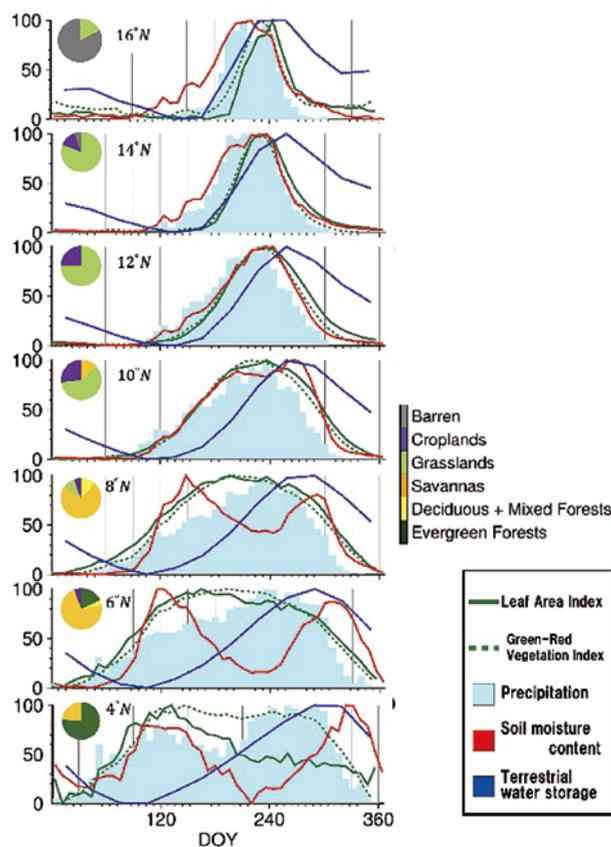


図 1.2.1.-1. 各衛星プロダクトの緯度帯毎の季節変化。衛星プロダクト毎に 0-100 に正規化した。横軸は DOY (Day of Year)、左上の円グラフは土地被覆の占有率を示す。

### ◆1.2.2. 衛星観測データとモデルの統合解析による陸域炭素収支変動の把握

(市井和仁・近藤雅征)

陸域生態系は、人為的に排出された CO<sub>2</sub> の約 30% を吸収しており、温室効果ガス排出に起因する気候変動の予測や対策において重要な役割を果たす。特に、2015 年に策定され 2016 年に発効された 2020 年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組みである「パリ協定」では世界の平均気温上昇を産業革命前に比較し

て2℃以下に抑えることを国際的な達成目標とし、世界はその目標に向かって進んでいる。そのためには各国の温室効果ガスの吸収・排出量を正確に算出する必要があり、陸域生態系がどこでどの程度温室効果ガスを吸収・排出するかを正確に把握することが求められている。また、陸域生態系は、様々な形で人々に恩恵（生態系サービスなどとも呼ばれる）を与える一方で、多くの自然環境はこれまで人為的に改変されており、これらの適切な保全も必要とされている。

このような背景のもと、我々は、広域スケールにおける大気—陸域の物質収支（主に炭素）研究を推進してきた。その中で、今年度、顕著な進捗があった2つの成果について紹介する。また、本グループでは静止気象衛星ひまわり8号データを陸域モニタリングに適用する試みも行っているが、それは1.2.6.4.章 静止気象衛星ひまわり8号データによる陸面モニタリングの展開に記載した。

まずは、大気—陸域におけるCO<sub>2</sub>収支量について、現存する様々な手法を統合的に解析し、2000年代を対象に全球、地域スケールでCO<sub>2</sub>収支量を推定した（Kondo et al. 2020）。特に2013年に報告されたIPCC第5次評価報告書の時点では、亜大陸スケール（地球を11地域に分割）では、トップダウン推定（大気CO<sub>2</sub>濃度から逆推定した推定）、ボトムアップ推定（個々の素過程やグリッド毎の値を集計した推定）の間に相違がみられる地域が散見していた。本研究では、現時点における最新の様々な推定手法を収集し、IPCC第5次評価報告書の結果を再現し、定義の違いが如何に陸域CO<sub>2</sub>収支量に影響を及ぼすのかを調査した。

IPCC第5次評価報告書による比較解析では、プロセスモデルに土地利用変化の影響が考慮されておらず、また、逆解析モデルによる推定には生物圏に加え水圏（河川や湖沼の炭素流入・流出量）が考慮されていた。陸域CO<sub>2</sub>収支量の定義を「大気—陸域生物圏（水圏を含まない）によるCO<sub>2</sub>交換量」とし、この定義に合わせてそれぞれの手法に補正をかけ比較した結果、「土地利用変化を考慮したプロセスモデル」・「生物圏のみを考慮した逆解析モデル」による陸域CO<sub>2</sub>収支量は、他の手法（残余法、バイオマス変化量、大気O<sub>2</sub>・CO<sub>2</sub>観測、RECCAP）と高い整合性を示した（図1.2.2.-1）。一方で、「土地利用変化を考慮しないプロセスモデル」・「水圏を含んだ逆解析モデル」による陸域CO<sub>2</sub>収支量（IPCC第5次評価報告書の再現結果）は、他の手法に比べ大幅に全球のCO<sub>2</sub>吸収量を過大評価した（図1.2.2.-1）。この結果は、IPCC第5次評価報告書に見られたトップダウン・ボトムアップ手法によるCO<sub>2</sub>収支の非整合性の主要な原因が定義の違いに起因することを示唆している。

しかし、地域スケールでは、定義の違いを解消するだけでは手法間の推定結果のばらつきは解消されなかった。全球の陸域圏を9地域に分離したところ、北アメリカ、南アジア、東南アジア、オセアニアで高い整合性が確認された一方で、東アジア、アフリカ、南アメリカでは手法間のばらつきが見られた。ヨーロッパ、北方アジアでは逆解析モデルの推定幅が大きく、これらの地域のCO<sub>2</sub>収支が吸収であるか排出であるかの判断が難しい。9地域の中でも、特に、南アメリカではCO<sub>2</sub>吸収・放出の傾向に手法間の整合性が無く、東アジアではCO<sub>2</sub>吸収量の違いが顕著であった。

本成果は、2019年12月12日に「CO<sub>2</sub>の放出と吸収のより正確に推定に成功～IPCC第5次評価報告書からの進展と第6次評価報告書に向けた課題～」の題目でプレスリリースを行った。

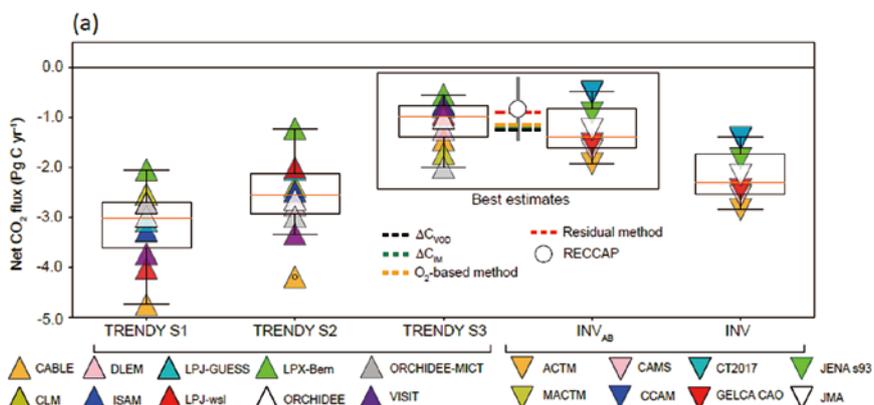


図1.2.2.-1. 2000年代における全球陸域CO<sub>2</sub>収支量の推定結果。推定は、プロセスモデル（土地利用変化あり：TRENDY S3、なし：TRENDY S3）、逆推定モデル（補正あり：INV<sub>AB</sub>・なし：INV）、残余法（Residual method）、バイオマス変化量（衛星マイクロ波： $\Delta C_{VOD}$ 、森林インベントリー： $\Delta C_{IM}$ ）、大気O<sub>2</sub>・CO<sub>2</sub>観測（O<sub>2</sub>-based method）、残余法（RECCAP）によるもの。▲はプロセスモデル、▼は逆解析モデルを示し、色は其々の手法における個々のモデルを示す。（Kondo et al., 2020）

次に、AsiaFluxなどの大気—陸域CO<sub>2</sub>フラックス観測ネットワークとMODISセンサデータなどを利用した機

機械学習による CO<sub>2</sub>フラックスの推定手法（データ駆動モデル）の改良を実施した。本年度は主にこれまでの入力データセットとして用いたMODISデータのバージョンを最新版に更新した上で、推定された CO<sub>2</sub>フラックスがどのように変化するかを評価した。これまでのセットアップに対して、入力データをMODIS Collection 6に更新をして、モデルのトレーニング・テストなどを実行した。広域推定された結果について、2000-15年の期間に対して光合成量の変動傾向として増減トレンドを調査した結果、以前のバージョンに比較して、光合成量が増加している地域が多く存在した（図1.2.2.-2）。特に、新しいバージョンでは、インドや中国、シベリア域において顕著な増加傾向が分布していた。これらの結果を陸域生態系プロセスモデルの結果（TRENDY v6データ）と比較してみたところ、陸域生態系モデルにおいては、アジア域で光合成量の増加傾向を検出した。データ駆動モデルにおいては、MODISデータをアップデートした推定結果のみ顕著な増加傾向を示した。観測サイトにおける検証、広域における検証など更なる解析を実施することにより、本結果の妥当性を示す必要がある。

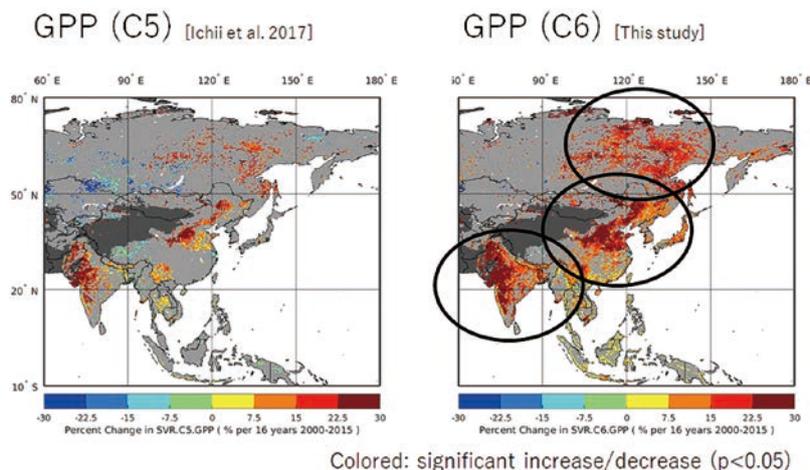


図1.2.2.-2. MODIS Collection 5, 6それぞれを入力データに用いたモデルを用いた年平均光合成量の変動傾向。2000–2015年の光合成量の増減傾向を示した。統計的に有意な増減を示すグリッドを色付けた。

#### 引用文献

Kondo M., P.K. Patra, S. Sitch, P. Friedlingstein, B. Poulter, F. Chevallier, P. Ciais, J.G. Canadell, A. Bastos, R. Lauerwald, L. Calle, K. Ichii, P. Anthoni, A. Arneeth, V. Haverd, A.K. Jain, E. Kato, M. Kautz, R.M. Law, S. Lienert, D. Lombardozzi, T. Maki, T. Nakamura, P. Peylin, C. R-denbeck, R. Zhuravlev, T. Saeki, H. Tian, D. Zhu, T. Ziehn (2020) State of the science in reconciling top-down and bottom-up approaches for terrestrial CO<sub>2</sub> budget. *Global Change Biology*, 26, 1068-1084, <https://doi.org/10.1111/gcb.14917>.

#### ◆1.2.3. 最先端リモートセンシングによる大気環境変動研究 (入江仁士)

対流圏オゾン (O<sub>3</sub>) は光化学オキシダントの主成分であるだけでなく、第三の温室効果ガスでもあり、近年では短寿命気候汚染物質 (SLCPs) としてもその重要性が広く認識されている。人体に悪影響を及ぼす大気中の窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>=NO+NO<sub>2</sub>) や揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compound; VOC) は対流圏O<sub>3</sub>の前駆物質でもあるなど、大気中の光化学反応において中心的な役割を果たしている。しかしながら、これら対流圏O<sub>3</sub>やNO<sub>x</sub>、VOCの濃度トレンドの理解は我が国においても未だ不十分である。本研究では、2013年から2018年までの6年間、千葉において多軸差分吸収分光法 (MAX-DOAS法と呼ばれる) を用いて、従来よりも空間代表性を高めてNO<sub>2</sub>、ホルムアルデヒド (HCHO; VOCの代替)、対流圏O<sub>3</sub>の連続観測を実施した。このデータを解析したところ、千葉の北側では2013年から2018年までNO<sub>2</sub>とHCHO濃度は約30%減少したが、対流圏O<sub>3</sub>の系統的な減少は認められなかった。その原因を調べるために、HCHO/NO<sub>2</sub>濃度比を調べたところ、0.5±0.2とほとんど変化しなかったことが分かった。このことから、千葉における対流圏O<sub>3</sub>の生成はVOCによる律速領域のままであることが考えられる。この領域ではNO<sub>x</sub>の減少により対流圏O<sub>3</sub>が増加しうるため、そのメカニズムが重要であることが示唆された。

千葉でのMAX-DOAS観測からはまた、千葉からの異なる方位の観測データの解析から対流圏NO<sub>2</sub>カラム濃度の差が40%まで達していることが分かり、有意な空間的不均一性が存在することが明らかとなった。それを踏まえ、MAX-DOASデータとTROPOMI衛星データを比較したところ、TROPOMI衛星の対流圏NO<sub>2</sub>カラム濃度

は50%過小となっていた。この過小の原因は空間不均一性だけでは説明できないことが示唆された。

メタンは二酸化炭素の次に大きな温室効果を持っているため、その濃度分布、変動とその原因の理解は将来の地球環境を考えるうえで重要である。特に北半球高緯度域では全球の2倍のペースで温暖化が進んでおり、実態の把握が求められている。そのような背景の下、2009年1月23日以降、温室効果ガス観測技術衛星GOSATがメタン濃度のグローバル観測を行っている。本研究では、TransCom-CH<sub>4</sub>相互比較実験で評価されている大気化学輸送モデルACTM (AGCM-based Chemistry Transport Model) を用いて、フォワード計算およびインバージョン計算（地上観測を利用）により得られた結果をGOSATの観測値と比較した。比較は夏季のシベリアに焦点を当てて実施した。本研究では、GOSATメタンカラム濃度データ (XCH<sub>4</sub>, vRA2.72 bias corrected) を使用した。また、ACTMデータとしては水田・湿地排出にCao et al. emission schemeを用いた計算結果とWalter and Heimann Schemeを用いた計算結果を使用した。さらに、各々でインバージョン計算した結果も使用した。東シベリア域を緯度・経度で6つの領域に分けて分析した。期間は2010年から2017年、6月から9月の夏季に着目した。モデル値の年平均値と月平均値をそれぞれ算出し、オフセットを引いた値を求めた。その後、GOSATの観測値から算出した月平均値とこの値との差をとり、最後にこの差を月ごとに平均した。いずれの水田排出schemeを用いてもインバージョン計算後はこの差が±20ppbから±10ppbと0に近づき、GOSATのメタンカラム濃度の季節変動パターンをよりよく再現できたことが分かった。このことは、用いた水田排出スキームには季節変動の観点から改善の余地があることを示唆する。

#### ◆1.2.4. ひまわり8号によるGOSAT/TANSO-FTS観測視野内の雲判定手法の開発と検証

(齋藤尚子)

温室効果ガス観測技術衛星GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite) に搭載されているTANSO (Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation) -FTSは二酸化炭素やメタンの大気中濃度を高精度に観測することができる [Yoshida et al., 2011,2013; Saitoh et al., 2009, 2016, 2017]。しかしながら、FTS観測視野内に雲が存在すると、雲による太陽放射および地球放射の反射・散乱や吸収の効果によって観測されるスペクトルが影響を受けてしまうため、正確な濃度導出が困難になる。そこで、GOSATでは観測点毎にFTS観測視野内の雲の有無を判定し、晴天域の観測地点を抽出した上で温室効果ガスの濃度導出処理を行っている。FTSの観測視野内の雲判定は、昼間はTANSO-CAI (Cloud and Aerosol Imager) [Ishida et al., 2011]、夜間はTANSO-FTSの熱赤外 (TIR) バンド [Imasu et al., 2010] を利用して行っている。さらに、昼間については、TANSO-FTSの短波長赤外 (SWIR) バンドを用いた雲判定 [Yoshida et al., 2011; Eguchi and Yoshida, 2019] も実施されている。本研究では、静止気象衛星ひまわり8号搭載のAHI (Advanced Himawari Imager) のデータを用いた雲判定手法を先行研究 [Ackerman et al., 1998; MODIS MOD35 ATBD, 2010] を参考に独自に開発し、2016年1、4、7、10月の各季節について、TANSO-FTSの観測視野内の雲判定の検証を行った。

図1.2.4-1の左図は、本研究で開発した手法に基づいた昼間の海上のひまわり8号による雲判定結果、右図は同時刻のひまわり8号の反射率データから作成されたRGB合成画像である。これらの図の比較から、RGB合成画像で白くなっている反射率の高い観測地点で正しく「曇り」と判定されていることがわかる。

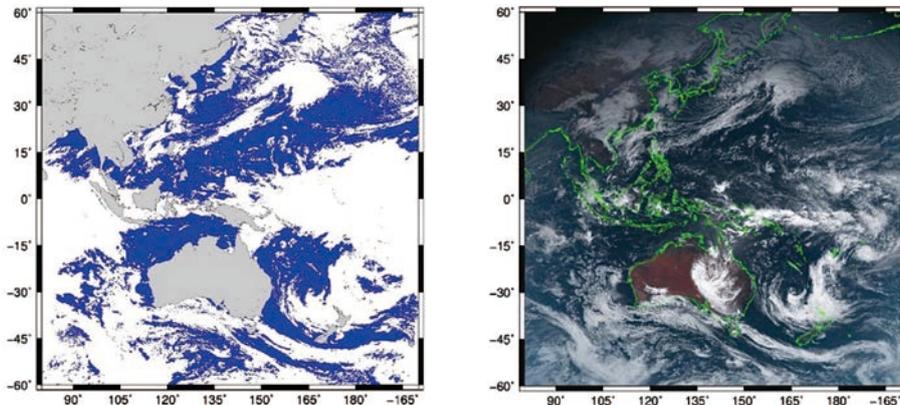


図1.2.4-1. 昼間の海上のひまわり8号による雲判定結果（左図）とひまわり8号のバンド1、2、3のRGB合成画像（右図）。左図の雲判定結果は青が晴れ、白が曇り、グレーが陸上を表す。右図のRGB合成画像は、緑線が海岸線を表す。2016年1月1日02:00 (UTC) の比較結果。

表1.2.4-1および表1.2.4-2に、昼間のTANSO-CAIおよびTANSO-FTSのTIRバンドの雲判定とひまわり8号の雲判定の比較結果を示す。さらに、TIRバンドが「晴れ」ひまわり8号が「曇り」と判定した場合の、FTS観測視野内のひまわり8号による雲被覆率を表1.2.4-3に示す。

表1.2.4-1. TANSO-CAIとひまわり8号の雲判定結果の比較（海上・昼間）。

	A	B	C	D	match	miss match	データ数
2016/01	13.18%	1.37%	11.63%	73.82%	87.00%	13.00%	1753
2016/04	10.71%	1.10%	15.74%	72.45%	83.16%	16.84%	1550
2016/07	11.01%	1.59%	8.06%	79.34%	90.35%	9.65%	1699
2016/10	11.40%	0.46%	12.33%	75.81%	87.21%	12.79%	1509

表1.2.4-2. TANSO-FTSのTIRバンドとひまわり8号の雲判定結果の比較（海上・昼間）。

	A	B	C	D	match	miss match	データ数
2016/01	14.38%	0.17%	22.93%	62.52%	76.90%	23.10%	1753
2016/04	11.61%	0.19%	29.23%	58.97%	70.58%	29.42%	1550
2016/07	12.18%	0.41%	25.37%	62.04%	74.22%	25.78%	1699
2016/10	11.80%	0.07%	22.47%	65.67%	77.47%	22.53%	1509

表1.2.4-3. 昼間の海上でTIRバンドが「晴れ」ひまわり8号が「曇り」と判定した場合の、FTS観測視野内のひまわり8号の観測視野の雲判定結果が「曇り」である割合（雲被覆率）。

	2016/01	2016/04	2016/07	2016/10
0% - 10%	4.98%	5.08%	8.35%	6.78%
10% - 20%	4.73%	4.86%	7.19%	11.21%
20% - 30%	7.21%	5.96%	5.57%	7.96%
30% - 40%	5.22%	7.51%	6.26%	5.60%
40% - 50%	8.46%	4.42%	6.73%	7.96%
50% - 60%	3.98%	4.19%	2.78%	5.90%
60% - 70%	5.22%	1.99%	5.10%	7.08%
70% - 80%	4.23%	2.87%	3.71%	4.42%
80% - 90%	4.73%	3.97%	5.57%	5.60%
90% - 100%	51.24%	59.16%	48.72%	37.46%

表1.2.4-1および表1.2.4-2に示されているように、昼間の海上のTANSO-CAIとひまわり8号による雲判定の一致率は高い割合（約9割）を示す一方、昼夜の海上のTANSO-FTSのTIRバンドとひまわり8号による雲判定の一致率はTANSO-CAIとひまわり8号の雲判定の一致率より1-2割ほど低い値（7-8割）となった。これは、TANSO-FTSの観測視野（10.5km）がTANSO-CAIやひまわり8号の観測視野（0.5kmおよび2km）よりも広いこと、サブピクセルサイズの小さな雲を検出できていないこと（表1.2.4-3）、またTANSO-FTSのTIRバンドの雲判定は輝度温度ベースであるため、輝度温度が比較的高い下層に存在する雲を捉えられていないことが要因であると考えられる。また、TANSO-CAIの雲判定にTANSO-FTSのSWIRバンドの雲判定を追加することでひまわり8号の雲判定との一致率が数%上昇することが明らかになった。これには、TANSO-CAIでは検出できなかった光学的に薄い雲をTANSO-FTSのSWIRバンドによる雲判定で検出できるようになったことが大きく影響していることがわかった。

陸上の雲判定の比較結果についても、海上の雲判定と基本的には同様の傾向が見られたが、ひまわり8号の雲判定との一致率は海上の場合の一致率よりも全体的に低くなることがわかった。陸上は地表面の種類によって反射率および射出率が大きく異なるため、雲判定の適切な閾値を設定することが海上よりも難しく、そのことが

GOSATの雲判定とひまわり8号の雲判定の一致率の低下を招いている一因になっているものと考えられる。

### ◆1.2.5. 環境予測科学研究 (小槻峻司)

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ある。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らない。本研究室は、小槻が千葉大学CEReSに着任した2019年11月に発足し、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る。具体的には、数週間スケールの天気予報や、100年スケールの気候変動影響による水資源環境の変動を対象とし、その予測を改善・高度化する手法を探求している。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する。地球科学・計算科学・統計数学に跨る分野横断研究により、新しい環境予測科学を切り拓くことを標榜している。ここでは本年度の研究から、2件の成果を報告する。

#### [モデルパラメータ推定による気候モデル放射バイアスの改善]

気候計算では、地球システムの放射バランスを適切に保つことが重要であり、モデルの放射バイアスの緩和のため、モデルパラメータのチューニングが必要となる。このチューニングは通常手作業で行われており、膨大な計算コストと人的エフォートが費やされている。本研究では放射バイアスの緩和を目的に、データ同化によりモデルパラメータの自動推定を試みた。具体的には、東京大学・海洋研究開発機構・理化学研究所を中心に開発が進められている、非静力学正20面体格子大気モデルNICAM (Nonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model; Satoh et al. 2014) を用い、水平解像度112kmのモデル設定とした。モデルの中の大規模凝結スキームで用いられている、雲粒から雨粒への変換速度を制御するパラメータ (以下、B1) を推定パラメータとした。観測データとして、GCOMW (Global Change Observation Mission-Water) 衛星に搭載されている高性能マイクロ波放射計 (AMSR2) により観測される雲量を目的変数とした。データ同化に基づくモデルパラメータ推定手法は、Kotsuki et al. (2018) により、理化学研究所を中心に開発が進められている、全球大気データ同化システムNICAM-LETKF (Terasaki et al. 2015; Miyoshi et al. 2020) に実装されている。本研究ではこのシステムを更に拡張し、モデルパラメータの空間分布まで推定可能としている点が特徴的である。

デフォルトのモデル設定では雲量が過大であり、雲の反射により大気上端の上向き短波放射が過大となっていた (図1.2.5-1 a)。本研究で開発したモデルパラメータ推定により、雲粒から雨粒への変換速度が最適化され、過大な雲量バイアスを劇的に緩和することができた。雲量の改善に紐づいて、モデルの上向き短波放射についても大幅な改善が見られた (図1.2.5-1 b及びc)。実大気モデルのモデルパラメータ推定は、非常に困難な研究課題であり、更にモデルパラメータの空間分布まで推定可能とした点で、本研究の学術的価値は高い。以上の成果をまとめ、米国地球物理学連合の国際誌、Journal of Geophysical Research誌に論文を発表した (Kotsuki et al. 2020)。

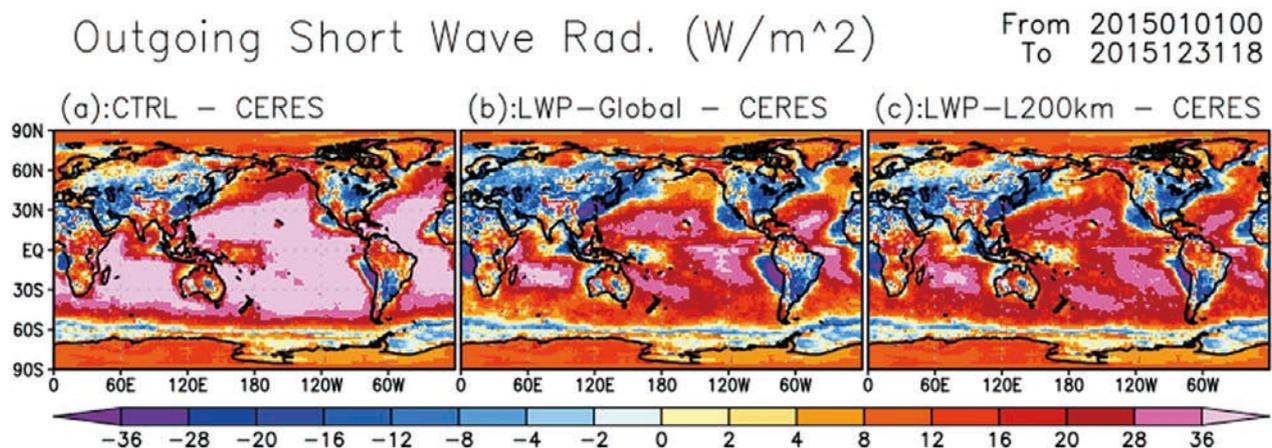


図1.2.5-1. 複合衛星放射プロダクト Clouds and the Earth's Radiant Energy System (CERES; Wielicki et al. 1996) に対する大気上端の上向き短波放射バイアス ( $W m^{-2}$ ) の比較。(a) はデフォルトのモデル設定であり、(b) はB1を全球一律のパラメータとして見積もった実験、(c) は領域依存するパラメータとして見積もった場合。暖色と寒色はそれぞれ、過大評価・過小評価を表す。Kotsuki et al. (2020) のFig. 10 を改変。

### [2020年の記録的少雪に関する速報的分析]

気象庁の報告によると2019年12月から1月にかけての気温は例年よりもかなり高く、日本海側における降雪量は記録的に少ない(気象庁、2020)。実際に、スキー場の開設遅れや営業休止などの少雪に伴う影響が報道されている。そこで、2020年の少雪の影響を推計するため、気象庁長期再解析データ(JRA-55; Kobayashi et al. 2015)を入力とした陸面過程モデルSiBUC(Simple Biosphere Model including Urban Canopy; Tanaka 2004)による過去63年間の長期解析を行い、2020年3月上旬の積雪相当水量と、その顕著度を推計した。

速報解析の結果、2020年3月上旬の積雪相当水量は過去63年で最少もしくはそれに匹敵する少なさであることが明らかとなった(図1.2.5-2、左)。さらに、過去60年の積雪相当水量、気温、降水量を標準化して表す指標により各年の事例の顕著さを日本の河川流域毎に推計した。これにより2020年の事例の背景として関東、甲信越、北陸、南東北では過去63年で最高となる気温の影響が示唆された(図1.2.5-2、右a)。一方で、気温の高さが上述の地域程顕著ではない北海道においては数年から数十年に一度程度となる降水量の少なさの影響が高いと考えられる(図1.2.5-2、右b)。これらの複合的要因により、総じて2020年は少雪となっている(ただし、東北地方の太平洋側一部を除く)。以上の成果をまとめ、水文・水資源学会誌に速報的報告を行うと共に(渡部ら2020)、学会誌へ論文投稿中である。

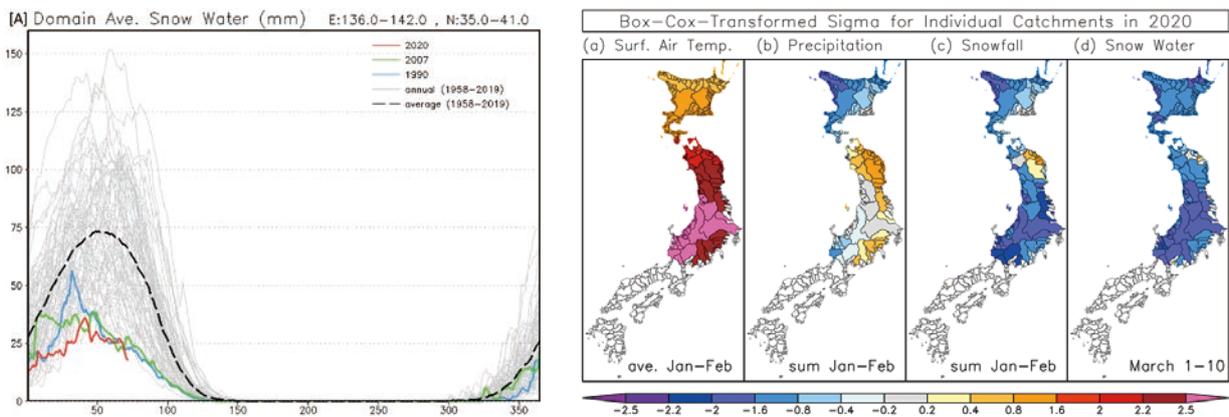


図1.2.5-2. (左) 1958-2020年までの63年間の本州における積雪総統水量(mm)の季節変化(63本の灰色線)。点線は平均値(=気候値)を示しており、赤線、緑線、水色線は、少雪年であった2020年、2007年、1990年を表す。(右) 2020年の気温(a)、降水量(b)、降雪量(c)、積雪総統水量(d)の標準化指数。標準化指標は絶対値が大きいほど稀な事象であることを示している(絶対値が1、2を超える事象が生じる確率は約32%、5%である)。投稿中の論文 Watanabe et al. (2020) より引用。

### ◆1.2.6. 気候診断系に関わるバーチャルラボラトリ(VL)の形成

(久世、市井、樋口、齋藤、入江、小槻、Nofel、広瀬、山本)

#### [概要]

昨今の異常気象・温暖化現象、雲解像モデルの全球での稼働等の新しい状況下において、現在気候診断の基幹データとなる人工衛星データの収集・解析および提供は研究コミュニティへの貢献のみならず、社会への情報還元観点からも意義がある。こうした背景から、地球気候系の診断を行うため我が国で気候・環境研究を推進する4研究所・研究センター(東京大学大気海洋研究所[AORI]、名古屋大学宇宙地球環境研究所[ISEE]、東北大学大気海洋変動研究センター[CAOS]、および千葉大学環境リモートセンシング研究センター[CEReS])が協働して仮想研究室(バーチャルラボラトリ;以下VL)を形成し、各拠点の特色と研究資産を活かした研究と教育を2007年度より分担・連携して行っている。VLとして地球気候系診断に関わる重要な課題に取り組み、地球温暖化イニシアチブ、水循環イニシアチブ、地球観測統合システム(GEOSS)等の我が国における重要課題に貢献している。

この枠組みの中、CEReSは静止気象衛星データの収集・処理および公開、および収集された静止気象衛星データの高度化、雲解像モデル改善のための衛星データの有効活用、および現象理解のための各種解析を行っている。

#### [令和元年度活動概略]

CEReSではVL支援室を設けVL推進、VL連携機関との調整の役割を担っている。活動としては、中核的事業である静止気象衛星データ群の処理・公開の継続に加え、新たな連携形態の模索を引き続き行っている。しか

し静止気象衛星データ処理もそれなりのウェイトを占めるため、データベース委員会（データ支援室）とも連動し、効率の良い運営を行う努力をしている。

令和元年度は4月から山本雄平博士がVL特任助教として京都大学より着任、11月には小槻峻司博士が准教授として理化学研究所より異動し、メンバーが充実した。一方、VL特任助教として活躍された広瀬民志さんが京都大学で博士号を取得、12月よりJAXA EORCプロジェクト研究員として異動された。

◆1.2.6.1. 静止気象衛星データおよび他の衛星データ収集・処理・公開

(樋口、青木 [データ支援室]、豊嶋、竹中栄晶 [JAXA/EORC;客員准教授])

VL開始から一貫して日本のMTSAT・GMS・ひまわり8/9号、米国GOESシリーズ、欧州METEOSAT、および中国FY2シリーズに対し、緯度経度直行座標系へ変換を施したグリッドデータ (gridded product) のftp公開を継続している。また、ひまわり8号およびFY2受信・配信データの準リアルタイムグリッド計算・画像作成・ftp公開の作業を自動化している。準リアルタイム処理をしていないMETEOSAT衛星群に関しては、データ量の大きいMSG (Meteosat Second Generation) はこれまでビジョンテック社を通じデータ取得を依頼、3ヶ月分を目安としてLTO4テープを介してアーカイブを行ってきたが、2018年度よりEUMETSATの公開ポータルを通じて直接データ取得に切り替えている。

GOES 第3世代 (GOES-R, GOES-S) についても2018年度よりデータアーカイブに着手し、データ取得、およびアーカイブ処理の自動化等、基本的な部分に関しては完了している。表1.2.6.1.にこれまでのVL活動で収集してきた静止気象衛星データの一覧を示す。全球をカバーする形では1998年4月から (Meteosat MFG5がインド洋領域に移動してから)、それ以前ではGOESは1995年から、Meteosat-0Degreeでは1989年から、ひまわり領域ではGMS1 (1981年) から現在に至るまでの長期観測がカバーされている。

表1.2.6.1. VL活動により収集、処理、公開がなされている静止気象衛星データ一覧 (令和2年3月末現在)

## 静止気象衛星収集・処理状況

	*1: 3hourly data only			ftp://hmwr127.cr.chiba-u.ac.jp/ で公開					
Asia 1 (HIMAWARI)	GMS1*1 198103-198406	GMS2*1 198112-198409	GMS3*1 198409-198912	GMS4 198912-199506	GMS5 199506-200305	GOES9 200305-200507	MTSAT1R 200506-201007	MTSAT2 201006-201507	H-08 201507-現在
Asia 2 (FY2 Series)	ftp://fy.cr.chiba-u.ac.jp/					FY2-C 200605-200809	FY2-D 200809-201512	FY2-E 201512-201901	FY2-G 201902-現在
Asia 3 (Meteosat-IODC)	ftp://meteosat.cr.chiba-u.ac.jp/ だが、EUMETSATデータポリシーのため、IP制限による公開			MFG5 199804-200702			MFG7 200607-201703	MSG1 201702-現在	
EU-Africa (0Deg)		MFG4 198912-199402	MFG5 199402-199707	MFG6 199610-200212	MFG7 199806-200607	MSG1 200401-200612	MSG2 200609-現在	MSG3 201212-201802	MSG4 201802-現在
America (GOES-EAST)	ftp://goes.cr.chiba-u.ac.jp/			GOES08 199409-200303		GOES12 200304-201004		GOES13 201004-201801	GOES-R 201712-現在
Pacific (GOES-WEST)	ftp://goes.cr.chiba-u.ac.jp/		GOES07 -199509	GOES09 199507-199807	GOES10 199807-200606		GOES11 200606-201112	GOES15 201112-201811	GOES-S 201812-現在

Gridded プロダクトの実装は遅れており、V20190123 (V2) への移行は過去分の計算は一度実施したが、その過程でオリジナルのHSデータのアーカイブ抜けがそれなりに存在していたことが判明 (ファイル名は存在するがファイルサイズがゼロとなっている) し、その状態のファイルの調査、気象庁へのデータ補充のお願い、およびデータの再取得等の処置に時間がかかったことが原因である。その結果、V20190123への移行は2020年度へ持ち越しとなり、GOESシリーズやひまわり8号日本域 (JP) 精密幾何補正版の処理も持ち越しとなった。

2019年度はデータセット宣伝を主目的とした学会発表を例年より多く設けた。JpGU (5月)、AsiaPEX

(GEWEX Prospective Asian Monsoon RHP) Kick off Conference (7月)、Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAF: 11月)、AGU Fall Meeting (12月) にてデータセットのデモ的な発表を行い、アーカイブされたデータセット利用促進につなげるようにした。

#### ◆1.2.6.2. VLにおけるSKYNETの活動報告 (入江)

将来の気候変動の予測において、エアロゾルは最大の不確実性をもたらしている。その不確実性を低減させるためには、エアロゾルの光学特性の理解が不可欠である。主要なエアロゾルのひとつである有機エアロゾルや鉱物ダストは光吸収が弱いため、その放射強制力はほとんどの気候モデルで負とされてきた。しかしながら、近年の室内実験や観測から、特に紫外から可視域において強い光吸収性を有すエアロゾル (ブラウンカーボンなど) があることが分かってきている。このような光吸収の波長依存性を表す指標として光吸収オングストローム指数 (AAE) があるが、その観測は限られている。このような状況の中、本研究ではSKYNETの多地点・長期間の観測データを用いてAAEを解析した。本研究では解析対象地域として、SKYNETの多数の観測サイトの中から、比較的長い期間、観測を行っている日本の6地域 (千葉、福江、春日、宮古島、仙台、高山) を選出した。スカイラジオメーターのエアロゾル光学的厚さ (AOD)、単一散乱アルベド (SSA) の解析結果から一定のデータ質の条件をクリアしたもののみを用いてAAEの4年平均値を導出し、各地域の値を比較することで日本におけるAAEの空間的な違いを考察した。また、千葉のスカイラジオメーターと同時に観測している多軸差分吸収分光法 (MAX-DOAS) の二酸化窒素、二酸化硫黄のデータ、風向風速計の風向のデータを用いて、AAEと他のパラメータの時間変動の比較を行い、AAEの変動要因を調べた。ブラックカーボンのAAEの理論値は1と考えられている中、本研究の解析結果では日本の各地域のAAEの年平均値は1.15~1.50の範囲の値を示し、紫外から可視域において強い光吸収性を有すエアロゾルが全6地点で存在することが分かった。また、都市域 (仙台、千葉、春日) ではAAEが比較的高い値をとることが分かった。また、スカイラジオメーターと同時に実施したMAX-DOASの観測による二酸化窒素や二酸化硫黄の濃度データ、風向風速計の観測による風向のデータを合わせて解析したところ、千葉の南西の工業地域の方角から風が来ているときにAAEの増加とともに二酸化窒素、二酸化硫黄の濃度が上昇するケースがみられた。このことから工場や製鉄所、船舶などからの排出がAAEの増加に寄与していることが示唆された。

スカイラジオメーターについては、大気汚染が深刻化している南アジアのインド・ニューデリーや東南アジアのタイ・ピマイにおいても、スカイラジオメーターによる長期観測を実施した。2011年から2016年において、冬季にニューデリーのAAEが系統的に高くなり、1.5まで達することが分かった。これは、紫外域に比較的強い光吸収性を有すブラウンカーボンの存在を示す重要な観測的証拠である。タイ・ピマイにおいても同様の結果が得られている。また、衛星観測 (MODIS) データ解析とバックトラジェクトリー解析から、この時期はニューデリーの北西に位置する農業地帯でバイオマスバーニングが起り、その影響を受けた空気塊が長距離輸送されて、ニューデリーのAAEを増加させたことが示唆された。

スカイラジオメーターやMAX-DOASを活用してGCOM-CのAODデータを検証したところ、両者は±0.2以内で一致し、特にGCOM-Cの紫外チャンネルを用いたエアロゾル観測のポテンシャルを支持した。スカイラジオメーターのアルゴリズムについては、AODだけでなく可降水量も観測現場でキャリブレーションできる手法を開発した。本年度はSKYNETをさらに活用し、3種類の地上からの雲の光学的厚さ (COD) 観測手法 (スカイラジオメーター、日射計、全天カメラ) を詳細に比較し、各手法を特徴づけた。また、ひまわり8号やGCOM-C衛星のCODデータとよく一致していることが分かった。ひまわり8号のCODは正のバイアスを持っていることも示唆された。

日本上空でのAODの長期のトレンドをスカイラジオメーターによる地上観測を用いて解析した。また、AODを微小粒子と粗大粒子の割合から人為起源のエアロゾルと自然起源のエアロゾルの排出起源別に分類し、それぞれの光学的厚さのトレンドも解析した。2009年から2018年の10年間の解析結果から4地点 (千葉、春日、福江、辺戸) における1年あたりの変化率を調べたところ、4地点のほとんどで減少傾向にあることが分かった。これは期間中に国内において人為起源エアロゾルの前駆気体である窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) や、粒子状物質 (PM) などの自動車の排出物質に関する規制が強化されたことや、中国の5カ年計画による大気汚染物質の規制による影響が示唆された。また、10年間の月平均値から各地域での季節変動を調べたところ、多くの地域でAODは春から夏にかけて高く、微小粒子AODは夏に比較的高い値をとり、粗大粒子AODは春において比較的高い値をとるという結果が得られた。これは人為起源エアロゾルの前駆気体であるSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>やVOCによる二次生成が光化学反応によって行われ、春にはゴビ砂漠があるモンゴルや中国の方からの黄砂などの土壌粒子が偏西風によって多く運ばれることから説明できることが分かった。

2011年から2019年までの期間について、日本のSKYNETスカイラジオメーターとMODISのAODデータを

組み合わせて、春季の中国大陸からのエアロゾルの越境汚染の年々変動を解析した。期待されるようなAODの減少トレンドが、中国および日本で起きていることが確認された。また、越境汚染が原因とみられる経度方向に延びるAODの高い帯が仙台上空を横切っていることが分かった。日本近海において、仙台よりも南のほうが北よりもAODの減少速度が速いという特徴があることが分かった。

◆1.2.6.3.1. NIESライダーによる雲底高度およびMODISによる雲頂平均気圧データと南方振動指数（SOI）  
（Nofel Lagrosas、久世宏明）

雲は地球表層に到達する太陽放射量や地球表層からの赤外放射量への影響を通じて、気候に大きく影響する。衛星や地上からの長期リモートセンシングデータの解析は、気候に対する雲の影響の理解に不可欠な情報を提供する。本研究では、Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer（MODIS）衛星データから取得した月平均の雲頂気圧データを、エルニーニョ・ラニーニャ現象の強さを表す指標である南方振動指数（SOI）と比較する。月間のSOI値は

$$SOI = 10 \frac{P_{diff} - P_{diffav}}{SD(P_{diff})} \quad (1)$$

のように定義される。ここで、 $P_{diff}$ は、タヒチとダーウィン間での月平均の海面気圧差、 $P_{diffav}$ は $P_{diff}$ の長期平均値、 $SD(P_{diff})$ は $P_{diff}$ の長期標準偏差を表す（<http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.shtml>）。SOI値は、正（ $>7$ ）であればラニーニャ、負（ $<-7$ ）であればエルニーニョの状態を示す。千葉上空でも、強いエルニーニョ、強いラニーニャの状況が月平均雲頂気圧に影響を及ぼしている（図1.2.6.3.1-1）。2000年2月～2018年12月の約19年間のデータに基づいた平均雲頂気圧の初期解析結果から、強いラニーニャにともなって雲頂気圧が高い傾向があり、したがって通常と比較して雲頂はより低い高度に位置していることが示される。これは、強いエルニーニョ時に比べ、ラニーニャでは雲の発達に関わる対流過程がそれほど強くならないことを示している。

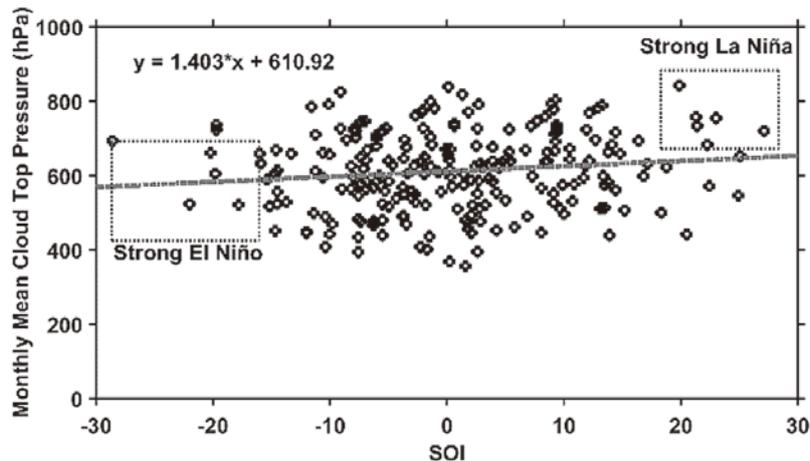


図1.2.6.3.1-1. 千葉（139.62～140.31E, 35.31～35.93N）における月平均雲頂気圧と南方振動指数SOIとの関係。2000年～2018年の19年間のデータによる。

国立環境研究所（NIES）のライダーデータから取得された雲底高さ（cloud base height, CBH）と月ごとのSOI値を比較した。2017年4月から2019年3月までのNIESライダー千葉大学サイトのCBHデータは、エルニーニョ状態では低層雲（CBH<2 km）の発生割合が高いことを示している（図1.2.6.3.1-2）。これは、エルニーニョ時の東京湾の海面温度が高く、大気中に多くの水蒸気が供給され、対流過程で雲の形成が促進されることを示唆している。同様の効果は、東京、大阪のNIESライダーデータでも観測された。一方、札幌、富山、済州などのライダーデータでは、SOIの値と雲の発生率の間には、図1.2.6.3.1-2とは逆の正の相関が見られた。

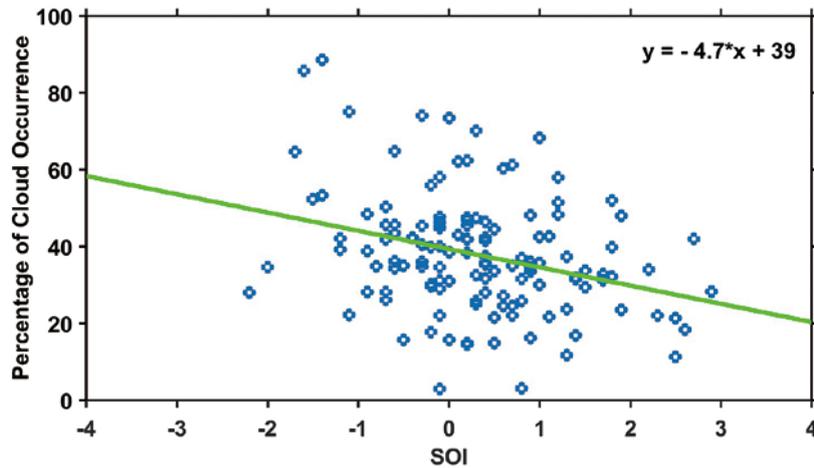


図1.2.6.3.1.-2. 千葉で観測されたSOIと低層雲 (CBH<2 km) の発生割合の負の相関。2017年4月～2019年3月のNIESライダーデータの解析結果。

◆1.2.6.3.2. 夜間の雲の雲底高度と赤外雲カメラのピクセル値との関係  
(Nofel Lagrosas、久世宏明)

夜間の空の画像を2017年5月以降、IRフィルターを外した市販のCCDカメラ (Canon A2300) で継続的に記録している。年間を通じて毎日、16:30から翌朝07:00まで5分毎に北方向の夜空を撮影する。2448×3264ピクセルのRGB画像をグレースケール画像に変換し、画像中の雲についての解析を行う。千葉大学西千葉キャンパスで連続運用されているNIESライダーから雲底高度を導出し、画像の平均ピクセル値と比較する。ライダーはカメラから187mに位置し、15分ごとに鉛直上空のデータを取得する。最大の観測高度は18kmである。

2018年11月に水平方向に一樣な低層雲・高層雲の画像を手動で選択し、平均ピクセル値を算出した。11月は秋から冬への季節が変わる月で比較的雨が少なく、晴れや曇り空が適度にあつて、低層・高層の雲を観測できる。次の2つの条件を満たす雲画像を選択し、平均ピクセル値を算出した：(a) 画像全体で雲が一樣な層をなしており、(b) ライダー信号が複数の雲の層を同時に観測していない。最初の条件から、画像中の雲が同一のタイプであること、第2の条件から、雲底の高さが正確に決められることが保証される。図1.2.6.3.2.-1は、カメラで撮像された高層雲のグレースケール画像と、対応するライダー信号の例を示している。

雲の平均ピクセル値と雲底高さの関係を定量化した結果を図1.2.6.3.2.-2に示す。縦軸はピクセル値の対数値であり、この赤外カメラは低層雲からの光子を効果的に検出でき、雲底高度が上昇すると検出される光子数が少なくなることが分かる。この関係から、ピクセル値に基づいて雲底高度を推定することが可能になる。同時刻の衛星観測の雲頂高度に基づく夜間の長波雲放射強制力の解析と組み合わせると、雲の高度と正味放射量の関係を定量化する研究に有効な情報を得ることができる。

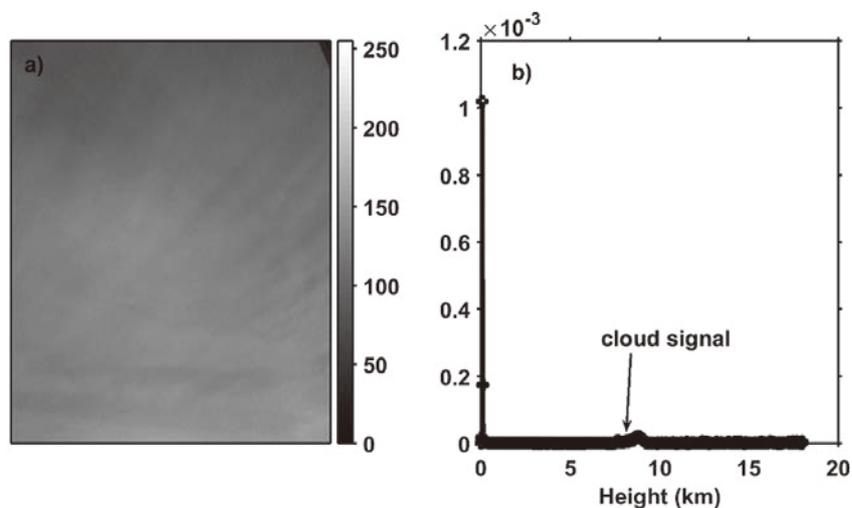


図1.2.6.3.2.-1. 2018年11月25日の19:45 JST (10:45 UTC) に観測した (a) 高層雲のグレースケール画像と (b) 雲底高度が海拔7.35kmであることを示す同時刻のライダー信号。

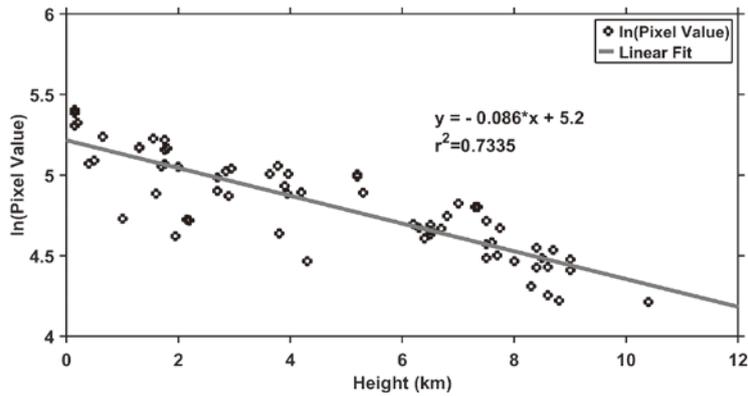


図1.2.6.3.2-2. 雲底高度と雲画素の平均ピクセル値の対数との関係。2018年11月のCCD赤外カメラ画像とNIESライダーのデータに基づく結果。

◆1.2.6.3.3. 地上エアロゾル光学測器データを利用したライダー信号からの相対湿度の導出

(Nofel Lagrosas, Xiafkaiti Alifu [博士課程学生], Prane Mariel Ong [博士課程学生], 眞子, 久世)

CEReSの斜め方向観測ライダーは、大気中のエアロゾルと雲の光学特性を定量的に検出できる。光源に波長532nmのレーザーを使用し、5Fの観測室から北向きの空に仰角30度での仰角で観測を行う。パルス繰り返しは1kHzで、データは5分ごとに取得される。このライダーデータから、雲とエアロゾルの消散係数と後方散乱係数の空間的・時間的プロファイルを定量化することが可能である。CEReSでは定常的な地上エアロゾル計測の目的で、9F屋上でネフェロメータ (TSI 3563) とエーサロメータ (Magee AE31) による多波長の散乱係数および吸収係数の計測を行っている。同時に、気象モニター (Davis Vantage Pro2) により外気の気温や相対湿度 (RH) など気象データの測定を実施している。

図1.2.6.3.3-1 (a) は、ネフェロメータとエーサロメータから導出した2018年12月1か月間のエアロゾル消散係数と外気RHの関係を示す。この曲線は、RHによるエアロゾル成長の典型的な応答を示していると考えられ、消散係数とRHの関係を表す近似曲線でフィッティングできる。同一のエアロゾルタイプが観測されると仮定すると、消散係数が分かれば、導出した式を使用してRH値を推定できることになる。このようにして推定されたRHを、同時刻の実際のRHの関数として誤差範囲とともにプロットした図を図1.2.6.3.3-1 (b) に示す。

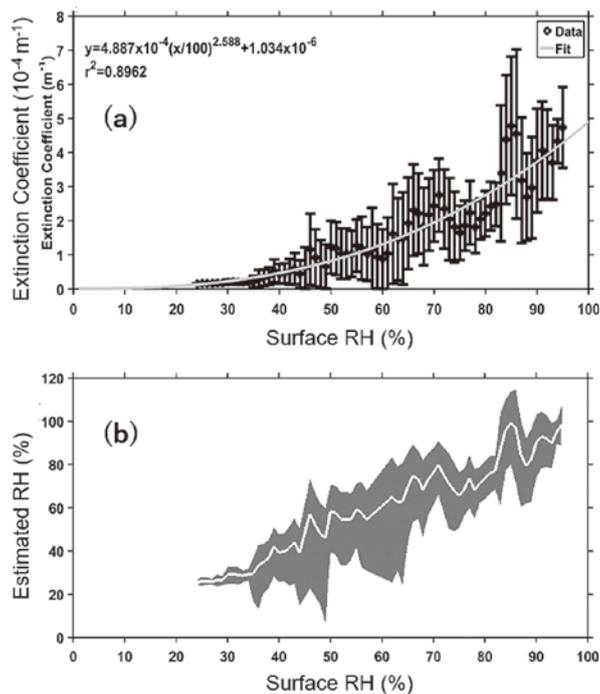


図1.2.6.3.3-1. (a) 2018年12月の地上サンプリングデータに基づいて導出した相対湿度(RH)とエアロゾル消散係数の関係および近似式。(b) 近似式に基づく地表レベルのRHの推定。

斜め観測ライダーデータから、Klett法を使用して消散係数を導出できる。本研究では、RHの鉛直変動を、同じ月に取得したライダーからの消散係数を使用して推定する。その前提条件として、地上で観測されたエアロゾルが対流によって上昇し、上空のエアロゾルとなっていること、そのため、上述のフィッティング手順から導かれる式が利用できることを仮定する。

図1.2.6.3.3-2 (a) は、2018年12月28日21:00 JSTに斜め観測ライダーにより取得した消散係数を示している。この観測時刻は、千葉大学から約50km離れた館野におけるラジオゾンデの観測時刻と一致している。観測時の大気は澄んでおり、視程は約35kmであった。高度0.5～3 kmの間では、消散係数はほぼ一定であり、この領域では大気の均一性が高いことを示している。その後、消散係数の値は高度3～4 kmでわずかに減少し、4 kmより上空では増加する。

図1.2.6.3.3-2 (b) は、ライダーデータから推定されたRHの鉛直分布をラジオゾンデからの測定結果と比較して示した図である。両者のグラフは、0.5～3 kmの高度範囲では比較的類似した値を示している。高度3 kmを超えると差が明らかになっており、おそらく関東平野上空での風速の大きな西風による乾燥した空気塊の動きによって引き起こされたと考えられる。一方、千葉地域では、東京湾からの湿気の影響により、この影響は軽微であった。これを検証するため、ラジオゾンデデータから高度3 kmを超える上空の水蒸気濃度を調べた。その結果、高度3～4.5kmの領域の水蒸気混合比が低い値 (0.03～0.09g/kg) を示しており、これは、館野における反転層が千葉では観測できないことを意味している。

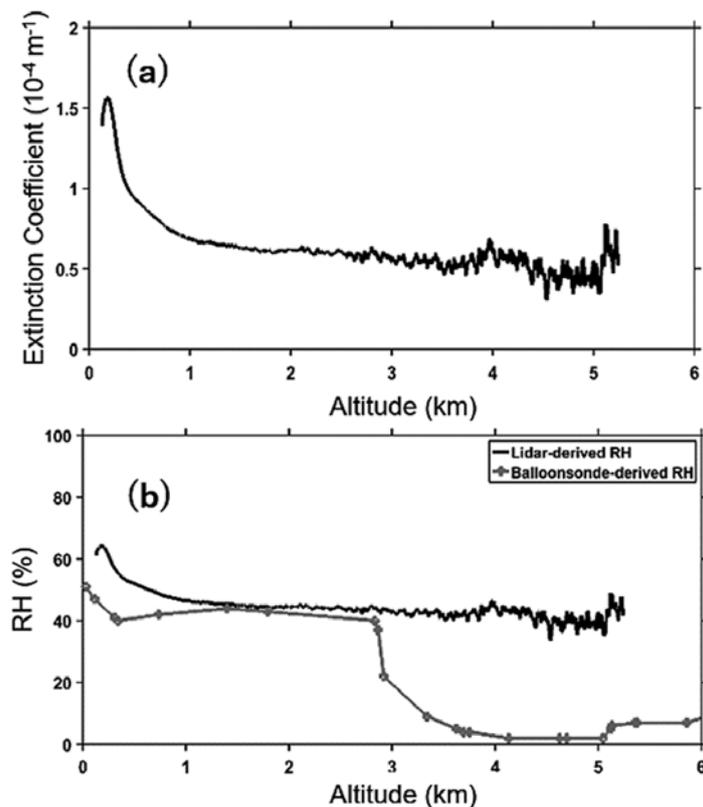


図1.2.6.3.3-2. 2018年12月28日21:00 JSTの結果：(a) ライダーデータから導出された消散係数の高度分布、(b) ライダーデータに基づいて推定された相対湿度の高度分布と館野のラジオゾンデデータとの比較。高度3 km までは両者の間により一致が見られる。

◆1.2.6.4. 静止気象衛星ひまわり8号データによる陸面モニタリングの展開  
(山本雄平・林 航大 [修士2年]・市井和仁)

静止気象衛星ひまわり8号データは、第三世代静止気象衛星とされており、可視域・近赤外域などによる複数の観測波長帯を持つようになったこと、熱赤外域などにより多くの観測波長帯を持つようになったこと、空間解像度が改善したことなど、これまでの静止気象衛星に比較して格段に性能が向上している。その性能向上を利用して、地表面のモニタリングに応用できると考えられている。特に、植生などの地表面環境の変化や、都市域などの比較的空間スケールが小さい地域に対して、10分毎などの高頻度観測を通して、従来の極軌道衛星データによる地球観測に比較して、格段に高い時間分解能のデータを提供できる。

我々は、これらひまわり8号の観測データセットを利用した陸面環境のモニタリングを試みている。今年度は、基盤データセットの評価として、CEReSで公開しているひまわり8号データセットの位置精度の性能評価を実施した。さらに応用として、植生変動モニタリングへの応用（日本と東南アジア）、台風通過後の地表面温度変化や都市ヒートアイランド域など熱環境の解析など、様々な応用を試みた。これらの解析例はCEReSでアーカイブする気象衛星ひまわり8号が気象観測だけでなく、様々な地球表層モニタリングに応用でき、様々な分野の発展に貢献できることを示す。

まずは、本センターが提供しているひまわり8号データセット（以下CEReSデータセットとする）における幾何補正精度の評価を実施した（Yamamoto et al., 2020）。ひまわり8号データは気象庁、NICT、JAXA、千葉大CEReSで提供されている。そのうち、千葉大CEReSのひまわり8号データは、唯一可視域の反射率データ（空間分解能500m）を用いた精密幾何補正を実施している。他のデータセット（以下JMAデータセットとする）は、実質、気象庁から提供された空間解像度が約2kmの熱赤外域のデータセットを用いた幾何補正済のひまわり標準データに基づいて各機関が提供している。

本研究では、CEReSデータセットとJMAデータセットを用いて、両データの位置精度の相互比較と検証を実施した。対象期間は、2015年7月～2019年12月までの長期間を対象とし、JMAデータセットに対して更なる幾何補正をしたCEReSデータセットの間で、相対的な位置のずれが時間的にどのように変化するかを評価した。得られた結論は以下の通りである。

- JMAデータセットと、CEReSデータセットを比較すると、概ね相対的な位置の違いは可視域赤（衛星直下で約500m分解能に対応）で2ピクセル以内に収まっており、JMAデータが赤外域を用いて幾何補正していることを勘案すると、赤外域の空間分解能（約2km）より高い精度で補正ができていたことが明らかになった（図1.2.6.4.-1）。
- JMAデータセットとCEReSデータセットの相対的な位置のずれは時間とともに変動する傾向が見えている。これはJMAデータにおけるアルゴリズムの変更やセンサの問題に起因する変動に関してCEReSデータで軽減できていることを示している（図1.2.6.4.-1）。
- CEReSデータセットでは、JMAデータでときどき見える突発的なエラーが改善できている（図1.2.6.4.-2）。
- CEReSデータセットでは、可視域を用いた補正を行うことで、特に可視・近赤外域などの空間分解能が高い波長帯を用いた解析（太陽光の反射を利用するために昼間に限られる）において利点がある。特に空間的に不均一である陸面などの解析には有効である。

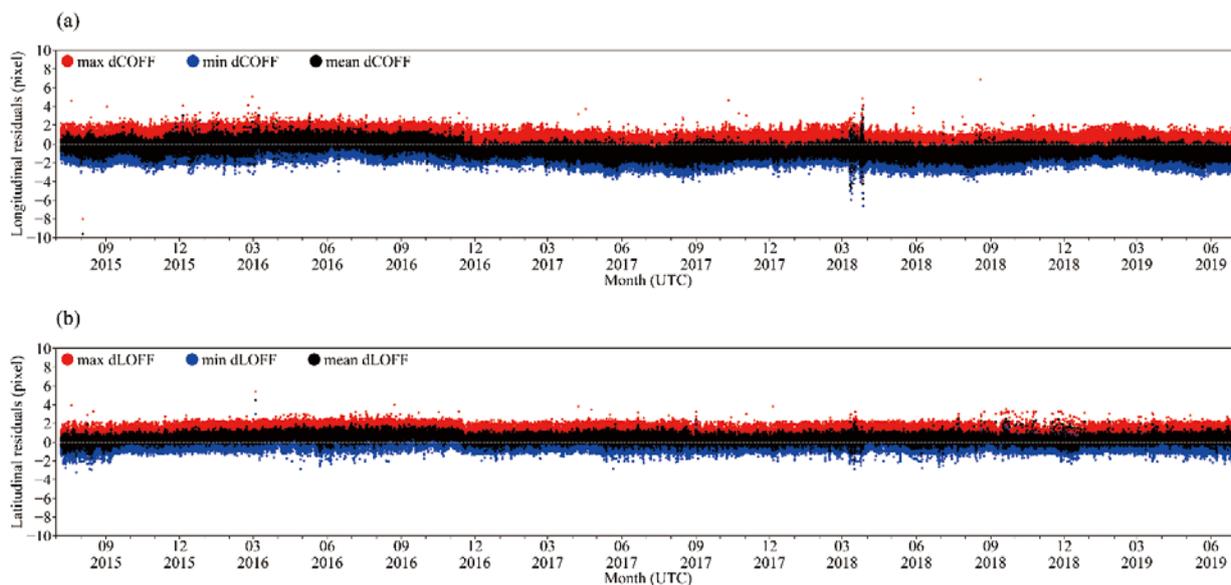


図1.2.6.4.-1. CEReSデータセットとJMAデータセットの間の位置のずれの時系列変化、(a) 東西方向成分、(b) 南北方向成分。JMAデータセットにおける東西・南北方向のピクセル毎（1-22000）の変位の平均値・最大値・最小値について10分毎の値を表示。Yamamoto et al. (2020) より。

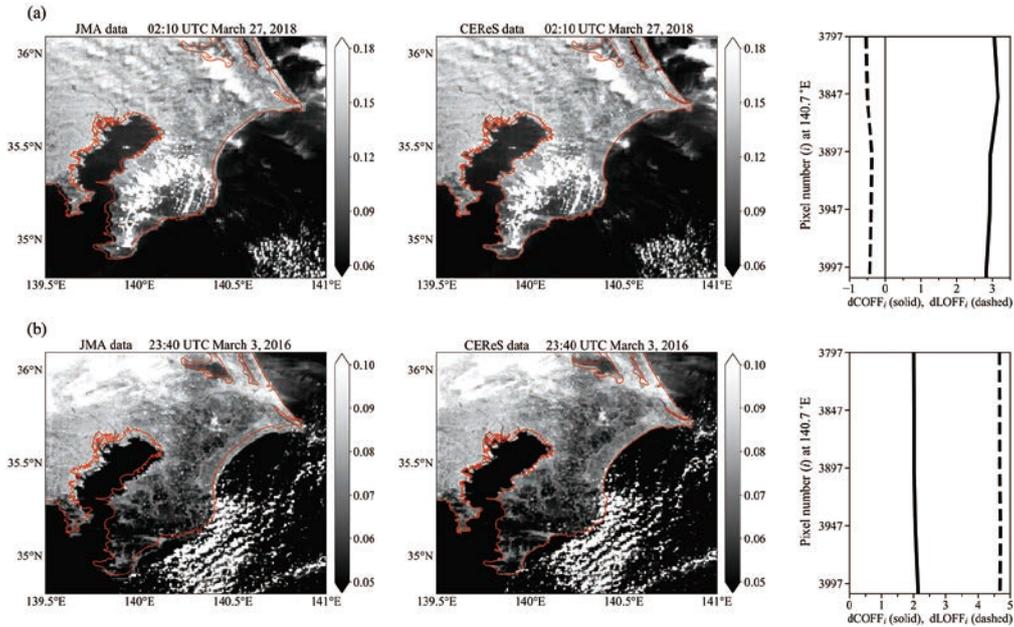


図1.2.6.4-2. JMAデータセットとCEReSデータセットにおける (a) 東西方向 (2018年3月27日02:10UTC)、(b) 南北方向 (2016年5月3日23:40UTC) の位置ずれの状況の一例。そのケースにおける東西方向、南北方向のずれの成分の大きさについては右端のグラフに記載している。Yamamoto et al. (2020) より。

次にひまわり8号の可視・近赤外線域を用いて、地表面反射率を算出し植生モニタリングへの応用の可能性を探る試みを報告する。まず中緯度帯である日本を対象に他各種データセット（他衛星データ（極軌道衛星（Terra/MODISなど））や地上観測データ）との相互検証を実施し、ひまわり8号データでは、従来の極軌道衛星と比較して衛星の観測条件や太陽の角度条件が異なるが、それら観測条件を一致させることにより、従来型の極軌道衛星による反射率とよく一致した（図1.2.6.4-3）。そのためひまわり8号では地表面反射率を用いた陸域植生モニタリングにも利用できることが分かった。

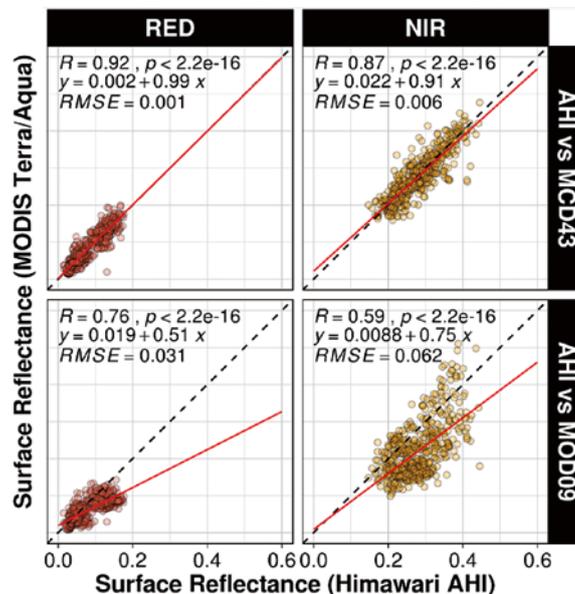


図1.2.6.4-3. 日本の3サイト（高山・筑波・富士北麓）における地表面反射率の相互比較。RED、NIRは観測波長帯を表す。上段はひまわり8号とMODIS BRDF補正済反射率、下段はひまわり8号とMODIS反射率（BRDF補正なし）の比較。MCD43については公開されているBRDFカーネルを用いてひまわりの観測条件を入力して算出した反射率である。

また、東南アジアに代表される熱帯雨林地域については、雲被覆が多いため、これまでの極軌道衛星による観測では植生活動の季節変動のモニタリングが困難であった。そこで10分毎の観測頻度をもつひまわり8号を用

いれば、雲のないデータが格段に増えると期待できる。そこで雲の無いデータがどの程度増えるか評価を行った。図1.2.6.4-4は、マレーシアのランビルヒルズ国立公園にある観測サイトに相当するピクセルにおいて、雲のないデータの頻度が従来の極軌道衛星とひまわり8号でどの程度異なるかを評価し、得られた植生指数の季節変化がどの程度変化したかを示したものである。ひまわり8号データを用いることで、格段に多くの雲のないデータを得ることができた。さらには、植生指数の季節変動をみたところ、より多くの有効な観測値を得ることができ、空白値が格段に減少した。

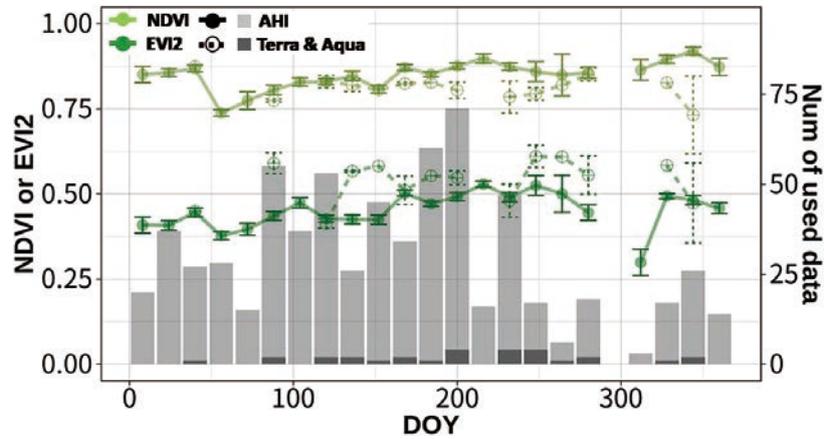


図1.2.6.4-4. マレーシア・ランビルヒルズ国立公園サイトの位置における衛星観測（ひまわり8号とTerra、Aqua MODIS）における雲がない画像の頻度の違いと、雲なしデータを用いて構築した植生指数（NDVI、EVI2）の季節変動の違い。16日毎に集計した。

次にひまわり8号の熱赤外線観測を利用した解析の成果を2点示す。2019年9月9日の未明から朝にかけて、関東地方に襲来した台風15号について、台風の通過前と通過後の地表面温度を「ひまわり8号」を用いて推定したものである。台風接近前も、太平洋高気圧の張り出しによって正午付近は非常に高い状態だったが（図1.2.6.4-5 (a)）、台風15号通過後の正午付近は関西から関東の平野部で50℃を上回る高温環境となった（図1.2.6.4-5 (b)）。通過後には50℃以上の高温域が拡大し、平野部のほとんどの地域で温度上昇がみられ（図1.2.6.4-5 (c)）、特に東海と関東南部の一部地域で顕著な上昇を確認した。この結果に基づき2019年10月7日付で千葉大学より「人工衛星ひまわり8号が捉えた「台風15号一過の猛暑」地表面温度は50℃以上に」との表題でプレスリリースを実施した。

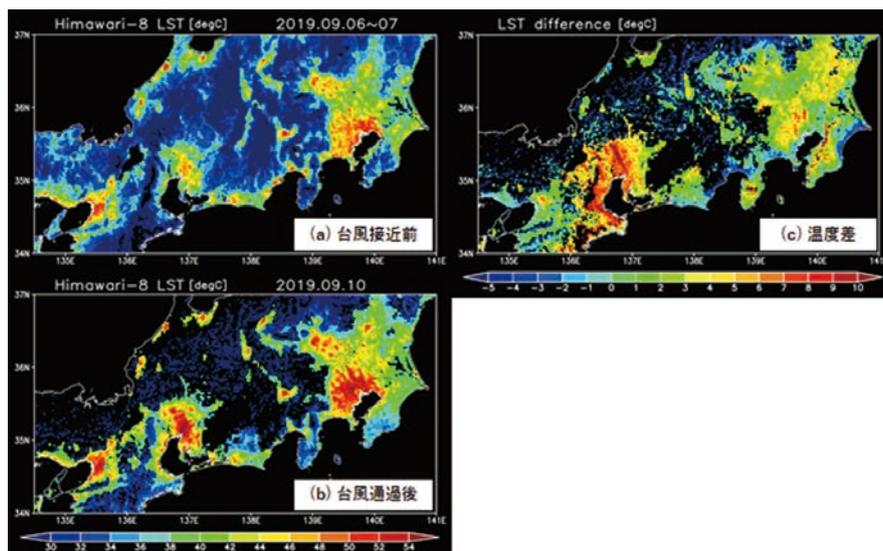


図1.2.6.4-5. 台風15号接近前と通過後の正午付近（11時～14時）に推定された地表面温度から画素ごとに最大値を抽出したもの。(a)は9月6日～7日（台風接近前）、(b)は9月10日（台風通過後）、(c)は通過前と通過後の温度差。雲により推定できなかった地域と水域は黒色で示す。

都市全域の地表面温度観測には、これまで空間解像度の高い極軌道衛星が利用されてきたが、極軌道衛星は観測頻度が低く（最大1日2回）、気象状態や建物配置による温度変化を捉えることは困難だった。一方で、静止軌道衛星のひまわり8号は10分毎に地表面温度を推定し、新世代機のひまわり8号は空間解像度が2～3kmに向上しており、都市特有の複雑な熱特性を捉えられることが可能になってきた。

静止軌道衛星ひまわり8号を用いて、夏季晴天日における大阪の地表面温度の日変化を解析した（Yamamoto and Ishikawa, 2020）。その結果、従来の観測手法では捉えられなかった、地表面温度と海風との関係を確認した。さらに都市構造との関係も確認され、中心市街地（梅田や難波）の周縁にあたる低層建物の密集地域で、日中の温度上昇が特に大きくなることが分かった。特に、ひまわり8号から推定した地表面温度の日変化の波形を解析した結果、海風の到達時間や吹続時間、そして建物の密集度が、日変化の波形を形成する主要素（振幅と位相）に影響していたことが分かった。この成果は、2020年1月17日付で「人工衛星ひまわり8号を用いて大阪の地表面温度環境を解析 ～都市構造や海風による温度上昇の促進・抑制効果を捉える新たな観測アプローチ～」との表題でCEReSニュースリリースとして研究成果の紹介を行った。

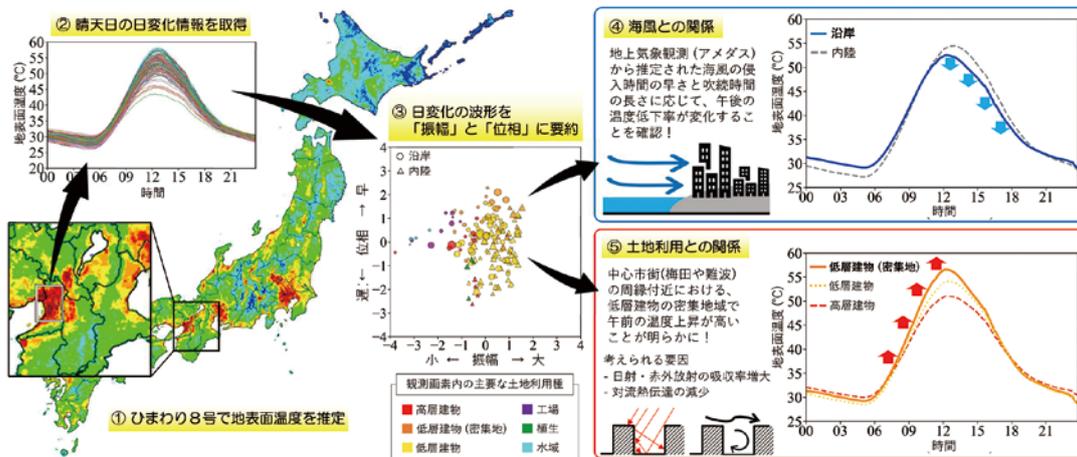


図1.2.6.4-6. 解析手法（①～③）と研究成果（④・⑤）の概要（2020年1月17日ニュースリリース資料より）。

## 引用文献

Yamamoto Y., K. Ichii, A. Higuchi, H. Takenaka (2020) Geolocation Accuracy Assessment of Himawari-8/AHI Imagery for Application to Terrestrial Monitoring. Remote Sensing. 12 (9), 1372; <https://doi.org/10.3390/rs12091372>.

Yamamoto Y., H. Ishikawa (2020) Influence of urban spatial configuration and sea breeze on land surface temperature on summer clear-sky days, Urban Climate, 31 (100578), 10.1016/j.uclim.2019.100578.

## ◆1.2.6.5. 第3世代静止気象衛星による機械学習を用いた降水量の推定 (樋口、広瀬、豊嶋)

本研究チームは静止気象衛星ひまわり8号の赤外（IR）マルチバンド観測データに対し、Breiman（2001）によって開発されたランダムフォレスト（RF）機械学習法を適用することにより、静止気象衛星観測のみから高精度で降水強度が推定可能なひまわり8号降水推定アルゴリズム（HRA）を開発してきた（Hirose et al. 2019）。ここでは、Hirose et al（2019）では日本域で降水推定を行ってきたが、それを全球観測モード（Full Disk; FD）に拡張し、JAXAの降水プロダクトであるGSMaPで使用されることを想定し、再解析を実施した。その際、これまでとは異なりGPM KuPRのみならず、推定時刻直近1時間前のGSMaPマイクロ波放射計推定値（これまでGSMaP\_MWRと呼ばれていたデータセット）を訓練サンプルに用いた。訓練データに異なる降水タイプが混在しすぎることを回避するため、観測域を南半球中緯度（60° S-25° S）、熱帯（30° S-30° N）、北半球中緯度（25° N-60° N）の3領域に分け、さらにGPMの地表面フラグを用いて海上と陸上でそれぞれ別々のRFモデルを作成し（緯度5°分はオーバーラップ領域として確保）、試験的に2019年1年分のHRA FD再解析を実施した。図1.2.6.5-1にHRA FD再解析データセットによる積算降水量（左）に、GSMaP MWR相当の積算雨量との差分（右）を示す。

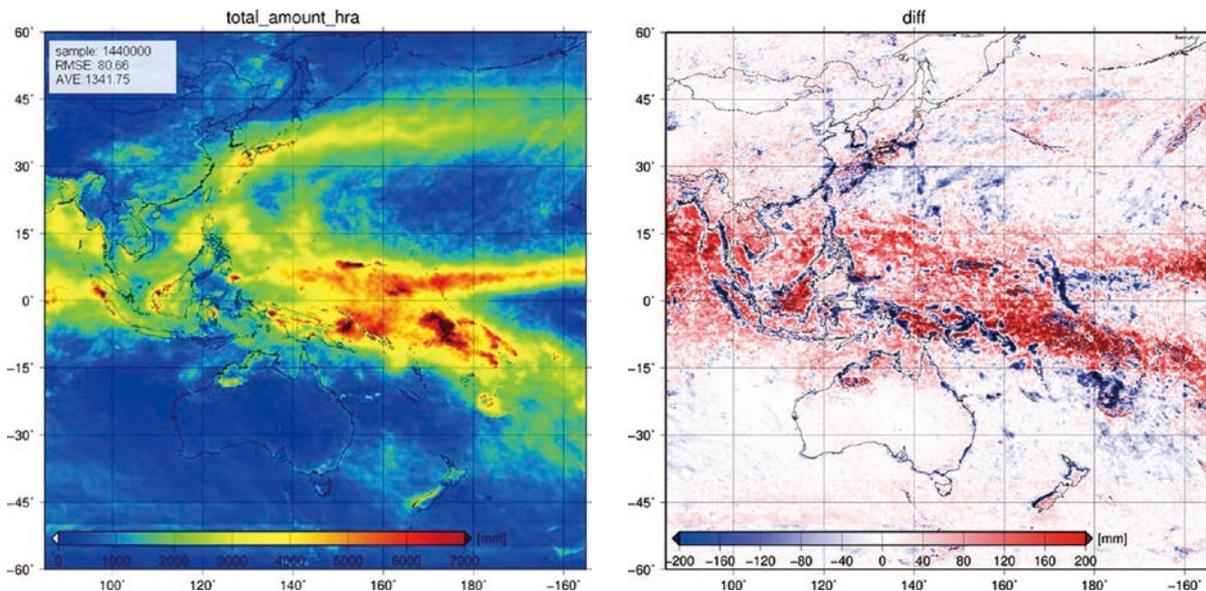


図1.2.6.5.-1. HRA FD再解析データによる2019年積算降水量（左）およびGSMaP MVK相当積算雨量との差分（HRA-GSMaP；右）

差分図より、 $30^{\circ}$  Sおよび $30^{\circ}$  N付近を境にギャップが生じていることが確認できる。熱帯域で顕著な誤差が発生しており、さらなる精度向上のために熱帯域の信頼できる地上レーダ観測の活用が重要課題である。熱帯域の誤差を詳しく見ると海上では主に降水強度の過大評価傾向がみられ、陸域は逆に過小評価傾向である。後者の過小評価は特に海洋大陸上の海岸域で顕著であるが、これはHRAを解像度 $0.05^{\circ}$ で作成する際にGPM地表面フラグで海岸と判定された領域の取り扱いが原因だと考えられる。降水システムの地域特性を考慮するのであれば本来海岸域では陸上・海上とは異なるRFモデルを作成すべきであるが、実際には海岸域のみでは面積が小さすぎるため訓練データの標本数が十分に集められず、モデルの精度を保つことが難しいことがわかり、今後の検討課題である。

また運用の観点から、HRAは赤外マルチバンドから多くの降水関連要素を抽出できることを長所として開発したが、今回再解析を実施した結果、マルチバンド観測を用いるがゆえの課題も見えてきた。機械学習コードの多くは欠損値に対応していないため、ひまわり8号の9つの赤外バンドのどれか1つでも欠測があった場合に全体の出力結果が欠測となってしまう、1月当たり数百の欠損ファイルを意図せず作成する問題が生じた。長期間データ作成のための処理の高速化と欠測数の削減を達成するために以下に示す改良を行った。HRAはある説明変数と似たような役割を持つ（相互相関係数が高い）一連の説明変数についてはその中で最も重要度の高いもののみを採用していた。ここで例えばある説明変数が利用できなかった場合、次点の精度を持つ説明変数に置き換えることで、若干の精度低下を含みうるが欠測を極力減らす処理（v20200128）に変更し、新アルゴリズムに移行することで欠測数の大幅な削減に成功している。

今後はまずはひまわり号FD観測域全域で複数年、 $0.04^{\circ}$ 解像度、30分間隔のHRA再解析を実施し、関係コミュニティに提供する。その後、Meteosat MSGシリーズへの展開を予定している。本活動はVLの支援と共にJAXA委託研究の一環として実施した。

#### ◆1.2.6.6. VL講習会、協議会

2019年9月9日～10日、東京大学大気海洋研究所にて「気候診断VLプロジェクト（地球気候系の診断に関わるバーチャラボラトリーの形成）」の一事業であるVL講習会・協議会が開催された。気候診断VLプロジェクトとは、気候変動に伴う様々な変化現象を多角的かつ総合的に診断することを目的として、千葉大学・東京大学・東北大学・名古屋大学の各附属研究センターが連携して研究や人材育成を行う取り組みのことである（<http://www.cr.chiba-u.jp/~4vl/wiki/wiki.cgi>）。VL講習会は、その一環として毎年度に1回、学生や若手研究者を対象に行われる体験型の授業である。4センターが各回持ち回りで主幹を務め、各センターの特色と研究資産を生かした講習会が開催される。今回は東大が主幹となって、全球非静力学モデルNICAMと衛星シミュレータJoint Simulatorに関する講義と実習が行われた。当日は前日夜に通過した台風15号の影響もあり、交通面など苦労したなかでも無事に実施された。

講習会には4大学をはじめとした多くの大学の大学院生、学部生、若手研究者が参加した。NICAMとJoint

Simulator といった世界最先端の数値モデルの動作方法について、数値モデルを扱った経験のない人でも手厚くサポートを受け動作方法などを習得する機会となった。

詳しくは第13回VL講習会のHP (<http://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/vl/vl2019/index.html>) を参照のこと。当日配布された講義資料も公開されている。



図1.2.6.6. VL講習会・協議会の様子と参加者の記念写真（第13回VL講習会Webpageのphoto galleryより引用）

### 1.3. プログラム3：衛星利用高度化プログラム

#### [概要]

宇宙基本法の成立（2008年）により、「宇宙開発と利用」に関する我が国の施策は「研究開発」から技術の幅広い「利用」へと変化した。今後の環境リモートセンシングにおいては具体的な問題の発見・理解・解決、施策への反映を目指した多くの関連分野の協働体制の中におけるリモートセンシング技術の利用方法の確立を推進する必要がある。そこで、本プログラムでは日本および世界における解くべき重要な課題を設定し、リモートセンシングの成果を地上における情報と融合させ、異分野協働による衛星利用方法の高度化を達成することを目的とする。2015年は国際的な地球環境イニシアティブであるフューチャー・アース（FE）が始動した年でもある。FEではステークホルダーと問題解決を共有する枠組みの中でサイエンスが役割を果たすことが求められるはずである。科学の道具としてのリモートセンシングも「科学のための科学」の道具から「社会とともにある科学」のための道具へシフトしなければならない。また、2015年には「持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択され、持続可能な開発目標（SDGs）が記載された。FEがSDGsを科学の側面から支える取り組みとして機能するためにもリモートセンシングの役割は重要である。

そこで、2018年度は昨年度に引き続き、地域における課題解決のための様々な取り組みを行った。衛星利用高度化プログラムの第3期中期目標・中期計画期間（平成28-33年度）における研究課題および達成目標は以下の通りである。第2期において実施した研究テーマの特質に基づくプログラム研究を発展させ、さらに重点課題を設定した。

#### ○研究課題

- ・ 穀物の食料生産の増大と向上を目的として、水稻の生産量を推定・予測する方法を確立する。
- ・ 水稻の生産基盤である水・土壌・気候の環境をリモートセンシング・GISの技術で把握し、その生産基盤を改良・向上させる方法を確立する。
- ・ 日本と東南アジアを対象とし、農業保険の中核である損害査定プロセスにリモートセンシングデータ、GIS、気象データ等の空間情報を適用することにより損害査定を効率化する方法を確立する。
- ・ UAV（Unmanned Aircraft Vehicle）としてマルチコプターや固定翼機を使った低高度の近接リモートセンシング技術を確立させ、リモートセンシングを様々な課題に対応させるプロトコルを作成し、社会実装する。
- ・ フィールドワーク、リモートセンシング、モデリングを通じて森林生態系や湖沼・河川の水質モニタリングを行う。
- ・ リモートセンシングとGISを用いた都市環境の把握、およびリモートセンシング手法による都市スケールの災害把握の研究。

#### ○重点課題：ドローンを活用した近接リモートセンシング

(Proximity remote sensing based on drone observations)

- ・ マルチコプターや固定翼機を使った低高度の近接リモートセンシング技術を確立し、リモートセンシングを様々な課題に対応させるプロトコルを作成して社会実装する。

#### **Program 3: Advanced application of satellite remote sensing**

Since the establishment of the “Aerospace Basic Act” in 2008, the major purpose of the national policy over the space development and utilization has changed from the stage of research and development to that of wide-range, practical utilization. Thus, it is absolutely needed for the environmental remote sensing community to establish the methodology of utilization of remote sensing for finding, understanding, and solving various problems on both scientific and social bases. In view of such background, this program (Program 3) aims at assigning important problems that must be solved on national and global levels, integrating the results of satellite and ground-based observations, and realizing the advanced application methodology of satellite remote-sensing data through the synergetic activities of scientists representing various fields of environmental monitoring. Study on spatial information system that nurtures the disaster and environmental literacy.

[研究内容と令和元年度の成果]

### ◆1.3.1. 問題解決のためのリモートセンシング・GIS

#### ◆1.3.1.1. インターネットによる社会基盤情報の提供

(近藤昭彦)

この課題は第2期中期計画の「災害・環境リテラシーを醸成する空間情報システムに関する研究」を継続しつつ、第3期の「リモートセンシングとGISを用いた都市環境の把握、およびリモートセンシング手法による都市スケールの災害把握の研究」に繋げ、対応するものである。災害・環境に関わるデータセンター機能として、国土交通省国土政策局国土情報課の支援を頂き、国土調査成果図表のラスター画像をダウンロードできるサイトを公開している。なお、国土調査に関わるデジタル情報は国土交通省から新たな情報の提供を受けており、オフラインで提供が可能な状況となっている。

この課題は防災教育と関わり、2014年度からは千葉大学看護学研究科「災害看護グローバルリーダー養成プログラム」における「環境防災学」、「災害看護専門職連携演習」において継続的に活用している。また、2011年度から行われている静岡大学防災総合センター「災害科学的基礎を持った防災実務者の養成（ふじのくに防災フェロー養成講座）」における「地理学演習」において教材として継続して活用している。

災害は人と自然が分断したところで発生する。防災、減災は人が土地の性質を理解し、諒解を形成して営む暮らしの中で達成される。ハザードを物理的に予測しなければ人は生き方を決められないわけではない。この課題の重要性は近年の災害の多発によりようやく社会に浸透してきたように見える。

#### ◆1.3.1.2. 地域の環境変動に関する研究

(近藤昭彦・楊 偉)

この課題は第2期中期計画達成目標の「中国における環境変動に関する研究」、「アジアにおける環境変動のモニタリングと要因解析」をさらに発展させ、第3期の研究課題を複合的に組み合わせ継続研究している。地球環境変動はグローバルスケールで徐々に顕れるのではなく、特定地域において先行して出現する。環境問題はそれがグローバルチェンジに関わるものであっても、問題としては地域における人と自然の関係性に関わる問題として出現する。地域の環境問題は、地域性（気候、地形、植生、等の地域の特徴、風土）と人間活動との関わりに基づいて理解することが重要となり、それによってのみ正しい対策を講じることが可能になる。このような考え方に基づき、令和元年度に達成した課題は下記の通りである。

中国華北平原における冬小麦の農事暦変化に関する研究

Xifang Wu, Wei Yang, Chunyang Wang, Yanjun Shen, and Akihiko Kondoh (2019): Interactions among the Phenological Events of Winter Wheat in the North China Plain based on Field Data and Improved MODIS Estimation. *Remote Sensing*, 11(24), <https://doi.org/10.3390/rs11242976> (11 Dec. 2019)

Wu, X.F., Qi, Y.Q., Shen, Y.J., Yang, W., Zhang, Y.C., Kondoh, A. (2019): Change of winter wheat planting area and its impacts on groundwater depletion in the North China Plain, *Journal of Geographical Sciences*, 29, 891-908.

#### ◆1.3.1.3. 印旛沼流域水循環健全化に関わる活動

(継続：近藤昭彦・楊 偉)

この活動は重要な課題として捉え、第1期より継続して千葉県とも協働し、取り組んでいる。この活動はフューチャー・アース (FE) 計画におけるトランスディシプリナリティーの実現を目指した研究である。また、シチズン・サイエンス、SDGsの達成に関わる研究セクターの取組として実施している。

令和元年度は下記の成果の公表があった。

北総台地における草原の過去120年の変化

Akira Noda, Akihiko Kondoh, Jun Nishihiro (2019): Changes in land cover and grassland area over the past 120 years in a rapidly urbanised area in Japan. *One Ecosystem*, <https://doi:10.3897/oneeco.4.e37669> (16 Sep. 2019)

#### ◆1.3.1.4. UAVリモートセンシングによる作物生育モニタリング

(近藤昭彦・田中 圭・濱 侃)

この課題は中期計画・重点課題の「近接手法によるオンデマンド・リモートセンシング」と関わる。これまでに水稲を中心に取り組んで来たが、2017年度以降は園芸作物の生育モニタリングを開始した。UAVリモートセンシングとはUAV、ここではラジコン電動マルチコプターに、カメラ、センサーを搭載して行う低高度リモートセンシングである。これまで、水稲の生育モニタリングの成果として、①代掻き水平精度の確認、②生育むら、③追肥時期の決定、④タンパク質含有量推定（食味診断）、⑤収量予測、⑥倒伏予測、等に利用できる技術を確立させた。

平成31年1月25日にはこれまでの成果を共有するために、「スマート農業のためのリモートセンシング技術に関する研究会—農業を楽しく、楽しく続けるためのドローンの活用—」を松戸キャンパス戸定が丘ホールで開催した。東北から九州に在住し、水稲、牧草、園芸作物を対象にドローン農業を目指す研究者、ドローンメーカー、事業者等が集まり、情報交換を行った。

令和元年度には下記の成果を公開した。

Akira Hama, Kei Tanaka, Atsushi Mochizuki, Yasuo Tsuruoka and Akihiko Kondoh(2020): Improving the UAV-based yield estimation of paddy rice by using the solar radiation of geostationary satellite Himawari-8. *Hydrological Research Letters*, 14(1), 56-61.

Akira Hama, Kei Tanaka, Atsushi Mochizuki, Yasuo Tsuruoka and Akihiko Kondoh(2020): Estimating the Protein Concentration in Rice Grain Using UAV Imagery Together with Agroclimatic Data. *Agronomy*, 10, 431; doi:10.3390/agronomy10030431

#### ◆1.3.1.5. 衛星リモートセンシングによる陸域生態系機能情報のモニタリング

(楊 偉・近藤昭彦)

この課題は、地球上の様々な陸域生態系を研究対象として、衛星リモートセンシングを用いてその機能情報の高精度観測、及びそれに関連する衛星プロダクトの作成を目的としている。本課題は中期計画の「フィールドワーク、リモートセンシングを通じて森林生態系のモニタリング」と関わる。

2019年度に、文献調査を通じて樹高の現地計測データを収集し、北方林における樹高衛星プロダクトの検証・改善を行った。この研究により、衛星プロダクトの精度に左右するファクターを明らかにし、より信頼性が高い樹高衛星データが得られた。また、植生フェノロジー推定のために新しい植生指数NDGI (Normalized Difference Greenness Index) を開発した。このNDGIは、緑 (Green)、赤 (Red)、近赤外 (NIR) の3バンドの反射率を利用し、雪や土壌など植物以外の季節変化の影響が植生指数に与える影響が最小限となるように設計した。現在、本研究の開発したNDGIを利用し、GCOM-C/SGLIデータに基づいた全球植生フェノロジーのプロダクトを作成している。

令和元年度には下記の成果を公開した。

Wei Yang and Akihiko Kondoh(2020): Evaluation of the Simard et al. 2011 Global Canopy Height Map in Boreal Forests. *Remote Sensing*, 12(7), 1114; <https://doi.org/10.3390/rs12071114>

Wei Yang, Hideki Kobayashi, Cong Wang, Miaogen Shen, Jin Chen, Bunkei Matsushita, Yanhong Tang, Yongwon Kim, M. Sydonia Bret-Harte, Donatella Zona, Walter Oechel, Akihiko Kondoh(2019): A semi-analytical snow-free vegetation index for improving estimation of plant phenology in tundra and grassland ecosystems, *Remote Sensing of Environment*, 228, 31-44.

#### ◆1.3.2.1. 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 (本郷千春)

本課題は、気候変動の適応策である農業保険制度の試行的取り組みを開始したインドネシアを対象として、保険制度の中核となる損害評価を効率的に実施するための新しい損害評価手法を確立することを目的としている。

損害手法の構築・運用のための情報基盤の整備に係り、前年度に引き続き各種空間情報の取得・作成、水田マスキファイルの作成、衛星データを用いて水稲移植時期の把握を行った。データ共有の基本的なルールについてJCC及びScientific Committee for Damage Assessment等の場において討議を行った。

新たな損害評価手法の構築に係り、干ばつ害損害評価手法の構築、水害損害評価手法の構築、病虫害の損害評価手法の構築グループが2019年4月、6月、7月、8月、9月、10月、11月、12月2020年2月にプロジェクトサイトにおいてカウンターパートらとの合同現地調査を実施した。干ばつ害グループでは西ジャワ州およびバリ州で現地調査を行い、基準単収や損害評価査定に必要なデータ収集を行った。UAVを用いた葉面積指数（LAI）の推定に関しては、圃場単位のLAIに関しては十分な精度で推定できることが示された。従って干ばつにより生育が阻害された場合、その程度をLAIにより評価することが可能であると考えられた。水害グループでは、2019年2月に発生した水害の解析を継続して行うとともに、被害評価に必要な水稻の移植日及び生育ステージを衛星データから圃場単位で推定する取り組みを行った。さらに、SARデータを使用した洪水検出については2018年度までに手順が確立したが、今後その検出精度評価が必要とすることを想定して、精度評価に必要な降水量と水位を把握するために、気象観測装置（HOBO）及び水位計を設置しデータ取得を継続している。病虫害グループでは、これまでの解析を通して得られた結果をもとに、BLB損害評価の手順の流れとして、①発生確率マップを調査前に作成し、発生の確率が高いと思われる地点をペストオブザーバーが把握して評価対象圃場・エリアを選定する、②現地で評価した地点評価結果とモートセンシングデータとの解析を行い、圃場GISベースで評価結果を取りまとめる、という手順をプロトタイプとして提案することとした。

キャパシティ・ディベロップメントに係り、損害評価手法に係る能力開発及び農業保険運用に係る能力開発を目的とした各種研修や講義を実施した。2019年度はペストオブザーバーに対するドローン操縦法のトレーニングをはじめとする、相手国に供与した機材を用いたデータ取得方法や解析方法等に関するトレーニングを集中して実施した。

アウトリーチ活動として、インドネシアにおいて開催された2つの国際シンポジウムでSATREPSセッションを設けてプロジェクト成果を報告した。第3国におけるアウトリーチ活動として、スペインやフランスの保険会社や航空機メーカーとのワークショップを行い、ヨーロッパ、インドネシア及び日本の農業保険の現状について意見交換を行うとともに、SATREPSプロジェクトの活動を紹介した。

本研究は、H28年度JST/JICA地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）において実施されたものである。



写真1.3.2.1-1. ボゴール農科大学における画像解析基礎講義の様子



写真1.3.2.1-2. 収量調査の様子

◆1.3.2.2. Sentinel-2データを用いた水田土壌の腐植含量の推定  
(本郷千春)

インドネシア・西ジャワ州の水田を対象として、土壌の腐植含量の推定を行った。

対象地域の土壌分類はソイルタクソノミー（1975）を基準とすると大きく4種類（Alfisols, Entisols, Inceptisols, Ultisols）に分類され、中でもInceptisolsが多くを占めていた。Alfisolsは森林植生下に多く分布する生産力の高い土壌で、本地域でも主に森林地帯に分布している。Entisolsは土壌生成過程の初期段階にある新しい土壌で、本地域では平坦かつ低地に分布しており河成堆積を母材とする沖積土であると考えられる。Ultisolsは湿潤地域で長く風化を受けてできることの多い土壌で、対象地域内では上位段丘面に分布している（図1.3.2.2.-1）。

本研究ではテストサイトの主な土壌タイプであるInceptisolsを対象として、水田土壌の腐植含量推定を行った。なお、土壌腐植は土壌の性質や生産力に影響を与えられており、主な働きとして、作物への養分供給源、養分の保持・緩衝力の増大、通気性・排水性の向上、微生物への栄養源などがあげられる。また、表層土壌において加給態窒素量と正の相関があることが知られている。

湛水条件下の衛星データの地表面反射率と土壌腐植含量との関係を解析したところ、可視赤色域及びレッドエッジ波長帯において負の相関関係（1%水準で有意）が確認され、レッドエッジを用いた腐植含量推定式の10群クロスバリデーションによる検証結果はRMSE=0.72%であった。図1.3.2.2.-2に土壌腐植図を示す。土壌肥沃度を説明することが可能なこのようなデータを用いて、今後はBLBやいもち病の発生ポテンシャルに関する解析を行う計画である。

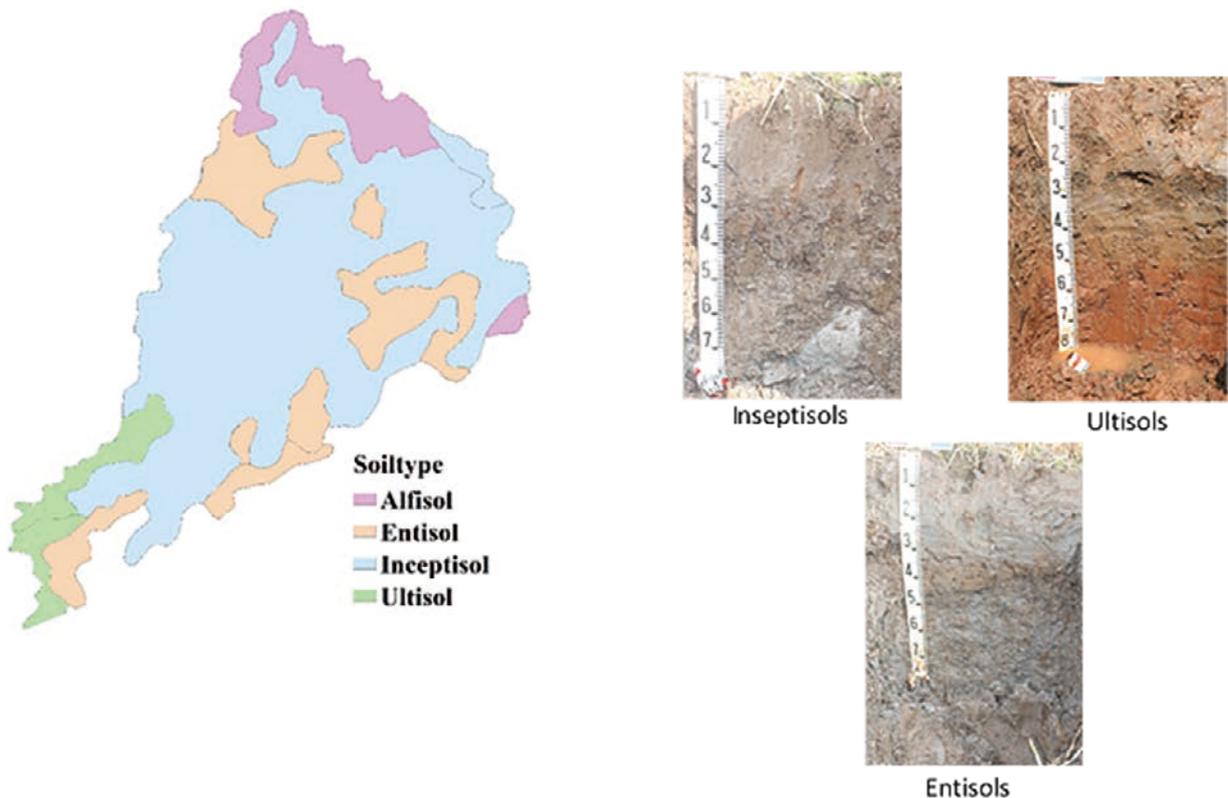


図1.3.2.2.-1. 対象地域の土壌タイプ

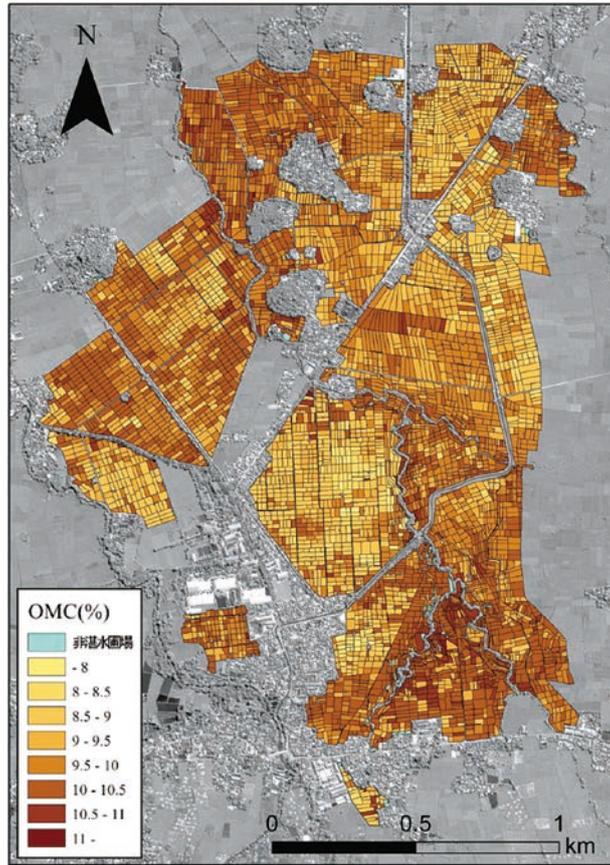


図1.3.2.2.-2. 土壤腐植図

## [2] 共同研究

### 2.1. 共同利用研究概要

千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）では、地球環境に関するリモートセンシング技術の基礎研究と応用研究を中心に、共同利用・共同研究拠点としてリモートセンシングにより環境研究の発展、CEReSの施設・設備や受信・収集した衛星データ・環境データの有効利用のために、大学、その他の研究機関の所属する研究者と当センターの研究者が協力して共同利用研究を推進しています。研究種別は、プログラム研究、萌芽的な内容を含む一般研究、プログラム研究研究会、一般研究研究会、国際共同利用研究に分かれており、大気、水循環、植生、農業、災害などの衛星データの解析や付随する地上観測研究棟の幅広いテーマで研究を実施しています。これまで国公私立大学を中心に各種の研究機関から多数の参加を得ており、リモートセンシングを用いた地球環境研究の多様さと広がりを示しています。近年の利用研究と共同利用研究者はそれぞれ年平均70件、約130名となっています。

今年度は41件の国内共同利用研究、10件の研究会、および6件の国際共同利用研究（アメリカ（2）、インドネシア（2）、中国（1）、イタリア（1））が実施されました。また、共同研究の成果の発表の場である第22回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは令和2年2月20日に行われました。今年度は17件の口頭発表と44件のポスター発表が行われ、88名の参加者らが熱心に議論を交わしました。

以下は、国内および国際共同利用研究の採択内訳（表1）、機関別に分類した表（表2）です。

表1. 平成31年度共同利用研究採択内訳

共同研究種別	国内（51件）		国際（6件）		計
	新規研究	継続研究	新規研究	継続研究	
プログラム研究1（含重点課題）	3	6.5	0	2	11.5
プログラム研究2（含重点課題）	3	6	1	1	11
プログラム研究3（含重点課題）	2	3.5	1	1	7.5
プログラム研究 研究会	4	1	—	—	5
一般研究	6	11	—	—	17
一般研究 研究会	2	3	—	—	5
計	20	31	2	4	57

※プログラム1、3にまたがる課題（1課題）は、各々のプログラムに0.5課題として記載

表2. 平成31年度参加機関数（代表及び研究分担者の所属機関）

機関区分	参加機関数
国公立大学	30（千葉大学内 他部局5）
私立大学	11
大学共同利用機関法人	1
独立行政法人等公的研究機関	8
民間機関	4
外国機関	7
その他（高等専門学校、高等学校など）	3
計	64

2.1.1. 共同利用研究課題一覧（51件）

研究種別	新規／継続	研究課題	研究代表者及び所属	対応教員	共同利用データ・設備
P2019-1	継続	飛翔体搭載蛍光スペクトルライダーによる植生モニタリングのシミュレーション実験	齊藤 保典 信州大学学術研究院工学系	椎名 達雄	
P2019-1	継続	オホーツク海北海道沿岸域河口付近の懸濁物リモートセンシング	朝隈 康司 東京農業大学生物産業学部	久世 宏明	大型ドローン Zion PG560、紫外、可視、近赤外分光光度計と反射測定装置
P2019-1	継続	気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証	馬淵 和雄	本多 嘉明	千葉大学統合情報センター 高速演算サーバ
P2019-1 P2019-3	継続	合成開口レーダによる環境計測に関する研究	若林 裕之 日本大学工学部	ヨサファット 本郷 千春 加藤 顕	
P2019-1	新規	富士山域の大気分子計測用小型レーザーセンサーの開発	小林 喬郎 福井大学	椎名 達雄	
P2019-1	新規	IoT技術を用いた環境モニタリングシステムの開発	小室 信喜 千葉大学 統合情報センター	入江 仁士	
P2019-1	継続	リモートセンシングにおけるスマートシステムの導入と展開 その2 ネットワーク計測への応用	香川 直己 福山大学 工学部	椎名 達雄	
SP2019-1	継続	衛星画像を用いた統計的学習による大規模災害後の被害把握	Luis Moya 東北大学災害科学国際研究所	劉 ウェン	被災地を観測した衛星画像
SP2019-1	継続	地表センシングのためのCP-SAR検証用UAV搭載小型分光センサの波長拡張に関する開発研究	大前 宏和 株式会社センテナ	ヨサファット	
SP2019-1	新規	Ionospheric tsunami early warning system	LIU Jann-Yenq Graduate Institute of Space Science, National Central University	服部 克巳	LIDAR
SP2019-1 研究会	継続	衛星地球観測シナリオ研究会	高橋 暢宏 名古屋大学 宇宙地球環境研究所	本多 嘉明	
SP2019-1 研究会	新規	マイクロ波リモートセンシング研究会	ヨサファット 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター		
P2019-2	継続	衛星データを利用した対流圏・成層圏の物質輸送過程に関する研究	江口 菜穂 九州大学応用力学研究所	齋藤 尚子	静止気象衛星データ、極軌道、周回軌道衛星データ、客観解析データ
P2019-2	新規	ロシア極東沿海州における気候要素と火災発生と植生変動の関係の解明	竹内 渉 東京大学生産技術研究所	市井 和仁	MTSAT dataset Himawari-8/9 dataset MODIS 陸域プロダクト
P2019-2	継続	航空機観測、衛星、輸送モデルを用いた温室効果ガスの大気3次元濃度分布の把握	丹羽 洋介 国立研究開発法人 国立環境研究所	齋藤 尚子	
P2019-2	継続	衛星利用型の災害リスク社会地理モデルと防災丘陵の応用に関する研究 一津波・氾濫・高潮・多発火災の大都市圏への適用性一	金子 大二郎 株式会社遥感環境モニター	ヨサファット	
P2019-2	継続	都市大気における二酸化窒素（NO <sub>2</sub> ）鉛直分布観測の高度化	高島 久洋 福岡大学理学部	入江 仁士	SKYNET/MAX-DOAS 地上観測データ
P2019-2	新規	マルチデータ解析による陸域生態系炭素循環の解明	加藤 知道 北海道大学大学院農学研究院	市井 和仁	炭素循環に関する大容量データ
SP2019-2	継続	ひまわり高頻度観測を用いて追跡した雲システムの特徴と環境場との関係	濱田 篤 富山大学大学院理工学研究部	樋口 篤志	ひまわり8/9号の観測データ、最新の客観解析データ、静止気象衛星データ
SP2019-2	継続	次世代静止気象衛星からの地表面温度アルゴリズム開発	森山 雅雄 長崎大学大学院工学研究科	樋口 篤志	AHI、ABI、SEVERIデータ

研究種別	新規／継続	研究課題	研究代表者及び所属	対応教員	共同利用データ・設備
SP2019-2	新規	リモートセンシング技術を応用した農業生産のマネジメントと食料自給率の向上について	李 想 千葉大学大学院社会科学研究院	市井 和仁	
SP2019-2 研究会	新規	ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会	松岡 真如 高知大学教育研究部	市井 和仁	ひまわり8/9号フルディスク (FD) gridded data (緯度経度直行座標系精密幾何補正済データ)
P2019-3	継続	シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた水稲生産量推定法の検討	本間 香貴 東北大学大学院農学研究科	本郷 千春	
P2019-3	継続	高分解能衛星データを使用したインドネシア、バリ島の観光都市における植物の基礎生産量と土地利用の経年変化の研究	大澤 高浩 ウダヤナ大学海洋科学リモートセンシング研究センター	本郷 千春	
P2019-3	継続	低コストドローンによる浅礫層分布の推定	横堀 潤 株式会社ズコーシャ	本郷 千春	地理情報システム・リモートセンシング画像処理ソフトウェア
SP2019-3	新規	ドローン近接リモートセンシングを用いた水稲モニタリングの高度化に関する研究	田中 圭 一般財団法人日本地図センター	近藤 昭彦	
SP2019-3	新規	ドローンを用いた近接リモートセンシングに基づく作物モニタリング	濱 侃 横浜国立大学	近藤 昭彦	ArcGIS、PhotoScan Professional
SP2019-3 研究会	新規	スマート農業のためのリモートセンシング技術に関する研究会	近藤 昭彦 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	近藤 昭彦	Ground based GNSS receiving data and TEC inversion
SP2019-3 研究会	新規	課題解決型研究を推進するための超学際的あり方に関する研究会 ～診断から治療へ～	近藤 昭彦 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	近藤 昭彦	
一般研究	継続	地上でのリモートセンシングを対象とした自律型観測プラットフォームの開発	宮崎 貴大 香川高等専門学校 情報工学科	ヨサファット	
一般研究	継続	合成開口レーダ搭載マイクロ衛星用FPGAの開発	難波 一輝 千葉大学大学院工学研究院	ヨサファット	電波無響室・マイクロ波伝搬測定システム・高周波回路・電波シミュレータ
一般研究	継続	宇宙からのリモートセンシングによる地球惑星大気環境の研究	野口 克行 奈良女子大学研究院自然科学系	入江 仁士	計算機
一般研究	継続	リモートセンシングによる広域観測データの空間誤差・不確実性推定に関する研究	堤田 成政 京都大学地球環境学堂	加藤 顕 齋藤 尚子	Lidar、GOSATデータ、地上観測データ
一般研究	継続	SKYNETデータを用いた大気環境の研究	久慈 誠 奈良女子大学研究院自然科学系	入江 仁士	SKYNETデータ等の地表面観測データ
一般研究	継続	里地里山におけるリモートセンシングによる植物季節観測の高精度化Ⅲ	永井 信 国立研究開発法人海洋研究開発機構地球環境部門地球表層システム研究センター	本多 嘉明 梶原 康司	ドローン
一般研究	継続	レーザー誘起ブレイクダウン分光法を用いた大気中エアロゾルのリモート成分分析手法の開発	染川 智弘 公益財団法人レーザー技術総合研究所	久世 宏明	MODTRANコード、HITRANデータベース、分光器
一般研究	新規	Droneによる印旛沼流域における外来種の分布調査	朴 鍾杰 東京情報大学総合情報学部	近藤 昭彦	
一般研究	継続	リモートセンシングによる広域の植物蛍光強度分布画像取得の提案	増田 健二 静岡大学技術部	久世 宏明	CCD分光器 (Ocean Optics USB2000)、天体望遠鏡 (Vixen φ130mm)、干渉フィルター (Andover 暗線中心波長760.68nm、バンド幅1nm)
一般研究	新規	高性能小型マイクロ波円偏波アレリアンテナの構成と性能評価の研究	瀧澤 由美 統計数理研究所	ヨサファット	CSTソフトウェア
一般研究	継続	衛星画像処理のための放射伝達モデルの検証	飯倉 善和 弘前大学名誉教授	久世 宏明	大気観測装置

研究種別	新規／継続	研究課題	研究代表者及び所属	対応教員	共同利用データ・設備
一般研究	継続	生活環境圏におけるCO <sub>2</sub> 濃度の計測と定点観測データとの比較検証	桑原 祐史 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター	久世 宏明	LIDAR
一般研究	継続	火星着陸探査LIDARの屋外性能試験	千秋 博紀 千葉工業大学惑星探査研究センター	久世 宏明	
一般研究	新規	潜在的な深層崩壊発生地における森林斜面の水文・蒸散特性の検出	堀田 紀文 東京大学大学院農学生命科学研究科	加藤 顕	大気環境リモートセンシング装置、SKYNET国際地上リモートセンシング観測網データ、大気汚染常時監視局データ(速報値)の広域分布図
一般研究	新規	UAV-Lidarによる点群データを用いた森林景観の環境解析	早川 裕弉 北海道大学地球環境科学研究院	加藤 顕	
一般研究	新規	中高緯度の海岸域における降水の気候学的特性	重 尚一 京都大学大学院理学研究科	樋口 篤志	
一般研究	新規	ひまわり8号と機械学習を用いた台風識別手法の開発	筆保 弘徳 横浜国立大学	樋口 篤志	
一般研究研究会	継続	大気地上検証用機材性能向上研究会	本多 嘉明 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		
一般研究研究会	新規	2019年IEEE地球科学・リモートセンシング ソサイエティ サマースクール	宇都 有昭 東京工業大学情報理工学院	久世 宏明	
一般研究研究会	継続	地上フラックス観測と衛星観測を利用した陸域物質循環に関する研究会	市井 和仁 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		
一般研究研究会	新規	AsiaFlux 2019の開催	市井 和仁 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		
一般研究研究会	継続	森林分野地上検証活用研究会	梶原 康司 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		

### 2.1.2. 国際共同利用研究課題一覧（6件）

研究種別	新規／継続	研究課題	研究代表者及び所属	対応教員	共同利用データ・設備
P2019-1	継続	Environmental Remote Sensing for River Water Pollutant Monitoring System	KADIR Evizal Abdul Islamic University of Riau	入江 仁士	Satellite Data for Riau, Indonesia Environment Monitoring
SP2019-1	継続	Application of space and ground technologies for disaster risk mitigation: Multi-sensor Web for earthquake early detection.	OUZOUNOV Dimitar Chapman University	服部 克巳	Himawari-8/9 meteorological satellite data
SP2019-2	継続	Using Himawari Data to Monitor Vegetation Dynamics Over the Tropical Asia Region	MIURA Tomoaki University of Hawaii	市井 和仁	Himawari-8/9 gridded dataset, MODIS land products
SP2019-2	新規	Development and validation of advanced satellite techniques to HIMAWARI-8/9 radiances for monitor and mitigate geohazards	GENZANO Nicola University of Basilicata	樋口 篤志	HIMAWARI-8/9, MTSAT-1R, MTSAT-2
P2019-3	新規	Analysis of damage by disease using drone data	WIJAYAI Made Anom Sutrisna Udayana University	本郷 千春	Image processing and GIS software and tools
P2019-3	新規	Remote sensing of phytoplankton size structure in coastal and inland waters	Wang Shengqiang Nanjing University of Information Science & Technology	楊 偉	Archived satellite data sets ENVI/IDL, ArcGIS

CEReS 共同利用研究/研究報告2019

【CJ19-04】 P2019-1

(研究課題名: 和文) 飛翔体搭載蛍光スペクトルライダーによる植生モニタリングのシミュレーション実験  
 (研究課題名: 英文) Experimental Simulation of Vegetation Monitoring by Airborne Fluorescence Spectrum Lidar

(研究代表者名) 齊藤 保典 (信州大学・学術研究院工学系)

Yasunori Saito (Shinshu University Ademic Assembly・Institute of Engineering)

【要旨】 近年の急激な気象現象の悪化は、植物の生育環境を脅かしている。植物の生育状況分布を、非破壊で広域的に調査可能な新たな手法が求められている。本研究では、蛍光を生育状況の指標としたライダーでかつ航空機から広範囲に調査する手法を提案する。地上ベースで航空機搭載蛍光ライダーを模倣した屋外実験・観測を行った。その結果、植物生育情報として、クロロフィル指標及び生育必須成分や光合成産物成分指標の三次元分布図の作成に成功した。航空機搭載ライダーの可能性が示された。

【Abstract】 The recente climate change has threatened the habitat of plants. There is a need for a new method that can non-destructively and broadly monitor the growth situation of plants. In this study, we propose a method for surveying by an airborne fluorescence spectrum lidar wchi use plant's fluorescence information as an indicator of growth status. Field experiments and observations were done using a fluorescence spectrum lidar developed by ourselves. We successfully created a three-dimensional distribution map of a chlorophyll, a growth essential component, and a photosynthetic product component indices from the results. The potential of airborne fluorescence spectrum lidars was shown.

1 背景  
目的  
方法

自然環境や人間生活の維持に係る植物の役割は非常に大きなものがあるが、近年の急激な気象現象の悪化は、その持続的な生育を脅かしている。本研究の目的は、植物の生育情報を非破壊でかつ広域的に調査する新たな手法を開発することにある。このため、植物蛍光を生育指標とする航空機搭載蛍光スペクトルライダーの方法を提案する。まず植物蛍光が生育指標となるかの基礎実験を行い、次に蛍光スペクトルライダーを自主開発する。航空機搭載による三次元観測を模倣するため、掃引型とする。実際に屋外植生観測を実行し、観測データから生育情報に関するパラメータを抽出し、蛍光ライダーの可能性や有用性を調査する。

2 研究の  
成果

(1) 植物蛍光が生育指標となることの実証試験  
 ケヤキ生葉に紫外レーザーを照射し蛍光スペクトルを計測した。蛍光スペクトルは青緑領域(450nm付近)および赤(685nm)と近赤外(740nm) 蛍光領域に主成分を有し、前者は生体必須有機物および光合成二次代謝産物の情報を、後者はクロロフィル分子の情報を持つことがわかった。葉の成長状況に応じて形状が変化し、蛍光スペクトルが生育指標となることが実証された。

(2) 掃引型蛍光スペクトルライダーの自主開発  
 航空機搭載による三次元植生モニタリングの模擬実験に使用する蛍光スペクトルライダーを製作した。掃引型とすることで地上ベースでも三次元情報を取得することができる。光合成では夜間の糖生成時に日中蓄えた化学エネルギーを利用することから、日中での蛍光観が重要である。受信系に同期検出法を導入することで、日中でも微弱な植物蛍光を計測することが可能になった。

(3) 屋外植生観測  
 河川敷周辺に自生する植生の蛍光スペクトル観測を実施した。レーザー進行方向からの奥行情報と二次元掃引情報を組み合わせることで、三次元植生スペクトルデータを得た。(1)に基づき、クロロフィル分子の濃度指標(685nmスペクトル強度/740nmスペクトル強度)および活性度指標(450nmスペクトル強度/クロロフィル濃度指標)の解析を行い、三次元植生生育情報画像を得た(図2)。航空機搭載蛍光スペクトルライダーの可能性を示すものである。

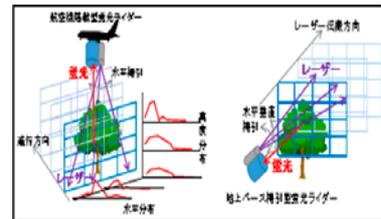


図1 航空機搭載シミュレーション説明図



図2 三次元植生生育情報画像

3 成果展開の  
状況

航空機搭載蛍光スペクトルライダーの実現にあたっては、さらに詳細な実験(飛行高度対SN比、背景光雑音の見積もり、容量や重量、電力などの条件)が必要である。本シミュレーション実験値を計算シミュレーションに同化させていく。JAXAでは宇宙ステーション搭載散乱型ライダーでの植生観測ミッションが進められている。この受信系にCCD型多波長計測器の導入のみで、基本的には今回提案の蛍光スペクトルライダーとなる。こういった方面への展開も考えていきたい。

【CJ19-13】 P2019-1

(研究課題名: 和文) ドローンをを用いたオホーツク海沿岸の濁度、クロロフィルa濃度の推定(継続)  
 (研究課題名: 英文) Study of estimation method of turbidity, chlorophyll a concentration over the coastal area of the Sea of Okhotsk, Hokkaido using aerial drone

(研究代表者名) 朝隈 康司 (東京農業大学 生物産業学部)  
 Koji Asakuma (Tokyo University of Agriculture)

【要旨】

沿岸域環境のモニタリングのため、ドローンをを用いた河川からの濁度とクロロフィルa濃度の推定を昨年度より行ってきた。ドローンで得られた河口表面の反射率と濁度並びにクロロフィルa濃度が正相関を持つことから、R,G,Bバンドそれぞれの反射率比を用いた推定モデルと放射伝達に基づく連立モデルを比較した。その結果、連立モデルのほうが実測値との相関は高かったが、RMSEは反射率比を用いたモデルのほうが低かった。

【Abstract】

In order to monitor the coastal environment, turbidity and chlorophyll a concentration from rivers have been studied estimation method using an aerial drone since last year. Since there have positive correlations between reflectance of the estuary surface obtained by the aerial drone and turbidity or chlorophyll a concentration, the estimation model using each R, G and B band ratio and the simultaneous model based on radiative transfer theory were compared. As a result, the correlation between the measured values and the estimation values with the simultaneous model was higher than the band ratio model, but the RMSE was lower in the band ratio model.

1 背景  
目的  
方法

近年北海道は低気圧などによる漁業被害が深刻になってきており、その一つとして河川からの土砂流出による底生生物資源であるホタテガイの埋没や斃死が問題となっている。本研究の目的は、常呂川河口から流出する懸濁物による濁度や植物プランクトンによるクロロフィルa濃度を迅速に広範囲で計測するため、ドローンをを用いてこれらを推定する方法を検討する。その方法として、① 河口付近をドローンで撮影して、② 標準反射板を用いて反射率に変換して、③ 撮影箇所ですべて採水を行って河川水の濁度とクロロフィルa濃度を計測して、④ 撮影された河口の反射率と濁度、クロロフィルa濃度の関係から、バンド比を用いた推定モデル、放射伝達に基づく連立モデルを構築し比較した。

2 研究の  
成果

(1) 飛行ドローン(DJI製, Phantom 4)搭載のカメラを、ISO 100, シャッター速度 1/2000 に固定して、雪解け水や大雨によって増水した常呂川河口の表面を撮影した(図1-a)。このとき標準反射板も同時に撮影し(図1-c)、撮影画像からR,G,B毎に反射率を算出した。撮影は、2018年4月から2019年11月までの15回行った。  
 (2) 同時に撮影場所で採水を行い、濁度とクロロフィルa濃度を計測した。濁度は、GF/F フィルターで濾過した懸濁物を乾燥し(図1-b)、重量を計測し重量濃度とした。クロロフィルa濃度は、GF/F フィルターで濾過した後、ジメチルホルムアミドで抽出した後、ターナーデザイン社製の蛍光光度計を用いてWelshmeyer法(1944)で計測した。  
 (3) ドローンで観測されたR, G, Bそれぞれの反射率  $\rho$  と濁度  $\tau$  を線形回帰モデルに適用した結果、Rバンドとの相関は  $R^2 = 0.711$  だった。クロロフィルa濃度  $c$  とバンド ( $ij \in \{R,G,B\}, i \neq j$ ) 比を用いた2次元線形回帰モデル:

$$c = a_{ij} \left( \frac{\ln \rho_i}{\ln \rho_j} \right)^2 + b_{ij} \frac{\ln \rho_i}{\ln \rho_j} + d_{ij}$$

に適用した結果、GとRバンドを用いた場合に、 $R^2 = 0.434$  だった。植物プランクトンによる反射率を  $\rho_c = ac$ 、懸濁物による反射率を  $\rho_\tau = b\tau$ 、真水の反射率を  $\rho_w$  としたときの連立モデル:

$$\rho_i = a_i c + b_i \tau + \rho_{wi}$$

に適用した結果、クロロフィルa濃度で  $R^2 = 0.635$ (図2-a)、濁度で  $R^2 = 0.743$  (図2-b)を得た。

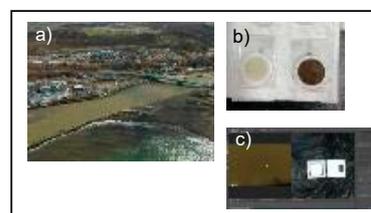


図1 a) 増水時の常呂川河口, b) 濾過採取した懸濁物, c) 撮影された河口表面例。

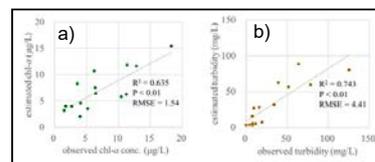


図2 ドローン搭載カメラでの推定結果。a)クロロフィルa濃度、b) 濁度。

3 成果展開の  
状況

開発した手法は、常呂川のみでなく一般的な河川や沿岸域でも利用可能です。また、分光放射計など特殊な装置を必要としないので、一般的なデジタルカメラを搭載した飛行ドローン等に転用可能です。

【CJ19-15】 P2019-1

(研究課題名:和文) 気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証

(研究課題名:英文) Validation of satellite product estimation algorithm using climate model simulation data

(研究代表者名) 馬淵和雄

Kazuo Mabuchi

【要旨】 全球モデルによる6年積分を行った(2013-2018)。大気側初期値として24時間ごとの00Z客観解析値(JRA-55)を使用した48時間積分の並行連続実行を行い、大気中CO<sub>2</sub>濃度および陸域諸要素の値は6年積分期間中、モデル計算結果をそのまま引き継ぐ手法を採った。これらにより、現実に近い大気環境を再現しつつ、大気-陸域物理生物過程相互作用および陸域諸要素の時間的・空間的変動をフルカップルで再現できる。今後GCOM-C観測データとモデルプロダクト相互利用によるバイオマス量等の変動監視・解析に貢献することを目指す。

【Abstract】 Land-atmosphere full couple simulations with the global climate model were performed. The simulations were sequential 48-hour integrations using the reanalysis data (JRA-55) for each atmospheric initial condition. Experiment period was 2013-2018. Calculated values of the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration and those of physical and biological elements of land area were taken over during the experiment period. By using this simulation method, the variations of land area elements and the interaction between land surface and the atmospheric under the almost actual atmospheric condition can be reproduced. We will indicate the capability of synthetic use of satellite data (e.g. GCOM-C) and model data and the method for understanding the global biomass change system.

## 1 背景目的方法

モデルで再現される各要素は、総合的な検証は必要であるものの、物理的および生物生態学的に矛盾しない相互作用関係を構築している。衛星観測プロダクトとモデルプロダクトを相互利用することにより、それら相互の検証、および物理的・生物生態学的メカニズムの探究が可能となり、物理的-生物生態学的因果関係の理解も進むと考えられる。本年度は、全球バイオマス量の変動監視・解析に貢献するための衛星プロダクトと全球気候モデルプロダクトの相互利用に向けて、近年の期間を対象とした全球モデルによる6年積分(2013-2018)を行い、モデルプロダクトの有効性の確認を行った。

## 2 研究の成果

大気側初期値として24時間ごとの00Z客観解析値(JRA-55)を使用した全球気候モデル48時間並行連続数値積分を行った。大気中CO<sub>2</sub>濃度および陸域諸要素の値は6年積分期間中、モデル計算結果をそのまま引き継ぐ手法を採った。SSTおよび海水はHadISST、CO<sub>2</sub>人為排出量はCDIAC、海洋-大気CO<sub>2</sub> fluxはTransCom データ(Takahashi et al. 2009)を使用し、解析は各積分後半の24時間の結果を対象とした。これらにより、現実に近い大気環境を再現しつつ、大気-陸域物理生物過程相互作用および陸域諸要素の時間的・空間的変動をフルカップルで再現できる。モデル積分結果により、対象とした6年に関する陸域諸要素の平均値、およびそれらの年々変動を再現できることが分かった。

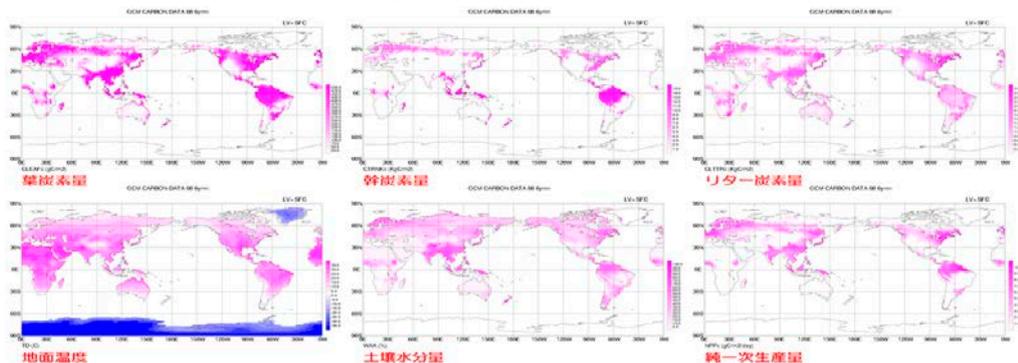


図 全球モデルによる6年積分(2013-2018)の結果例(8月の6年平均値)。上左:葉炭素量、上中:幹炭素量、上右:リター炭素量。下左:地面温度、下中:土壌水分量、下右:純一次生産量。

## 3 成果展開の状況

今後特にGCOM-C観測データとモデルプロダクト相互利用による全球バイオマス量等の変動監視・解析に貢献することを目指す。衛星データは、モデル数値実験の実施およびその結果の解析から物理的・生物生態学的変動メカニズムを解明するうえで非常に有用である。一方で、モデルで再現される各要素は、物理的・生物生態学的に矛盾しない相互作用関係を構築している。よって、衛星データから個別にそれぞれのアルゴリズムにより抽出される各プロダクトの、広域的検証のための相対的基準情報と成り得ると考えられる。衛星プロダクトとモデル数値実験プロダクトを相互利用することにより、それぞれのプロダクトの相互検証、および各要素の変動メカニズムを解明できると考えられる。

【CJ19-29】 P2019-1, P2019-3

(研究課題名:和文) 合成開口レーダによる環境計測に関する研究

(研究課題名:英文) A study on environmental measurement by synthetic aperture radar

(研究代表者名) 若林 裕之 (日本大学・工学部)

Hiroyuki Wakabayashi (College of Engineering・Nihon University)

【要旨】 本研究では、インドネシアの稲作地に発生した洪水災害を対象にして、リモートセンシングデータでその浸水被害域を把握することを目的としている。リモートセンシングデータとして、全天候性かつ高空間分解能の合成開口レーダ(SAR)データを使用して、インドネシアのバンドン周辺のテストサイトを対象に、Sentinel-1AのCバンドSARデータを使用して、2018年2月下旬および2019年4月中旬に発生したBojongsoang地区の洪水洪水領域の検出を試みた。主要な成果を以下にまとめる。

- ・水田地帯の洪水による後方散乱係数変化から、線形判別分析によってガンマノートのしきい値を決定した。
- ・VV偏波および5x5 Median filterを使用することによって高精度に洪水領域が検出できた。

【Abstract】 The objective of this research is to extract flooded areas at rice paddy fields in Indonesia by using remotely sensed data. We used Sentinel-1A C-band SAR data for extracting flooded areas because the SAR has all-weather observation and high-resolution capabilities. The SAR data observed out test site where locates south-east of Bandung area, Bojongsoang, in February 2018 and April 2019. The main results are summarized as follows,

- ・The thresholds for extracting flooded areas are determined by Linear Discriminant Analysis(LDA) in both descending and ascending observations.
- ・The VV-polarization with 5 by 5 Median filter gives the highest accuracy of flooded area extraction.

## 1 背景目的方法

本研究では、合成開口レーダ(SAR)データを使用した環境計測の高精度化を目的としている。近年衛星搭載SARの観測パラメータが多様化し、周波数、偏波、入射角が選択できるようになってきた。2019年度は、前年度に引き続きSARデータを使用した農業分野での環境計測における最適な観測パラメータを抽出することを目指して研究を実施した。

Sentinel-1が2018年と2019年の雨季にインドネシア西ジャワ州のBojongsoangの稲作地帯を観測したデータを使用して、稲作地の浸水被害領域を検出する後方散乱係数のしきい値の抽出を試みた。

## 2 研究の成果

本研究におけるSentinel-1データ解析の結果、以下の成果を得た。

- (1)2018年と2019年に発生したテストサイトの洪水を対象に非洪水域と洪水域の後方散乱係数の違いから、Sentinel-1データにおける後方散乱係数(ガンノート)のしきい値を算出した結果、VV偏波がVH偏波よりも精度が高いことが判明し、Medianフィルタを使用することによって検出精度を向上することができた。(表1, 表2)

表1. VVおよびVH偏波の洪水領域検出精度

Pair	Polarization	Threshold(dB)	Correlation ratio	Discriminant accuracy
2018/2/17&3/1	VV	-13.2	0.82	0.98
2019/4/13&4/25	VV	-12.9	0.61	0.89
2018/4/16&4/28	VV	-14.6	0.58	0.87
2018/2/17&3/1	VH	-20.4	0.54	0.90
2019/4/13&4/25	VH	-21.2	0.39	0.77
2019/4/16&4/28	VH	-22.2	0.48	0.81

表2. メジアンフィルタによる検出精度向上

Pair(Asc)	Polarization	Median Filter	Threshold(dB)	Correlation ratio	Discriminant accuracy
2018/2/17 & 3/1	VV	無し	-13.2	0.82	0.98
		3x3	-13.1	0.87	0.99
		5x5	-13.2	0.89	1.00
		7x7	-13.3	0.91	1.00

- (2)ガンマノートのしきい値を使用して洪水範囲を検出した結果を示す(図1)。



図1 ガンノートしきい値による検出結果(11:14 UTC Mar.1, 2018)

図2 Planet衛星のNDVI (02:34 UTC Mar.2,2018)

- (3)検出された洪水発生領域については、Planet 衛星のNDVIデータと比較することによって検証した(図2)。

第22回環境リモートセンシングシンポジウム (2020.2.20 発表済)

## 3 成果展開の状況

【CJ19-40】 P2019-1

(研究課題名:和文)富士山域の大気分子計測用小型レーザーセンサーの開発

(研究課題名:英文) Development of compact laser sensors for sensing atmospheric gases over the Mt.Fuji area in the Mt. Fuji aeria

(研究代表者名) 小林 喬郎 (福井大学・工学研究科)  
Takao Kobayashi (University of Fukui)

【要旨】 地球温暖化が進展して台風や異常気象などが深刻になってきている。それらの原因として温室効果ガス濃度の増加が指摘されている。そこで、東アジアで最も高く、自由対流圏の高度にある富士山領域での温室効果ガスの濃度を計測するセンサーの開発が求められている。本研究では、小型軽量で省電力で高感度特性を持つ差分吸収方式のレーザーセンサーを開発し富士山頂での観測を開始した。その結果、温室効果ガスのメタンと火山性ガスの硫化水素濃度の時間変化の測定が実現できた。

【Abstract】 Global warming issues are progressing and extraordinary meteorological phenomena have been observed frequently. Greenhouse gases are basic origin of these issues. In order to observe and analyze these phenomena, remote sensing system of these gases is necessary. Compact and low-power laser sensors based on the differential absorption method have been developed. First observation of the greenhouse methane gas and volcanic H<sub>2</sub>S gas was realized on the summit of Mt. Fuji, altitude of 3776m.

## 1 背景 目的 方法

地球温暖化による気温が上昇して台風や異常気象などによる被害が増大している。その原因として大気中の温室効果ガス濃度の増加に起因するものと考えられている。これらの計測には小型で高感度なセンサーの開発が必要である。本研究では、温室効果ガス濃度を遠隔的に計測するレーザーセンサーを開発を目的とした。小型軽量、省電力の特性を持つ吸収方式センサーに着目し、これらのガスの測定可能性を検討する実験を開始した。

## 2 研究の 成果

- (1) 既に製品化されている小型で軽量の差分吸収方式レーザーセンサーの波長や構成など改良して、計測可能なガスの種類を増加して、高感度特性を実現した(図1)。これにより温室効果ガスのメタンや火山性ガスの硫化水素などの高感度特性が得られることが判明した。
- (2) 回帰性反射板を配置して高精度の測定結果を実験した。光路長は往復52mで富士山頂に配置して、高感度で高精度特性が確認できた。
- (3) 温室効果ガスメタンの濃度測定が実現できた(図2)。平均濃度は1.25ppmであった。さらに、火山性ガスの硫化水素H<sub>2</sub>Sのセンサーを用いて、同時測定を行って平均濃度の値が4.5 ppbの結果を得た。



図1 レーザーセンサーの外観

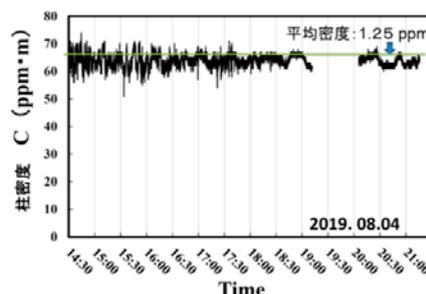


図2 富士山頂でのメタンガス濃度の時間変化の測定結果

## 3 成果展開の 状況

- ・開発したセンサーや計測手法などはレーザーセンシング学会などで発表して公表している。
- ・メタンセンサーは都市ガス漏れのセンサーとして既に製品化されている。さらに火山性ガスなどへの展開を共同研究中である。

【CJ19-44】 P2019-1

(研究課題名: 和文)IoT技術を用いた環境モニタリングシステムの開発

(研究課題名: 英文)Development of Environment Monitoring System through IoT

(研究代表者名) 小室 信喜 (千葉大学・統合情報センター)

Nobuyoshi Komuro (Chiba University・Institute of Media and Information Technology)

【要旨】 環境問題の対策として、人工衛星からの情報によって環境状況を把握する、環境リモートセンシングが注目されている。環境リモートセンシングは大域的に俯瞰的に環境状況を把握することが可能であるが、局所的な場所における環境状況を把握するのは困難である。本研究では、IoT(Internet of Things)技術を用いた環境モニタリングシステムの技術基盤を開発することを目的とする。IoT技術を用いることにより、時間的・空間的に高い自由度で環境データを収集できる。実機実験により、開発したシステムの有効性を確認する。

【Abstract】 Remote sensing technique is becoming popular for comprehending global environment data through sensing data from satellites. Although remote sensing technique is suitable to analyzing global environment data, it is difficult to comprehend local environment data. This study develops an environment monitoring system using IoT technique. The developed system enables us to flexibly collect environment data in terms of time and space. Experimental results show the effectiveness of the developed system.

## 1 背景 目的 方法

人工衛星を利用した環境リモートセンシングは、大域的に環境状況を把握することが可能であるが、局所的に環境状況を把握することは困難である。一方、IoT (Internet of Things)は無線通信機能を搭載したセンサをさまざまな箇所に配置し、モノとモノの間で情報のやり取りをする技術であり、局所的に環境データを収集できると期待できるが、電源の確保が課題である。

本研究の目的は、IoT技術を用いた環境モニタリングシステムを開発することである。

このため、ソーラーパネルおよび蓄電池の併用により、電源の確保が困難である屋外で稼働できる無線センサノードを開発し、屋外での局所的環境データを取得する。

## 2 研究の 成果

(1)CO2濃度、照度、気圧、PM2.5などを計測する無線センサノードを開発した(図1)。無線センサノードにて計測した情報をサーバに送信することにより、屋外環境情報をIoT技術を介して取得可能となった。

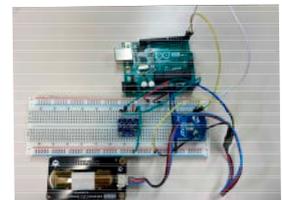


図1 CO2濃度および照度計測センサ

(2)ソーラーパネル、モバイルバッテリーを併用、さらにマイクロコンピュータ(Arduino)のスリープ機能を搭載することによって、電力供給と消費電力の削減を行い、屋外にて2日間稼働できる無線センサノードを開発した。

(3)温度、湿度、照度、気圧、CO2濃度、PM2.5を10分間隔で測定し、IoTを介してクラウド上にアップロードし、グラフ化した。これにより、リモートでかつ視覚的に環境データを確認・把握することが可能となる。さらに、収集したデータに対して、深層学習(Long Short Term Memory: LSTM)を用いることによって、CO2濃度を時系列的に予測できることを確認した。

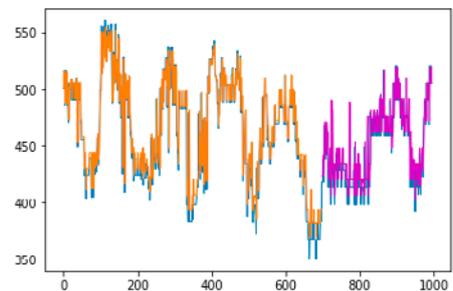


図2 CO2濃度予測結果  
青が正解、橙が訓練、赤紫が検証データ

## 3 成果展開の 状況

第22回環境リモートセンシングシンポジウムにおいて、本研究の成果を発表した。

また、2020年6月にベトナムで開催される国際会議(International Conference on IT Convergence and Security 2020)にて、本研究成果の一部を発表する予定である。

【CJ19-46】P2019-1

(研究課題名:和文)リモートセンシングにおけるスマートシステムの導入と展開 その2

(研究課題名:英文)Introduction and Expansion of smart system on remote sensing Vol.2

(研究代表者名) 香川 直己 (福山大学 工学部 スマートシステム学科)

Naoki Kagawa (Dept. of Smart System, Fukuyama University)

【要旨】 屋外における空間光通信網をセンサーネットワークとして活用し、災害支援や自然災害予測に活用することを考えている。そこで、これらを両立する赤外線半導体レーザーを利用したセンサーネットワークシステムを提案するが、このシステムは、ノードが自律移動しながらの測定及び通信を想定しているため、光軸に追従するシステムが必要である。そこで、自律移動機構と任意の光路長に対応し円弧追従するアルゴリズムを開発し、任意の光路長(半径)の円弧運動に的確に追従できる事を確認した。

【Abstract】 We are thinking of utilizing the outdoor spatial optical communication network as a sensor network for disaster support and natural disaster prediction. In this paper, we propose a sensor network system based on an infrared semiconductor laser that can achieve both of these goals. Therefore, we have developed an algorithm to follow the arc motion of an arbitrary optical path length with an autonomous moving mechanism.

## 1 背景 目的 方法

自然災害等を受けた場合、通常の通信網が損傷を受け、また、通信網が整備されていない地域も専らである。このような条件下で、早急に通信網を確立する方法として空間光通信網が考えられる。一方、土砂被害、家屋倒壊の状況で人命救助を行う場合、呼気(二酸化炭素:CO<sub>2</sub>)を頼ることが有効となり得る。また、地中にはメタンガス(CH<sub>4</sub>)が蓄積されていて、このガスが地表の亀裂により大気中に噴出するのではないかと予測している。そこで、これらを両立する赤外線半導体レーザーを利用したセンサーネットワークシステムを提案するが、このシステムは、ノードが自律移動しながらの測定及び通信を想定しているため、光軸に追従するシステムが必要である。そこで、自律移動機構と任意の光路長に対応し円弧追従するアルゴリズムを開発した。

## 2 研究の 成果

当該システムのノードを構成する自律移動機構である光軸トラッカーを構成するに当たり、以下の各部分を開発した。

- (1) 移動プラットフォームを開発した(図1)。現段階では平面内の自由移動を行う事を目標としており、オムニホイールを備えた、3軸駆動の移動プラットフォームを設計、製作した。この移動ロボットはRaspberryPi3B(最終的に4に改装)を主コントローラとし、画像処理、移動ベクトル演算を行い、移動ベクトル演算結果をArduinoが3軸のモータの回転情報に変換する構造となっている。光軸の補足にはCMOS撮像素子を用い、20mm径のレンズで撮像素子面にレーザービームを集光している。
- (2) 送受信光学系とするための送信ビーム設計を行った。計画では赤外線レーザーを用いるが、光路長が100mオーダーになってもほぼビーム径が変化しない理想に近い平行光とするために、波長405nmの半導体レーザーを直径20mmに拡張した出射光学系を製作した。この光学系は(1)の送信光学系と一体化を図る計画である。
- (3) 光軸追尾を確実にするため、ビーム形状を正しく捉えるための画像処理手法と、そのビーム形状情報から光軸トラッカーを回転運動制御するための情報と、並進運動制御をするための情報を抽出し、そこから本体の移動ベクトル情報を抽出するアルゴリズムを開発し、異なる曲率半径(光路長)に対しても追従動作できることを実験により確認した(図2)。

これにより、光軸の如何なる動きにも追従が可能となる。



図1 開発した光軸トラッカー

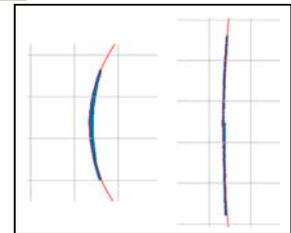


図2 光軸のトラッキング結果。光路長300mm(左)、および、3m(右)

## 3 成果展開の 状況

研究成果の他分野への展開はまだ行われていない。ただし、本研究内容の目下の課題としては、光軸(半径)方向の運動制御であり、これについての技術的な解決方法は見出している。これらが確立すれば、三次元方向への拡張も可能である。

【CJ19-07】 SP2019-1

(研究課題名:和文)衛星画像を用いた統計的学習による大規模災害後の被害把握

(研究課題名:英文)Statistical learning for damage assessment due to disasters using satellite images

(研究代表者名) ルイス モヤ (東北大学 災害科学国際研究所)

Luis Moya (International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University)

【要旨】

本研究では、土砂災害の統計学習のためにリモートセンシングに基づく機能の学練サンプルデータを収集するために、2018年北海道地震による表面最大加速度の使用を報告します。方法論の関連性は、学練サンプルデータを自動的かつ体系的に収集することです。Sentinel-1 SAR画像により地震によって引き起こされた土砂災害の結果を得られた。ただし、レーダーシャドウイングの影響を受けた領域では土砂災害を検出できませんでした。

【Abstract】

This study reports the use of peak ground velocity due to the 2018 Hokkaido earthquake to collect training samples of remote-sensing-based features for statistical learning of landslides. The relevance of the methodology is the collection of training samples automatically and systematically. The results detected the landslides induced by the earthquake from Sentinel-1 SAR images. However, landslides could not be detected in areas affected by the radar shadowing.

1  
背景  
目的  
方法

**Background:** Machine learning techniques requires training samples, which is not often available for early disaster response applications using remote sensing data.

**Objective:** This study propose the use of the peak ground velocity (PGV), which is available in near-real time, to automatically collect training samples.

**Methodology:** Samples of remote sensing features are collected in areas with very low PGV to represent areas without landslides. The non-landslide samples are used to define a close surface function to characterize areas with and without landslides.

2  
研究の  
成果

(1) Areas with PGV < 0.75 cm/s (DN=50) were selected to collect samples of non-landslides (Fig. 1-left). A bi-dimensional feature space representing the post-earthquake coherence and co-event coherence were computed from Sentinel-1 SAR data. With the non-landslide samples, the closed surface is calibrated (Fig. 1-right) using the one-class support vector machine algorithm. N additional restriction was imposed to the classification. Samples with post-earthquake coherence lower than 0.4 is classified as non-landslide

(2) The post-event coherence identifies bare land induced by landslide. The post-event coherence cannot be used to identify the landslide extent. Landslides located in the layover areas could be identified, whereas landslides located in radar-shadow areas cannot be identified (Fig. 2).

(3) The results suggest that the PGV can be used to automatically collect training samples of areas without landslide. However, both ascending and descending SAR images are necessary to achieve a complete landslide mapping and overcome the pitfall of the effect of radar shadowing.

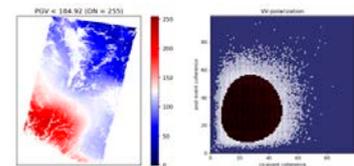


図1 Left: PGV. Right: discriminant Function (black region)

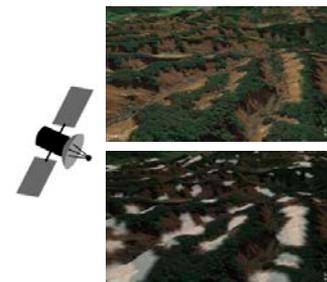


図2 Top: Google maps image of landslide in Hokkaido. Bottom: areas detected (white tones) from our results.

3  
成果展開の  
状況

Moya, L., Liu, W., Yamazaki, F., Koshimura, S., Mas, E. (2020) Automatic landslide mapping using the peak ground velocity and Sentinel-1 imagery. 22<sup>nd</sup> Symposium on Remote Sensing for Environment, Chiba Prefecture, Japan.

【CJ19-34】 SP2019-1

(研究課題名:和文) 地表センシングのためのCP-SAR検証用UAV搭載小型分光センサの波長拡張に関する開発研究(ハイパー分光センサと小型分光器の比較計測)

(研究課題名:英文) Developmental research on wavelength extension of a small spectral sensor onboarded UAV for verification of CP-SAR in earth surface sensing

(研究代表者名)大前 宏和 (株式会社センテシア)  
Hirokazu Ohmae (Sentencia Corporation)

【要旨】 自社開発の\*ハイパー分光センサ、及び超小型分光器の現場での同時分光観測を実施した。この超小型分光器は可視域に感度を持つものであったため、新たに近赤外域のミニ分光器を製作し、野外観測用の分光計測システムでの観測データと計測データを比較した。近赤外域ミニ分光器の暗時出力補正後データから求めた反射率に大きなバイアスがあり、この近赤外域ミニ分光器を用いて現場観測するには、その観測手法に制約があるのではないかと結論に至った。各種路面データを収集するとともに、水厚差による反射率の減少率=吸収係数を求めることでミニ分光器とハイパー分光器の使用効果を検証する事を意図していたが、今回はその議論に達しなかった。手法の改良と観測成果/議論は次期への課題としたい。

【Abstract】 Simultaneous spectroscopic observations of the in-house developed hyper-spectrometer and micro-spectrometer were carried out on site. This micro-spectrometer had sensitivity in the visible range, so a new near-infrared mini-spectrometer was newly added. The reflectance obtained from the data after dark output correction of the near-infrared mini-spectrometer has a large bias. It was concluded that there were restrictions on the observation method for in-situ observation using a mini-spectrometer. In addition to collecting various road surface data, the reduction rate of the reflectance due to the difference in water thickness = the absorption coefficient. The purpose was to verify the effect of using the mini-spectrometer and the hyper-spectrometer, but this time the discussion was not reached. (1) Improvement of the method and observation results / discussion will be the subject for the next term.

1  
背景  
目的  
方法

小型分光器によるリアルタイム道路面上の雪氷及び水濡れ面の野外計測、将来の植生への適用可能性検討という状況が本研究の背景としてある。  
本研究の目的は各種路面データを収集するとともに、水厚差による反射率の減少率=吸収係数を求めることでミニ分光器とハイパー分光器の使用効果を検証する事である。  
このため、近赤外域のミニ分光器を製作し、計測を実施した。

2  
研究の  
成果

(1)・近赤外域ミニ分光器を開発した(図1)。



図1 近赤外域ミニ分光器

これにより、ハイパー分光センサ(図2)データの波長校正、波長間比較の精度を向上させることが可能となった。



図2 ハイパー分光センサ

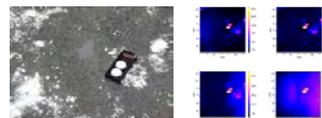


図3 観測対象と計測画像

(2)今回使用した近赤外域ミニ分光器による計測結果と野外計測用分光装置との計測結果の比較から、ミニ分光器の計測値には反射率に大きなバイアスをもたらす要因が存在している結果となった。野外計測用分光装置の結果を『正』とした理由は、各種文献データと合致していること、また校正したハイパー分光センサのデータがほぼ同じ結果であったためである。ハイパー分光センサを小型化し各種移動機器への搭載ペイロードとするにはまだ時間が掛かるので、昨年来ミニ分光器を分光データ計測のためのペイロードとし、ハイパーセンサと補完できるセンサとする方向で検討を進めてきたが、可視域ミニ分光器の使用可能性は高いが、波長毎に反射率バイアスが異なっているためなのか波長変動の形状も納得がいけない結果となっている。

3  
成果展開の  
状況

現状では、近赤外域ミニ分光器の計測データは検証が必要であるという結果となった。この反射率バイアスの原因を次期以降調査するとともに、リアルタイム計測時にも発生しているであろう暗時出力以外のバイアス除去手法の検討を行っていきたい。  
当初計画は次期へ持ち越しとなった。

【CJ19-50】 SP2019-1

研究課題名 : Ionsospheric Tsunami Early Warning System  
 Title of Joint Research: Ionsospheric Tsunami Early Warning System

研究代表者名 Jann-Yenq LIU (台湾国立中央大学)  
 Name of Principal Investigator: Jann-Yenq LIU (National Central University, Taiwan)

【要旨】 (Approximately 100 words)

Tsunami waves can induce traveling ionospheric disturbances (TTIDs) of the total electron content (TEC). In this project, we examine the TEC derived from remote sensing measurements of ground-based GPS receivers and identify TTIDs induced by 2004 Indian Ocean tsunami. Simulations of the COMCOT (Cornell Multi-grid Coupled Tsunami) model and analyses of the circle method, the raytracing technique, and the beam-forming technique are used to show that TTIDs can be quickly detected and confirm after the tsunami occurrence. Finally, the ionospheric TEC derived by existing ground-based GNSS (global navigation satellite system) receiving stations is demonstrated to be useful to support the tsunami early warning system.

1  
背景  
目的  
方法

The background of this study is that tsunami waves can induce traveling ionospheric disturbances (TTIDs) of the total electron content (TEC) derived from measurements of ground-based GNSS receivers. There are more than thousands ground-based receivers routinely record GNSS satellite signals in the globe.  
 The objective of this study is to utilize existing ground-based GNSS receivers to construct ionsospheric tsunami early warning systems.  
 The methodology of this study is cross comparing TTIDs observed by ground-based GNSS receivers and simulations of the COMCOT model to see if the existing ground-based GNSS receivers can be used to construct ionsospheric tsunami early warning systems. Here, we take the 2004 Indian Ocean tsunami as an example and utilize the existing ground-based GNSS receivers to develop both regional and global tsunami early warning systems.

2  
研究の  
成果

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1  
 The TTIDs and the COMCOT model simulation agree well, which shows that the TEC derived from measurements of ground-based GNSS receivers can be employed to detect ionospheric disturbances induced by tsunami.

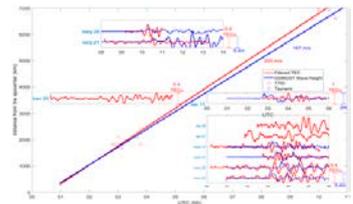


Fig.1 Co-located and concurrent TTIDs and COMCOT simulations.

Conclusion 2  
 The circle method, beamforming, and raytracing techniques can be employed to detect the TTID origin, and further confirm the of the tsunami occurrence.

Conclusion 3  
 More than two thousand ground-based GNSS receiving stations have been routinely operating and thousands of them provide data in real time by IGS (internal GNSS services) This give an excellent opportunity constructing ionospheric TTID monitoring networks to support the tsunami early warning system.

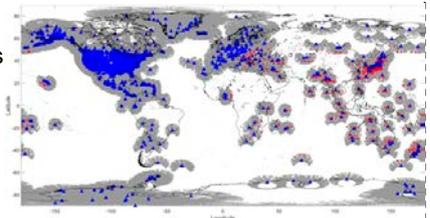


Fig.2 The global ionospheric tsunami early warning system.

3  
成果展開の  
状況

The result of this study is applied to detect ionospheric tsunami disturbances in near real time. The developed method is applied to utilize existing ground-based GNSS receivers to construct both regional and global tsunami early warning systems.

【CJ19-14】 SP2019-1, 研究会  
(研究課題名:和文)衛星地球観測シナリオ研究会  
(研究課題名:英文)Satellite Earth observation scenario study group

(研究代表者名)高橋 暢宏 (名古屋大学宇宙地球環境研究所)  
Nobuhiro TAKAHASHI (Nagoya University Institute for Space-Earth Environmental Research)

【要旨】 世界の衛星地球観測の動向を配慮しながら、我が国がこの10年間に担うべき衛星地球観測のあり方について議論し、短期的な日本の衛星地球観測計画の案を作る。

【Abstract】 Establish a framework for building a satellite earth observation in Japan by bottom pap through discussion and practice.

## 1 背景 目的 方法

衛星地球観測の世界動向は、約130の新しいミッションが検討され、着実に実施の方向で動いている。これまでこの分野で日本は米国、欧州に比肩する位置を確保していた。しかるに、昨今の日本の将来計画が未定でこの位置を確保することが難しくなっている。

## 2 研究の 成果

2019年5月10日、6月10日、7月2日、6月19日、7月16日、8月9日、9月26日、9月30日、10月7日、10月23日、12月26日、2020年1月22日、1月24日、2月26日の14回の会合を通して、日本の衛星地球観測計画をボトムアップから構築する枠組みを議論し、実践を通して構築することをめざしている。2018年度は第1回衛星地球観測ミッション試行公募(TF)の結果をまとめるとともに 第2回衛星地球観測ミッション試行公募(TF)を実施し、枠組みの問題点や改良点を模索し、2020年度のJpGUを利用して試行公募の実践を進めている。

## 3 成果展開の 状況

本研究会は日本の衛星地球観測のあり方をボトムアップで構築する枠組みを検討するものである。検討中の枠組みではJpGUのセッションを利用し公開の場で議論をすることを検討し、来年度のJpGUにおいても実施予定で進めている。さらに最終的な結果も今後の宇宙開発体制のあり方に関するタスクフォース会合・リモートセンシング分科会から公表する方法を検討中であり、本研究からの直接的な公表は考えていない。なお、日本学術会議のこの分野に対する提言の中にも本研究会の成果が反映される予定である

一方、本研究会での議論を経て、発展した研究成果において、本研究会の支援を受けたことを明示する。

【CJ19-35】SP2019-1, 研究会  
 (研究課題名:和文)マイクロ波リモートセンシング研究会  
 (研究課題名:英文)Seminar on Microwave Remote Sensing (SOMIRES)

(研究代表者名)千葉大学環境リモートセンシング研究センター (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)  
 Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【要旨】近年、国内外で合成開口レーダ(SAR)システムの小型化・軽量化により、小型衛星をはじめ、無人航空機、小型飛行機などに搭載可能となった。今後このマイクロ波リモートセンシング技術が、災害監視をはじめインフラ、農業、海洋など、様々な分野に応用できると期待している。この研究を推進するために、千葉大学では2016年度から先端マイクロ波リモートセンシング拠点研究を重点研究として推進している。この拠点研究活動強化のため、毎年、2019年からマイクロ波リモートセンシング関連の研究会(合成開口レーダシステム、画像信号処理、応用など)を開催している。この活動を通してさらに国内の研究者に広く貢献できるように、「マイクロ波リモートセンシング研究会」を立ち上げ、2020年度からIEICE SANEと共催する。

【Abstract】Recently, small and lightweight of synthetic aperture radar (SAR) has been developed by domestic and overseas researchers for microsatellite, unmanned aerial vehicle, aircraft etc. We hope this microwave remote sensing technology could be implemented for observation of disaster, infrastructure, agriculture, maritime etc. Chiba University is developing and established of research institute for advanced microwave remote sensing technology since 2016. We started activity of Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs) to promote the research on microwave remote sensing since 2019 and collaborate with IEICE SANE since 2020.

## 1 背景 目的 方法

近年、国内外で合成開口レーダ(SAR)システムの小型化・軽量化により、小型衛星をはじめ、無人航空機、小型飛行機などに搭載可能となった。今後このマイクロ波リモートセンシング技術が、災害監視をはじめインフラ、農業、海洋など、様々な分野に応用できると期待している。この研究を推進するために、千葉大学では2016年度から先端マイクロ波リモートセンシング拠点研究を重点研究として推進している。この拠点研究活動強化のため、毎年、マイクロ波リモートセンシング関連の研究会(合成開口レーダシステム、画像信号処理、応用など)を開催している。この活動を通してさらに国内の研究者に広く貢献できるように、「マイクロ波リモートセンシング研究会」を立ち上げ、2020年度からIEICE SANEと共催する。

## 2 研究の 成果

(1) 2019年11月11日(月)ー12日(火)に第1回マイクロ波リモートセンシング研究会(Seminar on Microwave Remote Sensing)が第9回インドネシア合同科学技術シンポジウム(IJSS 2019)と共催して、インドネシア・バリ島・ウダヤナ大学に開催した。15件の基調講演・招待講演などで、180の論文を2日間で口頭発表とポスター発表でインドネシアと日本の間における研究と教育の共同活動の成果を発表した。この学会では、千葉大学の協定校(15校)をはじめ、インドネシアの部局間協定の機関と一緒に開催して、訳200人の参加者が出席した。



図1 バリ島に開催したSeMIREs 2019

(2) 2020年2月21日に、千葉大学西千葉キャンパスアカデミックリンクにて、第2回マイクロ波リモートセンシング研究会(SeMIREs 2020)と千葉大学サブ領域F研究会を開催した。両研究会に東京大学廣瀬先生と新潟大学山口先生の招待講演をし、6件の口頭発表会後に、14件のポスターが発表された。質疑応答に、マイクロ波リモートセンシングの分野における新たなアイデア、書籍の出版など、様々な課題を紹介した。出席登録者数が33名であった。今回の研究会で、下記の2名のポスターに優秀賞を授与させた



図2 千葉に開催したSeMIREs 2020

1. 宮城和史、吉村博幸、メガネ型ウェアラブルデバイスを用いた個人認証の検討
2. Daiki Ito, Kenji Yoshida, Tadashi Yamaguchi, FDTD Verification of Relationship Between Biological Tissue Structure and Shear Wave Propagation Velocity Evaluation Accuracy

## 3 成果展開の 状況

第1回マイクロ波リモートセンシング研究会(Seminar on Microwave Remote Sensing)と第2回マイクロ波リモートセンシング研究会の成果がプロシーディングとして、出版した。

【CJ19-01】 SP2019-2

(研究課題名:和文)衛星データを利用した対流圏・成層圏の物質輸送過程に関する研究

(研究課題名:英文) Study for dynamical process in troposphere and stratosphere using satellite data

(研究代表者名)江口 菜穂 (九州大学 応用力学研究所)

Nawo Eguchi (Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University)

【要旨】本年度は、GOSAT TANSO-FTS TIR ※より導出された CH<sub>4</sub> の Level 2, Version 01.xx を用いて、中・上部対流圏の CH<sub>4</sub> の季節内変動、季節変化、年々変化を調査した。これまでの先行研究で指摘されている、南北半球間のコントラスト、北半球夏季のシベリア、北米大陸北部での極大と季節変化の特徴がみられた。上部対流圏においては、対流圏発域での上層への輸送がみられ、その北側の成層圏領域との間の壁が明瞭に見られた。二酸化炭素の解析でも同様な結果が得られており、今後、相互確認していく。

※ Greenhouse gases Observing SATellite, Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation- Fourier Transform Spectrometer, Thermal Infra-Red

【Abstract】 This study aims to investigate dynamical processes of transport in free-troposphere and stratosphere-troposphere exchange by profile data of long- and short-lived trace gases (e.g., CO<sub>2</sub> and Ozone profiles) in the troposphere and stratosphere. This fiscal year investigated the intra-seasonal, seasonal and interannual variations of CH<sub>4</sub> at the middle and upper troposphere by the level-2 ver.01.xx data. The seasonal march is similar with that from the previous studies. At the upper troposphere, the enhanced CH<sub>4</sub> were seen over the tropical convective regions which extended to the southward across the equator, which was found in CO<sub>2</sub> field.

## 1 背景目的方法

衛星観測から導出された大気微量成分、および雲物理量のデータを用いて、対流圏および成層圏内の物質輸送過程および対流圏と成層圏間の物質交換過程を明らかにすることを目的とする。解析には GOSAT TANSO-FTS TIR より導出された CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> の Level 2, Version 01.00 を用いた。比較解析では、リトリバル時に a prior として使用した国立環境研の大気輸送モデル (NIES-TM; Transport Model ver.5) [Saeki et al., GMD, 2013] と非静力学全球モデル Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model (NICAM)-based Transport Model (TM) [Niwa et al., JMSJ, 2011] で計算されたメタンデータを使用した。

## 2 研究の成果

### (1) 季節変動・年々変動

季節進行および経年変化は大気輸送モデル (NIES-TM および NICAM) の変動とほぼ同様であった (図1, 2)。北半球冬季、高緯度陸上および夏季の中央・東アジア域で濃度が高い。北半球冬季から春季の南半球中部太平洋で濃度が低い、夏季から秋季は赤道インド洋から西部太平洋域にかけて濃度が低い。数値モデルと同様な傾向がみられているが、数値モデルの方が南北両半球の濃度コントラストがきつい。トレンドの傾向は、対流圏中、上層共に亜熱帯域で高くなっている。

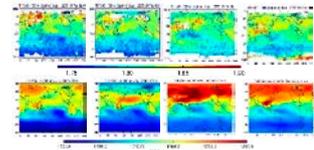


図1 CH<sub>4</sub>の季節変化 (左から1,4,7,10月)。(上段) GOSAT (下段) NICAM

### (2) 鉛直構造

CH<sub>4</sub> の高濃度域は北半球高緯度地表面付近にみられ、そこから、上層および南側に広がっている様子が見られる。対流活動が活発な低緯度で、上部対流圏への伸長および、上部対流圏での南半球への延伸がみられる。特に北半球夏季に顕著である。南半球への水平方向の広がりは、数値モデルの特徴と異なる。NIES TM は特に積雲による鉛直輸送の特徴が他のモデルよりも強いことが指摘されており [Eguchi et al., ICDC8, 2009]、対流圏内の特に北半球側で濃度コントラストがみられる。それ以上の成層圏との境が明瞭である。一方、NICAM-TM は上部対流圏での南半球への延伸は見られない。また成層圏も含めて、濃度が一樣で、混合過程が卓越していることが示唆される。

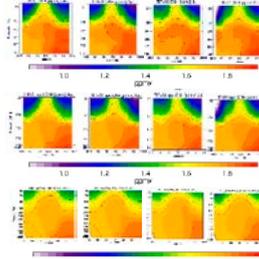


図2 CH<sub>4</sub>の年々変化 (2010~2013年)。(上段) GOSAT (下段) NICAM

図3 CH<sub>4</sub>の緯度高度断面。2010~2013年の平均値。左から1,4,7,10月。(上段) GOSAT (中下段) NIES-TM (下段) NICAM

## 3 成果展開の状況

本研究で実施した、GOSAT/TANSO-FTS の TIR バンドの CH<sub>4</sub> データの中上部対流圏の濃度分布の評価結果は、航空機データを用いた限られた時期・領域における TIR バンドの CH<sub>4</sub> データのバイアス評価結果に依存し (Saitoh et al., in preparing)、その結果を踏まえて定量的な解析結果を今後実施していく。さらに、二酸化炭素においても低緯度の鉛直輸送および半球間の水平輸送(延伸構造)が確認されているので、それ結果との相互性を検証していく予定である。

【CJ19-05】 P2019-2

(研究課題名:和文)ロシア極東沿海州における気候要素と火災発生と植生変動の解明

(研究課題名:英文) Investigating the relationships among climatic factors, occurrences of wild fire and the change of vegetation in the Far East Russia

(研究代表者名) 竹内 渉 (東京大学・生産技術研究所)

Wataru Takeuchi (The University of Tokyo・Institute of Industrial Science)

【要旨】 ロシア沿海州は土地の約80%が植生に覆われており地球温暖化ガスである二酸化炭素の大きな吸収源として気候変動の緩和の面で重要性を持つ。しかし、近年この地域の開発が活発になり、森林伐採や他の用途への転換を図る火災が一年中発生していることが衛星画像の分析で明らかにされた。この地域における火災の制御技術の開発のために火災の発生パターンや気候要素、また燃料となるバイオマスの量などとの関係を明らかにする必要があると考えられる。そこで、本研究は広範囲で均質な画像を定期的に取得する衛星画像を用いて火災の探知やCO<sub>2</sub>発生量を推定し、それらと植生の分布や気候要素との関係を明らかにすることを目的とした。結果として自然森林は地面乾燥度が増加するにつれ増える傾向があったが、農耕地に限っては両者間の関係性がなく、人間活動により発生した火災は気候要素だけでは説明できないことが示唆された。

【Abstract】 Far East Russia region has been developed drastically, and wildfires in this region were continuously detected. The mitigation of wildfire of this region is an urgent issue. This study focused on the effect of dryness of land surface and the characteristics of fires according to the land cover types. As the result, the highest fire emission was found in case of sparse forest. In contrast, croplands showed a negative relationship between the climatic factor and the fire emissions due to the human activity.

## 1 背景目的方法

北方林の単位面積の炭素貯蔵量は熱帯森林より二倍近く多いと推定されている。しかし地球温暖化を含む気候変動は北方林の環境変遷に様々な影響を与えている。植生を燃やす火災は大きく環境攪乱を招き気候変動を深化させる災害である。そこで、本研究は広域の環境評価に適した衛星画像を用いてロシア極東地域の火災の探知を行い、火災による二酸化炭素の放出量を推定し、土地被覆種類毎の地表面乾燥度指数との関係を明らかにすることを目的とした。まず、乾燥度の計算にはKeetch-Byram Drought Index (KBDI)を採用し、GSMaPの降水量とMTSAT2の地表面温度のデータを適用した。火災の探知にはMODISのFire Radiative Powerデータを用いた。

## 2 研究の成果

(1) 火災から放出された二酸化炭素の量を推定し空間的分布図を作成することを可能にした。MODISのFire Productを用いることで、毎月の時系列変動を確認することができた。その分布をMODISの土地被覆分類図と合わせて分析すると低密度森林と分布が一番一致していることが分かった(図1)。土地被覆図の定義に基づいて低密度森林は高さ2m以上、樹木の密度が60%以下である地域を指す。2006年から2017年までの期間で4月から9月の間に火災の頻度が多く10月から3月にかけて冬季には少ない。特に、農耕地はロシアより中国の方に多く分布している事が確認された。

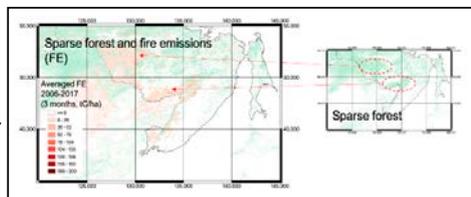


図1 火災から二酸化炭素放出量の3ヶ月平均と低密度森林の分布

(2) 土地被覆分類図の種類毎に地表面乾燥度(KBDI)と火災の二酸化炭素の放出量(FE)の関係を調べた。その結果、森林ではKBDIとFEが回帰式の傾きの観点から正の関係を示した。しかし、農耕地においては負の関係を示した(図2)。農耕地は森林の場合より火災の発生に人の影響を受ける可能性が高いためKBDIの影響は著しくない。つまり、火災の制御システムの構築のために衛星基盤のKBDIを用いるためには自然森林(人間活動が含まれていない森林)を対象に行うべきであると示唆された。

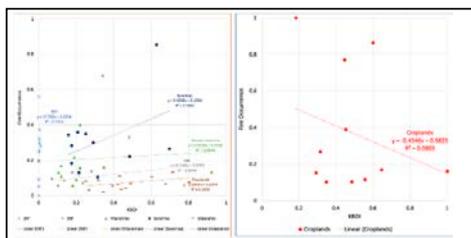


図2 KBDIとFEの関係を表した結果。回帰式の傾きが(左)正、或いは(右)負の場合。自然森林は主に正の傾きを、農耕地は負の傾きを示した。

(3) 時系列変動の結果から、地表面温度が0°C以下の冬季や積雪があった場合にKBDIの推定が不可能であった。また、緯度が高いほど衛星基盤KBDIとの相関係数が小さい値を見せた。従って、ロシアのような寒帯気候帯にKBDIを適用するためには低温環境下で湿度の推定を可能にする処理が必要であると明らかになった。

## 3 成果展開の状況

本研究を通して開発された火災による二酸化炭素放出量の推定と土地被覆分類毎の比較結果は火災の低減のために火災のモニタリングシステムを構築する優先順位の確立に活用可能である。また、地上観測の気温や降水量データとの検証結果は、寒帯における火災の脆弱性評価のシステムの構築にあたり指数として使用されるKBDIの精度評価のために活用できる。KBDIが適切に修正された場合、火災の発生確率の推定および火災の広がりやすさなどが今後火災の緩和対策に役に立つ情報として提供できると考えられる。

【CJ19-17】 P2019-2

(研究課題名: 和文) 航空機観測、衛星、輸送モデルを用いた温室効果ガスの大気3次元濃度分布の把握  
 (研究課題名: 英文) Understanding of three-dimensional structures of atmospheric GHGs with aircraft, satellite, and a transport model

(研究代表者名) 丹羽 洋介 (国立環境研究所)

Yosuke Niwa (National Institute for Environmental Studies)

【要旨】 大気中の一酸化炭素(CO)は主に化石燃料消費や森林火災から放出される燃焼起源のトレーサーであるため、温室効果ガスなどの解析において、濃度変動に対する起源別寄与を推定する際に有用な気体である。本研究では、温室効果ガスなどの解析を主目的とした大気輸送モデルNICAM-TM (Niwa et al., 2011)に新たなトレーサーとしてCOを追加し、輸送実験を行なった。さらに、逆解析システムNICAM-TM 4D-Var (Niwa et al., 2017a,b)にCOからCO<sub>2</sub>への酸化過程も含むCOのアジョイントモデルを新たに導入し、CO<sub>2</sub>-COジョイント逆解析システムを構築した。

【Abstract】 Atmospheric carbon monoxide (CO) is generally emitted from combustion sources such as fossil fuel use and biomass burnings; therefore, CO is a useful tracer for separating contributions to greenhouse gas variations. This study newly implemented CO in the tracer transport model NICAM-TM (Niwa et al., 2011) and performed atmospheric CO transport simulations. Furthermore, we developed the adjoint model of CO including the chemical reaction with OH, and constructed the CO<sub>2</sub>-CO joint inverse analysis system.

## 1 背景目的方法

地球温暖化をもたらす温室効果ガスの大気中での動態は、従来では、観測が不足していたため、未解明な点が多い。本研究では、高精度の航空機観測、観測範囲が広範な衛星観測、大気輸送に基づく詳細な分布の評価が可能な大気輸送モデルと3者の利点を活かしながら多角的視点で、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)やメタン(CH<sub>4</sub>)など温室効果ガスの3次元濃度分布を把握することを目的とする。また、温室効果ガス観測技術衛星GOSATの熱赤外センサー(TIR)による観測について、航空機観測や大気輸送モデルを用いた精度向上に資する解析も行う。本年度は、燃焼起源の指標として有用な一酸化炭素(CO)を大気輸送モデルNICAM-TMに組み込み、CO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>のフォワード・逆解析において起源分離を可能とした。

## 2 研究の成果

3点以下にポイントを絞って記載して下さい。

(1) 大気輸送モデルNICAM-TMにOHによる酸化反応過程を考慮したCOモデルを導入した。これにより、CO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>の解析において、COを同時に解析することにより、燃焼起源の分離が可能となった。

(2) COのフォワードシミュレーションの結果、

- 地上では化石燃料起源による寄与が大きく、OHによる季節変動が明瞭
- 地上、上部対流圏共に経年変動に対する森林火災の寄与が大きい
- 特に上部対流圏の南半球側の観測点ではその寄与が相対的に顕著
- CH<sub>4</sub>の酸化による季節変動は他の起源と比べて逆位相であるが変動幅は小さいことがわかった。

(3) 上記COモデルに対応するアジョイントモデルも開発し、COの逆解析システムを確立した。これにより、COやCH<sub>4</sub>とのジョイント・逆解析が可能となる。

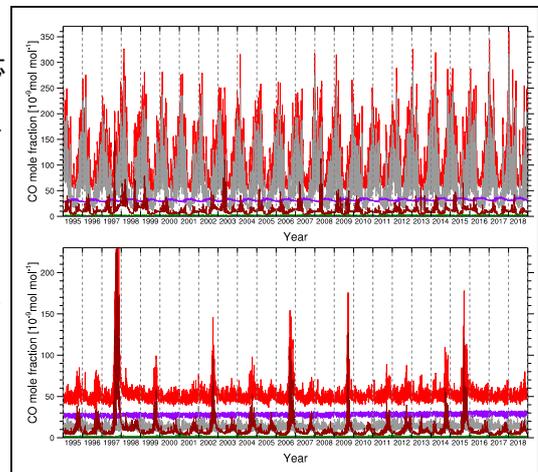


図1 NICAM-TMで計算された波照間島(24° N, 124° E)、西太平洋上空(25° S, 146° E)の観測点におけるCO濃度の時系列(1990-2018)  
 — 合計 — 化石燃料起源 — 森林火災起源  
 — BVOC起源 — CH<sub>4</sub>酸化起源

## 3 成果展開の状況

本研究で得られた大気CO濃度データは、国立環境研究所のGOSAT-2リトリバルプロダクトとの比較解析などに活用される予定である。

【CJ19-21】 P2019-2

(研究課題名:和文)衛星利用型の災害リスク社会地理モデルと防災丘陵の応用に関する研究

(研究課題名:英文)Prevention of Multiple Disasters using social models and caisson-embedded banks

(研究代表者名)金子 大二郎 (遥感環境モニター 代表取締役)

• Daijiro KANEKO (President of Remote Sensing Environmental Monitor, Inc.)

【要旨】 首都圏について、津波到達時間が約10分と短い場合の避難ビル群を対象とした津波人命リスクの評価方法により、これまでの鎌倉市から湘南三都市へと対象範囲を広げてきた。本年は、モデルと津波対策工法の応用を図りながら対象域を首都圏一帯に拡大した。近年の気候温暖化によってスーパー台風が強大化し、東京の河川と海岸の低地における高潮・津波・河川氾濫による巨大水災害に対するハードの防災計画に応用した。首都圏の荒川と利根川による氾濫と東京ゼロメートル地帯の高潮に対して、全断面が崩壊することが無い函体内蔵型多目的堤防の配置計画を提案した。

【Abstract】 To prevent multiple water hazard in the coastal lowlands in Kanto district including Tokyo, this study first specifies important and areas to protect, using population density, flood depth, and wooden house ratio. Japan, are threatened by the possibility of multiple disasters because of the increased prevalence of super typhoons caused by global climate change. Next the author proposed caisson-embedded banks by discussing the structures what should be required for banks. The caisson embeds refuge shelters inside the upper floor in the banks. The citizen and visitors can enjoy the coastal park covered by pine and turfs.

1 背景  
目的  
方法

気候温暖化によってスーパー台風が強大化し、高潮・河川氾濫が懸念されている。これまでに東京湾・伊勢湾・大阪湾の三大湾を対象として、国土交通省のゼロメートル地帯の高潮対策検討会において防護施設やまちづくりの緊急行動が検討される一方、内閣府や東京都では避難対策が詳しく検討されているが、避難には課題が多くその効果には限界があるという状況が本研究の背景としてある。本研究の目的は、三湾の中で最も重要な東京湾奥部について、避難のソフトばかりでなく従来は難しかったハード対策に景観と日常利用に配慮した河川・高潮堤防によって減災計画を作成することである。このため、全断面が崩壊することが無い函体内蔵型多目的堤防の配置計画を提案した。

2 研究の  
成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。  
 (1)本研究の防災丘陵は盛土構造であって、植栽によって覆われた公園型の防災丘陵であることが従来の海岸堤防と異なる。景観が優れていると共に、丘陵内部に津波防波堤とも言えるコンクリートケーソンが埋設されており、従来の海岸堤防のように越流すると崩壊することがない構造を開発した(図1)。これにより、津波ばかりでなく高潮・河川氾濫にも応用し大規模水災害を防ぐことが可能となった。  
 (2)防災丘陵の構造の要件について、①堤体内に転倒しないコンクリートケーソンを埋設、②堤体内に安全な広域避難地を確保、③津波防災丘陵が良い自然景観、④任意の工事時点における防災効果を発揮、⑤防災丘陵の堤体を維持・保全するための諸機能を備えることである。“なぜ防災丘陵の形状なのか？”と共に、津波に対して必要な構造と機能についての思考過程を図-1に示した。巨大水災害に対するこれらの堤防の構成要件を明らかにした。  
 (3)津波対策としての津波防災丘陵について特許取得し、住民合意のために必要な高潮・河川氾濫用に対応する函体内蔵型多目的堤防に応用した。これにより、スーパー台風による流域への豪雨による巨大な河川氾濫や、同じく高潮遡上による海岸部の大規模浸水を環境問題や住民合意を得やすくしながら、大規模水災害による人的被害ばかりでなく、財産および社会資本をも防ぐことが可能となる(図-2)。

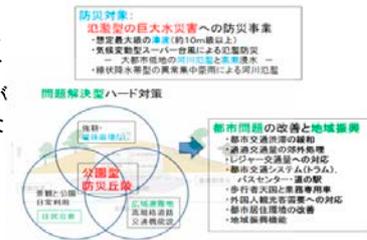


図1 水災害防災堤防の構成要件

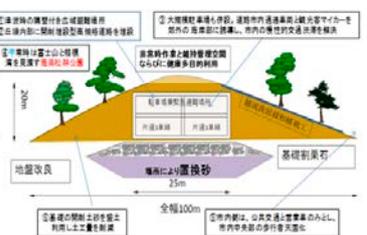


図2 函体内蔵型の多目的防災堤防

3 成果展開の  
状況

- 近年の地震災害の世紀および気候温暖化の影響を受けて、巨大水災害である津波・高潮・河川氾濫に対して必要な防災堤防としての構造要件を明らかにし、土木学会学術年次学術講演発表会において提案した。
- 創出した津波防災丘陵は、“津波防災丘陵の断面形と丘陵内部に備えた広域避難地および多目的機能”の名称により特許庁により査定され公開された(特許公報(B1), 特許2018-095381,2019)。
- 提案された函体内蔵型多目的堤防を、東京湾奥部低地帯の防災整備計画への適用と題して土木学会土木計画学研究発表会の総合防災計画部門において、東京湾奥部について函体内蔵型河川堤防と函体内蔵型多目的高潮・津波堤防について配置計画を示した(2019)。浸水防止域は銀座・日本橋まで含んでいる。

【CJ19-23】 P2019-2

- (研究課題名: 和文) 都市大気における二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) 鉛直分布観測の高度化  
(研究課題名: 英文) Development of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) vertical profile retrieval over urban area

(研究代表者名) 高島 久洋 (福岡大学)  
Hisahiro Takashima (Fukuoka University)

【要旨】 MAX-DOAS\*法と呼ばれる地上からのリモートセンシング観測手法について、太陽散乱光の測定仰角を増やした場合の二酸化窒素(NO<sub>2</sub>) の鉛直分布の情報について、複数の観測地点の観測から福岡市都市圏での大気について評価を行った。これまで実施してきた仰角(3, 5度)に、2, 4度を追加したところ、NO<sub>2</sub>の鉛直分布の自由度が増加し、より鉛直分布の情報を得られることが分かった。

【Abstract】 To develop retrieval algorithms of NO<sub>2</sub> vertical profile by MAX-DOAS\* over Fukuoka urban area, we increased the elevation angles of MAX-DOAS from 3, 5, 10, 20, 30° to 2, 4, 5, 10, 20, 30° and found that the degrees of freedom (DOF) for the NO<sub>2</sub> profile increased.

\*Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy

## 1 背景目的方法

二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) は対流圏大気化学で中心的な役割を果たし、その時空間変動および変動要因を明らかにすることは大気環境を理解する上で重要である。発生源・化学過程が複雑な都市域でのNO<sub>2</sub>の時空間変動を明らかにするため、これまで福岡都市圏の複数の地点においてMAX-DOAS法と呼ばれる地上からのリモートセンシング観測手法によりNO<sub>2</sub>観測を実施してきた。この観測手法は複数の低い仰角で太陽散乱光を受光し、NO<sub>2</sub>などの大気成分の鉛直分布の連続観測が可能である。これまでは例えば3, 5, 10度などの仰角で観測を行ってきたが、昨年度より新たに2, 4度などでも観測を実施し、NO<sub>2</sub>鉛直分布に最適な角度の検討と導出方法の高度化を開始した。本研究では福岡市圏における多地点での観測をもとに場所の違いについて検討することを目的とした。

## 2 研究の成果

(1) MAX-DOAS 法の太陽散乱光の観測仰角について、3, 5, 10, 20, 30° に 2, 4° を追加して福岡大学 (福岡都市圏) と都市部の薬院・祖原で連続観測を実施し、得られたNO<sub>2</sub>の鉛直分布の自由度 (degrees of freedom) について、より鉛直分布の情報を得られることが分かった。

(2) 観測仰角を増やした後の機構により、福岡市の2地点での観測結果からNO<sub>2</sub>の鉛直分布を導出しいくつかの事例について解析をおこなったところ、地表付近で発生したと考えられる濃度が高いNO<sub>2</sub>空気塊が鉛直・水平方向に輸送・拡散される過程をとらえることができ、ドップラーライダーによる風観測と整合的であることを示した (福岡都市圏での3地点でのNO<sub>2</sub>観測例を図に示す)。

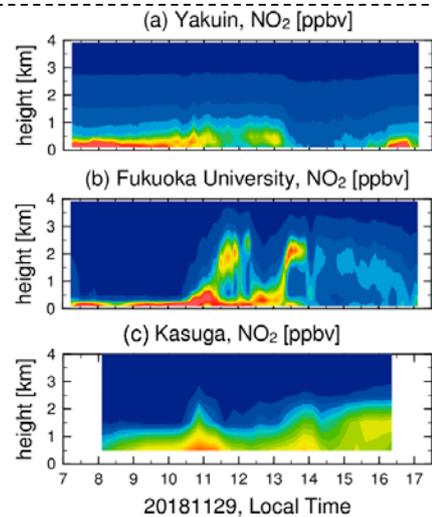


図1 二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) の鉛直分布の多地点観測の例 (福岡市都市圏における時間高度断面図 (a: 薬院, b 福岡大学, c 春日); 2018年11月29日)。

## 3 成果展開の状況

得られた研究成果は、今後の福岡市都市圏内のMAX-DOAS 法によるNO<sub>2</sub> 濃度鉛直分布の連続観測、他のガス組成観測、他の地域でのMAX-DOAS 法による観測に適応し研究を進めるとともに、人工衛星観測データ (TROPOMI等) との比較を行う予定である。

【CJ19-43】 P2019-3

(研究課題名:和文)マルチデータ解析による生態系炭素循環の解明

(研究課題名:英文)Multi-data analysis on terrestrial ecosystem carbon cycle

(研究代表者名)加藤 知道 (北海道大学・大学院農学研究院)

Tomomichi Kato (Hokkaido University・Research Faculty of Agriculture)

【要旨】

【Abstract】 Although the large carbon sink in terrestrial ecosystems is well established, the detailed information and components of that sink remain uncertain. In order to study the global scale ecosystem carbon cycle and budget, several dynamic global vegetation models (DGVMs) have been developed and considered to be the most suitable way. However, almost all the estimates of carbon fluxes based on each model vary widely. Among them, the net CO<sub>2</sub> flux (i.e., NBP) seems to have a plausible consistency. Therefore, in this study, the differences between different models of the net CO<sub>2</sub> flux were analyzed in detail to figure out whether this consistency is true and what facts are behind it. The results show that the carbon fluxes released by regrowth and LUC-emission are significantly larger than the fluxes produced by other processes such as climatic effect and CO<sub>2</sub> fertilization effect, especially in eastern North America and Europe. In addition, utilizing the two hotspots as case study, the area with increasing forest cover rate are consistent to the places shown obvious different regrowth fluxes, and the simulations of forest regrowth according to each model vary greatly.

1 背景目的方法

生態系炭素循環は、グローバルな炭素循環の最も大きなコンポーネントの一つであり、CO<sub>2</sub>吸収を通じて、地球の気候変動に大きな影響を与えていると考えられる。しかし、その挙動は複雑であり、時間・空間スケール間の多様性が高いため、一つの推定手法に依存することは結果に含まれる誤差を高くする危険性がある。一方で、RECCAP等の炭素循環研究プロジェクトでは、近年、膨大なデータが蓄積しつつある各種リモートセンシング・シミュレーションモデルの結果を組み合わせることで解析することは、それらの不確実性を大きく減少させる可能性が高い。そこで本研究では、マルチ陸域生態系プロセスモデル等の結果を統合解析し、地域・グローバルスケールの生態系炭素循環の挙動を解明することを目的とする。

2 研究の成果

- (1) 複数の陸域生態系プロセスモデルを用いた様々な生物圏・大気間の炭素フラックスの推定(図1)から、グローバルな陸域生態系における炭素フラックスの長期的差異と影響を大きく与える因子の特定が可能となった。
- (2) 陸域生態系プロセスモデルたちの炭素循環の推定差異と分布の空間的なパターンを明らかにした(図2)。

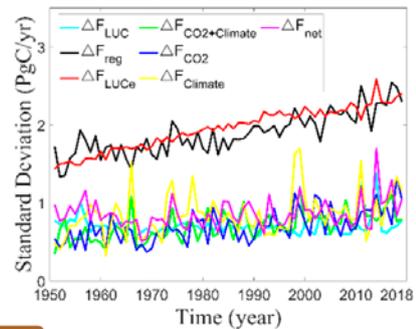


図1 Time-series of fluxes' standard deviation

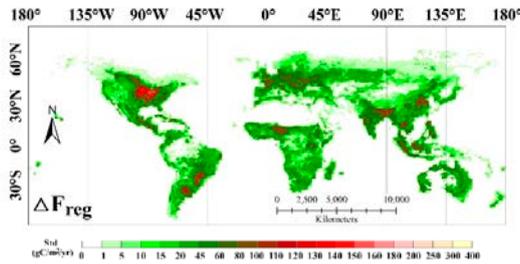


図2 Spatial distribution of regrowth fluxes' standard deviation of 1950-2018

- (3) 本研究により各陸域生態系プロセスモデルの植生成長の検証法を確立しました。これにより、陸域生態系プロセスモデルの構造の差異要因の特定が可能となる。

3 成果展開の状況

本研究の結果は、陸域生態系プロセスモデルの発展に貢献でき、特に陸域生態系の炭素循環・地球規模の気候変動など、複数の分野において理論上及び実際の応用に重要な情報が提供できると期待される。

【CJ19-12】 SP2019-2

(研究課題名:和文) ひまわり高頻度観測を用いて追跡した雲システムの特性と環境場との関係

(研究課題名:英文) Relationship between characteristics of cloud systems tracked using Himawari rapid-scan measurements and their related large-scale environmental conditions

(研究代表者名) 濱田 篤 (富山大学)

Atsushi Hamada (University of Toyama)

【要旨】 将来気候変動の予測において、雲や降水は大きな不確定要素となっているが、これは気候モデルが解像できる大規模場と実際に発生する雲・降水の関係性についての知見の不足によるところが大きい。そこで本研究課題では、静止衛星高頻度観測を用いて雲システムを同定し、追跡された雲システムの特性と大気環境場との関係を明らかにすることを目的とした研究を行った。本年度は特に雲システム数の日周期・半日周期変動に着目した。特に面積が $10^2 \sim 10^4$  km<sup>2</sup>程度の雲システム数に半日周期変動が存在することが見出された。この半日周期変動は太陽同期の半日潮汐波に関係するものであることが強く示唆された。

【Abstract】 A major reason of the uncertainty in future climate prediction by numerical models is lack of knowledge on the relationship between characteristics of sub-grid scale cloud and precipitation and large-scale environmental fields. We conducted a study on the diurnal and semidiurnal variation in the number of cloud systems determined from so-called rapid-scan measurements by geostationary satellite Himawari-8. We found a semidiurnal variation in the number of cloud systems with the area of  $10^2 \sim 10^4$  km<sup>2</sup>. This semidiurnal variation implies a relation with semidiurnal migrating tide.

## 1 背景目的方法

温暖化による将来気候変動の予測において雲や降水は大きな不確定要素となっている。現行の気候モデルの殆どは、雲・降水に関わる物理過程を陽に解像せずパラメタ化して予測計算を行っている。しかし、気候モデルが解像できる大規模場と実際に発生する雲・降水の関係性について、観測に基づく知見が充分であるとは言い難い。そこで本研究課題では、静止衛星による高頻度観測を用いて雲システムを追跡し、追跡された雲システムの寿命・面積などの特性と大気安定度・湿度などの環境場との関係を明らかにすることを目的とした研究を行った。

## 2 研究の成果

本年度に得られた主な成果は次の通りである。

(1) 昨年度に引き続き、静止気象衛星「ひまわり8号」のバンド13輝度温度データを用いて個々の雲システムを同定するプログラム群を開発を行った。このプログラム群によって、10分間隔のフルディスク観測から、各時刻における雲システムの数を客観的に求め、個々の雲システムの地理的位置や面積、輝度温度の平均値・最低値(最も活発な位置)を算出することが可能となった。

(2) 前項の雲システム同定プログラム群を2015年11月～2016年12月のひまわり8号データに適用し、熱帯海洋上における雲システム数の日周期変動を調査した。昨年度に見出された面積 $10^2 \sim 10^4$  km<sup>2</sup>の雲システム数の半日周期変動について、スペクトル解析を行った結果、半日周期はインド洋～赤道西太平洋の対流活動が活発な時期というよりは、むしろ活発期に特に卓越することがわかった(図1)。

(3) 大気潮汐との関係をERA5再解析データを援用して調査した結果、断熱上昇による上部対流圏の加湿が中規模の雲システムの膨張・縮小を通して半日周期変動を引き起こしていることが示唆された。

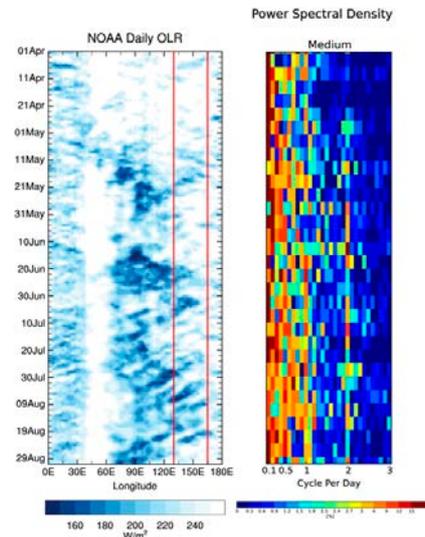


図1 (左)赤道域OLRの経度-時間図。赤枠が本研究の解析域。(右)中規模( $10^2 \sim 10^4$  km<sup>2</sup>)雲システム数の5日毎のパワースペクトル分布。

## 3 成果展開の状況

以下の成果発表を行った。

- ・ 内木 詩歩, 安永 数明, 濱田 篤, 2019: ひまわり8号高頻度観測から同定した熱帯海上の雲システムの日周期. 日本気象学会2019年度秋季大会, 福岡, 2019年10月28-31日.
- また、本年度に得られた研究成果に関する論文を執筆中である。

【CJ19-19】 SP2019-2

(研究課題名: 和文) 次世代型静止気象衛星からの地表面温度推定アルゴリズム開発

(研究課題名: 英文) LST estimation algorithm development from the next generation geosynchronous satellite

(研究代表者名) 森山 雅雄 (長崎大学)  
Masao Moriyama (Nagasaki University)

【要旨】

アメリカの静止気象衛星であるGOES-R, S向けの表面温度推定アルゴリズムを開発した。SGLI、AHI向けのアルゴリズムをGOES向けに改良したもので、10.8、12.0[ $\mu\text{m}$ ]の衛星観測輝度を数値予報データを用いて大気補正し、両観測帯域の放射伝達方程式と、両帯域を用いたSplit window方程式を連立させ、地表面温度と射出率を同時推定するものである。SGLI/LSTプロダクトとの比較では、射出角の違いによる推定誤差の増加がみられ、特に高温時の誤差抑制が必要であることが明らかになった。

【Abstract】

For the US geosynchronous satellite GOES-R and S, the LST estimation algorithm are made. This algorithm is the modified version of the GCOM-C/SGLI and Himawari-8/AHI version. From the comparison with the SGLI/LST product, The GOES version algorithm makes the larger estimation error because of the large emission angle especially under the hot condition is clarified.

1  
背景  
目的  
方法

- ・地表面温度プロダクトに画素毎の品質情報を付与するためには、重回帰に基づいた手法では的確な情報が提供しにくい。後段の利用者に的確な品質情報を提供できない。
- ・品質情報を付与した地表面温度プロダクトを作るため、10.8、12.0[ $\mu\text{m}$ ]の衛星観測輝度を数値予報データを用いて大気補正し、両観測帯域の放射伝達方程式と、両帯域を用いたSplit window方程式を連立させ、地表面温度と射出率を同時推定するアルゴリズムを開発した。
- ・本アルゴリズムは、GCOM-C/SGLI向けのものをGOESの帯域に合わせて改良したものである

2  
研究の  
成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

- (1) 放射伝達方程式とSPLIT window方程式を組み合わせたGOES-R, S向け地表面温度推定アルゴリズムを開発した。
- (2) CERESのサーバに、このアルゴリズムを実装し、netcdf形式のGOESデータの処理が可能になった。
- (3) SGLI/LSTプロダクトと比較し、GOESの大きな射出角のもとでの、地表面温度が60°C以上の高温時の推定誤差の拡大が確認された(図1)が、それ以下ではSGLIと同等の精度で地表面温度が推定可能であるとの結論を得た

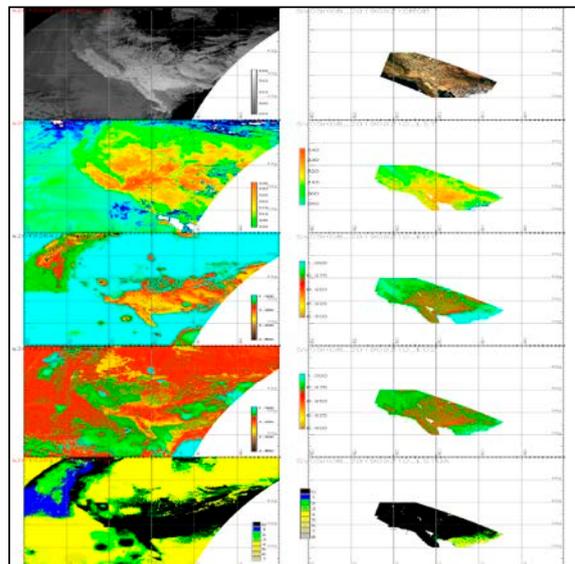


図1 2019/09/21 18:26LST

3  
成果展開の  
状況

- ・CERESサーバにアルゴリズム実装済であるため、長期間にわたるプロダクト作成を実施し、LSTを必要とする利用者へのデータ公開をはかる。
- ・SGLI/LSTプロダクト、および土地被覆が一様なフラックスタワーでの長波放射観測データを基にした検証により、アルゴリズムの改良を行って、論文化する。

【CJ19-37】 SP2019-2

(研究課題名:和文)補助金が農家の行動心理に与える影響の分析

(研究課題名:英文)Impacts of subsidies on the behavioral psychology of farmers in Japan

(研究代表者名) 李 想 (千葉大学)

鈴木 宣弘(千葉大学)

市井 和仁(千葉大学)

【要旨】 食料危機に対する脆弱性が高いことから政府は飼料用米の補助金という新しい政策を打ち出した。この補助金は本当に農家の生産意欲の促進につながるのか、そして、その金銭的な変化は、農家の戦略と行動にどのような影響を与えるのかについて、よく把握されていないという状況が本研究の背景としてある。本研究は、行動経済学の研究アプローチを用いて、飼料用米の補助金と農家の行動選択との相関関係を明らかにすることが目的である。補助金の金額変動に対する農家の反応を数値化にし、その効果と限界を見える化にすることが可能となった。分析を通して、補助金の金額が10パーセント減少すれば、39パーセントの農家が生産を停止することがわかった。

【Abstract】

To avoid food crisis, Japanese government has launched a new agricultural policy that subsidizes the production of feed rice. Whether this subsidy promotes farmers' willingness to produce or not and how the changes in subsidy affect the behaviors of farmers are unknown. Thus, this study clarifies the correlation between feed rice subsidy and farmers' behavioral choices using a behavioral economics research approach. We found that when the subsidies fell 10%, 39% of farmers chose to stop production.

## 1 背景目的方法

日本の食料自給率(カロリーベース、38パーセント)は先進国の中で最低水準である。食料不足等の不測の事態に備えて、日本政府は飼料用米の補助金という新しい政策を打ち出した。この補助金は本当に農家の生産意欲の促進につながるのか、そして、その金銭的な変化は、農家の戦略と行動にどのような影響を与えるのかについて、よく把握されていないという状況が本研究の背景としてある。本研究の目的は飼料用米の補助金と農家の行動選択との相関関係を明らかにすることである。このため、行動経済学の研究アプローチを用いて、飼料用米の補助金と農家の行動選択の関係を統計的に分析し、空間解析を行った。

## 2 研究の成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

(1) 飼料用米の補助金と農家の行動心理との相関関係を明らかにした(図1)。これにより、補助金の効果と限界を見える化にすることが可能となった。



図1 飼料用米の補助金の減少による生産量の変化

(2) 補助金の金額変動に対する農家の反応パターンを明らかにした。

(3) 行動経済学のアプローチを用いて、人間の行動パターンとお金との関係を確立した(図2)。これにより、農業政策の策定と企業の戦略経営への応用が可能となる。

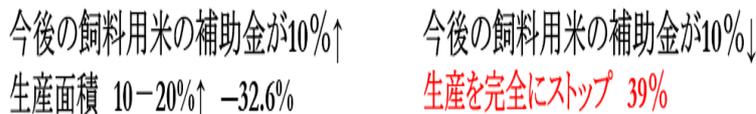


図2 補助金の変化に応じてかわる農家の行動  
補助金が10パーセント減少すれば、39パーセントの農家が生産を停止する

## 3 成果展開の状況

研究の成果に記載した内容について、他の研究への活用状況あるいは普及・実用化の状況を記載してください。

(1) 行動経済学の研究アプローチを用いて解明した飼料用米の補助金と農家の行動心理との相関関係は、農業生産のマネジメントをサポートする可視化ツールの開発に用いられている。(2) 開発した研究手法は農業研究に限らず、企業の戦略経営の効果検証にも応用できる。(3) 補助金の金額変動に対する農家の反応パターンを逆手に取って、新たなビジネスモデルの構築に応用している。

【CJ19-18】 SP2019-2

(研究課題名:和文)ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会

(研究課題名:英文)Multi-Institutional Working Group on the Development, Application, and Promotion of Himawari-8/9 Land Products

(研究代表者名) 松岡 真如 (高知大学)

Masayuki Matsuoka (Kochi University)

【要旨】 千葉大学環境リモートセンシングセンターはひまわり8号の科学的利用において重要な役割を担っている。この共同利用研究では、植生を中心とした陸域環境モニタリングにおけるひまわり8/9号の利用を活性化するため、「ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会」を開催した。2回の研究会を開催し、ひまわり8号を陸域に利用している研究者や大学生など16名が参加した。研究会では、ひまわり8号のデータの特性、幾何補正・大気補正・雲判別などのデータ処理、極軌道衛星との比較、植生指数を用いた植生季節変動や地表面温度の解析など、低次処理から高次利用まで様々な議論がなされた。また、今後の共同研究の方向性などについても検討された。

【Abstract】 Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University plays important roles in processing and providing Himawari-8/AHI data. The workshop on the Development, Application, and Promotion of Himawari-8/9 Land Products was held under the framework of CEReS joint research program. Extensive issues about data format, geometric and atmospheric corrections, cloud masking, comparison with polar-orbiting satellite, land surface temperature, and vegetation phenology using NDVI were discussed.

## 1 背景 目的 方法

ひまわり8号は2015年7月の運用開始から順調に観測を重ねており、学術論文の件数も急激に増加している。しかし、その多くは海外の研究者によるものであり、日本のセンサであるにも関わらず、国内において研究利用・実利用が進んでいるとは言い難い。千葉大学環境リモートセンシングセンターは、独自に処理したデータを公開するなど、ひまわり8号の科学的利用において重要な役割を担っている。

本研究会は、植生を中心とした陸域環境モニタリングにおけるひまわり8/9号の利用を活性化するため、アルゴリズム、プロダクト、応用研究について整理するとともに、今後のコミュニティ形成と大型予算獲得について議論することを目的とした。

## 2 研究の 成果

下記の2回の研究会を実施した。

(1) 第一回: 2019年6月14日・15日

ひまわり8号の応用研究の例:陸域物質循環の推定に向けて	市井和仁(千葉大学)
「ひまわり」観測と他のセンター、ビッグデータ等との統合的解析の可能性	永井 信(海洋研究開発機構)
GCOM-Cでの陸域プロダクト開発と静止気象衛星への適用の可能性について	小林秀樹(海洋研究開発機構)
Himawari NDVI時系列データ解析	三浦知昭(ハワイ大学)
ひまわり8号データを用いた雲域検出と地表面温度推定	山本雄平(千葉大学)
東南アジアにおけるひまわり8号高品質データ生成効率の解析	林 航大(千葉大学)
大気補正アルゴリズム開発と校正検証	山本浩万(産業総合技術研究所)
観測結果のGEO-LEO間相対的比較に関する研究	吉岡博貴・小畑健太(愛知県立大学)
ひまわり8号の大気補正と地形補正の試み	松岡真如(高知大学)
CEReSにおけるデータ処理とプロダクト提供の環境	市井和仁(千葉大学)
国際的な連携と活動成果のアピールについて	永井 信(海洋研究開発機構)・市井和仁(千葉大学)

(2) 第二回: 2019年9月16日・17日

CEReSひまわり8号データの幾何補正精度評価と地表面温度推定における雲コンタミの影響軽減	山本雄平(千葉大学)
静止気象衛星データセットで何ができそうか?	市井和仁(千葉大学)
大気補正アルゴリズム実装 -- GLI, ASTER, HISUIでの経験 --	山本浩万(産業総合技術研究所)
ひまわり衛星データによる日本列島上の植生季節変動解析の中間報告	三浦知昭(ハワイ大学)
地形や地物による影の影響とその補正	松岡真如(高知大学)
GEOとLEOによる緑被率の比較について	吉岡博貴・小畑健太(愛知県立大学)
ひまわり8/9号のプロダクトについての総合討論	

研究会を通じて、広域で高時間分解能のひまわり8号を陸域に適用することの利点、作成すべきプロダクト、データの特性や必要な補正に関して、活発な意見交換がなされた。

## 3 成果展開の 状況

- 研究会での議論を参考にして、幾つかの研究資金への申請がなされた。
- 研究会に参加したメンバーによる論文が掲載された(Miura, T., Nagai, S., Takeuchi M., Ichii, K., Yoshioka, H. 2019. Improved Characterisation of Vegetation and Land Surface Seasonal Dynamics in Central Japan with Himawari-8 Hypertemporal Data. Scientific Reports, 9, 15692)。
- 研究会の参加者による科研費が進行中である(吉岡・小畑・市井、山本(雄)、松岡)。

【CJ19-22】 P2019-3

(研究課題名:和文)シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた水稲生産量推定法の検討  
 (研究課題名:英文)Developing estimation method of rice yield based on simulation model with remote sensing

(研究代表者名) 本間 香貴 (東北大学・農学研究科)

Koki Homma (Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University)

【要旨】

リモートセンシングを用いた水稲の収量推定方法は実用化手段として確立しつつあるものの、適切な時期に衛星画像が得られないことや、圃場ごとに栽植日が異なることによる影響など様々な課題が残っている。本研究ではその解決手段の一つとしてシミュレーションモデルの利用を試み、適用方法を検討する。本年度はインドネシアの西ジャワ州において、衛星画像から得られた情報をシミュレーションモデルに組み込み収量推定を行った。推定収量は実測収量と良い対応を見せ、本手法がインドネシアでも適用可能であることが分かった。得られたデータが少ないため、検証のためのデータ収集が課題になると考えられた。

【Abstract】

This study aims to improve the simulation model with remote-sensing to estimate rice yield in order to enhance the adaptability of the model. In this year, information obtained from satellite images was incorporated into a simulation model to estimate yield in west Jawa. The estimated yield showed a good correspondence with the measured yield, indicating that this method was applicable in Indonesia. Because of the small amount of data obtained, data collection for verification was considered to be an issue..

## 1 背景目的方法

・リモートセンシングを用いた水稲の収量推定方法は実用化手段として確立しつつあるものの、適切な時期に衛星画像が得られないことや、圃場ごとに栽植日が異なることによる影響など様々な課題が残っている。本研究ではその解決手段の一つとしてシミュレーションモデルの利用を試み、適用方法を検討する。今年度はインドネシアにおいて衛星画像から得られた情報をシミュレーションモデルに組み込み収量推定を行った。SARデータを用いて移植微推定を行い、衛星から得られたNDVIで生育の最適化を行い、収量予測を行った。

## 2 研究の成果

(1) 適用方法は図1の様に表示される。移植日推定はSARによる水域の推定に基づいて行われ、水稲の生育は衛星から得たNDVIで最適化される。シミュレーションモデル内では、LAIが計算されるため、係数を設定しNDVIIに変換してから最適化を行った。NDVIIに最適化後再びLAIに変換し、生育ならびに収量推定を行った。

(2) 生育の最適化により得られた水稲の収量は、実測の収量と良い対応を見せた。一部非常に大きな過大評価を示す圃場もあり、移植日の推定精度も含めた検討が必要であると考えられた。

(3) LAIおよびNDVIの推移は出穂期まで非常によく最適化できたが、衛星のNDVIは出穂以後急激に減少し、シミュレーションモデルでは対応不可であった。これは現地で問題となっている白葉枯れによる影響と考えられ、逆にモデルと衛星観測の際を適切に評価することにより、被害程度の評価に用いることができるのではないかと考えられた。今後は現地にて病害程度とそれが群落反射率に及ぼす影響を定量化し、シミュレーションモデルとの格差を検証する予定である。

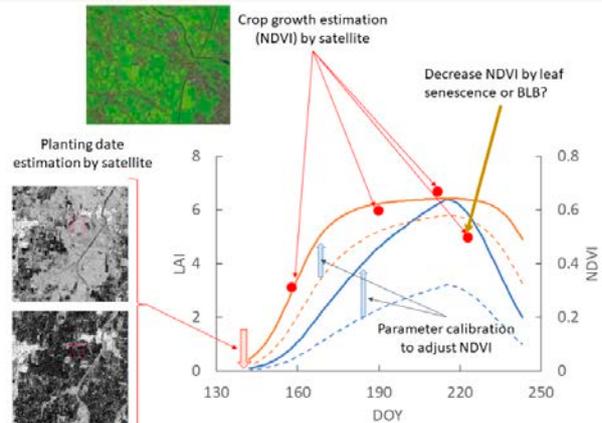


図1 衛星データを組み込んだシミュレーションモデルによる水稲生育予測の最適化の模式図。

## 3 成果展開の状況

開発した手法は本郷千春准教授が代表を務めるJST-JICA地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム「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」において活用される予定である。

【CJ19-41】 P2019-3

(研究課題名: 和文) 高分解能衛星データを使用したインドネシア、バリ島の観光都市における植物の基礎生産量と土地利用の経年変化の研究

(研究課題名: 英文) Secular change of Land Gross Primary Productivity and Land use using High Resolution Satellite data in Bali, Indonesia

(研究代表者名) 大澤 高浩 (ウダヤナ大学・海洋科学リモートセンシング研究所)

Takahiro Osawa (Udayana University・Center for Remote Sensing and Oceanography)

【要旨】 近年、バリ島(インドネシア)では 観光産業と人口の増加による土地利用の変化が社会の環境問題として大きな問題になっている。インドネシアのバリ島では、観光産業と人口の増加により、特に都市の土地利用の変化に大きな社会的および環境的な問題が生じています。都市の拡大の結果として生じた最も顕著な現象は、都市気候がより暖かく都市ヒートアイランド(UHI)効果と呼ばれます。UHIは、Landsatデータからの地表面温度(LST)の積算は、UHIと地表の関係する基礎生産を計算に必要な生物パラメータの研究においても重要である。本研究の目的は、都市部のヒートアイランド全体の定量化を行った。

【Abstract】 In Bali, Indonesia, an increase in the tourism industry and the population are causing huge social and environmental problems, especially on urban land use changes. A most noticeable phenomenon that has arisen as a result of city expansion is that urban climates are warmer and more polluted than their rural counterparts and are called the urban heat island (UHI) effects. The availability of land surface temperature (LST) using Landsat data has significantly facilitated the study of the relationship between UHI and surface biophysical parameters (Li et al. 2011). The objective of this study was to quantify the entire urban heat island over Denpasar, Bali, Indonesia

1  
背景  
目的  
方法

インドネシア、バリ島、サヌール観光地域の開発と環境の維持及び、温暖化対策としての緩和策、適応策に対して、今後の対応策の指針として、本研究の背景がある。  
本研究の目的は、ケーススタディとして、サヌール観光地域を含めたデンパサール地域での土地利用とヒートアイランド(UHI)を1995年から2003年の8年間における変化とそのモニタリングである。  
本研究では、デンパサール地域において、衛星データを用いて、地表面温度(LST)を計算をおこなった。

2  
研究の  
成果

- (1) インドネシアのデンパサール地域においてLSTモデルを使用し、8年間における地表面温度(LST)を計算した。これにより、都市化、観光化による土地利用の変化とその基礎生産量の変化に有用なパラメータを積算することが可能となった。
- (2) 1995年から2003年のLSTの変化で、都市化により、地表面の上昇が各地域であることが分かった。

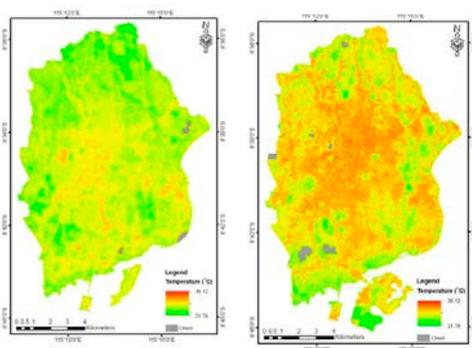


図1 LSTの比較(1995年と2003年)

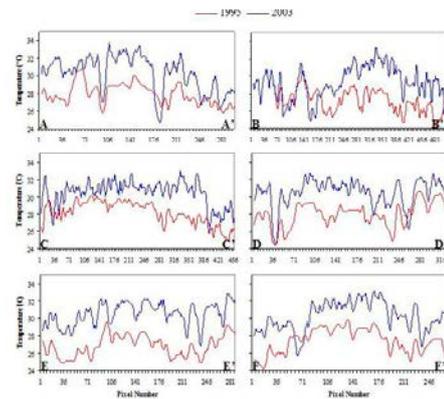


図2 LSTのデンパサールの各地域での変動(1995-2003)

3  
成果展開の  
状況

研究の成果に記載した内容について、他の研究への活用状況あるいは普及・実用化の状況を記載してください。

開発した手法は 温暖対応への緩和策、適応策への一部の指針として用いられている。

【CJ19-43】 P2019-3

(研究課題名:和文)低コストドローンによる浅礫層分布の推定

(研究課題名:英文) Estimation of shallow gravelly layer distribution with low-cost drone image

(研究代表者名)横堀 潤 (株式会社ズコーシャ)

Jun Yokobori (Zukosha Co., Ltd.)

【要旨】 最近、安価なドローンが市販され、農業分野においても有効活用が期待されている。ただし、市販されているドローンは可視域のカメラが搭載されており、作物生育等、近赤外の反射が必要な用途に使用することは困難である。そこで、本研究の目的は北海道十勝地方を対象に、市販化されている安価なドローン(Phantom4pro)を用いて可視画像から畑地の浅礫層分布を推定することである。検討の結果、浅礫層と緑波長の輝度値には高い負の相関関係があり、その相関係数は $r=-0.882$ であった。

【Abstract】 Recently, low-cost drones have been on the market and is expected to be utilized in the agricultural field. However, low-cost drones can acquire images in the visible range, but it is difficult to use for applications requiring near infrared images such as crop growth.

Therefore, the purpose of this research is to estimate shallow gravelly layer distribution in the upland field from the bare soil visible image obtained from low-cost drone (Phantom 4 pro) in the Tokachi district of Hokkaido.

As a result, a negative correlation was recognized between green image data and shallow gravelly layer, and the magnitude of correlation coefficient was  $-0.882$ .

## 1 背景目的方法

【背景】最近、10~20万円程度の安価なドローンが市販され、空撮がより身近なものになっている。また、畑の土壌や作物のばらつきを把握するため、農業分野においてもドローン画像等のデータを利用したスマート農業の展開が期待されている。ただし、安価なドローンは、購入時に可視域の画像が撮影できるRGBカメラが搭載されているため、NDVIに代表されるような近赤外域のデータを取得することは困難である。

一方、作物生育は礫層深度などの影響を受ける。具体的には、礫が出現し、その出現深度が浅い(浅礫層)ほど、作物生育が不良になる傾向が多い。つまり、浅礫層の分布を可視化しておくことは重要である。

【目的】北海道十勝地方を対象に、市販化されている安価なドローン(Phantom4pro)を用いて可視画像から畑地の浅礫層分布を推定することである。

【方法】ドローンを使用し、降雨直後(画像撮影2日前に、累計34mmの降雨を記録)の表層土壌を撮影した。また、現地調査として検土壌により13地点で礫層出現深度を調査した。礫層出現深度の値とドローン画像の値を回帰分析することにより、可視域の画像から浅礫層分布の推定について検討した。

## 2 研究の成果

- (1) 13地点の礫層出現深度を調査した結果、一筆の圃場内でも35~90cmとばらつきがあった。
- (2) 調査地点の礫層出現深度と画像のデジタル値の関係を取った結果、各波長とも画像のデジタル値と礫層出現深度には1%水準で負の相関関係があった。またその中でも、緑波長の輝度値が最も高い相関係数を示し、その相関係数は $r=-0.882$ であった。この関係性から浅礫層分布をマップ化した。

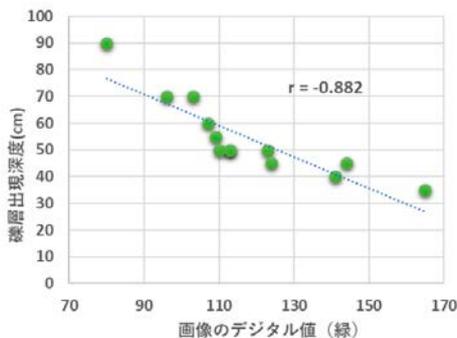


図1 ドローン画像と礫層出現深度の関係

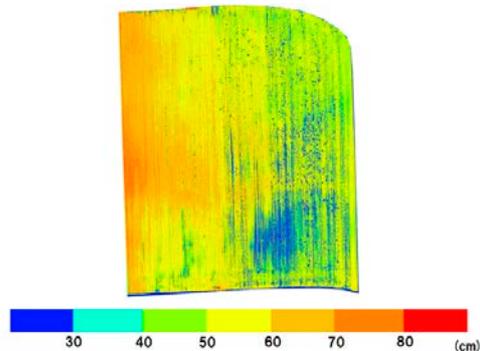


図2 浅礫層マップ

## 3 成果展開の状況

開発した手法は、北海道十勝・オホーツク地方の畑作農家を中心に利用され、礫層を考慮した可変施肥に役立てられている。

【CJ19-24】 SP2019-3

ドローン近接リモートセンシングを用いた水稲モニタリングの高度化に関する研究  
A Study on advanced of rice growth monitoring using proximity remote sensing by drone

(研究代表者名) 田中 圭 (日本地図センター)  
Kei Tanaka (Japan Map Center)

【要旨】 2014年からドローンを用いた水稲モニタリングを週一の頻度で実施してきている(田中・近藤 2016)。5年間の近接モニタリングの成果から、生産者にとって欲しい時期の生育状況を精度よく把握できるドローンの技術は非常に有益であることがわかった。しかし、生育状況の重要な指標となるNDVIは計測する時刻および気象状況によって値が大きく変動する。そこで、本研究は地上にNDVIを測定する機器を設置し、田植から収穫までを10分間隔で計測した。また、上空からも同時計測を実施し、NDVIを計測する際の最適な時刻を明らかにした。

【Abstract】 Monitoring of paddy rice using drones has been conducted once a week since 2014 (Tanaka・Kondo 2016). From the results of the five years of monitoring, it was found that drone technology that can accurately grasp the growth situation at the desired time for the producer is very useful. However, the value of NDVI, which is an important indicator of the growth status, fluctuates greatly depending on the measured time and weather conditions. In this study, we determined the optimal time to measure NDVI.

## 1 背景 目的 方法

近年、日本の農業ではスマート農業という言葉が定着しつつある。スマート農業の項目のひとつに効率的な生育管理がある。水稲における生育管理の重要な指標はNDVIであり、この指標を用いて追肥時期・箇所の判定や収量推定などに用いられている状況が本研究の背景としてある。

本研究の目的は、計測する時刻および気象状況によって値が大きく変動することが知られているNDVIについて、計測する際の最適な時刻および気象条件など生産者にとって有益な情報を提案することである。このため、地上にNDVIを計測するフィールドセンサを設置し、移植から収穫までの生育ステージごとに計測を行った。また、圃場内におけるNDVIの代表性を検討するために、ドローンによる同時計測も実施した。

## 2 研究の 成果

(1) フィールドセンサの結果から水稲の生育ステージごとにおけるNDVIの特性が明らかになった。NDVIの数値は一定ではなく、日変化(凹型)することがわかった。また、日出・日没時はNDVIが高い値を示し、正午は低い値を示した(図1)。

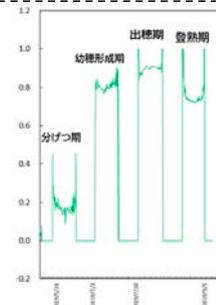


図1 生育ステージごとにおけるNDVIの日変化

(2) 同じ生育ステージでもあっても計測する際の気象状況によって、NDVIは変動することがわかった。具体的には、植被率が低い分けつ期や幼穂形成期において、晴天時ではNDVIは顕著な凹型を示し、正午は太陽の影響を受けてNDVIは著しく低下する。一方、曇天時ではNDVIは日中ほぼ一定の値を示した。これらの結果から、水稲における生育管理の重要な指標となるNDVIの計測時間は、曇天時では日中いつでもいいが、晴天時では正午を避けることが望ましいことが明らかになった。

(3) 晴天時の計測ではNDVIが大きく変動することから、NDVIの代表性を示すことは、生産管理にとって重要な情報である。そのため、実測結果から最適な計測時刻を明らかにした(図2)。具体的には、変動の少ない曇天時かつ翌日が快晴となった日を探し、曇天時のNDVIが晴天時と同じ数値を示す時刻を求めた。その結果、一日のNDVIの代表性は示す計測時刻は10時および14時が最適であるとわかった。これにより、品質の高いモニタリングを実施するための気象状況および計測時刻が明らかになり、生産者にとって有益な情報を提供することができた。

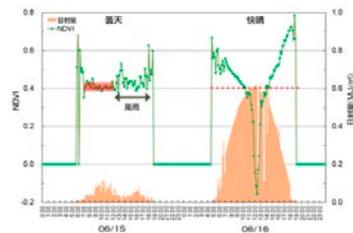


図2 NDVIの代表性の比較検討

## 3 成果展開の 状況

本研究で提案したNDVI計測の最適な時刻は、より高品質なモニタリングを行う際に用いられている。

【CJ19-28】 SP2019-3

(研究課題名:和文)ドローンを用いた近接リモートセンシングに基づく作物モニタリング

(研究課題名:英文)Crops monitoring through the drone-based remote sensing

(研究代表者名) 濱 侃 (横浜国立大学・日本学術振興会特別研究員)

Akira Hama (Yokohama National University・JSPS Research Fellow)

【要旨】 現在、農地を管理するための情報の取得方法としてはリモートセンシングの活用が試みられている。そこで、本研究ではドローンを用いた近接リモートセンシングに基づく、水稲や露地野菜などの作物のモニタリング技術の確立および応用課題の発見を目的とした。今年度は、まず、作物モニタリングに適した植生指数の選定と補正を中心に検討を行い、植生指数の補正方法等を考案した。作物モニタリングにおいては、近接リモートセンシングにおいてはNDVIまたはGNDVIのような植生指数を使用することが望ましいことを示した。その他にも、研究の過程で、モニタリングのための技術について各種マニュアルの作成を行い、共同研究機関と共有し、各地の試験場で様々な作物を対象としたモニタリングを行い、その成果を研究会で共有し、課題の検討を行った。

【Abstract】 Remote sensing and imagery techniques are useful in monitoring the crops; however, implementation of these techniques in monitoring the crops is still underdeveloped. The aim of this study was to establish the monitoring techniques. The achievements of this study were as follows: (1) As the results of considering the vegetation indices for crop monitoring based on proximity remote sensing, I concluded that NDVI or GNDVI were the appropriate indices. (2) I have made the manual for crop monitoring, and moreover I have shared the manual to discuss the problem of sensing techniques in agriculture.

## 1 背景目的方法

現在、農業経営体の大規模化が進展し、管理すべき農地の面積も拡大している。これらの農地を管理するために、作物の生育に関する情報の取得方法としてはリモートセンシングの活用が試みられている。特に、近年のドローンの高性能化によって、ドローンを用いたリモートセンシングによる作物のモニタリングが期待されており、実際の生産の現場での活用が検討されている。そこで、本研究ではドローンを用いた近接リモートセンシングに基づく、水稲および露地野菜などの作物のモニタリング技術の確立および応用課題の発見を目的とした。また、その過程で、モニタリングのための技術について各種マニュアルの作成を行い、関係機関と共有した。

## 2 研究の成果

### (1) 作物モニタリングに適した植生指数の選定と補正

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)は、最も一般的な植生指数であるが、密な植生に対しては、値が飽和したように見えることから(図1)、他の指数(例えば、SAVI, EVIなど)を用いることが推奨されるようになってきている。これらは、波長帯の組み合わせと目的変数(例えば、LAI)との相関が最も高くなるものを検討した結果であるが、先行研究においては、単回帰分析の結果を一律で比較したものが多く、図1に示すような指数近似になるものは必然的に目的変数との相関が弱く評価される。確かに、NDVIには弱点もあるが、近接リモートセンシングを行う場合は、画像内に植物の影等も見えるため、EVIのような、分母と分子で使用する波長帯が異なっているものは、影などの影響を大きく受けてしまう。その点、NDVIは分母と分子で使用している波長帯は同じであり、近接リモートセンシングにおいては、NDVIの方が優れていると言える。また、赤の代わりに緑の波長帯を使用したGNDVIも近接リモートセンシングに適している。近接リモートセンシングでは、太陽高度の影響も植生指数に大きく影響する。そこで、日射の直達成分が大きいほど太陽高度の影響が大きいとした補正式を作成した(図2)。補正NDVI=観測NDVI+0.0025 太陽高度差(直達成分の割合)ここで、太陽高度差は、太陽高度50°を基準にした観測時の太陽高度との差分である。

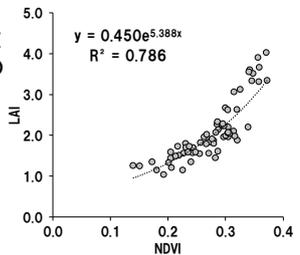


図1 NDVIとLAIの関係

### (2) 水稲・露地野菜モニタリング

水稲・露地野菜モニタリングの成果は、2020年1月に開催した“スマート農業のためのリモートセンシング技術に関する研究会”で成果についての発表、意見交換、課題の検討を行った他、モニタリング技術に関するマニュアルを作成した。

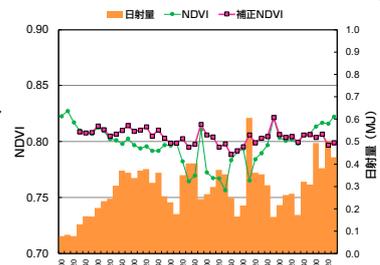


図2 NDVIおよび補正NDVIの時間変化

## 3 成果展開の状況

研究の過程で開発したスマートフォンおよびデジタルカメラ画像からの植生率計算プログラムは、共同研究を行っている千葉県農林総合研究センターにおいて、水稲の中干し適期判断への応用が検討され、その成果は、関係企業において実際の圃場での使用が検討されている。

そのほか、モニタリングの手法、データ解析方法、観測機器の自作法などをまとめた各種マニュアルは、共同研究機関(例えば、千葉県農林総合研究センター、福岡県農林業総合研究所など)で使用されている。

【CJ19-48】 SP2019-3, 研究会  
 (研究課題名:和文)スマート農業のためのリモートセンシング技術に関する研究会  
 (研究課題名:英文)Remote sensing techniques for smart agriculture

(研究代表者名) 近藤 昭彦 (千葉大学)  
 Akihiko Kondoh (Chiba University)

【要旨】 ドローンを活用したスマート農業達成のための情報交換会を開催した。発表者はこれまでCEReSと関係性を築くことができた農家、研究者、技術者、等であり、草の根技術としてのドローンによる作物生育モニタリングの知識、経験を交換することができた。11件の講演内容は水稻、牧草、緑肥作物、サツマイモ、ダイコン、レタス、キャベツと多岐にわたり、それぞれの作物に対するドローンモニタリングのポイントが議論された。参加者にはドローンおよびカメラメーカーも含まれ、ドローンによる作物モニタリングの現状を確認することができた。

【Abstract】 Remote sensing techniques were discussed to attain smart agriculture by using unmanned aerial vehicle(drone). Current status of low altitude crop monitoring by near-infrared camera onboard drone was confirmed through discussions with experiences of participants.

## 1 背景 目的 方法

ドローンの登場でプラットフォームが多様化したことにより、リモートセンシング技術は農業における多様な要求に応えることができるようになった。画像情報から情報を抽出する技術的基盤はすでにできあがっており、次のステップでは現場の要求とリモートセンシング技術のマッチングを行い、個々の要求に応える技術的手続きを作り上げていく必要がある。そこで、本研究会ではリモートセンシング分野と農業分野の実務者、研究者が一堂に会し、情報を交換することにより、スマート農業を達成するための技術的課題の解決、新たな応用課題の発見、等を達成することを目的とした。

## 2 研究の 成果

CEReSではドローンの黎明期からそのリモートセンシングへの活用の可能性を追求し、様々な環境計測や応用課題に取り組んできた。その一つが農業への応用であるが、水稻に関しては技術的な課題を解決しつつあり、現在は様々な作物への応用を試みている。これまでの約6年にわたる研究期間において日本全国の研究機関や農業団体、現場の農家等と情報交換を行うことができた。今回は、これまでに関係性を築くことができた方々に集まって頂き、情報交換を行う機会を設けた。

主催者としての思いは、ドローンを農業を楽しくする道具にすることである。ドローン農業をビジネス化する道のりはまだ遠いと考えられるが、ドローンを農業の営みの中に組み込み、楽しんで、楽しみながら暮らしを継続するための道具としてのドローンを育てていきたいと考えている。研究会は日本で唯一の園芸学の学び舎である千葉大学松戸キャンパスの戸定が丘ホールで開催された。51名の参加者の中には関東以外では岩手、宮城、富山、兵庫、福岡からの来訪者も含まれ、地域ごとの様々な経験を学ぶことができたと思う。それぞれの参加者には農家、研究者、ドローンメーカー、カメラメーカーの方々が含まれており、有機的な連携体制の基礎が醸成できた。

休み時間には中国黒竜江省の米がふるまわれたが、香りが強く、おいしい米であった。農作物の個性を楽しむことができたといえる。2019年は国連「家族農業の10年」の最初の年である。今、世界は小農化へ向かっていると考えられるが、地域ごとの農の営みを持続させ、個性豊かな農産物を生み出すことが、SDGs時代の幸せのひとつの形態だと考えている。



## 3 成果展開の 状況

ドローンの農業への応用は確実に進んでおり、CEReSが核となったコミュニティーができつつある。技術相談、技術移転、共同研究の枠も広がっており、新たな関係性が構築されつつある。ただし、農業は地域の営みであり、普遍的な技術に基づくビジネスとしての農業とは一線を画した取組を目指している。リモートセンシングを通じた地域の農的営みの道具としてのドローン技術の確立の第一歩は踏み出せたと考えている。

【CJ19-49】SP2019-3, 研究会

(研究課題名:和文)課題解決型研究を推進するための超学際のあるり方に関する研究会～診断から治療へ～  
 (研究課題名:英文)Procedure of transdisciplinarity for solution-oriented science – diagnosis to practice –

(研究代表者名) 近藤 昭彦 (千葉大学)

Akihiko Kondoh (Chiba University)

【要旨】 SDGsを科学からサポートし、世界の変革(Transformation)を目指すフューチャー・アースの方法論である超学際(Transdisciplinarity)を実践を実現するために、参加者がそれぞれ事例を持ち寄り、議論を行った。超学際にはひとつのあり方ではなく、個々の課題に特有の解くべき課題と方法が存在する。様々な実践事例を知ることにより、メタ解析を行うことにより、上位にある地球環境問題にアプローチすることができることが示された。一方で、現行の評価制度のもとでは科学者が専門分野の枠に留まりがちになるが、視野を拡大する、あるいは連携することにより初めて問題の理解そして解決が可能になる。社会における科学者のあり方を再考する必要性が提示された。この壁を乗り越えないとSDGsの達成は困難であり、社会における科学者の役割が評価されないことになるだろう。

【Abstract】 Procedure of transdisciplinarity for solution-oriented science were discussed in the workshop. We, scientists, have to involve practice in the solution of problems in our planet going beyond the diagnosis.

## 1 背景 目的 方法

2030年の達成を目標とするSDGsが走り始めており、それを科学の側面からサポートするFuture Earth(FE)も始動しつつある。しかし、科学者セクターではFE達成の方法論であるTransdisciplinarity(超学際)のあり方に対する戸惑いも確かに存在する。そこで、本研究会では解くべき課題の設定、特にグローバルな課題とローカルな課題の関係、ステークホルダーの同定と関与の方法、成果の実装方法、等および具体的な実践例について議論することを目的とする。

## 2 研究の 成果

千葉大学環境リモートセンシング研究センターと総合地球環境学研究所の共催による研究会「課題解決型研究を推進するための超学際のあるり方に関する研究会～診断から治療へ～」を2020年2月21日に千葉大学松陰会館で開催した。研究会の主な目的は、①課題解決型研究における課題とは何か、研究者と課題との関係はどうあるべきか、また②超学際(transdisciplinarity)とは何か、その実現のためにどのような態度が必要か、の2点にあった。新型コロナウイルスの影響で参加者は約30名となりましたが、ウイルスへの対応は近代文明社会における人の態度に関わる重要な観点でもあった。様々な超学際に対する取り組みの事例をご紹介頂き、大いに知的刺激を受けることができたが、超学際についてはさらに議論を深める必要がある。

科学と社会の関係性において社会が求めているもの、定常あるいは縮退社会における研究者の作法、等の考え方が提示されましたが、それ以前に課題の解決を目指した具体的な実践の中で研究者が悩みながら身につけていく態度であることも印象づけられた。この研究会は環境リモートセンシング研究センターのプログラム研究会としての位置づけもあるが、リモートセンシングは技術的課題であるとともに、見えたことの意味をどう理解するのか、という点に診療から治療へ進む道筋があるように思う。それは協働(SDGsのPartnership)によって達成できるものでもある。



## 3 成果展開の 状況

超学際が課題解決のための一般的な考え方になるにはまだ時間がかかりそうである。しかし、それは科学者側の意識変革によるところが大きいと考えられるため、実現は困難ではないだろう。今回の課題について引き続き研究会を開催することにより、地域の事例を集積、共有し、超学際の研究者コミュニティへの実装に繋がっていくと思われる。それが社会の中における科学者の存在意義を生み出す。

【CJ19-02】一般研究

(研究課題名:和文)地上でのリモートセンシングを対象とした自律型観測プラットフォームの開発

(研究課題名:英文)Development of autonomous observation platform for remote sensing on the ground

(研究代表者名)宮崎 貴大 (香川高等専門学校)

Takahiro Miyazaki (National Institute of Technology Kagawa College)

【要旨】 人工衛星やUAV, ドローンなど広範囲の観測が可能であるプラットフォームが広く利用されているが, 地上における観測では, 人の手による観測が行われている。本研究では, 地上観測における測定器運搬や設置, 観測についてロボットや自動運転等の技術を用いることで, 労力の軽減が可能な自律型観測プラットフォームの開発を行った。本年度は, 深度カメラを用いることで平地だけでなく凹凸のある地面での走行性を向上させた。

【Abstract】 Platforms capable of wide-range observation such as satellites, UAV, and Drone are widely used in remote sensing field, but most of ground observations are done by the human. In this study, we have developed an autonomous observation platform that can reduce labor for measuring equipment transportation, installation and observation in ground observation by using robot and automatic driving technology. This year, we installed a depth camera on the robot. As a result, the robot's driving performance on uneven ground is improved.

1  
背景  
目的  
方法

リモートセンシング分野では, 人工衛星やドローン, UAVなど一度に広範囲を観測できる人の手間がかからないプラットフォームの利用が一般的である。一方, 地上における観測では, 測定器の運搬や設置, 観測等を人間が行っている。本研究では, ロボットや自動運転等の技術を利用した, 自律型観測プラットフォームの開発を行い, 地上での観測における労力軽減を目指す。

本年度は新たに深度カメラを搭載し, Laser Range Finderでは検出できない凹凸のある地面での走行性能を向上させた。

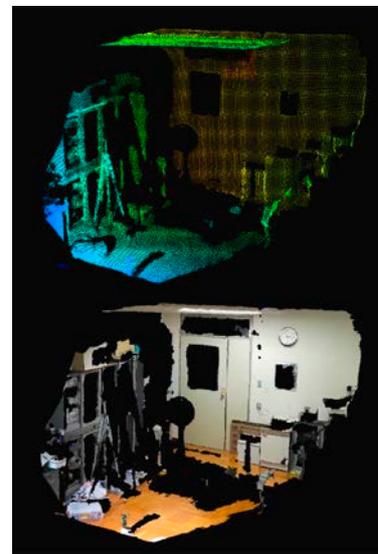
2  
研究の  
成果

**深度カメラの搭載**

Time of Flight (ToF) 方式の深度カメラを搭載し, 上下左右65°, 距離3.5m程度の範囲の距離を深度画像(濃淡)として取得できる。これにより, 地面の凸凹や障害物などを検出可能である。また, カラーカメラ画像とのオーバーラップも可能でカラー3D画像の出力をリアルタイムに行える。

**対象とする観測ミッション**

近年, 記録的な豪雨により本高専周辺でも崖や斜面の崩落等が見られる。これらの定期的な観測を本研究で作成した観測プラットフォームを用いて行う予定である。観測としては, 深度カメラによる画像を元に時系列の変化を計算し崩落箇所の割り出し等を行う。また, 崩落した土砂等の算出も可能であるため修復や復旧工事への貢献も期待できる。



室内で撮影したポイントクラウド(上)とカラー3D画像(下)

3  
成果展開の  
状況

実際に崩落斜面の観測を行い, プラットフォームの改良, 性能向上を行っていく。その中で得られた問題点, 解決方法等については, 他のプラットフォームへも応用可能であるため, 情報の共有を行っていきたい。

【CJ19-03】一般研究

(研究課題名:和文)合成開口レーダ搭載マイクロ衛星用FPGAの開発

(研究課題名:英文)Development of FPGA for Microsatellite onboard Synthetic Aperture Radar

(研究代表者名)難波 一輝 (千葉大学)

Kazuteru Namba (Chiba university)

【要旨】 円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) 搭載無人航空機において行われる Synthetic Aperture Radar (SAR) 信号処理においては大量のデータに対し、高速にFFT等の演算を行うことが求められている。そのため SAR 信号処理システム構成環境として、従来の Digital Signal Processor (DSP) から並列度の高い Field Programmable Gate Array (FPGA) への移行が強く求められている。昨年度までの研究では、設計したシステムを評価用のFPGAボード上に構成していた。本年度は消費電力や重量などの問題を考慮して、設計システム搭載FPGA用のPCB基板レイアウト設計を行った。

【Abstract】 Signal processing for unmanned aerial vehicle (UAV) with circularly-polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) uses high-speed FFT computation for large amounts of data. So, it is strongly required that signal processing system for CP-SAR is constructed on field programmable gate arrays (FPGAs) providing high-speed parallel processing and not traditional digital signal processors (DSPs). In the past years, we designed a SAR image processing system on an FPGA evaluation board. In this year we designed layout of PCB board dedicated to our SAR image processing system.

1 背景  
目的  
方法

現在、千葉大学環境リモートセンシング研究センターでは、地表環境・表層における様々な情報を精密かつ高精度に観測でき、世界初かつ日本独自の技術による円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) センサ搭載のマイクロ衛星を開発している。本研究では、マイクロ衛星のコマンド・データハンドリングにもっとも重要な部分である中央制御部の構成のため、CP-SARの高速処理に最適なFPGAの開発を行う。昨年度までの研究では、設計したシステムをFPGA評価ボード上に構成していた。本年度は設計したシステムのために専用のPCB基板レイアウトを設計した。

2 研究の  
成果

(1)従来はFPGA評価ボードKC705とドータボード XM104 を使ってシステムを構築していた。評価ボードなので安価に入手することは可能であったが、実験に必要な無い機能も多く、そのため消費電力や重量などの観点から問題があった。

(2)本年度は構築したFPGAを搭載するためのPCB基板レイアウトを作成した。実験に必要な無い機能が載っていないため、消費電力や重量などの観点から良好である。

(3)来年度以降の研究では、作成したレイアウトより実際に基板を作成し、これを使用したシステムをUAVなどに搭載する予定である。

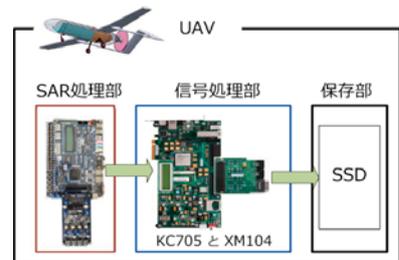


図1 システム全体

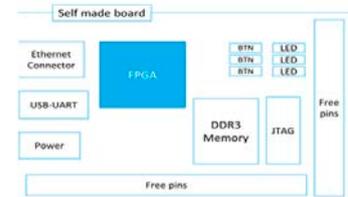


図2 本年度作成した信号処理部用PCB基板の概略図

3 成果展開の  
状況

本研究成果物は、千葉大学環境リモートセンシング研究センターで開発されている円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) センサ搭載無人航空機上で使用される予定である。

【CJ19-06】一般研究

(研究課題名:和文)宇宙からのリモートセンシングによる地球惑星大気環境の研究

(研究課題名:英文)A study on the planetary atmospheric environment using spaceborne remote sensing

(研究代表者名)野口 克行 (奈良女子大学)

Katsuyuki Noguchi (Nara Women's University)

【要旨】 本研究は、米国の火星探査機Mars Reconnaissance Orbiter(MRO)搭載の赤外分光計Mars Climate Sounder (MCS)による観測から得られた気温、水氷雲、ダストの各物理量の統計的な解析を行なうことで、それらの相互作用を明らかにすると共に火星気象・気候に与える影響を評価することを目的とする。前年度までに、ダストと気温、水氷雲と気温の相関係数を計算し、特定の緯度帯や高度領域に強い相関が存在することを明らかにした。今年度は、従来着目されて来なかったダストと気温の負相関、水氷雲と気温の正相関を示す領域に着目し、数値モデルとの比較を行った。

【Abstract】 This study aims to reveal the nature of dust, clouds and thermal structures (temperature) and their interactions in the Martian atmosphere by statistical analyses of remote sensing data mainly obtained by Martian explorers' data. We utilized the observational results obtained by Mars Climate Sounder (MCS) onboard Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), which was launched in 2005 by NASA. We examined the distribution of the high correlation coefficients among water ice clouds, dust and temperature in the Martian atmosphere.

1 背景目的方法

本研究は、地球及び惑星大気の衛星観測から得られた大気諸物理量の統計的な解析を行なうことで、それらの相互作用を明らかにし、最終的には地球・惑星の気象・気候への影響評価を目的とする。研究対象としては、地球に次いで観測データの蓄積がある火星に着目する。火星は地球の中層大気相当の大気を持つ。米国の火星探査機MRO搭載の赤外センサMCSによる気温、ダスト、水氷雲の5火星年分のデータを利用し、ダストと気温、水氷雲と気温の相関を調べた。相関係数を計算する際には、緯度・経度・時間(Ls)を5度毎に格子化し、ある緯度・高度・時間における東西方向のデータ列を用いた。また、観測結果の解釈のために、数値モデルであるフランス・パリ大LMDグループの火星大気大循環モデル(LMD-MGCM)の結果と比較した。

2 研究の成果

(1)5火星年分のデータを用いて、ダストと気温、水氷雲と気温に対して、相関係数の絶対値が大きい領域(-0.7以下、または、+0.7以上)を抽出し、年・季節ごとに緯度高度断面図を作成した。

(2)ダストと気温については、主に正相関が見られた。これは、ダストの太陽光吸収に伴う加熱が効いていることが考えられ、先行研究の結果と整合的である。また、水氷雲と気温については、主に負相関が見られた。これは、気温の低下と共に水蒸気が飽和して雲を形成すること、または、雲の放射冷却によって気温が低下することが考えられ、先行研究の結果と整合的であった。

(3)従来の研究ではあまり着目されて来なかった相関も見られた。例えば、夜間の赤道域高高度では、ダストと気温に負相関が見られた。このような相関は、数値モデルでは再現されていなかった。

一方で、高緯度の低高度域では、水氷雲と気温に正相関が見られた。このような相関は、数値モデルでも再現されていた。従って、この現象に関しては、数値モデルの詳細な解析を行うことで、なぜこのような相関が見られるのかを解明する手掛かりにできると考えられる。

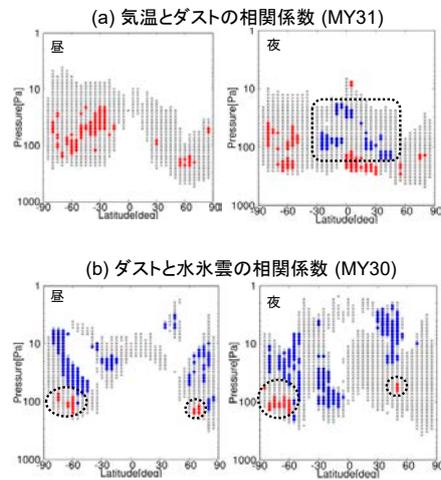


図1 火星大気の(a)気温とダスト、(b)ダストと水氷雲の相関係数の緯度高度分布。赤は正相関(0.7以上)、青は負相関(-0.7以下)を表す。黒点線で囲った部分は、従来の研究であまり着目されて来なかった相関を示す。

3 成果展開の状況

2019年夏に、MCS観測データの供給元である米国・NASAの研究者を訪問し、昨年度までに得られていた結果について議論した。今回の結果を踏まえて、来年度再び議論を行う予定である。

また、数値モデルとの比較結果に対しても、データ供給元のフランス・パリ大LMDの研究者と議論することで、観測データに見られる現象の解釈を試みる。

【CJ19-09】一般研究

(研究課題名:和文)リモートセンシングによる広域観測データの空間誤差・不確実性推定に関する研究  
 (研究課題名:英文) Spatial estimation of accuracy and uncertainty of remotely sensed imagery

(研究代表者名) 堤田 成政 (京都大学)  
 Narumasa Tsutsumida (Kyoto University)

【要旨】 広域の土地被覆分析ではMixed pixel問題に対処するため、Spectral Unmixing Analysisが用いられる場合がある。その際、各クラスの被覆率が推定され、その総和は必ず1である。そのような場合、Aitchison距離で誤差評価を実施する。これを拡張して、空間的に誤差を評価することは可能であろうか？本研究では地理的加重モデルのフレームワークを用い、空間比率データの空間誤差推定を実施した。

【Abstract】 Spectral unmixing analysis is often used for land cover classification to avoid the mixed pixel problem. In this case, the sum of all proportion of classes is always one and the Aitchison distance is a good global measure of error. However, it is impossible to estimate spatial errors from such a global measure. Thus, this study aims to extend the Aitchison distance spatially by employing a geographically weighted framework.

1  
背景  
目的  
方法

リモートセンシングデータの測定誤差は、一般的にランダムサンプリングされた地点において、地上観測によるデータと比較し、連続値では平均絶対誤差(MAE)や平均二乗誤差(RMSE)、カテゴリー値では全体精度(Overall accuracy)やユーザー・プロデューサー精度(User's / Producer's accuracy)を算出し、評価することが一般的である。しかしながらこれらの指標は対象となるリモートセンシングデータの誤差の平均値であり、どのエリアの精度が高い/低いかは明らかにすることができない。そのため、本研究では局所モデルを開発し、上記の精度評価指標を空間拡張することを目的とする。なかでも今年度は空間比率データに着目し、精度指標の空間拡張を実施した。

2  
研究の  
成果

Spectral unmixing analysisにより推定された土地被覆の比率データの空間誤差をAitchison距離を拡張した地理的加重Aitchison距離にて評価した。これにより、従来では推定できなかった、比率データの全体誤差の空間的な偏りを推定することが可能となった。推定された空間誤差の分布は、土地被覆が複雑な地域において大きな誤差を有する可能性を示している。すなわち、Spectral unmixing analysisでは得意・不得意な条件があることを示唆している。本手法は様々なケーススタディに適用可能である。今後は、より一般的な空間誤差推定手法として確立させる。

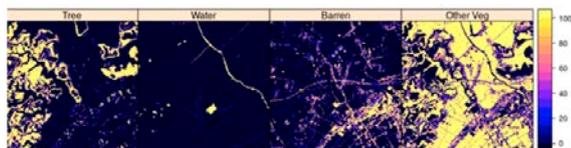


図1 参照データ

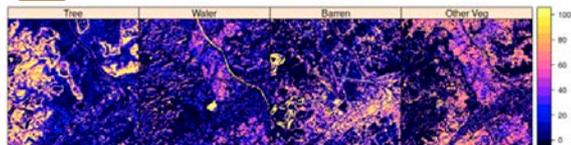


図2 Spectral unimixing analysisの結果

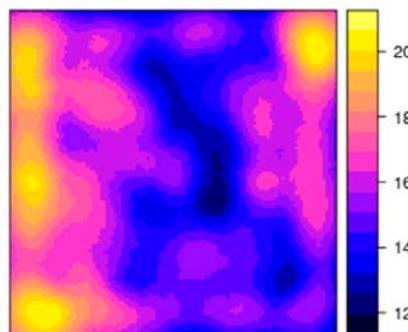


図3 空間誤差推定図

3  
成果展開の  
状況

開発した手法はRパッケージとして公開の準備をしている。また、本手法を基軸とした学術論文を執筆中である。

【CJ19-11】一般研究

(研究課題名:和文) SKYNETデータを用いた大気環境の研究

(研究課題名:英文) A study of atmospheric environment with the SKYNET data

(研究代表者名) 久慈 誠 (奈良女子大学)

Makoto KUJI (Nara Women's University)

【要旨】 東アジアにおける大気環境の把握のため、エアロゾルの動態を把握することは重要である。本研究では、空気サンプリング、リモートセンシング、並びに目視データを用いて、奈良市におけるエアロゾルの特徴を調べた。まず、奈良女子大学で観測している Optical Particle Counter (OPC) と太陽直達光を観測する サンフォトメータとの比較により、大気下層の粒子数濃度と大気全層のエアロゾル量は概ね同様の変動をしていることが分かった。さらに、OPC と西部大気汚染監視局で測定されている PM2.5 を比較したところ、比較的高い相関が得られた。次に、OPC と視程の比較より、視程悪化には小粒子の数濃度の増加が大きく影響していることが分かった。これらの解析結果を踏まえ、今後は、しきさい衛星 GCOM-C や SKYNET 観測データとの比較を行う予定である。

【Abstract】 It is important to monitor aerosol behavior over East Asia. We have performed optical observations in terms of the aerosol properties with air sampling and sun photometry for six years at Nara. Comparisons of the particle number concentration with aerosol optical thickness, PM2.5 mass concentration, and visibility revealed that these observations were consistent as a whole. We will continue these observations to validate GCOM-C satellite and SKYNET observations.

1 背景目的方法

エアロゾルは大気環境に影響を与える要因の一つである。近年、アジア域では急速な経済発展に伴う大気汚染が顕在化しており、エアロゾルによる大気環境への影響が懸念されている。その為、エアロゾルの動態を把握すること、特に人間が生活を営む大気下層のエアロゾルの動態を把握することは重要である。

そこで、本発表では空気サンプリング、リモートセンシング、並びに目視データを用いて奈良市におけるエアロゾルの特徴を調べた。具体的には、まず奈良女子大学で OPC と サンフォトメータの観測を行っている。この他に、本学から約 8 km 離れた西部大気汚染測定局で観測された PM2.5 のデータと、約 1.5 km 離れた奈良地方気象台の視程観測データを用いて比較解析を行った。

2 研究の成果

本研究で得られた成果は以下の通りである。

(1) OPC を用いて観測された粒径 (直径) 0.3 μm 以上の全粒子数濃度と、サンフォトメータによって観測された、波長 440 nm におけるエアロゾルの光学的厚さ AOD の相関を調べた(図1)。その結果、相関係数は 0.75 (データ数 62) と、強い正の相関を示した。これにより、大気全層と下層のエアロゾル量は概ね同様の変動を示していると考えられる。

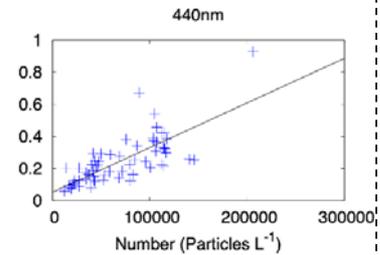


図1 エアロゾルの光学的厚さと粒子数濃度の相関。

(2) 粒径 0.3~2.0 μm の粒子数濃度と、質量濃度である PM2.5 の相関を調べた(図2)。その結果、相関係数は 0.78 (データ数 983) となり、比較的高い正の相関を示した。このことから、粒子数濃度と質量濃度は概ね同様の変動を示していることが分かった。

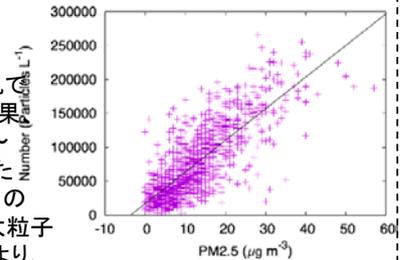


図2 粒子数濃度とPM2.5の相関。

(3) 晴天時における視程は主としてエアロゾルによる太陽放射の散乱で決まるため、エアロゾルの粒子数濃度と視程の相関を調べた。その結果相関係数は 粒径 0.3~0.5 μm で -0.66、0.5~1.0 μm で -0.61、1.0~2.0 μm で -0.53、2.0~5.0 μm で -0.36、5.0 μm 以上で -0.24 となった (データ数 1007)。ここで、小粒子(0.3~0.5、0.5~1.0、1.0~2.0 μm)の数濃度は平均的に1リットルあたり数万から数百個であるのに対し、大粒子(2.0~5.0 μm、5.0 μm 以上)では数百から数十個であった。このことより、視程は大粒子よりも小粒子の粒子数濃度の影響を受け、小粒子の数濃度が増加すると視程はより悪化すると考えられる。

3 成果展開の状況

上記の研究の成果は、まず、奈良市の大気環境の把握に役立っている。ここで、西部大気汚染監視局で観測されている PM2.5 は地表面付近における1地点の観測であり、また、奈良地方気象台で観測されている視程は奈良盆地の大気下層における大気の見通しを示しているため、どちらかと言えば、地表面付近の局所的な汚染の指標となる。その一方で、サンフォトメータによる大気全層の観測は東アジアの大陸起源の大気汚染の監視に貢献すると考えられる。今後は、しきさい衛星 GCOM-C や SKYNET 観測データとの比較を進める予定である。

【CJ19-16】一般研究

(研究課題名:和文)里地里山におけるリモートセンシングによる植物季節観測の高精度化III

(研究課題名:英文)Development of phenological observation in Satoyama ecosystem by using remote-sensing III

(研究代表者名)永井 信 (国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門)

Shin Nagai (Research Institute for Global Change,

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology)

【要旨】 里地里山を対象としたリモートセンシングによる植物季節観測の高精度化は、生態系機能やサービス、生物多様性の時空間分布の変動の評価において重要な課題である。本研究は、千葉の里地里山を対象に、ドローンによる空中写真の撮影、タイムラプスカメラによる植物季節観測、高頻度・高空間分解能衛星: SENTINEL-2A/Bの観測データの解析を行った。その結果、SENTINEL-2A/Bにより観測されたRGB合成画像は、スタジイの開葉後の開花を明瞭にとらえていることが明らかになった。

Development of phenology observation in the Satoyama ecosystem is an important task to evaluate

【Abstract】 the spatio-temporal variability of ecosystem functions and services, and biodiversity. In this study, we have conducted the following three topics in a Satoyama ecosystem in Chiba: (1) photography of the canopy surface by using a drone, (2) daily phenology observation by using time-lapse digital cameras, and (3) analysis of SENTINEL-2A/B satellite data with a high frequent and spatial resolution. We found that the RGB composite images observed by SENTINEL-2A/B clearly observed flowering of *Castanopsis sieboldii* after leaf-flush.

1  
背景  
目的  
方法

里山里地を対象とした生態系機能やサービス、生物多様性の時空間分布の変動の評価は、人間活動と生態系の相互作用の理解を深めるための喫緊の課題である。この評価を広域的に行う手法として、衛星リモートセンシング観測は有用である。しかしながら、空間分解能が低い過去の衛星センサーでは、里山里地の生態系を詳細に観測できず、衛星観測の検証に必要な地上真値が乏しいという問題点があった。本研究は、10mの空間分解能を持ち、5日ごとの高頻度観測を行うSENTINEL-2A/B衛星データを用い、特に地上真値の蓄積が乏しい常緑広葉樹であるスタジイに焦点をあてた地上と衛星観測データの統合的な解析と評価を行った。本研究は、科研費(基盤C:17K00542)研究と関連し、両研究の相乗効果が期待された。

2  
研究の  
成果

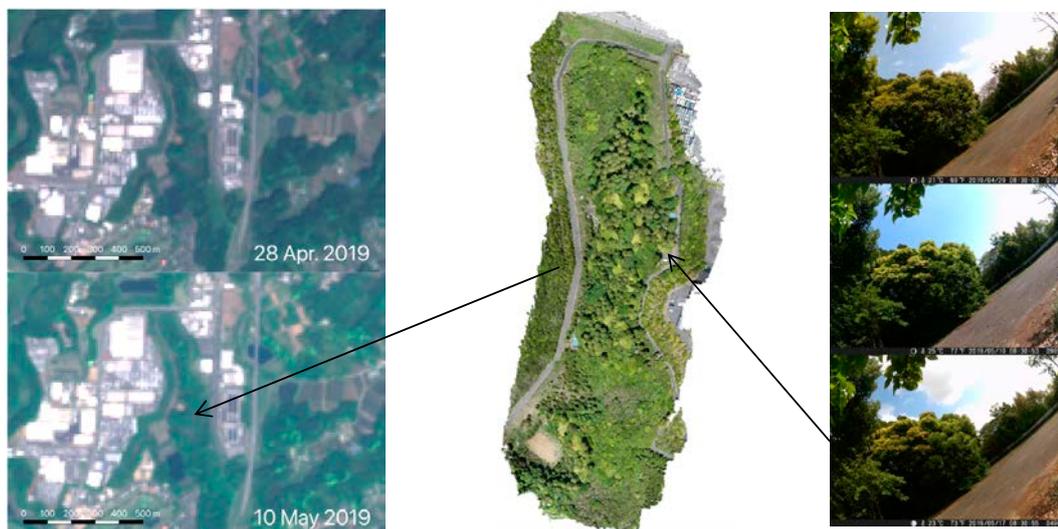


図1 SENTINEL-2A/B衛星により観測されたRGB合成画像。2019/5/10において、明るい緑のピクセルは、スタジイの開葉後の開花に相当する(大気補正なし)。図2 ドローンを用いた空中写真の撮影により得られたオルソ画像(2019/5/17)。黄緑色の樹冠はスタジイの開葉後の開花に相当する。図3 タイムラプスカメラにより撮影したスタジイの開葉後の開花の様子(上:2019/4/28・中:5/10・下:5/17)。

3  
成果展開の  
状況

本研究の成果は、リモートセンシング観測による生物多様性の評価手法の開発や、将来の衛星(例えば、先進光学衛星)に搭載される高空間分解能を持つ可視・近赤外センサーの地上検証値として役立てられる。

【CJ19-20】一般研究

レーザー誘起ブレイクダウン分光法を用いた大気中エアロゾルのリモート成分分析手法の開発  
 Development of remote detection and identification of atmospheric aerosols using laser induced breakdown spectroscopy

(研究代表者名) 染川 智弘 (公益財団法人レーザー技術総合研究所)  
 Toshihiro Somekawa (Institute for Laser Technology)

【要旨】 鉄、亜鉛、鉛などの金属元素を含むエアロゾルは都市大気中で比較的多数見つっている。これらが大量に人の体内に入り込んだ際には、アレルギーの悪化を招くなど、健康被害が報告されているため、大気中の金属エアロゾルをリモートで識別するレーザー誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)の開発を開始した。リモート計測では検出感度の低下が予想されたために、フェムト秒レーザーを用いたダブルパルスLIBS法を採用し、50 ps程度のパルス間遅延を加えるだけで、LIBS信号強度を3~5倍増加させることに成功した。さらに、スペクトル測定時の積算回数によって信号増強効果のパルス間遅延依存性が異なることがわかった。

【Abstract】 Femtosecond laser pulses are an attractive tool for remote laser induced breakdown spectroscopy (LIBS) since no focusing optics are required to induce plasma formation. This femtosecond LIBS allows us to perform the remote detection and identification of the atmospheric aerosols containing metallic components such as iron, zinc, and lead. We demonstrated enhancement in LIBS intensity of about 5 times with a double-pulse configuration using two polarizers. Also, different behavior is seen for the signal enhancement with an accumulation of laser shots in spectral measurements.

1 背景目的方法

鉄、亜鉛、鉛などの金属元素を含むエアロゾルは都市大気中で比較的多数見つっており、これらが大量に人の体内に入り込んだ際には、アレルギーの悪化を招くなど、健康被害が報告されている。例えば、3~5月にかけて日本に多数回飛来する黄砂は、農作物などへの砂塵被害だけでなく、輸送途中で人為起源の大気汚染物質の付着が知られており、越境汚染問題として新たな一面も見せている。黄砂はレーザーの偏光を利用した偏光ライダーによって飛来情報の把握が実施されているが、付着物の成分分析までは行っていない。そこで、大気中の金属エアロゾルをリモートで識別するレーザー誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)の開発を開始した。

2 研究の成果

LIBSは、被測定対象物質に短パルスレーザーを照射して発生したプラズマを分光測定することによって、その場でリアルタイムに物質の元素の分析が可能な手法である。

(1) 偏光子を用いたダブルパルスLIBS光学系を開発した(図1)。従来のダブルパルス光学系では、ビームの分離・結合にハーフミラーを用いるために、結合効率が50%以下になるが、本光学配置では偏光によって分離・結合を実施するために、結合によるロスがなく、レーザーの利用効率が良いダブルパルスLIBS計測が可能となる。

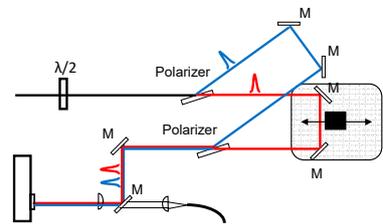


図1 ダブルパルスLIBS光学配置図

(2) ダブルパルスLIBS法による信号増強比がスペクトル測定時の積算回数に依存することを明らかにした(図2)。図2に信号増強効果の積算回数依存性を示す。照射レーザーのフルエンスは1.1 J/cm<sup>2</sup>である。積算回数が少ないと信号増強比は著しく大きくなり、積算回数が増すにつれて、信号増強比は一定の値を取ることがわかった。ダブルパルス光学系を用いることで、少ないショット数の積算でも大きなLIBS信号強度を得ることが可能である。大気中を浮遊している金属エアロゾルは時々刻々と変化するために長時間の積算測定は不可能だが、ダブルパルス光学系を利用することで、短時間にSNの良い測定が期待できる。

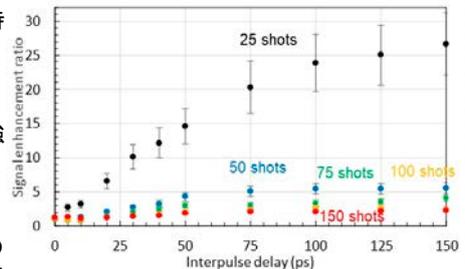


図2 信号増強効果の積算回数依存性

3 成果展開の状況

開発したLIBS技術は、微量分析の分野で広く普及している。本研究では、LIBS法を用いて都市大気エアロゾルに含まれる鉄、亜鉛、鉛などの金属元素をリモートで計測するために、リモートでのLIBS法の応用可能性の検討を開始した。リモート計測では検出感度の低下が予想されたために、フェムト秒レーザーを用いたダブルパルスLIBSの偏光子を用いた新しい光学系を提案し、LIBS信号強度を増加させることに成功した。今後は、遠隔でのフェムト秒ダブルパルスLIBS実験を実施したいと考えている。

【CJ19-27】 一般研究

(研究課題名:和文)Droneによる精密農業支援のための植生指数の比較

(研究課題名:英文)Vegetation growth monitoring by drone remote sensing in precision agriculture

(研究代表者名) 朴 鍾杰 (東京情報大学・総合情報学科)

Jonggeol Park (Tokyo University of Information Sciences)

【要旨】 本研究は精密農業をDroneで支援するための基本研究を行った。安価なRGBカメラを用いてイネの成長を示す指数の比較を行った。既存のNDVIやEVIは近赤外域(NIR)を用いるため一般のカメラでは指数の計算ができない。そこで、RGBのみのデータを用いて指数を提案することで簡単にイネの成長を調べることができる。その結果、RGBVIが有効であることがわかった。

【Abstract】 In this study, we conducted basic research to support precision agriculture with Drone. Inexpensive RGB cameras were used to compare the index of rice growth. Since NDVI and EVI use the near-infrared region (NIR), the index cannot be calculated with a general camera. An index is proposed using RGB-only data. As a result, the growth of rice can be easily examined. As a result, it was found that RGBVI was effective.

### 1 背景 目的 方法

Proximity remote sensing using UAV (Unmanned Aerial Vehicle) as a flat form is expected to become increasingly important as on-demand remote sensing that can be adapted to the region. As a result, UAV has been used in many proximity remote sensing fields. As a previous study using UAV in the agricultural field, Tsuji et al. (2014) showed the effectiveness of paddy field monitoring using a radio-controlled electric multicopper and Tanaka et al. Using a small UAV . we investigate the time-series phenology change of rice using RGB image of UAV .

### 2 研究の 成果

The RGBVI was introduced by Bendig et al. (2015) as the normalised difference of the squared green reflectance and the product of blue × red reflectance with the function of capturing reflectance differences between chlorophyll a-absorption and chlorophyll b-absorption. The visible atmospherically resistant index (VARI) was proposed by Gitelson et al.(2002).It is an improvement of GRVI (Rouse et al) that reduces atmospheric effects. Although this is not an expected severe effort in low flying UAV platforms, it might locally be so. At Mediterranean sites with large amounts of bare soil. In addition, it has been reported to correlate better than GRVI with vegetation fraction

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

$$GRVI = \frac{G - R}{G + R}$$

$$RGBVI = \frac{G^2 - (R \cdot B)}{G^2 + (R \cdot B)}$$

$$VARI = \frac{G - R}{G + R - B}$$

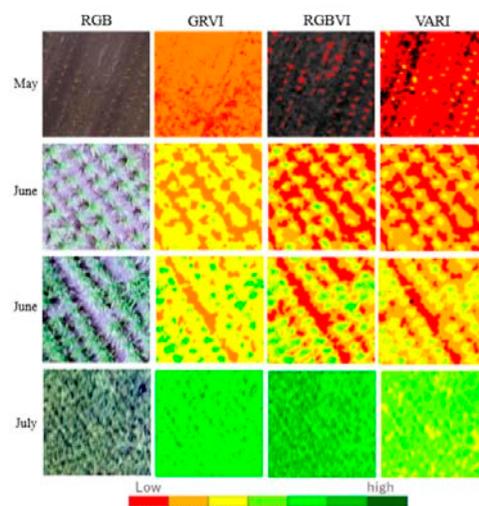


Fig. 3. RGB Vegetation Index comparison

### 3 成果展開の 状況

We performed phenological changes of vegetation using time series VARI images (Fig. 3). VARI values tended to increase from the rice planting time to before heading and decreased after the heading time. As can be seen from the RGB image, a lot of green is seen by stems and leaves before heading, but it appears yellow after the heading due to the addition of rice. The same trend was observed for NDVI values. In this study, it was found that rice growth could be estimated using time-series RGB data. It was found that the growth of rice in the field can be estimated without an expensive near-infrared camera.

【CJ19-31】 一般研究

(研究課題名: 和文) リモートセンシングによる広域の植物蛍光強度分布画像取得の提案

(研究課題名: 英文) Remote sensing of vegetation canopy fluorescence with wide-area image acquisition

(研究代表者名) 増田 健二 (静岡大学)

Kenji Masuda (Shizuoka University)

【要旨】 群落レベルで太陽光誘起蛍光(SIF)を観測するための地上ベースのスタンドオフ計測システムを開発した。蛍光スペクトル計測は、冷却式CCD分光器を用いて測定する。広域画像測定では、冷却式CCDカメラに広角レンズ(焦点距離10mm)を直接取り付け、蛍光強度のない波長領域の中心波長740 nm、半値幅10 nmのフィルター(以降、F740)と蛍光強度のある波長領域内のF780の2枚のフィルターを切り替えて用いる。その際白板画像によりスケールリングを行う。

【Abstract】 A ground-based, stand-off system has been developed for observing solar-induced fluorescence (SIF) on the canopy level. The fluorescence spectrum is measured with a CCD spectrometer, while the two-dimensional distribution of the fluorescence intensity by means of a cooled CCD camera. It is shown that the combination of images obtained with two filters centered at 780 nm (with SIF) and 740 nm (without SIF) is effective, with ancillary data from the image of a whiteboard.

1 背景目的方法

太陽光により励起された植物から放出されるクロロフィル蛍光は植物の光合成活動に直接結びつく情報を提供しており、とくにストレスの早期検出に結びつくことが期待されている。太陽光照射条件下における受動的な蛍光観測法として、太陽光スペクトル中の暗線(Fraunhofer Line Discrimination, FLD)法を用いた植物蛍光画像測定法があり、GOSAT衛星など高分解能フーリエ赤外分光装置を搭載した衛星観測により、地上植生からの蛍光が観測可能であることが報告されている。こうした衛星計測の地上での検証の必要性から、ドローンや圃場上空に設置したクレーンをプラットフォームとして用いた植物蛍光計測法が提案されている。

2 研究の成果

距離10 ~ 100 mを隔てて太陽光誘起による植物葉からの蛍光をリモートセンシング計測するシステムを開発した。広域画像測定では、冷却式CCDカメラに広角レンズ(焦点距離10 mm)を直接取り付け、半値幅10 nmのフィルターによる広域強度分布画像を取得する。F740フィルターで撮影したFig.1 (a) の近赤外域反射光画像をF780フィルターで撮影した(b)蛍光・反射光の重ね画像から差し引くことにより (c) 蛍光強度分布画像を取得する。(d) 植生指数(NDVI)画像。(e) 光化学反射指数(PRI)画像。(f) 熱放射(IR camera)画像である。

Fig. 2 に、距離110 mの1.クスノキ(▲)と2.マテバシイ(●)、85mの3.マツ(◆)と73 mのクスノキ(■)のSIF強度の日変化を示す。誘起光であるPARの強度変化に伴い、SIFデータの結果がよく一致した経時変化を示している。

Fig. 3にSIF強度とPARの関係を示す。植物葉に吸収された誘起光(PAR)のエネルギーは、正常な光合成活動が行われているときも、多くは熱として放出され、限られたエネルギーが蛍光として放出される。Fig. 3では、PARの強度上昇に伴って、余剰エネルギーとしてSIF強度が大きくなっていく関係が見られている。

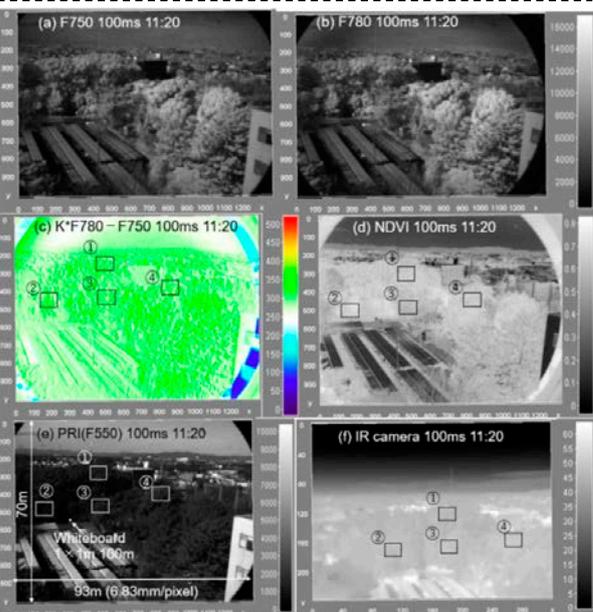


Fig.1 Wide area SIF image measurement of a Camphor.

3 成果展開の状況

熱放射による放出エネルギー配分量を加味して補正する。その結果、SIF強度に補正值を掛けて補正を行うとSIFの飽和曲線が得られ、広域画像データからも光合成速度の推定が可能になると考えられる。

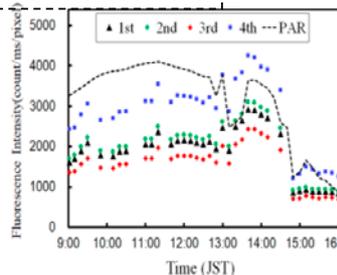


Fig.2 Temporal change of the SIF intensity

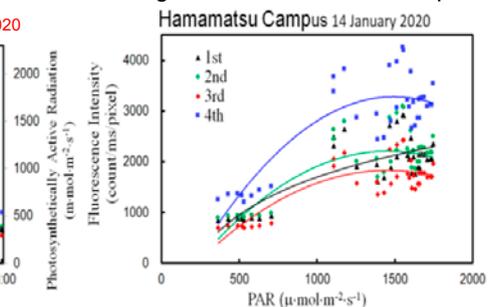


Fig.3 Correlation between SIF intensity and PAR.

【CJ19-32】一般研究

高性能小型マイクロ波円偏波アレイアンテナの構成と性能評価の研究

Development of Compact High-performance Microwave Circular Polarization Array Antenna and its Evaluation

(研究代表者名) 瀧澤 由美 (統計数理研究所)

Yumi Takizawa (The Institute of Statistical Mathematics)

【要旨】 統計数理研究所 瀧澤研究室と千葉大学 ヨサファット研究室が共同して、従来より高性能小型なマイクロ波円偏波アンテナアレイの開発と性能評価を目的とする。

瀧澤研究室は、理論的検討に基づき、小型化と高性能化を可能とする新しいアンテナの構成法を考案した。

ヨサファット研究室は、環境リモートセンシングセンターに構築した3Dシミュレーションシステムを用いて、上記新構成法による具体アンテナの性能評価シミュレーションを協力して行った。

従来の構成理論と比較して広帯域、高利得、横方向輻射の抑制を実現し、アレイの小型化の見通しを得た。

【Abstract】 Based on fundamental studies and novel configuration proposed by Takizawa Lab, compact and high performance antennas and arrays are achieved and evaluated by the 3D computer simulation constructed by Josaphat Lab, CEReS. Distinguished performances of high directive gain, reduced horizontal radiations, and compact configuration of X-band antenna and arrays have been developed.

1 背景目的方法

移動体(航空機、船舶等)に搭載されるリモートセンシングシステムは小型、軽量、安価で、高性能な応答が期待される。筆者らは円偏波を用いるマイクロ波ストリップラインアンテナアレイに注目した。円偏波の発生、受信を可能とするストリップラインアンテナとして、従来、対角を切り欠いた角型、中心または対応する縁を切り欠いた円盤形が研究されてきた。

この構造を円偏波マイクロ波電磁界の生成の視点から見ると、アンテナとして動作するストリップライン共振器の形状が、スムーズな電磁界の形成に不利と考えられる。

2 研究の成果

(1)・直線状切り欠きを有する円板による円偏波アンテナ

高次モードの発生を抑制し、低損失で伝送可能な楕円導波管が、従来、実用されてきた。筆者らはこれに習い、内導体を円板とし、対辺を直線状に切り欠くことにより縮退分離して円偏波を発生するアンテナ構造を提案した。この形状により、空間的乱れの少ないスムーズな電磁界の生成により広帯域で高性能が実現できると考え、研究開発した。

(2)・二重楕円による円偏波アンテナ

さらに筆者らは切り欠きの代わりに楕円による縮退分離を行うアンテナ形状を考案した。この構造では切り欠きによる電磁界の乱れを抑制できるので、より広帯域、高性能が実現できると考えた。

(3)・基板加工の容易化・経済化

従来、ストリップライン基板の誘電体は、テフロンなどの低損失材料が使われてきた。しかしテフロンのメタライズ、基板の接着等のプロセスが複雑で高価となった。

筆者らは誘電体損失がなるべく少なく、加工容易な材料の一例としてガラスエポキシ基板と(1)、(2)の技術を併用して、安価なアンテナの開発を試みた。

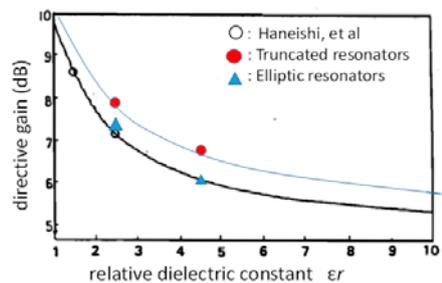


図1 1アンテナの指向性利得に関する従来技術と新技術の比較

3 成果展開の状況

本研究は船舶等の移動体への搭載を目的として行ったが、航空機による環境資源探査のためのセンシングシステムへの実用化を進めている。

【CJ19-33】一般研究

(研究課題名:和文)衛星画像処理のための放射伝達モデルの検証

(研究課題名:英文)Validation of Radiative Transfer Models for Satellite Image Processing

(研究代表者名) 飯倉 善和 (弘前大学)

Yoshikazu Iikura (Hirosaki University)

【要旨】 衛星画像から有用な情報を取り出すには、変動する大気や地形の影響を補正する必要がある。このため、物理モデル(放射伝達コード)に基づいてエアロゾルの空間分布と地表面の反射率を同時に推定する方法(同時推定法)が提案されている。同時推定法では、解に一意性がないため反復解が収束しないという問題がある。本報告では、この問題に対して光学的厚さの平均値を制約することにより解を収束させる。さらに、得られた解から再現した放射輝度と観測値との平均自乗誤差や少数の実測値から解を一意に定める方法を検討する。

【Abstract】 Atmospheric and illumination effects should be corrected when extracting useful information from satellite images. For this purpose, a method which estimates surface reflectance and optical depth was proposed. It was found, however, that the estimated values of reflectance and optical depth do not converge by iteration. In this report, we propose to restrict the averaged optical depth to obtain fixed estimations, which are used to reconstruct the radiance. In addition to ground truth data, the difference between reconstructed radiance and satellite radiance is used to determine the unique estimation.

## 1 背景目的方法

衛星画像から有用な情報を取り出すには、変動する大気や地形の影響を補正する必要がある。このため、物理モデル(放射伝達コード)に基づいてエアロゾルの空間分布と地表面の反射率を同時に推定する方法(同時推定法)が提案されている。

本研究では、代表的な放射伝達コードについて精度および計算速度を評価し、同時推定法で利用すべき放射伝達コードを検討する。さらに同時推定法の妥当性を千葉大学で行われている大気パラメータの観測結果との比較や他のセンサーによる推定結果などを用いて検証する。

## 2 研究の成果

(1) 平均的なエアロゾルの光学的厚さを制約条件とすることにより、繰り返し解を収束させることができる(図1)。縦軸の方向にのみに変化する。

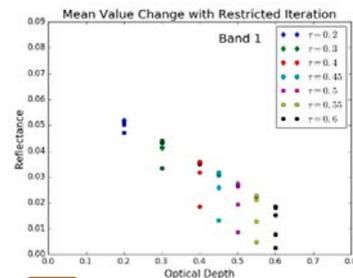


図1 制約条件による反復解の収束

(2) 得られた解から再現した放射輝度と観測値との平均自乗誤差を評価関数として利用する(図2)。光学的厚さが0.4、反復回数3の場合が誤差が最小となる。

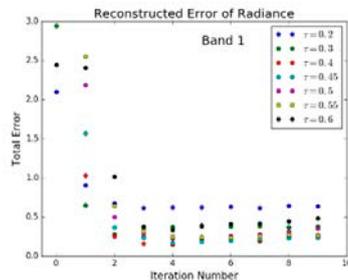


図2 再現誤差を利用した光学的厚さの決定

(3) 実測値(反射率)を利用することにより解を一意的に決定する(図3)。草地(grass)の例を示した。

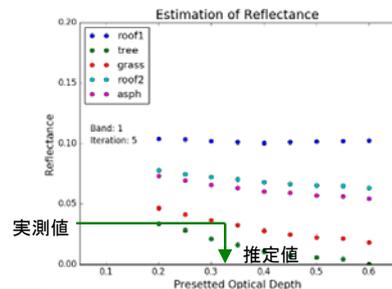


図3 実測値を利用した光学的厚さの推定

## 3 成果展開の状況

複数のディストリビューション(ubuntu,centOS,conda)に対応した衛星画像処理とRTC用のDockerイメージをDocker Hub (<https://hub.docker.com/r/iikura/>)に公開した。衛星画像処理用についてはDockerfileをGithub(<https://github.com/y-iikura?tab=rep>)に公開したのでファイルの作成とイメージの作成ををリンクさせる

【CJ19-36】一般研究

(研究課題名:和文)生活環境圏におけるCO<sub>2</sub>濃度の計測と定点観測データとの比較検証

(研究課題名:英文)Surveying and validation of CO<sub>2</sub> concentration data in the human living sphere

(研究代表者名) 桑原 祐史 (茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター)

KUWHARA Yuji (IBARAKI University・Center for Water Environment Studies)

【要旨】

差分吸収分光(DOAS:Differential Optical Absorption Spectroscopy)法による計測では、パス間での計測が可能であり、計測方位を変えることで被覆の違いが濃度値へ与える影響の検証が可能になる。本研究では、大気中の水分量や光の反射がDOAS法によるCO<sub>2</sub>濃度計測に与える影響を明らかにすることを目的として、計測方位を変えた2地点での計測を行い、実験的を通して、太陽光がパス間に対して直角に近い角度で入射する時間帯には、計測される強度が著しく小さくなり、算出される濃度値が高くなる結果を得た。また、北浦湖上での計測を試行した結果、DOAS法による濃度値は、定点観測による濃度値よりも約150ppm小さい値を示すことが分かった。

【Abstract】

In this study, to clarify the light reflection on the measurement of CO<sub>2</sub> concentration using DOAS, measurements were performed at two locations with different measurement directions and the results were compared and verified. The results of this study can be summarized as follows: 1) The measured intensity remarkably decreased during the times of the day when sunlight is incident at nearly right angles between the measured paths, and the concentration value increased. 2) The concentration measured by DOAS was approximately 150 ppm lower than that determined by fixed-point observation, indicating the possibility of CO<sub>2</sub> absorption by water bodies.

1 背景目的方法

これまでに定点観測によるCO<sub>2</sub>濃度の計測がされてきたが、定点観測によって得られたCO<sub>2</sub>濃度値は、周囲の空間の被覆や地形、自然条件や交通の影響などをすべて含んだ平均的な値であることから、CO<sub>2</sub>濃度変動の詳細な要因を特定することが困難であった。差分吸収分光(DOAS:Differential Optical Absorption Spectroscopy)法による計測はパス間での計測が自由に可能であり、計測方位を変えることで被覆の違いが濃度値へ与える影響の検証が可能になる。しかし、大気中の水分量や光の反射等、極端な計測条件下における影響がどのようなものなのか検証することが必要と考えた。このため、計測方位を変えた2地点での計測を行い、CO<sub>2</sub>濃度計測がどのように異なるのか実験的に計測することを目的とした。

2 研究の成果

本研究の成果は以下の3点である。

(1) 反射光の強度の変動を比較し、太陽とリフレクタの位置関係について検証を行った結果、太陽光がパス間に対して直角に近い角度で入射する時間帯には、計測される強度が著しく小さくなり、算出される濃度値が高くなることが明らかになった(図1)。このような条件となる時間帯の計測に注意を要することが示唆された。

(2) 北浦湖上での計測を試行した結果、DOAS法による濃度値は、定点観測による濃度値よりも約150ppm小さい値となっていることから、夏季における湖上ではその周辺よりも濃度値が低く、水域によるCO<sub>2</sub>吸収の可能性が示唆された(図2、3)。

(3) 雨天時の計測結果から、降雨量が1.0mm/h以上の場合に光路中の近赤外光が雨滴による影響を受けている可能性が伺えた。



図1 リフレクタと太陽の位置(S1棟・多賀高校間)



図2 北浦観測パス

得られた濃度値とその差  
(2019年10月2日16時~21時 北浦計測時)

	DOAS法 (ppm)	定点観測 (ppm)	差 (ppm)	湿度 (%)
18時	409.2	559.3	150.1	73.0
19時	413.2	561.7	148.5	76.6
20時	426.1	579.6	153.5	79.7
21時	438.5	596.0	157.5	82.6

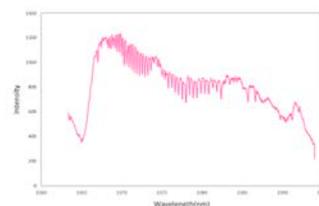


図3 計測された反射光の強度

3 成果展開の状況

本研究で行った実験上の経験により、NDIR方式による簡易なCO<sub>2</sub>濃度計による計測結果と10ppm程度の濃度差の計測結果を得られる実験があった。このことから、さらに極端な土地被覆や自然条件(気象や太陽光の影響)が観測結果に与える影響について計測事例を積むことにより、さらに安定した精度の良い計測値を得ることができると考えている。最後に、実験とデータ処理は、研究協力者:小澤花音(茨城大学 大学院理工学研究科 博士前期課程)の努力によるところが大きい。ここに記して感謝の意を表す。

【CJ19-38】一般研究

(研究課題名:和文)火星着陸探査LIDARの屋外性能試験

(研究課題名:英文)Field test of mini LED LIDAR for Mars rover

(研究代表者名) 千秋 博紀 (千葉工業大学・惑星探査研究センター)

Hiroki Senshu (Chiba Institute of Technology・Planetary Exploration Research Center)

【要旨】我々は、火星着陸機または火星ローバからの観測によって火星表面のダストデビルを検知・観測できる小型LIDARの開発を行っている。本研究では、我々のLIDARが日中でも観測可能であることを示すために、簡易チャンバを利用した検証試験システムを構築した。構築したシステムを利用して小型LIDARによる観測実験を行ったところ、8 kLx 以下の日中であれば消散係数 0.001/m 程度のダストを検知できることを確認することができた。

【Abstract】 We are developing a mini LIDAR for future Mars landing and roving mission. The mini LIDAR is to be used to detect and analyze dust devils passing through the line of sight. Dust devils are thought to be one of the source of dust grains in Martian atmosphere. In this observation the scattered light from the atmosphere might make background noise. We constructed an experimental system to test the sensitivity of LIDAR. By using this system, we demonstrated that the mini LIDAR is able to detect dust with transmittance as small as 0.01/m even in the daytime of Mars.

## 1 背景目的方法

火星は表面をダストで覆われている「砂の惑星」である。ダストは大気の運動によって巻き上げられ、時間をかけて沈降する。巻き上げられたダストは太陽光の吸収体として働き、同時に地面への日射量を減らすため火星大気の温度構造を支配する。しかし地表面から大気への供給メカニズムは、火星探査ローバスピリットとオポチュニティによってその存在が明らかになったダストデビルによる定常的な巻き上げが有力視されている。しかしカメラによる撮影が主な観測手法であり、ダストデビルの構造、特に内部の速度分布やダスト密度分布はあまりよく分かっていない。そこで我々は、将来のローバ探査において、水平方向に取り付けた近距離用LIDARを用いて、測線上を通過するダストデビルの構造を観測することを提案している。このLIDAR観測には高時間・空間分解能であることと、火星の昼間に観測できることが求められる。今回は、我々が開発しているLIDARが背景光のある昼間でも観測できることを屋外実験によって確かめることを目的とした。

## 2 研究の成果

我々は、火星ローバに搭載できるサイズ・重量で高時間・空間分解能のLIDARを目指し、開発を行っている。目安としてはそれぞれ、 $100 \times 100 \times 300 \text{ mm}^3$ 、1kg、1s、1m以下である。小型軽量化のために光源にはLEDを用い、視野制約のために受光光学系にはカセグレン式望遠鏡を採用する。このLIDARを水平に設置して連続観測を行い、測線上をダストデビルが通過した際に、その内部構造を計測するという戦略である。

この観測はダストデビルが発生しやすいと思われる昼間に行う必要があるため、背景光の影響(ノイズ)をいかに抑えるのが問題となる。一方、我々が開発している試験モデルでは、ノイズモデルを上げる要因として大気背景光の他に筐体の隙間からの漏れ光、受光望遠鏡の調整不足(視野外迷光)などもある。そこで今回は問題の切り分けのために、筐体には被いを掛け、望遠鏡の鏡筒を延長した。

観測では、 $1.5(W) \times 2.2(D) \times 1.7(H) \text{ m}^3$ の簡易チャンバをダストで満たし、時間とともにダスト密度が低下する様子をLIDARのほか透過高度計、前方散乱観測装置などと共に観測した。なお、この機能検証試験の手法を獲得することも、本研究の目的のひとつである。

結果の一部を図1に示す。観測は8kLx以下の日中に行われたにもかかわらず、我々のLIDARでも消散係数 0.01/m 程度まで計測できていることを示すことができた。

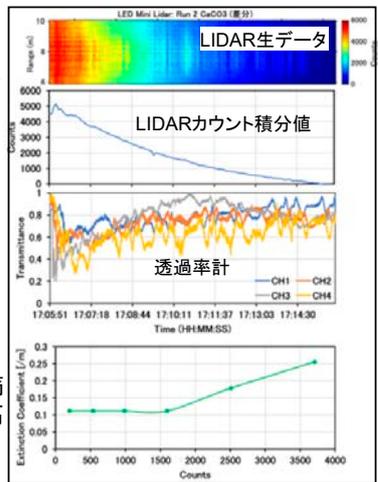


図1 散乱体としてCaCO<sub>3</sub>粉末を用いた際の観測結果の例。LIDARカウント値と消散係数には良く相関がある

## 3 成果展開の状況

我々は小型LIDARを火星着陸ローバへ搭載するよう提案している。また今回の計測実験には小型LIDARの他にも透過率計、ダストカウンタ、前方散乱係数の計測システムなどが参加している。簡易チャンバを用いた検証試験システム構築の知見を得たことは、今後の装置開発に大きな貢献となる。

【CJ19-42】一般研究

(研究課題名:和文)潜在的な深層崩壊発生地における森林斜面の水文・蒸散特性の検出

(研究課題名:英文)Detection of hydrological processes and transpiration on forested slope of potential deep-seated landslide area

(研究代表者名)堀田 紀文 (東京大学)

Norifumi Hotta (The University of Tokyo)

【要旨】 深層崩壊は大規模な土砂災害を引き起こし、今後の気候変動に伴う降雨パターンの変化による深刻化も予想されるが、その発生頻度の低さから対策が難しい。潜在的な深層崩壊地と発生時期を明らかにすることが効果的な対策のために必要である。本研究では、潜在深層崩壊において地下水が集中し、それが夏季の活発な蒸散を引き起こすことに着目する。熱赤外カメラを取り付けた無人航空機を用いることで林冠上の蒸散量の空間分布を検知し、斜面の危険度を判定することを目的とする。そのための基礎的なデータの取得が完了した。

【Abstract】 Deep-seated landslides can cause catastrophic sediment disasters, which could become more important in the foreseeable future with changing rainfall patterns due to climate change. The infrequency of deep-seated landslides prevents the development of countermeasures. For effective mitigation, it is necessary to identify the potential location and timing of a slide. This study focuses on accumulation of groundwater into the potential landslide area resulting in active transpiration in summer season. Fundamental data were acquired to fly an unmanned aerial vehicle attached with a thermal camera for detecting spatial variation of transpiration over a forest canopy, aiming to clarify the landslide risk of each slope.

1  
背景  
目的  
方法

深層崩壊の発生予測は困難であるが、台湾では多くの潜在的な深層崩壊地が特定され、いくつかについては集中的なモニタリングが実施されているため、予測手法の開発を行うのに適している。本研究では、長年にわたる斜面の重力変形に伴う地下岩盤内の流出経路の変化が深層崩壊の発生危険度に影響を与えるとの作業仮説をおいたうえで、潜在的な深層崩壊を含む複数斜面で無人航空機による林冠温度の空間分布から地下水分量の空間分布を推定する。斜面移動量との比較・検証を経たうえで、簡便な深層崩壊危険度の分類手法を開発することを目的としている。

2  
研究の  
成果

(1)台湾高雄市の竹林地区を対象地とした。対象地には多くの潜在的な深層崩壊が存在することが明らかになっており、台湾成功大学防災研究センターによる精力的なモニタリングが実施されている。現時点では、  
・対象地内2点でのボーリングにおける地下水位変化  
・対象地を含む斜面域での約20点に設置されたGNSSの測量成果に基づく斜面の変位モニタリング(図1に例を示す:降雨イベント時に大きな変位量を示し、設置地点により変位の大きさや向きが異なることから、地すべりと同様に、いくつかの崩壊土塊に分かれていることが明らかになっている)などが実施されており、それらのモニタリング結果に基づき、効果的に調査地を設定することができた。

(2)2019年7月の予備調査では、調査地での電気探査に向けた測線の設置(図2a)や基準点の設置(図2b)とともに、周辺部の露頭の調査から地質の分布と構造についての調査を行った。複数の地下水の湧水点も見つかり、今後、流量計測も開始される予定である。電気探査による斜面全体での地下構造と流出量データから、無人航空機から推定された蒸散量の空間分布を地下の水分状態の関係が明らかになる。そのうえで、地下の水分状態を(1)で得られる斜面移動量と比較することによって、熱赤外面像の空撮による危険斜面の抽出が深層崩壊発生斜面の特定に有効かの検討が可能になる。

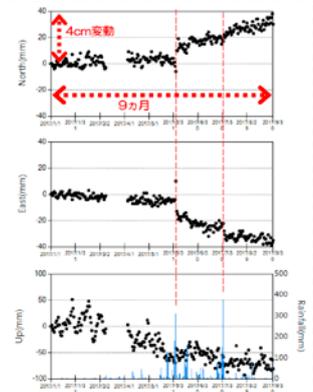


図1 GNSSによる斜面変位モニタリング結果の例



図2 (a) 電気探査の測線設置 (b) 基準点の設置

3  
成果展開の  
状況

本年度は、①機器の不調(熱赤外カメラが二度の初期不良にて納品時期が著しく遅れた)、②台湾側の制度変更(無人航空機の操縦に免許が必要になり、申請者自身によるUAVの飛行が困難になった)、③新型コロナウイルスの影響(①②を踏まえて予定していた3月の現地調査が中止となった)と、不測の事態が重なり研究の進捗は不十分であったが、今後に関わる基礎的な情報、データは取得できたので、研究は継続し、当初の目的を達成する予定である。

【CJ19-45】一般研究

(研究課題名:和文)UAV-Lidarによる点群データを用いた森林景観の環境解析

(研究課題名:英文)Analysis of environments in forest landscape using point cloud by UAV-based Lidar system

(研究代表者名) 早川裕式 (北海道大学・地球環境科学研究院)

Yuichi S. Hayakawa (Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University)

【要旨】 森林研究において、地上レーザ測量(地上Lidar)や、小型無人航空機(UAV)とSfM多視点ステレオ写真測量を用いた3次元計測が普及しつつある。一方、UAVにLidarを搭載し地上～低空からのレーザ測量を行えば、森林上面および内部を統合的に計測することができる。この手法は現状、開発段階にあり、今後、森林の3次元計測分野でも普及してゆくことが期待されている。本研究では、森林内における樹木の位置や形状を、UAV-Lidarを用いて精密に3次元計測し、バイオマスの推定や基盤となる地表面環境の基礎情報を一度に取得・解析することを目指す。これにより、森林景観の統合的な理解が可能となる。

本年度は、UAV-Lidarの機材整備を進めるとともに、試験地における比較対象としての地上LidarやUAV-SfMによる点群データの取得を行った。今後、これらの異なる手法による点群データを比較することにより、高精細3次元形状データの森林を中心としたフィールドサイエンスにおける利活用が進み、当手法の普及が期待される。

【Abstract】 For forestry studies, not only terrestrial laser scanning and structure-from-motion photogrammetry but also UAV-based lidar are becoming applicable. The UAV-lidar approach enables us to obtain full-3D dataset of forests and to analyze their morphological structures. In this year test measurement of UAV-lidar and other methods were performed, which will be further assessed in the coming years.

1  
背景  
目的  
方法

UAVにLidarを搭載し地上～低空からのレーザ測量を行えば、森林上面および内部を統合的に計測することができる。本研究で使用する機材は、北海道大学が所有するUAV(DJI Matrice 600)および移動観測が可能なモバイルLidar(Velodyne HDL-32e + Kaarta Stencil 1)である。現地観測においては、UAV-Lidarを用いて、林地の地上から低空(30～50 m)までの範囲でLidarによる計測を行い、リアルタイムの位置合わせ(SLAM)と後処理による補正から、森林の上面と内部・地表面を統合した3次元点群情報を得る。並行して、地上LidarやUAV-SfM、地上参照点のGNSSによる計測情報も取得し、UAV-Lidarのデータ検証を実施する。さらに、得られた3次元点群データを解析し、森林構造を一本の木あるいは枝葉といった最小単位で区分・分類し、バイオマスといった量的な計測、樹幹などの形状的な計測、また地表面環境と生育状況の相対的な空間関係といった量質的な分析を進め、森林計測の新しくわかりやすい手法を提案する。

2  
研究の  
成果

- 3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。
- (1)計測機材を用いて海岸砂丘における計測実験を行った。  
(図1)これによりUAV-Lidarの利点、問題点、改善点が具体的に明らかとなった。
  - (2)試験地となる森林の選定を行い、基礎情報を収集した。
  - (3)関連技術(SfM, Lidarおよびそれらによる点群データの後処理手法)の研究活用に関する使用マニュアル、講習会資料を作成し、ウェブサイトにおいて公開した(図2)。また、随時コンテンツのアップデートを行っている。

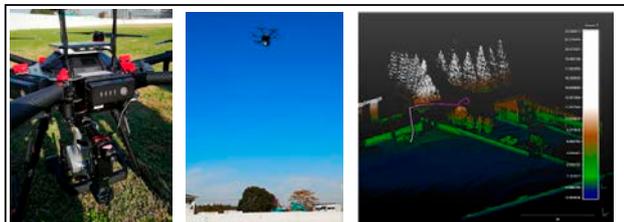


図1 UAV-Lidarの実験飛行の様子

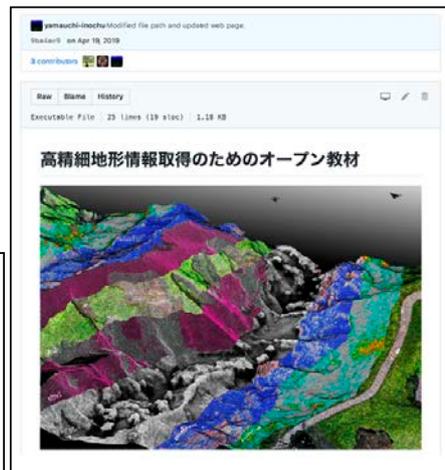


図2 計測データや解析ツールの公開ウェブ  
<https://hdtopography.blogspot.com/>

3  
成果展開の  
状況

研究の成果に記載した内容について、他の研究への活用状況あるいは普及・実用化の状況を記載してください。

- ・開発した手法は、森林だけでなく地形、生態、考古などの研究に用いられている。
- ・データアーカイブおよび解析ツールを公開することにより、教育・アウトリーチとしても効果をもたらす。
- ・EGUやAOGSなどの大型学会におけるセッション運営や国際学術誌における特集号の編成を通して本研究の普及展開が期待できる。

【CJ19-47】一般研究

(研究課題名:和文) 中高緯度の海岸域における降水の気候学的特性

(研究課題名:英文) Climatological characteristics of coastal precipitation in middle and high latitude

(研究代表者名) 重 尚一 (京都大学大学院・理学研究科)

Shoichi Shige (Graduate School of Science, Kyoto University)

【要旨】 本研究課題では、中高緯度沿岸域における気候学的な降水特性と主な降水メカニズムを解明し、その水循環への寄与を明らかにすることを目的としている。本年度は、アラスカ沿岸域における海岸線からの距離と衛星搭載レーダで観測される降水との関係に着目した。その結果、海岸線の海側では地形効果による下層の強い水蒸気収束により比較的強い降水が頻繁にみられる一方、弱い降雨・降雪を含めて考えると海岸山脈上で頻度が最大となることが明らかとなった。また、海岸山脈上にもたらされる降雪量の多くは、沿岸の降水雲が内陸へ移流することによるものと示された。

【Abstract】 This study aims to reveal the climatological precipitation characteristics in middle and high latitude coastal areas, and to clarify their contribution to the water cycle. We focused on the relationship between the distance from the coastline and precipitation observed by spaceborne radars. Above coastal waters, relatively heavy precipitation from orographically enhanced clouds, which are the results of low-level moisture convergence, is frequently captured. Meanwhile, along the coastal mountains, snowfall events frequently occur, and they are mainly brought by precipitating clouds advected from the coast.

1 背景  
目的  
方法

海岸域は海洋から湿った空気が流入することで比較的多量の降水がもたらされる。熱帯降雨観測衛星 (TRMM) 搭載降雨レーダ (PR) による観測などから、熱帯の海岸域で起こる降水が全球の水循環において重要な役割を果たすことが示されてきた。高緯度においても特に大陸西岸では降水が集中しているが、複雑な地形を有するために地上観測資源に乏しい。本研究は、中高緯度沿岸域の気候学的な降水特性とその降水メカニズムを、衛星リモートセンシングデータを用いることで明らかにすることを目的とした。高緯度地域における高精度の降水観測を行うことが可能な全球降水観測計画 (GPM) 主衛星搭載二周波降水レーダ (DPR) と、DPRでは観測できない弱い降水や雲をとらえることのできるCloudSat搭載雲レーダ (CPR) による相補的な情報を用いて、対象地域の降水の解析を行った。

2 研究の  
成果

(1) 海岸線からの距離の関数として降水量・降水頻度の気候値を算出した (解析範囲: 45-65N, 125-155W)。その結果、海岸の海側の領域ではDPRで最も頻繁に比較的多量の降水がもたらされている一方、DPRで観測される降水頻度・強度が小さい海岸山脈上で、CPRにより降水 (特に降雪) が最も頻繁に観測されていることが明らかとなった (図1a, b)。

(2) CPR雲タイプ判別により、乱層雲、浅い対流雲、その他の3タイプに分類したところ、海岸山脈上で降雪は、その大部分を「乱層雲」からのものであった。「乱層雲」に関して、内陸に進行するにしたがってCPR反射強度の弱体化が見られたことから、海岸山脈上の降雪は、海岸線付近の強い水蒸気収束でできた降水雲が内陸へ移流してきたものだと考えられる (図1c)。「浅い対流雲」は海岸山脈上で頻繁にみられるものの (図1d)、強度が弱く、降雪量への寄与が小さいことが確認された。

(3) 大気再解析データERA5および静止気象衛星GOES-15赤外画像を用いた事例解析により、アラスカ湾岸からの低気圧に伴う前線システムで停滞・強化されることが、この地域の海岸域の頻繁な降水につながっていると推察された。

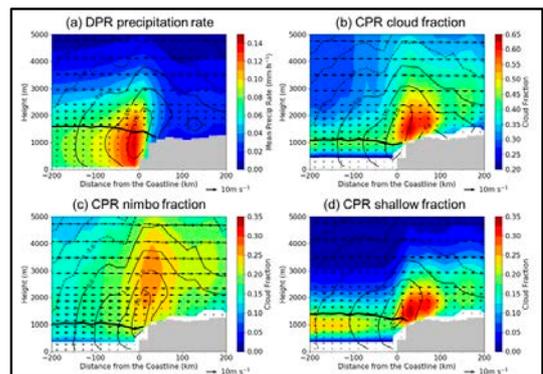


図1 海岸線からの距離と(a)5年平均 DPR平均降水強度、および(b)すべての雲、(c)乱層雲、(d)浅い対流雲についての9年平均CPR雲出現頻度の高度プロファイル

3

成果展開の  
状況

成果を以下の関連学会や研究会で発表した。

- (1) Aoki S. and S. Shige, AMS 39th International Conference on Radar Meteorology, 奈良, 2019年9月.
  - (2) 青木俊輔・重尚一, 日本気象学会2019年度秋季大会, 福岡, 2019年10月.
  - (3) Aoki S. and S. Shige, 8th International EarthCARE Workshop, 福岡, 2019年11月.
- また、本研究成果に関する論文を投稿中である。

【CJ19-51】一般研究

(研究課題名:和文)機械学習を用いた台風識別器の開発と制度検証

(研究課題名:英文)Development of tropical-cyclone detection method using machine learning

(研究代表者名) 筆保 弘徳 (横浜国立大学)

Hironori Fudeyasu (Yokohama National University)

【要旨】 本研究は、機械学習と雲画像を用いた台風検出モデルを開発することを目的としている。もっとも制度が高いモデルは、91%の検出率と27%の適合率を持っていた。本年度で開発された検出器は、さらなる改良によって、新しいタイプの台風の検出ツールになると期待される。

【Abstract】 The purpose of this study is to develop the tropical-cyclone (TC) detection method using machine learning and with cloud images derived by the satellite Himawari. The TC detection model with the highest evaluation has the detection rate of 91% and the conformity rate of 27%. We expect the TC detection model created by this study to be a new type of TC detection that will change to a meteorological forecaster by further improving in the future.

1  
背景  
目的  
方法

The background of this study: Estimations of the location of tropical-cyclones (TCs) over the ocean are currently made mainly by the forecasters of the Japan Meteorological Agency using the Dvorak method. In addition, development of computer technology learning time and calculation cost, which have been regarded as tasks of machine learning and deep learning, have been improved.

The objective and methodology of this study: The purpose of this study is to develop the TC detection method using machine learning.

2  
研究の  
成果

Brief descriptions of three conclusions

Conclusion 1

TC detection model with the highest evaluation has the detection rate of 91% and the conformity rate of 27%.

Conclusion 2

In this study, 36 TC detection models were created using infrared images and water vapor images obtained from the meteorological satellite IR, and detection was done from the range of the Northwest Pacific in 2017. The TC detection model created with the water vapor image had low precision whereas the TC detection model created with the infrared image was more accurate.

Conclusion 3

Looking at the detection rate by area, the detection rate was higher in the Philippines and Okinawa whereas lower in the vicinity of Vietnam.

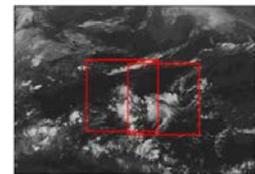


Fig.1 Detection of TC by machine learning

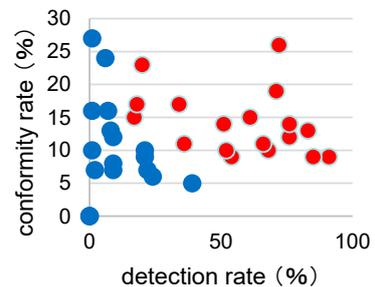


Fig.2 Validation of models by red (IR) and blue (WV)

3  
成果展開の  
状況

We expect the TC detection model created by this study to be a new type of TC detection that will change to a meteorological forecaster by further improving in the future.

【CJ19-08】一般研究研究会

(研究課題名:和文)大気地上検証用機材性能向上研究会

(研究課題名:英文)Workshop on Validation Equipment Performance Improvement for Air (VEPIA)

(研究代表者名) 本多 嘉明 (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)

Yoshiaki HONDA (Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

【要旨】 気候変動さらに人間活動による地球大気の変動は顕著になるとともに、依然として雲やエアロゾルの現状把握ならびに気候に対する影響が明白になっていない状態にある。欧米はもとより我が国において雲やエアロゾルの観測にむけて最新のセンサ技術を搭載した人工衛星が打ち上げられ運用されようとしている。衛星観測データから導き出される物理量は地上検証に裏づけされて、より高精度になりその精度が保証される。一方、二十数年前から米国や我が国が中心になって進めてきた大気地上検証ネットワークで使用されている機材が老朽化し、その更新が望まれている。そこで、本研究会で基礎実験を通じて望ましい大気地上検証用機材の検討をし、数年以内に提案をだすことを目的とする。

【Abstract】 Climate change and the change of the Earth's atmosphere due to human activities become noticeable, and the climate and aerosol status quo and the impact on climate are still not clear. Artificial satellites equipped with the latest sensor technology are being launched and operated for observation of clouds and aerosols in Japan as well as in Europe and the United States. The physical quantities derived from the satellite observation data are backed up by ground verification, and the accuracy is guaranteed with higher accuracy. Meanwhile, the equipment used in the atmospheric ground verification network, which has been promoted mainly by the United States and Japan since 20 years ago, is getting old and updating is desired. Therefore, at this workshop, we aim to make a proposal within a few years by studying the desirable atmospheres for ground verification equipment through basic experiments.

## 1 背景 目的 方法

気候変動さらに人間活動による地球大気の変動は顕著になるとともに、依然として雲やエアロゾルの現状把握ならびに気候に対する影響が明白になっていない状態にある。欧米はもとより我が国において雲やエアロゾルの観測にむけて最新のセンサ技術を搭載した人工衛星が打ち上げられ運用されようとしている。衛星観測データから導き出される物理量は地上検証に裏づけされて、より高精度になりその精度が保証される。一方、二十数年前から米国や我が国が中心になって進めてきた大気地上検証ネットワークで使用されている機材が老朽化し、その更新が望まれている。そこで、本研究会で基礎実験を通じて望ましい大気地上検証用機材の検討をし、数年以内に提案をだすことを目的とする。

## 2 研究の 成果

これまでに作成した試作機の問題点を整理し、新しいコンセプト(二次元センサを用いた)観測機材のデザインを策定した。  
この新しい機材の作成はJAXAが中心となり、進めることになり、R2年度中に完成予定である。この機材を利用したGOSATシリーズRAIに応募することになった。

## 3 成果展開の 状況

本研究集会の支援で取りまとめた試作機の問題点を加療するための方策を議論し、新しいコンセプトに基づいた観測機材を作成し、GOSATシリーズRAIに応募し、次年度以降の活動に結びつけることになった。

【CJ19-10】一般研究研究会

(研究課題名:和文)2019年IEEE地球科学・リモートセンシング ソサイエティ サマースクール

(研究課題名:英文)2019 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society Summer School

(研究代表者名) 宇都 有昭 (東京工業大学・情報理工学院)

Kuniaki Uto (Tokyo Institute of Technology・School of Computing)

【要旨】 7月28日-8月2日の期間、横浜で開催されたIEEE GRSSの国際シンポジウムIGARSS2019に連動して、東京工業大学大岡山キャンパス(目黒区)、防災科学技術研究所(NIED)とJAXAにおいて、学生・若手研究者49名を対象としたリモートセンシングに関するサマースクールを7月23-26日の期間で開催した。IGARSS2019に参加する国内外の著名な講師を招聘し講義、実習、見学を実施した。受講者は、4日間の講義、実習、見学を通して、リモートセンシングの基礎から応用まで、幅広い知識と技術を習得した。

【Abstract】 From July 23<sup>rd</sup> to 26<sup>th</sup>, the IEEE GRSS Summer School (GR4S) was held in Tokyo Institute of Technology, NIED and JAXA in conjunction with and the week prior to the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS, July 28 – August 2). The total number of participants including students and young researchers was 49. The lectures and hands-on training were given by distinguished lectures who attended the IGARSS2019. The participants learned a wide knowledge and skills of remote sensing during the four-day summer school.

## 1 背景目的方法

7月28日-8月2日の期間、横浜で開催されるIEEE GRSSの国際シンポジウムIGARSS2019に連動して、東京工業大学大岡山キャンパス(目黒区)において7月23-26日の期間で、学生・若手研究者を最大50名を対象としたリモートセンシングに関するサマースクールを開催した。IGARSS2019のテーマが「災害と環境 (Disasters and Environment)」であることから、サマースクールのテーマを「Remote Sensing for Disaster Monitoring」とした。

## 2 研究の成果

(1) 1, 3, 4日目は東京工業大学大岡山キャンパスにおいて、合成開口レーダ(1日目)、光学センサ(3日目)、4日目:災害モニタリング(4日目)に関して、前半に講義、後半に受講者が持参したPCによる実習を実施した。

1日目の講師は、島田政信教授(東京電機大学)、山口芳雄教授(新潟大学)、山之口勤博士(RESTEC)が担当した。3日目の講師は、Mauro Dalla Mura教授、恩田靖氏(Google)が担当した。4日目の講師は、Claudio Persello教授(University of Twente)、Begüm Demir教授(TU Berlin)、Bruno Adriano博士(理研)が担当した。

(2) 2日目は、防災科学技術研究所(NIED)とJAXAの見学を実施した(図1)。JAXAでは、川北史朗博士(JAXA)と大木真人研究開発員(JAXA)が公演を担当した。

(3) 本サマースクールは、登録者のみが参加可能であるが、2日目午後後の講義の一部を公開セミナーとし、IEEE GRSS PresidentのPaolo Gamba教授による講義を実施した。



図1 JAXAでの集合写真

GR4S 2019 2019 IEEE Geoscience and Remote Sensing Society  
July 23 (Tue) - 26 (Fri) 2019 Tokyo Institute of Technology  
Osaka Assembly (Tokyo Institute of Technology) Meeting Venue (NIED) Meeting Venue (JAXA)

Day 1	Day 2	Day 3	Day 4
July 23 (Tue)	July 24 (Wed)	July 25 (Thu)	July 26 (Fri)
<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>SAR Basics and data interpretation Prof. Kiyomasa Osada Tokyo Daikoku University</p>	<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>Introduction to SAR Dr. Shin Kazuaki JAXA</p>	<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>Optical remote sensing and deep learning Prof. Masahiro Horikawa Osaka University</p>	<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>Deep learning for remote sensing image analysis Prof. Dapeng Qu University of Toronto</p>
<p>12:00 - 14:30 (90 min)</p> <p>Post-AR data decomposition and visualization Prof. Yusaku Yamaguchi Nagoya University</p>	<p>14:00 - 15:30 (90 min)</p> <p>Remote sensing and beam analysis Prof. Takao Gamba The University of Tokyo</p>	<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>Information discovery from SAR data Prof. Dapeng Qu University of Toronto</p>	<p>12:00 - 14:30 (90 min)</p> <p>Open-air viewing Dr. Shiro Ando NIED</p>
<p>14:00 - 17:00 (120 min)</p> <p>Workshop Prof. Dapeng Qu University of Toronto</p>	<p>15:00 - 16:30 (90 min)</p> <p>JAXA Tsukuba Space Center</p>	<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>Open-air viewing Tsukuba Space Center</p>	<p>10:00 - 11:30 (90 min)</p> <p>Open-air viewing Tsukuba Space Center</p>

図2 本サマースクールのプログラム

## 3 成果展開の状況

サマースクールのWebページ(<https://gr4s2019.org/>)を開設した。

本サマースクールの成果は、IEEE Xplore(以下url)で公開された。  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8936636>

【CJ19-25】一般研究研究会

(研究課題名:和文) 地上フラックス観測と衛星観測を利用した陸域物質循環に関する研究会

(研究課題名:英文) Workshop on terrestrial carbon fluxes using ground observation and remote sensing.

(研究代表者名) 市井 和仁 (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)

Ichii Kazuhito (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【要旨】 JapanFluxは、大気-陸面における熱・水・物質(CO<sub>2</sub>など)の地上観測ネットワークであり、この観測ネットワークを利用した広域推定研究などが盛んに行われている。特にリモートセンシングなどの観測データとの親和性が高く、地上観測と衛星観測の連携が望まれている。本研究会では、昨年度に引き続き、国内で本分野の研究を推進する複数の大学の研究室などによる合同のセミナーを実施した。今年度は農業気象学会からの賛同を得て、農業気象学会サマースクールとして実施し、20名以上の参加者を得て、16件の研究発表と、Pythonによるデータ解析講習会を実施した。

【Abstract】 JapanFlux is an in-situ observation network for heat, water, and matter (CO<sub>2</sub>, etc.) on the atmosphere-land, and large-scale estimation using this observation network is being actively conducted. In particular, collaboration between ground observation and satellite observation is expected. We had a joint seminar among groups from several universities in Japan, aiming at promoting cooperation among domestic researchers and students. This seminar is conducted as a summer school of the Society of Agricultural Meteorological of Japan with 16 research presentations, and data analysis tutorial.

1 背景目的方法

JapanFluxは、大気-陸面における熱・水・物質(CO<sub>2</sub>など)の地上観測ネットワークであり、この観測ネットワークを利用した広域推定研究なども盛んに行われている。特にリモートセンシングなどの観測データとの親和性が高く、地上観測と衛星観測の連携が望まれている。本研究会では、国内で本分野の研究を推進する7機関の研究員の教員・学生が参加する合同のセミナーを実施した。特に、農業気象学会からの賛同を得て、農業気象学会サマースクールとして2019年9月2日-3日に信州大学にて実施した。20名以上の参加者があり、初日は16件の研究発表と議論を実施し、2日目には大阪府立大学の学生が講師を務め、Pythonによるデータ解析講習会を実施した。

2 研究の成果

(1) 陸域における熱・水・物質循環を研究対象にした地上観測・衛星観測・数値モデリングなどを扱う研究者・学生が集合して2日間の合同勉強会を実施した(図1)。研究対象は、地上観測、衛星観測など多岐の手法、植生、都市、湖沼などの多岐の対象にわたる情報交換を実施した。また参加研究機関は、信州大学、大阪府立大学、北海道大学、大阪大学、東京大学、国立環境研究所、千葉大学、と多岐にわたった。



図1 研究会の様子

(2) 講習会においては、大阪府立大学の大学院生が主導した教材による、Pythonを用いたデータ解析と題し、地上観測データの解析手法、機械学習を含む様々な回帰モデルの実習、陸域生態系モデルVISITの実行やそのパラメータ最適化など、実際に研究の場でも利用できるような高度な内容を多く含む内容であった。

これらを参加者が実習を通して学ぶことにより、共通の技術・知識を習得することができ参加者の今後の研究活動に発展に貢献できることが期待できる。

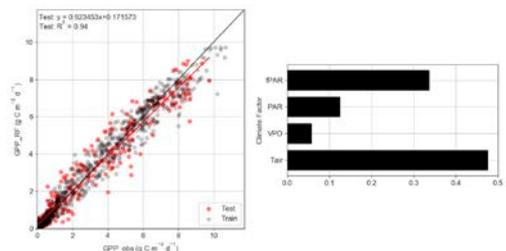


図2 講習会で作成した図の一例(ランダムフォレスト回帰による光合成量の推定と特徴量の重要度)

3 成果展開の状況

このようなセミナーの開催は、大学院生などの若手研究者の育成に貢献できる。特に、研究者を目指す学生が少なくなっていると言われている現状の中で、学生間の連携を構築しつつ、複数の教員が協力体制を構築することにより、研究への興味を伝え、今後の研究者の育成に貢献できる。

【CJ19-26】一般研究研究会  
 (研究課題名:和文)AsiaFlux 2019の開催  
 (研究課題名:英文)AsiaFlux 2019

(研究代表者名) 市井 和仁 (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)  
 Ichii Kazuhito (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【要旨】 AsiaFluxは、アジア地域における大気-陸域のエネルギーや物質循環を計測する地上観測ネットワーク組織であり、それらのネットワークや衛星観測、モデリングなどを活用した研究を通して、アジアのエネルギーや物質循環を把握することを目指している。AsiaFluxによるワークショップとして、2019年10月2-4日に岐阜県・高山市において表題のワークショップが開催された。本ワークショップでは、国内外178名の参加者(国内・国外おおよそ半数)を集め、3日にわたり、研究成果の発表や議論が行われた。このワークショップの状況は、CEReSニュースレター、学術雑誌「生物と気象」などに掲載された。

【Abstract】 AsiaFlux is a ground observation network organization that measures the atmosphere and land energy and material circulation across Asia. Understandings of energy and material budget based on such networks, satellite observations and modeling are highly required. We held AsiaFlux 2019 on October 2-4, 2019 in Takayama, Gifu Prefecture. In this workshop, 178 participants from Japan and abroad (about half in Japan and abroad) gathered and presented research results and discussed for three days. Summaries of this workshop was published in the CEReS newsletter and the journal "Biology and Meteorology".

## 1 背景 目的 方法

AsiaFluxは、アジア地域における大気-陸域のエネルギーや温室効果ガスなど物質循環を計測する地上観測ネットワーク組織であり、それらネットワークや衛星観測、モデリングなどを活用としたアジア域におけるエネルギー循環、物質循環の把握を目指している。AsiaFluxでは、このコミュニティーにおけるワークショップを定期的に開催しており、2019年度は、10月2-4日に岐阜県高山市で開催した。本ワークショップでは計178名(国内・国外約半数ずつ)が参加し、3日にわたり議論がされた。さらに5日にはアジアで最も長い連続観測を実施してきた高山サイトへの観測サイト見学ツアーも組まれ、多くの方が参加した。この会合の開催にあたり、千葉大CEReSは後援として貢献し、代表者(市井)は、Local Organizing Committeeの委員長を務めた。

## 2 研究の 成果

(1) AsiaFlux 2019を2019年10月2-4日に岐阜県高山市の飛騨・世界生活文化センターで開催した。178名(国内・国外おおよそ半数ずつ)が参加した。国外から3名、国内から3名の招待講演、若手研究者の会合など、様々なイベントを実施した。  
 会合Web: <http://asiaflux.sakura.ne.jp/>



図1 AsiaFlux 2019全体集合写真

(2) CEReSニュースレター10月号、生物と気象2020年1月号などに本会合の参加報告を掲載した。また本会合の記事が2019年10月3日付の中日新聞(飛騨版)に掲載された。

(3) 10月5日は高山観測サイトへのフィールド観測サイト見学ツアーが実施された。アジアにおける最も長い長期のタワー観測を実施するサイトであり、多くの参加者の興味を集めた。



図2 観測サイト 見学ツアー

## 3 成果展開の 状況

本会合の成果は、上記のニュースレター・学術雑誌記事などに掲載された。さらには、AsiaFlux Newsletterとしての記事も準備をしている段階である。本会合に関連して、2020年度にはマレーシア・クチンにおいてAsiaFlux 2020 Conferenceとして引き続き開催を予定している。<https://www.asiaflux2020.com/>  
 AsiaFluxでは、地上観測とリモートセンシングを繋ぐことにより、地域や広域(大陸)スケールでの物質循環の推定などリモートセンシングを活用した研究も多く遂行されており、CEReSの成果も期待されている。

【CJ19-39】一般研究研究会  
 (研究課題名:和文)森林分野地上検証活用研究会  
 (研究課題名:英文)Forest field ground truth leverage Study Group

(研究代表者名) 梶原 康司 (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)  
 Koji KAJIWARA (Chiba University・CEReS)

【要旨】 大学の研究林において長年蓄積されてきた森林に関する地上情報は大変貴重なものであり、広域生態系研究に必要な基礎情報の宝庫と言える。一方、昨今の地球観測衛星観測データによって広域生態系研究が飛躍的に進むと期待されている。しかしながら、生理生態学、林学等の観点から収集されたデータとリモートセンシングデータによる生態系研究のアプローチの接点となる緊密かつ効果的な組織を必ずしも有していない。そこで、日本の代表的な研究林である北海道大学研究林の研究者と千葉大学の地球観測衛星利用研究者がケーススタディーを通してどのような研究活動や組織が有効であるかを論ずる事を目的と、研究集会を実施した。

【Abstract】 The ground information on forests that have been accumulated for many years in university research and research forests is very valuable and can be said to be a treasure trove of basic information necessary for wide area ecosystem research. The objective is to discuss what kind of research activities and organizations are effective through case studies by researchers at Hokkaido University Research Forest, which is a representative research forest in Japan, and researchers using Earth Observation Satellites at Chiba University.

1  
背景  
目的  
方法

大学の研究林において長年蓄積されてきた森林に関する地上情報は大変貴重なものであり、広域生態系研究に必要な基礎情報の宝庫と言える。一方、昨今の地球観測衛星観測データによって広域生態系研究が飛躍的に進むと期待されている。しかしながら、生理生態学、林学等の観点から収集されたデータとリモートセンシングデータによる生態系研究のアプローチの接点となる緊密かつ効果的な組織を必ずしも有していない。そこで、日本の代表的な研究林である北海道大学研究林の研究者と千葉大学の地球観測衛星利用研究者がケーススタディーを通してどのような研究活動や組織が有効であるかを論ずる事を目的とする。

2  
研究の  
成果

(1)2/13にJAXAつくば宇宙センターにおいて研究集会を開催した。

時間	氏名	所属	口頭発表時は内容
13:20	中路達郎	北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター	挨拶・北大研究林の研究紹介 (冬季ドローン空撮・PENなど)
13:40	津田将寿	北海道大学大学院 環境科学院	落葉広葉樹の環境ストレス応答を写真から検出 できるのか? (仮)
14:00	日下部 玄	北海道大学大学院 環境科学院	つる植物の生態学的意義
休憩			
14:30	笹川大河	筑波大学生命環境学群生物資源学類	マルチバンド人工衛星画像を用いた針葉樹種分類手法の開発
14:50	林 真智	JAXA	森林バイオマス広域観測のための研究プラットフォーム構築
15:10	松本一穂	琉球大学 農学部	やんばるの森のバイオマスと純一次生産量
休憩			
15:40	秋津 朋子	筑波大学 生命環境系	観測計画とOWLの精度評価について
16:00	小林利行	JAXA	GCOM-C/SGLIによるVI/LAI/FAPARプロダクトの現状について
16:20	梶原康司	千葉大学 環境リモートセンシング研究センター	SGLIバイオマスプロダクトVersion2について
16:40-17:00	総合討論	今後の研究・発表計画など意見交換	

3  
成果展開の  
状況

本研究集会の活動を起点として、中解像度～高解像度衛星データに対して、ダイレクトに比較可能な空間的広がりをもちJAXAスーパーサイトの設置が行われ、スーパーサイトにおける観測データは、我が国が世界に公開できる貴重な実測データ資源となっている。

【Joint Research No. CI19-106】 P2019-1

**Title of Joint Research:** Environmental Remote Sensing for River Water Pollutant Monitoring System

**Name of Principal Investigator:**

Evizal Abdul Kadir (Islamic University of Riau)

**【Abstract】**

This research was aimed to design and develop a system with multiple sensors to monitor river water pollution because most of the community members use river water in their daily activities. In this design and development of system, Wireless Sensor Networks (WSNs) was applied because of the many advantages that can be enjoyed. Multiple sensor nodes were installed for the detection of water pollution parameters such as temperature, Electrical Conductivity (EC), water pH, and Dissolved Oxygen (DO). The system was designed to monitor river water pollution parameters and send the information to the data center (backend system). Arduino microcontroller was used to process and filter the data before sending to the backend system.

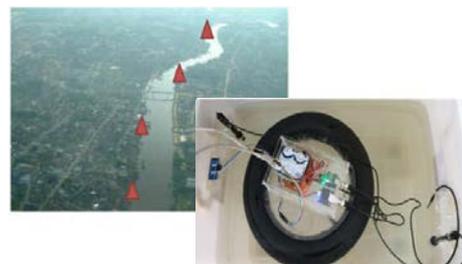
**1  
Back-  
Ground  
Objective  
Methodology**

Water pollution is one of the issues that has been raised in some of the areas in Indonesia. This research focused on Siak River located in Riau Province because of the issue of river pollution since a few years and until now no significant solution by the respective authorities had been taken. Riau province is located in central Sumatera Island in Indonesia. This province has 5 long and deep rivers, one of the rivers is the deepest in Indonesia. Along the Siak rivers, many companies are operating, the big company being pulp and paper beside other small companies. Sometimes the companies emit pollution to the river, this contaminates the river. Contamination of the river water may be contributed by various sources such as industrial waste, chemical spill, community and residence waste. Flooding and others disaster might also to pollution of the river. This re-search aims to introduce a monitoring system with incorporates 4 basic sensing system which include temperature, dissolved oxygen (DO), water pH, and electrical conductivity.

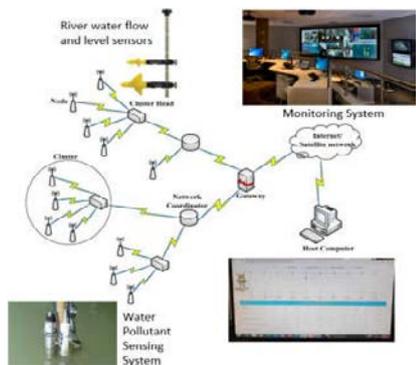
**2  
Conclu-  
sions**

**Conclusion 1**  
Based on research have been done some of finding in monitoring environment using wireless sensor network (WSN) such as integration of a few sensors in a single node of WSN have to configure by circle in order to avoid conflict of data node sensor send the data sensor node sink. Figure 1 shows a sensor node designed and model installed on the river area to collect data in real-time water pollutant status.

**Conclusion 2**  
In this stage of research some data collected from monitoring station and keep in a central data base. Data collected analyze with an algorithm to determine type chemical or material content in the polluted water based on data send by various type of sensors. Data collected display in a graph for easy in analysis with minimum and maximum for multi variable detected. Report for representative institution or government sent as well while anomaly data detected for verification and action taken. Further research is to continue with multi point of sensor to get accurate data along river.



**Fig.1** Scene of Siak Indonesia



**Fig.2** Data send to monitoring system by WSN

**3  
Effect/  
Outcome**

This research will contribute and assist government to determine chemical contaminated to the polluted river water. Multi sensor in detection system be able to classify by aid analysis and algorithm to determine type of chemical in the polluted water by analysis several data detected by multi-sensor system.

【Joint Research No. C119-105】 P2019-1

**Title of Joint Research:** Application of space and ground technologies for disaster risk mitigation: Multi-sensor Web for earthquake early detection

**Name of Principal Investigator:**

**Dimitar Ouzounov** (CEESMO, Chapman University)

**【Abstract】** (Approximately 100 words)

This proposal represents an innovative approach for integrating multi parameter sensor networks of pre-earthquake signal caused by increasing stress in the Earth's crust prior to earthquakes. Latest observations from space and ground have provided multiple evidences for detection of pre- earthquake signals and the latest studies show their statistical significance, repeatability, and universality. The objective is the development of crosscutting Sensor web, which utilizes targeted sensor networks (global remote-sensing satellite data, space plasma parameters from GPS/TEC, simultaneously with ground observations to detect pre-earthquake phenomena) in order to achieve a forecast solution.

1

**Back-Ground**

**Objective**

**Methodology**

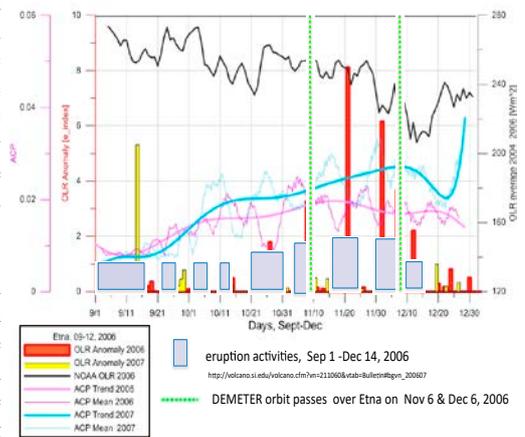
We investigated electromagnetic perturbations of the ionosphere possibly related to seismic and volcanic activity.

We assess the possible relation of ionospheric perturbations observed by DEMETER, GPS-TEC (Global Positioning System-Total Electron Content), NOAA-derived OLR (Outgoing Long-Wave-Earth Radiation) and ACP (Atmospheric Chemical Potential) measurements, with volcanic (Etna, 2006, Italy) and Saharan (2008, Italy) dust events identified by ground and satellite-based TIR observations .

2

**Conclusions**

1 We are investigating the possible relation between ionospheric perturbations and eruptive activities .We can attribute the variation of the ion density to the modification of the Global Electric Circuit (GEC). 2.The large amounts of heavy ion clusters, which replace the light ions within the area of volcano eruption, drastically change the air column conductivity. This leads to the modification of parameters of the GEC, which is responsible for electromagnetic coupling between the ground and ionosphere. 3.DEMETER observations, revealing anomalies in the electrical field, coincided with the timing of thermal enhancements on November 4 and December 6, 2006 revealed by the Outgoing Longwave Radiation (OLR) anomalies. The cross-correlation of OLR at TOA and ionospheric anomalies is an evidence for the presence of Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere coupling chain triggered by Mt. Etna volcanic activity occurring in 2006



**Fig.2** (a) Daily nighttime NOAA-AVHRR OLR anomalous values over Mt. Etna area during September – December 2006, with OLR average values for 2006 (black), OLR anomalies for 2006 (red column), OLR anomalies for 2007 (yellow columns), ACP for 2006 (pink), ACP for 2007 (cyan), Etna 2006 eruptions (grey boxes), DEMETER orbits (dash green).

3

**Effect/ Outcome**

Results of this study showed that a multi-parametric approach may give an important contribution for better interpreting the actual origin of ionospheric anomalies. This contribution may be particularly valuable when ionospheric disturbances are investigated as possible indicators of impending earthquakes . We confirming the significant impacts on ionosphere of volcanic eruption and dust outbreaks, demonstrates the importance of a multi-parametric approach also in identifying, and removing, false-positives in seismic forecast applications .

【Joint Research CI19-101】 SP2019-2

**Title of Joint Research:**  
**Using Himawari Data to Monitor Vegetation Dynamics Over the Tropical Asia Region**

**Name of Principal Investigator:**

Tomoaki Miura  
 (Dept. Natural Resources and Environmental Management, University of Hawaii at Manoa)

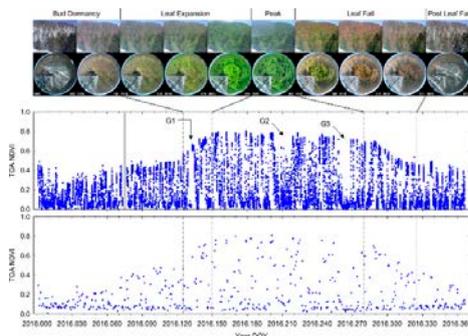
**【Abstract】** We evaluated improvements in capturing vegetation seasonal changes with 10-min resolution NDVI data derived from Advanced Himawari Imager (AHI). The very large number of observations available with AHI resulted in improved NDVI temporal signatures that were remarkably similar to those acquired with in situ spectrometers and captured seasonal changes in vegetation and snow cover conditions in finer detail with more certainty than those obtained one of the latest polar-orbiting satellite sensors. With the ability to capture in situ-quality NDVI temporal signatures, AHI “hypertemporal” data have the potential to improve spring and autumn phenology characterisation as well as the classification of vegetation formations.

**1**  
**Back-Ground**  
**Objective**  
**Methodology**

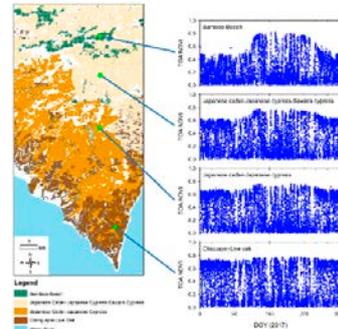
- A new generation of geostationary satellite sensors have been launched during the last decade and planned for launch. These sensors are capable of imaging an Earth’s hemisphere at 10–15 min intervals and equipped with the spectral bands suitable for the derivation of vegetation indices, thus, potentially serving as another significant data source for the studies of vegetation dynamics.
- We evaluated improvements in characterising vegetation and land surface dynamics with the AHI 10-min resolution NDVI data in Japan.
- Himawari-8 AHI full-disk radiance data from January 1, 2016 to December 31, 2017 were processed into NDVI time series data. Quality of NDVI temporal signatures were compared at select locations where in situ time-lapse digital images documenting sky and surface vegetation conditions were available.

**2**  
**Conclusions**

- The very large number of observations available with AHI resulted in improved NDVI temporal signatures that were remarkably similar to those acquired with in situ spectrometers and captured seasonal changes in vegetation and snow cover conditions in finer detail with more certainty.
- AHI “hypertemporal” data have the potential to improve spring and autumn phenology characterisation as well as the classification of vegetation formations.
- Fine, smooth VI temporal profiles obtainable from third-generation geostationary satellites have the potential to capture gradual changes in species compositions over a large area in addition to vegetation phenology and their spatial variability.



**Fig.1** AHI NDVI temporal profile (middle) compared to the VIIRS counterpart (bottom) for the Takayama (TKY) site



**Fig.2** AHI NDVI temporal profiles in Shikoku, Japan

**3**  
**Effect/Outcome**

The article published in *Scientific Reports* has been accessed 1343 times and referenced once (by the Web of Science). The same article is in the 96<sup>th</sup> percentile of the the 317,509 tracked articles of a similar age in all journals. [Source: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-52076-x/metrics>]

【Joint Research No. CI19-108】 SP2019-2

**Title of Joint Research:** Development and validation of advanced satellite techniques to HIMAWARI-8/9 radiances for monitor and mitigate geohazards

**Name of Principal Investigator:**

Nicola Genzano (School of Engineering, University of Basilicata, Italy)

**【Abstract】** Remote sensed data provided by the sensors onboard of geostationary platforms have proven themselves as an useful tool in the field of geohazard assessment and their mitigation, for example the reduction of seismic and volcanic risks. In this research project, we have exploit the capabilities and potentiality of the Japanese sensor AHI on board of the geostationary satellite HIMAWARI-8/9 to study earthquake and volcano process, and their related phenomena and products. The Sulawesi (Indonesia) earthquake of magnitude Mw~7.5 occurred on September 28, 2018 and the eruption of the Mt Agung of November 2017 have been take in account as test cases.

1

**Back-Ground**

**Objective Methodology**

Data provided by satellite sensors on board of geostationary platforms can be used to monitor natural and environmental phenomena. Among the different methodologies, the general change detection approach Robust Satellite Techniques (RST; Tramutoli 1998, 2007) has show good ability to identify and to monitor phenomena associated to various natural phenomena.

The purpose of this study is to verify the capabilities of RST methodology, when it is applied to the images collected by the next-generation satellite sensor HIMAWARI-8/9-AHI, with the aim to study earthquakes- and volcano-process, and their related phenomena and products.

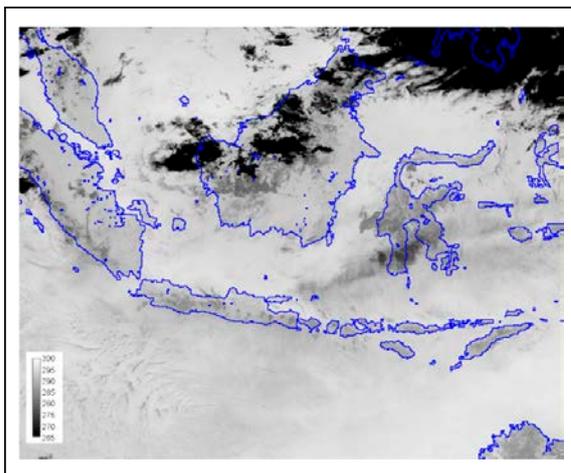
Starting from well documented seismic (i.e. Mw~7.5 Sulawesi earthquake on 28/09/2018) and volcanic events (i.e. Mt Agung of November 2017) RST approach has been implemented on the HIMAWARI-8/9-AHI radiances

2

**Conclusions**

Two different RST-based analyses performed on satellite images acquired by the AHI sensor on board of the platform HIMAWARI-8 over Indonesian region allowed to study phenomena possibly related to seismic process (e.g. the anomalous fluctuations of TIR signal) and to monitor the space-time evolution of products related to the volcanic eruptions (e.g. ash clouds). In particular:

- Significant Thermal Anomalies have been identify few days before the occurrence of the Sulawesi (Indonesia) earthquake of magnitude Mw~7,5 occurred on September 28 2018;
- the space-time evolution of ash plume from the Mt. Agung (Indonesia) due to the eruption happened in the month of November 2017 has been successful reconstruct with a temporal resolution of 10 minutes.



**Fig.1** Investigated area. Portion of a thermal infrared image acquired by HIMAWARI-8/AHI at 10,4 μm over Indonesian region.

3

**Effect/Outcome**

Robust Satellite Techniques have been implemented on the radiances acquired by the newest geostationary satellite systems HIMAWARI-8/AHI.

The good potentiality and the abilities of the approaches RST-based, to identify and to monitor the space-time evolution of parameters related to earthquake and volcano processes occurred in the south-east Asia have been confirmed.

【Joint Research No. CI19-102】 SP2019-3

**Title of Joint Research:** Analysis of Damage by Disease Using Drone Data

**Name of Principal Investigator:**

I Made Anom Sutrisna WIJAYA (Udayana University )

**【Abstract】** (Approximately 100 words)

Damage intensity of paddy by disease information is very important in production estimation and agricultural insurance. Recently, conventional approach is mostly used to estimate the damage. In this study, remote sensing technology by means of drone data was processed and analyzed to estimate the damage intensity. Drone DJI Inspire 1 which is equipped with multispectral and thermal camera was used to capture the paddy field data. The collected data then processed and analyzed using Arc-GIS software. Next, correlation between multispectral and thermal parameters such as NDVI, NDRE, EVI and canopy temperature, and damage intensity were analyzed. Finally, validation processed was performed. It was found that multispectral and thermal image parameters had strongly linear correlation with damage intensity by disease. In conclusion, drone data in term of NDVI, NDRE, EVI, and canopy temperature could estimate damage intensity of paddy by disease accurately.

**1**  
**Back-Ground**  
**Objective**  
**Methodology**

**Back-Ground:** Damage by disease is one factor can reduce the productivity of paddy field. Many approach have been used to estimate the damage paddy by disease, such as conventional approach and remote sensing technology. Conventional approach, however, time consuming, need a lot of labor, and ineffective. In this study, remote sensing technology, by means of drone was used to estimate the damage paddy by disease. Drone data were analyzed to estimate the damage of paddy by disease

The objectives of this study are (1) to analyze the correlation between multispectral and thermal image parameters and damage intensity of paddy, and (2) to develop an equation for estimating the damage intensity of paddy by disease.

The methodology of this study is (1) the paddy images were captured by drone DJI Inspire 1 which is equipped with multispectral and thermal camera, from 40 m of altitude; (2) the captured images were then combined through mosaicking processed; (3) correlation analysis; then (4) validation of the equation obtained in correlation analysis.

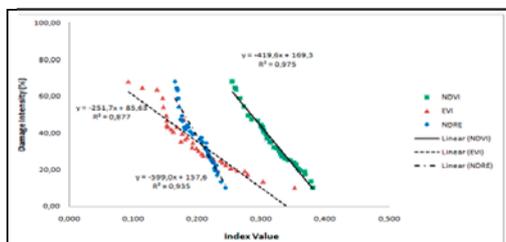
**2**  
**Conclusions**

**Conclusion 1**

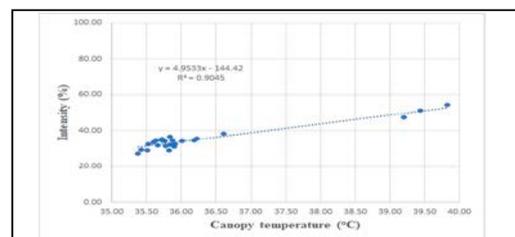
There are strong correlation between multispectral and thermal parameters, and damage intensity of paddy by disease

**Conclusion 2**

Multispectral and thermal image approach could estimate damage intensity of paddy by disease accurately



**Fig.1** Correlation between NDVI, NDRE, and EVI, and damage intensity



**Fig.2** Correlation between canopy temperature of paddy and damage intensity

**3**  
**Effect/Outcome**

The result of this study is applied to farmer, pest observer, agricultural company, and government (ministry of agriculture)

【Joint Research No. CI19-103】 P2019-3

**Title of Joint Research:** Remote sensing of phytoplankton size structure in coastal and inland waters.

**Name of Principal Investigator:**

Shengqiang Wang (Nanjing University of Information Science & Technology)

**【Abstract】** Based on in situ datasets from in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea, we analyzed the size/species-specific phytoplankton assemblages including three size classes and eight species. A new suit of weight values for diagnostic pigment analysis are proposed with better performance. Meanwhile, models were developed to associate three size-specific and four dominant species-specific phytoplankton biomasses with the total chlorophyll a. Those models were then applied to the Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) satellite images, and the annual mean distributions of size/species-specific phytoplankton biomasses in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea were analyzed.

1

**Back-Ground**

The background of this study  
Knowledge of phytoplankton size/community structures is of great significance to many marine ecological and biogeochemical processes. Remote sensing of phytoplankton size/community structures is still a challenge in coastal waters.

**Objective**

The objective of this study

**Methodology**

To develop models for deriving phytoplankton size/community structures from satellite observations

The methodology of this study

Analyze the relationships of three size-specific and four dominant species-specific phytoplankton biomasses with the total chlorophyll a.

2

**Conclusions**

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1

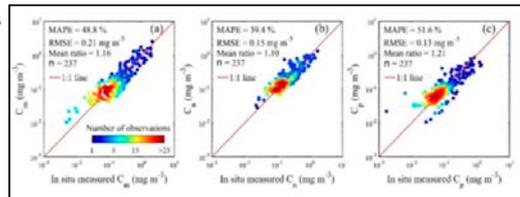
We improve key weights for phytoplankton diagnostic pigments that support an accurate *in situ* measurement-based quantification on the size-specific phytoplankton assemblages.

Conclusion 2

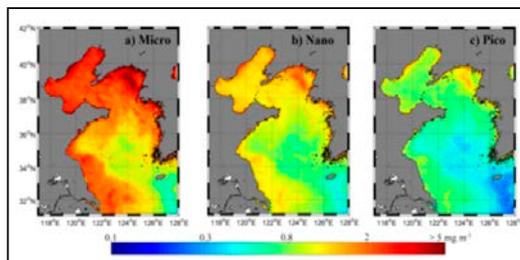
We observed unique close relationships exist between three size-specific phytoplankton Assemblages including micro-, nano- and pico-phytoplankton and four dominant phytoplankton species, including diatoms, dinoflagellates, chlorophytes, and chrysophytes, with the total phytoplankton biomass in the study region.

Conclusion 3

The findings of this study allow us to truly achieve the satellite remote sensing retrievals to document the spatiotemporal dynamics on the phytoplankton community composition.



**Fig.1** Estimated size-specific phytoplankton chlorophyll a concentrations versus those in situ measurements.



**Fig.2** Annual mean of the concentrations for the micro-, nano- and pico-phytoplankton in 2015.

3

**Effect/Outcome**

The developed models were applied to GOCI satellite observations to preliminarily investigate the spatial distribution patterns of size/species-specific phytoplankton biomasses in the Bohai Sea, Yellow Sea and East China Sea. Overall, the current study represents a meaningful attempt to achieve the satellite remote-sensing retrievals on the phytoplankton size/community composition, especially the species-specific phytoplankton biomass in the study region.

### [3] 研究成果の公表

#### 3.1. 研究論文など

##### 【審査論文】

(久世宏明)

- Alifu Xiafukaiti, Ziqi Peng, Hiroaki Kuze, and Tatsuo Shiina (2019): Characteristics of non-diffractive beam generation related to concentration and propagation distance in highly random media, *Optik*, vol.202, 1636282, 1-9; <https://doi.org/10.1016/j.jjleo.2019.163628>
- Toshihiro Somekawa, Masataka Otsuka, Hiroaki Kuze, Yoshinobu Maeda, Junji Kawanaka, Masayuki Fujita (2020): Laser-fluence dependence of signal enhancement in femtosecond double-pulse laser induced breakdown spectroscopy, *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, vol.164, 105755; <https://doi.org/10.1016/j.sab.2019.105755>
- Masaharu Imaki, Kenichi Hirose, Takayuki Yanagisawa, Shumpei Kameyama, and Hiroaki Kuze (2020): Wavelength selection and measurement error theoretical analysis on ground-based coherent differential absorption lidar using 1.53  $\mu\text{m}$  wavelength for simultaneous vertical profiling of water vapor density and wind speed, *Applied Optics*, vol.59 no.8 pp.2667-2667; <https://doi.org/10.1364/AO.392107>

(近藤昭彦)

- Akira Noda, Akihiko Kondoh, Jun Nishihiro (2019): Changes in land cover and grassland area over the past 120 years in a rapidly urbanised area in Japan., *One Ecosystem*, 4, e37669, <https://doi.org/10.3897/oneeco.4.e37669>
- Akira Hama, Kei Tanaka, Atsushi Mochizuki, Yasuo Tsuruoka, Akihiko Kondoh (2020): Estimating the Protein Concentration in Rice Grain Using UAV Imagery Together with Agroclimatic Data, *Agronomy*, vol.10 no.3, 431; <https://doi.org/10.3390/agronomy10030431>
- Akira Hama, Kei Tanaka, Atsushi Mochizuki, Yasuo Tsuruoka, Akihiko Kondoh (2020): Improving the UAV-based yield estimation of paddy rice by using the solar radiation of geostationary satellite Himawari-8, *Hydrological Research Letters*, 2020年14巻1号 p.56-61

(スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ)

- Qi Luo, Steven Gao, Mohammed Sobhy, Xue Xia Yang, Zhiqun Cheng, Youlin Geng, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2019): A hybrid design method for thin-panel transmitarray, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol.67 no.10 pp.6473-6483; DOI: 10.1109/TAP.2019.2923076
- Farohaji Kurniawan, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Koichi Ito, Steven Gao, Good Fried Panggabean, and Gunawan Setyo Prabowo (2019): Circularly Polarized Array Antenna using the Sequential Rotation Network Feeding for X-Band Communication, *Progress In Electromagnetics Research (PIER) C*, vol.94 pp.203-217, 2019; doi:10.2528/PIERC19051703
- Joko Widodo, Albertus Sulaiman, Awaluddin Awaluddin, Agung Riyadi, Mohammad Nasucha, Daniele Perissin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2019): Application of SAR Interferometry Using ALOS-2 PALSAR-2 Data as Precise Method to Identify Degraded Peatland Areas Related to Forest Fire, *Geosciences*, vol.9 no.11, 484; <https://doi.org/10.3390/geosciences9110484>
- Yohandri, Zulpadrianto, Ananda Putra, Hary Sanjaya, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2019): A Low-Cost Radar Absorber Based on Palm Shell Active Carbon for Anechoic Chamber, *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, vol.9 no.6, pp.1976-1981; DOI:10.18517/ijaseit.9.6.9961
- Mirza Muhammad Waqar, Rahmi Sukmawati, Yaqi Ji, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hendrik Segah, and Lilik Budi Prasetyo (2020): Retrieval of Tropical Peatland Forest Biomass from Polarimetric Features in Central Kalimantan, Indonesia, *Progress In Electromagnetics Research C*, vol.98 pp.109-125; doi:10.2528/PIERC19082804

(市井和仁)

- Jung M., S. Koirala, U. Weber, K. Ichii, F. Gans, G. Camps-Valls, D. Papale, C. Schwalm, G. Tramontana, M. Reichstein (2019): The FLUXCOM ensemble of global land-atmosphere energy fluxes, *Scientific Data*, vol.6 no.74; <https://doi.org/10.1038/s41597-019-0076-8>
- Kang M., K. Ichii, J. Kim, Y.M. Indrawati, J. Park, M. Moon, J.-H. Lim, and J.-H. Chun (2019): New Gap-Filling Strategies for Long-Period Flux Data Gaps Using Data-Driven Approach, *Atmosphere*, vol.10 no.10, 568; <https://doi.org/10.3390/atmos10100568>
- Miura T., S. Nagai, M. Takeuchi, K. Ichii, H. Yoshioka (2019): Potential for Improved Characterisation of Vegetation and Land Surface Seasonal Dynamics in Central Japan with Himawari-8 Hypertemporal Data, *Scientific Reports*, vol.9, 15692; <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52076-x>
- Xiao J., F. Chevallier, C. Gomez, L. Guanter, A.R. Huete, K. Ichii, W. Ni, Y. Pang, A.F. Rahman, G. Sun, W. Yuan, L. Zhang, X. Zhang (2019): Remote sensing of the terrestrial carbon cycle: A review on 50years of advances, *Remote Sensing of Environment*, vol.233, 111383; <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111383>
- Diaz S., J. Settele, E.S. Brondízio, H.T. Ngo, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R.R. Chowdhury, Y.J. Shin, I. Visseren-Hamakers, K. Willis, C.N. Zayas (2019): Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change, *Science*, vol.366 no.6471 eaax3100; DOI: 10.1126/science.aax3100
- Li S., W. Wang, H. Hashimoto, J. Xiong, T. Vandal, J. Yao, L. Qian, K. Ichii, A. Lyapustin, Y. Wang, R. Nemani (2019): First Provisional Land Surface Reflectance Product from Geostationary Satellite Himawari-8 AHI, *Remote Sensing*, vol.11 no.24, 2990 ; <https://doi.org/10.3390/rs11242990>
- Park H., W. Takeuchi, K. Ichii (2020): Satellite-based estimation of carbon dioxide budget in tropical peatland ecosystems, *Remote Sensing*, vol.12 no.2, 250; <https://doi.org/10.3390/rs12020250>
- Jung M., C. Schwalm, M. Migliavacca, S. Walther, G. Camps-Valls, S. Koirala, P. Anthoni, S. Besnard, P. Bodesheim, N. Carvalhais, F. Chevallier, F. Gans, D.S. Groll, V. Haverd, K. Ichii, A.K. Jain, J. Liu, D. Lombardozzi, J.E.M.S. Nabel, J.A. Nelson, M. Pallandt, D. Papale, W. Peters, J. Pongratz, C. Rödenbeck, S. Sitch, G. Tramontana, U. Weber, M. Reichstein, P. Koehler, M. O'Sullivan, and A. Walker (2020): Scaling carbon fluxes from eddy covariance sites to globe: Synthesis and evaluation of the FLUXCOM approach, *Biogeosciences*, vol.17 pp.1343-1365; <https://doi.org/10.5194/bg-17-1343-2020>

(樋口篤志)

- Masutomi, Y., Y. Sato, A. Higuchi, A. Takami, and T. Nakajima (2019): The effects of citizen-driven urban forestry on summer high air temperatures over the Tokyo metropolitan area, *Journal of Agricultural Meteorology*, vol.75 no.3 pp.144-152; <https://doi.org/10.2480/agrmet.D-18-00047> (2018年度年報で Acceptedにて掲載済み)
- 樋口篤志 (2019) : 衛星リモートセンシングと水文科学—水文科学、地球水循環研究において特筆すべき衛星、センサー、*日本水文科学会誌*、第49巻第2号 pp.73-89; <https://doi.org/10.4145/jahs.49.73>
- Hirose, H., S. Shige, M.K. Yamamoto, and A. Higuchi (2019) : High temporal rainfall estimations from Himawari-8 multiband observations using the random-forest machine-learning method, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, vol.97 no.3 pp.689-710; <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-040>

(本郷千春)

- 丹羽勝久・永田 修・横堀 潤・若林勝史・本郷千春 (2019) : 北海道十勝地域の火山性土地帯における土壌炭素含量からのリン酸吸収係数推定の可能性、*ペドロジスト*、第63巻第1号 pp.38-43; [https://doi.org/10.18920/pedologist.63.1\\_38](https://doi.org/10.18920/pedologist.63.1_38)
- Oliver Caasi, Chiharu Hongo, Andika Suryaningsih, Suryo Wiyono, Koki Homma and Masahiro Shishido (2019): Relationships between bacterial leaf blight and other diseases based on field assessment in Indonesia, *Tropical Agriculture and Development*, 第63巻第3号 pp.113-121; <https://doi.org/10.11248/jsta.63.113>

- Rani Yudarwati, Chiharu Hongo, Gunardi Sigit, Baba Barus and Budi Utoyo (2020): Bacterial leaf blight detection in rice crops using ground-based spectroradiometer data and multi-temporal satellites images, *Journal of Agricultural Science*, vol.12 no.2; <https://doi.org/10.5539/jas.v12n2p38>
- 小原香澄、本間香貴、田島亮介、牧 雅康、齋藤裕樹、橋本直之、山本修平、本郷千春 (2020) : UAVリモートセンシングに基づく水稻のSPAD値推定に関する検討、*日本作物学会紀事*、第89巻第1号 pp.50-51 ; <https://doi.org/10.1626/jcs.89.50>

(入江仁士)

- Takamura, T., and H. Irie (2019): Forward scattering effect on the estimation of the aerosol optical thickness for sun photometry, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, vol.97 no.6 pp.1211-1219; <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-059>
- Kim, J., U. Jeong, M.-H. Ahn, J.H. Kim, R.J. Park, H. Lee, C.H. Song, Y.-S. Choi, K.-H. Lee, J.-M. Yoo, M.-J. Jeong, S.K. Park, K.-M. Lee, C.-K. Song, S.-W. Kim, Y.-J. Kim, S.-W. Kim, M. Kim, S. Go, X. Liu, K. Chance, C.C. Miller, J. Al-Saadi, B. Veihelmann, P.K. Bhartia, O. Torres, G.G. Abad, D.P. Haffner, D.H. Ko, S.H. Lee, J.-H. Woo, H. Chong, S.S. Park, D. Nicks, W.J. Choi, K.-J. Moon, A. Cho, J.-M. Yoon, S.-K. Kim, H. Hong, K. Lee, H. Lee, S. Lee, M. Choi, P. Veefkind, P. Levelt, D.P. Edwards, M. Kang, M. Eo, J. Bak, K. Baek, H.-A. Kwon, J. Yang, J. Park, K.M. Han, B. Kim, H.-W. Shin, H. Choi, E. Lee, J. Chong, Y. Cha, J.-H. Koo, H. Irie, S. Hayashida, Y. Kasai, Y. Kanaya, C. Liu, J. Lin, J.H. Crawford, G.R. Carmichael, M.J. Newchurch, B.L. Lefer, J.R. Herman, R.J. Swap, A.K.H. Lau, T.P. Kurosu, G. Jaross, B. Ahlers, M. Dobber, T. McElroy, and Y. Choi (2020): New Era of Air Quality Monitoring from Space: 1 Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS), *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol.101 no.1, E1-E22; <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0013.1>

(齋藤尚子)

- Y. Someya, R. Imasu, K. Shiomi, and N. Saitoh (2020): Atmospheric ammonia retrieval from the TANSO-FTS/GOSAT thermal infrared sounder, *Atmospheric Measurement Technique*, vol.13 pp.309-321; <https://doi.org/10.5194/amt-13-309-2020>

(小槻峻司)

- Kotsuki S., Sato Y., and Miyoshi T. (2020): Data assimilation for climate research: Model parameter estimation of large scale condensation scheme., *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol.125 no.1 e2019JD031304; <https://doi.org/10.1029/2019JD031304>

(楊 偉)

- Xuehong Chen, Zhengfei Guo, Jin Chen, Wei Yang, Yanming Yao, Chishan Zhang, Xihong Cui, and Xin Cao (2019): Replacing the Red Band with the Red-SWIR Band (0.74  $\mu$  red+0.26  $\mu$  swir) Can Reduce the Sensitivity of Vegetation Indices to Soil Background, *Remote Sensing*, vol.11 no.7, 851; <https://doi.org/10.3390/rs11070851>
- Meng Liu, Wei Yang, Xiaolin Zhu, Jin Chen, Xuehong Chen, and Linqing Yang (2019): An Improved Flexible Spatiotemporal DATA Fusion (IFSADF) method for producing high spatiotemporal resolution NDVI time series, *Remote Sensing of Environment*, vol.227 no.15 pp.74-89; <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.012> (2018年度年報で Acceptedにて掲載済み)

(ラゴロサス ノフェル デラ クルズ)

- Miguel Ricardo Hilario, Melliza Cruz, Maria Obiminda Cambaliza, Jeffrey Reid, Peng Xian, James Simpas, Nofel Lagrosas, Sherdon Nino Uy, Steve Cliff, Yongjing Zhao (2020): Investigating size-segregated sources of elemental composition of particulate matter in the South China Sea during the 2011 Vasco cruise, *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol.20 no.3 pp.1255-1276; <https://doi.org/10.5194/acp-20-1255-2020>

(ベリコフ ドミトリー)

- Belikov, D. A., Sugawara, S., Ishidoya, S., Hasebe, F., Maksyutov, S., Aoki, S., Morimoto, S. and Nakazawa, T. (2019): Three-dimensional simulation of stratospheric gravitational separation using the NIES global atmospheric tracer transport model, *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol.19 pp.5349-5361; <https://doi.org/10.5194/acp-19-5349-2019>
- Dmitry Belikov, Mikhail Arshinov, Boris Belan, Denis Davydov, Aleksandr Fofonov, Motoki Sasakawa, and Toshinobu Machida (2019): Analysis of the Diurnal, Weekly, and Seasonal Cycles and Annual Trends in Atmospheric CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> at Tower Network in Siberia from 2005 to 2016, *Atmosphere*, vol.10 no.11, 689; <https://doi.org/10.3390/atmos10110689>

(山本雄平)

- Yuhei Yamamoto, Hirohiko Ishikawa (2020): Influence of urban spatial configuration and sea breeze on land surface temperature on summer clear-sky days., *Urban Climate*, vol.31, 100578; <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100578>

(ラゴロサス ノフェル デラ クルズ・眞子直弘・久世宏明)

- Nofel Lagrosas, Gerry Bagtasa, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze (2019): Influence of ambient relative humidity on seasonal trends of scattering enhancement factor of aerosols in Chiba, Japan, *Aerosol and Air Quality Research*, vol.19 no.8 pp.1856-1871; <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.07.0267>

(ラゴロサス ノフェル デラ クルズ・久世宏明)

- Prane Mariel Ong, Nofel Lagrosas, Tatsuo Shiina and Hiroaki Kuze (2019): Surface aerosol properties studied using a near-horizontal lidar, *Atmosphere*, vol.11 no.1, 36; <https://doi.org/10.3390/atmos11010036>

(眞子直弘・豊嶋紘一・ラゴロサス ノフェル デラ クルズ・スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ・久世宏明)

- Babag Purbantoro, Jamrud Aminuddin, Naohiro Manago, Koichi Toyoshima, Nofel Lagrosas, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze (2019): Comparison of Aqua/Terra MODIS and Himawari-8 satellite data on cloud mask and cloud type classification using split window algorithm, *Remote Sensing*, vol.11 no.24, 2944; <https://doi.org/10.3390/rs11242944>

(楊 偉・近藤昭彦)

- Wu, X.F., Qi, Y.Q., Shen, Y.J., Yang, W., Zhang, Y.C., Kondoh, A. (2019): Change of winter wheat planting area and its impacts on groundwater depletion in the North China Plain, *Journal of Geographical Sciences*, vol.29 no.6, pp.891-908, June 2019
- Xifang Wu, Wei Yang, Chunyang Wang, Yanjun Shen, and Akihiko Kondoh (2019): Interactions among the Phenological Events of Winter Wheat in the North China Plain based on Field Data and Improved MODIS Estimation., *Remote Sensing*, vol.11 no.24, <https://doi.org/10.3390/rs11242976>
- Wei Yang, Hideki Kobayashi, Cong Wang, Miaogen Shen, Jin Chen, Bunkei Matsushita, Yanhong Tang, Yongwon Kim, M. Syndonia Bret-Harte, Donatella Zona, Walter Oechel, Akihiko Kondoh (2019): A semi-analytical snow-free vegetation index for improving estimation of plant phenology in tundra and grassland ecosystems, *Remote Sensing of Environment*, vol.228 pp.31-44; <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.028> (2018年度年報で Acceptedにて掲載済み)
- Wei Yang, and Akihiko Kondoh (2020): Evaluation of the Simard et al. 2011 Global Canopy Height Map in Boreal Forests, *Remote Sensing*, vol.12 no.7, 1114; <https://doi.org/10.3390/rs12071114>

(スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ・チャフヤ エディ サントサ)

- Mohammad Nasucha, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Cahya Edi Santosa, Peberlin Sitompul, Agus Hendra Wahyudi, Yang Yu, and Joko Widodo (2019): Computation and Experiment on Linearly and Circularly Polarized Electromagnetic Wave Backscattering by Corner Reflectors in an Anechoic

(近藤雅征・市井和仁)

- Kondo M., P.K. Patra, S. Sitch, P. Friedlingstein, B. Poulter, F. Chevallier, P. Ciais, J.G. Canadell, A. Bastos, R. Lauerwald, L. Calle, K. Ichii, P. Anthoni, A. Arneth, V. Haverd, A.K. Jain, E. Kato, M. Kautz, R.M. Law, S. Lienert, D. Lombardozzi, T. Maki, T. Nakamura, P. Peylin, C. Rödenbeck, R. Zhuravlev, T. Saeki, H. Tian, D. Zhu, T. Ziehn (2020): State of the science in reconciling top-down and bottom-up approaches for terrestrial CO<sub>2</sub> budget, *Global Change Biology*, vol.26 no.3 pp.1068-1084; doi: 10.1111/gcb.14917. Epub 2019 Dec 12.

(ダミアニ アレッサンドロ・入江仁士)

- Damiani, A., H. Irie, T. Takamura, R. Kudo, P. Khatri, H. Iwabuchi, R. Masuda, and T. Nagao (2019): An intensive-campaign-based intercomparison of cloud optical depth from ground and satellite instruments under overcast conditions, *Scientific Online Letters on the Atmosphere*, 2019年15巻p.198-204; <https://doi.org/10.2151/sola.2019-036>
- Khatri, P., H. Iwabuchi, T. Hayasaka, H. Irie, T. Takamura, A. Yamazaki, A. Damiani, H. Letu, and Q. Kai (2019): Retrieval of cloud properties from spectral zenith radiances observed by sky radiometers, *Atmospheric Measurement Techniques*, vol.12 no.11 pp.6037-6047; <https://doi.org/10.5194/amt-12-6037-2019>

【総説・解説・著書等】

(久世宏明)

- リモートセンシングの応用・解析技術、中山裕則（著、監修）、杉村俊郎（著、監修）、他執筆者56名（著）、B5判506頁（(株) エヌ・ティー・エス、2019年8月出版）【著書（共著）】
- 環境リモートセンシングにおけるハイパースペクトルとマルチスペクトル計測、久世宏明、月刊 OPTRONICS 8月号p.81-85（(株) オプトロニクス社8月出版）【論文】

(近藤昭彦)

- “Human Geoscience”, Chapter 17 Nuclear Disaster and Human Geoscience, Akihiko Kondoh and Akira Hama, p231-246 (Springer 2020年1月出版) 【著書（共著）】
- 原子力災害における解決と諒解—犠牲のシステムから関係性を尊重する共生社会へ—、近藤昭彦、学術の動向、24巻、10号、49-52. (日本学術強力財団2019年10月出版) 【総説】
- リアリティーとドリーム、近藤昭彦、日本水文科学会誌、49巻、2号、69-70. (日本水文科学会2019年8月出版)

(スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ)

- Mengabdi Sampai Akhir: Kisah Sukses “Anak-Anak Intelektual” Habibie, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Radar untuk Ayah: Membangun Radar untuk Indonesia dan Dunia”, pp.182-186 (Pena Nusantara 出版社2019年7月出版) 【著書（共著）】

(市井和仁)

- Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services., S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondizio, H.T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis, and C.N. Zayas pp.56 (IPBES, 2019年5月) 【著書（共著）】
- Chapter 2.2 Status and Trends - Nature. (In) IPBES Global Assessment of Biodiversity and Ecosystem Services, Ichii K., Z. Molnar, D. Obura, A. Purvis, K. Willis, N. Chettri, E. Dulloo, A. Hendry, B. Gabrielyan, J. Gutt, U. Jacob, E. Keskin, A. Niamir, B. Öztürk, P. Jaureguiberry, R. Salimov (IPBES, 2019年5月) 【著書（共著）】

- IPBES 生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書／決定者向け要約（日本語版）、Shizuka HASHIMOTO, Kazuhito ICHII, Osamu SAITO, Yasuo TAKAHASHI, Koji MIWA, Keiko KOTANI ZUSMAN（環境省、公益財団法人地球環境戦略研究機関、IPBES、2020年3月）【著書（共著）】

（市井和仁・近藤雅征）

- 森林科学シリーズ6巻「森林と地球環境変動」、市井和仁、近藤雅征、第7章地球規模の観測データに基づく森林環境の変化の把握、A5判、242頁（共立出版2019年5月出版）【著書（共著）】

### 3.2. 学会・研究会での発表

【国際会議】

（久世宏明）

- Lidar and ground-based observations of near ground aerosol optical properties over Chiba, Japan; Xiafukaiti Alifu, Nofel Lagrosas, Prane Mariel Ong, Tatsuo Shiina, and Hiroaki Kuze: International Symposium on Remote Sensing (ISRS2019), Howaed International House, Taipei, April 17-19, 2019（口頭発表）
- Spatial and temporal variations of surface albedo distribution over Chiba Area from Himawari-8/AHI visible images; Zixuan Xue, Jamrud Aminuddin, Nofel Lagrosas, and Hiroaki Kuze: International Symposium on Remote Sensing (ISRS2019), Howaed International House, Taipei, April 17-19, 2019（口頭発表）
- Near-infrared detection of thin clouds using a ground-based camera system, Internationa; Nofel Lagrosas and Hiroaki Kuze: International Symposium on Remote Sensing (ISRS2019), Howaed International House, Taipei, April 17-19, 2019（口頭発表）
- Measurement of cloud reflectance using a ground-based camera and a spectroradiometer; Ryota Yamada, Nofel Lagrosas, Naohiro Manago, Hitosi Irie and Kuze Hiroaki: International Symposium on Remote Sensing (ISRS2019), Howaed International House, Taipei, April 17-19, 2019（口頭発表）
- 円偏波SARの軌道上実証; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo、久世宏明、井村信義: JpGU2019、MSD44-P04（幕張メッセ）、2019年5月26-30日（ポスター発表）
- Continuous lidar observation of near-surface aerosol using optical and sampling data from ground-based instruments; Jamrud Aminuddin, Ilham Alimuddin, Laras Tursilowati, Nofel Lagrosas, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze: The 29th International Laser Radar Conference (ILRC29), S2C-5 (Anhui, China), June 23-28, 2019（口頭発表）
- Diurnal behavior of aerosol optical properties based on lidar and ground-based instruments; Prane Mariel Ong, Nofel Lagrosas, Tatsuo Shiina, and Hiroaki Kuze: The 29th International Laser Radar Conference (ILRC29), S2C-5 (Anhui, China), June 23-28, 2020（ポスター発表）
- Vertical relative humidity profile derived from slant-path lidar system and ground instruments; Nofel Lagrosas, Xiafukaiti Alifu, Prane Mariel Ong, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze: The 29th International Laser Radar Conference (ILRC29), S2C-5 (Anhui, China), June 23-28, 2020（ポスター発表）
- Evaluation of cloud type classification based on split window algorithm using Himawari-8 satellite data; Babag Purbantoro, Jamrud Aminuddin, Naohiro Manago, Koichi Toyoshima, Nofel Lagrosas, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze: IGARSS2019, TU2.R5.4 (PacifcoYokohama), July 28-August 2, 2019（口頭発表）
- Nighttime cloud base height and average pixel values of images: observations from lidar and a camera without IR filter; Nofel Lagrosas and Hiroaki Kuze: IGARSS2019, TU2.R5.4 (PacifcoYokohama), July 28-August 2, 2019（ポスター発表）
- Remote Sensing of vegetation canopy fluorescence with wide-area image acquisition; Kenji Masuda, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze: IGARSS2019, TU2.R5.4 (PacifcoYokohama), July 28-August 2, 2019（ポスター発表）
- Activities toward agriculture 4.0 in Japan including the use of remote sensing; Hiroaki Kuze: IPB Special Lecture, Bogor Agricultutral University, September 6, 2019（招待講演）
- Role of Remote Sensing toward a Better Future of Our Environment; Hiroaki Kuze: The 40th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS2019), Daejeon Convention Center, Korea, October 14-18,

2019 (招待講演)

- MODTRAN-based Retrieval of Aerosol Optical Thickness over Chiba area from Himawari-8/AHI visible images; Zixuan Xue, Nofel Lagrosas, and Hiroaki Kuze: The 40th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS2019), Daejeon Convention Center, Korea, October 14-18, 2019 (口頭発表)
- Cloud-type analysis of Himawari-8 meteorological satellite data with ancillary data from ground-based instruments; Takashi Kadowaki, Nofel Lagrosas, and Hiroaki Kuze: The 40th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS2019), Daejeon Convention Center, Korea, October 14-18, 2019 (ポスター発表)
- Automatic classification of cloud images observed with ground-based visual camera based on convolutional neural network; Kaito Miyamoto, Nofel Lagrosas, and Hiroaki Kuze: The 9th Indonesia-Japan Joint Scientific Symposium (IJSS2019), Werdhapura Village Center, Bali, Indonesia, November 14-15, 2019 (口頭発表)
- Characterization of optical properties of cloud and aerosol using ground-based camera imagery calibrated with a spectroradiometer; Ryota Yamada, Nofel Lagrosas, and Hiroaki Kuze: The 9th Indonesia-Japan Joint Scientific Symposium (IJSS2019), Werdhapura Village Center, Bali, Indonesia, November 14-15, 2019 (口頭発表)
- Observed trends of lidar-based cloud base height and southern oscillation index (SOI) over eastern Japan and South China Sea; Nofel Lagrosas, Hiroaki Kuze, Atsushi Shimizu, Nobuo Sugimoto: American Geophysical Union (AGU) Meeting, Moscone Center, San Francisco, USA, December 9-13, 2019 (ポスター発表)
- Active and passive sensing of environmental parameters; Hiroaki Kuze: Workshop on Vegetation Lidar and Application from Space 2020, Chiba University, January 27, 2020 (招待講演)

(スリスマンティヨヨサファットテトオコ)

- Monitoring of Subsidence Area of Jakarta City using PS-InSAR; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: HGG01-01, Human & Nature, and Environmental Solutions, Japan Geoscience Union Meeting 2019, Makuhari, Japan, 2019年5月26日 (招待講演)
- Assessing Performance of L Band SAR Backscatter for Above Ground Forest Biomass Estimation Over Complex Topography; Mirza Muhammad Waqar, Ji Yaqi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Japan Geoscience Union Meeting (JPGU) 2019, Human & Nature, and Environmental Solutions, Makuhari, Japan, 2019年5月26日 (口頭発表)
- Peatland Assessment Based on DInSAR Approach by using ALOS-2 PALSAR-2 Data in Kalimantan, Indonesia; Joko Widodo, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Daniele Perissin: Japan Geoscience Union Meeting (JPGU) 2019, Human & Nature, and Environmental Solutions, Makuhari, Japan, 2019年5月26日 (口頭発表)
- Development of Nanosatellite for Ionospheric Measurement for Earthquake Prediction; Peberlin Parulian Sitompul, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Japan Geoscience Union Meeting (JPGU) 2019, Human & Nature, and Environmental Solutions, Makuhari, Japan, 2019年5月27日 (口頭発表)
- In-orbit Payload Demonstration of Circularly Polarized SAR; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, and Nobuyoshi Imura: Japan Geoscience Union Meeting (JPGU) 2019, Future Earth Observation Satellite, Makuhari, Japan, 2019年5月29日 (口頭発表)
- Retrieval of Tropical Peatland Forest Biomass from Polarimetric Features in Central Kalimantan, Indonesia; Mirza Muhammad Waqar, Rahmi Sukmawati, Ya Qi Ji, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hendrik Segah, and Lilik Budi Prasetyo: Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019), Rome, Italy, 2019年6月17日 (口頭発表)
- Application of Polarimetric Decomposition and Interferometry SAR Using ALOS-2 PALSAR-2 Data to Detect Potential of Burned Peat Areas; Joko Widodo, Ayaka Takahashi, Yuta Izumi, Peberlin Parulian Sitompul, Husnul Kausarian, A. Munir, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019), Rome, Italy, 2019年6月18日 (口頭発表)
- Analysis of Parasitic Patch for Axial Ratio Bandwidth Enhancement in Circularly-polarized-slotted Microstrip Antenna; Peberlin Parulian Sitompul, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Timbul Manik, Adi

- Poerwono, Farohaji Kurniawan, and Mohammad Nasucha: Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019), Rome, Italy, 2019年6月20日 (口頭発表)
- Chiba University Small Circularly-polarized-SAR Satellite Remote Sensing; Nobuyoshi Imura and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2019), Rome, Italy, 2019年6月20日 (口頭発表)
  - Synthetic Aperture Radar Imaging with Frequency Scanning in Azimuth Direction; Takahiro Goto, Kengo Tsushima, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2019, Yokohama Pasifico, Yokohama, 2019年8月1日 (口頭発表)
  - Monitoring and Damage Assessment of Urban and Buildings; Indra Riyanto, Lestari Margatama, Angga Ariawan, Mia Rizkinia, Dodi Sudiana, Harry Sudibyo, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2019, Yokohama Pasifico, Yokohama, 2019年8月1日 (口頭発表)
  - Hinotori-C2 Mission: CN235MPA Aircraft onboard Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR); Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, Good Fried Panggabean, Tomoro Watanabe, Bambang Setiadi, Kengo Tsushima, Franciscus Dwi Koco Sri Sumantyo, Karna Sasmita, Agus Mardiyanto, Edi Supartono, Eko Tjipto Rahardjo, Gunawan Wibisono, Retnadi Jatmiko, Sudaryatno Taufik Purwanto, Barandi Widartono, Muhammad Kamal, Robertus Heru Triharjanto, Steven Gao, and Koichi Ito: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2019, Yokohama Pasifico, Yokohama, 2019年8月2日 (口頭発表)
  - Aircraft onboard Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar: Flight Test and Results; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, Good Fried Panggabean, Tomoro Watanabe, Bambang Setiadi, Kengo Tsushima, Franciscus Dwi Koco Sri Sumantyo, Karna Sasmita, Agus Mardiyanto, Edi Supartono, Eko Tjipto Rahardjo, Gunawan Wibisono, Retnadi Jatmiko, Sudaryatno Taufik Purwanto, Barandi Widartono, Muhammad Kamal, Robertus Heru Triharjanto, Steven Gao, and Koichi Ito: The 4th International Polarimetric SAR Workshop in Tokyo 2019, Tokyo, Japan, 2019年8月4日 (口頭発表)
  - Development of Airborne and Spaceborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The Fifth International Conferences of Indonesian Society for Remote Sensing (ICOIRS) and Indonesian Society for Remote Sensing Congress, Institute Technology National (ITENAS), Bandung, Indonesia, 2019年9月18日 (招待講演)
  - Spatial Planning in the Digital Age to Achieve Sustainable Development; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: CITIES 2019, Department of Urban and Regional Planning, Institute of Technology Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 2019年10月16日 (招待講演)
  - Hinotori-C2 Mission: CN235MPA Aircraft onboard Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR); Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), Bali, Indonesia, 2019年11月14日 (招待講演)
  - The design of an  $2 \times 2$  Subarray Microstrip Antenna for Airborne X Band Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar; Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Indra Riyanto, and Vehtasvili: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), Bali, Indonesia, 2019年11月14日 (口頭発表)
  - Broadband X Band Patch Antenna for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard UAV; Hisato Kashihara, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Cahya Edi Santosa: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), Bali, Indonesia, 2019年11月14日 (口頭発表)
  - CP-SAR Image Processing System using TCP/IP with Kintex-7 FPGA Board; Noboru Hamaguchi, Kazuteru Namba, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), Bali, Indonesia, 2019年11月14日 (口頭発表)
  - A GIS Analysis for Flood Problem in the Big City: A Case Study in Pekanbaru, Riau Province, Indonesia; Husnul Kausarian, Susilo, A Suryadi, Batara, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2020), Bali, Indonesia, 2019年11月14日 (口頭発表)
  - Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 6th Asia-Pasific Conference on Synthetic Aperture Radar, Xiamen, China,

2019年11月26日 (招待講演)

- Synthetic Aperture Radar Image Processing and Its Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: JAXA Winter School, Faculty of Geography, University of Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 2020年2月11日 (招待講演)
- Synthetic Aperture Radar Image Processing and Its Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: JAXA Winter School, Center for Remote Sensing and Oceanography Study (CRoSOS), University of Udayana, Bali, Indonesia, 2020年2月13日 (招待講演)
- Development of Aircraft onboard Synthetic Aperture Radar for Earth Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020), 千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (口頭発表)
- Radarscape-How Our Landscape is Described by Radar.; Akira Kato, Hiroyuki Wakabayashi, Manabu Watanabe, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020), 千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (口頭発表)
- DInSAR Method and Ground Water Table Stations Contrast for Detection of Combustible Peat Areas; Joko Widodo, Daniele Perissin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020), 千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (口頭発表)
- 合成開口レーダ搭載無人航空機の設計及び性能評価; 石月健治、ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)、千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (ポスター発表)
- UAV搭載円偏波合成開口レーダ用Xバンドパッチアンテナの開発; 柏原久人、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Steven Gao: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)、千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (ポスター発表)
- ALOS-2多偏波合成開口レーダーによる北海道胆振東部地震の観測; 于 陽、ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)、千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (ポスター発表)
- Subsidence Monitoring of Semarang City Using Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar; Xiangping Chen, Daniele Perissin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020), 千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (ポスター発表)
- 高誘電率誘電体を用いたXバンドパッチアンテナの実用性; 千種諠史、Josaphat Sri Sumantyo: The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)、千葉大学アカデミックリンク、2020年2月21日 (ポスター発表)

(市井和仁)

- Model-Data Synthesis Toward Better Understandings of Terrestrial Carbon Cycle in Asia.; Ichii K.: 1st International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs) Regional Conference, Nanjing, China, 2019年5月19日 (招待講演)
- Data-driven monitoring of terrestrial carbon cycle in Mongolia. Japan Geoscience Union Meeting 2019; Mart Z., Z. Liu, R. Kawase, K. Ichii: Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019), 幕張メッセ、千葉、2019年5月28日 (ポスター発表)
- Updated Data-Driven GPP and NEE Estimation Using Machine Learning Algorithms with Remote Sensing and Flux Data; Liu Z., K. Ichii, Y. Hayashi, R. Kawase, M. Ueyama, Y. Kominami: Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019), 幕張メッセ、千葉、2019年5月28日 (ポスター発表)
- Analysis of hot summer in 2018; Murakami K., K. Ichii, Y. Yoshida, H. Oshio, M. Saito: Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019), 幕張メッセ、千葉、2019年5月28日 (ポスター発表)
- Analyzing Model Biases in Terrestrial Carbon Cycle Submodels in Earth System Models and Offline Models; Ichii K., K. Murakami, H. Takayama, T. Hajima, K. Tachiiru: Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019), 幕張メッセ、千葉、2019年5月28日 (口頭発表)
- Observing vegetation seasonal dynamics in Japan with Himawari-8 hypertemporal data; Miura T., S. Nagai, K. Ichii, H. Yoshioka: Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019), 幕張メッセ、千葉、2019年5月28日 (口頭発表)
- Hydrological Changes in the Four Largest Siberian Arctic River Basins; Suzuki K., T. Hiyama, K. Ichii, Y.

- Iijima, K. Matsuo, D. Yamazaki: Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JpGU 2019), 幕張メッセ、千葉、2019年5月30日 (口頭発表)
- Observing Land Surface Dynamics in Japan with Advanced Himawari Imager; Miura T., S. Nagai, M. Takeuchi, K. Ichii, H. Yoshioka: The Fiftieth ASTER Science Team Meeting, Tokyo, Japan, 2019年6月11日 (口頭発表)
  - Impact of heatwave in summer 2018 on terrestrial vegetation detected by multiple satellite-based products; Ichii K., K. Murakami, H. Oshio, Y. Yoshida: 16th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), Singapore, 2019年7月31日 (ポスター発表)
  - Evaluating an updated data-driven terrestrial CO<sub>2</sub> flux estimation with other available datasets; Ichii K., Z. Liu, R. Kawase, M. Kondo, M. Ueyama: 16th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), Singapore, 2019年7月31日 (ポスター発表)
  - Updated data-driven GPP and NEE estimation with remote sensing and machine learning across Asia; Liu Z., K. Ichii, Y. Hayashi, R. Kawase, K. Hayashi, M. Ueyama, Y. Kominami, K. Kumar, S. Mukherjee: 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, パシフィコ横浜、横浜、2019年8月2日 (口頭発表)
  - An updated data-driven terrestrial CO<sub>2</sub> flux estimation using remote sensing and eddy covariance network data; Ichii K., Z. Liu, R. Kawase, M. Kondo, M. Ueyama: The 2019 Chapman Conference on Understanding Carbon Climate Feedbacks, San Diego, CA, USA., 2019年8月27日 (ポスター発表)
  - High frequency estimation of the land surface temperature using next-generation geostationary satellite data ; Yamamoto Y., K. Ichii: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月4日 (ポスター発表)
  - High temporal monitoring of terrestrial CO<sub>2</sub> fluxes using geostationary satellites; Ichii K., K. Hayashi, Y. Yamamoto: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月4日 (ポスター発表)
  - Estimation of greenhouse gas budget over high-latitude ecosystems using a process-based ecosystem model, VISIT; Okamura M., M. Ueyama, A. Ito, K. Ichii, H. Iwata, E.S. Euskirchen, M. Goeckede, O. Sonnentag, L.B. Flanagan, Y. Harazono, M. Helbig, T. Hirano, W.C. Oechel, D. Zona: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (ポスター発表)
  - How to register your observation data to European Flux Database?: Toward open data policy of JapanFlux data; Yamanuki H., K. Ichii, Z. Liu, T. Taguchi, R. Hirata, R. Ide, M. Ueyama: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (ポスター発表)
  - Changes in terrestrial carbon cycles in Mongolia: Synthesis analysis; Mart Z., Z. Liu, R. Kawase, K. Ichii: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (ポスター発表)
  - Data-driven GPP and NEE estimation with lag effect, remote sensing, and machine learning; Liu Z., K. Ichii, M. Ueyama: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (ポスター発表)
  - Detecting vegetation changes induced by afforestation and land use change in China using multiple satellite products; Taguchi T., K. Ichii, Y. Yanagi, J. Xiao: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (ポスター発表)
  - Carbon flux estimation in South Korea using eddy covariance, remote sensing, and support vector regression; Cho S., M. Kang, K. Ichii, J. Kim, J.H. Lim, J.H. Chun, C.W. Park, H.S. Kim, S.W. Choi, Y.M. Indrawati, S.H. Lee, J. Kim: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (口頭発表)
  - Relationship between surface dry conditions and carbon dioxide emission of forest fire in Far East Russia; Park H., W. Takeuchi, K. Ichii: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月2日 (口頭発表)
  - Model studies for mining flux data: empirical, process-based, and machine learning A review of model-related works of Asia (Flux); Ito A., K. Ichii: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月2日 (口頭発表)
  - A brief explanation of “20th anniversary session: Review and future perspective”; K. Ichii: AsiaFlux 2019, Takayama, Japan, 2019年10月3日 (口頭発表)
  - Expectations from Carbon and GHG initiative; K. Ichii: AOGEO Task Group 3: The GEO Carbon and GHG Initiative, Australia National University, Canberra, Australia, 2019年11月3日 (口頭発表)
  - Progress of empirical bottom-up estimation of terrestrial CO<sub>2</sub> fluxes using AsiaFlux; K. Ichii: AOGEO Task Group 3: The GEO Carbon and GHG Initiative, Australia National University, Canberra, Australia, 2019年11月3日 (口頭発表)

- Application of GOSAT L4A terrestrial CO<sub>2</sub> budget product for intercomparison with empirical data-driven bottom-up estimates; K. Ichii: GEO Week. Site Event “Satellite Remote Sensing of Greenhouse Gases and 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, Canberra, Australia, 2019年11月5日 (口頭発表)
- Application of eddy-covariance observation network to monitor terrestrial carbon and water cycles at country to continental scales; K. Ichii: 국가농림기상센터 창립 10주년 기념 비전 선포식 및 국제공동심포지엄., Seoul National University, Seoul, Republic of Korea, 2019年11月19日 (招待講演)
- Pan-Arctic Water-Carbon Cycles (PAWCs) : A new research project focusing on environmental changes in northern Eurasia; Hiyama T., K. Ichii, Y. Iijima, H. Park, T. Sato: AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA, 2019年12月10日 (口頭発表)
- Long-term dataset of geostationary meteorological satellites can contribute climate change studies: Archiving status in CEReS, Chiba University, Japan, and its utilizations; Higuchi A., K. Toyoshima, H. Takenaka, H. Hirose, K. Ichii, K.T. Murata, T.Y. Nakajima, T. Nakajima, H. Hashimoto, R.R. Nemani, K. Muranaga, T. Takano, F. Kobayashi, Y. Yamamoto, P. Pavarangkoon, K. Yamamoto, K. Morotomi, S. Shimamura, T. Kawanabe: AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA, 2019年12月11日 (口頭発表)
- On quantifying the effect of spectroscopic correction error for an open-path gas analyzer on the upscaling of CO<sub>2</sub> fluxes; Cho S., M. Kang, K. Ichii, J. Kim, J.H. Lim, J.H. Chun, C. Park, H.S. Kim, S.H. Lee, J. Kim, S. Sohn: AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA, 2019年12月12日 (ポスター発表)
- Reduction of outliers and missing values caused by cloud contamination in retrieving land surface temperature from Himawari-8 data; Yamamoto Y., K. Ichii: AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA, 2019年12月12日 (ポスター発表)
- Estimation of Solar radiation and Photovoltaic power using Geostationary satellites; Takenaka H., T. Nakajima, A. Higurashi, M. Hashimoto, M. Sekiguchi, T.M. Nagao, A. Higuchi, K.T. Murata, K. Muranaga, K. Ichii, Y. Yamamoto, H. Hashimoto, W. Wang, R.R. Nemani: AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA, 2019年12月12日 (ポスター発表)
- Estimation and Evaluation of Surface Reflectance from Himawari-8 AHI Toward High Temporal Monitoring of Terrestrial Vegetation; Ichii K., K. Hayashi, H. Yoshioka, H. Kobayashi, M. Matsuoka, T. Miura, S. Nagai, Y. Yamamoto: AGU Fall Meeting 2019, San Francisco, USA, 2019年12月12日 (ポスター発表)

(本多嘉明)

- PRIMARY RESULT ON ABOVE GROUND BIOMASS PRODUCTS FROM GCOM-C/SGLI; Yoshiaki HONDA, Koji KAJIWARA, Ryota ISHIBASHI: IGARSS2019, Pacifico Yokohama, 2019年7月30日 (招待講演)
- POST-LAUNCH VALIDATION OF GCOM-C/SGLI GEOPHYSICAL PRODUCTS; Masahiro Hori, Hiroshi Murakami, Risa Miyazaki, Toshiyuki Kobayashi, Takashi Nagao, Kazunori Ogata, Rigen Shimada, Yoshiaki Honda, Kenlo Nasahara, Koji Kajiwara, Takashi Y. Nakajima, Hitoshi Irie, Mitsuhiro Toratani, Toru Hirawake, Teruo Aoki: IGARSS2019, Pacifico Yokohama, 2019年7月30日 (招待講演)
- RECENT STATUS OF THE GLOBAL CHANGE OBSERVATION MISSION (GCOM) AND ITS SYNERGIES TO JPSS; Misako Kachi, Hiroshi Murakami, Masahiro Hori, Yoshiaki Honda, Naoto Ebuchi, Haruhisa Shimoda: IGARSS2019, Pacifico Yokohama, 2019年7月31日 (招待講演)
- Introduction of GCOM-C/SGLI Leaf Area Index & Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation products; 小林利行、本多嘉明、小野祐作、小林秀樹、Wei Yang、永井 信、秋津朋子、奈佐原 顕郎、宮崎理紗、堀 雅裕、村上 浩: JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月30日 (口頭発表)
- 衛星搭載植生ライダー (MOLI) ; 浅井和弘、平田泰雅、鷹尾 元、下田陽久、本多嘉明、梶原康司、粟屋善雄、須崎純一、遠藤貴宏、松永恒雄、澤田義人、杉本伸夫、西澤智明、水谷耕平、石井昌憲、木村俊義、今井 正、林 真智、境澤大亮、室岡純平、三橋 怜: JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月29日 (ポスター発表)
- Pseudo thermal anomalies in the shortwave infrared bands of theHimawari-8 AHI and their correction for volcano thermal observation; 金子隆之、安田 敦、吉崎徳人、高崎健二、本多嘉明: JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月27日 (ポスター発表)

- Development of the global earth observation system using satellites; Shinichi Sobue, Yoshiaki HONDA, Shuichi Rokugawa, Akira Iwasaki, Nobuhiro Takahashi, Yukari Takayabu, Riko Oki, Toshiyoshi Kimura, Teruyuki Nakajima, Takeo Tadono, Kosuke Yamamoto: JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月27日（招待講演）
- 地球環境変動（地球温暖化を左右する全球の放射強制力や生態系変動）の監視・解明に関するミッション；本多嘉明、青木輝夫、中島 孝、虎谷充浩：JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月29日（ポスター発表）
- 静止衛星と周回衛星複合観測による擬似高頻度高解像度観測の実現；本多嘉明：JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月29日（口頭発表）
- ポスターセッションのショートプレゼンテーション；本多嘉明：JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月29日（口頭発表）
- Analysis of SGLI validation datas based on the effects of the growth and ground types for the AGB development; 石橋良太、梶原康司、本多嘉明：JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月30日（ポスター発表）
- Algorithm improvement for GCOM-C/SGLI Above Ground Biomass Standard product; 梶原康司、本多嘉明：JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月30日（口頭発表）

（樋口篤志）

- “Open” third generation geostationary satellites data accelerates environmental studies: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan; Higuchi, A., K. Toyoshima, H. Hirose, H. Takenaka: 日本地球惑星連合2019年大会、幕張メッセ、2019年5月26日（口頭発表）
- Generation of rain drops at cloud bottom observed with W-band cloud radar FALCON-I; Hikawa, K., T. Iura, H. Morita, R. Fueda, Y. Kawamura, T. Takano, A. Higuchi, T. Takamura, F. Kobayashi, K. Morotomi, S. Shimamura, H. Iwashita: AMS 39th International Conference on Radar Meteorology, Nara, Japan, 2019年9月16–20日（ポスター発表）
- Utilization of Himawari-8 and the other GEO in CEReS, Chiba University, Japan; Higuchi, A.: Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSAF), 名古屋コンベンションホール、2019年11月26–27日（口頭発表）
- Long-term dataset of geostationary meteorological satellites can contribute climate change studies: Archiving status in CEReS, Chiba University, Japan, and its utilizations; Higuchi, A., K. Toyoshima, H. Takenaka, H. Hirose, K. Ichii, K.T. Murata, T.Y. Nakajima, T. Nakajima, H. Hashimoto, R. R Nemani, K. Muranaga, T. Takano, F. Kobayashi, Y. Yamamoto, P. Pavarangkoon, K. Yamamoto, K. Morotomi, S. Shimamura and T. Kawanabe: 2019 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, 2019年12月9 – 13日（口頭発表）
- GOES ABI high frequency data for understanding Amazon vegetation dynamics; Hashimoto, H., W. Wang, J.L. Dungan, S. Li, J. Xiong, A. Guzman, H. Takenaka, A. Higuchi, R.B. Myneni and R. R Nemani: 2019 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, 2019年12月9 – 13日（ポスター発表）

（本郷千春）

- Damage assessment of BLB by remote sensing data; Chiharu Hongo, Yusuke Takahashi, Gunardi Sigit, Eisaku Tamura, Baba Barus: Southeast Asia Plant Protection Conference, インドネシア、2019年8月14日（招待講演）
- EVALUATION ATTEMPT OF RICE GROWTH BY SIMULATION MODEL WITH REMOTE SENSING FOR AGRICULTURAL INSURANCE IN INDONESIA; Koki Homma, Masayasu Maki, Chiharu Hongo, Yuti Giamerti, Yu Iwashashi, Yuki Sofue, Naohiro Manago, Gunardi Sigit, Ahmad Junaedi, Iskandar Lubis, I Gusti Ngurah Santosa, I Nyoman Rai: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), インドネシア、2019年11月14日（口頭発表）
- Estimation of Rice Yield Based on Satellite Images and Field Observation; Yuki Sofue, Chiharu Hongo, Gunardi Sigit, Koki Homma and Baba Barus: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), インドネシア、2019年11月14日（ポスター発表）
- A DRONE-BASED SYSTEM FOR SMALL-SCALE RICE FIELD MONITORING; Baba Barus, Bambang H. Trisasongko, Hiroyuki Wakabayashi, Boedi Tjahjono, Chiharu Hongo, Khursatul Munibah, M. Ardiansyah,

La Ode S. Iman, Nina W. Darojati, Reni K. Tejo: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), インドネシア、2019年11月14日 (口頭発表)

- Outline of the SATREPS project; Chiharu Hongo: The 9th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS 2019), インドネシア、2019年11月14日 (口頭発表)
- Identification of rice paddy aquaculture field using Sentinel-1 data in West Java, Indonesia; Chiharu Hongo, Takahisa Kitagami, Hiroyuki Wakabayashi, Boedi Tjahyono, Sitaresmi Dewayani and Eisaku Tamura: AGU Fall meeting, 米国、2019年12月9 – 13日 (ポスター発表)

(入江仁士)

- Evaluation of Himawari-8 surface solar irradiance by ground-based measurements; Damiani A., H. Irie, T. Takamura, P. Khatri, H. Iwabuchi, H. Takenaka, T.Y. Nakajima, T. Nagao, and R. Kudo: 2019 JST-NSF-RCN Workshop-Distributed Energy Management System, Belle Salle (Tokyo), 2019年6月19日 (ポスター発表)
- Post-launch validation of GCOM-C/SGLI geophysical products; Hori, M., H. Murakami, R. Miyazaki, T. Kobayashi, T. Nagao, K. Ogata, R. Shimada, Y. Honda, K. Nasahara, K. Kajiwara, T.Y. Nakajima, H. Irie, M. Toratani, T. Hirawake, and T. Aoki: IGARSS 2019, Pacifico Yokohama (Yokohama), 2019年7月28日 – 8月2日 (口頭発表)
- Cloud optical depth from geostationary and low Earth orbit satellites evaluated during an intensive campaign; Damiani A., H. Irie, T. Horio, T. Takamura, R. Kudo, P. Khatri, H. Iwabuchi, R. Masuda, T. Nagao: AOGS 2019, Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre (Singapore), 2019年7月28日 – 8月2日 (口頭発表)
- Ground-based remote sensing of heterogeneous clouds using sky-view camera and three-dimensional radiative transfer model; Kudo, R., H. Iwabuchi, T. Takano, H. Irie, A. Damiani, and P. Khatri: 8th International EarthCARE Science Workshop, Kyushu University (Fukuoka), 2019年11月25 – 27日 (口頭発表)
- Sentinel-5p Tropospheric NO<sub>2</sub> Data Assessment using MAXDOAS and Direct-Sun Measurements; Pinardi, G., S. Compennolle, M. van Roozendaal, F. Hendrick, H. Eskes, A. Cede, M. Tiefengraber, A. Richter, A. Piders, T. Wagner, S. Donner, A. Bais, H. Irie, Y. Kanaya, M. Grutter, C. Rivera: Copernicus Sentinel-5 Precursor Validation Team Workshop, ESA/ESRIN (Frascati, Italy), 2019年11月11 – 14日 (口頭発表)
- Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016; Irie, H., H.M.S. Hoque, A. Damiani, H. Okamoto, A. M. Fatmi, P. Khatri, T. Takamura, T. Jarupongsakul: 2019 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2019年12月8日 (ポスター発表)
- Analysis of factors causing variations in the Absorption Ångström Exponent of aerosols in Japan using skyradiometers; Yamaguchi, K., H. Irie, P. Khatri, T. Takamura, H. Yamamoto: 2019 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2019年12月8日 (ポスター発表)
- Development of an algorithm retrieving near-surface fine mode aerosol information from simultaneous sky-radiometer and MAX-DOAS observations; Momoi, M., R. Kudo, K. Miura, A. Damiani, S. Hoque, H. Irie, and H. Okamoto: 2019 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2019年12月8日 (ポスター発表)
- For which regions could Antarctic ozone variations improve seasonal predictions of precipitation?; Damiani A., R.R. Cordero, J.P. Boisier, H. Irie, and S. Watanabe: 2019 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2019年12月10日 (ポスター発表)
- Recent trends of NO<sub>2</sub>, VOC, and tropospheric ozone concentrations observed around Chiba, Japan in 2013-2018; Yonekawa, D., and H. Irie: 2019 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2019年12月11日 (ポスター発表)
- Validation study of GCOM-C atmosphere products based on SKYNET for success criterion evaluation; Irie, H., T. Takano, T.Y. Nakajima, H.M.S. Hoque, A. Damiani, X. Yang, and H. Che: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, TKP Shimbashi (Tokyo), 2020年1月20日 (口頭発表)
- Validation of SGLI/GCOM-C Cloud and Radiation Budget Products Using data of Various Sources;

Khatri, P., T. Hayasaka, H. Irie, and T. Takamura: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, TKP Shimbashi (Tokyo), 2020年1月20日 (口頭発表)

(齋藤尚子)

- The Status and the Future Plan of GOSAT-2 Level 2 and 4 Products; T. Matsunaga, I. Morino, Y. Yoshida, M. Saito, H. Noda, H. Oyama, A. Kamei, F. Kawazoe, R. Imasu, T. Nakajima, T. Nakajima, N. Saitoh, M. Hashimoto: 日本地球惑星科学連合2019年大会、幕張メッセ、千葉、2019年5月 (口頭発表)
- Variations in CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> in upper atmosphere: the effects of biomass burning and Asian monsoon transport inferred from GOSAT/TANSO-FTS TIR data; Naoko Saitoh, Shingo Kosaka, and Hinako Kobayashi: The 15th International Workshop of Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS), Sapporo, 2019年6月 (ポスター発表)
- Validation of cloud judgements in TANSO-FTS FOVs by using Himawari-8/AHI data; Katsuki Kitamura and Naoko Saitoh: The 15th International Workshop of Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS), Sapporo, 2019年6月 (ポスター発表)
- Variation of carbon dioxide at upper troposphere/lower stratosphere derived from GOSAT TANSO-FTS TIR; Akihiko Honda, Nawo Eguchi, Naoko Saitoh, and Yousuke Niwa: The 15th International Workshop of Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS), Sapporo, 2019年6月 (ポスター発表)
- Vertical profiles of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> retrieved from the TIR bands of GOSAT/TANSO-FTS and GO-SAT-2/TANSO-FTS-2; N. Saitoh, K. Kitamura, R. Imasu, K. Shiomi, A. Kuze, and F. Kataoka: American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, San Francisco, 2019年12月 (ポスター発表)

(小槻峻司)

- Data Assimilation Research for Global Weather Prediction; Kotsuki S.: The 7th International Symposium on Water Environmental Systems, Tohoku University, Sendai, 2019年11月15日 (招待講演)
- Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code; Kotsuki S., Miyoshi T., Kondo K., and Potthast R.: AGU Fall Meeting, Moscone Center, San Francisco, 2019年12月9日 (口頭発表)
- Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code; Miyoshi T., Kotsuki S., Potthast R., and Kondo K.: AMS Annual Meeting 2020, Boston Convention and Exhibition Center, Boston, 2020年1月13日 (口頭発表)
- Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM; Kotsuki S., Terasaki K., Satoh M. and Miyoshi T.: 4th workshop on assimilating satellite cloud and precipitation observations for NWP, ECMWF, Reading, 2020年2月4日 (ポスター発表)
- Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code; Miyoshi T., Kotsuki S., Potthast R., and Kondo K.: 4th workshop on assimilating satellite cloud and precipitation observations for NWP, ECMWF, Reading, 2020年2月4日 (ポスター発表)

(梶原康司)

- Analysis of SGLI validation data based on the effects of the growth and ground types for the AGB development; 石橋良太、梶原康司、本多嘉明: JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月30日 (ポスター発表)
- Algorithm improvement for GCOM-C/SGLI Above Ground Biomass Standard product; 梶原康司、本多嘉明: JpGU2019、幕張メッセ、2019年5月30日 (口頭発表)
- PRIMARY RESULT ON ABOVE GROUND BIOMASS PRODUCTS FROM GCOM-C / SGLI; Yoshiaki HONDA, Koji KAJIWARA, Ryota ISHIBASHI: IGARSS2019, Pacifico Yokohama, 2019年7月30日 (招待講演)
- POST-LAUNCH VALIDATION OF GCOM-C/SGLI GEOPHYSICAL PRODUCTS; Masahiro Hori, Hiroshi Murakami, Risa Miyazaki, Toshiyuki Kobayashi, Takashi Nagao, Kazunori Ogata, Rigen Shimada, Yoshiaki Honda, Kenlo Nasahara, Koji Kajiwara, Takashi Y. Nakajima, Hitoshi Irie, Mitsuhiro Toratani,

(楊 偉)

- Normalized Difference Greenness Index (NDGI) : A new vegetation index for improved estimation of vegetation phenology; 楊 偉 : Japan Geoscience Union Meeting 2019, Chiba, Japan, 2019年5月26-30日 (ポスター発表)
- Development of a novel data fusion model to generate high spatiotemporal resolution NDVI time series; 楊 偉 : Japan Geoscience Union Meeting 2019, Chiba, Japan, 2019年5月26-30日 (ポスター発表)
- Application of Satellite Remote Sensing to Monitor Eutrophication Status of Inland Lakes; 楊 偉 : Japan Geoscience Union Meeting 2019, Chiba, Japan, 2019年5月26-30日 (口頭発表)
- Remote estimation of chlorophyll-a concentration across different trophic states in inland lakes by a hybrid algorithm; 楊 偉 : Asia Oceania Geosciences Society 2019, Singapore, 2019年7月28-8月2日 (ポスター発表)

【国内会議】

(久世宏明)

- Depolarization ratio of clouds and aerosols observed with a slant-path lidar: comparison between summer and winter measurements; Nofel Lagrosas, Prane Mariel Ong, Xiafukaiti Alifu, Hiroaki Kuze: 第37回レーザーセンシングシンポジウム、千葉大学、2019年9月5-6日 (口頭発表)
- Diurnal behavior of near-surface aerosols investigated using a near horizontal lidar; Prane Mariel Ong, Nofel Lagrosas, Tatsuo Shiina, and Hiroaki Kuze: 第38回レーザーセンシングシンポジウム、千葉大学、2019年9月5-6日 (ポスター発表)
- ライダー観測とミー散乱計算による地表エアロゾル光学特性の解析; Xiafukaiti Alifu, Nofel Lagrosas, Prane Mariel Ong, 椎名達雄、久世宏明: 第38回レーザーセンシングシンポジウム、千葉大学、2019年9月5-6日 (口頭発表)
- 小型・長光路吸収センサーによる温室効果分子の富士山頂での観測; 小林喬郎、椎名達雄、久世宏明、矢吹正教、三浦和彦: 第38回レーザーセンシングシンポジウム、千葉大学、2019年9月5-6日 (口頭発表)
- 環境リモートセンシングにおけるハイパースペクトルとマルチスペクトル計測; 久世宏明: オプトロニクスセミナー、飯田橋レインボービル、2019年10月31日 (招待講演)
- Monthly mean cloud top pressure over Chiba and southern oscillation index (SOI): 18-year observations from MODIS satellite data; Nofel Lagrosas and Hiroaki Kuze: 日本リモートセンシング学会第67回 (令和元年度秋季) 学術講演会、岐阜商工会議所、2019年11月28-29日 (ポスター発表)
- 地表面反射率データの取得と大気補正への活用; 辻 慧、Nofel Lagrosas、久世宏明: 日本リモートセンシング学会第67回 (令和元年度秋季) 学術講演会、岐阜商工会議所、2019年11月28-29日 (口頭発表)
- 環境リモートセンシングのハイパースペクトル・マルチスペクトル計測; 久世宏明: レーザー学会東京支部セミナー、東海大学高輪キャンパス、2019年11月29日 (招待講演)

(近藤昭彦)

- 原子力災害における解決と諒解—犠牲のシステムから関係性を尊重する共生社会へ; 近藤昭彦: 日本学術会議—日本産業衛生学会合同公開シンポジウム、名古屋国際会議場、2019年5月25日 (口頭発表)
- ドローンを用いた水稲生育管理の精度向上に関する検討; 田中 圭・濱 侃・近藤昭彦: 日本リモートセンシング学会春期学術大会、東京電機大学、2019年6月1日 (ポスター発表)
- 千葉県、印旛沼流域における水循環健全化をめざした超学際の実践; 近藤昭彦: 第2回霞ヶ浦サロン、茨城県霞ヶ浦環境科学センター、2019年8月27日 (口頭発表)
- SDGs、Futre Earth時代の科学と社会の協働のありかた—千葉からの発信—; 近藤昭彦・小倉久子・桑波田和子: 水文・水資源学会2019年度大会、特別講演、千葉工業大学、2019年9月12日 (口頭発表)
- Extraction and change analysis of winter wheat planting area in the North China Plain based on Sentinel-s and MODIS data; Xifang Wu, Wei Yang, Akihiko Kondoh: 日本地理学会秋期学術大会土地利用研究グループ、新潟大学、2019年9月22日 (口頭発表)
- 災害から土地と暮らしの関係性を学ぶ; 近藤昭彦: 令和元年度千葉地理学会研究大会、千葉大学、2020年

2月1日（招待講演）

（スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ）

- Earth on Your Finger～地球をわが指に～；Josaphat Tetuko Sri Sumantyo：学発ベンチャー支援事業（NEDO TCP、未来、JST START 他）説明会、千葉大学・アカデミックリンク、2019年7月23日（招待講演）
- Evaluation of Cloud Type Classification Based on Split Window Algorithm using Himawari-8 Satellite Data; Babag Purbantoro, Jamrud Aminuddin, Naohiro Manago, Koichi Toyoshima, Nofel Lagrosas, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2019, Yokohama Pasifico, Yokohama, 2019年7月30日（口頭発表）
- Application of Remote Sensing and GIS Technology to Support Sustainable Development in 4.0 Industrial Era: Development of Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Universitas Amikom Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 2019年11月11日（招待講演）
- Development of Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Faculty of Geography, Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, Indonesia, 2019年11月11日（招待講演）
- Development of Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Faculty of Agriculture, Universitas Sebelas Maret (UNS), Solo, Indonesia, 2019年11月12日（招待講演）
- Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: University of Electronics Science and Technology of China, Chengdu, China, 2019年11月25日（招待講演）
- High Resolution Disaster Monitoring using Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar（円偏波合成開口レーダによる高分解能災害監視）; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: 2019 Microwave Workshops & Exhibition (MWE 2019), Yokohama Pasifico, Yokohama, 2019年11月29日（招待講演）
- 高温宇宙用個体潤滑剤の提案；Ayaka Takahashi and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo：千葉大学グローバルプロミネント研究基幹シンポジウム（第4回）、千葉大学けやき会館、2019年12月6日（ポスター発表）
- Advance Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Binus University, Jakarta, Indonesia, 2019年12月17日（招待講演）
- Advance Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Bakrie University, Jakarta, Indonesia, 2019年12月18日（招待講演）
- Development of Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Universitas Marsekal Surya Darma, Jakarta, Indonesia, 2020年2月8日（招待講演）
- Development of Advanced Microwave Remote Sensing Technology and Its Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta, Indonesia, 2020年2月12日（招待講演）

（市井和仁）

- 地球規模評価報告書に関する専門家所見；市井和仁：生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学－政策プラットフォーム（IPBES）総会第7回会合 環境省主催報告会、経済産業省、東京、2019年5月14日（口頭発表）
- Dagik EarthとJoy-Conを用いた地球観測衛星データ表示・操作システムの試作；小菅生文音、山貫緋称、Zhiyan Liu、市井和仁：日本地球惑星科学連合2019年大会（JpGU 2019）、幕張メッセ、千葉、2019年5月26日（ポスター発表）
- 衛星データを用いた機械学習によるアジアの陸域生態系の炭素循環の推定.; 川瀬 陸、市井和仁、林 悠介、Zhiyan Liu、植山雅仁、小南裕志：日本地球惑星科学連合2019年大会（JpGU 2019）、幕張メッセ、千葉、2019年5月28日（ポスター発表）
- ひまわり8号による広域植生モニタリングの実現性評価.; 林 航大、市井和仁、吉岡博貴、村上和隆、井手玲子、奈佐原顕郎、秋津朋子、三浦知昭：日本地球惑星科学連合2019年大会（JpGU 2019）、幕張メッセ、

千葉、2019年5月28日（口頭発表）

- ・ 陸域植生のSIF・PRIモニタリングのための高空間・波長分解能観測衛星の開発；野田 響、大政謙次、彦坂幸毅、市井和仁、小林秀樹、加藤知道、村岡裕由：日本地球惑星科学連合2019年大会（JpGU 2019）、幕張メッセ、千葉、2019年5月29日（ポスター発表）
- ・ Potential links between iLEAPS and IGAC toward integrated analysis of atmosphere-land interactions using remote sensing data；市井和仁、入江仁士、齋藤尚子：iLEAPS/IGAC-Japan 合同研究集会2019、名古屋大学、名古屋、2019年9月7日（口頭発表）
- ・ 生物多様性および生態系サービスに関する最近の動向 ～IPBES Global Assessment より～；市井和仁：環境監査研究会 研究会、中央大学駿河台記念館、2019年9月22日（口頭発表）
- ・ 生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学－政策プラットフォーム（IPBES）の生物多様性と生態系サービスに関する地球規模アセスメントの概要と我が国への示唆について；市井和仁：名古屋大学大学院環境学研究科附属 持続的京発展教育研究センター SDGsセミナー：生態系分野の最新の国際動向、名古屋大学、名古屋、2019年11月7日（招待講演）
- ・ ひまわり8号を用いた東南アジアの植生季節変動モニタリング；林 航大、市井和仁、山本雄平：社）日本リモートセンシング学会 第67回（令和元年度秋季）学術講演会、岐阜、2019年11月28日（ポスター発表）
- ・ 北東ユーラシアにおける陸域CO<sub>2</sub>収支と植生活動の変化；川瀬 陸、市井和仁、小谷亜由美、鈴木和良、檜山哲哉：社）日本リモートセンシング学会 第67回（令和元年度秋季）学術講演会、岐阜、2019年11月28日（ポスター発表）
- ・ Sentinel-1データを用いた永久凍土融解による地表面変化検出；細谷篤志、市井和仁、小林秀樹：社）日本リモートセンシング学会 第67回（令和元年度秋季）学術講演会、岐阜、2019年11月28日（ポスター発表）
- ・ JapanFluxデータ整備と広域化研究の進捗；市井和仁：令和元年度陸域生態系モニタリング研究集会、国立環境研究所、つくば、2020年1月30日（口頭発表）

（本多嘉明）

- ・ GCOM-C/SGLI 地上バイオマス推定アルゴリズム改良に関する研究；梶原康司、石橋良太、澤井敦彦、本多嘉明：本写真測量学会令和元年度春季学術講演会、東京大学生産技術研究所 A棟、2019年5月24日（口頭発表）
- ・ SGLI-RSRFデータを用いるバイオマスマップ作成の為に多元配置分散分析に基づく地形・植生等の複数要因評価；石橋良太、梶原康司、本多嘉明：本写真測量学会令和元年度春季学術講演会、東京大学生産技術研究所 A棟、2019年5月24日（口頭発表）
- ・ 衛星観測データによる地上バイオマス推定精度向上に関する研究；澤井敦彦、梶原康司、石橋良太、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- ・ 3元配置分散解析を用いたSGLI-RSRFデータ生成の為に地上観測値校正；石橋良太、山崎智之、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- ・ NDVIに基づいた黔南州植生被覆変化の分析；リ テンテイ、石橋良太、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- ・ 3次元点群データにおけるボクセル化を利用した衛星LiDAR受信信号シミュレーションに関する研究；神尾佑馬、石橋良太、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- ・ UAV搭載カメラ複数同時撮影による精度比較の考察；梶原康司、本多嘉明、村木広和（MORALS）、その他11名：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月8日（口頭発表）
- ・ UAV飛行経路設計の為に加速度変動を考慮した軌道最適化法；石橋良太、山崎智之、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月8日（口頭発表）
- ・ Development of validation method of GCOM-C atmospheric corrected reflectance, LAI, fAPAR products, and improvement of above-ground biomass algorithm; Yoshiaki HONDA：2019年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、KP新橋カンファレンスセンター、2020年1月20日（口頭発表）

（樋口篤志）

- ・ フェーズドアレイ気象レーダで観測された2018年8月27日東京上空で形成されたメソサイクロン；嶋村重治、諸富和臣、栗原沙織、小林文明、鷹野敏明、樋口篤志、高村民雄、岩下久人：日本気象学会2019年度

- 春季大会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2019年5月16日（口頭発表）
- ・ ミリ波雲レーダFALCON-Iによる降雨開始時の雨滴形成と加速の詳細解析；鷹野敏明、森田日向、樋川恵祐、河村洋平、樋口篤志、高村民雄、小林文明、諸富和臣、嶋村重治、岩下久人：日本気象学会2019年度春季大会、国立オリンピック記念青少年総合センター、2019年5月16日（口頭発表）
  - ・ 協調ワークスペースドライバChOWDERによるタイルドディスプレイ構築と地球惑星科学分野での応用事例；川鍋友宏、小野謙二、樋口篤志、豊嶋紘一、山本和憲、村永和哉、村田健史：日本地球惑星連合2019年大会、幕張メッセ、2019年5月26日（口頭発表）
  - ・ Visualization of Himawari-8 observation data using high resolution animation: The case studies of CEReS, Chiba University, Japan; Toyoshima, K. and A. Higuchi: 日本地球惑星連合2019年大会、幕張メッセ、2019年5月26日（ポスター発表）
  - ・ ひまわりリアルタイムWebの国際展開（フィリピンミラーサイト）；村永和哉、Pavarangkoon Praphan、山本和憲、村田健史、樋口篤志：日本地球惑星連合2019年大会、幕張メッセ、2019年5月26日（ポスター発表）
  - ・ 衛星による高頻度降雨推定データとAPHRODITE-2地上雨量計観測データの相互比較；広瀬民志、豊嶋紘一、樋口篤志、谷田貝亜紀代、安富奈津子：日本地球惑星連合2019年大会、幕張メッセ、2019年5月29日（ポスター発表）
  - ・ Long-term dataset of geostationary meteorological satellites in Center for Environmental Remote Sensing (CEReS), Japan; Higuchi, A., K. Toyoshima, H. Hirose and H. Takenaka: AsiaPEX (GEWEX Prospective Asian Monsoon RHP) Kick off Conference, Hokkaido University, Sapporo, 2019年8月28日（口頭発表）
  - ・ X-band Phased Array Weather Radar observations of a mesocyclone in the Tokyo Urban Area; Shimamura, S., K. Morotomi, S. Kurihara, F. Kobayashi, T. Takano, A. Higuchi, H. Iwashita: AMS 39th International Conference on Radar Meteorology, Nara, Japan, 2019年9月16–20日（ポスター発表）
  - ・ ひまわり8号降雨推定アルゴリズムを用いた熱帯アジアモンスーン域の降雨の解析；広瀬民志、重 尚一、樋口篤志、豊嶋紘一：2019年度日本気象学会秋季大会、福岡国際会議場、2019年10月28–31日（口頭発表）
  - ・ 令和元年台風15号（Faxai）の気象学的特徴；小林文明、木村海斗、高田明里、池田大将、岩下久人、諸富和臣、嶋村重治、原岡秀樹、鷹野敏明、高村民雄、樋口篤志：日本大気電気学会第98回研究発表会、静岡県総合研修所もくせい会館、2020年1月10–11日（口頭発表）
  - ・ 令和元年台風15号（Faxai）の落雷特性；原岡秀樹、小林文明、岩下久人、諸富和臣、嶋村重治、鷹野敏明、高村民雄、樋口篤志：日本大気電気学会第98回研究発表会、静岡県総合研修所もくせい会館、2020年1月10–11日（口頭発表）
  - ・ 地上稠密気象観測データからみた台風21号（Jebi）と台風15号（Faxai）の特徴；岩下久人、小林文明、諸富和臣、嶋村重治、原岡秀樹、鷹野敏明、高村民雄、樋口篤志：日本大気電気学会第98回研究発表会、静岡県総合研修所もくせい会館、2020年1月10–11日（口頭発表）
  - ・ 令和元年台風19号（Hagibis）に伴い市原市で発生した竜巻のフェーズドアレイレーダ観測；諸富和臣、嶋村重治、小林文明、岩下久人、原岡秀樹、鷹野敏明、高村民雄、樋口篤志：日本大気電気学会第98回研究発表会、静岡県総合研修所もくせい会館、2020年1月10–11日（口頭発表）

（本郷千春）

- ・ Study on detection of Bacterial Leaf Blight disease using multi-temporal SPOT images; Rani Yudarwati, Chiharu Hongo, Baba Barus, Gunardi Sigit and Budi Utoy: 日本リモートセンシング学会第66回学術講演会、埼玉県、2019年6月4日（口頭発表）
- ・ 洪水多発地域における後方散乱係数の時系列変化；北神貴久、本郷千春、若林裕之、Boedi Tjahjono、Sitaresmi Dewayani、Dadan Hidayat：日本リモートセンシング学会第66回学術講演会、埼玉県、2019年6月4日（ポスター発表）
- ・ インドネシアにおける洪水時の水稲被害把握手法の検討—生育段階の判別について—；北神貴久、本郷千春、若林裕之、Boedi Tjahjono、Sitaresmi Dewayani、Dadan Hidayat：日本リモートセンシング学会第67回学術講演会、岐阜県、2019年11月29日（口頭発表）
- ・ SARデータを利用した水稲移植日自動推定システムの構築；眞子直弘、本郷千春、祖父江侑紀、Gunardi

- Sigit, Baba Barus : 日本リモートセンシング学会第67回学術講演会、岐阜県、2019年11月29日 (口頭発表)
- Sentinel-2データを用いた水田土壌の腐植含量の推定 ; 渋谷祐人、本郷千春、本間香貴、Gunardi Sigit、Baba Barus : 日本リモートセンシング学会第67回学術講演会、岐阜県、2019年11月29日 (ポスター発表)
  - 水稲における基準単収算定のための収量推定 ; 祖父江侑紀、本郷千春、Gunardi Sigit、本間香貴、Baba Barus : 日本リモートセンシング学会第67回学術講演会、岐阜県、2019年11月29日 (ポスター発表)
  - 水収支モデル適用によるダイズ農家圃場の土壌水分特性の評価—第2報—リモートセンシングを併用した黒根腐病害の評価 ; 山本修平、本間香貴、橋本直之、牧 雅康、本郷千春 : 第249回日本作物学会講演会、茨城、2020年3月26-27日 (学会中止のため講演要旨集にて発表)

(入江仁士)

- Observations of aerosol optical properties by sky radiometers at SKYNET Southeast and South Asian sites; Fatmi, A. M., H. Irie, H. M. S. Hoque, A. Damiani, P. Khatri, T. Takamura, T. Jurupongsaku, and G. Pandithurai: 日本地球惑星科学連合大会、千葉県千葉市、2019年5月29日 (口頭発表)
- スカイラジオメーターを用いた日本におけるエアロゾルの光吸収オングストローム指数の変動要因の解析 ; 山口航大、入江仁士、P. Khatri、竹村俊彦、山本浩万 : 日本地球惑星科学連合大会、千葉県千葉市、2019年5月29日 (口頭発表)
- 2013-2018年に千葉で観測されたNO<sub>2</sub>、VOC、対流圏オゾン濃度のトレンド ; 米川大地、入江仁士 : 日本地球惑星科学連合大会、千葉県千葉市、2019年5月30日 (口頭発表)
- Cloud optical properties from various ground and satellite instruments evaluated during an intensive campaign; Damiani, A., H. Irie, T. Horio, T. Takamura, R. Kudo, P. Khatri, H. Iwabuchi, R. Masuda, T.M. Nagao: 日本地球惑星科学連合大会、千葉県千葉市、2019年5月30日 (口頭発表)
- Simultaneous observations by sky radiometer and MAX-DOAS for characterization of biomass burning plumes in central Thailand in January-April 2016; 入江仁士、H.M.S. Hoque、A. Damiani、A. M. Fatmi、P. Khatri、高村民雄、and T. Jurupongsaku : 日本地球惑星科学連合大会、千葉県千葉市、2019年5月30日 (ポスター発表)
- スカイラジオメーターを用いた日本におけるエアロゾルの光吸収オングストローム指数の変動要因の解析 ; 山口航大、入江仁士、P. Khatri、竹村俊彦、山本浩万 : 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月28日 (口頭発表)
- スカイラジオメータとMAX-DOASの複合観測による対流圏下部のPM2.5濃度のリモートセンシング観測 ; 桃井裕広、工藤 玲、三浦和彦、入江仁士 : 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月28日 (口頭発表)
- Connection between Antarctic ozone and climate: interannual precipitation changes in southern South America; Damiani A., Cordero R.R., Boisier J.P., Irie H., Watanabe S.: 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月28日 (口頭発表)
- 不均質に分布した雲の地上リモートセンシング手法の開発 ; 工藤 玲、岩淵弘信、鷹野敏明、入江仁士、Alessandro Damiani, Pradeep Khatri: 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月28日 (口頭発表)
- 2011-2019年における春季の越境汚染に対する日本のエアロゾル光学的厚さの応答に関する観測的研究 ; 蔡 穎、入江仁士 : 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月31日 (口頭発表)
- 2013-2018年に千葉で観測された窒素酸化物、VOC、対流圏オゾン濃度のトレンド ; 米川大地、入江仁士 : 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月30日 (ポスター発表)
- ACTMにより算出された東シベリア域のメタンカラム濃度の季節変動の再現性 ; 佐野春香、入江仁士、齋藤尚子、Patra Prabir、Naveen Negi、Dmitory Belikov : 日本気象学会、福岡県福岡市、2019年10月30日 (口頭発表)
- 2013-2018年に千葉で観測された窒素酸化物、VOC、対流圏オゾン濃度のトレンド ; 米川大地、入江仁士 : 大気化学討論会、愛知県蒲郡市、2019年11月5日 (ポスター発表)
- バイオマスバーニングブルームのキャラクターゼーション : スカイラジオメーターとMAX-DOASによる同時観測 ; 入江仁士、H.M.S. Hoque、A. Damiani、A.M. Fatmi、高村民雄、P. Khatri、T. Jarupongsakul : 大気化学討論会、愛知県蒲郡市、2019年11月5日 (口頭発表)
- 福岡都市圏におけるNO<sub>2</sub>の時空間変動~多地点MAX-DOASとドップラーライダーの複合解析~ ; 植木洗亘、高島久洋、Martina M. Friedrich、入江仁士 : 第22回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉県千葉市、2020年2月20日 (ポスター発表)

(齋藤尚子)

- GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドの観測から得られた科学的成果；齋藤尚子、小坂真悟、小林陽菜子、白木雅人：日本地球惑星科学連合2019年大会、幕張メッセ、千葉、2019年5月（ポスター発表）
- ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定精度の検証；北村克樹、齋藤尚子：日本地球惑星科学連合2019年大会、幕張メッセ、千葉、2019年5月（ポスター発表）
- GOSAT/TANSO-FTS TIRより導出された二酸化炭素濃度の上部対流圏および下部成層圏の変動解析；江口菜穂、本田照裕、齋藤尚子、丹羽洋介：日本地球惑星科学連合2019年大会、幕張メッセ、千葉、2019年5月（ポスター発表）
- Estimation of Regional-Global Methane Emissions and Refinement of Its Estimate by GOSAT-2 and Surface Observations; N. Saitoh, D. Belikov, K. Inubushi, S. Hayashida, P. K. Patra, A. Yamamoto, and Y. Terao: iLEAPS/IGAC-Japan Joint Workshop 2019, 名古屋、2019年9月（口頭発表）
- Potential links between iLEAPS and IGAC toward integrated analysis of atmosphere-land interactions using remote sensing data; Kazuhito Ichii, Hitoshi Irie, and Naoko Saitoh: iLEAPS/IGAC-Japan Joint Workshop 2019, 名古屋、2019年9月（口頭発表）
- GOSATメタン鉛直濃度分布データを用いたインド上空のメタン季節変動の解析；齋藤尚子、Dmitry Belikov、小林陽菜子：2019年度日本気象学会秋季大会、福岡、2019年10月（口頭発表）
- 西シベリアの成層圏メタン高度分布の推定；杉田考史、齋藤尚子、林田佐智子、大山博史：2019年度日本気象学会秋季大会、福岡、2019年10月（ポスター発表）
- MIROC4-ACTMにより算出された東シベリア域のメタンカラム濃度の季節変動の再現性；佐野春香、入江仁士、齋藤尚子、Dmitry Belikov、Prabir Patra、Naveen Chandra：2019年度日本気象学会秋季大会、福岡、2019年10月（口頭発表）
- 北インドにおけるメタン発生と輸送：衛星観測と地上観測からの一考察；林田佐智子、白井玖美、寺尾有希夫、野村渉平、松見 豊、齋藤尚子：2019年度日本気象学会秋季大会、福岡、2019年10月（口頭発表）
- ひまわり8号データを用いたGOSAT衛星の雲判定制度の検証；北村克樹、齋藤尚子：第24回大気化学討論会、愛知県蒲郡市、2019年11月（口頭発表）
- Effect of water managements on methane emission from paddy field and rice plant; Kyu Kyu Hmwe, Aung Zaw Oo, Akinori Yamamoto, Shigeto Sudo, Keisuke Ono, Naoko Saitoh, V. Ambethgar, Kazuyuki Inubushi: 日本熱帯農学会第126回講演会、沖縄、2019年11月（口頭発表）

(小槻峻司)

- LETKFに基づいた局所粒子フィルタの簡易実装法の検討；三好建正、小槻峻司、Potthast Roland：第21回非静力学モデルに関するワークショップ、三重大学、2019年11月21日（口頭発表）
- データ同化と経験科学の相似性について；小槻峻司：科学基礎論学会、日本大学文理学部、2019年11月30日（招待講演）
- 全球衛星観測降水データを用いた天気予報システムの高度化；小槻峻司：第22回環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、2020年2月20日（口頭発表）

(梶原康司)

- GCOM-C/SGLI 地上バイオマス推定アルゴリズム改良に関する研究；梶原康司、石橋良太、澤井敦彦、本多嘉明：本写真測量学会令和元年度春季学術講演会、東京大学生産技術研究所 A棟、2019年5月24日（口頭発表）
- SGLI-RSRFデータを用いるバイオマスマップ作成の為に多元配置分散分析に基づく地形・植生等の複数要因評価；石橋良太、梶原康司、本多嘉明：本写真測量学会令和元年度春季学術講演会、東京大学生産技術研究所A棟、2019年5月24日（口頭発表）
- 衛星観測データによる地上バイオマス推定精度向上に関する研究；澤井敦彦、梶原康司、石橋良太、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- 3元配置分散解析を用いたSGLI-RSRFデータ生成の為に地上観測値校正；石橋良太、山崎智之、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- NDVIに基づいた黔南州植生被覆変化の分析；リテンテイ、石橋良太、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）

- 3次元点群データにおけるボクセル化を利用した衛星LiDAR受信信号シミュレーションに関する研究；神尾 佑馬、石橋良太、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月7日（口頭発表）
- UAV搭載カメラ複数同時撮影による精度比較の考察；梶原康司、本多嘉明、村木広和（MORALS）、その他11名：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月8日（口頭発表）
- UAV飛行経路設計の為に加速度変動を考慮した軌道最適化法；石橋良太、山崎智之、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会令和元年度秋季学術講演会、広島市文化交流開館、2019年11月8日（口頭発表）
- Development of high frequent and high resolution vegetation data by integrating LEO and GEO observations considering future satellite operations; Koji Kajiwara：2019年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、KP新橋カンファレンスセンター、2020年1月21日（口頭発表）

（楊 偉）

- Normalized Difference Greenness Index (NDGI) : A snow-free vegetation index for vegetation phenology estimation; 楊 偉：The 66th Autumn Conference of the Remote Sensing Society of Japan, Saitama, Japan, 2019年6月4 – 5日（ポスター発表）
- Normalized Difference Greenness Index (NDGI): A semi-analytical snow-free vegetation index for improved estimation of vegetation phenology; 楊 偉：第四回全国定量リモートセンシング学術フォーラム、南京、中国、2019年6月14 – 15日（ポスター発表）

【令和元年度の研究会、公開講座、講演会、ワークショップ等の実施および派遣要請状況】

名 称	実施形態	開催期間	対 象	担当
Knowledge Co-Creation Program for “Spatial data utilization on agricultural insurance”	セミナー	2019/5/7-16	研究者	本郷千春
日本学術会議 公開シンポジウム「環境変動にともなう生態系の応答を測る」	公開シンポジウム	2019/5/16	一般	市井和仁
Knowledge Co-Creation Program for “Spatial data utilization on agricultural insurance”	セミナー	2019/5/7-16	研究者	本郷千春
Global Carbon Cycle Observation and Analysis [A-CG32]. (Japan Geoscience Union Meeting 2019, chiba)	セッション開催	2019/05/28	研究者	市井和仁
陸域生態系の物質循環 [A-CG39]、(日本地球惑星科学連合2019年大会、千葉)	セッション開催	2019/05/28	研究者	市井和仁
将来の衛星地球観測 (JpGU2019、千葉県)	セッション開催	2019/5/29	研究者	本多嘉明
4th Scientific Committee for Damage Assessment	ワークショップ	2019/7/3	研究者・行政	本郷千春
Knowledge Co-Creation Program for “Spatial data utilization on agricultural insurance”	セミナー	2019/7/17-8/7	研究者	本郷千春
Recent Trend of Land and Ocean Biogeochemical Cycles in Asia (Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) the 16 Annual Meeting)	セッション開催	2019/8/1	研究者	近藤雅征
AsiaFlux 2019-20th anniversary workshop-, Chair of local organizing committee.	ワークショップ	2020/10/2-4	研究者	市井和仁
WORKSHOP ON RISK MANAGEMENT AND AGRICULTURAL INSURANCE IN SPAIN	ワークショップ	2019/10/28	研究者・行政・企業	本郷千春
日本及びヨーロッパの農業空間情報の活用状況に関するセミナー	ワークショップ	2019/10/31	研究者・行政	本郷千春
A must-have tool to protect the sustainability of farms and make them more competitive-Pasture Insurance-	ワークショップ	2019/10/31	研究者・企業	本郷千春
AOGEO Task Group 3: The GEO Carbon and GHG Initiative.	共同議長	2019/11/3-4	研究者・行政	市井和仁
5th Scientific Committee for Damage Assessment	ワークショップ	2019/12/3	研究者・行政	本郷千春
Hyperspectral imaging in crop fields (1) (2)	セミナー	2019/12/3-5	研究者・学生	本郷千春
Workshop on Implementation for Agricultural Insurance	ワークショップ	2020/1/22	研究者・行政	本郷千春
Workshop on Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	ワークショップ	2020/1/23	研究者・行政	本郷千春
スマート農業のためのリモートセンシング技術に関する研究会	研究会	2020/1/25	研究者	近藤昭彦
JAXA Winter School「宇宙関連の講義シリーズ」	公開講座	2020/2/10-11	学生	ヨサファット
JAXA Winter School「宇宙関連の講義シリーズ」	公開講座	2020/2/13-14	学生	ヨサファット
課題解決型研究を推進するための超学際のあるり方に関する研究会～診断から治療へ～	研究会	2020/2/21	研究者	近藤昭彦
The 2nd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020) / マイクロ波リモートセンシング関連の研究成果の発表会	研究会	2020/2/21	一般	ヨサファット
千葉大学経済人倶楽部・絆・公開講座「リモートセンシングデータを使った天気予報研究の最前線」	公開講座	2020/2/21	一般	小槻峻司

【新聞掲載・メディア報道等】

日付	掲載誌、放送局／番組名	内容	取材対象者
2019/5/8	TBSラジオ「萩上チキ・Sesshin-22」特集「100万種の動植物が絶滅の危機!? いま地球環境に何が起きているのか？」	IPBES Global Assessmentの発表に関して	市井和仁
2019/5/9	Metro TV Anak Kolong Menggapai Dunia	Kick Andy Show：円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）の開発	ヨサファット
2019/5/15	NHK World 「NEWS ROOM TOKYO」	IPBES Global Assessmentの発表に関して	市井和仁
2019/5/15	TBS TBS News (3:45-4:00)		
2019/6/15	Media Indonesia Newspaper Anak Kolong Menggapai Dunia	円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）の開発	ヨサファット
2019/6/15	NHK BS プレミアム 体感！グレートネイチャー「水が創った大地 6つの物語 ～メキシコ4500km～」	静止気象衛星赤外線画像動画を提供	豊嶋紘一 樋口篤志
2019/9/18	Kompas Newspaper SDM Unggul Berkeindonesiaan	インドネシアにおける人材育成	ヨサファット
2019/10/9	環境情報メディア：環境展望台 千葉大、令和元年度「台風第15号」通過後の地表面温度50℃以上エリアを推定	2019/10/07プレスリリース 「人工衛星ひまわり8号が捉えた「台風15号一過の猛暑」地表面温度は50℃以上に」に関する記事	山本雄平 市井和仁
2019/10/12	大学ジャーナルonline 台風15号通過後の猛暑、地表面温度は50℃以上になっていた 千葉大学		
2019/10/15	NHK クローズアップ現代+	台風19号関連ひまわり8号動画を提供	豊嶋紘一 樋口篤志
2019/10/17	NHK NHKスペシャル「巨大台風“流域型洪水”の衝撃」		
2019/10/29	毎日新聞 朝刊10面 そこが聞きたい 生物多様性の危機 農地改革、乱獲で損失大＝千葉大教授・市井和仁氏	IPBES Global Assessmentに関するインタビュー記事	市井和仁
2019/12/10	環境情報メディア：環境展望台 千葉大など、人工衛星による植生モニタリングの改良に関する研究成果を紹介	2019/12/10プレスリリース 「気象衛星ひまわり8号で植物の季節変化を捉えるCO <sub>2</sub> 排出削減目標の達成支援に期待」に関する記事	市井和仁
2019/12/12	Optronics Online千葉大ら、気象衛星で植物の季節変化を捉える		
2019/12/13	sorae（そらえ） 観測間隔を大幅短縮。植物の季節変化を「ひまわり」が捉える		
2019/12/12	インターネット発信：Physics.org (United Kingdom) Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement	2019/12/12付けプレスリリース CO <sub>2</sub> の放出と吸収のより正確な推定に成功～IPCC第5次評価報告書からの進展と第6次評価報告書に向けた課題～	近藤雅征
2019/12/12	インターネット発信：Agenparl (Italy) Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/12	インターネット発信：Pharma Jobs Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		

日付	掲載誌、放送局／番組名	内容	取材対象者
2019/12/12	インターネット発信：Science Codec Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement	2019/12/12付けプレスリリース CO <sub>2</sub> の放出と吸収のより正確な推定に成功 ～IPCC第5次評価報告書からの進展と第6次評価報告書に向けた課題～	近藤雅征
2019/12/12	インターネット発信：Bioengineer.org (United Kingdom) Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/12	インターネット発信：ScienceDaily Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/12	インターネット発信：One News Page Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/13	インターネット発信：Environmental News Network Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/13	インターネット発信：Live Science Tech Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/13	インターネット発信：Terra Daily (Australia) Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/13	インターネット発信：Industry Global News24 Advancement in estimation of carbon removal by terrestrial ecosystems		
2019/12/13	インターネット発信：Long Room.com Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/14	インターネット発信：Eurasia Review (Spain) Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/16	インターネット発信：SCIENMAG Estimates of ecosystem carbon mitigation improved towards the goal of the Paris agreement		
2019/12/16	電気新聞 千葉大などがCO <sub>2</sub> 収支を精度よく推定する手法を整理		
2019/12/18	環境情報メディア：環境展望台 千葉大など、「陸域CO <sub>2</sub> 収支量」推定手法間のばらつきを解消		
2019/12/18	化学工業日報 千葉大などがCO <sub>2</sub> 収支を精度良く推定する手法を整理		
2019/12/18	大学ジャーナルONLINE CO <sub>2</sub> の放出と吸収、より正確に推定 千葉大など新手法		

日付	掲載誌、放送局／番組名	内容	取材対象者
2019/12/21	NHK BS プレミアム「グレートネイチャー モザンビーク編」	赤外面像動画を提供	豊嶋絃一 樋口篤志
2019/12/21	大学ジャーナルonline 生物多様性保全のための科学的根拠を集約 千葉大学など国際研究チーム	2019/12/20プレスリリース 「生物多様性保全のための科学的根拠を集約 科学誌サイエンスに総説掲載」に関する記事	市井和仁
2019/12/24	環境情報メディア：環境展望台 千葉大、IPBES評価報告書に基づく科学者コミュニティ向け論文の概要を紹介		
2020/1/2	NHK ふるカフェ系ハルさんの休日 スペシャルドラマ	台風19号関連ひまわり8号動画利用（再利用）	豊嶋絃一 樋口篤志
2020/1/14	Kompas Newspaper Banjir dan Dam Bawah Tanah	ジャカルタ市内における大洪水と地下ダムの提案	ヨサファット
2020/1/25	東京新聞 朝刊4面 CO <sub>2</sub> で気温が上がるの？ 人には聞けない2.	表題コーナーにおけるコメント掲載	市井和仁
2020/2/15	内閣府雑誌（Public Relation Office）— Government of Japan — Highlighting Japan Exploring Space	円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）の開発	ヨサファット
2020/3/10	NHK 総合 「クローズアップ現代+ 家族や知人が支えてくれた震災9年 ～たび重なる逆境の中で～」	台風19号関連ひまわり8号動画利用（再利用）	豊嶋絃一 樋口篤志

## [4] 受賞・開発実績等

### 4.1. 受賞

賞の名称：令和元年度春季日本リモートセンシング学会優秀論文発表賞

受賞者：田中 圭、濱 侃、近藤昭彦

受賞月日：令和元年6月

授与団体：(社) 日本リモートセンシング学会

研究題目：ドローンを用いた水稻生育管理の精度向上に関する検討

賞の名称：AOGS Kamide Lecture Award

受賞者：近藤雅征

受賞月日：令和元年7月19日

授与団体：アジア・オセアニア地球科学学会 (AOGS)

研究題目：The role of CO<sub>2</sub> release and uptake induced by land use changes in recent terrestrial carbon balance

賞の名称：インドネシア政府国民賞 (Ikon Apresiasi Prestasi Pancasila 2019)

受賞者：Josaphat Tetuko Sri Sumantyo

受賞月日：令和元年8月19日

授与団体：Indonesian Government, Badan Pembinaan Ideologi Pancasila (BPIP)

研究題目：Invention on Satellite Radar, Earth Observation Satellite using Microwave Remote Sensing Sensor, and Mobile Satellite Communications

賞の名称：エスペック地球環境研究・技術基金 エスペック環境研究奨励賞

受賞者：山本雄平

受賞月日：令和元年8月23日

授与団体：エスペック株式会社

研究題目：次世代気象衛星ひまわり8号と機械学習技術を用いたアジア・オセアニア地域における地表面温度観測システムの開発

賞の名称：Indonesia Japan Joint Scientific Symposium Best Poster Award

受賞者：Yuki Sofue, Chiharu Hongo, Gunardi Sigit, Koki Homma and Baba Barus

受賞月日：令和元年11月15日

授与団体：Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJSS2019)

研究題目：ESTIMATION OF RICE YIELD BASED ON SATELLITE IMAGES AND FIELD OBSERVATION

賞の名称：令和元年度秋季日本リモートセンシング学会優秀論文発表賞

受賞者：渋谷祐人・本郷千春・本間香貴・Gunardi Sigit・Baba Barus

受賞月日：令和元年11月29日

授与団体：(社) 日本リモートセンシング学会

研究題目：Sentinel-2データを用いた水田土壌の腐植含量の推定

賞の名称：大学院理工学府長賞

受賞者：呉 喜芳 (うしふあん)

受賞月日：令和2年3月25日

授与団体：大学院理工学府

### 4.2. 特許 (出願中含む)

なし

#### 4.3. 開発実績等

研究者名	スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ
成果物名称	【機器】 円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) *開発継続中
概要	地表面を観測する目的で、Cバンド (中心周波数: 5.6GHz) 円偏波のマイクロ波を使用した合成開口レーダ (SAR)
学術的意義または社会・経済・文化的意義	【学術的意義】 本研究は、国内外機関との共同研究により実施し、2016~2019年度に特許出願3件、招待講演65回、メディア報道27回、書籍 (IEEE等) 5件、学会受賞10回に上った。(1)~(3)の研究成果は、IFの高い国際論文誌かつリモートセンシング分野においてTop1-10%の論文で発表され、学術的貢献度は高い。SATREPSプログラムにも、マレー半島での地滑り観測にこの技術を応用して、国際的にも貢献している。 【社会、経済、文化的意義】 社会的意義: CP-SARの開発・実証によって、災害等の目標を高精度で監視でき、新たな防災・減災対策のツールとしての幅広い活用が期待できる。 経済的意義: 小型衛星をはじめ、有人・無人航空機に搭載できるCP-SARの開発と応用拡大によって、災害対応等、様々な応用への拡大と大きな経済的効果につながる。 文化的意義: このCP-SARの技術は、日本のSAR分野の研究・教育レベルの向上につながり、環境リモートセンシングに新しい局面を切り拓くものである。

研究者名	齋藤尚子
成果物名称	【ソフトウェア】 GOSAT-2/TANSO-FTS-2 TIR気温・ガス濃度導出処理コード (運用版20200311-A00)
概要	GOSAT-2/TANSO-FTS-2のTIRバンド (バンド4およびバンド5) から、気温および二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガス濃度を導出する予定常処理用のプログラムコードをGOSAT-2プロジェクトに提供。
学術的意義または社会・経済・文化的意義	作成したプログラムコードを用いて、国立環境研究所にて処理されたGOSAT-2の気温・ガス濃度プロファイルはGOSAT-2の正式版プロダクトとして全世界に提供される。

研究者名	三好建正、寺崎康児、小槻峻司、佐藤正樹、金丸佳矢、Chen Ying-Wen、久保田拓志
成果物名称	【システム】 NICAM-LETKF JAXA Research Analysis (NEXRA) *2018年度から更新継続中
概要	数値気象予報では、シミュレーションされた大気状態を衛星や地上観測をもとに修正する。このような手法をデータ同化と呼び、データ同化手法を通じて、気象予測を改善する研究が世界中で進められている。NEXRAはJAXAのスーパーコンピュータの大規模計算性能を活かした気象データ同化システムから計算されたデータで、衛星全球降水マップGSMaPを同化しており、それによる気象予測精度の向上に利点があることが特徴として挙げられる。 <a href="https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm">https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm</a>
学術的意義または社会・経済・文化的意義	NEXRAプロダクトでは、衛星では取得できない気象情報を提供することができるほか、NEXRAを用いた気象予測実験も可能である。このようなデータ同化や気象予測実験の研究成果は衛星データの現業利用に向けた技術開発に役立つ。

## [5] 国際交流

### 5.1. 外国人受け入れ

#### 外国人来訪者の受入れ状況

外国人来訪者氏名	国籍	所属機関名	職名	来訪目的	受入教員氏名	期間
Wijaya I Made Anom Sutrisna	インドネシア	ウダヤナ大学	教授	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/8～2019/5/15
Sudiarta I Putu	インドネシア	ウダヤナ大学	Associate Professor	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/8～2019/5/15
Astawa Karang I Wayan Gede	インドネシア	ウダヤナ大学	Assistant Professor	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/8～2019/5/15
Iman La Ode Syamsul	インドネシア	ボゴール農科大学	Research Assistant	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/8～2019/5/15
Setiawan Yudi	インドネシア	ボゴール農科大学	Assistant Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/8～2019/5/15
Darojati Nina Widiana	インドネシア	ボゴール農科大学	Research Assistant	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/8～2019/5/15
Darmadi Didi	インドネシア	ボゴール農科大学	Research Assistant	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/5/14～2019/5/15
Muhammad Ajriy Ushalli	インドネシア	パダン州立大学	学生	インターンシップ	ヨサファット	2019/7/1～2019/8/25
Fauzan Alhaqqi	インドネシア	パダン州立大学	学生	インターンシップ	ヨサファット	2019/7/1～2019/8/25
Rahmat Iqbal	インドネシア	パダン州立大学	学生	インターンシップ	ヨサファット	2019/7/1～2019/8/25
Amalia Putri	インドネシア	パダン州立大学	学生	インターンシップ	ヨサファット	2019/7/1～2019/8/25
Sudaryatno	インドネシア	ガジャマダ大学	講師	研究打合せ	ヨサファット	2019/7/16
Widodo B	インドネシア	Binus University	教授	共同研究	ヨサファット	2019/7/16
Jarot S. Suroso	インドネシア	Binus University	講師	共同研究	ヨサファット	2019/7/16
Indra Riyanto	インドネシア	ブディルフル大学	講師	表敬訪問	ヨサファット	2019/7/27～2019/8/6
Krisnandika Anak Agung Keswari	インドネシア	ウダヤナ大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/7/27
Wijayanto Arif KURNIA	インドネシア	ボゴール農科大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/8/9

外国人来訪者氏名	国籍	所属機関名	職名	来訪目的	受入教員氏名	期間
Trisasongko Bambang Hendro	インドネシア	ボゴール農科大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/8/9
Tjahyono Boedi	インドネシア	ボゴール農科大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/8/9
Arif Aditiya	インドネシア	インドネシア地理空間情報局	研究員	打合せ	ヨサファット	2019/8/5
Ratih Fitria Putri	インドネシア	ガジャマダ大学	講師	表敬訪問	ヨサファット	2019/8/30
Sunu Wibirama	インドネシア	ガジャマダ大学	助教	表敬訪問	ヨサファット	2019/8/30
Yakub Fanim Luckyarno	インドネシア	ガジャマダ大学	助教	表敬訪問	ヨサファット	2019/8/30
Gandha Satria Adi	インドネシア	ガジャマダ大学	助教	表敬訪問	ヨサファット	2019/8/30
Ketut Wikantika	インドネシア	バンドン工科大学	教授	共同研究	近藤昭彦	2019/8/3～2019/9/2
Wijayanto Arif KURNIA	インドネシア	ボゴール農科大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/8/9
Trisasongko Bambang Hendro	インドネシア	ボゴール農科大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/8/9
Tjahyono Boedi	インドネシア	ボゴール農科大学	Lecturer	Knowledge Co-Creation program in Japanに参加	本郷千春	2019/7/17～2019/8/9
Gilbert	インドネシア	セバラスマレット大学	研究員	共同研究	ヨサファット	2019/9/22～2019/10/22
Muh Ynsulf	インドネシア	バンカピリトン大学	大学長	表敬訪問	ヨサファット	2019/10/8
Ilfan Murtadho	インドネシア	ウタラマレーシア大学	バンカピリトン大学長息子	表敬訪問	ヨサファット	2019/10/8
Jefri Abner	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Agus Wiyono	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Iwan Nofi Yono Rutro	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Yanuar Prabowo	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Farohaji Kurniawan	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Sunar	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Dewi Angusraeni	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/10/26～2019/11/25
Rahmaru Widayat	インドネシア	セバラスマレット大学	学部長	表敬訪問	ヨサファット	2019/10/30
Randu Purwaudzru	インドネシア	セバラスマレット大学	講師	表敬訪問	ヨサファット	2019/10/30
Deuy Eri Adrdiano	インドネシア	セバラスマレット大学	副学部長	表敬訪問	ヨサファット	2019/10/30

外国人来訪者 氏名	国籍	所属機関名	職名	来訪目的	受入教員 氏名	期間
Xie Wanyi (谢婉怡)	中国	安徽光学精密機械研究所	学生	共同研究	入江仁士	2019/10/10～ 2019/11/23
Arak Agung P. Ralra	インドネシア	インドネシア大学 電気工学科	教授	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/1
Henkie Ongowarsito	インドネシア	ピナスビジネススクール	ビエナビジ ネススクール 副学長	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Zahra Maryum Ashri	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Aria Zufar	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Hari Ronadha	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Darren Michael	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
M. syahrn Reza	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Micheal Liau	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Achmad Ramadhan P.B	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Febrian Rohaghinta	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Talmndur Singh	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Ratri kiranti purrami	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Ghina Namira	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Elsania Putri Ayu	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Fanin binurin A.	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Dire Agusti Aisyoh	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Ablyyl Muhammad Ghozi Irlanto	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Annis Kamila Maisani	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Muhammad Rafij Krisnaputra	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Fanny Alfianti	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Regina Farahdiba P.U	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Natasha	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Reyna Zhafirah	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Jasmine sativa	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Flavegi Monesa	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Sarah Atramadin	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Firman Mur Heyranto	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Ficky Alfina Marsuki	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Salsabila Maarifa	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Dagdo Dnamar B.P	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Mufti Alghoffai	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Reffy Wijaya	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Herdito Rs	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Chizuryan Farrakhan	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19

外国人来訪者 氏名	国籍	所属機関名	職名	来訪目的	受入教員 氏名	期間
Luthfi danubraka	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
M. Hisyar Irfonro	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Reinaldi	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Fandy Aldo	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Muhamad Farras Taqi	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Muhammad Ranonado Mahar H	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Netonya Yohanes Rio	インドネシア	ピナスビジネススクール	大学生	表敬訪問	ヨサファット	2019/11/19
Encung Sumarna	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/11/23～ 2019/12/22
Agus Hendra Wahyudi	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/11/23～ 2019/12/22
Nurul Lailatul Muzayadah	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/11/23～ 2019/12/22
Abdurrasyid Ruhiyat	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/11/23～ 2019/12/22
Imas Tri Setlyadewi	インドネシア	インドネシア国立航空宇宙研究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2019/11/23～ 2019/12/22
Abdul Halim	インドネシア	インドネシア大学電気工学科	助教授	表敬訪問	ヨサファット	2019/12/2
Basari	インドネシア	インドネシア大学電気工学科	助教授	表敬訪問	ヨサファット	2019/12/2
Wahyudi W. Parndadi	インドネシア	バンドン工科大学地球物理学	教授	表敬訪問	ヨサファット	2019/12/2
Barus Baba	インドネシア	ボゴール農科大学	教授	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Prasetyo Lilik Budi	インドネシア	ボゴール農科大学	教授	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Mulyati Eti	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Director of Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25

外国人来訪者 氏名	国籍	所属機関名	職名	来訪目的	受入教員 氏名	期間
Ruslan Muhammad	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Secretary of Provincial office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Nurroswita Tita	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Head of Agricultural Resources Division	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Muhamad Umad	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Director of Agricultural Training Center	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Juma Sudarto Jamasi	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Head of Center Protection of West Java Province	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Dewayani Sitaesmi	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Plant Pest Organisms Control expert Officer	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Sigit Gunardi	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Trainer at Agricultural Training Center	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Wargiman	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Plant Pest Organisms Control expert Officer	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25

外国人来訪者 氏名	国籍	所属機関名	職名	来訪目的	受入教員 氏名	期間
Njodi Budi Utoyo	インドネシア	Provincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Province	Plant Pest Organisms Control expert Officer	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Ambarawati I Gusti Agung Ayu	インドネシア	ウダヤナ大学	教授	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Wijaya I Made Anom Sutrisna	インドネシア	ウダヤナ大学	教授	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Suasa I Nyoman	インドネシア	Badung Regional Office of Agriculture and Food	Person in Charge for Badung Regional Office of Agriculture and Food	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Sudarsana I Ketut	インドネシア	Badung Regional Office of Agriculture and Food	Head of Agricultural Extension Officers Area of Mengwi, Badung Regency	Participation and presentation in the Workshop on Implementation and Improvement of Damage Assessment Method for Agricultural Insurance	本郷千春	2020/1/20～ 2020/1/25
Sity Aisyah	インドネシア	バンカピリトン大学	講師	インターンシップ	ヨサファット	2020/2/2～ 2020/3/28
Emad Kamal	エジプト	国立天文地球物理学研 究所	研究員	インターンシップ	ヨサファット	2020/2/2～ 2020/2/20
Genzano Nicola	イタリア	バシリカータ大学	博士研究員	共同研究	樋口篤志/ 服部克巳	2020/2/16～ 2020/2/25
Evizal Abdul Kadir	インドネシア	Universitas Islam Riau	Director of Research Institute and Community Services	シンポジウム参加	入江仁士	2020/2/16～ 2020/2/24

## 5.2. 教員の海外渡航

## 外国出張・海外研修

氏名	国名	用務先	期間	用務	予算
市井 和仁	米国	NASAエイムズ研究所	2019/4/1～ 2019/4/5	ひまわり8号データなどを利用した陸域炭素フラックスの推定に関する研究打合せ	寄付金経費
本郷 千春	インドネシア	西ジャワ州・チヘア周辺	2019/4/1～ 2019/4/6	現地調査	受託研究経費 (JICA)
祖父江 侑紀	インドネシア	西ジャワ州・チヘア周辺	2019/4/1～ 2019/4/6	現地調査	受託研究経費 (JICA)
近藤 雅征	オーストリア	Austria Center Vienna	2019/4/7～ 2019/4/14	ヨーロッパ地球物理学会へ参加・成果発表	教育研究等経費
久世 宏明	台湾	Howard Civil Service International House	2019/4/16～ 2019/4/19	ISRS2019参加、発表	教育研究等経費
ノフェル・ラゴロサスD.C	台湾	Howard Civil Service International House	2019/4/16～ 2019/4/20	ISRS2019参加、発表	教育研究等経費
市井 和仁	韓国	Yonsei大学	2019/4/17～ 2019/4/20	陸域生態系物質循環研究に関するセミナー発表と共同研究打合せ	教育研究等経費
ヨサファット	インドネシア	Wolfberry Asia Pte Ltd	2019/5/7～ 2019/5/10	UAV 打合せ	寄付金経費
市井 和仁	中国	南京師範大学	2019/5/17～ 2019/5/21	1st Regional Conference on Environmental Modeling and Software (Asian Region) における基調講演を行う。	教育研究等経費
ダミアーニアレッサンドロ	チリ	Universidad de Santiago de Chile チリ外務省	2019/5/19～ 2019/5/26	①研究打合せ ②SouthTRAC - HALO projectに招待研究者として参加する	教育研究等経費
楊 偉	中国	北京師範大学 南京大学	2019/6/12～ 2019/6/17	研究打合せ、リモートセンシング学術フォーラムに参加・発表	教育研究等経費
ヨサファット	インドネシア	セベラスマレット大学、大統領諮問委員会事務局	2019/6/15～ 2019/6/20	ジャワ語の認識システムの開発に係る共同研究及びパネルディスカッションにて講演	寄付金経費
井村 信義	イタリア	University of Rome	2019/6/15～ 2019/6/22	41st Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS2019) へ参加、発表を行う。	教育研究等経費
本郷 千春	インドネシア	西ジャワ州 DISTANトレーニングセンター周辺	2019/6/16～ 2019/6/20	現地調査	受託研究経費 (JICA)
眞子 直弘	インドネシア	西ジャワ州 DISTANトレーニングセンター周辺	2019/6/16～ 2019/6/20	現地調査	受託研究経費 (JICA)
祖父江 侑紀	インドネシア	西ジャワ州 DISTANトレーニングセンター周辺	2019/6/16～ 2019/6/20	現地調査	受託研究経費 (JICA)
ノフェル・ラゴロサスD.C	中国	The Swan Lake Hotel	2019/6/22～ 2019/6/29	The 29th International Laser Radar Conference (ILRC29) 参加のため	運営費交付金 (地球気象系 VL)
久世 宏明	中国	The Swan Lake Hotel	2019/6/23～ 2019/6/28	The 29th International Laser Radar Conference (ILRC29) 参加のため	教育研究等経費

氏名	国名	用務先	期間	用務	予算
ホクエ フセイ イン モハメド シエドウル	マレーシア	UKM Graduate Centre	2019/6/25～ 2019/6/30	The 4th Atmospheric Composition and Asian Monsoon Workshop (ACAM 2019) に参加・発表	受託研究経費 (JICA)
本郷 千春	インドネシア	ウダヤナ大学	2019/7/1～ 2019/7/4	SATREPSプロジェクト Scientific Committee出席 のため	受託研究経費 (JICA)
眞子 直弘	インドネシア	ウダヤナ大学	2019/7/1～ 2019/7/4	SATREPSプロジェクト Scientific Committee出席 のため	受託研究経費 (JICA)
祖父江 侑紀	インドネシア	ウダヤナ大学	2019/7/1～ 2019/7/4	SATREPSプロジェクト Scientific Committee出席 のため	受託研究経費 (JICA)
久世 宏明	インドネシア	ウダヤナ大学	2019/7/2～ 2019/7/5	SATREPSプロジェクト Scientific Committee出席 のため	受託研究経費 (JICA)
本郷 千春	フランス	Montpellier SupAgro Airbus社	2019/7/7～ 2019/7/13	ECPA参加、研究打合せ	受託研究経費 (JST)
久世 宏明	中国 (台湾)	台湾国家宇宙センター	2019/7/17～ 2019/7/18	台湾国家宇宙センターとの 受託事業についての説明	寄附金経費
ヨサファット	中国 (台湾)	台湾国家宇宙センター	2019/7/17～ 2019/7/18	台湾国家宇宙センターとの 受託事業についての説明	寄附金経費
ダミアーニ アレッサンドロ	シンガポール	Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre	2019/7/28～ 2019/7/31	AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 16th Annual Meetingに参加・発表	受託研究経費 (CREST)
楊 偉	シンガポール	Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre	2019/7/28～ 2019/8/4	AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 16th Annual Meetingに参加・発表	科学研究費補助金
市井 和仁	シンガポール	Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre	2019/7/30～ 2019/8/2	AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 16th Annual Meetingに参加・発表	教育研究等経費
近藤 雅征	シンガポール	Suntec Singapore Convention & Exhibition Centre	2019/7/30～ 2019/8/3	AOGS (Asia Oceania Geosciences Society) 16th Annual Meetingに参加・成 果発表・学会賞の受賞	受託研究経費 (環境省)
本郷 千春	インドネシア	RISTEK・ボゴール入国管理 局・DISTANトレーニングセ ンター・Bojongsoang周辺・ DISTAN Bandung・JICAジャ カルタ事務所・IBP	2019/8/7～ 2019/8/15	外国人研究者許可書ならび に研究者VISA延長手続き、 研究打合せ他	受託研究経費 (JICA)
眞子 直弘	インドネシア	RISTEK・ボゴール入国管理 局・DISTANトレーニングセ ンター周辺	2019/8/11～ 2019/8/16	外国人研究者許可書ならび に研究者VISA発行手続き・ 現地調査	受託研究経費 (JICA)
祖父江 侑紀	インドネシア	RISTEK・ボゴール入国管理 局・チヘア周辺	2019/8/11～ 2019/8/30	外国人研究者許可書ならび に研究者VISA発行手続き・ 現地調査	受託研究経費 (JICA)
市井 和仁	韓国	ソウル大学 National Center for Agrome teorology	2019/8/11～ 2019/8/15	CEReS国際共同研究の成果 まとめに関する研究打合せ と研究遂行	寄付金経費
ヨサファット	インドネシア	Auditorium Hotel	2019/8/21～ 2019/8/26	SCKDプログラムにて講演 及びグループディスカッ ションに参加	他機関経費 (インドネシア高等 教育省)
市井 和仁	米国	Scripps Seaside Forum Auditorium	2019/8/25～ 2019/8/31	衛星データを利用した光合 成量推定に関する成果発表 情報収集	共同研究経費 (JAXA)
本郷 千春	インドネシア	ウダヤナ大学、Mengwi周辺、 ボゴール農科大学	2019/8/31～ 2019/9/6	研究打合せ・現地調査	受託研究経費 (JICA)

氏名	国名	用務先	期間	用務	予算
久世 宏明	インドネシア	RISTEK・ボゴール入国管理局 チヘアトレーニングセンター・ DISTAN・Bojongsoang周辺・ IBP	2019/9/11～ 2019/9/18	外国人研究者許可書・研究者 VISA延長手続き・研究打 合せ・現地調査・講義	受託研究経費 (JICA)
ヨサファット	インドネシア	Institute Teknologi Nasional Bandung (Itenas) 及びイン ドネシアデータセンター	2019/9/16～ 2019/9/23	The 5th International Conferences of Indonesian Society for Remote Sensing (ICOIRS) に参加・講演 インドネシアデータセンター にてインドネシアで実施する 飛行実験の準備に係る打合せ	寄付金経費
楊 偉	中国	北京師範大学	2019/9/22～ 2019/9/24	植生フェノロジーの衛星プ ロダクトの作成について、北 京師範大学における専門家 との研究打合せ	共同研究経費 (JAXA)
本郷 千春	インドネシア	DISTAN トレーニングセン ター・チヘア周辺・ボゴール 農科大学	2019/10/6～ 2019/10/9	現地調査ならびに研究打合せ	受託研究経費 (JICA)
入江 仁士	中国	中国科学院安徽光学精密機械 研究所	2019/10/7～ 2019/10/10	観測ステーションにおいて、 観測機材のメンテナンス・ 研究打合せ等を行う。	受託研究経費 (環境省)
久世 宏明	韓国	Daejeon Convention Center (DCC), Daejeon, Korea	2019/10/13～ 2019/10/19	第40回 Asian Conference on Remote Sensing (ACRS2019) 参加、講演	他機関経費 (ACRS2019)
ヨサファット	インドネシア	スラバヤ工科大学	2019/10/14～ 2019/10/18	国際会議 CITIES2019 招待講演	他機関経費 (スラバヤ工科大学)
本郷 千春	スペイン フランス	スペイン Agroseguro・ フランス AirBus 社・Conseil General de l'Environnement et du Developpement Durable・SCOR SE	2019/10/26～ 2019/11/2	Workshop に出席・研究打合せ	受託研究経費 (JST)
ヨサファット	インドネシア	AMIKOM ジョグジャカルタ大 学、他	2019/11/9～ 2019/11/17	各大学にて招待講演、講義、 IJSS2019 に参加	寄附金経費
祖父江 侑紀	インドネシア	KAPAL 周辺・The Werdhapura Village Center, Sanur	2019/11/10～ 2019/11/16	現地調査ならびに IJSS2019 参加	受託研究経費 (JICA)
本郷 千春	インドネシア	The Werdhapura Village Center, Sanur・Badung 県 DISTAN	2019/11/13～ 2019/11/16	IJSS2019 に出席・研究打 ち合わせ	受託研究経費 (JICA)
久世 宏明	インドネシア	The Wedhapura village center	2019/11/13～ 2019/11/16	IJSS2019 参加	受託研究経費 (JICA)
市井 和仁	韓国	ソウル大学 National Center for Agrometeorology	2019/11/17～ 2019/11/20	研究打ち合わせ	他機関経費 (ソウル大学)
ヨサファット	中国	中国電子工科大学	2019/11/23～ 2019/11/28	SAR の講義、AP SAR2019 国際会議にて招待講演	他機関経費 (中国電子工科大学)
祖父江 侑紀	インドネシア	KAPAL 周辺・Cihea 周辺・ ボゴール農科大学	2019/11/24～ 2019/12/5	現地調査・Knowledge Co-Creation Program 参加・ Scientific Committee for Damage Assessment 出席	受託研究経費 (JICA)
本郷 千春	インド	Courtyard Mumbai International Airport	2019/11/25～ 2019/11/27	Workshop に出席	教育研究等経費
眞子 直弘	インドネシア	ボゴール農科大学	2019/12/1～ 2019/12/5	Knowledge Co-Creation Program 参加 Scientific Committee for Damage Assessment 出席	受託研究経費 (JICA)
本郷 千春	インドネシア	ボゴール農科大学	2019/12/1～ 2019/12/4	研究打合せ 第5回 Scientific Committee for Damage Assessment 出席	受託研究経費 (JICA)

氏名	国名	用務先	期間	用務	予算
久世 宏明	インドネシア	ボゴール農科大学	2019/12/2～ 2019/12/5	Knowledge Co-Creation Program参加 Scientific Committee for Damage Assessment出席	受託研究経費 (JICA)
市井 和仁	米国	Moscone Convention Center	2019/12/8～ 2019/12/14	AGU Fall Meeting 2019 参加・発表	受託研究経費 (環境省)
齋藤 尚子	米国	Moscone Convention Center	2019/12/8～ 2019/12/15	AGU Fall Meeting 2019 参加・発表	受託研究経費 (JAXA)
本郷 千春	米国	Moscone Convention Center	2019/12/8～ 2019/12/15	AGU Fall Meeting 2019 参加・発表	受託研究経費 (JST)
山本 雄平	米国	Moscone Convention Center	2019/12/8～ 2019/12/14	AGU Fall Meeting 2019 参加 (12日ポスター発表)	運営費交付金 (地球気象系VL)
ノフェル・ラゴ ロサスD.C	米国	Moscone Convention Center	2019/12/8～ 2019/12/16	AGU Fall Meeting 2019 参加 (12日ポスター発表)	運営費交付金 (地球気象系VL)
入江 仁士	米国	Moscone Convention Center	2019/12/8～ 2019/12/15	AGU Fall Meeting 2019 参加・発表	受託研究経費 (環境省)
ダミアーニ アレッサンドロ	米国	Moscone Convention Center	2019/12/9～ 2019/12/13	AGU Fall Meeting 2019 参加・発表	受託研究経費 (CREST)
樋口 篤志	米国	Moscone Convention Center	2019/12/9～ 2019/12/4	AGU Fall Meeting 2019 参加・発表	卓越大学院プログラム経費
ヨサファット	インドネシア	ウダヤナ大学、ピヌス大学、 バクリー大学、セベラスマ レット大学	2019/12/14～ 2019/12/23	ウダヤナ大学訪問、ピヌス 大学、バクリー大学にて講 演、セベラスマレット大学に て現地調査	寄附金経費
本郷 千春	インドネシア	ボゴール農科大学・DISTAN West Java・ウダヤナ大学	2020/1/7～ 2020/1/11	研究打合せ	受託研究経費 (JICA)
小槻 峻司	イギリス	ECMWF Shinfield Park, Reading	2020/2/2～ 2020/2/8	4th workshop on assimilating satellite cloud and precipitation observation for NWP 参加・ 発表	受託研究経費 (さきかけ)
ヨサファット	インドネシア	ガジャマダ大学・ウダヤナ大 学・スルヤダルマ大学	2020/2/7～ 2020/2/17	JAXA主催による講演会へ の参加 インドネシア空軍士官学校 にて招待講演のための打合 せ	他機関経費 (JAXA)
高橋 綾香	インドネシア	ガジャマダ大学・ ウダヤナ大学	2020/2/8～ 2020/2/15	JAXA主催による講演会へ の参加	他機関経費 (JAXA)
祖父江 侑紀	インドネシア	チアンジュール周辺	2020/2/13～ 2020/2/20	現地調査	受託研究経費 (JICA)
本郷 千春	インドネシア	DISTANトレーニングセン ター・農業省・ボゴール農科 大学・ウダヤナ大学	2020/2/13～ 2020/2/20	現地調査並びに研究打合せ	受託研究経費 (JICA)

## [6] 教育活動

千葉大学では2017年4月に理学系と工学系大学院が改組され大学院融合理工学府が誕生しました。これまで理学研究科と融合科学研究科に分かれて所属していたCEReSの教員は、地球環境科学専攻・リモートセンシングコースに集結し、協力して学生の教育にあたるができる様になりました。

### 6.1. 講義（学部・大学院／学内講義のみ）

普遍教養コア科目	宇宙からの地球表層観測	市井
普遍教養展開科目	地球環境とリモートセンシングA	CEReS教員分担
普遍教養展開科目	地球環境とリモートセンシングB	CEReS教員分担
普遍専門基礎科目	力学基礎1（3）	本多
理学部 専門科目（地球科学科）	環境リモートセンシング概論-1	近藤・本郷
理学部 専門科目（地球科学科）	環境リモートセンシング概論-2	樋口・入江
理学部 専門科目（地球科学科）	大気リモートセンシング-1	樋口
理学部 専門科目（地球科学科）	大気リモートセンシング-2	入江・齋藤
理学部 専門科目（地球科学科）	リモートセンシング入門	近藤
理学部 専門科目（地球科学科）	リモートセンシング・GIS実習	本郷
理学部 専門科目（地球科学科）	地球科学英語	樋口（学科教員で分担；1コマ担当）
理学部 専門科目（地球科学科）	地球科学基礎セミナー	齋藤（学科教員で分担；1コマ担当）
工学部 専門科目（総合工学科）	データベース	梶原
工学部 専門科目（情報画像学科）	リモートセンシング工学	久世・ヨサファット・齋藤・本多・梶原・小槻
工学部 専門科目（総合工学科都市環境システム）	環境リモートセンシング	市井・久世
工学部 専門科目（総合工学科都市環境システム）	リモートセンサ環境計測	ヨサファット・久世
工学部 専門科目（総合工学科都市環境システム）	都市環境システムセミナー	ヨサファット
工学部 専門科目（総合工学科都市環境システム）	工学入門B	ヨサファット
工学部 専門科目（総合工学科都市環境システム）	工学入門A	松野・劉・久世、他
国際教養学部 専門科目（国際教養学科）	気象情報論	樋口
大学院融合理工学府 博士前期課程・博士後期課程 専門科目		
共通	地球環境科学専攻特別講義Ⅱ	久世・近藤・ヨサファット・樋口
	地球表層観測学	近藤・本郷・樋口
	地球環境計測学	入江・梶原・楊
博士前期課程・博士後期課程 専門科目		
リモートセンシングコース	放射理論基礎	久世・ヨサファット・齋藤・椎名
	地球観測社会システム	市井・本多
	地域環境リモートセンシング	近藤・本郷
	大気リモートセンシング	入江・齋藤
	陸域植生リモートセンシング	本多・梶原
	水循環リモートセンシング	樋口・石坂（名古屋大学）
	リモートセンサ工学	久世・ヨサファット・鈴木・山之口
	観測データ解析	市井・楊
	地球環境科学専攻特別講義Ⅱ	久世・近藤・ヨサファット・樋口
博士後期課程 専門科目		
リモートセンシングコース	リモートセンシング特論Ⅰ	久世
	リモートセンシング特論Ⅱ	近藤
	リモートセンシング特論Ⅲ	ヨサファット
	リモートセンシング特論Ⅳ	市井
大学院看護学研究科 専門科目		
災害看護グローバルリーダー養成プログラム	環境防災学	近藤

(付) 普遍教育教養展開科目「地球環境とリモートセンシングA、B」

CEReS教員2グループ制による分担です。各講義の概要は以下のとおりです。(2019年度シラバスより抜粋)

	地球環境とリモートセンシングA (担当：近藤、牧、本郷、楊)	地球環境とリモートセンシングB (担当：樋口、齋藤、豊嶋、山本)
概要	「地球環境とリモートセンシングA」では地球の陸域における環境に関する講義を行います。地球上には人が暮らしを営むたくさんの地域があり、それぞれの地域は他の地域と様々な関係性を築き、相互に作用しながらグローバルな世界を構成しています。我々の暮らしを脅かす要因は、この関係性に関わる問題ですが、大きく分けて二つの問題があります。一つは、ダイナミックな地球システムに関わる問題であり、気候変動、生態系や水循環の変化、とそれに関連した食糧生産の持続性、等が含まれます。もう一つは、社会、経済、政治、等の社会システムのあり方に関わる問題であり、環境問題の人間の側面といえます。この講義ではリモートセンシングや地理情報システムを用いて、宇宙に視点を置いて地球を俯瞰することにより、グローバルな社会、地域と地域の関係性の理解を試みます。	「地球環境とリモートセンシングB」では大気・水環境などに焦点を絞り、宇宙から捉えた現在の地球の姿と抱えている問題および最新のリモートセンシング技術や衛星データの応用について講義します。生命を維持する地球環境の現在を、宇宙に視点を置いて俯瞰することにより“わがごとく”して捉える姿勢を身につけるために、衛星による地球観測の手法とそれによって得られたデータの解析結果について解説し、議論します。大気環境などに焦点を絞り、宇宙から捉えた現在の地球の姿と、抱えている問題、および最新のリモートセンシング技術や衛星データの応用について議論します。講義では、最先端の課題と成果を議論し、地球環境問題への理解を深めます。人間活動の拡大は地球環境に大きなインパクトを与えていることが明らかとなりつつあり、地球的視野で議論する態度を醸成します。
目的・目標	「地球環境とリモートセンシング」では、変動する地球環境を地球的な視点から理解することを目指します。地球は多様で複雑な仕組みで成り立っており、シリーズA、B全体を通じて「生きている地球」の全体像や抱えている様々な問題の一端を理解できるよう手助けをします。そのために、衛星から地球を「診る」リモートセンシング手法をキーワードにして、「診る」対象を幾つかの分野に分けて議論します。	

## 6.2. 論文題目紹介

令和元年度のCEReS教員の指導による博士の学位取得者は9名でした。修士論文8名、卒業論文21名とともに、ここで紹介します。なお、博士論文要旨の一部は、ニュースレター令和2年3月号 (No.172) に掲載しております。

### 【博士論文】

学生氏名：NAGAMINE URATA, Katia (ナガミネ ウラタ カティア)

論文題目：Development of Mesh Parabolic Antenna for Microsatellite onboard Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (小型衛星搭載円偏波合成開口レーダ用メッシュパラボラアンテナの開発)

専攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース

学位：博士 (学術)

指導教員：スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ

学生氏名：WAHYUDI, Agus Hendra (アグス ヘンドラ ワヒュディ)

論文題目：Development of Wideband Circularly Polarized Pyramidal Horn Antenna for Microsatellite onboard Synthetic Aperture Radar (小型衛星搭載合成開口レーダ用の広帯域円偏波ピラミッド型ホーンアンテナの開発)

専攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース

学位：博士 (工学)

指導教員：スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ

学生氏名：紀 雅琪 (Ji, Yaqi) (キ ヤチ)

論文題目：Polarimetric Synthetic Aperture Radar Image Processing and Applications for Earthquake/Tsunami Damage Assessment (偏波合成開口レーダ画像処理と地震・津波損傷評価への応用)

専攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース

学位：博士 (工学)

指導教員：スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ

学生氏名：呉 喜芳 (WU, Xifang) (ウ シファン)

論文題目：Variation and Causal Factors of Planting Area and Phenological Events of Winter Wheat in the North China Plain (中国華北平原における冬小麦の作付面積及びフェノロジーの変動とその要因)

専攻：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  
 学位：博士（学術）  
 指導教員：近藤昭彦

学生氏名：片岡 文恵 (KATAOKA, Fumie)  
 論文題目：Radiometric calibration and validation of GOSAT/TANSO-FTS thermal infrared spectra  
 (GOSAT/TANSO-FTS 熱赤外スペクトルの輝度校正と検証)

専攻：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  
 学位：博士（理学）  
 指導教員：齋藤尚子

学生氏名：BABAG, Purbantoro (ババグ プルバントロ)  
 論文題目：Cloud Type Classification Using Split Window Algorithm: Application to Himawari-8 Satellite  
 Data in Comparison with MODIS data (スプリットウィンドウアルゴリズムを用いた雲分類：ひま  
 わり8号データへの応用とMODISデータとの比較)

専攻：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  
 学位：博士（学術）  
 指導教員：久世宏明

学生氏名：ONG PRANE, Mariel Basco (オン プレイン マリエル バスコ)  
 論文題目：Development of slot antennas for circularly-polarized synthetic aperture radar sensor and its  
 communication system (円偏波合成開口レーダセンサ・通信システム用スロットアンテナの開発)

専攻：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  
 学位：博士（学術）  
 指導教員：久世宏明

学生氏名：MOHAMMAD, Nasucha (モハマツツ ナスハ)  
 論文題目：Computational and Experimental Study on the Scattering of Circularly Polarized  
 Electromagnetic Waves (円偏波電磁波散乱の数値解析と実証研究)

専攻：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  
 学位：博士（工学）  
 指導教員：スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ

学生氏名：PEBERLIN, Parulian Sitompul (ペベルリン パルリアン シトムプル)  
 論文題目：Development of Wideband Circularly Polarized Antennas Onboard Small Satellite for Ionospheric  
 Observation and Communication (小型衛星搭載の電離層観測及び通信用の広帯域円偏波アンテナ  
 の開発)

専攻：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  
 学位：博士（学術）  
 指導教員：スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ

【修士論文】

千葉大学大学院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修了

氏名	論文題目	学位	指導教員
AL MASHROOR, Fatmi (アルマシュ ルーファテミ)	東南アジアと南アジアにおけるスカイラジオメーターによるエアロゾル光吸収 特性の観測	修士（工学）	入江仁士
門脇 隆	ひまわり8号静止気象衛星の日本域における雲データの解析	修士（工学）	久世宏明
宮本 開人	可視および近赤外カメラを用いた深層学習による雲及び水蒸気画像の解析	修士（工学）	久世宏明
北神 貴久	インドネシアにおける合成開口レーダを用いた洪水時の水稲被害把握	修士（工学）	本郷千春

氏名	論文題目	学位	指導教員
北村 克樹	ひまわり 8 号による GOSAT/TANSO-FTS 観測視野内の雲判定手法の開発と検証	修士 (理学)	齋藤尚子
千種 諄史	高誘電率誘電体を用いた Xバンドパッチアンテナの実用性	修士 (工学)	ヨサファット
松田 陸	通信基地局及び合成開口レーダ搭載レドーム用の新素材の検討	修士 (工学)	ヨサファット
米川 大地	2013-2018年に千葉において MAX-DOAS 法で観測された対流圏オゾンと前駆物質濃度のトレンド	修士 (理学)	入江仁士

### 【卒業論文】

#### 千葉大学理学部地球科学科

氏名	論文題目	学位	指導教員
齊藤 輝	4 方位角 MAXDOAS による水平分布観測を利用した TROPOMI 対流圏 NO <sub>2</sub> カラム濃度データの検証	学士 (理学)	入江仁士
小林 大祥	近年の日本における微小エアロゾルと粗大エアロゾルの光学的厚さの変動解析	学士 (理学)	入江仁士
Qi Wei (シ ツイ)	地上観測データを用いた日本の地表オゾンの特性解析	学士 (理学)	齋藤尚子
宮島 宏	MOPITT センサーと NICAM-TM モデルの CO 濃度の比較解析	学士 (理学)	齋藤尚子
鈴木 良太郎	アフリカサヘル地域における土壌水・地中水変動に対する植生応答	学士 (理学)	樋口篤志
大槻 真由	我が国における降水量標高依存性の地域性低減のための要素分離の試み	学士 (理学)	樋口篤志
渋谷 祐人	Sentinel-2 データを用いた水田土壌の腐植含量の推定	学士 (理学)	本郷千春
東海林 典正	Sentinel-2 データを用いた雨期作および乾期作における水稻の生産量比較	学士 (理学)	本郷千春
石崎 貴文	印旛沼流域における湧水の硝酸性窒素濃度の時空間分布とその形成要因に関する研究	学士 (理学)	近藤昭彦

#### 千葉大学工学部情報画像学科

氏名	論文題目	学位	指導教員
飯田 晴也	色彩を考慮した衛星画像判読支援に関する研究	学士 (工学)	本多嘉明 梶原康司
劉 双語 (LIU Shuangyu)	静止衛星データと周回衛星データの複合利用による擬似高頻度高解像度データに関する研究	学士 (工学)	本多嘉明 梶原康司
西村 里桜	Tensor Flow 法によるジャワ文字の認識・評価	学士 (工学)	ヨサファット
小野 誠	偏波合成開口レーダによる被災地の抽出	学士 (工学)	ヨサファット
藪内 隆之介	レーザー光の前方散乱を利用した地上付近の大気エアロゾル計測	学士 (工学)	久世宏明
野口 大河	太陽光誘起による植物蛍光のリモートセンシング計測	学士 (工学)	久世宏明

#### 千葉大学工学部都市環境システム学科

氏名	論文題目	学位	指導教員
宮崎 嵩大	航空機搭載用広帯域円偏波ホーンアンテナの開発	学士 (工学)	ヨサファット
西脇 郁也	LED 光の長光路伝搬を利用した大気エアロゾル消散係数計測	学士 (工学)	久世宏明
芝崎 裕	ひまわり 8 号データを用いたアジア大都市におけるヒートアイランド現象モニタリング	学士 (工学)	市井和仁
田口 琢斗	複数の衛星を用いた中国における森林被覆の変化と傾向	学士 (工学)	市井和仁
西村 優二	ディープラーニングを用いたひまわり 8 号データの雲検知システムの開発	学士 (工学)	市井和仁
山貫 緋称	土壌呼吸量の広域推定	学士 (工学)	市井和仁

6.3. 令和元年度学生数内訳

令和2年3月31日現在

	卒業生数 (博士学位取得者含む)	在籍者数	合計	総計
博士課程 (下段は留学生)	1	2	3	19
	8	8	16	
修士課程 (下段は留学生)	7	10	17	27
	1	9	10	
学部生 (下段は留学生)	19	2*	21	23
	2		2	
研究生 (留学生)		11	11	11

\*令和元年度後期から仮配属の学部3年生含む。

## [7] 社会教育活動・社会貢献 (生涯教育・社会貢献・外部委員など)

(久世宏明)

- ・ 一般社団法人日本リモートセンシング学会評議員
- ・ 公益社団法人計測自動制御学会リモートセンシング部会運営委員
- ・ レーザセンシング学会理事
- ・ 埼玉県立不動岡高等学校SSH運営指導委員
- ・ IGARSS2019組織委員会委員
- ・ 海洋研究開発機構・海洋情報把握技術開発・マイクロプラスチック研究運営委員会委員
- ・ 東レ理科教育賞審査委員

(近藤昭彦)

- ・ 農村計画学会評議員 (第19期2018年4月14日～2020年4月総会)
- ・ 一般社団法人日本リモートセンシング学会評議員
- ・ 日本水文学会会長
- ・ 公益社団法人日本地球惑星科学連合 代議員 (地球人間圏科学セクション)
- ・ 公益社団法人日本地球惑星科学連合 サイエンスボード (地球人間圏科学セクション)
- ・ 公益社団法人日本地球惑星科学連合 顕彰委員会委員 (2018年承認日～2020年5月31日)
- ・ 日本学術会議 第24期・第25期 連携会員
- ・ フューチャー・アースの推進と連携に関する委員会
- ・ フューチャー・アース国内連携委員会
- ・ 地球惑星科学委員会
- ・ 地球環境変化の人的側面 (HD) 分科会
- ・ 地球人間圏分科会
- ・ IGU分科会
- ・ IAHS小委員会委員
- ・ IAH小委員会委員
- ・ 環境リスク分科会 (健康・生活科学委員会・環境学委員会合同)
- ・ 地理教育分科会 (地域研究委員会・地球惑星科学委員会合同)
- ・ 自然地理学・環境防災教育小委員会
- ・ 都市と自然と環境分科会 (環境学委員会)
- ・ IRDR分科会 (土木学・建築学委員会)
- ・ GLP小委員会 (環境学委員会・地球惑星科学委員会合同FE・WCRP委員会合同分科会)
- ・ 千葉県環境審議会 会長
- ・ 水環境部会 委員・部会長
- ・ 温泉部会 委員・部会長
- ・ 企画政策部会
- ・ 千葉県印旛沼水循環健全化会議委員
- ・ 千葉県環境影響評価委員会委員
- ・ 千葉県地質環境対策審議会委員
- ・ 公益財団法人 東急財団 選考委員
- ・ 国土審議会専門委員 (土地政策分科会企画部会国土調査のあり方に関する検討小委員会) (H30.10から)
- ・ 平成31年度土地履歴調査企画調整委員会委員
- ・ 国土情報整備に係わる中期の方針検討委員会
- ・ 平成31年度地域適応コンソーシアム事業 (関東地域) 印旛沼地域適応対策検討推進協議会委員
- ・ 国立大学法人静岡大学客員教授 (防災総合センター) (2011年度から)
- ・ 成田国際空港株式会社 地域環境委員会委員 (2019年1月1日～2020年3月31日)

(ヨサファット テトコ スリ スマンティヨ)

- ・ 令和元年度電子情報通信学会 SANE 研専門員

- ・ 令和元年度佐藤陽国際奨学財団理事
- ・ 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 第8期宇宙工学委員会 委員
- ・ インドネシア・バンドン工科大学工学部通信学科 評価委員 (Quality Control Member)
- ・ インドネシア・ガジャマダ大学工学部地学科 Advisory Board Member
- ・ インドネシア・インドネシア大学工学部 Adjunct Professor
- ・ インドネシア・ウダヤナ大学リモートセンシング海洋研究センター 客員教授
- ・ インドネシア・バンドン工科大学地理工学科 客員教授
- ・ インドネシア・バンドン工科大学地質工学科 客員教授
- ・ インドネシア・イスラムリアウ大学工学部 専門員
- ・ Scientific Committee member and Reviewer, the 40th IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2018), Yokohama, Japan, 28 July-2 August 2019.
- ・ International Advisory Board Member, The 6th Geoinformation Science Symposium: Shifting Paradigm in Geospatial Data Management, 26-27 August 2019, Yogyakarta, Indonesia.

(市井和仁)

- ・ 国立環境研究所 地球環境研究センター 連携研究グループ グループ長
- ・ JapanFlux 委員長 (Chair of JapanFlux)
- ・ 日本学術会議 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 iLEAPS 小委員会委員
- ・ 日本リモートセンシング学会理事
- ・ 温室効果ガス・水循環観測技術衛星温室効果ガス観測ミッション有識者会議ワーキンググループ委員

(本多嘉明)

- ・ 地球境変動観測ミッション (GCOM) 総合委員会委員
- ・ 文部科学省宇宙航空科学技術推進依託費審査評価会専門ワーキンググループ委員
- ・ 温室効果ガス観測技術衛星シリーズ研究公募選定・評価委員会委員
- ・ 平成31年度 (令和元年度) MOLI 検討委員会委員
- ・ 「静止気象衛星に関する懇談会」のデータ利用研究推進グループ委員
- ・ サイエンスサマーキャンプ (SSC) 活動

(樋口篤志)

- ・ 水文・水資源学会 [編集出版委員 (関東甲信越グループリーダー)、総会・研究集会企画小委員会委員、2019年度総会・研究発表会実行委員、選挙管理委員、日本地球惑星科学対応委員会アドバイザー]
- ・ 日本水文科学学会 常任委員、評議員、学会賞選考委員会委員長、編集委員
- ・ 日本リモートセンシング学会 企画委員 (TF 対応副チーム長)、学会の方向性を考える TF 委員
- ・ 日本地球惑星科学連合 [2019年大会副プログラム委員長、JpGU-AGU 2020 Joint Meeting プログラム委員アドバイザー、サイエンスボード・代議員 (大気水圏科学セクション)]
- ・ 日本気象学会 データ利用部会委員
- ・ 日本学術会議 [環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 IGBP・WCRP 合同分科会 MAHASRI 小委員会委員、地球惑星科学委員会地球・惑星圏分科会地球観測将来構想小委員会委員]
- ・ 気象庁「静止気象衛星に関する懇談会」データ利用研究推進グループ委員
- ・ 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) [PMM (降水観測ミッション) 利用検討委員会後継ミッション検討分科会委員、GCOM SGLI 利用ワーキンググループ委員]
- ・ 国立大学法人 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 共同利用・共同研究委員会委員 大気陸域海洋専門分科会委員長
- ・ 国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) 協力研究員
- ・ 東邦大学 理学部 非常勤講師 (講義「リモートセンシング」の担当)

(本郷千春)

- ・ 日本学術振興会 科学研究費委員会 基盤研究 (A) 審査員
- ・ 文部科学省 宇宙航空科学技術推進委託費審査評価会専門ワーキンググループ委員
- ・ 一社) 日本リモートセンシング学会・学術委員

(入江仁士)

- ・ 統合的気候モデル高度化研究プログラム 炭素循環・気候感度・ティッピング・エレメント等の解明 運営委員会委員
- ・ 第3期航空機による地球環境観測推進委員会委員
- ・ 第10期 日本大気化学会運営委員会委員
- ・ EarthCARE 委員会委員
- ・ 気候変動観測衛星 GCOM-C ミッション・大気検証リーダー
- ・ 温室効果ガス観測技術衛星 (いぶき) GOSAT/TANSO RA 選定・評価委員会委員
- ・ 「静止衛星データ利用技術懇談会」ひまわりデータ利活用のための作業グループ委員
- ・ International SKYNET Committee
- ・ 日本学術会議 環境学委員会 地球惑星科学委員会合同IGBP・WCRP・DIVERSITAS 合同分科会IGAC 小委員会委員

(齋藤尚子)

- ・ 日本大気化学会 [大気環境衛星検討委員会委員、運営委員]
- ・ 社団法人日本地球惑星科学連合 (学協会) プログラム委員
- ・ 日本学術会議環境学委員会・地球惑星科学委員会合同IGBP・WCRP・DIVERSITAS 合同分科会IGAC 小委員会第24期委員
- ・ 環境省地球環境局・独立行政法人宇宙航空研究開発機構・独立行政法人国立環境研究所 温室効果ガス観測技術衛星 2 型サイエンスチーム委員会委員
- ・ 環境省地球環境局・独立行政法人宇宙航空研究開発機構・独立行政法人国立環境研究所 温室効果ガス観測技術衛星 3 号有識者会議ワーキンググループ 2 委員
- ・ 千葉県環境影響評価委員会委員 (大気分野)
- ・ 千葉市廃棄物処理施設設置等審議会委員

(梶原康司)

- ・ 「静止気象衛星に関する懇談会」のデータ利用研究推進グループ委員
- ・ サイエンスサマーキャンプ (SSC) 活動

## [8] センターの行事

### 8.1. センター主催のシンポジウム

#### 8.1.1. 第28回CEReS国際シンポジウム

令和元年11月14～15日にインドネシア・バリ島サヌールの Werdhapura Village Centerにて、第9回インドネシア・日本共同科学シンポジウム (IJSS 2019) が開催されました。この国際シンポジウムは千葉大学とインドネシア大学が2004年から共催しており、2年毎に日本とインドネシアとで交互に行っています。今回のシンポジウムは、The 28th CEReS International Symposium 2018も兼ね、ヨサファット教授によるマイクロ波リモートセンシングシンポジウムの進展につ



いてのキーノートスピーチや本郷准教授が取り組むSATREPSセッションなど総勢230人の参加者が集いました。IJSSは、今回より毎年開催される運びとなりました。参加大学も増え、より活発な交流が見込まれます。次の第10回シンポジウムは来年、千葉大学で開催する予定です。

#### 8.1.2. 第29回CEReS国際シンポジウム

令和2年1月27日に千葉大学松韻会館にて、“International Workshop on Vegetation Lidar and Application from Space 2020” (主催：MOLI サイエンスチーム、宇宙からの植生観測国際ワークショップ実行委員会、CEReS/協力：宇宙航空研究開発機構、レーザーセンシング学会) が第29回CEReS国際シンポジウムとして開催されました。このワークショップの開催趣旨は、植生ライダー、衛星搭載ライダー（ドップラーライダー、レーザーキャナ、差分吸収ライダー等）に関して発表、議論を行い、衛星搭載ライダーの有用性・有効性を議論するとともに、実現に向けた今後の活動に関して議論を行うものです。



久世宏明センター長による基調講演“Active and passive sensing of environmental parameters”を皮切りに国内外の研究者43人が集い、最新の機器開発の状況や研究の進捗状況を報告しました。

#### 8.1.3. 第22回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

(オーガナイザー：CEReS 共同利用研究推進委員会)

令和2年2月20日千葉大学けやき会館において、第22回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウムを開催しました。このシンポジウムは、共同利用研究発表会の位置付けで毎年実施しており、センターが推進している先端的リモートセンシングプログラム、地球表層情報統合プログラム、衛星利用高度化プログラムに関連した研究発表（口頭17件、ポスター40件）が行われ、88名の参加者らが熱心に議論を交わしました。この様子は、CEReSニュースレター2020年2月号 (No.171) で紹介しています。また、当日の発表題目およびスライド集を「第22回CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム資料集\*」として発行しています。デジタル版は下記サイトよりご参照ください。

(\*資料集：<http://www.cr.chiba-u.jp/Documents/symposiums/symp2019/Proceedings-CEReS-Sympo22.pdf>)



## [9] 主要研究設備

### 9.1. 衛星データ受信システム（担当：樋口篤志）

CEReSで受信・処理する衛星・センサは、アンテナによる直接受信は NOAA/AVHRR、中国の静止気象衛星 FY-2、ランドライン取得（インターネット取得）では日本の静止気象衛星 MTSAT シリーズ（ひまわり 8 号切り替え後も MTSAT 互換データを取得・処理）、ひまわり 8 号、アメリカ静止気象衛星 GOES-E、-W シリーズ、ならびに Terra および Aqua 搭載の MODIS 等である。CEReS 設立初期段階に設置した NOAA/AVHRR 受信装置はアンテナモーターの経年劣化による受信画像の劣化、受信シーン数の大幅減、AVHRR の実質的な終焉、およびひまわり 8 号の登場により、2017 年 3 月に装置一式の撤去工事を行った。2019 年 4 月現在、アンテナ受信している衛星は FY-2 のみである。過去受信、インターネット取得データに関してはこれまでと同様に公開している。

表9.1. 主な受信データシリーズ一覧

NOAA/AVHRR シリーズ	1997 年 4 月 15 日受信開始、2017 年 3 月 13 日受信装置撤去
GMS-5, MTSAT シリーズ	GMS-5 は 1997 年よりアンテナ受信開始、MTSAT-1R は 2005 年 6 月よりランドライン取得開始
ひまわり 8 号	2015 年 7 月より正式運用開始、現在も継続中
FY-2 (B/C/D/E/G) シリーズ	1998 年 4 月より FY2-B 数ヶ月受信、2007 年度末より FY2-C 受信、公開開始。現在も継続中
GOES-E, -W / 第 2 世代シリーズ	WNI より提供されたデータを処理公開したが、第 2 世代の運用停止に伴いリアルタイム処理は終了し、過去データは VL 活動を通じて公開中
GOES-E, -W / 第 3 世代シリーズ	GOES-R, GOES-S (NASA Ames 研究センターより共同研究の一環で収集、公開中)
MODIS	2004 年 8 月より JAXA 受信分アーカイブ開始したが 2019 年 3 月にて終了。全球関連プロダクト群は Terra/Aqua 開始時よりアーカイブ有り

### 9.2. 電波無響室（担当：J.T. スリスマンティヨ）

平成 20 年 2 月 15 日に環境リモートセンシング研究センターマイクロ波リモートセンシング研究室（ヨサファット研究室）に完成した設備は周波数 1 GHz から 40 GHz まで使用可能で、合成開口レーダ（SAR）をはじめ、マイクロ波の電波伝搬と散乱の実験などに応用している。この設備の寸法は幅 4.0 m × 長 6.6 m × 高 2.4 m で、また吸収特性は 35 dB 以上である。

マイクロ波リモートセンシングにおける様々な実験を支援するために、ネットワークアナライザ、マイクロ波回路・基板加工装置、高精度回転台なども整備し、合成開口レーダの開発に必要なマイクロ波回路とアンテナを開発するために、モーメント法（MoM）、有限要素法（FEM）などを使用した高周波回路・アンテナ設計用のソフトウェアも整備している。

これらの設備は現在飛行機（無人飛行機 UAV を含む）とマイクロ衛星搭載用の合成開口レーダの開発に使用しており、また、当センターの全国共同利用共同研究施設でも多いに活用し、全国の研究者と共同して、小型衛星をはじめ、合成開口レーダ、マイクロ波放射計・散乱計、道路凍結監視センサなどであるマイクロ波における様々なセンサの開発に使用している。

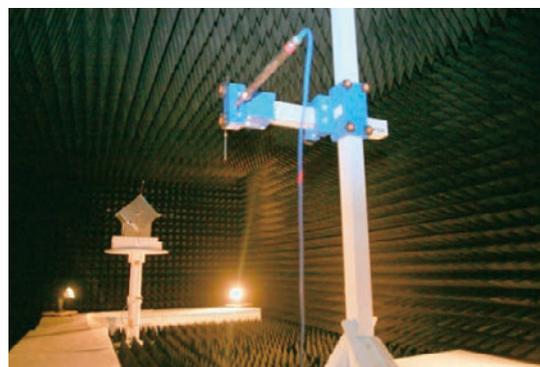


図9.2. 電波無響室内の様子

### 9.3. 大気データ取得ライダー装置（主担当：久世宏明）

ライダー（lidar）は、大気中にパルスレーザー光を照射し、大気中の散乱体であるエアロゾルや雲からの散乱光を望遠鏡で受光して散乱体の光学特性や空間分布を計測する装置であり、大気を対象とするリモートセンシングにおいて基本的な計測装置となっている。CEReS では、大気環境分野や気象分野など関連するさまざまな共同利用研究者の要望に応えられるよう、最先端の計測が可能で、かつ応用範囲の広いライダーおよびその校正用シ

システムを平成22年度に刷新した。これにより、CEReSの3つの中核的な研究プログラムのうちの一つである「先端的リモートセンシングプログラム」において、共同利用・共同研究の高度化がより可能になった。

大気データ取得ライダー装置（Atmospheric Data Collection Lidar, ADCL）の装置構成は、散乱体の形状分布が計測可能な多波長計測装置と、面的・立体的な計測が可能なPPI（PPIはPlan Position Indicatorの略）モード計測装置が中心となっている（図9.3参照）。可搬性も考慮した多波長構成のコンポーネント化を図り、レーザー装置と望遠鏡が一体（モノスタティック）および離れた（バイスタティック）配置など、多様なニーズに対応可能なシステム構成を採用している。同時に、多波長ネフェロメータや視程計（図）など地上の支援測器による地上計測データの収集を行って、定量的かつ信頼性の高いライダー信号解析を実現することが可能なシステムとなっている。

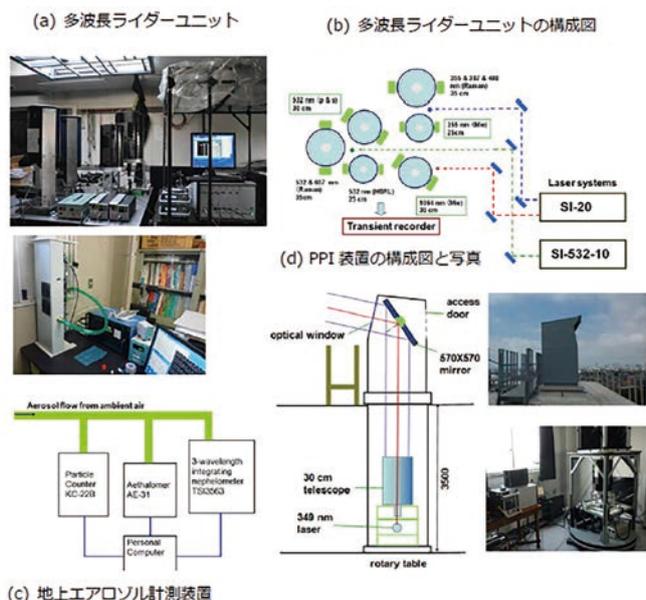
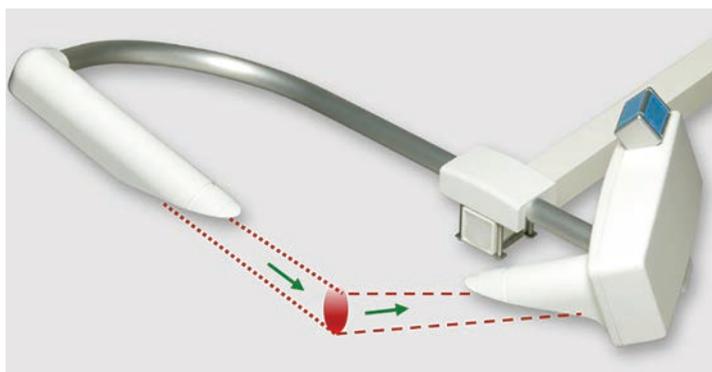


図9.3-1 大気データ取得ライダー装置（ADCL）



現在天気計（視程計）

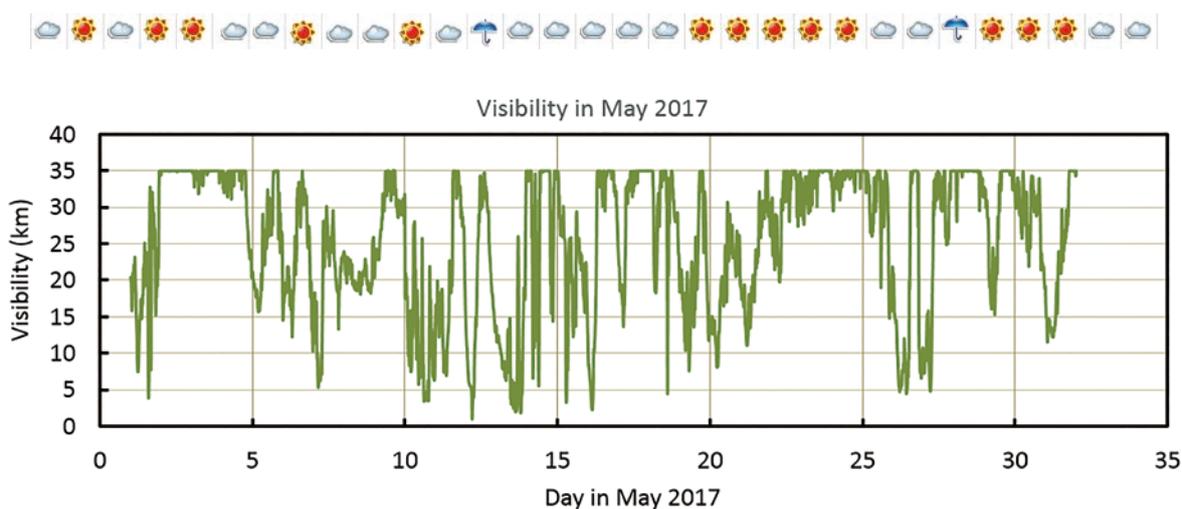
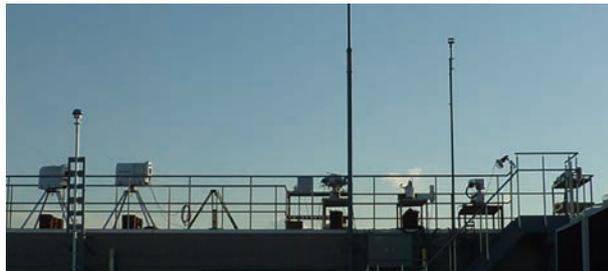


図9.3-2 工学系総合研究棟屋上に設置した視程計。35kmまでの地上視程を計測でき、地上付近のエアロゾル濃度についての情報が取得できる。

#### 9.4. 放射観測ネットワーク施設 (SKYNET 主担当：入江仁士)

地球気候の変動を理解するため、エアロゾルとエアロゾルを核として成長する雲の観測データの取得と解析は欠かせない。本センターでは、静止気象衛星など各種の地球観測衛星から得られる雲、エアロゾル情報の地上検証施設として、日本を含む東アジアを中心にSKYNET 観測網（千葉、福江島、沖縄辺戸岬、宮古島、中国合肥、タイ、ピマイ他）を運営し、そのデータ解析を行っている。その核となる機材はsky radiometer（天空の放射輝度分布の計測）であり、このデータからエアロゾルの光学パラメータ（光学的厚さ、単一散乱アルベド他）が推定できる。SKYNETは、国内外の関連研究に不可欠な地上計測データを提供しており、その運用にあたっては関連研究者とのワークショップやシンポジウムを定期的に行っている。



上：SKYNETにおける放射観測装置群  
 左：SKYNET 観測網（千葉、福江島、沖縄辺戸岬、宮古島、中国合肥、タイ、ピマイ他）

#### 9.5. タイルドディスプレイ (主担当：豊嶋紘一)

理化学研究所・九州大学・情報通信研究機構 (NICT) と共同研究を進めている、CEReS 3階演習室に設置の36面 Tiled Display Wall (TDW) システムについて紹介する。TDWとは複数のモニタ (1920×1200pixel) を、横9×縦4のタイル状に並べたもので、ChOWDERというソフトウェアを用いることでこれら複数画面をソフトウェア的に横幅17K pixelにも及ぶ高解像度な1つのデスクトップとして利用することができる。3台のslave PCを用いてモニタに映し出し、master PCで3台を制御して運用している。主な仕様は以下の表に示す。モニタと接続するslave PCに用いるGPUは主に業務用途に用いられるNVIDIA社Quadro P2000を使用している。ボード1枚当たり4画面の出力が可能のため、PC1台に3枚使用することで12画面の出力が可能である。

表9.5. TDWのPC仕様

CPU	Intel® Core i7 980X
RAM	12GB
SSD	Intel® SSD 520 Series (120GB)
GPU	NVIDIA Quadro P2000×3
NIC	10GBASE-T
OS	Ubuntu Desktop 16.04
Software	ChOWDER / Google Earth

Quadroを利用するもう一つの利点は、NVIDIA mosaicとよばれる画面連結機能で12台のモニタを1つのデスクトップ (6K・5Kサイズの画面) として扱うことができる点である。12面×3台それぞれに6Kサイズの高解像動画を表示することや、Google Earthを用いたマルチデータの可視化といった“3台の”6K画面として利用する方法と、ChOWDERを用いた“36面全体”を統合的に活用した表示を、ニーズに合わせて選択的に利用できるようにしている。

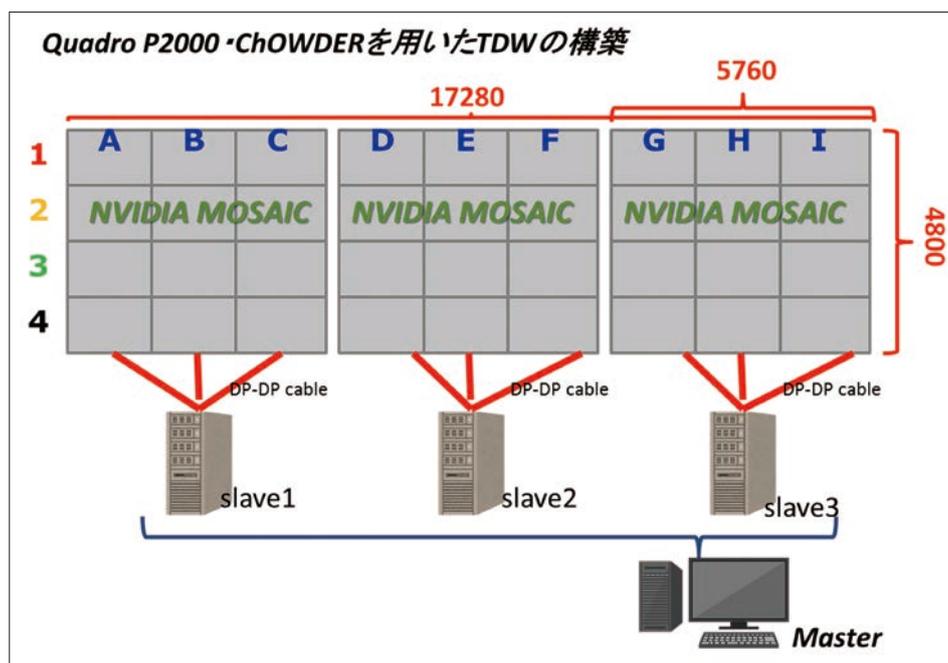


図9.5.-1 TDWの構成

3台の6K画面として利用する場合はそれぞれのPC単体で利用可能である一方、ChOWDERを用いて36面を統合利用するには、制御するためのmaster PCが必要である。master PCにChOWDERサーバをインストール・起動し、3台のslave PCからgoogle chrome (webブラウザ) でmaster PCに接続・設定することでmaster PCからTDWの表示を制御できる仕組みとなっている。

※ CEReS移設時の36面TDWの仕様は、コンシューマ向けGPUであるGeForce470 (Full HD 2画面出力) をPCに2枚搭載し、同仕様のPC9台と管理用PC1台で制御して運用を行っていた。画面セットアップのためには、1PCあたり4画面 (画像の縦4台のモニタ) の連結設定を行い、さらに同作業を残り8台について行った後、それぞれからmaster PCに接続・設定を行うなど時間と手間のかかる作業が必要だった。Quadroカードに置き換えることで管理するPC台数を減らし、消費電力の削減およびセットアップの効率化を図っている。P2000は4K出力可能なDisplay Portを4つ搭載しており、定格消費電力は75WとGeForce470の30%程度とかなり低いことから、消費電力の点においてもPCに3枚搭載できるようになり、mosaicで12台モニタの画面スパンが可能となった。下図はChOWDERを利用したNASA Blue Marbleの高解像度画像の等倍表示の様子、そして“3台の6K画面”として利用した際の静止衛星の6K動画再生の様子を示す。



図9.5.-2 ChOWDERを用いた画像の全画面表示（上）と、12面×3台それぞれに6Kサイズの高解像動画を表示する様子（下）

#### 9.6. その他計測装置、ソフトウェア（久世研究室・近藤研究室・ヨサファット研究室・本郷研究室）

- ・紫外、可視、近赤外分光光度計と反射測定装置
- ・ハイパースペクトルカメラ
- ・マイクロ波伝搬測定システム
- ・高周波回路設計ソフト HFSS
- ・高周波回路設計ソフト IE3D
- ・高周波回路設計ソフト Ansoft Designer
- ・空間情報解析ソフト ArcGIS
- ・衛星画像解析 ER Mapper、ENVI、ERDAS、PCIなど

## [10] 令和元年度計算機データベース主要業務

### 10.1. 概要

令和元（2019）年度はこれまでのデータベース公開業務の継続が主な活動である。

### 10.2. 令和元（2019）年度計算機データベースおよびデータ管理支援室主要業務

通常業務（2020年1月より1名体制）

- 一階サーバー室、C3, C4サーバー類の状態管理、報告、温度管理
- 屋上アンテナ（FY-2G、受信アンテナ）チェック
- 各種データダウンロード状況チェック、欠落データの再処理、データ量のチェック
- MSG1/4（2018年2月より）手動ダウンロード、プロダクト作成、保存テープの巻き戻し作業
- Goes-R（G16）、GOES-S（G17）、GPM、GSMap、GRIDSAT、MODIS、その他気象データの新規およびHTTPSダウンロード対応への変更
- テープバックアップ、LTO4からLTO6へのデータ移動、テープの巻き戻し作業
- サーバー室、マルチメディア室のPC保守、エアコンフィルター清掃、掃除
- メールサーバー管理、研究室ML更新、新規ML作成、イントラネット管理
- WWWサーバコンテンツの更新、www編集、ニュースレター編集

表10.2. 令和元（2019）年度障害等報告

年 月 日	障害・対応事項
2019/04/04	goes3g-est-visual-calc : /home 100%
2019/04/08	www : 停止、ひまわり8号地上システム障害あり
2019/04/11	GCOM-C/SGLI : ダウンロード開始（JAXA/Gportal）
2019/04/15	MODIS : /home 100%
2019/04/17	個人情報セキュリティチェック（webサーバー内ファイル）作成依頼
2019/04/24	GOES16 : M3 → M6プロダクト、気象庁より3/28-4/8のH08欠落データの補充、SPT-LZサーバー用UPSバッテリー低下、齋藤研サーバ警告音（ディスク異常）
2019/05/07	Quicklooks : RAID2 100% GP04 work 100% MODIS RAID エラー
2019/05/13	tape1, tape2 : RAIDエラー、HDD交換
2019/05/20	SPT-LZ UPS バッテリー赤ランプ
2019/05/28	MODIS : RAID I/Oエラー（～06/03 ADD_RAID2マウント停止） goes3g : RAIDマウントが切れ、再起動
2019/05/29	ひまわり8号メンテナンス14:00-18:00までデータ入力遅れ気味
2019/05/30	Amaterass : realtime 分 RAID 利用率99%
2019/06/03	MODIS : RAID エラー、HDD交換
2019/06/04	MODIS : RAID 故障により取り外し、tapeサーバーダウン
2019/06/07	tapeサーバー : 停止処置
2019/06/10	goes3g : RAID 利用率 99%
2019/06/11	tapeサーバー : 停止、goes3g RAID追加
2019/06/12	tapeサーバー : 修理依頼
2019/07/01	VL webページの記載変更
2019/07/03	tapeサーバー : 修理完了、稼働再開
2019/07/09	himawari8 Hsfd サイズ0のファイルの存在がユーザからの指摘で判明、過去分チェック
2019/07/24	ひまわり8号メンテナンス13:00-16:00
2019/08/05	GP05 : 07hより停止 再起動
2019/08/16	15-06hよりGP05停止 再起動

2019/08/29	GP05 : 28-06h 停止再起動 ディスク99%
2019/08/30	goes3g : /data/ 99% GOES16FD データ 一部移動
2019/09/05	GP05 : 06h停止、再起動 ディスク99% /goes 3g data移動により容量減らす
2019/09/06	GP05 : ディスク 100%
2019/09/12	落雷により停電ネット不通 00h-12h
2019/09/13	GP05 : 電源故障 goes3g : レイド追加
2019/09/17	Gaia : 停止 GP05 : 再起動 geoinfo : バージョンアップ再起動
2019/09/25	goes3g : g17データ追加レイドに移動
2019/09/30	www : 手動時間合わせ (1日狂い)
2019/10/01-02	hmwr829gr : 0106h-0203h 画像なし
2019/10/03	goes3g : RAID ディスク交換 tape3 : RAID ディスク交換
2019/10/04	計画停電準備により tape, gp06 など停止
2019/10/06	西千葉地区計画停電 (8:00-18:00)
2019/10/11	台風19号対策により、tape, GP06, meteosat, hmwr127, modis停止
2019/10/12	8:10-9:00AM 停電 tape3 : RAID ディスク交換
2019/10/16	Tape : 起動
2019/10/24	UPS対応デーモンインストールのため、一部のマシンの運用停止 (1時間程度)
2019/11/01	GPシリーズUPSデーモンインストール
2019/11/02	G16, 17 : AWSアカウント削除で一時停止
2019/11/06	AWSアカウント新規作成によりダウンロード再開
2019/11/11	H08 Hsfdデータ11/10 00h (00 10) 1日遅れで入る
2019/11/12	Amaterass : RAID 100% tape2 : disk I/Oエラー
2019/11/15	Geoinfo : RAID 99% Merged-IR を別RAIDへ移動
2019/11/18	Quicklooks : RAID2-100%
2019/12/10	H08grid 12100810なし
2019/12/16	tape1 : LTO6テープドライブに書き込み不良が発生
2019/12/17	LTO6テープドライブの修理を依頼
2019/12/25	LTOテープドライブ修理完了 (代品による交換)
2019/12/26	サーバー室清掃エアコン清掃
2020/01/06	FY : McIDAS → HRIT 変換停止。VTに連絡、処理再開。12月末より受信数減少 (21h以降)
2020/01/07	FY : 再処理
2020/01/14-01/17	演習室PCアップデート (Windows10 V1909) DVDドライブ接続 ウイルス除去 (全機器)
2020/01/17	建石地理データGG11-14入力
2020/01/21	goes3g : 過去分データマウントをrw → roへ変更
2020/02/02	quicklooks : RAID2 100% GP06 : /work 100%
2020/02/18	マルチメディア室PC upgrade (ver.1909+) PC01-10のみ
2020/02/25	modis : RAID ディスク交換
2020/02/28	www : /pubがupload可能なdirectoryとの誤解を招くとの指摘があり削除
2020/03/09	hmwr829hs : RAID ディスク交換
2020/03/11	GOES サーバ : CentOS 8 へ移行
2020/03/12	METEOSAT サーバ : CentOS 8 へ移行

2020/03/18	GP06 : CentOS 7 へ移行
2020/03/19	geoinfo : tateisi 新データを格納
2020/03/23	マルチメディアPC upgrade対応
2020/03/24	23-24 himawari8データ欠落 (19:20-20:20)
2020/03/26	gaia : RAIDディスク交換 fy : 保守点検 www : 時間修正
2020/03/27-28	goes, meteosat : 設定 タイムゾーンのバグのエラー修正 (meteosat, www)
2019/03/31	JAXA-MODIS ダウンロード停止

### 10.3. 令和元 (2019) 年度データダウンロード実績

令和元 (2019) 年度データダウンロード実績は以下の通りである。

表10.3. 令和元 (2019) 年度データダウンロード実績

衛星/センサー名	学内ダウンロード	学外ダウンロード	昨年比 学内/学外 (%)
NOAA/AVHRR	1	63,739	33.33 / 324.67
Terra Aqua/MODIS	647,940	260,411	137.37 / 40.19
GMS1-4, 5, GOES9	213,003	375,462	250.54 / 80.03
MTSAT	26,289	2,201,917	9.88 / 96.94
FY2-B, C, D, E, G	98,376	94,465	18.74 / 28.36
METEOSAT, MSG	193,718	112	41.56 / 75.68
GOES-E, W, R, S	5,610,202	146,379	1738.42 / 324.67
地理情報等	159,359	54,853	476.17 / 47.48
TRMM, GPM	59,990	407,336	69.92 / 67.35
放射プロダクト	3,672,756	19,966,615	42.42 / 144.85
ひまわり8号	73,922,440	64,269,729	90.31 / 249.81
A-Train*	14,517	298,494	- / 29.24
総計	84,618,591	88,139,512	91.60 / 195.76

\* A-Trainデータに関しては、昨年度は「地理情報等」データに含まれていたため昨年比算出できず。

[11] 令和元年度CEReSニューズレターヘッドラインおよびニュースリリース  
(<http://www.cr.chiba-u.jp/japanese/news.html>)

◆ Newsletter No.161 (発行2019年4月)

文部科学省の皆様、CEReSを視察〈永岡桂子文部科学省副大臣、磯谷佳介研究振興局長 来訪〉  
客員の先生方によるCEReSセミナーの紹介〈Prabir Patra客員教授、小林秀樹客員准教授〉  
市井教授、アメリカ・韓国訪問記〈NASA Ames Research Centerおよび韓国・延世大学訪問〉  
ISRS2019参加報告〈久世研究室〉  
H31年度CEReS新人歓迎会・顔合わせ会を開催

◆ Newsletter No.162 (発行2019年5月)

生物多様性や生態系サービスに関する地球規模評価報告書・政策決定者向け要約が公開  
～国際評価書におけるCEReS教員の貢献～  
CEReS インターネット利用セキュリティ研修会を開催  
大学院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「2019年度オープンラボ」を開催  
米国研究者によるCEReSセミナーの紹介〈第3回 CEReSセミナー ILAMBソフトウェアチュートリアル〉  
JpGU2019連合大会でのCEReSブース(大学パネル) 出展の報告

◆ Newsletter No.163 (発行2019年6月)

越境大気汚染研究の最前線基地、長崎福江島での多成分同時連続観測の開始  
～CEReSの研究活動便り(入江研究室)～  
Report on the 29th International Laser Radar Conference (ILRC 2019)  
～第29回国際レーザーレーダ会議参加発表報告(久世研究室)～  
CEReS学生、優秀論文発表賞受賞(日本リモートセンシング学会にて)  
市井和仁教授、あかりんアワー6月イベントに登場 ～教員が研究の楽しさを語るシリーズ 第226回～

◆ Newsletter No.164 (発行2019年7月)

令和元年度第1回拠点運営委員会開催 ～共同利用研究採択課題決定～  
環境研究総合推進費2-1901プロジェクトのキックオフ会合の開催報告  
IGARSS2019とGRSSサマースクール報告  
大学及び研究者向けビジネスプラン研修プログラム(NEDO TCP2019)

◆ Newsletter No.165 (発行2019年8月)

ヨサファット教授、インドネシア政府国民賞を受賞  
～Ikon Apresiasi Prestasi Pancasila Tahun 2019～  
第16回アジア・オセアニア地球科学学会において、近藤雅征特任助教がKamide Lecture Awardを受賞  
エスベック地球環境研究・技術基金 エスベック環境研究奨励賞受賞  
～研究室便り 市井研究室：山本雄平特任助教～

◆ Newsletter No.166 (発行2019年9月)

台風15号の上空通過にともなう気象パラメータの変化  
レーザセンシング学会第37回シンポジウムを千葉大学で開催  
第13回 4大学VL講習会・協議会が東京大学で開催  
文部科学省学術機関課の皆様、CEReSを視察

◆ Newsletter No.167 (発行2019年10月)

CITIES 2019 International Conference 基調講演  
ひまわり8号が捉えた台風19号とその爪痕  
ACRS2019参加報告  
AsiaFlux 2019 – 20th Anniversary Workshop – 参加報告  
千葉県印旛沼流域環境・体験フェアについてのご紹介  
CEReS 研究室所属学生の卒業研究中間発表会を開催しました

◆ Newsletter No.168 (発行2019年11月)

第9回インドネシア・日本共同科学シンポジウム開催  
外国人研究員のWang Chunyang 博士、セミナーを開催  
第26回アジア太平洋宇宙機関フォーラム (APRSAF-26) にて発表  
AOGEO (Asia-Oceania GEO) シンポジウムにおける Carbon and Greenhouse Gas タスクグループセッション開催報告  
RSSJ 第67回学術講演会参加報告  
東総教頭会の皆様、視察研修に来られる  
新任職員の紹介 (小槻峻司准教授)  
CEReS よりお知らせ (共同利用研究発表会開催)

◆ Newsletter No.169 (発行2019年12月)

AGU Fall Meeting 2019参加報告  
国内外の先生方による CEReS セミナーの紹介 (Qihao Weng 教授、高橋幸弘教授)  
CEReS 研究室所属学生の修士中間発表会を開催しました

◆ Newsletter No.170 (発行2020年1月)

スマート農業のためのリモートセンシング技術に関する研究会  
リアルタイムひまわり動画PCのシステム更新  
IJSS2019 受賞報告  
CEReS 学生優秀発表賞表彰式  
全学一斉防災訓練実施

◆ Newsletter No.171 (発行2020年2月)

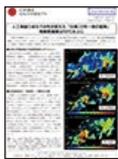
第22回環境リモートセンシングシンポジウム開催  
課題解決型研究を推進するための超学際のあるり方に関する研究会 ～診断から治療へ～  
第2回マイクロ波リモートセンシング研究会・千葉大学サブ領域F研究会  
リモートセンシングコース修士論文発表

◆ Newsletter No.172 (発行2020年3月)

国際共同シンポジウムIJSSの歩み  
受賞、おめでとうございます ～CEReS 学生、大学院融合理工学府長賞受賞～  
学位取得おめでとうございます

\*\*\*\*\*

◆ Newsrelease No.15 (発行2019年10月)



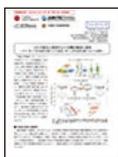
人工衛星ひまわり 8号が捉えた「台風15号一過の猛暑」  
地表面温度は50℃以上に  
(山本雄平)

◆ Newsrelease No.16 (発行2019年12月)



気象衛星ひまわり 8号で植物の季節変化を捉える  
CO<sub>2</sub>排出削減目標の達成支援に期待  
(市井和仁)

◆ Newsrelease No.17 (発行2019年12月)



CO<sub>2</sub>の放出と吸収のより正確な推定に成功  
～IPCC 第5次評価報告書からの進展と第6次評価報告書に向けた課題～  
(近藤雅征)

◆ Newsrelease No.18 (発行2019年12月)



生物多様性保全のための科学的根拠を集約  
科学誌サイエンスに総説掲載  
(市井和仁)

◆ Newsrelease No.19 (発行2020年1月)



人工衛星ひまわり 8号を用いて大阪の地表面温度環境を解析  
～都市構造や海風による温度上昇の促進・抑制効果を捉える新たな観測  
アプローチ～  
(山本雄平)

## [12] 組織・運営・人事・予算

### 12.1. センターの構成（令和2年3月現在）

センター長		久世 宏明	
リモートセンシング基盤研究領域		リモートセンシング複合研究領域	
教授	スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ	教授	久世 宏明
教授	市井 和仁	教授	近藤 昭彦
准教授	本多 嘉明	准教授	本郷 千春
准教授	入江 仁士	准教授	小槻 峻司
講師	梶原 康司		
衛星データ処理室			
	室長・准教授	樋口 篤志	
	准教授	齋藤 尚子	

### 12.2. 職員名簿（令和2年3月現在）

#### 教員組織

#### 事務組織（理工系事務部企画・研究支援課）

職名	氏名	職名	氏名
教授	久世 宏明	部長	野田 和宏
教授	近藤 昭彦	課長	天野 千恵子
教授	市井 和仁	副課長	小林 誠
教授	スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ	専門員	川鍋 進
准教授	入江 仁士	専門員	古場 義文
准教授	小槻 峻司	事務補佐員	千葉 真弓
准教授	齋藤 尚子	事務補佐員	松本 恵理子
准教授	樋口 篤志	事務補佐員	秋島 千衣
准教授	本郷 千春	事務補佐員	伊藤 佳子
准教授	本多 嘉明	事務補佐員	喜多 夏子
講師	梶原 康司	事務補佐員	宮本 千早
教授*	鷹野 敏明（工学研究院）		
教授*	山崎 文雄（工学研究院）		
教授*	服部 克巳（理学研究院）		
准教授*	椎名 達雄（工学研究院）		
助教*	加藤 顕（園芸学研究科）		
特任助教	井村 信義		
特任助教	近藤 雅征		
特任助教	祖父江 侑紀		
特任助教	ダミアーニ アレッサンドロ		
特任助教	眞子 直弘		
特任助教	山本 雄平		
特任助教	楊 偉		
特任助教	ラゴロサス ノフェル デラ クルズ		
特任研究員	高橋 綾香		
特任研究員	チャフヤ エディ サントサ		
特任研究員	豊嶋 紘一		
特任研究員	橋本 俊昭		
特任研究員	ペリコフ ドミトリー		
客員准教授	山之口 勤（リモートセンシング技術センター）		
非常勤講師 （客員教授）	パトラ プラビール クマール （海洋研究開発機構）		
非常勤講師 （客員准教授）	竹中 栄晶（宇宙航空研究開発機構）		
非常勤講師 （客員准教授）	小林 秀樹（海洋研究開発機構）		
非常勤講師 （客員准教授）	牧 雅康（東北工業大学）		
		部局非常勤組織 （環境リモートセンシング研究センター）	
		技術補佐員	青木 佐恵子
		技術補佐員	石橋 良太
		技術補佐員	宇田 弥生
		技術補佐員	熊川 靖代
		技術補佐員	小菅生 文音
		技術補佐員	立石 彩

\*は兼務教員

### 12.3. 拠点運営委員会

令和元年度 千葉大学環境リモートセンシング研究センター拠点運営委員会委員名簿

令和2年3月31日現在

役職	氏名	所属・職名
委員長	黒岩 眞吾	大学院工学研究院（教授）
委員	石坂 丞二	名古屋大学宇宙地球環境研究所（副所長・教授）
委員	住 明正	東京大学サステナビリティ学研究機構（名誉教授・特任教授）
委員	長 幸平	東海大学情報理工学部（教授）
委員	内藤 季和	千葉県環境研究センター（主任上席研究員）
委員	長谷川 均	国士舘大学文学部（教授）
委員	山本 静夫	宇宙航空研究開発機構（理事）
委員	服部 克巳	大学院理学研究院（教授）
委員	久世 宏明	環境リモートセンシング研究センター（センター長・教授）
委員	近藤 昭彦	環境リモートセンシング研究センター（副センター長・教授）

### 12.4. 学内各種委員会委員およびセンター内委員会

令和元年度 学内各種委員会委員

委員会等名	委員職名	氏名
防災危機対策室	室員	近藤 昭彦
国際戦略本部 国際戦略室	室員	スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ
学術研究推進機構 研究支援企画部会	構成員	近藤 昭彦
学術研究推進機構 若手研究者育成部門 テニユアトラック審査・評価部会	構成員	久世 宏明
学術研究推進機構 学術資料部門 学術資料専門部会	構成員	市井 和仁
広報戦略室 広報推進専門部会	構成員	入江 仁士
環境ISO実行委員会	委員	齋藤 尚子
	ユニット環境責任者（研究棟）	齋藤 尚子
	ユニット環境責任者（共同棟・実験棟）	スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ
	ユニット環境責任者（工学系総合棟8F）	近藤 昭彦
省エネルギー会議	省エネルギー	梶原 康司
ハラスメント相談員	ハラスメント相談員	本郷 千春
情報安全管理体制	部局情報保護管理責任者	久世 宏明
	部局情報保護管理者	樋口 篤志
コンプライアンス管理	コンプライアンス推進責任者	久世 宏明
	コンプライアンス推進副責任者	近藤 昭彦
研究倫理教育	研究倫理教育責任者	久世 宏明

令和元年度 センター内 委員会名及び委員名

委員会名	委員長	委員
副センター長	近藤 昭彦	
予算委員会	近藤 昭彦	スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ、樋口 篤志、入江 仁士
共同利用研究推進委員会	市井 和仁	本郷 千春、本多 嘉明、スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ
広報委員会	入江 仁士	齋藤 尚子、スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ、小槻 峻司
施設委員会	スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ	本多 嘉明、齋藤 尚子
計算機及びデータベース委員会	樋口 篤志	近藤 昭彦、梶原 康司、齋藤 尚子、小槻 峻司
教育委員会	齋藤 尚子	梶原 康司、スリ スマンティヨ ヨサファット テトオコ、樋口 篤志
中期計画推進委員会	久世 宏明	専任教員
自己点検・評価委員会	久世 宏明	専任教員、理工系事務部 企画・研究支援課長
学術推進企画小委員会	市井 和仁	久世 宏明、近藤 昭彦、入江 仁士

12.5. 予算

令和元年度 最終予算

事 項	予算額 (円)	備 考
運営費交付金	107,812,240	
教育研究経費	82,368,240	
グローバルプロミネント 研究基幹	10,250,000	
全国共同利用・共同実施	14,007,000	
法人運営活性化支援経費	0	
学長裁量経費	1,187,000	
外部資金	288,194,519	
科学研究費補助金	35,807,694	
受託研究経費	190,940,786	再委託分を含む
共同研究経費	12,403,589	
受託事業経費	2,896,792	
寄附金経費	26,549,695	前年度繰越分を含む
補助金等経費	0	
研究関連経費	19,595,963	
研究関連経費 (全学共通等経費)	0	
施設設備費補助金事業経費等	0	
合 計	396,006,759	

※専任教員、常勤事務職員の人件費、及び大学本部支援の人件費は含まない。

12.6. 外部資金一覧（間接経費含む年度単位の契約・配分額、ただし奨学寄附金、補助金等是非掲載）

研究種目	研究テーマ	受入教員	金額
科学研究費補助金			
基盤研究 (B) (新規)	作物モデル及びドローンデータを用いた水稻病害による減収リスク評価手法の構築	本郷 千春	8,190,000
基盤研究 (B) (新規)	国際観測網と気候モデルによる有機エアロゾルの紫外可視光吸収特性に関する研究の推進	入江 仁士	8,840,000
基盤研究 (B) (新規)	大気・水文結合データ同化 - 水文ビッグデータ同化による大気・水文予測の改善 -	小槻 峻司	5,070,000
基盤研究 (C) (新規)	グローバルスケールにおける林齢マップの作成に向けた手法の開発	近藤 雅征	2,210,000
若手研究 (新規)	高温宇宙環境での利用を目指す個体潤滑剤の摩擦特性評価と低摩擦メカニズムの解明	高橋 綾香	2,340,000
挑戦的研究 (萌芽) (継続)	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	齋藤 尚子	650,000
挑戦的研究 (萌芽) (新規)	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	ヨサファット	3,640,000
研究スタート支援 (新規)	東アジアの猛暑時において地表面温度が極端化する異常地域の抽出と高解像度解析	山本 雄平	1,430,000
研究スタート支援 (新規)	高時間分解能・高空間分解能衛星データ融合による圃場単位の水稻生育段階モニタリング	祖父江 侑紀	1,170,000
基盤研究 (S) (分担者) (新規)	北極海-大気-植生-凍土-河川系における水・物質循環の時空間変動 研究代表者：檜山哲哉（名古屋大学）	市井 和仁	3,510,000
基盤研究 (A) (分担者) (継続)	魚類繁殖機構に及ぼす地球温暖化・気候変動影響の早期警戒指標の構築 研究代表者：ストルスマン C.A.（東京海洋大学）	近藤 昭彦	5,070,000
基盤研究 (A) (分担者) (継続)	北アフリカ乾燥地域における持続可能な地下水利用システムの構築 研究代表者：岩崎えり奈（上智大学）	近藤 昭彦	1,040,000
基盤研究 (A) (分担者) (継続)	エアロゾル地上リモートセンシング観測網による数値モデルの気候変動予測の高度化 研究代表者：竹村俊彦（九州大学）	入江 仁士	0
基盤研究 (B) (分担者) (継続)	里山生態系における放射性セシウム動態の将来予測と放射線防護に配慮した土地利用検討 研究代表者：小林達明（千葉大学大学院園芸学研究所）	近藤 昭彦	0
基盤研究 (B) (分担者) (新規)	太陽光誘起クロロフィル蛍光による光合成量評価能力の統合解析 研究代表者：加藤知道（北海道大学）	市井 和仁	520,000
基盤研究 (B) (分担者) (新規)	多波長高分解能レーダと地上稠密観測による積乱雲発生発達の三次元詳細動態解明 研究代表者：鷹野敏明（千葉大学大学院工学研究院）	樋口 篤志	0
基盤研究 (B) (分担者) (継続)	新リモートセンシング手法による全球湖沼一次生産量の推定 研究代表者：松下文経（筑波大学）	楊 偉	650,000
基盤研究 (C) (分担者) (継続)	多地点同時リモートセンシング観測による都市圏の大気環境動態の解明 研究代表者：高島久洋（福岡大学）	入江 仁士	104,000
基盤研究 (C) (分担者) (新規)	リモートセンシング観測による里山林の代表的な樹種の判別と分布域の地図化手法の開発 研究代表者：永井 信（海洋研究開発機構）	本多 嘉明	260,000
基盤研究 (C) (分担者) (新規)	地形が植生の分布や生産性へもたらす影響の解析、その植生シミュレーターへの導入 研究代表者：佐藤 永（海洋研究開発機構）	楊 偉	260,000

研究種目	研究テーマ	受入教員	金額
挑戦的研究（開拓） （分担者）（新規）	逆算アルゴリズム等価性による大規模衛星観測網の高精度化：新パラダイムの創成と実証 研究代表者：吉岡博貴（愛知県立大学）	市井 和仁	1,105,000
国際共同研究加速基金 （国際共同研究強化(B)） （分担者）（継続）	インドネシア気象レーダ網観測の高精度化と衛星降雨推定手法開発への応用 研究代表者：重 尚一（京都大学）	広瀬 民志 （令和元年11月30日付退職）	341,900
受託研究			
科学技術振興機構／ 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	本郷 千春	25,519,000
国際協力機構／ JICA 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	本郷 千春	23,249,344
国際協力機構／ JICA 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	本郷 千春	34,483,000
環境再生保全機構／ ERCA	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	齋藤 尚子	77,920,000
宇宙航空研究開発機構／ JAXA	GCOM-C/SGLI幾何標定処理、及びオルソ補正アルゴリズムの維持改訂	本多 嘉明	2,404,613
宇宙航空研究開発機構／ JAXA	GCOM-C大気補正済み陸域反射率、葉面積指数・光合成有効放射吸収率プロダクトの検証手法の開発および地上部バイオマス推定アルゴリズムの改良	本多 嘉明	13,000,000
環境再生保全機構／ ERCA	国際観測網への発展を可能とするGOSAT-2の微小粒子状物質及び黒色炭素量推定データの評価手法の開発	入江 仁士	24,310,000
科学技術振興機構／JST	「観測の価値」を最大化するデータ同化・予測手法の開発	小槻 峻司	6,461,000
国立環境研究所	令和2年度 AsiaFlux データベース整備委託業務	市井 和仁	948,413
文部科学省	EMSのための日射データ誤差評価地上システムの構築	入江 仁士	12,520,300
国立環境研究所	温室効果ガスの吸排出量監視に向けた統合型観測解析システムの確立	市井 和仁	12,420,000
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）	齋藤 尚子	11,000,000
海洋研究開発機構／ JAMSTEC	SGLIデータを用いた地球システムモデルの評価と高度化	市井 和仁	450,000
共同研究			
宇宙航空研究開発機構／ JAXA	サクセスクラテリア達成度評価のためのSKYNET地上リモートセンシング観測網を基盤としたGCOM-C大気プロダクトの検証研究	入江 仁士	2,350,000
宇宙航空研究開発機構／ JAXA	GCOM-C向けの陸域植生フェノロジー（LSP）と純一次生産量（NPP）プロダクトアルゴリズムの構築	楊 偉	1,600,000
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	樋口 篤志	6,784,354
宇宙航空研究開発機構／ JAXA	将来の衛星運用を視野に入れた、LEOおよびGEO観測データの融合による植生物理量推定を目指した高頻度・高解像度データ導出手法の開発	梶原 康司	576,924
日本無線株式会社	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	ヨサファット	769,231
日本無線株式会社	衛星、レーダ、地上観測による対流雲発生の観測	樋口 篤志	323,080
受託事業			
大陽日酸株式会社	レーザー分光による同位体分析に関する技術的指導	久世 宏明	500,000
公益財団法人地球環境戦略研究機関	平成30年度生物多様性及び生態系サービスに関する科学的知見に係る調査業務のうち「IPBES統括執筆者技術的補助者配置」業務	市井 和仁	744,453
科学技術振興機構／JST	さくらサイエンスプラン	入江 仁士	1,753,517

千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
令和元(2019)年度 年報(第25号)

2020年11月発行

(300部)

編集 CEReS 広報委員会

〒263-8522 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

印刷 (株) 正文社

# CEReS

Center for Environmental Remote Sensing  
Chiba University

〒263-8522 千葉県稲毛区弥生町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  
<http://www.cr.chiba-u.jp>  
(最寄駅) JR総武線 西千葉駅下車 徒歩5分

