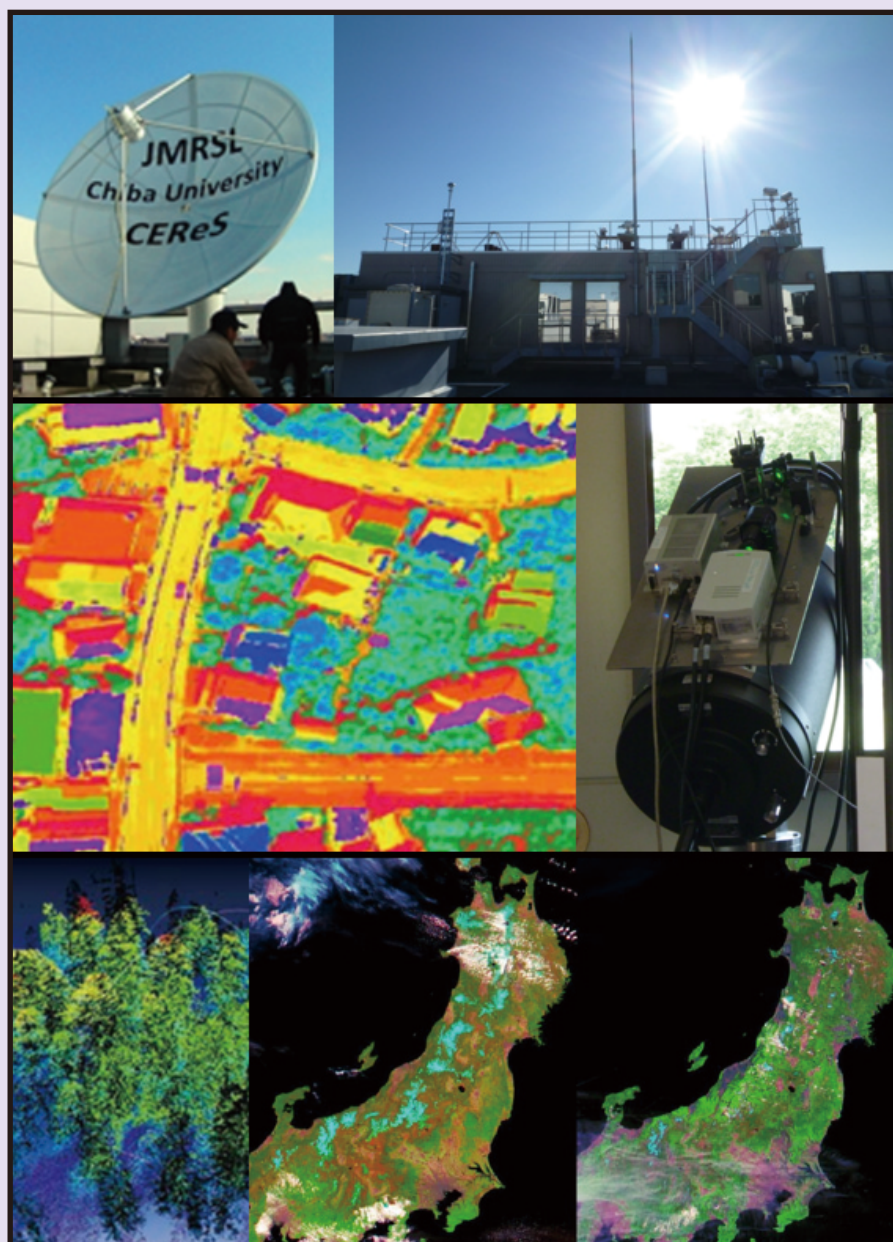


千葉大学 環境リモートセンシング研究センター Annual Report 2023, Volume 29



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5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29号)



はじめに

千葉大学環境リモートセンシングセンター（CEReS）は、全国共同利用の研究センターとして1995年4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担ってきました。2010年には文部科学省から全国で唯一のリモートセンシングに関する共同利用・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約60件の国際・国内共同研究活動を活発に実施して、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、多くの共同研究成果をあげてきました。2022年度から開始された第4期においても、引き続きCEReSは共同利用・共同研究拠点としての認可を受け、これまでの成果を基に、さらに活発な共同研究活動を展開していきたいと考えています。そのために、第4期中期目標期間ではCEReSを①先端センシング部門、②環境診断部門、③環境予測部門、④統合解析部門、⑤社会実装部門の5研究部門体制と組織変更し、「先端センシング」「環境診断」「環境予測」「統合解析」「社会実装」の5プログラムを軸とする研究を進め、環境変動、気候変動、自然災害、食料問題の4つの社会課題に関する7つの重点横断プロジェクト（「豪雨災害予測・監視」、「地球観測衛星検証」、「温室効果ガス収支研究」、「先端マイクロ波リモートセンシング」、「静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング」、「地域農業」、「我が国の地球観測のあり方・次世代衛星ミッション検討」）を推進しています。

また、千葉大学は令和5年度「地域中核・特色ある研究大学強化促進事業」に採択され、その中で、研究力の向上した10年後の大学ビジョン（強みや特色ある研究領域）としてCEReSが中核となる「地球観測ビッグデータ統合解析」があげられています。リモートセンシングデータ（地球観測ビッグデータ）×情報科学による地球環境診断および地球環境予測学の創生を力強く牽引していくことが今期の大きな目標です。共同利用・共同研究拠点として、学内外にデータサイエンスとしての地球環境学を浸透させ、新しい共同研究の需要や研究領域の開拓など研究の新展開を駆動し、地球環境とデータサイエンスの両方の素養を持つ人材の育成も推進していきます。2023年度には、ムーンショット目標8「極端風水害の脅威から解放された安全安心社会を実現」のコアプログラムの1つにCEReS教員をリーダーとするプロジェクトが選定され、産学官多分野連携研究が開始されました。2022年度には千葉大学国際高等研究基幹の学際的前端研究支援プログラムのトップリーダー型にも選定され、CEReSの存在感は増しています。また、リモートセンシング分野は学際的かつ社会実装に近い分野で、Society5.0や総合知関連研究の新展開など、異分野との協働研究のさらなる活発化も推進していきたいと考えています。特に、地球的な温暖化傾向が続く中で、これまで見られなかった環境変動や災害が世界各地で顕在化しています。この点でも地球環境や自然災害問題を解決し、地球環境に優しく災害に強い安全安心な人間社会の発展に貢献するCEReSの役割はさらに重要なものとなっています。国内外の共同研究者の皆さんと協力し、共同研究活動を通して未来を切り開いていきたいと考えています。

本報はCEReSが令和5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・進化につなげていただ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6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	
1.4. プログラム4	
1.5. プログラム5	
1.6. 重点横断プロジェクト	
[2] 共同利用研究	74
2.1. 共同利用研究概要	
2.2. 共同利用研究の詳細	
2.3. 共同利用プログラム研究の詳細	
[3] 研究成果の公表	137
3.1. 研究論文など	
[4] 受賞・開発実績等	159
4.1. 受賞	
4.2. 特許	
4.3. 開発実績等	
[5] 国際交流	160
5.1. 外国人受け入れ	
5.2. 教員の海外渡航	
[6] 教育活動	164
6.1. 主な担当講義	
6.2. 論文題目紹介	
6.3. 令和5年度学生数内訳	
[7] 社会教育活動・社会貢献	167
[8] センターの行事	170
8.1. センター主催のシンポジウム	
[9] 主要研究設備	171
9.1. 衛星データ受信システム	
9.2. 電波無響室	
9.3. 国際地上リモートセンシング観測網	
9.4. タイルドディスプレイ	
9.5. その他計測装置、ソフトウェア	
[10] 令和5年度計算機データベース主要業務	175
10.1. 概要	
10.2. 令和5（2023）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5（2023）年度データダウンロード実績	
[11] 令和5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	179
[12] 組織・運営・人事・予算	181
12.1. センター構成	
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. 予算最終決算	
12.6. 外部資金課題一覧	

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)

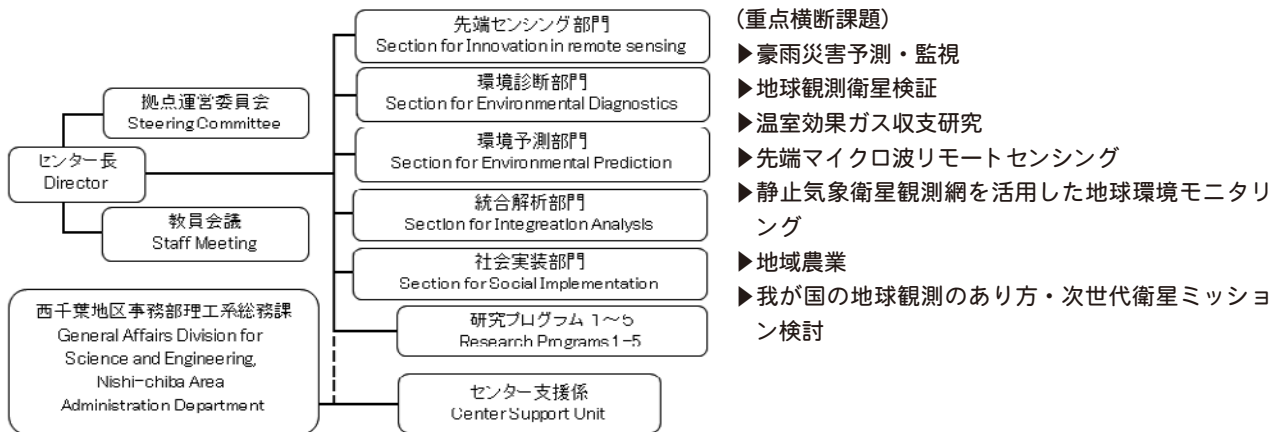
国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、2022年4月からの第四期における目標・計画では拠点再認定を受け、また同年10月より研究領域制から改め5つの研究部門を置き、活動を始めました。CEReSは、全国共同利用の研究センターとして1995年（平成7年）4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担って現在に至っています。そのルーツは、写真・印刷・画像工学の分野での千葉大学工学部の伝統を引き継いで1986年（昭和61年）に開設された学内共同研究施設「映像隔測研究センター」であり、このセンターが廃止・転換されてCEReSが誕生しました。2004年4月の国立大学独立法人化後は、第一期・第二期・第三期各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。

教員は研究部門に籍を置くと共に、それぞれ策定された7つの重点横断課題含む5研究プログラムに従って研究を進めています。



[1] プログラム研究活動

近年の気候変動・災害などのニーズの高まりを踏まえて、第4期中期目標・中期計画期間においては5プログラム・7重点課題（重点横断プロジェクト）に増強した。

プログラムの構成としては、「先端センシング」「環境診断」「環境予測」「統合解析」「社会実装」の5プログラムに再編。また、研究の進展を基盤研究→応用研究→課題解決と複数の分野を横断する流れ（横断型研究）として捉えて、センターの強みを活かした推進課題を「重点横断プロジェクト」として具体的に設定し、共同利用・共同研究を通じて、リモートセンシング分野における基礎科学的な研究成果と社会的な研究成果の達成の両面を目指す。各概要および目標は以下の通りである。

◆プログラム研究1～5

●プログラム1：先端センシング

センサ開発、観測システム開発、観測データからの情報抽出法の開発など、計測技術に関する先端的な研究を行う。成果は衛星観測、地上観測ネットワークといった汎用性の高い観測への基盤となる。

- マイクロ波センサ、円偏波合成開口レーダに関しては、「重点横断プロジェクト4：先端マイクロ波リモートセンシング」を参照。
- 大気環境の基盤研究として、新たな観測装置開発・アルゴリズム開発を進め、フィールド実験・集中観測を通じて評価を実施する。
- 国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET、A-SKY）を発展させる。
- 国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET、A-SKY）のデータのQA/QC研究を国際共同研究の枠組みの下で実施し、データ品質に関する新しい知見を得る。
- 地表に近い大気環境におけるエアロゾルや微量気体計測を目的としたLEDライダーなど光波センシング手法を開発、応用する。
- 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を用いた地上・空中からの森林樹冠構造計測手法を確立する。
- 日本の温室効果ガス観測技術衛星GOSATシリーズ（GOSAT、GOSAT2）の温室効果ガス観測センサ（TANSO-FTS、TANSO-FTS-2）等の衛星搭載センサの熱赤外スペクトルから、二酸化炭素、メタンに加えて新たに気温やその他の長寿命気体（水蒸気、オゾン、一酸化二窒素など）の高度プロファイルを導出するアルゴリズムを開発する。
- 衛星データの地上検証用として3次元データを活用する研究、地上レーザー等により取得される3次元データを用いた研究開発、森林分野への応用研究。

●プログラム2：環境診断

衛星観測・地上観測データベースを活用した地球表層環境の診断型研究。膨大なりモートセンシングデータから環境情報を抽出し、蓄積・統合することにより、陸域環境、大気環境に主眼を置いた地球表層環境の診断型観測研究を行う。

- TROPOMI等の低軌道衛星、ひまわり8/9号等の静止衛星、SKYNETやA-SKY等の国際地上リモートセンシング観測網を活用して、アジア域の各種大気成分（光吸収性エアロゾル、ブラックカーボン、PM2.5、H₂O、相対湿度、CO₂、CH₄、NO_x、VOCsなど）の時空間分布とその変動要因（COVID-19の影響を含む）を明らかにする。
- 迅速な大気境界層オゾン生成領域の診断を実施する。
- バイオマスバーニング（森林火災を含む）ブルームのキャラクタリゼーションを行う。
- 雷や火山といった予測困難現象の大気（NO_x濃度やSO₂濃度など）への影響評価・診断を行う。
- 衛星観測による二酸化炭素およびメタン等の温室効果ガスの全球高度プロファイルの長期間データのデータ品質を検証し、衛星観測による全球温室効果ガス濃度の長期傾向・季節変動を明らかにする。
- 各種の衛星観測データを活用し、対流圏・成層圏の大気輸送・大気化学研究を遂行する。
- 様々な地球観測衛星データを統合的に解析することにより、主に陸域に関しての時間的・空間的な変動を抽出する。機械学習などのビッグデータ解析手法を用いた解析や数値モデルを利用した解析、地上観測データと衛星観測データの様々な統合解析を含む。
- 衛星観測・現地観測を併用し、陸域水循環に関連する現象（河川流出、干ばつ、農業活動、森林火災）の理解を深める。
- 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生物圏機能情報（フェロノジー、色素濃度、

一次生産量など)を高精度計測し、生態系生態学における理論・応用研究を行う。

●プログラム3：環境予測

様々なリモートセンシングデータによる地球観測ビッグデータに基づく数値シミュレーションなどを活用した地球環境の将来研究を行う。

- 衛星観測データに基づく地球環境診断を、環境予測に発展させる。具体的には、土壌水分や積雪水当量などの診断量を数値モデルの初期とした水文現象予測や、森林火災によるバイオマス損失量を入力としたエアロゾル・環境放射性物質拡散の予測など。
- 世界の水文・水資源リアルタイム・モニタリングシステムを運用・高度化する。特に、衛星データを活用した気象強制力の高度化や、データ同化によるシステムの高精度化を図る。発展的に、干ばつ・洪水などに代表される陸域災害の予測・初期検知を目指す。
- 将来の未曾有災害を予測するための長期地球環境解析研究。具体的には、CMIP6や20世紀再解析などの気象強制力データに基づき、長期の数値モデル計算による災害リスク変動の実態把握や、災害伝承碑などの人文・社会系の知見を活かして過去の災害リスク変動を理解するための文理横断型研究もふくむ。
- 大気-陸域間における様々な温室効果ガス収支に関連する現状把握と将来予測を行う。特に、衛星データを活用した陸域炭素循環のプロセス研究や、大気-陸域のフィードバックの理解を衛星観測データと数値モデルの統合解析により目指す。
- 大気リモートセンシングと数値シミュレーション（気候モデルやデータ同化システムなど）との融合を図る。具体的には、確度の高い地上および衛星からの大気リモートセンシングを用いて数値モデルを検証し、あるいは、データ同化システムに導入させることで不確実性を減少させ、大気汚染・気象・気候予測の高精度化に資する。
- 地球大気環境変動研究を推進し、気候変動の緩和策・適応策の合理化に資する科学的知見を獲得する。
- 地震現象を地殻内の応力集中による破壊現象として捉え、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し、地上・衛星観測データを用いた地殻活動の監視、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。

●プログラム4：統合解析・データベース

地球観測衛星ビッグデータの処理・データベース化への促進に関する研究。ひまわり8/9号をはじめとする世界の静止気象衛星観測網データに関して、本センター独自の精密幾何補正処理、大気補正処理など前処理を行ったデータセットの構築にあたり、手法の改良や高速処理化と効率的にデータベース化を可能にする研究を実施する。他、国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET、A-SKY）など本センターのデータアーカイブに関する研究。これらは、PG-2などの環境診断でも活用される。

- 静止衛星に関しては「重点横断プロジェクト5」を参照。
- 国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET、A-SKY）を基盤として、気候や大気環境に関連する各種大気成分の長期観測データセットを構築する。また、その利用促進に関わる研究を進める。

●プログラム5：社会実装

特に、食料・災害などの地域環境に関わる研究において、被害の予測と迅速な把握、食料生産を最適化するためのモニタリング技術の実用化（社会実装）を目指した研究を推進する。また、SLCFs（短寿命気候強制因子）を含む温室効果ガスのゼロエミッション目標に向けた取り組みに向けても科学的知見による貢献を行うとともに、リモートセンシングによる地球環境・地域環境研究の成果は、パリ協定（気候変動）やポスト愛知目標（生物多様性）、仙台防災枠組（災害）、SDGsなどの国際目標への科学的エビデンスを提供する役割として貢献することも目指す。本プログラム課題においては、Future Earthへのリモートセンシングからの貢献も視野に入れつつ、具体的な環境問題の発見、理解、解決、そして施策への反映を目指し、多くの関連分野との協同体制の中でリモートセンシング技術の高度活用の実現に向けた活動を推進する。さらに、他プログラム課題の成果を社会実装する研究テーマについても積極的に推進する。

- グローバルな食料安全保障の実現に貢献することを上位目標とし、リモートセンシング等の空間情報を駆使した農業セクターにおける多様なアセスメント手法の構築と社会実装を通して、持続可能な食料生産及び農業関連社会インフラの改善を目指す。
- 迅速なSLCFsに関わるエミッションの評価を行うとともに、その手法の社会実装を目指す。
- 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。

- 国際研究プログラムFuture Earthに関わる研究課題について、リモートセンシングデータを応用する。
- 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。

◆重点横断プロジェクト 1～7

●重点横断プロジェクト 1：豪雨災害予測・監視プロジェクト

- 低コストの受動型可視分光法（MAX-DOAS法）による大気下層水蒸気観測技術の線状降水帯研究への新展開を図る。
- 気象・水文などプロセスに基づく数値モデルに、衛星観測データをデータ同化することにより、災害をもたらす気象・水文現象予測の高度化に資する研究。モデル力学に基づく初期値推定に加え、モデルパラメータ最適化や、観測インパクト推定などのデータ同化技術・数理の発展に資する研究。
- 畳込み深層学習（CNN）、敵対的生成ネットワーク（GAN）、再帰型時系列予測ネットワーク（Convolutional LSTM）などの深層学習・AI技術を用いた、人工衛星ビッグデータに基づく災害予測研究。深層学習による地球環境のスパース特徴量の抽出、強化学習による貯水池操作最適化、観測データマイニングによる数値予報モデル開発への貢献、数値モデルエミュレータによる気候変動影響予測や迅速な災害被害額推定、ベイジアン最適化やスパースセンサ最適化による最適な観測ネットワーク設計など、豪雨災害予測に貢献する機械学習・AI研究。
- ひまわり8号と他の衛星データ、および地上観測網を複合的に用いた浸水域モニタリング（重点横断プロジェクト5と連動した研究課題）。

●重点横断プロジェクト 2：地球観測衛星検証プロジェクト

- GCOMシリーズでの検証データシェアリングを行う。
- 国際的な地球観測衛星ミッション（GCOM-C/SGLI, EarthCARE, GOSAT-1/2/GW, TROPOMI, OMI, GOME-2, ひまわり8/9号, GEMSなど）の大気中の短寿命微量ガス（NO₂, HCHO, CHOCHO, SO₂, O₃）・エアロゾル・雲のプロダクトの検証・アルゴリズム開発・改良を行うとともに、国際貢献を果たす。
- 全球降水観測計画（GPM）衛星群を用いた全球降水分布推定の高度化に資する研究。具体的には、GPM主衛星のレーダー観測を用いたマイクロ波放射計・降水量推定の改善や、地上降水観測網との融合研究など。

●重点横断プロジェクト 3：温室効果ガス収支研究プロジェクト

- 様々なトップダウン手法・ボトムアップ手法の統合的な解析により、世界の様々な地域の温室効果ガス収支を推定する。
- 地上観測・衛星観測・モデリングといった種々のボトムアップ手法を統合し、陸域炭素循環モデルを改善する。
- 国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET, A-SKY）を基盤として、温暖化に影響を及ぼすSLCFsやCO₂の長期観測データセットを構築する。

●重点横断プロジェクト 4：先端マイクロ波リモートセンシング

- 教育・環境・災害監視用の無人航空機・成層圏プラットフォーム・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研究モデルを開発する。
- 航空機搭載円偏波合成開口レーダ（SAR）の画像信号処理とその応用手法を開発する。
- 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。

●重点横断プロジェクト 5：静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング

- ひまわり8号のマルチチャンネルを活用した雲・降水システムモニタリングの高度化に関する研究。
- ひまわり8/9号と地上観測網（降水量、大気汚染モニタリング等）を組み合わせた効果的な可視化により環境モニタリングに資する研究、あるいは活動。
- 検証研究に立脚した形でひまわり8/9号を含む静止気象衛星観測網のエアロゾル・雲・微量ガスのプロダクト

を活用した応用研究を推進する。

- ひまわり8/9号データを陸域モニタリングに利用するためのデータ処理手法を構築し、植生、湖沼、都市を主な研究対象として陸域モニタリングへ応用する。
- ひまわり8/9号データを含む各国静止衛星データ観測網を統合したグローバルスケールでの高頻度陸域観測データを構築し、陸域モニタリングへ応用する。
- ひまわり8/9号データから得られるビッグデータを、数値シミュレーションに高度利用する方法を開拓する。具体的には、機械学習による気象・水象現象の情報特徴量抽出（例えば、台風前駆体の比定）や、抽出した乗法特徴量をデータ同化により数値シミュレーションへの融合する手法を切り拓く。

●重点横断プロジェクト6：地域農業プロジェクト

- 近接リモートセンシング（UAV）や衛星リモートセンシングを用いて、農作物のモニタリング技術を開発しつつ、食料生産基盤を改良・向上させる方法の確立を目指す国内・国際共同研究を実施する。農業セクターにおける社会インフラの改善に関しては、分野を横断した研究の実施及び農業現場への支援を行う。
- 食料生産の増大と生産性向上を目的とし、水稻の生産量を推定・予測する手法を確立する。
- 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、気候変動適応策として重要な社会インフラである農業保険の中核をなす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。
- 高時間・空間分解能衛星データ（例えば、Sentinel-2、PlanetScopeなど）を用いて、農作物生育状況の広域モニタリング手法を開発する。

●重点横断プロジェクト7：我が国の地球観測のあり方・次世代衛星ミッション検討プロジェクト

- 次世代の大気・陸域・海洋・雪氷など地球観測衛星ミッションに関わる研究を推進する。

1.1. プログラム 1：先端センシングプログラム

センサ開発、観測システム開発、観測データからの情報抽出法の開発など、計測技術に関する先端的な研究を行う。

Program 1: Innovation in remote sensing

Conducting advanced research on measurement technology, including sensor development, observation system development, and development of methods for extracting information from observation data.

[研究内容と令和5年度の成果・進捗状況]

◆1.1.1. 先端マイクロ波リモートセンシングプロジェクト（ヨサファット研究室）

【重点2：地球観測衛星検証】【重点4：先端マイクロ波リモートセンシング】

合成開口レーダ（SAR）は多目的センサで、照射されたマイクロ波の散乱波を受信することで画像データを得ることができ、全天候型、昼夜でも観測できる。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。本研究ではグローバル環境・地殻変動の観測のために、従来の水平・垂直偏波を利用したものに比べ地球の電離層からの影響を受けにくい円偏波合成開口レーダ（CP-SAR: Circularly Polarized - SAR）搭載の小型衛星および無人航空機（UAV）開発・実装を進めている。

◆◆1.1.1.1. 合成開口レーダ搭載小型衛星用FPGAの開発

SARから得られる情報データは膨大である。時々刻々と変化する森林火災の被害状況を観測する際など、リアルタイムで情報をキャッチするにはレーダを搭載したプラットフォーム上でデータ処理を行い、その処理された結果のみを地上に送信することで、より有用性が高まる。しかし、これらの膨大なサイズの画像データを処理するためには高速な演算処理が必要となる。そこで、近年、アクセラレータとして使用されることが多くなっているFPGA（Field-Programmable Gate Array）の開発でその問題の解決を試みる。

[FPGA 搭載チャージジェネレータボードの設計]

(Yoshiaki Saito, Kazuteru Namba, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

開発を進めている合成開口レーダー（SAR）を搭載した衛星と無人航空機（UAV）のシステム用チャージ発生器の基板設計の進捗状況について述べる。

現在、初期実験として無人航空機（図1.1.1.1-2.）にCP-SARを搭載する予備実験が行われている。図1.1.1.1-1.は、当初設計・運用していたチャージジェネレータである。



図1.1.1.1-1. Chirp generator used so far

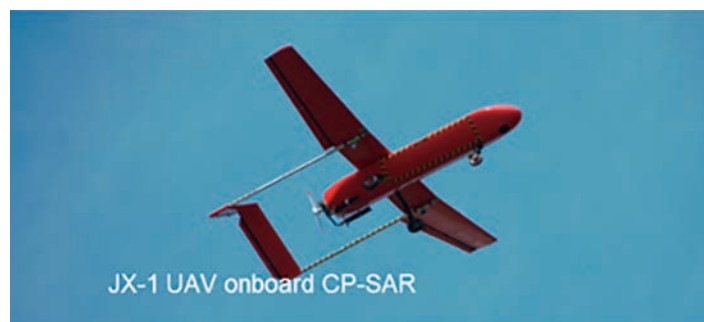


図1.1.1.1-2. UAV used for experiments.

重量は約20kgであるが、無人航空機（UAV）や衛星の動きに影響を与えないように、搭載するチャージジェネレータをできるだけ小型・軽量にしたい。そこで、実験ごとに必要な要素を書き換えることができる新しいデジタルチャージジェネレータを開発・設計することにした。今回、ボードの計画段階での手順には、昨年度より検討していた基板設計ツールKicadを使用した。このFPGAを搭載したチャージジェネレータの基盤の設計・開発についての詳細は、電子情報通信学会（IEICE）の宇宙・航行エレクトロニクス研究会（SANE）にて発表した。参照されたい。

Source: Board design of digital chirp generator using FPGA (FPGAを用いたデジタル方式チャープジェネレータの基板設計) ; Yoshiaki Saito, Kazuteru Namba, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo : 電子情報通信学会SANE研究会、千葉大学

[FPGAによるCP-SAR画像処理に適したボードの製作]

(Yuta Tanaka, Kazuteru Namba, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) で取得した生画像データは処理が必要であり、UAV上のFPGAでリアルタイムに実行される。現在、画像処理システムでは、CP-SARコントローラユニットと通信して画像処理を実行するKintex-7 FPGAに1GB DDR3 DRAMを搭載したKC705評価ボードを使用している。KC705評価ボードはさまざまな用途があるため、一部のコンポーネントは画像処理に使用されない。そのため、画像処理に必要なコンポーネントを厳選し、KC705よりも小型で軽量のSAR画像処理用ボードの設計に着手した。また、ボードの製作ではノイズ低減を考慮し、コンポーネントの配置を工夫の上、各層にグランドフィルを施した。

KC705と設計基板の層構成を表1.1.1.1.-3.と表1.1.1.1.-4.に示す。評価基板KC705は16層だが、設計基板は8層である。KC705に比べて層数が半分になっているため、より製造コストを抑えた基板設計が可能である。また、部品点数を削減することで基板サイズも小型化に成功した。長さ、面積、縮小率は表1.1.1.1.-5.の通りである。

表1.1.1.1.-3. The layer structure of KC705

1	Surface front layer (components and wiring)
2	GND
3	Wiring
4	GND
5	Wiring
6	GND
7	Wiring
8	GND
9	Power supply
10	Power supply
11	GND
12	Wiring
13	GND
14	Wiring
15	GND
16	Surface back layer (components and wiring)

表1.1.1.1.-4. The layer structure of the designed board

1	Surface front layer (components and wiring)
2	GND
3	Wiring
4	Power supply
5	Power supply
6	Wiring
7	GND
8	Surface back layer (components and wiring)

表1.1.1.1.-5. Comparison of length and area of boards

	Current Board	Designed Board
Outline Length (mm)	135.2×266.7	122.0×142.0
Surface Area (cm ²)	360.58	173.24
Area comparison	100%	48%

これまでの研究では、CP-SAR画像処理システムにおける画像処理をFPGA評価ボードKC705上に実装したが、このボードには画像処理に不要な部品が含まれており、メモリ容量も小さかった。そのため、本研究では画像処理ボードの小型化とメモリ容量の増大を実現した。また、処理時に発生するノイズを低減するため、パネル内の配線や部品レイアウトを設計・製作した。今後の課題として、ボードの動作確認を行う予定である。

◆◆1.1.1.2. 月面環境における将来の通信とリモートセンシングの可能性のための円偏波月面レゴリス模擬アンテナ

人類が初めて月に降り立ったのは1960年代後半である。今日、月探査は、将来の人類の居住地として月が持つ可能性についてより詳細な調査を行いたいという研究者の関心を集めている。一般的に、月の表面は、月の高地と月の海と呼ばれる2つのゾーンに分かれている。月の海ゾーンは、月の高地ゾーンよりも高度が低くなっている。海ゾーンは主に暗い玄武岩で構成されているが、月の高地は主に斜長岩で構成されている。

月の表面は大部分が月のレゴリスで覆われている。これは、平均直径約1mmの塵、砕けた岩、その他の同様の物質からなる、固められていない不均質な表層堆積物の層である。現場物質としての月のレゴリスには、チタン (Ti)、カルシウム (Ca)、アルミニウム (Al) などの耐火元素が豊富に含まれている。また、酸素 (O) とシリコン (Si) も多く含まれている。月の表面温度は、日中は120℃、夜間は比較的暖かいところでも-130℃に達し、大気圧は約1×10⁻¹²mm Hgである。この物質により、研究者は長期研究のためのインフラストラクチャ (以下、インフラと略す) を構築することができる。しかし、月のレゴリスのサンプルが不足しているため、研

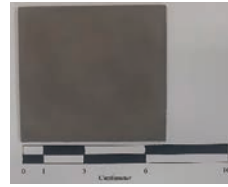
究用に月のレゴリス模擬物質を開発した。

月面レゴリス模擬物質は、月のレゴリスの化学的、機械的、または工学的特性、ならびに鉱物学的特性および粒度分布を近似するように設計された地上合成材料である。月面での人間の生活にとって重要なインフラは、月面無線通信インフラ（人対人、人対機械、機械対機械通信）と、ドローンや小型衛星プラットフォームによる月面リモートセンシングアプリケーションである。月面レゴリス模擬物質は、無線通信インフラを実現するためのアンテナの基板材料として潜在的に有用な電気的特性を有する。

今回、月面レゴリスの特性に非常によく似た月面レゴリス模擬物（図1.1.1.2-1.(a)）を主材料とする新しい基板の製作を検討した。これは、月面での通信および月面観測サービスに使用できる通信およびリモートセンシングインフラストラクチャとしてのアンテナの実現をサポートすることを目的としている。月面レゴリス模擬基板は（図1.1.1.2-1.(b)）、測定された誘電率（ ϵ_r ）が2.08と低く、誘電正接（ $\tan\delta$ ）が0.00527である。2×2 CPアンテナは中心周波数6.175GHzで動作し、2つの基板とシリアルシーケンシャルローテーション（SSR）技術を使用し、全体サイズは70×70×4 mm³である。アンテナのインピーダンス帯域幅IBWは1.98GHz（32%）、軸比帯域幅ARBWは1.06GHz（17%）、ピークゲインは11.6dBicである。E面とH面の測定された半ビーム幅は、それぞれ82°と81°で達成されている。測定された相互結合（ S_{12} 、 S_{21} ）は、-51.34dBから-71.89dBの範囲で達成されている。完全なCP偏波モードのアンテナは、通信とリモートセンシングのアプリケーションのための実験的散乱テストを受けている。測定された散乱マトリックスは、理論的な散乱マトリックスと同一である。この結果は、月のレゴリスが、月面環境における将来の通信とリモートセンシングインフラストラクチャをサポートするアンテナ基板として大きな可能性を秘めていることを示す。

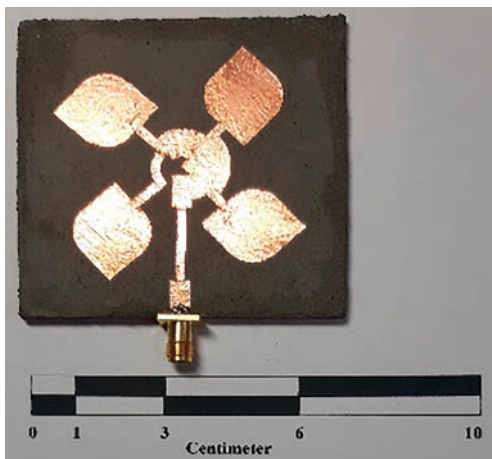


(a)



(b)

図1.1.1.2-1. (a) 月面レゴリス模擬物質、(b) 70×70×2 mm³の大きさの乾燥した月面レゴリス模擬基板



(a)



(b)

図1.1.1.2-2. (a) 2×2 RHCP アンテナ素子の構成、(b) 上部の寄生パッチ
いずれも正確にカットした銅板ステッカーを貼り付けてある。

この詳細は以下に掲載された。参照されたい。

Source: Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Ayaka Takahashi, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edy Santosa, Steven Gao, and Koichi Ito (2023.8): Circularly Polarized Lunar Regolith Simulant Antenna for Future Communication and Remote Sensing in Lunar Environment, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters (AWPL), Vol.22, No.12, pp.2988-2992, 10.1109/LAWP.2023.3307585

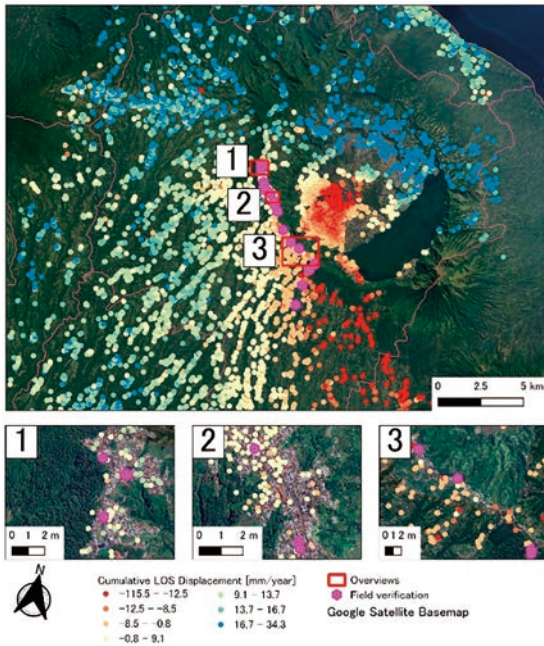


図1.1.1.3-2. 対象エリアにおける累積観測範囲のディスプレイメントマップ

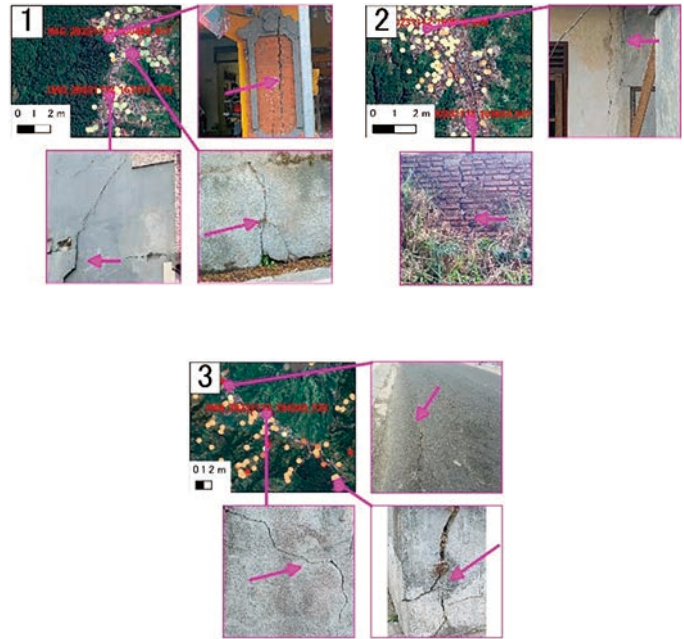


図1.1.1.3-3. 当該エリア検証3地点における壁やアスファルトのひび割れ状況

本研究は、2023年12月インドネシア・ソロ市で開催された電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023) にて発表された。

Source: Identification of Potential Landslide Hazard Areas in The Bangli Regency, Bali, Indonesia based on PSInSAR Sentinel-1 ; I Made Oka Guna ANTARA and Josaphat Tetuko SRI SUMANTYO : 電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)

◆◆1.1.1.4. DInSARによる洪水脆弱性の調査・検証：インドネシア・メダン市の事例

Global sea level rise (SLR) has emerged as a pressing concern because of its impacts, especially increased vulnerability of coastal urban areas flooding. This study addresses the pressing concern of SLR and flood vulnerability in the East Coast of North Sumatra (ECNS) and Medan City. We employ a data-driven approach integrating multicriteria analysis, analytical hierarchy process (AHP) -based weighting, and spatial modeling within a geographic information system framework. The analysis considers crucial factors such as slope, land use, soil type, SLR, and land deformation. The study expands the existing framework by incorporating SLR and land subsidence, acknowledging their significant roles in exacerbating flood vulnerability. Future flood-intensity scenarios are simulated based on SLR projections. Data for spatial analysis primarily originated from multisensor satellite imagery, secondary sources from published literature, and field surveys. We validated the consistency of the variable weightings assigned for vulnerability analysis using a consistency ratio threshold (<0.1). Finally, the established flood vulnerability model was validated by comparing its predictions with recorded flood events in the ECNS and Medan City. The ECNS and Medan City areas were classified as very high and highly vulnerable to flooding, respectively.

◆1.1.2. 高精度観測技術を用いた先端センシング研究の新展開 (入江仁士)

最大の地球環境問題のひとつとして人類の持続可能性を脅かしている気候変動の影響が世界各地で顕在化してきている。気候変動の原因は人間活動にあることは明白だが、気候変動を駆動しているさまざまな大気環境(各種微量気体、エアロゾル、雲)の変動プロセスの理解は不十分である。気候変動の緩和策・適応策の合理化につながる数値シミュレーションの検証と不確実性の減少のために、地球規模で長期にわたって均質なデータをもたらす唯一の方法であるリモートセンシング技術による大気環境変動研究は不可欠である。当研究室は、独自の世界最先端の高精度観測技術(リモートセンシングを含む)・データ・科学的知見を基盤に、先端センシング研究の新展開を図っている。以下に2023年度の研究から3件の成果を報告する。

◆◆1.1.2.1. 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

今後、気候変動に伴い雷活動が活発化すると予測されている。雷活動は、気候変動と大気汚染の両方に悪影響を及ぼす対流圏オゾンの重要な前駆体である窒素酸化物($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$)の重要な生成過程であると考えられている。しかしながら、雷活動によって増大した NO_x 濃度(Lightning Nitrogen Oxides; LNO_x)を検出する方法は確立していない。本研究では、地上(Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy; MAX-DOAS)と衛星リモートセンシング(TROPOspheric Monitoring Instrument; TROPOMI)を複合利用したLNO_xの新しい検出方法を検討した。まず、千葉において集中観測を行った2021年夏季に着目したところ、2021年7月31日に中上部対流圏への感度がより高いTROPOMIの対流圏 NO_2 カラム濃度がMAX-DOASデータのおよそ2倍に達している事例を見出した。この要因を調べるために、気象庁の雷監視システム(Lightning DEtection Network system; LIDEN)の雷フラッシュデータと後方流跡線を解析した。すると、この事例の観測前1日以内に雷活動が活発であった領域から空気塊が千葉上空に輸送されていることが分かり、同定されたTROPOMIの NO_2 濃度の増大はLNO_xによることが強く示唆された。このことを確認し、さらにはLIDENや後方流跡線の不確実性を最小化させるために、2019–2022年の夏季に解析期間を拡張した。この長期データを活用し、日本の広範囲で雷活動が低い日を抽出し、LNO_xの影響を受けていないと考えられる対流圏 NO_2 カラム濃度を見積もった。これを基準とした偏差を計算したところ、2021年7月31日の事例がLNO_xによる可能性が高いことが確認された。後方流跡線解析の結果とも整合し、この事例はLNO_xのみの影響を受けている可能性が高いことが分かった。この事例におけるLNO_x量は $(1.6 \pm 1.5) \times 10^{15}$ molecules cm^{-2} と定量化した。

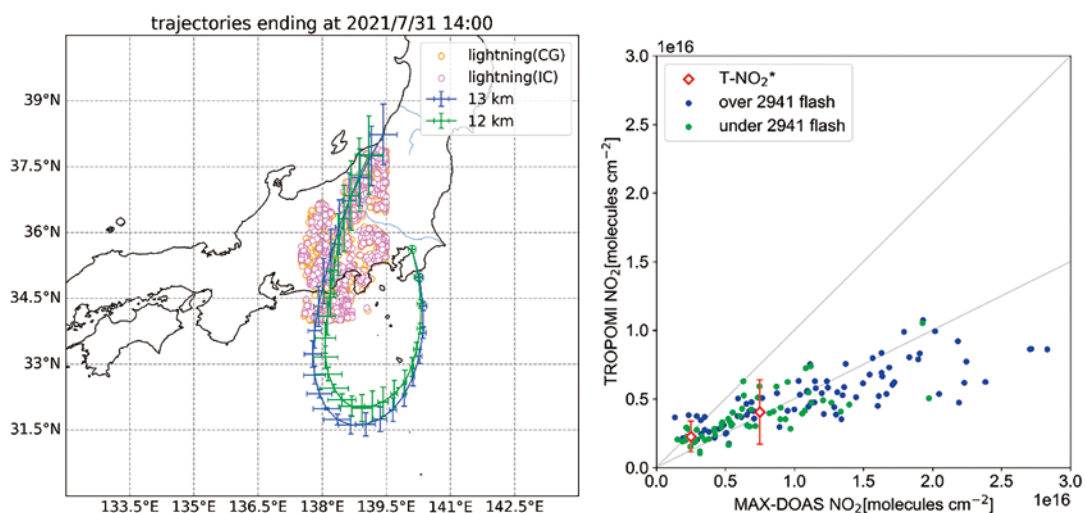


図1.1.2.1. 2019年から2022年夏季におけるTROPOMIとMAX-DOASの NO_2 濃度の相関解析(左図)と2021年7月31日に千葉上空で観測された空気塊の後方流跡線解析(右図)。右図において、 T-NO_2^* (赤)はLNO_xの影響を受けていないと考えられる対流圏 NO_2 カラム濃度。

◆◆1.1.2.2. トレースガスアナライザーを用いた2022年～2023年における千葉サイトでの大気中CO₂及びSLCFsの連続同時観測

【重点横断プロジェクト3：温室効果ガス収支研究プロジェクト】

地球温暖化は、化石燃料の燃焼などによる人為的な二酸化炭素（CO₂）の排出が最大の要因である。効果的なCO₂の排出対策を講じるには、CO₂濃度変動の要因をより詳細に理解することが不可欠であり、そのためには人工衛星観測に加えて、精度が高い地上観測によるCO₂濃度変動の連続観測が重要であるが、人為起源排出が多い大都市でのCO₂濃度連続観測を行っている地上観測のサイト数は世界でも極めて限られている。本研究では首都圏に位置する千葉県千葉市においてCO₂濃度の連続観測を行い、その濃度変動の特徴を明らかにすることを目的とし、千葉大学でトレースガスアナライザー（LI-COR社製LI-7810）を用いて大気中CO₂濃度の連続地上観測を行った。また、千葉大学ではブラックカーボンモニターによりブラックカーボン（BC）質量濃度、MAX-DOAS法により二酸化窒素（NO₂）濃度が連続で観測されている。この同時観測を活用し、本研究ではCO₂とBC・NO₂の1時間当たりの平均濃度を解析し、2022～2023年における経年変化を冬季（2～3月）、夏季（7～9月）の季節別に調べた。その結果、CO₂濃度は冬季では434.8ppmから441.1ppmに、夏季では437.8ppmから445.2ppmへと増加した。また、BC濃度は冬季では0.214μg/m³から0.287μg/m³、夏季では0.188μg/m³から0.166μg/m³へと変化した。CO₂とBCの相関に関しては回帰直線の傾きが冬季では46.0から58.9へ、夏季では70.7から72.8へと変化した（図1.1.2.2-1.）。以上より、CO₂に関してはどの季節も2022年から2023年にかけて平均濃度が上昇しており、また一定の相関が得られた上で回帰直線の傾きが増加していることが分かった。従って、BC 1μg/m³の増加に対するCO₂濃度の上昇値が、冬季・夏季共に2022年よりも2023年の方が大きくなっているため、CO₂濃度は増加傾向であることが示唆された。NO₂を用いた解析も同様の結果を示した。また、本研究ではCO₂と他の燃焼起源物質を連続同時観測できるだけではなく、リアルタイムで観測データを得られる利点を活かし、千葉サイトにおける最新のCO₂バックグラウンド濃度値を推定した（図1.1.2.2-2.）。この結果から、この1年間においては、NO₂がほとんど変わらない値を取っていること、FFCO₂（化石燃料起源CO₂）が増加の可能性を示したことから、理由の一部は、コロナ禍からの経済活動の回復によるものであると示唆された。ただしエラーバーが大きいため、精度向上のための検討が必要である。

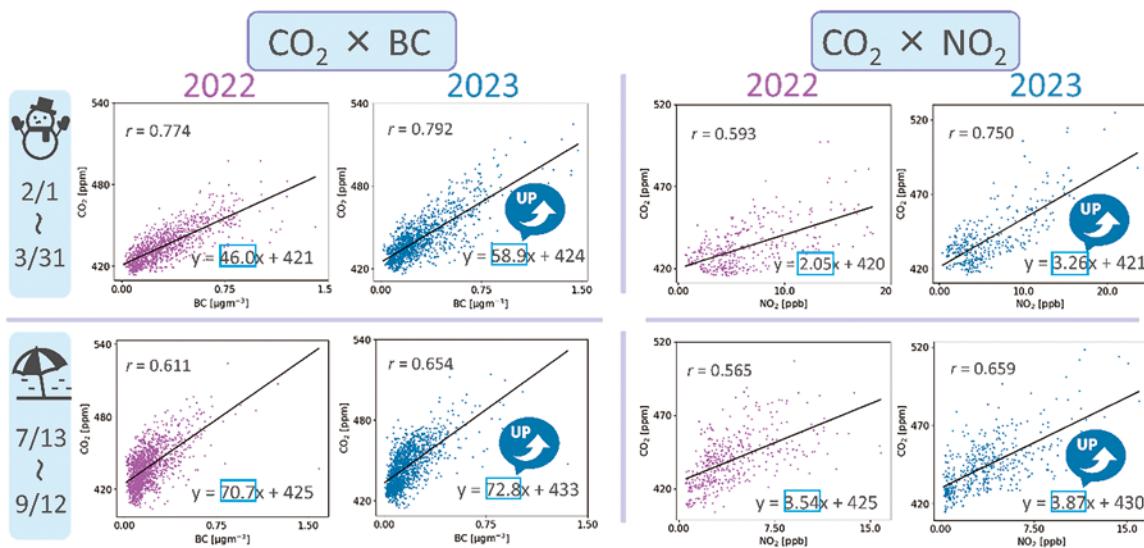


図1.1.2.2. (左) CO₂とBCの相関関係と(右) CO₂とNO₂の相関関係。2022年と2023年のデータがそれぞれ紫と青で示されている。上段は冬季のデータ、下段は夏季のデータを示す。

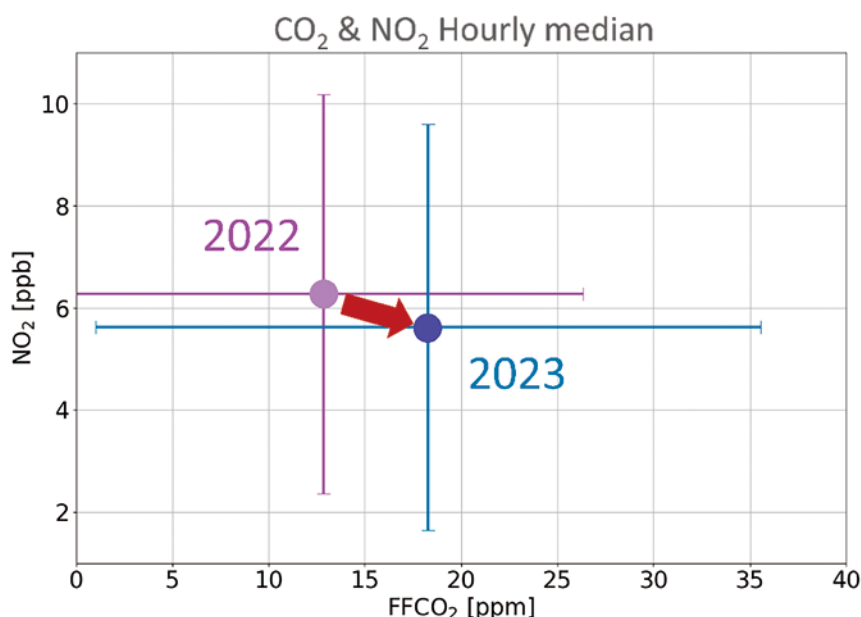


図1.1.2.2-2. 冬季における2022年と2023年の時系列変化。横軸はFFCO₂の平均値、縦軸はNO₂の平均値を示す。

◆◆1.1.2.3. 2024年4月の黄砂イベントに着目した日本都市部のエアロゾルのキャラクタリゼーション

日本に輸送される黄砂は、人間の体内に入ることによる様々な健康被害や視程の悪化などの悪影響をもたらす。しかしながら、日本の都市部において、近年の黄砂現象の発生頻度や輸送量の増減傾向は不確実的である。そこで本研究では、黄砂イベント時における日本都心部近辺の空気塊について地上観測機器を用いた事実観測からキャラクタリゼーションを行い、近年の黄砂現象がもたらす影響がどのように日本の都市部へ寄与しているかを考察した。その代表地点として都心部近辺に位置する千葉県千葉市を観測場所として選び、2023年4月13日から14日に東京都で起きたとされる黄砂イベントに着目して調査を行った。観測に用いた地上観測機器は、千葉大学西千葉キャンパス屋上で連続観測を行っている多軸差分吸収分光法 (Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy; MAX-DOAS) を用いたMAX-DOAS、スカイラジオメーター、小型PM_{2.5} (PM; Particulate Matter) センサー、ブラックカーボンモニターCOSMOS (Continuous Soot Monitoring System) である。これらはそれぞれエアロゾル光学的厚さ (AOT)、オングストローム指数 (AE) とエアロゾルの光学特性、PM_{2.5}、ブラックカーボン (BC) を観測するために使用した。また、後方流跡線解析から黄砂の発生源と千葉サイトへの流入方向についても調査を行った。スカイラジオメーターのAEデータは0.5より低い値を示し、光吸収エアロゾル光学的厚さは0.05-0.07と紫外域で有意な光吸収性を示した。また、後方流跡線解析よりゴビ砂漠からの空気塊の移動も確認した。この結果から、千葉においても黄砂の飛来があり、その発生源はゴビ砂漠であったことが強く示唆された。しかしながら、AOTは黄砂飛来日以外と顕著な差は認められなかった。また、同時観測のPM_{2.5}重量濃度は外出制限ほどの高い値を示さなかった。これらのことから、このイベントにおいて千葉への黄砂飛来量は人間活動に影響を及ぼすほど多くないことが分かった。加えて、同時観測のBC重量濃度も他の日と比べて有意な増加は観測されず、この空気塊中の人為起源エアロゾルの影響も限定的だったことが分かった。

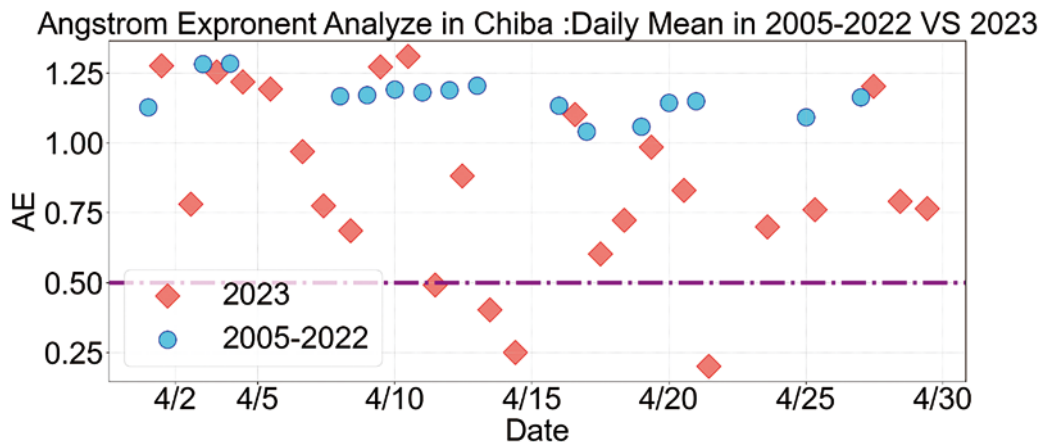


図1.1.2.3.-1. 2023年4月に千葉で観測されたAEの日ごとの平均値(赤)。比較のために2005-2022年の平均値を青で示す。

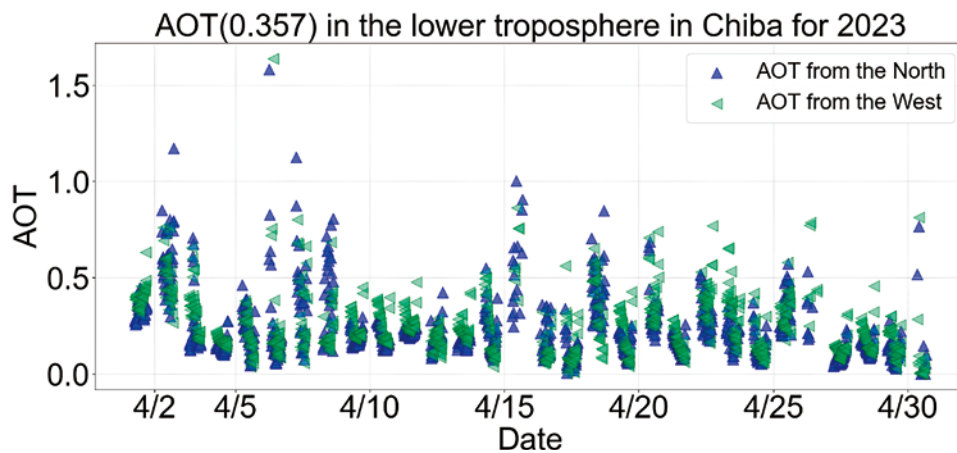


図1.1.2.3.-2. 2023年4月に千葉でMAX-DOASで観測された波長357nmのAOT値。北と西方向の値がそれぞれ青と緑で示されている。

◆1.1.3. 受動型光学センサと宇宙LiDARデータを融合した全球陸域地上バイオマス推定
(本多・梶原研究室)

◆◆1.1.3.1. AGB推定アルゴリズム検証用高解像度AGBマップ作成

これまで全球観測データが利用できる受動型光学センサによる地上部バイオマス (Above Ground Biomass : AGB) 推定アルゴリズムについて、SGLIを中心に開発を行ってきた。そこで常に問題になるのは、アルゴリズム構築および推定精度検証において、AGB真値とみなせるデータがきわめて限られることにある。そこで宇宙LiDARデータによる最新かつ広範囲 (全球) の計測データから取得したAGB推定データを利用することが期待されている。近年ではNASAによって運用された宇宙LiDARであるGEDIによるAGBデータや、今後JAXAによって運用が予定されているMOLIによるAGBデータが利用可能となる。ただし、宇宙LiDARの特性から、取得できるデータは離散的であり、受動型光学センサによって得られる結果のように空間的連続していない。

宇宙LiDARによる離散的 (スポット計測) データをAGBの高精度推定精度を保ったまま2次元的に連続する高解像度のAGBマップの作成が求められる。

本研究では、山梨県八ヶ岳におけるカラマツ林 (一部混交林) において、GEDIデータとLandsatデータを用い、機械学習 (Random Forest、以下RF) によってLandsatのスペクトルデータ、GEDIによるスポットのAGBデータから、以下のように面的な高解像度AGBマップ作成を行った。

- 1) GEDI計測スポットにおける樹高および胸高直径の実測データの現地データ収集。
- 2) UAV LiDARによる高精度3D情報 (点群データ) の取得。このデータと1) を用いて単木単位で材積を求め、30m解像度の高精度高分解能AGBマップを作成した。
- 3) 更に2) とLandsatによるRFモデルを構築することにより、Landsatデータを用いた面的なAGBマップ作成を行い、2) を用いた、受動型光学センサによるAGB推定のパフォーマンスを調べた。



図1.1.3.1-1. UAV Lidarによって取得した八ヶ岳カラマツ林の点群データ



図1.1.3.1-2. 現地観測による樹高・胸高直径計測の様子

コード	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	エリアID	樹木ID	X	Y	標高	経度	緯度	梢円体高	開始時間	終了時間	ソリューシ	RMS誤差	X精度	Y精度
カラマツ	31.2	22.4	1	1	-9952.29	-14614.5	1365.493	138.3381	35.91019	1409.253	2023/11/11 12:58	2023/11/11 12:58	Fix	0.026	0.011	0.01
カラマツ	32.1	28.3	1	1	-9951.65	-14608.1	1366.282	138.3381	35.91019	1410.042	2023/11/11 13:01	2023/11/11 13:01	Fix	0.022	0.011	0.01
カラマツ	27	21.6	1	1	-9945.78	-14618.6	1365.394	138.338	35.91025	1409.154	2023/11/11 12:57	2023/11/11 12:57	Fix	0.022	0.01	0.01
カラマツ	30.6	999	1	1	-9954.76	-14618.2	1364.889	138.338	35.91017	1408.648	2023/11/11 13:11		25 Fix	0.012	0.012	15
カラマツ	33.5	25.4	1	2	-9963.79	-14610	1365.478	138.3381	35.91008	1409.237	2023/11/11 13:02	2023/11/11 13:03	Fix	0.025	0.011	0.01
カラマツ	35.4	29.7	1	2	-9943.84	-14615.5	1365.69	138.3381	35.91026	1409.45	2023/11/11 13:15	2023/11/11 13:15	Fix	0.032	0.012	0.014
カラマツ	30.1	29.8	1	2	-9947.68	-14615.3	1365.537	138.3381	35.91023	1409.296	2023/11/11 13:08	2023/11/11 13:08	Fix	0.024	0.011	0.01
カラマツ	22.1	999	1	2	-9950.2	-14618.4	1365.177	138.338	35.91021	1408.937	2023/11/11 13:14		25 Fix	0.013	0.012	15
カラマツ	30.9	23.4	1	3	-9959.81	-14616.5	1364.806	138.3381	35.91012	1408.565	2023/11/11 13:10	2023/11/11 13:10	Fix	0.023	0.01	0.011
カラマツ	35.9	42.4	1	3	-9943.82	-14615.5	1365.66	138.3381	35.91026	1409.42	2023/11/11 13:21	2023/11/11 13:21	Fix	0.024	0.01	0.012
カラマツ	35.4	29.7	1	3	-9946.48	-14610.4	1366.374	138.3381	35.91024	1410.134	2023/11/11 13:12	2023/11/11 13:12	Fix	0.025	0.013	0.011
カラマツ	31.2	999	1	3	-9943.51	-14621.9	1365.159	138.338	35.91027	1408.919	2023/11/11 13:18		25 Fix	0.012	0.011	15
カラマツ	28.8	23.2	1	4	-9963.91	-14616.9	1364.661	138.3381	35.91008	1408.42	2023/11/11 13:16	2023/11/11 13:16	Fix	0.022	0.01	0.01
トウヒ	16.7	28.6	1	4	-9942.8	-14613.4	1365.918	138.3381	35.91027	1409.678	2023/11/11 13:28	2023/11/11 13:28	Fix	0.025	0.011	0.013
アカマツ	31.2	30.4	1	4	-9953.76	-14604.7	1366.709	138.3382	35.91017	1410.469	2023/11/11 13:21	2023/11/11 13:21	Fix	0.022	0.01	0.012
カラマツ	42.2	999	1	4	-9944.84	-14628.8	1364.923	138.3379	35.91025	1408.682	2023/11/11 13:22		25 Fix	0.011	0.011	15
カラマツ	39.5	24.4	1	5	-9968.28	-14616.8	1364.305	138.3381	35.91004	1408.064	2023/11/11 13:22	2023/11/11 13:22	Fix	0.024	0.011	0.011
カラマツ	30.2	32.3	1	5	-9941.08	-14613.6	1365.963	138.3381	35.91029	1409.723	2023/11/11 13:39	2023/11/11 13:39	Fix	0.022	0.01	0.011
カラマツ	32.1	28.9	1	5	-9957.22	-14621.6	1364.509	138.338	35.91014	1408.268	2023/11/11 13:27	2023/11/11 13:27	Fix	0.022	0.011	0.01
カラマツ	34.7	999	1	5	-9946.12	-14625.8	1364.815	138.338	35.91024	1408.574	2023/11/11 13:25		25 Fix	0.011	0.012	15
カラマツ	33.1	23.4	1	6	-9964.37	-14623.9	1363.416	138.338	35.91008	1407.175	2023/11/11 13:27	2023/11/11 13:27	Fix	0.023	0.01	0.011
カラマツ	22.3	28.7	1	6	-9959.74	-14625.8	1363.48	138.338	35.91012	1407.239	2023/11/11 13:47	2023/11/11 13:47	Fix	0.019	0.01	0.011

図1.1.3.1-3. 現地観測による樹高・胸高直径計測結果 (一部)

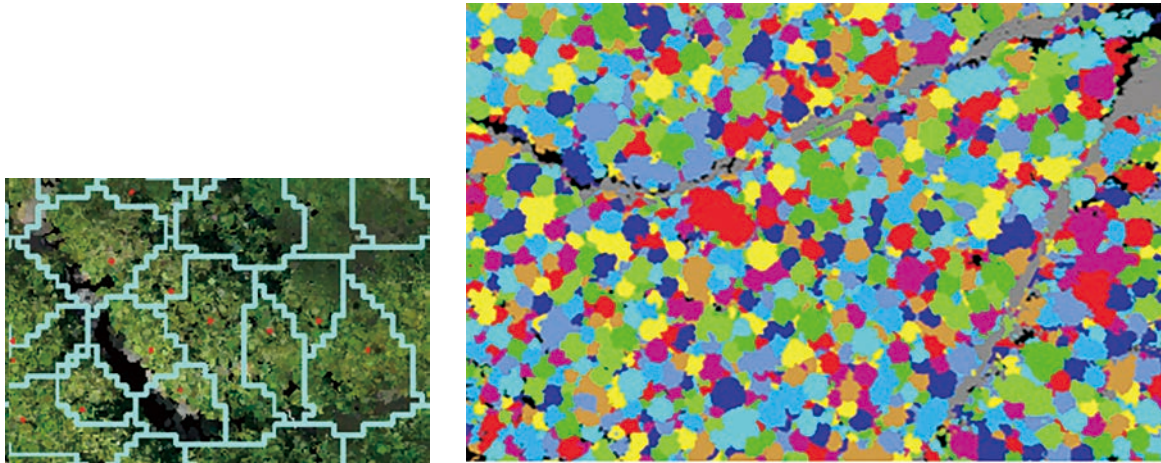


図1.1.3.1-4. UAV計測にて取得した3D点群データからの単木抽出結果



範囲：[138.02659,35.71629],[138.52675,36.20088]

図1.1.3.1-5. LandsatによるAGB推定を実施した領域

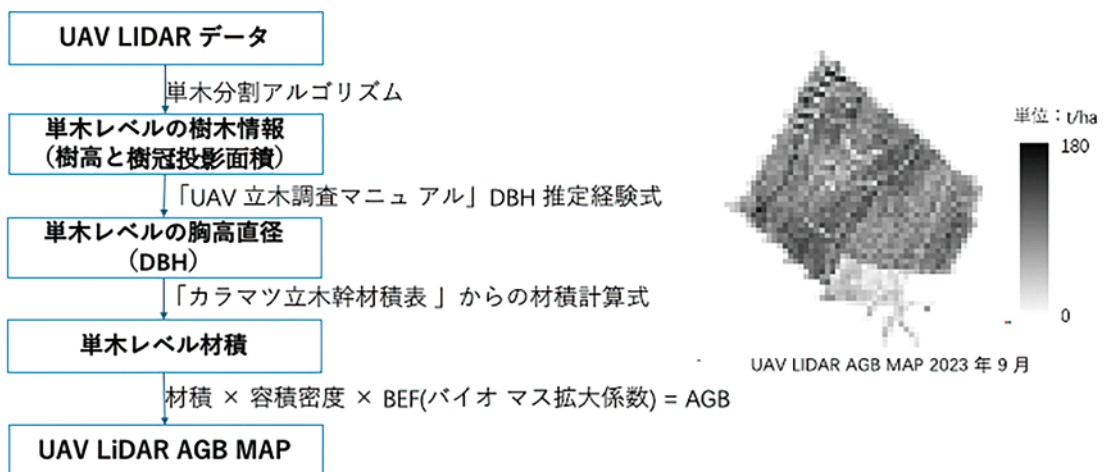


図1.1.3.1-6. UAV LiDARによる点群データからの高精度AGBマップ

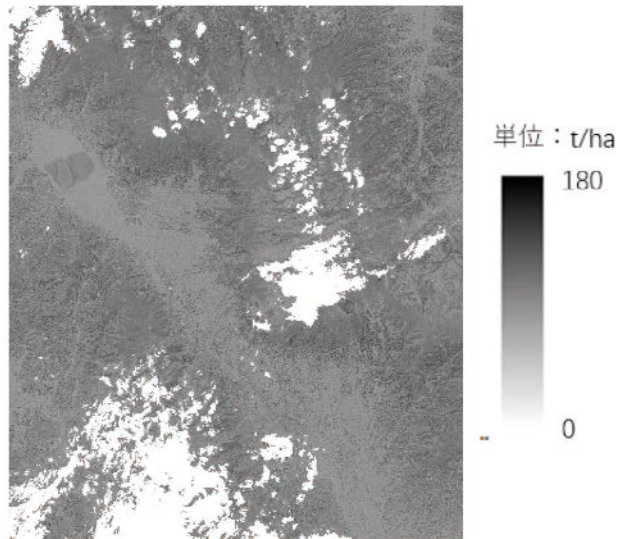
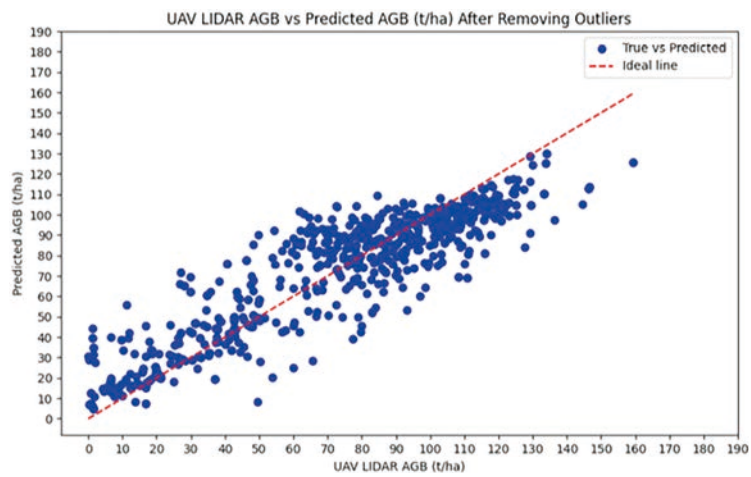


図 1.1.3.1-7. Landsat を併用した AGB 推定結果



Mean CV RMSE: 16.99t/ha
 Standard Deviation of CV RMSE: 0.76t/ha

図 1.1.3.1-8. Landsat データを用いた AGB 推定モデルによる推定結果の精度検証

1.2. プログラム2：環境診断プログラム

衛星観測・地上観測データベースを活用し、地球環境の変動とその要因を解明する研究を行う。

Program 2: Environmental Diagnostics

Conducting research to elucidate global environmental changes and their factors by utilizing satellite observations and ground observation databases.

[研究内容と令和5年度の成果]

◆1.2.1. 陸域生態系炭素循環モニタリング・モデリング

(市井和仁、山本雄平)

◆◆1.2.1.1. GCOM-C衛星搭載SGLIセンサ向け陸域炭素フラックスプロダクトの構築

(Shuai Shao、長谷美咲、市井和仁)

【重点2：地球観測衛星検証】 【重点3：温室効果ガス収支研究】

我々はGCOM-C衛星搭載SGLIセンサデータを用いた陸域炭素フラックスプロダクトの構築を担当している。本研究では、衛星観測データ利用型で陸域生態系炭素・水・熱フラックスを推定可能なBESSモデル (Breathing Earth System Simulator) を利用し、GCOM-C SGLIからのプロダクトと他必要なデータセットを入力として、炭素フラックスなどの推定を行った。また、定期的にプロダクトを構築できるように自動化を行った。

まず、本年度準備した地上観測ネットワークデータと本研究での推定結果を比較した (図1.2.1.1.-1.)。本結果では、0.05度グローバルの結果を用いているために、観測サイトとプロダクトとの間での空間スケールの違い、という問題は残る。概ね1:1に近い関係が得られている。いずれの結果も空間的なスケールの違い、いくつかの観測データにおけるエラー値の検討など、今後の解析で大幅な結果の改善が期待できる。特に250m分解能のプロダクトを構築することで、さらなる改善が期待できる。

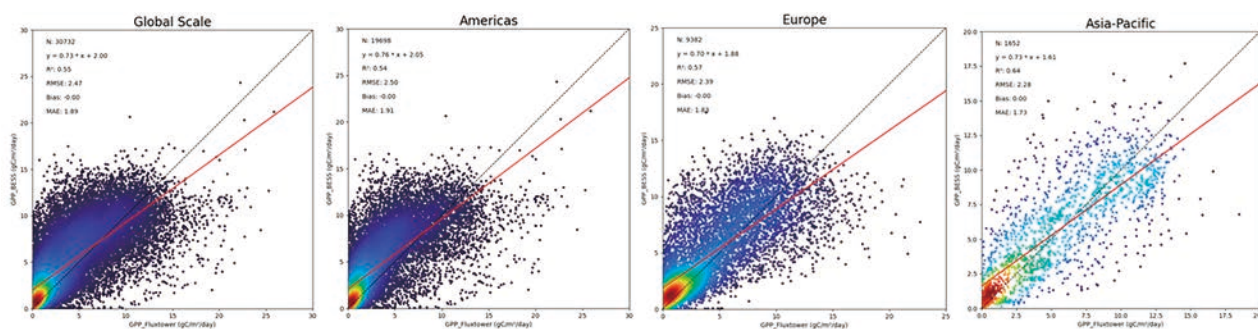


図1.2.1.1.-1. 本業務において収集した地上観測データの観測データとGCOM-C SGLI GPPプロダクトとの比較結果。SGLI GPPプロダクトとしては、0.05度グローバルデータを利用した。

次に構築したGCOM-C SGLI光合成量プロダクト (0.05度全球) の応用の一例を図1.2.1.1.-1.に示す。今年度業務では、SGLIよりアルベド・葉面積指数・地表面温度・下向き短波放射の4つのプロダクトを利用し、光合成量と副産物である蒸発散量を推定し、2018年から2022年までのデータを構築した (図1.2.1.1.-2.)。これらのデータを利用し、異常気象などによる炭素フラックスの変動の検出を試みたところ、2020年春におけるシベリアの異常高温や2019年末～2020年初頭におけるオーストラリアの異常熱波、乾燥時における光合成量の変化をとらえることもできた。

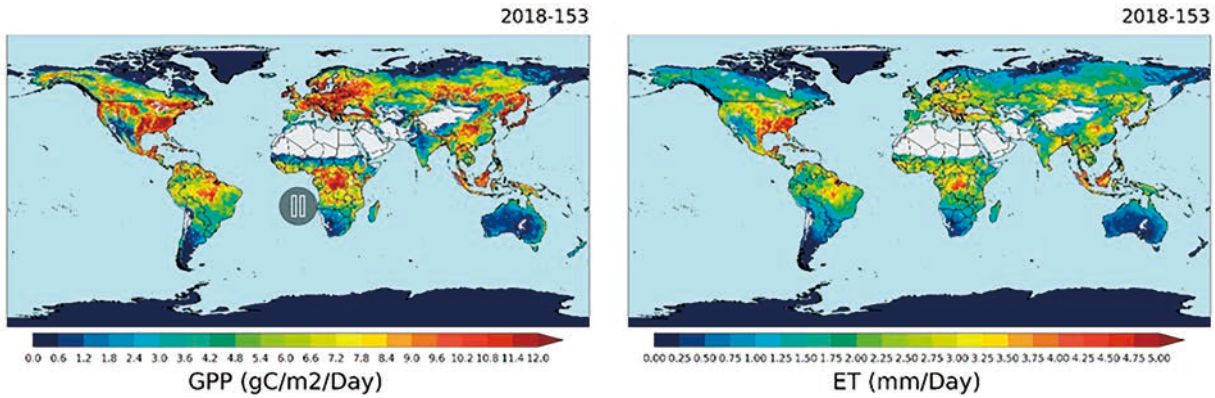


図1.2.1.1-2. 構築したGCOM-C SGLIプロダクト（全球0.05度）の一例。2018年153日目を示した。左は光合成量、右は蒸発散量である。

◆◆1.2.1.2. ひまわり8号の地表面温度を活用した植生の乾燥化検出
(山本雄平、市井和仁)

【重点2：地球観測衛星検証】【重点5：静止気象衛星】

我々は、気象衛星ひまわり8号から推定された地表面温度の日変化情報を活用し、従来の手法よりも詳細に植生の乾燥状態を検出する新しい方法を考案した(図1.2.1.2.)。この技術により、猛暑による植物の高温・乾燥ストレスを早期に検出できるため、農業や林業のリスク管理や森林火災の早期発見に大きな貢献が期待される。この成果は、2023年6月に国際誌「Remote Sensing of Environment」に掲載された。

ひまわり8号から10分毎に推定された地表面温度データを基に日最高温度、日較差、ピーク時刻、冷却時定数などの指標を日ごとに算出し、どの指標が植生の乾燥状態を反映した時間変化をするか評価した。特に、日較差の増大と日最高温度の上昇が土壌水分量や潜熱フラックスの低下と強く関連していたことが示された。また、日較差と日最高温度を活用することで、分光植生指標では判別が困難なレベルの乾燥シグナル(大規模な枯渇や変色には至っていないけれど、乾燥化が起きている状態)を検出できることが示された。

今回考案した乾燥化の検出手法を、ひまわり8号と同等の観測スペックをもつ他国の気象衛星にも展開することで、急速な環境変動をグローバルで把握できるようになることが期待される。本成果は毎日新聞、JA農業協同組合新聞、農機新聞、全国農業新聞、SMART AGRI、農村ニュース、UchuBizなどのメディアで取り上げられ、その社会的意義が広く認知された。この報告書を通じて、我々の研究が気候変動対策や環境保全にどのように貢献できるかを理解していただければ幸いです。

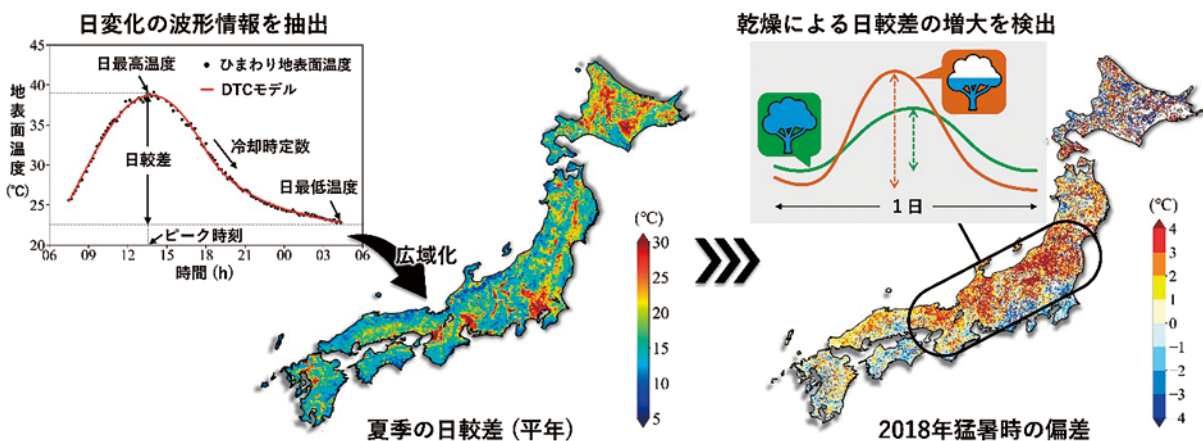


図1.2.1.2. ひまわり8号の地表面温度データ(日較差)を活用した植生の乾燥化検出の概略図

成果(参考論文): Yamamoto Y., K. Ichii, Y. Ryu, M. Kang, S. Maruyama, S.J. Kim, J.R. Cleverly (2023) Detection of vegetation drying signals using diurnal variation of land surface temperature: Application to the 2018 East Asia heatwave. Remote Sensing of Environment, 291, 113672, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.113572>.

◆1.2.2. 大気科学および衛星リモートセンシング

(齋藤尚子)

二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガス（GHG）による地球温暖化の進行は世界共通の極めて深刻な環境問題であり、GHG濃度の継続的かつ広域にわたるモニタリングは益々重要になっている。当研究室では、日本のGHG観測技術衛星GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）（2009年1月打ち上げ）、および後継機GOSAT-2（2018年10月打ち上げ）からGHGを含む各種気体成分や気温の鉛直濃度分布を導出するアルゴリズムの開発を行っており、衛星観測にもとづく大気微量成分の濃度の3次元（緯度・経度・高度）時系列データと数値モデルを組み合わせた大気科学研究を行っている。

ここでは、今年度の研究成果である、GOSATおよびGOSAT-2のアルゴリズム改良、GOSATと航空機観測の二酸化炭素データの季節変動の比較、GOSAT-2データのGHG濃度比にもとづく東アジアの二酸化炭素排出の影響評価、メタン収支推定における南アジアの地上観測のインパクト評価、の4件について報告する。

◆◆1.2.2.1. GOSATおよびGOSAT-2のアルゴリズム改良

【重点2：地球観測衛星検証】

GOSAT/TANSO-FTS（Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation - Fourier Transform Spectrometer）およびGOSAT-2/TANSO-FTS-2の熱赤外バンド（TIRバンド）の観測スペクトルから気温および各種のGHG濃度を導出（リトリーバル）するアルゴリズムを改良した。

まず、リトリーバルの際の大気層の設定を再検討した。平行平板大気を仮定した放射伝達計算を行う大気層であるフルグリッド層はなるべく細かくする（薄い大気層を設定する）方が計算誤差を小さくできるが、細かくすればするほど計算時間が長くなるという欠点がある。TANSO-FTS、TANSO-FTS-2のTIRバンドのリトリーバル処理では、フルグリッド層は「UARS standard pressure」方式で設定している[Saitoh et al., 2009]。水蒸気やオゾンなど、高度方向に濃度が大幅に変動する（桁のスケールで変動する）気体のアベレーシングカーネルの形状を評価した結果、116レベル115層のフルグリッド層を採用することとした。リトリーバルグリッド層はフルグリッド層の部分集合とし、各気体のアベレーシングカーネルに歪みが生じないように、地表面-100hPaでは14レベル、100-10hPaでは12レベル、10-1hPaは3レベル、1-0.1hPaは1層として、30レベル29層のリトリーバルグリッド層を設定した。図1.2.2.1.に、116レベル115層のフルグリッド層および30レベル29層のリトリーバルグリッド層で計算した水蒸気とオゾンのアベレーシングカーネルを示す。フルグリッド層とリトリーバルグリッド層のアベレーシングカーネルの形状とピーク高度が概ね一致していることが確認できた。

次に、リトリーバル処理をリニアベースで実施できるようにアルゴリズムを改良した。水蒸気やオゾンは高度方向の濃度の変化量が極めて大きいため、安定してリトリーバル処理を実施するために、ヤコビアン行列は濃度のログを取った式で計算する方法が一般的である。濃度のログのヤコビアン行列を用いてリトリーバル処理を行うため、計算される行列やベクトルはログベースとなる。この場合、リトリーバル結果の誤差分散・共分散行列は数学的にリニアに変換することができないため、衛星プロダクトをトップダウン手法によるGHGの発生源・消失源インバース解析の観測データとして使用する際に、観測データの誤差分散・共分散行列をそのまま投入することができないことが大きな問題となっていた。そこで、リトリーバル処理に用いるヤコビアン行列の計算式を修正し、各種行列・ベクトルについて鉛直方向と波数方向にそれぞれ座標変換を適用して、気体濃度のリトリーバル処理をリニアベースで実施できるようにした。

さらに、リトリーバル処理に用いる波数チャンネルであるマイクロウィンドウを再検討し、観測スペクトルと理論フォワードスペクトルとの差分の要因となる、①観測スペクトルの系統誤差、②地表面パラメータ（地表面温度および地表面射出率）の推定誤差、③大気プロファイル濃度の推定誤差、④放射伝達計算の誤差を、分子による吸収の影響が少ない高透過率の波数チャンネルで評価することにより、毎リトリーバル処理時に動的に修正する方式とした。

これらのアルゴリズム改良の結果、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素のリトリーバル結果の確度・精度が向上し、航空機観測データとの一致がよくなることが確認できた。

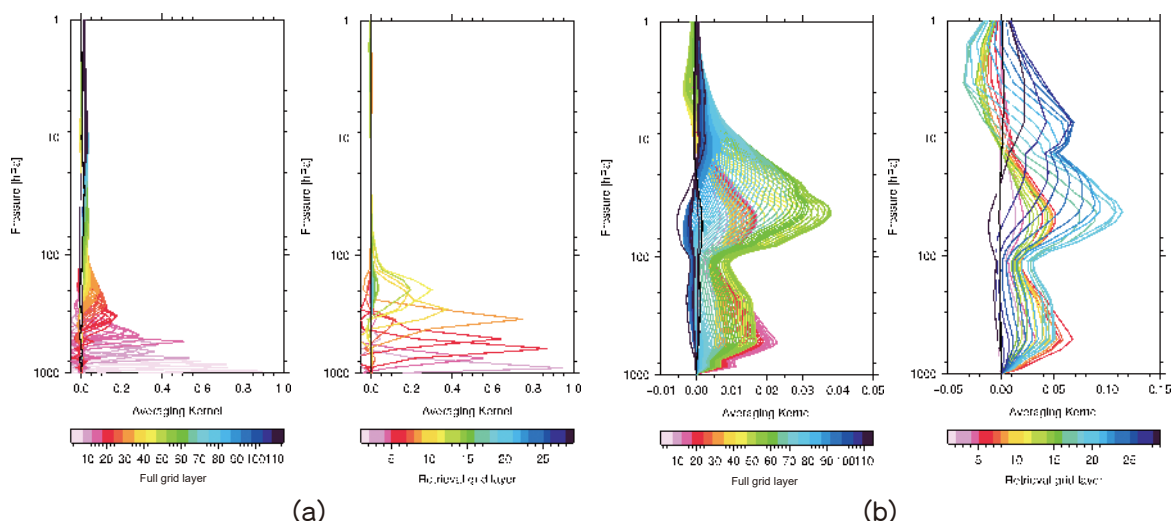


図1.2.2.1. (a) 水蒸気と (b) オゾンの116レベル115層のフルグリッド層で計算したアベレージングカーネル（左）と30レベル29層のリトリバルグリッド層に線形写像して計算したアベレージングカーネル（右）。低緯度・夏季のTANSO-FTS-2の観測条件で計算。

本研究は重点プロジェクト2（地球観測衛星検証プロジェクト）の研究成果であり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の令和5年度委託研究業務の成果である。航空機観測データ等との比較にもとづいて検証を行い、衛星プロダクトのデータ質の問題点を整理することにより、衛星プロダクトのリトリバル処理アルゴリズムの大幅な改良の必要性が明らかになった。

◆◆1.2.2.2. GOSATと航空機観測の二酸化炭素データの季節変動の比較

【重点2：地球観測衛星検証】

GOSAT/TANSO-FTSのTIRバンドの二酸化炭素濃度の高度プロファイルデータ（TIRデータ）を用いて、領域・高度別に二酸化炭素濃度の年増加量と季節変動を算出し、航空機観測データとの比較を通して特徴を精査した。

2009年4月から2014年5月のTIRデータと航空機観測の二酸化炭素濃度の高度プロファイルデータ（CONTRAIL/CMEデータ）の季節変動を領域毎、高度毎に比較した。図1.2.2.2-1(a)に北半球高緯度の空港領域（DME）における気圧層別の比較結果を示す。DMEでは、TIRデータとCME_AKデータ（CMEデータにTIRバンドのアベレージングカーネルを適用したデータ）の季節変動がほぼ一致していることから、TIRデータには季節変動の議論に影響を与えるような誤差がないと判断できる。しかしながら、TIRデータおよびCME_AKデータの季節変動の振幅はオリジナルのCMEデータと比較すると過小評価されていることから、TIRデータの観測情報量の不足と高度分解能の粗さが影響していると考えられる。

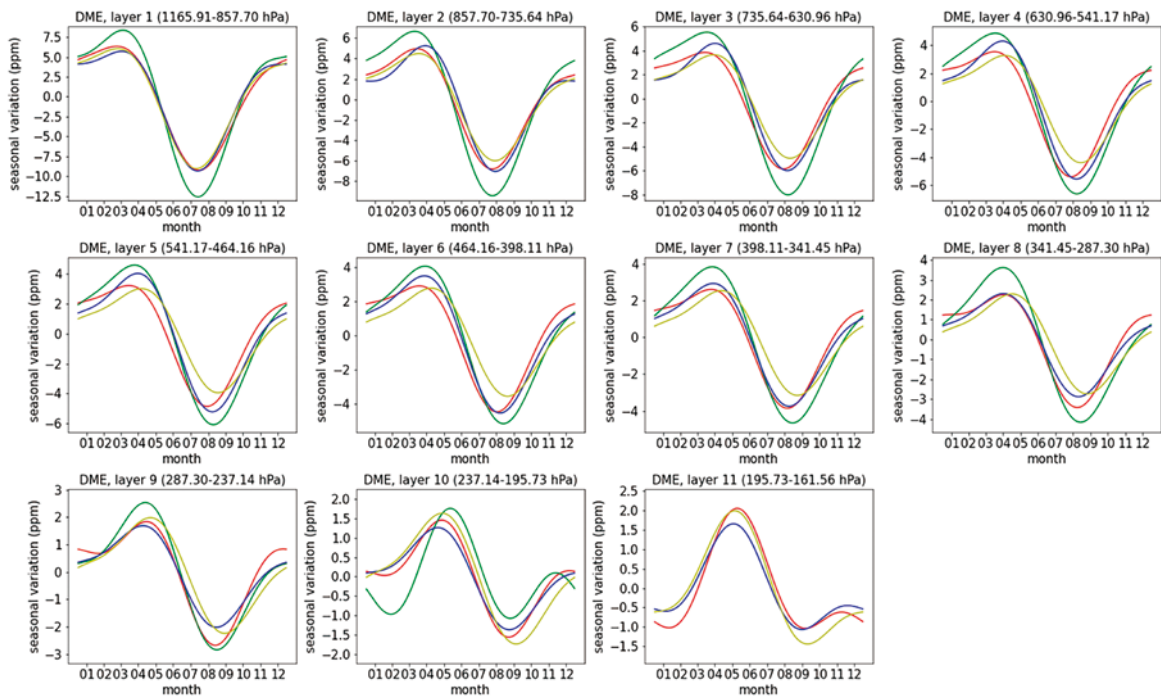


図1.2.2.2-1. (a) DME領域の高度ごとの1年間の季節変動。赤線、緑線、青線、黄線はそれぞれTIR、CME、CME_AK、アオリデータの結果である。ただし、DME領域のTIR気圧層11層目のCMEはデータ数不足のためフィッティングを実施しておらず結果はない。

図1.2.2.2-2. (b)に南半球の空港領域 (SYD) における比較結果を示す。南半球では、TIRデータ、CMEデータ、CME_AKデータの季節変動の振幅および位相の特徴には互いに大きな違いがみられた。南半球の二酸化炭素濃度の季節変動は北半球からの輸送の影響も受けて北半球より複雑であることから、南半球においてはTIRデータにもとづく濃度の季節変動の議論が特に難しいと考えられる。限られた領域ではあるが、様々な緯度帯に位置する空港上空の航空機観測データと比較を行うことにより、TIR観測の高度分解能の粗さと情報量の不足、アオリデータのバイアスが二酸化炭素濃度の季節変動の議論に影響することが例証された。今後、衛星のTIRバンドの二酸化炭素濃度データを用いて年増加量と季節変動の議論をする際には、本研究の結果に留意すべきである。

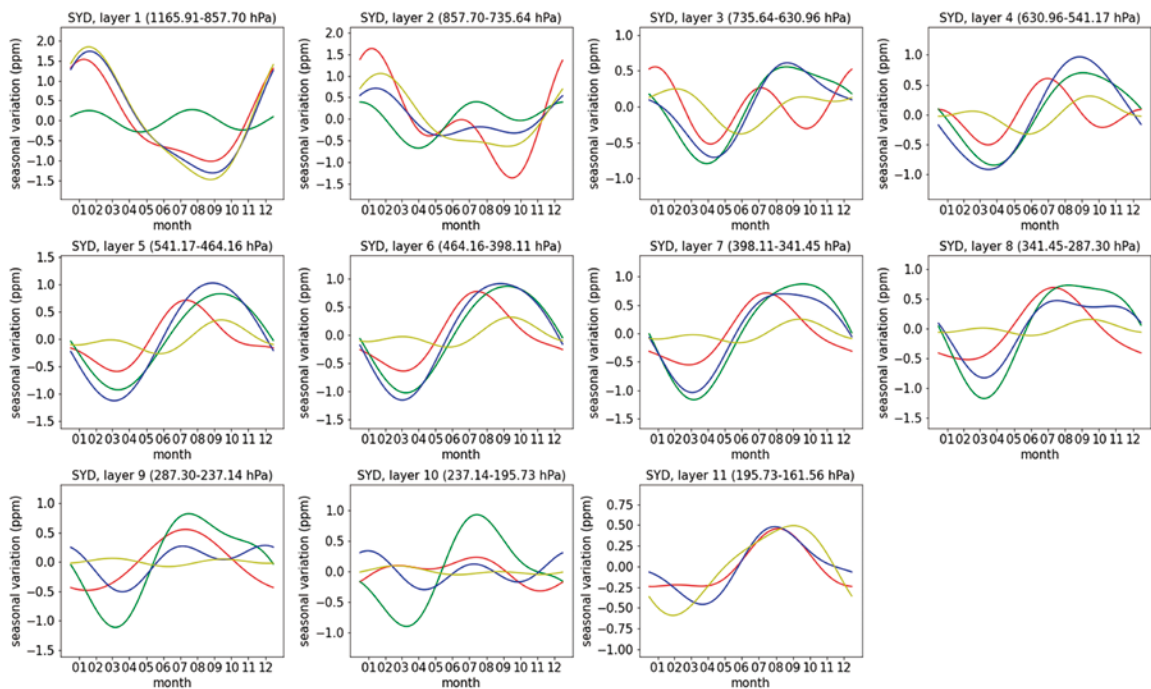


図1.2.2.2-2. (b) SYD領域の高度ごとの1年間の季節変動

本研究は重点プロジェクト2（地球観測衛星検証プロジェクト）の研究成果であり、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の令和5年度委託研究業務の成果である。衛星プロダクトと航空機観測の二酸化炭素データの濃度の季節変動を領域別・高度別に比較し、衛星観測の特徴と限界（高度分解能の粗さや情報量の不足など）を明らかにしたものである。

◆◆1.2.2.3. GOSAT-2データのGHG濃度比にもとづく東アジアの二酸化炭素排出の影響評価

【重点3：温室効果ガス収支研究】

特に2000年以降、中国は産業の拡大に伴って急激な経済成長を見せており、現在、世界で最も化石燃料の燃焼によって二酸化炭素を排出している国の一つである。中国での化石燃料の生産・燃焼に伴って大量の二酸化炭素、メタン、一酸化炭素が排出されており、これらの気体の近年の排出量の増加によって、排出源の中国の風下地域において二酸化炭素、メタン、一酸化炭素の濃度が上昇している [Tohjima et al., 2014]。

本研究では、GOSATとGOSAT-2の二酸化炭素、メタン、一酸化炭素のカラム平均濃度（ XCO_2 、 XCH_4 、 XCO ）データを用いて、バックグラウンド濃度に対する超過濃度（ ΔXCO_2 、 ΔXCH_4 、 ΔXCO ）を算出し、2気体の超過濃度の比を取ることで、中国の3つの陸地域（中国東部、中国北部、中国南部）と日本と中国の間に位置する2つの海領域（東シナ海、日本海）で「Enhancement Ratio (ER)」を算出し、中国大陸での化石燃料起源の二酸化炭素の排出が日本の海域に与える影響を評価した。ここでは、2気体の超過濃度の散布図をもとに線形回帰直線を計算し、その傾きを $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ と $\Delta XCO_2 / \Delta XCO$ のERと定義した。

図1.2.2.3.に、6つの領域で計算した $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ のERを示す。中国北部・東部では $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ のERと相関係数が一年を通して高く、中国北部・東部では年間を通して化石燃料起源の二酸化炭素が多く排出されているという事実と一致していた。一方、二酸化炭素とメタンの大規模な排出源がほとんどないとみなせる海領域では、月別ERでは2、3月に、季節別ERでは冬と春に $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ のERが高値となっており、先行研究のTohjima et al. [2014, 2020] が波照間島の地上観測データをもとに解析した結果と一致していた。3つの海領域には大規模な二酸化炭素の排出源がないこと、中国北部・東部では $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ のERが年間を通して高いことから、大陸側で化石燃料の燃焼によって排出された二酸化炭素が冬季の東アジアモンスーンによって海領域に輸送され、海領域の ΔXCO_2 の増加の原因となったと考えられる。

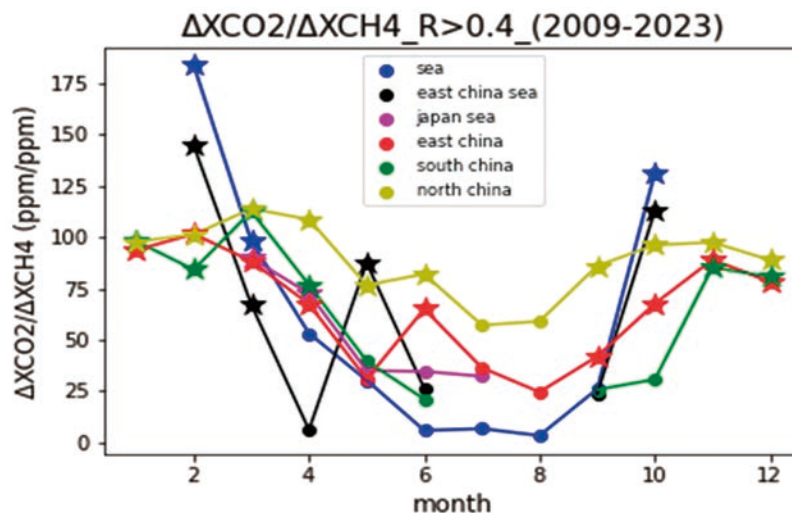


図1.2.2.3. 6つの領域における、2009年4月–2023年6月の月ごとの $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ のERの季節変動。黄線、赤線、緑線、青線、黒線、紫線がそれぞれ中国北部、中国東部、中国南部、海領域全体、東シナ海、日本海のERを示している。星型のシンボルは、相関係数が0.4以上であった月の $\Delta XCO_2 / \Delta XCH_4$ の値を示している。

さらに、東シナ海と日本海の空気塊の後方流跡線解析から、東シナ海には中国北部・東部から、日本海には中国北部から化石燃料起源の二酸化炭素が運ばれている可能性が明らかになった。本研究の $\Delta XCH_4 / \Delta XCO_2$ と先行研究のTohjima et al. [2014] の波照間島の地上観測データにもとづく $\Delta CH_4 / \Delta CO_2$ の季節変動の特徴が一致していることから、本研究の衛星データにもとづく解析結果にも先行研究で議論された中国からの化石燃料起源の二酸化炭素の日本の海域への輸送の特徴が表れていることが示された。

本研究は重点プロジェクト3（温室効果ガス収支研究プロジェクト）の研究成果であり、衛星観測による二酸化炭素およびメタンのカラム量データの濃度比の解析と後方流跡線の解析から、中国の異なる領域で排出された

二酸化炭素が冬季の東アジアモンスーンによって日本海および東シナ海に輸送されてくる特徴が明らかになった。

◆◆1.2.2.4. メタン収支推定における南アジアの地上観測のインパクト評価

【重点3：温室効果ガス収支研究】

大気中のメタンは、放射強制力において二酸化炭素に次ぐ主要な人為起源GHGであるが、排出源が多岐にわたっており、その多くはメタン生成菌等の生物由来であるため、発生プロセスも極めて複雑である。アジア域はメタンの一大排出源であり、ヒマラヤ山脈の南側に位置するインド・ガンジス平原は広大な水田地帯であるとともに人口密集地域でもあるため、南アジアの水田や家畜からは膨大な量のメタンが排出されている。さらに、アジア域はモンスーン循環に伴う強い上昇流のため、地上で排出された物質が容易に上空に輸送される特異的な領域であり、上空に輸送された高濃度のメタンはOHラジカルとの消失反応を経ながら水平方向に広域に輸送される。このため、南アジアは全球スケールの大気中メタン濃度やメタン排出量（フラックス）を解明する上で重要な地域であるが、長期的なメタン濃度およびフラックスの観測データが乏しく、地上観測の空白域となっている。

そこで本研究では、国立環境研究所が長期間にわたってインドのナイニताल（NLT、2006年～）とバンガラデシュのコミラ（CLA、2012年～）で実施しているフラスコサンプリングによるメタンの濃度観測データを、海洋研究開発機構のP. K. Patra博士（CEReS客員教授）によって開発されたMIROC 4-ACTMによるインバース解析に投入した場合のメタン収支推定への影響を定量的に評価した。図1.2.2.4-1.に、全球の地上観測データ（ObsPack GLOBALVIEW）にNLTおよびCLAのフラスコサンプリングデータを加えて、MIROC4-ACTMのインバース解析によりメタンの収支推定を行った場合の誤差低減率（事前誤差と事後推定誤差の比較）を示す。2013年から2020年までのNLTおよびCLA観測データを用いたインバース解析により、ObsPack GLOBALVIEWデータのみを用いたインバース解析からさらに最大40%も誤差が低減することがわかった。このことは、NLTおよびCLAのフラスコサンプリング観測の重要性を示すものである。図1.2.2.4-2.より、南アジアにおけるフラスコサンプリングデータを追加した効果は、NLTの観測が開始された2006年以降に明らかに見られる（図1.2.2.4-2. a)）。NLTの観測データは、数年にわたって事後推定のメタンフラックスを増加させていることがわかる。これに対し、2012年に観測が開始されたCLAの観測データを追加したことによるメタンフラックスの増加は顕著ではない。特にCLAの観測データはメタン濃度の変動が大きく、多くの外れ値があり、これがインバース解析によるメタン収支推定の安定性と信頼性を低下させているものと考えられる。NLTおよびCLAの観測データを用いたインバース解析では、農業セクターのメタンフラックスが修正されることによって、トータルフラックスの季節サイクルが変化した。アприオリのメタンフラックスには8月に1つのピークが現れていたが、事後推定のメタンフラックスには5月と9月に2つのピークが現れていた。これは、夏作物の圃場準備や稲の刈り取り段階の水田からのメタン排出に関連している可能性が高い。本研究により、NLTとCLAの観測データは主に南アジアの北東部（インド・ガンジス平原）のメタンの変動に感度があるものの、インド南部の情報量は乏しいことが明らかになった。今後は、後方流跡線解析を実施し、南アジアのメタンの変動に感度がある観測サイトを選定するなど、観測網を中央インドと南インドまで拡張する必要があることが示唆される。

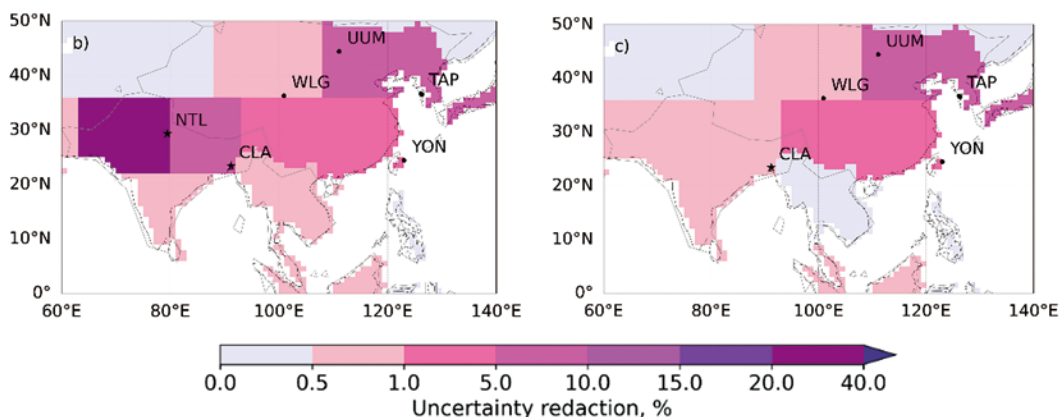


図1.2.2.4-1. MIROC4-ACTMのインバース解析によりメタンの収支推定を行った場合の標準計算（ObsPack GLOBALVIEWデータのみ使用）からの誤差低減率。b) CLAとNLTの観測データを両方追加した場合、c) CLAの観測データのみを追加した場合。誤差低減率が低い領域はメタンの収支推定値がアприオリ値より変化しない（情報がもたらされない）ことを示す。

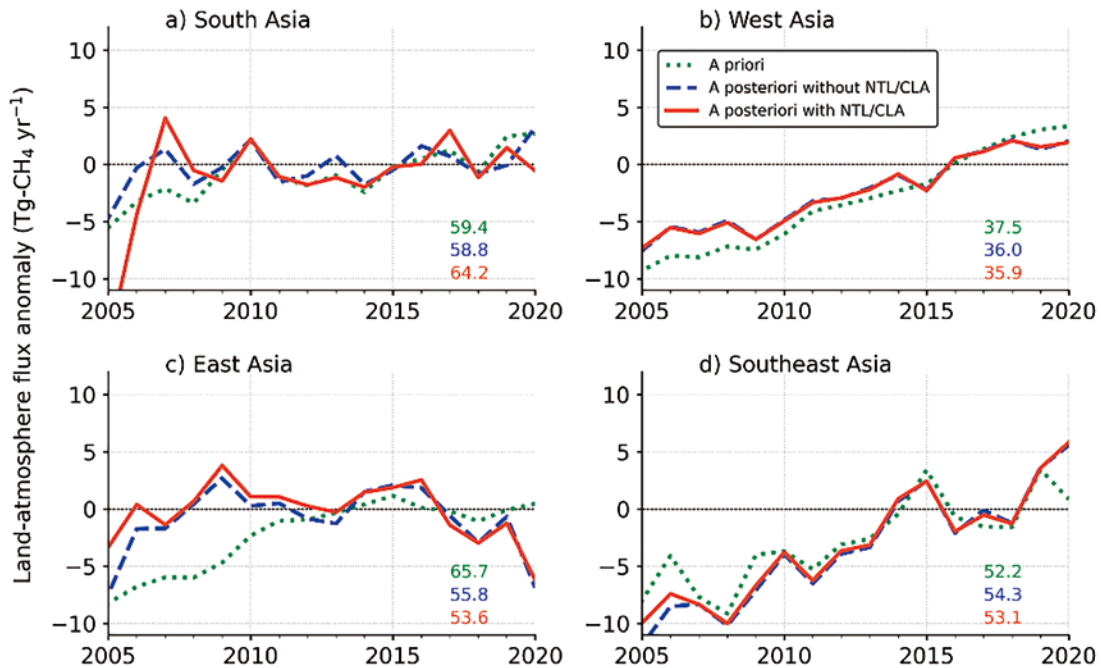


図 1.2.2.4-2. MIROC4-ACTM のインバース解析により推定した各領域のメタン排出量アノマリーのアプリオリ、標準計算 (ObsPack GLOBALVIEW データのみ使用)、CLA と NTL の観測データを両方追加した場合の時系列 (2005~2021 年)。各領域の個々の推定値の長期平均 (2013~2020 年) を差し引いて排出量の平年値を計算した。各パネルの数字はアプリオリと事後推定の長期平均メタン排出量 (単位: Tg-CH₄ yr⁻¹) である。

本研究は重点プロジェクト 3 (温室効果ガス収支研究プロジェクト) の研究成果であり、環境再生保全機構 (ERCA) の環境研究総合推進費 SI-8 課題の成果である。メタンの収支推定における地上観測データの重要性を数値モデルによるインバース解析から定量的に評価したものである。メタン収支推定において、今後、地上・衛星で重点的に観測すべき地域を選定する上で有用な研究である。

成果 (参考論文) : D. Belikov, P. K. Patra, Y. Terao, M. Naja, Md. K. Ahmed, and N. Saitoh, Assessment of the impact of observations at Nainital (India) and Comilla (Bangladesh) on the CH₄ flux inversion, Prog Earth Planet Sci., accepted, 2024.

◆ 1.2.3. 地球生物圏における環境診断 (楊 偉)

◆◆ 1.2.3.1. GCOM-C/LAI 衛星プロダクトの開発

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) は、2017 年 12 月 23 日に地球環境変動観測衛星 GCOM-C (Global Change Observation Mission - Climate) を打ち上げた。JAXA の GCOM-C 衛星の標準プロダクトの 1 つとして、葉面積指数 (Leaf Area Index, LAI) と光合成有効放射吸収割合 (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation, FAPAR) のプロダクトを開発した。

米国航空宇宙局 (NASA) やコペルニクス・グローバル・ランド・サービス (Copernicus Global Land Service, CGLS) による他の全球 LAI および FAPAR プロダクトと比較して、我々のプロダクトは、高い空間分解能と時間分解能 (250m, Daily)、推定アルゴリズムが完全な 3 次元植生放射伝達モデルである Forest Light Environmental Simulator (FLiES)、および本研究のために作成された植生ランドスケープモデルと全球森林ランドスケープマップに基づいている、という利点がある。このアルゴリズムと補助データセットは、多かれ少なかれ MODIS LAI/FAPAR の影響を受けている既存のプロダクトとは完全に独立しており、LAI と FAPAR の代替的かつ独立したソースを提供する。このデータセットは 2018 年 4 月から作成されており、JAXA の G-Portal サイト (<https://gportal.jaxa.jp/gpr>) で公開されている。現場データを用いた精度評価の結果、LAI と FAPAR の二乗平均平方根誤差 (RMSE) はそれぞれ 0.776 と 0.112 であった。また、我々の LAI と FAPAR の推定値を 3 つの既存のグローバルデータセット (PROBA-V/OLCI、MODIS、VIIRS プロダクト) と比較した。LAI と FAPAR の空間分布は、時間的傾向は類似していたものの、データセット間で異なる特徴を示した。推定アルゴリズム、土地被覆図、入力データの違いによるデータセット間の推定結果の違いは、今後評価する必要がある。

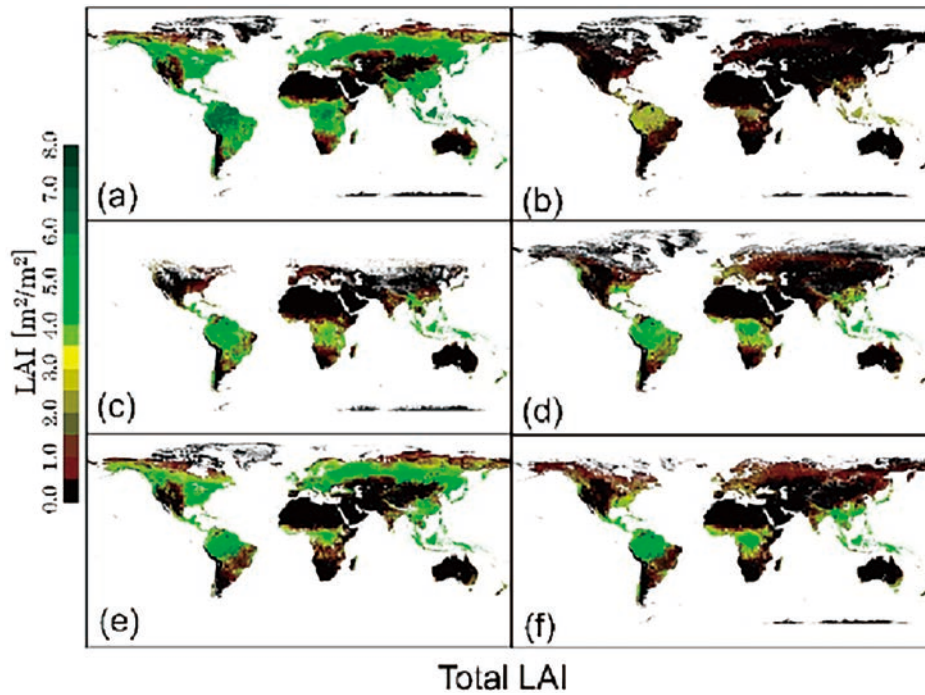


図1.2.3.1-1. GCOM-C/LAIの全球空間分布図の例 (a)年間3位のLAI、(b)年間最小値3位のLAI、(c)1月の平均値、(d)4月の平均値、(e)7月の平均値、(f)10月の平均値)

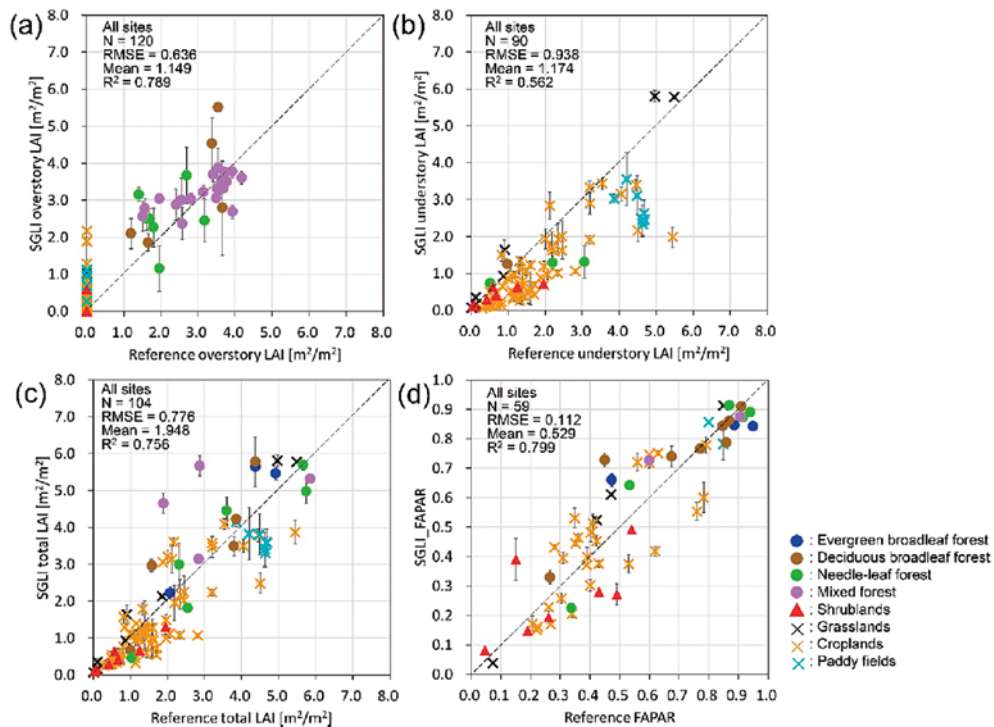


図1.2.3.1-2. GCOM-Cによる推定したLAIの精度検証の結果

参考文献：Toshiyuki Kobayashi, Hideki Kobayashi, Wei Yang, Hiroshi Murakami, Yoshiaki Honda, Kenlo Nishida Nasahara, “The development of a global LAI and FAPAR product using GCOM-C/SGLI data”, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 202, 479-498, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.07.003>, 2023

◆◆1.2.3.2. 北半球における植生フェロロジーの動態解析

植生の展葉開始日 (onset date of vegetation green-up, VGD) は、春の気温上昇に対する感度と、生態系や気候システムの様々なプロセスにおける役割から、気候変動に対する生態系の応答の指標として広く用いられている。人工衛星観測データと現地観測データの分析によると、1980年代から1990年代にかけて、地球温暖化に伴うVGDの広範囲での大幅な早期化が見られたが、最新の衛星を用いた研究では、1990年代後半から2010年代前半にかけて、温暖化の鈍化によりVGDの早期化が停滞したと報告されている。しかし、このように報告されたVGDのペースダウン現象は、高度超高分解能放射計 (AVHRR) センサー (AVHRR NDVI3g.v1) から得られた正規化差植生指数 (NDVI) データに基づいた解析であるため精度に問題がある点、ならびに2000年代前半以降のVGDの経年変化の推定値が中分解能画像分光放射計 (MODIS) やSPOT VEGETATIONから得られたNDVIデータなどの高品質衛星データから得られた推定値とは大きく異なることから、疑問の余地がある。さらに、展葉開始はそれに先立つ一定期間 (主に2週間から2か月間) の気温に依存することに対して、VGDの経年変化は年平均気温に基づいた解析であるため、年平均気温の温暖化ペースダウンは必ずしもVGD前の気温傾向を反映していない可能性があることを考慮すると、VGD動向について示されていたペースダウンが温暖化の鈍化を原因とすることについて疑問が生じる。また、2015年以降に温暖化が加速したことより、温暖化のペースダウンが終了した可能性を示している。しかし、VGD前の気温も同じく加速度的に上昇したかどうかは不明である。もし、VGD前の気温の時間変化が年平均気温の時間変化と同様であれば、VGD前気温変化のトレンドに転換点がある可能性がある。

本研究では、高品質のMODIS NDVIデータセットと欧州中距離気象予報再解析センター v5-Land (ERA5-Land) データセットの気候データを用いて、1990年代後半から2010年代前半にかけて、北半球 (NH) の中・高緯度 (30~75° N) において、VGD前の気温上昇とVGDの進行に休止期があるかを検証した。次に、VGD前気温とVGDの時間的トレンドの転換点の有無を検証し、温暖化鈍化期間後にVGD前気温の上昇が加速していることを確認し、関連するVGD応答を特定した。その結果、気温に対するVGDの感度が高いため、温暖化鈍化期間にも関わらずVGDが有意に進んだことが示された。また、2000年から2021年にかけてのVGDの早期化の値 (2.5-2.6日 \cdot decade $^{-1}$ 、 $P < 0.01$) は、集中的に温暖化が進んだ1982年から1999年、または1982年から2002年にかけての値に近いことから、春のフェロロジーの進展に基づく気候温暖化の推論には注意が必要であることを示唆している。

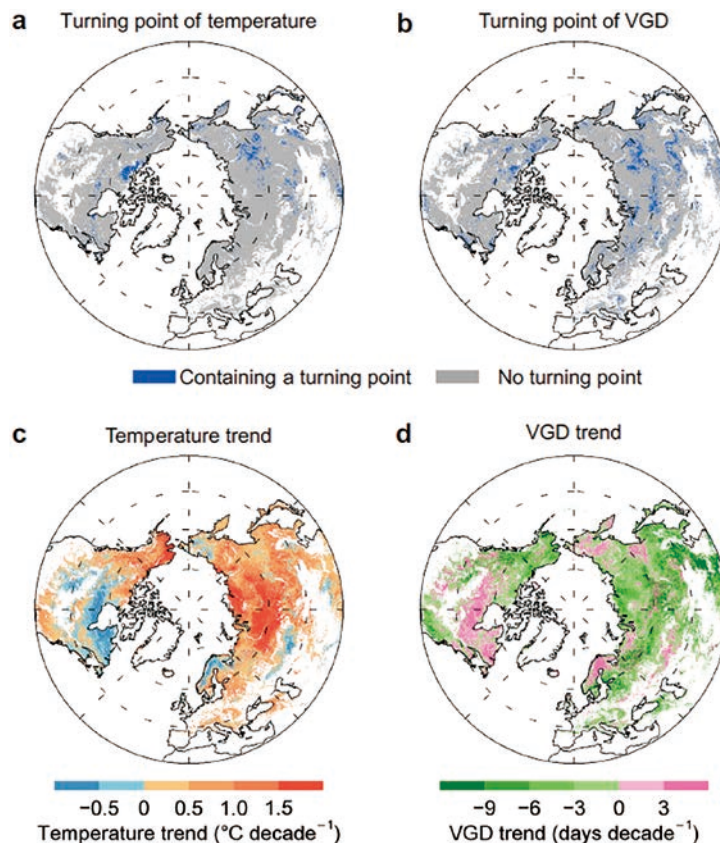


図1.2.3.2. 植生の展葉開始日 (VGD) とVGD前の平均気温の時間的トレンド

参考論文：Miaogen Shen, Nan Jiang, Jin Chen, Wei Yang, Xiaolin Zhu, Xufeng Wang, and Josep Penuelas, “Continuous advance in the onset of vegetation green-up in the Northern Hemisphere, during hiatuses in spring warming”, npj Climate and Atmospheric Science, 6 : 7, <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00343-0>, 2023

◆1.2.4. 高精度観測技術を用いた環境診断研究の新展開（入江仁士）

最大の地球環境問題のひとつとして人類の持続可能性を脅かしている気候変動の影響が世界各地で顕在化してきている。気候変動の原因は人間活動にあることは明白だが、気候変動を駆動しているさまざまな大気環境（各種微量気体、エアロゾル、雲）の変動プロセスの理解は不十分である。気候変動の緩和策・適応策の合理化につながる数値シミュレーションの検証と不確実性の減少のために、地球規模で長期にわたって均質なデータをもたらす唯一の方法であるリモートセンシング技術による大気環境変動研究は不可欠である。当研究室は、独自の世界最先端の高精度観測技術（リモートセンシングを含む）・データ・科学的知見を基盤に、環境診断研究の新展開を図っている。以下に2023年度の研究から2件の成果を報告する。

◆◆1.2.4.1. 気候変動が中国からの越境大気汚染経路に及ぼす潜在的な影響の検出可能性

【重点7：我が国の地球観測のあり方・次世代衛星ミッション検討】

気候変動は世界各地でその影響が顕在化してきており、社会の最大の関心事のひとつとなっている。気候変動は東アジア域の気象場の変化を介してエアロゾル等の越境大気汚染の分布等に顕著な影響を及ぼすことが予期される。このようにエアロゾルの越境汚染の変化は気候変動によって応答すると考えられるが、その実態を示す観測データは限られている。

本研究では、2003年から2021年までの長期の観測データとしてMODIS AODデータを用いた（Aerosol Optical Depth, AOD）。また、雲などによるデータ欠損の影響を抑えるために、MERRA-2のAODデータも解析した。モデルSPRINTARSのデータを同様な解析を行い、比較を行った。全てのデータについて、グリッド（MERRA-2の解像度 $0.625^\circ \times 0.5^\circ$ に変換済み）ごとのトレンド解析、ホフメラーダイアグラム解析および R_{AOD} 解析（中国の海岸 $125-130^\circ E$ のAODに対する経度 5° 毎の海洋上のAODの比率）を行った。 R_{AOD} を使用することで、年々の中国のエミッションの変動を除外できるほか、エミッションの変化ではなく、越境汚染輸送場の影響を検出できると期待した。

MODIS AODの10日間フォワードトラジェクトリの19年平均から、中国東海岸から太平洋に向けて、エアロゾルが東に輸送されることが分かった（図1.2.4.1.-1.）。中国の下流域に着目したところ、中国沿岸から北東方向に延びるAODの高い領域が海洋上で顕在化していたことが分かった。さらに、この領域のピークは仙台付近を通過していたことが分かった。これは、海上のMODISのAOD分布から見える濃淡は確かに越境汚染の影響によるものだと考えられる。また、 $25-30^\circ N$ の緯度帯の R_{AOD} の経度分布を解析した結果、中国の東海岸線から離れるにつれて R_{AOD} の値が指数関数的に減少する傾向が見られた（図1.2.4.1.-2.）。SPRINTARSも同様の傾向を示した。さらに、 R_{AOD} と経度間の回帰直線の傾きの絶対値からは、顕著な季節変動が見られ、これは対流圏下部の風のパターンと相関を示した。春と冬には傾きの値が大きく、これは強風が西から東へのエアロゾル輸送を促進していることを示唆した。一方、夏と秋には傾きの値が低く、これは弱い風下での北向きのエアロゾル輸送や、発生源の近くでの沈着が示唆された。 R_{AOD} には年々変動や季節変動が大きいにもかかわらず、長期にわたる R_{AOD} と気候モデルによるシミュレーションから、19年間にわたる潜在的な長期減少傾向が示された。しかし、19年間の R_{AOD} の変動は年々の変動より小さかったことから、この期間では気候変動に伴う顕著な気象場の変動が検出されなかった。これらの結果に基づき、 R_{AOD} から気象場に及ぼす気候変動影響を検出するためには、20年間以上の長期のエアロゾルデータが必要であると考えられる。

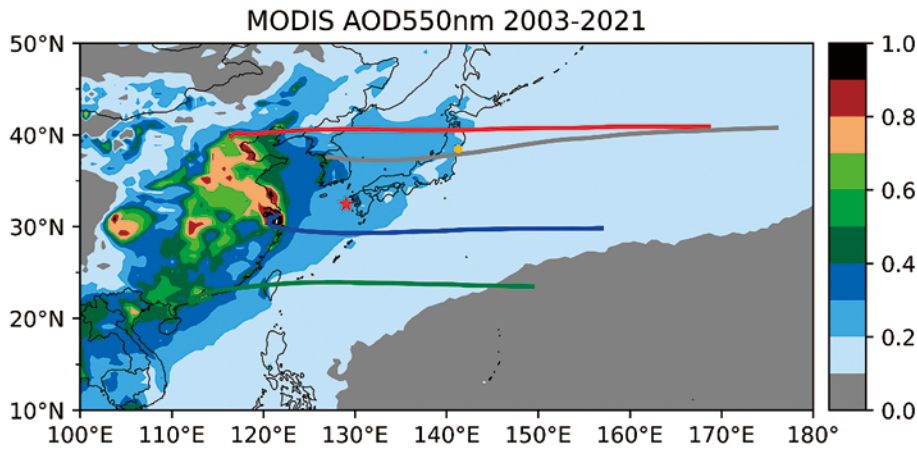


図1.2.4.1-1. 2003から2021年におけるMODIS AOD (波長550nm) の分布を示す。線はMETEX (Meteorological Data Explorer) による2003-2021年における北京 (赤)、ソウル (灰色)、上海 (青)、香港 (緑) を起点とした10日間のフォワードトラジェクトリ (地上から100m) の19年平均を表す。赤と黄色のシンボルはそれぞれ福江と仙台の位置を示す。

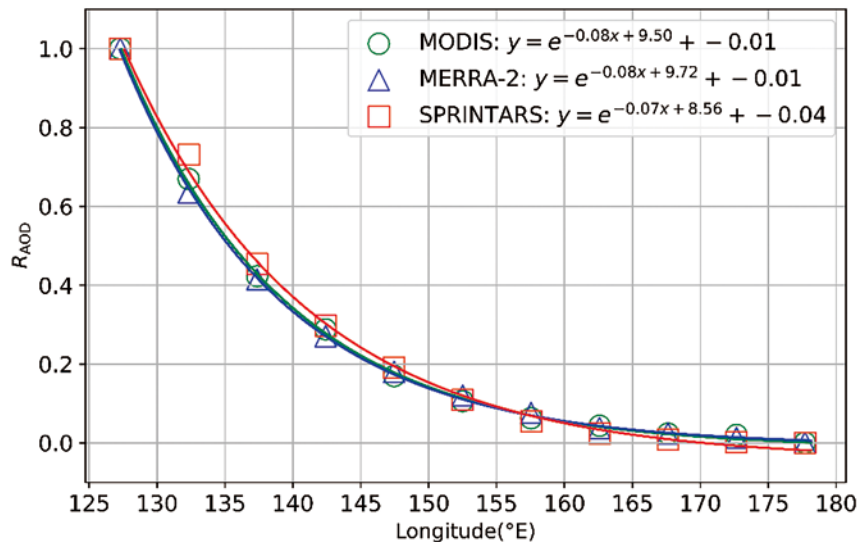


図1.2.4.1-2. MODIS (緑)、MERRA-2 (青)、SPRINTARS (赤) のデータから計算された R_{AOD} の経度分布

◆◆1.2.4.2. MAX-DOAS法を用いたコロナ禍を含む長期連続観測による日本の大気境界層中の二酸化硫黄濃度変動の要因解明

気候変動に寄与するだけでなく大気汚染や健康被害を引き起こす SO_2 は、空間代表性がより高い形で高濃度が顕在化する大気境界層中においては長期観測データが不足しており、特にコロナ禍期間においては濃度変動要因の系統的な理解には至っていない。本研究では、地上リモートセンシング手法のひとつである多軸差分吸収分光法 (Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy ; MAX-DOAS) を用いて大気境界層の紫外線領域の長期連続観測を行った。観測サイトは日本の異なる地理的特徴を持つ仙台・つくば・千葉・春日・福江の5サイトであり、最大11年間の連続長期データを取得することができた。バックトラジェクトリー解析を行ったところ、西日本に位置する春日・福江サイトでは SO_2 濃度が最も高い日にサイトの中央値の10倍以上の SO_2 濃度が観測され、火山噴火の影響が強く示唆された。一方で、千葉・つくば・仙台サイトでは高濃度日に港や沿岸部周辺の発電所や工場の影響が強く示唆された。千葉サイトでは4台のMAX-DOASを東西南北の4つの異なる方向に向けて観測している。千葉サイト南方向の2019年の前半8か月と2020年の後半8か月を比較すると SO_2 濃度は平均で59%も減少していることが分かった。この要因は千葉サイト南方向に位置している姉崎火力発電所の老朽化による休止やコロナ禍における鉄の需要減少による君津の製鉄所の縮小運転が関係していることが推察された。2022年以降、千葉サイトにおいて風向・風速の解析を行った結果、南西からの風が吹いている際に SO_2 濃度が高くなる傾向があり、千葉サイト南西方向にある火力発電所や東京湾上の船舶の影響が示唆される結果が得られた。

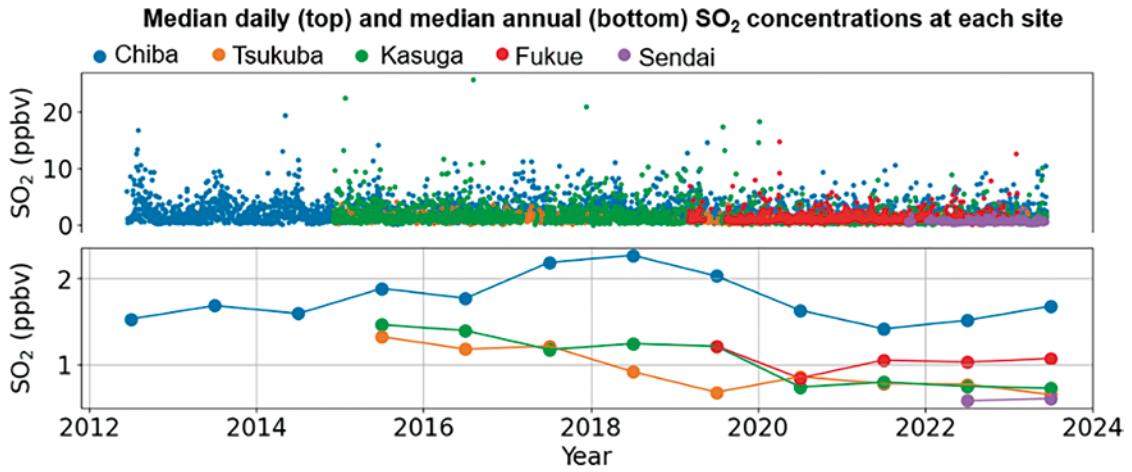


図1.2.4.2.-1. 各サイトのSO₂濃度日中央値と年中央値の推移

**Relationship between SO₂ concentration and wind direction
at the Chiba site from Jul. 2021 – Oct. 2023**

Angle: Daily average wind direction
 Distance from center & color: SO₂ concentration daytime median.
 Plot size: Daily average wind speed.

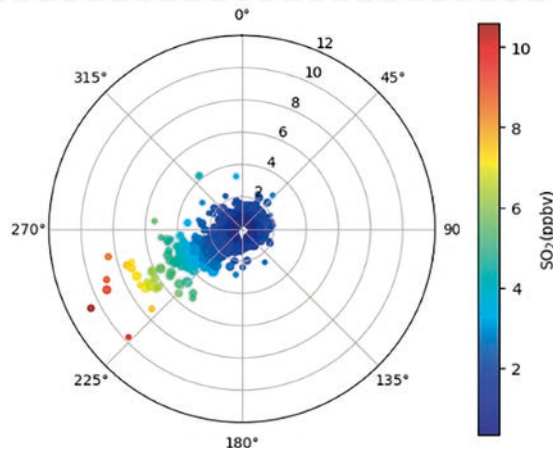


図1.2.4.2.-2. 千葉サイトにおけるSO₂濃度と風向の関係

1.3. プログラム3：環境予測プログラム

様々なリモートセンシングデータに基づき数値シミュレーションやビッグデータ解析活用した環境予測研究を行う。

Program 3: Environmental Prediction

Conducting environmental forecasting research using numerical simulation and big data analysis based on various remote sensing data.

[研究内容と令和5年度の成果]

◆1.3.1. 大規模数値計算とデータ駆動科学による災害・環境予測 (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、その予測可能性を拡げる事に他ならない。本研究グループでは、気象・水文現象などの地球環境を対象とし、地球観測衛星と各種予測手法を融合する、環境予測研究を推進している。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2023年度の研究から、主要な研究成果を報告する。

◆◆1.3.1.1. 観測ビッグデータを情報圧縮して利用する手法開発

【重点1：豪雨災害予測・監視】

地球環境ビッグデータから数理構造や情報特徴量を抽出して活用するデータ同化・予測技術開拓のため、機械学習を用いた情報特徴量の抽出研究を進めた。ここでは、AIによる災害緩和手法の開拓にむけて、画像処理の分野で開発されてきた高解像度化（超解像）技術を気象データに応用し、深層学習により粗視化した雨量の空間分布画像から高解像度画像を生成する研究を開始した。正解となる高解像度降水量分布をダウンサンプリングしたものを入力にして、元の高解像度分布を予測する学習器を開発し、高解像度分布を予測可能であることを示した。特にTransformerネットワークを画像処理用に改良・適用したSWIN-IRでは、畳み込みNNを用いたSRCNNよりも高い精度で高解像度化に成功した。

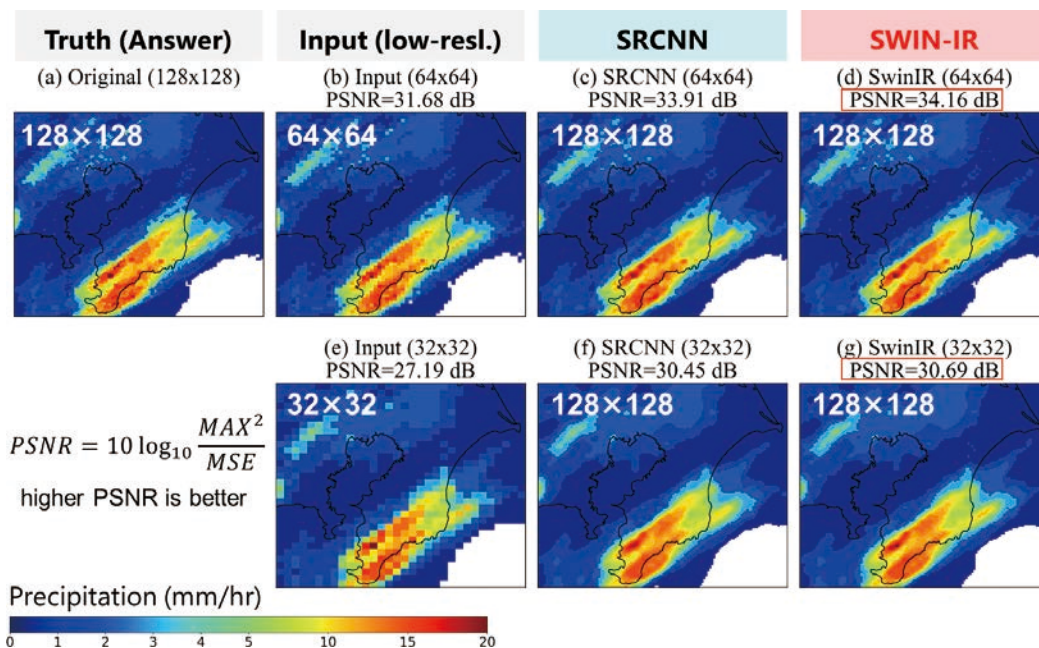


図1.3.1.1. 解像度ごとの学習器による出力結果（データ：2020年7月5日16時）。(a) 元データ、(b、e) 元データをダウンサンプリングした入力データ、(c、f) SRCNNの超解像結果、(d、g) SwinIRの超解像結果。PSNR[dB]は超解像データと元データを比較して得られた検証値であり、高いほど精度が良い。白石・小槻ら（2023）の図4を改変

◆◆1.3.1.2. 観測の価値を高めるセンサ位置最適化

【重点1：豪雨災害予測・監視】

2022年度までに取り組んだセンサ位置最適化手法のスパースセンサ位置最適化手法の高度化の成果を踏まえ、鉄道総合研究所との実証実験を含む共同研究を開始した。これまで、鉄道雨量計の要否を検討する際には周囲の雨量計との相関などを調べるなどの方法がとられることが多かった。一方で、雨量計はその観測値が規制区間内の雨量を代表しているという仮定のもとに運用されており、その要否を検討する際には点と点の相関だけでなく面的な空間代表性まで考慮したほうがよいと考えられる。本研究では多地点の雨量計の観測データから面的な雨量分布を復元したとき、復元した雨量分布とより尤もらしいと考えられる雨量分布（解析雨量など）との差に着目することで雨量計の空間代表性を評価することを検討した。山形県内のAMeDAS雨量計の観測点で適用したところ、観測点の同化の復元精度への寄与の差異がみられた。今後は局所化のパラメータフィッティングや鉄道の雨量規制で使われる1時間、24時間雨量、連続雨量や実行雨量などの雨量指標を用いた検討を進め、同化手法の改良を引き続き行う予定である。

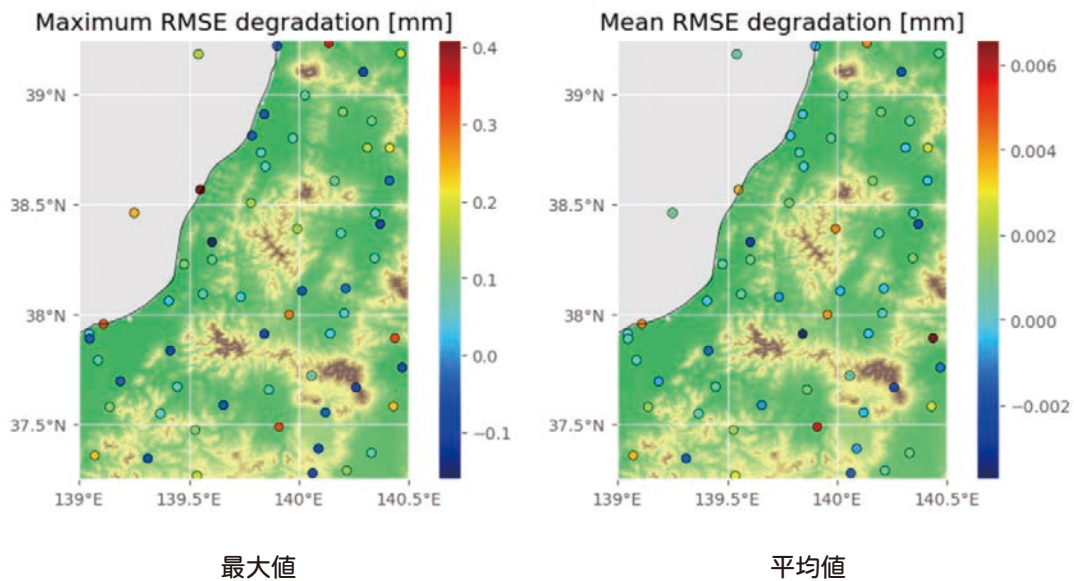


図1.3.1.2. 局所化スケール15kmにて、場の復元時にAMeDAS雨量計の観測点を利用しなかった場合の二乗平均平方根誤差の差の絶対値の最大値（左）と平均値（右）。二乗平均平方根誤差は対象領域の全グリッドで計算している。最大値の値が大きいくほど、同化しないことで復元精度が低下したことを、平均値の正の値は同化しないことによる精度低下を示している。投稿準備中の論文Shiojiri et al. (in prep.) から引用

◆◆1.3.1.3. 気象制御実現に向けたアンサンブル気象予測の低次元化技術の開発

【重点1：豪雨災害予測・監視】

2022年度から開始したムーンショット目標8・要素研究に引き続き、2023年度はコア研究に採択され、数値シミュレーションに基づいて技術的・経済的に実現可能な操作を前提とした気象制御の可能性を示すと共に、気象に対して効果的な介入を与える制御手法の特定・開発、倫理的・法的・社会的問題（ELSI）研究を進めた。ここでは、データ駆動型数理手法であるランドスケープ解析についての成果を報告する。ランドスケープ解析では、細胞を模したボールが鞍点に差し掛かる際に、その時の速度のわずかな違いによって、細胞の分化する先が変わってしまうことが示唆されている。この性質は、気象制御において制御入力をできるだけ小さくしつつ、熱帯低気圧の進路を変更させるという、エネルギー効率の高い制御入力地点を、鞍点として求めることに利用可能だと考えられる。そこで、熱帯低気圧を図1.3.1.3.-1. a)におけるボールとみなし、ランドスケープ解析を気象学分野に応用する手法開発に取り組んだ。図1.3.1.3.-1. b)に表される気象庁によるMEPSから推定した熱帯低気圧の軌道予報データを使用した。これを図1.3.1.3.-1. c)のように、2次元の点群と速度に変換する。点群は緯度経度方向の2次元の位置情報を持つ。速度は予報値とその1タイムステップ先の予報値との間で計算され、緯度経度方向の2次元の情報である。これらの情報に対してグラフホッジ分解が適用可能であり、2次元速度の勾配成分と回転成分が計算される。その結果、図1.3.1.3.-1. d)に表されるように、potential flowが得られる。南側のスタート地点ではポテンシャルが高く、北側（熱帯低気圧の北上）と東側（東進）ではポテンシャルが低い。このように、北上と東進の2つの主要な経路（あるいはアトラクター）が発見された。北上の経路は、南側

スタート地点の高ポテンシャルから、北側の最低ポテンシャルへと向かう経路である。東進の経路は、同じく南側高ポテンシャルから、東側にある低ポテンシャル地点へと進む経路である。そして、この2つのアトラクターの間にセパトリックス（赤い点線）の存在が確認され、セパトリックスの始点に鞍点（ピンクの星）が発見された。この点は、気象制御入力を与えるのに適する地点である可能性を示すものである。そして時間発展に伴う軌道を求めるために、図1.3.1.3.-1. e) に示すようにポテンシャルに直交する成分を計算した。これを基に、Dijkstraによる最短経路を求めるためのアルゴリズムを適用し、スタート地点からターゲット（北側もしくは東側）への最適な軌道を、図1.3.1.3.-1. f) に示すように求めることができた。図1.3.1.3.-2.はポテンシャル流れから計算されるランドスケープ（ホッジポテンシャル）を詳細に見たものであり、時間とともに滑らかに変化している様子が見て取れる。また、後期の二分岐近傍のホッジポテンシャルを解析することにより、分水嶺の構造を取得することができ、この領域が制御領域と推定される。

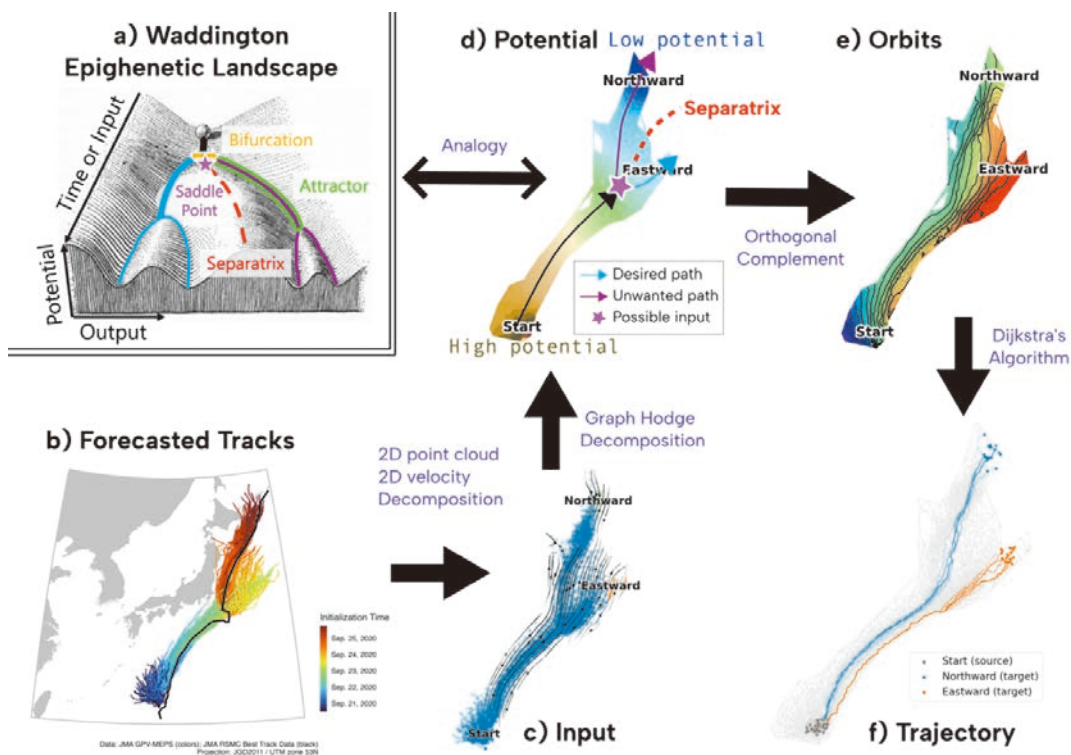


図1.3.1.3.-1. ランドスケープ解析のワークフロー。図中のa) にはランドスケープ解析が元々開発された際の、細胞の分化に関する模式図を示す。また、b) には使用したデータを、c) に入力用に変換後のデータ、d) に結果のpotential flowを示す。またd) の結果から軌道を求める過程をe) に、結果をf) に示す。投稿準備中の論文、Oettli et al. (in prep.) から引用

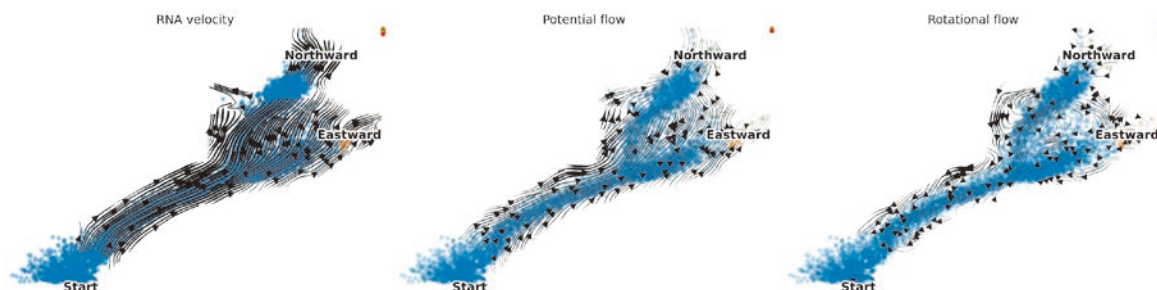


図1.3.1.3.-2. 台風の進路に対するホッジ分解。左が元のベクトル場、中央がポテンシャル流れ、右が回転流れである。投稿準備中の論文、Oettli et al. (in prep.) から引用

◆◆1.3.1.4. 量子アニーリングを適用したデータ同化手法の開発

【重点1：豪雨災害予測・監視】

気象制御プロジェクトにおけるモデル予測制御を用いた制御入力計算の研究の中で、計算高速化や非凸最適化に対する問題意識が生まれ、量子アニーリングに対する研究を新たに開始した。既往研究やアニーリング最適化の研究・レビューから、具体的に量子アニーリングを用いたデータ同化に世界で初めて成功し論文を発表した [Kotsuki et al. 2024]。

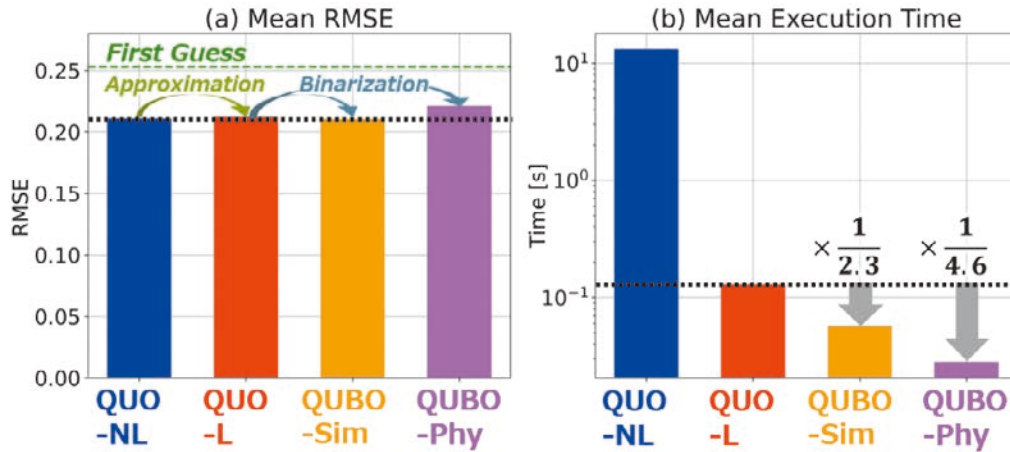


図1.3.1.4. 準ニュートンを用いた4DVARと、QAを適用した4DVARによるLorenz-96モデルを用いたOSSEの結果。Kotsuki et al. (2024) より引用

◆1.3.2. 高精度観測技術を用いた環境予測研究の新展開 (入江仁士)

最大の地球環境問題のひとつとして人類の持続可能性を脅かしている気候変動の影響が世界各地で顕在化してきている。気候変動の原因は人間活動にあることは明白だが、気候変動を駆動しているさまざまな大気環境（各種微量気体、エアロゾル、雲）の変動プロセスの理解は不十分である。気候変動の緩和策・適応策の合理化につながる数値シミュレーションの検証と不確実性の減少のために、地球規模で長期にわたって均質なデータをもたらす唯一の方法であるリモートセンシング技術による大気環境変動研究は不可欠である。当研究室は、独自の世界最先端の高精度観測技術（リモートセンシングを含む）・データ・科学的知見を基盤に、環境予測研究の新展開を図っている。以下に2023年度の研究から3件の成果を報告する。

◆◆1.3.2.1. 集中豪雨の予測精度向上に資する晴天放射輝度のキャラクタリゼーション

【重点1：豪雨災害予測・監視】

気象庁では、豪雨や台風等によってもたらされる自然災害に対応するため、防災気象情報の高度化に向けた対策に取り組んでいる。近年は、線状降水帯の予測精度向上に向けた数値予報技術の開発について、文部科学省・理化学研究所の協力を得て、スーパーコンピュータ「富岳」を活用して加速化を図っている。線状降水帯の予測精度向上に向けては、観測データの更なる高度利用が重要であり、大学や研究機関が有する先端的な知見を活用することが肝要である。こういった学官連携の新たな取組みとして、気象衛星ひまわりの晴天放射輝度データについて、高解像度化の効果や地表面の影響等をJAXA地球観測衛星や千葉大学国際地上リモートセンシング観測網等の観測データを用いて調査し、利用方法を高度化する共同研究を開始した。

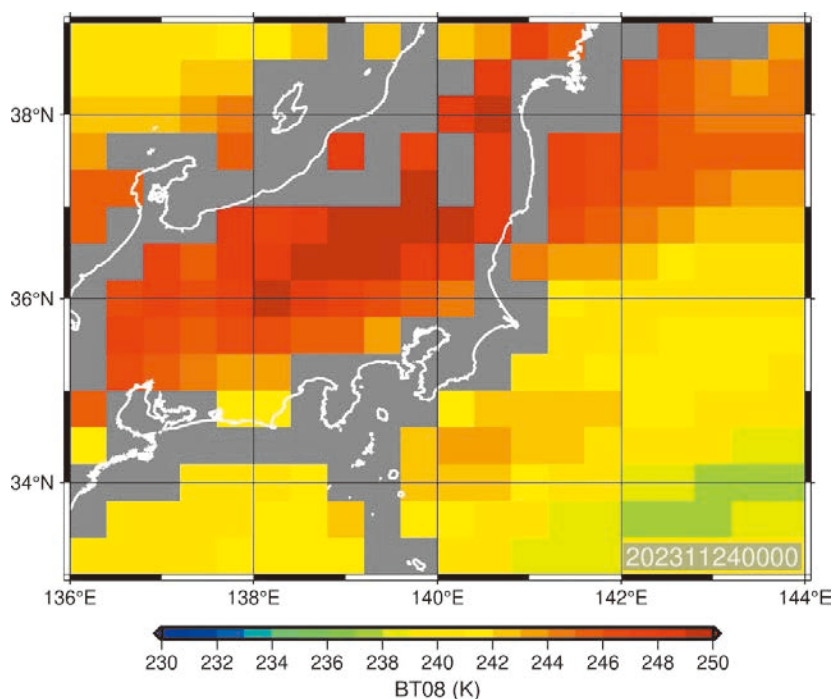


図1.3.2.1. 千葉集中観測キャンペーン期間中の2023年11月24日におけるひまわり8号のバンド8の晴天輝度温度

◆◆1.3.2.2. MAX-DOAS法による大気下層水蒸気濃度の水平不均一性の長期連続観測

【重点1：豪雨災害予測・監視】

2017年から2022年までの6年間、我々はつくばと千葉において多軸差分吸収分光法（MAX-DOAS; Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy）による大気下層の水蒸気濃度の長期連続観測を実施した。MAX-DOAS法は太陽光を光源とする受動型の地上リモートセンシング技術であり、比較的安価で連続観測を行うことができる。千葉においては、東西南北の4方位にMAX-DOASの観測視線を向けたシステム（4AZ-MAXDOAS）による観測を行った。これらの観測から得られたデータを用いて、大気不安定性と大気下層水蒸気濃度の水平不均一性の関係を調べた。大気不安定性を示す指標であるL指数（L; Lifted Index）を解析したところ、大気が不安定な時に水蒸気の水平分布の不均一性が増大する傾向がみられた。この解析を踏まえて、大気が特に不安定で水蒸気の水平不均一性が顕著に大きかった26事例を特定した。このうち20事例では日本上空に停滞前線が発生していた。さらに、これらの事例の中で最も水蒸気の水平不均一性が大きかった事例について、気象庁の局地解析（LA; Local Analysis）を実施した結果、実際に南西方向からの暖湿流の流入が起きており、この流入が水蒸気の顕著な水平方向の不均一性をもたらしめていることが示唆された。このように、MAX-DOAS法を用いた大気下層水蒸気濃度の水平不均一性の観測は従来の観測とは異なる重要な情報を提供し、ラジオゾンデなどとの相補的な利用を通じて、より精密なデータ同化技術の開発や、集中豪雨の早期警戒システムへの応用、予測の精度向上に貢献することが期待される。

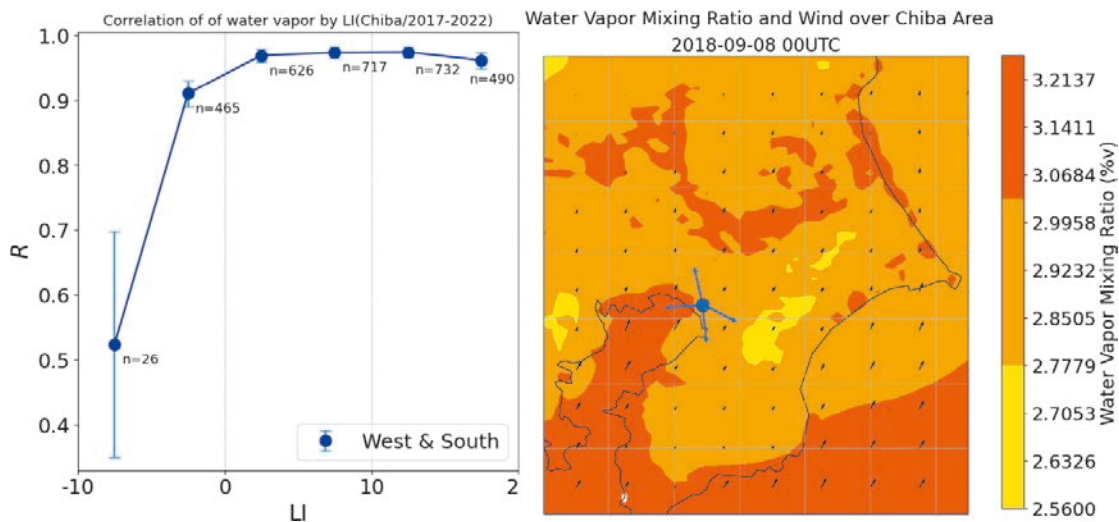


図1.3.2.2. 千葉大学大気環境観測スーパーサイトの西・南方向におけるLIによる水蒸気の体積混合比の相関と（左図）とも水蒸気の水平不均一性が大きかった事例でみられた暖湿流の流入（右図）

◆◆1.3.2.3. 独自の放射伝達モデルに基づくWRFモデルの雲特性の評価：
甚大な被害をもたらした台風について

【重点1：豪雨災害予測・監視】

【重点5：静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング】

数値天気予報モデル（NWP）モデルは雲の影響や変化を理解するために不可欠なツールであるが、依然として大きな不確実性が存在する。本研究では、WRF（Weather Research and Forecasting）モデルの雲場を評価するために、独自の放射伝達モデル（Dayu）をWRFと結合させ、赤外チャンネルの輝度温度（BT）をシミュレートし、ひまわり8号の観測値と直接比較することで、WRFなどのNWPモデルによってシミュレートされた雲場を放射輝度の観点から評価する新しい雲評価手法を世界で初めて開発した。事例として、2017年に発生し、甚大な経済的被害と死傷者をもたらした、かつ、比較的単純な移動経路を示した台風Hatoに着目した。その結果、WRFは雲の位置と一般的な雲の特性を比較的正確に再現できることが分かった。しかしながら、WRFは雲の光学的厚さと雲頂高度を過大評価する傾向が認められた。WRFによってシミュレートされた雲特性をより詳細に評価するために、異なる高さの雲を区別する機械学習モデルを用いて、晴天輝度温度を考慮した新しいルールも開発した。その結果、低層や中層の雲の量を過小評価する傾向がある一方で、高層雲や晴天域の再現性は高いことが示された。このように、我々の開発した手法によってNWPモデルの雲の不確実性を放射輝度の観点から直接的に理解できることを実証した。

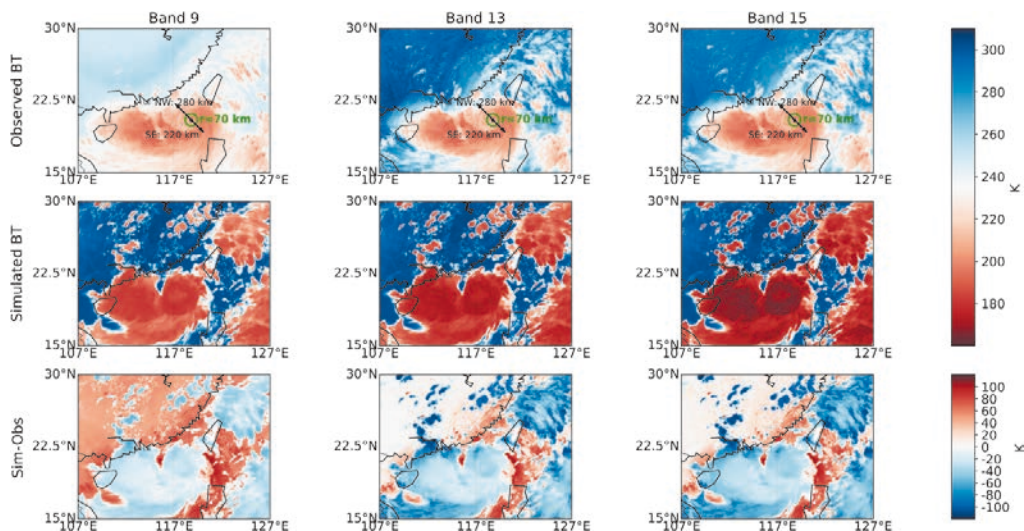


図1.3.2.3. ひまわり8号のバンドB09、B13、B15で観測された輝度温度（1段目）、WRFモデルに基づいて放射伝達モデル（ERTM）を用いてシミュレートされた輝度温度（2段目）、両者の差（3段目）。2017年8月22日6時UTCのデータが示されている。

◆1.3.3. 災害予測高度化・被害低減に向けた手法開発
(岡崎淳史)

地球温暖化の進行等により、台風や豪雨などによる極端風水害が激甚化・増加している。今後さらなるリスクの増大が予測されるなか、被害をいかに減らすかが喫緊の課題となっている。被害軽減に対するこれまでの取り組みは、ダム洪水調節容量の増設や堤防のかさ上げによる被害抑止、災害発生前の早期警報発出による被害軽減等が主であるが、今後も増大することが想定されるリスクに対して既存の対策のみでは限界がある。従って、これらに加えて、これまでとは全く異なるアプローチの対策が必要である。本研究室は2023年10月に発足した新しい研究室である。当研究室では、これまで十分に利用されて来なかった大気微量物質のモデリングとこれを活用した予測高度化や、災害につながる気象現象自体の回避や軽減を可能とする制御技術の開発に取り組む予定である。以下に、その初期的な結果について報告する。

◆◆1.3.3.1. 水同位体大循環モデルの開発と同位体観測同化によるパラメタ推定

【重点1：豪雨災害予測・監視】【重点2：地球観測衛星検証】

【重点5：静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング】

水同位体は、水文学・気象学・気候学において、観測では直接は知り得ない情報を得手がかりとなる強力なツールである。水同位体を利用することで、メソスケールの水循環や雲微物理における水動態の理解深化、およびこれらを通じた気象・気候モデル高度化が期待される。今後、静止気象衛星等により水蒸気同位体観測が増加していくことも踏まえ、これらを災害予測や環境モニタリングに活用する手法を開発しておくことが望まれる。このような背景のもと、当研究室では水同位体モデルとデータ同化を融合した手法開発に取り組んでいる。

2023年度は、本邦のフラグシップ気候モデルの一つであるMIROCシリーズの最新版、MIROC6 (Tatebe et al., 2019) へ水同位体の導入を行った。具体的には、MIROC6の大気および陸面コンポーネントの予報変数全てに酸素・水素同位体を導入した。MIROC6の現在気候における降水同位体比および水蒸気同位体比の再現性は、一世代前のMIROC5-iso (Okazaki and Yoshimura, 2017; 2019) と同程度に良好であった (図1.3.3.1-1.)。

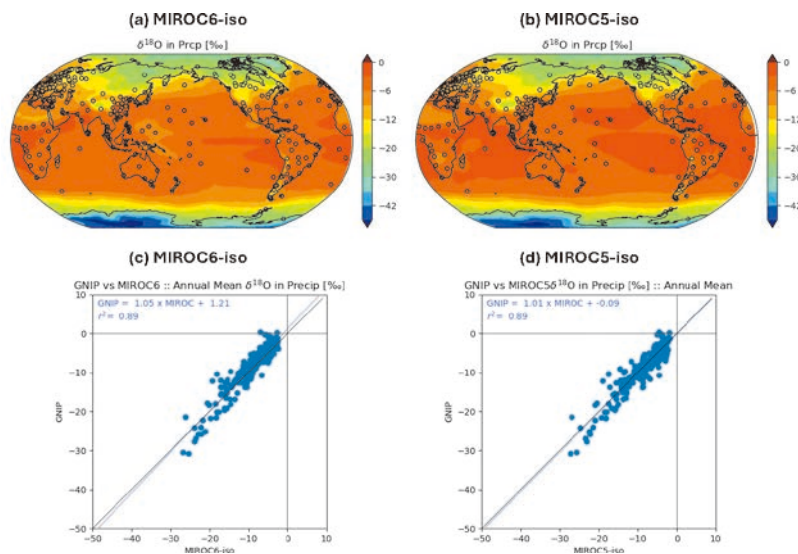


図1.3.3.1-1. (a) MIROC6-isoおよび (b) MIROC5-isoによる年平均降水同位体比 (‰)。 (c) MIROC6-iso および (d) MIROC5-isoと降水同位体観測プロジェクトGNIP (IAEA, 2024) との比較

さらに、降水同位体比などの観測情報をモデルシミュレーションに同化できるように、MIROC6-isoにアンサンブルカルマンフィルタ手法の一つである局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF; Hunt et al., 2008) を組み込んだ。開発したMIROC-iso-LETKFを用いてモデルパラメタの推定を行った。推定したパラメタは、降水同位体比を計算する上で重要な雨滴再蒸発の度合いを決めるパラメタと雪片形成時の過飽和度を定めるパラメタである。2023年度は初期的な取り組みとして、月平均降水同位体比を同化した。この結果、双方に対して明瞭な時空間パターンを示すパラメタが推定された。これらのパラメタは既往研究では時空間的に一定・一様として扱われてきたが、本研究の推定結果は異なる取り扱いが必要であることを示唆する。今後のモデル開発において重要な指針となる結果を得る事ができた。

また、推定されたパラメタを用いてパラメタ推定期間とは異なる期間を対象に数値実験を行ったところ、従来

パラメタを用いた実験と比較して、推定パラメタを用いた実験の方が良い精度を示した。この傾向は観測が密な領域で特に顕著であった（図1.3.3.1-2.）。以上により、開発した水同位体データ同化システムを用いて同位体モデルそのものを高度化することに成功した。

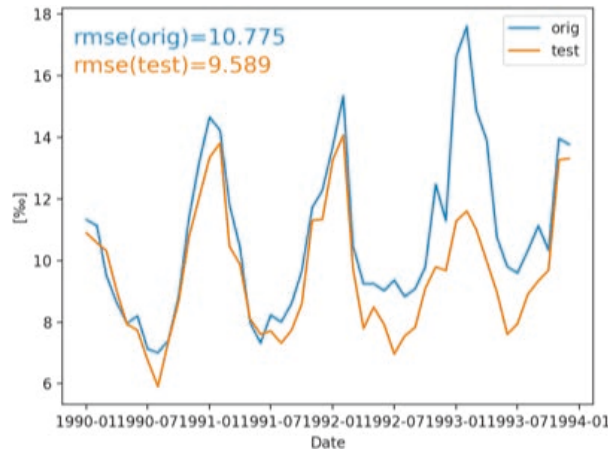


図1.3.3.1-2. ヨーロッパにおける降水同位体比の二乗平均平方根誤差を示す。青線は従来のパラメタを用いたシミュレーション、橙線は推定されたパラメタセットを用いたシミュレーション

◆◆1.3.3.2. 気象制御実現に向けたアクチュエータ検討と制御手法開発

【重点1：豪雨災害予測・監視】

気象制御は災害をもたらすような気象現象の発生が予見されたときに行われる。その実施には、介入操作をいつ・どこで・どんな操作を・どれくらいの強度で行うのかを決定しなければならない。最適な制御入力については、非線形力学系の制御手法としてモデル予測制御（MPC; Model Predictive Control）が工学的に確立されている。MPCは、各時刻で未来の応答を予測しながら制御入力を最適化により決定し、フィードバック制御を行う手法であり、これにより望ましい未来に導く制御入力を計算する。MPCは1970年代後半に開発され、これまで主に石油精製や化学プロセス等、プロセス制御系を中心に適用されてきたが、近年の計算機の性能向上やアルゴリズムの進化によってさらにその適用範囲が広がりつつある。しかし、制御入力を探索する次元が非常に大きく、また繰返し前方/後方計算の計算量が膨大となることから、気象のような大次元系への適用はこれまでなされていない。MPCを用いた気象制御の実現には、計算コストを削減し、数理に基づいて介入の位置・時間・効果を最適化する気象制御手法の開拓が求められる。さらに、気象制御の実現には計算負荷の問題に加えて、最適な制御入力を探索する際の制約条件についても整理を進める必要がある。この制約条件は気象介入操作によって課されるものである。どのような介入操作が可能であるか、効果的かを調査する必要がある。

2023年度は、いつ・どこで・どのような制御操作を行うべきかを比較的小さい開発・計算コストで実現するMPCの開発を行った。具体的には、従来の数値気象予報システムを拡張し、かつアジョイント計算にアンサンブル近似を導入することで開発を行った。本手法を低次元カオス系モデルに実装し、本来のMPCと比べて遜色ない精度で動作することを確認した（図1.3.3.2-1.）。

また、実現可能性の制約の下、どのような制御操作が最も気象を改変し得るか検討を進めた。2023年度は、制御操作として洋上ドームを取り上げ、領域気象モデルSCALEに洋上ドームの効果を実装し、その効果を調査した。対象事例は、鬼怒川流域に甚大な被害をもたらした。平成27年9月関東・東北豪雨である。この結果、洋上ドームの風下側で強雨域を生成できることが明らかになった。このことは、陸から離れた地点にドームを設置することで海上で雨を降らせ、陸域の降水を減らせる可能性を示唆する（図1.3.3.2-2.）。

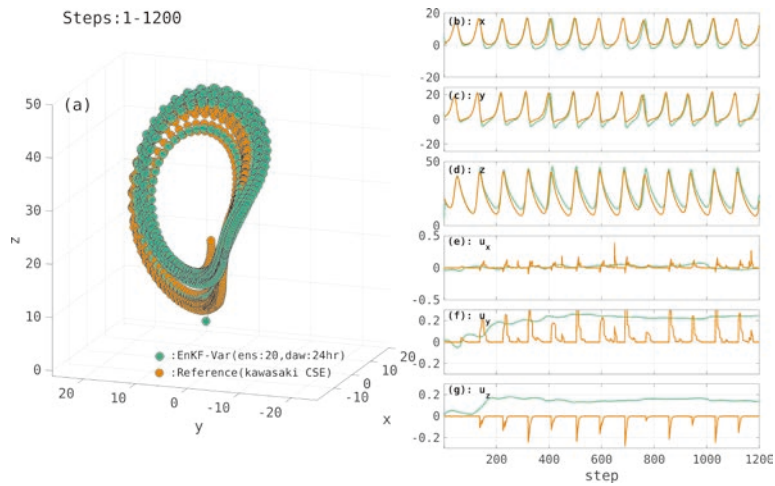


図 1.3.3.2-1. 開発した MPC を低次元カオス系モデル Lorenz-63 に適用し実行した例。(a) は、参照軌道 (橙) に制御後の軌道 (緑) が沿っていることを示す。(b-d) は各変数の時系列、(e-g) は各変数に与える制御入力の大きさを示す。

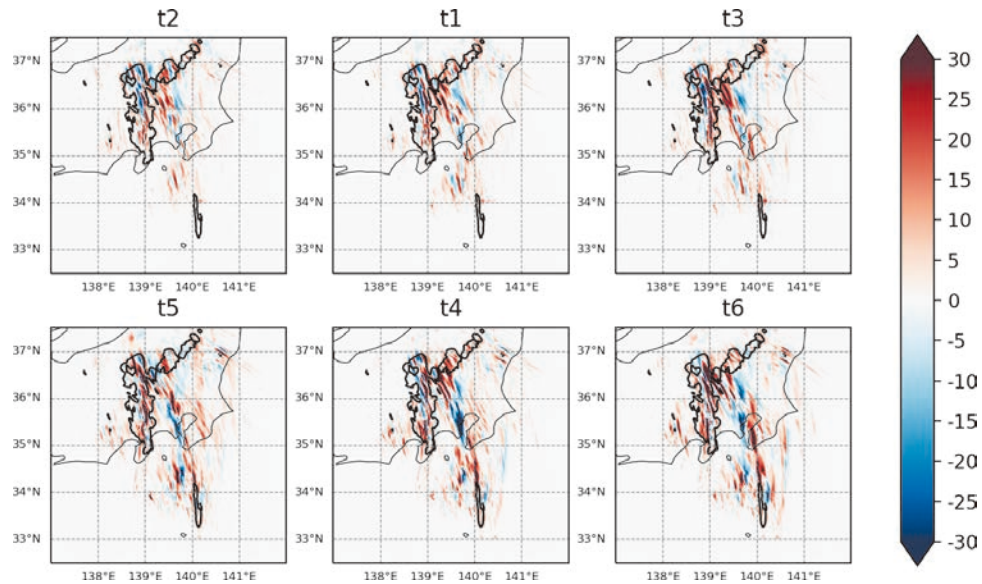


図 1.3.3.2-2. 洋上ドーム設置あり・なしの場合の 12 時間積算降水量の差を示す (mm)。それぞれのパネルでは設置した洋上ドームの位置や大きさが異なる。黒線は、設置なしの 12 時間積算降水量が 100 (mm) を超える領域を示す。

1.4. プログラム4：統合解析・データベースプログラム

リモートセンシングデータを中心とした地球環境情報を統合的に解析し、地球環境理解のさらなる進化に資する。

Program 4: Integration, Database

Contributing to a deeper understanding of the global environment through integrated analysis of global environmental information centered on remote sensing data.

[研究内容と令和5年度の成果]

統合解析はデータの作成、統合、公開を基軸とし、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を取り扱う。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、等である。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に関係する。

◆1.4.1. 水循環研究に資する統合解析 (樋口研究室)

[フェーズドアレイ気象レーダ（PAWR）が捉えた孤立積乱雲の一生：2018年7月9日に発生した孤立積乱雲の事例解析]（南保圭佑、樋口篤志）

【重点1：豪雨災害予測・監視】

日本では夏季に積乱雲が急激に発達し、短時間で局地的な大雨や雷、竜巻などの突風等の激しい気象現象をもたらすことがある。防災の観点からも、このような局地的な大雨の原因となる積乱雲の早期探知や、その構造・時間発展を理解することが重要である。2分から6分で3次元観測（ポリウムスキャン）を行う気象レーダによる観測結果の蓄積により、“降水コア”と呼ばれる積乱雲内部の強エコー域への理解が深まっているが、短時間で急速に発達する積乱雲やその内部での降水コアの時間発展を詳細に捉えるには時間分解能が不十分であった。30秒でポリウムスキャンが可能なフェーズドアレイ気象レーダ（以下、PAWR）はこうした問題点を解決しうる性能を持つ。2018年7月9日に千葉県佐倉市で発生した孤立積乱雲の一生を日本無線のPAWRが捉えていたため、降水コアの詳細な時間変化を解析した。過去の事例解析を参照し、降水セルはレーダ反射因子が25dBZ以上の領域、降水コアは降水セル中レーダ反射因子が40dBZ以上、体積1km³以上の領域とそれぞれ定義した。2018年7月9日の天候は太平洋高気圧の勢力が強まり梅雨前線が北上したことで、前線に向かい暖かく湿った空気が流れ込み大気が不安定になりやすかった。実際関東南部では朝から局所的な降雨が発生していた。館野での09JST（00UTC）の高層観測から得られる熱力学パラメータはLCL963.8hPa、LFC955hPaと共に高度は低く、CAPE1906.34J kg⁻¹は大きく、CINは0.12J kg⁻¹と小さいことから大気の状態は不安定で積乱雲が発生しやすい環境であった。同21JST（12UTC）のCAPEは638.23J kg⁻¹と約1/3となり、対流活動により不安定がある程度解消されたことが伺える。千葉県佐倉市で発生した孤立積乱雲のファーストエコーは14：00JSTに観測され、エコーは15：03JSTまで63分間存在した。セルは北北東方向に移動（北に16.5km、東に4.25km）して消滅した。レーダ反射因子の各種パラメータの時間変化を図1.4.1.-1.に示す。降水セルの重心高度（C25）は発生後10分後から3km前後で安定していたのに対し、最大反射強度高度および降水コアトップ高度の時間変化からは二つの山が存在しているよう見える。降水セルと降水コアの時間変化の挙動の違いから、本事例解析の孤立積乱雲は一つの降水セルではなく、少なくとも二つの降水コアが入れ替わるよう存在した可能性が考えられる。降水コアの入れ替わりを確認するため、レーダ反射因子の水平・鉛直断面の時間変化の一例を図1.4.1.-2.に示す。ここから南北方向の鉛直断面図から二つの降水セルがかなり隣接した形で存在していたことが認められた。一見すると孤立積乱雲に見える事例が高頻度3次元観測により複数の降水コアで構成されていたのは先行研究（例えばIsoda et al., 2018）でも示されており、本事例も同様なケースであったことがわかった。今後はPAWRが捉えた観測事例を増やし、解析・検討していく予定である。

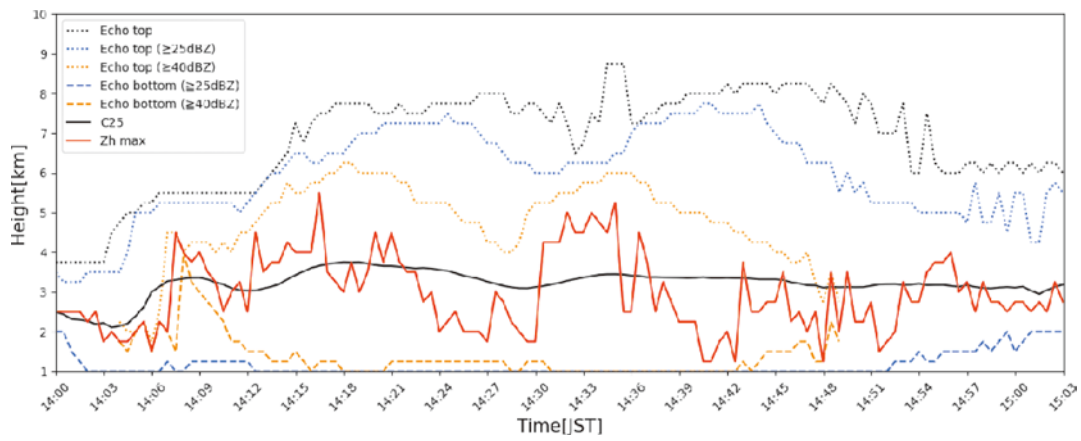


図 1.4.1-1. フェーズドレイ気象レーダが捉えた孤立積乱雲のエコートップ（点線）、エコーボトム（破線）、降水セル（C25）の重心高度（黒の実線）、および最大反射強度の高度（赤の実線）の時間変化

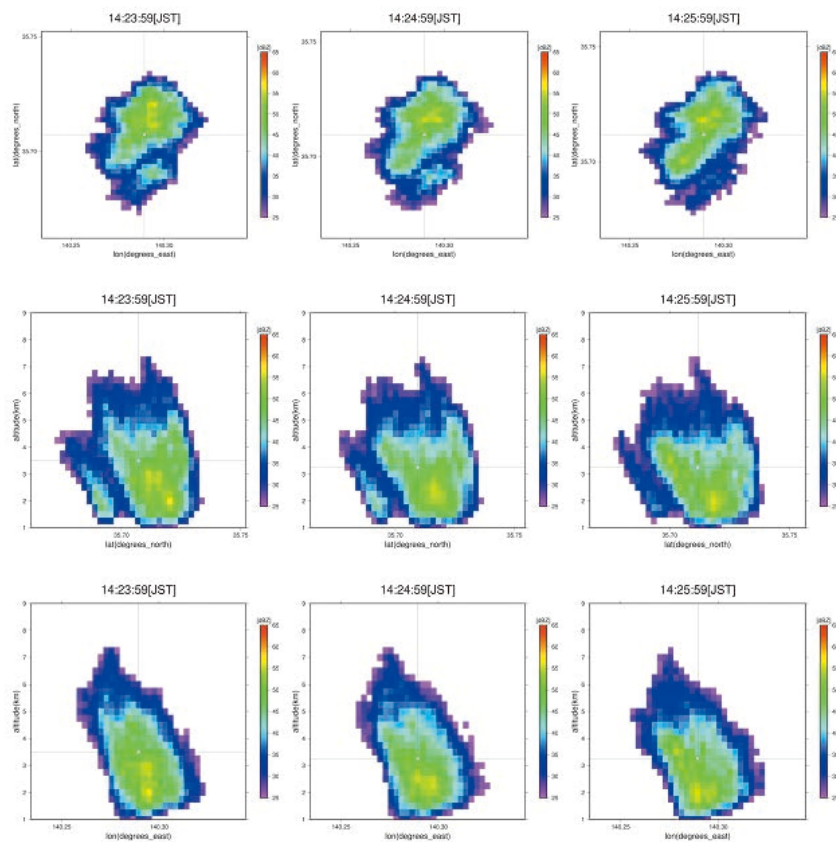


図 1.4.1-2. 14：24JST-14：26JSTにおけるレーダエコーの水平分布（上）および鉛直断面（南北方向：中段、東西方向：下段）の例

◆1.4.2. 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、入江仁士、小槻峻司、樋口篤志、齋藤尚子、楊偉、岡崎淳史、山本雄平、竹中栄晶、金子凌、Shao Shuai）

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、現在気候診断の基盤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意義がある。このような背景から、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。

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、および現象理解のための各種解析を継続的に行っている。

[令和5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5年度はVL活動のさらなる活発化を目指し、2名の特任研究員（金子凌、Shao Shuai）を新たに雇用した。令和6年3月14日～15日に東大AORIで実施されたVL講習会の千葉大からの参加者支援を行った。また、同3月14日に開催されたVL協議会にて他の参加機関との情報共有を行った。

◆◆1.4.2.1. 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・諸岡 [データ支援室]、竹中）

【重点2：地球観測衛星検証】【重点3：温室効果ガス収支研究】

【重点5：静止気象衛星観測網を活用した地球観測モニタリング】

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、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衛星群は2018年度より同公開ポータルを通じ直接データ取得に切り替えている。GOES第3世代（GOES-R, GOES-S）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、基本的な部分は完了している。表1.4.2.1.にVL活動で収集した静止気象衛星データ一覧を示す。全球カバーは1998年4月から（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、Meteosat-0 Degreeは1989年、ひまわり域はGMS1（1981年）から現在までの長期観測データを網羅する。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。

2023年度は定常的な活動に加え、ストレージRAIDのHDD入替・入替のためのサーバOS刷新作業の一部開始：現行第3世代静止気象衛星データ群をアーカイブするRAID内のHDDは導入初期（2014年度から開始）に登場した8TB HDDがメインであり、効率的な運用の観点から同型のHDDで構成されたRAIDを多く導入してきた。同型のHDDは絶版で入手不可であり、電力消費量を上げずにストレージ総量を増やすためにはデータの損出を避ける処置をしながら既存のRAIDに搭載されたHDDの入れ替えを行う必要がある。そのため、VLの支援を受け新規のHDDを購入し、順次入れ替えを行っている。

表1.4.2.1. 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（2024年3月末現在）

Current GEO archive in CEReS

	* 1: 3hourly data only			ftp://hmwr127.cr.chiba-u.ac.jp/						
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- 202212	H-09 202212- NOW
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- 202403	
Asia 3 (Meteosat -IODC)	ftp://meteosat.cr.chiba-u.ac.jp/, but IP restricted server access due to FUMETSAT data policy.				MFG5 199804-200702		MFG7 200607- 201703	MSG1 201702- 202201	MSG2 202201- NOW	
EU-Africa (0Deg)		MFG4 198912- 199402	MFG5 199402- 199707	MFG6 199610- 200212	MFG7 199806- 200607	MSG1 200401- 200612	MSG2 200609- NOW	MSG3 201212- 201802	MSG4 201802- NOW	MTG1 Not Yet
America (GOES- EAST)	ftp://goes.cr.chiba-u.ac.jp/			GOES08 199409-200303		GOES12 200304-201004		GOES13 201004- 201801	GOES-R 201712- NOW	
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- 202301	GOES T 202210- NOW

(as of 31 Mar., 2024)

Himawari 8/9 HS: ftp://hmwr829hs.cr.chiba-u.ac.jp/ (only restricted IP), gridded data: ftp://hmwr829gr.cr.chiba-u.ac.jp/ (anyone can access)
 GOES-R (3rd Gen. GOES-East: netCDF (FD, GLM only) ftp://goes3g-est.cr.chiba-u.ac.jp) (anyone can access)
 GOES-S-T (3rd Gen. GOES-West: netCDF (FD, GLM only) ftp://goes3g-west.cr.chiba-u.ac.jp) (anyone can access)



◆◆1.4.2.2. 国際地上リモートセンシング観測網 (入江仁士)

【重点2：地球観測衛星検証】

最大の地球環境問題のひとつとして人類の持続可能性を脅かしている気候変動の影響が世界各地で顕在化してきている。気候変動の原因は人間活動にあることは明白だが、気候変動を駆動しているさまざまな大気環境（各種微量気体、エアロゾル、雲）の変動プロセスの理解は不十分である。気候変動の緩和策・適応策の合理化につながる数値シミュレーションの検証と不確実性の減少のために、地球規模で長期にわたって均質なデータをもたらす唯一の方法であるリモートセンシング技術による大気環境変動研究は不可欠である。当研究室は、独自の世界最先端のリモートセンシング技術・データ・科学的知見を基盤に、2つの国際地上リモートセンシング観測網を主導して広く国内外の研究機関と国際共同研究を進めている。ひとつは、気候変動予測に最大の不確実性をもたらす雲やエアロゾルを観測するスカイラジオメーターの国際地上リモートセンシング観測網であるSKYNET（スカイネット）である。もうひとつは、気候変動や大気環境において重要な役割を果たしている大気境界層（PBL）における様々な大気組成を観測できる点に大きな特徴を持つスカイラジオメーターと多軸差分吸収分光法（MAX-DOAS法）の同時観測を行う国際地上リモートセンシング観測網であるA-SKY（エースカイ）である。

図1.4.2.2.にA-SKY観測網サイト5地点とSKYNET甲府・高山・岡山サイトのAOD（波長380nm）データの日平均値の時系列プロットを示す。これらのサイトでは、スカイラジオメーターのモデルとしてPOM-02が採用されており、また、紫外可視光の天頂観測も行われているため、SR-CEReS-2での解析が可能であった。なお、岡山サイトは今年度SKYNETに加わった新サイトである。2023年のデータがピンクで示されている。また、これまで実施してきた長期観測を活用して例年の値と比較できるよう、過去の年の日平均値を複数年平均した値が紺色で、日平均値の最大値と最小値の幅が灰色で示されている。図1.4.2.2.から、日本の各サイトにおいては例年、春季から夏季にかけてAODが高いことが確認された。他方、ピマイサイトでは、乾季である1～5月にAODがピークを示した。ピマイサイトでは2019年11月にスカイラジオメーターが故障したが、2021年12月に新しいスカイラジオメーターを設置し、観測を再開することができた。その後、2022年において通年データが得られたが、2023年4月からデータに何らかの異常が起きた。2024年2月に現地メンテナンスを行った。また、ハードワニサイトでは、昨年度、装置の故障が判明したが、時間的な制約のため本年度、復旧することはできなかった。しかしながら、GCOM-C等の観測期間中を含めた過去データの処理は進めた（図1.4.2.2.）。また、これらの観測網データはRoyal Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB) や

JAXA/EORCをはじめとした国際・国内共同研究機関に準リアルタイムで提供するなどして地球観測衛星検証プロジェクトに欠かせない貢献を果たすなど、基礎から応用までをカバーする共同研究を進めている。特筆すべき検証研究として、未公開の最新のTROPOMI/S5pの対流圏NO₂カラム濃度プロダクトの検証研究に利用され、依然として顕著な過小傾向の問題が残っていることが分かったことがあげられる。

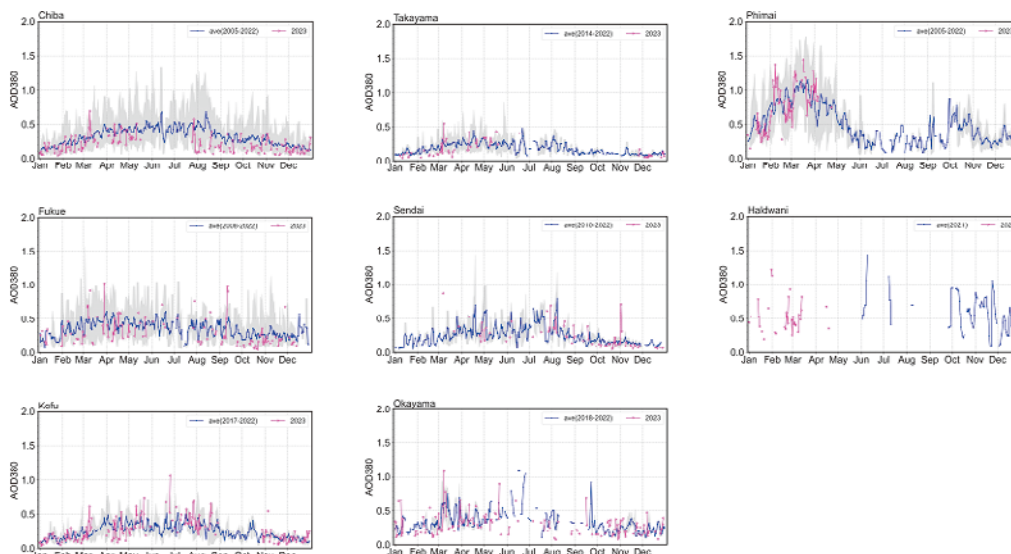


図 1.4.2.2. A-SKY 観測網サイトと SKYNET 甲府・高山・岡山サイトの AOD (波長380nm) データの日平均値の時系列プロット。2023年のデータがピンクで示されている。また、過去の年の日平均値を複数年平均した値が紺色で、日平均値の最大値と最小値の幅が灰色で示されている。なお、岡山サイトは新サイトである。

◆◆1.4.2.3. ひまわり 8 / 9 号などを利用した陸域モニタリングデータセットの構築
(市井・山本研究室、楊研究室)

【重点 5 : 静止気象衛星観測網を活用した地球観測モニタリング】

◆◆◆1.4.2.3.1. FY-3E 衛星搭載 MERSI-LL センサを用いた日出と日没の地表面温度の推定
(劉治彦、市井和仁、山本雄平、王汝慈)

日出と日没時刻の地表面温度は、一日の地表面温度のサイクルを構築し、理解するために重要である。本研究では、中国気象局が運用する風雲 3 号 (Fengyun-3E; FY-3E) 衛星に搭載された Medium-resolution spectral imager-low-light (MERSI-LL) を用いて、日出と日没時刻の地表面温度推定方法を開発した。本衛星・センサは、日出と日没時刻付近に観測を行う極めて独自性の高い衛星・センサである。まず MERSI-LL の 3 つの熱赤外バンドを用いて、温度と放射率の分離アルゴリズムを実装した。得られた地表面温度は、46 地点の地上観測ネットワークによって検証した。植生被覆面では 2.07K の二乗平均平方根誤差 (RMSE) が得られたが、裸地では大きな負のバイアス (-3.63K) ならびに高い RMSE (4.09K) を得た (図 1.4.2.3.1.)。次に、2 つの静止衛星 (ひまわり 8 号・GOES-16) からの地表面温度プロダクトとの相互比較により、植生密度が異なる 2 つのサンプル地域において、本研究で推定した地表面温度が妥当なことを示した。放射率の相互比較は、他の低軌道衛星搭載センサによる結果とほぼ一致し、地表面温度の妥当性を裏付けた。この日出・日没の地表面温度は、将来、他の低軌道衛星搭載センサベースの地表面温度と組み合わせることにより、一日の中での切れ目のない地表面温度の観測を可能にし、地表環境変動の理解に新たな知見を生み出すと期待される。

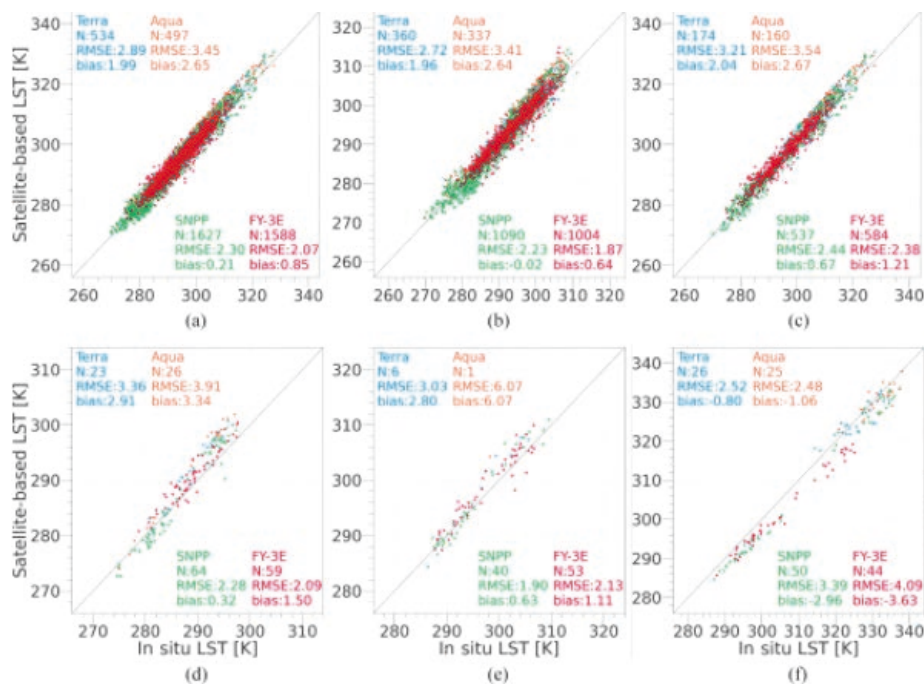


図1.4.2.3.1. (a) 植生サイト、(b) 森林サイト、(c) 低植生サイト、(d) US-Rpf、(e) US-RGB、(f) 裸地サイト (dra) の晴天条件下でのFY-3E MERSI-LLによる地表面温度の検証結果の一例

この詳細は以下に掲載された。参照されたい。

成果 (論文) : Liu Z., K. Ichii, Y. Yamamoto, R. Wang, H. Kobayashi, M. Ueyama (2024) Construction and validation of a dawn and dusk land surface temperature product using MERSI-LL FY-3E. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observation and Remote Sensing. doi:10.1109/JSTARS.2024.3387979.

◆◆◆1.4.2.3.2. 静止気象衛星ひまわり8号/9号AHI観測に基づく地表反射率の推定 (李偉、市井和仁、張北辰、山本雄平、楊偉)

ひまわり8号は、日本の静止地球周回軌道(GEO)を周回する次世代気象衛星で、搭載センサは高性能ひまわりイメージャ(AHI)である。ひまわり8号は、10分間隔で地球半球を複数のスペクトルバンドで観測するため、AHIの観測データセットは、雲の影響を軽減するという点で、地上モニタリングの新たなデータソースとして期待される。地表反射率の推定は、定量的な地上モニタリングにおいて極めて重要である。本研究では、6SV放射伝達モデルと半経験的双方向反射率分布関数(bidirectional reflectance distribution function, BRDF)モデルに基づくルックアップテーブルを用いて、ひまわり8号AHIの地表反射率とBRDF補正を行った地表反射率を推定する手法を開発することを目的とした。ひまわり8号による大気上端反射率と本研究で算出した地表反射率の空間分布の一例を図1.4.2.3.2.-1.に示す。また、推定された地表反射率は、レイマッチングとBRDF補正した地表反射率という2つの異なるアプローチによって評価された。得られた対データとMODISの地表反射率プロダクトのレイマッチングを行ったところ、低緯度域では全てのバンドで相関係数が0.86以上であった。中緯度におけるAHIの時系列データを用いて推定されたBRDF補正した地表反射率もMODISと良い一致を示し($r > 0.5$)、特に赤と近赤外バンドの相関は高かった($r > 0.9$)。この結果は、大陸から全地球スケールの高頻度地上モニタリングのために、他のGEO衛星に我々の手法を適用できる可能性を強調するものである。さらにいくつかの地点(陸域生態系観測サイト)において植生指数の時系列をプロットし、植生の季節変動をよく再現できたことを確認した(図1.4.2.3.2.-2.)。また、これらのデータセットは、一部、<https://ichiiab.weebly.com/datasets.html>において公開した。

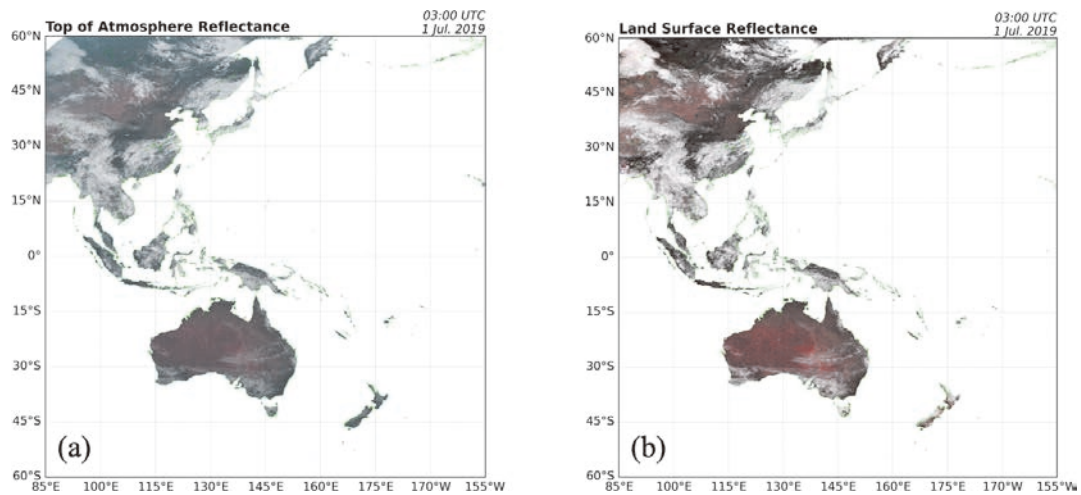


図1.4.2.3.2-1. ひまわり8号で2019年7月1日UTC 0300に観測された (a) 大気上面反射率と (b) 地表面反射率の比較。RGBトゥルーカラー表示とした。

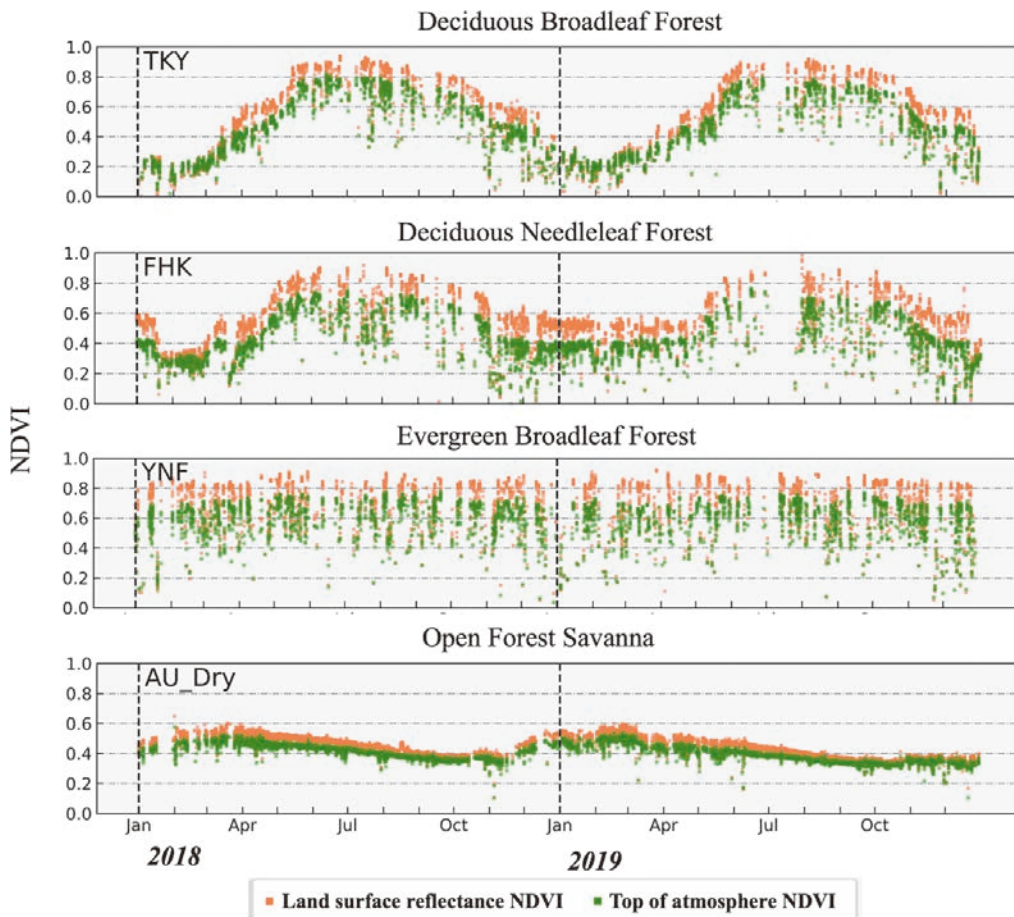


図1.4.2.3.2-2. 2018年と2019年の高山サイト (TKY; 北緯36.15°, 東経137.42°)、富士北麓サイト (FHK; 北緯35.44°, 東経138.76°)、与那サイト (YNF) (北緯26.75°, 東経128.21°), オーストラリアDryサイト (AU_Dry; 南緯15.26°, 東経132.37°) におけるNDVI時系列。オレンジは大気上端反射率、緑は地表面反射率を表す。

◆◆◆1.4.2.3.3. 日本学術振興会 研究拠点形成事業 GEOLAND-NET の進展
(市井和仁・Shao Shuai)

【重点2：地球観測衛星検証】

【重点5：静止気象衛星観測網を活用した地球観測モニタリング】

本年度は、①衛星観測データの地上検証ネットワークの整備、②各国の静止気象衛星毎の陸面データセットの構築のための手法構築と、各国静止気象衛星データの仕様や処理方法の違いによる影響を取り除くための相互比

較手法の検討、③各国静止気象衛星を単独に用いたデータ応用解析の推進を行った。①は、日本国内のデータセットの整備をさらに推進し、大気補正の検証に利用可能なSKYNETの整備なども行った。また中国側の研究者と協力しChinaFluxのデータを収集・整備し、一旦アジア・オセアニアの地上観測データセットの整備を完成させた。②については、日本のひまわり8号の地表面反射率推定手法を確立させ、米国や中国の衛星への適用を試みた。国際研究集会を開催し、データの相互比較のための特定の検証地域を決め、次年度に実際に共同解析作業を通して相互比較を行うことで合意した。③については、各国の応用研究の状況を共有し、国際共同研究論文の準備を行った。セミナーについては、2023年5月末に日本（千葉大学）で実施し、約20名が参加しハイブリッド形式の会合を行い、主に応用研究に関しての情報交換を行った。さらに、コロナ禍のために開催が困難であったプロジェクトメンバーの会合を2023年8月に米国・ハワイ大学で実施することができ3日間の会合を開催した。この対面全体会合によって、静止衛星データセットの相互比較の推進に関する合意を得ることとなり、次年度以降に引き続き、研究を発展させることで合意した。また、本拠点活動の宣伝のため、グローバルな観測ネットワークFLUXNET会議に出席し本事業の概要を紹介し、新たな観測データを募った。アジア・オセアニア域における更なる協力関係の構築のために、AsiaFlux 2023で本事業に関連する特別セッションを開催し、複数の研究発表を実施した。さらに、2023年12月にはNASA Amesを訪問し、進捗の共有を行った。さらに、分野のトップジャーナルである国際学術誌Remote Sensing of Environmentに静止衛星による陸面モニタリングの企画を組み、本センター教員がGuest Editorの一人として特集号の準備を進めており、本拠点メンバーからも2024年7月の締切に向け多くの論文が投稿される見込みである。



図1.4.2.3.3. 2023年8月に開催した“The 1st Expert Workshop on Advancing International Constellation of Geostationary Satellites for Terrestrial Monitoring”における参加者の集合写真。米国ハワイ大学マノア校にて開催した。

◆◆1.4.2.4. 静止気象衛星による太陽放射量の推定およびその応用 (竹中栄晶)

【重点5：静止気象衛星観測網を活用した地球観測モニタリング】

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2023年度末時点で1億7千万回を越えた。統計開始時点2012年度からの累積ダウンロード数は2024年3月末時点で172,691,706回となっている。また、AMATERASSの前処理の段階で「ひまわり8/9号」データに2D-FFTを応用したPOC method (Phase Only Correlation) を適用して衛星の姿勢変化等による位置情報の誤差を修正し緯度経度グリッドに変換したデータも同様にCEReSデータベースから公開されており、学外からの累積ダウンロード数は2024年3月末時点で125,311,036回となっている。記録が残る2005年以降の静止衛星、極軌道衛星、その他客観解析データ等を含むCEReSデータベース全体のダウンロード数が560,452,456回であることから、これらのダウンロード実績は全体の過半数となっている。

今年度も引き続きAMATERASSアルゴリズムのアップデートに関する開発作業が複数並行して行われた。フランスのリール大学と共同で静止衛星によるエアロゾル解析を進めている。今年度はCOVID-19対策に関する行動制限が2023年5月8日に解除されたことを受け、フランスを直接訪問してこれまでの進捗に関する詳細の共有と今後の共同研究について打ち合わせも行った。最後の打ち合わせは2019年10月に行われたが、その直後か

ら COVID-19の世界的なパンデミックによって4年間分断されており、この間はオンラインのみでの打ち合わせで共同研究を進めてきた。打ち合わせ内容が明確である場合、オンライン・ミーティングは優れたツールであるが、研究はざっくばらんにアイデアを形にする作業が伴うため対面ミーティングの効果と重要性も再確認した。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最も先進的なアルゴリズムの一つである。地表面の時間的な変動が少ない事とエアロゾルの空間的な変動性が相対的に小さいことを利用して複数の観測データをまとめて解析し一度に解を得る。これらの特性を利用することで地表面とエアロゾルの光学特性を求めるときに高精度な解析が可能となる。陸面はRoss-Li BRDFモデル、海面はCox-Munkモデルを適用し、4種類のアロゾルモデル (Soot, Urban, Oceanic, Dust) を混合して使用する。複数の観測データを用いて一度に解を求めることから、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。また、一般的な解析アルゴリズムに比べてパラメータ数が多いためLook-up tableの作成は不可能である。衛星データを使用して広域を網羅する解析を行うためには高速な解析を可能にすることが不可欠である。この問題に対処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に適用した。本研究ではニューロンが能動的に学習することをコンセプトに新しい学習アルゴリズムを構築している。Active learningは学習によって計算精度の向上に貢献したニューロンがより良い報酬を得る形で学習が行われる。これにより放射伝達計算によってシミュレートされる衛星搭載センサのシグナルを高精度に学習することでエアロゾルなどの大気要素をリトリーブするための高速なソルバーとなる。今年度は実際にTRANS-AM (Radiative Transfer Acceleration Module) をGRASPに実装して静止衛星データの解析テストを行った。解析対象領域は日本列島を含む東アジア領域を選択した。解析対象期間は2018年4月の1ヶ月間である。図1.4.2.4-1.にエアロゾルの解析結果を示す。一見して雪面以外の全ての領域でエアロゾルが推定可能であることが分かる。従来の解析アルゴリズムと比較した場合、様々な地表面被覆とアルベド値においてエアロゾルの光学特性が得られることはエアロゾル解析において最も重要な要素であり、このアルゴリズムの大きなアドバンテージである。

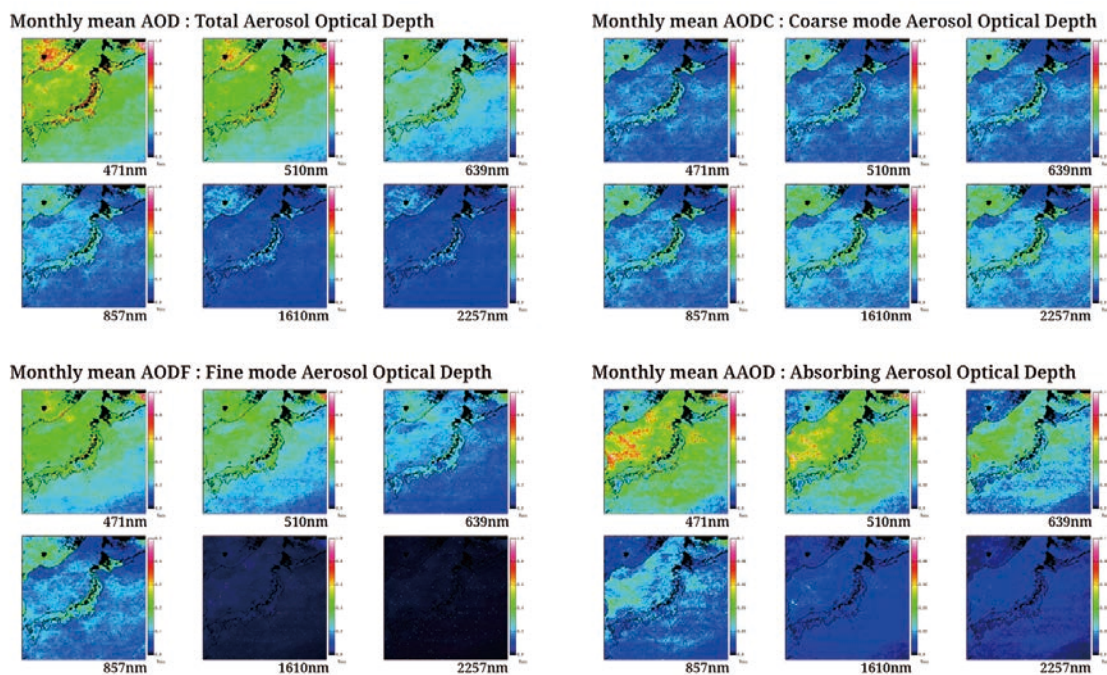


図1.4.2.4-1. GRASP with TRANS-AMによるエアロゾル解析例 (2018年04月)

先立って同領域を含む広範囲の地上検証を昨年度に実施した。図1.4.2.4-2.に Aeronet 地上観測値との比較を示す。これは新しい学習アルゴリズムによって作成された放射計算ソルバが十分な精度を持っていることを示しており、解析精度はこれら検証結果に基づいている。対象となる解析期間の東アジア領域は大陸側から運ばれるダストが顕著に見られるが、解析結果も同じ傾向を示しており AODは通常と比較して高めの結果となっている。Fine mode / Coarse modeはそれぞれbi-modalの粒径分布から AODの分配を良く表しており、波長特性から大陸起源の粒子と海洋起源の粒子の空間分布が明確になっている。また、Absorbing AODの空間分布からも吸収性のエアロゾルが大陸側から飛来していることが分かる。図1.4.2.4-3.に対応する地表面BRDFパラメータ (isotropic term, volumetric term, geometric term) の解析結果を示す。地表面パラメータもエアロゾルと同

様に雪面以外の全ての被覆において推定されている。エアロゾルと整合的な地表面パラメータを得られることもまたこのアルゴリズムの重要なアドバンテージである。

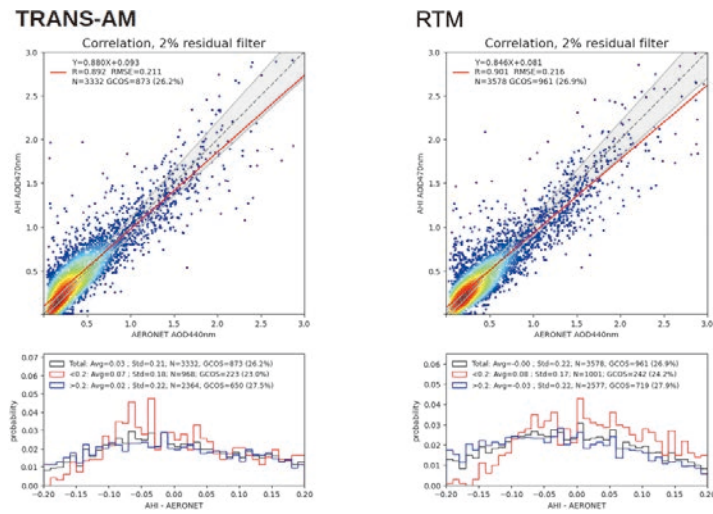


図 1.4.2.4-2. AERONET 地上観測43地点による検証例

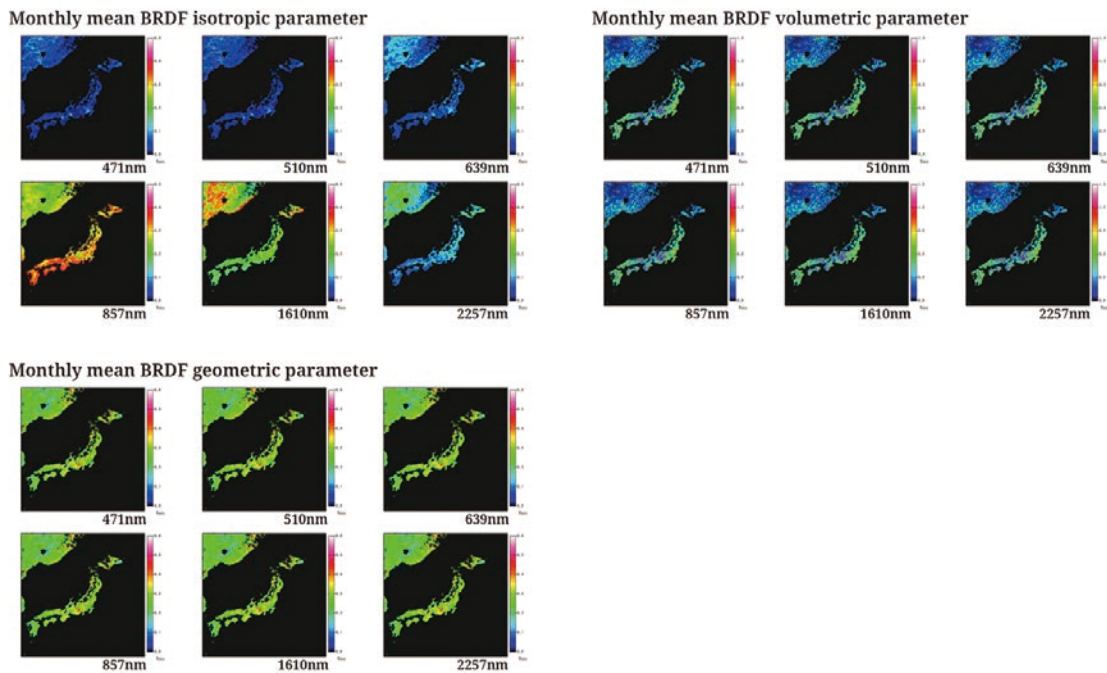


図 1.4.2.4-3. GRASP with TRANS-AMによる地表面BRDFパラメータ解析例 (2018年04月)

今後は5機の静止衛星を使った全球解析を予定している。さらに、新しい雲解析アルゴリズムの開発を東京大学大気海洋研究所と共同で実施している。従来の雲解析では大気層と雲層の取り扱いを簡略化した解析が行われていたが、新しい解析アルゴリズムではより現実に近い大気を仮定することで高精度な解析を実現する。特に雲層を現実に近い形で仮定するためには放射伝達計算による衛星観測シミュレーションの計算コストが大きな問題となるが、本研究はこの問題をTRANS-AMによって解決している。図1.4.2.4-4.に解析結果の一部を示す。従来の簡略化された手法では静止衛星観測データから二次元的なパラメータを導出するのが限界であったが、本研究で開発された手法では大気層と雲層の取り扱いが現実の大気に近づくため、雲の三次元的な構造を得ることが出来る。従って、ひまわりデータのみを入力とした解析でもCloudsatに比較してよく似た三次元構造の解析が可能となった。一般的に高速化は解析速度が多少早くなる程度のものであり、解析結果の精度や質そのものに資することは無いと誤解されてきたが、十分に高速なアルゴリズムはより現実に近い解析が可能となるため、これまで不可能であった解析を可能とする大きな変化をもたらす。これらの雲とエアロゾルの結果はAMATERASSに適用される予定である。

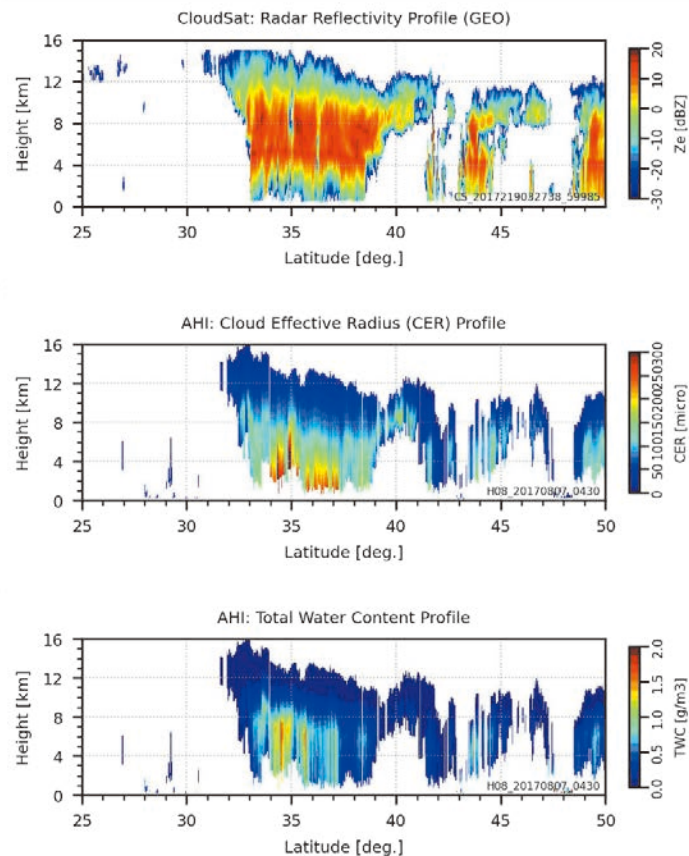


図1.4.2.4-4. 新しい雲解析アルゴリズムの解析例（2017年8月7日）

◆◆1.4.2.5. 全球降水マップの作成・GSMaPの高解像度化

（小槻峻司・武藤裕花・金子凌）

豪雨・干ばつのような降水にまつわる災害は、毎年世界的に発生しており、多くの犠牲・経済的損失を生み出している。今後の気候変動を鑑みると、災害は更に激化することが想定され、これらを予測・観測することは世界的に急務であると考えられる。現在、GSMaP（Global Satellite Mapping of Precipitation）のような全球降水マップが提供されており、その貢献は論を俟たないが、更に地域に特化した予報・観測システムを構築するためには、時空間解像度の高解像度化は重要であると考えられる。

本研究グループでは、新たな手法から全球降水マップを作成すること、またGSMaPを高解像度化することを目的に研究を行っている。前者では局所アンサンブルカルマンフィルターを活用し、ERA5やCPCデータを使うことで新たな全球降水マップを作成し、後者では、深層学習モデルを用いGSMaPのデータを超解像することで、DPR（Dual-frequency Precipitation Radar）の降水量を推定することを検討している。ここでは2023年度の研究から、主要な研究成果・進捗状況を報告する。

◆◆◆1.4.2.5.1. アンサンブルデータ同化を用いた地上雨量観測からの全球降水分布の推定手法の提案

【重点1：豪雨災害予測・監視】

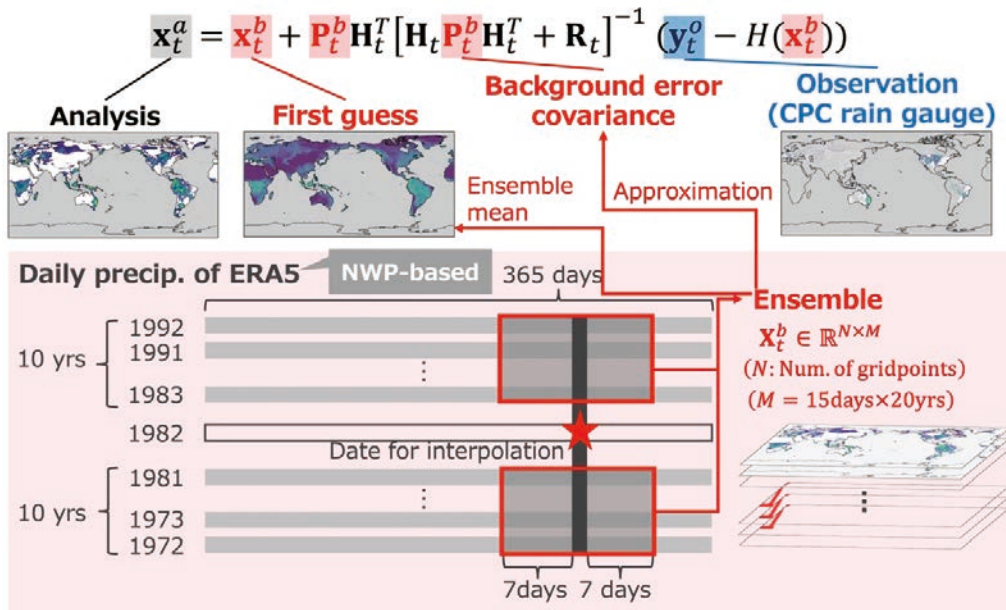


図1.4.2.5.1.-1. ERA5の再解析降水量から構築した第一推定値 (x_t^b) と背景誤差共分散 (P_t^b) を用いて、雨量計観測 (x_t^a) から降水量分布を推定する手法の大枠。投稿中の論文、Muto and Kotsuki 2024より引用

本研究では、地上雨量計観測から全球降水量分布を空間内挿する新たな手法を提案した。具体的には、データ同化の一手法である局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) のアルゴリズムを活用し、推定日前後の再解析降水量ERA5データから第一推定値と背景誤差共分散を構築した上で、Climate Prediction Center (CPC) の雨量計観測を入力値として降水量分布推定を行った (図1.4.2.5.1.-1.)。さらに本研究では、推定を行う上で観測数制限によって局所化半径を決定する手法を取り入れた。推定の入力値として用いた雨量計観測とは独立した観測 (APHRODITEの日単位地上雨量計観測) を用いて検証した結果、本研究の推定値 (LETKF_est)の方がERA5や、CPCによる既存の手法を用いて推定された降水量分布 (CPC_est)よりも優れていることが示唆された (図1.4.2.5.1.-2.)。さらに、Global Precipitation Climatology Centreの月単位の地上雨量計観測と比較した空間平均二乗誤差、空間平均絶対誤差、相関係数からも、CPC_estに対するLETKF_estの優位性が示唆された。本研究では再解析データを活用し、物理的な関係性をよりよく反映した第一推定値や背景誤差共分散を得られたことが、雨量計観測からの空間内挿手法の改善に繋がったと考えられる。本研究はすでに欧州地球物理学連合の国際誌Hydrology and Earth System Sciencesに投稿済みであり、public peer reviewが可能なプレプリントとして公開されている [Muto and Kotsuki 2024]。

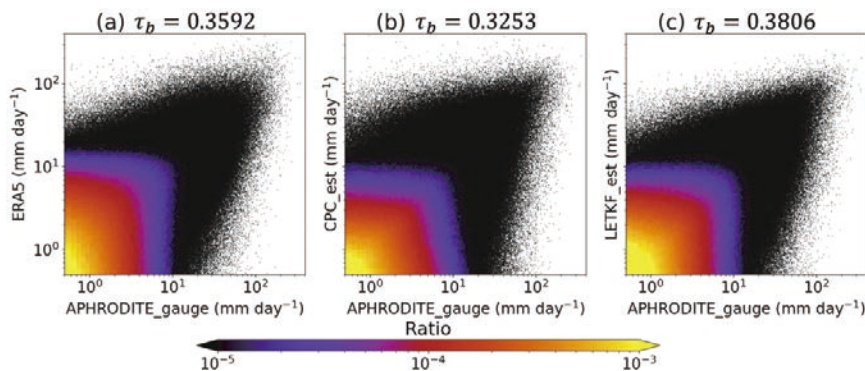


図1.4.2.5.1.-2. (a) ERA5、(b) CPCの推定値 (CPC_est)、(c) 本研究の推定値 (LETKF_est) を各々APHRODITEの地上雨量計観測 (APHRODITE_gauge) と比較した際の散布図およびKendallの順位相関係数 (τ_b)。 τ_b は大きな値であるほど、比較する二種のデータが類似することを示す。Muto and Kotsuki 2024より引用

◆◆◆1.4.2.5.2. GSMap・ひまわりを用いた全球降水マップの高解像度化の検討

【重点1：豪雨災害予測・監視】

全球高解像度降水マップの開発を進めている。このプロダクトにより、さらに地域に特化した降水を知ることが可能となり、それぞれの地域での防災情報や農業の為の情報などとしての利活用が期待できる。

GSMapによる降水量マップから、DPRにより算出された降水量に超解像する深層学習モデルの作成・検討を行っている。前者が空間解像度約10km四方であり、後者が空間解像度約5km四方のデータであるから、およそ2倍の高解像度化を行うことになる。GSMapによる降水量と、ひまわり8号・9号などによって取得されたIRバンドによる衛星画像を入力すると、DPRの降水量を出力するように学習させる。対象となるDPRの走査領域に合わせて計算領域を切り出し、この組み合わせを無数に作成することで大量のデータセットを作成する。観測領域は深層学習モデルの学習を簡単にするため四角形の領域を検討しており、走査領域から外れる箇所はマスクとしてフラグを立てて学習させる(図1.4.2.5.2.(出力、全球の箇所))。さらに、このDPRの走査領域が学習時に及ぼす影響を検証することを目的に、日本領域では降水量の真値として、気象庁の解析雨量を学習させるケースを作成する。解析雨量は同時刻に日本の全領域での降水量を算出することが可能であるから、DPRのようにマスクされた箇所が存在せず、その影響を比較可能である(図1.4.2.5.2.)。学習の結果を鑑み、マスク領域の影響が大きい場合は極力その領域が少なくなるよう学習領域を切り出すなど、学習方法の更なる検討や修正を行う予定である。

このプロダクトが完成できれば、GSMapの高解像度化はもちろんのこと、回帰周期の長いGPM/DPRによる降水量を、GSMapとIRバンドのみを用い、全球で高頻度に算出することが可能である。

2023年度はデータの収集や前処理を行い、機械学習の準備進めてきた。2024年度以降は、引き続きモデルの作成や精度検証を進めていき、年度中のプロダクト完成を目指す。また、作成したデータセットを用いてコンペティションを行うなど、データの利活用なども併せて検討する予定である。

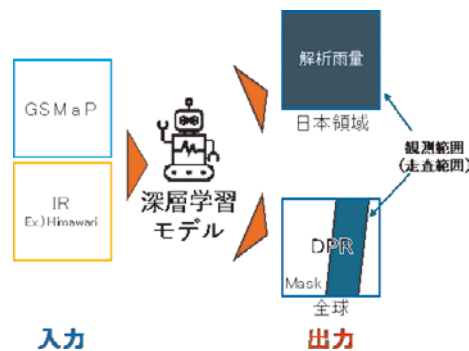


図1.4.2.5.2. 学習の内容。日本領域と全球とでデータを分けることで、走査範囲の影響を検討する。

1.5. プログラム5：社会実装プログラム

様々なステークホルダーとの協働を通してリモートセンシング研究の成果を社会実装し課題解決を行う。

Program 5: Social Implementation

Implementing the results of remote sensing research into society and solving problems through collaboration with various stakeholders.

[研究内容と令和5年度の成果]

◆1.5.1. 食料安全保障分野でのリモートセンシングの多面的活用及び社会実装

(本郷千春)

食料安全保障や気候変動適応策が全世界的に大きな関心を集め、それに関する研究や様々な取り組みが行われている。我々は研究成果の社会実装を基本的スタンスとして、持続的な食料生産を可能にする社会システムの構築に取り組んでいる。ここでは2023年度の研究から、主要な研究成果を報告する。

◆◆1.5.1.1. 気候変動適応策としての農業保険システムへのテクノロジーの統合

(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」ことを目的としている。2016～2022年に実施したJST/JICAのSATREPSプロジェクトにおいて、UAVや衛星データ等の空間情報を駆使した損害評価プロセスを創り、現場のニーズを直接的に取込みつつ、損害評価員・関係者らと共同で現行手法を統合した新たな損害評価手法を構築した。西ジャワ州とバリ州での研究活動とインドネシア農業省へのアウトリーチ活動の結果、農業省からプロジェクトで構築した損害評価手法の活用を支持する旨が記載された公式書簡が西ジャワ州農政局長へ出状された。これを受けて2023年度は、今後の本格運用に向けてプロジェクトのフォローアップ活動を推進した。

他州への新評価手法の社会実装の第一歩として、2023年8月に農業省BBPOPT Jatisari Karawangにおいて、New damage assessment using remote sensing by SATREPSの研修を実施した。2日間にわたりハイブリッド開催されたこの研修には、西ジャワ州、中部ジャワ州、バンテン州、南スマトラ州、北スマトラ州、ランブン州、南カリマンタン州、リアウ諸島の損害評価に関連する部署の職員、農業省から食用作物保護局長、園芸保護局長、植林保護局長、ポゴール農科大学の教員ら50名以上が参加した。SATREPSメンバーである西ジャワ州の植物保護センターの職員が中心となり、プロジェクトで作成した評価手法のテクニカルガイドラインを使いながら、UAV操縦に関する講義とデモンストレーション、損害評価データの取得方法と各種データの解析手法について、机上と現地での研修を行った。

また、西ジャワ州植物保護センター、千葉大学、日本大学、ポゴール農科大学が合計4回の合同現地調査を行い、プロジェクトで構築した手法の更なる改良に取り組むとともに、ポゴール農科大学が中心となって中央政府及び州政府からマッチングファンドを獲得するための準備を開始した。



写真1.5.1.1. 西ジャワ州職員による講義とデモンストレーションの様子

◆◆1.5.1.2. Sentinel-2衛星データを用いた水稻の栽培必要水量の把握
(森貴之・本郷千春・Gunardi Sigit)

【重点6：地域農業】

1. はじめに

インドネシア西ジャワ州を流れるチタルム川は、首都ジャカルタにおける水源の8割を供給しているジャワ島最大の河川である。本研究で対象とするチヘア灌漑地区はその支線のひとつであるチソカン川から取水して灌漑を行っているが、乾期は水稻の栽培に必要な灌漑水量の7割程度しか供給されていないことが報告されている。そこでHongoらは水稻の各成長段階における必要灌漑水量を衛星データから算出してその空間分布を把握し、水量が不足している年を確認している。また、東海林らは同じ対象地域内において上流域よりも下流域で干ばつ被害が多く発生していることを報告している。しかし、これらの研究では灌漑水が不足していることは確認しているが、供給水量を効率的に配分するための計画策定に必要な必要水量に対する供給水量や不足している水量の空間分布の把握は行っていない。そこで本研究では、圃場単位で水稻の栽培に必要な水量を面的に把握するとともに、灌漑水の供給水量と水量が不足している流域を明らかにすることを目的とした。

2. 対象地域及び対象時期

本研究では、インドネシア共和国西ジャワ州チアンジュール県北東部チヘア灌漑地区を対象地域とした。チヘア灌漑地区は灌漑面積およそ8,000haであり、上流域、中流域、下流域の3つの灌漑ブロックに区分されている。また、2021年の乾期1作目にあたる4月～8月を対象時期とした。

3. 使用データ

2021年4月～8月に撮影されたSentinel-2衛星データのうち、可視から短波長赤外バンドを解析に用いた。また、圃場単位で水量を把握するために水田圃場区画ポリゴンを使用した。現地調査データとして、対象地域における灌漑分岐点の位置情報及びインドネシア水資源局が計144地点で計測した日単位ごとの灌漑取水量データを用いた。

4. 解析手順

はじめに、Sentinel-2データの可視から短波長赤外の反射率画像を作成し、植生指数NDVIの算出を行った。さらに圃場区画ポリゴンを用いて、各波長帯の反射率とNDVIを抽出した。次に調査圃場ごとの生育段階を特定するために、時系列NDVIデータ基準となる出穂期の推定を行なった。出穂期の推定については水稻のNDVIは移植後から上昇し、出穂に伴い最大となる特徴を利用し、NDVIが最大となる日を出穂日とした。そして各生育段階の継続期間を用いて圃場単位で衛星データ取得日の生育段階を推定した。また水稻の栽培必要水量の空間分布を把握するために、生育段階別に水稻が必要としている水量を対象地域における水田のピクセル全てに代入することで栽培必要水量を推定して可視化し、空間分布を把握した。

最後に灌漑ブロックごとに供給されている水量を算出するべく、対象地域の各灌漑分岐点における灌漑取水量を上流域、中流域、下流域の3灌漑ブロックにおいて算出した。そして衛星データから推定した栽培必要水量と現地調査データから算出した供給水量の差分を求めることで不足水量を算出した。

5. 結果及び考察

Sentinel-2データから推定したNDVIが最大日を迎えたマップを図1.5.1.2.-1.に示す。対象地域においてNDVIの時系列変化の比較から出穂期のNDVI増加に伴う生育曲線の変化は圃場間で異なることを確認した。解析から出穂期を迎える圃場は1時期に集中しておらず、異なる生育段階の圃場が点在していることを把握した。さらに、生育段階ごとに必要な水量を衛星データに代入して求めた栽培必要水量の時系列データを比較すると、4月から7月にかけて必要水量が日々変化していることが確認された(図1.5.1.2.-2.)。現地計測データから算出したブロックごとの灌漑取水量を見ると、3つの灌漑ブロックでほぼ均一に取水量が配分されていた。特に中流域では6月中旬以降にかけて灌漑取水量が低下していることから、上流域で優先的に水が使用されることによって供給水量が不足していたことが推察された。衛星データから推定した必要水量と灌漑取水量との過不足をブロックごとに算出したところ、8月初旬に全流域で灌漑水が不足していた状況であったことが明らかになり、他の期間では水不足が発生していないことが確認された。灌漑ブロック内で必要水量を算出した場合、生育段階が一樣ではないためブロック内において灌漑取水量が過多になっている圃場と不足している圃場間で供給水量が充足し、水不足が生じていないという結果になったことが推察された。今後は水稻の生育段階が同じ圃場のグループを作って上流域、中流域、下流域ブロック間の過不足を算出する予定である。

本研究は、科学研究費（国際共同研究加速基金（国際共同研究強化B））において実施されたものである。

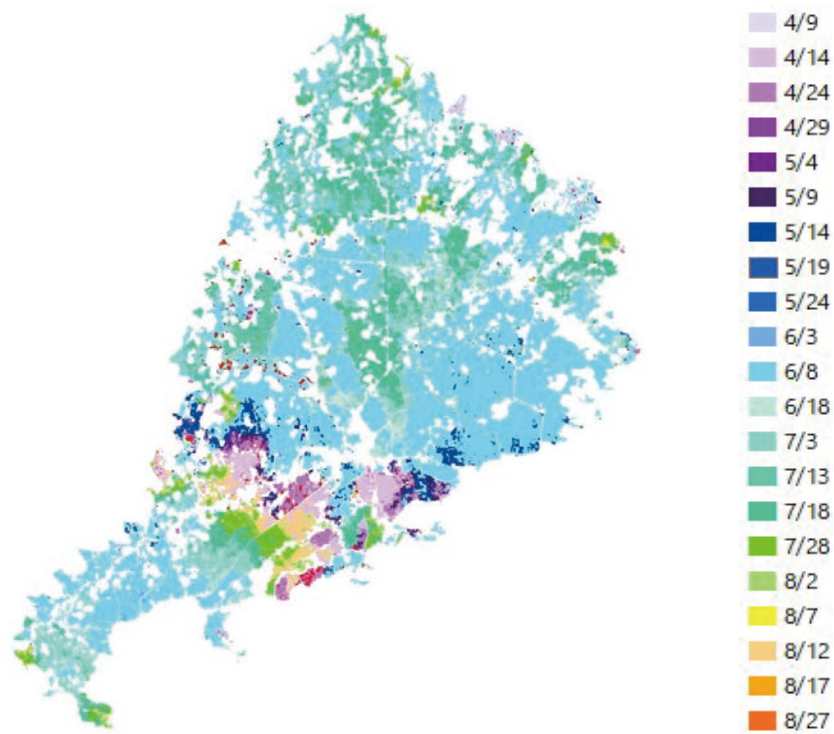


図1.5.1.2-1. NDVI値の最大日マップ

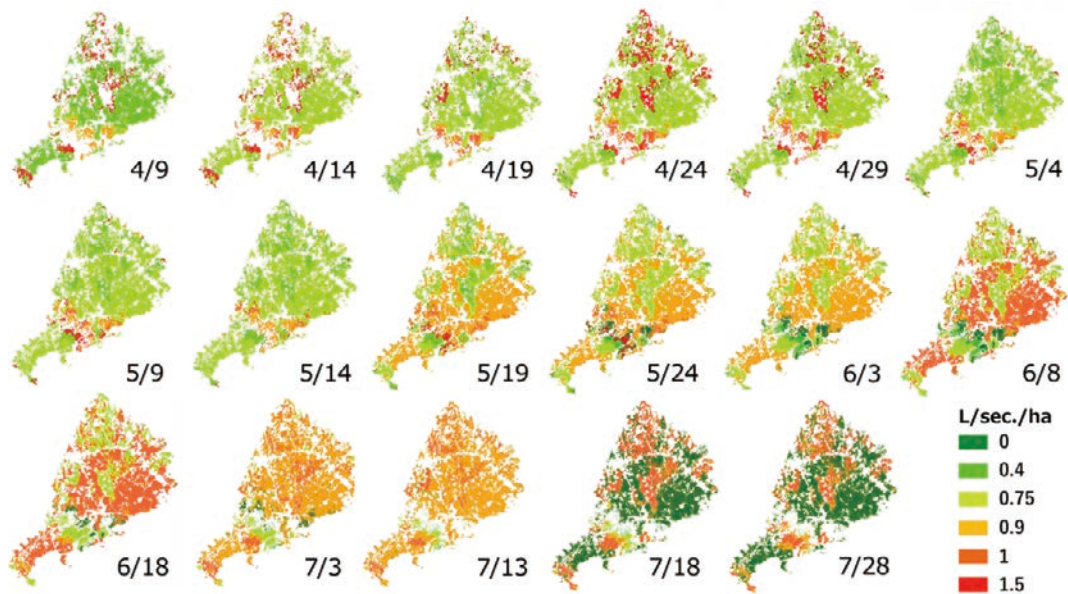


図1.5.1.2-2. 水稲栽培必要水量の推定結果

◆◆1.5.1.3. Texture Extraction for Detecting Disease on Paddy Using UAV Data and Machine Learning (Arif K Wijayanto, Sahid Agustian Hudjimartsu, Lilik B Prasetyo, Gunardi Sigit, Chiharu Hongo)

【重点6：地域農業】

1. Introduction

Paddy cultivation is vital for global food security, but diseases pose a threat. Timely detection is crucial, especially in Indonesia, where rice is economically significant. Bacterial Leaf Blight (BLB), caused by *Xanthomonas oryzae* is a major concern. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) with multispectral sensors have revolutionized agricultural monitoring. They efficiently collect data over large fields, providing

detailed crop health assessments. Textural analysis quantifies image patterns using tools like Gray-Level Co-occurrence Matrix (GLCM) and Haralick texture features. Haralick texture features offer a broader set of measures, including entropy and inertia, valuable in various applications¹⁾. This paper explores the novel use of textural analysis on UAV data to detect BLB disease in paddy fields. It enhances disease detection accuracy by revealing subtle crop canopy variations caused by BLB, aiding management strategies. While previous studies mainly focus on ground-based close sensing images for rice disease detection²⁾, this study develops and evaluates disease detection models based on texture features from UAV data. Performance is compared with traditional spectral indices (NDVI, NDRE, and GNDVI) to assess their effectiveness in identifying paddy diseases. The research aims to enhance agricultural productivity and global food security through robust, non-invasive, and early disease detection methods.

2. Methodology

This study was conducted at Cianjur, West Java, Indonesia. The BLB infection level was assessed in the study site from July 7 to July 10, 2023. Pest Observers evaluated the damage level. The extent of BLB damage was assessed using a six-grade classification system: 0 = 0%, 1 = 1-20%, 3 = 21-40%, 5 = 41-60%, 7 = 61-80%, 9 = 81-100%. In total, there were 109 sample points.

The multispectral data collection was conducted employing the DJI Phantom 4 Multispectral deployed to an elevation of 60 meters. The ground sampling distance measured 2.5 centimeters per pixel.

Thermal data was acquired by using Micasense Altum-PT sensor attached to Trinity F90+ fixed-wing UAV. Operated at 100 m altitude, the GSD was approximately 27 cm/pixel. We used Pix4D Mapper software to generate orthomosaic data. The orthomosaic data were then processed for texture extraction using the Haralick method yielded eight Haralick features, including energy, entropy, correlation, inverse difference moment, inertia, cluster shade, cluster prominence, and Haralick correlation.

Three vegetation indices (NDVI, GNDVI, and NDRE) and thermal data were also derived. By using zonal statistics, the value of pixels from texture analysis, vegetation indices, and thermal data were extracted into the buffered sample points. This data is then joined with the ground data based on the same point code.

To deal with the imbalanced dataset issue, we generated synthetic samples by using SMOTE (synthetic minority oversampling technique). There were 32 scenarios set to be run by using two different machine learning algorithms: random forest (RF) and neural network (NN). Each scenario was then assessed by using twenty-fold cross-validation to check the classification accuracy.

3. Results

Seven scenarios were run using only textural features. The highest accuracy was achieved from NN with 0.905 by combining textural features from a green and blue band of RGB image (Fig. 1.5.1.3.-1. (a)). Followed by NN (0.895) with textural features from the green band was dropped. By considering only one textural feature of each RGB channel, the achieved accuracy was slightly lower. The highest was achieved from both RF and NN, using only Haralick texture feature from a blue channel, providing an accuracy of 0.875. Traditional vegetation indices yielded lower accuracy (0.890 with all three indices in RF) (Fig. 1.5.1.3.-1. (b)). Solely relying on thermal features resulted in insufficient accuracy (0.750 RF, 0.485 NN). Combining thermal, texture, and vegetation indices achieved peak accuracy: 0.920 with RF and 0.945 with NN (Fig. 1.5.1.3.-1. (c)).

Among all predictors, three textural features (R_B8, G_B2, and B_B6) were in the top five predictors based on their importance (Fig. 1.5.1.3.-2.). Omitting these features, considerably decreases the classification accuracy. The normal distribution of data shown in Fig. 1.5.1.3.-3.. Also depicts the separability of Haralick correlation from the red channel (R_B8) in distinguishing different levels of BLB damage.

Indonesia faces agricultural disease challenges, particularly in rice, a staple food. Remote sensing technology, including drones, offers an efficient solution. Multispectral sensors, though effective, are costly. This study explores using regular RGB sensors to detect BLB disease. High accuracy is attainable by leveraging textural features from RGB images, potentially eliminating the need for expensive

multispectral sensors. This approach could simplify and lower disease detection costs, with broader applications in paddy and other crops.

4. Conclusion

Our robust BLB disease detection method can extend to other crops, revolutionizing pest and disease management. This research underscores the potential of technology and innovation in safeguarding food security in Indonesia and regions facing similar challenges.

5. References

- 1) Haralick, R. M., Dinstein, I. & Shanmugam, K.: Textural Features for Image Classification. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. SMC-3, 1973
- 2) Asfarian, A., Herdiyeni, Y., Rauf, A. & Mutaqin, K. H.: Paddy diseases identification with texture analysis using fractal descriptors based on fourier spectrum. in Proceeding - 2013 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications: 'Recent Challenges in Computer, Control and Informatics', IC3INA 2013 (2013). doi:10.1109/IC3INA.2013.6819152

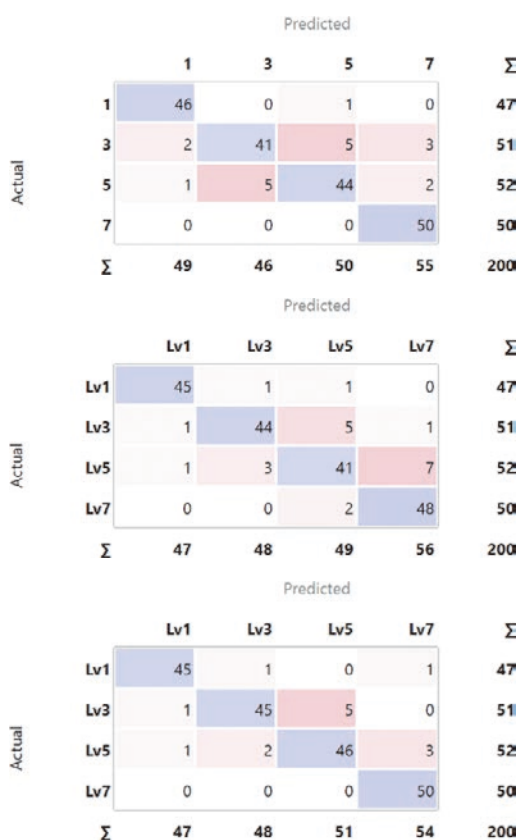


Fig. 1.5.1.3.-1. Confusion matrix of classification using textural features (a), vegetation indices (b), and fusion of all features (c).

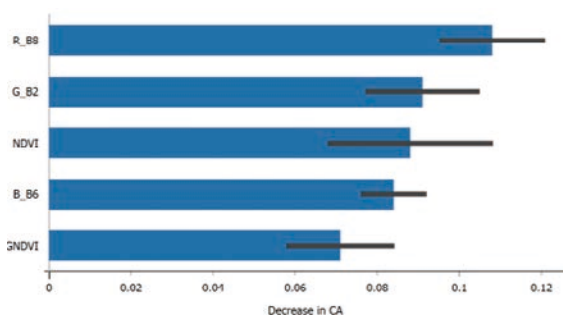


Fig. 1.5.1.3.-2. Permutation feature importance depicting Haralick correlation from red channel (R_B8) as the most important feature.

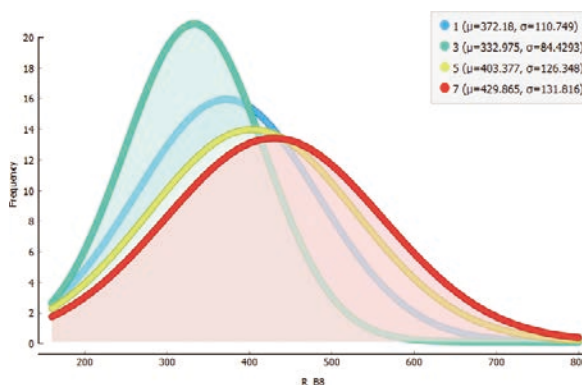


Fig. 1.5.1.3.-3. Normal distribution of R_B8

◆ 1.5.2. 高精度観測技術を用いた社会実装に向けた新展開 (入江仁士)

最大の地球環境問題のひとつとして人類の持続可能性を脅かしている気候変動の影響が世界各地で顕在化してきている。気候変動の原因は人間活動にあることは明白だが、気候変動を駆動しているさまざまな大気環境（各種微量気体、エアロゾル、雲）の変動プロセスの理解は不十分である。気候変動の緩和策・適応策の合理化につながる数値シミュレーションの検証と不確実性の減少のために、地球規模で長期にわたって均質なデータをもたらす唯一の方法であるリモートセンシング技術による大気環境変動研究は不可欠である。当研究室は、独自の世界最先端の高精度観測技術（リモートセンシングを含む）・データ・科学的知見を基盤に、社会実装に向けた新

展開を図っている。以下に2023年度の研究から1件の成果を報告する。

[迅速なSLCFsに関わるエミッションの評価]

我々は2013年以降、都市域（千葉）と郊外（つくば）において独自の多軸差分吸収分光法（Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy; MAX-DOAS法）を用いて実施してきた長期連続地上分光計測を継続し、MAX-DOAS法からリトリバルされた大気境界層内（高度0–1km）の二酸化窒素（NO₂）とホルムアルデヒド（HCHO）、オゾン濃度の直近11年間の長期連続データセットを構築した（図1.5.2.-1.）。これらの大気成分は、大気中の寿命が比較的短い直接的あるいは間接的に（化学反応を経て）地球の放射収支に影響を与える短寿命気候強制因子（SLCFs）として知られている。加えて、我々が主導している国際リモートセンシング観測網（A-SKY）の枠組みを活用し、越境汚染の影響を比較的強く受ける福岡県春日市についても直近10年間の長期連続データセットを構築した。これらのサイトについて、NO₂、HCHO、オゾンの各成分の年々変動を明らかにすると共に、実大気におけるオゾン感度レジームを導出した。千葉においてNO₂とHCHOの濃度は年率6～10%の速度で急激に減少したことが分かった（図1.5.2.-1.）。NO₂とHCHOはそれぞれNO_xとVOCのプロキシと考えてもよいので、それらの濃度減少を強く支持する。しかしながら、千葉においてはオゾンの濃度には有意な減少は認められないことも分かった。このことから、NO_xタイトレーションがオゾン濃度を決定する上で顕著な役割を果たしていること、さらには、オゾンの生成がVOCで律速されていることが分かった（VOC-sensitiveの領域）。他方、つくばにおいては、本研究以前の期間ではオゾン濃度には有意な変化は認められなかったが、本研究で構築した11年間のデータから有意な減少トレンドが見出された。減少トレンドを示したことから、つくばはNO_x-sensitiveの領域にあると考えられた。千葉とつくばの観測結果は春日サイトのデータによって支持された。本研究では、これらの証拠をモデルシミュレーションや排出インベントリを使用せずに観測から示すことができた。さらには、VOC-sensitive領域においてMAX-DOASデータから見積もられた大気境界層内のHCHO/NO₂濃度比は1以下の値を示すこと、NO_x-sensitive領域では2以上という高い値を示すこと、さらには、2013年以降、千葉のHCHO/NO₂濃度比が減少から増加に転じ、オゾンの生成領域がNO_x-sensitive領域にシフトする傾向があることも分かった（図1.5.2.-2.）。このように、オゾン濃度低減に対するNO_xとVOCの排出削減の有効性を地上分光計測から検証することができた。さらには、直近を含む独自の長期連続データを活かし、機械学習等を組み合わせてCOVID-19の影響や地球沸騰化とオゾン感度レジーム解析の関連も議論した。また、衛星計測データに基づくオゾン感度レジーム解析に及ぼす雷起源NO₂の影響はかなり小さいことが分かった。本研究においてこれらの独自の地上分光計測をベースに得られた結果は、より一層の国内の大気汚染対策が必要なことを示唆した。そういった対策の結果として都市域でもオゾン濃度の減少が見込まれるため、特にNO_xの排出規制の強化に取り組む努力の継続が奨励される。

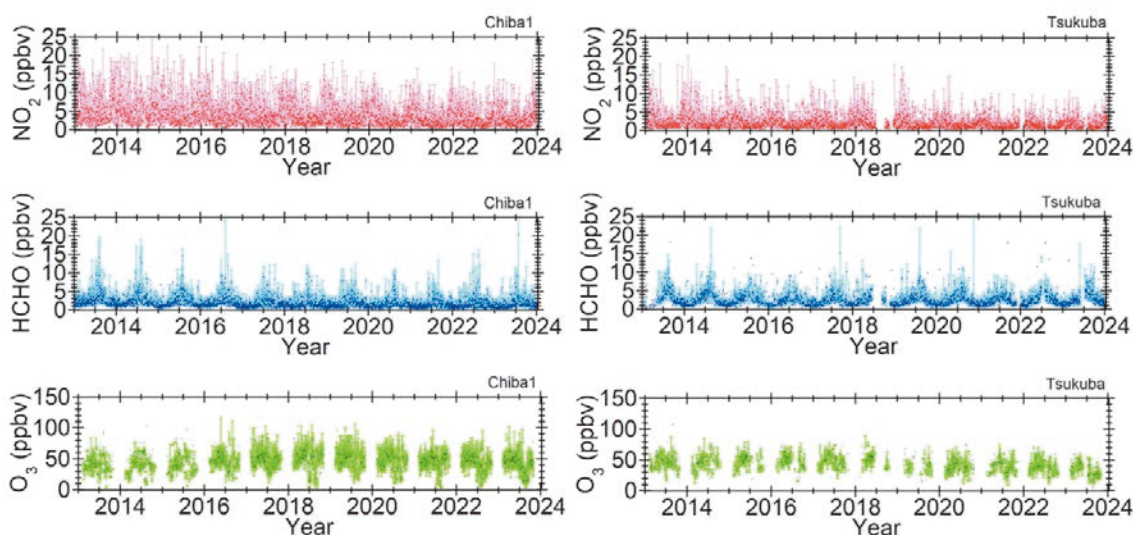


図1.5.2.-1.（左）千葉と（右）つくばでMAX-DOAS法によって観測された大気境界層内（高度0–1km）のNO₂濃度、HCHO濃度、オゾン濃度の時系列プロット。日ごとの中央値が点で、67%のデータ範囲がエラーバーで示されている。本研究により2013年から2023年までの11年間のデータセットを構築することができた。

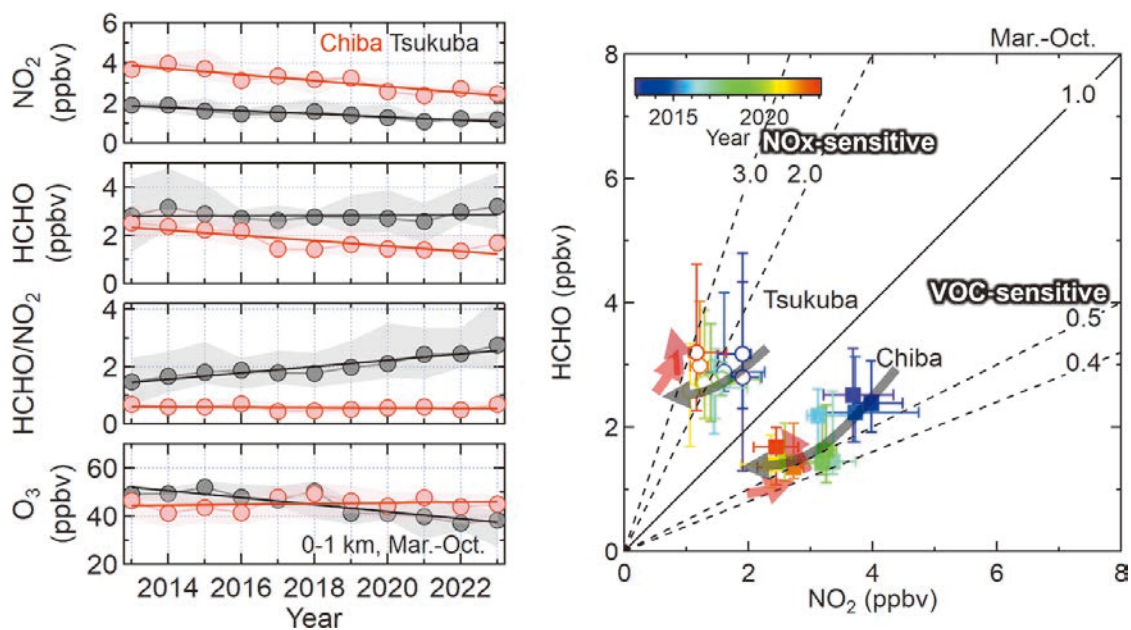


図 1.5.2-2. 千葉とつくばでMAX-DOAS法によって観測された大気境界層内（高度 0 – 1 km）のNO₂濃度、HCHO濃度、HCHO/NO₂濃度比、オゾン濃度の経年変動。3～10月の中央値が示されている。網掛けは67%の範囲を表す。(右) HCHOとNO₂の相関プロット。色は年を示す。基本的に、2013～2023年の11年間のあいだで両成分の濃度は減少したので、左下に向かって時間の進行を示す（黒矢印）。2021～2022年、2022～2023年の濃度変動は赤矢印で示されている。

◆ 1.5.3. 陸域生態系における定量的リモートセンシング及びその応用

(楊 偉)

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い、起こりうるリスクに対して環境モデルの予測を社会に活かす。高時間・空間分解能衛星データを用いて、農作物生育状況の広域モニタリング手法を開発する。

◆◆ 1.5.3.1. 水生植物繁茂のモニタリングとメカニズムの解明

(楊 偉・小田理人)

日本の代表的な富栄養湖である長野県の諏訪湖と千葉県の印旛沼では、水生植物の繁茂が見られる。水生植物、特に浮葉植物の過剰な繁茂は湖沼生態系に悪影響を与える可能性があり、湖沼の水生植物の繁茂の状況をモニタリングし、またその繁茂のメカニズムを明らかにすることは重要である。本研究では、高空間分解能、高時間分解能の小型衛星群データ (PlanetScope) を用いて、機械学習手法の一つであるRandom Forestを使用し水生植物繁茂域のマッピングを行い、各湖沼の水生植物繁茂の季節変化を調べるとともに、水生植物の活性度 (NDAVI) と水生植物の生育に影響を与えると考えられる気象、水質指標との相関解析、因果解析 (グレジャー因果性検定) を行い、水生植物繁茂のメカニズムの解明を目指した。諏訪湖では浮葉植物の繁茂面積は8月に最大を記録することが多く、一方沈水植物の繁茂面積は浮葉植物の繁茂面積が減少する10月に最大を記録することが多く、浮葉植物の繁茂面積が減少することにより沈水植物の繁茂面積が拡大することが明らかとなった。印旛沼では、浮葉植物の繁茂面積は9月に最大を記録することが最も多く、10月に最小を記録することが最も多く、繁茂の終了時期である秋に諏訪湖よりも浮葉植物の繁茂面積が急激に減少することが明らかとなった (図 1.5.3.1-1., 1.5.3.1-2.)。浮葉植物の繁茂開始日及び繁茂終了日は、どちらの湖沼でも遅くなる傾向にあり、これらは繁茂開始前の気温との関係性が考えられる。気象、水質指標との解析では、どちらの湖沼でも、気温及び水温と浮葉植物の繁茂に関連性が見られ、また浮葉植物の繁茂期には溶存酸素濃度が低下するという共通点が見られた。一方、諏訪湖では、水質指標との浮葉植物の活性度には因果性がみられなかったが、印旛沼ではCOD、SSといった有機物と関連する水質指標と浮葉植物の繁茂に特に因果性が見られたという違いも見られた。本研究の研究成果は湖沼における水生植物の生育について考え、浮葉植物の過剰な繁茂の抑制や、沈水植物の保護のための方策を検討する際に役立てられることが期待される。

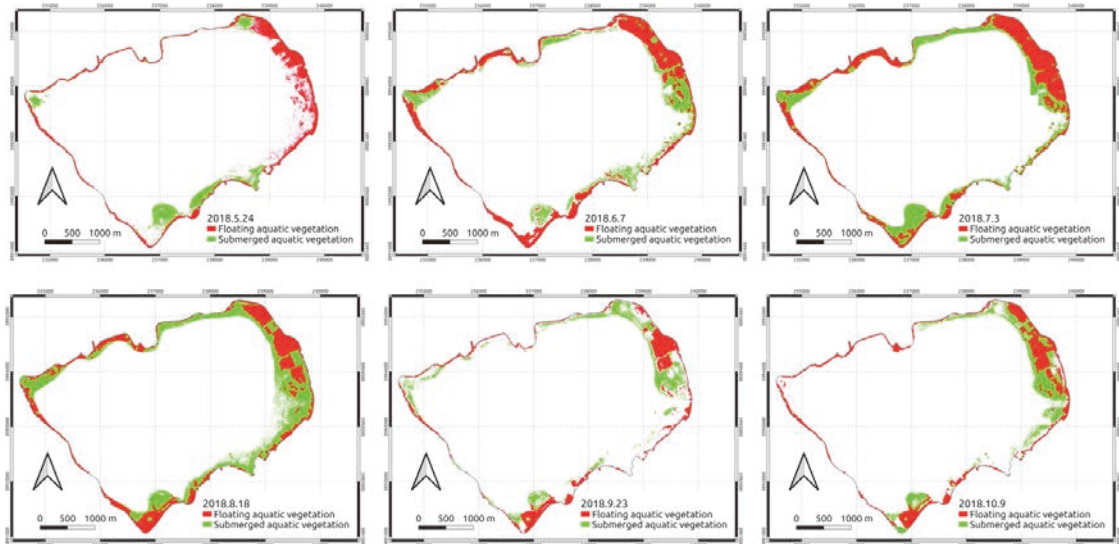


図1.5.3.1-1. 2018年の諏訪湖における浮葉植物及び沈水植物の空間分布

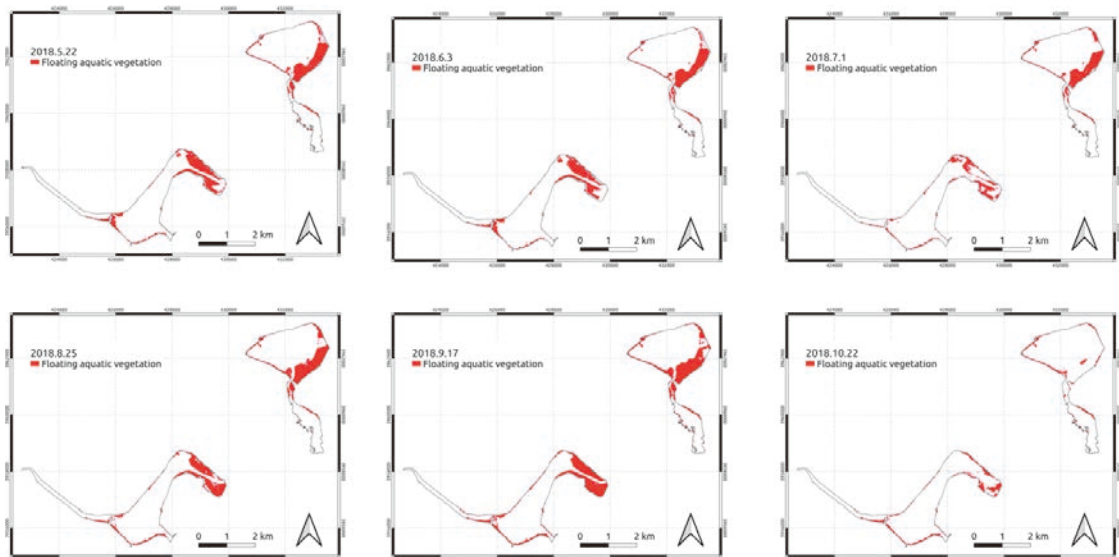


図1.5.3.1-2. 2018年の印旛沼における浮葉植物の空間分布

◆◆1.5.3.2. セイヨウアブラナの衛星マッピング手法の開発 (楊 偉)

【重点6：地域農業】

セイヨウアブラナ (Rapeseed) は、中国における最も広く栽培されている油作物の1つであり、食用油、飼料、そして緑のバイオ燃料の重要な源として役立っている。セイヨウアブラナの衛星マッピングは、国の食糧安全保障や政府の土地利用規制にとって重要である。衛星リモートセンシングを用いてセイヨウアブラナを識別するために、経験的指標に基づく方法や機械学習に基づく方法など、さまざまな方法が開発されてきた。経験的指標に基づく方法は、開花期のセイヨウアブラナの明るい黄色のスペクトル特徴を強調するために経験的に設計された指標を用いるのが一般的であり、これは実装が簡単である。残念なことに、中国におけるセイヨウアブラナの開花期には雲が多く、観測誤差が大きくなる。また、開花期は空間的にも年によっても異なるため、正確に取得できないことが多い。機械学習をベースした手法は、オールシーズンの画像を入力して適応的に特徴を学習することで、開花期の明確な観測結果への依存を軽減する。しかし、セイヨウアブラナとその以外の土地被覆タイプのクラス内変動が大きいことを考慮すると、国レベルで十分なサンプルを収集することは困難である。本研究では、2種類の方法の欠点を克服するために、ルールベースのサンプル生成と1クラス分類器 (RSG-OC) を統合した自動セイヨウアブラナマッピングアプローチを提案した。第一に、セイヨウアブラナの経験的指標に基づくサンプル選択ルールのセットを開発し、中国全域の開花予測期間中に雲のないピクセルのサンプルを自動的に生成した。第二に、セイヨウアブラナのカレンダーに基づいて合成された利用可能なすべての特

徴を分類に使用し、地域によるフェノロジーの違いを排除した。第三に、開花期に雲がないピクセルの汎化を改善するために、開花期の観測を除去する特定のサンプル増強が採用された。最後に、セイヨウアブラナ以外のクラスの多様なサンプルを必要としないように、典型的な1クラス分類器である、生成されたサンプルによって訓練されたランダムフォレスト (PUL-RF) により実装された正のラベルなし学習方法をセイヨウアブラナのマッピングに適用した。本研究で提案した手法により、2017年から2021年にかけて、Google Earth Engine (GEE) に基づき、中国のセイヨウアブラナが20mの解像度でマッピングされた。6つの典型的なセイヨウアブラナの植栽地での検証では、RSG-OCは平均94.90%の精度を達成した。これに対し、他の手法の平均精度は83.33%から88.25%であり、いずれも提案手法よりも劣っていた。追加の実験によると、RSG-OCの性能は、雲の混入、不正確な開花時期の予測、サンプル選択ルールの閾値の影響を受けなかった。これらの結果から、中国で作成されたセイヨウアブラナマップは全体的に信頼性が高く、提案手法は中国全域の年間セイヨウアブラナマッピングに効果的でロバストな手法であることが示された。

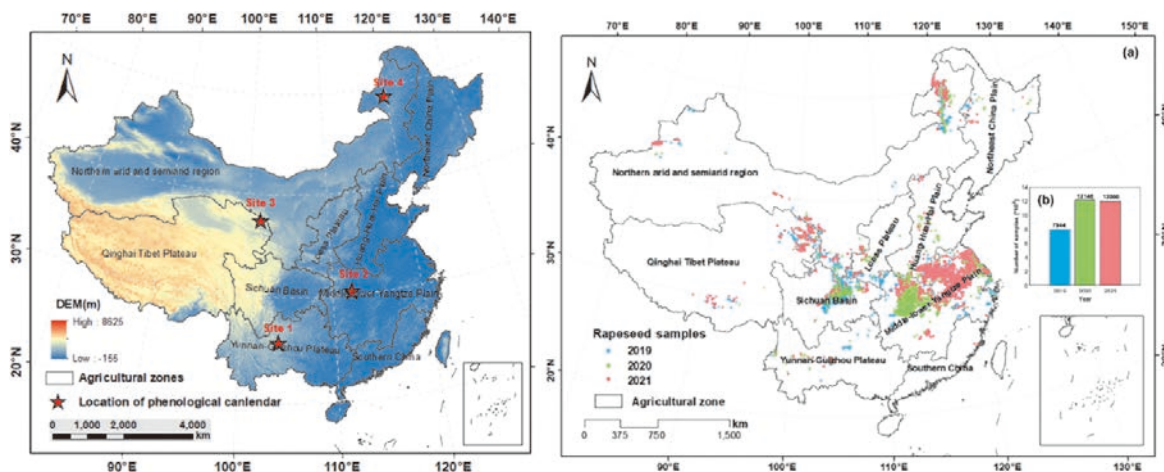


図1.5.3.2. 研究対象地域 (左) および分類図の結果 (右)

参照論文：Yunze Zang, Yuan Qiu, Xuehong Chen, Jin Chen, Wei Yang, Yifei Liu, Longkang Peng, Miaogen Shen, Xin Cao, “Mapping rapeseed in China during 2017-2021 using Sentinel data: an automated approach integrating rule-based sample generation and a one-class classifier (RSG-OC)”, *GIScience & Remote Sensing*, 60:1, 2163576, DOI:10.1080/15481603.2022.2163576, 2023

◆1.5.4. 千葉大学Future Earthと関連取り組み (市井和仁)

千葉大学Future Earthの推進として、本年度は、第3回Future Earth Japanサミットでの分科会2：生物多様性と気候変動において、「生物多様性と気候変動に関するIPBES-IPCC合同ワークショップ報告書の概要」と題した講演と、パネルディスカッションへの参加を行った。本サミットは国際プロジェクトFuture Earthにおける日本支部の全体会合であり、2023年11月21日にハイブリッドで開催された。

Future Earth 日本サミット
分科会 気候変動と生物多様性
2023/11/21

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

市井 和仁
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)
ichii@chiba-u.jp
http://ichiilab.weebly.com/ (Lab-web)

気候変動 緩和・適応の対策が、生物多様性に与える影響

気候変動のみに焦点をあてた対策は、生物多様性に対して悪影響の可能性がある

青： プラス
赤： マイナス

引用： Scientific Outcome (p152)

図1.5.4. 第3回Future Earth Japanサミットにおける本センターからの発表資料 (抜粋)

また、2015年に策定されたパリ協定の目標達成に向けた世界の進捗状況を評価する仕組みである「グローバルストックテイク」に向けた国内レポートとして、「温室効果ガス収支のマルチスケール推定に関する報告書2024」を国立環境研究所・海洋研究開発機構・気象研究所と共同で作成し公開した (https://www.nies.go.jp/sii8_project/)。この中で、本センターからの成果として、地上観測ネットワーク・衛星観測データ・機械学習を用いた陸域CO₂フラックス推定に関する結果を掲載した。

◆1.5.5. リモートセンシング手法による災害把握の研究
(ヨサファット研究室)

◆◆1.5.5.1. DInSARによるジャカルタの地盤沈下と建物重量の関係の評価

【重点4：先端マイクロ波リモートセンシング】

Subsidence in Jakarta is a serious problem and has a significant impact on the living environment and socioeconomy. The main causes of land subsidence are the use of underground resources and groundwater pumping. However, recent studies suggest that urban structure and building weight may also be involved. In this study, using SAR images with the DInSAR method, which can observe ground displacement and changes with high accuracy, we analyzed land subsidence in Jakarta from 2008 to 2011 and evaluated the relationship between the subsidence and urban buildings. The analysis results indicate that land subsidence is more pronounced in areas with dense-height buildings than in surrounding areas. In addition, the amount of land subsidence was not significantly affected by soil distribution in height-building dense areas, suggesting that the weight of the height-buildings affects land subsidence. Further analysis will be conducted using long-term monitoring.

ジャカルタの地盤沈下は深刻な問題であり、生活環境や社会経済に大きな影響を与えている。地盤沈下の主な原因は、地下資源の利用や地下水の汲み上げであるが、最近の研究では都市構造や建物の重量も関与している可能性が示唆されている。本研究では、地盤の変位や変化を高精度に観測できるDInSAR法によるSAR画像を用いて、2008年から2011年のジャカルタの地盤沈下を解析し、地盤沈下と都市建物の関係を評価した。解析結果から、高層ビル密集地域では周辺地域よりも地盤沈下が顕著であることがわかった。また、高層ビル密集地域では土壌分布が地盤沈下量に大きく影響しなかったことから、高層ビルの重量が地盤沈下に影響を与えていることが示唆された。今後は長期モニタリングによりさらに解析を進める予定である。

本研究における研究対象エリア（図1.5.5.1-1.）とデータセットの詳細（表1.5.5.1-2.）を以下に示す。



図1.5.5.1-1. 研究対象エリア

表1.5.5.1-2. データセットの詳細

Pair ID	Alignment	Master
ID-1	2008/09/20	2009/08/08
ID-2	2009/08/08	2010/08/11
ID-3	2010/08/11	2011/02/11

DInSAR処理の結果を図1.5.5.1-3.に示す。この図では、紫色は地盤沈下が増加していることを意味し、灰色は土地が隆起していることを意味する。ID-1の最大地盤沈下は177.637mmで、隆起は92.436mmであった。ID-2では、最大地盤沈下は220.779mmで、隆起は46.468mmであった。ID-3の地盤変形は、最大地盤沈下が129.353mm、隆起が122.003mmであることが示されている。地盤変形と建物重量の関係を分析するために、赤いボックスで選択したスポット領域を図1.5.5.1-4.に示す。

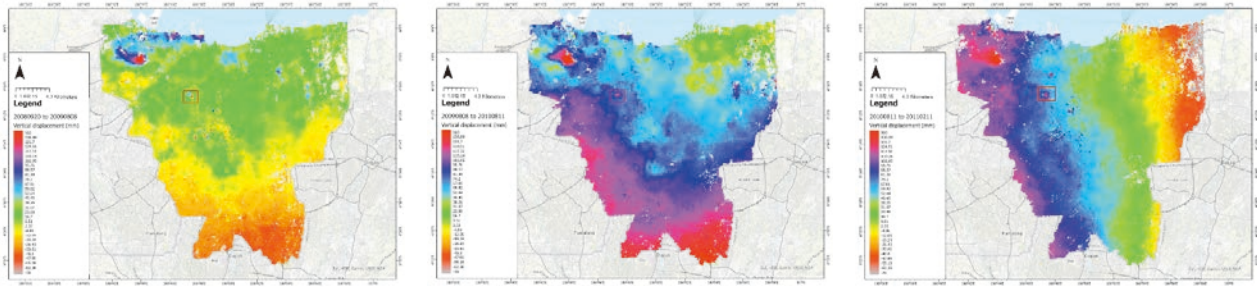


図1.5.5.1-3. 地盤の垂直変形 左から、ID-1, ID-2, ID-3

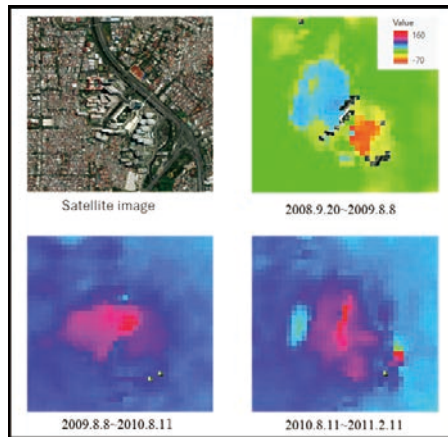


図1.5.5.1-4. 密集した構造物のある地域の衛星画像と鉛直変位画像

図1.5.5.1-4.に示した衛星画像を使用して表示した建物領域には密集した高層ビルがある。3つの結果は建物が地盤沈下の影響を受けていることを示している。さらに、高い建物が存在するいくつかの場所でも同様の結果が見られた。

本研究は、2023年10月インドネシア・バリ島で開催されたThe IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023) にて発表された。

Source: The Evaluation of the Relationship Between Land Subsidence and Building Weights in Jakarta Using DInSAR; Takumi Sawahata, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hisato Kashihara, I Made Oka Guna Antara, and Gregorius Haryuatmanto: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023), インドネシア・バリ島, 2023年10月23~27日

◆◆1.5.5.2. アジアの航空乱気流に関するNTSB報告書とひまわり8号の活用

航空事故や乱気流に関する情報源の1つは、NTSB (National Transportation Safety Board) の報告書である。しかし、この報告書は、その国自体にのみ使用される。本研究の目的は、NTSBの報告書とひまわり8号の使用から、アジアの航空乱気流の分布を特定することである。本研究では、時間分布、空間分布、および空間温度差 (STD) 分析を使用した。NTSBの報告書に基づくと、2011年から2020年の間に合計24件の航空乱気流事象があった。乱気流のほとんどは、下降時発生し、主にワイドボディの航空機に影響を与え、少なからず何らかの損傷を負っている。既存の乱気流事象から、乱気流に雲がある場合とない場合の乱気流クラスを使用して分析すると、24件のインシデントのうち、気象衛星データが利用可能なのは13件であった。この分析では、この13件のうち5件 (38%) は雲の外で発生していた。

この研究では、熱帯および亜熱帯気候の状況の代表として、香港、日本、シンガポール、韓国、インドネシアの5か国から国家運輸安全委員会 (NTSC) が発行したレポートなど、いくつかのデータを使用している。レポートは、その国のNTSCが発行した重大インシデントまたは航空機事故のレポートで構成されている。今回、主に2010年から2020年までのKNKTレポート (インドネシア) を使用している。

また、2つ目のデータとして、ひまわり8号気象衛星画像を使用している。ひまわり8号気象衛星は、気象庁が開発した最新世代の静止気象衛星で、ひまわり8号には16バンド (可視光用3バンド、近赤外線用3バンド、赤外線用10バンド) がある。地球全体の時間分解能 (フルディスク) は10分、空間分解能は2キロメートルで

ある。

[NTSBと乱気流報告書の分析]

2010年から2020年にかけて、5か国から441件のNTSB報告書が提出されている。インシデント（事件と事故）のほとんどは日本（50%）、次いでインドネシア（30%）、残りは香港、シンガポール、韓国で発生している。過去10年間で、最も多くのインシデントが発生したのは2015年の58件で、最も少ないのは2020年である。2015年から2020年までを見ると、航空事故の傾向は減少している（図1.5.5.2.-1.）。

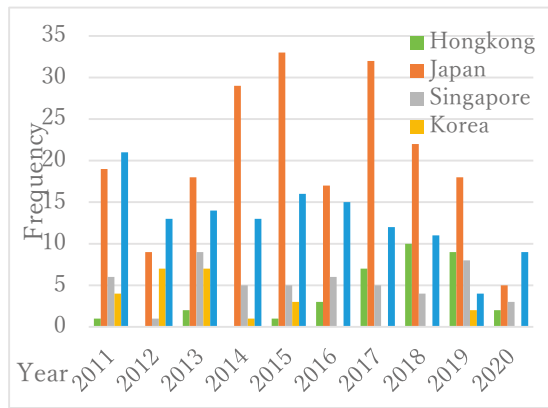


図1.5.5.2.-1. NTSC年次報告書に基づく重大事件・事故の発生頻度（2011～2020年）

次に、441件の事故報告から乱気流が原因で発生した報告を抽出した。乱気流が発生した事故は24件で、報告全体の約5%であった。乱気流による事故報告が最も多い国は日本（58%）、次いでシンガポール（21%）である。2011年から2020年まで、最も多くの乱気流が発生したのは2019年と2014年であった（図1.5.5.2.-2.）。

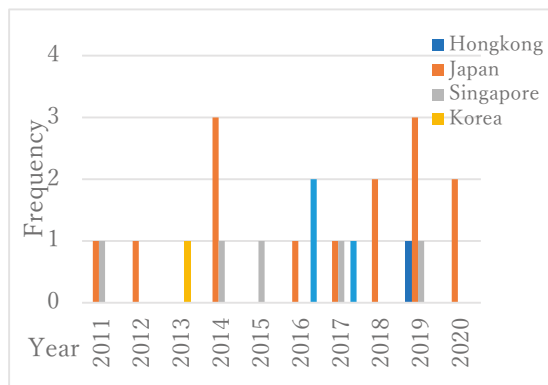


図1.5.5.2.-2. 年間飛行乱気流頻度月次KNKTレポート（2011～2020年）

さらに、時間分布、空間分布に注目した。夜間や早朝の時間帯と比較すると、飛行中の乱気流が最も多く発生する時間帯は朝と日中であり、日本では乱気流が多く発生し、陸上で発生した事象が63%と圧倒的に多く、海上で発生した事象も37%に上っている（図1.5.5.2.-3.）。また、乱気流が発生した飛行段階に基づく分類および航空機の種類を分析した。

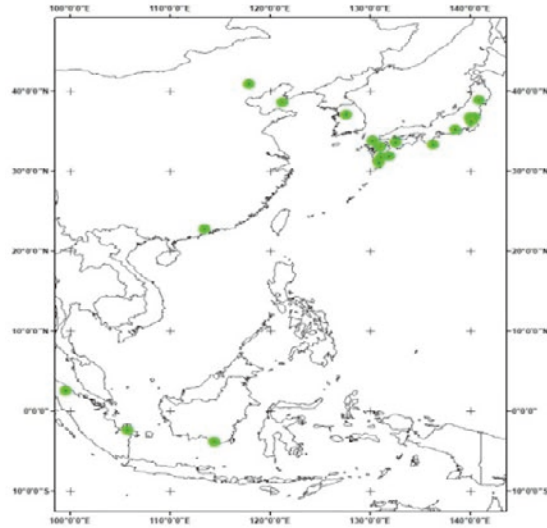


図1.5.5.2-3. 2011年から2020年までの5か国におけるKNKTレポートに基づく乱気流イベントの空間分布

[衛星画像データによる検証]

気象衛星ひまわり8号による衛星データでの検証が利用可能な13件のインシデントからSTD分析を実行した。表1.5.5.2-4.に基づくと、乱気流の場所のほとんどでSTD値が0.2未満であった。一方、インシデントの場所周辺のSTD値は0.3を超えている。インシデントの場所、特に熱帯と亜熱帯を見ると、亜熱帯地域の場所と乱気流事象周辺のSTD値は熱帯よりも小さいことがわかる。これは、対流活動が活発な地域である熱帯に関連している。

表1.5.5.2-4. 乱気流発生場所のSTD値

No	Date	Location	STD Value	
			At location	Around
1	18-Jun-19	Subtropic	0.1	0.5
2	12-Jan-20	Subtropic	0.03	
3	12-Apr-20	Subtropic	0.09	0.55
4	2-May-19	Subtropic	0.02	
5	12-Oct-19	Subtropic	0.05	0.4
6	15-Aug-19	Subtropic	0	0.4
7	27-Aug-18	Subtropic	0.05	0.3
8	24-Jun-18	Subtropic	0.01	0.4
9	22-Oct-17	Subtropic	0	0.5
10	10-Nov-16	Subtropic	0	0.1
11	24-Oct-17	Tropic	0.18	0.64
12	4-May-16	Tropic	0.4	0.8
13	6-May-16	Tropic	0	0.45

本研究は、2023年10月インドネシア・バリ島で開催されたThe IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023) にて発表された。参照されたい。

Source: Utilization of NTSB Report and Himawari 8 for Aviation Turbulence on Asia; Muhammad Arif Munandar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, M Hadi, Muh Aris Marfai, Atsushi Higuchi, and Muhammad Hamka Ibrahim: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023), インドネシア・バリ島, 2023年10月23~27日

◆◆1.5.5.3. インドネシアのマゲランにおける異種ペッパー農園の監視のための衛星データ活用

【重点4：先端マイクロ波リモートセンシング】

ペッパーはインドネシアでは需要が高く、その価値がインドネシアのインフレ率と経済に影響を与えることから、重要なスパイスである。ペッパーは季節的な植物ではなく、3か月後に収穫でき、2年間毎週収穫できる。これらはジャワ島のいくつかの地域で地元の農家によって生産されている。しかし、ペッパー農園の多様性は、

地方自治体がペッパーの現在および将来の供給を推定する上で問題になっている。たとえば、ある地域では、すべての農家がさまざまな種類のペッパーを栽培しており、植物の成長度も異なる。農家ごとの農園の規模は比較的小さく、農家1軒あたり約500~2,000m²である。供給在庫の誤算は市場でのペッパーの価格の不安定化につながる。その供給を監視することは食糧安全保障にとって重要である。この研究は、政府が圃場の状態を監視するために衛星からのデータを補足するのを支援することを目的としている。

分析・検証に使用した衛星データは、Sentinel-1からSARデータとしてDual-pol Radar Vegetation Index (DpRVI) と Sentinel-2から光学データNormalized Difference Vegetation Index (NDVI) で、唐辛子の成長と相関関係にある比較分析を試みた。また、地上観測はマゲラン県カンディムルヨ郡の面積が200~1,000m²の圃場11か所で、2022年9月12日から2023年12月12日までの3か月間、各圃場少なくとも3つの植物をサンプリングして毎日行われた。以下に、観測エリア (図1.5.5.3.-1.)、分析に使用した衛星データ取得日 (表1.5.5.3.-2.)を示す。



図1.5.5.3.-1. Map of Observation Area (Overlay images from 'Google Earth Pro and Maxar Technologies, "Candimulyo District, Magelang Regency, Indonesia," 7° 28' 40" S 110° 19' 33" E, Jun. 19, 2019.')

表1.5.5.3.-2. 衛星データ取得日
(衛星画像が分析に使用された日付を太字で示す。)

Sentinel 1A Acquisition Date	Sentinel 2A Acquisition Date ^a	Sentinel 2B Acquisition Date ^a
9/22/2022	9/20/2022	9/15/2022
10/4/2022	9/30/2022	9/25/2022
10/28/2022	10/10/2022	10/5/2022
11/9/2022	10/20/2022	10/15/2022
11/21/2022	10/30/2022	10/25/2022
12/3/2022	11/9/2022	11/4/2022
12/15/2022	11/19/2022	11/14/2022
	11/29/2022	11/24/2022
	12/9/2022	12/4/2022
	12/19/2022	12/14/2022
	12/29/2022	12/24/2022

表1.5.5.3.-3. 観測エリアの状態

Field ID	Area (m2)	Start of Observation	End of Observation
1	825	No plant	90 days old pepper
2	1386	No plant	90 days old pepper
3	689	70 days old pepper	160 days old pepper
4	711	120 days old pepper	The old pepper was cut and replaced by a new pepper plant
5	558	85 days old pepper, mixed with corn plant	The pepper was cut leaving only corn plant
6	804	Empty field and grass only	Empty field and grass only
7	979	Unknown days old of pepper mixed with bean and tomato plant	A new pepper plant has been planted
8	872	Empty field and grass only	Empty field and grass only
9	1925	90 days old pepper	180 days old pepper
10	845	30 days old pepper	120 days old pepper
11	841	20 days old pepper	110 days old pepper
12	870	Unknown days old of pepper mixed with the bean plant	Old pepper was still planted and harvested
13	598	70 days old pepper	The old pepper was cut and replaced by a new pepper plant

表1.5.5.3.-3.は、植物の高さと葉面積を計測した観測開始時と終了時の観測エリアの状態を示す。フィールドが不均一であることがわかる。光学画像については、雲がひどい画像は除外されるようにデータがフィルタリングされる。表1.5.5.3.-2.の衛星取得日では、Sentinel-2データの約81%は雲がひどいため除外されたことがわかる。Sentinel-1レベル1画像の前処理の一環として、スペckルを減らすためにマルチルック処理を行ない、さら

に、スペックルノイズもフィルタリングする。地形の変動による歪みは、地形補正演算子によって除去する。次に、測定指標（VV、VH、VV/VH、VV-VH DpRVI）を対象領域から抽出する。Sentinel-2画像の光学センサーの場合、Sentinel-2バンドの不透明雲と巻雲を検査して雲量評価を行う。対象領域が雲に覆われていないことを確認した後、NDVI値が抽出される。処理ワークフローを図1.5.5.3-4.に示す。

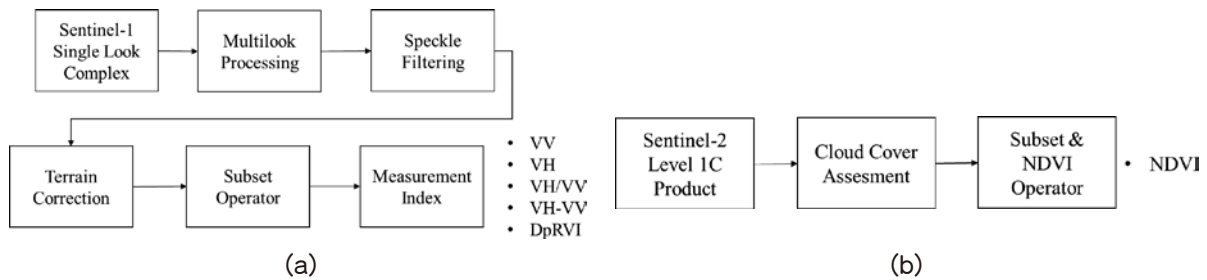


図1.5.5.3-4. 処理ワークフロー

地上観測では、手動観測により植物の高さと葉の幅を計算する。図1.5.5.3-5.は、地上で観測された植物の高さおよび葉の幅のサンプルを示す。観測中のペッパーの成長には、3つの明確な分類がある。最初のタイプは、高さや葉の幅の寸法が時間の経過とともに成長する成長中のものである。図1.5.5.3-5.では青色で示されている。2番目のタイプは、植物の高さと葉の幅の寸法が時間の経過とともに成長しない定常状態にあり、この図では赤色のプロットで示されている。最後のタイプは、植え替えなどの人間の介入によるフィールドの変化を示しており、図では黒線で示されている。これは、観測フィールドが不均一であることを示している。

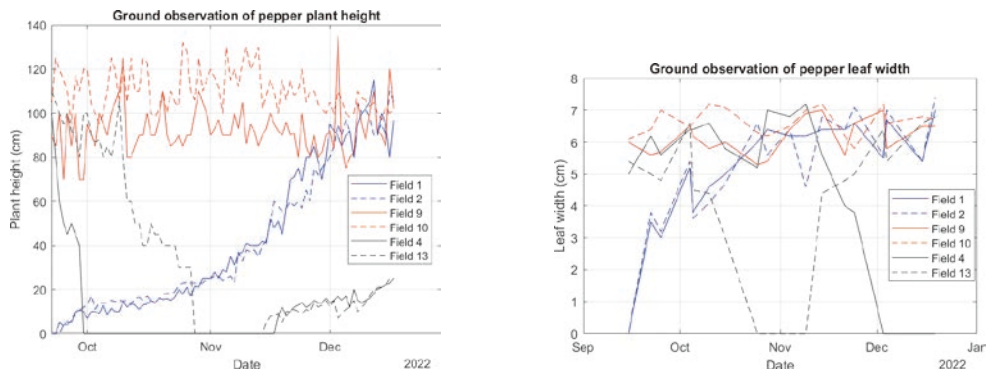


図1.5.5.3-5. (a) Ground observation of pepper plant height (b) Ground observation of pepper leaf width

測定指標と地上観測との相関関係を計算し、表1.5.5.3-6.と表1.5.5.3-7.に示す。表1.5.5.3-6.では、すべての測定指標（VV、VH、VH/VV、VH-VV、DpRVI）が弱い相関関係を示し、一貫性のない傾向を示していることから、レーダーデータと植物の高さとの相関関係は強くないことがわかる。一方、NDVIは植物の高さに対して強い相関関係を示している。

表1.5.5.3-6.

ID	VV	VH	VH/VV	VH - VV	DpRVI	NDVI
1	-0.197	0.096	-0.217	0.237	-0.241	0.998
2	0.680	-0.045	0.758	-0.642	-0.412	0.884
3	0.248	-0.319	0.340	-0.478	0.438	0.847
4	0.554	-0.208	0.523	-0.535	-0.058	0.981
5	-0.371	-0.593	-0.193	-0.005	-0.042	0.208
6	-	-	-	-	-	-
7	0.238	0.015	0.199	-0.181	-0.163	0.943
8	-	-	-	-	-	-
9	0.401	0.493	0.092	0.244	0.792	0.524
10	0.519	0.272	0.352	-0.153	0.165	0.941
11	-0.060	0.334	-0.319	0.446	0.522	-0.200
12	-0.483	0.471	-0.692	0.707	0.549	0.539
13	0.291	0.472	-0.127	0.237	0.258	0.733

*red: low correlation (< 0.5), yellow: moderate correlation (0.5 – 0.7), green: high correlation (> 0.7)

表1.5.5.3.-7.

ID	VV	VH	VH/VV	VH - VV	DpRVI	NDVI
1	-0.565	-0.397	-0.595	0.534	0.556	0.769
2	-0.142	0.215	-0.081	0.239	0.516	0.884
3	0.538	0.167	0.445	-0.395	0.689	0.724
4	0.537	-0.204	0.486	-0.521	-0.106	0.981
5	-0.441	-0.485	-0.287	0.161	-0.012	0.067
6	-	-	-	-	-	-
7	0.556	-0.138	0.653	-0.583	0.094	0.474
8	-	-	-	-	-	-
9	0.251	0.178	0.193	-0.014	0.543	0.985
10	0.891	-0.083	0.773	-0.624	0.521	0.107
11	0.440	0.642	0.068	0.254	0.555	0.675
12	-0.426	0.715	-0.770	0.831	0.627	0.610
13	0.364	0.412	0.123	0.071	0.505	0.876

*red: low correlation (< 0.5), yellow: moderate correlation (0.5 – 0.7), green: high correlation (> 0.7)

その結果、地上観測と比較するとNDVIを使用した光学リモートセンシングは、地上観測の63%と高い相関（相関係数0.7以上）を示したが、予測できない雲量により、分析に使用できるSentinel-2画像は18%のみになる。レーダーリモートセンシングは、72%の観測でペッパー植物の成長と中程度の相関（相関係数0.5～0.7）を示している。光学およびレーダーリモートセンシングは、ペッパー植物の成長段階を監視するための有用なツールといえる。

本研究は、2023年10月インドネシア・バリ島で開催されたThe IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023) にて発表された。参照されたい。

Source: Analysis of Sentinel 1 and Sentinel 2 Image for Monitoring Heterogeneous Pepper Plantation in Magelang Indonesia; Muhammad Hamka Ibrahim, Wisanggeni Titovandaru, Subuh Pramono, Meiyanto Eko Sulisty, Joko Slamet Saputro, Sutrisno Ibrahim, Joko Hariyono, Faisal Rahutomo, Kalingga Titon Nur Ihsan, Bayu Nugroho, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023), インドネシア・バリ島, 2023年10月23～27日

1.6. 重点横断プロジェクト

[概要]

第4期中期目標・中期計画期間では先の5プログラムを軸に、新たに複数の分野を横断する研究進展の流れ(横断型研究)として以下の具体的な推進課題「重点横断プロジェクト」を設定し、リモートセンシング分野における基礎科学的な研究成果と社会的な研究成果の達成の両面を目指す。

重点横断プロジェクト1：豪雨災害予測・監視プロジェクト

重点横断プロジェクト2：地球観測衛星検証プロジェクト

重点横断プロジェクト3：温室効果ガス収支研究プロジェクト

重点横断プロジェクト4：先端マイクロ波リモートセンシング

重点横断プロジェクト5：静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング

重点横断プロジェクト6：地域農業プロジェクト

重点横断プロジェクト7：我が国の地球観測のあり方・次世代衛星ミッション検討プロジェクト

▶重点横断プロジェクト1：豪雨災害予測・監視プロジェクト

この重点プロジェクトでは、本センターが保有する設備・技術を活用した共同研究を進め、衛星観測データや地上観測による水蒸気の測定と気象予報モデルを駆使することにより、線状降水帯といった極端な豪雨イベントの予測実現を目的とする。さらに雲に覆われていることが多い豪雨時の地滑りの把握においては、マイクロ波による観測が効果的であり、本センターで開発を進めてきたマイクロ波センサの開発・運用について実証試験・モニタリングを試みる。2023年度は、下記の研究を実施した。

- ・「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(SSP)の高度化に取り組んだ。これまで研究成果を踏まえ、2023年度から鉄道総研との実証実験を含む共同研究を開始し、山形県における雨量計の最適配置検討や、雨量計の空間代表性の評価を行った。
- ・地球環境ビッグデータから数理構造や情報特徴量を抽出して活用するデータ同化・予測技術開拓のため、機械学習を用いた情報特徴量の抽出研究を進めた。特に、深層学習による雨量データの高解像度化(超解像)研究を進め、Transformerを用いたSwin IRを学習器に用いることで、従来の畳み込みネットワークよりも高精度な超解像を実現した。
- ・2023年12月から開始したムーンショット目標8・コア研究において、数理研究推進により、「対象現象に災害・非災害を分離する分水嶺が存在するかを判断する」技術開発に向けて開発を進めた。気象庁のメソアンサンブル予測データを用いて、台風のトラック予測データに対してランドスケープ解析を適用し、アンサンブル気象予測が2つのシナリオに分岐する事を示した。
- ・JAXAの全球降水マップGSMaPの高度化に向けて、地上雨量計を有効に活用した全球降水マップの高精度化研究を進めた。従来の最適内挿法を発展し、局所アンサンブルデータ同化のアルゴリズムを用いて地上雨量分布からの全球降水マップを推定し、アメリカ気象局の提供する全球降水マップよりも高精度な推定値を得ることに成功した。
- ・我々は気象庁との共同研究を開始した。気象庁は線状降水帯の予測精度向上に取り組み、文部科学省・理化学研究所の協力を得て、スーパーコンピュータ「富岳」を活用した開発を進めている。その中で、観測データの活用も重要視し、大学や研究機関との連携を強化している。今年度は、気象衛星ひまわりの晴天放射輝度データについて、高解像度化の効果や地表面の影響等をJAXA地球観測衛星や千葉大学国際地上リモートセンシング観測網等の観測データを用いた調査に着手した。
- ・2017年から2022年までの6年間、つくばと千葉で、大気下層の水蒸気濃度をMAX-DOAS法で長期連続観測した。千葉では、東西南北の4方位に観測システムを設置し、大気不安定性と水蒸気の水平不均一性の関係を調査した。観測結果から、大気不安定時に水蒸気の不均一性が増大し、日本上空に停滞前線がある場合に特に顕著であることが示唆された。MAX-DOAS法は、従来の観測とは異なる重要な情報を提供し、データ同化技術の開発や早期警戒システムへの応用が期待される。
- ・WRFモデルの雲場評価のために放射伝達モデル(Dayu)を結合し、ひまわり8号の観測と比較。台風Hatoを事例に取り、WRFは雲の位置と特性を正確に再現するが、光学的厚さと雲頂高度を過大評価する傾向があることを見出した。機械学習モデルを使用して新しいルールを開発し、数値天気予報モデルによる雲のシミュレーションの不確実性を放射輝度の観点から理解する手法を世界で初めて実証した。
- ・気象制御について、実現可能性の制約の下、どのような制御操作が最も気象を改変し得るか検討を進めた。23年度は、制御操作として洋上ドームを取り上げ、領域気象モデルSCALEに洋上ドームの効果を実装し、

その効果を調査した。この結果、洋上ドームの風下側で強雨域を生成できることが明らかになった。このことは、陸から離れた地点にドームを設置することで海上で雨を降らせ、陸域の降水を減らせる可能性を示唆する。

- ・ 領域気象予測システム SCALE-LETKF を用いて、異なる物理スキームを各アンサンブルメンバーに割り当てることで予報を行うマルチ物理アンサンブル予測の開発を進めた。これにより、気象予測に用いられる数値モデルの誤差をより良く代表する予測が可能になる。マルチ物理アンサンブル予測とアンサンブルデータ同化を結合することにより、モデル初期値だけでなくモデルバイアスを考慮した、より誤差を代表するようなアンサンブル予測の生成が期待できる。
- ・ 気象制御について、いつ・どこで・どのような制御操作を行うべきかを比較的小さい開発コストで実現するモデル予測制御手法（MPC）の開発を行った。具体的には、従来の数値気象予報システムを拡張し、かつアジョイント計算にアンサンブル近似を導入することで開発を行った。本手法を低次元カオス系モデルに実装し、本来のMPCと比べて遜色ない精度で動作することを確認した。

▶重点横断プロジェクト2：地球観測衛星検証プロジェクト

衛星リモートセンシング等の技術の進展に伴い、飛躍的に地球環境に関わるデータが蓄積されてきている。これに伴って利用可能になってきた多種多様なデータを時間的にも空間的にも均質なデータとしてみなせるよう、データの確度や精度のみならず、それらを左右する要因が定量的に理解されていることが望ましい。データの適切な利活用のために、こういった検証研究は不可欠である。本センターが所有する国際地上観測ネットワーク等の研究設備・データ・知見等を活かして、衛星プロダクトの検証やアルゴリズムの改良などを通じて、高度な衛星プロダクトの利活用を推進することが本重点研究プロジェクトの目的である。以下に抜粋した2023年度の研究成果を報告する。

- ・ 大気環境・陸域環境・水環境に関わる気候変動観測衛星「しきさい」等のGCOMシリーズ、および、ひまわり8/9号の衛星プロダクト検証のための地上データ等を研究コミュニティへ提供した。また、EarthCAREの検証計画の中でのSKYNET国際地上観測ネットワークの役割を明確化させた。岡山サイトがSKYNETに加わり、そのデータの公開を開始した。
- ・ 未だ公開されていない最新のTROPOMI/Sentinel-5P/、GOME-2A/Metop-A、GOME-2B/Metop-B、GOME-2C/Metop-C、GEMS/GEO-KOMPSAT-2Bなどの大気環境衛星データ（NO₂、HCHO、CHOCHO、SO₂など）の検証のために、A-SKYおよびSKYNET国際地上観測ネットワークでの観測を継続し、データに関連の国際プロジェクトに提供した。
- ・ GOSAT-2/TANSO-FTS-2のTIRバンドから導出した二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の鉛直濃度プロファイルと航空機観測の鉛直濃度プロファイルを比較した結果、明らかになった衛星プロダクトの問題点を解消するために、リトリバル層を再設定し、リトリバル処理をログベースからリニアベースに変更し、マイクロウィンドウを再検討した上でスペクトルバイアスの評価・補正方法の改良を行った。
- ・ GOSAT/TANSO-FTSと航空機観測であるCONTRAIL/CMEの空港上空の二酸化炭素の観測データの季節変動の比較を行ったところ、TIRバンドによる観測の高度分解能の粗さと情報量の不足、アプリアリデータのバイアスにより、衛星の二酸化炭素データを用いた濃度の季節変動の議論に影響が生じる領域・高度があることが明らかになった。
- ・ 次世代の大気・陸域・海洋・雪氷など地球観測衛星ミッションに関わる研究を推進した。具体化に向けては、日本学術会議 地球観測衛星将来構想小委員会、TFの地球観測グランドデザイン、CONSEOなどと連携を模索した。
- ・ 日本の陸上植生の季節変動・長期変動に関する長期観測網である“Phenological Eyes Network (PEN)”の数サイトにおける樹種や計測カメラの高度と位置に関する現地調査を実施した。加えて、PENカメラで収集した画像を解析し、植物フェロノジーの現地観測データベースを構築している。これらの調査結果は、植物フェロノジーの衛星観測のための現地検証データとして活用できる。
- ・ 衛星搭載レーダから得られる信頼性の高い降水日周期情報を利用した全球降水マップGSMaP_MWR降水量を改善した。また、アンサンブルデータ同化を活用したアルゴリズムにより、信頼性の高い地上雨量データからの空間内挿手法を開発し、アメリカ気象局の現業データよりも高精度な全球降水量分布に成功した。

▶重点横断プロジェクト3：温室効果ガス収支研究プロジェクト

パリ協定の策定によって気候変動の防止と温室効果ガスの収支の把握は喫緊の課題である。本課題では、大気と陸域の温室効果ガスの収支や、その時空間分布を地上観測・衛星観測を基に推定し、パリ協定のためのゼロエ

ミッション目標が達成できるかを科学的にモニタリングする。衛星観測による温室効果ガス濃度の把握、大気―地表の温室効果ガス収支の把握、地上観測の広域化、種々のモデリングを統合した解析を実施する。

2015年12月に「パリ協定」が採択され、各国が温室効果ガス（GHG）の排出量削減に取り組むことが義務付けられている。2023年にはパリ協定の実施状況を確認し各国が目標を見直すための第1回グローバルストックテイクが実施されたが、今後も各国は最良の科学的根拠に基づいてGHG排出量と削減目標に向けた進捗状況を報告する義務がある。そのため、我が国もより精緻なGHG排出インベントリの構築が急務となっている。重点プロジェクト③「温室効果ガス収支研究プロジェクト」では、地上および衛星観測、数値モデル等のデータを利用して、温室効果ガスの収支推定の高度化を行うことを目的としている。

前年度に引き続き、首都圏に位置する千葉大学大気環境観測スーパーサイトにおいてCO₂の濃度変動の特徴を明らかにすることを目的とし、トレースガスアナライザー（LI-COR社製LI-7810）を用いて大気中CO₂濃度の連続地上観測を継続した。同スーパーサイトではブラックカーボン（BC）質量濃度や二酸化窒素（NO₂）濃度の連続観測も実施した。CO₂とBCのあいだ、また、CO₂とNO₂のあいだに強い相関関係があることが分かった。2022年から2023年にかけて、BCとNO₂濃度は減少したが、CO₂濃度は増加したことが分かった。これに伴い、CO₂/BC比、CO₂/NO₂比も増加した。バックグラウンド濃度を差し引いたCO₂濃度についても同様の傾向を示した。これらの傾向はどの季節でも見られた。こういった知見を蓄積して推測されるエミッション比の変動を明らかにすることによって、グローバルストックテイク達成に向けた近未来のエミッションシナリオ立案に役立つことが期待される。

衛星観測データ、地上観測ネットワークデータ、機械学習を用いた大気―陸域CO₂フラックスの広域推定手法に関して、新規の衛星観測データに更新・期間を延長・新規の地上観測データを取り込むなどの更新を行った。特に地上観測データに関しては、JapanFlux、KoFlux（韓国）、ChinaFlux（中国）、OzFlux（オセアニア）、FLUXNET（グローバル）との連携により観測ネットワークデータが大幅に増え、今後の検証データが充実した。また、GCOM-C SGLIセンサ向けの光合成量プロダクトの試作を行い、8日単位・グローバルでの算出ができた。

静止気象衛星ひまわり8号を用いた光合成量推定を進展させた。昨年構築した光利用効率モデルさらに詳細に解析することで、光合成量推定モデルを完成させた。ひまわり8号は即時性が高いため、異常気象や人為改変、森林火災などの突発的なイベントがあった際の迅速な陸域炭素収支の変化が推測できるようになる。

▶重点横断プロジェクト4：先端マイクロ波リモートセンシング

本センターは、マイクロ波リモートセンシングに関して、円偏波合成開口レーダの開発、各種観測データの応用による災害モニタリングなど先導的な役割を果たしてきた。これまでの業績をベースに、マイクロ波リモートセンシングに着目したセンサ開発、システム開発、観測データの応用解析を推進する。以下に2023年度の成果・進捗状況の抜粋を報告する。これらの詳細は、第1章1.1.プログラム1および1.5.プログラム5を参照されたい。

- ・ マイクロ波を利用した能動型のレーダであり、照射されたマイクロ波の散乱波を受信することで画像データを得ることができる合成開口レーダ（SAR）は、災害監視、都市環境把握などに期待される。このSARから得られる情報データは膨大で、送信時多くの通信時間を要す。そこで迅速さを求められる災害被害状況に即応し問題解決するため、プラットフォーム上での高速演算処理、その処理結果のみ地上に送信する研究が進められている。本プロジェクトでも近年使用されることが多くなったFPGAのさらなる小型・軽量化を図るため、基盤の設計・製作に着手している。
- ・ 将来の月面活動を見据えた無線通信インフラを実現するためのアンテナの基板材料として、月面レゴリスに着目し検討を始めた。月面レゴリスの特性に非常によく似た月面レゴリス模擬物質は、潜在的に有用な電気的特性を有し、アンテナ基板として大きな可能性を秘めていること示した。
- ・ インドネシア・バリ島は、降雨量の多さ、地形的な特徴から地滑りが起きがちである。PSInSARを用いて潜在的な地滑り危険地域の特定に焦点を当てた検証を進めている。
- ・ リモートセンシング手法による災害把握の研究として、DInSARによるジャカルタの地盤沈下と建物重量の関係の評価を試みた。ジャカルタの地盤沈下は深刻な問題であり、生活環境や社会経済に大きな影響を与えている。高層ビル密集地域では周辺地域よりも地盤沈下が顕著であることがわかり、土壌分布は大きな影響がなかったことから、高層ビルの重量が地盤沈下に影響を与えていることが示唆された。今後もモニタリングを続ける予定である。

▶重点横断プロジェクト5：静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング

本センターでは、諸国の静止気象衛星データを独自にアーカイブ構築し、コミュニティに公開してきた。2014年に打ち上げられた日本の静止気象衛星ひまわり8号を皮切りに、静止気象衛星は大幅な機能向上を遂げ、従来の気象観測目的のみならず様々な地球環境モニタリングが可能になってきている。本センターでは静止気象衛星のアーカイブの強化と、そのデータ応用を目指した様々な研究・活動を推進している。以下に2023年度の成果の抜粋を報告する。また、これらの詳細は、第1章1.4.プログラム4を参照されたい。

- ・ 新世代の気象観測衛星である「ひまわり8/9号」を中心とした環境情報を収集・蓄積・公開し、国内外の地球環境・地域環境に関わる研究・教育の基盤として貢献した。衛星データの公開は、令和5年度の総ダウンロード数は約129,840千ファイルであった。そのうち、ひまわり8/9号関連は97,500千ファイルと全体の75%を占め、うち約46%が学外からダウンロードされており、拠点としての機能を発揮した。
- ・ 日本学術振興会研究拠点形成事業（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」のさらなる進展を図るため、2023年5月には本校でのセミナー開催、また、8月には米国・ハワイ大学でプロジェクトメンバーの会合を実施することができた。
- ・ 昨年度実施したひまわり8号を用いた地表面反射率の推定とその比較検証の結果、本センターのプロダクトの妥当性を示すことができたことを受け、その手法の適用可能性を他の衛星にて検証・評価した。

▶重点横断プロジェクト6：地域農業プロジェクト

この重点プロジェクトでは、近接リモートセンシング（UAV）や衛星リモートセンシングを用いて、農作物のモニタリング技術を開発しつつ、食料生産基盤を改良・向上させる方法の確立を目指す国内・国際共同研究を実施する。農業セクターにおける社会インフラの改善に関しては、分野を横断した研究の実施及び農業現場への支援を行う。2023年度は、下記の研究を実施した。

- ・ 国際科学技術協力プログラム（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」における研究活動とインドネシア農業省へのアウトリーチ活動の結果、農業省からプロジェクトで構築した損害評価手法の活用を支持する旨が記載された公式書簡が西ジャワ州農政局長へ出状された。これを受けて科学研究費：国際共同研究加速基金（B）を活用しつつ、今後の本格運用に向けてプロジェクトフォローアップ活動を推進した。
- ・ インドネシア・西ジャワ州を対象として、衛星データを用いて乾期水田作における灌漑水過不足量を算出した。水稲栽培に必要な灌漑水量の時系列データを比較した結果、4月から7月にかけて必要水量が日々変化していることが確認された。特に中流域では、6月中旬以降に灌漑用水の取水量が減少しており、上流域での優先的な水利用により灌漑水の供給が不足していたことが示されたことから、持続可能な食料生産に向けた水灌漑システムの改善と総合的な管理の必要性が示唆された。
- ・ 水稲の栽培が経済的に重要な位置を占めるインドネシアでは、細菌性葉枯病（BLB）は大きな懸念となっている。そこでBLB病害検出のために、UAVデータのテクスチャ特徴を用いて7つのシナリオによるテクスチャ解析を行った結果、最も精度が高かったのは、緑と青波長帯のテクスチャ特徴を組み合わせたニューラルネットワーク（NN）の0.905であった。ランダムフォレストとNNの両方で最も高い精度を達成したのは、青バンドのHaralickテクスチャ特徴のみを使用した場合で、精度は0.875であった。また、熱バンド、テクスチャー、植生指標を組み合わせるとRFで0.920、NNで0.945と精度がピークに達した。
- ・ セイヨウアブラナは、中国における最も広く栽培されている油作物の1つであり、食用油、飼料、そして緑のバイオ燃料の重要な源として役立っている。Google Earth Engineに基づき分類した結果、ルールベースのサンプル生成と1クラス分類器（RSG-OC）の性能は、雲の混入、不正確な開花時期の予測、サンプル選択ルールの閾値の影響を受けなかったことから、平均94.90%の精度を達成し、信頼性が高い提案手法は中国全域の年間セイヨウアブラナマッピングに効果的でロバストな手法であることが示された。

▶重点横断プロジェクト7：我が国の地球観測のあり方・次世代衛星ミッション検討プロジェクト

地球観測衛星によるリモートセンシング研究の方向性は、国家レベルでのプロジェクトに大きく左右される。そのため、科学者コミュニティとして、科学的に最良な提案をすることは、この分野の将来を左右する上で、非常に重要な役割である。本プロジェクトでは、共同研究を通じて、大気・陸域・海洋・雪氷などの分野において次世代センサ・衛星の開発・運用に必要な仕様の提言を行うための研究を推進する。

- ・ 当センターの共同利用研究の枠組みを利用し、引き続き「衛星地球観測シナリオ研究会」としてTFリモセ

ン分科会活動地球観測グランドデザイン策定を支援している。また、静止気象衛星「ひまわり」、地球環境変動観測衛星「しきさい」、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」などの衛星計画に当センターの研究者が引き続き積極的に貢献している。

- 気候変動が中国からの越境大気汚染経路に及ぼす潜在的な影響の検出可能性として、20年弱の長期にわたる観測データを用い、解析・比較を行った。しかしながら、顕著な気象場の変動検出には至らなかった。気候変動影響の検出には、より長期のエアロゾルデータが必要であり、将来を見据えた地球観測衛星の検討が急がれる。

[2] 共同利用研究

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る。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る。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る。近年の共同利用研究と共同利用研究者はそれぞれ年平均60件、約130名となっている。

今年度は46件の国内共同利用研究（うち6件研究会）、および16件の国際共同利用研究（台湾（1）、マレーシア（1）、インドネシア（6）、フランス（1）、インド（1）、中国（1）、イタリア（1）、アメリカ（2）、モンゴル（1）、ベルギー（1））が実施された。また、共同研究の成果の発表の場である第26回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは令和6年2月15日に対面・オンライン併用で行われ、19件の口頭発表と33件以上のポスター発表があり、約100名の参加者らが熱心に議論を交わした。

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）である。

表1. 令和5年度共同利用研究採択内訳

共同研究種別	国内（46件）		国際（16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）	8	7	5	0	20
プログラム研究2（含重点課題）	3	5	4	1	13
プログラム研究3（含重点課題）	1	1	1	0.5	3.5
プログラム研究4（含重点課題）	0	2	1	2	5
プログラム研究5（含重点課題）	1	1	1	0.5	3.5
プログラム研究 研究会	1	3	—	—	4
一般研究	2	9	—	—	11
一般研究 研究会	1	1	—	—	2
計	17	29	12	4	62

※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5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	23（千葉大学内 他部局5）
私立大学	4
大学共同利用機関法人	1
独立行政法人等公的研究機関	7
民間機関	4
外国機関	25
その他（高等専門学校、高等学校など）	2
計	66

2.2. 共同利用研究の詳細

2.2.1. 国内共同利用研究課題一覧（46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
P2023-1	新規	FMCW方式を用いたHFドップラー観測の受信システムの開発	中田 裕之 千葉大学 大学院工学研究院	入江 仁士	
P2023-1	新規	Foliage height diversityの高解像度マッピング	堤田 成政 埼玉大学大学院理工学研究科	加藤 顕	
P2023-1	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
P2023-1	新規	航空レーザ測量データ（ALB）を活用した河道内樹木の解析	周 月震 名古屋大学大学院工学研究科	本多 嘉明 梶原 康司	地上レーザ測量機材の利用
P2023-1	新規	火星着陸探査における表層観測のためのLIDAR開発	乙部 直人 福岡大学理学部	椎名 達雄	LIDAR
P2023-2	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
P2023-2	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 千葉大学情報戦略機構	入江 仁士	
P2023-3 SP2023-4	継続	3次元電離層トモグラフィーによる地震に関連する電離層電子密度擾乱の解析とその物理機構の解明	宋 鋭 千葉大学大学院理学研究院	服部 克巳	GNSS衛星データ
P2023-5	新規	ドローンおよび衛星画像を用いた効率的なイネの生育モニタリングに関する研究	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
SP2023-5	継続	衛星データを用いたバングラディッシュ南東部での浸水域モニタリング	Hoque Roxana 株式会社エヌケーインターナショナル	樋口 篤志	
SP2023-1	継続	深層学習を用いた環境化学センサーデータと画像データからの視程推定法	境野 英朋 株式会社ウェザーニューズ	入江 仁士	
SP2023-1	継続	深層学習を用いた衛星画像から降水画像への変換法	境野 英朋 株式会社ウェザーニューズ	樋口 篤志	
SP2023-1	新規	深層学習を用いたさまざまな気象系災害系画像データの認識分類法	境野 英朋 株式会社ウェザーニューズ	小槻 峻司	
SP2023-2	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	高速演算サーバー（千葉大学情報戦略機構）
SP2023-2	継続	地上リモートセンシング観測データを用いた福岡都市圏における大気汚染物質の拡散過程：人工衛星観測データの検証	高島 久洋 福岡大学 理学部	入江 仁士	国際地上リモートセンシング観測網（SKYNET、A-SKY）観測データ（MAX-DOASおよびSky radiometer）
P2023-2	継続	SKYNETデータを用いたHimawari-8 AHIエアロゾルプロダクト検証に関する研究	山本 浩万 産業技術総合研究所デジタルアーキテクチャ研究センター	入江 仁士	SKYNETデータ、Himawari-8 AHIフルディスク（FD）gridded dataプロダクト
SP2023-3	新規	トップダウン・ボトムアップ手法による日本全国での樹木による炭素固定量の原単位の推定	平林 聡 The Davey Tree Expert Company	市井 和仁	ArcGISライセンス
SP2023-4	新規	SAR信号処理で用いるFFT／逆FFTの高速化	山崎 進 北九州市立大学	ヨサファット	航空機搭載円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）データ、航空機搭載用Cバンド円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）システム、小型衛星搭載用Lバンド円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）システム、電波無響室（1～40GHz）・マイクロ波伝搬測定システム、ArcGIS、CST
SP2023-4	新規	原発・火山・極高温環境観測用マイクロ波センサの開発	高橋 綾香 帝京大学	ヨサファット	電波無響室、誘電率測定装置、工作設備

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
SP2023-4	新規	現場資源を活用した月モジュール向け用マイクロ波センサの開発	高橋 綾香 帝京大学	ヨサファット	電波無響室、誘電率測定装置、工作設備
SP2023-4	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/ソフト開発とデータ収集	大前 宏和 株式会社 センテンシア	ヨサファット	
SP2023-4	継続	首都圏の極端水災害への移転対策と東京湾環状開発に基づく房総副都心化とエネルギー安全保障－東海増殖炉原発と大洗第4世代試験原子炉HTGRの安全性と配置を考慮した津波防御対策の検討－	金子 大二郎 株式会社 遥感環境モニター	ヨサファット	
SP2023-4	新規	深層学習によるSAR画像中のセグメンテーションされた物体の高精度化	境野 英朋 株式会社 ウェザーニューズ	ヨサファット	
SP2023-4 SP2023-6	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	
SP2023-5	継続	静止気象衛星ひまわりを用いた都市域熱収支の広域推定法の開発	植山 雅仁 大阪公立大学大学院農学研究科	市井 和仁	静止気象衛星データ (ひまわり8/9号 H08/09 AHI)
SP2023-5	新規	静止気象衛星を用いた地表面反射率プロダクトの生成手法に関する基礎研究	島崎 彦人 木更津工業高等専門学校	市井 和仁	
SP2023-5	継続	単バンド熱赤外データ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	GMS-1～5、以前のGOES、METEOSATのデータ、PCの電力、ネットワーク環境
SP2023-6	新規	UAVデータ解析による巨大前方後円墳の周濠探査	光本 順 岡山大学学術研究院	本郷 千春	
SP2023-6	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	
P2023-1 研究会	新規	第8回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR 2023)	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		
P2023-1 研究会	継続	衛星地球観測シナリオ研究会	高橋 暢宏 名古屋大学宇宙地球環境研究所	本多 嘉明	
P2023-1 研究会	継続	SKYNET-Japan研究会	入江 仁士 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		SKYNET各種データ
P2023-2 研究会	継続	地上フラックス観測と衛星観測を利用した陸域物質循環に関する研究会	市井 和仁 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		
一般研究	新規	次世代気象気候ライブラリSCALEを用いた大気質研究	佐藤 陽祐 北海道大学理学研究院	小槻 峻司 入江 仁士 齋藤 尚子	解析サーバとデータストレージ (データ共有のため)、MAX-DOAS観測の観測データ
一般研究	継続	UAV-Lidarによる点群データを用いた森林景観と可視化	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・点群処理ソフトウェア
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出と補修需要評価	高橋 徹 千葉大学大学院工学研究院	ヨサファット	赤外線カメラ搭載ドローン、衛星データ、ArcGISライセンス
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更新・格子点化データ作成	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	MAX-DOAS観測、TROPOMI/S5P NO ₂ データ、計算機 (AEROSデータ取得・格子点化、衛星データ処理用ディスクスペース)
一般研究	継続	SKYNETデータを用いた大気環境の研究	久慈 誠 奈良女子大学大学院自然科学系	入江 仁士	SKYNET観測データ

研究種別	新規／継続	研究課題	研究代表者及び所属	対応教員	共同利用データ・設備
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 (4)	甲斐 憲次 名古屋大学	椎名 達雄	Himawari-8/9 gridded dataset
一般研究	継続	合成開口レーダ搭載マイクロ衛星用 FPGA の開発	難波 一輝 千葉大学大学院工学研究院	ヨサファット	電波無響室・マイクロ波伝搬測定システム・高周波回路・電波シミュレータ
一般研究	継続	円偏波マイクロ波アンテナの研究と極地環境計測への適用	瀧澤 由美 統計数理研究所	ヨサファット	電波暗室、アンテナ測定系
一般研究	新規	レーダー雨量と衛星データを利用した豪雨検知ディープラーニングモデル	金子 凌 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	小槻 峻司	・アルゴリズム：Version02 (V20190213) ・期間：2015/07～現在 ・バンド：TIR (チャンネル：CTT (10.5 μ m)、WV (6.9 μ m)、中層 (7.3 μ m)、下層 (3.9 μ m) の WV)
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	新規	日本付近で発生するトランスバースバンドと浪雲の特徴について	渡来 靖 立正大学大学院地球環境科学研究科	樋口 篤志	衛星データ (静止気象衛星データ)→ひまわり 8/9 号データ (可視、赤外、水蒸気)
一般研究研究会 (P2023-1)	継続	大気地上検証用機材性能向上研究会	本多 嘉明 千葉大学環境リモートセンシング研究センター		
一般研究研究会	新規	Web-GIS 型 AI プラットフォームを活用したエネルギー・環境評価ツールの開発～ARIES アプローチ～	林 希一郎 名古屋大学 未来材料・システム研究所	入江 仁士	研究会開催の場所

2.2.2. 国際共同利用研究課題一覧 (16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
P2023-1	新規	Estimation of Precipitable Water Vapor Through Integrated Radar and Optical Remote Sensing Data in Surabaya City, Indonesia	Noorlaila Hayati Institut Teknologi Sepuluh Nopember	ヨサファット	
P2023-1	新規	Classification of Air Pollution Levels in Urban Areas Using Satellites Imagery-Low Cost GNSS and Machine Learning Techniques	Mokhammad Nur Cahyadi Institut Teknologi Sepuluh Nopember	ヨサファット	Himawari Satellite Imagery
P2023-2	新規	Application of Microwave Radar for Paleo-oceanography and Marine Fossils of Early-man of Sangiran Dome Central Java Indonesia	Agus Hartoko Diponegoro University	ヨサファット	TERRA-SAR
P2023-3	新規	Study of pre- and co-seismic impressions by using statistical analysis of multi-parameters associated with various channels Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling (LAIC) mechanism	Sudipta Sasmal Institute of Astronomy Space and Earth Science	服部 克巳	Ground-based VLF/ULF and GNSS-TEC data and satellite based thermal parameters, AGW, particle precipitations data
SP2023-1	新規	Highway Bridge Deformation Inventory Induced by Flood Event in South Sumatra, Indonesia, using Multi-Temporal Satellite Radar Interferometry Technique	Fathoni Usman Universiti Tenaga Nasional	ヨサファット	ERA5

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
SP2023-1	新規	Application of Remote Sensing and Particle Tracking in Effective Mitigating Anthropogenic Disasters due to Sea Tin Mining Activities around Bangka Belitung's Marine Conservation Region	Aditya Pamungkas University of Bangka Belitung	ヨサファット	High-resolution (and night) satellite images for Bangka Belitung region
SP2023-2	継続	Atmospheric and Ionospheric Remote Sensing on Volcano Eruption and Tsunami	Jann Yenq Liu National Central University	服部 克巳	Seismometers, Tide gauges, Buoys, Meteorological satellite images, Magnetometers, Ionosondes, GNSS rece
SP2023-2	新規	3D effects of surface inhomogeneity on radiance of ground- and satellite-based observations	Masahiro Momoi GRASP SAS	入江 仁士	Pyranometer of SKYNET/A-SKY
SP2023-2	新規	A-SKY MAX-DOAS network contribution to GOME-2, OMI, TROPOMI and GEMS NO ₂ and HCHO validation	Gaia Pinardi Royal Belgian Institute for Space Aeronomy	入江 仁士	MAX-DOAS data from the A-SKY network
SP2023-2 P2023-1 P2023-3	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
SP2023-3 P2023-2	新規	Estimation of current and future gross primary productivity in Mongolia	Tsolmon Renchin National University of Mongolia	市井 和仁	Satellite data and computer room
SP2023-5	継続	Using Himawari Data to Monitor Vegetation Dynamics Over the Tropical Asia Region	Tomoaki Miura University of Hawaii at Manoa	市井 和仁	Himawari-8/9 gridded dataset, MODIS land products
SP2023-5	継続	Estimation of surface net radiation in the Asia-Pacific region from Himawari-8 measurements	Husi Letu Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences	楊 偉	
SP2023-5	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/-2
SP2023-6	新規	Evaluation of pests and diseases spread mechanisms in grain-growing areas using flood inundation information	Sigit Gunardi Agricultural Training Center, Regional Office of food Crops Service West Java Province, Indonesia	本郷 千春	Multispectral camera
SP2023-6	新規	Detection of Rice Paddy Affected by Disease using Drone with Thermal Sensor	Lilik Budi Prasetyo IPB University	本郷 千春	

2.3. 共同利用プログラム研究の詳細

CEReS 共同利用研究/研究報告2023

【CJ23-09】P2023-1

FMCW方式を用いたHFドップラー観測の受信システムの開発

Development of receiving system for HF Doppler sounding using FMCW modulation system

(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】 HFドップラー観測は、連続波を用いた電離圏観測手法であり、ドップラー周波数から電離圏擾乱の上下動速度を高精度で観測できることが特徴である。連続波を用いているため、電離圏での反射高度を導出することができないことが欠点として挙げられる。本研究では、送信波をFMCWへと切り替え、電波の測距を行うことができるようシステムを構築することを目的とする。今年度は、まず受信機の開発を進め、実際に電波を受信することで、必要な情報をとり出すことが可能かどうかについて研究を進めた。テスト観測の結果、測距に必要な受信が可能であることが確認された。

【Abstract】 HF Doppler observation is an ionospheric observation technique that uses continuous waves and is characterized by its ability to accurately observe the vertical velocity of ionospheric disturbances from the Doppler frequency. The disadvantage of using continuous waves is that it is not possible to derive the reflected altitude in the ionosphere. The objective of this research is to construct a system that can perform ranging. In this fiscal year, we first developed a receiver and studied whether it is possible to retrieve the necessary information by actually receiving radio waves. As a result of test observations, it was confirmed that the receiver was capable of receiving the necessary information for ranging.

1 背景目的方法

HFドップラー(HFD)観測はドップラー効果を利用して電離圏の上下動を精度良く観測することが可能であり、電離圏擾乱の観測には極めて有用な観測手法であり、高精度な電離圏観測手法として、様々な研究に貢献してきた。しかし、HFD観測自体は測距機能がないため、観測高度(電波の反射高度)の導出には、イオノグラムやIRIモデルなど、他のデータ・モデルに依存している。そこで本研究では、HFDへ測距機能の追加を進め、そのための受信機開発を行った。送信波をFMCWとすることで、ビート周波数を測定することで、測距が可能になるため、FMCW波を用いた観測機器の開発を進めた。

2 研究の成果

(1) FMCW波(周波数変調連続波)がある物体により反射され、それを受信した場合、送信波と受信波の周波数差が距離に比例する(ビート周波数、図1参照)。このビート周波数を測定することで、反射体までの距離を導出することができる。ただし、本観測システムは送信点と受信点異なる位置にあるバイスタティックレーダー方式であるため、ビート周波数の導出のためには、送受信点の両方で正確に同期しているFMCW波を作成する必要がある。そこで、本システムでは、GPSを用いて同期した信号を作成した。本観測システムで用いるSDR受信機(USRP N210)の基準周波数発生器(GPSDO)では、1PPS精度は ± 50 nsであり、本観測システムでの変調周期(50 ms)の 10^{-6} の精度となることから、精度が十分であると言える。

(2) 以上を踏まえ、図2に示すような受信機を開発した。この回路では、GPSDOにより発生した信号をFPGAによりファンクションジェネレータに入力し、時刻同期した変調信号を発生させている。距離分解能は周波数掃引幅に比例するが、本観測では1 kmの距離分解能を目指していることから、周波数掃引幅は150 kHzと設定した。なお、測定距離は1000 kmまでの範囲を考えていることから、ビート周波数の導出範囲は20 kHzとなる。このような回路に擬似信号を加えることで、観測システムのテストを行い、観測に用いることが可能であることが判明した。

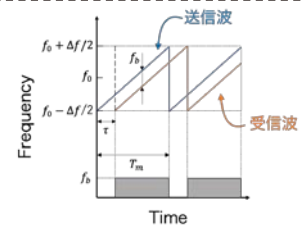


図1 FMCW波の送信波と受信波の時系列データ

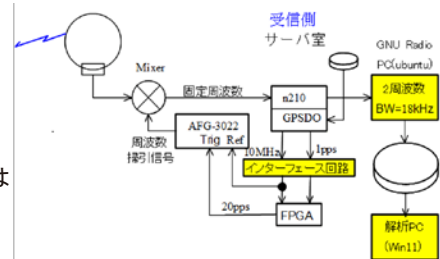


図2 受信機のブロック回路図

3 成果展開の状況

実際の観測点に今回開発した受信機を設置し、実際の観測に堪えるかテスト観測を実施する。また、データ転送などの観測に関するインフラについての確認を進めていく。さらに、観測データの処理についても確認をすすめ、さまざまな現象を観測することで、観測精度が十分かについても検討を行っていく。

【CJ23-11】P2023-1

(研究課題名: 和文) Foliage height diversityの高解像度マッピング

(研究課題名: 英文) High-resolution mapping of foliage height diversity

(研究代表者名) 堤田 成政 (埼玉大学)

Narumasa Tsutsumida (Saitama University)

【要旨】

森林の三次元構造の特徴把握は森林生態系の理解に重要であり、広域を観測する衛星リモートセンシングの活用が求められている。本研究では、GEDIとSentinel-1, 2のデータを融合し、Foliage Height Diversity (FHD)を10 mの解像度でマッピングする方法を開発する。北海道鷲別岳で25m解像度のモデルを作成し、10 m解像度のFHDマップを作成した。樹冠高と植生被覆と合わせて、森林環境の定量化に貢献した。本成果は2023年7月に米国にて開催された国際会議IGARSS2023にて口頭発表した。

【Abstract】

The three-dimensional structure of forests is important, and satellite remote sensing is promising. This study developed a method to map Foliage Height Diversity (FHD) at a resolution of 10 m by fusing GEDI and Sentinel-1, 2 data. We created a model with a 25m resolution in Mt. Washibetsu, Hokkaido, and produced an FHD map with a 10m resolution. In conjunction with canopy height and vegetation cover, we contributed to the quantification of the forest environment. The results were presented orally at the international conference IGARSS2023 held in the United States in July 2023.

1 背景 目的 方法

森林の三次元構造は植物機能型や樹冠層により特徴づけられ、生態系に重要な役割を果たす。従来の測定方法は時間とコストがかかるため、代替手段として衛星リモートセンシングが有望である。GEDIは森林の3次元データを提供するが、観測点がまばらである。一方、Sentinel-1, 2は広範囲の二次元データを提供するが、垂直構造を観測できない。本研究は、GEDIとSentinel-1, 2のデータを融合し、垂直方向の植生量分布の多様性を示すFoliage Height Diversity (FHD)を10 mの空間分解能でマッピングする手法を開発することを目的とする。

2 研究の 成果

- (1) 北海道鷲別岳を対象に、GEDI L2Bから取得したFHDに対して Sentinel-1 (VV, VH), Sentinel-2 (青、緑、赤、red edge-1、red edge-2、red edge-3、NIR、red edge-4、SWIR1、SWIR2)よりRandom Forestにて25m空間解像度でモデル化した。
- (2) 1で構築したモデルを空間解像度10 mのSentinel-1, Sentinel-2のデータに適用し、FHDマップを作成した。
- (3) 森林把握に必須のパラメータである樹冠高、植生被覆に加え、FHDを推定することで、森林環境の定量化の推進に貢献した。

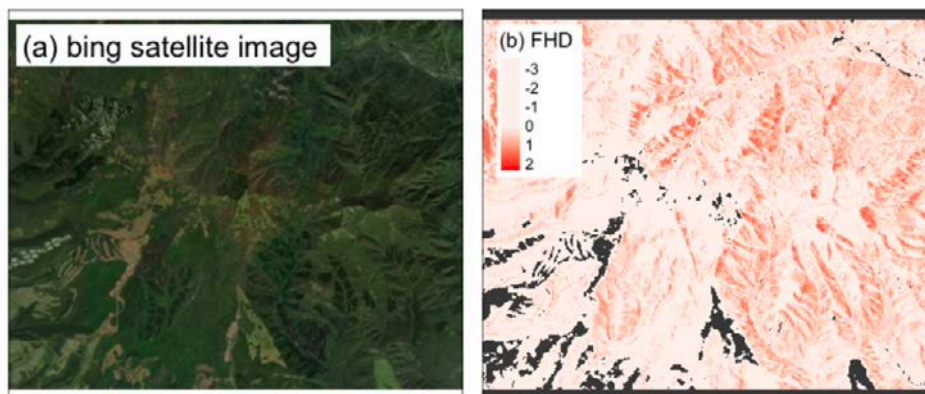


図1 (a) Bing Mapより得られた衛星画像 (b) 10m解像度のFoliage height diversity map

3 成果展開の 状況

2023年7月に米国にて開催された国際会議IGARSS2023にて成果の一部を口頭発表した。
- Tsutsumida N, Kato A., Osawa T., Doi H. Mapping forest vertical structure attributes with GEDI, sentinel-1, and sentinel-2, 2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium proceedings, 2023, 538-541.

【CJ23-12】P2023-1

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。また、地球温暖化対策として、全世界の人為的なCO₂排出削減を実施する必要性が引き続き指摘されている。こうしたガスは赤外域に固有の吸収バンドを持つことが多く、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。本研究では、中赤外域までを含む広帯域なスーパーコンティニューム(SC)光源を利用して、多種多様なガスを同時に可視化する技術を開発しており、その取り組みの一例として、大気中のCO₂ガスの測定結果について報告する。

【Abstract】 We report on the development of an atmospheric CO₂ measurement technique combining broadband mid-infrared (IR) supercontinuum and a compact Fourier-transform IR spectrometer. The employed supercontinuum source operates in the spectral region of 800 to 4800 nm. The mid-infrared absorption spectra of CO₂ exhibit two absorption bands centered at around 4230 and 4270 nm. As expected, a longer optical path length leads to stronger absorption. The atmospheric transmittance spectra are compared with simulations from the HITRAN code to demonstrate the feasibility of the proposed methodology.

1 背景目的方法

2018年に実施された国連気候変動に関する政府間パネルでは、地球温暖化を1.5°Cに抑えることの重要性が述べられ、全世界の人為的なCO₂排出削減を実施する必要性が引き続き指摘されている。こうした背景を踏まえ、複数の温室効果ガスを同時に濃度評価可能な手法として、近赤外のスーパーコンティニューム(SC)光源を利用した大気中CO₂の吸収計測などを実施してきた。長光路差分吸収分光法(DOAS)に、赤外域までスペクトル幅を広げたSC光源を利用することで、都市大気の局所的な温室効果ガス濃度の評価を検討している。近年、SC光源は中赤外領域まで波長範囲を拡大しており、本発表では中赤外SC光源を利用した大気中CO₂の測定結果を報告する。

2 研究の成果

中赤外SC光源の大気伝搬後のスペクトルを測定することで、大気中のCO₂ガス濃度を評価した。

(1) 中赤外SC光源の大気伝搬後の、赤外吸収スペクトルを測定する光学系を開発した(図1)

図1に中赤外SC光源を利用した大気中CO₂測定的光学配置図を示す。使用した中赤外SC光源はLeukos社のELECTRO-MIR-4.8であり、波長は800~4800 nmと中赤外領域までスペクトルを有している。出力は500 mW、繰り返し周波数は100 kHzである。中赤外SC光源は大気中で300, 600, 1000, 2000 mm伝搬させた後、ARC Optics社のFT-IR Rocketでスペクトルを測定した。測定可能波長2~12 μm(波長分解能: 2 cm⁻¹)でスペクトルの測定が可能である。

(2) 4230, 4270 nmのCO₂ガスの赤外吸収スペクトルの測定に成功した(図2)。

図2にそれぞれの距離を伝播した後の中赤外スペクトルを示す。CO₂は4230, 4270 nmに大きな吸収を示し、伝播距離が長くなるにつれて吸収が大きくなっている。これらの透過率変化を、HITRANデータベースを利用した計算結果と比較することで、大気中のCO₂ガス濃度の評価が可能になる。

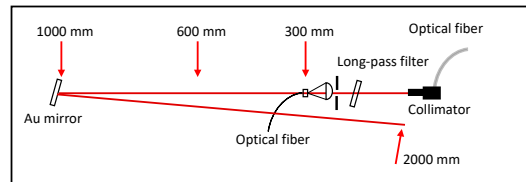


図1 中赤外SC光源を利用した大気中CO₂ガスのDOAS測定の光学配置図

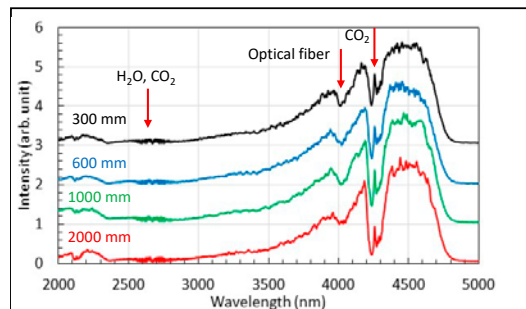


図2 中赤外SC光源を利用した、光路長300, 600, 1000, 2000 mmでの大気透過スペクトル

3 成果展開の状況

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、中赤外領域まで発振波長を広げているSC光源を利用することで、800~4800 nmに吸収波長を持つ様々なガスの同時可視化の可能性を実証することを目指し、中赤外SC光源での吸収計測を開始した。HITRANデータベースを利用した計算結果と実験で得られた透過スペクトルはよく一致し、今後は他のガス種の同時測定を検討するとともに、より広帯域なモデル(2500~9000 nm)による赤外吸収計測を実施したいと考えている。

【CJ23-21】P2023-1

(研究課題名:和文)航空レーザ測量データ(ALB)を活用した河道内樹木の解析

(研究課題名:英文)Analysis of riparian trees using aerial laser survey data (ALB)

(研究代表者名)周 月霞 (名古屋大学・土木工学専攻)

Yuexia ZHOU (Nagoya University, Civil and environmental engineering)

【要旨】 航空レーザ測量データ(ALB)を活用した河道全域の樹木情報を抽出効率的な抽出手法の開発は本研究の目的である。本年度具体的な研究内容として、既往研究をレビューし、森林分野において開発した「局所最大値(LFM)とDensity-based手法」を活用した河道内の樹木情報の抽出を試みた。抽出した情報の精度を検証するため、3Dスキャナー(3D-Scan)調査を実施した。検討結果から見ると、森林分野で開発したLFM・Density-based手法は離散している樹木の情報に適用することを確認できたが、密集している樹木情報の抽出としては課題があることが分かった。

【Abstract】 The objective of this study is to develop an efficient method for extracting tree information in the entire river channel using aerial laser survey (ALB) data. In this year's research, we reviewed previous studies and attempted to extract tree information in the river channel using the "local maximum value (LFM) and density-based method" developed in the forestry field. To verify the accuracy of the extracted information, a 3D scanner (3D-Scan) survey was conducted. From the results of the study, it was confirmed that the LFM and Density-based method developed in the forestry field is applicable to information on discrete trees, but there are issues in extracting information on densely populated trees.

1 背景 目的 方法

河道内の樹林化が進行し、治水・環境上の問題を引き起こして、植生による洪水流や河道内土砂移動に与える影響を定量的に把握するための密度・高さや胸高直径といった植生情報をよく推定することが求められるという状況が本研究の背景としてある。

本研究の目的は効率化・省力化という視点から、河川調査で普及しているALB・ALS測量データを活用して、河道内の植生情報を抽出し、水理解析モデルや河道内植生動態予測モデルに適用する。

このため、「Local maximum filter (LFM)」と「Density-based」という樹木の本数・高さの抽出方法を採用し、本研究の検討対象となる雲出川の河道内の樹木の情報の抽出や検証を実施した。

2 研究の 成果

(1)地面からの3D-Scan調査手法は上空からのALB測量と同様に樹木の凹凸形状を把握できることが分かった(図1)。



図1 3D-Scanより調査した結果

(2)LFMとDensity-based手法より抽出した樹頂点は図-2に示す。LFMとDensity-based手法は離散している樹木の位置情報をうまく抽出できることを確認した。一方、その2つ手法における密集している樹木の位置情報の抽出に対して困難であることが分かった。

(3)ALB測量データと3D-Scan点群データを用い、樹木のバイオマス量を算出した。ALB測量データから算出した樹木のバイオマス量は3D-Scanより小さいが、植生高さごと(0.5mピッチ)の樹木体積の分布は3D-Scanデータによるものと同様な傾向をしめしたため、両者の点密度の違いに基づき、ALB データから算出した樹木体積の補正方法を検討していく。

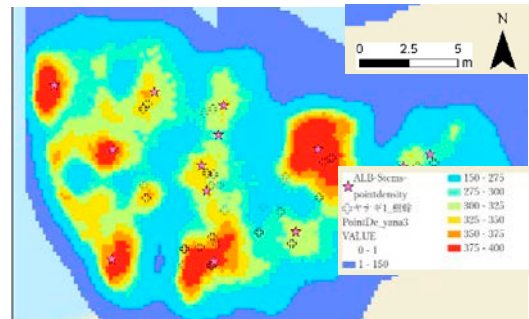


図2 Density-based手法より抽出した樹頂点

3

成果展開の 状況

ALB測量データは河道内の樹木の情報の抽出に適用できることを確認した。河道広範囲での樹木の情報を抽出するため、森林分野において開発した樹木解析アルゴリズムを改善していく。

【CJ23-29】P2023-1

(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 LIDER for Mars Surface exploration

(研究代表者名) 乙部 直人 (福岡大学 理学部)

Naohito Otohe (Fukuoka University Dept of Science)

【要旨】 現在、国際的な協力のもと火星への有人探査が計画されている。また火星はダストに覆われた星で、浮遊するダストの影響は気象学的にも疫学的にも重要である。そのダストの供給過程を明らかにするためにLIDARを開発中である。本年は太陽光下でも観測可能になった小型LIDARの性能実験を鳥取砂丘にて行った。

【Abstract】 Currently, manned exploration to Mars is being planned with international cooperation. Mars is a dust-covered planet, and the effects of floating dust are important both meteorologically and epidemiologically. We are currently developing LIDAR to clarify the dust supply process. This year, we conducted performance experiments on a mini LIDAR that can now be observed even under sunlight at the Tottori Sand Dunes.

1 背景目的方法

我々は火星の表層で気象観測を行う計画であり、そのための測器を開発している。ダストに覆われた火星の観測のために、小型のLIDARを開発中である。日中の強い太陽光の下でも観測できるように、波長を選んだLIDARを作成した。
 このmini LIDARの性能を確認する実験を鳥取砂丘において行った。

2 研究の成果

(1) 太陽光のもとでLIDARで観測可能なLIDARを開発した。
 これは、地球上でのオゾン層によって吸収されるUVA帯の紫外線で発光するLEDを利用することで実現している。

(2) 鳥取砂丘に置いて、開発したminiLIDARを利用して観測を行った[図1]。
 風によって、ダストが巻き上がることはなかったため、風上に20m程度離れた領域で砂を巻きそれを観測する、人工的な巻き上げダストに対しては十分な感度で観測することが可能であることが確かめられた[図2]。

(3) これらによって、火星表面で十分弱くなったスペクトルを利用すると火星表面でも空中に浮遊するダストを観測することが可能であることが示された。また、そのようなLEDを探す必要性も示唆された。



図1 鳥取砂丘でのフィールドテスト

2023年8月29日 19:15:54~19:20:54

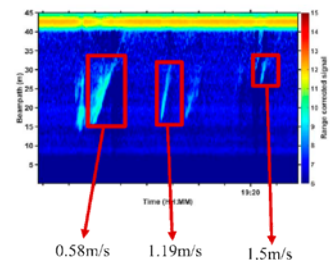


図2 測定結果
 浮遊する粒子が測定できている

3 成果展開の状況

開発されたLIDARは将来の火星表面探査で使用されるように、申請を行う予定である。

【CJ23-26】P2023-2

(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】 GOSAT温室効果ガス観測技術衛星から得られた二酸化炭素(CO₂)の鉛直プロファイルデータを用いて、上部対流圏/下部成層圏(UT/LS)におけるCO₂の季節内、季節、経年変動の解析を実施した。UTとLSでのバイアス補正で得られたCO₂混合比の増加は、2010年から2013年にかけて1.8–2.4 ppmv year⁻¹であり、これは以前の観測研究と一致しており、下部対流圏(LT)とほぼ同じです。UTとLSの季節変動は、LTのピークから1～2か月後に最大ピークが存在し、振幅は4～5 ppmvとLTよりも小さいことがわかります。アジアの夏季モンスーン地域における季節内変動それぞれ、深い対流とモンスーンの高気圧性循環による垂直方向と水平方向の両方の動きに関連していました。

【Abstract】 The increase of CO₂ mixing ratios obtained with the bias correction in the UT and LS was 1.8–2.4 ppmv year⁻¹ from 2010–2013, which is consistent with a previous observational study and almost the same as for the lower troposphere (LT). The seasonal variations in the UT and LS show that a maximum peak exists one or two months after the peak in the LT, and has an amplitude of 4–5 ppmv, which is less than that in the LT. Intra-seasonal variations over the Asian summer monsoon region were associated with both vertical and horizontal motions owing to deep convection and monsoonal anticyclonic circulation, respectively.

1 背景 目的 方法

上部対流圏と下部成層圏(Upper Troposphere/Lower Stratosphere; UTLS)間の物質輸送の理解は、気候変動を深く理解するうえでも重要である。しかし、UTLS領域はその力学的構造がシャープに変化することから時空間分解能よく観測することが求められているが、それを達成しうる観測データが乏しい。本研究では、鉛直分解能はそれほど高くないが、長寿命種として知られる二酸化炭素(CO₂)の鉛直プロファイルデータを用いて、UTLS領域におけるCO₂の変動を介して、物質輸送の理解を深めることを目的とする。用いたデータはGOSAT温室効果ガス観測技術衛星の熱赤外波長より得られたCO₂の鉛直プロファイルデータ(Ver01, 2010–2013年)である。観測自由度(DOF)の高いデータを抽出し解析に用いた。

2 研究の 成果

(1) UTとLSでのバイアス補正で得られたCO₂混合比の増加は、2010年から2013年にかけて1.8–2.4 ppmv year⁻¹であり、これは以前の観測研究と一致しており、下部対流圏(LT)とほぼ同じです。

(2) UTとLSの季節変動は、LTのピークから1～2か月後に最大ピークが存在し、振幅は4～5 ppmvとLTよりも小さいことがわかります。

(3) アジアの夏季モンスーン地域における季節内変動それぞれ、深い対流とモンスーンの高気圧性循環による垂直方向と水平方向の両方の動きに関連していました。



図1 100, 150, 250, 500hPaにおけるCO₂濃度の季節緯度断面。



15日のCO₂のアジアモンスーン域での水平分布。
2012年6月25日、7月8日、25日8月8日、7日平均図。

3 成果展開の 状況

【CJ23-35】P2023-2

(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・情報戦略機構)

Nobuyoshi Komuro (Chiba University Digital Transformation Enhancement Council)

【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。実機実験により、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)本研究では、IoT技術を用いる環境モニタリングシステムを開発した(図1)。本システムは、

- 照度、CO2、温湿度、PM2.5を測定
- ソーラーパネルと蓄電池の活用によりセンサを稼働
- 測定時以外はマイコンをスリープ
- トランジスタによるセンサーへの電源の制御
- 1日の日照量に応じたスリープ

によって、電力供給のない場所で計測可能となり、局所的な場所で環境状況や傾向を把握できる。

(2)CO2濃度、温湿度、照度、PM2.5などを計測する無線センサノードを開発した。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技術を用いて取得可能となった。

(3)ソーラーパネル、モバイルバッテリーを併用、さらにセンサデバイス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った。本システムは、晴天・曇天の天候に関わらず、電源供給のない屋外にて長時間稼働できることを確認した(図2)。

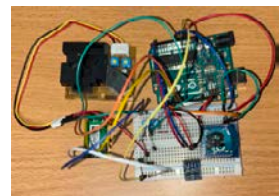


図1 開発したセンサ

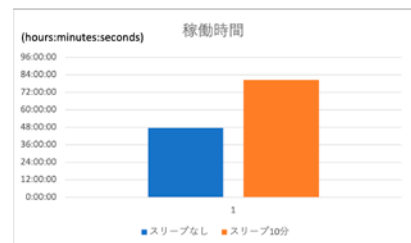


図2 スリープ機能を搭載したシステム日照量に応じてスリープ期間を変えることによって、稼働時間を大幅に延長できる。

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英文論文誌(Journal of Communications, Impact factor 1.3, 2024年4月掲載予定)に投稿し、掲載が決定した。

【CJ23-46】P2023-3, SP2023-4

3次元電離層トモグラフィーによる地震に関連する電離層電子密度擾乱の解析とその物理機構の解明
Reconstruction of the three-dimensional ionospheric disturbances caused by earthquakes in Japan by ionospheric tomography

(研究代表者名) 宋 銳 (千葉大学・大学院理学研究院)
Rui Song (Graduate School of Science, Chiba University)

【要旨】我々は、3次元電離層トモグラフィ技術に基づく高度な拘束最小二乗フィッティングアルゴリズムを開発した。このアルゴリズムを用いて、M9.0東北地方太平洋沖地震前の電離層電子数異常の3次元分布と、本震時の地殻上下動とレイリー表面波による電離層電子の3次元変動を可視化した。また、津波による大気重力波に関連した3次元電離層電子数擾動を再構成した。

【Abstract】We have developed an advanced constraint least-square fitting algorithm based on the 3-D computerized ionospheric tomography technique. Using this algorithm, we have visualized the 3-D distributions of Ne anomalies prior to the M9.0 Tohoku mainshock and 3-D Ne evolutions caused by crustal vertical movements and Rayleigh surface waves during the mainshock. We also reconstruct the 3-D Ne perturbations related to the tsunami-induced atmosphere gravity waves. Then, we investigated the characteristics concerning the tsunami-induced Ne structures in 3-D.

1 背景目的方法

本研究では、2011年M9.0東北地方太平洋沖地震に関連する電離層電子密度(Ne)の3次元異常・擾乱構造を検索するための効果的な電離層トモグラフィアルゴリズムを開発することを目的とする。今年度は地震に先行する電離層異常と地震に伴う電離層擾乱を系統的に調べる。再構成された結果に基づき、第一に、この地震に先行する電離層異常についての、次に、音響波、重力波、津波波などの地震動や海面変動によって誘発される進行電離層擾乱の進化について研究する。最後に、それらの物理機構について研究する。

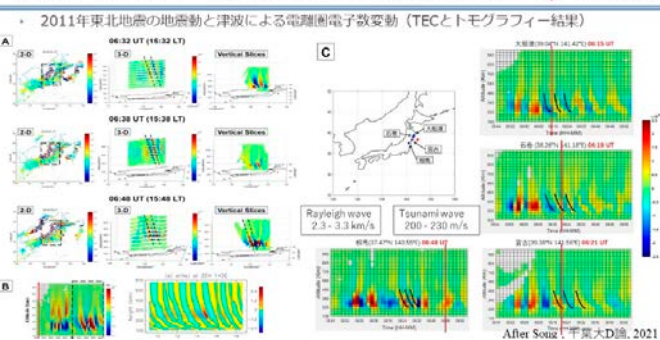
2 研究の成果

(1) 開発した電離層トモグラフィーを2011年東北地震に応用し。地震に先行する電離層変動と地震発生後の電離層電子数変動について3次元構造を可視化した。

(2) 従来のニューラルネットワークを用いたトモグラフィーでは夜間の再構成が不安定であったが、今回開発した手法では夜間も安定して再構成可能となり。先行研究で発見できていた異常は夜間も継続して出現していることがわかった。

(3) 地震発生後の地震動や津波によって励起された電離層変動についても、3次元可視化に世界で初めて成功した(右図参照)。

電離層トモグラフィーによる電離層電子密度変動の可視化 CHIBA UNIVERSITY



図中の色は電子数の変動(赤は増加、青は減少)を示す。粗密波が伝播しているのがわかる。

A 15:32、15:38、15:48の電離層電子数変動(東北地震の発生時間は14:46)。左図2次元マップ、中図3次元マップ、右図鉛直断面図。

B 左図 仙台上空の電離層電子数の時間変化。図中の黒点線を境にパターンが変化していることがわかる。右図 大気重力波による電離層電子数変動のシミュレーション結果。左図の右半分と時間発展が類似していることがわかる。左図の黒点線より前はレイリー波による電離層擾乱、後半は津波による大気重力波による電離層電子数変動であることを、世界で初めてトモグラフィーで可視化に成功した。レイリー波の速度は2.3-3.3 km/s、大気重力波は200-300 m/sと推定される。

C 東北地方沿岸部に大船波、石巻、宮古、相馬上空の電離層電子数の時間変化。赤線は津波の到達時刻。電離層変動の方が実際の津波より早く上空を通過していることがわかる。

3 成果展開の状況

本研究に関する成果について下記のように公表している。電離層トモグラフィーの開発についてSong, R., et al., J. Geophys. Res. SP, 126, e2020JA028561, 2021, <https://doi.org/10.1029/2020JA028561>、開発したトモグラフィーの台風による電離層電子数変動への応用についてSong, R., et al., J. Geophys. Res. SP, 127, e2022JA030606, 2022, <https://doi.org/10.1029/2022JA030606> で公表。

本研究に関しては、日本地球惑星科学連合2023年大会、7th International Workshop on Earthquake Preparation Process (IWEP7)、XXXVth URSI General Assembly(URSI GASS 2023)、AGU Annual Meeting 2023等の国内外の学術会議で発表している。今後国際誌へ投稿予定である。

【CJ23-27】P2023-5

(研究課題名:和文)ドローンおよび衛星画像を用いた効率的なイネの生育モニタリングに関する研究
 (研究課題名:英文) Study on efficient growth monitoring of rice plants using drone and satellite imagery

(研究代表者名) 牧 雅康 (福島大学)
 Masayasu Maki (Fukushima University)

【要旨】 圃場の大規模化に伴い、圃場の効率的なモニタリングのためのドローンの導入が全国各地で進んでいる。しかし、大規模圃場を複数管理する生産法人にとっては、ドローンを利用しても生育モニタリングに時間を要する。そのため、更なる効率的なモニタリングのためにドローンと衛星を併用した手法の開発が求められている。そこで、本研究では、ドローンと衛星を併用するための知見を得るために、Planet社のSuperDove画像と、同時期に空撮したドローン画像を用いてそれぞれの出穂期前の圃場単位での生育ムラを推定し、その差異を評価した。

【Abstract】 With the increasing scale of fields, drones are being introduced in many regions for efficient monitoring of fields. However, for production corporations that manage multiple large-scale fields, growth monitoring is time-consuming even with the use of drones. Therefore, there is a need to develop a combined drone and satellite method for more efficient monitoring. Therefore, in order to gain knowledge for the combined use of drones and satellites, this study estimated the uneven growth in each field using SuperDove images and synchronized aerial drone images, and evaluated the differences between them.

1 背景 目的 方法

圃場の大規模化に伴い、圃場の効率的なモニタリングのためのドローンの導入が全国各地で進んでいる。しかし、大規模圃場を複数管理する生産法人にとっては、ドローンを利用しても生育モニタリングに時間を要する。そのため、広域を短時間でモニタリング可能な更なる効率的な手法の開発が求められている。そこで、本研究課題では、ドローンと衛星の併用した手法の開発を最終目標とし、今年度は同一圃場を撮影したドローン画像と衛星画像から推定した生育ムラの差異を比較して、両者を併用するための知見を得ることを目的とした。

2 研究の 成果

- (1) 空撮したドローン画像を、比較対象のSuperDoveと同じ解像度にリサンプリングし、どの程度生育ムラの情報が読み取れるか確認した。その結果、図1から以下のことが確認できた。
- ・圃場単位でのNDVIの基本統計量はリサンプリング前後で大きく変わらない。
 - ・圃場内の生育ムラの把握はリサンプリング後でも大まかに可能である。

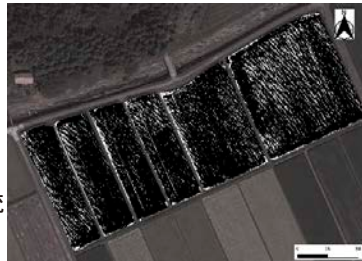


図1 生育が悪い場所 (NDVI値が1標準偏差未満、圃場単位) の空間分布の比較
 左: リサンプリング前(解像度: 0.02 m)、右: リサンプリング後(解像度: 3.0 m)

- (2) リサンプリングおよびNDVI値の補正をしたドローン画像とSuperDove画像から算出したNDVI画像を比較した。その結果、以下のことが確認できた(図2)
- ・SuperDove画像とリサンプリングおよびNDVI値補正したドローン画像のそれぞれから算出したNDVI値の空間的な差異は比較的小さい。
 - ・リサンプリングしたドローン画像には、リサンプリング前の情報が残っている。



図2 P4M画像とSD画像のNDVI値の空間的な差異の比較

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)「洪水氾濫・灌漑情報を活用した水稲病害が収量へ及ぼす影響評価」に活用される予定である。

【CJ23-40】SP2023-1

(研究課題名：和文) 深層学習を用いた環境化学センサーデータと画像データからの視程推定法

(研究課題名：英文) DeepViss: For Camera Image-Based Visibility Estimation Using Atmospheric Chemical Sensor In Summer and Winter

(研究代表者名) H. Sakaino

A. Insisiengmay (Weathernews Inc., Transportation Weather Lab., AI-image Group)

【Abstract】 Visibility is important for transportation systems, i.e., vehicles, airplanes, drones, and ships. Weather, atmospheric, and artificial conditions, i.e., rain, fog, and chemical components, determine visibility levels and distances. Visibility sensors have been used for specific purposes. On the other hand, camera image-based approaches have enhanced image quality, i.e., visibility, in foggy and rainy scenes. However, it still is hard to obtain the ground truth of visibility distance from a camera image, particularly for far distances. This paper proposes a novel camera-based visibility estimation method using an atmospheric chemical sensor and Deep Learning (DL)-based camera images: DeepViss. A transformer regression trains different directions of the paired sensor-image datasets. Experimental results in summer and winter demonstrate the usefulness of DeepViss for far distances, i.e., a few hundred km. This approach contributes to replacing expensive visibility sensors with low-cost cameras, i.e., drones and ships.

【Dataset and Method】 Two seasons' datasets: 1) summer dataset with five sensor and camera pairs directing to north, south, east, west and northeast. 2) winter dataset with four sensor and camera pairs directing to north, south, east, and west. 1920 and 644 images for summer and winter datasets, respectively. All datasets are split into train, validation, and test datasets with the ratio of 70:25:5. A regression based prediction model is used for estimating visibility from single images.

【Experiment】 : Transformer and Resnet50 (CNN) based models with four scenarios between summer and winter models: 1) summer datasets for train and test, 2) winter datasets for train and test 3) summer dataset to train and winter dataset to test, 4) winter dataset to train and summer dataset to test, and 4) merging summer and winter dataset to train and test.

【Result】 : Experimental results show transformer based models outperform Resnet50(CNN) on the same type of dataset, i.e., train and test on summer data, while Resnet50 has better results on cross dataset i.e., train on summer dataset and test on winter dataset since Resnet50 (CNN) has higher generalization performance as compared to Transformer. In addition, Transformer trends to have better results on large dataset with evenly distributed training and testing data.

1

Background Objective Methodology

This report presents a new DL-image-based visibility estimation method by regression with sensor-visibility data over time for predicting visibility from images. It is the first time to match sensor and image data for far-away visibility. Thus, the contributions of this report are twofold:

- 1) Transformer-based DL is used to train the sensor visibility data. It is the first time to predict visibility distances and levels based on an image-sensor model.
- 2) No expensive system is required. A low-cost and portable camera system can be realized to estimate visibility distances or levels.

2

Conclusions

This report proposes a visibility estimation method using the chemical sensor and camera image datasets. As shown in Fig. 1, the sensors output visibility distances in meters. (Fig. 2) Camera images are recorded. Paired data from the sensor visibility distances and camera images are trained by a transformer-based Deep Learning (DL) model in a regression manner (a). We call the proposed DeepViss: DL + Visibility + Sensor. (Fig.3) The trained DL model (b) predicts the unknown visibility of new images. Since the size of both summer and winter datasets are small leading to results in Table, with the increased size of the dataset, it will significantly provide better results.

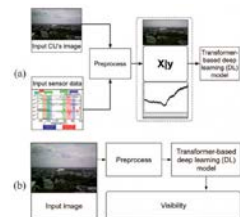


Fig. 1 Proposed visibility estimation system

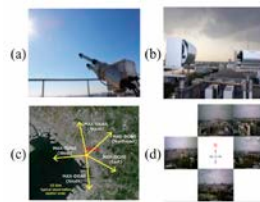


Fig. 2 Experimental equipment with cameras and sensors

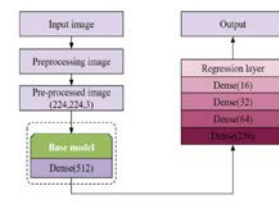


Fig. 3 Transformer for regression in Fig. 1 (a)

Table

Results of summer and winter datasets on Transformer and Resnet50 based models

Transformer based model	Summer dataset	Winter dataset	Summer model on Winter dataset	Winter model on Summer dataset	Summer + Winter	Resnet50 based model	Summer dataset	Winter dataset	Summer model on Winter dataset	Winter model on Summer dataset	Summer + Winter
3-interval data [1]	68	75.67	56.75	62	56	3-interval data [1]	50	59.45	62.16	65	60.58
5-interval data [2]	39	56.75	29.72	46	36	5-interval data [2]	36	29.72	29.72	48	41.60

- [1] 3-interval data:
 - Vis < 75km
 - 75km < Vis < 150km
 - Vis > 150km
 [2] 5-interval data:
 - Vis < 40km
 - 40km < Vis < 80km
 - 80km < Vis < 120km
 - 120km < Vis < 160km
 - Vis > 160km

3

Effect/ Outcome

[1] H. Sakaino, N. Gaviphatt, A. Insisiengmay, L. Zamora, D.F. Ningrum and H. Irie, "DeepViss: For Camera Image-Based Visibility Estimation Using Atmospheric Chemical Sensor", IEEE Int. Conference on Artificial Intelligence (CAI) 2023.

【CJ23-41】 SP2023-1

(研究課題名：和文) 深層学習を用いた衛星画像から降水画像への変換法

(研究課題名：英文) Sat2rain performance evaluation in typhoon cases

(研究代表者名) H. Sakaino

(Weathernews Inc., Transport Weather Lab., AI-image Group)

【Abstract】 Nowcasting models using precipitation radar images can capture local strong rainfall amounts and regions under radar coverage. On the other hand, satellite images cover globally, but the precipitation amount from Himawari-8 16-band images cannot be directly estimated. GAN-based Sat2rain [1] with 8, 10, 13, and 15 bands + radar images has been proposed, but failed thick cloud cases, i.e., typhoons. Therefore, this report presents to review of Sat2rain with limits issues, experiments, and image analysis to multiple bands. Pattern classification to satellite images and new bands are suggested to improve Sat2rain based data translation. Therefore, this report presents to review of Sat2rain with limits an issues, experiments, and image analysis to multiple bands. Pattern classification to satellite images and new bands are suggested to further improve Sat2rain based data translation.

1
背景
目的
方法

- This study's background pertains to analyzing satellite images and radar data, and deep learning, specifically Generative Adversarial Networks (GANs) and its variants.
- Issue analysis in sat2rain has been conducted in typhoon cases, where thick cloud regions in satellite imagery exist. Each of 8, 10, 13, and 15 bands' histograms and images does not match to radar image.

2
研究の
成果

Translated rainfall amounts using Sat2rain [1] have been evaluated by Critical Success Index (CSI). Using a squall line case of July 7, 2020, Fig. 2 shows the result with the highest/lowest score when light/heavy rainfall events. Therefore, it is suggested that translation to heavier rainfall regions is more difficult than lighter rainfall regions by sat to precipitation images.

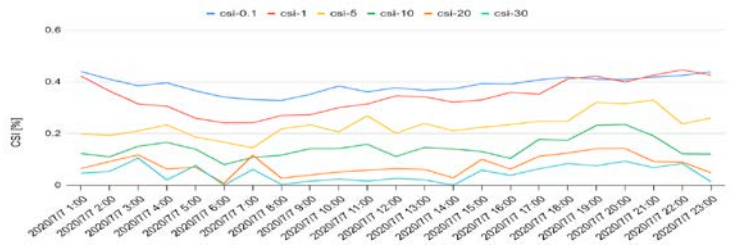


Fig 1 Evaluation at different CSIs using Sat2rain [1]

Although Sat2Rain can handle both light and heavy rainfall with a squall line, it fails to perform in the case of a typhoon in heavy rainfall areas. In typhoon case, large convective is formed, accompanied by thick clouds that create heavy rain. This evidence has been compared with different constraints of sat2rain as shown in Fig. 2. Fig. 2 showcases different scenarios presents results: (a) without topography, (b) with only the L1 constraint, (c) with both L1 and L2 constraints, and (d) with the inclusion of topography data, i.e., heights, and constraints. The results indicate that excluding topography data in the input (a) has a minimal impact on Sat2rain's performance. However, a significant improvement in estimating regions with heavy rainfall becomes evident when topography data is integrated with satellite bands like band 8, 10, 13, and 15, as demonstrated in scenario Fig. 2 (d). This underscores the potential of the combined approach to enhance accuracy in typhoon cases. For further analysis of the relationship between radar and sat images, two methods with histogram and visualization are added below: Fig. 3 illustrates that the histogram of rainfall data shows stochastic similarity with topography data. On the other hand, notable differences are shown in bands 8, 10, 13, and 15. Therefore, one potential avenue for enhancing Sat2Rain is to explore additional satellite bands or distribution modification to each band. Fig. 4 (a) shows that radar data and satellite data do not match coordinates, i.e., different locations in yellow, green, and purple; (b) radar; and (c)-(f) bands 8, 10, 13, and 15, respectively. the typhoon region in (b) does not fully match regions in (c)-(f), where thin and thick cloud regions are mixed. Therefore, pattern classification will be helpful to locally enhance performance of sat2rain.

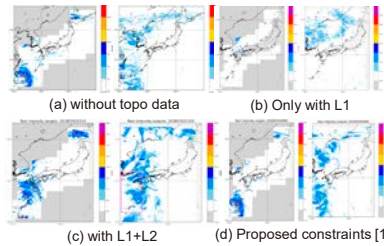


Fig 2 Typhoon: Effectiveness of different constraints: pairs of left (Ground truth of radar image), right (Sat2rain).

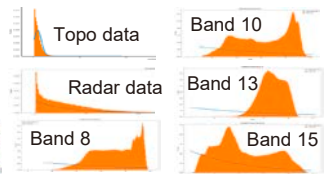
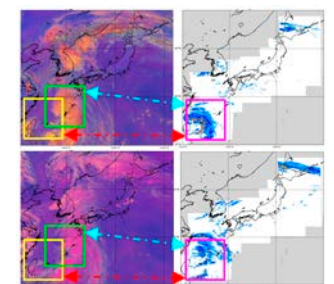


Fig 3 Data distribution



(a) convective and rainfall corellation

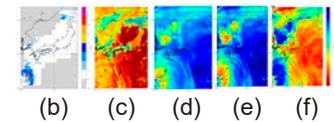


Fig 4 GT and bands relation

3
成果
展開の
状況

- (1) Hidetomo Sakaino, Atsushi Higuchi: Sat2rain: Multiple Satellite Images to Rainfall Amounts Conversion By Improved GAN. ICMLA 2022: 1484-1491.

【CJ23-43】SP2023-1

(研究課題名：和文) 深層学習を用いたさまざまな気象系災害系画像データの認識分類法

(研究課題名：英文) DeepTrCy: Life Stage Identification of Satellite Tropical Cyclone Images

(研究代表者名) H. Sakaino

(Weathernews Inc., Transportation Weather Lab. AI-image Group)

【Abstract】 Satellite imagery with multiple spectral bands plays a crucial role in the analysis and prediction of atmospheric phenomena. Tracking tropical cyclones, i.e typhoons, are easily monitored by infrared bands with predefined typhoon life stages. In the life cycle of such typhoons, they typically exhibit formation of a few clouds to fully developed spiral clouds with a clear eye. The life stage is classified by analyzing the maximum sustained winds at a distance from the center of the eye. The lowest pressure is also used to characterize the magnitude of typhoons. Moreover, apparent typhoon shapes can be roughly classified into different life stages according to experts. However, this limits other applications due to auto-operational tasks. Therefore, this paper proposes a Deep Learning based satellite image classification for identifying the life stage of tropical cyclones, namely, DeepTrCy. Due to the limited training on past typhoon images, applying data augmentation by introducing a fluid-like noise, i.e., Perlin noise, is firstly proposed. Using different DL models by introducing different augmentation techniques like Perlin noise levels, and different input data like optical flow, results are compared to that of CNN and transformer architectures. The proposed DeepTrCy has demonstrated high accuracy on identifying tropical cyclone stages from the several experiments.

1
背景
目的
方法

This report's contributions are threefold: 1) It is the first time to demonstrate the capability of implementing different CNN-based classifications in identifying typhoon life stages. In contrast, SOTA papers have applied a single DL model for such a classification; 2) Perlin noise is proposed for data augmentation of typhoon images. Fluid-like noise is well-fitted to fluid-like typhoon image changes; 3) Transformer-based classification, i.e., vision transformer, is used with Perlin noise. The weighted loss function is used for imbalanced training image datasets. Overall, high accuracy in classifying typhoon life stages has been obtained over SOTA DL models.

2
研究の
成果

- 1) Increasing tropical cyclone dataset with perlin noise
- 2) Using a loss function to avoid learning becoming biased towards the majority classes when training on an imbalanced dataset.

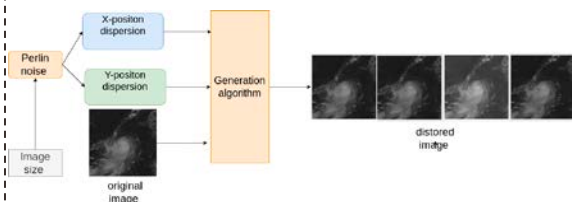


Fig 1 Perlin noise generation

$$I_n = -w_{yn} \log \frac{\exp(x_{n,y_n})}{\sum_{c=1}^C \exp(x_{n,c})}$$

$$L(x, y) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{\sum_{n=1}^N w_{yn}} I_n$$

$L(x, y)$ = weight cross-entropy
 x = input, y = target, w = weight
 C = number of class, N spans the minibatch

Fig2 Comparison of class accuracy

Dataset	Model	Accuracy Per Class (%)					mean
		0 (TD)	1 (TS)	2 (STS)	3 (TY)	4 (EC)	
SAT	MobileNet V2	68.57	37.62	50.91	54.29	85.07	51.45
	Resnet34	48.57	36.23	25.71	60.00	95.52	52.89
SAT + Perlin-Aug	Resnet34 Perlin 0.1	68.57	20.29	14.29	55.71	88.06	49.13
	Resnet34 Perlin 0.2	38.57	33.33	15.71	61.43	97.01	48.84
	Resnet34 Perlin 0.5	47.14	18.84	22.86	57.14	97.01	48.27
OF	Resnet18	65.71	40.58	12.86	60.00	67.16	49.13
	Resnet34	68.57	28.99	02.86	78.57	68.66	49.42
4D	Resnet18	72.86	27.54	20.00	84.29	86.57	58.09
	Resnet34	78.71	34.78	21.43	81.43	74.63	57.51
	MobileNet V2	60.00	26.09	17.14	77.14	88.06	53.47

In the first step, 840 image pairs and 10 CNN models are used to classify the 5-stage tropical cyclone life cycle. The CNN models' generalization performance is evaluated by using both small and large training image sets. In the second step, Transformer models and balance the dataset distribution within each of the 5 classes are conducted. 91,000 satellite images are used to experiment with 4 stages due to the similarity between stages 1 and 2. Evaluation of the cyclone life stage with 9 models shows that the transformer-based model, ViT + Perlin, has shown the best accuracy.

Metric	Model								
	Resnet-18	Resnet-34	Resnet-50	AlexNet	Eva	ViT	MoE ViT	ViT + Perlin	ViT + Perlin + f
Accuracy	76.0	75.8	79.2	79.6	74.8	77.4	72.1	80.4	79.7
Macro-F1	65.0	66.2	68.6	67.5	65.0	64.0	-	69.7	71.0

3
成果
展開の
状況

H. Sakaino, N. Gaviphatt, A. Insiengmay, L. Zamora, D.F. Ningrum and S. Kotsuki, "DeepTrCy: Life Stage Identification of Satellite Tropical Cyclone Images", IEEE Int. Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023.

【 CJ23-13 】 SP2023-2

(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】

陸域物理生物生態過程モデルを組み込んだ全球気候モデルで使用するための、陸域植生分布データの改良について検討を行った。植生タイプ決定においては、特に、植生タイプの混在状況を考慮することを重視した。また、高緯度地域、および低緯度地域における植生タイプの決定に地域特性を考慮した方法を採用した。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】

New land cover data for use with the Land surface – atmosphere full coupled global climate model was created. We fully took the vegetation type mixture situation into account. Moreover, we adopted the method in consideration of the local characteristic as for a vegetation type determination in a high latitude area and a low latitude area. Land surface – atmosphere full coupled simulations with the global climate model will be performed using the new land cover data. We will continue the synthetical 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

陸域物理生物生態過程モデルを組み込んだ全球気候モデルで使用するための、陸域植生分布データの改良について検討を行った。衛星データを基にして作られた、分解能0.005度の全球植生分布グリッドデータ (GLCV1) から、気候モデルの分解能に適した植生分布データを作成した。作成においては、対象とする気候モデルグリッド周辺のGLCV1データについて、存在する植生タイプの占有率、およびその順位データを作成した。それらの情報を基にして、対象とする気候モデルグリッドの植生タイプを決定した。気候モデルグリッドの植生タイプ決定においては、特に、周辺の植生タイプの混在状況を考慮することを重視した。また、高緯度地域における植生タイプの決定、および、低緯度地域における植生タイプの決定に地域特性を考慮した方法を採用した。低緯度地域の草原系植生については、C4系植生の生物生態学的特徴を考慮し、緯度および標高を基準としたC4系植生分布の再現を行った。

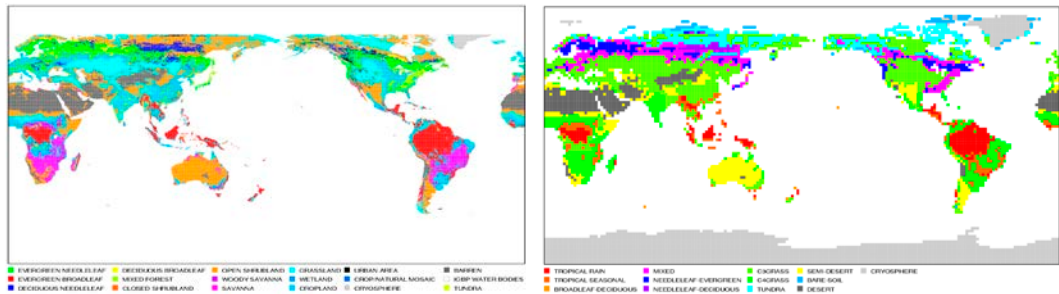


図 (左) GLCV1植生分布図 (右) 気候モデル用植生分布図

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。

【 CJ23-23 】 SP2023-2

(研究課題名: 和文) 地上リモートセンシング観測データを用いた福岡都市圏における大気汚染物質の拡散過程:
人工衛星観測データの検証

(研究課題名: 英文) Aerosol and pollutant variations over Fukuoka urban area in Japan: validation of satellite data

(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NO₂導出方法の高度化および人工衛星観測データの検証を実施してきた。特に福岡都市圏について窒素酸化物などの大気汚染物質の空間不均質性に着目した研究を実施してきた。近年の衛星観測は空間分解能が飛躍的に向上し、都市内スケールの変動をとらえることが可能となった。また韓国の静止衛星GEMSにより日変動をとらえることも可能となりつつある。九州北部域についてGEMS衛星の観測データについて解析したところ、福岡都市圏スケールの空間構造、日変動を検出できていることが分かった。ただし空間構造的構造が残っており、今後、地上観測による検証が必要である。

【Abstract】 We have developed a ground-based MAX-DOAS method and conducted validation of satellite data. Specifically, we focused on the spatial inhomogeneity of air pollutants such as nitrogen oxides over the Fukuoka urban area. Recent satellite observations have significantly improved spatial resolution, enabling the capture of variations at the urban scale. Additionally, South Korea's geostationary satellite GEMS has made it possible to observe diurnal variations. Analyzing GEMS satellite data for the northern Kyushu region revealed the detection of urban structures and diurnal variations in the Fukuoka urban area. However, remaining spatial structural features require further validation through ground-based observations.

*Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy

1 背景 目的 方法

衛星は地上観測と比べて広域の大気微量成分観測ができ、また近年はTROPOMIやGEMSなど、空間分解能が飛躍的に向上している。しかし衛星は地表から排出される汚染物質をはるか上空から観測しており、大気微量成分濃度の定量化のためには、地上観測による検証が必須である。本研究では、近年の衛星観測データを整理・解析するとともに、これまで高度化を行ってきた地上からのリモートセンシング観測手法について衛星観測の評価を目的としている。GEMS静止衛星は従来の極軌道衛星と異なり、1時間毎に観測可能で、都市内スケール程度の変動・日変動の検出が期待できる。北部九州域についてGEMSデータを解析した。

2 研究の 成果

(1) GEMS静止衛星は福岡都市圏スケールの空間構造、日変動を検出できている。ただし空間構造的構造が残っており、今後、地上観測による検証が必要。

図1 静止衛星 (GEMS) により観測した対流圏NO₂積算量 (九州北部域2023年10月平均)。

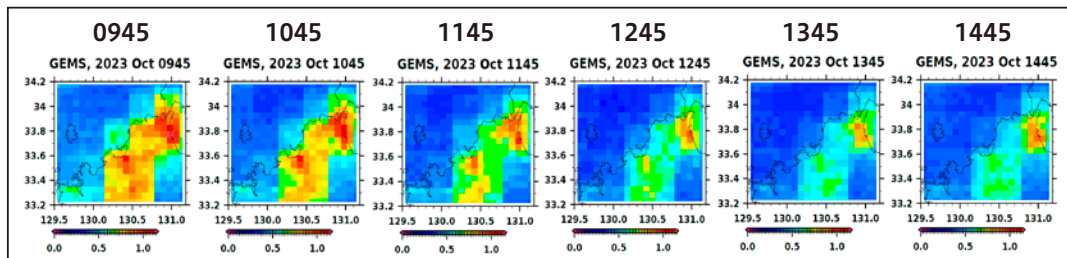
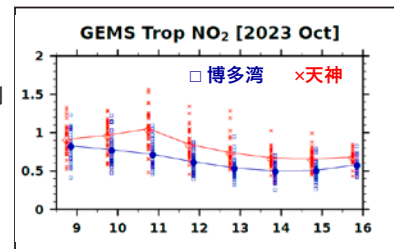


図2 静止衛星 (GEMS) によって観測された対流圏NO₂の日変動 (2023年10月の観測例)。天神近辺と博多湾近傍データについて示す (□および×は中央値)。



謝辞: 本研究では韓国の静止環境衛星 GEMS (Geostationary Environment Monitoring Spectrometer) NO₂ L2対流圏カラムデータを使用した。

3 成果展開の 状況

引き続き福岡都市圏を中心に衛星観測データの解析を行い、これまで実施してきた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・検証を継続する。

【課題番号】CJ23-44

(研究課題名:和文)SKYNET データを用いた Himawari-8 AHI エアロゾルプロダクト検証に関する研究
 (研究課題名:英文)Validation of Himawari-8 AHI Aerosol Products using SKYNET data

(研究代表者名)山本 浩万 (産業技術総合研究所・デジタルアーキテクチャ研究センター)
 Hirokazu Yamamoto (Digital Architecture Research Center, AIST)

【要旨】 ひまわり8号は日本の気象庁が開発し2014年10月7日に打ち上げられ、2015年7月7日より正式運用が開始された。宇宙航空研究開発機構(JAXA)は気象衛星Himawari-8 AHIに搭載されている可視赤外放射計 AHI取得のデータからエアロゾルプロダクトを生成し公開している。地球観測衛星による高頻度エアロゾル観測は、陸域における大気補正処理にも有用である。本研究は、千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)が運用している国際地上大気観測ネットワークSKYNETデータを使用したHimawari-8 AHIエアロゾルプロダクトの評価と検証を行う。

【Abstract】 The AHI (Advanced Himawari Imager) aboard Himawari-8 was developed by the Japan Meteorological Agency (JMA), and the Himawari-8 satellite launched on October 7, 2014, and official operation started on July 7, 2015, JAXA provides Himawari-8 AHI aerosol products processed by the retrieval algorithms, which have characteristics of high frequency, and can be inputs for atmospheric correction algorithm over land. This research shows the evaluation of HIMAWARI-8 AHI L2ARP, L3ARP Hourly, Daily, and L3ARP Monthly products using SKYNET data for all three validation sites.

1 背景目的方法

ひまわり8号は日本の気象庁が開発し2014年10月7日に打ち上げられ、2015年7月7日より正式運用が開始された。ひまわり8号に搭載されているAHI(Advanced Himawari Imager)センサーは可視近赤外域、短波長赤外域、熱赤外域を観測できる多バンドセンサであり、空間分解能は0.5km~2kmと粗いが、地球の半球を10分毎の高頻度観測が可能である。

本研究では、3ヶ所の検証サイトに産総研が設置・運用している自動観測測器によって取得されたSKYNET データを使用して、ひまわり8号AHIエアロゾルプロダクトの評価を行い、大気補正済地表面反射率の検証における考察を示す。

2 研究の成果

2014年以降のFHK,TGF,TKYサイトにおけるSKYNETデータ、Terra/Aqua MODIS MOD08_D3/MYD08_D3、Aura OMI OMTO3eプロダクトを用いて、Himawari-8/9 AHI L3ARP Dailyプロダクトをパラメータとすることを想定した陸域向け大気補正アルゴリズムのパフォーマンスを評価した。

- 高いAOT@500nmおよび低いAEIにおいて地表面反射率推定に大きな影響を及ぼす可能性があり、大気補正アルゴリズムではAOTおよびエアロゾルタイプを考慮する必要がある。
- 今回エアロゾル粒径分布と複素屈折率(実数部と虚数部)を固定値にしたが、今後はこれらも考慮した陸域向け大気補正アルゴリズムの評価を行う予定。

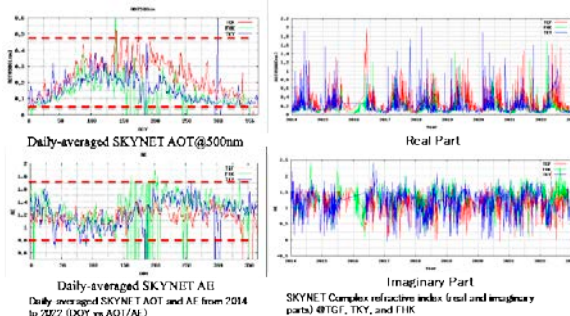


図1 スカイラジオメータ(TGF,TKY,FHK)が計測したエアロゾル光学的厚さ@500nm、オングストローム指数、複素屈折率(実部、虚部)

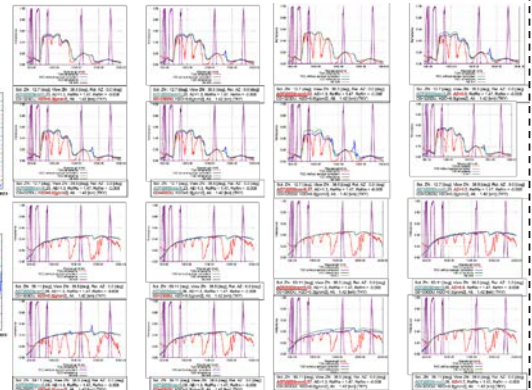


図2 オゾン、水蒸気量、エアロゾルパラメータの違いによるBOA,エアロゾル補正なしTOA、TOA反射率の比較

3 成果展開の状況

本研究の成果は、静止気象衛星観測網を用いた超高頻度陸面モニタリング研究の中の大気補正済反射率プロダクト検証の一環として用いられる。また、富士北麓フラックスサイト(FHK)、岐阜大流域圏科学研究センター高山試験地(TKY)、筑波大学放射線・アイソトープ地球システム研究センター庁舎屋上(TGF)、岡山大一般教育棟B棟屋上(OKA)に設置されたスカイラジオメータPOM02で取得されたデータは解析され、CEReS SKYNET及びNIES ISDCで公開されている。

【課題番号】CJ23-04

(研究課題名: 和文) トップダウン・ボトムアップ手法による日本全国での樹木による炭素固定量の原単位の推定
 (研究課題名: 英文) Estimation of basic unit of carbon sequestration by trees in Japan by top-down/
 bottom-up methods

(研究代表者名) 平林 聡 (The Davey Tree Expert Company/US Forest Service)
 Satoshi Hirabayashi (The Davey Tree Expert Company/US Forest Service)

【要旨】 日本全国において樹木による炭素固定量を定量評価できれば、社会・経済活動における炭素排出に対する樹木によるカーボンオフセット量の算出が可能となる。樹木による年間炭素固定量の原単位をMODISの年間純生産量(NPP: Net Primary Production)によるトップダウン手法と、i-Tree Ecoによる樹木データに基づくボトムアップ手法により算出した。NPPとi-Tree Ecoでは全国平均がそれぞれ0.84, 0.64 kgC/m²/yrとなった。これらの差はMODISは都市域にデータ欠損が多いこと、i-Tree Ecoは主に都市域での街路樹や公園樹木が対象になっていること、という各手法での制限事項に起因すると考えられるが、お互いに補間することができる。

【Abstract】 By quantitatively assessing carbon sequestration nationwide in Japan, it is possible to quantify the amount of carbon offset by trees in relation to the carbon emissions from social and economic activities. The annual carbon sequestration intensity of trees was calculated using a top-down method based on MODIS Net Primary Production (NPP) and a bottom-up method based on tree data from i-Tree Eco. They were quantified, on average, as 0.84 and 0.64 kgC/m²/yr, respectively. The difference can be attributed to the limitations of each method: MODIS has many missing data in urban areas, and i-Tree Eco mainly targets street and park trees in urban areas, but they can be interpolated from each other.

1 背景目的方法

樹木による大気中からの二酸化炭素の吸収および樹木体内への炭素固定はカーボンニュートラル社会を実現する中心的な要素の一つである。日本全国においてこれを定量評価できれば、社会・経済活動における炭素排出に対する樹木によるカーボンオフセット量の算出が可能となる。この算出を感便に行うためには樹木の単位被覆面積あたりの年間炭素固定量、つまり原単位が必要となる。本研究では、トップダウンおよびボトムアップ手法を併用し、それぞれによる算出結果の比較、検証、および調整を行うことで、日本全国での樹木による炭素固定量のより詳細な算出を可能とするための原単位の推定を行うことを目的とする。トップダウン手法としてはMODISの年間純生産量(NPP: Net Primary Production)データを日本全国での樹木被覆データと重ね合わせることで樹木による年間純生産量を推定する。ボトムアップ手法としては一般ユーザーからi-Tree Ecoサーバーにアップロードされた樹木インベントリーデータに基づいて算出された年間炭素固定量を用いる。

2 研究の成果

(1) MODIS NPPは2015~2020年の年間値の平均を取り、日本域高解像度土地利用土地被覆図の樹木被覆と重ね合わせることで樹木による年間炭素固定量の原単位として全国平均値0.84 (最小値: 0.09, 最大値: 1.50) kgC/m²/yrを得た。

(2) i-Tree Ecoプロジェクトは19都府県の48市区町村で実施されており、それぞれの結果から年間炭素固定量の原単位は平均値0.64 (最小値: 0.008, 最大値: 2.68) kgC/m²/yrを得た。

(3) i-Tree Ecoの結果は市区町村単位であり、一般ユーザーによりi-Tree Ecoサーバーにアップロードされた樹木インベントリーデータに基づいているため、現状、日本全国を網羅することはできていない。またMODISは空間解像度が500mと荒いため、都市域ではデータの欠損が多い。両手法を併用することで、お互いの制限事項を補うことができることが分かった。また、図2に示す様に、両手法での結果が存在する市区町村においてはある程度的一致が見られた。(4) 引き続き一般ユーザーによるi-Tree Ecoサーバーにアップロードされるプロジェクトをモニターし、ボトムアップ手法についてはさらなる結果の集積が期待できる。また、国土技術政策総合研究所による年間総炭素固定量推定式とi-Tree Ecoによる手法とのハイブリッド手法を開発済みであるため、今後は本手法を用いて、ボトムアップ手法による結果を充実させ、MODIS NPPとの比較、検証、調整を更に行う予定である。

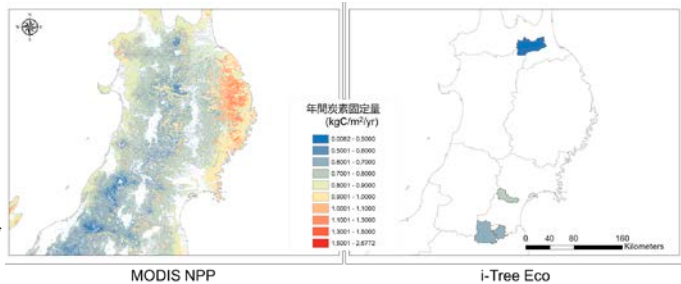


図1 東北地方における年間炭素固定量原単位の比較

3 成果展開の状況

MODIS NPPにより得られた年間炭素固定量の原単位は i-Tree Canopyを日本全国で利用する際に地域毎の原単位を設定することに利用可能となっている。

【CJ23-24】

(研究課題名:和文)SAR信号処理で用いるFFT/逆FFTの高速化
 (研究課題名:英文)Acceleration of FFT and iFFT for SAR Signal Processing

(研究代表者名)山崎 進 (北九州市立大学)
 Susumu Yamazaki (University of Kitakyushu)

【要旨】 SAR信号処理では、受信信号をフーリエ変換して参照スペクトルと乗算して逆フーリエ変換を行うような処理を行うことで画像を得る。フーリエ変換を離散化されたデジタル信号に対して行うことを離散フーリエ変換(DFT)と呼ぶ。2のn乗サイズの離散フーリエ変換を高速に行うアルゴリズムは高速フーリエ変換(FFT)として知られている。高速フーリエ変換の古典的アルゴリズムの1つがCooley Tukeyアルゴリズムである。本研究はこのCooley Tukeyアルゴリズムについて、細粒度のSIMD並列化を行った。
 Cooley TukeyアルゴリズムはRadix-2 DIT: The radix-2 decimation-in-time (DIT) fast Fourier transform (FFT)とBit-Reversalの2つの処理を行う。Radix-2 DIT中でFFTの三角関数を用いた計算部分wkがある。wkはサイズnが決まると値が決まる定数ベクトルである。また、サイズ2nの時のwkを間引くベクトル計算で、サイズnのwkを求めることができる。十分な計算資源がある時には、どちらの計算もO(1)で行える。Radix-2 DITの本質的な計算は、再帰的にサイズnのベクトル計算を行う処理として表すことができる。したがって、十分な計算資源がある前提でSIMD並列化すると、サイズnに対して、計算量はO(log n)とすることができる。またBit-Reversalは行列変換として定義できるので、計算量をO(1)にすることができる。
 以上より、Cooley Tukeyアルゴリズムを理想的にSIMD並列化すると計算量はO(log n)となる。

1
 背景
 目的
 方法

SAR信号処理では、受信信号をフーリエ変換して参照スペクトルと乗算して逆フーリエ変換を行うような処理を行うことで画像を得る。フーリエ変換を離散化されたデジタル信号に対して行うことを離散フーリエ変換(DFT)と呼ぶ。2のn乗サイズの離散フーリエ変換を高速に行うアルゴリズムは高速フーリエ変換(FFT)として知られている。高速フーリエ変換の古典的アルゴリズムの1つがCooley Tukeyアルゴリズムである。本研究はこのCooley Tukeyアルゴリズムについて、細粒度のSIMD並列化を行った。

2
 研究の
 成果

- (1) Cooley TukeyアルゴリズムはRadix-2 DIT: The radix-2 decimation-in-time (DIT) fast Fourier transform (FFT)とBit-Reversalの2つの処理を行う。Radix-2 DITは次のような再帰関数である。
 * サイズが1の場合は、入力をそのまま出力する
 * そうでない場合は次の処理を行う
 * 入力を2分割して、前をa、後をbとする
 * $w_k = \exp(-2\pi i/N k)$ を計算する
 * 出力として次の2つを繋げたものを返す
 * aとbの和ベクトルを入力としてRadix-2 DITを再帰呼び出した結果
 * aとbの差ベクトルとwkの積ベクトルを入力としてRadix-2 DITを再帰呼び出した結果
 Radix-2 DITの最終結果は得たいFFTの結果の要素の順番を規則的に入れ替えたものになっているので、Bit-Reversalで適切に順番を入れ替えることで、FFTの結果を得る。
 Cooley Tukeyアルゴリズムの計算量はO(n log n)である。
- (2) wkはサイズnが決まると値が決まる定数ベクトルである。また、サイズ2nの時のwkを間引くベクトル計算で、サイズnのwkを求めることができる。十分な計算資源がある時には、どちらの計算もO(1)で行える。Radix-2 DITの本質的な計算は、再帰的にサイズnのベクトル計算を行う処理として表すことができる。したがって、十分な計算資源がある前提でSIMD並列化すると、サイズnに対して、計算量はO(log n)とすることができる。
 またBit-Reversalは行列変換として定義できるので、計算量をO(1)にすることができる。
- (3) 以上より、Cooley Tukeyアルゴリズムを理想的にSIMD並列化すると計算量はO(log n)となる。

3
 成果展開の
 状況

現在、先行研究調査を行なっている。似たようなことを主張している先行研究が存在しそうな感触を得ている。今後、FPGAを用いて実装を行い、性能検証を行う。
 本研究成果を実用化したいという強い意向を持つ企業があるため、その企業との共同研究開発に向けて協議を進めているところである。

【課題番号】CJ23-31

(研究課題名:和文)原発・火山・極高温環境観測用マイクロ波センサの開発

(研究課題名:英文)Development of Microwave sensor for extreme elevated temperature such as Volcano, Nuclear plant and Inner planet

(研究代表者名)高橋 綾香 (帝京大学・理工学部)

Ayaka Takahashi (Teikyo University・Faculty of Science and Engineering)

【要旨】 センサ技術が向上し、あらゆる現場で遠隔観測が可能になりつつある。原発では有事に関わらず、内部状態の把握が安全管理上極めて重要であり、事故後は特に高温エリアが拡大し、人が入れない高温現場で使用できる観測用媒体の重要性は高くなった。その他、産業現場での生産性向上や、科学的知見を上げるために火山や高温宇宙環境等で観測対象面に暴露した状態で使用可能なセンサの需要は増える見込みである。以上の様な現場で使える特殊環境用に特化したセンサを開発を目的とし、本来PTFEを誘電体基板として使用していたアンテナをセラミックスに置き換え、材料に合わせたアンテナ設計や製造方法を検討した。

【Abstract】 There is a demand for remote observation technology in environments that people cannot access such as elevated temperatures. General antennas are expected to be used at under 50°C, but this research aims to develop an antenna that can be used above 500°C. We trying to establish a fabrication technology for ceramic base antenna. Because the dielectric substrate of the patch antenna is made of ceramics that can withstand over 1000°C, improving heat resistance and reducing installation space constraints.

1 背景目的方法

今まで一般的に使用されているセンサの最適温度は常温に近く耐熱性も50°C以下であることが多い。しかし遠隔観測技術が発展することで、人が立ち入れない温度環境や閉鎖環境での観測需要はますます上がると見込んでいる。当研究では形状による特性から開発がしやすく、高温炉や宇宙機等々への設置においても取り扱いやすい平面アンテナの誘電体基板をポリテトラフルオロエチレン素材からセラミックス素材へと置き換え、数あるセラミックスの中でもアンテナ特性に影響がある誘電率が安定的に得られる材種選定を行い、素材に合わせたアンテナ設計により開発を進めていく。セラミックスに置き換えることで1000°C程度に耐えられ、500~700°C前後で使用することを想定し試験を行う。

2 研究の成果

(1) 高温環境での使用を想定したセラミックスアンテナを開発した(図1)。

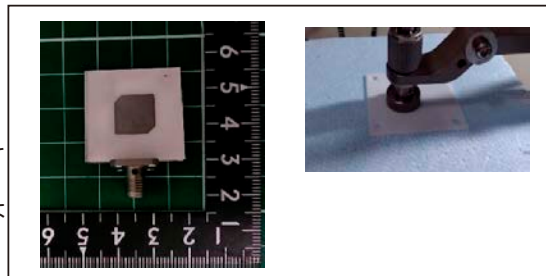


図1 セラミックスによる平面アンテナ

(2) セラミックスは様々な種類があり、各々特性が異なる。特に市販されているセラミックスはアンテナ向けの製品管理がされているわけではない為に、誘電率の管理が難しく、図1で使用したアルミナセラミックス Al_2O_3 は誘電率が3.7~7.9とバラツキが大きくなることがわかった。それに対し、 $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ で構成されるコーディライトは熱膨張率が低く、アルミナセラミックスよりも誘電率のバラツキが小さい為に、本研究が目的とする高温環境向けアンテナとして最良であり、基板に合わせて設計しなおす必要がなく、品質管理上においても量産に適している可能性がある事がわかった。また高温暴露した結果、アンテナとしての形状が維持できることが確認できている。

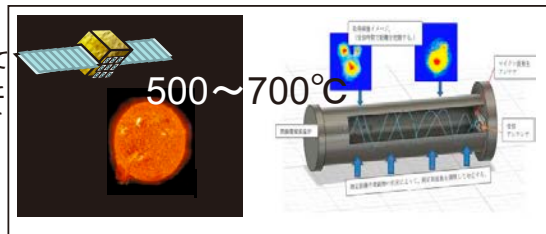


図2 高温アンテナ需要と運用モデル
耐熱アンテナを使用することで冷却をせず高温部の観察や測定が可能になる。

(3) セラミックスを使用した平面アンテナ製作技術を確立しました。図2に示す用途において、冷却設備に制限がある場合においても直接アンテナを対象物に向けた運用が可能になります。

3 成果展開の状況

今まで直接設置できなかった高温での運用を想定した特殊設備や高温閉鎖環境現場で無冷却での対象物観測が可能になる。当製造技術を確立することで、幅広い周波数や偏波特性および帯域を変更した場合においてもセラミックスアンテナとして製作可能で、用途に合わせた設計が期待できる。

【課題番号】CJ23-32

(研究課題名:和文)現場資源を活用した月モジュール向け用マイクロ波センサの開発

(研究課題名:英文)Development of microwave sensor for lunar module by using ISRU

(研究代表者名)高橋 綾香 (帝京大学・理工学部)

Ayaka Takahashi (Teikyo University・Faculty of Science and Engineering)

【要旨】 人類が月面で活動できる環境を整え移住を目的としたアルテミス計画が注目されており、宇宙開発先進国やベンチャー企業等がその為の技術開発に乗り出している。宇宙開発に関連する技術力は飛躍的に向上しているが、宇宙活動で最も重要なのが地球との通信を行う為の通信手段であり、遠隔操作によるリアルタイム現状観測である。また物資を運搬するコストも考慮した開発プランが必須であり、現地調達資源を活用したモノづくりが基本となる。上記に挙げた需要にも対応できる月の砂を用いたセンサー・アンテナ開発を進めることを目的とし活動を行い、模擬レゴリスを誘電体基板とするアンテナの試作に成功している。

【Abstract】 There are Artemis project for transfer human base on the moon by National laboratory in the world with NASA. The antenna equipment including a telecommunication system is one of most important system on the space mission for keep lifeline with the earth, use a remote-control system and observation. The cost of transporting the necessary equipment from the earth will be enormous. We have plan to reduce the cost by using onsite resource there as a ISRU. My research plan is installing a functionality to the lunar regolith simulant block for establish antenna fabrication technology on the moon.

1 背景目的方法

月面に人類の活動拠点を置くというNASA主導のプロジェクトをアルテミス計画と呼び、発足された2019年から多くの国や研究機関が同じ目的に向けて各自の得意分野で貢献することを目指している。当プロジェクトを実現するためにはあらゆる設備や資材を必要とし、それら全てを地球から運搬する場合は莫大なコストが試算されている。このアルテミス計画をスケジュールにおいても経済的にも実現可能にするべく、可能な限り現地資材調達利用(ISRU:In Situ Resource Utilization)という考え方の基に開発を進める必要がある。今までは居住用区や建設資材としてのみ現地の砂を使用する活動はあったが、本研究ではそれらに機能性を持たせることを目的とし、月の砂を模擬して人工的に作成した模擬レゴリスでアンテナ用基板を作成し、特性評価を行った。

2 研究の成果

(1)人工月の砂(模擬レゴリス)を使用した誘電体基板を開発し、誘電率を測定してアンテナの製作に成功した(図1)。

これにより、あらゆるサイズや形状のMSA(マイクロストリップアンテナ)の製作が可能になり、放射パターン設計によって月面で高性能アンテナを作成できる可能性を示すことができた。

(2)月面で使用するにあたり一定の強度および環境耐性が要求されるが為、誘電体基板作成条件を調整した上で各条件における強度特性を測定した。また月面は 10^{-3} Paと極めて高真空なため、真空環境へ暴露された際の強度を管理する必要がある。今回通常の宇宙開発で使用される真空槽内で模擬レゴリス誘電体基板を一定時間保管しその後の強度特性を明らかにした。

(3)月の砂でもMSAに使用される誘電体基板が作成できる事を示し、月面という真空環境においてもその強度が維持できることを確認した。(図2)。これによりアルテミス計画において重要になる現地資材由来の機能性素材の実用性を示した。

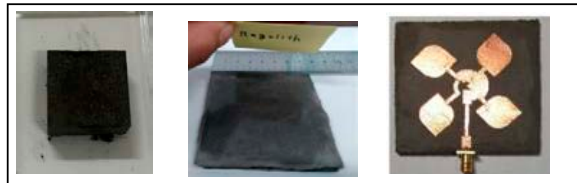


図1 模擬レゴリスブロックおよびその技術を応用して作成したアンテナ用誘電体基板、円偏波広帯域MSA試作品

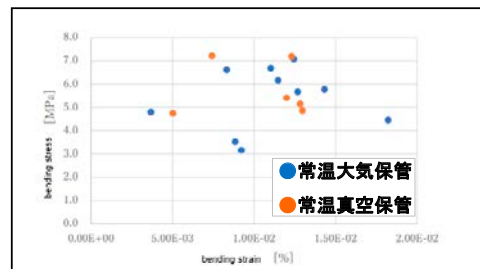


図2 模擬レゴリス誘電体基板の強度特性評価 真空暴露することで強度を維持向上できる。

3 成果展開の状況

当研究を宇宙用アンテナ学会に発表し、必要がある研究であり世界初の提案であることがわかった。今までは建設資材としてしか月の砂の利用先はないという考えがほとんどで、アルテミス計画の構想案にもまだまだ地球からの供給に頼る道具や設備が多い。本件に準ずる研究が発展することで、月面基地計画の低コスト化や実現性が上がると見込んでいる。アンテナを作成する為に得られたデータや製造技術を使うことで、NASAやJAXAが計画する他の技術へ転用可能であると提案している。

【 CJ23-37 】 SP2023-4

(研究課題名:和文)検証用UAV搭載小型統合センサシステムの開発研究/ソフト開発とデータ収集

(研究課題名:英文)Research and development of small integrated sensor system mounted on UAV for verification / software development and data collection

(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】

今年度は、弊社開発の水分検出を目的の一つとしたイメージング分光計をUAVに搭載検討しているが、並行して深層学習による取得データ評価を試みた。今回は雪氷路面としたが、今後は、植生地、耕作地、水田などでの水分が重要な役割を果たしていると考えられる分野での観測も検討している。雪氷混在面反射率の波長による違いの評価と同時に、画素毎の波長対計測DN値のデータに対して深層学習の手法を適用して雪氷混在路面の分類を試みた。

【Abstract】

This year, we are considering installing an imaging spectrometer developed by our company with the purpose of detecting moisture on a UAV, and in parallel, we attempted to evaluate the acquired data using deep learning. is also considering observations in areas where moisture is thought to play an important role, such as in vegetation, cultivated land, and rice fields. At the same time as evaluating the differences in snow and ice mixed surface reflectance depending on wavelength, We attempted to classify snow and ice mixed road surfaces by applying a deep learning method to data of wavelength versus measured DN value.

1 背景目的方法

積雪の表面反射波長特性については、既に詳細な計測、シミュレーション結果が示されている。また湿雪についても画像計測がなされている。機械学習では特徴量を抽出して分析し、路面状態が混在している路面の反射を路面画像に適用して分類するが、今回は特徴量の抽出不要という特徴を持つ深層学習の手法により、計測イメージング分光画像の分類を行った。一方で今後のリアルタイム実装に向けて反射率変換しない計測DN値のみでの分類を試行した。深層学習には各種手法が存在するが、本稿では、転移学習(後述の概説及び参考文献4を参照)を用いることとし、計測した波長別DN値の画像を基に分類用の画像を再構築し、代表的な学習済みモデルを用いて転移学習を行った。最も判別性能の良かったResNet50で、モデルの特徴を混同行列で確認した。

2 研究の成果

- イメージング分光画像は、ある波長の2次元画像となっている。波長数は20nm毎に41波長、さらに水分検出を目的とした2波長を含め全部で43波長である。この43枚の波長別計測画像から、ROI(分類対象領域)として、乾雪、濡れ雪、乾き路面、濡れ路面を選び出した。図1に波長に対応する状態別の面の平均反射率を示した。
- この計測画像からROIの各画素について43波長に対する計測DN値を雪氷状態に分けて転移学習用グラフ図を作成した。その例を図2に示す。
- 転移学習結果を図3に示す。
- 4つのROIについてそれぞれ120~200枚のグラフ画像となった。転移学習以外の深層学習では大量の画像が必要となることから、本稿では計測データ数が少ない事を考慮して少ない画像に対しても有効とされる転移学習を用いることとした。分光計の取得条件を変えて取得した画像を加えて、画像数を増やした分類を今後行う予定である。

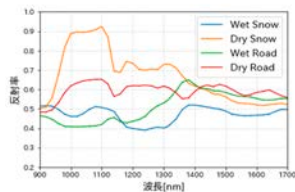


図1 計測された反射率



図2. ある1画素の転移学習用のグラフ画像例
・左: 濡れ雪, 右: 濡れ路面

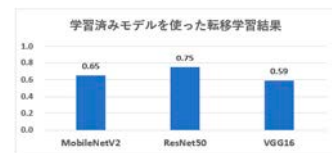


図3. 学習済みモデルを使った転移学習結果

3 成果展開の状況

分類率としてはResNet50モデルが75%と最も高く、VGG16モデルが59%と最も低かった。高評価結果のResNet50モデルにて混同行列で確認したが、まだまだ確実に分類が出来ると言える状況ではないが、今回の手法を使うメリットは十分にあると考えている。観測画像、観測領域を増やすことで学習データを増やせば、より改善が見込めると考えている。今後、計測画像を加えること、かつ新規計測を実施しデータ追加、分析を進める。一方、他の観測分野(植生)についても同様の計測、評価を実施するとともに、各分野での計測結果、シミュレーション結果との比較を行っていきたいと考えている。

【CJ23-38】SP2023-4

(研究課題名: 和文) 首都圏の極端水災害への移転対策と東京湾環状開発に基づく房総副都心化とエネルギー安全保障 - 東海増殖炉原発と大洗第4世代試験原子炉HTGRの安全性と配置を考慮した津波防御対策の検討-

(研究代表者名) **Daijiro KANEKO**
(President of Remote Sensing Environmental Monitor, Inc.)

【Abs.】 This study discusses the scientific solutions that can be used to eliminate many technical bottlenecks in Japanese energy policies. The re-commissioning of the Fukushima-Daini nuclear power station (NPS) would reduce the shortage of the national energy supply for carbon neutrality and improve waste management for Fukushima-Daiichi. These social demands steadily require a national consensus for reasonable solutions so that the Fukushima-Daini NPS can employ the next fourth generation nuclear plants along with a stable safe levee system, which is explained in my SMiRT26 paper, to protect the plant from unexpected sizes of tsunami inundations.

Fukushima-Daini NPS is decommissioned but still alive, and has been stopping with almost no damage by the tsunami for over 10 years since 2011. Considering the progress in renewable energies, such as efficient perovskite solar cells, super offshore wind energies, geothermal resources, and new safe nuclear reactors, can contribute to support Japanese energy security and stable supply of energy in coming years.

1
Back-
Ground
& Aims

Applying the redundant fund for Fukushima-Daiichi recovery, the new preparations of high temperature gas-cooled reactor (HTGR) in the inland hilly site of Fukushima-Daini for H₂ /NH₃ and Power Supply shall proceed the Engineering Test Reactor for HTGR by the combination with the Ooarai same reactor. The huge amounts of contaminated radioactive wastewater and surface soils accumulating near the Fukushima-Daiichi have to be minimized the total volume of normal environmental waste materials. The geographical layouts of the existing Fukushima NPSs are important for managing the waste materials, which are produced by Fukushima-Daiichi NPS.

2
Pro
posals

1. The use of mixed oxide fuels can be reduced by the Fukushima-Daini NPS, considering the requirement of international consensus on the safe use of abundant plutonium, which can be effectively used as a nuclear resource.

The former nuclear scope for climatic strategies stands mainly for carbon reduction. However, the energy circumstance has upset the world's energy direction to restart those nuclear plants by emergent demands in place of natural gas and petroleum in the world by the political use of energy supply as threats of the foreign policy of economic weapons by Russian leaders.

Japanese nuclear promotion is based on the progress of the national agreement (60%) of the reoperation of nuclear power generation. Furthermore, people approved the selection based on a social request to stabilize the trade imbalance caused by primarily importing fossil fuels.

2. One effective policy for energy security is to promote the new fourth-generation safe nuclear power plant with a light-water nuclear reactor, which has already been faster for development and improvement.

Because, the construction of new nuclear power plants had been halted because of the lack of national consensus. Therefore, the present state remained the so-called nil before the Ukraine conflict in these 10 years. However, after the current severe energy security surrounding Japan, a sudden consensus has occurred in more than 60% of agreements.

3. Development of safe and stable type of nuclear reactors

A safe nuclear reactor must be developed that does not explode or meltdown, even if it receives attacks. This model is proposed already and developing now.



Fig.1 Proposed HTGR reactor in Fukushima Dai2



Fig.2 Replacement of Oharai reactor and Boso Subcenter of Tokyo metropolis

3
Conclusions
& fruits

- The Japanese government has proposed the deployment and asked the cruise missiles from U.S.A. This year, America has approved the export to Japan.
- This paper has proposed the scientific solutions that can be used to eliminate many technical bottlenecks in Japanese energy policies and the disposal management of Fukushima-Daiichi.

【Joint Research No. SP2023-4】

PanopticBlue: Transformer-based Camera Sky-Cloud-Weather Recognition and Classification

H. Sakaino, N. Gaviphatt, A. Insisiengmay, L. Zamora, D.F. Ningrum (Weathernews Inc., Transportation Weather Lab. AI-image Group), J. Sumantyo (CEReS, Chiba Univ.)

【Abstract】 Weather observations are usually derived from measurements and monitoring by sensors, radars, satellites, and human observation. Remote cameras are also used; however, meteorological experts typically report changes in the sky, clouds, and weather based on these images every hour or longer. Moreover, it is challenging to install additional cameras in more locations due to the lack of such experts. Because of the complexity of cloud textures, state-of-the-art (SOTA) Deep Learning (DL) models have been applied to limited cloud types, mainly in clear weather conditions. In addition, sky, cloud, and weather recognition from camera images typically implement multiple DL models. However, SOTA DL models have not considered the impact of weather changes, i.e., rain. This paper proposes PanopticBlue, an integrated transformer-based camera-sky-cloud-weather image recognition and classification model under adversarial weather conditions. Scene object recognition is also used to reduce cloud-type classification errors by DL. Experimental results show the superiority of the proposed DeepTex for many cloud types, i.e., unique cloud recognition, twilight cloud recognition, and Cb type cloud, and weather changes, i.e., rain, lightning, and fog, in enhanced accuracy and robustness over SOTA DL models. Moreover, vision language is used to enrich auto-briefing in weather conditions.

1
Background
Objective
Methodology

This report proposes DeepTex for camera cloud image recognition and classification based on the transformer. Contributions of this report are fourfold: 1) Multiple DL models are integrated for rejection of difficult images, semantic segmentation, DeepTex: cloud type classification, weather classification, and others; 2) A modified CCSN (mCCSN) has been created for better analysis; 3) Experimental results show the enhanced accuracy for difficult cloud types like Cb and unique types as compared with SOTA DL models. This shows the usefulness of DeepTex for cloud classification from camera images, even under adversarial conditions. The vision-Language model is also applied for auto-briefing of weather conditions. 4) Integrating unsupervised Superpixel techniques in Dunique enhances the accuracy and stability of detecting and segmenting complex unique cloud types.

2
Conclusions

By using multiple DL models such as DeepReject, DeepScene, DeepWeather, DeepTex, and DeepUnique, PanopticBlue enhances the overall system performance to detect and recognize cloud types and weather.

- DeepReject is a DL model designed to reject various adversarial conditions, including lens reflection, strong/low light, and raindrops on the camera lens
- DeepWeather is a combination of a DL-based classifier and a vision language model that enriches auto-briefing. As shown in Fig 2, BLIP-2 is employed to generate image captions by combining the generated text from the input image. It uses the weather prompt 'How is the weather?' to include additional weather conditions.
- DTex is a DL model capable of segmenting 11 cloud types from sky area images by using a modified CCSN dataset.
- DUnique is a combination of DeepScene and superpixel to obtain unique cloud types.

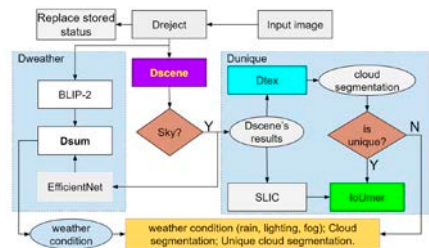


Fig 1 Overview of PanopticBlue system



Fig2 Dweather to enrich auto-briefing



Fig3 Unique cloud recognition

3
Effect/
Outcome

H. Sakaino, N. Gaviphatt, A. Insisiengmay, L. Zamora, D.F. Ningrum and J. Sumantyo, "PanopticBlue: Transformer-based Camera Sky-Cloud-Weather Recognition and Classification", IEEE Int. Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023

【課題番号】

(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、福島県郡山市内の2019年台風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SARデータを使用した機械学習による浸水被害領域の検出を行うことを目的とする。浸水被害が発生した都市域や水田領域を学習データとして使用し、分類器にSVMを使用して、浸水被害領域の検出を行った結果を示す。

- ・浸水被害領域検出において、テクスチャ情報と機械学習を組み合わせた手法を提案した。
- ・従来のGLCM特徴量を使用した手法と比較して、浸水被害域検出精度向上と優位な差を確認できた。

【Abstract】 This study aims to detect flood damage areas in Koriyama city caused by Typhoon Hagibis using a learning method with Sentinel-1 SAR data. We used built-up and rice paddy areas as training data and SVM as a classifier to detect flood damage areas.

- ・ A method combining texture information and machine learning was proposed in flood damage area detection.
- ・ A significant improvement in flood damage area detection accuracy was confirmed compared to the conventional GLCM features method.

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。2023年度は、浸水被害発生前後のSentinel-1SARデータを使用して、テクスチャ情報と機械学習手法を組み合わせることによって、浸水被害領域検出精度向上を図った。

Sentinel-1が郡山市内の2019年台風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トレーニングデータとして使用してSVM分類器を学習させ、浸水被害を受けた領域を検出した。

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) 浸水被害領域検出において、テクスチャ情報と機械学習を組み合わせた手法を提案した(図1)。
- (2) 従来のGLCM特徴量を使用した手法と比較して、浸水被害域検出精度向上と優位な差を確認できた(表1,表2および図2)。

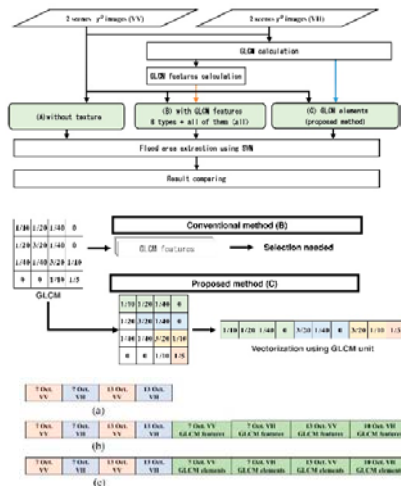


図1 浸水被害領域検出フローと入力データ

表1 浸水被害領域検出精度

Pattern	(A)	(B)								(C)			
		entropy	energy	mean	variance	correlation	contrast	homogeneity	dissimilarity		all		
Training	F1	flooded	0.763	0.693	0.691	0.694	0.680	0.616	0.560	0.679	0.648	1.000	1.000
		built-up	0.881	1.006	1.000	0.999	1.000	0.972	1.006	1.009	0.998	1.000	1.000
		water-flooded	0.794	0.596	0.673	0.693	0.674	0.693	0.643	0.671	0.638	1.000	1.000
		built-up	0.820	0.990	0.999	0.999	0.997	0.968	0.996	0.998	0.999	1.000	1.000
Test	F1	flooded	0.793	0.688	0.671	0.692	0.676	0.688	0.648	0.668	0.624	1.000	1.000
		built-up	-	19.43	19.19	19.19	19.43	19.43	19.19	19.19	19.43	19.19	19.19
		water-flooded	0.615	0.763	0.763	0.693	0.773	0.683	0.773	0.752	0.772	0.838	0.838
		built-up	0.747	0.894	0.894	0.906	0.967	0.849	0.893	0.892	0.894	0.967	0.974
Test	F1	flooded	0.569	0.583	0.599	0.632	0.662	0.515	0.587	0.569	0.593	0.636	0.730
		built-up	0.735	0.794	0.792	0.732	0.896	0.772	0.893	0.911	0.897	0.733	0.849
		water-flooded	0.754	0.822	0.818	0.849	0.837	0.862	0.824	0.808	0.835	0.895	0.896
		built-up	-	8	65	4	8	4	16	16	8	16	8

表2 Kappa係数の有意差検定

P < .05	χ ²	Pattern		
		A	B	C
		entropy	all	
a)	160.97	201.35	321.20	
b)	160.97	51.48	80.59	
c)	708.35	51.46	31.55	
C	321.20	80.59	81.55	

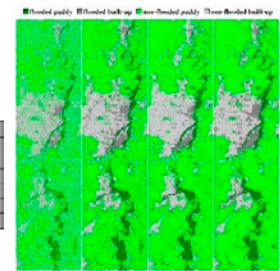


図2 浸水被害領域検出結果

3 成果展開の状況

Takahiro Igarashi and Hiroyuki Wakabayashi: Detection of flood area caused by Typhoon Hagibis using learning-based method with Sentinel-1 data, Proceedings of International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp.7202-7205 (2023.7.19)
 五十嵐貴大, 若林裕之: Sentinel-1データを用いた2019年台風19号の浸水被害域抽出精度評価, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.43, No.4, pp. 223-233 (2023.11) (DOI: 10.11440/rssj.2023.003)
 第26回環境リモートセンシングシンポジウム (2024.2.15 発表済)

【課題番号】

(研究課題名:和文) 静止気象衛星ひまわりを用いた都市域熱収支の広域推定法の開発

(研究課題名:英文) Developing model for estimating urban heat budget based on HIMAWARI geostationary satellite data

(研究代表者名) 植山 雅仁 (大阪公立大学)

Masahito Ueyama (Osaka Metropolitan University)

【要旨】 ヒートアイランド現象の要因解明のために広域放射・熱収支の評価が不可欠である。本研究では、静止気象衛星ひまわりによるLSTと日射量を入力とした、衛星ベースの広域放射・熱収支モデルを開発し、近畿圏に対して適用した。顕熱フラックスの推定には、単層モデル法とバルク法を用いた。渦相関法による現地観測サイトのデータを用いて検証を行った。検証の結果、顕熱フラックスに関しては、都市域でRMSE≒70 W m⁻²の精度、森林域でRMSE≒150 W m⁻²となり、昨年度までに比べて大きく精度が改善された。潜熱フラックスに関しても都市域でRMSE≒50 W m⁻²、森林域でRMSE≒80 W m⁻²で推定可能となった。都市域でRMSE得られた広域の顕熱フラックスの分布は、森林で高く都市で低くなり、既往の知見と矛盾しない結果となった。

【Abstract】 Estimating the regional radiation and heat budgets is essential to elucidate the causes of the heat island phenomenon. In this study, a satellite-based model was developed using LST and solar radiation from the Advanced Himawari Imager as inputs, and was applied to the Kansai region, Japan. The model was validated using data from eddy covariance towers. An overall accuracy was reasonable for net radiation, sensible and latent heat fluxes. The estimated spatial distribution of sensible heat flux was consistent with previous knowledge where higher sensible heat flux in forests than urban areas.

1 背景目的方法

都市域においてヒートアイランド現象による気候変化が生じている。本研究の目的は、ヒートアイランド現象の要因解明のために必要な広域熱収支の評価である。これまでのMODIS LSTを用いた研究では、撮像頻度の観点からヒートアイランド現象の把握に限界があった。静止気象衛星ひまわり(AHI)のデータを用いれば、観測頻度を劇的に上昇させることができる。モデルには、バルク法と単層モデル法を併用した。2020-21年の晴天日の10~15時について、近畿圏を対象に実験を行った。30分毎の広域放射・熱収支を推定し、都市サイト(大阪公立大、堺市役所)と森林サイト(山城水文試験地、桐生水文試験地)の観測データと比較することで日変化の推定精度を検証した。

2 研究の成果

(1)4つの観測点で顕熱フラックスの精度検証を行った。検証の結果、ではバルク法、森林では単層モデルの精度が良いことが分かった。上記モデルの精度は、森林で70 W m⁻²、都市で150 W m⁻²であった(図1)。これは、昨年度のモデルの精度よりも、RMSE、R²共に、倍程度の精度の向上である。

(2)モデルの感度分析の結果、単層モデル法では、衛星LSTの誤差が計算結果に伝播しにくいことが明らかとなった。一方、単層モデル法は、バルク法と比べて純放射量の推定精度が顕熱フラックスの推定精度に重要であることが分かった。推定された顕熱フラックスの広域分布から、森林域では都市域よりも日中の顕熱フラックスが大きくなる結果となった。これは、観測結果と矛盾しない結果である。都市域における熱交換効率の悪さに起因したものと考えられる。

(3)日中を対象として30分毎に都市域の熱収支を評価できる技術を確認しました(図1, 2)。これにより、都市域におけるヒートアイランドの発達要因を高時間分解能で面的に評価することが可能となる。今後は、夜間の広域熱収支を面的に評価するための手法の開発が望まれる。

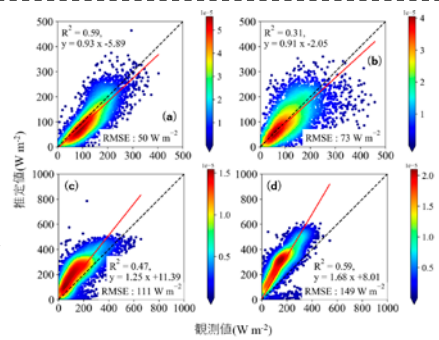


図1 大阪公立大(a)、堺市役所(b)、山城水文試験地(c)、桐生水文試験地(d)での顕熱フラックスの推定値と観測値の比較結果

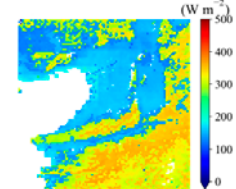


図2 顕熱フラックスの空間分布(2020/03/25)

3 成果展開の状況

以下の1件の学会発表、研究会集で成果を発表した。
1.南出一樹・植山雅仁・市井和仁・山本雄平・高梨聡・小杉緑子 (2023) 静止衛星データを用いた関西地方におけるエネルギーフラックスの時空間変動モデルの開発. 日本農業気象学会近畿支部大会, 堺, 2023年11月18日(口頭)

【CJ23-17】

(研究課題名:和文) 静止気象衛星を用いた地表面反射率プロダクトの生成手法に関する基礎研究
 (研究課題名:英文) Fundamental study on the method of generating land-surface reflectance products using Geostationary Meteorological Satellites

(研究代表者名) 島崎 彦人 (独立行政法人国立高等専門学校機構木更津工業高等専門学校)
 Hiroto Shimazaki (National Institute of Technology, Kisarazu College)

【要旨】 ひまわり8号画像の幾何学的精度を評価するため、ひまわり8号画像とLandsat8/9C2L2画像間のタイポイントを検出する最適な方法を検討した。11の空間解像度と5つの画像サイズの様々な組み合わせにおいて、テンプレートマッチングとSIFTを用いてタイポイントを同定した。最も効果的だったのは、空間分解能75m、画像サイズ約10km四方の雲を除去した画像を用いたテンプレートマッチングであった。タイポイント精度を向上させるための今後の取り組みとしては、ダウンサンプリングによりテンプレート画像の高周波成分を除去すること、そして、2値画像を用いて陸域内のコントラストの空間的変動を低減することが挙げられる。

【Abstract】 To assess the geometric accuracy of Himawari-8 images, we investigated the optimal method for detecting tie points between Himawari-8 and Landsat8/9C2L2 images. Tie points were identified using template matching and SIFT across various combinations of 11 spatial resolutions and 5 image sizes. The most effective performance was observed with template matching using cloud-reduced images with a spatial resolution of 75 m and an image size of approximately 10 km square. Future efforts to enhance tie point accuracy will involve eliminating high-frequency components in template images through down-sampling and reducing spatial variations in contrast within land areas using binary images.

1 背景目的方法

ひまわり8号の幾何精度は先行研究から1km~2km程度であることが明らかになっているが、解像度の高い衛星画像と組み合わせて使用する場合や、空間的に複雑な土地被覆を有する地域の陸域解析を行う際にはより高い幾何精度が要求される。そのため、広範囲かつ長期的な幾何精度の評価を行い、幾何補正を施す必要がある。

本研究の目的はひまわり8号画像に含まれる位置誤差を定量評価するための、最適な手法およびパラメータを特定することである。

このため、慣習的な位置誤差検出手法であるテンプレートマッチングと特徴点検出アルゴリズムであるSIFT(Scale Invariant Feature Transform)を使用し、最適なパラメータを探索的に検討した。

2 研究の成果

(1) ひまわり8号画像に含まれる位置誤差を定量評価するための、最適なパラメータ探索方法を開発した(図1)。

これにより、各基準点の異なる解像度および窓サイズにおける絶対的な位置ずれを評価することが可能となった。

(2) ひまわり8号画像に含まれる位置誤差を定量評価するための最適な手法およびパラメータを特定した。

これにより、ひまわり標準データのBand3(500m解像度)における位置ずれを30m程度の誤差で推定できる可能性が示唆された(図2)。

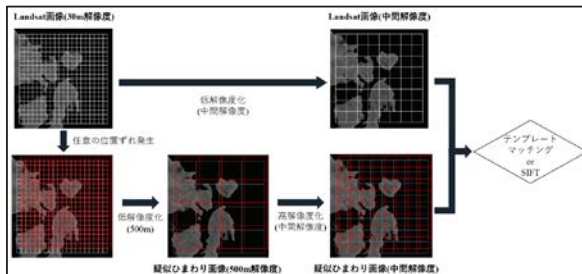


図1 位置誤差検出性能の評価

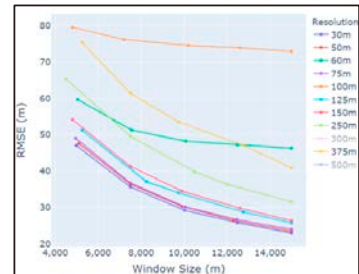


図2 最適手法の各解像度における窓サイズとRMSEの関係

3 成果展開の状況

本研究で特定した最適な位置誤差検出手法およびパラメータは、今後実施予定であるひまわり標準データ(Full Disk)における幾何精度評価、延いては精密幾何補正等に役立てられる。

【CJ23-34】SP2023-5

(研究課題名:和文)単バンド熱赤外データ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 from the single band TIR data

(研究代表者名) 森山 雅雄 (長崎大学大学院工学研究科)
 Masao Moriyama (Nagasaki University Graduate school of engineering)

【要旨】 CERESの保有する過去の短バンド熱赤外データから地表面温度を推定するため、雲フラグ、地表面温度の真値としてNOAA/AVHRRからの地表面温度推定アルゴリズムを開発した。

【Abstract】 As the truth data of LST and cloud flag, LST estimation algorithm for NOAA/AVHRR is developed. This truth data will be used for LST estimation from the single TIR channel sensor such as VISSR on GMS/GOES which are archived in CERES.

1 背景目的方法

静止気象衛星は、70年代後半から運用が開始され長期間に渡る環境データとしての価値が高い。しかし、90年代半ばまでは熱赤外に1波長の観測帯域しか有せず、地表面温度推定が困難であった。NOAAがNOAA7号以降に搭載されたAVHRRの日別観測データを全球マッピングしてCDR(Climate Data Record)として公開しており、これに記録されている雲フラグと輝度温度から地表面温度を推定するアルゴリズムを開発し、単波長熱赤外データからの地表面温度推定の真値とする。この地表面温度推定アルゴリズムは熱赤外二波長の観測輝度を表す放射伝達方程式に、Split window法の地表面温度推定式を拘束条件として付与し、未知数と式の数を同じにして準解析的に地表面温度推定を行うものである。

2 研究の成果

- (1) NOAA7, 9, 11, 14, 16に搭載された AVHRRの応答関数を用いて昨年度まで開発したAHIなどの次世代静止気象衛星向けの地表面温度推定アルゴリズムを移植し、収束すれば2[K]以下の精度で地表面温度推定が可能であることを数値シミュレーションにより確認した。(図1)
- (2) 1981~2000年にかけてのAVHRR/CDRデータを処理し、地表面温度推定において約75%の収束が得られることが明らかになった。(図2) 今後、静止気象衛星と同時刻に観測されたAVHRRの雲フラグと、地表面温度から、雲判定基準と地表面射出率判定基準を定義し、単バンド熱赤外データからの地表面温度推定アルゴリズムを確立する。

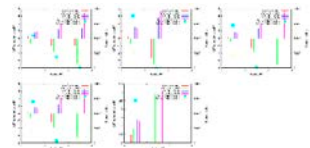


図1 数値シミュレーションによる地表面温度推定誤差

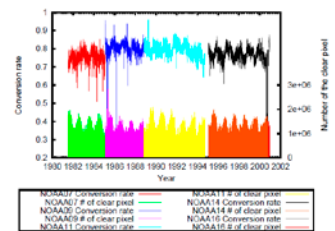


図2 1981~2000年までの晴天画素数と収束率

3 成果展開の状況

本研究の成果をceresのデータ処理システムに実装し、必要な時に必要な領域の地表面温度プロダクトを作成できるように、データ処理手順などの細部を詰めていくよていである。

【課題番号】

(研究課題名:和文) UAVデータ解析による巨大前方後円墳の周濠探査

(研究課題名:英文) Exploration of monumental mounded tomb moats through UAV data analysis

(研究代表者名) 光本 順(岡山大学・学術研究院社会文化科学学域)

Jun Mitsumoto (Okayama University・Faculty of Humanities and Social Sciences)

【要旨】 岡山市造山古墳は、日本第四位の規模(墳長350m)を誇る5世紀前半の巨大前方後円墳である。同古墳の周濠の存否については、未解決な考古学的論争がある。周濠状の土地区画は明治期の切絵図では認められる一方、墳丘西側ではその後の圃場整備により失われているためである。本研究の目的は、墳丘西側の現在の水田域を対象に、UAV撮影による植生や土壌の分析を行うことで、周濠状土地区画の存在を明らかにすることである。本研究の結果、周濠跡かどうかを判断するのは難しいものの、明治期の水田区画の一部を把握した。

【Abstract】 The Tsukuriyama tomb in Okayama City is Japan's fourth largest (350m in length), a huge keyhole-shaped mound dating from the first half of the 5th century. There is an unresolved archaeological controversy regarding the existence or non-existence of a moat around the burial mound. While a moat-like land division is recognized in a Meiji-period old map, it was lost on the west side of the burial mound due to subsequent farmland consolidation. The purpose of this study is to clarify the existence of the moat-shaped land parcel by analyzing the vegetation and soil in the present paddy field area on the west side of the mound using UAV photography. As a result of this study, a part of the Meiji period paddy field area was identified, although it is difficult to determine whether or not it is a perimeter moat site.

1
背景
目的
方法

研究対象の造山古墳の周囲一帯を囲む水田は、昭和に制度化された圃場整備事業によって不整形な小規模水田から一区画20アール前後の矩形の水田に整備されている。圃場整備により約1,600年前の地形は変化してしまったが、仮に濠の存在していた場所が水田として利用されている場合には、濠の部分が高くなるという理由から腐植が堆積している可能性があること、水田土壌構造の違いが水稻の生育ムラを引き起こす可能性があること等が推察される。本研究では、主にDJI Phantom 4 ProによるRGB画像に基づき、以下の3つの時期において撮影を行った。第一に6月上旬～中旬(湛水、水稻移植直後)、第二に8月上旬(中干し後)、第三に10月上旬(収穫直前)である。そして画像解析結果と明治期の切絵図との照合を行った。

2
研究の
成果

(1) 8月上旬の中干し後の撮影画像に関し、RGBVI画像とDSM(8月画像から6月を差し引く)の分析および明治期の切絵図との比較から、明治期の水田区画の一部を確認することが可能となった。

(2) 明治期の水田区画形状の一部を把握したものの、それが古墳時代当時の周濠跡を示すか否かを判断するのは現状では難しい。

(3) 水田経営の諸条件により、結果が異なる可能性がある。今後の継続的調査により、探査方法の確立が期待できる。



図1 造山古墳と周辺環境(2020年7月)



図2 Phantom 4 Proによる撮影範囲
赤丸はGNSS計測地点

3
成果展開の
状況

本研究は、古墳などの文化財に対する非破壊、広域的、安価な新しい調査手法の提案へと今後つながることが期待される。えて、R6年度科研費・学術変革領域(A)に採択された研究課題「マテリアル・物心共創人類史学の構築」において、継続して解析を行う予定である。

【CJ23-42】SP2023-6

(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・農学研究所)

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

【要旨】 研究代表者らはこれまでにシミュレーションモデルとリモートセンシングを利用した作物生産量の推定に関する研究を行ってきた。より多様な場面での精度検証を行うことを計画しているが、検証のためのデータ収集が研究上の制約になると予測された。そこで本報ではRGB画像をもとに水稲の収量推定を行うツール について検討を行った。仙台市や南相馬市の農家圃場で検証を行った結果、倒伏や雑草など学習不十分な状況では、推定精度が低いものの、1次調査ツールとしては十分と考えられた。

【Abstract】 This research team has tried to estimate crop production using simulation models with remote sensing. Since collecting ground truth data is a research constraint, we investigated a smart phone application to estimate rice yields based on RGB images in this study. As a results, the estimation accuracy was acceptable although lower accuracy was obtained at some situations. It was considered sufficient as a primary research tool for ground truth data collections.

1 背景目的方法

研究代表者らはこれまでにシミュレーションモデルとリモートセンシングを利用した作物生産量の推定に関する研究を行ってきた。さまざまな場面で検証を行ってきたが、さらに精度を高めさらに病虫害などの影響評価を組み込むでいく必要がある。そのためにはそうした場面、特に実際の農家圃場での検証が重要となる。しかしながら農家圃場での検証は労力が大きいうえに、様々な制約がある。そこで本研究ではRGB画像をもとに水稲の収量推定を行うスマートフォンアプリであるRice Scouterを使用して、その検証を行った。

2 研究の成果

(1)Rice Scouterを用いた検証を行った。
開発に主に海外のデータを使用しているため(Tanaka et al., 2023), 全体として過小評価傾向であった。一方雑草害が目立つような圃場では過大評価となり、雑草と水稲の認識にはさらなる改良が必要であると考えられた(図1)。過小評価程度を把握することにより、アプリの精度想定値である30%を確保できることが示された。

(2)圃場の平均収量推定を行った。
過小評価程度を補正して、圃場の平均収量推定を行った。対象とした農事組合法人は60haを超える水田を管理していたが比較的簡易な調査で全圃場の収量推定を行うことができた。推定収量に基づくと、品種や栽培管理、あるいは水田群により収量差が生じていることが示された。

(3)様々な撮影方法での検討を行った。
通常の間場内に入って行うサンプリング相当の写真撮影の他、畔からの撮影や、RGBカメラで撮影した画像の読み込み、あるいはUAVを用いて撮影したRGB画像の利用を試した。いずれも精度に大きな差はないことが示された。特にUAVを用いた撮影は調査者が移動せずに行えるため、将来性が高いと考えられた。

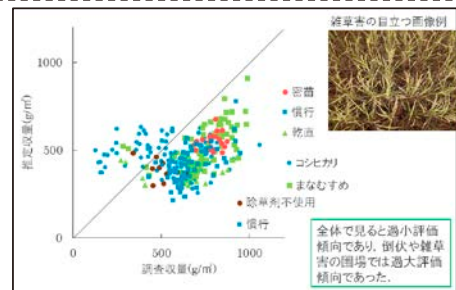


図1 Rice Scouterの農家圃場での検証結果

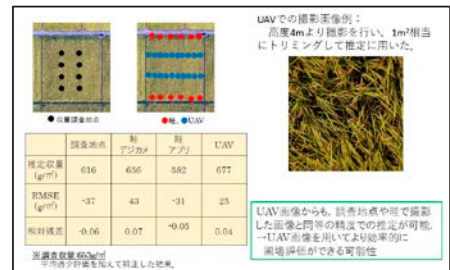


図2 UAVなどを用いた写真撮影の検討

3 成果展開の状況

Rice Scouterは一般配布が始まっており、研究への利用が増えることが期待されている。今後はこれを利用してシミュレーションモデルとリモートセンシングを利用した作物生産量推定技術のさらなる改良を目指す予定である。

【課題番号】SP2023-1

(研究課題名:和文)第8回アジア太平洋合成開口レーダ学会 (APSAR 2023)・SeMIREs 2023

(研究課題名:英文)The 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)・SeMIREs 2023

(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、飛行機などに搭載可能となった。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る。この拠点研究活動強化のため、マイクロ波リモートセンシング関連のSeMIREs研究会を2023年11月13日に開催した。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8回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR 2023)」をIEEE GRSS、電気情報通信学会(IEICE)などと共催して、2023年10月23日～27日にインドネシア・バリ島クタ地区で対面で開催した。

【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 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 on 13 November 2023. The 8th Asia-Pacific Synthetic Aperture Radar Society (APSAR 2023) was held in-person on 23-27 October 2023 in Kuta, Bali, Indonesia, in collaboration with IEEE GRSS, the Institute of Electrical and Information Technology (IEICE) 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った。今後このマイクロ波リモートセンシング技術が、災害監視をはじめインフラ、農業、海洋など、様々な分野に応用できると期待している。この研究を推進するために、千葉大学では2016年度から先端マイクロ波リモートセンシング拠点研究を重点研究としている。この拠点研究活動強化のため、毎年、マイクロ波リモートセンシング関連の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)を開催している。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8回アジア太平洋合成開口レーダ学会(APSAR 2023)」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、2023年10月23日～27日にインドネシア・バリ島クタ地区で開催した。

2 研究の成果

2023年10月23日～27日に開催されたIEEE The 8th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023、<https://apsar2023.org/>)のProceedingsに掲載された各論文が2名以上の査読者により査読された。最終的にIEEEに査読され、下記のIEEE Explorer (<https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/10388487/proceeding>)に掲載された。この学会では、117編の投稿論文を査読して、77編を受理と発表がした。さらに、現地発表の論文はIEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS)のSpecial Issue “APSAR2023”に査読して、掲載する予定である。

第6回マイクロ波リモートセンシング研究会(別名:The 6th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2023))を2023年11月13日に千葉大学に開催し、12編の一般論文と1編の招待講演論文が発表された。このSeMIREs 2023)は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・リンクで開催した。参加者は、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た。プログラムは下記に掲載された。

https://ken.ieice.org/ken/program/index.php?tgs_regid=2b144dfe786d7696e0b14f360870a8311878c0e9012a3ccfd54d643adf072a96&tgid=IEICE-SANE



図1 APSAR 2023の開学会



図2 第6回マイクロ波リモートセンシング研究会

3 成果展開の状況

第7回マイクロ波リモートセンシング研究会(別名:The 7th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2024))を2024年11月または12月に開催する予定です。また、IEEE The 9th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2025)を京都大学が主催し、2025年10月ごろに松江市内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と共同して、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。

【課題番号】 CJ23-05

(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 (Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University)

【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、その成果をグランドデザインとして公開する。

【Abstract】 The purpose is to establish a framework for building a satellite earth observation system in Japan by bottom-up activity through discussion and practice among researchers. 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 from TF.

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が欠け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

科学研究高度化WG会合を2023年5月9日、6月16日、7月11日、8月29日、9月28日、11月21日、2023年2月7日、3月1日の8回および2023年8月30日のTFのワークショップを通して、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・実践を通して構築することを目指している。一昨年度から公募サイクルを2年ごととしたが、JpGUは毎年開催している。2022年度に第3回衛星地球観測ミッション公募(追加)を発出し、5月のJpGUで提案ミッションの更新とブラッシュアップを実施した。また、8月のワークショップでそれぞれのミッション提案の内容について議論を深めた。今年度も、JpGUへの参加を通じて提案ミッションの更新とブラッシュアップを実施する計画である。なお、TFのグランドデザインにおいては、表1に示す採択内容となっている。これらの活動については、日本気象学会の秋季大会期間中の地球観測衛星研究連絡会で報告した。さらに、ミッション検討会合を9月11日、11月15日、2024年1月10日、2月22日の4回実施している。

また、今年度はJpGU2024に合わせて第4回公募を開始しており、17件の提案がなされている。

表1. 第3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
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	5
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	8
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)	8
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	0

3 成果展開の状況

本研究会は、今後の宇宙開発体制のあり方に関するタスクフォース会合 リモートセンシング分科会(TFリモセン分科会)の地球科学研究高度化ワーキンググループの活動をサポートするものであり、本研究会を通して将来の地球観測衛星のグランドデザインを作成・更新することを目指している。現在、第3回試行公募の結果をもとにグランドデザインの改訂にむけた作業を実施しており、現時点では成果公開の観点に沿わないと判断する。一方、グランドデザインが制定されたときには、本研究会の支援を受けたことを明示する。

【CJ23-16】プログラム研究 研究会(P2023-1)

(研究課題名:和文)SKYNET-Japan研究会

(研究課題名:英文)SKYNET-Japan research meeting

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

Hitoshi Irie (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【要旨】 WMOのGlobal Atmospheric Watch (GAW)のcontribution networkでもあるSKYNETは、日本が立ち上げたスカイラジオメーターユーザーの国際研究グループであり、気候や大気汚染の観点から大気中の重要な成分であるエアロゾルや雲を主なターゲットとした世界最先端の研究が進められている。このような背景の下、SKYNETに関わる日本の研究者や学生との定期的かつ密な議論の場として、月に1回程度の頻度で研究会を開催した。過去に千葉大学で同様のミーティングを行ってきたが、本研究会はオンライン形式を活用して日本全国版に拡張したものであり、意図したように遠方からの参加者も含めた形で密な情報交換を行うことができた。

【Abstract】 SKYNET, which is also the contribution network of WMO's Global Atmospheric Watch (GAW), is a sky radiometer users' international research group launched by Japan. SKYNET is conducting the world's most advanced research on aerosols and clouds, which are important components of the atmosphere in terms of climate and air pollution. Under this background, SKYNET-Japan research meetings were held about once a month as a forum for regular and close discussions among Japanese researchers and students. We extended similar meetings held at Chiba University in the past to a nationwide Japanese version using an online format and realized deep discussion as planned.

1
背景
目的
方法

WMOのGlobal Atmospheric Watch (GAW)のcontribution networkでもあるSKYNETは、日本が立ち上げたスカイラジオメーターユーザーの国際研究グループであり、気候や大気汚染の観点から大気中の重要な成分であるエアロゾルや雲を主なターゲットとした世界最先端の研究が進められている。本研究会では、関連の最新の研究について日本の参加者のあいだで密な情報交換を行い、当該研究分野の発展に貢献するとともに、日本の研究活動のさらなる活性化を図ることを目的とする。その結果として複数のCEReSの重点課題やプログラム課題が推進され、大型予算の獲得やコミュニティ形成といった一層の発展につながることが期待される。

2
研究の
成果

SKYNET-Japan研究会を月1回程度の頻度で合計10回(4/27, 5/25, 6/29, 7/27, 8/31, 10/19, 11/30, 12/21, 1/25, 2/29)開催した。本研究会により、SKYNETに関わる最新の研究について日本の参加者のあいだで密な情報交換を行うことができた。具体的な内容は以下のとおりである。

- ・SKYNET発展のための方針・方策
- ・EarthCAREにおけるSKYNETの位置づけ
- ・最新の黄沙研究
- ・月光観測(中国の研究者(Dr. Biの招待講演))
- ・冬季北海道でのスカイラジオメーター観測の問題点
- ・HPリニューアル
- ・Remote sensing of cloud using SKYNET sky radiometer
- ・東京大学・東京海洋大学から千葉大学への来訪について
- ・偏光ライダーとスカイラジオメーターによる巻雲及びハロー現象の観測
- ・家庭用ビデオカメラのコマ撮り機能を用いた大気境界層エアロゾルの可視化と混合層雲の生成・消滅過程の観測
- ・MODIS RAOD解析、南鳥島と辺戸岬のAODデータ(2008-2009年)を組み合わせた解析結果
- ・花粉光環イベント
- ・PM2.5観測開始@Phima、岡山サイトの解析開始
- ・AERONET Science and Application Exchange 2024

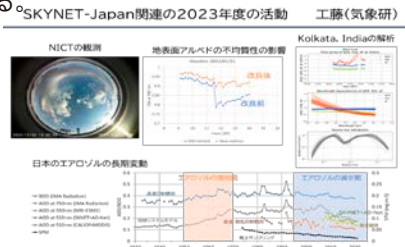


図1 参画者(気象研工藤博士)の成果の例



図2 本研究会の様子

これにより、当該研究分野の発展に貢献し、日本の研究活動のさらなる活性化を図ることができた。

3
成果展開の
状況

SKYNETによる連続観測の継続とデータ公開を行った。また、国際科学論文や国際学会・国内学会での成果発表も行った。さらにはプレス発表も行った。

今後、本研究会の議論や成果は国際グループとの共有を通じて、国際観測ネットワークへの発展に役立てていく。

【CJ23-10】プログラム研究 研究会(P2023-2)

(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)

Kazuhito 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4研究室による合同のセミナーを2023年10月4-6日に信州大学にて実施した。23件の口頭発表・30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 Shinshu University on Oct 4 and 6 with 23 research presentations and 30 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4研究室の教員・学生が参加する合同のセミナーを2023年10月4-6日に信州大学にて実施した。23件の口頭発表があり、30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3日間の合同勉強会を信州大学にて実施した(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、23件の口頭発表があり、30名が参加した。



図1 合同研究会(第7回陸域フラックス合同研究会)の参加者集合写真(10/6信州大学諏訪臨湖実験所(長野県諏訪市))

【第7回 陸域フラックス合同研究会】の開催

2023年10月4日-6日に、信州大学諏訪臨湖実験所(長野県諏訪市)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(信州大学 岩田節記准教授、大阪公立大学 植山雅仁准教授、千葉大学(市井研究室))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、本センター一輪研究室を含めた4研究室での開催となりました。諏訪湖のすぐそばに位置する信州大学の実験所は、会議室に加え設備も充実されており、教員4名を含め30名の参加者が3日間をともに過ごし、交流を深めることができました。

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ける問題点など、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ています。本研究会においては、計23件の研究発表を行いました。個々の研究発表では、各発表に質疑応答を含めて25分の時間を確保しましたが、時間が足りなくなるケースが続出しました。また、他

図2 CEReSニュースレター2023年10月号における本研究会の記事

(2)本研究会の報告として、CEReSニュースレターの2023年10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、質問時間も十分にあって非常に質問などしやすい環境にあったなど、よい評価を得ている。

(3)本会合は、定期的(第7回目)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。さらにはこれを契機にお互いの研究室を行き来きするようになったなど効果が高い。

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。

【課題番号】CJ23-01

(研究課題名: 和文) 次世代気象気候ライブラリへの植生・陸面モデルの実装と検証

(研究課題名: 英文) Development and validation of a vegetation model for next generation atmospheric model

(研究代表者名) 佐藤 陽祐 (北海道大学・理学研究院)

Yousuke Sato (Faculty of Science, Hokkaido University)

【要旨】本研究では、次世代気象気候ライブラリSCALEを用いて、大気質の動態解明と、そのために必要なSCALEの改良や開発を実施することを目的とする。具体的には、SCALEを用いて、大気質：二酸化炭素(CO₂)と窒素酸化物(NO_x)を対象とした実験をするためにSCALEの基盤的な開発を実施するとともに、大気質を対象とした数値実験を実施した。開発により、CO₂の発生消滅と移流拡散を、SCALE内部で直接取り扱った数値実験をすることが可能になり、関東周辺を対象としてCO₂を陽に扱った計算を実施できた。またSCALEの計算結果を用いてオフラインの化学輸送モデルによる数値実験を実施して、富士山山頂で観測された雷起源の窒素酸化物(Lightning NO_x, LNO_x)を再現することができた。

【Abstract】 This study aimed to conduct numerical experiments to examine the atmospheric chemical species, which are critical to the atmospheric quality, such as carbon dioxide (CO₂) and nitrogen oxides (NO_x) by SCALE, a next-generation meteorological and climate library. To conduct the experiment, we implemented a CO₂ component into SCALE to explicitly calculate sink, source, advection, and diffusion of CO₂, and we conducted several simulations targeting on the CO₂ around Kanto region. In addition, the simulations of an offline chemical transport model (CTM) were conducted for understanding lightning induced nitrogen oxides (Lightning NO_x, LNO_x) by using the output of SCALE. The model successfully reproduced the LNO_x observed at the summit of Mt. Fuji.

1 背景目的方法

大気質を決めるのに重要な大気中の微量気体である、二酸化炭素(CO₂)や窒素酸化物(NO_x)を直接取り扱った計算を実施することは、それらの微量気体の大気中の振る舞いを理解するだけでなく、その将来予測などにおいても重要である。過去そのような計算は主に米国大気科学研究所が開発してきたWRFによって実施されてきたが、サポートが継続されるか不透明であるとともに、超高解像度の数値実験では技術的に越えるべき課題がある。そのため日本国内で開発され、超高解像度での数値実験の実績のある次世代気象気候ライブラリSCALEにおいてそれらを取り扱うことができれば、微量気体を対象とした数値実験を継続することができる。そこで本研究ではCO₂、NO_xを直接扱えるようにSCALEの開発・改良を施すことを目指した。

2 研究の成果

- (1) SCALEにCO₂を直接扱うコンポーネントを実装した(SCALE-CO2)。これによりCO₂の発生消滅と移流拡散を、SCALE内部で直接取り扱った数値実験をすることが可能になった(図1)。
- (2) SCALEの出力を用いてオフラインの化学輸送モデルの計算を実施した。これによって富士山山頂で観測された雷起源のNO_xを再現することができ、論文をまとめた。しかしながら計算に修正が必要となったことが明らかになったため、再実験を行い、修正論文を発表した(図2、Sato et al. 2023)。
- (3) 本研究に先行して行なった共同研究(「次世代気象気候ライブラリへの植生・陸面モデルの実装と検証」、CJ22-21, FY2022)の成果を投稿論文としてまとめ、米国気象学会の学会誌(Journal of Applied Meteorology and Climatology)投稿し、現在改訂作業中である。

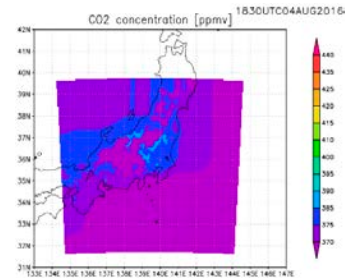


図1 SCALE-CO2Iによって計算された関東周辺のCO₂濃度

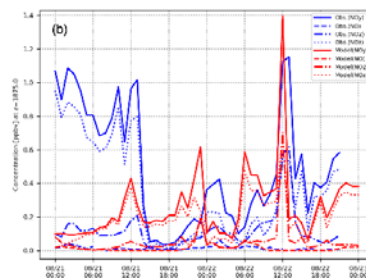


図2 (赤)オフラインの化学輸送モデルで計算された富士山山頂での窒素酸化物と(青)観測された窒素酸化物の時系列(Sato et al. 2023)

参考文献: Sato et al. (2023), doi: 10.1016/j.aeoa.2023.100231

3 成果展開の状況

開発したSCALE-CO2は関東領域を対象としたCO₂の発生量推定に関する研究プロジェクトで用いられる予定である。またSCALEを用いたオフライン化学輸送モデルは、複数の研究者によりエアロゾルや微量気体の輸送計算に用いられている。またSCALE-CO2については検証が済んだ段階でSCALEの開発元である理化学研究所のホームページから公開される予定である。

【CJ23-07】一般研究 研究会

(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解析と可視化

(研究課題名: 英文) Analysis and visualization of forest landscapes using point cloud data by UAV-based Lidar system

(研究代表者名) 早川裕式 (北海道大学・地球環境科学研究院)

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

【要旨】 森林研究において、レーザ測量(Lidar)や、小型無人航空機(UAV)とSfM多視点ステレオ写真測量を用いた3次元計測が普及しつつある。これらのうち、UAVに搭載したLidar計測は、森林の樹冠と内部を統合的に計測できるという利点がある。UAV-Lidarは近年低価格化が進行し、現在急速に普及する段階にあるため、森林の3次元計測分野でもそのデータの適切な取得方法や保存、さらに解析・可視化手法について迅速に検討し、知識を共有することが求められている。本年度は、森林景観の統合的な理解を目指し、UAV-Lidarを用いて精密に3次元計測した森林の3次元空間構造について、バイオマスの推定や、基盤となる地表面環境の解析手法の最適化を試みた。また、その効率的な可視化や共有方法の構築を検討した。

【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. We tried to optimize the analysis methods for the three-dimensional structure of a wide area of forest. In addition, we were able to make significant progress in the construction of data sharing and visualization of the 3D data.

1 背景目的方法

本研究の対象地は、北海道厚真町・安平町・平取町の林地等であり、UAV-Lidarによる現地計測を実施する。使用する機材は、北海道大学が所有するUAV-Lidar (DJI Matrice 300 RTK+Zenmuse L1)である。現地観測においては、UAVを用いて低空(~100 m)からのLidar計測と地上モバイルLidarによる計測から森林構造の3次元点群情報を得た。また、可視画像、熱赤外センサやマルチスペクトルセンサによるUAV-SfM計測情報も取得し、UAV-Lidarと合わせて多層的なデータ解析を実施した。さらに、得られた3次元点群データの空間構造を解析し、森林構造の最小単位での区分・分類、バイオマスの量的な計測、樹幹などの形状的な計測、勾配や起伏、土壤湿潤環境など地表面環境と生育状況の空間関係といった量質的な分析を進めた。また、取得された3次元点群データおよび派生的な3Dポリゴンデータやラスタデータ、画像データのアーカイブとウェブやVR、3Dプリントも用いた可視化手法を検討した。

2 研究の成果

- (1) 計測機材を用いて実地計測を行った。これによりUAV-Lidarやセンサの利点、問題点、改善点がより具体的に明らかとなった(図1)。
- (2) UAV-Lidarにより取得した3次元計測データの解析や、衛星画像によるデータとの照合などを実施した。広域データの比較が可能となり、植生区分等、多様なデータ解析が可能となった(図2)。
- (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・更新した。また、可視化手法としてVRシステムの構築や、3Dプリントによる展示を試みた(図3)。

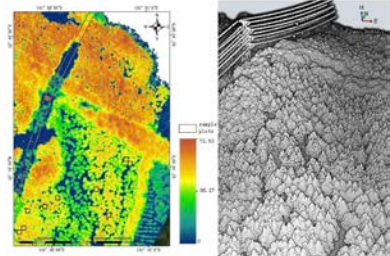


図1 UAV-Lidarにより取得した試験地森林構造の3D点群データの例

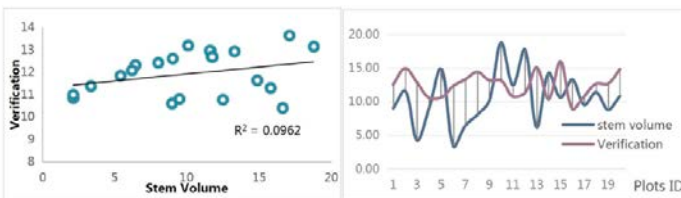


図2 衛星画像データとUAV-Lidarにより算出したパラメータ(幹材積等)の検証の例(Xu 2024)



図3 フルカラー3Dプリントを用いた森林の表現

3 成果展開の状況

- ・開発した手法は、森林だけでなく地形、生態、考古などの研究にも用いられている。
- ・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。3Dプリントによる表現やVR空間の構築も行っている。
- ・本研究成果の普及をめざし、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展開している。

【CJ23-19】

(研究課題名:和文)ディープラーニングに基づく自然災害による建築損害の自動検出と補修需要評価
 (研究課題名:英文)Automatic detection of building damage and repair demand assessment due to natural disasters based on deep learning

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

【要旨】 2019年9月に千葉県を襲った台風15号の被害とその後の復興過程に鑑みると、住宅の被災度判定をディープラーニングによって迅速化してデータベース化することによって、罹災証明を迅速に発行することが出来るようになり、半年程度を要しているこの過程を短縮することが、復興を後押しすることになる。
 本研究では、第2ステップとして、屋根葺き材の種別を自動判別することの可能性を探り、複数の地域で取得された、解像度の異なる画像データを用いて、ディープラーニングに基づく自動判別の正解率の検証を行った。

【Abstract】 Considering the damage caused by Typhoon Faxai 2019 and the subsequent reconstruction process, by speeding up the damage assessment of houses by deep learning and creating a database, the damage proof can be made administratively faster.
 As a second step, this study explored the possibility of automatically identifying the type of roofing material using image data of different resolutions acquired in multiple regions to verify the rate of correct answer for automatic identification based on deep learning.

1 背景 目的 方法

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

2 研究の 成果

(1) Mask R-CNNを用いた深層学習

2019年台風15号に関する被害調査研究の際に入手した航空写真は1画素10 cm × 10 cmの画像であったが、この解像度では屋根葺き材の種別を判定するには粗すぎるのがわかった。そこで、深層学習の教師データの数を増やすために、2.2 cm ~ 3.6 cm 程度の解像度を有するドローン空撮画像を用いて検討を行った。



図1 解析に用いた画像の例

(2) 画像解像度の違いによる判定精度の違い

解像度の高い地域で学習させたモデルを解像度の低い地域で検証すると、その逆の場合に比べてF値が有意に低くなること、あえて解像度を下げて検証対象地と同程度にして学習させたモデルの方がF値が高くなるのが明らかになった。



図2 K町で学習させたデータを用いてT市で検証した結果

(3) 災害に対する備え

災害後、迅速な補修需要の推定のためには、あらかじめ訓練済みモデルを作成している必要があり、災害後に取得した画像データで即座に検出を行わなければならない。しかし、全ての解像度に合わせて訓練済みモデルを作成する必要はなく、検出結果に影響を与えない解像度を考慮して訓練済みモデルを用意しておけばよいと考えられる。

3 成果展開 の状況

- 研究成果の一部は日本建築学会大会(近畿:2023.9)で口頭発表したほか、第10回建造物の安全性および信頼性に関する国内シンポジウム(JCOSSAR2023:2023.10)において査読論文として発表した。
- また、ポスターとして第26回環境リモートセンシングシンポジウム(2/15)にて発表した。

【課題番号】CJ23-25

(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、並びに目視観測を用いて、奈良盆地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) を用いて、2023年4月13日の黄砂観測日の粒径分布について調べたところ、通常の日と比べて粒径が大きいことがわかった。さらに、太陽直達光を観測する サンフォトメータを用いて、粒径の指標を調べたところ、同様の傾向が得られた。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 ten years in Nara Basin. The combination of particle number concentration and aerosol optical thickness revealed that particle sizes were larger in the day when Kosa phenomenon was observed. 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、並びに目視観測を用いて奈良盆地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。これらの観測結果から、粒径の指標を導出した。特に2023年4月13日の黄砂観測日について、過去数年間の観測結果との比較を行った。

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半径 0.15~0.25 μm 、0.25~0.5 μm 、0.5~1.0 μm 、1.0~2.5 μm 、2.5~5.0 μm の粒径区分に対して、Power Lawの指数 ν を評価した(図1)。また、指数の時系列を図2の青色で示す。黄砂観測日の2023年4月13日は、 $\nu=2.31$ となり、従来と比較して小さいこと、すなわち、粒径が大きいこと、がわかった。

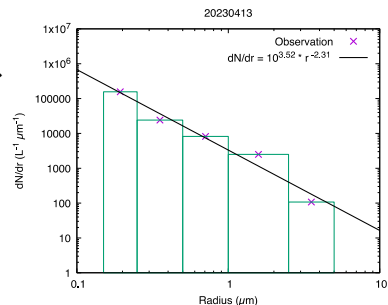


図1 OPCで観測された2023年4月13日の粒径分布。

(2) サンフォトメータによって観測された、波長 440 nm と 870 nm におけるエアロゾルの光学的厚さから、オングストローム指数 α を評価した。その時系列を図2の赤色で示す。黄砂観測日の2023年4月13日は、従来と比較して、やはり α が小さいこと、すなわち、粒径が大きいこと、がわかった。

(3) OPCから推定された指数 ν とサンフォトメータから評価された指数 α の差の平均値は2.6、また、両者の相関0.36となった。さらに、雲量が0の場合のみについて調べると、 ν と α の差の平均は2.4、相関は 0.66となることわかった。

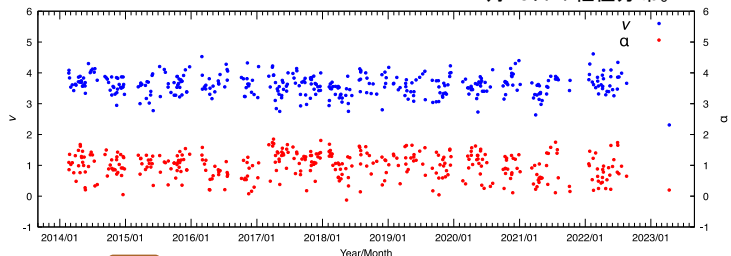


図2 オングストローム指数 α と粒径分布の指数 ν の時系列。

3 成果展開の状況

上記の研究の成果は、まず、奈良盆地の大気環境の把握に役立っている。また、OPCによる空気サンプリング観測は地表面付近の局所的な大気汚染の指標となる。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。さらに大気下層と全層の観測結果を比較することで、大まかに大気鉛直分布の特徴を把握できる可能性がある。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。

【課題番号】CJ23-33

(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 (4)

(研究課題名: 英文) Study on the outbreak and transport of the Asian dust by Himawari-8 Dust RGB and ceilometers (4)

(研究代表者名) 甲斐 憲次 (名古屋大学環境学研究所)

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

【要旨】 砂漠域から舞い上がるダストの質量をライダーで見積もることは、気象学的に重要である。我々は一昨年、ダストの消散係数-質量変換係数MECF (Mass-Extinction Conversion Factor)を研究してきた。観測場所は、ゴビ砂漠のほぼ中央部に位置するダランザドガド気象台(モンゴル)である。係留気球に搭載したOPCからダスト質量濃度を、シーロメーター(簡易ライダー)から消散係数を求め、MECFを推定した。黄砂、サハラダスト、火山灰などを対象とした先行研究と比較し、MECFの地理的分布や支配要因を明らかにした。その研究成果を学術誌に発表した。

【Abstract】 Estimating the dust mass in the atmosphere using lidar is possible if the mass-extinction conversion factor MECF (gm^{-2}) is known. We have studied the MECF from the relationship between the dust extinction coefficient and mass concentration obtained by the simultaneous OPC and lidar observation at Dalanzadgad meteorological observatory, Mongolia. Dalanzadgad is located in the center of the Gobi Desert. The values of MECF decreases from the source of the Asian dust to the lee-side areas. Comparing the previous study on Asian dust, Saharan dust and volcanic dust, this result shows that the MECF depends on the size distribution of the dust. This study was published on the SOLA by the Meteorological Society of Japan.

1 背景目的方法

砂漠域から舞い上がるダストの質量をライダーで見積もることは、気象学的に重要である。ライダーから得られる消散係数とダスト質量との関係(MECF)が既知であれば、ライダー観測からダスト質量の高度分布を連続的に推定することができる。本研究では、ダランザドガド気象台(ゴビ砂漠)でOPCを搭載した係留気球とシーロメーター(簡易ライダー)の同時観測を実施した。OPCからダスト質量濃度M、シーロメーターからダストの消散係数 α_1 を観測し、MECF ($=M/\alpha_1$)を推定した。先行研究と比較して、MECFの地理的分布や支配要因を議論した。

2 研究の成果

本研究では、ダランザドガド気象台で実施したOPC搭載係留気球とライダーの同時観測から、ダストの消散係数-質量変換係数(MECF)を推定した。図1は、OPCから推定した、地表から上空540mまでのダスト粒径分布を示す。3 μm 以上の大粒子の数密度は高度と共に急減するが、1 μm 以下の小粒子の数密度は大きく変化しない。図2は、ライダーから得られたダストの消散係数 α_1 とダスト質量濃度の関係を示す。相関係数は0.918(有意)であり、この方法MECFの有効性を示唆する。図3は、東アジアにおけるMECFの地理的分布を示す。MECFは発生源で大きく、風下側で小さい。この結果から、MECFはダストの粒径分布が大きくかわっている。図4はライダーで観測されたエアロゾル濃度と温位のプロファイル(Garratt, 1992)および地上でのエアロゾル質量測定を示す。この事例では、大気は不安定で、混合層が高度約1000mまで達している。従来の研究では(Sugimoto et al. 2003)、混合層仮説を用いて、地上でサンプリングされたエアロゾル質量濃度がライダーの最低観測高度(通常200-300m)まで一定と仮定して、MECFを推定している。本研究では、このような混合層仮説を用いず、直接、質量濃度を測定している点がメリットである。

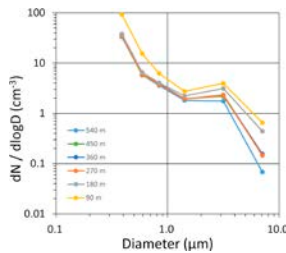


図1 粒径分布の高度変化

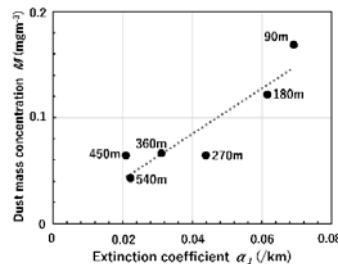


図2 ダストの消散係数と質量濃度

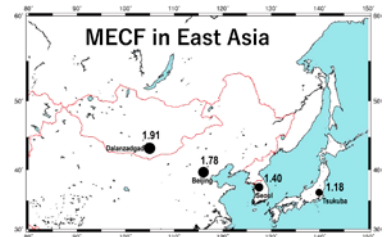


図3 東アジアにおけるMECFの地理的分布

3 成果展開の状況

砂漠域から舞い上がるダストの質量をライダーで見積もることは、気象学的に重要である。先行研究では砂漠域の風下側での研究が中心であったが、本研究ではゴビ砂漠におけるダストの消散係数-質量変換係数 MECFをはじめ推定することができた。今後は、本研究で得られたMECFを用いて、ゴビ砂漠上空に漂うダスト量を見積もりたい。その結果は、ダランザドガド気象台のサンフォメーター(AERONET)の観測値を用いて評価する予定である。

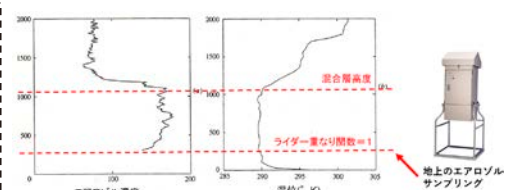


図4 エアロゾル濃度と温位のプロファイル (Garratt, 1992)と地上のエアロゾルサンプリング

【課題番号】

(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。CP-SAR 画像処理部本体の設計について、昨年度まではミドルエンド FPGA を用いて行ってきた。本年度は重量や消費電力削減などのため、ローエンド FPGA への置き換えについて検討した。

【Abstract】 Signal processing for unmanned aerial vehicle (UAV) with circularly-polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) uses high-speed FFT computation for large amounts of data. So, it is strongly required that signal processing system for CP-SAR is constructed on field programmable gate arrays (FPGAs) providing high-speed parallel processing and not traditional digital signal processors (DSPs). Until last year, we designed the CP-SAR image processing unit using a middle-end FPGA. This year, we considered replacing the FPGA with a low-end FPGA to reduce weight and power consumption.

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。本年度は電力消費などの削減のため、CP-SAR 画像処理部にローエンド FPGA の使用を検討した。

2
研究の
成果

(1) 昨年度までは、CP-SAR 画像処理部を FPGA 評価ボード KC705 (図1) 上に構築していた。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。



図1 従来使用していたミドルエンドFPGA

(2) 本年度はCP-SAR 画像処理部に ZYBO Z7-20 (図2) を用いた。ZYBO は KC705 と比べ、用いている FPGA がローエンド向けのものとなっており、足りないリソースもあった。提案システムを ZYBO 上に載せることに成功している。そしてローエンドであるための利点 (小型で消費電力が少ない、冷却も容易で、ファンなどは必要ない、など) を受けることに成功している。



図2 本年度使用したローエンド FPGA、冷却ファンは必要ない

(3) 今年度はシステムに接続して全体を通りした動作検証は行えなかった。これは来年度に行いたい。また、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。

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。

【CJ23-14】一般研究

(研究課題名:和文)円偏波マイクロ波アンテナの研究と極地環境計測への適用

(研究課題名:英文)Study of a Circular Polarization Antenna and its application to Antarctic environment

(研究代表者名)瀧澤 由美 (統計数理研究所)

Yumi Takizawa (The Institute of Statistical Mathematics)

【要旨】 近年、地球規模の気候変動が極地の気候に支配されると指摘されている。現在、環境計測法として衛星からの電磁波による海水厚の推定、マイクロ波放射計による海水面熱温度の測定などが試みられている。

本研究は、電磁波を用いる新リモートセンシング方式を開発し、信頼性の高いフィールドデータを取得し、有効な対策を導くことを目的とする。極地気候は、海水の厚さ、海水温、海岸および海底の地質、地形等から推定が可能と考え、そのための新しい方式を創出する。

【Abstract】 Recently, it is pointed that global climate change is brought by the polar climate. Currently, satellite sensing of electromagnetic reflection and microwave radiometers of sea ice are used as environmental measurement methods. The purpose of this study is the development of a new remote sensing method using microwaves, and it will give highly reliable field data and derive effective approaches.

The polar climate is estimated from the environmental analyses of sea ice thickness, seawater temperature, geology of the coast and ocean floor, topography, This study will create a new method for these analyses.

1 背景目的方法

2023年度の冬は1月までは暖冬で、3月にかけては寒冷となった。気候変動の問題として、高温による干ばつや海面水位の上昇などが局地的にかつ全球的に生じていることが指摘される。この現象は極地における気候変動と関連付けられ研究が進められている。

本研究は、従来、降雨/降雪の空間分布等の測定に用いられてきたC-band無線を用いたリモートセンシング方式について研究する。無線方式の理論研究と有効なリモートセンシングシステムの構築を目的とする。具体的には、極地における海水の物性、氷厚の推定、植生分布の計測法を研究する。

2 研究の成果

(1)小型・高性能マイクロ波アンテナの構造

平面アンテナはマイクロストリップライン型(誘電体基板1層)が用いられている。本研究では誘電体基板を多層とすることにより小型で高性能な電気特性を実現した。3次元マクスウェル方程式を用いたシミュレーションにより、多層アンテナアレイの電気特性を求めた。これにより、新構造の有効性を明らかにした。

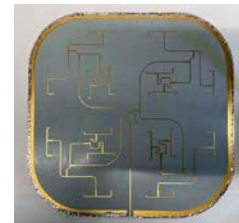


図1 C-band 円偏波アンテナ(右旋)

(2)リモートセンシングシステムの構築

小型高性能化は、用いるマイクロ波の周波数帯域に依存する。高周波ではアンテナもその他の素子も小型化が可能であった。しかし、伝搬損失が増加し、短距離の移動型無線システムに適することを明らかにした。

一方、低周波ではアンテナ、その他の素子は大型となる。しかし、伝搬損失は少なく、長距離の無線システムの実現が可能であることを明らかにした。

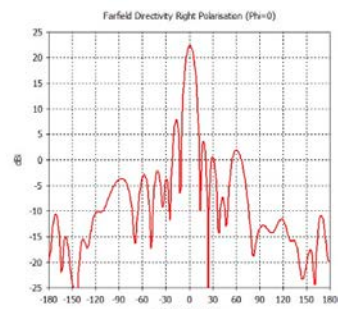


図2 指向性利得(dBi)

(3) 対外発表

Fukasawa A., Takizawa Y., Santosa C. E., Sumantyo Josaphat T S., "Circularly Polarized Antenna Array with Horizontal Open-Short Termination," IEEE APS/URS2024, 14-19 July 2024, Florence, Italy.

3 成果展開の状況

マイクロ波帯域のリモートセンシングシステムへの適用

本研究では、移動体通信への適用として、マイクロ波のX-band帯域の開発を行い、液化天然ガス輸送タンカーへの適用を実現した。さらにこの帯域を利用した極地観測用移動体としてスノーモービルへの適用を可能にした。特任研究員深澤敦司博士に感謝致します。

C-bandの開発では、地球規模の気候変動観測のための南極環境計測への適用を進めている。

【CJ23-18】一般研究

(研究課題名:和文)レーダー雨量と衛星データを利用した豪雨検知ディープラーニングモデル

(研究課題名:英文)Unsupervised Deep Learning for Early Detection of Extreme Precipitation

(研究代表者名)金子 凌 (東京大学・生産技術研究所)

Ryo Kaneko (The University of Tokyo)

【要旨】我が国に於いて、豪雨災害は毎年のように発生し多くの人々が犠牲となり、経済的損失を出している。今後、地球温暖化により世界的に豪雨災害が激甚化することも想定されており、豪雨の発生を正確予測することは喫緊の課題である。本研究では、変分オートエンコーダーを用い、豪雨の発生を数時間前に予測することを検討した。利用したデータはひまわりIRや解析雨量である。平成29年7月九州北部豪雨の予測事例では、150 mm/hを超えるような豪雨の発生を事前に予測できる可能性が示唆された。空振りする可能性も残されているが、従来予測が難しかった豪雨の発生予測を行うことが可能となった。

【Abstract】In Japan, heavy rain disasters occur yearly, causing many victims and economic losses. In terms of heavy rainfall due to global warming, developing accurate predictions are important. In this study, we considered using variational autoencoders to predict heavy rain events several hours before. The data used included Himawari IR and Radar AMeDAS Precipitation. In a case study of the July 2017 Kyushu Northern Heavy Rain, it was suggested that it is possible to predict the occurrence of heavy rain exceeding 150 mm/h in advance. While false alarms are still possible, it has become possible to predict heavy rain events that were previously difficult to forecast.

1 背景目的方法

近年、豪雨災害が増加し、深刻な洪水や浸水を引き起こしている。気象条件の複雑さと急激な変化は、短期的な予測の困難さをもたらしている。この課題を解決するため、複雑な気象メカニズムを捉えるための機械学習アプローチが提案されている。しかし、極端な気象イベントの発生は希であるため、トレーニングデータが少なく学習が困難である。そのため、豪雨の早期検出の精度を低下させる原因となっている。そこで本研究では、解析雨量とひまわりIRからの複数の入力を活用し、豪雨イベントを検出する教師無し深層学習モデルを開発する。4つの畳み込みLSTMオートエンコーダーベースのニューラルネットワークアーキテクチャであり、これを用いて異常検知を行うことで豪雨を検知する。

2 研究の成果

(1) オートエンコーダーをベースとしたモデルを開発した(図1)。このモデルは、畳み込みLSTMを採用し、エンコーダーとデコーダーの両方で時空間の入力データを処理することを可能とした。入力にはひまわりIRや解析雨量を用い、出力には解析雨量を用いた。学習データは2017年6月、テストデータは2017年7月である。

(2) 変分オートエンコーダー(VAE)は、従来のオートエンコーダーと異なり、特徴空間に確率分布(通常は多変量正規分布)を課すことで特徴付けられる。本研究では、特に標準偏差(σ)の値に焦点を当て、課された確率分布の値の分析により、潜在的な異常を検出できると仮説を立てている。

(3) 潜在空間の確率分布のパラメータから得られた異常スコアにより、大雨の早期検出できる可能性が明らかとなった(図2)。また、全検証期間において80 mm/hの閾値を設定し、6時間のリードタイムでバイナリ分類のパフォーマンスを評価した結果、Precisionが0.012、再現率が0.319、F1スコアが0.024となった。

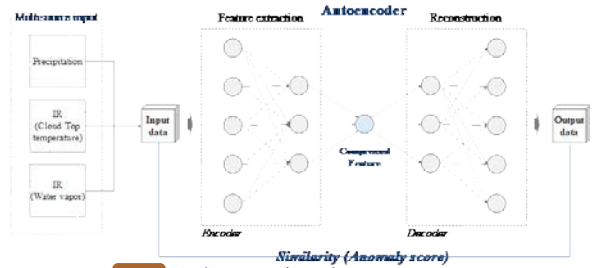


図1 作成したモデル(変分オートエンコーダーをベースにしている)

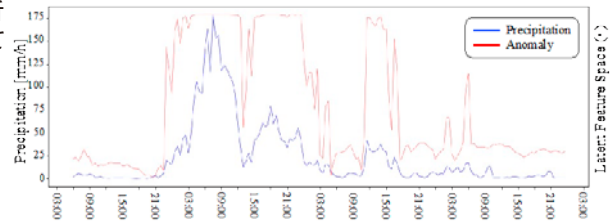


図2 平成29年7月九州北部豪雨の予測事例。豪雨が発生する前に異常スコアが上がっていることが分かる。

3 成果展開の状況

本手法は更に精度を向上させるために、学習データの期間、評価の期間を拡張することによって研究が進められている。また、異常スコアは一度上がると下がるまでに時間が掛かるなどの問題もあり、精度の向上が必要である。このように、論文の執筆に向けて実験が行われている。

【CJ23-30】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 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】香川県三豊市仁尾町にある「父母ヶ浜海岸」を対象に風景をAI技術と衛星観測データを利用して予測生成する研究を行っている。本年度はひまわり8・9号の複数バンドをRGB合成し学習データとして利用した。生成モデルをテストした結果、昨年の単一バンドによる学習時と同様に曇り、晴天、夕焼けなど天候や風景の見え方を判断可能な画像が生成できること、時刻情報は与えていないが、観測データの値から学習することで夕景の生成が可能である。また今回は視程の違いも生成できており、実際の視程距離とも一致している様子が確認できた。

【Abstract】We are conducting research on the "Chubo-ga-hama Beach" in Nio-cho, Mitoyo City, Kagawa Prefecture, using AI technology and satellite observation data to generate predictions of the scenery. This year, we used RGB composite data from Himawari No. 8 and No. 9 as training data. The test results showed that the model was able to generate images that can determine the weather conditions and the appearance of the scenery, such as cloudy, clear, and sunset, as was the case with the single-band model used last year. In addition, we were able to generate images of different ranges of visibility, and we confirmed that the images were consistent with the actual range of visibility.

1
背景
目的
方法

当研究室では、SNS等で人気の観光スポットとなっている香川県三豊市仁尾町にある「父母ヶ浜海岸」を対象に時間帯や季節によって変化する風景をAI技術と衛星観測データを利用して予測生成する研究を行っている。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風景イメージの提供である。本年度は予測精度の向上を目指し、ひまわり8・9号で観測された複数バンドの雲画像をRGB合成し、学習に利用した。

2
研究の
成果

(1) 2022年5月19日～2023年1月19日にひまわり8・9号で観測された複数バンドの雲画像をRGB合成し、学習データを作成した。この学習データを用いて衛星観測データとそれに対応する風景画像をpix2pixHDで学習させ風景画像を生成するモデルを作成した。

(2) ひまわり8・9号で観測したバンド1,2,3についてRGB合成を行い学習データを作成した。作成した画像生成モデルを利用し、画像生成のテストを行った。図1は2024年1月18日7:30(UTC)の観測データから生成した結果である。図1(上)は別日の晴天時のライブカメラ画像で左右に島が確認できる。ライブカメラの場所から右側の島までが1.5km、左側の島までが10km程度離れている。図1(中央)が実際のライブカメラで得られた画像、図1(下)が生成した画像である。気象庁によるとライブカメラに近い地点では天候は雨、視程は8.5kmであった。

(3) 今回、作成した生成モデルでは、単一バンドを学習したモデルと同様に天候の判断が可能な画像を生成することができた。生成画像では、雨によって視程が短い様子が確認できる結果が得られた。また、2022年末にライブカメラが更新され画角等が学習データとは異なっているものの、右側の島は確認できるのに対して、左側の島が確認できないといった実際の視程距離とも一致していることが確認できる。(各○がそれぞれの島に対応している)



図1 視程の予測生成ができています

3
成果展開の
状況

今後は、複数バンドを合成し学習した場合と単一バンドのみを学習した場合の結果を比較できるWebサイトを作成し、アンケート評価を行うなど、生成画像の評価と風景画像の生成に必要なバンドの選定を行う予定である。

【CJ23-36】

(研究課題名:和文)日本付近で発生するトランスバースバンドと浪雲の特徴について

(研究課題名:英文) Characteristics of Transverse Bands and Small-scale Wave Clouds

Occurring Near Japan

(研究代表者名)渡来 靖 (立正大学大学院・地球環境科学研究科)

Yasushi Watarai (Rissho University ·

Graduate School of Geo-Environmental Science)

【要旨】 流れに対して直交方向に並んだ波状の上層雲の雲列であるトランスバースバンド(TVB)は、航空機の運航などに影響する乱気流をもたらすことが知られ、そのうちTVBの雲列に波状の模様(通称:浪雲)が現れる際には運航に影響が出る並の乱気流の報告が多いと言われている。浪雲の有無による乱気流強度の割合や波長・厚みの違いを明らかにするため、2015年7月~2020年3月の気象衛星ひまわり8号の赤外面像データからTVBの厚みが特定可能で、TVB中で乱気流報告がある事例を抽出し、浪雲の有無で比較を行った。その結果、浪雲があるTVBの方が有意に並の乱気流の割合が高く、浪雲の存在が乱気流の指標となることが明らかになった。

【Abstract】 It is known that transverse bands (TVBs) often cause aircraft turbulence. Forecasters say that there are many reports of moderate turbulence in TVB when the wave-like pattern (called “billow clouds”) appears at the top of the clouds. In this study, differences in turbulence intensity, wavelength, and thickness with and without billow clouds were investigated using about five years of Himawari-8 infrared image data and other data. The results showed that the percentage of moderate turbulence was significantly higher in TVBs with billow clouds.

1 背景目的方法

TVBに伴う乱気流を的確に予測するのはまだ難しく、日本付近で発生するTVBと乱気流との関係は明らかになっていない。また、浪雲(波長:数km~10数km)が現れる際に並の乱気流の報告が多いことは、空域予報の現場では経験的に知られているが、まだ調査は行われていない。本研究では、衛星画像を乱気流予報に応用することを目的に、浪雲の有無による乱気流強度や波長・厚みなどの特徴の違いがあるかを調査した。対象のTVBは、厚みの特定が可能で、TVB内で乱気流の報告があり、雲頂が約8km以上の事例とした(201事例)。使用したデータは、TVBや浪雲の検出にはひまわり8号赤外面像(バンド13)、TVBの厚みはウィンドプロファイラの観測値、乱気流強度は操縦士報告で、TVBの波長は衛星画像に2DFFTを行うことで計測した。

2 研究の成果

(1) 浪雲があるTVBの方が乱気流強度が高い

TVB内の乱気流強度の割合は、浪雲があるTVBの方が強度が高い傾向が見られた。特に並の乱気流の割合は、浪雲なしでは9%、浪雲ありでは40%と、大きな違いが出た。浪雲の有無と乱気流強度の割合に対して独立性の χ^2 検定を行った結果、浪雲の有無と乱気流強度には関連があり、残差分析から浪雲ありで並の乱気流が有意に多くなることが示された($p < 0.01$)。空域予報の現場の経験通りの結果となった。

(2) 浪雲があるTVBの方がサイズが大きい

TVBの波長の割合は、浪雲なしでは10km以上20km未満、浪雲ありでは20km以上30km未満が最も多くなった(図1)。厚みも同様の傾向となった(図省略)。平均すると、浪雲ありの方が波長は3.7km、厚みは0.7km大きいことがわかった。

航空機に強い乱気流を引き起こす運動の水平スケールは0.1~2kmと報告されており(Lane et al. 2012)、今回の結果からTVBの波長そのものが乱気流の直接の原因とは考えにくい。波長が揺れる運動のスケールに近い浪雲の方が、乱気流に関連していることを示唆する結果となった。

上記より、浪雲と乱気流には関係があることが明らかになった。よって、衛星画像における浪雲の存在は乱気流の指標として利用可能であると言える。

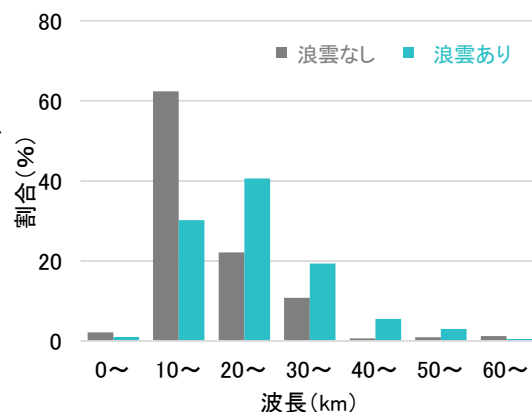


図1 浪雲の有無別のTVB波長帯の割合

3 成果展開の状況

本研究で得られた結果は、日本気象学会2023年度秋季大会、日本航空機操縦士協会12月航空気象委員会、第26回環境リモートセンシングシンポジウムにて口頭発表した。来年度中には、論文として発表できるよう準備中である。

今後は、浪雲発生時の大気の状態や特徴などを明らかにするため、ゾンデデータの解析やシミュレーションによる事例解析を行う予定である。

【課題番号】 CJ23-06

(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、20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、数年以内に提案を出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、進められた。連続観測がさまざまなモードで実施できるようになった。連続観測が実施され問題点もでてきた。

明らかになった問題点の解決策を、オンライン会合での検討し、来年度に具体的な対応を実施する予定である。



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、来年度は具体的な対策および今後の展開の検討をする予定である。

【課題番号】

(研究課題名:和文)Web-GIS型AIプラットフォームを活用したエネルギー・環境評価ツールの開発
～ARIESアプローチ～

(研究課題名:英文)Development of energy/environmental assessment tool by using web-GIS AI platform
～ ARIES approach ~

(研究代表者名) 林 希一郎 (名古屋大学・未来材料・システム研究所)

Kiichiro Hayashi (Nagoya University・Institute of Materials and Systems for Sustainability)

【要旨】 2023年12月5日に東京にて「日本の環境政策分野における Web-GIS型AIプラットフォームの活用 ～ARIESアプローチ～」に関するセミナーを開催した。まず、ARIESのベースプラットフォームであるk.LABシステムの開発者であるVilla教授からARIESシステムの概要の説明が行われた。その後、k.LAB Japanメンバーからk.LABを活用したプロジェクトの研究成果に関する発表が行われた。最後に、コメンテーターの入江教授からコメントがなされた。

【Abstract】 In December 5, 2023, the seminar on “the use of web-GIS AI platform for environmental policy in Japan ~ARIES approach~” was held in Tokyo. Firstly, Professor F. Villa who is the developer of k.LAB system which is a basis for ARIES project gave a talk on ARIES. Then the member of k.LAB Japan made a presentation on an activity of k.LAB Japan. Finally, Professor Irie gave a comment on these presentations as a commentator.

1
背景
目的
方法

生態系サービスの統合モデル開発を目的に、BC3(Basque Centre for Climate Change BC3, Spain)が中心となり進めている研究プロジェクトがARIESである。ARIES では、web-GIS型の環境・持続可能性評価プラットフォームであるk.LABを使用しており、このプラットフォームは各種評価ツールとして政策分野においても活用されている。

ARIESの強みは、エンドユーザーレベルでの操作容易性を有することである。近年では「再生促進区域に関連するゾーニング分野」や「生態系サービスマッピング分野」といった研究例も報告されている。

本セミナーは、k.LABシステムを開発しているVilla教授の来日にあわせて、k.LABに関する研究を推進しているk.LAB Japanメンバーが主催した。本セミナーでは、ARIESの概要及び近年の研究事例に関する説明が行われるとともに、日本の環境政策への具体的な活用可能性等について議論を行う。

2
研究の
成果

2023年12月5日東京虎ノ門にて、「日本の環境政策分野におけるWeb-GIS型AIプラットフォームの活用～ARIESアプローチ～」に関するセミナーを開催した。会場及びオンラインを通じて総勢30名程度の参加を得て活発な議論が行われた。講演者及び発表タイトルは以下のとおりである。

- 講演① Ferdinando Villa 教授 (BC3, Spain)
「ARIES、web-GIS型AIプラットフォーム(k.LAB)の概要説明及びデモ」
 - 講演② 林 希一郎 教授 (名古屋大学)
「エネルギー・環境評価ツールを用いた事例研究成果の紹介
ARIES・k.LAB日本モデル①」
 - 講演③ 岡澤 宏 教授 (東京農業大学)
「エネルギー・環境評価ツールを用いた事例研究成果の紹介
ARIES・k.LAB日本モデル②」
- 発表者、コメンテーターを含めたディスカッション、質疑応答
コメンテーター 入江 仁士 教授 (千葉大学)

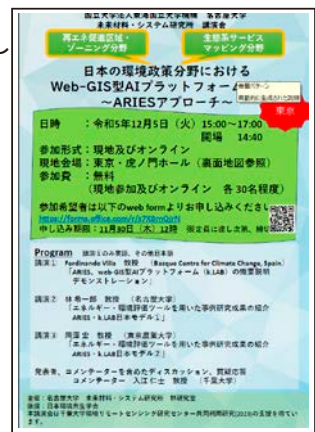


図1 セミナーチラシ

3
成果展開の
状況

本研究会のベースとなっているk.LABプラットフォームは、日本においては再生可能エネルギーの適地選定評価に活用可能であり、各種自治体や政策への活用可能性について検討が行われている。

【Joint Research No. CI23-104 】 P2023-1

Title of Joint Research: Estimation of Precipitable Water Vapor Through Integrated Radar and Optical Remote Sensing Data in Surabaya City, Indonesia

Name of Principal Investigator:

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

【Abstract】

Along with the development of the space geodetic technique, water vapor can be observed using the remote sensing technology. This research uses an integration of active and optical remote sensing data which are Sentinel-1 and MODIS. Since interferogram generated by Sentinel-1 SAR images contains tropospheric delay, it can be subtracted as Short Wavelength Delay (SWD) which a part of PWV value. Furthermore, the absolute PWV value is obtained by extracting parameters from MODIS atmosphere level-2. Generally, the maximum and minimum daily average absolute PWV values are 68.6845 mm and 1.5884 mm, respectively.

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

The SAR Sentinel-1 image is an example of active remote sensing data which still contains tropospheric errors. These errors can estimate the value of precipitable water vapor and the possibility of rain. However, because it has gone through the interferogram process, the PWV values that come from the subtraction technique are still in the form of Short Wavelength Delay (SWD).
This research aims to calculate the PWV value of PS-InSAR combined with passive remote sensing data (MODIS Level-2 imagery data) to obtain elevation-dependent and long wavelength components and find out an absolute PWV value.
The methodology to obtain absolute water vapor is combining Long Wavelength Delay (LWD), Elevation Dependent Delay (EDD), and Short Wavelength Delay (SWD) extracted from multi temporal PS-InSAR data.

**2
Conclu-
sions**

Conclusion 1
Partial PWV values in the form of Short Wavelength Delay (SWD) consist of 118 epochs from March 2017 – February 2021. Three Epochs represent the transition season, dry season, and rainy season, with maximum and minimum values of 1.770 mm, 2.5776 mm, 0.8948 mm, and -0.8543 mm, -5.3616 mm, and 1.8616 mm, respectively.

Conclusion 2
The 118 epochs result in an absolute maximum PWV average daily value from March 2017 to February 2021 (68.6845 mm) which occurred on 26/5/2017. On the other hand, the absolute minimum daily average PWV value (1.5884 mm) occurred on 30/11/2020.

Conclusion 3
A further study regarding this research is validating the PWV extracted from MODIS and Sentinel-1 to others precipitation data such as CHIRPS and Himawari. Moreover, combining InSAR with GNSS observations are needed to construct accurate maps of water vapor since Sentinel-1 and MODIS have different acquisition times.

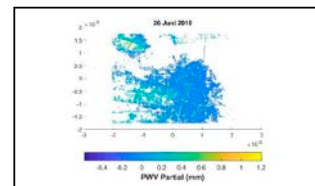


Fig.1 Partial PWV (26/6/2018)

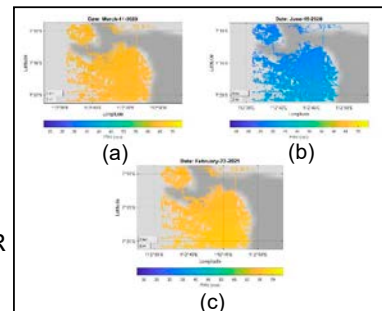


Fig.2 absolute PWV (a) on 11/3/2020, (b) on 15/6/2020, and (c) on 22/2/2021

**3
Effect/
Outcome**

The research outcomes:
- Maps of precipitable water vapor in Surabaya from March 2017 – February 2021. The maps will support the weather forecast.
- An oral presentation and a peer reviewed article published in Proceeding of 2023 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (AP SAR).

【Joint Research No. C123-110 】 P2023-1

Title of Joint Research: Classification of Air Pollution Levels in Urban Areas Using Satellites Imagery – Low-cost GNSS and Machine Learning Techniques

Name of Principal Investigator:

Mokhammad Nur Cahyadi (Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

【Abstract】 Air pollution is a major environmental and health concern in urban areas. The use of satellite imagery and machine learning techniques has emerged as a promising approach to monitor and classify air pollution levels. We collected multispectral satellite imagery and preprocessed the data to correct for atmospheric effects and radiometric distortions. We then extracted air pollution such as PM, CO, NO₂, O₃, and SO₂. We generated GNSS signal propagation delay in PPP processing to PWV. We explored Random Forest algorithm to classify the pollution levels into categories such as good, moderate, and unhealthy. We validated the classification results using ground truth data from air quality monitoring stations.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is satellite images and machine learning to find and categorize air pollution in cities. Our dataset comes from these images, focusing on important pollution markers like PM, CO, NO₂, O₃, and SO₂.

The objective of this study is using satellite images to find air pollution features, with low-cost GNSS technology to get water vapor data, which we combine with the satellite images using machine learning. This helps us classify pollution levels accurately. We then check our results against real-world data to make sure they're right.

The methodology of this study is we use satellite images and air pollution sources. By teaming up these images with low-cost GNSS for PWV data, we automate the process with machine learning Random Forest. This helps us analyze pollution levels accurately. We then double-check our findings with real pollution data.

2

Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1

The accuracy during the training phase reached 84.17%, while during the testing phase, it increased to 86.36%. This indicates that the model successfully generalizes well on the test data.

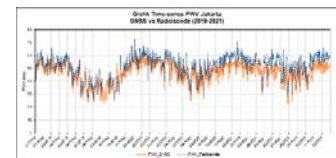


Fig.1 PWV result compared to radiosonde water vapor

Conclusion 2

The model demonstrates good performance in classifying the majority classes of 'GOOD' and 'MODERATE', with high precision and recall values in both datasets.

Conclusion 3

The 'UNHEALTHY' class shows less satisfactory performance, as seen from the low precision and recall values in both the training and testing phases.

	precision	recall	f1-support	support
Good	0.83	0.91	0.42	242
Medium	0.78	0.59	0.86	232
Unhealthy	0.79	0.91	0.26	211

Fig.2 Model Training Result

3

Effect/Outcome

(examples)

The result of this study is applied to be integrated into climate change mitigation strategies by examining the relationship between air pollution, atmospheric dynamics, and climate patterns.

The developed method is applied to enhance pollution monitoring and surveillance efforts by providing accurate and high-resolution data on air quality across different geographic regions.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2023

【Joint Research No . CI23-109】 P2023-2

Title of Joint Research: Sea Surface Height Spatial Models of Radar Altimetry for Oceanographic Phenomena Analysis

Name of Principal Investigator:

Agus Hartoko (Dept of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University, Semarang, Indonesia)

【Abstract】 (Approximately 100 words)

The paper explore on data compilations, processing, and the use of the sea-surface-height (SSH) to study oceanographic phenomena's. SSH data was collected from NOAA Ocean Watch data base. The numeric ASCII data was processed spatially using Er-Mapper geostatistical kriging method. Potential applicationa are to reveal the phenomena of ITF Halmahera – Sorong, IOD at Indian ocean and Bali - Lombok - Timor straits, the phenomena of El Nino and La Nina, tide anomaly and tidal bore. The oceanographic phenomena in the Pacific Ocean such equatorial currents, Kuroshio and Oyashio. The possible application for coastal risk and hazards such as Tsunami wave, tidal flood, storm-surge for small islands and atolls.

1

Back-Ground

The background of this study is

Objective

The paper explore on data compilations, processing, and the use of the sea-surface-height (SSH)

The objective of this study is to study oceanographic phenomena's.

Methodology

The methodology of this study is

The numeric ASCII data was processed spatially using Er-Mapper geostatistical kriging method.

2

Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion1

Discover the phenomena of El Nino and La Nina

One or Two figures or photos at maximum

Conclusion 2

Discover the tide anomaly and tidal bore

Conclusion 3

Discover the phenomena in the Pacific Ocean such equatorial currents, Kuroshio and Oyashio

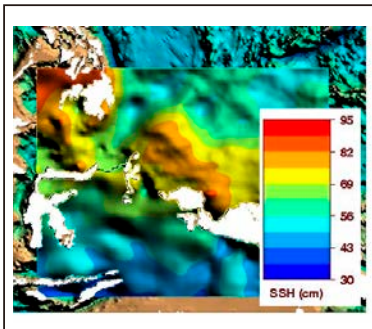


Fig.1 SSH-North Papua West-end Pacific

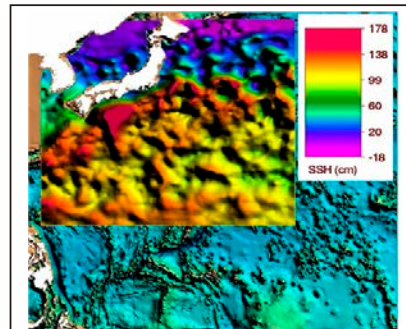


Fig.2 SSH in the Korushio -Oyashio

3

Effect/Outcome

(examples)

The result of this study is applied to ---

The developed method is applied to ---

application for coastal risk and hazards such as tsunami wave, tidal flood, storm-surge for small islands and atolls

【Joint Research No. CI23-107】 SP2023-1

Title of Joint Research: Application of Remote Sensing and Modelling Method in Effective Mitigating Anthropogenic Disaster due to Sea Tin Mining Activities around Bangka Belitung's Marine Conservation Region

Name of Principal Investigator:

Aditya Pamungkas (Universitas Bangka Belitung)

【Abstract】 This research will extend the previous research by using the remote sensing method to overview the Total Suspended Solid (TSS) distribution due to sea tin mining activities in the past few years and predict the TSS distribution by using the modelling method which will be focused on the Bangka Belitung's marine conservation region. Based on the satellite imagery analysis, the radius of TSS distribution could be wider on the offshore tin mining activities than on the nearby shoreline. Furthermore, the modelling of TSS distribution shows that the offshore tin mining tailings process will cause a high distribution of TSS around the marine conservation region and could harm the food chain and reduce the productivity of the marine ecosystems.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The importance of developing marine protected areas is one of the mitigations in reducing the impact of climate change through the protection of coastal ecosystems (mangroves, seagrass, and coral reefs). Protecting mangrove and seagrass ecosystems can reduce land-sourced carbon emissions by 10-31%. But on the other hand, the distribution of TSS due to tin mining activities can harm the existence of marine protected areas, one of which is destroying the ecosystem habitat of coral reefs, seagrasses, and mangroves.

This research will provide an overview of the past TSS distribution using the remote sensing application (Sentinel-2) and predict TSS distribution in the future using modelling analysis. Total Suspended Solid (TSS) distribution can be observed using Sentinel-2 satellite imagery. The equation of the Regression Method algorithm is obtained through a linear, exponential and logarithmic approach.

2

Conclusions

Conclusion 1

The result describe the radius of TSS distribution could be wider on the offshore tin mining activities than the nearby shoreline one.

Conclusion 2

This study also found that the offshore tin mining tailings process will cause a high distribution of TSS in Bangka waters which is characterized by exceeding the BMAL, especially for mining activities in shallow waters (<10 m depth) and close to the coast (<2 miles distance).

Conclusion 3

When this activity occurs, the distribution of TSS will be dominantly carried towards the Bangka Strait; while in the Kelabat Bay area, TSS even spread throughout the area to reach a radius of about 16 miles and caused the BMAL to be exceeded, which would threaten conservation plans for the area. This can harm the food chain and reduce the productivity of marine ecosystems in conservation areas. Besides that, another impact of the high TSS content is that it has an impact on coral reef ecosystems in conservation areas.



Fig.1 Mining and conservation zone

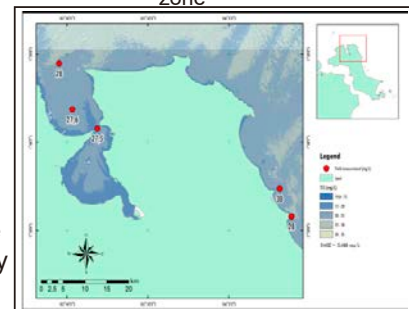


Fig.2 The satellite imagery value of TSS with RMSE around 5,488 mg/L

3

Effect/ Outcome

The result of this study is applied to known that the radius of TSS distribution could be wider on the offshore tin mining activities than the nearby shoreline one. Furthermore, this study also found that the offshore tin mining tailings process will cause a high distribution of TSS in Bangka waters which is characterized by exceeding the BMAL, especially for mining activities in shallow waters (<10 m depth) and close to the coast (<2 miles distance), which would threaten conservation plans for the area.

【Joint Research No. C123-101 】 SP2023-2

Title of Joint Research: Atmospheric and Ionospheric Remote Sensing on Volcano Eruption and Tsunami

Name of Principal Investigator:

Jann-Yenq Liu (Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University)

【Abstract】 (Approximately 100 words)

The total electron content (TEC) of the global ionosphere map (GIM) is used to study pre-earthquake ionospheric anomalies (PEIAs, or seismo-ionospheric precursors (SIPs)) associated with a destructive M7.0 earthquake and its followed M6.5 and M6.3/M6.9 earthquakes in Lombok, Indonesia, on 5, 17, and 19 August 2018, and to examine ionospheric disturbances induced by an intense storm with the Dst index of -175 nT on 26 August 2018. Anomalous increases in the GIM TEC appear specifically over the epicenter days 1–5 before the M7.0 earthquake and followed earthquakes, when the geomagnetic conditions of these PEIA periods are relatively quiet, Dst: -37 to 19 nT. By contrast, TEC significantly increases globally in the southern hemisphere during the storm days of 26–28 August 2018.

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

The background of this study is to survey signatures associated with ionospheric space weather and pre-earthquake anomalies in observations of the global ionosphere map (GIM) of total electron content (TEC) and China Seismo Electromagnetic Satellite (CSES).

The objective of this study is to find characteristics of GIM TEC associated with large earthquakes and detect possible pre-earthquake ionospheric anomalies (PEIAs, seismo-ionospheric precursors, SIPs) in a certain region, as well as confirm and find possible locations of forthcoming large earthquakes by using the spatial analyses. Finally, we utilize the CSES ion velocity to find causal mechanisms associated with magnetic storms and PEIAs/SIPs.

The methodology of this study is apply the mean base analysis to detect anomalies, one sample test to find characteristics before larges, spatial analysis to locate forthcoming larges, and utilize the dynamo process to estimate electric fields associated with magnetic storm and PEIAs.

2
**Conclu-
sions**

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1: The statistical analyses of median-base and one sample test are used to examine GIM TEC at a certain location detecting abnormal signals and finding PEIA characteristics. The obtained characteristics can be employed to find possible forthcoming large earthquakes.

Conclusion 2: The spatial analyses show that significant increase anomalies of the GIM TEC frequently appear specifically over the epicenter on day 4 and 2 before the 5 August 2018 M7.0 Lombok Earthquake, which is a local effect. The spatial analyses further show that magnetic storms result in abnormal signals in GIM TEC appearing worldwide, which is a global effect.

Conclusion 3: The poleward motion of EIA (equatorial ionization anomaly) crests in GIM TEC indicate that the ionospheric eastward electric fields enhance during the SIP days and the storm days. CSES ion velocities can be used to derive the ionospheric electric fields during the PEIA and the magnetic storm periods.

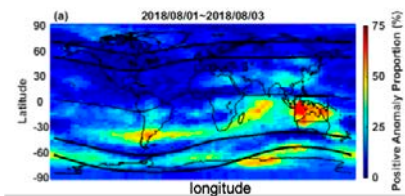


Fig.1 The distribution of positive GIM TEC anomaly occurrences during the SIP period of 1-3 August 2018.

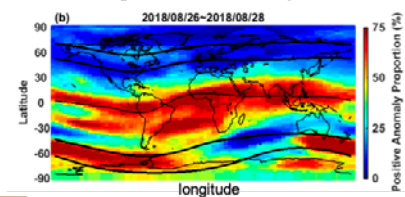


Fig.2 The distribution of positive GIM TEC anomaly occurrences during the storm days of 26–28 August 2018.

3
**Effect/
Outcome**

The result of this study can be applied to find characteristics associated with various environmental events, as well as detect signatures related to various events.

The developed method is applied to detect signals and to find features/characteristics associated with studied events. Vector parameters can be used to find casual mechanisms associated with the observed events.

【Joint Research No. CI23-108 】 SP2023-2

Title of Joint Research:

3D effects of surface inhomogeneity on radiance of ground- and satellite-based observations

Name of Principal Investigator:

Masahiro Momoi (GRASP SAS, Lezennes, France)

【Abstract】 (Approximately 100 words)

In the current analysis on satellite- and ground-based instruments, we strongly assume the plane parallel atmosphere to reduce the computational burden. However, the 3D effects on neighbor pixels by aerosol and surface heterogeneities are not revealed. Based on numerical simulation with actual observation dataset obtained from satellite retrievals, this study aim to reveal the 3D effect of surface heterogeneity on reflectance at top-of-atmosphere and radiance at bottom-of-atmosphere, which are observational elements for aerosol/surface properties.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is

The analysis ground- and satellite-based has relied on the homogeneous atmosphere and surface based on 1-dimensional radiative transfer model, although the actual Earth is spatially inhomogeneous in atmosphere and surface.

The objective of this study is

To investigate the impact of heterogeneous surface on the measurements from ground- and satellite-based instruments.

The methodology of this study is

Based on numerical simulation with 3D radiative transfer model MCstar (Okata et al., 2017; Momoi et al., 2022c), which is accelerated by the 3D-IMS method (Momoi et al., 2022ac). This study simulates the reflectance over Chiba University and radiance at Chiba SKYNET site using an actual surface albedo database (0.1 degree x 0.1 degree) obtained from POLDER with GRASP retrieval. Compared with the scenario using averaged surface albedo in the computational domain (200 km x 200 km), we investigate the 3D effect on radiance.

2

Conclusions

First, we investigated the surface heterogeneity with GRASP archive of PARASOL/POLDER observation around Chiba University. Surface albedo around Chiba University has highly contrast of ocean and land especially longer wavelength (i.e., 870 nm) as shown in Fig. 1.

Second, we simulated the radiance distribution of satellite- and ground-based observation geometry. Fig.2 shows the difference of radiance observed with sky-radiometer instrument. This results show that, in the case of homogeneous surface, distribution should be symmetric between right and left, whereas in heterogeneous surface, we observed 2% effects on measurements

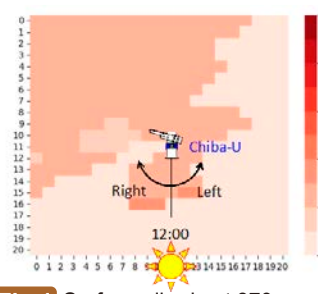


Fig.1 Surface albedo at 870 nm derived from POLDER obs.

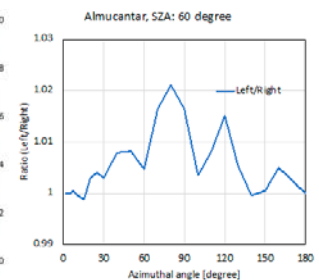


Fig.2 The difference of radiance of ground-based obs. between right/left hand sides

3

Effect/Outcome

We demonstrated the surface heterogeneous effects on measurements over Chiba University with numerical simulation. The dataset generated in this study are going to be used for further investigation of the 3D effects on aerosol and surface products with retrieval.

【Joint Research No. CI23-116】 SP2023-2

Title of Joint Research: A-SKY MAX-DOAS network contribution to GOME-2, OMI, TROPOMI and GEMS NO2 and HCHO validation

Name of Principal Investigator:

Gaia Pinardi (Royal Belgian Institute for Space Aeronomy, BIRA-IASB)

【Abstract】

The proposed research aims at exploiting the ChibaU A-SKY MAX-DOAS data for the validation of satellite GOME-2(A/B/C), OMI, TROPOMI and GEMS NO2 and HCHO L2 and L3 data, as part of the large-scale validation exercises conducted within EUMETSAT AC SAF and ESA ATM-MPC, PEGASOS and CCI+ precursors European projects. It will focus on putting the validation results from the A-SKY network into the global context by using harmonized comparison approaches for all the satellite sensors and all the ground-based reference sites, with the aim to help understanding the causes of the observed biases for each site.

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

The background of this study is the assessment of UV-VIS low-orbit and geostationary satellites NO2 and HCHO products..

The objective of this study is to use the ChibaU A-SKY MAX-DOAS data in conjunction with other datasets to validate GOME-2, OMI, TROPOMI and GEMS NO2 and HCHO L2 data. These data have been integrated into large-scale validation exercises developed in the European context (ESA S5p ATM-MPC and PEGASOS projects, EUMETSAT AC SAF),

The methodology of this study rely on harmonized time and space collocation at all sites, and common comparison methods for different satellites (time-series of absolute and relative differences, scatter plots with robust regression, histogram and box-and-whisker plot of the differences and comparison to the ex-ante provided error estimations).

**2
Conclu-
sions**

Conclusion1: The NO2 and HCHO comparison results strongly depend on the location of the station, GOME-2 and S5p VCD are smaller than GB for polluted sites. For NO2, this is partly due to the impact of local pollution sources, not adequately sampled at the coarse resolution of GOME-2 (mismatch of the horizontal NO2 variability and dilution in 100km wide pixels). For HCHO, over-estimation is found in clean sites. More investigations of the impact of the apriori profiles are needed.

Conclusion2: The GEMS L2 v2.0 have been compared to ground-based MA-DOAS data. GEMS HCHO under-estimates the GB and this under-estimation is coherent with other LEO satellite products (GOME-2 in the morning and OMI and TROPOMI in the early afternoon). GEMS NO2 over-estimates the ground-based, and this is «atypical» (Fig 2) and related to residual problems into the current v2.0 GEMS L2 stratospheric correction.

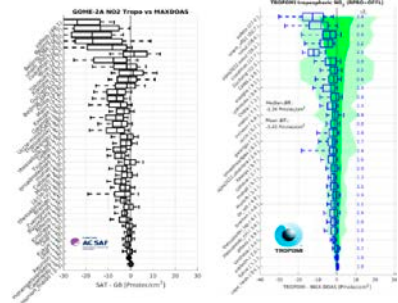


Fig.1 Box-whisker plots of relative differences between SAT and MAXDOAS instruments for NO2 data (GOME-2 on the left, S5p on the right).

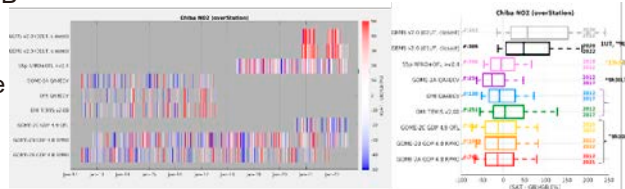


Fig.2 Time-series and box-whisker plots of relative differences between different satellites NO2 products and MAXDOAS data in Chiba.

**3
Effect/
Outcome**

The inclusion of A-Sky Chiba and Kasuga sites in the validation framework was essential for the GEMS validation over Asia and helped in highlighting the large over-estimation of the current NO2 v2.0 L2.

The long-term measurements helped connecting validation results of past, current and new satellite sensors and the extension to other sites of the network would be very beneficial (ie biomass burning regions such as Phimai, ...),

【Joint Research No. CI23-114】 SP2023-2, P2023-1, P2023-3

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

Name of Principal Investigator:

Dimitar Ouzounov (Institute of ECHO, Chapman University)

【Abstract】 (Approximately 100 words)

The complexity of the earthquake generation process puts limitations on scientific knowledge and leads to incomplete insights. However, it is known that several gradually evolving stages take place in time and space during the earthquake generation process. Therefore, applying several direct physical measurements to study the pre-seismic process's physics is reasonable. The most recent developments in pre-earthquakes studies (Ouzounov et al., 2018a, Pulinets and Ouzounov, 2018, Hattori and Han, 2018, Liu et al., 2010,2018) have motivated us to use the latest innovative technologies to collect and analyze multi-sensor geophysical data associated with lithospheric deformation processes.

1
Back-Ground
Objective
Methodology

The background of this study is

• *Studying the Impact of the Geospace Environment on Solar Lithosphere Coupling and Earthquake Activity*

The objective of this study is

• *We analyzed seismic activity for four well-known cases of the appearance of long-lived (several weeks, months, or years) radiation belts (storage rings) newly created by geomagnetic storms.*

The methodology

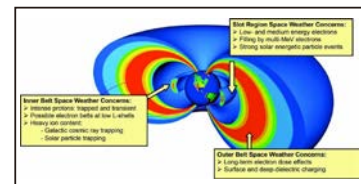
• *analyzing the seismic situation after geomagnetic storms accompanied by the precipitation of relativistic electrons from the outer radiation belt to form an additional radiation belt around lower geomagnetic lines*

2
Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

• *Conclusion 1 Major earthquakes occur near the footprints of geomagnetic lines filled with relativistic electrons precipitating from the outer radiation belt due to geomagnetic storms,*

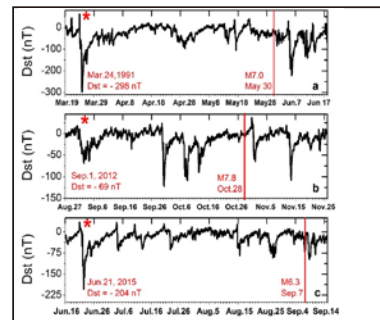
Fig.1



• *Schematic diagram of Earth's radiation belt, reprinted from [Baker et al., 2018]*

• *Conclusion 2 The time delay between geomagnetic storm onset and earthquake occurrence may vary from several weeks to several months*

Fig.2



• *Variations of hourly mean Dst index for 3 92-day periods: (a) 1991, from 19 March, 04:30 UT; (b) 2012, from 27 August, 22:30 UT; and (c) 2015, from 16 June, 18:30 UT.*

• *Conclusion 3 Our results show that due to the impact of the geospace environment on the lithosphere, relatively strong earthquakes may occur (magnitude 7+)*

3
Effect/Outcome

Our results may expand the framework for developing mathematical magnetosphere-ionosphere coupling models

Our results suggest that we could begin retrospective studies of variations in the parameters of the solid Earth in the vicinity of the epicenters of those (targeted) earthquakes that appeared after geomagnetic storms.

【Joint Research No. CI23-103】 SP2023-5

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, USA)

【Abstract】 We continued evaluating the utility of Himawari AHI data for monitoring spatial and interannual variability of vegetation phenology in Northern Japan. In specific, we assessed the feasibility of using AHI land surface temperature (LST) data to detect snow cover and reduce the snow cover contamination in the NDVI time series data. While LST alone has been used to eliminate snow contamination in both the MODIS and VIIRS phenology algorithms, we found that AHI LST alone was not effective in detecting and reducing snow contamination in AHI NDVI data. Cloud cover apparently persisted during the time period where the surface is covered by snow. We plan to fine-tune the threshold of cloud masks and compute NDSI for snow detection.

1
Back-Ground
Objective
Methodology

Autumn phenology provides various ecosystem services, ranging from ecosystem regulation services to cultural services. Satellite remote sensing has been considered one of useful and convenient approaches to detect and monitor autumn phenology. However, satellite-based autumn phenology monitoring has been limited by the temporal resolution of conventional satellite data. In this project, we are evaluating the utility of Himawari-8/-9 AHI hypertemporal data for reducing the uncertainty of satellite-based monitoring of autumn phenology in Japan. In this year, we continued to assess the feasibility of detecting and reducing snow cover by using AHI LST data. We focused our analysis on the northern Japan. We generated AHI NDVI, and AHI LST and cloud masks were generated and supplied by Dr. Yuhei Yamamoto, CEReS.

2
Conclusions

Conclusion 1. We developed a simple time series-based algorithm to remove snow-contaminated pixels from NDVI time series data, which first finds the NDVI value on the last sunny day before snow cover and then use that values as the non-green, no snow background value for phenology characterization (Fig. 1).

Conclusion 2. The last day of daily maximum LST being less than 10 °C was found the most appropriate threshold to detect the start of snow cover season (Fig. 2).

Conclusion 3. LST alone was found not a satisfactory means of detecting and removing snow-contaminated pixels. We plan to investigate NDSI and adjust the thresholding of snow mask products to improve the detection of snow-contaminated pixels in AHI NDVI time series data.

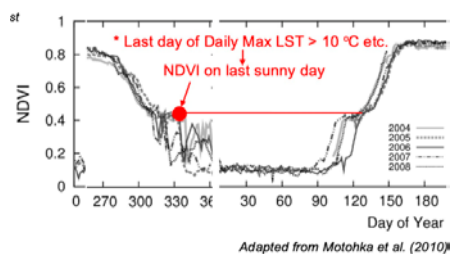


Fig.1 Snow effect correction approach

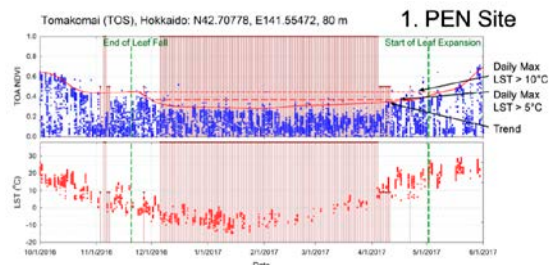


Fig.2 Timing of snow cover and LST changes

3
Effect/Outcome

The simple snow-correction approach is a more logically sound one than the current MODIS and VIIRS phenology algorithm in the northern Japan area.

We wish to increase our knowledge on cloud mask thresholding.

【Joint Research NoCI23-112】 SP2023-5

Title of Joint Research: Surface solar radiation compositions observed from Himawari-8/9 and Fengyun-4 series

Name of Principal Investigator:

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

【Abstract】 (Approximately 100 words)

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, an optimal algorithm was developed to calculate SSRC, including their direct and diffuse components. A near-real-time monitoring system was developed based on this algorithm, with SSRC products generated from Himawari-8/9 and Fengyun-4 series data. Finally, the inversion results are evaluated by using the ground observation data.

1

Back-Ground

The accuracy of surface longwave and shortwave radiation computations is critically dependent on atmospheric factors, particularly cloud properties, aerosols, gases, and ground temperatures, with clouds having the most pronounced influence. The complexity of atmospheric conditions (gases, aerosols, and clouds) makes accurate estimation of SSRC more challenging.

Objective

A new optimization algorithm for SSRC calculation is developed, and a near real-time monitoring system based on the SSRC products generated from Himawari-8/9 and Fengyun 4 series data is established.

Methodology

This study develops an optimal algorithm to calculate SSRC, including their direct and diffuse components. A near-real-time monitoring system was developed based on this algorithm, with SSRC products generated from Himawari-8/9 and Fengyun-4 series data.

2

Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions
Conclusion1

A complex inversion algorithm for SSRC estimation is developed, which can monitor the short-wave radiation, photosynthetically active radiation (PAR), ultraviolet-a (Uva), ultraviolet-b (UVB) and their direct and scattering components in the east Asia-pacific (EAP) region with real-time and high accuracy, its spatial resolution is 0.05°.

Conclusion 2

By multi-scale validation of SSRC products, the results show that they are significantly better than data sets widely used worldwide, such as Ceres, ERA5 and GLASS, in estimating SWR and PAR, the accuracy of UVA and UVB is comparable to Ceres.

Conclusion 3

Investigation of the characteristics of aerosols, clouds and gases and their effects on SSRC before, during and after COVID-19 found that, during this period, there are significant SSRC changes in the east-central China due to the decrease of aerosol and the increase of ozone.

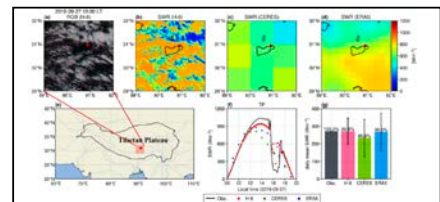


Fig.1 Monitoring of SWR over the target area in the Tibetan Plateau on 27 Sep 2019.

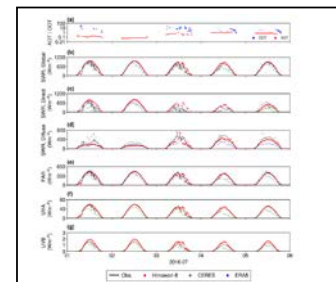


Fig.2 Comparison of diurnal variations in SSRC between CERES (1h), ERA5 (1h), Himawari-8 (10 min), and ground-based measurements (10 min) at the Xianghe site from 1 to 5 Jul 2016.

3

Effect/Outcome

(examples)

The developed algorithms in this study can be used to generate SWR, PAR, UVA, and UVB products. The developed algorithms in this study can be used for quantifying the impact of air pollutants and climate events.

Very fine-grained regional analyses can be performed.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2023

【Joint Research No. CI23-113】SP2023-5

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】 The American GOES-R/ABI geostationary satellite sensor, as well as the Japanese Himawari 8-9/AHI, and the recent launched MTG/FCI by European Space Agency, are able to provide information in several spectral bands (from visible to thermal infrared) every 10 minutes with increased spatial resolution, in comparison with previous generation of geostationary satellite sensors. In this work, we exploit the advantages offered by these satellite data for recognizing and identifying anomalous signal variations related to volcanic eruptions. In particular, we will focus the attention on the eruption of the Home Reef (Tonga) submarine volcano occurred on September 2022.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

Several studies have shown the important role that geostationary satellite sensors can play in the monitoring of active volcanoes. Indeed, the geostationary attitude allows for a quasi-continuous observation of the volcanically active regions on Earth, favoring the rapid detection and the early warning of new phase of thermal unrest, as well as the effective monitoring of short-lived eruptive events.

Purpose of our study is the investigation of the recent and intense volcanic eruption occurred at Home Reef (Tonga) submarine volcanoes on 2022, which produced new island emerged from oceans.

The Robust Satellite Technique (RST; Tramutoli 1998, 2007) have been implemented on time-series of GOES-R/ABI data. RST is an advanced scheme of satellite data analysis which was largely used to detect and monitor volcanic thermal features in different geographic areas.

2

Conclusions

Our finding indicate that RST was capable of promptly detecting the onset of the sub-marine Home Reef (Tonga) eruption by means of GOES-R ABI observations. Porting the RST scheme to GOES-R ABI imagery enabled a prompt detection (about 2h after the official eruption starting, identified only by means of the volcanic gas plume emitted) of the first thermal signs of the Home Reef eruption which took place on 10 September 2022 at 01:39 LT.

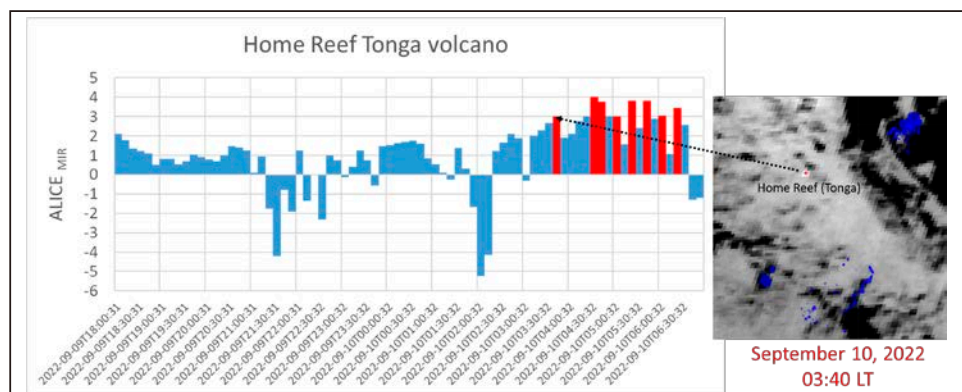


Fig.1 The time series of the ALICE index (Tramutoli 1998) computed over the Home Reef (Tonga) area, in the period 9 Sept 18:00 LT - 10 Sept 2022 at 06:30 LT. A first significant increment of the index was recorded on 10 September at 03:40 LT (see red bars and the MIR image, bright pixels, on the right).

3

Effect/Outcome

The continuous monitoring of the eruptive activities, performed thanks to the high temporal resolution offered by the geostationary satellites, allowed for an effective analysis of the space-time evolution of the thermal anomalies occurring at the time of the main event.

【Joint Research No. CI23-105】 SP2023-6

Title of Joint Research: Evaluation of pests and diseases spread mechanisms in grain-growing areas using flood inundation information

Name of Principal Investigator:

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

【Abstract】

One of the major concerns worldwide is to set up optimal plans and measures for managing water resources and against a decrease in food production caused by climate change and natural disasters. In the first year, we extracted the flooded areas by texture analysis using GLCM using Sentinel-1 in Bojongsoang after the occurrence of floods. The results of the accuracy verification using the validation data generated from the Planet satellite images show that the VH polarization features have the highest overall accuracy of 90.1% and a kappa coefficient of 0.68, indicating that the VH polarization features are the most accurate.

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

In West Java, the target area of this study, flooding occurs frequently during the rainy season from November to April, and in the Citarum River basin outside Bandung, flooding occurs every year due to the overflow of the River. One of the serious problems is that when flooding occurs, pest and disease outbreaks follow and cause more damage to the rice plants.

Having this background, this study has the final goal to monitor the two-dimensional distribution of flooding and pest and disease spreading in the Citarum River basin, a grain-growing region, using spatial information to elucidate the spread mechanism of pest and disease infestation.

In the first year, we extracted the flooded areas by texture analysis using GLCM using Sentinel-1 in Bojongsoang after the occurrence of floods. We verified the accuracy of the extraction by comparing it with the flooded areas visually generated from the Planet satellite images on the same day.

**2
Conclu-
sions**

Conclusion 1

To understand the locations where aquaculture ponds are used in a field during the rainy season, which is a characteristic land use in the target area, linear discriminant analysis was conducted using VV and VH polarization images of Sentinel-1 to obtain the discrimination accuracy between aquaculture ponds and paddy fields. As a result, a high discrimination accuracy of 95.1% for VH polarization, 93.9% for VV polarization, and 92.6% for dual polarization was obtained for each field. The highest accuracy was obtained for VH polarization.

Conclusion 2

Texture analysis using GLCM features was conducted to extract flooded areas in rice paddies flooded by flooding in Bojongsoang. The GLCM features were computed for both VV and VH polarizations, and the extraction results for both polarizations were compared. The results of the accuracy verification using the validation data generated from the Planet satellite images show that the VH polarization features have the highest overall accuracy of 90.1% and a kappa coefficient of 0.68, indicating that the VH polarization features are the most accurate.

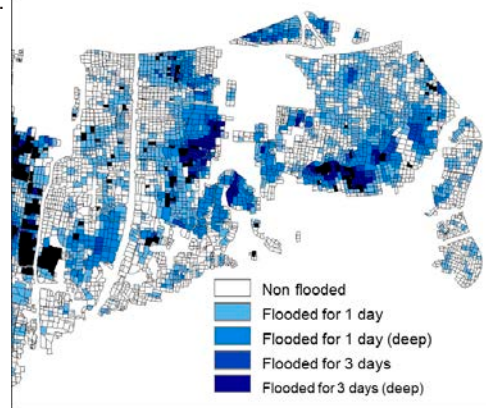


Fig.1 Results for extraction of flooded paddy fields

**3
Effect/
Outcome**

By incorporating the inundation simulation model and pest damage information into the results of this analysis, it will be possible to reproduce the advection and spread of pest damage in the future.

In addition to monitoring the occurrence of floods, simulation analysis using meteorological data and DEM data can be used as a time-series complement to spatial information, and future predictions of flood and disease outbreaks can be made by inputting expected future meteorological data.

【Joint Research No. CI23-106】 SP2023-6

Title of Joint Research: Detection of Rice Paddy Affected by Disease using Drone with Thermal Sensor

Name of Principal Investigator:

Lilik B Prasetyo (Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, IPB University)

【Abstract】 (Approximately 100 words)

Rice, a global staple, faces yield threats from diseases. We examine Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) efficacy in gathering thermal data from rice fields, using machine learning (Random Forest/RF and Neural Network/NN) to differentiate damage levels due to Bacterial Leaf Blight (BLB) disease. Temperature and Temperature Vegetation Dryness Index (TVDI) serve as predictors, with TVDI improving accuracy. Evaluated via 20-fold cross-validation, RF achieved 0.885 accuracy, and NN reached 0.745 when combining temperature and TVDI. Results highlight the potential of UAV-based thermal data and machine learning for disease monitoring in rice fields, aiding in yield protection.

1
Back-Ground
Objective
Methodology

The proliferation of diseases in rice paddies poses a significant threat to crop productivity and quality. Bacterial Leaf Blight (BLB), caused by *Xanthomonas oryzae*, is a major concern in this regard. Early detection of this disease is crucial for effective management and the prevention of substantial yield losses. UAVs equipped with thermal sensors have revolutionized agricultural monitoring.

The objective of this study is to evaluate the effectiveness of thermal data captured by UAVs in classifying the damage level of BLB disease.

Temperature data collected by the thermal sensor, along with the TVDI, were utilized as predictors for two machine learning models. The performance of each predictor and model was then assessed using several classification accuracy metrics.

2
Conclusions

We found that incorporating TVDI as a predictor, in addition to traditional temperature data, has significantly improved the performance of the model in classifying BLB disease damage levels. Omitting this predictor could potentially result in a much greater reduction in accuracy compared to using traditional temperature data alone (Fig. 1). However, TVDI alone may not suffice as a predictor, as it yielded lower classification accuracy.

Thermal-derived data could potentially serve as predictors in classifying BLB disease damage levels using UAV-based remote sensing data.

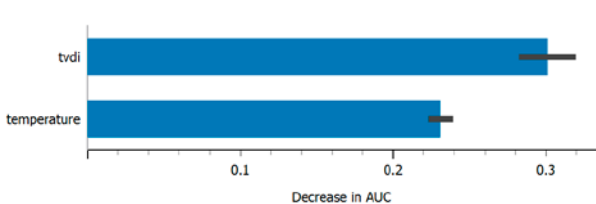


Fig.1 Permutation feature importance of two thermal derived predictors. TVDI, in this case, considered more important due to the higher decrease in AUC

		Predicted				Σ
		Lv1	Lv3	Lv5	Lv7	
Actual	Lv1	42	5	0	0	47
	Lv3	2	35	10	4	51
	Lv5	4	8	31	9	52
	Lv7	8	0	1	41	50
Σ		56	48	42	54	200

(a)

		Predicted				Σ
		Lv1	Lv3	Lv5	Lv7	
Actual	Lv1	44	3	0	0	47
	Lv3	0	45	6	0	51
	Lv5	2	6	41	3	52
	Lv7	0	0	3	47	50
Σ		46	54	50	50	200

(b)

Fig.2 Confusion matrix of classification using (a) NN, and (b) RF

3
Effect/Outcome

The findings and methodology offer several potential real-world applications, such as precision agriculture, early disease detection, yield optimization, and crop insurance and risk management.

Overall, the integration of UAV-based thermal data collection and machine learning techniques for disease monitoring in rice fields demonstrates promising potential for improving agricultural practices, enhancing crop yield protection, and contributing to global food security efforts.

[3] 研究成果の公表

3.1. 研究論文など

【審査論文】

(市井和仁・山本雄平研究室/Ruci Wang)

1. Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Youngryel Ryu, Minseok Kang, Shohei Murayama, Su-Jin Kim, and Jamie R Cleverly (2023.6): Detection of vegetation drying signals using diurnal variation of land surface temperature: Application to the 2018 East Asia heatwave, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 291, 113572, 10.1016/j.rse.2023.113572
2. Yuji Murayama, Ruci Wang (2023.9): Editorial: Special Issue on Geographical Analysis and Modeling of Urban Heat Island Formation, *Remote Sensing*, 154474, 10.3390/rs15184474

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo Laboratory)

1. Pakhrur Razi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ming Yam Chua, Ganefri, Daniele Perissin, Takeo Tadono (2023.4): Monitoring of tectonic deformation in the seismic gap of the Mentawai Islands using ALOS-1 and ALOS-2, *Remote Sensing Applications-Society and Environment*, Vol.30, 10.1016/j.rsase.2023.100973
2. Muhammad Arif Munandar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Mohammad Pramono Hadi, Atsushi Higuchi, Muh Aris Marfai, and Romi Mohammad (2023.6): Analysis of aviation turbulence distribution using ADS-B and spatial temperature difference of Himawari-8 images on Java Island, Indonesia, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 20, pp. 1-5, 10.1109/LGRS.2023.3279848
3. Husnul Kausarian, Lady Redyafry, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Adi Suryadi, Muhammad Zainuddin Lubis (2023.6): Structural Analysis of the Central Sumatra Basin Using Geological Mapping and Landsat 8 Oli/Tirs C2 L1 Data, *Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences and Green Asia Strategy*, Vol. 10, No.2, pp.792-804, 10.5109/6792830
4. Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Ayaka Takahashi, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edy Santosa, Steven Gao, and Koichi Ito (2023.8): Circularly Polarized Lunar Regolith Simulant Antenna for Future Communication and Remote Sensing in Lunar Environment, *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters (AWPL)*, Vol.22, No.12, pp.2988-2992, 10.1109/LAWP.2023.3307585
5. Xuekang Liu, Benito Sanz Izquierdo, Haiwei Zhang, Steven Gao, Wei Hu, Sue Xia Yang, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2023.9): Differentially Fed Dual-Band Base Station Antenna with Multimode Resonance and High Selectivity for 5G Applications, *IEEE Transactions on Antenna and Propagation*, Accepted, 10.1109/TAP.2023.3322198
6. Xuekang Liu, Benito Sanz-Izquierdo, Steven Gao, Haiwei Zhang, Wei Hu, Xue-Xia Yang, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2023.11): Wideband Dual-Polarized Antenna with High Selectivity for 5G Sub-6GHz Base Station Applications, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Accepted, 10.1109/TAP.2023.3329700
7. Satriya Utama, Muhammad Riza Fakhlevi, Ega Asti Anggari, Rise Hapshary Surayuda, Patria Rachman Hakim, A. Hadi Syafrudin, Wahyudi Hasbi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2023.12): Earth Magnetic Field Observation using LAPAN-A3 Small Satellite, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (GRSL)*, Vol.21, 10.1109/LGRS.2023.3340410

(入江仁士研究室)

1. Chan, K. L., P. Valks, K.-P. Heue, R. Lutz, P. Hedelt, D. Loyola, G. Pinardi, M. Van Roozendaal, F. Hendrick, T. Wagner, V. Kumar, A. Bais, A. PETERS, H. Irie, H. Takashima, Y. Kanaya, Y. Choi, K. Park, J. Chong, A. Cede, U. Frieß, A. Richter, J. Ma, N. Benavent, R. Holla, O. Postylyakov, C. R. Cárdenas, and M. Wenig (2023.4): Global Ozone Monitoring Experiment-2 (GOME-2) daily and monthly level-3 products of atmospheric trace gas columns, *Earth System Science Data*, 15 (4), 10.5194/essd-15-1831-2023
2. Kadir, E. A., H. T. Kung, A. A. AlMansour, H. Irie, S. L. Rosa, and S. S. M. Fauzi (2023.7): Wildfire hotspots forecasting and mapping for environmental monitoring based on the long

short-term memory networks deep learning algorithm, *Environments*, 10 (7), 124, 10.3390/environments10070124

3. Kobayashi, H., H. Irie, M. Momoi, T. Ohno, H. Yamamoto, P. Khatri, I. Sano, H. Okumura, and H. Kobayashi (2023.9): Development and classification of Japanese-region-specific aerosol models based on 10-year sky radiometer observations, *SOLA*, 19, 210-216, 10.2151/sola.2023-027
4. Chatani, S., K. Kitayama, S. Itahashi, H. Irie, and H. Shimadera (2023.10): Effectiveness of emission controls implemented since 2000 on ambient ozone concentrations in multiple timescales in Japan: An emission inventory development and simulation study, *Science of the Total Environment*, 165058, 10.1016/j.scitotenv.2023.165058
5. 茶谷 聡、嶋寺 光、入江仁士、板橋秀一 (2023.11) : 長期排出インベントリ・大気質シミュレーション・大気観測データに基づくオゾン濃度低減対策効果の評価、*大気環境学会誌*、in press
6. Anggraini, T. S., H. Irie, A. D. Sakti, and K. Wikantika, (2023.11): Machine learning-based global air quality index development using remote sensing and ground-based stations, *Environmental Advances*, Available online, 10.1016/j.envadv.2023.100456

(小槻峻司・岡崎淳史研究室／塩尻大也、武藤裕花、Gaurav Tiwari)

1. Ouyang, M., Tokuda, K., and Kotsuki, S. (2023.6): Reducing manipulations in a control simulation experiment based on instability vectors with the Lorenz-63 model, *Nonlinear Processes in Geophysics*, vol.30 pp. 183-193, 10.5194/npg-30-183-2023
2. Muto, Y., K. Kanemaru, and S. Kotsuki (2023.8): Correcting GSMaP through histogram matching against satellite-borne radar-based precipitation, *SOLA*, vol.19, pp 217-224, 10.2151/sola.2023-028
3. Oishi, K., and Kotsuki, S. (2023.8): Applying the Sinkhorn Algorithm for Resampling of Local Particle Filter, *SOLA*, vol.19, pp. 185-193, 10.2151/sola.2023-024
4. Kurosawa, K., Kotsuki, S., and Miyoshi, T. (2023.10): Comparative study of strongly and weakly coupled data assimilation with a global land-atmosphere coupled model, *Nonlinear Processes in Geophysics*, vol.30, pp. 457-479, 10.5194/npg-30-457-2023
5. 白石健太、武藤裕花、小槻峻司 (2023.11) : 深層学習に基づく超解像技術を用いた降水量データの高分解像度化に関する研究、*AI・データサイエンス論文集*、2023年4巻3号 p.515-521, 10.11532/jsceiii.4.3_515
6. 島袋隆也、塩尻大也、小槻峻司 (2023.11) : 深層学習モデルを用いた浸水深の時空間分布予測のエミュレーション、*AI・データサイエンス論文集*、2023年4巻3号 p.553-560, 10.11532/jsceiii.4.3_553
7. 佐々木景悟、武藤裕花、塩尻大也、小槻峻司 (2023.11) : ベイズ最適化を用いた降雨流出氾濫モデルの計算効率性の高いパラメータ最適化に関する研究、*AI・データサイエンス論文集*、2023年4巻3号 p.602-610, 10.11532/jsceiii.4.3_602
8. 関 令法、塩尻大也、小槻峻司 (2023.11) : 日本の降水量の次元圧縮を対象とした特異値分解と非負値行列因子展開の比較、*AI・データサイエンス論文集*、2023年4巻3号 p.772-778, 10.11532/jsceiii.4.3_772
9. 武藤裕花、塩尻大也、小槻峻司 (2024.3) : 局所アンサンブルデータ同化を用いた地上雨量観測からの全球降水分布の推定、*土木学会論文集 (水工学)*、80巻16号 論文ID: 23-16197, 10.2208/jscej.23-16197
10. Hu, J., Kotsuki, S., Igarashi, Y., Yang, Z., Talerko, M., Tischenko, O., Protsak, V. and Kirieiev, S. (2024.3): A tuning-free moderate scale burned area detection algorithm — a case study in Chernobyl contaminated region. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.45, Issue 7, p.2444-2461, 10.1080/01431161.2024.2331976
11. Sourabh Garg, Gaurav Tiwari and Sarita Azad (2023.11): Evaluation of the WRF model for a heavy rainfall event over the complex mountainous topography of Mand, India, *Natural Hazards*, 120:2661-2681, 10.1007/s11069-023-06299-x

(本郷千春研究室／久世宏明名誉教授)

1. Arif K. Wijayanto, Ahmad Junaedi, Azwar A. Sujaswara, Miftakhul B. R. Khamid, Lilik B. Prasetyo, Chiharu Hongo, and Hiroaki Kuze (2023.11): Machine Learning for Precise Rice Variety Classification in Tropical Environments using UAV-Based Multispectral Sensing, *AgriEngineering*, 5(4), 10.3390/agriengineering5040123

(齋藤尚子研究室／Belikov Dmitry)

1. Ryoichi Imasu, Tsuneo Matsunaga, Masakatsu Nakajima, Yukio Yoshida, Kei Shiomi, Isamu Morino, Naoko Saitoh, Yosuke Niwa, Yu Someya, Yu Oishi, Makiko Hashimoto, Hibiki Noda, Kouki Hikosaka, Osamu Uchino, Shamil Maksyutov, Hiroshi Takagi, Haruma Ishida, Takashi Y. Nakajima, Teruyuki Nakajima and Chong Shi (2023.7): Greenhouse gases Observing SATellite 2 (GOSAT-2): mission overview, *Progress in Earth and Planetary Science*, 10(1): 33, 10.1186/s40645-023-00562-2
2. Bakhriddin E. Nishonov, Bakhtiyar M. Kholmatjanov, Lev D. Labzovskii, Natella Rakhmatova, Lyudmila Shardakova, Erkin I. Abdulakhatov, Darkhon U. Yarashev, Kristina N. Toderich, Temur Khujanazarov, and Dmitry A. Belikov (2023.11): Study of the Strongest Dust Storm Occurred in Uzbekistan in November 2021, *Scientific Reports*, 13, 1, 20042, 10.1038/s41598-023-42256-1

(楊偉研究室)

1. Chunyang Wang, Kui Yang, Wei Yang*, Haiyang Qiang, Huiyuan Xue, Bibo Lu, Peng Zhou (2023.5): R-MFNet: Analysis of Urban Carbon Stock Change against the Background of Land-Use Change Based on a Residual Multi-Module Fusion Network, *Remote Sensing*, 15, 2823, 10.3390/rs15112823
2. Kobayashi H., Y. Kim, T. Nakai, H. Ikawa, N. Shin, K. Noguchi, W. Yang, A. Hama, S. Matsumura, K. Ikeda and R. Suzuki (2023.10): Ecosystem aboveground structures of an open-canopy black spruce forest in interior Alaska for ecosystem modeling, *Polar Data Journal*, 7, 72-88, 10.20575/00000050
3. Chunyang Wang, Xian Zhang, Wei Yang*, Gaige Wang, Zongze Zhao, Xuan Liu, Bibo Lu (2023.11): Landsat-8 to Sentinel-2 Satellite Imagery Super-Resolution-Based Multiscale Dilated Transformer Generative Adversarial Networks, *Remote Sensing*, 15(22), 5272, 10.3390/rs15225272

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo・樋口篤志)

1. Muhammad Arif Munandar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Mohammad Pramono Hadi, Atsushi Higuchi, Muh Aris Marfai, and Mohamad Romy (2023.5): Analysis of Aviation Turbulence Distribution using ADS-B and Spatial Temperature Difference of Himawari-8 Images on Java Island, Indonesia, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (GRSL)*, Vol.20, 10.1109/LGRS.2023.3279848

(楊偉・本多嘉明)

1. Toshiyuki Kobayashi, Hideki Kobayashi, Wei Yang, Hiroshi Murakami, Yoshiaki Honda, Kenlo Nishida Nasahara (2023.8): The development of a global LAI and FAPAR product using GCOM-C/SGLI data, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 202, 479-498, 10.1016/j.isprsjprs.2023.07.003

(入江仁士・椎名達雄 (工学研究院))

1. Lagrosas, N., K. Okubo, H. Irie, Y. Matsumi, T. Nakayama, Y. Sugita, T. Okada, and T. Shiina (2023.12): Continuous observations from horizontally pointing lidar, weather parameters and PM2.5: a pre-deployment assessment for monitoring radioactive dust in Fukushima, Japan, *Atmos. Meas. Tech.*, 16, 5937-5951, 10.5194/amt-16-5937-2023

(服部克巳 (理学研究院))

1. Jann-Yenq Liu, Tzu-Hsun Kao, Tien-Chi Liu, Bor-Shouh Huang, Po-Han Lee, Yang-Yi Sun, Chieh-Hung Chen, Katsumi Hattori, Po-Han Liao, I-Te Lee, Ching-Lun Su, Chuen-Teyr Terng, and Treng-Shi Huang (2023.10): Magnetic field signatures of tropospheric and thermospheric Lamb modes triggered by the 15 January 2022 Tonga volcanic eruption, *Geophysical Research Letters*, 50, e2023GL105393, 10.1029/2023GL105393
2. 太田悠一郎、三浦健伸、吉野千恵、服部克巳、and 今住則之 (2024.1): 容量性円形平板アンテナによる地震関連LF帯電磁放射の波形観測システムの開発、*Journal of Atmospheric Electricity*, 2023年42巻2号 p.19-24, 10.1541/jae.42.19
3. Xiaocan Liu, Peng Han, Katsumi Hattori, Huaran Chen, Junjie Chen, Liguojiao Jiao, Jiayao Tu, Yu Lei, and Junhao Zhao (2024.1): Seasonal Variations of Sq Current System in Different Longitudinal Sectors

and Solar Activities, J. Geophys. Res. Space Physics, Vol.129, Issue1, 10.1029/2023JA031956

4. Jann-Yenq Liu, Xuhui Shen, Fu-Yuan Chang, Yuh-Ing Chen, Yang-Yi Sun, Chieh-Hung Chen, Sergey Pulnits, Katsumi Hattori, Dimitar Ouzounov, Valerio Tramutoli, Michel Parrot, Wei-Sheng Chen, Cheng-Yan Liu, Fei Zhang, Dapeng Liu, Xue-Min Zhang, Rui Yan, ang Qiao Wang (2024.1): Spatial analyses on pre-earthquake ionospheric anomalies and magnetic storms observed by China seismo-electromagnetic satellite in August 2018, Geoscience Letters, 11, no. 4 (2024), 10.1186/s40562-024-00320-2

(椎名達雄 (工学研究院))

1. Vanchinkhuu Jigmeddorj, Erdenetogtokh Jamsranjav, Duurenbuyan Baatar, Yasuhito Kinjo, Atsushi Ito, Tatsuo Shiina (2023.9): Improvement of imaging and image correction methods for the soft X-ray projection microscopy, Journal of X-Ray Science and Technology, vol.31, no.5, pp.951-964, 10.3233/XST-230056

(劉ウエン (工学研究院))

1. B. Adriano, H. Miura, W. Liu, M. Matsuoka, E. Portuguese, M. Diaz, and M. Estrada (2023.6): Revising the 2007 Peru Earthquake Damage Monitoring Using Machine Learning Models and Satellite Imagery, Journal of Disaster Research, 2023年18巻4号 p.379-387, 10.20965/jdr.2023.p0379
2. 籠嶋彩音、劉ウエン、丸山喜久、堀江 啓 (2023.9): 航空レーザ測量データの深層学習に基づく地震被害建物の検出、土木学会論文集 (地震工学)、2023年79巻13号 論文ID: 22-13020, 10.2208/jscej.22-13020

【総説・解説・著書等】

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

1. Airborne Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ming Yam Chua, Cahya Edi Santosa, Yuta Izumi (CRC Press (Taylor and Francis)、2023年4月出版、ISBN 9781032250038) 【著書(共著)】

(入江仁士)

1. 気象研究ノート「再生可能エネルギーの気象学」：入江仁士、小林隆久、大竹秀明 (公益社団法人日本気象学会、2023年4月出版) 【著書(共著)】 (令和4年度年報2023年出版として掲載済)

(樋口篤志)

1. 巻頭言 水文科学から水文学へ：日本水文科学会の将来を検討する：樋口篤志 (日本水文科学会誌、53巻 p.1-3、2023年2月出版、10.4145/jahs.53.1) 【解説】 (令和4年度年報掲載漏れ分)
2. 9.5.1 リモートセンシング：樋口篤志 (照明学会誌、107巻5号 p.247-248、2023年9月出版) 【解説】

(本郷千春)

1. 世界の農業は今 宇宙からアジアの農地を見つめる—インドネシアにおけるリモートセンシングを活用した水稲の損害評価—：本郷千春 (農業 (Journal of the Agricultural Society of Japan)、1707号、p.42-48、2023年9月出版、ISSN：0288-0105) 【著書】

(鷹野敏明 GF)

1. 大気に漂う昆虫たち—ミリ波レーダーを用いた解析：鷹野敏明 (昆虫と自然 2023年4月臨時増刊号 特集・昆虫愛好のマナー、ニューサイエンス社、58巻5号 pp.24-28、2023年4月) 【解説】

3.2. 学会・研究会での発表

【国際／国内会議】

(市井和仁・山本雄平研究室)

1. Geometric registration of Himawari/AHI and Fengyun-4/AGRI ; 松岡真如、吉岡博貴、市井和仁 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21日 (口頭発表) 【国際】

2. Observation of Maritime Water Vapor by Shipboard Microwave Radiometer ; 吉田 聡、小松幸生、立花義裕、藤田実季子、山本雄平、川合義美、勝俣昌己、植原量行、箕輪昌裕、高島裕弥 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21日 (口頭発表) 【国際】
3. Utilizing Himawari-8 Land Surface Temperatures to Detect Vegetation Drying ; 山本雄平、市井和仁、Youngryel Ryu、Minseok Kang、村山昌平、Su-Jin Kim : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月24日 (口頭発表) 【国際】
4. Evaluation of Himawari-8/AHI surface reflectance using LEO sensors with off-nadir observation mode for terrestrial monitoring applications ; 張 北辰、市井和仁、李 偉、山本雄平、楊 偉、Sharma Ram、吉岡博貴、松岡真如、Miura Tomoak : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月24日 (口頭発表) 【国際】
5. Himawari8/AHI land surface reflectance estimation and preliminary evaluation ; 李 偉、市井和仁、張北辰、山本雄平、楊 偉、Sharma Ram、吉岡博貴、松岡真如、Miura Tomoak : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月24日 (口頭発表) 【国際】
6. Retrievals of LAI and FPAR from Himawari-8/9 Observations at Diurnal and Sub-diurnal timescales and Operational Mapping in Asia-Pacific Region; Ram C Sharma, Tatsuki Hashimoto, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Wei Li, Beichen Zhang, Kazuhito Ichii : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月24日 (口頭発表) 【国際】
7. 全球土地被覆融合によるシベリア全域の新たな土地被覆プロダクトの生成 ; Beak Munseon、市井和仁、張北辰、王 汝慈、山本雄平 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月24日 (口頭発表) 【国際】
8. Detecting Snow Contaminations in Advanced Himawari Imager NDVI Time Series Data for Improved Autumn Phenology Characterization; Tomoaki Miura, Nagai Shin, Yuhei Yamamoto, Narumasa Tsutsumida, Kazuhito Ichii: JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月24日 (口頭発表) 【国際】
9. How does hyper-temporal observation of terrestrial surface by geostationary satellites improve understanding of terrestrial ecosystems? ; 市井和仁、山本雄平 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月25日 (ポスター発表) 【国際】
10. Impact of anomalous high temperature in the 2020 spring-summer season on the terrestrial carbon cycle in Russia ; 田口琢斗、市井和仁、山本雄平、Belikov Dmitry、Patra Prabir、Naveen Chandra、小槻峻司、鈴木和良、檜山哲哉 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月25日 (口頭発表) 【国際】
11. Effects of soil properties in estimating soil respiration and methane absorption ; 山貫緋称、市井和仁、山本雄平、寺本宗正、孫 力飛、小嵐 淳、安藤麻里子、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、高橋善幸、梁 乃申 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月25日 (口頭発表) 【国際】
12. Estimation of diurnal variation in terrestrial gross primary productivity across semi-arid ecosystems using Himawari-8 ; 住井章吾、市井和仁、山本雄平 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月25日 (ポスター発表) 【国際】
13. Estimation of Surface Reflectance of Fengyun-4A/AGRI for Terrestrial Monitoring ; 温 月如、市井和仁、山本雄平、楊 偉、李 偉、張 北辰 : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月25日 (ポスター発表) 【国際】
14. Assessment of a process-based terrestrial carbon cycle model, VISIT, using multiple data-driven estimations ; 王 汝慈、市井和仁、Patra Prabir、Naveen Chandra : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月26日 (ポスター発表) 【国際】
15. Analyzing changes in terrestrial carbon cycle using a terrestrial carbon cycle model, VISIT and an inversion based estimation ; 市井和仁、栗原 茜、王 汝慈、Naveen Chandra、Patra Prabir : JpGU Meeting 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月26日 (ポスター発表) 【国際】
16. Earth Observation in the Big-Data era: toward palm oil paradox; Kazuhito Ichii: Sustainability Research Innovation (SRI) 2023、Online、2023年7月12日 (口頭発表) 【国際】
17. Hyper-temporal terrestrial vegetation monitoring by geostationary satellites: A new research opportunity; Kazuhito Ichii: FLUXNET 2023 Meeting, Mendal University in Brno、2023年7月13日 (口頭発表) 【国際】

18. Monitoring terrestrial carbon cycle across Asia in the era of earth observation big data; Kazuhito Ichii: Global ERCaN 2023 Open Science Conference, 中国科学院 (北京)、2023年10月13日 (招待講演)【国際】
19. 気象衛星ひまわりを用いた陸面モニタリングへの応用; 市井和仁、山本雄平、楊 偉、Ram C. Sharma、張 北辰、李 偉、住井章吾、吉岡博貴、小畑建太、松岡真如、山本浩万、Tomoaki Miura: 日本気象学会 2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月25日 (口頭発表)【国内】
20. ひまわり8・9号データによる海上可降水量の高頻度推定; 山本雄平、吉田 聡、荒木健太郎、植原量行、柏野祐二、勝俣昌己、川合義美、小松幸生、高島祐弥、立花義裕、藤田実季子、箕輪昌裕: 日本気象学会 2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月25日 (ポスター発表)【国内】
21. Advanced terrestrial vegetation monitoring using hyper-temporal observation by Himawari-8/9 AHI; Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Ram C. Sharma, Beichen Zhang, Wei Li: 13th Asia-Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, Comondore Hotel Pusan, 2023年11月9日 (口頭発表)【国際】
22. Application of AsiaFlux network data toward upscaling and modeling; 市井和仁: iLEAPS-Japan 研究集会2023、北海道大学、2023年11月21日 (口頭発表)【国内】
23. High temporal retrieval of leaf area index from Himawari-8 data; 橋本達希、市井和仁、山本雄平、楊 偉、張 北辰、李 偉、Ram C. Sharma: iLEAPS-Japan 研究集会2023、北海道大学、2023年11月21日 (口頭発表)【国内】
24. Early detection of vegetation growth stress using Himawari-8 geostationary satellite; 柴山怜雄、市井和仁、山本雄平: iLEAPS-Japan 研究集会2023、北海道大学、2023年11月21日 (口頭発表)【国内】
25. 生物多様性と気候変動に関するIPBES-IPCC合同ワークショップ報告書の概要; 市井和仁: Future Earth Japanサミット 分科会 気候変動と生物多様性、オンライン、2023年11月21日 (口頭発表)【国内】
26. Elucidation of soil CO₂/CH₄ budget by integrated analysis of soil observation data; Hina Yamanuki, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Munemasa Teramoto, Sun Lifei, Jun Koarashi, Mariko Atarashi-Andoh, Hirohiko Nagano, Takashi Hirano, Kentaro Takagi, Sachinobu Ishida, Masahiro Takagi, Toshiaki Kondo, Yoshiyuki Takahashi, Naishen Liang: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月29日 (口頭発表)【国際】
27. A Hyper-temporal Surface Reflectance Dataset from Himawari-8 AHI for Enhanced Vegetation Monitoring; Wei Li, Kazuhito Ichii, Beichen Zhang, Yuhei Yamamoto: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月29日 (ポスター発表)【国際】
28. Estimation of leaf area index by Himawari-8 AHI; Riku Fukuta, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Ram C. Sharma, Wei Li, Beichen Zhang, Wei Yang: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月29日 (ポスター発表)【国際】
29. Monitoring seasonal variations in vegetation activity over tropical asia using Himawari-8 AHI; Misaki Hase, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Tomo'omi Kumagai, Yoshiaki Hata, Chandra Shekhar Deshmukh, Masahito Ueyama: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月29日 (ポスター発表)【国際】
30. Drivers of diurnal variations in gross primary production in East Asia using geostationary satellite data; Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Yang Wei, Youngryel Ryu, Minseok Kang, Shohei Murayama, Su-Jin Kim, Hideaki Takenaka, and Atsushi Higuchi: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月30日 (口頭発表)【国際】
31. Application of new generation geostationary satellites to help our understandings of terrestrial ecosystems in Asia; Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Ran C, Sharna: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月30日 (口頭発表)【国際】
32. Quasi-Hourly Land Surface Temperature Observations over the Pan-arctic Regions using a Unique Dawn-Dusk Orbit Satellite; Zhiyan Liu, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Ruci Wang, Masahito Ueyama, Hideki Kobayashi: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月30日 (口頭発表)【国際】
33. Generating Hourly Continuous Evapotranspiration Using Himawari-8 Geostationary Satellite Data; Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Minseok Kang, Youngryel Ryu, Su-jin Kim, Shohei Murayama: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Shinhwa World, 2023年11月30日 (口頭発表)【国際】
34. Monitoring Seasonal Variations in Terrestrial Gross Primary Productivity Across Southeast Asia using Himawari-8 Geostationary Satellite Data; Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Ran

- C, Sharna, Tomoaki Miura: AGU Fall Meeting 2023, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月12日 (口頭発表)【国際】
35. Detection of Vegetation Drying Signals in East Asia Using High-Frequency Land Surface Temperature Data from Himawari Geostationary satellite; Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Youngryel Ryu, Minseok Kang, Shohei Murayama, Su-Jin Kim, and Jamie R Cleverly: AGU Fall Meeting 2023, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月13日 (ポスター発表)【国際】
 36. Snow detection in Himawari-8 Advanced Himawari Imager NDVI for improved autumn phenology monitoring; Tomoaki Miura, Nagai Shin, Yuhei Yamamoto, Narumasa Tsutsumida, Kazuhito Ichii: AGU Fall Meeting 2023, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月13日 (ポスター発表)【国際】
 37. Estimating LAI/FPAR using hyper-temporal observations by Himawari-8 AHI; Ram C Sharma, Tatsuki Hashimoto, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Wei Li, Beichen Zhang, Kazuhito Ichii: AGU Fall Meeting 2023, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月15日 (ポスター発表)【国際】
 38. Improving land surface reflectance evaluation through BRDF information retrieval from Himawari-8/AHI; Wei Li, Kazuhito Ichii, Beichen Zhang, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Ram C Sharma, Hiroki Yoshioka, Masayuki Matsuoka, Tomoaki Miura: AGU Fall Meeting 2023, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月15日 (ポスター発表)【国際】
 39. Evaluation of Himawari-8/AHI Land Surface Reflectance at Mid-latitudes using LEO Sensor with Off-nadir Cameras; Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Wei Li, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Ram C Sharma, Hiroki Yoshioka, Masayuki Matsuoka, Tomoaki Miura: AGU Fall Meeting 2023, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月15日 (ポスター発表)【国際】

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo Laboratory)

1. Low Sidelobe Noise-LFM Radar Waveform Design; Kedi Chen, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Yufan Cai: Japan Society for Photogrammetry and Remote Sensing、東京大学、2023年5月19日 (口頭発表)【国内】
2. Research on the Development Process of SAR Image Processing using HLS on FPGA; Ciwang Luongsang and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Japan Society for Photogrammetry and Remote Sensing、東京大学、2023年5月19日 (口頭発表)【国内】
3. PolSAR Despeckling Neural Network Based on Local Texture Filters; Yufan Cai and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2023)、米国・パサデナ、2023年7月16–21日 (口頭発表)【国際】
4. Inverse SAR Imaging of Scale Model for Performance Assessment in Archaeological Manmade Structure Detection using Polarimetric SAR; Muhammad Hamka Ibrahim, Subuh Pramono, Jing-Yuan Wang, Hisato Kashihara, Gregorius Haryuatmanto, Yuta Izumi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2024)、米国・パサデナ、2023年7月16–22日 (口頭発表)【国際】
5. PanopticBlue: Transformer-based Camera Sky-Cloud-Weather Recognition and Classification; Hidetomo Sakaino, Natnapat Gaviphatt, Alivanh Insiengmay, Louie Zamora, Dwi Fetiria Ningrum, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2025)、米国・パサデナ、2023年7月16–23日 (口頭発表)【国際】
6. A Universal Method of Dataset Building for SAR Image Land-use Land-cover Classification and the Evaluation; Jing-Yuan Wang and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: 電子情報通信学会 SANE 研究会、北海道大学、2023年7月12日 (口頭発表)【国内】
7. Circularly Polarized Regolith Antenna for Future Lunar Communication; Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Ayaka Takahashi, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edi Santosa, Steven Gao, and Koichi Ito: IEEE Antenna and Propagation Symposium 2023、米国・ポートランド、2023年7月23–28日 (口頭発表)【国際】
8. PSInSAR and Well Based on Land Surface Pressure and Ground Water Model in the Law of Terzaghi; Katsunoshin Nishi, Masaaki Kawai, Kaori Nishi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日 (口頭発表)【国際】

9. Sentinel-1-Derived Multi-Temporal Flood Hazard of North and South Java: The Case of Bodri and Serayu Watershed; Sudaryatno Sudaryatno, Ramadhan Ramadhan, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
10. X-Band Circularly Polarized Microstrip Array Antenna for Full Polarization UAV-SAR; Hisato Kashihara, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Yuta Izumi, Koichi Ito, and Steven Shichang Gao: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
11. Circularly Polarized Lunar Regolith Simulant Antenna for Future Lunar Communication; Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Steven Shichang Gao, Koichi Ito, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edi Santosa, and Ayaka Takahashi: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
12. Land Subsidence Observation in Bali Dense Population Area Using L-Band SAR Images from 2007 to 2021; I Made Oka Guna Antara, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Putu Edi Yastika: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
13. Design of DDS Chirp Generator Using FPGA; Taiga Misono, Kazuteru Namba, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
14. The Use of MODIS and Sentinel-1 Data Fusion to Estimate Precipitable Water Vapor Values; Noorlaila Hayati, Shaza Flanetta Putri, Fikri Bamahry, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Filsa Bioresita: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
15. SAR Onboard Broadband C-Band Circularly Polarized Antenna for In-Situ Volcanic Lava Observation; Yuki Yoshimoto, Subuh Pramono, Ayaka Takahashi, Hisato Kashihara, Cahya Edi Santosa, Steven Shichang Gao, Koichi Ito, Motoyuki Naito, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
16. Analysis of Sentinel 1 and Sentinel 2 Image for Monitoring Heterogeneous Pepper Plantation in Magelang Indonesia; Muhammad Hamka Ibrahim, Wisanggeni Titovandaru, Subuh Pramono, Meiyanto Eko Sulisty, Joko Slamet Saputro, Sutrisno Ibrahim, Joko Hariyono, Faisal Rahutomo, Kalingga Titon Nur Ihsan, Bayu Nugroho, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
17. The Evaluation of the Relationship Between Land Subsidence and Building Weights in Jakarta Using DInSAR; Takumi Sawahata, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hisato Kashihara, I Made Oka Guna Antara, and Gregorius Haryuatmanto: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
18. Application of Remote Sensing and Modelling Method in Effective Mitigating Anthropogenic Disasters Due to Sea Tin Mining Activities Around Bangka Belitung's Marine Conservation Region; Aditya Pamungkas, Wahyu Adi, Okto Supratman, Siti Aisyah, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
19. Scattering Analysis of Polarimetric Inverse SAR Image Using Scale Model Under Vegetation Canopy; Muhammad Hamka Ibrahim, Jing-Yuan Wang, Subuh Pramono, Hisato Kashihara, Yuta Izumi, YuFan Cai, Muhammad Arif Munandar, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
20. Utilization of NTSB Report and Himawari 8 for Aviation Turbulence on Asia; Muhammad Arif Munandar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, M Hadi, Muh Aris Marfai, Atsushi Higuchi, and Muhammad

Hamka Ibrahim: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】

21. Development of Three-Dimensional Convolutional Neural Network for Urban Flood Classification Using Synthetic Aperture Radar Multi-Temporal Image; Indra Riyanto, Mia Rizkinia, Rahmat Arief, Anton Satria Prabuwo, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ketut Wikantika, and Dodi Sudiana: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
22. Interrelationships Between Satellite Imagery Pollutants and Aerosol Particles in Air Quality Assessment (NO₂, SO₂, O₃, CO, AOD) and GNSS ZWD Data; Failaql Haq, Mokhammad Nurcahyadi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)、インドネシア・バリ島、2023年10月23–27日（口頭発表）【国際】
23. Identification of Potential Landslide Hazard Areas in The Bangli Regency, Bali, Indonesia based on PSInSAR Sentinel-1; I Made Oka Guna ANTARA and Josaphat Tetuko SRI SUMANTYO : 電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)、インドネシア・ソロ市、2023年12月7–9日（口頭発表）【国際】
24. Multiple Scattering Effect Analysis of Circularly Polarized Radar for Volcanic Lava Observation; Yuki Yoshimoto, Motoyuki Naito, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo : 電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)、インドネシア・ソロ市、2023年12月7–9日（口頭発表）【国際】
25. Development of Reconfigurable NLFM Chirp Generator using FPGA; Muhammad Hamka Ibrahim, Subuh Pramono, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo : 電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)、インドネシア・ソロ市、2023年12月7–9日（口頭発表）【国際】
26. High Gain 3 Stages RF Power Amplifier S-Band Radar; Elyas Palantei, Regita Pramestia Nanang Muh Nawir, Dewiani, Zulfahmi Rizal, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo : 電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)、インドネシア・ソロ市、2023年12月7–9日（口頭発表）【国際】
27. Design and Manufacturing a Helical Antenna for UAV Monitoring; Hayyan Yusuf, Sutrisno Ibrahim, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Subuh Pramono, and Muhammad Hamka Ibrahim : 電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)、インドネシア・ソロ市、2023年12月7–9日（口頭発表）【国際】

(入江仁士研究室)

1. Continuous observation of carbon dioxide concentration in Chiba by using trace gas analyzer and characteristics of its concentration variation; Nomoto, M., H. Irie, and Y. Terao : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ（千葉市）、2023年5月22–23日（口頭発表）【国内】
2. Examination of a method to detect nitrogen oxides originated from lightning by the combined use of ground-based and satellite remote sensing—From observations at Chiba and Fukue; Fujii, Y., and H. Irie : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ（千葉市）、2023年5月22–23日（ポスター発表）【国内】
3. Elucidating the causes of variations in sulfur dioxide concentrations in the planetary boundary layer in Japan using the MAX-DOAS technique; Kometani, and S., H. Irie : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ（千葉市）、2023年5月22–23日（ポスター発表）【国内】
4. Considering aerosol effects for better accuracy of tropospheric NO₂ retrieval from GOSAT-GW ; 林 顯光、谷本浩志、藤縄 環、杉田考史、金谷有剛、滝川雅之、入江仁士 : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ（千葉市）、2023年5月22–23日（ポスター発表）【国内】
5. Changes in Air Quality in the Greater Tokyo Area during the COVID-19 pandemic; Damiani, A., H. Irie, D. Belikov, S. H. M. Hoque, and R. R. Cordero : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ（千葉市）、2023年5月22–23日（口頭発表）【国内】
6. Performance study of generic atmospheric correction for Himawari-8 AHI reflective solar bands data using satellite-based aerosol products, and ground-based sunphotometer data; Yamamoto, H., and H. Irie : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ（千葉市）、2023年5月24日（口頭発表）【国内】

7. 多軸差分吸収分光法 (MAX-DOAS法) による大気下層水蒸気濃度の連続観測; 入江仁士、亀井敬介、溝渕隼也: 日本リモートセンシング学会第74回 (令和5年度春季) 学術講演会、日本大学生産工学部津田沼キャンパス (習志野市)、2023年6月2日 (口頭発表) 【国内】
8. Development of long-term emission inventory reflecting impacts of emission controls in Japan; Chatani, S., K. Kitayama, S. Itahashi, H. Irie, and H. Shimadera: 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, Sonic City Hall (Ohmiya)、2023年7月19–20日 (口頭発表) 【国際】
9. Fifteen-year air quality simulations for investigating the cause of interannual variation of ground-level O₃ in Japan.; Shimadera, H., S. Araki, S. Chatani, K. Kitayama, H. Irie, and S. Itahashi: 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, Sonic City Hall (Ohmiya)、2023年7月19–20日 (口頭発表) 【国際】
10. Recent 10-year multi-component observations by the MAX-DOAS technique for the planetary boundary layer ozone variation analysis in Japan; Irie, H., S. Itahashi, S. Chatani, and Shimadera: 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, Sonic City Hall (Ohmiya)、2023年7月19–20日 (口頭発表) 【国際】
11. Validation of Himawari-8 AHI Level-2 and Level-3 aerosol products with MODIS and ground-based data under clear-sky conditions; Yamamoto, H., and H. Irie: International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023, Pasadena Convention Center (Pasadena)、2023年7月20日 (ポスター発表) 【国際】
12. Validation of Himawari-8/9 AHI aerosol products for land atmospheric correction; Yamamoto, H., and H. Irie: The 1st Expert Workshop on Advancing International Constellation of Geostationary Satellites for Terrestrial Monitoring, University of Hawaii at Manoa (Hawaii)、2023年8月7–9日 (口頭発表) 【国際】
13. Recent 10-year multi-component observations by the MAX-DOAS technique for the planetary boundary layer ozone variation analysis in Japan; Irie, H., S. Itahashi, S. Chatani, and Shimadera: The 14th International GEMS workshop, Hidden Cliff Hotel & Nature (Cheju)、2023年9月7日 (口頭発表) 【国際】
14. 長期大気質シミュレーションに基づく関西・関東地方のオゾン経年変化要因の解析: オゾン経年変化の再現性; 嶋寺 光、荒木 真、浦西克維、茶谷 聡、北山 響、入江仁士、板橋秀一: 第64回大気環境学会年会、産総研 (つくば市)、2023年9月13–15日 (口頭発表) 【国内】
15. 世界最先端のリモートセンシング技術による地球大気環境変動研究の推進; 入江仁士: JARI講演会、KKRホテル東京 (東京都千代田区)、2023年10月2日 (口頭発表) 【国内】
16. 東アジアの越境大気汚染エアロゾルの経路に及ぼす気候変動の影響の検出可能性; 蔡 穎、入江仁士、A. Damiani、板橋秀一、竹村俊彦: 日本気象学会2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月23–26日 (ポスター発表) 【国内】
17. Evaluation of WRF Cloud Properties in a Typhoon Case Based on Radiative Transfer Simulation; Wu, Y., H. Irie, F. Zhang, and W. Li: 日本気象学会2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月23–26日 (口頭発表) 【国内】
18. L指数を用いた線状降水帯予測精度向上のための水蒸気空間変動要因の検証; 溝渕隼也、入江仁士、亀井敬介、清水慎吾: 日本気象学会2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月23–26日 (口頭発表) 【国内】
19. MAX-DOAS法を用いた日本の大気境界層中の二酸化硫黄濃度変動の要因解明; 米谷颯太、入江仁士: 日本気象学会2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月23-26日 (口頭発表) 【国内】
20. トレースガスアナライザーを用いた千葉における二酸化炭素濃度の連続観測とその濃度変動の特徴; 野本真孝、入江仁士: 日本気象学会2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月23–26日 (口頭発表) 【国内】
21. 多軸差分吸収分光法 (MAX-DOAS法) による大気下層水蒸気濃度の連続観測と準リアルタイム監視 —今年の水蒸気濃度変動の特異性—; 入江仁士: 日本気象学会2023年度秋季大会、仙台国際センター、2023年10月23–26日 (口頭発表) 【国内】
22. Effectiveness of emission controls on ambient ozone concentrations in multiple timescales in Japan; Chatani, S., K. Kitayama, S. Itahashi, H. Irie, and H. Shimadera: Annual Conference of Korean Society for Atmospheric Environment, BPEX (Busan)、2023年10月25–27日 (口頭発表) 【国際】

23. Promotion of applied researches with GCOM-C atmosphere products by precise validation utilizing SKYNET and A-SKY international ground-based remote sensing observation networks; Irie, H.: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, TKP Nihonbashi (Tokyo), 2023年11月9日 (口頭発表)【国際】
24. Quality assessment of cloud properties observed by SGLI/GCOM-C; Katri, P., T. Hayasaka, and Irie, H.: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, TKP Nihonbashi (Tokyo), 2023年11月9日 (口頭発表)【国際】
25. MAX-DOAS法を用いたコロナ禍を含む長期連続観測による日本の大気境界層中の二酸化硫黄濃度変動の要因解明; 米谷颯太、入江仁士: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (口頭発表)【国内】
26. 2022年および2023年の千葉における二酸化炭素とブラックカーボンおよび二酸化窒素濃度の同時観測; 野本真孝、入江仁士: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (口頭発表)【国内】
27. 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—千葉と福江の観測から; 藤井雪乃、入江仁士: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (口頭発表)【国内】
28. Long-term Observations of Planetary-boundary-layer Mean Sulfur Dioxide Concentrations by MAX-DOAS in Japan, including the COVID-19 Pandemic Period; Kometani, S., and H. Irie: 2023 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11日 (ポスター発表)【国際】
29. Examination of a Method to Detect Nitrogen Oxides Originating from Lightning Using the Combined Use of Ground and Satellite-based Remote Sensing; Fujii, Y., and H. Irie: 2023 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11日 (ポスター発表)【国際】
30. Simultaneous Observations of Carbon Dioxide with Black Carbon and Nitrogen Dioxide Concentrations at Chiba, Japan in 2022 and 2023; Nomoto, M., and H. Irie: 2023 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11日 (ポスター発表)【国際】
31. GEMS glyoxal columns and their variation with drought intensity; Ha, E., R. Park, H.-A. Kwon, G. Lee, S. Lee, D. Lee, H. Hong, C. Lerot, I. De Smedt, and H. Irie: 2023 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11日 (ポスター発表)【国際】
32. Recent 10-year multi-component observations by the MAX-DOAS technique for the planetary boundary layer ozone variation analysis in Japan; Irie, H., S. Itahashi, S. Chatani, and Shimadera: 2023 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11日 (ポスター発表)【国際】
33. Evaluation of atmospheric correction algorithm using HIMAWARI-8/9 AHI aerosol products for VNIR-SWIR spectral imageries over land; Yamamoto, H., and H. Irie: 2023 AGU Fall Meeting, Moscone center (San Francisco), 2023年12月12日 (ポスター発表)【国際】
34. Improvement of atmospheric correction considering absorptive aerosols optical properties based on radiometric observations; Ogura, Y., H. Kobayashi, H. Higa, and H. Irie: 11th AWOC / 20th KJWOC / 6th ISEE Symposium, Nagoya Univ. (Nagoya), 2023年12月17-19日 (口頭発表)【国際】

(小槻峻司・岡崎淳史研究室)

1. 次元圧縮を活用した降雨氾濫モデル・深層学習エミュレータ; 小槻峻司、桃井裕広、菊地亮太: 日本気象学会2023度春季大会、オンライン、2023年5月16-20日 (口頭発表)【国内】
2. スパースセンサ最適化による費用対効果の高い観測網設計; 小槻峻司、塩尻大也、齋藤 匠、Mao Ouyang: 日本気象学会2023度春季大会、オンライン、2023年5月16-20日 (口頭発表)【国内】
3. Quantifying Weather Controllability and Mitigatable Flood Damage Based on Ensemble Weather Forecast; Kotsuki, S.: JpGU 2023, Makuhari Messe, Chiba / online, 2023年5月21-26日 (口頭発表)【国際】
4. Combining Data Assimilation and Data-driven Sparse Sensing Placement Method For Designing Better Observation Locations; Kotsuki, S., Saito, T., Ouyang, M., and Shijori, D.: JpGU 2023, Makuhari Messe, Chiba / online, 2023年5月21-26日 (口頭発表)【国際】
5. Improving Resampling Process of Local Particle Filter Using the Sinkhorn Algorithm; Kotsuki, S., and Oishi, K.: JpGU 2023, Makuhari Messe, Chiba / online, 2023年5月21-26日 (ポスター発表)【国際】

6. Improvement of GSMaP_MWR by CDF matching with respect to GPM/DPR observations; Muto, Y., Kanemaru, K., and Kotsuki, S.: JpGU 2023, Makuhari Messe, Chiba / online, 2023年5月21–26日 (ポスター発表)【国際】
7. Introduce social media data to hydraulic model for flood hazard simulation in Mobarra city, Japan; Ouyang, M., Kotsuki, S., Ito, Y., and Tokunaga, T.: JpGU 2023, Makuhari Messe, Chiba / online, 2023年5月21–26日 (口頭発表)【国際】
8. Incorporate ensemble sensitivity into dynamic background uncertainty to improve adaptive observation in numerical weather prediction; Ouyang, M., and Kotsuki, S.: JpGU 2023, Makuhari Messe, Chiba / online, 2023年5月21–26日 (ポスター発表)【国際】
9. Combining Data Assimilation and Data-driven Sparse Sensing Placement Method For Designing Better Observation Locations; Kotsuki, S., Saito, T., Ouyang, M., and Shijori, D.: ISDA-Online: Parameter Estimation & Inverse Modelling, オンライン, 2023年6月2日 (招待講演)【国際】
10. 「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: 2023年度 第2回ORセミナー、構造計画研究所、東京/オンライン, 2023年7月4日 (招待講演)【国内】
11. Incorporate ensemble sensitivity into dynamic background uncertainty to improve adaptive observation in numerical weather prediction; Ouyang, M. and Kotsuki, S.: MS 8 Cross-Project Workshop #1, 山上会館、東京, 2023年7月10–11日 (口頭発表)【国内】
12. An Objective Detection of Separation Scenario in Tropical Cyclone Trajectories Based on Ensemble Weather Forecast Data; Oettli, P. and Kotsuki, S.: MS 8 Cross-Project Workshop #1, 山上会館、東京, 2023年7月10–11日 (口頭発表)【国内】
13. Investigating data-driven sparse sensor placement to determine rain gauge locations; Shiojiri, D., Kawakami, E., and Kotsuki, S.: MS 8 Cross-Project Workshop #1, 山上会館V東京, 2023年7月10–11日 (ポスター発表)【国内】
14. Quantifying Weather Controllability and Mitigatable Flood Damage Based on Ensemble Weather Forecast; Kotsuki, S.: AOGS 2023, SUNTEC, Singapore, 2023年7月30日–8月4日 (口頭発表)【国際】
15. Combining Data Assimilation and Data-driven Sparse Sensing Placement Method for Designing Better Observation Locations; Kotsuki, S., Saito, T., Ouyang, M., and Shijori, D.: AOGS 2023, SUNTEC, Singapore, 2023年7月30日–8月4日 (口頭発表)【国際】
16. Solving Data Assimilation on Quantum Annealing Machines; Kawasaki, F. and Kotsuki, S.: データ同化国際ワークショップ、神田カンファレンスルーム セミナールーム3, 2023年8月24日 (口頭発表)【国際】
17. Detection of Separation Scenario in Tropical Cyclone Trajectories Based on Ensemble Weather Forecast Data ; Oettli, P., Imoto, Y. and Kotsuki, S.: データ同化国際ワークショップ、神田カンファレンスルーム セミナールーム3, 2023年8月24日 (口頭発表)【国際】
18. Leading the Lorenz system toward the prescribed regime by model predictive control combined with data assimilation; Kawasaki, F. and Kotsuki, S.: データ同化国際ワークショップ、神田カンファレンスルーム セミナールーム3, 2023年8月24日 (口頭発表)【国際】
19. Introducing data-driven sparse sensor placement to determine rain gauge locations; Shiojiri, D. and Kotsuki, S.: データ同化国際ワークショップ、神田カンファレンスルーム セミナールーム3, 2023年8月24日 (口頭発表)【国際】
20. Improving numerical weather prediction through placing additional observations adaptively based on sparse sensor placement; Ouyang, M. and Kotsuki, S.: データ同化国際ワークショップ、神田カンファレンスルーム セミナールーム3, 2023年8月24日 (口頭発表)【国際】
21. Implementing local ensemble transform Kalman filter to reservoir computing for improving weather forecast; Ouyang M. and Kotsuki, S.: ICIAM, 早稲田大学, 2023年8月20–25日 (招待講演)【国際】
22. Quantifying Weather Controllability and Mitigatable Flood Damage Based on Ensemble Weather Forecast; Kotsuki, S.: ICIAM, 早稲田大学, 2023年8月20–25日 (口頭発表)【国際】
23. Exploring data-driven sparse sensor placement for determining rain gauge locations; Shiojiri, D., Kawakami, E., and Kotsuki, S.: ICIAM, 早稲田大学, 2023年8月20–25日 (口頭発表)【国際】
24. Artificial generation of upstream maritime heavy rains to govern intense-rain-induced disasters over land (AMAGOI); Kotsuki, S.: ムーンショット目標8国際シンポジウム International Symposium on Theory of Weather Controllability, コンベンションホール (神戸), 2023年8月28日 (口頭発表)【国際】

25. Detection of Separation Scenario in Tropical Cyclone Trajectories Based on Ensemble Weather Forecast Data; Oettli, P., Imoto, Y. and Kotsuki, S.: ムーンショット目標8国際シンポジウム International Symposium on Theory of Weather Controllability、コンベンションホール（神戸）、2023年8月28日（ポスター発表）【国際】
26. Legal issues on the implementation of weather control techniques; Muto, Y., Hori, T., Fukushige, S., Shigemoto, T., Kondo, T., and Kotsuki, S.: ムーンショット目標8国際シンポジウム International Symposium on Theory of Weather Controllability、コンベンションホール（神戸）、2023年8月28日（ポスター発表）【国際】
27. Exploring nonlinear data decomposition using the Koopman mode decomposition: A case for Sea Surface Temperature; Shiojiri, D., Susuki, Y. and Kotsuki, S.: ムーンショット目標8国際シンポジウム International Symposium on Theory of Weather Controllability、コンベンションホール（神戸）、2023年8月28日（ポスター発表）【国際】
28. Reducing manipulations in a control simulation experiment based on instability vectors with the Lorenz-63 model; Ouyang, M., Tokuda, K., and Kotsuki, S.: ムーンショット目標8国際シンポジウム International Symposium on Theory of Weather Controllability、コンベンションホール（神戸）、2023年8月28日（ポスター発表）【国際】
29. 気象制御の実現に向けた法的課題の検討；武藤結花、小槻峻司、堀 智晴、福重さと子、重本達哉、近藤卓也：水文・水資源学会／日本水文科学会 2023年度研究発表会、出島メッセ長崎、2023年9月3－6日（口頭発表）【国内】
30. 気象制御の実現に向けた学際研究：制御容易性・被害低減効果の定量化に関する試み；小槻峻司：水文・水資源学会／日本水文科学会 2023年度研究発表会、出島メッセ長崎、2023年9月3－6日（口頭発表）【国内】
31. 土壌水分量のアンサンブルデータ同化における安定化手法の検討；塩尻大也、小槻峻司：水文・水資源学会／日本水文科学会 2023年度研究発表会、出島メッセ長崎、2023年9月3－6日（口頭発表）【国内】
32. Weather Prediction and Modification Studies Based on Ensemble Data Assimilation; Kotsuki, S.: JAMSTEC APL Guest Seminar, JAMSTEC 横浜研究所／オンライン、2023年9月19日（招待講演）【国際】
33. 気象制御実現への挑戦；小槻峻司：JAAS 年次大会2023「会いに行ける科学者フェス」、秋葉原UDX、東京、2023年10月7－9日（招待講演）【国内】
34. 集中豪雨被害から解放される未来へ向けた気象制御研究；塩尻大也、小槻峻司：JAAS 年次大会2023「会いに行ける科学者フェス」、秋葉原UDX、東京、2023年10月7－9日（ポスター発表）【国内】
35. Exploring weather control technology to steer the atmosphere towards favorable directions; Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16-20日（ポスター発表）【国際】
36. Combining Data Assimilation and Data-driven Sparse Sensing Placement Method For Designing Better Observation Locations for NWP; Kotsuki, S. and Ouyang, M.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16－20日（ポスター発表）【国際】
37. A hybrid data assimilation with reservoir computing to advance the control simulation experiment; Ouyang, M. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16－20日（ポスター発表）【国際】
38. Producing balanced analysis ensemble in local particle filter using a differential resampling method; Ouyang, M. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16－20日（ポスター発表）【国際】
39. Climatologically augmented local ensemble transform Kalman filter for estimating global precipitation from gauge observations; Muto, Y. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16－20日（ポスター発表）【国際】
40. Investigating appropriate inflation methods for assimilating soil moisture data into a land surface model; Shiojiri, D. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16－20日（ポスター発表）【国際】
41. Introducing data-driven sparse sensor placement to determine rain gauge locations; Shiojiri, D., Kawakami, E. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16－20日（ポスター発表）【国際】

42. Solving Data Assimilation on Quantum Annealing Machines; Kawasaki, F., Ohashi, M. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16–20日 (ポスター発表)【国際】
43. Leading the Lorenz system toward the prescribed regime by model predictive control combined with data assimilation; Kawasaki, F., Ouyang, M. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16–20日 (ポスター発表)【国際】
44. Designing Effective Observing Network for Data Assimilation based on Sparse Sensor Placement Method; Saito, T., Shiojiri, D. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16–20日 (ポスター発表)【国際】
45. Ensemble Kalman Filtering with perturbed rainfall for improving flash flood predictions by a Rainfall-Runoff-Inundation Model; Fujimura, K., Shiojiri, D. and Kotsuki, S.: 9th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Palazzo dei Congressi, Bologna, 2023年10月16–20日 (ポスター発表)【国際】
46. 海上豪雨生成で実現する集中豪雨被害から解放される未来; 小槻峻司: MS8国内シンポジウム、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29日 (口頭発表)【国内】
47. 海上豪雨生成で実現する集中豪雨被害から解放される未来; 小槻峻司: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月30日 (口頭発表)【国内】
48. Reducing manipulations in a control simulation experiment based on instability vectors with the Lorenz-63 model; Ouyang, M., Tokuda, K., and Kotsuki, S.: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
49. Artificial generation of upstream maritime heavy rains to govern intense-rain-induced disasters over land; Kotsuki, S.: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
50. Exploring nonlinear data decomposition using the Koopman mode decomposition: A case for Sea Surface Temperature; Shiojiri, D., Susuki, Y. and Kotsuki, S.: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
51. Legal Issues on the Implementation of Weather Control Techniques; 武藤結花、小槻峻司、堀 智晴、福重さと子、重本達哉、近藤卓也: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
52. Detection of Separation Scenario in Tropical Cyclone Trajectories Based on Ensemble Weather Forecast Data; Oettli, P., Imoto, Y. and Kotsuki, S.: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
53. Leading the Lorenz system toward the prescribed regime by model predictive control combined with data assimilation; Kawasaki, F., Ouyang, M. and Kotsuki, S.: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
54. Solving Data Assimilation on Quantum Annealing Machine; Kawasaki, F., Ohashi, M. and Kotsuki, S.: MS8全体会議、富士ソフトアキバプラザ、2023年10月29–30日 (ポスター発表)【国内】
55. Advancing GSMaP Precipitation by Land Data Assimilation and Data Science; Kotsuki, S.: The joint PI meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2023, TKP 東京駅日本橋カンファレンスセンター、2023年11月6–10日 (口頭発表)【国際】
56. 深層学習モデルを用いた浸水深の時空間分布予測のエミュレーティング; 島袋隆也、塩尻大也、小槻峻司: 第4回Aiデータサイエンスシンポジウム、金沢大学/オンライン、2023年11月15–16日 (口頭発表)【国内】
57. ベイズ最適化を用いた降雨流出氾濫モデルの計算効率性の高いパラメータ最適化に関する研究; 佐々木景悟、武藤裕花、塩尻大也、小槻峻司: 第4回Aiデータサイエンスシンポジウム、金沢大学/オンライン、2023年11月15–16日 (口頭発表)【国内】
58. 深層学習に基づく超解像技術を用いた降水量データの高分像度化に関する研究; 白石健太、武藤裕花、小槻峻司: 第4回Aiデータサイエンスシンポジウム、金沢大学/オンライン、2023年11月15–16日 (口頭発表)【国内】
59. 日本の降水量の次元圧縮を対象とした特異値分解と非負値行列因子展開の比較; 関 令法、塩尻大也、小槻峻司: 第4回Aiデータサイエンスシンポジウム、金沢大/オンライン、2023年11月15–16日 (口頭発表)【国内】
60. 局所アンサンブル変換カルマンフィルタを用いた地上雨量観測からの全球降水分布の推定; 武藤裕花、塩尻大也、小槻峻司: 第68回水工学講演会、大阪大学、2023年12月11–13日 (口頭発表)【国内】

61. Exploring weather control technology to steer the atmosphere towards favorable directions; Kotsuki, S.: AGU Fall Meeting 2023, Moscone center (San Francisco, 2023年12月11–15日 (ポスター発表) 【国際】
62. Advancing GSMAp Precipitation by Land Data Assimilation and Data Science; Kotsuki, S., Muto, Y., Shiojiri, D., Kataoka, Y., Funatomi, T. and Kanemaru, K.: AGU Fall Meeting 2023, Moscone center (San Francisco, 2023年12月11–15日 (口頭発表) 【国際】
63. An Intercomparison of Last Millennium Paleoclimate Reconstructions Representing a Variety of Data Assimilation Methods; Matthew McKinney, Atsushi Okazaki: AGU Annual Meeting 2023, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11–15日 (ポスター発表) 【国際】
64. For the generation of large-member ensemble with multi-combination of parameterized schemes: A study for typhoon case; Atsushi Okazaki, Gaurav Tiwari: AGU Annual Meeting 2023, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11–15日 (ポスター発表) 【国際】
65. Evaluation of a newly developed isotope-enabled AGCM MIROC6-iso under the present climate; Atsushi Okazaki, Yifan Li, Kanon Kino, Alexandre Cauquoin, Kei Yoshimura: AGU Annual Meeting 2023, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11–15日 (ポスター発表) 【国際】
66. Advances and applications of satellite data assimilation of clouds, precipitation, and the ocean; Takemasa Miyoshi, Shun Ohishi, Jianyu Liang, Rakesh Konduru, Shigenori Otsuka, Shunji Kotsuki, Koji Terasaki, Atsushi Okazaki, Hirofumi Tomita, Kaya Kanemaru, Satoh Masaki, Hisashi Yashiro, Koza Okamoto, Eugenia Kalnay, Takuji Kubota, and Misako Kachi: AGU Annual Meeting 2023, Moscone center (San Francisco), 2023年12月11–15日 (ポスター発表) 【国際】
67. Quantum Data Assimilation: A New Approach to Solve Data Assimilation on Quantum Annealers; Kotsuki, S., Kawasaki, F. and Ohashi, M.: RIKEN Data Assimilation Seminar, 理化学研究所計算科学研究センター, 2024年1月23日 (招待講演) 【国際】
68. Quantum Data Assimilation: A New Approach to Solve Data Assimilation on Quantum Annealers; Kotsuki, S., Kawasaki, F. and Ohashi, M.: 地震研セミナー, オンライン, 2024年1月26日 (招待講演) 【国内】
69. アンサンブルデータ同化を用いた雨量計からの降水場復元; 塩尻大也, 武藤裕花, 岡崎淳史, 小槻峻司: 第26回環境リモートセンシングシンポジウム, 千葉大学/オンライン, 2024年2月15日 (ポスター発表) 【国内】
70. 畳み込みニューラルネットワークを用いたスマートフォン撮影の雪結晶自動分類; 中野博文, 小槻峻司, 佐藤 祐, 荒木健太郎, 岡崎淳史: 2023年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 国立極地研究所, 2024年2月14–15日 (口頭発表) 【国内】
71. 局所アンサンブルデータ同化を用いた地上雨量観測からの全球降水分布の推定; 武藤裕花, 小槻峻司: GPMおよび衛星シミュレータ合同研究集会, 名古屋大学, 2024年3月7–8日 (口頭発表) 【国内】
72. アンサンブルデータ同化と雨量計観測を用いた降水場推定; 塩尻大也, 武藤裕花, 岡崎淳史, 小槻峻司: 若手数学者交流会(第5回), ビジョンセンター西新宿, 2024年3月11–12日 (ポスター発表) 【国内】
73. 数理構造を活用した気象予測・制御研究 —さきがけからムーンショットへ—; 小槻峻司: 日本数学会教育研究資金問題検討委員会シンポジウム, オンライン, 2024年3月19日 (招待講演) 【国内】

(本多嘉明・梶原康司研究室)

1. 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, 平譚 享, 堀 雅裕, 梶原康司: JpGU - AGU Joint Meeting 2023, ハイブリッド/幕張メッセ(千葉市), 2023年5月25日(口頭発表) 【国際】
2. 静止衛星と周回衛星複合観測による疑似高頻度高解像度観測の実現; 平山英毅, 本多嘉明, 梶原康司: JpGU - AGU Joint Meeting 2023, ハイブリッド/幕張メッセ(千葉市), 2023年5月25日(口頭発表) 【国際】
3. 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: 地球観測ワークショップ, オンライン, 2023年8月31日(口頭発表) 【国内】
4. 静止衛星と周回衛星複合観測による疑似高頻度高解像度観測の実現~広域植生モニタリングに向けた検討~; 平山英毅, 本多嘉明, 梶原康司: 日本気象学会2023年度秋季大会, ハイブリッド/仙台国際センター, 2023年10月25日(口頭発表) 【国内】
5. 気象衛星ひまわり10号の利用可能性(専門分科会6); 別所康太郎, 本多嘉明: 日本気象学会2023年度秋季大会, ハイブリッド/仙台国際センター, 2023年10月25日(口頭発表) 【国内】

(樋口篤志研究室)

1. The Journal of the Japan Society of Hydrology and Water Resources; Somura, H., J. Ide, S. Nakamura, A. Higuchi: JpGU 2023、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (ポスター発表)【国際】
2. GPM/DPRがPOTEKA観測網上空を通過した際にダウンバースト発生有無を分けた局地的大雨2事例の解析; 岩下久人、小林文明、諸富和臣、嶋村重治、樋口篤志、大矢浩代、鷹野敏明、高村民雄: 日本気象学会2023年度秋季大会、ハイブリッド/仙台国際センター、2023年10月23-26日 (口頭発表)【国内】
3. Drivers of diurnal variations in gross primary production in East Asia using geostationary satellite data; Yamamoto, Y., K. Ichii, W. Yang, Y. Ryu, M. Kang, S. Murayama, S.-J. Kim, H. Takenaka, A. Higuchi: AsiaFlux Conference 2023, Jeju Island, Korea、2023年11月27-12月1日 (口頭発表)【国際】
4. Development of neural active learning for advanced remote sensing; Takenaka, H., O. Dubovik, A. Lopatin, D. Fuertes, T. M. Nagao, K. Suzuki, A. Higuchi: AGU Fall meeting, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月11-15日 (ポスター発表)【国際】
5. AMATERASS quasi-real time solar radiation analysis over 16 years; Takenaka, H., A. Higuchi, K. T. Murata: AGU Fall meeting, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月11-15日 (ポスター発表)【国際】

(本郷千春研究室)

1. Sentinel-2データを用いた水稻栽培必要水量の把握; 森 貴之、本郷千春、Gunardi Sigit: 日本リモートセンシング学会第74回学術講演会、日本大学生産工学部津田沼キャンパス (習志野市)、2023年6月2日 (ポスター発表)【国内】
2. 多年度のリモートセンシングデータを用いたイネいもち病感染状況の把握; 古谷野健、本郷千春、本間香貴、牧 雅康、宮野法近: 日本リモートセンシング学会第74回学術講演会、日本大学生産工学部津田沼キャンパス (習志野市)、2023年6月2日 (ポスター発表)【国内】
3. Texture Extraction for Detecting Disease on Paddy Using UAV Data and Machine Learning; Arif K Wijayanto, Sahid A Hudjimartu, Lilik B Prasetyo, Gunardi Sigit, Chiharu Hongo: The 75th Conference of the Remote Sensing Society of Japan、フォレスト仙台、2023年11月22日 (口頭発表)【国内】
4. Estimation of damage intensity on rice bacterial leaf blight disease using UAV-based normalized reflectance data; Chiharu Hongo, Shun Isono, Gunardi Sigit, Eisaku Tamura: AGU Fall meeting, Moscone Center (San Francisco)、2023年12月11-15日 (ポスター発表)【国際】
5. I Made Anom Sutrisna Wijaya, I Gusti Bagus Eka Chandra, Ciharu Hongo, Assessment of bacterial leaf blight (BLB) diseases by unmanned aerial vehicle (UAV)-based vegetation index of paddy fields, 10th Asian-Australasian Conference on Precision Agriculture (ACPA10), 10-11, 2023, Universiti Putra Malaysia, International Society of Precision Agriculture【国際】

(齋藤尚子研究室)

1. Assessments of GOSAT cloud detections using multiple satellite sensors and data qualities of CO2 profile data in cloud-contaminated scenes; 齋藤尚子、中山広生: 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (ポスター発表)【国内】
2. The Impact of Trend and Variability on the Hydroxyl Radical (OH) in the Global Methane Budget; Dmitry Belikov, Prabir K. Patra, Naoko Saitoh, and Naveen Chandra: 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (口頭発表)【国内】
3. GOSAT/TANSO-FTSデータにもとづく領域・高度別の二酸化炭素の濃度増加量の解析; 浅野雄斗、齋藤尚子: 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (ポスター発表)【国内】
4. アジア静止衛星からのGHGs/SLCFs測定と排出量評価; 笠井康子、金谷有剛、谷本浩志、齋藤尚子、江口菜穂、日本大気化学会大気環境衛星検討委員会: 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (口頭発表)【国内】
5. FTS小型衛星コンステレーションによる水蒸気・同位体・氷雲・放射収支の観測ミッション; 江口菜穂、笠井康子、芳村 圭、今須良一、岡本幸三、齋藤尚子、花田俊也: 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (ポスター発表)【国内】
6. Influence of the South Asian Summer Monsoon Anticyclone on Atmospheric Methane Distribution and

Cross-equatorial Transport of Airmass; Dmitry A. Belikov, Prabir K. Patra, Naoko Saitoh: 5th ACAM workshop、ダッカ大学 (バングラデシュ)、2023年6月6-7日 (口頭発表) 【国際】

7. Estimation of the Arctic CH₄ flux based on an ensemble of atmospheric inversions and aircraft observations; Dmitry A. Belikov, Boris D. Belan, Mikhail Yu. Arshinov, Naoko Saitoh, and Prabir K. Patra: 9th NCGG9、アムステルダム、2023年6月21-23日 (口頭発表) 【国際】
8. Initial validation results of the current released GOSAT-2/TANSO-FTS-2 TIR products (V01.06) and future algorithm updates; N. Saitoh, R. Imasu, and K. Shiomi: 19th IWGGMS meeting、パリ/オンライン、2023年7月4-6日 (ポスター発表) 【国際】
9. Study of the GOSAT-TIR observation sensitivity to the near-surface CH₄; Dmitry Belikov, Naoko Saitoh and Prabir K. Patra: 19th IWGGMS meeting、パリ/オンライン、2023年7月4-6日 (ポスター発表) 【国際】
10. Quality assessment of the nitrous oxide observations from GOSAT-2/TANSO-2; Jean-Luc Attié, Phillipe Ricaud, Isabella Pison, Naoko Saitoh, Rémi Chalinel, Théau Chiapella, Prabir Patra, Didier Hauglustaine, Béatrice Josse, and Pierre Durand: 19th IWGGMS meeting、パリ/オンライン、2023年7月4-6日 (ポスター発表) 【国際】
11. The Impact of Hydroxyl Radical (OH) on the Trend and Variability of Global and Regional Methane Budget; Belikov, D., N. Saitoh, and P. K. Patra: AOGS 2023、シンガポール、2023年7月30日-8月4日 (ポスター発表) 【国際】
12. How can satellite observations contribute to the management of methane emission from rice paddies?; N. Saitoh: TSUKUBA CONFERENCE 2023、つくば、2023年9月27日 (口頭発表) 【国際・招待講演】
13. GOSAT-2/TANSO-FTS-2熱赤外バンドのGHG高度分布データ導出アルゴリズムと検証結果について; 齋藤尚子、今須良一、塩見 慶: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (ポスター発表) 【国内】
14. GOSAT/TANSO-FTSデータにもとづく領域・高度別の二酸化炭素濃度の季節変動の解析; 浅野雄斗、齋藤尚子: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (ポスター発表) 【国内】
15. GOSATによる中国における領域別のメタン濃度の変動解析; 方 志鵬、齋藤尚子: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (ポスター発表) 【国内】
16. Impact of the Hydroxyl Radical (OH) on the Trend and Variability of the Global and Regional Methane Budget; D. A. Belikov, N. Saitoh, and P. K. Patra: 第28回大気化学討論会、チトセピアホール (長崎市)、2023年11月20-22日 (口頭発表) 【国内】

(楊 偉研究室)

1. Observations and Modeling of the Hotspot Effect in Vegetation Canopy Reflectance using Geostationary Meteorological Satellite Data; Wei Yang, Zhi Qiao: 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市)、2023年5月21-26日 (口頭発表) 【国内】
2. 衛星観測と機械学習を用いた湖沼からのメタン排出量の推定; 小田理人、楊 偉、山田 基、岩田拓記: 第75回日本リモートセンシング学会、フォレスト仙台、2023年11月21-22日 (口頭発表) 【国内】
3. ひまわり8号の海表面温度による海洋熱波の高精度検出; 肖 琦、楊 偉: 第75回日本リモートセンシング学会、フォレスト仙台、2023年11月21-22日 (口頭発表) 【国内】
4. ひまわり8号の陸面反射率による植生のClumping Indexの推定; 喬 治、楊 偉: 第75回日本リモートセンシング学会、フォレスト仙台、2023年11月21-22日 (口頭発表) 【国内】
5. GCOM-C/SGLI衛星データを用いた全球植生フェノロジーのモニタリング; 張 淋寧、李 夢禹、楊 偉: 第75回日本リモートセンシング学会、フォレスト仙台、2023年11月21-22日 (口頭発表) 【国内】

(服部克巳 (理学研究院))

1. Transient effects in the atmosphere/ionosphere and their reoccurrence before large earthquakes. Case study for the 2022 “anniversary” events.; Dimitar Ouzounov, Sergey Pulients, Jann-Yenq Liu, Katsumi Hattori, Menas Kafatos, and Patrick Taylor: EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria/オンライン、2023年4月23-28日 (口頭発表) 【国際】

2. Development of Broadband Interferometer System for Pre-Earthquake Electromagnetic Radiation in LF Band: Design and Performance of Antenna Elements; Katsumi Hattori, Yu-ichiro Ohta, Chie Yoshino, and Noriyuki Imazumi: EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria/ オンライン、2023年4月23-28日 (ポスター発表) 【国際】
3. ULF seismo-magnetic signal extraction and evaluation; Hongyan Chen, Peng Han, Katsumi Hattori : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (口頭発表) 【国内】
4. Re-occurrence of transient effects in the atmosphere/ionosphere associated with the “anniversary” earthquakes; Dimitar Ouzounov, Sergey Pulnits, Tiger Liu, Ktasumi Hattori, Menas Kafatos, Patrick Taylor : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (口頭発表) 【国内】
5. The 3-D ionospheric Ne disturbances prior to Tohoku-Oki Earthquake occurred on March 11, 2011; Rui Song, Katsumi Hattori, Xuemin Zhang, Jann-Yenq LIU : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (招待講演) 【国内】
6. Research on volcanic activity detection using Himawari-8 AHI data; Kitade Akitugu, Katsumi Hattori, Chie Yoshino : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (ポスター発表) 【国内】
7. Development of an LF-band broadband interferometer to identify LF-band signals associated with earthquakes; Ota Yuichiro, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Kenshin Miura, Noriyuki Imazumi : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (ポスター発表) 【国内】
8. Further Investigation on the ULF geomagnetic changes as the Earthquake Precursor, at Kakioka, Kanto, Japan; Wenchao Li, Shu Kaneko, Chie Yoshino, Katsumi Hattori : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (ポスター発表) 【国内】
9. A development of noise reduction method for ULF band electromagnetic data using Multi-channel Singular Spectrum Analysis (MSSA) (2); Shu Kaneko, Toru Mogi, Chie Yoshino, Katsumi Hattori : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (ポスター発表) 【国内】
10. Characteristics of Spatio-Temporal variation of b-values with statistical assessment and GNSS-based strain: Application to the 2016 Kumamoto and the 2011 Tohoku earthquakes; Katsumi Hattori, Zhong Yi, Chie Yoshino : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (ポスター発表) 【国内】
11. HF ドップラー観測を用いた2019年台風15号接近時の同心円状の電離圏擾乱の解析; 榎本陸登、中田裕之、宋 鋭、服部克巳、細川敬祐、大矢浩代 : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (ポスター発表) 【国内】
12. Development of time-domain noise reduction method using MSSA (Multi-channel Singular Spectrum Analysis) for Boso MT data (3) ; Shu Kaneko, Toru Mogi, Chie Yoshino, Katsumi Hattori : 日本地球惑星科学連合2023年大会、幕張メッセ (千葉市/オンライン)、2023年5月21-26日 (口頭発表) 【国内】
13. Development of an LF-band broadband interferometer to identify LF-band signals related to earthquakes; Yuichiro Ota, Kenshin Miura, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Noriyuki Imazumi: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP7)、千葉大学、2023年5月24-25日 (口頭発表) 【国際】
14. CESE Detections of M7.0 & M6s Earthquakes and the Intense Dst-174 nT Magnetic Storm in August 2018; Jann-Yenq (Tiger) Liu, Xuhui Shen, Fu-Yuan Chang, Yang-Yi Sun, Chieh-Hung Chen, Dimitar Ouzounov, Katsumi Hattori, Sergey Pulnits: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP7)、千葉大学、2023年5月24-25日 (口頭発表) 【国際】
15. A Study of the ULF seismo-magnetic phenomena in Kakioka, Japan, during 2015-2020; Wenchao Li, Shu Kaneko, Chie Yoshino, Katsumi Hattori: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP7)、千葉大学、2023年5月24-25日 (口頭発表) 【国際】
16. ULF seismo-magnetic signal extraction and evaluation; Hongyan Chen, Peng Han, Katsumi Hattori:

- 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（口頭発表）【国際】
17. Study on Volcanic Activity of Mt. Shinmoedake in 2018 Using Himawari AHI Data; Akitsugu Kitade, Shu Kaneko, Chie Yoshino, and Katumi Hattori: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（口頭発表）【国際】
 18. A development of signal discrimination method using Multi-channel Singular Spectrum Analysis (MSSA) for ULF band electromagnetic data, in Boso, Japan; Shu Kaneko, Toru Mogi, Chie Yoshino, Katsumi Hattori: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（口頭発表）【国際】
 19. The Three-dimensional Ionospheric Disturbances Caused by the M9.0 Tohoku-Oki Earthquake in Japan; Rui Song, Katsumi Hattori, Xuemin Zhang, Jann-Yenq Liu: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（口頭発表）【国際】
 20. Characteristics of Geomagnetic and Pre-Seismic Changes in Ionospheric Electron Density over Japan Area; Katsumi Hattori, Rui Song, Chie Yoshino, and Jann-Yenq Liu: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（口頭発表）【国際】
 21. Continuous radon measurement in atmosphere at Okayama and Kiyosumi; Kiyotaka Ninagawa, Tohru Okabayashi, Yuichiro Ohta, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Nobuhiro Maeda: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（ポスター発表）【国際】
 22. Relationship between catfish activities and geophysical changes. (a preliminary report); Yoichi Noda, Katsumi Hattori, Toshiyasu Nagao, Chie Yoshino: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（ポスター発表）【国際】
 23. Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Boso, Japan; Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Rui Song, Toru Mogi, Tada-nori Goto, Ichi Takumi, Hiroshi Yasukawa, Motoaki Mouri, Jun Izutsu, Chihiro Yamanaka, Masashi Kamogawa, Yoshiaki Ando, Shunji Kotsuki, Jiancang Zhuang, Eizo Hideshima, Koji Suzuki, Takeshi Morimoto, Yukio Fujinawa, Peng Han, Jann-Yenq Liu, Dimitar Ouzounov, Valery Tramutoli, Nicola Genzano, and Qinghua Huang: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（ポスター発表）【国際】
 24. ROC Analyses to Assess Pre-earthquake Information in Ionospheric Electron Density Data Observed by Ionosonde, at Kokubunji, Japan; Katsumi Hattori, Shunya Mitsuishi, Rui Song, Chie Yoshino, and Jann-Yenq LIU: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（ポスター発表）【国際】
 25. Soil radon concentration analysis by multi-channel singular spectrum; Katsumi Hattori, Kazuhide Nemoto, Haruna Kojima, Akitsugu Kitade, Shu Kaneko, Yuichiro Ota, Chie Yoshino, Toru Mogi, and Dimitar Ouzounov: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（ポスター発表）【国際】
 26. Characteristics of Spatio-Temporal variation of b-values with statistical assessment and GNSS-based strain: Application to the 2016 Kumamoto and the 2011 Tohoku earthquake; Katsumi Hattori, Zhong Yi, and Chie Yoshino: 7th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF7)、千葉大学、2023年5月24–25日（ポスター発表）【国際】
 27. Development of 3D ionospheric Tomography and its Application to Ionospheric Disturbances Related to Typhoon and the 2011 Tohoku-Oki Earthquake; K. Hattori, S. Rui, C. Yoshino, X. Zhang, J.Y. Liu: The 28th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG 2023), Berlin, Germany、2023年7月11–20日（口頭発表）【国際】
 28. Spatial and Temporal Characteristics of Ionospheric Electron Density Distribution related to the Pre-Seismic and Geomagnetic Storm Cases over Japan; K. Hattori, R. Song, C. Yoshino, J.Y. Liu: The

- 28th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG 2023), Berlin, Germany、2023年7月11–20日（口頭発表）【国際】
29. Multi-instrument surveying for pre-earthquake transient features of atmosphere-ionosphere. Case studies for 2021? a year of global seismic unrest; D. Ouzounov, X. Shen, S. Pulnits, T. Liu, H. Katsumi, R. Yan, D. Dmitry, M. Kafatos, L. Petrov, P. Taylor: The 28th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG 2023), Berlin, Germany、2023年7月11–20日（口頭発表）【国際】
 30. Pre-earthquake Transients Features. Case Study for the M8.2 July 28th, 2021, Chignik, Alaska Earthquake; Dimitar OUZOUNOV, Xuhui SHEN, Sergey PULINETS, Jann-Yenq (Tiger) LIU, Katsumi HATTORI, Rui YAN, Menas KAFATOS, Patrick TAYLOR: 20th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS2023), Singapore、2023年7月30–8月4日（招待講演）【国際】
 31. Development of LF Broadband Interferometer for Identification of Earthquake Precursor LF Band Electromagnetic Radiation: Preliminary Report; Yuichiro OHTA, Katsumi HATTORI, Kenshin MIURA, Chie YOSHINO, Noriyuki IMAZUMI: 20th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society (AOGS2023), Singapore、2023年7月30–8月4日（招待講演）【国際】
 32. Characteristics of Geomagnetic and Pre-Seismic Electron Density Changes in Ionosphere, Japan; Katsumi Hattori, Rui Song, Chie Yoshino, Jann-Yenq Liu: XXXVth URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS 2023), Sapporo, Japan、2023年8月19–26日（口頭発表）【国際】
 33. Statistical pre-earthquake TEC (ionospheric electron density) anomalies: Characteristics of Geomagnetic and Pre-Seismic Electron Density Changes in Ionosphere, Japan; Hattori, K, Song, R, Yoshino, C, and Liu, J-Y.: Int'l Space Science Institute, Team 23-583 meeting; Investigation of the Lithosphere Atmosphere Ionosphere Coupling (LAIC) mechanism before the natural hazards, Bern, Swiss/オンライン、2023年9月11–15日（招待講演）【国際】
 34. Challenge to short-term earthquake forecast: Detection for pre-earthquake processes; Katsumi Hattori: Faculty Engagement Forum, Ganesha university of Education, Bali, Indonesia、2023年10月24日（招待講演）【国際】
 35. 関東大震災から100年～首都圏直下型地震への備え；服部克巳：災害治療学シンポジウムin千葉2023「見えない脅威に備えるレジリエントな地域共創社会を目指して」、千葉大学けやき会館、2023年11月23日（招待講演）【国内】
 36. Spatial and Temporal Characteristics of Ionospheric Electron Density Distribution related to the Pre-Seismic and Geomagnetic Storm Cases over Japan; Katsumi Hattori, Rui Song, Chie Yoshino, Jann-Yenq G Liu: AGU Annual Meeting 2023, Moscone center (San Francisco/オンライン)、2023年12月11–15日（ポスター発表）【国際】
 37. Observation of pre-earthquake LF band electromagnetic radiation by capacitive flat plate antenna; Yuichiro Ota, Katsumi Hattori, Chie Yoshino, Kenshin Miura, and Noriyuki Imazumi: AGU Annual Meeting 2023, Moscone center (San Francisco/オンライン)、2023年12月11–15日（ポスター発表）【国際】
 38. Temporal and Spatial variation of b-value at Kanto metropolitan area, Japan ; Wenchao Li, Chie Yoshino, and Katsumi Hattori : 日本地震予知学会 第10回学術講演会、電気通信大学（東京/ハイブリッド）、2023年12月22–23日（口頭発表）【国内】
 39. 容量性円形平板アンテナを用いた地震前電磁放射の観測；太田悠一郎、三浦健伸、吉野千恵、服部克巳、今住則之：日本地震予知学会 第10回学術講演会、電気通信大学（東京/ハイブリッド）、2023年12月22–23日（口頭発表）【国内】
 40. 前兆現象を用いた短期地震予測とその条件；服部克巳：日本地震予知学会 第10回学術講演会、電気通信大学（東京/ハイブリッド）、2023年12月22–23日（口頭発表）【国内】
 41. マルチチャンネル特異スペクトル解析 (MSSA) を用いたULF帯電磁場観測データに含まれるノイズ除去法の開発 —広帯域データへの適用—；金子 柁、茂木 透、吉野千恵、服部克巳：日本地震予知学会 第10回学術講演会、電気通信大学（東京/ハイブリッド）2023年12月22–23日（口頭発表）【国内】
 42. MSSA（マルチチャンネル特異スペクトル解析）を用いた房総MTデータの時間領域ノイズ除去法の開発 (4)：広帯域データへの適用；金子 柁、茂木 透、吉野千恵、服部克巳：Conductivity Anomaly (CA) 研究会2023年度研究集会、東京大学地震研究所 1号館 2階セミナー室/オンライン、2023年12月25–26日（口頭発表）【国内】

【令和5年度教員が主催・共催の研究会、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
2023/5/21	M-IS04: Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes (日本地球惑星科学連合2023年大会, 千葉県千葉市)	学会	研究者と一般と学生	服部	50
2023/5/24-25	7th International Workshop on Earthquake Preparation Process – Observation, Validation, Modeling, Forecasting – (IWEP7)	ワークショップ	研究者と一般と学生	服部	60
2023/5/25	A-CG36 静止衛星による陸面観測 (JpGU 2023におけるセッション開催)	学会	研究者	市井	40
2023/5/25	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と学生	入江	20
2023/5/25	[M-SD35] 将来の衛星地球観測 (JpGU-AGU Joint Meeting 2023・ハイブリッド/幕張メッセ国際展示場)	その他	研究者	本多	23
2023/5/26	A-CG36 静止衛星による陸面観測 (JpGU 2023におけるセッション開催)	学会	研究者	市井	40
2023/5/27	Terrestrial monitoring by GEO satellite research meeting	研究会	研究者	市井	15
2023/5/30	The 1st Expert Workshop on Advancing International Constellation of Geostationary Satellites for Terrestrial Monitoring	研究会	研究者	市井	50
2023/6/29	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と学生	入江	20
2023/7/13	Workshop on follow-up SATREPS project –Planning of future actions–	ワークショップ	研究者と一般	本郷	36
2023/7/27	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と学生	入江	20
2023/8/24	データ同化国際ワークショップ	ワークショップ	研究者と学生	小槻	25
2023/8/25	New mathematical trends in weather prediction and inverse problems (ICIAM, 早稲田大学)	学会	研究者	小槻	40
2023/8/31	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と学生	入江	20
2023/8/31	地球観測ワークショップ	ワークショップ	研究者	本多	23
2023/9/13	6th Follow-up Seminar of SATREPS Project	ワークショップ	研究者と一般	本郷	8
2023/10/19	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と学生	入江	20
2023/10/23-27	The 8th Asia Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023)	シンポジウム	研究者と一般と学生	ヨサファット	150
2023/11/11	大人が楽しむ科学教室 「天気予報の仕組みと気象制御研究」担当	公開講座	一般	小槻	30
2023/11/13	電子情報通信学会SANE研・The 6th Seminar on Microwave Remote Sensing (SeMIREs 2023)	研究会	研究者と一般と学生	ヨサファット	50
2023/12/7-9	電子情報通信学会第18回宇宙・航空エレクトロニクス国際学会 (ICSANE 2023)	シンポジウム	研究者と一般と学生	ヨサファット	200
2023/12/21	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と学生	入江	20
2024/1/9-10	ムーンショット目標8・小槻コアプロジェクトキックオフ会議	研究会	研究者と学生	小槻	56

開催期間	名 称	実施形態	対 象	担当	人数
2024/3/31	サイドイベント：見えないものを見てみよう ～AIによる超解像の世界～（メインイベント：天気をあやつる？ ～Eテレ映像と実験でのぞき見る気象研究の未来～）	その他	一般	小槻	50

【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
2023/5/17	新聞：農業協同組合新聞 気象衛星で植物の熱中症を診断 植生の乾燥状態を詳細に検出 https://www.jacom.or.jp/saibai/news/2023/05/230517-66658.php	Yamamoto et al. (2023, RSE)に関する記事	山本
2023/5/18	ネット配信：UchuBiz 気象衛星「ひまわり8号」から「植物の熱中症」を診断 －農業や林業、防災で活用 https://uchubiz.com/article/new18234/		
2023/5/22	新聞：農業新聞 千葉大学ら、気象衛星で高温乾燥ストレス検出 http://www.shin-norin.co.jp/?p=44432		
2023/5/23	ネット配信：農村ニュース 千葉大学 植物の“熱中症”診断 気象衛星用いてより詳細に https://www.nouson-n.com/media/2023/05/23/8761		
2023/5/29	ネット配信：SMART AGRI 千葉大学、気象衛星「ひまわり8号」を通じて植物の乾燥状態を検出する手法を開発 https://smartagri-jp.com/news/6666		
2023/6/24	新聞：毎日新聞 宇宙から植物の乾燥状態を診断 農業や防災へ衛星データ活用に期待 https://mainichi.jp/articles/20230624/k00/00m/040/122000c		
2023/7/22	テレビ：テレビ東京「出没！アド街ック天国」 真夏も涼しい「千葉 勝浦」	千葉県勝浦市が夏に涼しい理由を解説	市井
2023/8/18	テレビ：NHKニュース “猛暑日なし”の勝浦 注目集まる 地元は“避暑地”をアピール		
2023/8/18	ネット配信：NHK千葉 “涼しい”勝浦市なぜ猛暑日なし 気温低い理由は観光 移住で注目 千葉 https://www.nhk.or.jp/shutoken/chiba/article/015/27/		
2023/8/25	新聞：全国農業新聞 気象衛星で植物の熱中症を診断 高温・乾燥ストレスを検出	Yamamoto et al. (2023, RSE)に関する記事	山本
2023/9/18	新聞：日経産業新聞、日経電子版 豪雨、海上で発生させ地上被害抑制 千葉大など噴水装置 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC018JI0R00C23A9000000/	MS目標8コア研究プロジェクトの研究開発に関して、海上豪雨生成への取り組み、プロジェクトの推進方法について紹介	小槻
2024/1/11	新聞：朝日新聞、千葉面 理系のチカラ 海で豪雨発生させ、地球救う志	MS目標8コア研究プロジェクトの研究開発に関して、線状降水帯による水害予防の最前線を紹介	小槻
2024/3/18	雑誌：Dream navi (2024年5月号) p.52 [特集2] データの活用が大事！データサイエンスって何？：こんなところでも！データサイエンスが社会を動かす：CASE2 気象	データサイエンスの活用例として、気象の研究（気象制御や観測地点の最適化）を紹介	小槻

[4] 受賞・開発実績等

4.1. 受賞

受賞名：DRIN Innovator Award (インドネシア・インドネシア学術会議 (AIPI))

受賞者：Josaphat Tetuko Sri Sumantyo

受賞月日：令和5年5月

受賞内容：マルチプラットフォーム搭載円偏波合成開口レーダのイノベーション

受賞名：日本リモートセンシング学会優秀論文発表賞

受賞者：山本雄平、市井和仁、村山 昌平、Youngryel Ryu、Minseok Kang

受賞月日：令和5年6月

受賞内容：ひまわり8号データを用いた地表面温度推定における不確実性の評価

受賞名：Best Student Paper Award (The 8th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2023))

受賞者：Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Steven Shichang Gao, Koichi Ito, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edi Santosa, and Ayaka Takahashi

受賞月日：令和5年10月

受賞内容：Circularly Polarized Lunar Regolith Simulant Antenna for Future Lunar Communication

受賞名：Young Scientist Award (YSA): IEICE ICSANE2023 Technical Report SANE2023-80 (2023-12)

受賞者：Yuki Yoshimoto, Motoyuki Naito, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo

受賞月日：令和5年12月

受賞内容：Multiple Scattering Effect Analysis of Circularly Polarized Radar for Volcanic Lava Observation

受賞名：Young Scientist Award (YSA): IEICE ICSANE2023 Technical Report SANE2023-89 (2023-12)

受賞者：Hayyan Yusuf, Sutrisno Ibrahim, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Subuh Pramono, Muhammad Hamka Ibrahim

受賞月日：令和5年12月

受賞内容：Design and Manufacturing a Helical Antenna for UAV Monitoring

【セミナー・ワークショップ・研究会等および学内・センター内での受賞】

受賞月日	受賞者	受賞名	受賞内容
2023年9月	野本真孝 溝渕隼也 押見敏暉	第35回日本気象学会夏期特別セミナー (気象夏の学校2023) 研究室紹介優秀賞(3位)	千葉大学大気環境研究室(入江研究室)紹介
2023年8月	河崎文俊	第27回海洋データ同化夏の学校 優秀発表賞	データ同化プログラミング演習
2023年12月	米谷颯太	千葉大学大学院融合理工学府リモートセンシングコース修士研究中間発表会優秀発表賞	コロナ禍を含む長期連続観測による日本の大気境界層中の二酸化硫黄濃度変動の要因解明
2023年12月	河崎文俊	千葉大学大学院融合理工学府リモートセンシングコース修士研究中間発表会優秀発表賞	量子アニーリングを用いたデータ同化手法の開発
2023年12月	島袋隆也	千葉大学大学院融合理工学府リモートセンシングコース修士研究中間発表会優秀発表賞	深層学習モデルによる浸水深時空間分布のエミュレート手法開発
2024年3月	藤村健介	千葉大学大学院融合理工学府長表彰	成績優秀につき

4.2. 特許

・1件出願中

4.3. 開発実績等

なし

[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

来訪者氏名	所属機関情報		分野	職名	来学目的	受入教員	受入期間
	所属機関名	所在国名					
Miura Tomoaki	University of Hawaii at Manoa	アメリカ合衆国	林学	教授	共同研究	市井 和仁	2023/5/26～ 2023/5/27
Ankur Srivastava	University of Technology, Sydney	オーストラリア	土木・建築	ポストドク・特別研究員	学会・シンポジウム	市井 和仁	2023/5/21～ 2023/5/27
Philippe Ricaud	国立気象研究センター	フランス	その他	教授	共同研究	齋藤 尚子	2023/6/26～ 2023/6/28
Jean-Luc Attie	トゥールーズ大学	フランス	その他	教授	共同研究	齋藤 尚子	2023/6/26～ 2023/6/28
RENCHIN Tsolmon	モンゴル国立大学	モンゴル	地学	教授	共同研究	市井 和仁	2023/8/17～ 2023/8/23
Craig Huntly Bishop	The University of Melbourne	オーストラリア	その他	教授	学会・シンポジウム	小槻 峻司	2023/8/21～ 2023/8/26
Putu Artawan	Ganesha University of Education	インドネシア	電気・通信	講師	共同研究	ヨサファット	2023/9/21～ 2023/9/26
平林 聡	The Davey Institute/ The Davey Tree Expert Company	アメリカ合衆国	林学	一般研究員	学会・シンポジウム	市井 和仁	2023/9/19～ 2023/9/21
Arif Kurnia WJAYANTO	ボゴール農科大学	インドネシア	農学	講師	教育	本郷 千春	2023/10/10～ 2023/11/30
Xuegang Chen	新疆師範大学	中国(香港含む)	その他	教授	共同研究	楊 偉	2023/12/1～ 2024/2/1
Haojie Sun	新疆師範大学	中国(香港含む)	その他	教授	共同研究	楊 偉	2024/1/4～ 2024/2/28
Jingxin Sun	新疆師範大学	中国(香港含む)	その他	教授	共同研究	楊 偉	2024/1/11～ 2024/2/1
Kim Hyun-Seok	ソウル国立大学校	韓国	林学	教授	共同研究	市井 和仁	2024/1/31～ 2024/2/4
Yin Shuai	Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences	中国(香港含む)	地学	准教授	学会・シンポジウム	楊 偉	2024/2/15～ 2024/2/16
桃井 裕広	GRASP SAS	フランス	その他	その他	学会・シンポジウム	入江 仁士	2024/2/14～ 2024/2/16
Gegen Tana	National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences.	中国(香港含む)	地学	助教・助手	共同研究	楊 偉	2024/3/27～ 2024/4/4

来訪者 氏名	所属機関情報		分野	職名	来学目的	受入教員	受入期間
	所属機関名	所在国名					
Husi Letu	Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences	中国(香港含む)	地学	教授	共同研究	楊偉	2024/3/27～ 2024/4/4
Yin Shuai	Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences	中国(香港含む)	地学	准教授	共同研究	楊偉	2024/3/27～ 2024/4/4

5.2. 教員の海外渡航

外国出張・海外研修

氏名	国名	用務先	用務内容	期間	予算
山本 雄平 (IAAR)	韓国	新羅ステイ海雲台ホテル	日中学術振興会 (JSPS) 日中韓フォーサイト事業における研究発表および討議会参加	2023/4/19～ 2023/4/21	先方負担
Belikov Dmitry	バングラデシュ	ダッカ大学	The 5th aCAN workshop 参加	2023/6/6～ 2023/6/12	受託研究齋藤 (JAXA)
竹中 栄晶	アメリカ合衆国	NASA Ames Research Center	共同研究打合せ	2023/6/18～ 2023/7/6	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
Oettli Pascal J.A.	イギリス	University of Reading	University of Readingにて開催のS2S Summit2023において参加・発表	2023/7/2～ 2023/7/9	共通 (地球気象系 VL)
本郷 千春	インドネシア	西ジャワ農政局、農業省、ポゴール農科大学	現地調査、フォローアップ会議	2023/7/6～ 2023/7/15	学術研究助成基金助 成金・本郷
Wang Ruci	チェコ共和国	Global Change Research Institute CAS/Mendel University in Brno Ecosystem station Lanzhot	FLUXNET Meeting 2023 および現地視察に参加	2023/7/9～ 2023/7/16	科学研究費補助金・ 市井
市井 和仁	チェコ共和国	Global Change Research Institute CAS/Mendel University in Brno Ecosystem station Lanzhot	FLUXNET Meeting 2023 および現地視察に参加	2023/7/9～ 2023/7/16	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
小槻 峻司 (IAAR)	シンガポール	SUNTEC Singapore	SUNTEC Singaporeにおいて開催のAOGS2023 20th Annual Meetingへ参加・発表	2023/7/31～ 2023/8/4	受託・創発・小槻
楊偉	ペルー	インドネシア農業省	SATREPS実施における担当課題のためのカウンターパートとの土地被覆分類のためのグラントゥルース調査	2023/8/22～ 2023/9/4	先方負担
ヨサファット	インドネシア	インドネシア政府国立研究革新庁 (BRIN)	招待講演	2023/8/9～ 2023/8/11	先方負担
ヨサファット	インドネシア	IPB University	招待講演	2023/9/7～ 2023/9/23	先方負担
市井 和仁	アメリカ合衆国	ハワイ大学マノア校	JSPS 研究拠点形成事業に関連したワークショップでの成果発表と研究打合せ	2023/8/5～ 2023/8/12	受託事業拠点A2022 交流経費・市井

氏名	国名	用務先	用務内容	期間	予算
山本 雄平 (IAAR)	アメリカ合衆国	ハワイ大学マノア校	JSPS研究拠点形成事業に関連したワークショップでの成果発表と研究打合せ	2023/8/6～ 2023/8/12	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
竹中 栄晶	アメリカ合衆国	ハワイ大学マノア校	JSPS研究拠点形成事業に関連したワークショップでの成果発表と研究打合せ	2023/8/6～ 2023/8/11	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
入江 仁士	韓国	Hidden Cliff Hotel & Nature	GEMS Workshopにて研究成果を発表するとともに、最新の情報を収集	2023/9/5～ 2023/9/8	受託・環境推進費(環境研)・入江
ヨサファット	インドネシア	セプルフノベンベル工科大学	工学部留学プログラム引率	2023/8/19～ 2023/8/24	先方負担(工学部)
市井 和仁	中国	北京亜奥国際ホテル	JSPS日中韓フォーサイト事業における国際会合に出席	2023/9/20～ 2023/9/23	先方負担
山本 雄平 (IAAR)	中国	北京亜奥国際ホテル	JSPS日中韓フォーサイト事業における研究発表および提言	2023/9/20～ 2023/9/23	先方負担
樋口 篤志	ウズベキスタン	JICAofficeほか	Joint Community Conference・研究発表会への参加、および現地視察	2023/10/26～ 2023/10/31	先方負担
本郷 千春	インドネシア	西ジャワ州食品植物保護園芸センター 西ジャワ州農政局	研究打合せ	2023/10/28～ 2023/11/1	学術研究助成基金助 成金・本郷
竹中 栄晶	フランス	リール大学 GRASP OPEN オフィス	エアロゾル解析アルゴリズム開発のための研究打ち合わせ	2023/10/10～ 2023/10/25	共通 (地球気象系 VL)
ヨサファット	インドネシア	Bali Dynasty Resort Kuta	APSAR 2023国際会議 / ICIMECE 2023国際会議において基調講演	2023/10/17～ 2023/11/1	会議費・ヨサファット
市井 和仁	中国	Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences	First Working Meeting of the Interim Scientific Committee and open Science Meeting of the Global Ecosystem Restoration and Carbon Neutrality Program (Global-ERCaN) に参加	2023/10/13～ 2023/10/17	科学研究費補助金・市井
小槻 峻司 (IAAR)	イタリア	Palazzo dei Congressi	9th International Symposium on Data Assimilationに参加し発表	2023/10/14～ 2023/10/22	受託ムーンショット 小槻
塩尻 大也 (IAAR)	イタリア	Palazzo dei Congressi	9th International Symposium on Data Assimilationに参加し発表	2023/10/14～ 2023/10/22	特別研究員(PD)・塩尻
武藤 裕花	イタリア	Palazzo dei Congressi	9th International Symposium on Data Assimilationに参加し発表	2023/10/14～ 2023/10/22	学術研究助成基金助 成金・小槻
楊 偉	中国	北京師範大学、蘭州大学	北京師範大学のProf. Miao gen Shen、及び蘭州大学のProf. Xuanlong Maを訪問し、共同研究の実施について交流・相談	2023/11/2～ 2023/11/5	学術研究助成基金助 成金・楊 偉
市井 和仁	韓国	Commodore Hotel Busan (Korea)	13th Asia-Oceania Meteorological Satellite User's Conference (AOMSUC-13)への参加と成果発表	2023/11/7～ 2023/11/10	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
服部 克巳	インドネシア	Bali Dynasty Resort Kuta	Ganesha University of Education に表敬訪問し特別講演	2023/10/21～ 2023/10/27	センター長裁量経費
本郷 千春	アメリカ合衆国	Moscone Center	AGU Fall Meeting 2023に参加・発表	2023/12/10～ 2023/12/17	学術研究助成基金助 成金・本郷

氏名	国名	用務先	用務内容	期間	予算
Wang Ruci	韓国	Jeju Shinhwa World	AsiaFlux 2023 Conference 参加と成果発表	2023/11/27～ 2023/12/2	科学研究費補助金・ 市井
Henri Daniel Joseph	韓国	Jeju Shinhwa World	AsiaFlux 2023 Conference 参加と成果発表	2023/11/27～ 2023/12/2	科学研究費補助金・ 市井
Shao Shuai	韓国	Jeju Shinhwa World	AsiaFlux 2023 Conference 参加と成果発表	2023/11/26～ 2023/12/2	共同研究場 (JAXA)
市井 和仁	韓国	Jeju Shinhwa World	AsiaFlux 2023 Conference 参加と成果発表	2023/11/27～ 2023/12/2	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
山本 雄平 (IAAR)	韓国	Jeju Shinhwa World	AsiaFlux 2023 Conference 参加と成果発表	2023/11/27～ 2023/12/2	学術研究助成基金助 成金・山本
ヨサファット	インドネシア	Universitas Indonesia/ Universitas Sebelas Maret	ダブルディグリープログラ ムのオリエンテーション 会議/ICSANE 国際会議特 別講演	2023/12/2～ 2023/12/11	Josaphat (工)
山本 雄平 (IAAR)	アメリカ合衆国	Moscone Center, NASA AMES	NASA AMES で研究打合 せ、AGU23への参加と成 果発表	2023/12/7～ 2023/12/16	学術研究助成基金助 成金・山本
市井 和仁	アメリカ合衆国	Moscone Center, NASA AMES	研究打ち合わせおよびAGU 2023年大会に参加	2023/12/7～ 2023/12/17	科学研究費補助金・ 市井
Wang Ruci	アメリカ合衆国	Moscone Center	AGU 2023年大会に参加	2023/12/10～ 2023/12/17	受託・環境推進費 R3・市井
小槻 峻司 (IAAR)	アメリカ合衆国	Moscone Center	AGU Annual Meeting 2023へ参加・発表	2023/12/10～ 2023/12/17	教育研究等経費 (小 槻)
入江 仁士	アメリカ合衆国	Moscone Center	AGU Fall Meetingにて①研 究成果を発表②最新の研究 について情報を収集③議論 を通じて当該研究分野を推 進	2023/12/10～ 2023/12/17	科学研究費補助金・ 入江
岡崎 淳史 (IAAR)	アメリカ合衆国	Moscone Center	AGU Fall Meetingに参 加し、古気候復元に関する発 表及び情報収集	2023/12/10～ 2023/12/16	科学研究費補助金・ 岡崎
Sharma Ram Chandra	アメリカ合衆国	Moscone Center	AGU23への参加と成果発 表	2023/12/9～ 2023/12/18	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
竹中 栄晶	アメリカ合衆国	Moscone Center, NASA AMES	AGU23への参加と成果発 表、NASA AMESで共 同研究打合せ	2023/12/10～ 2023/12/25	受託事業拠点A2022 交流経費・市井
Tiwari Gaurav	アメリカ合衆国	Baltimore Convention Center	AMS 104th Annual Meetingへ参加・発表	2024/1/27～ 2024/2/3	教育研究等経費 (岡崎)
本郷 千春	インドネシア	西ジャワ州食品植物保護園芸 センター、西ジャワ州農政局 ウダヤナ大学	研究打合せ、データ収集	2024/2/28～ 2024/3/7	論博・2023・本郷
入江 仁士	タイ	Phimai SKYNET 観測所	国際観測網に関する観測機 材のメンテナンス等実施	2024/2/26～ 2024/3/1	共同研究入江 (JAXA)
楊 偉	中国	電子科技大学 清水河キャン パス	静止気象衛星に関する研究 打ち合わせ、共同研究を実 施	2024/3/2～ 2024/3/9	共通 (地球気象系 VL)
服部 克巳 (理学)	台湾	台湾国立中央大学	研究打ち合わせ	2024/3/6～ 2024/3/10	国際共同研究(服部)

[6] 教育活動

6.1. 主な担当講義（学部・大学院／学内講義、他大学一部講義）

普遍教育科目	宇宙からの地球表層観測	災害科学
	地球環境とリモートセンシング A, B	地域の地学的背景を知る
	災害シチズンサイエンス演習	電磁気で地球を見る
専門教育科目	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	環境リモートセンシング概論-2
	環境リモートセンシング I-1, 2	環境リモートセンシング II-1, 2
	リモートセンシング・GIS実習	リモートセンシング技術入門
	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
工学部 専門科目 (総合工学科／都市工学、情報工学)	リモートセンシング工学	リモートセンサ環境計測
	工学入門 A, B, C	測量学
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		
地球環境科学専攻 (地球科学コース) (リモートセンシングコース) (都市環境システムコース)	地球表層観測学	地球環境計測学
	地球物理学特別講義	地球物理学 IV B, V B
	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（リモートセンシングコース）	リモートセンシング特論 I, II, III, IV	
その他（学部・大学院）		
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	
	卒業研究、特別研究、特別演習（各研究室）	
他大学講義		
東邦大学理学部（樋口）	専門科目「リモートセンシング」	
中央大学理工学部（久世・市井・本郷）	「生物環境情報学」	
獨協大学全学総合講座オムニバス講義（齋藤）	「環境学 I 環境基礎学－自然を見つめる」「宇宙から観る地球環境」	
茨城大学理学部地球環境科学コース（齋藤）	「地球環境科学特論」（集中講義）	

6.2. 論文題目紹介

令和5年度のCEReS教員の指導による博士の学位取得者は2名である。修士論文18名、卒業論文14名とともに、ここで紹介する。なお、博士論文要旨は、ニュースレター令和6年3月号（No.220）に掲載している。

【博士論文】

学生氏名：Muhammad Arif Munandar（ムハマド アリフ ムナンダル）

論文題目：Characterization of Aviation Turbulence Distributions and Himawari 8 Images over Java Island, Indonesia

航空乱気流に関する特性分布とインドネシア・ジャワ島上空におけるひまわり8号画像用いた特性評価

専攻：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

学位：博士（学術）

指導教員：ヨサファット

学生氏名：柏原 久人

論文題目：全偏波 UAV-SAR 用 Xバンド円偏波マイクロストリップアレーアンテナの開発

専攻：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

学位：博士（工学）

指導教員：ヨサファット

【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	指導研究室
蔡 宇璠	深層学習を用いた SAR 画像の水域セグメンテーション手法の開発	修士（工学）	ヨサファット
温 月如	Estimation and evaluation of Surface Reflectance of Fengyun-4A/AGRI for Terrestrial Monitoring	修士（工学）	市井・山本
陳 可笛	深層学習を用いた低サイドローブノイズレーダ波形の設計	修士（工学）	ヨサファット
肖 寒	夜間画像と植生情報に基づくモニタリングに関する研究	修士（工学）	本多・梶原
王 菁源	JERS-1 SAR 生データ処理と偏波解析による土地利用・土地被覆分類の研究	修士（工学）	ヨサファット
橋本 達希	ひまわり 8号データとキャノピー放射伝達モデルを用いたアジア・オセアニア域の葉面積指数の推定	修士（工学）	市井・山本
呂 煒	GOES-16を用いた高時間解像度総一次生産モデリング：機械学習のアプローチ	修士（工学）	市井・山本
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	修士（理学）	入江
森 千春	全球 AGB 推定における森林タイプの把握を目的とする土地被覆分類の手法開発	修士（工学）	本多・梶原
古谷野 健	マルチスペクトル及び熱赤外カメラを搭載した UAV による水稻病害把握手法の検討	修士（工学）	本郷
浅野 雄斗	GOSAT/TANSO-FTS データにもとづく領域・高度別の二酸化炭素の濃度増加量と季節変動の解析	修士（工学）	齋藤
藤村 健介	アンサンブルデータ同化を用いた降雨流出氾濫モデルによる河川水位予測の改善に関する研究	修士（工学）	小槻・岡崎
河崎 文俊	モデル予測制御とデータ同化による低次元カオス力学系の所定レジームへの誘導	修士（工学）	小槻・岡崎
齋藤 匠	データ同化の精度向上に向けた有効な観測位置決定手法の開発および観測インパクト評価	修士（理学）	小槻・岡崎
佐々木 景悟	ヘイズ最適化を用いた降雨流出氾濫モデルの計算効率性の高いパラメータ最適化に関する研究	修士（工学）	小槻・岡崎
小田 理人	衛星画像を用いた湖沼の水生植物繁茂のモニタリングとメカニズムの解明	修士（理学）	楊
張 淋寧	GCOM-C SGLI 衛星データによる全球植生フェノロジーのモニタリング	修士（工学）	楊
肖 琦	静止気象衛星「ひまわり」の海面温度による海洋熱波の高精度検出	修士（学術）	楊

【卒業論文】

千葉大学理学部地球科学科

氏名	論文題目	指導研究室
押見 敏暉	2023年4月の黄砂イベントに着目した日本都市部のエアロゾルのキャラクタリゼーション	入江
溝渕 隼也	線状降水帯予測精度向上のための水蒸気空間変動要因の検証	入江
三重野 翔	衛星画像を用いた土壌腐植量の推定	本郷
林 勇佑	GHG 濃度比を用いた東アジアの CO ₂ 放出の影響評価	齋藤
吉井 太一	GHG 濃度比を用いた南アジアのメタン放出源の特徴解析	齋藤
中野 博文	アンサンブル学習を用いたスマートフォンカメラ撮影の雪結晶分類	小槻・岡崎(樋口)
植田 晴	衛星リモートセンシングを用いたソーラーパネル検出アルゴリズムの検証・改善	楊

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	コース名	論文題目	指導研究室
川並 大晟	都市環境システム	高分解合成開口レーダ画像に対するスペckルノイズ除去フィルタの最適化	ヨサファット
柴山 怜雄	都市環境システム	オーストラリア半乾燥域における植生成長ストレスの早期検出	市井・山本
長谷 美咲	都市環境システム	ひまわり8号を用いた東南アジア域における植生の季節変動モニタリング	市井・山本
武井 優羽	都市環境システム	SAM-HQを用いた航空機搭載円偏波SAR画像の水田のセグメンテーション	ヨサファット
中川 拓人	情報工学	LANDSAT データを用いたキャノピーギャップ検出手法の評価	本多・梶原
村田 翔	情報工学	衛星データを用いた森林変化の検知に関する研究	本多・梶原
白石 健太	情報工学	深層学習に基づく超解像技術を用いた降水量データの高解像度化	小槻・岡崎

6.3. 令和5年度学生数内訳

令和6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
大学院博士課程 (リモートセンシングコース)	2	19 ^{*1}	21
	(1)	(15)	(17)
大学院修士課程 (リモートセンシングコース)	18	27	42
	(8)	(15)	(20)
学部生 (理学部、工学部)	14	8 ^{*2}	22
	(0)	—	(1)
研究生（留学生）		7	7

下段のカッコ内は留学生、内数にて

*1：令和5年9月修士課程修了し、10月博士課程進学の1名含む、*2：令和5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

(公表可能な生涯教育・社会活動および社会貢献・外部委員など)

(市井和仁)

- 学会・学術関連委員
 - AsiaFlux 委員長
 - JapanFlux 委員長
 - FLUXNET 運営委員会
 - JpGU 代議員
- 外部委員など
 - 将来温室効果ガス観測ミッション構想に関する会議 検討委員 (国立環境研究所)
 - 気候変動 (森林土壌炭素放出評価): Climate Change (Evaluating the Carbon Emission from Forest Soils (ECEFS)) 国内委員 (アジア原子力協力フォーラム (FNCA))
 - 地球観測に関する科学アドバイザー委員会 委員 (JAXA)
 - 鳥取大学乾燥地研究センター 客員教授
 - 国立環境研究所地球環境研究センター 客員研究員

(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
 - Leader: IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS) Technical Committee on Instrumentation and Future Technology (TC IFT) UAV
 - Associate-Editor: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letter (GRSL)
 - Associate-Editor: IEEE Antennas Wireless and Propagation Letter (AWPL)
 - Advisory Member: Indonesian Remote Sensing Society (MAPIN)
- 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
 - 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 Honorary Professor
 - 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 スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 講師

(入江仁士)

- 学会・学術関連委員
 - 日本地球惑星連合大会プログラム委員
 - 日本大気化学会・大気化学討論会 LOC
 - 第12-13期 日本大気化学会運営委員会委員
 - 名古屋大学宇宙地球環境研究所附属国際連携研究センター運営委員会委員
 - 第4期航空機による地球環境観測推進委員会委員
 - 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
 - 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

- GEMS Science Advisory Group メンバー
- 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
- 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

(小槻峻司)

- 外部委員など
 - Program Committee Members, Japan Geoscience Union Meeting 2024, JpGU
 - Member of Hydrology Division, Committee on Hydrosience and Hydraulic Engineering, JSCE
 - Working Group Member of IHP-IX Strategic Plan (Theme 3: Bridging the data and knowledge gap)
 - 水文・水資源学会 JpGU 対応委員会 委員
 - JAXA・地球観測に関する科学アドバイザー委員会・PMM 分科会 (後継ミッション検討グループ・利用促進検討グループ)
- 学会誌編集委員
 - Journal of the Meteorological Society of Japan
 - 水文・水資源学会誌
- 兼任
 - 理化学研究所・開拓研究本部 客員研究員
 - 理化学研究所 計算科学研究センター 客員研究員

(本多嘉明)

- 文科省「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
- JAXA「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
- RESTEC「大井川上流部解析業務への助言」(技術指導・監修者)
- 気象庁「静止気象衛星に関する懇談会」のデータ利用研究推進グループ委員
- 日本写真測量学会 (常務理事)
- 日本写真測量学会 (対外協力委員)
- (一社) 先端空間情報技術評価支援センター (ASITE) (理事長)
- 「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 (TF)」リモートセンシング分科会地球科学研究高度化ワーキンググループ (グループ長)
- 地上調査のための UAV 運用研究会 (MORALS) (会長)
- 「無人航空機 (UAV, ドローン) 事故調査会」(会長)
- NPO 法人宇宙からの地球観測を考える会 (FEOS) (理事)

(樋口篤志)

- 学会・学術関連委員
 - 水文・水資源学会 理事／編集出版委員会 表彰選考委員
 - 日本水文科学会 常任委員 (委員長)／評議員／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)／JpGU 対応小委員会委員
 - 日本気象学会 データ利用部会委員／地球環境問題委員
 - 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 GEWEX 小委員会委員
- 外部委員など
 - 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 大気陸域海洋専門分科会委員

- ・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)
- ・NPO 法人 太陽放射コンソーシアム理事

(本郷千春)

- ・内閣府「令和5年度 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証に関する調査」検討会委員
- ・文部科学省 宇宙航空科学技術推進委託費専門ワーキンググループ委員
- ・一般社団法人 日本リモートセンシング学会学術委員会委員
- ・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

(齋藤尚子)

- ・学会・学術関連委員
 - ・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 (25期)
 - ・一般社団法人日本リモートセンシング学会 理事・企画委員会 委員長 (6月末まで)
 - ・一般社団法人日本リモートセンシング学会 企画委員会 委員
 - ・一般社団法人日本リモートセンシング学会 編集委員会 委員
 - ・一般社団法人日本リモートセンシング学会 JpGU連絡委員
 - ・一般社団法人日本リモートセンシング学会 リモートセンシング学会教科書編集委員
 - ・日本大気化学会 運営委員 (第12期、6月末まで)
 - ・日本大気化学会大気環境観測検討委員会 委員
- ・外部委員など
 - ・千葉県環境影響評価委員会 委員 (大気分野、副委員長)
 - ・千葉市廃棄物処理施設設置等審議会 委員
 - ・千葉県環境研究センター基本構想検討会議 委員
 - ・第4期航空機による地球環境観測推進委員会 委員
 - ・環境省地球環境局・独立行政法人宇宙航空研究開発機構・独立行政法人国立環境研究所 温室効果ガス観測技術衛星2型サイエンスチーム委員会 委員
 - ・令和5年度将来温室効果ガス観測ミッション構想に関する会議 委員

(梶原康司)

- ・気象庁「静止気象衛星に関する懇談会」のデータ利用研究推進グループ委員

(服部克巳 (理学研究院))

- ・日本学術会議 電波科学研究連絡委員会E分科会 委員
- ・地球電磁気学研究連絡委員会地磁気観測小委員会 委員
- ・EMSEV委員 (Member of Inter Association Working Group on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes. IUGG)
- ・日本地震予知学会 副会長
- ・日本大気電気学会 顧問
- ・中国地震局地震予測研究所 客員教授

[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5年度も新型コロナウイルス感染症を鑑み、従来のようなCEReS国際シンポジウムの開催を中止した。

8.1.2. 第26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26回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは千葉大学けやき会館において、対面とオンラインでのハイブリッド形式で開催した。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5つのプログラムである「先端センシング」、「環境診断」、「環境予測」、「統合解析」、「社会実装」に関連した研究発表が行われ、約100名の参加者らがオンラインも交えて熱心に議論を交わした。詳細は本年報第2章およびCEReSニュースレター2024年2月号(No.219)を、また当日の発表題目(プログラム*) デジタル版は下記サイトより参照されたい。

(*プログラム：https://ceres.chiba-u.jp/wp/wp-content/uploads/Documents/symposiums/symp2023/20240213b_26th-CEReS-Symposium-Program.pdf)



図8.1.2. けやき会館ロビーでの集合写真

[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）は日本の静止気象衛星ひまわり（9号）、アメリカ静止気象衛星GOES-E、-W、欧州静止気象衛星EUMETSAT（0 Degree, IODC）、Terra/Aqua搭載MODIS等である。CEReS設立初期に設置したNOAA/AVHRR受信装置はアンテナモータの経年劣化による画像劣化・受信シーン数の大幅減、AVHRRシリーズの実質的な終焉、ひまわり8号の登場により2017年度に装置一式を撤去した。また、アンテナ受信していたFY-2もより観測性能の高いEUMETSAT MSGがIODCに移行し、多くの観測実績を上げてきたことを鑑み、2023年度末をもってアンテナ受信を終了した。この終了により、CEReSにおけるアンテナ受信での衛星データ取得はゼロとなったが、過去に受信した、あるいはインターネット経由で取得したデータはこれまでと同様公開している。

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8/9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。2023年度末にて受信終了
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. 国際地上リモートセンシング観測網（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。



図9.3.-1. 千葉大学大気環境観測スーパーサイト（工学系総合研究棟屋上設置）



図9.3.-2. SKYNET 観測網サイトマップ

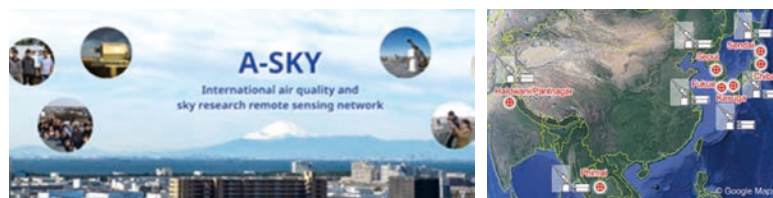


図9.3.-3. A-SKY 観測網サイトマップ

9.4. 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9.4. 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。

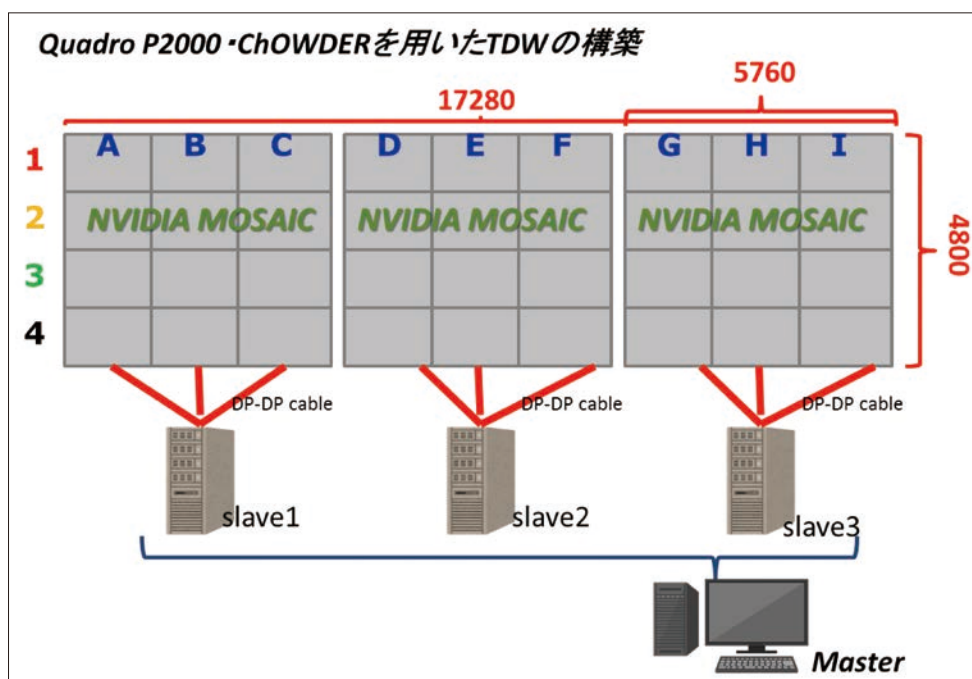


図9.4-1. TDWの構成

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

※ CEReS移設時の36面TDWの仕様は、コンシューマ向けGPUであるGeForce470 (Full HD 2画面出力) をPCに2枚搭載し、同仕様のPC9台と管理用PC1台で制御して運用を行っていた。画面セットアップのためには、1PCあたり4画面 (画像の縦4台のモニタ) の連結設定を行い、さらに同作業を残り8台について行った後、それぞれからmaster PCに接続・設定を行うなど時間と手間のかかる作業が必要だった。Quadroカードに置き換えることで管理するPC台数を減らし、消費電力の削減およびセットアップの効率化を図っている。P2000は4K出力可能なDisplay Portを4つ搭載しており、定格消費電力は75WとGeForce470の30%程度とかなり低いことから、消費電力の点においてもPCに3枚搭載できるようになり、mosaicで12台モニタの画面スパンが可能となった。図9.4-2.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9.4-2. 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）

9.5. その他計測装置、ソフトウェア（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5年度計算機データベース主要業務

10.1. 概要

令和5（2023）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5（2023）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（支援員2名体制で実施）

- 1階サーバ室、3階サーバ類の状態管理、報告、温度管理、湿度管理
- 屋上アンテナ（FY-2G受信アンテナ）チェック（2024年3月で終了）
- リアルタイム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
- MSG3/4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-T（G18）、MODIS、MSGシリーズ、GPM、その他気象データのHTTPSダウンロードスクリプトへの対応、プロダクトのバージョンアップによる再ダウンロード、NASA PAAC（Program Analysis and Control）2段階認証への対応、チェック、サーバOS変更に伴う移行調整
- テープバックアップ作業（LTO4からLTO6、8へのデータ移行、テープ巻き戻し）
- テープドライブ老朽化による対応
- サーバ室、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
- メールサーバ管理、研究室ML更新、新規ML作成
- WWWサーバコンテンツの更新、wwwへの対応
- MSG3（MSG 0 Degree）の新衛星（MTG）への移行準備（5月より）
- データ容量肥大に対応するためのRAIDの更新、およびサーバOSサポート期限によるOS入れ替えを伴うサーバシステム移行への対応

表10.2. 令和5（2023）年度障害等報告

年月日	障害・対応事項
2023/04/07	himawari gridデータ再作成完了（不具合期間：3/31, 4/1, 4/2 UTC）
2023/04/11	goes3g-west-nc RAID増設及びOS入れ替え後サービス開始；bgstrg1 GOES-R過去分の保存
2023/04/18-19	G-Portal主衛星メンテナンスに伴い、データ欠損のお知らせ 欠損対象期間：2023/4/18 22:00～4/19 6:00（JST） 欠損対象プロダクト：GPMプロダクト（DPR, GMI, COMB）
2023/04/27	modis Munin黄色表示 Disk usage in percent
2023/04/28	meteosat Munin黄色表示 Disk usage in percent
2023/05/01	goes3g-est-nc RAID増設；goes3g-west-nc データ移行、データ圧縮
2023/05/08	1階サーバ室及び3階コンピュータ室 除湿器稼働開始；1階サーバ室のファン故障
2023/05/10	全学ネットワーク停止（7:30-8:00 JST）
2023/05/12	modis Munin黄色表示 Disk usage in percent goes3g-est-nc OS刷新GW期間中にRAID再フォーマット完了、proftpdインストール、稼働確認 goes3g-est 再設定、未圧縮ファイルの整理、テープバックアップのやり直し
2023/05/23	（10:00-17:00 JST）G-Portalサービス一時停止
2023/06/02	1階サーバ室 エアコン水漏れ（PAC2）修理
2023/06/05	1階サーバ室 エアコンフィルター清掃
2023/06/07	1階サーバ室 エアコン室外機清掃
2023/06/11	Himawari cloud システムエラーによりデータ配信遅延（15:59-16:45 UTC）
2023/06/14	1階サーバ室 エアコン室外機清掃 NASA-DAAC（API-Token）期限ポリシーが厳しくなりMODIS1b、level 2bデータのダウンロードが一時困難となる
2023/06/25	Himawari cloudシステムメンテナンス（15:00-17:00 UTC）
2023/06/30	Himawari9 V2 23:50 UTCデータ作成なし

2023/07/21-31	NASA MODIS : プロダクト生成サーバの故障により全てのプロダクトダウンロードが停止
2023/07/31	MODIS リアルタイムサーバのみ回復
2023/08/02	MODIS level1b ダウンロードテスト
2023/08/03	hmwr829gr Munin黄色表示 Disk usage in percent ; bgstrg1 GOES-R過去分の保存 G-Portalシステムメンテナンス (09:45-13:00JST)
2023/08/18	DIASシステムメンテナンス (2023/08/21 13:00JST-2023/08/21 13:00JST)
2023/08/21	MODIS Level2 システムメンテナンスでMYD02SSHのみ停止予定
2023/08/21, 23	MODISアクセス不可 MODIS、GP06 ディスク容量を減らす
2023/08/23	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-16:00JST) MODIS MODIS02 (MOD02) システム回復せず、ダウンロードなし、MYD02回復
2023/08/29	G-Portalシステムメンテナンス (12:00-16:15JST)
2023/08/31	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-13:00JST)
2023/09/01	ひまわり9号秋分期運用 ; GCOM-Cプロダクト提供遅延
2023/09/04	MODIS LP DAAC webページ不具合のため、ダウンロード不可 geoinfo Munin黄色表示 Disk usage in percent
2023/09/05	meteosat Munin黄色表示 Disk usage in percent ; 図書館ひまわりディスプレイ safe mode で起動
2023/09/12	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-12:00JST)
2023/09/20	C3, C4 エアコンフィルター掃除
2023/09/25	hmwr829hs Munin黄色表示 Disk usage in percent
2023/10/01	(8:30-17:30 JST) 全学停電点検
2023/10/03	図書館ひまわりディスプレイ ソフトウェアアップデートのメッセージ表示
2023/10/05	Himawari9 grid data (期間 : 202309302100-202309302300) データ補完されず
2023/10/10	goes3g-est-nc ダウンロードクローン停止
2023/10/12	G-Portalシステムメンテナンス (10:30-16:00 JST)
2023/10/16	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-16:00 JST) ; meteosat RAID HDD交換 hmwr829gr Munin赤色表示 Disk usage in percent
2023/10/18	DIASシステムメンテナンス (12:00-16:40JST)
2023/10/24	テープバックアップの効率化のため、tape1・tape2 2.5Gbps NIC接続。
2023/10/25	DIASシステムダウン (停電) (2023/10/25 20:57頃JST-2023/10/26 18:10頃JST)
2023/10/30	MSG2, MSG3 : EUMETSATデータポリシー更新 ダウンロード不良
2023/11/07	(17:00JST) GPM/DPR提供中断及びGSMaPマイナーバージョンアップ
2023/11/10	Himawari08 grid HDDコピー依頼 (服部研究室)
2023/11/13	1階サーバ室、3階コンピュータ室 除湿器運用停止 (冬季のため) MODAPS-LAADSシステムメンテナンス (2023/11/13 13:00UTC-2023/11/15 17:00UTC)
2023/11/20	hmwr829gr アクセス不可のため、サーバ再起動
2023/11/21	hmwr829hsv2をhmwr829hsとして運用開始 (hmwr829hsのサーバ更新) ; Hmwr829hsログ一部消失
2023/11/27	旧hmwr829hsのRAIDのHDDを16TBに入れ替え、再フォーマット開始
2023/11/30	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-13:10 JST) www-ceres Munin黄色表示 Disk usage in percent
2023/12/05	www-ceresに1TB SSDを追加し容量不足に対応 Himawari cloudシステムメンテナンス (02:40-02:50 UTC)、(15:00-16:20UTC)
2023/12/06	Himawari cloudシステムメンテナンス (2023/12/06 01:00-2023/12/07 12:00 UTC)
2023/12/07	Himawari cloudシステムメンテナンス (04:00-04:40 UTC)
2023/12/11	Himawari cloudシステムメンテナンス (2023/12/11 01:00-2023/12/14 04:40 UTC)
2023/12/12	(移行予定の) hmwr829gr RAIDフォーマット完了。移行処理開始 G-Portalシステムメンテナンス (09:30-12:45JST)
2023/12/14	Himawari cloudシステムメンテナンス (15:00-16:00UTC)
2023/12/19	GCOM-Cプロダクト提供遅延
2023/12/20	Himawari cloudシステムメンテナンス (03:00-09:00UTC)
2023/12/22	Himawari cloudシステムメンテナンス (04:00-09:00UTC)

2023/12/26	Himawari cloudシステムメンテナンス (01:00-05:00UTC) ; bgstrg1 動作確認 tape2 テープドライブ故障 修理依頼 ; 拠点中間報告用データ量確認 (2023年12月末時点)
2023/12/27	GPM/GSMaP リカバリ完了
2024/01/02-	ひまわり9号月の影響による一部の衛星関連プロダクトの品質低下
2024/01/09	OSアップデート対応 AlumaLinux8.9 : goes、meteosat、ceres、www (HTTPS移行)
2024/01/18	G-Portalシステムメンテナンス (13:30-17:00JST)
2024/01/22	tape1 UPS交換 ; hmwr127 Munin黄色表示 Disk usage in percent
2024/01/23	ひまわり日照データコピー依頼
2024/01/25	G-Portalシステムメンテナンス (13:30-17:00JST)
2024/01/31	JRA55更新終了、JRA3Q提供開始
2024/02/01-28	ひまわり9号月の影響による一部の衛星関連プロダクトの品質低下
2024/02/02	hmwr829hs-rt リプレース (OS入れ替え) ; G-Portalシステムメンテナンス (10:00-20:00 JST) Himawari cloudシステムメンテナンス (10:00-14:00 UTC)
2024/02/07	図書館ひまわりディスプレイ不具合 (OS SSD不良により起動しなくなる)
2024/02/10-13	G-Portalシステム障害に伴うプロダクト提供遅延 (2024/02/10 00:16頃 JST-2024/02/13 (11:30 JST))
2024/02/14	Himawari grid 04 (20-30) 作成できず
2024/02/15	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-20:00 JST)
2024/02/19	G-Portalシステムメンテナンス (10:00-20:00 JST) ; ひまわりデータコピー依頼 (立正大学) (07:30-08:00 JST) 学内ネットワーク停止 (セキュリティ対策) ひまわり9号春分期運用 AHI-9 の太陽回避 2024/2/19-2024/04/19
2024/02/21	hmwr829hsv2 Munin黄色表示 Disk usage in percent
2024/02/26	swrd Munin黄色表示 Disk usage in percent ひまわり9号春分期運用 ひまわり9号の食 (2024/02/26-2024/04/11)
2024/02/26-29	DIASシステムメンテナンス (2024/02/26 15:00 JST-2024/02/29 15:00頃JST)
2024/02/27	G-Portalシステムメンテナンス (09:00-16:00 JST) ; G-Portalシステム障害 (00:00-19:00頃 JST)
2024/02/28	quicklooks Munin黄色表示 Disk usage in percent
2024/03/05	FYアンテナ最終保守作業
2024/03/06	modisリプレース、新サーバへダウンロードスクリプト移行
2024/03/08	H09 V2015 0801300 grid作成できず ; 図書館ひまわりディスプレイ再設置
2024/03/11	Himawari cloudシステムメンテナンス
2024/03/12	(11:00頃-JST) G-Portalプロダクト提供遅延
2024/03/15	Himawari cloudシステムメンテナンス
2024/03/18	G-Portalシステムリカバリ完了
2024/03/25	LADAAPメンテナンス ftpできず (MODIS09,11)
2024/03/29	1階サーバ室エアコン故障 (PAC-5)
2024/03/31	FYアンテナ、サーバ保守作業終了 (株式会社ビジョンテック)

10.3. 令和5（2023）年度データダウンロード実績

令和5（2023）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5（2023）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	155	8,701	- / 182.56
Terra & Aqua／MODIS	923,679	2,495,238	7487.67 / 304.25
GMS1-4, 5, GOES9	3	363,708	- / 84.96
MTSAT	0	107,491	- / 14.49
FY2-B, C, D, E, G	74,062	1,687,680	85.09 / 3612.87
METEOSAT, MSG	136	72	- / 0.15
GOES-E, -W	0	1,676,849	- / 1596999.05
GOES-R, -S	471,850	12,301	111.49 / 12.05
地理情報等	914,550	63,519	188.15 / 211.49
TRMM, GPM	0	437,430	- / 85.85
放射プロダクト	2,430,406	19,917,466	71.15 / 52.54
ひまわり8／9号	52,485,940	45,014,051	42.97 / 112.40
A-Train*	0	755,165	- / 74.03
総計	57,300,781	72,539,671	45.26 / 88.77

[11] 令和5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.209 (発行2023年4月)

リモートセンシングコース新入生ガイダンス&顔合わせ会
ダブル・ディグリー・プログラム -Universitas Udayana

◆ Newsletter No.210 (発行2023年5月)

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 令和5年度入試説明会
新任職員の紹介
CEReS よりお知らせ <<ニュースリリース>>
気象衛星で植物の熱中症を診断 ～温度日変化の波形が水分不足のサインを捉える～

◆ Newsletter No.211 (発行2023年6月)

マルチプラットフォーム合成開口レーダ、国際イノベーター賞受賞
CReSSを用いたデータ同化の研究に参加して
受賞報告：日本リモートセンシング学会 優秀論文発表賞

◆ Newsletter No.212 (発行2023年7月)

木更津高校地学部の皆さんが来訪 ～入江研究室、ヨサファット研究室、樋口研究室を見学～
鉄道総合技術研究所との共同研究契約を締結しました ～小槻研究室通信・第25号～
インドネシア政府文部科学省 World Class University プログラム ディポネゴロ大学より学生4名来学

◆ Newsletter No.213 (発行2023年8月)

静止衛星の陸面モニタリングに関する国際ワークショップを開催
地上観測機 (G4301, PICARRO) の設置・観測開始
東京大学と東京海洋大学のみなさんが観測サイトを見学
高校生向け科学教室 (衛星データ解析) を実施しました

◆ Newsletter No.214 (発行2023年9月)

線状降水帯の予測精度向上に向けた新たな学官連携の取組の開始
ムーンショット型研究開発事業 (目標8 コア研究) の採択について ～小槻研究室通信・第26号～
気象夏の学校 (日本気象学会夏期特別セミナー) 2023参加報告 ～入江研究室より今夏の学生生活動報告～
学位取得おめでとうございます

◆ Newsletter No.215 (発行2023年10月)

GOSAT-2プロジェクトへの貢献でCEReSが表彰されました
「第7回 陸域フラックス合同研究会」の開催
福江島の観測サイトへの出張 ～CEReSの研究活動便り (入江研究室)～
小槻・岡崎研究室より10月の活動報告 ～小槻・岡崎研究室通信として、引き続きよろしく願いいたします～

- ◆ Newsletter No.216 (発行2023年11月)
 Josaphat's Reports in November 2023
 日本リモートセンシング学会学術講演会 参加報告
 第4回 AI・データサイエンスシンポジウムに参加しました ～小槻・岡崎研究室通信・第30号～
 第28回 大気化学討論会参加報告

- ◆ Newsletter No.217 (発行2023年12月)
 受賞報告：ICSANE 2023 Young Scientist Award
 第68回 水工学講演会に参加しました ～小槻・岡崎研究室通信・第31号～
 防災科研の施設見学 ～CEReS研究室便り：入江研究室～
 AsiaFlux Conference 2023参加報告
 NASA Ames訪問
 AGU Fall Meeting 2023参加報告
 リモートセンシングコース修士課程中間発表会

- ◆ Newsletter No.218 (発行2024年1月)
 ムーンショット目標8・海上豪雨生成プロジェクトのキックオフ ～小槻・岡崎研究室通信・第32号～
 能登半島地震における隆起について ～ヨサファット教授による解析～

- ◆ Newsletter No.219 (発行2024年2月)
 第26回CEReS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
 新任教員紹介

- ◆ Newsletter No.220 (発行2024年3月)
 東大AORIにてVL講習会・協議会、シンポジウム開催
 CEReSよりお知らせ
 中国静止気象衛星 FY-2シリーズ受信終了
 International ties of CEReS ～CEReS修了の留学生 世界で活躍！～
 小槻・岡崎研雪結晶プロジェクトの開催 ～小槻・岡崎研究室通信・第32号～
 学位取得おめでとうございます

- ◆ Newsrelease No.33 (発行2023年5月/大学・CEReSウェブサイトにて公表)



気象衛星で植物の熱中症を診断
 ～温度日変化の波形が水分不足のサインを捉える～ (山本雄平助教)

[12] 組織・運営・人事・予算

12.1. センターの構成（令和6年3月現在）

センター長		服部 克巳	
先端センシング部門	教授 スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ	准教授	本多 嘉明
環境診断部門	教授 市井 和仁	教授 入江 仁士	准教授 齋藤 尚子
環境予測部門	助教 楊 偉	(教授 小槻 峻司/センター構成員として兼務活動)	
統合解析部門	准教授 樋口 篤志	講師	梶原 康司
社会実装部門	准教授	本郷 千春	

12.2. 職員名簿（令和6年3月末現在）

教員組織（環境リモートセンシング研究センター）

教員組織（兼務教員・客員教員・グランドフェロー）

職名	氏名	職名	氏名
教授	市井 和仁	兼務教員	
教授	スリスマンティヨ ヨサファット テトオコ	教授	服部 克巳（理学研究院）
教授	入江 仁士	教授	小槻 峻司（国際高等研究基幹）
准教授	本多 嘉明	准教授	椎名 達雄（工学研究院）
准教授	樋口 篤志	准教授	加藤 顕（園芸学研究科）
准教授	本郷 千春	助教	劉 ウェン（工学研究院）
准教授	齋藤 尚子		
講師	梶原 康司	客員教員	
助教	楊 偉	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）
准教授	岡崎 淳史（国際高等研究基幹）	非常勤講師 （客員准教授）	木村 篤史 （株パスコ）
助教	山本 雄平（国際高等研究基幹）	非常勤講師 （客員准教授）	濱田 篤 （富山大学）
特任助教	オウ ジョジ	非常勤講師 （客員准教授）	金丸 佳矢 （情報通信研究機構）
特任助教	ゾウ シャン		
特任助教	竹中 栄晶		
特任助教	平山 英毅		
特任助教	武藤 裕花		
特任助教	塩尻 大也（JSPS特別研究員/国際高等研究基幹）		
特任研究員	オエトリ パスカル J.A.	グランドフェロー	
特任研究員	大橋 正尚	名誉教授	鷹野 敏明（グランドフェロー）
特任研究員	金子 凌		
特任研究員	黒澤 賢太		
特任研究員	シャオ シュイ		
特任研究員	シャーマ ラム チャンドラ	事務組織（西千葉地区事務部理工系総務課）	
特任研究員	露木 義	部長	多田 幸敏
特任研究員	ティワリ ゴーラブ	課長	杉木 清彦
特任研究員	ヘリコフ ドミトリー	副課長	蓮瀧 和也
特任研究員	ヘンリ ダニエル ジョセフ	係長	佐瀬 紀子（センター支援係）

12.3. 拠点運営委員会

令和5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6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	井上 智博	千葉県環境研究センター（室長）
委員	三枝 信子	国立環境研究所（領域長）
委員	竹内 渉	東京大学生産技術研究所（教授）
委員	田殿 武雄	宇宙航空研究開発機構（研究領域主幹）
委員	松岡 延浩	千葉大学大学院園芸学研究院（教授）
委員	松山 洋	東京都立大学都市環境科学研究科（教授）
委員	三木 隆司	千葉大学大学院医学研究院（教授）
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	市井 和仁	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5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	入江 仁士
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
国際未来教育基幹キャビネット 高大教育センター	構成員	ヨサファット
先進科学センター早期高等教育研究部門	構成員	ヨサファット
学術研究推進機構 若手研究者育成部門 テニユアトラック審査・評価部会	構成員	市井 和仁
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	入江 仁士
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	市井 和仁
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5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	市井 和仁	
予算委員会	市井 和仁	入江 仁士、樋口 篤志、小槻 峻司
共同利用研究推進委員会	入江 仁士	ヨサファット、本多 嘉明、本郷 千春、楊 偉、岡崎 淳史、山本 雄平
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	齋藤 尚子	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／市井 和仁、広報委員長／小槻 峻司

12.5. 予算最終決算

令和5年度 予算最終決算

事 項	予算額 (円)	備 考
運営費交付金	103,331,000	
教育研究経費	67,278,000	
ミッション実現加速化経費	17,000,000	
全国共同利用・共同実施	14,007,000	
教育・研究基盤維持経費	4,391,000	補正予算分
学長裁量経費	600,000	
学生支援・修学支援経費	55,000	
外部資金		
科学研究費補助金	89,929,802	
受託研究経費	102,311,728	再委託分を含む
共同研究経費	15,496,926	
受託事業経費	24,259,107	
寄附金経費	19,282,376	前年度繰越分を含む
補助金等経費	2,172,000	
研究関連経費	21,430,540	
施設設備費補助金事業経費等	0	
合 計	378,213,479	

※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. 外部資金課題一覧（奨学寄附金、その他補助金等是非掲載）

研究種目	研究テーマ	受入教員
科学研究費（補助金・基金）		
基盤研究（S） （継続／～令和8年度）	第三世代静止気象衛星群による全球高頻度観測は陸域生態環境理解に何をもたらすか？ （研究分担者／入江仁士、樋口篤志、楊 偉、山本雄平）	市井 和仁
基盤研究（B） （継続／～令和6年度）	低コストの受動型可視分光法による大気下層水蒸気観測技術の線状降水帯研究への新展開	入江 仁士
基盤研究（B） （継続／～令和8年度）	衛星観測に基づく対流圏オゾンのglobal budgetと日変化プロセスの評価	齋藤 尚子
学術変革領域研究（A） （継続／～令和5年度）	数値計算と地域研究で読み解く水災害リスク変動が地域社会に与えてきた影響	小槻 峻司
学術変革領域研究（A） （継続／～令和5年度）	観測ビッグデータ駆動型の広域陸域水・物質循環推定による陸域生態系変動の診断	市井 和仁
挑戦的研究（萌芽） （継続／～令和6年度）	スパースセンサ最適化による費用対効果の高い観測位置決定手法の開拓 （研究分担者／市井和仁）	小槻 峻司
挑戦的研究（萌芽） （継続／～令和6年度）	環北極域における超高頻度衛星観測データの創出による陸面劇的変動の早期高精度検出 （研究分担者／小槻峻司）	市井 和仁
国際共同研究加速基金 （国際共同研究強化(B)） （継続／～令和7年度）	洪水氾濫情報を用いた東南アジア穀倉地にみられる病虫害拡散メカニズムの解明 （研究分担者／山本雄平）	本郷 千春
基盤研究（A） （継続／～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
挑戦的研究（萌芽） （新規／～令和7年度）	Exploring Frontiers on applying CubeSat images with very high spatial and temporal resolutions to remotely estimate species-level tree phenology	楊 偉
若手研究 （延長／～令和5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
若手研究 （新規／～令和7年度）	超高頻度全天候光合成・蒸発散データに基づく植生ストレスの広域診断	山本 雄平
特別研究員奨励費（継続）	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
若手研究 （前職より移管／～令和7年度）	スマホ雨量計の開発 ―世界降水観測網の実現へ向けて―	金子 凌
特別研究員奨励費 （前職より移管／～令和5年度）	大規模学習による新しい降水予測モデルの開発	金子 凌
学術変革領域研究（A） （前職より移管／～令和5年度）	日本における歴史社会水文学の展開に向けた高解像気候復元	岡崎 淳史
若手研究 （前職より移管／～令和6年度）	データ・モデル高度融合による基盤的水同位体データセットの開発	岡崎 淳史
基盤研究（S）（分担者） （継続／～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
基盤研究（S）（分担者） （継続／～令和5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
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）	楊 偉
基盤研究（A）（分担者） （新規／～令和9年度）	地上・衛星高頻度リモートセンシングによる海上水蒸気量3次元分布推定システムの開発 研究代表者：吉田 聡（京都大学）	山本 雄平

研究種目	研究テーマ	受入教員
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
基盤研究 (B) (分担者) (新規/～令和8年度)	Global spatially explicit gridded transport model coupled with an integrated assessment model: a new-generation simulation framework for transport decarbonization strategy 研究代表者：張 潤森 (東京大学)	王 汝慈
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の影響の解明 研究代表者：工藤 玲 (気象研究所)	入江 仁士
学術変革領域研究 (A) (分担者) (新規/～令和9年度)	BVOCを介した植物・気候相互作用のモデリングと将来予測 研究代表者：須藤健悟 (名古屋大学)	入江 仁士
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
基盤研究 (S) (分担者) (前職より移管/～令和8年度)	ミレニアム大気再解析プロダクトの創出 研究代表者：芳村 圭 (東京大学)	岡崎 淳史
受託研究 (研究課題一覧)		
科学技術振興機構/JST	気象制御のための制御容易性・被害低減効果の定量化	小槻 峻司
科学技術振興機構/JST	計算科学と水災害伝承の融合による未曾有災害の予見	小槻 峻司
科学技術振興機構/JST	海上豪雨生成で実現する集中豪雨被害から解放される未来	小槻 峻司
科学技術振興機構/JST	気象制御計算システムの開発	岡崎 淳史
科学技術振興機構/JST	大アンサンブル・データ同化実験	岡崎 淳史
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 (研究グループA担当) 研究代表：田中賢治 (京都大学)	樋口 篤志
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 (研究グループA担当) 研究代表：平田泰雅 (森林研究・整備機構 森林総合研究所)	楊 偉
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5)	齋藤 尚子
宇宙航空研究開発機構/JAXA	SGLI観測値に基づくBRDFによるAGB推定の高精度化	本多 嘉明
宇宙航空研究開発機構/JAXA	超広帯域電波デジタル干渉計 (SAMRAI) による観測システムシミュレーション実験 (OSSE) の準備	岡崎 淳史
東北地方整備局青森河川国道事務所	流域へのインパクトに基づく気候変動リスク情報創出に向けた技術開発	小槻 峻司
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
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
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
共同研究 (研究課題一覧)		
宇宙航空研究開発機構/JAXA	SKYNETとA-SKY国際地上リモートセンシング観測網を用いた高精度検証によるGCOM-C/SGLI大気プロダクトの応用研究の推進	入江 仁士
宇宙航空研究開発機構/JAXA	GCOM-C/SGLIデータを用いた全球陸域植生フェノロジーと炭素フラックスプロダクトの作成	楊 偉

研究種目	研究テーマ	受入教員
宇宙航空研究開発機構/JAXA	陸面データ同化とデータサイエンスによる全球衛星降水マップ GSMaP の高度化	小槻 峻司
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
公益財団法人鉄道総合技術研究所	地上気象観測機器の空間代表性の評価手法の開発	小槻 峻司
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を観測	樋口 篤志
受託事業（研究課題一覧）		
日本学術振興会	令和5年度（2023年度）論文博士号取得希望者に対する支援事業	本郷 千春
日本学術振興会	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	市井 和仁
日本学術振興会	静止気象衛星観測網の超高頻度観測による陸域植生光合成量のモデル化	楊 偉
三菱電機株式会社	森林の炭素固定量推定における衛星データ活用に関する学術指導	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
令和五(2023)年度 年報(第29号)

2024年7月発行
(50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 043-290-2024

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. 043-290-2024
<http://www.cr.chiba-u.jp>
(最寄駅) JR総武線 西千葉駅下車 徒歩5分

