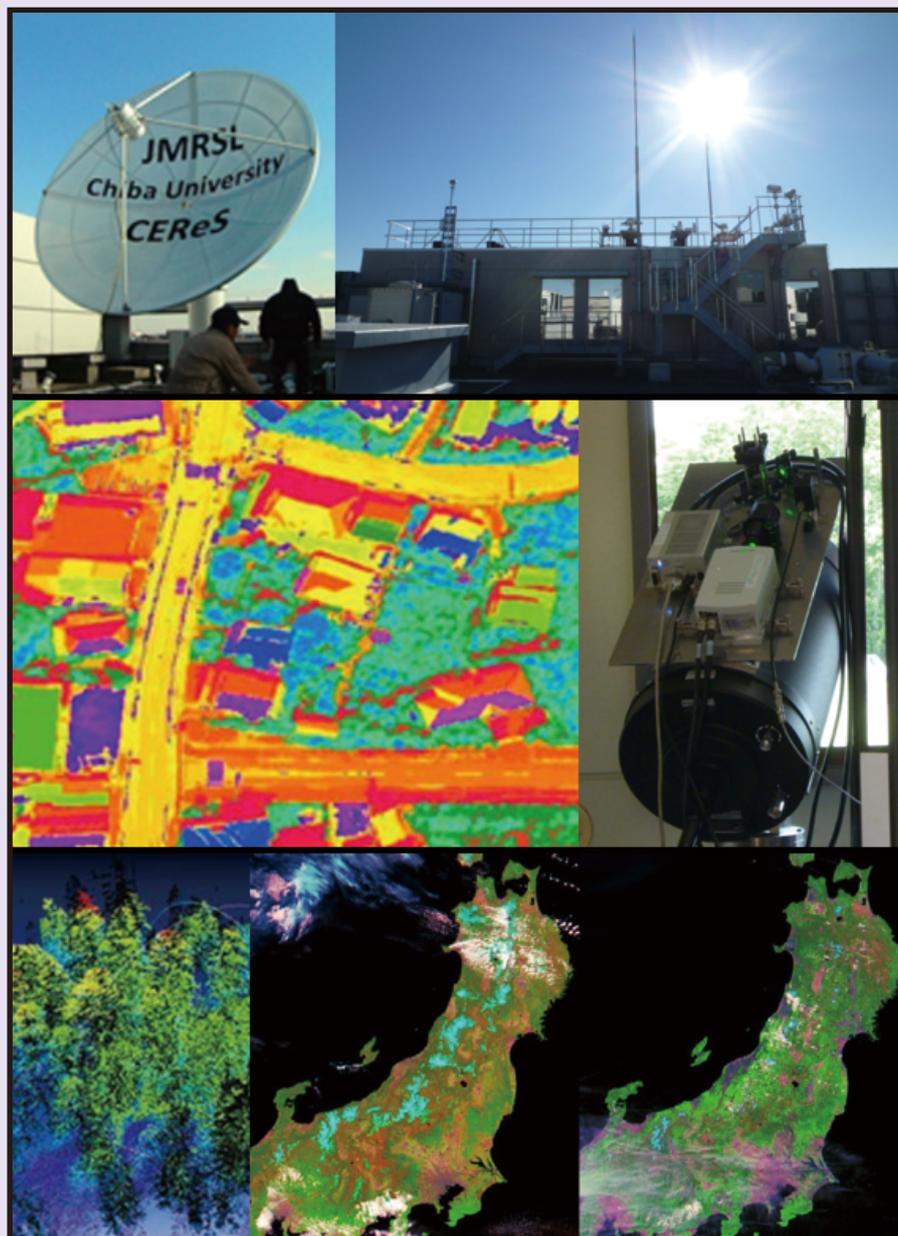


千葉大学
環境リモートセンシング研究センター
Annual Report 2020, Volume 26



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2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26号)



はじめに

千葉大学環境リモートセンシングセンター（CEReS）は、全国共同利用の研究センターとして1995年4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担ってきました。2010年には文部科学省から全国共同利用・共同研究拠点として認可され、国内外の大学や機関と共同研究を実施しています。CEReSでは、発足以来一貫して、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、リモートセンシング研究と、それを利用した地球環境研究の発展をめざした活動を行ってきました。様々な分野の研究者との共同研究を通じて気候変動や、それに付随して生じる極端気象災害、水資源や食料の問題、様々な原因による環境汚染への対策、持続可能な社会システムの構築のために“診断型の地球環境研究”を推進してきました。

令和2年度はCOVID-19感染症に振り回された1年でした。千葉大学も緊急事態宣言により大学の講義はonlineでの実施となり、海外でのフィールドワークのみならず、国内のフィールドワークや会合も延期または中止せざるをえない、かつて経験したことがない事態に陥りました。本センターの教職員も自宅勤務を命ぜられ、センター内はもちろんのこと、大学構内は閑散としていました。COVID-19感染症の問題がある中にもかかわらず、令和2年度の当センターの公募共同研究は、ほぼ従来同様の国内／国際共同研究の件数を実施することができました。海外からのデータのダウンロード数は残念ながら減少しましたが、これは海外では日本より厳しく行動が制限され、都市や地域のシャットダウンがなされ、研究活動も停滞したためと思われます。一方で、国内からのデータダウンロード数は増加傾向にあり、コロナ禍にもかかわらず、研究活動は継続して推進されていたように思います。online講義等による大学のネットワーク環境強化や院生等への研究用PC等の供与等による支援の側面もあるかと推察しています。また、衛星データの活用という観点からは、他の大型実験施設が必要な研究分野やフィールドワーク主体の研究分野と比べて影響は小さかったといえるでしょう。当センターでも、現地へ赴く必要がある調査研究はリスケジュールを余儀無くされています。今後負の影響が出て来る可能性もあります。一方で、学会や会議もZoom等を用いたリモート会議が一般的になりました。こちらはお目にかかれないというデメリットもありますが、メリットも多くあることに気づかされました。第23回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムも令和3年2月に完全onlineで開催しました。本センターの若手メンバーの尽力で、口頭発表はZoom、ポスターはSlackを用いたhybridなシステムを構築し、効果的な議論ができたように思います。withコロナ、postコロナに向けたシンポジウムや会議のあり方として、試金石を投じた開催であったように個人的には思っています。

本年報は、CEReSが令和2年度の一年間に行った活動（共同利用研究、研究成果、国際交流、教育活動、社会貢献、予算等）を記録し、自己評価のための資料として編纂したものです。関係する皆様にご高覧いただき、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います。今後ともご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

令和3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 服部克巳

目次

はじめに

[1] プログラム研究活動	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	39
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	98
[4] 受賞・開発実績等	112
[5] 国際交流	114
5.1. 外国人受け入れ	
5.2. 教員の海外渡航	
[6] 教育活動	115
[7] 社会教育活動・社会貢献	119
[8] センターの行事	122
8.1. センター主催のシンポジウム	
[9] 主要研究設備	123
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施設	
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 2 年度計算機データベース主要業務	128
10.1. 概要	
10.2. 令和 2 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 2 年度データダウンロード実績	
[11] 令和 2 年度 CERE S ニュースレターヘッドラインおよびニュースリリース	131
[12] 組織・運営・人事・予算	134
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)

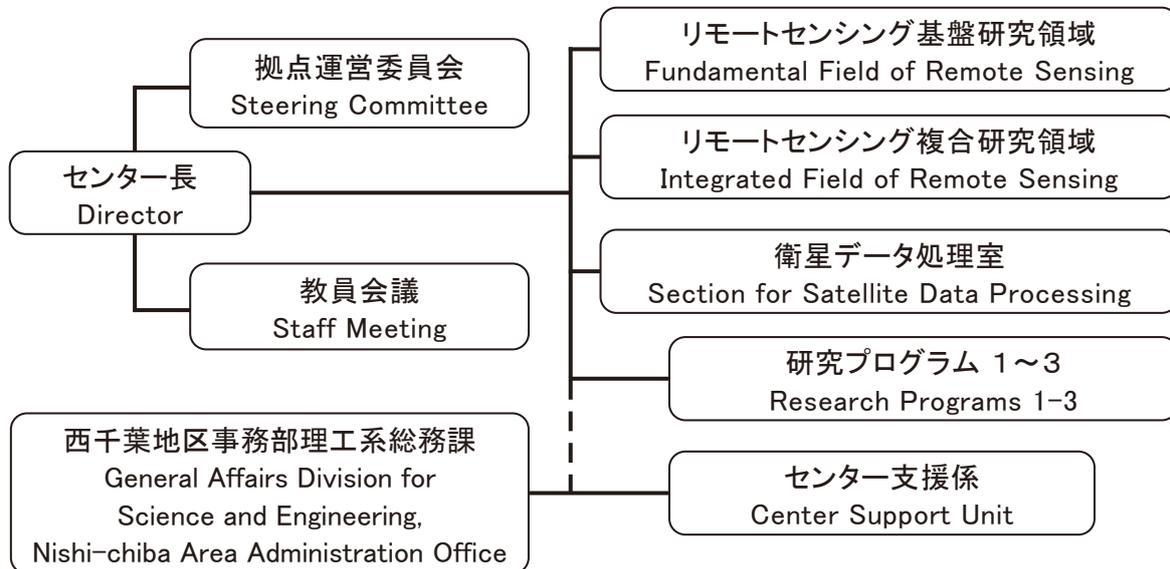
国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、第二期中期目標・中期計画を発売すべく、2016年4月からの第三期における目標・計画では拠点再認定を受け、さらに3つの重点課題を設定し活動を始めました。CEReSは、全国共同利用の研究センターとして1995年（平成7年）4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担って現在に至っています。そのルーツは、写真・印刷・画像工学の分野での千葉大学工学部の伝統を引き継いで1986年（昭和61年）に開設された学内共同研究施設「映像隔測研究センター」であり、このセンターが廃止・転換されてCEReSが誕生しました。2004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) 先端の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.

◆1.1.1.1. 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)。

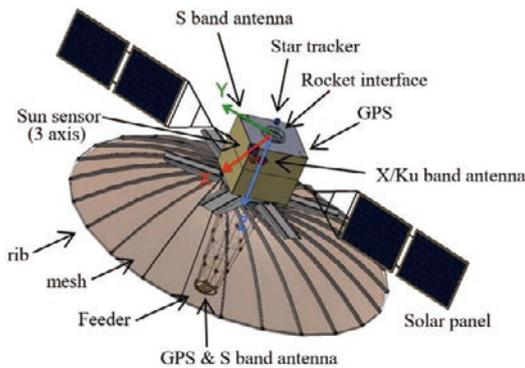


図1.1.1.-1. 円偏波合成開口レーダ搭載小型衛星



図1.1.1.-2. 小型衛星搭載のCP-SARのアンテナ

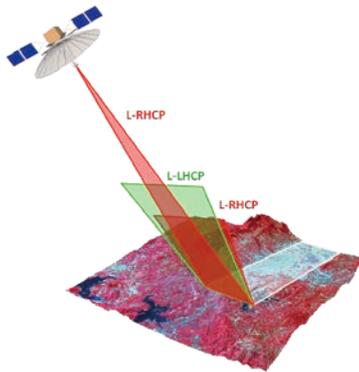


図1.1.1.-3. CP-SAR UAVの概念



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、コンパクトに設計されている。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の生成と解析をする予定である。ここでは、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予定である。

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（CN235航空機搭載用Cバンド）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.-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。

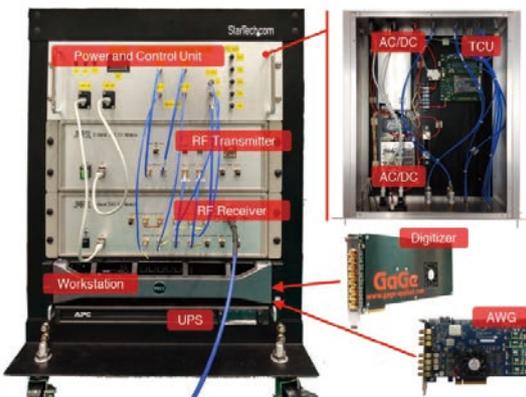


図1.1.1.-5. CバンドCP-SARのシステム図



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、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。

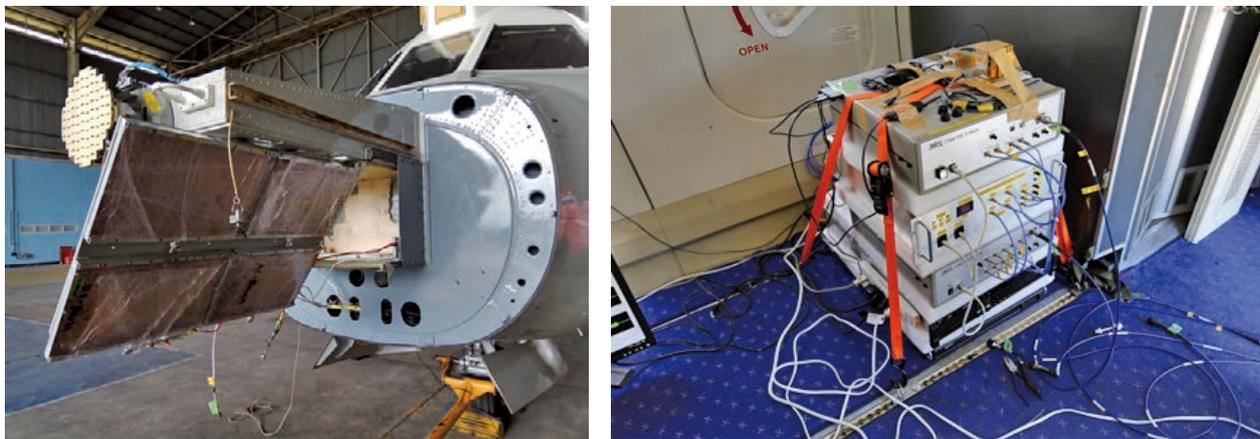


図1.1.1.-9. CN235航空機に搭載したCバンドCP-SARセンサの円偏波アンテナとRFシステム



図1.1.1.-10. CP-SARの初円偏波画像

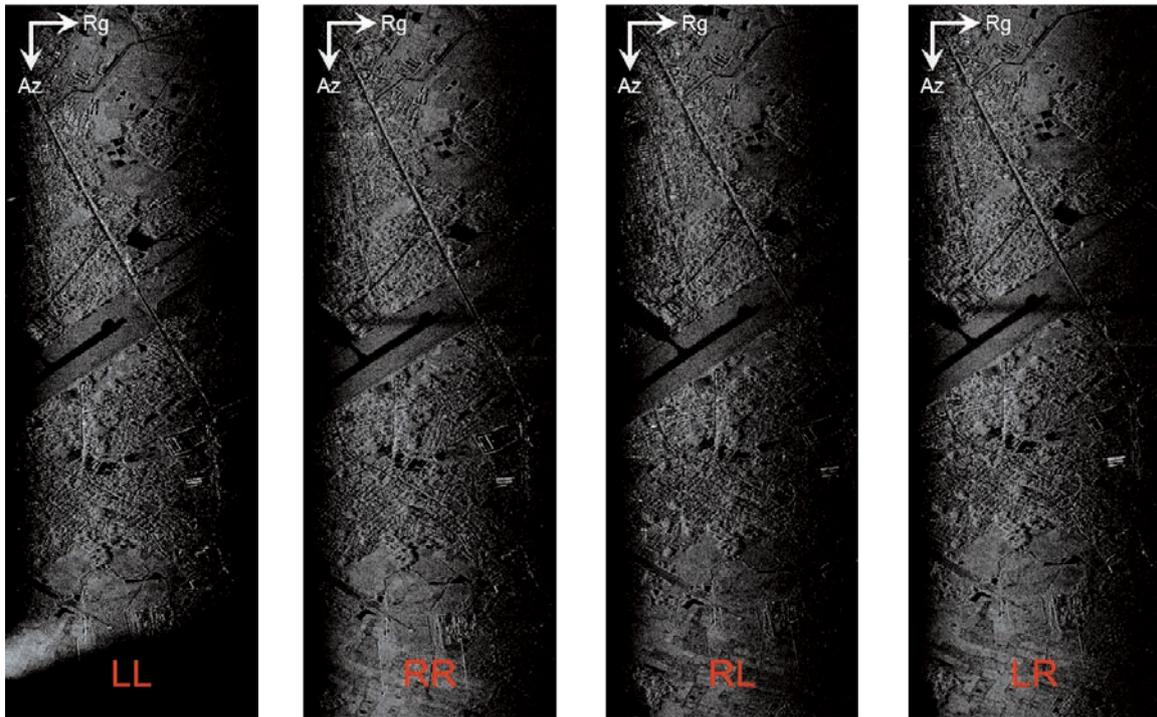


図1.1.1.-11. CバンドCP-SARのフル偏波の画像 (LL、RR、RL、LRモード)

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妙変化しているので、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ビラン県道のUAV画像

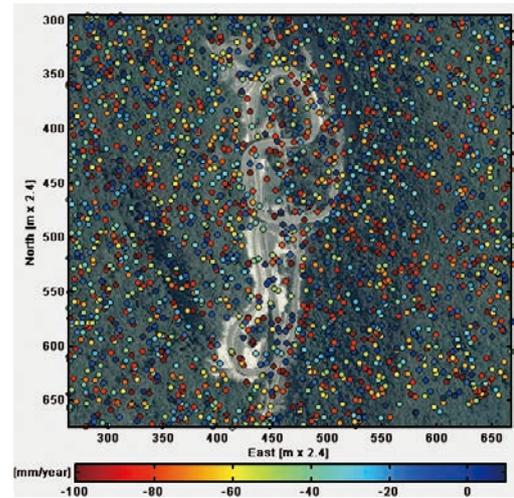


図1.1.1.-13. ALOS画像を活用するPS-InSAR解析：インドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における恒久的な散乱点の分布

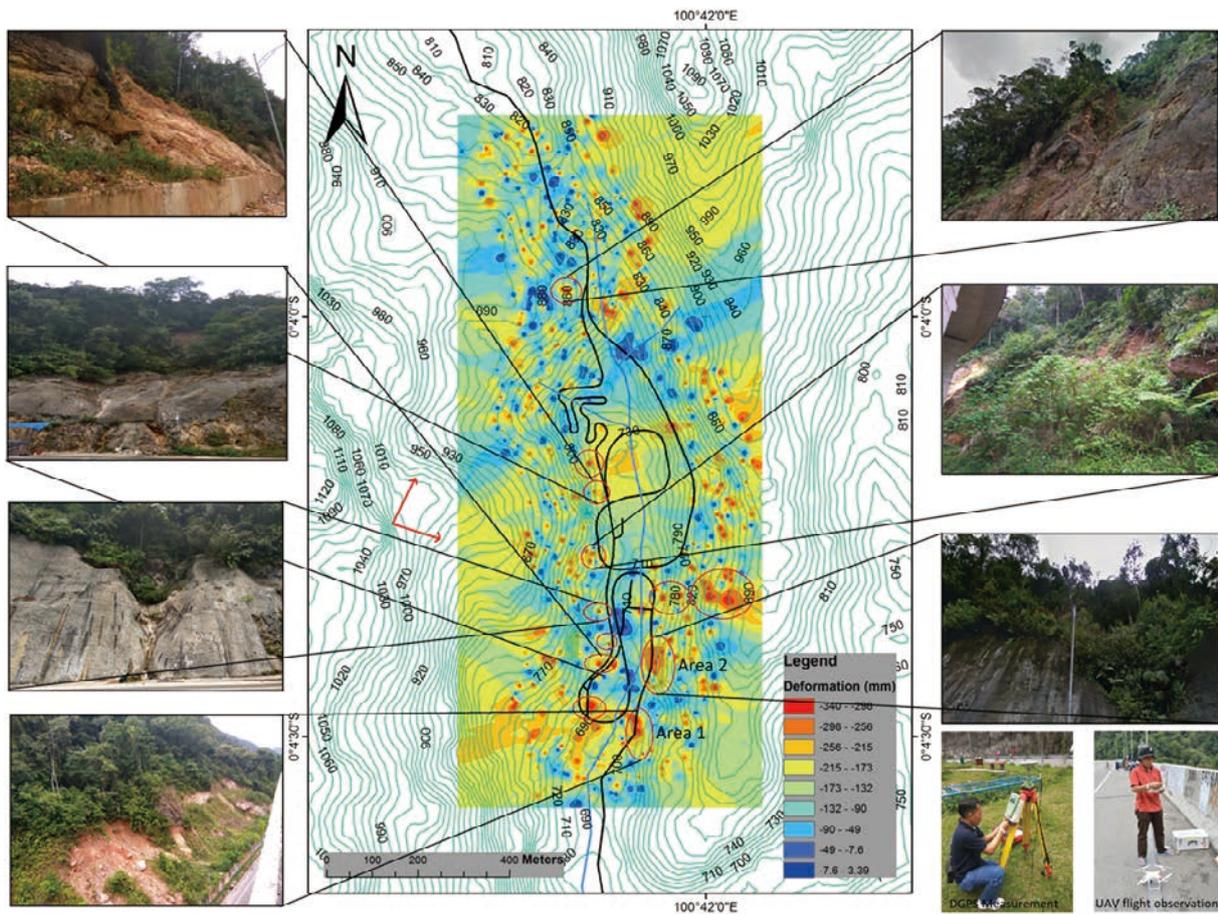


図1.1.1.-14. ALOS画像を活用するPS-InSAR解析：インドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における土砂くずれの観測結果と現地調査の写真

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。

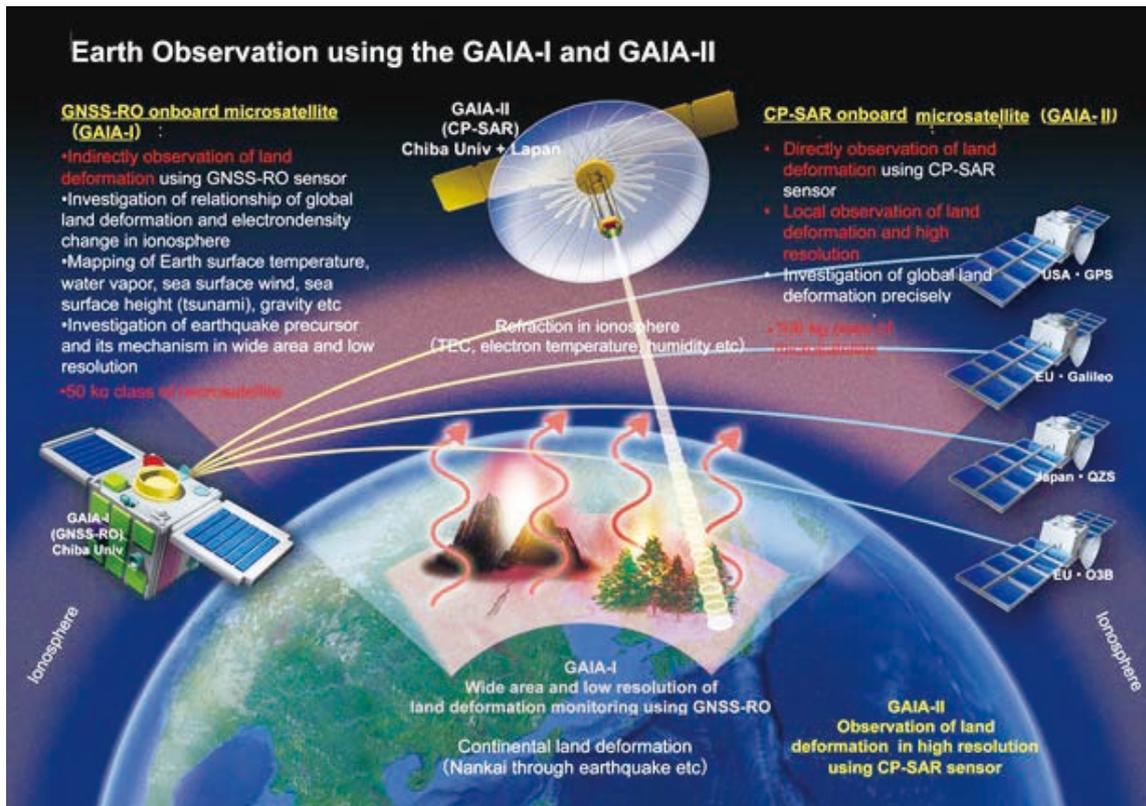


図1.1.1.-15. グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星

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）。

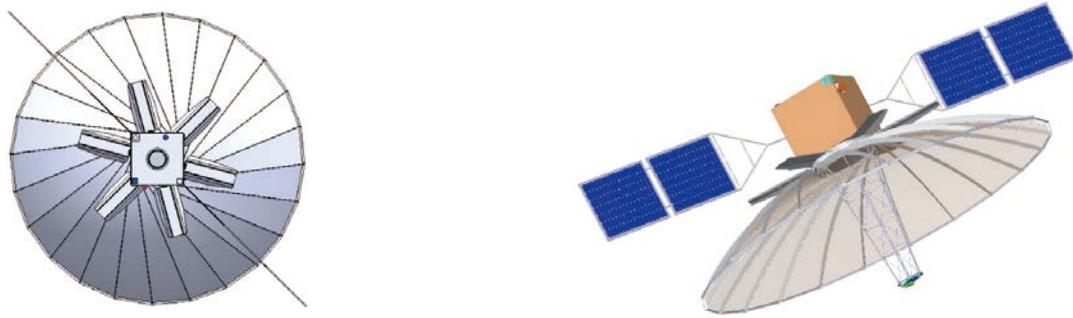


図1.1.1-16. CP-SAR搭載小型衛星

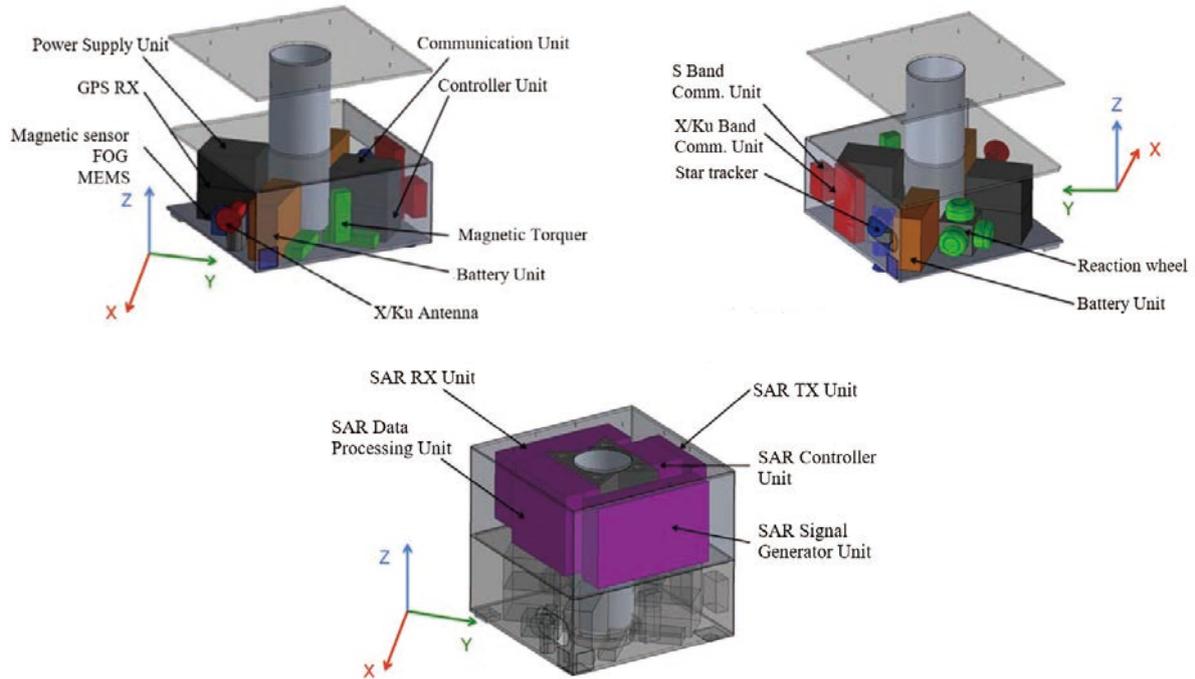


図1.1.1-17. CP-SAR搭載小型衛星の構造

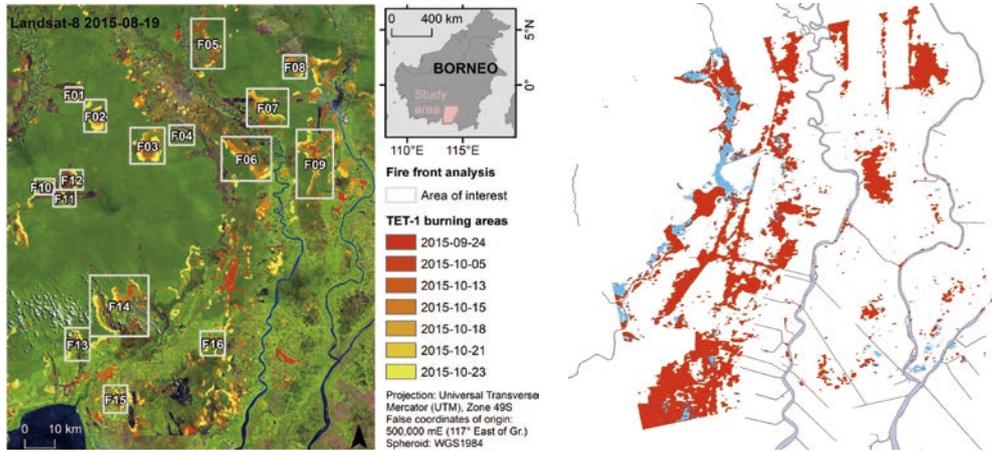


図1.1.1-18. 金メッキメッシュパラボラアンテナの電波特性の測定

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・干渉合成開口レーダ (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

7. マルチビーム合成開口レーダの開発

人工衛星及び航空機に搭載している地球環境観測用の合成開口レーダ (SAR) センサは全天候型で、昼夜を通じた観測が可能な環境リモートセンシング用のセンサである。既存のSARセンサの場合、その地表面解像度を決定するのは、アンテナのアジマス方向の半値幅またはアンテナから射出されるビームの幅である。そのため、高解像度化を図るには、アジマス方向のアンテナ幅を小さくするか、ビーム幅を拡大する必要がある。しかし、アンテナを小型化すると利得が低下し、SARシステムは大電力が必要になる。本研究では、前方・後方ビームを追加してアンテナのビーム幅を拡大してSAR画像を高解像度化することを目指し、マイクロストリップアレーによるSARアンテナの多ビーム動作を実現するとともに、安価かつ広帯域なアレー統合共用RF送受信機による多ビーム合成開口レーダ (Multi Beam Synthetic Aperture Radar : MB-SAR) システム (図1.1.1.-20) を開発した。2019年度～2021年度にこのMB-SARの概念設計、システム開発、実証実験を行い、研究室所有の3台のCバンドSARシステムによる統合共用RF送受信系 (TX/RX)、FPGAによるSAR制御・画像処理システム、マイクロストリップアレーアンテナの開発を行った。



図1.1.1.-20. 多ビーム合成開口レーダ

8. 広帯域円偏波マイクロストリップアンテナの開発

小型・広帯域円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）の開発には、図1.1.1.-21と図1.1.1.-22に示すように独自に8×8のマイクロストリップアレーアンテナを開発した。各パネルアンテナが質量1 kg以下になり、セスナ機172をはじめ、無人航空機、成層圏プラットフォームなどに搭載できると期待した。詳細がCahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Steven Gao, and Koichi Ito, “Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna with Curved-Truncation and Circle-Slotted Parasitic”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation (TAP), 2021 (<https://ieeexplore.ieee.org/document/9362155>) に掲載された。

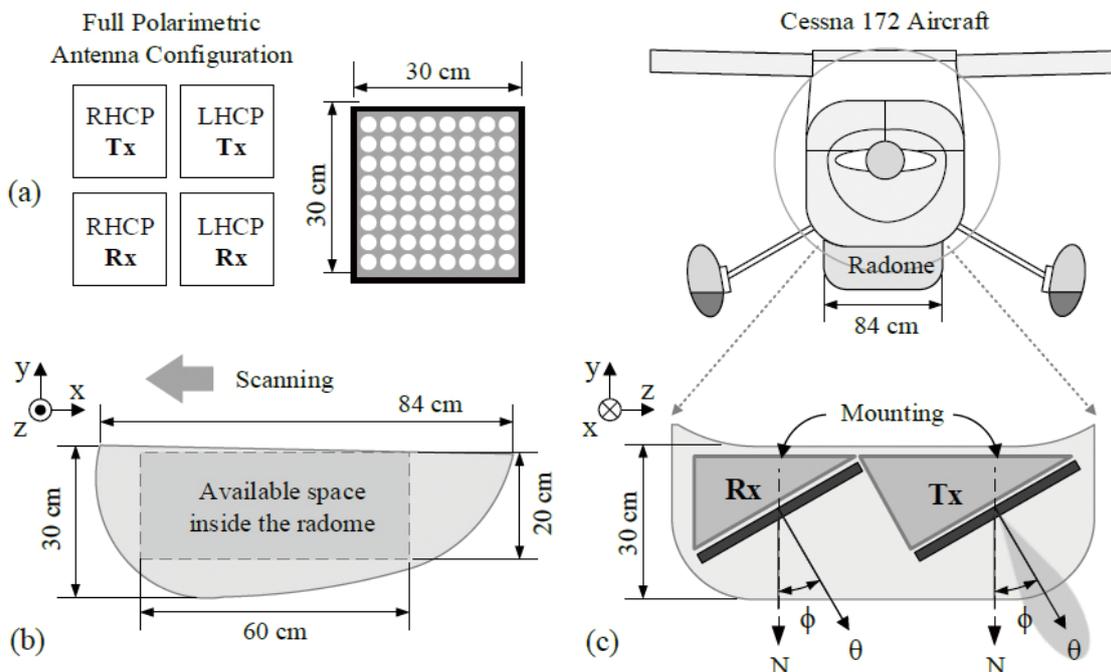


図1.1.1.-21. Cessna172機搭載用の円偏波合成開口レーダのアンテナの機構

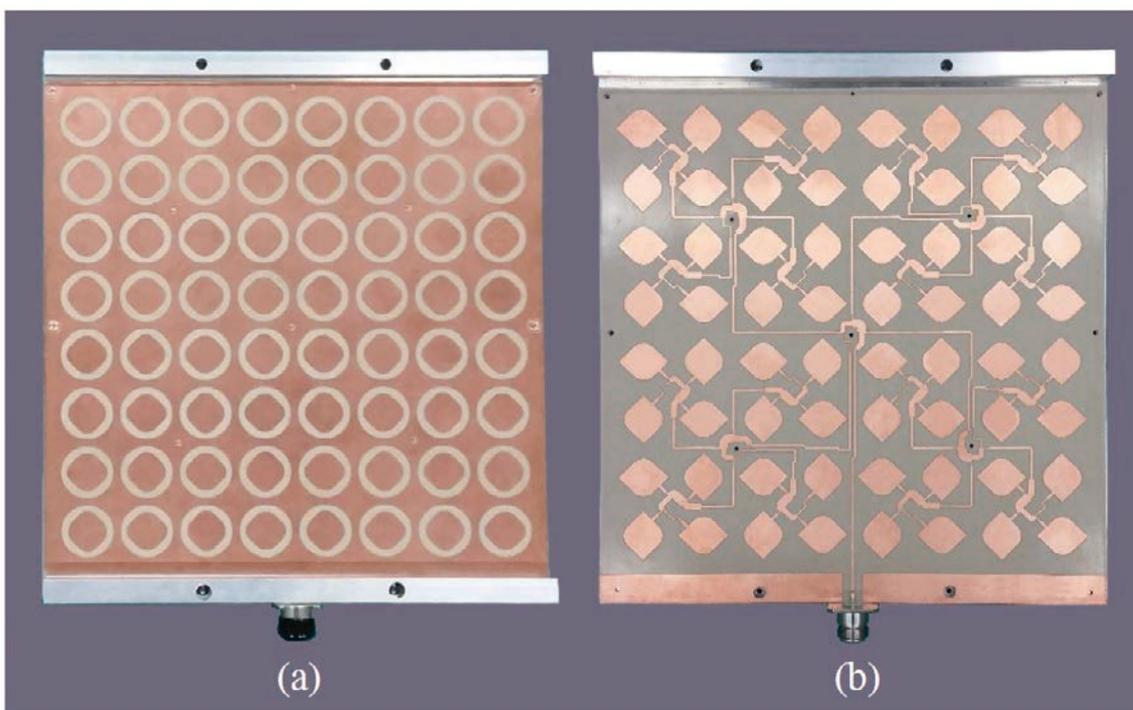


図1.1.1.-22. 試作した円偏波合成開口レーダのアンテナ

◆1.1.2. 「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
(本多嘉明・梶原康司)

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。令和元年12月にVersion2アルゴリズムを適用し、現在一般公開されている。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。

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次元的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の使用を検討する。
- (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。

昨年度は上記方針に従って、上記(1)SGLI観測データを用いた土地被覆分類の手法について検討した過程を報告した。本年度は上記(2)について必要となる、宇宙ライダーによるバイオマス推定手法について検討した結果について報告する。

◆1.1.2.1. 宇宙LiDAR GEDI観測データによるバイオマス推定

NASAが2019年5月に国際宇宙ステーション(ISS)に搭載し、観測を開始した宇宙ライダーGEDIによって観測された国内の森林のFull wave dataと現地観測によって取得したバイオマス情報から、宇宙ライダー観測データによるバイオマス推定精度について検討した。

図1.1.2.-1は2019年6月8日にGEDIが八ヶ岳南麓エリアを観測した観測スポット点の分布を示している。GEDIはAlong Track方向に約60m間隔で直径25mのレーザースポットを照射し、その反射信号を受信する。現地は主にカラマツの人工林であり、GEDIの観測点の位置における樹高およびバイオマスの実測が可能である。2020年6月および11月に現地踏査を実施し、GEDI観測点における樹高(樹高計測装置Vertex)とバイオマス計測(ビッターリッヒ法による)を行った。計測点の位置および計測結果を図1.1.2.-2、図1.1.2.-3に示す。

一般に、Large footprintの宇宙LiDAR観測データからのバイオマス推定は、Full waveデータ解析による推

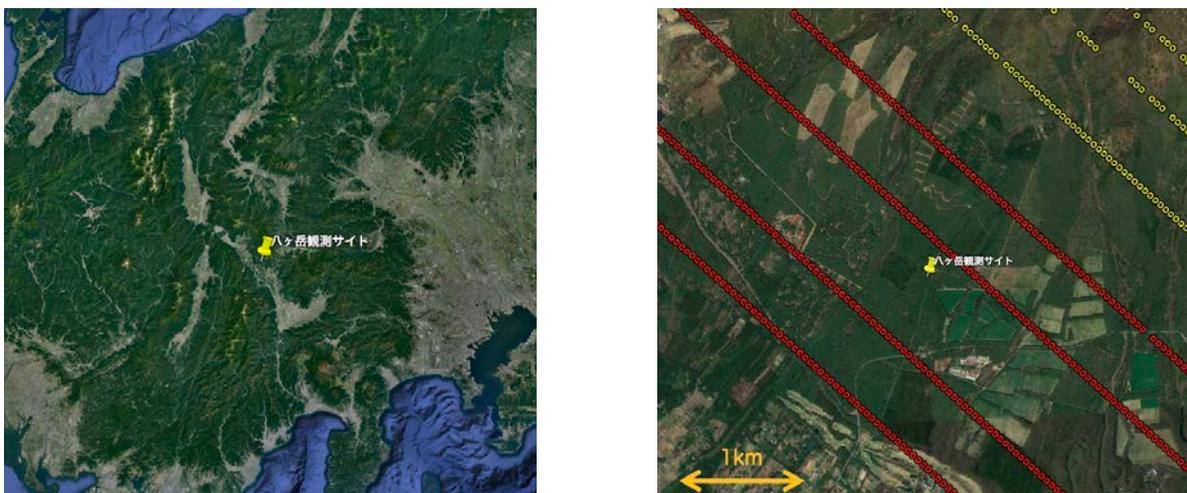


図1.1.2.-1. NASAの宇宙ライダー GEDIが2019年6月8日に観測したスポット群。八ヶ岳山麓の現地観測サイト付近の観測スポットの分布。Along track方向に約60m間隔で観測されている。
(背景図は©Google Earth)

定樹高を用いて行われる。そこで、GEDI観測データから推定した最大樹高と計測したバイオマスとの関係を調べたところ、図1.1.2-3に示すように、比較的良好な相関が見られるものの、バイオマスと樹高の関係が不明瞭なサンプルも見られる。これは最大樹高が観測対象の森林の立木密度（あるいは樹冠被覆率）と必ずしも対応していないためであり、予想される結果である。

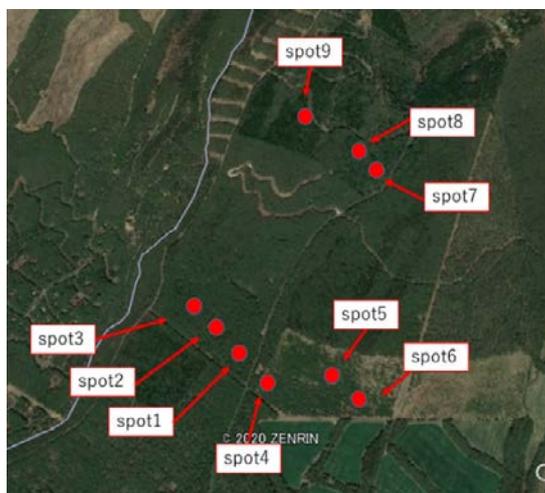


図1.1.2-2. 前掲の図1.1.2-1で示したスポットのうち、現地観測で樹高及びバイオマス計測を行った地点。

表1.1.2-1. 現地観測による樹高計測結果とGEDI観測データから推定した樹高の比較及びバイオマス計測結果

Spot No.	VHmax (m) 現地実測による最大樹高 ※上位5本の平均値	LHmax (m) LiDAR波形からの 推定最大樹高	VHmax - LHmax	ビッターリッヒ法による 計測バイオマス (t / ha)
1	24.7	25.8	1.1	83.16
2	25.2	26.4	1.2	72.66
3	30.1	24.1	6.0	73.56
4	24.3	22.2	2.1	88.65
5	13.0	11.3	1.7	43.02
6	12.0	15.3	3.3	61.93
7	24.8	26.3	1.5	137.83
8	26.9	30.8	3.9	226.56
9	22.6	21.0	1.6	127.13

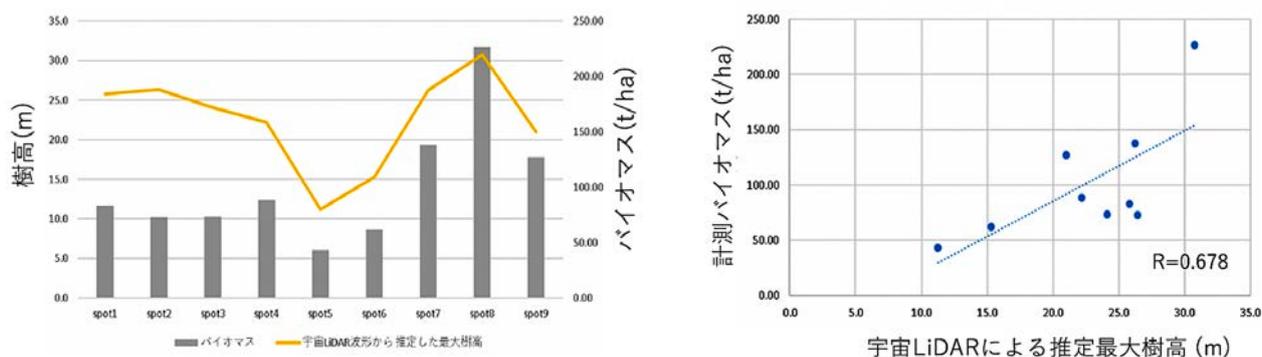


図1.1.2-3. 計測バイオマスとLiDARによる推定最大樹高の関係

本研究では、図1.1.2.-4に示したFull wave樹冠率を導入することにより、バイオマス推定精度の向上を試みた。

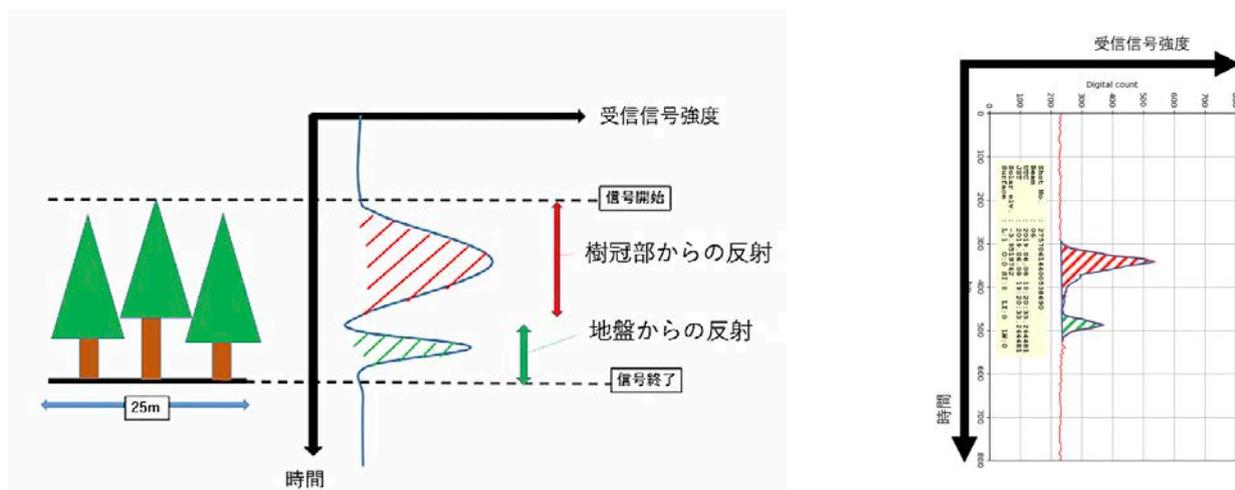


図1.1.2.-4. Full wave樹冠率の概念図とLiDAR実観測データにおける対応 樹冠からの反射信号（赤のハッチ部分）と地盤からの反射信号部分（緑のハッチ部分）の面積比をFull wave樹冠率と定義する。

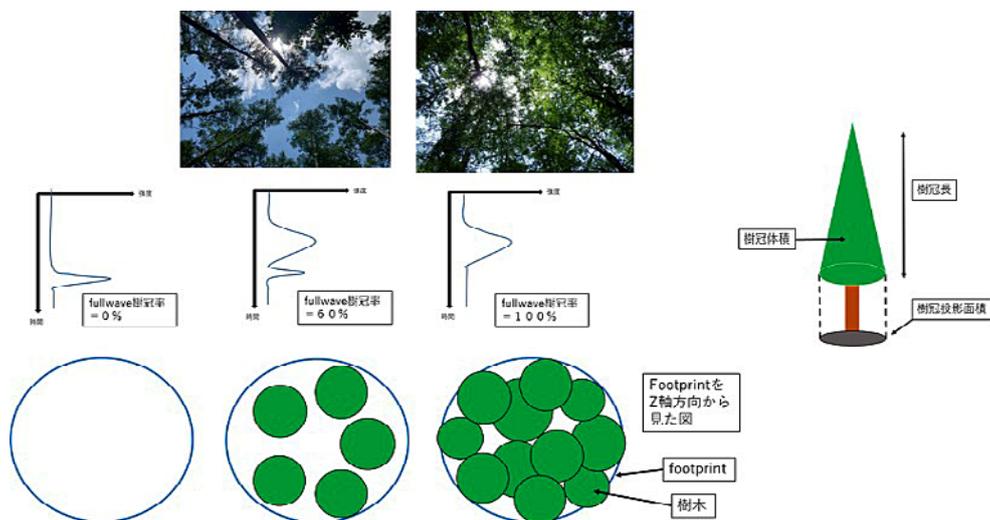


図1.1.2.-5. LiDAR観測スポット内の樹冠投影面積と樹高の積はバイオマスに比例関係にあると仮定する。

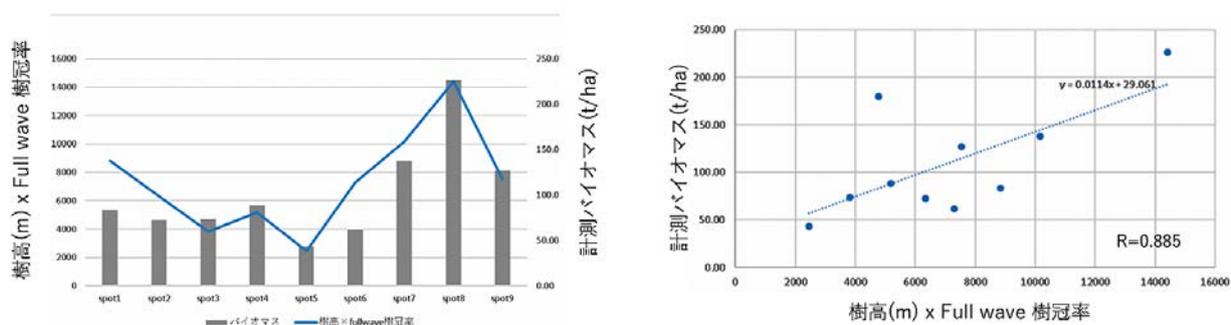


図1.1.2.-6. Full wave 樹冠率の導入により、宇宙LiDAR計測によるバイオマス推定精度の向上が認められた。

図1.1.2.-4のようにFull wave 樹冠率を定義すると、図1.1.2.-5に示した仮定のもとに最大樹高と Full wave 樹冠率の積はバイオマスとリニアな関係をもつと考えることができる。この仮定のもとに、樹高と Full wave 樹冠率の積と、バイオマスの関係を調べると図1.1.2.-6に示すように、単純な樹高によるバイオマス推定値に比べて推定精度が向上することが示された。

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2年度の成果]

◆1.2.1. 北海道に降雪をもたらす気団変質の近年の変動

(木下朱佳 [理学部地球科学科4年]、樋口篤志)

2019/2020冬季は日本海側で記録的な小雪となった。全国的には暖冬で降雪量が少なかったが、本州と北海道では降雪に対する気温の影響は大きく異なることから、冬季の典型的な西高東低の気圧配置時に生じる気団変質（上流側のユーラシア大陸の冷たく乾燥した空気塊が日本海上を通過する際、多量の潜熱・顕熱フラックスによって湿潤な空気塊へ変質していくさま）に着目し、観測・再解析データを用いて特に過去3年間に注目して北海道の降雪に関して解析を行なった。

2019/2020年冬季の北海道日本海側の降雪量を調べたところ、過去39冬季の中で最も少なく、降水量そのものが少なかったことで少雪となっていたことがわかった。降水量が少なかった要因を調べるため北西季節風の強さに着目したところ、西高東低の気圧配置が2019/2020年冬季は弱く、その結果、北西季節風も平年より弱かった。次に札幌と北西季節風時に上流側に位置するロシア・ダリネレチェンスクの気温、相当温位の差を調べた。どちらも2019/2020年冬季は過去3冬季の中で小さく、ダリネレチェンスクから札幌へ空気塊が移動する際あまり昇温せず、水蒸気供給も少なかったことが分かった（図1.2.1-1）。

2019/2020年冬季の気温は、日本だけでなく東アジア全域で高かった。海面更正気圧の空間分布は北極振動（Arctic Oscillation; AO）プラスと類似しており、バレンツ海・カラ海周辺で低気圧偏差になっていたことから、ユーラシア大陸に寒気が蓄積し難い環境であり、そのため東アジアで高温になったと考えられる（図1.2.1-2）。降雪量が少なかった2018/2019年冬季もAOプラスの空間分布に類似し、大陸上で寒気があまり蓄積しなかった。よって気温が高くなり、気団変質が弱かったと考えられる。一方降雪量が多かった2017/2018年冬季はAOマイナスの空間分布と類似し、大陸で寒気が蓄積された。よって気温が低くなり、気団変質が活発になったと考えられる。

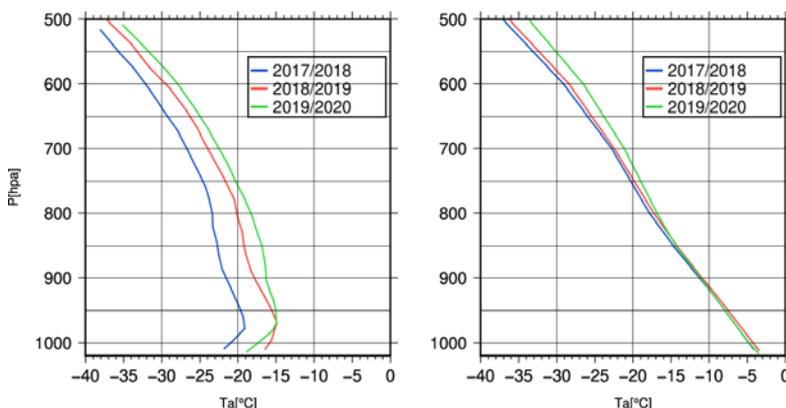


図 1.2.1-1. (左) ロシア・ダリネレチェンスク、(右) 札幌における高層観測による気温の鉛直プロファイル。小雪年多雪年に関わらず札幌の気温の鉛直プロファイルに大きな年々変動は見られないのに対し、気団変質の上流側にあたるダリネレチェンスクのそれは年々変動が大きい。

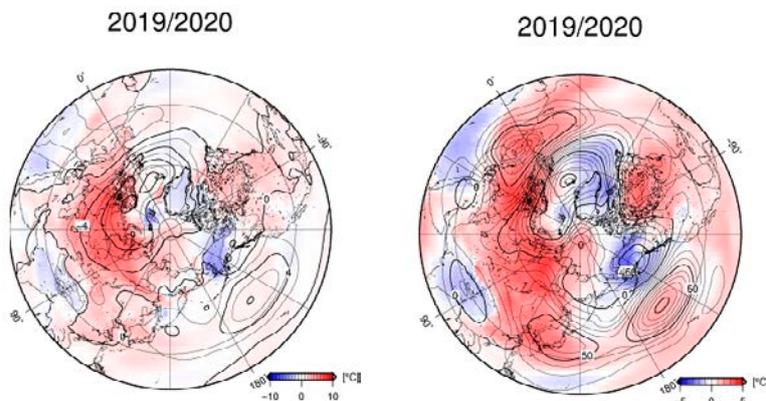


図1.2.1-2 (左) 2019/2020冬季の北方振動。海面更正気圧（等値線）と地上気温（色）の平年差、および（右）同時期の500hPa平均高度場（等値線）および850hPa気温の平年差（色）

◆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)

本研究室では、衛星リモートセンシングデータと陸域炭素循環モデル（陸域生態系モデル）などを用いて、大気-陸域の温室効果ガス（主にはCO₂）の収支の解明を行っている。様々な衛星リモートセンシングデータの応用に組み込んでおり、本年度は、2020年春～夏におけるシベリア域の異常高温が陸面環境に及ぼす影響の評価と、衛星観測データを用いた地球システム統合モデルの評価についての報告を行う。

2020年の春～夏にかけて、シベリアのベルホヤンクスでは6月に38℃を記録するなど、シベリア広域において異常高温が見られた（図1.2.2.-1）。我々は衛星データを観測データとして、温度、積雪、植生などの異常についての解析を行った。例えば、2020年4-6月は平年（2010-19年とした）に比較して、シベリアにおいて異常高温が見られており、地表面温度では5℃を超える偏差を示す地域が広域に分布していた。この地表面への影響を見るために、積雪、地表面温度、植生指数、火災、光合成量、葉面積指数、河川流出量といった様々なデータを解析することにより、異常高温が地表面環境に及ぼす影響を多面的に評価した。

2020年のシベリア域における地表面温度は、3-6月にかけて、例年に比較して5-10℃程度高かった。一方で6月中旬から8月までは例年と同程度であった（図1.2.2.-2）。この地表面温度の偏差は、積雪や河川流出量にも大きな影響をあたえ、過去20年の中では、最も偏差が大きく、積雪は融雪の時期が約1か月早まり、河川流出量の増大の早期化（1か月程度）が検出された。それと同時に、植生指数、葉面積指数については、例年よりも1か月程度季節の変化が早期化しており、異常高温によって、植生活動の開始の時期が早まったようである（図1.2.2.-2）。光合成量については例年に比較して年間値でも15%程度高かった。これらの解析を基盤として大気濃度データを利用するなどして、CO₂収支やCH₄収支などの変化の解明を目指す予定である。

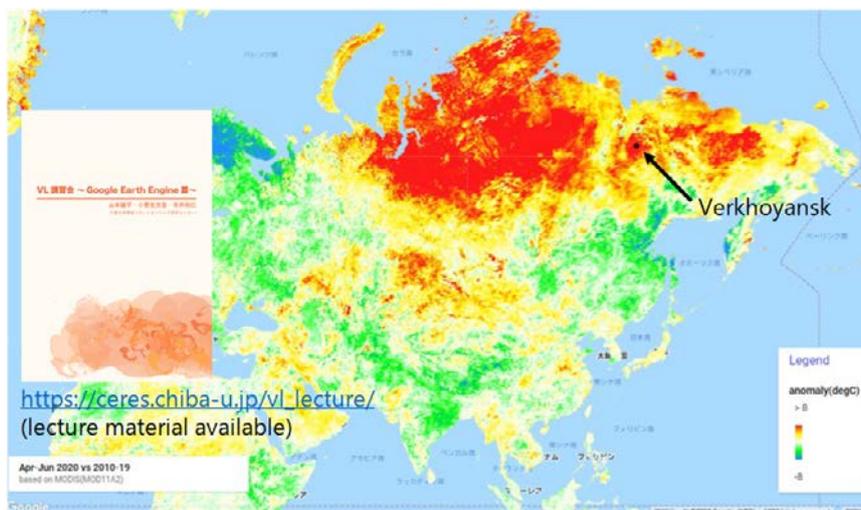


図1.2.2.-1. 2020年4-6月における地表面温度の偏差（2010-19年を基準とした）。地表面温度データとしてTerra衛星に搭載されたMODISセンサデータからのプロダクトを利用した。Google Earth Engineを用いて解析・作図を行った。

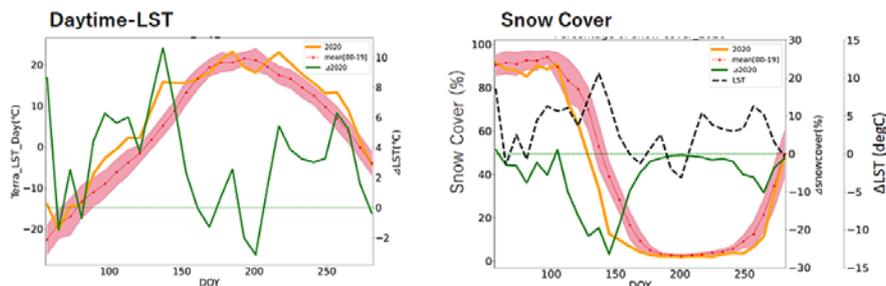


図1.2.2.-2. シベリア（西・中央シベリア）における地表面温度と積雪被覆率の季節変化。2020年と2000-2019年の比較として、2000-2019年の統計値を赤枠（平均は中心線）で記載し、2020年のみ単独で記載した。

グローバルな衛星観測データセットを利用した地球システム統合モデルを比較・検証では、陸域炭素循環に着目して、様々な参照データとESM（CMIP-6, CMIP-5, MIROC単独）との比較解析を行い、主に、CMIP-5の時代から現在のCMIP-6の時代において各地球システムモデルがどの程度向上しているか、そして、未だ改善が必要

なのはどの部分かなどの解析を行った。光合成量の空間分布に関して、機械学習による推定結果（FLUXCOMプロダクト）と、地球システムモデル・オフラインモデル（TRENDYモデル比較プロジェクト）の結果を比較した（図1.2.2.-3）。例えば、CMIP-5とCMIP-6モデルの平均値とFLUXCOMプロダクトの違いを比較すると、CMIP-5ではアフリカ・東南アジア・オーストラリアなど多くの地域でモデルが過大評価していた。一方CMIP-6では、CMIP-5に比較して、過大評価がかなり軽減された。従って、地球システムモデルの相互比較プロジェクトにおいて、最新のCMIP-6ではCMIP-5に比較して大幅な改善が達成されている。オフラインモデルであるTRENDYモデルにおいては、CMIP-6モデルに近いモデルの再現性となっている。ただしESMと違いTRENDY-6モデルでは気候データを入力として与えているために、CMIP-6のモデル再現性がTRENDY-6に近いことはCMIP-6モデルにおける気候パラメータがモデルでよく再現されていることを示している。MIROCモデル単体でみた場合には、MIROC-ES2Lでは、MIROC-ESMに比較して、北半球の中緯度・高緯度地域において、モデルと参照データとの値の違いが小さくなっている。また、熱帯地域や南半球については、MIROC-ESMとMIROC-ES2Lでは参照データとの開きが地域差はあるものの同程度である。また、CMIP-5、CMIP-6モデルと複数モデルの平均値で比較した場合は、モデル毎のバイアスを相殺するために、単独モデルの結果よりも観測を再現しやすくなっている。

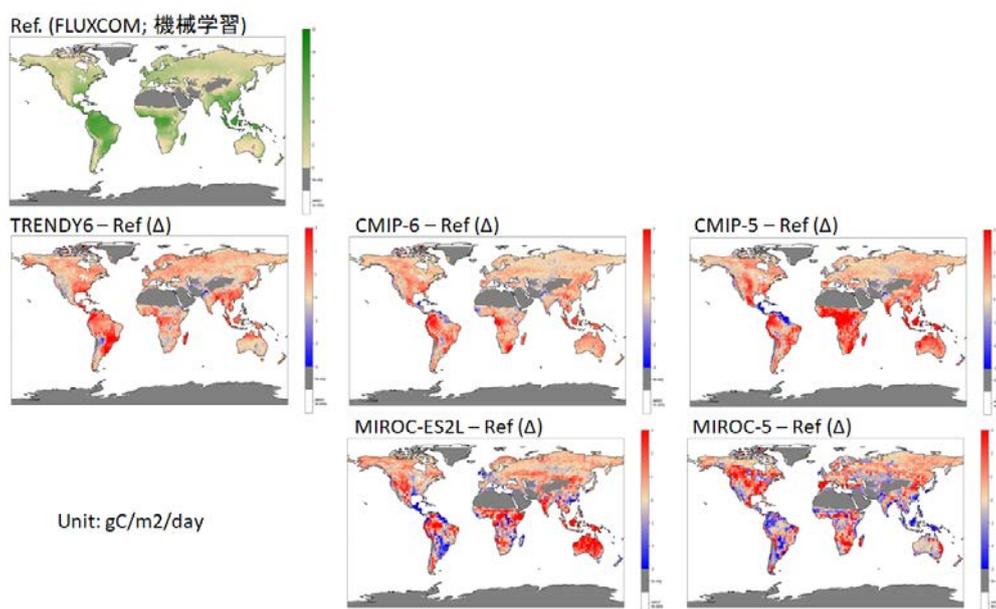


図 1.2.2.-3. 光合成量に関して、機械学習による推定結果（FLUXCOM）（Ref）の空間分布と、オフラインモデル（TRENDY6-Ref）、各種ESM（CMIP-6（CMIP-6-Ref）、CMIP5（CMIP-5-Ref）、MIROC-ES2L（MIROC-ES2L-Ref）、MIROC-ESM（MIROC-5-Ref））と機械学習による推定との差。2001–2005年の期間の年平均を表示。

◆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）

これまでの当研究室のリモートセンシング技術を基盤に、新たな地上リモートセンシング観測網（international Air quality and SKY research remote sensing network; A-SKY）を立ち上げた。このアイデアは、これまで実施してきたMAX-DOAS法とスカイラジオメーターの同時観測から生まれた。このユニークな同時観測は既に5地点で実施され、新しい知見が得られている。例えば、千葉サイトにおける長期観測からは、2013年から2019年にかけて、大気境界層内の二酸化窒素（NO₂）やホルムアルデヒド（HCHO）の濃度は6–10%/年の割合で減少したが、オゾン濃度はほぼ横ばいの変動を示したことが分かった。そのような揮発性有機化合物が律速となっているオゾン生成レジームでは、MAX-DOASのHCHOとNO₂の濃度比は1以下を示すことが分かった。また、スカイラジオメーターによるエアロゾルの光学パラメータのカラムデータに加え、MAX-DOAS法によるエアロゾル消散係数（AEC）の高度分布、さらには、地表のPM_{2.5}重量濃度とBCの重量濃度の観測も同時に実施し、特に紫外域での観測を活用してこれまでにない詳細な解析を行った。スカイラジオメーターとMAX-DOAS法による観測を組み合わせ、大気中の相対湿度や高度分布の形状などを考慮した後、高度0–1 kmの微小粒子エアロゾル光学的厚さ（fAODpc）を導出した。すると、fAODpcは全高度の微小粒子エアロゾル光学的厚さ（fAOD）よりも地表のPM_{2.5}重量濃度と良く相関することが分かった。同様に、高度0–1 kmの微小粒子

の光吸収エアロゾル光学的厚さ (fAAOD_{pc}) も全高度の微小粒子の光吸収エアロゾル光学的厚さ (fAAOD) よりも地表のBC重量濃度と良く相関することが分かった。

我々は異なる方位に向けた4台のMAX-DOAS装置を組み合わせた新しい地上リモートセンシング手法 (ground-based 4-different-azimuth-viewing Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy; 4AZ-MAXDOAS) を開発し、それによる観測を千葉にて実施した。4AZ-MAXDOASによる観測から、千葉周辺において対流圏NO₂カラム濃度に有意な水平分布の不均一性があることが分かった。そのうえで、TROPOMIの衛星データと比較を行い、TROPOMIの対流圏NO₂カラム濃度データは平均で53%、負のバイアスがあることが分かった。また、このバイアスは水平分布の影響だけでは説明できないことも分かった。MAX-DOASからリトリバルされたNO₂の高度分布とTROPOMIのアベレージングカーネルを使った補正を試みたところ、バイアスは30%まで改善された。このように、本研究はバイアスを評価するだけでなく、4AZ-MAXDOASによる検証と補正方法の有効性を支持した。

2020年上半旬に新型コロナウイルス感染拡大措置に伴うNO₂の大気中濃度レベルの明瞭な低下が起きたことを定量的に評価した。しかしながら、2020年の年平均値で見ると濃度減少は極めて限定であったことも分かった。また、千葉においてNO₂濃度のweekend effectを調べたところ、2020年は近年の中で最大となっていることが分かった。

TROPOMIについては、TROPOMIのHCHOの対流圏カラム濃度データを使って化学輸送モデルCHASERの評価を実施した。評価するにあたりTROPOMIのアベレージングカーネルを適用した。CHASERはHCHOの空間分布を良く再現することが分かった ($R \sim 0.7$)。とりわけ、中国東部、アメリカ西部、南アメリカでは R は0.9ととても高かった。他方、モンスーン期 (6 - 8月) においてインドと東南アジアでは負の相関を示した。

LEDを光源としたアクティブセンサーによる地表付近の3波長 (405, 455, and 505nm) のエアロゾル消散係数の連続測定方法の開発も進めた。また、千葉における多種の観測機器を利用して、全天日射量からPARを推定する方法の開発も進め、10%以内の誤差で推定できることが分かった。

グローバル観測を行った人工衛星GOSATの温室効果ガス観測センサ (TANSO-FTS) の短波長赤外バンドのメタンカラム濃度データを解析したところ、熱帯域では、メタンカラム濃度は北半球のほうが南半球より高かったことから、OHラジカルの季節変動に加えて、中緯度からの移流の影響を受けていることが示唆された。また、メタン放出源として重要と考える5つの地域 (東・西シベリア、中国、インド、インドネシア) に着目したところ、期待したとおり、OH濃度の変動では説明できない特徴的な季節変動が見出された。特に、シベリアにおいては7 - 8月に極大となる明瞭な季節変動が認められた。これはタワーで観測された季節変動とも整合していた。さらに、国際相互比較実験で評価されている大気化学輸送モデル (ACTM) のフォワード計算とインバージョン計算 (地上観測を利用し放出量を調整) の結果との比較をしたところ、インバージョン計算の方がGOSATデータの季節変動をよりよく再現したことが分かった。このことから、モデルに利用したシベリアでの放出量の推定値に季節変動の観点から改善の余地があることが分かった。このように大気中メタン濃度の季節変動に関わる新しい知見を得ることができた。

◆1.2.4. インド上空におけるメタンの水平・鉛直輸送と濃度の季節変動の関係について (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はメタンの大気中濃度の高度分布を観測することができる [Saitoh et al., 2009, 2012]。大気中のメタンは、放射強制力において二酸化炭素に次ぐ主要な温室効果ガスであり、特にアジア域はメタンの一大放出源である。南アジアの水田や家畜からは膨大な量のメタンが放出されているが、メタン放出源の多くはメタン生成菌等の生物由来であるため発生プロセスが複雑であり、放出量推定には未だ不確実性が大きい。さらに、南アジアはアジアモンスーン循環に伴う強い上昇流のため、地上で発生した物質が容易に上空に輸送される特異的な領域であり、地上で放出された高濃度メタンがどの程度上空に運ばれ、またその影響がどの程度の範囲に及ぶのかについて、観測に基づく確かな知見は得られていない。そこで、本研究ではインドに着目し、GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドのV1プロダクト [Saitoh et al., 2016] と大気化学輸送モデルMIROC4-ACTM (MIROC4.0-based Atmospheric Chemistry-Transport Model) [Patra et al., 2018] のメタンデータを用いて、メタンの季節別・高度別の濃度変動を調べた。

図1.2.4-1に、インドの各領域でのメタン濃度の高度分布を示す。左図がプレモンスーン期 (4 - 6月)、右図がモンスーン期 (7 - 9月) である。地表付近の濃度ピークはローカルなメタン発生源の影響を受けたものであり、150 - 200hPa付近の濃度ピークはモンスーン循環に伴う上昇流による高濃度メタンの輸送を反映している。

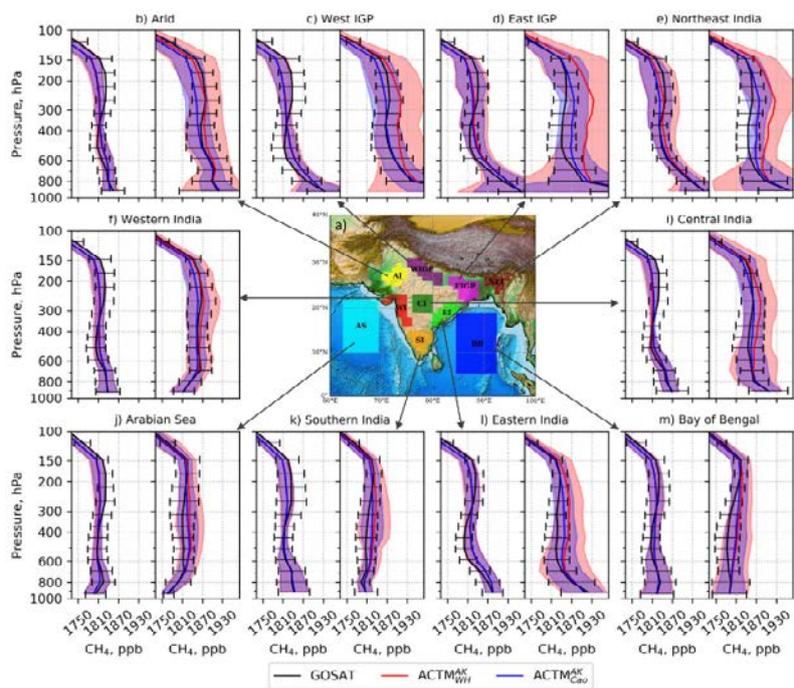


図1.2.4-1. (左) プレモンスーン期 (4 – 6月)、(右) モンスーン期 (7 – 9月) におけるGOSATおよびMIROC4-ACTMのメタン鉛直濃度分布。実線は平均値、横線および影はそれぞれの1 σ を示している [Belikov et al., 2021, Fig. 8]。

図1.2.4-2に、インドの典型的な3領域におけるメタン濃度の高度分布の時系列を示す。インド・ガンジス平野 (c) では農業が盛んであり伝統的なバイオ燃料が使用されていることからメタンの発生量が多い。この領域での下部対流圏 (~850hPa) の卓越風は北風・北西風であり風速も弱いことから東部では地表付近に高濃度メタンが溜まる傾向にある。Arid India (インド北西部の乾燥地帯) (b) においてはメタンの発生量は極端に多くないものの、上昇流によってメタンが比較的高濃度な空気塊が上空に輸送されている。どの領域においても、GOSATの先験値であるNIES-TM05 [Saeki et al., 2013]は対流のパラメタリゼーションが不十分なためにモンスーン循環に伴う上昇流が明らかに弱いことがわかる。GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドによる観測によって先験値が「修正」され、どの領域についてもモンスーン循環に伴う上昇流がより強化される傾向になり、MIROC4-ACTMのシミュレーション結果とよい一致を示すようになった。

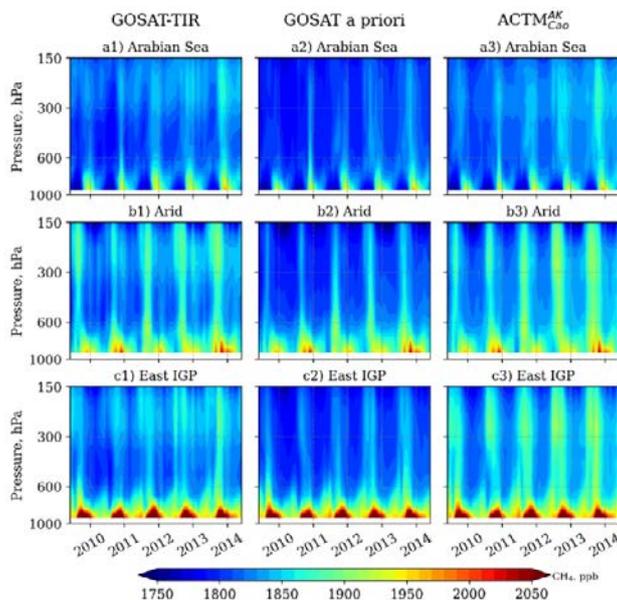


図1.2.4-2. a) アラビア海、b) Arid India (インド北西部の乾燥地帯)、c) インド・ガンジス平野東部におけるGOSAT、GOSAT先験値 (NIES-TM05)、MIROC4-ACTMのメタン鉛直濃度の時系列 [Belikov et al., 2021, Fig. 10]。

本研究の成果はRemote Sensing誌に掲載される予定である (Belikov et al., “GOSAT CH₄ Vertical Profiles over the Indian Subcontinent: effect of a Prior and Averaging Kernels for Climate Applications”, accepted)。

謝辞：本研究は（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20182002）の支援を受けて実施しました。

◆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2020年度の研究から、3件の成果を報告する。

[大規模数値シミュレーションとデータ同化による地球環境・災害予測に関する研究]

近年、気候変動の影響とみられる台風や線状降水帯などの激しい水災害が世界中で問題となっている。毎年のように豪雨・洪水・氾濫が発生しており、千葉県における令和元年房総半島台風の被害も記憶に新しいところである。豪雨や洪水等の気象・水文予測精度を向上し、予測情報をダム操作などによる制御・緩和へ活用することは、急務な社会的使命でもある。我が国では、フラグシップスパコン「京」や「富岳」に代表される大型計算機により、世界最高峰の計算科学・研究環境が整っている。本年度は、JAXAのスーパーコンピュータ上で実運用されている全球天気予報システムNEXRA (<https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/>) のシステムの高度化や実運用化を果たした。全球天気予報の研究推進には、(i) スパコンを使用するテクニカルな計算機技術、(ii) 並列計算・計算高速化のためのアルゴリズム実装力、(iii) データ同化研究を進める統計数理、(iv) 気象に代表される地球環境への造詣、(v) ユニークな軌道をとる衛星観測を活用するデータ処理などの知識・技術が必要であり、非常に高度な技術開発になっている。JAXA天気予報は、Kotsuki et al. (2019) による基盤システム開発以後も発展を続け、2020年度には成果をまとめたレビュー論文を発表すると共に、理研・千葉大・東京大・JAXAと共同でプレスリリースを行った (図1.2.5-1)。システムの実時間運用は、予期せぬ計算機ダウン・データ配信遅延などトラブルがつきものである。科学成果ではないものの、障壁をクリアしつつ安定運用を続けている点も、社会貢献の観点からは価値が高い。

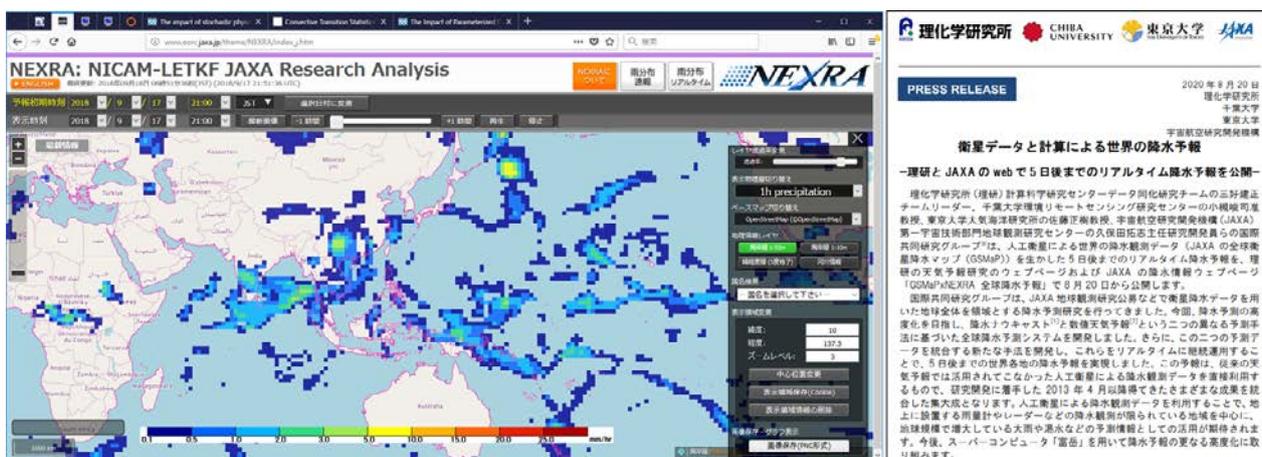


図1.2.5-1 JAXAスパコンで稼働中の天気予報システムNEXRAのWEB (<https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/>) と 理研・千葉大・東京大・JAXAとの共同プレスリリース (2020年8月20日；千葉大HPより引用)。

[深層学習による台風検知研究と今後の発展]

畳み込み深層学習器 (Convolutional Neural Network; CNN) による、台風・非台風診断器の開発を行った。機械学習による台風検知は古典的な研究課題であるが、取り組んだ結果CNNによる雲画像からの台風発見は、想定以上に困難であることが分かった。CNNは、画像からの「部分的な特徴パターン」を見つけ、それらと正解ラベルとの結び付けを行う、と言ったタスクに有効であり、この特性は手書き文字認識などの問題で遺憾なく発揮される。その一方で、台風を見分ける際には、「部分的な雲パターン」にはあまり本質的な情報が無い。その代わりに画像全体を捉える必要があるのだが、これはCNNの比較的不得意とするタスクになる。そこで、台風・非台風画像の特徴量を2次元空間にマッピングして (図1.2.5-2)、その特徴量を活用する新しい台風・非台風発見器を開発した。その技術詳細については、これから論文化のため本稿では割愛するが、この開発により台風検知率の有意な向上を確認している。

こういった深層機械学習の進展が認められ、2021年4月から気象庁・気象研究所と「深層学習技術等を用いた衛星データ同化の高度化に関する研究」を進める共同研究契約を締結した。この共同研究では、人工衛星ひまわりを深層学習・情報圧縮により有効に用いることを目標にしており、3年後の現業化を目指した共同研究となっている。気象学に携わる研究室として、「自分たちの知見を現業天気予報に活かせるチャンネルの獲得」は大きなチャンスであり、この共同研究を通して国民に行きわたる実天気予報への貢献が期待される。

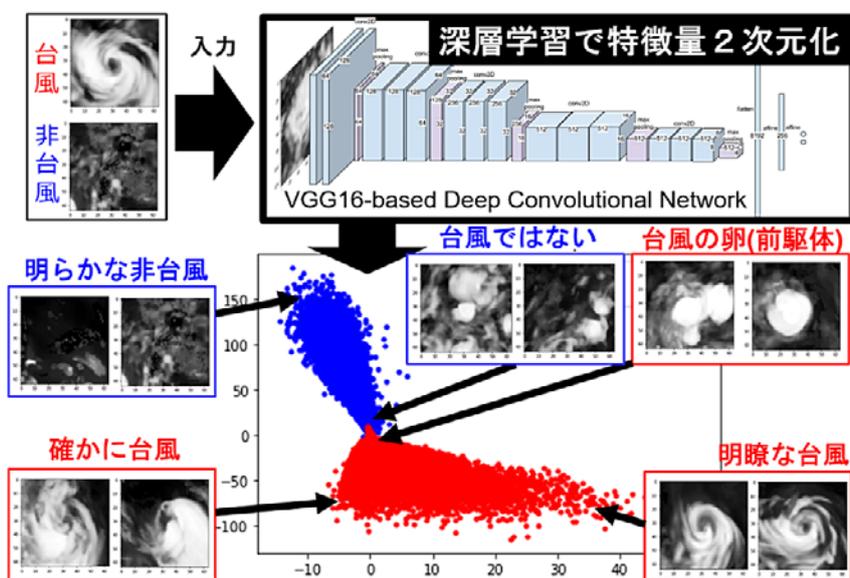


図1.2.5-2. (上) 深層学習器を用いた台風診断の1例。小槻修士1年の土屋が卒業研究で取り組んだ内容であり、深層学習による台風特徴量を二次元特徴量空間にマッピングしたものである。二次元空間における赤が台風画像、青が非台風画像であり、学習機械が両者を区別しようとしている様子が見て取れる。

[密な観測を同化する新しい数的手法開発]

天気予報研究分野において、同化する観測数を減らすことにより精度改善を果たせるということは、一般に知られる事実であり、その情報抽出限界の解明を進めた。この研究は、数理的な研究であり、基本的に数式展開で原因を解明し、その問題を解決する新手法を検討した。その上で、簡易力学モデルLorenz-96で新手法の効果を実証した。

良く用いられるデータ同化手法LETKF (局所変換カルマンフィルタ; Local Ensemble Transform Kalman Filter) は、各格子点でアンサンブル変換カルマンフィルタ (ETKF) を解く。一般にデータ同化は、モデル空間と観測空間の間に解を得るが、ETKFはアンサンブル空間と観測空間の間に解を得る。アンサンブル空間はアンサンブル予報から得られる予報摂動 (Xb) によって張られており、この予報摂動によってアンサンブル空間とモデル空間は繋がる。ETKFは、その解法の中で、アンサンブル数×アンサンブル数の行列を固有値分解する必要がある (図1.2.5-3の緑ラベル部分)。データ同化に用いられるアンサンブル数が、観測数よりも少ない時に、ETKFの中で解かれる固有値が過大評価され、過少分散・過少インクリメントに繋がることを数学的に示した。この発見は、データ同化研究コミュニティでよく知られる、過少分散・過少インクリメントに対する数学的裏付けを与えるものであり、理論的に価値が高いと考える。この問題を解決するために、同化時刻ごとに得られる予報摂動に、気候値的な予報摂動を加え、背景誤差共分散のランクを増加させる新しい手法を考案した。

Lorenz-96モデルを用いた実験により、この新手法が、アンサンブル数が少ない時のデータ同化に非常に有効であることが示された。今後全球大気モデルを用いて実証実験を進めたうえで、論文執筆を予定している。

Definition $\delta \mathbf{X}^b / \sqrt{m-1} \equiv \mathbf{Z}^b$

Analysis Equation *eigenvalue decomposition*

$$\begin{aligned} (\tilde{\mathbf{P}}^a)^{-1} &= \mathbf{I} + (\mathbf{H}\mathbf{Z}^b)^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H}\mathbf{Z}^b = \mathbf{I} + \mathbf{C}\mathbf{T}\mathbf{C}^T = \mathbf{C}(\mathbf{I} + \mathbf{T})\mathbf{C}^T \\ \Leftrightarrow \mathbf{Z}^a &= \mathbf{Z}^b \mathbf{C}(\mathbf{I} + \mathbf{T})^{-1/2} \mathbf{C}^T \quad (1) \text{ Eigenvalue determines amplitude of posterior ptb.} \\ & \quad \text{(e.g., larger } \gamma \rightarrow \text{ smaller analysis ptb.)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{rank} \left[(\mathbf{H}\mathbf{Z}^b)^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{H}\mathbf{Z}^b \right] &= \min[\#\text{dim}, \#\text{ens}, \#\text{obs}] \rightarrow \text{usually } \#\text{ens} \\ (2) \text{ the number of eigenvalues of } \mathbf{T} &= \#\text{ens} \end{aligned}$$

Sum of eigenvalues of \mathbf{S} = trace of \mathbf{S}

$$(3) \text{ sum of eigenvalues of } \mathbf{T} = \text{trace of } \mathbf{R}^{-1/2} \mathbf{H}^T \mathbf{P}^b \mathbf{H} \mathbf{R}^{-1/2} \text{ (fixed)}$$

**★1: Overestimated eigenvalues if $\#\text{ens} < \min(\#\text{dim}, \#\text{obs})$
(i.e., overconfident & underspersive)**

★2: Underestimated analysis increments since $\mathbf{K} = \mathbf{P}^a \mathbf{H}^T \mathbf{R}^{-1}$

図 1.2.5.-3. 情報抽出限界の数理的理解。ETKFは予報摂動により背景誤差共分散を近似する。アンサンブル数が観測数よりも少ない時に、ETKFの中で解かれる固有値分解の固有値が過大評価され、過少分散・過少インクリメントに繋がる。投稿準備中の論文、Kotsuki and Bishop (2021) から引用。

◆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

(市井和仁、樋口篤志、齋藤尚子、入江仁士、小槻峻司、山本雄平、竹中栄晶、豊嶋絃一)

[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2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2年度は4月から竹中栄晶博士がVL特任助教としてJAXA EORCより異動してきた。加えて本年度はVL幹事校としてVL講習会および協議会を開催した（1.2.6.6.）。

◆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)

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1.2.6.1-1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3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://meteosa1.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への移行は2020年度へ持ち越しとなったが、過去分に関しての計算は完了し、現在両Version (V01: V20151105, V02: 20190123) の両方を準リアルタイムで処理を行い、公開している。

◆1.2.6.2. VLにおけるSKYNETの活動報告 (入江仁士)

気候変動予測に最大の不確実性をもたらす、健康にも顕著な影響を及ぼす大気中エアロゾルについて、CERES主導の地上リモートセンシング観測網における集中観測や長期連続観測から、今後のブレイクスルーに繋がりが得る新たな知見を得た。SKYNETの日本サイトのエアロゾル光学的厚さ (Aerosol Optical Depth; AOD) の長期連続データ (2011-2019年) を解析したところ、年率約1%の割合でAODが減少している傾向が見い出された。MODIS衛星データも同様の減少傾向を示した。また、中国大陸や日本では広域にわたってAODが減少していることも分かった。さらには、経度方向に延びるAODが高い領域 (これをAODベルトと名付けた) が海洋上で顕在化しており、それが日本では仙台付近の緯度帯を通ることが分かった。トラジェクトリー解析やラグランジュ型粒子拡散モデルなどにより、このAODベルトは越境汚染の影響によって生じていることが分かった。2011-2014年と2016-2019年の各4年間のMODISのAODデータを比べてみたところ、AODベルトが北側にシフトして、仙台的北側より南側の減少割合の方が大きくなっていることが示唆された。

SKYNET千葉サイトのスカイラジオメーターの15年間の長期観測から、光吸収性エアロゾルの判別に有効とされている光吸収オンゲストローム指数 (AAE) を計算した。その結果、千葉の大気中にはブラックカーボン (BC) 以外にもブラウンカーボン (BrC) が存在していることが分かった。次に、そのBrCの光吸収量を定量的に評価するために、BCとBrCの光学特性の違いを利用して、それぞれの光吸収のエアロゾル光学的厚さ (AAOD) を求めた。このようなBCとBrCのAAODの導出は先行研究でも行われてきたが、導出の際に用いる

BCのAAEに、理論的な値や複数地点の観測から求めた値が使用されており、地域特有のBCの光学特性が厳密には反映されていなかった。本研究では地域のBCの光学特性を反映させるために、BCのAAEをその地域の長期観測から求めたうえでBCとBrCのAAODを導出する方法を開発した。この方法で解析した結果は、同じ千葉の観測点で異なる観測機器・手法で求められた先行研究の結果と整合し、本研究で得られた結果が妥当であることが確認できた。さらに、解析した波長全体の340~870nmにおいて、全AAODの12.5%はBrCの寄与と導出され、千葉において、BrCはエアロゾル全体の光吸収に無視できない量の影響を与えていることが分かった。

SKYNET千葉サイトにおいてはまた、スカイラジオメーターによるエアロゾルの光学パラメータのカラムデータに加え、MAX-DOAS法によるエアロゾル消散係数(AEC)の高度分布、さらには、地表のPM_{2.5}重量濃度とBCの重量濃度の観測も同時に実施し、特に紫外域での観測を活用してこれまでにない詳細な解析を行った。スカイラジオメーターとMAX-DOAS法による観測を組み合わせ、大気中の相対湿度や高度分布の形状などを考慮した後、高度0-1kmの微小粒子エアロゾル光学的厚さ(fAOD_{pc})を導出した。すると、fAOD_{pc}は全高度の微小粒子エアロゾル光学的厚さ(fAOD)よりも地表のPM_{2.5}重量濃度と良く相関することが分かった。同様に、高度0-1kmの微小粒子の光吸収エアロゾル光学的厚さ(fAAOD_{pc})も全高度の微小粒子の光吸収エアロゾル光学的厚さ(fAAOD)よりも地表のBC重量濃度と良く相関することが分かった。このfAAOD_{pc}とBC重量濃度の関係は、同化モデル(MERRA-2; Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2)によって良く再現されることが確認され、さらにはBCの質量光吸収断面積も近い値を示すことも分かった。本研究は、用いられた異なる観測方法およびMERRA-2のあいだの整合性を支持した。また、紫外域に対する光吸収エアロゾルの感度を活用した観測、さらには、スカイラジオメーターとMAX-DOAS法による同時観測が高い有効性を有することを支持した。これらの新しい知見は、宇宙からの地表付近のPM_{2.5}やBC重量濃度の見積りもりのこれまでにない詳細な評価を可能とすることが期待される。

MERRA-2のAODおよびAAODのデータ質の検証を、2009-2019年のSKYNETピマイサイト(タイ)においてもスカイラジオメーターとMAX-DOAS法による同時観測を活用して実施した。すると、MERRA-2の3つのプロダクト(AOD, AAOD, AEC)はスカイラジオメーターやMAX-DOASのデータと良く相関したことが分かった。しかしながら、それぞれ、13%、34%、58%、過小評価していることが分かった。乾季において、MERRA-2が示すAECが最大となる高度はMAX-DOASが示す高度よりも高いことが分かった。これは、MERRA-2においてシミュレーションされたエアロゾルの高度分布に大きな不確実性があることを示唆する。このように、我々の観測はとりわけバイオマスバーニングによる影響を強く受ける地域でのMERRA-2によるシミュレーションやエミッションインベントリーの検証に役立つことが示された。加えて、季節変化の観点から解析を行ったところ、エアロゾルの季節変化をもたらすエアロゾルの主成分は有機エアロゾル(OC)と硫酸エアロゾルであることが分かった。OCのAODは乾季には全AODの50%を占めることが分かった。硫酸エアロゾルは一年を通じて高く、全AODの25%を占めることが分かった。とりわけ、9月から11月にかけてインドシナ半島の北東域では硫酸エアロゾルの割合は75%にも達していることが分かった。これは、中国からの越境大気汚染の影響であることが分かった。その影響により、近年、ピマイやインドシナ半島の北東域においてAODに負のトレンド(それぞれ年率1.0%と1.2%)が中国国内のトレンドと同様に生じていることが分かった。

SKYNETの複数のサイトにおけるスカイラジオメーターによる観測からリトリーバルされたエアロゾルのパラメータを異なるエアロゾルタイプに分類して各サイトのキャラクタリゼーションを行うために、k-means法クラスタリングアルゴリズムの開発を行った。開発したアルゴリズムや設定パラメータを確認するために、まず本手法を過去10年間のAERONETの12万個にもおよぶデータに適用し、その結果を先行研究の結果と比較した。とりわけ本手法により分類されたバイオマスバーニングや都市域のクラスターにおいて、先行研究と同様の得ることができた。このことは、本手法が少なくともそれらのクラスターの分類を行うために有効であることを支持する。

◆1.2.6.3. ひまわり8号を用いた2018年猛暑時における日本周辺地域の地表面温度解析 (山本雄平)

2018年の7月中旬から8月上旬にかけて、日本や朝鮮半島周辺は記録的な猛暑に見舞われた。気象官署で猛暑日として記録された観測地点数は1976年以降最大となり、厚生労働省の人口動態統計月報によると熱中症が原因の死亡者数は約1450人にも及んだ。この猛暑の形成要因や特徴に関しては、大気循環場の視点から様々な議論がなされている一方で、猛暑が陸面環境に及ぼす影響については、都市の暑熱環境の悪化や森林・農地の高温・乾燥ストレス等の評価において重要であるものの、これを広域的に行った研究例はない。

本研究では、ひまわり8号を用いて2018年の猛暑時における地表面温度(Land Surface Temperature: LST)環境を調べた。ひまわり8号の10分という高頻度性を活かすことができれば、暑熱環境を日最高・日最低温度に近い値で評価することが可能となるほか、植生域においては高温・乾燥ストレスによる特有の温度変化

を捉えられる可能性がある。LSTの「日変化特性」に着目した解析アプローチを試みることで、猛暑時におけるLSTの時空間変動特性を明らかにするとともに、高時間分解能を活かした新たな陸面熱環境の解析手法を呈示することを目的とした。

日ごとのLSTデータに熱力学モデルの一つであるDiurnal Temperature Cycle (DTC) モデルを適用し、LSTの日変化をモデル化した。モデル化によってLSTの日変化の波形を形成する特徴量を抽出し、その特徴量が猛暑時と平常時とでどのように異なるのかを調べた。本解析で用いた特徴量は5つ (T_{max} : 日最高LST、DTR: 日較差、 k : 減衰定数、 t_m : T_{max} に達した時刻、 t_s : 大気による冷却が始まった時刻) である。図1.2.6.3-1に T_{max} とDTRの平常時と猛暑時の空間分布を示す。2018年の猛暑時には日本・朝鮮半島のほぼ全域で両パラメータの上昇がみられた。 T_{max} の上昇は特に朝鮮半島で顕著であった。植生域に着目すると、日本・朝鮮半島とともに乾燥化を示唆するDTRの大きなアノマリが確認された。 T_{max} やDTRの日ごとの変動が植生の光合成活動に関係しているかどうかを、韓国の地上フラックス観測データと比較して調べたところ、総一次生産量や潜熱フラックスとの相関がみられ、その相関の良し悪しは植生タイプによって異なっていたことが明らかとなった。

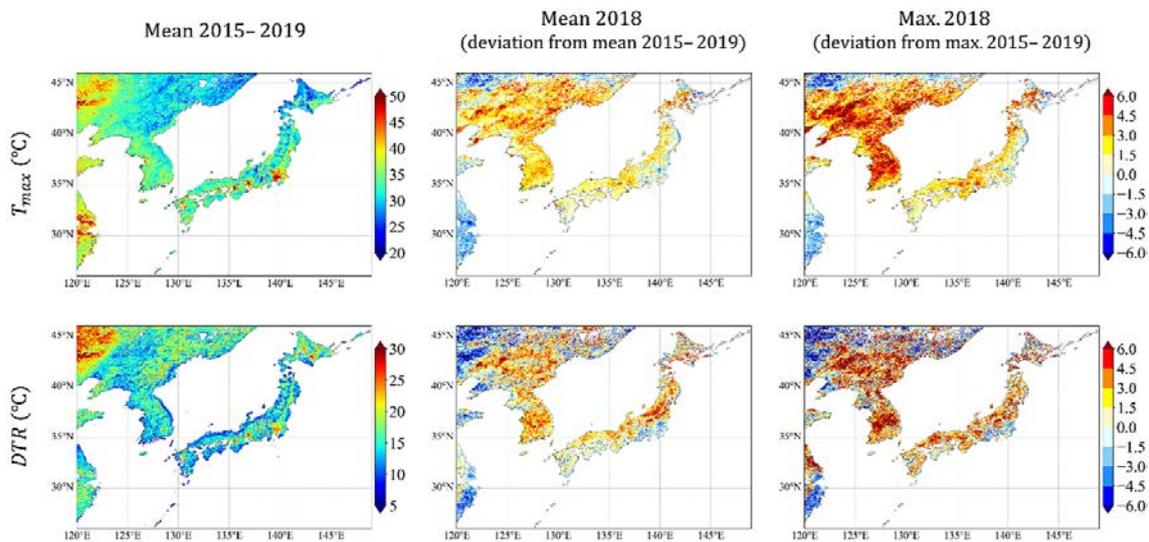


図1.2.6.3-1. T_{max} とDTRの空間分布。左図は平常値の分布として扱い、2018年を除く2015年から2019年までの4年分の晴天日のLSTデータから算出した。中央図は2018年の平均値コンポジットの平常値からの偏差であり、右図は偏差を最大値コンポジットでとったものである。

◆1.2.6.4. 静止衛星による太陽放射量の準リアルタイム解析 (竹中栄晶)

CEReSデータベースにて公開しているAMATERASSデータセットの学外からのダウンロード統計が2021年3月末時点で8,700万回を越えた。図1.2.6.4-1に年度毎の統計値を示す。

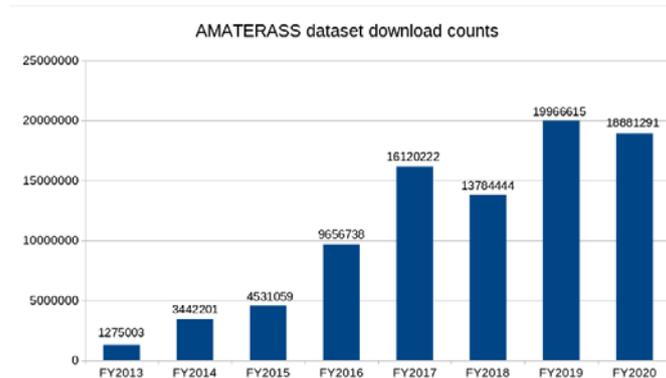


図1.2.6.4-1. CEReSデータベースにて公開されているAMATERASSデータセットのダウンロード数推移。東日本大震災を契機として日射量データの太陽光発電への応用が始まりデータ利用は増加した。2021年度末までの累積ダウンロード数は8,700万回を越えている。

AMATERASSは地球の放射収支の解明を目的として2006年より開発が開始された。初期の基礎研究では放射伝達コードRSTARを用いてSKYNET地上観測地点における日射量の解析が実行された。さらに放射伝達計算を簡略化せずに高速化する手法を開発したことで、静止衛星観測データを用いた広域の解析を高時間分解能で実行することが出来るようになった (Takenaka et. al., 2011)。静止衛星『ひまわり』による準リアルタイム解析は2007年7月7日より開始されている。その後、継続的にひまわり7号、8号とアップデートが行われ、現在では13年を越えるアーカイブが存在する。図1.2.6.4.-2に2021年3月31日12:00における、時間解像度10分による準リアルタイム日射量解析例を示す。過去にはGOESやMETEOSATなどの静止衛星を連携した全球解析の結果を用いて気候モデルの検証なども行われたが、2011年3月11日に発生した東日本大震災により、再生可能エネルギーである太陽熱及び太陽光発電出力の把握や予測などの要望が高まりAMATERASSデータの利用は増加した。経済産業省新エネルギー等共通基盤整備促進事業「中高温太陽熱利用調査及び各種システム評価法開発」やJST/CREST研究領域「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」など、再生可能エネルギーに関する複数のプロジェクトで基礎データとして利用され現在に至る。

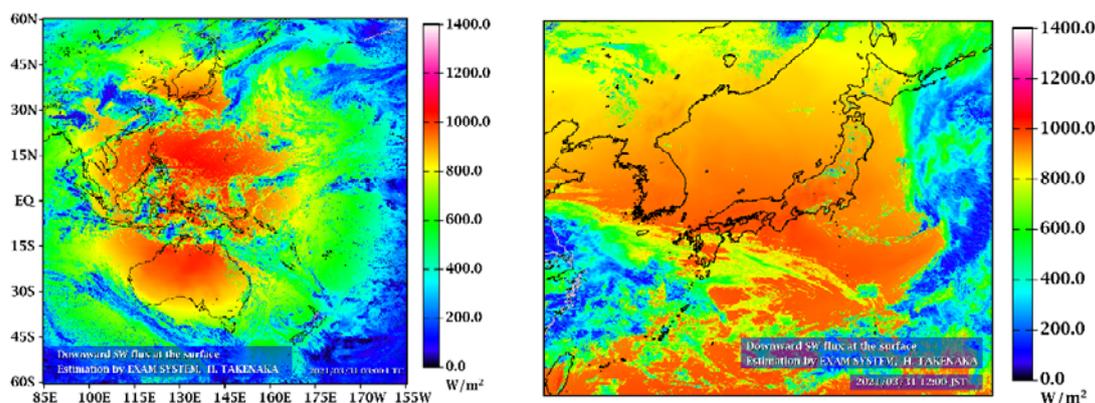


図1.2.6.4.-2. AMATERASSによる10分毎の準リアルタイム日射量の解析例 (2021年3月31日12:00)。左：4×4 km解像度広域プロダクト 右：1×1 km解像度日本領域プロダクト。

図1.2.6.4.-3に時間解像度2.5分による日射量及び太陽光発電出力の準リアルタイム解析例を示す。現在では全てのプロダクトが衛星観測から約10分後に利用可能となっている。2020年度はコロナウィルスの影響で対面の打ち合わせが制限されたが、オンラインを活用し様々な研究者と継続的に議論を続けたためデータの利用は昨年と同水準となり、2021年度にはダウンロード回数が1億を越えると予測される。2020年度におけるAMATERASSデータの主な利用例としては、クラスタリングに基づく日射量のモデル予測誤差解析に関する論文が公開されている (Watanabe et. al., 2020)。

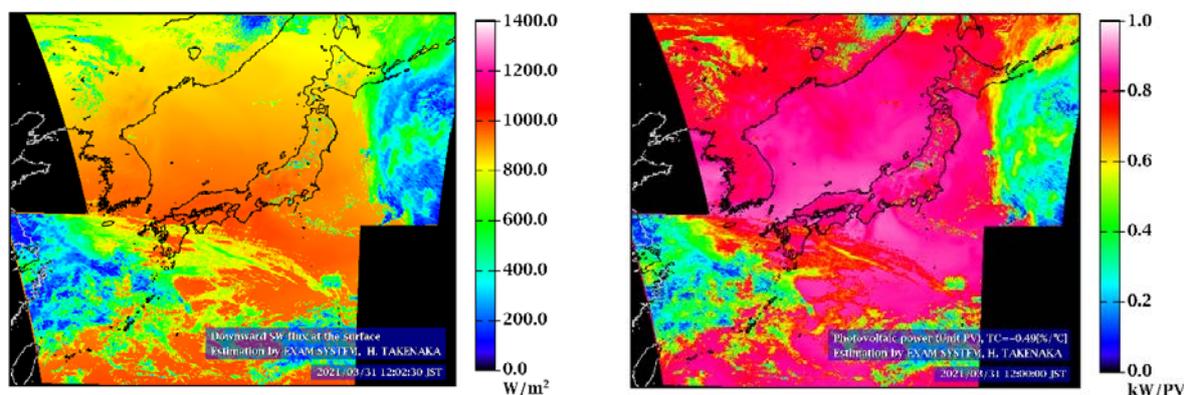


図1.2.6.4.-3. AMATERASSによる2.5分毎の準リアルタイム日射量及び対応する太陽光発電出力の解析例、1×1 km解像度 (2021年3月31日12:00分)。

またAMATERASSのアルゴリズムにおける前処理段階で衛星の姿勢変化等による位置情報を補正するアルゴリズムが適用されている。太陽放射は雲などの大気要素で時空間的に変動が大きいため、高精度な推定を行うためには衛星データの位置精度、即ち衛星の高精度なナビゲーション情報が不可欠である。『ひまわり』に代表さ

れる静止衛星は約36,000km上空から地上を観測するため些細な変化が位置精度を下げる。これに対処するため、位相限定相関法（Phase Only Correlation: POC）を応用した位置精度補正アルゴリズムを開発している。今年度は節目としてこのGeoCorrアルゴリズム開発の論文も公開した（Takenaka et. al., 2020）。図1.2.6.4-4に位相限定相関法による解析の一例を示す。GeoCorrはShuttle Radar Topography Mission (SRTM) データから作成した基準地形と静止衛星データのPOCを取ることで誤差を推定するが、相互相関法などの手法と異なりピクセル値そのものに依存しないことから鋭いピークを得ることが出来る。従って算出手法による解の曖昧さは排除されている。この手法は多くの静止衛星データに適用可能となっている。静止衛星は地球を円形のディスクイメージとして観測する。GeoCorrによって推定される位置情報の誤差は静止衛星が観測するディスクイメージに対する誤差となる。従ってGeoCorrによって算出された誤差が小さい値であってもディスクの外周に向かって誤差が拡大していく。図1.2.6.4-5にGOES-16への適用例を示す。この例ではサンフランシスコ周辺で5 kmを越える誤差が確認されていることが分かる。

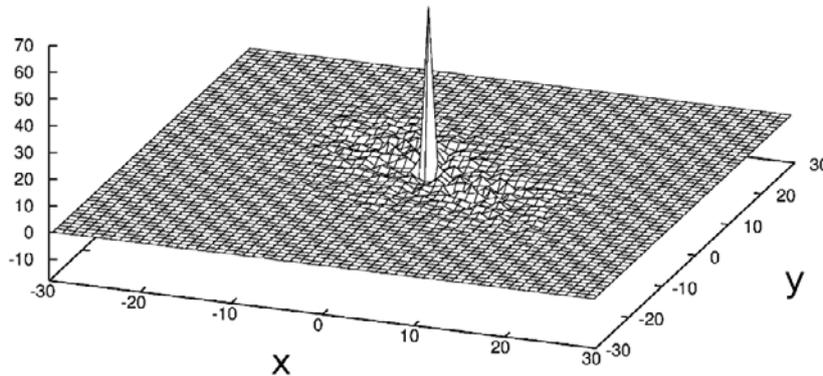


図1.2.6.4-4. 位相限定相関法による計算結果。ピクセル値そのものに依存する相互相関法等と異なり、鋭いピークを得ることが可能であるため高精度な解析に適している。

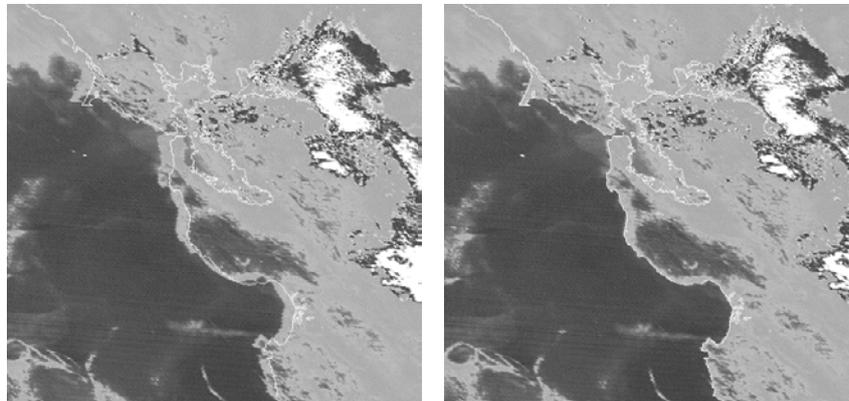


図1.2.6.4-5. GeoCorrによるGOES-16データの補正例。静止衛星は地球を円形のディスクとして観測するため直下点付近の誤差は比較的小さいが、特にディスクの外周に向かって誤差は拡大する。左：RAWデータ 右：補正後

GeoCorrの適用による静止衛星観測データのGriddedフォーマットデータセットもAMATERASSと同様にCEReSデータベースより公開されているが、2021年3月末時点で『ひまわり』8号Griddedデータの学外からのダウンロード統計は6,200万回を越えている。またこのアルゴリズムは共同研究としてNASA Ames研究センターの静止衛星プロダクトにも適用されている（Wang et. al., 2020）。また、NASAとの共同研究の成果としてGeoCorrを適用したアマゾン熱帯雨林における植生指標の季節変動に関する論文が公開された（Hashimoto et. al., 2020）。AMATERASSによる日射量推定ではEXAM SYS.による高速な放射計算が重要な要素となっている。過去に開発した歪誤差逆伝播法（Distortion Back-propagating method）は放射フラックスの計算を高精度に学習することで1,000倍程度の高速化を実現し、AMATERASSにおける2.5分毎の日射量準リアルタイム解析を実現している（Takenaka et. al., 2011）。今年度は新しい学習アルゴリズムの開発も進めた。Deep learningという言葉がもてはやされるようになったが、多くの場合はネットワーク層の数を増やしているに過ぎない。

カーネル関数の変更やCNNの適用などで結合のルールを多少変更している場合も画像解析などの分野では多く見られるが、根本的な学習の手法に変化はない。ほとんど全てのニューラルネットワークにおける学習はDavid E. Rumelhartらが1986年に発表した誤差逆伝播法に基づいている。歪誤差逆伝播法は基本的に偏微分値の見かけ上の喪失に対処したものである。本研究ではニューロンが能動的に学習することをコンセプトに新しい学習アルゴリズムを構築している。不必要な層を増やすことは計算リソースを無駄に消費し計算速度を落とすことから、Deep learningによく見られる手法とは異なるアプローチをとる。開発されたActive learningは、学習によって精度の向上に貢献したニューロンがより良い報酬を得る形で学習が行われる。これにより、放射伝達計算によってシミュレートされる衛星搭載センサのシグナルを高精度に学習することで、エアロゾルなどの大気要素をリトリーブするための高速な放射計算ソルバーを作成可能となる。

図1.2.6.4.-6に学習効率と精度の比較及び学習結果を示す。ここでは放射伝達コードRSTARにてGOSAT/CAI-2の観測シグナルをシミュレートする計算を学習した。エアロゾルなどのパラメータ数は18。新しい学習アルゴリズムは従来の手法よりも高速かつ高精度な学習が可能である。これにより、今まではLUTの作成に簡略化を強いられるため不可能であった多パラメータによる解析が可能となった。

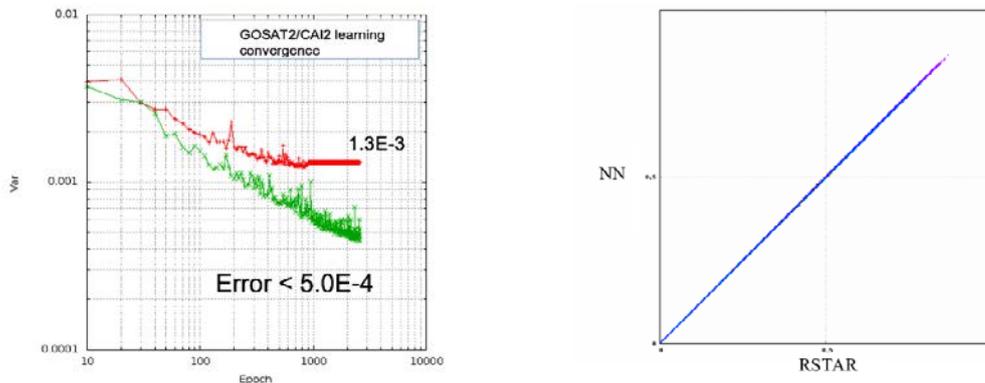


図1.2.6.4.-6. 学習効率と精度の比較及び学習結果。従来の歪誤差逆伝播法よりも新しい学習アルゴリズムは高速高精度に学習を実行出来る。左：GOSAT/CAI-2における衛星搭載センサのシグナルをシミュレートしたものを学習する場合の効率と精度の比較例。右：学習結果。

図1.2.6.4.-7にGCOM-C/SGLIデータに多チャンネル多パラメータ法であるMWMP法を適用したエアロゾル解析の一例を示す。MWMPは粗大粒子及び微細粒子に分類されるエアロゾルやSootの含有状態とSSAおよび地表面アルベドなどが一度に推定可能となっている。これに伴い、既存の衛星解析アルゴリズムよりも多くの放射計算が必要となるため5×5 km程度の極めて狭い領域への適用が限界であった。本研究によって作成された放射計算ソルバーはこの問題を解決する。国立環境研究所で進められているGOSAT/CAI-2によるエアロゾル標準プロダクトの解析に本研究の試作品が適用されている。また、東京海洋大学の関口美保准教授らによって進められているGCOM-C/SGLIの解析にも本研究の試作品が適用されている。本研究の成果は既に実用に耐えるものだが未だ改良が必要である。今後はより高速高精度な学習アルゴリズムの開発を進めAMATERASSをアップデートしていく予定である。

Applying MWPM to SGLI aerosol analysis: Kanto area

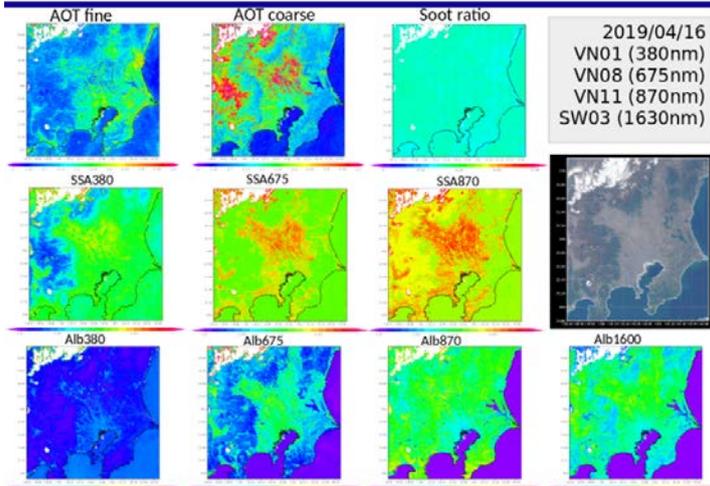


図1.2.6.4-7. GCOM-C/SGLIのMWPMによる解析例。本研究は関口美保准教授（東京海洋大学）、橋本真喜子氏（宇宙航空研究開発機構）、日暮明子主任研究員（国立環境研究所）らとの共同取り組みの成果となる。

◆1.2.6.5. 静止気象衛星ひまわり8号を用いた機械学習による高時間分解能降水推定プロダクト作成および検証（豊嶋紘一）

GSMaPをはじめとする全球降水観測データセットは、気候研究のみならず様々な応用分野で今後重要な役割を担うことが想定されるため、高精度化は重要である。地球観測衛星搭載のマイクロ波放射計（PMW）は降水粒子の射出・散乱シグナルを抽出することで比較的精度よく降水推定が可能で、GSMaPはPMW観測の際間を静止気象衛星群の赤外1チャンネル（IR1）の輝度温度を用いて降水推定を行っている。Hirose et al. (2019)では、静止気象衛星ひまわり8号赤外（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を用いて高精度で降水推定可能なひまわり8号降水推定アルゴリズム（HRA）を開発した。機械学習を用いた降水推定プロダクトは発生頻度の少ない極端降水を過小評価する傾向が報告されている（Kühnlein et al. 2014; Hirose et al. 2019）。HRAの極端降雨過小評価を改善するため、衛星可視光学センサー間のRGBヒストグラムを補正する手法（Helmer and Ruefenacht 2005）を応用し、HRAの降水強度ヒストグラムをPMW観測と一致するよう補正し、極端降水の推定精度向上を試みた。本研究は、ひまわりのマルチバンドによる降水推定プロダクトの実用化を見通した際に、機械学習による降水推定にはどのような特徴や問題点があるのかを理解するものである。2019年1年間のひまわり8号全球観測モードにおける全領域（85° E-205° E, 60° S-60° N）のHRA再解析プロダクトの作成を行い、代表的な衛星全球降水プロダクトであるGSMaPのPMW観測を比較検証用の真値として、観測値の降水強度分布がHRAで適切に再現されているのか検証を行った。

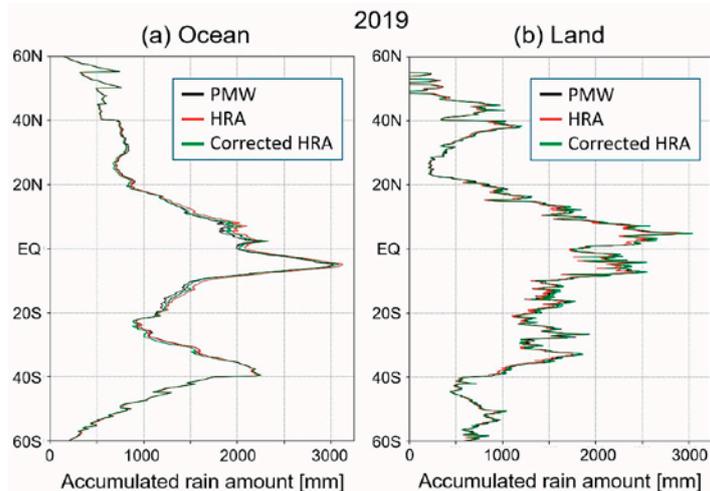


図1.2.6.5-1. 2019年HRA降水帯状平均 (a) 海域 (b) 陸域。黒線はマイクロ波放射計観測による降水、赤線はHRAの降水推定値、緑線はヒストグラム補正適用後のHRA降水推定値。

図1.2.6.5.-1はGSMPのPMW観測を真値としてHRAと比較を行った。PMWとの同時観測域に限定して帯状平均降水量を調べると、海上・陸上ともPMWの観測値とよく一致している一方で、PMWとHRAの降雨強度ヒストグラムを比べるとその分布は異なっている（図1.2.6.5.-2）。

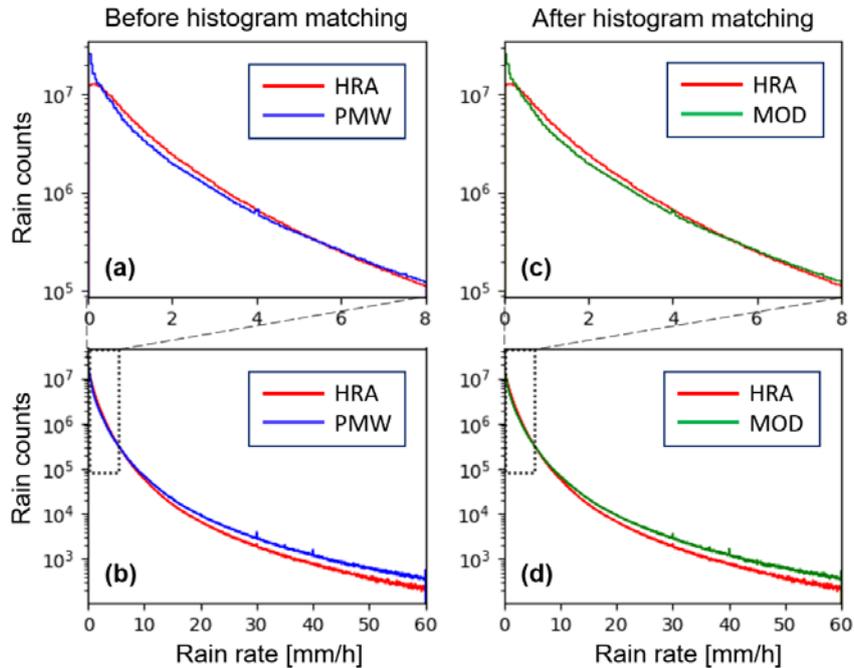


図1.2.6.5.-2. 2019年 ひまわり 8号観測域全体の降水強度ヒストグラム。青線はマイクロ波放射計（PMW）による降水、赤線はHRAの降水推定値、緑線はヒストグラム補正適用後のHRA降水推定値。

PMWと比較するとHRAは0.4mm/h以下と5.0mm/h以上の雨の観測数が非常に少なく、一方で0.4から3.0 mm/h程度の弱い雨の頻度が過大となっている。降雨強度分布はPMWとのズレが大きく不自然な分布となっており、強い雨に対する過小評価傾向は水災害対策への活用には問題である。そこで極端降雨の過小評価傾向を改善するためにヒストグラム補正を試みた結果、陸域など一部地域ではRMSEの悪化が見られたが、HRAはPMWより広い雨域推定を行い、より広い面積に対して同じ降雨強度PDFを適用したことによるものであった。補正前に同者の降雨標本数を一致させることで補正後の降雨強度もPMWと良い一致を示した。

◆1.2.6.6. VL講習会、協議会
(市井和仁)

2021年3月8－9日に本年度のVL講習会を行った。本講習会は、気候変動研究を扱う4大学の研究センター（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観測研究センター（CAOS）、千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS））が連携するプロジェクト「地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリー形成」（通称4大学VL）の枠組みで、毎年実施校を変えながら、今回は14回目の開催となった。本センターでは、2016年度以来の開催であった。今年度はコロナ禍の影響によりオンラインでの開催としてslackというコミュニケーションツールを利用して実施し、104名が参加した講習会となった。

講習会は、気候変動研究におけるリモートセンシングの役割、とのサブタイトルを設定し、講義と実習の2本立てで行った。講義としては8つのテーマを準備し、その動画を視聴するというオンデマンド形式で行った。本センターの教員がリモートセンシングの基礎から、大気分野、陸域分野への応用、モデル利用といった様々な内容をカバーする教材を準備した。また、実習では、Pythonを利用したひまわり8号のデータ解析、Google Earth Engineを用いた陸面データセットの解析、といったメニューをそろえ、豊嶋紘一特任研究員、山本雄平特任助教を中心にして、教材準備と講習を行った。

実習については、オンラインの参加ではあるものの、なるべく参加者と講師間、また、参加者同士での交流が深まるように、slack上でのコミュニケーションや、オンライン懇親会を実施した（図1.2.6.6.）。参加者からの事後アンケートの結果では、本講習会の内容が今後の研究活動に活用できそう、教材が分かりやすかった、と

いった非常に良い回答を頂いた。本講義・実習の内容については、本センターのWebページから参照できるようにした（教材のURL: https://ceres.chiba-u.jp/vl_lecture/）。

VL協議会については、各拠点センターの教員が集まり、3月9日の午前中にオンラインでの会合を行った。本センターからは、静止衛星を用いた研究の進展状況、SKYNETを利用した研究の進展状況などを紹介し、各拠点センターのグループとの情報交換を行った。



図1.2.6.6. VL講習会の様子。オンラインコミュニケーションツールSlack上で開催した。

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2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とGIS・衛星生態学研究

◆1.3.1.1. 農地における土壌の衛星モニタリング

(近藤昭彦)

農地においては土壌水分量と土壌塩分量をモニタリングする必要があるが、それはリモートセンシング技術を用いて評価することができる。本研究では、Landsat-8衛星画像、現地調査データ、実験室分析、および統計的計算を用いて分析を行った。現地調査および実験室で得られた計測データと衛星画像を組み合わせて統合し、推定用重回帰式モデルを構築した。これらのモデルは、土壌水分と土壌塩分の変化を説明する要因として、裸地と水田の葉モデル (leaf models) に基づいている。計算過程として、3つの日付が異なるLandsat-8衛星画像を用いて3回繰り返され、多時間分析が行われた。土壌水分は30日後に増加したが、塩分は微量であった。いずれの提案モデルも、土壌pHは4.49~7.59を検出し、裸地モデルでは4.66、水田葉モデルでは6.62であった。植え付け期間中、裸地モデルの土壌pHは2.12~6.47に低下したが、水田葉モデルは4.49~7.59に上昇し、RMSE=1.40、PRMSE=24%の精度で検出された。土壌pH、土壌塩分、土壌水分の空間的關係は線形であるが、相関レベルは弱、中、強と変化した。裸地モデルに基づく、土壌pHと土壌水分の關係は、水田地域と裸地地域におけるそれぞれ弱い負の關係 ($R^2=0.08$)、強い正の關係 ($R^2=0.82$) を示した。地温と土壌pHの關係は、すべてのモデルで弱い負の關係を示し、裸地モデルでは土壌塩分と土壌pHの關係は中程度の負の關係を示した ($R^2=0.35$)。

- Mochamad Firman Ghazali, Ketut Wikantika, Agung Budi Harto, Akihiko Kondoh (2020): Generating soil salinity, soil moisture, soil pH from satellite imagery and its analysis, Information Processing in Agriculture, Vol. 7, Issue 2, pp. 294-306, 10.1016/j.inpa.2019.08.003

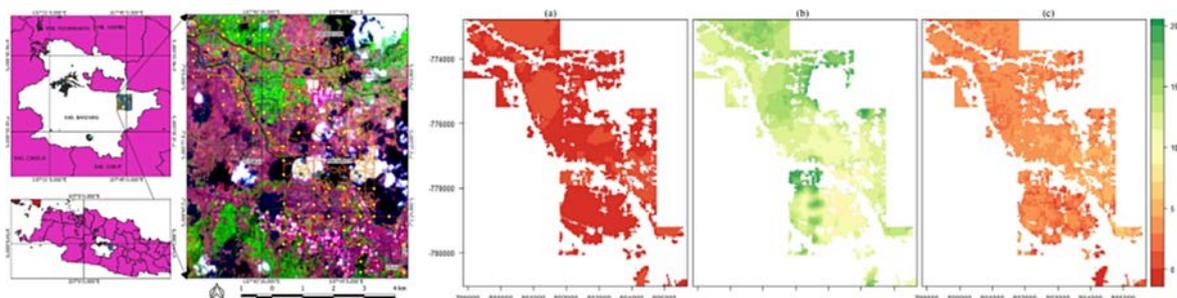


図1.3.1.1. 研究地域及び土壌水分量の推定結果 (Ghazali et al., 2020から引用)

◆1.3.1.2. 福島県における対話や放射線測定などの協働実践に関する研究

(近藤昭彦)

本研究では、福島県川俣町山木屋地区で、震災後の9年間、環境放射能に関する研究や帰還後の山木屋地区の住民と外部の人の双方向型学習活動を連携して実施した。対話や放射線測定などの共同作業により、避難指示解除後の復興に関わる課題を解決するための一連の行動が可能となり、住民からも評価された。また、山木屋学校を中心とした住民との交流プログラムでは、講演会、ボランティア活動、地域の課題に関する放射線調査などが行われ、その効果についても述べている。これらを踏まえて、放射能汚染を含む大規模環境汚染が発生した後の住民と専門家の關係のあり方について提言する。また、これらの活動を通じて、著者の研究姿勢も徐々に変化している。

- T. Yasutaka, Y. Kanai, M. Kurihara, T. Kobayashi, A. Kondoh, T. Takahashi and Y. Kuroda (2020): Dialogue, radiation measurements and other collaborative practices by experts and residents in the former evacuation areas of Fukushima: A case study in Yamakiya District, Kawamata Town, Radioprotection, Vol. 55, No. 3, pp. 215-224, 10.1051/radiopro/2020061

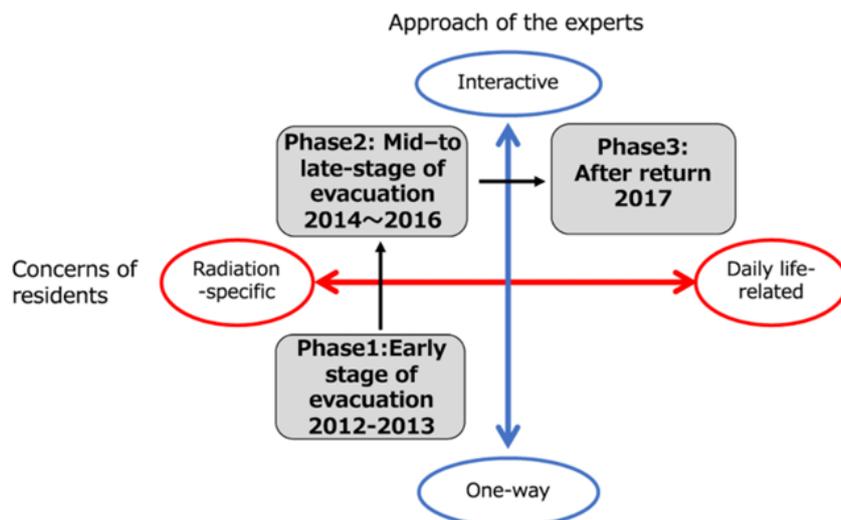


図1.3.1.2. 山木屋地区における参画住民の懸念と専門家からのアプローチの変遷 (Yasutaka et al., 2020から引用)

◆1.3.1.3. 植生フェノロジーの相互作用に関する研究

(楊 偉)

気候温暖化の影響で、ここ数十年の間に北半球では植生の緑化時期が大幅に早まっている。しかし、これまでのところ、緑化時期と気候要因との統計的關係によって十分に説明されておらず、植生フェノロジー変化の帰属と予測には課題がある。そこで、本研究では、春の植生に影響を与える重要な生物学的要因である秋のフェノロジーに着目した。1982年から2015年までの期間に衛星から得られた成長期の開始日と終了日 (SOSとEOS) を用いて、北半球の中高緯度地域 (北緯25度以北) において、EOSと翌年のSOSの関連性を調べた。SOSの経年変化は、前年のEOSの変化と有意に ($P < 0.05$) 関連している画素が全体の26.4%で、主に北半球で見られた。EOSが1日進むと、概ね次のSOSが0.5~1.0日程度進むことから、SOSの進み具合がEOSの進み具合と関連している可能性が示唆された。一方、温帯の生態系では、SOSは前年のEOSと弱い負の部分相関を示し (全ピクセルの10.3%で有意)、遅れたEOSが進んだSOSにはあまり寄与しないことが示唆された。さらに、温帯地域ではEOSの変化がその後の冷涼日数 (Chilling Days) の変化にほとんど寄与していないこと、北方地域では強制気温の合計値が冷涼日数に弱く関係している。今回の研究では、EOSのタイミングが、調査地域の36.7%において、翌年のSOSの時間的变化の一部を説明する可能性が示唆されたが、正確なメカニズムを特定するにはさらなる研究が必要である。

- Miaogen Shen, Nan Jiang, Dailiang Peng, Yuhan Rao, Yan Huang, Yongshuo H. Fu, Wei Yang, Xiaolin Zhu, Ruyin Cao, Xuehong Chen, Jin Chen, Chiyuan Miao, Chaoyang Wu, Tao Wang, Eryuan Liang, Yanhong Tang (2020): Can changes in autumn phenology facilitate earlier green-up date of northern vegetation?, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 291, 108077, 10.1016/j.agrformet.2020.108077

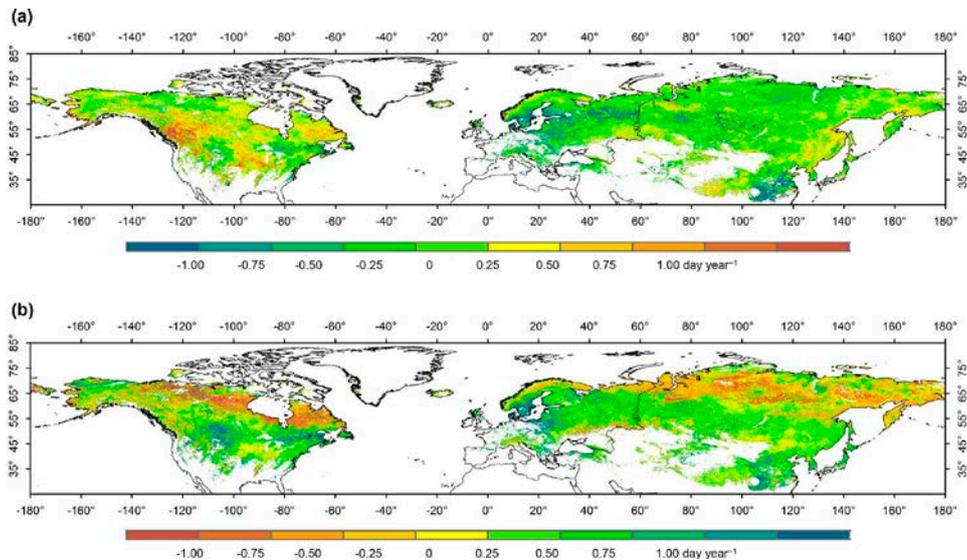


図1.3.1.3. 1983年から2015年までの成長期開始日 (SOS) の時間的トレンド (a) と1982年から2014年までの成長期終了日 (EOS) の時間的トレンド (b) (Shen et al., 2020から引用)

◆1.3.1.4. 海洋真光層の衛星モニタリング (楊 偉)

真光層 (Euphotic zone depth, Z_{eu}) は、海洋の生物地球化学的プロセスや生態系の研究において重要な役割を果たしている。衛星リモートセンシング技術は、広域かつ長期的な観測能力を備えているため、 Z_{eu} の分布を調べるための理想的なツールである。本研究では、水塊の反射率 ($R_{rs}(\lambda)$) から直接 Z_{eu} を算出し、渤海 (BS) と黄海 (YS) における Z_{eu} の動的特性を明らかにすることを目的とした。この目的を達成するために、様々な季節に収集された現地計測データを用いて、 $R_{rs}(\lambda)$ に基づいたいくつかのスペクトル指標の Z_{eu} を推定する能力を評価し、最適なスペクトル指標を決定して Z_{eu} 推定モデルを構築しました。さらに、このモデルを静止海色イメージャー (GOCI) のデータに適用し、 Z_{eu} の空間的・時間的変動を調べた。その結果、 R^2 、RMSE、MAPEの値はそれぞれ0.843、4.42m、17.9%となり、新しい Z_{eu} 推定モデルは良好に機能した。また、沿岸域と沖合域の両方において、夏季に高い Z_{eu} 値が観測され、冬季には最も低い Z_{eu} 値が観測された。堆積物の再浮遊や輸送によって変化する総懸濁物質の濃度が、 Z_{eu} の空間的・時間的変動の主要な要因であると考えられる。これらの知見は、BSおよびYSにおける一次生産、炭素フラックス、熱伝導などのモデル化に重要な情報を提供するとともに、他の水域における衛星データからの Z_{eu} の研究に容易に導入できる有用な代替手法を提供するものである。

- Shengqiang Wang, Jun Lv, Junwei Nie, Deyong Sun, Hanwei Liang, Zhongfeng Qiu, Wei Yang (2021): Dynamics of euphotic zone depth in the Bohai Sea and Yellow Sea, Science of the Total Environment, Vol. 751, 142270, 10.1016/j.scitotenv.2020.142270

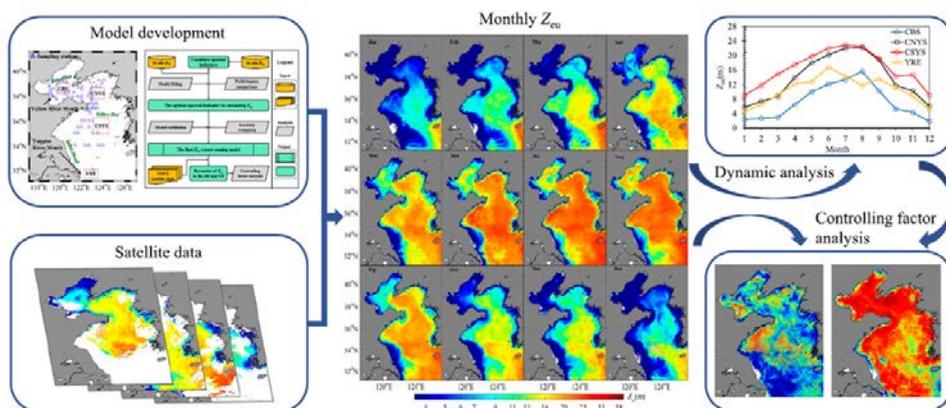


図1.3.1.4. 研究フレームワーク及び真光層の時空間分布図 (Wang et al., 2021から引用)

◆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、「気候変動の適応策である農業保険のインドネシアにおける普及を通して国際的な規模での食料安全保障に貢献する」ことを上位目標に、「農業保険制度の中核である損害評価を効果的・効率的に遂行可能な新しい損害評価手法を構築し社会実装する」ことを目的に以下の5研究題目で構成されている。

- (1) 損害評価手法の構築・運用のための情報基盤の整備
- (2) 客観的、効率的、広域的な新たな損害評価手法の構築
- (3) 現行の評価手法と新たな損害評価手法の統合及び改良
- (4) 新たな損害評価手法の社会実装
- (5) 評価手法の開発および運用に関するキャパシティ・ディベロップメント

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、水田圃場GISの作成、衛星データを用いて水稻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Scientific Committee for Damage Assessment (損害評価科学委員会：以下SC)等の場において討議を行った。共有システムの未公開データ使用に当たっては、論文化の際の共著者リストを考慮する必要があり、どこまでの範囲を共著者とするかはデータごとに事前に十分な相談が必要であること、共著者以外の研究者がデータを用いる場合には、許可が必要であることなどのルールを策定することが合意された。

UAVデータ観測パラメータの設定に係り、ペストオブザーバーによる洪水発生後の定期的な観測方法についてプロトタイプを作成し、これに基づいて2020年1月27日および2020年2月24日に洪水領域の撮影を実施してその有効性を確認した。また、干ばつ害及び病虫害用のUAVデータ取得については、運用マニュアルの一部修正が必要であることが明らかになった。

新たな損害評価手法の構築においては、SARデータを用いて、引き続き対象地域の水稻移植日自動推定システムの構築に取り組んだ。最終的に得られた推定精度の標準偏差は5～6日程度と見積もられた。移植日推定では、データのダウンロードから解析まで、必要な処理は全てPythonスクリプトで行っており、スケジューラを利用した移植日推定の全自動化に取り組んでいる最中である。干ばつ害損害評価手法の構築に係り、シミュレーションモデルにリモートセンシングのプログラムで改良を加え、評価点数や計算速度の改善を行った。プログラムを実際の水稻生育圃場に適用して十分な精度が得られることを確認した。水害損害評価手法の構築に係り、2020年1月末～4月のSentinel-1衛星データの取得を継続的に実施し、洪水範囲の把握を実施した。Sentinel-1データについては、洪水発生前の2018年2月17日および洪水発生後の2018年3月1日のデータを使用した自動しきい値算出方法を検討した。病虫害損害評価手法の構築に係り、昨年度に引き続いて西ジャワ州のテストサイトを対象に、定点観測圃場を設置して10日間間隔でBLB被害評価、葉色計測、UAV画像の取得等を行い、BLB被害程度の解析を行った。干ばつ害損害評価手法の統合及び改良に係り、現行の干ばつ評価手法のプロトコルにUAV観測を加えた手法について検討を行った。現行の評価情報とUAVによる観測情報を合わせると、比較的広い面積を一度に評価できると考えられ、評価手法の統合プロトコルを作成し提案を行った。水害損害評価手法の統合及び改良に係り、西ジャワ州DISTANが行っている洪水による現行の損害評価手法の内容を確認し、新たな損害手法との統合について検討を行った。2020年12月23日にオンラインで開催された第6回SCの水害分科会においてIntegrated methodについて討議した。その結果、Integrated methodを使用したトライアルを2021年2月から実施することがグループメンバー内で了承された。病虫害評価手法の統合及び改良に係り、複数年の多時期Sentinel-2衛星データを用いた推定式の汎用性に関する検討を行った。また、西ジャワ州DISTANが行っている現行の病虫害の損害評価手法の内容を再確認するとともに、新たな損害手法と統合した評価手法と手順案を作成し、第6回SCの病虫害分科会において討議を行った。

相手国の農業保険の枠組み及び運用を考慮して新たに構築される損害評価手法に関する社会実装を討議する場であるSCを6ヶ月に1回のペースで開催してきたが、コロナ禍の影響により2020年6月開催予定の会合は中止となった。しかし今後はより密接なコミュニケーションを図る必要があるとの観点から、各研究グループ単位での分科会を12月から実施している。農業保険教育・研究センター構想の具体化に係り、ボゴール農科大学内の既存研究センターの部門の中に新たなプログラム(Geospatial information and technologies for the integrative and intelligent agriculture: GTIIA)が設置された。

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さまざまな研修や講義を、インドネシア側の要望や対象者の整理に基づき、前年度に引き続き実施する予定であった。しかし、コロナ禍の影響で2020年3月から現地への渡航及びカンターパートの日本への招聘が不可能となった。このような状況下ではあったが、ハンドブックの作成を行い、損害評価員である西ジャワ州のペストオブザーバーに対して、現地調査

データ取得のためのオンライン研修を行うなどのキャパシティ・ディベロップメント活動を実施した。

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。2020年度に実施されたプロジェクト中間評価の総合評価では「A評価」を受けた。



写真1.3.2.1-1 テストサイトにおける水害発生の様子

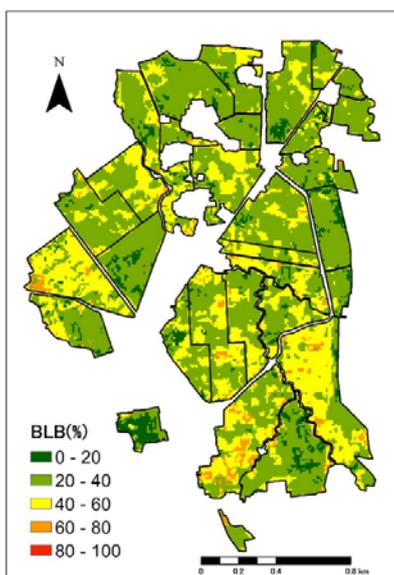


図1.3.2.1.-2 損害評価マップの一例



図1.3.2.1-3 インドネシア語版ハンドブック

◆1.3.2.2. 水稲損害評価のためのSentinel-1データを用いた移植日の推定

(眞子直弘・本郷千春・祖父江侑紀・Gunardi Sigit・Budi Utoyo)

水害発生時の稲の生育ステージと被害程度とは密接な関係があること、作物モデルの開始日の設定に移植日が必要であることから、テストサイトでの水稲の移植時期や生育ステージを把握することは損害評価手法の構築には不可欠である。本課題では、水稲の損害評価を実施する上で必要な移植日を推定する方法を構築した。対象地域をインドネシア共和国、西ジャワ州のチヘア灌漑地区とし、Sentinel-1衛星に搭載された合成開口レーダーによって得られたVH偏波の後方散乱係数データを使用した。推定方法の設定を変更して推定精度を調べた結果、時系列データの平滑化、スペックルフィルタの適用、周辺フィールドの信号合成が精度向上に有効であることが明らかになった。精度の向上を図るために、対象領域で得られた入射角の異なる3種類のデータについて、後方散乱係数の入射角依存性を補正した後、すべての入射角のデータを解析に使用した。テストサイトで得られた各圃場の推定移植日を聞き取り調査結果と比較したところ、2018年3月から2020年2月までの4期間の推定誤差の標準偏差は約5～6日であり、5、10、15日以内の推定誤差の割合は69%、92%、97%と推定された。移植日推定の結果は、移植後約10～15日で十分な信頼性があることが確認された。

Naohiro Manago, Chiharu Hongo, Yuki Sofue, Gunardi Sigit, Budi Utoyo, Transplanting Date Estimation Using Sentinel-1 Satellite Data for Paddy Rice Damage Assessment in Indonesia. Agriculture 2020, doi: 10.1051/

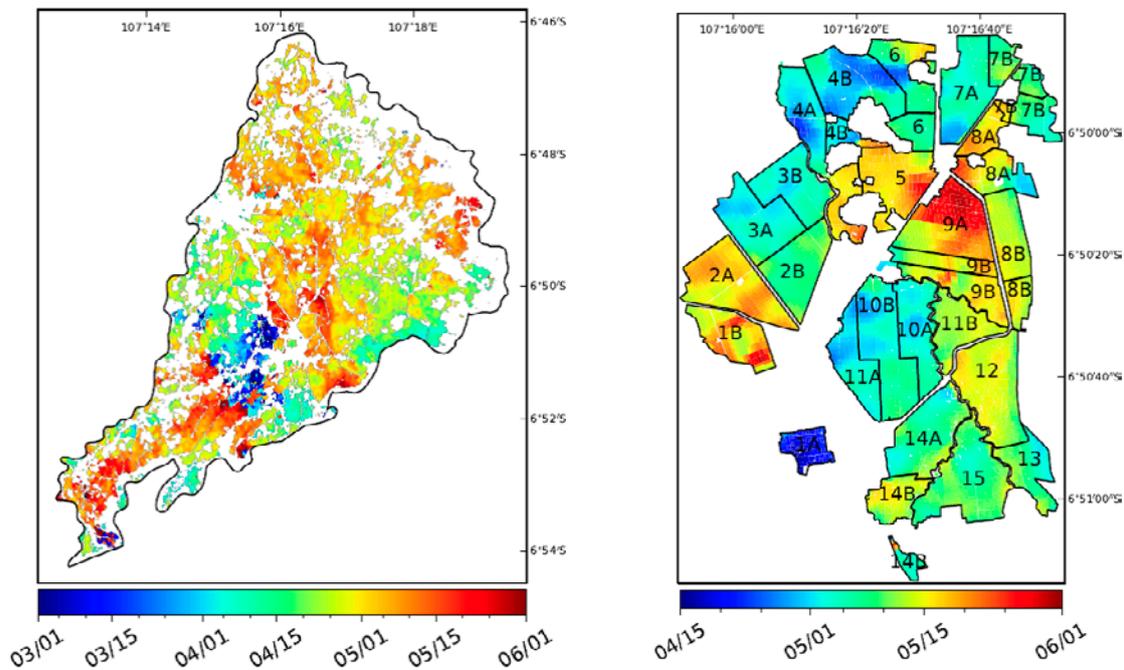


図1.3.2.2. 移植日推定マップ

[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43件の国内共同利用研究、6件の研究会、および6件の国際共同利用研究（アメリカ（3）、インドネシア（1）、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23回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは令和3年2月18日に行われました。今年度は22件の口頭発表と31件のポスター発表が行われ、92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. 令和2年度共同利用研究採択内訳

共同研究種別	国内（49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	1	1	11.5
プログラム研究2（含重点課題）	2	6	0	2	10
プログラム研究3（含重点課題）	2	4.5	1	1	8.5
プログラム研究 研究会	0	4	—	—	4
一般研究	9	10	—	—	19
一般研究 研究会	0	2	—	—	2
計	16	33	2	4	55

※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. 令和2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	36（千葉大学内 他部局4）
私立大学	9
大学共同利用機関法人	1
独立行政法人等公的研究機関	11
民間機関	4
外国機関	13
その他（高等専門学校、高等学校など）	4
計	78

2.1.1. 共同利用研究課題一覧（49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
P2020-1	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
P2020-1	継続	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	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
P2020-1 P2020-3	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	
P2020-1	継続	富士山域での温室効果ガス計測用小型レーザーセンサー開発	小林 喬郎 福井大学	椎名 達雄	
P2020-1	新規	赤外吸収を用いたガス可視化技術の開発	染川 智弘 公益財団法人レーザー技術総合研究所	椎名 達雄	MODTRANコード、 HITRANデータベース、測定に用いる機器
P2020-1	新規	ラマン法と蛍光法を組み合わせた分光型ライダーでの長野市内大気環境計測	齊藤 保典 信州大学 工学部	椎名 達雄	
SP2020-1	継続	CP-SAR検証用UAV搭載小型分光センサ統合システムの開発研究	大前 宏和 株式会社センテナ	ヨサファット	
SP2020-1	新規	被害マッピングのための知識移転技術	Bruno ADRIANO 理化学研究所 革新知能統合研究センター	劉 ウェン	被災地を観測した衛星画像
SP2020-1	継続	Ionospheric tsunami early warning system	Jann Yenq Liu National Central University	服部 克巳	Ground based GNSS receiving data and TEC inversion
SP2020-1 研究会	継続	マイクロ波リモートセンシング研究会（第3回）	ヨサファット テトオコ スリスマンティヨ 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター		
P2020-2	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 国立環境研究所 地球環境研究センター	齋藤 尚子	
P2020-2	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
P2020-2	継続	住民合意と地権者に対応する函体内蔵型河川・海岸堤防の概略設計と防災堤防の開発	金子 大二郎 株式会社 遥感環境モニター	ヨサファット	
P2020-2	継続	都市大気における二酸化窒素（NO ₂ ）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
P2020-2	新規	チェルノブイリ放射能汚染地域を対象とした林野火災状況の把握と水文学的乾燥度評価	峠 嘉哉 東北大学 大学院工学研究科	小槻 峻司	
P2020-2	新規	関東平野のエアロゾルの光学特性の時空間分布に関する研究	三浦 和彦 東京理科大学 理学部第一部	入江 仁士	スカイラジオメータの生データ及び解析値
P2020-2	新規	Monitoring of regional climate effects due to urbanization in Indonesia	Fitria Nucifera Universitas AMIKOM Yogyakarta	市井 和仁	TRMM 3B42,MODIS MOD09A1, Himawari-8 TIR Gridded Data
SP2020-2	継続	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	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
SP2020-2	継続	静止気象衛星高頻度観測を用いて同定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 学術研究部	樋口 篤志	ひまわり8/9号および GOESを中心とする観測データ、最新の客観解析データ

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
SP2020-2研究会	継続	ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会	小畑 建太 愛知県立大学 情報科学部	市井 和仁	
P2020-3	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	
P2020-3	継続	インドネシア、デンパサール市における植生と都市のヒートアイランドの関係	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	
P2020-3	新規	作物モデル及びドローンデータを用いた水稲病害による減収リスク評価手法の構築	宮野 法近 宮城県古川農業試験場 作物環境部	本郷 千春	いもち病に罹病前後の水稲画像
P2020-3	新規	リモートセンシングデータを用いた水稲の発病兆候の検出	牧 雅康 福島大学 農学群農農学類	本郷 千春	紫外、可視、近赤外分光光度計、反射測定装置
SP2020-3	継続	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 日本地図センター	近藤 昭彦	
SP2020-3	継続	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 千葉大学大学院 園芸学研究科	近藤 昭彦	ArcGIS、PhotoScan Professional
SP2020-3研究会	継続	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		
P2020-3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	
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 奈良女子大学大学院自然科学系	入江 仁士	計算機
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	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 裕式 北海道大学 地球環境科学研究科	加藤 顕	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
一般研究	継続	SKYNET データを用いた大気環境の研究	久慈 誠 奈良女子大学大学院自然科学系	入江 仁士	SKYNET データ等の地表面観測データ
一般研究	継続	ひまわり8号と機械学習を用いた台風自動識別システムの開発	筆保 弘徳 横浜国立大学 教育学部	樋口 篤志	
一般研究	継続	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	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	太陽光誘起による広域蛍光画像計測と光合成速度の推定	増田 健二 静岡大学 技術部	本郷 千春	CCD分光器 (Ocean Optics USB2000)、天体望遠鏡 (Vixen 口径130mm)、干渉フィルター (Andover 酸素Aバンド中心波長760.68nm、半値幅1nm)
一般研究	継続	環境ゲノミクスと環境リモートセンシングを利用した花粉由来エアロゾルの統合解析	田中 啓介 東京農業大学 生物資源ゲノム解析センター	入江 仁士	SKYNETから得られたデータを中心とした地上および衛星観測データ
一般研究	継続	火星着陸探査における表層観測のためのLIDAR開発	千秋 博紀 千葉工業大学 惑星探査研究センター	椎名 達雄	LIDAR
一般研究	継続	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	全球雲解像モデルをベースにした雷モデルの開発	佐藤 陽祐 北海道大学理学研究院	小槻 峻司	静止気象衛星 (GOES) に搭載された雷センサーおよびTRMM/LISの雷観測データ、CERES所有の解析サーバとデータストレージ (データ共有のため)

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	新規	AI技術を用いた観光支援を目的とする観測データの応用について	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	新規	機械学習を用いたイオノグラムにおけるSpread Fの自動検出法の開発	中田 裕之 千葉大学 大学院工学研究院	入江 仁士	
一般研究	新規	大気汚染常時監視局測定値の準リアルタイム公開	早崎 将光 一般財団法人日本自動車研究所	樋口 篤志 入江 仁士	Himawari-8/9 gridded dataset, MODIS, SKYNET 観測、計算機（データ取得・作図処理、データアーカイブ、web公開など）
一般研究	新規	ディープラーニングに基づく自然災害による建築損害の自動検測と区域評価	高橋 徹 千葉大学大学院工学研究院	近藤 昭彦	小型ドローン、衛星データ、ArcGIS ライセンス
一般研究	新規	ひまわり8号Dust RGBとシーロメーターを用いたアジアダストの発生と輸送に関する研究	甲斐 憲次 茨城大学教育学部	椎名 達雄	Himawari-8/9 gridded dataset
一般研究	新規	長期全球観測衛星画像データをもちいた土地被覆変動の解明	堤田 成政 埼玉大学理工学研究所	加藤 顕 齋藤 尚子	
一般研究	新規	衛星データを用いたヒマラヤ山脈の高標高域の雲・降水活動の研究	藤波 初木 名古屋大学宇宙地球環境研究所	樋口 篤志	Meteosat MSGシリーズの可視・赤外・水蒸気チャンネルのデータ
一般研究	新規	インド亜大陸北東部における現地観測データを活用したGPM降水量プロダクト検証	寺尾 徹 香川大学教育学部	樋口 篤志	TRMM/PR-V7、TRMM-2A23（いずれもorbital data）データ、GPM/DPRデータ
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	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		

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
P2020-1	新規	Advances in remote sensing of ice cloud properties with synergistic spaceborne and ground-based observations	Masanori Saito Texas A&M University	入江 仁士	Himawari-8 gridded dataset, ground-based lidar, radiometer, sky-camera data
SP2020-1	継続	Application of space and ground technologies for disaster risk mitigation: Multi-sensor Web for earthquake early detection.	Dimitar Ouzounov Chapman University	服部 克巳	Himawari-8/9 meteorological satellite data
SP2020-2	継続	Using Himawari Data to Monitor Vegetation Dynamics Over the Tropical Asia Region	Tomoaki Miura University of Hawaii	市井 和仁	Himawari-8/9 gridded dataset, MODIS land products
SP2020-2	継続	Development and validation of advanced satellite techniques to HIMAWARI-8/9 radiances for monitor and mitigate geohazards	Nicola Genzano University of Basilicata	樋口 篤志	HIMAWARI-8/9, MTSAT-1R, MTSAT-2
P2020-3	継続	Remote sensing of phytoplankton size structure in coastal and inland waters	Shengqiang Wang Nanjing University of Information Science & Technology	楊 偉	Archived satellite data sets; software like ENVI/IDL, ArcGIS
P2020-3	新規	Monitoring of Rice Paddy Field Affected by Flood Using Multisensory Remote Sensing Data	Lilik Budi Prasetyo IPB University	本郷 千春	Spectrophotometer, sensor thermal, multi spectral of drone

CEReS 共同利用研究/研究報告2020

【CJ20-08】 P2020-1

(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】 2013年から2019年の7年間の全球気候モデル数値積分を行った。本年度は特に、大気—陸域物理生物過程相互作用および大気中CO₂濃度・陸域諸要素の時間的・空間的変動をフルカップルで再現する方法の精度の向上を図った。これにより衛星プロダクトとの相互利用のためのモデルプロダクト作成手法が確立できた。今後、2018年以降取得されているGCOM-C観測データを中心とする衛星観測プロダクト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・解析に実質的に貢献することを目指す。

【Abstract】 Land surface – 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 2013-2019. In this fiscal year, we aimed at improvement in accuracy of reproducibility of the variations of atmospheric CO₂ concentration and land area elements and the interaction between land surface and the atmosphere under the almost actual atmospheric condition. The creation procedure of model products for use with the satellite products has established. We will contribute to the synthetical use of satellite data (e.g., GCOM-C) and model data for understanding the global biomass change system.

1
背景
目的
方法

気候数値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。モデルプロダクトは、リモートセンシングによる間接観測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要素プロダクトの、広域的相互検証のための、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・生物生態学的変動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。

2
研究の
成果

2013年から2019年の7年間の全球気候モデル数値積分を行った。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CO₂濃度および陸域諸要素の値は7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、CO₂人為排出量はCDIAC、海洋—大気CO₂flux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。本年度は特に、大気—陸域物理生物過程相互作用および大気中CO₂濃度・陸域諸要素の時間的・空間的変動をフルカップルで再現する方法の精度の向上を図った。これにより衛星プロダクトとの相互利用のためのモデルプロダクト作成手法が確立できた。

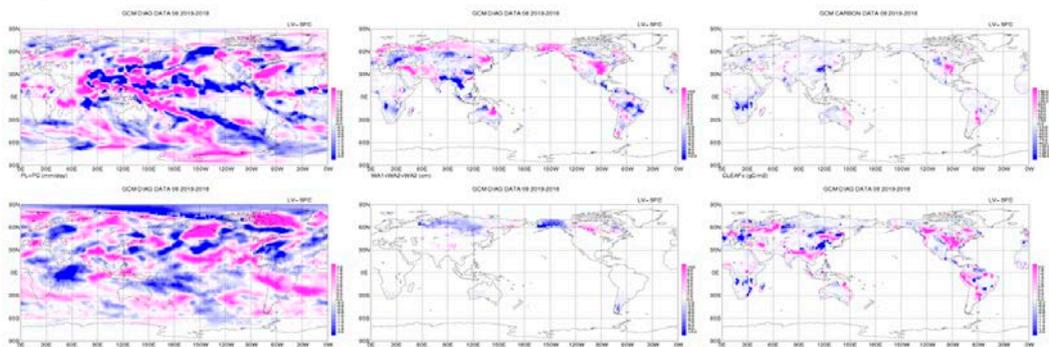


図 気候モデルによる各要素の8月の2019年—2018年差。左上:降水量、左下:地表面下向短波放射量、中上:土壌内水量、中下:土壌内水量、右上:葉炭素量、右下:総一次生産量。

3
成果展開の
状況

今後、2018年以降取得されているGCOM-C観測データを中心とする衛星観測プロダクト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・解析に実質的に貢献することを目指す。衛星観測プロダクトは、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有用である。一方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。衛星観測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各要素の実態把握・変動メカニズムを解明することができると考えられる。また衛星観測プロダクトとモデルプロダクトの独立したプロダクトとしての相互検証は双方のプロダクトの精度向上にとって非常に有効である。

【CJ20-28】 P2020-1

(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。

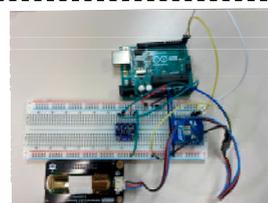


図1 CO2濃度および照度計測センサ

(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、電源供給のない屋外にて74時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7日間測定し、IoTを介してクラウド上にアップロードし、グラフ化した。

日中は17分間隔で測定し、夜間は日照時間に応じてスリープ間隔を制御した。

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、気温を時系列的に予測できることを確認した。

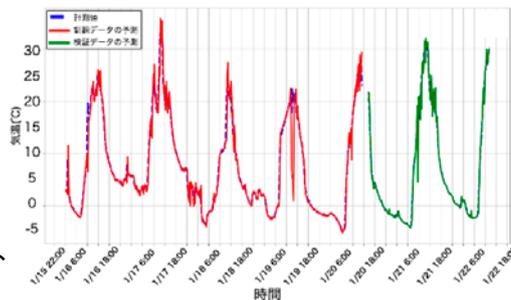


図2 気温予測結果

青が計測値、赤が訓練データによる予測、緑が検証データによる予測

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8月に開催されたオンライン国際会議(International Conference on IT Convergence and Security 2020)にて、本研究成果の一部を発表した。

さらに、昨年度から今年度の研究成果をまとめたものを論文誌に投稿中である。

【CJ20-38】 P2020-1 P2020-3

(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。全天候性かつ高空間分解能の合成開口レーダ(Sentinel-1 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、2018年2月下旬に発生したBojongsoang地区の洪水を検出した結果を示す。また、PlanetScopeデータから洪水領域を検出した結果と比較することによって精度評価を行う。以下に主要な成果をまとめる。

- ・洪水発生前後のSAR画像から自動でしきい値を決定する手法を開発した。
- ・PlanetScopeデータから検出した洪水領域を真値とした場合、SARによる検出精度は90%程度となった。

【Abstract】 This research aims 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 our test site located south-east of Bandung area on Feb. 17 and Mar.1 in 2018. The PlanetScope images verified the accuracy of flood detection. The main results are summarized as follows,

- ・Automatic thresholding to detect flooded paddy fields was developed.
- ・Accuracy of flooded area detection reached 90% compared with the results with PlanetScope data.

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。2020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自動抽出を試みた。また、SARデータからの洪水領域検出結果について、光学センサ(PlanetScope)の検出結果を真値として精度評価を行った。

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)稲作地の洪水発生時の後方散乱変化に着目して、洪水発生前後のデータから洪水領域を自動検出する方法を開発した。
- (2)(1)で検出した洪水発生領域の検出精度評価をするために、光学センサ(PlanetScope)データから算出した正規化水指数(NDWI)を使用した洪水領域検出結果と比較した。
- (3)後方散乱係数を局所入射角で補正したガンマノート(γ_0)のしきい値を使用して洪水範囲を検出して結果を示す(図1)。
- (4)PlanetScopeデータから算出したNDWIから検出した洪水領域を示す(図2)。
- (5)両者を比較した分類精度評価結果を示す(表1)。

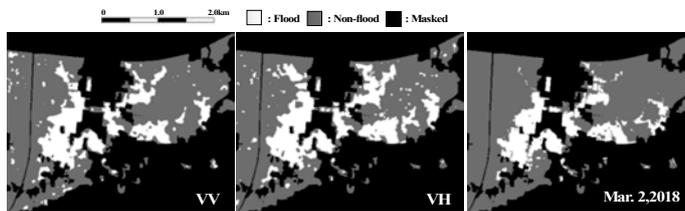


図1 VVおよびVH偏波の検出結果 (Mar.1, 2018)

図2 PlanetScopeの検出結果 (Mar.2,2018)

表1 洪水領域検出精度

		NDWI (3/2)			
Classes		Flood	Non-flood	Row total	UA(%)
VV (3/1)	Flood	9,748	4,502	14,250	68.4
	Non-flood	2,073	45,171	47,244	95.6
	Column total	11,821	49,673	61,494	
PA (%)		82.4	91.6	OA(%)	90.1
		Kappa(%)		70.2	
		NDWI (3/2)			
Classes		Flood	Non-flood	Row total	UA(%)
VH (3/1)	Flood	9,980	6,746	16,726	59.7
	Non-flood	1,841	42,927	44,768	95.9
	Column total	11,821	49,673	61,494	
PA (%)		84.4	86.4	OA(%)	86.0
		Kappa(%)		61.2	

3 成果展開の状況

第23回環境リモートセンシングシンポジウム (2021.2.18 発表済)

【CJ20-46】 P2020-1

(研究課題名: 和文) 富士山域での温室効果ガス計測用小型レーザーセンサー開発

(研究課題名: 英文) Development of compact laser sensors for sensing greenhouse gases over Mt. Fuji

(研究代表者名) 小林 喬郎 (福井大学・名誉教授)

Takao Kobayashi (Fukui University)

【要旨】 富士山域、特に山頂の富士山測候所での温室効果ガス計測を予定していたが、本年は富士山登頂が閉鎖され、また、研究活動そのものが自粛を余儀なくされた。それで、本報告ではグループで活動している、レーザーセンシング学会での産業応用ライダープロジェクト調査委員会の報告を紹介する。

【Abstract】 Our group planned to measure greenhouse gas at Mt. Fuji, especially Mt. Fuji weather station at its summit. This year, the climbing to Mt. Fuji has been restrained and our research activity has been refrained, too. Then in this report, we states our group meeting of lidar projects on industrial application. It is our group activity belonging to laser radar society of Japan.

1 背景 目的 方法

日本の最高峰である富士山山頂域は自由対流圏に属し、地球規模の大気汚染の観測に適している。そこで、温室効果ガスの大気中濃度を遠隔的に計測可能な小型レーザーセンサーを開発して、長期の観測技術の実現を目指している。炭酸ガス(CO₂)やメタンガス(CH₄)等の主な温室効果ガス濃度の日変化や季節変化の高精度データは地球温暖化の解析や地球環境の未来予測への利用が期待されている。

2 研究の 成果

本調査委員会はレーザーセンシング学会の活動の一環として行われている。調査の対象となる分野はライダーやレーザーセンシング技術の新たな展開が期待される分野である。その例として、車の自動運転技術の実現を目指す3D(3次元)LiDARや、広い産業分野の生産性の向上や安全性の確保を目指すセンシング技術、遠隔医療や介護支援を目指すスマート医療センシング技術、さらにはスマート農林業のライダー技術など、新規な産業分野のレーザーセンシング技術に関して調査を行う。

月1回の頻度で、昨年11月より、これまで6回(第6回は2021年3月22日に開催予定)が行われている。距離検知や環境情報把握を目的としたLiDARおよび大気やガスを対象としたLidar等分野を広く捉えた講演内容を集め、毎回1時間半の委員会をオンラインで実施し、活発な議論がなされている。次年度も継続の予定である。

また、同調査委員会委員であり、CEReS兼務教員の椎名准教授は計測自動制御学会誌にて「LidarとLiDAR—Hard TargetとSoft Targetを計測する技術と課題—」と題する特集号(2020年第59巻5号)にてライダーに関する包括的な、技術動向に関して報告を行なっている。

本年は上記研究会活動と合わせて、コロナ禍がおさまってからの活動に向け、準備を進める1年となった。また、富士山域でのガス計測に有益な情報収集と議論ができたことは成果であった。この活動は今後も引き続き継続していきたい。

研究予算の施行に関しては、上記の活動に関する情報収集の観点から、「LiDARの最前線」伊藤敏夫 監修(S&T出版)を購入している。また、今後の活動準備として、Intel Real Sense LiDAR Camera L515、およびPocket CO₂センサーを購入した。今後の現場計測での使用を予定している次第である。

3 成果展開の 状況

上記研究会へのフィードバックや学会、学術雑誌への投稿を予定。

【CJ20-10】 P2020-1

赤外吸収を用いたガス可視化技術の開発

Development of a gas visualization system using infrared absorption techniques

(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】 人体に影響を及ぼす多種多様なガスの漏えい・発生事故は世界各地で頻発しており、ガス濃度の評価だけでなく、漏えい・発生箇所の同定も必要とされている。こうしたガスは赤外域に固有の吸収ラインを持つことが多く、その波長で発振するレーザーを利用すれば、吸収の有無によって、濃度だけでなく、位置情報も得ることが可能になる。そこで、赤外域で発振する小型の分布帰還型レーザーを利用した近距離計測用のガス可視化システムの開発を開始した。本研究では、ガス装置の不完全燃焼などでも生じる身近なCOガスを対象として、HITRANデータベースを利用し、利用可能な赤外吸収ラインを確認するとともに、波長2334 nm付近の吸収スペクトルの測定に成功した。

【Abstract】 Hazardous gas risks are one of the major safety concerns worldwide. The development of a visualization technique is needed for achieving the detection of such gas species from a safe distance. The goal of the present research is to develop a system for detecting CO gas, which is often produced in the incomplete combustion of oils. We perform a theoretical survey to select the absorption line of CO by the HITRAN database. Also, we demonstrate the infrared absorption measurements of CO gas at around 2334 nm using a distributed feedback (DFB) laser.

1 背景 目的 方法

人体に影響を及ぼす多種多様なガスの漏えい・発生事故は世界各地で頻発しており、ガス濃度の評価だけでなく、漏えい・発生箇所の同定も必要とされている。こうしたガスは赤外域に固有の吸収ラインを持つことが多く、その波長で発振するレーザーを利用すれば、吸収の有無によって、濃度だけでなく、位置情報も得ることが可能になる。そこで、本研究では、赤外域で発振する小型の分布帰還型(Distributed Feedback: DFB)レーザーを利用した近距離計測用のガス可視化システムの開発に向けて、波長2334 nmに吸収ラインを持つCOに対して吸収計測を実施した。

2 研究の 成果

ガス装置の不完全燃焼などでも生じる身近なCOガスを対象として、赤外吸収計測を実施した。

(1) HITRANデータベースを利用して、COの吸収スペクトルを確認した(図1)
図1にHITRANデータベースを利用したCOの吸収スペクトル(740 Torr、光路長:50 mm)を示す。COは波長2334 nm付近にR6(R枝、 $J' = 7 \leftarrow J = 6$)の吸収ラインを持っており、この波長領域で発振するレーザーを利用することで、COの濃度評価が可能となる。

(2) 波長2334 nmで発振するDFBレーザーを利用して、COの吸収スペクトルの測定に成功した(図2)。
図2にCOガスの透過スペクトルを示す。本実験で使用したDFBレーザーは、温度や入力電流を変化させることで、2331.3~2336.1 nmの波長範囲で連続掃引が可能であった。この吸収スペクトル測定では、温度を33°Cに固定し、入力電流を102~115 mAにすることで発振波長を掃引させた。レーザーは光路長50 mmで740 TorrのCOガスセルを透過させた後、InGaAsのフォトダイオードでレーザー出力を測定し、ガスセルを透過させない場合との比を取ることで透過率を計算した。図1に示したHITRANの結果と同様にCOのR6吸収ラインの測定に成功した。

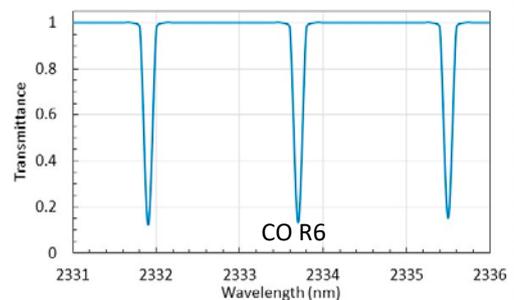


図1 HITRANデータベースを利用したCOの吸収スペクトル(740 Torr、光路長:50 mm)

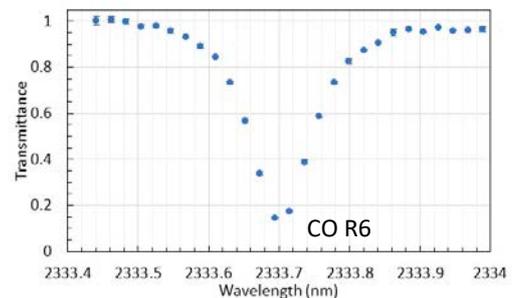


図2 COガスの透過スペクトル

3 成果展開の 状況

開発した赤外吸収計測は、種々のガス計測などに利用され広く普及している。本研究では、近年、赤外領域まで発振波長を広げているDFBレーザーを利用することで、リモートでのガス可視化が可能になるのではないかと、COガスの吸収計測を開始した。HITRANデータベースを利用した計算結果と実験で得られた透過スペクトルはよく一致し、今後はリモートでのCOガスの濃度測定を実施したいと考えている。

【CJ20-29】 P2020-1

(研究課題名: 和文) ラマン法と蛍光法を組み合わせた分光型ライダーでの長野市内大気環境計測

(研究課題名: 英文) Atmospheric observation in Nagano City by a spectroscopic lidar capable of Raman and fluorescence detection

(研究代表者名) 齊藤 保典(信州大学)

Yasunori Saito (Shinshu University)

【要旨】 自然環境が良好と思われる長野市での大気環境調査を行うため、ライダーで通常行われるエアロゾルのミー散乱の他に、ラマン散乱と蛍光の同時計測が可能な分光型ライダーを開発した。本分光型ライダーで観測した逆転層発生時の大気観測結果について報告する。

【Abstract】 In order to conduct an atmospheric environment survey in Nagano City, where the natural environment is considered to be good, we have developed a spectroscopic lidar that can simultaneously measure Raman scattering and fluorescence in addition to the Mie scattering of aerosols that is normally performed by lidars. We report the atmospheric observation results when the inversion layer was generated, which was observed by this spectroscopic lidar.

1 背景目的方法

一般には、長野あるいは信州地方は良好な自然環境にあると思われがちであるが、やはり地域や地方に根差した環境問題が存在する。長野市は、気象学的には内陸性気候で、昼と夜、夏と冬の温度差が高く湿度は低い。その地形は、標高約350mに位置し周辺を1000m以上の山林で囲まれた典型的な高海拔盆地である。そのため、特に冬季間では接地逆転層が頻繁に発生し、高密度のエアロゾルが低層域に滞留するといわれている。都市構造的には、低構造家屋が殆どで、中心部でも10階以下のビル(高さ40m以下)が大半で、生活や健康上における高濃度エアロゾルの影響が懸念されており、その実態調査が望まれる。

2 研究の成果

本研究では、長野市における大気環境観測・調査を試みた。

(1) 分光型ライダーの製作

まず、大気環境観測のための新型ライダーの開発を行った。特徴はエアロゾルのミー散乱計測の他に、大気ラマン散乱と蛍光の同期計測が可能な分光型ライダーとしたことである。レーザー波長は355nmで、検出器はPMTで、ミー散乱計測には355nm、大気窒素ラマン散乱計測には387nm、エアロゾル蛍光計測には425nm、475nm、575nmの干渉フィルターを配置した。高さ25mに設置したコピー用紙から得られた本分光ライダーでの蛍光スペクトルと、市販の分光蛍光光度計での蛍光スペクトルを比較し、開発した分光ライダーの良好な動作を確認した。

(2) 長野市内大気環境観測

2010年10月末から定期観測を実施した。逆転層発生時の大気鉛直構造(窒素ラマン信号強度で規格化されたエアロゾルミー散乱強度)の時間変化を図1に示す。高度35mと45m付近に高濃度エアロゾルが二層状構造で滞留していることがわかる。蛍光信号強度(エアロゾルミー散乱強度/窒素ラマン散乱で規格化)は地上付近にピークを示し、構造上の違いが確認された。

(3) 水蒸気量との関係

観測と並行して行った温度と湿度計測から水蒸気量を求め、ミー散乱強度及び蛍光強度との関係を検討した。前者では相関係数0.83が得られ、エアロゾルの種類が水蒸気であることを示唆した。後者では相関が得られず、蛍光物質が他の種類であることを推論させた。

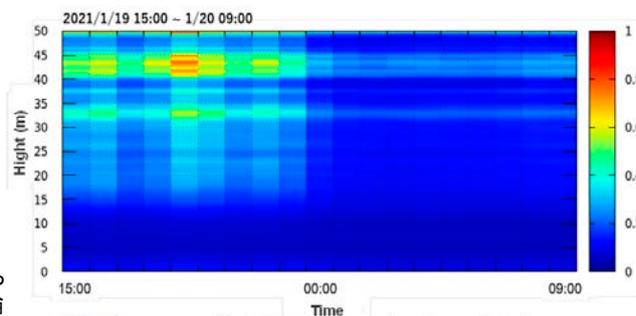


図1 ミー散乱信号強度の鉛直分布の時間変化 (2021/01/19 15:00~01/20 09:00)

3 成果展開の状況

開発した分光型ライダーは、大気の主成分でその密度分布が知られている窒素のラマン散乱信号を基準とすることができ、また蛍光信号からエアロゾル種類を推定できる。長野市内大気環境観測結果は、水蒸気の他に別の物質が共存している事を示唆した。高海拔盆地かつ接地逆転層という長野市に特有の大気環境現象である可能性が高い。知る限りにおいては、同様の結果はまだ報告されていない。今後は、本結果精査のための観測データの蓄積、他地域との比較などへと、研究展開していきたい。

【CJ20-43】 SP2020-1

(研究課題名:和文)CP-SAR検証用UAV搭載小型分光センサ統合システムの開発研究

(研究課題名:英文)Development study of UAV-equipped compact spectroscopic sensor Integrated system for CP-SAR verification

(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】これまで、UAV搭載を念頭に小型センサ類を開発検討してきたが製作したものを一旦まとめてみた。UAVも、(A)高性能カメラを主としたドローン、(B)搭載重量向上/電池性能向上によるドローン性能向上タイプ、と別れつつある。小型センサの更なる小型化と併せて単機能センサのみの搭載検討から、いくつかのセンサを組み合わせた統合型観測システムの搭載の観点から、これまで開発したセンサ類をどこまでなら統合できるかを検討した。

実際には機材の集約に手間取ったため、また、各種事情により統合型観測システムの製作には至らなかったが、その開発方針を示した。

【Abstract】 So far, we have developed and examined small sensors with UAV installed in mind, and once summarized the manufactured ones. UAVs are also being separated into (A) drones that mainly use high-performance cameras, and (B) drone performance-enhancing types that improve mounting weight / battery performance. From the viewpoint of installing an integrated observation system that combines several sensors, from the consideration of installing only a single-function sensor along with the further miniaturization of small sensors. We examined how far the sensors developed so far could be integrated. Actually, it took a lot of time to consolidate the equipment, and due to various circumstances, it was not possible to manufacture an integrated observation system, but the development policy was shown.

1

背景
目的
方法

UAVの高性能化という状況が本研究の背景としてある。

本研究の目的はドローンも種類が増えていることから、小型センサの更なる小型化と併せて単機能センサのみの搭載検討から、いくつかのセンサを組み合わせた統合型観測システムの搭載も検討の視野にあると考え、これを検討する事である。

このため、まずはこれまで開発したセンサ類をどこまでなら統合できるかを検討実施した。

2

研究の
成果

UAV搭載のために検討開発した小型センサ類の搭載可能性を判定した。

○は搭載可能なセンサ開発済み、△(注釈有り)センサは課題克服が必要

これらのセンサ類は、更なる小型化されたものが市場に出回っており、かつこれまで搭載を念頭に置いていたドローンも種類が増えていることから、これまで開発したセンサ類をどこまでなら統合できるかを検討した(図1)。

○ 気圧計を基にした高度計

○ 温度センサ

○ CO2センサ

△ SO2センサ(S/Nが足りず→対象ガス内の光路長不足→長光路光学系の設計までは実施)

△ 無線LAN(見通して1~2kmという詠い文句であったが、実際には200~300m→送信出力なのか受信利得なのか...未だ判別できず)

○ 超小型分光センサ(可視光域)

○ 超小型分光センサ(近赤外光域)

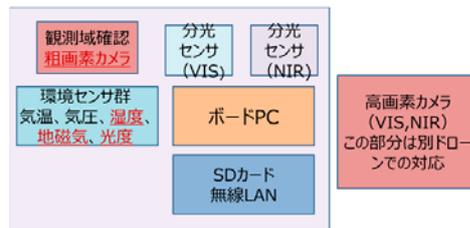
△ 小型カメラ



可視域超小型分光器



近赤外光域超小型分光器



UAV/ドローン搭載統合型センサシステム
下線付き赤字は未開発センサ

図1 UAV搭載総合方センサシステム

3

成果展開の
状況

現状で、課題のあるセンサ中、小型カメラは汎用型なので、搭載を検討すべき対象であると考えている。製作当時はこれだけで大きく重かったが、現在では、1/5程度のカメラが出ている。レンズの小型化が課題ではあるが、搭載してしかるべきセンサであるので再検討すべきセンサである。ただし高画素、高性能ではなく観測域確認の粗画素カメラが有用な場面も含めて検討したい。

一方で、高性能カメラはそれ自体をあらかじめ搭載したドローンを活用し、コンステレーションなどで対応する方が安価ではないかとも考えている。こう言った方向性を今後検討したい。

【CJ20-25】 SP2020-1

(研究課題名:和文)被害マッピングのための知識移転技術

(研究課題名:英文) Transfer knowledge technology for damage mapping

(研究代表者名) アドリアノ ブルーノ (理化学研究所 革新知能統合研究センター)

ADRIANO Bruno (RIKEN Center for Advanced Intelligence Project)

【要旨】 最新の深層学習アルゴリズムを使用して、広域の建物の損傷を分類するための被害マッピングフレームワークを紹介します。主な効果は以下の3つです。(i) 独自のグローバルリモートセンシングデータセットの構築, (ii) 新しい被害マッピングフレームワークの提案, (iii) 手法の有用性を評価するための、複数の実験の実施。

【Abstract】 We introduce a damage mapping framework for the classification of building damage from space using modern deep learning algorithms. The main contribution of this work is threefold. (i) We construct a unique global multitemporal and multimodal EO dataset together with labeled building footprints from large-scale earthquake and tsunami events worldwide. (ii) We propose a damage mapping framework that integrates remote sensing and deep learning to classify the level of building damage considering several data availability scenarios. (iii) We conduct extensive experiments and evaluate the performance of the proposed framework with other state-of-the-art deep learning approaches used for damage recognition.

1
背景
目的
方法

We included building damage characteristics from three disaster types, namely, earthquakes, tsunamis, and typhoons (Fig.1), and considered three building damage categories. The global dataset contains high-resolution (HR) optical imagery and high-to-moderate-resolution SAR data acquired before and after each disaster.

To facilitate the comparison of the different damage classification levels, we defined a three-category scale of building damage (Destroyed, Damage, and Survived). These damage definitions are based on the building structural condition after the disaster.

2
研究の
成果

As core technology, we proposed a framework for building damage mapping using Convolutional neural networks (CNN). This architecture consists of an encoder-decoder design for semantic segmentation (Fig.2). In this work, we modify the encoder design by adopting two encoder streams to derive features from the pre- and post-disaster datasets separately. By setting a change detection approach, the encoders share their extracted features through concatenation and 2D convolution operations.

Based on our experiments, we found that our network trained with optical images can accurately extract and classify building damage without any additional input (building masks). Furthermore, acceptable classification results could be obtained by integrating pre-disaster optical images and post-disaster SAR data.

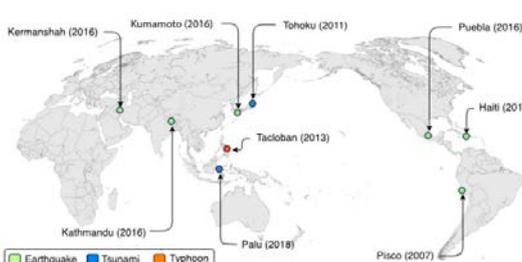


図1 Disaster events included in this study.

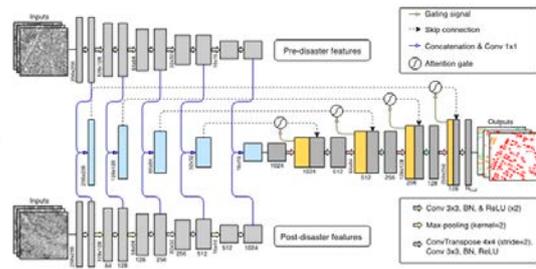


図2 Novel CNN architecture proposed in this study.

3
成果展開の
状況

Bruno Adriano, Naoto Yokoya, Junshi Xia, Hiroyuki Miura, Wen Liu, Masashi Matsuoka, Shunichi Koshimura, "Learning from multimodal and multitemporal earth observation data for building damage mapping," SPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 175, pp. 132-143, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.02.016>

【CJ20-48】 SP2020-1

(研究課題名:和文): **Ionospheric Tsunami Early Warning System**

(研究課題名:英文): **Ionospheric Tsunami Early Warning System**

(研究代表者名) 劉 正彦 (台湾国立中央大学)

Jann-Yenq LIU (National Central University)

【Abstract】 To test the performance of the ionospheric tsunami early warning system developed in 2019, traveling ionospheric disturbances (TIDs) in the total electron content (TEC) of 5 local ground-based receivers induced by the 28 September 2018 Mw7.8 Indonesia earthquake are examined. The ray tracing and beamforming techniques are used to find the TTID (tsunami-TID) source location, while the bootstrap method is applied to explore the possible location of the tsunami origin. The coincidence of the TTID source and the tsunami origin shows that the ionospheric TEC can be used to confirm the tsunami occurrence, find the tsunami location, and support the tsunami early warning.

1

背景
目的
方法

The background of this study is to utilize the ionospheric TEC (total electron content) recorded by existing ground-based GNSS (global Navigation Satellite System) to support the tsunami early warning.

The objective of this study is to test the performance of the ionospheric tsunami early warning system developed in 2019.

The methodology of this study is to employ the ray tracing and the beamforming techniques to find the TTID (tsunami traveling ionospheric disturbance) source location, while the bootstrap method is applied to explore the possible location of the tsunami origin

2

研究の
成果

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion1 The ray tracing technique, the beamforming technique, and the circle method can be used to locate the tsunami source and/or TTIDs.

Conclusion 2 It shall be able to drastically shorten the time in detecting TTIDs and confirming a tsunami occurrence, as well as significantly improve the precision in locating the tsunami source, if GNSS TEC data derived from existing nearby and/or local ground-based GNSS receivers are available in real time.

Conclusion 3 The ionospheric TEC derived from 5 ground-based GNSS receivers in the South Asia region detect 15 TTIDs induced by the 28 September 2018 Sulawesi Tsunami and shed some light on the tsunami source location.

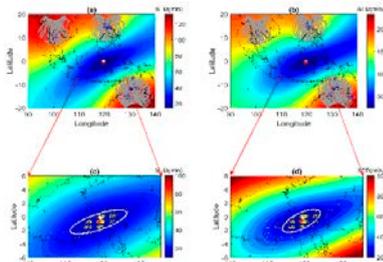


Fig.1 Contour of STD of the ray tracing and beam forming technique and the associated 90% confidence of the bootstrap tsunami sources.

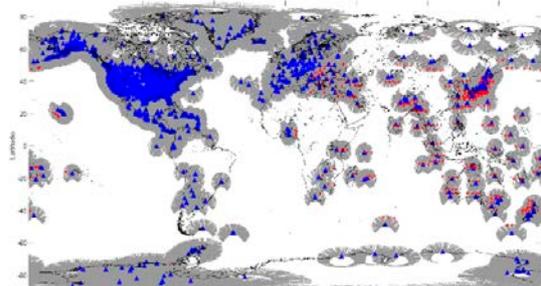


Fig.2 The coverage of 3189 global ground-based GNSS receiving stations of IGS and CORS.

3

成果展開の
状況

(examples)

The result of this study is applied to monitor the TTIDs in Asian and Oceanic areas (Figure 1).

The developed method is applied to observe ionospheric disturbances induced by tsunami, seismic waves, volcanic eruptions, typhoons, and space weather events of magnetic storms, solar flares, solar eclipse, etc.

【CJ20-22】SP2020-1

(研究課題名:和文)マイクロ波リモートセンシング研究会(第3回)

(研究課題名:英文)Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs) (The 3rd)

(研究代表者名) Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)
難波一輝 (千葉大学融合理工学府)

【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りました。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ます。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)を開催しています。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、第3回マイクロ波リモートセンシング研究会(SeMIREs 2020)を開催して、IEICE SANE、IEEE GRSS、URSI-Fと共催した。

【Abstract】 In recent years, due to the miniaturization and weight reduction of synthetic aperture radar (SAR) systems in Japan and overseas, it has become possible to mount them on small satellites, unmanned aerial vehicles, and small airplanes. We expect that this microwave remote sensing technology can be applied to various fields such as disaster monitoring, infrastructure, agriculture, and ocean in the future. In order to strengthen the research activities of this center, The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020) was held and co-sponsored by IEICE SANE, IEEE GRSS, and URSI-F.

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りました。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ます。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おります。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)を開催しています。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、第3回よりIEICE SANE、IEEE GRSS、URSI-Fと共催した。

2 研究の 成果

コロナのため、The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020) 共催学会が2020年11月25日(水) 10:20 - 16:05にオンラインで開催しました。当初、千葉大学アカデミックリンクで開催する予定でしたが、昨今の状況を鑑み、46人の参加者がオンライン出席のもと研究成果を披露しました。

この学会は電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会(SANE)、IEEE AES Society Japan Chapter、URSI-Fとの共催です。

今回、SAR画像の深層学習、AIによる地中探査レーダ画像の識別、Consecutive DInSARによる地盤変動観測、ミリ波レーダによる危険物検出法、小型衛星搭載用のパラボラアンテナの開発、無人航空機搭載レドーム、SAR画像におけるアンビグイティ抑制効果の評価、FPGAによるSAR画像処理回路設計、ミリ波レーダによる障害物の検出、DInSARによる地盤沈下の11件の論文が発表されました。

このSeMIREs学会は千葉大学グローバルプロミネント拠点事業の活動として、リモートセンシング関連学会とも共催し、毎年国内外で開催している。

Result of Research

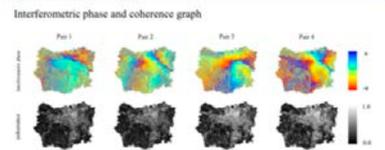


図1 セマラング市内の地盤沈下の発表

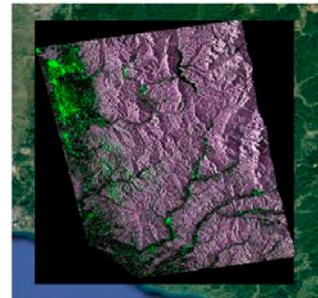


図2 Deep learningによる被災地の抽出

3 成果展開の 状況

The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)の活動が、下記の学会とチュートリアルのように展開させ、世界中より参加者が登録されている。

- ① 第7回アジア太平洋合成開口レーダ国際学会(APSAR 2021 <http://apsar2021.org/>) 2021年11月1日～5日/バリ島で開催する。
- ② 2021年2月～4月に合成開口レーダのオンラインチュートリアル(<http://apsar2021.org/tutorial-series/>)を開催する。毎回の参加者が300人～600人である。

【CJ20-15】 P2020-2

(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】 最も重要な温室効果ガスである二酸化炭素(CO₂)の大気中での分布は、観測が不足しているために、大きな不確実性が存在する。本研究では、既存の観測データとの整合性を取りつつ、3次元的なCO₂濃度の分布を再現するため、大気輸送モデルを用いた30年の長期に及ぶ逆解析を実施した。独立の航空機観測との比較解析から、本研究で得られた濃度分布が妥当なものであることが確認された。このデータは、衛星観測におけるリトリバル初期値や比較解析において、有用なものである。

【Abstract】 Atmospheric distributions of carbon dioxide (CO₂), which is the most important greenhouse gas, have large uncertainties due to lack of observations. In this study, we performed an inverse analysis with an atmospheric transport model for a 30-year-long term to reproduce three-dimensional distributions/variations of atmospheric CO₂ that are consistent with available observations. A comparison with independent observations confirmed the validity of the inverse analysis. This atmospheric CO₂ dataset is useful as a prior estimate in satellite retrieval, and for a comparison analysis with satellite product.

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(CO₂)やメタン(CH₄)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、CO₂の長期逆解析を実施し、さらに最適化されたフラックスデータを用いて観測データと整合性のある3次元のCO₂濃度変動を再現した。

2 研究の成果

(1) 逆解析システムNISON-CO₂を用いて1990-2019年の30年間における全球CO₂フラックスの逆解析を行った(図1)。ここで得られたフラックス解析値を用いることにより、CO₂の長期の3次元濃度分布や変動の再現が可能となった。

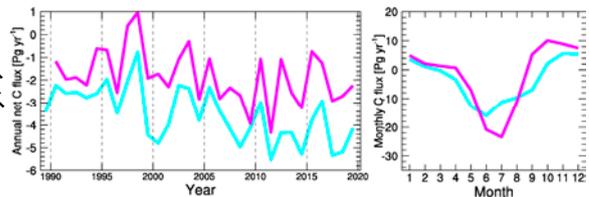


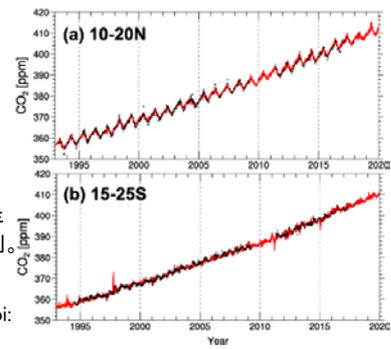
図1 全球CO₂収支の年々変動(左)と季節変動(1990-2019年の平均)(右)。正が大気への放出を示す。ピンク:逆解析結果 水色:初期推定値

(2) 逆解析によるフラックス解析値を大気輸送モデルNICAM-TMIに入力し30年間のCO₂大気輸送実験を行った。さらに、得られた濃度分布・変動の妥当性を評価するため、逆解析には用いていない航空機観測との比較を行った(図2)。比較の結果、季節変動の振幅や位相、また、南北勾配について、モデル計算値が観測と整合的であることが確認された。このことから、逆解析の結果が妥当であることがわかった。

(3) 本研究で、逆解析によって長期のCO₂濃度変動・分布を3次元的に再現できることが明らかとなった。

地上観測や航空機観測と整合的なこのデータは、衛星観測におけるリトリバル初期値や比較解析において、有用なものである。

図2 大気CO₂濃度の西太平洋上空10kmにおける時系列。黒点:観測、赤線:モデル
 観測はMachida et al., (2019, doi: 10.1175/20190828.001)より



3 成果展開の状況

本研究で得られた大気CO₂濃度データは、国立環境研究所のGOSAT-2リトリバルの初期値やプロダクトとの比較解析などに活用される予定である。

【CJ20-18】 2020-2

(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 CH₄ の Level 2, Version 01.xx を用いて、中・上部対流圏の CH₄ 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、対流活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., CO₂ and Ozone profiles) in the troposphere and stratosphere. This fiscal year investigated the intra-seasonal, seasonal and interannual variations of CH₄ 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 CH₄ were seen over the tropical convective regions which extended to the southward across the equator, which was found in CO₂ 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 CO₂ と CH₄ 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 CH₄の季節変化 (左から1,4,7,10月)。(上段) GOSAT (下段) NICAM

(2) 鉛直構造

CH₄ 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 CH₄の年々変化 (2010~2013年)。(上段) GOSAT (下段) NICAM

図3 CH₄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 CH₄ 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 CH₄ データのバイアス評価結果に依存し、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。またデータ質の向上のため自由度についても再度検討する。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。

【CJ20-21】 P2020-2

(研究課題名:和文)住民合意と地権者に対応する函体内蔵型河川・海岸堤防の概略設計と防災堤防の開発
 (研究課題名:英文) Development of Fundamental Design and Suitable Sites concerning Coastal or River Banks Embedded with Caissons for Resident and Landowner Agreements against Huge Water Hazards

(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】 本研究は、気候温暖化によってスーパー台風が強大化し、高潮・河川氾濫のリスクが高まっていたが、2019年の台風19号によって東日本全域に大規模な氾濫被害が発生し現実の問題として顕在化した。これまでに東京湾・伊勢湾・大阪湾の三大湾を対象として避難対策が検討されているが、氾濫からの避難人口が大規模となり課題が多く、またその効果には限界があることが知られている。利根川と共に知られた荒川の氾濫に対する東京東部の中枢部への氾濫流を防止し、崩壊しない堤防によって首都圏の広域氾濫被害を抑止する。首都圏の人口密集地帯において、巨大水災害の一つである首都圏氾濫流を抑止する新たな対策を提案するものである。

【Abstract】 Super typhoons become both strong and frequent by the effects of climate warming on sea surface temperature, which emerge increasing risks of tidal surge and river flooding. Refuge measures are considered in Cabinet Office. This study proposes improved design of embankment structures to control both river flooding in well-known basins of the Arakawa and the Tone River. The author intends to restrain the wide areas of flooding damage in the metropolitan downstream areas using dikes of concrete-caisson inside the embankment, which never collapse by both extreme flood velocity and overflow.

1 背景目的方法

・本研究は、気候温暖化によってスーパー台風が強大化し、高潮・河川氾濫のリスクが高まっていたが、2019年の台風19号によって東日本全域に大規模な氾濫被害が発生し現実の問題として顕在化した。
 ・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てきた。また、内閣府や東京都では避難対策が検討されているが、氾濫からの避難人口が大規模となり課題が多く、その効果には限界があることが知られている。津波よりも頻度が高くかつ甚大な災害をもたらす首都圏氾濫流を抑止する新たな対策を提案した。

2 研究の成果

1) 現代の地上では大規模なコンクリート構造物が溢れているにも拘わらず、氾濫の際には河川の堤防断面の崩壊状態が繰り返されるのは、堤体の内部が流水に弱い盛土のみであることに基本的な弱点があった。その盛土の問題を解決した。
 この強靱化堤は、函体内蔵型堤防の優れた特徴の一つである自然環境対応型である。従来のコンクリート被覆ブロックとは異なる。この強靱化堤は日常的に公園としての利用が可能(図-1)であり、この性質も住民合意の形成に役立つ。

2) 河川堤防の基礎断面の堤内側と堤外側にセメント深層混合処理又は薬液攪拌固化の柱状連結止水壁を作成し、浸透を防止する方法を提案し、堤体基礎の透水問題を解決した(図-2)。

3) 住民地権者の合意形成のために、PPP (Public Private Partnership) の制度を取り入れて、相互に便益を得る制度を使い事業化を図った。あるいは、強靱化堤の整備が間に合わない場合には、災害後の復興計画として事前準備し、用地買収と住民合意について現実的な解決策とすることが可能である。

これらの函体構造、注入固化、止水壁の工法により、河川堤防が洪水時に崩壊せず、また基礎から透水もしない新しく強靱化された堤防により、首都の低地帯にある重要な都心部について、河川洪水時の氾濫流から守ることが可能となる。

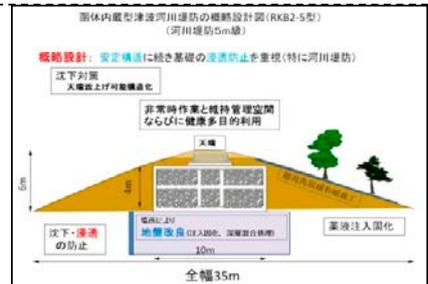


図1 河川堤防用の新基本形



図2 PPP制度の組み入れにより住民合意が可能化する。

3 成果展開の状況

・従来の河川堤防が盛土主体であるが、越流した場合の洗掘によって堤体断面の全体が崩落・流失する。高水敷の大流量がそのまま堤内地の居住域に氾濫するので、崩壊しない堤体として氾濫流を抑止する。この工法は、東京湾と同様に、伊勢湾・大阪湾においても大都市域での氾濫流対策に適用可能である。
 ・薬液注入固化ばかりでなく、堤体前面法先に薬液攪拌固化(または、深層混合処理)によって連続壁を形成した止水壁とする方法とし、河川堤防の安定化を図ることにより実用性を更に高めた。

【CJ20-33】 P2020-2

(研究課題名:和文)都市大気における二酸化窒素 (NO₂) 鉛直分布観測の高度化

(研究課題名:英文) Development of nitrogen dioxide (NO₂) 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を高度化するため、地表近傍 (高度150 m 以下) の二酸化窒素 (NO₂) 鉛直分布について係留気球 (Electro Chemical センサー搭載) による直接観測を実施し、MAX-DOAS法で得られた結果と比較した。その結果地上近傍のNO₂濃度をMAX-DOAS 法で導出可能であることを示した。

【Abstract】 To develop retrieval algorithms of NO₂ vertical profile by MAX-DOAS* over Fukuoka urban area, direct NO₂ measurement by electrochemical sensor was conducted near the ground. The comparison between the two show MAX-DOAS can be used to quantify NO₂ content near ground.

*Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy

1 背景 目的 方法

二酸化窒素 (NO₂) 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NO₂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NO₂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、NO₂などの大気成分の鉛直分布の連続観測が可能である。昨年度まで2, 3, 4, 5等の仰角の観測からNO₂鉛直分布に最適な角度の検討と導出方法の高度化を実施してきた。本研究では地表近傍のNO₂鉛直分布の直接観測結果 (ElectroChemical センサーを係留気球に搭載して観測; 係留気球観測は別課題) とMAX-DOASを比較し、MAX-DOAS 法の地表近傍の観測有用性について明らかにすることを目的とした。

2 研究の 成果

1) 地表濃度が高いと仮定した先験情報をもとにMAX-DOAS 法のNO₂ 導出について導出した結果、地上・係留気球観測と一致

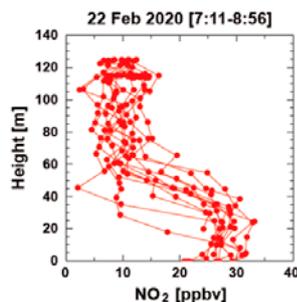


図1 小型センサーで直接観測した二酸化窒素の鉛直分布 (2020年2月20日7:11-8:56)

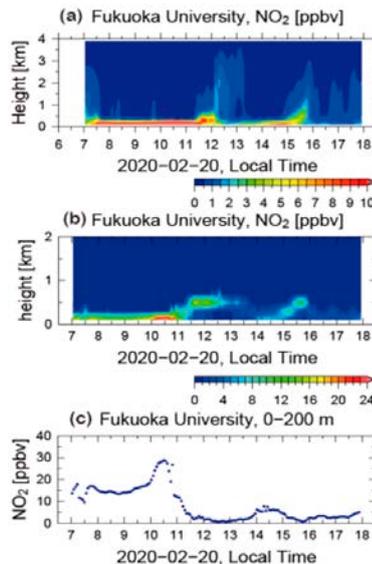


図2 NO₂ の時間変動 (a, b: 高度断面; c: 0-200 m 時系列. 2020年2月20日)

3 成果展開の 状況

得られた研究成果は、今後の都市圏内のMAX-DOAS 法によるNO₂ 濃度鉛直分布の連続観測、他のガス組成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やGEMS等) との比較に応用する予定である。

【CJ20-12】P2020-2

(研究課題名:和文)チェルノブイリ放射能汚染地域を対象とした林野火災状況の把握と水文学的乾燥度評価
 (研究課題名:英文)Remote Sensing for Wildfire Occurrence and Hydrological Evaluation of Dryness in Radioactive Contamination Area in Chernobyl

(研究代表者名) 峠 嘉哉 (東北大学・工学研究科)

Yoshiya Touge (Tohoku University・School of Engineering)

【要旨】 チェルノブイリの放射能汚染地域では、林野火災による放射性物質の再飛散・水質汚染が危惧されている。そのため本研究では、当該領域における今後の林野火災危険度の評価へ向けた一助として、陸面過程モデルSiBUCを用いた土壌水分解析を実行する環境整備を行った。これは乾燥度評価へ向けた一部としての位置づけである。加えて、4月期の最低土壌水分量の空間変化・年変化を示し、特に大規模火災が実際に発生した2015年では土壌水分量が比較的低い環境であったことが示された。

【Abstract】 In the radioactively contaminated area of Chernobyl, there is concern about the re-scattering of radioactive materials and water pollution by wildfires. Therefore in this research, soil moisture was calculated by land surface model SiBUC as a part of dryness assessment for wildfires. Additionally, monthly minimum soil moisture was calculated in April within 18 years from 2001 to 2018, and it was found that soil moisture was relatively lower in 2015, when large-scale wildfire occurred.

1 背景目的方法

チェルノブイリの放射能汚染地域では林野火災が多く、放射性物質の再飛散や河川の水質汚染が問題視されている。2015年以降でも4度の大規模火災が発生しており、今後の気候変動による乾燥化が大規模林野火災の更なる増加・強化に繋がる可能性が危惧される。しかし、現地での乾燥度評価の手法が確立されていない事から、今回は陸面過程モデルSiBUCを用いた土壌水分解析を実施するための解析環境を整備すると共に、過去に大規模林野火災が生じた4月期を対象として、最低土壌水分量の空間分布を求めた。

2 研究の成果

チェルノブイリ域における乾燥度評価手法として、陸面過程モデルを用いた土壌水分解析を実施した。

(1) 陸面過程モデルSimple Biosphere including Urban Canopy (SiBUC, Tanaka 2004)を用いた土壌水分量の解析環境を整備した(図1)。解析条件として、降水量データにGSMaPv6 (Ushio et al. 2009)、他の気象強制力にJRA55 (Kobayashi et al. 2015)、地表面条件にはECOCLIMAP (Meteo France)やGLCC (USGS)等を用いた。

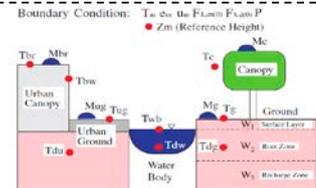


図1 陸面過程モデルSiBUC

(2) 過去に大規模林野火災が生じた4月期における最低土壌水分量を、2001-2018年の18年間で年ごとに求めたのが図2である。乾燥度は時空間的に変化し、乾燥度が強いと示された2015年4月には実際に大規模火災が生じている。より多くの林野火災事例を対象として、乾燥しやすさの空間分布と林野火災の発生状況を比較することが有用なため、衛星解析を用いた林野火災の発生状況の推定を並行して実施している。

(3) 今回整備した土壌水分量解析は、林野火災を想定した乾燥度評価の一部との位置づけである。気候・地表面条件によって他の要素にも検討が必要であるため、現地調査によって解析要素の選定が必要である。

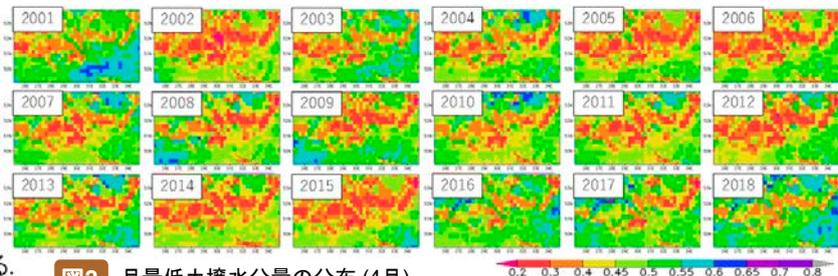


図2 月最低土壌水分量の分布 (4月)

3 成果展開の状況

今回実施した土壌水分量解析は、乾燥度評価の一部との位置づけであるため、今後当該領域での林野火災の発生状況を踏まえた乾燥度解析手法の構築が必要である。また研究代表者は、JAXA共同研究等で大量の現地観測データに基づき、林野火災発生状況の衛星解析手法の構築を実施している。構築した手法を当該領域に適用することで、乾燥度評価手法の検証・精査が可能となる。

【CJ20-16】 P2020-2

(研究課題名: 和文) 関東平野のエアロゾルの光学特性の時空間分布に関する研究

(研究課題名: 英文) A study of spatiotemporal distributions of aerosols over Kanto Plain

(研究代表者名) 三浦 和彦 (東京理科大学・理学部第一部)

Kazuhiko Miura (Faculty of Science Division 1, Tokyo University of Science)

【要旨】 放射強制力に関する見積もりには未だ多くの不確実性が存在する(IPCC, 2013)。不確実性の主要因はエアロゾルの時間・空間依存性が大きいことにあり多地点での長期観測を必要とする。都心部と富士山麓においてスカイラジオメータによりエアロゾルの光学特性を測定した。光学的厚さは春から夏に高く、冬に低い季節変化を示した。神楽坂で測定した微小モードと粗大モードの気柱積算体積の季節変化から、粗大モードは春のみ高く黄砂の影響が見られた。2地点での測定結果の比較から前線付近で複雑な風系の時に東から西への気塊の輸送が観測された。今後、SKYNETのデータと合わせ空間分布の詳細解析をする。

【Abstract】 The main cause of uncertainty of the radiative forcing is a spatial and temporal dependence of aerosols, which requires long-term observations at multiple points. The optical characteristics of aerosols were measured with a sky radiometer in the city center and at the foot of Mt. Fuji. The result shows that the optical thickness was high from spring to summer and low in winter. The seasonal changes in the air column cumulative volume distribution measured at Kagurazaka showed the coarse mode was high only in spring, and the influence of yellow sand was observed. From the comparison of the measured results at the two points, the transportation of air mass from east to west was observed. In the future, we will analyze the spatial distribution in detail together with the SKYNET data.

1 背景目的方法

近年の衛星観測技術の発展に伴い衛星による分解能の高いエアロゾル観測が行われている。また地表面のPM2.5のメッシュ観測も行われているが、大都市を含む関東圏における気柱全体のエアロゾル量に関する地上設置型装置による多地点観測はあまり行われていない(Momoi, Miura et al., 2017, ACPM; 土方、三浦ら、2018、大気電気学会)。本研究の目的は都市部(新宿区神楽坂)と山岳部(富士山麓太郎坊)に設置するスカイラジオメータによる観測データに加えてSKYNETの観測データを用いてエアロゾルの空間不均質情報を得ることである。

2 研究の成果

東京都新宿区に位置する東京理科大学神楽坂キャンパス1号館屋上(北緯35.70度、東経139.74度、高さ59.6 m)と、静岡県御殿場市に位置する太郎坊(北緯35.33度、東経138.80度、標高1290 m)の2地点で、神楽坂(KAG)では2014年から、太郎坊(TAR)では2015年からスカイラジオメータ(POM-02, Prede)を用いた観測を行なった。

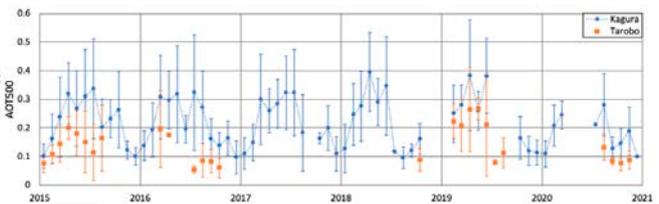


図1 Annual variation of AOTs observed at KAG and TAR.

KAGにおけるエアロゾルの光学的厚さ(AOT)を散乱光強度から求めたところ、春から夏に高く、冬に低い季節変化を示した(図1)。KAGでは多目的分光放射計、サンフォトメータを用いて1993年からAOTを測定しているが、2006年頃に大きく減少した後、有意な減少傾向は見られない。気柱積算体積粒径分布 $dV/d\log r$ から微小モード($0.05 < r < 0.54 \mu\text{m}$)と粗大モード($0.54 \leq r < 7.73 \mu\text{m}$)の体積を算出し、それぞれの月平均値の季節結果を見ると、微小モードは春から夏に高かったが粗大モードでは春のみ高く黄砂の影響が示された。一方、TARは木に覆われていることと雲がでやすいことから欠測が多いので、直達光からAOTを求めた。KAGと同様の季節変化を示したが、ほとんどの月でKAGに比べ低い値となった(図1)。

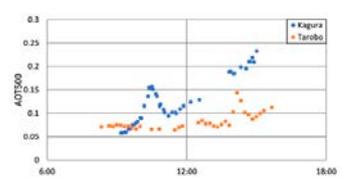


図2 Diurnal variation of AOTs.

KAGとTARの両地点で散乱光データの解析ができた2015年5月13日のAOTの日変化を見ると、KAGの約4時間遅れでTARでピークが観測された(図2)。ピーク時の $dV/d\log r$ を比べるとほぼ一致した(図3)。この時、前線付近で複雑な風系をしており、神楽坂の気塊が太郎坊に輸送されたことを示している。今後、SKYNETのデータと合わせ空間分布の詳細解析をする。

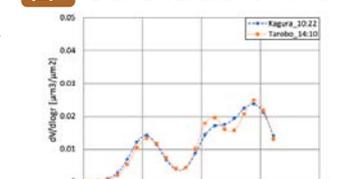


図3 Comparison of $dV/d\log r$.

3 成果展開の状況

- (1) 齋藤天真、桃井裕広、森 樹大、三浦和彦、青木一真、東京神楽坂及び富士山麓太郎坊で測定した光学的厚さの経年変化、日本大気電気学会第99回研究発表会、オンライン、2021.1.8
- (2) 齋藤天真ら、東京神楽坂および富士山麓で測定した気柱全体のエアロゾルの光学特性・微物理特性、認定NPO法人富士山測候所を活用する会第14回成果報告会、オンライン、2021.3.28予定
- (3) 齋藤天真ら、エアロゾル研究投稿準備中

【CJ20-49】 P2020-2

(研究課題名: 英文) Monitoring of regional climate effects due to urbanization in Indonesia

(研究代表者名) PI: **Fitria Nucifera (Universitas AMIKOM Yogyakarta, Indonesia)**

【要旨】 この研究の目的は、インドネシアのジャカルタでの都市拡大による2000年から2019年の気温と土地被覆の変化の監視です。5年ごとの地表面温度の季節平均を特定するために、MOD11A2データ衛星を採用し、MOD12Q1は土地被覆分布を提供しました。その結果、都市部と市街地は約667km²に広がり、LSTは2000年から2014年にかけて増加し、2015年から2019年にかけて減少する傾向があります。昼間のLSTは夜間よりも暖かかった。

【Abstract】 The objective of this study is monitoring of temperature and landcover changes in 2000-2019 due to urban expansion in Jakarta, Indonesia. To detect changes in land cover, five year mean LST and land cover classification datasets (MCD12Q1) were using cloud-free images. All the dataset were quality controlled to obtain cloud-free imagery. The result shows that urban and built-up lands extended approximately 667 km² and the LST tend to increase during 2000-2014 and decrease during 2015-2019. LST in daytime was warmer than nighttime.

1
背景
目的
方法

Jakarta, Indonesia, is experiencing urban expansion. In the last 20 years, from 2000 to 2020, the population has been increasing up to 50 percent. Because of this, landcover and temperature have been changing. MODIS provides moderate spatial resolution and high temporal resolution allowing to monitor seasonal variation of land surface temperature and land cover in tropical area. This study aims to identify the urban expansion of Jakarta urban area and its temperature change. The methodology of this study is spatio-temporal analysis landcover and temperature in Jakarta from 2000 to 2019. Seasonal mean of every 5 years' land surface temperature used MOD11A2. Previously, it was being quality controlled of its missing data and cloud coverage. MOD12Q1 provided land cover distribution

- (1) The area of urban and built-up lands in the last two decades extended approximately 667 km², or 222 km² per 5 year
- (2) Land surface temperature in Jakarta urban area shows increase during 2000-2014 and decrease during 2015-2019.
- (3) The highest seasonal LST occurred in SON (September-October-November) and the lowest is in JJA (June-July-August)
- (4) Land surface temperature in day was warmer than the night.

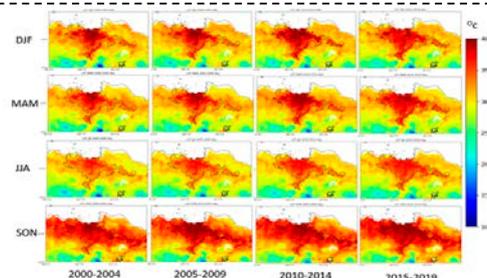


Fig 2. LST daytime

2
研究の
成果

Land cover type	Extent of urban areas (km ²)			
	2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2019
Type 1	2.985	3.173	3.391	3.652
Type 2	2.985	3.173	3.391	3.654
Type 3	2.889	3.084	3.301	3.588
Type 4	2.889	3.084	3.301	3.587
Type 5	2.894	3.092	3.308	3.592

Fig 1. Urban areas in MODIS landcover

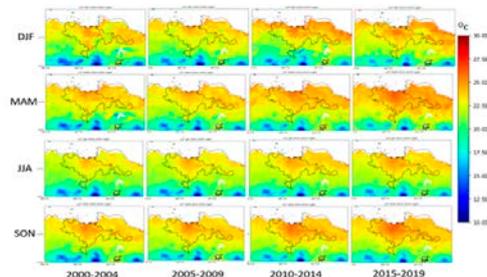


Fig 3. LST nighttime

3
成果展開の
状況

- (1) MODIS data are effective to monitor urban environment and its changes in humid tropical regions and can be an alternative dataset to provide cloud-free imagery.
- (2) This method is applicable for other cities in tropical area because MODIS provides adequately complete temporal dataset with more cloud-free imagery.
- (3) We submitted one abstract to JpGU 2021 meeting (under review).

【CJ20-17】SP2020-2

(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】観測帯域の増加、観測周期の短縮化、空間分解能の向上が特徴である次世代静止気象衛星から地表面温度を推定するアルゴリズムを開発し、ひまわりにとどまらず、GOES, METEOSAT に展開し、全球で同じアルゴリズムで地表面温度推定を実施する。本年度は、前年度GOESへ適用した際に、解の収束性を劣化させる要因を究明し、その対策を講じた。

【Abstract】The next generation geosynchronous satellite has the many improvement such as the observation channels increase, the shorter period of the observation and the higher spatial resolution. From the such satellites include Himawari-8, 9, GOES-R, S and METEOSAT 3rd. generation, the LST estimation algorithm which can be applied for all satellite is developed. In this year, To improve the less convergency of the algorithm The numerical simulation for the split window formula is updated.

1 背景 目的 方法

空間分解能の向上、観測周期の短縮化、観測波長帯の増加という利点を持った次世代静止衛星が各国で運用開始されている状況が本研究の背景としてある。本研究の目的はそれらの衛星に搭載されているセンサから同じアルゴリズムで地表面温度を推定することである。このため、回帰によるセンサ依存性を極力抑えた準解析的推定法を採用し、それらの実装を試みた。そのうえで、収束性を高める数値シミュレーションによりSplit window式の改良を実施した。

2 研究の 成果

- (1) 10.5、12.0[μm]の観測帯域の放射伝達方程式と、両帯域での観測輝度温度を用いたSplit window式を連立させて、数値予報データを利用した大気の放射パラメータを計算し、地表面温度、射出率を同時推定するアルゴリズムを開発した。
- (2) 計算速度向上のため、大気の放射パラメータを、地表面温度、総可降水量から計算する簡易放射伝達コードをセンサ毎に実装した。また、Split window係数を観測輝度温度によって3種切り替えるアルゴリズムを採用した。
- (3) Split window係数の再設定のため、観測角、地表面気温の範囲を拡大し、より精度の高い係数セット選択のための選択基準の変更を行った。2019/06/10 - 17, 07/04 - 10に取得されたGOES-R CONUSデータを、新旧アルゴリズムですべて処理し、両者の収束率を比較したところ、収束画素(放射伝達方程式、Split window式の平均残差1[K]未満)数、準収束画素(平均残差1[K]以上2[K]未満)数が増加し、未収束画素(平均残差2[K]以上)数が減少した(図1)。

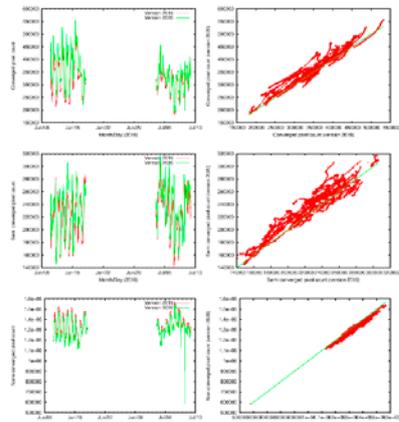


図1 改良前後の収束率変化
(上:収束画素数、中:準収束画素数、下:未収束画素数、左:時系列表示、右:画素数比較)

3 成果展開の 状況

本、アルゴリズムは、すでに千葉大のサーバに実装済である。今後、より効率的なデータ処理のためのデータストリームの構築を目指す。

【CJ20-44】 SP2020-2

(研究課題名: 和文) 静止気象衛星高頻度観測を用いて同定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 identified using geostationary satellite 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、静止衛星高頻度観測による地上での降雨開始の予測可能性を調べた。降水レーダーデータから降雨開始時刻を定義し、降雨開始以前の輝度温度時間変化を調べた結果、孤立して発達する降水雲に対して、降雨開始30分程度前から予測が可能であることが示唆された。

【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 relationship between start time of surface precipitation defined by JMA radar observation and infrared brightness temperatures from Himawari-8 preceding the precipitation occurrence. The results implies that there is a lead time about 30 minutes for the precipitation associated with isolated convection.

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の知見が不足しているため、十分に信頼できるパラメタリゼーション手法が確立しているとは言い難い。そこで本研究では、静止衛星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) 2018年8月のひまわり8号ラピッドスキャン観測および気象庁全国合成レーダーデータを用いて、降雨開始事例を定義した。降雨開始時間以前の輝度温度の時間変化について調べた結果、すべての事例において降雨開始以前に輝度温度が低下することが確認された。降雨開始までの輝度温度の時間変化はおよそ4通りの傾向を示している。4通りの傾向のうち、輝度温度が降雨開始30分以内に低下する事例には、孤立して発達する雲が多く捉えられていることがわかった。輝度温度変化率の時間変化に見られる特徴も用いることにより、孤立性降雨と移動性降雨が効率よく判別できる可能性が示された。

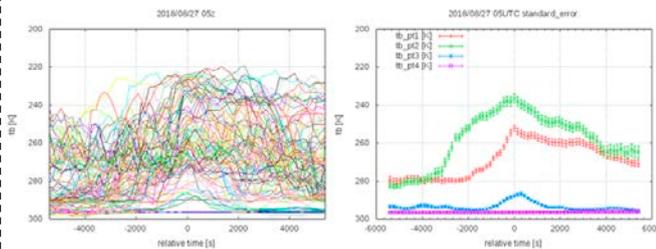


図1 左: ひまわり8号ラピッドスキャン観測から同定した、降雨開始前後の輝度温度時間変化。2018年8月27日05 UTCに降雨が開始した事例のみ示している。横軸は降雨開始時刻に対する相対時間(秒)。異なる色は異なる地点における時系列を示している。

右: 図1左の事例を4タイプに分類し、各タイプの輝度温度時間変化の平均を示した図。エラーバーは標準誤差を表す。

(2) 降雨開始時の降雨強度と、開始以前の輝度温度と輝度温度変化率の関係について、降雨強度別に調べた。降雨開始の約20分前から、降雨開始時の降雨強度が強いほど輝度温度変化率が負に大きい、すなわち雲の発達が大きいことが示された。

3 成果展開の 状況

以下の成果発表を行った。

- ・ 染谷 由樹, 2020: 静止衛星高頻度観測を用いた降雨開始予測に関する統計的解析. 卒業論文, 富山大学理学部, 42pp.

CEReS 共同利用研究/研究報告2020

【CJ20-26】 SP2020-2 プログラム研究 研究会

(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) 小畑 建太 (愛知県立大学)

Kenta Obata (Aichi Prefectural University University)

【要旨】

ひまわり8号の科学的利用は千葉大学環境リモートセンシングセンターによって効果的に進んでいる。この共同利用研究では、そのさらなる活性化に貢献するため、植生を中心とした陸域環境モニタリングにおける研究を中心テーマに据えて、ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会に関連した活動を行った。遠隔による意見交換会等を機動的に実施し、ひまわり8号を陸域に利用している研究者間の連携を強めている。昨年度から継続しているこれら取り組みの結果、国際会議の関連セッションや国際誌の特集号などの提案・開催に至っている。

【Abstract】 Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) plays an important role in processing and providing Himawari-8/AHI data. This join project has tried to promote further use of those data in the research communities mainly for land remote sensing of geostationary satellites. In the year of 2020, some members proposed and organized a related session in international conference. A special issue has also been prepared for hyper temporal land remote sensing with third-generation geostationary satellites.

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、国内においても研究利用・実利用が進んでいるものの、さらなる利用の促進が期待されている。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。

実施2年目となる本研究会は、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

下記の日程で関連研究やセッション開催に関する意見交換会を主に遠隔で実施した。

(1) 2020年2月: GEO衛星による陸域分野の研究動向に関する調査結果の情報交換を行った。

(参加者数: 5名、実施形態: 対面@名古屋)

(2) 2020年4月: JpGUセッションおよび論文誌特集号の提案についての意見交換を行った。

(参加者数: 6名、実施形態: オンライン)

(3) 2020年5月: 国際共同研究強化の研究提案書作成に関する検討を行った。

(参加者数: 5名、実施形態: メール)

(4) 2020年7月: AGU-JpGU Joint Meeting 2020におけるGEO関連セッションを実施した。

セッション名: Terrestrial monitoring using new-generation geostationary satellites

代表・共同コッピナー: 山本雄平・市井和仁(千葉大学), 三浦知昭(ハワイ大学)

(5) 2020年9月: 基盤研究Sの研究提案書作成に関する検討を行った。

(参加者数: 6名、実施形態: メール)

(6) 2020年12月: 論文誌特集号の提案についての検討を行った。

(参加者数: 3名、実施形態: オンライン)

上記の他、科学研究費補助金への研究提案書作成に関するメール打ち合わせを複数回実施した。

本プロジェクトの参加者:

市井和仁(千葉大学)

三浦知昭(ハワイ大学)

山本雄平(千葉大学)

山本浩万(産業総合技術研究所)

小林秀樹(海洋研究開発機構)

永井 信(海洋研究開発機構)

松岡真如(高知大学)

吉岡博貴・小畑建太(愛知県立大学)

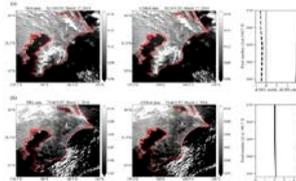


図1: AHIの幾何精度検証結果

Yamamoto, et al., *Remote Sens.* 2020.



remote sensing
an Open Access Journal by MDPI

Hypertemporal Land Remote Sensing with Third-Generation Geostationary Earth Orbit (GEO) Satellites
This Special Issue focuses on recent advances in land remote sensing using advanced GEO sensors. It aims to capture the current status of research in this area.

図2: GEO特集号の情報

(2021年12月31日まで)

3 成果展開の 状況

(1) OA-Journal Remote SensingにおけるGEO特集号が進行中である。(～2021年12月31日)

(2) 科研費による関連テーマの研究が進行中である。

国際共同研究強化(B): 市井他4名2020～3年、若手研究: 山本(雄)2020～3年、基盤研究(C): 小畑2020～4年、

挑戦的研究(開拓): 吉岡・松岡他2名2019～6年

(3) 関連研究の学術論文が採録・公開された。

Yamamoto, et al., *Remote Sens.* 2020; Miura and Nagai, *Remote Sens.* 2020; Obata and Yoshioka, *Remote Sens.* 2020.

【CJ20-14】P2020-3

(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 (Tohoku University・Graduate School of Agricultural Science)

【要旨】 これまでにリモートセンシングによる観測データをシミュレーションモデルに組み込み、主に水稲を対象とした収量推定を行ってきた。これまでは主に土壌肥沃度や施肥などを主因とする生育差に焦点を当ててきたが、本報ではいもち病による影響評価について解析を行った。
 シミュレーションモデルで推定された収量は感染の酷い位置で低下する傾向を示した。しかしながら処理開始後からNDVIに差がみられるため、病害の影響評価については再検討が必要である。表面温度計測などの感度の高い計測法との組み合わせが必要であると考えられた。

【Abstract】 We have developed a simulation model to incorporate remote sensing data and estimated yields mainly for paddy rice. So far, we have focused mainly on growth differences mainly due to soil fertility and fertilization. This report analyzed the effects of blast disease. The yield estimated by the simulation model tended to decrease at the severe location of infection. However, since there are differences in NDVI before the start of treatment, it is necessary to reexamine the effects of diseases. It was considered necessary to combine it with a highly sensitive measurement method such as surface temperature measurement.

1
背景
目的
方法

これまでにリモートセンシングによる観測データをシミュレーションモデルに組み込み、主に水稲を対象とした収量推定を行ってきた。これまでは主に土壌肥沃度や施肥などを主因とする生育差に焦点を当ててきたが、実際の農家圃場では病虫害による減収が問題となる。そこで本報ではいもち病による影響評価について解析を行った。
 古川農業試験場で実験を行った。図1に示す圃場において位置1および17の外側にいもち病罹病苗を抵触し、感染の広がりを調査した。

2
研究の
成果

(1)Matrice210に搭載したRedEdgeを用いて撮影した画像から、図1に示す分割区ごとにNDVIを求め、水稲生育シミュレーションモデルSIMRIW-RSを用いて収量予測を行った。

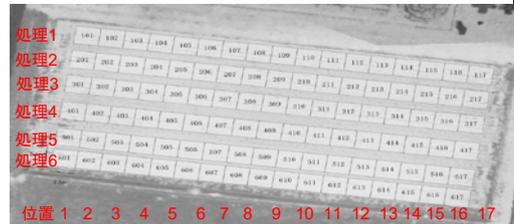


図1 調査圃場のドローン画像。処理区を2.5mごとに17分割してNDVIを求め、解析に供した。

(2)推定された収量は感染の酷い位置1や17で低下する傾向を示した(図2)。

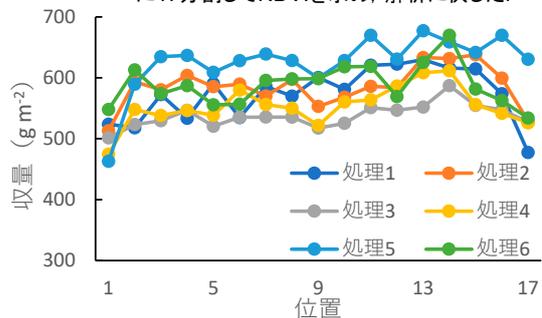


図2 各処理、各位置における推定収量。

(3)しかしながら処理開始後からNDVIに差がみられるため、病害の影響評価については再検討が必要である。表面温度計測などの感度の高い計測法との組み合わせが必要であると考えられた。

3
成果展開の
状況

開発した手法は科学研究費基盤研究(19H03078)およびJICA-JST・SATREPS事業(JPMJSA1604)にて活用される予定である。

【CJ20-31】 P2020-3

(研究課題名:和文) インドネシア、デンパサール市における植生と都市のヒートアイランドの関係

(研究課題名:英文)

The Relationship of LST among NDVI and NDBI in Denpasar City Based on Landsat-8Level-2Data

(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センター)

Takahiro Osawa (Udayana University · Center for remote sensing and Ocean sciences)

【要旨】 インドネシアのバリ島では、観光産業の増加と人口の増加に伴い、社会問題や環境問題が発生し、特に都市部の土地利用が問題となっています。都市の拡大に伴って、発生する最も顕著な現象は、都市の気温が農村の気よりも暖かく、大気が汚染される都市のヒートアイランド(UHI)効果がある。近年衛星データ(Landsat等)から地表面温度(LST)が得られるようになったことで、UHIと地表面の生物物理学的パラメータ(NDVI等)との関係を調べることが容易になった。本研究の目的は、ランドサット8号の衛星データを用いて、インドネシア・バリ島デンパサール市の全体のUHIを観測し、地表面変化として定量化することである。

【Abstract】 In Bali, Indonesian ,increase in the tourism industry and the population is creating huge social and environmental problems, especially on urban land changes. Almost notice able phenomenon at has arisen as a result of city expansion is that urban climates are warmerr and more polluted than their rural counter parts(LoandQuattrochi,2003),or called the urban heat island(UHI) effect. The objective of this study was to quantify the entire UHI over Denpasar, Bali, Indonesia as continuously varying surface using Landsat satellite data.

1 背景 目的 方法

インドネシアのバリ島では、観光産業の増加と人口の増加に伴い、社会問題や環境問題が発生し、特に都市部の土地の変化が問題となってい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、ケーススタディーとして、サマール観光地域を含めたデンパサール地域でのヒートアイランド(UHI)を2016年から2020年の5年間における変化をモニタリングをする事である。本研究では、衛星データを用いて、地表面温度(LST)を計算、及び各パラメータ(NDVI(植生指数)、NDBI(都市化指数)インデックス計算の方法を採用し、LSTとの比較を実施した。

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、5年間(2016-2020)における地表面温度(LST)を計算した。これにより、都市化、観光化によるヒートアイランド現象に有用なパラメータを積算することが可能となった。
 (2) 2016年から2020年のLSTの変化でから、都市化により、地表面の上昇が各地域で起こっている事が分かった。
 (3) LSTとNDVIとNDBIの関係が計算され、ヒートアイランド現象と都市化、植生減少が明らかになった。これにより、ヒートアイランド現象と植生、都市化の変動のモニタリングが可能となる。



図1 デンパサール市とプロット図

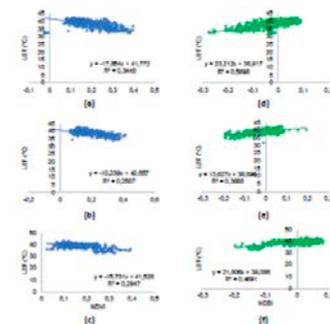


Fig 4. Relationship the average value in 2016 until 2020 of LST with NDVI in (a) A - B profile, (b) C - D profile, and (c) E - F profile; and LST with NDBI in (d) A - B profile, (e) C - D profile, and (f) E - F profile.

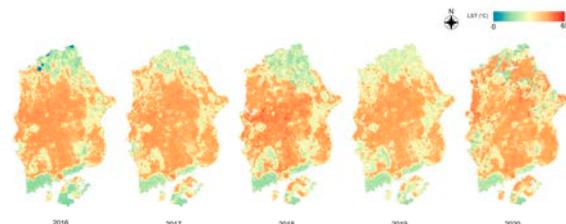


図2 LSTの2016年から2020年の比較

図3 LSTとNDVIの関係

3 成果展開の 状況

本研究で開発した手法は、バリ島デンパサール市におけるヒートアイランド現象と建築物、植生の関係が明らかになり、温暖化対応への緩和策、適応策への一部の指針として用いられる。

【CJ20-09】P2020-3

(研究課題名:和文)作物モデル及びドローンデータを用いた水稲病害による減収リスク評価手法の構築
 (研究課題名:英文)Development of risk assessment method for rice yield reduction by disease using crop model and drone data

(研究代表者名) 宮野 法近(宮城県古川農業試験場作物環境部)

Miyano Norichika (Miyagi Prefectural Furukawa Agricultural Experiment Station)

【要旨】 現行のイネいもち病の防除は、箱施用剤による予防防除が主体である。いもち病の発生は気象条件によっては少ない場合があるにも拘らず、実際の発病程度を考慮せずに同量の薬剤を使用していることから、局所的な防除方法に関心が高まっている。そこで、いもち病伝染源設置の前後から感染源周辺の稲のドローン熱赤外画像を経時的に撮影し、発病の予兆を検出可能か検討を行った。感染前と後の画像の比較結果から、感染直後でやや稲体温度が低くなっていることが確認された。

【Abstract】 The current preventive method of rice blast disease is mainly application of sporicidal material to a seedling box. Occurrence degree of the blast disease depends on the weather conditions but currently the same amount of sporicidal material is applied without considering the actual occurrence conditions of the disease. This is drawing much interest in a method of the precision prevention which is to apply the material locally according to the local disease situation. Under this background, time-series drone images of rice crop were taken in area near the infection source of blast disease from time before installation of the infection source in order to examine possibility to detect indication of blast disease occurrence. As a result of comparison of the thermal infrared images between before and after the installation of the infection source, it was identified that the temperature of rice crop became slightly lower immediately after rice crop was infected.

1 背景 目的 方法

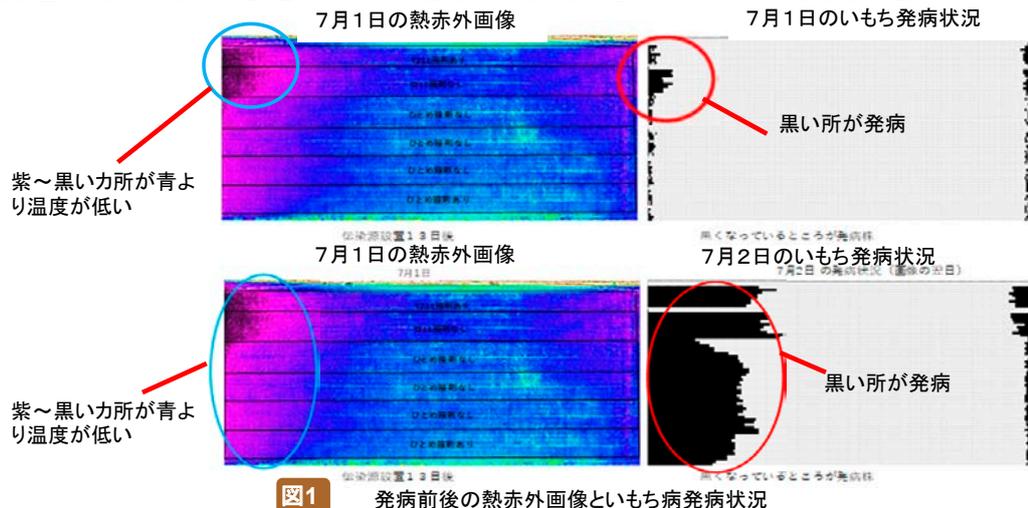
現在の水稲栽培において、いもち病の防除は箱施用剤による予防防除が基本であるが、気象条件によってはいもち病の発生が少ない場合もあり、実際の発病程度に限らず同一量の薬剤を使用している、という状況が本研究の背景としてある。

本研究の目的は予防防除が基本となっているいもち病防除に対し、発病の予兆を捉えることで、病斑の確認前からの早期局所的防除が可能かどうかを生育、玄米品質、収量等から検証することである。

このため、今年度はいもち病感染前後の稲体温度をドローンで撮影し、感染の前後における稲体温度の変化を観察した。

2 研究の 成果

(1)試験圃場に箱剤施用区、水面施用剤区、薬剤無処理区を設定し、移植約1ヶ月後の6月18日にいもち病伝染源を設置した。設置翌日から熱赤外画像(Zenmuse XT)の取得を開始するとともに、発病穂率、病斑個数の調査を行った。いもち病感染前と伝染源設置約2週間後の熱赤外画像を比較すると、感染直後でやや稲体温度が低くなっていることが確認された。同時に取得したマルチスペクトル画像の反射率や指数には顕著な違いが見られなかったことから、熱赤外画像から発病予兆を検出出来る事が示唆された。



3 成果展開の 状況

温度変化の恒常性を確認するには今後も継続した試験が必要であるが、発病の予兆が確認出来れば局所的な防除ができる可能性がある。また、得られた知見は科学研究費基盤研究(19H03078)においても活用される予定である。

【CJ20-30】 P2020-3

(研究課題名:和文)リモートセンシングデータを用いた水稻の発病兆候の検出

(研究課題名:英文)Detection of sign of onset of paddy rice using remote sensing data

(研究代表者名) 牧 雅康 (福島大学)

Masayasu Maki (Fukushima University)

【要旨】 作物モデルとリモートセンシングデータによる水稻の減収リスク評価手法の開発のために、減収の主な要因であるいもち病の発生兆候をリモートセンシングデータから検出することを試みた。本研究課題では、近年普及が進んでいるドローン及び熱赤外カメラを用いて検討した。その結果、解像度が7.5cm程度の画像を用いた場合、罹患箇所と非罹患箇所の表面温度には有意な差を確認することは困難であった。

【Abstract】 In this study, for the development of a method for assessing the risk of decrease in rice yield using crop models and remote sensing data, detection of the sign of blast disease which is the main cause of the decrease in rice yield was conducted. In this study, we investigated using drones and thermal infrared cameras, which have become widespread in recent years. As a result, it was difficult to confirm a significant difference in the surface temperature between the affected area and the non-affected area when an image with a resolution of about 7.5 cm was used.

1 背景 目的 方法

本研究課題は、これまでに開発した作物モデル(SIMRIW-RS)とリモートセンシングデータによる水稻の減収リスク評価手法の開発を最終目標とし、減収の主な要因である病害(いもち病)の発生徴候の検出の可能性をリモートセンシング画像から得られるスペクトル情報(主に熱赤外域)を用いて検討することを目的とした。古川農業試験場(宮城県)の協力のもとに、試験圃場においていもち病のモニタリング試験を行った。具体的には5月に田植えを行い、6月中旬にいもち病菌を植え付け、6月~9月下旬まで定期的に現地調査(病斑数のカウント、ドローン画像(主に熱赤外画像)の取得)を実施した。取得したデータを用いて、発病時期と熱画像の関係を明らかにし、リモートセンシングデータによる発生兆候の検出の可否について評価した。

2 研究の 成果

(1) 効率的なモニタリングのために、圃場1筆が1枚の画像内に収まる上空60mからの空撮熱画像を用いた結果、地上での目視によって確認できた罹患・非罹患箇所の差の検出は困難であることが確認された。(図1と図2)。

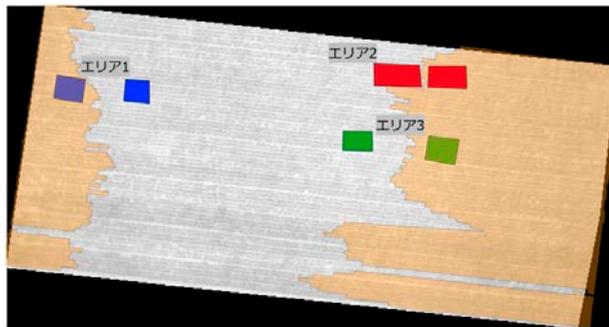


図1 罹患及び非罹患の表面温度の比較箇所

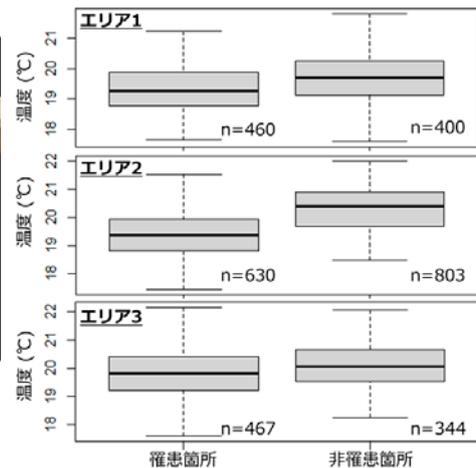


図2 罹患及び非罹患箇所の表面温度の比較結果

(2) 画像の解像度だけでなく、使用するカメラの画角、撮影時刻や天候などについても、今後検討する必要があることが確認された。

3 成果展開の 状況

本研究課題で得られた知見は、本郷千春准教授が代表を務める科学研究費補助金基盤研究(B)「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」に活用される予定である。

【CJ20-37】 SP2020-3

(研究課題名:和文)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

(研究課題名:英文)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】 本研究では、水稲栽培における生育のバラつきと作土深の関係性を明らかにすることを目的とした。作土深は収穫後にRTK-GNSSシステムを用いて計測を実施しGISによるマップを作成した。その結果、作土深はNDVIとの相関があることを示し、作土深が浅いとNDVIが相対的に低くなる傾向を確認できた。収量は作土深が1cm深くなると粗玄米重は27.5kg/10a増加することを示した。さらに本研究では、空中写真などの過去の地理空間情報も合わせて利用することで、圃場整備の影響など、作土深のバラつきの要因の一つを知ることができた。

【Abstract】 The aim of this study was to clarify the relationship between growth variation and topsoil depth in a paddy field. The topsoil depth was measured after the harvesting by using the RTK-GNSS, then, the topsoil depth map was produced by using the GIS. The results showed that the NDVI decreased as topsoil depth became shallower, and the topsoil depth correlated with the NDVI. The use of historical geospatial information, such as aerial photographs and topographic maps, was able to understand one of the causes of topsoil depth variation.

1 背景 目的 方法

日本の農業は生産者の高齢化および熟練生産者の引退によるノウハウの喪失などが懸念されている。こうした状況の解決策の一つとして、農業用ロボットやICT技術などを駆使した「スマート農業」の導入が各地で進み始めている。詳細なモニタリングによって、一筆の圃場でも生育は均一とは限らず、生育のバラつきをセンシング技術によって詳細に把握できるようになったという状況が本研究の背景としてある。本研究の目的は、水稲における生育のバラつきを作土深の違いに着目し、その要因について評価する。このため、零細農家においても導入可能な低コストかつ簡易的な作土深の計測機器を開発し、一枚の圃場内における詳細な作土深マップを作成した。

2 研究の 成果

(1) 近年の技術革新によってローコストのGNSS受信機を自作することができるようになった。本研究ではNEO-M8T、アンテナTW3710を2台分用意し、相対測位によるPPK解析によって位置を推定する計測機器を開発した(図1)。これにより、圃場内の計測位置が数cm単位となり、詳細な作土深マップの作成が可能となった(図1)。

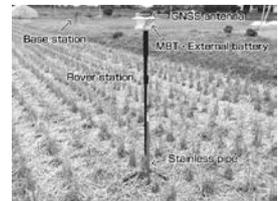


図1 GNSSを用いた作土深計測

(2) 出穂期にドローンによる生育状況をNDVI・草丈で把握し、作土深の関係を検討してみた結果、作土深はNDVIとの相関があることを示した。作土深が浅いとNDVIが相対的に低くなる傾向を確認できた。また、草丈も同様に作土深が浅いと草丈が短くなる相関を示した。収量は栽培年度によってバラつきはあるが、作土深が1cm深くなると粗玄米重は27.5kg/10a増加することを明らかにした。

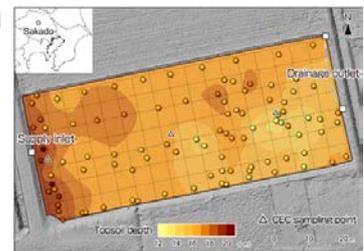


図2 計測データをGISを用いて補間した作成した作土深マップ

(3) 本研究で対象とした圃場は、1991年に実施された土地改良事業によって、圃場および農道や用排水路などが整備された。そのため、過去の空中写真から土地利用図を作成したところ、圃場整備前の土地利用は水田、畑地、農道が入り込んでいることがわかった。作土深のバラつきは作土深が浅い圃場東側は畑地、一方、作土深が深い圃場西側は水田であった。このことから、対象とした圃場内の作土深のバラつきは、本来の土地の影響が現在までも残っていたことが明らかになった。これにより、生育のバラつきの要因の一つを把握することが可能となり、安定した収量および品質の高い水稲栽培の活用に期待できる。

3 成果展開の 状況

本研究で提案した圃場内の作土深マップの作成および水稲栽培における生育のバラつきを把握することによって、より安定した収量および高品質な水稲栽培に活用されている。

【CJ20-39】 SP2020-3

(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 (千葉大学大学院園芸学研究科・助教)

Akira Hama (Chiba University ・ Assistant Professor)

【要旨】 現在、スマート農業の推進によって、リモートセンシングに代表されるセンシング技術の重要性が広く認知されるようになった。実際、NDVIに代表される植生指数は作物モニタリングに有効であるが、これらの植生指数は日射条件の違いによって値が変動する。そこで、本研究では植生指数NDVIの補正方法等を考案した。補正に際して、太陽高度や直達光の割合などの日射条件だけでなく、植生の密度に応じた影響の度合いも考慮することで、画像としてもNDVIの補正ができた。その他にも、コロナ禍ではあるが、各地の試験場を協力した様々な作物を対象としたモニタリングを継続し、その成果を研究会で共有し、課題の検討を行った。

【Abstract】 Thanks to the promoting the smart farming, the importance of remote sensing technology has become widely recognized. When managing crop growth using remote-sensing drones, the normalized difference vegetation index (NDVI)—used to assess growth—typically changes depending on sunlight conditions. In this study we have attempted to develop an empirical correction to correct for differences in sunlight conditions in drone NDVI images. As a result, we corrected the drone-observed NDVI and succeeded in mitigating the decline in NDVI value associated with changes in sunlight conditions only using a few parameter.

1 背景 目的 方法

ロボット技術やICT等のデジタル技術を活用して、農作業を省力化・精密化するとともに農作物の品質の確保・向上を実現する革新的農業である“スマート農業”は、農業の持続可能性の向上に貢献できる。その中で、農地のセンシング技術である、画像解析などを用いて対象を非接触で計測・推定するリモートセンシングの重要性が認識されるようになった。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作物のモニタリングにおいて課題となっている、観測時の天候の影響(日射条件の影響)を補正する経験モデルの作成および補正法の考案を目的とした。

2 研究の 成果

・NDVIにおける日射条件の影響の軽減

日射条件を考慮したNDVIの補正は以下の手順で行った。まずは、全天日射量を、稲沼・武田(2002)の手法に基づき直達成分と散乱成分に分離する。

$$Kt = I_G / Q$$

$$C_{Ri} = 0.876 + 0.623Kt - 4.854Kt^2 + 3.155Kt^3 + 0.25\sin\theta$$

$$I_S = I_G C_{Ri}$$

$$I_D = I_G - I_S$$

ここで、 θ は観測時の太陽高度(ラジアン)、 H_D は観測時の太陽高度($^{\circ}$)、 Kt は晴天指数、 I_G は全天日射量(W/m^2)、 I_S は散乱日射量(W/m^2)、 I_D は直達日射量(W/m^2)、 Q は大気外全天日射量(W/m^2)、 C_{Ri} はクラウド・レイシオである。

つづいて、NDVIの補正を以下の手順で行う。

$$Cf = (H_D - H_o) I_D / I_G$$

$$NDVI_{std} / NDVI_{obs} = S Cf + 1$$

$$S = a NDVI_{std} + b$$

$$NDVI_{std} = NDVI_{obs} (1 + b Cf) / (1 - a NDVI_{obs} Cf)$$

ここで、 Cf 、 S はNDVIの補正変数、 H_D は観測時の太陽高度($^{\circ}$)、

H_o は基準とする太陽高度($^{\circ}$)、 a は傾き、 b は切片、

$NDVI_{std}$ は基準とする時刻におけるNDVI、 $NDVI_{obs}$ は観測時のNDVIである。

これを用いて補正したNDVIを図1に示す。破線は補正後の値であるが、

NDVIの時間変化が小さくなっていることがわかる。

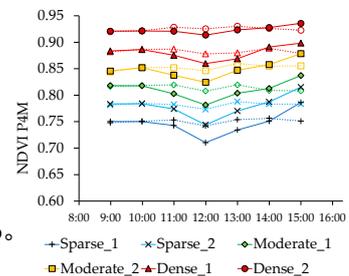


図1 NDVIおよび補正NDVIの時間変化

3 成果展開の 状況

この成果は、2020年度の日本リモートセンシング秋季学術大会で発表した。加えて、現在国際誌に投稿中である。また現在、千葉県農林総合研究センターと共同で行っている可変施肥の試験においても、施肥量を決める際の基準としてNDVIが用いられており、そのNDVIの補正等においても利用される。

【CJ20-32】 SP2020-3 プログラム研究 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)Workshop on remote sensing for smart farming

(研究代表者名) 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・教授)
 Akihiko Kondoh (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【要旨】 ドローンの登場でカメラやセンサーを搭載する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ますます農業における多様な要求に応えることを期待されている。そこで、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、ドローンを活用してスマート農業を達成するための技術的課題、新たな応用課題等について情報交換、議論を行うための研究会を開催した。研究会はオンラインで開催され、参加者は70名程度、11件の話題提供があり、盛んな議論および情報交換が行われた。

【Abstract】 Thanks to promoting drone technology, the importance of remote sensing technology for smart farming has become widely recognized. Therefore, we held the workshop to exchange information and discuss technical issues for achieving smart farming. The workshop consisted of practitioners and researchers in the fields of remote sensing and agriculture. The workshop was held online, with about 70 participants and 11 topics provided, lively discussions, and information exchanges.

1 背景目的方法

ドローンの登場でカメラやセンサーを搭載する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ますます農業における多様な要求に応えることを期待されている。画像から情報を抽出する技術的基盤は衛星データ活用の歴史があるため、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る必要がある。そこで、昨年、千葉大学松戸キャンパスで開催された研究会に引き続き、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、センシングを活用してスマート農業を達成するための技術的課題、応用課題等について情報交換、議論を行うための研究会を開催した。

2 研究の成果

(1) 午前の部では、水稻を対象とした事例の紹介があった。その中で、生育のばらつきとRTK-GNSSで測量した作土深の関係や、土壌水分の推定、AIを用いた生育モニタリングの実例が紹介された。

(2) 午後の部の前半では、畑の作物、草地を対象とした事例の紹介があった。千葉県における主要作物の1つであるサツマイモにおけるリモートセンシングの可能性に関わるものや、草地管理における有効な植生指数の検討、レタスにおける収量予測への活用等の実例が紹介された。

(3) 午後の部の後半では、再び水稻を対象とした事例の紹介があった。千葉県におけるスクミリンゴガイ(ジャンボタニシ)の被害の事例と、ドローンを用いたセンシングがその対策に役立つ可能性や、センシングデータに基づいて実際に施肥量を変化させた結果の紹介、実際のビジネスにおける課題や悩みについての実例が紹介された。



図1 研究会のプログラム

3 成果展開の状況

このセミナーの開催によって、参加者同士の交流が生まれ、共同で取り組んでいる研究も生まれてきている。また、各県の農業試験場からの参加者が多く、それぞれの取り組みの現状を認識することができる場にもなっている。今後のスマート農業の発展のためにも、各地での個別の取り組みは重要となっており、その取り組みの発展に、本研究会は貢献している。

CEReS 共同利用研究/研究報告2020

【CJ20-03】 P2020-3 プログラム研究 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

2020年4月6日、5月27日、7月10日、8月28日、9月18日、10月28日、11月30日、2021年1月7日、2月18日の9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。2020年度は第2回衛星地球観測ミッションの追加公募(TF)を実施し、枠組みの問題点や改良点を模索し、2021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、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 (TFリモセン分科会)の地球科学研究高度化ワーキンググループの活動をサポートするものであり、本研究会を通して将来の地球観測衛星のグランドデザインを作成することを目標としている。現在、次のグランドデザインの改訂にむけた作業を実施しており、現時点では成果公開の観点に沿わないと判断する。

一方、グランドデザインが制定されたときには、本研究会の支援を受けたことを明示する。

【CJ20-05】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最終的な目的とする。今年度は、ダストの時空間分布を解析する中で見つかった高高度域における増大現象に着目し、緯度・経度・高度分布の構造を詳細に調べた。

【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 3-D structures of enhancements of dust in the high altitude regions (over ~10 Pa), where such enhancements have never been observed.

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、最終的には地球及び惑星の気象・気候への影響評価に貢献することを目的とする。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5火星年分のダストの消散係数データを解析したところ、従来知られていたダスト増大現象(HATDM、およそ100-50Pa付近)よりも高い高度域において、ダストが増大している現象が見つかった。この現象の性質を調べるため、一定値以上のダスト量(大気数密度で正規化したダスト消散係数、つまりダスト混合比が $10^{-3.5} \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ 以上)を持つデータ点を抽出し、その緯度・経度・高度分布の構造を調べることとした。

2
研究の
成果

(1)5火星年分のデータを用いて、抽出条件に合致するデータ点の緯度高度分布、経度高度分布を調べたところ、下記のような性質が明らかになった。

- ・LT依存性
 昼・夜側の双方で見られるが、ダスト量は夜の方が大きい。
- ・出現経度帯の偏り
 昼側: 120W-150W
 夜側: 150W-180W, 30W-90W, 150E-180E
- ・高度分布
 100~50PaのHATDMに対し、10Pa以上で増大して出現。

(2)高度分布については、典型的なダスト増大が見られる熱帯域・30-90Wに着目し、事例解析を行った。その例を図1に示す。この増大は、(1)でも触れたようにHATDMと比較して気圧で1ケタ程度低い高度に現れていた。ダスト混合比で比べると、HATDMよりも大きな値を持つ場合もあることがわかった。

(3)このようなダスト増大は、従来知られていなかったものである。データ配布元であるNASA・JPLの研究者と共に、このようなダスト増大が生成し得るメカニズムについて、測器の感度(測定誤差)に注意しながら議論中である。

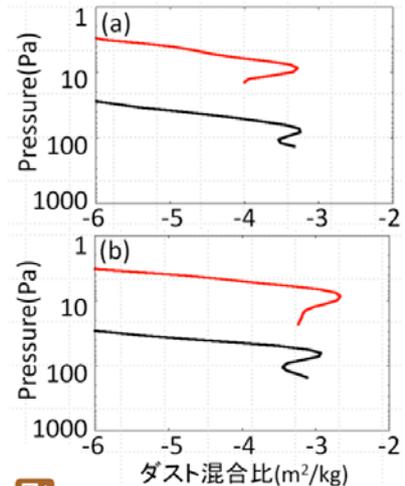


図1 火星大気の熱帯域・30-90W付近に現れたHATDM(赤)とそれよりもさらに高高度で見つかったダスト増大(黒)の高度分布の例。(a)昼側、(b)夜側の観測結果。

3
成果展開の
状況

初期成果については、第23回環境リモートセンシングシンポジウムにて口頭発表を行った。今後、国内外における学会での成果発表を視野に入れながら、引き続き本現象の発生する時空間分布の詳細を調べると共に、数値モデル等を用いた発生メカニズムの推定等も検討する。

【CJ20-06】 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。本年度は設計システム搭載FPGA用のPCB基板レイアウトについて電源周辺の設計を見直し、すべての電源について電圧値が定格範囲内に入るようにした。

【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 re-designed layout of power source on PCB board to satisfy constraint condition.

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PCB基板レイアウトについて電源周辺の見直しを行い、すべての電源について電圧値が定格範囲内に入るように設計し直した。

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)本年度は構築した昨年度作成したFPGAを搭載するためのPCB基板レイアウトについて、電源周辺のシミュレーション実験を行うことによって、レイアウトの妥当性と効率性について検討を行い、設計の一部を見直した。検討にはspiceシミュレーションを使用した。設計したレイアウトではすべての電源において定格範囲内におさまっている。

(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。

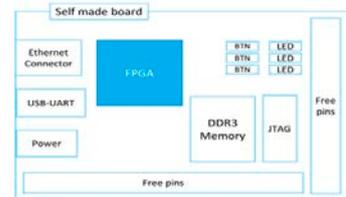


図1 システム全体

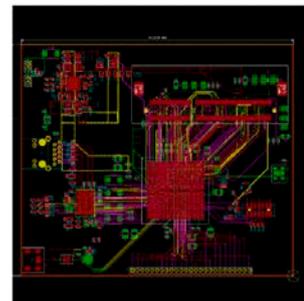


図2 本年度作成した信号処理部用PCB基板のレイアウト図

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。

【CJ20-07】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) 早川裕弐 (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、森林の樹冠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元的に取得・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 measurements 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。加えて、低価格Lidarセンサ(Livox AVIA, iPad Pro)も導入し、比較検討を行う。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

- (1) 計測機材を用いて計測実験を行った。これによりUAV-Lidarや低価格Lidarセンサの利点、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。とくに、比較対象となるRTK-GNSS測位可能なUAV-SfMの広域データが取得され、マルチスペクトル画像解析も行うことで、多様なデータ間比較が可能となった(図1)。
- (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。

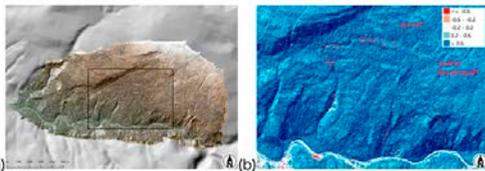


図1 北大天塩研究林における斜面地形の試験計測結果

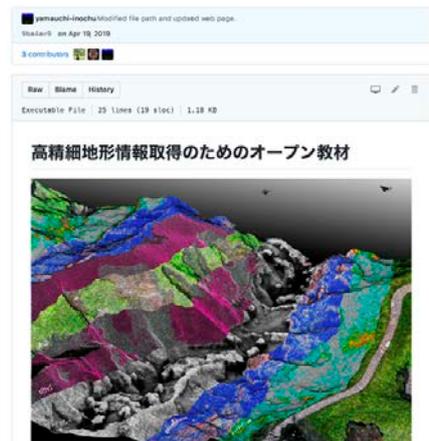


図2 計測データや解析ツールの公開ウェブ <https://hdttopography.blogspot.com/>

3 成果展開の状況

- ・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JpGUなどの大型地球科学関連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。

【CJ20-11】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 seven 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 0.71 (データ数 68) 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。

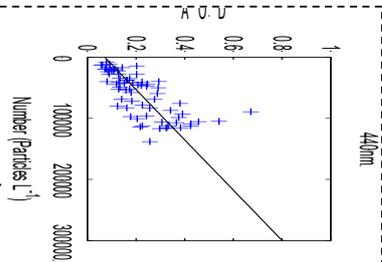


図1 エアロゾルの光学的厚さと粒子数濃度の相関。

(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 0.66 (データ数 963) となり、比較強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。

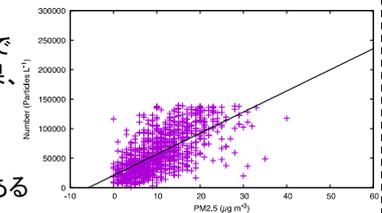


図2 粒子数濃度と PM2.5 の相関。

(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 -0.47、0.5~1.0 μm で -0.48、1.0~2.0 μm で -0.37、2.0~5.0 μm で -0.28、5.0 μm 以上で -0.18 となった (データ数 1023)。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。

【CJ20-23】一般研究

(研究課題名:和文)ひまわり8号と機械学習を用いた台風自動識別システムの開発

(研究課題名:英文)Development of tropical-cyclone detection system using Himawari-8 data and 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】 昨年度の共同研究では、機械学習を用いて気象衛星データから客観的に台風や熱帯低気圧の位置を検出する台風識別器を開発した。本研究では、毎時間ごとにその識別器を自動で行い、その検出結果を自動的に公開するホームページ「ROBORAK(ロボラク)」(<http://www.fudeyasu.ynu.ac.jp/typhoon/index.html>)を構築した。

【Abstract】 The method of objectively detect the position of tropical cyclones from meteorological satellite data using machine learning that we developed in last year's joint were applied to system automated every hour. And we made the homepage "ROBORAK" (<http://www.fudeyasu.ynu.ac.jp/typhoon/index.html>) that shows the detection results.

1
背景
目的
方法

気象庁は、北西太平洋で発生する台風の位置を推定している。海上での台風の位置は、静止気象衛星データに頼っているが、予報官が決定しているため不確実性も高くなる。研究代表者は、昨年度の共同研究(CJ19-51)から、機械学習を用いて、気象衛星データひまわり8号から台風位置を学習する台風識別器を開発してきた。ひまわり8号のメリットを生かして、複数のパラメータをどのように組み合わせる学習すると、台風識別器の検出精度が高くなるのかも調べた。そこで今年度は、この台風識別器を自動化して、毎時間検出結果を公開するシステムを構築する。

2
研究の
成果

(1) 昨年度までの感度実験から、本研究の台風識別器で用いるライブラリーはインテルが開発しているOpenCVのカスケード型AdaBoost識別器を用いた。そして、この台風識別器を自動化して、毎時間検出結果を公開するホームページ「ROBORAK」を構築した。

(2) 本研究で開発した台風識別器は、図1と図2で示すように、台風だけでなく、台風にまで発達する前の低気圧(Lowやtropical disturbance)も検出している。

(3) 毎時間検出結果を公開するホームページ「ROBORAK」は図3に示すように、スマートフォンにも適応できるデザインに構築した。このホームページでは、ROBORAKで検出した台風位置の結果を用いて、台風発生環境場を定量的に診断するTyphoon Genesis Score(TGS)と連動させていて、検出した台風などがどのような環境場で発生しているのかも付加情報として示している。



図3 ホームページ「ROBORAK」

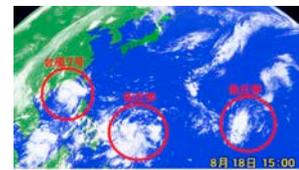


図1 2020年8月18日15時の衛星雲画像。低圧部はLowとして天気図で解析されている。

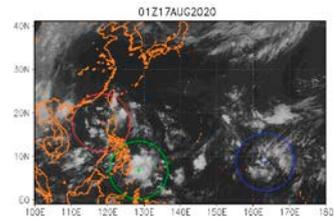


図2 図1の時刻の1日前に「ROBORAK」で公開された検出結果。赤と緑と青は、検出精度を示す。

3
成果展開の
状況

開発したホームページは、研究代表者所属大学のホームページサーバーを利用して公開している。また、研究代表者が編著をした「台風の大研究」(PHP研究所)で紹介している。

【CJ20-34】 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、評価シミュレーションを行った。ヨサファット研究室は、上記新構成法による具体アンテナのプロトタイプ試作、性能評価を協力して行った。

従来の構成理論と比較して広帯域、高利得、水平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, simulations of compact and high performance antennas and arrays are achieved by the 3D computer simulation. The test fabrication is achieved 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。新しいアンテナ構造の創出が求められている。

2 研究の 成果

(1) パッチアンテナの励振法の研究

Stripline共振型パッチアンテナの励振法として、背面1点給電、電磁界結合給電、内導体の同一平面給電などがある。本研究では構造が最も簡単な内導体同一平面直結給電を行った。

筆者らの提案による直線切り欠き円板共振器型アンテナ(小判型)を用い、パラメータの変化に応じた特性の変化を探求した。

単一アンテナでは、背面給電とほぼ同等の特性が得られた。アレイユニット(4アンテナアレイ)では背面給電に近い帯域幅を得るが、低域と高域の分離共振周波数(f_L と f_H)の間で利得の顕著な低下が認められた。この特性は他のパラメータの値を変化しても改善は困難だった。原因として以下の結果を推定した。(i) f_L と f_H の周波数では励振線路と共振器の結合が実現する。一般に入力と共振器の結合が小さくても、電力が効率よく結合する共振器としての現象が発揮されるためである。

一方、共振以外の周波数では結合がほぼできないことにより利得の低下が生じることが推定できる。この現象を解決するために対策を考案した。これは今後の研究で試みる。

(2) 新構成によるアンテナアレイの研究

筆者らの従来の研究では、単一アンテナ、ユニットアレイ(4アンテナ)、16、64アンテナアレイ等の構成と特性の広帯域化について研究を行ってきた。本研究では、1、4、16アンテナアレイと、それ以外の構成法について研究した。具体的には10GHz背面1点給電の32アンテナアレイに着目した。内部16アンテナに、従来のユニットアレイを4象限に直交配置する一方、外部16アンテナは諸種の給電線路の配置を考え、シミュレーションによる特性との対比を試みた。この場合においても帯域内に利得の低下がみられ、その原因解明と対策の研究を進めている。

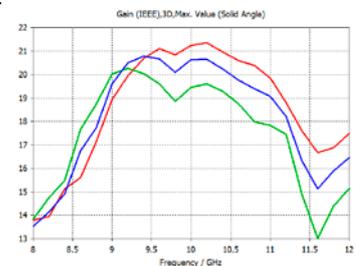


図1 円偏波32パッチアンテナの利得

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および車両等の安全走行システムへの実用化を進めている。

【CJ20-35】 一般研究

(研究課題名:和文)太陽光誘起による広域蛍光画像計測と光合成速度の推定

(英文)Solar-induced wide-area fluorescence image measurement and photosynthesis rate estimation

(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

植物葉のクロロフィル蛍光は植物の光合成活動のよい指標である。とくに、光合成活性の判断に有用であることが指摘されている。太陽光誘起蛍光(Solar-Induced Fluorescence, SIF)は、二酸化炭素の吸収量を表す総一次生産(Gross Primary Production, GPP)との高い相関が示されている。パルス変調法(Pulse amplitude modulation, PAM)により個葉レベルの蛍光強度の測定されている。衛星ではGOSAT衛星のフーリエ分光計など高分解能スペクトルでの蛍光観測が行われている。

2
研究の
成果

- 冷却式CCD分光器を用いて、植生光から白板の反射光スペクトルを差分して蛍光を分離する新たな手法を開発した。
 - 冷却式CCDカメラと広角レンズを用いた、広域のSIF強度分布画像も取得可能にした。
- SIF強度とパルス変調法(PAM)による電子伝達速度(Electron Transport Rate, ETR)の比較を行った。緑と赤の個葉に、PAMで強度の異なったLEDパルス光を照射することにより、電子伝達の量子収率 ϕ_{II} が実測できる。 ϕ_{II} にPARをかけ、さらに葉の吸収係数0.84と、二つの光化学系への分配率0.5をかけると電子伝達速度ETRが求まる。

$$ETR = \phi_{II} \times PAR \times 0.82 \times 0.5$$

PARに対してSIFとETRをプロットしたのがFig.1である。SIFの場合、緑葉、赤葉ともPARの増加にともなって増加していくが、PARが上昇すると電子伝達の量子収率 ϕ_{II} は低くなるため、ETRはPARの値が700 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)で飽和する。この飽和値から光合成活性を判断できる。SIF強度の場合は、熱放散と同様に余剰エネルギーとしての蛍光が増加していることを示している。このことから光合成活性をSIF強度からも判断することができる。

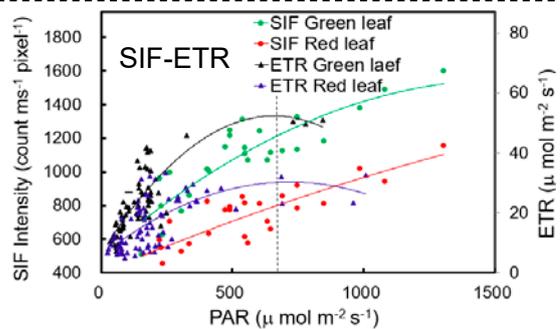


Fig.1 PAR dependence of SIF intensity and ETR.

3
成果展開の
状況

2020年11月19日に農業研究機構・金谷茶業研究拠点において茶畑の観測を行った。開発した技術で「ナガチャコガネの早期発見ができないか」という相談があった。ナガチャコガネの幼虫が茶の根を食い荒らす被害が頻発している。被害が発覚するのは、新茶の5月頃でそのころには幼虫も大きくなっていて農薬で駆除するのは難しく、手遅れとなっている。幼虫の小さい頃に早期発見し、駆除する必要がある。焦点距離10mmの広角レンズを用いたリモートセンシング計測では、距離40mにおいて、縦30m横40mの広域画像が取得できる。Fig.2のSIF画像からはクロロフィル含有量・光合成活性が評価できる。同時に正規化植生指数(NDVI)と赤外線カメラによる熱放散画像の測定も行い、ナガチャコガネの幼虫の早期発見の観測に活用する。

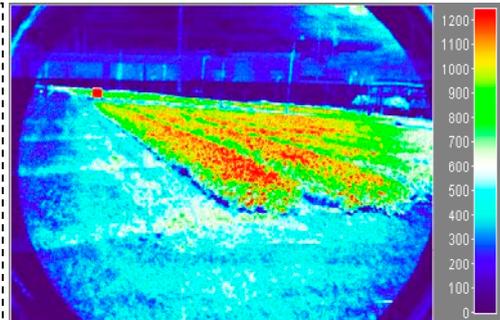


Fig.2 Solar-induced wide-area fluorescence image measurement

【CJ20-40】 一般研究

環境ゲノミクスと環境リモートセンシングを利用した花粉由来エアロゾルの統合解析

Integrated analysis for pollen aerosol by utilizing environmental genomics and environmental remote sensing

田中啓介 (東京農業大学・生物資源ゲノム解析センター)

Keisuke Tanaka (NODAI Genome Research Center, Tokyo University of Agriculture)

【要旨】 本研究は、大気中の花粉エアロゾルに由来する植物種や花粉の飛散元を識別するための解析技術の開発を目指している。そこで、環境ゲノミクスと環境リモートセンシングの2つの技術を統合した解析ツールの構築を試みた。解析の結果、環境ゲノミクス解析では、採集した花粉の植物種を識別することができる一方、環境リモートセンシング解析では植物種の検出頻度との関連付けや花粉の飛散経路を推定することができた。したがって、これら解析技術の統合は、花粉のメタバーコーディングとトラッキングツールとして有用であることが期待される。

【Abstract】 This project's goal is to develop analysis techniques to identify plant species and sources of pollen aerosols in the atmosphere. Therefore, this study tried to construct an analysis tool that integrates two technologies of environmental genomics and environmental remote sensing. As a result of analysis, the environmental genomics analysis could identified "plant species of collected pollen" while the environmental remote sensing analysis could estimated "correlation with detection frequency of plant species" and "airborne pollen track". Therefore, the integrated analysis of these two techniques can be expected to an usefulness for pollen metabarcoding and tracking tools.

1 背景目的方法

これまで本研究は、「空気をサンプリングして行うフィールドワーク」をコンセプトに、大気エアロゾルに含まれる花粉の環境ゲノミクス解析を行ってきた。大気中の花粉からゲノム情報を解読し、花粉元の植物種や地域を推定できれば、効率的な植生調査や、花粉症の原因となる人工林を調査・管理するための森林整備戦略に役立つことが期待される。ここで本研究は、さらに環境リモートセンシング技術を組み合わせることで、花粉元の地域をより詳しく推定できると考え、これら2つの技術を統合した解析ツールの構築を試みた。今回、千葉大学で夏季～冬季にサンプリングを実施した花粉(2018年8月～2019年1月)の葉緑体ゲノムの一部からDNA配列を解析したデータに対して気象データとの関連付けを行った。

2 研究の成果

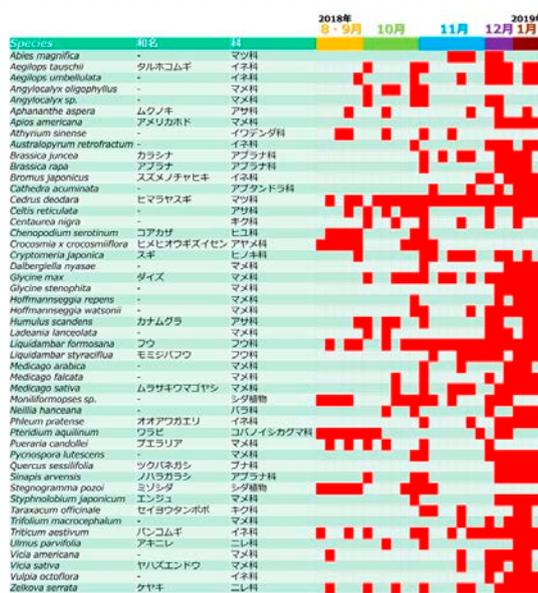


図1 環境DNAメタバーコーディングによる識別パターン

(1) 2016年・2017年の春季(3月～5月)に取ったデータとは異なる植物種を検出することができたが、種類の多様度は同程度(932種)だった(図1、代表種として49種を表示)。

(2) 検出される多様度と気象データにおいて、気温が負の相関傾向にあったのは春季とは異なる結果だった。

(3) トラジェクトリー解析によって、検出される植物種の多様度が高いのは大陸から大気が入り込んでいる傾向にあることから示唆される(図2)。

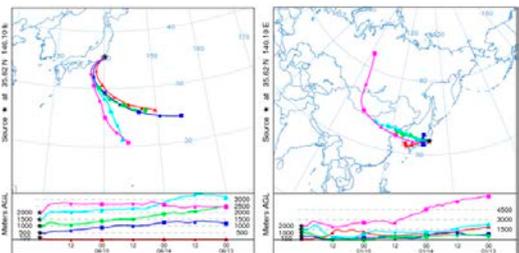


図2 大気の流動シミュレーション

3 成果展開の状況

下記のとおり、本研究紹介や成果の一部として情報発信を行った。

- (1) メディア: 株式会社リバネス出版による研究応援Vol.20 2020年12月発行
 - (2) 成果発表: 第23回環境リモートセンシングシンポジウム(オンライン) 2021年2月18日
- また、現在はさらにデータをまとめているところであり、論文投稿を予定している。

【CJ20-41】 一般研究

(研究課題名:和文)火星着陸探査における表層観測のための LIDAR 開発

(研究課題名:英文)Development of LIDAR used on Mars for environmental observation

(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】 火星表層大気の観測、特にダストデビルと呼ばれる火星地表面に発生する旋風の挙動観測と構造解析を目的として、火星探査用ローバへの搭載を想定したミニライダーの開発を目指している。ローバ搭載のため、光学系10cm³、電力消費1W、重量1kgを開発の制約事項として研究を進めている。プロトタイプの開発、大気計測、ダストの挙動観測、人工竜巻のモニタリング等を行っている。本年は定量計測を目的に、ダストによる定量評価、霧の時間変動観測、ならびにその定量評価を行なった。

【Abstract】 This project has the aim to develop the LED mini-lidar for Mars rover. In this year, we focused on the quantitative measurement of the developed mini-lidar. We conducted the quantitative measurement of dust, dynamics measurement of fog, and its quantitative measurement.

1 背景目的方法

本年はコロナ禍にあつて外部実験が制限されたこともあり、学内での計測に終始した。定量計測を目的として、2mキューブのダストチャンバ内にグリセリン粒子やダストを模擬した小麦粉、炭酸カルシウム粒子を撒いて実験を行った。透過率計とライダーとの同時計測によって、粒子濃度を定量評価した。また、霧の時間変動をライダーで観測した。上記ダストの定量評価実験の結果をもとに、霧水量を推定し、定量評価への考察を行った。

2 研究の成果

(1)2mのダストチャンバを使った粉塵実験を行った。

透過率計とミニライダーの同期計測によってダスト濃度との相関を求め、定量評価を行った。

(2)霧の時間変動をミニライダーで観測した。

0.2s積算で早い動きを捉えることができた。(図1)同時に30分の長時間計測によって霧が晴れていく様子を可視化させることができた。

(3)(1)の粉塵実験の定量評価の結果を利用して、(2)の霧の観察結果を定量評価した。(図2)ライダーと透過率計それぞれの消散係数を比較し、先の粉塵実験の結果とから、霧水量を推定し、そのライダーとの相関を議論した。その結果、消散係数0.015/mに対して0.1g/m³の霧水量が換算された。

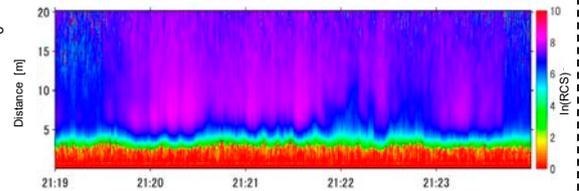


図1 ミニライダーによる霧の観察

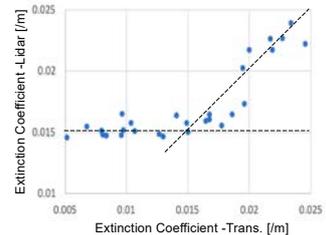


図2 透過率計とミニライダーの消散係数の相関

3 成果展開の状況

開発したミニライダーは粉塵実験による定量評価の他にも、人工竜巻や波浪の挙動観測も行っている。観測状況に応じて、ダストの総合的な評価を行い、実ミッションへの基礎データの蓄積を図っている次第である。現在は、火星探査の他、月面や他の惑星探査プロジェクトへの応募も視野に研究を進めている。

【CJ20-47】 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】 これまでに、衛星搭載レーダを用いた研究から、沿岸域で多量の降水がもたらされることが判明してきた。そこで本研究課題では、衛星搭載レーダを用いることで、沿岸域における気候学的な降水特性と主要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た。本年度は、(1) 前年度に引き続き高緯度沿岸域の代表としてアラスカ湾沿岸域における降水分布・メカニズムの調査、(2) 低緯度を含めた全球的沿岸域における降水分布の調査を行った。特に、海岸線からの距離として表した降水分布が陸方向の下層風速に伴いどう変化するのか調査し、各地の降水分布特性が陸方向風速や緯度によって異なることを示した。

【Abstract】 This study aims to reveal the precipitation distributions around the coastlines to clarify its contribution to the water cycle by using spaceborne radars. In this year, we investigated the precipitation distribution and mechanism (1) in the Gulf of Alaska as a representative coastal areas in high latitudes and (2) in the global coastal areas including low-latitude areas. In particular, we investigated how the precipitation distribution changes with the lower level landward wind speed, and demonstrated that the characteristics of precipitation distribution vary with the landward wind speed and latitude.

1
背景
目的
方法

衛星搭載レーダは海陸を問わず均質な降水観測を行うことができるため、沿岸域の降水観測を行うのに適している。これまでに、熱帯降雨観測衛星TRMM搭載の降雨レーダPRによって熱帯沿岸域での降水についての研究が進められ、海洋から陸域へと流入する水蒸気のうちの多くが沿岸域で降水へと変換されていることが明らかとなった。高緯度域においても、2014年打ち上げの全球降水観測計画GPM主衛星に搭載される二周波降水レーダ(DPR)Ku帯レーダ(KuPR)や、CloudSat衛星搭載雲レーダ(CPR)により、衛星搭載レーダによる降水観測が新たに可能となった。本研究では、これら3つの衛星搭載レーダによる降水観測データを用いることで、全球的沿岸域降水分布の描像を明らかにすることを目的とした。

2
研究の
成果

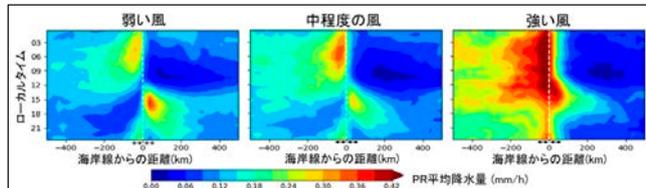
(1) 昨年度に引き続き、雨の観測に適するGPM KuPRと、雪の観測に適するCloudSat CPRを用いることで、高緯度沿岸域の中でも特に顕著な降水の集中が見られるアラスカ湾沿岸域の降水分布特性を調査した。沿岸海上(-20-0 km)では比較的強い降雨や混合相降水が頻繁に発生する一方で、海岸山脈上(20-40 km)では降雪が頻繁にもたらされていることが明らかとなった。この降雪は海岸線に沿った強い収束により生じた雲が、中上層の陸方向の強い風によって流されて内陸へと移流することによるものと推察された(図1)。



図1 アラスカ湾沿岸域における降水の模式図

(2) 続いて、GPM KuPRに加え、TRMM PRにより得られた降水データを「海岸線からの距離」と「陸方向の下層風速」で分類することで、全球沿岸域の降水分布の比較を行った。熱帯域で陸方向の風が強い条件下では、モンスーン流などの下層の卓越風が海岸山脈の風上側で地形性の強制上昇を受けることで、日周期変動の小さい継続的な降水が沿岸域にもたらされていた(図2右)。熱帯域で風が弱い場合には、地表面の加熱に起因する降水の日周期変動が卓越し、海陸ともに海岸線から離れる方向に降水域・無降水域が伝播するモードが確認された(図2左)。また、緯度が高くなるにつれて、地表に入射する日射量が少なくなるため、地表面加熱により駆動される降水量の日変化が小さくなっていき、陸方向へと強い風が吹く環境下でのみ多量の降水がもたらされていた。

図2 陸方向に風が吹く場合の各風速クラスでTRMM PRの17年間の観測データを集計し、横軸海岸線からの距離として表した、平均降水量の時系列図。



3
成果展開の
状況

(1)の成果を以下の投稿論文として発表した。

Aoki, S., and S. Shige, 2021: Large precipitation gradients along the south coast of Alaska revealed by spaceborne radars. J. Meteor. Soc. Japan, 99, 5-25.

また、(2)の成果を以下の関連研究会で発表した。

青木俊輔・重尚一, 熱帯気象研究会, オンライン, 2021年3月。

【CJ20-01】一般研究

(研究課題名:和文) 全球雲解像モデルをベースにした雷モデルの開発

(研究課題名:英文) Development of lightning model based on global cloud system resolving model

(研究代表者名) 佐藤 陽祐 (北海道大学・理学研究院)

Yousuke Sato (Faculty of Science, Hokkaido University)

【要旨】 本研究では雷モデルを扱うことのできる全球モデルの開発を行った。雷は高度に電子化された現代社会において、大きな被害を及ぼす現象であるものの、日々の天気予報では雷予測は行われず、直近の観測からの外挿による予測に止まっているのが現状である。また近年、雷を予測する雷モデルが開発されているが、週間予報などに用いられる全球モデルに対応した雷モデルは世界でも数例しか前例がない。本研究では全球雲解像モデルに雷パラメタリゼーションを実装し、雷を診断できる全球モデルを開発した。また将来的な天気予報への応用を見据えて、雷データのデータ同化の方法の検討を行った。

【Abstract】 In this study, a global scale model coupled with a lightning model was developed through the implementation of a lightning parameterization. The lightning largely affects our highly electrified society, and therefore the prediction of the lightning is required. However, the lightning prediction has not been conducted yet by the numerical models. Recent studies developed lightning models to simulate lightning in regional models, however, only a few global scale models coupled with the lightning component have been developed. Based on these backgrounds, we developed a global scale model coupled with a lightning component, and estimate possibility of the data assimilation technique of lightning data.

1
背景
目的
方法

雷による被害は高度に電子化された現代社会において、大きな被害を及ぼす現象であるものの、日々の天気予報では雷の予測は行われていない。近年、雷の予測を見据えて領域気象モデルでの雷モデルが開発されているが、全球モデルに対応した雷モデルは世界でも前例がほとんどない。そこで、本研究では、全球雲解像モデルに雷パラメタリゼーションを実装して雷を扱う全球モデルを開発すること、また開発されたモデルに雷観測データを同化するデータ同化手法を開発に着手することを目的とした。この目的達成のために、全球雲解像モデル(NICAM; Satoh et al. 2014)に雷パラメタリゼーション(Lopez 2016)を実装して雷を扱う全球モデルの開発を行った。

2
研究の
成果

(1) 全球雲解像モデル(NICAM)に雷パラメタリゼーション(Lopez 2016)を実装して雷を扱う全球モデルを開発した。これにより、雷を診断した全球規模での数値実験が可能になった(図1)。また全球雲解像モデルを用いた雷データのデータ同化実験の方法を検討する前段階として、NICAMにLWPを同化した結果から、雲微物理モデルの中で重要なパラメータであるautoconversion rateの見積もりを行った。

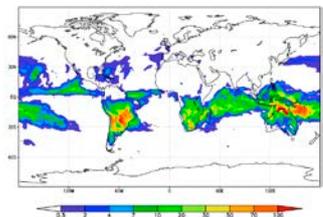


図1 モデルによって計算された年平均の雷の頻度分布[#/km²/y]

(2) 図1は開発したモデルを用いた数値実験から得られた全球の雷の年平均値の全球分布である。モデルで計算された結果は、衛星観測などで得られている雷分布と整合的であった。また実験結果を詳細に解析し、雷分布の季節性についても解析した。季節変化についてもモデルは概ね再現できていることが明らかになった。加えて、データ同化実験によって見積もられたAutoconversion rateの2次元分布を見積もることができた(図2)。

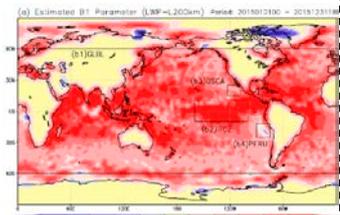


図2 データ同化によって見積もられたAutoconversion rateの全球分布

(3) 本研究を通して、雷を考慮した全球規模での数値実験が可能になった。これにより、将来的な雷の予測のために必要な雷を考慮した数値実験と、それをを用いた雷データのデータ同化研究が可能となる。

3
成果展開の
状況

開発した雷を考慮した全球モデルは現時点では公開や利用された実績はない。今後、データ同化研究などを通して、このモデルを用いた研究を行っていく予定である。

【CJ20-04】 一般研究

(研究課題名:和文)AI技術を用いた観光支援を目的とする観測データの応用について

(研究課題名:英文)Application of observation data for a sightseeing support using the AI technology.

(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】 本研究では、日本の夕景100選にも選ばれた香川県父母ヶ浜の夕景を対象に、様々な観測データを利用した観光支援を目標としている。夕景の見え方はいくつかの気象条件からある程度予測できるが、経験によるものが多く、観光客が予測することは困難である。そこで、ディープラーニング技術を用いて解析・分類することにより夕景が見えるかどうかを示す『夕景指数』の提供を目指す。本年度は、教師データを作成するための観測データの収集を行った。

【Abstract】 The Chichibugahama Beach in Kagawa chosen as one of the top 100 sunset spots in Japan. We aim to support tourism of the Chichibugahama by using various observation data. Evening conditions can be predicted to some extent by weather conditions and experience. However, it is difficult for tourists to predict what the beautiful early evening scenery. We aim to provide the "Evening Scene Index" that shows whether or not the evening scene can be seen by analyzing and classifying observation data using deep learning technology. This year, we collected observation data to create training data.

1
背景
目的
方法

本高専のある香川県三豊市は、父母ヶ浜で見られる夕景『瀬戸内の天空の鏡』など多くの観光資源を有し、地中海に似た温暖少雨な瀬戸内海式気候、瀬戸内海の夕風など気象についても特徴的である。しかし、観光客自身が、天気や日の入り、干潮時刻、風の有無などを調べる必要があり、足を運んだものの夕景を見ることができないことも多い。

本研究では、父母ヶ浜で見られる夕景(図1)を対象とし、夕景が見えるかどうかを表す『夕景指数』の提供を目標とする。研究方法としては、夕景の見え方に関する天気、気圧、湿度、雲の様子など様々な観測データをディープラーニング等を用いて解析・分類することで夕景が見えるかどうかを判断する。

2
研究の
成果

(1)本年度は、観測データの収集を行った。収集した観測データとしては、次の3つを1年間収集した。

- ・気象観測データ
天気、湿温度、風向、風速など
- ・衛星画像データ
日本付近の雲画像(雲の動きや量を判断)
- ・現地観測データ
現地の風景画像(ライブストリーミング)



図1 父母ヶ浜の夕景

(2)収集したデータを学習するための教師データとしてまとめる際に気象観測データや雲画像には季節性や周期性があることを考慮し、分類することで、学習精度の向上を図る。

(3)本年度は、教師データ作成のために様々な観測データの収集を行ったが、1年分の観測データでは不十分であり、今後も観測データの収集が必要である。また、過去の気象観測データや衛星画像データは入手可能であるが、現地で実際に夕景が見えたかどうかを判断するための風景画像の入手が困難である。方法としては、SNS等から画像や夕景に関する情報を収集して利用することを検討している。

3
成果展開の
状況

本研究の手法が実現できれば、対象としている三豊市父母ヶ浜の夕景以外の場所でも応用が可能であり、多くの観光地を支援可能であると考えている。特に、今後の観光については不要な外出が制限されることが予想でき、効率の良い観光が重要であると考えている。

【CJ20-13】 一般研究

機械学習を用いたイオノグラムにおけるSpread Fの自動検出法の開発
Development of Automatic detection of Spread-F on ionogram using Machine Learning.

中田裕之 (千葉大学・大学院工学研究院)
Hiroyuki Nakata (Chiba University・Graduate School of Engineering)

【要旨】 上空に電波を打ち上ることで電離圏を観測するイオゾンデの受信結果は、イオノグラムと呼ばれる画像として提供される。電離圏擾乱が発生すると、イオノグラム上のトレースが広がり、スプレッドFとして現れることが知られている。スプレッドFの検出は目視にて行われており、リアルタイムでの検出が困難であることから、本研究では、このスプレッドFの機械学習による自動検出法の開発を行った。日本で観測されたイオノグラムに対して検出を行った結果、タイプ別のスプレッドFについて約8割程度の検出率を確認できた。現在まだ十分なデータが確保出来ない状態でもこの程度の検出ができており、今後データが増えることでより高い検出率が期待される。

【Abstract】 It is known that when ionospheric disturbances occur, the traces on the ionogram spread out. This is called as spread F. Since the detection and classification of the spread F have been done visually, we developed an automatic detection of Spread F on ionogram using machine learning. As a result of the detection, using the ionograms observed in Japan, it is found that the classifier can detect the three types of spread F with a detection rate of 80%. The detection rate is rather high for this number of ionograms (100 sheets), and a better detection rate is expected when more data are available.

1
背景
目的
方法

電離圏は様々な装置により観測されるが、イオゾンデは比較的長い歴史を持つ観測装置であり、現在でも定常的に運用がなされている。電離圏擾乱の発生指標となるスプレッドFの検出は、これまで目視によって行われており、リアルタイムでの検出が困難であることや判断に揺れが生まれてしまうことが課題となっている。そこで本研究では、このスプレッドFの機械学習による自動検出を行った。検出時間の短縮を実現するため、検出手法としてカスケード分類器、YouOnly-LookOnce(YOLO)と呼ばれる応答の早いアルゴリズムを用いた。YOLOを用いた分類器では、判断の揺れを軽減するため、検出結果がどの程度の確度のものなのかを割合で示すことで対応した。そしてこれらの分類器を用いて、イオノグラムからスプレッドFの検出ができるかどうかの確認を行った。

2
研究の
成果

(1) 図1に、2018年5月31日01:00(日本時間)に観測されたスプレッドF発生時のイオノグラムを示す。電離圏に擾乱が発生し、電波の反射面が乱されたため、このようにトレースが乱れている。本研究ではこのようなスプレッドFの自動検出を行った。
(2) 表1に、稚内にて観測されたスプレッドFの検出結果について示す。各行には、タイプ別(周波数型、レンジ型、混合型)スプレッドFの検出の結果を示し、最下行はスプレッドFがないイオノグラムでの検出結果である。所望の結果のマスの色を変えている。ただし、混合型スプレッドFとしての検出をしていないため、混合型については周波数型、もしくはレンジ型のいずれかとして判定されていれば良いとした。

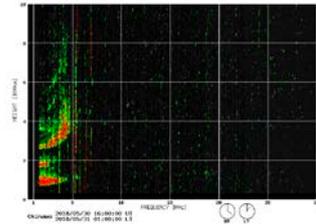


図1 スプレッドF発生時のイオノグラム例

表1 稚内にて観測されたイオノグラムでのスプレッドF検出結果

	総画像数	周波数型として検出	レンジ型として検出	検出なし
周波数型スプレッドF	100	80	15	5
レンジ型スプレッドF	100	19	76	5
混合型スプレッドF	100	59	37	4
スプレッドFなし	100	10	2	88

3
成果展開の
状況

スプレッドFの自動検出の運用に際しては、さらに高い検出率が望まれることから、更なる改良が必要であると考えられる。今後、枚数を増やすことで、さらに高い精度の検出が期待されるが、用いるアルゴリズムによって、検出が異なるかなど、検証を進めていく予定である。

【CJ20-19】 一般研究

(研究課題名:和文)大気汚染常時監視局測定値の準リアルタイム公開

(研究課題名:英文)Quasi-realtime update of air pollutant concentrations in Japan

(研究代表者名) 早崎 将光 (一般財団法人 日本自動車研究所)

Masamitsu Hayasaki (Japan Automobile Research Institute)

【要旨】 日本国内の大気汚染常時監視局(常監局)データの可視化・準リアルタイム更新をおこなった。環境省が運用する常監局公開サイトでは、直近7日ぶんしか公開しておらず、濃度の全国分布を見ることも出来ない。また、大気汚染物質の濃度変化に重要な気象要素に関する情報も十分とは言えない。本研究では、これらの欠点を解消した準リアルタイムの情報公開システムの構築及び過去資料アーカイブをおこなった。

【Abstract】 We conducted a visualization and quasi-real-time update using the Atmospheric Environmental Regional Observation System; AEROS) dataset in Japan. The Ministry of the Environment of Japan (MOE) only provides the AEROS data for the last seven days, and it is not possible to see the nationwide distribution of it. In addition, the information on meteorological factors, which are important for changes in the concentration of air pollutants, is not sufficient. In this study, we developed a quasi-real-time information disclosure system and archive of past data that can be used for research.

1 背景
目的
方法

日本国内の大気汚染常時監視局(常監局)では、大気汚染物質濃度(NOx(NO, NO₂), O₃, PM_{2.5}, SO₂など)を1時間間隔で測定し、環境省大気汚染物質広域監視システム(Atmospheric Environmental Regional Observation System (AEROS), 愛称 そらまめ君)でweb公開している。ただし、現在の公開システムでは、(1)直近7日分のみの公開、(2)全国分布がわからない、などの問題がある。

本研究では、これらの問題を解決できる情報公開システムを構築する。情報公開システムはCEReS計算機を利用し、過去情報(現時点で2019年以後)も含めたデータベースを作成した。

2 研究の
成果

(1)大気汚染物質濃度の全国分布図の自動作成システムを構築した(図1)。オープンデータのダウンロード・作図を自動化し、継続的なアーカイブをすることで、過去情報の解析等にも利用可能な研究支援DBとなった。

汚染物質動態を把握する上で重要な気象要素として、地上風を濃度分布図に同時表示した。これにより、汚染物質の濃度変化要因(水平風収束による汚染物質蓄積、前線通過による輸送など)の解釈が容易になるなど、研究の基礎資料としての利用が期待できる。

(2)地域スケールの大気汚染物質濃度の時系列情報を視覚化した。大気汚染物質濃度は測定局近傍の局所的な大気質を反映する場合がある。このため、地域スケールの濃度動態の時間変化をみるためには、局所影響を除外した時系列情報が適切である。

本研究では全国を8分割して、地域内の汚染物質濃度の時刻別の統計量(中央値, 10%, 90%値)を算出し、それら統計量の時系列を表示した。

(3)濃度分布図DBの呼び出しインターフェースを整備した(図2)。

使用者が希望する期間・汚染物質の種類・表示範囲(4ケース)を選択し、疑似アニメーションやサムネイル表示が出来る。

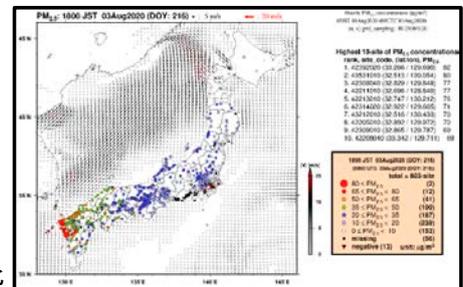


図1 汚染物質濃度分布(2020年8月3日18時)

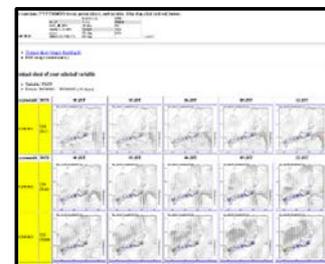


図2 サムネイル表示インターフェース画面。

3 成果展開の
状況

開発した大気汚染物質濃度の分布図は、国立環境研究所と地方自治体環境研究機関との共同研究メンバーに試験利用してもらっている。今後、これらメンバーから研究者サイドとしての追加・改善要望等を集め、「使える情報源」としての完成度を高める予定。

【CJ20-20】一般研究

(研究課題名:和文)ディープラーニングに基づく自然災害による建築損害の自動検測と区域評価
 (研究課題名:英文)Automatic detection and regional evaluation of building damage caused by disasters based on deep learning

(研究代表者名) 高橋 徹(千葉大学・大学院工学研究院)
 Toru Takahashi(Chiba University・Graduate School of Engineering)

【要旨】 2019年9月に千葉県を襲った台風15号の被害とその後の復興過程に鑑みると、住宅の被災度判定をディープラーニングによって迅速化してデータベース化することによって、行政的にも罹災証明を迅速に発行することが出来るようになり、半年程度を要しているこの過程を短縮することが、復興を後押しすることになる。
 本研究では、これを実証するための第一段階として、航空写真並びにドローンにより取得した被災地の写真を用いて、機械学習と被災度判定を行い、98%程度の精度で判定出来ることを示した。

【Abstract】 Considering the damage caused by Typhoon Faxai 2019 and the subsequent reconstruction process, by speeding up the damage assessment of houses by deep learning and creating a database, the damage proof can be made administratively faster.
 In this study, we performed machine learning and damage degree judgment using aerial photographs, then, showed that it can be judged with an accuracy of about 98%.

1 背景
目的
方法

大規模な自然災害が発生した場合、住宅の被災度について、各自治体による被災度判定を基に、補助金などの算定が行われ、それを元手に修繕が行われるため、復興を遅滞なく行うためには、このプロセスを迅速化することが肝要だが、大規模災害の場合には遠隔地の自治体からの援助さえ不可能となることも視野に入れ、自動化を考慮しておくことが重要である。ディープラーニングの手法に基づく被災度判定はそのためのツールとして非常に有望だが、まだ確立されているとは言えない。本研究では、2019年台風15号で甚大な被害を受けた千葉県南部を題材とし、科研費で購入済の航空写真を用い、共同研究で使用可能となった Arc GIS の機能も援用して機械学習を行い、その精度を検証した。

2 研究の
成果

(1) Mask R-CNNを用いた機械学習
 目標物体を自動的に高精度で検出し、面積、大きさ、位置などの統計データを取得できるMask R-CNNの特長を活かし、台風15号襲来直後に撮影された航空写真のデータを用いて機械学習を行った。被災した屋根にはブルーシートが展開される場合が大半なので、それを目標とし、図1に示すように、サンプルとして用意したブルーシートの面積と、検出した面積との比率で正確さの判定を行った。IoUの値は98%と高い値になった。

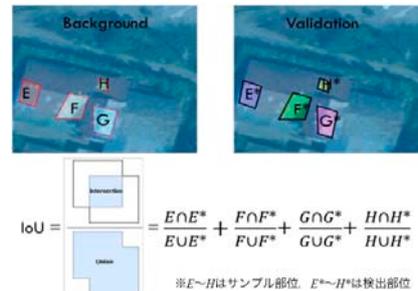


図1 検出の正確さの判定方法

(2) ブルーシートが張られていない全壊家屋の判定
 住宅の被災度が甚大で、野地板まで剥がされているような場合は、住宅の修繕を諦め、ブルーシートが展開されない場合もある。そこで、本研究では、そのような168棟を含む地域の航空写真を用いて、機械学習の精度の検証も行った。その結果、156棟が正確に検出され、用意した他に6カ所が全壊と判定された。この6棟は農業用ハウス4棟と廃屋2棟であった。

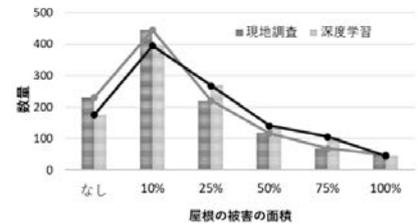


図2 現地調査との比較

3 成果展開
の
状況

得られた結果については、2021年2月に、日本風工学会論文集に投稿したところであり、2021年3月現在、査読中である。
 次の段階としては、いくつかの自治体と連携協定を結んで、この手法による被災度判定の有効性を検証する過程が必要と考えている。有効性が検証できれば、今後の台風被害に対する被災度判定の迅速化に適用できることが期待される。

【CJ20-24】 一般研究

(研究課題名:和文) ひまわり8号Dust RGBとシーロメーターを用いたアジアダストの発生と輸送に関する研究
 (研究課題名:英文) Study on the outbreak and transport of the Asian dust by Himawari-8 Dust RGB and ceilometers

(研究代表者名) 甲斐 憲次 (茨城大学・教育学部)

Kenji Kai (Ibaraki University・College of Education)

【要旨】 発表者のグループは、2019年4月、モンゴルのゴビ砂漠を移動観測中に、「ダストの壁」をもつ典型的なダストストームに遭遇した。ヘッドの高さは約600 mで、その構造から重力流によって引き起こされたと推定される。ひまわり8号ダストRGBの画像を解析すると、ダストストームが地形的な収束域で発生していることがわかった。この領域は、3つの山脈、すなわちハンガイ山脈、アルタイ山脈、ゴルバン・サイハン山脈に挟まれた二つの谷筋の気流が収束する場所である。過去の観測事例(2015-18年)を再解析すると、このホットスポットで中小規模のダスト現象が発生しやすいことを確認した。

【Abstract】 In this study, we analyzed the characteristics of a typical Mongolian dust storm and identified a prominent dust hotspot in the Gobi Desert. During a field survey from Ulaanbaatar to Dalanzadgad in the Gobi Desert, we encountered a typical dust storm on 28 April 2019, exhibiting a distinct dust wall. The head of the storm had a height of 600 m, and its structure suggested that the dust storm was induced by a gravity current. Moreover, Himawari-8 Dust RGB imagery showed that the dust storm occurred in an orographic convergence zone. This zone connects two valleys that are sandwiched between three mountains in the Gobi Desert: the Khangai, Altai, and Gurvan-Saikhan Mountains.

1 背景
目的
方法

ダストの発生と輸送に関する先行研究では、現地観測のほか、空間分解能の高い極軌道衛星(MODISなど)が用いられてきた。しかしながら、極軌道衛星は時間分解能が粗く、かつ観測ごとに視野が異なるので、ダストの発生源を特定したり、ダストの輸送を連続的にモニターすることは困難であった。2015年、観測波長が多波長化され、高時空間分解能をもつひまわり8号の出現により、このような状況は劇的に改善された。申請者が2019年4月、モンゴルのゴビ砂漠で遭遇したダストストームの詳細な解析を行った。使用するデータは、ひまわり8号ダストRGB(波長 8.6 μm, 10.4 μm, 12.4 μm)、シーロメーター、現地観測データ等である。ひまわり8号ダストRGBの画像とムービーを用いてダスト・ホットスポットの場所を特定した。

2 研究の
成果

発表者のグループは、2019年4月、ダスト発生と地形・植生との関係を調べるため、モンゴルの首都・ウランバートルからゴビ砂漠に位置するダランザドガドまで、直線距離 600kmの移動観測を行った。偶然にも、4月28日17時頃、「ダストの壁」をもつ典型的なダストストームに遭遇した。本研究では、現地観測とひまわり8号ダストRGBを用いて、ダストストームとそのホットスポットの解析を行った。

(1)ダストストームの連続写真(図1)

4月28日、ウランバートルから南部・ゴビ砂漠のダランザドガドまでの移動観測中に、17時頃、典型的なダストストームに遭遇した。

(2)ダストストーム発生時のひまわり8号ダストRGBの画像(図2)ダストストームが地形的な収束域で発生していることがわかった。この領域は、3つの山脈、すなわちA:ハンガイ山脈、B:アルタイ山脈、C:ゴルバン・サイハン山脈に挟まれた二つの谷筋の気流が収束する場所である。

(3)ダストホットスポットの概念図(図3)

過去の観測事例(2015-18年)を再解析すると、この地域において、中小規模のダスト現象が発生しやすいこと、すなわちダストホットスポットであることを確認した。

なお、中間地点のマンダルゴビに設置されたシーロメーターは、ダストストームではなく、寒冷前線を観測した。その理由は、マンダルゴビがホットスポットの北に位置しているので、強風にもかかわらずダストストームが発生しなかったと推測される。



図1 ダストストームの連続写真

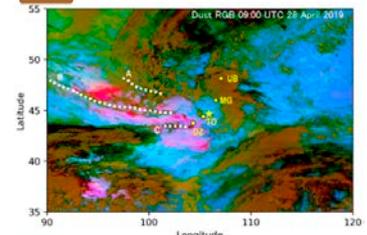


図2 ひまわり8号ダストRGB

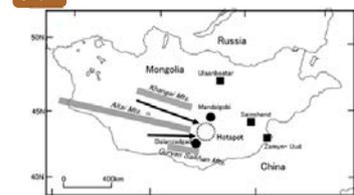


図3 ダストホットスポットの概念図

3 成果展開の
状況

ダスト研究においては、極軌道衛星(MODISなど)が用いられてきたが、その時間分解能は粗く、かつ観測ごとに視野が異なるので、ダストの発生源を特定したり、ダストの輸送をモニターすることは困難であった。2015年、多波長で、高時空間分解能をもつひまわり8号の出現により、大陸スケールのダスト発生源はもちろん、マイクロ・メソスケールのダストホットスポットを特定すること可能になった。

今後は、高度分解能をもつスペースライダーCALIOPとひまわり8号ダストRGBのデータが利用可能な事例について、解析を進め、ダストの空間分布を解明したい。

【CJ20-27】 一般研究

(研究課題名:和文)長期全球観測衛星画像データをもちいた土地被覆変動の解明

(研究課題名:英文) Exploring land cover dynamics from long-term global satellite data

(研究代表者名) 堤田 成政 (埼玉大学・理工学研究科)

Narumasa Tsutsumida (Saitama University)

【要旨】

本研究では、時系列リモートセンシングデータをもちいて過去37年の土地被覆変動を解析した。全球レベルの陸域観測から蓄積されたAVHRR CDRの日次データより、土地被覆が時空間上で連続的に変化する様子を可視化した。本年度はそのための技術的課題として土地被覆クラスの統一化、時系列上の土地被覆変化の平滑化に関する課題に対応した。

【Abstract】

We analyzed the daily AVHRR CDR data set which record the terrestrial environments with the longest observation period amongst remotely sensed data for the global land cover monitoring over 37 years. This year we dealt with the harmonization of land cover class definition into 10 classes from various global land cover products. Furthermore, a multinomial logistic regression was applied to smooth annual land cover classification maps, yielding the higher accuracy with less inaccurate class allocations over time.

1
背景
目的
方法

長期的に土地被覆が過去いつ・どこで・どの程度起こってきたかはいまだに明らかでない点が多い。近年、1980年代以降の全球レベルで陸域環境を衛星観測データが整備され、利用しやすい形で提供されるようになった。本研究では蓄積された膨大なりリモートセンシングデータを活用し、全球レベルで土地被覆がどのように変動したかを明らかにする。

2
研究の
成果

本研究ではNOAAが提供するAVHRR CDRデータ約14,000枚を利用しスーパーコンピューターを用いてデータを解析した。参照データとして、過去入手可能な4つの全体土地被覆分類プロダクトを利用した。本年度の主な成果は以下の通りである。

- (1) 土地被覆の分類は、様々な機関が定義を提唱しており、統一的なものがなく、不確実性の一因となっている。そのため、既存の全球土地被覆図を統合 (Harmonization) し、統一的な土地被覆分類10クラスを提案した。
- (2) 1年毎に機械学習モデルにより土地被覆分類を実施し、かつ分類確率を時系列の多項ロジスティック回帰モデルによりスムージングすることで、土地被覆の変動を連続的に解析した。

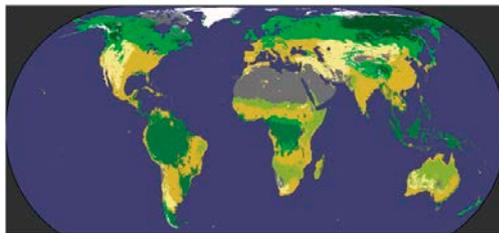


図1 2000年の土地被覆分類図

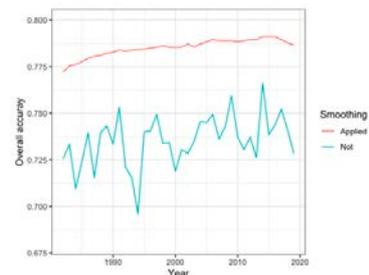


図2 多項ロジスティック回帰モデルによる全体精度の向上と平滑化がみられた

3
成果展開の
状況

現在、論文文化に向けた作業を進めている。本成果は今後、気候変動モデルや炭素動態モデルなどに活用されるべく、共同研究者とのディスカッションをすすめているところである。

【CJ20-42】 一般研究

(研究課題名: 和文) 衛星データを用いたヒマラヤ山脈の高標高域の雲・降水活動の研究

(研究課題名: 英文) A study on convective activity over the high-altitude areas of the Himalayas using satellite data

(研究代表者名) 藤波初木 (名古屋大学・宇宙地球環境研究所)

Hatsuki Fujinami (Nagoya University・Institute for Space-Earth Environmental Research)

【要旨】ヒマラヤの夏季降水量は、氷河の涵養に重要であるとともに、その流域に住む人々の重要な水資源である。しかし、ヒマラヤの高標高域では降水量の地上観測も衛星観測も難しいため、雲・降水活動は未だによく分かっていない。本年度は2019年7月8日から9日にネパールヒマラヤ・ロールワリン地域のDongang(標高2800m)に豪雨をもたらした雲・降水システムを明らかにするため、Meteosat Second Generation (MSG) Indian Ocean Data Coverage (IODC)の赤外データ(Ch9)を用いて解析した。7月8日から9日にかけて、モンスーン低気圧がネパールヒマラヤの近くで発達した。低気圧の北東側の北西向き水蒸気輸送により、ヒマラヤ斜面に線状の雲帯が形成され、Dongang上空を北進していたことが明らかになった。

【Abstract】

Convective activity from the foothills to glacierized, high-elevation areas of the Himalayas are still poorly understood. We investigated cloud/precipitation systems that caused extreme precipitation at Dongang (2,800 m asl) in the eastern Nepal Himalayas from 8th to 9th of July, 2019, using MSG(IODC)-IR dataset. A monsoon low developed in the foothills of the Himalayas during the two days. A line-shaped cloud band appeared over the southern slope of the Himalayas due to the enhancement of northwestward moisture flux in the northeastern side of the low. The cloud band with mesoscale intense convection passed over Dongang.

1
背景
目的
方法

ヒマラヤの高標高域の夏季降水量やその変動は、氷河の涵養や水資源として重要であるにもかかわらず未だによくわかっていない。研究代表者は2019年5月にネパールヒマラヤ・ロールワリン谷に雨量計ネットワーク(標高約700mから約4800mにかけて7地点)を展開し、観測を開始した。2019年7月8日から9日にかけて、Dongang(標高2,800m)で日雨量が160mmを越える豪雨が観測された。本年度は、この豪雨をもたらした雲・降水システムの時空間変化を明らかにするため、MSG-IODCの赤外データ(時間間隔15分、空間解像度0.04度)を用いて解析を行った。また、大気循環場の解析には全球大気再解析データのERA5(時間解像度1時間、空間解像度0.25度)を用いた。

2
研究の
成果

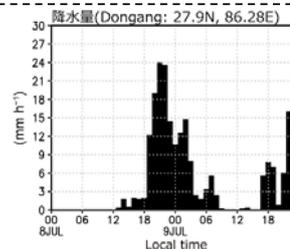
3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

(1) 2019年7月8日から9日にかけて、ネパールヒマラヤ・ロールワリンのDongang(標高2800m、北緯27.9度、経86.3度)で、24時間(8日12時から)で160mmを越える強い降水が観測された(図1)。また、8日の20時から21時にかけて1時間降水量が20mmを越えた。本研究は、この強雨をもたらした雲・降水システムと大気循環場の解析を行った。

(2) 大気循環場の解析から、7月8日から9日にかけてネパールの南に中心(北緯25.5度、東経84度)をもつモンスーン低気圧が発達していることがわかった(図2)。低気圧の南側には活発な雲帯が存在している。一方、ヒマラヤの南斜面には低気圧北東側に存在する強い北西向きの水蒸気フラックスが流入している。この水蒸気フラックスの流入に伴い、東経83度から87度のヒマラヤの南斜面上に線状の雲帯が形成された。

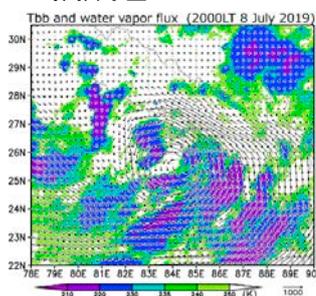
(3) 線状の雲帯は、いくつかのメソスケール(10~20km)の強い対流域(Tbbが局所的に低い領域)を内部に伴っていた。線状の雲帯は時間と共に北上し、20時から21時にかけて強い対流域がDongang上空を通過した。Dongangで観測された強い降水は、この強い対流域を伴った線状の雲・降水システムが観測地点上空を通過したことが原因であると考えられる。

図1



2019年7月8~9日のDongangの1時間降水量

図2



2019年7月8日20時のTbbと水蒸気フラックスの分布

3
成果展開の
状況

1. 今後はメソスケールの雲活動の時空間変化をさらに解析する。また、雲解像領域モデルによるモデルシミュレーションを用いて、この豪雨の再現実験と要因の解析を行う。結果は国際誌に投稿予定。
2. さらに、極端降水の事例だけでなく、2019年の夏季を通じた雲・降水特性の解析をMSG-IODCデータを用いて実施する。
3. これらの結果はヒマラヤの氷河涵養過程の理解向上と豪雨の予報精度の向上の寄与する。

【CJ20-45】 一般研究

(研究課題名: 和文) インド亜大陸北東部における現地観測データを活用したGPM降水量プロダクト検証

(研究課題名: 英文) Validation of GPM precipitation products utilizing ground based observational datasets over the northeastern Indian Subcontinent

(研究代表者名) 寺尾 徹 (香川大学・教育学部)

Toru Terao (Faculty of Education, Kagawa University)

【要旨】 世界最大年降水量に特徴づけられるインド亜大陸北東部のメガラヤ山脈域では、降水量の分布の複雑性と観測の困難性が重大な障害であった。本研究は、独自の雨量計・地上レーダー・雨滴粒度計によって得られる現地データを新たに活用することによって、観測の困難な地域における降水量分布の解明の強力なツールとなっているGPMプロジェクトの高時空間分解能降水量プロダクトとの比較検証成果を出すことを目的として研究を進めてきた。特に衛星観測と地上観測との対比によるGPM DPRデータの検証に関する重要な成果として、GPM DPRの降水強度の大きな過小評価や、雨滴粒径分布データの不一致などの結果を得た。

【Abstract】 Over the Meghalaya Plateau in the Northeastern Indian subcontinent, the complexity of rainfall distribution makes the rainfall estimation difficult. The high spatiotemporal resolution rainfall estimation product by the GPM project has been a powerful method for such regions. This research validate the satellite products by using in-situ observation by raingauges, disdrometers, and a ground-based precipitation radar. We found underestimation in the near surface rainfall over the southern slope of the Meghalaya Plateau, and unrealistic patterns in the rain drop size distribution data in the products based on the GPM DPR.

1 背景
目的
方法

インド亜大陸北東部の降水メカニズムの解明は、気候変動予測にとっても、頻発する災害被害軽減、水資源の推定にとっても極めて重要である。特にメガラヤ山脈の世界最大年降水量に特徴づけられる当該地域では、降水量の分布の複雑性と観測の困難性が重大な障害であった。近年、JAXAの主導するGPMプロジェクトのもと、衛星搭載レーダーとマイクロ波センサーを用いた降水量推定が大きく発展し、観測の困難な地域における降水量分布の解明の強力なツールとなっている。我々は本研究において、独自の雨量計・地上レーダー・雨滴粒度計現地データを新たに活用することによって、GPMプロジェクトの高時空間分解能降水量プロダクトとの比較検証成果を出す。

2 研究の
成果

(1) メガラヤ山脈南斜面付近において、GPM DPRにも TRMM PRと同様の、降水強度の大きな過小評価がみられることが分かった(表1)。また、メガラヤ山脈の谷間に新たに配置した雨量計による観測により、TRMMではより多い降水強度がみられることが示されている谷間で、実際には降水はより少ない傾向があることが分かった。GPM DPRの評価を初めて実施したところ、過大評価の傾向がみられた。観測機会がまだ少なく、他の地域の結果に関しては統計的有意性は小さい。

(2) メガラヤ山脈上において、GPM DPRによって推定される代表的な粒径を表す D_m 、雨滴の数を表す N_w が、ディズドロメーターによって計測されたものとおおむね良い相関を持つことが分かった。しかし、GPM観測結果には、30-40 dB付近に非現実的な集中がみられ(図1)、より小さく数の多い雨粒の検出に成功していない。

(3) インド宇宙研究機関(ISRO)のチェラプンジーレーダーの活用を開始し、メガラヤ山脈南斜面を過ぎる弓上のエコーを解析できた。また、レーダー反射強度が高度2kmから次第に強まっていることも明らかとなった。

	TRMM PR バイアス比	GPM DPR バイアス比
Meghalaya	-47.1%	-41.3%
Assam	-15.6%	-24.1%
Sylhet+Barak	-31.7%	-18.8%
Bengal Plain	-24.6%	+35.5%

表1 GPM DPRのバイアス比(赤字有)

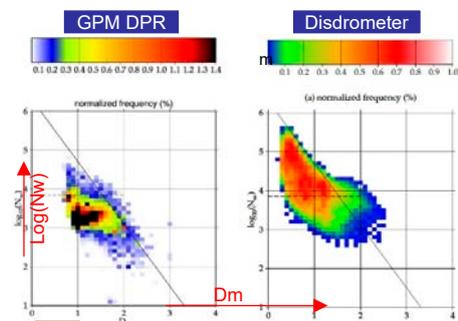


図1 メガラヤ山脈上の D_m と M_w の比較

3 成果展開の
状況

上記の研究成果は、リモートセンシング技術を使った降水分布推定手法の向上に資する内容として、下記研究論文(Murata et al. 2020)や、学会発表等で研究者コミュニティと社会に対して発信されている。特に、JAXAの降水観測ミッション(Precipitation Measuring Mission, PMM)における公募研究にも成果は反映され、衛星からの降水観測にかかわる検証、アルゴリズム開発に寄与している。

Murata, F. et al. (2020): Characteristics of Orographic Rain Drop-Size Distribution at Cherrapunji, Northeast India. Atmosphere, 11, 777.

【CJ20-02】 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。

これ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、R3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RAに応募することになった。

コロナ対策のため、本年度、実際に予定していた観測(数週間程度)が実施できず、また対面方式の会合が持てなかったため、オンライン会合での検討になった。

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RAに応募し、次年度以降の活動に結びつけることになった。

【CJ20-36】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(CO₂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、国内で本分野の研究を推進する3大学の研究室による合同のセミナーを2020年11月24、27日にオンラインで実施した。14件の口頭発表・24名の参加者を得た。

【Abstract】

JapanFlux is an in-situ observation network for heat, water, and matter (CO₂, 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 three universities in Japan, aiming at promoting cooperation among domestic researchers and students. This seminar is conducted as an online seminar on Nov 24 and 27 with 14 research presentations and 24 participants.

1 背景目的方法

JapanFluxは、大気-陸面における熱・水・物質(CO₂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、国内で本分野の研究を推進する3機関の研究室の教員・学生が参加する合同のセミナーを2020年11月24、27日に実施した。14件の口頭発表があり、24名が参加した。

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オンラインで実施した(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、千葉大学、であり、14件の口頭発表があり、24名が参加した。



図1 研究会の参加者全体写真

(2)本研究会の報告として、CEReSニュースレターの2020年11月号に記事を掲載した。また、学生の声としても、大阪府立大学・千葉大学より各1名を掲載し、特に、学生にとっては、他の研究室と同年代の大学院生との交流を行い、お互いに質問などもしやすい環境にあったなどと、よい評価を得ている。

(3)本会合は、定期的開催していることもあり、参加研究室学生にとっては恒例の行事になりつつ、お互いを知ることで、各学生への研究に対するモチベーションを高めることに繋がっている。

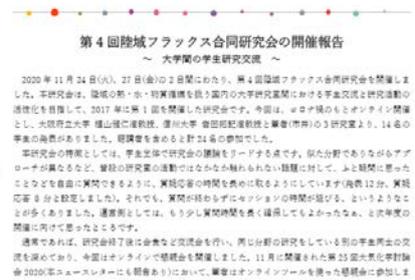


図2 CEReSニュースレター11月号の記事

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きている現状の中で、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。

【Joint Research No. CI20-101】 P2020-1

Title of Joint Research: Advances in remote sensing of ice cloud properties with synergistic spaceborne and ground-based observations

Name of Principal Investigator:

Masanori Saito (Department of Atmospheric Sciences, Texas A&M University)

【Abstract】

Ice cloud is one of major sources of uncertainty in climate models due to poor understanding of ice cloud microphysical processes. The CEReS observatory, where various radiometric measurements both from geostationary satellites and multiple ground-based instruments are accessible, offers unprecedented opportunities to improve ice cloud property characterizations and their temporal variations. In this project, we will implement an active–passive synergistic retrieval algorithm for ice cloud properties into the Himawari-8 thermal infrared observations and ground-based lidar measurements at the CEReS.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

Ice cloud consists of ice crystals with variety of particle sizes and shapes. Due to the aspherical particle morphology and large size parameters, the simulation of the single-scattering properties of nonspherical ice crystals have been of a great challenge. In particular, rigorous first-principle-based light scattering computational capabilities are not applicable to size parameters >50 that are far smaller than those of typical ice crystals in shortwave domain. For a large nonspherical particle, the geometric-optics methods are useful. However, this involves a particular singularity issue at the exact backscattering direction in the single-scattering property calculations, and thereby no precise backscattering properties of large nonspherical particles were available. This hampers the lidar-based remote sensing of ice clouds.

We overcome this inherent limitation with a combination of the Invariant Imbedding T-matrix Method (II-TM) and the Physical Geometric Optics Method (PGOM).

2

Conclusions

Conclusion 1: Successful computations of the scattering properties of an ice crystal (Fig. 1) with size parameters up to 200.

To solve the single-scattering properties of a nonspherical ice crystals, we solve the following formulae:

$$\bullet \mathbf{E}^{inc}(\mathbf{r}) = \sum_{n=1}^n \max \sum_{m=-n}^n \mathbf{Y}_{mn}(\theta, \phi) \mathbf{J}_n(r) \begin{bmatrix} a_{mn} \\ b_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$\bullet \mathbf{E}^{sca}(\mathbf{r}) = \sum_{n=1}^n \max \sum_{m=-n}^n \mathbf{Y}_{mn}(\theta, \phi) \mathbf{H}_n(r) \begin{bmatrix} p_{mn} \\ q_{mn} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$$\bullet \begin{bmatrix} p_{m'n'} \\ q_{m'n'} \end{bmatrix} = \sum_{n=1}^n \max \sum_{m=-n}^n \begin{bmatrix} T_{m'n'/mn}^{11} & T_{m'n'/mn}^{12} \\ T_{m'n'/mn}^{21} & T_{m'n'/mn}^{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{mn} \\ b_{mn} \end{bmatrix}, \quad (3)$$



Fig.1 Rendered ice crystal shape

In the II-TM computations, the T-matrix of a nonspherical particle (Eq. 3) is obtained iteratively. This enables to simulate the single-scattering properties of nonspherical particles with size parameters up to 200.

Conclusion 2: An approximate method (PGOM) exhibits a convergence of the single-scattering properties of nonspherical particles with II-TM counterparts at size parameters greater than 150.

The PGOM overcome the inherent singularity issue on a basis of the physical optics principle, and applicable to any size range. Our simulations suggest that the physical optics is reasonable approximation for size parameters ≥ 150 , which fill the gap in the backscattering property simulations of nonspherical particles.

3

Effect/Outcome

With this physics-based ice optical property model in conjunction with a lidar simulator, it is possible to apply ground-based lidar measurements to derive the microphysical properties of ice clouds. As Chiba university is located over the regions where Himawari-8 provides multispectral observations with high-temporal resolution, the next step is to combine the ground-based lidar and himawari-8 multispectral observations to reveal the temporal evolutions of ice cloud optical and microphysical properties.

【Joint Research No.CI20-106 】 SP2020-1

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 (Chapman University)

[Abstract] The complexity of the earthquake generation process puts limitations on scientific knowledge and leads to incomplete insights. However, it is known that there are several gradually evolving stages that take place in time and space during the earthquake generation process. Therefore, it is reasonable to apply several methods of direct physical measurement to study the physics of the pre-seismic process as accumulation and relaxation of lithospheric stress and strain, across a wide range of spatial and temporal scales, to provide a better understanding of the source processes and interactions before the main rupture occurs. The most recent developments in pre-earthquakes studies (Ouzounov et al, 2018a, Pulinets and Ouzounov, 2018, Hattori and Han, 2018, Liu, et al, 2010,2018) have motivated a team of researchers to produce an integrated research effort from using latest smart technologies to collect and analyze multi-sensor geophysical data associated with lithospheric deformation processes.

1
Back-Ground
Objective
Methodology

The background of this study is
The lithospheric-atmospheric-ionospheric- magnetospheric (LAIMC) coupling mechanism

The objective of this study is
We explore multi-instrument space-borne observations in order to validate physical concepts of Lithosphere-Atmosphere- Ionosphere Coupling (LAIC) in relation to a selection of major seismic events.

The methodology of this study is - we apply some validated techniques to observations in order to identify atmospheric and ionospheric precursors associated with some of recent most destructive earthquakes: M8.6 of, 2005 and M8.5, 2007 in Sumatra, and M7.9 of 2008 in China.

2
Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion1
New investigations of atmospheric and ionospheric parameters have been done for several powerful earthquakes. During the week preceding the earthquakes, all these parameters show clear disturbances that can be considered as short-term precursors.

Conclusion 2
These variations are expected by the proposed LAIC concept.

Conclusion 3
There is a large similarity of these variations for the Analyzed earthquakes :M8.6 of March 28, 2005 and M8.5 of Sept. 12, 2007 in Sumatra, and M7.9 of May 12, 2008 in Wenchuan, China.

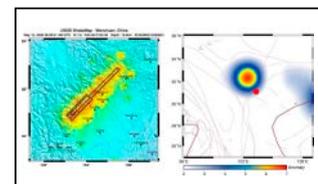


Fig.1 Left: shake map showing the extent of the ruptured fault lines for the 2008 Wenchuan earthquake (USGS). Right: satellite OLR (NOAA-15 data) of May 06, 2008.

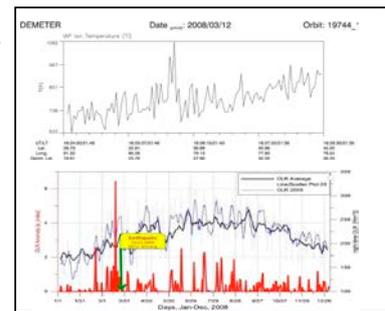


Fig.2 *Top: Ion temperature recorded by DEMETER on March 12, 2008 between 16:24:00 and 16:28:30 UT. The parameters below the plot are the geographic latitude and longitude, and the geographic latitude. The closest approach to the earthquake epicenter is at 16:25:30 UT. Bottom: time series of daily nighttime NOAA/AVHRR OLR anomalous values over epicenter area in Sichuan Province for Jan-Dec 2008. OLR average values for 2008 (black), OLR daily values (blue) and anomalies for 2008 (red). The time of the M7.9 earthquake is shown with a green arrow.

3
Effect/ Outcome

The coupling interaction phenomena related to earthquakes was demonstrated in by the analysis of atmospheric and ionospheric observations associated with the M8.6 of March 28, 2005 and the M8.5 Sept 12, 2007 in Sumatra, the M7.9 May 12, 2008 in Wenchuan, China and the M7.2 March 2008 in the Xinjiang-Xizang, China, earthquakes. The synergy of related variations of these parameters suggests that they follow a general temporal-spatial evolution pattern proposed by the LAIC concept, which has been seen in other large earthquakes worldwide .

【Joint Research No. CI20-103】 SP2020-2

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

Name of Principal Investigator:
Tomoaki Miura (University of Hawaii at Manoa)

【Abstract】 We investigated the utility of Himawari-8 Advanced Himawari Imager (AHI), one of third-generation geostationary satellite sensors, for mapping landslides caused by torrential rain that hit the northern Kyushu area in Japan in the summer of 2017. AHI Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) moderate/low spatial resolution data successfully detected landslides where the percent landslide area was greater than 7%. The results of this investigation suggests that new generation geostationary satellite data can be useful for post-event, region-wide initial assessment of disaster-impacted areas.

1

**Back-
Ground**

Objective

**Methodo-
logy**

Background. Remote sensing has been shown useful in various phases of disaster response, starting from early situational assessment to long-term recovery monitoring, and even to pre-event monitoring and mitigation planning.

Objective. A primary objective of this study was to determine how well Himawari-8 AHI moderate/low spatial resolution data detected vegetation cover changes due to landslides. A secondary objective of this study was to assess how soon AHI 10 min resolution data could observe the disturbances after the rain event.

Methods. AHI 10 min data were processed into NDVI daily time series data. NDVI differences between pre- and post-event times were computed for the northern Kyushu heavy rain event in Japan in the summer of 2017. The NDVI differences were compared with aerial landslide mapping results.

2

**Conclu-
sions**

Conclusion 1

AHI NDVI moderate/low spatial resolution data successfully detected landslides where the percent landslide area was greater than 7%.

Conclusion 2

AHI 10 min resolution data obtained near cloud-free coverage of the landslide region by the 8th day after the disaster event for the northern Kyushu event. This was comparable to the amount of time it took to obtain near cloud-free image coverage with aerial survey, and better than those with the polar-orbiting satellite sensors of Suomi National Polar-orbiting Partnership Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, Landsat-8 Operational Land Imager, and Sentinel-2A/B MultiSpectral Instrument. These results suggest that third-generation geostationary satellite data can serve as another useful resource for post-event, region-wide initial assessment of landslide areas after a heavy rain event.

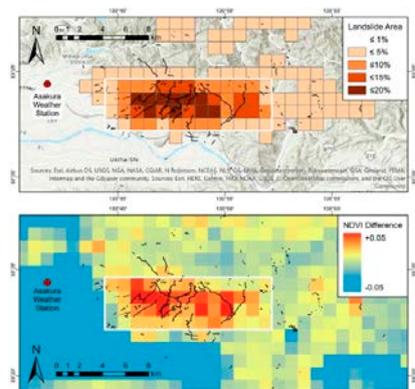


Fig. 1 NDVI difference (bottom) compared to percent landslide areas (top). The white line boxes on the maps represent the region used for subsequent correlative analysis (see the text). The damaged roads [24] are shown as black lines for reference.

3

**Effect/
Outcome**

The developed method was applied to another torrential rain event, the “Western Japan Heavy Rain of July 2018,” in Hiroshima, Japan, and successfully detected and mapped landslide/mud-flow impacted areas with the same uncertainty level.

【Joint Research No. CI20-107】 SP2020-2

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】 In the field of the volcano activities monitoring, satellite observation represent a useful source of information. In this research project, we exploit the potentiality of the high temporal resolution satellite sensors (i.e. HIMAWARI 8/9-AHI) to study volcano process. The recently proposed NHI (Normalized Hotspot Indices) algorithm has been implement on the radiances collected by the sensor Advanced Himawari Imager (AHI). The eruption of the Krakatau volcano (Indonesia) occurred during September 2018 has been taken in account as test case.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

Recently, the NHI (Normalized Hotspot Indices; Marchese et al., 2019) algorithm has been proposed for identifying volcanic thermal anomalies in daylight conditions. Up to now, NHI have exploited the sensitivity of SWIR observations provided by mid-high spatial resolution satellite data.

In this work, we evaluate the potentiality of the NHI algorithm on the radiances collected by the geostationary satellite sensor HIMAWARI 8/AHI, which is able to provide high-temporal resolution data (10 minutes).

As a first step, here we asses the capabilities of the NHI approach to detect volcanic thermal features as originally proposed (i.e. by using SWIR bands instead of more suitable MIR bands). We take in account as test case the eruption of the Krakatau volcano (Indonesia) occurred during September 2018.

2

Conclusions

Preliminary results highlights that useful information can be obtained by the implementation of NHI algorithm on the HIMAWARI 8/AHI data. In particular, by comparing:

- the HIMAWARI time-series of the NHI_{SWIR} index computed over the Krakatau volcano with the total SWIR radiances computed by means the NHI-tool (Genzano et al., 2020) on the basis of Sentinel 2 images, a good agreement between the two different observations has been possible recognize.
- the trends of NHI_{SWIR} index over different pixels in the analyzed portion of the H8 scene, we found that NHI_{SWIR} values over Krakatau volcano are greater than the other analyzed pixels, and the trend over "Krakatau pixel" is more different from those pixels not affected by volcanic activities.

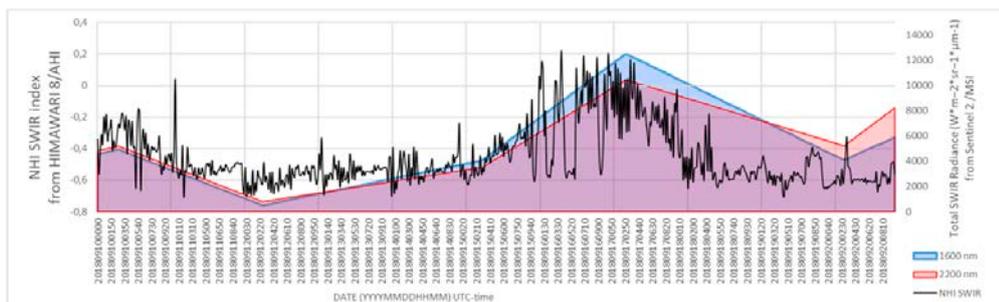


Fig.1 Time-series (black line) of the NHI_{SWIR} index observed over Krakatau volcano during Sept 10-20, 2018.

3

Effect/Outcome

Thanks to capabilities of AHI to collect data in the MIR spectral range (Band 07), more indications on volcanoes activities could be obtained by defining a new NHI index (i.e. NHI_{MIR}).

The use of consolidated change detection methods, e.g. Robust Satellite Technique (Tramutoli, 1998; 2007), on the "NHI images" could allow to identify anomalous volcanic features.

【Joint Research No. CI20-104】 P2020-3

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】

Euphotic zone depth (Zeu) plays an important role in studies of marine biogeochemical processes and ecosystems. Remote sensing techniques are ideal tools to investigate Zeu distributions because of their advanced observation ability with broad spatial coverage and frequent observation intervals. In this study, a new remote sensing approach was proposed to derive Zeu directly from Rrs. Both satellite and field evaluations showed good performances of the new model. Large spatiotemporal variations of Zeu were observed in the Bohai Sea and Yellow Sea.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is

The euphotic zone depth (Zeu) is defined as the depth at which the photosynthetically active radiation (PAR) level falls to 1% of that immediately below the surface, and is an important parameter for characterizing underwater sunlight conditions.

The objective of this study is

We aim to propose a Rrs(λ)-based approach and then study the dynamics of Zeu in the Bohai Sea (BS) and Yellow Sea (YS) that are two typical shallow, semienclosed seas with very complex optical properties.

The methodology of this study is

In situ data collected from various seasons were first used to assess the ability of several spectral indicators of Rrs(λ) for deriving Zeu and the optimal spectral indicator was determined to build a Zeu retrieval model. This model was further applied to Geostationary Ocean Color Imager (GOCI) data to study the spatial and temporal variations in Zeu.

2

Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1

In this study, we proposed a region-customized model to derive Zeu in the BS and YS. This model directly used the spectral indicator of Rrs (λ) rather than using any intermediate variables (e.g., Chl, Kd(490) or IOPs) and thus could avoid potential influences from remote sensing estimation errors in the intermediate variables.

Conclusion 2

Evaluations based on in situ data indicated that the new developed model has good performance with R², RMSE and MAPE values of 0.843, 4.42 m and 17.9%, respectively. By applying the new model to GOCI Satellite data, large spatial and temporal variations of Zeu in the BS and YS were observed.

Conclusion 3

The general variation pattern was that Zeu is low in nearshore areas but high in offshore areas at spatial scales and is high during summer but low during winter at time scales.

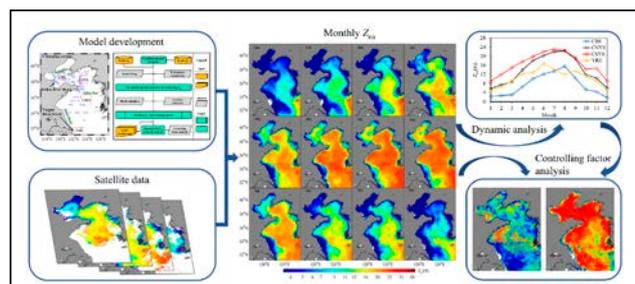


Fig.1 Graphic abstract of this study.

3

Effect/Outcome

This study reports the first detailed results of Zeu variations and their controlling factors in the BS and YS. These findings contribute important knowledge for modeling primary production, carbon flux, heat transfer, etc. Meanwhile, the new approach provided by this study can serve as a proof-of-concept template that may be easily implemented to derive site-specific Zeu retrieval models for other waters. This has been preliminarily verified when we applied the new approach to the global ocean.

【Joint Research No. CI20-105 】 P2020-3

Title of Joint Research: Monitoring of Rice Paddy Field Affected by Flood Using Multisensory Remote Sensing Data

Name of Principal Investigator:
Lilik Budi Prasetyo (IPB University)

【Abstract】

Flood is one of potential risk in agriculture, especially rice production in pre-harvest stage. Many studies found that flood has significant and negative effects on rice production. A study reported that utilization of radar technology will improve the ability to detect areas of rice paddy field affected by flood. However, the approach will not detect the planting stage of the affected plants. This study aims to improve the study by developing method and algorithm to monitor rice paddy field affected by flood, as well as to detect the planting stage of the plants. Multi-sensor technology including radar, optical satellite data, and UAV data, will be utilized to achieve the goals.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is that flood is one of potential risk in agriculture, especially rice production in pre-harvest stage. A study reported that utilization of radar technology will improve the ability to detect areas of rice paddy field affected by flood. However, the approach will not detect the planting stage of the affected plants. Whereas information of planting age and flood is important due the fact that the agricultural insurance will be paid if the planting age of the paddy is longer than 30 days.

The objective of this study is to improve the study by developing method and algorithm to monitor rice paddy field affected by flood, as well as to detect the planting stage of the plants.

The methodology of this study is by utilizing multi-sensor technology including radar, optical satellite data, and UAV data, will be utilized to achieve the goals.

2

Conclusions

Flood over rice field area can be detected by using multi-sensor satellite data. In this study, Sentinel 1 SAR data gave us promising result with high accuracy of prediction. However, ground-checking is still needed to increase the accuracy of prediction.

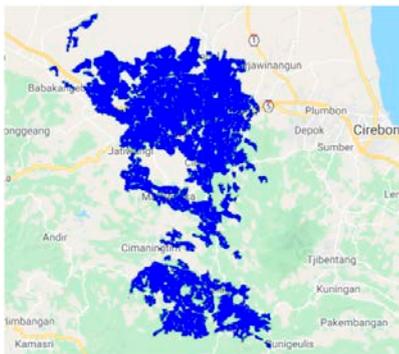


Fig.1 Detected flooded area over rice field at Majalengka, West Java. As obtained from Google Earth Engine (GEE)



Fig.2 Flooded rice field at study area during February 2021

3

Effect/Outcome

The result of this study is possibly applied to agricultural insurance program.

[3] 研究成果の公表

3.1. 研究論文など

【審査論文】

(近藤昭彦)

- Mochamad Firman Ghazali, Ketut Wikantika, Agung Budi Harto, Akihiko Kondoh (2020.6): Generating soil salinity, soil moisture, soil pH from satellite imagery and its analysis, *Information Processing in Agriculture*, Vol.7, Issue 2, pp.294-306, 10.1016/j.inpa.2019.08.003
- T. Yasutaka, Y. Kanai, M. Kurihara, T. Kobayashi, A. Kondoh, T. Takahashi and Y. Kuroda (2020.8): Dialogue, radiation measurements and other collaborative practices by experts and residents in the former evacuation areas of Fukushima: A case study in Yamakiya District, Kawamata Town, *Radioprotection*, Vol.55, No.3, pp.215-224, 10.1051/radiopro/2020061

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

- Mirza Muhammad Waqar, Rahmi Sukmawati, Ji Yaqi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2020.6): Tropical Peatland Forest biomass estimation using Polarimetric Parameters extracted from RadarSAT-2 images, *Land*, Vol.9, Issue 6, 193, <https://doi.org/10.3390/land9060193>
- Putu Artawan, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Mashuri, and Yono Hadi Pramono (2020.8): Design of a Curved Microstripline Antenna Array Variants and Its Fabrication in Satellite Communication System, *International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP)*, Vol.10, No.4, 10.15866/irecap.v10i4.17702
- Subuh Pramono, Muhammad Hamka Ibrahim, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2020.8): EBG Based Compact Design of Dual Band UWB MIMO Antenna Operating in Ku/K Band, *International Journal on Communications Antenna and Propagation (IRECAP)*, Vol.10, No.4, doi.org/10.15866/irecap.v10i4.18692
- Pakhrur Razi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Joko Widodo, Yuta Izumi, Daniele Perissin (2020.9): Land Deformation Monitoring using D-InSAR Technique during Lombok Earthquake Observed by Sentinel-1A/B, *International Journal of GEOMATE (Geotechnique, Construction Materials and Environment)*, Vol.19, Issue 73, pp.257-262, <https://doi.org/10.21660/2020.73.37542>
- Xu Rui, Steven Gao, Jie Liu, Jian-Ying Li, Shi-Gang Zhou, Kun Wei, Xuexia Yang, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2020.12): Analysis and Design of Ultrawideband Circularly Polarized Antenna and Array, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol.68, Issue 12, pp.7842-7853, 10.1109/TAP.2020.2998922
- Xu Rui, Steven Gao, Jie Liu, Jian-Ying Li, Shi-Gang Zhou, Kun Wei, Xuexia Yang, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2020.12): Analysis and Design of Ultrawideband Circularly Polarized Antenna and Array, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol.68, Issue 12, pp.7842-7853, 10.1109/TAP.2020.2998922
- Husnul Kausarian, Adi Suryadi, Susilo, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Barata (2021.2): GIS Analysis for Flood Problem in the Big City: A Case Study in Pekanbaru City, Riau Province, Indonesia, *International Journal on Advanced Science, Engineering, Information and Technology (IJASEIT)*, Vol.11, No.1, pp.342-349, 10.18517/ijaseit.11.1.11974

(市井和仁)

- Ueyama M., K. Ichii, H. Kobayashi, T. Kumagai, J. Beringer, L. Merbold, E. Euskirchen, T. Hirano, L. Belletti Marchesini, D. Baldocchi, T. Saitoh, Y. Mizoguchi, K. Ono, J. Kim, A. Varlagin, M. Kang, T. Shimizu, Y. Kosugi, M. Bret-Harte, T. Machimura, Y. Matsuura, T. Ohta, K. Takagi, S. Takanashi, Y. Yasuda (2020.7): Inferring CO₂ fertilization effect based on global monitoring land-atmosphere exchange with a theoretical model, *Environmental Research Letters*, Vol.15, No.8, 084009, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab79e5>
- Suzuki K., T. Hiyama, K. Matsuo, K. Ichii, Y. Iijima, D. Yamazaki (2020.9): Accelerated continental - scale snowmelt and ecohydrological impacts in the four largest Siberian river basins in response to spring

warming, *Hydrological Processes*, vol.34, Issue 19, pp.3867-3881, <https://doi.org/10.1002/hyp.13844>

- Ito A., K. Ichii (2021.1): Terrestrial ecosystem model studies and their contributions to AsiaFlux, *Journal of Agricultural Meteorology*, Vol.77, Issue 1, pp.81-95, 10.2480/agrmet.D-20-00024
- Patra P.K., T. Hajima, R. Saito, N. Chandra, Y. Yoshida, K. Ichii, M. Kawamiya, M. Kondo, A. Ito, D. Crisp (2021): Evaluation of earth system model and atmospheric inversion using total column CO₂ observations from GOSAT and OCO-2, *Progress in Earth and Planetary Science*, 10.21203/rs.3.rs-53348/v3 (in press: Accepted 2021.03.25)

(本多嘉明・梶原康司)

- Takayuki Kaneko, Atsushi Yasuda, and Kenji Takasaki, Shun Nakano, Toshitsugu Fujii, Yoshiaki Honda, Kouji Kajiwara, Hiroshi Murakami (2020.8): A new infrared volcano monitoring using GCOM-C (SHIKISAI) satellite: Applications to the Asia-Pacific region, *Earth, Planets and Space*, Vol.72, No.1, Article number: 115, <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01246-7>
- Tomoko K. Akitsu, Tatsuro Nakaji, Toshiya Yoshida, Rei Sakai, Wataru Mamiya, Terigele, Kentaro Takagi, Yoshiaki Honda, Koji Kajiwara, Kenlo N. Nasahara, (2020.9): Field data for satellite validation and forest structure modeling in a pure and sparse forest of *Picea glehnii* in northern Hokkaido, *Ecological Research*, Vol.35, Issue 5, pp.750-764, <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12114>
- Tomoko Kawaguchi Akitsu, Tatsuro Nakaji, Hajime Kobayashi, Tetsuo Okano, Yoshiaki Honda, Undrakh Bayarsaikhan, Terigele, Masato Hayashi, Tsutomu Hiura, Reiko Ide, Susumu Igarashi, Koji Kajiwara, Syoji Kumikawa, Yuuichi Matsuoka, Takashi Nakano, Tomoko Nakano, Atsushi Okuda, Tomoaki Sato, Kaoru Tachiiri, Yoshiyuki Takahashi, Jiro Uchida, Kenlo Nishida Nasahara (2020.11): Large-scale ecological field data for satellite validation in deciduous forests and grasslands, *Ecological Research*, Vol.35, Issue 6, pp.1009-1028, <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12155>

(樋口篤志)

- Mannen, K., T. Hasenaka, A. Higuchi, K. Kiyosugi, Y. Miyabuchi (2020.6): Simulations of tephra fall deposits from a bending eruption plume and the optimum model for particle release, *Journal of Geophysical Research - Solid Earth*, Vol.125, Issue 6, e2019JB018902, doi:10.1029/2019JB018902
- Pavarangkoon, P., K. T. Murata, K. Yamamoto, K. Muranaga, A. Higuchi, T. Mizuhara, Y. Kagebayashi, C. Charnsripinyo, N. Nupairoj, T. Ikeda, J. Tanaka, K. Fukazawa (2020.8): Development of international mirroring system for real-time web of meteorological satellite data, *Earth Science Informatics*, Vol.13, Issue 4, pp.1461-1476, 10.1007/s12145-020-00488-z
- Kazuomi Morotomi, Shigeharu Shimamura, Fumiaki Kobayashi, Tamio Takamura, Toshiaki Takano, Atsushi Higuchi, and Hisato Iwashita (2020.12): Evolution of a Tornado and Debris Ball Associated with Super Typhoon Hagibis 2019 Observed by X-band Phased Array Weather Radar in Japan, *Geophysical Research Letters*, Vol.47, Issue 24, e2020GL091061, <https://doi.org/10.1029/2020GL091061>

(樋口篤志・小槻峻司)

- Watanabe, S., Kotsuki, S., Kanae, S., Tanaka, K. and Higuchi, A. (2020.10): Snow water scarcity induced by the record breaking warm winter in 2020 in Japan, *Scientific Reports*, 10:18541, 10.1038/s41598-020-75440-8

(本郷千春)

- Caasi, O., Hongo, C., Wiyono, S., Giamerti, Y., Saito, D., Homma, K., Shishido, M. (2020.6): The potential of using Sentinel-2 satellite imagery in assessing bacterial leaf blight on rice in West Java, Indonesia, *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, Vol.26, No.1, pp.1-16
- Yuti Giamerti, Chiharu Hongo, Daiki Saito, Oliver Caasi, Pepi Nur Susilawati, Masahiro Shishido, I Putu Sudiarta, I Made Anom Sutrisna Wijaya, Koki Homma (2021.1): Evaluating Multispectral Imaging for Assessing Bacterial Leaf Blight Damage in Indonesian Agricultural Insurance., *E3S Web of Conferences*, Vol.232, 03008, 10.1051/e3sconf/202123203008

(入江仁士)

- Kadir, E. A., H. Irie, S. L. Rosa, and M. Othman (2020.4): Multi-sensor system for monitoring of river water pollution, *Przeglad Elektrotechniczny*, 96, No.4, pp.62-66, 10.15199/48.2020.04.12
- Kreher, K., M. Van Roozendaal, F. Hendrick, A. Apituley, E. Dimitropoulou, U. Frieß, A. Richter, T. Wagner, N. Abuhassan, L. Ang, M. Anguas, A. Bais, N. Benavent, T. Bösch, K. Bognar, A. Borovski, I. Bruchkouski, A. Cede, K. L. Chan, S. Donner, T. Drosoglou, C. Fayt, H. Finkenzeller, D. Garcia-Nieto, C. Gielen, L. Gómez-Martín, N. Hao, J. R. Herman, C. Hermans, S. Hoque, H. Irie, J. Jin, P. Johnston, J. K. Butt, F. Khokhar, T. K. Koenig, J. Kuhn, V. Kumar, J. Lampel, C. Liu, J. Ma, A. Merlaud, A. K. Mishra, M. Müller, M. Navarro-Comas, M. Ostendorf, A. Pazmino, E. Peters, G. Pinardi, M. Pinharanda, A. Piters, U. Platt, O. Postlyakov, C. Prados-Roman, O. Puentedura, R. Querel, A. Saiz-Lopez, A. Schönhardt, S. F. Schreier, A. Seyler, V. Sinha, E. Spinei, K. Strong, F. Tack, X. Tian, M. Tiefengraber, J.-L. Tirpitz, J. van Gent, R. Volkamer, M. Vrekoussis, S. Wang, Z. Wang, M. Wenig, F. Wittrock, P. H. Xie, J. Xu, M. Yela, C. Zhang, and X. Zhao (2020.5): Intercomparison of NO₂, O₄, O₃ and HCHO slant column measurements by MAX-DOAS and zenith-sky UV-Visible spectrometers during CINDI-2, *Atmos. Meas. Tech.*, Vol.13, Issue 5, pp.2169-2208, 10.5194/amt-13-2169-2020
- Masahiro Momoi, Rei Kudo, Kazuma Aoki, Tatsuhiro Mori, Kazuhiko Miura, Hiroshi Okamoto, Hitoshi Irie, Yoshinori Shoji, Akihiro Uchiyama, Osamu Ijima, Matsumi Takano and Teruyuki Nakajima (2020.5): Development of on-site self-calibration and retrieval methods for sky-radiometer observations of precipitable water vapor, *Atmos. Meas. Tech.*, Vol.13, Issue 5, pp.2635-2658, 10.5194/amt-13-2635-2020
- El-Magd, I. A., N. Zanaty, E. M. Ali, H. Irie, and A. Abdelkader (2020.7): Investigation of aerosol climatology, optical characteristics and variability over Egypt based on satellite observations and in-situ measurements, *Atmosphere*, Vol.11, Issue 7, 714, 10.3390/atmos11070714
- Go, S. J. Kim, J. Mok, H. Irie, J. M. Yoon, O. Torres, N. Krotokov, G. Labow, M. Kim, J. H. Koo, M. Choi, and H. Lim (2020.8): Ground-based retrievals of aerosol column absorption in the UV spectral region and their implications for GEMS measurements, *Remote Sensing of Environment*, Vol.245, 111759, 10.1016/j.rse.2020.111759
- Nakajima, T., M. Campanelli, H. Che, V. Estellés, H. Irie, S.-W. Kim, J. Kim, D. Liu, T. Nishizawa, G. Pandithurai, V. K. Soni, B. Thana, N.-U. Tugjurn, K. Aoki, M. Hashimoto, A. Higurashi, S. Kazadzis, P. Khatri, N. Kouremeti, R. Kudo, F. Marengo, M. Momoi, S. S. Ningombam, C. L. Ryder, and A. Uchiyama (2020.8): An overview of and issues with sky radiometer technology and SKYNET, *Atmos. Meas. Tech.*, Vol.13, Issue 8, pp.4195-4218, 10.5194/amt-13-4195-2020
- Kumharn, W., S. Janjai, and H. Irie (2020.10): Aerosol size distribution using Thailand ground-based instruments and climate variables, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol.142, pp.599-611, 10.1007/s00704-020-03328-8
- Pinardi, G., M. V. Roozendaal, F. Hendrick, N. Theys, N. Abuhassan, A. Bais, F. Boersma, A. Cede, J. Chong, S. Donner, T. Drosoglou, U. Frieß, J. Granville, J. R. Herman, H. Eskes, R. Holla, J. Hovila, H. Irie, Y. Kanaya, D. Karagkiozidis, N. Kouremeti, J.-C. Lambert, J. Ma, E. Peters, A. Piters, O. Postlyakov, A. Richter, J. Remmers, H. Takashima, M. Tiefengraber, P. Valks, T. Vlemmix, T. Wagner, and F. Wittrock (2020.11): Validation of tropospheric NO₂ column measurements of GOME-2A and OMI using MAX-DOAS and direct sun network observations, *Atmos. Meas. Tech.*, Vol.13, p.6141-6174, 10.5194/amt-13-6141-2020
- Verhoelst, T., S. Compernelle, G. Pinardi, J.-C. Lambert, H. Eskes, K.-U. Eichmann, A. M. Fjæraa, J. Granville, S. Niemeijer, A. Cede, M. Tiefengraber, F. Hendrick, A. Pazmiño, A. Bais, A. Bazureau, K. F. Boersma, K. Bognar, A. Dehn, S. Donner, A. Elokho, M. Gebetsberger, F. Goutail, M. Grutter de la Mora, A. Gruzdev, M. Gratsea, G. Hansen, H. Irie, N. Jepsen, Y. Kanaya, D. Karagkiozidis, R. Kivi, K. Kreher, P. Levelt, C. Liu, M. Müller, M. N. Comas, A. Piters, J.-P. Pommereau, T. Portafaix, O. Puentedura, R. Querel, J. Remmers, A. Richter, J. Rimmer, C. R. Cárdenas, L. S. de Miguel, V. Sinyakov, K. Strong, M. V. Roozendaal, P. Veefkind, T. Wagner, F. Wittrock, M. Y. Gonzalez, C. Zehner (2021.1): Ground-based validation of the Copernicus Sentinel-5P TROPOMI NO₂ measurements with the NDACC ZSL-DOAS, MAX-DOAS and Pandora global networks, *Atmos. Meas. Tech.*, Vol.14, No.1, p.481-510, 10.5194/

(齋藤尚子)

- A. Xiafukaiti, N. Lagrosas, P. M. Ong, N. Saitoh, T. Shiina, and H. Kuze (2020.9): Comparison of aerosol properties derived from sampling and near-horizontal lidar measurements using Mie scattering theory, *Applied Optics*, Vol.59, Issue 26, pp.8014-8022, <https://doi.org/10.1364/AO.398673>

(齋藤尚子・Prabir Kumar Patra 客員教授)

- Jagat S. Bisht, Toshinobu Machida, Naveen Chandra, Kazuhiro Tsuboi, Prabir K. Patra, Taku Umezawa, Yosuke Niwa, Yousuke Sawa, Shinji Morimoto, Takakiyo Nakazawa, Naoko Saitoh, and Masayuki Takigawa (2021.2): Seasonal Variations of SF₆, CO₂, CH₄, and N₂O in the UT/LS Region due to Emissions, Transport, and Chemistry, *J. Geophys. Res. Atmos.*, Vol.126, Issue 4, e2020JD033541, doi:10.1029/2020JD033541
- Chandra, N., P. Patra, J. Bisht, A. Ito, T. Umezawa, N. Saigusa, S. Morimoto, S. Aoki, G. Janssens-Maenhout, R. Fujita, M. Takigawa, S. Watanabe, N Saitoh, and J. Canadell (2021): Emissions from the oil and gas sectors, coal mining and ruminant farming drive methane growth over the past three decades, *J. Meteor. Soc. Jpn.*, Vol.99, Issue 2, pp.309-337, doi:10.2151/jmsj.2021-015 ([Advance publication] Released: December 11, 2020)

(小槻峻司)

- Miyoshi, T., Kotsuki S., Terasaki K., Otsuka S., Lien G.-Y., Yashiro H., Tomita H., Satoh M., and Kalnay E. (2020.4): Precipitation Ensemble Data Assimilation in NWP Models, *Satellite Precipitation Measurement*, Vol.2, Chapter 49, pp.983-991, 10.1007/978-3-030-35798-6_25
- Kotsuki, S., Pensoneault, A., Okazaki, A. and Miyoshi, T. (2020.10): Weight structure of the Local Ensemble Transform Kalman Filter: A case with an intermediate atmospheric general circulation model, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol.146, Issue 732, p.3399-3415, 10.1002/qj.3852
- 小槻峻司、桃井裕広、菊地亮太、渡部哲史、山田真史、阿部紫織、綿貫 翔 (2020.11) : 回帰学習器のアンサンブル学習による降雨洪水氾濫モデル・エミュレータ、*水工学論文集*、Vol.76, No.2, pp.l_367-l_372, 10.2208/jscejhe
- 関本大晟、渡部哲史、小槻峻司、山田真史、阿部紫織、綿貫 翔 (2020.11) : 降雨流出氾濫モデル・エミュレータによる浸水範囲予測、*水工学論文集*、Vol.76, No.2, pp.l_547-l_552, 10.2208/jscejhe
- Carrio, D. S., Bishop, C. H. and Kotsuki, S. (2021.3): Empirical determination of the covariance of forecast errors: an empirical justification and reformulation of Hybrid covariance models, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol.147, Issue 736, pp.2033-2052, 10.1002/qj.4008

(楊 偉)

- Dalin Jiang, Bunkei Matsushita, Wei Yang (2020.7): A Simple and Effective Method for Removing Residual Reflected Skylight in Above-water Remote Sensing Reflectance Measurements, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.165, p.16-27, 10.1016/j.isprsjprs.2020.05.003
- Yang Chen, Ruyin Cao, Jin Chen, Xiaolin Zhu, Ji Zhou, Guangpeng Wang, Miaogen Shen, Xuehong Chen, Wei Yang (2020.7): A new cross-fusion method to automatically determine the optimal input image pairs for NDVI spatiotemporal data fusion, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol.58, No.7, pp.5179-5194, DOI: 10.1109/TGRS.2020.2973762
- Miaogen Shen, Nan Jiang, Dailiang Peng, Yuhuan Rao, Yan Huang, Yongshuo H. Fu, Wei Yang, Xiaolin Zhu, Ruyin Cao, Xuehong Chen, Jin Chen, Chiyuan Miao, Chaoyang Wu, Tao Wang, Eryuan Liang, Yanhong Tang (2020.9): Can changes in autumn phenology facilitate earlier green-up date of northern vegetation?, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.291, 108077, 10.1016/j.agrformet.2020.108077
- Shengqiang Wang, Jun Lv, Junwei Nie, Deyong Sun, Hanwei Liang, Zhongfeng Qiu, Wei Yang (2021.1): Dynamics of euphotic zone depth in the Bohai Sea and Yellow Sea, *Science of the Total Environment*, Vol.751, 142270, 10.1016/j.scitotenv.2020.142270

(高橋綾香)

- Ayaka Takahashi, Yasuo Takeichi, Masao Kimura, and Keizo Hashimoto (2021): Low Friction Mechanism Survey of Tungsten Disulfide by using XRD, XPS, and XAFS, Tribology letter, <https://doi.org/10.1007/s11249-021-01428-8> (Accepted 24 March 2021)

(竹中栄晶)

- Watababe, T., H. Takenaka, and D. Nohara (2020.11): Framework of forecast verification of surface solar irradiance from a numerical weather prediction model using classification with a Gaussian mixture model, Earth and Space Science, Volume7, Issue 11, e2020EA001260, doi.org/10.1029/2020EA001260

(Alessandro Damiani)

- Edgardo Sepúlveda, Raul Cordero, Alessandro Damiani, et al. Sarah Feron, Jaime Pizarro, Felix Zamorano, Rigel Kivi, Ricardo Sánchez, Margarita Yela, Julien Jumelet, Alejandro Godoy, Jorge Carrasco, Juan S. Crespo, Gunther Seckmeyer, Jose A. Jorquera, Juan M. Carrera, Braulio Valdevenito, Sergio Cabrera, Alberto Redondas & Penny M. Rowe (2021.2): Evaluation of Antarctic Ozone Profiles derived from OMPS-LP by using Balloon-borne Ozone sondes, Scientific Reports, vol.11, no.4288, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81954-6>
- Sarah Feron, Raul Cordero, Alessandro Damiani, Robert B. Jackson (2021.3): Climate-change extremes and photovoltaic power output, Nature Sustainability, vol.4, 3, pp.270-276, <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00643-w>

(眞子直弘)

- T.M. Sato, T. Satoh, H. Sagawa, N. Manago, Y.J. Lee, S. Murakami, K. Ogohara, G.L. Hashimoto, Y. Kasaba, A. Yamazaki, M. Yamada, S. Watanabe, T. Imamura, and M. Nakamura (2020.7): Dayside cloud top structure of Venus retrieved from Akatsuki IR2 observations, Icarus, vol.345, 15, 113682, pp.1-20, [10.1016/j.icarus.2020.113682](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.113682)

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo • Cahya Edi Santosa)

- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, Good Fried Panggabean, Tomoro Watanabe, Bambang Setiadi, Franciscus Dwi Sri Sumantyo, Kengo Tsushima, Karna Sasmita, Agus Mardiyanto, Edi Supartono, Eko Tjipto Rahardjo, Gunawan Wibisono, Muh Aris Marfai, R. H. Jatmiko, Sudaryatno, T. H. Purwanto, B. S. Widartono, M. Kamal, Daniel Perissin, Steven Gao, and Koichi Ito (2020.12): Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar, IEEE Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS), Vol.14, pp.1676-1692, [10.1109/JSTARS.2020.3045032](https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3045032)
- Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Steven Gao, and Koichi Ito (2021.2): Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna with Curved-Truncation and Circle-Slotted Parasitic, IEEE Transactions on Antennas and Propagation (TAP), [10.1109/TAP.2021.3060122](https://doi.org/10.1109/TAP.2021.3060122) (Early Access Article)

(樋口篤志 • 竹中栄晶)

- Wang, W., S. Li, H. Hashimoto, H. Takenaka, A. Higuchi, S. Kalluri, and R.R. Nemani (2020.4): An Introduction to the Geostationary-NASA Earth Exchange (GeoNEX) Products: 1. Top-of-Atmosphere reflectance and brightness temperature, Remote Sensing, vol.12, Issue 8, 1267, [doi:10.3390/rs12081267](https://doi.org/10.3390/rs12081267)
- Takenaka, H., T. Sakashita, A. Higuchi, T. Nakajima (2020.8): Geolocation correction for geostationary satellite observations by a phase - only correlation method using a visible channel, Remote Sensing, Vol. 12 Issue. 15, 2472, [doi:10.3390/rs12152472](https://doi.org/10.3390/rs12152472)
- Hashimoto, H., W. Wang, J. Dungan, S. Li, A. Michaelis, H. Takenaka, A. Higuchi, R. Myneni, R. Nemani (2021.1): New generation geostationary satellite observations support seasonality in greenness of the

(入江仁士・Alessandro Damiani)

- Damiani, A., R. R. Cordero, P. J. Llanillo, S. Feron, J. P. Boisier, R. Garreaud, R. Rondanelli, H. Irie, and S. Watanabe (2020.6): Connection between Antarctic ozone and climate: interannual precipitation changes in the Southern Hemisphere, Atmosphere, Vol.11, Issue 6, 579, 10.3390/atmos11060579
- Hoque, H. M. S., H. Irie, A. Damiani, and M. Momoi (2020.8): Primary evaluation of the GCOM-C aerosol products at 380 nm using ground-based sky radiometer observations, Remote Sensing, Vol.12, Issue 16, 2661, 10.3390/rs12162661

(眞子直弘・本郷千春・祖父江侑紀)

- Naohiro Manago, Chiharu Hongo, Yuki Sofue, Gunardi Sigit and Budi Utoyo (2020.12): Transplanting Date Estimation Using Sentinel-1 Satellite Data for Paddy Rice Damage Assessment in Indonesia, MDPI-Agriculture, Vol.10 no.12 625, <https://doi.org/10.3390/agriculture10120625>

(山本雄平・市井和仁・樋口篤志・竹中栄晶)

- Yamamoto, Y., K. Ichii, A. Higuchi, H. Takenaka (2020.5): Geolocation accuracy assessment of Himawari-8/AHI imagery for application to terrestrial monitoring, Remote Sensing, Vol.12, Issue 9, 1372, doi:10.3390/rs12091372

【総説・解説・著書等】

(近藤昭彦)

- 環境汚染と地球人間圏科学—福島原発事故を通して、日本地球惑星科学連合編「地球・惑星・生命」、近藤昭彦（東京大学出版会、224-233、2020年5月出版）【著書（共著）】

(久世宏明グランドフェロー・本多嘉明)

- 総論「衛星・地上リモートセンシング技術の発展とその活用」、久世宏明、本多嘉明、月刊オプトロニクス7月号（No.463）特集リモートセンシングとその応用、2020年Vol.39, pp.90-92（(株)オプトロニクス社2020年7月出版）【解説】

(入江仁士)

- 最新のリモートセンシングから見た大気環境変化、入江仁士、月刊オプトロニクス7月号（No.463）特集リモートセンシングとその応用、2020年Vol.39（(株)オプトロニクス社2020年7月出版）【解説】

3.2. 学会・研究会での発表

【国際会議】

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

- IABIE Bersama Pancasila; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IABIE Seminar, オンライン開催、2020年5月31日（招待講演）
- Remote Sensing Technology for Geospatial Mapping; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Remote Sensing untuk Informasi Geospasial Webinar Indonesia Remote Sensing Society (MAPIN) #Seri 10, オンライン開催、2020年6月27日（招待講演）
- Geography 2020 for A Sustainable Future, UGMtalks; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, オンライン開催、2020年7月11日（招待講演）
- Geospatial and Remote Sensing Technologies for Planning of Future Indonesian Continent; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: GEOICON 2020, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia, オンライン開催、2020年8月26日（招待講演）
- Innovation on Microwave Remote Sensing Technology for Environmental and Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd International Conference on Engineering, Technology and Innovative Researches (ICETIR 2020), Universitas Soedirman, Banjarnegara, Indonesia, オンライン開催、

2020年9月2日 (招待講演)

- Disaster Monitoring using Spaceborne Synthetic Aperture Radar; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 6th International Conference on Science and Technology Universitas Gadjah Mada (UGM), オンライン開催、2020年9月8日 (招待講演)
- Satellite for Better Life; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Festival Science Antariksa 2020 Indonesian Aerospace Agency (LAPAN) Webinar, オンライン開催、2020年10月7日 (招待講演)
- Remote Sensing Technology for Geospatial Mapping; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Seminar Nasional Geomatika 2020 BIG, オンライン開催、2020年10月15日 (招待講演)
- Digital Transformation Masterclass; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Telkom Indonesia, オンライン開催、2020年11月12日 (招待講演)
- Innovation on Microwave Remote Sensing and Applications for Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2020 IEEE Asia-Pacific Conference on Geosciences, Electronics and Remote Sensing (AGERS), オンライン開催、2020年12月7日 (招待講演)

(市井和仁)

- Evaluation of terrestrial carbon cycle processes in MIROC-ES2L; Hajima T., A. Ito, P. Patra, K. Tachiiri, K. Ichii: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月12日 (ポスター発表)
- Multidisciplinary efforts towards regional to global scale CO₂ budget estimation; Ichii K., M. Kondo, P. Patra, N. Saigusa, J. Canadell: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月13日 (ポスター発表)
- Testing machine-learning methods toward improvement of terrestrial CO₂ flux estimations; Liu Z., K. Ichii: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Updating data-driven estimation of terrestrial carbon fluxes across Asia; Ichii K., R. Kawase R., Z. Liu: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Refinement of a diagnostic terrestrial ecosystem model using AsiaFlux network data toward GCOM-C SGLI GPP/NPP product; Li J., K. Ichii, H. Kobayashi, W. Yang: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Utility of total column CO₂ observations by satellites and atmospheric CO₂ inversion for evaluating carbon cycle processes in the Earth System Models; Patra P., T. Hajima, R. Saito, N. Chandra, Y. Yoshida, M. Kawamiya, M. Kondo, K. Ichii, A. Ito, D. Crisp: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Data-Driven Estimation of Soil Respiration in Japan; Yamanuki H., K. Ichii, N. Liang, M. Teramoto, J. Zeng, K. Takagi, T. Hirano, S. Ishida, M. Naramoto, T. Kondo, K. Nakane, M. Takagi: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Verification of forest cover changes in China using multiple satellites; Taguchi T., K. Ichii, J. Xiao: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Detecting the Borneo ecosystem changes caused by 2015 El Nino events using Satellite SIF data; Murakami K., M. Saito, H. M Noda, H. Oshio, Y. Yoshida, K. Ichii: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月14日 (ポスター発表)
- Monitoring seasonal variations in vegetation activities over Southeast Asia using Himawari-8; Hayashi K., K. Ichii, Y. Yamamoto: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月15日 (ポスター発表)
- Development and application of land surface products using Himawari-8 AHI; Ichii K., Y. Yamamoto, K. Hayashi: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月15日 (ポスター発表)
- An analysis of land surface temperature during summer clear-sky days focusing on the diurnal change characteristics using Himawari-8 data; Yamamoto Y., K. Ichii: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月15日 (ポスター発表)
- Development of new satellite to monitor SIF and PRI of terrestrial vegetation; Noda H. M., K. Omasa, K. Hikosaka, K. Ichii, H. Kobayashi, T. Kato, H. Muraoka: JpGU-AGU Joint Meeting 2020 Virtual, オンライン開催、2020年7月15日 (ポスター発表)

(本多嘉明)

- 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、梶原康司、石橋良太：JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, オンライン開催、2020年7月15日（ポスター発表）
- 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（GCOM-C後継）；本多嘉明、青木輝夫、中島 孝、虎谷充浩、梶原康司、石橋良太：JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, オンライン開催、2020年7月15日（ポスター発表）
- 植生ライダー；浅井和弘、平田泰雅、鷹尾 元、本多嘉明、梶原康司、粟屋善雄、須崎純一、遠藤貴宏、杉本伸夫、西澤智明、水谷耕平、石井昌憲、木村俊義、今井 正、澤田義人、林 真智、境澤大亮、三橋 怜、ルン グェン：JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, オンライン開催、2020年7月15日（口頭発表）

(樋口篤志)

- The characteristics of precipitation and anvil cloud detected by GPM/DPR; Toyoshima, K., H. Hirose, A. Higuchi: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－19日（ポスター発表）
- Evaluation of estimated precipitation product by machine learning method using Himawari-8; Toyoshima, K., H. Hirose, and A. Higuchi: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－19日（ポスター発表）
- Improvement for infrared rainfall estimation algorithm of GSMaP using machine learning; Hirose, H., T. Kubota, A. Higuchi, K. Toyoshima, S. Shige, T. Ushio, T. Mega: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－19日（ポスター発表）
- Himawari data transfer to Asian countries; Pavarangkoon, P., K.T. Murata, K. Yamamoto, A. Higuchi, T. Mizuhara, Y. Kagebayashi, A. Takaki, K. Muranaga, C. Charnsripinyo, B.B.R. Lara, J.J.S. Marciano, Jr., E. Yen, S.C. Lin, K. Fukazawa: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－19日（ポスター発表）
- Hourly GPP estimation in Australia using Himawari-8 AHI products; Hashimoto, H., W. Wang, A. Michaelis, H. Takenaka, A. Higuchi, R. R. Nemani: IEEE IGARSS 2020, オンライン開催、2020年9月26日－10月2日（ポスター発表）
- GeoNEX: A geostationary earth observatory at NASA Earth eXchange: Earth monitoring from operational geostationary satellite systems; Nemani, R., W. Wang, H. Hashimoto, A. Michaelis, A. Lyapustin, J. Zhang, T. Lee, S. Kalluri, H. Takenak, A. Higuchi, K. Ichii, S. Li, J.-Min Yeom: IEEE IGARSS 2020, オンライン開催、2020年9月26日－10月2日（ポスター発表）

(入江仁士)

- Introduction of Chiba (Japan) site; Irie, H.: Pandora Asia Network (PAN) Online Conference, オンライン開催、2020年5月28日（口頭発表）
- Model Evaluation of NO₂ horizontal distribution with MAX-DOAS ground measurement during Chiba-Campaign 2015; Itahashi, S., and H. Irie: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－16日（ポスター発表）
- Utilizing continuous multi-component MAX-DOAS observations for the near-surface ozone sensitivity diagnosis at Tsukuba and Chiba, Japan for 2013-2019; Irie, H., D. Yonekawa, A. Damiani, H. M. S. Hoque, K. Sudo, and S. Itahashi: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－16日（ポスター発表）
- Validation of tropospheric NO₂ column density data observed by TROPOMI: Comparison with 4AZ-MAXDOAS; Saito, H., and H. Irie: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－16日（ポスター発表）
- Light absorption properties of organic aerosols at Fukue Island in 2018 spring; Zhu, C., T. Miyakawa, H. Irie, F. Taketani, and Y. Kanaya: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12－16日（ポスター発表）
- Sentinel-5p Tropospheric NO₂ Data Assessment using MAX-DOAS and Direct Sun Measurements; Pinardi, G., S. Compennolle, T. Verhoelst, M. Van Roozendaal, F. Hendrick, H. Eskes, A. PETERS, A. Cede, M. Tiefengraber, A. Richter, A. Bais, D. Karagkiozidis, F. Gkertsis, Y. Kanaya, M. Grutter, C. Rivera, S. Niemeijer, P. Raptis, S. Kazadzis, X. Zhao, V. Fioletov, H. Irie, and the NIDFORVAL and PGN teams:

DOAS Workshop 2020, オンライン開催、2020年7月13–15日（口頭発表）

- Long-term variation in the tropospheric nitrogen dioxide vertical column density over Korea and Japan from the MAX-DOAS network from 2007 to 2017; Choi, Y., Y. Kanaya, H. Takashima, H. Irie, K. Park, and J. Chong: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月15日（ポスター発表）
- Validation of tropospheric NO₂ column density data observed by TROPOMI: Comparison with 4AZ-MAXDOAS at Chiba, Japan; Saito, H., and H. Irie: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月15日（ポスター発表）
- Validation of MERRA-2 AOD and Seasonal Variation in Phimai, Thailand, and Factors That Affect AOD over Indochina Peninsula 2020; Ohno, T., and H. Irie: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月16日（ポスター発表）
- Retrieval of Aerosol Optical Thickness with Custom Aerosol Model over Chiba Area from Satellite Images; Xue, Z., H. Kuze, and H. Irie: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月14日（ポスター発表）
- Evaluation of SGLI/GCOM-C observed cloud properties using surface-based sky radiometer and space-based MODIS and AHI cloud products; Khatri, P., T. Hayasaka, H. Irie, and T. Takamura: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月15日（ポスター発表）
- Observational study on the response of aerosol optical depth over Japan to springtime transboundary air pollution in 2011-2019; Cai, Y., H. Irie, and K. Yamaguchi: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月15日（ポスター発表）
- Assessment of light-absorbing organic aerosols based on ground observations at Fukue Island; Zhu, M., T. Miyakawa, H. Irie, Y. Choi, F. Taketani, and Y. Kanaya: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月16日（ポスター発表）
- Utilizing Continuous Multi-Component MAX-DOAS Observations for the Near-Surface Ozone Sensitivity Diagnosis at Chiba and Tsukuba, Japan for 2013-2019; Irie, H., D. Yonekawa, A. Damiani, H.M.S. Hoque, K. Sudo, and S. Itahashi: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月16日（口頭発表）

（齋藤尚子）

- CH₄ variability over India derived from the GOSAT/TANSO-FTS TIR observations and simulated by MIROC4-ACTM model; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh, Prabir K. Patra, and Naveen Chandra: EGU2020, オンライン開催、2020年5月（ポスター発表）
- Methane vertical profiles over India derived from GOSAT/TANSO-FTS TIR; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh, Prabir K. Patra, and Naveen Chandra: 16th IWGGMS, オンライン開催、2020年6月（ポスター発表）
- Global distribution and evaluation of nitrous oxide in the mid-to-upper troposphere as observed by IASI; Remi Chahine, Jean-Luc Attie, Pierre Durand, Philippe Ricaud, Jerome Vidot, Prabir Patra, Naoko Saitoh, Juying Marnier, Merrit Deeter, Didier Hauglustaine, Yannick Kangah, Pascal Prunet, Laure Brooker: 16th IWGGMS, オンライン開催、2020年6月（ポスター発表）
- Methane vertical profiles over the Indian subcontinent derived from the GOSAT/TANSO-FTS thermal infrared sensor; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh, Prabir K. Patra, and Naveen Chandra: JpGU-AGU joint meeting 2020, オンライン開催、2020年7月（ポスター発表）
- GOSAT and GOSAT-2 Higher Level Products: Current Status and Future Plan; Tsuneo Matsunaga, Isamu Morino, Yukio Yoshida, Makoto Saito, Hibiki M Noda, Hirofumi Ohyama, Yosuke Niwa, Akihide Kamei, Fumie Kawazoe, Tazu Saeki, Ryoichi Imasu, Naoko Saitoh, Takashi Nakajima, Teruyuki Nakajima, and Makiko Hashimoto: JpGU-AGU joint meeting 2020, オンライン開催、2020年7月（口頭発表）
- Study of greenhouse gases in Siberia using ground-based and satellite observations; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh, and Prabir K. Patra: ENVIROMIS-2020, オンライン開催、2020年9月（口頭発表）
- Recent Global Distributions of Greenhouse Gases, Carbon Monoxide, and Solar-induced Chlorophyll Fluorescence as Seen from GOSAT-2; Tsuneo Matsunaga, Isamu Morino, Yukio Yoshida, Makoto Saito, Hibiki M Noda, Hirofumi Ohyama, Yosuke Niwa, Akihide Kamei, Fumie Kawazoe, Tazu Saeki, Ryoichi Imasu, Naoko Saitoh, Takashi Nakajima, Teruyuki Nakajima, and Makiko Hashimoto: AGU Fall Meeting

2020, オンライン開催、2020年12月

(小槻峻司)

- Introduction of Data Assimilation and Its Techniques; Shunji Kotsuki: Topological Data Analysis Laboratory Seminar, オンライン開催、2020年4月29日 (招待講演)
- Leading Research on Data Assimilation in Global Weather Prediction System; Shunji Kotsuki: Topological Data Analysis Laboratory Seminar, オンライン開催、2020年4月29日 (招待講演)
- Enhancing Precipitation Prediction Algorithm by Data Assimilation of GPM Observations; Miyoshi, T., Kotsuki, S., Terasaki, K., Otsuka, S., Chen, Y.-W., Kanemaru, K., Satoh, M., Yashiro, H., Tomita, H., Kondo, K., Okamoto, K., Kalnay, E., Kubota, T.: EGU2020, オンライン開催、2020年5月7日 (口頭発表)
- The recent progress of the weather forecast system based on the NICAM-LETKF assimilation system; Chen Y.-W., Terasaki K., Kotsuki S., Kanemaru K., Satoh M., Miyoshi T., and Kubota T.: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12–16日 (招待講演)
- Ensemble-Based Data Assimilation of GPM/DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM; Kotsuki S., Terasaki K., Satoh M. and Miyoshi T.: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12–16日 (ポスター発表)
- Weight Structure of the Local Ensemble Transform Kalman Filter: A Case with an Intermediate AGCM; Kotsuki S., Pensoneault A., Okazaki A. and Miyoshi T.: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12–16日 (招待講演)
- Ensemble Data Assimilation of COVID-19 Epidemic Model: Relationships between Infectivity and Earth Environments; Kotsuki, S., and Okazaki, A.: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12–16日 (ポスター発表)
- Experimental platform for design and advance evaluation of frequent satellite observations to innovate weather, ocean, and land surface predictions; Miyoshi, T., Kotsuki, S., Terasaki, K., Otsuka, S., Honda, T., Okazaki A., and Takatama K.: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12–16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.: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12–16日 (ポスター発表)

(梶原康司)

- 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・梶原康司・石橋良太：JpGU-AGU Joint Meeting 2020、オンライン開催、2020年7月15日 (ポスター発表)
- 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 (GCOM-C後継)；本多嘉明・青木輝夫・中島 孝・虎谷充浩・梶原康司・石橋良太：JpGU-AGU Joint Meeting 2020、オンライン開催、2020年7月15日 (ポスター発表)

(楊 偉)

- Toward operational satellite monitoring of chlorophyll-a concentrations in turbid inland waters; Wei Yang, Bunkei Matsushita, Akihiko Kondoh: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12日 (ポスター発表)

【国内会議】

(近藤昭彦)

- ポストコロナ社会と地球人間圏科学；近藤昭彦：JpGU緊急スペシャルセッションU25[新型コロナウィルス感染症と地球の環境・災害] / Special session for a Borderless World of Geoscience after COVID-19 (Challenges for the future), オンライン開催、2020年7月13日 (招待講演)

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

- Pengamanan Kekayaan Laut dengan Teknologi Informasi: Synthetic Aperture Radar (SAR) untuk Pengawasan Laut Indonesia; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Seminar Online Global Information

- System and Kekayaan SDA Kelautan Indonesia, Universitas Diponegoro and Kopertip, オンライン開催、2020年7月6日（招待講演）
- Perlindungan dan Pengawasan Sumber Daya Alam Kelautan Indonesia menggunakan Teknologi Microwave Remote Sensing; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Seminar Online: Perlindungan dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam Kelautan Indonesia, Universitas Diponegoro and Kopertip, オンライン開催、2020年7月9日（招待講演）
 - GNSS-Rミッション用2偏波共用共平面アンテナについて～多偏波共用アンテナの動作原理と特性～；長康平、ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ：電子情報通信学会 AP研・SANE研・SAT研合同研究会、オンライン開催、2020年7月15日（口頭発表）
 - Computation on Circularly Polarized Electromagnetic Wave Backscattering by A Tree Target using FDTD Method; Xiangyu Huang, Mohammad Nasucha, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Cahya Edi Santosa: 電子情報通信学会 AP研・SANE研・SAT研合同研究会、オンライン開催、2020年7月17日（口頭発表）
 - Remote Sensing for Land Deformation Monitoring, Plate Tectonic and The Ring of Fire, Pusat Penelitian Mitigasi Kebencanaan dan Perubahan Iklim; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia, オンライン開催、2020年7月17日（招待講演）
 - Remote Sensing for Topographical Mapping; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Indonesian Geospatial Agency, Jakarta, Indonesia, オンライン開催、2020年7月29日（招待講演）
 - Indonesian Continental; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Ikatan Alumni Beasiswa Habibie (IABIE), オンライン開催、2020年8月17日（招待講演）
 - Klaster Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Ikatan Ilmuwan Indonesia International (I4), オンライン開催、2020年8月19日（招待講演）
 - SAR画像の深層学習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：電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）、オンライン開催、2020年11月25日（口頭発表）
 - GNSSデータを活用したConsecutive DInSARとPSI-SARの解析精度の比較；西勝之進・Josaphat Tetuko Sri Sumantyo・Mirza Muhammad Waqar・陳向平・Ramadan Gamal Abouelmagd・Daniele Perissin: 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）、オンライン開催、2020年11月25日（口頭発表）
 - 小型衛星搭載用円偏波合成開口レーダのパラボラアンテナの開発；平賀誠士郎・高橋綾香・チャフヤ エディサントサ・ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ：電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）、オンライン開催、2020年11月25日（口頭発表）
 - 無人航空機搭載用の合成開口レーダのレドーム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・チャフヤ サントサ：電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）、オンライン開催、2020年11月25日（口頭発表）
 - FPGAを用いたCP-SAR画像処理システム基板の設計；室賀元晴・難波一輝・Josaphat Tetuko Sri Sumantyo：電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）、オンライン開催、2020年11月25日（口頭発表）
 - Study on Subsidence of Semarang City Using Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar; Xiangping Chen・Katsunoshin Nishi・Josaphat Tetuko Sri Sumantyo・Daniele Perissin: 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）、オンライン開催、2020年11月25日（口頭発表）

（市井和仁）

- ひまわり8号を用いた陸面モニタリングの試み；市井和仁、山本雄平、林航大、吉岡博貴、小畑建太、松岡真如、山本浩万、永井信、Tomoaki Miura：日本気象学会2020年度秋季大会、オンライン開催、2020年10月30日（口頭発表）
- 2018年の東アジア猛暑時における地表面温度の高頻度解析；山本雄平、市井和仁：日本気象学会2020年度秋季大会、オンライン開催、2020年10月30日（口頭発表）
- ボトムアップ・トップダウン手法による陸域物質循環モニタリング；市井和仁：大気化学討論会2020、オンライン開催、2020年11月12日（招待講演）
- Development of land surface reflectance and related products using Himawari-8 AHI; Ichii K., K.

Hayashi, Y. Yamamoto, W. Yang: AGU Fall Meeting 2020, オンライン開催、2020年12月7日（ポスター発表）

- ・ 静止気象衛星ひまわり8号を用いた2018年猛暑時における地表面温度の高頻度解析；山本雄平、市井和仁、M. Kang：日本リモートセンシング学会第69回（令和2年度秋季）学術講演会、オンライン開催、2020年12月21日（口頭発表）

（本多嘉明）

- ・ Update of GCOM-C/SGLI Leaf Area Index & fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation products; 小林利行、小林秀樹、WeiYang、本多嘉明、小野祐作、永井 信、秋津朋子、奈佐原顕郎、堀雅裕、村上 浩：JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual、オンライン開催、2020年7月12-15日（口頭発表）
- ・ ドローンを用いた霧島硫黄山繰り返し空中磁気測量；小山崇夫、渡邊篤志、金子隆之、大湊隆雄、本多嘉明：JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual、オンライン開催、2020年7月12-15日（ポスター発表）

（樋口篤志）

- ・ ひまわり8号機械学習による高時間分解能降水推定プロダクトの検証；豊嶋紘一・広瀬民志・樋口篤志：2020年度日本気象学会春季大会、講演予稿集公開、2020年5月19-23日（誌上発表）
- ・ 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気象レーダ観測；諸富和臣・嶋村重治・小林文明・岩下久人・原岡秀樹・鷹野敏明・樋口篤志・高村民雄：2020年度日本気象学会春季大会、講演予稿集公開、2020年5月19-23日（誌上発表）
- ・ フェーズドアレイ気象レーダで観測された2019年10月12日市原竜巻の鉛直構造；嶋村重治・諸富和臣・小林文明・岩下久人・原岡秀樹・鷹野敏明・樋口篤志・高村民雄：2020年度日本気象学会春季大会、講演予稿集公開、2020年5月19-23日（誌上発表）
- ・ ミリ波雲レーダFALCON-Iによる融解層での雨滴形成と落下の詳細解析；鷹野敏明・樋川恵祐・堀切友晃・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：2020年度日本気象学会春季大会、講演予稿集公開、2020年5月19-23日（誌上発表）
- ・ 令和元年台風第15号の発雷極性の特徴；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：2020年度日本気象学会秋季大会、オンライン開催、2020年10月27-30日（ポスター発表）
- ・ 衛星赤外降雨推定に対するヒストグラム補正の適用；広瀬民志・久保田拓志・田島知子・豊嶋紘一・樋口篤志・妻鹿友昭・牛尾知雄・山本宗尚・重 尚一：2020年度日本気象学会秋季大会、オンライン開催、2020年10月27-30日（口頭発表）
- ・ ひまわり8号機械学習による高時間分解能降水推定プロダクトの検証；豊嶋紘一・広瀬民志・樋口篤志：2020年度日本気象学会秋季大会、オンライン開催、2020年10月27-30日（ポスター発表）
- ・ X帯PAWRとW帯FALCON-Iによる降水雲同時観測；樋口篤志・本橋優登・鷹野敏明・諸富和臣・嶋村重治・小林文明・高村民雄・豊嶋紘一・岩下久人：2020年度日本気象学会秋季大会、オンライン開催、2020年10月27-30日（ポスター発表）
- ・ 次期ひまわり搭載イメージャーに関する検討；樋口篤志・本多嘉明・中島 孝・石坂丞二・弓本桂也・富田浩・別所康太郎・安藤昭芳・大和田浩美・磯野賀瑞夫・中島正勝・木村俊義・太田和敬・金子有紀・棚田和玖：2020年度日本気象学会秋季大会、オンライン開催、2020年10月27-30日（口頭発表）
- ・ Generation of land surface reflectance with combined Geo-KOMPSAT-2A AMI and Himawari-8 AHI observations; Park, T., W. Wang, H. Hashimoto, T. Vandal, J. L. Dungan, Y. Wang, A. Lyapustin, J. Yeom, A. Higuchi, R. Nemani: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月7-11日
- ・ GeoNEX: A geostationary earth observatory; Nemani, R. R., W. Wang, A. Michaelis, S. Kalluri, T. J. Lee, A. Lyapustin, A. Higuchi, H. Takenaka, J. Zhang, J. L. Dungan: AGU Fall Meeting, オンライン開催、2020年12月7-11日

（本郷千春）

- ・ 出穂期を考慮した水稻平年収量の推定；祖父江侑紀・本郷千春・眞子直弘・Gunardi Sigit・本間香貴・Baba Barus：日本リモートセンシング学会 第69回学術講演会、オンライン開催、2020年12月21日（口頭発表）
- ・ GCOM-C/SGLIデータによるTVDIと水稻収量の関係；東海林典正・本郷千春・祖父江侑紀・Gunardi Sigit・

Budi Utoyo : 日本リモートセンシング学会 第69回学術講演会、オンライン開催、2020年12月21日 (口頭発表)

- ・ インドネシアにおける多時期Sentinel-2データを用いたイネ白葉枯病被害率の推定; 渋谷祐人・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69回学術講演会、オンライン開催、2020年12月21日 (口頭発表)
- ・ インドネシアにおける水稲の水害損害評価のための作付日推定; 眞子直弘・本郷千春・若林裕之・Boedi Tjahjono・Sitaresmi Dewayani : 日本リモートセンシング学会 第69回学術講演会、オンライン開催、2020年12月21日 (口頭発表)

(齋藤尚子)

- ・ Study the methane interhemispheric transport pathway using observations by the GOSAT/TANSO-FTS thermal infrared sensor; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh, and Prabir K. Patra: 第25回大気討論会討論会、オンライン開催、2020年11月 (口頭発表)

(小槻峻司)

- ・ 「観測の価値」を最大化するデータ同化・予測手法の開発; 小槻峻司 : RIKEN iTHEMSのアウトリーチについての研究会2020、オンライン開催、2020年7月3日 (口頭発表)
- ・ COVID-19感染予測数理モデルのアンサンブルデータ同化: 感染力と地球環境の関連分析; 小槻峻司・岡崎淳史・樺山 修 : JST・感染症問題と環境・エネルギー分野に関するエキスパートセミナー、オンライン開催、2020年7月22日 (招待講演)
- ・ 今後の温暖化を踏まえた近年の少雪に関する考察; 渡部哲史・小槻峻司・齋藤奏磨 : 土木学会令和2年度全国大会 第75回年次学術講演会、オンライン開催、2020年9月9-11日 (口頭発表)
- ・ A Local Particle Filter and Its Gaussian Mixture Extension: Experiments with an Intermediate AGCM; Kotsuki, S., Miyoshi, T., Kondo, K. and Potthast, R.: RIKEN Data Assimilation Seminar, オンライン開催、2020年9月11日 (招待講演)
- ・ 回帰学習器のアンサンブル学習による降雨洪水氾濫モデル・エミュレータ; 小槻峻司・桃井裕広・菊地亮太・渡部哲史・山田真史・阿部紫織・綿貫 翔 : 水工学講演会、オンライン開催、2020年11月4-6日 (口頭発表)
- ・ 最先端のデータサイエンスで切り拓く「富岳」時代のリアルタイム地球環境予測; 小槻峻司 : 千葉大学GPシンポジウム、オンライン開催、2020年11月18日 (ポスター発表)
- ・ Local Ensemble Transform Kalman Filter: Introduction and Practical Techniques; 小槻峻司 : Mathematical Modelling Seminar、オンライン開催、2020年12月22日 (招待講演)

(楊 偉)

- ・ Remote sensing of floating macroalgae in the coastal areas based on machine learning; Zhaoxin Lin, Zhongfeng Qiu, Wei Yang: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12日 (ポスター発表)
- ・ Update of GCOM-C/SGLI Leaf Area Index & fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation products; Shiyuki Kobayashi, Hideki Kobayashi, Wei Yang, Yoshiaki Honda, Yuhsaku Ono, Shin Nagai, Tomoko Akitsu, Kenlo Nasahara, Masahiro Hori, Hiroshi Murakami: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12日 (ポスター発表)
- ・ Generation of the GCOM-C land surface phenology product: Algorithm development and performance evaluation; Mengyu Li, Wei Yang, Akihiko Kondoh: JpGU-AGU Joint Meeting 2020, オンライン開催、2020年7月12日 (ポスター発表)

【令和2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	人数
陸域生態系の物質循環 [A-CG54]、(JpGU Meeting 2020: Virtual、オンライン開催)	学会でのセッション	2020/7/13	研究者	市井	80
Global Carbon Cycle Observation and Analysis [A-CG47]. (JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual、オンライン開催)	学会でのセッション	2020/7/13	研究者・一般	市井	80
将来の衛星地球観測 (JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual、オンライン開催)	学会でのセッション	2020/7/15	研究者	本多	30
Terrestrial monitoring using new-generation geostationary satellites (JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual、オンライン開催)	学会でのセッション	2020/7/15	研究者	山本市井	30
第4回 陸域フラックス研究会	研究会	2020/11/24, 27	研究者・学生	市井	25
The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020)	シンポジウム	2020/11/25	研究者・一般	ヨサファット	50
電子情報通信学会・宇宙・航行エレクトロニクス研究会(Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics; SANE 研)	シンポジウム	2020/11/25	研究者・一般	ヨサファット	50
まるとと印旛沼 ゆかいなシンポジウム テーマ「印旛沼の今と未来」	公開シンポジウム	2021/1/24	一般	近藤	多数
第2回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	2021/2/6	研究者	近藤	60
日本学術会議公開シンポジウム 「コロナ禍が加速する持続可能な社会の実現に向けた地球環境変化の人的側面研究の推進」	公開シンポジウム	2021/3/24	研究者・一般	近藤	100

【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
2020/8/19	ネット配信：河合塾・みらいぶっく https://www.miraibook-research.net/wakate/s2099/ 若手研究が世界を変える！	若手研究が世界を変える！ 世界中の観測情報を、もっと活かせる新しい天気予報技術の紹介	小槻
2020/8/20	ネット配信：マイナビニュース 衛星データを活用した5日後までのリアルタイム降水予報が公開—JAXAなど	2020/8/20付プレスリリース 「衛星データと計算による世界の降水予報」	小槻
2020/8/21	ネット配信：IT media NEWS 人工衛星データを使った世界の降水予報、理研ら研究チームが公開 「富岳」も活用へ		
2020/9/5	NHK 総合 NHKスペシャル「“最強”台風接近 どう守る 命と暮らし」	台風10号接近時のひまわり8号画像提供	豊嶋
2020/10/9	NHK 首都圏 首都圏情報ネタドリ	台風19号から1年というテーマで防災活動についての内容、ひまわり8号画像提供	豊嶋
2020/10/9	NHK 長野放送局 知るしん(信州を知るテレビ)「堤防決壊 そのとき住民は～検証・台風19号 命を守るために～」	台風19号接近時のひまわり8号画像提供	豊嶋
2020/11/29	NHK Eテレ サイエンスZERO 被害ゼロを目指せ！台風予測の最前線	台風接近時のひまわり8号画像提供	豊嶋
2020/12/19	NHK BS プレミアム グレートネイチャー アマゾン編	米国静止気象衛星GOES-16号画像提供	豊嶋

[4] 受賞・開発実績等

4.1. 受賞

賞の名称：第64回水工学講演会・アウトスタンディングディスカッション賞

受賞者：小槻峻司

受賞月日：令和2年6月4日

授与団体：(公社)土木学会

研究題目：大規模気候予測情報に基づく浸水リスク推計の特性について

賞の名称：第5回千葉大学GPシンポジウム・優秀発表賞

受賞者：小槻峻司

受賞月日：令和2年11月18日

授与団体：千葉大学グローバルプロミネント研究基幹

研究題目：最先端のデータサイエンスで切り拓く「富岳」時代のリアルタイム地球環境予測

賞の名称：2020年度中国人留学生研究奨励賞

受賞者：Alifu Xiafukaiti (シャフケティアリフ)

受賞月日：令和3年1月13日

授与団体：日中科学技術交流協会

研究題目：レーザー光の散乱に基づく大気エアロゾルと高散乱媒質中光伝搬の特性解析

4.2. 特許（出願中含む）

なし

4.3. 開発実績等

研究者名	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
成果物名称	【機器】 航空機・無人航空機搭載用のレドームの開発 *開発継続中
概要	Nextway株式会社：ポリマテリアルの電波特性性能評価
学術的意義または社会・経済・文化的意義	レドームの軽量化・電波透過の効率化

研究者名	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
成果物名称	【機器】 極限環境用のパッチアンテナ
概要	住友鉱山金属株式会社：高温用のマイクロストリップアンテナの開発と実証（運用版20200311-A00）
学術的意義または社会・経済・文化的意義	高温用のアンテナ（温度摂氏500度）

研究者名	Cahya Edi Santosa
成果物名称	【機器】 C-band microstrip array antenna
概要	Prototype of Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna using 8×8 matrix configuration (2 panels)
学術的意義または社会・経済・文化的意義	For C-band multi-beam airborne circularly polarized synthetic aperture radar system (CP-SAR)

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。 https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm
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。

研究者名	Cahya Edi Santosa
成果物名称	【システム】 X-band microstrip array antenna
概要	Prototype of Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna using 8×24 matrix configuration (4 pannels)
学術的意義または社会・経済・文化的意義	For X-band full-polarimetric airborne circularly polarized synthetic aperture radar system (CP-SAR)

[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
受け入れなし						

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
なし					

[6] 教育活動

6.1. 講義（学部・大学院／学内講義のみ）

普遍教育科目 学術発展科目群	宇宙からの地球表層観測	市井
普遍教育科目 学術発展科目群	災害地理学	近藤
普遍教育科目 学術発展科目群	地球環境とリモートセンシング A, B	CEReS 教員分担
普遍教育科目 学術発展科目群	電磁気で地球を見る	服部
普遍教育科目 地域発展科目群	地域の地学的背景を知る	服部（分担）
普遍教育科目 国際発展科目群	宇宙から日本をみる：リモートセンシング（JS）	Waqar Mirza Muhammmad （博士後期在学中での研究紹介担当）
専門教育科目 専門基礎科目	力学基礎 1（3）	本多
専門教育科目 専門基礎科目	量子力学基礎（1）	小槻
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	服部、樋口（学科教員で分担）
理学部 専門科目（地球科学科）	地球科学基礎セミナー	服部（分担）
理学部 専門科目（地球科学科）	地球科学演習	服部
理学部 専門科目（地球科学科）	情報地球科学Ⅰ-1, 2	服部
理学部 専門科目（地球科学科）	情報地球科学Ⅱ-1, 2	服部（分担）
理学部 専門科目（地球科学科）	地球物理学Ⅱ	服部
理学部 専門科目（地球科学科）	地球物理学実験Ⅰ	服部（分担）
理学部 専門科目（地球科学科）	地球物理学実験Ⅱ	服部（分担）
工学部 専門科目（情報画像学科）	リモートセンシング工学	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・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）	リモートセンサ環境計測	ヨサファット・市井
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C	ヨサファット
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Ⅰ	服部（分担）
	地球環境科学専攻特別講義Ⅱ	近藤・ヨサファット・樋口・小槻
	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		
地球科学コース	地球物理学特別講義	服部
地球科学コース	地球物理学ⅣB	服部
リモートセンシングコース	放射理論基礎	ヨサファット・齋藤・椎名
リモートセンシングコース	地球観測社会システム	本多・小槻
リモートセンシングコース	地域環境リモートセンシング	近藤・本郷
リモートセンシングコース	大気リモートセンシング	入江・齋藤
リモートセンシングコース	陸域植生リモートセンシング	本多・梶原
リモートセンシングコース	水循環リモートセンシング	樋口・石坂（名古屋大学）
リモートセンシングコース	リモートセンサ工学	ヨサファット・鈴木・齋藤・山之口
リモートセンシングコース	観測データ解析	市井・楊
博士後期課程 専門科目		
地球科学コース	地球物理学ⅤB	服部

リモートセンシングコース	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
大学院園芸学研究科	リモートセンシング空間解析学	本條・本郷・加藤
大学院卓越大学院プログラム	GIS基礎論	樋口
その他(学部・大学院)	卒業研究、特別研究、特別演習	各研究室

(付) 普遍教育科目学術発展科目群「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。2020年度の各講義の概要は以下のとおりです。(2020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 副題：～SDGs 15：陸の豊かさを守ろう～ (担当：近藤、楊偉)	地球環境とリモートセンシングB (担当：入江、小槻)
概要	「地球環境とリモートセンシングA」では地球の陸域の植生と水域における環境に関する講義を行います。 環境とは“人あるいは生態系を取り囲んで相互作用する範囲”と定義することができます。人の暮らしを中心に考えると、陸域の表層近傍が最も重要な環境の領域となります。科学技術の進歩、経済成長は暮らしの利便性を高めました。同時に様々な問題を引き起こしています。それは地球環境問題や気候変動として我々の暮らしを脅かしています。まず陸域には何があり、何が起きているのか、それはどのような要因で生じているのか、理解する必要があります。そのためにこの授業ではまず地球、ここでは陸域の状態をリモートセンシング、宇宙や空から地表面の状態を観察する技術、を通じて理解することを試みます。その重要な対象に私たちの暮らしを支える植生(農作物を含む)と水域があります。植生と水域に関するリモートセンシングを学ぶと同時に、リモートセンシングで見たことの意味を考える習慣を身に付けてください。また、現在起きている様々な環境問題に対応してどのような未来を創るのか、災害にどのように対応して“ふるさと”を創り上げるのか、考えてください。	「地球環境とリモートセンシングB」では主に大気環境などに焦点をあて、アジアの大気汚染の現状と課題、地球環境シミュレーションについて、最新技術を用いた解析・検証方法やその考え方、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“わがこと化”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2年度のCEReS教員の指導による博士の学位取得者は4名でした。修士論文20名、卒業論文14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：XIAFUKAITI, Alifu (シャフケティ アリフ)

論文題目：レーザー光の散乱に基づく大気エアロゾルと高散乱媒質中光伝搬の特性解析

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：齋藤尚子

学生氏名：MIRZA, Muhammad Waqar (ミルザ ムハンマド ワカール)

論文題目：Study on Forest Biomass Estimation using Polarimetric Synthetic Aperture Radar (偏波合成開口レーダによる森林バイオマスの推定研究)

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(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：WIDODO, Joko (ウィドド ジョコ)

論文題目：Study on Identification of Peat Fire Risk Area Using Polarimetric And Interferometric Synthetic Aperture Radar (偏波・干渉合成開口レーダ解析による泥炭地火災危険地域の検出評価)

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

学生氏名：岩下 久人 (IWASHITA, Hisato)

論文題目：地上稠密気象観測網を利用した中小規模大気現象の解明

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：樋口篤志

【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
蔡 穎	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	修士(理学)	入江仁士
刘 治彦	Improved Data-driven Estimation of Terrestrial CO ₂ Fluxes with New Version MODIS Data and Inclusion of Lag Effects	修士(理学)	市井和仁
黄 翔宇	Study on Circularly Polarized Electromagnetic Wave Backscattering by A Tree Target using Finite Difference Time Domain Method (有限差分時間領域法による樹幹における円偏波電磁波の後方散乱の研究)	修士(工学)	ヨサファット
仲 晨 溪	Analysis of vegetation recovery after shallow landslides: a comparative study between the Obara district and the Shobara district, Japan	修士(学術)	近藤昭彦
胡 立昂	Understanding the current status of macrophyte overgrowth in Japanese lakes using high spatial-temporal resolution satellite data	修士(学術)	近藤昭彦
薛 子璇	千葉地域におけるひまわり8号人工衛星画像の大気補正	修士(工学)	入江仁士
山口 航大	全光吸収のエアロゾル光学的厚さに及ぼすブラウンカーボンの寄与率の定量的評価	修士(理学)	入江仁士
佐野 春香	GOSAT 衛星データを用いた大気中メタン濃度の季節変動とその要因の解明	修士(理学)	入江仁士
辻 慧	実測反射率データを用いたランドサット衛星画像の大気補正とミクセル反射率に関する研究	修士(工学)	齋藤尚子
山田 亮太	ハイパースペクトルカメラとマルチバンドカメラによる大気中水蒸気の空間分布の可視化	修士(工学)	齋藤尚子
劉 博郡	現地観測と衛星観測を併用した印旛沼におけるクロロフィルa濃度予測モデルの構築	修士(学術)	近藤昭彦
石月 健治	災害・環境観測用合成開口レーダ搭載無人航空機のレドームの設計及び性能評価	修士(工学)	ヨサファット
于 陽	少量データ向けSAR画像の深層学習による北海道胆振東部地震の観測	修士(工学)	ヨサファット
柏原 久人	無人航空機搭載円偏波合成開口レーダ用Xバンドマイクロストリップアンテナの開発	修士(工学)	ヨサファット
平賀 誠士郎	小型衛星搭載用円偏波合成開口レーダの展開式パラボラアンテナの設計と検証	修士(工学)	ヨサファット
澤井 敦彦	衛星観測データによる地上バイオマス (AGB) 推定精度向上に関する研究	修士(工学)	本多嘉明 梶原康司
神尾 佑馬	衛星LiDAR および3次元点群データによるシミュレータを利用した森林バイオマスの推定に関する研究	修士(工学)	本多嘉明 梶原康司
細谷 篤志	InSARによるモンゴル ハンガイ山脈周辺における地表面変動解析	修士(工学)	市井和仁
林 航大	静止地球観測衛星による湿潤熱帯アジアの陸域植生モニタリングを対象とした時間分解能の改善	修士(工学)	市井和仁
川瀬 陸	2020年春のシベリアにおける異常高温と陸域環境への影響評価	修士(工学)	市井和仁

【卒業論文】

千葉大学理学部地球科学科

氏名	論文題目	指導教員
木下 朱佳	北海道にもたらされる降雪の環境要因に関する研究：多雪年と少雪年との比較	樋口篤志
本橋 優登	XバンドフェーズドアレイレーダーとWバンド雲レーダーの同時観測による、積乱雲の初期段階での内部構造の変化に関する研究	樋口篤志
小平 健太郎	GOSAT 衛星による下部対流圏オゾンの観測可能性	齋藤尚子
中山 広生	ひまわり 8号によるGOSATの陸域観測視野内の雲判定	齋藤尚子
大野 健	バイオマスバーニング域における再解析エアロゾルデータの精度検証とエアロゾルの変動要因の解明	入江仁士
竹岡 美紅	SKYNET千葉サイトにおける局地数値予報モデルの水蒸気データの精度評価	入江仁士
磯野 惇	ドローンデータを用いたイネ白葉枯病の被害程度の把握	本郷千春
佐藤 輝	リモートセンシングデータによるイネいもち病の把握	本郷千春

千葉大学工学部（情報画像学科、都市環境システム学科、総合工学科情報工学コース）

氏名	論文題目	指導教員
小野 誠	合成開口レーダによる被災地の検出	ヨサファット
松葉 拓海	干渉合成開口レーダによる令和2年7月熊本県における線状降水帯の被害調査	ヨサファット
大石 健	全球大気モデルを用いた粒子フィルタの開発と安定化	小槻峻司
大瀧 貴也	気候的背景共分散を考慮したハイブリッドアンサンブルデータ同化手法の開発	小槻峻司
工藤 界人	GCOM-C/SGLIとひまわり8号AHIデータを用いた高解像度時系列NDVIデータ作成手法の開発	本多嘉明 梶原康司
大野 晃季	ひまわり8号データを用いた日本の大都市域における猛暑時の地表面温度分布特性の解析	市井和仁

6.3. 令和2年度学生数内訳

令和3年3月31日現在

	卒業者数 (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	3	4	15
	3	8	11	
修士課程 (下段は留学生)	12	12	24	40
	8	8	16	
学部生 (下段は留学生)	14	2*	16	16
	—	—	—	
研究生(留学生)		6	6	11

* 令和2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・社会活動および社会貢献・外部委員など)

(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
- ・ 日本水文科学会会長
- ・ 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
- ・ 千葉県水環境部会 委員・部会長
- ・ 千葉県温泉部会 委員・部会長
- ・ 千葉県企画政策部会
- ・ 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) 平成31年度土地履歴調査企画調整委員会 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～)
- ・ 成田国際空港株式会社地域環境委員会 委員

(ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ)

- ・ 電子情報通信学会 (IEICE) 宇宙・航空エレクトロニクス研究会 専門員
- ・ IEEE GRSS Asia Pasific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), General Chair
- ・ IEEE GRSS: Leader on Working Group on Remote Sensing Instrumentation and Technologies for Unmanned Aerial Vehicles, Technical Committee on Instrumentation and Future Technologies (IFT-TC)
- ・ Advisory Committee Member: Indonesian Geospatial Information Expert Society (PAGI)
- ・ Session Chair, 電子情報通信学会 AP研・SANE研・SAT研合同研究会、SANE研、2020年7月17日 10:45-12:00
- ・ 電子情報通信学会宇宙・航空エレクトロニクス研究会2020年11月25日 千葉大学 世話役
- ・ General Chair of Asia Pasific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), Bali, Indonesia, 1-5 November 2021
- ・ The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020), 25 November 2020, General Chair
- ・ 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・ガジヤ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・バンドン工科大学リモートセンシングセンター データベース部長
- ・ 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
- ・ 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 第8期宇宙工学委員会 委員
- ・ 公益財団法人 佐藤陽国際奨学財団 理事
- ・ AIPI (Indonesian Academy of Sciences) インドネシア学術会議員 (2020年10月13日~2022年10月12日)
- ・ Center for Food Availability for Sustainable Improvement (CFASI), Udayana University, Indonesia 研究員

(市井和仁)

- ・ 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 (~2020年9月)
- ・ 日本リモートセンシング学会理事 (~2020年5月)
- ・ 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 (2019年10月~)
- ・ 地球観測に関する科学アドバイザー委員会 (JAXA, 2020年9月~)
- ・ 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
- ・ 東京工業大学 環境・社会理工学院 特定教授 (木内豪研究室)
- ・ 東京大学生産技術研究所 竹内研究室 研究員

(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
- ・ 令和2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
- ・ 一般社団法人日本写真測量学会理事

(樋口篤志)

- ・ 水文・水資源学会 [理事、編集出版委員会委員長、関東甲信越グループリーダー (~2020年9月)、総務委員、総会・研究集会企画小委員会委員 (~2020年9月)、選挙管理委員 (~2020年9月)、日本地球惑星科学対応委員会アドバイザー (~2020年9月)]
- ・ 日本水文科学会 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 (~2020年9月)
- ・ 日本地球惑星科学連合 [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 (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) 後継ミッション検討グループ委員]
- ・ 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)

- ・ 一社) 日本リモートセンシング学会・学術委員
- ・ 科学研究費助成事業 (基盤A)・第41小委員会・委員
- ・ 文部科学省宇宙航空科学技術推進委託費専門ワーキンググループ委員
- ・ 国際共同研究拠点: Center for Food Availability for Sustainable Improvement (CFASI), Udayana University, Indonesia 副センター長

(入江仁士)

- ・ 地球観測に関する科学アドバイザー委員会分科会メンバー
- ・ 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
- ・ 日本大気化学会大気環境観測検討会委員
- ・ EarthCARE 委員会委員
- ・ 地球圏総合診断委員会 大気分科会委員
- ・ 宇宙からの大気汚染物質観測 APOLLO ミッション・UV/Visible リーダー
- ・ 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 (GOSAT) サイエンスチーム・ワーキンググループ委員
- ・ 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 (GOSAT-2) サイエンスチーム委員
- ・ 日本大気化学会大気環境観測検討委員会委員
- ・ 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
- ・ 日本大気化学会運営委員
- ・ 社団法人日本地球惑星科学連合プログラム委員
- ・ 環境省地球環境局研究調査室・国立研究開発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

(小槻峻司)

- ・ 学会誌編集委員 [Journal of the Meteorological Society of Japan, 水文・水資源学会誌]

(梶原康司)

- ・ 一般社団法人日本写真測量学会 [学術講演会実行委員会委員、評議員]

[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. CEReS国際シンポジウム

令和2年度は、新型コロナウイルス感染症の世界的な広まりにより、従来のようなCEReS国際シンポジウムの開催は中止しました。

8.1.2. 第23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)

第23回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは、例年、千葉大学けやき会館において開催していたものをコミュニケーションツールslackおよびZoomを用いて、令和3年2月18日にオンライン開催しました。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、センターが共同利用・共同研究拠点として推進している3つのプログラム、「先端的リモートセンシング」、「地球表層情報統合」、「衛星利用高度化」に関連した研究発表（口頭21件、ポスター31件）が行われ、92名の参加者らがオンライン上で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2021年2月号（No.183）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23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：<https://ceres.chiba-u.jp/2240/>)

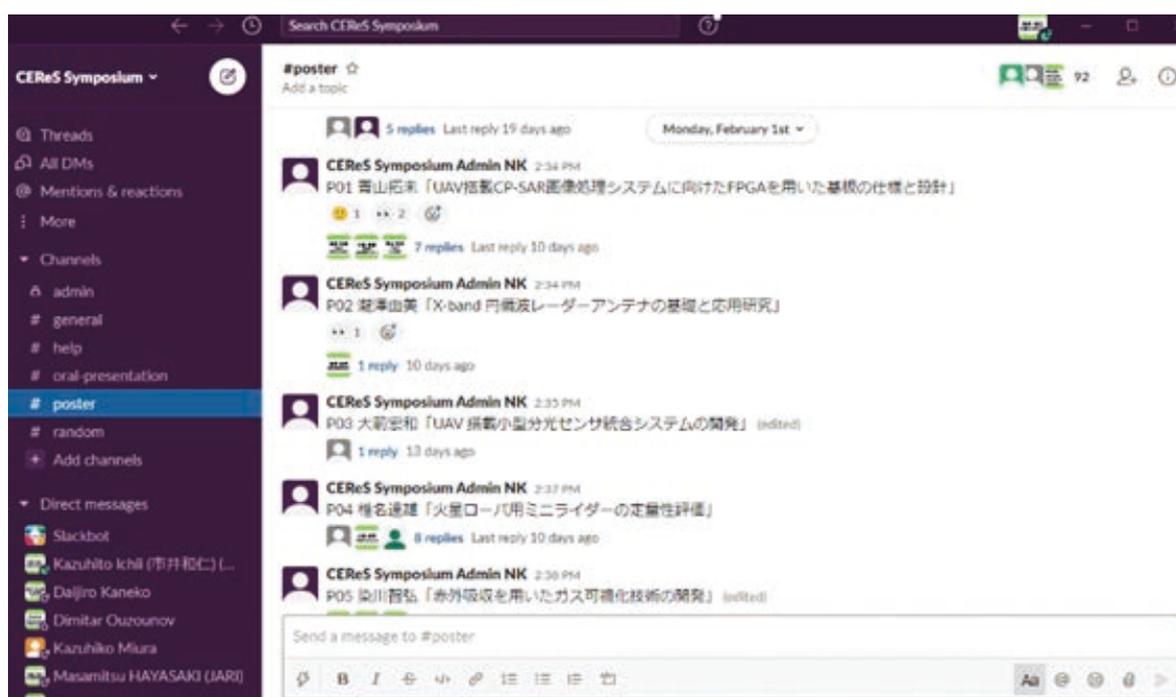


図8.1.2. slackを用いたポスターセッション

[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。2021年3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てきたが、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1GHzから40GHz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4.0m×長6.6m×高2.4mで、また吸収特性は35dB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不可欠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。

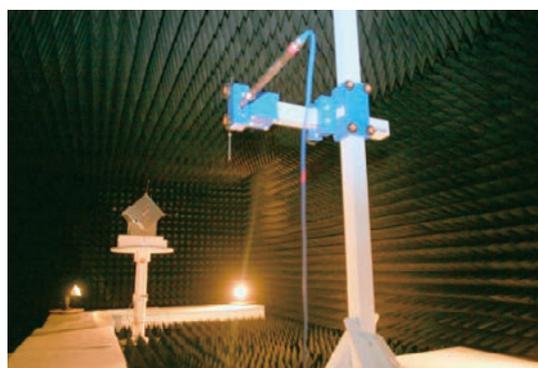


図9.2. 電波無響室内の様子

9.3. 大気データ取得ライダー装置（主担当：入江仁士）

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

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。

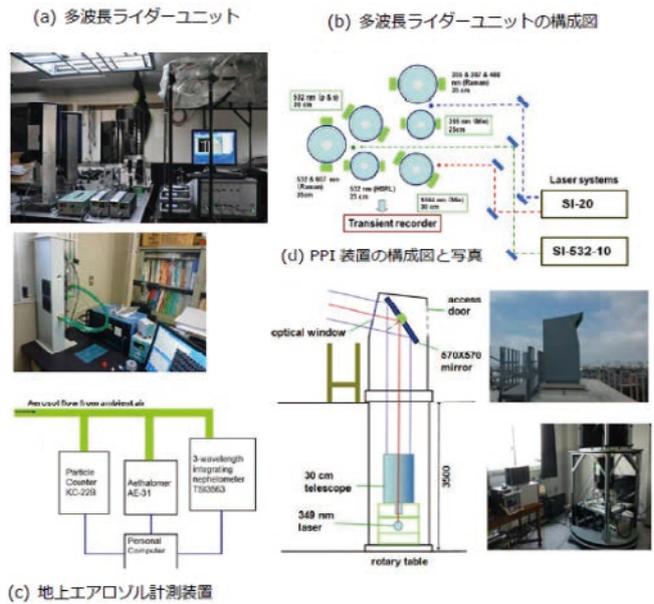
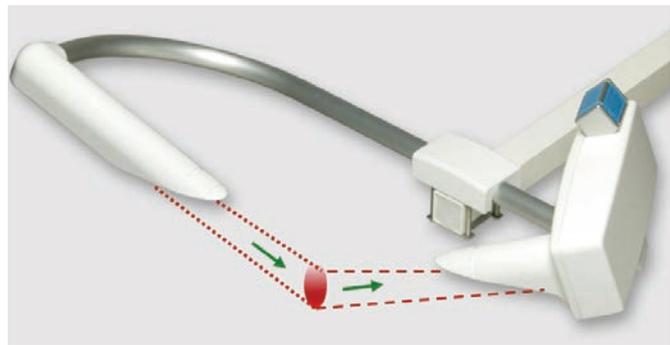


図9.3-1 大気データ取得ライダー装置（ADCL）



現在天気計（視程計）

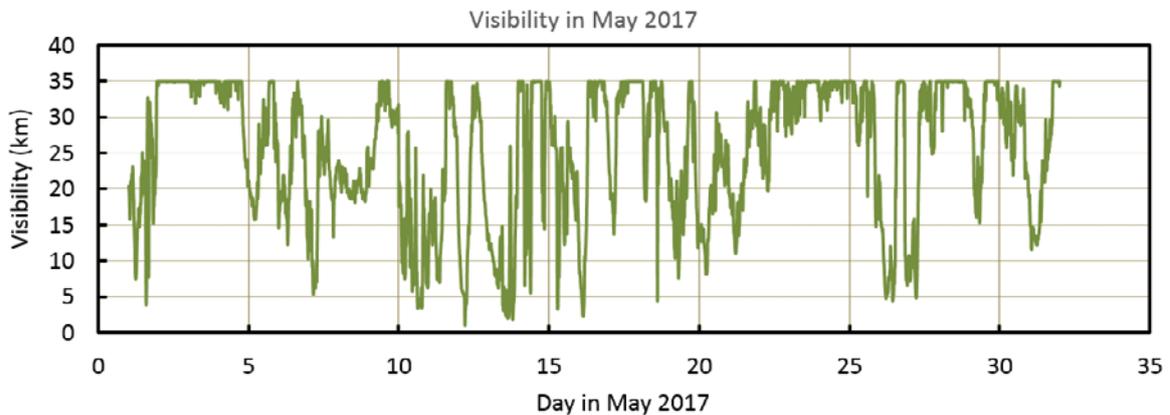
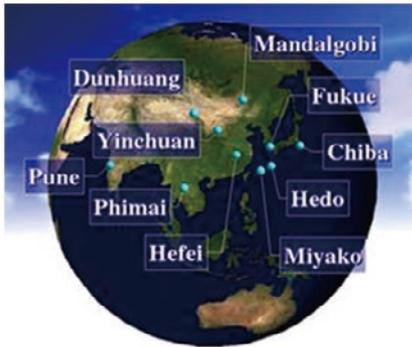


図9.3-2 工学系総合研究棟屋上に設置した視程計。35kmまでの地上視程を計測でき、地上付近のエアロゾル濃度についての情報が取得できる。

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開催している。



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、PC 1 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。

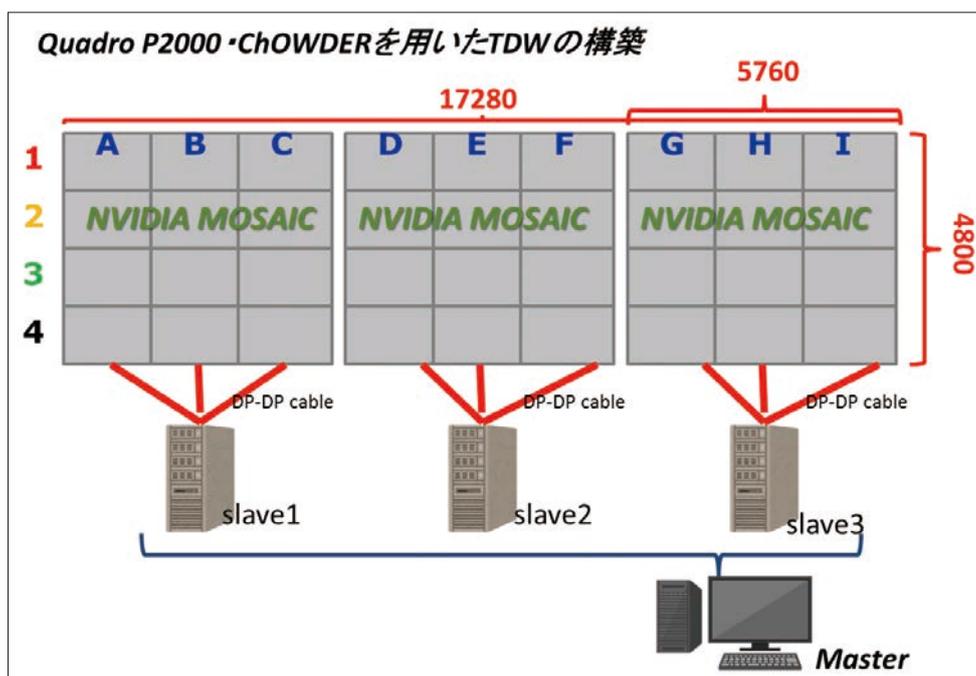


図9.5-1 TDWの構成

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PC 9台と管理用PC 1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（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2年度計算機データベース主要業務

10.1. 概要

令和2（2020）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2（2020）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（1名）

- 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HTTPSダウンロードチェック、サーバーの構成変更に伴うマウントの調整
- 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
- WWWサーバーコンテンツの更新、www、intra-net移行への対応等

表10.2. 令和2年（2020）年度障害等報告

年月日	障害・対応事項
2020/04/02	hmwr829hs：netCDFデータ障害、誤データ削除（3/23-24）
2020/04/08	新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言発令による出勤自粛発令
2020/04/14	GOES 16, 17：画像生成停止のため再処理
2020/04/17	GCOM-CSGLI：データ補充完了
2020/04/21	GOES 16：動画生成サーバgoes 3 g-visual-calc異常停止
2020/04/22	hmwr829gr：（04221240）extできず
2020/04/27	goes3g-visual-calc：異常停止 hmwr829gr：（250730,250830,251450）ext, vis01できず
2020/05/07	hmwr-grid（ext）calc：転送できないデータあり geoinfo,他公開サーバー：BIOS update fy：HRITデータ不具合によりグリッドデータ停止
2020/05/09	FY：欠落データ再処理
2020/05/11	hmwr829gr：ネットワーク不具合による欠落データあり（5/9-10）、calcより補充
2020/05/14	一階サーバー室エアコン故障。温度上昇を抑えるため一部サーバー群停止
2020/05/15	MODIS：RAIDディスクエラー
2020/05/18	FY：HRITデータ不具合によりデータ生成停止（5/16-18）
2020/05/19	FY：データ再処理
2020/05/22	quicklooks：H08,GOES FD画像のダウンロード再開
2020/05/25	11：20-11：40JST全学ネットワーク障害
2020/05/29	Himwaricast（05/22 00-14UTC）不具合期間のデータチェック
2020/06/1-2	EUMETSATメンテナンスによりアクセス不可
2020/06/3-4	03 16UTC-04 00UTC AWSトラブルにより、別系統よりGOESデータ手動取得
2020/06/11	ひまわりクラウドメンテナンス 影響なし
2020/06/17	ひまわりグリッドデータGP05よりデータ送信不具合（00-01UTC）
2020/06/18	ひまわりグリッドデータGP05よりデータ送信不具合（04-07UTC）
2020/06/10	15-18JST AWSトラブルにより、別系統よりGOESデータ手動取得
2020/06/23	JAXA G-Portalメンテナンス（GPM, GSMap, GCOM-C取得に影響有）
2020/06/25, 26	hmwr829hs：RAID不調により再起動
2020/07/02	GOES 17：16-17UTC取得データ少ない
2020/07/06	ひまわりクラウド不具合06-09UTCデータは再入力により入る、RTは無し

2020/07/10	hmwr829gr, 829rt, geos3g-est-nc, amaterass : RAID firmware更新
2020/07/12	geos3g-est-nc : RAID ディスク追加
2020/07/20	3F サーバー室ドア不具合修理
2020/07/21	GOES17 : 202jday 20UTC取得データ数少ない
2020/07/22	GOES16, 17 : 203jday取得データ数少ないため再取得
2020/07/26	6:30JST-西千葉地区停電によりサーバー群停止、長いものは8時間程度
2020/07/28	GOES16 : 209jday取得データ数少ないため再ダウンロード
2020/07/29	停電時のH08grid画像処理
2020/07/08	CEReS基幹server, www2 : UPS battery低下
2020/08/12	GOES16, 17 : ダウンロード数減少 (8月末迄続く)
2020/08/17	ひまわりJPデータ2件入荷 (8/10エラーがあったとのこと)
2020/08/24	modis : サーバー異常
2020/08/25	goes3g-est : /data 100%につき、他RAIDに分散移動
2020/08/27	04-09UTCひまわりクラウド メンテナンス 異常なし
2020/08/31	modis : SGLIデータRAID間移動 (V2データ入力のため)
2020/09/01	geoinfo : ADD_RAID2 100%になる
2020/09/03	geoinfo : GridSat データ→goesサーバーへ移動、www2→wwwに移行
2020/09/14	gaiaサーバー群運用停止のため、撤去 (廃止)
2020/09/16	www : (DBを利用した成果登録フォームcgi) 作動の不具合を確認、対応へ
2020/09/18	GOES16, 17 : 画像不具合 (00-05UTC, 12-14UTC)
2020/09/25	コロナ出校禁止処置
2020/09/28	EUMETSAT DL 不具合 www : サーバーへcgi開発ツールをインストール
2020/09/30	tape1 : ネットワークデバイス不具合
2020/10/01	旧ceres部局基幹サーバー、wwwサーバー撤去、GP群電源停止
2020/10/02	計画停電対策
2020/10/04	西千葉地区計画停電 (8 : 00-18 : 00 JST)
2020/10/05	停電中のデータ補充及び再処理
2020/10/09	tape2 : OS変更 (CentOS 6.2からUbuntu 20.04へ変更)
2020/10/21	0820-0831 (hmwr hsf) データ入力に遅れあり
2020/10/22	GOES 17 : M3 (288jday) が入る、(296jday) AWS障害ありG17のみ補充無し
2020/10/28	tape1 : OS変更 (CentOS 6.2からUbuntu 20.04へ変更)
2020/11/02	H08grid (png不足 ; 021230-1330, 1450-1830.50) ncデータ入力が遅かったため
2020/11/06	研究室後期メイリングリストの編集
2020/11/13	goes3g-west : サーバー立ち上げ、移行開始
2020/11/13	Centos8 SSH ip制限の確認
2020/11/19	goes3g-west : UPSバッテリー低下
2020/11/20	geoinfo : UPSバッテリー低下
2020/11/21	ソフトウェア管理台帳調査対応
2020/11/23	modis : FCカード異常により停止
2020/11/25	quicklooks : 脆弱性診断報告に対する確認
2020/11/26	tape3 : バッテリー低下のUPS取り外し
2020/12/09	goes3g-est : /data 99%のためデータ移動 quicklooks : バグハンティングによる指摘 (X-Frame-Option, バージョン情報の非表示等) への対応
2020/12/14	geoinfo : マウント異常対応
2020/12/15	FY-2G : 受信停止 16 : 2020-18 : 2020メンテナンス
2021/01/04	gp07 : 赤ランプ goes-est : /data 100%
2021/01/06	goes3g-est : GOES 17移動データ消去
2021/01/18	meteosat : RAID大容量ストレージへ移行
2021/01/19	tape : UPSバッテリー低下

2021/01/22	GOES16,17 : 19-21hデータ減少傾向
2021/02/09	goes3g-est : /data 99%のため、GOES17データ消去
2021/02/15	GOES16,17 : 取得データ減
2021/02/17	hmwrクラウドメンテナンス20210161500-20210161600データなし
2021/02/24	JAXA G-Portal緊急メンテナンス15:50-23:30JST データは後日補充
2021/02/26	GOES 17 : 056jday 06-12UTCデータなし 1Fネットワーク工事
2021/03/01	www移行→ceres.chiba-u.jp外部サーバー委託。ウェブデザイン更新
2021/03/24	GOES16, 17 : 082jday 13-14UTC AWS data無し
2021/03/30	goes3g-west : profctpd reboot

10.3. 令和2（2020）年度データダウンロード実績

令和2（2020）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2（2020）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	0	175,255	0.00 / 274.96
Terra Aqua／MODIS	3,076,983	315,397	474.89 / 121.12
GMS1-4, 5, GOES9	2	420,607	0.00 / 112.02
MTSAT	25,005	1,163,115	95.12 / 52.82
FY2-B, C, D, E, G	83,979	102,138	85.37 / 108.12
METEOSAT, MSG	10,392	144,559	0.05 / 1290.71
GOES-E, W, R, S	4,408,460	158,908	78.58 / 108.56
地理情報等	1,901,190	478,562	1193.02 / 872.44
TRMM, GPM	104,596	1,290,700	174.36 / 316.86
放射プロダクト	24,565,884	18,881,291	668.87 / 94.56
ひまわり8号	83,717,798	61,217,538	113.25 / 95.25
A-Train*	2	2,664,701	0.00 / 892.72
総計	117,894,291	87,012,771	139.32 / 98.72

[11] 令和2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
(<https://ceres.chiba-u.jp/>)

- ◆ Newsletter No.173・174 (発行2020年4月・5月合併号)
センター長就任の挨拶
人工衛星から見た新型コロナウイルスの影響による二酸化窒素の大気中濃度の低下
受賞、おめでとうございます ～CEReS学生、卒業論文優秀賞受賞～
令和2年度に新たにCEReSの研究室に配属された学部生・大学院生
ひまわり8号がとらえたスーパームーン、CEReSよりお知らせ

- ◆ Newsletter No.175 (発行2020年6月号)
インドネシアリモートセンシング学会オンライン開催に招待講演
人工衛星&数理モデルで迫る新型コロナウイルスの環境影響評価
16th IWGGMS参加報告
〈受賞報告〉日本リモートセンシング学会優秀論文発表賞
大学院生、インドネシアで現地調査、その取り組みを語る

- ◆ Newsletter No.176 (発行2020年7月号)
日本学術会議より、提言「持続可能な人間社会の基盤としての我が国の地球衛星観測のあり方」
JpGU-AGU Joint Meeting 2020/Virtual Meeting 12-16 July 2020
・ JpGU-AGU Joint Meeting 2020「大気化学」セッション開催報告
・ Global Carbon Cycle Observation and Analysisセッション開催報告
環境予測科学研究室・新規メンバー加入 ～小槻研究室通信・第1号～

- ◆ Newsletter No.177 (発行2020年8月号)
プレスリリース！ 衛星データと計算による世界の降水予報 ～小槻研究室通信・第2号～
New Advances in Land Carbon Cycle Modeling Workshop参加報告

- ◆ Newsletter No.178 (発行2020年9月号)
CEReSのビジョンを考えるブレインストーミング (KJ法)
学位取得おめでとうございます

- ◆ Newsletter No.179 (発行2020年10月号)
静止衛星データ活用による陸域モニタリングに関するセミナー発表
受賞の報告：2019年土木学会・水工学講演会 ～小槻研究室通信・第3号～
日本気象学会秋季オンライン大会：専門分科会「静止軌道からの地球環境観測」報告
五島福江に行ってきました！

- ◆ Newsletter No.180 (発行2020年11月号)
The 3rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020) ～共催学会、オンラインにて開催～
第4回陸域フラックス合同研究会の開催報告 ～大学間の学生研究交流～
第25回大気化学討論会を開催しました
受賞の報告：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 ～小槻研究室通信・第4号～
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.181 (発行2020年12月号)

災害ブラタモリ企画 ～災害に備え、地域を知る「まち歩きプログラム」～
オンライン招待講演－The 2020 IEEE AGERS
AGU Fall Meeting 2020 (Online) に参加して
千葉集中観測キャンペーン (Chiba Campaign 2020) の実施について
2020年・日本の少雪 (Scientific Reports) ～小槻研究室通信・第5号～
CEReS 研究室所属学生の修士研究中間発表会を開催しました

◆ Newsletter No.182 (発行2021年1月号)

〈プレスリリース〉独自の解析アルゴリズムで、アマゾン熱帯雨林の季節変化を検出
〈プレスリリース〉過去30年間のメタンの大気中濃度と放出量の変化：化石燃料採掘と畜産業による人間活動が増加の原因に
The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2020への参加報告
宇宙からみた2020年のアジアの大気汚染 ～入江研究室からの研究報告～
新任教員の紹介 (楊偉助教)
シャフケティさん、受賞おめでとうございます
CEReS 修士研究中間発表会優秀発表賞を授与しました

◆ Newsletter No.183 (発行2021年2月号)

久世宏明千葉大学名誉教授の最終講義が開催されました
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開催
第23回環境リモートセンシングシンポジウム開催
アジア・アセアン教育研究センター・TWINCLE 国際授業
リモートセンシングコース修士論文発表会

◆ Newsletter No.184 (発行2021年3月号)

Pre Conference of The 7th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021)
Online Tutorial Series on Synthetic Aperture Radar ～APSAR2021のプレカンファレンススタート～
ひらめき☆ときめきサイエンスプログラム『インターネット上の衛星画像で湖沼の水質診断を実施しよう』
を開催しました
日本語・英語対応 Python Training マニュアル ～小槻研究室通信・第6号～
第14回VL講習会開催 ～気候変動研究におけるリモートセンシングの役割～
学位取得おめでとうございます

◆ Newsrelease No.20 (発行2020年6月)



ひまわり8の観測位置精度を評価
～安心して下さい。ちゃんと補正されていますよ～
(山本雄平特任助教)

◆ Newsrelease No.21 (発行2020年8月)



衛星データと計算による世界の降水予報
－理研とJAXAのwebで5日後までのリアルタイム降水予報を公開－
(小槻峻司准教授)

◆ Newsrelease No.22 (発行2021年1月)



過去30年間のメタンの大気中濃度と放出量の変化：
化石燃料採掘と畜産業による人間活動が増加の原因に
(パトラ プラビール クマール 客員教授、齋藤尚子准教授)

◆ Newsrelease No.22 (発行2021年1月)



独自の解析アルゴリズムで、アマゾン熱帯雨林の季節変化を検出
次世代静止気象衛星の更なる活用に期待
(樋口篤志准教授)

[12] 組織・運営・人事・予算

12.1. センターの構成（令和3年3月現在）

センター長		服部 克巳	
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	近藤 昭彦
教授	市井 和仁	准教授	本郷 千春
准教授	本多 嘉明	准教授	小槻 峻司
准教授	入江 仁士	助教	楊 偉
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3年3月現在）

教員組織		事務組織（西千葉地区事務部理工系総務課）	
職名	氏名	職名	氏名
教授*	服部 克巳（理学研究院）	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	一般職員	武村 美香
准教授	齋藤 尚子	事務補佐員	喜多 夏子
准教授	樋口 篤志	事務補佐員	鈴木 綾（グローバルプロミネッツ所属）
准教授	本郷 千春	事務補佐員	千葉 真弓
准教授	本多 嘉明	事務補佐員	星野 幸子
講師	梶原 康司	事務補佐員	松本 恵理子
助教	楊 偉	事務補佐員	渡辺 玲奈
教授*	服部 克巳（理学研究院）	部局非常勤組織（環境リモートセンシング研究センター）	
准教授*	椎名 達雄（工学研究院）	技術補佐員	青木 佐恵子
准教授*	加藤 顕（園芸学研究科）	技術補佐員	飯塚 かつら
助教*	劉 ウェン（工学研究院）	技術補佐員	宇田 弥生
特任助教	祖父江 侑紀	技術補佐員	樺山 修
特任助教	竹中 栄晶	技術補佐員	熊川 靖代
特任助教	ダミアーニ アレッサンドロ	技術補佐員	小菅生 文音
特任助教	眞子 直弘	技術補佐員	立石 彩
特任助教	山本 雄平	技術補佐員	中村 理絵
特任研究員	高橋 綾香（グローバルプロミネッツ所属）	技術補佐員	並木 祐太
特任研究員	チャフヤ エディ サントサ	技術補佐員	宮本 千早
特任研究員	豊嶋 紘一	技術補佐員	李 偉
特任研究員	橋本 俊昭	技術補佐員	李 家偉
特任研究員	ベリコフ ドミトリー	技術補佐員	李 夢禹
客員准教授	山之口 勤（リモートセンシング技術センター）	技術補佐員	劉 治彦
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）	技術補佐員	呂 煒
非常勤講師 （客員教授）	小林 秀樹（海洋研究開発機構）	グランドフェロー	
非常勤講師 （客員准教授）	木村 篤史（株/パスコ）	名誉教授	久世 宏明
		名誉教授	鷹野 敏明

*は兼務教員

12.3. 拠点運営委員会

令和2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3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	長 幸平	東海大学情報理工学部（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	井上 智博	千葉県環境研究センター大気騒音振動研究室（室長）
委員	松山 洋	東京都立大学都市環境科学研究科（教授）
委員	山本 静夫	元宇宙航空研究開発機構（元理事）
委員	服部 克巳	環境リモートセンシング研究センター（センター長・教授）／大学院理学研究院
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2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
グローバル・キャンパス推進基幹会議委員 (旧国際戦略本部 国際戦略室)	委員	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 テニュアトラック審査・評価部会	構成員	近藤 昭彦
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）	小槻 峻司
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	服部 克巳
	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	服部 克巳
	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	服部 克巳

令和2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	ヨサファット、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、ヨサファット
広報委員会	入江 仁士	齋藤 尚子、ヨサファット、小槻 峻司
施設委員会	スリ スマンティヨ ヨサファット テトォコ	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	梶原 康司、齋藤 尚子、小槻 峻司
教育委員会	梶原 康司	齋藤 尚子、ヨサファット、樋口 篤志
中期計画推進委員会	服部 克巳	専任教員
自己点検・評価委員会	服部 克巳	専任教員、理工系総務課長
学術推進企画小委員会	市井 和仁	服部 克巳、近藤 昭彦、入江 仁士

12.5. 予算

令和2年度 最終予算

事 項	予算額 (円)	備 考
運営費交付金	95,558,000	
教育研究経費	70,463,000	
グローバルプロミネント研究基幹	10,690,000	
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	398,000	
外部資金	254,631,556	
科学研究費補助金	36,406,285	
受託研究経費	163,803,311	
共同研究経費	12,802,054	
受託事業経費	634,615	
寄附金経費	20,565,302	前年度繰越分を含む
補助金等経費	60,950	
研究関連経費	20,359,039	
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	350,189,556	

※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・再委託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）（継続）	作物モデル及びドローンデータを用いた水稲病害による減収リスク評価手法の構築	本郷 千春	4,680,000
基盤研究（B）（継続）	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	4,290,000
基盤研究（B）（継続）	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）	ひまわり8号とフェーズドアレイ気象レーダによる積乱雲発達初期の高頻度同時観測	樋口 篤志	1,690,000
基盤研究（C）（新規）	Investigating the Interaction between Spring Green-up Date and Autumn Dormancy Onset based on Field and Satellite Data to Improve the Forest Phenology Models	楊 偉	1,560,000
若手研究（継続）	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	650,000
若手研究（新規）	熱帯域の植生面温度に関する新知見獲得と植生呼吸・光合成量の推定精度向上への展開	山本 雄平	1,950,000
研究スタート支援（継続）	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（継続）	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稲生育段階モニタリング	祖父江 侑紀	1,040,000
ひらめ☆ときめきサイエンス	インターネット上の衛星画像で湖沼の水質診断を実施しよう	楊 偉	533,000
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	2,210,000
国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B））（新規）	日米の新世代静止衛星観測ネットワークによる高時間分解能陸面モニタリング	市井 和仁	6,500,000
基盤研究（S）（分担者）（継続）	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	2,730,000
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	910,000
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	455,000
基盤研究（B）（分担者）（継続）	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）（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	390,000
基盤研究（B）（分担者）（新規）	植物起源VOCs発生量の全球高精度推定とその大気化学・気候学的インパクト 研究代表者：須藤健悟（名古屋大学）	入江 仁士	910,000
基盤研究（B）（分担者）（新規）	船舶搭載可降水量センサーと静止気象衛星による海洋上水蒸気量微細構造推定手法の開発 研究代表者：吉田 聡（京都大学）	山本 雄平	1,300,000
基盤研究（B）（分担者）（継続）	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	学内配分

研究種目	研究テーマ	受入教員	金額
基盤研究 (C) (分担者) (継続)	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	130,000
挑戦的研究 (開拓) (分担者) (継続)	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	1,430,000
挑戦的研究 (萌芽) (分担者) (継続)	原発被災地域住民の安心・生きがい・尊厳を支える超学際的地域包括ケアシステムの構築 研究代表者：宮崎美砂子 (千葉大学大学院看護研究科)	近藤 昭彦	学内配分
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	25,597,000
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	20,456,493
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	36,000,000
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 (2020年度)	本多 嘉明	1,224,827
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	37,973,000
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	46,337,200
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	942,933
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2)	齋藤 尚子	3,000,000
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	523,200
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2)	齋藤 尚子	3,000,000
情報通信研究機構/ NICT	データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発 (第3回)	梶原 康司	2,594,020
国立環境研究所 (研究分担) 環境研究総合推進費再委託	メタン吸収能を含めたアジア域の森林における土壌炭素動態の統括的観測に基づいた気候変動影響の将来予測	市井 和仁	3,900,000
東京大学等 (研究分担) 国土交通省河川砂防技術 研究開発公募再委託	大規模気候データを活用したこれからの河川計画作成に向けた技術開発の検討	小槻 峻司	343,200
共同研究			
宇宙航空研究開発機構/ JAXA	サクセスクリ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	2,925,000
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	2,080,000
宇宙航空研究開発機構/ JAXA	次世代静止気象衛星ひまわり8・9号を用いた機械学習による高時間分解能降水推定およびGPM降水マッププロダクトへの適用	樋口 篤志	8,818,310

研究種目	研究テーマ	受入教員	金額
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	749,355
住友金属鉱山株式会社	乾式炉内のマイクロ波イメージング	ヨサファット	1,650,000
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	420,000
受託事業			
住友金属鉱山株式会社	乾式製錬炉内のマイクロ波イメージングに関する学術指導	ヨサファット	825,000

千葉大学環境リモートセンシング研究センター
令和二(2020)年度 年報(第26号)

2021年7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

