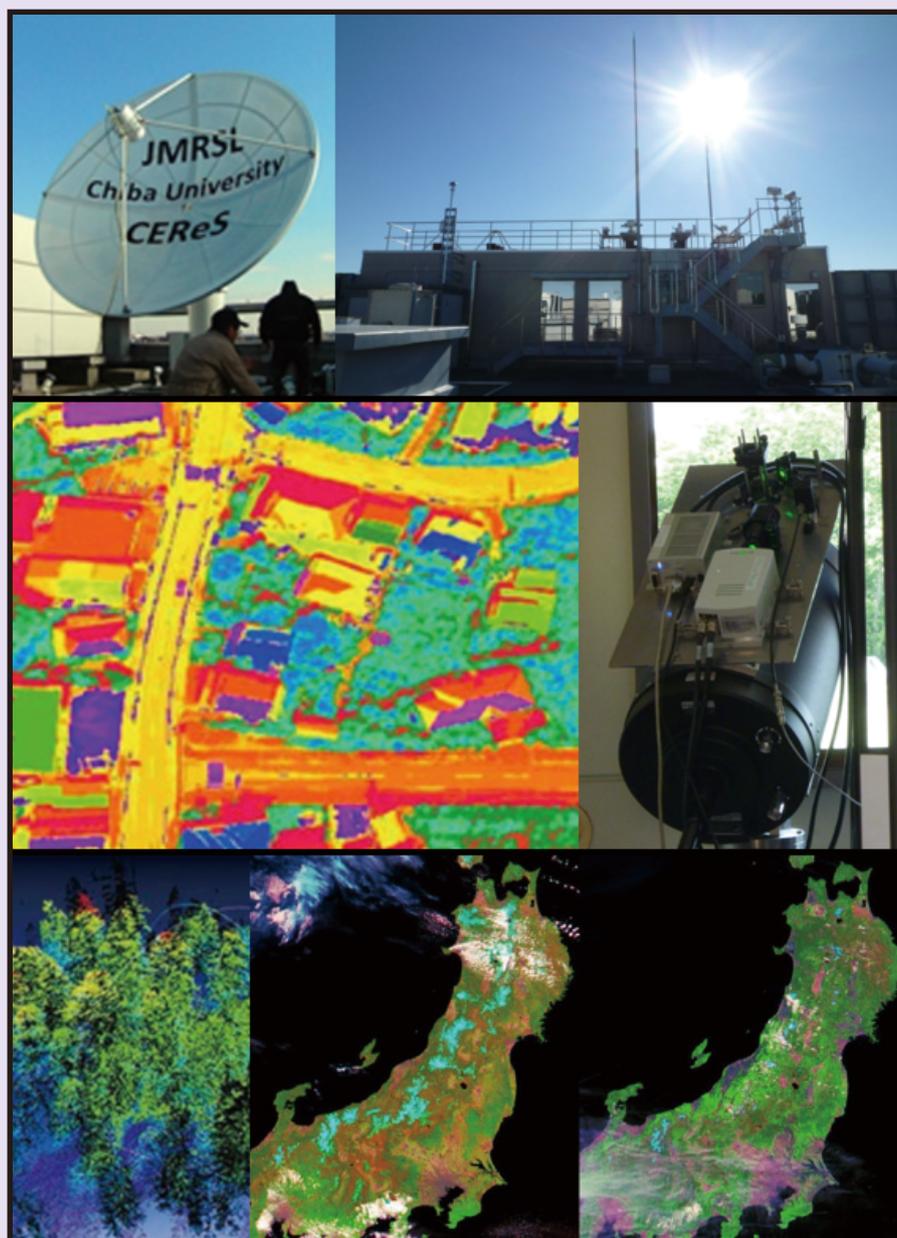


千葉大学
環境リモートセンシング研究センター
Annual Report 2021, Volume 27



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3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27号)



はじめに

千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、全国共同利用の研究センターとして1995年4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担ってきました。2010年には文部科学省から全国共同利用・共同研究拠点として認可され、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”を実施してきました。令和3年度に文部科学省の評価と認定審査をうけ、令和4年度からも全国共同利用・共同研究拠点として活動できることになりました。

さて、令和3年度もCOVID-19感染症の影響を強く受けた1年となりました。緊急事態宣言やまん延防止等重点措置により、国内外でのフィールドワーク等の活動は制限を受けました。国内外の学術会議や会合は、online開催が常態化し、学术界のnew normalが定着したように思います。移動時間や費用がかからず、便利さを享受する一方、国際会議では時差に悩まされるようになりました。ワクチン接種や東京オリンピックやプロ野球、Jリーグなどのスポーツ、コンサートなどの文化事業などを通じてwithコロナへ向けた大きな社会実験が実施されている感があります。令和4年2月以降はCOVID-19感染症に加えて、ロシアとウクライナの紛争が新たな問題となりました。ロシアのエネルギー資源と大量破壊兵器の使用が世間の注目を浴びていますが、チェルノブイリ地域の再汚染など地球環境的にも注視すべきことがかなりあります。サーモンやワクチン輸送で取り上げられましたが、国際物流の混乱も今後響いてくることと思います。グローバル化が進み、サプライチェーンとして結合していることを改めて実感することになりました。地球環境的には、経済活動がCOVID-19感染症の影響で鈍化している際の気候変動要因ガス等の変動をきちんと把握する必要があるかと思えます。人工起源、自然（地球）起源の変動を精査する大きなチャンスだとも個人的には考えています。

本年報は、CEReSが令和3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4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	53
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	118
[4] 受賞・開発実績等	139
[5] 国際交流	142
5.1. 外国人受け入れ	
5.2. 教員の海外渡航	
[6] 教育活動	143
[7] 社会教育活動・社会貢献	147
[8] センターの行事	150
8.1. センター主催のシンポジウム	
[9] 主要研究設備	151
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 (SKYNET)	
9.5. タイルドディスプレイ	
9.6. その他計測装置、ソフトウェア	
[10] 令和3年度計算機データベース主要業務	156
10.1. 概要	
10.2. 令和3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3年度データダウンロード実績	
[11] 令和3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	159
[12] 組織・運営・人事・予算	162
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)

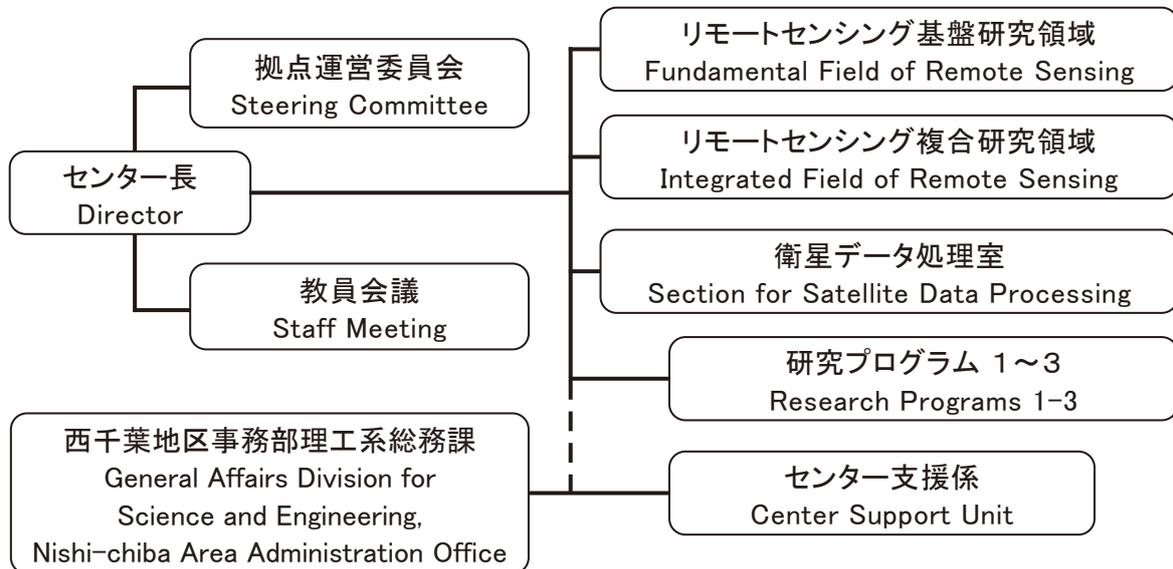
国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、第二期中期目標・中期計画を発展すべく、2016年4月からの第三期における目標・計画では拠点再認定を受け、さらに3つの重点課題を設定し活動を始めました。CEReSは、全国共同利用の研究センターとして1995年（平成7年）4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担って現在に至っています。そのルーツは、写真・印刷・画像工学の分野での千葉大学工学部の伝統を引き継いで1986年（昭和61年）に開設された学内共同研究施設「映像隔測研究センター」であり、このセンターが廃止・転換されてCEReSが誕生しました。2004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

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

(組織図)

CEReSの組織は下記の図の通りです。

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



(研究プログラム1～3)

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

[1]プロジェクト研究活動

1.1. プログラム1：先端的リモートセンシングプログラム

[概要]

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

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

[中期計画期間の研究課題および達成目標]

○研究課題

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

○重点課題：先端マイクロ波リモートセンシング

(Innovative microwave remote sensing)

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

Program 1: Innovation in remote sensing technology and algorithm

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

◆1.1.1. 合成開口レーダ (SAR) の開発

(ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ)

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、その電波特性を京都大学の電波無響室にて測定した (図1.1.1.-2)。

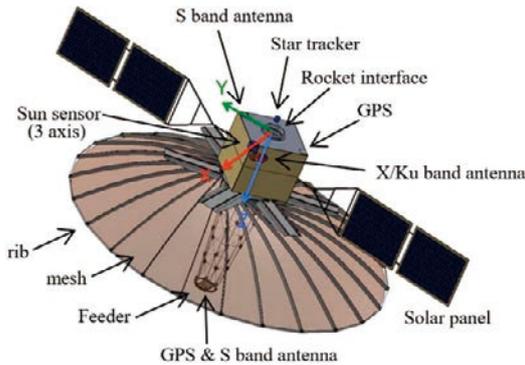


図1.1.1.-1. 円偏波合成開口レーダ搭載小型衛星

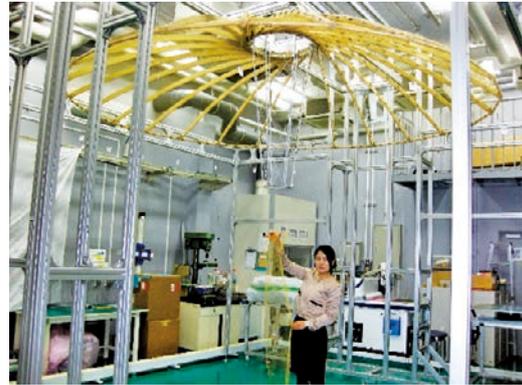


図1.1.1.-2. 小型衛星搭載のCP-SARのアンテナ

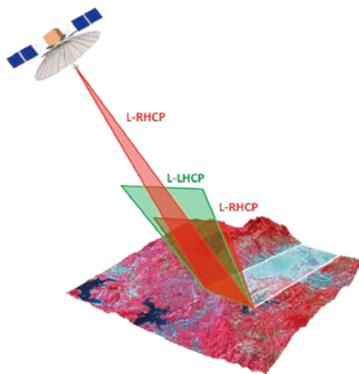


図1.1.1.-3. CP-SAR UAVの概念



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、地球表面による楕円偏波 (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示す。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。

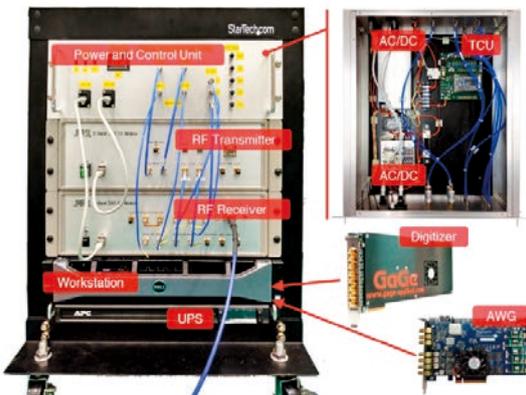
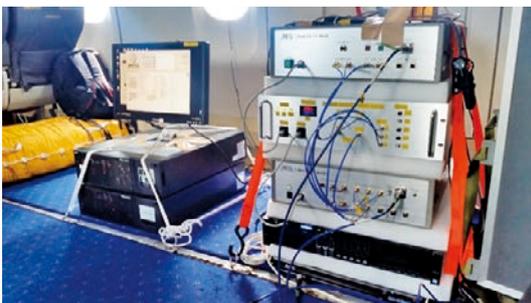


図1.1.1.-5. Cバンド CP-SARのシステム図



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

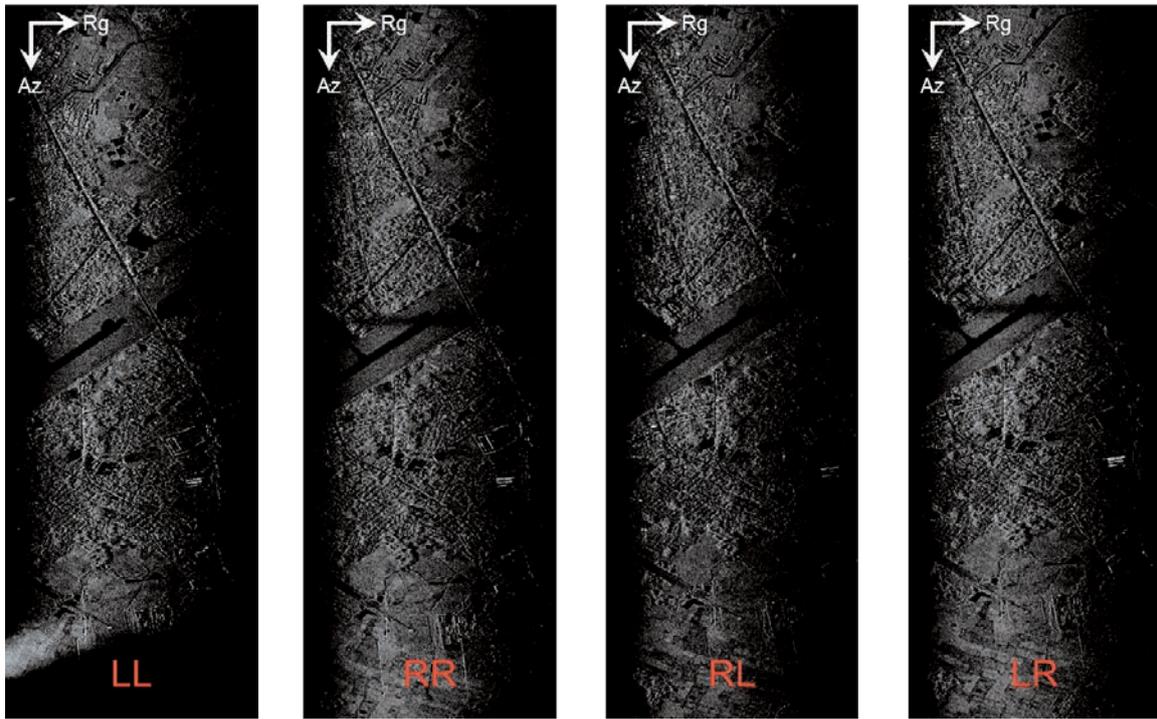


図1.1.1.-11. CバンドCP-SARのフル偏波の画像 (LL、RR、RL、LRモード)

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小変化しているので、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にその結果を示すとともに、これを検証するため実施した現地調査の写真と照合した。この対象地域の周辺では土砂くずれが起こっており、この解析結果をインドネシアの地方政府に提供し道路の安全対策に貢献した。



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

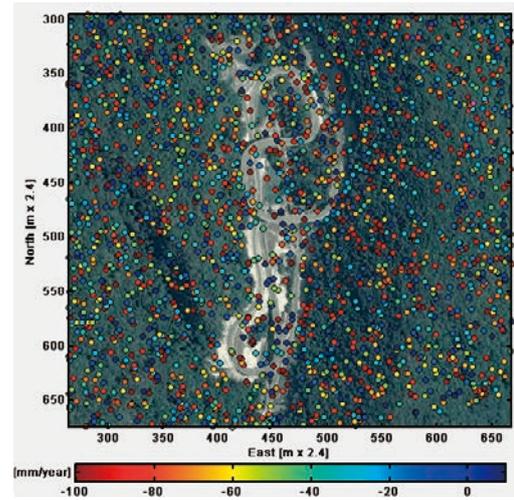


図1.1.1.-13. ALOS画像を活用するPS-InSAR解析：インドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における恒久的な散乱点の分布

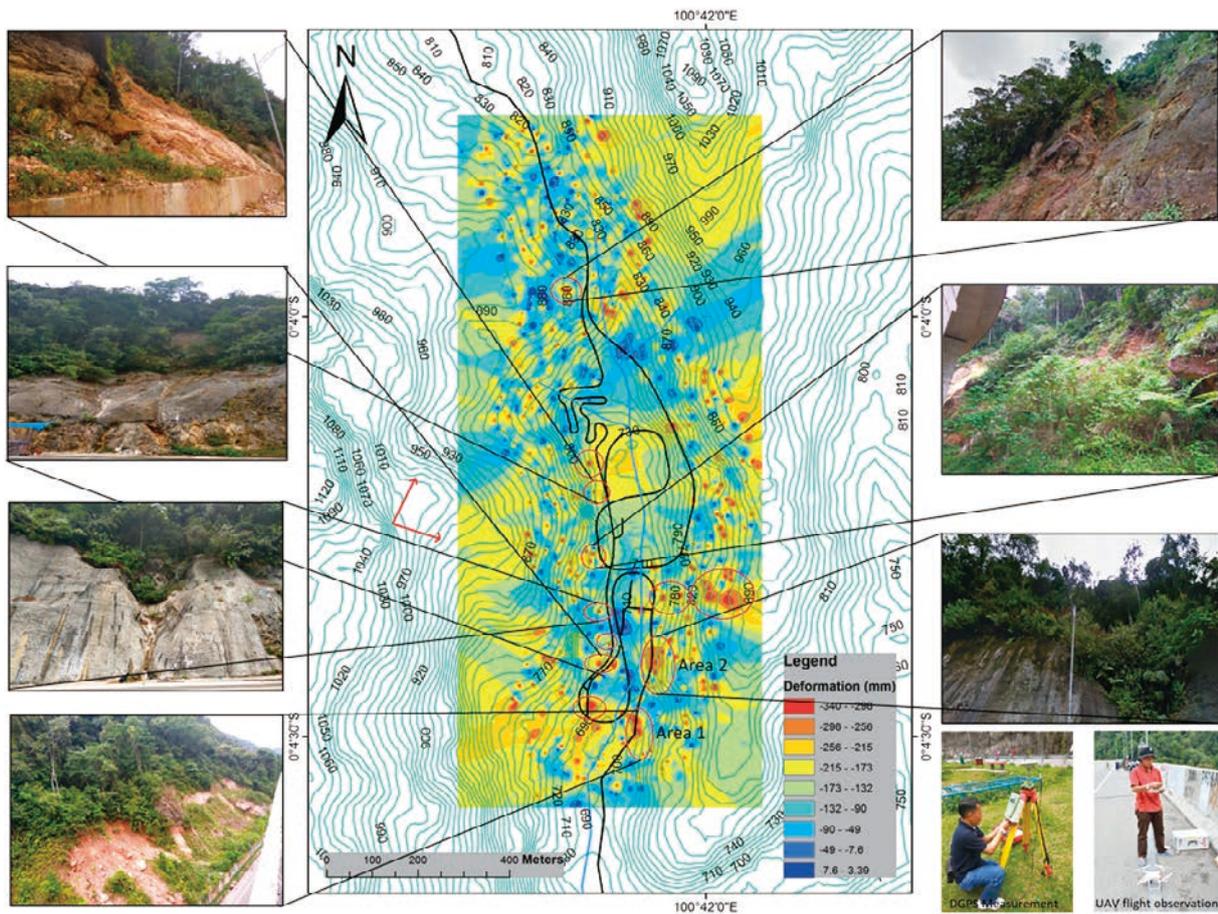


図1.1.1.-14. ALOS画像を活用するPS-InSAR解析：インドネシア・西スマトラ県のケロクセンビラン県道周辺における土砂くずれの観測結果と現地調査の写真

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。

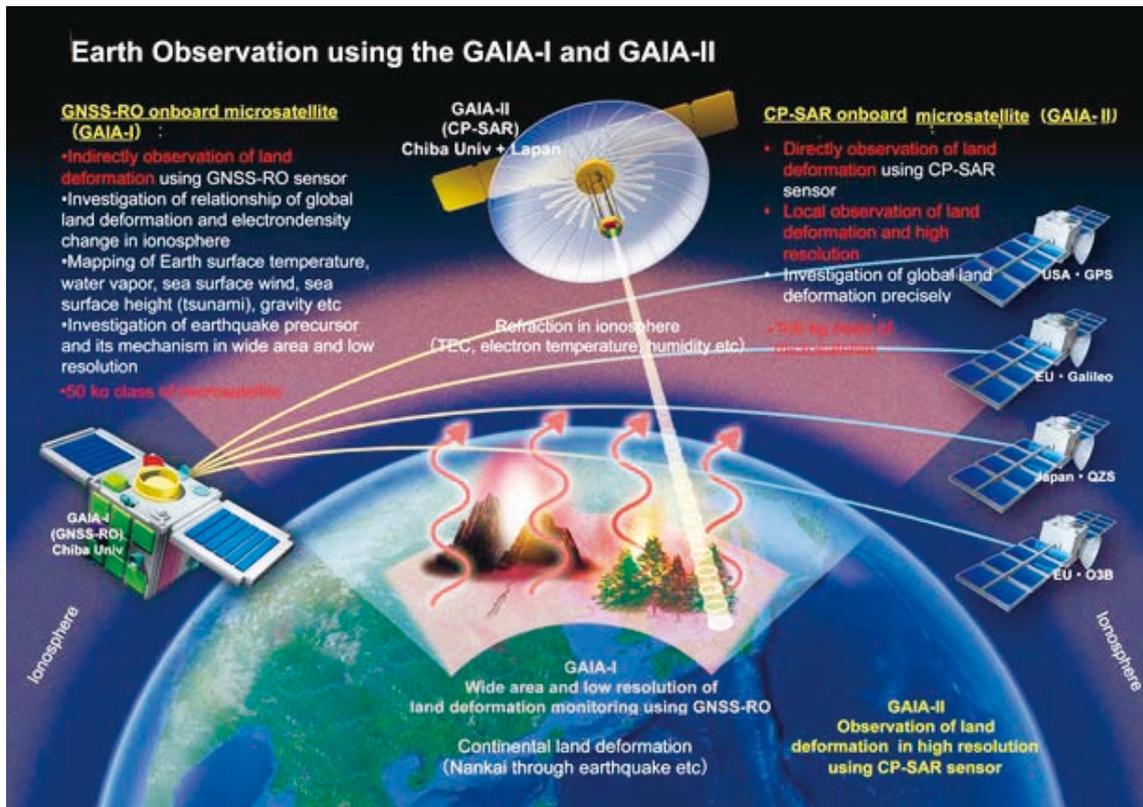


図1.1.1.-15. グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星

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）。

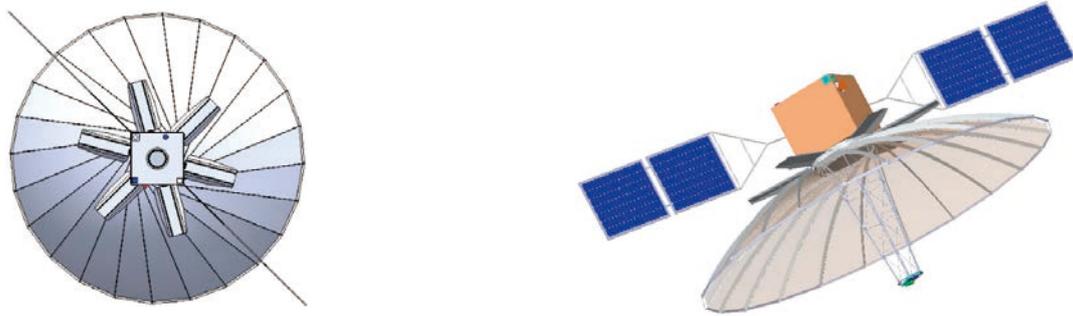


図1.1.1.-16. CP-SAR搭載小型衛星

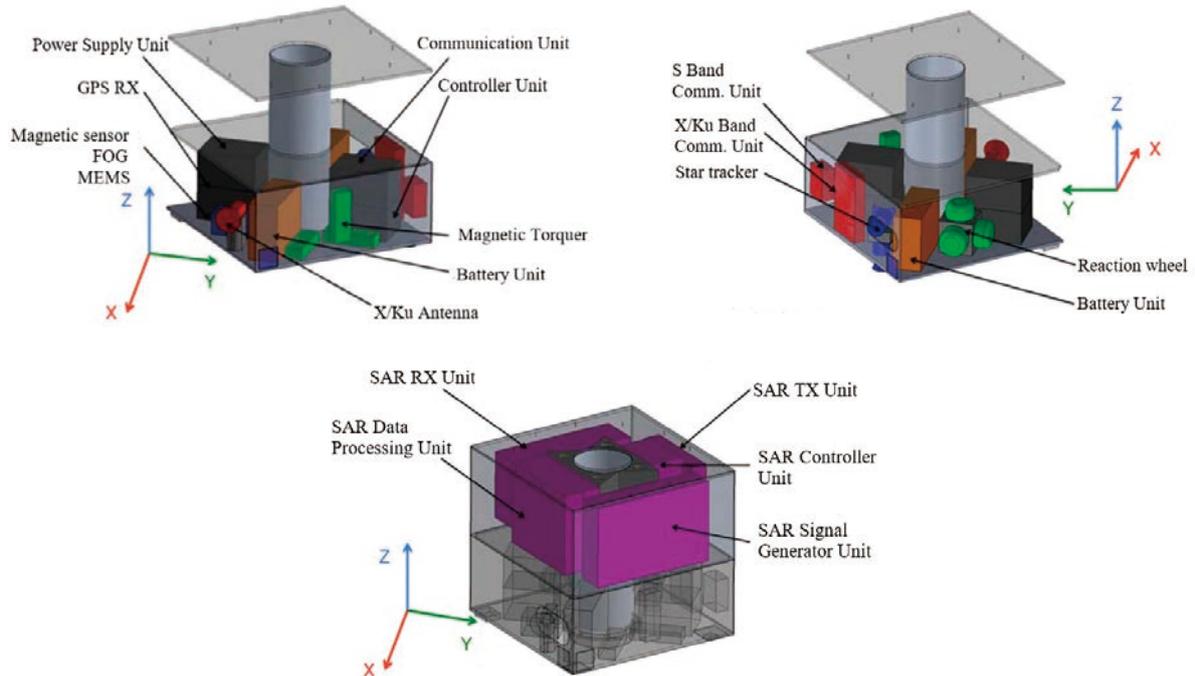


図1.1.1.-17. CP-SAR搭載小型衛星の構造

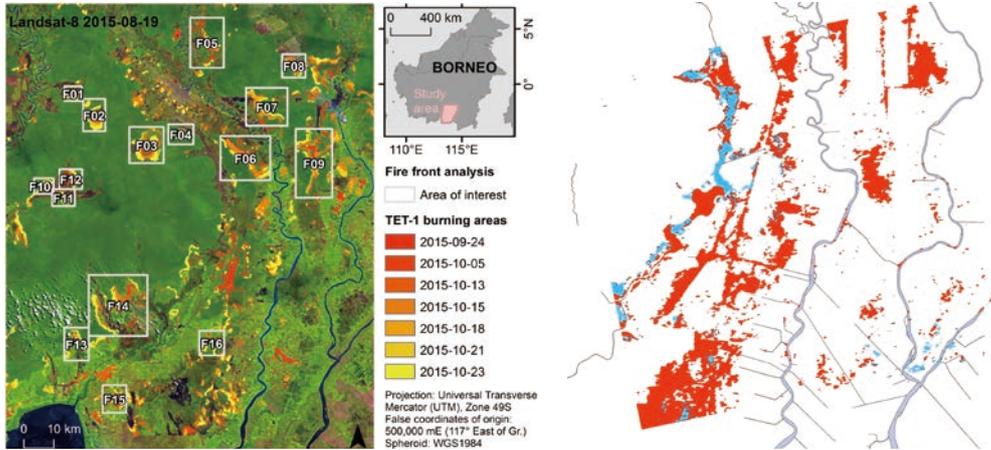


図1.1.1.-18. 金メッキメッシュパラボラアンテナの電波特性の測定

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1kg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。その詳細が、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。

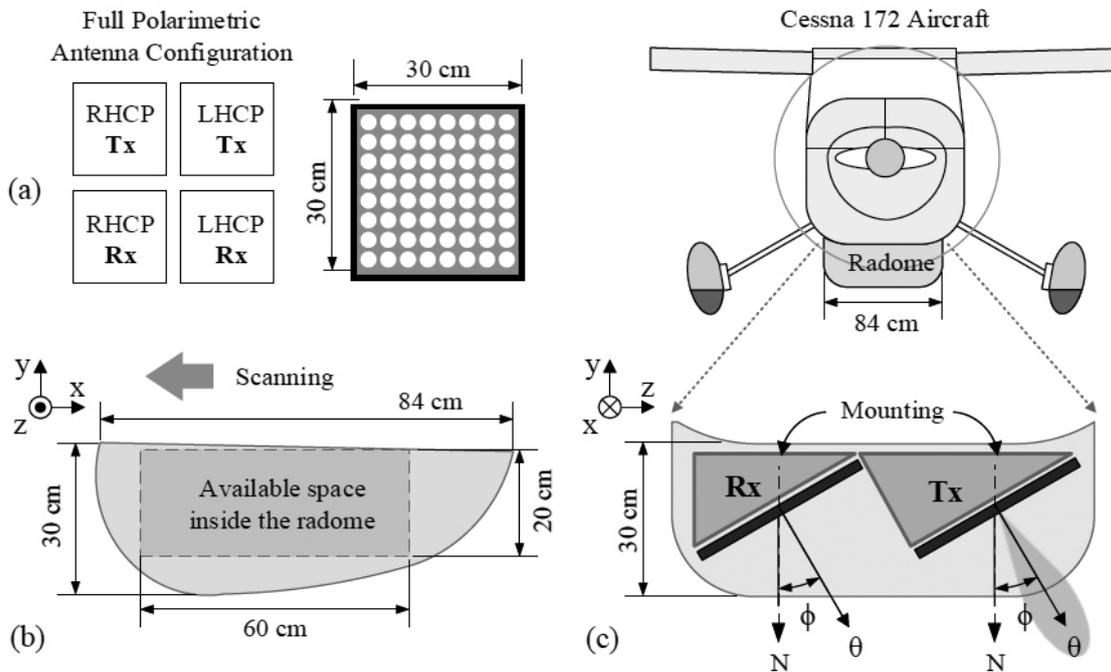


図1.1.1.-21. Cessna 172機搭載用の円偏波合成開口レーダのアンテナの機構

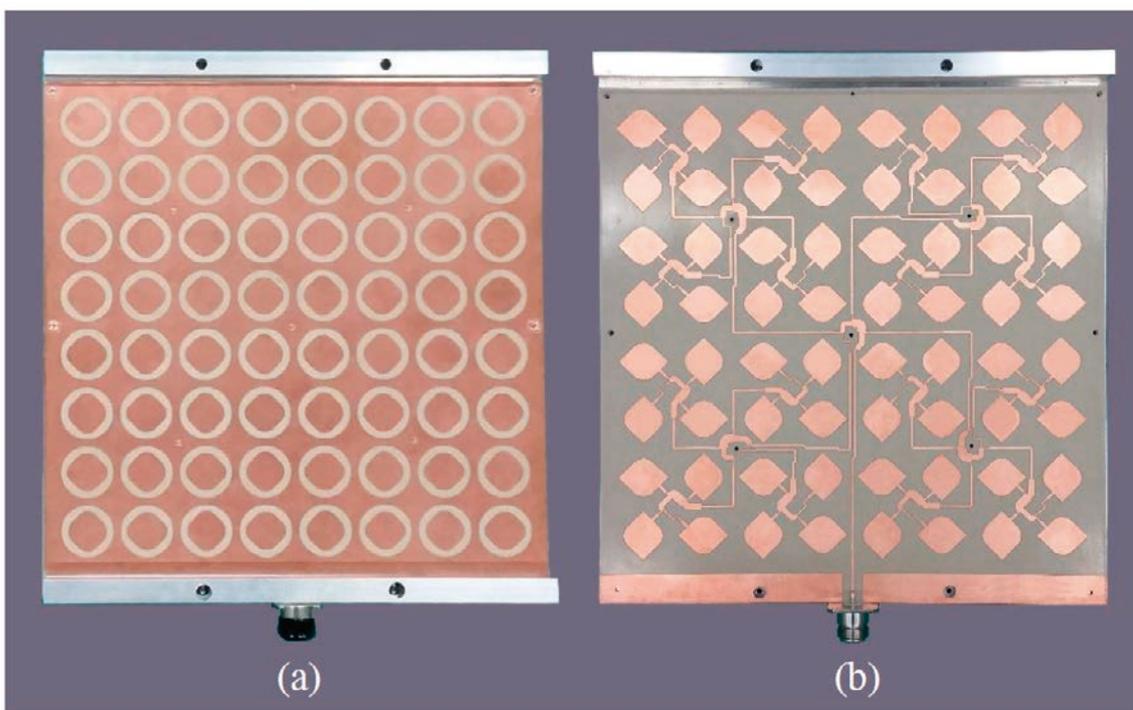
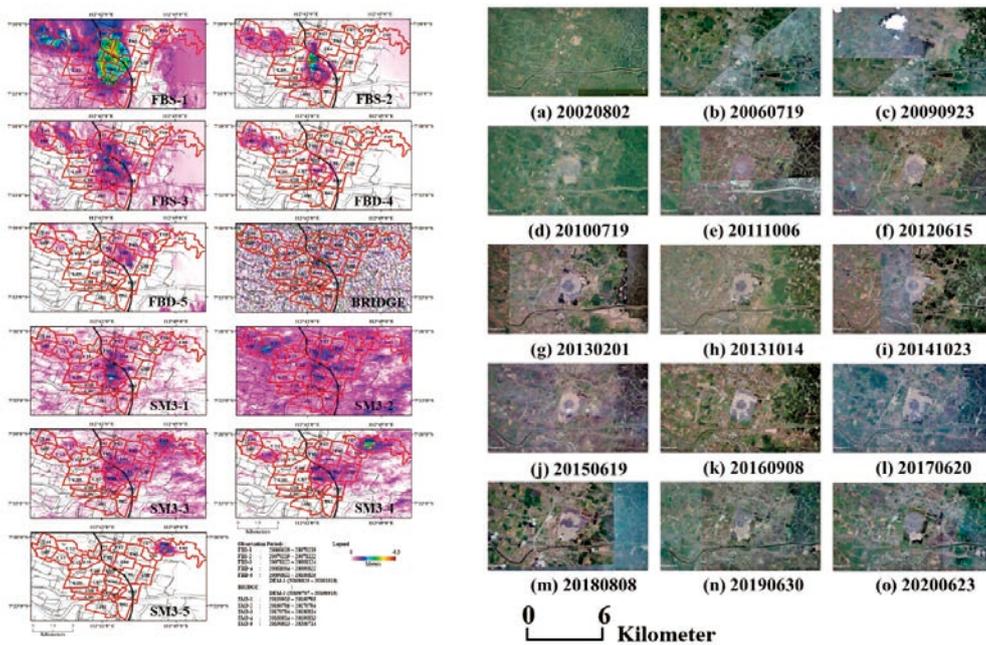


図1.1.1.-22. 試作した円偏波合成開口レーダのアンテナ

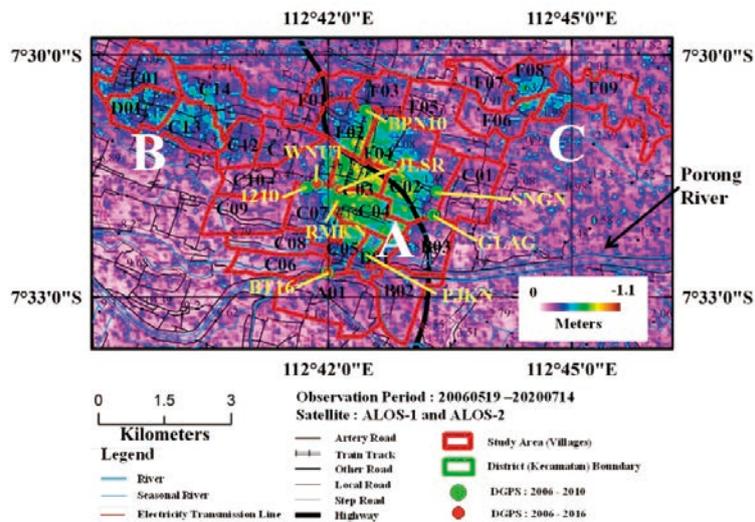
9. DInSARと連続方程式による泥噴出地域の被害把握

現在に至るまで、合成開口レーダ (SAR) の位相情報を使用して長期的な地表面の変形を観測するために、いくつかの手法が提案された。たとえば、JERS-1、ALOS-1/2、ENVISAT、ERS-1/2、RADARSAT-1/2、TerraSAR-X、SENTINEL-1A/Bなどの画像を使用したInSAR、DInSAR、PS-InSAR、SBASである。これらの方法は、既にインドネシアの東ジャワ州のシダルジョの対象地域での地殻変動や泥流噴出事故による影響調査にも使用された。この泥噴出事故は2006年5月29日に発生し、現在まで続いている。しかし、これらの方法は地表の変形を導き出すだけであり、地球の地質学的状況、特に地質学的物質の流出の流れを把握しなかった。そのため、本研究では調査地域における地表災害の影響を調査するために、物質流出の流れを推定するための物質保存則の連続方程式を提案した。鉛直変形または沈下の情報は、人工衛星搭載SARを使用した連続DInSARによって導出され、提案された方程式に代入されて、泥噴出量と速度を推定した。2006年以降に収集されたDGPSデータは、地表面変形の解析結果を検証するために使用され、平均誤差は0.46mである。土砂流期の初めに調査地域の中心で得られた結果は $6,800\text{m}^3/\text{日}$ であり、2018年から現在まで減少し、現地での報告とよく一致した。提案された方程式は、リモートセンシング技術を使用して、土地の変形、火山、断層活動、地下水などの観測にも適用できる (図1.1.1.-23)。



(a) DInSARによる地盤沈下の把握

(b) 光学センサによる噴出事故の地域



(c) 泥噴出事故に影響された地域

図1.1.1.-23. DInSARと連続方程式による泥噴出地域の被害把握

◆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、令和元年に引き続き令和3年8月にアルゴリズムVersion3がバージョンアップされた。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3年11月にNASA/GEDI(宇宙ライダー)データを利用したパラメータ調整を含むVersion3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、Version3アルゴリズムに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、Extra successとして定義された目標制度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、JAXA/EORA3にて精度向上を達成する予定である。

Version3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次のアルゴリズムでは、

- (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利用する領域の拡大を図る。

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バイオマス情報から、宇宙ライダー観測データを地上部バイオマス推定におけるパラメータ推定に利用した。特に、熱帯林を含む常緑広葉樹のバイオマス推定でVersion2では過小評価の傾向にあったので、常緑広葉樹林のパラメータ推定にGEDIデータを活用した。その際、宇宙ライダーによるバイオマス推定精度について国内の森林のFull wave dataと現地観測によって取得したデータで確認した。

◆1.1.2.1.1. 宇宙ライダーおよびGEDIについて

地表面を観測する宇宙ライダーは、パルス駆動のレーザを用いて出射パルスの往復時間を測定し、その波形情報を解析することでAGBと高い相関がある樹冠高の情報を取得する。SARによるAGB推定では100t/haを越す森林の場合、信号が飽和してしまい推定精度が低下する問題があるが、ライダーによるAGB推定はレーザが地表面に届く限り高バイオマスな森林でも推定値が飽和しないという利点がある。

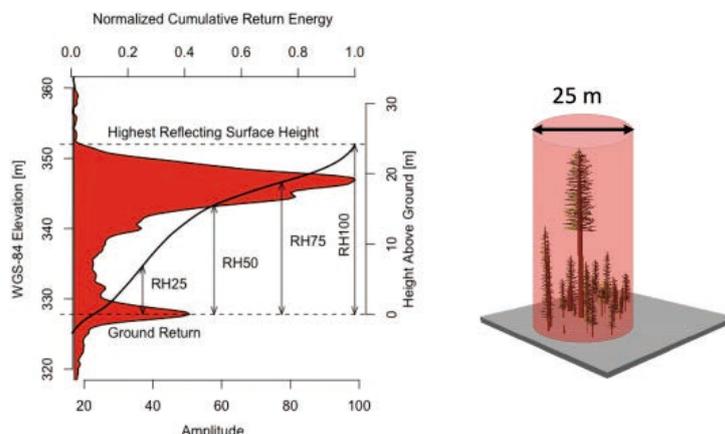


図1.1.2.1.1. GEDIの観測地点の模式図(右)と観測波形(左)

Dubayah, R. et al., (2020). The Global Ecosystem Dynamics Investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. Science of Remote Sensing, 1 (January), 100002.

GEDIはNASAゴダード宇宙センターとメリーランド大学が開発した森林の樹高、AGBを観測するライダーミッションで、2018年末に打ち上げられ、国際宇宙ステーション (ISS) きぼう曝露部に取り付けられた。

◆1.1.2.1.2. ライダー観測波形からバイオマス推定

GEDIミッションのプロダクトはSGLI AGB (Version 3) 作成時点でLevel 3まで公開されており、フットプリントレベルのAGBが格納されたLevel 4Aは公開されていなかった (2021/8/20公開)。そのため、現在JAXAで開発中の宇宙ライダーミッションMOLI (Multi-footprint Observation LIDAR and Imager mission) で研究されているアルゴリズムを2019年4月から2020年10月までのGEDI L1Bプロダクトに格納されているライダー観測波形を入力として使用し、波形からフットプリントレベルでのAGBを算出した。

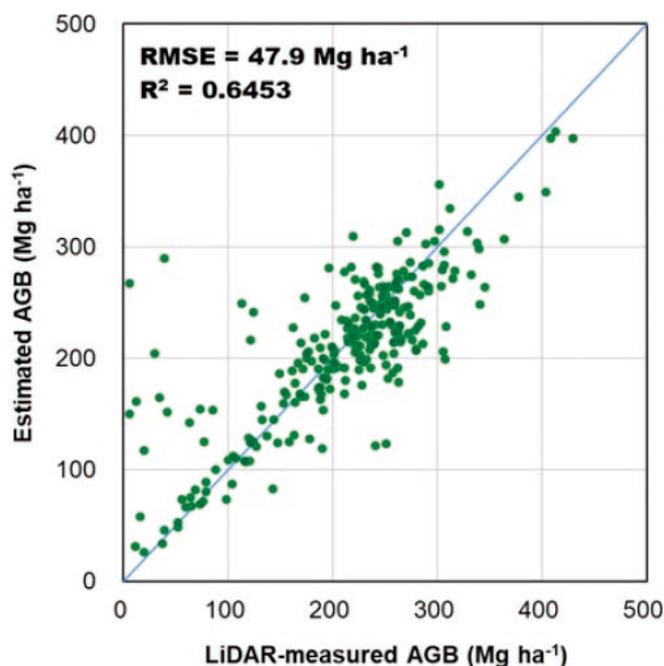


図1.1.2.1.2. MOLIアルゴリズムでライダー波形から推定したAGBと航空機レーザー測量で推定したAGBの比較

◆1.1.2.1.3. ハケ岳観測における宇宙LiDAR波形との比較実験

本章では研究のメインの目的である、LiDARからバイオマスの推定式を確立するための実験を行う (図1.1.2.1.3.-1の赤い四角の部分)。

方法としては、下図 (図1.1.2.1.3.-2) のように衛星がLiDARによって取得したfull waveと、その地点のバイオマスを比較する。

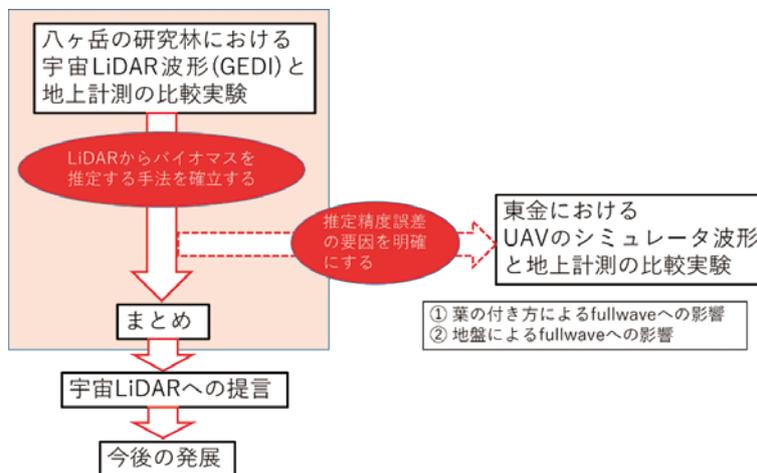


図1.1.2.1.3.-1. 研究概要

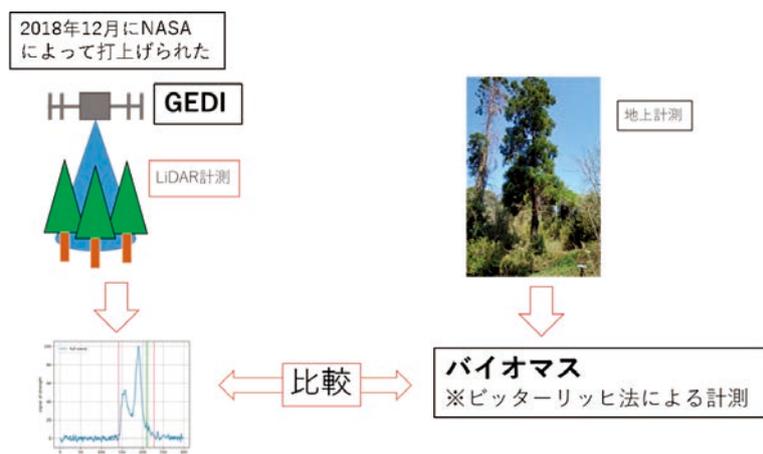


図1.1.2.1.3.-2. 実験説明図

◆1.1.2.1.4. 宇宙衛星LiDAR「GEDI」について

国際宇宙ステーション（ISS）に搭載するため2018年12月に打上げられた。GEDIのLiDARの役割は、気候と土地利用の変化が生態系の構造とダイナミクス（動作、平衡状態に影響を与える力）に及ぼす影響を調べることにあり、これで地球のカーボン・サイクルと生物多様性の定量化と解明に大きく役立てることを目的としている。

GEDI装置は測地クラスの光検出および測距（LiDAR）レーザーシステムで、8つのレーザー観測の並列トラックを生成する3つのレーザーで構成されている。またLiDARのレーザー光は、1 ns（15cm）間隔で時間の関数として記録され、各レーザーは242回 per 秒を発射し、3D構造が測定される表面上の25mのスポット（フットプリント）を照らす。各足跡はトラックに沿って60mで分かれて、8つのトラックの間のおよそ600mの横断距離を保つ。GEDIは24ヶ月のミッション期間で約100億の地表観測を行う予定をしている。

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究所、名古屋大学宇宙地球環境研究所、東北大学大気海洋変動観測研究センター、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3年度の成果]

◆1.2.1. アフリカコンゴ盆地における植生生長と地表温度の間に成立した正の相関関係

(鈴木遼太郎 [RS-M2]・樋口篤志)

植生生長は様々な環境要因に影響を受け、特に不足要因に強く影響を受ける。乾燥地域では水が大きく影響を与えることが報告されているが、乾燥地域においても一部地域では降雨が多い雨季にその影響が小さくなること、熱帯雨林でも降雨の少ない乾季に水が不足要因になることも報告されており、植生生長に対する水の影響の大きさは季節によって大きく変化する可能性がある。本研究ではアフリカ中西部において水環境の変動が植生変動にどのような影響を与えているか、それらがどのようなメカニズムで起こっているかを明らかにする。そのため、複数の衛星観測データを用いて季節変動や年変動、地域差に着目して解析を行った。

半乾燥帯のサヘル域では葉面積指数 (LAI) と先行降雨指数 (API) との間に強い正の相関、LAIと地表温度 (LST) との間には強い負の相関が年間を通して見られた。サヘル域では年間を通して水環境変動が植生緑化に強い影響を与えることが明らかになった。一方、サヘル域南部に広がるサバンナや赤道域では雨季の初期はサヘル域と同様の相関が見られるものの、相関係数に季節変化が見られた。赤道域やサバンナ域では一部期間でLAIとLSTとの間に強い正の相関が見られた (図1.2.1-1)。温暖な熱帯域においてLAIとLST間に強い正の相関が確認された研究は無いため、本研究では正の相関が確認されたコンゴ盆地に着目して解析を行った。

コンゴ盆地では雨季にLAI、LSTが高く、乾季に低いことが明らかになった (図1.2.1-2)。雨季でも日中は比較的晴れるコンゴ盆地では雨季のほうが植生生長に最適な環境にあり、雨季の方がLAIが高くなっている。また、乾季にはコンゴ盆地の南北に広がるサバンナ域で焼畑が行われており、燃焼によって放出された大量のエアロゾルが日射を遮ることによって乾季中にLSTが低くなっている。乾季のAOD (aerosol optical depth) は最大0.91と非常に高い値となっており、LAIとLSTとの間に成立した正の相関係数はエアロゾルによる日射の変化が植生生長に影響を及ぼしている可能性を示している。今後の研究で現地観測データと衛星データのデータ検証を含めたエアロゾルの植生生長に対する影響の調査が求められる。

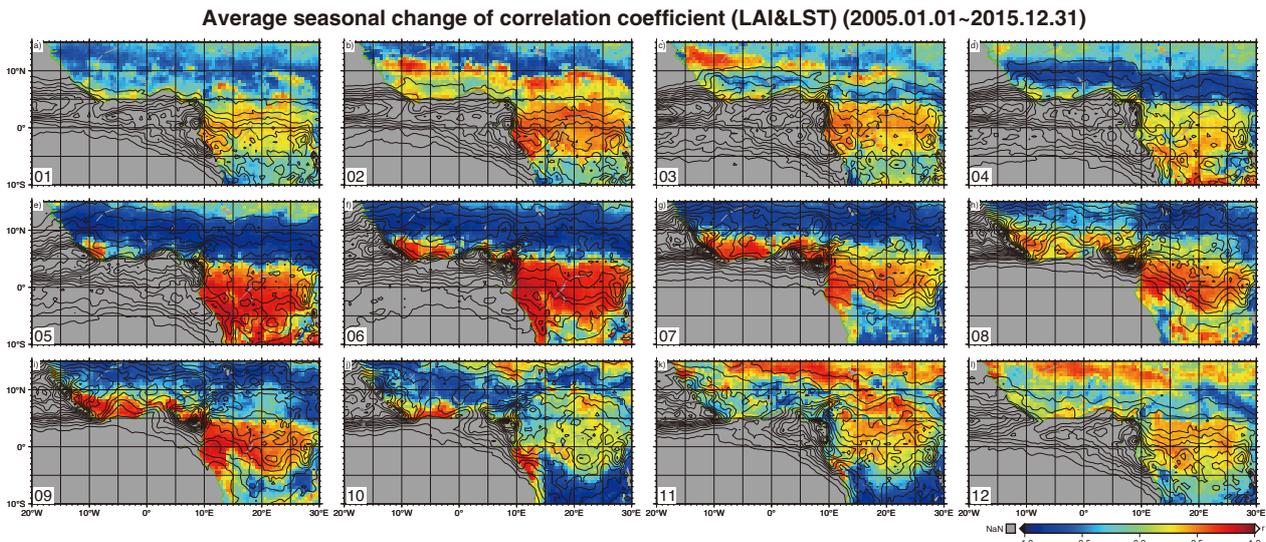


図1.2.1-1. LAIとLST間の相関係数の平均季節変化。コンター線は降水量 (mm/d) を示す。

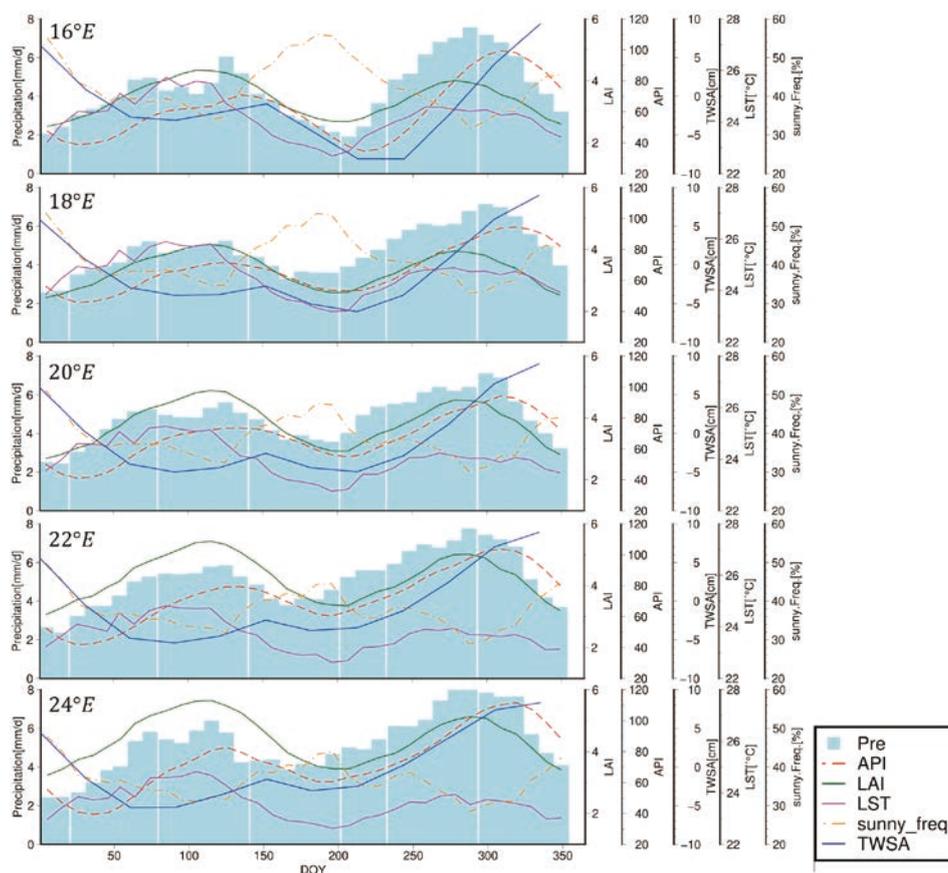


図1.2.1-2. コンゴ盆地内における各パラメータの季節変化

◆1.2.2. 様々な観測データセットを用いた陸域炭素循環の統合解析
(市井和仁・田口琢斗 [RS-M2]・山貫緋称 [RS-M2])

本グループでは、衛星観測データを含む様々な観測データセット、数値モデルなどを活用して、大気-陸域の温室効果ガス吸収・排出量を推定することを試みている。我々は、設定した課題に対して、地上観測・衛星観測・数値モデリングなどの様々な手法のうち最適なものを選定して研究を進めている。本年度の報告として、土壌呼吸の広域推定・地球システム統合モデルを利用した熱帯雨林の炭素収支予測の不確実性の理解、の2点について報告する。

[土壌呼吸の広域推定 (山貫・市井)]

大気-陸域生態系間のCO₂等のフラックスの広域推定には、AsiaFluxなどの観測ネットワークが充実したこともあり、機械学習を用いた経験的な手法が広く利用されるようになってきた。土壌呼吸については、統一的な観測手法の確立の難しさなどから、データベース化は進められているものの、統一化されたデータセットは入手が難しく、広域推定においても様々な不確実性が残っていた。

本研究では、国立環境研究所のグループによる統一された観測手法・データ処理手法によるアジア域のチャンパー連続観測ネットワーク(図1.2.2-1)を利用することにより、まずは、日本域の土壌呼吸量の広域推定を行った。観測ネットワークとして8地点のサイトデータを用い、MODISデータを中心とする衛星観測データセット、気温・地温・土壌水分量といった陸面データセットを入力として機械学習法の一つであるランダムフォレスト法を用いて土壌呼吸の広域推定を試みた。さらに、既存の各種推定結果について、経験的な手法から数値モデルによる手法までの幅広いデータを収集して比較した。

これらの推定によれば、8日単位の土壌呼吸量については、 $R^2=0.72$ など妥当な推定ができた。また、年間値については、 $R^2=0.34$ 程度と改善の余地が多く残っている(図1.2.2-2)。一方、土壌呼吸量と光合成量は相互にある程度の相関があると予想されるが、土壌呼吸量と大気-陸面CO₂フラックスを同時測定しているサイトにおいては、光合成量と土壌呼吸量の位相が異なり、機械学習による土壌呼吸の推定では、土壌呼吸の観測値に近い推定となっていた。本モデルを日本域に展開し、2006-2018年の土壌呼吸量の空間分布を推定した(図1.2.2-3)。

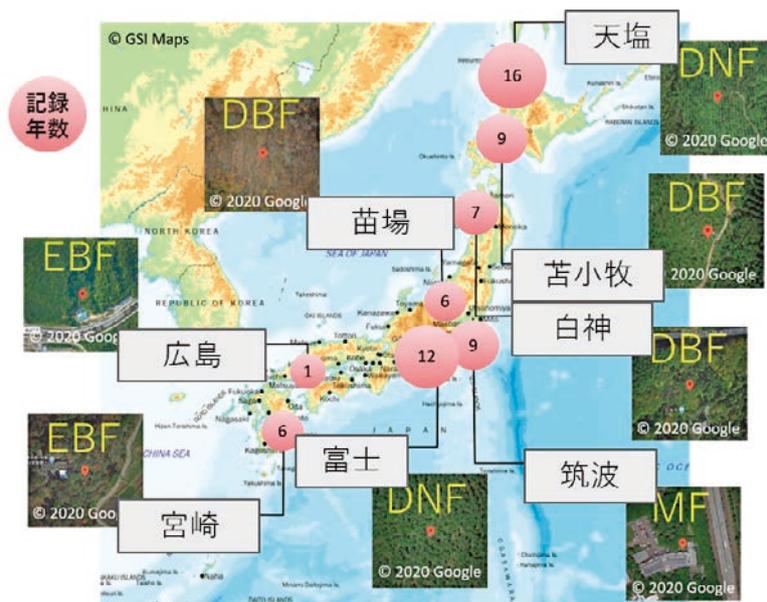


図1.2.2.-1. 本解析で用いた土壌呼吸観測ネットワークの分布。円内は観測年数を示す。

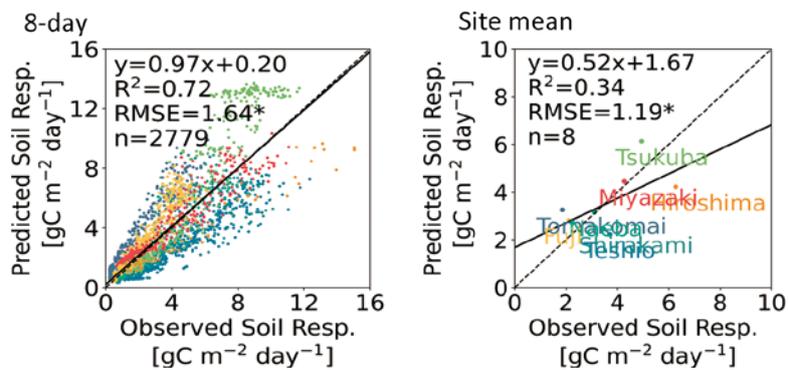


図1.2.2.-2. 本研究で構築したモデルによる土壌呼吸量の推定結果。8日単位、サイト平均値の両面で了解した。

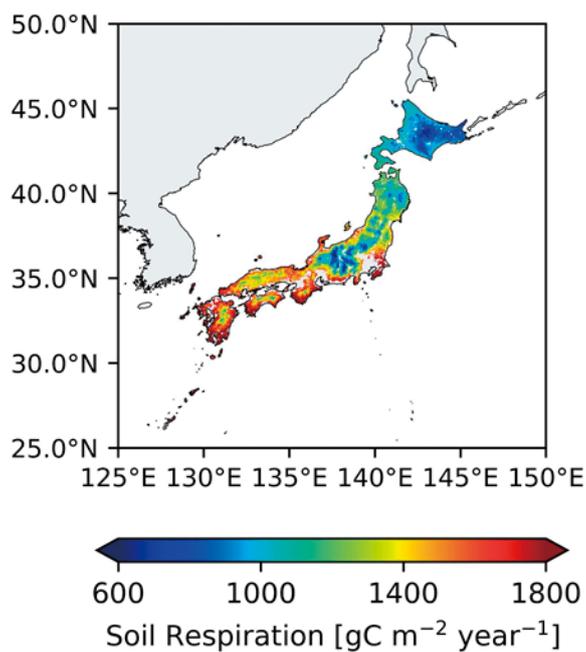


図1.2.2.-3. 本研究で推定した土壌呼吸量の空間分布。2006-2018年の年平均値。

[地球システム統合モデルと種々の観測データを用いた熱帯雨林の変動 (田口・市井)]

陸域炭素循環を考える上で赤道直下地域に広がる熱帯雨林は、そのCO₂収支において現在そして将来予測においても最も不確実な地域である。これはトップダウン手法・ボトムアップ手法によるCO₂収支の緯度分布に関してからも熱帯地域の不確実性が残っている。世界の陸域面積の12%を占める熱帯林は、およそ世界の森林面積の44%を占めており、熱帯林は陸域全体の炭素貯蔵量の1/4、純一次生産の1/3を占めるとされる。1990年以降、熱帯雨林では観測タワーを用いた微気象学的方法(渦相関法)により観測したCO₂フラックスのデータから、GPPや純生態系CO₂交換量(NEE: Net Ecosystem Exchange)を連続的に記録することで研究が行われてきた。熱帯林全体のGPPは年間41 PgC year⁻¹とも報告され、この数値は全球陸域生態系の34%を占める。このように熱帯雨林は大気CO₂を吸収する重要な役割を果たすが、その吸収排出のプロセスや大きさ、現地観測の困難さおよび観測タワーの不足などにより、その予測は未だに不確実性が高いとされている。

今年度は、アマゾン熱帯雨林の光合成量に着目して、MIROC-ESMシリーズを含むCMIP-6、CMIP-5に含まれる地球システムモデルと、オフラインの陸域モデルの比較プロジェクトであるTRENDY version 6、機械学習による広域推定結果などのデータセットを用いて解析を行った。各ESMについて光合成量の季節変動の再現性を評価し、光合成量の季節変動を引き起こす要因について解析を行い、CMIP-5とCMIP-6の間の違いや将来予測におけるモデル間のばらつきの評価を行った。

CMIP5/6モデルそれぞれの傾向を総合的に評価するために、対象地域アマゾン域を含む南アメリカ大陸赤道直下において、全モデルの平均から算出した年間GPPとリファレンスデータの1つであるFLUXCOM-RSとの差分を図示した(図1.2.2-4)。MODIS土地被覆分類データにおける常緑広葉樹で選択した熱帯雨林では、CMIP-5モデルの年間GPP空間分布は対象地域中央部でFLUXCOM-RSよりも高く、周辺地域では低い値を示した。特に北東部、南西部一帯ではおよそ-900gC m² year⁻¹過小評価された。対象地域中心でFLUXCOM-RSよりも高く、周辺部で低いこの傾向はCMIP-6モデルでも同様に確認される。

1982-2005年を対象としたFLUXCOM-MET、FLUXCOM-RS (Jung et al. 2020)、MTE (Jung et al. 2011)、そしてTRENDY10モデル (Sitch et al. 2015) の4つのリファレンスデータからはそれぞれ6~9gC m² day⁻¹の差異が認められるものの、年間を通して顕著な季節変動は確認されなかった(図1.2.2-5)。特にFLUXCOM観測データを元に作成された3つのリファレンスデータは日平均GPPの値と年間変動のパターンにおいては高い一致を示した。CMIP5/6モデルは年間を通しておよそ6~9gC m² day⁻¹とリファレンスデータと近い値を示すものの、±1σで図示される各モデル間の推定差はCMIP-5モデルで年間を通して大きく、また7月から11月にかけてそのばらつきが広がっている。CMIP6モデルはCMIP-5モデルよりも年間を通してばらつきが小さく、推定値はTRENDYを含む参照データに近い。参照データであるCRU TS Version 4.04では1月から5月で約200mm month⁻¹を超え、8月から9月にかけて約130mm month⁻¹で最低となり、再度上昇する顕著な雨季/乾季パターンが現れる。この雨季/乾季パターンはCMIP5/6モデルでも同様に確認されるが、両者の月間降水量は1~9月までリファレンスデータより低かった。CMIP-5モデルは乾季においてモデル間の推定差がCMIP-6モデルよりも顕著かつ、5月から12月にかけてCMIP-6モデルよりも降水量が少なかった。

対象地域で雨季に当たる1~4月のGPP月別日値を平均して、この値と各月の差分から雨季/乾季のGPP変化に着目する(図1.2.2-5)。1982-2005年のHistorical recordから算出されるCMIP5/6モデルでは、4月に降に始まるGPP低下が8月から10月において底を打つ乾季GPP低下が確認された。最も低下する9月では、CMIP5/6モデル平均でそれぞれ-2gC m² day⁻¹と-1gC m² day⁻¹であり、CMIP-5モデルの方が乾季でGPPが低下する。この乾季GPP低下は±1σを見るとCMIP-5モデルにおいてより顕著である。2071-2100年のFuture climateにおいてその乾季GPPの落ち込み程度はより顕著に進行する。各モデルにおける推定のばらつきも増大し最も低下する9~10月においてCMIP5/6モデル平均ではそれぞれ-3gC m² day⁻¹と-2gC m² day⁻¹であり、Historical recordと同様にCMIP-5モデルでさらに低下する。

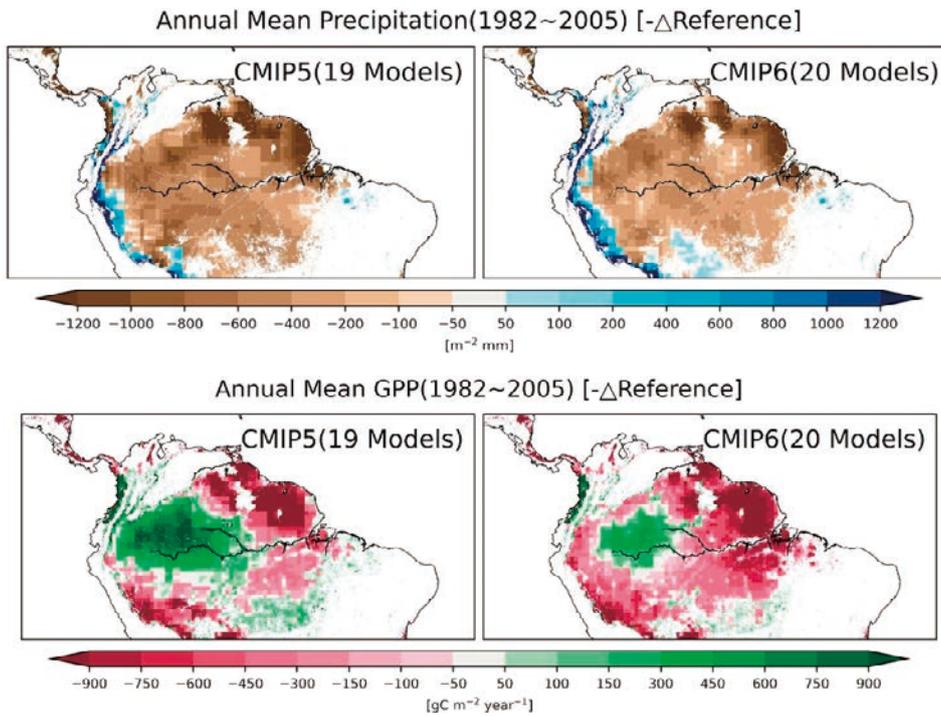


図1.2.2.-4. アマゾン熱帯雨林地域における年降水量と年間GPP量の再現性の比較。参照データ (CRU TS4.05データ(降水量)、FLUXCOM-RS (GPP))からの差で図示した。

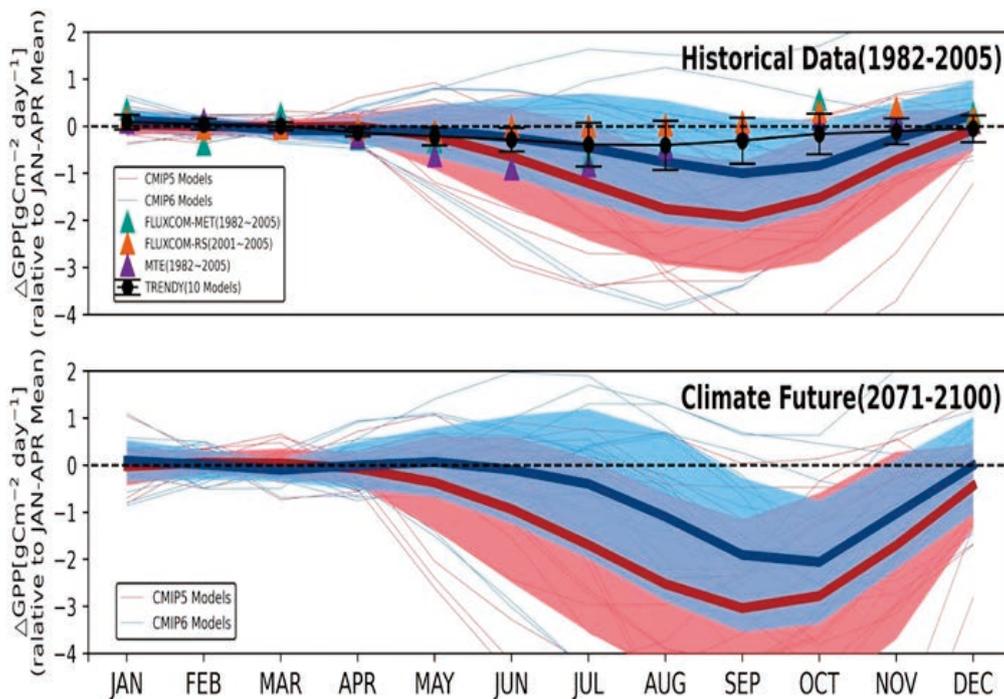


図1.2.2.-5. 1982-2005年(上), 2071-2100年(下)におけるGPPの月別変動。CMIP-5, CMIP-6モデル、TRENDYモデル(オフライン陸域モデル)、参照データ(FLUXCOMデータ(GPP))の平均値・標準偏差・個別モデルの値について記載。

◆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・Alessandro Damiani・齊藤輝 [RS-M2]・海塚収英 [RS-M1]・亀井敬介 [RS-M1]・藤井雪乃 [Sc-B4])

[A-SKY国際地上リモートセンシング観測網]

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、新たな国際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、運用している。このアイデアは、これまで実施してきたMAX-DOAS (multi-axis differential optical absorption spectroscopy) 法とスカイラジオメータの同時観測から生まれた。このユニークな同時観測が実現しているA-SKY国際観測網のサイト数は、昨年度は5地点だったが、ソウルと仙台のサイトが新たに加わり、7地点まで拡張された (図1.2.3-1)。



図1.2.3-1. A-SKY国際地上リモートセンシング観測網のサイト。

[首都圏におけるCOVID-19が及ぼす対流圏微量ガス・光吸収エアロゾルの時空間変動への特異な影響]

首都圏における二酸化窒素 (NO₂)、ホルムアルデヒド (HCHO)、オゾン (O₃)、光吸収エアロゾルの時空間変動を調査した。そのために、千葉サイトでのMAX-DOAS観測に加え、衛星観測 (OMI、TROPOMI)、その場観測、再解析データ、および、ボックスモデルシミュレーションを組み合わせた。本研究では主に2013-2020年を対象にし、COVID-19が流行した2020年に特に焦点を当てた。2020年1年間ではNO₂濃度は約10%減少し、緊急事態宣言下では40%を超える減少を示した地域もあった。光吸収エアロゾルも2020年に減少したが、HCHOとO₃の変化は小さかった。さらに、2020年の都市部では、NO₂、HCHO、光吸収性エアロゾルのweekly cycleの振幅が顕著に大きくなった。この変化は、近年稀であり、他国と違って異常なほど減少した日本の週末のmobility (人流) と同期していることが分かった。これは、日本では厳しい法的規制がなされなかったにもかかわらず、パンデミックの拡大を抑えるための自主規制が強く働き、一般的な習慣が変化した結果、独特の大気質の変化を生じさせたと解釈された。

[PM_{2.5}やBCの質量濃度とスカイラジオメータ/MAX-DOASの同時観測から得られた光学特性との関係]

PM_{2.5}やブラックカーボン (BC) に代表されるエアロゾル粒子は地球の放射収支の見積りに多大な不確実性をもたらしている。全球観測が可能な人工衛星から地表付近のPM_{2.5}やBCの質量濃度を推定する試みがなされているが、依然としてチャレンジングな課題である。その検証と高精度化のために、PM_{2.5}やBCの質量濃度と光学特性の関係を明確化させることがカギを握っている。このような背景のもと、我々は地上リモートセンシングであるスカイラジオメータとMAX-DOASの同時観測を行い、fAOD (高度1 km圏内における微小粒子のエアロゾル光学的深さ) とfAAOD (高度1 km圏内における微小粒子の光吸収性エアロゾル光学的深さ) を導出した。その結果、日本の都市近郊である千葉において、それぞれがPM_{2.5}とBCの質量濃度と直線的な正の関係を

持つことを明らかにした。本研究ではさらに、千葉の観測データと西日本の遠隔サイトである福江の追加観測データを比較し、これら関係の地域特性について議論することでさらなる評価を行った。2地点で同等の観測が行われた2019年から2020年までの2年間で解析を行った。すると、福江においてもfAODとPM_{2.5}濃度、fAAODとBC濃度に直線的な正の関係が確認された(図1.2.3-2)。fAODとPM_{2.5}濃度の関係について千葉と福江で比較すると、傾き(fAOD/PM_{2.5})が千葉と極めて近いことが示された。この結果は2地点間でエアロゾルの化学組成が異なる可能性はあるものの、質量あたりの消散係数に差はないことを示唆している。またfAAODとBC濃度については、傾き(fAAOD/BC)が福江で1.6倍大きかった。これは福江のBCがレンズ効果により質量あたりの吸収係数が増加したことを示しており、BCの発生源の距離の違いを表していることが推察される。本研究ではさらなる応用として、スカイラジオメータとMAX-DOASを組み合わせることで、衛星観測(例えばGOSAT-2)と地上観測のあいだのPM_{2.5}やBCデータの不一致の原因究明が容易になることも議論した。

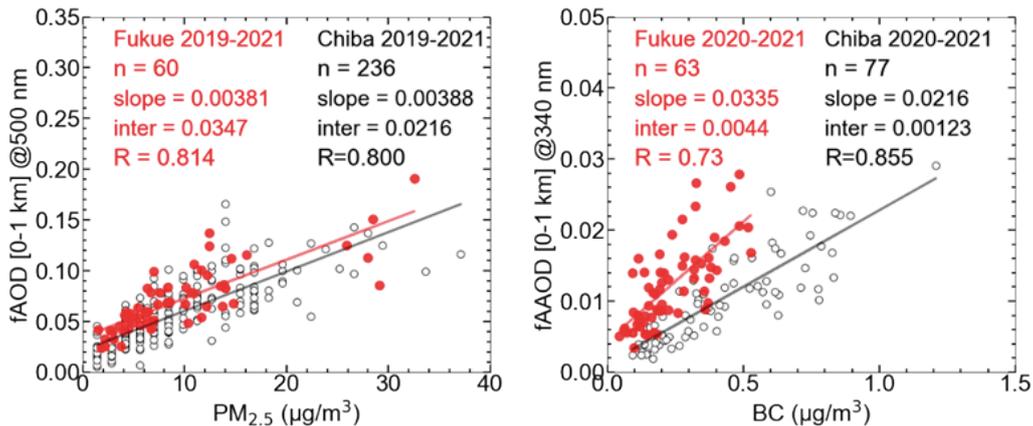


図1.2.3-2. 千葉と福江における(左) fAODとPM_{2.5}濃度の関係、および、(右) fAAODとBC濃度の関係。

[4方位角MAX-DOASを利用したTROPOMI対流圏NO₂カラム濃度データの検証と補正]

大気汚染物質であると同時に気候変動を左右する重要な微量気体であるNO₂の人工衛星観測には、データの精度に課題が残っている。著しい過小評価が報告されている最新の衛星搭載センサTROPOMIの2019年におけるNO₂データについて、独自の地上観測システム(4方位角MAX-DOAS)を用いた異なる4方位角での同時観測を行い、詳細な比較を実施した。すると、TROPOMIデータが年平均で48%過小評価していることが分かった(図1.2.3-3)。NO₂濃度の鉛直分布に着目し、TROPOMIアベレーシングカーネルを利用した補正法を考案したところ、過小評価の改善が見られ(図1.2.3-3)、衛星観測で仮定するNO₂の鉛直分布の不適切さが過小評価の主な原因の1つであることが判明した。

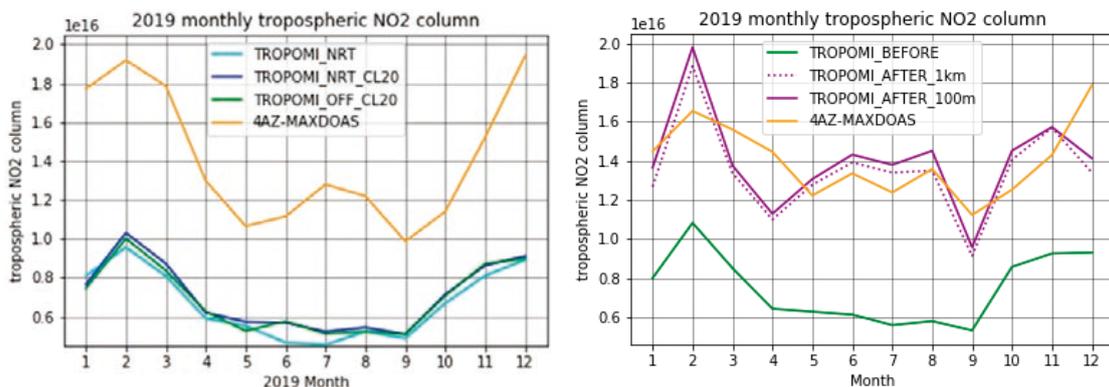


図1.2.3-3. (左) 対流圏NO₂カラム濃度の比較結果。横軸が日付、縦軸が対流圏NO₂カラム濃度(molecules/cm²)。TROPOMIの対流圏NO₂カラム濃度の3種類のデータセットが水色・青・緑で示されている。また、4方位角MAX-DOASによる対流圏NO₂カラム濃度の平均値が黄色で示されている。(右) 4方位角MAX-DOASのNO₂鉛直分布データを利用したTROPOMI対流圏NO₂カラム濃度データの補正結果(2019年、月別)。横軸が2019年の月、縦軸がTROPOMI対流圏NO₂カラム濃度(molecules/cm²)。補正前のTROPOMIデータが緑で、補正後のTROPOMIデータが紫で(破線は4方位角MAX-DOASの100mプロファイルを使用、実線は1kmプロファイルを使用)、4方位角MAXDOASデータが黄色で示されている。

[地上と衛星リモートセンシングを複合利用した雷起源窒素酸化物の検出方法の検討]

近年、気候変動や大気汚染への懸念が高まっている。短寿命気候強制因子のひとつである窒素酸化物 (NO_x) は、そのものが大気汚染物質であるとともに、オゾンなどの光化学オキシダントの前駆体となり、地球温暖化や人体・農作物などにも影響を及ぼす。このような重要性を持つNO_xの中上部対流圏における支配的な放出源は雷由来のNO_x (Lightning NO_x ; LNO_x) である。LNO_xの大気への放出量は全NO_x放出量のおよそ10%にも及ぶと推定されている。しかしながら、LNO_xの評価のための観測データは限られている。この問題を克服するために、本研究では地上リモートセンシング観測MAX-DOASと衛星観測TROPOMIを複合利用したLNO_xの検出方法を2021年7月26日から8月8日にかけて行われた千葉集中観測キャンペーンに着目して検討した。両観測の対流圏NO₂カラム濃度データを解析したところ、7月31日と8月7日では対流圏NO₂カラム濃度が比較的低く、下部対流圏でも人為起源からの放出の影響を強く受けていないことが分かった (図1.2.3-4)。また、両日ともTROPOMIの対流圏NO₂カラム濃度がMAX-DOASよりも大きい傾向があった (図1.2.3-4)。これは、MAX-DOASによる観測は中上部対流圏への感度が低いため、中上部対流圏でNO₂の増大が起きたことを反映していると考えられた。このことを確かめるために雷監視システム (LIDEN) のデータと後方流跡線解析を用いて検証を行った。7月31日は、高度12、13kmの空気塊が観測の24-30時間前に雷が発生した場所を通過しており、8月7日は、高度14kmの空気塊が観測の1時間前に雷が発生している場所を通過していたことが分かった。このことから、同定された中上部対流圏のNO₂濃度の増大は、LNO_xの影響を受けている可能性があることが分かった。

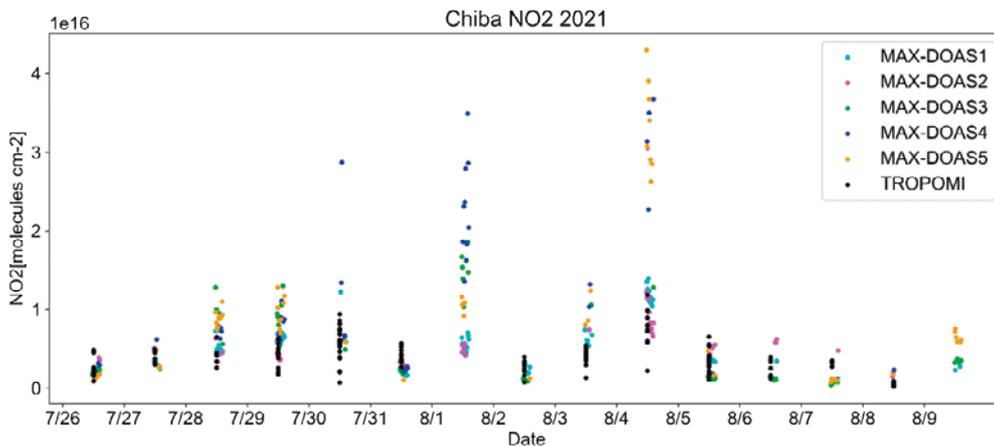


図1.2.3-4. 千葉集中観測キャンペーン2021期間中のMAX-DOASとTROPOMIの対流圏NO₂カラム濃度の比較。

[線状降水帯の予測精度向上に向けた大気境界層の水蒸気観測の精度評価]

線状降水帯の主な発生要因の一つに、高度500m以下の地上付近における大量の水蒸気が流入することが指摘されている。この予測向上にはモデルの精度向上が必要であり、地上付近の水蒸気濃度の観測値が有用であるが、このような水蒸気の定常観測は限られている。そのような背景のもと、本研究では、大気境界層中の鉛直分布を観測できるMAX-DOASの水蒸気データの精度評価を行った。まず、従来の水蒸気観測と比較するために、MAX-DOASで観測された鉛直カラム量から可降水量を算出し、他観測機器で観測された可降水量との比較を行った。2020年福江島における、MAX-DOASの可降水量とGPS可降水量の分布を調べ、相関係数は0.89と高いことが分かった。加えて、2020年10-12月において、MAX-DOASと同地点に設置されたマイクロ波放射計で観測された可降水量とも比較を行った。さらに、地上の湿度計で観測された相対湿度との比較も行った。MAX-DOASで観測された高度500mにおける体積混合比と飽和水蒸気圧の比をとることによって、MAX-DOASの観測に基づいて高度500mにおける相対湿度を算出した。MAX-DOASが設置されている4地点 (千葉、つくば、春日、福江) において、地上アメダス (千葉、つくば、福岡、福江) で観測された相対湿度との比較を行った。その結果の一例として、2020年つくばにおける相対湿度の比較を図1.2.3-5に示す。両者の相関係数は0.88と高く、4地点の中で最大値を示したことが分かった。

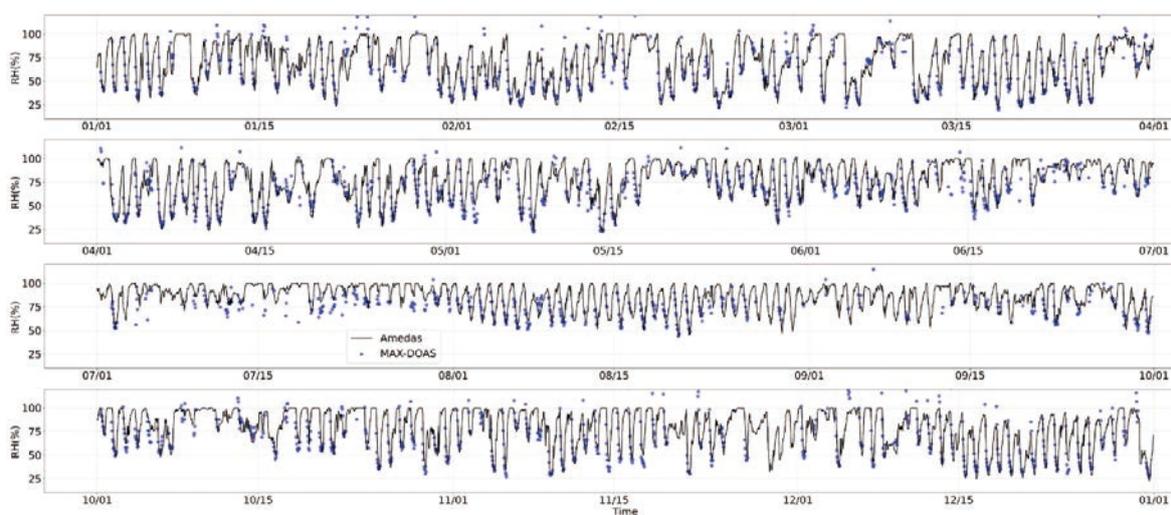


図1.2.3-5. 2020年つくばにおけるMAX-DOAS観測から算出した大気境界層中の相対湿度（青）と地表で測定されたアメダスの相対湿度（黒）の時系列プロット。

[大気リモートセンシング・地上観測網・大気環境モデリングの融合研究]

地上のNO₂濃度は地上観測網から把握されているが、地上よりも上層、特に大気境界層内のNO₂汚染状況の理解は今まで限定的であった。本研究では千葉県内の地上観測網、千葉大学設置の多軸差分吸収分光法（MAX-DOAS法）による上層（0～1 km）のNO₂計測、さらにキロメートルスケール（1.3km）の空間解像度を有する大気環境モデリングから、首都圏の地上・上層のNO₂汚染状況を解明することに迫った。研究対象は2015年秋季の集中観測期間（2015年11月9～23日；千葉キャンペーン2015）とした。モデルはキャンペーン期間中の地上・上層のNO₂濃度の空間分布や時間変化だけでなく、夜間に高く、日中に低くなる日内変動もおよそ捉えることができていた。期間中に観測された高濃度NO₂は、夜間に高くなるケースと日中に濃度低下せず高濃度となるケースの2つの場合があった。いずれも風が停滞した気象場が要因として考えられたが、後者については、曇天下で境界層高度が低いことも影響していた。日平均したモデル結果をもとに、地上・上層のNO₂濃度の対応関係を見てみると、両者は強い相関関係をもっており、清浄日（地上観測値で5 ppbv前後）や汚染日（同15ppbv前後）を問わず、上層NO₂濃度は地上NO₂濃度の0.4～0.5倍に相当することが示された。時刻別同様の解析を行うと、その対応値は日中に高く、夜間に低いことが示された。地上観測網とMAX-DOAS法、大気環境モデリングを連携した本研究を通じて、首都圏の地上・上層のNO₂汚染の対応関係が明らかとなった。

◆1.2.4. 衛星データを用いた対流圏および成層圏の大気分子の動態研究 (齋藤尚子)

Terra/Measurement of Pollution in the Troposphere (MOPITT) の衛星データとNonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model-based Transport Model (NICAM-TM) のモデル計算データを用いて、大気汚染物質であり大気化学において重要な役割を果たす一酸化炭素 (CO) の濃度分布および大気中の放出・消失、輸送過程を調べた。

両者を比較したところ、地表付近では人為起源のCO排出が支配的な北半球の中緯度帯でモデルデータが衛星データよりも低濃度となっていたことから、NICAM-TMモデルに与えられているEDGAR (v4.3.2) のCOエミッションが広範囲で過小評価であった可能性が示唆された。一方、上空 (250hPa) では、全球の広い範囲でモデルデータが衛星データよりも低濃度となっていることがわかった。特に両極の中緯度帯の春季にモデルが大きな過小評価を示しており、さらに衛星データに見られた春季の濃度ピークがモデルデータには見られなかった。このことから、COエミッションの過小評価に加えて、モデルでは化学反応による消失過程や輸送過程も含めて上空のCO濃度の再現が依然として難しいことが明らかになった。

次に、バイオマス燃焼の頻発地域など特徴的な領域に着目して、MOPITTとNICAM-TMのCOデータのさらに詳細な比較を行った。バイオマス燃焼起源の排出が多いインドネシアでは、ほぼすべての解析期間で両者は比較的良い一致を示していたものの、2006年および2015年の9月については、モデルデータが衛星データより高い濃度を示していた (図1.2.4-1)。この時期はインドネシアで特に激しい火災が見られており、NICAM-TMに与えられているGFED (v4.1s) エミッションが、泥炭火災が頻発するインドネシアにおいて過大評価であった可能性が考えられる。

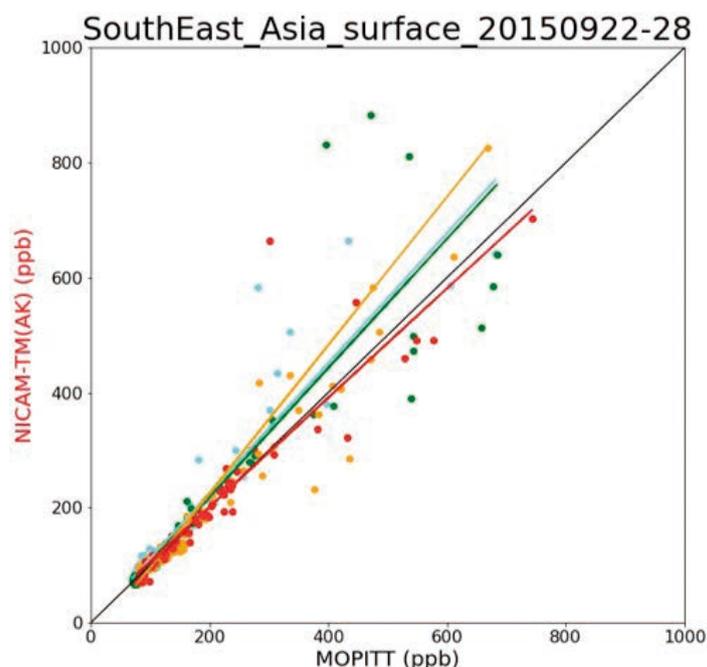


図1.2.4-1. 2015年9月のインドネシア周辺（東経90–120°、南緯10°–北緯20°）の地表面におけるNICAM-TM（縦軸）とMOPITT（横軸）のCOデータの7日間平均値（水色は7月1–7日、緑色は8–14日、橙色は15–21日、赤色は22–28日を示す）。

温室効果ガス観測技術衛星GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）TANSO（Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation）-FTSのVersion 1 CO₂プロダクト [Saitoh et al., 2016] のバイプロダクトのオゾンデータに着目し、TANSO-FTSが中上部対流圏および成層圏のオゾン濃度の特徴を捉えられているかについて評価した。2010/2011年の冬春季の大規模な北極オゾン減少に注目し、TANSO-FTSのオゾンデータが2010/2011年の北極オゾン減少の特徴を捉えられているかを確認するため、ERA5の「ERA5 hourly data on pressure levels from 1979 to present」プロダクトを用いて、等温面上のTANSO-FTSのオゾンデータの時系列を調べた。図1.2.4-2に緯度70-80° N、525 K面におけるTANSO-FTSのオゾンデータ（丸）とERA5の気温データ（コンター）の2010年12月から2011年3月までの経度・時間断面図を示す。図から、1月後半からTANSO-FTSの観測地点における太陽天頂角SZAが96°以下となる領域（sunlit領域）で、他領域によりオゾン濃度が減少しており、2月に入りTANSO-FTSの観測地点に日が当たり始めると広い範囲で低濃度のオゾンが観測されていることがわかる。これらの一連の解析と、極渦内外でのACE（Atmospheric Chemistry Experiment）-FTSとの比較解析から、TANSO-FTSのTIRバンドによるオゾン観測データが2010/2011年の北極オゾン減少の詳細な科学的解析に利用可能であることを例証することができた。

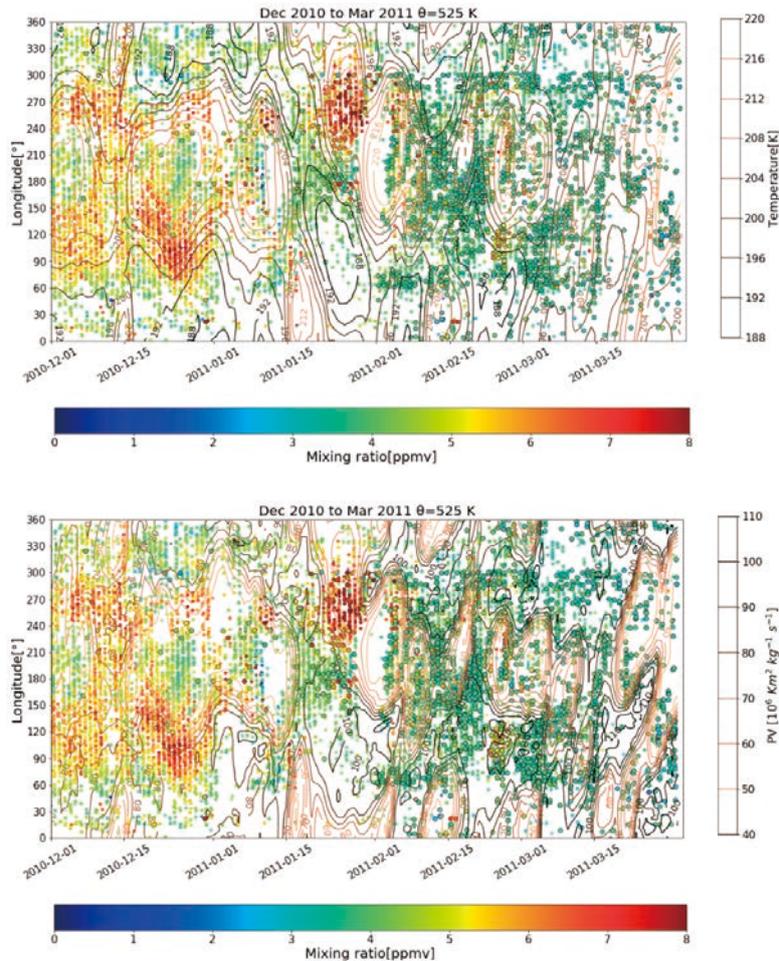


図1.2.4-2. 2010年12月から2011年3月、緯度70-80° N、温位525KにおけるTANSO-FTSのオゾン濃度の経度・時間断面。等値線はERA5の気温を表しており、緯度10°で日ごとに平均している。枠付きのプロットは $\text{SZA} \leq 96^\circ$ の観測を示す。

◆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げる事に他ならない。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2021年度の研究から、3件の成果を報告する。

[データ同化による洪水予測の高度化]

洪水予測への活用が期待される水文モデルの一つである、降雨流出氾濫 (Rainfall-Runoff-Inundation; RRI) モデルにデータ同化を適用し、河川の水位・流量等予測の高度化を進めた。これまでデータ同化を水文モデルに適用した既往研究はあるが、状態量の限定的な推定や、手法・計算量などの課題が残っている。本研究では、アンサンブルカルマンフィルタ (EnKF) を使用して、水位予測への効果や、状態量推定の精度改善が見込まれる共分散緩和や局所化の手法についても実験を行った。

まずEnKFによってRRIモデルの状態を更新可能か、そして各手法のパラメータを探索した。調査の結果RRIモデルは他励系であり、誤差が発展しづらいため、初期値のわずかな違いは出力にほとんど影響しないことが分かった。そのため、適切なアンサンブルスプレッドを保つために、降雨データに摂動を付与する方法が適していることが分かった。共分散緩和では、RTPS (Relaxation to Prior Spread) よりもRTPP (Relaxation to

Prior Perturbation) 手法の方が効果的であり、精度の改善が見られた。同様に局所化を適用することでも精度の改善がみられたが、局所化の手法（距離に基づく方法、状態変数の相関に基づく方法）による精度の優位差は見られなかった（図1.2.5.-1）。上記の降雨の摂動、共分散膨張、局所化の手法、そして適切なパラメータにより、予測水位の誤差を最大1m以上改善するシステム構築が出来ていることを示した（図1.2.5.-2）。今後は、引き続き国土交通省や河川整備局との連携を進め、具体的な社会実装に向けて研究開発を進める方針である。

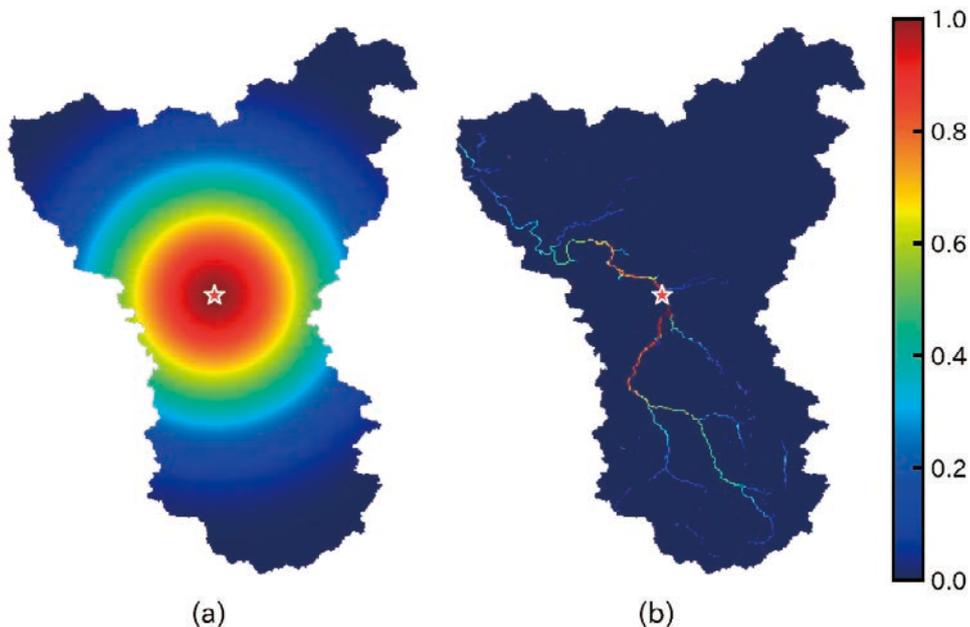


図1.2.5.-1. 秋田県雄物川流域の大曲観測所に対する局所化係数の分布の例。(a)は距離に基づく局所化関数設定例、(b)は本研究で実施した状態変数の自己相関に基づく方法。星印は大曲観測所の位置。投稿準備中の論文、Fujimura, Kotsuki et al. (2022) から引用。

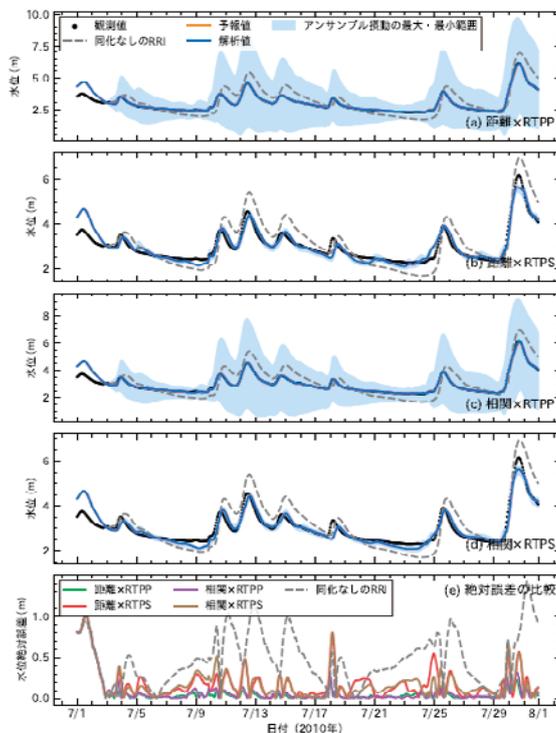


図1.2.5.-2. データ同化の手法の組合せによる、予報値と観測値の水位の比較。(a) - (d)は局所化と共分散緩和の手法の組合せ、(e)は各組合せの予報値と観測値の絶対誤差の比較を示す。投稿準備中の論文、Fujimura, Kotsuki et al. (2022) から引用。

[密な観測を同化するためのHybrid背景誤差共分散構築手法の開発]

数値気象予測によく用いられる局所変換アンサンブルカルマンフィルタ (LETKF) の高度化手法に取り組んだ (以下、ハイブリッドデータ同化手法)。この手法は予測アンサンブル摂動 (予測項) に、気候的摂動 (気候項) を追加することでハイブリッド背景誤差共分散を考慮する手法である (Kretschmer et al. 2015)。また、一般にLETKFで行われる観測誤差分散の膨張に基づく局所化ではなく、新たに観測空間のアンサンブル摂動を減衰させる局所化手法を導入し、この減衰局所化により予測項と気候項に異なる局所化スケールを適用可能であることを示した。全球大気モデルSPEEDYを用いた実験の結果、このハイブリッド背景誤差共分散により、特に観測が疎な地域で改善傾向がみられることが示された。またコントロール実験としたLETKFと比較し、気温予測精度が大きく改善していることが示された (図1.2.5.-3)。更にLETKFにおいて、局所的な観測数とアンサンブル数に応じて異なる固有値分解を行う新しい解法を導入し、大アンサンブル実験においてLETKFの計算量を大きく削減可能であることを示した。以上の成果をまとめて、米国気象学会・Monthly Weather Review誌に論文発表した。

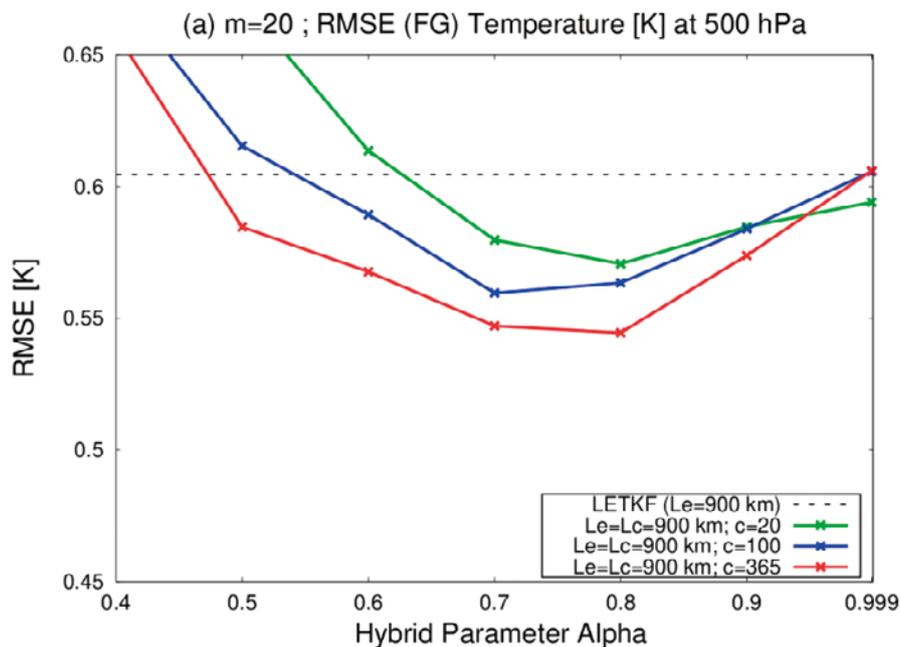


図1.2.5.-3. SPEEDY-LETKFを用いて行ったモデル第4層の気温予測RMSE。点線はアンサンブル数20のLETKF実験であり、緑線・青線・赤線はそれぞれ、気候項数を20, 100, 365としたときのHybrid LETKF実験を、ハイブリッドパラメータ α の関数として示している。Kotsuki and Bishop (2022) のFigure 7から引用。

[スパースセンサ位置最適化手法の高度化]

「観測の価値」を高める手法として、流体解析分野で発展してきたセンサ位置最適化手法のスパースセンサ位置最適化の高度化に取り組んだ。スパースセンサ位置最適化は、より少ない観測点で全体の場を推定することに着目し、過去のデータから最適なセンサ位置を決定し、場の再構成を実現可能にする (Manohar et al. 2019)。これは、事前に最適な観測位置の推定が可能ということ意味する。これまで気象分野での前例はなく、センサ位置最適化を大気力学系に適用するための手法を開発した。センサ位置最適化には、従来使用されている主要な空間パターンだけでなく、その空間パターンの割合 (特異値) を考慮に入れる手法や局所化を実施した。また、場の復元方法にデータ同化や局所化を適用し、良好な結果を得た (図1.2.5.-4)。またこのスパースセンサ位置最適化をアンサンブル予測に適用する手法についても取り組み、SPEEDYへの実装を終えている。次年度以降に、大気モデルSPEEDYによる数値実験などを更に進め、論文化を図る方針である。

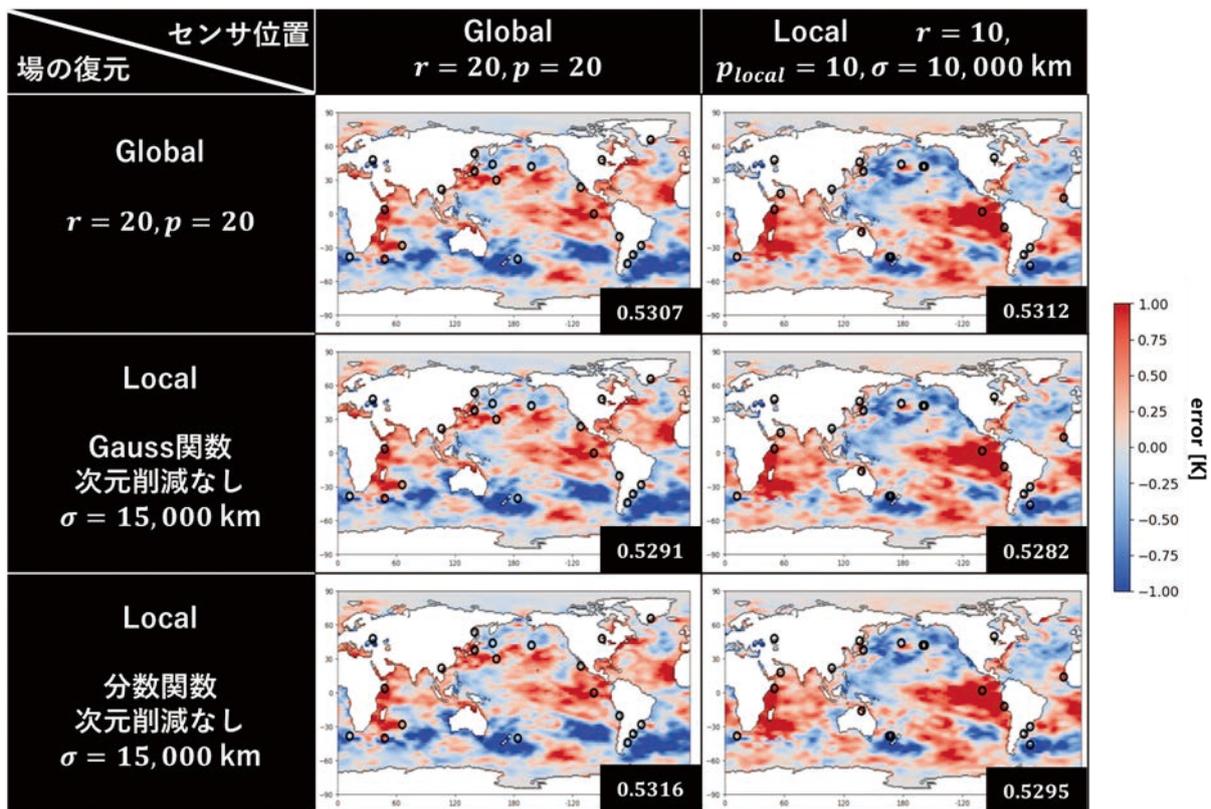


図1.2.5.-4. 局所化を使用したセンサ位置決定と場の復元の結果例。全球計算時と局所化を行った時の誤差分布(2018年1月)とRMSE(2018年1月-2019年12月)の比較。場の復元では、データ数が少ない場合に局所化が有効であり、さらに局所化を行って最適化したセンサを用いることで精度向上が見られた。最終的に、場の復元・センサ位置の決定の双方で、Gauss関数による局所化を行った場合に最も高い精度推定が得られた。投稿準備中の論文、Kotsuki et al. (2022) から引用。

◆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・入江仁士・齋藤尚子・小槻峻司・楊偉・竹中栄晶・山本雄平)

[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3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。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3年度は人の異動も無く、継続的な活動を推進したが、折に触れ、より効率の良い共同研究のあり方、競争的資金による研究とVL支援とのバランスについて検討を行った。

◆1.2.6.1. 静止気象衛星データおよび他の衛星データ収集・処理・公開
(樋口・青木 [データ支援室]・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-0 Degree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い期間の観測データを網羅している。

Griddedプロダクトは過去分及び準リアルタイム処理両方について、両Version (V01: V20151105, V02: 20190123) で処理を行い公開している。加えて、これまでの静止気象衛星データのアーカイブの状況・特徴・問題点等について、日本リモートセンシング学会誌に解説記事として投稿、掲載された (樋口ほか (2021) : 日本リモートセンシング学会誌, 41(4), 487-492.)。

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4年3月末現在)

静止気象衛星収集・処理状況



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

◆1.2.6.2. VLにおけるSKYNETの活動報告

(入江仁士・Alessandro Damiani・桃井裕広 [RS-D3]・Al Mashroor Fatmi [RS-D3]・蔡穎 [RS-D2]・Al Mashroor Fatmi [RS-D1]・戴亜杰 [RS-D1]・吴悠 [RS-D1]・小林大祥 [RS-M2]・西脇郁弥 [RS-M2]・大野健 [RS-M1])

[東アジアにおける気候変動が越境大気汚染エアロゾルに与える影響の観測的解析]

気候変動は気象場を変化させるため、東アジアの越境大気汚染の経路に影響を及ぼすと考えられる。本研究では、こういった気候変動のシグナルを観測データから検出する新しい方法を提案するために、エアロゾルをトレーサーとして用い、エアロゾルの最も強い発生源の一つである中国の風下における越境大気汚染の経路が気候変動によって変動するかを調べた。中国の風下で、かつ外洋上という、人為的なローカルな大気汚染の影響が最小のユニークな地域に着目した。中分解能撮像分光放射計 (MODIS) レベル2大気エアロゾルプロダクト (MOD04_L2, MYD04_L2) において、Dark Target (DT) およびDeep Blue (DB) アルゴリズムで得られたエアロゾル光学的厚さ (AOD) データ (550nm) の2003-2020/2021年にわたる長期変化を解析した。また、雲によるデータ欠損の影響を軽減するために、MERRA-2再解析データのAODデータ (550nm) についても検

討した。両データについて、緯度経度格子ごとにトレンド解析とHovmöller diagram解析を行った。すると、中国大陸と日本では近年、AODが減少傾向にあることが分かった（図1.2.6.2.-1、図1.2.6.2.-2）。中国の下流域に注目すると、アジアモンスーンの影響で、中国沿岸からその東北の方角にかけて海洋上のAODが高かったことが分かった。国境を越えた大気汚染の影響が、海洋上で顕在化していると考えられる。排出量の経年変化を考慮するために、新たに、中国沿岸（東経120–125度付近）の値に対するAOD（海洋）の比率である R_{AOD} を計算した。計算は、2003–2020年において年ごとにMODISとMERRA-2データを用いて行われた。海塩AODの寄与（約0.05）はバックグラウンド値として除去した。予想通り、MODISの結果は、MERRA-2の結果と類似していることが分かった。 R_{AOD} は、中国の海岸線から海上に離れるにつれて小さくなっていることが分かった（図1.2.6.2.-3）。この観測データから算出した R_{AOD} が気候モデルで再現できるか調べることは興味深い。この R_{AOD} の経度に対する変化を指数関数でフィッティングしたところ、有意な傾きの長期的な変動は検出されなかった。このことは、これよりも短い時間スケールの変動も重要であることを示唆している。また、同様に計算された R_{AOD} は、ダストや火山のイベントを考慮すると、ローカルな大気汚染の影響が強い都市域（東京、大阪など）では越境汚染と局所汚染の合計である可能性が高いことも分かった。

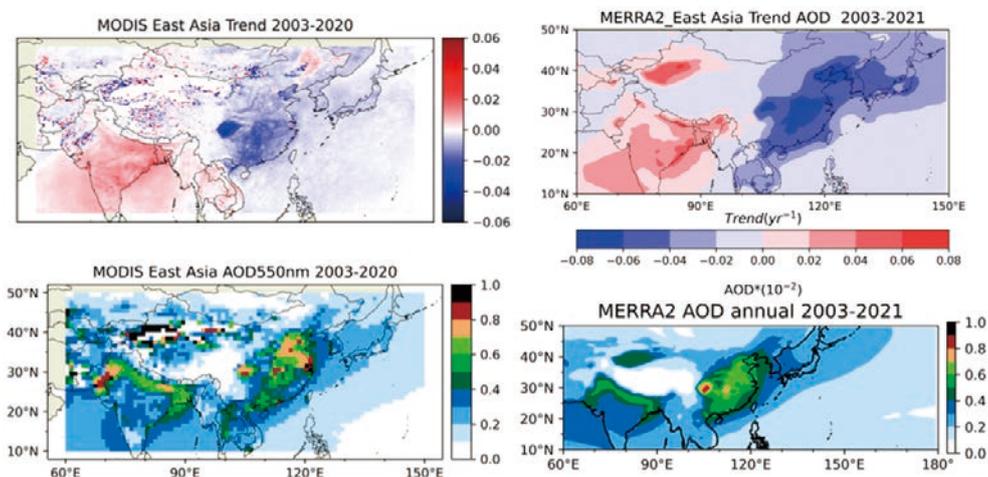


図1.2.6.2.-1. (左) MODISと(右) MERRA-2のAODの2003年から2020年(2021年)までの(上)年間増加量と(下)平均値。

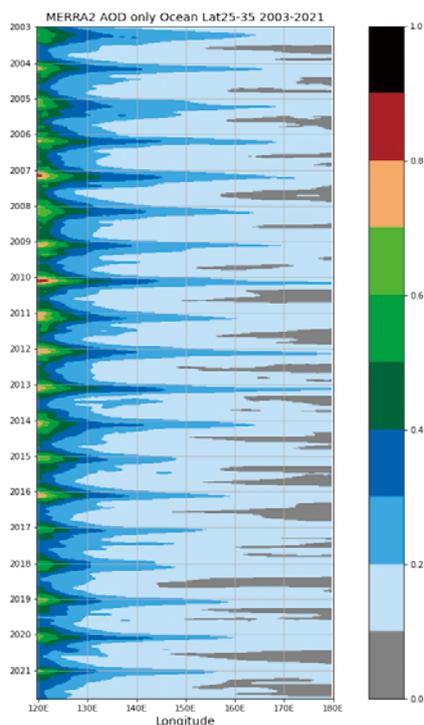


図1.2.6.2.-2. 2003年から2021年までの北緯20–40度におけるAODの経度時間分布(Hovmöller diagram)。

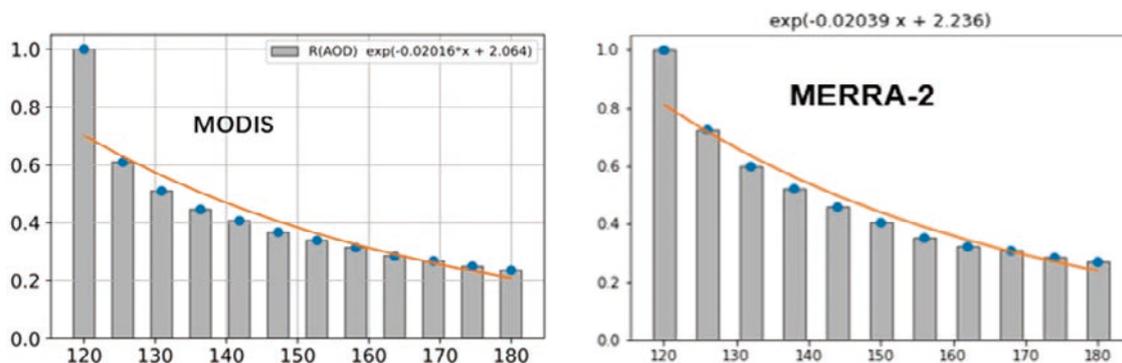


図1.2.6.2-3. 2003–2021年の緯度帯（北緯20–40度）における R_{AOD} の経度依存性。（左）MODISと（右）MERRA-2のデータが示されている。指数関数によるフィッティングカーブが赤で示されている。

〔再解析エアロゾルデータの精度検証に基づくインドシナ半島の光散乱／吸収AODの時空間変動の定量評価〕

エアロゾルは太陽の直接光を吸収または散乱することによる直接効果だけでなく、雲の凝結核または氷晶核として作用して雲特性を変化させる間接効果によっても地球の気候変動に影響を与える。さらに、光を散乱／吸収することによって大気質を悪化させるだけではなく、健康にも悪影響を及ぼす。バイオマスバーニング（BB）はエアロゾルの重要な発生源の一つである。しかしながら、BBから発生するエアロゾルの光学特性の理解は不十分である。大規模なBBが発生する世界有数の地域の一つにインドシナ半島（Indochina peninsula; ICP）が挙げられる。ICPでは乾季の10–5月にBBが活発となる。さらに、ICP中央に位置するタイ・ピマイでは東アジアから人為起源エアロゾルの輸送が確認されており（鶴田ら，2008，2009）、BBの影響と相まって複雑となっている。したがって、ICPにおけるエアロゾルの定量的理解は挑戦的であるが、エアロゾルの包括的な理解のために必要不可欠である。本研究では時空間的に均質な再解析エアロゾルデータのModern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version2（MERRA-2）を活用し、BBと人為起源エアロゾルの影響を受けるICPのAOD・光吸収と散乱AODの時空間変動を定量的に解明することを目標とする。

本研究で使用した再解析エアロゾルデータはNASAのMERRA-2である。初めに、SKYNETピマイサイト（15.184° N, 102.564° E）に設置されている地上観測機器からのデータで精度検証を行った。使用したデータは、スカイラジオメータのAODと光吸収AOD（AAOD）、Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy（MAX-DOAS）の地上付近（0–1 km）のエアロゾルの消散係数（Aerosol Extinction Coefficient; AEC）である。期間はスカイラジオメーターとMAX-DOASで、それぞれ2009–2019年と2014–2019年の9–15時の1時間平均値で、MERRA-2のデータも観測に合わせて同様の期間と時間を使用した（ただしMERRA-2 AECは3時間毎のデータ）。なお、AODとAAOD、AECはMERRA-2の波長に合わせて、AODとAAODは550nm、AECは532nmに波長変換をしたデータを用いた。時空間変動の解析は、精度検証の結果を考慮して解析を行った。その際、MERRA-2のAODと5種類のエアロゾルAOD（BCとOC、ダスト、海塩、硫酸塩で、それらの和が全AOD）を用いた。

ピマイにおける精度検証では、地上観測とMERRA-2の3つの光学パラメータ（AODとAAOD, AEC）の間に正の相関が得られた（ $R=0.86, 0.76, 0.69$ ）。しかしながら、乾季のMERRA-2は過小評価しており、AODとAAOD、AECでそれぞれ-18%と-43%、-68%であった。BBが活発な乾季では、MERRA-2の全AODに対する光吸収性エアロゾルの割合が高いため、地上付近の光吸収性エアロゾル（OCやBC）が過小の原因である可能性がある。これらの精度検証の結果はBBの影響を受ける地域における再解析エアロゾルデータの再現性向上に役立つことが期待される。

次に、MERRA-2の過小評価と考えられる乾季では、①OC AODが過小、②OCとBC AODが同程度過小の2パターンでMERRA-2 AODの補正をピマイで行った。そして、MERRA-2 AAODにも同様の補正を施し、観測値との一致度を表す統計的指標を用いた評価を行った。その結果、②の補正によってAAODのバイアスが減少し、MERRA-2 AAODの過小評価が-43%から-26%へ低減した。ピマイにおける②の補正をICPに適用させると、ピマイ周辺地域以外にもバンコクなどで過小評価が改善された。一方で改善されなかった地域も存在し、それらはMERRA-2のモデルの人起源エミッションあるいはダストが要因である可能性がある。

検証されたMERRA-2 AODデータに基づき、ICPのAODに影響を与える要因を解析した。AODの季節変動は、主にOC AODと硫酸塩AODによってもたらされた（図1.2.6.2-4）。OC AODは1月から3月のBBの活動的な期間に卓越し、硫酸塩AODは年間を通じて比較的高い値で推移した（～25%以上）。特に、北東ICP（NEIC）の硫酸塩AODは10月に全AODの74%に達し、中国南部（SC）からの硫酸塩輸送の影響を強く受けていること

が明らかとなった。NEICと南ICP（SIC）でAODの減少トレンドが見られ（それぞれ-4.4%と-3.0% year⁻¹）、これはSCとNEICにおける二酸化硫黄の減少のトレンドと対応していた（表1.2.6.2-5）。以上のMERRA-2を使用した時空間変動解析によって、BBの活動期にはOC AODが支配的であると同時に、中国における人為起源エアロゾルの変化はICPの大気状態に大きく寄与していることが示された。

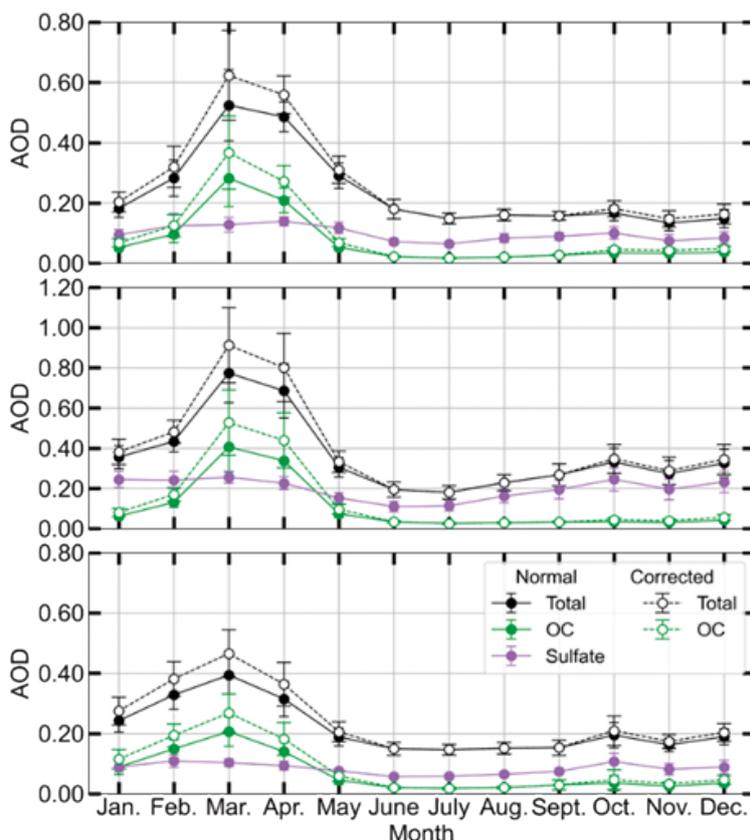


図1.2.6.2-4. (上段) 北西、(中段) 北東、(下段) 南インドシナ半島のAODの季節変動。

表1.2.6.2-5. MERRA-2 AOD, Sulfate AOD, MODIS AOD, and REAS SO₂の各地域トレンド [% year⁻¹]

Region	MERRA-2		MODIS	REAS
	AOD	Sulfate AOD	AOD	SO ₂
SC	-3.10 (-0.0160)	-3.01 (-0.0121)	-5.88 (-0.0253)	-6.00 (-17.70)
NWIC	-2.53 (-0.0042)	-3.38 (-0.0034)	-0.45 (-0.0007)	-0.11 (-0.03)
NEIC	-4.40 (-0.0146)	-5.05 (-0.0124)	-7.27 (-0.0253)	-5.17 (-6.63)
SIC	-3.00 (-0.0058)	-4.48 (-0.0048)	-2.72 (-0.0066)	2.29 (0.87)

[10年間のSKYNET観測データ解析とk-meansクラスタリングにより明らかになった日本のエアロゾル特性]

大気中のエアロゾルは多岐にわたる発生源・複雑な形成過程・化学組成を持つため、その光学的・微物理特性は時空間変動が大きく、要因ごとの放射強制力の見積もりに最大の不確実性をもたらしている。とりわけ日本は、世界有数の深刻な大気汚染発生源である中国の風下に位置するなど、エアロゾル特性が複雑であるが、その観測的知見は限定的である。そこで本研究では、日本の14地点に設置されているスカイラジオメータによる観測データに初めてk-means法を適用して、エアロゾル特性に応じてクラスタリングを行うことにより4種の代表的なエアロゾル特性を求め、観測サイトごとのエアロゾルタイプの季節変動を分析した。パラメータに10%のランダム誤差を加え、前後でのクラスタリング結果の一致率は約82%と分類結果に一定の堅牢性があることを検証した。さらなる検証を行うために、今回得られた分類結果を利用して、クラスタリングに未使用のデータに対するタイプ分類を実施したところ、分類結果はサンプリング機器や気象データによる結果と整合的であることが分かった。また、この手法を利用して、観測データから逐次的にエアロゾルタイプを求められる可能性が示

唆された。これらの検証結果に基づいて、千葉におけるエアロゾルタイプの経年変化の解析を実施したところ、微小粒子の割合が高く光吸収性の少ないクラスタの影響が2010年から2019年の間で減少傾向にあることが分かり、近年の人為起源エアロゾルの減少を裏付けることができた。

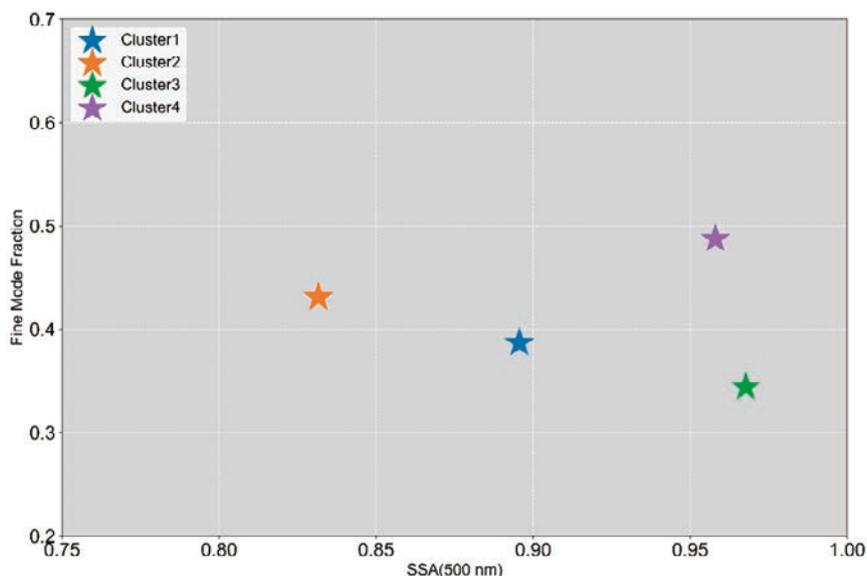


図1.2.6.2-6. エアロゾルタイプごとの微小粒子の割合と500nmにおける単一散乱アルベド。

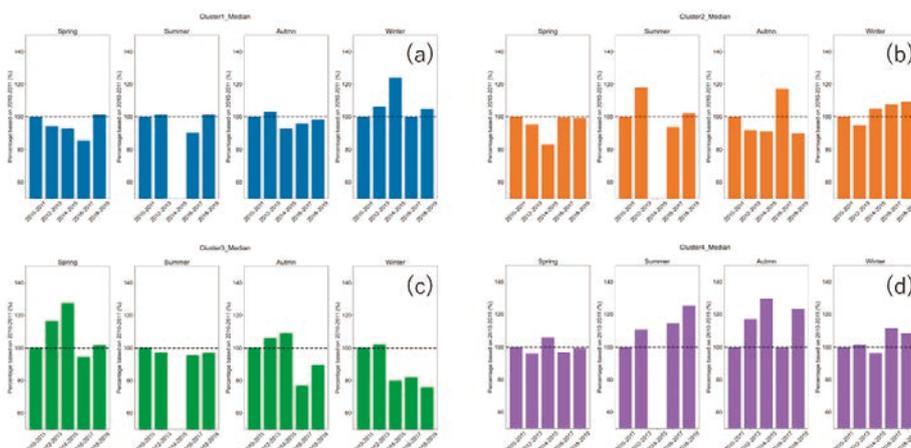


図1.2.6.2-7. 各クラスタのエアロゾル特性と、期間ごとのエアロゾルデータ間のユークリッド距離の経年変化。2010-2011年を基準とした相対的な変動を示している。

[マルチスペクトルカメラによる大気中水蒸気の空間分布の高速観測]

雲の形成・発達過程を本質的に左右する大気中の水蒸気は、その濃度の時空間変動が激しいにもかかわらず、とりわけ大気下層における濃度分布の高速観測はチャレンジングな課題である。本研究では、水蒸気の強い吸収を有す820nm周辺の波長域に着目し、それを含む3波長域のみに感度を持つマルチスペクトルカメラ(MSC)を用いて、大気下層における水蒸気濃度の空間分布の推定時間短縮を試みた。MSCを用いることで、推定時間は従来の約120分から約5分へと大幅に短縮され、現場で観測と並行した解析が可能となった(図1.2.6.2-8)。次に、MSCの観測結果を定量的に評価するために、千葉大学において他の地上リモートセンシング機器(MAX-DOAS装置、HSC)との同時観測を行った。同時刻における仰角2度、8度の水蒸気濃度の相関を調べたところ、 $R=0.92$ 以上の高い相関係数が得られ、仰角の増加に伴う水蒸気濃度の減少をMSCが高精度に捉えていることが分かった(図1.2.6.2-9)。絶対値には有意な差が残ったが、さらなる高確度化のために今後、カメラの波長分解能の向上が重要であることが示唆された。

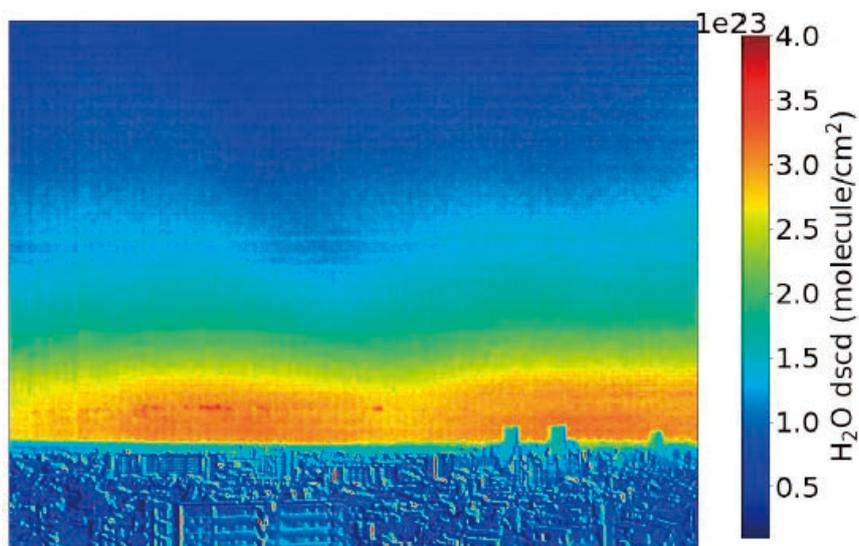


図1.2.6.2-8. MSCの観測で得られた水蒸気の濃度分布画像。MSCの観測により得られた輝度分布画像から水蒸気の差分スラントカラム濃度(molecule/cm²)をピクセルごとに求め、カラーマップ化したものである。

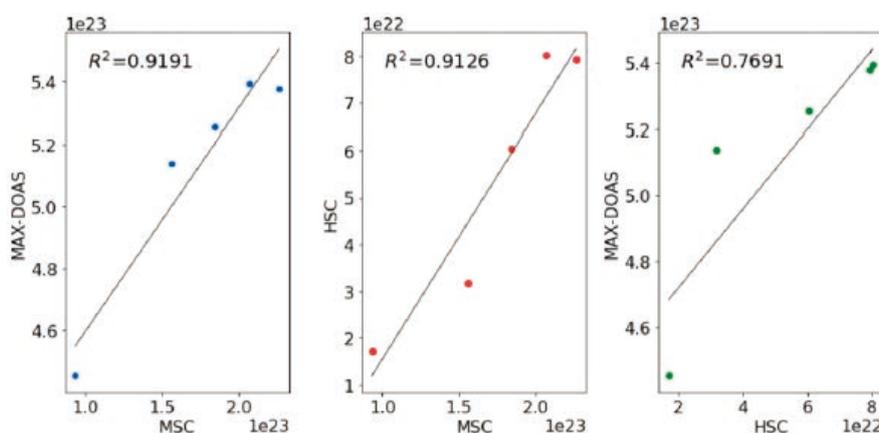


図1.2.6.2-9. 各測器が観測した差分スラントカラム濃度の仰角ごとの相関。MAX-DOASはMAX-DOAS装置を、MSCはマルチスペクトルカメラを、HSCはハイパースペクトルカメラを表す。比較には2021年8月30日の10:30の観測データを用いた。

◆1.2.6.3. 衛星による水田メタン排出の特性評価

(齋藤尚子／新潟県農業総合研究所との共同研究)

温室効果ガス観測技術衛星GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite) や後継機GOSAT-2、Sentinel-5P/TROPOMI (TROPOspheric Monitoring Instrument) 等の衛星データと、新潟県農業総合研究所が提供する新潟県内の水田分布図、土壌図、栽培暦(入水、代掻き、田植え、中干し、落水、収穫)等のデータを用いて、両者の関係から新潟県内及び周辺地域における水田からのメタン排出量の実態を把握できるかどうか調査を行った。

まず、インベントリデータであるEDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) v6.0のMonthly sector-specific grid data (全球、月平均、0.1度×0.1度格子データ)を用いて、新潟県内の水田からのメタン排出の傾向について調査を行った。水田域として、JAXAから公開されている日本域高解像度土地利用土地被覆図【2014～2016年】(バージョン18.03)のデータを用いて、0.1度×0.1度格子内における土地被覆カテゴリーのうち、水田が20%以上のグリッドを「水田グリッド」として選択した。2009～2018年の新潟県の水田域におけるメタン排出総量(TOTAL)と農地からの排出量(AGS)、およびその比率(AGS/TOTAL)を毎月調べたところ、水田域からのメタン排出は、5～8月にかけて農地(AGS)からの排出が8割程度あり、また過去10年間で大きく変化していないことが分かった。また、年間の中でも6月に排出量のピークを迎えており、これは湛水された水田からのメタン放出に起因しているものと考えられる。

次に、TROPOMIのメタンデータを2019年1月～2021年11月の期間で収集し、新潟県のメタン濃度の季節

変動を調査した。データの品質管理として月平均値 $\pm 2\sigma$ 以内のデータを選定し、新潟県内のデータを0.05度格子で月平均処理したところ、積雪や梅雨の時期は観測データが少ないが、概ね4～8月頃にメタン濃度が高くなる傾向が見えた。また、新潟県の月平均メタン濃度から日本全域における各月のメタン濃度平均値を引いた値を確認したところ、5～6月にかけて差分濃度が高く、7月では中越南部あたりでやや低くなる傾向が見られ、これらは水田でのメタン発生と中干しの影響が出ていると思われる。

TROPOMIのメタンデータを用いて、さらに詳細に水田に起因するメタンエミッションの特徴を抽出するために、新潟県水田域について、新潟県全域、日本全域と比べた際のメタン濃度の傾向を調査した。図1.2.6.3.-1に、新潟県全域から日本域のメタン濃度を引いた図、また新潟県の水田域から日本域、または新潟県全域の月平均を引いたメタン濃度の図を示す。新潟県は日本全域に比べ、おおむね夏季でメタン濃度が高い傾向である。また、新潟県の水田域でも、日本全域、または新潟県全域に比べ、メタン濃度が高い傾向である。TROPOMIの観測データ数が他の年よりも多い2021年に着目すると、新潟県の水田域では、新潟県全域と比べ、5～6月で濃度が上がり、7月に下がり、8月に再び上がる傾向がみられる。また図1.2.6.3.-2に、新潟県の水田域と水田域以外での月平均メタン濃度、およびその差分を示す。新潟県水田域と水田域以外のメタン濃度差分を見ても、2021年の5～6月で濃度が上がり、7月に下がり、8月に再び上がる傾向がみられる。特に7月に一度メタン濃度が下がる傾向は、EDGARインベントリデータでは見られない傾向であり、衛星データにより特徴的に捉えられた傾向であると考えられる。

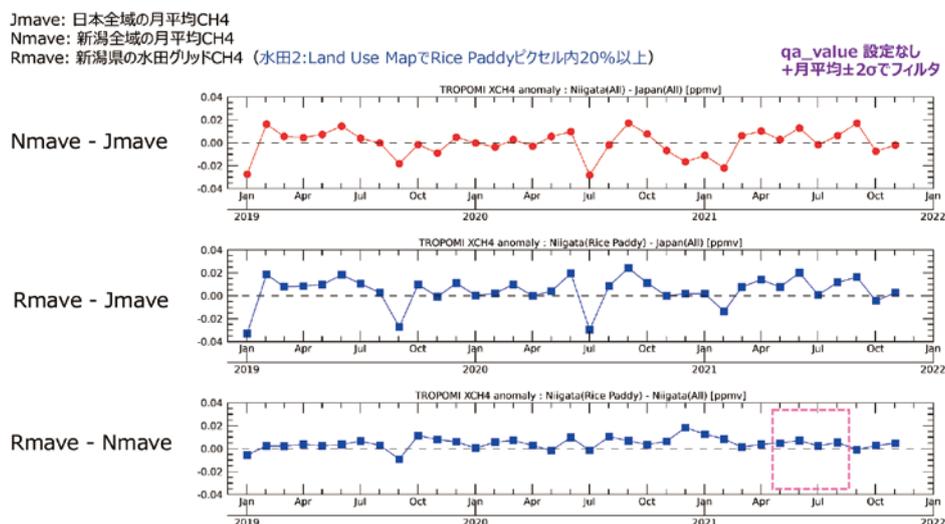


図1.2.6.3.-1. 日本域と新潟県の月平均差分メタン濃度データ（上段）。新潟県水田域と日本域、または新潟県の月平均差分のメタン濃度データ（中、下段）。

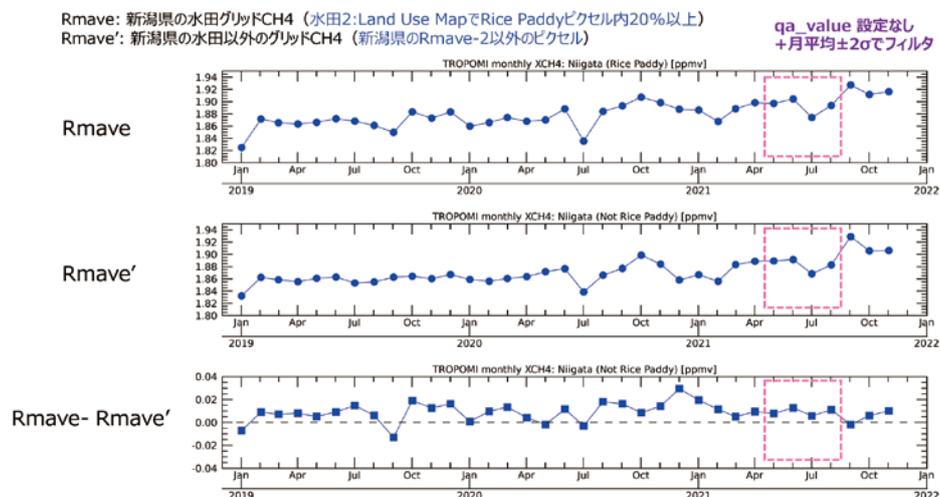


図1.2.6.3.-2. 新潟県の水田域と水田域以外での月平均メタン濃度データ（上、中段）、およびその差分（下段）。

謝辞：本研究は新潟県農業総合研究所および一般財団法人リモート・センシング技術センターとの共同研究であり、新潟県農業総合研究所からの支援を受けて実施しました。

◆1.2.6.4. 静止気象衛星による陸域モニタリングの推進

(山本雄平・Li Wei [RS-M1]・鹿倉結 [Eng-B4]・橋本達希 [Eng-B4]・Zhang Beichen [RS-M1]・楊偉・市井和仁)

本センターではこれまで日・米・中・欧の静止気象衛星データセットをアーカイブしてきており、気象現象のモニタリングを中心にデータ応用も進めてきた(例：1.2.6.1章)。2014年に打ち上げられ2015年に運用が開始されたひまわり8号は、可視・近赤外・短波長赤外域に複数の観測波長帯を持っており、従来の静止衛星に比較して大幅な機能向上を果たし、陸域モニタリングなど、様々な応用が期待されている。特に静止気象衛星では約10分に一度といった高頻度観測性能を持っており、従来陸域観測で広く用いられた極軌道衛星の1日昼夜1回程度という観測性能に比較して昼間で約50倍の観測頻度の増加(例10分毎×8時間)となる。それにより有効な観測データが大幅に増えることにより、地表面の変動がより有効に把握できる。

我々は静止衛星による陸域モニタリングを実現するために、以下のデータフローを構想している(図1.2.6.4-1)。すべての処理は、本センターで公開する精密幾何補正済の緯度経度座標投影されたひまわり8号データセットを起点とする。現状では、地表面反射率、地表面温度、雲マスクなどの基盤データを構築する過程にある。地表面反射率は近い将来、BRDF(双方向反射率分布関数; Bidirectional Reflectance Distribution Factor)補正も行いたい。また、これらの基盤プロダクトを利用した葉面積指数と総一次生産量などの応用プロダクトの構築も進めている。これらのデータセット構築に関しては、アルゴリズムが完成次第、プロダクトを準リアルタイムで構築し、研究コミュニティが利用できる形で公開する予定である。

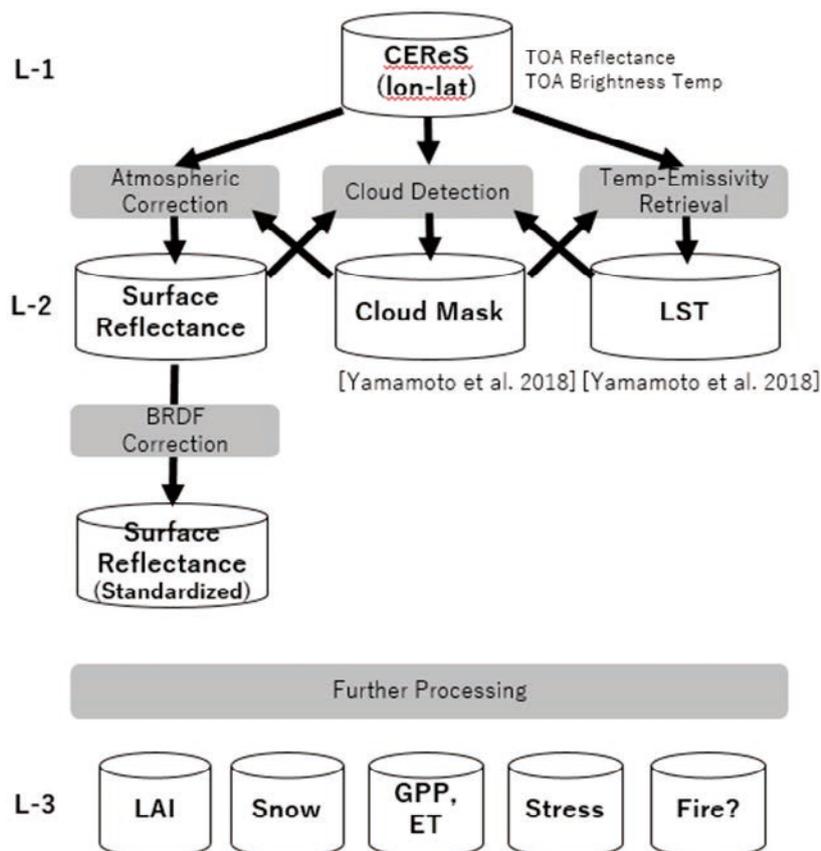


図1.2.6.4-1. 静止衛星データから種々の陸面プロダクトを構築するデータの流れ。

[地表面反射率の推定と検証 (Li Wei, Zhang Beichen・山本・楊・市井)]

地表面反射率の推定に当たっては、コミュニティでも広く用いられている放射伝達コード6Sに基づく大気補正を行っている。また、処理の高速化のために、あらかじめ6Sモデルを用いて種々の設定条件を変化させて、ルックアップテーブルを構築した。ひまわり8号の可視域・近赤外域・短波長赤外域では、大気補正では、レイリー散乱・オゾン・水蒸気・エアロゾルの影響を補正することが重要である。また、太陽とセンサの幾何条件(太陽天頂角、センサ天頂角、太陽とセンサの相対方位角)も大気補正の上では重要な要素である。

本年度は種々の入力データを用いて、ひまわり8号データの大气補正が実行できるようなシステムを組み上げ、その検証に着手した。大気補正の際に必要な大気条件については、他の静止衛星でも同様な処理ができるグローバルデータセットを中心に選定した。ひまわり8号より推定した地表面反射率の検証データセットとして、低緯度域ではTerra衛星、Aqua衛星搭載のMODISセンサ、中緯度域ではTerra衛星搭載のMISRセンサが有効であることが分かり、検証の準備を進めているところである。本システムを用いて計算したひまわり8号の地表面反射率を図1.2.6.4.-2に示す。

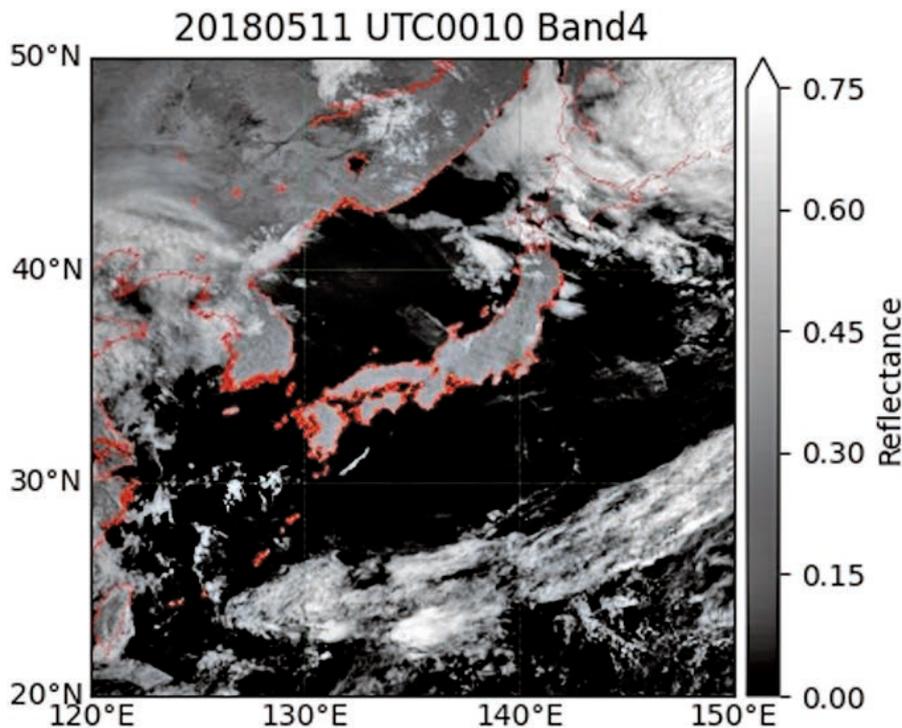


図1.2.6.4.-2. 推定した地表面反射率の一例. ひまわり8号のバンド4(近赤外域; 中心波長 $0.86\mu\text{m}$)の2018年5月11日UTC00:10のデータを利用した。

[地表面温度と雲フラグ (山本)]

地表面温度は、熱赤外バンドの輝度温度観測値と地表面放射率の推定値を入力として、放射伝達コードMODTRAN6から作成された大気補正係数テーブルを用いて推定される。係数テーブルは、地表面放射率、気温・水蒸気・オゾンプロファイル、地表面温度-地表気温関係、センサ天頂角の違いを考慮した、約1,000万パターンひまわり8号熱赤外バンドの観測環境をシミュレートしたデータセットから作成した。推定アルゴリズムは3種の異なる提案手法(SOBアルゴリズム: Sobrino and Raissouni, 2000; WANアルゴリズム: Wan, 2014; YAMアルゴリズム: Yamamoto et al., 2018)を比較し、最も精度が良かったYAMアルゴリズムを採用している(図1.2.6.4.-3)。ひまわり8号データから推定された地表面温度は、主要な観測域であるアジア・オセアニアのフラックス観測ネットワーク(AsiaFluxとOzFlux)に登録されているサイトの長波放射観測から推定した地表面温度を用いて検証を行った。検証結果は6地点の湿潤サイトと6地点の半乾燥サイトでRMSEの平均がそれぞれ約 2.0°C と約 3.0°C であり、他の中分解能センサのプロダクトと遜色ない精度が示されている。半乾燥サイトでRMSEがやや高かった問題に関しては、国際宇宙ステーション搭載の赤外センサECOSTRESSの地表面温度プロダクトを用いたクロスチェックによって、ひまわり8号の地表面温度推定値との良好な一致が得られたことで、本推定システム自体の問題ではない事が確認できている。

地表面温度推定データは、現在v0版として1時間間隔で<ftp://modis.cr.chiba-u.ac.jp/yyamamoto/AHLST/>

v0/に公開されている。データ形式の詳細は同ディレクトリに置かれているAHILST_v0_README.pdfを参照されたい。

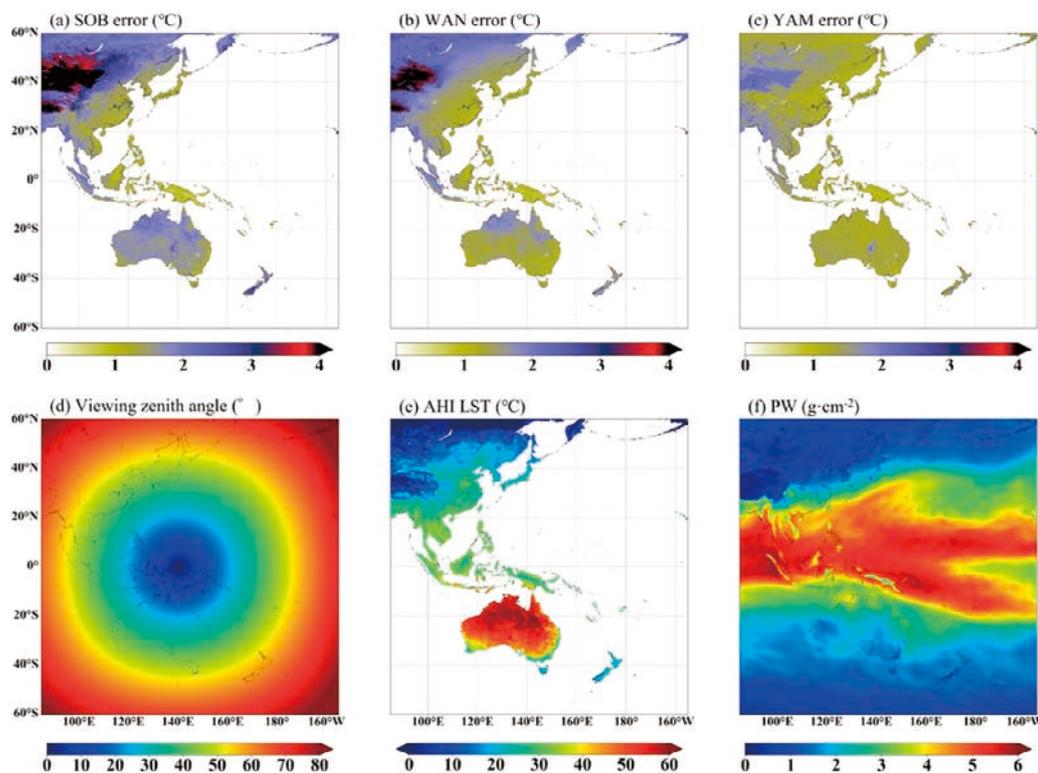


図1.2.6.4-3. 2018年10月の02:30–03:30 UTCに推定された地表面温度の平均推定誤差 (a-c) と、センサ天頂角 (d)、平均地表面温度 (e)、平均可降水量 (f) の空間分布。(a) はSOBアルゴリズム、(b) はWANアルゴリズム、(c) はYAMアルゴリズムの推定誤差分布。推定誤差はセンサ天頂角や地表面温度、可降水量とともに増大する傾向があるが、YAMアルゴリズムはその傾向が最も弱く、1°C程度の安定した誤差が広域に分布していることが分かる。

[葉面積指数 (橋本・山本・楊・市井)]

葉面積指数は、単位面積当たりの葉面積を表し、植生の葉量を表現する。これは衛星で観測できる陸域生態系に関わる最重要な物理パラメータの一つである。これまで極軌道衛星による葉面積指数の推定は広く実施されており、様々なプロダクトも構築されていたが、静止衛星を基盤としたプロダクトは存在しない。

本年度は、ひまわり8号による観測データを用いた葉面積指数の推定を進め、モデルの選定、手法の選定、葉面積指数の試作を行った。葉面積指数の推定には、一般には、植生キャノピーの放射伝達過程を再現する植生放射伝達モデルを活用し、様々な観測条件、葉の条件における反射率のシミュレーションを行い、その結果を逆解析する。本研究では、植生放射伝達モデルFLiES (Kobayashi and Iwabuchi, 2008) を用い、ひまわり8号に相当する様々な観測条件における反射率を推定した。反射率・衛星、センサの幾何条件を対応づける参照テーブル (Look-up-table) を構築することにより葉面積指数を推定した。本研究で試作した葉面積指数を図1.2.6.4-4に示す。

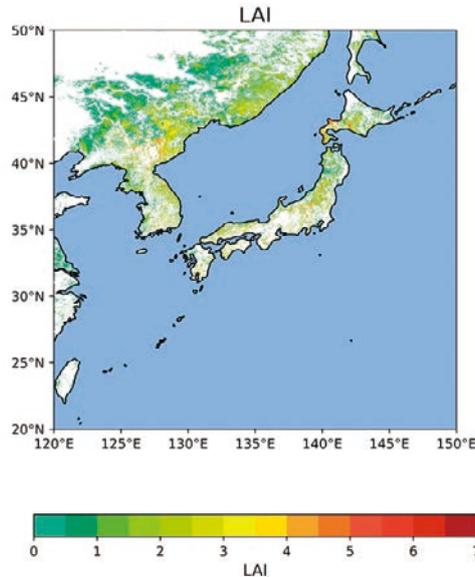


図1.2.6.4-4 本研究で構築したひまわり8号データをもとにしたLAI（葉面積指数）の空間分布（2018年8月1日13時）。

[光合成量（鹿倉・山本・市井）]

GPP（Gross Primary Productivity；総一次生産量）は大気—陸域間の炭素フラックスのうち最も大きく重要である。本研究では、MODIS-GPPモデルとEC-LUEモデルの2つのGPP推定モデルを用いて、ひまわり8号下向き短波放射と地表面温度、および再解析ベースの気象変数を入力として、東アジアのGPPを推定した。期間は2018年6月から8月に焦点を当てた。韓国・日本の4つの植生サイト（CRK、GCK、GDK、TKY）で観測されたGPPデータを用いて、GPP推定モデルのテストと改良を行い、続いて改良されたGPP推定モデルを用いて、東アジアにおけるGPPの日内変動を推定した（図1.2.6.4-5）。改良前のGPP推定モデルでは、午後の飽差の上昇に伴う水ストレスが過剰に表現され、GPPを過小推定した。MODIS-GPPモデルの水ストレスはEC-LUEモデルよりも深刻であり、特に猛暑日の午後には大きなGPPの乖離が見られた。しかし、モデルパラメータの最適化を行うことで午後の水ストレスが緩和されたGPP推定モデルへの改良に成功した（図1.2.6.4-5）。本研究により、既存のLUEモデルはモデルパラメータ最適化後にGPPの日内変動を再現できることが示された。さらに、静止軌道衛星を用いたGPPは高い時間分解能のGPPを提供することができ、GPPのリアルタイムな評価にも利用できる。

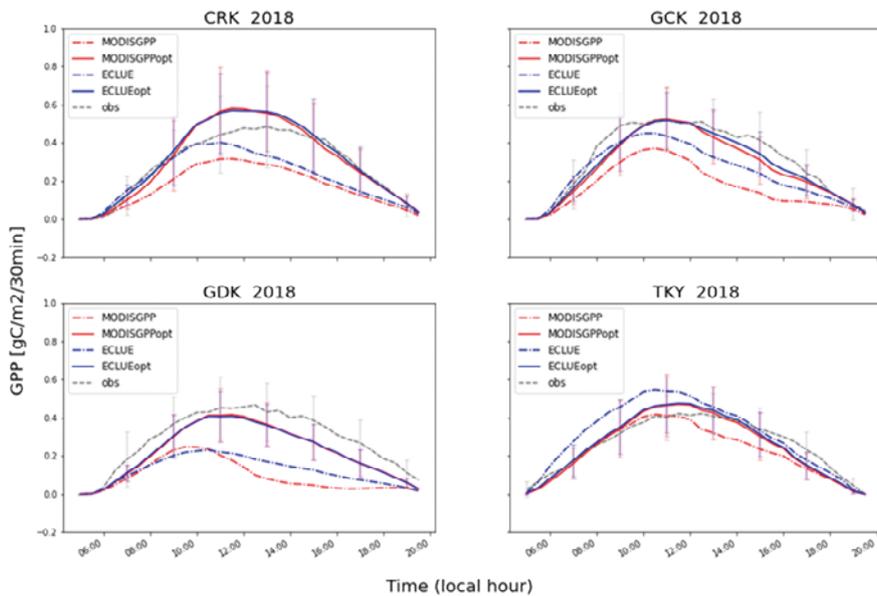


図1.2.6.4-5. 4つの観測サイトにおける2018年6月1日～2018年8月31日における30分毎GPPの平均日内変動。各線（赤実線：MODIS-GPP、青実線：EC-LUE、灰色：観測値、赤破線：最適化後MODIS-GPP、青破線：最適化後EC-LUE）は平均値を示し、エラーバーは最適化モデル使用時の標準偏差を示す。

[今後の展望（市井・山本・楊）]

ひまわり8号に加えて他国の静止気象衛星データを統合することにより、10分ごとなどの高頻度観測を持つグローバルデータセットを構築することが可能である。例えば、韓国のGEO-KOMPSAT2、中国の風雲4号はひまわり8号と同様の観測性能を持っているため、これらの衛星をシームレスに繋ぎ合わせることで、アジア・オセアニアの統一的なデータセットを構築することができる。また、アメリカの静止気象衛星GOES-Rシリーズ、ヨーロッパの静止気象衛星SEVIRIを統合することにより、グローバルでの静止衛星による地球観測データセットを構築することができる。これを遂行するためには、各国の静止衛星間での、観測波長帯やその応答関数の違い、観測幾何条件の違い等を埋め合わせるといった基盤的な技術開発が必須である。

一方、上記の各国の静止衛星データの統合に当たっては、国際共同研究が必要である。本センターでは、この国際共同研究を推進することを目的とした、日本学術振興会の研究拠点形成事業（a. 先端拠点形成型）「静止気象衛星観測網による超高時間分解能陸域環境変動モニタリング国際研究拠点」に採択され、2022年度～2026年度の期間で、国際共同研究を推進する体制を整備することができた（CEReSニュースレター2022年2月号(No195) 参照）。今後はこの事業を推進することで、静止衛星の陸域モニタリングの観点での研究を国際的に主導したい。

◆1.2.6.5. 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年末時点で1億回を越えた。2022年3月末時点では114,862,588回となっている。図1.2.6.5.-1に年度毎の統計値と累積値を示す。

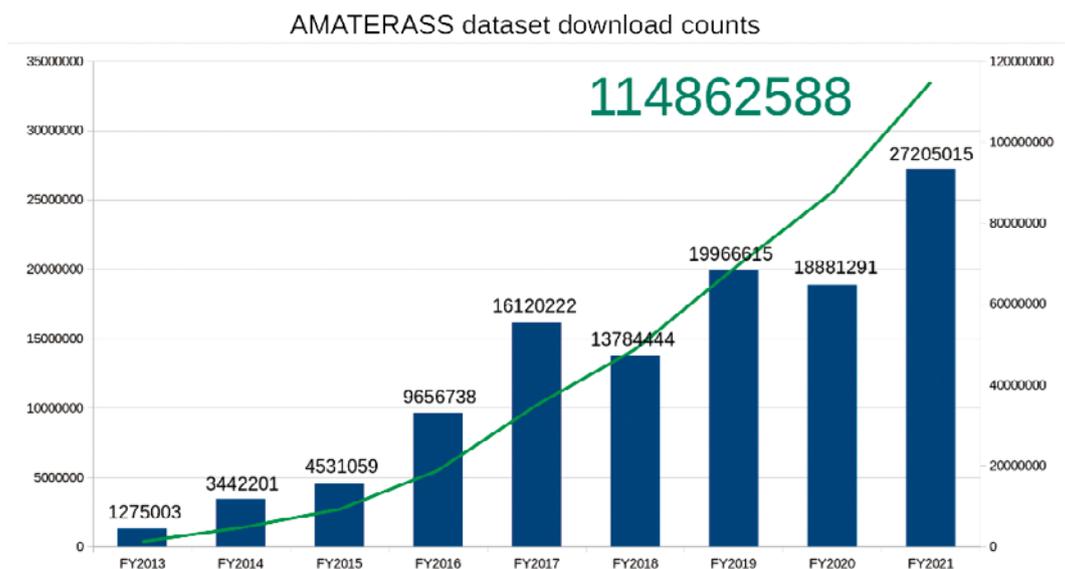


図1.2.6.5.-1. CEReSデータベースにて公開されているAMATERASSデータセットのダウンロード数推移。2013年度からの9年間の累積ダウンロード数は1億1千万回を越えている。

AMATERASSの準リアルタイム解析とデータ公開は静止衛星『ひまわり』6号を用いて2007年7月7日より開始された。その後、東日本大震災を転機としてエネルギー問題が活発に議論されるようになり太陽光発電出力の把握や予測に関する技術開発に資するデータとして活用が加速した。2013年度は僅か120万回程度であった年間ダウンロード数は2022年において2,700万回を越えた。この間ひまわり6号から8/9号まで継続的にアップデートが行われている。AMATERASSデータを利用した研究はWeb検索等で見つけることができるが、現在把握している査読付き論文は24本以上存在することを確認している。AMATERASSデータの利用は気象や大気放射に限定されることなく様々な分野で活用されている。図1.2.6.5.-2に確認した査読付き論文の分野ごとの大まかな分類を示す。

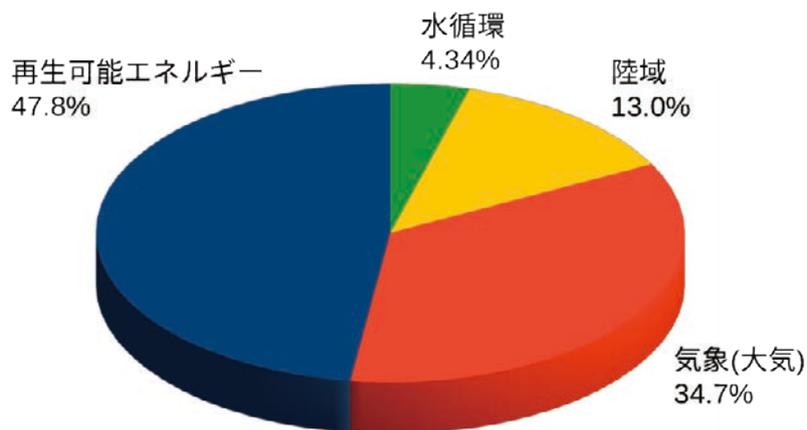


図1.2.6.5.-2. AMATERASSデータが使用された論文及びアルゴリズム関連論文の研究分野内訳。再生可能エネルギー関連が半数近く、気象（大気）が約1/3となっている。

各々の比率は再生可能エネルギー47.8%、気象（大気科学）34.7%、陸域研究13.0%、水循環4.34%となっている。再生可能エネルギーの分類には日射量の予測や太陽光発電出力の予測/把握のみならず、マイクログリッド単位の電力コントロールや大規模停電時の復旧に関わる技術開発、電力市場の拡大を見据えたスケジューリング手法など様々な用途の技術開発に活用されており、AMATERASSデータが太陽光発電の技術開発に有効であることが分かる。一方、陸域や水文分野の研究では利用が少ない。より活発に分野を越えた共同研究を模索し、これまでに無い新しい研究成果を得るため研究コミュニティとの連携を活発化させる必要がある。再生可能エネルギーは東日本大震災以降の重要なトピックとして注目されて来たことから全体に占める割合が大きくなるのは必然的だが、本来あるべき農業などの利用が一切存在しないのは研究活動の周知と該当する研究コミュニティとの連携が不足しているためだと考えられる。これらはAMATERASSの今後について大きな課題であると考えられる。

2021年度におけるAMATERASSデータの活用に関する共同研究の中で主な成果を2つ報告する。2020年度において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）。これは大気と地表面分類によってモデルの予測誤差の分類可能性について調査したものであるが、AMATERASSデータを活用することで大気条件によってモデルの日射量予測値には系統的な誤差が確認出来ることが分かった。2021年度はこの系統的な誤差をクラスタリングを元にAMATERASSデータを利用して補正する手法が考案された（Watanabe et al., 2021）。これはモデル予測日射量が時間軸方向に保存される特性を利用している。モデル予測が開始された直後の誤差傾向は遠い時刻の予測でも同じ傾向が見られることから、開始直後にクラスタリングを行い補正値を算出することで、より遠い時刻の予測値の誤差を補正することが可能である。図1.2.6.5.-3にクラスタリングに基づく予測誤差修正の一例を示す。

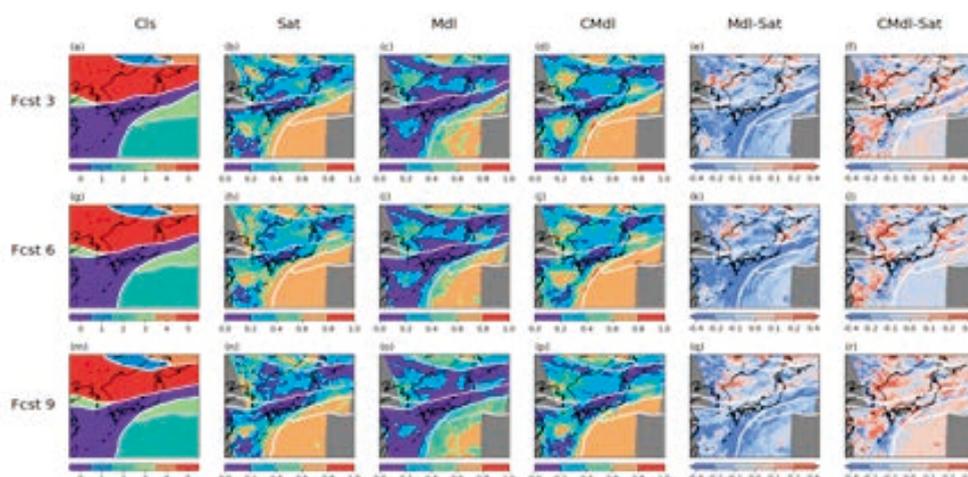


図1.2.6.5.-3. クラスタリングに基づくモデル予測日射量誤差修正手法の一例。3時間予測値、6時間予測値、9時間予測値とともにクラスタリングに基づく誤差修正が効いていることが分かる。[Watanabe T., H. Takenaka, D. Nohara, 2021, Solar Energy]

3時間予測値、6時間予測値、9時間予測値ともにクラスタリングに基づく誤差修正が効いていることが分かる。AMATERASSデータは東アジア西オセアニアをカバーする広域であれば10分毎の解析、及び日本領域であれば2.5分毎のリアルタイム解析が実行されており約10分後には解析結果が利用できることから、この誤差修正手法によってモデル予測日射量の誤差を修正することが可能である。

また、再生可能エネルギーに関連して電力受給推定へのアプローチも行われた。日本では電力需要の推定に関して電力10社の管理する電力管区毎に行われることが一般的であるが、昨今の電力の逼迫や自然災害による発電所の緊急停止に対応するためには詳細な電力需要の把握が重要な要素となる。電力需要の推定は地域ごとの人間の行動を推定するモデルが適用され、ルーチン行動、非ルーチン行動などが確率的に推定される。さらにその人間行動から日射量や気温など環境要素を加味してエネルギー需要が推定される。建物の断熱性能や気象条件によって電力需要は変化するため高解像度高時間分解能のAMATERASSデータが有効である。図1.2.6.5.-4に太陽光発電出力と地域ごとの電力需要推定例を示す。

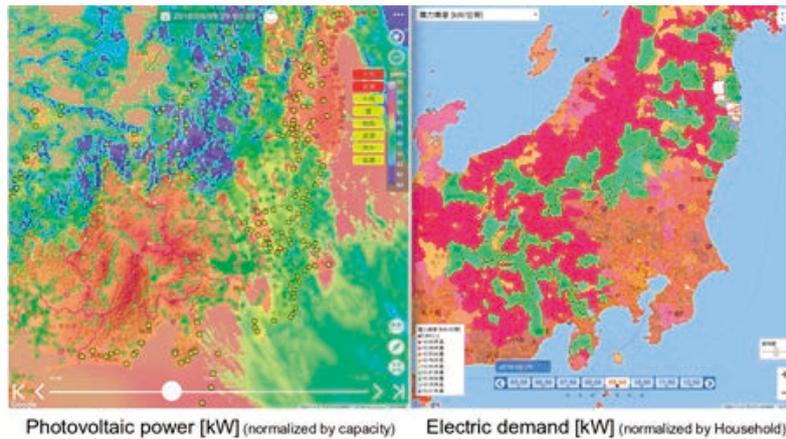


図1.2.6.5.-4. 太陽光発電出力と電力需要の詳細解析。これまでは電力10社の電力管区毎の需要が示される程度だったが、人間行動モデルとその人間行動に基づくエネルギー需要の推定モデルによって地域ごとの詳細な電力需要を得ることが出来る。(大阪大学との共同研究、論文投稿準備中)

太陽光発電出力から再生可能エネルギーでカバーできる電力量を得ることが出来るため地域ごとの電力需要とのバランスを知ることが出来る。また、これまでは電力管区ごとの広い領域について電力需要が議論され、電力の逼迫状況に合わせて全体へ一律の節電要請などが行われてきたが、地域ごとの詳細な電力需要を得ることが出来るようになれば地域の状況に合わせて可能な限り生活に影響が出ないように負担を軽減する節電計画も可能になるだろう。この研究成果は大阪大学との共同研究として行われており論文投稿準備が進められている。

他にAMATERASSの解析結果を準リアルタイムで表示するAMATERASS Webのアップデートも行われた。図1.2.6.5.-5にアップデートによる表示例を示す。

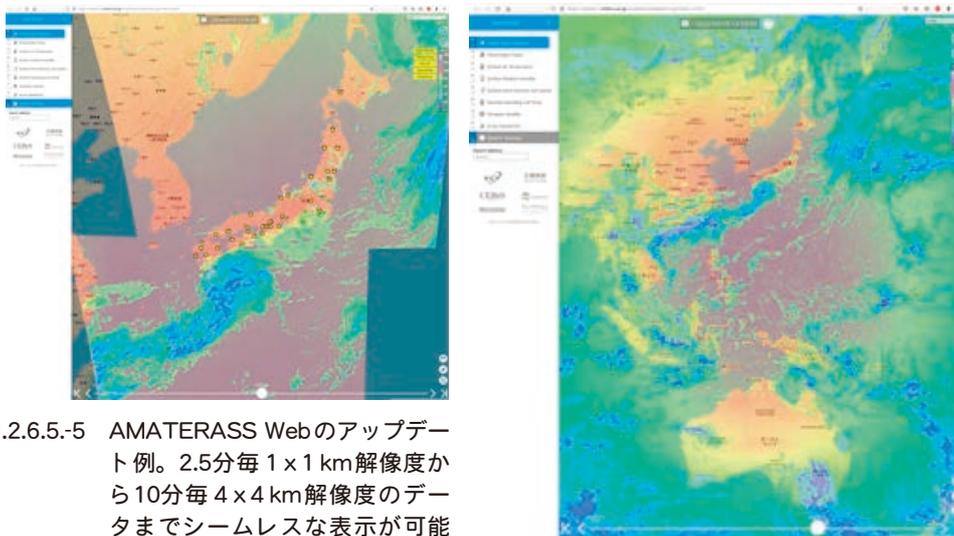


図1.2.6.5.-5 AMATERASS Webのアップデート例。2.5分毎1x1 km解像度から10分毎4x4 km解像度のデータまでシームレスな表示が可能となった。(NICTとの共同研究)

これまでは2.5分毎の日本領域のみの閲覧が可能であったが、新たに東アジア西オセアニア地域を網羅する4 x 4 km解像度のデータを活用し海外のデータもシームレスに閲覧できるようになった。さらに昨年度開発した学習アルゴリズムによりAMATERASSアルゴリズムのアップデートも並行して行われている。フランスのリアル大学と共同研究で静止衛星によるエアロゾル解析に取り組んでいる。GRASPは衛星による観測情報を時空間的な繋がりに基づいて大気と陸面を同時に解析する先進的なアルゴリズムの一つである。陸面はRoss-Liモデル、海面はCox-Munkモデルを適用し複数のエアロゾルの混合状態を陸面と同時に一度に解析することから旧来の衛星解析アルゴリズムの10倍以上の衛星観測シミュレーションが必要となる。これを可能とするため新たに開発した学習アルゴリズムによる放射計算ソルバをGRASPに適用し衛星観測と連動した準リアルタイム解析を目的とする連携研究を開始した。現在は「ひまわり」8/9号をターゲットとしてGRASPの放射計算を代替するソルバの開発を進めている。今後も継続してAMATERASSのアルゴリズムをアップデートする予定である。

◆1.2.6.6. VL講習会、協議会
(市井和仁)

2022年3月15, 16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の形成」(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15回目の開催となった。今回は名古屋大学宇宙地球環境研究所の主催で、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た。約50名を超える人数が参加した講習会となった。

講習会は、「航空機観測(ドロップゾンデ)データの解析」として、名古屋大学ISEE飛翔体観測推進センターで推進する航空機観測による大気科学研究に関しての講習会が開催された。本分野に関連した講義が3件と、実際のドロップゾンデデータを利用した実習で構成された。実習においては、気象関連の解析ライブラリが充実しているPythonを用いて初心者でも理解できるようにされていた。

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15日の午後にオンラインで実施した。本センターからは、JSPS研究拠点形成事業に採択された静止気象衛星国際ネットワーク化と陸面応用に関する研究事業、千葉大学の国際高等研究基幹のプロジェクトとして採択されたプロジェクト研究など、VLに関連した分野の進展を最近の動向として報告した。また、静止衛星、SKYNET、GOSAT、陸域植生、データサイエンス手法の導入に関する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。

*注) 各研究室配属の学生の所属は以下の通りである。

RS-D3	大学院リモートセンシングコース博士3年
RS-D2	大学院リモートセンシングコース博士2年
RS-D1	大学院リモートセンシングコース博士1年
RS-M2	大学院リモートセンシングコース修士2年
RS-M2	大学院リモートセンシングコース修士2年
RS-M1	大学院リモートセンシングコース修士1年
Sc-B4	理学部地球科学科4年
Eng-B4	工学部総合工学科4年

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、2021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3年度の成果]

◆1.3.1.1. 林床植生葉面積指数の推定手法に関する研究

(楊 偉)

葉面積指数 (LAI) は、樹冠の構造を記述し、大気と生物圏間のエネルギー交換をモデル化するための重要な指標である。森林の地上部の葉面積はリモートセンシングによって大きな空間スケールで正確に評価することができるが、森林の林床葉面積 (LAI_u) は複雑すぎて破壊的にサンプリングしたり、他のサイトパラメータで近似することができないため、生態系の研究やモデリングではまだほとんど無視されている。さらに、リモートセンシングによって下層部のLAIを取得する試みは、これまでほとんど行われていない。これは、高いLAIを持つ密集した樹冠が、下層部のLAIについて意味のある推定値を生成するためのアルゴリズムの妨げになることが多いためである。その結果、森林の下層はまだ十分に調査されていない研究領域であり、森林のエネルギー吸収能力に対する下層の寄与を適切に評価する生態学的研究を妨げている。本研究では、ヨーロッパに分布する様々な種類の森林下層を対象に、LAI_uの3つの異なる推定方法を比較することを目的とした。このために、統合炭素観測システム (ICOS) の森林生態系サイトの拡張ネットワーク上で地表近くの反射スペクトルの測定とデジタル写真の収集を実施した。LAI_uは、植生被覆と光吸収の経験的關係 (Beer-Lambert-Bouguer則) を利用し、また、2つの著名な植生指標 (正規化差植生指数 (NDVI) および単純比率 (SR)) との關係を提案し、評価された。3つの手法による推定結果は互いに有意な相関を示したが ($r=0.63-0.99$, $RMSE=0.53-0.72$)、場合によって有意な偏りが見られた。NDVIに基づく推定手法は、LAI_u>2の場合、密なサイトでのLAIを過大評価する可能性が高く、単純な比率アルゴリズムは、疎な下層植生やごみまたは裸地が存在するサイトでのLAI_uを過大評価する。光吸収のBeer-Lambert則に基づく純粋に経験的な方法は、低LAIと高LAIの両方で妥当なLAI_u値を提供するので、良い妥協点を提供すると思われる。サイト間のLAI_uの変動は、気候や上層木の光透過性の違いとはほとんど無関係であるが、植生の多様性 (種の豊かさとして表現) により著しく増加するようであり、生態系モデリングにおけるLAI_uの新しい応用を提案するものである。

- Jan-Peter George, Wei Yang, Hideki Kobayashi, Tobias Biermann, Arnaud Carrara, Edoardo Cremonese, Matthias Cuntz, Silvano Fares, Giacomo Gerosa, Thomas Grünwald, Niklas Hase, Michael Heliasz, Andreas Ibrom, Alexander Knohl, Bart Kruijt, Holger Lange, Jean-Marc Limousin, Denis Loustau, Petr Lukeš, Riccardo Marzuoli, Meelis Mölder, Leonardo Montagnani, Johan Neiryneck, Matthias Peichl, Corinna Rebmann, Marius Schmidt, Francisco Serrano, Kamel Soudani, Caroline Vincke, Jan Pisek, "Method comparison of indirect assessments of understory leaf area index (LAI_u): a case study across the extended network of ICOS forest ecosystem sites in Europe", *Ecological Indicators*, 128, 107841, 2021

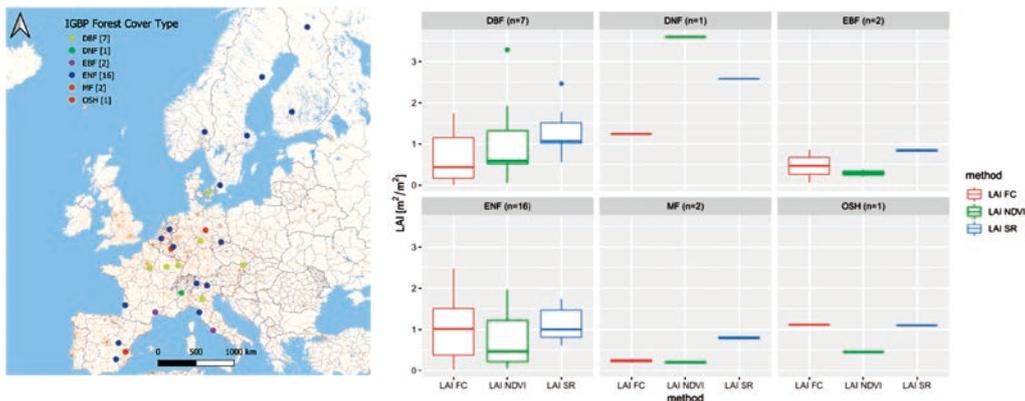


図1.3.1.1. 研究対象地の空間分布および、森林被覆タイプ毎における各アルゴリズムで推定した林床 LAI (George et al., 2021から引用)

◆1.3.1.2. 植生フェロロジー推定手法の高度化

(楊 偉)

衛星データの植生指数 (VI) 時系列から植生フェロロジーを抽出することができる。従来、植生フェロロジーを抽出する前に、VI時系列に含まれるノイズを除去する方法として、最大値合成 (MVC) 手法と平滑化フィルタが標準的に使用されてきた。しかし、雲の頻度が空間的に変化することを考慮すると、MVCと平滑化フィルタをどのように最適化すれば、最も正確なフェロロジーメトリクスを生成できるかは不明である。本研究では、

2つのシミュレーション実験を計画した。すなわち、(1) MVCのみを使用し、(2) MVCと平滑化フィルタを併用し、変曲点および相対閾値アルゴリズムにより、北半球 (30° N以北) において春のフェノロジー、すなわちシーズン開始 (SOS) を検出するための強化植生指数 (EVI) 時系列を 5° × 5° グリッドセル単位で平滑化する実験を実施した。その結果、(1) MVC期間の不適切な選択は、両方のフェノロジーアルゴリズムによって抽出されたSOSの精度に影響を与えること、(2) 最適なパラメータによるフィルタリング処理は、SOS抽出に対するMVC期間の影響をかなりの程度軽減できることがSOSの精度に影響を与えることが明らかとなった。(3) MVCとスムージングフィルタの最適パラメータは、空間的に大きな不均質性を示した。(4) 地上のPhenoCamデータを用いた検証では、MVCとスムージングフィルタの最適パラメータは、均一なパラメータを用いている公式の植生プロダクトよりも正確な結果を生成できることが示された。具体的には、NASAプロダクトとUSGSプロダクトのR2値は0.58と0.67であったが、最適な平滑化処理により、それぞれ0.70と0.81に増加した。本研究で提供されたMVCと平滑化フィルタの最適パラメータは、5° × 5° の各小領域において、今後の衛星VI時系列からのフェノロジー検出の精度向上のための研究に役立つと思われる。

- Jiaqi Tian, Xiaolin Zhu, Jin Chen, Cong Wang, Miaogen Shen, Wei Yang, Xiaoyue Tan, Shuai Xu, Zhilin Li, "Improving the accuracy of spring phenology detection by optimally smoothing satellite vegetation index time series based on local cloud frequency", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 180, 29-44, 2021

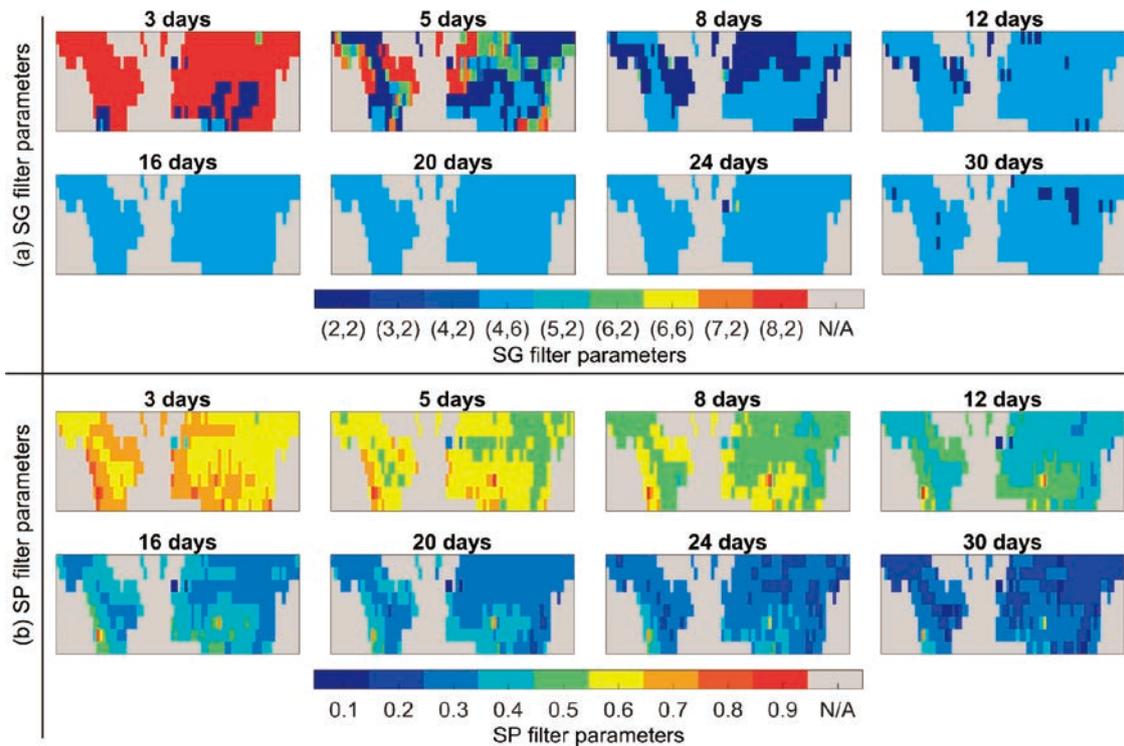


図1.3.1.2. 最大値合成手法と平滑化フィルタの最適化したパラメータの空間分布 (Tian et al., 2021から引用)

◆1.3.1.3. 海洋一次生産量の衛星モニタリング (楊 偉)

海洋における植物プランクトンの一次生産量の衛星モニタリングは、地球規模の気候変動に対する水域生態系の応答を調査するための重要な手法として、長い間認識されてきた。理論に基づく基礎生産量モデル (TPM) は、その半解析的な性質から、様々な水域に適用できる可能性がある。その精度は、植物プランクトンの光生理学的応答、特に同化数 (P_{max}^B) と光飽和パラメータ (E_k) が適切にパラメータ化されているかどうか大きく依存する。 P_{max}^B と E_k の遠隔割当は困難な作業であると認識されており、その進捗は限定的であるため、TPMの広範な利用を妨げている。本研究では、衛星観測データから P_{max}^B と E_k を抽出するために、機械学習アルゴリズムである拡張ランダムフォレスト回帰 (ERFR) を提案した。ERFRをTPMと統合し (TPM_{ERFR}と呼ぶ)、清流から濁流までの深度積算基礎生産量 (IPP) を日次で推定した。ERFRは、海洋、沿岸、内陸の水域をカバーする幅広い栄養学的、生物地理学的条件の原位置データセットを用いて訓練、検証された。現地計測データおよ

びマッチアップデータを用いた評価により、ERFRは従来の経験的アルゴリズムおよび半解析的アルゴリズムを上回り、ルックアップテーブル法よりも P_{max}^B および E_k の変動性をよりよく捉えることができることが示された。TPM_{ERFR}による衛星ベースのIPP推定値の二乗平均平方根差（RMSD）は0.27以内を維持した。一方、ベンチマークモデルでは、一般にRMSDが0.27-0.62のIPP推定値が得られた。次に、TPM_{ERFR}を気候衛星プロダクト（2010–2019年）に適用し、世界のIPPを再評価した。その結果、特に極域、沿岸、内陸水域において、IPPの空間分布が妥当であることが事前に示された。これらの結果は、清流から濁流までのシームレスなIPP分布を生成するためのTPM_{ERFR}の潜在的な有用性を示している。

- Zhaoxin Li, Wei Yang*, Buneki Matsushita, Akihiko Kondoh, “Remote estimation of phytoplankton primary production in clear to turbid waters by integrating a semi-analytical model with a machine learning algorithm”, Remote Sensing of Environment, 275, 113027, 2022

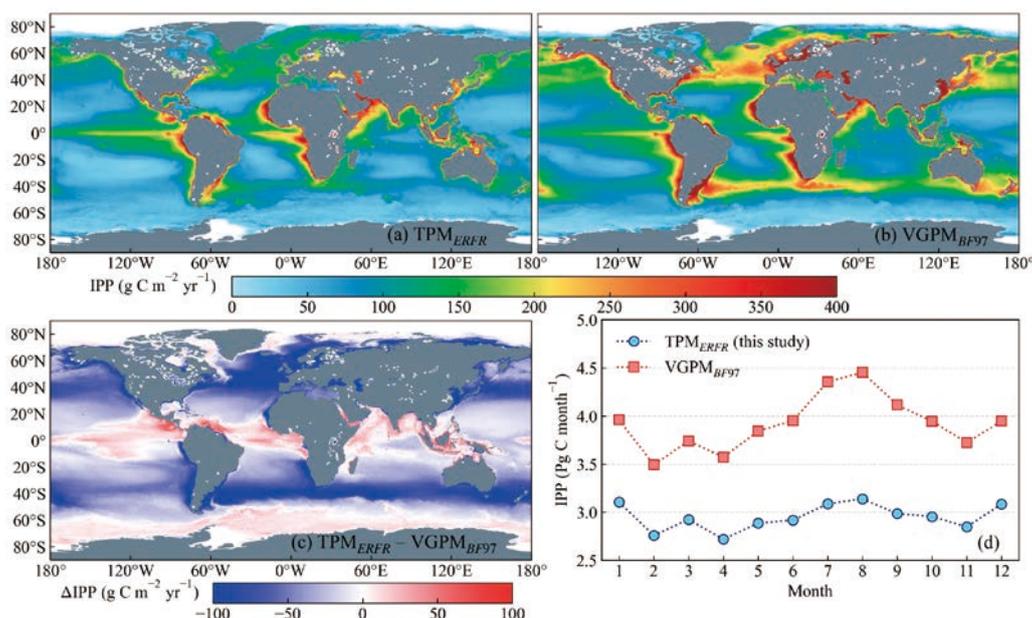


図1.3.1.3. 開発した新モデル（TPM_{ERFR}）と既存モデル（VGPM_{BF97}）による作成した全球海洋一次生産の比較（Li et al., 2021から引用）

◆1.3.2.2. 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

今年度は、損害手法の構築・運用のための情報基盤の整備に係り、前年度に引き続き西ジャワ州の干ばつ害評価サイト及びバリ州のテストサイトについて圃場GISデータの作成を進めるなど、空間基盤情報の整備を行った。情報共有システムの構築に係わり、2019年度までにJCC及SC等の場において行った討議に基づき策定したデータ共有の基本的なルールに基づいて、共有システムの整備を行った。一方、Googleドライブ及びArcGIS hubにより構築したシステムのユーザインターフェースが州政府職員などの実務関係者に必ずしも使い易いものでないため、平行してネットワーク接続ハードディスク（Network Attached Storage：NAS）を追加使用する提案がインドネシア側研究者より提起され、2021年夏季にポゴール農科大学及びウダヤナ大学にNASを導入した。

新たな損害評価手法の構築においては、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。構築した推定手法については、データのダウンロードから解析まで必要な処理を全てPythonスクリプトで行われ、スケジューラを利用した移植日推定の全自動化処理によってGoogleドライブに自動的に保存されている。干ばつ害損害評価手法の構築に係り、現行の干ばつ害評価手法を用いたペストオブザーバーによる損害評価と、UAV観測を基にした損害状況の記録化及び相対的な評価基準の作成を行った。水害損害評価手法の構築に係り、2019年および2020年の雨期に発生した水害被害を対象に衛星データを使用した水害損害評価手法のプロトタイプを適用した。SARデータで検出した洪水領域について、光学センサの正規化水指数から求めた洪水領域で評価した結果平均で84.2%の精度で検出することが可能であった。病虫害損害評価手法の構築に係り、リモートセンシングデータを活用したイネ白葉枯病損害評価手法の構築のために、2017年乾期から2021年乾期までを対象として多時期Sentinel-2データを用いて、BLB被害発生状況に応じた説明変数を選択して圃場単位のBLB被害程度を評価した。干ばつ害損害評価手法の統合及び改良に係り、UAVを用いたリモートセンシングに判断基準をサポートする目的で、リモートセンシングデータに基づく作物生育・収量モデルの適用を試みた。また、2021年2月にオンライン開催したSCの分科会において干ばつ害評価プロトコルの試行について検討を行い、この会合で合意したトライアル実施計画に基づいて2021年7月に干ばつ害グループのトライアルを実施した。水害損害評価手法の統合及び改良に係り、2020年12月～2021年6月にかけて実施した3回のSC分科会を通じて、西ジャワ州DISTAN担当者を交えて水害被害に対する現行評価手法について水害グループの認識合わせを実施した。これに基づいて、2021年3月のSentinel-1観測日をスタートとするトライアルを実施した。UAVデータによる洪水領域検出手法に係り、2021年3月13日および14日にトライアル観測を実施し、高々度からのUAVパノラマ撮影観測から洪水領域検出を行った。病虫害評価手法の統合及び改良に係り、現行評価手法に新たな損害評価手法を統合した手法及びその手法の実装トライアルについて討議するために、両国メンバーが2020年12月から2022年1月までの期間に8回SC分科会を開催した。8回にわたる討議を経て、衛星データを用いた評価及びUAVデータを用いた評価手順のプロトタイプ版を作成した。この手順に基づいた現地トライアル活動を実施し、ペストオブザーバーが取得したUAV画像を用いて定点観測圃場のイネ白葉枯病の損害評価を行った。

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については、コロナ禍影響への対応として分科会を2ヶ月に1回程度の割合で実施するよう調整を行った。そして、情報共有グループは2021年1月及び4月、干ばつ害グループは2021年2月、水害グループは2020年12月、2021年2月及び6月、病虫害グループは2020年12月、2021年1月、2月、8月、9月、10月、11月及び2022年1月、社会実装グループは2021年6月及び8月に分科会を開催し、それぞれトライアルの実施内容等に関して討議を行った。さらに、2021年12月21日にSC全体会議を開催し全グループで情報を共有した。

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研修の実施に係り、トライアル観測を通してペストオブザーバーに対して、現地観測機器の使用手法と計測方法、及び観測地点の選定方法に関する能力開発活動を実施した。また、2021年11月に西ジャワ州チアンジュール県で実施されたペストオブザーバーに対する定例技術研修においてプロジェクトで作成したハンドブックを配布した。

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。

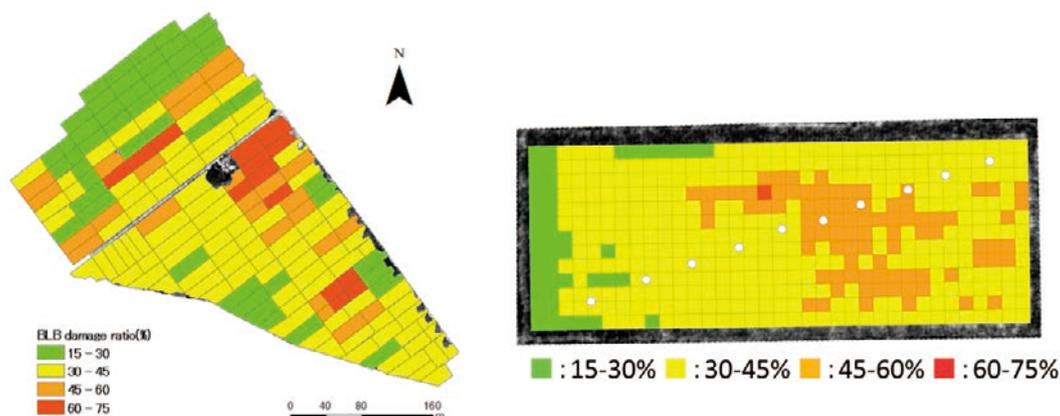


図1.3.2.2-1. UAVデータから評価したBLB損害マップの一例



写真1.3.2.2-2. 損害評価員定例技術研修の様子

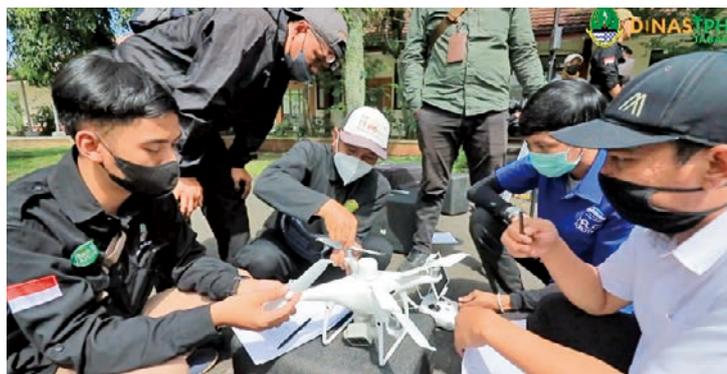


写真1.3.2.2-3. 損害評価員に対するUAV操作研修の様子

◆1.3.2.3. 生育曲線を考慮した水稻の収量推定

(祖父江侑紀・本郷千春・眞子直弘・Gunardi Sigit)

インドネシアでは気候条件や病害虫による収量損失など、水稻被害が毎年多く発生している。そのリスクを最小限に抑えるためには被害程度を定量的に把握して対応策を講じる必要があり、そのためには定量的な被害評価手法の構築が重要である。そこで本研究では、水稻の収量を衛星画像から定量的に推定する手法の構築に取り組んだ。

インドネシアにおける収量推定の課題として、作付時期が圃場ごとに異なるため様々な生育ステージの水田が混在していること、各圃場の環境条件によって生育速度が異なりその結果として圃場によって生育曲線の形状が大きく異なることが挙げられる。そこでこれらの課題を考慮し、最初に Sentinel-2衛星画像から対象地の水田の時系列NDVIを算出し、K-meansアルゴリズムに基づいた時系列クラスタリングを行った。その結果、対象地の水田は4クラスに分類された。この結果を用いてクラスごとに収量推定を行うことで、異なる生育ステージおよび生育曲線を考慮した収量推定手法を試みた。本解析ではクラスタリングで得られた各クラスの重心を算出し、重心のピークを出穂期として定義した。その際、クラスの重心と個々の時系列NDVIが大きく異なるような場合は、圃場から抽出された時系列NDVIに合わせるよう補正を行った。現地圃場の定点観測地点のデータを使用して検証を行ったところ、誤差は7日前後であり適用可能な信頼性があることが確認された。得られた出穂期推定結果を用いて、クラスごとに収量推定式を作成した。先行研究の結果を踏まえ、収量との高い関係性が報告されている出穂期から登熟期に相当する期間を含む出穂40日後までの期間において5日毎に Sentinel-2から取得可能な反射率とNDVI及び正規化水指数 (NDWI) を算出し、すべての組み合わせで推定式を構築した。これらのモデル式の精度を決定係数、RMSE及びAICを基に比較検討し、最も適切であると思われるパラメータの組み合わせを持つモデル式を採用した。4つのクラスにおいて、 R^2 が0.36から0.63、RMSEが0.76~2.07t/haの範囲の精度で収量推定が可能であった。以上の結果から、時系列NDVIから得られる生育曲線はイネの生育の特徴を反映しており、その特徴を考慮することで収量の推定精度が向上することを示した。

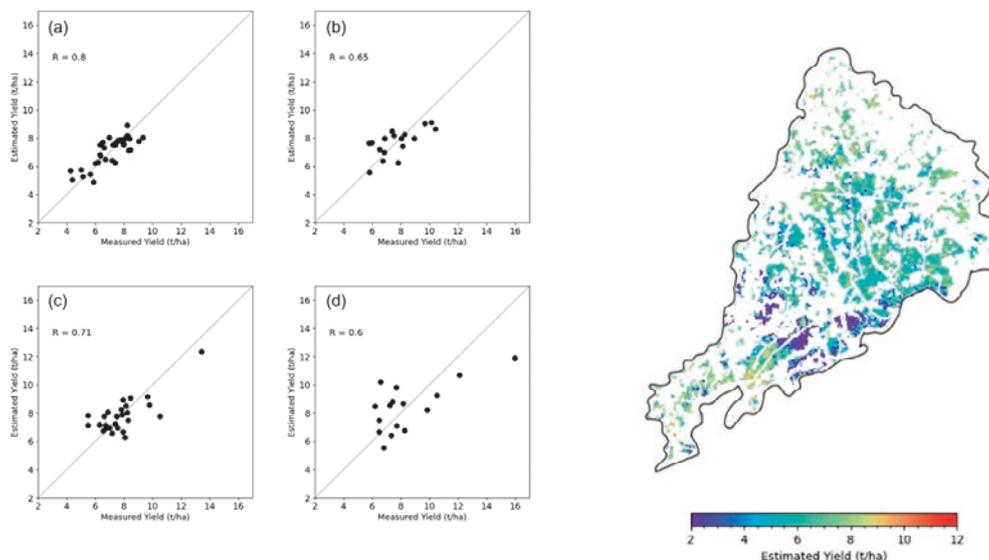


図1.3.2.3. クラス1-4 (a)-(d)における推定精度 (左) と推定収量分布図 (右)

◆1.3.2.4. Sentinel-2 衛星データから得られた正規化植生指数の巻雲補正
(眞子直弘・本郷千春・Gunardi Sigit)

Sentinel-2衛星は可視・近赤外・短波長赤外に計13バンドの観測バンドを持ち、そのうち青、緑、赤、近赤外バンドの空間分解能は10mである。2A、2Bの2基による本研究対象地域（インドネシア西ジャワ州チヘア灌漑地域）の観測頻度は5日であり、比較的高い空間・時間分解能のデータが無償提供されている。Sentinel-2の大気補正済み大気下端反射率プロダクト（L2A）を利用して得られる正規化植生指数（NDV = [近赤外 - 赤] / [近赤外 + 赤]）はイネの生育状況を効率的に把握するために非常に有用である。L2A データには地表面を11クラスに分類したScene Classification（SC）フラグが含まれており、これを利用して雲や雲の影、巻雲の影響を強く受けた画素を取り除くことができる。しかしながら、巻雲の影響を弱く受けた画素は取り除くことができず、そのまま利用するとNDVIの見積もり誤差につながる。また、SCフラグで巻雲と分類されていても地表面反射率が強く反映された画素もあり、そのような画素を取り除いてしまうとデータ利用可能率の低下につながる。そこで、L2Aデータから得られたNDVIから巻雲の影響を取り除く巻雲補正方法、および巻雲の影響を取り除ききれない画素を除去する雲除去方法の開発を行った。

対象地域には約130,000の圃場があり、個々の圃場の境界を多角形で表したポリゴンデータを利用してL2Aデータから得られたNDVIの圃場内平均値を計算する。巻雲補正では、対象画像から得られたNDVI測定値に1次の補正式を適用して巻雲の影響を受ける前のNDVI校正値を逆算する。補正式は同じ対象画像で圃場周辺にあり、反射率があまり時間変化しない複数の参照画素で得られたNDVIと参照画素本来のNDVIの散布図から直線回帰によって求める。ここで、SCフラグにより雲除去した数年分の青、緑、赤、近赤外バンド反射率時系列データの標準偏差値が閾値（0.035）より小さい画素の中から各圃場について距離に近い順に1,000個の参照画素をあらかじめ選択する。この時系列データのうち、大気が清浄と考えられる赤バンド反射率が閾値（0.06）より小さいデータの平均値から参照画素本来のNDVIを見積もっておく。直線回帰の際、対象画像の赤バンド反射率が閾値（0.35）より大きい参照画素は除外する。図1.3.2.4-1に大気が清浄な日と巻雲がある日における巻雲補正の例を示す。このように、大気が清浄な日ではNDVIの測定値と校正値がほぼ等しくなるのに対し、巻雲がある日では補正量が大きい、校正値は5日前の大気が清浄な日に近い値になっていることから校正が上手くいっていると考えられる。

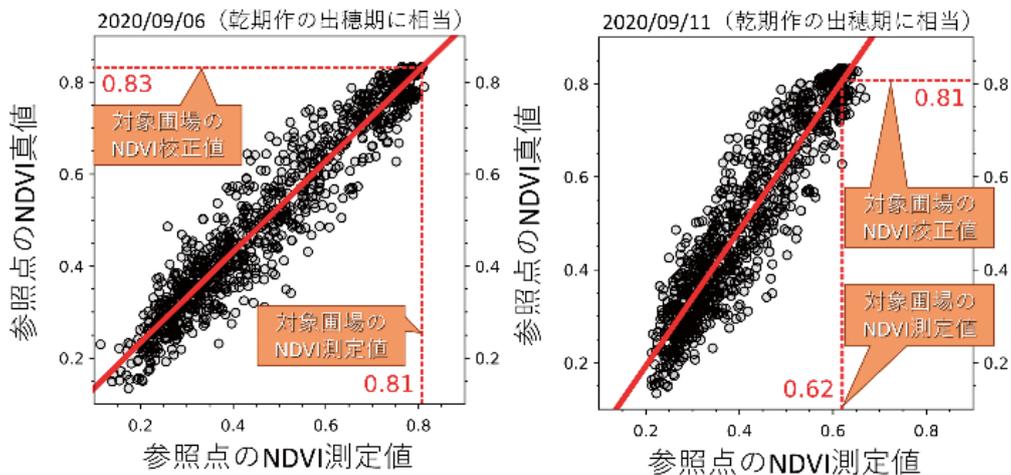


図1.3.2.4-1. 巻雲補正例（左：大気が清浄な日、右：巻雲がある日）

このように、巻雲があっても地表面反射率が反映されていれば巻雲補正によって本来のNDVIを推定できる。しかしながら、あまりにも雲が厚いと地表面の情報は隠されてしまうため、そのような圃場のデータは除去する必要がある。雲除去では、対象画像の赤バンド反射率が閾値（0.35）より大きい圃場は除去する。また、参照画素のNDVI測定値と真値の散布図の相関係数が閾値（0.3）より小さい圃場も除去する。さらに、巻雲補正後のNDVI時系列データを見て滑らかに変化していない箇所は雲の影響と考えて除去する。

図1.3.2.4-2に従来手法と本研究の手法による巻雲補正・雲除去前後のNDVI時系列データの比較を示す。また、図1.3.2.4-3に圃場ごとのNDVIデータ利用可能率の比較を示す。従来手法と比べると本研究の手法では巻雲の影響が補正されて時系列データの凹凸が軽減されており、除去されたデータ数は少ないことが分かる。対象地域におけるNDVIデータ利用可能率の平均値は従来手法で54%だったのに対し、本研究の手法では74%であり、20%増加することが分かった。

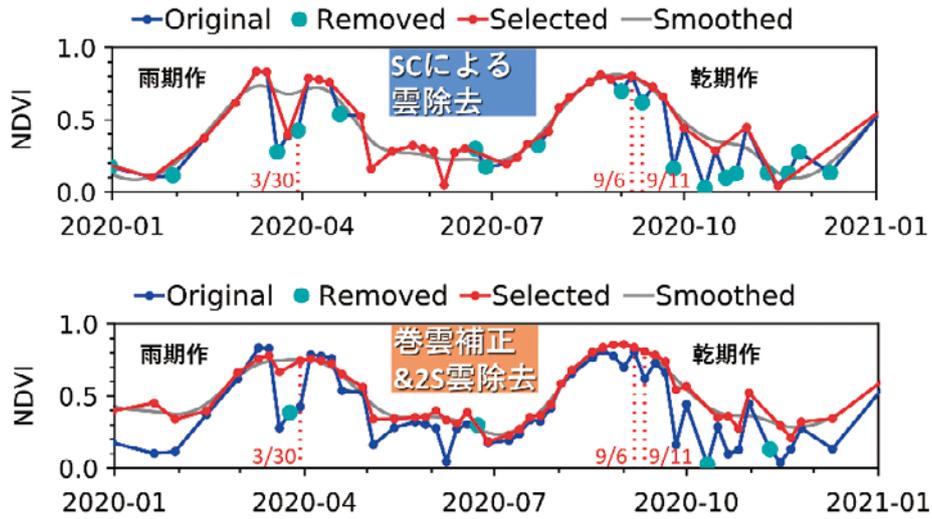


図1.3.2.4-2. NDVI時系列データの例（上：従来手法、下：本研究の手法）

データ期間：2017/01/05～2021/09/16（全データ数294）

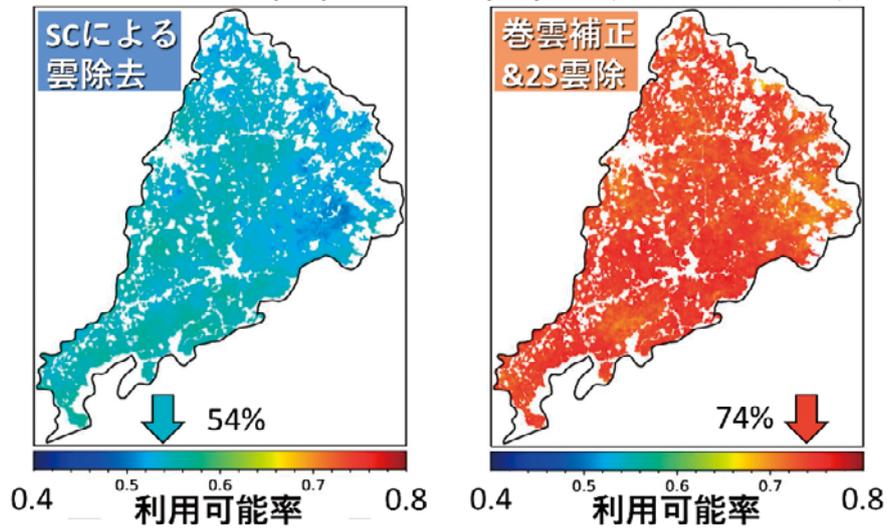


図1.3.2.4-3. 圃場ごとのNDVIデータ利用可能率（左：従来手法、右：本研究の手法）

[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。近年の利用件数と共同利用研究参加者はそれぞれ年平均58件、約139名となっています。

今年度は48件の国内共同利用研究（うち6件の研究会）、および13件の国際共同利用研究（インドネシア（7）、アメリカ（2）、中国（1）、イタリア（1）、台湾（1）、イラン（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24回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは令和4年2月17日に行われました。今年度は19件の口頭発表と32件のポスター発表が行われ、80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。

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3年度共同利用研究採択内訳

共同研究種別	国内（48件）		国際（13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）	2	3.5	1	1.5	8
プログラム研究2（含重点課題）	1	7	3	2.5	14.5
プログラム研究3（含重点課題）	2	6.5	3	1	12.5
プログラム研究 研究会	2	2	—	—	4
一般研究	4	16	—	—	20
一般研究 研究会	0	2	—	—	2
計	11	37	7	6	61

※2つのプログラムにまたがる課題（2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3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	29（千葉大学内 他部局4）
私立大学	7
大学共同利用機関法人	1
独立行政法人等公的研究機関	9
民間機関	5
外国機関	17
その他（高等専門学校、高等学校など）	5
計	78

2.1.1. 共同利用研究課題一覧（48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
P2021-1	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
P2021-1	継続	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
P2021-1	新規	2021年足利火災を対象とした焼損林の 広域調査	峠 嘉哉 東北大学大学院工学研究科	加藤 顕	
P2021-1 P2021-3	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	
SP2021-1	新規	光学コンステレーションとSAR衛星 データを使用したインドネシア中部ジャ ワの農地の土壌植生生産性の調査	市川 ドルジュ 山口大学 大学院創成科学研究 科	ヨサファット	
SP2021-1	継続	CP-SAR検証用UAV搭載小型統合センサ システムの開発研究／カメラ部の小型化	大前 宏和 株式会社センテシア	ヨサファット	
P2021-2	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
P2021-2	継続	人工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
P2021-2	新規	衛星観測・現地観測・モデル実験結果の 統合的利用によるデータ駆動型水象災害 予知手法	渡部 哲史 京都大学防災研究所	小槻 峻司	衛星データ（H08/09 AHI、 GSMaP）、再解析データ （JRA/ERA）
P2021-2	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 地球システム 領域	齋藤 尚子	
P2021-2	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
P2021-2	継続	原子力発電所の函体内蔵型海岸堤防の国 内適地選定と断面形の検討 －津波防波堤に関する確率論的設計から 決定論的設計への改善による安全化－	金子 大二郎 株式会社遠感環境モニター	ヨサファット	
SP2021-2	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	MSG/SEVIRI データ
SP2021-2	継続	静止気象衛星高頻度観測を用いた雲・降 水特性の推定	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
P2021-3	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	宮野 法近 宮城県古川農業試験場作物環 境部	本郷 千春	
P2021-3	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	
P2021-3	新規	GISを用いた農業経営を取り巻く災害リ スクの変化の把握とそれが農家の経営判 断に与える影響の研究	李 想 千葉大学大学院社会科学研究 院	市井 和仁	ArcGIS、地理データマップ （気象災害・農業損出デー タなど）
P2021-3	新規	チェルノブイリを対象とした森林火災地 域の広域検出手法の検討	五十嵐 康記 福島大学環境放射能研究所	小槻 峻司	
P2021-3	継続	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 福島大学農学群食農学類	本郷 千春	紫外、可視、近赤外分光光 度計、反射測定装置

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
P2021-3	継続	インドネシア、バリ島のトラガワジャ河川流域における衛星データとGISを用いたUSLE法による浸食予測	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	
SP2021-3	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 園芸学研究所	近藤 昭彦	ArcGIS
SP2021-3	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－水稲生育量と水温について－	田中 圭 日本大学経済学部	近藤 昭彦	
SP2021-1 研究会	新規	第7回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR2021)	ヨサファット 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		
SP2021-2 研究会	新規	AsiaFlux 2021 Conference の開催	市井和仁 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		CEReSのひまわりデータ、MODISデータ
SP2021-2 研究会	継続	ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会	松岡真如 三重大学大学院工学研究科	市井 和仁	
P2021-3 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	太陽光誘起による植物樹冠蛍光画像の広域計測手法	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	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科	ヨサファット	電波無響室・マイクロ波伝搬測定システム・高周波回路・電波シミュレータ
一般研究	継続	宇宙からのリモートセンシングによる地球惑星大気環境の研究	野口 克行 奈良女子大学大学院自然科学系	入江 仁士	計算機
一般研究	継続	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	継続	衛星雷観測同化に向けた気象モデルの改良：雪氷種診断と雷モデル	佐藤 陽祐 北海道大学理学研究院	小槻 峻司	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)
一般研究	継続	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	継続	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(2)	甲斐 憲次 名古屋大学	椎名 達雄	Himawari-8/9 gridded dataset
一般研究	継続	高性能小型マイクロ波円偏波アレリアンテナの構成と性能評価の研究	瀧澤 由美 統計数理研究所	ヨサファット	CSTソフトウェア
一般研究	新規	ロケット打ち上げに伴う電離圏変動とその中性大気による影響の解析	中田 裕之 千葉大学 大学院工学研究科	入江 仁士	
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	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	
一般研究	継続	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、TROPOMI/S5P NO2データ、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	天然林資源実測と航空写真・衛星画像解析の統合－ネパールの102天然林の事例－	橘 永久 千葉大学大学院社会科学研究院	近藤 昭彦	

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	大気境界層におけるエアロゾル計測用多波長LEDライダーの開発	Xiafukaiti Alifu 千葉大学大学院工学研究院	椎名 達雄	
一般研究	新規	連続操作カメラを使用した日本における夜間の雲量の定量化	Nofel Lagrosas 千葉大学大学院工学研究院	椎名 達雄	ひまわり8号データセット、気象データ
一般研究	継続	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-IODC MSGのSEVIRIデータ
一般研究	継続	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、GSMaP、MODIS、GMS、MTSAT、Himawariのデータ
一般研究	継続	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	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	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 裕弐 北海道大学地球環境科学研究院	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（13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
SP2021-1	新規	Meteorological GNSS Application for Heavy Rain on December 31, 2019, in Jakarta and Surrounding Areas	Syachrul Arief Geospatial Information of Authority Indonesia	服部 克巳	Radar/Image data from December 30, 2019, to January 2, 2020, in Jakarta and its surroundings
SP2021-1	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
SP2021-1 SP2021-2	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
P2021-2	継続	Urban heat island analysis of the tropical cities in Southeast Asia	Fitria Nucifera Universitas AMIKOM Yogyakarta	市井 和仁	MOD11A2, MCD12Q1, MOD13Q1, MCD43A4
P2021-2	新規	Urban Flood Risk Assessment and Loss Analysis with a 3D Visualization Method: a Case Study of Surabaya, Indonesia	Hepi Hapsari Handayani Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS)	劉 ウェン	
P2021-2	新規	Mapping of Earthquake Induced Land Deformation on Urban Area and Landslide Prone Area of Padang Municipality using Long Term Monitoring of Interferometric Synthetic Aperture Radar Data	Usman Fathoni Universitas Putra Indonesia	ヨサファット	Satellite data of ALOS-1 and ALOS-2 for SAR data pre- and post-Earthquake 2009 to 2020
P2021-2	新規	Detecting and Assessment of Hedgerow CO ₂ Sequestration using VHR Satellite and Drone Data	Saeid Forouzandeh Shahrood University of Technology	市井 和仁	

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
SP2021-2	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
SP2021-2	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, GOES-R, MTSAT-1R, MTSAT-2
P2021-3	新規	Analysis of bacterial leaf blight disease on rice crop utilizing drone data	Gunardi Sigito Agricultural Training Center, Regional Office of food Crops Service West Java Province,Indonesia	本郷 千春	Spectrophotometer,multi spectral camera
P2021-3	新規	Land subsidence-induced flood analysis using synthetic aperture radar and GNSS observations (Case Study: Sidoarjo, Indonesia)	Noorlaila Hayati Institut Teknologi Sepuluh Nopember	ヨサファット	
P2021-3	新規	Remote sensing of cloud microphysical property and surface solar radiation	Husi Letu Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences	楊 偉	Archived satellite data sets;software like ENVI/IDL, ArcGIS
P2021-3	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2021

【CJ21-05】P2021-1

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

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

(研究代表者名) 馬淵 和雄

Kazuo Mabuchi

【要旨】 全球気候モデル数値積分を2013年から2020年までの8年間に延長した。本年度は特に、GCOM衛星データプロダクトが整備されている2018年から2020年の大気中CO₂濃度変動と陸域諸要素の時間的・空間的変動の関係に関するモデル結果について解析を行った。今後さらに、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、大気中CO₂濃度、地上バイオマス量等の変動と陸域諸要素の変動の関係の解析を行い、それらの変動監視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. Experiment period was 2013-2020. The simulations were sequential 48-hour integrations using the reanalysis data (JRA-55) for each atmospheric initial condition. Second half 24-hour results in each 48-hour calculation were adopted for the analysis. In this fiscal year, we performed analysis on the relationship between 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. We will continue the syntheical use of satellite data (e.g., GCOM-C) and model data for understanding the relationships between the variations of carbon cycle and those of land area elements, and contribute to 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、時間的・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

全球気候モデル数値積分を2013年から2020年までの8年間に延長した。大気側初期値として24時間ごとのO₂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8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、海洋一大気CO₂ fluxはTransCom データ(Takahashi et al. 2009)を使用し、解析は各積分後半の24時間の結果を対象とした。本年度は特に、GCOM衛星データプロダクトが整備されている2018年から2020年の大気中CO₂濃度変動と陸域諸要素の時間的・空間的変動の関係に関するモデル結果について解析を行った。その結果、地上バイオマス量の年々変動がモデルで再現されていることが確認できた。また、陸域植生の生産量の変動に土壤水分変動が大きく影響していることが分かった。

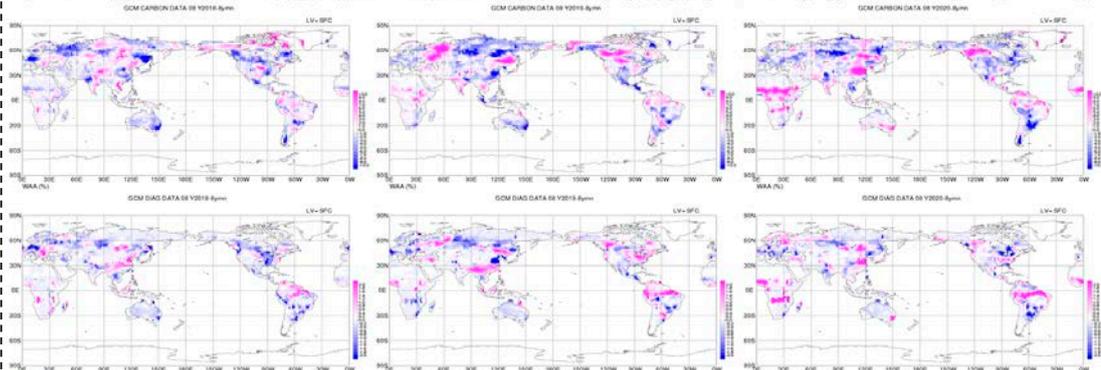


図 気候モデルによる8月の各年値と8年平均値との差。左:2018年値-8年平均値、中:2019年値-8年平均値、右:2020年値-8年平均値。上段:土壤水分量、下段:総一次生産量。

3
成果展開の
状況

今後さらにGCOM-C観測データを中心とする衛星プロダクトとモデルプロダクト相互利用による大気中CO₂濃度、地上バイオマス量等の変動と陸域諸要素の変動の関係の解析を行い、それらの変動監視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。

【CJ21-10】P2021-1

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、波長2334 nmのDFBレーザーを利用して、10 cm遠隔から散乱光で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、注入電流の変化により波長可変な小型の分布帰還型(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)DFBレーザーを利用した10 cm遠隔でのCOガスの赤外反射吸収スペクトル測定光学系を開発した(図1)

図1に10 cm遠隔でのCOガス赤外吸収スペクトル測定光学配置図を示す。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る。レーザー光はCOガスを740 Torr封入したセルを透過させ、スクリーンに照射した。その散乱光は焦点距離10 cmのレンズで集められ、InGaAsのフォトダイオード(PD)で遠隔から散乱光強度を記録することが可能である。

(2)COのR6(R枝、 $J' = 7 \leftarrow J = 6$)の赤外吸収スペクトルの測定に成功した(図2)。

図2にCOガスの反射スペクトルを示す。COガスセルと同じ構成のガスセルを真空にした参照セルでも測定し、その結果との比を取ることで透過率を算出している。点線はHITRANデータベースを用いて計算した赤外吸収スペクトルであり、実験結果とよく一致していることがわかる。

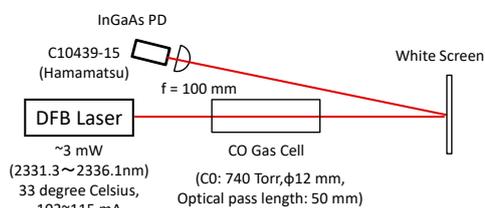


図1 COガスの赤外反射スペクトルの測定光学配置図

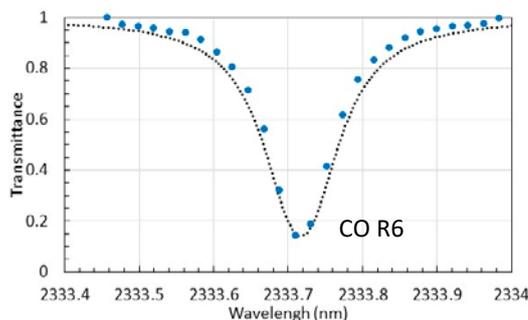


図2 COガス(740 Torr、光路長:50 mm)の反射スペクトル(点線: HITRANの計算結果)

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反射スペクトルはよく一致し、今後はより遠隔からCOガス濃度の定量評価を実施したいと考えている。

【CJ21-23】P2021-1

(研究課題名:和文)2021年足利火災を対象とした焼損林の広域調査
(研究課題名:英文)Field survey in the burnt forest by Ashikaga wildfire in 2021

(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】 2021年足利火災は100haを超える規模となり、栃木県では1995年以降で最大の焼損面積となった。この大規模化の要因を探るための災害調査、聞き取り調査を実施した。その結果、出火時の状況、延焼過程、焼損状況、消火活動、消火用水の供給状況等について広範な調査結果が得られた。
また、林野火災後は、森林消失や地表面の撥水性・透水性の変化から斜面災害や洪水リスクが高まると知られていることから、現場計測が可能な変水位透水試験を領域内3点で実施した。その結果、自然状態に近い地点と、焼損地点の間に明瞭な差は見られなかった。

【Abstract】 The 2021 Ashikaga wildfire exceeded 100 ha, which was the largest burned area in Tochigi prefecture since 1995. Therefore, field surveys were performed to find out the factors behind this serious event. The obtained results were related to the fire generation, the fire expansion, the extinguishing activity, and the water supply. In addition, since the risk of slope disasters and floods are reported to increase due to the disappearance of forests and changes in water repellency of the ground surface. As a result of conductivity test, there was no clear difference between points under the natural state and burned out.

1 背景 目的 方法

林野火災後は、森林消失や地表面の撥水性・透水性の変化から斜面災害や洪水リスクが高まると知られている。代表者らは大規模林野火災と豪雨の複合災害と捉え、尾崎半島林野火災(釜石市, 2017年)等を対象とした継続的な調査に基づく斜面安定度計算等を実施している。しかし、特に地表面の透水性の変化について、日本での調査事例が少なく、透水係数等の数値解析の設定条件に根拠資料が限られていた。そこで本研究では、2021年足利火災を対象として、災害調査を実施すると共に、現場測定可能な変水位透水試験器を用いて表層の透水係数を測定した。焼損度については、領域のほとんどが林床のみが焼損した低焼損に区分されたため、低焼損地2点のみと自然状態に極めて近い微焼損地1点で透水係数を比較した。

2 研究の 成果

災害調査による被災状況の大まかな把握と変水位透水試験を実施した。

(1)災害調査を実施し被災状況を把握した(図1)。

現地消防署への聞き取りや焼損領域の踏査を行い、焼損状況を広域に把握した。出火した2月21日から22日頃までは紫山周辺で延焼を抑え込んでいたが、23日から25日に局地風が生じた際に急激に延焼が進んで広域化したことや、延焼時の風向(北西風)に対して風上側に延焼したという本事例の特異な特徴を明らかにした。焼損度は領域内で一様に低焼損度で、延焼過程はほぼ地表火と推察された。消火時の水源は主に上水道であったが、消火用水による断水が一部で生じた。消火活動のための人員や水源の確保に向けた今後の広域連携の必要性が示された。

(2)インフィルトロメーター(Meter社)を用いた変水位透水試験を3点で実施した(図2)。

焼損地2点と、ほぼ自然状態と推察された地点では明瞭な差は見られなかった。撥水性・透水性の違いは限定的だった。

(3)近隣の他の報告値と比較した。

報告では $10^{-3} \sim 10^{-2}$ cm/s程であり、本計測値が小さかったことが分かった。筆者らによる他地域での計測事例でも、過小評価の傾向が見られたことから、本手法の検証が必要である。しかし、焼損の有無による災害脆弱性の違いという目的に対し、3地点比較の中で値に大きな違いが見られなかった点が重要である。



図1 足利火災焼損領域



図2 サンプルング地点と透水係数の試験結果

3 成果展開の 状況

日本で100haを超える規模の火災事例は稀なため、災害調査の結果は、災害をもたらす火災事例についての詳細な災害記録として、今後の消火活動や防災・減災に役立つものと期待される。調査結果は災害速報として査読論文に投稿中である。

透水係数に違いが小さかった観測事実は、現在代表者らのグループで実施している斜面安定度計算において解析条件の設定に貢献するものと期待される。

【CJ21-46】P2021-1, P2021-3

(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、郡山市内の台風19号による水田や都市域での浸水被害領域について、Sentinel-1のCバンド合成開口レーダ(SAR)データに現れた浸水被害の影響を明らかにすることを目的とする。浸水被害が発生した都市域や水田領域において、浸水被害が後方散乱係数や干渉SARコヒーレンスにおよぼす影響を定量的に把握するために、後方散乱係数および干渉SAR解析を実施した。以下に主要な成果をまとめる。

- ・浸水被害が発生した都市域では後方散乱係数が上昇し水田領域では減少した。
- ・都市域および水田ともに浸水被害により干渉SARコヒーレンスは減少するが、水田における減少量は小さい。
- ・浸水被害を両方とも検出する方法として時系列後方散乱画像の主成分分析が有効であることがわかった。

【Abstract】 This study investigates the characteristics of backscattering and interferometric synthetic aperture radar (InSAR) coherence for the flood damage area in Koriyama city caused by Typhoon Hagibis (No.19 in 2019). Nine sites, including built-up and paddy fields, were selected as flooded and non-flooded areas in Koriyama. Both backscattering and InSAR analysis were applied to Sentinel-1 C-band SAR data. Both backscattering and coherence changes can detect flood-damaged areas in built-up areas. However, InSAR coherence could not detect the flooded paddy fields due to its low coherence. We also applied a principal component analysis(PCA) to time series of backscattering images and found that the second component helped detect flooded areas in both built-up and paddy fields.

1 背景目的方法

本研究は、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。2021年度は浸水被害がSARデータにおよぼす影響を明らかにすることを目的として、浸水被害を受けた都市域および水田域の後方散乱解析および干渉SAR解析を実施した。

Sentinel-1が郡山市内の台風19号による水田や都市域での浸水被害領域を観測したデータを使用して、浸水被害が発生した都市域および水田域と発生なかった都市域および水田域の後方散乱係数と干渉SARコヒーレンス解析を行った。

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) 都市域および水田域の浸水被害によって変化する後方散乱係数を明らかにした(図1)。
- (2) 都市域および水田域の浸水被害によって変化する干渉SARコヒーレンスを明らかにした(図1)。
- (3) 後方散乱係数の時系列変化を利用して主成分分析を行うことによって、第2主成分の増減で都市域および水田域の浸水被害を同時に検出できる可能性を示した(図2)。

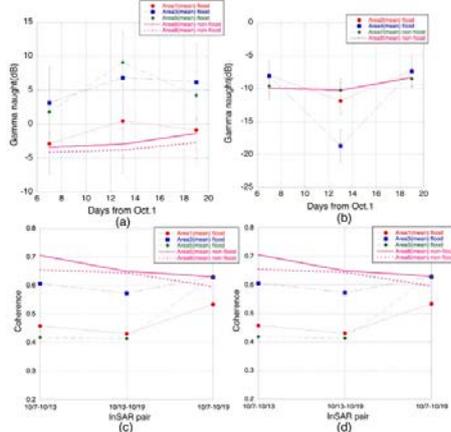


図1 後方散乱係数およびコヒーレンス変化
(a)後方散乱(都市域) (b)後方散乱(水田域)
(c)コヒーレンス(都市域) (d)コヒーレンス(水田域)

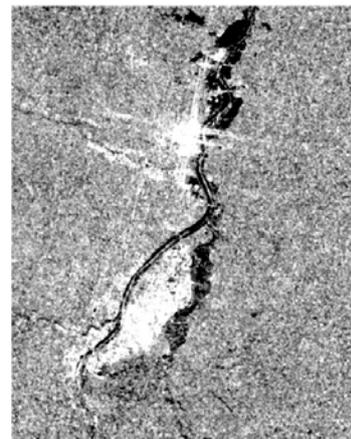


図2 後方散乱時系列データの第2主成分
高:都市域 低:水田域

3 成果展開の状況

IEEE論文誌掲載(2020年度成果):H. Wakabayashi, C. Hongo, T. Igarashi, Y. Asaoka, B. Tjahjono and I. Permata : Flooded rice paddy detection using Sentinel-1 and PlanetScope data: a case study of the 2018 spring flood in West Java, Indonesia, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol. 14, pp. 6291-6301, 2021. (DOI: 10.1109/JSTARS.2021.3083610)
 第24回環境リモートセンシングシンポジウム (2021.2.17 発表済)

【CJ21-25】SP2021-1

(研究課題名:和文)光学コンステレーションとSAR衛星データを使用したインドネシア中部ジャワの農地の土壌植生生産性の調査の開発

(研究課題名:英文)Investigation of soil-vegetation productivity for agricultural land of central Java, Indonesia using optical constellation and SAR satellite data

(研究代表者名)市川 ドルジュ (山口大学・応用衛星リモートセンシング研究センター)

Dorj Ichikawa (Yamaguchi University ·

Center for Research and Application of Satellite Remote Sensing)

【Abstract】

The objective of the joint research project is to use of optical constellation and SAR satellite technology for estimation of soil-vegetation productivity over the agricultural area of central Java of Indonesia. The research will focus on the performances of high temporal “PlanetScope” satellite consisting more than 200 satellites with daily revisit will provide strong and new opportunity of the observation over the Indonesia land area. Using the high frequency observation, the one of the objectives is to investigate retrievals algorithms for vegetation productivity estimation.

Other hand, the Sentinel-1 SAR satellite data having 10m spatial resolution and free access, allows to investigate soil property of agricultural land area in this region. Using the two satellites, the second objective is to search retrieval algorithms suitable for soil property characteristics of major crop land area in this region.

1
背景
目的
方法

Cloud condition and less number satellites limits satellite remote sensing technology for agriculture monitoring in this region.
To overcome this limitation, research investigation for the integrated use of optical and SAR data has been proposed.
In this research, agricultural field ground data, Planet Scope and Sentinel-1 satellite data were collected. The satellite NDVI and backscatters were correlated over the ground fields.

2
研究の
成果

(1) Multi-temporal NDVI from the Planet Scope and Sentinel-1 backscatters have been produced for 2021 over the target area (Fig.1). The NDVI and VV/VH images show a changes of agricultural fields and relation with soil-crop condition.

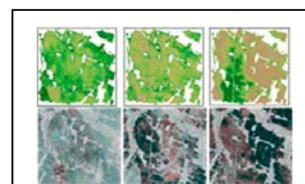


図1 NDVI and Backscatter images

(2) Time-series of VV and VH backscatters of Sentinel-1 perform similar spectral pattern for the agricultural fields. The resulting backscattering coefficients have agreement with optical constellation satellite NDVI for soil-vegetation condition depending on growing status (Fig.2)

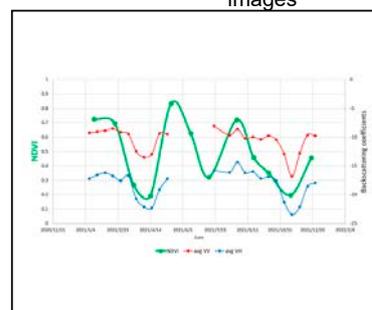


図2 Spectral similarity of optical and SAR data over the crop land

3
成果展開の
状況

This research is under development. In the next stage

- Need to be validated by more accurate ground data and observation
- SAR data **needs** to be analyzed for soil-vegetation parameters
- Need more advanced method for data integration
- Collaboration with the SAR processing system developed at Josaphat lab.

【CJ21-32】SP2021-1

(研究課題名: 和文) CP-SAR検証用UAV搭載小型統合センサシステムの開発研究-カメラ部の小型化-

(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(株式会社センテンシア)

Hirokazu OHMAE (Stentencia Corporation)

【要旨】 これまで、超小型分光センサ統合システムの検討を行い、同時に光源及び光源校正用機器を準備し、計測時の入射光量の定量化を図ることとした。分光器部分や環境センサ群の小型化はこれまで実現できていたが、検討の過程で統合システムにおける課題として、カメラ部分の小型化が最新の潮流に乗っていなかったことが明らかとなった。そこで今年度は、カメラ部の最新情報を収集し、より小型化を図ることにより、統合センサの最終形を目的としてセンサシステムを構築することを目的とした。実機実装は一部に留まり、制御ソフトの作成の端緒に付いた段階である。本ポスターでは検討状況とシステムの内容と考え方を示す。

【Abstract】 The miniaturization of the spectroscope part and the environment sensor group has been realized so far, but in the process of examination, it became clear that the miniaturization of the camera part was not on the latest trend as an issue in the integrated system. Therefore, this year, we aimed to build a sensor system for the final form of the integrated sensor by collecting the latest information on the camera unit and making it smaller.

1 背景 目的 方法

カメラ部の小型化だけを最優先することを考えると、観測計画から独立して撮像するような方法を考えるのが最も優位である。この場合は観測時間以上のメモリ容量を持つカメラ、例えばペン内蔵型カメラなどがある。しかしながら、焦点距離、画角、画質などと科学目的には適していない。観測計画と連動するためには、オンボード制御がな農であることが必須である。今回はセンサシステム用オンボードPCをRaspberryPiを使用することとした。

2 研究の 成果

カメラ部検討:

RapsberryPiに入力できる専用カメラがあり、仕様は以下の通りである。

- CMOS image sensor
- mage size : Diagonal 4.60mm (Type 1/4.0)
- Total number of pixels : 3296(H) × 2512(V) approx. 8.28M pixels
- Number of effective pixels : 3296(H) × 2480(V) approx. 8.17M pixels
- Number of active pixels : 3280(H) × 2464(V) approx. 8.08M pixels
- Chip size : 5.095mm (H) × 4.930mm (V) (w/ Scribe)
- Unit cell size : 1.12um (H) × 1.12um (V)
- Substrate material : Silicon

出力フォーマットは10bitRGB RAW

動画撮影のフレームレートは画素数に対応し、

3240画素 × 2464画素 であれば、15fps、

1280画素 × 720画素 であれば90fpsである。

3つのカメラを装備し、1つは観測域をRGBで観測するカメラ、他の2つは昨年度と一昨年度入手した分光器をカメラに取り込み、走査方向はUVA/ドローンの移動を活かした分光観測=可視域と近赤外域=を行う光学系を構築することとした。

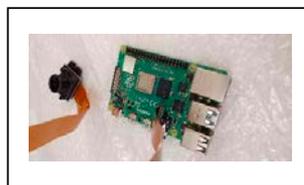


図1 Raspberry PiとNoIr カメラ

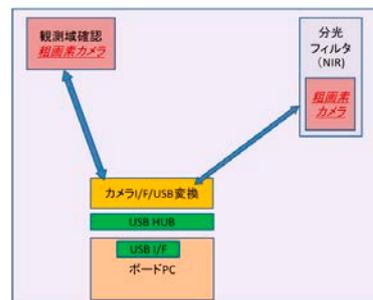


図2 統合型センサシステム/カメラ部 (統合化)

3 成果展開の 状況

ハードとしてのインターフェースについては、回路図での検討が終わった段階であり、設計に至っていないのが現状である。ソフト開発についても、仕様検討を終え、設計を開始した段階で実装にはまだ時間を要する、という状況である。今年度はほとんど実機開発に至っていない。次年度への持ち越しとなった。

【CJ21-13】P2021-2

(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・理学部)

Hisahiro Takashima (Fukuoka University・Faculty of Science)

【要旨】 MAX-DOAS*法と呼ばれる地上からのリモートセンシング観測手法について、これまで高度化を行ってきたNO₂導出方法により、福岡都市圏における対流圏NO₂積算量の経年変動について調べた。人工衛星観測で確認されている減少傾向を確認することができたが、必ずしもすべての季節、時間帯で確認できず、たとえば緊急事態宣言発令後の2020年4月のモーニングピークの時間帯では有意な減少は見られなかった。

【Abstract】 To clarify the interannual variation of tropospheric NO₂ column over the Fukuoka urban area, NO₂ VCD by ground-based MAX-DOAS* was investigated during 2018-2022. Overall, clear decreases were observed after the COVID-19 pandemic as shown by satellite observations, but not observed in all months or times.

*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・大気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を連続観測できる観測手法である。これまでNO₂鉛直分布に最適な観測方法・導出方法の検討を行ってきた。窒素酸化物の排出は化石燃料などの人間活動に依存し、COVID-19パンデミックにおいて排出の減少が報告されている。本研究では、これまで高度化してきた観測手法を用いてNO₂の経年変動について評価することを目的とした。

2 研究の成果

(1) 福岡都市圏にてCOVID-19パンデミック前後の対流圏NO₂の経年変動を調べ減少傾向を確認 (図1)。

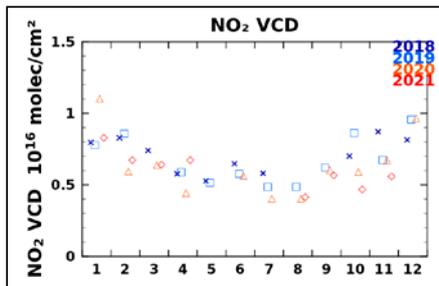


図1 NO₂の季節変動。2018年から2021年の月ごとの対流圏積算量 (中央値) を示す。

(2) 福岡都市圏にて、緊急事態宣言発令後の2020年4月について、朝 (8:00-10:00 モーニングピーク) の時間帯は有意な減少傾向は観測できなかったが、海風が流入する午後には有意な減少を観測した (図2)。午後の減少は越境大気と福岡都市発生の両方の減少によると考えられる。

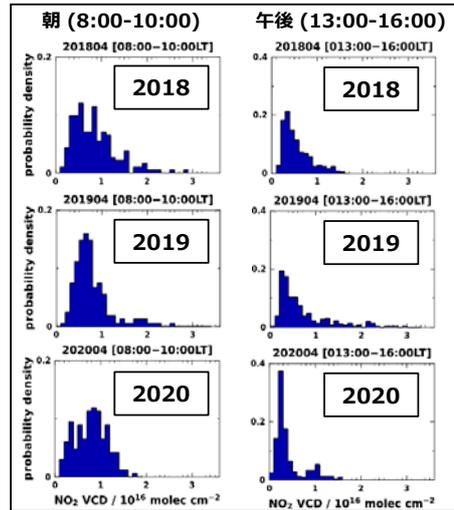


図2 福岡都市圏におけるNO₂鉛直積算量の頻度分布 (4月左8:00-10:00、右13:00-16:00)。

3 成果展開の状況

得られた研究成果は、引き続き都市圏内の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。

謝辞: NO₂の鉛直分布導出について海洋研究開発機構金谷有剛氏の協力を得た。

【CJ21-14】P2021-2

(研究課題名:和文)人工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 coupling process in troposphere and stratosphere by 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 priori 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大きい。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みられる。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。

【CJ21-16】P2021-2

(研究課題名:和文)陸面過程モデルを用いた災害予測・リスク定量化に関する研究

(研究課題名:英文)Disaster prediction and risk quantification using land surface process models

(研究代表者名) 渡部 哲史 (京都大学・防災研究所)

Satoshi Watanabe (Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute)

【要旨】 近年研究が進む大規模気候データを活用した河川計画策定を可能にする技術開発として陸面過程モデルを用いた災害予測・リスク定量化に関する研究に取り組んだ。大規模アンサンブル気候データを用いた陸面過程モデル実験の実施に適したダウンスケールおよびバイアス補正技術を開発し、数千年単位の気象強制力を入力値とした統合水循環モデル計算による数千年規模の河川流量を推計した。陸面過程モデル計算から得られる数千年単位の河川流量推計結果を基に、河川流量の統計的性質を把握し、現在・将来における洪水・渇水リスクの定量化を行った。

【Abstract】 This project addressed disaster forecasting and risk quantification using land surface process models to develop methods to enable river planning using large-scale climate data, which has been the subject of much research in recent years. Based on the millennial-scale river discharge estimates obtained from the land surface process model calculations, the statistical properties of river discharge were determined, and flood and drought risks were quantified for the present and future.

1 背景 目的 方法

気候変化による水害の頻発化・激甚化が懸念されている。社会に大きな影響をもたらす数百年に一度程度の規模の水害を適切に予測する技術が必要とされている。従来の河川計画では観測値を基にこれらの低頻度現象の予測を行っていたが、高々数十年しか存在しない観測値から数百年に一度程度の事象を予測する試みには外挿に伴う問題が避けられず、課題が多く存在している。これらの課題を解決する方法として、陸面過程モデル計算から得られる数千年単位の河川流量推計結果を基に、河川流量の統計的性質を把握し、現在・将来における洪水・渇水リスクの定量化を行った。

2 研究の 成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

(1) 気候気象水文データセット+水文モデルの活用により河川計画への活用に向けた情報を創出した。これにより、気候変動を踏まえた治水計画の在り方提言で示された全国の倍率について流域単位で更に詳細な情報を推計することが可能となった。高水に関して平均値では全国と同様の傾向が見られた。その一方で、実験条件(SST)や上下流では倍率がさらに大きくなること示された。平水、低水(1/60年)に関して、気候変動による気温上昇が積雪の減少、それに伴う流況の変化をもたらすことが明らかになった。(図1)

(2) 全国の河川において気候変動影響評価を行う際の基礎情報となる将来予測気候のバイアス補正データセットを開発した。これにより全国の主要河川において洪水のみならず渇水に関するリスク分析を行うことが可能となった。大規模アンサンブル気候予測情報により水文モデル実験を行うことで、河川計画に資する流域単位の詳細な将来変化情報を提供する枠組みを示すことが出来た。

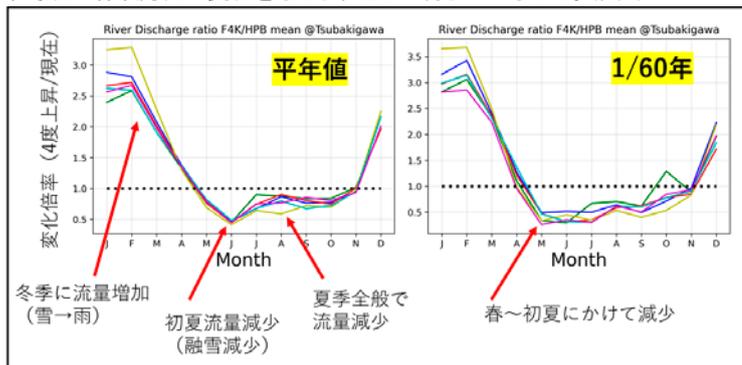


図1 渇水に関する将来変化傾向
現在気候と全球4度上昇時での河川流量を比較した。

3 成果展開の 状況

- 本研究は国土交通省湯沢河川国道事務所の協力の下実施しており、得られた成果は河川計画業務への活用が期待されるものである。
- また本研究の成果は上記の雄物川流域のみならず他流域にも適用可能な方法として検討を行った。日本全国の主要な河川における河川計画の検討に資するものである。

【CJ21-28】P2021-2

(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】 二酸化炭素(CO₂)に次ぐ重要な温室効果ガスであるメタン(CH₄)の大気中での分布は、CO₂と同様に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CH₄濃度の分布を再現するため、大気輸送モデルを用いたCH₄の逆解析を実施した。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ー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 methane (CH₄), which is the second most important greenhouse gas, have large uncertainties due to lack of observations as well as carbon dioxide (CO₂). In this study, we performed an inverse analysis of CH₄ with an atmospheric transport model to reproduce three-dimensional distributions/variations of atmospheric CH₄ that are consistent with available observations. A comparison with independent observations confirmed the validity of the inverse analysis. This atmospheric CH₄ 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、CH₄の逆解析を実施し、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CH₄濃度変動を再現した。

2 研究の 成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

- (1) 逆解析システムNISON-CH₄を用いて2015-2021年の期間における全球CH₄フラックスの逆解析を行った。ここで得られたフラックス解析値を用いることにより、CH₄の3次元濃度分布や変動の再現が可能となった。
- (2) 逆解析によるフラックス解析値を大気輸送モデルNICAM-TMに入力しCH₄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1)。比較の結果、上部対流圏で夏季に濃度が高くなる傾向などといった季節変動がよく再現できていることが確認され、逆解析の結果が妥当であることがわかった。

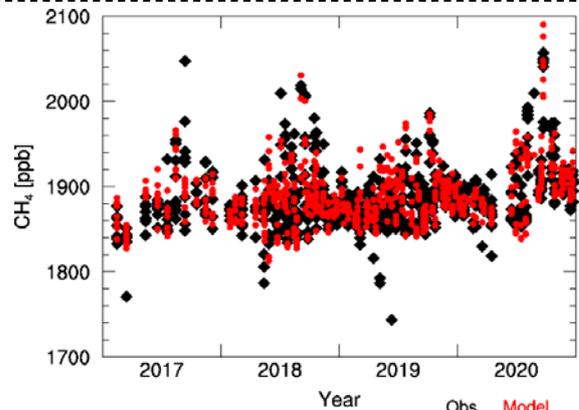


図1 航空機観測プロジェクトCONTRAILによるアジア域でのサンプリング観測(黒)とモデル(赤)との比較

- (3) 本研究で、逆解析によってCH₄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ーバル初期値や比較解析において、有用なものである。

3 成果展開の 状況

本研究で得られた大気CH₄濃度データは、国立環境研究所のGOSAT-2リトリー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。

【CJ21-29】P2021-2

(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。今年度は特に計測センサの省電力化に注力する。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。実験により、開発したシステムの有効性を確認する。

【Abstract】 The remote sensing technique is becoming popular for comprehending global environment data through sensing data from satellites. Although the remote sensing technique is suitable for analyzing global environment data, it is difficult to comprehend local environment data. This study develops an environment monitoring system using the IoT technique. The developed system enables us to collect environment data in terms of time and space flexibly. Especially, this study focus on the power savings of the developed sensors. 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、温度、湿度、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技術を通じて取得可能となった。

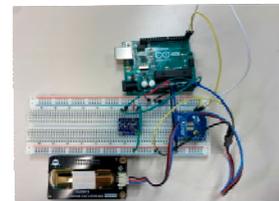


図1 CO2濃度および照度計測センサ

(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。また、圧縮センシング技術による省電力効果について検討し、圧縮率0.2の時0.75以上の相関値・消費電力20%削減を達成できることを確認した。

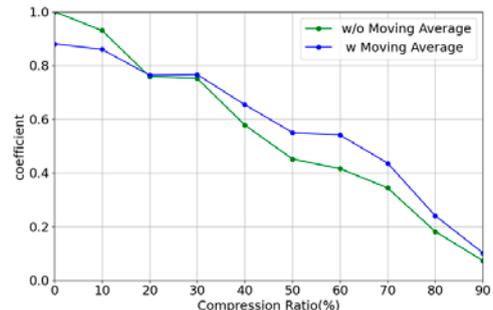


図2 圧縮センシング技術を適用した温度
圧縮率が0.2のとき元のデータとの相関値が0.75以上を達成

3 成果展開の 状況

本研究の成果を第23回環境リモートセンシングシンポジウムにて発表した。また、本研究の成果の一部を2021年9月に開催されオンライン国際会議(IEEE International Conference on Consumer Electronics – Taiwan.)にて発表した。さらに、昨年度の研究成果が論文誌(Journal of Communications, 2022年3月号)に掲載された。

【CJ21-48】P2021-2

(研究課題名:和文)原子力発電所の函体内蔵型海岸堤防の国内適地選定と断面形の検討

(研究課題名:英文)Application Settlements for No-Collapse Levees against Tsunami Inundation for Nuclear Power Plants by Generation Scales and Geophysical Conditions

(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】 我が国の原子力規制委員会は、福島原子力事故の後に安全な厳しい稼働条件を定め、規定条件をクリアした場合にのみ、再稼働を承認してきた。しかし、原子力発電所が所在する地方自治体は、再稼働に反対してきた。その理由は確率的に不透明な歴史的な地震と津波による再度の原発事故の発生によって、極めて甚大な生活を破壊する被害を受けるのは原発の地元であるためである。近隣の大都市や自治体による再稼働への合意を得るために、それ故に、本研究による崩壊しない津波防波堤の適用と既存の津波対策との多重防御が必要なのである。停止している30基以上の核反応格納容器の再稼働のために、優先すべき原発の重要度を評価して候補を抽出した。この安全となる原発の再稼働の提案により、国民的コンセンサスを得るものである。

【Abstract】The Nuclear Regulation Authority sets the new strict rules and the authority has permitted individual nuclear plants to pass the technical standards. However, the local governments do not accept them. The reason is they are afraid the possibility of the second nuclear accident by historical earthquakes and tsunami inundation. The author has proposed no-collapse embankments even if against the unexpected size of tsunami inundation. This study has selected the important plants to be restated.

1 背景 目的 方法

- ・我が国の原子力規制委員会は、東北地方太平洋沖地震による福島原子力発電所事故の後に、安全な厳しい稼働条件を定め、審査によって再稼働の条件をクリアした場合にのみ、再稼働を承認してきた。
- ・しかし、原子力発電所が所在する地方自治体は再稼働に反対し、その理由は確率的に不透明な歴史的な地震と津波による再度の原発事故の発生によって、極めて甚大な被害を受ける可能性があるからである。
- ・その自治体や住民による稼働への合意や近隣の大都市の合意を形成するため、本研究による崩壊しない津波防波堤の適用と既存の津波対策との多重防御の対策を施す。そのための優先原発を検討し選定した。

2 研究の 成果

1) 現地適用に当たっての課題と対策

本提案による堤体幅の広い津波海岸堤防が、現地の原発敷地の地形や用地に適合しない場合には地形を整備する必要がある。或いは、既に多くの原発について直立壁の構造を持つ防潮堤が築かれている。従って、如何なる津波にも耐えるためには、この直立壁構造を函体内蔵型と同様な安定型の構造に追加工事をする必要がある。しかし、直立壁の背後に函体構造を合体した鉄筋入りの安定した一体構造にするのは容易でない。そのため既設と合わせた多重防御が必要となる。なお、直立壁の前面に函体を配置する用地があれば、平時の利用に適した公園型の津波海岸堤防となる。

2) 既存の原発の中から、規模(格納容器の数)、発電力、電力需要と地域特性、付帯の施設を考慮し、重要性を評価した。それらの総合評価から優先すべき原発について4か所を選定した。その他に、規模が小さくとも研究施設を備えた東海原発が重要である。



図1 柏崎・刈谷原発の対策配置図

表1 優先すべき重要原発の選定

No.	Characteristics of Power Plants	1	2	3	4	5	6	7	Priority
1	High tsunami inundation	Higashitoori	Onagawa	Fukushima-F	Toukai	Hamaoka			-1
2	Important sizes of huge plant sites	Fukush-Futaba	Kashiwazaki	Hamaoka	Takahama				1
3	Disadvantageous geography (facing)	Higashitoori	Fukus-Futaba	Toukai	Hamaoka				-1
4	Risks of near highly populated areas	Toukai	Hamaoka	Takahama	Genkai				-2
5	New planning sites without restrictions	Ooma	Higashitoori	Fukus-Nameie	Kaminoseki	Shimane2	Mihama		1
6	Power Supply from National Policy	Tomari	Onagawa	Kashiwazaki	Hamaoka	Takahama	Shimane	Sendai	1

Author's view for safe and primary goals : Onagawa, Kashiwazaki, Hamaoka, and Takahama.

3 成果展開の 状況

1. 開発した原子力発電所用の函体内蔵型海岸堤防による津波防御の優先的な国内適地の評価と選定を進めた結果、基本設計のための地理・地形条件の選定と津波堤防の配置の検討が可能となった。
2. これらの配置の概略設計案は、国内外の原子力学会および、米国の地球物理学会連合(AGU)および国内の土木学会原子力部門に発表しており、研究者、原子力規制関係機関、民間原子力関係企業群に知られることになった。原子力発電所の様々な開発が進む選択枝の中で、本研究は課題解決のための有力な解決策の一つを提示していると認識している。

【CJ21-22】SP2021-1

(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。昨年度まで、ひまわり8号、GOES-R/Sに準解析型地表面温度推定アルゴリズムを適用してきたが、本年度は第二世代Meteosat(MSG)への適用を図った。

2 研究の 成果

- (1) 10.8、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、大気放射パラメータを、地表面温度、総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) MSG向けに、上記の簡易放射伝達コード、Split window式を実装し、反復解法により地表面温度、射出率を同時推定するアルゴリズムを実装した。(図1)

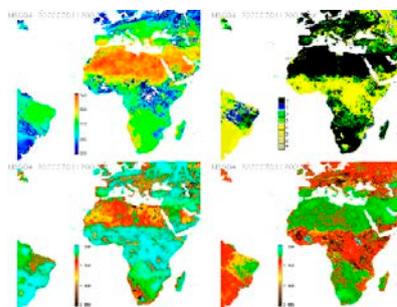


図1 2020/07/01 12:00(UT)の処理結果
(左上:LST、右上:QA、左下:
10.8[μm]射出率、右下:
12.0[μm]射出率)

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。

【CJ21-31】SP2021-2

(研究課題名: 和文) 静止気象衛星高頻度観測を用いた雲・降水特性の推定

(研究課題名: 英文) Estimation of cloud and precipitation characteristics using geostationary satellite rapid-scan measurements

(研究代表者名) 濱田 篤 (富山大学)

Atsushi Hamada (University of Toyama)

【要旨】 温暖化による将来気候の予測において、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、特に小スケール・顕著な現象については十分に信頼できる予測が得られているとは言い難い。本研究では、特に冬季日本海の降雪雲に着目し、静止衛星観測を用いて推定した雲・降水特性と大気安定度・湿度・海面温度などの環境場との関係を明らかにすることを目的とした研究を行った。

【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. In this fiscal year, we conducted a study on the relationship between the effective snowfall amount and synoptic scale environments related with convective instability.

1 背景 目的 方法

温暖化による将来気候の予測において、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、特に小スケール・顕著な現象については十分に信頼できる予測が得られているとは言い難い。本年度研究では、冬季北陸地方の降雪量および積雪深観測から「積雪深が効率的に増加する/しない」事例を定義し、積雪効率と相関規模気象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) 2007–2021年の1月(15カ月分)のアメダス観測データから、日本海側各地域での降水量と積雪の増加量の関係を調べた。東北や北海道では降水量と積雪増加量に強い線形関係がある一方で、北陸地方では同じ降水強度に対して積雪増加量のばらつきが大きいという特徴が明らかになった。この線形関係の強弱は、大まかには気温で説明できることも分かった。

(2) (1)の線形関係について気温で説明できない要素を明らかにするため、富山での3時間降水量と積雪増加量を用いて、雪が「効率的に積もった/積もらなかった」事例を定義し、平均的な気象場の違いを調べた。いずれの事例も強い冬型の気圧配置となっていたが、効率的に積もった事例では、西日本上空の傾圧性が強く、力学的な上昇流を通じて北陸地方の降水・積雪を効率的に増加させている可能性が示唆された。

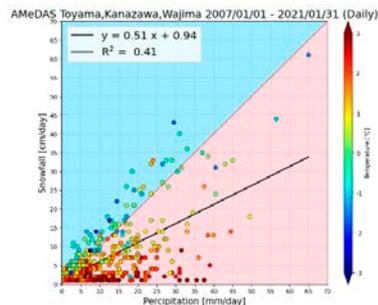


図1 北陸地方アメダス観測点における、日降水量と日積雪増加量を示した散布図。マークの色は日平均気温を表している。

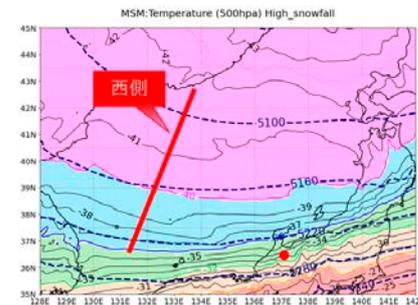


図2 富山で雪が「効率的に積もった」事例における、500 hPa面の気温(カラー、実線)およびジオポテンシャル高度(破線)の事例平均。

3 成果展開の 状況

以下の成果発表を行った。

- ・ 二宮, 2022: 富山市における効率的に積雪が増加する時の気象場に関する研究. 富山大学都市デザイン学部卒業論文, 16pp.
- ・ Tsuji, T., K. Yasunaga, and A. Hamada, 2021: Drop-size-distribution (DSD) statistics in the warm season over the Sea of Japan. 2021 AGU Fall Meeting, 13–17 December 2021.
- ・ 辻 泰成, 安永 敦明, 濱田 篤, 2021: "warm rain"と"cold rain"～降水粒子特性の違い～. 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月2–8日.
- ・ 濱田 篤, 2021: 気象学的に観た令和3年1月豪雪の特徴. 令和2年度シンポジウム「地球を観る、災害を観る」, 2021年3月29日.

【CJ21-06】P2021-3

(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。前年度に続き、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が、撮影時の気象条件や時間帯により稲体温度の差が判別しにくいことが確認された。

【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. Continuing from the previous year, we examined the feasibility of detecting signs of disease development by capturing drone thermal infrared images of paddy rice over time, from before the installation of blast infection sources to harvest. A comparison of the drone images taken before and after blast infection showed that the temperature of the rice plants was relatively lower immediately after infection. It was also confirmed that the difference in temperature between diseased and healthy rice plants did not appear clearly depending on the weather conditions and time of the shooting.

1 背景目的方法

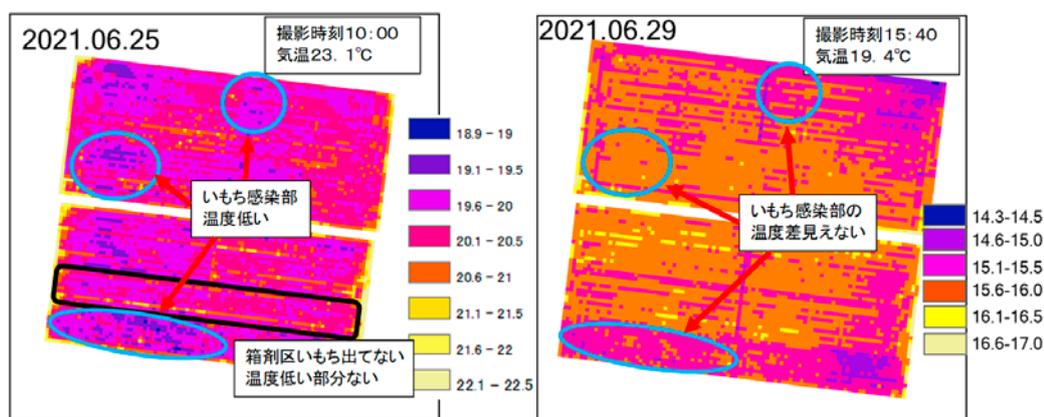
現在の水稲栽培において、いもち病の防除は箱施用剤による予防防除が基本であるが、気象条件によってはいもち病の発生が少ない場合もあり、実際の発病程度に限らず同一量の薬剤を使用している、という状況が本研究の背景としてある。

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15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。初発のいもち病斑が確認された力所の熱赤外画像では、いもちに感染したと思われる稲体の温度が低くなっていることが確認された。一方、4日後に同じ力所の画像を確認する稲体温度の低下は確認できなかった。撮影時の気象条件を比較すると、気温が低い場合の方が稲体の温度差が小さくなっており、稲体の温度差を捉える場合、気象条件や撮影時間も考慮する必要があると推察された。



3 成果展開の状況

成果の一部については、第24回環境リモートセンシングシンポジウムにおいて発表した。稲体の温度変化を恒常的に確認するには今後も継続した試験が必要であり、撮影条件についても検討する必要がある。

【CJ21-11】P2021-3

(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、本報では昨年度に引き続きいもち病による影響評価について解析を行った。画像解析によりいもち病の感染の広がりを定量化することができた。いもち病の感染は地上部乾物生産に影響を与えていたものの、収量への影響は限定的であった。今後は穂いもちの感染状況の定量化を進める予定である。

【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 continuing from 2021. Image analysis was able to quantify the spread of blast infection. Although blast infection affected above ground dry matter production, its effect on yield was limited. The infection status of neck blast is the next target.

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。そこで本報では昨年度に引き続き、古川農業試験場にて行った試験において、いもち病による影響評価について解析を行った。

2 研究の成果

(1) 画像解析によりいもち病の病斑面積を評価した(図1)。これによりいもち病の感染程度とその面的評価が可能となった。

(2) いもち病の病斑面積とNDVIには有意な関係がみられた(図2)。NDVIは地上部乾物重と有意な関係があり、いもち病の感染により地上部乾物生産が阻害されたことが推察された。

(3) 収量に与える影響は明瞭ではなかった。地上部乾物重と収量の相関は有意ではなく、したがってNDVIと収量の関係およびその関係に及ぼすいもち病の病斑面積の影響は不明瞭であった。収量には穂いもちの影響が大きいため、今後は画像解析による穂いもちの被害程度の定量化を行い、モデルに組み込んでリスク評価を行う予定である。

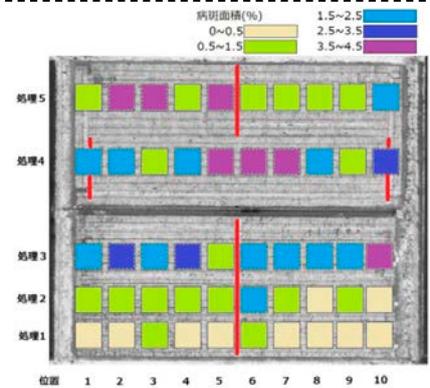


図1 調査圃場におけるいもち病の感染状況

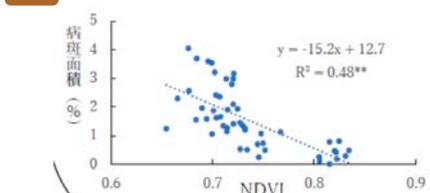


図2 いもち病の病斑面積とNDVIの関係

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。

【CJ21-24】P2021-3

(研究課題名: 和文) 農業経営を取り巻く災害リスクの変化と農家の経営判断について

(研究課題名: 英文) Changes in disaster risk surrounding agricultural management and farmer's management decisions

(研究代表者名) 李 想(千葉大学・社会科学研究院)

Li Xiang(Chiba University Graduate School of Social Sciences)

【要旨】 この研究では、近年の農業経営を取り巻く災害リスクの変化を調査し、農家の飼料用米の生産決定への影響を分析しました。日本の農家は労働力、収入の安定、政策、環境の変化を重要なリスク要因として認識していることがわかった。興味深いことに、関東地方の未経験グループ(飼料用米を生産した経験がない)の農民の多くは、経験豊富なグループ(飼料用米を生産した経験がある)の農民よりも気候変動が農業にとって重大なリスクであると考えていました。

【Abstract】 This study examined changes in disaster risk surrounding agricultural management these years and analysed their impacts on farmer's feed rice production decisions. It has been found that farmers perceived labour force, revenue stability, policy and environmental change to be important risk factors. More farmers in the non-experienced group in the Kanto region considered climate change to be a significant risk to agriculture than those in the experienced group.

1
背景
目的
方法

The success of farm management heavily relies on climatic and socioeconomic conditions. Thus, this study examined changes in disaster risk surrounding agricultural management these years and analysed their impacts on farmer's feed rice production decisions. To do so, a total of 64 complete responses was collected from the Kanto to analyse the risk perception differences in these regions. χ^2 tests were performed to examine the risk perception differences between the experienced group and the non-experienced group. Policy attitudes toward the feed rice subsidy were also estimated.

2
研究の
成果

- (1) Through data analysis, we found weather disasters and labour hire have increased, but domestic rice demand has decreased.
- (2) It has been found that that farmers perceive labour force, revenue stability, policy and environmental change to be important risk factors. Among these variables, environmental change is the most selected risk factor (図1).
- (3) More farmers in the non-experienced group considered climate change to be a significant risk to the agriculture sector than those in the experienced group in the Kanto region. The result suggests that the government may need to consider additional supports to cover the loss from climate-related disasters (図2)。

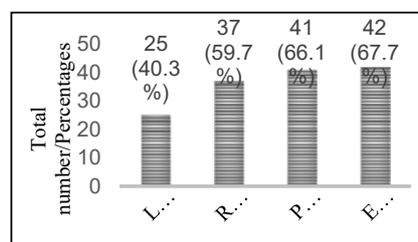


図1 Risk perception

Factors	Exp (n=40)	Non-exp (n=24)	Fisher's exact test (p)	χ^2
Labor force	32 (80)	16 (66.7)		1.4
Revenue stability	40 (100)	8 (33.3)		35.6**
Policy	40 (100)	8 (33.3)		35.6**
Environmental change	32 (80)	24 (100)	0.02**	

*p<.05, ** p<.01

図2 Risk perception differences

3
成果展開の
状況

The developed analysis method of this research will be used in other crop research.

The findings of this research will be used to create an app that notifies farmers of potential risks.

【CJ21-26】P2021-3

チェルノブイリを対象とした森林火災地域の広域検出手法の検討

A Study on a Detecting method for large post forest fire areas in Chernobyl

(研究代表者名) 五十嵐康記 (福島大学・環境放射能研究所)

Yasunori Igarashi (Fukushima University, Institute of Environmental radioactivity)

【要旨】 森林火災により大気へ放出される放射性物質量の推定には、火災の延焼範囲(=面積)、及び、森林の焼損度(=損失バイオマス)を正確に把握する必要がある。このため、現地において実際に取得されたデータを入手し、GISデータとして整備した。これにより、これまでの研究(CEReSプロジェクト:代表峠嘉哉, P2020-02)により開発が進められてきた、アンサンブル学習器Random Forestの検証が可能となった。アンサンブル学習器Random Forestによる延焼範囲の推定域と、実際に発生した森林火災域のデータとを比較し、その精度を検証した。予備的な結果として、NASAによる既存プロダクトと同等以上の検出精度である事が確認された。

【Abstract】 It is necessary to accurately determine the extent of fire spread (=area) and the degree of forest burnt (=biomass lost) for evaluating the radionuclides release into the atmosphere due to forest fires. For this purpose, we obtained data actually obtained in the field data into GIS data. This enabled us to validate the ensemble learner Random Forest (RF), which has been developed through previous research (CEReS project: Yoshiya Toge, P2020-02). The accuracy of the RF was verified by comparing the actual field data. As a preliminary result, it was confirmed that the accuracy of the RF was equal to or better than that of the existing NASA products.

1 背景 目的 方法

2020年4月にチェルノブイリで発生した森林火災(2020年ChEZ森林火災)は、数週間でチェルノブイリ立入禁止区域(ChEZ)の約20%を焼失する過去最大のものとなり、ChEZから約300km離れたキエフ市内やヨーロッパ各地で大気中¹³⁷Cs濃度の上昇が観測された。2020年ChEZ森林火災で大気へ放出された¹³⁷Csは $10^1 \sim 10^3$ GBqと推定されており、用いる手法により2オーダー以上の差が生じている。森林火災域については、MODISプロダクトが既に利用可能である。ただし、MODISプロダクトは全球を対象にしたものであり、実際に現地観測とは分布が異なる。この課題を解決すべく、森林火災の発生地域(=面積)、及び、森林の焼損度(=損失バイオマス)の推定手法の高度化を目的とした研究が実施されてきた。これまでのアルゴリズムは、極軌道衛星の観測する可視・近赤外・赤外の波長情報から森林火災域を診断する、アンサンブル学習器Random Forestである。このプロトタイプは既に、これまでの研究(以下、CEReSプロジェクト:代表峠嘉哉, P2020-02)で完成していた。しかしながら、実際の延焼範囲と焼損度のデータが得られておらず、実際のデータを用いた広域での検証が実施されていなかった。本研究では、2020年に発生した大規模森林火災での実際の延焼範囲データを整備し、アンサンブル学習器Random Forestを適用することを研究の目的とした。

(1) 2020年ChEZ森林火災での、実際の実際の延焼範囲データをGISデータとして整備した(図1)。

2 研究の 成果

ウクライナの研究協力者(ウクライナ原子力発電所安全規制機構/Talerko博士)より、現地の消防およびChEZ管理庁により作成された2015年から2020年の大規模火災範囲資料の提供を受けた。資料はGISデータとして整備した。これにより、アンサンブル学習器Random Forestの検証が可能となった。

ChEZは数ha程度区域に細分化され番地として管理されている。提供されたデータはこれらの番地毎の焼失面積の情報を含んでいる。これらの情報が、焼損度を代表できる指標になるか? 今後の課題としたい。



図1 現地の消防およびChEZ管理庁により作成された2015年から2020年の大規模火災範囲。赤枠内がチェルノブイリ立入禁止区域。赤色斜線域は2015年火災範囲。黄色斜線域は2020年火災範囲。

(2) 2020年ChEZ森林火災におけるアンサンブル学習器Random Forestの適用。

アンサンブル学習器Random Forestによる延焼範囲の推定域と、実際に発生した森林火災域のデータとを比較し、その精度を検証した。予備的な結果として、NASAによる既存プロダクトと同等以上の検出精度である事が確認されている。

3 成果展開の 状況

- 整備したデータセットは、チェルノブイリ域で発生した森林火災の研究(推進費1RF-2103)に用いられている。
- 使用した、アンサンブル学習器Random Forestは、今後、追加の検証を実施予定である。

【CJ21-34】P2021-3

(研究課題名:和文) 低空ドローン空撮画像を用いた水稲いもち病の発生個所の特定

(研究課題名:英文) Detection of rice blast using drone imagery taken at low altitude

(研究代表者名) 牧 雅康(福島大学)

Masayasu Maki (Fukushima University)

【要旨】 水稲の生産性低下の一因となるいもち病は、早期に発見して必要な対策を講じることが必要となる。しかし、広大な圃場を対象とした場合、従来の現地での目視による確認は時間と労力を要する。そこで、本研究では低空で撮影したドローン画像を用いたいもち病発生個所の特定の可能性について検討した。その結果、目視による罹患箇所特定は可能であり、深層学習による罹患箇所の自動抽出の可能性も確認した。

【Abstract】 Rice blast, which contributes to low productivity of paddy rice, requires early detection and necessary countermeasures. However, when large fields are targeted, conventional visual confirmation in the field is time-consuming and labor-intensive. The possibility of usage of drone imagery taken at low altitude to detect rice blast was investigated. As a result, we confirmed that it is possible to identify the diseased area visually, and also confirmed the possibility of automatic extraction of the diseased area by deep learning.

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稲の減収リスク評価手法の開発を最終目標とし、また、大規模圃場での効率的な罹患箇所のモニタリングのため、低空で撮影したドローン画像(RGB画像)を用いた減収の主な要因である病害(いもち病)の検出の可能性を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、2021年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結果を用いた。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、低空(高度5m)でのドローンRGB画像の取得)を実施した。取得したデータを用いて、目視と深層学習によるいもち病の発生個所の特定の可能性について検討した。

2 研究の 成果

(1)低空で撮影したドローンRGB画像を用いたいもち病発生個所の特定の可能性について検討した。その結果、図1のように目視での発病箇所の特定は容易であることを確認した。



図1 高度5mから撮影したドローンRGB画像

(2)本研究課題で取得した低空ドローン画像からいもち病箇所を抽出し、これを教師として深層学習させることで、精度向上のための課題はあるが、図2のように、いもち病の自動抽出は可能であることを確認した。



図2 深層学習によるいもち病特定モデルの作成

(3)罹患箇所の特定精度の向上のために、画像の解像度や撮影高度だけでなく、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稲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。

【CJ21-35】P2021-3

- ・ (研究課題名:和文) インドネシア、バリ島トラガワジャ河川域における衛星データとGISを用いたUSLE法による侵食予測
(研究課題名:英文) Erosion Prediction based on USLE method using Remote Sensing data and GIS in Telagawaja watershed Denpasar, Bali, Indonesia

(研究代表者名) 大澤 高浩 (ウダヤナ大学・海洋科学リモートセンシング研究所)
Takahiro Osawa (Udayana University・Center for Remote sensing and Ocean Sciences)

【要旨】

土壌侵食は、土壌劣化の主要なものの一つであり、最も広く見られる現象です。インドネシアのバリ島では、観光産業と人口の増加により、土地利用の変化や土壌侵食などの大きな社会・環境問題が発生しています。この土壌侵食の速度を予測する方法として、一般的に採用されているのがUSLE(Universal Soil Loss Equation)を用いて。本研究では、バリ島トラガワジャの小規模流域における土壌侵食の感度を定量的に評価することを目的とした。その結果、非常に軽いクラスが59.1%、軽いクラスが27.3%、通常のクラスが10%、重いクラスが2.3%、非常に重いクラスが1.4%である事がわかった。

【Abstract】

Soil erosion is one of the major and most widespread types of soil degradation. In Bali, Indonesia, an increase in the tourism industry and the population is creating huge social and environmental problems, such as land use changes and soil erosion. The USLE (Universal Soil Loss Equation) is a method that is generally employed for predicting the speed of the soil erosion. The main objective of this study is the quantitative estimate of the soil erosion sensibility in the small scale watershed of Telagawaja in Bali.

1
背景
目的
方法

土壌侵食は、土壌劣化の主要なものの一つであり、インドネシアのバリ島では、観光産業と人口の増加により、土地利用の変化や土壌侵食などの大きな社会・環境問題が発生している背景がある。本研究の目的は、バリ島トラガワジャの小規模流域における土壌侵食の感度を定量的に評価するために土壌侵食を積算することである。本研究では、USLE(Universal Soil Loss Equation)の方法を採用し、5つに分類分けを実施した。

2
研究の
成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

- (1)バリ島トラガワジャの小規模流域(図1)におけるUSLE(Universal Soil Loss Equation)に適合する5パラメータを積算した。これにより、土壌侵食の感度を定量的に評価が可能となった。
- (2)その結果、非常に軽いクラスが59.1%、軽いクラスが27.3%、通常のクラスが10%、重いクラスが2.3%、非常に重いクラスが1.4%である事を明らかにした。(図2)
- (3)バリ島トラガワジャの小規模流域におけるUSLEの技術を確立した。これにより、トラガワジャ地方の小規模流域での土壌侵食の感度を定量的に評価可能となる。

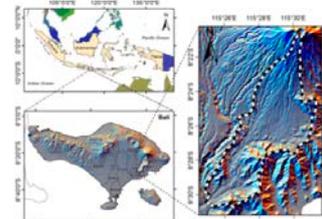


図1. トラガワジャ流域の調査地域(インドネシア・バリ島)

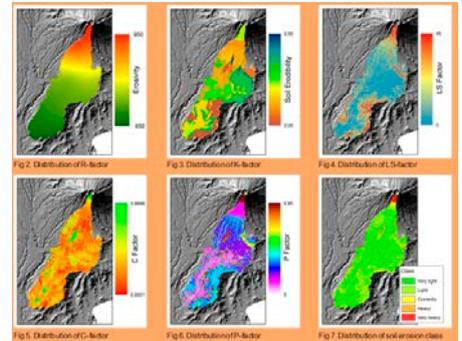


図2. USLEによる積算パラメータと分類分け

3
成果展開の
状況

開発したUSLE手法は、バリ島トラガワジャ地方の小規模流域に有用な情報をもたらし、地域の安心と安全に貢献している。

【CJ21-18】SP2021-3

(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院・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、本研究ではドローンに搭載された分光照度センサーを用いた日射条件の推定法を考案した。推定手法は、ドローンの傾きによる分光照度センサーの記録値を補正した後、全天日射量を推定し、その全天日射量から直散分離を行う方法を考案した。推定精度を検証した結果、決定係数(R^2)は0.971、二乗平均平方根誤差(RMSE)は0.062で日射条件(直達成分の割合)を推定することができた。

【Abstract】 When managing crop growth using remote-sensing drones, the normalized difference vegetation index typically changes depending on sunlight conditions. Here, we estimated the sunlight conditions using a drone-mounted solar irradiation sensor. The direct and diffuse solar radiations were separated based on the global solar radiation estimated using the solar irradiation sensor. A comparison of the results for the separation of the direct and diffuse solar radiations based on the estimated global solar radiation, with those of actual measurements resulted in a coefficient of determination (R^2) of 0.971, and root mean square error (RMSE) of 0.062

1 背景目的方法

ロボット技術や情報通信技術等のデジタル技術などの先端技術を活用して、農作業における省力・軽労化・精密化を可能とする「スマート農業」は、作物の品質向上、農業の持続可能性の向上に貢献できる。効率的かつ定量的に作物の生育状況を把握する方法としては、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広く認知されるようになった。昨年度は、ドローンを用いた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行った。今年度はその発展として、ドローンに搭載された分光照度センサーを用いた日射条件の推定法を考案した。考案手法は、まず全天日射量をドローンに搭載された分光照度センサーの記録値から推定した後、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方法である。

2 研究の成果

まず、ドローンの姿勢による分光照度センサーの傾きを補正する必要がある。

手順:

- ①ドローンの姿勢情報(ヨー角, ロール角, ピッチ角)から分光日照センサーの傾きを計算し、図1の θ を計算し、センサーが太陽に向けた場合の記録値に補正する。
- ②全天日射計と比較するために、太陽高度 h を用いて水平面の観測値に補正する。

補正した分光データを用いて各バンドで全天日射量を推定した結果近赤外(NIR)の推定精度が最も高くなった。そこで、NIRの分光データを用いて推定した全天日射量を用いて稲沼・武田(2002)の手法に基づき直達成分と散乱成分に分離した結果を図2に示す。 R^2 は0.971、RMSEは0.08であった。

推定した直達光の割合は、実測よりも全体的に過大評価傾向であった。これは、直散分離の推定式が経験式であり、本研究地に適用した場合には、系統誤差が生まれたと考えられる。この直散分離の推定式を各観測地に合わせて調整することで、推定精度は向上すると考えられる。

このように、ドローンに搭載された分光日照センサーを用いて、日射条件を推定できる。先行研究ではドローンでの観測時の太陽条件の影響の軽減に、試験サイトに設置した全天日射計を用いていたが、分光日照センサーを搭載したP4Mのようなドローンを用いる場合はその必要がなくなる。

また、マルチスペクトルカメラで観測したスペクトルの反射率への補正への応用も考えられる。ただし、分光日照センサーで記録されるirradianceは物理的な値に校正されていない信号値であり、マルチスペクトルカメラの観測値と比較し、反射率への変換を行う場合は注意が必要である。

この成果は、現在国際誌に投稿中である。

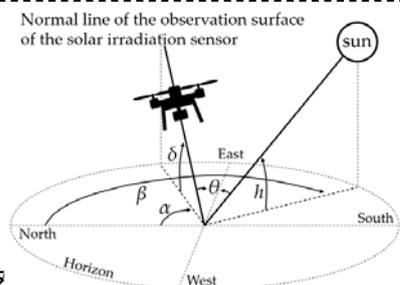


図1 日照センサーの傾きの補正

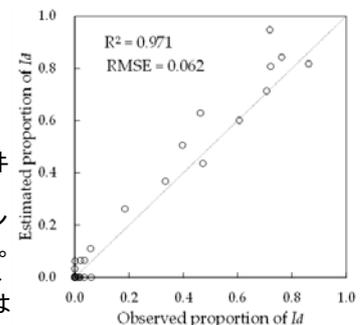


図2 推定した直達割合の検証結果

3 成果展開の状況

【CJ21-38】SP2021-3

(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 (日本大学)

Kei Tanaka (Nihon University)

【要旨】 ドローンによる近接リモートセンシングを用いた水稲モニタリングを埼玉県北部の圃場で実施してきた(田中・近藤 2016)。7年間の成果から、ドローンによる水稲モニタリングは、収量予測や食味予測などといった生産者にとって重要な情報を収穫する約1カ月前に手に入れることができることを実証した。ただし、これらの情報はドローンによるモニタリングで取得できるNDVIが根幹となっている。NDVIは計測する時刻および気象状況によって値が大きく変動することが指摘されていることから、本研究ではドローンによるNDVI測定と圃場中央に設置したNDVI測定の関係性を検討し、計測する際の最適な時刻および気象状況を明らかにした。

【Abstract】 Monitoring of paddy rice using drones has been conducted once a week since 2014 (Tanaka・Kondo 2016). We have demonstrated that drone monitoring of paddy rice enables producers to obtain important information, such as yield and flavor predictions, about one month before harvest. However, NDVI is the basis of these information. The value of NDVI varies greatly depending on the time of day and weather conditions. This study examined the relationship between drones and ground-based NDVI to determine the optimal time and weather conditions for measuring monitoring.

1 背景 目的 方法

近年、日本の農業ではIoTを用いたスマート農業が進みつつある。このスマート農業の大枠の中には、作物の生育状態を数値化し効率的に生育管理を行っていくことも含まれている。特に水稲における生育管理の重要な指標はNDVIであり、この指標を用いて追肥時期・箇所の判定や収量予測・食味予測などに用いられている状況が本研究の背景としてある。

本研究の目的は、モニタリングを行う際に最適な時刻および気象状況などを提示し、計測精度の向上を目的とする。このために、日本におけるドローンを用いたモニタリングで主流となりつつあるP4 Multispectralと圃場に設置したSRS分光反射率センサを用いて、上空および地上から取得するNDVIの関係性を検討した。

2 研究の 成果

(1) ドローン(P4 Multispectral)から計測したNDVIと圃場(SRS分光反射率センサ)からの計測したNDVIでは水稲の生育ステージによってバラつきがあった(図1)。収量や食味など収穫予測に必要な出穂期のNDVIは上空・圃場ともに大きな差は生じなかった。また、幼穂形成期後半～出穂期の生育ステージにおけるNDVIの関係は相関が高い結果を示した($r = 0.98$)。しかし、追肥判定に必要な分けつ期後半～幼穂形成期前半のNDVIでは、両者に多少のバラつきが生じているが、相関は高かった($r = 0.95$)。

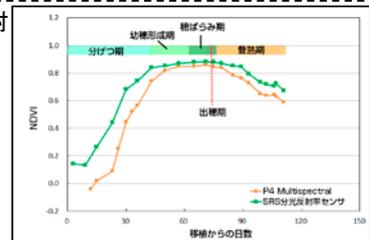


図1 ドローンおよび圃場で計測したNDVIの時系列変化

(2) 出穂期において、ドローンおよび圃場からNDVIの同時連続観測を実施した結果、モニタリングを行う最適な時間は10時および14時であることがわかった(図2)。晴天時における水稲モニタリングではNDVIが凹型を示す傾向があり、数値が著しく低下することが知られている。植被率が最大となる出穂期でもドローンによるNDVIの計測では5%程度低下する結果となったため、晴天時では正午を避けることが望ましいことがわかった。

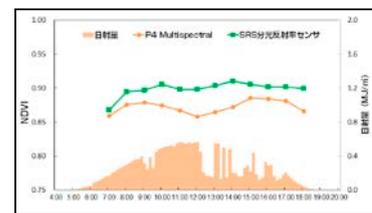


図2 出穂期におけるドローンおよび圃場で計測したNDVIの日変化

(3) ドローンによるモニタリングでは150m未満の高さから計測することが可能である。それに伴い、飛行高度の違いによってNDVIの数値は変動することがわかった。対地高度25mを基準とすると150mでは、NDVIは3%程度低下する結果となった。これらの成果からNDVIの数値のみで管理判定を行うことは、生育のバラつきを拡大する可能性が高くなるため、品種や栽培地域さらにはモニタリング手法を考慮する必要があることを示した。

3 成果展開の 状況

本研究の成果でも明らかになった最適なNDVI計測の時刻および気象状況の情報は、今後のドローン(P4 Multispectral)を用いたモニタリングの精度向上に有益である。

【CJ21-07】SP2021-1 プログラム研究 研究会

(研究課題名:和文)第7回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR 2021)

(研究課題名:英文)The 7th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021)

(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 (千葉大学大学院融合理工学府)

【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。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SeMIREs研究会を開催しています。この活動を通してさらに国内外の研究者に広く貢献できるように、「第7回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR 2021)」をIEEE GRSS、電気情報通信学会(IEICE)、インドネシアリモートセンシング学会(MAPIN)などと共催して、インドネシア・バリ島クタ地区で開催する予定でしたが、コロナのため、オンラインで開催しました。

【Abstract】 In recent years, the miniaturization and weight reduction of synthetic aperture radar (SAR) systems in Japan and overseas have made it possible to install them in small satellites, unmanned aerial vehicles, and small airplanes. In order to promote this research, Chiba University has been promoting advanced microwave remote sensing center research as a priority research since fiscal 2016. In order to strengthen this research activity, we hold a annual SeMIREs seminar related to microwave remote sensing. The 7th Asia-Pacific Synthetic Aperture Radar Society (APSAR 2021) was scheduled to be held online in Corona condition, which was scheduled to be held in Kuta, Bali, Indonesia, in collaboration with IEEE GRSS, the Institute of Electrical and Information Technology (IEICE), the Indonesian Remote Sensing Society (MAPIN), and others so that this activity could contribute widely to researchers in Japan and overseas.

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SeMIREs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。さらに、この活動を通して、国内外の研究者に広く貢献できるように、「第7回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR 2021)」をIEEE GRSS、電気情報通信学会(IEICE)、インドネシアリモートセンシング学会(MAPIN)などと共催して、インドネシア・バリ島クタ地区で開催する予定でしたが、コロナのため、オンラインで開催しました。

2
研究の
成果

2021年11月1日～3日に開催されたIEEE The 7th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021、<https://apsar2021.org/>)のProceedingsに掲載された各論文が、2名の査読者により査読されました。最終的にIEEEに査読され、下記のIEEE Explorer <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/9687819/proceeding>に掲載されました。

詳細参加者: IEEE Members 14人、IEEE Non Members 39人、IEEE Student Members 3人、IEEE Non Student Members 42人、IEEE Life Members 1人、Society Members 9、Others 200人、合計308人
8回の合成開口レーダのチュートリアル参加者数 約1500人

2021年12月16日に、リモートセンシング分野に関する研究会として、第4回マイクロ波リモートセンシング研究会(別名:The 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021))をハイブリッド型でオンラインと千葉大学西千葉キャンパスアカデミック・リンクで開催しました。この研究会で、21件の論文が発表され、JAXAをはじめ、ENRI、富士通、東京大学、千葉大学、新潟大学、茨城大学、日本大学、セベラスマレット大学、BMKGなど、国内外の研究者が発表しました。

3
成果展開の
状況

第5回マイクロ波リモートセンシング研究会(別名:The 5th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2022))を2022年11月または12月に開催する予定です。また、IEEE The 8th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)を千葉大学が主催し、2023年11月にバリ島で開催する予定です。学会の関係者、本学災害医療学研究所など共同して、人工衛星と航空機搭載のSARと光学センサのデータを利用して、災害をはじめ、食料安全(価格安定化など)などの事業に展開します。



図1 David Kunkee, IEEE GRSS PresidentのAPSAR 2023の開会スピーチ



図2 第4回マイクロ波リモートセンシング研究会

【CJ21-37】P2021-2 プログラム研究 研究会

(研究課題名: 和文) AsiaFlux 2021 Conferenceの開催
 (研究課題名: 英文) AsiaFlux 2021 Conference

(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)

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

【要旨】 AsiaFlux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、アジア各国の研究者から構成されている。この観測ネットワークにおいて、リモートセンシングデータは、観測データの広域推定研究など非常に重要が高い。本課題では、AsiaFlux 2021 Conferenceを千葉大学と国立環境研究所で2021年12月20, 21日にオンラインで共同開催した。2日間にかけて、6件の基調講演・招待講演、16件の口頭発表、33件のポスター発表を実施した。参加者は国内62名、国外130名であった。

【Abstract】 AsiaFlux is a ground-based observation network for heat, water, and material (e.g., CO2) in the atmosphere-land surface, and consists of researchers from various Asian countries. In this observation network, remote sensing data is of great importance for research such as upscaling of observed data. In this project, we held AsiaFlux 2021 Conference online jointly by Chiba University and NIES on December 20 and 21, 2021 with eight organizing committee members. 6 keynote and invited lectures, 16 oral presentations, and 33 poster presentations were given during the 2 days. The number of participants was 62 from Japan and 130 from overseas.

1
背景
目的
方法

AsiaFlux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、アジア各国の研究者から構成されている。この観測ネットワークにおいて、リモートセンシングデータは、観測データの広域推定研究など非常に重要が高い。本課題では、AsiaFlux 2021 Conferenceを千葉大学と国立環境研究所で2021年12月20, 21日にオンラインで共同開催した。

2
研究の
成果

(1) 会議の準備にあたっては、組織委員会を作り、AsiaFluxの委員長、副委員長、運営委員会を中心に9名の組織委員会を作った。日本・中国・韓国・台湾のメンバーで構成し、定期的に準備会合を行った。

(2) 会議の準備段階で、宣伝ポスター、要旨集、slackなどの準備を行った。これらはAsiaFluxのWebサイトから閲覧できる。また、CEReSニューズレター2021年12月号に開催記事、1月号に千葉大の受賞者によるコメントを掲載した。

(3) 2日間にかけて、6件の基調講演・招待講演、16件の口頭発表、33件のポスター発表を実施した。参加者は国内62名、国外130名であった。また、ポスター発表にはAsiaFlux 運営委員会メンバーの投票による学生優秀発表賞を設け3名(1名は千葉大学生)が受賞した。



図1
AsiaFlux
Conference 2021
の要旨集の表紙



図2 学生優秀研究発表者受賞者(ソウル大・京都大・千葉大の学生が受賞)

3
成果展開の
状況

本課題の代表である市井は2021年4月よりAsiaFluxの委員長となっており、AsiaFluxなどの陸域物質循環など観測ネットワークと衛星リモートセンシング、モデリングを繋ぐ役割を通してネットワークを牽引している。このネットワークを生かした国際共同研究や国際共著論文などに発展させたい。

【CJ21-19】SP2021-2 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 Groupon the Development, Application, and Promotion of Himawari-8/9 Land Products

(研究代表者名) 松岡 真如 (三重大学)

Masayuki Matsuoka (Mie 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 yea 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、日本のセンサであるにも関わらず、国内において研究利用・実利用が進んでいるとは言い難い。千葉大学環境リモートセンシングセンターは、独自に処理したデータを公開するなど、ひまわり8号の科学的利用において重要な役割を担っている。

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

2 研究の
成果

下記の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遠隔で実施した。

(1) 2021年8月: ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会を開催した。

(参加者数: 9名、実施形態: オンライン)

(2) 2021年11月: ひまわりの大気補正についての勉強会を行った。

(参加者数: 3名、実施形態: オンライン)

(3) 2021年12月: ひまわりと極軌道衛星のデータ比較についての勉強会を行った。

(参加者数: 3名、実施形態: オンライン)

(4) 2022年2月: ひまわりの時系列データ解析についての勉強会を行った。

(参加者数: 3名、実施形態: オンライン)

上記の他、科学研究費補助金などへの申請と採択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)

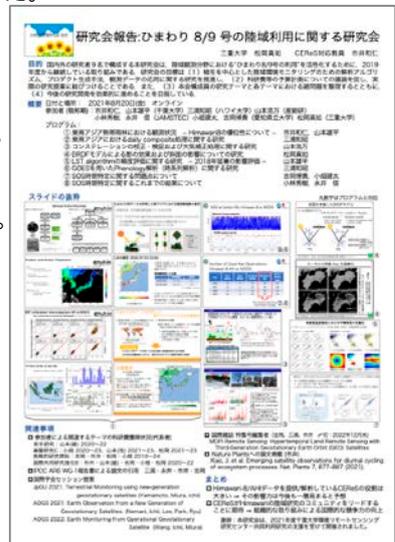


図1 活動状況を示すポスター

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。(～2022年12月31日)

(2) 科研費などの外部資金による関連テーマの研究が進行中である。

JSPS研究拠点: 市井、国際(B): 市井、若手: 山本(雄)、開拓: 吉岡、基盤(C): 小畑、山本、松岡

(3) IPCC AR6 WG-1報告書による論文の引用 著者: 三浦・永井・市井・吉岡

(4) 国際学会セッション提案: JpGU2021(山本、三浦、市井)、AOGS2021(市井)、AOGS2022(市井、三浦)

(5) Nature Plantsへの論文掲載(市井)

【CJ21-04】SP2021-3 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ことを研究会の目的としている。本研究会では、TFリモセン分科会におけるミッション立案の活動母体としてミッション公募を行い、それを通じてわが国における衛星地球観測のあり方や将来の方向性について議論を行うものであり、その成果をGrand Designとして公開する。

【Abstract】 The purpose is to establish a framework for building a satellite earth observation in Japan by bottom pap through discussion and practice. This study group will conduct mission solicitation as for mission planning in the TF Remote Sensing subcommittee, and through the discussion of with the mission proposals, the future direction of satellite earth observation in Japan is summarized. The results will be published as Grand Design.

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。特にわが国では、ボトムアップ的なプロセスでのミッション立案の観点欠缺しているとの指摘もあり、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)が発足している。本研究会は、TF活動のミッション立案を担うものとして国内の研究者等に対してミッション公募を行い、ボトムアッププロセスによるミッション提案を行うものである。

2
研究の
成果

2021年4月26日、5月31日、6月24日、8月27日、10月1日、10月21日、11月25日、12月17日、2022年1月6日、2月4日、3月9日の11回および2021年10月5日の最終審査会、12月9日の幹事会、2022年2月15日のTF全体会合を通して、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。2021年度は第2回衛星地球観測ミッションの追加公募(TF)を実施の上、最終審査会において表1に示すカテゴリごとの採択を決定した。さらに第3回試行公募を発出し、2022年度のJpGUと連携したレビュープロセスを進めている。

表1. 第2回試行公募におけるカテゴリ毎の採択件数

カテゴリ	件数
宇宙基本計画にすでに記載されている計画内の提案ミッション	2
ア)第一期短期計画(～2030年ごろまで)に含めるべき提案ミッション	3
イ)第二期短期計画(2030～)での実現に向けて道筋をつける提案ミッション	6
ウ)中期計画で考慮すべき提案ミッション(技術の研究開発・実証、データのニーズを育てる等の活動を継続し、ミッションの成立性を考える提案ミッション)	5
エ)現時点では実現性が薄く再検討を要する提案ミッション	0
技術実証を目的とした提案ミッション	1
衛星データの利活用や地球観測の新たな枠組みの提案として今後検討を進める提案ミッション	4

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Grand Designを作成・更新することを目標としている。現在、第2回試行公募の結果をもとにGrand Design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、Grand Design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。

【CJ21-01】一般研究

(研究課題名: 和文) 太陽光誘起による植物樹冠蛍光画像の広域計測手法

(研究課題名: 英文) Wide-range observation method of solar-induced fluorescence image over vegetation canopies

(研究代表者名) 増田 健二 (静岡大学・技術部)

Kenji Masuda (Shizuoka University・Division of Technical Service)

【要旨】太陽光誘起蛍光 (Solar-Induced Fluorescence, SIF) による群落レベルのスタンドオフ測定システムを開発した。個葉レベルのSPAD値とLED光を用いた蛍光スペクトルを比較した。本研究では、新しいSIF算出法として、白板と植生の反射スペクトルをフィッティングさせるスケーリング法を提案する。この方法では、同時計測した白板の反射スペクトルに植物葉の反射率を掛けてスケーリングされた参照スペクトルを作る。この参照スペクトルは、SIFのない波長域 (825 - 850nm) において実測された植生スペクトルと一致することになる。植生スペクトルからこの参照スペクトルを差し引くことによって、クロロフィル蛍光に相当するSIFスペクトルが算出できる。

【Abstract】 Development of Solar-Induced Fluorescence (SIF) measurement at the canopy level using the ground-based, stand-off measurement system that we have developed so far. Also, we compare the leaf-level SPAD value from the chlorophyll meter and the fluorescence spectrum using LED light. In the canopy measurement, the difference between the canopy and reference spectra is evaluated by the method of spectral scaling. Therein, the simultaneously measured data of a whiteboard are used as a reference after being scaled to match the vegetation spectra in the infrared region between 820 and 850 nm. These difference spectra contain information about the fluorescence spectrum, suggesting its usefulness for evaluating photosynthesis under daylight conditions.

1 背景目的方法

これまで、太陽光誘起蛍光 (SIF: Solar-Induced Fluorescence) による光合成測定システムの開発を進めてきた。日中、太陽光強度が適切な範囲にある場合には、光合成反応に伴ってクロロフィルa (Chla) 蛍光が放出され、SIFとして観測される。一方、光合成に使用されない余剰エネルギーのほとんどは熱として放散され、ごく一部が蛍光という形で放出される。クロロフィルa (Chla) 蛍光の740nmのピーク値とChla 蛍光含有量の比較から光合成活性の評価を行う。

2 研究の成果

(1) クロロフィルa 蛍光強度値と含有量の比較LEDをシアンフィルター (600nm~740nmカット) とホットミラー (675nm~カット) を透過させて、620nmより長波長側をカットした光で誘起するとクロロフィルの吸収の影響を受けないF685とF740にピークのある純粋なChla 蛍光が検出できる。2つのピーク波長の強度比F740/F685から、Chlaの含有量を推定する。Fig.1のように、Chla含有量 (F740/F685) とSPAD値 (▲) がよい相関を示した。Chla含有量F740/F685とF740のピーク値 (●) も相関関係がみられる。このことから、F740のピーク値から光合成活性の判断が可能である。

(2) ダイズの品種別のSIF強度の測定

京都大学農学研究科の圃場では、列ごとに異なった品種のダイズが植えられている。白板を5列目に設置する。天体望遠鏡を水平移動させて、白板とダイズの樹冠を列順に分光スペクトル計測する。白板の反射スペクトルにダイズの反射率を掛けて蛍光強度のない815nmより長波長側をフィッティングしてスケーリングした。ダイズの赤外反射光+蛍光の重畳スペクトルからスケーリング線を差し引くことによって、SIFスペクトルが検出できる。列 (No.) ごとのダイズのSIFスペクトルのF750Peak値 (●) とPAR (破線) を比較した。

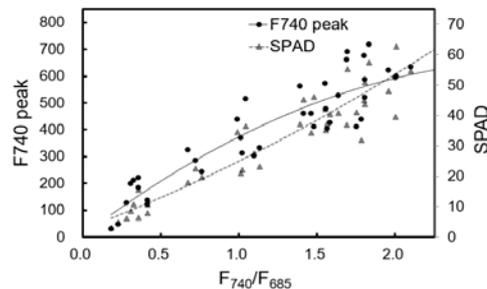


Fig.1 Comparison of Chla fluorescence peak intensity value and content.

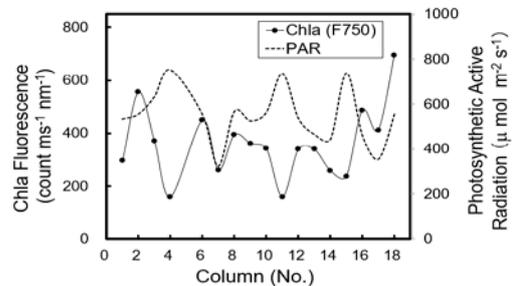


Fig.2 SIF intensity in the spectral analysis obtained for column 1-18 of soybean.

3 成果展開の状況

(1) 焦点距離10mmの広角レンズをCCDカメラに直接取り付け、同じ視野内において光学フィルタにより波長帯域を限定して複数の画像間の演算によって広域の蛍光強度分布画像を取得する新たな手法となっている。これまで、ダイズ・イネの圃場、茶畑とブナ林の観測に活用されている。

(2) 従来は太陽光条件下で蛍光を観測することは難しかったが、本研究では太陽光を誘起光源に利用して、冷却式CCD分光器を用いてSIFスペクトル計測データを取得し、反射光から蛍光を分離する新たな手法を開発した。太陽光が適切光の下では光合成反応を行い、Chla 蛍光が放出され、SIFとして観測される。

【CJ21-02】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、演算部については完成していたが、近年 HLS を用いた演算回路の設計が注目を集めていることから、本年度は HLS を用いたFFT演算部の設計も行い、従来設計との比較を行った。

【Abstract】 Signal processing for unmanned aerial vehicle (UAV) with circularly-polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) uses high-speed FFT computation for large amounts of data. So, it is strongly required that signal processing system for CP-SAR is constructed on field programmable gate arrays (FPGAs) providing high-speed parallel processing and not traditional digital signal processors (DSPs). Recently the design using HLS attracts attention. This year we re-designed a SAR image processing system using HLS and evaluated it comparing with what we designed in the past years.

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。近年、高位合成(HLS)技術を用いた演算回路の設計が注目されている。本年度はHLSを用いてCP-SAR 画像処理システムの一部を作り直した。また、従来設計との比較を行った。

2 研究の
成果

(1)従来はFPGA評価ボードKC705 上にCP-SAR 画像処理システムを構築していた。システムの構築にはverilog-HDL を用い、FFT などの一般的な演算には IPコアを利用していた。

(2)本年度はCP-SAR 画像処理システムの一部、特に IP コアを用いているFFT 演算部について、近年注目を集めている高位合成 (HLS) 技術を用いて、設計の見直しを行った。当初は IP コアを用いた設計の方が特に優れていると予想していた。しかし、その差は思ったより小さかった。HLS 技術を使うことにより、論理回路に関する知識、技術力の高くない者も設計に参加できるようになる。また、そのペナルティも大きくないことが分かったことから、今後は積極的に使用でき、設計生産性の大幅な向上が期待できる。

(3)来年度以降の研究では、作成したシステムのUAVへの搭載について検討する予定である。

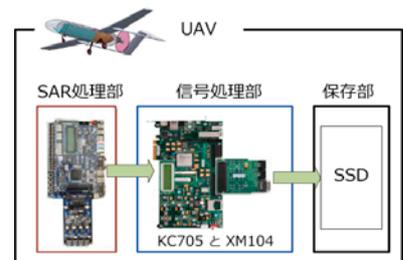


図1 システム全体

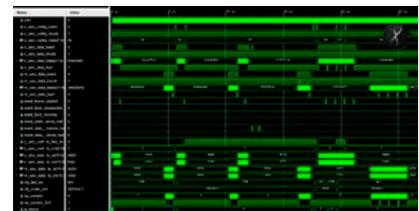


図2 評価実験における波形図

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。

【CJ21-08】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、これまでに見つかった高高度(10Pa以上)におけるダスト極大に対して、測器の問題等で誤って極大と判定されている可能性がないかを検討した。

【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 possibility of detection errors for the dust enhancements that have ever 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。一方で、過去の文献において、測器の問題等で誤ってダスト極大と判定されている例が見つかった。そのため、これまでに着目してきたダスト極大について、次のような検討を行った: ①検出器の熱雑音や迷光よりも十分に大きな測定値のみに着目する②水氷雲やCO₂氷雲との混同の可能性を除去する。その上で、最終的に判定されたダスト極大の事例解析結果と、経度・緯度分布の結果を下記に示す。なお、今回は大気が比較的安定な(つまり、ダストストームの影響を受けていない)北半球の夏至(Ls=90度)付近のデータを用いた。

2
研究の
成果

(1)5火星年分のデータを用いて、測器の問題や水氷雲・CO₂氷雲との混同の可能性を除去した上で、最終的にダスト極大であると判定された事例数は、
火星年29: 昼側50、夜側51
火星年30: 昼側45、夜側17
火星年31: 昼側70、夜側10
火星年32: 昼側41、夜側32
火星年33: 昼側105、夜側18

であった。図1に、そのような事例の一つを示す。この事例においては、ダスト極大が山状の立体構造を持っていた。このような立体構造は昼側・夜側ともに見られたが、夜側で顕著だった。

(2)ダスト極大の緯度依存性を調べたところ、昼側・夜側共に南緯30度～北緯30度付近に集中していることがわかった。一方、経度依存性は昼側と夜側とで異なる結果が得られた。このような振る舞いは、ダスト極大を引き起こすメカニズムを考えるうえで重要であると考えられる。ただし、今回の解析においては、解析対象とした季節期間が短かった(10火星日程度)ため、今後はさらに対象期間を広げて解析を行う必要がある。

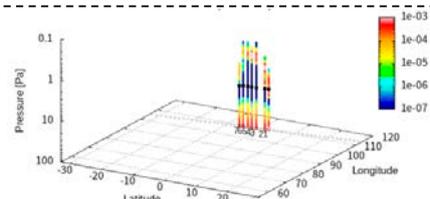


図1 火星年29、Ls=90度付近に現れたダスト極大の3次元構造の例。色は、ダストの消散係数の大きさを表す。黒い点は高度10Pa面を示す。本研究で着目するダスト極大は、これよりも高い高度に見られる増加である。

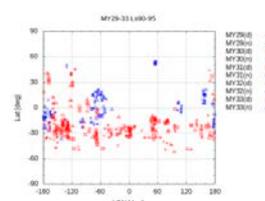


図2 5火星年で検出されたダスト極大の経度・緯度分布。赤と青は、それぞれ昼側と夜側の観測を表す。

3
成果展開の
状況

初期成果については、第24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。

【CJ21-09】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】 香川県三豊市にある「父母ヶ浜海岸」はSNSで知られるようになり、2019年度には46万人を超える観光客が訪れた。しかし、SNSに投稿されている画像には写りが悪く撮影者が望んでいないような写真が多く投稿されていた。本年度は訪れた人の満足度を向上させるためpix2pixを用いてひまわり8号の衛星観測画像から雲の動きの予測と父母ヶ浜のイメージ生成をした。雲の動きの予測では短時間の予測であれば高い精度で雲の動きを予測することができた。父母ヶ浜のイメージ生成では、生成された画像から雲の切れ目や夕焼けの赤い光も確認できた。

【Abstract】 Chichibugahama Beach in Mitoyo City, Kagawa Prefecture, has become well known through SNS, and was visited by more than 460,000 tourists in 2019. However, many of the images posted on SNS were poorly photographed, and Photographers cannot take pictures as their imagine. In order to improve visitor satisfaction, we used pix2pix to predict cloud movement and generate images of Chichibugahama Beach from Himawari No. 8 satellite images. We cloud movement prediction were able to predict cloud movement in the near future with a high degree of accuracy. In the image generation of Chichibugahama, the break of clouds and red light of sunset could be confirmed from the generated image.

1
背景
目的
方法

三豊市仁尾町にある「父母ヶ浜海岸」は日本のウユニ塩湖として知られるようになりInstagramをはじめとしたSNSで人気の観光スポットで2019年度には46万人を超える観光客が訪れている。しかし、父母ヶ浜海岸は遊園地のように同じ遊具があるわけではなく見る時間帯や季節によって風景が大きく変化するため、SNSに投稿されている画像には曇りの画像や、潮だまりに風景が反射していない画像が多くあった。本研究の目的は訪れた人の満足度を向上させるため、指定した日時にどのような写真が撮影できるかを予測した夕焼けイメージの提供である。これを実現するために、pix2pixといわれるDeep Learning技術を採用し、雲の動きの予測と父母ヶ浜の夕焼けイメージを生成した。

2
研究の
成果

(1)雲の動きを予測する学習モデルを開発した。学習モデルは図1の条件画像を見ながら実画像を生成しようとする。学習に使用したデータは2020年11月1日0時00分のデータから2分30秒ごとに記録されたもので約5700枚ある。また、下層の雲が写りやすいB07を用いて、予測がしやすいように父母ヶ浜周辺を大きく写るように切り抜いた。今回は実画像として2分30秒後の衛星観測画像を設定した。これにより、2分30秒後の雲の位置が高い精度で予測可能となった。

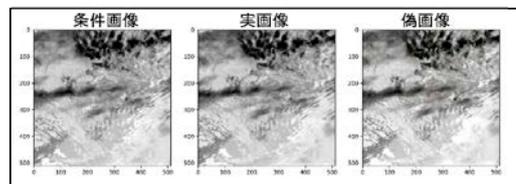


図1 雲の動きの予測結果

(2)ひまわり8号の衛星観測画像はモノクロであるためB07, B09, B13をあわせカラー画像とすることで1枚の学習データにたくさんの情報が入るようにした。今回は下層雲が写りやすいB07を緑色、上中層水蒸気が写りやすいB09を青色、雲頂情報が写りやすいB13を赤色とした。できるだけ異なる性質の3種類を組み合わせた。このデータを作成する事により高精度なイメージの生成が可能となると考えている。

(3)実画像は父母ヶ浜のライブカメラをスクリーンショットで5分ごとに記録し、正方形になるようアスペクト比を変更している。図2の偽画像は衛星画像から夕焼けイメージを生成した結果である。学習序盤は荒い画像が生成されていたが学習が進むにつれ図2の偽画像のように衛星観測画像から夕焼けになる時刻や干潮になる時刻を予測できるようになった。



図2 夕焼けイメージの生成結果

3
成果展開の
状況

生成されたイメージは父母ヶ浜を訪れようとしている観光客に対してSNSやWebサイトに自動投稿できるように準備をすすめている。

【C21-12】一般研究

(研究課題名: 和文) 衛星雷観測同化に向けた気象モデルの改良: 雪氷種診断と雷モデル

(研究課題名: 英文) Improvement of meteorological model toward data assimilation of lightning observation

(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】 本研究では令和2年度までに開発してきた気象雷モデルによる数値実験を現実事例に対して行なった。また計算の結果と地上雷放電観測データの結果を比較して、気象雷モデルの妥当性を確認した。同時に、雷に重要な雲内の電荷構造に密接に関わる雪氷種の写真撮影による観測を実施し、これらの観測データを将来的にデータ同化することを見据え、写真データから雪氷種を角柱、角板、樹枝状結晶を自動判別するアルゴリズムの開発を行った。開発したアルゴリズムは、雪氷種を50%程度の正答率で判別でき、生の写真データを粗視化して用いることで正答率を65%まで上げられることが明らかになった。

【Abstract】 In this study, the validity of a meteorological model coupled with bulk lightning model was examined through the comparison between simulated lightning frequency and observed one. The results of the comparison indicated that our model well reproduced the observed lightning frequency. In addition, we developed a machine learning algorithm to determine the shape of snow particle, which is critical for the structure of the charge density in the clouds, from pictures. Our results indicated that the accuracy of the algorithm is about 50 %, and it was increased to 65 % by using pictures with coarse resolution.

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雷を直接扱うことができる気象雷モデルが開発されている(Sato et al. 2019)。本研究ではこの気象雷モデルの計算結果と地上雷放電観測データの比較を通して気象雷モデルの妥当性を評価することを一つの目的とした。しかし、気象雷モデルをより精緻に検証するためにさらなる検証データが必要である。そこで雷をもたらす雲内での電荷構造に密接に関わる、雪氷種の写真撮影による観測を実施し、写真撮影データを将来的に検証データやデータ同化することを見据え、雪氷種を自動判別するアルゴリズムの開発を2つ目の目的とした。

2
研究の
成果

(1) 気象雷モデルの計算と地上雷放電観測を比較して気象雷モデルの妥当性を検証した。検証の結果、気象雷モデルは観測された放電数と、放電位置の分布をよく再現していることが明らかになり(図1)、気象雷モデルの妥当性が確かめられた。

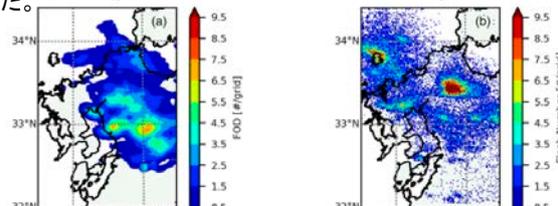


図1 (左) 気象雷モデルによる計算と(右) 地上雷放電観測で観測された 2018/7/500UTC~2018/7/6 00UTCにおける放電頻度[#/grid] (Sato et al. 2022)

(2) 北海道内の複数の場所で雪氷種の写真撮影を実施し、写真データから雪氷種を角柱(図2a)、角板(図2b)、樹枝状結晶(図2c)に自動判別するアルゴリズムの開発を行った。開発したアルゴリズムは、雪氷種を50%程度の正答率で判別でき、生の写真データを粗視化して用いることで正答率を65%まで上げられることが明らかになった(図2d)。

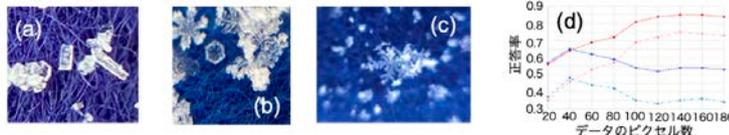


図2 写真撮影によって得られた(a)角柱、(b)角板、(c)樹脂上結晶、及び開発したアルゴリズムの正答率(青の点線が本研究で撮影された写真データに開発したアルゴリズムを適用した結果)

3
成果展開の
状況

開発した雷を考慮したモデルの結果はSato et al. (2022, doi:10.1002/asl.1067)として公開されている。また開発したアルゴリズムを用いた結果については国内学会にてポスター発表した(中野ら, 日本気象学会秋季大会 2021年度秋季大会 PR-45)。今後、データ同化研究などを通して、気象雷モデルや開発したアルゴリズム・写真データを用いた研究を行なっていく予定である。

【CJ21-15】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NDVI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。しかしながら、時系列NDVIからは季節変動成分の把握が難しいことが課題となっている。そのため本年度は土地被覆クラス内の季節変動成分の特徴分類に取り組んだ。

【Abstract】 We analyze the daily AVHRR CDR NDVI 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. However, we are facing the difficulty of capturing the seasonal characteristics from NDVI time series. This year we work on the classification issue of phenophases within land cover classes.

1
背景
目的
方法

長期的に土地被覆が過去いつ・どこで・どの程度変化し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。昨年度までの成果では、使用データの特徴分類において季節変動成分をうまく取り込めていなかったため、やや大雑把な土地被覆分類図の作成にとどまった。そのため本年度は、土地被覆クラス内の季節変動に着目した。

2
研究の
成果

時系列データの特徴分類の精査するため、日本国内の森林域において、NDVI, EVI, EVI2, GCC, GRVIから算出したEnd of Season (EOS)がどのようにばらつきがあるかを明らかにした。

- (1) NDVI, EVI2はsaturation problemのため他の植生指数と比較して季節変動の把握が難しいことが明らかになった。
- (2) 1980年代から全球的に整備されているNDVIデータの年平均・年標準偏差より土地被覆分類を行ってきたが、(1)の知見を鑑み、NDVIより季節変動を把握することができる手法を確立し、より精度の高い土地被覆分類の実現を目指す。

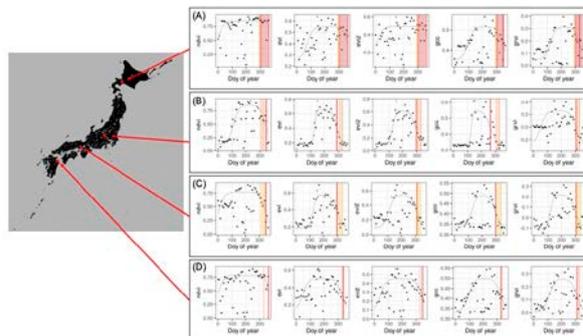


図1 時系列植生指数より算出したEnd Of Season.

3
成果展開の
状況

各植生指数から算出した季節変動指標の不確実性に関して、論文を投稿中である。今後は土地被覆分類図の精度を高め、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。

【CJ21-17】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 (2)
 (研究課題名: 英文) Study on the outbreak and transport of the Asian dust by Himawari-8 Dust RGB and ceilometers (2)

(研究代表者名) 甲斐 憲次 (名古屋大学環境学研究科)

Kenji Kai (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

【要旨】 発生源地域から舞い上がる黄砂の量を長期間にわたって正確に見積もることは、気候学的に重要である。本報では、2016年4月と2018年8月、ゴビ砂漠に位置するモンゴル・ダランザドガド気象台で、ダスト係留気球・シーロメーター・ラジオゾンデの同時観測を実施した。エアロゾル粒子数密度と減衰後方散乱係数に有意な相関がみられた。この観測より、消散係数-質量変換係数 MECF (Mass-Extinction Conversion Factor) を評価した。先行研究と比較すると、発生源地域から遠く離れるほど、MECFの値は小さくなる傾向がみられた。

【Abstract】 From the view point of climatology, it is important to estimate the amount of Asian dust emitted from deserts. A coordinated observation of the Asian dust by a dust balloon, a ceilometer and a radiosonde was carried out at Dalanzadgad Observatory in the Gobi Desert in April 2016 and August 2018. There was a significant correlation between the aerosol number density and backscattering coefficient. We estimated a MECF (Mass-Extinction Conversion Factor). Compared with the previous study, the value of MECF decreased as the observation points located faraway from the source regions of the Asian dust.

1 背景
目的
方法

アジア大陸の砂漠域から舞い上がる黄砂は、風下の東アジア地域に視程悪化や健康被害などをもたらすほか、日射の散乱や雲の形成過程を通して地球の気候に影響を及ぼす。発生源地域から舞い上がる黄砂の量を長期間にわたって正確に見積もることは、気候学的に重要である。我々は2016年4月と2018年8月、ゴビ砂漠に位置するダランザドガド気象台で、ダスト係留気球・シーロメーター・ラジオゾンデの同時観測を実施した。この観測より、ライダーから得られる消散係数をダストの質量に変換する係数MECFを推定しようと試みた。先行研究と比較すると、発生源地域から遠く離れるほど、MECFの値は小さくなる傾向がみられた。

2 研究の
成果

2016年4月29日午前8時、ダランザドガド気象台でダスト係留気球を高度500mまで上げて、シーロメーターとの同時観測を実施した(図1)。シーロメーターはヴァイサラ社製CL51(波長910nm)を使用した。気象条件は、ほぼ無風、快晴であった。エアロゾルの全粒子数密度と減衰後方散乱係数との相関係数は、有意であった。粒径が大きくなると、両者の相関係数が高くなる傾向が見られた。特に2.0 μmから5.0 μmのエアロゾルの粒子数密度との相関係数は、0.946であった。



図1 ダスト係留気球(左)とシーロメーター(右)の同時観測

いろいろな場所で観測されたMECFの値を表1に示す。ダランザドガドのMECFは3.03で、アジア大陸の風下側の北京1.78、ソウル1.40、つくば1.18よりも大きい。シーロメーターの値は、モンゴルに設置されているAD-netライダーの波長比(532nm/1064nm)を参照して、532nmに変換した値である。2010年のエイヤフィヤトラヨークトルの火山灰(ヨーロッパで航空障害をもたらした)は1.45、代表的なサハラダストは1.93である。先行研究と比較すると、MECFは発生源から遠く離れるほど小さくなる傾向がみられた。

表1 いろいろな場所で観測されたMECF

場所	MECF = m / α	波長 (nm)	文献
ダランザドガド(モンゴル)	3.03	910>532	小原ほか, 2018
北京	1.78	532	Sugimoto et al. 2003
ソウル	1.40	532	Sugimoto et al. 2011
つくば	1.18	532	Sugimoto et al. 2011
国環研 ADnetライダー	1.04	532	Shimizu et al. 2011
長崎	0.36	532	兼保ほか2012
火山灰(アイスランド)	1.45	532	Gasteiger et al. 2011
南モロッコ	1.93	532	Ansmann et al. 2012

MECF=Mass/extinction conversion factor ($\text{mg}/\text{m}^3 / (\text{km}^{-1})$ or g/m^2)

なお、2018年8月、春季と夏季に漂う黄砂の量を比較するため、同時観測を実施した。現在、解析中である。

3 成果展開の
状況

発生源地域から舞い上がる黄砂の量を長期間にわたって正確に見積もることは、気候学的に重要である。消散係数-質量変換係数 MECFを推定することができれば、シーロメーターを用いて黄砂の量を見積もることが可能になる。

なお、昨年度実施した黄砂ホットスポットに関する研究成果は、日本気象学会英文レター誌SOLAに発表¹⁾し、一般向けには朝日新聞デジタル²⁾で紹介されている。

1) Kai et al., 2021: Dust Hotspot in the Gobi Desert: A Field Survey in April 2019, SOLA, 17, 130-133.

2) 朝日新聞デジタル <https://www.asahi.com/articles/ASP986VB5P92TIPE01R.html> 記事「黄砂の原因、ゴビ砂漠の砂嵐に突入 偶然遭遇した研究者が動画撮影」

【CJ21-20】一般研究

(研究課題名:和文)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

(研究課題名:英文)Development of Compact and High-Performance Circular Polarization Array Antenna

(研究代表者名) 瀧澤 由美 (情報・システム研究機構・統計数理研究所)

Yumi Takizawa (Institute of Statistical Mathematics,

Research Organization of Information and Systems)

【要旨】 本研究は、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研究と性能評価を目的とする。

まず、高性能化を可能とする平面アンテナの励振法、誘電体基板材料の検討を行い、さらに小型化を可能とする4象限のアレイ構成について研究した。次に、新構成による32パッチアンテナアレイの構成法と、その特性について研究を行った。マイクロ波電磁界の3次元解析を実行するため、CSTシミュレーションソフトウェアを購入し、実際のアンテナ構造に対するCAD/CAIを実行し、シミュレーションにより新構成法の実現性を確認した。

【Abstract】 This study was achieved for development of compact and high-performance circular polarization array antenna by Takizawa Lab., Institute of Statistical Mathematics and Josaphat lab. CEReS., Chiba Univ. First, the excitation methods of circular polarization antennas, the materials of dielectric substrates, and the configuration of array on four quadrants are studied. Next, we studied the 32-patch antenna array with the new configuration and its characteristics. 3D simulation software is used for this development, and confirmed the feasibility of this construction method by the simulation.

1
背景
目的
方法

移動体に搭載されるリモートセンシングシステムは小型で高性能な応答が期待される。筆者らは小型化・高性能が期待できる円偏波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。本年度は(1)アンテナ素子の励振法、(2)誘電体基板の材料の検討、(3)小型化・高性能のアレイ構成について研究を行い新しい構成を創出し、3Dシミュレーションによりその特性を評価した。

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。本研究では内導体同一平面直結給電および背面1点給電を行った。

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、同一平面直結給電と背面給電はほぼ同等の特性が得られたが、アレイユニットでは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、これは直結給電では共振以外の周波数では結合ができないことが原因と推定できる。

(2) 誘電体基板材料の研究

小型化を目的としてGlass-Eposylによる誘電体基板を用いた平面アンテナの構成を検討した。単一アンテナでは75%の小型化が実現し、テフロン基板とほぼ同等の特性を得たが、アレイアンテナでは小型化は90%であった。

この研究成果はIEEE APS2021において論文発表を行った。

(3) 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5GHz、10GHz背面1点給電の32アンテナアレイに着目した。

内部16アンテナは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アンテナはベアアンテナの直交配置とした。シミュレーションにより、良好な特性が得られた。

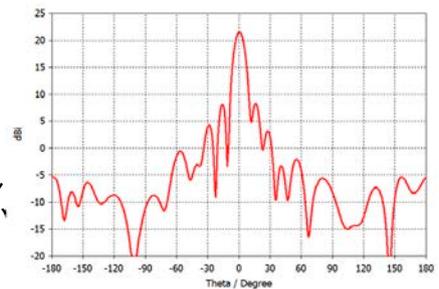


図1 Directive gain ($\phi = 90$) of the proposed antenna using Glass-Epoxy substrates.

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。

【CJ21-21】一般研究

ロケット打ち上げに伴う電離圏変動とその中性大気による影響の解析

Analysis of ionospheric disturbances associated with the launch of rockets and its dependence on the neutral atmosphere

(研究代表者名)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】 ロケット打ち上げに伴って発生する大気波動や排気煙によって、電離圏変動が起きることが知られている。本研究では、HF ドップラー観測を用いて、H-IIA ロケット25号打ち上げに伴う、ロケットの軌道から比較的離れた位置で観測された、大気波動による電離圏の変動を解析した。打ち上げから約 35 - 40 分後にドップラーシフトが確認された。ドップラーシフトの変動は大きく2つに分けられ、先行するパケット1とその後につづくパケット2が存在し、ロケットにより生じた音波がそれぞれ異なる伝搬パスで観測点に到達して両方の変動が発生したことが、音波のレイトレーシングより確認された。

【Abstract】 It is known that ionospheric fluctuations occur due to atmospheric waves and exhaust plumes generated by rocket launches. In this study, HF Doppler observations were used to analyze ionospheric fluctuations due to atmospheric waves observed at a relatively large distance from the launch orbit of the H-IIA 25 rocket. The Doppler shift was observed about 35 to 40 minutes after the launch. The Doppler shift variation was divided into two packets. Ray tracing of the acoustic waves confirmed that the acoustic waves generated by the rocket arrived at the observation point through different propagation paths.

1 背景
目的
方法

ロケットによる電離圏変動が生じることが知られており、ロケット軌道の近くでは排気煙による化学反応によって電子密度が減少することが報告されている。また、遠方では、低周波の大気波動が長距離伝搬して電離圏変動を起こすことが、先行研究で報告されている。その際の伝搬には、地面に反射して伝搬するなどの伝搬経路が考えられている。これまで主に用いられてきたGPS-TEC観測では、水平方向の伝搬を解析するには有力な方法であったが、高度方向の伝搬については調べるのが難しい。そこで本研究では、複数の周波数を用いるHFドップラー観測を用いて異なる高度での変動の伝搬を解析し、音波のレイトレーシングを用いて伝搬経路の同定を行った。

2 研究の
成果

(1) HF帯の電波は電離圏で反射するが、その際反射高度が上下方向に変化すると、ドップラー効果により電波の周波数は変化する。この変化を観測することで、電離圏の上下動を観測することが可能になる。本研究では、電気通信大学から送信された電波を、菅平、柿岡、大洗の3地点にて観測したドップラー観測結果を用いている。

図1に、2014年10月7日に3地点で観測されたH-IIA25号打ち上げ直後のドップラー周波数変動を示す。5:50UTから6:07UT(図のPacket 1の部分)までは、8.006MHzのドップラー周波数変動が5.006 MHzのものよりも先行しているが、6:07UTから6:20UTのPacket2と示した部分は、両者が同期して変動していることがわかる。電波の周波数が高いほど、高高度にて反射されることから、この結果はPacket 1の変動が上空から伝搬してきたが、Packet 2の変動はほぼ水平に伝搬したことを示唆している。

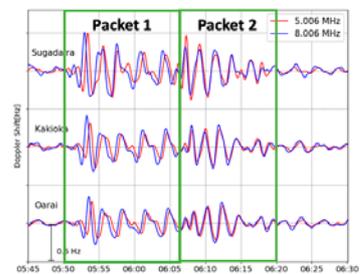


図1 H-IIA 25号に伴うドップラー周波数変動

(2) 図1に示すような音波の伝搬が可能かどうかを調べるため、音波のレイトレーシングを行い、伝搬経路の導出を行った。その結果を図2に示す。図中の■が観測点を示すが、これらの点を通る伝搬経路は3パターンあることがわかった。各経路の伝搬時間から、地面で1回反射するもの(図中の緑線)、2回反射するもの(図中の赤線)が、それぞれPacket 1, Packet 2の開始時刻に一致した。また、地面で1回反射する経路には、ロケット経路近傍と観測点付近で反射する2つの経路が存在するが、観測結果から変動が上空より伝搬してきており、その経路は、ロケット経路近傍で反射するものが相当することが判明した。

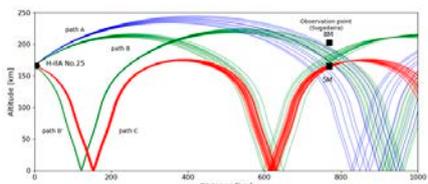


図2 音波のレイトレーシングにより導出した音波の伝搬経路

3 成果展開の
状況

上で述べたように、ロケットに伴う電離圏擾乱の伝搬経路の特定には、レイトレーシングが非常に有用であることが示されたが、より正確な伝搬経路の特定のためには、背景の大気密度、温度、風速の正確な分布が必要となる。今回の観測結果では、Packet 2の変動は5.006 MHz、8.006 MHzの両方で変動が観測されたが、レイトレーシングでは、8.006 MHzの観測点に到来する音波の経路は導出できなかった。計算では、モデルにより、大気パラメータを導出していたが、観測点に到来する伝搬経路を導くことが可能は背景パラメータを、逆問題として求めることで、より正確な大気分布を求めることができる可能性が考えられる。

【CJ21-27】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ている。本年度は、前年度に引き続き、沿岸降水に対する陸向き下層風速の影響について調査した。コンポジット解析の結果、陸向き風速に応じて沿岸降水の日変化の特徴や、典型的な降水タイプが大きく異なることを明らかにした。

【Abstract】 This study aims to reveal the precipitation distributions around the coastlines to clarify its contribution to the water cycle by using spaceborne radars. Continuing on from the previous year, this year we investigated the effect of low-level cross-shore wind speeds on coastal precipitation. The results show that the characteristics of diurnal variation and typical types of coastal precipitation differ significantly depending on the cross-shore wind speed.

1 背景
目的
方法

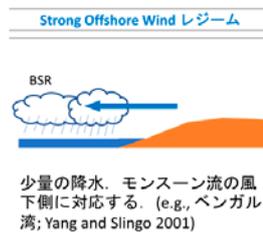
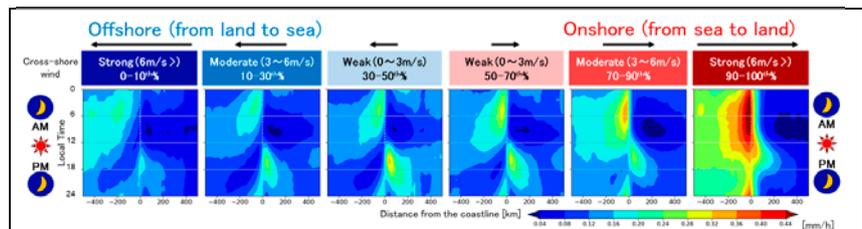
沿岸域では、海陸の境界領域に特有の降水プロセスによって、多量の降水がもたらされている。近年、世界各地の熱帯沿岸域において、降水量やその日周期変動は下層風の場合と関連があることが、指摘されている (Wang and Sobel 2017; Nugent et al. 2014; Shige et al. 2017)。本研究では、地表面の状態に依らず観測が可能な“衛星搭載降水レーダ”である、熱帯降雨観測衛星TRMM降雨レーダPRの観測データを用いることで、熱帯全域に渡る沿岸降水と下層風の関係について調査した。

2 研究の
成果

大気再解析データにより得られた日平均の陸向き下層風速による分類に基づき、TRMM PR観測データのコンポジット解析を行った。その結果、陸向き風速に応じて降水日変化の特徴が大きく異なることを明らかにした (図1)。さらに、TRMM PRの観測エコーの3次元分布による降水タイプ分類 (Houze et al. 2007, 2015) を適用することで、各風速レジームにおける降水がどのような特徴を持つのか明らかにした (図2)。

図1

各陸向き風速レジームにおける降水量の日内時系列変化。横軸は海岸線からの距離 (正の値は陸側、負の値は海側)。



BSR: Broad Stratiform Region
WCC: Wide Convective Core
DCC: Deep Convective Core (Houze et al. 2007)

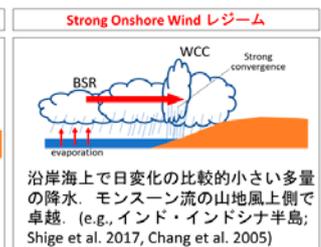
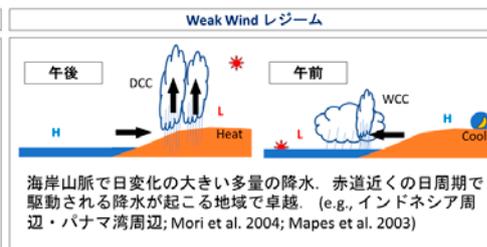


図2 各風速レジームにおける典型的な降水の模式図。

3 成果展開の
状況

研究成果を以下の関連学会で発表した。
青木 俊輔・重 尚一, 2021年度春季気象学会, オンライン, 2021年5月。
Shunsuke Aoki and Shoichi Shige, AOGS2021, Aug. 2021.
Shunsuke Aoki and Shoichi Shige, AGU21, Dec. 2021.

【CJ21-30】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 71) 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。

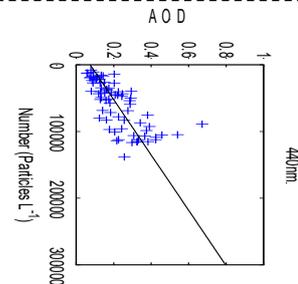


図1 エアロゾルの光学的厚さと粒子数濃度の相関。

(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 0.67 (データ数 1077) 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。

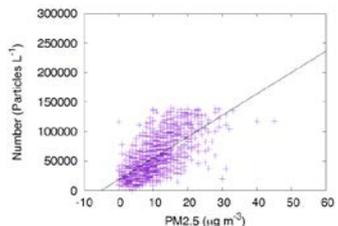


図2 粒子数濃度とPM2.5の相関。

(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 -0.39、0.5~1.0 μm で -0.41、1.0~2.0 μm で -0.33、2.0~5.0 μm で -0.25、5.0 μm 以上で -0.15 となった (データ数 1141)。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。

【CJ21-33】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】 大気汚染物質濃度の全国動態を把握しやすくするため、汚染物質濃度の空間分布と気象要素との同時表示プログラムを開発し、準リアルタイムでの更新・WEB公開システムを構築した。

また、大気汚染物質濃度を過去の統計資料を用いて客観的手法で選別する品質管理をおこなった。品質管理を適用したデータセットは、大気質モデルやリモートセンシングで得たデータとの比較に役立つと考えられる。

【Abstract】 We construct quasi-real time update system for making images of air pollutants in Japan. This system provides simple user-interfaces on the web and facilitates to understand nationwide characteristics of air pollutants and surface wind fields.

We made a quality-controlled (QC) dataset of air pollutants using an objective method based on statistical data on air pollutant concentrations. The QC dataset may help to compare with an output from air-quality model and remote sensing data.

1
背景
目的
方法

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主たる目的とする。常監局では、地上における大気汚染物質濃度(NOx(NO, NO₂), O₃, PM_{2.5}, SO₂など)を1時間間隔で測定しており、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公開されている。ただし、上記webでは表示が地域別に区切られ全国分布の把握が難しい。また、大気汚染物質の濃度変化に関連する気象要素(雲・降水・風など)と連携した空間分布表示がおこなわれる見込みもない。本研究では、常監局測定値および関連する気象要素の可視化・準リアルタイム公開を目的とする。

2
研究の
成果

(1)大気汚染物質濃度の空間分布図の準リアルタイム更新を構築・改良した(図1)。

気象庁のGPVデータの地上風を大気汚染濃度分布図と同時表示し、汚染物質の動態と輸送状況とを同時に理解出来るようにした。

過去期間(2018年以後、さらに過去も更新中)の画像も作。画像一覧・動画表示などのwebインタフェースを設置し、ユーザが希望する期間・要素を選択可能とした。大気汚染物質濃度やその輸送に関わる風の場を同時表示することで、大気汚染動態(空間分布、輸送に伴う濃度の時間変化など)を視覚的に認識しやすい環境を構築できた。

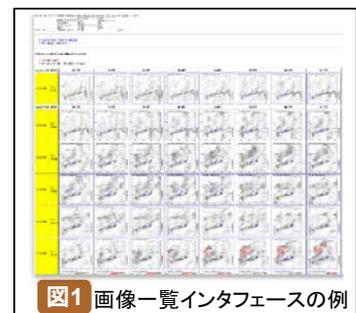


図1 画像一覧インタフェースの例

(2)大気汚染物質濃度測定値の品質管理を施し、格子点化を実施した(図2)。

過去測定値の統計データから、空間規模の小さい高濃度や・短時間のパルス状高濃度などを除外し、空間代表性の高い測定局データを選別(品質管理)。品質管理後のデータを用いて、大気汚染物質濃度の格子点化をおこなった。

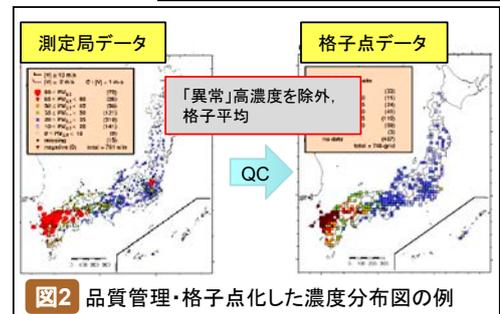


図2 品質管理・格子点化した濃度分布図の例

3
成果展開の
状況

(1) 過去期間を含む大気汚染物質濃度+地上風の空間分布図が一望できることで、大学・地方自治体などの大気環境研究の従事者が、広域高濃度事例の全国的動態を概観しやすくなった

(2) 品質管理・格子点化した大気汚染物質濃度を利用することで、大気汚染物質に関連するリモートセンシングデータや大気化学反応輸送モデルによる推計値と比較しやすい観測情報を構築できた。

【CJ21-39】一般研究

(研究課題名: 和文)天然林資源実測と航空写真・衛星画像解析の統合 - ネパールの102天然林の事例 -
 (研究課題名: 英文) Evaluate long-term changes in forest conditions: Combining remote sensing analyses with forest inventory data and aerial photo interpretations

(研究代表者名) 橋 永久 (千葉大学・社会科学研究院)
 Towa Tachibana (Chiba University・Graduate School of Social Sciences)

【要旨】 地域住民が、山菜・薪等を集める村落周辺の森林や沿岸漁場に代表される共有地の管理方法は、世界各地で重要な環境問題である。前世紀後半から、いわゆる「共有地の悲劇」への逆説的対応法として、共有地周辺住民に公式に資源の使用権を与え、その管理を委ねる参加型アプローチが採用されるケースが増加した。しかし、その効果に関する実証研究はあまり行われていない。森林等の資源回復には10年単位の時間が必要であり、そこまで離れた2時点間資源状態データを得ることが容易でないためである。本研究の目的は、参加型アプローチの典型例とされるネパール共有林プログラムに関して、古い航空写真と最近の衛星画像を組み合わせる方法を確立することで、こうした実証研究を行うことである。本年度は、対象森林の1978・1996年度の航空写真を収集した。

【Abstract】 The majority of rural populations in developing countries have been sustaining their livelihood by utilizing natural resources around their settlement: inshore fishery, forest, etc. For many developing countries, therefore, how to maintain local natural resources, while alleviating ‘tragedy of the commons’, is a pressing environmental concern. A popular policy framework for local natural resources is a community management. This study aims to evaluate the impacts of community forestry program in Nepal by combining the old aerial photographs and recent satellite images of more than 100 forest areas.

1
背景
目的
方法

地域住民が、家畜の飼料等を集める村落周辺の森林や沿岸漁場に代表される共有地は、所有者が明確でないことから、過剰使用＝「共有地の悲劇」に陥る可能性が高いことが知られている。この問題への対応法として、共有地周辺の住民に公式に資源の使用権を与え、その管理を委ねる参加型アプローチが増加している。しかし、長期にわたる資源状態変化のデータが入手困難であることから、参加型アプローチの効果の数量分析は稀である。本研究の目的は、ネパールの102の天然林を事例に、1978年、1992/96年撮影の航空写真と2014年時点のRapidEye衛星画像を組み合わせる方法を開発し、ネパールのcommunity forestry programが森林資源回復に寄与したか否か、その効果を計測することである。

2
研究の
成果

(1) 研究対象森林は、申請者が1997-99年と2014-16年の2回、その資源を実測したネパール中間山地帯の102の天然林である。本年度は、ネパール国立Tribhuvan大学森林研究所在籍の現地共同研究者を通じて、1978年と1992/96年に撮影された対象森林地域の航空写真を入手した。これにより、今後入手予定のRapidEye画像との比較が可能となった。撮影時期・地域によって多少のばらつきはあるが、入手した航空写真の縮尺は1:42,000のものがほとんどである。

(2) 現地共同研究者の目が届きやすいカトマンズ市内地域でオフィススペースを賃貸し、スキャナ・パソコンとともに収集した航空写真を保管した。すべての航空写真をスキャンし、サンプル数枚について、衛星画像との比較分析に耐え得る精度かを概観した。

図1 航空写真のスキャン例



(3) 予定していた研究分担者が、業務のために衛星画像の入手・分析作業を担当できなくなったため、画像解析の専門業者2社に、対象森林をカバーするRapidEye画像の入手と分析費用の見積もりを依頼した。結果、1社を選定し、来年度の予算が使用可能になり次第、正式に分析を依頼する予定である。

3
成果展開の
状況

本年度は、航空写真の入手と整備で終わった。来年度実施予定の、航空写真と衛星画像の比較分析は、結果が次次第、英文学術誌への論文投稿を通じて、順次公表していく予定である。

【CJ21-40】一般研究

大気境界層におけるエアロゾル計測用多波長LEDライダーの開発

Development of multi-wavelength LED lidar for aerosol measurement in atmospheric boundary layer

(研究代表者名)シャフケティ アリフ (千葉大学大学院工学研究院)

ALIFU XIAFUKAITI (Graduate school of Engineering, Chiba University)

【要旨】 千葉のような臨海都市域において都市、内湾工場や海洋表面からのエアロゾルは、人の生活圏に近い大気境界層の環境に影響を与える。ライダーシステムによるリモートセンシングは大気エアロゾルの計測において有用な情報を提供する。本研究では、大気エアロゾルの水平計測を実現するため、多波長LEDライダーの設計と開発を実施した。多波長化(365, 450, 525, and 630 nm)と共にパルス化(> 7 ns)したLED送信光は、500 kHz よりも高い繰り返し周波数を用い、3Wまでの尖頭出力を射出した。このような特性から、多波長LEDライダーによって局所大気の静的インタラクションの可視化が実現でき、夜間計測においても200 mまでの距離範囲で大気エコーを数秒の積算時間で取得することができた。

【Abstract】 A multi-wavelength lidar system with LED light sources is designed and developed to perform the horizontal measurement of aerosols in the atmosphere. The LED wavelengths (365, 450, 525, and 630 nm) are synchronized with pulse width of around 7 ns, repetition frequency of over 500 kHz, and peak power of up to 3 W. With these characteristics, the lidar system can measure near-range rapid activities of the atmosphere. Initial near-surface observation results show that atmospheric echoes can be measured in the range of 0 m to 200 m at an accumulation time of a few tens of seconds in nighttime.

1 背景目的方法

先行研究では、独自に開発したLEDライダーによって局所大気の静的インタラクションの可視化が実現できたが、多波長で同じパルス特性をもつLEDの発振が実現されてなかったため、多波長LEDライダーもまだ開発していない状況であった。本研究では、大気境界層におけるエアロゾルの動きを多波長で同時計測を行うため、多波長化したLEDライダーの設計と開発を行った。主に、四波長でのLEDのパルス化を行い、送受信とデータ処理を含め多波長LEDライダーを組み立てた。テスト実験としてハードターゲットと大気の計測を実施した。

2 研究の成果

研究成果:

- (1) 多波長LEDライダーの設計と開発を実現した(図1)。大気エアロゾルによる後方散乱光強度を多波長で取得できるため、大気エアロゾルの変動、エアロゾルの粒径分布やオンゲストローム指数の導出が期待できる。
- (2) LED光源のパルス化を同期した多波長で実現した。パルス化したLED光源は500 kHzの高い繰り返し周波数を持ち、短時間内の面的な走査が容易であり、将来、面的・立体的な計測が可能なPlan Position Indicatorモード計測装置に設置することで、観測エリア内を360°走査が可能となる。

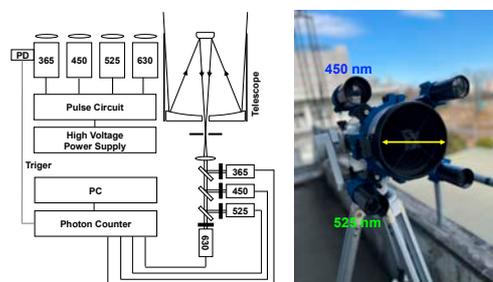


図1 多波長LEDライダーの設計(左)と本体(右)

- (3) 開発した多波長LEDライダーを用い、ハードターゲットと大気の計測を実施した(図2)。

四波長の同時計測によりハードターゲットの検出が可能であった。大気計測では、365 nmの波長だけ大気エコーが取得できた。パルス回路からLEDに繋ぐケーブルを長くとったため、他の三波長LEDのパルス強度が崩れた。ケーブルにのる電磁ノイズの除去、並びにパルス波形の出力への影響を軽減させることが課題である。

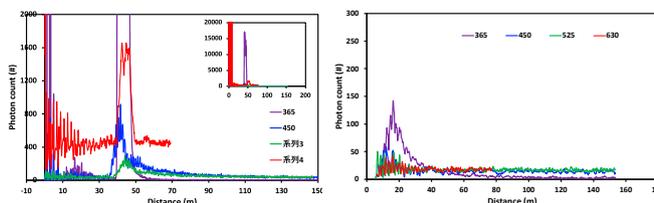


図2 多波長LEDライダーによりハードターゲット(左)と大気(右)の後方散乱光信号

3 成果展開の状況

今回の成果をまとめ、

- 1) 第24回環境リモートセンシングシンポジウムで発表を行った。
- 2) 第30回レーザーライダー国際会議(ILRC-30)での参加・発表を申請した。

【CJ21-41】一般研究

(研究課題名:和文)連続操作カメラを使用した日本における夜間の雲量の定量化

(研究課題名:英文)Quantification of nighttime cloud cover over Japan using continuously operated cameras

(研究代表者名)ラゴロサス ノフェル (千葉大学・工学研究院)

Nofel Lagrosas (Chiba University・Graduate School of Engineering)

【要旨】

雲は、大気放射を調節しています。夜間の雲は、長波放射の吸収、反射、再放射により、地上からの長波放射を調節している。日本の要所にデジタルカメラを設置し、夜間の雲の検出、雲量の変化の定量化、雲と気象の相互作用の解明を行う予定である。夜間連続雲観測による雲量は、北極振動指数等の気候パラメータの影響を受ける。

【Abstract】

Clouds regulate electromagnetic radiation in the atmosphere. Clouds at night regulate longwave radiated electromagnetic waves from the ground by absorption, reflection, and re-radiation of longwave radiation. Digital cameras will be installed at key locations at strategic locations in Japan to detect clouds at night, quantify changes in cloud cover, and elucidate the interaction between clouds and weather. Cloud cover from continuous nighttime cloud observations is affected by climate parameters such as the Arctic Oscillation Index.

1
背景
目的
方法

雲は大気放射を制御している。大気放射収支に及ぼす雲の影響を定量的に把握することは、現在も重要な研究分野となっている。この研究の目的は、夜空の画像を定期的に撮影するデジタルカメラを使用して、日本の夜の雲量を定量化することである。これらの観測からのデータは、夜間の雲量を導き出すために使用できる。この研究では、以下の理由により、夜空の継続的な監視が実施されている:(1)雲量を経時的に定量化するには、(2)衛星データ(特に低い雲)を検証するには、(3)雲量を気候指標(北極振動指数など)と相関させるために、(4)夜間の雲の長波放射効果を定量化する。日本各地の要所にカメラを設置し、千葉大学でデータを収集・処理する。

2
研究の
成果

千葉大学では、以下のような成果を上げている
(1)空撮画像から、夜間の雲量推移を定量的に把握することができた(図1)。夏の間、夜間の雲量は比較的高くなる。雲量も夜間に減少することが観察されている。長期連続観測により、北極振動指数などの気候パラメータが千葉上空の雲量に影響を与えることが明らかになった。

(2)夜間の雲と地表付近の気温との関係を定量化する。雲量が多いほど気温は高くなる。地表付近の気温と雲量の月別推移を変化させ、数値化したものである。2019年は暖冬のため、夜間の雲量が多くなっている。この時期、北極振動指数は正で、北極からの寒気流出が減少する。この結果は、異なる場所での観測がより多くの情報を提供することを意味し、気候-雲の関係を定量化できることを示唆している。

(3)カメラによる夜間雲量と AIRS 衛星による長波放射雲強制力の関係を定量化した(図2)。夏の高い雲量は、衛星観測された長波長側の雲量の高さとよく関連している。

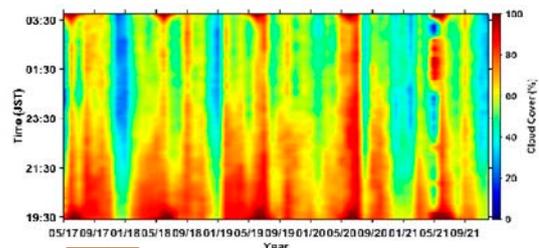


図1 2017年5月から2021年11月11日までの千葉県上空の雲量

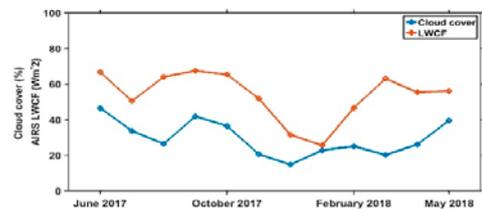


図2 長波放射雲強制力と雲量の関係

3
成果展開の
状況

本研究の成果は、気象-雲、気候-雲相互作用の理解に応用される予定である。開発した手法は、夜間のモニタリングに頑健に対応できる様々なカメラシステムに適用可能である。また、異なるモニタリングステーションのデータは、衛星データからの雲プロダクトと地上のデータを比較することができる。

【CJ21-42】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。本年度は、昨年度に引き続き、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・降水システムについての解析を行った。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、ヒマラヤ南面では大気の下層から上層まで湿潤化した。低気圧の北東側の南東風により中層の湿った空気が斜面上に運ばれ、斜面の加熱により成層がさらに不安定化し、斜面に線状の雲・降水システムが形成された。これらの線状の降水システムの中には活発な積乱雲が存在し、その一つがDongang上空を北進したことが豪雨の原因であることがわかった。

【Abstract】

We investigated cloud/precipitation systems that caused heavy precipitation at Dongang (2,800 m asl) in the eastern Nepal Himalayas from 8th to 9th of July, 2019, using MSG1-IR, ERA5 reanalysis and CReSS. A monsoon low developed in the foothills of the Himalayas during the two days. The low moistens atmosphere throughout the troposphere to the south of the Himalayas. A line-shaped cloud band appeared over the southern slope of the Himalayas due to the mid-level moist southeasterlies in the northeastern side of the low. An intense convection in the line-shaped cloud passed over Dongang, causing the heavy rainfall.

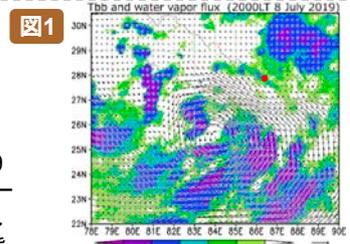
1 背景目的方法

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まだ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100mm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・降水システムがどのようにして形成されたのか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)、ERA5(時間解像度1時間、空間解像度0.25度)及び雲解像度モデルCReSS(空間解像度2km)を用いて解析を行った。

2 研究の成果

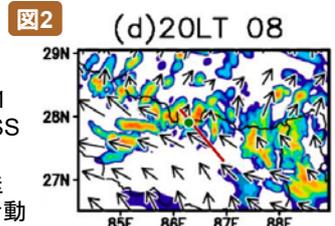
3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

(1)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100mmを越える強い降水が観測された。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。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(図1)。低気圧の南側には活発な雲域が存在している。低気圧の内部は、上昇気流により、上層まで水蒸気の多い状態が維持されている。また、低気圧北東側の南東風により、大きな南東水蒸気フラックスが形成される。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。



2019年7月8日20時のTbbと水蒸気フラックスの分布。赤丸は観測地点。

(2)線状の雲帯は、いくつかのメソスケール(10~20km)の強い対流域を内部に伴っている(図1)。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。雲解像度モデルCReSSによる数値実験により、線状の降水域を再現することができた(図2)。この数値実験から、湿った対流圏中層の大気が南東風により斜面に輸送され、斜面での加熱を受けてさらに対流不安定が強くなり、線状の対流活動を活発化させていることがわかった。この結果はHirata et al. (2022)として国際誌に投稿する準備ができています。



雲解像度モデルCReSSで再現された2019年7月8日20時の降水分布と地上風。緑丸は観測地点。(Hirata et al. 2022, 投稿準備中)

3 成果展開の状況

1. 本研究の成果は、2021年5月の気象学会春季大会にて発表された(発表者は平田・藤波・他)
2. 本研究の成果は、近日中に国際誌に投稿する予定である。

【CJ21-43】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】 本研究は、インド亜大陸北東部、降水量推定の精度向上を主要な目的としている。我々は独自の雨量計・地上レーダー・雨滴粒度計現地データを新たに活用し、GPMプロジェクトの高時空間分解能降水量プロダクトとを検証した。特に、世界最大年降水量記録を持つメガラヤ山脈南斜面に見られる降水量の過小評価の原因に焦点を当てた。検証の結果、TRMM PR V7とV8および、GPM DPRにも過小評価がみられることと、雨滴粒度分布推定に実測との大きな違いがあることを確認した。

【Abstract】 Major purpose of this study is validation of satellite precipitation estimation over the Northeastern Indian subcontinent. We conducted further in situ observation of local rainfall using our own raingauge network and disdrometer and compared with the GPM precipitation products especially focusing on the reason of significant underestimation over the southern slope of the Meghalaya Plateau. Our validation confirmed underestimation in TRMM PR V7, V8, and GPM DPR. Mismatch of drop size distribution between GPM DPR and direct observation was detected.

1
背景
目的
方法

年降水量の世界記録に特徴づけられるメガラヤ山脈南斜面では、人工衛星による降水量推定に大きな困難があり、顕著な過小評価が確認されている。過小評価の原因は何か、また、JAXAの主導するGPMプロジェクトのもと降水量の過小評価はどの程度解消されているかを解明するため、われわれは当該地域に独自の雨量計観測網と雨滴粒度計を展開し、現地共同研究者との協働のもと、持続的に観測を行った。降水の過小評価をもたらす原因を検討するため、GPMプロジェクトの異なるバージョンのプロダクト・異なるセンサーのプロダクト間の関係を比較し、雨滴粒度分布の推定の違いを検討した。

2
研究の
成果

特に、年降水量の世界記録を持つメガラヤ山脈の南斜面付近にみられる顕著な人工衛星による降水量推定の過小評価(Terao et al. 2017)を改善する方法を解明するため以下の2つの研究を実施した。

(1) TRMM PR 及びGPM DPR プロダクトの精度評価を実施した。特に、TRMM PR Version 7に対するTRMM PR Version 8の改善の度合いや、GPM DPRを用いた地表降水量推定にも降水量推定の過小評価が見られるかどうかについて、高時間分解能雨量計ネットワークを用いた検証を行った。その結果、TRMM PR V8はV7に比べて少し改善がみられるものの、引き続き顕著で有意な降水量推定の過小評価は解消していないことがわかった。

(2) 雨滴粒度計を用いたGPM プロダクトの精度評価を実施した。降水量の過小評価の原因を明らかにするため、GPM DPR プロダクトと雨滴粒度計の比較を行った(図1)。衛星とのマッチアップ回数はまだ不十分であるが、GPM DPRによって推定される雨滴粒度(図1a)では、Nwが30~40dB、Dmが1.0~1.5 mm の付近に集中しており、実測される雨滴粒度(図1b)とはかなり異なっていることがあきらかとなった。

衛星推定降水量の過小評価との関係について検討が必要である。
 この結果は、複雑地形上のGPM降水量推定プロダクトの改善につながる可能性がある。

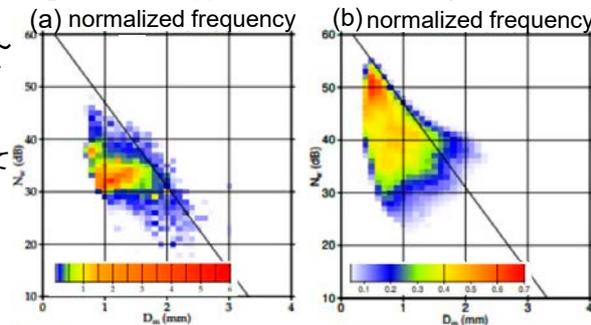


図1 (a)GPM DPRと (b)チェラプンジ雨滴粒度計のDm-Nw関係

3
成果展開の
状況

今回実施した地上観測に基づく人工衛星による降水量推定の検証結果は、宇宙航空研究開発機構(JAXA)の降水量推定プロジェクトである全球降水観測計画において、地球全体にわたる降水量観測の高精度化のために用いられている。

【CJ21-45】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。本年は送信パルス光強度を増強し、信号対雑音比を向上した。また実証テストを目的に、銚子市での波浪観測ならびに岡山大農場でのダスト計測による評価を行なった。

【Abstract】 This project has the aim to develop the LED mini-lidar for Mars rover. In this year, we improved the LED pulse driver to increase the pulse intensity. At the field test, the sea wave measurement (Choshi-shi) and dust flow measurement at farm (Okayama Univ.) were conducted to verify the effect of the improvement.

1 背景目的方法

本年は火星ローバ用LEDミニライダーを感度向上を目的とした。方法として、送信回路を刷新し、その実証テストを行うこととした。送信回路にはトランジスタのアバランシェ降伏を利用したパルス発振回路を開発し、さまざまなトランジスタの特性をライダー用パルス光源の観点で評価した。実証テストでは、2021年12月27日に千葉大学海洋バイオシステム研究センター前海岸にて波浪計測実験を、また、2022年1月11日に岡山大学 山陽圏フィールド科学センター農場にてダスト観測を行った。

2 研究の成果

(1)マルチバイブレータ型パルス発振回路から、Trのアバランシェ降伏を利用したパルス発振回路へ変更することで、短パルス化、高出力化を図った。その結果、パルス光出力を0.7W@17ns から 15.7W@7nsへと向上することができた。

(2)2022年1月11日に岡山大学 山陽圏フィールド科学センター農場にてダスト観測を行った。LED偏光ライダーとの同期計測の結果を図1に示す。偏光ライダーは水平方向の大気を観測し、ローバ用ライダーは20m先の土壌を掠めて土壌の飛散を計測している。18:55に風が強くなると偏光ライダーの大気エコーは減少し、ローバ用ライダーの土壌カウントは増えている様子がわかる。18:59にも同様の変化が見て取れる。このことは同期して計測したパーティクルカウンタの動向を見ても確認できる。

今後は屋間の計測に向けた計測手法を検討していく。

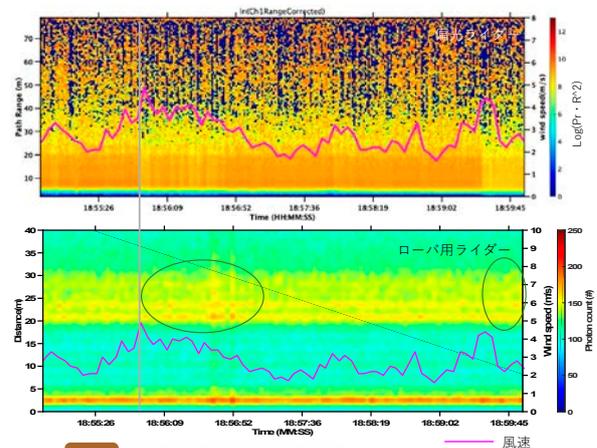


図1 ダスト計測実験(岡山大2022.1.11)

3 成果展開の状況

開発したミニライダーは観測状況に応じて、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。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。

【CJ21-47】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。この手法は今後、森林の3次元計測分野でも急速に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の新機材を導入し、試験地における点群データの取得を実施した。これにより、広範囲にわたる森林の3次元構造を詳細に把握することができた。また、目的に即した飛行計画やセンサ設定などを吟味し、3次元空間構造の基礎データ構築を大きく進めることができた。

【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, new UAV-Lidar equipment was applied to acquire point cloud data at the test site. This enabled a detailed understanding of the three-dimensional structure of a wide area of forest. In addition, we were able to make significant progress in the construction of basic data on the 3D spatial structure.

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。本研究で使用する主な機材は、北海道大学が所有するUAV(DJI Matrice 300 RTK)および移動観測が可能なモバイルLidar(DJI Zenmuse L1)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までの範囲でLidarによる計測を行い、点群の位置合わせ(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、森林構造を樹木単位で区分・分類し、バイオマスといった量的な計測、樹幹などの形状的な計測、また地表面環境と生育状況の相対的な空間関係といった量質的な分析を進め、森林計測の新しくわかりやすい手法を提案する。

2
研究の
成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

(1) 計測機材を用いて計測実験を行った。これにより UAV-Lidarやセンサの利点、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、UAV-Lidarによる 3次元計測を実施した。広域データが取得され、多様なデータ解析が可能となった(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 さんむ日向の森における森林の試験計測結果



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

3
成果展開の
状況

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

- ・開発した手法は、森林だけでなく地形、生態、考古などの研究にも用いられている。
- ・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論文出版、また講演やワークショップなどによる一般公開を通して、本研究の普及展開が期待できる。

【CJ21-03】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 (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【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 Furthermore, changes in the Earth's atmosphere due to human activities have become prominent, and the current state of clouds and aerosols and their impact on the climate have not yet been clarified. Artificial satellites equipped with the latest sensor technology are about to be launched and operated for the observation of clouds and aerosols in Japan as well as in Europe and the United States. Physical quantities derived from satellite observation data are supported by ground verification, and are more accurate and their accuracy is guaranteed. On the other hand, the equipment used in the atmospheric ground verification network, which has been promoted mainly by the United States and Japan for more than 20 years, has deteriorated, and its renewal is desired. Therefore, the purpose of this study group is to study desirable atmospheric ground verification equipment through basic experiments and to make a proposal within a few years.

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もとに試作機の製作が行われた。

この機材の作成はJAXAが中心となり、進められ、R3年度中に野外連続観測を実現するためのソフト及びハードの改良が施された。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。



図1 開発中の機材の全景
コンクリート製による転倒防止
機能追加



図2 野外観測対応の電源部防
水対策強化

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議論し、来年度は筑波にて野外連続観測を実施し、さらなる改良方針や改良を加えてゆくことになった。

【CJ21-36】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)

Kazuhiro ICHII (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2021年11月29,30日に大阪府立大学にて実施した。15件の口頭発表・1件の特別講演・25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 in Osaka Prefecture University on Nov 29 and 30 with 15 research presentations and 25 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2021年11月29,30日に大阪府立大学にて実施した。15件の口頭発表と1件の特別講演があり、25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大阪府立大学にて実施した(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、15件の口頭発表と1件の特別講演があり、オンライン参加を含め25名が参加した。

(2)本研究会の報告として、CEReSニュースレターの2021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・信州大学・千葉大学より各1名を掲載した。特に、学生にとっては、他の研究室と同年代の学生との交流を行い、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、定期的に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1 合同研究会(第5回陸域フラックス合同研究会)の参加者集合写真(11/29大阪府立大学)

「第5回 陸域フラックス合同研究会」の開催

2021年11月29日、30日に、大阪府立大学(大阪府堺市)において、表題の研究会を行いました。この研究会は、大気-陸域間の熱・水・物質の交換量を主な研究対象とする国内3研究室(大阪府立大学 植山隆に准教授、信州大学 田村拓紀准教授、千葉大学(千葉)の合同勉強会として2017年にスタートしたものであり、今回は第5回となりました。昨年度はコロナ禍のためにオンラインで開催しましたが、本年度は、コロナの小康状態を見て、多くの参加者の要望もあり現地開催として実施しました。本研究会においては、計15件の研究発表、1件の特別講演を行いました。個々の研究発表では、各発表に質疑応答を含めて30分の時間を確保しましたが、30分では足りなくなるケースが続出しました。また特別講演では、本研究分野のバイオフィニアである原重博博士にご自身の研究を振り返り、若い世代へのメッセージを含めたお話を頂きました。

本研究会の特徴は、大学院生・学部生といった学生が主体の研究会であることです。発表者は研究の途中段階においての問題点など、一般的な学会発表では表に出にくいことも含めて発表することとし

図2 CEReSニュースレター2021年11月号における本研究会の記事

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。また、この研究会の研究成果を題材にして共同研究に発展するケースもある。

【Joint Research No. CI20-108】SP2021-1

Title of Joint Research: Meteorological GNSS Application for Heavy Rain on December 31, 2019, in Jakarta and Surrounding Areas

Name of Principal Investigator: Syachrul ARIEF (Geospatial Information of Authority Indonesia)
Prof. Katsumi Hattori (Chiba University)

【Abstract】 (Approximately 100 words)

This study aims to demonstrate that GNSS meteorology can be applied in Indonesia, by estimating the zenith troposphere delay (ZTD) of sustainable GNSS stations in Indonesia, using one of the “goGPS” software packages. As a calculation with rain conditions, the ZTD value is converted into precipitation water vapor (PWV). In this research, I tried to apply GNSS meteorology to heavy rains at the end of 2019 in Jakarta. Jakarta was hit by floods on December 31, 2019. According to a report by the Geophysical Meteorology and Climatology Agency (BMKG), the main cause is high rainfall. The rainfall gauge at Halim Perdanakusuma Station showed 377 mm of rainfall that day. Rain gauges at Taman Mini and Jatiasih stations record rainfall of 335 mm/day and 260 mm / day, respectively. From the GNSS data processing, I found a pattern that the PWV values at the five GNSS stations show a similar pattern even though the average between stations is ~ 30 km. The PWV value appears to increase at noon on December 30, 2019, and the peak occurs at the end of the day on December 31, 2019. The PWV value shows a sudden drop at midday on January 1, 2020. In the end, the PWV increased again, but not as high as the first peak. From 2 January 2020, the PWV has decreased and is maintained almost constant until 4 January. Within this time frame, there are two peak PWV events. The PWV of the first peak was ~ 70 mm and the second peak was ~ 65 mm, and the largest peak PWV was recorded at the CJKT station.

1
**Back-
Ground
Objective
Methodology**

The background of this study is Jakarta was hit by floods on January 1, 2020, starting with heavy rains. With GNSS meteorology we try to study the phenomenon.

The objective of this study is shows that GNSS meteorology can be applied in Indonesia with a limited number of GNSS Networks.

The methodology of this study is using Rinx data from GNSS, which is processed and extracted with goGPS to produce water vapor information as the initial information for rain in the troposphere layer.

2
**Conclu-
sions**

Conclusion,

We got the PWV value from the GNSS data from Jakarta when there was heavy rain on January 1, 2020. Then, I confirmed its consistency with the closest radiosonde observation results.

Vertical movements during heavy rain in Jakarta, all GNSS stations in the Jakarta area showed a significant change from December 31, 2019, to January 1, 2020. This shows that flooding in Jakarta caused temporary land subsidence.

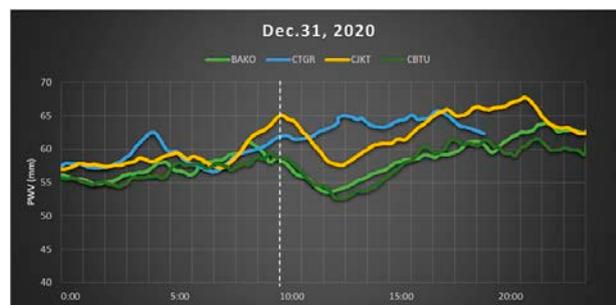


Fig.1 Hourly PWV values at 4 INACORS GNSS stations, during the day of December 31, 2019

3
**Effect/
Outcome**

The results of this study were proposed to be applied to an early warning system, if one day there is the same heavy rain phenomenon. The method used will be developed for real time applications to support the early warning system.

【Joint Research No. CI21-113】SP2021-1

Title of Joint Research: Ionospheric tsunami early warning system

Name of Principal Investigator:

Jann-Yenq Liu (National Central University, Taiwan)

【Abstract】 Tsunami waves can induce traveling ionospheric disturbances (TTIDs) of the total electron content (TEC). In this project, we examine the TEC derived by ground-based GPS receivers and identify TTIDs induced by 2004 Indian Ocean tsunami. Simulations of the COMCOT (Cornell Multi-grid Coupled Tsunami) model and analyses of the circle method, the ray-tracing technique, and the beam-forming technique are used to show that TTIDs can be quickly detected and confirm after the tsunami occurrence. Finally, the ionospheric TEC derived by existing ground-based GNSS (global navigation satellite system) receiving stations is demonstrated to be useful to support the tsunami early warning system. This application is an ongoing issue from last year, and we aim to improve the detection of tsunamis due to ionospheric fluctuations.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodology**

GOES-17 and Himawari-8 images show that at 04:15UT, intense eruptions of the Tonga volcano generated atmospheric shock waves, sonic booms (or atmospheric pressure disturbances), and tsunami waves, which further traveled into the upper atmosphere and activated traveling ionospheric disturbances (TIDs) worldwide on 15 January. The ionospheric total electron contents (TECs) derived from measurements of 1000+ GNSS (global navigation satellite system) ground-based receivers of the world are employed to detect TIDs. We apply the Beamforming technique on the TIDs, and compare time rate of TEC changes with records of buoys and tide gages in Hawaii, Taiwan, and Japan to have a better understanding on TIDs triggered by the Tonga volcano eruption.

**2
Conclu-
sions**

- + The TIDs induced by the Tonga volcano eruption are rather various and very complex. The shock/blast waves, sonic booms, and tsunami in the STIDs travel with averaged horizontal speeds of about 750, 345, and 200 m/s, respectively.
- + The shock/blast waves make the other waves being difficultly identified. Therefore, for the onset times of the Beamforming technique have to be offset at 06:10 and 08:15 UT for the sonic booms/pressure disturbances and tsunami waves, respectively.
- + The computed and observed location of the Tonga volcano are nearly identical, which confirm that the shock waves, atmospheric disturbances, and tsunami waves can be triggered by the volcano eruptions.
- + Himawari-8 images observed that the atmospheric pressure disturbances triggered by the Tonga Volcano eruption travel with about 350 m/s all over the world.

**3
Effect/
Outcome**

Records of the buoys and tide gages show that the free sea surface fluctuations lead the tsunami waves, which suggests the atmospheric pressure disturbances might also disturb the sea surface. It seems that the shock waves do not induce sea surface fluctuation. The speed of the free sea surface fluctuation is smaller than that of the atmospheric disturbances.

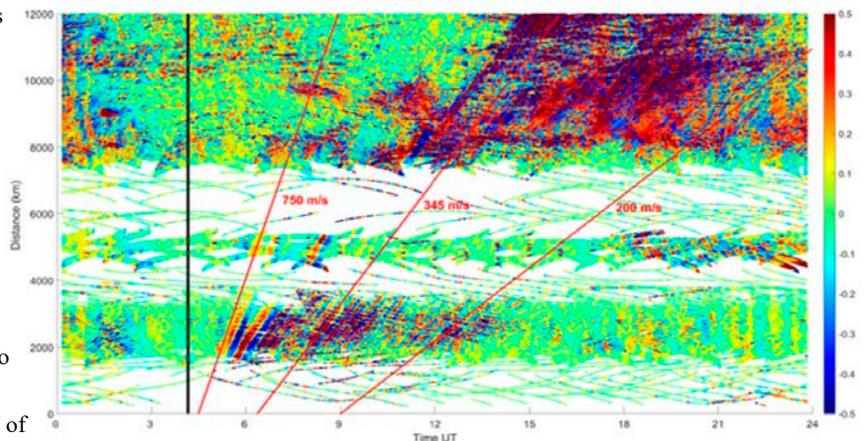


Fig rTEC-time-distance of the world on 15 January 2022. rTEC stands for the TEC time rate of changes. The time is in UT (hr). The distance is the ionospheric pierce point to the Volcano. The black line denotes the intense eruptions of the Tonga Volcano at 04:15 UT. Red lines stand for the atmospheric shock waves, sonic booms, and tsunami waves traveling with 750, 345, and 200 m/s, respectively.

This preliminary result shows that the ionospheric tsunami warning system is useful.

Joint Research No. CI21-107]P2021-2

Title of Joint Research: Urban Heat Island Analysis of the Tropical Cities in Southeast Asia

Name of Principal Investigator:

Fitria Nucifera (Department of Geography, Universitas Amikom Yogyakarta)

[Abstract]

Most of the countries in Southeast Asia are in tropical regions which periodically suffer extreme heat events due to the combination of high temperature and high humidity. We analyzed the four largest cities in Southeast Asia including Jakarta, Bangkok, Kuala Lumpur, and Manila. This study attempted to identify patterns of maximum heat index and land cover change in those cities. Daily maximum temperature and relative humidity data from CHIRTS were processed to determine heat index exposure. MODIS MCD12Q1 was applied to identify land cover change. During 2001 until 2016, Jakarta, Bangkok and Kuala Lumpur showed positive trend in maximum heat index.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodology**

People living in tropical cities periodically suffers extreme heat events due to the combination of high temperature and high humidity, moreover rapid population and urban growth also exacerbates the atmosphere condition. Most of the countries in Southeast Asia lie in tropical regions and classified as developing countries with rapid urban growth. Many studies have focused on high temperatures in Southeast Asian urban areas but barely analyzed the heat index. The objective of this study is to identify patterns of maximum heat index and land cover change in four largest cities in Southeast Asia, including Jakarta, Bangkok, Kuala Lumpur, and Manila. The maximum heat index, temporally and spatially, was resulted by processing data of daily maximum temperature and daily relative humidity, which derived from CHIRTS, performed by Rothfusz equation. Mann Kendall trend were applied to investigate temporal trend of urban maximum heat index. Land cover change was observed by using MODIS Land Cover MCD12Q1 with 1 kilometer resolution.

**2
Conclu-
sions**

Bangkok shows the highest index of maximum heat among the four cities, which indicates extreme danger conditions It dues to Bangkok has tropical savannah climate type, characterized by high temperature (Fig. 2). The maximum heat index in Jakarta, Bangkok, and Kuala Lumpur shows positive trends from 2001 to 2016 (Fig. 1). It is statistically significant with a 0.05 significance level. In 2008 and 2011, Jakarta, Kuala Lumpur, and Bangkok were affected by La Nina hence the maximum heat index decreased. However, due to El Nino occurring in 2016, the maximum heat index of those cities was increasing. Otherwise, Manila was not affected by ENSO because it locates in the northern part. Based on the monthly average maximum heat index of those four cities, the highest maximum heat index occurred from March to May. The monthly heat index pattern in Bangkok and Manila shows similarity, which indicates a significant difference in value in summer and winter (Fig. 1). However, Kuala Lumpur and Jakarta have a slight difference in heat index in the wet and dry seasons. Urban expansion in the four cities was indicated by increasing built-up areas. The highest urban growth rate occurred in Jakarta which was in line with increasing heat index (Fig. 3). While Manila has the lowest urban growth rate and did not experience significant increase in heat index.

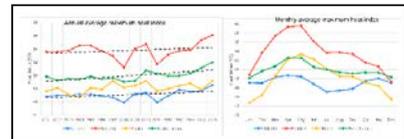


Fig.1 Annual average and monthly average of maximum heat index during 2001 to 2016

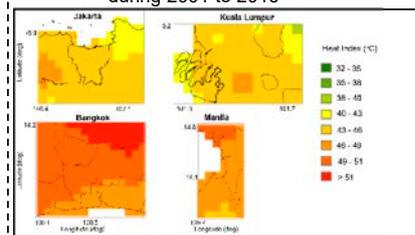


Fig.2 Example of urban heat index map in April 2013

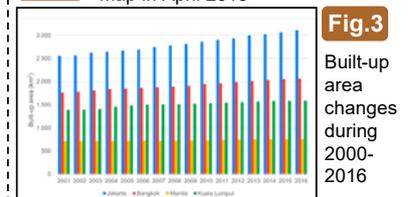


Fig.3 Built-up area changes during 2000-2016

**3
Effect/
Outcome**

Urban heat index in Southeast Asia was increasing from year to year which gives a serious impact on human life, especially for public health. This condition was worsened by high urban growth rate in developing countries, resulting in high exposure to heat stress in dense urban settlements. Urban heat index and land cover change monitoring can be applied to make a better urban planning. Further analysis is needed to assess heat risk index for urban areas as mitigation strategies.

【Joint Research No. CI21-109】P2021-2

Title of Joint Research: Urban Flood Risk Assessment and Loss Analysis with a 3D Visualization
Method: a Case Study of Surabaya, Indonesia

Name of Principal Investigator:

Hepi Hapsari Handayani (Geomatics Engineering Department, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

【Abstract】

Flood is commonly considered to be one of the most frequent and destructive natural disasters especially in Indonesia, where most of its major cities are coastal, such as the Pandugo area in Surabaya. Recent application of the 3D model had provided a clear visualization of flood than the previously used 2D maps. Herein, LiDAR data and orthophoto data were used to create 3D city applying the automatic method. While, 2D hydrodynamic model was processed based on the unsteady flow approach. The results indicated that the total inundated area is 224,311 m², almost half of the study area with a total area of 560,229 m². Flood inundation in the area near the sewer has a high depth of even more than 0.50 meters. The largest inundation area was in Penjaringan Sari Village. The number of houses affected by the flood is ± 881 houses, most of which are residential.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodology**

The background of this study is that floods in Surabaya frequently occurred a year. Some areas are affected, including Pandugo, in Rungkut District, Surabaya City. This area is one of the sub-Central Business Districts (CBDs) with dense economic and residential activities that are predicted to grow and potentially change land use. Recent application of the 3D model had provided a clear visualization of flood than the previously used 2D maps. The objective of this study is (1) to create a 3D model using lidar data and orthophoto of the Pandugo area, Surabaya, and (2) to analyze the inundation area. The methodology of this study used LiDAR data and orthophoto data to create 3D building models. The 2D flow modeling of HEC-RAS was used for the flood inundation model. This process requires upstream flow data, normal depth of downstream data, DTM data, and the unsteady flow method. Flood impact analysis was used to visualize the flood in 3D flood depth and elevation data, and to define flood impact areas.

**2
Conclu-
sions**

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1

According to the research, there are 1684 three-dimensional model buildings with a perimeter geometry RMSE value of 0.282 m from a maximum standard of 2 m, an average area error percentage value of 0.307 % from a tolerance limit of 2 %, and a resulting RMSE value of 0.111 m for the model building height from a maximum standard of 2 m. These numbers indicate that the model fulfills the LOD specifications.



Fig.1 Field check of inundation

Conclusion 2

The total inundated area is 224,311 m², almost half of the study area with a total area of 560,229 m². Flood inundation in the area near the sewer has a high depth of even more than 0.50 meters. The largest inundation area was in Penjaringan Sari Village. The number of houses affected by the flood is ± 881 houses, most of which are residential.

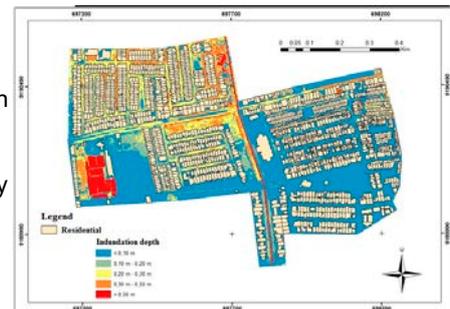


Fig.2 The map of inundation depth

**3
Effect/
Outcome**

The result of this study is applied to improve the mitigation management. The developed method is applied to develop the mitigation system for Surabaya government.

[Joint Research No. CI21-111]P2021-2

Title of Joint Research: Mapping of Earthquake Induced Land Deformation on Urban Area and Landslide Prone Area of Padang Municipality using Long Term Monitoring of Interferometric Synthetic Aperture Radar Data

Name of Principal Investigator:

Dr. Fathoni Usman (Universitas Putra Indonesia YPTK Padang)

[Abstract]

Land deformation naturally happens, which corresponds to geological formation, natural disasters, and human activities. Padang City, located on the west coast of Sumatera Island, was subjected to a number of earthquakes bigger than five and above. This study is aimed to determine locations in urban areas subject to land deformation induced by earthquakes and map the area with higher land deformation velocity and correlate it with the geotechnical condition of the area. The remote sensing Synthetic Aperture Radar (SAR) will be used. The location and geological formation of alluvium characteristically loose rock formation, predominantly affecting the earthquake's surface variation of the urban area of Padang City.

1

Back-Ground Objective Methodology

The background of this study is Padang City, located on the west coast of Sumatera Island, was subjected to a number of earthquakes bigger than a magnitude of five and above.

The objective of this study is as follow:

1. To classify the Padang City surface area based on its surface response to earthquake events.
2. To correlate the surface deformation to geotechnical conditions at a selected location.

The methodology of this study is using the SAR data with geospatial analysis to determine the vulnerability of Kota Padang Regency induced by over 5 magnitude earthquake events. Aerial photos and geotechnical site investigation is conducted to correlate the result.

2

Conclusions

Conclusion 1

From the result of vulnerability mapping, it is observed that Padang Barat District has experienced the most responsive surface deformation from seismic activities.

Conclusion 2

In the northern region of the Padang Barat District, the building blocks are classified as medium vulnerability as shown in Fig. 1 (A).

Conclusion 3

The results from InSAR and DInSAR processes in this study have some highlights for the further application of long-term surface deformation monitoring. One of them is a careful selection of radar data pairs is a must.

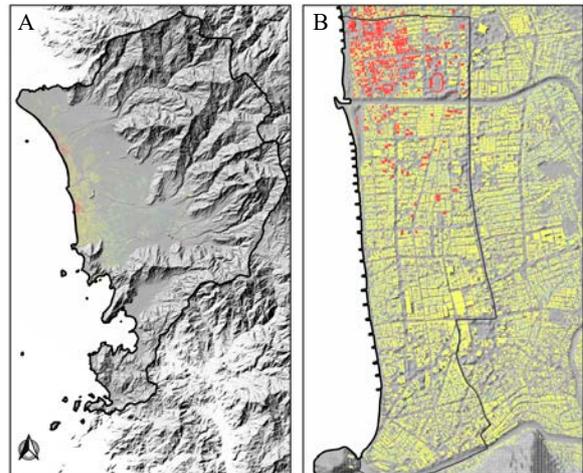


Fig.1 (A) Building block vulnerability over Kota Padang Regency and (B) Padang Barat District's vulnerability map.

3

Effect/ Outcome

The result of this study is applied long-term surface deformation monitoring
The developed method is applied to map the area based on its surface response to earthquake events

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2021

【Joint Research No. CI21-112 】P2021-2

Title of Joint Research: Detecting and assessment of hedgerow CO₂ Sequestration using VHR satellite and drone data

Name of Principal Investigator: Saeid Gharechelou (Shahrood University of Technology)

【Abstract】

Hedgerow network is important in ecosystem habitats, carbon sequestration, rural and urban landscape and agriculture. Hedgerow network extraction and physical characterization is challenging task in remote sensing. Recently, very high resolution (VHR) satellite data assist to mapped the hedgerow network, but still remain difficulties in biometric characterization in landscape scale. In this research is trying to use the TerraSAR-X data to detect the hedgerow network. The backscattering and polarimetric analysis is applied for the object-oriented classification and finally extracting the hedgerow network. The image processing still undergo and necessary to apply the other methods to achieve the best result.

1 Back- Ground Objective Methodology

One of the major sources of atmospheric Co₂ sequestration in the soil is contributing by trees and hedgerow out of the forest. Hedgerow side of forest sink has the important role in the reduction of greenhouse gases emissions and global warming. Therefore, achieving a quantitative method for measuring the accurate detection of hedges and tree line for biomass modelling out of the forest and the amount of carbon sequestration is one of the major problems and research priority in global warming. The purpose of the research project is to achieve an accurate hedgerow map, quantitative measure of biomass and carbon sequestration by trees and hedgerows of the agriculture fields and roads using remote sensing techniques. In this research TSX SAR data, and HR optical and drone data used for hedges and tree line mapping. For next step field work and drone will use for biomass and CO₂ sequestration estimation.

2 Conclu- sions

The different algorithms and indexes such as alpha, lambda, anisotropy, span, Shannon-entropy and band combination, divergence index, etc. The developed method for hedges network is still need to working on to modifying and enhancing the detection of thin and narrow vegetation, since TSX not much succeed to detect such a hedges less than 3 m. The result has shown which; HH/VV polarization mode is not much sensitive to the structure and biomass rather use the HV/ VH mode which is not available in TSX data. Although, the TSX data has shown has good potentiality for detect and analyse the backscattering of hedges, specially tree line and woodland. But hedges complexity and orientation with radar LOS made difficulty to detect the hedges especially narrow lines. In polarimetric analysis using TSX data is only have presented co-polarization bands not cross-polarization bands, also the complexity was for cross hedges line with LOS of radar data. High resolution optical data and drone might help to detect more accurate mapping, either integration of full polarimetric VHR SAR data.

3 Effect/ Outcome

The result of this study is applied to detection of narrow vegetation in environments and its mapping toward biomass modeling and estimation of Co₂ sequestration.

【Joint Research No. CI21-103】SP2021-2

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 worked on two aspects of using Himawari data for monitoring vegetation dynamics: 1) the utility of Himawari NDVI data for monitoring autumn phenology in Japan and 2) the utility of Himawari NDVI data for monitoring tropical vegetation phenology in Sarawak, Malaysia. In the first study, we found that the land surface temperature (LST) > 10-deg C could serve as an effective means to identify snow-free NDVI in snow-impacted areas in Japan, which is expected to greatly improve the NDVI-based phenology analysis. In the second study, we found that Himawari hypertemporal data could improve the chance of obtaining cloud-free NDVI observations four times higher than the MODIS polar-orbiting NDVI data.

1
**Back-
Ground
Objective
Methodo-
logy**

We worked on two aspects of using Himawari data for monitoring vegetation dynamics: 1) the utility of Himawari NDVI data for monitoring autumn phenology in Japan and 2) the utility of Himawari NDVI data for monitoring tropical vegetation phenology in Sarawak, Malaysia.

The objectives of this study are: 1) to improve the NDVI-based phenology characterization with Himawari and 2) to investigate the degree of the temporal resolution improvement in the NDVI dataset with Himawari.

We compared Himawari data to MODIS data, VIIRS data, in situ snow cover/depth data, and in situ time-lapse cloud imagery.

2
**Conclu-
sions**

Conclusion1: Himawari LST data were effective to identify snow-free surface conditions. LST > 10-deg C. was found an effective threshold to screen observations potentially contaminated with snow cover.

Conclusion 2: Himawari-8 AHI 10-min resolution data acquired 60 days or more cloud-free observations per year in cloud-prone tropical rainforests in Sarawak, Malaysia. This was 4 times more than Terra and Aqua MODIS together and suggests one cloud-free observation available every 6 days on average.

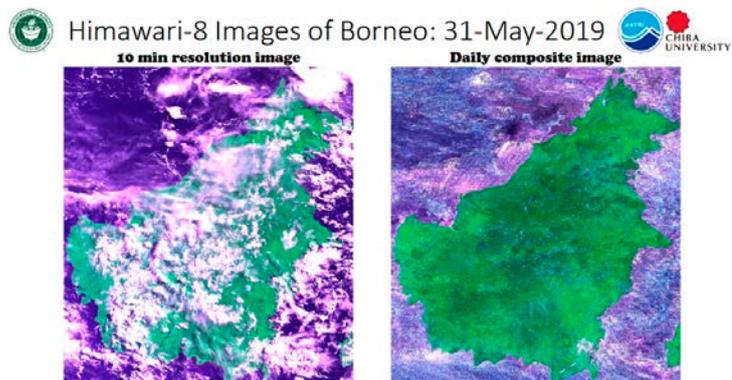


Fig. 1 Himawari 10-min resolution image and daily temporal composite

3
**Effect/
Outcome**

The LST-thresholding method will be applied to Himawari NDVI data over Japan, which will then be used to characterize autumn phenology in Japan.

The cloud-cover analysis results suggests the expected temporal resolution of a Himawari-derived NDVI (or other vegetation indices) temporal dataset. Tropical phenology analysis with Himawari-based NDVI data is expected to result in higher confidence (lower uncertainty).

【Joint Research No. CI21-106】SP2021-2

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】 On August 2021, the Fukutoku-Oka-no-Ba volcano, which is a submarine volcano located in the Pacific Ocean about 1,000 kilometers south of the Japan, erupted forming a new island of about 1 km of diameter. During the eruption, ash plumes high up to 16 km and a notable pumice raft were observed by JMA. Here, we will show and discuss the results of satellite investigations performed at the time of Fukutoku-Oka-no-Ba volcano eruption by means thermal infrared observations collected by the HIMAWARI-8/AHI satellite sensor.

1

Back-Ground Objective Methodology

In the past years, thermal sensors on board of geostationary platforms are proven to be an useful tool to investigate volcanoes activity. Among the different methodologies up to now used to monitor volcanic eruptions, also the general change detection approach Robust Satellite Techniques (RST; Tramutoli 1998, 2007) has show good ability in this field.

This work is aimed to evaluate the potentiality of the RST methodology to detect volcanic thermal features on satellite records collected from Advanced Himawari Imager (AHI) sensor onboard HIMAWARI-8 Japanese geostationary satellite.

The eruption of the Fukutoku-Oka-no-Ba volcano occurred on August 2021 has been take in account as test case. Radiances collected every 10 minutes in the Mid-InfraRed (MIR) spectral band during the months of August from 2015 to 2021 over Pacific sea have been analyzed by adopt the RST approach.

2

Conclusions

Achieved results reveal the start time of the Fukutoku-Oka-no-Ba eruption (on August 12, 2021 at 21:10 UTC), and the capacity of the used system in monitoring the space-time evolution of thermal anomaly associated with volcanic activity.

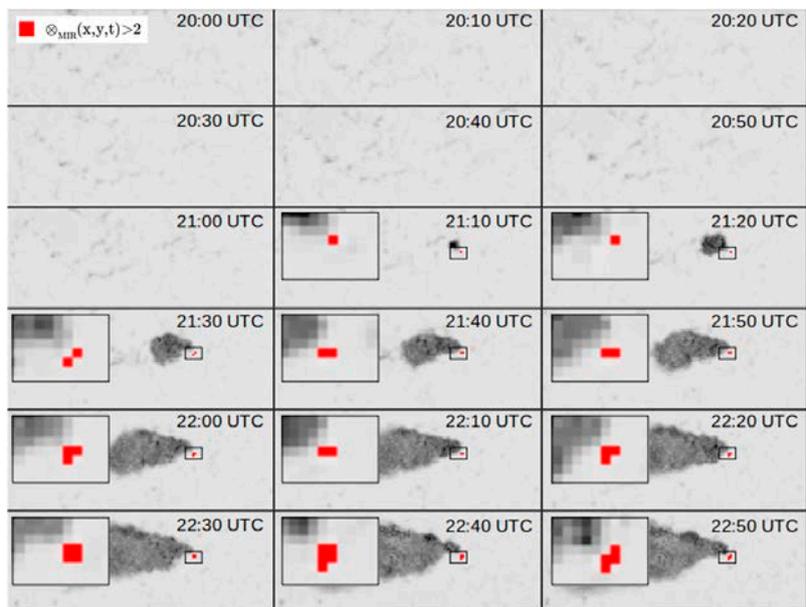


Fig.1 Thermal anomaly maps over Fukutoku-Oka-no-Ba during August 12, 2021.

3

Effect/ Outcome

The good potentiality and the abilities of the RST approach to identify and to monitor the space-time evolution of anomalous volcanic thermal features have been confirmed.

Volcanoes located over east Asia and Pacific regions can be well monitored by means of Himawari 8/9 observations.

【Joint Research No. CI 21-101 】P2021-3

Title of Joint Research: Analysis of bacterial leaf blight disease on rice crop utilizing drone data

Name of Principal Investigator:

Gunardi Sigit (Regional Office of Food Crops Service West Java Province, Indonesia)

【Abstract】

This study aimed to develop an integrated method for assessing damage to rice crops by bacterial leaf blight disease using drone data to enable greater efficiency and accuracy for payment of indemnity in the agricultural insurance system of Indonesia, formally operationalized in 2016. The relationships between bacterial leaf blight damage intensity in rice crops evaluated by pest observers using the current visual inspection method and the normalized reflectance of each observation band, NDVI, GNDVI and RGI were studied. The results showed a positive correlation between the red band and BLB damage intensity.

1

Back-Ground Objective Methodology

A key aspect in agricultural insurance is damage assessment, which should be precise, quick and inexpensive to the maximum extent possible. As an approach to satisfy such requirements, the introduction of innovative technologies, including remote sensing technology, to the insurance procedure is expected to be highly prioritized.

To comply with the needs, we have conducted research on the development of a new method using remote sensing data for evaluation of damage intensity caused by bacterial leaf blight disease (BLB) in West Java, Indonesia.

The drone images were captured at the locations where the pest observers had evaluated the BLB damage degree, and the damage intensity was calculated following the government guidelines for BLB infection evaluation. Then, the relationships among reflectance at each band of drone data, the three indexes, and BLB damage intensity were analyzed.

2

Conclusions

The relationship between the normalized reflectance Ngreen, Nred, N red-edge, NNIR, the three indexes of NDVI, GNDVI, RGI and the BLB damage intensity observed by the damage assessor was analyzed.

As a result, the determination correlation coefficient between Nred and the damage intensity was the highest at 0.6, and the estimation equation for BLB damage intensity was derived which was significant at the 5% level.



Fig.1 Symptoms of bacterial leaf blight on rice crop

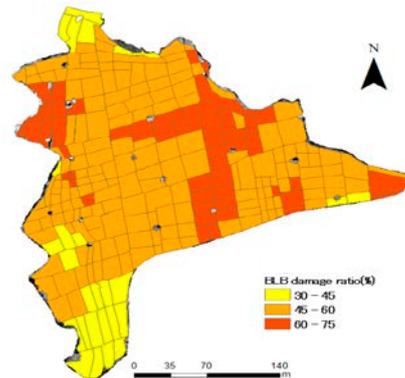


Fig.2 Map of bacterial leaf blight damage intensity

3

Effect/ Outcome

A more efficient damage assessment method can be built by utilizing drone data, compared to assessment methods relying on eye inspection. By improving the insurance system to meet the needs of Southeast Asia and increasing their adoption, economic damage from climate change to agricultural producers can be mitigated, thereby contributing to the establishment of a support system to ensure sustainable production and food security.

Joint Research No. CI21-102]P2021-3

Title of Joint Research: Land Subsidence-induced Flood Analysis Using Synthetic Aperture Radar and GNSS observations (Case Study: Sidoarjo, Indonesia)

Name of Principal Investigator:

Noorlaila Hayati (Department of Geomatics Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

[Abstract] Several regions in Sidoarjo Regency, East Java, such as Kedungbanteng and Banjarasri Villages, have experienced floods with varying heights since 2018 due to heavy rainfall in the area. The physical environment in both areas shows land subsidence that causes a change in the flow pattern, which triggers its occurrence. This research incorporated different small baseline techniques of InSAR time series analysis with ground validation using GPS measurement. The results showed significant subsidence value by up to -200 mm/year both in Kedungbanteng and Banjarasri Villages, where validation using GPS observation also confirmed approximately -3.2 cm of subsidence value during 2 months of sampling observations.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodology**

The background of this study is the occurrences of floods and puddles in Kedungbanteng and Banjarasri Sidoarjo, Indonesia where it lasts for months. One of the reasons is those two villages suffered by land subsidence. Land subsidence is affected by various factors, including geological events, such as volcanic and tectonic activities, mining, the building of structures, and groundwater or crude oil extraction. A monitoring of land subsidence can be observed effectively by Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) from both spatial and temporal perspective. The objective of this study is to monitor and evaluate land subsidence in the villages of Kedungbanteng and Banjarasri, Sidoarjo from Sentinel-1 SAR data and predict its trend in the upcoming year. The result is then validated with GPS observation in a short period of time. The methodology of this study is using two different small baseline InSAR techniques both ascending and descending directions to decompose the vertical displacement.

**2
Conclu-
sions**

The relationship between the 2 platforms of time series InSAR uses the vector decomposition to figure out the best and most reliable vertical displacement result. Figure 1 shows that land subsidence in both Kedungbanteng and Banjarasri villages was approximately 60 cm in early 2021. Subsidence had a significant impact in the central area of Kedungbanteng, Tanggulangin which has the highest flood inundation value.

This has a relationship with flood-induced vulnerability in 2018 when a massive flood occurred in both villages and inundated those areas for months. It validates the results shown in Figure 2. In March 2017, no vertical displacement occurred in those villages, subsequently one year after the first observation, there was a slight increase in the occurrence of the subsidence rate from day one (Figure 2b). In November 2019, it increased rapidly, as shown by the vertical displacement values. Figure 2c shows that it rapidly increased to -40 cm from 0 cm. In early 2021, the vertical displacement was approximately -60 cm, and it kept increasing from day one.

Based on monitoring using the InSAR technique and validation of GPS observations, the land subsidence is still going and can continually cause flooding in those two villages.

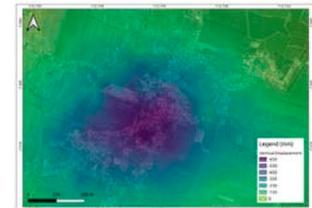


Fig.1 The cumulative subsidence generated from two InSAR results.

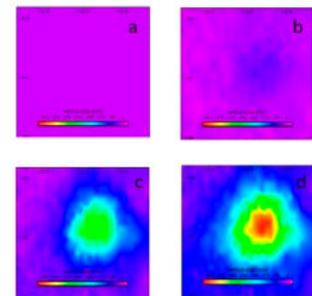


Fig.2 Vertical Displacement from 2017 to 2021 (a) vertical displacement in early 2017, (b) March 2018, (c) November 2019, and (d) December 2020.

**3
Effect/
Outcome**

The result of this study is applied to monitor land subsidence causing floods in two villages of Sidoarjo, Indonesia. It supports the decision policy of Sidoarjo's Regional Board for Disaster Management to evaluate the cause and effect of floods.

The developed method is applied to decompose the vector displacement or subsidence from time series InSAR result and predict the trend of subsidence in an upcoming year.

【Joint Research No. CI20-104】P2021-3

Title of Joint Research: Estimation of surface downward radiations from Himawari8 satellite data

Name of Principal Investigator:

Husi Letu (State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Chinese Academy of Sciences)

【Abstract】

Surface downward radiation (SWR) includes shortwave and longwave radiation flux, which is the main part of surface energy budget that governs the exchange processes of energy between the land surface and atmosphere. In this study, retrieval algorithms are developed for estimation of cloud properties (cloud mask, cloud top properties, cloud thickness and cloud effective radius). Then, according to Himawari-8 satellite data and surface temperature auxiliary data, the SWR is estimated by using the above inversion algorithm based on radiative transfer theory. Finally, the inversion results are evaluated by using the ground observation data.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodology**

The surface long wave and short wave radiation are mainly affected by atmospheric parameters (cloud, aerosol, gas) and surface temperature, among which the influence of cloud parameters is the most significant. The existing cloud parameter algorithms do not make full use of the multi-channel information of satellites, resulting in uncertainty in the current cloud parameters and radiation products.

Using Himawari8 satellite data to develop high-precision surface radiation remote sensing products.

This study develops a cloud parameters (including cloud top temperature, optical thickness, cloud bottom height, etc.) inversion algorithm based on machine learning method, and further constructs a high-precision surface downlink longwave and shortwave radiation algorithm, which serves the development and related applications of remote sensing products.

**2
Conclu-
sions**

Conclusion 1

The new algorithms were successfully developed and applied to Himawari-8 level-1B data, achieving high spatial, high temporal, and high accuracy results (5km/10min) of solar radiation products. Moreover, it also provides 24-hour cloud products on a 10-minute scale, covering missing nighttime data from official Himawari-8.

Conclusion 2

The validation results from Himawari-8 in 2019 confirm that the new algorithm shows an effective performance, with correlation coefficients (R) of 0.89 and RMSE of 16.04 K for cloud top temperature compared to CALIOP.

Conclusion 3

The estimated daily shortwave radiation from Himawari-8 agrees well with the ground-based measurements (10 sites from the BSRN) in 2016, with RMSEs of 21.4 and 37.9 Wm⁻² for global, direct component, respectively, and the R values are 0.97 and 0.90, respectively, better than that of CERES, ERA 5 products.

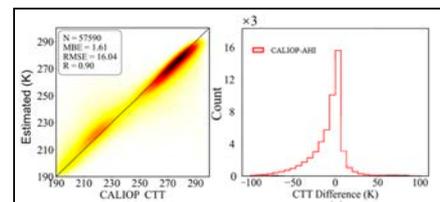


Fig.1 Validation of cloud top temperature from Himawari-8 with CALIOP measurements in 2019

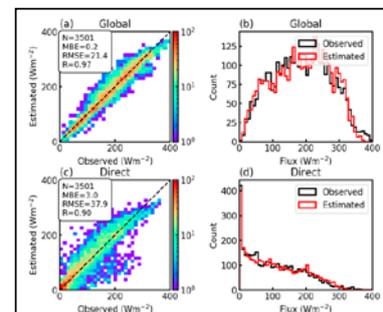


Fig.2 Validation of daily shortwave radiation from Himawari-8 with 10 BSRN measurements in 2016

**3
Effect/
Outcome**

The developed algorithms in this study can be used to generate remote sensing product of cloud properties and surface radiations.

[Joint Research No. CI21-110]P2021-3

Title of Joint Research:

Monitoring of Rice Paddy Field Affected by Flood Using Multisensory Remote Sensing Data

Name of Principal Investigator:

Prof. Lilik Budi Prasetyo (Department of Forests Resources Conservation and Eco-tourism, Faculty of Forestry and Environment, IPB University)

[Abstract]

Flood is one of the potential risks in agriculture, especially in the pre-harvest stage. A study reported that utilization of radar technology improved the ability to detect areas of rice paddy fields affected by floods. However, the approach does not detect the planting stage of the affected plants. This study aims to improve the study by developing a method and algorithm to monitor rice paddy fields affected by floods and detect the planting stage of the plants by utilizing multisensor technology including radar, optical satellite data, and UAV data. This study concluded that utilization of multisensory data can possibly improve the assessment method of agricultural insurance, especially for paddy.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodo-
logy**

The background of this study is that flood is one of the potential risks in agriculture, especially rice production in the 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 fields affected by the flood.

The objective of this study is to develop a method and algorithm to monitor rice fields affected by floods and detect the planting stage of the plants. Multisensory technology including radar, optical satellite data, and UAV data, were utilized to achieve the goals.

This study improved the study conducted by Wakabayashi et al (2019) to detect the flooded area in rice paddy fields in Indonesia by using Sentinel-1 SAR data by combining multisensory data including SAR, optical high-resolution multispectral data. Sentinel-1 SAR data will be used to detect flooded areas, the method will be based on the method developed by Wakabayashi et al (2019). Permanent water bodies were filtered out by using Hansen Global Forest Change v1.8 (Hansen et. Al (2013)). Otsu's algorithm was applied for image segmentation to detect the optimum threshold to differentiate flooded and non-flooded areas based on VV backscatter. For accuracy assessment, 102 ground truth points collected during the flood event on January 11th, 2021 were performed. Sentinel-1 SAR data were also utilized to detect the planting stage of the paddy field for a large-scale area. The method adopted a method proposed by Dirgahayu et al (2019) utilizing multitemporal SAR data to detect the growth phase of paddy which are vegetative and generative phases.

**2
Conclu-
sions**

This study concluded that utilization of multisensory data can possibly improve the assessment method of agricultural insurance, especially for paddy. For detecting flooded paddy fields, backscatter from VV polarization of Sentinel-1 SAR data perform well. In the study area (Bojongsong district), the optimum threshold of VV backscatter was -9.021. By using this threshold value, the overall accuracy obtained was 0.63 with a kappa value of 0.33 (categorized as fair based on Landis and Koch, 1977).

Possibility for improvement is by performing machine learning approaches combining all the multisensory data as the parameter for the machine learning algorithm.

As this study still used the land cover data from the government which was generated by visual delineation which possibly result in low accuracy, land cover data generated by using several digital classification techniques would be potentially improved the accuracy.

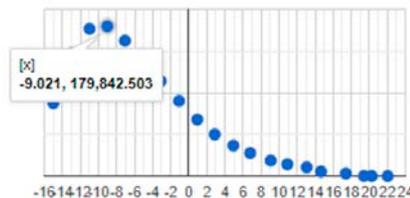


Fig.1 Optimum VV backscatter to differentiate flooded and non-flooded area

**3
Effect/
Outcome**

The developed method is possibly adopted as a tool for monitoring paddy fields affected by floods for agricultural insurance purposes. The method proposes the gap reducer of the traditional method for the assessment of agricultural insurance in Indonesia.

[3] 研究成果の公表

3.1. 研究論文など

【審査論文】

(近藤昭彦)

- Akira Hama, Kei Tanaka, Bin Chen, and Akihiko Kondoh (2021.7): Examination of appropriate observation time and correction of vegetation index for drone-based crop monitoring, *Journal of Agricultural Meteorology*, Vol.77, Issue3, pp.200-209, 10.2480/agrmet.D-20-00047
- Nguyen Cung Que Truong, Dao Nguyen Khoi, Hong Quan Nguyen, and Akihiko Kondoh (2022.3): Impact of Forest Conversion to Agriculture on Hydrologic Regime in the Large Basin in Vietnam, *WATER*, Vol.14, Issue 6, No.854, 10.3390/w14060854

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

- Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Steven Gao, and Koichi Ito (2021.9): Broadband Circularly Polarized Microstrip Array Antenna with Curved-Truncation and Circle-Slotted Parasitic, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation (TAP)*, Vol.69, No.9, pp.5524-5533, DOI:10.1109/TAP.2021.3060122 (2020年度年報 Early access article として掲載済み)
- Saeid Gharechelou, Ryutaro Tateishi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Brian Alan Johnson (2021.10): Soil Moisture Retrieval using Polarimetric SAR Data and Experimental Observations in an Arid Environment, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, Vol. 10, Issue 10, 711, DOI:10.3390/ijgi10100711
- Subuh Pramono, Feri Adriyanto, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2021.12): Improvement of the Performance Characteristic of UWB Antenna Using a Novel Double-Layer FSSs Operating at the Ku-Band, *Wireless Personal Communications*, Vol.121, Issue 4, pp.3297-3308, DOI:10.1007/s11277-021-08877-3
- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Daniele Perissin, Joko Widodo, Heri Andreas, Ketut Wikantika, Mohammad Rohmaneo Darminto, Akbar Kurniawan, Mokhamad Nur Cahyadi, and Teguh Hariyanto (2022.2): Estimation of Spouted Hot Mudflow Current using Continuity Equation and DInSAR, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (TGRS)*, Vol.60, No.4704214, DOI:10.1109/TGRS.2021.3122812
- Xuekang Liu, Steven Gao, Wei Hu, Qi Luo, Benito Sanz-Izquierdo, Xiaodong Chen, Long Qian, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Xue-Xia Yang (2022.3): A Compact Dual-Polarized Filtering Antenna with Steep Cut-Off for Base Station Applications, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9743668>, DOI:10.1109/TAP.2022.3161280 (Online early access)

(市井和仁)

- Kim J.S., J.S. Kug, S. Jeong, J.H. Yoon, N. Zeng, J. Hong, J.H. Jeong, Y. Zhao, X. Chen, M. Williams, K. Ichii, and G. Schaepman-Strub (2022.2): Arctic warming-induced cold damage to East Asian terrestrial ecosystems, *Communications Earth & Environment*, Vol.3, Issue 1, article id.16, <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00343-7>
- Nagano H., A. Kotani, H. Mizouchi, K. Ichii, H. Kanamori, and T. Hiyama (2022.1): Contrasting 20-year trends in NDVI at two Siberian larch forests with and without multiyear waterlogging-induced disturbances, *Environmental Research Letters*, Vol.17, No.2, 025003, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac4884>
- Cho S., M. Kang, K. Ichii, J. Kim, J.H. Lim, J.H. Chun, C.W. Park, H.S. Kim, S.W. Choi, S.H. Lee, Y.M. Indrawati, J. Kim (2021.12): Evaluation of forest carbon uptake in South Korea using national flux tower network, remote sensing, and data-driven technology, *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.311, 108653, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108653>
- Xiao J., J. B. Fisher, H. Hashimoto, K. Ichii, N.C. Parazoo (2021.7): Emerging satellite observations for diurnal cycling of ecosystem processes, *Nature Plants*, Vol.7, Issue 7 pp877-887, <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00952-8>.

(本多嘉明)

- Takao Koyama, Wataru Kanda, Mitsuru Utsugi, Takayuki Kaneko, Takao Ohminato, Atsushi Watanabe, Hiroshi Tsuji, Taro Nishimoto, Alexey Kuvshinov and Yoshiaki Honda (2021.7): Aeromagnetic survey in Kusatsu-Shirane volcano, central Japan, by using an unmanned helicopter, *Earth, Planets and Space*, Vol.73, 139, <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01466-5>
- 牛尾知雄、佐藤陽祐、佐藤光輝、吉川栄一、林 修吾、吉田 智 and 本多嘉明 (2021.9): 静止軌道からの雷放電観測の意義、*日本リモートセンシング学会誌*、Vol.41 No.4, pp478-486, <https://doi.org/10.11440/rssj.41.478>
- 小山崇夫、金子隆之、大湊隆雄、渡邊篤志、柳澤孝寿、本多嘉明 (2021.12): 自立型無人ヘリコプターを用いた火山空中磁気測量、*物理探査*、vol 74, pp115-122, <https://doi.org/10.3124/segj.74.115>
- Takayuki Kaneko, Fukashi Maeno, Mie Ichihara, Atsushi Yasuda, Takao Ohminato, Kenji Nogami, Setsuya Nakada, Yoshiaki Honda and Hiroshi Murakami (2022.2): Episode 4 (2019-2020) Nishinoshima activity: Abrupt transitions in the eruptive style observed by image datasets from multiple satellites, *Earth, Planets and Space*, vol 74, No.34, <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01578-6>

(樋口篤志)

- Atsushi Higuchi (2021.4): Toward more integrated utilizations of geostationary satellite data for disaster management and risk mitigation, *Remote Sensing*, Vol.13 (Issue 8), 1553, [10.3390/rs13081553](https://doi.org/10.3390/rs13081553)
- Ryotaro Suzuki, and Atsushi Higuchi (2022): Vegetation response to soil moisture and groundwater in west-central Africa revealed by satellite observations, *Hydrological Sciences Journal*, [10.1080/02626667.2022.2069502](https://doi.org/10.1080/02626667.2022.2069502) (in press, Accepted 30 Mar 2022)

(本郷千春)

- Hiroyuki Wakabayashi, Chiharu Hongo, Takahiro Igarashi, Yoshihiro Asaoka, Boedi Tjahjono, and Intan Rima Permata (2021.5): Flooded rice paddy detection using Sentinel-1 and PlanetScope data: a case study of the 2018 spring flood in West Java, Indonesia, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, Vol.14, pp.6291-6301, DOI:10.1109/JSTARS.2021.3083610
- Chiharu Hongo, Yusuke Takahashi, Gunardi Sigit, Budi Utoyo, and Eisaku Tamura (2022.3): Advanced Damage Assessment Method for Bacterial Leaf Blight Disease in Rice by Integrating Remote Sensing Data for Agricultural Insurance, *Journal of Agricultural Science*, Vol.14, No.4, pp.1-18, doi:10.5539/jas.v14n4p1

(入江仁士)

- Kajino, M., M. Deushi, T. T. Sekiyama, N. Oshima, K. Yumimoto, T. Y. Tanaka, J. Ching, A. Hashimoto, T. Yamamoto, M. Ikegami, A. Kamada, M. Miyashita, Y. Inomata, S. Shima, P. Khatri, A. Shimizu, H. Irie, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, and M. Mikami (2021.4): Comparison of three aerosol representations of NHM-Chem (v1.0) for the simulations of air quality and climate-relevant variables, *Geosci. Model Dev.*, Vol.14, issue 4, pp.2235-2264, <https://doi.org/10.5194/gmd-14-2235-2021>
- Choi, Y., Y. Kanaya, H. Takashima, H. Irie, K. Park, J. Chong (2021.5): Long-Term Variation in the tropospheric nitrogen dioxide vertical column density over Korea and Japan from the MAX-DOAS Network, 2007-2017, *Remote Sensing*, Vol.13, Issue 10, 1937, <https://doi.org/10.3390/rs13101937>
- De Smedt, I., G. Pinardi, C. Vigouroux, S. Compernelle, A. Bais, N. Benavent, F. Boersma, K.-L. Chan, S. Donner, K.-U. Eichmann, P. Hedelt, F. Hendrick, H. Irie, V. Kumar, J.-C. Lambert, B. Langerock, C. Lerot, C. Liu, D. Loyola, A. PETERS, A. Richter, C. Rivera Cárdenas, F. Romahn, R. G. Ryan, V. Sinha, N. Theys, J. Vlietinck, T. Wagner, T. Wang, H. Yu, and M. Van Roozendaal (2021.8): Comparative assessment of TROPOMI and OMI formaldehyde observations and validation against MAX-DOAS network column measurements, *Atmos. Chem. Phys.*, Vol.21, issue 16, pp.12561-12593, <https://doi.org/10.5194/acp-21-12561-2021>
- Zhu, C., T. Miyakawa, H. Irie, Y. Choi, F. Taketani, and Y. Kanaya (2021.11): Light-absorption properties

of brown carbon aerosols in the Asian outflow: Implications of a combination of filter and ground remote-sensing observations at Fukue Island, Japan, *Science of the Total Environment*, Vol.797, 25, 149155, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149155>

- Lerot, C., F. Hendrick, M. Van Roozendaal, L. M. A. Alvarado, A. Richter, I. De Smedt, N. Theys, J. Vlietinck, H. Yu, J. Van Gent, T. Stavrou, J.-F. Müller, P. Valks, D. Loyola, H. Irie, V. Kumar, T. Wagner, S. F. Schreier, V. Sinha, T. Wang, P. Wang, and C. Retscher (2021.12): Glyoxal tropospheric column retrievals from TROPOMI – multi-satellite intercomparison and ground-based validation, *Atmos. Meas. Tech.*, Vol.14, Issue 12, pp.7775-7807, <https://doi.org/10.5194/amt-14-7775-2021>
- Momoi, M., H. Irie, T. Nakajima, and M. Sekiguchi (2022.1): Efficient calculation of radiative intensity including the polarization effect in moderately thick atmospheres using a truncation approximation, *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, Vol.277, 107976, <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2021.107976>
- Itahashi, S., and H. Irie (2022.3): Surface and aloft NO₂ pollution over the greater Tokyo area observed by ground-based and MAX-DOAS measurements bridged by kilometer-scale regional air quality modeling, *Progress in Earth and Planetary Science*, Vol.9, No.15, <https://doi.org/10.1186/s40645-022-00474-7>

(齋藤尚子)

- 齋藤尚子、北村克樹 (2021.9): ひまわり 8 号/AHIによる海上のGOSAT/TANSO-FTS観測視野内雲判定の評価、*日本リモートセンシング学会誌*, Vol.41 (Issue 4), pp.453-460, <https://doi.org/10.11440/rssj41.453>

(小槻峻司)

- Taler, J., Okazaki, A., Honda, T., Kotsuki, S., Yamaji, M., Kubota, T., Oki, R., Iguchi, T., and Miyoshi, T. (2021.7): Oversampling reflectivity observations from a geostationary precipitation radar satellite: Impact on typhoon forecasts within a perfect model OSSE framework, *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, vol.13, Issue 7, e2020MS002332, 10.1029/2020MS002332
- Arakida, H., Kotsuki, S., Otsuka, S., Sawada, Y., and Miyoshi, T. (2021.9): Regional-scale data assimilation with the Spatially Explicit Individual-based Dynamic Global Vegetation Model (SEIB-DGVM) over Siberia, *Progress in Earth and Planetary Science*, Vol.8, No.52, 10.1186/s40645-021-00443-6
- Miyoshi, T., Terasaki K., Kotsuki S., Otsuka S., Chen Y.-W., Kanemaru K., Okamoto K., Kondo K., Lien G.-Y., Yashiro H., Tomita H., Sato M., and Kalnay E. (2021.11): Enhancing data assimilation of GPM observations, *Precipitation Science, Measurement Remote Sensing, Microphysics, and Modeling*. Elsevier, pp. 787-804, 10.1016/B978-0-12-822973-6.00020-2 (Available online 12 November 2021)
- Kotsuki, S., and Bishop, H. C. (2022.1): Implementing hybrid background error covariance into the LETKF with attenuation-based localization: experiments with a simplified AGCM, *Monthly Weather Review*, vol.150, issue 1, pp.283-302, 10.1175/MWR-D-21-0174.1
- 赤塚洋介、瀬戸里枝、鼎信次郎、小槻峻司、渡部哲史 (2022.2): 豪雪地帯に位置するダム対象とした融雪期の操作におけるAIダム操作モデルの応用可能性、*水工学論文集*, Vol.77, Issue 2, 10.2208/jscejhe.77.2_I_109

(楊 偉)

- Jan-Peter George, Wei Yang, Hideki Kobayashi, et al. (2021.9): Method comparison of indirect assessments of understory leaf area index (LAI_u): a case study across the extended network of ICOS forest ecosystem sites in Europe, *Ecological Indicators*, Vol.128, 107841, DOI:10.1016/j.ecolind.2021.107841
- Jiaqi Tian, Xiaolin Zhu, Jin Chen, Cong Wang, Miaogen Shen, Wei Yang, Xiaoyue Tan, Shuai Xu, and Zhilin Li (2021.10): Improving the accuracy of spring phenology detection by optimally smoothing satellite vegetation index time series based on local cloud frequency, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.180, pp.29-44, DOI10.1016/j.isprsjprs.2021.08.003

(竹中栄晶)

- Takeshi Watanabe, Hideaki Takenaka and Daisuke Nohara (2021.7): Post-processing correction method for surface solar irradiance forecast data from the numerical weather model using geostationary satellite observation data, *Solar Energy*, Volume 223, (15), Pages 202-216, 10.1016/j.solener.2021.05.055

(Alessandro Damiani)

- Jaime Pizarro, Pablo M. Vergara, Sergio Cerda, Raúl R. Cordero, Ximena Castillo, Penny M. Rowe, Gino Casassa, Jorge Carrasco, Alessandro Damiani, Pedro J. Llanillo, Fabrice Lambert, Roberto Rondanelli, Nicolas Huneus, Francisco Fernandoy, Juan Alfonso & Steven Neshyba (2021.7): Contaminant emissions as indicators of chemical elements in the snow along a latitudinal gradient in southern Andes, *Scientific Reports*, Vol.11, No.14530, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93895-1>
- Cordero R.R., Sepúlveda S., Feron S., Alessandro Damiani, Carrera J.M., Jorquera J., Alfonso J.A., Fuenzalida R., Rivas M., MacDonell S., Seckmeyer G., Wang C., Yang Z., Lhermitte S. (2021.10): Evaluation of MODIS-derived estimates of the albedo over the Atacama Desert using ground-based spectral measurements, *Scientific Reports*, Vol.11, No.19822, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98622-4>
- Sarah Feron, Raúl R. Cordero, Alessandro Damiani, Avni Malhotra, Gunther Seckmeyer & Pedro Llanillo (2021.10) : Warming Events projected to become more frequent and last longer across Antarctica, *Scientific Reports*, *Scientific Reports*, Vol.11, No.19564, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98619-z>
- Raúl R. Cordero, Sarah Feron, Alessandro Damiani, Alberto Redondas, Jorge Carrasco, Edgardo Sepúlveda, Jose Jorquera, Francisco Fernandoy, Pedro Llanillo, Penny M. Rowe & Gunther Seckmeyer (2022.1): Persistent Extreme Ultraviolet Irradiance in Antarctica despite the Ozone Recovery Onset, *Scientific Reports*, Vol.12, No.1266, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-05449-8>
- Raúl R. Cordero, Edgardo Sepúlveda, Sarah Feron, Alessandro Damiani, Francisco Fernandoy, Steven Neshyba, Penny M. Rowe, Valentina Asencio, Jorge Carrasco, Juan A. Alfonso, Pedro Llanillo, Paul Wachter, Gunther Seckmeyer, Marina Stepanova, Juan M. Carrera, Jose Jorquera, Chenghao Wang, Avni Malhotra, Jacob Dana, Alia L. Khan & Gino Casassa (2022.2): Black Carbon Footprint of Human Presence in Antarctica, *Nature Communications*, *Nature Communications*, Vol. 13, No.984, <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28560-w>
- Raúl R Cordero, Edgardo Sepúlveda, Sarah Feron, Chenghao Wang, Alessandro Damiani, Francisco Fernandoy, Steven Neshyba, Penny M Rowe, Valentina Asencio, Jorge Carrasco, Juan A Alfonso, Shelley MacDonell, Gunther Seckmeyer, Juan M Carrera, Jose Jorquera, Pedro Llanillo, Jacob Dana, Alia L Khan and Gino Casassa (2022.3): Black Carbon in the Southern Andean snowpack, *Environmental Research Letters*, Vol.13, No.984, <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac5df0>

(Hu Jun)

- Md. Ferdous Alam, Jun Hu, Guosheng Yang, A. K. M. Atique Ullah, M. Ibrahim Khalil, A. K. M. Fazle Kibria, Ismail M. M. Rahman, Kenji Nanba, Masatoshi Yamada (2021.10): First study on 236U in environmental samples from Bangladesh by ICP-MS/MS prior to the operation of its first nuclear power plant, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol.330, issue 1, pp.103-111, <https://doi.org/10.1007/s10967-021-07931-5>

(近藤昭彦・楊偉)

- Zhaoxin Li, Wei Yang, Buneki Matsushita, and Akihiko Kondoh (2022): Remote estimation of phytoplankton primary production in clear to turbid waters by integrating a semi-analytical model with a machine learning algorithm, *Remote Sensing of Environment*, 10.1016/j.rse.2022.113027 (Accepted 28 Mar 2022)

(市井和仁・Prabir Kumar Patra 客員教授)

- Patra P.K., T. Hajima, R. Saito, N. Chandra, Y. Yoshida, K. Ichii, M. Kawamiya, M. Kondo, A. Ito, D.

Crisp (2021.4): Evaluation of earth system model and atmospheric inversion using total column CO₂ observations from GOSAT and OCO-2, *Progress in Earth and Planetary Science*, Vol.8, 25, <https://doi.org/10.1186/s40645-021-00420-z> (2020年度年報 Acceptedにて掲載済み)

(入江仁士・竹中栄晶)

- Momoi, M., H. Irie, M. Sekiguchi, T. Nakajima, H. Takenaka, K. Miura, and K. Aoki (2022.1): Rapid, accurate computation of narrow-band sky radiance in the 940 nm gas absorption region using the correlated k-distribution method for sun-photometer observations, *Progress in Earth and Planetary Science*, Vol.9, No.10, <https://doi.org/10.1186/s40645-022-00467-6>

(入江仁士・Alessandro Damiani)

- Irie, H., D. Yonekawa, A. Damiani, H. M. S. Hoque, K. Sudo, and S. Itahashi (2021.5): Continuous multi-component MAX-DOAS observations for the planetary boundary layer ozone variation analysis at Chiba and Tsukuba, Japan from 2013 to 2019, *Progress in Earth and Planetary Science*, Vol.8, No.31, <https://doi.org/10.1186/s40645-021-00424-9>
- Damiani, A., H. Irie, K. Yamaguchi, H. M. S. Hoque, T. Nakayama, Y. Matsumi, Y. Kondo, and A. Da Silva (2021.8): Variabilities in PM_{2.5} and black carbon surface concentrations reproduced by aerosol optical properties estimated by sky radiometer and MAX-DOAS instruments, *Remote Sensing*, Vol.13, (16), 3163, <https://doi.org/10.3390/rs13163163>

(入江仁士・久世宏明グランドフェロー)

- Xue, Z., H. Kuze, and H. Irie (2021.9): Retrieval of Aerosol Optical Thickness with Custom Aerosol Model Using SKYNET Data over the Chiba Area, *Atmosphere*, Vol.12, Issue 9, 1144, <https://doi.org/10.3390/atmos12091144>

(入江仁士・高村民雄名誉教授)

- Pradeep Khatri, Tadahiro Hayasaka, Hitoshi Irie, Husi Letu, Takashi Y. Nakajima, Hiroshi Ishimoto, and Tamio Takamura (2022.3): Quality assessment of Second-generation Global Imager (SGLI)-observed cloud properties using SKYNET surface observation data, *Atmospheric Measurement Techniques*, Vol.15, Issue 6, pp.1967-1982, 10.5194/amt-15-1967-2022

(齋藤尚子・Prabir Kumar Patra 客員教授)

- P. Ricaud, J.-L. Attie, R. Chahinell, F. Pasternak, J. Leonard, I. Pison, E. Pattey, R. L. Thompson, Z. Zelinger, J. Lelieveld, J. Sciare, N. Saitoh, J. Warner, A. Fortems-Cheiney, H. Reynal, J. Vidot, L. Booker, L. Berdeu, O. Saint-Pe, P. K. Patra, M. Dostal, J. Suchanek, V. Nevry, and C. G. Zwaftink (2021.12): The monitoring nitrous oxide sources (MIN2OS) satellite project, *Remote Sensing of Environment*, Vol.266, 112688, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112688>

(齋藤尚子・Dmitry Belikov・Prabir Kumar Patra 客員教授)

- Dmitry Belikov, Naoko Saitoh, Prabir K. Patra, and Naveen Chandra (2021.5): GOSAT CH₄ vertical profiles over the Indian subcontinent: effect of a priori and averaging kernels for climate applications, *Remote Sensing*, Vol.13, Issue 9, 1677, <https://doi.org/10.3390/rs13091677>

【総説・解説・著書等】

(近藤昭彦)

- 里沼を考えるー印旛沼流域からめざすオルタナティブ・サイエンス：近藤昭彦（学術の動向、Vol.27, Issue 1 (2022/01)、2022年1月出版）【総説】
- 問題解決型科学としての地理学：近藤昭彦（岩波「科学」、Vol.91, No.10, pp.965-967、2021年10月出版）【総説】
- 水文・水資源学分野における課題とリモートセンシングの役割、近藤昭彦（日本リモートセンシング学会誌、Vol.41, Issue 2, pp.151-154、2021年5月出版）【総説】
- 印旛沼流域における水循環健全化の取組からポストコロナ社会へ：近藤昭彦（第一生命財団「The

Community]、No.166, pp.74-77、2021年5月出版)【解説】

- 熱赤外カメラ搭載ドローンによる水稲高温登熟障害の把握技術：田中 圭・濱 侃・近藤昭彦（農山漁村文化協会(農文協)「最新農業技術 作物」、Vol.14, pp.187-191、2022年2月出版)【著書(共著)】
- 「Solution and Agreement in the Nuclear Disaster: Toward an Inclusive Society Respecting Relationship from Sacrificial System」: Akihiko Kondoh (Tamie Nakajima, Keiko Nakamura, Keiko Nohara, Akihiko Kondoh eds., Springer 「Overcoming Environmental Risks to Achieve Sustainable Development Goals Lessons from the Japanese Experience」, pp.93-104, 2021年11月出版)【著書(共著)】

(ヨサファット)

- Working Environment and Education-Research Exchange in the ICT Field in Indonesia and Japan: Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Jun Nomura, dan Yusli Wardiatno (The Journal of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol.104, No.9, pp.958-964, 2021年9月出版)【総説】
- Digitalization in Smart Education, Society, and Workspace: A Case Study in Indonesia and Japan: Cahya Edi Santosa and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (The Journal of The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol.69, No.9, pp.5524-5533, 2021年9月出版)【総説】
- Antenna and Array Technologies for Future Wireless Ecosystems: Qi Luo, Steven Gao, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Yang Xi, Chapter 3. Low Cost Beam Reconfigurable Directional Antennas for Advanced Communications, Jay Guo and Richard Ziolkowski Editors (IEEE Press and John Wiley & Sons, 2022年3月出版)【著書(共著)】
- Mengabdi Sampai Akhir, Kisah Sukses Anak-Anak Intelektual Habibie, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Mencipta Benua Indonesia – Merajut Nusantara, Bimo Joga Sasongko, Agung Setiyo Wibowo, Totok Siswantara Editors (Pena Nusantara Publisher, Vol.2, pp.257-260, 2021年9月出版)【著書(共著)】

(市井和仁)

- PBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change: Pörtner, H.O., Scholes, R.J., Agard, J., Archer, E., Arneth, A., Bai, X., Barnes, D., Burrows, M., Chan, L., Cheung, W.L., Diamond, S., Donatti, C., Duarte, C., Eisenhauer, N., Foden, W., Gasalla, M.A., Handa, C., Hickler, T., Hoegh-Guldberg, O., Ichii, K., Jacob, U., Insarov, G., Kiessling, W., Leadley, P., Leemans, R., Levin, L., Lim, M., Maharaj, S., Managi, S., Marquet, P.A., McElwee, P., Midgley, G., Oberdorff, T., Obura, D., Osman, E., Pandit, R., Pascual, U., Pires, A.P.F., Popp, A., ReyesGarcía, V., Sankaran, M., Settele, J., Shin, Y.J., Sintayehu, D. W., Smith, P., Steiner, N., Strassburg, B., Sukumar, R., Trisos, C., Val, A.L., Wu, J., Aldrian, E., Parmesan, C., Pichs-Madruga, R., Roberts, D.C., Rogers, A.D., Díaz, S., Fischer, M., Hashimoto, S., Lavorel, S., Wu, N., Ngo, H.T. (IPBES and IPCC, 2021年6月出版)【総説】

(本多嘉明)

- 100歳対談UAVの登場による業界の変革：本多嘉明、鶴飼尚弘（社団法人日本測量協会、月刊「測量」vol.71 No.1, pp12-17、2022年1月出版)【対談記事】
- [解説]次期静止ミッション検討会分科会における赤外サウンダー搭載に向けた検討：今須良一、岡本幸三、橋本真喜子、佐藤世智、本多嘉明（日本リモートセンシング学会・日本リモートセンシング学会誌、41巻4号p.469-477、2021年9月出版)【解説】

(樋口篤志)

- 日本水文科学会を維持したければ、論文“等”を学会誌に投稿するしかない：樋口篤志（日本水文科学会誌、51巻1号p.7-9、2021年4月出版、10.4145/jahs.51.7)【解説】
- 雲・降水過程リモートセンシングにおける今後の展開：樋口篤志（日本リモートセンシング学会誌、41巻2号p.140-143、2021年5月出版、10.11440/rssj.41.140)【解説】
- 次期静止ミッション検討会分科会における次期ひまわり搭載イメージャに関する検討：樋口篤志、本多嘉明、中島 孝、石坂丞二、弓本桂也、堀之内武、中島正勝、木村俊義、橋本真喜子、棚田和玖 and 村上 浩（日本リモートセンシング学会誌、41巻4号p.461-468、2021年9月出版、10.11440/rssj.41.461)【解説】

(入江仁士)

- SKYNET: Irie, H., and T. Nakajima (Springer Nature, 2022年1月出版、https://doi.org/10.1007/978-981-15-2527-8_52-1) 【著書(共著)】
- 国際地上リモートセンシング観測網A-SKYの展開－衛星大気プロダクト検証を通じた大気環境変動研究の推進－：入江仁士 (日本リモートセンシング学会誌、41巻5号p.575-581、2021年11月出版、<https://doi.org/10.11440/rssj.41.575>) 【解説】

(樋口篤志、竹中栄晶、豊嶋紘一、山本雄平、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における静止気象衛星データのアーカイブおよび公開：樋口篤志、竹中栄晶、青木佐恵子、豊嶋紘一、山本宗尚、山本雄平、市井和仁 (日本リモートセンシング学会誌、41(4)、487-492、2021年9月出版) 【解説】

3.2. 学会・研究会での発表

【国際会議】

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

- AIRCRAFT AND HIGH ALTITUDE PLATFORM SYSTEM ONBOARD CIRCULARLY POLARIZED SYNTHETIC APERTURE RADAR (CP-SAR); Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, C. M. Yam, C. E. Santosa, A. Takahashi, and K. Ito: IEEE The 41st International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2021), オンライン/Brussels, Belgium, 2021年7月14日 (口頭発表)
- BRIDGING CONSECUTIVE DINSAR METHOD FOR LONG-TERM LAND DEFORMATION OBSERVATION; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Daniele Perissin, Joko Widodo, Heri Andreas, Ketut Wikantika, Mohammad Rohmaneo Darminto, Akbar Kurniawan, Mokhamad Nur Cahyadi, and Teguh Hariyanto : IEEE The 41st International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2021), オンライン/Brussels, Belgium, 2021年7月16日 (口頭発表)
- Performance Analysis of Uplink NOMA Based Full-Duplex UAV for Indoor Disaster Environment; Junghwa Kang, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Jae-Hyun Kim: the 12th International Conference on ICT Convergence (ICTC 2021), オンライン/Jeju, Korea, 2021年10月20－22日 (口頭発表)
- Design of Broadband X-Band Sub-Array Antenna with Hybrid-Sequential Rotation Fed for Airborne CP-SAR; Cahya Edi Santosa and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)
- Development of X-Band Microstrip Antenna for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar Onboard UAV; Hisato Kashihara and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)
- Development of Circularly Polarized Microstrip Antenna for High-Temperature Environment Observation by SAR; Takahiro Miyazaki, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ayaka Takahashi, and Motoyuki Naito: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)
- Design of FPGA Board for CP-SAR Image Processing System; Takumi Aoyama, Kazuteru Namba, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo November 2021.: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)
- Bridging Consecutive DInSAR Method for Long-Term Land Deformation Observation; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)
- Forest Areas with A High Potential Risk of Fire Mapping on Peatlands Using Interferometric Synthetic Aperture Radar; Joko Widodo, Hammam Riza, Arie Herlambang; Rahmat Arief, Pakhrur Razi, Farohaji Kurniawan, Yuta Izumi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)
- Aviation Turbulence on Indonesia and the Relationship to Himawari-8 Weather Satellite Imagery; Muhammad Arif Munandar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, M Hadi, and Muh Aris Marfai: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1－3日 (口頭発表)

- Analysis of Heavy Rain and Typhoons Effect on the Ground Surface Using DInSAR Technique; Katsunoshin Nishi, Masaaki Kawai, Kaori Nishi, Bowo Eko, Joko Widodo, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1 – 3日 (口頭発表)
- Despeckling of Synthetic Aperture Radar Image Using Deep-Learning Model; YuFan Cai and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1 – 3日 (口頭発表)
- Elliptic Stripline Resonator Antenna on Glass-Epoxy Substrates for X-band Circular Polarization Systems; Yumi Takizawa, Atsushi Fukasawa, Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: 2021 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting (AP-S/URSI 2021), オンライン/Singapore, 2021年12月4 – 10日 (口頭発表)
- Land Deformation Assessment of Bandung City, Indonesia in Geological Perspective, Based on Interferometric SAR using C-Band Data; Joko Widodo, H.S. Naryanto, Wisyanto, N. Hidayat, A.P. Putra, Y. Izumi, D. Perissin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Photonics and Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2021), オンライン/Hangzhou, China, 2021年11月22日 (口頭発表)
- Estimation of Hot Mudflow Current using Long Term DInSAR; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: ISPRS WG session, The 42nd Asian Conference on Remote Sensing, Can Tho University (CTU), オンライン/Vietnam, 2021年11月22日 (招待講演)
- Microwave Remote Sensing Technology for Land Surface Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 33rd National Geoscience Conference – Urban Geoscience and IR 4.0 (Geological Society of Malaysia) (Keynote Speak), オンライン/Kuala Lumpur, Malaysia, 2021年4月5日 (招待講演)
- Workshop on Geotechnology and Remote Sensing Application for Geoscience; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Geological Society of Malaysia, the 33rd National Geoscience Conference (NGC) 2020/2021 (Tutorial), オンライン/Kuala Lumpur, Malaysia, 2021年4月8日 (招待講演)
- Building Mental and Spiritual Immunity in facing the Covid-19 Pandemic Based on Javanese Custom; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Building Mental and Spiritual Immunity in Facing the Covid-19 Pandemic, Pusat Unggulan IPTEKS Javanologi, Universitas Sebelas Maret (Invited Talk), オンライン/Solo, Indonesia, 2021年4月8日 (招待講演)
- Microwave Remote Sensing Technology for Disaster Prediction; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Badan Meteorologi, Klimatologi, and Geofisika (BMKG)(Keynote Speak), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年4月14日 (招待講演)
- Synergy of IoT Innovation for Pandemic Recovery in Sustainable Society 5.0; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Internasional Sebelas Maret International IoT Challenge 2021 – IoT Innovation for Covid-19 Pandemic Recovery, Universitas Sebelas Maret, Indonesia (Invited Talk), オンライン/Solo, Indonesia, 2021年5月20日 (招待講演)
- Development of Advanced Microwave Remote Sensor for Urban Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 40th European Remote Sensing – New Solutions for Science and Practice (EARSeL Symposium 2021) – 2nd EARSeL UAS Workshop, 9th EARSeL Workshop on Remote Sensing of Coastal Zone and EO Education Workshop (Invited Talk), オンライン/Warsaw, Poland, 2021年6月10日 (招待講演)
- Microwave Remote Sensing and the Applications for Environmental Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 10th IEEE International Conference on Communications, Networkd, and Satellite (COMNETSAT 2021)(Keynote Speak), オンライン/Purwokerto, Indonesia, 2021年7月18日 (招待講演)
- New Technological Trends for 2021 related Remote Sensing in Perspective of Science, Technology, and Business; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Workshop on AI and its Applications in Remote Sensing, Telkom Univesity (Keynote Speak), オンライン/ Bandung, Indonesia, 2021年7月31日 (招待講演)
- Post Covid-19: A Stronger Indonesia with Diaspora; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 6th Congress of Indonesian Diaspora (CID 6), Seminar-3 Education (Keynote Speak), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年8月14日 (招待講演)
- Recent Trend and Future of SAR: The Importance of Green Environmental Remote Sensing Post Covid 19; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The Sixth Annual Applied Science and Engineering Conference

- (AASEC 2021)(Keynote Speak), オンライン/Bandung, Indonesia, 2021年8月18日 (招待講演)
- Development of Microwave Remote Sensing and the Applications for Environmental and Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Forum Cendekia Kelas Dunia (FCKD 2021), Membangun resiliensi dan ketahanan nasional untuk pangan, ekonomi, kebencanaan dan infrastruktur, Ikatan Ilmuwan Indonesia Internasional (I-4) dan Akademi Ilmuwan Muda Indonesia (ALMI)(Keynote Speaker), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年8月21日 (招待講演)
 - Menjadi Peneliti Kelas Dunia: Belajar dari Sistem Pembelajaran & Riset Negeri Sakura; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia (Keynote Speak), オンライン/Bandung, Indonesia, 2021年9月2日 (招待講演)
 - GIS for Disaster Management; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Conference on Disaster Management and Climate Change (ICoDMC), Disaster Research Center - Sebelas Maret University (Invited Speaker), オンライン/Solo, Indonesia, 2021年9月4日 (招待講演)
 - Development of Microwave Remote Sensors for Agricultural Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Workshop on Smart Farming: Implementation of Smart Farming Innovation Technologies in the 4.0 Era to Strengthen the Food Crop Production for Sustainable Food Security, Universitas Hasanuddin, IRRI, and ICDF (Invited Speaker), オンライン/Makassar, Indonesia, 2021年9月8日 (招待講演)
 - Microwave Sensor Development for Aircraft; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Conference on Aviation Industry Education, and Regulation (Keynote Speak), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年10月14日 (招待講演)
 - Development of Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 7th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021)(Plenary Talk), オンライン/Bali, Indonesia, 2021年11月1日 (招待講演)
 - Advanced Microwave Remote Sensing Technology for Environmental Resources and Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd International Conference on Science and Mathematics (ICSM 2021), Universitas Haluoleo (Keynote Speak), オンライン/Kendari, Indonesia, 2021年11月6日 (招待講演)
 - Current status of remote sensing technology to overcome the pandemic situations: Advanced Microwave Remote Sensing Technology for Environmental Resources and Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 3rd International Symposium on Materials and Electrical Engineering (ISMEE 2021)(Keynote Speaker), オンライン/Bandung, Indonesia, 2021年11月10日 (招待講演)
 - Development of Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar: Systems and Its Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IEICE International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (ICSANE2021)/Workshop on subsurface electromagnetic measurement (Invited Talk), オンライン/Tokyo, Japan, 2021年11月11日 (招待講演)
 - Geography and Disaster Management; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 1st International Conference on Geography and Disaster Management, Universitas Negeri Semarang (Invited Speaker), オンライン/Semarang, Indonesia, 2021年11月24日 (招待講演)
 - SAR Technology Concept for Disaster Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Center for Disaster Risk Reduction Technology, National Research and Innovation Agency (BRIN)(Invited Lecturer), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年11月30日 (招待講演)
 - Microwave Remote Sensing Technology to observe Land Deformation in Indonesia; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 1st International Seminar on Earth Science and Technology (ISEST), Institute of Technology Bandung (Invited Speaker), オンライン/Bandung, Indonesia, 2021年12月8日 (招待講演)
 - Synthetic Aperture Radar for Disaster Observation; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Indonesia International Disaster Expo and Conference 2021 (IIDEC 2021)(Keynote Speaker), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年12月14日 (招待講演)
 - Innovation and Technology Seeding; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Conference on Innovation in Science Technology (ICIST 2021), Politeknik Negeri Semarang (Keynote Speak), オンライン/Semarang, Indonesia, 2021年12月17日 (招待講演)

(市井和仁)

- Uncertainty quantification in operational algorithms to retrieve land surface temperature from Himawari-8/AHI data; Yamamoto Y., K. Ichii: Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日 (口頭発表)
- Vegetation Monitoring by Aircraft Observation: Review and Requirement; Ichii K.: Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日 (ポスター発表)
- Monitoring urban heat island of Jakarta using medium spatial resolution satellite data; Fitria N., R. Widiyana, D. Wang, Y. Yamamoto, K. Ichii: Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日 (ポスター発表)
- Seasonal variations in photosynthesis activities across Southeast Asia detected by a new geostationary satellite, Himawari-8; Ichii K., K. Hayashi, Y. Yamamoto: Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日 (口頭発表)
- The burned area extracting in Chernobryl Exclusion Zone using random forest; Hu Jun, S. Kotsuki, Y. Igarashi, T. Mykola, K. Ichii: Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2021、オンライン、2021年6月5日 (口頭発表)
- Satellite-data based monitoring of changes in the terrestrial carbon cycle in Mongolia: Synthesis analysis; Mart Z., K. Ichii, T. Renchin: Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2021、オンライン、2021年6月5日 (ポスター発表)
- Comparison of Himawari-8 NDVI with MODIS for tropical vegetation phenology analysis over Malaysian Borneo; Miura T., S. Nagai, K. Ichii: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 18th Annual Meeting、オンライン、2021年6月5日 (口頭発表)
- Land surface datasets from a geostationary satellite Himawari-8 from CEReS, Chiba University; Ichii K., Y. Yamamoto, K. Hayashi: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 18th Annual Meeting、オンライン、2021年6月5日 (口頭発表)
- AsiaFlux and GEO satellites; Ichii K.: AOGEO Task Group 3 Meeting、オンライン、2021年6月5日 (口頭発表)
- TG3: The GEO Carbon and GHG Initiative; Ichii K.: The 14th AOGEO Symposium、オンライン、2021年6月22日 (口頭発表)
- Current Status of Climate and Carbon Cycle: Findings from the IPCC 6th Assessment Report.; Ichii K.: The 14th AOGEO Symposium、オンライン、2021年8月5日 (招待講演)
- Emerging satellite observations for diurnal cycling of ecosystem processes; Xiao J., J.B. Fisher, H. Hashimoto, K. Ichii, N. Parazoo: AGU Fall Meeting 2021、オンライン、2021年8月5日 (口頭発表)
- Toward developing a multi-scale estimation system of greenhouse gas budgets in Asia for supporting the Global Stocktake; Ito A., Y. Niwa, T. Hajima, Y. Tohjima, M. Ishii, P.K. Patra, K. Ichii, N. Saigusa: AGU Fall Meeting 2021、オンライン、2021年10月27日 (口頭発表)
- Detecting vegetation changes induced by afforestation in mainland China using multiple satellite products; Taguchi T., K. Ichii, J. Xiao: AGU Fall Meeting 2021、オンライン、2021年11月11日 (ポスター発表)
- Arctic warming-induced cold damage to East Asian terrestrial ecosystems; Kim J.S., J.S. Kug, S. Jeong, J.H. Yoon, N. Zeng, J. Hong, J.H. Jeong, Y. Zhao, X. Chen, M. Williams, K. Ichii, G. Schaepman-Strub: AGU Fall Meeting 2021、オンライン、2021年11月12日 (口頭発表)
- Generating LAI and FPAR datasets using Himawari-8 AHI data; Hashimoto T., K. Ichii, Y. Yamamoto, W. Yang, H. Kobayashi: AsiaFlux Conference 2021、オンライン、2021年12月14日 (ポスター発表)
- Estimating diurnal GPP variations in East Asia using Himawari-8 data; Shikakura Y., K. Ichii, Y. Yamamoto, M. Kang, Y. Ryu, and S. Maruyama: AsiaFlux Conference 2021、オンライン、2021年12月15日 (ポスター発表)
- Changes in terrestrial vegetation activities observed by satellite-based products across Northern Asia; Wang D., K. Ichii, Y. Yamamoto: AsiaFlux Conference 2021、オンライン、2021年12月16日 (ポスター発表)
- Application of AsiaFlux and OzFlux Network Data to the Validation of Himawari-8/AHI Land Surface Temperature Data; Yamamoto Y., K. Ichii, M. Kang, Y. Ryu, S. Maruyama: AsiaFlux Conference 2021、オンライン、2021年12月17日 (口頭発表)

- Upscaling and Intercomparison of Soil Respiration in Japan; Yamanuki H., K. Ichii, Y. Yamamoto, S. Kotsuki, L. Sun, N. Liang, M. Teramoto, H. Nagano, T. Hirano, K. Takagi, S. Ishida, M. Takagi, T. Kondo, J. Koarashi, M. Atarashi-Andoh, Y. Takahashi: AsiaFlux Conference 2021、オンライン、2021年12月20日 (ポスター発表)
- Impact of anomalous high temperature in the 2020 spring-summer season on terrestrial carbon cycle across Siberia; Ichii K., R. Kawase, D. Wang, Y. Yamamoto, S. Kotsuki, K. Suzuki, and T. Hiyama: International Symposium on Pan-Arctic Water-Carbon Cycles and Terrestrial Changes in the Arctic: For Resilient Arctic Communities、オンライン、2021年12月20日 (口頭発表)
- Changes in terrestrial vegetation activities from 2000 to 2019 observed by satellite-based products across Siberia; Wang D., K. Ichii, Y. Yamamoto: International Symposium on Pan-Arctic Water-Carbon Cycles and Terrestrial Changes in the Arctic: For Resilient Arctic Communities、オンライン、2021年12月20日 (口頭発表)
- Contrasting 20-year trends in NDVI at two Siberian larch forests with and without multiyear waterlogging-induced disturbances; Nagano H., A. Kotani, H. Mlzoochi, K. Ichii, H. Kanamori, T. Hiyama: International Symposium on Pan-Arctic Water-Carbon Cycles and Terrestrial Changes in the Arctic: For Resilient Arctic Communities、オンライン、2021年12月20日 (口頭発表)

(本多嘉明)

- 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: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年5月30日–6月6日 (ポスター発表)
- 静止衛星と周回衛星複合観測による擬似高頻度高解像度観測の実現; 本多嘉明、梶原康司: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年5月30日–6月6日 (ポスター発表)
- Estimation of Land Surface Albedo from GCOM-C/SGLI Surface Reflectance; Junichi Susaki, Amane Kuriki, Koji Kajiwara, Yoshiaki Honda: XXIV ISPRS Congress, Nice, France (virtual event), 2021年7月4–10日 (口頭発表)

(本郷千春)

- ESTIMATION OF PADDY RICE TRANSPLANTING DATE IN FLOOD-PRONE AREAS IN INDONESIA USING SAR SATELLITE DATA; Naohiro Manago, Chiharu Hongo, Hiroyuki Wakabayashi, Arifani Murtajianto, Boedi Tjahjono, and Dadan Hydayat: International Symposium on Remote Sensing 2021、オンライン、2021年5月26日 (口頭発表)
- Flooded rice paddy detection and its accuracy assessment using Sentinel-1 and PlanetScope data: a case study of the 2018 spring flood in West Java, Indonesia; Hiroyuki Wakabayashi, Chiharu Hongo, Yoshihiro Asaoka, Boedi Tjahjono, and Intan Rima Permata: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium、オンライン、2021年7月14日 (口頭発表)
- Estimation of Normal Rice Yield Considering Heading Stage Based on Observation Data and Satellite Imagery; Yuki Sofue, Chiharu Hongo, Naohiro Manago, Gunardi Sigit, Koki Homma, and Baba Barus: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium、オンライン、2021年7月14日 (口頭発表)

(入江仁士)

- TROPOMI glyoxal tropospheric column retrievals: description, inter-satellite comparison and validation; Lerot, C., F. Hendrick, I. De Smedt, N. Theys, J. Vlietinck, H. Yu, M. Van Roozendaal, J. Stavrakou, J.-F. Müller, L. Alvarado, A. Richter, P. Valks, D. Loyola, H. Irie, V. Kumar, T. Wagner, and C. Retscher: EGU General Assembly 2021、オンライン、2021年4月19–30日 (口頭発表)
- On MERRA-2 AOD Data Corrected based on Validation Using Ground-based Observations in Phimai, Thailand; Ohno, T., H. Irie, and A. M da Silva: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (ポスター発表)
- RSTAR/WV-CKD: Development of the look-up table of the k-distribution in the gas absorption region around 940 nm for the sky-radiometer data analysis; Momoi, M., H. Irie, M. Sekiguchi, T. Nakajima, and H. Takenaka: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (ポス

ター発表)

- Long-term variations of NO₂, SO₂, HCHO, and CHOCHO over the Himalayan foothills: Observations from MAX-DOAS, TROPOMI, and GOME-2; Rawat, P., M. Naja, H. Irie, C. Lerot, and S. Lal: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (口頭発表)
- Important factors affecting the relationship between sky radiometer and satellite observed cloud properties; Khatri, P., T. Hayasaka, H. Irie, and T. Takamura: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (口頭発表)
- Classifying aerosol types over Japan by k-means clustering from sky-radiometer observations; Kobayashi, H., H. Irie, M. Momoi, and T. Ohno: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (口頭発表)
- PSTAR/Pn-IMS: Efficient calculation of sky radiative intensity including the polarization effect in moderately thick atmospheres using a truncation approximation; Momoi, M., H. Irie, T. Nakajima, and M. Sekiguchi: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (口頭発表)
- Peculiar COVID-19 effects in the Greater Tokyo Area revealed by the variability in tropospheric gases and light-absorbing aerosols; Damiani, A., H. Irie, D. Belikov, T. Takamura, S.H.M. Hoque, and R.R. Cordero: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (口頭発表)
- Development of international air quality and sky research remote sensing (A-SKY) network; Irie, H., A. Damiani, T. Takamura, T. Jarupongsakul, M. Naja, and S.-W. Kim: 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan、オンライン、2021年11月9–11日 (口頭発表)
- Harmonised Satellite Glyoxal Data Records from TROPOMI, OMI and GOME-2; Lerot, C., F. Hendrick, M. Van Roozendaal, I. De Smedt, N. Theys, J. Vlietinck, H. Yu, J. Van Gent, H. Lee, L. M.A. Alvarado, A. Richter, T. Stavrou, J.-F. Müller, P. Valks, D. Loyola, H. Irie, V. Kumar, T. Wagner, S. F. Schreier, V. Sinha, T. Wang, P. Wang, and C. Retscher: ATMOS 2021、オンライン、2021年11月22–26日 (口頭発表)
- Consistent glyoxal tropospheric column data sets from satellite nadir LEO instruments and initial retrievals from GEMS; Lerot, C., F. Hendrick, M. Van Roozendaal, I. De Smedt, N. Theys, J. Vlietinck, H. Yu, J. Van Gent, H. Lee, L. M.A. Alvarado, A. Richter, T. Stavrou, J.-F. Müller, P. Valks, D. Loyola, H. Irie, V. Kumar, T. Wagner, S. F. Schreier, V. Sinha, T. Wang, P. Wang, and C. Retscher: AGU Fall Meeting、ハイブリッド/New Orleans、2021年12月13–21日 (口頭発表)
- Evaluation of brown carbon light absorbing properties based on filter observation and ground remote sensing; Zhu, C., T. Miyakawa, H. Irie, Y. Choi, F. Taketani, and Y. Kanaya: AGU Fall Meeting、ハイブリッド/New Orleans、2021年12月13–21日 (ポスター発表)
- Variabilities in PM_{2.5} and black carbon concentrations reproduced by aerosol optical properties estimated from ground-based observations; Damiani, A., H. Irie, H.M.S. Hoque, T. Nakayama, Y. Matsumi, Y. Kondo, and A. Da Silva: AGU Fall Meeting、ハイブリッド/New Orleans、2021年12月13–21日 (ポスター発表)
- Development of international air quality and sky research remote sensing (A-SKY) network; Irie, H., A. Damiani, T. Takamura, T. Jarupongsakul, M. Naja, and S.-W. Kim: AGU Fall Meeting、ハイブリッド/New Orleans、2021年12月13–21日 (ポスター発表)
- Validation study of GCOM-C atmosphere products based on SKYNET for success criterion evaluation; Irie, H.: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission、オンライン、2022年1月17–21日 (口頭発表)
- Validation study of GCOM-C atmosphere products based on SKYNET for success criterion evaluation; Irie, H.: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission、オンライン、2022年1月17–21日 (ポスター発表)

(齋藤尚子)

- An analysis of interhemispheric transport pathways of methane as observed by GOSAT-TIR; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh and Prabir K. Patra: 17th International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space、オンライン、2021年6月14–17日 (口頭発表)
- Estimation of CH₄ emissions based on LETKF data assimilation technique; J.S.H. BISHT, P.K. PATRA, M. TAKIGAWA, T. SEKIYA, Y. KANAYA and N. SAITOH: 17th International Workshop on Greenhouse Gas

Measurements from Space、オンライン、2021年6月14–17日（ポスター発表）

- GHG and temperature profiles retrieved from GOSAT-2/TANSO-FTS-2 TIR spectra; Naoko Saitoh, Ryoichi Imasu and Kei Shiomi: AGU Fall Meeting 2021、ハイブリッド/New Orleans、2021年12月13–17日（ポスター発表）
- Regional characteristics of CO₂ and CH₄ in South Asia derived by GOSAT and ground-based observations; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh and Prabir K. Patra: AGU Fall Meeting 2021、ハイブリッド/New Orleans、2021年12月13–17日（ポスター発表）

(小槻峻司)

- The burned area extracting in Chernobyl Exclusion Zone using Random Forest; Hu, J., Kotsuki, S., Igarashi, Y., Talerko, M., Ichii, K.: EGU2021、オンライン、2021年5月10日（ポスター発表）
- Improving the stability of the Local Particle Filter and Its Gaussian Mixture Extension: Experiments with an Intermediate AGCM; Kotsuki, S., Oishi, K., Miyoshi, T.: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日（口頭発表）
- Ensemble-Based Data Assimilation of GPM DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM; Kotsuki, S., Terasaki, K., Satoh, M., Miyoshi, T.: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日（招待講演）
- Improving Inflation and Resampling Methods To Stabilize Local Particle Filter; Oishi, K., Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日（ポスター発表）
- Local Ensemble Transform Kalman Filter Experiments with Hybrid Background Error Covariance; Otaki, T., Kotsuki, S., Miyoshi, T., Bishop, C.: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日（ポスター発表）
- Improving Detection of Tropical Cyclones by Deep Convolutional Neural Network through a Two-step Training; 土屋 建、小槻峻司、菊地亮太、梅澤 猛、大澤範高: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月3日（口頭発表）
- The burned area extracting in Chernobyl Exclusion Zone using Random Forest; Hu, J., Kotsuki, S., Igarashi, Y., Talerko, M., Ichii, K.: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月5日（口頭発表）
- Data-assimilation-based Estimation of Infectivity Parameter of COVID-19 Epidemic Model and its Relation to NO₂ satellite observation; 樺山 修、岡崎淳史、小槻峻司: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年6月5日（ポスター発表）
- Local Ensemble Transform Kalman Filter Experiments with Hybrid Background Error Covariance: A Case with an Intermediate AGCM; Kotsuki, S. and Bishop, C.: WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis、オンライン、2021年9月14日（ポスター発表）
- Improving the stability of the Local Particle Filter and Its Gaussian Mixture Extension: Experiments with an Intermediate AGCM; Kotsuki, S., Oishi, K., and Miyoshi, T.: WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis、オンライン、2021年9月15日（口頭発表）
- Ensemble-Based Data Assimilation of GPM DPR Reflectivity into the Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model NICAM; Kotsuki, S., Terasaki, K., Satoh, M., and Miyoshi, T.: WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis、オンライン、2021年9月16日（ポスター発表）

(梶原康司)

- 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: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年5月30日–6月6日（ポスター発表）
- 静止衛星と周回衛星複合観測による擬似高頻度高解像度観測の実現; 本多嘉明、梶原康司: Japan Geoscience Union Meeting 2021、オンライン、2021年5月30日–6月6日（ポスター発表）
- Estimation of Land Surface Albedo from GCOM-C/SGLI Surface Reflectance; Junichi Susaki, Amane Kuriki, Koji Kajiwara, Yoshiaki Honda: XXIV ISPRS Congress, Nice, France (virtual event), 2021年7月4–10日（口頭発表）

(楊 偉)

- Removal of residual reflected skylight for accurate measurement of water-leaving reflectance ; Wei Yang, Bunkei Matsushita, Dalin Jiang: 日本地球惑星科学連合、オンライン、2021年5月30日－6月6日 (ポスター発表)
- Mapping Paddy Rice Planting Areas on the Cloud: Is Spatio-Temporal Fusion Helpful or Not ; 楊 子平、楊 偉、近藤昭彦 : 日本地球惑星科学連合、オンライン、2021年5月30日－6月6日 (ポスター発表)
- Land-cover mapping in the Andean-Amazon area using Sentinel-2 time-series data based on Google Earth Engine; Wei Yang, Ziping Yang: American Geophysical Union、オンライン、2021年12月13日－17日 (ポスター発表)
- A Machine-learning Algorithm for Remotely Retrieving Phytoplankton Photosynthetic Parameters and Its Applications on the Modeling of Gross Primary Production in Various Aquatic Ecosystems; Zhaoxin Li, Wei Yang, Bunkei Matsushita, Akihiko Kondoh: American Geophysical Union、オンライン、2021年12月13日－17日 (口頭発表)
- Remote Estimation Of Phytoplankton Primary Production In Clear To Turbid Waters By Incorporating A Semi-Analytical Model With A Machine-Learning Algorithm; Zhaoxin Li, Wei Yang, Bunkei Matsushita, Akihiko Kondoh: Ocean Carbon from Space Workshop、オンライン、2022年2月14－18日 (口頭発表)

【国内会議】

(近藤昭彦)

- 環境と社会の新展開 ; 近藤昭彦 : 「気候変動等による地球環境の緊急事態に社会とどう立ち向かうか－環境学の新展開」日本学術会議学術フォーラム、オンライン、2021年7月3日 (口頭発表)
- 里沼を考える－印旛沼の事例 ; 近藤昭彦 : 「「水」と「水循環」の研究最前線－21世紀の他分野共創研究にむけて」日本学術会議公開シンポジウム、オンライン、2021年9月18日 (口頭発表)
- 原子力災害から考える問題解決型科学のありかた ; 近藤昭彦 : 「原子力災害被災地、これまでの10年とこれからの10年－被災地復興とアーカイブズから地理学の果たす役割を考える－」2021年度日本地理学会秋季学術大会、オンライン、2021年9月19日 (口頭発表)

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

- Managing Large Scale Research Projects: Experiences & Tips; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Research Management Center (RMC), Multimedia University (Invited Talk), オンライン/Malaka, Malaysia, 2021年5月17日 (招待講演)
- Kemandirian Bidang Kedirgantaraan: Mimpi dan Realita; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Podcast: Kebangkitan Kembali Sains & Teknologi Anak Bangsa Menuju Indonesia Emas 2045, Live Marathon Bersama Para Tokoh Sains & Teknologi Indonesia, Ikatan Alumni Beasiswa Habibie (IABIE)(Invited Talk), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年8月22日 (招待講演)
- Study and Research to Become World Class Researcher; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Kuliah Tamu Diaspora Indonesia Seri Ke-5, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Indonesia (Keynote Speak), オンライン/Makassar, Indonesia, 2021年9月8日 (招待講演)
- Environmental Remote Sensing: Synthetic Aperture Radar Image Signal Processing and Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Virtual Course Geophysical Engineering Department, Faculty of Mining and Petroleum Engineering, Bandung Institute of Technology (Invited Lecture), オンライン/Bandung, Indonesia, 2021年9月9日 (招待講演)
- World Class Professor -Application of Microwave Radar for Coastal Geo-Dynamic And MarinePalaentology; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Department of Aquatic Resources, Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Diponegoro (Invited Lecture), オンライン/Semarang, Indonesia, 2021年9月4－16日 (招待講演)
- Study and Research to Become World Class Researcher; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Pengenalan Kehidupan Kampus bagi Mahasiswa Baru (PKKMB), Institut Teknologi Indonesia (Invited Talk), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年9月18日 (招待講演)
- Berdamai dan Bahagia dengan Kanker; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Johannes Pandhito Panji Herdento: Yayasan Kanker Anak Indonesia (Invited Talk), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年9月25

日 (招待講演)

- Study and Research to Become World-Class Researcher: Microwave Remote Sensing Technology and Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Universitas Bangka Belitung, Indonesia (Keynote Speak), オンライン/Bangka, Indonesia, 2021年10月18日 (招待講演)
- How To Manage Research; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Establishment of Research Center and Research Group in Universitas Negeri Padang (Lecturer), オンライン/Padang, Indonesia, 2021年11月19日 (招待講演)
- Trend and Future Synthetic Aperture Radar; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Pemanfaatan Teknologi GPS dan Synthetic Aperture Radar, Institut Teknologi Nasional (Keynote Speaker), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年12月8日 (招待講演)
- Database of Remote Sensed Satellite Images and AI Analysis using High Performance Engine; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Ministry of Education, Culture, Research, and Technology (Invited Talk), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年12月8日 (招待講演)
- Subarray Design of Planar Microstrip Antenna Using A Simple Modified Patch for C Band CP-SAR; Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Muhammad Hamka Ibrahim: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- X-band microstrip sub-array antenna for circularly polarized synthetic aperture radar onboard UAV; Hisato Kashihara and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- Development of Radome for Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Naofumi Takemoto, Chua Ming Yam, Cahya Edi Santosa, Franciscus Dwikoco Sri Sumantyo, Karna Sasmita, Agus Mardiyanto, Edy Supartono, Lita Kristiani, Eko Tjipto Rahardjo, Gunawan Wibisono, Arif Marfai, Retnadi Heru Jatmiko, Sudaryatno, Taufik Hery Purwanto, Barandi Sapta Widartono, Muhammad Kamal, Steven Gao, and Koichi Ito: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- Sentinel-1 Image Despeckling Performance Evaluation using Region of Interest for Urban Environments; Muhammad Hamka Ibrahim, Subuh Pramono, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- Mitigation of Atmospheric Phase Screen effect in InSAR based on Complex Deep Learning Model; YuFan Cai, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and KeDi Chen: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- Convective Cloud Detection using Himawari-8 Satellite during Aviation Turbulence; Muhammad Arif Munandar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Atsushi Higuchi, M.P Hadi, and Muh Aris Marfai: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- Comparison of HLS and IP core for CP-SAR images processing onboard UAV; Yuta Tanaka, Takumi Aoyama, Kazuteru Namba, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: IEICE Technical Committee on Space, Aeronautical and Navigational Electronics (SANE) conference and the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021), オンライン/Chiba University, 2021年12月16日 (口頭発表)
- Synthetic Aperture Radar and Its Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Online Group Discussion Series #5 : Pemanfaatan Penginderaan Jarak Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Peningkatan Layanan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)(Invited Speaker), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2021年12月29日 (招待講演)

- How to be The World Class Scientist -Innovation and Technology Seeding-; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 58th Dies Natalis “Science Innovation in Industrial Era 4.0 toward Society 5.0”, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Makassar, Indonesia (Keynote Speaker), オンライン/Makassar, Indonesia, 2022年1月5日 (招待講演)
- How to be World Class Researcher and Professor; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Webinar of Advanced Image Processing and Remote Sensing Technolgr, Milad 41 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (General Lecture), オンライン/Yogyakarta, Indonesia, 2022年2月22日 (招待講演)
- Development of emergency medical support information network resilient to disasters using remote sensing technology (リモートセンシング技術による災害にレジリエントな救急医療支援情報網の創成); Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 1st Symposium on Disaster Medicine Research Center (Invited Talk), オンライン/Chiba, Japan, 2022年3月2日 (招待講演)
- Pengembangan Manajemen Talenta Nasional melalui Peran Diaspora Riset dan Inovasi pada Kerangka Kebijakan Iptek Indonesia; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: BRIN (Invited Talk), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2022年3月22日 (招待講演)
- Rencana Bangun Satelit Operasional Penginderaan Jauh untuk Kebencanaan di Indonesia; Keynote Talk: Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Rancang Bangun Satelit Operasional Penginderaan Jauh dalam Rangka Peringatan Dini dan Aksi Dini Bencana Hidrometeorologi dan Gempabumi, BMKG Kuliah Umum (Generale Lecture), オンライン/Jakarta, Indonesia, 2022年3月22日 (招待講演)

(市井和仁)

- PAWCs (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) プロジェクト; 檜山哲哉、朴 昊澤、佐藤友徳、水落裕樹、伊藤昭彦、市井和仁、飯島慈裕: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年12月20日 (招待講演)
- 衛星リモートセンシングを用いた過去20年のユーラシアの植生変動解析; 王 達、市井和仁: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2022年2月17日 (ポスター発表)
- Intercomparison of Data-Driven Estimation of Soil Respiration in Japan; 山貫緋称、市井和仁、梁 乃申、寺本宗正、高橋善幸、曾 継業、高木健太郎、平野高司、石田祐宣、高木正博、榎本正明、中根周歩、近藤俊明、小嵐 淳、安藤麻里子: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2022年2月17日 (口頭発表)
- 陸上生態系観測・予測による統合評価; 市井和仁: 2050年の社会像: 生態系と社会システムの共生体化を支える科学・技術・社会協働シンポジウム、オンライン、2022年2月17日 (招待講演)
- Maximum heat index in a tropical urban area of Jakarta. ; Fitria N., R. Widiyana, T.A. Sola, K. Ichii : 第24回環境リモートセンシングシンポジウム、オンライン、2022年2月17日 (ポスター発表)
- ひまわり8/9号の陸域利用に関する研究会; 松岡真如、市井和仁: 第24回環境リモートセンシングシンポジウム、オンライン、2022年2月17日 (ポスター発表)
- 農業経営を取り巻くリスクと農家の政策反応について; 李 想、鈴木宣弘、市井和仁: 第24回環境リモートセンシングシンポジウム、オンライン、2022年3月9日 (ポスター発表)
- 陸域フラックス合同研究会の歩み~大学間学生交流を通して~; 市井和仁、岩田拓記、植山雅仁: 第24回環境リモートセンシングシンポジウム、オンライン、2022年3月9日 (ポスター発表)
- Detection and characterization of hedgerow network using high resolution SAR data: A preliminary result ; Gharechelou S., K. Ichii, K. Iizuka : 第24回環境リモートセンシングシンポジウム、オンライン、2022年3月9日 (口頭発表)
- 土壌呼吸量の広域推定と相互比較; 山貫緋称、市井和仁、山本雄平、小槻峻司、孫 力飛、梁 乃申、寺本宗正、永野博彦、平野高司、高木健太郎、石田祐宣、高木正博、近藤俊明、小嵐 淳、安藤麻里子、高橋善幸: 令和3年度 陸域生態系モニタリング研究集会、オンライン、2022年3月14日 (口頭発表)
- 土壌呼吸の広域推定と相互比較; 市井和仁、山貫緋称、山本雄平、孫 力飛、梁 乃申、寺本宗正、永野博彦、平野高司、高木健太郎、石田祐宣、高木正博、近藤俊明、小嵐 淳、安藤麻里子、高橋善幸: 第69回日本生態学会大会、オンライン、2022年3月19日 (口頭発表)

(本多嘉明)

- Improving the accuracy of global biomass estimation using SGLI ; Yoshiaki HONDA : 2021年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、オンライン、2021年9月6日、2021年11月8-12日、2022年1

月12-17日(口頭発表)

- Report on the results of EOR A2 of GCOM-C / SGLI; Yoshiaki HONDA: 2021年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、オンライン、2021年9月6日、2021年11月8-12日、2022年1月12-17日(口頭発表)

(樋口篤志)

- 次期ひまわり搭載イメージャーに関する検討(その2); 樋口篤志、本多嘉明、中島 孝、石坂丞二、弓本桂也、堀之内武、中島正勝、木村俊義、太田和敬、橋本真喜子、棚田和玖、村上 浩: 2021年度日本気象学会春季大会、オンライン、2021年5月16-21日(口頭発表)
- 台風に伴う発雷分布 - 台風中心壁雲付近で正極性落雷が多い事例 - ; 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: 2021年度日本気象学会春季大会、オンライン、2021年5月16-21日(ポスター発表)
- Attempt to separate factors to reduce locality of precipitation-elevation dependence in Japan; Otsuki, M., A. Higuchi, H. Hirose: JpGU 2021、オンライン、2021年5月30日-6月6日(ポスター発表)
- Vegetation response to soil moisture and groundwater in west-central Africa revealed by satellite observations; Suzuki, R., A. Higuchi: JpGU 2021、オンライン、2021年5月30日-6月6日(ポスター発表)
- Evaluation of Himawari estimated precipitation product compared with GSMaP and JMA radar analysis; Toyoshima, K., H. Hirose, A. Higuchi: JpGU 2021、オンライン、2021年5月30日-6月6日(ポスター発表)
- Webブラウザベースのスケラブルディスプレイシステムを用いた3次元地理情報の超大規模可視化手法の紹介; 川鍋友宏、小野謙二、村田健史、樋口篤志: JpGU 2021、オンライン、2021年5月30日-6月6日(口頭発表)
- 北海道に降雪をもたらす気団変質の近年の変動について; 木下朱佳、樋口篤志、豊嶋紘一、小槻峻司: 水文・水資源学会/日本水文科学会 2021年度研究発表会、オンライン、2021年9月15-18日(ポスター発表)

(本郷千春)

- 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; 磯野 惇、本郷千春、祖父江侑紀、G. Sigit、B. Utoyo: 日本リモートセンシング学会第70回学術講演会、オンライン、2021年5月18日(口頭発表)
- インドネシアにおける正規化RGI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、G. Sigit、B. Barus: 日本リモートセンシング学会第70回学術講演会、オンライン、2021年5月18日(口頭発表)
- 光学衛星データを使ったインドネシアの洪水多発地域における水稲作付日の推定; 眞子直弘、本郷千春、若林裕之、A. Murtajianto、B. Tjahjono、D. Hydayat: 日本リモートセンシング学会第70回学術講演会、オンライン、2021年5月18日(口頭発表)
- Sentinel-2/MSIデータを用いたLAIと干ばつ被害程度の関係; 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70回学術講演会、オンライン、2021年5月18日(口頭発表)
- インドネシアにおける水稲フェノロジーの空間分布と変動パターンの推定; 祖父江侑紀、本郷千春、眞子直弘、Gunardi Sigit: 日本リモートセンシング学会第71回学術講演会、オンライン、2021年11月15日(ポスター発表)
- 水稲の干ばつ被害程度とTVDIおよびLAI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71回学術講演会、オンライン、2021年11月15日(ポスター発表)
- 正規化反射率を用いたドローンデータとイネ白葉枯病被害率の関係; 磯野惇、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71回学術講演会、オンライン、2021年11月15日(ポスター発表)
- インドネシアにおける多時期衛星データを用いたイネ白葉枯病被害評価手法の検討; 渋谷祐人、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71回学術講演会、オンライン、2021年11月16日(口頭発表)
- Sentinel-2衛星データから得られた水田のNDVI時系列データの巻雲補正; 眞子直弘、本郷千春、Gunardi Sigit: 日本リモートセンシング学会第71回学術講演会、オンライン、2021年11月16日(口頭発表)
- インドネシアにおける農業保険の干ばつ害評価に向けたUAV画像の利用; 岩橋 優、Gunardi Sigit、Budi Utoyo、本郷千春、本間香貴: 日本作物学会第253回講演会、オンライン、2022年3月27日(口頭発表)

(入江仁士)

- Evaluation of the global chemistry transport model CHASER utilizing TROPOMI formaldehyde measurements; Hoque, H. M. S., K. Sudo, H. Irie, and T. Sekiya: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (ポスター発表)
- Validation of SGLI/GCOM-C cloud products using surface and MODIS observation data; Khatri, P., T. Hayasaka, H. Irie, and T. Takamura: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月3日 (口頭発表)
- Exploring ground-based aerosol optical properties to improve satellite estimates of surface particulate matter concentrations; Damiani, A., H. Irie, K. Yamaguchi, H. M. S. Hoque, T. Nakayama, Y. Matsumi, and Y. Kondo: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (ポスター発表)
- Changes in the NO₂ weekly cycle under COVID-19 pandemic; Damiani, A., H. Irie, S. Hikaru, Y. Cai, D. Belikov, and R. R. Cordero: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月5日 (ポスター発表)
- Validation of HIMAWARI-8 AHI Aerosol Products with SKYNET and AERONET Measurements; 山本浩万、入江仁士: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月5日 (口頭発表)
- Validation and correction of TROPOMI tropospheric NO₂ column density data using 4AZ-MAXDOAS at Chiba, Japan; 齊藤 輝、入江仁士、A. Damiani: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (口頭発表)
- Accounting for atmospheric factors to estimate photosynthetically active radiation from surface solar irradiance; Dai, Y., H. Irie, and A. Damiani: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月5日 (ポスター発表)
- Aerosol type classification of ground-based remote sensing data by k-means clustering; 小林大祥、入江仁士、桃井裕広: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (ポスター発表)
- Development of international air quality and sky research remote sensing (A-SKY) network; Irie, H., A. Damiani, 竹村俊彦, T. Jarupongsakul, and M. Naja: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (ポスター発表)
- Continuous and multi-wavelength measurement of aerosol extinction coefficient by long-path propagation of LED light at Chiba; 西脇郁弥、入江仁士、N. D. Lagrosas、久世宏明: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (ポスター発表)
- Validation of MERRA-2 Reanalysis Aerosol Products Using Ground-based Observations in Phimai, Thailand, and Factors that Affect Aerosol Optical Depth over the Indochina Peninsula; 大野健、入江仁士、S. Arlindo, G. Ravi: 日本地球惑星科学連合大会、オンライン、2021年6月6日 (ポスター発表)
- 南極昭和基地においてスカイラジオメータで観測された大気エアロゾルの光学的厚さおよび光学特性の長期変動; 小林 拓、田中典章、塩原 匡、平沢尚彦、山内 恭、入江仁士、日暮明子、原圭一郎、矢吹正教、長田和雄、林 政彦: 第38回エアロゾル科学・技術研究討論会、オンライン、2021年8月27日 (口頭発表)
- Light absorbing organic aerosols at Fukue Island: comparison of filter observation and remote sensing; Zhu, C., T. Miyakawa, H. Irie, Y. Choi, F. Taketani, and Y. Kanaya: 大気化学討論会、オンライン、2021年11月9-11日 (ポスター発表)
- 日本4地点における地上リモートセンシングで得られたエアロゾル光学特性による地表付近PM_{2.5}、BC濃度の変動解析; 海塚収英、入江仁士、高村民雄、中山智喜、竹村俊彦、弓本桂也、山本浩万: 大気化学討論会、オンライン、2021年11月9-11日 (ポスター発表)
- 大気境界層の水蒸気観測を利用した局地数値予報モデルの精度評価; 亀井敬介、入江仁士、清水慎吾: 大気化学討論会、オンライン、2021年11月9-11日 (ポスター発表)
- 再解析エアロゾルデータの精度検証に基づくインドシナ半島の光散乱/吸収AODの時空間変動; 大野 健、入江仁士、A. M da Silva: 大気化学討論会、オンライン、2021年11月10日 (口頭発表)
- マルチスペクトルカメラ(MSC)による大気中水蒸気の2次元空間分布の高速推定; 西脇郁弥、入江仁士、眞子真弘: 大気化学討論会、オンライン、2021年11月10日 (口頭発表)
- 4方位角MAXDOASを利用したTROPOMI対流圏NO₂カラム濃度データの検証と補正; 齊藤 輝、入江仁士、A. Damiani: 大気化学討論会、オンライン、2021年11月9日 (口頭発表)
- 東アジアの越境大気汚染エアロゾルに及ぼすモンスーンの影響に関する観測的研究; 蔡 穎、入江仁士、A. Damiani: 日本気象学会、ハイブリッド/三重県津市、2021年12月2-8日 (ポスター発表)
- Variabilities in PM_{2.5} and black carbon concentrations reproduced by aerosol optical properties estimated from ground-based observations; Damiani, A., H. Irie, H.M.S. Hoque, T. Nakayama, Y.

Matsumi, Y. Kondo, and A. Da Silva: 日本気象学会、ハイブリッドノ三重県津市、2021年12月2 – 8日 (ポスター発表)

- Peculiar COVID-19 effects in the Greater Tokyo Area revealed by spatiotemporal variabilities of tropospheric gases and light-absorbing aerosols; Damiani A., H. Irie, D. Belikov, S. Kaizuka, S.H. Hoque, and R.R. Cordero: 第24回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、オンライン、2022年2月15日 (ポスター発表)

(齋藤尚子)

- Data quality of GOSAT-2/TANSO-FTS-2 GHG profile data retrieved from the V102.102 radiance spectra; Naoko Saitoh, Ryoichi Imasu, and Kei Shiomi: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年5月30日 – 6月6日 (ポスター発表)
- MIROC4-ACTMモデルを用いたインド上空のメタン高度分布の特徴解析; 張 鼎坤、齋藤尚子、Dmitry Belikov, Prabir K. Patra, Naveen Chandra: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年5月30日 – 6月6日 (ポスター発表)
- MOPITTデータによるNICAM-TMモデルのCO濃度の評価研究; 宮島 宏、齋藤尚子、丹羽洋介: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年5月30日 – 6月6日 (ポスター発表)
- GOSAT/TANSO-FTSによる中上部対流圏および下部成層圏のオゾン濃度観測可能性の評価; 関 英人、齋藤尚子: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年5月30日 – 6月6日 (ポスター発表)
- The interhemispheric transport pathways of methane as observed by GOSAT and simulated by ACTM; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh and Prabir K. Patra: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年5月30日 – 6月6日 (口頭発表)
- CH₄ surface flux estimation based on local ensemble transform Kalman filter; J.S.H. BISHT, P.K. PATRA, M. TAKIGAWA, T. SEKIYA, Y. KANAYA and N. SAITOH: 日本地球惑星科学連合2021年大会、オンライン、2021年5月30日 – 6月6日 (口頭発表)
- MOPITTとNICAM-TMの比較に基づくCO濃度および排出インベントリの評価研究; 宮島 宏、齋藤尚子、丹羽洋介: 第26回大気化学討論会、オンライン、2021年11月9 – 11日 (口頭発表)
- GOSAT/TANSO-FTSによる成層圏オゾン濃度観測可能性の評価 – 2011年北極オゾン減少 – ; 関 英人、齋藤尚子: 第26回大気化学討論会、オンライン、2021年11月9 – 11日 (ポスター発表)
- CH₄ surface flux estimation using local ensemble transform Kalman filter; Jagat S. H. Bisht, Prabir K. Patra, Masayuki Takigawa, Takashi Sekiy, Yugo Kanaya, and Naoko Saitoh: 第26回大気化学討論会、オンライン、2021年11月9 – 11日 (口頭発表)

(小槻峻司)

- Implementing Hybrid Background Error Covariance into the LETKF with Attenuation-based Localization; 小槻峻司、Bishop C.: 富岳プロテーマ1 サブテーマB 第3研究会、オンライン、2021年6月25日 (口頭発表)
- フラックス観測データを活用したデータ同化とスパースセンシング; 小槻峻司: JapanFlux データ利用・共同研究促進ワークショップ、オンライン、2021年8月5日 (招待講演)
- 気候的背景誤差情報を用いたデータ同化手法高度化と観測位置最適化; 小槻峻司、齋藤 匠: 水文・水資源学会/日本水文科学会2021年度研究発表会、オンライン、2021年9月17日 (口頭発表)
- 数値計算と観測を融合するデータ同化 – 天気予報の仕組みと研究の最前線 – ; 小槻峻司: あかりんアワー、千葉大学附属図書館N棟1階プレゼンテーションスペース、2021年11月2日 (招待講演)
- Implementing Hybrid Background Error Covariance into the LETKF with Attenuation-based Localization: Experiments with a Simplified AGCM; Kotsuki, S., and Bishop, H. C.: 第12回データ同化ワークショップ、オンライン、2022年2月17日 (招待講演)

(楊 偉)

- A machine-learning algorithm for remotely retrieving phytoplankton photosynthetic parameters and its applications on modeling of primary production in various aquatic ecosystems; Zhaoxin Li, Wei Yang: 日本リモートセンシング学会海洋・湖沼リモートセンシング研究会2021年度勉強会、オンライン、2021年10月2日 (口頭発表)

【令和3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】

開催期間	名 称	実施形態	対 象	担当	人数
2021/4/8	The 3rd Generation Geostationary Satellites (GEO) Utilization, The 7th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (AP SAR 2021), Tutorial Series #3	セミナー	学生	樋口	—
2021/6/3	A-CG33 静止軌道衛星による陸面観測 (JpGU 2021におけるセッション開催)	学会	研究者	市井	40
2021/6/4	将来の衛星地球観測 (日本地球惑星科学連合2021年大会・オンライン)	その他	研究者	本多	30
2021/6/5	A-CG34 Global Carbon Cycle Observation and Analysis (JpGU 2021におけるセッション開催)	学会	研究者	市井	60
2021/6/9	Scientific committee for damage assessment 社会実装グループ分科会	研究会	研究者一般	本郷	19
2021/6/9	Scientific committee for damage assessment 水害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	9
2021/8/2	Scientific committee for damage assessment 社会実装グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	19
2021/8/5	JapanFlux データ利用・共同研究促進ワークショップ	ワークショップ	研究者	市井	50
2021/8/26	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	13
2021/9/30	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	13
2021/10/26	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	13
2021/10/27	Task Group Meeting on AOGEO TG3	研究会	研究者	市井	30
2021/11/1-3	The 7th Asia-Conference Conference on Synthetic Aperture Radar (AP SAR 2021) https://apsar2021.org/	シンポジウム	研究者と一般と学生	ヨサファット	2500
2021/11/9-11	The 6th International SKYNET Workshop 2021 Japan	ワークショップ	研究者と学生	入江	82
2021/11/30	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	13
2021/12/16	the 4th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2021)	学会	研究者と一般と学生	ヨサファット	50
2021/12/20-21	AsiaFlux Conference 2021	学会	研究者	市井	192
2021/12/21	Scientific committee for damage assessment 全体会議	研究会	研究者と一般	本郷	35
2022/1/11	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	16
2022/2/15	On-line training program for damage assessment method	その他	研究者と一般	本郷	12
2022/2/22	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	13
2022/3/24	Scientific committee for damage assessment 病虫害グループ分科会	研究会	研究者と一般	本郷	13
2022/3/28	静止軌道からの衛星観測：気象観測から地球環境観測へ (防災学術連携体Web 研究会)	研究会	研究者と一般	樋口	—

【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
2021/7/7	ネット配信：理化学研究所プレスリリース https://www.riken.jp/press/2021/20210707_1/index.html 台風の強風予測を改善 –もしも静止気象レーダ衛星があったら–	理化学研究所、宇宙開発機構、弘前大学による国際共同研究グループによる静止気象レーダ衛星の有効性を示す研究	小槻
2021/8/13	ラジオ配信：Radio Republik Indonesia BPIP Pancasila dan Kehidupan Sehari-hari	海外に生活しているインドネシア人の研究と社会貢献	ヨサファット
2021/9/30	新聞：農業協同組合新聞 https://www.jacom.or.jp/nousei/rensai/2021/08/210830-53566.php インドネシア “若い国” に夢を託す 民族、宗教、文化 多様性認め合い	“多様性”の国 インドネシアについての取材（農業生産でも注目されるリモートセンシングの研究を通して）	ヨサファット
2021/12/15	新聞：Pikiran Rakyat（インドネシア） Pelatihan Pengoperasian Drone bagi Operator yang diselenggarakan oleh SATREPS di UPTD Balai Pelatihan Pertanian	社会実装活動の一環として実施したドローン操縦に関するトレーニングに関する記事	本郷
2021/12/15	新聞：Radar Bandung Satreps Gelar Pelatihan Pengoperasian Drone Bagi Operato		
2021/12/15	新聞：InilahKoran Dorong Penerapan Asuransi Pertanian, Dinas TPH Jabar Beri Pelatihan Pengoperasian Drone		
2022/1/18	新聞：Kompas Newspaper https://www.kompas.id/baca/bebas-akses/2022/01/17/menakar-guru-besar-kita Opini : Menakar Guru Besar Kita	インドネシアの高等教育機関における教授の審査方法	ヨサファット
2022/3/24	ネット配信：千葉大学プレスリリース 大気汚染対策と温暖化対策のコベネフィットに向けた窒素酸化物(NOx)濃度分布の新知見 –大気リモートセンシング・地上観測網・大気環境モデリングの融合研究により実現–	二酸化窒素(NO ₂)の大気中濃度の三次元分布を観測する独自の差分吸収分光法(DOAS法)を利用した受動型の大気リモートセンシング・地上観測網・キロメートルスケール(1.3km)の精密な空間解像度を実現した大気環境モデリングを融合させた研究を実施し、首都圏における窒素酸化物濃度分布について新たな特徴を明らかにした。	入江
2022/3/25	新聞：電気新聞1面 NO ₂ 濃度上空は低く 大気汚染対策で新知見		

[4] 受賞・開発実績等

4.1. 受賞

賞の名称：第65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3年6月8日

授与団体：(公社)土木学会

受賞内容：学会活動に対する表彰

賞の名称：JpGU 2021 Outstanding Student Presentation Award

受賞者：山貫緋称（大学院修士1年）

受賞月日：令和3年7月

授与団体：日本地球惑星科学連合（JpGU）

研究題目：Intercomparison of data-driven estimation of soil respiration in Japan

賞の名称：Balthasar Van der Pol Gold Medal

受賞者：伊藤公一（名誉教授：CEReS協力研究員）

受賞月日：令和3年9月1日

授与団体：URSI（International Union of Radio Science：国際電波科学連合）

研究題目：For contributions to research and development in the fields of medical applications of electromagnetic waves and their evaluation using human-equivalent phantoms.

賞の名称：水文・水資源学会論文奨励賞

受賞者：濱 侃（園芸学研究院助教）

受賞月日：令和3年9月7日

授与団体：水文・水資源学会

受賞内容：Improving the UAV-based yield estimation of paddy rice by using the solar radiation of geostationary satellite Himawari-8

*平成31年3月大学院理学研究科地球生命圏科学専攻地球科学コース修了、博士課程で取り組んだ論文にて受賞

賞の名称：日本水文水資源学会・日本水文科学会 2021年度合同研究発表会優秀発表賞

受賞者：小槻峻司

受賞月日：令和3年9月18日

授与団体：水文・水資源学会、日本水文科学界

受賞内容：気候的背景誤差情報を用いたデータ同化手法高度化と観測位置最適化

賞の名称：The Best Presenter Award

受賞者：Fathoni Usman, Nanda, Rita Nasmirayanti, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo

受賞月日：令和3年9月30日

授与団体：The International Conference on Disaster Mitigation and Management 2021 (ICDMM 2021)

研究題目：Comparative Analysis on Digital Surface Model of Urban Area from Sentinel-1 SAR Interferometry and Aerial Photogrammetry for Disaster Mitigation Plan

賞の名称：Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences Excellence in Paper Citation Award (TAO優秀論文賞)

受賞者：服部克巳

受賞月日：令和3年10月

授与団体：Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences

研究題目：ULF geomagnetic changes associated with large earthquakes

賞の名称：2021年度日本大気化学討論会学生優秀発表賞

受賞者：大野 健（大学院修士1年）

受賞月日：令和3年11月11日

授与団体：日本大気化学会

研究題目：再解析エアロゾルデータの精度検証に基づくインドシナ半島の光散乱/吸収 AODの時空間変動

賞の名称：2021年度日本大気化学討論会学生優秀発表賞

受賞者：関 英人（大学院修士2年）

受賞月日：令和3年11月11日

授与団体：日本大気化学会

研究題目：GOSAT/TANSO-FTSによる成層圏オゾン濃度観測可能性の評価 - 2011年北極オゾン減少 -

賞の名称：千葉大学先進学術賞

受賞者：小槻峻司

受賞月日：令和3年11月16日

授与団体：千葉大学

研究題目：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

賞の名称：AsiaFlux Conference 2021 Student Award

受賞者：山貫緋称（大学院修士2年）

受賞月日：令和3年12月

授与団体：AsiaFlux Conference 2021

賞の名称：千葉大学大学院融合理工学府学府賞

受賞者：桃井裕広（大学院博士3年）

受賞月日：令和4年3月

授与団体：千葉大学大学院融合理工学府

研究題目：Development of the efficient calculation of polarized radiative transfer based on the correlated k-distribution method and forward peak truncation approximation

4.2. 特許（出願中含む）

発明者	発明の名称	出願年月日	取得年月日	特許番号
井村 信義 ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ	レーダ及びレーダを搭載した人工衛星	平成29年12月1日 (2017.12.1)	令和4年2月21日 (2022.2.21)	特許第7028437号 特開2019-102971
概要	小型衛星搭載用合成開口レーダのアンテナとシステム			
学術的意義または社会・経済・文化的意義	小型衛星搭載用合成開口レーダのアンテナとシステムの小型化と低価格化			

4.3. 開発実績等

研究者名	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
成果物名称	【機器】 マルチビーム合成開口レーダ
概要	高解像度マルチビーム合成開口レーダ（Cバンド）
学術的意義または社会・経済・文化的意義	合成開口レーダの小型化・低価格化

研究者名	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
成果物名称	【ソフトウェア】 Saveus アプリ
概要	リモートセンシング・GIS情報による被災地における安全なルートの把握
学術的意義または社会・経済・文化的意義	被災地の把握・避難ルートの把握

研究者名	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
成果物名称	【機器】 ノイズレーダ
概要	ノイズ信号を利用したレーダで、電力の効率化を目指すリモートセンシング用レーダ
学術的意義または社会・経済・文化的意義	将来レーダの小型化・低価格化

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。

[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
Sri Nuryanti	インドネシア	Embassy of Indonesia	一般研究員	表敬訪問	ヨサファット	2021/6/5

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
樋口 篤志	ウズベキスタン	JICAウズベキスタン事務所、イノベーション省、ウズベキスタン国立大学、水分気象局 (Uz-Hydromet)、実験圃場等	2021/5/4～ 2021/5/13	JICA/SATREPS「アラル海地域における水利用効率と塩害の制御に向けた気候にレジリエントな革新的技術開発」詳細計画策定調査への同行のため	先方負担 (京都大学)
高橋 綾香*	スペイン	AIRBUS Crisa、Madrid、カタルーニャ工科大	2021/7/17～ 2021/7/27	設備見学、技術相談及び設備見学	ダイバーシティ (先端型) 国際研究活動R3
高橋 綾香*	スウェーデン	スウェーデン王立工科大学	2021/8/26～ 2021/9/12	COMSOLによる設計、技術取得、サンプル作成、実験	ダイバーシティ (先端型) 国際研究活動R3

*令和3年9月30日付退職

[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	災害地理学
	地球環境とリモートセンシングA, B	電磁気で地球を見る
普遍教育科目 地域発展科目群	地域の地学的背景を知る	
専門教育科目 専門基礎科目	力学基礎1（3）	量子力学基礎（1）
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, -2	大気リモートセンシング-1, -2
	リモートセンシング入門	リモートセンシング・GIS実習
	地球科学英語	地球科学基礎セミナー
	地球科学演習	情報地球科学Ⅰ-1, 2 / 情報地球科学Ⅱ-1, 2
	地球物理学Ⅱ-1, 2	地球物理学実験Ⅰ, Ⅱ
	地球科学基礎演習1, 2	地球科学基礎実験1
工学部 専門科目	リモートセンシング工学	
	環境リモートセンシング	リモートセンサ環境計測
	都市環境システムセミナー	工学入門C
国際教養学部 専門科目（国際教養学科）	気象情報論	
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, Ⅱ	地球表層観測学
	地球環境表層学	地球環境計測学
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	地球物理学ⅣB, ⅣB
リモートセンシングコース	放射理論基礎	地球観測社会システム
	地域環境リモートセンシング	大気リモートセンシング
	陸域植生リモートセンシング	水循環リモートセンシング
	リモートセンサ工学	観測データ解析
博士後期課程 専門科目		
地球科学コース	地球物理学ⅣB	
リモートセンシングコース	リモートセンシング特論Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ	
大学院園芸学研究所	リモートセンシング空間解析学	
大学院卓越大学院プログラム	GIS基礎論	
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。2021年度の各講義の概要は以下のとおりです。（2021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	
概要	<p>「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。</p> <p>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が、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。それらのハザードから自分や自分の家族を、自分ではない誰かが守ってくれるはずだ、と思い込んでいませんか。それは誰も保証していません。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、ここでは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えたことの意味を考える習慣を身に付けてください。最後に、様々な環境問題や災害を取り巻く複雑で多様な事情について話します。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”を創りあげるのか、考えてください。ただし、単一の答えはありません。君たちが考えるきっかけを提示しますので、考え方を主張してください。</p>
目的・目標	<p>環境は様々な要因が重なり合って形成されています。その複雑な関係性を見抜き、未来のあり方に対する能動的な自分の考え方を持つことがこの講義の目標です。そのための手法として、リモートセンシング活用の基礎を学ぶことを目的の一つとし、具体的な対象（ここでは陸域の植生と水域）について実態の理解を深める事がもう一つの目的です。そしてリモートセンシングで見えたことの意味を考え、未来のあり方、自身の進み方を考える習慣を身につけることが目標のもう一つの表現になります。この授業を通して「SDGs15：陸の豊かさを守ろう」を実践する力を身につけましょう。</p>

地球環境とリモートセンシングB	
概要	「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3年度のCEReS教員の指導による博士の学位取得者は3名でした。修士論文17名、卒業論文13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3年9月号（No.190）および令和4年3月号（No.196）に掲載しております。

【博士論文】

学生氏名：杉本 幸代（SUGIMOTO, Sachiyo）

論文題目：ラマン効果を用いた局所水素ガス非接触計測手法に関する研究

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（理学）

指導教員：椎名達雄（兼務教員／工学研究院）

学生氏名：Truong Nguyen Cung Que（チュオン グエン クン ウェー）

論文題目：The effect of land use / land cover change on the flow regime in the upstream Dong Nai River Basin, Vietnam

専攻：融合理工学府地球環境科学専攻リモートセンシングコース

学位：博士（学術）

指導教員：近藤昭彦

学生氏名：桃井 裕広（MOMOI, Masahiro）

論文題目：Development of the efficient calculation of polarized radiative transfer based on the correlated k-distribution method and forward peak truncation approximation（相関k分布法と前方散乱の切断近似による偏光放射伝達の効率的計算法の開発）

専攻：融合理工学府地球環境科学専攻リモートセンシングコース

学位：博士（理学）

指導教員：入江仁士

【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
李 夢禹	Mapping of planting distribution of paddy rice using Sentinel-2 on Google Earth Engine in Japan -Case study in Chiba- 日本におけるGoogle Earth EngineでSentinel-2を用いた水稻の作付分布図の作成 -千葉県を例として-	修士（工学）	近藤昭彦 楊偉
戴 亜杰	全日射量に基づく光合成有効放射量の推定方法の開発	修士（工学）	入江仁士
張 鼎坤	衛星と大気輸送モデルの比較によるインド上空のメタン高度分布の特徴解析	修士（工学）	齋藤尚子
陳 向平	差分干渉合成開口レーダ技術によるセマラン市の地下水と地盤沈下の研究	修士（工学）	ヨサファット
宮崎 嵩大	高温環境観測用合成開口レーダ搭載円偏波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
王 雪琛	複数の衛星データを用いた極乾燥地域のオアシスにおける土地利用/土地被覆変化及び要因分析—エジプトニューバレー県の事例	修士（工学）	近藤昭彦 楊偉

氏名	論文題目	学位	指導教員
田口 琢斗	地球システム統合モデルを用いた将来の熱帯雨林炭素循環評価	修士（理学）	市井和仁
王 達	衛星リモートセンシングを用いた過去20年のシベリアの植生変動解析	修士（工学）	入江仁土
東海林 典正	衛星データを用いた水稻の干ばつ被害程度の把握	修士（理学）	本郷千春
渋谷 祐人	インドネシアにおける多時期衛星データを用いたイネ白葉枯病被害評価手法の構築	修士（理学）	本郷千春
鈴木 遼太郎	複数の衛星データを用いたアフリカ中西部における土壌水・地中水変動に対する植生の応答解析	修士（理学）	樋口篤志
大槻 真由	我が国における梅雨秋雨・台風・冬季降水を抽出した後の降水に残る量的あるいは標高依存性の地域性	修士（理学）	樋口篤志
齊藤 輝	4方位角MAXDOASを利用したTROPOMI対流圏NO ₂ カラム濃度データの検証と補正	修士（理学）	入江仁土
小林 大祥	地上観測リモートセンシングデータに基づくk-means法による日本のエアロゾルタイプ分類とその利用	修士（理学）	入江仁土
西脇 郁弥	マルチスペクトルカメラによる大気中水蒸気の空間分布の高速観測	修士（工学）	入江仁土
宮島 宏	MOPITTとNICAM-TMの比較に基づくCO濃度および排出インベントリの評価研究	修士（理学）	齋藤尚子
関 英人	GOSAT/TANSO-FTSによる中・上部対流圏および成層圏オゾン濃度観測可能性の評価	修士（理学）	齋藤尚子

【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
大橋 京平	Planetデータを用いた水稻栽培地における浸水域の把握	本郷千春
古谷野 健	ドローンデータを用いたイネいもち病感染状況の把握	本郷千春
加藤 慶	インドシナ半島における雨季の長さの抽出およびその長期変動	樋口篤志
藤井 雪乃	地上と衛星リモートセンシングを複合利用した雷起源窒素酸化物の検出方法の検討	入江仁土
鈴木 友弘	GOSAT-2データを用いた温室効果ガス発生源の解析	齋藤尚子
郡司 智史	GOSAT-2と他衛星のCOデータの相互比較解析	齋藤尚子
齋藤 匠	スパースセンサ最適化を用いた大次元力学系における有効な観測位置決定	樋口篤志

千葉大学工学部（総合工学科都市環境システムコース、情報工学コース）

氏名	論文題目	指導教員
藤枝 正樹	ドローン観測によるステレオペア画像を用いた樹高計測に関する研究	本多嘉明 梶原康司
森 千春	全球森林地上部バイオマス推定に適した土地被覆分類に関する研究	本多嘉明 梶原康司
鹿倉 結	ひまわり8号データを利用した東アジアにおける光合成量の推定	市井和仁
橋本 達希	ひまわり8号データを利用した東アジアにおける葉面積指数の推定	市井和仁
関 令法	数値計算と災害伝承から見る日本の水災害リスクの長期変動	小槻峻司
藤村 健介	降雨流出氾濫モデルへのアンサンブルデータ同化安定化に関する研究	小槻峻司

6.3. 令和3年度学生数内訳

令和4年3月31日現在

	修了・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)	2	3	5	20
	1	14 ^{*1}	15	
修士課程 (下段は留学生)	11	10	21	39
	6	12	18	
学部生 (下段は留学生)	13	3 ^{*2}	16	16
	—	—	—	
研究生(留学生)		11	11	11

*1: 令和3年9月修了、10月博士課程進学の2名含む。

*2: 令和3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～)
- ・ 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 (第13期)
- ・ 水文・水資源学会 会長 (第17期2020年9月17日～2022年総会まで)
- ・ 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)
 - ・ サイエンスボード (地球人間圏科学セクション)
- ・ 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
 - ・ 環境学委員会・地域研究委員会
 - ・ 地球環境変化の人的側面 (HD) 分科会
 - ・ 地球惑星科学委員会
 - ・ 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
- ・ GLP小委員会 (環境学委員会・地球惑星科学委員会合同FE・WCRP委員会合同分科会)
- ・ 千葉県環境審議会 会長
 - ・ 水環境部会 委員・部会長
 - ・ 温泉部会 委員・部会長
 - ・ 企画政策部会
- ・ 千葉県印旛沼水循環健全化会議 委員
- ・ 千葉県環境影響評価委員会 委員
- ・ 千葉県地質環境対策審議会 委員
- ・ 千葉県内水面漁業管理委員会 委員 (令和2年12月1日～令和6年11月30日)
- ・ 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)

- ・ 学会委員
 - ・ 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
 - ・ General Chair, IEEE GRSS The 7th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2021)
 - ・ 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)
 - ・ Leader: IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS) Technical Committee on Instrumentation and Future Technology (TC IFT) UAV Instrumentation and Data Processing Trophy 2021, 1 July 2021-5 November 2021 (IEEE GRSS)
 - ・ Scientific Committee Member, the 9th International Seminar on Aerospace Science and Technology (ISAST 2021), 1 November 2021 (IEEE GRSS/AES)
 - ・ TPC Member, The 2nd International Conference on Information Technology, Advanced Mechanical and Electrical Engineering (ICITAMEE 2021), 25-26 August 2021, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

- Technical Program Committee (TPC), the 12th International Conference on Information and Communications Technology Convergence (ICTC 2021). The conference will be held in Jeju Island, Korea, from October 20 to 22, 2021 (IEEE)
- Reviewer: The 24th International Conference on Advanced Communications Technology (ICACT 2021, www.ICACT.org), 13-16 February 2022, Phoenix Pyeongchang, Korea (IEEE)
- Advisory Committee Member: Indonesian Geospatial Information Expert Society (PAGI)
- General Chair, The 4rd Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2020), 16 December 2021
- Co-Editor: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letter
- 外部評価委員
 - インドネシア・バンドン工科大学工学部通信学科 評価委員 (Quality Control Member)
 - インドネシア・ガジャマダ大学工学部地学科 Advisory Board Member
 - マレーシア・Universiti Sains Malaysia 博士論文審査員
 - インドネシア・ガジャマダ大学地理学部 博士論文審査員
 - 日本学術振興会 科学研究費委員会専門委員
- 海外大学
 - 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・セベラスマレット大学工学部電気工学科 客員教授
 - インドネシア・バンドン工科大学地理工学科 客員教授
 - インドネシア・バンドン工科大学地質工学科 客員教授
 - インドネシア・イスラムリアウ大学工学部 専門員
- 兼業兼務
 - 公益財団法人 佐藤陽国際奨学財団 理事
 - 公益財団法人 渥美国際財団 理事
 - AIPI (Indonesian Academy of Sciences) インドネシア学術会議員
 - 大阪府立天王寺高等学校 スパー・サイエンス・ハイスクール (SSH) 講師

(市井和仁)

- AsiaFlux 委員長
- JapanFlux 委員長
- 東京工業大学 環境・社会理工学院 特定教授
- AOGEO (アジア・オセアニア地球観測に関する政府間会合) Taskgroup 3 Carbon and GHG 共同議長
- The FLUXNET Community Council Member
- Journal of Meteorological Society of Japan 編集委員
- 日本学術会議 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 iLEAPS 小委員会 委員
- 地球観測に関する科学アドバイザー委員会 委員

(樋口篤志)

- 水文・水資源学会 理事、編集出版委員会委員長、総務委員
- 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)、40周年記念事業担当委員、JpGU 対応小委員会委員
- 日本地球惑星科学連合 JpGU 2021 Joint Meeting プログラム委員アドバイザー
- 日本気象学会 データ利用部会委員
- 日本学術会議 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 分科会 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
- 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)
- 横浜国立大学 先端科学高等研究院 非常勤講師 (客員准教授)

(本郷千春)

- ・ 一社) 日本リモートセンシング学会・学術委員
- ・ 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)

- ・ International SKYNET Committee、Vice-chair
- ・ International SKYNET Committee、日本サブネットワークマネージャー、アルゴリズムWGリーダー
- ・ 第12期日本大気化学会大気環境観測検討会委員
- ・ 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
- ・ 国際科学誌 Scientific Online Letters on the Atmosphere (SOLA) Editor
- ・ 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
- ・ 日本地球惑星連合大会 環境リモートセンシングセッション 共同コンピーナー
- ・ EarthCARE 委員会委員
- ・ 気候変動観測衛星 GCOM-C ミッション・大気検証リーダー
- ・ 温室効果ガス観測技術衛星 (いぶき) GOSAT/TANSO RA 選定・評価委員会委員
- ・ 「静止衛星データ利用技術懇談会」ひまわりデータ利活用のための作業グループ委員
- ・ 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25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
- ・ 一社) 日本リモートセンシング学会編集委員会委員
- ・ 一社) 日本リモートセンシング学会理事・企画委員長
- ・ 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
- ・ 兼任
 - ・ 科学技術振興機構 さきがけ 研究員
 - ・ 理化学研究所 計算科学研究センター 客員研究員

[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3年度も新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大が続き、従来のようなCEReS国際シンポジウムの開催を中止しました。

8.1.2. 第24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24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、今年度もコミュニケーションツールslackを用いて、令和4年2月17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20件、ポスター32件）が行われ、約80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2022年2月号（No.195）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24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/3327/>)

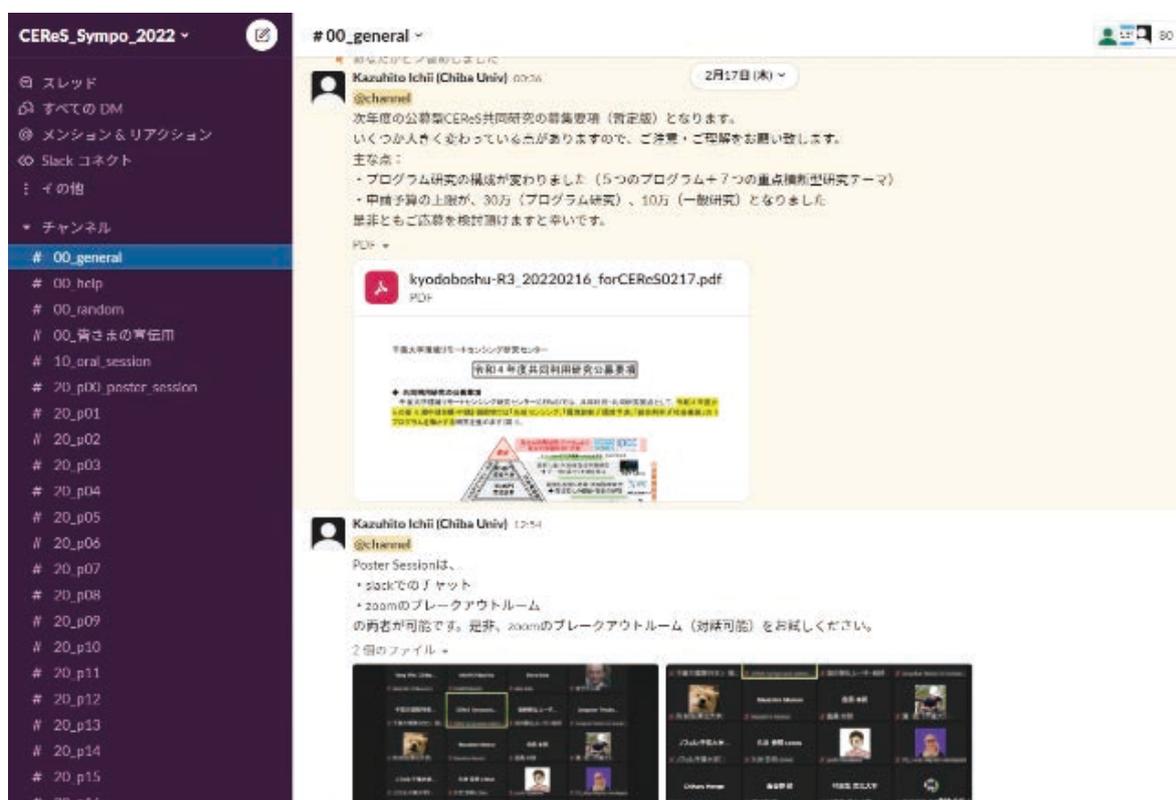


図8.1.2. slackを用いたポスターセッション

[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。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 Ames 研究センターより共同研究の一環で収集、公開中)
MODIS	2004年8月よりJAXA受信分アーカイブ開始したが2019年3月にて終了。全球関連プロダクト群はTerra/Aqua開始時よりアーカイブ有り

9.2. 電波無響室（担当：J.T.スリスマンティヨ）

平成20年2月15日に環境リモートセンシング研究センターマイクロ波リモートセンシング研究室（ヨサファット研究室）に完成した設備は周波数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。



図9.2. 電波無響室内の様子

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。

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ングにおいて基本的な計測装置となっている。CEReSでは、大気環境分野や気象分野など関連するさまざまな共

9.4. 放射観測ネットワーク施設 (SKYNET 主担当：入江仁士)

CEReSは2つの国際地上リモートセンシング観測網 (SKYNET、A-SKY) を主導している。これらの国際観測網は各種大気環境成分 (エアロゾル・雲・微量気体・放射) を主な観測対象とし、アジア域を中心に世界各地で連続データを取得している。この活動は国内外の研究者を密につなぐ国際ネットワークとしての機能も果たしている。得られた貴重なデータはホームページなどから公開し、国内外の衛星観測ミッションのデータの定量的検証や気候変動研究・大気環境研究といった応用研究にも役立てられている。

また、この国際観測網の最重要サイトである千葉大学西千葉キャンパスでは、学内外の研究者や学生と一緒に集中観測を毎年実施しており、参加者全員で短期間に焦点を当てて観測を行い、データを一緒に解析することで学生自身の研究に役立てるとともに、参加研究者や学生のあいだの交流をも促進し、自由な発想で新しい試みをする場としている。



上左) SKYNET 観測網サイトマップ 上右) A-SKY 観測網サイトマップ
左) 国際地上リモートセンシング観測装置群 (工学系総合研究棟屋上設置)

9.5. タイルドディスプレイ (主担当：樋口篤志)

理化学研究所・九州大学・情報通信研究機構 (NICT) と共同研究を進めている、CEReS 3階演習室に設置の36面 Tiled Display Wall (TDW) システムについて紹介する。TDWとは複数のモニタ (1920×1200pixel) を、横9×縦4のタイル状に並べたもので、ChOWDERというソフトウェアを用いることでこれら複数画面をソフトウェア的に横幅17K pixelにも及ぶ高解像度な1つのデスクトップとして利用することができる。3台のslave PCを用いてモニタに映し出し、master PCで3台を制御して運用している。主な仕様は以下の表に示す。モニタと接続するslave PCに用いるGPUは主に業務用途に用いられるNVIDIA社Quadro P2000を使用している。ボード1枚当たり4画面の出力が可能のため、PC1台に3枚使用することで12画面の出力が可能である。

表9.5. TDWのPC仕様

CPU	Intel® Core i7 980X
RAM	12GB
SSD	Intel® SSD 520 Series (120GB)
GPU	NVIDIA Quadro P2000×3
NIC	10GBASE-T
OS	Ubuntu Desktop 16.04
Software	ChOWDER/Google Earth

Quadroを利用するもう一つの利点は、NVIDIA mosaicとよばれる画面連結機能で12台のモニタを1つのデスクトップ (6K・5Kサイズの画面) として扱うことができる点である。12面×3台それぞれに6Kサイズの高解像動画を表示することや、Google Earthを用いたマルチデータの可視化といった“3台の”6K画面として利用する方法と、ChOWDERを用いた“36面全体”を統合的に活用した表示を、ニーズに合わせて選択的に利用できるようにしている。

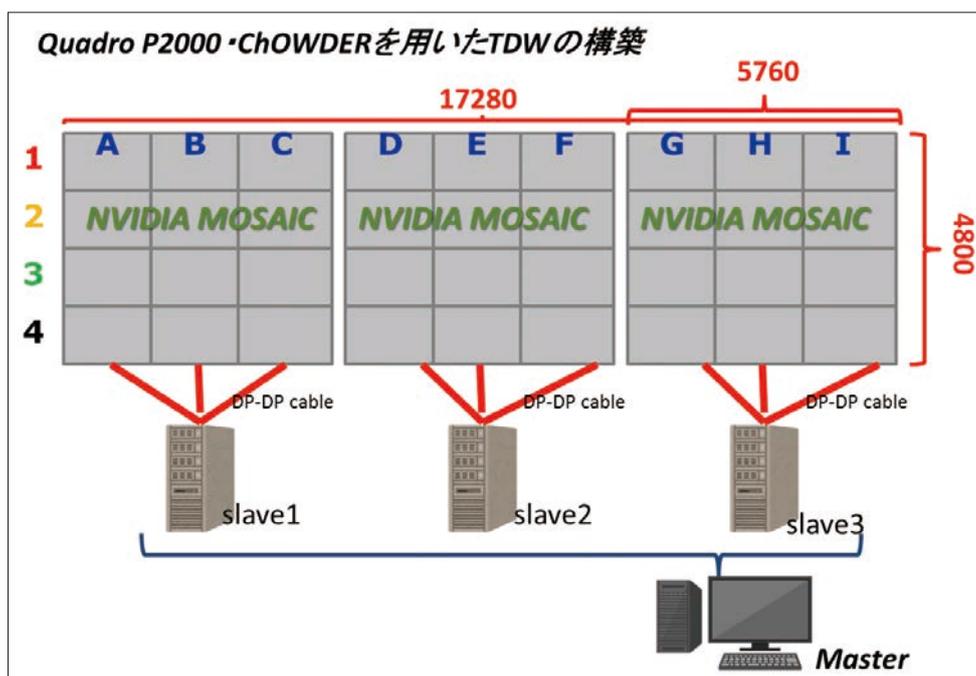


図9.5.-1. TDWの構成

3台の6K画面として利用する場合はそれぞれのPC単体で利用可能である一方、ChOWDERを用いて36面を統合利用するには、制御するためのmaster PCが必要である。master PCにChOWDERサーバをインストール・起動し、3台のslave PCからgoogle chrome (webブラウザ) でmaster PCに接続・設定することでmaster PCからTDWの表示を制御できる仕組みとなっている。

※ CEReS移設時の36面TDWの仕様は、コンシューマ向けGPUであるGeForce470 (Full HD 2画面出力) をPCに2枚搭載し、同仕様の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3年度計算機データベース主要業務

10.1. 概要

令和3（2021）年度も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3（2021）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、2名〔1月～2月〕）

- 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自動ダウンロード、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サーバ群からのダウンロードチェック、サーバーの構成変更に伴うサーバ内でのマウントの調整
- テープバックアップ、LTO4からLTO6、8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、対応
- geoinfoサーバのマウント、ダウンロードの見直し

表10.2. 令和3（2021）年度障害等報告

年月日	障害・対応事項
2021/04/21	hmwr829gr：RAID追加
2021/04/26	goes-e, w サーバ群：awsへのアクセスエラー発生。時刻ズレが原因。timeサーバとの同期開始設定
2021/04/30	GOES-west：マウントエラー発生。再起動で対応
2021/05/04	FY：受信シグナルエラーにより停止
2021/05/06	hmwr829gr：新規RAIDマウント先の一つが100%になる。再配分で対応
2021/05/10	1Fサーバー室右側エアコン水漏れ発生 geoinfo：/ が100%へ（DL先設定ミス）
2021/05/12	goes3g-est：/data98%、マウント内容を調整
2021/05/14	FY：アンテナ調整（VTI）。2021/5/6～5/14データ不良
2021/05/21	geoinfo：サーバ内設定修正
2021/06/02	C3サーバー室室温上昇。エアコン故障による（3台）
2021/06/03	FY2G：00UTC-6/7 03UTC受信停止
2021/06/08	FY2G：受信再開
2021/06/11	MSGデータダウンロードトラブル（ログインエラー）。HTTPSへの変更による
2021/06/24	JAXA G-Portal 13-16JST メンテナンスによりデータ提供サービス停止
2021/06/29	GOES-R, S：12-18 UTC AWS側にデータなし
2021/07/09	GOES-S：06-12UTCデータ減少
2021/07/15	HimawariCloud メンテナンス（00-08JST）
2021/07/22	GOES-R：05-23UTCデータ減少
2021/07/27	立正大学からのひまわりデータ取得の問い合わせへの対応（データ容量の確認）
2021/07/30	11：30-13：00JST 落雷による停電発生。ネット不通、tape2 LTO6ドライブが故障、修理不能。 LTO8ドライブ手配
2021/08/02	1階サーバー室UPSバッテリー低下
2021/08/11	FY4, reanal サーバ群の運用開始。運用・管理は実際に対応する研究室に依頼
2021/08/12	hmwr829hs：データ受信トラブル対応のため再起動
2021/09/02	立正大学からのひまわりデータ取得問い合わせ対応（HDDへのデータコピー）
2021/09/08	EUMETSATデータダウンロードサイトに変更あり

2021/09/21	goes3g-est内の容量増大につき、他サーバで重複するGOES-Sデータ削除
2021/09/22	HimawariCloudメンテナンス(05-07JST)
2021/09/30	JAXA G-Portal 10-17JSTメンテナンスによりデータ提供サービス停止
2021/10/02	大風16号接近
2021/10/03	西千葉地区計画停電対応
2021/10/04	FY:受信停止、受信機を再起動させることで対応
2021/10/07	22JST 震度5の地震発生。直接的な影響は認められず
2021/10/11	tape2(LTO WS):刷新。AlmaLinux導入、LTO8ドライブで構成。テスト運用
2021/10/12	goes3g-est:サーバ容量増大の要因の解消(利用頻度の低いconus取得停止)
2021/10/19	FY2-G:運用休止
2021/10/27	tape2:運用開始
2021/11/01	3Fコンピュータ演習室機器入替作業開始
2021/11/05	FY2:アンテナの調整(VTI)
2021/11/11	HimawariCloudデータ提供トラブル、ひまわり8号データ欠損
2021/11/21	気象庁からの11/11ひまわり8号データ欠損分の補充提供
2021/12/02	hmwr829hs:RAID追加マウント
2021/12/03	JAXA ServerのGPM, GSMaPのアカウント無効によりダウンロード停止、V8への対応。GCOM-Cも停止
2021/12/08	キャンパス内ネットワークgiganetの不調
2021/12/21	深刻なセキュリティホールが判明したapache log4j(java)の確認(問題無し)
2021/12/22	fy4:/home 100%。該当者に通知
2021/12/29	goes3g-est:disk 98%ファイル消去
2022/01/05	amaterass:UPSバッテリー低下 hmwr829gr:ディスク異常によりV2のデータ停止(v1,1/4 16JST-1/5 15 JST, V2年末より)。
2022/01/07	geoinfo:GPM 03B-05Aデータ削除(容量確保のため)
2022/01/19	tape3:RAID電源エラー。冗長化電源のため様子見
2022/01/21	soramame https化によりダウンロード停止(2020より)
2022/01/23	HimawariCloudメンテナンス。データ取得に影響無し
2022/01/24	FY2-G:受信停止
2022/01/27	amaterass:UPS異常により、バッテリーコネクタ切断。新規UPS発注
2022/02/01	FY2-G:レシーバ不調修理(VTI)。
2022/02/07	fy server UPSバッテリー低下、C3壁側設置エアコン取替工事 goes3g-est:/geoinfo公開ディレクトリへ公開不要ファイル群が存在していたことが判明。適切に修正した
2022/02/10-15	FY:HRIT変換不具合のため、gridded data生成されず
2022/02/16	modisサーバ上で、山本特任助教作成のひまわり8号LSTテストプロダクトデータの公開設定
2022/02/11, 18	HimawariCloudメンテナンス
2022/02/24	西千葉地区キャンパス内ネットワーク停止(統合情報センター停電によりネットワーク、メールサーバ停止。15:10-17:50 JST)
2022/02/26	HimawariCloudメンテナンス(5:30-7:30 UTC)
2022/03/02	JAXA G-Portal不調によるデータ取得休止
2022/03/03	HimawariCloudメンテナンス(9:00-13:30 UTC)
2022/03/07	HimawariCloudメンテナンス(14:30-20:20 UTC)
2022/03/08	reanal:UPSバッテリー交換
2022/03/14	tape3:RAID電源故障、運用停止。気象庁からのひまわりデータの補充対応
2022/03/18	goes3g-west:ダウンロードデータの減少。同サーバ公開ディレクトリにダウンロードプログラムが見える状態で存在していたことが判明。適切に修正した
2022/03/22	3Fサーバ室天井エアコン交換
2022/03/28	HimawariCloudメンテナンス(6:00-8:00 UTC)
2022/03/29	tape1:LTOテープ読み書きWSリプレイス(WS自身の刷新、OS変更)
2022/03/31-04/04	tape3:LTOテープ読み書きWSリプレイス(WS自身の刷新、OS変更)

10.3. 令和3（2021）年度データダウンロード実績

令和3（2021）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3（2021）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	105	15,064	0.00 / 8.60
Terra Aqua／MODIS	73,444	272,018	2.39 / 86.25
GMS1-4, 5, GOES9	0	587,864	0.00 / 139.77
MTSAT	66	405,930	0.26 / 34.90
FY2-B, C, D, E, G	134,733	139,396	160.44 / 136.48
METEOSAT, MSG	60,208	48,582	579.37 / 33.61
GOES-E, -W	0	222,190	0.00 / 56536.90
GOES-R, -S	7,231,303	5,358,346	164.03 / 3380.34
地理情報等	9,123	46,711	0.48 / 9.76
TRMM, GPM	77,501	82,718	74.10 / 6.41
放射プロダクト	4,685,876	27,205,015	19.07 / 94.56
ひまわり8号	93,196,404	53,649,271	111.32 / 87.64
A-Train*	0	1,371,293	0.00 / 51.46
総計	105,468,763	89,404,398	89.46 / 102.75

[11] 令和3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.185 (発行2021年4月)

新入生ガイダンスとCEReS顔合わせ会の開催報告 ～コロナ禍の下、オンラインツールを駆使して～
DL (Deep Learning) を用いた衛星データ同化高度化 –気象庁・気象研究所との共同研究契約–
～小槻研究室通信・第7号～

Pre Conference of APSAR 2021 Online Tutorial Series on Synthetic Aperture Radar
受賞、おめでとうございます ～CEReS学生、成績優秀賞受賞～、新任職員の紹介

◆ Newsletter No.186 (発行2021年5月)

ウズベキスタンに行ってきました (こんな状況下で恐縮ですが) ～JST/JICA SATREPS JICA 詳細計画
調査団同行記～

日本気象学会春季大会オンライン大会：専門分科会「気象衛星ひまわり8号・9号の利用とその後継衛星への要望」

Pre Conference of APSAR 2021 Online Tutorial Series on Synthetic Aperture Radar
大学院リモートセンシングコース説明会・入試説明会の開催報告
研究室の引っ越し：研究室の仲間が増えました！ ～小槻研究室通信・第8号～

◆ Newsletter No.187 (発行2021年6月)

Global Carbon Cycle Observation and Analysis セッション開催報告

JpGU Meeting 2021: Virtual

Terrestrial monitoring by GEO satellites セッション

Pukyong National Univ. (Pusan, Korea) との大気リモートセンシングに関する合同セミナー

IPBES-IPCCの生物多様性と気候変動に関する合同ワークショップ報告書の出版

Pre Conference of APSAR 2021 Online Tutorial Series on Synthetic Aperture Radar

◆ Newsletter No.188 (発行2021年7月)

環境リモートセンシング研究センター拠点運営委員会開催報告

ヨサファット教授、国際会議にて基調講演

NASA AERONETのCIMEL Electronique CE318 (マルチバンド太陽光測定器) の換装実施

リモートセンシングコース修士論文発表会

◆ Newsletter No.189 (発行2021年8月)

水文・水資源学会/日本水文科学会 2021年度研究発表会 優秀発表賞 ～小槻研究室通信・第11号～

図書館リアルタイムひまわり動画PCのシステム更新

雄物川の視察に行ってきました ～小槻研究室通信・第12号～

◆ Newsletter No.190 (発行2021年9月)

千葉集中観測キャンペーン (Chiba Campaign 2021) の実施について

退職のご挨拶 (小槻研究室) ～小槻研究室通信・第9号～

◆ Newsletter No.191 (発行2021年10月)

伊藤公一名誉教授、URSI Awardを受賞 ～日本人初、Balthasar Van der Pol Gold Medal授与される～
令和3年度水文・水資源学会論文奨励賞を受賞して(濱(近藤研OB))
受賞報告 山貫緋称さん、JpGU2021年大会にて学生優秀発表賞！
かがやきのGPUマシンがやってきた！ ～小槻研究室通信・第10号～
マイクロ波リモートセンシング、9月講演まつり ～研究と人材育成～
新任職員の紹介(小槻研究室)、学位取得おめでとうございます

◆ Newsletter No.192 (発行2021年11月)

千葉大学・先進学術賞の受賞 ～小槻研究室通信・第13号～
第26回大気化学討論会で千葉大から2名が学生優秀発表賞！
CEReS研究室所属の卒業研究中間発表会を開催しました
「第5回 陸域フラックス合同研究会」の開催
6th International SKYNET Workshop 2021 Japan開催報告
退職のご挨拶(小槻研究室) ～小槻研究室通信・第14号～

◆ Newsletter No.193 (発行2021年12月)

服部克巳センター長、TAO 優秀論文賞を受賞
千葉大学にて温室効果ガス(二酸化炭素とメタン)の大気中濃度の連続測定を開始しました！
AsiaFlux Conference 2021の開催
CEReS研究室所属の修士研究中間発表会を開催しました、CEReSロゴマーク決定！

◆ Newsletter No.194 (発行2022年1月)

トンガの大規模海底火山噴火に伴う圧力波の影響で千葉大学のCO₂濃度が一時的に低下？
3階マルチメディア室の演習用PCを更新しました
CEReS学生、AsiaFlux Conference 2021のStudent Award受賞！

◆ Newsletter No.195 (発行2022年2月)

日本学術振興会、研究拠点形成事業(a.先端拠点形成型)に採択！ ～各国の静止気象衛星を統合した陸域
モニタリングを展開～
第24回環境リモートセンシングシンポジウム開催
リモートセンシングコース修士論文発表会を開催しました、CEReS紹介動画が公開されました！

◆ Newsletter No.196 (発行2022年3月)

千葉大学 国際高等研究基幹・学際的先端研究支援プログラム
－衛星ビッグデータとデータサイエンスの統合による地球環境・災害予測研究の新展開－
Receiving the PhD degree: a letter from Dr. Naglaa Atwa Zanaty, a visitor to Irie laboratory 3 years ago
NVIDIA GTC (AIカンファレンス)での招待講演 ～小槻研究室通信・第15号～

◆ Newsrelease No.24 (発行2021年5月)

世界初の技術で大気境界層のオゾンとその前駆気体を同時にリモートセンシング
～国内の大気汚染対策に新たな観測事実～ (入江仁士)

◆ Newsrelease No.25 (発行2021年6月)

温室効果ガス収支をマルチスケールで監視するための環境研究総合推進費プロジェクトを開始 (市井和仁)

◆ Newsrelease No.26 (発行2021年7月)

ひまわりリアルタイムWeb 広域負荷分散システム実験に参画しています

◆ Newsrelease No.27 (発行2021年12月)

千葉大学と横浜国立大学が協定締結 -防災・減災と環境保全をはじめとする学術研究・教育等における連携-

[12] 組織・運営・人事・予算

12.1. センターの構成（令和4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4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	中澤 淳
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
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）	部局非常勤職員組織（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	岡本 浩
特任助教	祖父江 侑紀	技術補佐員	小菅生 文音
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	立石 彩
特任助教	平山 英毅	技術補佐員	鶴見 和恒
特任助教	眞子 直弘	技術補佐員	藤代 裕子
特任助教	山本 雄平	技術補佐員	三浦 幸信
特任研究員	オウヨウ ボウ	技術補佐員	宮本 千早
特任研究員	フウ クン	技術補佐員	李 家偉
特任研究員	ヘリコフ ドミトリー	部局派遣職員	
JSPS特別研究員	塩尻 大也	派遣職員	早川 宏子
客員准教授	山之口 勤（リモートセンシング技術センター）	グランドフェロー	
非常勤講師 （客員教授）	パトラ プラビール クマール （海洋研究開発機構）	名誉教授	久世 宏明
非常勤講師 （客員教授）	小林 秀樹（海洋研究開発機構）	名誉教授	鷹野 敏明
非常勤講師 （客員准教授）	木村 篤史（株/パスコ）		

*は兼務教員

12.3. 拠点運営委員会

令和3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4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（元副理事長）
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3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	ヨサファット
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）	ヨサファット
	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
安全保障輸出管理委員会	構成員	服部 克巳

令和3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	本多 嘉明、樋口 篤志、小槻 峻司
共同利用研究推進委員会	市井 和仁	ヨサファット、本多 嘉明、本郷 千春、入江 仁士
広報委員会	小槻 峻司	入江 仁士、楊 偉
施設委員会	本多 嘉明	ヨサファット、齋藤 尚子
計算機及びデータベース委員会	樋口 篤志	齋藤 尚子、小槻 峻司、梶原 康司
教育委員会	入江 仁士	ヨサファット、梶原 康司、楊 偉
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	ヨサファット	センター長／服部 克巳、予算委員長／近藤 昭彦、 広報委員長／小槻 峻司

12.5. 予算

令和3年度 最終予算

事 項	予算額 (円)	備 考
運営費交付金	114,110,500	
教育研究経費	89,303,500	前年度繰越分を含む
グローバルプロミネント研究基幹	10,700,000	
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	100,000	
外部資金	289,210,321	
科学研究費補助金	43,750,213	
受託研究経費	165,098,200	再委託分を含む
共同研究経費	14,134,946	
受託事業経費	1,200,000	
寄附金経費	18,380,850	前年度繰越分を含む
補助金等経費	1,008,000	
研究関連経費	20,698,112	
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	403,320,821	

※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・基金）			
基盤研究（A） （新規／～令和6年度）	最先端のデータサイエンスで切り拓く「富岳」時代のリアルタイム豪雨・洪水予測	小槻 峻司	12,480,000
基盤研究（B） （継続／～令和3年度）	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／～令和3年度）	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（C） （継続／～令和4年度）	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	1,300,000
基盤研究（C） （継続／～令和4年度）	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	1,950,000
若手研究 （継続／～令和4年度）	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	1,040,000
挑戦的研究（萌芽） （継続／～令和3年度）	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	390,000
国際共同研究強化（B） （継続／～令和4年度）	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	7,020,000
特別研究員奨励費	水文観測データ同化を組み合わせた陸域水循環モデルによる流出発生過程の解明	塩尻 大也	260,000
基盤研究（S）（分担者） （新規／～令和7年度）	衛星地球観測による新たな全球陸域水動態研究 研究代表者：沖 大幹（東京大学）	小槻 峻司	4,030,000
基盤研究（S）（分担者） （継続／～令和6年度）	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	1,950,000
基盤研究（A）（分担者） （継続／～令和3年度）	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（A）（分担者） （継続／～令和5年度）	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	780,000
基盤研究（B）（分担者） （継続／～令和3年度）	新リモートセンシング手法による全球湖沼一次生産量の推定 研究代表者：松下文経（筑波大学）	楊 偉	650,000
基盤研究（B）（分担者） （継続／～令和5年度）	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	650,000
基盤研究（B）（分担者） （継続／～令和5年度）	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	130,000
基盤研究（C）（分担者） （新規／～令和5年度）	地上・衛星観測網による東アジアのエアロゾルの半世紀の変動とコロナ禍影響の解明 研究代表者：工藤 玲（気象研究所）	入江 仁士	65,000
挑戦的研究（開拓） （分担者） （継続／～令和6年度）	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	—

研究種目	研究テーマ	受入教員	金額
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	31,704,400
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	16,551,084
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	—
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	15,116,400
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	5,000,000
海洋研究開発機構／ JAMSTEC	SGLIデータを用いた地球システムモデルの評価と高度化	市井 和仁	450,000
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	2,507,300
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	3,510,000
福島大学（研究分担） 環境研究総合推進費再委託	原発事故地域における森林火災後の放射性物質・再拡散予測システムの開発	小槻 峻司	3,669,900
国立環境研究所（研究分担） 環境研究総合推進費再委託	排出インベントリと観測データ及び物質循環モデル推定に基づくGHG収支評価	市井 和仁	17,995,000
国立環境研究所（研究分担） 環境研究総合推進費再委託	対策によるオゾン濃度低減効果の裏付けと標準的な将来予測手法の開発	入江 仁士	6,171,000
京都大学（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策定に向けた技術開発の検討	小槻 峻司	3,146,000
科学技術振興機構／ JST SATREPS	アラル海地域における水利用効率と塩害の制御に向けた気候にレジリエントな革新的技術開発	樋口 篤志	5,486,000
科学技術振興機構／ JST SATREPS	アンデスアマゾンにおける山地森林生態系保全のための統合型森林管理システムモデルの構築 研究題目1：森林の炭素蓄積変化や劣化度合いを加味した時系列の土地利用変化の特定	楊 偉	4,550,000
新潟県農業総合研究所	温室効果ガス観測技術衛星による水田メタン排出抑制技術の開発に向けた基礎調査	齋藤 尚子	4,032,540
共同研究			
宇宙航空研究開発機構／ JAXA	サクセスクライ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	8,480,421

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	749,999	
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	3,300,000	
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				
日本学術振興会	令和3年度（2021年度）論文博士号取得希望者に対する支援事業	本郷 千春	1,200,000	

千葉大学環境リモートセンシング研究センター
令和 三 (2021) 年度 年報 (第 27 号)

2022 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

