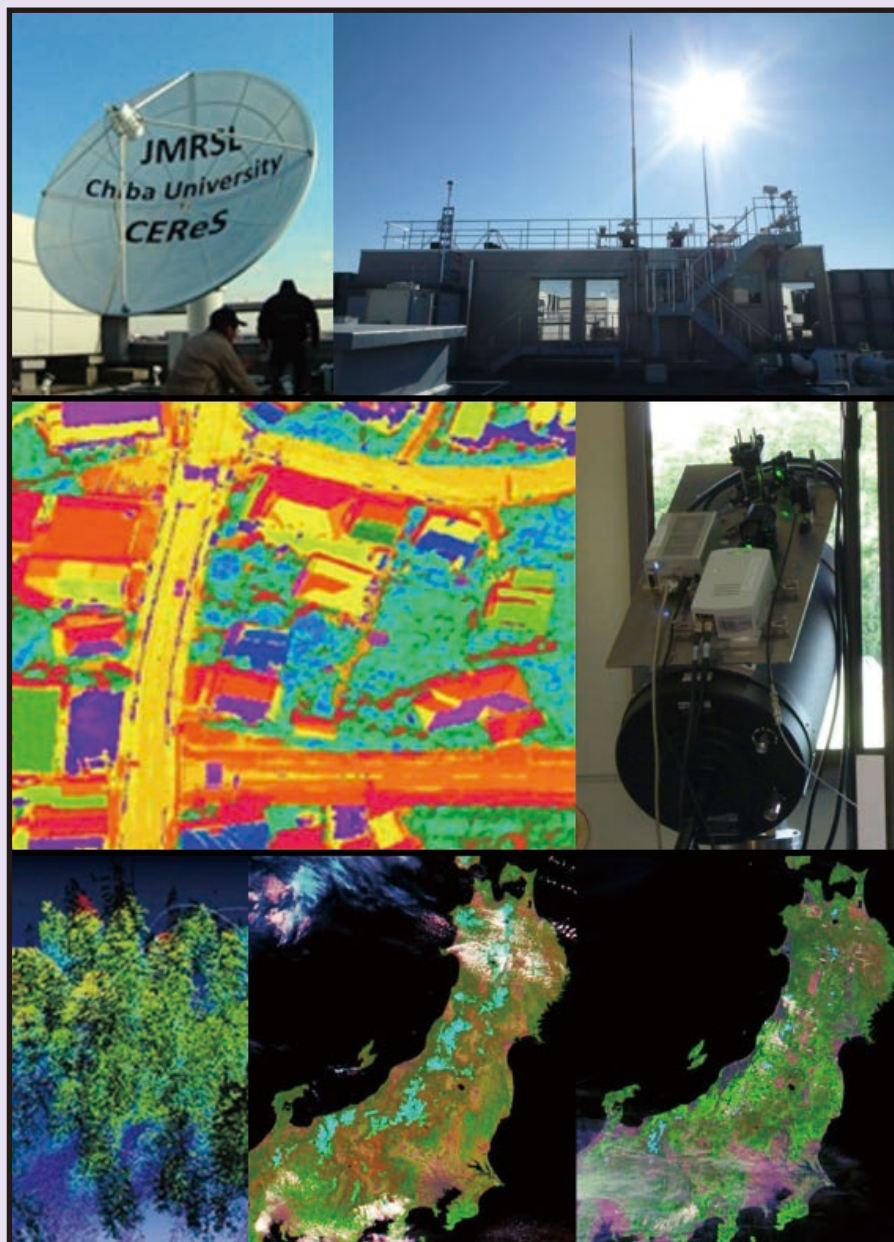


千葉大学 環境リモートセンシング研究センター Annual Report 2024, Volume 30



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 6 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 30 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、リモートセンシング技術の確立と環境への応用を目的とした全国共同利用施設として、1995年4月に設立され、2024年で創立30周年を迎えました。前身には、工学部附属「天然色工学研究施設」および学内共同研究施設「映像隔測研究センター」があり、これらを含めるとその歴史は62年に及びます。CEReSでは、設立以来一貫して、衛星データや関連する環境情報の蓄積と公開を行い、リモートセンシング技術および地球環境研究の発展に寄与することを目指して活動してきました。2022年度から始まった第4期では、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つの研究部門で再編しました。この新体制のもと、「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つのプログラムを軸に、以下の4つの社会課題——環境変動、気候変動、自然災害、食料問題——に対応する7つの重点横断プロジェクトを「豪雨災害予測・監視プロジェクト」「地球観測衛星検証プロジェクト」「温室効果ガス収支研究プロジェクト」「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」「地域農業プロジェクト」「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」を推進しています。また、千葉大学は令和5年度に「地域中核・特色ある研究大学強化促進事業（J-PEAKS）」に採択されました。その中で、CEReSは今後10年の大学ビジョンの中核として、「地球観測ビッグデータ統合解析」を担っています。これは、リモートセンシングデータ（地球観測ビッグデータ）と情報科学の融合による、地球環境の診断および予測の新たな学問領域の創出を目指すものです。幸いなことに、文部科学省の令和7年度概算要求（教育研究組織改革事業）において、CEReSが提案した「データ駆動型地球環境診断・予測科学の推進」が採択され、令和7年度から5年間の計画で本格的に始動します。このプロジェクトでは、千葉大学の地球環境変動研究に関する知を結集し、分野横断型の研究を推進し、CEReSの全国共同利用・共同研究拠点としての機能強化と、大学全体の研究力の向上を図っていきます。さらに、CEReSの研究は、令和4年度に千葉大学国際高等研究基幹の「学際的先端研究支援プログラム（トップリーダー型）」に、また令和6年度には同基幹の「総合知研究支援プログラム（J-PEAKS）」にも採択され、その存在感はますます高まっています。リモートセンシング分野は、学際的でありながら社会実装に近い領域でもあります。Society5.0や総合知関連研究の新展開においても、多分野横断型・異分野融合型の協働研究を一層活性化し、イノベーションの創出を進めてまいります。

本年報は、令和6年度にCEReSが実施した活動（共同利用研究、研究成果、国際交流、教育活動、社会貢献、予算など）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。関係者の皆様にはご一読いただき、今後のセンター活動の改善・発展にお力添えいただければ幸いです。今後とも、変わらぬご指導とご支援を賜りますようお願い申し上げます。

令和7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	70
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	140
3.1. 研究論文など	
3.2. 学会・研究会での発表	
[4] 受賞・開発実績等	175
4.1. 受賞	
4.2. 特許	
4.3. 開発実績等	
[5] 国際交流	177
5.1. 外国人受け入れ	
5.2. 教員の海外渡航	
[6] 教育活動	180
6.1. 主な担当講義	
6.2. 論文題目紹介	
6.3. 令和6年度学生数内訳	
[7] 社会教育活動・社会貢献	185
[8] センターの行事	188
8.1. センター主催のシンポジウム	
[9] 主要研究設備	189
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6年度計算機データベース主要業務	193
10.1. 概要	
10.2. 令和6（2024）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6（2024）年度データダウンロード実績	
[11] 令和6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	197
[12] 組織・運営・人事・予算	200
12.1. センターの構成	
12.2. 職員名簿	
12.3. 拠点運営委員会	
12.4. 学内各種委員会委員およびセンター内委員会	
12.5. 予算最終決算	
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)

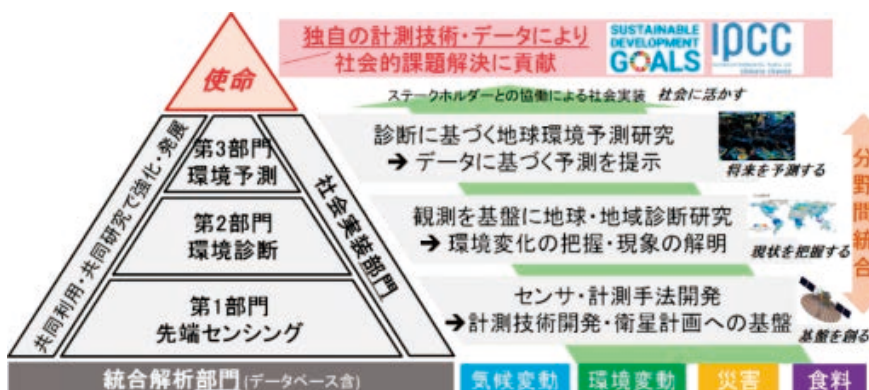
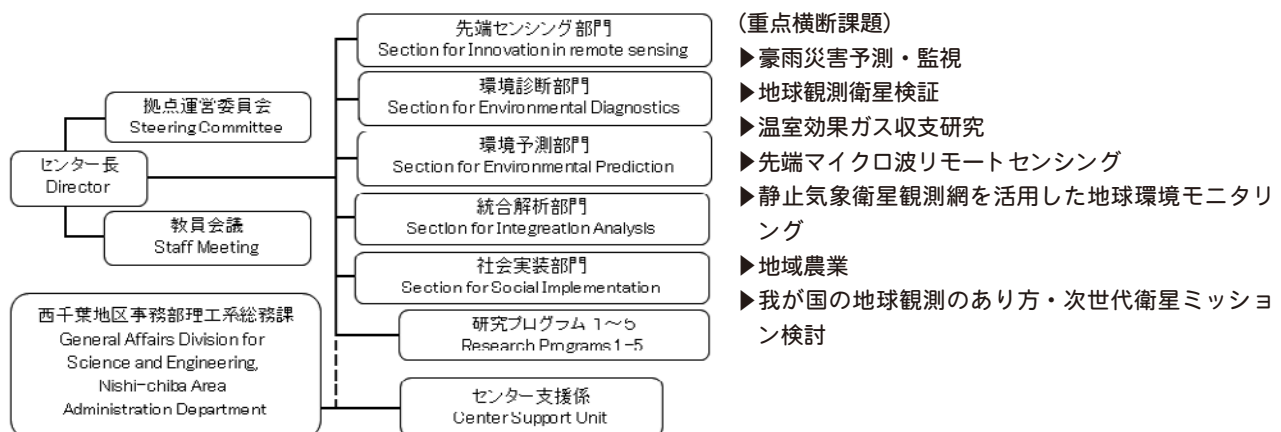
国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、2022年4月からの第四期における目標・計画では拠点再認定を受け、また同年10月より研究領域制から改め5つの研究部門を置き、活動を始めました。CEReSは、全国共同利用の研究センターとして1995年（平成7年）4月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担って現在に至っています。そのルーツは、写真・印刷・画像工学の分野での千葉大学工学部の伝統を引き継いで1986年（昭和61年）に開設された学内共同研究施設「映像隔測研究センター」であり、このセンターが廃止・転換されてCEReSが誕生しました。2004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



(研究プログラム1～5)

- 1) 先端センシングプログラム
- 2) 環境診断プログラム
- 3) 環境予測プログラム
- 4) 統合解析プログラム
- 5) 社会実装プログラム

[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、予測・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、気象制御システム、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、気温および二酸化炭素、メタンに加えて、その他の長寿命気体（水蒸気、オゾン、一酸化二窒素など）や大気化学に関する物理パラメータ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。膨大なリ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、PM_{2.5}、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解析を通して、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。
- 衛星観測に基づき、対流圏のオゾンバジェットを評価する研究を行う。
- 各種の既存の衛星観測データに加えて、新たに衛星から導出される気体の濃度データ等を活用し、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。
- 湖沼・貯水池における水文量・水質の把握により、生態系維持や微気象形成、炭素固定などの機能を明らかにする。
- 熱波や干ばつ等の極端現象による都市・植生環境（熱・水・炭素収支、暑熱環境、環境ストレスなど）への影響評価を行う。

●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。
- 衛星リモートセンシングを用いて雲・降水に関する特徴を把握し、気候モデルの雲微物理過程を拘束することでモデル高度化を図る。
- 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、災害をもたらしうる気象・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、ペー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しうる機械学習・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）。
- 豪雨予測高度化に資する新たな衛星観測提案と観測シミュレーションシステム実験によるその効果実証。新たな観測を効果的に同化するためのデータ同化手法開発に関する研究を含む。

●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。
- 温室効果ガスの地上観測ネットワーク・航空機観測データを利用し、GOSAT-1/2/GW等の温室効果ガス観測衛星や大気化学輸送モデルの温室効果ガスのデータの比較・評価研究を行う。
- GOSAT-1/2/GW観測の水蒸気同位体リトリバルと、IASIなどその他衛星観測、FTIRなどの地上観測、水同位体気象・気候モデルとの比較・評価に関する研究。
- ひまわり8/9号などの静止軌道衛星観測を用いた大気・陸面物理量（地表面温度、可降水量、光合成量、蒸発散量など）の推定アルゴリズムの開発、およびフラックス観測ネットワークや他の衛星プロダクトを活用した検証研究を行う。

●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。
- 衛星観測による温室効果ガスの3次元濃度分布データと大気化学輸送モデルによるシミュレーションを組み合わせて、温室効果ガスの発生源・吸収源・輸送プロセスの推定・評価・診断の統合的な解析を行う。

●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。
- 原発・火山・月・火星などの極環境観測用マイクロ波センサの開発。
- 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気象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。
- 静止気象衛星搭載赤外サウンダ（FY-4など）を用いた水蒸気同位体比モニタリングに関する研究、およびこれを用いた気象・気候モデルによる予測高度化に資する研究。
- ひまわり8/9号データを用いた陸面物理量の推定アルゴリズムを開発し、これを用いた都市・植生環境の解析や、気象・陸域モデルの検証を行う。

●重点横断プロジェクト6：地域農業プロジェクト

- 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、予測・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, prediction and observation system development, and development of methods for extracting information from observation data.

[研究内容と令和 6 年度の成果・進捗状況]

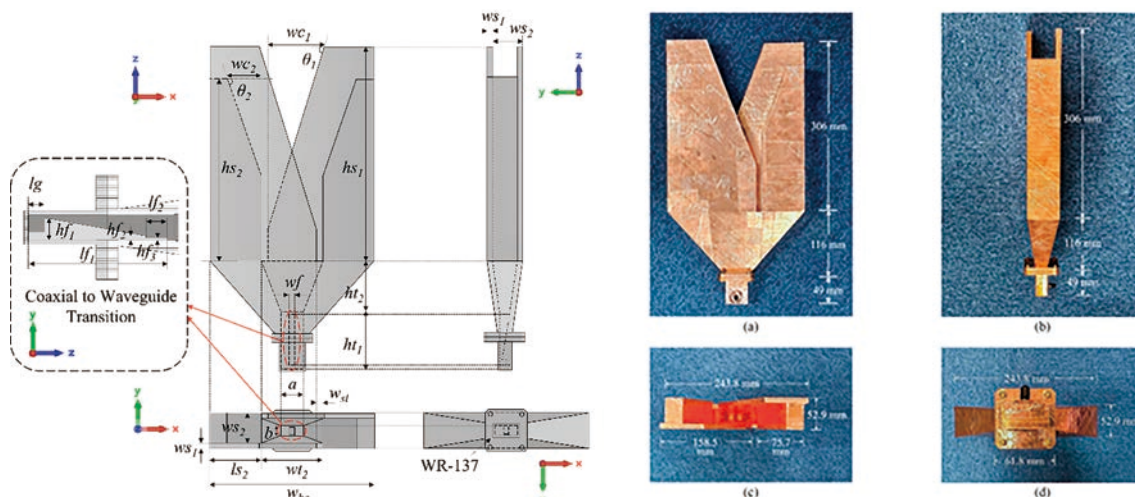
◆1.1.1. 先端マイクロ波リモートセンシングプロジェクト（ヨサファット研究室）

【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. 小型衛星搭載用 2 周波共用広帯域円偏波ホーンアンテナの開発（Derry Permana Yusuf, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Yuki Yoshimoto, Steven Gao, and Koichi Ito）

本研究では、小型衛星搭載の合成開口レーダ（SAR）の給電系用として、新型 2 周波共用導波管給電円偏波（CP）ホーンアンテナを提案した。このホーンアンテナは、非対称の直線的にテーパしたスロットと導波管給電部で構成されている。C 帯および X 帯の左旋円偏波（LHCP）設計をシミュレーションし、3D プリントによる試作を行い、電波無響室で測定してシミュレーション結果を検証した。測定結果によると、この円偏波アンテナは、3dB 軸比帯域幅が 40%（5-6.5GHz および 8.5-10GHz）、動作帯域内で VSWR が 1.4 以下、ピーク利得が 13.6dBic（5.3GHz）、18.5dBic（9.4GHz）を達成している。また、C 帯および X 帯の周波数における XZ 平面および YZ 平面での半値全幅（HPBW）は、それぞれ 26°/37° および 18°/23° となった。このアンテナは、従来の円偏波アンテナ設計に比べて、設計の簡素化、低コスト製造、より良いインピーダンス整合、広い軸比帯域幅、低いサイドロープレベルといった利点を有する。



◆◆1.1.1.2. Cバンドリモートセンシング用の新型低温同時焼成コーディエライトセラミック基板を用いたコンパクト超広帯域円偏波アレイアンテナ (Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Ayaka Takahashi, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edi Santosa, Steven Gao, and Koichi Ito)

マグマ、原子炉などのような高温環境を常時観測するために、本研究では、コーディエライトセラミック ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) を用いた低温同時焼成セラミック (LTCC) 技術に基づく新しいアンテナ基板を提案する。他の既存のセラミックと比較して、この材料は5.3GHzにおいて比誘電率 (ϵ_r) が4.674と低く、誘電正接 ($\tan \delta$) が0.0723と優れており、超広帯域 (UWB) の円偏波 (CP) アレイアンテナの設計に最適である。さらに、コーディエライトセラミックは高温環境に適しており、線膨張係数は約 $1.8 \times 10^{-6}/\text{K}$ ($40^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$) であり、 $1,000^\circ\text{C}$ の環境下でも室温時の寸法からわずか0.1%しか膨張しない。また、スパッタリングプロセスを用いて、酸化耐性が高く融点が $1,768^\circ\text{C}$ の白金を導電材料としてコーディエライトセラミック基板上に形成している。測定結果によると、提案された 2×2 CPアレイアンテナは、1.74GHz (32.83%) の超広帯域インピーダンス帯域幅 (IBW)、1.26GHz (23.77%) の軸比帯域幅 (ARBW)、および最大利得12.2dBicを達成した。実験テストでは、提案した 2×2 CPアレイアンテナを、全偏波モード (L-L、L-R、R-L、R-R) を備えた円偏波合成開口レーダ (SAR) システムの送受信アンテナとして設定し、リモートセンシングに応用した。送受信アンテナの相互結合レベルは平均 -65.9dB と高いアイソレーションを示している。また、逆投影アルゴリズムを適用し、受信データを散乱画像に変換し、散乱行列を用いて最大散乱強度をサンプリングした。測定された散乱行列は理論的な散乱行列と類似した傾向を示した。耐熱試験において、 2×2 CPアレイアンテナを 500°C の環境にさらした場合、物理的な変化が生じ、アンテナサイズが膨張した結果、中心周波数が140MHzシフトした。このことから、提案した 2×2 CPアレイアンテナが高温環境でも良好に動作することが確認された。

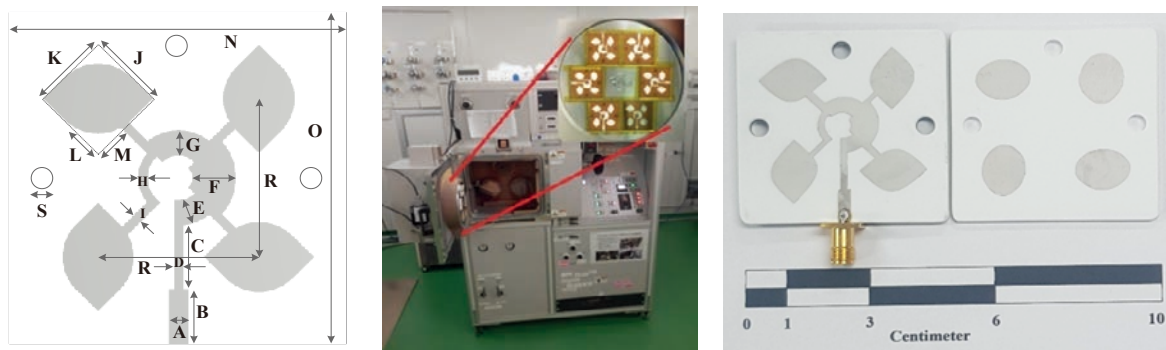


図1.1.1.2. アンテナの設計図、工程、完成アンテナ

この詳細は以下に掲載された。参照されたい。

Source: “A Novel Low Temperature Cofired-Cordierite Ceramic Substrate Based Compact Ultra-Wideband Circularly Polarized Array Antenna for C-Band Remote Sensing Application,” IEEE Open Journal of Antennas and Propagation, 16 February 2025 DOI:10.1109/OJAP.2025.3544279 Accepted

◆◆1.1.1.3. Sentinel-1およびSentinel-2データを用いたインドラマユの水田マッピングのためのCNN-RFハイブリッドアプローチ (Dodi Sudiana, Mia Rizkinia, Rahmat Arief, Tiara De Arifani, Anugrah Indah Lestari, Dony Kushardono, Anton Satria Prabuwono, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

水田で栽培されるコメは、特にアジアにおいて世界の主要な食料の一つである。しかし、インドネシアでは多くの水田が住宅地や工業地に転用されており、食料安全保障が脅かされている。そのため、水田の適正な面積を監視することが不可欠である。近年、リモートセンシングは水田マッピングに最も広く利用される手法となっている。本研究では、レーダおよび光学データの融合を活用し、偏波、テクスチャ、および光学誘導指標の入力変数を考慮した水田マッピングの分類モデルを開発する。本研究では、畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を特徴抽出器、ランダムフォレスト (RF) を分類器として組み合わせたCNN-RF手法を提案する。実験では、単一および複数のデータソースを組み合わせた入力データのバリエーションを用いて最適な結果を導出した。インドラマユ市のいくつかの地区における研究結果によると、Sentinel-1の特徴にGLCM (グレーレベル共起行列) を組み合わせ、Sentinel-2の特徴に選択バンドを適用した手法が最も優れた結果を示し、CNN-RF法により総合

精度98.23%、カッパ係数0.96を達成した。CNN-RF 法は、CNNによる特徴抽出とRFによる複雑な特徴間の関係の処理および過学習の抑制を組み合わせたハイブリッド学習により、他の分類器を上回る精度を実現した。本研究は、リモートセンシングを活用した高精度かつ効率的な水田マッピング技術の発展に貢献する。

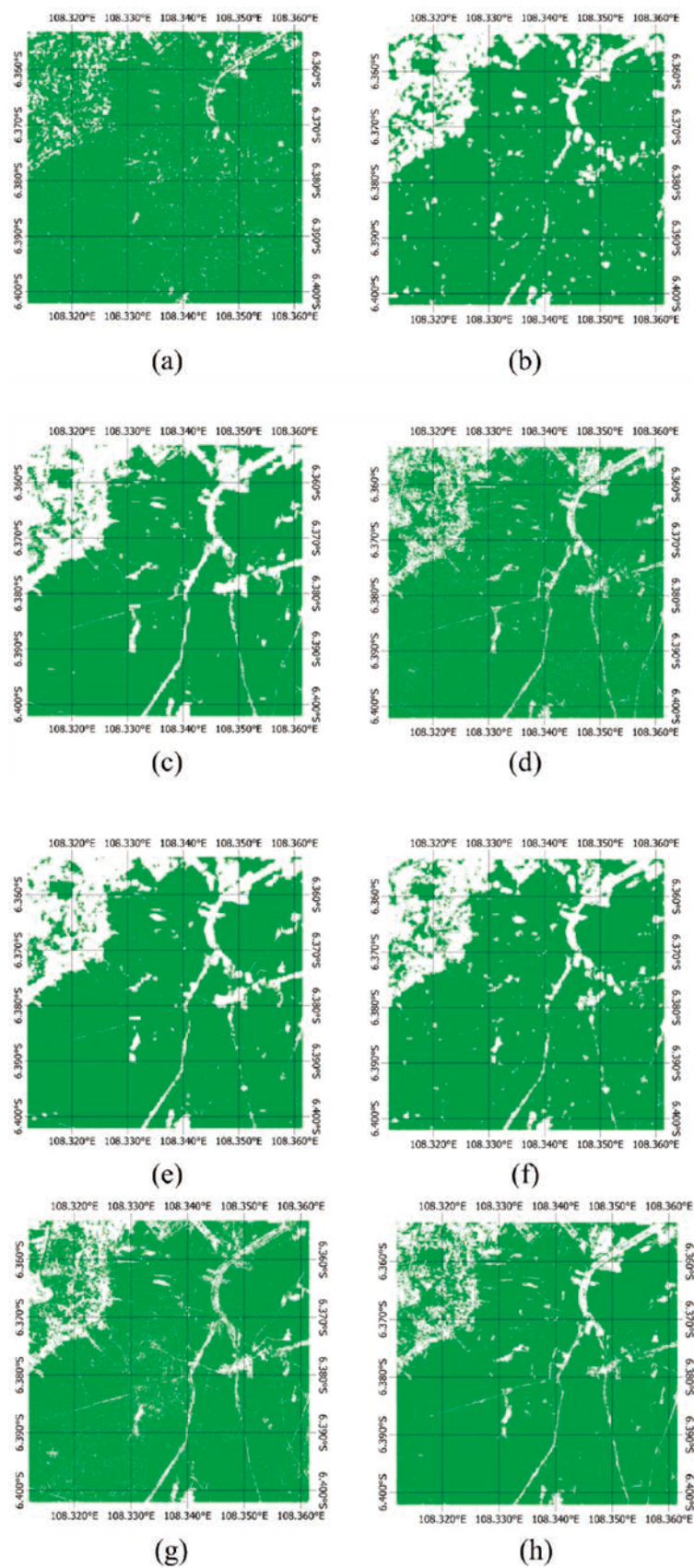


図1.1.1.3. CNN-RFに水田の分類

この詳細は以下に掲載された。参照されたい。

Source: “A CNN-RF Hybrid Approach for Rice Paddy Fields Mapping in Indramayu Using Sentinel-1 and Sentinel-2 Data,” IEEE Access, Vol.13, pp.23234-23246, 6 February 2025, DOI:10.1109/access.2025.3537818.

◆◆1.1.1.4. 合成開口レーダ画像データを用いた時系列洪水分類フレームワークにおける三次元畳み込みニューラルネットワークの性能評価 (Dodi Sudiana, Indra Riyanto, Mia Rizkinia, Rahmat Arief, Anton Prabuwno, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Ketut Wikantika)

都市型洪水は住民に大きな影響を与え、しばしば豪雨と同時に発生するため、雲に遮られる光学衛星観測では把握が困難である。本研究では、雲を透過できる合成開口レーダ（SAR）センサを用いた新しい都市型洪水分類手法を提案する。本フレームワークでは、Sentinel-1（S-1）の時系列SARデータを処理するために三次元畳み込みニューラルネットワーク（3D CNN）を採用した。

データセットには、2019年3月から2020年2月までのS-1デュアルVVおよびVH偏波の24シーンが含まれ、2つの洪水同時期画像、18の洪水前画像、4つの洪水後画像に分類された。3D CNNの平均総合精度は70.3%、最高精度は71.8%を達成した。

これらの結果は、3D CNNが洪水範囲を正確に推定し、洪水リスクの高い地域を特定する能力を持つことを示しており、他都市での早期検知や洪水対策の支援に貢献する可能性がある。



図1.1.1.4. ジャカルタにおける3D CNNの分類結果（高い時系列変動を示す地域）

この詳細は、以下に掲載された。参照されたい。

Source: “Performance Evaluation of 3-Dimensional Convolutional Neural Network for Multi-Temporal Flood Classification Framework with Synthetic Aperture Radar Image Data,” IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol.18, pp.3198-3207, DOI:10.1109/JSTARS.2024.3519523, 7 December 2024.

◆◆1.1.1.5. 複数線形回帰（MLR）を用いたSentinel-1Aの生物物理パラメータに基づくアブラヤシ農園の生育モデル (Rika Hernawati, Ketut Wikantika, Soni Darmawan, Agung Budi Harto, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Sitarani Safitri)

フェノロジーサイクルにおける生物物理パラメータの推定は、アブラヤシ農園の生産性を評価する上で重要な指標である。多くの国ではアブラヤシ農園が広大な面積を占めるため、大規模なパラメータ推定にはリモートセンシング技術が不可欠である。合成開口レーダ（SAR）データは、生物物理パラメータの幾何学的および誘電特性を取得できる特性を持ち、植生モニタリングにおいて有望な手法とされている。本研究では、複数線形回帰（MLR）を適用し、アブラヤシのフェノロジー推定モデルを開発した。手法として、Sentinel-1Aのデータを用

いてキャノピー高さモデル (CHM)、レーダ植生指数 (RVI)、VVおよびVH偏波の後方散乱係数、地上バイオマス、テクスチャエントロピー、およびテクスチャエネルギーを算出し、MLR解析を適用してモデルを構築・評価した。その結果、アブラヤシのフェノロジーを推定する最適モデルとして、以下の4つのパラメータを用いるモデルが得られた。 $MLR = 38.839 + 0.984 \times CHM_i - 97.214 \times RVI_i + 2.476 \times VV_i - 0.893 \times VH_i$
 $MLR = 38.839 + 0.984 \times CHM_i - 97.214 \times RVI_i + 2.476 \times VV_i - 0.893 \times VH_i$ このモデルの決定係数 (R^2) は0.977、RMSE (平均二乗誤差の平方根) は1.290であり、高精度な推定が可能であることが示された。

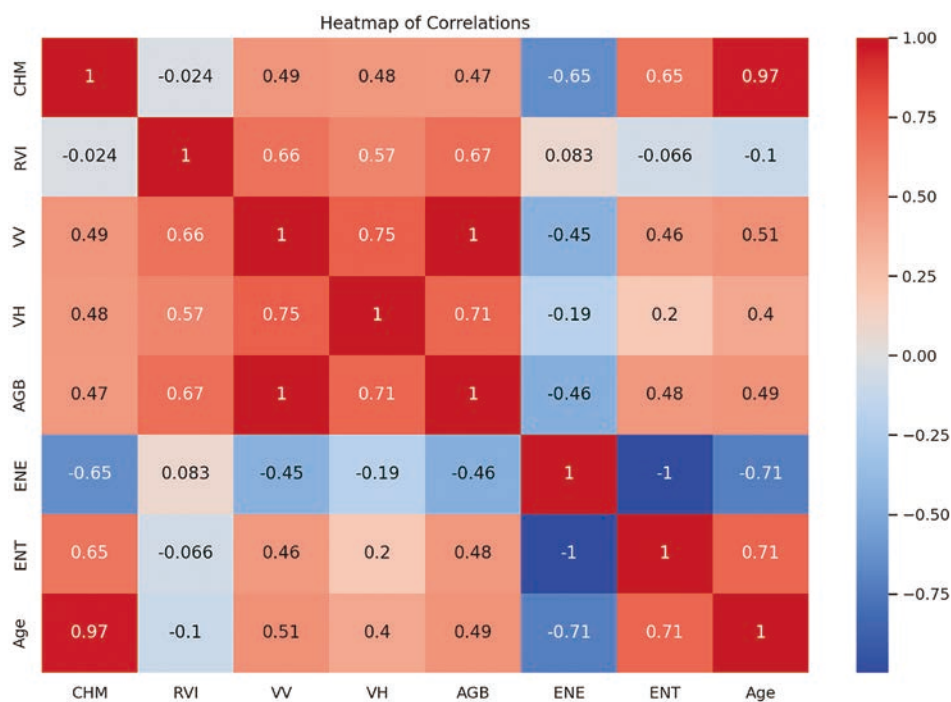


図1.1.1.5. アブラヤシの年齢と生物物理パラメータの間の部分相関係数 (r) 行列

この詳細は、以下に掲載された。参照されたい。

Source: “Phenology Model of Oil Palm Plantation Based on Biophysical Parameter on Sentinel-1A Using Multiple Linear Regression (MLR),” Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 19 August 2024, DOI:10.1007/s12524-024-01973-4, Springer.

◆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2024年度の研究から3件の成果を報告する。

◆◆1.1.2.1. 新しい雲スクリーニングアルゴリズムの開発と検証

【重点2：地球観測衛星検証】

スカイラジオメーターの解析アルゴリズムパッケージSR-CEReS-1の改良版としてSR-CEReS-2の開発を進めた。開発要素の一つとして、太陽直達光測定からAOD（あるいはAOT）を定常的に求めることができるように改良した。このSR-CEReS-2を用いてデータの再処理を行い、従来の天空輝度分布からリトリバルされたAODと比較したところ、ほぼ同じ値を示したことが確認された。本研究ではまた、この太陽直達光測定を利用して求めたAODデータを利用可能としたことに加えて、スカイラジオメーターの天頂測定からカラーインデックス (Color Index; CI) を計算して、従来よりも厳密に雲判定できるよう改良を施した。ここで、CIは以下のよ

うに計算した。

$$CI = \tau_{400} / \tau_{500} \quad (1)$$

$$\tau = \ln(F_0 / Vr^2) \quad (2)$$

τ は光学的厚さで、SR-CEReS-2のCross Improved Langley (XIL) 法によって高精度に決定された検定定数 (F_0)、太陽直達光強度 (V)、太陽地球間距離 (r) から計算された。雲粒子のように粒径の比較的大きい粒子によってミー散乱が強くなると、短波長側の τ が長波長のそれよりも大きくなり、ゆえに、CIは大きくなる。別の言い方をすると、天頂方向の空の色が白っぽくなるにつれてCIは大きくなる。千葉キャンペーン集中観測の結果から、CIが1を越え、かつ、前後の時刻のCIを含めて計算されたCIの標準偏差が0.004を越えたら、雲があると判定した。この判定に基づいて雲スクリーニングされたデータをA-SKY国際観測網から研究コミュニティに提供した。

CIの妥当性を評価するために、関東でしばしば観測された花粉光環イベントに着目した。ウェザーニューズ社による2024年2月27日のイベントの発表資料を図1.1.2.1-1に示す。また、この日における千葉スーパーサイトのスカイラジオメーターで観測されたAOD、SSA、オングストローム指数のデータを図1.1.2.1-2に示す。オングストローム指数が0.5以下まで低下し、粒径が比較的大きなエアロゾルがあったこと、また、SSAが0.8程度まで低下していたことから有意な光吸収性を有するエアロゾルがあったことが分かった。この日飛散していた花粉はスギ花粉で、その色は黄色であることと整合的な観測データであることが確認できた。さらに、CIからの雲判定結果は雲ではないこと (Cloud flag = 0) を明確に示した。このように、上記のCIを用いた雲判定の妥当性を強く支持する結果を得ることができた。

花粉光環イベント(20240227)



図1.1.2.1-1. 株式会社ウェザーニューズから発表された2024年2月27日の花粉光環イベントの資料。

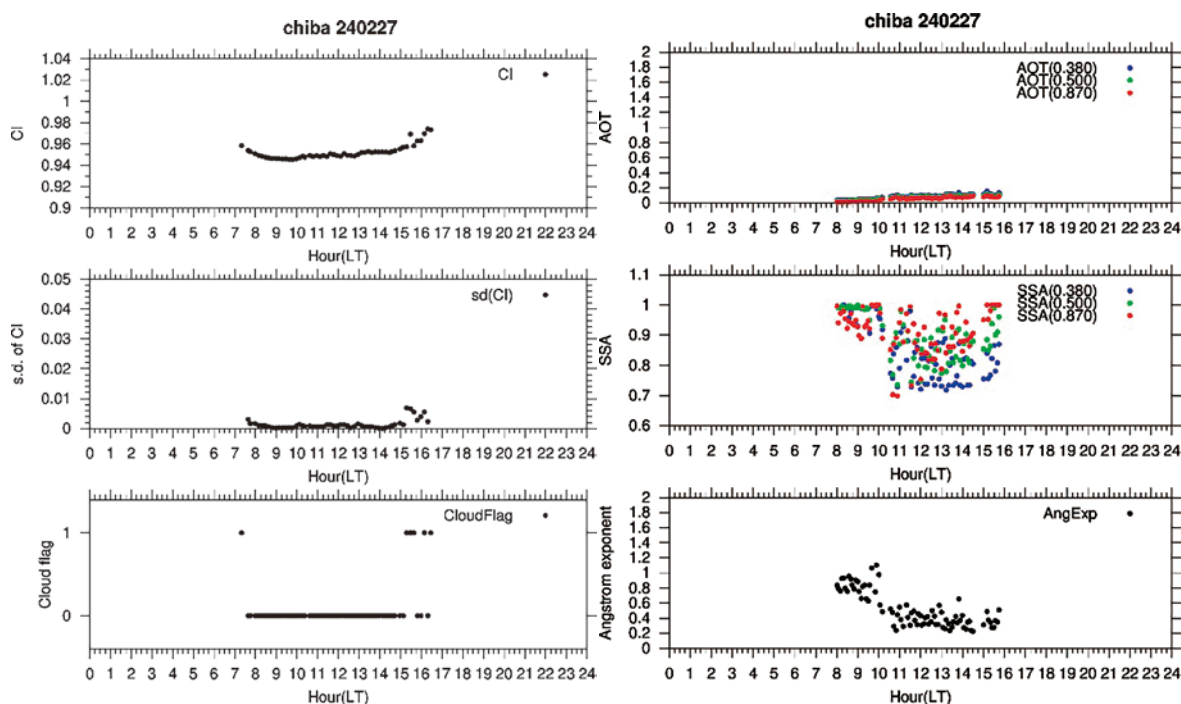


図1.1.2.1-2. 2024年2月27日に千葉サイトのスカイラジオメーターで観測された（右）AOD、SSA、オングストローム指数の日変化。（左）同日のCIとそれを用いた雲判定結果。

◆◆1.1.2.2. CO₂と他の燃焼起源物質との同時観測を活用した大都市における燃焼起源CO₂濃度の高精度モニタリング

【重点3：温室効果ガス収支研究】

近年、異常気象による災害を引き起こし、人命を脅かしている地球温暖化は、主に化石燃料の燃焼による人為起源の二酸化炭素（CO₂）排出によって引き起こされている。CO₂排出の効果的な削減には、大気中のCO₂濃度の継続的な監視が必要である。しかし、世界的に見ても、数キロメートル規模での空間的代表性を確保しながら、長寿命温室効果ガスの連続観測を行っている地点は限られている。この課題に対応するため、本研究ではA-SKY国際リモートセンシング観測網の枠組みにおいて東京メガシティの主要都市域に位置する千葉大学（35.625° N、140.104° E、海拔60m）で通年連続観測を実施している。A-SKYでは地上リモートセンシング技術であるスカイラジオメーターと多軸差分吸収分光法（MAX-DOAS）の2つの観測技術を組み合わせている。これらの技術はいずれもリモートセンシングを用いるため、取得されるエアロゾルの光学特性や微量ガス濃度データは、数キロメートル規模の高い空間代表性を持つ。最近の研究では、これらの観測から導出された0～1 km高度範囲の光吸収性微小エアロゾル光学的厚さ（fAAOD）と、ブラックカーボンモニター（BCM3130、カノマックスジャパン、COSMOS）を用いて測定されたブラックカーボン（BC）質量濃度との間に明確な正の相関があることが明らかになった。この相関関係により、測定されたBC質量濃度の空間代表性が担保されていることが確認された。この十分に特性評価がなされた観測地点において、2021年12月6日にトレースアナライザー（LI-7810、LI-COR Biosciences）を設置し、CO₂およびCH₄の連続測定を開始した。これらの同時観測の解析の結果、BCおよびNO₂濃度が顕著に低い日にはCO₂濃度も低いことが判明した。さらに、これらの低濃度日を基準としたCO₂の増加量（ΔCO₂）を推定したところ、ΔCO₂はBCおよびNO₂濃度と正の相関を示した。この結果は、ΔCO₂が観測地点周辺の燃焼起源のCO₂濃度増加を捉えていることを意味する（図1.1.2.2-1）。一方で、基準濃度自体にはある程度の時間的変動が見られた。そこで、標準ガスによる高精度な校正が行われた別のガスアナライザー（G4301、Picarro）を用いた同時観測を実施したところ、LI-7810およびG4301から推定されたΔCO₂値の間に極めて高い相関（相関係数0.99）が確認された（図1.1.2.2-2）。これらの結果から、CO₂とBCやNO₂といった他の燃焼起源の成分を同時観測することで、機器のドリフトなどの予期せぬ影響を最小限に抑えてメガシティにおいてΔCO₂を高精度に推定し、ひいては、より効果的な排出削減戦略の策定に貢献することが期待される。

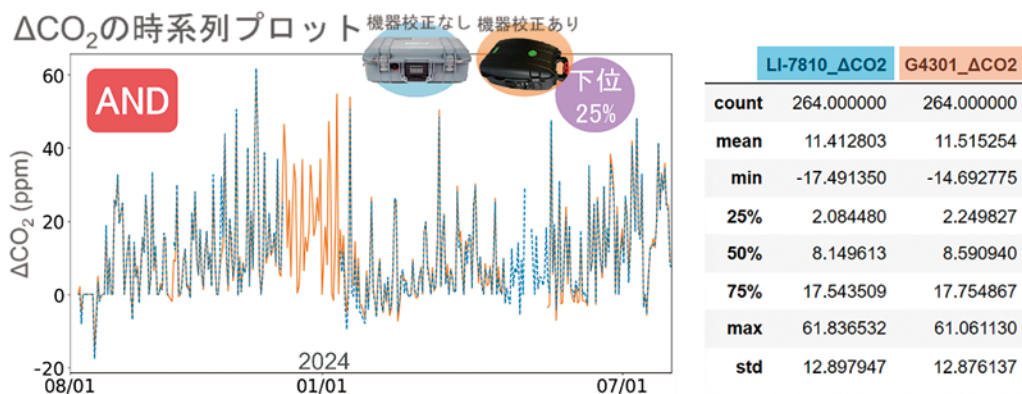


図1.1.2.2-1. BCとNO₂の濃度が低い日に測定されたCO₂濃度をベースラインとして算出したΔCO₂の時系列プロット。LI-7810とG4301から見積もったΔCO₂の値がそれぞれ青とオレンジで示されている。

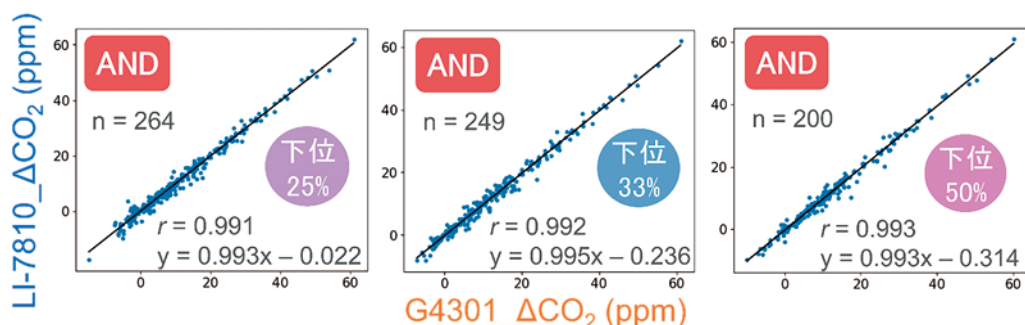


図1.1.2.2-2. LI-7810とG4301から見積もったΔCO₂の相関関係。BCとNO₂の濃度が低い日を判定する際の条件を変えて得られた3つのケースが示されている。

◆◆1.1.2.3. 黄砂に着目した日本のエアロゾルの長期トレンド解析

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、黄砂の発生頻度や日本への輸送量の長期トレンドは、その符号でさえも議論がある。そこで本研究では、日本全域における黄砂エアロゾルの長期濃度変動をMERRA-2 (Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2) のダストエアロゾル光学的厚さ (Dust AOT) の再解析データを用いて明らかにし、日本での長期的な黄砂量の変化傾向及びその要因について検討を行った。まず、Dust AOTデータの精度を調査するために、MERRA-2の全量エアロゾル光学的厚さ (Total AOT) データの精度検証を千葉 (2005–2023年)、福江 (2006–2023年)、仙台 (2009–2023年) の3地点で行った。検証に用いたのは、地上観測機器スカイラジオメーターのエアロゾル光学的厚さ (AOT) である。結果、千葉、福江、仙台それぞれでMERRA-2、スカイラジオメーターは同じ変化傾向を示し、相関係数は0.87、0.61、0.77と高い正の相関が得られたことから、MERRA-2のTotal AOTデータの精度を確認することができた。これを踏まえ、MERRA-2のDust AOTデータ精度もTotal AOTデータと同様であると仮定をし、2005–2023年の日本全国におけるDust AOTデータの長期トレンド解析を行った。結果、2005–2023年の全期間及び黄砂が飛来しやすい3–5月の春期のみ絞った期間の両方で、日本全域でのDust AOTは減少傾向を示した。Wu et al. (2022) で発生源での地表風の弱体化によって黄砂発生量・頻度は減少傾向にあると報告されていることから、減少傾向を示した要因として発生源の影響が大きかったと考察した。そこで、より詳細に発生源からの影響を調査するため、2005–2023年の期間を2005–2010、2011–2017、2018–2023年に3分割し、各期間において黄砂発生源であるゴビ砂漠・タクラマカン砂漠と日本全域でDust AOTの変化傾向を比較した。結果、全期間で黄砂発生源と日本全域の変化傾向が一致し、発生源での影響が強かったことがわかった。加えて、日本全域での長期トレンド解析から、減少量の度合いが北・東日本より西日本のほうが大きかったこともわかった。これは、ゴビ砂漠・タクラマカン砂漠に近い西日本のほうが発生源からの影響を受けやすいこと、また、Cai et al. (2024) より中国からのエアロゾルの越境輸送経路が北にシフトしている可能性が高いことが要因であると考察した。

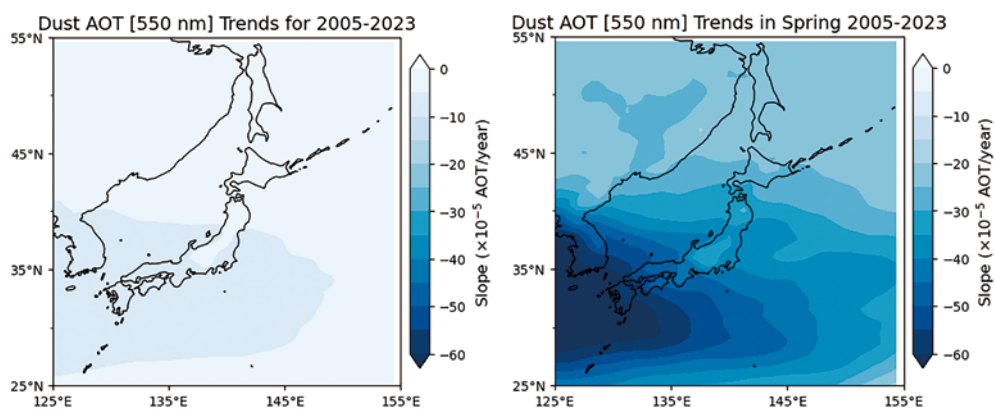


図 1.1.2.3. 2005年1月－2023年12月におけるDust AOTの回帰直線の傾き（左図）と同期間で3－5月に対象月を絞った際の同データの回帰直線の傾き（右図）。赤が正の値、青が負の値を示している。

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 6 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. シベリアを対象とした土地被覆データの作成（Beak Munseon、山本雄平、市井和仁）

【重点 2：地球観測衛星検証】

土地被覆を理解することは、地球システムの機能の理解に不可欠である。シベリアの土地被覆は広範囲にわたってさまざまな分類タイプを含んでおり、これまで検証データも少なかったことから、土地被覆データの不確実性が特徴となっている。例えば、複数の土地被覆プロダクト間の比較では、プロダクト間の相違が大きく不確実性が高いとされている。特にシベリア域では、検証データが少なかったこともあり、その傾向が顕著である。そのため、シベリアの信頼性の高い土地被覆被覆プロダクトが必要である。本研究では、機械学習の一つであるランダムフォレスト（RF）アルゴリズムとグローバルな土地被覆データセットを複数使用して、シベリアの新しい土地被覆データを生成した（図1.2.1.1.）。まずは、既存のデータセットの特性を評価するために、複数の検証データセットを統合利用して、シベリアにおけるグローバルな土地被覆データセットを個別に検証した。次に、複数の土地被覆プロダクトを用いてランダムフォレスト分類器を訓練し、シベリアの土地被覆プロダクトを作成した。検証の結果、以下のことが明らかになった。(a) 生成された新しい土地被覆データは、Overall accuracy (85.04%) とカッパ係数 (82.62%) となり既存のプロダクトに比較して高い値を示しました。(b) 混合林 (User accuracy: 97.85%) と草地 (User accuracy: 94.85%) の分類は改善が見られ、他のほとんどのタイプと比較して高い性能を示した。そして (c) 気候帯にわたる土地被覆の分布を比較したところ、シベリア全体において気温が重要な要素であることが分かった。しかし、温暖な夏気候では、降水量が植生の分布に重要な役割を果たしていることも明らかになった。本研究で作成された土地被覆は、より正確で詳細であるため、シベリアにおける地表面解析研究の信頼性を高め、陸域炭素循環の影響に対する理解に貢献できる。

参考論文：Beak M., K. Ichii, Y. Yamamoto, R. Wang, B. Zhang, R.C. Sharma, T. Hiyama (2025) Land cover classification for Siberia leveraging the benefits of diverse global land cover datasets. Progress in Earth and Planetary Science, 12, 3, <https://doi.org/10.1186/s40645-024-00672-5>.

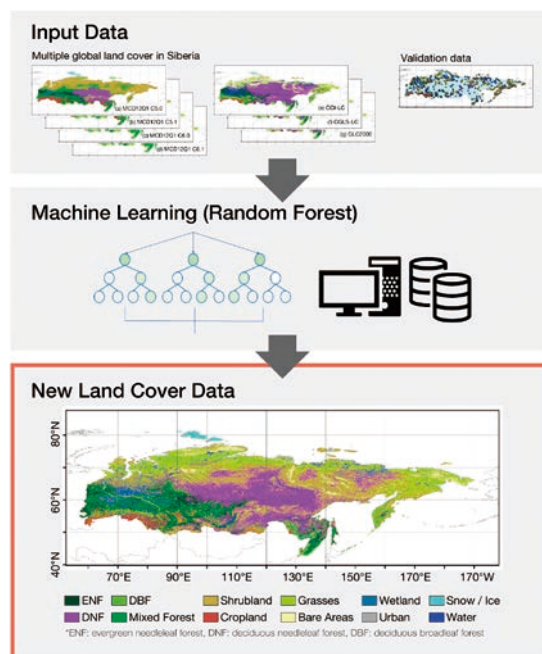


図1.2.1.1. 本研究で構築したシベリア域の土地被覆データセットの構築手法の概略

◆◆1.2.1.2. 複数の極軌道衛星搭載センサデータを利用した環北極域における日内変動地表温度データの構築 (Liu Zhiyan、山本雄平、市井和仁)

【重点2：地球観測衛星検証】

本研究では、北半球の高緯度地域における日単位未満の地表温度 (LST) を構築するための新しい手法を構築した。この手法は、1) 中分解能撮像分光放射計 (MODIS) や可視近赤外放射計 (VIIRS) を含む複数の衛星センサからの観測値の統合、2) 1日以内に各プラットフォームで発生した重複イベントから得られる情報内容をより包括的に利用するための Swath Data の使用、に基づいた方法である (図1.2.1.2.-1.)。初期の検証段階では、異なるプロダクト間でLSTの比較的高い性能が示され、異なるLSTプロダクトを統合的に利用しても問題ないことを示した。次に、複数の衛星・センサデータを統合した結果、70° N付近では1日あたり23回以上の観測が可能であることを確認し、MODISとVIIRSの日別 (昼夜) プロダクトを組み合わせた1日2回のLSTプロダクトの統合に比較して、観測頻度の4倍近くとなった。地上観測サンプルサイトの1つでは、LSTの日内変動としてほぼ1時間ごとの時間的変動として明確に識別され、早朝と午後遅くのギャップが効果的に埋めることができた (図1.2.1.2.-2.)。この手法による構築したデータセットによって地表温度環境、地表面植生環境に対して、日内変動の視点から新たな見解を得ることができると期待できる。

参考論文：Liu Z., K. Ichii, Y. Yamamoto, M. Ueyama, H. Kobayashi, T. Hiyama, A. Kotani, T. Maximov, R.C. Sullivan, and S. Biraud (2025) Can Subdaily LST Be Constructed in High-latitude Regions Using Polar Orbiting Satellites? IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 22, 2501305, 1-5. doi:10.1109/LGRS.2025.3546797.

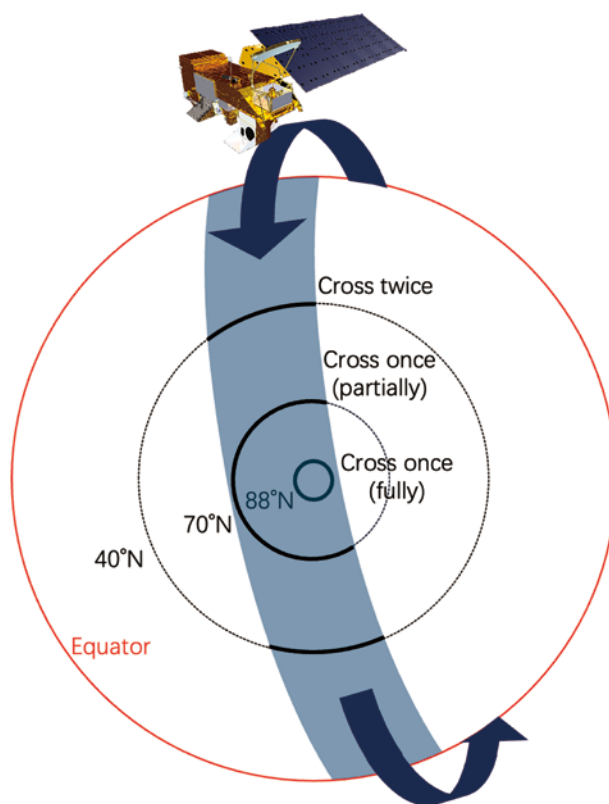


図1.2.1.2.-1. 複数の極軌道衛星搭載センサと Swath データを用いた環北極域における観測頻度の増加の概念図

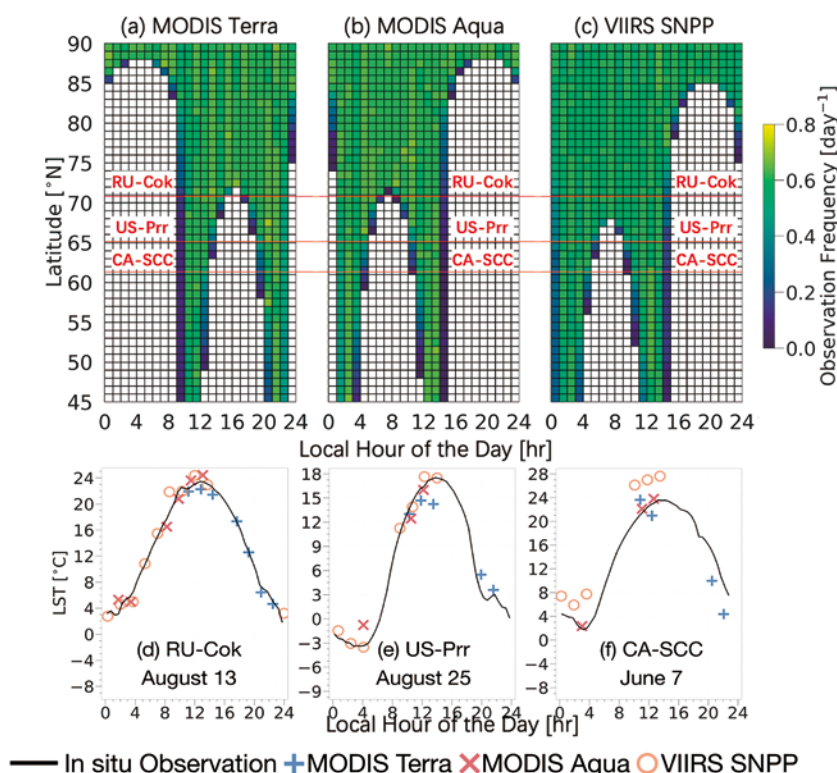


図1.2.1.2-2. 異なる緯度帯および地方時における各衛星の観測頻度。1ピクセルは、16日間の期間における対応する時間帯および緯度帯の平均観測頻度を表す。白い空白は観測なしを示す。(d-f) 3つのサンプル地点におけるLSTの変化のサンプル：(d) 70-75° N、RU-Cok; (e) 65-70° N、US-Prr; および (f) 60-65° N、CA-SCC。各地点において、観測頻度が高かった日付を使用した。

◆1.2.2. 環境診断（齋藤尚子）

二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）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濃度の全球モニタリングと全球・領域別のGHG収支（発生源・消失源）推定をより精緻に実施することが重要である。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、数値モデルを援用した大気中のGHGの特徴解析および収支推定などを行っている。

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とモデルによる中国のCH₄の特徴解析、CH₄収支推定におけるOHの年々変動の影響評価、CO₂同位体モデルの開発と検証、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】

昨年度に引き続き、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）するアルゴリズムの改良を行った。昨年度は、放射伝達計算およびリトリーバル処理を実施する大気層の最適化に加えて、濃度のログベースであったリトリーバル処理システムのリニアベース化を行った。今年度は、スペクトル残差（観測スペクトルと理論フォワードスペクトルとの差分）の主成分分析を実施して得られた固有ベクトルをリトリーバルパラメータの一つとして扱い、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である、観測スペクトルの系統誤差、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、ラインパラメータの誤差、放射伝達計算の誤差等が、気温・GHG濃度リトリーバルに与える影響の低減を試みた。さらに、5つのメジャーなGHG分子（CO₂、CH₄、一酸化二窒素：N₂O、水蒸気：H₂O、オゾン：O₃）を同時に解くアルゴリズムに変更した。これまでCO₂とCH₄のリトリーバル処理を別々に実施していたが、すべての分子を同時に解くことでH₂Oのような広い波長帯に吸収線・連続吸収が及ぶ分子をより正確に扱うことができるようにした。5つのメジャーGHG分子のリトリー

バル処理では、各分子の吸収線を精査して13のマイクロウィンドウを設定し、各マイクロウィンドウについて複数のGHGの濃度および気温の導出を行った。航空機・ゾンデ・地上観測等との比較を通して、改良したアルゴリズムのパフォーマンスおよび妥当性を評価した。

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6年度委託研究業務の成果である。GOSAT-2/TANSO-FTS-2のTIRバンドの観測スペクトルから導出したGHGの濃度プロファイルを航空機観測データと比較・検証したところ、個々のリトリバル処理結果のデータ質にバラつきがあることがわかった。検証解析により、TIRバンドの個々の観測スペクトルおよびスペクトルバージョンに固有のバイアスを評価・考慮したうえで、GHG濃度の導出処理をする必要性が明らかになった。

◆◆1.2.2.2. GOSATとモデルによる中国のCH₄の特徴解析

【重点2：地球観測衛星検証】

GOSAT/TANSO-FTSのTIRバンド（GOSAT-TIR）とMIROC4-ACTMモデル [Patra et al., 2018] のCH₄の鉛直濃度データを用いて、中国上空のCH₄のカラム平均濃度（XCH₄）の季節変動およびその変動がおもにどの高度の濃度の変動によって支配されているかを調べた。

まず、CH₄の排出源の特徴と地形に基づいて、中国を海域1領域、陸域低放出地帯6領域、陸域高放出地帯5領域の合計12領域に分け、領域ごとにXCH₄と5つの高度層（LT層、MT1層、MT2層、UT層、UA層）の部分カラム平均濃度（XpCH₄）を計算し、XCH₄およびXpCH₄の季節変動の特徴を解析した。そのうえで、XCH₄の季節変動に対する各層のXpCH₄の季節変動の寄与率を計算した。

図1.2.2.2.-1.に示す通り、海域では、GOSAT-TIRもMIROC4-ACTMもXCH₄がOHラジカルとの反応による消失の影響で夏に低くなっており、おもに中・下部対流圏がXCH₄の季節変動に寄与していることがわかった。陸域低放出地帯では、MIROC4-ACTMのXCH₄の季節変動がほぼ上層大気の濃度変動によって決まっているのに対し、GOSAT-TIRのXCH₄の季節変動は上層に加えて下層大気の影響も受ける傾向にあることがわかった。陸域高放出地帯では、GOSAT-TIRとMIROC4-ACTMのXCH₄の季節変動に差異が見られるものの、両者ともXCH₄の季節変動が上層大気と下層大気の両方の影響を受けていることを示していた（図1.2.2.2.-2.に示す華北平原など）。

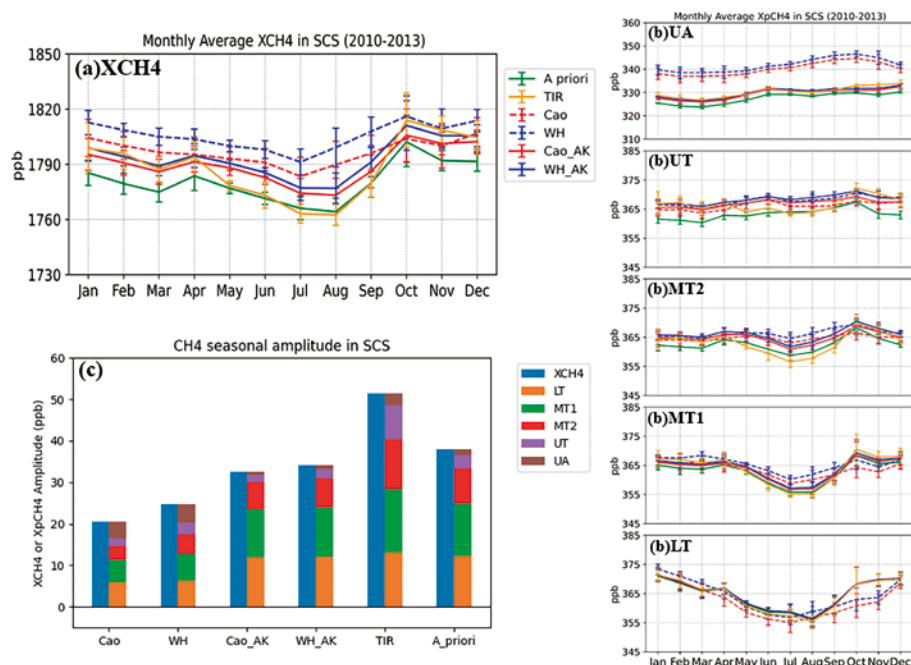


図1.2.2.2.-1. South China Sea (SCS) におけるGOSAT-TIRとMIROC4-ACTMの2010-2013年の各月の平均 (a) XCH₄、(b) 各層のXpCH₄、(c) XCH₄およびXpCH₄の季節変動の振幅。

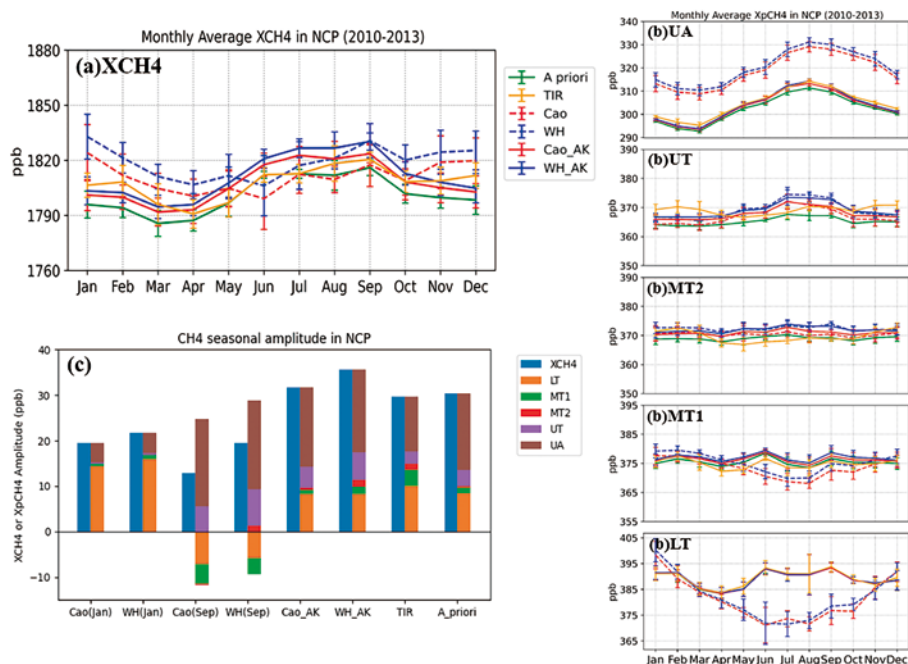


図 1.2.2.2-2. 図 1.2.2.2-1.と同様、ただし、North China Plain (NCP) の結果。

EDGAR、REAS、GCPのエミッションデータベースとの比較から、MIROC4-ACTMの下部対流圏のXpCH₄はどの領域も冬に増加し夏に減少するという濃度変化を示しており、冬季の暖房によるCH₄排出、夏季のOHラジカルとの反応および土壌吸収の影響を反映していることが示唆された。一方、GOSAT-TIRの下部対流圏のXpCH₄の濃度変動は領域によって特徴が異なる地表排出の排出量変動とより近い傾向を示していた。

一連の解析から、中国ではXCH₄の季節変動が領域によって異なる高度層の濃度変動の影響を受けていることがわかった。XCH₄の季節変動は必ずしも下部対流圏のXpCH₄の濃度変動を直接反映しておらず、衛星によるXCH₄観測のみでは中国のCH₄の濃度変動の詳細や収支を詳細に解析することが困難であることを示唆している。

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6年度委託研究業務の成果である。衛星プロダクトと数値モデルとの比較から、現在、複数の国・研究機関でGHGのカラム量観測が計画されているが、CH₄の一大発生源である中国のCH₄の特徴および収支解析においては衛星によるCH₄濃度の鉛直構造の観測が不可欠であることが明らかになった。

◆◆1.2.2.3. CH₄収支推定におけるOHの年々変動の影響評価

【重点3：温室効果ガス収支研究】

OHは対流圏で支配的な酸化剤であり対流圏大気化学において極めて重要な物質であるが、大気中の寿命が約1秒と短いため、大気中のOH濃度の直接測定は非常に限定的である。OH濃度の絶対値、分布、経年変動の正確な推定値を得ることは依然として未解決の課題であり、おもな消失源がOHとの反応であるCH₄の収支推定の不確定要素となっている。ここでは、2001年から2019年について、OH濃度の経年変動が全球・領域別のCH₄の収支推定の経年変動に与える影響を評価した。OH濃度として、気候値（OH_{CLM}）とメチルクロロホルムのインバース解析によって推定された経年変動する濃度（OH_{IAV}）[Patra et al., 2021]を与えて、MIROC4-ACTMによるCH₄のインバース解析を実施した。

図1.2.2.3-1.に、それぞれのOH濃度を与えて推定したCH₄排出量を示す。2016年の大規模なエルニーニョ発生時には-3.6%、2012年のラニーニャ発生時には+4.6%の差が見られる。OH_{CLM}およびOH_{IAV}による全球のCH₄総排出量の推定値は互いによく一致していたが（およそ564 Tg-CH₄ yr⁻¹）、図1.2.2.3-1.に示されている通り、領域によっては両者の推定値の傾向が大きく異なっていることがわかった。OHの経年変動を考慮すると、北半球中緯度（NML）では、排出量が9.0 Tg-CH₄ yr⁻¹増加し、北半球低緯度（TrN）では逆に9.4 Tg-CH₄ yr⁻¹減少した。

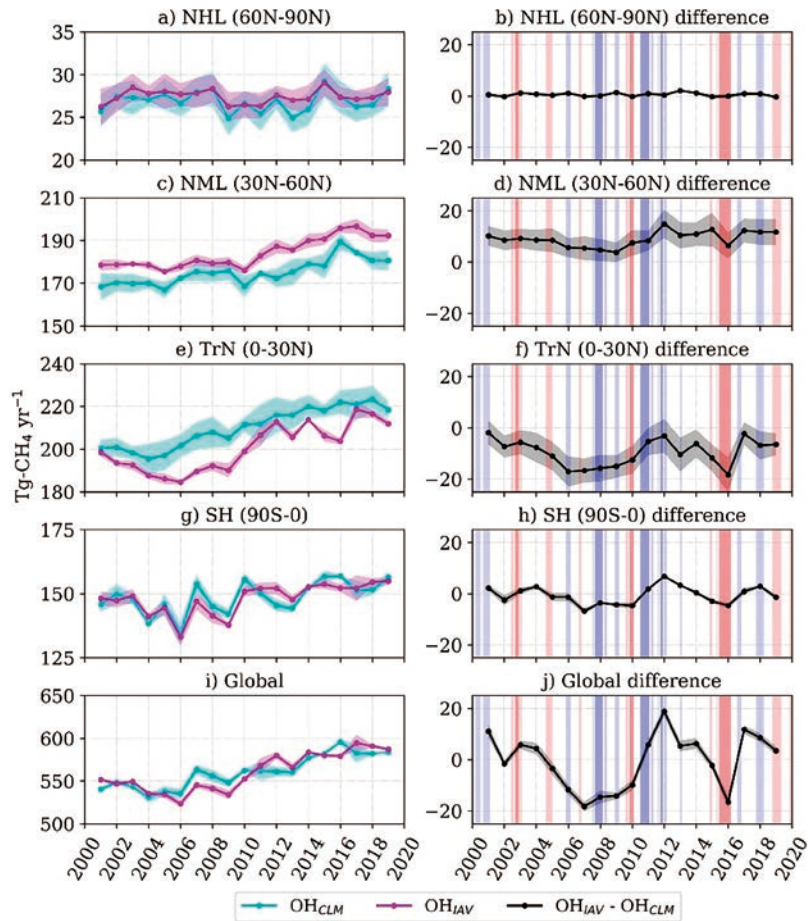


図 1.2.2.3.-1. (左図) OH_{CLM} および OH_{IAV} を与えて推定した全球および緯度帯別の CH_4 排出量 [$Tg-CH_4 \text{ yr}^{-1}$] の時系列。(右図) OH_{CLM} および OH_{IAV} による CH_4 排出量の差分の時系列。背景の青線はラニーニャ発生、赤線はエルニーニョ発生を示す。

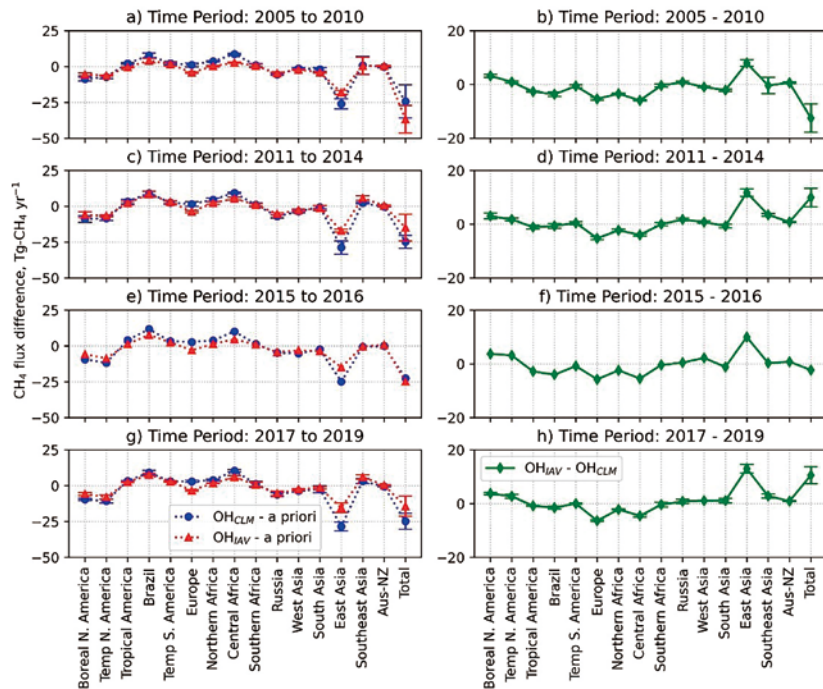


図 1.2.2.3.-2. 全球および15領域別の(左) OH_{CLM} と OH_{IAV} のそれぞれの CH_4 フラックスの推定値 ($fCH_4 [OH_{CLM}]$, $fCH_4 [OH_{IAV}]$) からフラックスの事前推定値を差し引いた差分 (フラックスの修正量)、(右) $fCH_4 [OH_{IAV}]$ と $fCH_4 [OH_{CLM}]$ の差分 (ΔfCH_4)。

全球15領域で評価したところ（図1.2.2.3-2.）、東アジアがOHの経年変動によるCH₄排出量増加が最も顕著であった（およそ10 Tg-CH₄-yr⁻¹、約20%）。ほかにも、北アメリカ亜寒帯（+16.2%）、ヨーロッパ（-16.4%）、北アフリカ（-8.6%）、中央アフリカ（-11.8%）で、OHの経年変動による影響が大きいことが明らかになった。

OH_{IAV}の影響は、2001年から2012年にかけて特に顕著であった。CH₄排出量は2001年から2006年にかけて-4.9±1.1 Tg-CH₄-yr⁻¹減少し、その後、2006年から2012年にかけて7.4±1.0 Tg-CH₄-yr⁻¹増加していた。この間のOH_{CLM}とOH_{IAV}のCH₄排出量の差は、累積で-72.0±2.0 Tg-CH₄となった。これらの結果は、大気中のOH濃度の経年変動を適切に考慮することが、領域別にCH₄フラックスを推定するにあたって極めて重要であることを示している。

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S-22課題の成果である。全球・領域別のCH₄の収支推定における大気中のOHの経年変動の重要性を示したものであるが、今後は、OHが大気中のCH₄濃度の変動を介して推定フラックスに影響を与える化学的・力学的メカニズムをさらに詳しく解析する。

◆◆1.2.2.4. CO₂同位体モデルの開発と検証

【重点3：温室効果ガス収支研究】

パリ協定のもと、CO₂の発生源・吸収源の推定を精緻化することが不可欠であり、CO₂の収支推定のためには、大気-陸域生態系間および大気-海洋間のCO₂交換をより正確に把握する必要がある。地球上の炭素循環を解明する上で、炭素同位体（安定炭素同位体¹³C、放射性炭素同位体¹⁴C）の情報は極めて有用である。産業革命以降、人間によるCO₂排出が大気-陸域生態系-海洋のCO₂の同位体組成に大きな影響を及ぼしてきた。化石燃料からのCO₂排出は、大気中の¹³Cと¹⁴Cの同位体比の枯渇を引き起こす（Suess効果）。このほか、大気-陸域生態系間および大気-海洋間の交換過程でも同位体組成は変化する。

ここでは、MIROC4-ACTMを用いて、1940年から2023年の全球・長期間のCO₂の同位体シミュレーションを実施した。大気-陸域生態系および大気-海洋の交換フラックスの複数の組み合わせを用意し（図1.2.2.4-1.）、それぞれのフラックスの組み合わせについて濃度場のシミュレーションを実施した。

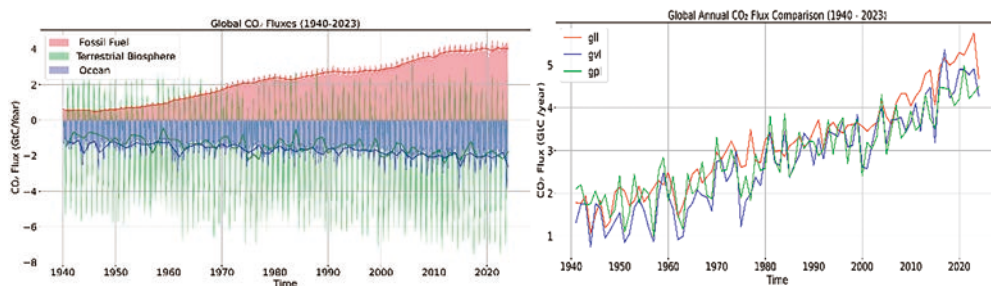


図1.2.2.4-1.（左）化石燃料、陸域生態系、海洋のCO₂フラックスの時系列、（右）複数のCO₂フラックスの組み合わせの比較。化石燃料はGridFed、海洋はLENS、陸域生態系は（gll: LENS、gvl: VISIT、gpl: LPJ）。

CO₂の¹³Cの同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）および¹⁴Cの同位体比（ $\Delta^{14}\text{C}$ ）の長期シミュレーションデータを全球の複数の地上観測地点の同位体観測データと比較した結果を、それぞれ図1.2.2.4-2.、図1.2.2.4-3.に示す。

まず、 $\delta^{13}\text{C}$ については（図1.2.2.4-2.）、モデルの計算結果は地上観測データに見られる $\delta^{13}\text{C}$ の長期トレンドを概ねよく再現できていることが確認できた。 $\delta^{13}\text{C}$ の季節変動についても、観測とモデル計算はよい一致を示しているが、今後、両者の季節変動の振幅を計算してさらに定量的な比較を行う必要がある。

次に、 $\Delta^{14}\text{C}$ については（図1.2.2.4-3.）、 $\delta^{13}\text{C}$ と同様に、長期トレンドは概ね再現できているものの、1955年から1965年、1980-2000年は観測とモデル計算の不一致が見られる。前者については、使用している核実験データ[Yang et al., 2000]に含まれない未報告の核実験や放出量の過小評価の可能性、モデルの輸送場の再現性の問題などが原因として考えられる。後者については、陸域生態系による吸収の時間スケールの問題などが考えられる。

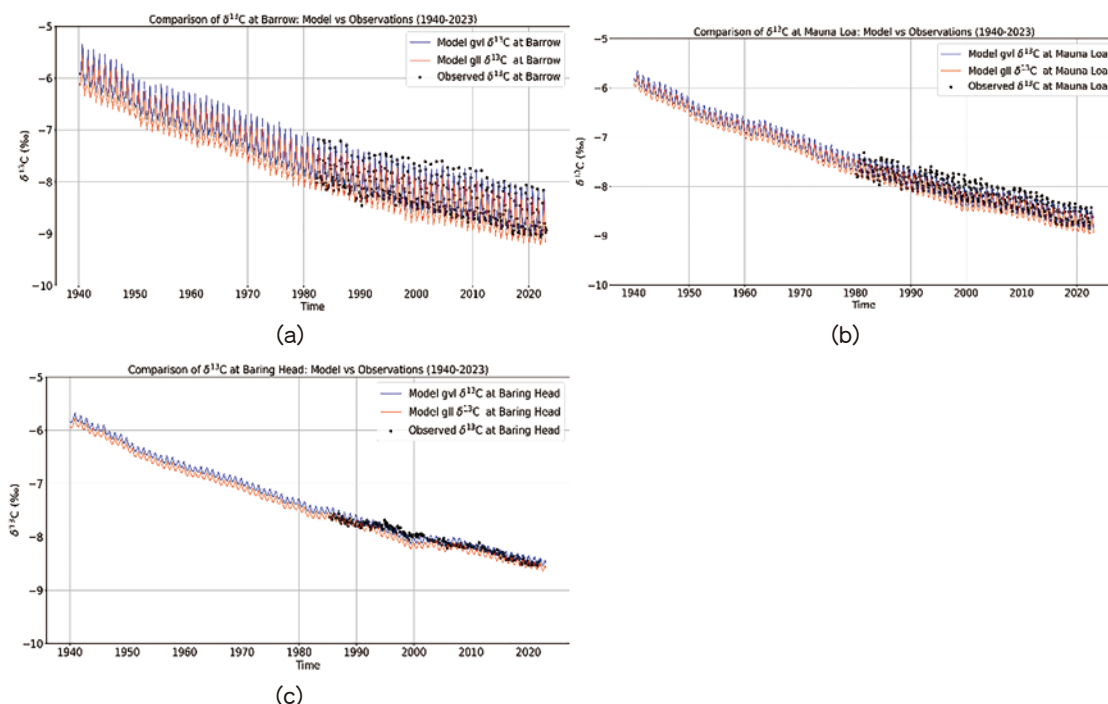


図1.2.2.4-2. 地上観測（黒丸）の $\delta^{13}\text{C}$ とMIROC4-ACTMによる $\delta^{13}\text{C}$ の計算値の時系列の比較結果。青線はgvl、赤線はgllのフラックスの組み合わせを与えた場合の計算結果を表す。(a) Barrow、(b) Mauna Loa、(c) Baring Headの各観測地点での比較。

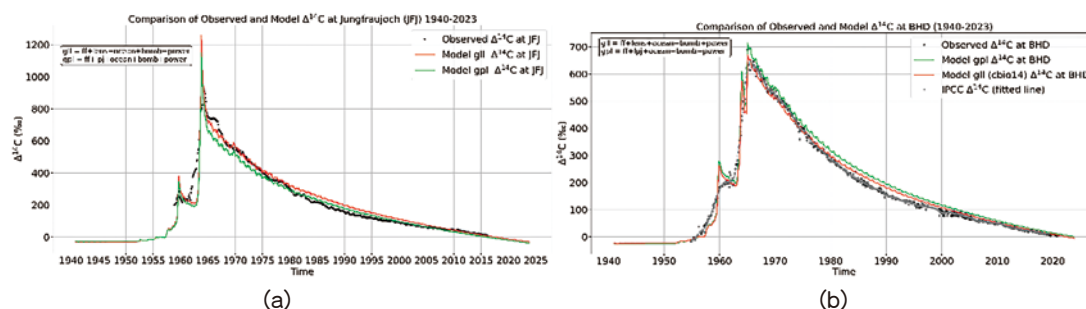


図1.2.2.4-3. 地上観測（黒丸）の $\Delta^{14}\text{C}$ とMIROC4-ACTMによる $\Delta^{14}\text{C}$ の計算値の時系列の比較結果。緑線はgpl、赤線はgllのフラックスの組み合わせを与えた場合の計算結果を表す。(a) Jungfraujoch、(b) Baring Headの各観測地点での比較。

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S-22課題の成果である。今後は、 CO_2 の同位体比の観測データおよび計算データのgrowth rateや季節変動の振幅の定量的な比較を進める予定である。さらに、大気－陸域生態系－海洋の CO_2 交換フラックスの情報を含む ^{13}C および ^{14}C を利用して、 CO_2 の収支推定のための各排出セクターからの精緻な初期推定フラックスを作成することを目指している。

◆1.2.3. 陸域生態系における環境診断（楊 偉）

◆◆1.2.3.1. Biological soil crusts の遷移段階の高精度マッピング

生物土壌クラスト（Biocrusts, バイオクラスト）は砂漠生態系の重要な構成要素であり、環境と人間社会の両方に恩恵をもたらす多様な生態系サービスを提供している。バイオクラストは、シアノバクテリア、地衣類、半コケ植物、コケ植物といったいくつかの遷移段階を経ることで、さまざまな生態学的機能を発揮する。リモートセンシングは、バイオクラストの空間的・時間的分布をモニタリングするために広く応用されている。しかし、これまでの取り組みは主にバイオクラストの特定に焦点を当てており、その明確な遷移段階は無視されていた。さらに、バイオクラストは一年の大半は休眠または非活性状態にあるため、異なる遷移段階にあるバイオクラストは類似したスペクトル特性を持つことになり、区別が困難になる。異なる遷移段階にあるバイオクラストは、

水分補給イベントに対してははっきりと異なる分光応答を示す。本研究では、PlanetScope衛星群から取得した時間分解能（1日）および空間分解能（3m）の高い画像を活用し、雪解けイベントによって生じる一時的な分光応答を利用して、バイオクラストの遷移段階を地域規模でマッピングすることを試みた。ランダムフォレストモデルを活用した2段階のマッピングフレームワークを提案した。第1段階の目的はバイオクラストの特定であり、第2段階ではその異なる後退段階のマッピングに焦点を当てた。その結果、雪解けはバイオクラストのスペクトルに顕著な変化を引き起こし、バイオクラストとその他の背景成分、およびバイオクラストの後退段階の異なるものとの区別を可能にすることを示した。私たちのマッピングの枠組みは、上記の2つの段階において、それぞれ0.96（263サンプル中252サンプルが正しく識別された）および0.8（106サンプル中85サンプルが正しく識別された）という全体的な精度を達成し、景観および地域規模にわたる後継段階の空間的パターンを明確に描き出す能力が示された。この研究は、砂漠生態系の構造、生態系サービス、気候変動や人間活動への応答など、今後の砂漠生態系の動態に関する詳細な調査の基礎となる。さらに、イベント誘発スペクトル応答は、特に一般的な条件下でスペクトル特性が類似している場合、分類精度を向上させる可能性があることを示唆している。

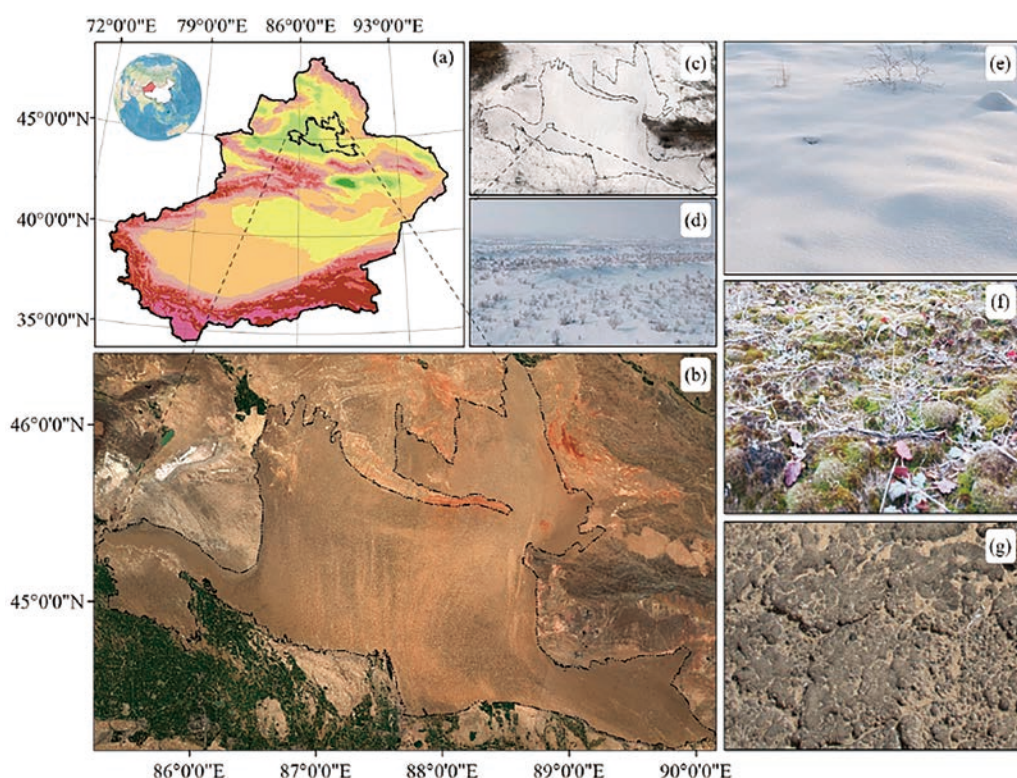


図1.2.3.1. 研究対象地域であるグルバントウングット砂漠（Gurbantunggut Desert）

◆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2024年度の研究から2件の成果を報告する。

◆◆1.2.4.1. 人為起源エアロゾルを用いた気候変動に伴う越境大気汚染経路変動の検出可能性

【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】

人類の存続可能性までも脅かしている気候変動の影響の正確な検出が急務となっている。気候変動の進行に伴い越境大気汚染経路が変動すると考えられる。しかしながら、そのことを示す観測的証拠は限られている。本研究では、気候変動に伴う越境大気汚染経路の長期変化を捉えるために、人為起源エアロゾルをトレーサーとみな

す斬新な視点で長期のエアロゾル衛星観測データを解析した。解析するにあたり、エアロゾルの大発生源の中国の風下域である太平洋域に着目した(図)。そのうえで、中国からのエミッションの影響を相殺するために、エアロゾル光学的厚さ(AOD)データを中国沿岸域のAODで規格化した新しいメトリクス(R_{AOD})を導出した。 R_{AOD} の経度分布は東に向かって指数関数的に減少することを明らかにした。また、 R_{AOD} の季節変動は大気輸送場の季節変動とよく対応した。これらの結果から、人為起源エアロゾルをトレーサーとみなすことで越境大気汚染経路の変動を検出できることを明らかにした。さらには、中国沿岸域から真東に運ばれる越境大気汚染経路の距離が短くなる長期傾向を見出した(図1.2.4.1.)。これは気候変動の進行に伴い、越境大気汚染経路が北にわずかにシフトしたことで説明される。気候変動に伴う越境大気汚染経路の変動の検出可能性を高めるために、さらなる継続的な長期のエアロゾル衛星観測とそれに基づいて導出される R_{AOD} の利用を提案した。この新しいメトリクスはGCOM-C/SGLIの長期データにも適用できる可能性がある。

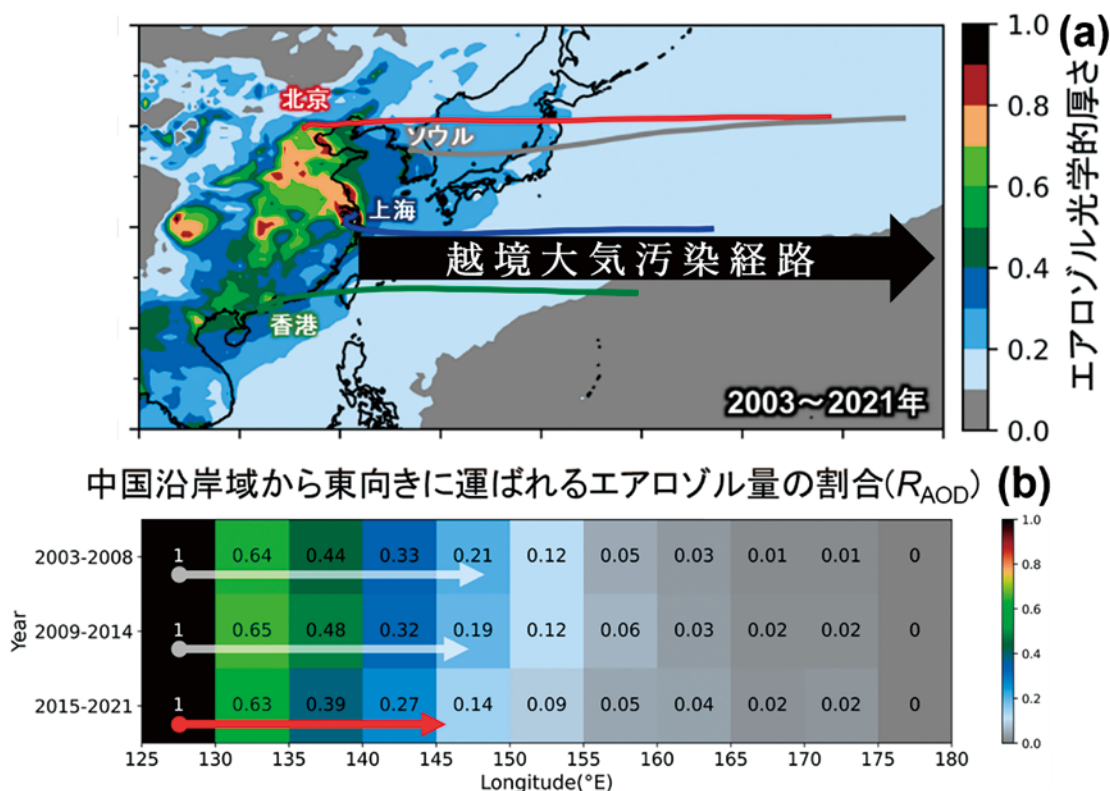


図1.2.4.1. (a) 2003から2021年におけるMODIS (MODERate resolution Imaging Spectrometer) の波長550nmのAODの平均分布。線はMETEX (Meteorological Data Explorer) による2003–2021年における北京(赤)、ソウル(灰色)、上海(青)、香港(緑)を起点とした10日間のフォワードトラジェクトリ(地上から100m)の19年平均を表す。(b) 経度範囲125–180°Eにおける6年間の R_{AOD} の平均値を示す。2003–2013年、2009–2014年、2015–2021年の3つの期間の値が示されている。矢印は R_{AOD} が1から0.2に減少する範囲を示す。

◆◆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重要な短寿命気候強制因子(SLCFs)の主成分である二酸化硫黄(SO_2)はエアロゾルの最重要な前駆気体のひとつである。本研究では、MAX-DOAS法を用いて大気境界層の長期連続観測を行い、紫外域(310–320nm)のスペクトルを解析して、 SO_2 濃度の高度分布を導出した。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サイトで最大13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、その原因が火山噴火であることが分かった。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を強く受けていることが分かった。千葉サイトにおいて風向・風速の解析を行った結果、南西からの風が卓越しているときに 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からの SO_2 排出が重要な原因であることが分かった。濃度変動要因をより詳細に調べるために機械学習を用いて、2015–2019年までのデータから2020年以降の予測を行い、観測値との比較を行った。それぞれの月平均

値では2020年以降は月平均値で観測値が予測値を2 ppbv程度下回ったことが分かった（図1.2.4.2.）。この差は2024年まで継続していることから、東京湾岸のSO₂濃度変動は2020年1月1日から施行された国際海事機関（IMO）による国際船舶燃料の硫黄含有量に関する新規制（IMO2020; International Maritime Organization 2020）によることが分かった。

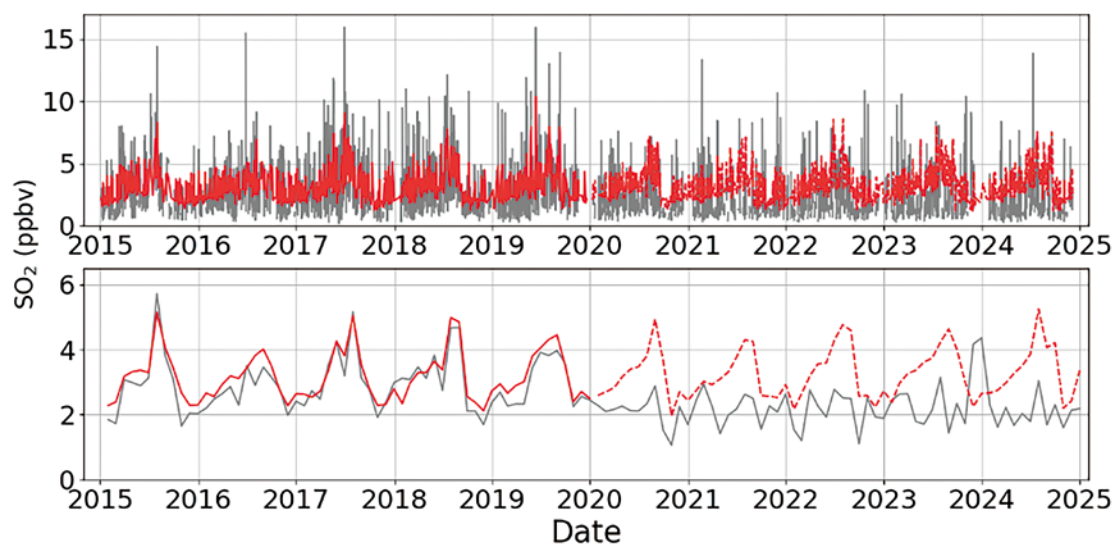


図1.2.4.2. 2015－2024年の期間における千葉サイト周辺のSO₂濃度の予測値（機械学習）と観測値（MAX-DOAS）の比較（上図）とその月平均値の比較（下図）。赤は予測値、黒は観測値を示す。赤の実線はトレーニングした期間のデータであり、赤の破線は予測した期間のデータである。

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6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索している。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2024年度の研究から、主要な研究成果を報告する。

◆◆1.3.1.1. AI天気予報モデルを用いた純データ駆動気象予測システムの開発

【重点1：豪雨災害予測・監視】

2022年にNVIDIA社のFourCastNet、Google Deepmind社のGraphCastが発表されて以来、この2年間で多くのAI天気予報モデルが発表されてきた。深層学習を用いた天気予報研究は、近年急速に成長を見せている分野である。その一方で、AI天気予報モデルとデータ同化を組み合わせる研究は限定的である。自動微分コードを利用できる、という点で、AI天気予報モデルは変分法と相性が良いと考えられる。その一方で、AI天気予報モデルの別の側面は、力学モデルに対して格段に低い計算負荷である。そのため、アンサンブルカルマンフィルタや粒子フィルタといったアンサンブルに基づく手法が適しているかもしれない。

本年は、AI天気予報モデルを用いたデータ同化システムの開発に着手した（図1.3.1.1-1.）。具体的には、Microsoft社のClimaXをAI天気予報モデルとして活用し、局所アンサンブル変換カルマンフィルタ・LETKFを同化フィルタとして実装した。このClimaX-LETKFシステムによりPREPBUFR同化実験を行い、2年にわたる安定的なデータ同化サイクルの継続に成功した。これにより、AI天気予報モデルは物理方程式を解くモデルを用いない、データ駆動型モデルと観測データによる純データ駆動気象予測が可能となった（図1.3.1.1-2.）。

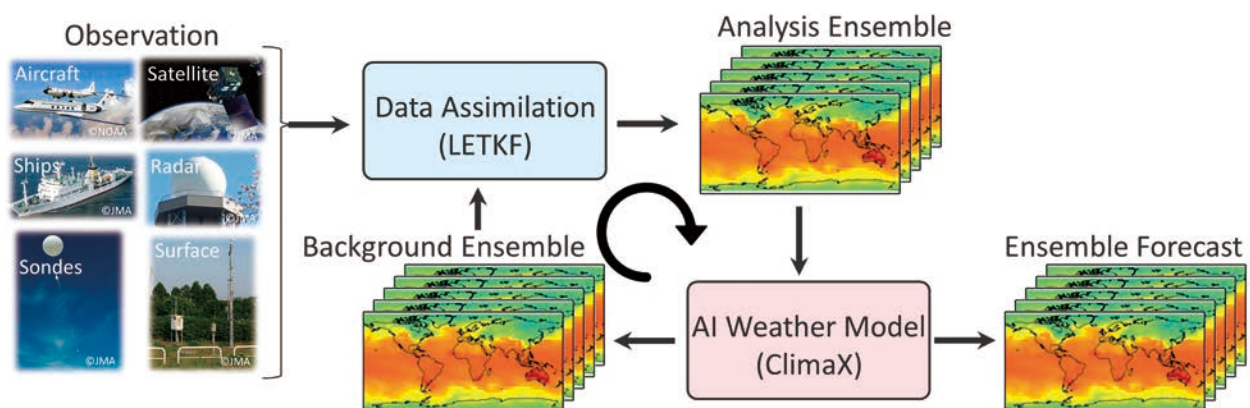


図1.3.1.1-1. 開発したClimaX-LETKFシステム。投稿中論文 Takeshima et al. (2025) から引用。

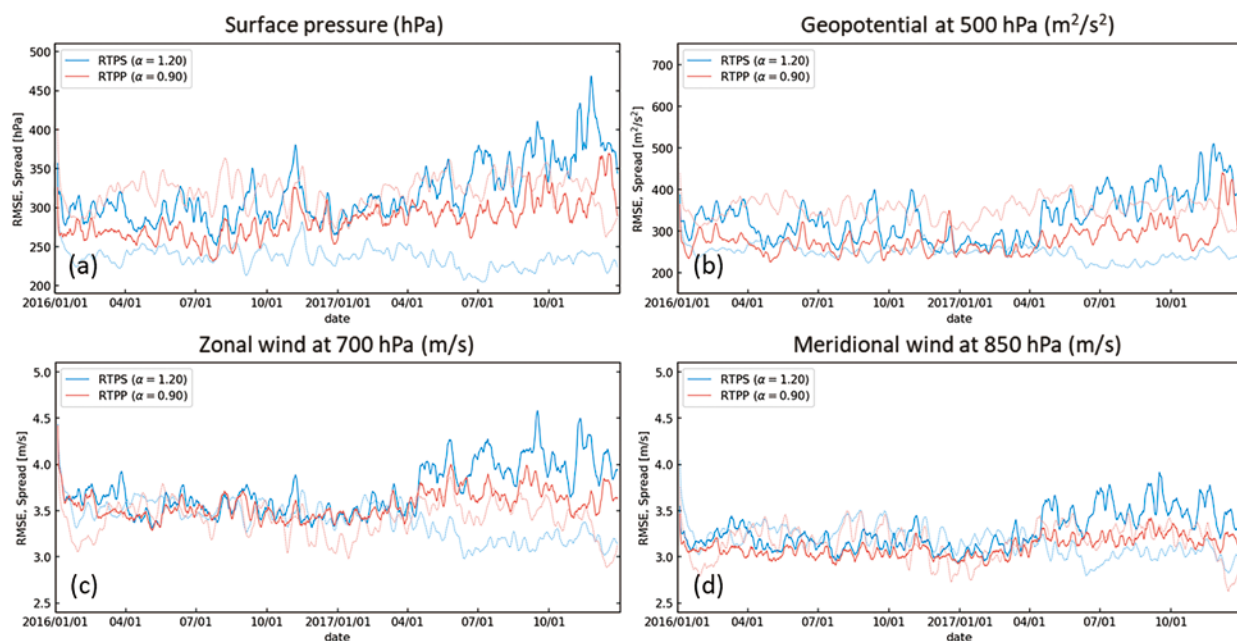


図1.3.1.1-2. データ同化実験におけるWeather Benchに対する平方根平均二乗誤差 (RMSD, 実線) とアンサンブルスプレッド (破線) の時系列。それぞれ地上気圧 (hPa)、500hPaのジオポテンシャル (m^2/s^2)、700hPaの東西風 (m/s)、850hPaの南北風 (m/s) を示す。青線と赤線は、異なる共分散緩和法の結果 (RTPSとRTPP)。投稿中論文 Takeshima et al. (2025) から引用。

◆◆1.3.1.2. 深層学習器を用いたアンサンブル降水予測情報の超解像

【重点1：豪雨災害予測・監視】

ここでは、二次元の降水量データを画像とみなし、最適輸送コスト (Wasserstein 距離) を損失関数として、深層学習によって超解像することで、降水量分布を高解像度化する手法を提案した。Wasserstein 距離は特定の分布間の距離を損失関数として定量的に評価できるため、平均二乗誤差 (MSE) 等を損失関数として用いる従来の深層学習モデルよりも空間的に精細な降水量分布が得られることが期待される。ただし、二次元の降水量データに対して Wasserstein 距離を直接計算することは数值的に困難であるため、本研究では、Wasserstein Generative Adversarial Networks (WGAN) の枠組みを用いた。WGANは超解像を行う生成器と Wasserstein 距離を与える識別器によって構成されたモデルであり、学習を行った識別器が Wasserstein 距離を効率的に推定し、この出力を生成器にフィードバックすることで、生成器は最適な輸送コストに基づいて超解像を行うようになる。最初のステップとして、気象庁が提供する解析雨量から低解像度化したデータを作成した上で、低解像度化したデータと元データのペアを用いて WGAN モデルの学習し、低解像度の降水量分布データから高解像度の元データを復元するモデルを作成した。また平均二乗誤差 (MSE) を損失関数として同様の学習を行った畳み込みニューラルネットワーク (CNN) モデルも作成し、WGAN モデルと CNN モデルの間に精度を比較した。CNN モデルでは空間的に滑らかな降水量分布データが生成される傾向がある一方、WGAN によって生成された降水量分布データは、元データのような空間的に細かい雨域の分布を再現することができた (図1.3.1.2.)。また、元データおよび CNN、WGAN 両モデルから生成された降水量分布データに対してスペクトル解析を行った結果、CNN モデルから生成されたデータは高周波の降水パターンを十分に復元できなかったが、WGAN ではほぼ全ての高周波の降水パターンを復元することに成功した。以上より、Wasserstein 距離を損失関数として用いて超解像を行うことで、雨域の形状や構造を効果的に評価し、より現実に近い高解像度の降水量分布が得られることが示唆された。

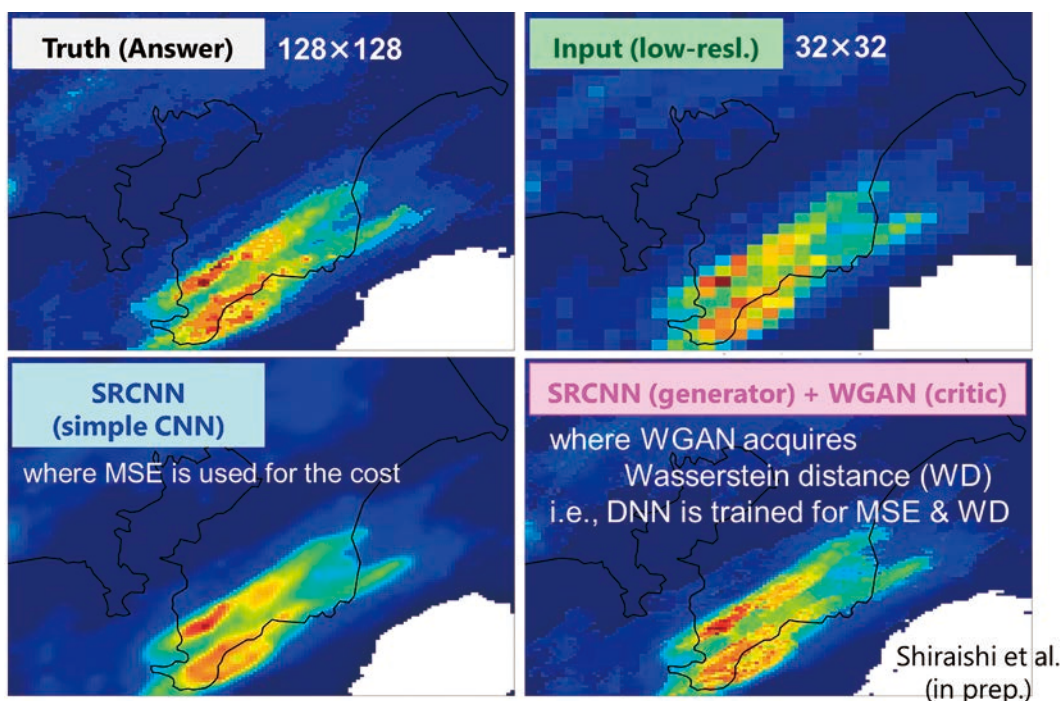


図1.3.1.2. (左上) 元の降水量分布データおよび、(右上) 入力とした低解像度画像、(左下) 通常のCNN、(右下) 最適輸送距離をコスト関数にしたCNN。2020年7月5日16時の例。投稿準備中の論文、Shiraishi et al. (2024)から引用。

◆◆1.3.1.3. 望ましいトラジェクトリを判断する手法の開発

【重点1：豪雨災害予測・監視】

現実の気象災害では、「望ましいトラジェクトリ」や「災害をもたらす危険なトラジェクトリ」を適切に評価する必要がある。降水分布だけを見ては、あるトラジェクトリが災害に至るトラジェクトリと近いのか否かは判断することが出来ない。過去の災害事例のアンサンブル気象予測情報を検討したところ、そこには豪雨の予測精度が大きく変わる予測のターニングポイントがある事が分かった(図1.3.1.3-1.)。これは、気象予測モデルに埋め込まれたアトラクターが分岐するタイミングと捉えられる。この事例に対しては軌道の分岐に対して感度の高い鞍点を獲得できる可能性が示された。

この様な鞍点を特定するため、データ駆動型数理手法であるランドスケープ解析に取り組んだ(図1.3.1.3-2.) 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、熱帯低気圧をランドスケープ上のボールとみなし、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。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、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の存在が確認され、セパトリックスの始点に鞍点が発見された。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。

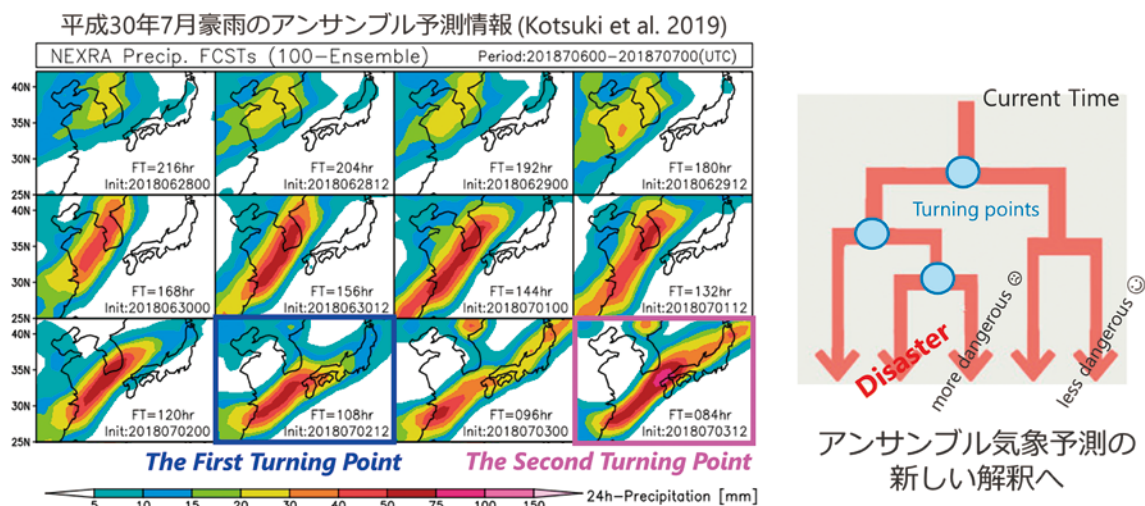


図1.3.1.3.-1. アンサンブル気象予測からトラジェクトリを獲得可能な事例の検討。Kotsuki et al. (2019) の全球大気アンサンブル天気予報システムを用いた平成30年7月豪雨の研究に加筆した。

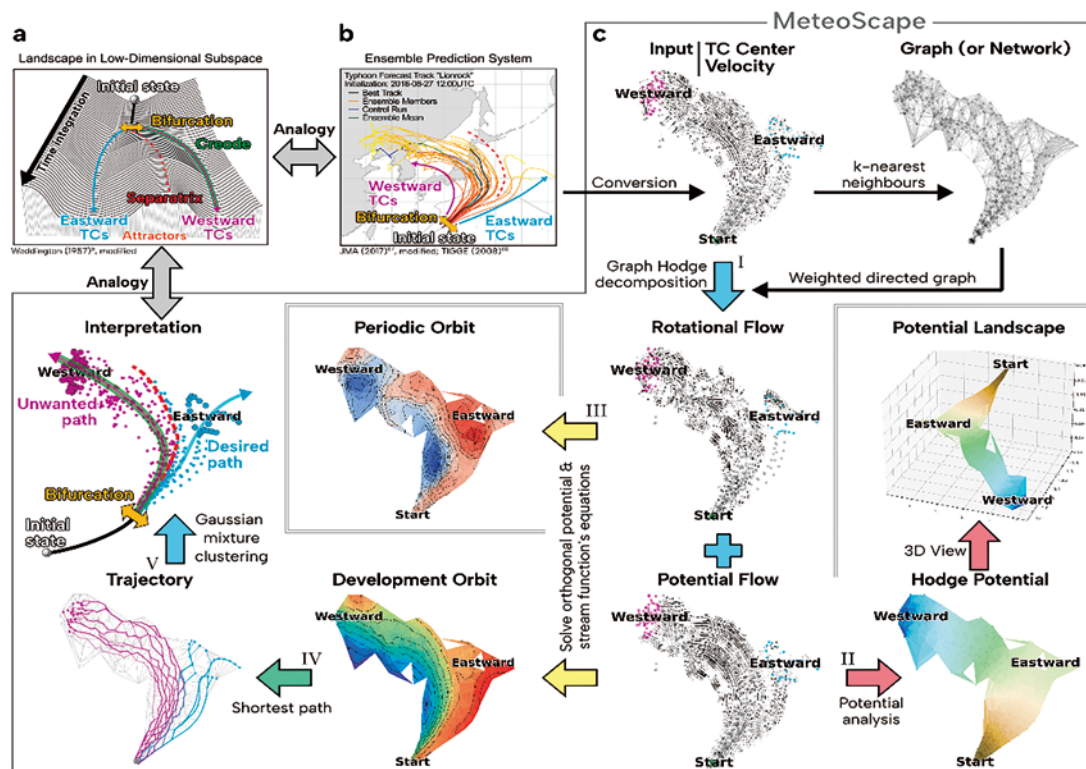


図1.3.1.3.-2. ランドスケープ解析のワークフロー。投稿中の論文、Oettli et al. (in prep.) から引用。

◆◆1.3.1.4. 気象制御への挑戦

【重点1：豪雨災害予測・監視】

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。我が国では近年、海上からの水蒸気流入に起因する陸域の集中豪雨災害が多発し、線状降水帯とも呼ばれる激甚災害では、時に1兆円を超える被害が出ている。気象災害へのこれまでの取組は、構造物等による被害抑止や、災害発生前の準備や発生時の早期警報発出等による被害軽減等が主であった。しかし今後も激甚化・増加が想定される台風や豪雨に対して限界があり、これらに加え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研究開発が必須である。この様な背景のもと、内閣府ではムーンショット目標の1つに気象制御を掲げ、「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」することを目標に研究開発が進められている。我々もその中で、「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」

我々のプロジェクトでは、海上からの水蒸気流入に起因する陸域の集中豪雨を緩和するため、上流の海上で積乱雲群による豪雨を形成し、大気中の水蒸気量を陸域流入前に大幅に減らす技術の開発を目指している（図1.3.1.4-1.）。豪雨を対象とした制御の困難さは、気象を直接改変できる力（介入力）に限界があることと、介入により降水量を低減できるか分からない不確実性にある。しかし限りある介入力でも、積乱雲を生起し、積乱雲が次の積乱雲を生む連鎖反応（組織化）を誘発できれば、豪雨を形成できる。また極めてシンプルな戦略であり、上流側の降水量を増やす程、下流側の降水量は高い確率で低減できる。

- 介入効果を最大化する数理手法を開発して介入の位置等を最適化し、陸域の集中豪雨が緩和可能であることを計算機上で実証する。
- 実現可能な介入手段候補を1つ以上確定し、付随する倫理的・法的・社会的課題が解決可能である見通しを示す。
- 日本全国の水害被害推定モデルの開発を完了する。



◆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2024年度の研究から4件の成果を報告する。

◆◆1.3.2.1. 線状降水帯の予測精度向上のための静止気象衛星ひまわり晴天放射輝度温度のキャラクタリゼーション

【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】

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（CSR）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進めた。1）CSRの観測値は、大気下層にかけてどれだけ現実の水蒸気の分布を反映しているのか不明確であり、また、2）データ同化において、先行研究により観測値（O：Observation）と数値予報モデルによる計算値である第一推定値（B：Background）の差で定義されるO-Bに負バイアスがあり、その時空間分布が明らかでない。そこで本研究では、1）についてラジオゾンデおよび地上観測の水蒸気データを解析し、CSRの観測値の特徴はモデルの鉛直プロファイルと整合的である一方で大気の安定度との関係は弱いことが分かった。また、2）について地表面の違いに着目し、日本周辺のO-Bのデータを「陸域と海域」、「山地と平野」に分けて解析し、先行研究と同様の負バイアスがみられ、さらに、空間スケールが小さくなるほど、また、時間スケールが小さくなるほど、時系列の値の変動が大きく、気象庁で用いられている補正を用いてもそのバイアスが取り除けない季節や時間帯があることが分かった。以上より、CSRの観測値は実際の水蒸気の分布を反映しているが、大気下層の水蒸気や大気の安定度との関係は弱く、利用には注意が必要であること、また、O-Bの負バイアスについては時間帯や地形表現・植生表現の特徴に応じたモデルの改良、適切な補正手法の再考等が必要であることが示唆された。

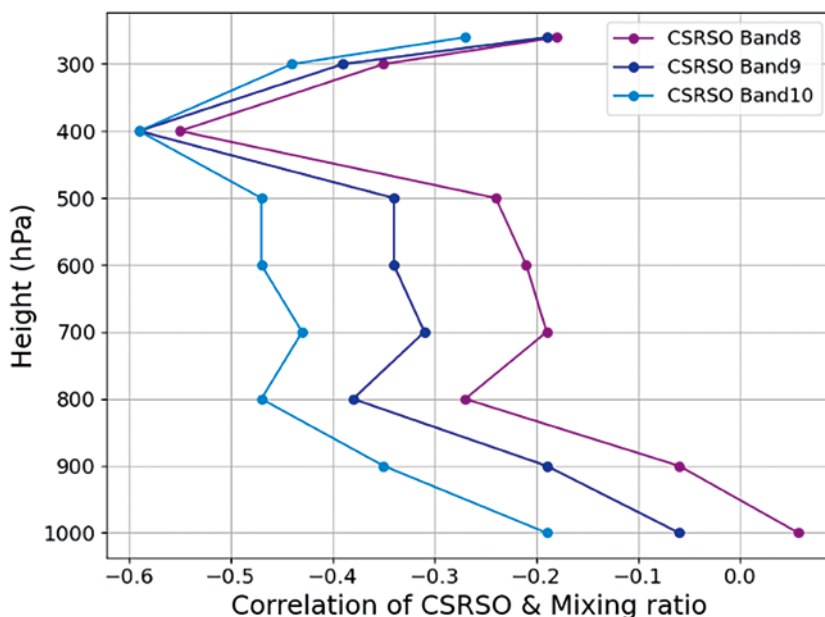


図1.3.2.1-1. 各高度におけるCSR各バンドの輝度温度とラジオゾンデ観野の水蒸気混合比の相関係数のプロット。横軸は相関係数を示し、左に行くほど負の相関が強いことを示す。縦軸は気圧高度を示す。

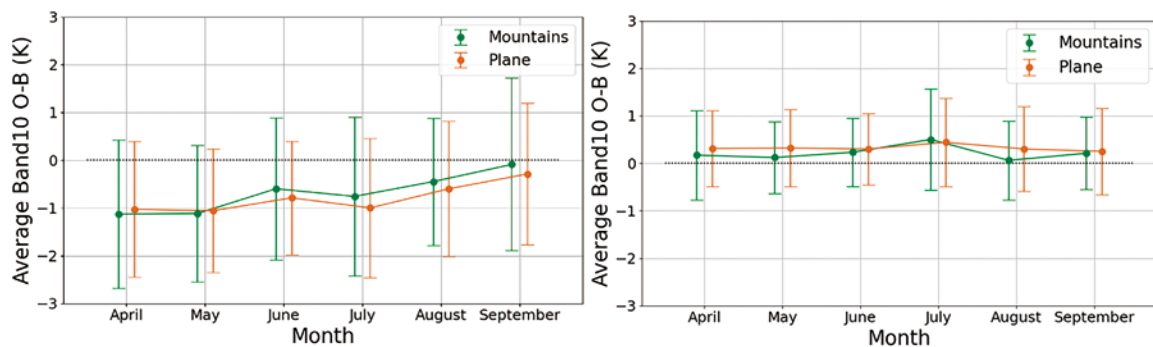


図1.3.2.1-2. 山地と平野におけるCSRバンド10のO-Bの月変動。補正なし（左図）と補正あり（右図）。横軸および縦軸はそれぞれ月とO-Bの平均値を示す。平均値のプロットに対してエラーバーの大きさは標準偏差を示す。

◆◆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。本研究では、A-SKY/MAX-DOASによる大気下層の水蒸気観測の精度を検証するとともに、水蒸気の水平方向の不均一性の観測能力を評価することを目的とした。つくばにおけるA-SKY/MAX-DOASの観測データは、ラジオゾンデによる水蒸気測定と高い相関を示し（ $R=0.971$ ）、この手法の精度と有効性が確認された。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）を用いた観測を実施し、大気下層の水蒸気濃度の水平不均一性を捉えられることを明らかにした。4つのデータセットを解析した結果、水蒸気の水平不均一性は大気的不安定性と相関し、大気が不安定な時にその不均一性が増大する傾向が見られた。この関係を詳細に調べるため、観測された全ケースのうち特に不安定な上位3.6%に相当する15事例を特定した。これらの事例のうち11事例では、日本上空の停滞前線が千葉の観測地点の北側に位置していた。これらの事例について、気象庁の局地解析（LA; Local Analysis）を用いた解析を行ったところ、停滞前線に向かう暖湿流の流入が確認された。この暖湿流の流入が、水蒸気の水平不均一性および大気的不安定性を引き起こしていた可能性がある。また、A-SKY/MAX-DOASで捉えられた水蒸気の不均一性は、A-SKY/MAX-DOASの誤差範囲内ではあるものの、LAでは適切に捉えられていなかった。このことから、LAが見逃している水蒸気の不均一性を観測できるA-SKY/MAX-DOASの重要性が示された。

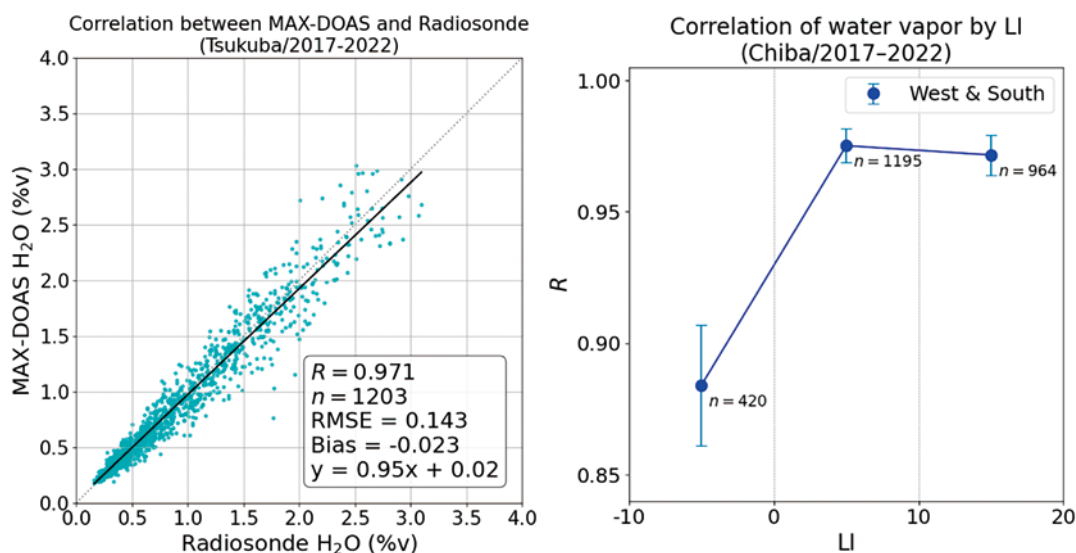


図1.3.2.2. つくばサイトのA-SKY/MAX-DOASとラジオゾンデ館野の相関プロット（左図）と、千葉サイトの西・南方向におけるLIによる水蒸気濃度の相関（右図）。

◆◆1.3.2.3. 地上リモートセンシングを用いた大気境界層と自由対流圏の水蒸気観測のキャラクターゼーション
—極端降水現象予測精度向上に向けて—

【重点1：豪雨災害予測・監視】

近年被害が深刻化している極端降水現象の代表例である線状降水帯は、組織化した積乱雲群によって作り出される線状の強い降水域がほぼ同じ場所を通過する現象であり、地球温暖化の進行とともに発生頻度が増加するとされている。線状降水帯周辺の三次元的な大気分布の理解は未だ不十分であり、予測精度の向上のために大気境界層から自由対流圏にかけての観測の重要性が高まっている。このような背景の下、大気境界層から自由対流圏にかけての水蒸気量の特徴を明らかにすることを目的として本研究を実施した。データ同化に寄与することが期待される地上リモートセンシング手法のうち千葉大学に設置されている水蒸気等を観測できるCIMEL サンフォトメーターや多軸差分吸収分光法（Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy; MAX-DOAS法）の観測データを中心に用いて、大気境界層から自由対流圏にかけての水蒸気濃度連続観測を実施した。CIMEL サンフォトメーターの全量の水蒸気データからMAX-DOASの低高度の水蒸気データの差分を計算する新たな手法で、部分可降水量と定義する高度1 km以上や2 km以上といった自由対流圏中の水蒸気量を計算し、ラジオゾンデ観測データとの比較や、それらの高頻度で観測される水蒸気量の特徴を捉える検証を行った。その結果、この手法で計算した高度1 km以上の水蒸気量とラジオゾンデの水蒸気量との相関係数は0.970、平均の誤差は15.65%と理論的な観測誤差よりも観測精度が高いことが分かった。また、連続観測によって自由対流圏の水蒸気量は8月をピークに迎える明瞭な季節変化を示し、夏の自由対流圏の水蒸気濃度は冬の大気境界層の水蒸気濃度に匹敵していた。このことから、地上リモートセンシングの手法によって夏季では自由対流圏にかけても高い水蒸気濃度になっている事が分かり、ラジオゾンデデータの季節別水蒸気の高高度分布の検証の結果と整合的であることが分かった。また、地表気温と水蒸気量の相関をとると高度によって異なる相関係数を示した。このように可降水量とは異なる情報を部分可降水量データはもたらすことを示した。これらの結果は大気境界層から自由対流圏にかけての地上リモートセンシング手法を用いた水蒸気観測の必要性を強く支持する。

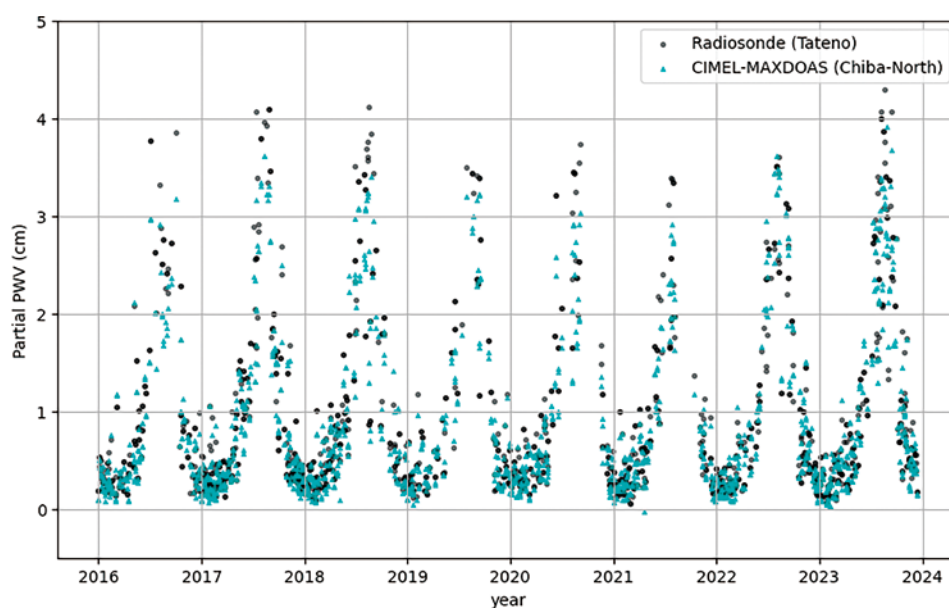


図 1.3.2.3.-1. 2016年から2023年にかけてのラジオゾンデ館野の高度1 km以上部分可降水量と千葉サイトの高度1 km以上部分可降水量（北方向）の散布図。黒いプロットはラジオゾンデ、水色のプロットは千葉サイトでの部分可降水量を示している。

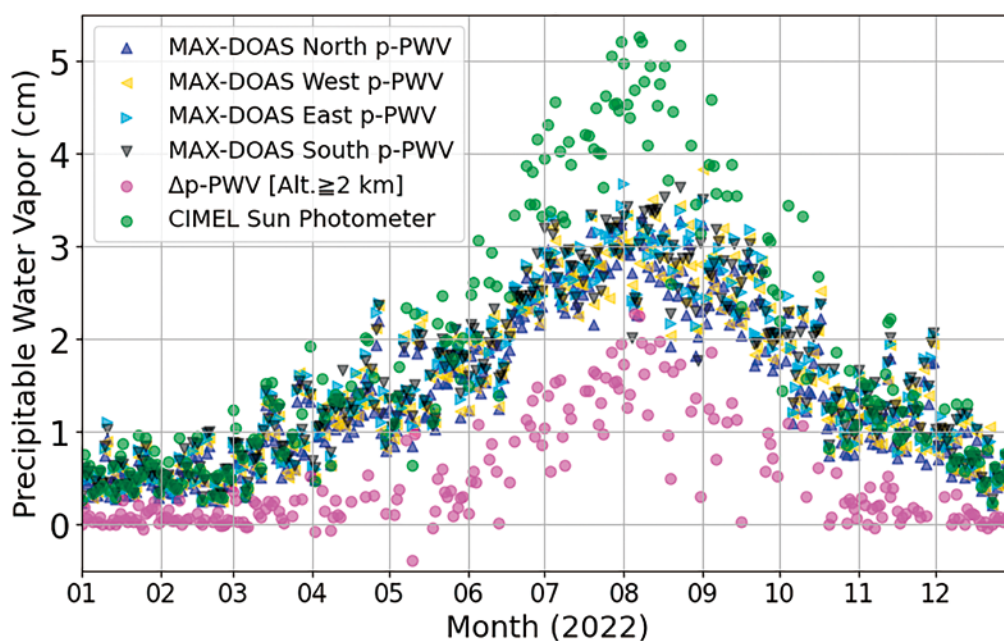


図 1.3.2.3-2. 2022年の千葉サイトにおけるCIMEL サンフォトメーターの可降水量、MAX-DOAS 部分可降水量（高度 2 km 以下）、CIMEL サンフォトメーターの可降水量から MAX-DOAS 部分可降水量との差分を取って計算した高度 2 km 以上の部分可降水量の日平均値の時系列プロット。緑色のプロットが CIMEL サンフォトメーターの可降水量、青色・黄色・水色・黒色のプロットがそれぞれ MAX-DOAS の高度 2 km 以下の部分可降水量の北・西・東・南の方向、ピンク色のプロットが CIMEL サンフォトメーターと MAX-DOAS との差分の部分可降水量データを表している。

◆◆ 1.3.2.4. 台風を対象としたひまわり8/9号およびGCOM-Cに基づく雲特性超解像化のための生成拡散モデルの開発

【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】

雲は地球の水・エネルギー循環において重要な役割を果たしており、特に台風などの激しい気象条件下では、雲相や雲特性に関する高い時空間分解能のデータが、正確な数値モデリングや気象予測のために不可欠である。台風の雲システムの分布は非常に複雑であり、その構造は台風の発達、進化、雲に伴う降水の過程において重要な役割を果たす。現在、我が国の極軌道衛星である GCOM-C は 1 km の空間分解能で雲プロダクトを提供しているが、回帰周期が比較的長いという制約がある。本研究では、各種雲特性を高い時空間解像度で超解像化するための生成拡散モデルの開発を試みた。本モデルでは、ひまわり8/9号のAHIセンサーが提供する 2 km の空間分解能の可視および熱赤外放射輝度測定の情報を用いて、昼間の GCOM-C プロダクトをターゲットとして学習を行った。これにより、過去10年間の約100件の台風の事例に対して、1 km の高い空間分解能と 10 分間隔の高い時間分解能で、雲の相（CLP）、雲頂高度（CTH）、雲光学的厚さ（COT）、および雲有効半径（CER）のデータを作成することができた。ひまわりの雲プロダクトや雲リモートセンシング、大気放射・再生可能エネルギー応用（CARE）などの他の現行プロダクトとの比較・評価も進めた。また、WRF モデルによる雲特性の評価も行った。WRF モデルは晴天域や高層雲を良好にシミュレーションできるが、高層雲の雲被覆率をやや過大評価する傾向が認められた。一方、低層雲は過小評価される傾向が認められた。

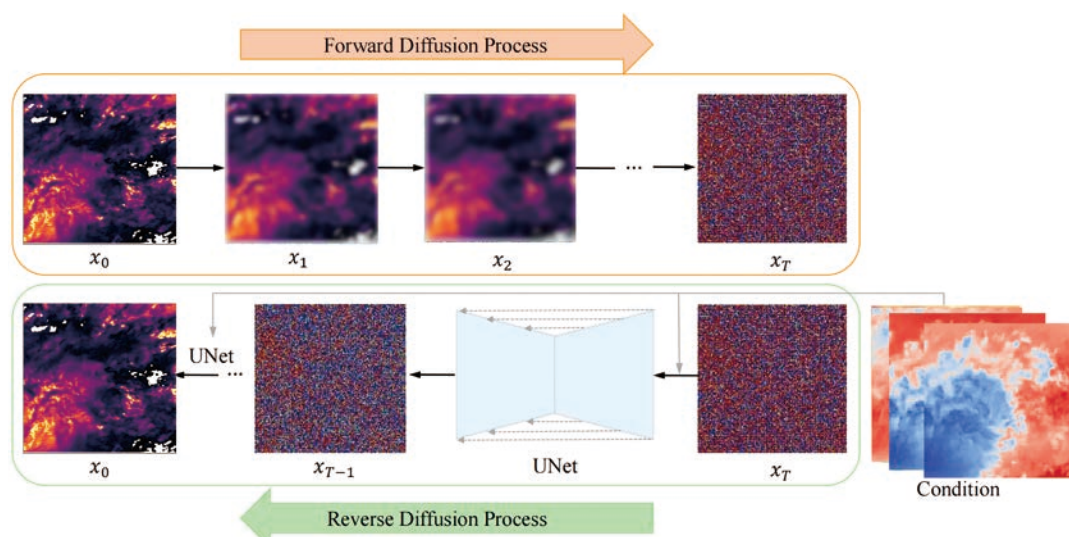


図 1.3.2.4.-1. 超解像度の雲識別および特性取得のためのフレームワーク。生成されたサンプル x は雲のプロダクトであり、条件 y には可視 (VIS)、熱赤外 (TIR)、および視線角 (VZA) の変数が含まれる。

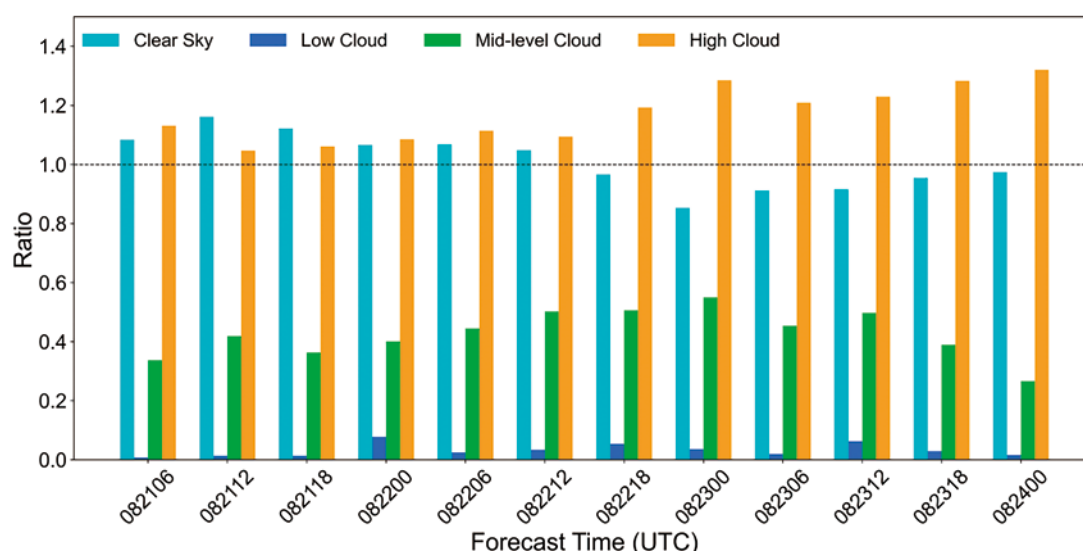


図 1.3.2.4.-2. XGBoostが予測したWRFとひまわり 8 号の晴天、低層雲、中層雲、高層雲ピクセル数の割合の時間変動。

◆ 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。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んでいる。以下に、関連する研究の2024年度の進展について報告する。

◆◆ 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る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。

2024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前年度に引き続き行った。具体的には、MIROC 6 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-iso (Li et al., submitted to JAMES) 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.)。MIROC6は、浅い対流スキームを加えたことで、大気の鉛直混合の再現性改善が期待される。温暖化予測における不確実性の大きな原因のひとつが雲・降水過程である。中でも下層雲は複雑な物理過程の微妙なバランスで形成・維持されており、気候モデルによる再現や予測が難しいため、温暖化予測の不確実性の主要因となっている。下層雲の形成には、浅い対流が大きな役割を果たすが、大気がどれほど鉛直方向にかき混ぜられたかを直接的に観測することは難しい。これに対して、我々は水同位体の振る舞いを導入した二つのモデル (浅い対流スキームを導入したMIROC6-isoと、ひとつ前のバージョンであるMIROC5-iso) と衛星観測 (Auro衛星搭載 TES) の比較から、水蒸気中の同位体情報を用いて大気のかき混ぜ効果が定量可能であることを見出した (図1.3.3.1.)。このことは、水同位体情報によるモデルパラメタの拘束が可能であることを意味し、水蒸気同位体観測によって今後の予測高度化が一段と進むことが期待される。

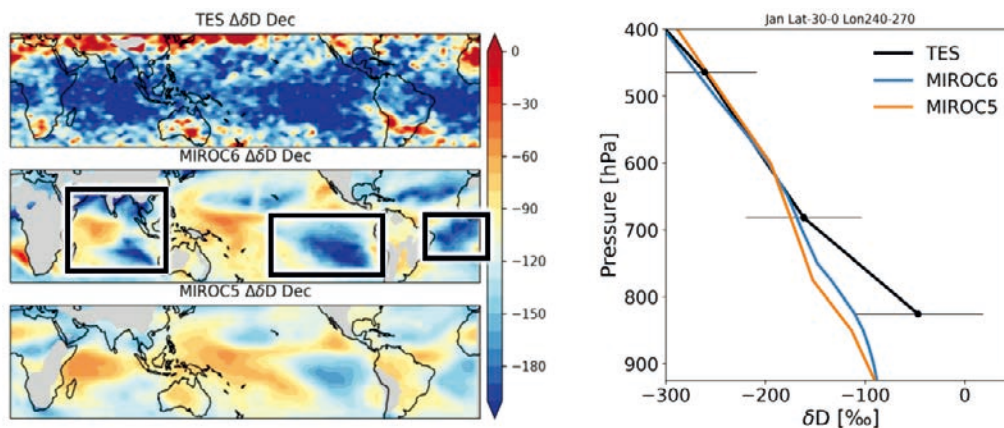


図1.3.3.1. 水蒸気中の重水素同位体比 (‰) の二高度差の (左段上) 観測と (左段中・下) モデルの比較。黒枠で囲まれた領域では、(左段中) 鉛直かき混ぜ効果を考慮した場合が、(左段下) していない場合に比べて、より観測に近い様子が見てとれる。(右) は黒枠領域平均の水蒸気同位体比の鉛直分布。Averaging Kernelを適用していないためモデル・衛星のずれが大きいことに注意。

◆◆1.3.3.2. 超解像技術を用いた大規模気候変動アンサンブルデータの利用高度化

【重点1：豪雨災害予測・監視】

流域や市町村レベルで気候変動対応策の検討を行う際には、それに応じた空間スケールの気候変動予測情報が求められる。日本では気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) が大規模気候変動予測データ d4PDF 日本周辺領域版 (水平解像度20km) のダウンスケーリングを行い、高解像度のデータ整備を推進した。これにより、d4PDF では解像できなかった極端現象が捉えられるなど、その有用性が示されている。通常このような取り組みは計算量が膨大となるため、大量にある d4PDF のうち限られたシナリオについてのみダウンスケーリングが行われるが、対象とする流域にとって重要なイベントが捕捉できているかは十分に検討されていない。膨大な d4PDF の中から流域にとって重要なものを抽出し、効率的なダウンスケーリングを可能にする手法が求められる。

本研究は、比較的解像度の粗い大規模気候変動予測データ d4PDF から流域にとって重要なイベントを抽出する技術を開発することを目的に実施された。具体的には、降雨流出氾濫モデルによる数千年単位の河川流量及び浸水リスク推計を可能にする機械学習に基づく気象データ高解像度化技術の開発、ならびにこれらを用いた現在・将来気候下の水害インパクトの推計に取り組んだ。対象は青森県西部を流れる一級水系である岩木川流域である。

画像処理の分野で研究開発されてきた超解像技術を気象データに応用し、降雨の空間パターンを高解像度化する技術を開発した。本研究では、SwinIR という最先端超解像手法を降水量に適用し、大規模気候データである d4PDF 降水量を高解像度化する技術を開発した。SwinIR は、平均二乗誤差 (MSE)、Peak Signal-to-Noise

Ratio (PSNR) のどちらの指標でも、線形内挿を大きく上回る精度で降水量の高解像度化を達成することができた(図1.3.3.2.-1.)。これを用いて日本周辺領域版d4PDFに含まれる全計算年(現在気候3000年、将来気候5400年)の年最大降水イベントを対象に超解像を施し、極端降水量の将来変化を推計した。これを入力にRRIモデル実験を行い、現在及び将来の水害インパクトを推計した。同様に、日本周辺領域版d4PDFを力学的ダウンスケーリングしたSI-CAT(現在気候・将来気候ともに372年)を用いて極端降水量・水害インパクトを推計し、超解像による結果と比較を行った。

超解像による降水は、力学的ダウンスケーリングによるものに比べて過小評価する傾向が見られたが、用いるサンプル数が多いため、より極端なイベントを補足することに成功した(図1.3.3.2.-2.)。同様の傾向は、流量、水位、浸水面積、最大浸水深でも確認された。同等の降水量に対して発生する流量は、多くのサンプルを用いる超解像で、小さいインパクトから大きいものまで、幅広い範囲をとるものと予想されたが、降水量の過小評価傾向により、SI-CATを用いた場合と比較して大きな変化は見られなかった。

以上の技術開発により、気候実験に基づく数千年単位の河川流量および浸水リスク推計を河川計画に活用する方法論の開拓を行った。超解像が降水量を過小評価する傾向により、限られたサンプルを用いたインパクト推計と大きく異なる結果は得られなかったが、AI技術を用いることでより多くの降水パターンを考慮することで、幅広い可能性を考慮する方法論を開拓することができた。近年続くAI技術の飛躍的発展は今後も継続すると考えられることから、このような方法論を開拓したことには大きな意義があると考ええる。本研究の結果はd4PDFにはさらなる活用の余地があり、そこから示される情報には「気候変動を踏まえた治水計画の在り方」における情報では示されていない可能性があることを示している。気候変動適応に向けこれらの情報の活用が望まれる。

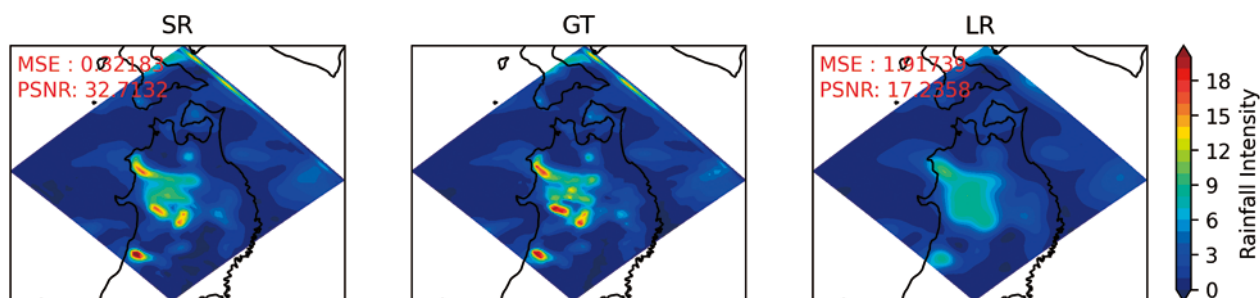


図1.3.3.2.-1. (右) 超解像の入力(低解像)、(左) 出力(高解像)と、(中) 正解(高解像)の比較。3つの事例について示す。それぞれ、岩木川流域を含む時間降水量(mm/h)を示す。

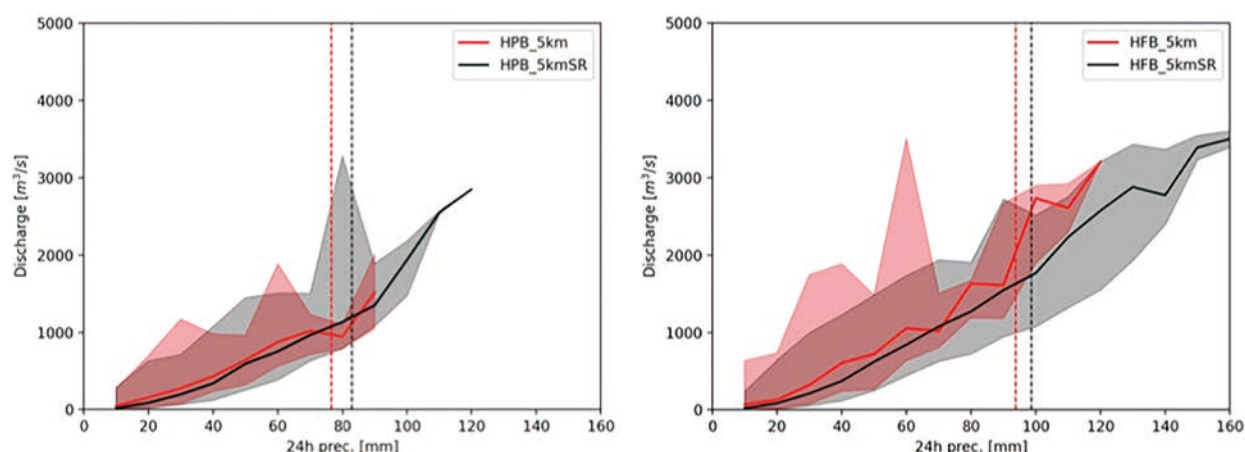


図1.3.3.2.-2. 五所川原集水域における年最大日降水量(mm/24h)と、対応する降水イベント時の五所川原地点におけるピーク流量(m^3/s)の関係。赤はDDS、黒はDDSと同じアンサンブルメンバーのみを用いたSRDS。降水量(ビン幅10mm)ごとに流量を集計し、各ビンの中央値を実線、最大値・最小値をシェード上端・下端で示す。垂直線は1/100確率雨量を示す。(上) 現在気候、(下) 4度上昇将来気候。

◆◆1.3.3.3. 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】

近年、気候変動の影響により台風や線状降水帯などの極端風水害が増加・激化しつつある。適応策候補として気象制御による被害緩和が挙げられるが、実行可能な制御入力を最適に組み合わせて望ましい未来へ誘導する制御技術は気象学の分野において未開拓である。本研究は、気象制御を実現する技術としてモデル予測制御（MPC; Model Predictive Control）に着目する。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、数値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。

2024年度は、数値天気予報に用いられるアンサンブルカルマンフィルタ（EnKF）を参考に、アンサンブル近似により計算コストを下げるMPC手法である、EnMPCを開発した（Kurosawa et al., submitted to NPG）。さらに、EnMPCを実気象モデルであるSCALE（Nishizawa et al., 2015; Sato et al., 2015）に導入し、制御有効性について検討した。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・東北豪雨を対象に制御あり・制御なし実験を行い、制御ありの場合、対象領域の降水量を有効に低減できることを確認した（図1.3.3.3-1.）。

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。2024年度は前年度に引き続き、制御操作として抵抗体を取り上げ、領域気象モデルSCALEに抵抗体の効果を実装し、その効果を調査した。対象事例は上と同様に平成27年9月関東・東北豪雨である。この結果、抵抗体の風下側で強雨域を生成し、さらにその風下で降水を減らす傾向があることが分かった（図1.3.3.3-2.）。また、設置する抵抗体の数だけでなく、配置によっても降水量増減の空間パターンが大きく変わることも明らかになった。

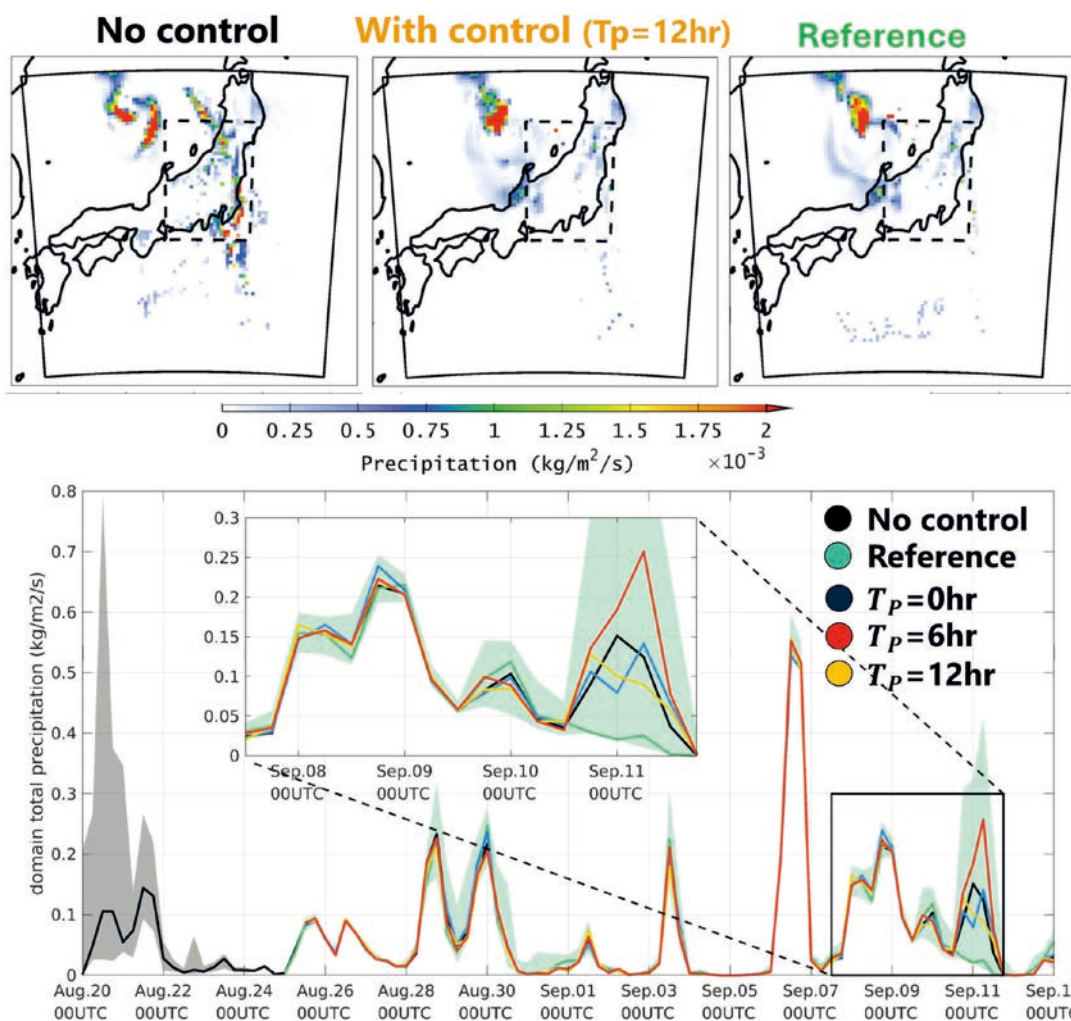


図1.3.3.3-1. 開発したEnMPCを実気象領域モデルSCALEに適用し実行した例。(上左) 制御なし実験、(上中) 制御あり、(上右) 参照軌道の降水量を示す。(下) は上の各図で示される点線で囲まれる領域の平均降水量の時系列。

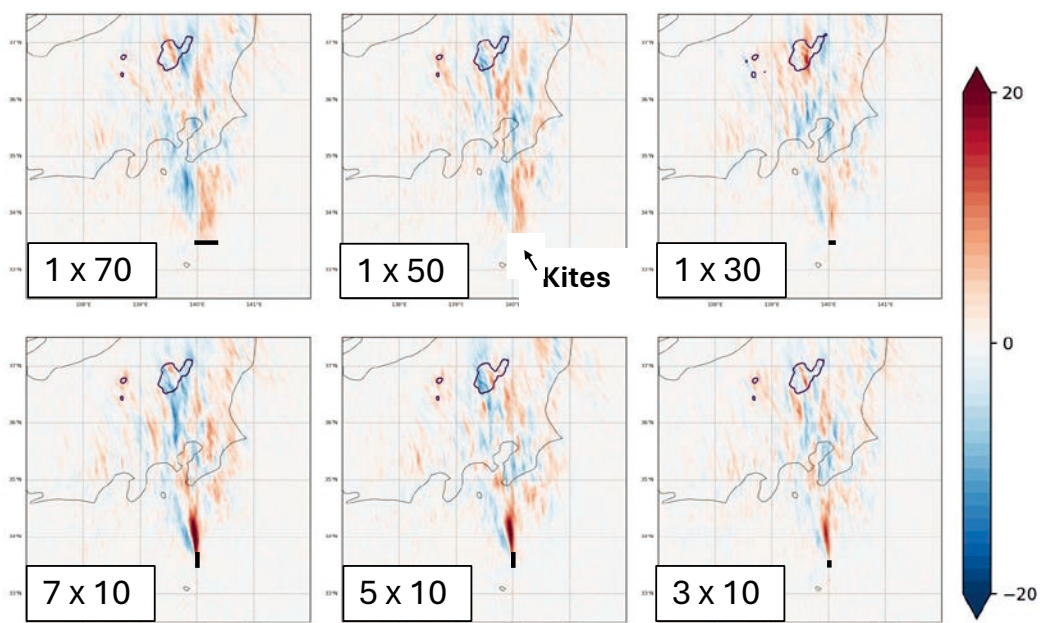


図1.3.3.3-2. 抵抗抗体設置あり・なしの場合の12時間積算降水量の差を示す (mm)。それぞれのパネルでは設置した抵抗抗体の数や配置が異なる。黒矢は抵抗抗体の位置、紫線は制御なしの12時間積算降水量が100 (mm) を超える領域を示す。各パネルの左下の数は設置した抵抗抗体の数を示す。

1.4. プログラム4：統合解析・データベース活動

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深化に資する。

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.

【概要】

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（樋口篤志）

◆◆1.4.1.1. 秋と春における北太平洋ストームトラックの長期変化（嶺田龍之介〔融合理工学府修士学生〕、樋口篤志）

【重点1：豪雨災害予測・監視】

中緯度の総観規模擾乱の活動（STA: Storm Track Activity）は熱の極向き輸送と対流圏全体にわたる深い偏西風の形成に関わり、気候システムのより良い理解のためSTAの調査が重要である。北太平洋ではSTAが秋と春に極大になるが、秋と春に着目した研究は少ない。本研究は秋と春における北太平洋STAの長期変化の調査とその要因解明を目的に設定した。各再解析の300hPaジオポテンシャル高度の数日周期の変動の包絡線を計算し、各格子点のSTAの定量化を行った。1980年から2024年のJRA3Qを用いて秋（10－12月）と春（3－5月）のSTA時系列解析を行った。秋は期間全体でストームトラック南側が10年で0.69°縮小したことがわかった（図1.4.1.1.-1.）。さらに2020年以降STAの急激な北上が示された。JRA3Qに加え、NCEP Reanalysis2（1980－2023）、JRA55（1980－2016）、ERA-Interim（1980－2011）を用いてトレンド解析を実施した。その結果、期間全体にわたるストームトラックの南側の縮小と2020年以降の急激な北上は、データ同化システム固有の変化ではなく実際の変化である可能性が高いことがわかった。

総観規模擾乱以外の要素の長期変化を調査した。OLRと再解析の鉛直流 ω のトレンド解析ではストームトラック変化の原因となるハドレー循環の有意な拡大は確認されなかった。北太平洋の温位は中緯度の対流圏中層で正のトレンドを示した。温位変化に伴う傾圧性の変化がSTA変化と直接関係していると思われる。SSTの上昇量は日本海・日本列島南岸・黒潮続流域で特に大きかった。熱力学方程式より計算した非断熱加熱は北西太平洋上空で有意な正のトレンドを示し、SSTの顕著な上昇が急速に発達する温帯低気圧に伴う水蒸気の潜熱加熱を強化したと考えられる。以上から、北西太平洋のSSTが顕著に上昇し、急速に発達する温帯低気圧に伴う潜熱加熱が強化され、潜熱加熱の南側の傾圧性は減少、その領域を通過する総観規模擾乱の発達は抑制された。その結果、ストームトラックの南側のSTAが減少し、ストームトラックの南側の縮小が生じた。中緯度の対流圏中層の温位の上昇は、STA変化に対する受動的な応答であると考えられる（図1.4.1.1.-2.）。

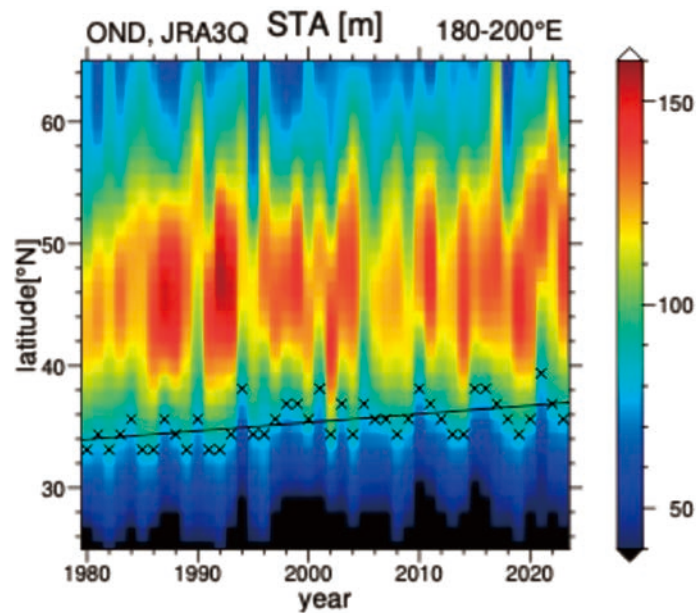


図1.4.1.1.-1. 秋のSTAの緯度-年断面図。180° -西経160° の東西平均から作成した。バツ印のプロットは各季節におけるSTAが75mの緯度、黒線はその回帰直線をそれぞれ示す。期間は1980－2023。

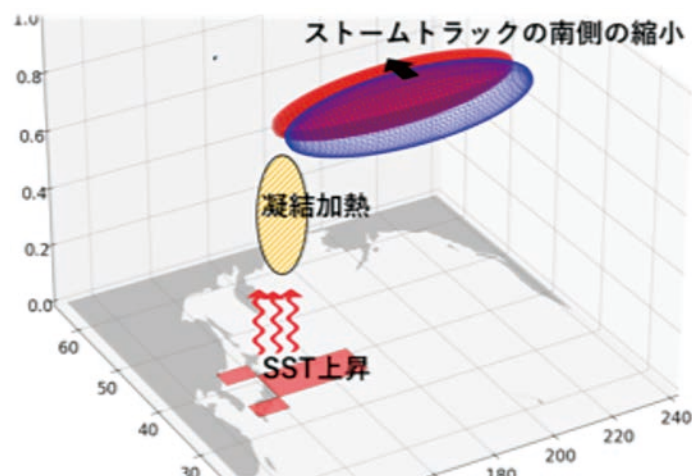


図1.4.1.1.-2. 秋における北太平洋ストームトラックトラッキング長期変化の模式図。赤の矩形領域はSSTの上昇量が大きい地域、赤矢印は水蒸気の輸送、オレンジの楕円は水蒸気の凝結加熱、青の回転楕円体は過去のストームトラック、赤の回転楕円体は現在のストームトラックをそれぞれ示す。

◆◆1.4.1.2. 伊豆半島の降水における地形効果（吉原光咲〔理学部地球科学科学部生〕、樋口篤志）

【重点1：豪雨災害予測・監視】

伊豆半島は静岡県に位置し、U字型の特徴的な山地を有する。伊豆半島は年降水量や豪雨災害が多い地域であるが、データやその降水特性に関する研究は多くない。ここでは気象庁AMeDAS、国土交通省水管理・国土保全局の水文水質データベースを使用し、2019～2023年の5年間における伊豆半島の降水特性について解析した。年降水量は天城山に近い、もしくは富士山・愛鷹山に近い地点ほど多くなる分布がみられ、山地が降水に与える影響が示唆された。月別・時刻別の降水量は近い地点同士で似た変化パターンをもち、いくつかの種類がみられた。月別はどの地点も梅雨期の6、7月にピークがみられたものの、天城山付近の地点では秋の9、10月にもピークをもち、これは台風通過時の多雨と考えた。時刻別では午後より午前降水量が多い地点が多く、特に天城山付近では早朝3：00頃と深夜23：00頃にピークをもつサインカーブ状の日変動がみられた（図1.4.1.2.-1.）。次に12時間の無降水継続時間を閾値としたひと雨に基づく解析を行った。回数では地点差はわずかであり、伊豆半島に降水をもたらすシステムは半島よりも大きなスケールのものである。

一方平均継続時間・総降水量・降水強度は、天城山に近い地点ほど大きな値をとり（図1.4.1.2.-2.）、天城山が降水に効果をもたらす地形であることがわかった。さらに、ひと雨開始時の風向について、天城山から南東に

約10kmに位置するAMeDAS稲取地点では、南南東よりの風の時に開始したひと雨における平均継続時間・総降水量が他の風向よりも大きな値をとり、これは山地に風が吹き付けられ強制上昇が生じることによって考えられる。標高について、季節変化や日変化は標高との相関がみられないものの、常にその値は標高が高いほど大きくなっており、地形の効果は年間を通して有効であることがわかった。

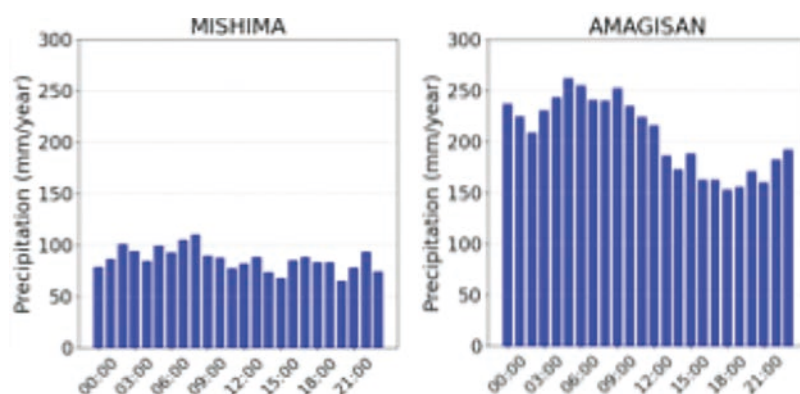


図1.4.1.2-1. 三島および天城山での時刻別の降水量分布。天城山で明瞭なサインカーブ状の日変動が認められる。

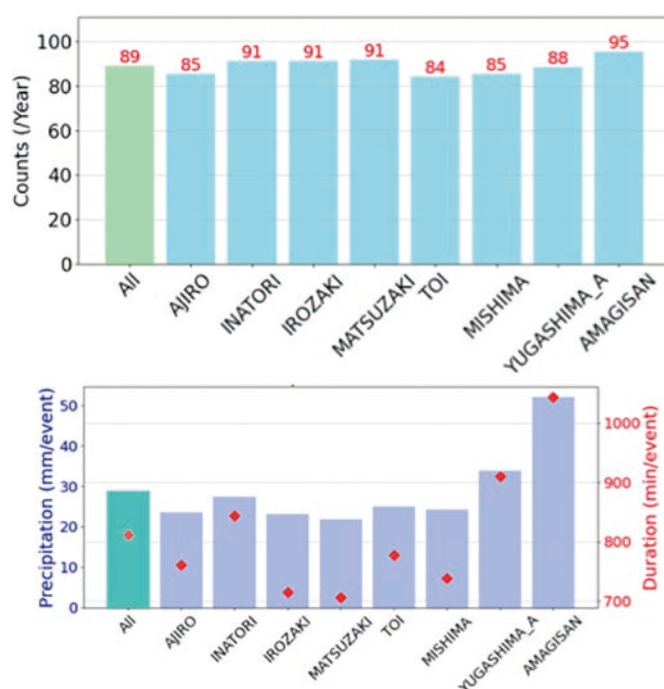


図1.4.1.2-2. AMeDAS地点でのひと雨の回数（上）。Aliは全地点平均。同地点でのひと雨の平均降水量（棒グラフ、左軸）と平均継続時間（赤点、右軸）（下）。

◆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6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ートを占めるため、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6年度では構成員に変化は無く活動を進めた。令和6年度はVL幹事校として令和7年3月3日～4日にVL講習会を実施した。また、同3月3日に開催されたVL協議会にて他のVL参画機関との情報共有を行なった。

◆◆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（樋口篤志、青木佐恵子・諸岡由佳 [データ支援室]、竹中栄晶）

【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1.4.2.1-1.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。

令和6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刷新作業の継続を行なった（[10] データベース活動を参照のこと）。

表1.4.2.1-1. 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（2025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 EUMETSAT 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., 2025)

Himawari 8/9 HS: ftp://hmwr829hs.cr.chiba-u.ac.jp/ (only restricted IP), gridded data: ftp://hmwr829gr.cr.chiba-u.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1.4.2.2-1.にSKYNETとA-SKY観測網サイトでスカイラジオメーターによる観測から得られたAOD（波長380nm）データの日平均値の時系列プロットを示す。一部のサイトのみのデータを示す。全サイトのデータはホームページ（SKYNET: <https://skynet.irie-lab.jp/>, A-SKY: <https://a-sky.irie-lab.jp/>）にて公開されている。2024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に、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1.4.2.2-1.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、乾季にインドシナ半島でのバイオマス燃焼活動が活発となる1～5月にAODがピークを示した。過去のデータとの比較からは、千葉、春日、福江、つくば、高山、佐賀において、2024年のAODが系統的に低い値を示したことが分かった。これは長期的なエアロゾル濃度の減少トレンドの結果と解釈される。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。なお、2024年度は、2024年5月にニュージーランドのLauderサイトでの観測が再開された。また、高山サイトと天草サイトがA-SKYに新たに加わった。

SKYNET & A-SKYスカイラジオメーターデータ 最新(2024年)データと過去データとの比較

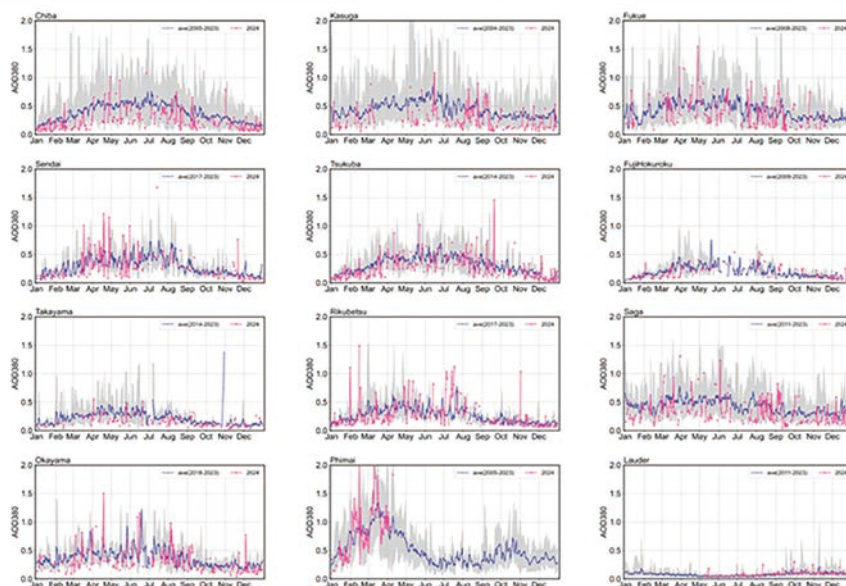


図1.4.2.2-1. いくつかのSKYNETとA-SKY観測網サイトのAOD（波長380nm）データの日平均値の時系列プロット。2024年のデータがピンクで示されている。また、過去の年の日平均値を複数年平均した値が紺色で、日平均値の最大値と最小値の幅が灰色で示されている。

◆◆◆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、樋口研究室）

◆◆◆1.4.2.3.1. 静止気象衛星ひまわり8/9号に基づく地表面反射率の推定とデータセット公開（李偉、張北辰、山本雄平、楊偉、入江仁士、竹中栄晶、樋口篤志、市井和仁）

【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】

Himawari-8/9は、日本の次世代静止軌道（GEO）気象衛星であり、先進気象イメージャー（Advanced Himawari Imager：AHI）を搭載している。Himawari-8/9のAHIは、複数のスペクトルバンドを用いて地球半球を10分間隔で観測することが可能であり、これにより前例のない観測データの取得が可能となり、雲による影響を軽減するという観点から、陸域モニタリングの新たなデータソースとして期待されている。陸面反射率（Land Surface Reflectance：LSR）の推定は、定量的な陸域モニタリングにおいて極めて重要である。本研究では、Himawari-8/9 AHIのデータを用いて、ルックアップテーブル（LUT）に基づいたSecond Simulation of a Satellite Signal in the Solar Spectrum Vector（6SV）放射伝達モデル（RTM）と、カーネル駆動型半経験的双方向反射分布関数（BRDF）モデルを用いた、LSRおよび角度補正LSRの推定手法を開発することを目的とした。推定されたLSRについては、レイマッチング法および角度補正LSRの推定という2つのアプローチによって評価および相互比較を行った。MODISのLSRプロダクトとのデータペアにおけるレイマッチングの結果、低緯度地域においてすべてのバンドで相関係数（ r ）が0.86を上回ることが確認された。また、中緯度地域においてAHIの時系列データを用いて推定された角度補正LSRも、特に赤色および近赤外バンドにおいて高い一致度（ $r > 0.9$ ）を示し、全体として $r > 0.5$ の良好な一致を示した。さらに、参照エアロゾル光学的厚さ（AOT）を用いて計算された結果との比較においても、本手法による推定値は高い一致度（ $r > 0.98$ ）を示した。以上の結果より、本研究で開発した手法は、他の静止衛星にも応用可能であり、大陸スケールから地球規模における高頻度の陸域モニタリングに有用であることが示唆された。また、これらのデータセットは、一部、<https://ichiilab.weebly.com/datasets.html>において公開した。

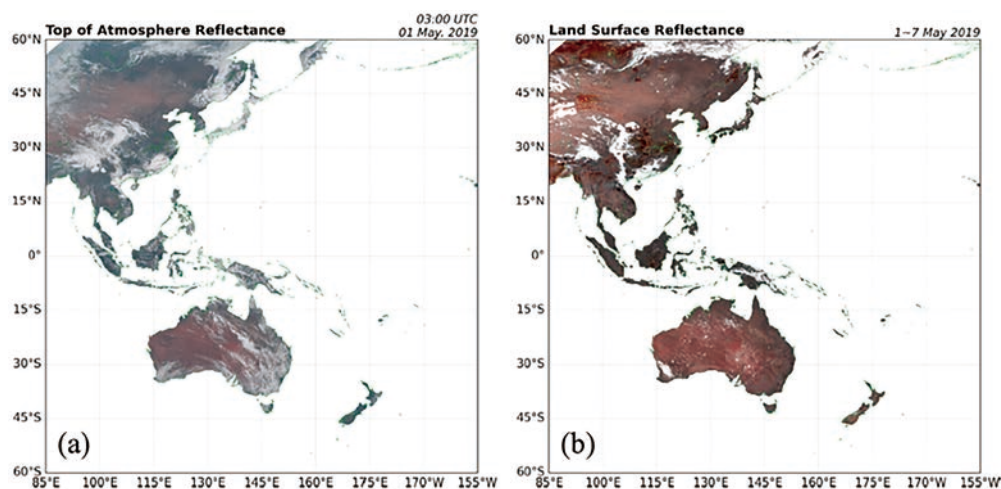


図1.4.2.3.1. ひまわり8号で (a) 2019年5月1日UTC 0300に観測された大気上端反射率と (b) 2019年5月1日～7日の地表面反射率の比較。RGBトゥルーカラー表示とした。

GEO衛星のLSR精度を評価する一般的な方法としては、上記のような低軌道（LEO）衛星のLSRプロダクトとの相互比較が用いられている。しかしながら、中緯度地域においては、太陽・対象・センサ間の幾何学的関係に制約があるため、2つの衛星間でのLSR比較は困難である。本研究では、Terra衛星搭載の多視点観測装置MISR（Multi-angle Imaging SpectroRadiometer）のようなLEOセンサの前方および後方視野カメラを活用することで、中緯度におけるHimawari-8搭載の先進気象イメージャー（AHI）の観測条件と整合した視野および照射条件での観測を取得する手法を提案した。反射率の相互比較の結果、2018年から2019年にかけて、赤色および近赤外（NIR）バンドにおいて、30度以北および以南の緯度帯でAHIの推定LSRがMISRのLSRと高い一致を示し、相関係数（ r ）は0.8を超え、相対二乗平均平方根誤差（RRMSE）は25%未満であった。特に、近赤外バンドにおいては赤色バンドよりもRRMSEが小さく、より高い精度が確認された。また、森林域よりも非森林域において相関が高く、より良好な r 値が得られた。さらに、陸面反射率における回転対称性を仮定し、相対方位角（RAA）に基づいて観測ペアを選別する「RAAマッチング」手法を検証した結果、GEO-LEO衛星間の

相互比較に有効であることが示された。このRAAマッチング基準により、レイマッチングが適用困難な中国本土やニュージーランドを含む中緯度の広範な経度範囲で反射率の相互比較が可能となった。RAAマッチによる反射率の整合性は、レイマッチと同等であったが、太陽位置に依存するためタイミングには制約がある。本研究の成果は、他の衛星にも応用可能であり、今後の衛星観測による陸域モニタリングに貢献する可能性を有している。

成果の詳細は以下を参照されたい。

参考論文：Li W, K. Ichii, B. Zhang, Y. Yamamoto, W. Yang, T. Miura, H. Yoshioka, M. Matsuoka, K. Obata, R.C. Sharma, H. Yamamoto, H. Irie, P. Khatri, B. Liley, I. Morino, H. Takenaka, A. Higuchi (2025) Estimating land surface reflectance from a next-generation geostationary meteorological satellite, Himawari 8/9 AHI. Journal of Meteorological Society of Japan. <http://doi.org/10.2151/jmsj.2025-005>.

Zhang B., K. Ichii, W. Li, Y. Yamamoto, W. Yang, R.C. Sharma, H. Yoshioka, K. Obata, M. Matsuoka, T. Miura (2025) Evaluation of Himawari-8 AHI land surface reflectance at mid-latitudes using LEO sensors with off-nadir observation. Remote Sensing of Environment, 316, 114491. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2024.114491>.

◆◆◆1.4.2.3.2. 日本学術振興会 研究拠点形成事業GEOLAND-NETの進展（市井和仁・山本雄平）

【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を推進し、②日本チーム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を完成させ、米国チームとのデータセット相互比較に着手し、③各国静止気象衛星を単独に用いたデータ応用解析をさらに推進させた。①は、日本国内のデータセットの整備をさらに推進し、新たにJapanFlux2024のデータを活用できる体制を整えた。さらに、大気補正の検証に利用可能なSKYNETの整備なども行った。構築したアジア・オセアニアの地上観測データセットを利用して光合成量の推定のための検証データとして利用した。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。一方で、中国のFY-4Aでは幾何補正の精度の向上が必要であることが明らかとなり中国の蘭州大学グループとの共同研究を通して、幾何精度を向上させたデータセットを整備した。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。特に、東南アジアの植生の季節変動モニタリングに関する研究や、都市の熱環境モニタリング研究が大きく進展した。

セミナーについては、2024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、主に基盤データセット構築に関する情報交換を行った。さらに、アジア・オセアニア地球科学会合(AOGS)において、静止衛星に関するセッションを開催し、その後、プロジェクトメンバーの全体会合を2024年6月28-29日に韓国・ソウル国立大学にて開催した(図1.4.2.3.2.)。50名を超える研究者が集結し、非常に内容の濃い2日間であり、今後の協力体制を強化した。さらに、8-9月には、教員・大学院生の5名でNASA Ames研究センターに約1か月滞在し、データセットの相互比較研究を推進した。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 Conference 2024（中国・武漢）で本事業に関連する発表を複数行い、OzFlux Conference 2024（オーストラリア・パース）において、オーストラリアの観測サイトを利用したひまわり8/9号の応用研究について研究発表を実施した。特別セッションを開催し、複数の研究発表を実施した。

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、本拠点メンバーが主著者、共著者となった論文が、2編掲載され、2編は現在査読中（修正中）である。



図1.4.2.3.2. 2024年6月に開催した“The 2nd Expert Workshop on Advancing International Constellation of Geostationary Satellites for Terrestrial Monitoring”における参加者の集合写真。韓国・ソウル国立大学にて。

◆◆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2025年3月時点で1億9千万回を越えた。統計開始時点2012年度からの累積ダウンロード数は193,519,243回となっている。AMATERASSは単なるデータ駆動型の機械学習ではなく、物理モデルをニューラルネットワークを通じて学習し、太陽放射量を高精度かつ高速に推定する先駆的な試みである。準リアルタイム解析とデータ公開は2007年7月より開始された。従来の機械学習を用いた推定は、衛星観測データに基づく経験則的な手法が多かったのに対し、本研究では物理モデルの知識を内包したニューラルネットワークによる高精度な推定を実現しており「機械学習と物理モデルの融合」となっている。特に、学習アルゴリズムの改良が本研究の重要な特徴であり、学習中にカーネル関数が適応的に変化し、最適な関数形へと収束する仕組みを導入。また、ニューロンの淘汰メカニズムにより、学習過程で不要なニューロンを削減し、計算効率を向上させつつ過学習を防ぐ工夫がなされた。これにより、多変数問題に対する高精度な推定を可能とし、従来手法を超える成果を達成した。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2025年3月時点で193,733,873回となっている。

本年度はEUMETSATが運用する静止衛星Meteosat-8/9号観測データを使った過去データ解析と、AMATERASSアーカイブを使ったアジア太平洋地域における太陽放射量の時空間的な特性解析が行われた。Meteosat-8は2002年8月28日に打ち上げられた第2世代Meteosat、通称MSG（Meteosat Second Generation）の1号機であり、Meteosat-9は2005年12月21日に打ち上げられた2号機となる。1号機は2004年から2016年まで3.4W、9.5E、3.5Eと複数回の軌道変更が行われながら、経度0度付近を中心とした観測が行われた。その後2016年に41.5Eへ大きく軌道変更され、Meteosat-7の観測を引き継ぐ形で2022年までIODC（Indian Ocean Data Coverage）の観測が継続された。現在は2号機がIODCの観測を引き継いでいる。図1.4.2.4-1.に解析結果の一例を示し、図1.4.2.4-2.に統計値として月平均値を示す。対象領域全体の傾向として季節の進行によって日射量の傾向が大きく変化していることが分かる。特に5月から8月まで中東及び北アフリカを中心とした緯度30N付近の領域において高い値が見られるが、これはこの地域の雲活動を端的に示していると考えられる。図1.4.2.4-3.にBSRN地上観測日射計による地上検証の一例を示す。全体的に良い相関を持つが複雑な地形、特に山間にあるサイトなどは過小評価となっている。今後は幾つかの改善案を取り入れて高精度化し、準リアルタイムシステムとして運用を開始する予定である。

さらに、AMATERASSのデータアーカイブを活用し、アジア太平洋地域における太陽放射の空間的・時間的

変動を詳細に分析し、太陽エネルギーの有効利用に向けた指標を提案した。静止衛星Himawari-8の高時間分解能データ（10分間隔）を活用し、主成分分析（PCA）により空間不均一性（Heterogeneity）を評価。また、雲による急激な放射量変動を表す「アンブレラ効果指数（UI）」を算出し、年間および季節ごとの変動特性を明らかにした（図1.4.2.4-4.）。解析の結果、アジア太平洋地域の太陽放射の不均一性は0～135W/m²の範囲で、特に赤道付近や高地で高い傾向を示した。また、年間のアンブレラ効果の発生時間は50～2224時間/年であり、指数は0～0.34の範囲に分布。地域ごとの詳細な分析では、太陽放射の変動は標高や土地被覆と密接に関連し、例えば、標高の高い地域では雲の形成が多く、不均一性が大きくなることが示された。一方、海洋域では変動が少なく、比較的安定した特性を持つことが明らかとなった。さらに、太陽光発電システムの設置に適したエリアを特定するため、異質性とUIを統合した解析を実施。年間を通じて低UI・低異質性の地域（5.76%）が最適な設置場所であることが確認された。従来の長期平均に基づく評価手法では捉えられなかった空間的・時間的変動特性を考慮することで、より適切な発電計画が可能となることを示した。また、分散型太陽光発電（Distributed PV System）の評価を行い、広域に分散設置することで、電力供給の安定性を向上できることを示唆（図1.4.2.4-5.）。これらの成果は、太陽エネルギーの効率的な活用、電力システムの安定化、および再生可能エネルギーの普及に寄与する重要な知見を提供する。本研究はダブルディグリープログラムで留学してきた、博士課程の学生を指導した論文でありSolar Energy（IF=6.0）に掲載された。また、論文公開に合わせてプレスリリースを行ったところ、アメリカ、EU、フランス、オーストラリアの複数社によって取り上げられた（Eurek Alert, Science Daily, PV Magazine, ENN, Tech Explorist, Scienmag, Bioengineer.org, Space Daily, Solar Daily, One News Page, Alpha Galileo, Enerzine, Mirage, 等）。

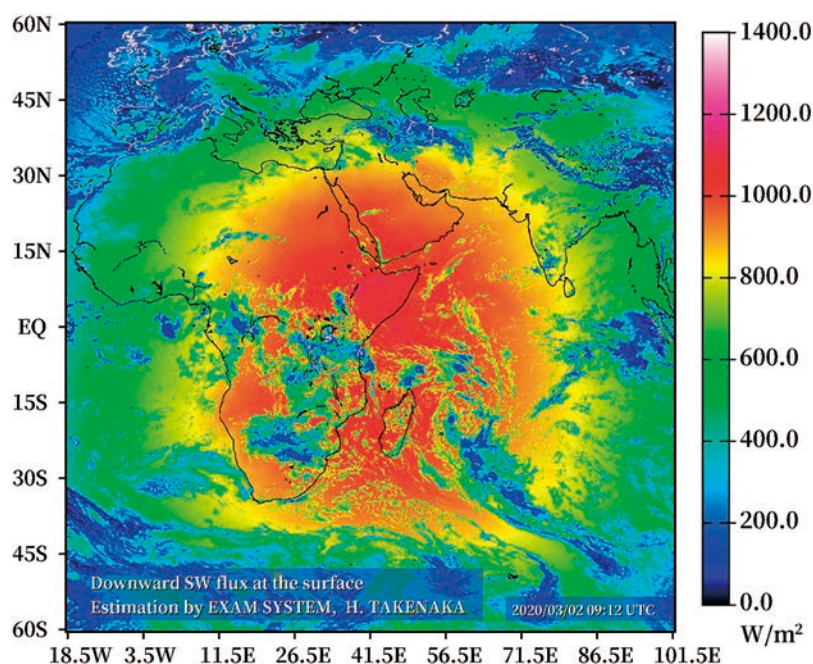


図1.4.2.4-1. Meteosat-8観測データに基づく日射量の解析結果。瞬時値（2020年3月2日9時12分UTC）

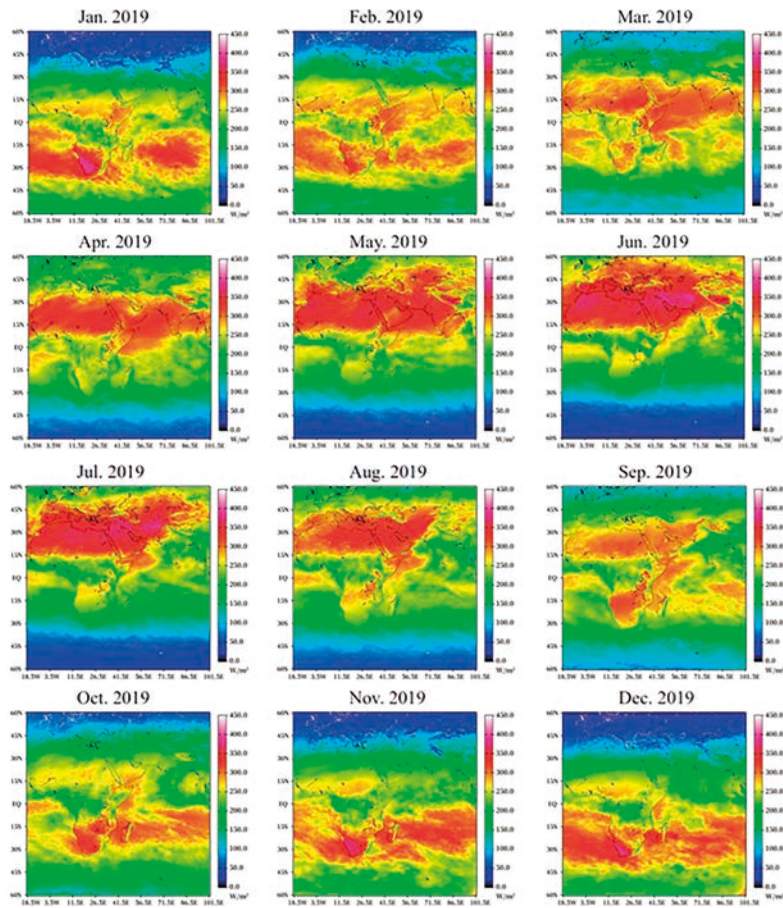


図1.4.2.4-2. Meteosat-8観測データに基づく日射量の解析結果。月平均値（2020年）

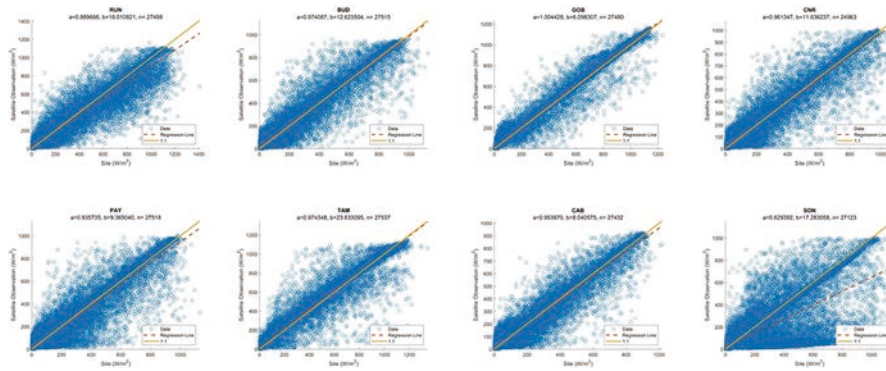


図1.4.2.4-3. BSRN地上観測値による地上検証の一例

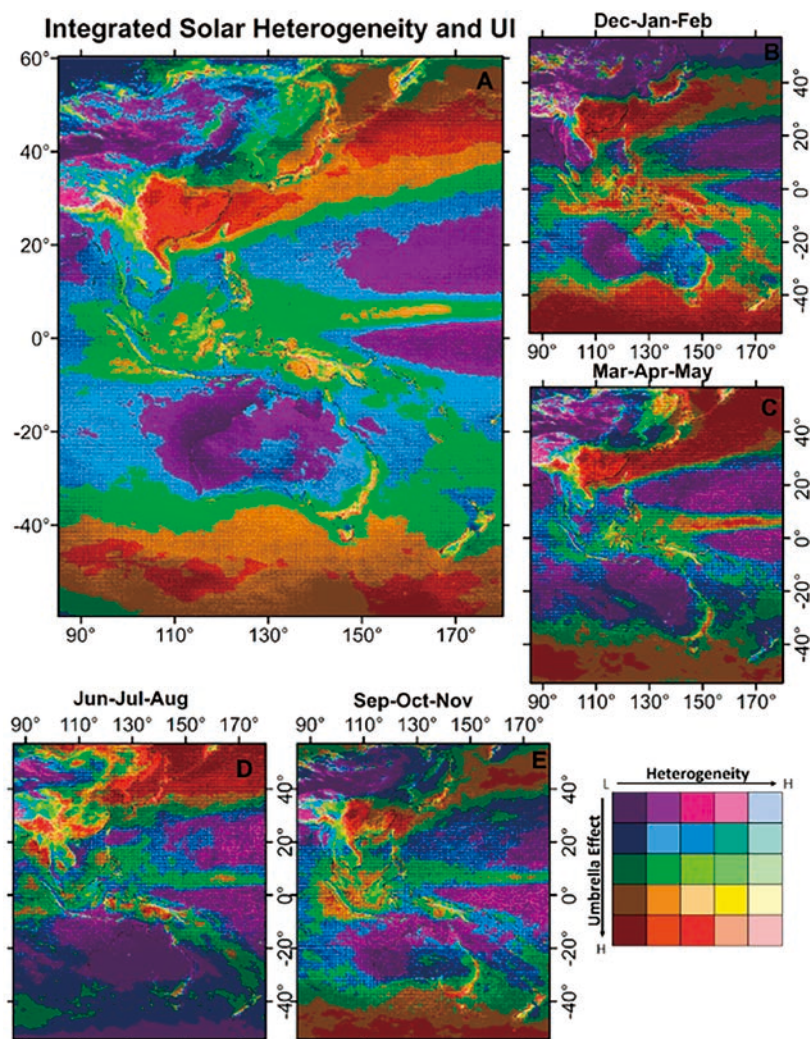


図1.4.2.4.-4. 日射の不均質性と日傘効果を組み合わせた評価 (Kalingga et al. 2023, Solar Energy より引用)

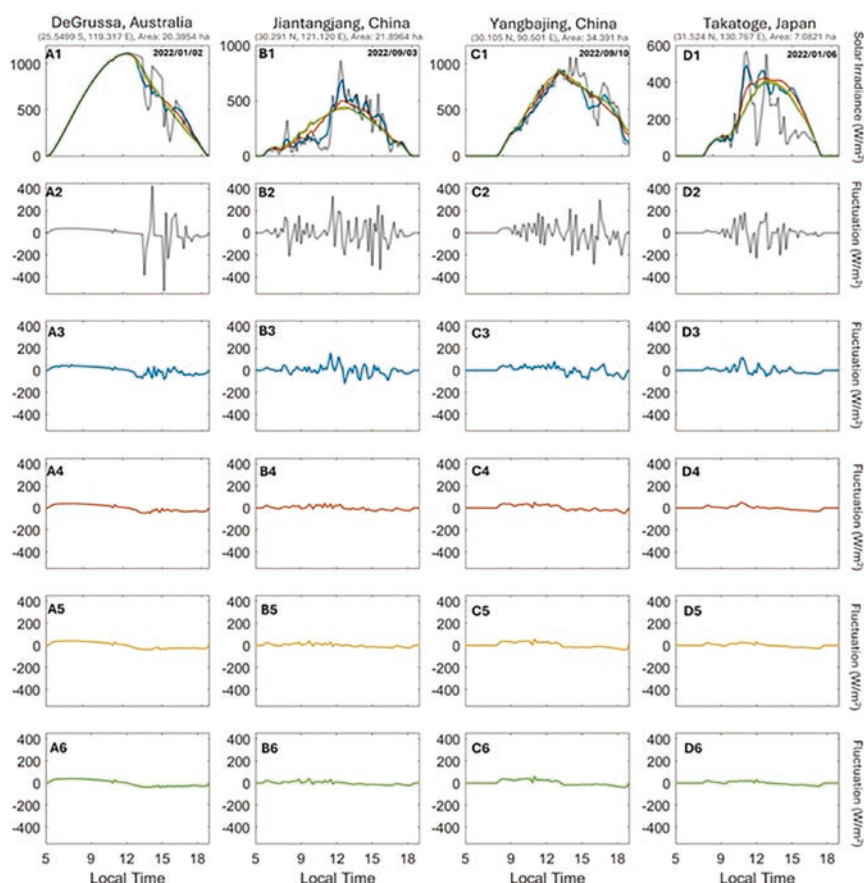


図1.4.2.4-5. いくつかの太陽光発電施設による日射量 (X1) および、その周辺地帯との不均質性 (2-6) の例 (Kalingga et al. 2023, Solar Energy より引用)

◆◆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・岸川大航)

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、災害は更に激甚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、非観測域を補完すること、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) に相当する降水量を推定することを検討している。ここでは2024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】

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 (図1.4.2.5.1-1.)。具体的には、アンサンブルデータ同化 (EnDA) 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の推定を行った。本研究ではまず、EnDAの中でもアンサンブル局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) のアルゴリズムを用いるとともに、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。推定を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。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。事実、LETKF_estはCPC_estと比較して、特に山間部の地形効果などを考慮した降雨をよく再現できていることがわかった（図1.4.2.5.1-2.）。

また、降水量推定の手法をさらに改善するために、LETKFの代わりにGamma-Inverse-Gamma Ensemble Kalman Filter (GIG) を活用する取り組みも進めてきた。LETKFがガウス分布に従う変数に対して最適解を与える一方で、GIGは非負かつ歪度の高い確率分布に従う変数に適したEnDA手法であり、日単位または時間単位の降水量のような変数への適用が効果的だと考えられる。GIGの開発者であるメルボルン大学のCraig Bishop教授との共同研究により、まず、降水量のような確率分布を前提とした単純な理論実験においてGIGを実装し、GIGがLETKFを含めた他のデータ同化手法よりも高精度で真値を推定できることを確かめた。さらに、実際の降水量推定を行うためのGIGのアルゴリズムの構築も完了しており、今後はパラメータの感度実験等を進める予定である。

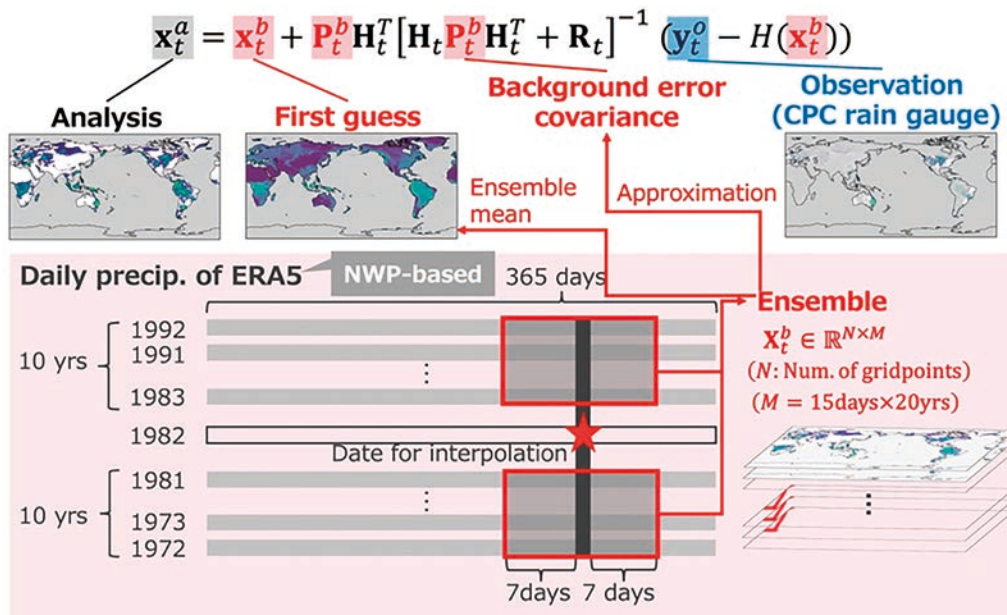


図1.4.2.5.1-1. ERA5の再解析降水量から構築した第一推定値 (x_t^b) と背景誤差共分散 (P_t^b) を用いて、雨量計観測 (x_t^o) から降水量分布を推定する手法の大枠。(Muto and Kotsuki 2024より引用)

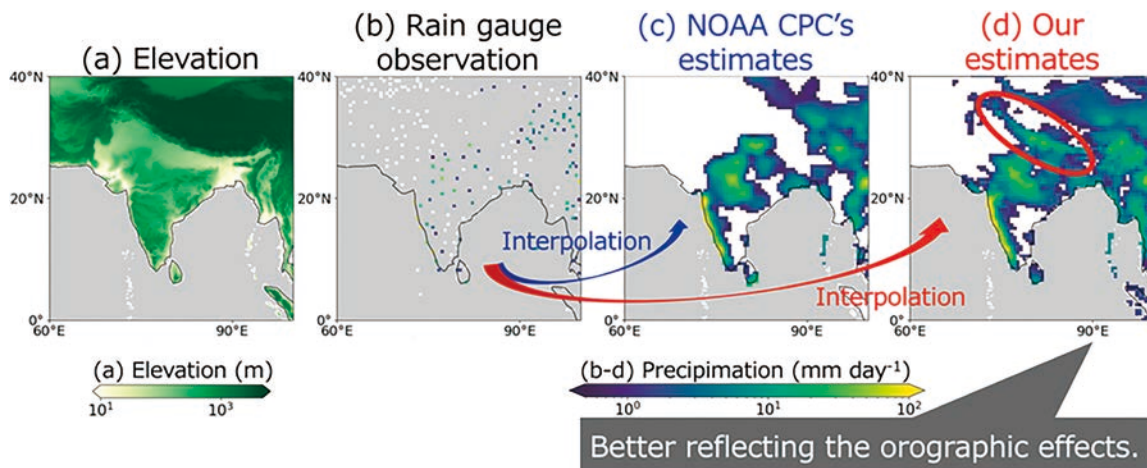


図1.4.2.5.1-2. インド周辺における (a) 標高分布と1988年6月27日を例とした (b) CPCの雨量計観測、(c) CPCの推定値 (CPC_est)、(d) 本研究の推定値 (LETKF_est)。(Muto and Kotsuki 2024より引用)

◆◆◆1.4.2.5.2. 拡散モデルを用いた深層生成モデリングによるGSMaP非観測領域補完

【重点1：豪雨災害予測・監視】

衛星全球降水マップ（Global Satellite Mapping of Precipitation; GSPaP）は、衛星観測をもとに推定された全球レベルの降水マップである。しかし、衛星の周回には一定の時間を要するため、全球の観測は不可能であり、非観測領域が残されてしまう。従来は観測された一部の領域のデータをもとに、アルゴリズムとルックアップテーブルを用いて非観測領域のデータを推定していたが、非連続なデータを推定してしまうなど、観測領域との局所的整合性が取れていないという問題があった。

そこで、我々はこの推定問題を、深層ニューラルネットワークを用いた生成モデルによって解決することを試みた。まず、観測領域のみからなるデータ（非観測領域を欠測値とするデータ）から、雲画像などの条件のもとに欠測のない全球データを予測するデータ生成分布を推定する問題として定式化した（図1.4.2.5.2.-1.）。そして、生成モデルとして近年発展の著しい拡散モデル（diffusion model）を用いてデータ生成分布を学習し、観測領域データから非観測領域を補完する手法を提案した。学習には欧州中期予報センター（ECMWF）の提供するERA5再解析データのうち各時刻の降水量データとGSMaPデータから抽出した観測領域を示す二値マスクデータを用い、マスクが乗算されたERA5降水量データから元のERA5データを予測するように学習した。条件としては赤外雲画像、地形起伏データ、座標、時刻を用いた。モデルとしては、デノイジング拡散確率モデル（Denoising Diffusion Probabilistic Model; DDPM）を用いた。

結果として、ERA5の補完が可能であることを確認した（図1.4.2.5.2.-2.）。今後の課題としては、GSMaPの補完を確認することと、モデル構造や学習手法、前処理を改善することが挙げられる。

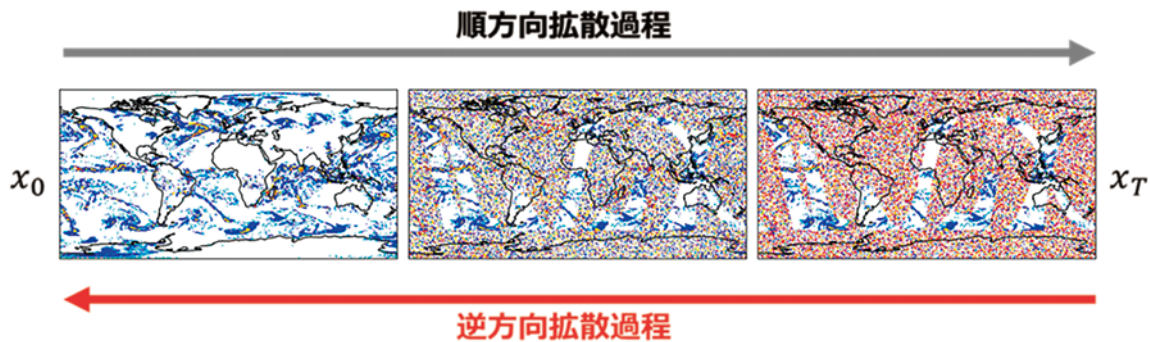


図1.4.2.5.2.-1. 拡散過程としての降水量マップ非観測領域補完問題

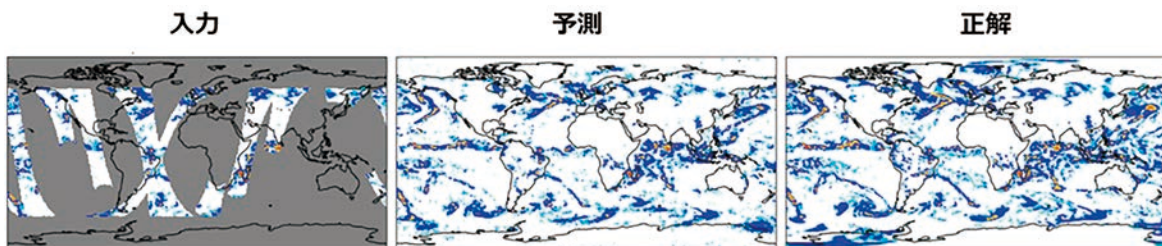


図1.4.2.5.2.-2. ERA5データに対する予測結果

◆◆◆1.4.2.5.3. ひまわり8号・9号の観測を用いた雲型分類

【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】

ひまわり8号・9号の観測により、高分解能雲情報が気象衛星センターより提供されている。これには、雲の有無や雲頂高度、雲型などが含まれており、毎時気象官署に提供されている。一方、この分類は、人為的に決定した条件を元に階層的に分類を行ったものであり、雲マスクの不整合などの問題を抱えている。本研究は、この雲型分類の手法として機械学習を採用することで、より正確な分類を行おうとするものである。さらに、機械学習による新たな雲型の発見も期待する。

本研究では、ひまわり9号の2022年1月15日5時のフルディスク観測のデータを対象に、k-means（k平均法）を用いてクラスタリングを行った。データを3,000グリッド四方にダウンサンプリング（ビニング）し、16バンドの情報からグリッド毎に10個のクラスターに分類した。

その結果、4個のクラスターが雲がないクラスター（陸地・海）として分類され、残りの6種類のクラスター

を雲型として割り当てることが可能であった（図1.4.2.5.3.-1.）。クラスタリングの結果を見ると、赤道から南半球の中緯度までの領域ではクラスター3（C3、以下クラスターをCと表す）が見られ、渦を巻いていることなどからこれが雲頂高度の高い、積乱雲等を表現していると考えられる。また、日本の領域では（図1.4.2.5.3.-2.の左）、本州から北海道までの大部分をC0が覆っており、これがユーラシア大陸より流れてきているように見受けられることから、層積雲等の雲頂の低い雲を表していることが考えられる。また、九州・四国より南の領域ではC2やC5が見受けられ、C0よりも高度の高い位置に存在する雲である可能性が示唆されている。

本研究では、夜で影になる領域の影響を無視できず、暗くなっている箇所はC4として割り当てられていると考えられる。一方、影になっていない噴火中のトンガ付近でも（図1.4.2.5.3.-1. 経度180度から170度W、緯度20度S付近）、噴煙の中心にC4が見られ、その周りにC3やC0が存在している（図1.4.2.5.3.-2.の右図）。トンガの噴煙は、雲よりも黒みがかって観測されるため、C4として割り当てられた可能性があり、その周りが雲頂の高いクラスターから割り当てられたのだと考えられる。

今後は、データセットを更に拡大し、雲マスクの妥当性の検証や、日陰の影響の除去などの検討を行う予定である。

これらの結果は今年度のVL講習会の実習の1つとしても採用され（図1.4.2.6.-2.）受講生から好評を得た。また、本研究で利用しているデータセットは将来的にHimawari Bench（仮）として公開される予定である。これは、機械学習モデルでの取り扱いを容易にしたひまわりのデータセットであり、これにより衛星データの利用促進を狙う。ひまわり8号・9号が運用され始め10年が経ったが、依然として機械学習を利用した研究自体が少なく、本研究はその先駆けとしての価値もあると考えられる。

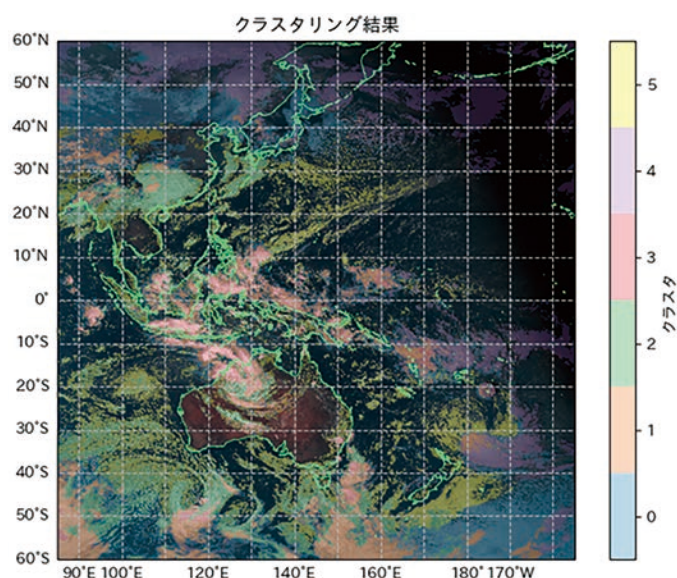


図1.4.2.5.3.-1. フルディスクのクラスタリングの結果（雲が存在しない領域のクラスターを除去済）

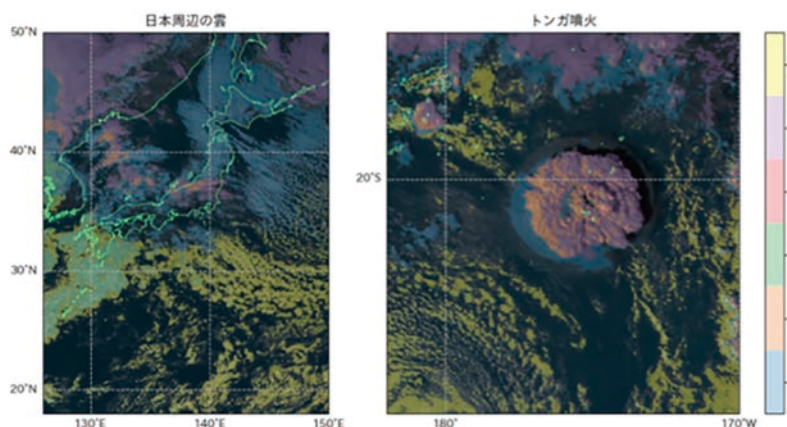


図1.4.2.5.3.-2. 日本領域（左）とトンガの噴火（右）のクラスタリングの結果（雲が存在しない領域のクラスターを除去済）

◆◆1.4.2.6. VL 講習会2024の報告（市井和仁、樋口篤志）

VL 講習会は、千葉大学・工学部17号館にて開催した（図1.4.2.6.-1.）。今回は、気候変動研究におけるリモートセンシングの役割とその基礎と導入スキルを習得していただくことを目的として、2つの講義と3つの実習で構成した。2つの講義は、リモートセンシングに関する基礎（樋口）、応用（楊）である。さらに、実習として、「宇宙から色んな雲を見つけよう！～衛星画像×機械学習入門～」（金子）、「Pythonによるひまわり8/9号衛星データの可視化」（豊嶋紘一氏 立正大学・助教）、「人工衛星から見える地球環境変化を調べてみよう～Google Earth Engine 篇」（Shao、山本）である。実習に関しては、各コースともに非常に充実したテキストが作成され、本実習参加者はもちろんのこと、独学でもスキルの習得ができるようになっている（図1.4.2.6.-2.）。実習参加者は、北海道から九州まで日本全国から72名の参加申込があった。当初の定員を40名程度と設定していたものの、想定よりも申込者が多く、実習も3コース準備できたことから、申込を頂いた方すべてを受け入れることとした。また、学部1年生から社会人までの非常に幅広い層から参加をいただき、講習、実習、意見交換会のすべてにおいて、非常に盛況であった。



図1.4.2.6.-1. VL 講習会の参加者の集合写真（2025年3月4日撮影）

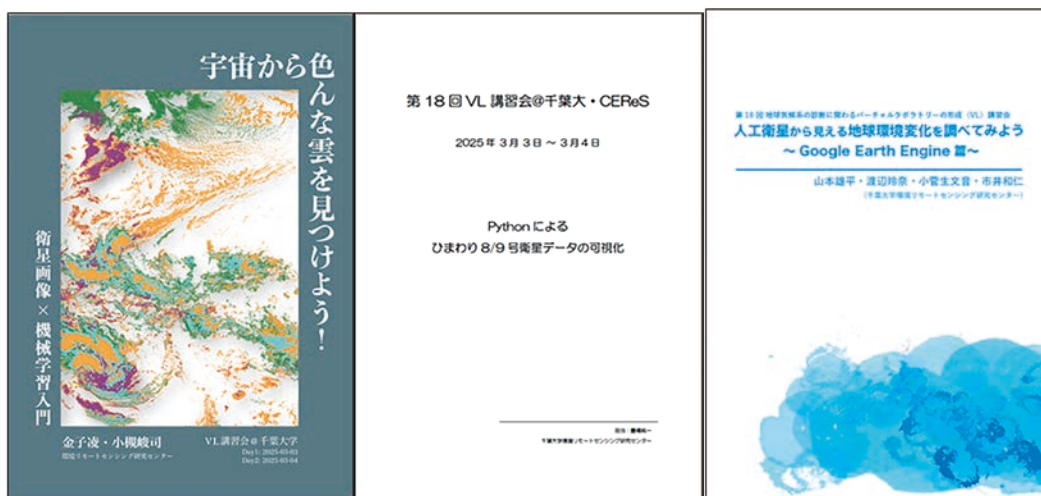


図1.4.2.6.-2. 今回のVL講習会で準備した実習テキスト資料（3種類）

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6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2024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。これを受けて現在は、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ている。2024年度は西ジャワ州職員らとの合同現地調査を実施するとともに、9月にインドネシアのウダヤナ大学において23rd Scientific Committee for Damage Assessment（以降SC）を開催した。SCは活動のレビューや意見交換、課題解決を目的としてプロジェクト開始時に設立された委員会であり、23回目となる今回は2022年10月から現在までのプロジェクトコア組織によるフォローアップ活動内容の報告、プロジェクトで構築した新たな損害評価手法のバリでの適用性を評価することを目的として開催された。討議の結果、西ジャワ州農政局、バリ州Badung Regency Agriculture Office、ボゴール農科大学、ウダヤナ大学、千葉大学の間でMoAを締結し、バリ州のプロジェクトサイトにおいて新たな手法を試行し、必要に応じてハイブリット手法に改良していくための取組を2025年度の水稲栽培期間に実施することになった。

また、SCに加えて、前日には西ジャワ州とバリ州の損害評価員の間でWorkshop for Implementation of New Damage Assessment Method in Baliを開催し、翌日にはバリ州の農業保険関係者も参加してWorkshop on New damage assessment method for agricultural insurance utilizing remote sensing for sustainable agriculture in Baliを開催するとともに、千葉大学とウダヤナ大学が2014年に設立したCenter on Food Availability for Sustainable Improvement（CFASI）の設立10周年記念を出席者一同で祝福した。



SCの様子



西ジャワ州職員がバリ州損害評価関係者に新たな損害評価手法の使用方法について説明



プロジェクトコアメンバー



設立10周年のお祝いケーキ

◆◆1.5.1.2. Sentinel-2衛星データを用いた灌漑水の過不足量の把握（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1つであるチソカン川から灌漑水を取水しているが、河川流量が減少する乾期は水稻の栽培に必要な水量の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Hongo¹⁾らは水稻の各成長段階に必要な灌漑用水量を衛星データから算出し、地理的分布と時系列変動を調査した。また、東海林ら²⁾は本研究と同じ対象地域内の上流域よりも下流域で干ばつによる被害が多く発生していることを報告している。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、効率的に配分する計画を策定するために必要な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われていない。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算出し、供給水量として配分されている灌漑水が不足している流域を把握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。

面積およそ8,000haのチヘア灌漑地区では、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。水稻の栽培は年に2～3回行われており、圃場ごとに移植時期や収穫時期が異なるという特徴がある。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

解析にはSentinel-2/MSIの大気補正済み大気下端反射率プロダクト（L2A）の可視域から近赤外域までのバンドを使用した。対象地域周辺のデータを切り出した後、座標系変換や幾何補正、雲マスク等の前処理を行った。また、圃場単位で現況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の灌漑分岐点の位置情報およびインドネシア水資源局が計144地点で毎日計測した灌漑取水量データを用いた。

4. 解析手順

はじめに、Sentinel-2衛星の可視域から短波長赤外域の反射率画像を作成し、植生指数NDVIの算出を行った。さらに水田圃場区画ポリゴンを用いて、圃場内の各波長帯の反射率およびNDVIの平均値を抽出した。次に圃場単位の時系列NDVIデータの欠損値を線形補間し、Savitzky-Golay filter³⁾を適用してノイズを低減することで5日単位の連続データとして再構築した。Savitzky-Golay filterは連続値の平滑化と導関数の計算のために簡略化された最小二乗法による畳み込みである。作成された時系列NDVIデータを用いて水稻の生育段階分類の基準となる出穂時期の推定を行った。水稻のNDVIが移植後から上昇し、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定義した。推定した出穂日を基準として衛星画像取得日に相当する生育段階に分類し、対応する栽培必要水量を水田のピクセル全てに代入した。対象地域で栽培している水稻の生育段階は7段階が一般的とされており、西ジャワ州農政局が各生育段階に対応する栽培必要水量を定めている。実際に供給された水量は、対象地域の各灌漑分岐点で計測された灌漑取水量であり、各流域の総和として算出した。最後に

Sentinel-2 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灌漑取水量の差分を取ること
で、各流域に供給された水量に対する過不足量を算出した。

5. 結果及び考察

Sentinel-2 衛星データより算出した時系列NDVIデータを用いて水稻の成長過程における出穂日を推定し、異なる生育段階の圃場が点在していることを把握した(図1.5.1.2.-1.)。特に上流域は他の流域と比較して出穂日を早く迎える傾向があった。さらに、栽培必要水量の時系列データを比較すると、4月から8月にかけて必要水量が日々変化しており上流域、中流域、下流域の順に高いことが確認された(図1.5.1.2.-2. (a))。一方、灌漑取水量は対象期間内で上流域が一番多いため供給水量が過多となっており、中流域では7月上旬で急激に減少していたため水不足が発生していたと推察できる(図1.5.1.2.-2. (b))。4月～5月と7月～8月の3つの流域に共通する減少傾向は乾期作と雨期作の移行期間が関係していた。各流域の供給水量に対する過不足量からは中流域で最大218L/sec.の水不足が発生していたことが明らかとなった(図1.5.1.2.-2. (c))。ダムなどの貯水施設がないことから、灌漑取水量の減少に伴って水不足が生じやすい状況が進んでいたことが考えられる。対象地域では上流域に位置している取水ポイントから灌漑水路を通じて上流域、中流域、下流域の順に供給されるため水不足のリスクは下流域、中流域、上流域の順に高くなる。中流域と下流域の圃場で過不足量を確認した結果、供給水量が過多・不足している圃場が混在していた。下流域は供給水量が隣接圃場間で相殺され、流域単位では水不足が発生していないという結果となったことから、圃場単位のより詳細な把握が必要であることが明らかになった。

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)及び基盤研究Bにおいて実施されたものである。

参考文献：

- 1) Chiharu Hongo, Gunardi Sigit, Ryohei Shikata, and Eisaku Tamura: Estimation of water requirement for rice cultivation using satellite data, In Proceedings of the 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Milan, Italy, 26-31 July 2015
- 2) 東海林典正、本郷千春、祖父江侑紀、Gunardi Sigit, Budi Utoyo, 水稻の干ばつ被害程度とTVDIおよびLAIの関係、日本リモートセンシング学会学術講演会論文集, 71, p141-142, 2021
- 3) Jin Chen, Per. Jönsson, Masayuki Tamura, Zhihui Gu and Lars Eklundh. A simple method for reconstructing a high-quality NDVI time-series dataset based on the Savitzky-Golay filter, Remote Sensing of Environment. 2004, 91: 332-344.

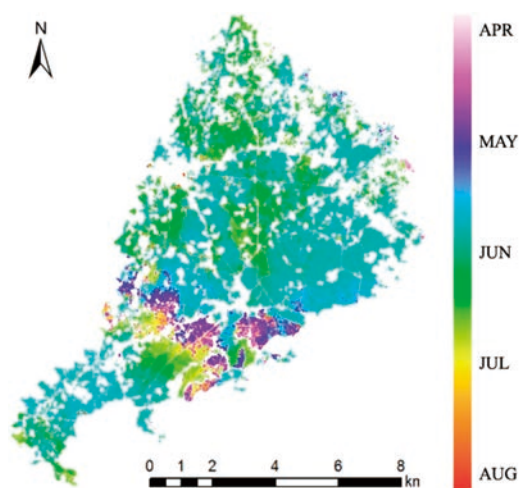


図1.5.1.2.-1. NDVI最大値マップ

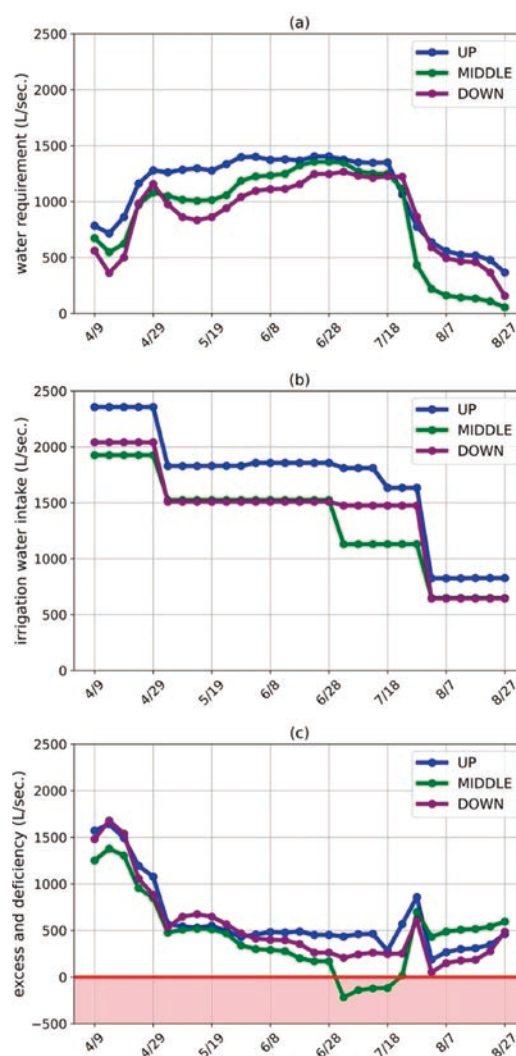


図1.5.1.2.-2. (a) 水稻栽培必要水量の経時変化
(b) 灌漑水取水量の経時変化
(c) 灌漑水量過不足量の経時変化

◆◆1.5.1.3. Advanced BLB disease assessment in paddy fields using multispectral UAV data and patch fragmentation metrics (Arif K Wijayanto, Lilik B Prasetyo, Sahid Agustian Hudjimartsu, Gunardi Sigit, Chiharu Hongo)

【重点6：地域農業】

This study presents a new method for assessing bacterial leaf blight (BLB) in paddy fields using multispectral UAV (Unmanned Aerial Vehicle) data through patch fragmentation analysis. Unlike traditional pixel-based methods, which often fail to capture the spatial context, our approach treats pixels as objects and analyzes their spatial relationships to evaluate BLB severity (Fig. 1.5.1.3.). We used six patch fragmentation metrics derived from binarized vegetation indices to classify BLB damage scores using a random forest algorithm. This method achieves high accuracy (AUC of 0.938) with a 0.5-meter sampling window, offering a more detailed assessment than conventional pixel-based analysis. This study demonstrated that patch fragmentation analysis, which considers the spatial distribution and connectivity of damaged areas, offers a more nuanced and robust assessment of BLB damage. In addition, this approach offers the potential for more efficient and scalable monitoring of disease progression, leading to better-informed decision-making in managing crop health.

Future studies should include a diverse range of growth stages and conditions to enhance the generalizability of the model. This would involve collecting and analyzing data from plants at various stages of development and under different environmental stresses. Additionally, exploring other feature selection methods and incorporating environmental data could further enhance model accuracy and utility. Thus, the model can be refined and made more robust, ultimately providing a versatile tool for assessing BLB damage across a wide spectrum of scenarios.

The practical implications of our findings are significant for precision agriculture. By integrating patch

fragmentation metrics, such as a number of patches from CIG and landscape shape index from GNDVI into remote sensing data analysis, farmers or related institutions can achieve more accurate and timely assessments of BLB damage. This integration can lead to better-informed management decisions, ultimately improving crop yields and reducing losses.

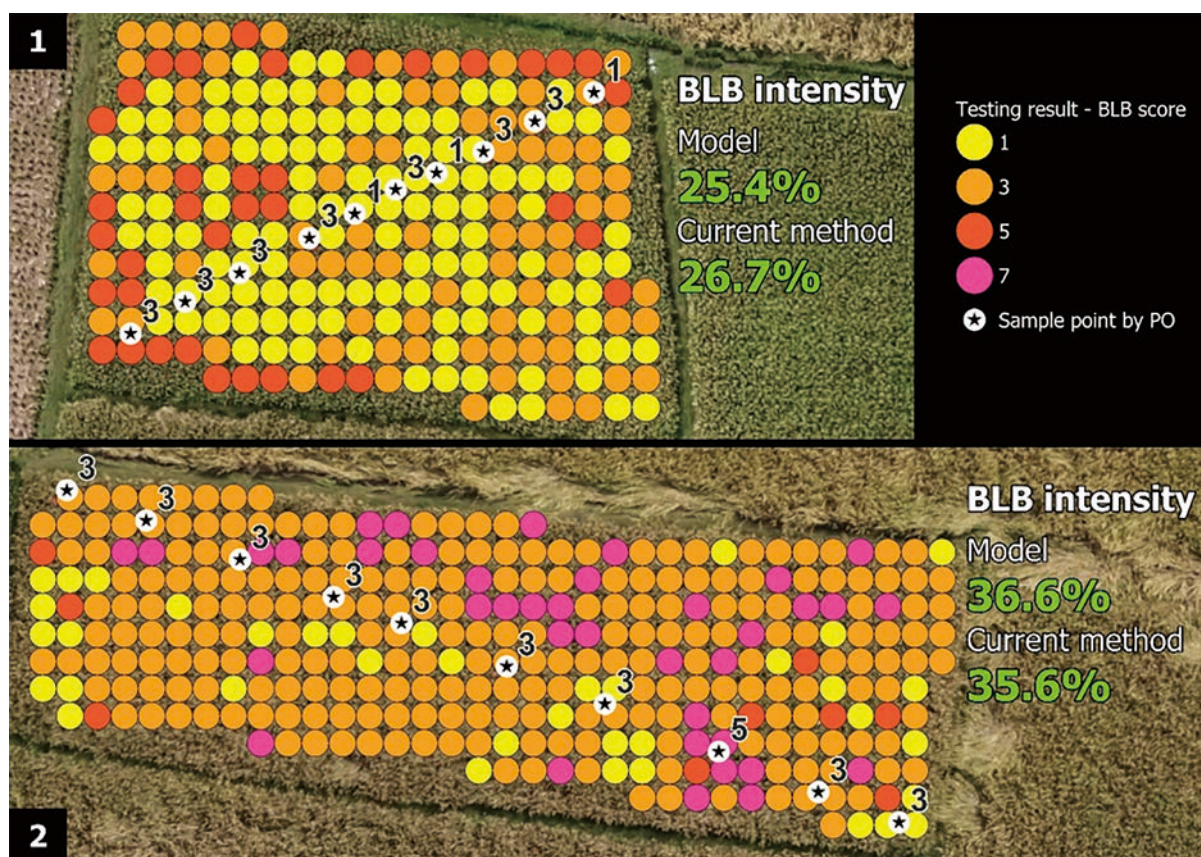


Fig. 1.5.1.3. Map of the model test utilizing selected features at two different locations. The radius of each circle is 0.5 m. The black star over the white circle represents the location point of the sample plants assessed by the pest observers, while the numbers represent the BLB score.

◆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2024年度の研究から1件の成果を報告する。

◆◆1.5.2.1. 迅速なSLCFsに関わるエミッションの評価と我が国の光化学オキシダント対策への提言に関わる研究

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0－1 km）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12年間の長期連続データセットを構築した（図1.5.2.1-1.）。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11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.-1.）。 NO_2 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 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12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/ NO_2 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/ NO_2 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1.5.2.1.-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 NO_2 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。

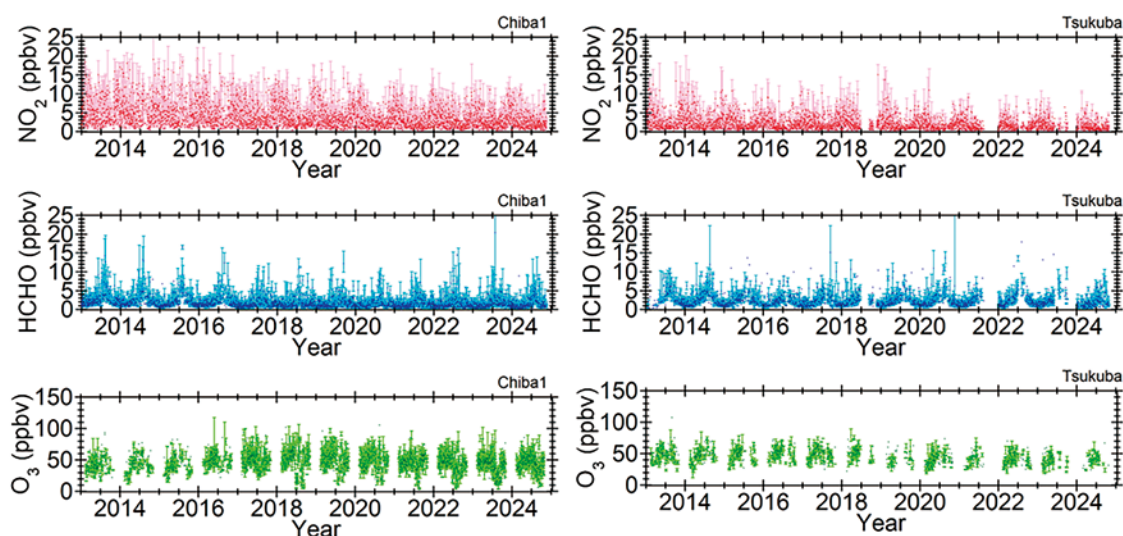


図1.5.2.1.-1. (左) 千葉と(右) つくばでMAX-DOAS法によって観測された大気境界層内(高度0–1 km)の NO_2 濃度、HCHO濃度、オゾン濃度の時系列プロット。日ごとの中央値が点で、67%のデータ範囲がエラーバーで示されている。本研究により2013年から2024年までの12年間のデータセットを構築することができた。

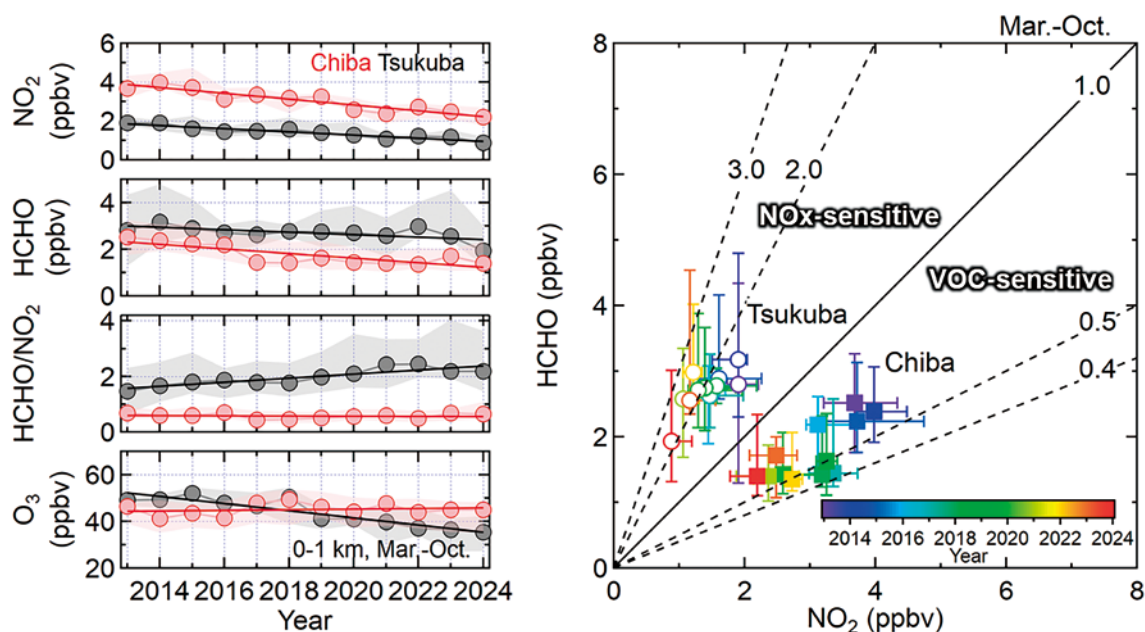


図1.5.2.1-2. 千葉とつくばでMAX-DOAS法によって観測された大気境界層内（高度0－1 km）のNO₂濃度、HCHO濃度、HCHO/NO₂濃度比、オゾン濃度の経年変動。3～10月の中央値が示されている。網掛けは67%の範囲を表す。（右）HCHOとNO₂の相関プロット。色は年を示す。基本的に、2013－2024年の12年間のあいだで両成分の濃度は減少したので、左下に向かって時間の進行を示す（黒矢印）。

◆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. 水生植物繁茂の衛星モニタリングと環境要因の解明（楊 偉・小田理人）

今年度は昨年度に引き続き、長野県の諏訪湖と千葉県の印旛沼における水生植物の衛星モニタリングおよび、水生植物繁茂の環境要因に関する研究を実施した。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、またその繁茂の環境要因を明らかにすることは重要である。本研究では、高空間・時間分解能の小型衛星群データ（PlanetScope）を用いて、水生植物繁茂域のマッピングを行い、各湖沼の水生植物の生育に影響を与えると考えられる気象、水質指標との因果解析（グレンジャー因果性検定）を行い、水生植物繁茂の環境要因を解明した。その結果、諏訪湖と印旛沼において、浮葉植物の繁茂開始日、繁茂終了日はどちらも年を追うにつれて遅くなる傾向にある。両湖沼の浮葉植物の生育は特に気温、水温との関連性があることが示された。また、両湖沼ともに浮葉植物の繁茂期に溶存酸素濃度（DO）の低下が観測され、浮葉植物の過剰な生育が湖水の溶存酸素濃度低下を引き起こしていることが確認された。さらに、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。以上の研究結果は、湖沼における浮葉植物の過剰な繁茂の抑制や沈水植物の保全のための方策を検討する際に役立てられることが期待できる。

参照論文：小田理人，楊偉，高空間分解能・高時間分解能衛星データを用いた湖沼の水生植物活性度と気象・水質指標との関連性の検討，日本リモートセンシング学会誌，45(1)，12-28，2025

◆◆1.5.3.2. 深層学習と衛星観測を用いた冬小麦のマッピング（楊 偉）

【重点6：地域農業】

冬小麦は重要な主食であり、その作付面積を正確に把握することは冬小麦の収穫量予測に不可欠である。衛星リモートセンシングは冬小麦のモニタリングに幅広く利用されているが、衛星画像は異なる時期に、異なる角度から、異なる地理的領域で撮影され、同じ特徴のスペクトル情報も画像によって異なる。その一方、冬小麦の作付面積を抽出する機械学習方法は一般的であるが、異なる画像間には違いがある。これらの方法を広い地域に直

接適用した結果は満足のいくものではない。冬小麦の作付面積を地域横断的に抽出するために、本研究は同じ画像タイプの下での画像分類のための生成敵対的クロスドメインネットワークを提案した。このクロスドメインネットワークは、生成ネットワークと特徴抽出器で構成され、コントラスト損失によって制約された初期入力データから、多様かつ許容可能なサンプルを作成する。特徴抽出器は、初期入力データと生成されたデータを、高レベルの表現に変換する。2つの時系列データセットが構築され、これらのデータセットで一連の実験が行われ、高精度かつ最適な分類結果が得られた。両方のデータセットにおいて、データの70%、50%、30%、10%を使用してサンプル学習を行った。研究結果は、ネットワークの高性能とクロスドメイン能力を実証した。さらに、中国の周口市全体の冬小麦の作付面積を抽出し、94.23%の精度で結果を得た（図1.5.3.2.）。データセットにおける広範な実験と応用は、本研究で開発した手法は実現可能で信頼性が高いことを実証している。

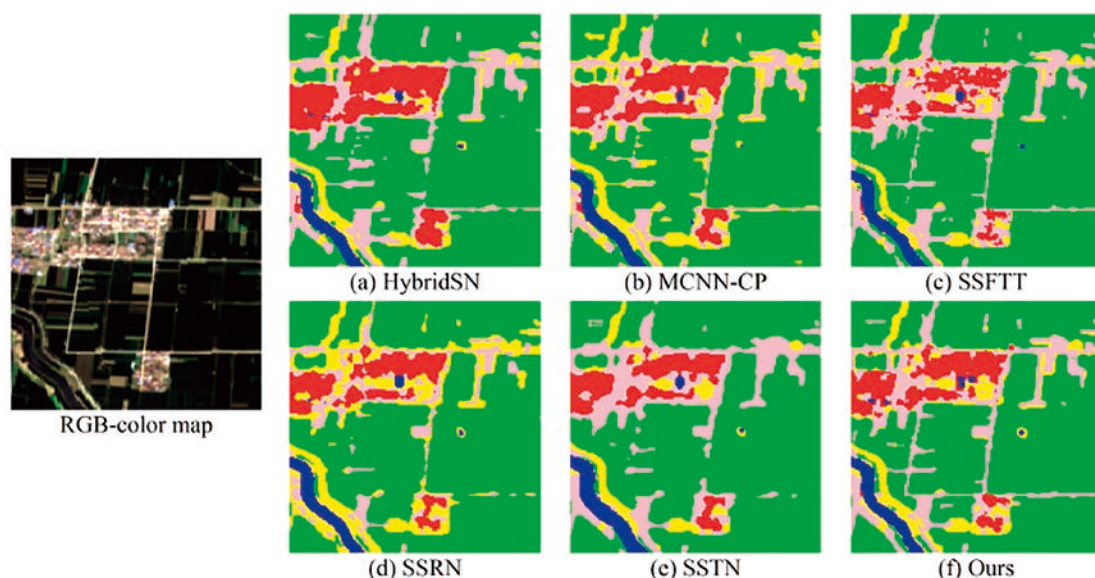


図1.5.3.2. 異なる手法で得られた分類結果の比較

参照論文：Chunyang Wang, Kai Li, Wei Yang, Xinbing Wang, Jian Wang, Zongze Zhao, Yanan Gu, Zhaozhao Xu, “GACDNet: Mapping winter wheat by generative adversarial cross-domain networks with transformer integration for zero-sample extraction”, Computers and Electronics in Agriculture, 221, 109012, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109012>, 2024

◆1.5.4. Asia-Oceania Group on Earth Observation (AO-GEO) への取り組み（市井和仁）

AO-GEOは、地球観測に関する政府間会合（Group on Earth Observation; GEO）のアジア・オセアニア地域版の組織であり、GEOはグローバルでの枠組みに対して、AOGEOは、アジア・オセアニアの地域的な問題を取り扱う政府間の組織である。市井はAOGEOの一つのタスクグループで温室効果ガスを扱うAO-GHG（Asia-Oceania Greenhouse Gases）の共同議長を務めている。毎年1回開催されるAOGEOシンポジウムにおいて、タスクグループ会合を開催し、グループとしてのステートメントを発信し、アジア・オセアニア域の地球観測モニタリングとその社会実装を促進することを目指している。

今年度は、第16回AOGEO Symposiumとして、2024年9月3－5日に東京・東京国際交流会館で実施した（図1.5.4.）。タスクグループの会合は、9月4日に開催し、3カ国から10件の発表を行い、その後、ステートメントの作成を行った。主なテーマとして、温室効果ガス観測衛星GOSATシリーズ（日本）、TANSATシリーズ（中国）、複数の国々からのトップダウン推定手法、ボトムアップ手法の推定に関する研究報告、さらには、人為的な温室効果ガス排出量の不確実性に関する報告など種々の研究発表とそれに対する議論を行った。本センターからは、Shao Shuai特任研究員によるGCOM-C SGLIデータを用いた光合成量などのプロダクト開発に関する発表、Daniel Henri特任研究員による機械学習を用いたアジア域の炭素フラックス推定に関する発表を行った。これらの発表を通し、これまでの進展、現在の課題、2025年以降の方針についてのステートメントを以下のようまとめた（原本は英語となっており、その日本語訳版である）。

AO-GHGにおける成果、課題および今後の展望

1. 成果

AO-GHGは、リモートセンシング、現地観測、インベントリといった多様な観測プラットフォームを統合するマルチデータ統合システムを開発し、温室効果ガス（GHG）の排出源および吸収源に関する不確実性の低減を図ってきた。この取り組みは、パリ協定が掲げるネットゼロ排出の達成に貢献するものである。

特に、GHG観測衛星の性能が向上し、GHG収支の定量化に対応可能なレベルに達している。また、高空間分解能センサーやマイクロ波センサーを搭載した地球観測衛星により、炭素フラックスおよび蓄積量の推定精度が著しく向上した。さらに、複数のモデルおよび手法を統合的に用いることにより、より堅牢なGHG収支推定が可能となった。

2. 現在の課題

GHG収支のより正確な評価を実現するためには、以下の課題に対する対応が必要である。（１）衛星観測によるGHG測定精度向上およびデータ入手性の改善、（２）高空間・高時間分解能を有する衛星センサーの活用によるGHG排出源および変化ホットスポットの特定、（３）人為起源と自然起源による炭素循環プロセスの明確な分離、（４）関係機関間の連携強化、（５）統合システムのさらなる改良、（６）現地観測データの即時性（低遅延性）の確保、（７）アジア・オセアニア地域におけるGHG観測の重要地域の特定。

3. 2025年以降の展望

AO-GHGは、マルチデータ統合システムの高度化を継続し、リモートセンシング、現地観測、インベントリの各種プラットフォームを調和させることで、GHG排出源および吸収源に関する不確実性のさらなる削減を目指す。

このシステムは、リアルタイムに近い地域別GHG収支およびその変化を提供する機能を備え、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）におけるグローバル・ストックテイクへの貢献のみならず、GHG排出管理のためのホットスポット特定にも資するものである。

また、IPCC-TFI（温室効果ガス国別インベントリタスクフォース）、WMO-G3W（世界気象機関・温室効果ガス監視システム）、CEOS-ACVC（衛星地球観測連携組織・大気化学・バリデーションクラス）等の国際機関との連携も重要であり、これらとの協調が強く期待される。

参考資料：AOGEO URL: <https://aogeo.net/en/>

16th AOGEO Symposium URL: <https://www.aogeo16th.com/>（発表資料・ステートメントも掲載）



図1.5.4. 第16回AOGEO SymposiumにおけるTaskGroup-3 AO-GHGのメンバー集合写真

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。2024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。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ており、山形県における雨量計の最適配置検討や、九州の豪雨事例における詳細な降水分布を再現するための研究開発を行った。
- ・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抽出や、データ駆動型降水に関する研究を進めた。特に、注意機構を組み込んだTransformerを用いたSwin IRを学習器に用いた研究を進め、降水分布の超解像や、AIによる降水予測技術に関する研究を進めた。
- ・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、「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」に向けた研究開発を進めた。
- ・AI天気予報に関する研究を進めた。AI天気予報モデルにデータ同化により実観測を同化することで、観測データから物理モデルを用いずに、アンサンブル天気予報を実現するための技術を開発した。
- ・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。
- ・気象庁との共同研究を進めた。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（CSR）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を進め、CSRデータは実際の水蒸気の分布を反映しているが大気下層の水蒸気や大気の安定度との関係は弱く、利用には注意が必要であること、時間帯や地形表現・植生表現の特徴に応じたモデルの改良、適切な補正手法の再考等が必要であることが示唆された。
- ・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、大気的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、大気的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、停滞前線に向かう暖湿流の流入が水蒸気の水平不均一性および大気的不安定性を引き起こしていた可能性のあることが分かった。また、気象庁の局地解析（LA; Local Analysis）が見逃している水蒸気の不均一性を観測できるA-SKY/MAX-DOASの重要性が示された。
- ・千葉大学に設置されているCIMELサンフォトメーターとMAX-DOAS法の地上リモートセンシング観測データを組み合わせ、自由対流圏中（高度1km以上の部分可降水量と定義）の水蒸気量を計算し、ラジオゾンデ観測データと比較したところ、実際の観測精度は理論的に見積もられた精度よりも高いことが分かった。このように可降水量とは異なる情報を地上リモートセンシングから部分可降水量として観測できることが分

かった。

- ・ 各種雲特性を高い時空間解像度で超解像化するための生成拡散モデルの開発を試み、過去10年間の約100件の台風の事例についての1 kmの高い空間分解能と10分間隔の高い時間分解能で雲特性のデータを作成した。また、WRFモデルによる雲特性の評価も行った。
- ・ 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。24年度は、制御操作として抵抗体を取り上げ、領域気象モデルSCALEに抵抗体の効果を実装し、その効果を調査した。この結果、抵抗体の風下側で強雨域を生成し、さらに風下では降水量が減少することが分かった。設置する抵抗体の数を増やすほど効果は明瞭になるが、配置を工夫することでも効果を最大化できることが明らかになった。
- ・ 気象制御について、モデル予測制御手法（MPC）を大次元系に適用可能なように拡張を行なったEnMPCの開発を行った。さらに本手法を実気象領域モデルSCALEに導入し、過去に鬼怒川流域に大きな被害をもたらした平成27年9月関東東北豪雨を対象に実験を行い、制御ありの場合、降水量を低減できることを示した。
- ・ 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。
- ・ JAXAが開発中の超広帯域電波デジタル干渉計（SAMRAI）衛星を気象予測に用いることで台風や線状降水帯の予測精度がどれほど変わるかを、領域気象予測システムSCALE-LETKFを用いた観測システムシミュレーション実験（OSSE）によって評価する取り組みに着手した。
- ・ 適切な温暖化適応策に向けて、膨大なデータが存在する気候予測情報を効率よく高解像度化し、流域や市町村レベルでの気候変動対応策検討を可能にする手法の開発を行なった。具体的には、地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）の降水量データを全て5 km解像度にダウンスケーリングし、これを用いた影響評価を行なった。AI技術を用いて大規模気候変動予測データ利用高度化を実現する方法論を開拓することができた。

▶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・知見等を生かして、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2024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、2024年5月のEarthCARE衛星の打ち上げに伴い、その検証データをSKYNET国際地上観測ネットワークから提供し、比較検証を開始した。SKYNETについては、2024年5月にニュージーランドのLauderサイトでの観測が再開された。また、A-SKY国際地上観測ネットワークについては、高山サイトと天草サイトでの観測が開始され、同ネットワークに新たに加わった。
- ・ 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、比較検証結果は複数の国際共著論文として公表された。また、全球モデルの検証に加え、陸域リモセンの大気補正に利用されるCAMSモデルのエアロゾル光学特性の検証にも利用され、国際共著論文として公表された。
- ・ アンサンブルデータ同化に基づく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、全球衛星降水マップの検証を進めた。
- ・ ASCATや静止気象衛星に基づく大気風観測のAI天気予報システムへの同化を進め、その空間代表制・誤差の評価を進めた。
- ・ 生成AIを用いた全球衛星降水マップの非観測域推論に関する研究を進め、既存の移流ベクトルに基づく非観

測域補完手法との比較検証を進めた。

- ・ 大気―陸面の熱・水・炭素フラックス地上観測ネットワークであるJapanFluxに関して、最新のデータを収集したJapanFlux2024データセットを構築した。特に、各観測サイトのサイト情報を収集・整理し、データを国際ネットワークFLUXNETに提出した。これらデータは2025年にリリース予定のFLUXNET2025データセットに組み込まれる見込みである。
- ・ 大気―陸面の地上フラックスサイトに設置された放射計・分光放射計（Phenological EyesNetworkサイト）による観測データを収集し、ひまわり8号・9号データから推定したアルベド・分光アルベドと比較し、両者がよい一致を示すことを提示した。
- ・ 検証解析により、GOSAT-2/TANSO-FTS-2のTIRバンドの個々の観測スペクトルおよびスペクトルバリエーションに固有のバイアスを評価・考慮したうえで、GHG濃度の導出処理をする必要性が明らかになったため、TIRバンドのスペクトル残差の固有ベクトルをリトリバルパラメータの一つとして扱い、観測スペクトルの系統誤差等が、気温・GHG濃度リトリバルに与える影響の低減を試みた。さらに、5つのメジャーなGHG分子（CO₂、CH₄、N₂O、H₂O、O₃）を同時に解くアルゴリズムに変更し、H₂Oのような広い波長帯に吸収線・連続吸収が及ぶ分子をより正確に扱うことができるようにした。
- ・ GOSAT/TANSO-FTSのTIRバンドとMIROC4-ACTMモデルのCH₄の鉛直濃度データを用いて、中国上空のCH₄のカラム平均濃度（XCH₄）の季節変動がおもにどの高度の濃度の変動に支配されているかを調べたところ、中国では領域によってXCH₄の季節変動が異なる高度層の濃度変動の影響を受けていることがわかった。XCH₄の季節変動は必ずしも下部対流圏の濃度変動を直接反映しておらず、CH₄の一大発生源である中国のCH₄の特徴および収支解析においては衛星によるCH₄濃度の鉛直構造の観測が不可欠であることが明らかになった。
- ・ PENとPhenoCamの観測サイトにおけるRGB画像の解析を通じて植生フェロノジーの現地観測データベースを作成し、GCOM-C/SGLIの全球植生フェロノジープロダクトを検証した。
- ・ 目視解読によって高時空間分解能を持つ小型衛星群データPlanetScopeに基づいた火災跡地および、ソーラーパネルのトレーニング・データセットを構築し、深層学習を用いた検出モデルを開発した。
- ・ GCOM-C/SGLIによる全球バイオマス推定手法について、バイオマス推定に特化した土地被覆分類手法の開発および宇宙ライダーGEDIのバイオマスプロダクトを併用した新たな推定手法を開発し、従来の推定手法よりも高精度の全球バイオマスデータの作成に成功した。その際、ドローンLiDARおよびドローン取得画像からのSfMによる大面積バイオマス推定手法を現地計測手法として開発し、検証に用いた。

▶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。

第2回グローバルストックテイクに向けて、GHG排出量と削減目標に向けた進捗状況を報告するためのより精緻な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。

大気化学輸送モデルMIROC4-ACTMを用いて、メタンの消失源であるOHの年々変動がメタンの収支解析に与える影響を評価した。OHとして気候値を与えた場合（OH_{CLM}）とメチルクロロホルムのインバース解析で推定した年々変動する濃度を与えた場合（OH_{IAV}）で、2001年から2020年のメタンの全球・領域別の収支解析を実施したところ、全球の総排出量推定値（～564 Tg-CH₄/yr）に大きな違いはなかったが、両者の推定結果には大きな地域差があることが明らかになった。

二酸化炭素の炭素同位体（安定炭素同位体¹³C、放射性炭素同位体¹⁴C）の1940年から2023年の全球・長期間シミュレーションを実施した。大気―陸域生態系および大気―海洋の交換フラックスのデータセットをもとにシミュレーションした濃度場を、全球の複数地点の同位体観測データと比較したところ、モデルの計算結果は観測された同位体の長期トレンドをよく再現できていることが確認できた。

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。これらの同時観測の解析の結果、BCおよびNO₂濃度が顕著に低い日にはCO₂濃度も低いことが判明した。さらに、これらの低濃度日を基準としたCO₂の増加量（ ΔCO_2 ）を推定したところ、 ΔCO_2 はBCおよびNO₂濃度と正の相関を示した。この結果は、 ΔCO_2 が観測地点周辺の燃焼起源のCO₂濃度増加を捉えていることを意味する。一方で、基準濃度自体にはある程度の時間的変動が見られた。そこで、標準ガスによる高精度な校正が行われた別のガスアナライザー（G4301、Picarro）を用いた同時観測を実施したところ、LI-7810およびG4301から推定された ΔCO_2 値の間に極めて高い相関（相関係数0.99）が確認された。これらの結果から、CO₂とBCやNO₂といった他の燃焼起源の成分を同時観測することで、機器のドリフトなどの予期せぬ影響を最小限に抑えてメガシティにおいて ΔCO_2 を高精度に推定し、ひいては、より効果的な排出削減戦略の策定に貢献することが期待される。

陸域炭素循環に関して、衛星観測データ、機械学習広域化データ（地上観測・衛星観測統合モデル）・プロセスモデルの結果を収集し、グローバルスケールでの複数推定結果の収集・整備を行った。衛星観測データ8種・機械学習広域化6種・プロセスモデル21種である。これらの推定結果を上記のタイプ毎にグローバルスケール、亜大陸スケールで光合成量や正味CO₂交換量などで比較し、各手法の一致・不一致を調査した。

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、JapanFlux 2024データセットの構築に際してはメタデータの収集・構築に大きく貢献した。

ひまわり8号9号データを利用した光合成量の推定にも取り組んだ。東アジア域におけるモデル構築、アジア・オセアニア域におけるモデル構築の両面から取り組み、東アジア域についてはおおよそ完成した。

▶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、気象制御用大電力マイクロ波発生装置、ノイズ合成開口レーダ、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・環境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、プラットフォームの開発、観測データの応用解析を推進する。以下に2024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。

- ・線状降水帯、豪雨、台風を制御するために、マイクロ波、音波、ライダーを使用した気象制御用システムの設計と装置の開発をした。また、気象制御を再現するために室内気象制御用小型シミュレーターを開発して、粒径、気圧、温度を制御して、線状降水帯、豪雨、台風を再現して、マイクロ波、音波、ライダーによる気象制御のシミュレーションができた。将来、この研究成果は気象制御に貢献でき、気象災害の減災になると期待する。
- ・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を示した。
- ・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。
- ・干渉合成開口レーダによる熱帯森林における考古学的な建造物の監視をした。この研究ではLとCバンド合成開口レーダを使用して、東南アジアにおける熱帯森林にあるムアラジャンピ寺院、ボロブドゥール遺跡、プラムバナナ寺院、アンコールワット遺跡とその周辺に関して、新たな遺跡の発見に繋げて、世界遺産の保

護に貢献できる。

- ・マイクロ波センサ画像のセンシティブリティ、解像度、信号対雑音率（SNR）の向上をするために、ノイズ合成開口レーダ（NSAR）を開発した。システムの低価格化と小型化するために、SDRによるNSARシステムを実現して、電波無響室内の実験が成功した。
- ・現在に至るまで、小型衛星から大型衛星搭載の合成開口レーダ（SAR）システムは単周波数で動作して、樹幹高、バイオマス、建造物、DEM/DTMを同時に抽出することが出来なかった。この問題を解決するために、当センターでは2周波共用合成開口レーダを開発している。このシステムを実現するために、小型衛星搭載合成開口レーダの給電系に向けた、2周波共用ホーンアンテナを開発した。将来、新たな小型衛星SARを実現でき、3D地表層観測に貢献できると期待する。
- ・小型気象制御シミュレータの開発に成功して、温度・気圧による雲制御システムを実現した。今後、このシミュレータによって、台風、線状降水帯、豪雨の制御メカニズムの確立に貢献できると期待する。

▶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2024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6年度の総ダウンロード数は約172,504千ファイルであった。そのうち、ひまわり8/9号関連は134,606千ファイルと全体の78%を占め、うち約67%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、2024年5月には本校でのセミナー開催、また、6月には韓国・ソウル国立大学でプロジェクトメンバーの会合を実施した。またひまわり8号のユーザーを広げることを目的に、VL講習会（詳細は第1章1.4.プログラム研究4に記載）において、ひまわり8/9号データを用いた解析実習を行い、実習資料も公開した。
- ・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（Li et al. 2025; J. Meteorol. Soc. Jpn）とその比較検証法の構築（Zhang et al. 2025; Remote Sens. Environ.）の成果が出版された。さらに東南アジアの植生活動季節変動に関する成果（Tian et al. 2025; Remote Sens. Environ.）が出版された。
- ・ひまわり8/9号データによる地表面反射率・地表面温度データを公開すべく環境を構築した。データ取得方法は、<https://ichiilab.weebly.com/datasets.html>を参照されたい。

▶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。2024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）及び基盤研究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、乾期の衛星データを用いて圃場単位で水稻の栽培に必要な水量を算出し、供給水量として配分されている灌漑水が不足している流域を把握した。対象地域では上流域に位置している取水ポイントから灌漑水路を通じて上流域、中流域、下流域の順に供給されるため水不足のリスクは下流域、中流域、上流域の順に高くなること、下流域は供給水量が隣接圃場間で相殺され、流域単位では水不足が発生していないという結果になったことから、圃場単位のより詳細な把握が必要であることが明らかになった。
- ・マルチスペクトルUAVデータを用いた、パッチフラグメンテーション解析による水田におけるイネ白葉枯病（BLB）の新しい評価方法を構築した。従来のピクセルベースの手法では空間的な背景を把握できないことが多かったが、本手法ではピクセルをオブジェクトとして扱い、その空間的な関係を解析してBLBの被害レ

ベルを評価した。二値化された植生指標から得られた6つのパッチ断片化指標を用い、ランダムフォレストアルゴリズムを用いてBLBの被害スコアを分類した。この方法は0.5mのサンプリングウィンドウで高い精度（AUC 0.938）を達成し、従来のピクセルベースの解析よりも詳細な評価を提供した。本研究は、被害領域の空間的分布と連結性を考慮するパッチフラグメント分析が、BLB被害をより詳細に評価できることを実証した。

- ・ 衛星リモートセンシングは冬小麦のモニタリングに幅広く利用されているが、衛星画像は異なる時期に、異なる角度から、異なる地理的領域で撮影され、同じ特徴のスペクトル情報も画像によって異なる。その一方、冬小麦の作付面積を抽出する機械学習方法は一般的であるが、異なる画像間には違いがある。冬小麦の作付面積を地域横断的に抽出するために、本研究は同じ画像タイプの下での画像分類のための生成敵対的クロスドメインネットワークを提案した。研究結果は、ネットワークの高性能とクロスドメイン能力を明らかにし、データセットにおける広範な実験と応用は、本研究で開発した手法は実現可能で信頼性が高いことを実証している。

▶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

25の学会・関連団体からなる「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（通称TF）」（<http://www.cr.chiba-u.jp/RemoteSensingTaskForce/>）の活動を支援している。具体的には、TFが主催する「地球観測衛星ミッション公募」へ応募された提案に関し、提案者と有識者ができる限り対面で議論を行うことで科学的・社会的・技術的な必要性・実現性を確認し、政策決定者を説得しうる魅力的な衛星観測ミッション、あるいは衛星データ利用に関する提案として共にブラッシュアップすることを第一の活動意義に、加えて研究開発の進め方や体制のあり方に関する議論を深めることを第二の活動意義としている。

「地球観測衛星ミッション公募」は、2018年の第一回試行公募から2024年12月の第四回追加公募まで、基本的には毎年ミッションの公募、有識者によるボランタリーなクロスチェックと助言、助言を踏まえたミッションのブラッシュアップ、といったサイクルをこれまで回してきた。直近の2024年度は第四回公募（2023/12/25発出）に基づき提案された19件のミッション提案が、JpGU2024セッション「将来の衛星地球観測」で発表された。地球観測ワークショップが9月2日にJAXA御茶ノ水事務所およびオンラインのハイブリッドで開催された。さらに、日本リモセン学会秋季大会（11月26－27日、山口）にて特別セッションを提案し、ミッション提案の一部を紹介することでリモセンコミュニティへのさらなる周知を行った。ミッション提案へのフィードバックとして中間審査コメントを提案者、およびホームページで開示した。また、第四回追加公募を2024年12月17日に、グランドデザインC改訂版を同年12月19日にそれぞれ発出した。また、JpGU2025にセッション提案を行い、オープンな場でのミッション提案の披露および議論を実施する予定である。

〔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50件の国内共同利用研究（うち8件研究会）、および16件の国際共同利用研究（台湾（2）、インドネシア（9）、中国（1）、イタリア（1）、アメリカ（2）、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27回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは令和7年2月19－20日の2日間にわたり対面・オンライン併用のハイブリッド形式で行われ、30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6年度共同利用研究採択内訳

共同研究種別	国内（50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（含重点課題）	9	20	10	6	45
プログラム研究 研究会	2	3	—	—	5
一般研究	4	9	—	—	13
一般研究 研究会	2	1	—	—	3
計	17	33	10	6	66

表2. 令和6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	9
大学共同利用機関法人	2
独立行政法人等公的研究機関	6
民間機関	6
外国機関	27
その他（高等専門学校、高等学校など）	3
計	76

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（50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
P2024-1	継続	森林三次元構造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	
P2024-1	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
P2024-1	新規	地球惑星大気環境を観測するための衛星リモートセンシングに関する研究	野口 克行 奈良女子大学研究院自然科学系	入江 仁士	計算機
P2024-1	継続	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	
P2024-1	新規	地上リモートセンシング観測網（SKYNET、A-SKY）のさらなる高度化	Khatri Pradeep 創価大学理学部	入江 仁士	SKYNETの観測による地上観測のデータ
P2024-1	継続	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
P2024-1	新規	夜間雲検出の拡大：日本のカメラシステムに東南アジアのカメラシステムを統合する	Lagrosas Nofel 九州大学工学研究院	椎名 達雄 入江 仁士	ひまわりデータ
P2024-2	新規	GOSATシリーズ熱赤外スペクトルデータからのイソプレナム量導出手法の研究	長濱 智生 名古屋大学宇宙地球環境研究所	齋藤 尚子	気象場再解析データ GOSAT/GOSAT2 TIR Level-1Bデータ
P2024-2	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
P2024-2	新規	農業用ため池の多面的機能解明に向けたリモートセンシングによる利活用実態解明	渡部 哲史 九州大学大学院比較社会文化研究院	岡崎 淳史	各種衛星観測情報およびその解析のための計算機資源
P2024-5	新規	Web-GIS型AIプラットフォームを用いたエネルギー・環境評価ツールへの気象・大気データの活用可能性の検討	林 希一郎 名古屋大学 未来材料・システム研究所	入江 仁士	
P2024-5	継続	夜間光NPP-VIIRS（DNB）リモートセンシングデータを使用したインドネシア、バリ島における10年間（2014-2024年）の経済発展のモニタリング（Covid-19 流行時含む）	大澤 高浩 ウダヤナ大学	本郷 千春	
P2024-5	新規	ドローンおよび衛星画像を用いた効率的な広域水田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
SP2024-2	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
SP2024-2	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 （情報戦略機構）
SP2024-2	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	SKYNET、A-SKY観測データ（MAX-DOASおよびSky radiometer 1）
SP2024-3	継続	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
SP2024-3	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	

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
SP2024-4	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／波長データの検証	大前 宏和 株式会社 センテンシア	ヨサファット	
SP2024-4	継続	国際月面計画への実用を目指す現場資源高利用型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
SP2024-4	継続	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
SP2024-4 SP2024-6 P2024-1	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 東北学院大学人間情報学研究科	ヨサファット 本郷 千春 加藤 顕	
SP2024-5	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 長崎大学大学院総合生産科学研究科	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
SP2024-5	継続	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	
SP2024-5	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	山本 雄平	静止気象衛星データ（ひまわり8/9号 H08/09 AHI）
SP2024-6	継続	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	
SP2024-6	新規	洪水氾濫モデルを用いた東南アジア水田地域における病虫害拡散の評価	朝岡 良浩 日本大学 工学部	本郷 千春	
SP2024-6	新規	衛星データを用いた災害後の農業復興における社会関係資本の効果検証	呂 沢宇 東北大学 文学研究科	楊 偉	衛星解析農事歴、MODIS (NASA)、Sentinel-1、Sentinel-2
SP2024-6	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稻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	
一般研究 研究会 (P2024-1)	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 (P2024-1)	新規	ローカルセンサーとの複合利用を念頭においたグローバルセンサ開発研究会	石坂 丞二 名古屋大学宇宙地球環境研究所	本多 嘉明	
一般研究 研究会 (P2024-3)	新規	学際減災サステナブル学研究会	ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	服部 克巳	ひまわりなど静止気象衛星および低高度気象衛星等の熱赤外画像、GNSSデータ等
プログラム研究 研究会 (P2024-1)	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	
プログラム研究 研究会 (P2024-1)	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
プログラム研究 研究会 (P2024-2)	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		
プログラム研究 研究会 (P2024-3)	新規	衛星・地上観測データを用いた地震準備過程／地震前兆現象の理解と地震予測に関する国際研究会	服部 克巳 千葉大学大学院理学研究院		ひまわりなど静止気象衛星および低高度気象衛星等の熱赤外画像、GNSSデータ等
プログラム研究 研究会 (SP2024-7)	新規	第二回 若手による地球観測衛星研究連絡会	金丸 佳矢 情報通信研究機構 電磁伝搬研究センター	山本 雄平	

研究種別	新規／継続	研究課題	研究代表者及び所属	対応教員	共同利用データ・設備
一般研究	新規	首都圏における大気浮遊物質の動態把握に関する研究	岩永 博之 東京電力ホールディングス株式会社	入江 仁士	・SKYNET スカイラジオメータ解析アルゴリズム ・観測データセット (SKYNET、MAX-DOAS、大気汚染監視局データ等) 必要に応じて、気象解析データ、衛星データ
一般研究	新規	UAV-LiDARを用いた里山空間の高精度計測と教育的活用	小倉 拓郎 兵庫教育大学	加藤 顕	
一般研究	継続	次世代気象気候ライブラリ SCALE を用いた大気科学研究	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 岡崎 淳史	解析サーバ、データストレージ MAX-DOAS 観測や水同位体の観測データ
一般研究	継続	SKYNET データを用いた大気環境の研究	久慈 誠 奈良女子大学大学院自然科学系	入江 仁士	SKYNET 観測データ
一般研究	新規	諏訪湖における地下深部からのメタンバブル放出地点の検出	岩田 拓記 信州大学理学部	楊 偉	
一般研究	継続	ひまわり 8 号 Dust RGB とシーロメータを用いたアジアダストの発生と輸送に関する研究(5)	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 千葉大学大学院情報学研究院	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	マイクロ波円偏波アンテナの研究と環境計測への応用	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	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	UAS-Lidar による点群とマルチスペクトルセンサ画像を用いた多角的な森林景観解析と可視化	早川 裕式 北海道大学地球環境科学研究院	加藤 顕	Zenmuze L2 等 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	生成 AI 技術を利用した雲画像の予測生成の検討	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	極地環境計測のための無線システムの構成と評価	深澤 敦司 統計数理研究所	ヨサファット	電波無響室、CST 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

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
P2024-1	新規	3D Visual Documentation of Heritage Site Area of the Batavian Castile of Jakarta City based on Remote Sensing	Yuke Ardhiati Universitas Pancasila	ヨサファット	Lidar UAV, software of Autodesk Revit
P2024-1	新規	Investigation of Land subsidence based on SAR Imagery and GNSS and its impact on water quality (case study in Jakarta and Bandung - Indonesia)	Soni Darmawan Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung	ヨサファット	

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
P2024-1	新規	Study of the remote sensing retrieval of black carbon aerosols from biomass burning	Yin Shuai Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Science	楊 偉	Geostationary satellite data
P2024-2	継続	Land Deformation, Geological Formation and Marine Fossils at the Early-man of Sangiran Dome Central Java Indonesia	Agus Hartoko Diponegoro University	ヨサファット	ALOS Radar data
P2024-3	新規	Detection and Prediction of PM 2.5 Carbon Concentration in Indonesia and Malaysia Region using Terahertz Sensing Technology	Evizal Abdul Kadir Islamic University of Riau	入江 仁士	Satellite Data for Environmental Monitoring in Indonesia and Malaysia
P2024-4	新規	Analysis of land cover and air condition on land surface temperature control in Java's waterfront cities	Fitria Nuraini Sekarsih Universitas Amikom Yogyakarta	市井 和仁	ASTER data from 2014-2024 recording August or September in Jakarta, Semarang, and Surabaya
SP2024-2	新規	Disaster Analysis on the North Coast of Java Based on SAR image data to support coastal spatial planning	Anang Wahyu Sejati Universitas Diponegoro	ヨサファット	
SP2024-2	継続	A-SKY MAX-DOAS network contribution to GOME-2, OMI, TROPOMI and GEMS NO ₂ and HCHO validation	Gaia Pinaridi Royal Belgian Institute for Space Aeronomy	入江 仁士	MAX-DOAS data from the A-SKY network
SP2024-2	継続	Atmospheric and Ionospheric Remote Sensing on Volcano Eruptions, Earthquakes, and Tsunami	Jann Yenq Liu National Central University	服部 克巳	Seismometers, Tide gauges, Buoys, Meteorological satellite images, Magnetometers, Ionosondes, GNSS receivers
SP2024-2 P2024-1 P2024-3 P2024-5	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
SP2024-4		Sea Level Rise, Land Subsidence, and Flood Disaster Vulnerability Assessment: A Case Study in Medan City	Jonson Lumban-Gaol IPB University	ヨサファット	Geodetic GPS-GNSS (Global Navigation Satellite System), and SAR satellite data
SP2024-5	継続	Development and validation of advanced satellite techniques to HIMAWARI-8/9 radiances for monitor and mitigate geohazards	Nicola Genzano Politecnico di Milano	樋口 篤志	HIMAWARI-8/9, GOES-R, MTSAT-1R/-2
SP2024-5	継続	Using Himawari Data to Monitor Vegetation Dynamics Over the Tropical Asia Region	Tomoaki Miura University of Hawaii	市井 和仁	Himawari-8/9 gridded dataset, MODIS land products
SP2024-5	新規	Applying Himawari-8/9 and Landsat-8/9 Fused Images in High Spatiotemporal Thermal Anomaly Detection Around Fault Regions	Tang-Huang LIN National Central University	服部 克巳	Seismometers, Thermometer, Himawari-8/9 and Landsat-8/9 satellite images, Weather Stations
SP2024-6	新規	Determination of excess and deficient amount of paddy irrigation water for efficient irrigation system operation	Sigit Gunardi Agricultural Training Center, Regional Office of Food Crops Service West Java Province, Indonesia	本郷 千春	parcel plot data
SP2024-6	新規	Utilizing UAV and Thermal Imaging for Rice Disease Detection and Monitoring	I Made Anom Sutrisna Wijaya Udayana University	本郷 千春	Image processing and GIS software and tools

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2024

【CJ24-11】P2024-1

森林三次元構造の高解像度マッピング

High-resolution mapping of three-dimensional forest structure

(研究代表者名) 堤田 成政 (埼玉大学)

Narumasa Tsutsumida (Saitama University)

【要旨】

衛星Lidarは地表の3次元構造を直接観測できるが、観測点が離散的で正確な位置特定が困難である。本研究では観測位置補正手法の開発とLidarデータの波形特徴による森林構造類型化を目的とした。遺伝的アルゴリズムを用いた位置補正技術により、栃木県日光市でのGEDI L2Aプロダクト利用実験では平均絶対誤差が34%減少した。また、k-Medoids法によるLidar波形の教師なし分類で森林を3区分(樹冠優勢、中層優勢、下層優勢)に分類し、Sentinel-1,-2データで広域森林区分を実現した。開発技術は衛星Lidarの位置不確実性評価と広域的な森林状況把握に貢献し、今後さらに汎用性を高める予定である。

【Abstract】

Satellite LiDAR technology enables direct observation of three-dimensional surface structures but faces challenges with location accuracy. This research developed position correction methods and forest structure classification through waveform analysis. Our genetic algorithm reduced mean absolute error by 34% in validation tests, while unsupervised classification successfully categorized forests into three structural types. The technology improves positional accuracy assessment and enables comprehensive forest condition monitoring across large areas. Future work will enhance the versatility of these methods.

1 背景 目的 方法

衛星Lidarは、地表の3次元構造を直接観測できる性質を有しており、森林管理など多くの領域で活用が期待される。しかしながら、その観測点は離散的であり、かつ正確な観測地点の特定が難しいという課題がある。そこで本研究では、観測位置補正を実現する手法の開発、および衛星Lidarデータの波形特徴を解析し、森林の3次元構造の類型化を実現することを目的とした。このため、位置補正に関しては、遺伝的アルゴリズムにより、Lidar波形から推定された地面高と、デジタル標高モデルとの誤差が最小となるようにパラメータ最適化を実現した。また、Lidar波形を教師なし分類に適用することにより、森林を3区分に分類した。

2 研究の 成果

(1) 地面高が推定されているLidar観測フットプリント群に対し、デジタル標高モデルによる地面高との誤差を最小化するように遺伝的アルゴリズム手法を開発した。これにより、短時間で位置補正が実現できるようになった(図1)。栃木県日光市でのGEDI L2Aプロダクト(8487フットプリント)を用いた実証実験では、平均絶対誤差が16.17 mから10.67 mへと約34%減少した。

(2) 森林の3次元構造解析に関して、Lidar波長をk-Medoids法で教師なし分類することにより、3つの森林構造区分(樹冠優勢、中層優勢、下層優勢)に分類することが可能となった(図2)。この手法を踏まえ、Sentinel-1,-2の観測画像より域的拡張を実施することで、広域の森林区分分類を実現した(図3)。

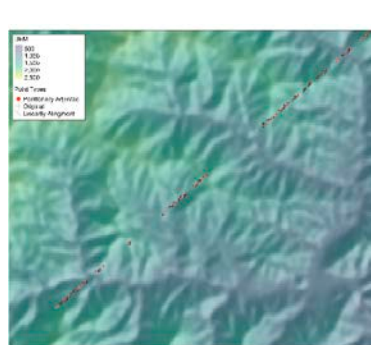


図1 GEDIの位置補正の例

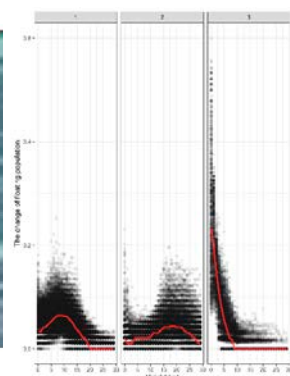


図2 Lidar波形分類

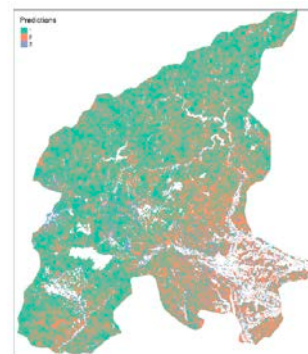


図3 森林区分分類

3 成果展開の 状況

開発した位置補正技術は、近年、活発にデータが分析されているGEDIの位置推定の不確実性を評価するとともに、位置補正を簡便的に実現するものである。また、森林3次元構造分析においては、広域的に森林の生育状況や管理状況を把握するのに役立つ。今後は、より汎用的な技術とするべく改良を進める予定である。

【CJ24-19】P2024-1

赤外吸収を用いたガス可視化技術の開発

Development of a gas visualization system using infrared absorption techniques

(研究代表者名) 染川 智弘 (公益財団法人レーザー技術総合研究所)

Toshihiro Somekawa (Institute for Laser Technology)

【要旨】人体に影響を及ぼす多種多様なガスの漏えい・発生事故は世界各地で頻発しており、ガス濃度の評価だけでなく、漏えい・発生箇所の同定も必要とされている。こうしたガスは赤外域に固有の吸収ラインを持つことが多いため、吸収の有無によって、濃度だけでなく、位置情報も得ることが可能になる。そこで、本研究では、近赤外領域まで感度のある赤外カメラを利用して、アンモニアガスを広範囲に測定するシステムを開発し、赤外画像計測でのガス可視化システムへの応用可能性を検討した。

【Abstract】 We report on the development of a NH_3 visualization technique combining a near infrared (NIR) camera and a distributed feedback (DFB) laser operating at the NH_3 absorption wavelengths. The DFB laser current is scanned to cover the absorption band centered at around 1512.2 nm. The NIR absorption images of NH_3 are recorded for both On (58 mA) and Off (68 mA) conditions of the NH_3 absorption. By evaluating an image intensity ratio at the transmitted part of the NH_3 gas cell, we can know the distribution of NH_3 gas.

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 CO_2 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、日本でも発電時に CO_2 を排出しない太陽光発電、風力発電といった再生可能エネルギー技術が開発されているが、これらの技術によって発電したエネルギーを蓄える手法として、アンモニアが注目を集めている。アンモニアは次世代エネルギーである水素の輸送媒体として役立つだけでなく、石炭火力発電において、石炭に混ぜて燃やす手法(混焼)も検討されている。今後増加が予想されるアンモニア関連施設でのアンモニア漏洩モニタリング技術に向けたアンモニアガスの可視化技術について報告する。

2 研究の 成果

近赤外カメラとDFBレーザーを利用して、アンモニアガスの吸収画像計測を実施した。

(1) 近赤外カメラとDFBレーザーを利用してアンモニアガスセル内のガスを可視化する光学系を開発した(図1)
使用した分布帰還型(Distributed Feedback: DFB)レーザーは、温度 25°C 、注入電流を $10\sim 90\text{ mA}$ で掃引することによって、アンモニアの波長 1512.2 nm 中心の吸収スペクトルの測定が可能である。近赤外カメラは感度波長域 $900\sim 1700\text{ nm}$ (有効画素数: 640×512 ピクセル)であり、 20 度の拡散板でレーザーを拡散させながら、アンモニアガスセルに照射している。

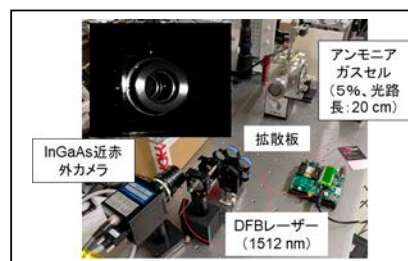


図1 近赤外カメラとDFBレーザーを利用したアンモニアガスの測定試験

(2) アンモニアの吸収のある波長(On)、ない波長(Off)の近赤外カメラ画像の測定に成功した(図2)。

図2に吸収のある波長(On: 58 mA)、ない波長(Off: 68 mA)の2枚の近赤外カメラ画像を示す。ガスセル上面の赤点線で囲った部分の強度比は 0.850 であり、これはDFBレーザーの出力比 0.849 とほぼ一致している。一方で、ガスセル内部の赤点線で囲った部分は、ガスセル内を往復した透過光強度であり、吸収あり・なしで差が見られる。この領域のガスセル上面と比は、吸収のある波長で、 0.9000 、吸収のない波長で 1.115 と差が見られ、この比を計測することでガスの可視化が期待できる。

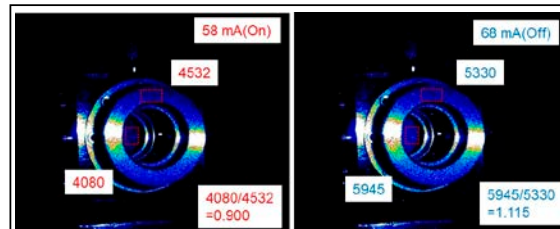


図2 アンモニアの吸収のある波長(On: 58 mW)、ない波長(Off: 68 mW)の2枚の近赤外カメラ画像

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、注目を集めているアンモニアガスの漏洩モニタリング技術の開発を目指し、近赤外カメラとアンモニアの吸収波長付近で波長掃引が可能なDFBレーザーを利用した可視化技術の開発を開始した。今後は、アンモニアガスのカメラ画像での定量評価法を検討するとともに、画像で直感的に漏洩を把握するアルゴリズム開発も実施したいと考えている。

【CJ24-22】P2024-1

地球惑星大気環境を観測するための衛星リモートセンシングに関する研究

A study on the spaceborne remote sensing for the observations of Earth and planetary atmospheric environments

(研究代表者名) 野口 克行 (奈良女子大学)

Katsuyuki Noguchi (Nara Women's University)

【要旨】 地球大気のリモートセンシング観測にて得られた技術的成果は、他の惑星大気にも応用されてきた。他の惑星大気に対しても利用可能な観測技術やデータ解析手法の開発により、地球だけに特化しない普遍的な観測技術の知見が得られる可能性がある。我々は、惑星大気のリモートセンシング観測のデータ解析手法を検討・開発する事で、その惑星の大気環境を明らかにすると共に、将来的には地球観測の先端センシング技術開発にも貢献する事を目的とする。本研究では、研究対象として火星に着目する。火星は地球の中層大気程度の気圧を持ち、地球観測で得られたリモートセンシング技術が多く用いられてきた。今年度は、米国の火星探査機搭載に搭載された熱赤外放射計による観測データを用いて、エアロゾル(ダスト)のプルームを検出し、その時空間規模を調べた。

【Abstract】 We aim to contribute to the development of advanced technologies for Earth observation by studying and developing the data analysis methods utilized in the remote sensing observations not only of Earth but also of planetary atmospheres. This study focuses on Mars, which has an atmosphere similar to our middle atmosphere and was observed with remote sensing technologies that had ever applied to Earth observations. In this report, we detected dust plumes using observational data from the thermal infrared radiometer onboard the US Mars spacecraft and investigated their spatiotemporal scales.

1 背景 目的 方法

火星は地球と同様に季節変化を持つ惑星であり、その軌道は地球よりも扁平な楕円軌道である。火星大気中のダストは粒径約 $1\mu\text{m}$ の塵であり、可視光や赤外線を吸収・放射することで、大気の熱収支に重要な役割を果たしている。火星では特に南半球の夏から秋($L_s=180\text{--}360^\circ$)にかけてダストストーム活動が活発化する。米国の火星探査機MRO搭載の熱赤外放射計MCSによるこれまでの観測から、従来知られていた高高度の熱帯ダスト極大(HATDM)よりも高い高度域でのダスト分離層(DDLs)の存在が示唆されてきた。近年の数値シミュレーション研究では、特定の地域・季節にダストプルームが境界層を超え、中層大気まで巻き上げられることが予測されている。しかし、観測データを用いた直接的な比較や、経度方向の詳細な解析はこれまで十分に行われていない。今年度は、数値モデルで予測されたBストーム期間中($L_s=250\text{--}290^\circ$ 、南緯 $30\text{--}90^\circ$)における高高度のダストプルームの存在を、MRO探査機搭載MCSセンサーデータを用いて確認するとともに、その時空間構造を調査した。

2 研究の 成果

(1) 観測データから抽出したダストプルームの緯度分布の例を図1に示す。この図は、探査機が極軌道に沿ってリモートセンシングで得たダストの高度分布を連続的にプロットしたものである。解析対象期間の火星年35($L_s=260^\circ$ 付近)において、高高度まで到達するダストプルームが複数回観測された。また、他の火星年(29・31)でも同様の現象が確認された。軌道周期が約2時間であることと、約24時間後に類似の位置に探査機が戻ってきた時にも同様のプルームが観測されていることから、これらのプルームが維持される時間スケールは数時間から1日程度である可能性が示された。

(2) 観測期間中、ダストプルームは 60°S から 90°S の緯度範囲にわたって観測され、その水平規模(緯度方向)は約 $1100\text{--}1800\text{km}$ 、高度は最大で約 55km (気圧約 10Pa)にまで達していた。これらの観測結果は、最近の数値モデル(Batterson et al., 2023)による予測と整合的である。ただし、MCSによる観測データで得られる経度方向に関する情報は限定的であるため、今後の観測・解析による詳細な検証が求められる。

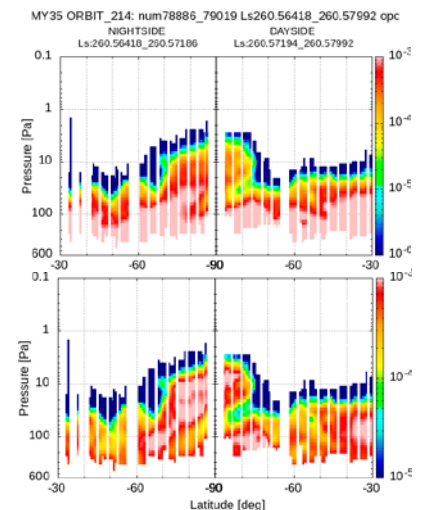


図1 火星年35の $L_s=260^\circ$ 付近で観測された南極上空のBストームにおけるダストプルームの緯度分布の例。上は消散係数、下は混合比を表す。

3 成果展開の 状況

初期成果については、第27回環境リモートセンシングシンポジウムにてポスター発表を行った。今後、国内外における学会での成果発表を視野に入れながら、引き続きダストプルームの検出を目指すと共に、時空間分布の詳細を調べる。

【CJ24-25】P2024-1

FMCW方式を用いたHFD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】

HFD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。昨年までに、テスト観測を行い、今年度は実際に観測を実施した。他のデータとも整合性のあるデータが取得できており、さまざまな電離圏擾乱についてデータを取得することが出来た。

【Abstract】

HF Doppler observation is an ionospheric observation technique that uses continuous waves. It is characterized by its ability to accurately observe the vertical velocity of ionospheric disturbances from the Doppler frequency. The disadvantage of continuous waves is that it is impossible to derive the reflected altitude in the ionosphere. This research aims to construct a system that can perform ranging. Test observations were carried out up to last year, and actual observations were carried out this year. Data consistent with other data were obtained, and data on various ionospheric disturbances could be obtained.

1
背景
目的
方法

HFD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、様々な研究に貢献をしてきた。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)昨年までに観測システムのプロトタイプを作成し、テスト観測を行った。その結果から、十分に観測に用いることが可能であることが判明したことから、千葉大学西千葉キャンパスにおいて、テスト観測を実施した。その一例として、2024年4月1日の観測例を図1に示す。観測は、5006 kHz(図1下段)、8006 kHz(上段)の二つの周波数での観測を実施している。また、従来にドップラー観測の結果もそれぞれの下側に示している。特に5006 kHzにかなりのノイズが存在しているため、判別が難しいが、日中は約300 kmの高度で電波が反射されており、また、夜間は反射高度が上昇していることがわかる。情報通信研究機構が行っているイオノゾンデ観測での5 MHz、8MHzの反射高度と一致していることも確認され、今回の観測が正しく行っていることが確認出来た。

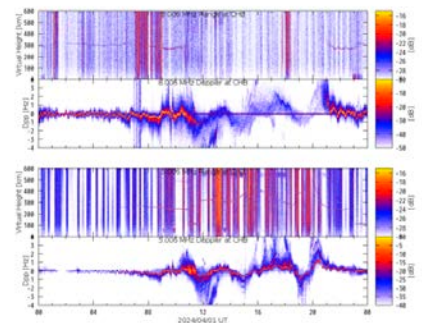


図1 2024/4/1に観測されたFMCWによる電波の反射高度とドップラー周波数

(2)実際に観測を進め、いくつかの電離圏擾乱についても観測を行うことが可能となった。一例として、図2にスプラディックE層(以下Es)の観測例を図2に示す。Esは高度約100 km付近に発生する電子密度の高い層のことである。Esが移動すると、ドップラー周波数は正から負に変化することが知られており、図2でもそのような周波数変化が見られる。また電波反射点までの距離は、U字型に変化しており、反射点が近づいて遠ざかる様子が見て取れる。これまでは、ドップラー観測のみでこのようなEsの特性を調べなければならなかったが、測距も可能になったことで、より詳細な解析が期待される。

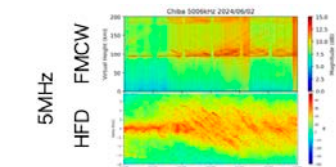


図2 2024/6/2に観測されたEs発生時のFMCWとドップラー観測結果

3
成果展開の
状況

これまでのドップラー観測では、電波反射点の上下動を観測することが出来たが、電波の反射点までの距離(高度)を導出することが出来なかった。しかし本研究により、電波の反射点までの距離を導出することが可能となり、電離圏擾乱の位置と大きさを同時に導出することが可能となった。

今回開発した受信システムにより、Es層の位置を導出することが可能であることが示され、今後様々な電離圏擾乱について観測を行っていくことが期待される。

【CJ24-29】P2024-1

地上リモートセンシング観測網(SKYNET, A-SKY)のさらなる高度化
Advancement of Ground-Based Remote Sensing Networks (SKYNET, A-SKY)(研究代表者名) KHATRI PRADEEP (創価大学・理学部)
KHATRI PRADEEP (Soka University・Faculty of Science and Engineering)

【要旨】 大気成分(エアロゾル、雲、水蒸気、オゾンなど)の地上観測を目的として、創価大学(八王子)に新たな観測サイトを設立した。このサイトで得られる新規の観測データは、大気中のこれらの成分の動態と特性についての理解を深め、地域規模でのさまざまな問題解明に役立つことが期待されている。さらに、SKYNET観測網から得られた雲および大気放射データを用いて、GCOM-C衛星搭載のSGLIによる雲プロダクトの精度評価を実施した。加えて、SKYNET観測網で観測された分光放射データを基に、水蒸気量(PWC)を推定する新たな手法を提案した。

【Abstract】 A new observation site has been established at Soka University (Hachioji) for ground-based monitoring of atmospheric constituents, including aerosols, clouds, water vapor, and ozone. This site aims to deepen our understanding of the dynamics and properties of these components in the atmosphere and further contribute to addressing various regional environmental issues. Additionally, cloud and atmospheric radiation data from the SKYNET network were utilized to assess the accuracy of cloud products derived from the SGLI instrument aboard the GCOM-C satellite. Furthermore, a new method for estimating precipitable water content (PWC), based on spectroradiometer data observed by the SKYNET network, has been proposed.

1 背景 目的 方法

SKYNETやA-SKYは、高精度な地上観測データを生成する上で重要な役割を果たしている。これらのデータは、さまざまな大気プロセスの理解を深め、衛星観測プロダクトやモデルシミュレーションの検証に欠かせない。したがって、これらの観測網のさらなる強化が必要であり、そのためには観測サイトの拡大や新規なデータ解析手法の開発・導入が重要である。

その一環として、本研究では、新たな観測データの生成と、これまで蓄積された観測データを活用した衛星雲プロダクトの精度評価、そして大気中の水蒸気量を推定する新しい方法の開発を目指している。それらの目的を達成するために、新規な観測サイトを設置し、異なる大気条件を反映する地域で蓄積された過去の観測データの解析を行った。

2 研究の 成果

(1) 創価大学(八王子)に、スカイライジオメータ(POM-02)を活用した新しい観測サイトが設置された。このサイトから得られるデータは、エアロゾル、雲、水蒸気、オゾンの特性を理解するために非常に貴重で、また、これらのデータは、衛星観測やモデルシミュレーションから得られる関連プロダクトの検証と、地域規模のさまざまな環境問題の解明に活用することが期待されている。

(2) さまざまな大気状態を反映する複数の地点におけるこれまでのスカイライジオメータによる観測データを用いて雲の解析を行い、そのデータに全天日射計による全天日射量のデータを加え、GCOM-C衛星に搭載されたSGLIによって観測された雲プロダクトの検証評価を実施した。

(3) 分光放射計(MS-700)によって観測された分光放射データを使用して、放射伝達計算と機械学習アプローチを用いて水蒸気量(PWC)を推定した。推定された値はマイクロ波放射計による観測結果と比較した。その結果、分光放射計から得られた値は波長に依存しており、特定の波長での値はマイクロ波放射計による観測結果とより良い一致を示すことが分かった。



図1 創価大学(八王子)に設置されたスカイライジオメータ

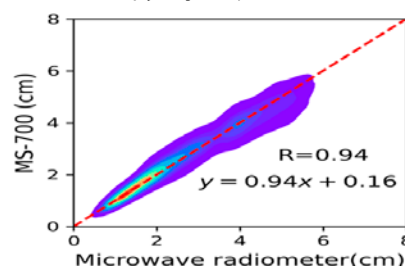


図2 分光放射計で取得したPWCとマイクロ波放射計で得られた値との比較

3 成果展開の 状況

本研究の成果は、地上リモートセンシング観測網(SKYNET, A-SKY)のさらなる高度化と、地域から地球規模に至るさまざまな環境問題の解明に役立つことが期待されている。

【CJ24-35】P2024-1

火星着陸探査における表層観測のための LIDAR 観測

Development of LIDAR used on Mars for environmental observation

(研究代表者名) 乙部 直人 (福岡大学・理学部)

Naohito Otohe (Fukuoka University Faculty of Science)

【要旨】

将来の火星着陸探査のための気象測器開発の1つとして、火星表層で重要なダストを計測できるLIDARを開発している。そのフィールド試験として、堀川高校のグラウンドにおいてダストおよび背景の気象場の観測を行い、性能評価を行った。

【Abstract】

As one of meteorological instruments for the future Mars landing exploration, we are developing a LIDAR that can measure dust, which is important for the Martian surface layer. As a field test, we conducted outdoor observations of dust and background meteorology on the grounds of Horikawa High School and evaluated the performance.

1 背景 目的 方法

国際的な太陽系の探査計画としてアルテミス計画が実行中であるが、その最終目標である火星表面での有人探査へ向けて、日本も測器や技術の開発を進めている。我々は、そのための気象測器群を開発している。火星の表面は、地球上の砂漠によく似た状態にあり、ダストと呼ばれる鉱物粒子が浮遊していることが知られている。ダストは、放射吸収による熱源として働くために気象学的にも、またすべての測器や宇宙飛行士への影響から非常に重要な物となっている。そのため我々は、ダストの測定自体とまた供給過程の解明のためにダストを測定する測器としてLIDARを開発している。本研究では太陽光の下で性能評価と、課題の抽出のためにグラウンドでの観測を行った。

2 研究の 成果

(1) 太陽光の下で測定を行えるように、紫外線領域のLEDを利用したLIDARを開発した。
地球上ではオゾン層により紫外線が吸収するために太陽光に含まれていない波長域のため日中での観測が可能となった(図1)。



図1 火星用に開発中のLIDAR

(2) 太陽光下のグラウンドにおいて測定実験を行った(図2)。また、同時に風速を始めとして、地表面温度や気温などの観測も行い、グラウンドで巻き上がるダストの測定を行った。詳細なデータ解析が必要であるが、空气中を漂うダストは測定できており、ダスト巻き上げ過程を推定するデータが得られた。



図2 堀川高校のグラウンドでの測定実験

(3) 将来のさらなるLIDAR技術として、散乱光のドップラーシフトを測定する実験を行った。そのための、LIDARを新たに開発した。グラウンドによる実験の結果、ある1点の風速と相関する散乱光のドップラーシフトを測定することが出来た。これにより、風速のリモート測定も原理上可能となることが示された。

3 成果展開の 状況

ドップラーライダーも通常のLIDARも、開発中の測器であり、実用化には至っていない。火星とことなり大気はないものの、探査機の活動でレゴリスと呼ばれる砂が舞う月での探査用途やドローンなどを利用した大気観測、洞窟内に漂う孢子類などの微粒子測定に利用する目的などでの応用について検討を行っている。

【CJ24-39】P2024-1

夜間雲検出の拡大: 日本のカメラシステムに東南アジアのカメラシステムを統合する
Expanding Nighttime Cloud Detection: Integrating Camera Systems in Southeast Asia with Japan

(研究代表者名) ラゴロサス ノフェル (九州大学・工学部)

Lagrosas, Nofel (Kyushu University・Faculty of Engineering)

【要旨】 この研究は、東南アジアと日本における夜間雲を検出するカメラシステムの利用を拡大することにより、地域の大気モニタリングを強化することを目的としている。この地上カメラシステムの導入(現在も進行中)は、夜間雲の特徴、緯度による時間的変動、大気プロセスにおける役割についての理解を深めることを目的としている。初期の結果では、雲量の変動と、それが地域のエアロゾルや気象条件に与える影響を効果的に定量化できることが示され、さまざまな場所における雲の役割について貴重な洞察が得られた。

【Abstract】 This study aims to enhance regional atmospheric monitoring by expanding nighttime cloud detection through camera systems in Southeast Asia and Japan. By deploying this ground-based camera systems (still ongoing), the project seeks to improve our understanding of nighttime cloud characteristics, their temporal variability across latitudes, and their role in atmospheric processes. Preliminary results indicate that cloud cover variability and its influence on local aerosols and meteorological conditions can be effectively quantified, providing valuable insights on the role of clouds at different locations.

1 背景 目的 方法

雲は、特に夜間の大気プロセスにおいて重要な役割を果たしており、気温や大気の安定性を調節する役割を担っている。多くの研究が昼間の雲に焦点を当てている一方で、夜間の雲の動態や時間変動はあまり研究されていない。東南アジアや日本など、気候の異なる地域で夜間の雲をモニタリングすることは、大気プロセスにおける雲の役割を理解する上で貴重な情報を提供する。地上カメラシステムは、夜間雲の検出と解析のための有望なツールであり、雲の動態やエアロゾルとの相互作用に関するデータを提供する。この研究は、夜間雲を継続的に検出するカメラシステムを導入し、収集した画像から雲量を測定することを目的としている。得られたデータは、大気における雲の役割をよりよく理解するために、他の測定結果と比較される。

2 研究の 成果

(1) 夜空の連続観測により、雲量の時間的・季節的変化が定量化された。図1aは2022年5月の台湾上空の雲の時間変化を示している。

(2) 同時観測により、「ひまわり」衛星と地上カメラで観測された雲量の差を効果的に定量化できることが示された。図1b)は、2022年5月に台湾上空で「ひまわり」が観測した雲量を示している。図1aと図1bを比較すると、衛星による観測では明らかに低層雲を正確に検出できていないことがわかる。

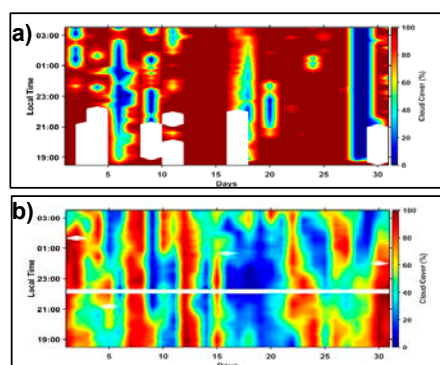


図1 a) カメラとb) ひまわり8号による2022年5月の台湾上空の夜間雲。

(3) 夜間の雲量と2.5マイクロメートル未満の粒子状物質(PM_{2.5})の関係を定量化することができる。図2は2022年11月の台湾上空のデータである。

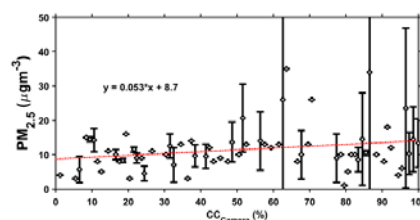


図2 2022年11月の台湾における夜間の平均PM_{2.5}濃度と夜間の雲量との関係。

3 成果展開の 状況

- 本研究の方法は、夜間の雲量を正確に測定するために用いることができる。
- 地上からの夜間雲量観測の結果は、低層雲に関する衛星ベースの雲量観測の校正に使用できる。
- PM_{2.5}と雲量との関係を定量化することは、大気質モニタリングやエアロゾル拡散解析、モデリングに利用できる。

【CJ24-23】P2024-2

GOSATシリーズ熱赤外スペクトルデータからのイソプレンカラム量導出手法の研究
Study on a method for retrieving isoprene column amount from GOSAT/TIR data(研究代表者名) 長濱 智生 (名古屋大学・宇宙地球環境研究所)
Tomoo Nagahama (Nagoya University・ISEE)

【要旨】 植物から主に放出されるイソプレンは大気中で最も主要な揮発性有機化合物であり、大気質の劣化やエアロゾル・雲形成を介した気候への影響が示唆されている。本研究ではGOSATシリーズ熱赤外(TIR)スペクトルデータからイソプレンカラム量の導出を試み、地上赤外分光観測との比較により衛星観測データを検証してイソプレンの動態とその大気環境影響解明に資するデータとして提供することを目指している。本年度は、GOSAT2/TIRデータのリトリバル解析に必要なソフトウェア開発を進めた。TIRスペクトルの放射伝達計算ソフトウェア(LBLRTM)を整備し、計算環境を整えた。また、解析の初期値として必要な各種微量分子の全球での気候値データを整備した。

【Abstract】 Isoprene, emitted primarily from plants, is the most abundant volatile organic compound in the atmosphere, and has been suggested to influence climate change through air quality degradation and aerosol-cloud formation. This study attempted to derive isoprene column amounts from GOSAT series thermal infrared (TIR) spectral data. Finally, it aims to provide data that will contribute to the elucidation of isoprene dynamics and its effects on the atmospheric environment. In this fiscal year, we have prepared the radiative transfer calculation software for TIR spectra (LBLRTM). In addition, global climatological data for trace gases, which are necessary as initial guesses for the analysis, were prepared.

1 背景 目的 方法

本研究は、全球でのイソプレンの動態を解明するために、GOSATシリーズ衛星搭載熱赤外スペクトルデータからイソプレンカラム量を導出する手法を確立することを目的としている。主に植物から放出されるイソプレンは、大気中で最も主要な揮発性有機化合物(VOCs)であり、化学寿命が1時間以下と短いことから大気質の劣化やエアロゾル・雲形成を介した気候への影響が示唆されている。本研究では、GOSAT/GOSAT2の熱赤外スペクトル(TIR)データからイソプレンカラム量の導出を試みる。さらに地上赤外分光観測から求めたイソプレンカラム量との比較を通じて衛星観測データを検証し、イソプレンの動態とその大気環境影響解明に資するデータとして提供することを目指す。

2 研究の 成果

本研究で設定した2つの課題について、初年度はそれぞれ以下のような進展があった。

(課題1) GOSATシリーズTIRデータのうち波数900 cm⁻¹付近のイソプレン吸収スペクトルについて、放射伝達式を使った逆問題(リトリバル)法を適用してイソプレンカラム量を推定する

- ・LBLRTMによる下向き放射伝達スペクトルとJacobian行列の計算環境を作成し、放射スペクトル計算を試行した(図1)。これにより、放射計算ソフトを活用した衛星観測スペクトルの計算に必要な技術要素の習得できた。

- ・GOSAT2/TIR L1Bデータ(version 220.221)のダウンロードと雲indexに基づいたデータスクリーニングの試行した。これにより、雲のない条件での観測スペクトルのみを選別できた。

- ・WACCMによる60年間シミュレーション出力から波数900 cm⁻¹帯に関連する分子の全球での気候値を作成した。これにより、リトリバル解析に必要な初期推定値データベースの基礎データを得ることができた。

(課題2) 得られたイソプレンカラム量と名古屋大学の地上FTIR観測で得られたカラム量とを相互比較し、観測精度を検証して解析手法を確立し、全球でのイソプレンの動態把握に資するデータを取得する

- ・地上FTIRにより夏期および冬期に日変動観測を実施し、明瞭なイソプレンカラム量の日変動を検出した(図2)。日の出時と南中時でカラム量が5倍以上変動していることを明らかにした。

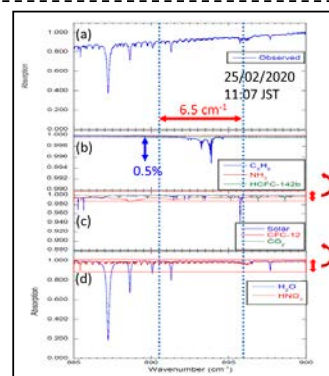


図1 放射伝達計算例

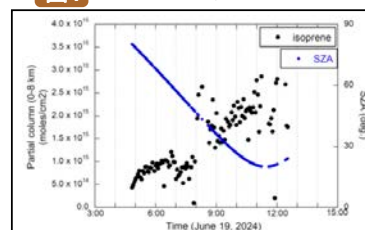


図2 地上FTIRで観測されたイソプレンカラム量日変動

3 成果展開の 状況

本研究で開発予定の解析ソフトウェアは、地上データ解析手法をベースにした微量成分解析に焦点を当てたものであり、イソプレン以外の大気汚染物質やVOCsの解析日応用できると考えている。今後、メタノールやギ酸などの揮発性有機化合物起源の大気汚染物質のカラム量導出にも展開していく。

【CJ24-30】P2024-2

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

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。

図省略

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

図省略

図2 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

【CJ24-48】P2024-2

農業用ため池の多面的機能解明に向けたリモートセンシングによる利活用実態解明

Investigation on the actual situation of agricultural reservoirs by remote sensing for understanding their multiple functions.

(研究代表者名) 渡部 哲史 (九州大学・大学院比較社会文化研究院)

Satoshi Watanabe (Kyushu University・Faculty of social and cultural studies)

【要旨】 本研究では農業用ため池を対象として、農林水産省や自治体により整備されたデータベース上のため池が実際に存在するか、利活用実態があるかどうかを衛星観測等のリモートセンシングから得られる情報を基に推計することに取り組んだ。本研究では福岡県糸島市、愛媛県西条市を対象地として、現地調査および管理者への聞き取り調査を基に、開発した手法を検証するためのため池GISデータセット開発し、それらの検証データを基に、衛星観測のNear infrared wavelength (NIR)により水域とそれ以外を区別する手法を開発した。既存の全球スケールのデータセットに比べて大幅に上回る検出数を持つ手法を開発することができた。

【Abstract】 This study focused on agricultural reservoirs, seeking to ascertain their existence and utilization. The investigation employed remote sensing techniques, specifically satellite observations, to collect data for analysis. A novel method was developed to differentiate between water bodies and other areas through the utilization of near-infrared (NIR) wavelengths from satellite observations. This method demonstrated a substantially higher detection rate compared to existing global-scale datasets.

1 背景 目的 方法

農業用ため池に関しては農林水産省および各都道府県により作成されたデータベースが存在する。しかしながら、全国に16万という膨大な農業用ため池が存在するため、全てに対して現地確認を行うことはできず、実際には既に存在していないため池が含まれていたり、記載ミス等により実際と位置や大きさが異なっていたりするなど、これらのデータベースには実態と異なる点が多数あることが知られている。加えて、実際に農業用ため池が存在する場所においても老朽化や維持管理者の高齢化等により十分に湛水されていないなど利用実態がないものも少なくない。本研究ではデータベース上のため池が実際に存在するか、利活用実態があるかどうかを衛星観測等のリモートセンシングから得られる情報を基に推計することに取り組んだ。

2 研究の 成果

(1) 現地調査および管理者への聞き取り調査を基に開発した手法を検証するためのため池GISデータセット開発した(図1)。本研究開発では福岡県糸島市、愛媛県西条市を対象地として技術開発を行った。衛星リモートセンシングデータからため池の存在を解明するためにはまずその正解となるデータが必要である。そこで、農林水産省や市町村により公表されているデータを基に、現地踏査や聞き取り調査によりため池の存在について確認し、それらに基づくGISデータを作成した。ため池が恒常的に水がない状況であるか否かという点などは最終的には聞き取りが必要であった。これらのデータは今後の手法開発の際の有益な検証データとなると考えられる。

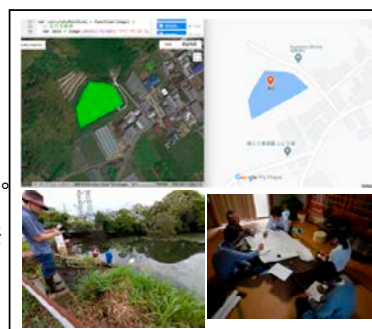


図1 現地観測や聞き取り調査によるため池GISデータセット作成

(2) 作成した検証データを基に衛星観測のNear infrared wavelength (NIR)により水域とそれ以外を区別する手法を開発した(図2)。既存の全球スケールのデータセットに比べて大幅に上回る検出数を持つ手法を開発することができた。樹林に覆われているため池や小規模なため池など、これらの手法において検出が困難な地点の特徴についても明らかにすることができた。



図2 ため池検出結果

(3) 本研究においてため池GISデータセットについて作成する過程において調査対象地におけるため池の利活用および維持管理の傾向が明らかとなった。具体的には流域外からの導水の有無がため池の規模等よりも、利活用状況を左右するという点である。これは本研究の主目的であるリモートセンシングデータの活用とは内容が異なるが、水循環の観点からは有益な知見であると考えられる。

3 成果展開の 状況

今回開発した手法はプロトタイプと言えるものであり、地域も限定されている。今後これらの技術を広域へと適用していくための技術開発を継続する。それらの技術開発が進むことにより、本研究で開発する手法は、農業用ため池の利用や維持管理実態の解明や、ため池に関する災害リスク解明の研究等、工学・農学分野の研究に活用されることが期待できる。

【CJ24-13】P2024-5

Web-GIS 型AI プラットフォームを用いたエネルギー・環境評価ツールへの気象・大気データの活用可能性の検討
Application of meteorological/atmospheric data to energy-environmental assessment tool by using Web-GIS AI platform

(研究代表者名) 林 希一郎 (東海国立大学機構名古屋大学)

Kiichiro Hayashi (Tokai National Higher Education and Research System
Nagoya University)

【要旨】

研究代表者らは、ARIESプロジェクト(<https://aries.integratedmodelling.org/>)のプラットフォームであるk.LABを用いて、エネルギー・環境評価を行ってきた。この中で、いくつかのモデルでは、気象データなどの大気に関連するデータを分析に用いてきた。本研究では、従来の大気データを補完することを目的に、本システムに活用可能な国内の気象や大気関係データを調査し、当該システムへの取り込み、及び当該システムへの活用可能性を検討することを目的とした。本年度は、各種の国内において整備されているグローバル環境データを調べ、k.LABシステムへの取り込み可能性を検討した。その後、ひまわりデータに着目し、k.LABシステムへの取り込みを試行した。具体的には、k.LABシステムで活用しているデータサーバであるGeoServerにインポートし、その後、k.LABシステム上への取り込みを行った。今年度は、アーカイブされているデータの取り込みを行った段階であり、リアルタイムデータへの連携には至っていないため、今後は、連携可能性を模索していく予定である。

1
背景
目的
方法

研究代表者はBC3の研究者らと協力し、ARIESプロジェクト(<https://aries.integratedmodelling.org/>)のプラットフォームであるk.LABを用いて、エネルギー・環境評価を行ってきた。この中で、いくつかのモデルでは、気象データなどの大気に関連するデータを分析に用いてきた。一方、これらのデータは、年間平均値データであったり、分解能がデータであるなど、イベントベースの細かい分析には適していなかった。そこで、本研究では、従来の大気データを補完することを目的に、本システムに活用可能な気象情報などの大気関係データを調査し、当該システムへの取り込み、及びk.LAB上での活用可能性を検討することを目的とした。

2
研究の
成果

本年度は、国内において整備・活用されているグローバル環境データを調べ、k.LABシステムへの取り込み可能性を検討した。その後、ひまわりデータに着目し、k.LABシステムへの取り込みを試行した。

(1)主として国内機関が整備・提供している気象関係データの概要を調べ、k.LABシステムへの活用可能性を検討した。具体的には、JAXA、理化学研究所、海上保安庁、国立環境研究所等が提供している気象、海洋状況、大気環境などのデータの仕様等を確認し、k.LABでの活用可能性の検討に資する基礎情報を収集した。その後、気象衛星ひまわり8, 9号のデータ活用可能性を検討した。

(2)ARIESでは、グローバルな気象データとして、Copernicus(<https://www.copernicus.eu/en>)との連携を図ってきた。各種のグローバルに整備されている気象関連データのうち、今年度は、日本の気象衛星であるひまわりデータとの連携可能性を模索した。ひまわりデータをダウンロードし、k.LABシステムで活用しているデータサーバであるGeoServerにインポートし、その後、k.LABシステム上に取り込みを行った(図1)。現在、当該データをk.LAB内で開発している各種エネルギー・環境評価の分析ツールへの連携作業を行っている。現時点では、アーカイブされているデータの取り込みを行った段階であり、リアルタイムデータへの連携には至っていないため、今後は、連携可能性を模索していく予定である。

(3)その他、k.LABシステムへの既取り込み済みGISデータについて、データの更新及び入れ替えなどの作業を実施した。具体的には、森林関連データ、流域データなどである。

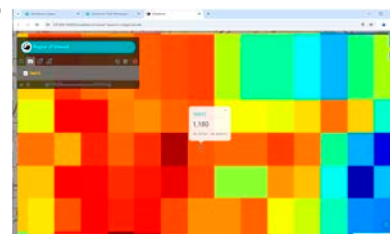
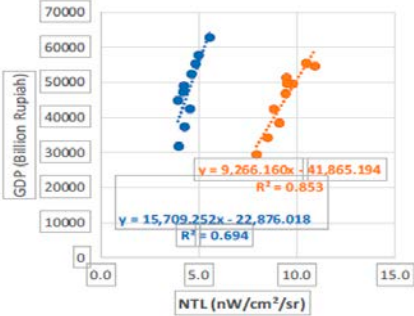
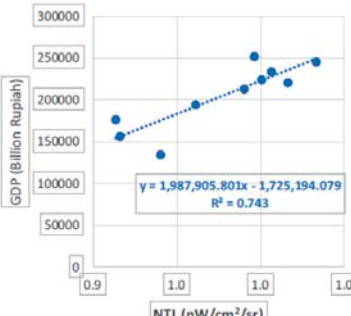


図1 ひまわりデータのk.LABへの取り込み例

3
成果展開の
状況

当該データをk.LAB内に活用できる形で整備することができれば、Copernicusとの連携に加えて、日本の衛星データであるひまわりデータを気象データとして分析に活用することが可能となる。

【CJ24-31】P2024-5 NPP-VIIRS DNBを使用したインドネシア・バリ島における国内総生産 (GDP) と夜間照明の関係 Association between gross domestic product (GDP) and Night-Time Lights from NPP-VIIRS DNB Remote Sensing Image Products in Bali Indonesia	
(研究代表者名) 大澤 高浩 (ウダヤナ大学) Takahiro Osawa (Udayana University)	
【要旨】	本研究は、2014年1月から2023年の10年間の衛星データから観測される夜間照明量 (NTL) とバリ島全9州 (デンパサール、バドゥン、ジャニヤール、タバナン、クlungクン、バンリ、ブララン、ジンブラナ、カラハッサム) と経済活動地域内総生産 (GRDP) との比較が行われた。バリ島の多様な経済構造には、観光、農業、漁業、貿易、小規模産業があり、地域内総生産 (GRDP) に貢献している。このような多様性が、夜間照明量 (NTL) と GRDP の間に様々な関係をもたらしていることが示された。
【Abstract】	This study was conducted in Bali Province, Indonesia, encompassing nine regencies and cities: Denpasar, Badung, Gianyar, Tabanan, Klungkung, Bangli, Buleleng, Jembrana, and Karangasem. Bali's diverse economic structure includes tourism, agriculture, fisheries, trade, and small-scale industries, all contributing to the Gross Regional Domestic Product (GRDP). This diversity may result in varying relationships between Nighttime Lights (NTL) and GRDP across regions, making Bali a unique case study for evaluating NTL as an economic proxy

1 背景 目的 方法	夜間照明量 (NTL) が社会経済活動の指標として利用できることが知られており、特に観光は、高い電力消費量を必要とする社会経済活動の一つであるとされている。インドネシア国のバリ島は、インドネシア国内、世界でも有数の観光地の一つであり、バリ島の経済収入の80%を観光業に依存している。バリ島の人口は、統計データによると、2000年に約300万人、2020年には約430万人と増加している。本研究の目的は、可視赤外画像放射計 (NPP-VIIRS) の昼夜帯 (DNB) プロダクトによる夜間照明量のリモートセンシングデータを用いて、社会経済活動と観光と関係から電力消費の空間的・時間的分布を積算する事である。本研究では、2014年1月から2023年12月まで10年間のNPP-VIIRS DNB画像データを用いて、観光地域であるインドネシア・バリ島における夜間照明量とGDP (名目GDP、実質GDP) の年変動の傾向を計算した。
2 研究の 成果	(1) 衛星データによる夜間照明量と社会活動の指針を示す手法とその相関性を提案した。 これにより、経済活動のモニタリングを衛星データから観測する可能性を示した。 (2) 2014年1月から2023年12月までのNPP-VIIRS DNB画像データを用いて、観光地であるバドゥン地域 (クタ、レギャン、スミニャク、ジンバラン等) におけるGRDPと夜間照明値の関係におけるの傾向を調べた。その結果、光量とGRDP (名目GDP、実質GDP) とともに増加傾向を示した。(図.1) バリ州全体としても、GRDPと夜間の光量の関係は、正の相関を示している。(図2) (3) 夜間の照明値を観測する衛星データから長期にわたる経済活動をモニタリングする技術を確立した。 これにより、衛星データ (夜間の照明量) を使用したその地域の経済活動の指針を示すことが可能となる。   図1 バドゥン地域におけるGDP (名目GDP、実質GDP) と夜間光量の関係 名目GDP (青)、実質GDP (オレンジ) 図2 バリ州全体におけるGDPと夜間光量の関係 2014年から2023年
3 成果展開の 状況	開発した本手法は、バリ島の経済活動と消費電力の有用な情報をもたらし、地域の発展と計画に貢献している。

【CJ24-43】P2024-5

ドローンおよび衛星画像を用いた効率的な水田モニタリングに関する研究

Study on efficient paddy fields monitoring 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、それぞれの収穫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、超解像処理を施した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

表1 各圃場の平均NDVI

1) 圃場単位のNDVIの平均値は、ドローンと衛星画像で大きな差はなかった。

	ドローン(P4M)	衛星(SuperDove)
Field 1	0.86	0.86
Field 2	0.89	0.89
Field 3	0.88	0.89
Field 4	0.88	0.89
Field 5	0.88	0.89
Field 6	0.89	0.88

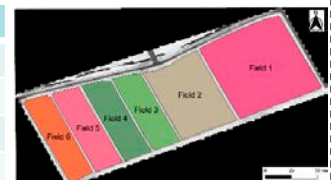


図1 対象圃場の配置

2) ドローン画像、衛星画像、学習済みのSwinIRを用いて超解像処理を施した衛星画像のそれぞれに対して、図1に示す圃場ごとにNDVIの標準化を行い生育のばらつきを推定した結果

(図2)、圃場内の生育のばらつきは、①ドローン画像と衛星画像で大きく異なること、②同期して空撮した数枚のドローン画像を用いて学習したSwinIRで超解像処理を施した衛星画像の品質は低下した、ことが分かった。

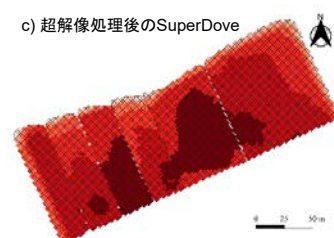
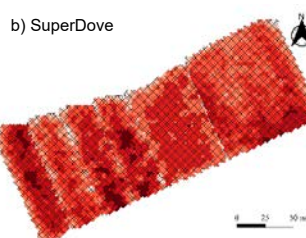
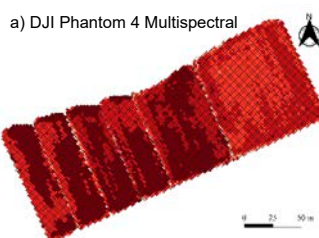


図2 生育のばらつきの推定結果

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稻病害が収量へ及ぼす影響評価」に活用される予定である。

【CJ24-04】SP2024-2

SKYNETデータを用いたHimawari-8 AHIエアロゾルプロダクト検証

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】 衛星搭載型光学センサにおける大気補正済地表面反射率は、高次プロダクトである植生物理量などの推定のために非常に重要である。快晴下で2024年に取得された5サイトのSKYNETデータを用いたJAXA提供のひまわり8/9号AHIエアロゾルプロダクト(H8/9 L3ARP)の比較検証、2021年~2023年に取得された3サイトのSKYNETデータおよびMODISプロダクト(MOD08_D3/MYD08_D3)を用いたCAMS EAC4エアロゾルパラメータの比較検証を行った。H8/9 L3ARPについてはSKYNETデータとAOD、AEともに良い相関があるが、AODのばらつきはCAMS EAC4より大きい。CAMS EAC4 AODについては、SKYNETデータおよびMODISプロダクトと強い相関があり、大気補正の良い入力パラメータとなりうる。

【Abstract】 Atmospherically corrected surface reflectance in space-borne optical sensors is very important for estimating higher-level products such as vegetation biophysical parameters. We compared the Himawari 8/9 AHI aerosol product (H8/9 L3ARP) provided by JAXA with SKYNET data at 5 sites acquired in 2024 under clear skies and compared CAMS EAC4 aerosol products with SKYNET data at 3 sites acquired in 2021-2023 and MODIS products (MOD08_D3/MYD08_D3). There is a good correlation between H8/9 L3ARP and SKYNET AOD and AE, but the variability of AOD is larger than CAMS EAC4. CAMS EAC4 AOD has a strong correlation with SKYNET data and MODIS products, and can be good input parameters for atmospheric correction.

1 背景 目的 方法

衛星搭載型光学センサにおける大気補正済地表面反射率は、高次プロダクトである植生物理量などの推定のために非常に重要である。JAXAが提供しているひまわり8/9号AHIエアロゾルプロダクト(H8/9 L3ARP)は空間・時間分解能において優れ、準リアルタイムで処理できる点で大気補正処理に組み込む上で非常に有利であるが、N/A領域も多い。一方、近年、CAMS EAC4再解析データを用いた大気補正処理を試みる例も見られる。そこで、今年度は2024年に取得された5サイトのSKYNETデータを用いたH8/9L3ARPの比較検証、2021年~2023年に取得された3サイトのSKYNETデータおよびMODISプロダクト(MOD08_D3/MYD08_D3)を用いたCAMS EAC4エアロゾルパラメータの比較検証を行った。

2 研究の 成果

1. H8/9 AHI L3ARP AODは、SKYNET AODと良い相関があるが、ばらつきはCAMS EAC4より大きい。H8/9 AHI L3ARP AEについてもAODより良い相関はあるが、非線形相関の可能性もある。
2. CAMS EAC4 AODについて、SKYNETデータとMODISプロダクトいずれとも強い相関があるが、FHKサイトでは約2倍高く、その理由は調査中。
3. CAMS EAC4 AODは大気補正処理の良い入力パラメータになり得るが、更新が遅く、準リアルタイム(NRT)処理には適さない。今後はCAMS NRTプロダクトなどについても同様の評価を行う予定である。

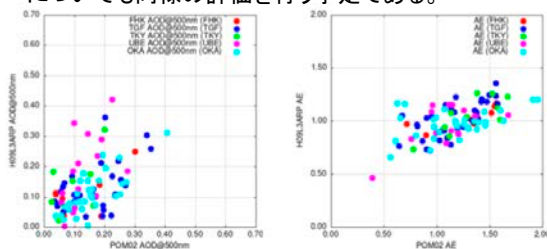


図1 2024年に取得された快晴下でのSKYNETデータとHimawari-9 AHIデータ(L3ARPエアロゾル光学的厚さ@500nm(左)・オングストローム指数(右))との比較

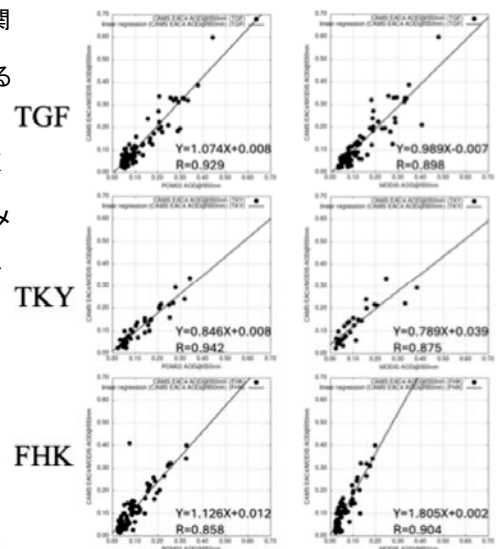


図2 2021年~2023年におけるCAMS EAC4データとSKYNETデータ(左)およびMODIS大気プロダクトとの比較(右) (TGF,TKY,FHKはサイト名)

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)、岡山大学一般教育棟B棟屋上(OKA)、山口大YUCARS(UBE)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、千葉大CEReS SKYNETで公開されている。

【CJ24-18】SP2024-2

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

Validation of satellite product estimation algorithm using climate model simulation data

(研究代表者名) 馬淵 和雄
Kazuo Mabuchi

【要旨】 全球気候モデル用の陸域植生分布データの改良版を用いた数値実験を行った。大気中CO₂濃度の再現性について改善がみられたが、低緯度の濃度再現性に改善の余地がある。土壌水分量とNPPおよび葉炭素量の年々変動に対応関係が見いだされた。陸域炭素量の長期トレンドに関しては、モデル内での炭素収支について改善の余地が残されている。今後さらに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】 Using the new land cover data, land surface – atmosphere full couple simulations with the global climate model were performed. Although the improvement was found about the reproducibility of CO₂ concentration in the atmosphere, it is necessary to improve the concentration reproducibility of low latitude. About the long-term trend of the amount of land area carbon, it is necessary to improve the carbon balance simulated by the model. It was confirmed that the influence of the soil wetness change to biomass change is great. We will continue the synthetical use of satellite data 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版を用いた数値実験を行った。改良植生分布データは、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)を基に作成した。改良植生分布データについては、特に亜寒帯域植生の混交林域面積の増加と、低緯度域におけるC4タイプ植生域面積の増加が改良されている。2016年から2020年までの5年間の数値実験計算結果を用い、特にGCOM衛星データプロダクトが整備されている2018年から2020年までの6月から8月の北半球暖候期について、陸域バイオマスと陸域諸要素の時間的・空間的変動の関係に関する解析を行った。土壌水分量とNPPおよび葉炭素量の年々変動に対応関係が見いだされた。大気中CO₂濃度変動の再現性については改善されたが低緯度の濃度再現性に改善の余地がある。陸域炭素量の長期トレンドに関しては、モデル内での炭素収支について改善の余地が残されている。

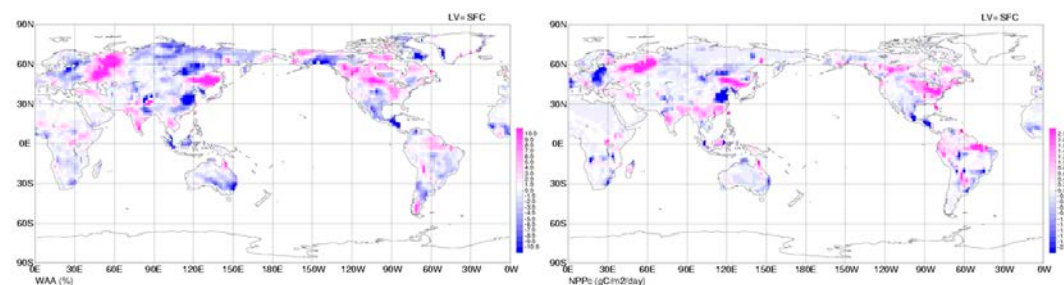


図 (左)土壌水分偏差(2019年8月) (右)NPP偏差(2019年8月)

3
成果展開の
状況

今後さらに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。

【CJ24-40】SP2024-2

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

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。大気汚染物質の動態を解明するには、輸送・拡散などの物理的側面と、化学的側面(光化学反応過程)の両方の理解が重要で、今回は後者にも焦点もあて福岡都市圏におけるホルムアルデヒド(HCHO)の動態について解析した。

*Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy

【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. Clarifying the spatiotemporal variations of air pollutants in urban areas, where the emission of air pollutants and photochemical reaction processes are complex, is important for understanding the atmospheric environment and photochemical reactions in the atmosphere. To elucidate these variations, both physical processes such as transport and diffusion, as well as chemical processes (photochemical reactions), must be considered. In this study, we mainly focused on the latter and analyzed the dynamics of formaldehyde (HCHO) over the Fukuoka urban area.

1
背景
目的
方法

大気汚染物質の発生・光化学反応化学過程が複雑な都市域での大気汚染物質の動態(時空間変動)を明らかにすることは、大気環境、大気中の光化学反応過程を理解する上で重要である。これまで都市圏における大気汚染物質の動態を明らかにするため、太陽散乱光を利用した地上からの分光観測、ならびに分光観測手法の高度化を行ってきた。大気汚染物質(微量成分)の分布は、輸送・拡散など物理的側面と、化学的側面(光化学反応過程)があり、後者に焦点をあて、太陽光を利用したPandora装置の地上からのリモートセンシング観測により福岡都市圏におけるホルムアルデヒド(HCHO)の動態について解析した。

2
研究の
成果

(1)福岡都市圏において地上リモートセンシング観測により得られたホルムアルデヒド濃度について解析したところ、冬季極小、夏季極大の1年周期の変動が卓越していた。変動性も夏季に高く、全日射量と正の相関関係がみられた。

(2)夏季について、2024年は2022年と比べて濃度が高く、日射量も多い。2024年は日射と関連して気温も高く、植物起源VOCsが増大要因の一つの可能性がある。日射量が多いが低濃度の事例は春季に観測され、二酸化窒素・オゾンも低濃度で、人為起源VOCsが春季は重要であることが分かった。

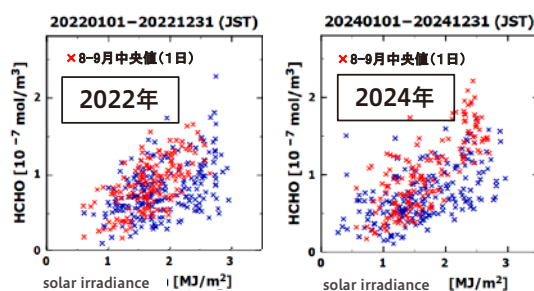


図5. 全日射量とホルムアルデヒド数密度の散布図(左2022年、右2024年。赤は8-9月について示す)。

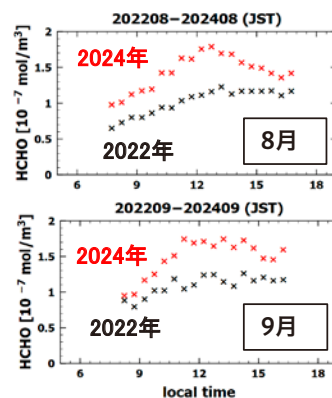


図1 地表ホルムアルデヒド濃度の日変動(中央値。上図8月、下図9月、黒色2022年、赤色2024年)。

謝辞: 福岡のPandora観測データはPGNサイトの地表L2データを、気象観測データ(福岡管区気象台における気温、全日射量、降水量等)は気象庁提供のデータをもちいた。

3
成果展開の
状況

引き続き福岡都市圏を中心に地上リモートセンシング観測データ、衛星観測データの解析を行い、衛星観測データ(TROPOMIやGEMS等)との比較・検証を行うとともに、MAX-DOAS法による大気汚染物質の鉛直分布の導出方法の高度化を継続する。

【CJ24-33】SP2024-3

IoT 技術を用いた環境モニタリングシステムの開発

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、モノとモノと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。

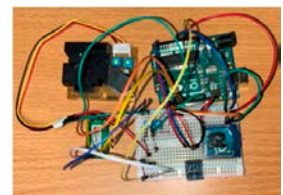


図1 開発したセンサ

(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技術を通じ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。2024年度は特に、未計測点(センサを配置しない箇所を密に)における環境値を求める手法を検討し、実測値との二乗平均平方根誤差がCO₂では3.2、温度では0.07を達成できることを確認した。

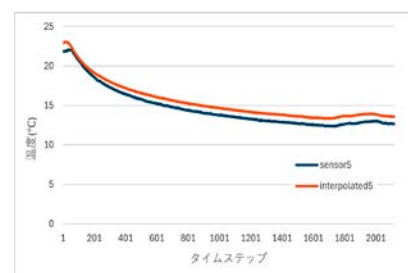


図2 補完手法を適用した温度のグラフ
実測値との二乗平均平方根誤差が0.07を達成

3 成果展開の 状況

本研究の成果の一部を2024年10月に韓国・済州島で開催された国際会議(International Conference on ICT Convergence)にて発表した。

また、本研究の成果を英文論文誌(Journal of Communications)に投稿し、掲載が決定した。

【CJ24-38】SP2024-4

CP-SAR 検証用UAV 搭載小型統合センサシステムの開発研究 / 波長データの検証
 Development study of UAV-equipped compact integrated sensor system for CP-SAR
 / Verification of wavelength data

(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】昨年度は、近赤外イメージング分光計の撮像データから、積雪の水分検知について転移学習による分類を行った内容についてポスター発表を行った。濡れているか、いないか、について積雪と路面についての分類は大よそ可能ではないかという結論に至った。

今年度は、この近赤外イメージング分光計を用いて『水分量』を求めることが可能か？について実験を行ない、解析を行った。積雪内での水分についての結果とはなるが、今後土壌水分『量』などへの拡張を検討している。

【Abstract】In the preceding year, a poster was presented on the classification of snow moisture detection from near-infrared imaging spectrometer data using transfer learning. The conclusion drawn was that it is possible to classify snow and road surfaces as wet or not. In the current year, an experiment was conducted to determine the "moisture content" using this near-infrared imaging spectrometer, and the results were analyzed. This year, we expanded our research to include the "water content" of snow cover, once again leveraging the NIR imaging spectrometer. While the results were obtained for water content in snow cover, we are considering extending the analysis to soil water content in the future.

1 背景 目的 方法

搭載の候補としてのイメージング分光計で水分の有無判別の可能性は得られたが、では、その水分『量』を求められるか、という観点が本年度研究の目的である。積雪内の水分量としての含水率と分光計の計測による反射率の関係から、水分『量』を求めることが可能か？ということで実験を行い、その画像を基に解析を行った。積雪を材料としたのは研究代表者にとっては扱った経験が多かったからである。今後はこの結果を援用して土壌水分量に適用したいと考えている

2 研究の 成果

(1) 波長により明らかに反射率が異なることが分かったので、水に対する反応性を示すと思われる以下の指標 SWIx を考えた。(NDVIIに相当?)
 2つの波長域の反射率から指標値を求め指標値画像を作成

SWIx: Snow/Water Index

$$SWIx = \frac{Ref(\lambda_1) - Ref(\lambda_2)}{Ref(\lambda_1) + Ref(\lambda_2)}$$

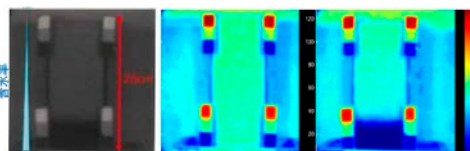


図1 観測画像と解析画像

(2) 乾雪と湿雪の反射率が異なることから、
水分の有無の判別可能性については、
 従来 IceとWaterの虚部の差が大きいことが
 その波長での反射率の違いになると考えられてきたが、
 IceとWaterの虚部の値が比較的近い、もしくはその値の小さい波長域、
 あるいはその差の急激な変化の無い波長域の方が

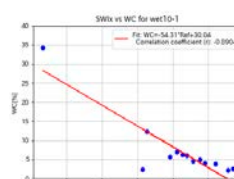
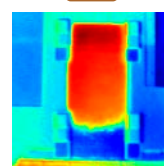


図2 指標化画像及び指標と含水率との関係

水分量を求めるには優位なのかもしれない？という結果になった。

(3) 土壌水分への適用を図るために、また『関東での積雪観測』のためにも観測装置を製作した。

VanGeuchetenModelを介して積雪内含水率と土壌水分を結びつけることを検討している



3 成果展開の 状況

イメージング分光計の適用範囲を拡大するためにも、上記VGModelにより土壌水分への適用、展開を検討している。

【CJ24-41】SP2024-4

国際月面計画への実用を目指す現場資源高利用型マイクロ波センサの開発

Development of microwave sensor adopted ISRU for international moon mission

(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交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、粒子加工を行い誘電体基板形状における強度測定を行った。

【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. I tried to lunar regolith simulant milling for make higher quality dielectric block. The strength test was carried out to antenna specimen of powder processed.

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、特性評価を行い、製造手法や環境の違いによる優位性を見出していく。

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を行っている。元となる素材は風化の影響を受けていない形状の微粒子で、粒度分布も広い素材である。これを粉砕した素材についてその形状を詳しく把握する為に走査型顕微鏡観察を行った。粉砕時間を増やすことで粒度が揃い、形状の鋭角具合が緩和していく(図1)。今までは素材形状を変えず成形するやり方が主流であったが、この作業により、オリジナルの粉末よりも精密差が要求されるアンテナ基盤においては精度よく平面が得やすいという成果が得られた。作業工程においても粒形の影響と思われる空洞等々の処理が緩和される為、作業時のコストが低減できる見込みである。

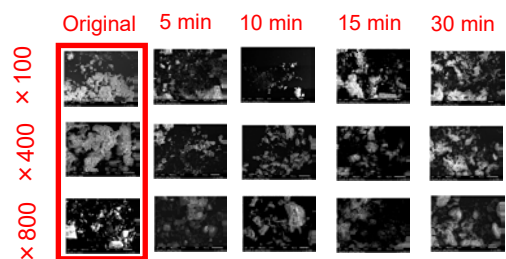


図1 成型前粉体の加工例及び走査型顕微鏡観察結果

(2) 誘電体基板で設計された形状の板材を作成し、三点曲げ試験を行った。試験向けサンプルと結果を図2に示す。図1の粒子を使用し厚さ2mmの基板作成に成功し、実使用において重要な強度測定を行った。最大5MPa程度の強度が得られていることが測定の結果明らかとなった。

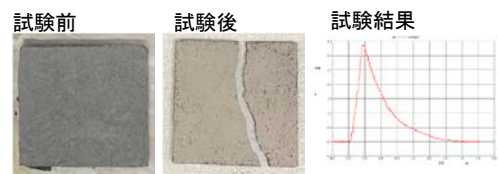


図2 三点曲げ試験用誘電体基板サンプルと試験結果

3 成果展開の 状況

月の砂をアンテナ用に利用する案は、現段階でも本研究が世界に対して先行している。目的を達成するためには粒径分布が広いマルチ酸化物微粒子を限られた素材や条件で結合させ、誘電体基板として高精度で製作する事が前提にあり、その手法が実現性に大きく関係している。より高精度に製造できる手法を検討中であり、将来的に実現可能な製造プロセスの中から条件を選定し加工を加えている。加工の手順は少ないほうが良いが、アンテナとしての性能を保持することを目的とした場合はこの限りではないと考え、供試体を作成し実設計に順じた形状で強度試験を実施できるまでに至った。

【CJ24-42】SP2024-4

原発・火山・極高温環境観測用マイクロ波センサの開発

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、環境暴露試験設備を立ち上げた。

【Abstract】 There is a demand for remote observation technology in environments where humans cannot approach, such as high temperatures. While general antennas are designed for use at temperatures below 50° C, this research aims to develop an antenna that can be used at temperatures over 500° C. The dielectric substrate of the patch antenna is made by ceramics that can withstand temperatures of over 1000° C, improving heat resistance and reducing space restrictions. We conducted a high-temperature, high-vacuum exposure experiment with a view to use in space.

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℃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、入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℃程度に耐えられ、500～700℃前後で使用することを想定し試験を行う。環境暴露耐性試験を行う。

2 研究の 成果

(1) 通常のアンテナでは50℃以下で使用することを想定し耐熱温度が100℃程度の誘電体基板を使用し設計されている。当研究では平面アンテナとしての誘電体基板に耐熱素材を採用することで、耐環境性が維持できるアンテナを開発している。図1の左図ではアルミセラミックス Al_2O_3 を使用しアンテナを試作したが、誘電率が3.7～7.9とバラツキがあり、よ設計通り高精度で製造可能で積耐性もより優れている $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ のコーディライト(図1右)を使用したアンテナを提案している。放射面はアルミセラミックス誘電体基板の時に採用した素材と同じものを使用し、広帯域円偏波アンテナの製作も可能となった提案する素材で実現可能となった。使用材料の選定が確立し、より様々な製造手法や設計が試せるまでに発展できた。

(2) 高温耐性目的としており、実用に向けて環境試験を行う必要があるが、図2に示す真空槽を使用することで、宇宙機向け環境試験が可能になる。図2の高真空槽は 10^{-5} Paまで可能な為、これに設置した加熱装置と併用することで、高温宇宙用耐性試験が可能となった。

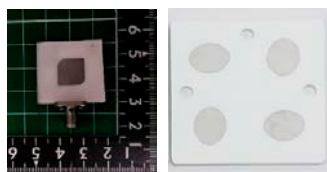


図1 耐熱素材を使用したアンテナ試作



図2 耐環境試験に使用する高真空チャンバー

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。幅広い設計に対応できるよう提案している。

【CJ24-37】SP2024-4,SP2024-6,P2024-1

合成開口レーダによる環境計測に関する研究

A study on environmental measurement by synthetic aperture radar

(研究代表者名)若林 裕之 (東北学院大学)

Hiroyuki Wakabayashi (Tohoku Gakuin University)

【要旨】 本研究では高分解能リモートセンシングデータを使用して薄氷域を検出することを目的としている。2024年2月下旬に北海道野付湾を観測したPlanetScope光学センサとSentinel-1 CバンドSARデータについて、薄氷域における現地観測データ(氷厚)と衛星データの相関解析を行った結果を示す。

・PlanetScope単バンド解析の結果、最も氷厚と相関が高いバンドはB4(Green II)であった。しかし、各バンドとも海水の反射率は氷厚20cm以上でほぼ飽和していて、光学センサで20cm以上の海水厚を推定することは困難である。

・Sentinel-1 SARの後方散乱特性は氷厚20cm付近においてピークを示す特性が得られた。

【Abstract】 This study aims to detect thin sea ice areas using high-resolution remote sensing data. It presents the results of a correlation analysis between in-situ ice thickness and the data observed by the PlanetScope optical sensor and the Sentinel-1 C-band SAR covering Notsuke Bay, Hokkaido, in late February 2024.

・The single-band analysis of PlanetScope data showed that Band 4 (Green II) had the highest correlation with ice thickness. However, the reflectance of sea ice in all bands was nearly saturated at ice thicknesses of 20 cm or more, making it challenging to estimate ice thickness beyond 20 cm using optical sensors.

・The backscattering characteristics of Sentinel-1 SAR exhibited a peak around an ice thickness of 20 cm.

1 背景 目的 方法

薄氷域の熱放射量は比較的大きいため、海水域における薄氷域の割合を把握することは、地球温暖化をモニタリングする上で非常に重要である。

高分解能リモートセンシングデータを使用して広範囲の薄氷域を検出することを目的とする。

2024年2月下旬に北海道野付湾を観測したPlanetScope光学センサとSentinel-1 CバンドSARデータについて、薄氷域における現地観測データ(氷厚)と衛星データの相関解析を行った。

2 研究の 成果

北海道野付湾の薄氷域(図1)について現地観測データ(氷厚)とPlanetScope光学センサおよびSentinel-1 SARデータについて相関解析を行った結果、以下の成果を得た。

(1)PlanetScope光学センサの解析結果から、可視近赤外域において最も氷厚と相関が高かったのはバンド4(Green II)であった(図2および表1)。

(2)Sentinel-1 SARの後方散乱特性は氷厚20cm付近においてピークを示す特性が得られた(図3)。



図1 PlanetScopeデータによって検出された薄氷域

表1 PlanetScope複数バンド重回帰分析結果

	coef	std err	t	P> t	[0.025	0.975]
B1	-4.4364	3.481	-1.274	0.219	-11.750	2.877
B2	-13.8472	7.495	-1.848	0.081	-29.593	1.899
B3	23.9856	12.961	1.851	0.081	-3.245	51.216
B4	21.1622	10.060	2.104	0.050	0.927	42.297
B5	-12.9159	6.022	-2.145	0.046	-25.568	-0.264
B6	-7.0913	9.690	-0.732	0.474	-27.450	13.267
B7	-9.1862	4.476	-2.052	0.055	-18.590	0.218
B8	3.2094	1.284	2.500	0.022	0.512	5.907

R-squared: 0.937 Adj. R-squared: 0.908

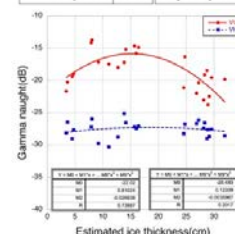


図3 Sentinel-1後方散乱係数の氷厚特性

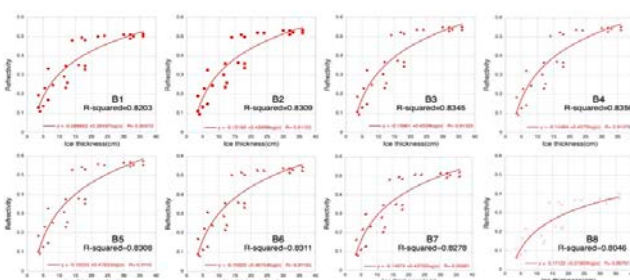


図2 PlanetScope単バンド相関解析結果(氷厚-反射率)

3 成果展開の 状況

若林裕之、北野谷太郎、長幸平: Sentinel-1およびPlanetScopeによる薄氷観測,雪氷研究大会(2024・長岡),新潟県長岡市,pp.192 (2024.9.17).

北野谷太郎,大山勝徳,若林裕之,長 幸平: PlanetScopeおよびSentinel-1データを用いた薄氷域の氷厚推定,日本リモートセンシング学会第77回学術講演会,山口県山口市, pp.69-70 (2024.11.27).

第27回環境リモートセンシングシンポジウム (2025.2.19-20).

【CJ24-08】SP2024-5

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
LST estimation from the single band TIR data

(研究代表者名) 森山 雅雄 (長崎大学)

Masao MORIYAMA (Nagasaki University)

【要旨】 GMS時代のひまわりに搭載されていた単バンド熱赤外センサの観測値から、雲判別、地表面温度推定アルゴリズムを開発した。観測輝度温度を高速に計算する簡易放射伝達コードを開発し、それを用いてAVHRRから得られた雲フラグ、地表面温度を真値として、雲判別基準、地表面射出率設定基準を決定した。

【Abstract】 We developed an algorithm for cloud discrimination and land surface temperature estimation based on the observational values of the single-band thermal infrared sensor installed on Himawari during the GMS era. We developed a simple radiative transfer code that quickly calculates the observed brightness temperature, and used it to determine the cloud discrimination criteria and land surface emissivity setting criteria using the cloud flags and land surface temperatures obtained from AVHRR as true values.

1 背景 目的 方法

- ・70年代から静止衛星による観測が続けられており、そのデータは気候値として利用可能なほどである。しかし、当時の静止衛星は、単バンド熱赤外チャンネルのみ有するものであり、単なる輝度温度データとしてしか利用可能性が検討されなかった。本研究は単バンド熱赤外データから、ECVの一つである地表面温度を推定するアルゴリズムを開発し、気候変動研究の基礎データの充足を図ることを目的とする。
- ・単バンド熱赤外データ、数値予報データを用い、AVHRR/LSTプロダクトを真値として、雲判別基準、地表面射出率を決定する地表面射出率推定アルゴリズムを開発する。

2 研究の 成果

- (1) GMS1-4の観測輝度温度を計算する簡易放射伝達コードを開発した。
これにより、様々な大気、地表状況における観測輝度温度が高速、高精度に計算できるようになった。(図1)

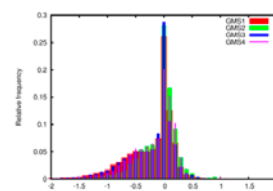


図1 簡易放射伝達コードの誤差

- (2) 雲判別基準として、地表面温度が気温である場合の輝度温度と実際の観測輝度温度を比較して、観測輝度温度がそれより低温の場合、雲と判定する基準を確立した。

- (3) 地表面射出率と地表面温度推定値の間で誤差伝搬解析を行い、射出率が一定でも地表面温度推定誤差が1[K]以下であることが確かめられたため、射出率を0.97に固定して地表面温度推定を実施したところ、同時刻に観測されたAVHRRから推定された地表面温度と比較し、差のRMS残差が3[K]未満であることが確かめられた。(図2)

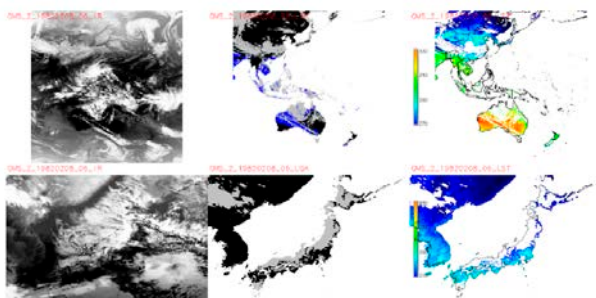


図2 1082/02/08 06Zの処理例

3 成果展開の 状況

開発した手法は、ECVである地表面温度の長期的な時系列データを推定するのに用いられる。すでに、CERESの処理設備に一部のルーチンを実装しており、安定なデータ提供ができるようにパラメータチューニングを行っている。

【CJ24-10】SP2024-5

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
 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】 全球規模の炭素循環を理解するうえで、植生バイオマス燃焼は無視できない現象である。しかし、農地や草原を管理するため、あるいは、農業残渣を焼却処分するために世界中で発生している小規模な燃焼については、その実態が十分に把握されていない。本研究は、静止気象衛星を活用しながら小規模な植生バイオマス燃焼を全球規模で把握するための手法を開発することを最上位目標とする。本稿では、そのための第一歩として、時空間分解能に優れたPlanetScope画像と機械学習手法 Random Forest による予測モデリングに基づき、小規模な植生バイオマス燃焼がいつ、どこで発生したのかを記録した、地上参照データの効率的整備手法に関する検討結果を報告する。

【Abstract】 Vegetation biomass burning significantly impacts the global carbon cycle, yet small-scale events for land management and crop residue disposal remain poorly documented. This study aims to develop a methodology for globally detecting such events using GMSs. As a first step, we propose an efficient approach to constructing ground reference datasets that record the timing and location of these fires. Our method integrates high spatiotemporal resolution PlanetScope imagery with Random Forest-based predictive modeling to enhance the detection and characterization of small-scale biomass burning.

1 背景 目的 方法

植生バイオマス燃焼は、全球規模の炭素循環を理解するうえで無視できない現象である。しかし、農地や草原を管理するため、あるいは、農業残渣を焼却処分するために世界中で発生している小規模な燃焼については、それがいつ、どこで発生したのか十分に把握されていない。小規模な植生バイオマス燃焼の実態把握は、地球規模での炭素循環をより深く理解するうえで重要である。本研究は、小規模な植生バイオマス燃焼を全球規模で把握するための手法開発の第一歩として、時空間分解能に優れたPlanetScope画像と機械学習手法 Random Forest による予測モデリングに基づき、小規模な植生バイオマス燃焼がいつ、どこで発生したのかを記録した、地上参照データの効率的整備手法について検討した。

2 研究の 成果

(1) 予測モデルのデータへの適合度と重要説明変数

2時期のPlanetScope画像のバンド1, 2, 4, 6, 7および8の画素値を説明変数、当該2時期に挟まれた期間に当該画素で燃焼があったか否かの2値を目的変数とした予測モデルを構築した。目的変数は燃焼の有無に関する現地情報を手掛かりとして、PlanetScope画像を目視判読して整備した。目的変数と説明変数から構成されるデータセットで、10分割交差検証を10回繰り返した結果、データに対する当てはまりの高い予測モデルが構築された (Kappa 0.906, Precision 0.953, Recall 0.950)。また、赤と近赤外(バンド6と8)が重要説明変数であることが示唆された(図1)。

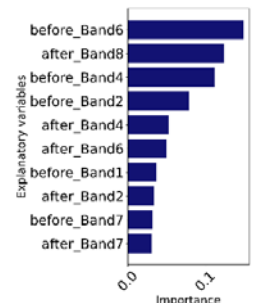


図1 重要説明変数 TOP10

(2) 観測間隔が予測性能に与える影響

説明変数の観測間隔の長短が予測性能に与える影響を比較した結果、間隔が短いほど予測性能が高くなることが確認された(短期間: Kappa 0.85, Precision 0.80, Recall 0.92; 長期間: Kappa 0.47, Precision 0.89, Recall 0.36)。とくに、Recallの低下が顕著であることから、観測間隔の増加により、燃焼の検出漏れが増加することが示唆された。

(3) 現地調査

PlanetScope画像を目視判読して整備した燃焼域ポリゴンの信頼性を検証するため、燃焼境界線をRTK-GNSSで測量した(図2)。また、燃焼の有無の判別に有効な観測波長帯を把握するため、燃焼前後の土地被覆スペクトルの計測を行った。今後、予測モデリングと現地調査で得られたデータに基づき、地上参照データの効率的整備手法の精緻化に取り組む。



図2 燃焼境界線(赤線)の現地測量

3 成果展開の 状況

下記1件の発表を行った:

(1) 杉本脩・島崎彦人・山本雄平・市井和仁. 静止気象衛星データによるバイオマス燃焼検出のための地上参照データ整備手法の検討. 第27回「CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム」, 2025年2月, 千葉. (ポスター発表)

【CJ24-21】SP2024-5

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

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、近畿地方の夜間のヒートアイランドが生じる要因を評価した。渦相関法による現地観測サイトのデータを用いて検証したところ、放射収支、顕熱フラックスはRMSEが30~40 W m⁻²程度で推定できた。夜間LSTは、建築物が密集する地域で生じており、その原因が日中の蓄熱が夜間に放熱されることが原因であると推定された。また、大阪府内の都市域はLSTが高いことで、夜間に顕熱フラックスが正となり、都市大気を冬季に0.3℃、夏季に1.4℃程度加熱するポテンシャルを有する可能性が示された。

【Abstract】

This study developed a satellite-based energy balance model using LST data from the geostationary satellite Himawari to assess the factors contributing to the nocturnal heat island in the Kansai region. Validation with ground observations showed that the net radiation and sensible heat flux were estimated with an error of 30–40 W m⁻². The higher nocturnal LSTs in denser built areas were attributed to greater heat released at night from daytime heat storage. The high LST in urban areas of Osaka Prefecture could potentially raise the urban air temperature by 0.3°C in winter and 1.4°C in summer.

1
背景
目的
方法

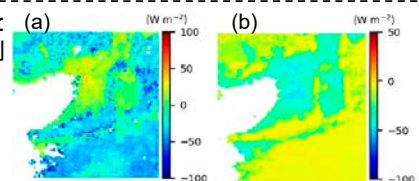
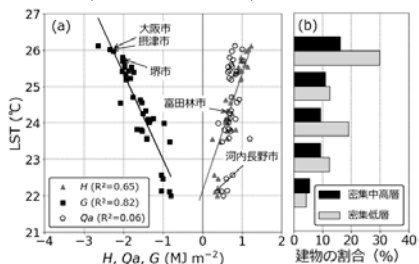
都市ヒートアイランドの原因評価のためには、都市域での熱・放射収支を広域的に評価する必要がある。一方で、地上観測のみからでは、熱・放射収支の広域評価が困難であるため、人工衛星データの利用が期待されている。これまでの都市域の熱収支に関する研究では、MODISやLANDSATをはじめとする極軌道衛星を用いた研究が盛んに実施されている。本研究では、高時間分解像度のデータが取得可能な静止衛星ひまわりのデータを入力とする熱・放射収支の広域推定を高時間分解能で実施するためのモデルを開発・高度化を進めている。今年度は、モデルを用いて、近畿地方の夜間のヒートアイランドが生じる要因を評価した。

2
研究の
成果

(1) 4つの観測点で夜間の顕熱フラックス(H)の精度検証を行ったところ、森林で35 W m⁻²、都市で18 W m⁻²であった。森林では、観測値に比べて H を負に過大評価する傾向が見られた。純放射量の推定精度は、森林で25 W m⁻²、都市で18 W m⁻²であった。

(2) モデルを用いて、広域熱収支を評価したところ、都市部では夜間の H は正の値を取り、森林の負値と比べて高い値を取った(図1)。伝導熱量(G)は、森林では0 W m⁻²近くの値であったが、都市部では負に大きな値を取り、夜間、建物からの熱が地表面に輸送される計算結果となった。

(3) 大阪府内の市町村平均の夜間 LSTは、 G が負に大きいほど、また H が正に大きいほど高くなった(図2a)。この結果は、日中の貯熱が夜間に放熱される地域ほどLSTが高く、またLSTが高くなることで大気への熱輸送が促進されることを表す。夜間の大気境界層を500 mと仮定すると、夜間の H は、大阪府内の都市部の平均で放熱により冬で 0.3℃、夏で1.4℃都市の大気を昇温させるポテンシャルがあると推定された。夜間のLSTが高い地域では、中高層建物が高密度に分布する傾向にあり(図2b)、日中の建築物への貯熱が夜間に多く放熱され、 H が夜間に大きくなる原因となっている可能性が示された。

図1 夜間の H (a)、 G (b)の推定値 (2020/4/29 19:00)図2 大阪府内市町村ごとの夏季の夜間の H 、人工排熱量(Qa) G とLSTの平均値(a)とLSTごとの建物の割合(b)。プロットは各市町村の平均値を示す。3
成果展開の
状況

以下を含む3件の学会発表、研究集会で成果を発表した。

- 小川実咲貴・植山雅仁・山本雄平・市井和仁・高梨聡・小杉。静止衛星ひまわりのデータを用いた夜間の熱収支・放射収支の広域推定。日本農業気象学会近畿支部大会，宇治，2024年11月16日。
- 小川実咲貴・植山雅仁・山本雄平・市井和仁・高梨聡・小杉緑子。静止衛星ひまわりのデータを用いた夜間のヒートアイランドの要因評価。日本農業気象学会2025年全国大会，熊本，2025年3月13～15日。

【CJ24-17】SP2024-6

UAVデータ解析による巨大前方後円墳の周濠探索

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)

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

【要旨】 岡山市にある造山古墳は全国の多くの前方後円墳に見られるような、水を湛える周濠は現時点では存在していないが、造山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。研究対象の古墳周囲一帯を囲む水田は、圃場整備により約1,600年前の地形は変化してしまった。しかし、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、濠の部分に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。そこで本研究では、3つの仮説を設定してUAV空撮画像を取得し、解析結果と明治期の切絵図との照合を行った。解析から、周濠跡かどうかを判断するのは現時点では難しいが、過去の地形の違いについては読み取れる可能性が示された。

【Abstract】 There is an unresolved archaeological controversy about whether there was a moat around the Tsuriyama tomb in Okayama City. This is because the moat-shaped land parcel was recognized in a map made in the Meiji period, but was lost on the west side of the mound due to the land consolidation project. The purpose of this study is to clarify the existence of the moat-shaped land parcel in the rice paddy field area on the west side of the mound from UAV images. As a result of the analysis, it was difficult to determine the site of the moat, but it was possible to identify a part of the rice paddy field area in the Meiji period.

1 背景 目的 方法

これまで岡山大学では、造山古墳周辺のUAVライダー画像と明治期の切絵図を比較し、周濠状の土地区画が切絵図で認められる一方、墳丘西側ではその後の圃場区画整備により失われていることを確認した。しかし、ライダー測量では、土地が改変されている場合には過去の状態を探索することは難しい。そこで、(仮説1)場所によって水田土壌腐植含量に違いがあるのではないか？腐植含量の多少の境界域が周濠・周堤の場所と一致するのではないか？：(仮説2)生育量・草高の差が現れた境界域が周濠・周堤の場所と一致するのではないか？：(仮説3)周濠跡を水稻の倒伏状況から把握できるのではないか？、これらの仮説に基づき2023年度から継続し、UAV-RGB空撮画像を取得し、解析結果と明治期の切絵図との照合を進める。

2 研究の 成果

これまでに得た成果は以下となる。

(1) 水田の中干後の8月1日に空撮した画像から、植生指数RGBVI画像を作成した。植生量が相対的に少ない場所が帯状に現れているのを確認した。帯状の幅は約20m程度あり、過去の調査結果から推測されている濠の幅と類似していた。

(2) 水田の中干後の8月1日DSM画像から田植直後の6月16日のDSM画像の差をとって約1か月半の間の生育の変化を調べたところ、草高が相対的に低い場所が帯状になって現れている水田を特定でき、この水田は(1)の水田と同一であることを確認した。

(3) 収穫期の10月6日のDSM画像から8月1日のDSM画像の差を撮って約2か月間の生育の変化を調べたところ、(1)の水田と隣接する水田のDSMが低くなっていた。現地調査と照合したところイネが倒伏した箇所と一致していた。

(4) 草高が低く、植生量が相対的に少ない場所が帯状になって現れている境目と、イネが倒伏した場所が連結しているように見え、加えて、水田区画の境界が重なった。このことから、周堤の境界部分ではないかと推察された(図1)。

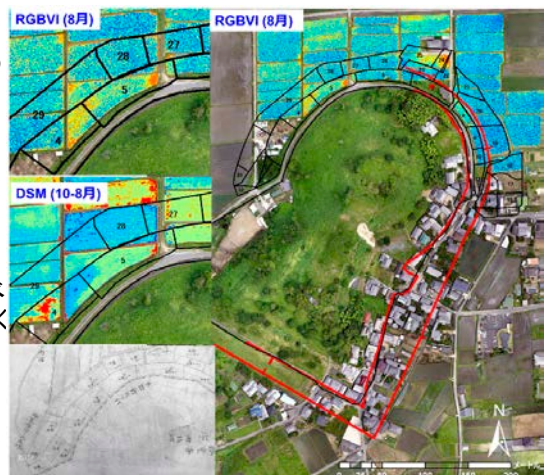


図1 明治の切絵図、周濠の平面形、RGBVI画像、DSM画像の重ね合わせ

3 成果展開の 状況

日本リモートセンシング学会及びAGU Fall Meeting2024において本研究の成果を発表し、国内外において情報発信を行った。また、本成果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に貢献するものである。

【CJ24-24】SP2024-6

洪水氾濫モデルを用いた東南アジア水田地域における病虫害拡散の評価

Evaluation of the diffusion mechanisms for pests and disease in the granary of Southeast Asia with flood inundation model

(研究代表者名) 朝岡 良浩 (日本大学・工学部)

Yoshihiro Asaoka (Nihon University・College of Engineering)

【要旨】 インドネシアでは病虫害が報告されている。数ヶ月に渡って洪水が継続するため、氾濫による病虫害の拡散を調査するため氾濫水の経路を再現する氾濫モデルを構築した。また、Citarum川上流域の水文・気象データや衛星データに基づいて洪水氾濫特性を解析した。2次元氾濫モデルを国内の河川に適用して、河川合流部における流れの停滞と氾濫水の挙動を再現できることを確認した。衛星画像からは浸水域の時空間分布と破堤点を抽出でき、水文・気象データからはCitarum川からの氾濫への寄与が大きい支川を明らかにした。

【Abstract】 Pest and disease outbreaks have been reported in Indonesia. To investigate their spread during prolonged flooding, a numerical model was developed to reproduce inundation pathways. Flood characteristics in the upper Citarum River catchment were analyzed using hydrometeorological and satellite remote sensing data. A two-dimensional numerical model was preliminarily applied to rivers in Japan, successfully reproducing flow stagnation and floodwater behavior. Satellite imagery revealed spatiotemporal inundation patterns and overflow points, while tributaries significantly contributing to flooding from the Citarum River were identified based on hydrometeorological data.

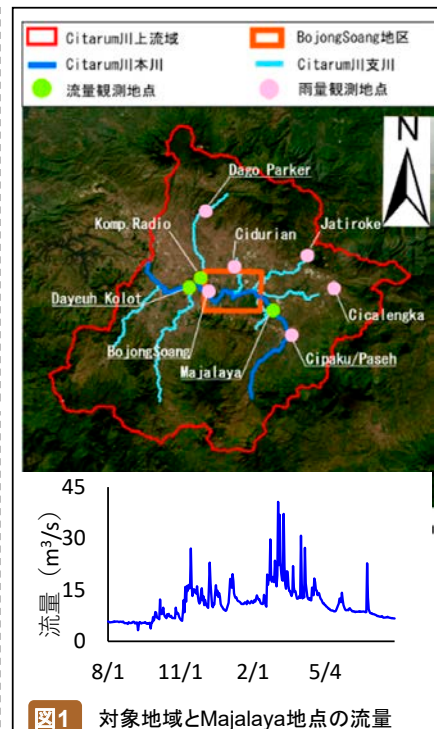
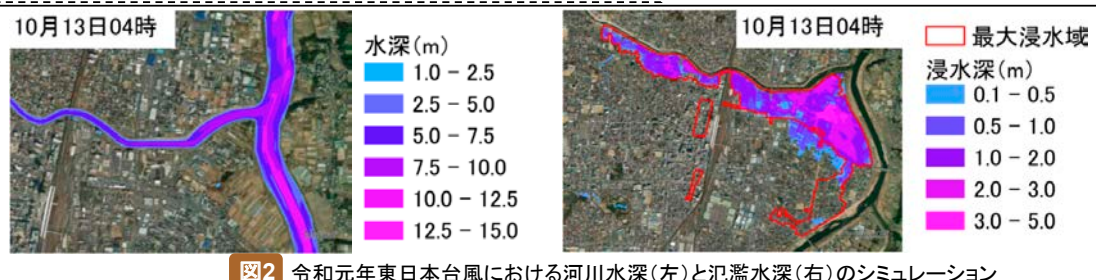
1
背景
目的
方法

インドネシアでは病虫害(いもち病やイネ白葉枯病)の発生が現地調査や衛星解析によって報告されている。図1に示すとおり雨季には5か月前後に渡って洪水が発生するが、洪水氾濫が病虫害の拡散に及ぼす影響を示した研究事例は少ない。対象とするインドネシアBojongsoang地区は複数の河川が合流する平野部であるため、流れの停滞によって氾濫が起こりやすい地域である。

本研究は複数の河川の流れと地表面氾濫水の流れを一体的に扱う2次元氾濫モデルを構築する。流れの式には連続の式と平面2次元の浅水流方程式を適用し、阿武隈川と逢瀬川の合流部でモデルをテストする。また、Citarum川流域の水文・気象データとPlanet衛星画像を収集して、農業地帯の洪水氾濫特性を明らかにする。水文・気象観測点を図1に示す。

2
研究の
成果

- (1) 2次元氾濫モデルを阿武隈川と逢瀬川の合流部に適用した結果を図2に示す。令和元年東日本台風に対して合流部の流れの停滞、氾濫箇所、氾濫域の状況を再現できた(図2)。今後、対象地域のCitarum川上流域に適用することにより、氾濫水による病虫害や栄養塩の輸送を明らかにする。
- (2) 衛星画像を用いてCitarum川上流域の浸水域を抽出して、通年の浸水域の拡大・縮小、氾濫の源となる破堤点を抽出した。これらのデータを用いて上記の2次元氾濫モデルを検証する。
- (3) Citarum川上流域の雨量・流量の観測データを用いて支川ごとに流出率を算定し、平野部の河川流量に対する寄与が大きい支川を示した。

3
成果展開の
状況

開発した2次元氾濫モデルをインドネシアの農業地帯に適用して検証している段階である。国内では背水によって内・外水氾濫が発生する河川において流域治水の実効性評価に応用されている。

【CJ24-34】SP2024-6

衛星データを用いた災害後の農業復興における社会関係資本の効果検証

Investigating the Effect of Social Capital in Post-Disaster Agricultural Recovery Using Satellite Data

(研究代表者名) 呂 沢宇 (東北大学・文学研究科)

Lyu Zeyu (Tohoku University・Graduate School of Arts and Letters)

- 【要旨】 この研究の目的は2つある。令和6年能登半島地震が水田耕作枚数に及ぼした影響を定量化すること、さらに、農業の減災に社会関係資本がもたらす効果を検証することである。Sentinel-1とSentinel-2の衛星画像を入力とした深層学習モデルを構築することで、水田耕作状況を分類するモデルを構築した。そのモデルと差分の差分法(Difference in Differences)を用いることで、災害による水田耕作枚数の増減を明らかにした。そして、ガウス過程回帰を応用したカーネル・マッチングを用いて、社会関係資本が減災にもたらす効果を推定した。その結果、社会関係資本と農業の減災には関連が小さいことが明らかになった。
- 【Abstract】 The objectives of this study are twofold: to quantify the impact of the 2024 Noto Peninsula earthquake on the number of cultivated rice paddies and to examine the effect of social capital on agricultural disaster mitigation. We developed a deep learning model that classifies rice paddy cultivation status using Sentinel-1 and Sentinel-2 satellite imagery as input. By combining this model with the Difference-in-Differences (DiD) method, we analyzed changes in the number of cultivated rice paddies due to the disaster. Furthermore, we applied kernel matching based on Gaussian process regression to estimate the effect of social capital on disaster mitigation. The results indicate that the relationship between social capital and agricultural disaster mitigation is relatively weak.

1 背景 目的 方法

令和6年能登半島地震は被災地の農業に多大なる影響を及ぼした。本研究は、地震の水田耕作への影響を、ミクロな地域レベル(農業集落レベル)明らかにすることを目指した。さらに、社会関係資本(人間関係の豊かさ)が、水田耕作の減災にどの程度寄与するかを明らかにした。衛星リモートセンシング研究は「どのように社会が変化したか」を分析することには有用だが、「なぜ社会が変化したか」を解明するには至らない。本研究は衛星リモートセンシングによって定量化した地表状況と、社会統計データを統合し、さらに計量経済学的手法を用いることで、「なぜ社会が変化したか」という問いに対する説明を与えることを目指した。

2 研究の 成果

(1) 衛星画像を入力とすることで水田の利用状況を分類するモデルを構築した。Sentinel-1とSentinel-2のデータを入力として用いた。教師データは、Google MapのStreet Viewを見て目視で水田耕作状況を判別することで作成した。学習させたモデルをテストデータに適合したところ、83%ほどの分類性能を示した。

(2) 差分の差分法(DiD; Differences in Differences)を用いることで、災害後の水田耕作枚数の増減を推定した(図1)。差分の差分法を用いるには、災害の被害のない地域の水田耕作枚数データが必要となる。本研究では山形県のデータを使用した。DiDの結果、能登半島北部と南部では地震により水田耕作枚数が減少していることが分かった、一方で能登半島中部は増加している集落が一定数分布していることが分かった。

(3) DiDで明らかになった水田耕作枚数の増減と、社会関係資本の関連性を明らかにした。社会関係資本の代理変数として、年間寄り合い回数を使用した。社会関係資本が減災に効果を持つのであれば、年間寄り合い回数が多い集落ほど、水田耕作枚数の減少幅が小さいはずである。ガウス過程回帰を応用したカーネル・マッチングを行い、検証したところ寄り合い回数と水田耕作枚数の減少幅との顕著な関連は見出されなかった(図2)。

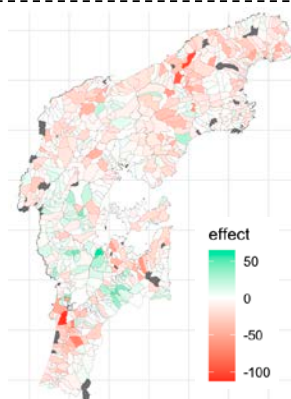


図1 災害が水田耕作枚数に及ぼした効果の推定値

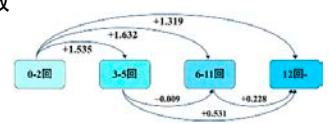


図2 カーネル・マッチングの結果

3 成果展開の 状況

本研究は、これまで隔絶していた環境リモートセンシングと社会科学の架け橋となるという点で大きな新規性を持つ。この2つの分野にまたがる研究を行うことで、リモートセンシング技術を社会的価値に繋げることができる。

また「どのような社会的要因が減災に寄与するか」を探るということは、将来的な防災計画を策定する上で重要な知見をもたらす。災害大国である日本において、このような研究は重要な意味を持つ。

【CJ24-46】SP2024-6

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稻生産量推定法の検討

Developing estimation method of rice yield based on simulation model with remote sensing

(研究代表者名) 本間 香貴 (東北大学・農学研究科)

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

【要旨】

現在日本の水稻生産では、省力化や有機農業の増加により、雑草害が顕著となる水田が増加している。本研究では乾田直播や有機栽培などの栽培を実施している水田を対象に、水稻生育と雑草量に関する調査を行い、さらにUAVリモートセンシングを行うことにより、雑草分布の定量化ならびに水稻生産への影響の定量化を目指した。一般的に有機農法など除草剤を使わないところでは、雑草が多く、収量が低下していたが、抑草が上手くいっているところでは、慣行農法並みの収量をあげている水田もあり、雑草管理の重要性が再確認できた。UAV画像と現地調査を基に機械学習で雑草の空間分布を示すことができた。今後は精度を上げるとともに、シミュレーションモデルも加えて雑草害の定量化を行うことを目指す。

【Abstract】

Current rice production is suffered by significant weed damage due to the increase in labor-saving or organic farming in Japan. This study conducted investigations of rice growth and weed in paddy fields including dry direct seeding or organic farming to quantify the seed special distribution and the impact on rice production by utilizing UAV remote sensing. Generally, no herbicide increased weeds and decreased rice yield. However, some fields attained yields comparable to conventional farming by suppressing weeds. UAV remote sensing with machine learning provide the spatial distribution of weeds. The information of weed distribution will utilize to evaluate weed damage on rice with rice simulation model.

1
背景
目的
方法

現在日本の水稻生産では、省力化や有機農業の増加により、雑草害が顕著となる水田が増加している。そのため効率的な雑草管理や、費用対効果の推定技術の開発が求められている。本研究ではそうした要望に応えるために、乾田直播や有機栽培などの栽培を実施している水田を対象に、水稻生育と雑草量に関する調査を行い、さらにUAVリモートセンシングを行うことにより、雑草分布の定量化ならびに水稻生産への影響の定量化を目指した。

2
研究の
成果

(1) 仙台市、南相馬市、浪江町において水稻生育と雑草量調査を行った(図1)。雑草量が増えるにつれ収量が低下する傾向がみられたが、図中の青丸で囲った3点では、雑草量に対して収量低下が著しかった。この圃場では多年生雑草であるクログワイが繁茂しており、雑草種に応じた評価が必要であることが示唆された。

(2) 図1の赤丸で囲った点には、有機栽培の水田が含まれており、除草剤を使わなくても雑草管理を適切に行うことにより、雑草量を減らし、高収量を維持することができることが示唆された。対象水田では、比較的多量の堆肥により生育を確保し、アイガモロボットの導入など、雑草発生初期の除草が念入りに行われていた。

(3) UAVリモートセンシングデータを基に、雑草調査地点情報を加えて機械学習を行い、雑草量の空間分布の定量化を行った(図2)。雑草が一樣に生えているわけではなく、大きな変異があることが示された。従来言われているような水口や畔からの侵入はそこまで顕著ではなく、欠株の発生などとの明瞭な関係性も見られなかった。水田の高低や、前年度の残存種子の影響など、多角的な解析を行うとともに、シミュレーションモデルと組み合わせて、水稻生産への影響の定量化を目指していく。

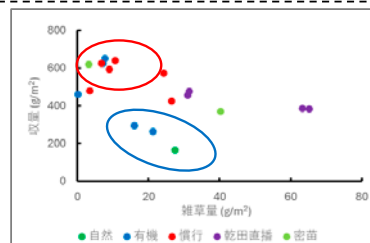


図1 雑草量と水稻収量の関係



図2 UAVリモートセンシングによる雑草量の定量化。■多、■中、■少

3
成果展開の
状況

農家への情報提供や、農業改良普及員の調査ツールなどを目指して開発を行っている。研究予算の申請も検討中である。

【CJ24-02】一般研究研究会 (P2024-1)

大気地上検証用機材性能向上研究会

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、数年以内に提案を出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、問題点が明らかになった点を改善するために、初号機のセンサ部分を2号機に移植する作業を進めた。

その作業が完了したので、今後は観測実験を行う予定である。



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部防
水対策強化

3 成果展開の 状況

本研究集会の支援で取りまとめた試作機の問題点を議論し、来年度は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。

【CJ24-26】一般研究研究会 (P2024-1)

ローカルセンサーとの複合利用を念頭にいたグローバルセンサ開発研究会

Global sensor development study group with combined use with local sensors

(研究代表者名) 石坂 丞二 (名古屋大学・宇宙地球環境研究所)

Joji Ishizaka (Nagoya University・Institute for Space-Earth Environmental Research)

【要旨】

近年、小型衛星によるローカル観測が注目される中、より高精度な中大型衛星との連携が求められています。中解像度グローバルセンサー「しきさい」は可視・近赤外・熱赤外の多波長・多方向の観測で高い評価を得ましたが、設計寿命を超えており、後継ミッションの策定が急務となっています。本年度はアンケート調査を実施し、関係者34名に対して、「しきさい」の強み、継続的なデータ供給、高頻度観測、波長の追加、さらには小型衛星を含む高解像度衛星やライダー等との連携を求める意見が寄せられました。12月25日の研究会では、アンケート結果やCONSEOの進捗状況を踏まえ、来年度以降の研究会の継続および関連機関との連携強化が決定されました。

【Abstract】

Small satellite local observations are gaining attention, but collaboration with larger, higher-precision satellites is needed. The GCOM-C ("Shikisai") mission, valued for its capabilities, has surpassed its lifespan, making a successor mission urgently needed. A survey of 34 related researchers emphasized the need for continuous data, high-frequency observation and collaborations with high-resolution sensors and LiDAR systems on other satellites. The meeting on December 25 confirmed the continuation of discussions and stronger cooperation with related organizations.

1
背景
目的
方法

近年、小型衛星によるローカルな地球観測が注目される一方で、機能面や校正精度において限界が指摘されている。それに対し、グローバル観測を主とする中大型衛星は、精度や観測範囲の面で優位性を持つ。今後は、これら両者のセンサーを組み合わせた運用の重要性が高まると考えられる。中解像度のグローバル可視・近赤外・熱赤外センサーミッション GCOM-C(「しきさい」)は、多くの研究成果を上げているが、設計寿命5年を既に超えており、後継ミッションの計画が待望される。そこで本研究会では、今年度小型衛星との連携も視野に入れた「しきさい」後継ミッションの可能性について、主に「しきさい」関係者を対象にアンケート調査を実施し、その結果をもとに、令和5年12月25日に研究会を開催し、議論を行った。

2
研究の
成果

(1) アンケート実施概要

・10月のJAXA共同研究シンポジウムの開催前後に、「しきさい」およびその後継機、小型衛星、並びに「しきさい」後継機と小型衛星との連携に関するアンケートを実施した。回答者は、「しきさい」を利用した共同研究の代表者および分担者を中心とする34名(海洋部門19名、大気部門7名、陸域部門4名、雪氷部門4名)が回答した。

(2) アンケート結果

- ・ほとんどの回答者は、可視・近赤外・熱赤外の高解像度グローバルセンサーであり、その多波長・多方向・偏光情報の高精度取得能力が評価されている。
- ・一方、データ配布システムに関する課題が多く指摘された。
- ・さらに、地球環境研究とモニタリング、コミュニティの発展のため、継続的なデータ提供を可能にする後継機の必要性を指摘する意見が大半を占めた。
- ・後継機の機能では、継続性が重要視されるとともに、観測頻度の向上や追加波長の搭載が求められている。高解像度化については、観測頻度が低下しない範囲で100m程度の高解像度化の可能性も提案された。
- ・また、小型衛星を含んだ別衛星を活用したメートルスケールのデータ取得や、ライダー等のアクティブセンサーとの連携の必要性についても意見が寄せられた。

(3) 研究会での議論と決定事項

アンケート結果およびCONSEOなど周辺状況を踏まえ、令和5年12月25日に開催された研究集会において、今後の方針について議論を行った。その結果、以下の事項が決定された。

- ・来年度も本研究集会を継続するとともに、名古屋大学宇宙地球環境研究所の研究集会への申請を行い、議論の場を拡大する。
- ・TFの活動を通じて後継機に関する議論を深め、CONSEOとの情報交換を開始する。
- ・今年度中にJAXAの地球観測に係る科学アドバイザー委員会に、後継機検討の開始を働きかける。

3
成果展開の
状況

本研究会での議論結果は、CEReSシンポジウムにて発表され、他のリモートセンシング研究者と共有されている。また、JAXAの地球観測に係る科学アドバイザー委員会やTFの活動に反映される予定である。

【CJ24-49】一般研究研究会(P2024-3)

学際減災サステナブル学研究会

Conference on Interdisciplinary Disaster Mitigation Sustainability Study

(研究代表者名) ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ (千葉大学・環境リモートセンシング研究センター)

Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (Chiba University・Center for Environmental Remote Sensing)

【要旨】 令和元年房総半島台風(台風15号)や令和6年能登半島地震等では、洪水や地形変化等による道路・港湾等に甚大な被害があり、これらの発災後の現地状況の情報不足が救急医療活動や支援活動を阻害した。本研究では、リモートセンシング、データサイエンス、防災学、救急医療学、社会学、災害応急対策活動等の学際的連携をはかり、衛星・地上ビックデータを活用した災害の軽減を目的とする「減災サステナブル学」創生を目指す。

【Abstract】 During the 1 Boso Peninsula Typhoon Faxai in 2019 and the Noto Peninsula Earthquake in 2024, roads, ports, and other infrastructure suffered extensive damage due to flooding and changes in the terrain. The lack of information on local conditions following these disasters hindered emergency medical activities and support efforts. This research aims to foster interdisciplinary collaboration in fields such as remote sensing, data science, disaster prevention, emergency medicine, sociology, and disaster response measures. Its goal is to establish "Disaster Mitigation Sustainability Studies," leveraging satellite and ground-based big data to reduce the impact of disasters.

1 背景 目的 方法

令和元年房総半島台風(台風15号)は関東地方では観測史上最大級の強度で上陸し、千葉県を中心に甚大な被害をもたらした。また、令和6年能登半島地震(M7.6)では、地震動や地形変化による建物や道路港湾等への被害も甚大であった。両ケースとも発災後の現地の状況の情報不足が災害医療活動や迅速な災害応急対策活動を阻害した。今後、同様な巨大台風や東南海地震、首都圏直下型地震等の襲来が懸念されている。そこで本プログラムでは、リモートセンシング、データ科学、防災学、気象学、地球物理学、災害医療学、社会科学の諸分野、現場である災害対策活動等の多分野横断連携を通じて、衛星ビックデータと空間AIを中核とした、AI減災サステナブル学領域の開拓を目指す取組を行い、災害予測・防災機能の強化やAI減災サステナブル学学際ハブの拠点構築を図る。本研究によって、科学的な災害予測、災害診断技術と社会科学的な意思決定手法が融合し、従来にない有益で効果的な災害危機対応策や災害危機管理技術が体系的な学問として確立し、発災前の災害予測情報、災害進行時の実時間災害観測情報、発災後24時間以内の現状把握、発災後の復興支援情報を提供するプラットフォームの実現と災害救急医療への社会実証、デジタルツイン災害対応科学の創生による災害レジリエントな都市、街づくりの実現が期待される。

2 研究の 成果

本事業の研究成果は下記のように述べる。

(1) 千葉大学国際高等研究基幹(IAAR)の総合知研究支援プログラム(J-PEAKS)で、「AI減災サステナブル学学際ハブ拠点形成」が採用になって、JAXA、気象庁、千葉県庁、DMAT、災害治療学研究所、名古屋工業、OCG等の様々な機関と一緒にリモートセンシング、データ科学、防災学、気象学、地球物理学、災害医療学、社会科学の諸分野、現場である災害対策活動等の多分野横断連携をしている。

(2) 衛星ビックデータと空間AIを中核とした、AI減災サステナブル学領域の開拓を目指す取組を行い、災害予測・防災機能の強化やAI減災サステナブル学学際ハブ拠点とデータサーバーを構築し始めた。

(3) ダブルディグリープログラム、国際共同研究プログラム、全学留学プログラム等をおして、大学院生(博士前期課程・博士後期課程)と学部生を輩出する。

(4) 2025年3月24日(月)に、千葉大学松韻会館にてAI減災サステナブル学学際ハブ拠点形成のキックオフセミナーを開催した。



図1 本プログラムの構成



図2 拠点形成キックオフセミナーの様子

3 成果展開の 状況

本研究は国内のJAXA、気象庁、千葉県庁、DMAT、災害治療学研究所、名古屋工業、OCG等、国外のBRIN、国立台湾大学、マレーシア国民大学(UKM)、セブルフノベンベル工科(ITS)、ボゴール農業大学(IPB)、韓国亞洲大学、バングラデシュ農業大学、シンガポール・A-STARと共同して、この技術は、東アジア・東南アジア・南アジア地域を中心に普及させる。

【CJ24-03】プログラム研究研究会(P2024-1)

衛星地球観測シナリオ研究会

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のC改訂版として発行した。

【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. We released the Grand Design rev. C in this fiscal year.

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に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2024年5月9日、5月23日、7月2日、8月20日、9月6日、9月19日、12月17日、2025年2月10日、3月10日(予定)の8回および2024年9月2日のTFのワークショップおよび9月17日の最終審査会を通して、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。2023年度に第4回衛星地球観測ミッション公募を発出し、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、9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。今年度は第4回公募の追加公募を実施しており、JpGUでの将来衛星ミッションのセッション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、19件の提案がなされている。これらの活動については、日本リモートセンシング学会の

秋季学術講演会で特別セッションを企画し、報告した。

さらに、ミッション検討会合を2月13日に実施し、

将来の静止軌道からの地球観測のあり方を議論した。

これらの活動と平行して、第3回公募の結果を反映した

グランドデザインC改訂を発行した。図1はグランドデザインC改訂版に示したミッションの俯瞰図である。

この他、衛星地球観測コンソーシアム(CONSEO)の環境共生分科会においてTFの活動を報告するなどの連携を図ってきた。



図1 グランドデザインC改訂版の俯瞰図

3
成果展開の
状況

本研究会を通して将来の地球観測衛星のグランドデザインを作成することを目標としており、今年度は第3回公募の結果を反映したグランドデザインのC改訂版を発行し、以下のホームページで公開している。

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

【CJ24-50】プログラム研究研究会 (P2024-1)

SKYNET-Japan研究会

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事が期待される。

2 研究の 成果

SKYNET-Japan研究会を月1回程度の頻度で合計9回 (4/25, 5/30, 6/27, 7/25, 8/28, 10/31, 12/19, 1/30, 3/27)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・今年度の方針
- ・新サイト・創価大学の観測場所などについて
- ・EarthCARE打ち上げ成功
- ・SKYNETおよびサイトオーナーのcontributionの見える化について
- ・SKYNET関連論文情報
- ・ピマイ出張報告
- ・プレスリリース
- ・JAXA RA4について
- ・サイト情報共有化について
- ・新SKYNETサイト(岡山、宇部)
- ・高山サイトのスカイラジオメーターAOTとMAX-DOASデータとの比較
- ・福江サイトのスカイラジオメーターの状況について
- ・ピマイサイトの維持について
- ・八王子サイトの新設
- ・新SKYNETサイト横浜の観測結果
- ・EXPO2025大阪への協力要請について
- ・黄砂と韓国森林火災の影響について

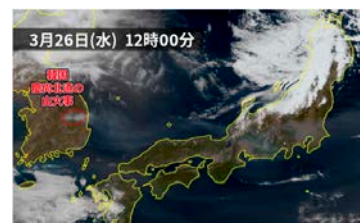


図1 黄砂に加え、韓国南東部からの森林火災のブルームが日本海側から東海地方に流入し関東南部まで運ばれている様子

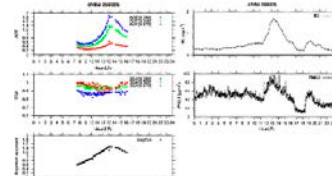


図2 千葉で観測された黄砂と韓国森林火災ブルームのエアロゾルの光学・物理特性

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。

CEReS 共同利用研究/研究報告2024

【CJ24-16】プログラム研究研究会(P2024-2)

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

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2024年10月3-4日に大阪公立大学にて実施した。18件の口頭発表・27名の参加者を得た。

【Abstract】

JapanFlux is an in-situ observation network for heat, water, and matter (CO₂, etc.) on the atmosphere, land, and large-scale estimation using this observation network is being actively conducted. In particular, collaboration between ground observation and satellite observation is expected. We had a joint seminar among groups from three universities in Japan, aiming at promoting cooperation among domestic researchers and students. This seminar is conducted in Osaka Metropolitan University on Oct 3 and 4 with 18 research presentations and 27 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2024年10月3-4日に大阪公立大学にて実施した。18件の口頭発表があり、27名が参加した。

2 研究の 成果

(1)陸域における熱・水・物質循環を研究対象にした地上観測・衛星観測・数値モデリングなどを扱う研究者・学生が集合して2日間の合同勉強会を大阪公立大学にて実施した(図1)。研究対象は、地上観測、衛星観測など多岐の手法、植生、都市、湖沼などの多岐の対象にわたる情報交換を実施した。さらに、大阪公立大学内の観測サイトの見学を行った(図2)。参加研究機関は、信州大学、大阪公立大学、千葉大学、であり、18件の口頭発表があり、30名が参加した。



図1

合同研究会(第8回陸域フラックス合同研究会)の参加者集合写真(10/3大阪公立大学(大阪府堺市))

(2)本研究会の報告として、CEReSニュースレターの2025年3月号に記事を掲載した。また、学生の声としても、各研究室より、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るので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。



図2

合同で見学を行った大阪公立大学内のフラックス観測サイト

(3)本会合は、定期的(第8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3名の学生が千葉大学に滞在し共同研究を進めた。

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として学生が単独で千葉大学に1週間程度滞在するな発展するケースもあった。

CEReS 共同利用研究/研究報告2024

【CJ24-47】プログラム研究研究会(P2024-3)

衛星・地上観測データを用いた地震準備過程 / 地震前兆現象の理解と地震予測に関する国際研究会
Int'l Working Group on Earthquake Preparation Processes /
Seismic Precursor Phenomena and Earthquake Forecast Using Satellite and Ground-based Data

(研究代表者名) 服部 克巳 (千葉大学・大学院理学研究院)

Katsumi Hattori (Chiba University・Graduate School of Science)

【要旨】 近年、地震前兆信号の複数の検出が報告されており、宇宙と地上からの新たな観測は、地震準備過程に関する新たな証拠を提供している。最新の研究では、地震前兆信号の統計的有意性、再現性、普遍性、予測への有効性が明らかにされつつある。本研究会では、地震前兆信号の短期地震予測への応用可能性を議論する一方で、地震前兆信号の生成と伝播のためのさまざまな物理的メカニズムを国際的な枠組みで調査研究を実施する。年に1~2回程度ワークショップ/シンポジウム/セミナーを対面・online等で実施する。また、本研究会の活動を共著論文としてまとめる。

【Abstract】 Various earthquake precursor signals have been reported in recent years, and new observations from space and on the ground are providing new evidence on the earthquake preparation process. Recent studies are revealing the statistical significance, reproducibility, universality, and predictive validity of earthquake precursor signals. While discussing the applicability of seismic precursor signals to short-term earthquake prediction, the work group will conduct research on various physical mechanisms for the generation and propagation of seismic precursor signals in an international framework. Workshops/symposia/seminars will be held about 1 or 2 per a year in person, online, etc. In addition, the activities of this research group will be published in collaborative papers....

1 背景 目的

下記のトピックスに関する調査研究を実施し、年に1~2回程度ワークショップ/シンポジウム/セミナーを対面・online等で実施する。①衛星・地上観測ビッグデータからの地震前兆信号の検出とそれを用いた予測に関する調査研究、②地震準備過程と地震前兆信号の物理に関する調査研究、③地震前兆信号の統計解析や機械学習等による検知等に関する調査研究、④地震前兆信号に関する理論、モデル化、室内実験、計算機シミュレーションに関する調査研究、⑤地震前兆信号のマルチパラメータ観測、検出、検証に関する調査研究、⑥大地震に関連した地震予知能力およびプロスペクティブ・テストに関する調査研究、⑦地震予測実証実験に関する調査研究、⑧その他 地震予測に関連する調査研究。

2 研究の 成果

今年度は当プログラムの支援期間外も含めて5つのセッション・研究会を企画・開催した。以下に簡潔に記す。
(1) 2024年5月26日日本地球惑星科学連合(JpGU)の2024年総会におけるM-IS04 Interdisciplinary studies on pre-earthquake processesセッションの企画・hybrid開催。口頭発表15件(うち招待講演4件)、ポスター発表13件。口頭発表では米国5件、台湾4件、中国3件、日本2件、イタリア1件、ポスター発表では学生など若手を中心で、日本8件、中国2件、イタリア2件、台湾1件。参加者はonlineを含めて60名程度。
(2) 2024年5月29~30日“第8回地震準備過程に関する国際ワークショップ(The 8th Int'l Workshop on Earthquake Preparation Process, - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEP8))”を千葉大学西千葉キャンパスにおいてhybrid形式で開催。口頭発表22件、ポスター発表18件の合計40件。中国、台湾、米国、ロシア、イタリア、日本の6か国から50名を超える(うち外国からの参加者29名、onlineを含む)の参加。
(3) 2024年11月29日 RIKEN-MOST会議。データ駆動型地震短期予測およびデータ同化に関する会議に参加。電離層電子密度変動や地球磁場電動の地震前兆現象を用いた地震短期予測の現状と問題点を理化学研究所の三好健正教授のグループと議論した。理研/千葉大の小槻教授、北京大・黄教授、南方科技大・韓准教授、中国地震局・陳博士、南方科技大ポスドク・陳博士、千葉大博士院生・李君の8名が参加(うち外国からの参加者4名)。
(4) 2024年12月10日 第74回地震電磁気セミナーを千葉大学西千葉キャンパスでhybrid形式で開催。対面で12名、Onlineで8名の参加(うち外国からの参加者2名)。中国南方科技大のHongyan Chen博士によるResearch Background In the Past Few Years: A Brief Review、千葉大学災害治療学研究所のRui Song博士によるThe 3-D electron density distribution before, during and after the M9.0 Tohoku-Okii earthquake on March 11, 2011が講演された。最新のトピック(地震電磁気信号の信号処理や電離圏トモグラフィ)についての講演で、参加者との間で活発な議論がおこなれた。
(5) 2025年2月18日 千葉大学西千葉キャンパスにて台湾国立中央大学劉教授、ミラノ工科大学Genzano博士らと次年度の本研究会の活動予定について打合せを行った。

3 成果展開の 状況

2025年7月以前の本プロジェクトの支援期間外も含むが、計5回の研究会/会合における参加者総数は約140名。講演数は口頭43件、ポスター31件、計74件であった(支援期間内に限定すると口頭6件)。本研究会を基盤に科研費基盤AやSなどに申請し、研究を展開していくことも合意。成果の公開は下記URLを参照のこと。
JpGU: https://www.jpгу.org/meeting_j2024/sessionlist_jp/detail/M-IS04.html
IWEP8: https://khattori-lab.com/iwep8/wp-content/uploads/2024/05/IWEP8-2024-program_and_abstracts-0526.pdf

CEReS 共同利用研究/研究報告2024

【CJ24-20】プログラム研究研究会 (SP2024-7)

第二回 若手による地球観測衛星研究連絡会

The 2nd Young Earth Observation Satellite Research Liaison Meeting

(研究代表者名) 金丸 佳矢 (情報通信研究機構)

Kaya Kanemaru (National Institute of Information and Communications Technology)

【要旨】

国内の衛星プロジェクトは多数活発に動いており、プロジェクトベースでの縦の繋がりは強くなっている。別のプロジェクト間の横の繋がりを、あるいは既存のプロジェクトの枠組みから飛び出すことも視野に、今後を担うであろう若手衛星研究者の顔合わせも兼ねた研究交流を実施した。地球観測分野を研究する学生や若手研究者、民間企業の従事者が参加し、センサー開発、プロダクト開発、応用研究に関する発表と議論を行った。

【Abstract】

In Japan, many satellite missions are active. For the future, collaboration between each satellite mission is important to plan the future satellite mission for solving the complicated problems in our society. The current proposal planned a meeting for sharing a vision of future Earth observation. About 30 participants including researchers, students, and employees in a private company were joined in the meeting, and the latest research topics about sensor and product developments and its application study and were presented.

1 背景 目的 方法

国内の衛星プロジェクトは多数活発に動いており、プロジェクト内での繋がりは強くなっている。この提案では、別のプロジェクト間の繋がりを意識し、あるいは既存のプロジェクトの枠組みから飛び出すことも視野に、今後を担うであろう若手衛星研究者の顔合わせも兼ねた研究交流の開催を目的とした。

研究集会の企画にあたり、日本気象学会の地球観測衛星研究連絡会からのサポートも受けて行った。衛星ミッションはステークホルダーが多いためセンサー仕様やミッション立案といった様々な調整を必要とするため、衛星プロジェクトについてJAXAの方による招待講演を企画した。また、将来の地球観測分野を担う学生がキャリアパスを具体化出来るように、研究機関・民間企業の職場紹介も企画した。

2 研究の 成果

(1) 2024年9月27日に千葉大学西千葉キャンパスの松韻会館にて「第2回若手による地球観測衛星研究連絡会」を開催した。衛星データを用いた研究開発に取り組む研究者・学生・民間企業の従事者ら約30名(オンライン含む)が参加した。参加者からセンサー開発、プロダクト開発、応用研究に関する研究成果を共有した。まず、人工衛星に関わる研究機関・企業で普段どのような業務内容を行っているのか職場(JAXA/RESTEC/NICT)の紹介をするセッションを行った。そして、研究紹介は「陸域・炭素循環」「大気」「国際連携」の3つのセッションに分け、計13名が発表を行った。また、「陸域・炭素循環」では、招待講演としてJAXAの田中一広氏を招き、地球観測衛星GCOM-Cに搭載されている光学センサーSGLIの構想から開発・運用に至る詳細を解説いただいた。「国際連携」では、JAXAの岡田和之氏から国際協力ミッションであるEarthCAREやPMMを例に、JAXAプロジェクトのライフサイクルについてご紹介いただいた。

(2) 本研究会の報告として、CEReSニュースレターの2024年10月号に記事を掲載した。また、日本気象学会の学会誌「天気」に開催報告の投稿準備をしている。

(3) 趣旨に賛同した参加者と連携し、次回の研究集会を企画する計画が生まれた。



図1 参加者の集合写真



図2 招待講演の様子

3 成果展開の 状況

研究交流だけでなく招待講演や学生向けの職場紹介の試みは参加者からおおむね好評で、研究集会は情報共有の場として機能した。また、休憩時間や懇親会では、普段の研究集会では接点の少ない「テーマは近いが、コミュニティとしては距離のある」研究者や技術者と意見を交わす機会を作ることができた。「肩ひじ張らずに議論できるユルい場」を維持しつつも、様々な試行を行いつつ、その経験を次の若い世代につなげていくことが今後の課題である。

【CJ24-01】一般研究

首都圏における大気浮遊物質の動態把握に関する研究

Research on understanding the dynamics of aerosol in Tokyo metropolitan area.

(研究代表者名) 岩永 博之 (東京電力ホールディングス株式会社)

Hiroyuki Iwanaga (Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.)

【要旨】

東京湾岸部において、上空のエロゾルを観測できる地点は極めて少ない。

本研究は、スカイラジオメータを横浜市内に設置し、その観測値と周辺地点との観測値比較および季節変化を検討した。観測値を月別で評価したところ、エアロゾル光学的厚さは4月が高く、8月にその値がばらつく傾向にあった。地点間比較をすると、横浜の1次散乱アルベドは周辺地点よりも低く、オングストローム指数は周辺地点よりも高かった。

【Abstract】

This study installed a sky radiometer in Yokohama City in order to understand the optical characteristics of aerosols above the Tokyo Bay area.

The observed values were evaluated by month, and the aerosol optical thickness tended to be high in April, and the value varied in August. A point-to-point comparison showed that the single scattering albedo at Yokohama was lower than that at the surrounding sites, and the angstrom exponent was higher than that at the surrounding sites.

1
背景
目的
方法

東京湾岸部などの大都市かつ工業地帯が隣接する地域では、大気汚染の監視を目的としてエアロゾルを地表面近くで測定しているが、上空のエロゾルに対する観測地点はそれに比べて極めて少ない。本研究では、東京湾岸部上空のエロゾル光学的特性を把握するために、スカイラジオメータを横浜市内に設置し、ここで得た観測値にSKYNETの解析アルゴリズムを適用し、エアロゾル光学的厚さ(AOT)、1次散乱アルベド(SSA)、オングストローム指数(AngExp)および気中あたりの粒径別体積濃度を求めた。横浜における観測結果と、既設の周辺3地点(越中島・千葉・つくば)における観測結果を比較検討した。

2
研究の
成果

(1) 2024年2月8日から10月15日までのうち晴天時のみを抽出し、横浜の観測結果と、既設の周辺3地点の観測結果とを比較検討した。

(2) AOT、SSA、AngExpの平均値を地点間比較した結果、横浜はSSAが他地点よりも低く、AngExpが他地点よりも高いことがわかった。AOTの平均値は、千葉が周辺3地点よりも低かった。次に横浜の観測値と周辺3地点の観測値との地点間相関をとると、横浜の観測値は越中島との相関が最も高かった。AOTの月別変化を比較検討したところ、地点間で大きな違いはないものの、4月にAOTが高く、8月にAOTの値がばらつくという変化傾向があった(図1)。SSAの月別変化を比較したところ、横浜は季節に関係なく周辺3地点よりも低く、特に5月はSSAが低い値をとっていた。

(3) これらの結果から、東京湾岸部に限ると、横浜が越中島と千葉に比べ、ブラックカーボンなどの微小粒子かつ光吸収性の高い粒子を多く含むことを示唆しており、東京湾岸部上空におけるエアロゾルの地域特性を地上観測から捉えた可能性がある。

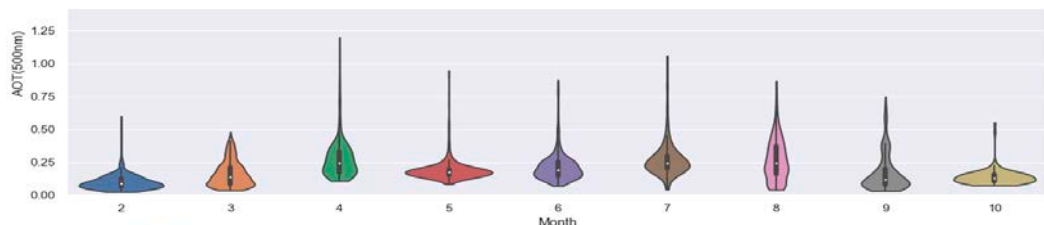


図1 横浜におけるエアロゾルの光学的厚さの月別分布(2024年2月から10月まで)

3
成果展開の
状況

本研究では、これまで明らかにされていなかった東京湾岸部西側上空のエロゾル特性を観測できたため、学会発表を行う予定である。今後は連続観測を継続し、東京湾岸部上空における通年のエアロゾル特性やその経年変化について検討を進める予定である。

【CJ24-05】一般研究

UAV-LiDARを用いた里山空間の高精細計測と教育的活用

High-definition measurement of "Satoyama" area and educational applications using UAV-LiDAR

(研究代表者名) 小倉 拓郎 (兵庫教育大学学校教育研究科)

Takuro Ogura (Hyogo University of Teacher Education)

【要旨】

里山は、従来人間が維持管理しながら活用してきた生業空間であり、森林資源利用や食糧生産などを通して維持管理が行われてきた。しかし、都市化に伴う里山空間の人為的地形改変や、高齢化に伴う維持管理者の減少により、荒廃した空間が生み出されてしまっている現状がある。そこで、本研究では、市登録文化財を地下空間に有する田谷の里山(横浜市栄区)をプロトタイプとし、里山の林床および林内空間を、UAV-LiDARを用いた高精細計測によってセンチメートルオーダーの地形図を作成した。また、教育的活動についても実施した。

【Abstract】 Satoyama refers to a traditional livelihood space maintained and utilized by humans through forest resource management and food production. However, due to anthropogenic landform modifications driven by urbanization and a decline in the number of caretakers resulting from population aging, many of these areas are now facing degradation. This study selected the Taya Satoyama in Sakae Ward, Yokohama City—which contains a municipally registered cultural property in its subterranean space—as a prototype site. Using UAV-LiDAR, we conducted high-resolution surveys to produce centimeter-scale topographic maps of the forest floor and interior. In addition, we carried out educational activities as part of the project.

1
背景
目的
方法

里山は、従来人間が維持管理しながら活用してきた生業空間であり、森林資源利用や食糧生産などを通して維持管理が行われてきた。しかし、都市化に伴う里山空間の人為的地形改変や、高齢化に伴う維持管理者の減少により、荒廃した空間が生み出されてしまっているという状況が本研究の背景としてある。本研究の目的は市登録文化財を地下空間に有する田谷の里山(横浜市栄区)をプロトタイプとし、里山の林床および林内空間を、ドローンを用いた高精細計測によってセンチメートルオーダーの地形図および木本の分布図を作成することである。このため、UAV-LiDARによる里山空間の計測手法を採用し、林床地形の可視化を実施した。

2
研究の
成果

- (1) UAV-LiDARを用いた里山空間の計測を実施した。これにより、林床地形を0.1 mの空間解像度を有する数値地形モデル(DEM: Digital Elevation Model)として表現することができた。
- (2) (1)で作成した地形図を用いて、里山空間上部の植生調査に関する教育的活動の基礎資料を作成した。
- (3) 研究遂行途中に公開された神奈川県オープンデータ(点群データ)を用いた地形表現との比較を実施した。これにより、UAV-LiDARのデータ取得が難しい地域でも同手法を導入し、空間計測や可視化を実施することができる可能性を示唆した。



図1 UAV-LiDARを用いた里山空間林床地形の可視化プロセス

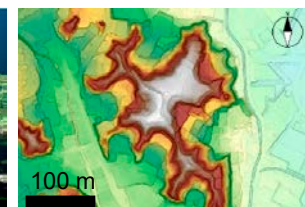


図2 オープンデータを用いた里山林床地形の可視化

3
成果展開の
状況

- ・開発した手法は地形学・文化財学・教育学などの研究に用いられている。
- ・研究成果を地形学・文化財学などの基礎研究に用いるだけでなく、近隣小学校や文教機関と共同した教育活動も実践している。

【CJ24-06】一般研究

次世代気象気候ライブラリSCALEを用いた大気科学研究

Research for atmospheric phenomena using a next generation weather and climate library SCALE

(研究代表者名) 佐藤 陽祐 (北海道大学・大学院理学研究院)

Yousuke Sato (Faculty of Science, Hokkaido University)

【要旨】 本研究では、理化学研究所を中心に開発されている、次世代気象気候ライブラリSCALEを用いて広範な大気科学研究を遂行するために、SCALEの改良・検証や物理コンポーネントの開発といった、基盤的な開発を実施した。具体的には、水同位体を直接扱うコンポーネントや陸面モデルをSCALEに実装することに着手した。また前年度までに行った数値実験の成果を発表するとともに、前年度までに開発したCO₂を直接扱うコンポーネントを結合したSCALEでの数値実験を行った。これらの計算結果を、CEReSで整備された衛星リモートセンシング、地上観測によって得られた観測データを比較して、数値モデルの検証を実施した。

【Abstract】 This study conducted fundamental developments of a meteorological model, SCALE for extensive atmospheric researches. In this fiscal year (FY 2024), we started to implement the land model, isotope model into SCALE. As well as the implementation of the models, we validated the CO₂ component of SCALE, which was implemented during the last fiscal year (FY 2023), through the comparison of the remote sensing and ground-based observation data provided by CEReS. In addition, we published a paper about the achievement in FY 2023.

1
背景
目的
方法

気象モデルSCALEは理化学研究所を中心に開発されている気象気候ライブラリであり、我が国におけるコミュニティモデルとして、SCALEを用いて研究を実施する研究者が徐々に増えている。それらの多くの研究はSCALEに実装されているパッケージをそのまま用いて実施される研究であるが、SCALEに実装されているパッケージではCO₂のような大気化学が対象とする物質や水同位体、さらには陸面を取り扱った数値実験を実施することができない。そこで、本研究では、水同位体や陸面モデルをSCALEに実装する開発を実施すること、前年度までに開発したCO₂を計算するパッケージの検証を実施した。この目的のために、CEReSで整備されているCO₂の衛星観測データとの比較を実施して、検証を実施した。

2
研究の
成果

(1) SCALEへの水同位体モデルと、陸面モデルの実装に着手した。

(2) 2023年度までに実施した研究課題(「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」、CJ23-01, FY2023)にて開発したCO₂を直接扱うコンポーネントを実装したSCALE(SCALE-CO₂)を用いて、数値実験を実施した。実験結果と関東地方を対象に実施されたCO₂の観測データとを比較してSCALE-CO₂の検証を実施した。その結果、2016年の8月についてはSCALE-CO₂の妥当性を確認できた(図1)。

(3) 2023年度までに実施した研究課題をまとめて米国気象学会の学会誌(Journal of Applied Meteorology and Climatology)投稿した論文の改訂作業を行い、Sato et al. (2024, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-23-0226.1>)として公開を行なうとともに、プレスリリースを実施した(図2)。

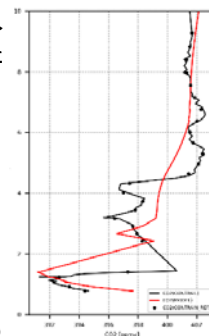


図1
2016年8月11日
20UTCに羽田付
近で観測された
CO₂濃度(黒)と
モデルの計算結
果(赤)

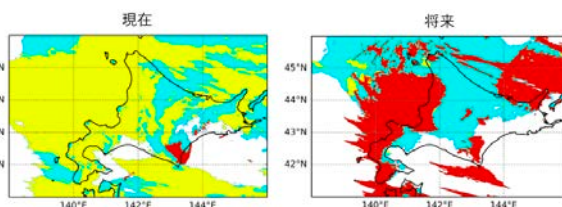


図2

Sato et al. (2024)をの結果に基づいて行なったプレスリリースの資料で用いた図。

(北海道大学プレスリリース資料、https://www2.sci.hokudai.ac.jp/faculty/wp/wp-content/uploads/2024/07/240719_pr3.pdfより抜粋)

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環境省推進費のプロジェクトで用いられている。またSCALEに実装している同位体モデルや陸面モデルは、将来的にこれらを研究対象とする研究者によって利用される見込みである。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。

【CJ24-09】一般研究

SKYNETデータを用いた大気環境の研究

A study of atmospheric environment with the SKYNET data

(研究代表者名) 久慈 誠 (奈良女子大学)

Makoto KUJI (Nara Women's University)

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

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

1
背景
目的
方法

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

そこで、本発表では空気サンプリング、リモートセンシング、並びに目視データを用いて奈良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。この他に、本学から約 7.5 km 離れた西部大気汚染測定局で観測された PM2.5 のデータと、約 1.5 km 離れた奈良地方気象台の視程観測データを用いて比較解析を行った。

2
研究の
成果

本研究で得られた成果は以下の通りである。

(1) OPC を用いて観測された粒径 (直径) $0.3 \mu\text{m}$ 以上の全粒子数濃度と、サンフォトメータによって観測された、波長 440 nm におけるエアロゾルの光学的厚さ AOT の相関を調べた (図1)。その結果、相関係数は 0.72 (データ数 88) と、比較的良好な正の相関を示した。これにより、大気全層と下層のエアロゾル量は概ね同様の変動を示していると考えられる。

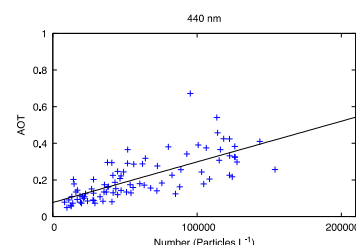


図1 エアロゾルの光学的厚さと粒子数濃度の相関。

(2) 粒径 $0.3 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の粒子数濃度と、質量濃度である PM2.5 の相関を調べた (図2)。その結果、相関係数は 0.67 (データ数 1565) となり、比較的良好な正の相関を示した。このことから、粒子数濃度と質量濃度は概ね同様の変動を示していることが分かった。

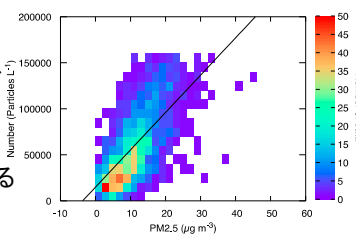


図2 粒子数濃度とPM2.5の相関。

(3) 晴天時における視程は主としてエアロゾルによる太陽放射の散乱で決まるため、エアロゾルの粒子数濃度と視程の相関を調べた。その結果、相関係数は 粒径 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ で -0.25、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ で -0.26、 $1.0 \sim 2.0 \mu\text{m}$ で -0.26、 $2.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ で -0.19、 $5.0 \mu\text{m}$ 以上で -0.09 となった (データ数 1565)。ここで、小粒子 ($0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$) の数濃度は平均的に1リットルあたり数万から数百個であるのに対し、大粒子 ($2.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ 、 $5.0 \mu\text{m}$ 以上) では数百から数千であった。このことより、視程は大粒子よりも小粒子の粒子数濃度の影響を受け、小粒子の数濃度が増加すると視程はより悪化すると考えられる。

3
成果展開の
状況

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

【CJ24-12】一般研究

諏訪湖における地下深部からのメタンバブル放出地点の検出

Detecting geological methane bubble emission points in Lake Suwa

(研究代表者名) 岩田 拓記 (信州大学)

Hiroki Iwata (Shinshu University)

【要旨】

長野県の諏訪湖では地下深部からのメタンバブル放出があることが知られている。湖表面凍結時の衛星画像を用いることで、バブル放出の可能性のある凍結していない穴を検出し、現地観測を組み合わせることで諏訪湖のメタンバブル放出地点の把握と全放出量の推定を行った。衛星画像の反射率のヒストグラムから、水面と氷を判別する閾値を決定し、凍結していない穴を検出することができた。現地調査の結果、穴の90地点のうち70地点でバブル放出が確認された。大規模放出地点のすべてと中規模放出の代表点においてバブル放出量の測定を行い、それを基に諏訪湖からの総放出量を推定した結果、 $15\text{--}17\text{ MgCH}_4\text{ y}^{-1}$ であった。

【Abstract】

Using satellite images taken when the lake surface was frozen, we detected unfrozen holes possibly due to bubble emission, and by field observations, we identified the methane bubble emission points in Lake Suwa. We determined a threshold value to distinguish between the water surface and ice, and detect the unfrozen holes. The field survey revealed that bubble emissions were confirmed at 70 out of 90 holes. The amount of bubble emission was measured at representative points, and the total emission amount from Lake Suwa was estimated to be $15\text{--}17\text{ MgCH}_4\text{ y}^{-1}$ based on the measurements.

1
背景
目的
方法

地下深くから放出される地質学的メタンは重要な放出源のひとつである。長野県の諏訪湖においても地下深くからのメタンバブル放出があることが知られているが、その全ての放出地点は把握されておらず、その全放出量も不明である。諏訪湖は冬季に全面結氷が起こるが、その際にメタンバブル放出地点は凍結せずに穴となる。衛星画像を用いることで、そのような地点を検出することが可能である。本研究の目的は、衛星可視画像解析及び現地観測により、諏訪湖のメタンバブル放出地点を把握し、全放出量を推定することである。PlanetScopeの高解像度衛星画像の反射率から水面となっている穴を検出し、現地調査によりバブル放出の確認を行った。また、代表点でバブル放出量を測定し、それを基に全放出量の推定を行った。

2
研究の
成果

(1) 諏訪湖が全面結氷した2018年の衛星画像の解析を行った。反射率のヒストグラムにおいて、氷に相当する反射率の高いピークと、水面に相当する反射率の低いピークが見られた。低反射率のピークは時間とともに高くなり、穴の拡大と穴の数の増加を意味している。ヒストグラムから氷と水面を区別する反射率の閾値を決定し、諏訪湖全面の凍結していなかった穴を検出することができた。

(2) 検出した穴の場所を航行し、バブル放出の確認を行った。その結果、90地点のうち70地点のバブル放出が確認された(図1)。バブル放出の規模も記録し、大規模放出が2地点、中規模放出が23地点、小規模放出が45地点であった。穴の大きさとバブル放出規模との間には関係が見られなかった。

(3) 大規模放出2地点と中規模放出の代表地点においてバブル放出量の測定を実施した。中規模放出については測定した平均値に地点数をかけて放出量を計算した。小規模放出は10地点分が中規模放出1地点に等しいと仮定した。その結果、諏訪湖からの総放出量は $15\text{--}17\text{ MgCH}_4\text{ y}^{-1}$ であると推定した(表1)。

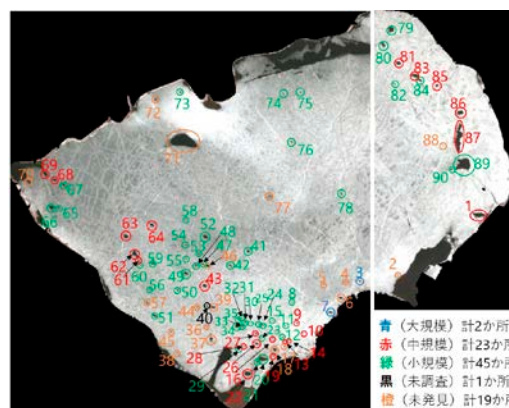


図1 確認されたバブル放出地点とその放出規模

表1 推定された諏訪湖からのメタンバブル総放出量と内訳

総放出量	大規模(2地点)	中規模(23地点)	小規模(45地点)
$15\text{--}17\text{ MgCH}_4\text{ y}^{-1}$	35%	55%	10%

3
成果展開の
状況

本研究の成果はデータ論文として公表する予定である。諏訪湖からのメタンバブル放出量は、世界的な地質学的メタン放出量のデータベースに登録することで、地球規模の放出量の推定精度向上に貢献する。諏訪地域の地下深くから放出されているメタンを捕集し、エネルギーとして活用する研究計画がある。本研究の結果はその機材の設計において基礎データとなる。また、その計画が実現された場合、大規模放出地点のメタンバブルを回収することで、総放出量の35%のメタンの大気放出を削減することが可能となる。

【CJ24-14】一般研究

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 (5)
Study on the outbreak and transport of the Asian dust by Himawari-8 Dust RGB and ceilometers (5)

(研究代表者名) 甲斐 憲次 (名古屋大学環境学研究科)

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

【要旨】

粒径別ダスト濃度は、大気中でのダストの滞留時間や沈着パターンを決定し、ダストストームやその環境への影響を理解する上で重要である。しかしながら、さまざまな地表タイプにおける粒径別ダスト濃度と植生分布との関係は、十分解明されていない。本報では、ゴビ砂漠からモンゴル草原を縦断するフィールド調査により、ダスト特性と植生の水平分布を明らかにした。研究成果は、第2回中央アジアダスト会議 CADUC-2(ウズベキスタン・ヌクス、2024年4月15-22日)で発表した。

【Abstract】 Understanding size-resolved dust concentrations is crucial for investigating dust storms and their impacts on the atmospheric environment. However, in-situ data across different surface types remain limited. In southern and northern Mongolia, the distinct surface transitions from desert to grasslands interspersed with trees creates a pronounced horizontal vegetation gradient. Surveys revealed horizontal variations in dust characteristics across the Gobi Desert–Mongolian grasslands. The part of the present research was published in the proceedings of the Second Central Asian Dust Conference CADUC-2.

1 背景 目的 方法

粒径別ダスト濃度は、大気中でのダストの滞留時間や沈着パターンを決定し、ダストストームやその環境への影響を理解する上で重要である。しかしながら、さまざまな地表タイプにおける粒径別ダスト濃度と植生分布との関係は、十分解明されていない。本報では、ゴビ砂漠からモンゴル草原を縦断するフィールド調査により、ダスト特性と植生の水平分布を明らかにした。

2 研究の 成果

植生はダストの発生を抑制し、また大気中のダストをトラップすることにより、ダスト濃度を低下させる。本研究では、このプロセスをフィールド観測により検証しようとした。研究対象地域(図1)は、ゴビ砂漠からモンゴル草原へと遷移する地帯がある。この遷移帯では顕著な植生の水平勾配が存在する。この植生分布が粒径別ダスト濃度に与える影響を調べるために、2015年と2016年の春、ゴビ砂漠のダランザドガドからモンゴル北部のウランバートルまでの600kmに及ぶ1日間のフィールド調査を実施した。

図2に示すように、植生分布は主に土壌水分量によって制御され、それが高度1.5mのダスト発生臨界風速にも影響を与えた。この閾値は砂漠地帯で約 $6.6 \sim 6.9 \text{ ms}^{-1}$ 、遷移地帯で $7.2 \sim 8.4 \text{ ms}^{-1}$ 、草原および森林地帯で $9.2 \sim 9.9 \text{ ms}^{-1}$ であった。ダスト濃度は植生条件に応じて変化し、植生は小さい粒子よりも大きい粒子の舞い上がりを抑える効果が高い。

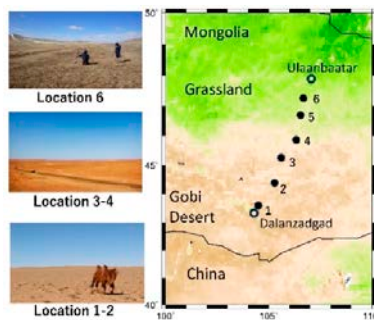
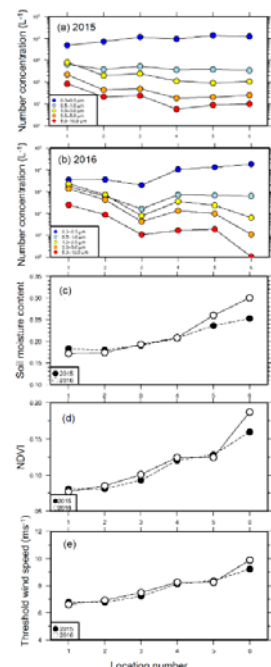


図1 ゴビ砂漠とモンゴル草原

図2

粒径別ダスト濃度 (a,b)、土壌水分 (c)、NDVI (d)、ダスト発生臨界風速(高度1.5m) (e)の水平分布



3 成果展開の 状況

この研究成果は、CADUC-2で発表した。Kai, K. et al. 2024: Study on the Asian dust emitted from the hotspot in the Gobi Desert 01002. E3S Web of Conferences, Vol. 575-01002, Second Central Asian Dust Conference (CADUC-2 2024), Nukus, Uzbekistan, April 15-22. ダスト粒径別濃度と植生に関する成果は、日本気象学会英文レター誌に投稿中である (Kai et al., 2025)。次年度は、改稿作業を行い、受理を目指す。また、2013年、モンゴルのダランザドガドに設置した小型ライダー(シーロメーター)のデータを整理して、乾燥地域のダスト量を推定したい。

【CJ24-15】一般研究

合成開口レーダ搭載マイクロ衛星用FPGAの開発

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、昨年度は最新のローエンド FPGA を用いた処理システムを検討した。本年度はシステムへの通信系を整備し、接続および動作検証について検討した。

【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 recent low-end FPGA. This year, we considered connection test to the designed system.

1
背景
目的
方法

現在、千葉大学環境リモートセンシング研究センターでは、地表環境・表層における様々な情報を精密かつ高精度に観測でき、世界初かつ日本独自の技術による円偏波合成開口レーダ (CP-SAR) センサ搭載のマイクロ衛星を開発している。本研究では、マイクロ衛星のコマンド・データハンドリングにもっとも重要な部分である中央制御部の構成のため、CP-SAR の高速処理に最適な FPGA の開発を行う。昨年度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。本年度はその接続および動作検証について検討した。

2
研究の
成果

(1) 昨年度、CP-SAR 画像処理部を FPGA 評価ボード ZYBO Z7-20 (図1) 上に構築した。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。このボードは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) を受けている。ただし、昨年度まではシミュレータ上の実験までしか完了していなかった。



図1 使用したFPGAボード
ZYBO Z7-20

(2) 本年度は作成システムを実際に動作させ、Ethernet 通信を通じて接続および動作検証を行った (図2)。当初 SPI 通信においてはエラーが発生していたが、

(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。

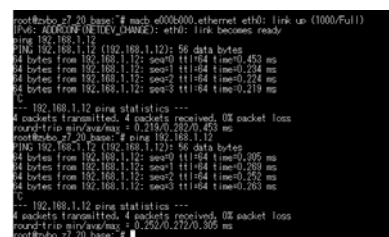


図2 接続および動作検証風景
外部装置と適切に通信できている。

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。

【CJ24-27】一般研究

マイクロ波円偏波アンテナの研究と環境計測への応用

Studies of Microwave Circular Polarization Antennas and its Application to Environment Sensing Systems

(研究代表者名) 瀧澤 由美 (統計数理研究所)

Yumi Takizawa (The Institute of Statistical Mathematics)

【要旨】

統計数理研究所 瀧澤研究室と千葉大学 ヨサファット研究室が共同して、高性能小型なマイクロ波円偏波アンテナアレイの研究と試作の性能評価を目的とする。

瀧澤研究室は、理論的検討に基づく新しい構成案を考案し、シミュレーションで動作を確認する。ヨサファット研は、試作に基づいて開発アンテナを測定・評価を行った。研究成果は、瀧澤研は陸上および海洋の環境計測を、またヨサファット研は、小型航空機による地形、植生、地震等の観測への適用について研究した。

【Abstract】

The Takizawa Laboratory at the Institute of Statistical Mathematics and the Josaphat Laboratory at Chiba University are collaborating to research high-performance, compact microwave circularly polarized antenna arrays and evaluate the performance of prototypes.

1
背景
目的
方法

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X-bandマイクロ波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りも特センシングシステムの構築を目的とする。

2
研究の
成果

(1) 多層ストリップライン共振器型アンテナアレイ

広帯域平面型円偏波アンテナを、3Dコンピュータシミュレーションにより設計した。マイクロストリップラインによる給電(2層)と、共振器型アンテナ(3層)により構成される。図1は、放射方向(z軸)から見た共振器アンテナの写真である。

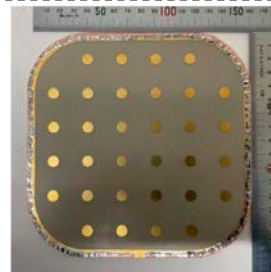


図1 平面型円偏波アンテナの試作

(2) 電気的特性

千葉大学 ヨサファット研究室の協力により、電波無響室にて特性評価を行った。これを図2に示す。

電波無響室で計測した指向性利得 vs. 水平面の角度 (degree)を図2の実線で示す。上記のシミュレーションによる指向性利得 vs. 水平面の角度を点線で示す。

実測とシミュレーション結果の間に良好な一致が見られる。

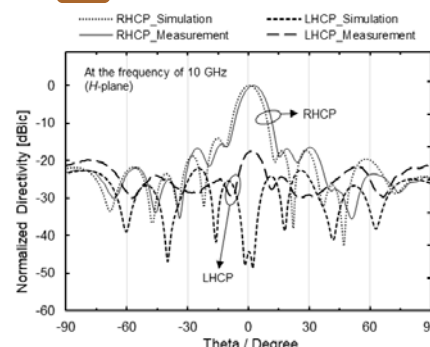


図2 指向性利得(dBi)

(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/URUS2024, pp.651-652, 14-19 July 2024, Florence, Italy.

3
成果展開の
状況

低域マイクロ波帯の円偏波アンテナを開発し、フィールド実験を行う。実験は北見工業大学の館山研究室の協力を得て、北見工業大学内の実験水槽とサロマ湖で実行する。

【CJ24-28】一般研究

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
Quasi-realtime updating and gridding of air pollutant concentrations in Japan

(研究代表者名) 早崎 将光 (一般財団法人 日本自動車研究所)

Masamitsu HAYASAKI (Japan Automobile Research Institute)

【要旨】 衛星リモートセンシングによる大気カラムNO₂から地上NO₂濃度を推計するために、地上NO₂観測値に換算するための統計的関係について調査した。地域・季節ごとに検討すると、九州・瀬戸内など西日本側で回帰直線の傾きが大きく、大都市近郊では傾きが小さかった。また、冬は決定係数R²が大きいですが、夏には小さく、地域差が大きくなる傾向にあった。

【Abstract】 To estimate ground-level NO₂ concentrations from satellite remote sensing of atmospheric column NO₂, we investigated the statistical relationship for conversion to ground-level NO₂ observations. The slope of the regression line was large in western Japan, such as Kyushu and the Setouchi, while the slope was small in the suburbs of large cities.

1 背景 目的 方法

衛星リモートセンシングによる大気汚染物質計測は、広範囲の大気汚染物質濃度(大気カラム量)を同時観測できるが、都市内部の空間的な不均一さは、排出源の多様さ・衛星リモセンの空間解像度の制約などから捉えることが難しい。一方、日本国内には1000局以上の大気汚染物質の常時監視局(常監局)が展開されているが、常監局は都市域に偏在しており、測定局近傍から排出される汚染物質の影響を受けやすい。本研究では、衛星リモセンデータからの地上濃度推計とその応用的な利用を目的として、まずは衛星リモセンデータと地上測定値との関連性を調査し、大気カラムNO₂からの地上NO₂濃度の簡易的な推計を試行した。

2 研究の 成果

(1) 衛星リモセン測定と地上測定値との時空間解像度の比較解析のために、両データの品質管理を施した上で等緯度経度間隔(0.25°×0.25°)の格子平均値(日別値)を作成した(図1)。

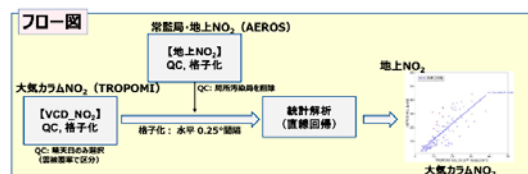


図1 地上NO₂・大気カラムNO₂の解析フロー

(2) 日別のカラムNO₂と地上NO₂濃度(14時)の対応関係について、都市域格子(常監局5局以上)で回帰直線を算出して、地域・季節ごとの傾向を調査した

(3) 全国の都市域格子(63個)における回帰直線の傾きを季節ごとにみると、冬は地域間の差は小さく回帰直線の決定係数R²も大きいですが、春・夏は地域ごとに差が大きく、特に夏はR²の小さい格子が多い(図2)。

傾きは九州から瀬戸内など西日本で大きく、大都市近郊で小さい傾向にあった。この要因は特定出来ておらず、今後の課題とする。

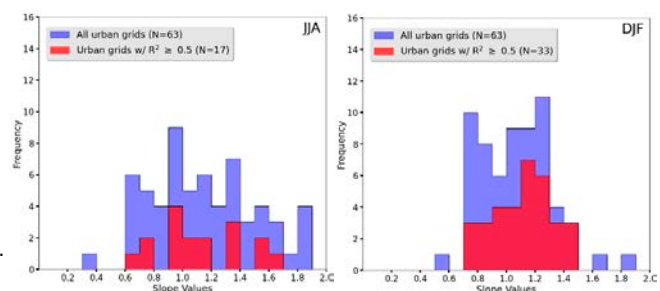


図2 夏・冬の回帰直線の傾きのヒストグラム

3 成果展開の 状況

衛星リモセンの大気カラムNO₂から地上NO₂濃度への換算式を用いる事で、地上NO₂測定のない地域で衛星リモセン測定値から地上NO₂濃度を推計する簡易手法を構築できた。今後、入手可能な他国での地上NO₂濃度に対しても同様な解析をおこない、回帰直線による再現性について、地域差や季節差をもたらす要因について検討する。

【CJ24-32】一般研究

UAS-Lidarによる点群とマルチスペクトルセンサ画像を用いた多角的な森林景観解析と可視化
Multiple analysis and visualization of forest landscapes using UAS-Lidar point cloud and multispectral sensor images

(研究代表者名) 早川 裕弐 (北海道大学・地球環境科学研究院)

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

【要旨】 森林研究において、レーザ測量(Lidar)や、小型無人航空機(UAS)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、UAS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。UAS-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。加えて、UAS搭載型マルチスペクトルセンサや熱赤外センサによる地表環境観測も可能となっており、UAS-Lidarと併せて3次元かつ多層的な環境解析が可能となりつつある。本研究では、森林景観の統合的な理解を目指し、UAS-Lidarとマルチスペクトルセンサを用いて、精密に計測した森林の3次元空間構造と多層的な表層環境情報から、バイオマスの推定や、基盤となる地表面環境の基礎情報を統括的に解析するとともに、その可視化や共有の効率的な方法を検討した。

【Abstract】 UAV-Lidar and SfM photogrammetry, as well as multispectral and thermal sensors, are advancing forest research, with Lidar capturing both canopy and internal structures. As adoption grows, best practices for data handling and analysis are needed. This study integrates these technologies to analyze forest structures, estimate biomass, and improve data visualization and sharing.

1 背景 目的 方法

本研究では、調査対象とする林地(人工林および天然林)において、UAS-Lidarとマルチスペクトルセンサ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UAS-Lidar(DJI Matrice 300 RTK/Zenmuse L1)、マルチスペクトル・熱赤外センサ(DJI Mavic 3M/T)、および千葉大所有のLiarセンサ(Zenmuse L2)である。対象地は、北海道厚真町・安平町・平取町の林地や、千葉山武の森などとする。現地観測においては、UASを用いて低空(～100 m)からのLidar計測を行い、並行して可視画像、マルチスペクトルセンサや熱赤外センサによる多層的なUAS-SfM計測情報も取得し、UAS-Lidarと合わせて多角的なデータ解析を実施する。さらに、得られた3次元点群データの空間構造と反射率を解析し、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、また勾配や起伏、土壌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的・質的な分析を進め、森林環境を統合的に解析する。その上で、取得・処理された3次元点群データ、3Dポリゴンデータやラスターデータ、画像データのアーカイブと、ウェブやVR空間、3Dプリント等による可視化を進め、その手法手順も含めて研究用空間データ基盤などで共有する。

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)。

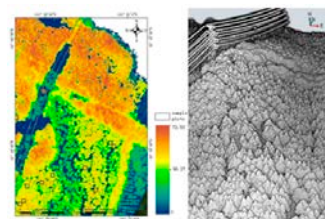


図1 UAV-Lidarにより取得した試験地森林構造の3D点群データの例

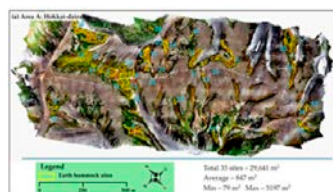


図2 UAV空撮データ解析から明らかになった高山植生と周氷河地形の分布特性(Meng et al. 2024)

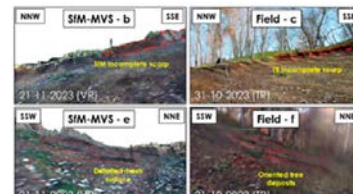


図3 VRによる森林と崩壊地の表現とヴァーチャル現地調査(Zulhimi and Hayakawa 2025)

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。
- ・本研究結果の普及をめざし、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。

【CJ24-36】一般研究

生成AI技術を利用した雲画像の予測生成の検討

Study of predictive generation of cloud images using generative AI technology

(研究代表者名)宮崎 貴大 (香川高等専門学校)

Takahiro Miyazaki (National Institute of Technology Kagawa College)

【要旨】 本研究では複数バンドの衛星観測データを適切に組み合わせて学習を行うことで精度を上げること、また、生成した風景イメージの画像の精度を評価することを目的とした。複数バンドの合成にはRGB合成を用い、様々な組み合わせで学習を行った。その後、生成した画像に対して類似度による評価とアンケートを用いた評価を行った。類似度による評価では、単一バンドの画像と比較して類似度の最小値が向上するケースが見られ、アンケートを用いた評価では、類似度による評価で比較的高い類似度を示した画像が、人にも似ていると評価される傾向が見られる。

【Abstract】 The objective of this study was to improve the accuracy of learning by appropriately combining multiple bands of satellite observation data, and to evaluate the accuracy of the generated landscape images. We used RGB synthesis to combine multiple bands and trained with various combinations. The generated images were then evaluated using similarity and a questionnaire. In the similarity evaluation, the minimum value of similarity improved in some cases compared to the single-band image, and in the evaluation using the questionnaire, images that showed relatively high similarity in the similarity evaluation tended to be evaluated as similar by people.

1
背景
目的
方法

三豊市仁尾町にある「父母ヶ浜海岸」はSNSで人気の観光スポットであり、2023年には49万人を超える観光客が訪れた。先行研究として「Deep Learningを用いた夕焼け予測システムの作成」があるが、精度が十分でなく、より精度の高いものを作成する必要があると感じた。本研究では複数バンドの衛星観測データを適切に組み合わせて学習を行うことで精度を上げること、また、生成した風景イメージの画像の精度を評価することを目的とした。複数バンドの合成にはRGB合成を用い、様々な組み合わせで学習を行った。その後、生成した画像に対して類似度による評価とアンケートを用いた評価を行った。

2
研究の
成果

(1) 今回の研究では、実画像と生成画像との類似度について様々な手法を用いて評価を行った。また、約60名によるアンケート結果から得られた人による類似度の判定結果とも比較した。

(2) 複数の観測バンドをRGB合成することでより精度の高い予測生成を行う手法に対する評価では、図1のようにimgsimと呼ばれる異なる画像の特徴ベクトル間の類似度の差を計算できるPythonライブラリ等を用いた評価において単一バンドの画像と比較して大きな差はないことがわかった。また、3バンドの組み合わせを変更しても同様の結果が得られた。

(3) アンケートを用いた人による類似度の評価では、図2のように特に、imgsimを用いて類似度を算出した際に0.5を超えるものは人が見ても似ていると感じる可能性が高いと考えられる。

手法	類似度 [%]	
	単一バンド	複数バンド
FCN	0.99699	0.99734
imgsim	0.60829	0.60886
ImageHash	0.68324	0.68696
ヒストグラム	0.76989	0.72095
画素値	0.92579	0.91767

図1 バンドのRGB合成の有用性の検討結果

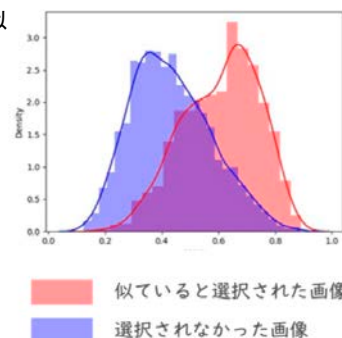


図2 アンケート結果をimgsimで評価した結果

3
成果展開の
状況

今後の課題として、3バンドの気象衛星画像の以外の気象観測情報も併せて学習させることや、imgsimが本研究の画像に対して最適な類似度評価手法であるか検討する。

【CJ24-44】一般研究

極地環境計測のための無線システムの構成と評価

Configuration and Evaluation of Radio Sensing System and its application to Polar Areas

(研究代表者名) 深澤 敦司 (統計数理研究所, 元千葉大学・教授)

Atsushi Fukasawa (The Institute of Statistical Mathematics)

【要旨】

統計数理研究所 瀧澤研究室と千葉大学 ヨサファット研究室が共同して、高性能小型なマイクロ波円偏波アンテナアレイの研究と試作の性能評価を目的とする。

瀧澤研究室は、理論的検討に基づき、マイクロ波円偏波アンテナ(瀧澤)とこれを用いた無線計測システム(深澤)の新しい構成案を考案し、シミュレーションで動作を確認する。

ヨサファット研は、試作に基づいて開発アンテナのを測定・評価を行った。

【Abstract】

The Takizawa Laboratory at the Institute of Statistical Mathematics and the Josaphat Laboratory at Chiba University are collaborating to research high-performance, compact microwave circularly polarized antenna arrays and evaluate the performance of prototypes.

1
背景
目的
方法

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X-bandマイクロ波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。

2
研究の
成果

(1) マイクロ波伝搬損失のフィールド試験結果

北見工業大学の実験水槽でフィールド試験を行い、電気的特性の評価を試みた。

実験水槽にサロマ湖の水深1mの海水を注入し、0~30cmの氷を生成し、計測を行った。実権結果の一例を以下に示す。

氷厚 0cm 水深 約1m

アンテナ利得 送信22(dBi) 受信22(dBi)

アンテナ帯域幅 9.3 ~ 9.7 (GHz)

送信電力 -6 dBm 受信電力 -52(dBm)

$$-6 + 22 - x_2 + 22 = -52 \text{ (dBm)}$$

$$x_2 = 90 \text{ (dB)}$$

伝搬損失は9.3~9.7GHzにおいて、90 (dB)を得た。

よって、X-band(10GHz帯)では損失は大であり、海水、海水の測定は困難であることがわかった。

(2) 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.

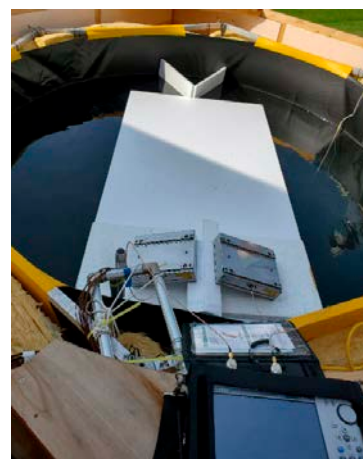


図1 北見工業大学実験水槽でのマイクロ波伝搬損失の測定

3
成果展開の
状況

低域マイクロ波帯の円偏波アンテナを開発し、フィールド実験を行う。実験は北見工業大学の館山研究室の協力を得て、北見工業大学内の実験水槽とサロマ湖で実行する。

【CJ24-45】一般研究

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

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することによって、罹災証明を迅速に発行することが何よりも重要である。半年程度を要しているこの過程を短縮することが、復興を後押しする第一歩となる。

本研究では、昨年度に引き続き、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画像データを用いて、高さ情報を加味したディープラーニングに基づく自動判別の検証を行った。

【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, the damage proof can be made administratively faster.

This study explored the possibility of automatically identifying the type of roofing material using image data in multiple regions with height information 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、本年度は、これと同時に取得した高さ情報を加えた検討を行った。(図1)



図1 解析に用いた画像の例

(2) 高さ情報を持たせたデータによる判定精度

ドローンで取得した標高データを基に、屋根高さを前面道路からの高さ(HTD - HSD)と定義し、かつ、対象を戸建住宅と限定してm単位で20倍し、さらに、4色目の色データとして256階調化して、ArcGIS ProのMask R-CNN機能を用いて深層学習を行った。

情報項目が増えたにも関わらず、教師データの数は昨年の検討と同じであったためか、損失スコアレベルがなかなか減少せず、ValidationによるF値は、オルソ画像の3色データを用いた解析よりも劣る結果となった。

次年度は、国内の他の地域のデータも加えて検討を行う予定である。

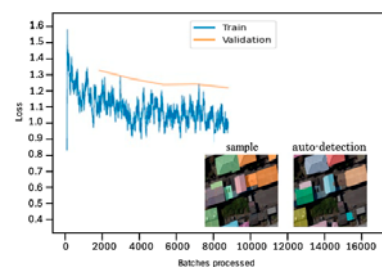


図2 高さ情報を組み込んだMask R-CNNによる訓練の例

3
成果展開
の状況

5大学(東京大学, 京都大学, 名古屋大学, 千葉大学, 茨城大学)合同による「建築リスク研究会 (2024.9.8, 9)」にて口頭発表を行なったほか、第27回環境リモートセンシングシンポジウム(2025.2.19, 20)に参加し、口頭発表を行った。

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2024

【Joint Research No. CI24-102】P2024-1

Title of Joint Research: 3D Visual Documentation of the ex. of Daendels Palace (A.A. Maramis Building) of Jakarta City based on Remote Sensing

Name of Principal Investigator:

Yuke Ardhiati (Universitas Pancasila of Jakarta)

【Abstract】

This study examines ex. Daendels Palace after restoration (2024) it can enrich to Jakarta Future's Global City. By employs a qualitative method, combining descriptive-interpretative alongside direct observation enriched by comprehensive data documentary. The ex. Daendels Palace (A.A. Maramis Building) of Jakarta is composed of a Dutch Empire colonial style as the biggest unreinforced masonry (URM) building it meets world-class art venue design after examining the strength of Indonesian artists. By employing an UAV drone it held a model simulation were supported by SketchUp software. The Daendels Palace has a dual role: the symbol of Jakarta's sustainable city.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is architecture field.

The objective of this study is a proposal for Future Jakarta City regarding how to empower the issue partnerships for 17 of SDGs Goal 2030 by employing a cultural interaction utilizing archival data on historical buildings from the Dutch Colonial period in Jakarta.

The methodology of this study is by using hybrid method to record 3D scans of heritage buildings after the restoration was completed in 2024 by using a small UAV drone.

2

Conclusions

Conclusion1

Research that uses photogrammetry methods, and licensing problems occur due to the prohibition on flying UAV drones because they ex. Daendels Palace is near to the Presidential Palace as an important government areas whose security systems are maintained by radar.

Conclusion 2

An UAV drones could prudent to successfully built 3D model by employ Close-Range Photogrammetry for the Cultural Heritage object restoration was not limited to location areas

Conclusion 3

Contributions of the research is how making 3D scanning of heritage building use Close-Range Photogrammetry by employ a UAV mini drones and a smartphone device. Because the DJI Mini type cannot be detected by jammed radar, therefore this series can be chosen as an alternative to UAVs in areas where drone flight regulations are very strict areas



Fig.1 Images data from UAV DJI drones of the Daendels Palace (August 2024)



Fig.2 The process and results of the 3D scan of the Daendels Palace of Jakarta by Agisoft (August, 2024)

3

Effect/Outcome

The result of this study is applied to purpose to enriching data of ex. the Daendels Palace (A.A. Maramis Building) after it restoration (2024). The recorded a 3D scan by photogrammetry is part of the building's archive. The developed method is applied to finding the Jakarta's cultural interaction explores the "sense of historical place" of the Daendels Palace

【Joint Research No. CI24-105】P2024-1

Title of Joint Research: Investigation of land subsidence based on SAR Imagery and GNSS and its impact on water quality (case study in Jakarta and Bandung – Indonesia)

Name of Principal Investigator:

Soni Darmawan (Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung)

【Abstract】

Jakarta and Bandung, Indonesia are the capital city with population of over 10 million, has been designated as one of the sites experiencing land subsidence. Therefore, continuous monitoring and deep investigation is needed to minimize geological disasters and water quality in the area. Currently, technologies SAR imagery and GNSS is very promising for detecting land subsidence over large areas. The aim of this study is to understand the relationship between land subsidence and water quality and analyze land subsidence detection. The methodology includes SAR image analysis, GNSS measurements and water quality data. The results are expected to provide a better understanding of the dynamics of land subsidence and its impact on water quality.

**1
Back-
Ground**

Objective

**Methodo-
logy**

The background : Jakarta and Bandung cities, are one of the regions highly potential to land subsidence, a phenomenon that has become a significant concern due to its far-reaching impacts on infrastructure, the environment, and local communities. Therefore, continuous monitoring and deep investigation is needed to minimize geological disasters and water quality in the area. Currently, technologies SAR imagery and GNSS is very promising for detecting land subsidence over large areas.

The objective of this study is to understand the relationship between land subsidence and water quality and analyze land subsidence detection methods

The methodology of this study is collecting ground sample measurement using GPS/GNSS technology. In this case GNSS technology uses static methods that are tied to Continuous Operating Reference System (CORS) in study area. These sample measurements were spread across Jakarta and Bandung, especially in areas predicted to be affected by rapid land subsidence, such as in the North Jakarta and the East Bandung.

**2
Conclu-
sions**

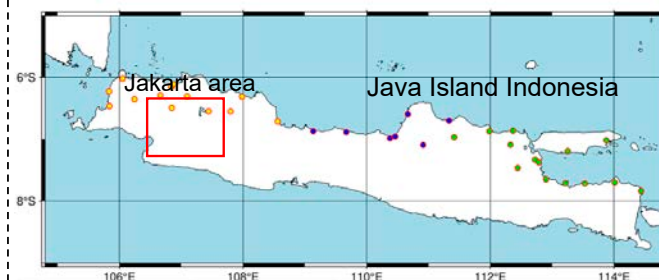


Fig.1 Distribution of point observation using CORS



Fig.2 Ground survey measurement using GPS/GNSS

The cities of Jakarta and Bandung have experienced significant land subsidence, this is likely due to the population and dense settlements accompanied by uncontrolled groundwater use. Especially in the city of Jakarta, seawater infiltration has also occurred, which has worsened the water quality for the people of the city of Jakarta. Further investigation is needed on how much land subsidence has occurred and its impact on the community by increasing ground surveys and in-depth analysis.

**3
Effect/
Outcome**

The final result funded the relationship between dynamic land subsidence and water quality, which can be used as a policy by the government for regional management and disaster mitigation.

【Joint Research No. CI24-115】P2024-1

Title of Joint Research: Study of the remote sensing retrieval of black carbon aerosols from biomass burning

Name of Principal Investigator:

Shuai Yin (Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Science)

【Abstract】

Black carbon (BC), as a typical light-absorbing aerosol, has significant impacts on environment and climate change. Biomass burning (BB) is regarded as the major contributor of global BC aerosol. In comparison with other sources, BB-originated BC aerosol has a profound impact on the radiation balance of the Earth-atmosphere system. However, the high-precision estimation of BB-originated BC aerosol still faces challenges. This study is proposed to integrate remote sensing retrieval, ground-based observations and model simulations to retrieval property of aerosol and lays the foundation for the retrieval of BB-originated BC aerosol.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is that accurate retrieving BB-originated BC aerosol is crucial for understanding their impact on air quality, climate change, and human health, as they contribute significantly to atmospheric warming and pollution.

The objective of this study is to integrate remote sensing, ground-based observations and model simulations to retrieve optical property of aerosol and estimate surface PM_{2.5} concentration, which provides an essential foundation for the retrieval of BB-originated BC aerosol.

The methodology of this study is proposing a novel hybrid algorithm by integrating radiative transfer and transfer learning approaches to achieve real-time, high-precision, and simultaneous retrieval of the aerosol optical thickness (AOT) and fine-mode fraction (FMF). Additionally, a wide-deep ensemble framework was proposed for PM_{2.5} reconstruction in East Asia.

2

Conclusions

Conclusion1

Results indicate that the retrieved AOT and FMF are generally more consistent with ground-based observations from AERONET than official AHI products, through three years of independent validation across the full-disk region. The result shows a remarkable improvement on FMF, particularly in addressing the significant underestimation of the AHI products at over 90 % of individual sites.

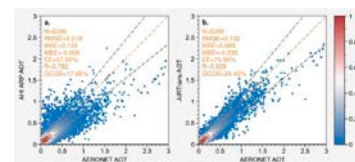


Fig.1

Validation of retrieved AOT from official product and this study with in situ observation.

Conclusion 2

The reconstruction framework effectively leveraged the advantages of satellite observations (higher accuracy) and model-based estimations (longer temporal coverage) of surface PM_{2.5} concentration. As more ground-based measurements were incorporated into the model for training, the accuracy in Japan and the Korean Peninsula significantly improved.

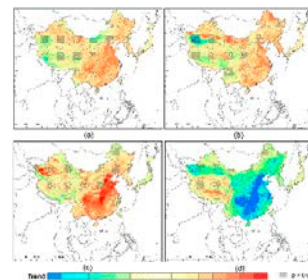


Fig.2

The trend of annual mean PM_{2.5} concentrations from 1981 to 2020

3

Effect/Outcome

The result of this study is applied to achieve real-time, high-precision, and simultaneous retrieval of optical property of aerosol for geostationary satellites with high-frequency and we also developed a long time series of PM_{2.5} concentration datasets from 1981 to 2020 for East Asia.

The developed method is applied to lay the foundation for retrieve BB-originated BC aerosol in future works.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2024

【Joint Research No. C124-101】P2024-2

Title of Joint Research: Land Deformation, Geological Formation and Marine Fossils
at the Early-man of Sangiran Dome Central Java Indonesia

Name of Principal Investigator:

Agus Hartoko, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University)

【Abstract】

The study aimed to analyze land-deformation using Sentinel-1A SAR, reconstruct the geological layers of the ancient sea using Digital Elevation Model (DEM) analysis of the ancient coastline, paleo-oceanography, ancient marine areas, geological formations, and field collection sites of marine fossils samples. This study discovered five geological formations of Napal formation-Miocene as the lowest part, followed by Kalibeng-Miocene, Pucangan-Pliocene, Kabuh-Middle Pliocene and Notopuro-Holocene as the highest part in Sangiran dome. Land deformation analysis revealed that the process of land-uplift in the range of 0.013-0.038 m at the south-east of Sangiran dome, at the Napal formation. The down-depression process had happened at the north-west part of the Sangiran dome at the Notopuro formation in the range of -0.088 to -0.012m.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is the need to develop concept and new method the use of SAR and DEM data analysis for paleo-oceanography study.

The objective of this study is Develop new concept and application of SAR data for land-deformation, discover geological formations at the paleo-oceanography site and its marine fossils.

The methodology of this study is analysis of Sentinel-1 SAR for the land-deformations, and DEM-SRTM data to reconstruct the geological formation layer, and field validation of marine fossils.

2

Conclusions

Conclusion1

Analysis using SAR data possible to discover the up-lifted as well as the depressed area of paleo-oceanographic site of Sangiran dome.

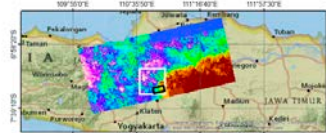


Fig.1 Land-deformation

Conclusion 2

Analysis of DEM data possible to reconstruct and discover the ancient Geological formations at the paleo-oceanography site Sangiran dome

Conclusion 3

Field validation and identification of marine fossils discovered the Characters of each geological formations at the ancient Sangiran dome



Fig.2 Marine Foraminifers

3

Effect/Outcome

The result of this study is applied to paleo-oceanography study
The developed method is applied to paleo-oceanography study

【Joint Research No. CI24-112】P2024-3

Title of Joint Research: Detection and Prediction of PM 2.5 Carbon Concentration in Indonesia and Malaysia Region using Terahertz Sensing Technology

Name of Principal Investigator:

Evizal Abdul Kadir (Islamic University of Riau), Hitoshi Irie (Chiba University), and Sri Listia Rosa (UIR)

【Abstract】

Carbon Dioxide (CO₂) is one of the most dangerous materials to humans, massive amounts of CO₂ are due to various sources, and one is caused by forest fires in Indonesia. The country is in tropical regions with many forests that potentially get fire during the dry or summer season. This research was collected data on CO₂ in Southeast Asia, especially in Indonesia and Malaysia, and then detect the material to analyze the sources generative either from forest fire or other sources. Concentration in Particulate Matter (PM) 2.5 with specific Terahertz sensing technology is applied in this research.

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

Currently, normal sensing systems and technology can detect carbon concentration in the sky or air pollution, the technology has limitations in terms of scale and type of particle that can be detected. Terahertz (THz) sensing technology is another method that can be adopted to measure the size of particles with accuracy in nanometers. Figure 1 shows the full architecture of measurement for carbon in PM 2.5, the THz sensing will capture carbon and differentiate the sources by the size and model of carbon to find out the source and mapping as well as scaling the size of pollution. The objective of this research is to do mapping and scaling of the carbon concentration in both countries on scale PM 2.5, mapping the area that has highest number of carbon pollution and the sources from which forests getting fire or other sources contribute to the pollution including the time or season in the past 5 years.

**2
Conclu-
sions**

Conclusion1

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

Environmental Monitoring System

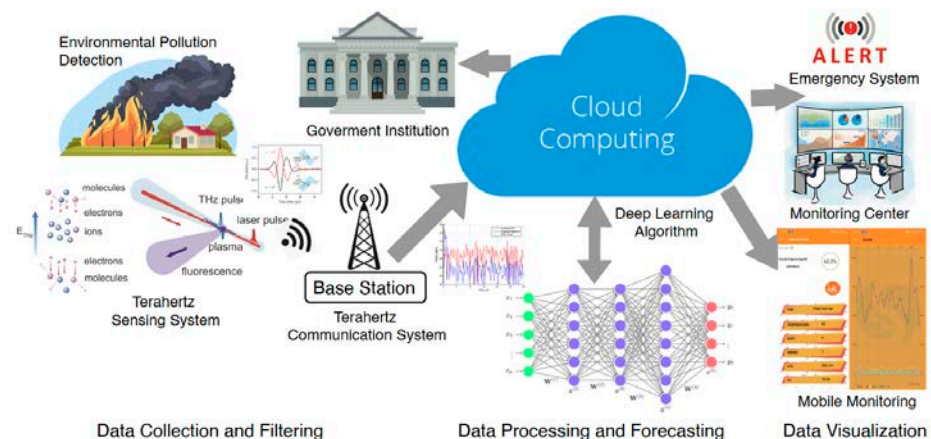


Fig.1 Architecture of data detection for pm 2.5 particle in the air pollution

**3
Effect/
Outcome**

The output of this research is to achieve complete information regarding the carbon concentration location and scale in PM 2.5. Once the data are achieved then forecasting or prediction for the future as potential time and location will happen based on data collected. The aim is to collect data in 5 years several secondary data will be analyzed and then added to the current data collection to get accurate decisions. Publication either in a journal or conference is another outcome targeted in this research.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2024

【Joint Research No. CI24-107】P2024-4

Title of Joint Research: Analysis of land cover and air condition on land surface temperature (LST) control in Javas's waterfront cities

Name of Principal Investigator:

Fitria Nuraini Sekarsih, Sadewa Purba Sejati, Ridho Abdhe Saputra (Universitas Amikom Yogyakarta)

【Abstract】

Pandemic significantly impacted global temperatures especially in northern coast of Java. This study aims to assess the significance of emission changes and the influence of land cover on temperature reduction. The research method involved extracting temperature, land use land cover, and emissions gasses from satellite imagery. The results show that the average temperature in 2022 reached the lowest point compared to 2019. Gas emissions have a more significant impact. NO₂ dominate the largest gas emissions contributing to temperature. Regarding land cover, the vegetation index had minimal influence, while the built-up area showed a more potent effect on temperature.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is large cities on Java Island experience poor air quality due to high urbanization rates, dense populations, and significant industrial and transportation activities, which produce pollutant emissions. COVID-19 pandemic has positively impacted air purity and decreased temperature rates. The COVID-19 pandemic has forced humans to stop various large-scale activities temporarily.

The objective of this study is to observe and analyze the LST changes and their correlation between vegetation and built-up area changes and emissions from 2019 to 2023 in Java's northern coastal area.

The methodology of this study is extracting the temperature, land use land cover (LULC), and emission from satellite imagery. Data extractions were made using the fishnet method from ArcGis management tools. The multiple linear regression analysis was used to determine the effective contribution of each factor to LST changes.

2

Conclusions

Conclusion 1

Temperature reach the lowest point during the pandemic. The decreasing is calculated from 2019 to 2022 from 33.3° C to 30.6° C. However, the temperature increase to 32.5° C in 2023.

Conclusion 2

The emission and LULC contribution can be seen from R square value. Emission is a dominant contribution than land use land cover (LULC) on temperature change (Fig. 1).

Conclusion 3

The most significant contributors from gas emissions is NO. NO₂ reduction in 2022 is inline with temperature. From the LULC analysis, the vegetation index value does not significantly influence temperature (Fig 2).

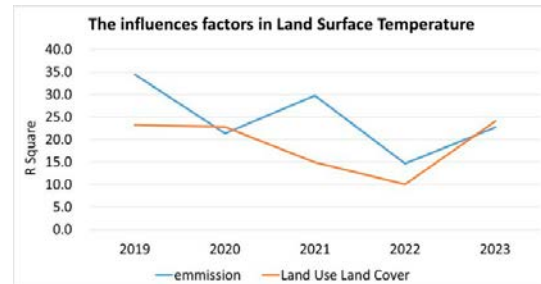


Fig.1 The influences factors on Land Surface Temperature

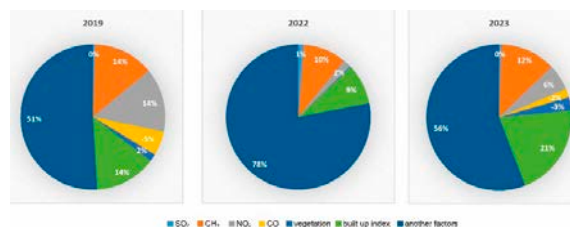


Fig.2 The contribution of independent variable on Temperature

3

Effect/Outcome

The result of this study is applied to :

ICITCOM 2025 is an international conference officially approved by IEEE. Link conference <https://icitcom.umy.ac.id/>

【Joint Research No. CI24-108】 SP2024-2

Title of Joint Research: Disaster Analysis on the North Coast of Java Based on SAR image data to support coastal spatial planning

Name of Principal Investigator:

Anang Wahyu Sejati (Department of Urban and Regional Planning, Diponegoro University)

【Abstract】

Flood and land subsidence are hazards that occur throughout the Java coast of Indonesia and need more attention in disaster mitigation. This study seeks to derive inundation and subsidence models from SAR data processing and grounded surveys for each zone experiencing subsidence. This study aims to provide data that will contribute to the explanation of land dynamics, flooding and subsidence in coastal Central Java. In this fiscal year, we have conducted flood modeling from SAR data for Pekalongan City and land subsidence surveys in Semarang City so it can be a reference for development policies in the coastal areas of Central Java.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The rapid development of the Central Java Coast has had an impact on the occurrence of disasters in the last 10 years, such as coastal floods that are exacerbated by land subsidence. With this phenomenon, in-depth research is needed on the impact of coastal flood caused by runoff flood and massive land subsidence in almost all parts of the Central Java coast. Two cities that experienced severe disasters are Pekalongan and Semarang, so they need input in mitigation planning. The objective of this research is to model the disasters that occur in the coast of Central Java, such as coastal flood and land subsidence that exacerbate the condition. This research combines satellite image acquisition data with field surveys. The results of this research obtained a flood inundation model and hazard model in Pekalongan City and several land subsidence points in Semarang City which successfully became a database for spatial planning policies in coastal areas. Furthermore, the modeling results with SAR image data will be validated through comparison with real conditions in the field that will contribute to the planning of disaster mitigation priority zones.

2

Conclusions

For each of the two cities in coastal central Java designated as research loci, the following progress was made in the first year;

1. Flood model in Pekalongan that can show the flood hazard index from SAR data

This process starts with modeling flood hazards to produce inundation areas based on the extraction of Sentinel 1 SAR data. Next, the results of the extraction were combined with settlement area data and overlaid. Inundated residential areas have a hazard index close to 1, while non-inundated residential areas have a hazard index close to 0. This is based on the potential losses that an area has based on flood inundation in areas of activity centers, especially settlements.

This process produces a potential inundation area of 2780 hectares. To sharpen the model results, researchers validated them with field surveys and surveys via online news. Based on the results of the inundation model obtained, the most extensive tidal disaster occurred in Degayu Village, which has an area of 278 hectares. In more detail, the following is the extent of tidal flood inundation on the Pekalongan Coast using GEE (Figure 1)

2. Measurement results of land subsidence in Semarang City

The results of land subsidence can be seen in 23 points that experienced land subsidence (Figure 2).

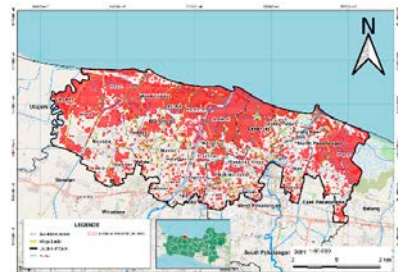


Fig.1 Inundation Model from SAR data



Fig.2 Land Subsidence location validation

3

Effect/Outcome

The result of this study is applied to the decision making process in disaster management and spatial planning. The developed method is applied to inundation and land subsidence modeling based on SAR and grounded survey data.

【Joint Research No. CI24-110】SP2024-2

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**

Background : the assessment of UV-VIS low-orbit and geostationary satellites NO₂ and HCHO products..

Objective: 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, PEGASOS and CCI+p projects, EUMETSAT AC SAF),

Methodology: 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 MAX-DOAS can measure the concentration profiles in the low troposphere and to take into account how the SAT would “see” this, we smooth the MAX-DOAS profile with the SAT AVK. This typically results into a reduction of the GB column, except for a few extreme cases (with large VCDgb and large AVKsat close to ground). On average for S5p (2018-2024), it increases the SAT-GB bias for Chiba, but it reduces it for Kasuga. On 19 other sites, 7 increase and 12 decrease on average (see Fig 1).

Conclusion2:

The ESA CCI+precursors aims at long-term SAT NO₂ and HCHO data-record (GOME, SCIAMACHY, GOME-2, OMI, S5p) from 1995 to now. This harmonized dataset allows an improved consistency & stability over >20 years and a reduction of bias wrt GB (use of CAMS reanalysis profiles) for both OMI and S5p HCHO data. An illustration for Chiba and Kasuga is shown in Fig. 2.

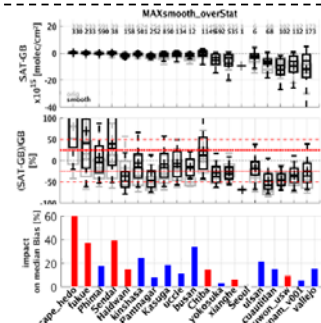
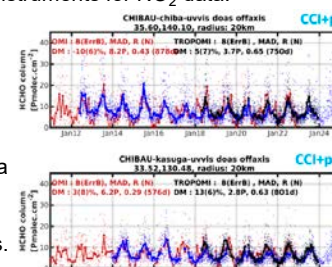


Fig.1

Box-whisker plots of relative differences between S5p and smoothed MAXDOAS instruments for NO₂ data.

Fig.2

Time-series of HCHO OMI, S5p and MAXDOAS data in Chiba and Kasuga for the CCI+p products.



3

**Effect/
Outcome**

The inclusion of A-Sky Chiba and Kasuga sites in the validation framework allowed to extend the S5p regular validation monitoring and to test the new NO₂ and HCHO products of the CCI+precursors project.

Including more A-Sky sites for the long-term and past measurements would help connecting validation results from current and past satellite sensors.

【Joint Research No. CI24-113】SP2024-2

Title of Joint Research: Atmospheric and Ionospheric Remote Sensing on Volcano Eruptions, Earthquakes, and Tsunami

Name of Principal Investigator:

Jann-Yenq Liu (Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University)

【Abstract】

The strong ground motion of the 18 September 2022 M6.8 Taitung earthquake triggers seismo-traveling ionospheric disturbances (STIDs). Data of CW-HF (continuous wave-high frequency) Doppler frequency shifts (DFSs), GPS total electron contents (TECs), ionograms and seismograms in Tiwan are used to examine the STIDs. Horizontal STID speeds of 1.4 km/s in DFSs and of 1.3 km/s in GNSS TEC fluctuations are observed. Upward STID speeds with the sound speed of 0.72 km/s are also estimated through five DFSs at the reflection heights at about 160-225 km altitude. Peak ground velocity is also employed to discuss STIDs in DFSs triggered by earthquakes.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study is to survey Doppler frequency shifts (DFSs) recorded by local CW-HF (continuous wave-high frequency) Doppler sounding systems triggered by seismic waves of 239 $M \geq 5.5$ earthquakes in Taiwan during 2000-2022.

The objective of this study is to find the causal mechanism of prominent seismo-traveling ionospheric disturbances in DFSs and fluctuations in the total electron content derived from ground-based GNSS receivers triggered by the 18 September 2022 M6.8 Taitung Earthquake.

The methodology of this study is to utilize CW-HF Doppler slounging systems to monitor vertical fluctuations/motions triggered by local earthquakes in Taiwan. The time delay and the circle methods are further applied to find the vertical and horizontal velocity, respectively.

2

Conclusions

Conclusion1: Seismo-traveling atmospheric and ionospheric disturbances travel upward with about the speed of sound.

Conclusion 2: The horizontal speed of seismo-traveling ionospheric disturbances about 1.4 km/s by local earthquakes is slower than that about 3.2-3.9 km/s by faraway ones.

Conclusion 3: In the Taiwan vicinity, the total intensity of earthquakes is essential to trigger seismo-traveling ionospheric disturbances.

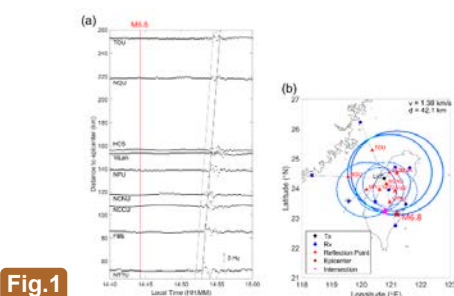


Fig.1

(a) The HF Doppler shift of 6.1 MHz during and after the M6.8 earthquake. The horizontal speed of 1.38 km/s. (b) The circle method with an estimated horizontal speed of 1.38 km/s. The magenta star indicates the intersection of circles, 42.1 km distance from the epicenter.

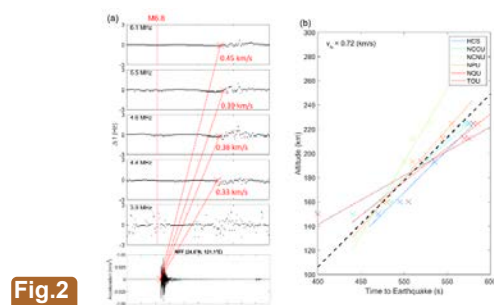


Fig.2

(a) The Doppler shift observed at YiLan with various frequencies and nearby seismogram. (b) The slope of the time to the earthquake and the true height altitude on each station, The average speed of about 0.72 km/s.

3

Effect/Outcome

The result of this study is applied to find differences in seismo-traveling ionospheric disturbances triggered by faraway and local earthquakes as well as the causal mechanisms.

The developed method can be further applied to observe disturbances induced by solar flares, magnetic storms, geomagnetic pulsations, typhoons, fronts, volcano eruptions, tsunami waves.

【Joint Research No. CI24-109】 SP2024-2,P2024-1,P2024-3,P2024-5

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]

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, 2018,2022, 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**

The background of this study is
The Space Weather- Lithosphere interaction: What is the impact of severe *Geospace events on the Earthquake process*

Objective

The objective of this study is

Methodology

To validate whether strong earthquakes follow a magnetic storm in longitudinal regions where the high-latitude area lies beneath the polar cusp at the onset of a magnetic storm.

The methodology of this study is

joint analysis of solar wind, geomagnetic field, and earthquake catalog.

**2
Conclu-
sions**

Conclusion1

After a somewhat similar geomagnetic storm on St. Patrick's Day (March 17) In 2013 and 2015, strong earthquakes ($M \geq 7.5$) Occurred in rather similar regions of the Earth, with somewhat similar delay times between geomagnetic storm onset and earthquake occurrence.

Conclusion 2

An analysis of all earthquakes with $M \geq 7.5$, which occurred around the globe in 2013 and 2015, proved the above findings that seismic activity may respond to geomagnetic storm onset with a time delay from some days to some months.

Conclusion 3

We suggest that the effectiveness of the shocked solar wind's influence on lithosphere processes is extreme when the longitudes of the magnetic poles are located directly under the polar cusp

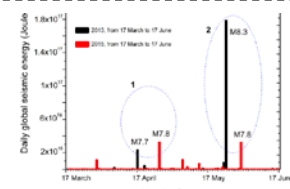


Fig.1 The histogram of released seismic energy at the globe per day from March 17 to June 17 in 2013 and 2015 (black and red columns, respectively) was estimated using data on $M \geq 4.5$ from the USGS seismological catalog

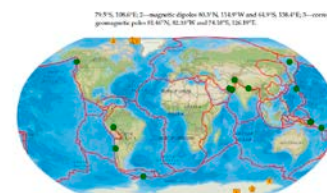


Fig.2

Spatial distribution of 14 epicenters for $M \geq 7.5$ earthquakes that occurred around the globe in 2013 and 2015 (circles); color symbols with digits indicate the location of magnetic poles in the Northern and Southern Hemispheres for three options: 1—geomagnetic poles, 2—magnetic dipoles, and 3—corrected geomagnetic poles.

**3
Effect/
Outcome**

The result of this study is applied to --- solving the problems of solar–terrestrial physics.

The developed method is applied to --- creating a Multi-sensor Web for Geospace impact and earthquake detection

【Joint Research No. CI24-104】 SP2024-4

Title of Joint Research: Sea Level Rise, Land Subsidence, and Flood Disaster Vulnerability Assessment: A Case Study in Medan City, Indonesia

Name of Principal Investigator:

Jonson Lumban-Gaol (Department of Marine Science and Technology, IPB University)

【Abstract】

This study addresses the pressing concern of sea level rise (SLR) and flood vulnerability in the Medan City. We employ a data-driven approach integrating multicriteria analysis, analytical hierarchy process based weighting, and spatial modelling. 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. Finally, the established flood vulnerability model was validated by comparing its predictions with recorded flood events in the Medan City. The Medan City areas were classified as very high and highly vulnerable to flooding, respectively.

**1
Back-
Ground
Objective
Methodology**

The background of this study is the flood conditions on the Medan City is worsening due to several factors, such as changes in land use, deforestation in upstream areas, and increasing population. However, no study has examined the impact of land subsidence on the risk of flooding in this area. To better predict and mitigate flooding in this area, we need accurate information about the factors contributing to flooding and its impacts.

The objective of this study is to present a novel approach to flood vulnerability assessment in Medan City by integrating MCDA with two crucial factors: SLR trend and land deformation.

The methodology of this study is employed a multi-sensor satellite data approach coupled with field surveys. Data processing and analysis were conducted using a combination of different types of software. Field surveys were conducted to measure coastal slope by placing a water-level device, land use, and benchmark point height, respectively.

**2
Conclusions**

Conclusion 1

This study examines the flood vulnerability in Medan City by explicitly considering the critical factors of SLR and land subsidence. The observed $4.79 \text{ mm year}^{-1}$ rate of SLR in Medan City is higher than the GMSL rate, highlighting the region's increased vulnerability to SLR-induced floods, as projected by the RCP scenario. Furthermore, the current subsidence of the region's land exacerbates future flood risks.

Conclusion 2

We integrated GIS and AHP with the MCDA approach to develop a spatial model of flood vulnerability. The model incorporates SLR and land subsidence variables and identifies more precise vulnerability classes than previous research. Specifically, 80% of the areas are classified as "very high" and 20% as "high" vulnerability areas. The weights assigned to each variable derived from AHP follow a consistent order, starting with the highest weight for slope, followed by land use, land subsidence, SLR, and soil type.

Conclusion 3

This study also emphasizes the potential of multi-sensor satellite data, as a primary data source for assessing the impact of flood disasters caused by SLR and land subsidence. The combination of wide coverage satellite spatial data with limited field data as validation will produce complete and accurate spatial data.

**3
Effect/
Outcome**

The result of this study are applied to flood disaster mitigation in coastal city. The developed method is use for spatial analysis of regional vulnerability to flood disasters.

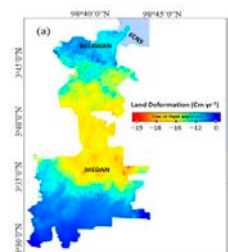


Fig.1 Land deformation in Medan City

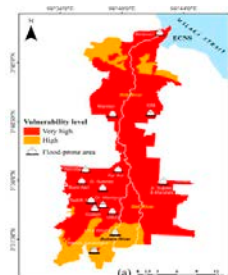


Fig.2 Flood vulnerability map

【Joint Research No. CI24-106】SP2024-5

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 (Department of Architecture, Built Environment and Construction Engineering, Politecnico di Milano)

【Abstract】

The new generation GEO satellites, such as Himawari 8-9/AHI, GOES-R/ABI, and MTG/FCI, acquiring data of full Earth disk every 10 minutes with 16 different spectral channels from visible to thermal infrared, can contribute to more precise monitoring of the atmosphere, land and oceans. In particular, these satellite sensors can also play a significant role in the field of natural and environmental risk monitoring, such as seismic and volcanic ones. In this work, we will present and discuss the results achieved by adopting Robust Satellite Techniques for recognizing and identifying anomalous variations of Earth thermally emitted radiation at the time of selected earthquakes.

1 Back-Ground

Objective**Methodology**

Analyses carried out so far using the Robust Satellite Technique (RST; Tramutoli 1998, 2007) performed – in different continents and seismic regimes – on ultra-decennial time series of Thermal InfraRed (TIR) satellite images have allowed us to identify anomalies (in the spatial/temporal domain) possibly associated to the occurrence of seismic events.

The objective of this study is to discuss the results achieved by the RST methodology when it is applied to the images collected by geostationary satellite sensors to identify Significant Sequences of TIR Anomalies (SSTAs; Eleftheriou et al., 2016) in different seismically active areas.

RST is a change detection method that, using the so-called RETIRA index, considers a change in the TIR signal as “anomalous” (and therefore potentially connected to ongoing seismic activity) when it differs significantly from its “normal” behavior.

2 Conclusions

Results until now achieved can be summarized as follows:

- SSTAs are quite rare (less than 0,05% of the total investigated space-time volumes).
- SSTAs, under well-defined correlation rules, exhibit (for earthquakes with a magnitude greater than 4) a false positive rate of less than 26%, oscillating from 7% (Greece) up to 40% (Italy) strongly depending on the considered region

• Molchan error diagram analyses gave a clear indication that a non-casual correlation exist between RST-based SSTAs and earthquake occurrence time and location.

Test Area	Study Period	Satellite system	Number of SSTAs	SSTAs in a possible connection with M>4 EQs		False Positives	
Taiwan (Genzano et al. 2015)	September 1995 -2002 (21:00 LT)	GMS-5	18	18	100%	0	0%
Greece (⊗>4) (Eleftheriou et al. 2016)	May 2004 – December 2013 (02:00 LT)	MSG	62	58	93%	4	7%
Italy (⊗>3,5) 3x3 (Genzano et al. 2020)	June 2004 – December 2014 (01:00 LT)	MSG	28	17	60,7%	11	39,3%
Japan 3x3 (⊗>3,5) (*M>6) (Genzano et al. 2021)	June 2005 – December 2015 (00:30 LT)	MTSAT 1R/2	29	18*	62,1%	11	37,9%
Turkey 3x3 (⊗>4) (Filizzola et al. 2022)	May 2004 – October 2015 (02:00 LT)	MSG	155	115	74%	40	26%
S-W US - California	June-July-August 2006 – 2011 (00:00 LT)	GOES	17	11	65%	6	35%
Indonesia (⊗>4) (*M>6)	July to October 2015 – 2018 (00:30 LT)	HIMAWARI 8/9	26	12*	46%	14	54%
TOTAL	67 YEARS		335	249	74,3%	86	25,7%

Fig.1 Summary of RST long term time-series analyses in different seismically active regions

3 Effect/Outcome

RST methodology shows good capabilities to identify Significant Sequences of Thermal Anomalies in some space-time relation with earthquakes (M≥4) occurring in different geotectonic contexts.

The new generation GEO satellites, such as Himawari 8-9/AHI, GOES-R/ABI, and MTG/FCI, acquiring data every 10 minutes with a spatial resolution of 2 km in the thermal infrared channels can contribute to more precise thermal monitoring of the seismically active areas.

【Joint Research No. CI24-111】SP2024-5

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

Name of Principal Investigator:

Tomoaki Miura (University of Hawai'i at Mānoa)

【Abstract】

We examined the normalized difference snow index (NDSI) and land surface temperature (LST) for detecting the snow cover contaminations in AHI NDVI temporal profiles in the Northern Japan. A large number of AHI NDVI, NDSI, and LST temporal profiles were inspected to find the timing when the low NDVI period due to snow cover started. The LST value of 10 degC and the NDSI value below zero appeared the most appropriate values for the start of the low NDVI period. We felt that using both the NDSI and LST would be necessary to confidently detect the low NDVI period due to surface snow cover.

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

Background: “Snow” is an important physical variable that critically contributes to the characterization of Earth’s climate, i.e., an Essential Climate Variable. At the same time, it is a noise for the characterization of vegetation phenology with vegetation indices, e.g., the NDVI from Himawari-8 Advanced Himawari Imager (AHI).

Objective: The objective of this study is to investigate the applicability of the LST approach for detecting NDVI snow-contamination in Himawari-8 AHI data.

Methodology: AHI NDVI and LST temporal profiles are evaluated along with time-lapse imagery of snow cover and AMeDAS snow depth data.

**2
Conclu-
sions**

Conclusion. The LST approach is found effective for AHI NDVI data for reducing the snow cover impact on autumn phenology analysis. Daily maximum LST < 10°C is a recommended threshold for detecting the last, no-snow-covered, no-green vegetation day.

Tomakomai (TOS), Hokkaido: N 42.70778°, E 141.55472°, 80 m

No Snow After Leaf Fall
December 3, 2016

Snow Cover After Leaf Fall
December 13, 2016



Fig.1 Snow cover change captured in time-lapse digital imagery (PEN).

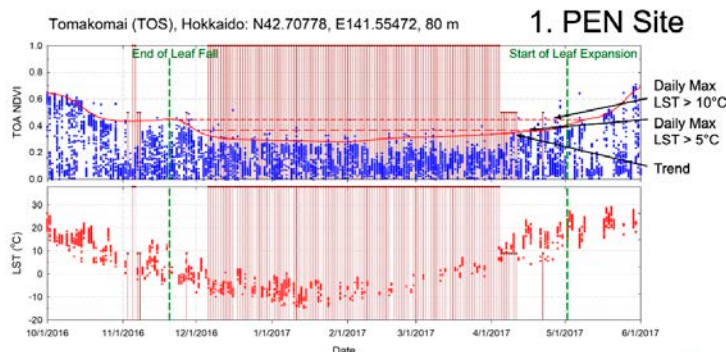


Fig.2 Comparison of two LST thresholds for detecting the last no-snow-covered, no-green vegetation day.

**3
Effect/
Outcome**

The future plan is to: 1) look further into LST as the optimum threshold seems to vary from place to place, 2) examine the impact of snow fall before leaf fall, 3) examine the normalized difference snow index (NDSI), and 4) compare with in-situ phenology data for a longer time scale and wider spatial area.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2024

【Joint Research No. CI24-116】SP2024-5

Title of Joint Research: Applying Himawari-8/9 and Landsat-8/9 Fused Images in High Spatiotemporal Thermal Anomaly Detection Around Fault Regions

Name of Principal Investigator:

LIN, Tang-Huang (Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University)

【Abstract】

To analyze geothermal anomalies around the fault zone, this study applied advanced fusion model (STARFM) to Landsat 8 and Himawari-8 images to synthesize Landsat-like images with 30 m resolution hourly. The results of two seismic events in Hualien (Taiwan) show that different fault dislocation formats may lead to different efficiencies in the upward transfer of geothermal heat, which can potentially consistent with land surface temperature (LST). In addition to the correlation between geothermal anomalies in LST and focal mechanisms, follow-up research can also try to figure out whether there are fixed hotspots around the fault, and whether their location and intensity will be changed by seismic events.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The early warning of an Earthquake event is about 20 seconds in Taiwan. The short period is not satisfied for preparing protection. Therefore, to extend the time period of warning message before Earthquake is essential, especially for the residents living around the areas nearby fault regions. Instead of seismic wave measurement, the objective of this study is to investigate the relationship between geothermal anomaly and fault activities with high spatiotemporal fused thermal images (i.e., 30 m every hour) for the potential forecast of seismic/Earthquake event. The approach proposed in this study including,

1. To advance the image fusion of Himawari-8/9 and Landsat-8/9 satellite for high spatiotemporal LST before, during and after seismic event.
2. To analyze the correlation between LST anomaly and fault activity for each case collected.
3. To character the geothermal anomaly in LST along with the seismic event according to the formats (compress or friction).

2

Conclusions

Conclusion 1

The advanced/improved image fusion approach for Himawari-8/9 and Landsat-8/9 satellite is available to produce the high spatiotemporal thermal infrared (TIR) images (Fig.1) for land surface temperature (LST) retrieval along with fault region.

Conclusion 2

The hypothesis below is validated with the Earthquake event in Taiwan.

Hypothesis:

Along with the fault region, the geothermal emission in terms of LST decreases when the plate compressing, while the geothermal emission in terms of LST will increases after crashed.

Conclusion 3

The variation of geothermal emission can be potentially detected in terms of LST during the early morning before 1~3 days of Earthquake (Fig.2).

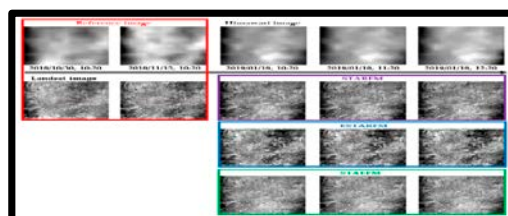


Fig.1 The example of fused images (30 m every hour) from Landsat-8 and Himawari-8.

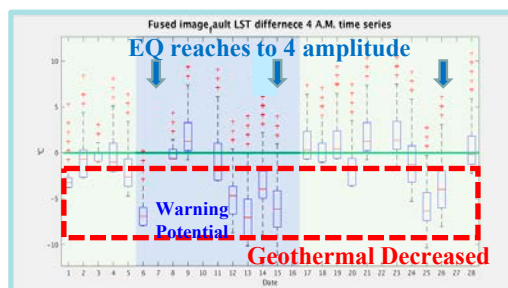


Fig.2 The variation of LST before, during and after an Earthquake in eastern Taiwan, 2020.02.15, .

3

Effect/Outcome

The developed method is applied to more case studies of Earthquake in Taiwan, including the in situ measurements and TIR images with Landsat-8/9 and Himawari-8/9. The high spatial and temporal resolution TIR images can be potentially monitoring the fault activities, which is available to extend the time period of warning message before Earthquake.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2024

【Joint Research No. CI24-103】 SP2024-6

Title of Joint Research: Determination of excess and deficient amount of paddy irrigation water for efficient irrigation system operation

Name of Principal Investigator:

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

【Abstract】

The objectives of this study are to estimate the amount of cultivated water required for rice cultivation using satellite data for rice crops in West Java, Indonesia, and to determine the spatial distribution of water supply and shortage relative to water requirements during the dry season. The result suggests that the amount of water required for rice changed daily from April to August using NDVI time series data. A comparison of excess and shortages relative to irrigation water supply in the dry season from 2021 to 2023 found that there were no water shortages in 2021, however, significant water shortages occurred in July and August of 2022 and 2023.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The Cihea irrigation district in West Java, Indonesia, draws irrigation water from the Cisokan River, however it has been reported that only about 70% of the water required for rice cultivation is supplied during the dry season. So, an improved cultivation management system is needed to ensure stable rice production. For this purpose, effective use of irrigation water and water allocation management are quite important and there is a strong need for a well-designed plan, taking these matters into account.

In this study, we used Sentinel-2/MSI L2A products and field survey data on the location of irrigation junctions and daily irrigation water withdrawal data measured by the Indonesian Water Resources Department at 144 points. The NDVI time series satellite data was used to calculate the amount of irrigation water required for each rice growth stage and determine the spatial distribution of water supply and shortage relative to water requirements for rice crops.

2

Conclusions

Conclusion1:

The result suggests that the amount of water required for rice cultivation changed daily from April to August using NDVI time series data. Especially in the middle stream, the amount of irrigation water intake decreased after mid-June, confirming water scarcity.

Conclusion 2:

A comparison of excess and shortages relative to irrigation water supply in the dry season from 2021 to 2023 found no water shortages in all basins in 2021 however, significant water shortages occurred in July and August of 2022 and 2023. In 2021, paddy fields of various growth stages were present in the target area, and it was considered that the different irrigation water demands among the fields offset the excess and shortage of irrigation water among adjacent fields. On the other hand, in 2022 and 2023, fields in the before and after heading stages with high water requirements in July accounted for about 80% of the entire watershed, and the increased demand for irrigation water was considered to have caused water shortages.

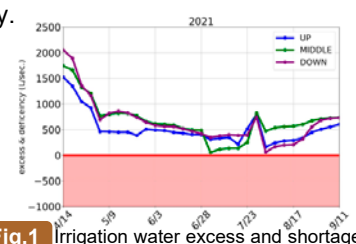


Fig.1 Irrigation water excess and shortage in 2021

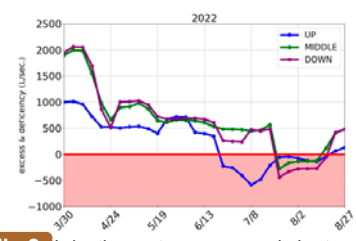


Fig.2 Irrigation water excess and shortage in 2022

3

Effect/Outcome

The information for more effective water management and agricultural project planning and implementation can contribute to reducing the risks associated with water scarcity in irrigated paddy areas, as well as reduction in yield and income can be mitigated. It is expected that the systematic and effective use of such information could increase yield and income for ensuring sustainable agriculture at the national level.

Report form for CERESe Overseas Joint Research Program 2024

【Joint Research No. ID: CI24-114】 SP2024-6

Title of Joint Research: Utilizing UAV and Thermal Imaging for Rice Disease Detection and Monitoring

Name of Principal Investigator:

I Made Anom Sutrisna WIJAYA (Udayana University)

【Abstract】

The growing prevalence of rice diseases poses significant threats to global food security and agricultural productivity. This study investigates the integration of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and thermal imaging technology for detecting and monitoring rice diseases. By using UAVs equipped with advanced thermal cameras, we aim to capture high-resolution images that can identify temperature anomalies related to disease stress in rice crops. Machine learning algorithms are employed to analyse the acquired data, allowing for rapid and accurate classification of disease symptoms. Our findings show that combining UAV technology, thermal imaging and machine learning can support improved decision-making in rice management practices.

1

Back-Ground

Objective

Methodology

The background of this study:

Rice crops are vulnerable to numerous diseases that can cause significant yield losses and economic hardships for farmers. Traditional methods of disease detection and monitoring often depend on manual inspections, which can be labour-intensive, time-consuming, and susceptible to human error. Unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with thermal imaging technology, and by employing machine learning algorithms to analyse the thermal data, researchers can automate the detection of disease symptoms, allowing for timely interventions.

The main objective of this study is to utilize Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) equipped with thermal imaging technology for the detection and monitoring of rice diseases. The study aims to develop a reliable and efficient method for early identification of diseases in rice fields.

The methodology of this study is as follows: 1. UAVs were used to regularly capture aerial thermal images of rice fields. Meanwhile, rice disease data were determined manually following standard procedures for determining rice disease; 2. The thermal images were processed and analyzed to identify temperature variations associated with different rice diseases; 3. Machine learning algorithms were employed to classify and detect specific rice diseases based on thermal patterns; 4. Field visits and ground truth data collection were conducted to validate the accuracy of disease detection using UAV thermal imaging.

2

Conclusions

Conclusion 1

Of the three models trained on machine learning, such as Convolutional Neural Networks (CNN), Support Vector Machines (SVM), and Random Forests (RF), CNN gave the best accuracy in predicting the rice disease, with an accuracy value of 64%.

Conclusion 2

The combination of UAV technology, thermal imaging, and machine learning can support improved decision-making in agricultural practices.

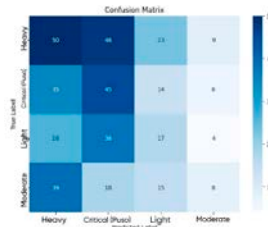


Fig.1 Confusion Matrix of CNN

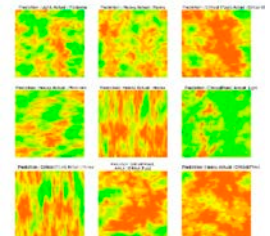


Fig.2 Validation image of CNN

3

Effect/Outcome

- The result of this study contributes to the advancement of precision agriculture practices for sustainable rice production.
- The developed method is applied to the farmer, pest observer, agricultural company, and the government (Ministry of Agriculture)

[3] 研究成果の公表

3.1. 研究論文など

【審査論文】

◆先端センシング部門

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo Laboratory)

1. Muhammad Hamka Ibrahim, Subuh Pramono, Jing-Yuan Wang, Yu-Fan Cai, Feri Adriyanto, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2024.8): Speckle correction filter based on spatial polarimetric coherence for full polarimetric synthetic aperture radar image, IEICE Communication Express, Vol.13, No.10, pp.413-416, 10.23919/comex.2024XBL0125
2. Rika Hernawati, Ketut Wikantika, Soni Darmawan, Agung Budi Harto, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Sitarani Safitri (2024.8): Phenology model of oil palm plantation based on biophysical parameter on sentinel-1A using multiple linear regression (MLR), Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 10.1007/s12524-024-01973-4
3. Sudaryatno, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Taufik Hery Purwanto, Muhammad Falakh Al Akbar, Amelia Rizki Gita, and Osmar Shalih (2024.8): Analysis and geovisualization of tsunami hazard and evacuation routes in the Opak-Progo Coastal Area, Forum Geografi, Vol.38, No.2, pp.257-265, 10.23917/forgo.v38i2.5436
4. Husnul Kausarian, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Batara, Adi Suryadi, and Thio Pangestu (2024.9): SAR sentinel data analysis: Hydrological dynamics and rainfall patterns in the Kampar river basin (2018-2023), Evergreen, Vol.11, No.3, pp.1558-1567, 10.5109/7236811
5. Fathin Nurzaman, Yuta Izumi, Motoyuki Sato, Koki Urano, Shima Kawamura, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Kaoru Ota, Mianxiong Dong, and Dudy D. Wijaya (2024.9): A robust APS trend estimation technique for ground-based InSAR measurements of urban landslide, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol.21, 4016905, 10.1109/LGRS.2024.3463797
6. Muhammad Hamka Ibrahim, Subuh Pramono, Feri Adriyanto, Gregorius Haryuatmanto, Hisato Kashihara, Yuta Izumi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2024.9): The ratio of double bounce scattering over surface and volume scatterings for vegetation-covered archeological object detection, IEICE Transactions on Communications, pp.1-16, 10.23919/transcom.2024sni0001
7. Dodi Sudiana, Indra Riyanto, Mia Rizkinia, Rahmat Arief, Anton Prabuwo, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Ketut Wikantika (2024.12): Performance evaluation of 3-Dimensional convolutional neural network for multi-temporal flood classification framework with synthetic aperture radar image data, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol.18, pp.3198-3207, 10.1109/JSTARS.2024.3519523
8. Dodi Sudiana, Mia Rizkinia, Rahmat Arief, Tiara De Arifani, Anugrah Indah Lestari, Dony Kushardono, Anton Satria Prabuwo, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (2024.2): A CNN-RF hybrid approach for rice paddy fields mapping in indramayu using sentinel-1 and sentinel-2 data, IEEE Access, Vol.13, pp.23234-23246, 10.1109/access.2025.3537818
9. Derry Permana Yusuf, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Yuki Yoshimoto, Steven Gao, and Koichi Ito (2025.1): Dual-Band circularly polarized asymmetric linear tapered horn antenna for feeder of synthetic aperture radar onboard microsatellite, IET Microwaves, Antennas & Propagation (MAP), vol.19, Issue1, pp.1-10, <https://doi.org/10.1049/mia2.70006>
10. Subuh Pramono, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Muhammad Hamka Ibrahim, Ayaka Takahashi, Yuki Yoshimoto, Hisato Kashihara, Cahya Edi Santosa, Steven Gao, and Koichi Ito (2025.2): A novel low temperature cofired-cordierite ceramic substrate based compact ultra-wideband circularly polarized array antenna for C-band remote sensing application, IEEE Open Journal of Antennas and Propagation, vol.6, No.3, pp.715-725, 10.1109/OJAP.2025.3544279

(入江仁士研究室)

1. Anggraini, T. S., H. Irie, A. D. Sakti, and K. Wikantika (2024.4): Machine learning-based global air quality index development using remote sensing and ground-based stations, Environmental Advances, 15,

10.1016/j.envadv.2023.100456

2. Hoque, H.M.S., K. Sudo, H. Irie, Y. He, and M. F. Khan (2024.6): Evaluating CHASERV4.0 global formaldehyde (HCHO) simulations using satellite, aircraft, and ground-based remote sensing observations, *Geoscientific Model Development*, 17, 5545-5571, 10.5194/gmd-17-5545-2024
3. Cai, Y., H. Irie, A. Damiani, S. Itahashi, T. Takemura, and P. Khatri (2024.8): Detectability of the potential climate change effect on transboundary air pollution pathways in the downwind area of China, *Science of The Total Environment*, 939, 173490, 10.1016/j.scitotenv.2024.173490
4. Li, W., K. Ichii, B. Zhang, Y. Yamamoto, W. Yang, T. Miura, H. Yoshioka, M. Matsuoka, K. Obata, R.C. Sharma, H. Yamamoto, H. Irie, P. Khatri, B. Liley, I. Morino, H. Takenaka, and A. Higuchi (2024.10): Estimation and evaluation of land surface reflectance from a next-generation geostationary meteorological satellite, Himawari-8/9 AHI, *Journal of Meteorological Society of Japan*, 103(1), pp.87-109, 10.2151/jmsj.2025-005
5. Rawat, P., M. Naja, M.C. Rajwar, H. Irie, C. Lerot, M. Kumar, and S. Lal (2024.11): Long-term observations of NO₂, SO₂, HCHO, and CHOCHO over the Himalayan foothills: Insights from MAX-DOAS, TROPOMI, and GOME-2, *Atmospheric Environment*, 336, 120746, 10.1016/j.atmosenv.2024.120746
6. Ha, E. S., R. J. Park, H.-A. Kwon, G. T. Lee, S. D. Lee, S. Shin, D.-W. Lee, H. Hong, C. Lerot, I. De Smedt, T. Danckaert, F. Hendrick, and H. Irie (2024.11): First evaluation of the GEMS glyoxal products against TROPOMI and ground-based measurements, *Atmos. Meas. Tech.*, 10.5194/egusphere-2024-589
7. Pendergrass, D.C., D.J. Jacob, Y.J. Oak, J. Lee, M. Kim, J. Kim, S. Lee, S. Zhai, H. Irie, and H. Liao (2025.1): A continuous 2011-2022 record of fine particulate matter (PM_{2.5}) in East Asia at daily 2-km resolution from geostationary satellite observations: population exposure and long-term trends, *Atmospheric Environment*, 346, 10.1016/j.atmosenv.2025.121068
8. Anggraini, T. S., H. Irie, A. D. Sakti, and K. Wikantika (2025.2): Global air quality index prediction using integrated spatial observation data and geographics machine learning, *Science of Remote Sensing*, 11, 10.1016/j.srs.2025.100197

(本多嘉明・梶原康司研究室)

1. 平山英毅、梶原康司、渡辺 豊、二谷 卓、鶴飼尚弘、澤田義人、三橋 怜、倉田興治、横山誠二、高山誠一、遠藤貴宏、杉山真彦、金子隆之、小栗幹一、本多嘉明 (2024.4) : 斜め視ステレオペア画像による位置特定手法～UAVによる遠方広域撮影の提案と検証実験～、次世代移動体技術誌、5 巻 5 号 p.41-48、https://doi.org/10.34590/tjam.5.5_41
2. Rei Mitsuhashi, Yoshito Sawada, Ken Tsutsui, Hidetake Hirayama, Tadashi Imai, Taishi Sumita, Koji Kajiwara, and Yoshiaki Honda (2024.12): Re-estimating GEDI Ground Elevation Using Deep Learning: Impacts on Canopy Height and Above Ground Biomass, *Remote Sensing*, 16(23), 4597, <https://doi.org/10.3390/rs16234597>

◆環境診断部門

(市井和仁・山本雄平研究室／Ruci Wang)

1. Tin W. Satriawan, Xiangzhong Luo, Tian, J., Kazuhito Ichii, Juneng Liew, and Masayuki Kondo (2024.4): Strong green-up of tropical Asia during the 2015/16 El Nino, *Geophysical Research Letters*, Vol.51, Issue8, e2023GL106955, 10.1029/2023GL106955
2. Zhiyan Liu, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Ruci Wang, Hideki Kobayashi, and Masahito Ueyama (2024.4): Construction and Validation of a Dawn and Dusk Land Surface Temperature Using MERSI-LL FY-3E, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, Vol.17 pp.8875-8887, 10.1109/JSTARS.2024.3387979
3. Kazutaka Murakami, Makoto Saito, Hibiki M. Noda, Haruki Oshio, Yukio Yoshida, Kazuhito Ichii and Tsuneo Matsunaga (2024.6): Impact of the 2015 El Nino event on Borneo: Detection of drought damage using solar-induced chlorophyll fluorescence, *Journal of Agricultural Meteorology*, 80(3), 69-78, 10.2480/agrmet.D-24-00012

4. Yangyang Yan, Hao Hou, Yuji Murayama, Ruci Wang, and Tangao Hu (2024.9): How do landscape patterns affect cooling intensity and scale? Evidence from 13 primary urban wetlands in China, *Ecological Indicators*, 166, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112574>
5. Jacob A. Nelson, Sophia Walther, Fabian Gans, Basil Kraft, Ulrich Weber, Kimberly Novick, Nina Buchmann, Mirco Migliavacca, Georg Wohlfahrt, Ladislav Šigut, Andreas Ibrom, Dario Papale, Mathias Göckede, Gregory Duveiller, Alexander Knohl, Lukas Hörtnagl, Russell L. Scott, Jiří Dušek, Weijie Zhang, Zayd Mahmoud Hamdi, Markus Reichstein, Sergio Aranda-Barranco, Jonas Ardö, Maarten Op de Beeck, Dave Billesbach, David Bowling, Rosvel Bracho, Christian Brümmer, Gustau Camps-Valls, Shiping Chen, Jamie Rose Cleverly, Ankur Desai, Gang Dong, Tarek S. El-Madany, Eugenie Susanne Euskirchen, Iris Feigenwinter, Marta Galvagno, Giacomo A. Gerosa, Bert Gielen, Ignacio Goded, Sarah Goslee, Christopher Michael Gough, Bernard Heinesch, Kazuhito Ichii, Marcin Antoni Jackowicz-Korczynski, Anne Klosterhalfen, Sara Knox, Hideki Kobayashi, Kukka-Maaria Kohonen, Mika Korkiakoski, Ivan Mammarella, Mana Gharun, Riccardo Marzuoli, Roser Matamala, Stefan Metzger, Leonardo Montagnani, Giacomo Nicolini, Thomas O'Halloran, Jean-Marc Ourcival, Matthias Peichl, Elise Pendall, Borja Ruiz Reverter, Marilyn Roland, Simone Sabbatini, Torsten Sachs, Marius Schmidt, Christopher R. Schwalm, Ankit Shekhar, Richard Silberstein, Maria Lucia Silveira, Donatella Spano, Torbern Tagesson, Gianluca Tramontana, Carlo Trotta, Fabio Turco, Timo Vesala, Caroline Vincke, Domenico Vitale, Enrique R. Vivoni, Yi Wang, William Woodgate, Enrico A. Yopez, Junhui Zhang, Donatella Zona, and Martin Jung (2024.11): X-BASE: the first terrestrial carbon and water flux products from an extended data-driven scaling framework, *FLUXCOM-X*, *Biogeosciences*, 21, 5079-5115, 10.5194/bg-21-5079-2024
6. Xu Ri, Husi Letu, Chong Shi, Takashi Y. Nakajima, Huazhe Shang, Fangling Bao, Bilige Sude, Higuchi Atsushi, Wei Yang, Ichii Kazuhito, Yonghui Lei, Jun Zhao, and Jiancheng Shi (2024.11): Cloud top temperature and cloud optical thickness can effectively identify convective clouds over the Tibetan Plateau, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol.62, 4111611, 10.1109/TGRS.2024.3486463
7. Wei Li, Kazuhito Ichii, Beichen Zhang, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Tomoaki Miura, Hiroki Yoshioka, Masayuki Matsuoka, Kenta Obata, Ram C. Sharma, Hirokazu Yamamoto, Hitoshi Irie, Pradeep Khatri, Ben Likey, Isamu Morino, Hideaki Takenaka, and Atsushi Higuchi (2025.1): Estimation and evaluation of land surface reflectance from a next-generation geostationary meteorological satellite, Himawari-8/9 AHI, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol.103 Issue 1 Pages 87-109, 10.2151/jmsj.2025-005 【入江仁士研究室 4 番再掲】
8. Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Wei Li, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Ram C. Sharma, Hiroki Yoshioka, Kenta Obata, Masayuki Matsuoka, and Tomoaki Miura (2025.1): Evaluation of Himawari-8/AHI land surface reflectance at Mid-latitudes using LEO sensors with off-nadir observation, *Remote Sensing of Environment*, Vol.316, 114491, 10.1016/j.rse.2024.114491
9. Munseon Beak, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Ruci Wang, Beichen Zhang, Ram C. Sharma and Tetsuya Hiyama (2025.1): Land cover classification for Siberia leveraging diverse global land cover datasets, *Progress in Earth and Planetary Science*, 12, Article number: 3, 10.1186/s40645-024-00672-5
10. Ahmed Derdouri, Yuji Murayama, Takehiro Morimoto, Ruci Wang, Niloofar Haji Mirza Aghasi (2025.1): Urban green space in transition: A cross-continental perspective from eight Global North and South cities, *Landscape and Urban Planning*, 253, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105220>
11. Zhiyan Liu, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Masahito Ueyama, Hideki Kobayashi, Tetsuya Hiyama, Ayumi Kotani, Trofim Maximov, Ryan C. Sullivan, and Sébastien Biraud (2025.2): Can subdaily LST be constructed in high-latitude regions using polar orbiting satellites?, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol.22, 2501305, 10.1109/LGRS.2025.3546797
12. Jiaqi Tian, Xiangzhong Luo, Weile Wang, Liyao Yu, Diane Tan Ting Ng, Kazuhito Ichii, Yao Zhang, and Xiaoyang Zhang (2025.3): Seasonality of vegetation greenness in Southeast Asia unveiled by geostationary satellite observations, *Remote Sensing of Environment*, 319, 114648, 10.1016/j.rse.2025.114648

13. Chong Shi, Husi Letu, Takashi Y. Nakajima, Teruyuki Nakajima, Lesi Wei, Ri Xu, Feng Lu, Jerome Riedi, Kazuhito Ichii, Jiangyuan Zeng, Huazhe Shang, Run Ma, Shuai Yin, Jiancheng Shi, Anthony J. Baran, Jian Xu, Ao Li, Gegen Tana, Wenwu Wang, Qin Na, Qixiang Sun, Wei Yang, Liangfu Chen, and Guangyu Shi (2025.3): Near-global monitoring of surface solar radiation through the construction of a geostationary satellite network observation system, *The Innovation*, 6(5), 100876 <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2025.100876>

(齋藤尚子研究室／Belikov Dmitry)

1. D. Belikov, P. K. Patra, Y. Terao, M. Naja, Md. K. Ahmed, and N. Saitoh (2024.6): Assessment of the impact of observations at Nainital (India) and Comilla (Bangladesh) on the CH₄ flux inversion, *Progress in Earth and Planetary Science*, vol. 11, no. 36, <https://doi.org/10.1186/s40645-024-00634-x>
2. Natella Rakhmatova, Bakhriddin E. Nishonov, Bakhtiyar M. Kholmatjanov, Valeriya Rakhmatova, Kristina N. Toderich, Gulchekhra M. Khasankhanova, Lyudmila Shardakova, Temur Khujanazarov, Akmal N. Ungalov and Dmitry A. Belikov (2024.7): Assessing the Potential Impacts of Climate Change on Drought in Uzbekistan: Findings from RCP and SSP Scenario, *Atmosphere*, 15(7), 866, <https://doi.org/10.3390/atmos15070866>
3. Ana Maria Roxana Petrescu, Glen P. Peters, Richard Engelen, Sander Houweling, Dominik Brunner, Aki Tsuruta, Bradley Matthews, Prabir K. Patra, Dmitry Belikov, Rona L. Thompson, Lena Höglund-Isaksson, Wenxin Zhang, Arjo J. Segers, Giuseppe Etiope, Giancarlo Ciotoli, Philippe Peylin, Frédéric Chevallier, Tuula Aalto, Robbie M. Andrew, David Bastviken, Antoine Berchet, Grégoire Broquet, Giulia Conchedda, Stijn N. C. Dellaert, Hugo Denier van der Gon, Johannes Gütschow, Jean-Matthieu Haussaire, Ronny Lauerwald, Tiina Markkanen, Jacob C. A. van Peet, Isabelle Pison, Pierre Regnier, Espen Solum, Marko Scholze, Maria Tenkanen, Francesco N. Tubiello, Guido R. van der Werf, and John R. Worden (2024.9): Comparison of observation- and inventory-based methane emissions for eight large global emitters, *Earth Syst. Sci. Data*, 16, 4325-4350, <https://doi.org/10.5194/essd-16-4325-2024>
4. Labzovskii, L., Belikov, D., Chang, D.Y. and Hekman, E. (2024.12): Siberian wildfire dilemma: Controlling the uncontrollable?, *European Journal of Environmental Sciences*, 14(2), pp.72-78, <https://doi.org/10.14712/23361964.2024.8>
5. Zhu Deng, Liting Hu, Adrien Martinez, Marielle Saunio, Rona L. Thompson, Kushal Tibrewal, Wouter Peters, Brendan Byrne, Giacomo Grassi, Paul I. Palmer, Ingrid T. Luijkx, Zhu Liu, Junjie Liu, Xuekun Fang, Tengjiao Wang, Hanqin Tian, Katsumasa Tanaka, Ana Bastos, Stephen Sitch, Benjamin Poulter, Clément Albergel, Aki Tsuruta, Shamil Maksyutov, Rajesh Janardanan, Yosuke Niwa, Bo Zheng, Joël Thanwerdas, Dmitry Belikov, Arjo Segers, and Frédéric Chevallier (2025.3): Global Greenhouse Gas Reconciliation 2022, *Earth Syst. Sci. Data*, 17, 1121-1152, <https://doi.org/10.5194/essd-17-1121-2025>

(楊偉研究室)

1. Licong Liu, Jin Chen, Miaogen Shen, Xuehong Chen, Ruyin Cao, Xin Cao, Xihong Cui, Wei Yang, Xiaolin Zhu, Le Li, and Yanhong Tang (2024.1): A remote sensing method for mapping alpine grasslines based on graph-cut, *Global Change Biology*, 30(1), e17005, <https://doi.org/10.1111/gcb.17005>
2. Chunyang Wang, Kui Yang, Wei Yang, Runkui Li, Haiyang Qiang, Bibo Lu, Baishun Su, and Zenan Yang (2024.1): Assessment of the urban habitat quality service functions and their drivers based on the fusion module of graph attention network and residual network, *International Journal of Digital Earth*, 17(1), <https://doi.org/10.1080/17538947.2024.2306310>
3. Jinxia Lv, Wei Yang, Miaogen Shen, Eryuan Liang, Yuan Jiang, Jin Chen, Xuehong Chen, Nan Jiang, Licong Liu, Wenwu Zhao, and Josep Peñuelas (2024.4): Winter greening on the Tibetan Plateau induced by climate warming over 2000-2021, *Forest Ecology and Management*, 558, 121796, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121796>
4. ChunYang Wang, Xian Zhang, Wei Yang, GaiGe Wang, XingWang Li, JianLong Wang, and BiBo Lu (2024.4): MSWAGAN: Multispectral remote sensing image super resolution based on multi-scale

window attention transformer, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 62, 10.1109/TGRS.2024.3385752

5. Miaogen Shen, Wei Zhao, Nan Jiang, Licong Liu, Ruyin Cao, Wei Yang, Xiaolin Zhu, Cong Wang, Xuehong Chen, Jin Chen, and Xiaoyang Zhang (2024.6): Challenges in remote sensing of vegetation phenology, The Innovation Geoscience, 2(2): 100070, <https://doi.org/10.59717/j.xinn-geo.2024.100070>
6. Chunyang Wang, Kai Li, Wei Yang, Xinbing Wang, Jian Wang, Zongze Zhao, Yanan Gu, and Zhaozhao Xu (2024.6): GACDNet: Mapping winter wheat by generative adversarial cross-domain networks with transformer integration for zero-sample extraction, Computers and Electronics in Agriculture, 221, 109012, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109012>
7. Ruilin Chen, Benfeng Yin, Wei Yang, Jianlong Li, Zeteng Li, Yuanming Zhang, and Jin Chen (2024.8): Mapping the successional stages of biological soil crusts at 3-m resolution in the Gurbantunggut Desert, China through hydration-induced spectral response, Remote Sensing of Environment, 310, 114230, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2024.114230>
8. Xu Ri, Husi Letu, Chong Shi, Takashi Y. Nakajima, Huazhe Shang, Fangling Bao, Bilige Sude, Higuchi Atsushi, Wei Yang, Ichii Kazuhito, Yonghui Lei, Jun Zhao, and Jiancheng Shi (2024.10): Cloud Top Temperature and Cloud Optical Thickness Can Effectively Identify Convective Clouds Over the Tibetan Plateau, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 62, 4111611, 10.1109/TGRS.2024.3486463 【市井和仁・山本雄平研究室 6 番再掲】
9. ChunYang Wang, Chao Zhan, BiBo Lu, Wei Yang, YingJie Zhang, GaiGe Wang, and ZongZe Zhao (2024.11): SSFAN: A Compact and efficient spectral-spatial feature extraction and attention-based neural network for hyperspectral image classification, Remote Sensing, 16(22), 4202, <https://doi.org/10.3390/rs16224202>

◆環境予測部門

(小槻峻司・岡崎淳史研究室／Oettli Pascal J.A.、黒澤賢太、Khan Huhammad Abid)

1. Kanon Kino, Alexandre Cauquoin, Atsushi Okazaki, Taikan Oki, and Kei Yoshimura (2024.4): Synoptic moisture intrusion provided heavy isotope precipitations in inland antarctica during the last glacial maximum, Geophysical Research Letters, 51, e2024GL108191, <https://doi.org/10.1029/2024GL108191>
2. Kotsuki, S., Kawasaki, F. and Ohashi, M. (2024.6): Quantum data assimilation: a new approach to solving data assimilation on quantum annealers, Nonlin. Processes Geophys. Lett., vol.31 pp.237-245, 10.5194/npg-31-237-2024
3. Kawasaki, F. and Kotsuki, S. (2024.7): Leading the Lorenz 63 system toward the prescribed regime by model predictive control coupled with data assimilation, Nonlin. Processes Geophys., vol.31 pp.319-333, 10.5194/npg-31-319-2024
4. Oettli, P. and Kotsuki, S. (2024.7): An objective detection of separation scenario in tropical cyclone trajectories based on ensemble weather forecast data, J. Geophys. Res. Atmospheres, vol.129 e2024JD040830, 10.1029/2024JD040830
5. Mukuto Morita, Hiroto Kajita, Atsushi Okazaki, Nanami Ueda, Koji Umeda, Etsuo Uchida, and Hodaka Kawahata (2024.10): Evaluation of carbon flux through groundwater and river water at the western foothills of Mt. Chokai, GEOCHEMICAL JOURNAL, 58, 6, 267-275, <https://doi.org/10.2343/geochemj.GJ24021>
6. 毛束隆太、武藤裕花、岡崎淳史、小槻峻司 (2024.11) : 災害被害数理モデルを用いた強化学習による洪水被害削減のための投資策の最適化、AI・データサイエンス論文集、vol.5 pp.186-193、10.11532/jsceii.5.3_186
7. Muto, Y. and Kotsuki, S. (2024.12): Estimating global precipitation fields by interpolating rain gauge observations using the local ensemble transform Kalman filter and reanalysis precipitation, Hydrol. Earth Syst. Sci., vol.28 pp.5401-5417, 10.5194/hess-28-5401-2024
8. Alexandre Cauquoin, Maksym Gusyev, Hayoung Bong, Atsushi Okazaki, and Kei Yoshimura (2025.1): Modeling tritium release to the atmosphere during the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant

- accident and application to estimating post-accident water system transit times, *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 3649-3663, <https://doi.org/10.1007/s11356-025-35919-1>
9. Shigeyuki Ishidoya, Satoshi Sugawara, and Atsushi Okazaki (2025.2): Diurnal, seasonal, and interannual variations in $\delta(^{18}\text{O})$ of atmospheric O_2 and its application to evaluate natural and anthropogenic changes in oxygen, carbon, and water cycles, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 25, 1965-1987, <https://doi.org/10.5194/acp-25-1965-2025>
 10. 井貫恵多朗、金子 凌、岡崎淳史、小槻峻司 (2025.2) : 深層学習に基づく生成モデルを用いたドップラー風速データからのランキン渦再構成、*水工学論文集*、vol.81、10.2208/jscej.24-16185
 11. Kenta Kurosawa and Jonathan Poterjoy (2025.2): Augmented flow-dependent perturbations to mitigate sampling errors: Experiments for a regional application of the NOAA Unified Forecast System, *Weather and Forecasting*, <https://doi.org/10.1175/WAF-D-24-0147.1>
 12. Muhammad Abid Khan, Koji Dairaku and Saurabh Kelkar (2025.2): Assessing wind power generation potential over South Asia using wind speed observation and reanalysis datasets, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 39, 1179-1207, <https://doi.org/10.1007/s00477-025-02918-0>
 13. Yamamoto, K., Ma, W., Matsugishi, S., Satoh, M., Kotsuki, S., Miyoshi, T., Kachi, M., Kubota, T. and Yoshimura, K. (2025.3): Development and validation of a global ensemble hydrological simulation system: TE-Global NEXRA, *Hydrol. Res. Lett.*, vol.19 pp.80-86, 10.3178/hrl.24-00022
 14. Ohtsuka, T., Okazaki, A., Ogura, M. and Kotsuki, S. (2025.3): Convex optimization of initial perturbations toward quantitative weather control, *SOLA*, vol.21 pp.158-166, <https://doi.org/10.2151/sola.2025-020>

◆統合解析部門

(樋口篤志研究室)

1. Kalingga Titon Nur Ihsana, H. Takenaka, A. Higuchi, Anjar Dimara Saktih, and Ketut Wikantika (2024.6): Solar irradiance variability around Asia Pacific: Spatial and temporal perspective for active use of solar energy, *Solar Energy*, 276, 112678, 10.1016/j.solener.2024.112678
2. Kalingga Titon Nur Ihsan, Anjar Dimara Sakti, A. Higuchi, H. Takenaka, and Ketut Wikantika (2024.9): City-Level solar photovoltaic potential using integrated digital surface models and HIMAWARI geostationary satellite in Jakarta and Bandung Cities, Indonesia, *Energy and Buildings*, 319, 114552, 10.1016/j.enbuild.2024.114552
3. Ri, X., H. Letu, C. Shi, T. Y. Nakajima, H. Shang, F. Bao, B. Sude, A. Higuchi, Y. Wei, K. Ichii, Y. Lei, J. Zhao, and J. Shi (2024.10): Cloud top temperature and cloud optical thickness can effectively identify convective clouds over the Tibetan Plateau, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 62, 1-11, 4111611, 10.1109/TGRS.2024.3486463 【市井和仁・山本雄平研究室 6 番再掲、楊偉研究室 8 番再掲】
4. Li, W., K. Ichii, B. Zhang, Y. Yamamoto, W. Yang, T. Miura, H. Yoshioka, M. Matsuoka, K. Obata, R. C. Sharma, H. Yamamoto, H. Irie, P. Khatrri, B. Liley, I. Morino, H. Takenaka, A. Higuchi (2025.1): Estimation and evaluation of land surface reflectance from a next-generation geostationary meteorological satellite, Himawari-8/9 AHI, *Journal of Meteorological Society of Japan*, 103(1), 87-109, 10.2151/jmsj.2025-005 【入江仁士研究室 4 番、市井和仁・山本雄平研究室 7 番再掲】

◆社会実装部門

(本郷千春研究室)

1. Chiharu Hongo, Shun Isono, Gunardi Sigit, and Eisaku Tamura (2024.6): Efficient damage assessment of rice bacterial leaf blight disease in agricultural insurance using UAV data, *Agronomy*, 14(6), 1328, <https://doi.org/10.3390/agronomy14061328>
2. Arif K Wijayanto, Lilik B Prasetyo, Sahid A Hudjimartsu, Gunardi Sigit, and Chiharu Hongo (2024.8): Textural features for BLB disease damage assessment in paddy fields using drone data and machine learning: Enhancing disease detection accuracy, *Smart Agricultural Technology*, 8, 100498, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100498>

3. Yuti Giamerti, Didi Darmadi, Ahmad Junaedi, Iskandar Lubis, Didy Sopandie, Ospa Pea Yuanita Meishanti, Kartika Sari, Chiharu Hongo, and Koki Homma (2024.10): Evaluation Trial of Drought Damage of Rice Based on RGB Aerial Image by UAV, *agriTECH*, 44(4) 354-361, <https://doi.org/10.22146/agritech.86077>
4. Arif K Wijayanto, Lilik B Prasetyo, Sahid Agustian Hudjimartsu, Gunardi Sigi, and Chiharu Hongo (2025.1): Advanced BLB disease assessment in paddy fields using multispectral UAV data and patch fragmentation metrics, *Smart Agricultural Technology*, 10 100766-100766, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100766>

(服部克巳研究室 (理学研究院))

1. Ryota Kimura, Yoshiaki Ando, Leo Kukiya, Tomoya Masuzawa, Katsumi Hattori, and Masashi Hayakawa (2024.7): A numerical consideration on the correlation between magnitude of earthquakes and current intensity causing ULF electromagnetic wave emission, *Radio Science*, 59, e2023RS007923, <https://doi.org/10.1029/2023RS007923>
2. Hongyan Chen, Peng Han, and Katsumi Hattori (2024.9): Ultra-low frequency geomagnetic signal extraction: An interstation transfer function method based on multivariate wavelet coherence, *IEEE TGRS*, 62, 5926711, <https://doi.org/10.1109/TGRS.2024.3456433>
3. Rikuto Enomoto, Hiroyuki Nakata, Song Rui, Katsumi Hattori, Keisuke Hosokawa, and Hiroyo Ohya (2024.8): Analysis of concentric traveling ionospheric disturbances associated with typhoon Faxai in 2019 using HF doppler soundings, *Journal of Atmospheric Electricity*, 43, 1-7, <https://doi.org/10.1541/jae.43.1>
4. Xiaocan Liu, Peng Han, Jiyao Xu, Katsumi Hattori, Yangkun Liu, Huaran Chen, Liguojiao, and Jiyao Tu (2025.2): North-South asymmetry of Sq variations at geomagnetically conjugate area, *J. Geophys. Res. SP*, e2024JA033507, <https://doi.org/10.1029/2024JA033507>
5. Hongyan Chen, Peng Han, Jiancang Zhuang, Katsumi Hattori, Miao Miao, Kaiyan Hu, and Tao Tao (2025.2): On solar-terrestrial interactions: correlation between intense geomagnetic storms and global strong earthquakes, *Geophys. Res. Letts*, 52(6), e2024GL108590, <https://doi.org/10.1029/2024GL108590>

(椎名達雄 (工学研究院))

1. 大久保洗祐、ラゴロサス ノフェル、椎名達雄 (2024.2) : 低コヒーレンスドップラーライダーの光源の考察およびシステム効率改善、*レーザー研究*, 52、 2、 89-93
2. Toshihiro Somekawa, Naohiro Manago, Shinri Kurahashi, Tatsuo Shiina, Akifumi Yogo, and Hiroaki Kuze (2024.2): Hard-target reflection laser spectroscopy of carbon monoxide gas concentration for the early detection of spontaneous combustion of coal, *Applied Spectroscopy*, 78, 4, 398, <https://doi.org/10.1177/00037028241227240>
3. Ziqi Peng, Seiroh Okaneya, Hongzi Bai, Chuangxing Wu, Bei Liu, and Tatsuo Shiina (2024.2): Proposal of dental demineralization diagnosis with OCT echo based on multiscale entropy analysis, *Mathematical Biosciences and Engineering*, 21, 3, 4421-4439, 10.3934/mbe.2024195
4. Jumar Cadondon, Edgar Vallar, Tatsuo Shiina, and Maria Cecilia Galvez (2024.10): Experimental detection of marine plastic litter in surface waters by 405 nm LD-based fluorescence lidar, *Marine Pollution Bulletin*, 207, 116842, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116842>
5. Hayate Goto, Nofel Lagrosas, Maria Cecilia Galvez, Edgar Vallar, and Tatsuo Shiina (2024.11): Depth enlargement and homogenization from plant-OCT observations by using optical clearing, *Optik*, 316, 172065, <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2024.172065>
6. Alifu Xiafukaiti, Nofel Lagrosas, Masakazu Ogita, Nobuhiko Oi, Yuji Ichikawa, Sachiyo Sugimoto, Ippei Asahi, Shigeru Yamaguchi, and Tatsuo Shiina (2025.1): Optimization for hydrogen gas quantitative measurement using tunable diode laser absorption spectroscopy, *Optics & Laser Technology*, 180, 111587, <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2024.111587>
7. Decai Huyan, Alifu Xiafukaiti, and Tatsuo Shiina (2025.3): Deep neural network approach to ghost imaging-optical coherence tomography imaging, *Optics and Lasers in Engineering*, 189, 108932,

(加藤 顕 (園芸学研究院))

1. David R. Weise, Thomas H. Fletcher, Timothy J. Johnson, Wei Min Hao, Mark Dietersberger, Marko Princevac, Bret W. Butler, Sara S. McAllister, Joseph J. O'Brien, E. Louise Loudermilk, Roger D. Ottmar, Andrew T. Hudak, Akira Kato, Babak Shotorban, Shankar Mahalingam, Tanya L. Myers, Javier Palarea-Albaladejo and Stephen P. Baker (2024.8): Comparing gas composition from fast pyrolysis of live foliage measured in bench-scale and fire-scale experiments, *International Journal of Wildland Fire*, 33(9), 375, <https://doi.org/10.1071/WF23200>
2. 加藤 顕、青柳寛太郎、中島史雄、上原浩一、瀬戸口浩彰 (2024.9) : 森林内空隙構造と微気象との関係、*日本緑化工学会誌*、50(1) pp.1-6、<https://doi.org/10.7211/jjsrt.50.1>
3. 勝田真一、加藤 顕、小牧義輝、田中健文、上原浩一、瀬戸口浩彰 (2024.9) : 水分・光環境の違いが小笠原諸島絶滅危惧種2種に及ぼす影響、*日本緑化工学会誌*、50(1) pp.25-30、<https://doi.org/10.7211/jjsrt.50.25>
4. David Riaño, Shruti Khanna, Mui Lay, Nick L. Rasmussen, Akira Kato, and Susan L. Ustin (2025.1): Assessment of the effect of management activities like a drought salinity barrier and herbicide treatments on the spread of submersed and floating aquatic estuary macrophytes, *Science of The Total Environment*, Vol. 959, 178138, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178138>
5. David R. Weise, Wei Min Hao, Stephen Baker, Emily Lincoln, Andrew T. Hudak, Benjamin C. Bright, Marko Princevac, Amir_Hessam Aminfar, Roger D. Ottmar, Joseph J. O'Brien, Akira Kato, Jonathan L. Batchelor, Molly M. Herzog, Joey Chong, Bonni M. Corcoran, and Gloria M. Burke (2025.3): Pyrolysis gases measured by gas chromatography and mass spectrometry from fires in a wind tunnel and at Ft. Jackson, SC., *WFSI Data Portal*, doi:10.60594/W48G6B
6. 堤田成政、加藤 顕 (2025.5) : GEDIによる樹冠高推定の空間誤差評価、*日本リモートセンシング学会誌*、45(2)、<https://doi.org/10.11440/rssj.2024.040>
7. 澤田義人、三橋 怜、今井 正、住田泰史、加藤 顕 (2025.5) : 衛星ライダーと画像のデータ融合による深層学習を用いた高精度林冠高地図の作成、*日本リモートセンシング学会誌*、45(2)、<https://doi.org/10.11440/rssj.2024.041>

(Liu Wen (工学研究院))

1. 山崎文雄、劉ウェン (2024.11) : 2018年北海道胆振東部地震における多時期航空レーザ計測データを用いた厚真町の被害と復旧・復興状況の把握、*日本地震工学会論文集*、Vol. 24、pp.5_309-5_322、https://doi.org/10.5610/jaee.24.5_309
2. 劉ウェン、山崎文雄、井上雅志、丸山喜久 (2024.11) : ALOS-2衛星の緊急観測画像を用いた2023年トルコ地震の被害把握、*日本地震工学会論文集*、Vol. 24、pp.6_1-6_13、https://doi.org/10.5610/jaee.24.6_1

【総説・解説・著書等】

◆先端センシング部門

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo)

1. Meraih Cita-Cita Setinggi Angkasa – Kisah Professor Radar Indonesia yang Mendunia – Biografi Prof. Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D: Muhammad Adhimas Prasetyo (Penerbit Bukunesia, 2024年8月出版、ISBN: 978-623-8350-78-0) 【著書】
2. Advances in Geoscience and Remote Sensing Technology: Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Pakhrur Razi 編集 (Springer Singapore, 2024年9月出版、ISBN: 978-981-97-5745-9, DOI: 10.1007/978-981-97-5746-6.) 【著書 (共著)】

◆環境診断部門

(齋藤尚子)

1. 基礎からわかるリモートセンシング (第2版) 2・3・4章: 日本リモートセンシング学会編 (理工図書株式会社, 2025年2月出版、ISBN 978-4-8446-0963-6) 【著書 (共著)】

(山本雄平)

1. Geospatial Approaches to Sustainable Cities Chapter 9: Satellite-based Assessment of Urban Thermal Environments, Chapter 9: Yuhei Yamamoto: Qihao Weng and Cheolhee Yoo 編 (CRC Press/Taylor and Francis • Handbook of Geospatial Approaches to Sustainable Cities, 2024年6月出版、DOI: 10.1201/9781003244561-12) 【著書 (共著)】

◆統合解析部門

(樋口篤志)

1. POTEKA observation/prediction technology on the ground surface: Iwashita, H., F. Kobayashi, K. Morotomi, S. Shimamura, A. Higuchi, H. Ohya, T. Takano, and T. Takamura (URSI Radio Science Letters, Vol. 5, 2024年4月出版、DOI:10.46620/23-0029) 【解説】
2. 9.5.1 リモートセンシング: 樋口篤志 (照明学会誌, 108巻5号 p.277-278, 2024年9月出版) 【解説】
3. 「地下水の事典」日本地下水学会 編 9.1 リモートセンシング技術概要 および 9.2 土壌水分・蒸発散量調査: 9.1 樋口篤志、小野寺真一、9.2 樋口篤志 (朝倉書店, pp.263-266 (総ページ 632p), 2024年10月出版、ISBN 978-4-254-26180-6 C3551) 【著書 (共著)】

◆社会実装部門

(本郷千春)

1. 基礎からわかるリモートセンシング (第2版) 第3章 陸域への応用 3.5 農業: 日本リモートセンシング学会編 (理工図書株式会社, p.49-51, 2025年2月出版、ISBN 978-4-8446-0963-6) 【著書 (共著)】

3.2. 学会・研究会での発表

【国際／国内会議】

◆先端センシング部門

(Josaphat Tetuko Sri Sumantyo Laboratory)

1. Advanced Technology for Future Geographical Applications; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd International Conference on Geography, Environment and Sustainability 2023 (ICOGES 2024)、Universiti Pendidikan Sultan Idris, Malaysia、2024年4月23日（招待講演）【国際】
2. Development of AI Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Resilience Society; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 2nd Workshop on Advances in Environmental Sensing Systems for Smart Cities (EnvSys 2024)、東京、2024年6月7日（招待講演）【国際】
3. Detection of Archaeological Structures using Microwave Remote Sensing; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Indonesian Archeological Exhibition - Indonesian Ministry of Education、東京・Embassy of Republic Indonesia Tokyo、2024年6月21日（招待講演）【国内】
4. Soil Movement Vulnerability Zones Determination Based on RS/GIS Analysis and Geological Mapping in Koto Tinggi Area, Lima Puluh Kota, West Sumatra; Husnul Kausarian, Rorry Rachmad Illahi, Adi Suryadi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Batara: 2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2024)、ギリシア、2024年7月9日（口頭発表）【国際】
5. Northern Java Problems and Solutions: Merajut Nusantara; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Preliminary Study for Pantura Java Integrated Coastal Development Plan (PJICDP)、インドネシア・ジャカルタ・Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, Republic of Indonesia、2024年7月9日（招待講演）【国際】
6. Research Experience and Strategy to be World Class Scientists; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Conference on Social, Science, Technology, Language and Education Research (CASTLE 2024)、インドネシア・ジャカルタ・Universitas Negeri Jakarta、2024年8月4日（招待講演）【国際】
7. Development of AI Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Resilience Society; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 1st International Workshop on Mobile Communications and Applications (IWMCA 2024)、北海道大学、2024年8月11日（招待講演）【国際】
8. Mengapa Ilmuwan Indonesia Gagal Mendunia? Sebuah Refleksi Seorang Peneliti Indonesia yang Berkarir di Luar Negeri; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Universitas Islam Alauddin Makassar General Lecture、インドネシア・Universitas Islam Alauddin Makassar、2024年8月22日（招待講演）【国内】
9. Launching dan Bedah Buku: The Untold Story of Josaphat Tetuko; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Book Launching、インドネシア・Universitas Sebelas Maret、2024年8月23日（招待講演）【国内】
10. Advanced AI Microwave Remote Sensing, Technology for Disaster and Environmental Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: General Lecture、インドネシア・Universitas Pertahanan、2024年8月26日（招待講演）【国内】
11. The Importance of Remote Sensing in the country's Development; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Conference of Islamic University of Kuantan Singingi、インドネシア・パダン市、2024年9月19日（招待講演）【国際】
12. Kemandirian Teknologi Ruang Angkasa Nasional untuk Mewujudkan Poros Maritim Dunia; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Maritime International Seminar, Bima Suci、横須賀市、2024年10月4日（招待講演）【国際】
13. Development of AI Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Resilience Society; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 27th SAR Image Workshop, Department of Geology、インドネシア・University of Hasanuddin、2024年11月5日（招待講演）【国内】
14. Basic of Remote Sensing for Geomorphological Mapping; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: General Lecture: Department of Geology, Faculty of Engineering、インドネシア・University of Hasanuddin、2024年11月5日（招待講演）【国内】
15. SAR Data Application for Flood and Land Subsidence Disaster Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Conference of Geoscience and Geotechnology (ICOGEST 2024)、インドネシア・University of Hasanuddin、2024年11月7日（招待講演）【国際】
16. Research Experience and Strategy to be World Class Scientists: Introduction of Double Degree

Program –; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Rectorate Room of University of Hasanuddin、インドネシア・University of Hasanuddin、2024年11月7日（招待講演）【国内】

17. Development of Advanced Sensors for Environmental Sustainability and Climate Change Monitoring; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 6th International Conference Administration Science (ICAS 2024)、Politeknik STIA LAN Bandung、2024年11月12日（招待講演）【国際】
18. Development of AI Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Resilience Society; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (APMC 2024)、インドネシア・バリ島、2024年11月17日（招待講演）【国際】
19. Heat Resistant Circularly Polarized Antenna for In-Situ Volcanic Lava Observation; Yuki Yoshimoto, Subuh Pramono, Ayaka Takahashi, Basari Basari, Eko Tjipto Rahardjo, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: 2024 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC 2024)、インドネシア・バリ島、2024年11月18日（口頭発表）【国際】
20. Establishment of an AI Disaster Mitigation Sustainable Interdisciplinary Hub for Communities and People; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Disaster Medical Science Symposium in Chiba 2024、千葉大学、2024年11月23日（招待講演）【国内】
21. Inovasi Teknologi Penginderaan Jauh, Kunci Indonesia untuk Memimpin Dunia; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Nurtanio Pringgoadisuryo Memorial Lecture Award 2024、インドネシア・ジャカルタ BRIN-LPDP、2024年11月26日（招待講演）【国内】
22. Innovative Microwave Sensors for Realization of Disaster Resilience Coastal Area; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Jepara International Conference、インドネシア・Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara、2024年12月4日（招待講演）【国際】
23. Development of AI Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Resilience Society; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: Spacecraft System Engineering、インドネシア・International Islam University Malaysia、2024年1月15日（招待講演）【国際】
24. Development of AI Remote Sensing Technology and Applications for Disaster Resilience Society; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: International Webinar on Artificial Intelligence With Deep Computer Vision、インドネシア・Faculty of Information Technology Serang Raya University、2024年1月23日（招待講演）【国際】
25. FPGA Based Real time Image Signal Processing System Platform using ZYNQ 7020; Ohtsuka Takusei, Namba Kazuteru, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, Chiba University、千葉大学、2025年2月19日（ポスター発表）【国内】
26. Land Deformation, Geological Formation and Marine Fossils at the Early-man of Sangiran Dome Central Java Indonesia; Agus Hartoko, Haryadi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, Chiba University、千葉大学、2025年2月19日（口頭発表）【国内】
27. Possibility of Water Content Measurement using Spectrometer; Hirokazu Ohmae, Keiko Miyake, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, Chiba University、千葉大学、2025年2月19日（ポスター発表）【国内】
28. Development of Field Source Usage Type of Microwave Sensor for Implementation in International Lunar Plan; Takahashi Ayaka, Subuh Pramono, Yoshimoto Yuki, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo: The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, Chiba University、千葉大学、2025年2月19日（ポスター発表）【国内】

（入江仁士研究室）

1. Characterization and long-term trend analysis of aerosols in Japan with a focus on Asisan dust; T. Oshimi, and H. Irie: 日本地球惑星科学連合2024年大会(JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日（ポスター発表）【国内】
2. Long-term observations of planetary-boundary-layer mean SO₂ concentrations by MAX-DOAS in Japan, including the COVID-19 pandemic period; S. Kometani, H. Irie, and A. Damiani : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日（口頭発表）【国内】
3. Enhancing global air quality monitoring through remote sensing and machine learning; Anggraini, T.S.,

- H. Irie, K. Wikantika, and A.D. Sakti : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (口頭発表) 【国内】
4. Machine learning regression for building climate and weather-driven scenarios; Damiani, A., N.N. Ishizaki, H. Sasaki, H. Irie, D. Belikov, S. Feron, and R.R. Cordero : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (口頭発表) 【国内】
 5. Long-term Continuous Observations of Horizontal Inhomogeneity in Water Vapor Concentration in the Lower Atmosphere using MAX-DOAS; S. Mizobuchi, H. Irie, and S. Shimizu : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (口頭発表) 【国内】
 6. 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: オゾン感度レジームの経年変化; 嶋寺 光、荒木 真、茶谷 聡、北山 響、入江仁士、板橋秀一: 第65回大気環境学会年会、慶応義塾大学日吉キャンパス・神奈川県横浜市、2024年9月11-15日 (口頭発表) 【国内】
 7. 新型コロナウイルスの第1波流行期 (2020年4-5月) における国内の排出量変化とそれに伴う光化学オキシダント濃度の応答; 板橋秀一、入江仁士、嶋寺 光、北山 響、茶谷 聡: 第65回大気環境学会年会、慶応義塾大学日吉キャンパス・神奈川県横浜市、2024年9月11-15日 (口頭発表) 【国内】
 8. 黄砂に着目した日本のエアロゾルの長期トレンド解析; 押見敏暉、入江仁士: 大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9日 (口頭発表) 【国内】
 9. 人為起源エアロゾルを用いた気候変動に伴う大気輸送場変動の検出可能性; 蔡 穎、入江仁士、A. Damiani、板橋秀一、竹村俊彦、P. Khatri: 大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9日 (口頭発表) 【国内】
 10. 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; 溝渕隼也、入江仁士、清水慎吾: 大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月10日 (口頭発表) 【国内】
 11. 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、A. Damiani: 大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月10日 (口頭発表) 【国内】
 12. 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; 溝渕隼也、入江仁士、清水慎吾: 日本気象学会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12日 (口頭発表) 【国内】
 13. 近年の千葉における二酸化炭素濃度の変動要因解析—ブラックカーボンや二酸化窒素との同時観測を活用して—; 野本真孝、入江仁士: 日本気象学会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12日 (ポスター発表) 【国内】
 14. 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、A. Damiani: 日本気象学会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12日 (口頭発表) 【国内】
 15. 人為起源エアロゾルを用いた気候変動に伴う大気輸送場変動の検出可能性; 蔡 穎、入江仁士、A. Damiani、板橋秀一、竹村俊彦、P. Khatri: 日本気象学会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12日 (口頭発表) 【国内】
 16. 地上・衛星観測によるエアロゾルの長期変動解析; 工藤 玲、大河原望、大島 長、入江仁士、西澤智明、日暮明子、藤谷雄二、神慶 隆、長谷川就一、Sang-Woo Kim、Pradeep Khatri、竹村俊彦、弓本桂也、佐々木駿: 日本気象学会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12日 (ポスター発表) 【国内】
 17. Detectability of atmospheric transport field variations associated with climate change using anthropogenic aerosols; Cai, Y., H. Irie, D. Alessandro, S. Itahashi, T. Takemura, and P. Khatri: The 4th Asian Conference on Meteorology (ACM) 2024 jointly organized with The 3rd Workshop on the A3 Foresight Program, Tsukuba International Congress Center, Tsukuba, 2024年11月18日 (口頭発表) 【国際】
 18. Quality assessment of cloud properties observed by SGLI/GCOM-C; Khatri, P., T. Hayasaka, and H. Irie: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, Vision Center Tokyo Kyobashi, Tokyo, Japan, 2024年11月19日 (口頭発表) 【国際】
 19. Promotion of applied researches with GCOM-C atmosphere products by precise validation utilizing SKYNET and A-SKY international ground-based remote sensing observation networks; H. Irie: Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, Vision Center Tokyo Kyobashi, Tokyo, Japan, 2024年11月19日 (口頭発表) 【国際】

20. Analysis of horizontal inhomogeneity in lower atmosphere water vapor using long-term MAX-DOAS observations; Mizobuchi, S., H. Irie, and S. Shimizu: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington D.C., U.S.A., 2024年12月9日 (ポスター発表) 【国際】
21. Long-term observations of planetary-boundary-layer mean sulfur dioxide concentrations by MAX-DOAS in Japan, including the COVID-19 pandemic period; Kometani, S., H. Irie, and A. Damiani: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington D.C., U.S.A., 2024年12月11日 (ポスター発表) 【国際】
22. 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: 電子情報技術産業協会セミナー、大手センタービル・東京都千代田区、2025年1月17日 (口頭発表) 【国内】
23. International Air quality and SKY research remote sensing network (A-SKY): recent activities and results; H. Irie: Grant-in-Aid Joint Research Meeting, Kumamoto City International Center, Kumamoto, Japan, 2025年2月17日 (口頭発表) 【国際】
24. 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; 溝渕隼也、入江仁士、清水慎吾: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (ポスター発表) 【国内】
25. 福岡都市圏における大気汚染物質の動態・地上からのホルムアルデヒド (HCHO) リモートセンシング観測; 高島久洋、百合優花、乙部直人、入江仁士、藤縄 環: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (ポスター発表) 【国内】
26. 地球惑星大気環境を観測するための衛星リモートセンシングに関する研究; 野口克行、遠香 萌、入江仁士: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (ポスター発表) 【国内】
27. 大気汚染常時監視局NO2測定値と衛星観測カラムNO2との比較解析; 早崎将光、入江仁士、樋口篤志: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (ポスター発表) 【国内】
28. Validation of LEO and GEO satellite's NO2 and HCHO data with MAX-DOAS data; Pinardi, G., H. Irie, S. Conpernelle, T. Verhoelst, I. De Smedt, B. Langerrock, J.-C. Lambert, and M. Van Roozendaal: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (口頭発表) 【国内】
29. SKYNET サイトデータを用いたHimawari-8/9 AHIエアロゾルプロダクト検証; 山本浩万、入江仁士: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (口頭発表) 【国内】
30. 首都圏における大気浮遊物質の動態把握に関する研究; 岩永博之、入江仁士、山口和貴: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (口頭発表) 【国内】
31. SKYNETの観測データを用いたエアロゾルと雲の特性に関する解析; Khatri, P., and H. Irie: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (口頭発表) 【国内】
32. Six years of ground-based nighttime cloud cover observations in Chiba: seasonal variations and impacts on PM2.5 concentrations; Lagrosas, N., M. Ishii, K. Itou, T. Shiina, H. Irie, and H. Kuze: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日 (口頭発表) 【国内】

(本多嘉明・梶原康司研究室)

1. 静止衛星と周回衛星複合観測による擬似高頻度高解像度観測の実現; 平山英毅、本多嘉明、梶原康司: 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (ポスター発表) 【国際】
2. 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、平澤 享、堀 雅裕、梶原康司: 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (ポスター発表) 【国際】

3. メタ学習に基づく森林地上部バイオマス推定における最適な特徴量に関する研究；Qiu Haorui、平山英毅、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会 令和6年度秋季学術講演会、松山市男女共同参画推進センター・愛媛県松山市、2024年11月14－15日（口頭発表）【国内】
4. 多方向UAV写真測量データを用いた森林バイオマス推定と精度検証；加藤亮大、邱湊睿、中川拓人、魯学成、三橋 怜、平山英毅、梶原康司、本多嘉明：日本写真測量学会 令和6年度秋季学術講演会、松山市男女共同参画推進センター・愛媛県松山市、2024年11月14－15日（口頭発表）【国内】
5. Upgrading AGB estimation using BRDF based on SGLI observation data; Yoshiaki Honda：2024年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、ビジョンセンター東京京橋・東京都中央区、2024年11月19－20日（口頭発表）【国際】
6. 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、平澤 享、堀 雅裕、梶原康司：日本リモートセンシング学会第77回（令和6年度秋季）学術講演会、特別セッション「将来の衛星地球観測」、山口県総合保健会館内 山口県健康づくりセンター・山口県山口市、2024年11月26－27日（口頭発表）【国内】

◆環境診断部門

（市井和仁・山本雄平研究室）

1. Data-driven estimation of soil CH₄ absorption in Japan; 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: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
2. A comprehensive assessment of VISIT GPP using the different GPP products and site-level FLUXNET database; Ruci Wang, Kazuhito Ichii: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
3. Analyzing the Effect of Different MODIS Product Versions Towards Long-term Terrestrial Carbon Cycle Monitoring in Asia; Daniel Joseph Henri, Kazuhito Ichii: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
4. Exploring the impact of climate change on vegetation dynamic in Siberia from 2000 to 2022; Rui Fu, Kazuhito Ichii, Daniel Joseph Henri: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
5. Intercomparison of data driven and remote sensing based estimations of terrestrial carbon cycle across Asia and global; Kazuhito Ichii, Daniel Joseph Henri, Shao Shuai, Ruci Wang, Yuhei Yamamoto: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
6. Challenges toward hyper-temporal monitoring of terrestrial vegetation using 3rd generation geostationary satellites, Himawari-8/9; Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Misaki Hase, Reo Shibayama, Shogo Sumii: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
7. Development of global primary productivity and evapotranspiration products derived from enhanced BESS model and GCOM-C SGLI datasets; Shuai Shao, Misaki Hase, Kazuhito Ichii: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
8. A new era of vegetation phenology monitoring: an application of third-generation geostationary satellite (Himawari/AHI) with snow-free vegetation index (NDGI); Taiga Sasagawa, Wei Li, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Kenlo Nishida Nasahara: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
9. Seasonal variation in vegetation activities across Southeast Asia observed by Himawari-8 AHI; Misaki Hase, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhan: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
10. Detection of environmental stress using the Himawari-8 LST data across different climatic conditions in Australia; Reo Shibayama, Yuhei Yamamoto, Hojin Lee, Kazuhito Ichii: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】

11. Current Development Status of Land Surface Datasets Using Third Generation Geostationary Satellites by CReS, Chiba University; Kazuhito Ichii: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)、Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23–30日（口頭発表）【国際】
12. Estimation of Land Surface Albedo Using Time-series Data from Himawari-8 AHI; Wei Li, Kazuhito Ichii, Beichen Zhang, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Taiga Sasagawa, Kenlo Nasahara: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)、Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23–30日（口頭発表）【国際】
13. Detection and Attribution of Seasonal Variation in Vegetation Activities Across Southeast Asia Using Himawari-8 AHI; Hase Misaki, Kazuhito Ishii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Kumagai Tomo'omi, Yoshiaki Hata, Chandrashekhar Deshmukh, Masahito Ueyama: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)、Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23–30日（口頭発表）【国際】
14. Estimating Diurnal Gross Primary Production Considering Non-linearity with Absorbed Photosynthetically Active Radiation; Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Wei Yang, Youngryel Ryu, Minseok Kang, Shohei Murayama, Su-Jin Kim, Hideaki Takenaka and Atsushi Higuchi: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)、Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23–30日（口頭発表）【国際】
15. Evaluation of High-resolution Global Primary Productivity and Evapotranspiration Products Derived from Enhanced BESS Model and GCOM-C SGLI Datasets; Shuai Shao, Kazuhito Ichii, Misaki Hase: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)、Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23–30日（口頭発表）【国際】
16. Accurate Estimation of Forest Phenology with Snow-free Vegetation Index Derived from Himawari/AHI: An Application of Third Generation Satellites for Ecosystem Monitoring; Taiga Sasagawa, Wei Li, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Kenlo Nasahara: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)、Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23–30日（ポスター発表）【国際】
17. Progress of terrestrial product development using geostationary satellites by Japan group; Kazuhito Ichii: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（口頭発表）【国際】
18. Surface Reflectance and Albedo; Wei Li, Beichen Zhan, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
19. Estimation of LAI/FPAR using a geostationary satellite Himawari-8/9; Tatsuya HIRAMA, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Kazuhito Ichii: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
20. Development of GPP and ET products derived from enhanced BESS model and GCOM-C SGLI datasets; Shuai Shao, Kazuhito Ishii, Misaki Hase: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
21. Estimation of diurnal evapotranspiration using a next-generation geostationary satellite, Himawari-8; Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Minseok Kang, Youngryel Ryu, Su-Jin Kim, Shohei Murayama: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
22. Estimation of terrestrial gross primary productivity across Asia-Oceania region using Himawari-8 data; Shogo Sumii, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
23. Exploring composite method of Vegetation Index to monitor vegetation activity around Southeast Asia; Misaki Hase, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Tomo'omi Kumagai, Yoshiaki Hata, Chandrashekhar Deshmukh, Masahito Ueyama: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
24. Response of canopy conductance to AHI-LST across OzFlux sites with a precipitation gradient; Reo Shibayama, Yuhei Yamamoto, Hojin Lee, Kazuhito Ichii: GEOstationary-satellite LAND monitoring

- NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
25. A near-real time detection of vegetation damage caused by drought using geostationary satellites; Rui Fu, Kazuhito Ichii: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（ポスター発表）【国際】
26. Developing surface parameters of Himawari-8/9 for thermal environment monitoring; Yuhei Yamamoto: GEOstationary-satellite LAND monitoring NETwork (GEOLAND-NET)、Seoul National University, Seoul, Korea、2024年6月28–29日（口頭発表）【国際】
27. Hyper-temporal monitoring of terrestrial vegetation and carbon cycle using a geostationary meteorological satellite, Himawari-8; Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Shogo Sumii, Misaki Hase, Reo Shibayama, Sharma Ram, Yang Wei, Hiroki Yoshioka, Masayuki Matsuoka, Tomoaki Miura: International Carbon Dioxide Conference (ICDC)、Hotel NOVOTEL Manaus, Manaus, Amazonas, Brazil、2024年7月29日–8月2日（ポスター発表）【国際】
28. Understanding the impact of high-temperature events on carbon balance in northern mid-to-high latitude regions; Takuto Taguchi, Masayuki Kondo, Kazuhito Ichii, Motoki Sasakawa: International Carbon Dioxide Conference (ICDC)、Hotel NOVOTEL Manaus, Manaus, Amazonas, Brazil、2024年7月29日–8月2日（ポスター発表）【国際】
29. Monitoring terrestrial carbon cycle across Asia in the era of earth observation big data; Kazuhito Ichii: The Cloud remote sensing, Atmosphere radiation and Renewal Energy application (CARE)、Chinese Academy of Science, Beijing, China、2024年8月21–28日（口頭発表）【国際】
30. Monitoring terrestrial carbon cycle across Asia in the era of earth observation big data; Kazuhito Ichii: The Cloud remote sensing, Atmosphere radiation and Renewal Energy application (CARE)、Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia, China、2024年8月21–28日（口頭発表）【国際】
31. Estimation of soil CO₂/CH₄ flux in Japan using chamber observation network 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: A3 Foresight Program・日中韓フォーサイト事業、御殿場高原 時之栖・静岡県御殿場市、2024年8月26–29日（口頭発表）【国際】
32. Development of Global Primary Production and Evapotranspiration Products derived from Enhanced BESS Model and GCOM-C SGLI Datasets; Shuai Shao, Kazuhito Ichii, Misaki Hase: Asia-Oceania Group on Earth Observations (AOGEO)、東京国際交流館プラザ平成・東京都江東区、2024年9月3–5日（口頭発表）【国際】
33. The effect of different MODIS versions on a data-driven estimation of CO₂ Fluxes in Asia; Dan Henri and Kazuhito Ichii: Asia-Oceania Group on Earth Observations (AOGEO)、東京国際交流館プラザ平成・東京都江東区、2024年9月3–5日（口頭発表）【国際】
34. ひまわり8号を用いた東南アジア域における植生活動の動態解明; Misaki Hase, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Tomo'omi Kumagai, Yoshiaki Hata, Chandrashekhara Deshmukh, Masahito Ueyama: 陸域フラックス合同研究会、大阪公立大学中百舌鳥キャンパス・大阪府堺市、2024年10月3–4日（口頭発表）【国内】
35. Monitoring terrestrial carbon cycle across Asia in the era of earth observation big data; Kazuhito Ichii: International Workshop on Geographic Modeling and Simulation (IWGMS)、Nanjing Normal University (Suiyuan Campus), Nanjing, China、2024年10月25–28日（口頭発表）【国際】
36. Estimation of Diurnal Evapotranspiration Across the Asia-Pacific Region Using the Japanese Himawari-8 Satellite; Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Minseok Kang, Youngryel Ryu, Su-Jin Kim, Shohei Murayama: International Workshop on Geographic Modeling and Simulation (IWGMS)、Nanjing Normal University (Suiyuan Campus), Nanjing, China、2024年10月25–28日（口頭発表）【国際】
37. Estimating Land Surface Reflectance from a Next-Generation Geostationary Meteorological Satellite, Himawari-8/9 AHI; Wei Li, Beichen Zhan, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii: International Workshop on Geographic Modeling and Simulation (IWGMS)、Nanjing Normal University (Suiyuan Campus), Nanjing, China、2024年10月25–28日（口頭発表）【国際】

38. High spatial and temporal diagnostics of terrestrial water and carbon fluxes; Kazuhito Ichii : デジタル バイオスフェア : 地球環境を守るための統合生物圏科学 2024年度 全体会合 (第3回)、京都大学・京都府 京都市、2024年10月28-30日 (口頭発表) 【国内】
39. The effect of different MODIS versions on a data-driven estimation of CO₂ Fluxes in Asia; Dan Henri and Kazuhito Ichii : デジタルバイオスフェア : 地球環境を守るための統合生物圏科学 2024年度 全体会合 (第3回)、京都大学・京都府京都市、2024年10月28-30日 (ポスター発表) 【国内】
40. Estimation of terrestrial carbon budget in Asia based on multiple data-driven approaches: current status and future plan; Kazuhito Ichii, Daniel Henri, Ruci Wang, Shuai Shao, Munseon Beak: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
41. All-sky land surface temperature estimation using Himawari-8/9 geostationary satellite data for thermal environment monitoring in East Asia; Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Youngryel Ryu, Minseok Kang, Shohei Murayama, and Su-Jin Kim: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
42. Capturing Diurnal Variations in Evapotranspiration Across the Asia-Pacific Region Using the Himawari-8 Satellite; Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Minseok Kang, Youngryel Ryu, Su-Jin Kim, Shohei Murayama: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
43. A near-real time detection of vegetation stress caused by drought using geostationary satellites: Rui Fu, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
44. Estimating and Evaluating Land Surface Albedo Using Himawari-8/9 AHI Data at Eddy-Covariance Sites; Wei Li, Taiga Sasagawa, Beichen Zhang, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Kenlo Nasahara, Chong Shi, Youngryel Ryu, Shohei Murayama, Kazuhito Ichii: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
45. Revisiting seasonal vegetation dynamics across Southeast Asia using an improved Himawari-8/AHI surface reflectance dataset; Misaki Hase, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang, Tomo'omi Kumagai, Yoshiaki Hata, Chandra Shekhar Deshmukh, Masahito Ueyama: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
46. Improved estimation of leaf area index using a geostationary satellite, Himawari-8: site-level analysis; Tatsuya Hirama, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Kazuhito Ichii: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (ポスター発表) 【国際】
47. Comprehensive assessment of the impact of global warming and related extreme events as the dynamics of GHGs emissions and sinks in the Asian Monsoon ecosystems; Naishen Liang, Yiping Zhang, Takashi Hirano, Kentaro Takagi, Derrick Y.F. Lai, Po-Neng Chiang, Sachinobu Ishida, Toshiaki Kondo, Munemasa Teramoto, Masahiro Takagi, Jun Koarashi, Mariko Ando, Lifei Sun, Jiye Zeng, Yoshiyuki Takahashi, Kazuhito Ichii, Azian Mohti: AsiaFlux, China University of Geosciences, Wuhan, China、2024年10月28日-11月2日 (口頭発表) 【国際】
48. Challenges toward hyper-temporal monitoring of terrestrial ecosystems across Asia and Oceania using Himawari-8/9 AHI data; Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Beichen Zhang, Shogo Sumii, Reo Shibayama: OzFlux, Woolnough Lecture Theatre, Perth, Australia、2024年11月18-20日 (口頭発表) 【国際】
49. Intercomparison of multiple data-driven and remote sensing based estimations of terrestrial carbon cycle across Asia; Kazuhito Ichii, Daniel Henri, Shuai Shao, Ruci Wang, Munseon Beak: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9-13日 (ポスター発表) 【国際】
50. Estimation of Diurnal Evapotranspiration Over the Asia-Pacific Region Using Himawari-8 Satellite; Beichen Zhang, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Minseok Kang, Youngryel Ryu, Su-Jin Kim, and Shohei Murayama: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9-13日 (ポスター発表) 【国際】
51. Exploring seasonal variation in vegetation activities across Southeast Asia through intercomparison of two Himawari-8 AHI products; Misaki Hase, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto, Wei Li, Beichen Zhang,

- Tomo'omi Kumagai, Yoshiaki Hata, Chandra Shekhar Deshmukh, Masahito Ueyama, Weile Wang, and Hirofumi Hashimoto: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
52. Estimating diurnal GPP using Himawari geostationary satellite data: Incorporating nonlinear responses to direct/diffuse absorbed photosynthetically active radiation; Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Wei Yang, Youngryel Ryu, Minseok Kang, Shohei Murayama, Su-Jin Kim, Hideaki Takenaka, and Atsushi Higuchi: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (口頭発表) 【国際】
 53. Changes in Terrestrial Carbon Cycle in Siberia Using a Process-based Model and a Data-Driven Model; Munseon Beak, Kazuhito Ichii, Ruci Wang, Daniel Henri: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (口頭発表) 【国際】
 54. The development of Global GPP and ET Products of enhanced BESS model derived from GCOM-C SGLI datasets; Shuai Shao, Misaki Hase, Kazuhito Ichii: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 55. Estimating of high-temporal land surface albedo based on a geostationary satellite, Himawari-8/9 AHI: Validation and interpretation at flux tower sites; Wei Li, Taiga Sasagawa, Beichen Zhang, Yuhei Yamamoto, Wei Yang, Kenlo Nishida Nasahara, Youngryel Ryu, Shohei Murayama, Kazuhito Ichii: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 56. Estimation of Vegetation Clumping Index (CI) using Geostationary Meteorological Satellite Observations; Zhi Qiao, Wei Yang, Wei Li, Kazuhito Ichii: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 57. Monitoring Vegetation Phenology in Deciduous Forests with In-Situ Time-Lapse Cameras and Satellite Remote Sensing over Two Decades; Taiga Sasagawa, Kazuhito Ichii, Kenlo Nishida Nasahara: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 58. Understanding ecosystem responses to drought and heatwaves over the course of the diurnal cycle across regions and the globe; Jingfeng Xiao, Jingyi Bu, Joshua B. Fisher, Hirofumi Hashimoto, Kazuhito Ichii, Xing Li, Nicholas Parazoo, Yiqi Luo: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (口頭発表) 【国際】
 59. 静止衛星ひまわりのデータを用いた夜間のヒートアイランドの要因評価; Misaki Ogawa, Masahito Ueyama, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Satoru Takanashi, Yoshiko Kosugi: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19–20日 (口頭発表) 【国内】
 60. Reduction of Snow Contamination in Himawari-8/-9 AHI NDVI for Improved Phenology Monitoring; Tomoaki Miura, Yuhei Yamamoto, Nagai Shin, Narumasa Tsutsumida, Kazuhito Ichii: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19–20日 (口頭発表) 【国内】
 61. 東アジアにおける陸域生態系の光合成機能の評価; Yuta Takao, Masahito Ueyama, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19–20日 (口頭発表) 【国内】
 62. 静止気象衛星データによるバイオマス燃焼検出のための地上参照データ整備手法の検討; Osamu Sugimoto, Hiroto Shimazaki, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19–20日 (ポスター発表) 【国内】
 63. Progress on a hypertemporal monitoring of terrestrial environment using Himawari-8/9; Kazuhito Ichii: 東京大学生産技術研究所生研フォーラム・IIS forum, The University of Tokyo, 東京大学生産技術研究所・東京都目黒区、2025年3月6 – 7日 (口頭発表) 【国内】
 64. The Development of Global GPP and ET Products of Enhanced BESS Model Derived from GCOM-C

SGLI Datasets; Shuai Shao, Misaki Hase, Kazuhito Ichii : 東京大学生産技術研究所生研フォーラム・IIS forum, The University of Tokyo、東京大学生産技術研究所・東京都目黒区、2025年3月6－7日（口頭発表）【国内】

65. 静止気象衛星ひまわりを活用した日内光合成量の広域推定; Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Yuta Takao, Masahito Ueyama, Tomoko Akitsu, Hiroki Iwata, Kenzo Kitamura, Yuji Kominami, Jun Suzuki, Kentaro Takagi, Satoru Takanashi, Yoshiyuki Takahashi, Takashi Hirano, Kazuho Matsumoto, Shohei Murayama, Yukio Yasuda, Atsushi Higuchi, Hideaki Takenaka : 日本農業気象学会2025年全国大会・The Society of Agricultural Meteorology of Japan、東海大学熊本キャンパス・熊本県熊本市、2025年3月13－16日（口頭発表）【国内】
66. 東アジアにおける陸域生態系の光合成機能の評価; Yuta Takao, Masahito Ueyama, Kazuhito Ichii, Yuhei Yamamoto : 日本農業気象学会2025年全国大会・The Society of Agricultural Meteorology of Japan、東海大学熊本キャンパス・熊本県熊本市、2025年3月13－16日（口頭発表）【国内】
67. 静止衛星ひまわりのデータを用いた夜間のヒートアイランドの要因評価; Misaki Ogawa, Masahito Ueyama, Yuhei Yamamoto, Kazuhito Ichii, Satoru Takanashi, Yoshiko Kosugi : 日本農業気象学会2025年全国大会・The Society of Agricultural Meteorology of Japan、東海大学熊本キャンパス・熊本県熊本市、2025年3月13－16日（口頭発表）【国内】
68. The response of the soil CO₂ and CH₄ fluxes to forested peatland; Ruiqi Ma, Kentaro Takagi, Takashi Hirano, Lifei Sun, Naishen Liang, Yoshiyuki Takahashi, Munemasa Teramoto, Toshiaki Kondo, Jun Koarashi, Mariko Atarashi-andoh, Sachinobu Ishida, Masahiro Takagi, Kazuhito Ichii : 日本農業気象学会2025年全国大会・The Society of Agricultural Meteorology of Japan、東海大学熊本キャンパス・熊本県熊本市、2025年3月13－16日（ポスター発表）【国内】
69. Data-driven high spatio-temporal estimation of terrestrial carbon fluxes using multiple observation data; Kazuhito Ichii : 第72回日本生態学会大会（ESJ72）・The 72th Annual Meeting of the Ecological Society of Japan、札幌コンベンションセンター・北海道札幌市、2025年3月15－18日（口頭発表）【国内】

（齋藤尚子研究室）

1. Towards Retrieving Atmospheric HCOOH from the GOSAT-2 TIR Band: Forward Simulations and Sensitivity Analysis; Fengxin Xie, Ryoichi Imasu, Naoko Saitoh, Yu Someya : 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
2. 中国の領域別のメタン高度分布における放出源と大気輸送の影響; 方 志鵬、齋藤尚子、Dmitry Belikov : 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
3. GOSAT、GOSAT-2データに基づくGHG超過濃度比を用いた東アジアのCO₂放出の影響評価; 林 勇佑、齋藤尚子 : 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
4. 衛星GHGデータの超過濃度比を用いた南アジアのメタン放出源の特徴解析; 吉井太一、齋藤尚子 : 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
5. 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2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国内】
6. アジア静止軌道からの大気環境物質GHGs/SLCFsの測定; 笠井康子、金谷有剛、齋藤尚子、江口菜穂、佐藤知紘、藤縄 環、山下陽介、関谷高志 : 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国内】
7. The influence of global atmospheric circulation and chemical reactions (OH) on the redistribution of methane fluxes between the mid-latitudes and the tropics; Dmitry Belikov, Prabir Patra, Naoko Saitoh : 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国内】
8. Investigation of the sensitivity of GOSAT TIR observations to CH₄ in the near-surface layer; Dmitry A. Belikov, Naoko Saitoh, Prabir K. Patra : 20th IWGGMS meeting, Colorado, U.S.A., 2024年5月29－31日（ポスター発表）【国際】

9. Nitrous oxide observations from GOSAT-2/TANSO-FTS-2: Evaluation and potential; Jean-Luc Attie, Philippe Ricaud, Naoko Saitoh, Prabir Patra, Isabelle Pison, Adrien Martinez, Remi Chalinel, Beatrice Josse, Didier Hauglustaine: 20th IWGGMS meeting, Colorado, U.S.A., 2024年5月29–31日（ポスター発表）【国際】
10. Study the influence of the Asian Summer Monsoon on the Upper Troposphere and Lower Stratosphere Using Methane Distributions; Dmitry Belikov, Prabir Patra, Naoko Saitoh: Stratosphere-Troposphere Interactions and Prediction of Monsoon Weather Extremes (STIPMEX), Pune, India, 2024年6月2–7日（口頭発表）【国際】
11. Improving Methane Emission Assessments in South Asia: Integrating New Air Sampling Data with Inverse Modeling; Dmitry A. Belikov, Prabir K. Patra, Yukio Terao, Manish Naja, Md. Kawser Ahmed, Naoko Saitoh: 第29回大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9–11日（口頭発表）【国内】
12. Quantifying Anthropogenic Impacts on Global CO₂: A Robust Isotopic Modeling Approach; Uddalak Chakraborty, Naoko Saitoh, Prabir K. Patra, Naveen Chandra, Dmitry A. Belikov: 第29回大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9–11日（ポスター発表）【国内】
13. 衛星とモデルによる中国の領域別のメタン高度分布における放出源と大気輸送の影響評価; 方 志鵬、齋藤尚子: 第29回大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9–11日（ポスター発表）【国内】
14. 衛星観測のGHGカラム平均濃度データを用いた南アジアのメタン放出源の特徴解析; 吉井太一、齋藤尚子: 第29回大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9–11日（ポスター発表）【国内】
15. 衛星のカラム量データの超過濃度比を用いた東アジアのCO₂放出の影響評価; 林 勇佑、齋藤尚子: 第29回大気化学討論会、神戸大学統合研究拠点コンベンションホール・兵庫県神戸市、2024年10月9–11日（ポスター発表）【国内】
16. 領域モデル SCALE-RMへの二酸化炭素モジュールの実装; 佐藤陽祐、今須良一、新井 豊、Wang Qiao、齋藤尚子: 2024年気象学会秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月11–15日（口頭発表）【国内】
17. Evaluation of nitrous oxide (N₂O) retrievals from IASI/Metop A; Yannick Kangah, Remi Chalinel, Jean-Luc Attie, Philippe Ricaud, Naoko Saitoh, Prabir Patra: IASI 2024 conference, Nancy・France, 2024年12月2–6日（ポスター発表）【国際】

（楊偉研究室）

1. Remote estimation of global phytoplankton primary production by integrating photophysiological model with machine learning algorithm; Xifang Wu, Wei Yang, Akihiko Kondoh: 日本地理学会秋期学術大会土地利用研究グループ、新潟大学・新潟県新潟市、2024年5月26–31日（口頭発表）【国内】
2. 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; 楊 偉: 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日（口頭発表）【国内】
3. Retrieving Foliage Clumping Index from Geostationary Himawari Satellite Observations; 喬 治、楊偉: 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日（口頭発表）【国内】
4. PlanetScopeデータとディープラーニングを用いた火災焼け跡のマッピング; Li Xuan, Yang Wei: 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日（口頭発表）【国内】
5. Estimation of Methane Emissions from Eutrophic Lake of Japan Using Satellite Observation and Machine Learning Method; 小田理人、楊 偉: 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日（口頭発表）【国内】
6. Hotspot Effect in Vegetation Canopy Reflectance: Observations and Modeling with Geostationary Himawari-8 Satellite Data; Wei Yang, Zhi Qiao: Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 2024, Pyeongchang, Gangwon-do, South Korea, 2024年6月23–28日（口頭発表）【国際】
7. Estimation of Vegetation Clumping Index (CI) using Geostationary Meteorological Satellite Observations; Zhi Qiao, Wei Yang, Wei Li, Kazuhito Ichii: American Geophysical Union Fall Meeting

2024 (AGU2024)、Washington, D.C. U.S.A.、2024年12月9－13日（ポスター発表）【国際】

8. 小型衛星群画像を用いた陸域生態系観測の新展開；楊 偉、李 夢禹、李 恒、林 婉琦：第72回日本生態学会大会、札幌市札幌コンベンションセンター・北海道札幌市、2025年3月15－18日（口頭発表）【国内】

◆環境予測部門

（小槻峻司・岡崎淳史研究室）

1. Simulation of tritium releases into the atmosphere during the Fukushima accident and into the ocean due to planned discharge of treated water; Cauquoin, A., Gusyev, M., Komuro, Y., Bong, H., Okazaki, A., Yoshimura, K.: EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria、2024年4月14－19日（口頭発表）【国際】
2. Development of the Isotope-enabled Fully Coupled Model MIROC6-iso; Li, Y., Cauquoin, A., Okazaki, A., and Yoshimura, K.: EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria、2024年4月14－19日（ポスター発表）【国際】
3. Seasonally Resolved Age Scale based on Oxygen Isotope Record from SE-Dome II Ice Core, Greenland; Hamamoto, S., Matoba, S., Kawakami, K., Sasage, M., Matsumoto, M., Yoshimura, K., Okazaki, A., Bong, H., Iizuka, Y., Uemura, R.: EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria、2024年4月14－19日（ポスター発表）【国際】
4. Artificial generation of upstream maritime heavy rains to govern intense-rain-induced disasters over land; Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
5. Advancing GSMaP Precipitation by Land Data Assimilation and Data Science; Kotsuki, S., Muto, Y., Shiraishi, K., Shiojiri, D., Kataoka, Y., Funatomi, T., Kanemaru, K.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
6. An Objective Detection of Separation Scenario in Tropical Cyclone Trajectories Based on Ensemble Weather Forecast Data; Oettli, P., Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
7. Downscaling Precipitation Data using Convolutional Neural Network Coupled with Wasserstein Generative Adversarial Networks; Shiraishi, K., Muto, Y., Okazaki, A., Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（招待講演）【国際】
8. Disentanglement of the features in Rankine vortices using VAE; Inuki, K., Kaneko, R., Okazaki, A., Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union (JpGU2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
9. Improving global precipitation estimates from rain gauge observations using local ensemble data assimilation; Muto, Y., Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
10. Forecasting monthly sea surface temperature using Koopman mode decomposition; Shiojiri, D., Susuki, Y., Kotsuki, S.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
11. Seasonal Age Scale and Intra-annual Pattern of Oxygen Isotope Record from SE-Dome II Ice core, Greenland; Hamamoto, S., Kawakami, K., Sasage, M., Matsumoto, M., Bong, H., Yoshimura, K., Okazaki, A., Matoba, S., Iizuka, Y., Uemura, R.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
12. Challenges in modeling daily-scale variability of stable isotopes in water vapor over the Southern Ocean; Kino, K., Cauquoin, A., Okazaki, A., Oki, T., Yoshimura, K.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国際】
13. 総観規模大気循環による水蒸気輸送が最終氷期最盛期の南極内陸降水同位体比に与える影響；Kurosawa, K., Okazaki, A.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国際】
14. A platform to design and pre-evaluate frequent satellite observing systems for innovating weather, ocean and land surface prediction; Miyoshi, T., Ohishi, S., Tomita, H., Otsuka, S., Taylor, J., Liang, J., Konduru, R. T., Satoh, M., Matsugishi, S., Kotsuki, S., Okazaki, A., Honda, T., Okamoto, K., Ikuta, Y., Terasaki, K., Yashiro, H., Kanemaru, K., Yamazaki, A.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU

- 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日(口頭発表)【国際】
15. Advances and Applications of Satellite Data Assimilation of Clouds, Precipitation, and the Ocean; Miyoshi, T., Ohishi, S., Liang, J., Konduru, R. T., Otsuka, S., Kotsuki, S., Terasaki, K., Okazaki, A., Tomita, H., Kanemaru, K., Satoh, M., Yashiro, H., Okamoto, K., Kalnay, E., Kubota, T., Kachi, M.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日(口頭発表)【国際】
 16. Estimation of Parameters in an Isotope-Enabled GCM with Data Assimilation and Satellite-Based Observations; Okazaki, A., Tanoue, M., Kino, K., Cauquoin, A., Yoshimura, K.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日(招待講演)【国際】
 17. Ultra-High Spatiotemporal Resolution Reconstruction of the Climate around Japan with Large Ensemble of Climate Simulations and Old Documents; Okazaki, A.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日(招待講演)【国際】
 18. Employing parameterization schemes to proliferate large-member ensemble for heavy rainfall simulations: Susceptibility to the precipitation and trigger; Tiwari, G., Okazaki, A.: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26–31日(ポスター発表)【国際】
 19. Artificial generation of upstream maritime heavy rains to govern intense-rain-induced disasters over land; Kotsuki, S.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(口頭発表)【国際】
 20. Improving global precipitation estimates from rain gauge observations using local ensemble data assimilation; Muto, Y., Kotsuki, S.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(口頭発表)【国際】
 21. Seasonal response of reconstructed historical ENSO to volcanism with isotopic paleoclimate data assimilation; Cheng, J., Okazaki, A., Cauquoin, A., Yoshimura, K.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(口頭発表)【国際】
 22. Precipitation Isotope Variations in Inland Antarctica Contributed by Episodic Warm and Moist Air Intrusion from Mid-Latitudes—For a Better Understanding of Paleoclimate; Kino, K., Okazaki, A., Cauquoin, A., Oki, T., Yoshimura, K.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(口頭発表)【国際】
 23. Bridging Data Assimilation And Control Theory Toward Disaster Mitigation In Extreme Weather Events; Kurosawa, K., Okazaki, A.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(ポスター発表)【国際】
 24. Evaluation of the Isotope-enabled Fully Coupled Model MIROC6-iso: how can it help us better understand the Asian monsoon?; Li, Y., Cauquoin, A., Okazaki, A., Yoshimura, K.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(口頭発表)【国際】
 25. Evaluation Of A Newly Developed Isotope-Enabled AGCM MIROC6-Iso Under The Present Climate; Okazaki, A., Li, Y., Kino, K., Cauquoin, A., Yoshimura, K.: 9th Global Energy and Water Exchanges (GEWEX) Open Science Conference、京王プラザホテル・北海道札幌市、2024年6月8–12日(口頭発表)【国際】
 26. Quantifying impacts of anthropogenic tritium releases at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant in tritiated water cycle with numerical modeling; Gusyev, M., Cauquoin, A., Yoshimura, K., Bong, H., Okazaki, A., Komuro, Y., Ono, J.: Goldschmidt 2024, Chicago, U.S.A., 2024年8月18–23日(口頭発表)【国際】
 27. Estimation of Parameters in an Isotope-Enabled GCM with Data Assimilation and Satellite-Based Observations; Okazaki, A., Tanoue, M., Kino, K., Cauquoin, A., Yoshimura, K.: Goldschmidt 2024, Chicago, U.S.A., 2024年8月18–23日(口頭発表)【国際】
 28. 数理と情報科学で切り拓く水文学のフロンティア; 小槻峻司: 水文・水資源学会/日本水文科学会 2024年度研究発表会: 芝浦工業大学豊洲キャンパス・東京都江東区、2024年9月10–12日(口頭発表)【国内】
 29. アンサンブルデータ同化を用いた地上雨量計観測からの降水量分布推定手法の提案; 武藤結花、小槻峻司: 水文・水資源学会/日本水文科学会 2024年度研究発表会: 芝浦工業大学豊洲キャンパス・東京都江東区、

2024年9月10－12日（口頭発表）【国内】

30. 豪雨が発生する降水場を雨量計から推定可能とするデータ同化手法；塩尻大也、武藤裕花、岡崎淳史、小槻峻司：水文・水資源学会／日本水文科学会 2024年度研究発表会：芝浦工業大学豊洲キャンパス・東京都江東区、2024年9月10－12日（口頭発表）【国内】
31. 20世紀再解析データに基づく水災害リスクと筑後川下流域の神社奉納物との関係調査；中村理絵、塩尻大也、小槻峻司：水文・水資源学会／日本水文科学会 2024年度研究発表会：芝浦工業大学豊洲キャンパス・東京都江東区、2024年9月10－12日（ポスター発表）【国内】
32. Artificial Generation of Upstream Maritime Heavy Rains to Govern Intense-Rain-Induced Disasters over Land; Kotsuki, S.: JST MS8 International Symposium, Hitotsubashi Hall, Tokyo, 2024年10月6日（口頭発表）【国際】
33. Exploring weather control technology to steer the atmosphere towards favorable directions based on ensemble data assimilation; Kotsuki, S.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（招待講演）【国際】
34. Quantum Data Assimilation: Solving Data Assimilation On Quantum Annealers; Kotsuki, S., Kawasaki, F., Ohashi, M., Tsuyuki, T.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（ポスター発表）【国際】
35. Investigating importance of resampling frequency of the local particle filter with Gaussian mixture; Takeshima, A., Okazaki, A., Kotsuki, S.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（ポスター発表）【国際】
36. Leading the dynamical system toward the prescribed regime by model predictive control coupled with data assimilation; Kawasaki, F., Kotsuki, S.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（ポスター発表）【国際】
37. Reconstructing Rankine vortices from Doppler wind data using deep-learning-based generative models; Inuki, K., Kaneko, R., Okazaki, A., Kotsuki, S.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（ポスター発表）【国際】
38. Exploring non-Gaussian data assimilation for precipitation variables: A case for global precipitation estimation from rain gauge observation; Muto, Y., Bishop, C., Kotsuki, S.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（口頭発表）【国際】
39. Analog offline ensemble data assimilation for estimating precipitation patterns from gauge observations; Shiojiri, D., Muto, Y., Okazaki, A., Kotsuki, S.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（ポスター発表）【国際】
40. Ensemble Approximation-based Model Predictive Control for Disaster Mitigation in Extreme Weather Events; Kurosawa, K., and Okazaki, A.: The 10th International Symposium on Data Assimilation (ISDA), Convention Hall of Integrated Research Center of Kobe University, Kobe, 2024年10月21－25日（口頭発表）【国際】
41. 量子アニーリング機を用いたデータ同化；小槻峻司、河崎文俊、大橋正尚、露木 義：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（口頭発表）【国内】
42. Vision Transformer型AI天気予報モデルを用いたアンサンブルカルマンフィルタClimaX-LETKFの開発；小槻峻司、白石健太、岡崎淳史：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（口頭発表）【国内】
43. 深層学習を用いたスマートフォン撮影雪結晶の自動分類；中野博文、小槻峻司、佐藤陽祐、荒木健太郎、橋本明弘、岡崎淳史：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（口頭発表）【国内】
44. 4次元変分法における大域的最小点の量子アニーリングによる探索；露木 義、河崎文俊、小槻峻司：日本

- 気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（ポスター発表）【国内】
45. 高次元非線形システムのためのアンサンブル近似を用いたモデル予測制御；黒澤賢太、岡崎淳史：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（ポスター発表）【国内】
 46. 観測システムシミュレーション実験によるSAMRAI 観測が台風Nanmadol（2022）の予測に与えるインパクト；青野憲史、Nguyen Tat Trung、前田 崇、富井直弥、岡崎淳史：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（ポスター発表）【国内】
 47. 最終氷期最盛期（LGM）の南極内陸降水同位体比に総観規模大気循環による水蒸気輸送が与える影響；木野佳音、Alexandre Cauquoin、岡崎淳史、沖 大幹、芳村 圭：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（口頭発表）【国内】
 48. イノベーション統計を用いた気候プロキシの誤差推定；岡崎淳史、小槻峻司、芳村 圭：日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12－15日（口頭発表）【国内】
 49. Advancing GSMap Precipitation by Land Data Assimilation and Data Science; Kotsuki, S.: The joint PI meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2024、ビジョンセンター東京京橋、2024年11月18－22日（口頭発表）【国際】
 50. Estimating global precipitation fields from rain-gauge observations using local ensemble data assimilation and reanalysis precipitation; Muto, Y.: The joint PI meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2024、ビジョンセンター東京京橋、2024年11月18－22日（口頭発表）【国際】
 51. 災害被害数理モデルを用いた強化学習による洪水被害削減のための投資策の最適化；毛束隆太、武藤裕花、岡崎淳史、小槻峻司：第5回Aiデータサイエンスシンポジウム、土木学会、2024年11月20－21日（口頭発表）【国内】
 52. 制御・数理の問題として視る集中豪雨制御；小槻峻司：第67回自動制御連合講演会、姫路商工会議所・兵庫県姫路市、2024年11月23－24日（口頭発表）【国内】
 53. 高次元非線形システムのためのアンサンブル近似を用いたモデル予測制御；黒澤賢太、岡崎淳史：第67回自動制御連合講演会、姫路商工会議所・兵庫県姫路市、2024年11月23－24日（口頭発表）【国内】
 54. ラックボックス最適化手法の気象制御に向けた有効性評価；永井陸斗、樋口裕太、岡崎淳史、小蔵正輝：第67回自動制御連合講演会、姫路商工会議所・兵庫県姫路市、2024年11月23－24日（口頭発表）【国内】
 55. Exploring SCALE Weather Data via Koopman Modes; Zhang, Z., Susuki, Y., Okazaki, A. 第67回自動制御連合講演会、姫路商工会議所・兵庫県姫路市、2024年11月23－24日（口頭発表）【国内】
 56. ILS-LETKFによる土壌水分量衛星観測の同化と検証；塩尻大也、小槻峻司：2024年度陸モデル開発検討会：ロワジールホテル那覇・沖縄県那覇市、2024年11月28－29日（口頭発表）【国内】
 57. 深層学習に基づく生成モデルを用いたドップラー風速データからのランキン渦再構成；井貫恵多朗、金子凌、岡崎淳史、小槻峻司：第69回水工学講演会、富山県民会館・富山県富山市、2024年12月2－4日（口頭発表）【国内】
 58. 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プログラム全体会議、御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター・東京都千代田区、2024年12月6日（口頭発表）【国内】
 59. 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：ムーンショット目標8 公開シンポジウム2024「2050年までに極端風水害の低減をめざして－防災・減災手段としての気象制御の可能性－」、御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター・東京都千代田区、2024年12月6日（口頭発表）【国内】
 60. Assimilating AMSR2 soil water content using a newly developed land data assimilation system ILS-LETKF; Shiojiri, D., Kotsuki, S.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9－13日（口頭発表）【国際】
 61. Downscaling Precipitation Data using Convolutional Neural Network Coupled with Wasserstein Generative Adversarial Networks; Shiraishi, K., Muto, Y., Okazaki, A., Kotsuki, S.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9－13日（ポスター発表）【国際】
 62. Ensemble Data Assimilation with AI-based Weather Prediction Model ClimaX; Kotsuki, S., Shiraishi, K., Okazaki, A.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9－13日（ポスター発表）【国際】
 63. Estimating precipitation patterns from gauge observations using analog offline ensemble data

- assimilation; Shiojiri, D., Muto, Y., Okazaki, A., Kotsuki, S.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
64. Precipitation super-resolution only using Restricted Boltzmann Machine; Kaneko, R., Okazaki, A., Kotsuki, S.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 65. Exploring weather control technology to steer the atmosphere towards favorable directions based on ensemble data assimilation; Kotsuki, S.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (口頭発表) 【国際】
 66. Intra-annual Age Scale Based on Oxygen Isotope Record from SE-Dome II Ice core, Greenland; Hamamoto, S., Kawakami, K., Sasage, M., Matsumoto, M., Bong, H., Yoshimura, K., Okazaki, A., Matoba, S., Iizuka, Y., Uemura, R.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 67. Synoptic Moisture Intrusion Provided Heavy Isotope Precipitations in Inland Antarctica During the Last Glacial Maximum; Kino, K., Cauquoin, A., Okazaki, A., Oki, T., Yoshimura, K.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (口頭発表) 【国際】
 68. Bridging Data Assimilation and Control Theory toward Disaster Mitigation Induced by Extreme Weather Events; Kurosawa, K., Okazaki, A.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 69. Evaluation of an atmospheric component of newly developed isotope-enabled GCM MIROC6-iso under the present climate; Okazaki, A., Li, Y., Kino, K., Cauquoin, A., Yoshimura, K.: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
 70. Ensemble-Approximated Model Predictive Control for Meteorological Applications; Kurosawa, K., Okazaki, A.: the 105th AMS Annual Meeting, New Orleans, U.S.A., 2025年1月12 – 16日 (ポスター発表) 【国際】
 71. AI天気予報モデルとデータ同化を組み合わせた純データ駆動気象予測システムの開発; 小槻峻司、白石健太、竹島 滉、岸川大航、金子 凌、岡崎淳史、露木 義: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19 – 20日 (口頭発表) 【国内】
 72. 陸面データ同化システムの開発と AMSR2 土壌水分観測値の同化; 塩尻大也、小槻峻司: 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19 – 20日 (ポスター発表) 【国内】
 73. AI天気予報モデルとアンサンブルデータ同化による純データ駆動気象予測; 小槻峻司、白石健太、竹島 滉、岸川大航、金子 凌、岡崎淳史、露木 義: 第15回データ同化ワークショップ・海洋研究開発機構 横浜研究所・神奈川県横浜市、2025年2月28日 (招待講演) 【国内】
 74. ClimaX-LETKFによるPREPBUFR同化実験; 竹島 滉、白石健太、小槻峻司: 第15回データ同化ワークショップ・海洋研究開発機構 横浜研究所・神奈川県横浜市、2025年2月28日 (ポスター発表) 【国内】
 75. 深層拡散モデリングを用いたデータ同化への検討: 全球降水マップの非観測域の条件付き推論; 岸川大航、武藤裕花、小槻峻司: 第15回データ同化ワークショップ・海洋研究開発機構 横浜研究所・神奈川県横浜市、2025年2月28日 (ポスター発表) 【国内】
 76. Combining ensemble data assimilation with AI-based Weather Prediction Model; Kotsuki, S.: RIKEN Data Assimilation Seminar、理化学研究所計算科学研究センター・兵庫県神戸市、2025年3月4日 (口頭発表) 【国際】
 77. Quantum Data Assimilation: A New Approach to Solving Data Assimilation on Quantum Annealers; Kotsuki, S., Kawasaki, F., Ohashi, M., Tsuyuki, T.: ISDA-Online: Data Assimilation Methodology (オンライン)、2025年3月13日 (招待講演) 【国際】

◆統合解析部門

(樋口篤志研究室)

1. Solar irradiance variability around Asia Pacific: Spatial and temporal perspective for active use of solar energy; Kalingga Titon Nur Ihsan, H. Takenaka, A. Higuchi, Anjar Dimara Sakti, and Ketut Wikantika: Japan Geoscience Union Meeting 2024 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日(ポスター発表)【国内】
2. Estimating Diurnal Gross Primary Production Considering Non-linearity with Absorbed Photosynthetically Active Radiation; Yamamoto Y., K. Ichii, W. Yang, Y. Ryu, M. Kang, S. Murayama, S. J. Kim, H. Takenaka and A. Higuchi: AOGS2024, Alpensia Convention Center, Gangwon-do, Korea、2024年6月23-28日(口頭発表)【国際】
3. 秋と春における北太平洋ストームトラックの長期変化; 嶺田龍之介、樋口篤志: 日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12-15日(口頭発表)【国内】
4. 2023年8月1日つくばみらい市ダウンバーストのPOTeka 地上稠密気象観測網による観測結果; 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2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12-15日(口頭発表)【国内】
5. Xバンドフェーズドアレイ気象レーダが捉えたファーストレーダエコーの時空間特性: 自動セル追跡手法を用いた試み; 南保圭佑、樋口篤志、小林文明、諸富和臣、嶋村重治、大矢浩代、鷹野敏明、高村民雄、岩下久人: 日本気象学会2024年度秋季大会、つくば国際会議場・茨城県つくば市、2024年11月12-15日(口頭発表)【国内】
6. 千葉県北西部～房総半島におけるレーダ、衛星、地上観測による対流雲発生を観測的研究; 樋口篤志: 立正大学環境システム学科第54回環境気象学コロキウム、立正大学熊谷キャンパスアカデミックキューブ・埼玉県熊谷市、2024年12月3日(招待講演)【国内】
7. Estimating diurnal GPP using Himawari geostationary satellite data: Incorporating nonlinear responses to direct/diffuse absorbed photosynthetically active radiation; Yamamoto Y., K. Ichii, W. Yang, Y. Ryu, M. Kang, S. Murayama, S. J. Kim, H. Takenaka, and A. Higuchi: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A、2024年12月9-13日(口頭発表)【国際】
8. “AMATERASS” Quasi-real time Solar Radiation analysis using Geostationary satellites; Takenaka H., T. M. Nagao, A. Higuchi, K. Suzuki, K. Tanaka, and K. T. Murata: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A、2024年12月9-13日(口頭発表)【国際】
9. POTeka 地上気象観測による2023、2024年の突風観測結果報告; 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: 日本大気電気学会第103回研究発表会、静岡県職員会館もくせい会館・静岡県静岡市、2025年1月10-11日(口頭発表)【国内】
10. 静止衛星による準リアルタイム日射量解析; 竹中栄晶、Temur KHUJANAZAROV、樋口篤志、田中賢治: 京都大学防災研究所 令和6年度研究発表講演会、京都大学宇治キャンパス・宇治おうばくプラザほか・京都府宇治市、2025年3月11-12日(口頭発表)【国内】
11. 2024年9月末ネパール豪雨をもたらした降水システムと大気循環場; 藤波初木、高橋暢宏、藤田耕史、金森大成、佐藤 洋、砂子宗次郎、樋口篤志: 名古屋大学宇宙地球環境研究所 令和6年度研究集会「GPMおよび衛星シミュレータ合同研究集会」、名古屋大学環境総合館 1F レクチャーホール・愛知県名古屋市、2025年3月11-12日(口頭発表)【国内】
12. 静止気象衛星ひまわりを活用した日内光合成量の広域推定; 山本雄平、市井和仁、高尾勇太、植山雅仁、秋津朋子、岩田拓記、北村兼三、小南裕志、鈴木 純、高木健太郎、高梨 聡、高橋善幸、平野高司、松本一穂、村山昌平、安田幸生、樋口篤志、竹中栄晶: 日本農業気象学会2025年全国大会、東海大学熊本キャンパス・熊本県熊本市、2025年3月13-15日(口頭発表)【国内】

◆社会実装部門

(本郷千春研究室)

1. UAVデータによる前方後円墳の周濠探査; 本郷千春、光本 順、ライアン ジョセフ、清家 章、山口雄治、久世宏明: 日本リモートセンシング学会 第76回学術講演会、国立研究開発法人海洋研究開発機構・神奈川県横須賀市、2024年6月5日(ポスター発表)【国内】

2. Sentinel-2衛星データを用いた灌漑水の過不足量の把握；森 貴之、本郷千春、Gunardi Sigit：日本リモートセンシング学会 第76回学術講演会、国立研究開発法人海洋研究開発機構・神奈川県横須賀市、2024年6月5日（ポスター発表）【国内】
3. 水稻生育モデルとUAVリモートセンシングデータのアンサンブルデータ同化安定化に関する基礎検討；林浩希、本郷千春、Gunardi Sigi、牧 雅康、本間香貴：日本リモートセンシング学会 第76回学術講演会、国立研究開発法人海洋研究開発機構・神奈川県横須賀市、2024年6月5日（ポスター発表）【国内】
4. Textural features for BLB disease damage assessment in paddy fields using drone data and machine learning: Enhancing disease detection accuracy; Arif K Wijayanto, Lilik B Prasetyo, Sahid A Hudjimartsu, Gunardi Sigit, Chiharu Hongo: International E-Conference on Sustainable Agriculture and Farming System (ICoSAFS)、ボゴール・インドネシア、2024年6月12日（口頭発表）【国際】
5. Near-surface Analysis for Exploration of the Moat Surrounding a Keyhole-shaped Mounded Tomb Using UAV Data; Chiharu Hongo, Jun Mitsumoto, Joseph Ryan, Yuji Yamaguchi, Akira Seike, Hiroaki Kuze: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C. U.S.A., 2024年12月9－13日（ポスター発表）【国際】
6. Advanced BLB disease assessment in paddy fields using multispectral UAV data and patch fragmentation metrics; Arif K Wijayanto, Lilik B Prasetyo, Sahid A Hudjimartsu, Gunardi Sigit, Chiharu Hongo: KOICA Expose、ボゴール・インドネシア、2025年1月15日（ポスター発表）【国際】
7. Machine Learning for Precise Rice Variety Classification in Tropical Environments Using UAV-Based Multispectral Sensing; Arif K Wijayanto, Lilik B Prasetyo, Sahid A Hudjimartsu, Gunardi Sigit, Chiharu Hongo: KOICA Expose、ボゴール・インドネシア、2025年1月15日（ポスター発表）【国際】

（服部克巳研究室（理学研究院））

1. Short-Term Earthquake Forecast Using Precursor Phenomena; K. Hattori: 2024 Annual Meeting, Seismological Society of America, Anchorage, Alaska, U.S.A., 2024年4月29日－5月3日（ポスター発表）【国際】
2. Regional patterns in the re-occurrence of pre-earthquake signals in the atmosphere. Case study for Noto M7.6 of Jan 1, 2024, and 6.8 M Niigata Chuetsu-Oki of Jul 16, 2007; Dimitar Ouzounov, Katsumi Hattori, Sergey Pulnits, J Y Liu, Menas C Kafatos, Leonid Petrov, Patrick Taylor：日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国内】
3. Seismo-Ionospheric precursors of the 1 January 2024 Noto M7.6 Earthquake; Jann-Yenq LIU, Katsumi HATTORI, Chi-Yen LIN, Yun-Cheng WEN, Fu-Yuan CHANG, Yuh-Ing CHEN：日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国内】
4. A Method for Earthquake Prediction Using Quasi-four Components Strain-meter; Yukio Fujinawa, Yoichi Noda, Chie Yoshino, Katsumi Hattori：日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（口頭発表）【国内】
5. Characteristics of Spatio-Temporal variation of b-values with statistical assessment and GNSS-based strain: Application to 2024 Noto Peninsula Earthquake; Yoichi Noda, Wenchao Li, Chie Yoshino, Katsumi Hattori：日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
6. Analysis of background and triggered seismicity of Noto Peninsula of Ishikawa, Japan, based on space-time ETAS model; Wenchao Li, Chie Yoshino, Katsumi Hattori：日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
7. Hindcast and forecast of earthquake activity using ULF magnetic data around the station based on ROC results during 2001-2010.; Katsumi Hattori, Shu Kaneko, Yoichi Noda, Chie Yoshino, Peng Han: 日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
8. A development of noise reduction method for ULF band electromagnetic data using Multi-channel Singular Spectrum Analysis (MSSA) (3); Shu Kaneko, Toru Mogi, Chie Yoshino, Katsumi Hattori：日本地球惑星科学連合2024年大会（JpGU 2024）、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26－31日（ポスター発表）【国内】
9. Development of a detection method for magnetic field anomalies related to earthquakes with the use

- of Interstation Transfer Function Method; WANG JINGYU, Shu Kaneko, Wenchao Li, Yoichi Noda, Chie Yoshino, Katsumi Hattori : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (ポスター発表) 【国内】
10. Longitudinal Effects of the Seasonal Variations for Sq Current Systems; Xiaocan Liu, Peng Han, Katsumi Hattori, Huaran Chen, Junjie Chen : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (ポスター発表) 【国内】
 11. Attempt to detect pre-earthquake electromagnetic LF radiation by waveform analysis and pulse count survey; Yuichiro Ota, Kenshin Miura, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Noriyuki Imazumi : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31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: Verification at Kakioka; Shu Kaneko, Toru Mogi, Chie Yoshino, Katsumi Hattori : 日本地球惑星科学連合2024年大会 (JpGU 2024)、幕張メッセ・千葉市、2024年5月26-31日 (口頭発表) 【国内】
 13. A development of signal discrimination method using Multi-channel Singular Spectrum Analysis (MSSA) for ULF band electromagnetic data, in Boso, Japan (2); Shu Kaneko, Toru Mogi, Chie Yoshino, Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 14. Shift Neighborhood Matching Correlation between Two time series: Geomagnetic Storms and Global Earthquakes; Hongyan Chen, Peng Han, Jiancang Zhuang, Katsumi Hattori, Miao Miao, Kaiyan Hu, and Tao Tao: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 15. An attempt to detect pre-earthquake LF radiation by “waveform analysis using transfer learning” and “pulse count survey”; Yuichiro Ota, Kenshin Miura, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Noriyuki Imazumi: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 16. Soil Radon flux monitoring at Kanto, Japan; Katsumi Hattori, Kazuhide Nemoto, Yuichiro Ota, Haruna Kojima, Shu Kaneko, Chie Yoshino, Toshiharu Konishi, and Dimitar Ouzounov: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 17. Development of Earthquake Prediction Method by Quasi-Four-Component Strainmeters Using GNSS Network; Yukio Fujinawa, Yoichi Noda, Chie Yoshino, Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 18. Earthquake Nucleation and Precursors; Peng Han and Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 19. Assessment of ULF geomagnetic precursors and forecast at Kanto, Japan; Katsumi Hattori and Peng Han: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 20. Application of ETAS model to analyze the background and triggered seismicity of 2016 Kumamoto Earthquake, Japan; Wenchao Li, Chie Yoshino, Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 21. Geospace Weather Impacts and Pre-earthquake Processes in Earth's Atmosphere-Ionosphere System Associated with 2024 M7.5 Noto Peninsula (Japan) and M7.4 Hualien City (Taiwan); Dimitar Ouzounov, Tiger Liu, Katsumi Hattori, Galina Khachikyan: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEPP8), Chiba University, Chiba、2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
 22. Seismo-ionospheric Disturbances before and after the 1 January 2024 Noto Peninsula M7.6 Earthquake; Tiger Jann-Yenq Liu, Katsumi Hattori, Chia-Hung Chen, Fu-Yuan Chang, Chi-Yen Lin,

- Yuh-Ing Chen, Yun-Cheng Wen, Chia-Wei Chang: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (口頭発表) 【国際】
23. Continuous radon measurement in atmosphere in Japan; Kiyotaka Ninagawa, Tohru Okabayashi, Shiori Fukunaga, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Nobuhiro Maeda: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 24. Characteristics of b-values Variation and the Quasi-Strainmeters Using GNSS Network: Application to 2024 Noto Peninsula Earthquake; Yoichi Noda, Wenchao Li, Chie Yoshino, Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 25. Longitudinal Effects of the Seasonal Variations for Sq Current Systems; Xiaocan Liu, Peng Han, Katsumi Hattori, Huaran Chen, Junjie Chen, Liguang Jiao, Jiyao Tu, Yu Lei, and Junhao Zhao: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 26. Long-term stability of ISTF between KAK-MMB and KAK-KNY; Jingyu Wang, Shu Kaneko, Wenchao Li, Yoichi Noda, Chie Yoshino, and Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 27. Statistical analysis of earthquake-related ionospheric electron density change observed by ionosonde at Kokubunji, Japan; Chinatsu Sasanuma, Shunya Mitsuishi, Katsumi Hattori, Chie Yoshino, and Jann-Yenq Tiger Liu: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 28. Monitoring volcanic lava activity at the Mt Shinmoedake using Himawari AHI data: Spatiotemporal variation of surface temperature before lava eruption; Akitugu Kitade, Chie Yoshino, Shu Kaneko, and Katsumi Hattori: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 29. Multi-sensor monitoring network for earthquake precursor study near subduction zone at Chiba University, Japan; Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Shu Kaneko, Wenchao Li, Yoichi Noda, Yuichiro Ota, Shiori Fukunaga, Jingyu Wang, Kento Enomonoto, Haruki Ariizumi, Chinatsu Sasanuma, 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: 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process - Observation, Validation, Modeling, Forecasting - (IWEF8), Chiba University, Chiba, 2024年5月29-30日 (ポスター発表) 【国際】
 30. Earthquake modeling incorporating precursory information of non-seismic observations; Han P., Chen H., Miao M., Hattori K., Huang Q.: Workshop on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes (EMSEV2024), Chania Crete, Greece, 2024年10月6-9日 (口頭発表) 【国際】
 31. Analyzing the statistical features of 2024 Noto peninsula earthquake, Japan, based on ETAS model; Li W., Zhuang J., Yoshino C., Hattori K.: Workshop on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes (EMSEV2024), Chania Crete, Greece, 2024年10月6-9日 (口頭発表) 【国際】
 32. Seismo-Ionospheric disturbances associated with the 1 January 2024 Noto peninsula M7.6 earthquake; Liu J.Y., Hattori K., Chen C.H., Chang F.Y., Lin C.Y., Chen Y.I., Wen Y.C.: Workshop on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes (EMSEV2024), Chania Crete, Greece, 2024年10月6-9日 (招待講演) 【国際】
 33. Assessment of precursor signature of ULF magnetic anomalies and hindcast using the optimal parameter; Hattori K., Kaneko S., Yoshino C., Hanr P.: Workshop on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes (EMSEV2024), Chania Crete, Greece, 2024年10月6-9日 (招待講演)

【国際】

34. Ultra-low frequency seismo-magnetic signal extraction and evaluation based on interstation transfer function; Chen H., Han P., Hattori K., Wang P., Wang R., Zeng Z.: Workshop on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes (EMSEV2024), Chania Crete, Greece, 2024年10月6 – 9日 (口頭発表) 【国際】
35. Detection of TIR anomalies preceding lava eruptions using geostationary satellite; Hattori K., Kitade A., Yoshino C.: Workshop on Electromagnetic Studies of Earthquakes and Volcanoes (EMSEV2024), Chania Crete, Greece, 2024年10月6 – 9日 (ポスター発表) 【国際】
36. Assessment of ULF geomagnetic precursors and forecast at Kanto, Japan; K. Hattori: The 1st Meeting on MOST-RIKEN Joint Project, 国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究センター・兵庫県神戸市, 2024年11月29日 (口頭発表) 【国際】
37. Progress Report on Earthquake Forecast; Peng Han, Qinghua Huang, Katsumi Hattori: The 1st Meeting on MOST-RIKEN Joint Project, 国立研究開発法人理化学研究所計算科学研究センター・兵庫県神戸市, 2024年11月29日 (口頭発表) 【国際】
38. Assessment of precursor signature of ULF magnetic anomalies Molchan's error diagram approach and hindcast using the optimal parameter; Katsumi Hattori, Shu Kaneko, Chie Yoshino, Peng Han: American Geophysical Union Fall Meeting 2024 (AGU2024), Walter E. Washington Convention Center, Washington, D.C., U.S.A., 2024年12月9 – 13日 (ポスター発表) 【国際】
39. Research Background In the Past Few Years: A Brief Review; Hongyan Chen, Peng Han, Katsumi Hattori: 第74回地震電磁気セミナー、千葉大学・千葉市, 2024年12月10日 (招待講演) 【国内】
40. The 3-D electron density distribution before, during and after the M9.0 Tohoku-Oki earthquake on March 11, 2011; Rui Song, Katsumi Hattori: 第74回地震電磁気セミナー、千葉大学・千葉市, 2024年12月10日 (招待講演) 【国内】
41. 次世代地震情報システムの構築とそれを利用したレジリエントな社会の創成; 服部克巳、宋 鋭: 千葉大学災害治療学研究所交流会、千葉大学災害治療学研究所・千葉市, 2024年12月20日 (口頭発表) 【国際】
42. GNSSデータを用いた地殻変動予測研究の新展開; 野田洋一、服部克巳、藤縄幸雄、吉野千恵: 日本地震予知学会第11回学術講演会、千葉大学・千葉市, 2024年12月21 – 22日 (口頭発表) 【国内】
43. A Study of Earthquake Precursory Information of Seismo-Magnetic in Kanto, Japan: based on Self-Exciting and External Exciting Model; Wenchao Li, Chie Yoshino, Katsumi Hattori, Jiancang Zhuang: 日本地震予知学会第11回学術講演会、千葉大学・千葉市, 2024年12月21 – 22日 (口頭発表) 【国内】
44. Ultralow-Frequency Seismo-magnetic Signal Extraction and Evaluation based on Interstation Transfer Function; Hongyan Chen, Peng Han, Katsumi Hattori: 日本地震予知学会第11回学術講演会、千葉大学・千葉市, 2024年12月21 – 22日 (口頭発表) 【国内】
45. The 3-D ionospheric Ne disturbances prior to M9.0 Tohoku-Oki Earthquake on March 11, 2011; Rui Song, Katsumi Hattori, Xuemin Zhang, Jann-Yenq Liu: 日本地震予知学会第11回学術講演会、千葉大学・千葉市, 2024年12月21 – 22日 (口頭発表) 【国内】
46. 減災サステナブル学の創成; 服部克巳: 日本地震予知学会第11回学術講演会、千葉大学・千葉市, 2024年12月21 – 22日 (口頭発表) 【国内】
47. 機械学習を用いた雷放電VLF/LF帯電磁パルス同定の試み; 太田悠一郎、三浦健伸、吉野千恵、服部克巳、今住則之: 日本大気電気学会第103回研究発表会、静岡県職員会館もくせい会館・静岡県静岡市, 2025年1月10 – 11日 (ポスター発表) 【国内】
48. 能登半島付近における地震に関連する電離圏異常の統計解析; 榎本健人、笹沼千夏、服部克巳、吉野千恵: 日本大気電気学会第103回研究発表会、静岡県職員会館もくせい会館・静岡県静岡市, 2025年1月10 – 11日 (ポスター発表) 【国内】
49. NmF2を用いた地震短期予測の最適パラメータの検討; 笹沼千夏、服部克巳、吉野千恵、劉 正彦: 日本大気電気学会第103回研究発表会、静岡県職員会館もくせい会館・静岡県静岡市, 2025年1月10 – 11日 (ポスター発表) 【国内】
50. 自然電位 (Self potential) トモグラフィーによる地下水動態モニタリングに関する研究; 有泉晴貴、服部克巳、吉野千恵: 日本大気電気学会第103回研究発表会、静岡県職員会館もくせい会館・静岡県静岡市, 2025年1月10 – 11日 (ポスター発表) 【国内】
51. Doppler Frequency Shifts Observed by Ground-based HF Doppler Sounding Systems and GNSS

- Receivers Triggered by the 18 September 2022 M6.8 Taitung Earthquake in Taiwan; Tiger JY Liu, Tzu-Hsun Kao, Yao-Chun Chen, Katsumi Hattori : 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（口頭発表）【国内】
52. Re-occurrence of pre-earthquake signatures in the atmosphere/ionosphere associated with 2024 M7.1 and 2025 M6.8 Kyushu earthquakes (Japan); Dimitar Ouzounov, J.Y. Liu, Katsumi Hattori : 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（口頭発表）【国内】
 53. The 3-D ionospheric Ne disturbances prior to M9.0 Tohoku-Oki Earthquake on March 11, 2011; Rui Song, Katsumi Hattori, Xuemin Zhang, Jann-Yenq Liu : 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（口頭発表）【国内】
 54. ランダムフォレストを用いた雷放電VLF/LF帯電磁パルス同定の試み；太田悠一郎、三浦健伸、吉野千恵、服部克巳、今住則之：第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（ポスター発表）【国内】
 55. GNSSデータを用いた大地震（ $M \geq 7$ ）に関連する電離圏総電子数異常の統計解析；榎本健人、笹沼千夏、吉野千恵、服部克巳：第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（ポスター発表）【国内】
 56. Thermal monitoring of seismically active areas using geostationary satellite observations; Nicola Genzano, Raffaella Brumana, Katsumi Hattori, Atsushi Higuchi, Valerio Tramutoli : 第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（ポスター発表）【国内】
 57. イオノゾンドを用いた短期地震予測の最適パラメータの検討；笹沼千夏、三石隼也、吉野千恵、服部克巳、劉 正彦：第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館・千葉市、2025年2月19-20日（ポスター発表）【国内】
 58. Ionospheric anomaly related to the earthquakes; Statistical analysis and assessment for precursory information; Katsumi Hattori: International Conference for Coupling of Earth's Spheres (ICES): Prediction, Early warning, and Nowcasting of Nature Hazards, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan, China、2025年3月2-6日（招待講演）【国際】
 59. 電磁気学的な地震先行現象の総合的研究；服部克巳：「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第3次）」令和6年度成果報告シンポジウム、東京大学・東京都文京区、2025年3月5-7日（ポスター発表）【国内】
 60. Statistical analysis and assessment of Ionospheric electron density (NmF2) anomalies preceding earthquakes; Hattori, K., Sasanuma, C., Yoshino, C., Song, R., Liu, J-Y.: World Bosai Forum 2025、仙台国際センター・宮城県仙台市、2025年3月7-9日（招待講演）【国際】
 61. 新世代地震情報システムの構築と地震災害にレジリエントな社会の創成；服部克巳、韓 鵬、笹沼千夏、宋鋭、吉野千恵、劉 正彦：千葉大学IAAR総合知キックオフセミナー、千葉大学・千葉市、2025年3月24日（招待講演）【国内】

【令和6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】

開催月日	名 称	実施形態	対 象	担当	人数
2024/4/25	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と一般と学生	入江	20
2024/5/26-31	JpGU Meeting 2024 A-CG35: Global Carbon Cycle Observation and Analysis (グローバル炭素循環の観測と解析)	学会	研究者	市井	80
2024/5/26-31	JpGU Meeting 2024 Hydrology & Water Environment (水循環・水環境)	学会	研究者と一般と学生	小槻	50
2024/5/26-31	JpGU Meeting 2024 Data-driven approaches for weather and hydrological predictions	学会	研究者と一般と学生	小槻 岡崎	50
2024/5/26-31	JpGU Meeting 2024 MHS04: Interdisciplinary studies on pre-earthquake processes	学会	研究者と一般と学生	服部	60
2024/5/29-30	The 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process ~Observation, Validation, Modeling, Forecasting~ (IWEPP8)	ワークショップ	研究者と学生	服部	60
2024/5/30	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と一般と学生	入江	20
2024/6/23-30	Asia Oceania Geosciences Society 2024 [IG27] The Era of New Geostationary Satellites for Earth Observation	学会	研究者	市井	80
2024/6/27	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と一般と学生	入江	20
2024/6/28-29	The Second Expert Workshop on Advancing the International Constellation of Geostationary Satellites for Terrestrial Monitoring	研究会	研究者と学生	市井	50
2024/7/25	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と一般と学生	入江	20
2024/8/2	Isotope Model Development Meeting	研究会	研究者	岡崎	10
2024/8/28	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と一般と学生	入江	20
2024/9/10-12	水文・水資源学会 2050年の水文学	学会	研究者と一般と学生	小槻	200
2024/9/10	Workshop for Implementation of New Damage Assessment Method in Bali	ワークショップ	研究者と一般	本郷	40
2024/9/11	Workshop on “New damage assessment method for agricultural insurance utilizing remote sensing for sustainable agriculture in Bali”	ワークショップ	研究者と一般	本郷	50
2024/9/11	23rd Scientific Committee for Damage Assessment	ワークショップ	研究者と一般	本郷	20
2024/10/3-4	第8回 陸域フラックス合同研究会	研究会	研究者と学生	市井	30
2024/10/9	地球科学におけるAI・データ同化研究セミナー	セミナー	研究者と学生	小槻	80
2024/10/28-11/2	AsiaFlux Conference 2024 Session4: Ecosystem GHGs exchange and its response to climate change in Northeast Asia (A3 Foresight Program)	学会	研究者と学生	市井	200
2024/10/31	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と一般と学生	入江	20

開催月日	名 称	実施形態	対 象	担当	人数
2024/11/27	地球科学におけるAI・データ同化研究セミナー	セミナー	研究者と 学生	小槻	80
2024/12/10	第74回 地震電磁気セミナー	セミナー	研究者と 学生	服部	20
2024/12/19	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と 一般と学生	入江	20
2025/1/9	地球科学におけるAI・データ同化研究セミナー	セミナー	研究者と 学生	小槻	80
2025/1/30	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と 一般と学生	入江	20
2025/2/13	地球科学におけるAI・データ同化研究セミナー	セミナー	研究者と 学生	小槻	80
2025/2/28	データ同化ワークショップ	セミナー	研究者と 学生	小槻	40
2025/3/24	千葉大学高等研究基幹J-PEAKS「AI減災サステナブル学学際 ハブ拠点形成」キックオフセミナー	セミナー	研究者と 一般と学生	ヨサファット	60
2025/3/24	地球科学におけるAI・データ同化研究セミナー	セミナー	研究者と 学生	小槻	80
2025/3/27	SKYNET-Japan Meeting	研究会	研究者と 一般と学生	入江	20

【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
2024/5/1	学会誌：土木学会誌第109巻5号 わたしの本棚。ベンチャー企業に学ぶ研究室経営 https://www.jsce.or.jp/journal/thismonth/202405.shtml	研究室運営に関して参考にした書籍の紹介	小槻
2024/6/13	インターネット：EurekAlert Quantum data assimilation: A quantum leap in weather prediction https://www.eurekalert.org/news-releases/1047954	量子アニーリングマシンを使ったデータ同化手法の開発	小槻
2024/7/1	雑誌：JST ニュース7月号 p3-7 特集1 遠くの海上で人為的に豪雨を発生 陸地における被害の緩和を目指す https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2024/202407/pdf/2024_07.pdf	MS目標8 コア研究プロジェクトの研究開発の紹介	小槻
2024/7/4	テレビ：NHK 総合 首都圏ネットワーク 夏季に過ごしやすい勝浦	千葉県勝浦市が夏に涼しい理由を解説	市井
2024/7/4	インターネット：NHK千葉放送局 首都圏ナビ ちばWEB特集 奥日光並みの涼しさ!? 千葉県勝浦市 その理由は“海底”！温泉・宿泊施設が続々オープンも…気になる点が https://www.nhk.or.jp/shutoken/chiba/articles/101/008/02/		
2024/7/16	インターネット：千葉大学プレスリリース 気候の異常をエアロゾルで検出する新たな方法を開発—人工衛星による長期地球観測の重要性が明らかに— https://www.chiba-u.jp/news/files/pdf/240716_AOD.pdf	エアロゾルをトレーサーとする新しい方法により人工衛星による地球観測の重要性を紹介	入江
2024/7/23	インターネット：株式会社メディアジーン Sirabee 地域100年以上「猛暑日なしの地」千葉県勝浦、一体なぜ… 専門家が明かす“涼しい理由” https://sirabee.com/2024/07/23/20163314263/# https://sirabee.com/2024/07/23/20163314263/#	千葉県勝浦市が夏に涼しい理由を解説	市井
2024/7/24	テレビ：NHK 総合 NHKニュース おはよう日本 猛暑知らず 千葉県勝浦市		
2024/7/24	テレビ：BSテレ東 いまからサイエンス：国家プロジェクト！雨を制御して命を守る38歳若き研究者 https://www.bs-tvtokyo.co.jp/imakara_science/	MS目標8 コア研究プロジェクトの研究開発の紹介	小槻
2024/10/6-7	インターネット：JST Goal 8 International Symposium on Weather Controllability 2024 https://www.youtube.com/watch?v=id9zfjAb3ck	MS目標8 コア研究プロジェクトの研究開発の紹介	小槻
2024/10/20	インターネット：Japan Times Japan scientists are tracking the big climate problem with tiny aerosols https://www.japantimes.co.jp/environment/2024/10/20/climate-change/chiba-university-aerosols-climate-change/	研究者紹介	入江
2024/11/12	新聞：毎日新聞 たこで海上に雨 陸の豪雨軽減 https://mainichi.jp/articles/20241108/k00/00m/040/043000c	MS目標8 コア研究プロジェクトの研究開発に関して、風で海上に雨を降らし陸の豪雨の軽減の可能性を紹介	小槻
2024/11/26	インターネット：Technology Indonesia BRIN Beri Anugerah Nurtanio Award dan Nurtanio Pringoadisuryo Memorial Lecture 2024 https://technologyindonesia.id/teknologi-a-z/astronomi/brin-beri-anugerah-nurtanio-award-dan-nurtanio-pringoadisuryo-memorial-lecture-2024-pada-talenta-unggul-bidang-penerbangan-dan-antariksa/	Nurtanio Pringoadisuryo Memorial Lecture Award 2024の授賞式	ヨサファット

日 付	掲載誌、放送局／番組名	内 容	取材対象者
2024/11/26	新聞：Sean Filo Muhama “BRIN Apresiasi Talenta Riset Dirgantara Indonesia Lewat Nurtanio Award,” Antara, 26 November 2024. https://www.antaranews.com/berita/4492661/brin-apresiasi-talenta-ri-set-dirgantara-indonesia-lewat-nurtanio-award	Nurtanio Pringgoadisuryo Memorial Lecture Award 2024 の授賞式	ヨサファット
	インターネット：Ilham Pratama Putra “Raih Nurtanio Pringgoadisuryo Memorial Lecture 2024,” Medcom, 26 November 2024. https://www.medcom.id/pendidikan/news-pendidikan/1bVr2e7b-raih-nurtanio-pringgoadisuryo-memorial-lecture-2024-ini-profil-prof-josaphat		
	テレビ：Jonathan Simanjuntak “BRIN Apresiasi Talenta dan Inovasi di Bidang Antariksa dan Dirgantara Lewat Nurtanio Award,” Okezone, 26 November 2024. https://nasional.okezone.com/read/2024/11/26/337/3089716/brin-apresiasi-talenta-dan-inovasi-di-bidang-antariksa-dan-dirgantara-lewat-nurtanio-award-ini-pemenangnyanbsp		
2024/11/26	新聞：Editor “BRIN dan LPDP Gelar Nurtanio Award Bagi Ilmuwan Penerbangan dan Antariksa,” SatuJabar, 26 November 2024. https://satujabar.com/brin-dan-lpdp-gelar-nurtanio-award-bagi-ilmuwan-penerbangan-dan-antariksa/	Nurtanio Pringgoadisuryo Memorial Lecture Award 2024 の授賞式	ヨサファット
2024/11/29	新聞：毎日新聞 (神への挑戦一人知の向かう先は) 第3部 気候変動 豪雨を科学で制御せよ https://mainichi.jp/articles/20241108/k00/00m/040/008000c	MS目標8 コア研究プロジェクトの研究開発に関して、ドライアイスの散布による豪雨軽減の可能性を紹介	小槻
2024/12/5	インターネット：AGU TV ムーンショット目標8 紹介動画 From Weather Predictability to Controllability - Moonshot Goal 8 (JST) https://www.youtube.com/watch?v=fmMbM7jyUvI	MS目標8 コア研究プロジェクトの研究開発の紹介	小槻
2024/12/6	インターネット：JST ムーンショット目標8 公開シンポジウム2024「2050年までに極端風水害の低減をめざして -防災・減災手段としての気象制御の可能性-」 https://www.youtube.com/watch?v=Vti04n00hXA		
2024/12/10	インターネット：AGU TV ムーンショット目標8 紹介動画 AGU TV Episode 1: What's Next for Frontiers in Science (17:38~) https://www.youtube.com/watch?v=Jq_arnzl2nQ		
2025/1/15	インターネット：EurekAlert From drops to data: Advancing global precipitation estimates with the LETKF algorithm https://www.eurekalert.org/news-releases/1070377	正確な降水量推定のため、地上雨量計の観測と再解析降水量の統合にローカルアンサンブル変換カルマンフィルタ技術を使用する新手法を紹介	小槻
2025/1/20	新聞：日本経済新聞 電子版 ロス山火事「極端現象」で被害拡大 降雨・乾燥・強風 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOSG159GM0V10C25A1000000/	米国西海岸についての近年の気候変動についてコメント	市井

[4] 受賞・開発実績等

4.1. 受賞

受賞名：日本地球惑星科学連合2024年大会学生優秀発表賞

受賞者：溝渕隼也

受賞月日：2024年5月

受賞内容：Long-term Continuous Observations of Horizontal Inhomogeneity in Water Vapor Concentration in the Lower Atmosphere using MAX-DOAS

受賞名：令和5年度日本リモートセンシング学会論文賞

受賞者：齋藤尚子、北村克樹

受賞月日：2024年6月1日

受賞内容：ひまわり8号/AHIによる海上のGOSAT/TANSO-FTS観測視野内雲判定の評価

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：森 貴之、本郷千春、Sigit Gunardi

受賞月日：2024年6月5日

受賞内容：Sentinel 2 衛星データを用いた水稻栽培必要水量の把握

受賞名：第29回大気化学討論会 学生優秀発表賞

受賞者：溝渕隼也

受賞月日：2024年10月

受賞内容：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

受賞名：第29回大気化学討論会 学生優秀発表賞

受賞者：蔡 穎

受賞月日：2024年10月

受賞内容：人為起源エアロゾルを用いた気候変動に伴う大気輸送場変動の検出可能性

受賞名：日本気象学会 2024年度秋季大会松野賞

受賞者：溝渕隼也

受賞月日：2024年11月

受賞内容：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

受賞名：日本写真測量学会 令和6年度秋季学術講演会 学術講演会論文賞

受賞者：加藤亮大

受賞月日：2024年11月14日

受賞内容：多方向UAV写真点群測量データを用いた森林バイオマス推定と精度検証

受賞名：Nurtanio Pringgoadisuryo Memorial Lecture Award 2024 – Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) and Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Republic of Indonesia.

受賞者：ヨサファット テトコ スリ スマンティヨ

受賞月日：2024年11月26日

受賞内容：無人航空機・航空機・小型衛星搭載円偏波合成開口レーダの開発

【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
2024年12月	溝渕隼也	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課程中間発表会優秀発表賞	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
2024年12月	林 婉琦	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課程中間発表会優秀発表賞	Quantifying landscape heterogeneity around flux towers using CubeSat images with high spatiotemporal resolutions
2024年12月	森 貴之	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課程中間発表会優秀発表賞	Senitinel-2衛星データを用いた農業生産における灌漑水と病虫害の関係解明
2025年 3 月	大塚涼平	千葉大学理学部地球科学科卒業論文発表会優秀発表賞	地上リモートセンシングを用いた大気境界層と自由対流圏の水蒸気量の特徴—極端降水現象予測精度向上に向けて—
2025年 3 月	米谷颯太	千葉大学大学院融合理工学府長表彰	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
2025年 3 月	島袋隆也	千葉大学CEReS 令和6年度修士研究発表会優秀発表賞	拡散モデルを用いた降水分布のダウンスケーリング手法の開発
2025年 3 月	加藤亮大	千葉大学CEReS 令和6年度修士研究発表会優秀発表賞	多方向UAV写真点群測量データを用いた森林バイオマス推定と精度検証
2025年 3 月	太田悠一郎	千葉大学大学院融合理工学府地球科学コース・修士論文発表会・優秀発表賞	地震に関連するVLF/LF信号の同定に関する研究
2025年 3 月	井貫恵多朗	千葉大学工学部長表彰	成績優秀につき

4.2. 特許

件 名：重心制御機構、飛行体、およびVTOL型の飛行体

出 願 者 名：ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

出願年月日：2024年12月17日

特 許 番 号：特願2024-221156

4.3. 開発実績等

成果物名：(ソフトウェア) 合成開口レーダデータによる盛土監視システム

研究者名：ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

概 要：千葉県内における盛土の常時監視システム

成果物名：(ソフトウェア) 世界の気象リアルタイムNEXRA

研究者名：小槻峻司

概 要：理化学研究所・東京大学・JAXAと共同し、2019年に運用を開始したGSMaPの降雨データを用いてスーパーコンピュータでシミュレーションされた気象データのリアルタイム運用

[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					
Han Youn Ju	Trimaran Inc.	韓国	地学	主任 研究員	視察・施設見学	樋口 篤志	2024/4/10
Lee Ha Jung	Trimaran Inc.	韓国	地学	主任 研究員	視察・施設見学	樋口 篤志	2024/4/10
Heo Ji Hyun	Trimaran Inc.	韓国	地学	主任 研究員	視察・施設見学	樋口 篤志	2024/4/10
MA XUANLONG	蘭州大学	中国(香港含む)	理学・地学	教授	共同研究	楊 偉	2024/7/8～ 2024/7/14
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	2024/9/13～ 2024/9/14
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	2024/9/17～ 2024/9/25
Arif Kurnia WIJAYANTO	IPB大学（ボ ゴール農科大 学）	インドネシア	農学	講師	教育	本郷 千春	2024/11/5～ 2025/1/31
Hongmei Liu	大連海事大学	中国(香港含む)	電気・通信	教授	教育	ヨサファット	2025/1/15～ 2026/1/14
Evizal Abdul Kadir	リアウ・ イスラム大学	インドネシア	電気・通信	准教授	学会・シンポジウム	入江 仁士	2025/2/18～ 2025/2/23
Nicola Genzano	ミラノ 工科大学	イタリア	地学	一般 研究員	共同研究	樋口 篤志	2025/2/18～ 2025/2/21
ABD RAHMAN AS SYAKUR	ウダヤナ大学	インドネシア	海洋水産 学部	講師	学会・シンポジウム	本郷 千春	2025/2/19～ 2025/2/20
Miura Tomoaki	University of Hawaii at Manoa	アメリカ合衆国	林学	教授	学会・シンポジウム	市井 和仁	2025/2/19～ 2025/2/22

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
Shao Shuai	中国	浙江大学	浙江大学に打ち合わせ	2024/4/1～ 2024/4/3	私費 (研究者負担)
武藤 裕花	オーストラリア	メルボルン大学	共同研究推進のため	2024/4/14～ 2024/5/25	受託事業費（拠点 A2024交流経費）
服部 克巳	アメリカ合衆国	Dena'ina Civic and Convention Center	米国地震学会出席、研究成 果発表	2024/4/27～ 2024/5/6	寄附金経費
黒澤 賢太	アメリカ合衆国	フォート・ウィリアム・ヘン リーホテル	12th Workshop on Sensitivity Analysis and Data Assimilationへの参加	2024/5/18～ 2024/5/25	受託研究経費 (MSコア)
Belikov Domitry	インド	Indian Institute of Tropikal Meteorology	STIPMEX ワークショッ プ参加	2024/5/31～ 2024/6/9	バーチャルラボラト リー（リモセン）

氏 名	国 名	用 務 先	用務内容	期 間	予 算
山本 雄平	韓国	Alpensia Resort & MonaYong PyongResort、ソウル国立大学校	・AOGS2024参加・発表 ・拠点形成事業ワークショップ参加・発表	2024/6/23～ 2024/6/30	受託事業費（拠点A2024交流経費）
市井 和仁	韓国	Alpensia Resort & MonaYong PyongResort、ソウル国立大学校	・AOGS2024参加・発表 ・拠点形成事業ワークショップ参加・発表	2024/6/23～ 2024/6/30	受託事業費（拠点A2024交流経費）
Shao Shuai	韓国	Alpensia Resort & MonaYong PyongResort、ソウル国立大学校	・AOGS2024参加・発表 ・拠点形成事業ワークショップ参加・発表	2024/6/23～ 2024/6/30	受託事業費（拠点A2024交流経費）
楊 偉	韓国	Alpensia Resort & MonaYong PyongResort、ソウル国立大学校	・AOGS2024参加・発表 ・拠点形成事業ワークショップ参加・発表	2024/6/25～ 2024/6/30	受託事業費（拠点A2024交流経費）
楊 偉	ペルー	ラモリーナ国立農科大学、ペルー森林野生動物庁、JICAペルー事務所、クスコ州カルカ郡	SATREPS実施における担当課題のためのカウンターパートと土壌被覆分類のためのグラントゥールス調査	2024/7/15～ 2024/7/29	先方負担
小槻 峻司	イギリス	Reading 大学	博士学生論文審査セミナー、研究打合せ	2024/7/21～ 2024/7/28	科研費・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、西ジャワ州農政局トレーニングセンター	研究打合せ現地調査	2024/7/23～ 2024/8/2	科研費及び受託事業費（JSPS 論博事業）
市井 和仁	ブラジル	Hotel Novotel Manaus	ICDC-11で研究成果発表、共同研究者と打合せ	2024/7/26～ 2024/8/4	受託研究経費（環境推進費）
ヨサファット	インドネシア	セプルフノペンベル工科大学、Islam Negeri Alauddin 大学、セバラスマレット大学	ENGINE プログラム実施、基調講演他	2024/8/17～ 2024/9/1	ENGINE 経費他
岡崎 淳史	アメリカ合衆国	ヒルトン・シカゴ	Goldschmidt2024に参加・発表を行うため	2024/8/18～ 2024/8/25	科研費
服部 克巳	台湾	台湾国立中央大学	ENGINE プログラム実施	2024/8/21～ 2024/8/30	ENGINE 経費
市井 和仁	中国	Aerospace Information Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Inner Mongolia Normal University	サマースクール参加・講師	2024/8/21～ 2024/8/28	運営費・先方負担
山本 雄平	アメリカ合衆国	NASA	JSPS 研究拠点形成事業・静止衛星に関する共同研究	2024/8/22～ 2024/9/22	受託事業費（拠点A2024交流経費）
岡崎 淳史	ベルギー、フランス	ルーヴァン・カトリック大学地球生命研究所、パリ天文台、IPSL LMD	セミナー・討論	2024/9/1～ 2024/9/6	科研費
市井 和仁	アメリカ合衆国	NASA	JSPS 研究拠点形成事業・静止衛星に関する共同研究	2024/9/5～ 2024/9/18	受託事業費（拠点A2024交流経費）
本郷 千春	インドネシア	ウダヤナ大学	ワークショップ開催、研究打合せ	2024/9/7～ 2024/9/13	科研費
齋藤 尚子	マレーシア	ワールドトレードセンター	16th iCACGP/18th IGAC に参加	2024/9/8～ 2024/9/14	受託研究費（JAXA）
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	2024/9/16～ 2024/9/20	共同研究費（JAXA）
服部 克巳	ギリシャ	Center of Mediterranean Architecture	サマースクール講師・学会発表	2024/10/2～ 2024/10/9	共同研究経費（地震研）
市井 和仁	中国	南京師範大学、中国地質大学地理情報工学部	3rd International Workshop on Geographic Modeling and Simulation および AsiaFlux Conference2024 に参加	2024/10/25～ 2024/11/3	先方負担・科研費
本郷 千春	インドネシア	IPB 大学（ボゴール農科大学）、バリ州バドゥン県農政事務所、ウダヤナ大学	MOA 締結・研究打ち合わせ	2024/10/28～ 2024/11/2	科研費

氏 名	国 名	用 務 先	用務内容	期 間	予 算
山本 雄平	中国	中国地質大学地理情報工学部	AsiaFlux Conference 2024に参加、発表、意見交換	2024/10/29～ 2024/11/3	先方負担（環境研）
ヨサファット	インドネシア	インドネシア大学、 ハサヌディン大学、 Hotel Unhas	基調講演、ダブルディグリー関係、国際学会出席、 学長表敬訪問	2024/11/2～ 2024/11/9	先方負担・共同研究 経費
ヨサファット	インドネシア	Anvaya Beach Resort Hotel Bali	基調講演・2024 Asia-Pacific Microwave Conference参加	2024/11/16～ 2024/11/22	先方負担・共同研究 経費
市井 和仁	オーストラリア	西オーストラリア大学	OzFlux Conference研究 成果発表、研究打合せ	2024/11/16～ 2024/11/22	受託事業費（拠点 A2024交流経費）
ヨサファット	インドネシア	National Research and Innovation Agency、 インドネシア大学	基調講演、授賞式、ダブル ディグリー交流協定打合せ	2024/11/25～ 2024/12/1	先方負担・共同研究 経費・国際企画課予 算
本郷 千春	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加	2024/12/8～ 2024/12/15	科研費・運営費
岡崎 淳史	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加・発表	2024/12/8～ 2024/12/15	受託研究経費 (MSコア)
金子 凌	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加・発表	2024/12/8～ 2024/12/15	受託研究経費 (MSコア)
塩尻 大也	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加・発表	2024/12/8～ 2024/12/16	共同研究
山本 雄平	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加・発表	2024/12/8～ 2024/12/16	科研費
市井 和仁	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加	2024/12/8～ 2024/12/15	科研費
小槻 峻司	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加・発表	2024/12/8～ 2024/12/15	受託研究経費 (MSコア)
竹中 栄晶	アメリカ合衆国	ワシントンコンベンションセ ンター	AGU Fall Meeting 2024 参加・発表	2024/12/8～ 2024/12/15	受託研究経費 (JST・SATREPS)
黒澤 賢太	アメリカ合衆国	New Orleans Ernest N. Morial Convention Center	学会参加・発表	2025/1/12～ 2025/1/17	受託研究経費 (MSコア)
ヨサファット	インドネシア	IPB 大学（ボゴール農科大学）	現地調査、シンポジウム開 催打合せ	2025/1/13～ 2025/1/19	先方負担・共同研究
樋口 篤志	ウズベキスタン 共和国	イノベーション省	JICA/JST SATREPS BLUE プロジェクト Joint Comunitiy Conferenceへ の参加	2025/1/23～ 2025/1/26	先方負担(京都大学)
服部 克巳	中国	中国南方科技大学・成都理工 大学	研究打ち合わせ／ International Conference for Coupling of Earth's Spheres(ICES): Prediction, Early warning, and Nowcasting of Nature Hazardsへの参加・研究成 果発表	2025/2/27～ 2025/3/7	先方負担
楊 偉	中国	北京師範大学、蘇州大学	共同研究打合せ	2025/2/23～ 2025/2/28	科研費
ヨサファット	インドネシア	副大統領官邸・ATR/BPN大 臣オフィス／セベラスマレッ ト大学工学部電気工学科	副大統領・ATR/BPN大臣 面談：1：5000地図作成 準備委員会／UNS Summer School準備委員会	2025/3/2～ 2025/3/10	運営費
本郷 千春	インドネシア	ボゴール農科大学、バリ州 Mengwi農業普及センター、 ウダヤナ大学	研究打合せ、データ回収	2025/3/3～ 2025/3/9	科研費

[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
	地球環境科学専攻特別講義Ⅰ	地球物理学ⅣB, ⅤB
	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）		
大学院園芸学研究科	リモートセンシング空間解析学	
	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」	
インドネシア・セベラスマレット大学工学部電気工学科（ヨサファット）	電磁気学	
	リモートセンシング基礎	
	アンテナ伝搬工学	
	マイクロ波リモートセンシング	
	ディジタルシステム設計	
	衛星通信システム	

6.2. 論文題目紹介

令和6年度のCEReS教員の指導による博士の学位取得者は7名である。修士論文12名、卒業論文12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7年3月号（No.232）に掲載している。

【博士論文】

学生氏名：Subuh Pramono（スブフ プラモノ）

論文題目：Development of Novel Antenna for Future Applications on the Moon

将来の月面利用を目指した新規アンテナの開発

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

学生氏名：Muhammad Hamka Ibrahim（ムハマド ハムカ イブラヒム）

論文題目：Detection of Archeological Structures using Microwave Remote Sensing

マイクロ波リモートセンシングによる考古学的構造物の検出

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

学生氏名：Liu Zhiyan（リュウ ジゲン）

論文題目：Diurnal Land Surface Temperature Observation Using Polar Orbit Satellites and an Application to Ecosystem Respiration in Arctic and Pan-arctic Regions

北極軌道衛星による日周地表面温度観測と北極及び北極圏における生態系呼吸への応用

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：市井和仁

学生氏名：Zhang Beichen（ジャン ベイチェン）

論文題目：A Hyper-temporal Monitoring of Terrestrial Evapotranspiration using a third-generation Geostationary Satellite, Himawari-8

第3世代静止衛星ひまわり8号による陸域蒸発散量の超時空モニタリング

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：市井和仁

学生氏名：蔡 穎

論文題目：Detectability of transboundary air pollution pathway variations associated with climate change using anthropogenic aerosols

人為起源エアロゾルを用いた気候変動に伴う越境大気汚染経路変動の検出可能性

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（理学）

指導教員：入江仁士

学生氏名：三橋 怜

論文題目：宇宙ライダーと多方向観測イメージャを用いた全球高精度森林バイオマス推定

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：本多嘉明

学生氏名：李 夢禹

論文題目：Improving remote estimation of global vegetation phenology based on GCOM-C/SQLI satellite

data and a modified logistic function

GCOM-C/SGLI衛星データと新ロジスティック関数に基づいた全球植生フェノロジーの推定の高度化

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：楊 偉

【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
加藤 善也	複数の衛星プロダクトを用いた森林火災後の植生回復のモニタリングと土地被覆の変遷調査	修士（理学）	樋口
島袋 隆也	拡散モデルを用いた降水分布のダウンスケーリング手法の開発	修士（工学）	小槻・岡崎
方 志鵬	中国上空のメタン高度分布における発生源と大気輸送の影響評価	修士（工学）	齋藤
毛束 隆太	数理モデルを用いた強化学習による極端気象災害の被害低減に関する研究	修士（工学）	小槻・岡崎
沢畑 拓実	差分干渉合成開口レーダを用いたジャカルタの地盤沈下と建物重量の相関性評価	修士（理学）	ヨサファット
嶺田 龍之介	秋と春における北太平洋ストームトラックの長期変化	修士（理学）	樋口
林 浩希	水稻生育モデルとUAVリモートセンシングの統合による収量予測	修士（工学）	本郷
加藤 亮大	多方向UAV写真点群測量データを用いた森林バイオマス推定と精度検証	修士（工学）	本多・梶原
住井 章吾	ひまわり8号観測データを用いたアジア・オセアニア域における総一次生産量推定	修士（工学）	市井・山本
米谷 颯太	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	修士（理学）	入江
野本 真孝	CO ₂ と他の燃焼起源物質との同時観測を活用した大都市における燃焼起源CO ₂ 濃度の高精度モニタリング	修士（理学）	入江
QIU HAORUI	メタ学習に基づく森林地上部バイオマス推定における最適な特徴量アルゴリズムに関する研究	修士（工学）	本多・梶原

【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
横田 海人ラヒム	ひまわりCSRのO-Bのキャラクタリゼーション	入江
大塚 涼平	異なる高度の水蒸気データ同化による極端気象現象予測精度向上に関わる研究	入江
吉原 光咲	伊豆半島の降水における地形効果	樋口
新村 祥一	熱帯東太平洋SSTと南極海SSTのテレコネクションメカニズム解明	樋口
飯田 泰成	Sentinel-2を用いた水稻基準単収算定のための収量推定	本郷
植田 佳和侑	深層学習を用いたリモートセンシング画像からの道路抽出	楊
森本 萌	超小型衛星群画像を用いた日本における森林火災消失面積の検出	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
高橋 航平	都市環境システム	機械学習を用いたアジア全域の陸域炭素フラックス推定精度の向上	市井・山本
馬渡 奏聡	都市環境システム	台風一過の晴天がもたらす熱環境変動の解析	市井・山本
岩波 里紗	情報工学	太陽光発電所建設に伴う森林伐採がCO ₂ 削減に与える影響評価手法の開発	本多・梶原
井貫 恵多朗	情報工学	深層生成モデルを用いたランキン渦の潜在空間データ同化	小槻・岡崎
宮澤 健人	情報工学	深層学習モデルSwin-Unetを用いた集中豪雨予測	小槻・岡崎

6.3. 令和6年度学生数内訳

令和7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)	7	26	32
	(6)	(20)	(25)
大学院修士課程 (リモートセンシングコース)	12	34	46
	(2)	(11)	(13)
学部生 (理学部、工学部)	12	8*	20
	(0)	—	(0)
研究生 (留学生)		7	7

下段のカッコ内は留学生、内数にて

*：令和6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)

(ヨサファット テトコ 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
 - Associate-Editor: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letter (GRSL)
 - Associate-Editor: IEEE Antennas Wireless and Propagation Letter (AWPL)
 - Associate-Editor: IEEE Journal on Miniaturization for Air and Space Systems (MASS)
 - Associate Editor, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS), APSAR 2023 Special Issue Associate Editor
 - IEICE Special Section on Space, Aeronautical, and Navigation Electronics in conjunction with the Main Topics of ICSANE2023
 - Editorial Board, The Innovation Geoscience
 - Advisory Member: Indonesian Remote Sensing Society (MAPIN)
- 外部評価員
 - インドネシア・バンドン工科大学工学部通信学科 評価委員 (Quality Control Member)
 - インドネシア・ガジャマダ大学工学部地学科 Advisory Board Member
 - マレーシア・Universiti Kebangsaan Malaysia 教授審査
 - インドネシア・ガジャマダ大学地理学部 博士論文審査員 (ダブルディグリープログラム)
 - インドネシア・バンドン工科大学測量学部 博士論文審査員 (ダブルディグリープログラム)
- 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 Honorarry Professor
 - インドネシア・イスラムリアウ大学工学部 専門員
- 兼務業務
 - 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

(入江仁士)

- 学会・学術関連委員
 - 日本気象学会 山本賞候補者推薦委員会
 - 日本学術振興会 特別研究員等審査会委員
 - 日本学術振興会 国際共同研究事業委員会書面審査員・書面評価員
 - 日本地球惑星連合大会プログラム委員・大気化学セッション 代表コンピーナ
 - 日本地球惑星連合大会プログラム委員
 - 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 co-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リ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

(市井和仁)

- ・学会・学術関連委員
 - ・AsiaFlux委員長
 - ・JapanFlux委員長
 - ・AOGEO Taskgroup-3 Asia-Oceania Greenhouse Gas (AOGHG) (共同議長 (代表))
 - ・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
 - ・東京都教育委員会主催「令和6年度得意な才能を伸ばす教育 (理数) 課題研究プログラム」 講師

(小槻峻司)

- ・外部委員
 - ・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)
 - ・土木学会 水工学講演会 水文部会 委員
- ・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
 - ・トヨタコンボン研究所 研究アドバイザー

(樋口篤志)

- ・学会委員など
 - ・水文・水資源学会 理事 (9月まで)、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
- ・外部委員など
 - ・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 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同FE・WCRP合同分科会GEWEX小委員会 委員
 - ・国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) PMM分科会 後継ミッション検討グループ 委員
 - ・国立大学法人 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 共同利用・共同研究委員会委員 大気陸域海洋専門分科会
 - ・国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) 協力研究員
 - ・東邦大学 理学部 非常勤講師 (講義「リモートセンシング」の担当)
 - ・横浜国立大学 先端科学高等研究院 非常勤講師 (客員准教授)
 - ・NPO法人 太陽放射コンソーシアム理事

(斎藤尚子)

- ・ 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 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 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 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)
 - ・ 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6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

(本郷千春)

- ・ 学会委員
 - ・ 日本リモートセンシング学会学術委員会 委員
- ・ 外部委員など
 - ・ 内閣府 「令和6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審査評価会専門ワーキンググループ 委員
 - ・ 日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員
 - ・ 日本学術振興会卓越研究員候補者選考委員会書面審査員
 - ・ 日本学術振興会国際事業委員会書面審査員・書面評価員
 - ・ 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

(服部克己 (理学研究院))

- ・ 学会委員など
 - ・ 日本地震予知学会 副会長
 - ・ 日本大気電気学会 顧問
- ・ 外部委員など
 - ・ 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)
 - ・ 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. 第27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)

本年度は2025年2月19と20日の2日間にわたり、第27回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムを千葉大学けやき会館における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に加え、広くリモートセンシングに関わる研究発表も行われ、約100名の参加者らにより熱心な議論が交わされた。詳細は本年報第2章およびCEReSニュースレター2025年2月号（No.231）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/symp2024/20250213_27thCEReSSymposiumProgram.pdf)



図8.1.1. 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（2023年から故障中）、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、マイクロ波センサ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）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）、小型衛星、成層圏プラットフォームシステム（HAPS）、海上プラント搭載用のマイクロ波センサの開発に使用している。また、当センターの全国共同利用共同研究施設でも多に活用し、全国の研究者と共同して、小型衛星をはじめ、SARセンサ、マイクロ波放射計・散乱計、気象制御システム、ノイズレーダ、海上オイルスピール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（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て研究コミュニティに提供するだけでなく、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重要な役割を果たしている。

また、この国際観測網の最重要サイトである千葉大学大気環境観測スーパーサイト（西千葉キャンパス内）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1屋上設置）

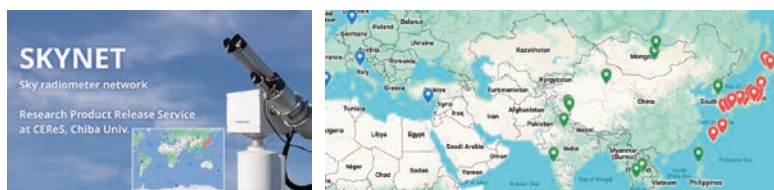


図9.3-2. SKYNET観測網サイトマップ



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（1920×1200 pixel）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。

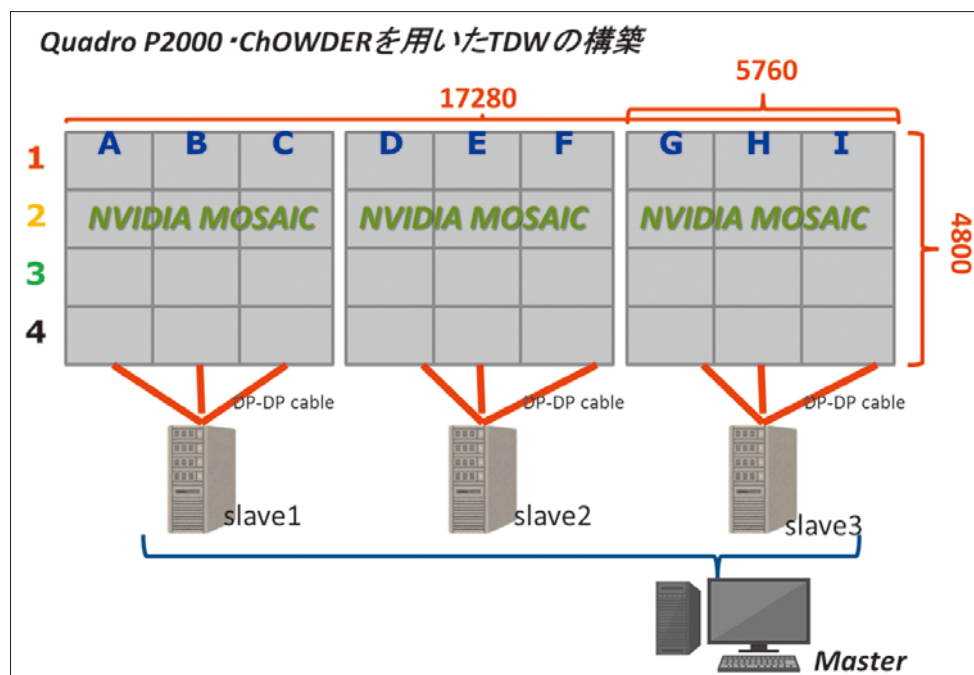


図9.4.-1. TDWの構成

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 CST
- ・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6年度計算機データベース主要業務

10.1. 概要

令和6（2024）年度はこれまでのデータベース公開業務の継続が主な活動であるが、2024年7月にサポート切れとなるCentOS 7の切り替え、およびその前にサポートが切れるCentOS 8 Streamの切り替えが大きな業務として加わっている。

10.2. 令和6（2024）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
- 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
- MSG2/3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-east (G16, G19), GOES-west (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、NASADAAC 2段階認証への対応、チェック、サーバの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対応
- サーバ室、テープ室の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、httpsへの対応
- データ容量肥大に対応するためのRAIDの更新

表10.2. 令和6（2024）年度障害等報告

年月日	障害・対応事項
2024/04/01	1階サーバ室空調機不具合 部品納品待ち
2024/04/11	LTO8テープドライブ（テープ取り出し時の異音）調査依頼
2024/04/19	G-Portal地上システム障害のため、プロダクト提供遅延に伴うG-Portal登録完了
2024/04/19	MXD02SSH C061バージョン入れ替え完了
2024/04/23	quicklooks、geoinfo OSリブレース作業開始
2024/05/07	1階サーバ室及び3階コンピュータ室 除湿器の稼働開始
2024/05/08	JRA3Q monthlyデータダウンロード開始
2024/05/08	goes3g-west munin赤色表示。RAID異常により再起動
2024/05/14	1階サーバ室 apc-ups-221 赤色ランプ点灯→診断テスト実施後、様子見
2024/05/24	tape1、tape2 LTO8テープドライブ交換により、エラーテストを実施
2024/05/24	新quicklook http設定
2024/06/01	CentOS7サポート終了対応：gooinfo、FY、quicklooks、hmwr829gr、amaterass
2024/06/11	1階サーバ室 apc-ups216 赤色ランプ点滅→6/18UPSバッテリー交換
2024/06/13	hmwr829hs サーバ一時停止（14:00-15:00 JST）。再起動
2024/06/13	G-Portalシステムメンテナンス（10:00-16:00頃 JST）
2024/06/14	DISA停止 アクセス不可
2024/06/19	hmwr829hs サーバ一時停止（10:30頃 JST）。再起動
2024/06/21- 2024/06/25	tape2サーバ接続のLTO8テープドライブ調査返却、様子見 →6/25より新規SASケーブルで接続。動作良好
2024/06/23	fy OS更新
2024/06/24	geoinfo OS更新
2024/06/27	hmwr829gr 移行、quicklooks 移行中
2024/07/01	MXD02SSH token再取得

2024/07/01	geoinfo nkf、wgrib2インストール
2024/07/05	geoinfo サーバー一時停止。再起動
2024/07/09	G-Portalシステムメンテナンス（11:30-13:00頃 JST）
2024/07/11	G-Portalシステムメンテナンス（11:30-13:00頃 JST）
2024/07/12	1 階サーバ室 ダクト水漏れ
2024/07/26	tape2サーバ接続のLTO8テープドライブ異音確認
2024/07/29	tape2及びtape3サーバ接続のLTOテープドライブ交換
2024/07/29	meteosat Munin 黄色表示 Disk usage in percent
2024/07/30	1 階サーバ室 NICT seg-gfarm-n87 電源ユニットランプ赤色ランプ点灯、警告音有→交換対応実施
2024/08/01	tape1サーバ接続のLTO8テープドライブ不具合（LTO8テープ取り出せない）
2024/08/06	geoinfo サーバー一時停止。再起動
2024/08/12- 2024/08/14	G-Portal観測中断：8/12（09:00 JST）-8/14（09:00 JST）
2024/08/15- 2024/08/20	DIASシステムメンテナンス 8/15（10:00頃 JST）-8/20（10:00頃 JST）
2024/08/15- 2024/08/20	MSG4混在 軌道不安定
2024/08/16	G-Portal観測 順次再開（9:16頃 JST）
2024/08/16	台風7号接近 機器に影響なし
2024/08/22	LTO8テープドライブ代替機器設置、動作良好
2024/08/30	MXDO2SSH 09, 11 LP-DAACへ移行
2024/09/01	LP-DAAC 断続的にダウンロード不具合有
2024/09/02	台風10号接近 機器に影響なし
2024/09/02	1 階サーバ室 真ん中通路 ダクト水漏れ→9/3解消
2024/09/04	modis プロセスたまる
2024/09/09- 2024/09/10	DIASシステムメンテナンス 9/9夕方頃（JST）-9/10
2024/09/11	DIASシステム復旧（14:45頃 JST）
2024/09/15	MSG2, MSG3 ダウンロード不安定、データ遅延
2024/09/16	RT（NCAR メンテナンス）9/16-9/19ダウンロード不可
2024/09/17	G-Portalシステムメンテナンス（10:30-16:30 JST）
2024/09/17	G-Portalシステム改修のため、ダウンロードサービス停止の案内有 sftp アカウント（1 機関 1 つ）申請要請有
2024/09/24	1 階サーバ室 PAC1 空調機の水漏れ→施設課対応完了
2024/09/24	MTG1 プレオペレーション開始（9.5度 rapidscan）2024年10月よりMSG4から変更で本格運用
2024/09/26	GOES-16 NASAからamazon S3へのデータ入力停止9/26 21h-9/29 19h
2024/09/26	GOES-18 NASAからamazon S3へのデータ入力停止9/26 21h-9/29 19h
2024/09/30	geoinfo RAID 故障によりデータダウンロード一時停止
2024/10/01	1 階サーバ室 空調機水漏れ→様子見
2024/10/06	全学停電
2024/10/07	hmwr829hs RAID 赤色ランプ点灯→HDD 交換
2024/10/07	seg-gfarm-n111警告音→HDD 交換
2024/10/07	tape1 munin 黄色表示 S.M.A.R.T values for drive sdb
2024/10/15	hmwr829gr データ作成できず（10/13メンテナンス影響）
2024/10/15	G-Portal groballP 接続設定 JAXA より連絡有
2024/10/18	G-Portal サービス一時停止（2025年3月末予定）
2024/10/18	1 階サーバ室 空調機水漏れ（PAC1）→カスタマーサービス対応、施設課対応
2024/10/20	工学部停電
2024/10/21	1 階サーバ室 VEDA02のあるラック UPS 赤色ランプ点灯→10/25交換
2024/10/21	tape1、tape2、tape3 ネットワーク接続不良→3 階HUB再起動、gp06様子見
2024/10/22	1 階サーバ室 空調機水漏れ（PAC2）→カスタマーサービス対応、施設課対応

2024/10/22	工学部停電の影響有 gp04、gp06
2024/10/25	工学部停電
2024/10/31	1 階サーバ室 goesew、meteosat OS一時停止後、HDD 交換予定
2024/11/05	1 階サーバ室 apc-ups-221 UPS 赤色ランプ点灯→UPS バッテリ交換
2024/11/10	西千葉キャンパス B 地区計画停電（9:00-22:00頃 JST）
2024/11/11	ひまわり 9 号観測障害（04:00-18:00頃 JST）
2024/11/26	LTO8テープドライブ異音有（tape3サーバと接続）のため、使用中止 tape3サーバ停止、tape3 ups停止
2024/12/04	西千葉キャンパス停電（12/4 17:01-17:08 JST）
2024/12/04	G-Portalシステムメンテナンス（10:30-17:30頃 JST）
2024/12/06	1 階サーバ室空調機 施設環境課の現地調査、カーテン、ビニール除去
2024/12/12	ひまわり地上キャストシステムメンテナンスによるデータ遅延
2024/12/12	amaterass サーバ停止（12/12 11:30-12:30頃 JST） →再起動実施、起動用SSD 差替え（停電による） （停電による）GP02、GP04故障により停止
2024/12/13	1 階サーバ室、3 階コンピュータ室の除湿器停止（乾燥季となるため）
2024/12/18	G-Portalシステムメンテナンス
2024/12/18	ひまわり地上キャストシステムメンテナンスによるデータ遅延
2024/12/23	3 階プライベートネットワーク停止（12/20 20:00頃-12/23 9:00頃まで） →3 階コンピュータ室 HUB交換、LANケーブル交換
2024/12/23	1 階サーバ室、3 階コンピュータ室 エアコンフィルター清掃
2024/12/25	ひまわり地上キャストシステムメンテナンスによるデータ遅延
2025/01/06	3 階コンピュータ室 GPシリーズ UPS 赤色ランプ点灯 →test モードに設定し、様子見
2025/01/21	hmwr829gr I/Oエラー→再起動（旧サーバとのrsync高負荷による）
2025/01/22	ひまわり 9 号観測休止（00:00-02:40 JST）
2025/01/24	G-Portalシステムメンテナンス
2025/02/06	hmwr829hs I/Oエラー→OS、RAID再起動
2025/02/10	ひまわりキャスト接続試験（01:00-03:00 UTC）
2025/02/14	FY 屋上及び地上アンテナ撤去
2025/02/14- 2025/02/17	月の影響による一部の気象衛星プロダクト影響 2/14（13:30-13:50頃 JST）、2/15（14:20-14:40頃 JST）、2/16（14:50-15:10頃 JST） 2/17（15:10-15:30頃 JST）
2025/02/17	ひまわり 9 号春分期運用決定
2025/02/18	学内ネットワークシステムメンテナンス停止（7:30-8:00 JST）
2025/02/18	hmwr829gr RAID故障→HDD 交換
2025/02/28	G-Portalシステムメンテナンス（09:30-17:00 JST）
2025/02/28- 2025/03/03	GPM/DPRデータ処理設備メンテナンスに伴うGPM/DPR プロダクト新規作成の中断：2/28（17:30-）- 3/3（15:00頃 JST）
2025/03/02- 2025/03/03	月の影響による一部の気象衛星プロダクト影響 3/2（00:20-00:30頃 JST）、3/3（01:30-01:50頃 JST）
2025/03/03	新LTO8テープドライブ使用開始
2025/03/07- 2025/03/10	ひまわりキャスト地上設備保守：3/7（02:25-02:55 UTC）、3/10（02:25-02:55 UTC）
2025/03/10	ひまわりキャスト接続切替（3/10 01:00-02:00 UTC）
2025/03/11	ひまわり 9 号の定期保守作業に伴う観測休止 3/11（00:00-01:20 JST）
2025/03/13- 2025/03/16	月の影響による一部の気象衛星プロダクト影響 3/13（10:40-10:50頃 JST）、3/14（10:50-11:10頃 JST） 3/15（11:20-11:40頃 JST）、3/16（13:20-13:30頃 JST）
2025/03/16	西千葉キャンパス工事停電（00:00-24:00 JST）
2025/03/17	gp01 SSD 交換（3/16停電影響）、ひまわり全球動画生成マシン電源交換
2025/03/22	西千葉キャンパス工事停電（00:00-24:00 JST）

2025/03/24	ひまわり9号の可視・近赤外バンドのストライプノイズ軽減手法の適用 (3/24 12:00 JST)
2025/03/27- 2025/03/28	月の影響による一部の気象衛星プロダクト影響 3/27 (22:20-22:40頃 JST)
2025/03/26	tape3 電源交換
2025/03/30	月の影響による一部の気象衛星プロダクト影響 3/30 (00:20-00:40頃 JST)

10.3. 令和6（2024）年度データダウンロード実績

令和6（2024）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6（2024）年度データダウンロード実績

衛星／センサー名	学内ダウンロード	学外ダウンロード	昨年比 学内／学外 (%)
NOAA／AVHRR	0	17,368	- / 199.61
Terra & Aqua／MODIS	1,113,222	7,309,772	120.52 / 292.95
GMS1-4, 5, GOES9	227	430,271	- / 118.30
MTSAT	0	781,994	- / 727.50
FY2-B, C, D, E, G	423	292,019	0.57 / 17.30
Meteosat, MSG	284,805	43,263	209.415 / 60.088
GOES-E, -W	89	239,278	- / 14.27
GOES-R, -S	397,086	125,187	84.16 / 1017.70
地理情報等	26,751	371,594	2.93 / 17.09
TRMM, GPM	16,654	380,287	- / 86.94
放射プロダクト	4,445,153	21,033,307	182.90 / 105.60
ひまわり8／9号	44,205,542	90,401,011	84.22 / 200.83
A-Train *	0	588,848	- / 77.98
総 計	50,489,952	122,014,199	88.11 / 168.20

[11] 令和6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.221 (発行2024年4月)

2024年度リモートセンシングコース新入生ガイダンス

International ties of CEReS — What's up, graduates? ～CEReS修了の留学生 世界で活躍！2024～

小槻・岡崎研究室より活動報告 ～小槻・岡崎研究室通信～

新教員紹介

◆ Newsletter No.222 (発行2024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6年度入試説明会

ムーンショット目標8・海上豪雨生成プロジェクト 第二回合宿 ～小槻・岡崎研究室通信・第36号～

EarthCAREの打ち上げ成功！

CEReS研究室メンバー顔合わせ会をしました

◆ Newsletter No.223 (発行2024年6月)

The 8th International Workshop on Earthquake Preparation Process～Observation, Validation, Modeling, Forecasting～ (IWEPP8) ～CEReSとの初共催の報告～

量子計算機を用いたデータ同化計算に世界で初めて成功！ ～小槻・岡崎研究室通信・第37号～

学術情報基盤オープンフォーラム2024にてSINET6の活用事例 (CEReSの衛星データ公開事業) 紹介

<受賞報告>CEReSより3組が各賞をいただきました

書籍の出版報告 ヨサファット先生のライフストーリー：空高く夢をつかめ！

新教員紹介

◆ Newsletter No.224 (発行2024年7月)

CEReSよりニュースリリース 衛星観測による都市の熱環境評価について解説 ～「Handbook of Geospatial Approaches to Sustainable Cities」出版のお知らせ～

入江研究室より今夏の活動報告 (学生・スタッフ編)

小槻・岡崎研究室通信より活動報告

新教員紹介

◆ Newsletter No.225 (発行2024年8月)

プレスリリースのご紹介

入江研究室より今夏の活動報告2

◆ Newsletter No.226 (発行2024年9月)

近藤昭彦名誉教授、令和6年度水文・水資源学会賞 功績賞を受賞

SATREPSプロジェクト・フォローアップ活動報告 23rd Scientific Committee for Damage Assessment の開催

入江研究室より今夏の活動報告3

NASA Ames Research Center 滞在記

工学系総合研究棟8階のエントランスが生まれ変わりました！

◆ Newsletter No.227 (発行2024年10月)

第1回水同位体気候・気象モデル研究会開催の報告

<受賞報告>第29回大気化学討論会 学生優秀発表賞

第二回「若手による地球観測衛星研究連絡会」の開催報告

2025年度日本学術振興会特別研究員-DC2採用内定 ～小槻・岡崎研究室通信・第40号～

新教員紹介

CEReSからのお知らせ 今月のCEReSセミナー

◆ Newsletter No.228 (発行2024年11月)

ヨサファット教授、インドネシア政府より表彰 2024年度ヌルタニオ・プリングゴアディスリョ記念講演賞
秋の学会参加報告

猛暑が生物起源 VOCs に及ぼす影響の解明に向けて – 高山試験地での MAX-DOAS 連続観測開始と A-SKY
の発展 –

今秋の活動一部をご紹介します ～入江研究室便り～

毎日新聞朝刊でムーンショット型研究が紹介されました ～小槻・岡崎研究室通信・第41号～

新教員紹介

今月のCEReSセミナー

◆ Newsletter No.229 (発行2024年12月)

小槻・岡崎研究室通信より活動報告

国立環境研究所・東京スカイツリーGHG観測サイト訪問

AGU24 Annual Meeting 参加報告

今月のCEReSセミナー

CEReS よりお知らせ <<プレスリリース紹介>>

◆ Newsletter No.230 (発行2025年1月)

リモートセンシングコース修士課程中間発表会

雨量計から全球降水量分布を推定する新たな手法を提案 ～小槻・岡崎研究室通信・第44号～

日本気象学会2024年度秋季大会で松野賞受賞！

今月のCEReSセミナー

◆ Newsletter No.231 (発行2025年2月)

第27回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム開催

気象大学校の実験設備見学ツアー2025

◆ Newsletter No.232 (発行2025年3月)

本多嘉明准教授最終講義と先生を囲む会が開催されました

VL 講習会2024の開催

千葉大学国際高等研究基幹 (IAAR) 総合知研究支援プログラム (J-PEAKS) 「地域と人にねざした AI 減災サ
ステイナブル学学際ハブ拠点形成」のキックオフセミナー

「第8回 陸域フラックス合同研究会」の開催

入江研究室より受賞報告

工学部長表彰を受賞しました ～小槻・岡崎研究室通信・第46号～

学位取得おめでとうございます

◆ Newsrelease No.34 (発行2024年6月／大学・CEReSウェブサイトにて公表)

量子計算機を用いたデータ同化計算の高速化に成功 (小槻・岡崎研究室)

◆ Newsrelease No.35 (発行2024年7月／CEReSウェブサイトにて公表)

「Handbook of Geospatial Approaches to Sustainable Cities」出版のお知らせ：衛星観測による都市の熱環境評価について解説
(山本雄平助教)

◆ Newsrelease No.36 (発行2024年7月／CEReSウェブサイトにて公表)

南アジアの地上観測データが南アジアのメタン収支推定の高度化に与えるインパクトを評価しました ～メタン収支推定の不確かさが最大で40%低減～ (Belikov 研究員・齋藤准教授)

◆ Newsrelease No.37 (発行2024年8月／大学・CEReSウェブサイトにて公表)

気候の異常をエアロゾルで検出する新たな方法を開発 —人工衛星による長期地球観測の重要性が明らかに—
(入江研D3 蔡穎)

◆ Newsrelease No.38 (発行2024年9月／大学・CEReSウェブサイトにて公表)

インフォグラフィック：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 (小槻峻司教授)

◆ Newsrelease No.39 (発行2025年2月／大学・CEReSウェブサイトにて公表)

インフォグラフィック：静止衛星観測データに基づく日射量及び太陽光発電出力の準リアルタイム解析 (竹中栄晶特任助教)

◆ Newsrelease No.40 (発行2025年3月／大学・CEReSウェブサイトにて公表)

Refining Siberia's Land Cover Data: A Leap Forward for Climate Science (Prof. Kazuhito Ichii)

[12] 組織・運営・人事・予算

12.1. センターの構成（令和7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 テトォコ 准教授：本多 嘉明 講 師：梶原 康司	教 授 入江 仁士
環境診断部門	教 授：市井 和仁 准教授：齋藤 尚子 助 教：楊 偉 (助 教：山本 雄平／センター構成員として兼務活動)	
環境予測部門	(教 授：小槻 峻司 准教授：岡崎 淳史／センター構成員として兼務活動)	
統合解析部門	教 授：樋口 篤志	
社会実装部門	教 授：本郷 千春	

12.2. 職員名簿（令和7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	スリ スマンティヨ ヨサファット テトォコ	兼務教員	
教授	入江 仁士	教授	服部 克巳（理学研究院）
教授	市井 和仁	教授	小槻 峻司（国際高等研究基幹）
教授	樋口 篤志	准教授	椎名 達雄（工学研究院）
准教授	本多 嘉明	准教授	加藤 顕（園芸学研究院）
准教授	齋藤 尚子	准教授	Liu Wen（工学研究院）
准教授	本郷 千春	准教授	岡崎 淳史（国際高等研究基幹）
講師	梶原 康司	助教	山本 雄平（国際高等研究基幹）
助教	楊 偉		
特任助教	竹中 栄晶	客員教員	
特任助教	武藤 裕花	非常勤講師 (客員准教授)	Khatri Pradeep (創価大学)
特任助教	Wang Ruci	非常勤講師 (客員准教授)	木村 篤史 (株パスコ)
特任助教	塩尻 大也（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)
特任研究員	青野 憲史	非常勤講師 (客員准教授)	金丸 佳矢 (情報通信研究機構)
特任研究員	Pascal Oettli J.A.		
特任研究員	大橋 正尚	グランドフェロー	
特任研究員	金子 凌	名誉教授	鷹野 敏明（グランドフェロー）
特任研究員	Khan Muhammad Abid		
特任研究員	岸川 大航	事務組織（西千葉地区事務部理工系総務課）	
特任研究員	黒澤 賢太	部長	多田 幸敏
特任研究員	Shao Shuai	課長	杉木 清彦
特任研究員	Ram Chandra Sharma	副課長	蓮渦 和也
特任研究員	竹島 滉	係長	上村 由紀子（センター支援係）
特任研究員	露木 義		
特任研究員	Tiwari Gaurav		
特任研究員	Bag Tikemani		
特任研究員	Dmitry Belikov		
特任研究員	Daniel Henri Joseph		

12.3. 拠点運営委員会

令和6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7年3月31日現在

役 職	氏 名	所属・職名
委員長	黒岩 眞吾	大学院情報学研究院（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	檜山 哲哉	名古屋大学宇宙地球環境研究所（副所長・教授）
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	丸山 喜久	千葉大学大学院工学研究院（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6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・イノベーション推進機構学術 研究・イノベーション戦略企画本部 学 術資料部会委員	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
個人情報管理体制	保護管理者	服部 克巳
	保護担当者	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6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	本郷 千春	市井 和仁、齋藤 尚子、梶原 康司
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6年度 予算最終決算

事 項	予算額 (円)	備 考
運営費交付金	104,535,000	
教育研究経費	66,163,000	
ミッション実現加速化経費	20,870,000	
全国共同利用・共同実施	14,007,000	
教育・研究基盤維持経費	3,207,000	補正予算分
学長裁量経費	288,000	
学生支援・修学支援経費	0	
外部資金		
科学研究費補助金	107,334,098	
受託研究経費	141,466,704	再委託分を含む
共同研究経費	18,115,383	
受託事業経費	18,820,000	
寄附金経費	21,185,665	前年度繰越分を含む
補助金等経費	4,100,000	
研究関連経費	27,187,200	
施設設備費補助金事業経費等	0	
合 計	442,744,050	

※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、その他補助金等は非掲載）

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（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（研究分担者／岡崎淳史）	小槻 峻司
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
基盤研究（B） （新規／～令和8年度）	洪水氾濫・灌漑情報を活用した水稻病害が収量へ及ぼす影響評価	本郷 千春
学術変革領域研究（A） （新規／～令和7年度）	観測ビッグデータ駆動の広域陸域水・物質循環の高空間分解能診断と予測	市井 和仁
学術変革領域研究（A） （新規／～令和7年度）	超高時間分解能気象場復元：歴史気候学から歴史気象学へ	岡崎 淳史
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
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
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
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
若手研究 （継続／～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
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
若手研究 （新規／～令和8年度）	汎用陸面同化システムの開発と普及―水文学のボトルネック「観測の不足」解消に向けて	塩尻 大也
研究活動スタート支援 （新規／～令和7年度）	アンサンブルデータ同化とモデル予測制御に基づく気象制御手法の開発	黒澤 賢太
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） （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
基盤研究（A）（分担者） （継続／～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
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

研究種目		研究テーマ	受入教員
	学術変革領域研究 (A) (分担者) (継続／～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
	学術変革領域研究 (A) (分担者) (新規／～令和10年度)	環境とヒトの相互構築史：汎太平洋の比較研究による文理統合的研究 (人間と環境班) 研究代表者：山口 徹 (慶應義塾大学)	本郷 千春
	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
受託研究 (研究課題一覧)			
	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	気象制御計算の計算量削減	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	SAMRAI衛星シミュレーションデータによる台風予測精度の影響評価研究	岡崎 淳史
	科学技術振興機構／JST	多周波レーダ放射計の技術開発と原理実証モデルの性能実証	樋口 篤志
	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／研究題目1：準実時間日射量データ、研究題目2：砂嵐発生予警報システム (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	2024年度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	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
	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	岡崎 淳史
	東京大学 (研究分担) 環境研究総合推進費再委託	衛星観測による陸域GHG収支変動の監視に関する研究	市井 和仁
	国立研究開発法人海洋研究開発機構 (研究分担) 環境研究総合推進費再委託	トップダウン手法を用いた全球規模でのGHG収支推定と変動メカニズムの解明	齋藤 尚子
	東京大学 (研究分担) 環境研究総合推進費再委託	超高解像モデルを基礎にした二酸化炭素輸送計算モデルの開発	齋藤 尚子
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
	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の観測	樋口 篤志
	日本無線株式会社	パームオイル営農支援向け衛星データ利用に関する研究開発	ヨサファット

研究種目	研究テーマ	受入教員
受託事業（研究課題一覧）		
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
名古屋電機株式会社	光学衛星データ解析技術に関する学術指導	市井 和仁
名古屋電機株式会社	SAR衛星データ解析技術に関する学術指導	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
令和 六 (2024) 年度 年報 (第 30 号)

2025 年 7 月発行
(70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
<https://ceres.chiba-u.jp>
(最寄駅) JR総武線 西千葉駅下車 徒歩5分

