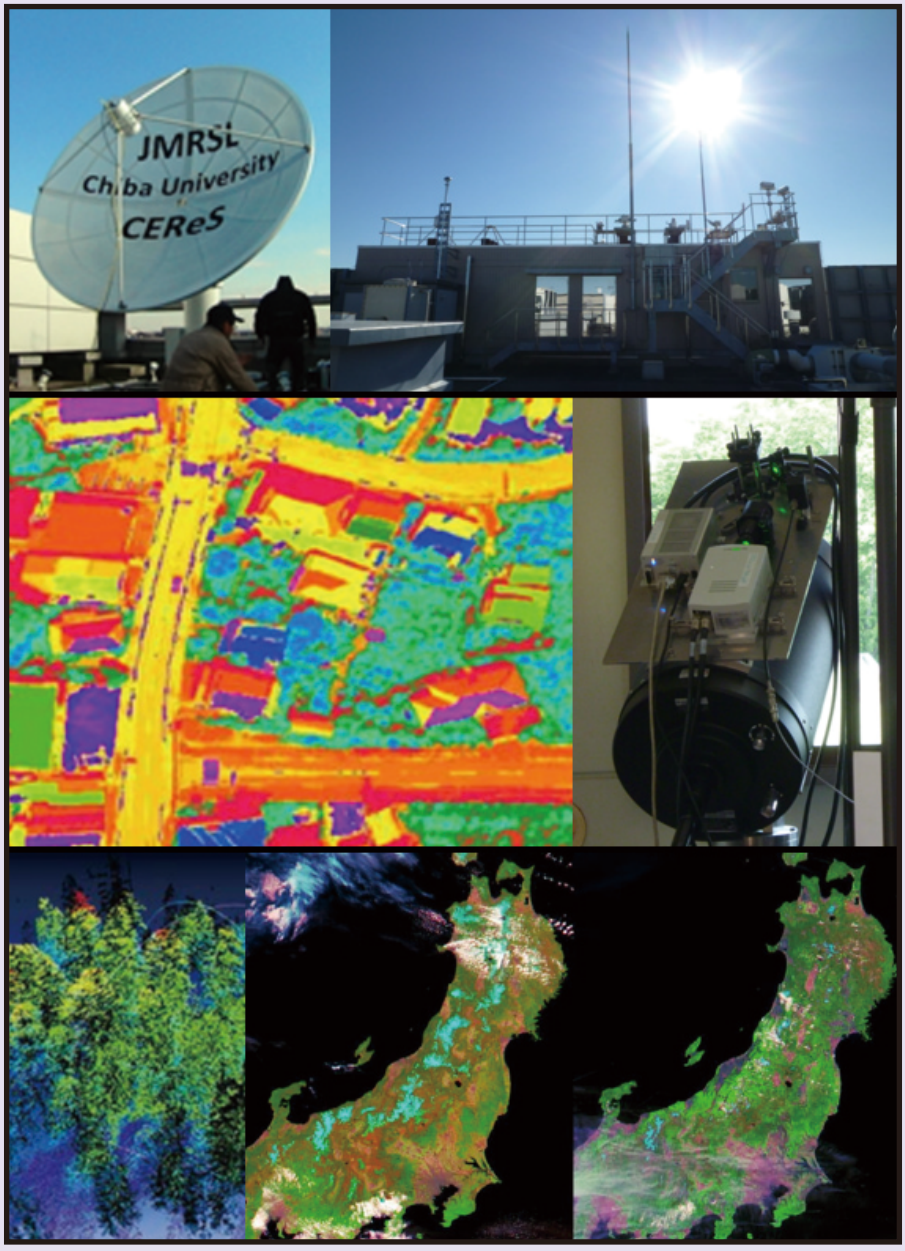
千葉大学
環境リモートセンシング研究センター
Annual Report 2016, Volume 22



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

平成 28 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 22 号）

CEReS
Center for Environmental Remote Sensing
Chiba University

はじめに

第3期初年度である今年度、公募により計56件（国内48件、国際８件）の共同利用研究を他大学や研究機関と実施し、平成29年２月に開催された共同利用・共同利用研究の成果報告会である「第19回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム」において、16件の口頭発表、27件のポスター発表を行いました。これらの件数は共同利用・共同研究拠点としての役割を果たしていることの証と言えます。

CEReSが提供する静止気象衛星「ひまわり」のデータは国内外の多くの研究者に利用され、平成28年度は学外から600万件を越えるダウンロード数を記録しました。また、円偏波合成開口レーダーの開発は、当センターにおける独自の技術展開であり、平成28年度においても台湾国家宇宙センターと国際受託事業を締結するに至りました。

更に、当センターの共同利用研究から生まれた成果の一つとして、「平成28年度地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）」に、本センターの准教授を代表者とするグループの提案課題「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」が採択されたことが挙げられます。本研究の最終目標は、気候変動等に伴う農業生産者の経済的損害を軽減するための農業保険制度の確立に向けて、インドネシアにおいてリモートセンシングによる損害評価システムを確立することにあります。

もう一つの大きな動きとして、日本学術会議を中心に活動を開始した国際的な連携研究プログラムFuture Earthへの参画が挙げられます。今、我々は地球の温暖化や生物多様性の減少など、早急に解決しなければならない課題に囲まれています。科学技術は、これまでに多くの論文を生み出し、多くの有用な知見を提供してきましたが、数多くの社会的課題が解決されないままで残されています。Future Earthは、学界内の連携のみならず社会との連携によってこれらの困難な課題に取り組むという新たな国際連携プログラムで、千葉大学も全学の連携によりFuture Earthに取り組むこととなりました。当センターが幹事機関としてFuture Earth日本コンソーシアムに加盟することとなり、活動を開始しています。平成29年3月には、当センターが中心となって千葉大学Future Earth キックオフワークショップを開催いたしました。その活動は、まだ緒に就いたばかりですが、CEReSの目指す一つの新しい方向を示すものといえます。

本年報はCEReSが平成28年度に行った活動（CEReS自身によるプログラム研究、共同利用研究、研究成果、国際交流、教育活動、社会貢献、予算、その他）を網羅的に記録し、自己評価するとともに外部関係者からご指導をいただくための資料としても編集いたしました。関係する皆様方にご高覧いただき、今後もご指導ご支援を頂ければと思います。宜しくお願い申し上げます。

平成29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　　安　岡　善　文

目　次

はじめに

[1] プログラム別研究活動…… 1
1.1. プログラム１：先端的リモートセンシングプログラム
1.2. プログラム２：地球表層情報統合プログラム
1.3. プログラム３：衛星利用高度化プログラム

[2] 共同利用研究…… 37
2.1. 共同利用研究概要
2.2. 共同利用プログラム研究の詳細

[3] 研究成果の公表…… 95
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……109
4.1. 受賞
4.2. 開発実績等

[5] 国際交流……111
5.1. 外国人受け入れ
5.2. 教員の海外渡航

[6] 教育活動……117
6.1. 講義（学部・大学院）
6.2. 論文題目紹介
6.3. 平成28年度学生数内訳

[7] 社会教育活動・社会貢献……121

[8] センターの行事……124
8.1. センター主催のシンポジウム
8.2. 国際プログラム“Future Earth”への取り組み
8.3. 第16回SAR画像信号処理・千葉大学Summer School on Microwave Remote Sensing

[9] 主要研究設備……127
9.1. 衛星データ受信システム
9.2. 電波無響室
9.3. 大気データ取得ライダー装置
9.4. 放射観測ネットワーク施設（SKYNET）
9.5. その他計測装置、ソフトウエア

[10]平成28年度計算機データベース主要業務 ……130
10.1. 概要
10.2. 平成28（2016）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. 平成28（2016）年度データダウンロード実績

[11]平成28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……132

[12]組織・運営・人事・予算 ……135
12.1. センターの構成
12.2. 職員名簿
12.3. 拠点運営委員会
12.4. 学内各種委員会委員およびセンター内委員会
12.5. 予算
12.6. 外部資金一覧

千葉大学環境リモートセンシング研究センター

Center for Environmental Remote Sensing,
Chiba Unversity

（概要）

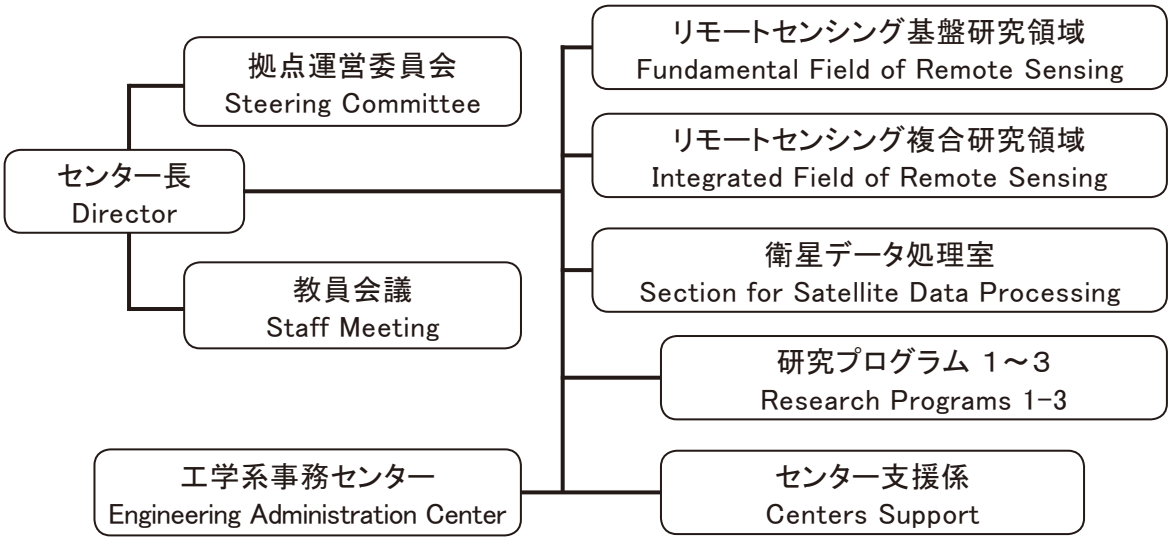
国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、第二期中期目標・中期計画を発展すべく、2016年４月からの第三期における目標・計画では拠点再認定を受け、さらに３つの重点課題を設定し活動を始めました。CEReS は、全国共同利用の研究センターとして1995年（平成７年）４月に発足し、リモートセンシング技術の確立と環境への応用に関する研究を担って現在に至っています。そのルーツは、写真・印刷・画像工学の分野での千葉大学工学部の伝統を引き継いで1986 年（昭和61年）に開設された学内共同研究施設「映像隔測研究センター」であり、このセンターが廃止・転換されてCEReS が誕生し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

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

（組織図）

CEReSの組織は下記の図の通りです。

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



（研究プログラム１～３）

1） 先端的リモートセンシングプログラム

2） 情報統合プログラム

3） 衛星利用高度化プログラム

［1］ プログラム別研究活動

1.1. プログラム１：先端的リモートセンシングプログラム

［概要］

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

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

［中期計画期間の研究課題および達成目標］

〇研究課題

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

〇重点課題：先端マイクロ波リモートセンシング

（Innovative microwave remote sensing）

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

Program 1: Innovation in remote sensing technology and algorithm

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

［研究内容と平成28年度の成果］

◆1.1.1.　マイクロ波リモートセンシング

◆1.1.1.1.　合成開口レーダ（SAR）の開発（ヨサファット研究室）

合成開口レーダ（SAR）は多目的センサで、全天候型、昼夜でも観測できるものである。従来のSARセンサは直線偏波（HH、VV、HV、VH）で、特に低周波であるLバンドが電離層におけるファラデー回転の現象で大きく影響されている。図1.1.1.1.-1のように、本研究では、グローバル地殻変動をはじめ、小惑星、惑星の探査等のために、円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）搭載小型衛星を開発している。このCP-SARセンサの地上実証実験のために、本研究室は独自に大型無人航空機JX-1を開発した（図1.1.1.1.-2）。

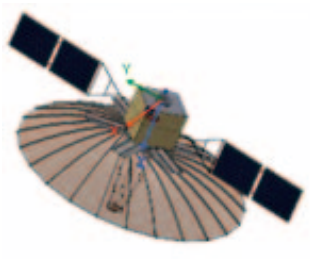


図1.1.1.1.-1　円偏波合成開口レーダ搭載小型衛星

図1.1.1.1.-2　合成開口レーダ搭載無人航空機（JX-1）

図1.1.1.1.-3のように、CP-SARセンサが楕円偏波（左旋または右旋）を送信して、左旋と右旋偏波を同時に受信する。この両データを受信することによって、軸比画像、楕円率、チルト角など、様々な新画像を抽出することができる。CP-SARセンサはアクティブセンサであり、Lバンドのチャープパルスで、PRFが1,800～2,000Hzである。本研究では、CP-SARセンサが安価、軽量、コンパクトで設計されている。この新型センサがプラットフォームの姿勢と電離層におけるファラデー回転による影響を軽減でき、またこのセンサによって、高精度と低ノイズの画像を得ることができると期待する。この小型衛星にCP-SARセンサを搭載する前に、本研究室ではセンサの地上実証実験用のCP-SAR搭載無人航空機（CP-SAR UAV、図1.1.1.1.-2を参照）も開発した。図1.1.1.1.-4のように、本研究室の大型無人航空機は様々なミッションのために、様々なセンサを搭載することができる。また、無人航空機の性能を強化するために、カーボンコンポジットによる軽量化と強化を図り、JX-2を完成させた（図1.1.1.1.-5）。今後、環境観測、震災監視などのために、長距離と長時間のミッションができるように、様々な性能向上をする予定である。

（1）CP-SARミッション

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

CP-SAR UAVの運用概念を図1.1.1.1.-3に示す。この図からわかるように、CP-SARセンサがRHCPまたはLHCPから一つの偏波のみを送信して、地面に散乱され、両偏波の応答（RHCPとLHCP）を同時に受信する。この両信号より、軸比、楕円率、チルト角など、様々な情報を抽出でき、地表層との関係を調査する予定である。

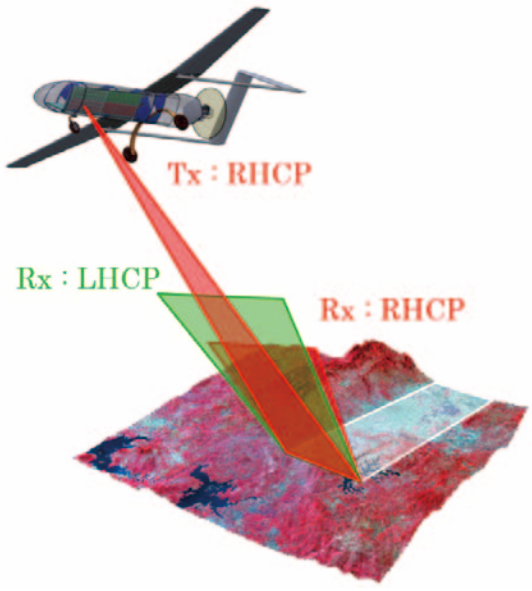


図1.1.1.1.-3　CP-SAR UAVの概念

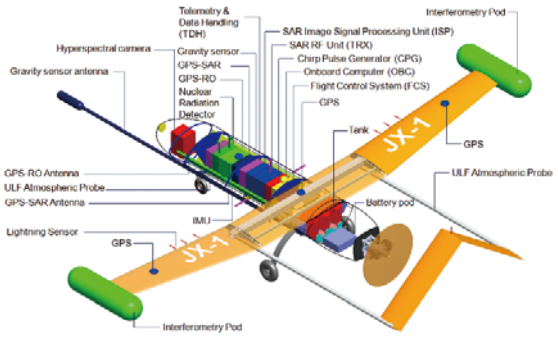


図1.1.1.1.-4　CP-SAR UAVのサブシステム

図1.1.1.1.-5　CP-SAR搭載用UAV JX-2

CP-SARセンサの応用開発では、将来このセンサを土地被覆、災害監視、雪氷域と海洋域のモニタリングなどに応用する予定である。たとえば、土地被覆のマッピングでは、円偏波による森林と非森林域の分類、樹高、マングローブ、極地における雪氷の環境変化などのモニタリングに応用し、災害監視では、このセンサをグローバル地殻変動、火山活動などの観測に活用する予定である。

（2）CP-SARシステム

図1.1.1.1.-6はCP-SAR UAVのシステムを示す。このシステムは飛行制御システム、オンボードコンピュータ、テレメトリ・コマンドデータハンドリング、姿勢制御、センサなどから構成されており、飛行制御システムは手動と自律飛行モジュールから構成されている。オンボードコンピュータはCP-SAR UAVの全サブシステムの制御に使用する。姿勢制御は慣性航法装置（IMU）とGPSを使用する。主センサとして、CP-SARを使用するが、このミッションでもハイパースペクトルカメラ、GPS-SARなども搭載する予定である。CP-SARセンサがチャープパルス発生器、送受信モジュール、画像信号処理モジュールから構成されている。

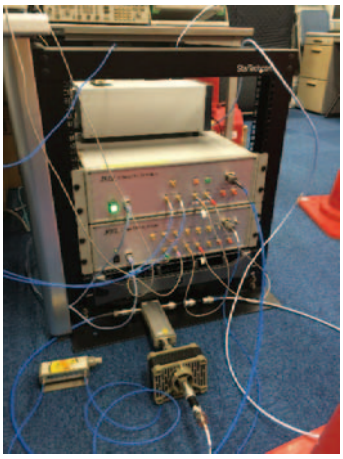


図1.1.1.1.-6.　CバンドCP-SARのシステム図

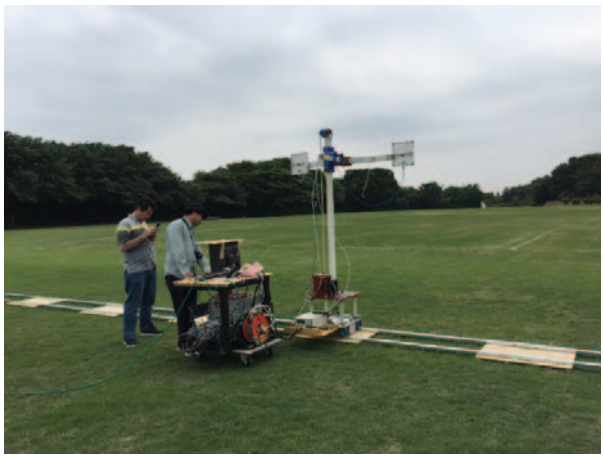


図1.1.1.1.-7.　SARセンサのポイントターゲット

図1.1.1.1.-6がUAVと航空機搭載用CバンドSARシステムを示す。CP-SARセンサがRFシステム、チャープパルス発生器、画像信号処理システムから構成されている。図1.1.1.1.-7はSARセンサのポイントターゲットの実験の様子をしめす。図1.1.1.1.-8がCP-SARセンサのRFシステムまたは送受信モジュールの回路図を示す。基本的に、このシステムが送信と受信のサブモジュールから構成されている。送信サブモジュールの入力端子に、ベースバンドDC～150MHz（Lバンドの場合）をもつチャープパルス発生器のIn-phase（I）とQuadrature（Q）の信号を接続する。チャープパルスが周波数1,270MHz（Lバンドの場合）に変調させ、この送受信システムの周波数の動作幅が1,270MHz±150MHzである。送信システムの利得チューニング機能が1、2、3、8、16または0～－31dBに設定することができる。受信器の利得チューニング機能が1、2、3、8、16×2または0～－62dBである。電力増幅器（PA）がパルス送信電力50W（最大）、送信期間10μs（最大）、duty circle　2％（最大）を出力する。送受信機のスイッチング速度（RHCPとLHCP）が基本的に1μsで最大2μsである。アンテナ部分がフル円偏波を実現するために、LHCPとRHCP用の円偏波マイクロストリップアレー

アンテナから構成されている。図1.1.1.1.-9が当研究室で開発されたCP-SARシステムの全モジュール（L、C、Xバンド）と、独自開発されたチャープパルス発生器を示す。図1.1.1.1.-10が無人航空内に搭載したCP-SARシステム（LとCバンド）である。図1.1.1.1.-11が独自に開発されたCバンドSAR用のパッチアレーアンテナと、アンテナ特性の測定している様子を示す。

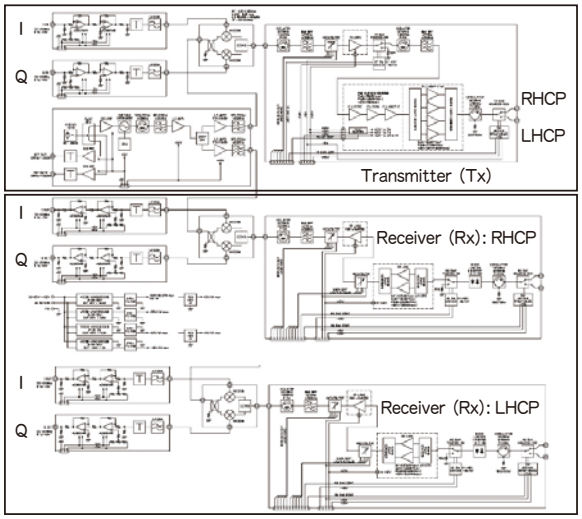
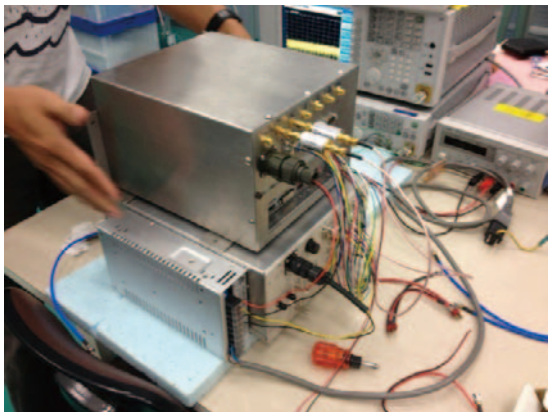


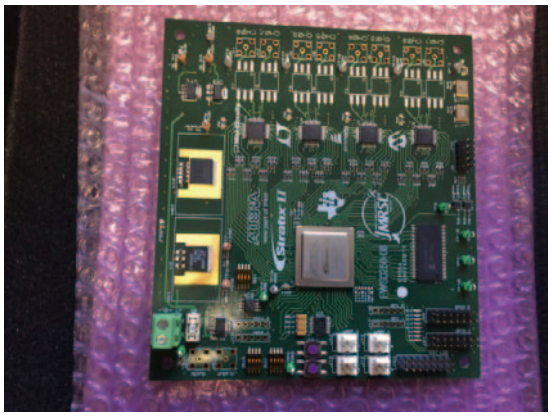
図1.1.1.1.-8. CP-SARシステムの回路図



（A）Lバンド円編波合成開口レーダシステム

（B）Cバンド円偏波合成開口レーダシステム

（C）Xバンド円偏波合成開口レーダシステム



（D）千葉大学発チャープ発生器（8チャンネル出力）

図1.1.1.1.-9. SARのチャープパルス発生器と画像信号処理のモジュール

（A）LバンドSAR

（B）CバンドSAR

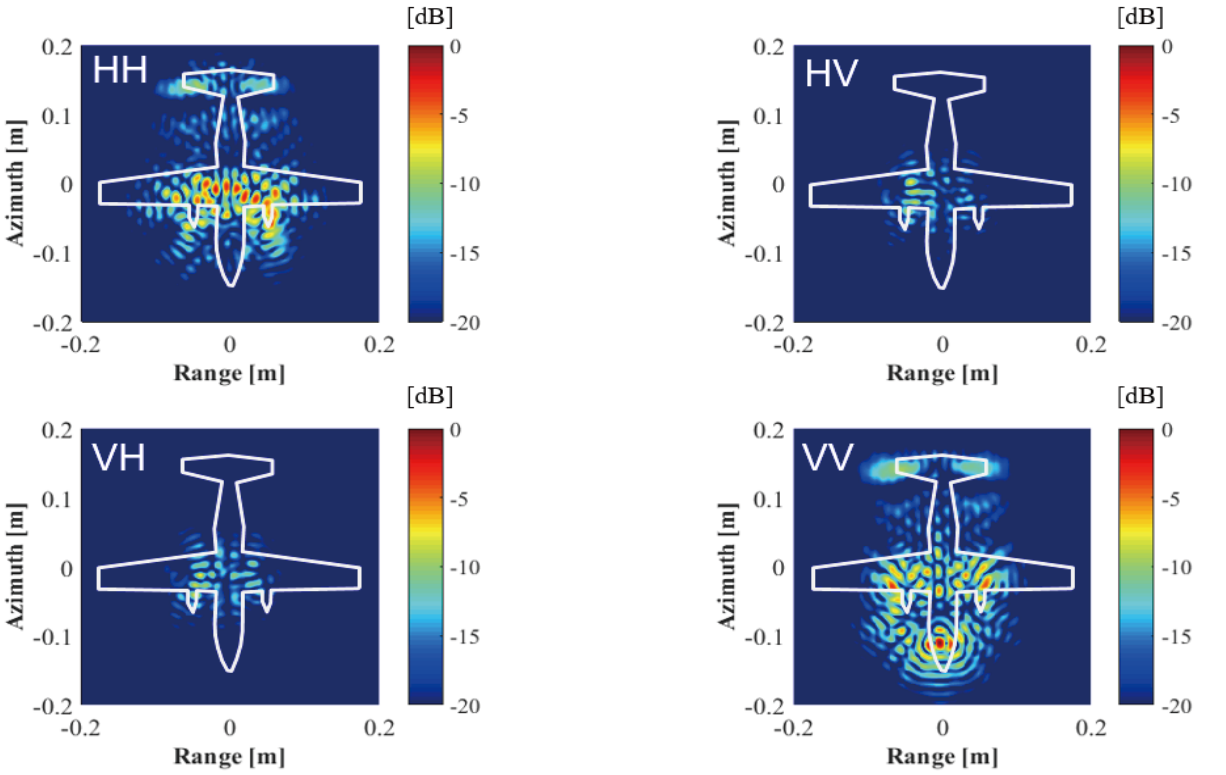
図1.1.1.1.-10. 無人航空機と航空機に搭載したSAR（LとCバンド）

図1.1.1.1.-11. CP-SARの送受信用のマイクロストリップアンテナと測定用の電波無響室

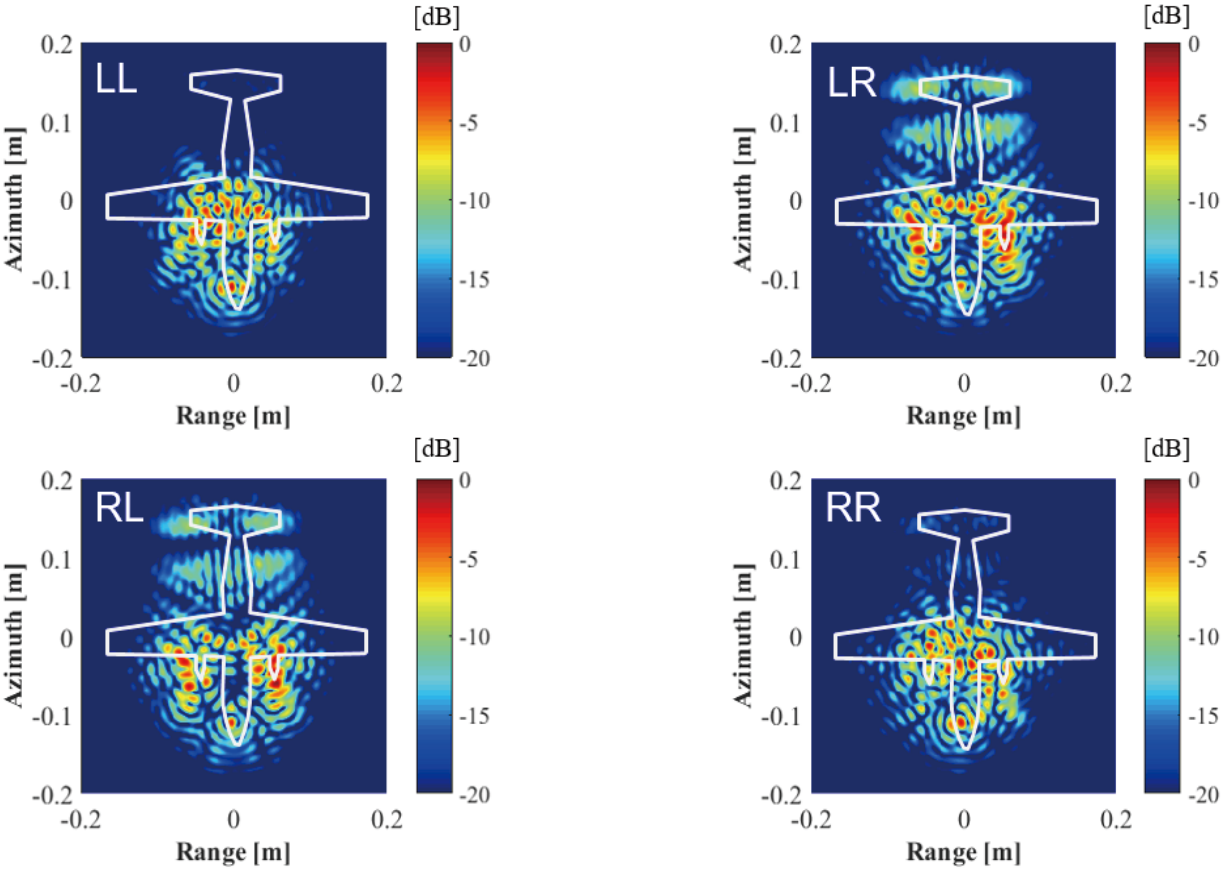
（3）CP-SAR搭載無人航空機（CP-SAR UAV）システム

本研究のUAV SARシステムはペーロード25kgで、CP-SAR、GPS-SARなどの各種センサを搭載する予定である。このUAVの飛行可能な高度は1,000m～4,000mである。中心周波数1,270MHz、解像度1m～3m、パルスの時間幅4.5～48μs、パルスのバンド幅～150MHz、オフナディア角20o～60o、観測幅1km、アンテナサイズ1.5m×0.4m（4パネル）、アンテナ放射効率＞80%、PRF1,000Hz、ピーク電力8.65W（高度1km）～95W（高度4km）である。本研究では、高度2km以下の飛行実験をする予定であり、最大電力は50Wである。送受信アンテナはLHCPとRHCPのアンテナから構成されている。このLHCPとRHCPアンテナで受信されたパルスより、直線偏波と円偏波を含む楕円偏波の散乱特性を調査する予定である。

図1.1.1.1.-12は、電波無響室で測定された円偏波（LL、LR、RL、RR）と直線偏波（HH、HV、VH、VV）の画像を再現したものである。LとRはそれぞれ左旋円偏波と右旋円偏波を示す。LRはLHCPの送信で、RHCPの受信である。この図からわかるように、円偏波の画像は直線偏波の画像と比較して、画像の鮮明性と散乱状態などの違いを示している。今後も円偏波の画像の調査を継続し、様々な応用へも検討する予定である。



（A）Linear Polarization



（B）Circular Polarization

図1.1.1.1.-12. 直線と円偏波の画像

図1.1.1.1.-13は、直線偏波と円偏波の比較検討をするためのポイントターゲットの実験の様子である。ここで、平面、２面、３面の反射面（コーナーリフレクター）を対象にして、散乱実験を行った。図1.1.1.1.-14にこの各種の結果を示す。この結果からわかるように、円偏波の散乱波は、よりノイズが少ないことが分かった。

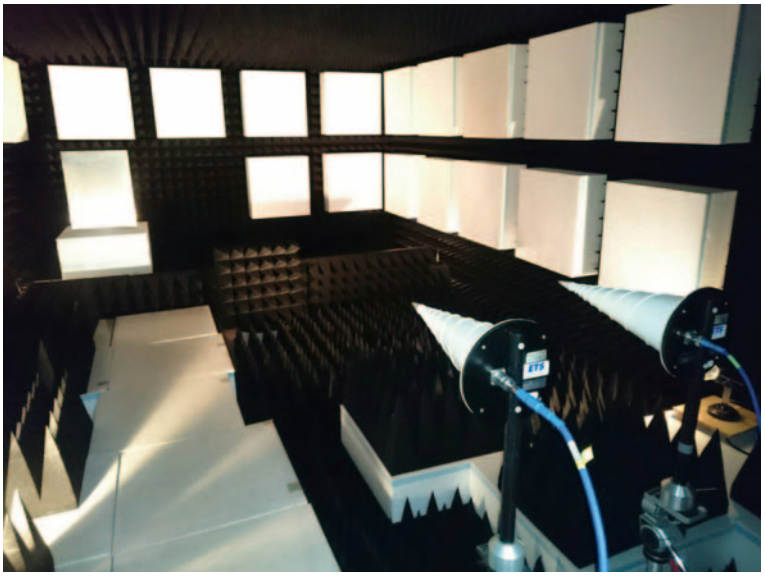


図1.1.1.1.-13　ポイントターゲットの実験：直線偏波と円偏波の比較検討

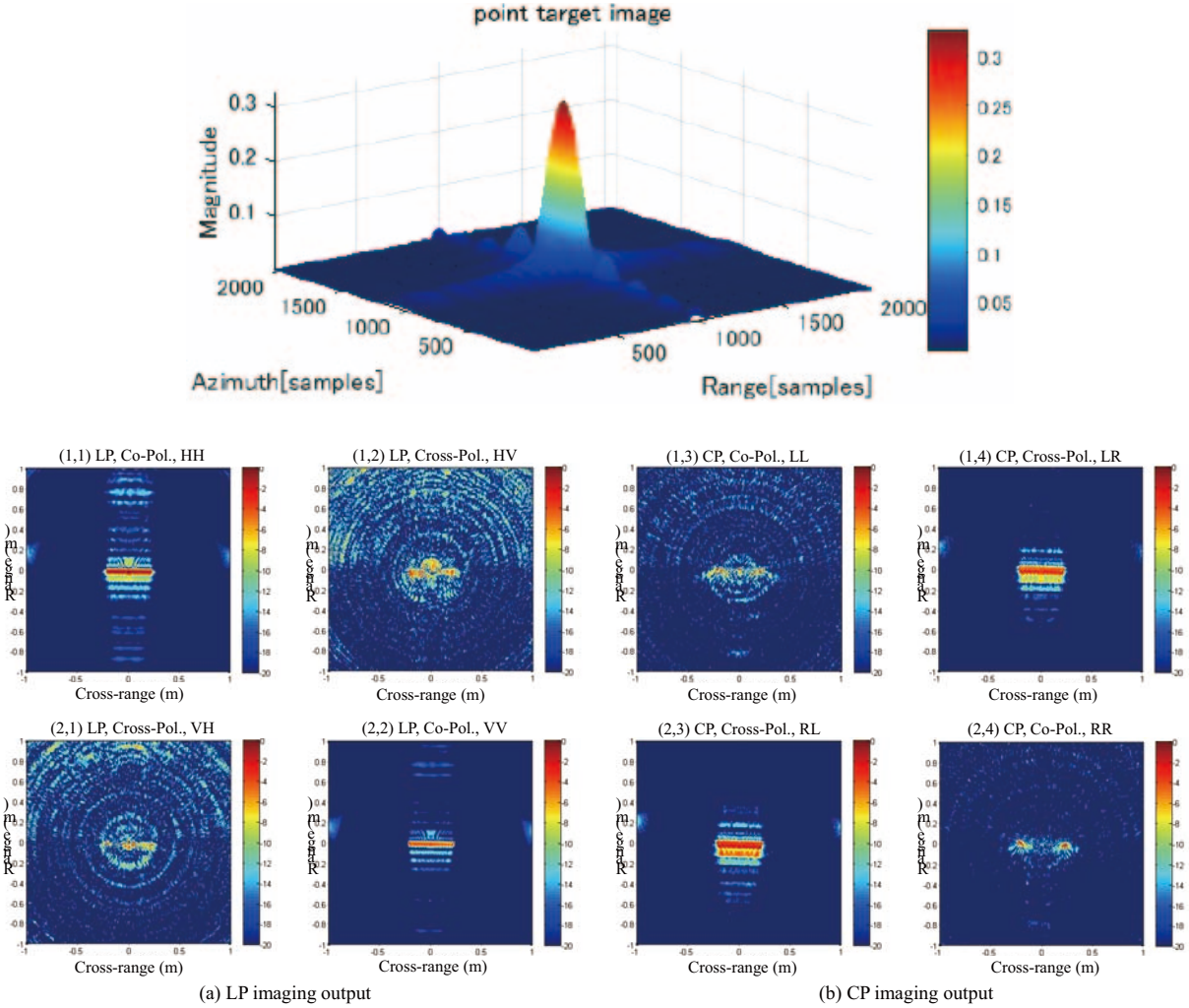


図1.1.1.1.-14　ポイントターゲットの実験結果：直線偏波と円偏波の比較検討の結果

◆1.1.1.2.　PS-InSARによる地盤沈下と土砂崩れの観測

近年、都市域をはじめ、高速道路、高圧送電線、海岸線沿などにおける地盤沈下、土砂崩れなど、様々な問題が発生した。図1.1.1.2.-1はジャカルタ市内における地盤沈下による被害の様子を示す。この地盤沈下の原因として、都市開発、地下水の大量使用などである。この現象が長期間にわたって微少変化しているので、本研究では長期間継続的な差分干渉合成開口レーダ（Differential Interferometic SAR - DInSAR）手法と永続散乱体合成開口レーダ干渉法（Persistent Scatterers Interferometric Synthetic Aperture Radar - PS-InSAR）を使用して、主にジャカルタ市における地盤沈下（図1.1.1.2.-2）、マレー半島の東西高速道路と高圧送電線沿いにおける土砂崩れの広域観測を高精度に行った。

今まで、当研究室ではTerraSAR-X、Envisat ASAR、ERS-1/2 SAR、JERS-1 SAR（解像度約12.5m）、ALOS PALSAR、ALOS-2 PALSAR-2の各種データ（解像度約10m）を使用して、東南アジアと東アジア地域における大都会における地殻変動の観測を行っており、特に、ここで大都会における地盤沈下に注目をした。例として、図1.1.1.2.-2にDInSARでTerraSAR-Xデータを解析して、インドネシア・ジャカルタ市内における地盤沈下の解析結果を示す。本研究では、解析結果の解像度が約１ｍになるので、現地における詳細な解析結果（解像度約１m）を得ることができた。その結果、ジャカルタ市内における2010年８月９日から2011年６月13日までの微少変化の抽出ができた。この短期間観測による微少変化の抽出結果をもとにして、本研究ではDInSARとPS-InSAR手法で長期間地表面微少変化と体積変化の抽出を実施した。

（ａ）Kapuk Dalam通りの大洪水　（ｂ）Mangga dua地域に地盤沈下　（ｃ）Ancol市に崩落した高速道路

図1.1.1.2.-1.　現地調査写真

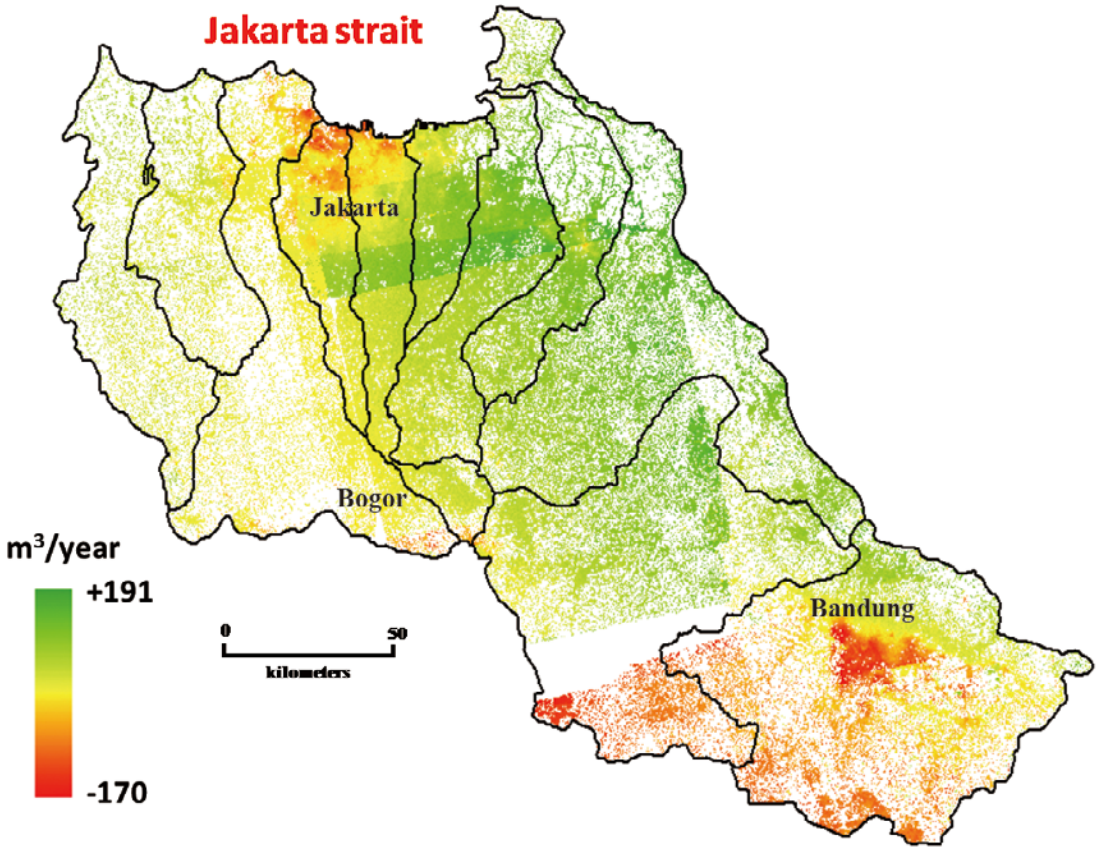


図1.1.1.2.-2.　ALOS画像を活用するPS-InSAR解析：ジャカルタ・西部ジャワ県における地盤沈下の観測

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

◆1.1.1.3.　電離層観測用小型衛星GAIA-I

図1.1.1.3.-1は、本学の小型衛星ミッションを示し、グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星GAIA-IとGAIA-IIを開発している。GAIA-Iは電離層を観測するために掩蔽GPS（GPS-RO）センサを搭載する。GAIA-IIでは地殻変動観測するために円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）を搭載し、小型SAR衛星と呼ぶ。

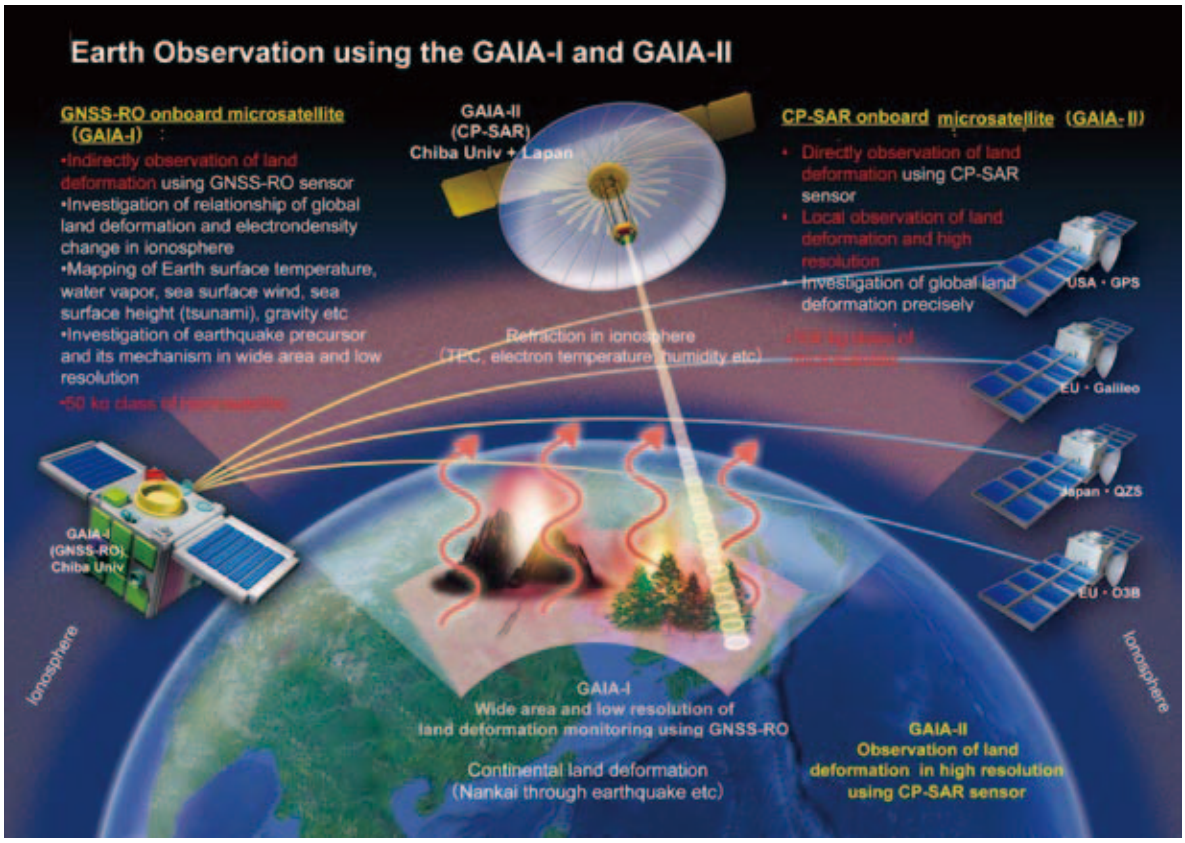


図1.1.1.3.-1.　グローバル環境・地殻変動観測用小型衛星（GAIA-IとGAIA-II）

2013年度より、本研究室ではGPS掩蔽（GPS-RO）センサと電子密度・温度プローブによる、電離層と大気における様々な現象を観測するために、小型衛星GAIA-Iを開発している（図1.1.1.3.-2）。図1.1.1.3.-2のように、この小型衛星はオンボードコンピュータまたはミッション系（Payload）、コマンドデータハンドリング（CDS）、通信系（CMS）、電力系（EPS）、姿勢制御系（ACS）から構成されている。今年度に小型衛星搭載用のCDS用のオンボードコンピュータ（OBC）、電子密度・電子温度プローブ（EDTP）が完成し、実証実験をした。来年度にも地上実証実験をする予定である。

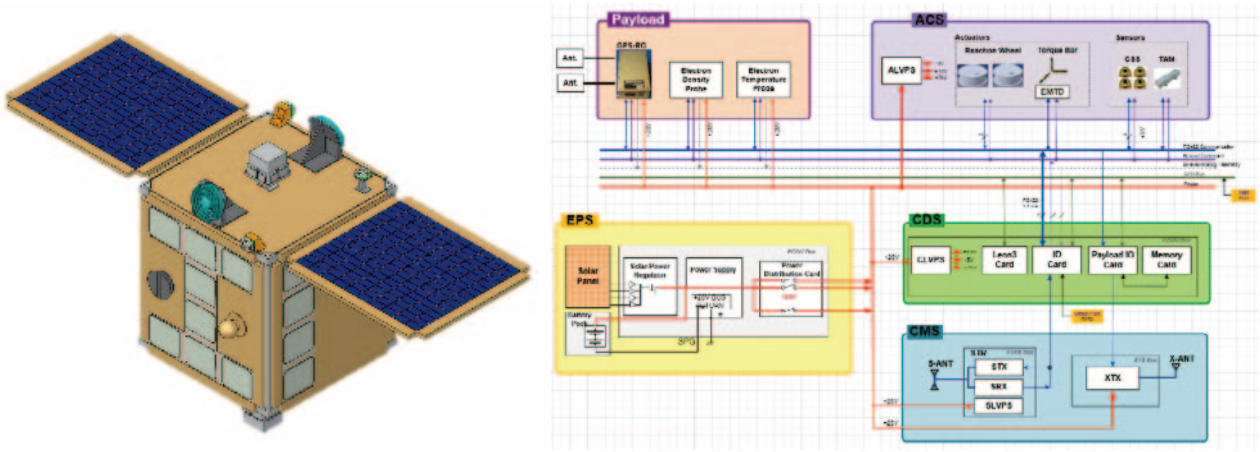


図1.1.1.3.-2.　電離層観測用小型衛星GAIA-Iとブロックダイアグラム

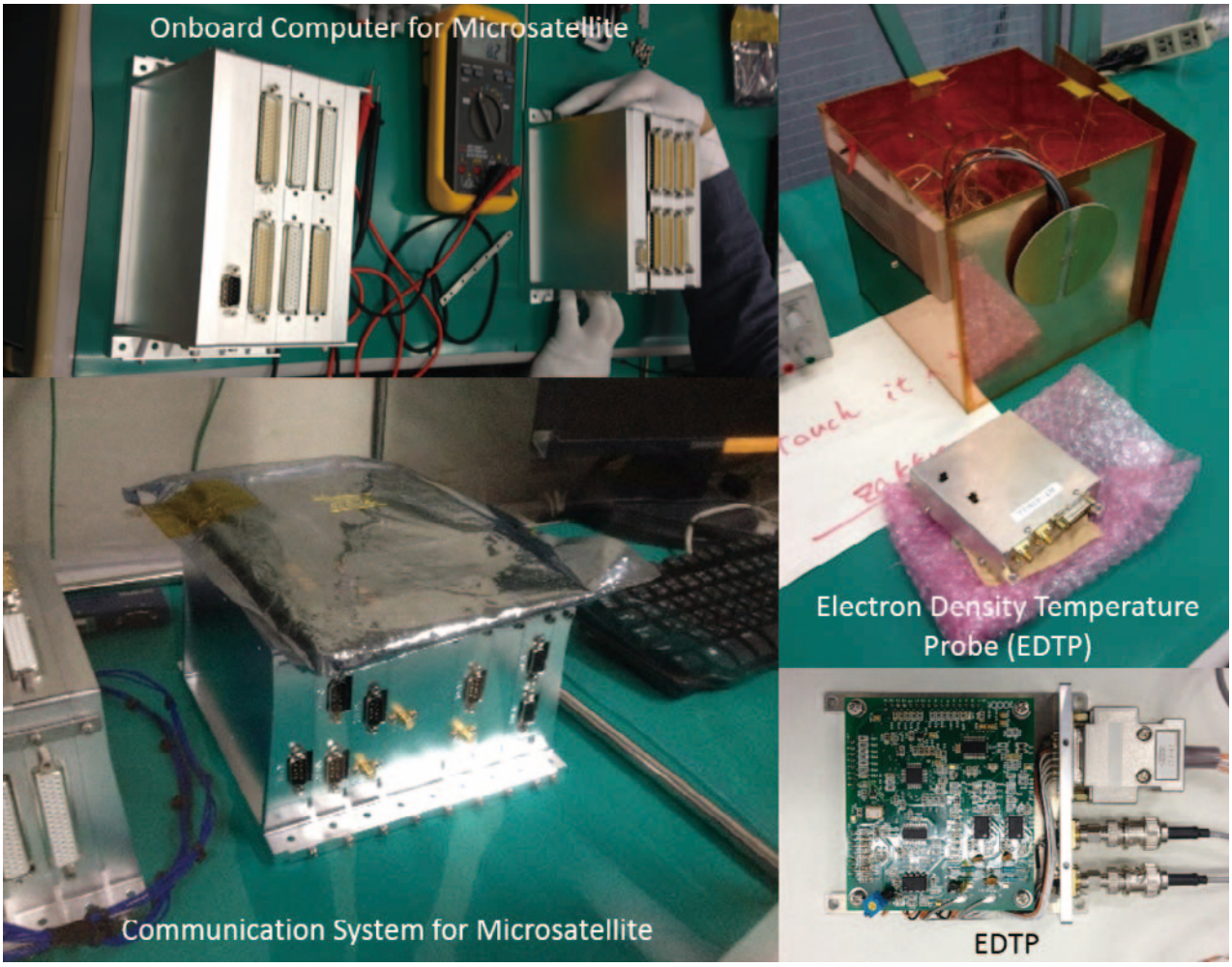


図1.1.1.3.-3.　FPGAによるGAIA-I用のオンボードコンピュータ（OBC）、通信システム（CMS）、電子密度・電子温度プローブ（EDTP）

図1.1.1.3.-4に、当研究室の小型SAR衛星を示す。今回、世界初150kg級合成開口レーダ搭載小型衛星（小型衛星SAR）の研究モデルが完成した。2005年から現在にいたるまで、千葉大学はインドネシア宇宙航空局（LAPAN）と共同し、グローバル地殻変動観測用のLバンド（周波数1.275GHz帯）の宇宙用合成開口レーダ（SAR）を開発してきた。千葉大学が開発した宇宙用SARセンサは雲・霧・煙の影響なしで地球表面を鮮明に監視できる全天候型センサで、夜間でも観測可能であり、災害監視に優れたセンサである。既存の衛星SARは数トンの質量と長さ10mのアンテナであることに対し、本学発の小型衛星SARは150kg以下に軽量化され、アン

テナは直径3.6mの小型化に成功した。被災地を高精度（mm～cm精度）に観測できるこの衛星は、2020年に打ち上げする予定である。これに搭載する千葉大学独自開発の円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）により、地球表面を様々な円偏波観測が可能となり、新世代の地球観測になると期待する。今後、５基以上の小型衛星SARのコンステレーションにより、地球上における同場所を毎日観測可能となるため、災害の予測（土砂崩れ、地盤沈下）、インフラの監視、海洋観測、国境監視など様々な分野で活用できる。本研究で完成した小型衛星SARの宇宙用金メッキメッシュパラボラアンテナ（直径3.6m）を図1.1.1.3.-5に示す。

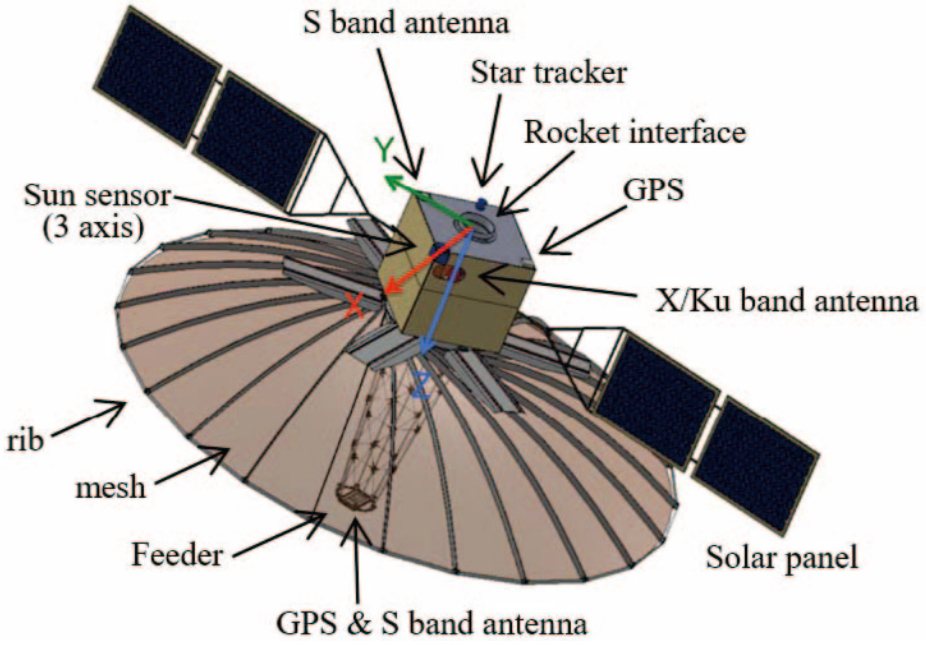


図1.1.1.3.-4. CP-SAR搭載小型衛星

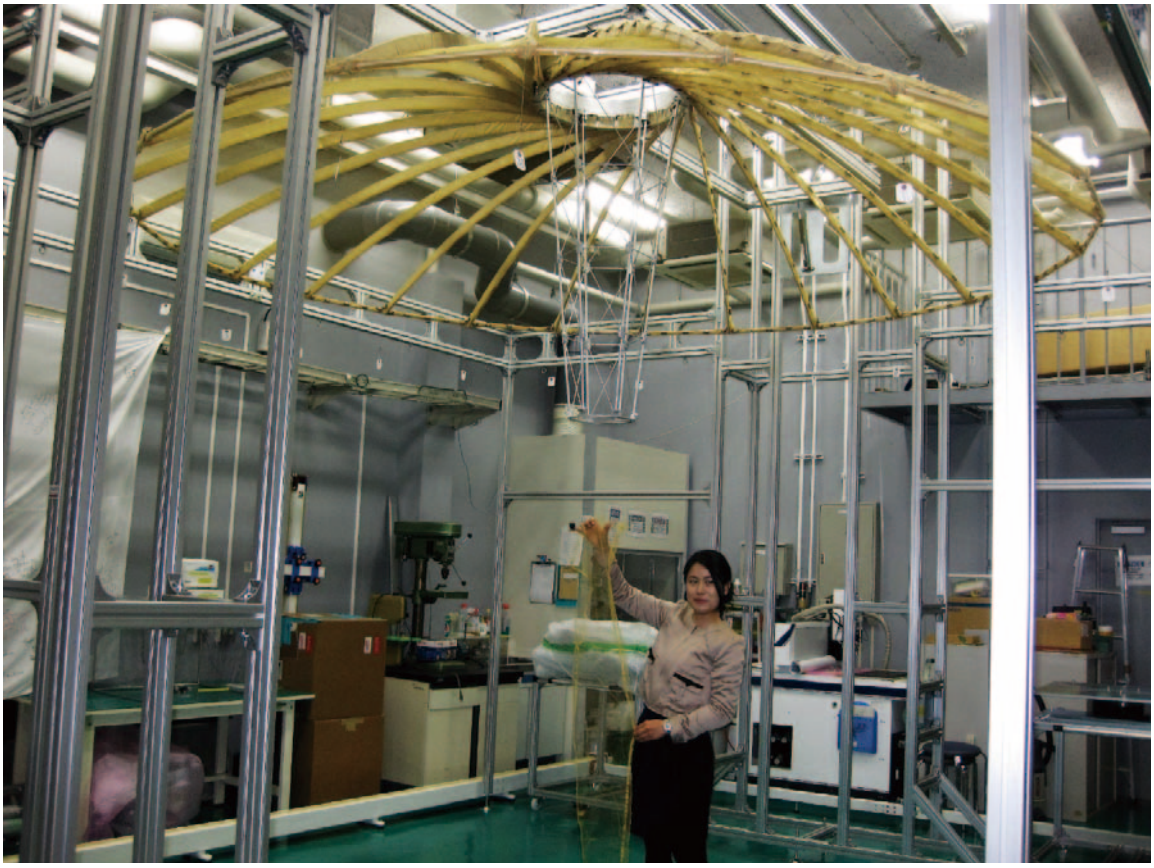


図1.1.1.3.-5. 金メッキメッシュパラボラアンテナ

◆1.1.1.4.　人工衛星管制用地上局

当センターが運用する人工衛星管制用地上局（コマンド・テレメトリ用Sバンドとミッションデータダウンリング用Xバンド）として、直径3.6mのアンテナと主衛星管制室が工学総合棟９階と８階に、副衛星管制室が環境リモートセンシング研究センター研究棟２階に2014年12月21日に設置され（図1.1.1.4.）、2015年度に衛星側との通信ができるように、SとXバンドの様々なアンテナの開発を行った。以下はその仕様である。

〈アンテナ部：工学系総合研究棟屋上（９階)〉

- アンテナ：パラボラアンテナ
- アンテナ直径：3.6m
- 偏波切換：右旋円偏波（RHCP）と左旋円偏波（LHCP）に切換可能
  耐風：60m/秒
- 耐震：震度６
- アンテナのビーム幅：Sバンド　コマンド用2.4°（ピークから－３dBになる範囲）
  Sバンド　テレメトリ用2.3°（ピークから－３dBになる範囲）
  Xバンド　データダウンリング用0.6°（ピークから－３dBになる範囲）
- 利得及びサイドローブ：サイドローブ　－18～－20dB
  Sバンド　35～36dBic
  Xバンド　47～48dBic

〈アンテナ駆動系〉

駆動架台：

	可動範囲	駆動速度	駆動方式
AZ	±260°	15°/sec	ACサーボモータ駆動
EL	－２～92°	15°/sec	ACサーボモータ駆動

〈アンテナ制御系〉

アンテナ制御系は専用コントローラ（FPGA、マイコン等）を使用し、下記の機能を持つ。

- 駆動指令はAZ、EL共にパルス列出力
- AZ、ELのリミットスイッチ状態等のステータス情報を管制用PCへ送出可能

〈コマンド系（Sバンド)〉

コマンド系（Sバンド）は下記のモジュールと機能・仕様を持つ。

- モジュール
  コマンド発生器・変調機
  送信機
  UPコンバータ
  パワーアンプ
- 機能・仕様
  送信電力：最大100W
  周波数：2,025～2,120MHz
  偏波：左旋円偏波（LHCP）
  変調方式：PCM,BPSK,PM,FSK
  ビットレート：1000bps、2000bps、4000bps @PCM/BPSK/PM
  128kbps、512kbps、1024kbps @BPSK
  9.6kbps @FSK

〈テレメトリ系（Sバンド)〉

テレメトリ系（Sバンド）は下記のモジュールと機能・仕様を持つ。

- モジュール
  LNA
  DWNコンバータ
  受信機
  復調機

・ 機能・仕様
　　周波数：2,200～2,300MHz
　　偏波：左旋円偏波（LHCP）
　　変調方式：PCM, BPSK, PM, FSK
　　ビットレート：2.048kbps、4.096kbps、128kbps @PCM/BPSK/PM
　　2.4Mbps @BPSK
　　38.4kbps @FSK

〈データ受信系（Xバンド）〉

データ受信系（Xバンド）は下記のモジュールと機能・仕様を持つ。

・ モジュール
　　LNA
　　DWNコンバータ
　　受信機
　　復調機

・ 機能・仕様
　　周波数：8,025～8,400MHz
　　偏波：左旋円偏波（LHCP）
　　変調方式：QPSK
　　ビットレート：20Mbps

〈管制用PC〉

管制用PCは下記の構成と機能・仕様を持つ。

・ 構成：主管制室　メインPC　工学総合研究棟８階
　　副管制室　リモートPC
　　環境リモートセンシング研究センター　研究棟２階　ヨサファット研究室

・ 機能・仕様
　　主管制室用PC及び管制ソフトウェア
　　主管制室用PC：下記の仕様のFA-PC（24時間連続運転対応PC）
　　・OS：Windows 7（64ビット）またはWindows 8（64ビット）
　　・CPU：インテルCore i7プロセッサー 4コア
　　・メモリ：８GB程度
　　・HDD：500GB程度
　　・モニタ：19インチワイドモニタまたは19インチモニタ（２台）

・ ソフトウェア：下記の機能をもつ
　　TLE自動更新機能：
　　・設定された時刻に自動で、NoradなどのWebサイトからTLE情報をダウンロード可能
　　無人運用スケジューラー機能：
　　・指定期間（１日～７日程度）のスケジュールを作成可能。
　　・作成したスケジュールの手動変更可能。
　　・スケジュールの時刻になると自動で観測動作開始。
　　衛星パス予報メール送信機能：
　　・該当するパスの時刻（準備開始の時刻でも可能）になると登録アドレスにメール送信可能。
　　アラートメール送信機能：
　　・アンテナ駆動系、通信機器異常などの異常が発生した場合、登録アドレスにアラートメールを送信。
　　複数衛星管制（５衛星まで管理可）：
　　・スケジューラーと同様に複数登録した衛星のパスを全て調べ、スケジュールを生成可能。
　　・必要に応じパスの重なりやその時の優先度を手動変更し、無人運用スケジューラー可能。
　　停電対策：管制用PCとディスプレイ用のUPSを設置。
　　VisibleTimeの100分率（%）表示機能。
　　時刻表示：UT優先とJT優先表示切り替え機能を持つ。
　　AOS＆LOS及びMAX ELのAZ角のグラフィック表示機能を持つ。
　　※AOS（Acquisition of Signal）、LOS（Loss of Signal）

任意日時のパスシミュレート機能を持つ。

・ サブPCおよび副管制室用リモートPC

OS：Windows 7（64ビット）またはWindows7（64ビット）

CPU：インテルCore i3プロセッサー

メモリ：４GB程度

モニタ:19インチ（１台）

〈アンテナ監視機〉

・ ネットワークカメラ

・ 夜間照明（LED投光器）

〈GPS受信機〉

・ GPS受信機

・ タイムコード生成機能

・ １pps生成機能

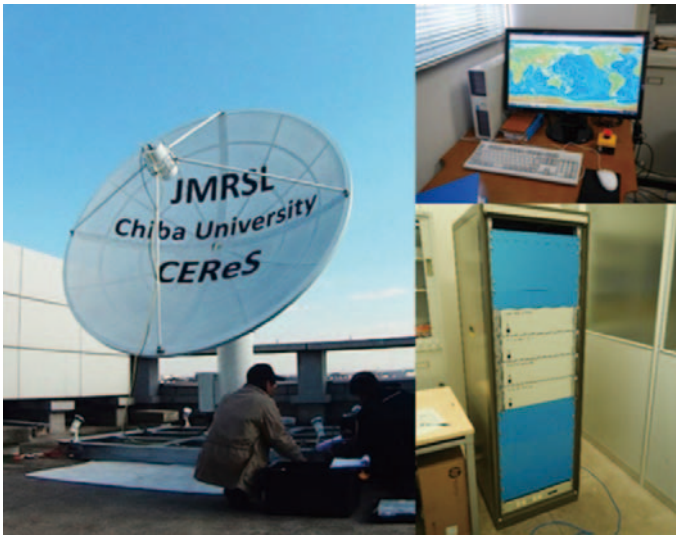


図1.1.1.4.　本センターの人工衛星管制局

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

◆1.1.2.1　地上サンプリング装置と窒素ラマンライダーによる対流圏エアロゾルの特性評価

（恒吉智明*、Jamurud Aminudin**、眞子直弘、久世宏明

*大学院融合科学研究科修士課程、**同 博士課程）

大気中を浮遊する液体または固体の粒子であるエアロゾルは、放射収支を通じて地球温暖化に影響するほか、雲粒の核となって気候にも大きな影響を与える。エアロゾル計測法には、大別してサンプリングによる方法と光学的リモートセンシングによる手法がある。CEReSでは、大気データ取得ライダー装置（Atmospheric Data Collection Lidar, ADCL）の一環として３波長ネフェロメータ、７波長エーサロメータ、および２台の光学式パーティクルカウンター（OPC）により、連続的に大気エアロゾルをサンプリングしている。本研究では、これら地上測器によるデータに対してミー散乱計算を行ってエアロゾルの光学特性を計算し、ADCLのミー散乱ライダー、ラマン散乱ライダーの計測結果を比較した。ライダー方程式を解いて消散係数の高度分布を導出するためには、消散係数と後方散乱係数の比として与えられるライダー比が不可欠である。ここでは同軸型でMie散乱信号とRaman散乱信号を同時計測可能なライダーにより、高度分布を含めたライダー比の時系列変化を導出した。

ミー散乱ライダーでは、大気中に射出したパルスレーザー光の一部が後方散乱されて検出装置に戻るため、検出波長は射出レーザー光と同一である（弾性散乱）。ミー散乱のライダー方程式では、エアロゾルと分子による後方散乱係数以外に、往復の光路の透過率（エアロゾルと分子の消散係数を光路に沿って積分することにより得られる透過率）が未知数となる。このうち、空気分子（窒素、酸素）については鉛直分布はほぼ決まっており、その後方散乱係数と消散係数はレイリー散乱の取り扱いによって良い精度で推定できる。一方、エアロゾルはその光学特性の変動幅が大きく、消散係数と後方散乱係数の比として与えられるライダー比の値は10～100srの範囲で大きく変化する。このため、ミー散乱ライダー単独ではライダー比の値を一意的に決められず、エアロゾル消散係数を正確に求めることは一般には困難である。

ラマン散乱においては、散乱を行う分子に応じて検出される波長が変化する（非弾性散乱）。このため、窒素分子のように標的分子の高度分布が既知であれば、光の透過率、すなわちエアロゾル散乱係数を独立に求められる利点がある。ただし、散乱光強度はミー散乱やレイリー散乱に比べて３桁程度小さく、他の散乱光や背景光を十分に除去することが必要となり、観測は夜間のみに制限される。本研究では、Nd:YAGレーザーの３倍波である波長355nmのレーザー光を射出し、355nmチャンネルでミー散乱を、387nmチャンネルで窒素分子のラマン散乱を観測した。

ミー散乱の計算では、エアロゾルの粒径分布と複素屈折率が基本的なパラメータである。粒径分布については、２台のOPC（リオンKC22B, KC01D）から粒径範囲0.08～0.5 μmにおいてデータが取得できる。ここでは、２峰性の対数正規分布を仮定し、それぞれについてモード半径m_i、幅w_i、規格化定数n_iをパラメータ化し

た（i＝1,2）。複素屈折率については直接の計測は難しいが、ネフェロメータ（TSI3563）から得られる３波長（450, 550, 700nm）の７～170度および90～170度の散乱係数、エーサロメータ（Magee AE31）から得られる７波長（370, 470, 520, 590, 660, 890, 950nm）の吸収係数をフィットするように複素屈折率実数部、虚数部をパラメータとした。

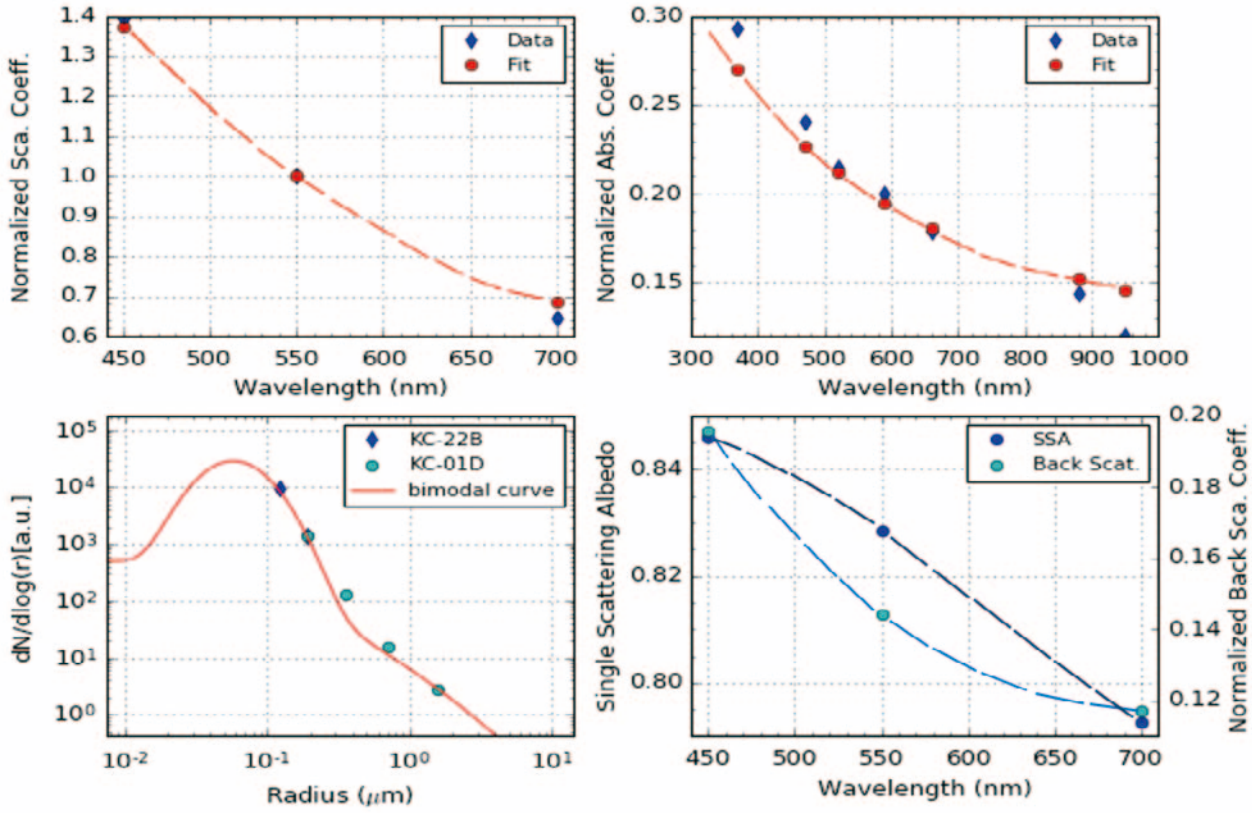


図1.1.2.1.-1　地上サンプリングデータのフィッティング結果（2017年１月23日21:00JST）

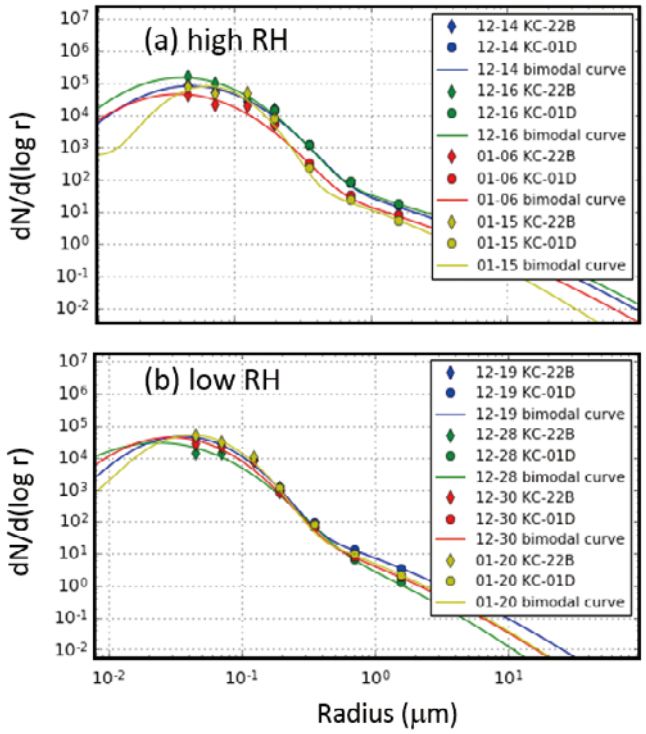


図1.1.2.1.-2　冬季の（a）高湿度時（湿度81～92%）と（b）低湿度時（44～47%）のエアロゾル粒径分布の比較

図1.1.2.1.-1に、2017年１月23日21:00JSTの地上サンプリングデータのフィッティング結果を示す。２つの粒径分布について、(m_i, w_i, n_i) ＝ (0.00619, 0.64, 4.14×10^3), (0.0581, 0.22, 13.5×10^3) であり、屈折率は1.55-0.016i, ライダー比は62.8srである。図1.1.2.1.-2に、冬季の（ａ）高湿度時（湿度81～92％）と（ｂ）低湿度時（44～47％）のエアロゾル粒径分布の比較を示す。微小粒子側の測定を行うOPC（KC22B）には希釈装置が付いており、80倍程度の希釈を行って粒子数を測定している。このフィットでは、倍率を調整して、KC22Bの最大粒子がKC01Dの最小粒子と同じ分布値を示すように分布を決めている。高湿度では、粒径分布が粒子半径が大きな側にシフトしており、また、カウント値も低湿度時に比べて大きい傾向が見られる。

図1.1.2.1.-3に１月23日20:30～22:30のライダー信号とその解析結果を示す。同図（ａ）はミー散乱(355nm)、窒素ラマン散乱（387nm）の信号である。ラマン信号については、解析時の微分演算にともなうノイズを低減するために、平滑化をかけている。（ｂ）は、ミー散乱信号のFernald法（空気分子とエアロゾルの信号からエアロゾルを解析）によるエアロゾル消散係数の解析結果と、ラマン信号のアルゴリズムによるエアロゾル消散係数の高度分布、（ｃ）は同じく後方散乱係数の高度分布を示している。ミー散乱のFernald解析では地上から上空まで一定のライダー比（ここでは35sr）を仮定しているため、両者の間に相違が生じている。（ｂ）の消散係数と、（ｃ）の後方散乱係数からライダー比を決定したのが、（ｄ）の結果である。地上付近はライダー重なり関数の影響を受けて小さな値になっているが、高度数100mより上空では、妥当な分布が得られていると考えられる。

大気が比較的清浄でライダー観測に適した条件であった2017年１月23日～24日におけるラマンライダー解析結果のうち、高度1,500m以下におけるライダー比（最大値）の時系列変化と、地上測器によるライダー比の時系列変化を比較した結果を図1.1.2.1.-4に示す。前半の１月23日の夜間については、両者に良い一致がみられており、得られた値の範囲（62～76sr）も妥当な数値である。後半の１月24日未明のデータでは、ラマンライダーによる解析値が比較的大きな範囲（50～80sr）で変動している。また、24日の06時では、地上測器に基づくライダー比が100srを超えている。今後、地上測器のデータの解析におけるパラメータ選定法や、図1.1.2.1.-2にも見られるような測器内（比較的低湿度）と実大気（高湿度）の湿度差による粒径変化を考慮することによって改善が見込まれる。

以上、本研究では、地上エアロゾル計測装置によって得られる散乱・吸収係数および粒径分布データからミー散乱によるシミュレーションを行ってライダー比を導出し、両手法から得られる結果の比較を行った。本提案手法により、地上エアロゾル計測装置のデータを下端での境界条件とする多波長ライダー解析が可能となり、上空に雲が存在するために遠方での境界条件が取得できない場合であっても、ライダー信号を定量的に扱えるようになる。今後、この方法を利用して、ライダーを使用したエアロゾルによる雲生成過程等の研究が進展することが期待される。

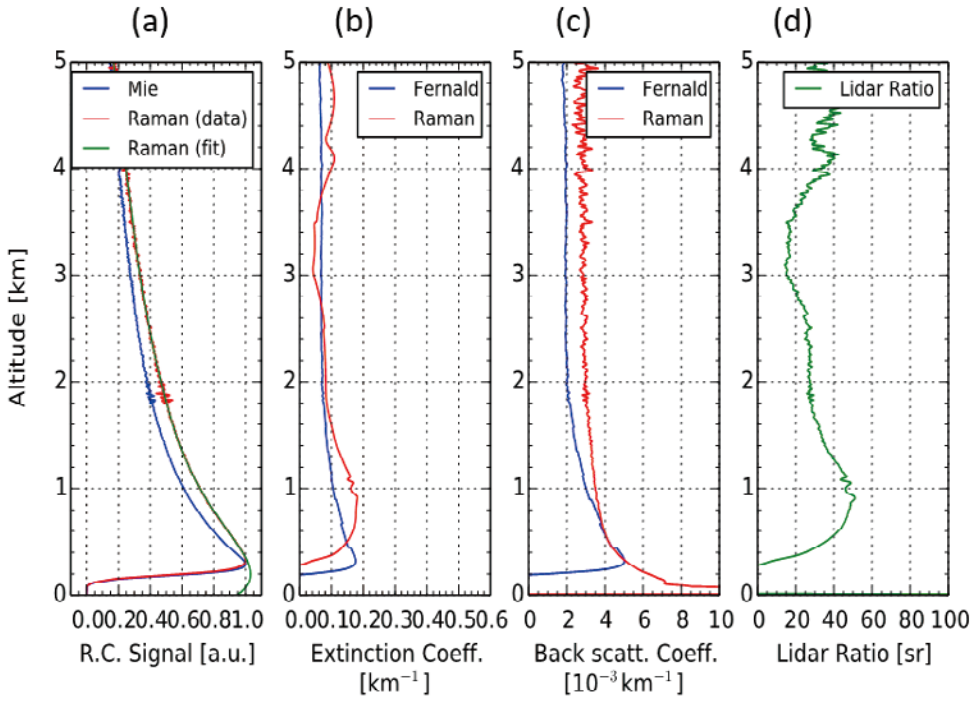


図1.1.2.1.-3　ライダー信号とその解析結果（１月23日20:30～22:30JST）

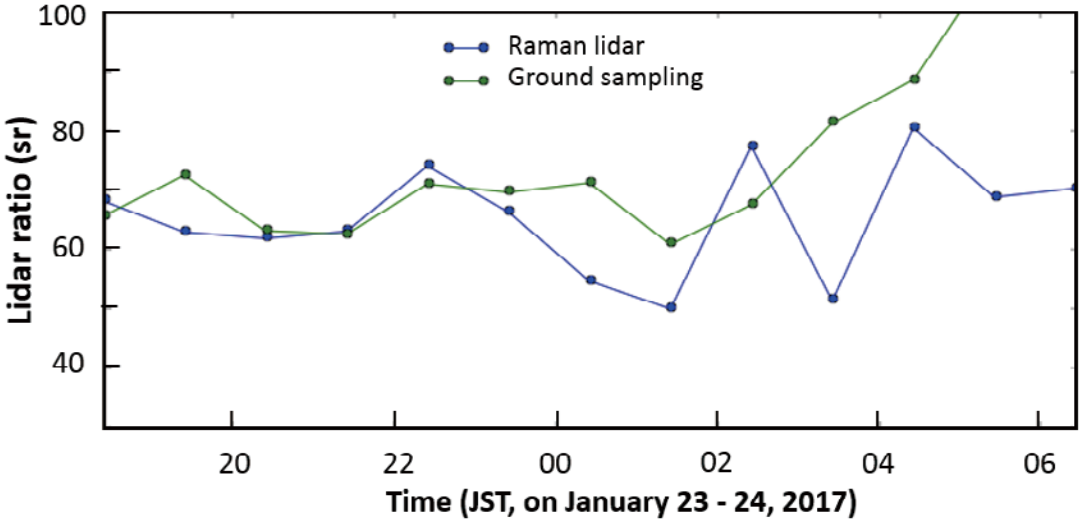


図1.1.2.1.-4　ラマンライダーと地上サンプリングデータから得られたライダー比（355nm）の比較

◆1.1.3.　近接リモートセンシングによるラージフットプリントライダーシミュレーションのための樹冠構造データ取得（本多嘉明、梶原康司）

（1）はじめに

これまで報告してきたように、多角観測データを用いた衛星光学センサによる陸域植生の地上バイオマス推定アルゴリズム開発を行ってきた。GCOM-C/SGLI観測データに対する同手法の適用は、2017年度後半に予定されている。一方、同アルゴリズムをSGLIに適用した結果の検証は、実測によるバイオマス計測値の収集のみでは不足であることは明白である。過去のバイオマス調査結果を記録した文献の数も限られている。樹高および胸高直径を計測した調査は世界各地で行われており、それらのデータからアロメトリー式を用いてバイオマス推定を行い、その値を検証値として用いることが検討されている。しかしながら、そのような調査データであっても、森林の成長や劣化を考慮すると、衛星観測時から遠い過去のデータを利用することはできない。このように、衛星による地上バイオマス推定値の検証には利用可能なデータの不足が大きな問題となる。

一方、昨今ラージフットプリントのスペースライダーによる樹高計測手法およびバイオマス推定手法が開発されつつある。米国のNASAが極地における氷床と海氷の厚さを計測する目的で2003年から2009年に運用したICEsatが搭載したスペースライダーの観測データは、陸域森林の樹高推定可能性が期待され数多くの検証が実施されたが、樹高推定精度は約４ｍから８ｍの平均自乗誤差をもち、とくに傾斜地における推定精度は大きく低下することが報告されている。これに対し、マルチフットプリントにより地盤面の傾斜補正を可能とする新たなスペースライダー開発が期待されている。空間的に近接する地表面に対して複数のレーザーパルスを照射し、各フットプリントからのリターン信号を解析することにより個々のフットプリント内の樹高を推定し、かつ観測されたプットフリント間の傾斜によって樹高推定値を補正する手法を用いてシングルフットプリントで問題となった傾斜地における推定誤差を軽減することが可能と考えられている。

スペースライダーによる樹高およびバイオマスの推定が可能になれば、全世界で膨大な数のサンプルが利用できることになり、光学イメージャによるバイオマス推定値の検証データとして利用することが可能となる。無論、この新たなスペースライダーによる樹高およびバイオマス推定精度がどの程度向上するかについては十分に検討されるべきであり、そのためにはライダーデータの受信信号シミュレーションが必須となる。これまでに、ラージフットプリントライダーが森林を観測した際の信号シミュレーションについては、樹冠モデルを用いた仮想森林を用いた手法やスモールフットプリントの航空機ライダーデータを用いたものが報告されている。樹冠モデルを用いた仮想森林では、光競合による樹形を考慮していないため、現実の森林内の散乱体（葉、枝等）の垂直分布が再現できていない可能性が高く、スモールフットプリントの航空機ライダーデータはラージフットプリントの信号シミュレーションを行うには点密度が低すぎるという問題がある。

そこで、本年度はラージフットプリントの信号シミュレーションを実施するに足る点密度を有する近接リモートセンシングデータによる点群データ生成と、その点群データを用いた簡易シミュレーションを行い、近接リモートセンシングによって取得した点群によってラージフットプリントの信号シミュレーションの可能性検討を行った。

（2）スモールフットプリントの近接ライダーデータによるシミュレーション

図1.1.3.-1は小型無人ヘリに搭載したレーザースキャナにより取得したカラマツ林の３次元点群データである。樹冠形状が明確に捉えられており、かつ林床（地盤面）までレーザーが高密度で透過していることがわかる。点密度は500点/m^2を超える。このようなデータを用いてラージフットプリントライダーの信号シミュレーションを行えば、現実の森林における信頼性のある結果を期待できる。樹冠の最上端と地盤とのZ値の差から容易に樹高の計測も可能となる。しかしながら、このような大面積の観測対象に対して樹冠に近接した高度から観測を行う場合、プラットフォームである飛翔体（今の場合小型無人ヘリ）は複数ラインの観測線にそって飛行する必要がある。その観測線間の幅が広いと、飛翔体直下方向から大きな角度を有する観測方向のデータの割合が高くなる。スペースライダーは直下方向の観測を行うため、そのような大角度の点群の割合が大きくなると適切なシミュレーションが行えなくなる問題があるので注意が必要である。飛翔体飛行軌跡の直下から狭い範囲の角度で観測された点群のみを用いることでこの問題を避けることが可能であるが、その場合、観測線間の幅によっては実際には樹冠が存在するにもかかわらず、点群の存在しない領域が発生してしまう。この点を考慮して、スペースライダーの信号シミュレーションに用いる点群データの取得の際には極力観測線間の距離を小さくとる必要がある。

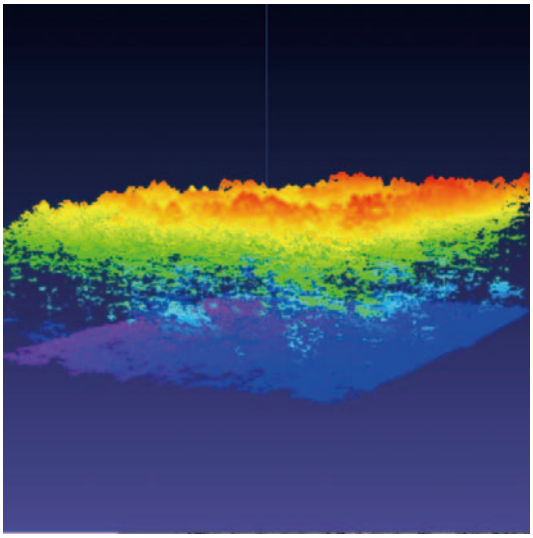


図1.1.3.-1

以上の点を考慮して、樹冠上空20m～40m（斜面のため樹冠までの距離は一定ではない）において、12月13日、観測線間距離を極力接近させた（観測線間距離2.5m）観測を、小型無人ヘリを用いて行った。観測値は高知県の室戸岬で、対象の森林は閉鎖樹冠の照葉樹林である。レーザースキャナと同時搭載したデジタルカメラによって取得された画像からSfMによる３次元点群データおよびオルソ画像も生成した図1.1.3.-2および図1.1.3.-3。上空からの写真撮影では当然ながら閉鎖樹冠の観測対象林において林床は不可視であり、そのためSfMによる３次元点群では林床は全く点群が存在しない。一方、図1.1.3.-4に示すように、近接ライダーデータでは、葉面積密度の大きな閉鎖樹冠照葉樹林ながらも林床に到達したパルスが多数存在し、そのため地盤を分離すれば地盤の地形が明確に現れることが分かる。ここで、地盤および樹冠部の点群データ分離は昨年度報告した地盤抽出手法を用いて行っている。

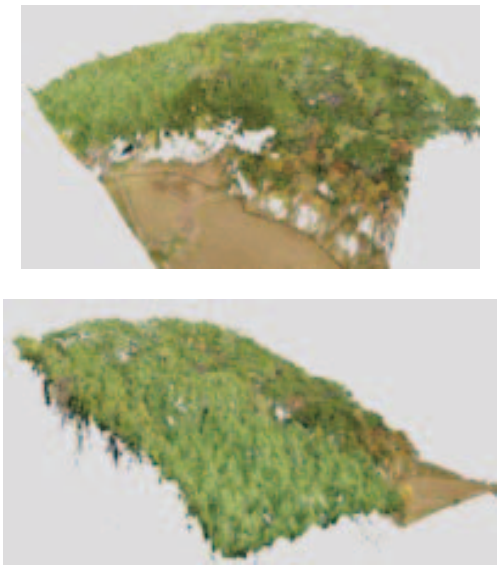


図1.1.3.-2　SfMによる点群の３次元表示

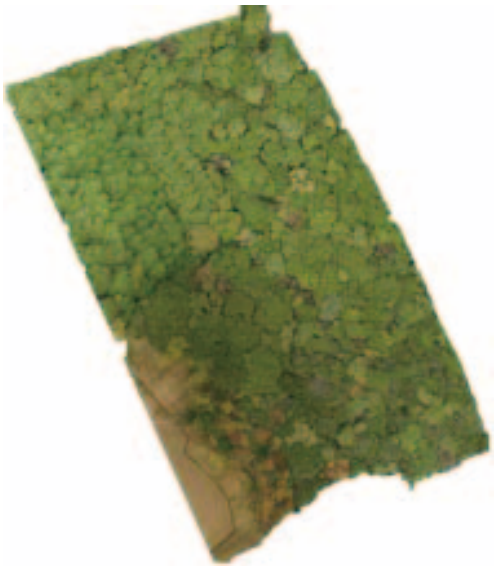


図1.1.3.-3　SfMによるオルソ画像

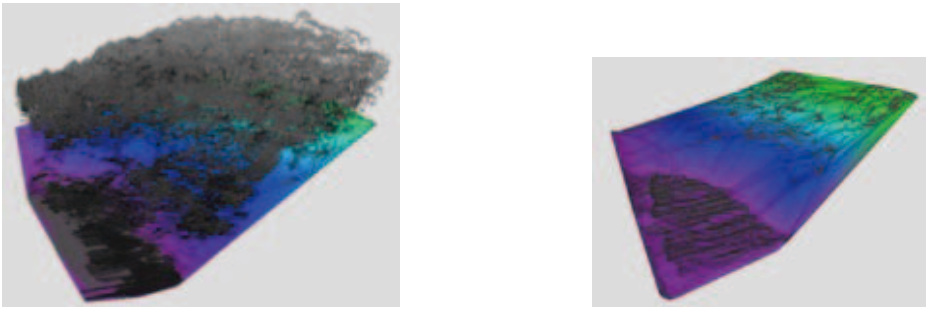


図1.1.3.-4　近接ライダー観測で取得した点群と同点群から分離した地盤データ

スペースライダーの信号シミュレーションでは、フットプリント内の地盤傾斜を反映した処理が必須である。上記データを用いて樹冠からのリターン信号および地盤からのリターン信号の重畳が傾斜によってどのように変化するか、現実の森林観測を行ったデータに対して地盤のみの傾斜を変化させることでその影響を評価することが可能である。

図1.1.3.-5は図1.1.3.-4で示したデータを用い、樹冠点群のZ値から地盤高を引いた樹冠高モデル（DCM）である。このDCMからラージフットプリントのフットプリント領域を切出し、仮想的に地盤傾斜を変化させた場合、受信信号がどのように変化するかをシミュレートすることができる。図1.1.3.-5はその結果である。この図では、縦軸が相対高度を示し、横軸が相対信号強度を示している。図中の水平線は地盤位置を示している。葉面積密度の高い閉鎖樹冠であるがゆえに地盤位置からのリターン信号強度は小さいが、地盤傾斜が緩やかなときは樹冠からのリターン信号強度は大小２つのピークから成る。しかし、地盤傾斜が大きくなると、地盤からのリターン信号と相対強度の小さな樹冠からのピークが重畳し、一見地盤からのリターン信号のピークのように見えるようになる。このことは急傾斜かつ葉面積密度の高い森林では、ひとつのリターン信号のみを解析しても樹高推定が困難であることを示している。

今後はラージフットプリントの航空機ライダー実験で観測されたデータを忠実に再現できるようなシミュレーション手法を開発する予定である。

図1.1.3.-5　図1.1.3.-4で示した点群データから作成した樹冠高モデル

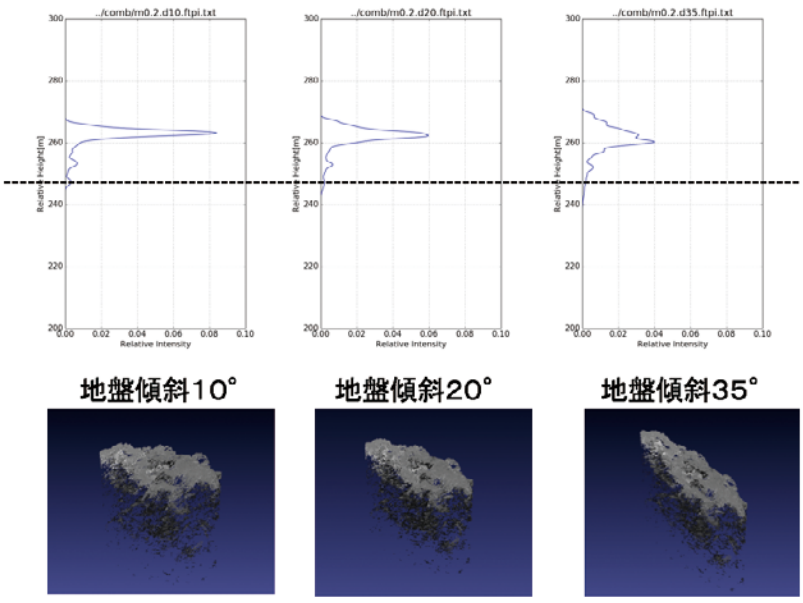


図1.1.3.-6　異なる傾斜の地盤面からのリターン信号シミュレーション結果

（3）SfMによる点群データ利用の可能性

前節で述べたように、近接ライダーによって観測された樹冠構造を表す３次元点群データは、ラージフットプリントライダーの信号シミュレーションに利用できる可能性が高い。一方で、低コストで多数のデータ収集が容易なドローン空撮写真からSfM処理によって生成された点群データが利用できれば、昨今のドローンの普及の状況から、極めて多数の観測データを利用できる可能性がある。しかしながら、すでに述べたように、閉鎖樹冠の森林では、樹冠表面の形状は取得できるものの、樹冠内部から林床にかけての情報はほとんど得ることができない。観測対象の森林の立木密度が低く、かつ樹高が低いような森林では地盤面が写真に写る確率が高くなり、生成点群から地盤を分離できるような場合も存在するが（図1.1.3.-7参照）、一般的にはほとんど期待できない。たとえば、図1.1.3.-8に示すカラマツ林は開放樹冠であり、林床の写真からわかるように立木密度はそれほど高くない。それでもSfMデータから生成した点群から地盤を抽出しようとしても成功しない。このような、葉面積密度がさほど大きくない森林においては地上レーザーによる点群を用いるほうが有利と考えられる。しかしながら、地上レーザーでは逆に樹頂付近のデータが取得でいない場合があり、樹高計測のためのデータ取得方法としては制限のある場合も多い。

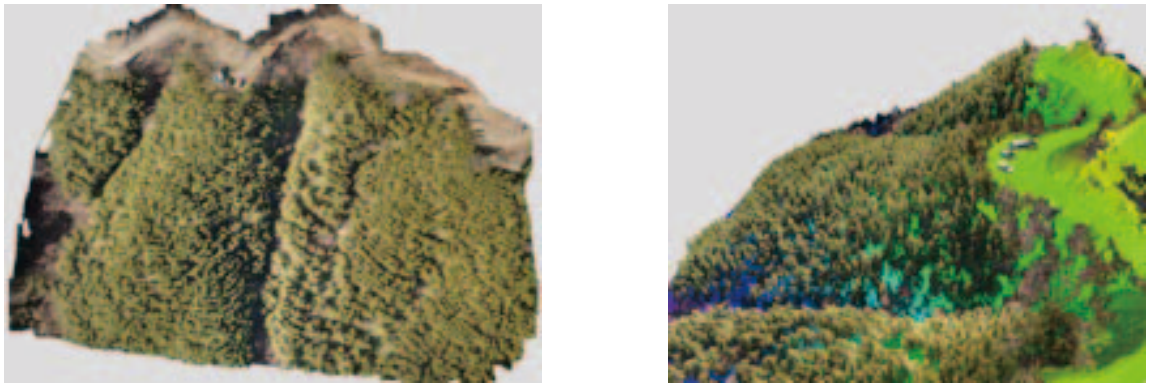


図1.1.3.-7　立木密度の低い若年のヒノキ林でSfMによる点群から地盤分離を行った例

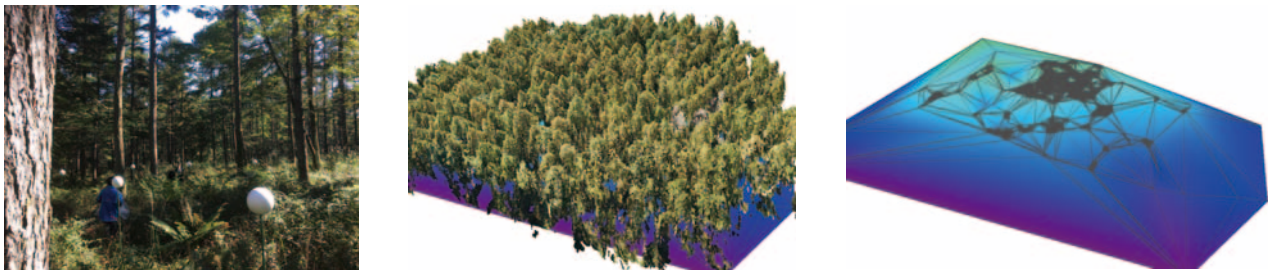


図1.1.3.-8　立木密度が低いにもかかわらず、地盤抽出に失敗した例

そこで、上空からのSfMによる点群と、地上レーザーによる林床からの点群を融合することで近接ライダーデータによる点群に匹敵するような点群データを作成する方法も考えられる。ただし、現時点における地上レーザーによるデータ取得はコストやレーザースキャナ自体の可搬性や観測範囲の点で、大面積をカバーする観測には大きな制限がある。

地上で撮影した写真からのSfMによって林床からの３次元点群が生成できれば地上レーザーを用いずとも上空と林床からの計測データの融合が低コストで実現できる可能性がある（図図1.1.3.-9参照）。しかし、その方法論は森林内の計測に関しては確立しておらず、今後検討すべき課題である。

図1.1.3.-9　地上撮影写真を用いたSfMによるカラマツ林の点群データ

1.2.　プログラム２：地球表層情報統合プログラム

［概要］

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

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

［中期計画期間の研究課題および達成目標］

○研究課題

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

○重点課題：ひまわり８／９号データを活用したリモートセンシング手法の開発

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

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

Program 2: Integrated use of geoinformation

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

［研究内容と平成28年度の成果］

◆1.2.1.　静止気象衛星群による降水関連要素抽出、及びその利用

（樋口篤志、広瀬民志［元VL特任助教、現京大理大学院生］）

近年、衛星降水プロダクトはよりリアルタイムに近いデータ需要が高まり、JAXA衛星プロダクトGSMaPはひまわり８号より計算された雲の移動ベクトルに30分外挿を行うことで、速報性を強化したGSMaP_NOWを配信している。

本グループは2015年度よりひまわり８号データを用いた降水関連要素抽出開発をスタートしている（手法（ランダムフォレスト法; RF）については2015年度年報1.2.5.2.を参照）。2016年度はGPMで学習させ、計算した降水関連情報の検証を行った。検証データは気象庁レーダーアメダスであり、特に亜熱帯での再現性の検証のため、沖縄レーダ域を分離して別途検証を行った。

図1.2.1.-1にひまわり８号でのRFによる推定、レーダーアメダス観測値、およびGSMaPのスナップショットをそれぞれ示す。本事例は台風接近時のものであり、沖縄本島北部海洋域での細かなセル状の降水域がひまわり８号推定、レーダーアメダス観測では認められるが、GSMaPでは明示的には推定されていない。GSMaPでは解像出来ていないためであり、こうしたセル状の降水関連情報の抽出には、高空間・高時間分解能であるひまわり８号の特性が活きている。図1.2.1.-2に降雨域に関するひまわり８号＋RF、GSMaPのthread score（TS）を示す。季節性を考慮するため、４月～９月（春～夏；AS）、10月～３月（秋～冬；OM）に分け、さらにRF法で利用できるバンド数の違いにより、日中（Day; D）、夕方（Twilight; T）、および夜間（Night; N）に分け、GSMaPはマイクロ波放射計観測の有無（noMWR）で分けている。マイクロ波放射計観測の無い時間帯（noMWR）のTSより低ければ、本スキーム導入は次期GSMaPにインパクトを与えないことを示す。幸い図1.2.1.-2より、現段階でのひまわり８号推定値を第一推定値として利用した際に、少なくとも降水域に関しては精度が悪化することは無いことが分かる。ただし、マイクロ波放射計によるTS（MWR 春夏で0.45程度、秋冬で0.4程度）よりは、どの時間帯でも低い傾向にある（0.3～0.4、ただしどの時間帯でも秋冬より春夏の方がTSは高い）。降水強度に関しての検討（図1.2.1.-3）は全体的に降雨域での検討より悪くなる傾向にある。強雨域の学習で昼夜問わずサンプルを増やす処理に変更をしているが、基本的には強雨域の本手法での推定降水強度の過小評価が影響を与えている。特に春夏・夕方（AS T）のRMSEが悪い。現段階での推定では降水システムの時間発展（現行GSMaPのMVK相当）を一切考慮していないことを鑑みると、過度に悲観する必要は無いと考える。仮想夏季熱帯域（沖縄レーダ）でのRMSE中央値は１mm/hrであり、降水域での高評価と整合的である。

本研究はJAXA第８回PMM RAの支援を得て行った。

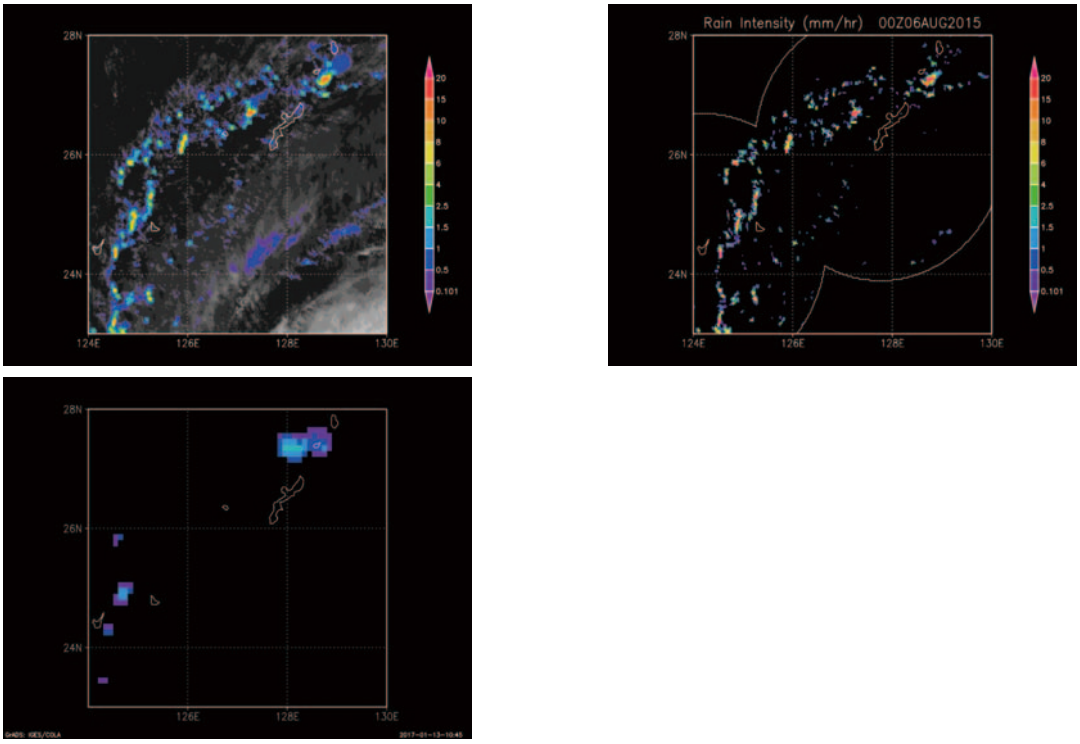


図1.2.1.-1　スナップショットの例。左上：ひまわり８号＋GPM学習によるRF法推定値、右上：レーダーアメダスによる計測値、左下：GSMaP MVK推定値をそれぞれ示す。本ケースは台風接近時のもので、周縁部にセル状の降水域がレーダーアメダス、ひまわり８号＋ＲＦ法では確認できる。

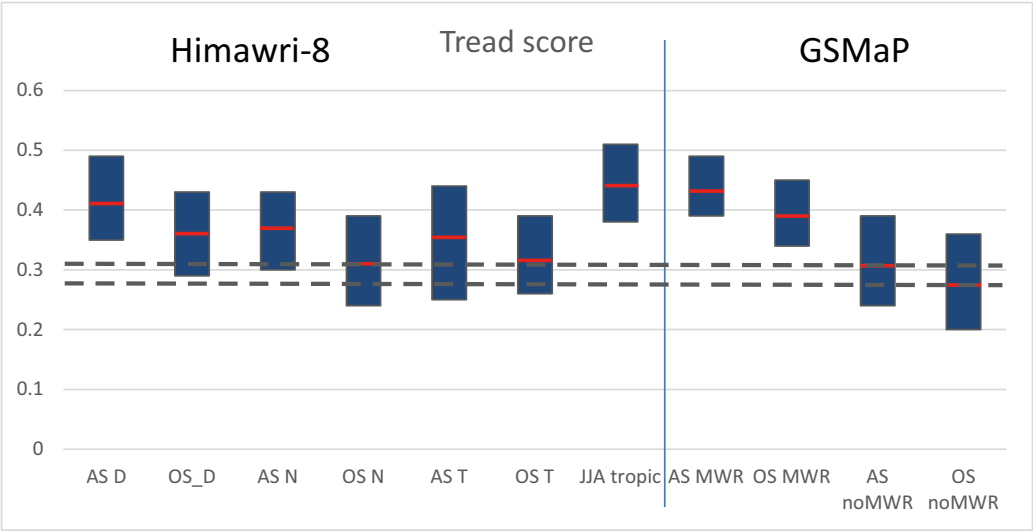


図1.2.1.-2　レーダーアメダスによるひまわり８号＋GPM/DPR学習によるRF法による、降水域に関する検証結果（thread score）。季節による違いを考慮するため、４月～９月（春～夏；AS）、10月～３月（秋～冬；OM）に分け、さらにRF法で利用できるバンド数の違いにより、日中（Day; D）、夕方（Twilight; T）、および夜間（Night; T）に分けて検証を行っている。加えて、亜熱帯域（疑似熱帯域）での推定精度検証のため、夏季沖縄レーダ域のみでの検証（JJA tropic）も実施している。比較対象となるGSMaPはマイクロ波放射計の観測の有無（noMWR）と季節（前述）で分離している。各ボックス内の赤線が中央値であり、ボックスの示す範囲は25-75パーセンタイル値である。

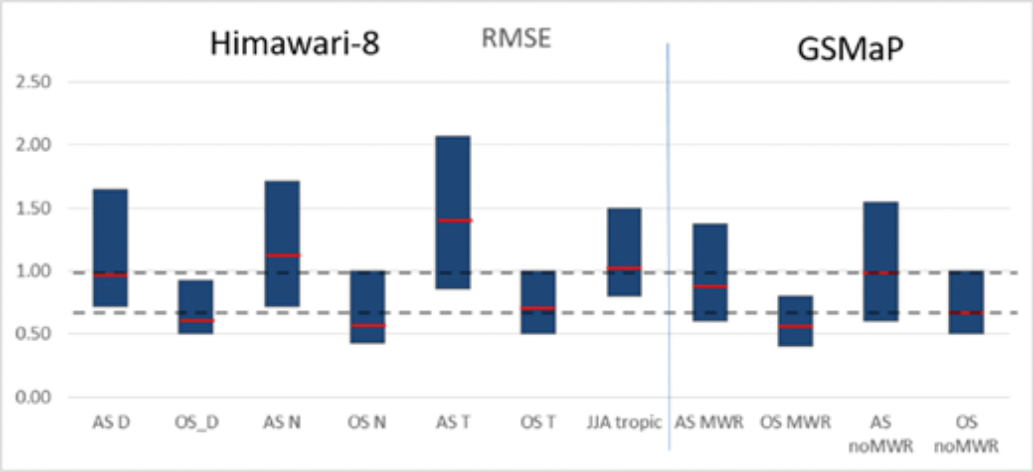


図1.2.1.-3　図1.2.1.-2と同じ、ただし降水強度についての最小二乗誤差（RMSE）であり、縦軸の単位はmm/hrである。

◆1.2.2.　最先端リモートセンシングによる大気環境変動研究（入江研究室）

代表的な大気汚染物質のひとつである二酸化硫黄（SO_2）は、酸性雨やエアロゾルの前駆気体としての役割を通じて、人体や生態系、気象などに影響を及ぼすため、その濃度変動の要因を解明することは重要である。これまでSO_2の観測は主に地表濃度に焦点が当てられ実施されてきたが、これをエアロゾルの予測モデルへのデータ同化等の応用研究に利用する上では空間代表性に留意する必要がある。そのような背景の下、本研究では、アジア大陸からの長距離輸送や火山ガスなど様々な影響を受けることが考えられる九州地方（福岡県春日市）において多軸差分吸収分光法（Multi-Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy: MAX-DOAS）と呼ばれる地上リモートセンシング手法による連続観測を行った。波長域310-320nmの測定スペクトルをDOAS法で解析し、高度０-１km層内のSO_2平均濃度を水平スケール10km程度で導出した。はじめに、2014年７-８月において日最大値が５ppbvを超える日を高濃度日の基準にしたところ、７日間を特定することができた。これらの日を対象にバックトラジェクトリー解析を行ったところ、火山起源と大陸起源の２つのケースに分類することができ、火山起源については阿蘇山および桜島、大陸起源については中国や韓国からの長距離輸送の影響が示唆された。この結果を踏まえ、解析対象期間を2014年１月～2016年９月に延ばして、火山起源および大陸起源の

影響について定量的な解析を行った。この期間の日最大値の平均値は3.3ppbv、日最大値の中央値は2.1ppbvであった。まずは火山起源の影響について、空気塊が火山を通過したと判断する範囲の大きさを変えた場合で日最大値の平均値の比較を行ったところ、火口中心近くを通過してきたほうが高濃度を示すという傾向が見られた。阿蘇山の影響を受けた場合の日最大値の平均値は約６ppbv、桜島は約４ppbvであり、阿蘇山の影響の大きさが示唆された。次に大陸起源の影響について、日最大値の平均値と、中国・韓国上空での空気塊の滞留時間および中国・韓国から輸送されてくるまでの時間の長さとの関係についてそれぞれ比較を行ったが、相関は見られなかった。また、大陸からの空気塊が到達した日における日最大値の平均値は約2.4ppbvであった。都市部周辺からの空気塊が到達した場合を見ても同様の結果であった。これらの結果より、九州において大陸の影響は火山の影響よりもが小さいことが示唆された。

◆1.2.3.　航空機データによるGOSATの二酸化炭素プロファイルおよびメタンプロファイルの検証解析（齋藤尚子）

温室効果ガス観測技術衛星GOSAT（Greenhouse Gases Observing Satellite）は、2009年１月の打ち上げから約８年を経過した現在も順調に観測を続けており、二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスの長期間全球データを提供している。GOSATに搭載されているTANSO（Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation）-FTSの熱赤外波長領域（TIRバンド）からは、二酸化炭素及びメタンの鉛直濃度分布（プロファイル）を導出することができる。

齋藤が中心となって、東京大学大気海洋研究所、宇宙航空研究開発機構、国立環境研究所と共同で開発したTIRバンドのリトリーバルアルゴリズムで処理した二酸化炭素およびメタンのプロダクト（V01.XX）はすでに世界中の研究者に配信されており、信頼性の高い航空機観測データなどの直接観測データとの比較を通して、データ質の検証解析を進めているところである。昨年度は、上部対流圏及び下部対流圏における二酸化炭素プロダクトのデータ質を検証するために、2010年の一年分のCONTRAIL（Comprihensive Observation Network for Trace gases by Airliner）[Machida et al., 2008]の水平飛行時の航空機観測データと、航空機観測高度の上下１km以内の条件で抽出したTIRバンドの二酸化炭素データの比較を行った。比較の結果、北半球では概ね0.5%以内、南半球では0.1%でTIRバンドの二酸化炭素データと航空機観測データが一致することがわかった。しかしながら、北半球の春季及び夏季ではTIRバンドの二酸化炭素データに最大2.4ppmの負バイアスが存在していることがわかった［Saitoh et al., AMT, 2016］。

今年度は、CONTRAIL Continuous CO_2 Measuring Equipment（CME）データとの比較を2010年から2012年の３年分に拡張し、先に評価した季節・緯度帯依存のバイアスがTIRバンドの二酸化炭素データの普遍的な特徴であるかを調査した。図1.2.3.-1に、上部対流圏でのTIRバンドの二酸化炭素データ及び先験値データとCMEデータとの比較結果を季節別、緯度帯別に示す。

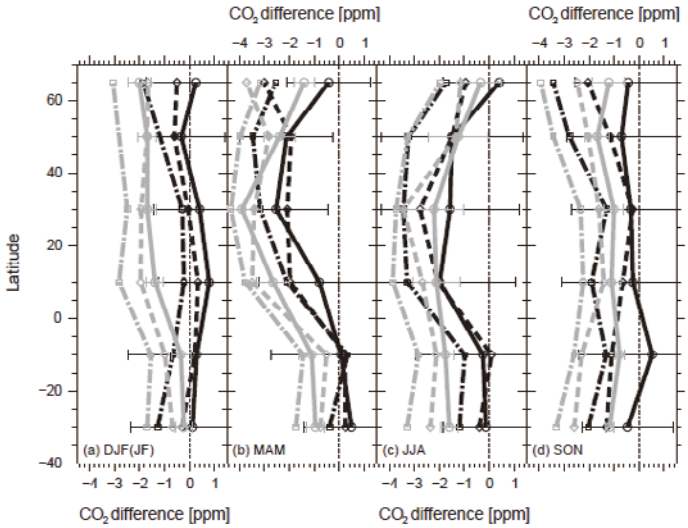


図1.2.3.-1　上部対流圏での季節別、緯度帯別バイアス（黒：TIR-CME、灰：アプリオリ-CME）。2010、2011、2012年をそれぞれ実線、破線、点線で表わす。

図から、TIRバンドの二酸化炭素データのCMEデータに対する負バイアスが、2011年、2012年と年を経て拡大する傾向にあることがわかる。そこで、TIRデータ、先験値データ、CMEデータのそれぞれの濃度増加率と季節変動の振幅を計算した。図1.2.3.-2に示す通り、TIRデータの2010年から2012年の二酸化炭素濃度増加率が先験値データに拘束されて過小評価であるために、CMEデータとの濃度差が年々大きくなっていくことがわかる。しかしながら、両者の季節変動（一年周期と半年周期の合成）の振幅については、北半球中緯度を除いて大変よい一致を示している。本研究成果は、Saitoh et al.［SOLA, 2017, in revision］に投稿済みである。

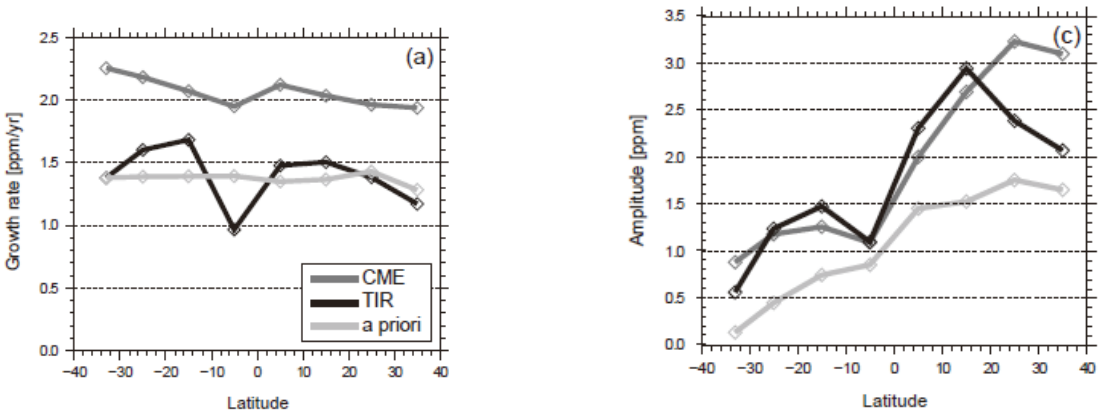


図1.2.3.-2　成田－シドニー便の各領域で計算したTIR（黒）、アプリオリ（薄灰）、CME（濃灰）データの二酸化炭素濃度増加率（growth rate）と季節変動（一年周期と半年周期の合成）の振幅。

次に、TIRバンドの下部対流圏及び中部対流圏（736hPa-287hPa）の二酸化炭素データのデータ質を、空港上空のCMEデータとの比較に基づいて評価し、2010年から2012年の季節ごと、緯度帯ごと、高度ごとのバイアス補正値を算出した。さらに全球大気輸送モデルNonhydrostatic ICosahedral Atmospheric Model（NICAM）-based transport model（TM）の二酸化炭素データ［Niwa et al., 2011］との全球比較を行い、空港上空の限られた領域で算出したバイアス補正値の妥当性を評価した。その結果、どの年、どの緯度帯、どの季節も下部対流圏及び中部対流圏ではTIRデータがCMEデータに対して常に負バイアスを持ち、特に541-398hPaで負バイアスが最大になる傾向があることがわかった。また、NICAM-TMデータとの比較から、空港上空という限られた領域での比較に基づいて設定されたバイアス補正値は、低緯度の中上部対流圏以外は、対応する緯度帯の別の領域にも適用可能であることが示された。本研究成果は、Saitoh et al.［AMTD, 2017］に投稿済みである。

謝辞：CONTRAILの二酸化炭素データは、気象研究所の松枝氏、澤氏、国立環境研究所の町田氏より提供を受けたものです。CONTRAILプロジェクトは日本航空・日航財団・JAMCOの多大な協力のもとに実施されています。NICAM-TMデータはCEReS共同利用研究の一環として気象研究所の丹羽氏より提供を受けたものです。

◆1.2.4.　気候診断系に関わるバーチャルラボラトリ（VL）の形成

（久世宏明、樋口篤志、齋藤尚子、入江仁士、眞子直弘、岡本浩）

［概要］

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

この枠組みの中、CEReSは静止気象衛星データの収集・処理および公開、および収集された静止気象衛星データの高度化、雲解像モデル改善のための衛星データの有効活用、および現象理解のための各種解析を行っている。CEReS VLの特徴として、VL機関のみならず、衛星関係機関（気象庁衛星センター、JAXA/EORC等）、

民間企業（ウェザーニュース）との連携を深めているのが特徴である。

［平成28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・公開に加え、新たな連携形態の模索を行っている。しかし、静止気象衛星データ処理もそれなりのウェートを占めているため、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も継続している。平成28年度CEReSは幹事校であり、VL連携機関との意見交換のためのVL協議会（VL講習会と同日）の実施、ならびにVL講習会を開催した（1.2.4.3.）。

VL協議会では昨年度の協議会での懸案事項であるVLの意義を示す文章の改訂と各大学の活動報告がなされた。文章改訂は以下のようになされた。

千葉大学環境リモートセンシング研究センター：本事業において最終的にめざす気候系の診断方法の確立に向け、環境リモートセンシング研究センターは衛星データのアーカイブ及び衛星データの解析・検証技術の開発を通じてモデル計算結果との比較解析を行い、モデル改良に寄与する。さらにアジア域を中心に国際的な協同により展開されている放射観測ネットワークSKYNETの運営、維持を行い、そのデータを衛星、モデル検証のために各関係コミュニティに提供する。本センターでは、気候系の診断に必要な衛星データのアーカイブ及び衛星・地上観測データによる地球表層環境の解析・検証技術の開発にとくに注力し、その過程で必要となる気候モデル、物質循環データ、水循環データ等は他拠点で開発・整備したものを活用する。連携講義・講習会に関しては開催経費と学生の参加費負担を拠点全体で分担するとともに、学部・大学院生の研究交流に関する支援等を通じ、次世代の研究者育成に貢献する。

東京大学大気海洋研究所：本事業において最終的にめざす気候系の診断方法の確立に向けて、大気海洋研究所は地球気候モデルの改善とデータ同化解析技術の開発を通して、気候モデル計算結果の比較解析・モデル改良を行う。また、各拠点がこのような気候モデリング結果を利用して、気候形成と気候変化メカニズムの理解の改善を図るための支援を行う。得られた大気海洋モデル群、データ解析ツール群を統合することにより、各研究拠点がより連携して機能するバーチャルラボラトリーを目指す。また、バーチャルラボラトリーに、より多くの大学等の研究グループが参加できるような研究交流を推進し、それを可能にするシステムの改良を実施する。本研究所では、気候モデルの開発とその改善、それを利用したモデルシミュレーションに特化した研究を行う。このような研究に必要な衛星データ、物質循環データ、水循環データの取得と、モデル値と比較するためのツールは他拠点で開発したものを用いる。また、連携講義に関しては、開催経費と学生の参加費負担を拠点全体で分担する。

名古屋大学宇宙地球環境研究所：本事業において、最終的にめざす気候系の診断方法の確立に向けて、宇宙地球環境研究所は雲・降水系に関する飛翔体搭載および地上設置の機器を用いた観測データの取得、水収支解析法の開発、高解像度大気海洋モデルの開発を分担する。他拠点で開発・整備された気候モデル、衛星データ等を活用し、観測データと気候モデルの比較解析を各拠点と連携して行うことで気候変化メカニズムの理解に寄与する。講習会（連携講義）については輪番で担当し、担当年以外にも学生の参加費を負担するなど講習会開催に協力し、毎年の講習会開催を可能にする。また、本研究所独自の国際的な講習会や若手研究者の育成を支援する。

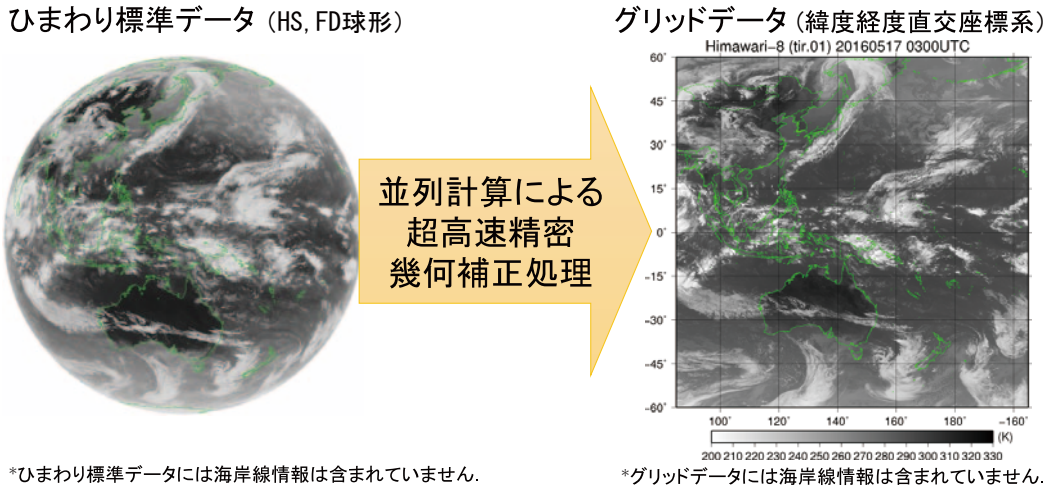
東北大学大気海洋変動研究センター：気候変動予測の診断にとって不可欠な物質循環に係るデータ利用とモデル高度化をめざし、大気海洋変動観測研究センターは観測およびモデル解析を通して、温暖化の原因となっている温室効果気体の地球規模の変動と循環、ならびに気候に大きな影響を及ぼすエアロゾルと雲の諸特性を解明する。そのために、本センターの大気観測、海洋観測および氷床コア解析等によって得られた温室効果気体データや、放射、エアロゾル、雲、気象パラメータの連続地上観測データをVLの研究所・センターに提供しつつ、それらで開発された各種モデルおよび衛星データ等を活用し、連携研究を推進する。連携講義・講習会に関しては、開催経費と学生の参加旅費を拠点全体で分担する。

◆1.2.4.1. 静止気象衛星データ収集・処理・公開（樋口、竹中栄晶［JAXA/EORC; CEReS 客員准教授、元VL特任助教］、青木［データ支援室］）

VL開始から一貫して日本のMTSAT・GMS衛星、米国のGOES衛星、欧州のMETEOSAT衛星、中国のFY2衛星データに対し、緯度－経度座標系へ変換を施したグリッドデータのftp公開を継続している。また、METEOSATデータを除いては、配信データの準リアルタイム受信・グリッド変換・画像作成・ftp公開の作業を自動化している。準リアルタイム処理をしていないMETEOSAT衛星群に関しては、Meteosat-IDOC（インド洋上）はEUMETSATポータルサイトにユーザ登録し、データをインターネット経由で取得、グリッドデータ処理をオフラインでルーチン処理としてデータ支援室の青木氏に依頼している。データ量の大きいMSG（Meteosat Second Generation）シリーズはビジョンテック社を通じてEUMETSATにデータ取得依頼を行い、

３ヶ月分を目安としてtape（LTO4）でデータ取得を行い、テープの読み出し、グリッドデータ処理を同じくデータ支援室と協働して実施している。

平成28年度は２つのトピックがある。ひとつは2015年７月７日より正式運用されたひまわり８号のgridded productのリリース（図1.2.4.1.-1）である。竹中氏が開発している太陽放射プロダクト用に同氏が開発した精密幾何補正スキームを移植したもので、並列処置に対応していることが特長である（40CPU 256GBメモリ搭載サーバで最短40秒で全てのバンドデータの処理が可能）。本データセットのリリースノートを５月19日に発表し、準リアルタイム、過去分共にftp serverを通じて公開している（ダウンロード実績は10.3. を参照）。本処理・公開でVLのサポートを得ている。



*ひまわり標準データには海岸線情報は含まれていません.

*グリッドデータには海岸線情報は含まれていません.

図1.2.4.1.-1　ひまわり標準データ（HS, FD）より、gridded product の生成

もう一つはアメリカ第三世代静止気象衛星GOES-Rへの対応である。2017年３月に樋口、竹中でNASA Ames研究センターを訪問し（写真1.2.4.1.-1）、GOES-Rデータを用いた共同研究を推進することについて合意し、既にプロジェクトとして動き出している（例：図1.2.4.1.-2）。GOES-Rは2016年11月19日に初観測が行われ、2017年前半に正式運用開始予定である。GOES-RにはひまわりＢ号搭載センサAHI（Advanced Himawari Imager）に近い仕様を持つABI（Advanced Baseline Imager）を搭載しており、ひまわり８号で得た知見を応用し易い。そのため、GOES-Rのデータ提供に関しても、本共同研究を中核として可能であると思われる。

写真1.2.4.1.-1　NASA Ames研究センター訪問時のプレゼンの様子。

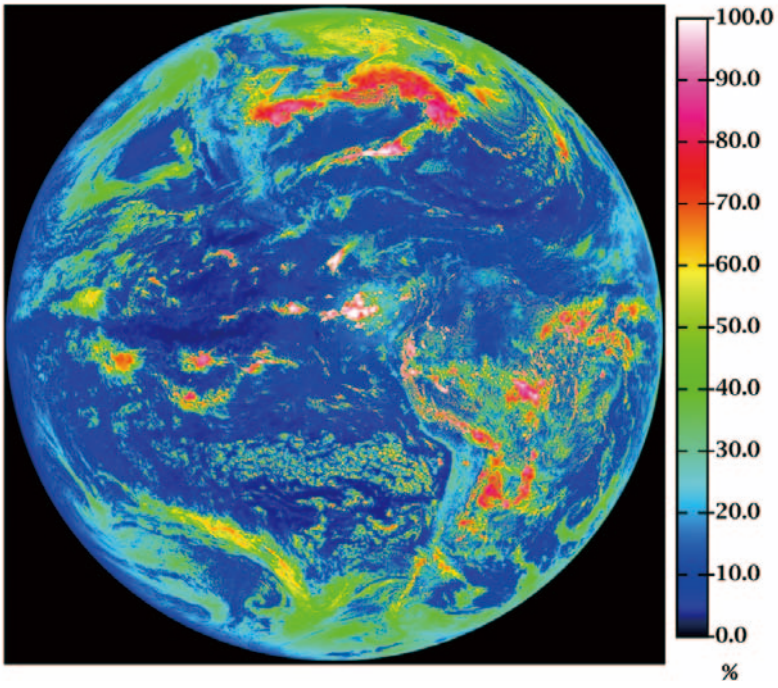


図1.2.4.1.-2　NASA Ames研究センターより提供されたサンプルデータより描画したGOES-Rバンド２のfull-diskイメージ（竹中氏作成、および提供）

◆1.2.4.2.　VLにおけるSKYNETの現況と活動報告（入江、岡本）

2011年３月に発生した東日本大震災とそれに伴う福島原子力発電所の事故の結果生じた深刻なエネルギー需給の逼迫を経験した後、より高度なエネルギーマネジメントシステム（Energy Management System; EMS）への社会的要請が高まっている。高度なEMSを構築する上で、最重要な再生可能エネルギーのひとつである太陽光発電の利用は欠かせない。静止気象衛星ひまわり８号の全天日射量データは太陽光発電量の把握に有効であるが、推測値であるため、その検証が重要である。本研究では、千葉大学において地上設置型の全天日射計（CM21）とひまわり８号のデータを比較し、ひまわり８号の精度評価を行った。まず、ひまわり８号のデータは観測点近傍の雲の影響が十分に考慮できていないために、晴天日でもCM21の値と顕著に差が生じる場合があることが分かった。この結果を踏まえて近傍の雲の影響を排除するために40㎞×40㎞の領域でのひまわり８号データの標準偏差を計算した。標準偏差を利用して近傍の雲の影響も除外したところ、ひまわり８号の全天日射量データがCM21データよりも系統的に過大となっていることが分かった。放射伝達モデルによる計算を行ったところ、これはひまわり８号の全天日射量の推定の際に考慮していないエアロゾルの影響であることが分かった。

大気中のエアロゾルは、地球の気候を左右する極めて重要な因子である。しかし、その生成メカニズムは複雑であるうえ、特に東アジア域においては年々の前駆気体の排出量見積もりの不確定性が大きいため、近年のエアロゾルの年々のトレンドは十分に理解されていない。このような状況の中、本研究では、日本上空で長期にわたって取得したMODIS、PREDEスカイラジオメータ（SKYNET）、CIMELサンフォトメータ（NASA/AERONET）のエアロゾル光学的厚さ（AOT）のデータを用いて、日本上空のエアロゾルのトレンド解析を行った。定量的なトレンド解析を行うために、まず、2015年11-12月に千葉においてPREDEスカイラジオメータ、CIMELサンフォトメータ、PFRラジオメータ（WMO/GAW）との同時観測を行い、スカイラジオメータの精度評価を実施した。これにより、500nmのAOTデータについて、スカイラジオメータとCIMELサンフォトメータの差が0.004±0.007、PFRラジオメータとの差が－0.016±0.012と非常に小さいことが分かった。これに基づき、日本の６地点（千葉、大阪、白浜、福江島、辺戸岬、宮古島）で長期にわたって取得されたPREDEスカイラジオメータとCIMELサンフォトメータの500nmのAOTのデータを用いて、日本上空のエアロゾルのトレンド解析を行い、MODISのAOTデータとの比較を実施した。すると、千葉では2006-2015年に平均で約４％（0.01）／年、福江島では2008-2014年に約２％（0.006）／年、辺戸岬では2007-2013年に約２％（0.005）／年、宮古島では2006-2012年に約３％（0.008）／年、大阪では2008-2015年に約２％（0.009）／年、白浜では2005-2015年に約２％（0.006）／年で減少したことが見積もられた。これはMODISのAOTデータから見積

もられたトレンドと６地点中５地点において定量的に約35％以内で整合することが分かった。この結果は、前駆気体の排出量の評価に役立つことが期待される。

大気中において、水蒸気は地球の気候を左右する重要な役割を果たしている。対流圏の水蒸気の鉛直カラム量（可降水量）や鉛直分布の定常連続観測を行うために、地上からのリモートセンシングは極めて有効であるが、大気構造の複雑さや地上から対流圏上端にかけて濃度が大きく減少するなどの理由から定量的な評価は限られている。本研究では、2015年12月22日から2016年１月31日まで、千葉大学工学系総合研究棟（35.63° N、140.10° E）において、地上リモートセンシング装置であるマイクロ波放射計３台（WVR1125、MP1502、MP1504）、東西南北それぞれの方位に向けた４台の多軸差分吸収分光法（MAX-DOAS）装置、サンフォトメーター（CIMEL）の計８台による同時観測を行った。まず、降雨などのイベントのない１週間に注目し、夜間も観測可能なマイクロ波放射計WVR1125を基準として、それぞれの手法で得られた可降水量との差の平均と標準偏差を求めた。この期間中のWVR1125によって観測された可降水量の平均は0.7±0.2cmであり、茨城県つくば市のラジオゾンデの観測データと一致した。マイクロ波放射計同士の比較ではWVR1125とMP1502/1504の間に約20％の系統的な差が見られた。先行研究から差は検定定数の不確かさに起因している可能性が示唆された。他方、CIMEL、MAX-DOASとの差は10％以内と比較的小さいことが分かった。CIMELやMAX-DOASは水蒸気の観測に特化した観測手法ではないが、降雨などのイベントのない安定した大気条件下では10％程度の精度で観測できることが分かった。

◆1.2.4.3.　第10回「地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリーの形成」（VL）講習会の開催
（眞子直弘、豊嶋紘一、岡本浩）

平成28年９月20、21日の両日、第10回「地球気候系の診断に関わるバーチャルラボラトリーの形成」講習会を当校にて開催しました。この取り組みは毎年持ち回りで、本大学が記念すべき第10回を受け持ちました。主幹校として計画・実施するアドバンテージを生かし、早い段階からリモートセンシング分野への関心を高めてもらおうと応募対象を研究室配属前の学部生にまで広げました。当日は台風16号が接近するというあいにくの天候となり、参加を断念せざるを得ない方もおられましたなか、学部生29人を含む53名の参加がありました。

今回の講習会テーマとして、日本が誇る地球観測衛星群を知ってもらい、リモートセンシングによる地球観測に興味を持ってもらうことを掲げ、１日目にひまわり８号を用いたコンピュータ演習、２日目に日本の地球観測衛星の紹介という２部構成で実施しました。

コンピュータ演習では、Webベースの最新解析ツールを使ってひまわり８号の衛星データを処理し、静止画や動画を作成して地球の気候変動を観察してもらいました。眞子特任助教と豊嶋特任研究員が中心となりグラフィカルなインターフェースを作成し、衛星データを取り扱ったことのない参加者にとっても関心を高められるような環境を用意しました。

また、２日目の「日本の地球観測衛星を知ろう」では、現在最前線で活躍中の講師の方々に講演していただきました。

なお、このVL講習会の概要（プログラム・アンケートの集計結果を含む）は、平成28年９月のニュースレターNo.130にも掲載しています。

◆1.2.4.4.　ハイパースペクトルカメラによる大気汚染ガスのイメージング計測
（眞子、久世）

CEReSではハイパースペクトルカメラ（HSカメラ）を利用した大気中の微量気体のイメージング計測手法の研究を進めている。昨年度までに天空光のハイパースペクトル画像（HS画像、画角：13° × 9°、画像サイズ：640×480ピクセル、波長範囲：400～750nm、波長分解能：１nm）から主要な大気汚染ガスの一種である二酸化窒素（NO_2）の差分スラントカラム量（数密度に実効光路長を掛けたもので、⊿SCDと表記する）を導出し、NO_2の２次元分布を可視化することに成功した。

この手法を応用してNO_2空間分布の水平方向非一様性を調べるため、千葉大学にある８階建てビルの屋上（SKYNET千葉サイト）から全方位角をカバーする観測を行った（2016年２月19日）。複数のHS画像を繋げる

ことにより、水平方向360°×鉛直方向９°のパノラマ画像を作成した。このパノラマ画像から導出されたNO_2⊿SCDの値を図1.2.4.4.-1に示す。NO_2⊿SCDは北西方向および東方向で大きいことが分かる。千葉大学から見て北西方向には海岸線に沿って高速道路があり、都市化も進んでいる。東方向には混雑度の高い高速道路のインターチェンジがあることから、これらがNO_2⊿SCDが大きい原因になっていると考えられる。なお、手前の建物部分でNO_2⊿SCDが小さくなっている主な原因は実効光路長が短いためであり、NO_2の多くは建物より後方に分布していることが分かる。HSカメラで測定されたNO_2⊿SCDの値をSKYNET千葉サイトに設置された4AZ-MAXDOASシステムで測定された近い時刻の値と比較すると、測定精度の範囲で両者がほぼ一致することが確かめられた。

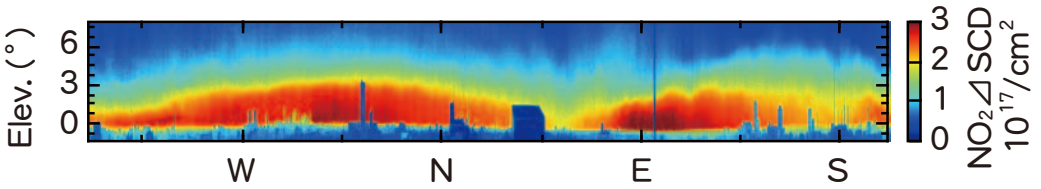


図1.2.4.4.-1　NO_2⊿SCDのパノラマ画像

次に、局所源から排出されるNO_2の時間変化を調べるため、千葉県成田市の協力を得て成田空港近くの公園（成田市さくらの山公園）から成田空港滑走路方向の観測を行った。観測日（2017年１月23日）は早朝に曇っていたが、昼前には低仰角方向を除いて雲はなくなった。気象庁の観測によると、成田市では11時から14時頃まで継続的に北西または北北西方向から平均風速９～12m/s程度の強い風が吹いていた。ある飛行機が離陸した直後に取得したHS画像を解析した結果、ちょうど飛行機が離陸した付近でNO_2⊿SCDが大きくなっており、両翼にあるエンジンからNO_2がジェットのように噴き出している様子が確認できた。また、20秒間隔の連続撮影で取得したHS画像を解析した結果、NO_2が排出されて⊿SCDが増加し、風によって拡散されて⊿SCDが減少する様子がはっきり見て取れた。

以上の解析結果はシミュレーションを使って実測されたスペクトルを再現するようにNO_2⊿SCDの最適化を行ったものであるが、この解析には１画像当たり数時間程度の計算時間が必要である。一方、HS画像からいくつかのピーク波長における差分光学的厚さを計算して足し合わせたもの（ピークサム）は１画像当たり数分で計算でき、NO_2⊿SCDと良い相関を示すことから、ピークサムを利用して解析を高速化できる目途が立った。

1.3.　プログラム３：衛星利用高度化プログラム

［概要］

宇宙基本法の成立（2008年）により、「宇宙開発と利用」に関する我が国の施策は「研究開発」から技術の幅広い「利用」へと変化した。今後の環境リモートセンシングにおいては具体的な問題の発見・理解・解決、施策への反映を目指した多くの関連分野の協働体制の中におけるリモートセンシング技術の利用方法の確立を推進する必要がある。そこで、本プログラムでは日本および世界における解くべき重要な課題を設定し、リモートセンシングの成果を地上における情報と融合させ、異分野協働による衛星利用方法の高度化を達成することを目的とする。2015年は国際的な地球環境イニシアティブであるフューチャー・アース（FE）が始動した年でもある。FEではステークホルダーと問題解決を共有する枠組みの中でサイエンスが役割を果たすことが求められるはずである。科学の道具としてのリモートセンシングも「科学のための科学」の道具から「社会とともにある科学」のための道具へシフトしなければならない。そこで、2015年度は様々な取り組みを行ったが、特にUAV（Unmanned Aerial Vehicle）による近接リモートセンシングに取り組み、よりステークホルダーに近いリモートセンシングの確立を試みた。

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

○研究課題

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

○重点課題：ドローンを活用した近接リモートセンシング
（Proximity remote sensing based on drone observations）

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

Program 3: Advanced application of satellite remote sensing

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

Study on spatial information system that nurtures the disaster and environmental literacy.

［研究内容と平成28年度の成果］

◆1.3.1.　問題解決のためのリモートセンシング・GIS

◆1.3.1.1.　インターネットによる社会基盤情報の提供（近藤昭彦）

この課題は第２期中期計画から継続の「災害・環境リテラシーを醸成する空間情報システムに関する研究」に対応する。災害・環境に関わるデータセンター機能として、衛星画像、主題図情報をはじめとするラスター画像をダウンロードできるサイトを公開している。平成28年度まで継続して公開している項目は以下の通りである。

（1）国土調査成果図表
国土調査・土地分類基本調査の表層地質図、地形分類図、土壌図、土地利用現況図を画像データ（400DP）をダウンロード。
（2）災害履歴図－20万分の1土地保全基本調査
日本の都道府県のうち、32都府県で作成されている災害履歴図の閲覧。
（3）利水現況図・調査書
一級水系（109水系）及びその周辺地域を対象に、流域内の水文、利水、治水に関する既存資料の収集整理、現地調査等を行い、その結果を、主要水系調査書及び利水現況図にとりまとめたもの。
（4）50万分の1土地分類図
①北海道地方、②東北地方、③関東・中部地方、④中部・近畿地方、⑤中国・四国地方、⑥九州地方、の50万分の1地形分類図、表層地質図、土壌図のTiff画像。
（5）地下水マップ

この課題は教育と関わり、2014年度から千葉大学看護学研究科「災害看護グローバルリーダー養成プログラム」における「環境防災学」において空間情報を活用している。また、2010年度から静岡大学防災総合センター「災害科学的基礎を持った防災実務者の養成」（ふじのくに防災フェロー養成講座）」における「地理学演習」において教材として継続して活用している。

◆1.3.1.2.　地域の環境変動に関する研究（近藤昭彦）

この課題は継続課題である「中国における環境変動に関する研究」、「アジアにおける環境変動のモニタリングと要因解析」に該当する。地球環境変動はグローバルスケールで徐々に顕れるのではなく、特定地域において先行して出現する。環境問題はそれがグローバルチェンジに関わるものであっても、問題としては地域における人と自然の関係性に関わる問題として出現する。したがって、地域の環境問題を、地域性（気候、地形、植生、等の地域の特徴、風土）と人間活動との関わりに基づいて理解することが重要であり、それによってのみ正しい対策を講じることが可能になる。このような考え方に基づき、平成28年度に実施した課題は下記の通りである。

（1）Delineation of debris-covered glaciers based on a combination of geomorphometric parameters and Landsat［TIR/(NIR/SWIR)］band ratio（担当：海熱提阿力甫）
（2）Analysis of Desertification Situation Using Remote Sensing and GIS - A Case Study in Ongniud Banner, Horqin Sandy Land（担当：白秀蓮）
（3）Mapping of Tropical Forest and Biomass Estimation Using Microwave and Optical Remote Sensing（担当：Nguyen Viet Luong）
（4）Analyzing Spatio-Temporal Land-Use and Land-Cover Change in Sanjiang Plain to find Driving Forces（担当：安泰峰）
（5）遼河流域土地被覆の時空間変動と経済発展・環境変遷の関連（担当：鄧博文）

◆1.3.1.3.　原子力災害に関わる研究者の役割（近藤昭彦）

東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県および東日本の広範囲が放射能によって汚染された原子力災害は、近代文明の基盤を支える科学的知識の生産を担う研究者にとって看過できない事象である。環境に関わる科学者の立場としては放射性物質のメカニズム研究（特に放射性物質移行に関わる課題）と、現場を基盤とした総合的、包括的な復興支援の中で科学者の役割を果たす二つの立場がある。前者の立場からは、①山地（里山）流域における放射性物質の分布と移行メカニズム、②UAVによる空間線量率測定の技術確立、に関する研究を行った。この研究活動はフューチャー・アース（FE）における超学際（トランスディシプリナリティー）の達成と密接に関わる課題である。原子力災害においてはステークホルダーが誰であるかを峻別し、多層的なステークホルダーの構造を理解し、異なる立場を尊重した提案を行う必要がある。この課題はFE計画において主張すべき基本的な考え方の醸成に貢献した。

超学際に関して、地球惑星科学連合大会2016における「環境問題の現場における科学者とステークホルダーの協働」セッション、CEReS-RIHN合同ワークショップ「環境問題の現場における超学際研究の新展開」（10月9日～10日）を開催し、議論を深めた。

◆1.3.1.4.　印旛沼流域水循環健全化に関わる活動（近藤昭彦・濱侃）

①UAVによる特定外来生物「ナガエツルノゲイトウ」の生育モニタリング

この課題は中期計画の「千葉県における健全な水循環と生物多様性の再生」、と関連している。2016年度は昨年度に引き続き、行政・市民協働で実施した「ナガエツルノゲイトウ協働駆除作戦」のなかで、UAVを使った分布と生育のモニタリングを実施した。成果は印旛沼流域水循環健全化会議のホームページにリンク（http://inba-numa.com/）するとともに、論文として取りまとめ中である。この活動はフューチャー・アース（FE）計画におけるトランスディシプリナリティーの実現を目指した研究である。

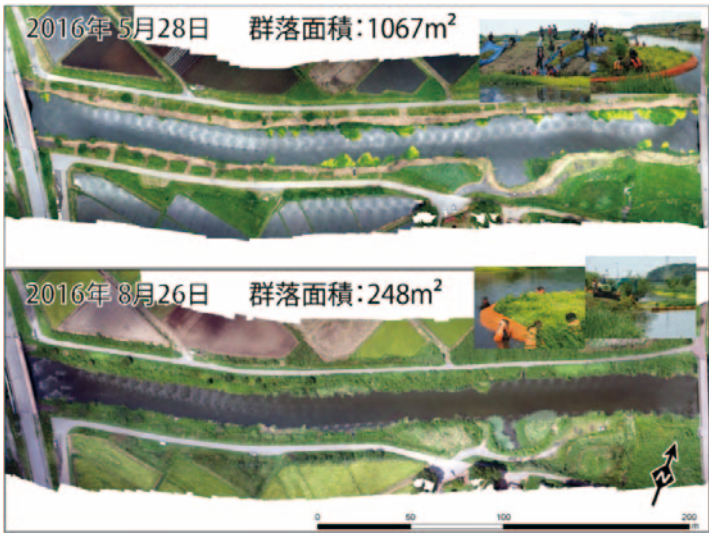


図1.3.1.4.　千葉県印旛沼流域、桑納川下流における駆除実験前と駆除実験後の河道周辺のオルソ空中写真。ナガエツルノゲイトウの成長と、駆除後の再生を引き続きモニタリング中である。

②印旛沼流域における窒素循環に関する研究（近藤昭彦・濱侃・堀江政樹）

この課題は中期計画の「台地－低地系水循環の生態系サービス機能の評価」、と関連している。印旛沼をはじめとする都市近郊の閉鎖性流域では富栄養化が解決すべき環境問題となっているが、この問題に二つの観点から取り組んだ。ひとつは、印旛沼への窒素負荷量の正確な算出である。印旛沼湖沼水質保全計画では流域からの窒素負荷量を計算するための原単位が更新されていないが、最新の研究成果に基づいて算定された新しい原単位を用いて、印旛沼への窒素負荷量を再計算した。その結果、現行よりも大きな窒素負荷量が求められたが、今後は行政と市民の協働による新たな窒素負荷量の算定と、流域対策の策定を進める基盤的な成果を得ることができた（堀江政樹、2017千葉大学卒業論文：千葉県印旛沼流域の窒素負荷量の再検討）。もう一つの観点は、台地から河川に供給される窒素の輸送メカニズムである。台地を刻む谷津に市民と協働で実験流域を設置し、水循環・物質循環に関わる共同研究を行った。地質、地形、水文、生態の専門家が協働することにより、新たな窒素循環イメージが得られたが、成果は取りまとめ中である。

◆1.3.1.5.　旧版地形図を用いた千葉県北部の土地利用の変遷（近藤昭彦・堀江政樹）

この課題は中期計画の「歴史的地理情報による環境変遷に関する研究」に対応する。印旛沼流域を対象として、迅速測図（1880年頃）、旧版地形図（1900年頃以降）、米軍写真（1947年頃）、空中写真アーカイブ（1960年頃以降）を地理情報システムでデータベース化し、地域の変遷の解析を可能とした。特に、空中写真はSfM-MVS技術を用いて、オルソ化できることを実証し、新たな環境解析ツールの活用性を拓いた。

成果図表は、2016年10月29～30日に開催された印旛沼流域環境・体験フェア（主催：千葉県）においてブース展示し、地図を介した市民との交流を図った。

図1.3.1.5.　千葉大学ブースにおける様々な主題図情報の展示

◆1.3.1.6.　UAVリモートセンシングによる水稲生育モニタリング（近藤昭彦、田中圭、濱侃）

この課題は中期計画の「近接手法によるオンデマンド・リモートセンシング」と関わる。UAV、ここではラジコン電動マルチコプター、にカメラ、センサーを搭載し、水稲の生育モニタリングを行うことにより、①代掻き水平精度の確認、②生育むら、③追肥時期の決定、④タンパク質含有量推定（食味診断）、⑤収量予測、⑥倒伏予測、等に利用できる技術を確立させた。この技術の現場への実装は、秋田県、新潟県、埼玉県、千葉県で行い、新潟県、埼玉県ではUAVリモートセンシングによる生育モニタリングを行って生産した米に「天視の米（てんしのまい）」、「どろーん米」と名付け、付加価値を付けて販売することができた。秋田県、新潟県では東光鉄工（株）、金井度量衡（株）との共同研究として実施した。また、千葉県における水稲モニタリングは千葉県農林総合研究センターとの共同研究の成果である。

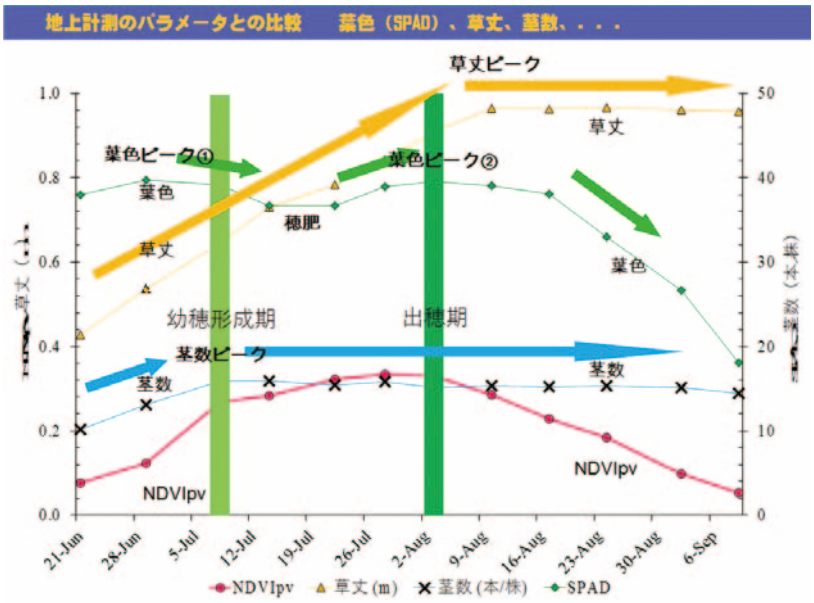


図1.3.1.6.　UAVにより計測したコシヒカリ圃場（千葉県）のNDVIと、地上計測による水稲生育パラメータの季節変化。３年間にわたるUAVリモートセンシングの成果により、水稲栽培支援の手順を確立させることができた。

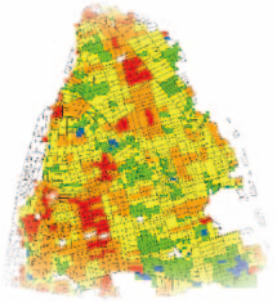
◆1.3.2.1.　食料安全保障を目指した気候変動適応策としての農業保険における損害評価手法の構築と社会実装（本郷千春）

気候変動や自然災害などによる食料生産量の減少に対する適応・対応策の策定は、先進国、途上国を問わず高い関心事であり、危機対策としての食料安全保障が求められている。食料安全保障のリスクは低緯度地域でより大きいことが報告されており、インドネシア政府は、気候変動に対する脆弱性と急激な人口増加の観点から、食料増産のための持続的な生産管理システムの構築と強化を国家目標として掲げている。このような背景に対す

る国際的な動向として、農業保険の導入と普及があげられる。農業保険は、FAOが定義する食料安全保障の４本の柱のひとつである「Stability」の側面を担保する社会インフラである。農業保険制度の目的は、気候変動によって受ける収穫のダメージを軽減し農家が継続・持続的に農業生産をできるよう支援することと同時に、国家として国民のために保障しなければならない食料の確保、即ち食料安全保障の実現に寄与することである。

本課題は、気候変動の適応策である農業保険制度の試行的取り組みを開始したインドネシアを対象として、保険制度の中核となる損害評価を効率的に実施するための新しい損害評価手法を確立することを目的としている。目的達成のために、（１）水稲の干ばつ害、病虫害、水害を損害評価対象災害として、衛星、UAV、GIS、実測調査データなどの空間情報を駆使した客観的、効率的、広域的に損害評価を実施する手法の確立、（２）現行保険制度と新しい損害評価手法の統合と社会実装、（３）損害評価手法の運用および改良に必要な情報基盤の整備、（４）評価手法の開発および運用に関するキャパシティ・ディベロプメントを行う。これにより、インドネシアにおいて気候変動によって生じる農業生産者の経済的損害が軽減され、農業生産の支援体制が確立し、食料安全保障の実現に寄与する。

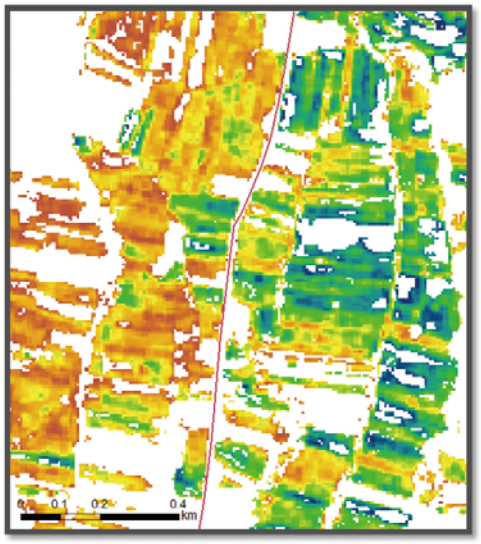
本研究は、H28年度JST/JICA地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）に条件付き採択され、R/D締結後のH29年度から正式開始。



◆1.3.2.2.　インドネシアにおける水稲生産量の地域特性と水管理手法の関係（本郷千春）

本研究で対象としたインドネシアでは、人口増加による食糧需要の拡大、気候変動による作物生産性の低下が予測されています。過去にも国内の生産状況によって数十万トンから数百万トンのコメの輸入を行っており、今後の食料の安定生産と増産が課題となっている。本研究では、JICAの大規模灌漑プロジェクトが実施されて灌漑の整備が進んでいる西ジャワの地域と、バリ島独自の水管理組合（スバック）により灌漑水路が整備・維持管理されている地域を対象として、地域特性の比較を行った。

衛星画像から水稲の生産量を推定し、２つの地域を比較した結果、水管理手法により生産量の空間分布に違いが確認された。大規模灌漑区域では圃場ごとのばらつきが大きく、下流側の収量が低くなっている傾向が見られた。これまでに、下流側の水田まで均等に水が行き渡っていないことが指摘されおり、水不足により生産量が低下していることが考えられた。一方、スバックによる灌漑区域では圃場ごとのばらつきが小さく、河川を境に生産量が異なっている傾向を確認した。水管理が徹底されており、灌漑グループ内では水が公平に分配されているが、灌漑グループごとに生産量に差がでていることが推察された。現在、栽培管理手法の改善策を提案することを最終目標として、これらの結果を踏まえてさらに解析を進めている。



［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る環境研究の発展、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、その他の研究機関に所属する研究者と当センターの研究者が協力して共同利用研究を推進しています。研究種別は、プログラム研究、萌芽的な内容も含む一般研究、研究会、および国際共同利用研究に分かれており、大気、水循環、植生、食料、災害などの衛星データの解析や付随する地上観測研究等の幅広いテーマで研究を実施しています。今年度は、センターが推進している「先端リモートセンシングプログラム」、「地球表層情報統合プログラム」、「衛星利用高度化プログラム」と研究集会に加えて、共同利用研究を通じて研究チームを形成し、大型予算申請・獲得につなげることを目的に、３つの重点課題「先端マイクロ波リモートセンシング」「ひまわり8/9号データを活用したリモートセンシング手法の開発」「ドローンを活用した近接リモートセンシング」に対する共同研究の募集を行い、48件の共同利用研究、及び８件の国際共同利用研究（フィリピン、インドネシア、ベトナム、オーストラリア、米国、中国）が実施されました。

また、共同研究の成果を発表及び情報交換の場である第19回CEReS環境リモートセンシングシンポジウムは、2017年2月16日に千葉大学けやき会館で開催されました。今年度は、３つのプログラム研究に関連した16件の口頭発表と28件のポスター発表が行われ、66名の参加者らが熱心に議論を交わしました。

以下は、国内及び国際共同利用研究の採択件数内訳（表1）、また機関別に分類した表（表2）です。

表1　平成28年度共同利用研究採択内訳

共同研究種別	国内（48 件）		国際（８件）		計
	新規研究	継続研究	新規研究	継続研究	
プログラム１（含む重点課題）	3	10	2	2	17
プログラム２	2	3	0	0	5
プログラム３	3	4	3	1	11
プログラム１、３関連	1	0	0	0	1
一般研究	7	11	0	0	18
研究会	3	1	0	0	4
計	19	29	5	3	56

表2　平成28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（高専含む）	35（内千葉大学部局３件）
私立大学	14
大学共同利用機関法人	1
独立行政法人等公的研究機関	10
民間機関	12
外国機関	14
計	86

2.1.1. 共同利用研究課題一覧（48件）

番号	新規／継続	研究課題	研究代表者および所属	対応教員	共同利用データ・設備
1	継続	気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証	森山　雅雄 長崎大学大学院工学研究科	本多　嘉明	千葉大学総合メディア基盤センター高速演算サーバ（SR16000）
2	継続	白色光レーザーを用いた温室効果ガスの計測法の開発	染川　智弘 公益財団法人レーザー技術総合研究所	久世　宏明	分光器
3	継続	3次元データを用いた森林バイオマス資源エネルギー利用可能量推定	有賀　一広 宇都宮大学農学部	加藤　　顕	地上レーザ計測装置
4	新規	生活環境圏におけるCO_2濃度の計測と検証	桑原　祐史 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター	久世　宏明	
5	継続	アイスアルジーのリモートセンシング手法の開発	朝隈　康司 東京農業大学生物産業学部	久世　宏明	紫外、可視、近赤外分光光度計と反射測定装置
6	継続	森林の二方向性反射率実測データとシミュレーションモデルを用いた衛星反射率の検証実験	松山　洋 首都大学東京 都市環境科学研究科	本多・梶原	八ヶ岳森林観測タワー
7	継続	光学映像・レーダーデータ・衛星画像データによる火山噴煙の動態解析	木下　紀正 鹿児島大学 教育学部教育実践総合センター	久世　宏明	
8	新規	紫外ラマンライダーによる対流圏エアロゾルの光学的性質及び水蒸気影響に関する研究	村山　利幸 東京海洋大学学術研究院	久世　宏明	Ramaライダー、HSRL、地上計測装置との同時観測とそのデータ
9	継続	CP-SAR検証用UAVに搭載する火山ガスセンサの開発研究（3）光学式センサ開発	大前　宏和 株式会社センテンシア	ヨサファット	ドローン
10	新規	高解像度地形・植生データを用いて斜面崩壊を予知できるか？	小花和　宏之 株式会社ビジョンテック	加藤　　顕	地上レーザ測量機器一式、ArcGIS
11	継続	マルチセンシングによる樹冠構造計測法の開発	中路　達郎 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター	本多・梶原	八ヶ岳森林観測タワー
12	新規	合成開口レーダによる環境計測に関する研究	若林　裕之 日本大学工学部	ヨサファット 本郷　千春 加藤　　顕	MODISデータ、マイクロ波伝搬測定システム、ENVI
13	継続	GOSATと大気輸送モデルを用いたCO_2・CH_4の濃度変動の解析	丹羽　洋介 気象庁気象研究所海洋・地球化学研究部	齋藤　尚子	
14	継続	衛星データを利用した対流圏・成層圏の物質輸送過程に関する研究	江口　菜穂 九州大学応用力学研究所	齋藤　尚子	静止気象衛星データ、極軌道、周回軌道衛星データ、再解析データ
15	新規	SKYNET観測エアロゾルパラメータの誤差評価と解析システムの高度化	カトリ　プラディープ 東北大学大学院理学研究科 大気海洋観測研究センター	入江　仁士	スカイラジオメーター（SKYNET）、サンホトメータ（AERONET）によるエアロゾルのデータ、日射計観測の日射量（全天、散乱、直達）データ、マイクロ波観測の水蒸気データ
16	継続	震災時の津波遡上災害における人命リスクの評価と減災対策 ～神奈川県海岸域の津波遡上における災害弱者の特性～	金子　大二郎 株式会社遥感環境モニター	ヨサファット	
17	継続	地上レーザ測量およびSfM多視点写真測量による森林内部の地形・植生形状計測手法の確立	早川　裕弌 東京大学空間情報科学研究センター	加藤　　顕	地理情報データベース、地理情報システム、リモートセンシング画像処理ソフトウェア
18	継続	リモートセンシングによる自然災害の被害把握	郷右近　英臣 東京大学生産技術研究所	山崎　文雄	被災地を観測した衛星画像やDEM・画像解析ソフト等
19	新規	空撮用無人ヘリコプタによる裸地画像を用いた浅礫区域の抽出	丹羽　勝久 株式会社ズコーシャ総合科学研究所	本郷　千春	
20	新規	夜間光衛星画像およびGISを利用した世界の素材ストックの推計	松野　泰也 千葉大学大学院工学研究科	山崎　文雄	地理情報データ世界グローバル土地被覆、ArcGIS10、ENVI
21	新規	シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた水稲生産量推定法の検討	本間　香貴 東北大学大学院農学研究科	本郷　千春	ENVI
22	継続	バリ島における2015年のエルニーニョ現象により農業干ばつの影響	大澤　高浩 ウダヤナ大学海洋科学リモートセンシング研究センター	本郷　千春	

番号	新規／継続	研究課題	研究代表者および所属	対応教員	共同利用データ・設備
23	継続	UAV画像を用いた水稲の生育管理に関する研究	牧　雅康 東北工業大学工学部環境エネルギー学科	本郷　千春	
24	継続	小型UAV（無人航空機）とSfM-MVS（Structure from Motion and Multi View Stereo）写真測量を用いた斜面崩壊地の地形変化と植生変化抽出に関する研究	齋藤　仁 関東学院大学経済学部	ヨサファット	UAV、画像解析ソフトウェア
25	継続	リモートセンシングデータを活用してミツバチの生息・生育空間の分析その4	岡田　信行 株式会社オルト都市環境研究所	近藤　昭彦	
26	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 千葉大学大学院融合科学研究科	ヨサファット	電波無響室・マイクロ波伝搬測定システム・高周波回路・電波シミュレータ
27	継続	衛星画像処理のための放射伝達モデルの検証	飯倉　善 和弘前大学大学院理工学研究科	久世　宏明	大気観測装置
28	継続	探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究	野口　克行 奈良女子大学研究院自然科学系	入江　仁士	計算機
29	継続	マイクロ波放射計，散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法の開発	香西　克俊 神戸大学海事科学研究科	久世　宏明	
30	継続	多波長マイクロ波放射計データを用いた水物質リトリーバルの研究	青梨　和正 気象庁気象研究所台風研究部第1研究室	樋口　篤志	多波長マイクロ波放射計データ、各種現地観測データ
31	新規	リモートセンシングデータによる湖沼基礎生産量推定アルゴリズムの開発	松下　文経 筑波大学生命環境系	楊　　偉	
32	継続	自然災害により生じた電離圏変動の定量的解析	中田　裕之 千葉大学大学院工学研究科	鷹野　敏明	
33	新規	UAVリモートセンシング観測による里地里山の植物種多様性の地図化	永井　信 国立研究開発法人海洋研究開発機構地球表層物質循環研究分野	本多・梶原	UAV（SPIDER）
34	継続	SKYNETデータを用いた大気環境の研究	久慈　誠 奈良女子大学研究院自然科学系	入江　仁士	SKYNETデータ等の地表面観測データ
35	新規	ひまわり8号による植生季節変化の長期観測手法の構築	松岡　真如 高知大学教育研究部	梶原　康司	Himawari-8/AHIのデータ、Himawari-8/AHIデータへのアクセス用計算機システム
36	継続	酸素Aバンドを利用したクロロフィル蛍光の分光画像計測：水田・森林への応用	増田　健二 静岡大学技術部	久世　宏明	CCD分光器（Ocean Optics USB2000）、天体望遠鏡（Vixen φ130mm）、干渉フィルター（Andover 暗線中心波長760.68nm、バンド幅1nm）
37	継続	カメラを用いた火星表層環境観測の検討	千秋　博紀 千葉工業大学惑星探査研究センター	久世　宏明	放射場を計算するためのソフトウェア
38	新規	多方向観測データを用いた針葉樹林・広葉樹林の分類方法の開発	曽山　典子 天理大学	本多　嘉明	
39	継続	無人小型飛行体搭載用LEDミニライダーによる野外ダスト挙動観測	椎名　達雄 千葉大学大学院融合科学研究科	久世　宏明	
40	新規	近距離ライダーによる地表面大気計測データからの情報抽出	森　康久仁 千葉大学大学院融合科学研究科	ヨサファット	
41	継続	TRMM時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析	重　尚一 京都大学大学院理学研究科	樋口　篤志	1997年以前の静止気象衛星（GMS 2-4号）・衛星搭載マイクロ波放射計データ（SSm/I）と計算機の利用
42	新規	Development and validation of advanced satellite data analysis techniques for monitoring and mitigate natural and environmental risks	GENZANO NICOLA Chiba University (University of Basilicata)	服部　克巳	MTSAT-1R, MTSAT-2

番号	新規／継続	研究課題	研究代表者および所属	対応教員	共同利用データ・設備
43	新規	Development and performance validation of the application of the RST (Robust Satellite Technique) approach to HIMAWARI-8 /9 radiances for natural, environmental and industrial risk forecast, monitoring and mitigation in Japan (RST-H-Japan)	Valerio Tramutoli University of Basilicata	服部　克巳	MTSAT-1R, MTSAT-2, HIMAWARI-8/9-AHI
44	新規	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	本多　嘉明	
45	新規	衛星データ，数値モデルを用いた統合的な食糧生産量推定に関する研究会	樋口　篤志 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	樋口　篤志	
46	新規	環境問題の現場における超学際研究の新展開	近藤　康久 大学共同利用機関法人人間文化研究機構　総合地球環境学研究所研究基盤国際センター	近藤　昭彦	
47	新規	火星地表用LED LIDARの屋外環境性能評価に関する研究会	乙部　直人 福岡大学理学部	久世　宏明	地上エアロゾル測定装置
48	継続	森林分野地上検証活用研究会	梶原　康司 千葉大学環境リモートセンシング研究センター	本多　嘉明	

2.1.2. 国際共同利用研究課題一覧（８件）

番号	新規／継続	研究課題	研究代表者および所属	対応教員	共同利用データ・設備
1	新規	Quantifying aerosol growth using Angström coefficient as measured from ground-based instruments and satellite data	LAGROSAS Nofel Dela Cruz Manila Observatory, Ateneo de Manila University	久世　宏明	Multi-wavelength lidar; ground instruments (aethalometer, nephelometer, weather monitor) ; sun photometer data; satellite data;
2	新規	Study of forest structural characteristics in mangrove forest in Vietnam using ALOS-2 SAR data	Nguyen Luong Viet Space Technology Institute (STI), Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)	近藤　昭彦	
3	新規	A Remote Sensing and GIS based Approach to Mitigate Elephant-Human Conflict in Sri Lanka	PERERA Liyanage Kithsiri School of Civil Engineering and Surveying, Faculty of Health, Engineering and Sciences, University of Sothern Queensland	近藤　昭彦	
4	継続	Spatial Characteristics of Land Tenure in Potential area of Agricultural Rice Field Protection in Indonesia	BARUS BABA Bogor Agricultural University	本郷　千春	remote sensing, spatial data and information for land protection and rewarding method to farmer and others
5	新規	Multi-platform satellite observations for improving retrieval of plant phenology on the Tibetan Plateau	SHEN Miaogen Institute of Tibetan Plateau Research,Chinese Academy of Sciences	楊　　偉	satellite data resources at CEReS
6	新規	Multi-Temporal SAR Interferometry for infrastructure monitoring	PERISSIN Daniele Purdue University	ヨサファット	Computers and SAR sensors if available
7	継続	Application of space and ground technologies for disaster risk mitigation: Multi-sensor Web for earthquake early detection.	OUZOUNOV DIMITAR Chapman University	服部　克巳	Himawari-8/9 meteorological satellite data
8	継続	Characteristics and evidences of seismo-ionospheric precursors in Japan (Study and Test for Ionospheric Earthquake Precursors in Japan)	LIU Jann Yenq National Central University	服部　克巳	Golbal Ionosphere Map of the GPS total electron content

CEReS 共同利用研究/研究報告2016

【CJ16-04】
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） **森山雅雄 （長崎大学）**
Masao Moriyama (Nagasaki University)
（研究実施者） 馬淵和雄 （千葉大学環境リモートセンシング研究センター客員）
Kazuo Mabuchi (CEReS, Chiba University)

【要旨】 本年度は、異なる植生分布データを用いたモデル数値実験結果の比較を行い、植生分布の違いが気候モデル出力に与える影響を通して、衛星データから抽出された植生分布データの精度の重要性の確認を行うことを目的として、前年度に行ったコントロール実験で使用した植生分布と異なる植生分布を用いた数値実験を行った。コントロール実験結果と比較した結果、高緯度および低緯度ごとに植生判別の重要性が示唆された。今後も、衛星プロダクトとモデルプロダクトの相互利用の可能性を実証していく予定である。

【Abstract】 In this fiscal year, we compared the model numerical simulation results using different vegetation distribution data. As a result, at high latitude, it turned out that discrimination of vegetation height is important. Moreover, at low latitude, it turned out that discrimination of the existence or nonexistence of seasonal change of vegetation is important. We will prove the capability of mutual verification of satellite products and model products furthermore.

1 背景 目的 方法

モデルで再現される各要素は、総合的な検証は必要であるものの、物理的および生物生態学的に矛盾しない相互作用関係を構築している。衛星観測プロダクトとモデルプロダクトを比較検証することにより、それら相互の検証、および物理的・生物生態学的メカニズムの探究が可能となる。さらに物理的—生物生態学的因果関係の理解も進むと考えられる。本年度は、異なる植生分布データを用いたモデル数値実験結果の比較を行い、植生分布の違いが気候モデル出力に与える影響を通して、衛星データから抽出された植生分布データの精度の重要性の確認を行うことを目的として、前年度に行ったコントロール実験で使用した植生分布と異なる植生分布を用いた数値実験を行った。

2 研究の成果

コントロール実験で用いた気候モデル用植生分布データは、Major World Ecosystem Complexes Ranked by Carbon in Live Vegetation dataset (Olson et al. 1983)を基にして作成した。一方、コントロール実験と比較するために行った数値実験で用いた植生分布データは、曽山（天理大学）が作成したGLCV1植生分布データを用いた。本数値実験においては、大気側物理量の初期値として24時間ごとの00Z客観解析データを使用した48時間積分の並列連続実行を行い、大気中CO2濃度および陸域諸要素の値は、積分期間中、モデル計算結果をそのまま引き継ぐ手法を採った。解析対象データは、各48時間積分後半の24時間の計算結果を対象とした。これらにより、現実に近い大気環境条件における大気—陸域物理生物過程フルカップル相互作用に関する解析が可能となる。

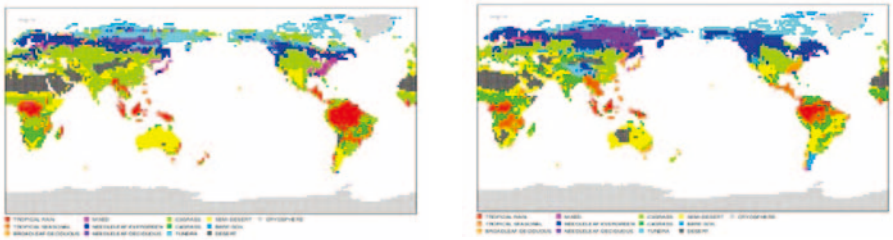


図 気候モデル数値実験用植生分布。左：GLCV1植生分布、右：コントロール植生分布。

コントロール数値実験結果とGLCV1植生分布を用いた数値実験結果を比較した。その結果、高緯度植生に関しては、草原系（低樹高系）植生か森林系（高樹高系）植生かの判別の重要性が示唆された。また、低緯度植生に関しては、季節性の有無（常緑林系か季節林系か）の判別の重要性が示唆された。

3 成果展開の状況

相互に因果関係の無い衛星プロダクトと気候モデル出力プロダクトの独立したプロダクトとしての相互比較検証は、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。衛星プロダクトがモデル検証用情報となる一方で、モデルによる再現結果についても、衛星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データの、広域的相互検証のための、相対的基準情報と成り得ると考えられる。今後も、衛星プロダクトとモデルプロダクトの相互利用の可能性を実証していくとともに、それらのプロダクトを総合的に利用した地球システム理解のためのシステム構築を目指したいと考えている。

【CJ16-05】
白色光レーザーを用いた温室効果ガスの計測法の開発
Development of greenhouse gas measurement using the white light laser system

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】　温室効果ガスによる地球温暖化の進行は、地球規模での影響の大きさや深刻さからみて重要な環境問題のひとつであり、高強度フェムト秒レーザーを用いて生成させた白色光レーザーによる長光路差分吸収分光（DOAS）法計測により、多種類の温室効果ガス濃度を同時に評価する手法を開発している。本研究では、白色光レーザーを大気中に伝搬させ（光路長：452 m）、その大気透過スペクトルを取得し、HITRANデータベースを用いたシミュレーション結果と比較することで、大気中のCO_2濃度計測を実施した。

【Abstract】 We applied a broadband white light laser to the detection of a variety of greenhouse gases on the basis of differential optical absorption spectroscopy (DOAS). We performed the white light DOAS measurements and proposed a method for retrieving atmospheric CO_2 concentrations using the DOAS evaluation procedure.

1 背景 目的 方法

温室効果ガスによる地球温暖化の進行は、地球規模での影響の大きさや深刻さからみて重要な環境問題のひとつであり、温室効果ガスの空間分布の把握は局所的な発生源への対応や、地球温暖化の予測精度を向上させるために非常に重要である。しかしながら、温室効果を示すガスには水蒸気、二酸化炭素、メタン等があり、複数種類のガスを同時に評価することは困難である。そこで、本研究では多種類の温室効果ガスの吸収帯をカバーする白色光のレーザーを用いて温室効果ガスの濃度を同時に評価するための基礎研究として、TWレーザーシステムを用いた長光路差分吸収分光（DOAS）法による大気中のCO_2濃度評価手法を開発した。

2 研究の成果

図1に白色光レーザーを用いたDOAS実験配置図を示す。高強度フェムト秒レーザーを希ガスに集光することで、紫外から赤外までの連続スペクトルを有する白色光レーザーを生成させることが可能となる。波長800 nm、出力100mJ、パルス幅100 fsのピーク強度がTWに達するレーザーパルスをKrガスに集光照射することによって白色光を生成し、大気伝搬後の赤外スペクトル計測を実施した。地理的制約から直線光路ではなく、複数のミラーを用いて光路長452 mとし、参照信号はガスセル後の0 mの位置のスペクトルを採用した。観測日当日のCO_2濃度は398 ppmであり、温度2.6℃、湿度は77%である。

DOASスペクトルのHITRANデータベースを用いた解析結果を図2に示す。過去の文献（Somekawa et al., 2011）で示した透過率で評価する従来手法では、実験データとシミュレーション結果があまり一致していない。一方、DOAS法の解析にならい、波長とともに緩やかに変化する成分を、波長の低次多項式を用いて取り除いた光学的厚さでは、従来手法よりも一致していることがわかる（図2右）。DOAS法に則した手法では参照スペクトルのSNが悪い際に従来手法よりも有効となる（Plat and Stutz, 2008）。TWレーザーを用いた白色光では、中心波長の800 nmから離れた2000 nm付近の赤外域の白色光強度が微弱になるため、参照・吸収ともにSNの良いスペクトル強度が得られなかったことが原因だと考えられる。したがって、TWレーザーを用いた白色光の吸収計測による濃度評価にはDOAS法に則した濃度評価手法が有効であることがわかった。

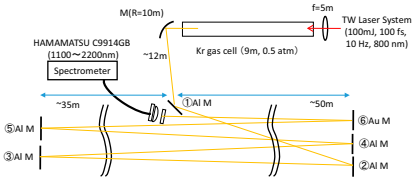


図1 TWレーザーを用いたDOAS実験配置図（光路長：452 m）

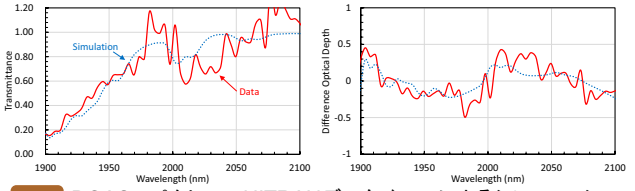


図2 DOASスペクトルのHITRANデータベースによるシミュレーション結果（左：透過率、右：光学的厚さ）

3 成果展開の状況

開発した手法は、レーザーを用いたリモートセンシングと高強度レーザー技術を融合させた新規手法であり、大気中ガス濃度計測への応用可能性を示した研究である。白色光を用いることで、これまでレーザーの発振波長に制限されてきた種々の環境計測が1台の計測システムで実施可能になる。可搬型TWレーザーシステムは日本では陸総研に装備され、そのシステムを用いたライダー手法は災害対策等への利用が計画されている。本実験により、TWレーザーシステムのさらなる環境計測への応用可能性を示せたといえる。

【CJ16-07】
3次元データを用いた森林バイオマス資源エネルギー利用可能量推定
Estimating available amounts of forest biomass resources for energy with 3D data

（研究代表者名）有賀　一広　（宇都宮大学・農学部）
Kazuhiro Aruga　（Utsunomiya University ・Faculty of Agriculture ）

【要旨】　本研究ではUAV-SfM、航測・地上レーザなどにより広域かつ詳細に森林資源を計測することにより、これまでよりも高精度に森林バイオマス資源のエネルギー利用可能量を推定する手法を構築する。昨年度までの研究ではスギ・ヒノキの針葉樹を対象としたが、本年度は通直なスギ・ヒノキの針葉樹とは異なり、利用可能量推定が困難である広葉樹資源の利用可能量推定手法を構築した。宇都宮大学農学部附属船生演習林において、地上レーザスキャナを用いて広葉樹2次林を計測し、コナラ、クリ、ホオノキ、サクラの4樹種について樹幹の抽出を試みた。幹材積に関して実測値と比較したところ、RMSEは0.065m^{3}で、針葉樹0.162m^{3}と比較し小さかった。今後は地上レーザデータにおける針葉樹、広葉樹の樹幹、枝葉の自動抽出手法を構築する予定である。

【Abstract】 In the present study, a secondly broadleaved forest was measured using low cost portable TLS. Then, DBH, height, top end diameters, sweep, and stem volumes were analyzed and compared with results of coniferous plantation forests using terrestrial LiDAR. RMSE of DBH was 1.91 cm which was higher than coniferous plantation forests. RMSE of stem volumes in the present study was 0.065 m^3 which was lower than coniferous plantation forest even though using low cost portable TLS because lower RMSEs of top end diameters and shorter distances from portable TLS.

1 背景 目的 方法

研究代表者らはこれまでにGISを用いて経済性を考慮した長期的な森林バイオマス資源のエネルギー利用可能量を推定する手法を構築してきた。しかしながら、GISデータの精度は低く、リモートセンシングなどの手法を用いて、より高精度に森林バイオマス資源のエネルギー利用可能量を推定することが求められている。そこで本研究ではUAV-SfM、航測・地上レーザなどにより広域かつ詳細に森林資源を計測することにより、これまでよりも高精度に森林バイオマス資源のエネルギー利用可能量を推定する手法を構築する。昨年度までの研究ではスギ・ヒノキの針葉樹を対象としたが、本年度は通直なスギ・ヒノキの針葉樹とは異なり、利用可能量推定が困難である広葉樹資源の利用可能量推定手法を構築した。

2 研究の成果

（1）宇都宮大学農学部附属船生演習林において、地上レーザスキャナを用いて広葉樹2次林を計測し、コナラ、クリ、ホオノキ、サクラの4樹種について樹幹の抽出を試みた（図1）。胸高10cm幅の断面を見ると、コナラ、クリの樹皮の凸凹や、サクラの幹曲がりによる点群の偏平が表現され、地上レーザスキャナによる広葉樹2次林の再現性の高さを確認することができた。

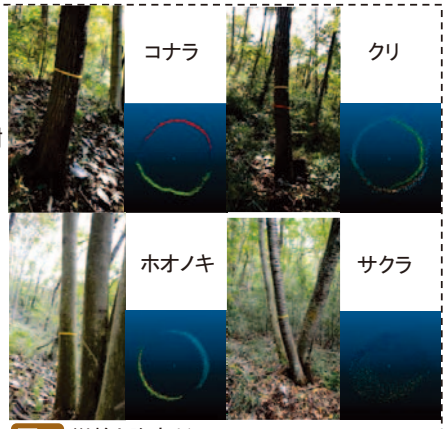


図1 樹幹と胸高断面

（2）胸高直径と樹高に関して実測値と比較したところ、二乗平均平方根誤差RMSEはそれぞれ1.91cm、2.06mであった。針葉樹のRMSEはそれぞれ1.34cm、1.92mであったことから、広葉樹の胸高直径RMSEは針葉樹より大きいものの、樹高は針葉樹と同程度であったことが分かる。なお、一般に胸高直径は2cm括約して用いることから、広葉樹も実用の範囲内であると言える。

（3）丸太末口径、丸太材積、幹材積に関して実測値と比較したところ（図2）、RMSEはそれぞれ2.19cm、0.014m^3、0.065m^{3}であった。針葉樹のRMSEはそれぞれ3.33cm、0.037m^3、0.162m^{3}であったことから、いづれも広葉樹のRMSEが小さかった。これは今回、広葉樹2次林は森林構造が複雑で樹幹も通直でないことから、手動で樹幹を抽出し、枝葉をほぼ取り除くことができたのに対して、針葉樹では自動で樹幹を抽出したため、枝葉を完全には取り除くことができなかったためである。

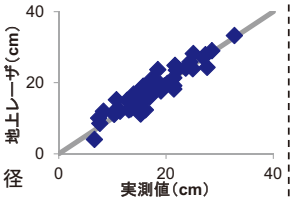


図2 丸太末口径

3 成果展開の状況

GISを用いて推定した栃木県における森林バイオマスのエネルギー利用計画に用いられるとともに、推定手法は他地域における利用可能量推定の際に参考とされている。今後は地上レーザデータにおける針葉樹、広葉樹の樹幹、枝葉の自動抽出手法を構築するとともに、UAV-SfM、航測レーザと融合することにより、これまでよりも高精度で広域に森林バイオマス資源のエネルギー利用可能量を推定する手法を構築する予定である。

•【CJ16-09】
•生活環境圏におけるCO_2濃度の計測と検証
•Measurement and validation of CO_2 concentration in human activity area

•研究代表者名：桑原祐史 (茨城大学)
• Yuji Kuwahara (Graduate School of Science and Engineering, IBARAKI) University

【要旨】これまで、人間の活動範囲内である地表付近の二酸化炭素濃度を広域で測定する方法がなかった。本研究では、DOAS法を用いて長光路における二酸化炭素の濃度を計測し、定点観測によるデータがその地域のどの程度にまで適応できるかどうかを確認してきた結果、以下の結果を得られた。定点観測による二酸化炭素濃度が423ppmであったこと、その時間帯でのDOAS法による長距離観測での二酸化炭素濃度は427ppmであり、定点観測のデータと非常に近い値となった。
【Abstract】Since 2007 Ibaraki University has been carrying out fixed point observation of the concentration of carbon dioxide in Ibaraki Prefecture. In such fixed point observations, however, the point data may not represent the surrounding concentrations. The Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) method measures the average concentration of trace components including CO_2 averaged over the optical path of a few kilometers. Therefore, in this research, we performed DOAS observation of CO_2 concentration from the Hitachi campus of Ibaraki University in February 2017 to examine to what extent the data of fixed point observation agree with the concurrent DOAS result. The resulting concentration over a round trip distance of 7.4 km from Ibaraki University to Umegaoka Hospital was measured to be 427 ppm, which was very close to the value of 423 ppm from the fixed point observation conducted at Ibaraki University.

1 背景 目的 方法

• 茨城大学では2007年から茨城県内の数か所に簡易型の百葉箱を設置し，人間の活動，生活領域における二酸化炭素濃度の定点観測を行ってきた．しかしこの定点観測ではその観測点で得られるデータがその周囲の二酸化炭素濃度と必ずしも一致しないことがある．また衛星を利用した観測では近赤外線を用いるが，地表面付近での測定感度が低く，主に上空のデータが反映されてしまう．本研究の目的は，二酸化炭素の範囲観測を行い定点観測によるデータがその地域のどの程度にまで適応できるかどうかを確認することである．このため，DOAS法を用いることで長光路での二酸化炭素濃度の計測を実施した．

2 研究の成果

(1)計測に用いる望遠鏡を，受光用と投光用で二つ用いた．
これによりフリンジノイズを低減した計測が可能となった（図1）．
(2) 往復で7.4 kmという長光路を確保することで、SNのよい信号を取得することが可能になった（図2）．フリンジの影響がほとんどないため、シミュレーションスペクトルとの直接比較が可能である。
(3)長光路における二酸化炭素濃度を計測することで定点観測で得られる二酸化炭素濃度がどの範囲までの濃度を捉えているかの検証を行った．
(4)茨城大学日立キャンパスにて定点観測で得られた濃度は423ppmであり，DOAS法で得られた濃度は427ppmであった。

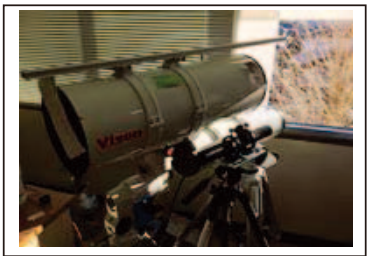


図1 観測装置

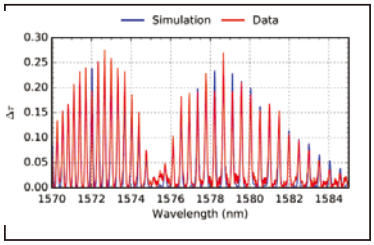


図2 •得られたデータとシミュレーションの比較

3 成果展開の状況

• 今回の計測で，約7400mの距離でも計測が可能であることが分かった．今後，長期間で計測を行い，風向風速データを用いる，そして，計測方位を変える，といったことがどの程度計測される濃度に影響を与えるのか明らかにする点を今後の目標とする．

【CJ16-17】
アイスアルジーのリモートセンシング手法の開発
Development of remote sensing method for ice algae

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

【要旨】亜寒帯域におけるアイスアルジーによるバイオマスを見積もるために、レーザーを励起光源して海氷中のクロロフィルaによる蛍光を観測するシステムを開発中である。観測された蛍光値からクロロフィルa濃度を定量するためには、環境によって変化する海氷の透過特性を知る必要がある。本年度は、結氷温度を変化させて作成した人工海氷の消散係数を測定した。その結果、クロロフィルaの蛍光である680 nm においては、結氷温度が低くなるにつれて消散係数が減少する傾向がみられた。一方、励起光である405 nm においては結氷温度との関連性は見られなかった。
【Abstract】In order to estimate the biomass of ice algae in the subarctic area, the fluorescence observing system with using violet laser light as an excitation light source for chlorophyll a in sea ice has been developing. To determine the chlorophyll a concentration from the observed fluorescence intensity, it is necessary to know the transmission properties of sea ice which changes depending on the freezing environment. In this current year, the extinction coefficient of the artificial sea ice was obtained with various changed the frozen temperature. As a result, there was a tendency for the extinction coefficient at 680 nm, which is wavelength of the fluorescence of chlorophyll a, to decrease as the freezing temperature decreases. On the other hand, no relation between the coefficient at 405 nm which is the excitation light with the freezing temperature was found.

1 背景 目的 方法

極域、亜寒帯域の生物環境をモニタリングするうえで、氷の中で生活をする藻類であるアイスアルジーの存在は重要である。アイスアルジーをモニタリングするためには、人力で海氷をサンプリングする必要があるが、大変な重労働である。このため、広範囲の観測を実現するためのリモートセンシング手法が望まれている。本研究は、氷上端から励起光を照射して、海氷中のアイスアルジーによる蛍光を観測する方法の開発を目的とする。しかしながら、海氷上端で観測された蛍光からクロロフィルa濃度を定量するには、海氷内部の放射伝達過程を知る必要がある。海氷はその生成過程により透過特性が様々に変化する。このため、半導体レーザーを用いて励起光ならびに蛍光に対する海氷の結氷温度と透過特性の関係の導出を実施した。

2 研究の成果

（1）サロマ湖を対象に、汽水湖の塩分濃度（32 ‰）に近い人工海水から、疑似海氷を作成し、この疑似海氷の下にクロロフィルa 標準物質を配置し疑似的にアイスアルジーを再現する環境を構築しました。この疑似海氷上端から励起光である半導体バイオレットレーザー光（405 nm, 200 mW）を照射し、海氷下部から戻ってくる蛍光（680 nm）をスペクトロメーター（Ocean Optiocs, USB-2000）で観測する、疑似アイスアルジー観測システムを構築しました（図1）。これにより、アイスコアなどを採取せずに、非破壊で汽水湖の海氷中に棲息するアイスアルジーのバイオマスを計測する可能性を見い出しました。
（2）海氷中のアイスアルジーによる蛍光値から、クロロフィルa 濃度を定量するためには、海氷内の放射伝達過程を明らかにする必要があります。結氷温度を-3 ℃から-8 ℃までそれぞれに変更した疑似海氷を作成して、それぞれの透過光強度を観測しました。蛍光である赤色光（ 680 nmでは、結氷温度を低くするにつれて消散係数が小さくなる（透過率が高くなる）傾向にあることがわかりました（図2）。これは、水分子による吸収によるものと考えられます。
（3）一方、励起光（405 nm）では、消散係数が様々であり、この範囲での結氷温度との関連性は見いだせませんでした。これは、海氷の結晶構造（Grine; 短冊状結晶）と塩類の抜けた孔（Braine channel）による散乱によるものと考えられます。今後、2波長レーザーを用いてより多くの統計値をとることにより、アイスアルジーのバイオマスのみならず、その棲息環境（海氷構造）の同時観測が可能が示唆されます。

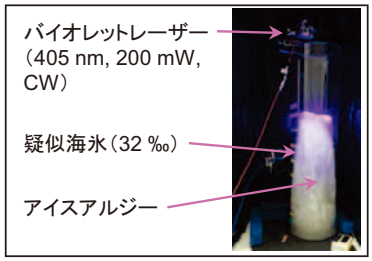


図1　アイスアルジー計測の様子

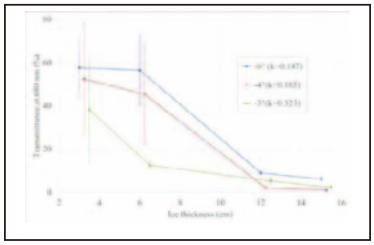


図2　680 nm における、疑似海氷の結氷温度と透過率の関係

3 成果展開の状況

開発した手法は、レーザー搭載UAV（無人航空機）、ROV（無人潜水機）に転用予定です。

【CJ16-21】

森林の二方向性反射率実測データとシミュレーションモデルを用いた衛星反射率の検証実験
Validation study of land surface reflectance from satellite at forest using BRDF simulation and observational data

（研究代表者名）松山　洋（首都大学東京　地理学教室）
Hiroshi Matsuyama（Department of Geography, Tokyo Metropolitan University）

【要旨】　本研究では、BRDFの推定に必要なパラメータの一つである植生のDSM作成に際し、UAVで撮影した画像を利用してDSMを再現することを目的として、斜め視画像の利用を検討しました。成果として、広角カメラで撮影した直下視画像のみを用いて作成したDSMは、同じカメラの斜め視画像を用いて作成したDSMに近いことが分かりました。今後、このDSM作成手法とBRDF推定モデルを利用することで、任意の太陽条件・観測条件で得られる反射率を推定できるようになります。そして、衛星の観測条件と等しい条件下での反射率の推定、衛星反射率に関する地上検証実験が行われることが期待されます。

【Abstract】 In this study, we tried to create more detail DSM which is one of the parameters of estimating BRDF, based on images taken by UAV. We used oblique images for making precise DSM along with nadir images. When we used wide angle camera, we can get high-quality DSM using nadir images alone that is compatible as DSM created by oblique images as well. In the near future, we can estimate canopy reflectance under any condition of the sun and radiometer by using detail DSM and BRDF simulator. Also, it is expected to carry out simultaneous observation of the passage of satellites.

1 背景 目的 方法

本研究の背景には、UAVを使用した二方向性反射分布関数（BRDF）観測及びシミュレーションに基づくBRDFの推定が挙げられます。地表面モニタリングにおいて最重要である地上観測物の反射率は、観測対象の種類・形状・観測時の太陽とセンサの位置関係によって大きく変化します。蓄積された観測データからより精度の高いBRDF推定を行うために、現実を反映したDSMが必要になってきます。このため、本研究の目的は、UAVより撮影した画像を元により再現性の高い3Dモデル・DSMの作成を行うことです。2016年8月に、八ヶ岳南麓にてUAVによる森林上空の撮影を行いました。複数の斜め視画像を取得し、UAVより得られた撮影画像を利用し3Dモデル並びにDSMを作成し、これらの比較を行いました。

2 研究の成果

（1）今回の研究においては、UAVの複数回のフライトにより複数方向の斜め視画像を撮影してモデル作成に利用しました。UAV撮影写真から3DモデルとDSMを作成する際にPhotoScan（3Dモデル作成ソフト）を使用しました。このソフトにおいて、画像に写っていない地物は再現できません。樹間や木の形状などをより現実に即した形でDSMに反映するためにも、斜め視画像の利用が有用とされています。本研究のように複数方向の斜め視を利用したモデル作成の事例は少なく、モデルの再現性向上に複数方向の斜め視画像が有用であるか検討しました。

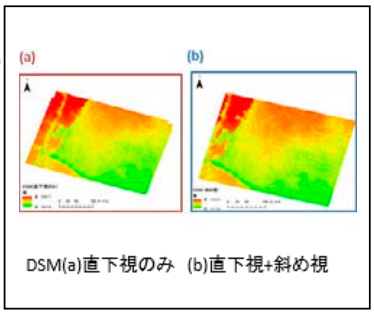


図1　DSM比較

（2）その結果、広角カメラを利用すると1枚の直下視画像においても斜め視に近い情報を有しているため、斜め視画像を利用せずとも簡便に斜め視を利用したモデルに近いものが作成できる可能性があることが分かりました（図1）。またUAVのフライトプランを、一般的に普及しているSingle Grid Missionより、1フライトで2方向から撮影できるDouble Grid Missionにする方が、複数方向からの撮影において有用であることが判明しました（図2）。

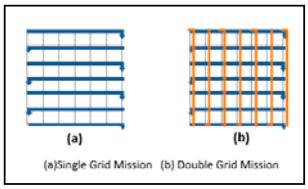


図2　UAVフライト経路

（3）本研究では、撮影時の天候の影響を強く受けたため、画像の輝度が不均一になり、3Dモデル及びDSM作成に悪影響を及ぼしていました。また、広角カメラは情報を増やす半面、画像内に歪みが多く、モデル作成にも影響していると考えられます。これらを考慮することで、より明確に斜め視を加えた利点が判明し、再現性の向上につながると考えられます。

3 成果展開の状況

利用した手法はまだ検討が不十分であり、他の研究への活用や実用化等はされていません。しかしながら、今後、本研究の結果得られたDSMをBRDFモデルの境界条件としてシミュレーションを行うことで、任意の太陽条件・観測条件で得られる反射率を推定できるようになります。これにより、衛星の観測条件と等しい条件下での反射率を得ることができ、衛星反射率に関する地上検証実験が可能になります。

【CJ16-23】
光学映像・レーダーデータ・衛星画像データによる火山噴煙の動態解析
Analysis of dynamic properties of volcanic clouds on the bases of optical images, radar data and satellite image data

（研究代表者名）木下 紀正 (鹿児島大学 ・教育学部教育実践総合センター)
Kisei Kinoshita （Kagoshima University・ Center for Educational Research and Development, Faculty of Education ）

【要旨】 鹿児島大-熊本大グループでは、様々な映像観測によって噴煙の発達と移流拡散の形態を追究して来た。広域の拡散は衛星画像から判るが、それをもたらした噴煙放出の時間経過との関係も重要である。さらにレーダ画像によって流向が容易に分かり、内部構造が見える可能性がある。本年度は2015-2016年の阿蘇中岳と桜島の噴煙活動を多面的に解析して、噴煙の動態を解明した。

【Abstract】 Results of web-camera observation of eruption clouds at Aso and Sakurajima volcanoes in Kyushu, Japan in 2015 and 2016 were analysed, combined with the satellite image data. Furthermore, those of Sakurajima volcano were compared with radar images to clarify the advection and diffusion of them.

1 背景 目的 方法

衛星による火山噴火の観測監視体制は充実し、衛星画像データの蓄積も進んでいる。しかしその活用は未だ特に大きな噴火に限られている。本研究の目的は噴火の衛星監視による検出可能性、降雨レーダーによる観測可能性を広げる基礎として、最近まで阿蘇や桜島でしばしば見られた規模の噴火についてMODISとASTERの衛星データを解析して可視・近赤外ウェブカメラや全天カメラ等の地上映像観測・XバンドMPレーダー観測の結果と照合し、噴煙放出の時間経過を検討した。

2 研究の成果

（1）MODIS衛星データ解析では、本グループで開発して来た熱赤外12,11μm差画像が多くの場合に最も有効であり、阿蘇や桜島の様々なスケールの噴煙をしばしば検出できる（図1）。これにより、静止気象衛星の膨大なデータからの検出可能性を確実に広げることが出来る。

（2）様々な噴煙映像と照合して、XバンドMPレーダーデータに地形エコーを消すMTIフィルター処理した画像では噴煙高度1000-1500m級の爆発噴煙でも検出に有効であることが明らかになった（図2）。

（3）桜島の噴煙活動の多くの事例について、多点観測と衛星画像・レーダー画像を一つのサイトにまとめ、多角的検討の基礎資料とした。

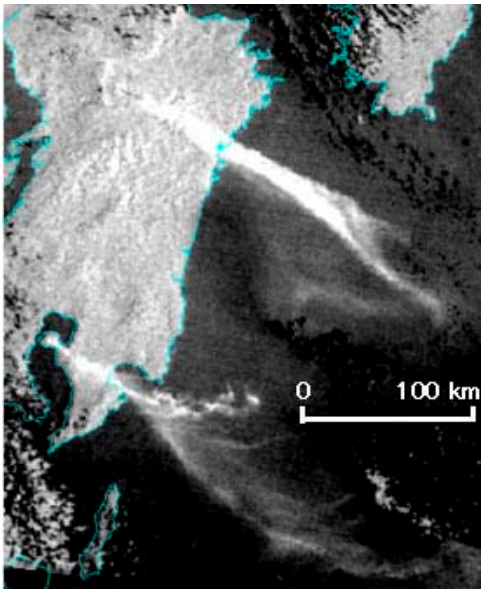


図1. Terra/MODIS b32-b31画像
(2015.1.7_10:55JST)

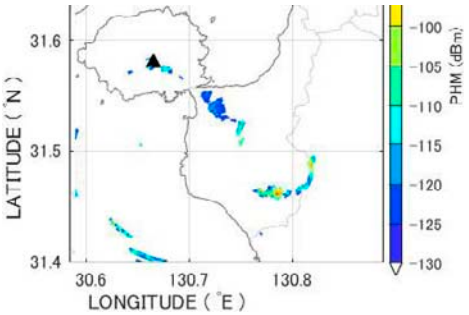


図2. 垂水気象レーダーMTI処理水平偏波画像
(2015.1.7_09:19JST)

3 成果展開の状況

衛星による火山噴火の検出可能性を広げることは、航空機安全運航のための観測監視や住民にとっての降灰予測の研究開発の基礎資料となる。
また、映像観測・衛星画像とレーダー画像の対応は、まだほとんどわかっていない降水時の爆発的噴火の先端的気象レーダーによる観測研究の足がかりとなる。

【CJ16-24】
紫外ラマンライダーによる対流圏エアロゾルの光学的性質及び水蒸気影響に関する研究
Study of the optical and hygroscopic properties of the tropospheric aerosols using a UV Raman Lidar

（研究代表者名）村山　利幸　（東京海洋大学・海洋工学部）
Toshiyuki Murayama　（Tokyo University of Marine Science and Technology ）

【要旨】　東京都心に位置する東京海洋大学越中島キャンパスにて、355nmの紫外レーザーを用いたミー・ラマンライダーによって対流圏エアロゾルの光学的性質及びその湿度影響を定常的に観測するための手法、解析方法をサンフォトメーター観測と組み合わせ確立することを本年度は目的とする。現在、打ち上げの予定されているEarthCAREでは355nmでのHSRLを搭載するため、その地上検証や、都心湾岸域にあるため大気汚染エアロゾル等の海陸風循環など興味あるイベントの観測地点としても期待される。

【Abstract】To establish how to retrieve the optical properties of tropospheric aerosols and the effect of the humidity by using a 355 nm UV Mie-Raman lidar in the central of Tokyo combined with Sunphotometere observation. The method is expected as a validation of the spaceborne lidar EarthCARE, 355 nm HSRL. A sea-land breeze circulation of air-pollution aerosols is also expected because this site locates at the Bay area.

1 背景 目的 方法

対流圏エアロゾルの定量的なライダー観測にはラマンライダーが主に用いられている。
本研究の目的は、東京海洋大学（江東区越中島）にて2003年に製作した多波長ミー・ラマンライダーシステムの一部を紫外ラマンライダーとして定常的な対流圏エアロゾルと水蒸気混合比の観測を、日中のサンフォトメーター観測と統合して、対流圏アエロゾロルの光学的性質を導く手法を確立することを目的とした。
このため、ライダーは日中から夜間までの連続した測定を行い、日中はサンフォトメーターの可視・紫外チャネンルから355nmでの大気も光学的厚さを求めた。

2 研究の成果

（1）Nd:YAGレーザーの第3高調波である355nmのレーザー光を用いたラマンライダーシステムを整備しました。
館野のラジオゾンデデータを用い、従来の解析方法を適用し、濃度の薄い日常的なエアロゾルに対しても、エアロゾルの後方散乱係数、消散係数、ライダー比、水蒸気混合比の導出が夜間可能であることを示しました（図1）

（2）日中のサンフォトメーター観測とライダーのミー散乱信号から日中においてもエアロゾルのライダー比を導出することが可能であることを示し、夜間の値とも大きなずれのないことを確認しました。

（3）晴天時においては、このような校正されたサンフォトメーターとラマンライダー観測の昼夜間を通じた測定を行うことによって、ここで示したようなライダー比等の詳細な議論が可能になることを示しました。
これにより、東京都心の大気エアロゾルの光学特性及び、そのときの水蒸気混合比の鉛直分布情報から、対流圏エアロゾルの特徴を抽出することが可能となります。

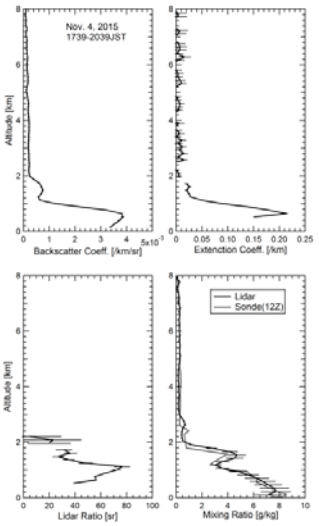


図1 夜間のラマンライダー測定でエアロゾルの光学特性を求められます。

3 成果展開の状況

開発した手法は地球観測衛星EarthCAREに搭載される355nm HSRLの地上検証としても利用することが出来ます。
観測装置・手法は自動稼働しているシーロメーター、スカイラジオメーターと供に、より総合的な局地循環などの影響を探るのに用いられます。

【CJ16-38】
CP-SAR検証用UAVに搭載する火山ガスセンサの開発研究(3)光学式センサ開発
Development of optical volcanic gas sensing system mounted on the UAV verification for CP-SAR

(研究代表者名)大前 宏和(株式会社センテンシア)
Hirokazu Ohmae (Sentencia Corpoation)

【要旨】 これまで、火山ガス検出システムとして特定の化学素子を用いたセンサー開発を行ってきた。一方、多彩な火山ガスを検出するには、特定の火山ガスは特定の光波長に対して吸収を起こす事から、その波長での光量減衰を測定することで、火山ガスを検出することが出来る。そこで、この原理を用いて光学式火山ガス検出センサシステムを構築することを考え、今年度は、その光学モデルの構想とセンサシステムの方式及びその要件を抽出することを目的として研究開発を行った。

【Abstract】 We have been developing sensors using specific chemical elements as a volcanic gas detection system. On the other hand, in order to detect a variety of volcanic gases, since a specific volcanic gas absorbs a specific light wavelength, it is possible to detect a volcanic gas by measuring light attenuation at that wavelength . Therefore, considering constructing an optical type volcanic gas detection sensor system using this principle, this fiscal year, research and development was conducted with the aim of extracting the concept of the optical model, the method of the sensor system and requirements.

1 背景 目的 方法

これまでの方式である化学素子を用いたセンサシステムの場合は、検出ガス種に応じた素子が複数個必要で小型化が難しい事、またUAV搭載などが困難、もしくは観測範囲が限定されることで、機動性を阻害する、という状況が本研究の背景としてある。

本研究の目的は一度に多種類の火山ガスを検出できる光学式ガス検出センサシステムの開発である。

このため、基本構造は単一光学系とし小型化を念頭に光学系を検討、検出ガス種はフィルターを各種使用することで対応する方法を採用し、光学系の検討を実施した。

2 研究の成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。

(1)非常に単純な光学系方式として構築し、白色光源(TBD) より集光光束を導波路に照射し、出射光をフィルターにより分光する方式、
比較的安価な単素子検出器を用いることが可能な光学式センサモデル
を検討した。(図1)。
これにより、光路長の拡大がが可能となる。

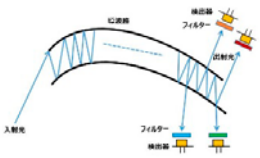


図1 光学式センサの原理図

(2)光学系の設計条件として、本体のサイズ20cm×20cmをベースとした。
現状光学シミュレーション結果からは、光路長として1m程度可能と考えている。これはUAV(ドローン)搭載を考えての制限条件である。大型ドローンを使用出来る環境であれば大きくても問題は無いとは考えられるが、実際に使用出来る機材、つまり一般、安価に、かつ比較的手軽に使用出来る機材を考慮した条件である。

•(3)2mの光路長を実現するためには、光学モデルにおいて、
(a)2つの鏡面部の距離を離す
(b)鏡面部の一体構造を多段化する
事で対応出来るのではないかと考えている。(図2)。
•これにより、以下の式で表わされるガスの吸光度、
・ $A(\lambda)=\varepsilon(\lambda)\times C\times L$
のSNを向上させることが出来ると考えている。

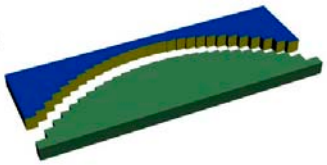


図2 光学系構想モデル(導波路の反射面モデル)

3 成果展開の状況

開発した手法は吸光度測定手法としては非常に単純であるため、安価な測定では重要な役割を果たすと考えている。
成果の実現は未だ半ばであるが、大型の超長光路型測定器と比較して、機動的な測定が実施できることから、野外測定において有用である。

【CJ16-43】
高解像度地形・植生データを用いて斜面崩壊を予知できるか？
Detection of symptoms of slope failure with high-resolutional topographic and vegetation data

（研究代表者名）小花和　宏之　（株式会社ビジョンテック）
Hiroyuki Obanawa　(VisionTech Inc.)

【要旨】　UAV-SfM測量手法を用いて、斜面崩壊状況およびその前兆現象の観測可能性を検討した結果、以下の結論が得られた。①岩盤崩落、落石、テンションクラックなど、主に裸地斜面で発生するマスムーブメントの検出および変化量の推定は可能。②植生で覆われた斜面の変化を検知することは難しい。地面の動きに伴う樹木位置の変化量の検出を試みたが、落葉等による樹冠形状の季節変化の影響が大きい。

【Abstract】 To detect the symptoms of slope failure such as rock fall, landslide and snow avalanche we have carried out multi-temporal aerial surveys using UAV-SfM. As a result the following knowledge was acquired. 1) Mass movement mainly occurred on the bare land such as rock fall and tension crack and their topographic changes are detectable. 2) Detection of the topographic change of the slope covered by the vegetation is difficult. We have tried to measure the temporal change of tree crown on the ground as a symptom of mass movement, however, effects of the seasonal change of canopy shape due to leaf fall and vegetation growth were so large to detect the ground movement.

1 背景 目的 方法

急峻な山地が多くまた降水量も多い日本では、地すべりや崖崩れといった土砂災害が多発している。たとえば、2015年に発生した土砂災害の件数は、地すべりが44件、崖崩れが599件である（国土交通省，2015）。それら災害を未然に防ぐあるいは被害を軽減するためには、災害の原因となるマスムーブメント（重力性の土砂移動）の発生危険個所の推定および監視技術が必要である。土砂災害危険個所の推定方法として、従来は、斜面の傾斜や高さをもとに土砂災害が発生するおそれのある個所（急傾斜地崩壊危険区域）が指定されてきた。しかしその数は全国で33万か所を超えており、監視コストの面で問題がある。また、斜面崩壊の監視手法として、伸縮計を用いた崩壊頭部の引張割れ目（テンションクラック）の変異計測が一般的だが、全ての対象地に設置することは現実的では無い。そこで本研究では以上の状況を踏まえて、地形計測ツールの一つとして近年急速に利用が拡大している、UAV-SfM計測手法（小型無人機を用いた空撮およびStructure from Motion技術を利用した写真測量）による、斜面崩壊前兆現象の把握の可能性について検討した。

2 研究の成果

（1）岩盤崩落および落石の地形変化の抽出可能性を評価するために、千葉県いすみ市の雀島を対象に多時期観測を実施した。当地域は太平洋に面しており、護岸設備の外側（海側）に位置するため、波浪の影響による侵食が激しい。従来の観測手法では解像度、アクセス、コスト等の面で詳細な計測ができなかったが、UAV-SfM手法により、高解像度・高頻度・低コストな計測の実現に成功した。2014年の計測データと比較したところ、2年間で合計419㎡の侵食が発生したことが明らかとなった（図1）。もしこの速度で侵食が継続すると、約60年で島が消滅することが示唆された。

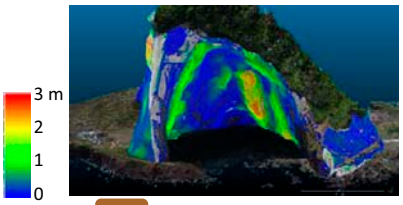


図1 2年間の地形変化（雀島）

（2）地すべりのアナロジーとして、雪崩斜面に注目してUAV-SfM計測を実施した。対象地は新潟県魚沼市大白川の山地斜面である。積雪期と無雪期（融雪後）の2時期に同じ斜面を計測し、その差分を求めることで、雪や植生による地表面の標高変化を計測した。また同時に、snow probe（測深棒）を用いて積雪深の実測を行った。その結果、雪崩斜面上部に形成されたグライドクラックの範囲および形状、積雪深の詳細な空間分布の計測に成功した。今後、高頻度なUAV-SfM計測を実施することで、グライドクラック等の雪崩予兆現象の早期発見や、詳細な積雪深データを用いた危険度評価の高度化が可能になると考えられる。

（3）斜面崩壊の予兆現象の抽出を目的として、栃木県の日光華厳の滝の谷壁斜面を対象としたUAV-SfM計測を実施した。その結果、地上からのアクセスが極めて困難な滝周辺の地形データの取得に成功した。しかし、樹冠の変化からその下の地面の変動（テンションクラックなど）の把握を試みたが、落葉や植物の成長による樹冠形状の季節変化により、地盤変動の明確な抽出には至らなかった。

3 成果展開の状況

研究成果は以下の学会発表、学術論文として公表した（一部のみ示す）。

Yuichi S. Hayakawa and Hiroyuki Obanawa (2016) Erosion of a small coastal island revealed by repeated measurements using TLS and UAS-photogrammetry. AGU2016.
小花和宏之・河島克久・松元高峰・伊豫部勉・大前宏和 (2016) 小型 UAV を用いた積雪分布の3次元計測. 雪氷, 78(5), 317-328.

【CJ16-45】
マルチセンシングによる樹冠構造計測法の開発
Development of measurement method of forest canopy structure by using multi-sensing approach

中路 達郎 （北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター）
Tatsuro Nakaji （Hokkaido University ・Field Science Center for Northern Biosphere）

【要旨】 樹木の樹冠構造の把握は森林の炭素貯蓄をはじめ生物との相互作用を考える上で非常に重要な基礎情報となる。本研究ではレーザースキャナやSfMを駆使し、地上と上空からの多面的な観測によって樹冠構造を高精度で予測することを目的として、常緑針葉樹林において現地調査を実施した。北海道大学雨龍研究林内に設置された500m×500mの大規模調査プロットの上空を小型UAVを用いて空撮し、SfMによる解析を開始した。同地点の地上レーザー観測と合わせて、地上部バイオマスや樹冠構造を定量化するため空間解析法の開発を行う。

【Abstract】 The 3D structure of forest canopy is important information not only for estimating the carbon stock in above ground biomass but for understanding the biological interaction in forest ecosystem. In this program, we have tried to measure the canopy structure of northern forests by multiple use of ALS and SfM technique. In 2016, the aerial photo images were captured by UAV in large scale research plot (500 m × 500m) at natural Sakhalin spruce forest in Hokkaido. Based on the previous ALS data and current canopy image data, we start the integrated analysis for accurate calculation of canopy structure.

1 背景 目的 方法

これまでの研究により、地上から森林内を高分解能レーザースキャンすることによって、樹冠構造や立木位置、胸高直径をある一定の精度で求められるようになってきた。一方、上空からUAVによって観測したレーザースキャンおよび連続画像からは、樹高や樹種、表面構造の解析も可能である。そこで、本研究では、バイオマスや立木位置や樹種といった地上検証データが広域で整備されている北海道大学研究林を対象として、両手法の観測を複合的に野外で実施し、データ解析アルゴリズムの開発を通じて、樹冠の構造やバイオマス計測精度を検証し、広域かつ高精度で森林情報をセンシングする手法の開発を進める。

2 研究の成果

北海道大学雨龍研究林（幌加内町母子里）のアカエゾマツ湿地林（図1）では、500m×500mの大規模調査プロットを設置し、100mおき25地点（計2.5ha）の毎木調査と地上レーザー観測を実施している。今年度は、9/5～9/8に、小型UAV（ドローン）を用いてこの調査プロット全域の空撮を実施した。高度120m、2m/sで1sインターバルで空撮を実際することで、高精度オルソ画像およびSfM解析が可能な画像データセットを得た（図2）。一方、林床植生やノイズを含む、地上レーザー観測で得られる点群データから地盤高を予測するためのフィルター処理（イタレーション）の開発にも取り組み、最適な手法も明らかになった（図3）。今後は、地上レーザー観測で得られた林床～樹冠までの空間情報と、上空からの撮影・SfMで得られた樹冠空間情報の統合解析を進め、毎木データと比較することで、研究林分のバイオマスや樹冠構造の定量化を行う予定である。

図1 アカエゾマツ湿地林

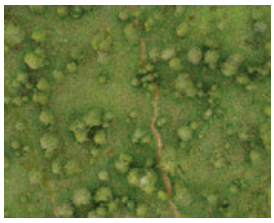


図2 空撮によるオルソ画像の一部．中央は作業道（幅約1.5m）

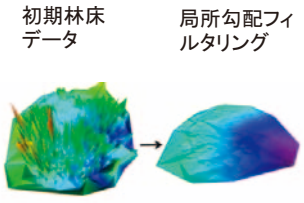


図3 地表面処理の一例
ノイズと思われる凹凸の除去に成功．

3 成果展開の状況

学会や国際誌等での公表を行うための準備を進める。北海道大学雨龍研究林における大規模調査プロットの概要については、日本森林学会において発表した（中路達郎・秋津朋子・吉田俊也・日浦勉・中村誠宏・柴田英昭・奈佐原顕郎 （2017）森林生態リモートセンシング研究のための大規模森林調査プロットの整備．第128回日本森林学会大会, 2017/3/26～3/29, 鹿児島大学）。

【CJ16-33】
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　（日本大学・工学部）
Hiroyuki Wakabayashi　（College of Engineering・Nihon University）

【要旨】　本研究では、合成開口レーダ(SAR)データを使用した環境計測の高精度化を目的としている。H28年度は環境計測分野(森林、農業、雪氷)の中で雪氷分野に絞って研究を行った。Pi-SAR-L2の多偏波観測データから、サロマ湖の東西方向にそって多偏波パラメータのプロファイルを算出した。その結果、様々な種類の海氷および海水域の多偏波パラメータの入射角特性を抽出することができた。その結果、大きい入射角で観測したVVとHHの後方散乱比は海氷厚と高い相関を持ち、海水面の散乱エントロピは大きい入射角で観測した際も海氷より小さい値を示した。

【Abstract】 The main objective of this research is to improve an accuracy of environmental monitoring by using synthetic aperture radar (SAR) data. Among the environmental monitoring fields, the snow and ice was selected to focused target in JFY2016.By taking profiles of polarimetric parameters along the line crossing from the west edge to the eastern area of Lake Saroma, the polarimetric and the incidence angle characteristics for various ice types and open water were extracted. It was found that VV to HH backscattering ratio at higher incidence angle was correlated with ice thickness and sensitive to thickness difference. The scattering entropy of OW was lower than any other ice types even at the higher incidence angles.

1 背景 目的 方法

本研究では、合成開口レーダ(SAR)データを使用した環境計測の高精度化を目的としている。近年衛星搭載SARの観測パラメータが多様化し、周波数、偏波、入射角が選択できるようになってきた。本研究では、SARデータを使用した森林、農業、雪氷分野での環境計測における最適な観測パラメータを抽出することを目指す。平成28年度は対象分野の中で、雪氷(海氷)分野に的を絞って研究を実施した。
航空機SAR(Pi-SAR-L2)がサロマ湖で取得した多入射角多偏波SARデータから海氷物理量に感度が高いパラメータの抽出を試みた。

2 研究の成果

本研究におけるPi-SAR-L2データ解析の結果、以下の成果を得た。
(1)サロマ湖の東西方向のプロファイルデータから、大きい入射角で観測したVV/HH後方散乱比は海氷厚と高い相関を持つことがわかった(図1)。

(2)海水面の散乱エントロピは入射角20～60度の範囲で海氷よりも小さい値を示した(図2)。

(3)薄氷のVV/HH後方散乱比に対する入射角特性を得ることができ、海氷厚の観測には45度程度の入射角で観測すると氷厚に対する感度が大きいことがわかった(図3)。

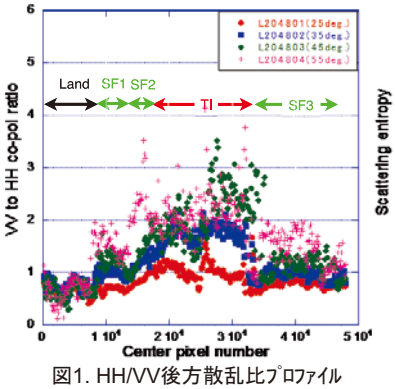


図1. HH/VV後方散乱比ﾌﾟﾛﾌｧｲﾙ

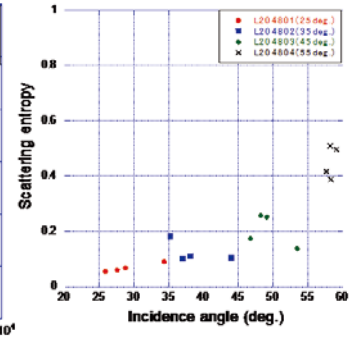


図2. 海水面の散乱ｴﾝﾄﾛﾋﾟ

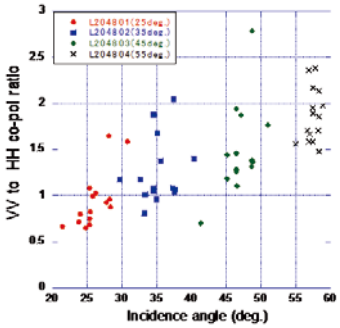


図3. 薄氷のHH/VV後方散乱比入射角特性

3 成果展開の状況

本研究に関連する成果については、以下の学会にて発表済または発表予定である。
(1) H. Wakabayashi: Backscattering characteristics of ice on Lake Saroma observed by PALSAR-2 and Pi-SAR-2L, Proceedings of International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp.2076-2079 (2016.7)
(2) ISRS2017
(3) IGARSS2017

【CJ16-10】
GOSATと大気輸送モデルを用いたCO_2・CH_4の濃度変動の解析
Analysis of CO_2 and CH_4 concentration variations using GOSAT and a transport model

（研究代表者名）丹羽　洋介　（気象庁気象研究所）
Yosuke Niwa　（Meteorological Research Institute）

【要旨】　二酸化炭素(CO_2)やメタン(CH_4)などの温室効果ガスの大気中での時空間変動を把握するためには、密な観測データが必要である。温室効果ガス観測技術衛星GOSATは温室効果ガスの大気濃度を地球規模で広範囲にわたって観測できる有用なプラットフォームであるが、TANSOセンサーからリトリーバルによって得られる観測値には大きな不確定性が存在する。本研究では、大気輸送モデルNICAM-TMを用いて、TANSOの熱赤外センサTIRのCO_2リトリーバル値について施されたバイアス補正の有効性を検証した。ここで、NICAM-TMで得られる3次元濃度分布は航空機観測CONTRAILの観測データで最適化されている。検証の結果、TIRリトリーバル値は、6-8月の熱帯域を除いて、妥当なバイアス補正がされていることがわかった。

【Abstract】A dense observation network is required to monitor spatiotemporal variations of atmospheric CO_2 and CH_4. The GOSAT is useful in that it has a globally wide observational coverage. However, the retrieval data of GOSAT have significant uncertainties. In this study, we evaluated the bias corrections applied to the CO_2 data that are retrieved from TANSO TIR. The evaluation utilizes the atmospheric transport model NICAM-TM, which is optimized by the aircraft data of CONTRAIL. The result elucidates the validity of the bias corrections, except for the data obtained in tropical regions during June-August.

1 背景 目的 方法

温室効果ガス観測技術衛星GOSATは広範囲な観測網を有するが、地上ステーションなどにおけるin-situ観測と比べて、観測値（リトリーバル値）の誤差は大きい。そこで本研究では、GOSATの熱赤外（TIR）センサによるCO_2リトリーバル値のバイアス補正について、その有効性を、大気輸送モデルNICAM-TMを用いて検証する。NICAM-TMの濃度計算値は、航空機観測CONTRAILのデータからインバージョン解析によって最適化する。リトリーバル値に対するバイアス補正もCONTRAILデータが用いられているが、GOSATとCONTRAILの観測点がある範囲に収まったデータのみ使われている。そのため、モデルの3次元分布と比較することで、より概括的な評価が可能となる。

2 研究の成果

（1）対流圏中・下部において、CONTRAILデータを使ってバイアス補正を行ったTIRリトリーバル値が、バイアス補正前とくらべて、NICAM-TMとの全球的な整合性が大幅に向上していることがわかった（図1）。これにより、航空機観測網が空間的に限られていても（空港上空のみ）、バイアス補正が有効であることが示唆された。

（2）6-8月の熱帯（20S-20N）におけるTIRリトリーバル値については、バイアス補正が過剰であることがNICAM-TMとの比較からわかった。これは、10μmのCO_2吸収バンドを他の吸収バンドと併せてリトリーバルに用いていることが原因である可能性があり、今後のリトリーバル精度の向上に有用な知見を得ることが出来た。

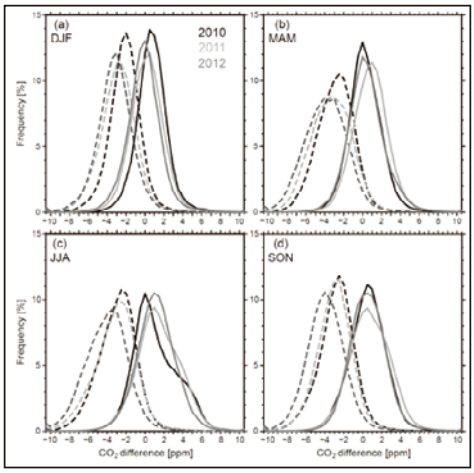


図1　GOSAT TIRリトリーバル値とNICAM-TMの計算値との差の頻度分布。点線がバイアス補正前、実線がバイアス補正後。

3 成果展開の状況

本研究でNICAM-TMモデルを用いて評価した、GOSAT/TANSO-FTSのTIRバンドのCO_2データのバイアス補正値は誌上公表後、GOSATのデータユーザーに公開され、TIRバンドのCO_2データを用いた研究に活用される見込みです。

【CJ16-16】
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 process in troposphere and stratosphere using satellite data

(研究代表者名)江口菜穂 (九州大学　応用力学研究所)
Nawo Eguchi (Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University)

【要旨】衛星観測から導出された大気微量成分等のデータを用いて、対流圏および成層圏内の物質輸送および対流圏成層圏間の物質交換過程を明らかにすることを目的とする。本年度は、GOSAT/TANSO-FTS TIR ※より導出された CO_2 の Level 2, Version 01.00 を用いて、中・上部対流圏の CO_2 の季節変化、年々変化を調査した。Saito et al. [2016] で航空機観測データとの比較結果から得られた補正値を適用した。結果、季節進行は輸送モデル (NIES-TM) とほぼ同様であった。また低緯度で補正が強い傾向がみられたが、前回指摘した中部対流圏の極大は解消されていた。
※ Greenhouse gases Observing SATtelite, Thermal And Near-infrared Sensor for carbon Observation- Fourier Transform Spectrometer, Thermal Infra-Red

【Abstract】This study aims to investigate dynamical processes of transport in free-troposphere and stratosphere-troposphere exchange by profile data of long- and short-lived trace gases (e.g., CO_2 and Ozone profiles) in the troposphere and stratosphere. This fiscal year investigated the seasonal and interannual variations of CO_2 at the middle and upper troposphere by the level2 ver.01.00 data adopting the bias correction along Saito et al. [2016]. The seasonal march is similar with that from NIES Transport model. The strong reduction were seen in the low latitudes of the boreal hemisphere and southern hemisphere due to the bias correction. However the isolated maximum at the middle troposphere in the low latitudes seen in the original data were disappeared.

1 背景 目的 方法

衛星観測から導出された大気微量成分、および雲物理量のデータを用いて、対流圏および成層圏内の物質輸送過程および対流圏と成層圏間の物質交換過程を明らかにすることを目的とする。解析には GOSAT/TANSO-FTS TIR より導出された CO_2 の Level 2, Version 01.00 を用いた。また比較のため、NIES輸送モデル (NIES-TM) を用いた。前回までの研究の結果、昼夜のデータ間の違いはそれほど大きくないので、両データを平均して解析に用いた。さらに今回は、Saitoh et al. [2016] および Saitoh et al. [in preparation] で航空機観測データとの比較解析の結果得られた補正値を適用した。

2 研究の成果

(1)補正を施したデータを用いて、中・上部対流圏の CO_2 の季節進行および年々変動を確認した。
季節進行および経年変化は大気輸送モデル (NIES-TM)の変動 とほぼ同様であった (図省略)。中緯度で振幅が大きく、春季に極大、夏季に極小であった。経年変動は低緯度ほど増加率が高い傾向であった。

(2)北半球低緯度および南半球側で補正が強い傾向がみられた(図省略)。しかし今回の補正で、前回指摘した低緯度の中部対流圏に孤立して存在していた極大は解消されていた。季節変動の振幅が大きい中緯度に着目すると、1月と4月に対流圏下層から上層まで高濃度がみられる。逆に7月と10月は対流圏全層で低濃度となっており、鉛直輸送が弱い傾向が指摘されている NIES-TM に比べると対流圏全層に渡って季節変化がみられていた。

3 成果展開の状況

本研究で実施した、GOSAT/TANSO-FTS の TIR バンドの CO_2 データのバイアス補正後の濃度分布の評価結果は、誌上公表後に一般に公開される予定の TIR バンドの季節別・緯度帯・高度帯別の CO_2 データのバイアス補正値の有用性を例証するものであり、今後の TIR バンドの CO_2 データを用いたサイエンス研究で参照されるものである。

【CJ16-27】
SKYNET 観測エアロゾルパラメータの誤差評価と解析システムの高度化
Error evaluation of SKYNET observed aerosol parameters and advancement of data analysis system

（研究代表者名）カトリ プラディープ （東北大学 大学院理学研究科）
Khatri Pradeep （Tohoku University・Graduate school of science）

【要旨】 SKYNET観測エアロゾル光学的パラメータの誤差評価に関する知識をさらに拡大するため、SKYNETでエアロゾル観測用の標準機材であるスカイラジオメータと観測方法が異なる分光放射計の観測データからエアロゾルパラメータを推定し、SKYNETの標準エアロゾルプロダクトとの比較を行った。その結果は、Khatri et al. (2016)で指摘されたようにSKYNETのエアロゾル光学的厚さ(AOT)は高精度で推定可能だが、一次散乱アルベド(SSA)を過大評価することが明らかになった。また、SKYNETのエアロゾルプロダクトの精度向上に向けて、現在のデータ解析システム内に衛星観測の地面反射率・オゾン量等のデータ利用の可能性を検討し、予備的なデータ解析を実施した。

【Abstract】 To evaluate errors of SKYNET observed aerosol optical parameters in more detail, standard aerosol products of SKYNET have been compared with aerosol parameters retrieved from an observation system different from sky radiometer of SKYNET, i.e., spectral irradiances observing radiometer. Aerosol optical thickness (AOT) from those different instruments agreed quite well; however, single scattering albedo (SSA) from sky radiometer is found to be overestimated. This result is consistent with Khatri et al. (2016). An attempt is also made to improve data analysis system of sky radiometer of SKYNET by implementing satellite-observed information.

1 背景 目的 方法

国際地上観測ネットワーク(SKYNET)のエアロゾルプロダクトは、衛星観測や数値モデルの検証のほか地球環境の様々な研究分野において貴重な材料となり、そのプロダクトの誤差評価または精度向上が求められている。この必要性に応じてNASA/AERONETのデータを用いてSKYNETのエアロゾルデータの誤差評価を行った（e.g,,khatri et al.,2016)が、SKYNETとAERONET採用機材の観測方法・原理がほぼ一致するため、本研究ではSKYNETの標準機材(スカイラジオメータ）と観測方法が異なる分光放射計のデータを用いてSKYNET観測エアロゾルデータの精度評価をさらに検討する。このため、SKYNETのスーパーサイトで稼働中の分光放射計のデータからエアロゾルパラメータを推定(Khatri et al., 2012)し、同時並行観測のスカイラジオメータによるエアロゾルプロダクトと比較する。

2 研究の成果

SKYNETのスーパーサイトである辺戸岬、沖縄と福江島、長崎におけるスカイラジオメータと分光放射計(MS-700)のデータを用いて本研究を実施した。その両者間観測原理、データの種類だけでなく解析アルゴリズムまで異なる。スカイラジオメータと分光放射計によるエアロゾルパラメータの推定は、それぞれNakajima et al. (2009)とKhatri et al. (2012)で開発されたアルゴリズムに基づく。両者から得られたデータの比較例として図1にエアロゾル光学的厚さ(AOT)の比較を示す。データ間比較より以下のことが明らかになった。

- スカイラジオメータ観測のエアロゾル光学的厚さ（AOT)が分光放射計のデータから推定した値とほぼ一致する。その一方、スカイラジオメータによる一次散乱アルベド(SSA)は、分光放射計の推定値よるも大きくなる。
- そのスカイラジオメータと分放射計によるAOTとSSAの比較結果は、Khatri et al. (2016)に示したようにSKYNETとAERONET間の比結果と一致する。本研究よりSKYNETのスカイラジオメータによるSSAが大評価するということを明確にした。

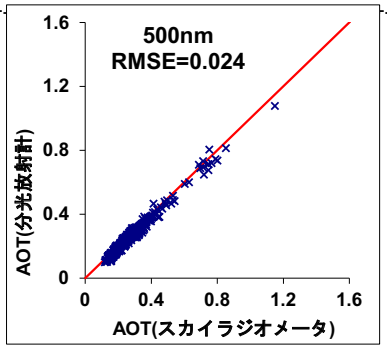


図1：SKYNETの辺戸岬、沖縄サイトにおける分光日射計とスカイラジオメータによるエアロゾル光学的厚さ(AOT)の比較。

Khatri et al. (2016)と本研究から明らかになった過大評価するSKYNET/スカイラジオメータによるSSAの精度向上に向けて千葉大の研究グループは、スカイラジオメータのため新しい検討方法の開発しており、本研究者が解析システムの強化に力を尽くしている。具体的に、MODIS観測から得られる地面地面反射率、OMIから得られるオゾン量を現在の解析システムに導入できる方法を提案し、その改良版のシステムの検討を実施している。

3 成果展開の状況

SKYNET のスカイラジオメータからエアロゾルのほか雲、水蒸気、オゾン等の大気パラメータの推定も出来、それらの高精度推定のためエアロゾルの正しい情報が不可欠である。本研究の成果はそのような大気パラメータの推定及び誤差評価する際に活用出来る。また、本研究の成果はSKYNETのさらなる国際化のために用いられることを期待する。

【C16-30】

• 震災時の津波遡上災害における人命リスクの評価と減災対策
- 神奈川県海岸域の津波遡上における災害弱者の特性 –
• Evaluation of Refuge Life Risk using Social and Geographical Models for Disaster Vulnerable Groups

（研究代表者名）金子 大二郎 （(株) 遥感環境モニター代表取締役）
Daijiro Kaneko （President of Remote Sensing Environmental Monitor, Inc.）

【要旨】
南関東地震の震源域にある湘南地域は，津波波高が首都圏の中で最も高い。これまでの研究では，人命リスクのモデルの中で災害弱者である高齢者の割合を組み込んできたが，若年層については未検討であった．高齢者より人口数上では半分以下と小さくとも，児童の人的損失は社会的に問題があり，しばしば子供の死亡ケースにつき避難措置が適切であったか訴訟が起こされてきた．そこで，高齢者ばかりでなく児童の人的被害の軽減を目的として，特に鎌倉の若年齢層に注目し，人命リスクを検討したので報告した．震災時の津波による人命リスクが最も高い鎌倉駅南部から材木座周辺に，災害弱者である児童が多く住んでおり，問題である．また高齢者は駅周辺部に多く居住している．避難対策への配慮や木造住宅の更なる質的耐震性の向上，或いは，より抜本的な対策として著者が提案している防災松林丘陵が有効である．

【Abstract】
Author has developed social and geographical models using factors such as population density, wooden-house ratio, evacuation distance, and tsunami flooding depth to evaluate the distribution of life risk characteristics in the area. The obtained results can contribute to the society for preparing planning policies of disaster prevention measures for disaster vulnerable against tsunami.

1 背景 目的 方法

南関東地震の震源域にある湘南地域は，津波波高が首都圏の中で最も高く，減災を図らねばならない特に重要な地域となっている．その対策として著者は，津波人命リスク社会モデルの開発と高規格海岸道路と観光車両の駐車場を埋設しながら広域避難地を内蔵した津波防災松林丘陵の建設を提案してきた．

これまでの研究では，若年層については未検討であった．高齢者より人口数上では半分以下と小さくとも，児童の人的損失は社会的に問題があり，しばしば子供の死亡ケースにつき避難措置が適切であったか訴訟が起こされてきた．そこで，高齢者ばかりでなく児童の人的被害の軽減を目的として，特に鎌倉の若年齢層に注目し，人命リスクを検討したので報告した．

2 研究の成果

開発したモデルの基本となる形式は，首都の震災に伴う同時火災時において定式化した衛星利用型のグリッドモデルである．本研究では，津波遡上の浸水深を人的被害が急増する軒高で標準化し，人命リスクが1を超えるならば地形・標高や避難距離あるいは人口密集地帯で都市計画上に何らかの課題のある地域であることを意味する。

計算された津波避難人命リスクは，鎌倉駅南部から材木座にかけて高く（図1），同時に災害弱者の若年者もこの危険地域に多いことが，同じ地域の児童の人口密度分布である図2から判明した．この状況は，児童の人命尊重上で大いに問題である．

1)その避難リスクの特性は、人口の高密度地域が，鎌倉市中心部である駅南東部の材木座周辺である．

2) 児童がこの市南東部密集地域に約1,423人と多い．一方，高齢者は鎌倉市街中心部と北部に,児童の約2倍の高密度で居住している．

3）児童が多い材木座周辺は，標高が低く，津波浸水深が大きいため危険である．また，駅東南部から材木座にかけて木造住宅率の高い地域が分布する．

従って，津波避難に当たり，広域避難地の重点的な対策を採るばかりでなく，家屋倒壊による下敷きが多数の焼死を招いた神戸震災の例があるため，救出を待つ間に溺死する問題を回避する木造住宅耐震化と安全率も重要となる．逗子市の臨海部の低地に高齢者が多数居住していることも注意せねばならない．

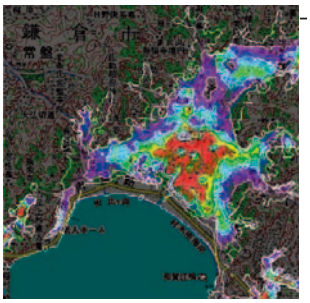


図1 鎌倉における津波人命リスクの高い地域

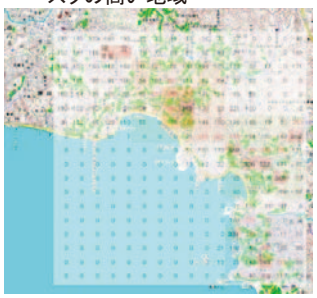


図2 高い津波人命リスク域とそこに住む若年者数を知ることができます。

3 成果展開の状況

1．震災時の津波による人命リスクが最も高い鎌倉駅南部から材木座周辺に，災害弱者である児童が多く住んでおり，減災の配慮が必用である．また高齢者は駅周辺部に多く居住している．避難の事前計画や木造住宅の更なる質的耐震性の向上が重要である。また，より抜本的な対策として防災松林丘陵を提案している．

2．これらの人命リスク結果をプレゼンで示し、鎌倉市、逗子市、神奈川県庁の災害や都市計画の各課とリスクおよび対策としての防災松林丘陵（広域避難地、駐車場、高規格道路内臓）の協議をし,助言しました。

高精細地形地物情報を用いた植生形状と地形変化の相互作用の評価:日本列島中部の中起伏流域を例に

【CJ16-01】地上レーザ測量およびSfM多視点写真測量による森林内部の地形・植生形状計測手法の確立
Development of a methodology for topographic measurement in forests using terrestrial laser scanning and SfM-MVS photogrammetry

代表者:早川裕弋(東京大学空間情報科学研究センター)
Yuichi S. Hayakawa (Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)
共同発表者:蝦名益仁(東京大学)・加藤 顕(千葉大学)・小花和宏之(ビジョンテック)

【要旨】　本研究では、森林内における樹木の位置や形状の計測、バイオマスの推定、あるいはその基盤となる地表面形状の取得等を行うため、近年急速に普及しつつある地上レーザ測量(TLS)とSfM(Structure from Motion)多視点ステレオ写真測量といった計測手法を適用し、これらを用いた効率的な計測・解析手法を確立することを目的とする。
本報告においては，足尾山地小流域(栃木県鹿沼市)を主要対象地とし，主にTLSの点群データを用いて，樹木形状と地形環境の時空間的な関係について明らかにした。すなわち，スギ・ヒノキといった直線的な幹形状をもつ樹木について，その傾き量と方位を点群データより算出し，斜面の地形量(勾配，方位)との関係を，2005年に取得したデータと比較しつつ，時空間的な変化を抽出した。こうした樹木形状の特徴は，地形・土壌など周辺環境の影響を受けることが明示され，今後，樹木形状を精査することで，周辺環境の変化を逆算的に推察する手法が開発されることが期待される。

【Abstract】　The purpose of this study is to develop an efficient method to utilize high-definition topographic data by lidar or SfM-photogrammetry for applications in forestry and geomorphology. Here we report a case study at a small headwater channel, in which tree inclinations are found to be affected by surrounding geomorphlogical conditions. We used multi-temporal 3D point cloud data in 2005 and 2016 to reveal the spatio-temporal changes of the tree shape and landforms. Further applications of morphological investigations of tree shapes are expected to be applied in other areas where geoenvironmental changes are predicted.

1 背景 目的 方法

近年の計測技術の進展により、地上における対象物の形状に関して高解像度の3次元データが比較的容易に取得できるようになってきた。その測量技術の適用可能性は、地形学や農学、森林科学の分野において広まりつつあるものの、まだ充分に検証された段階には至っていないと考えられる。そこで本研究では、地上ベースに行う最新の計測技術である地上レーザ測量およびSfM多視点ステレオ写真測量、また360度カメラによるパノラマ画像の取得を、森林内の樹木や地形を対象に実施し、それらの効率的な計測手法から解析手法までの一連のプロトコルを確立することを目的とし、その試験的な計測と解析を実施する。

2 研究の成果

本年の主な研究成果は以下の点に集約される。

(1)地上レーザ測量(TLS)による流域の谷底付近における地形および植生の点群データを取得し，その形態的特徴および時系列変化について解析を行った(図1)。地形に関しては，2005年に取得したTLSデータとの差分を求め，谷底および周辺斜面における地形変化の時空間分布を明らかにした。すなわち，2005年に発生した土石流により急激に侵食された谷床堆積物が，その後の10年間における，比較的緩やかな土砂移動により，土石流発生前の状況まで回復しつつあることが示された。また，部分的には谷壁の侵食も観察された。一方，植生に関しては，スギ・ヒノキの直線的な樹幹の傾きを，点群データから手動計測し，その角度・方位の空間分布と時間変化を検証した(図2)。樹幹の傾きは，とくに斜面方位との関係がみられ，またその変化は斜面勾配と関係することが示唆された。すなわち，斜面方位により樹冠の不均質な成長が樹幹の傾きを誘発すること，また，急勾配斜面における土壌の不安定化や谷底における側壁の侵食が，そうした樹幹の傾きを増大させるはたらきをもつことが推察される。
(2)本研究では，TLSにより取得された3次元点群データの解析から，植生と地形の形状的特徴と変化抽出に成功した。次の段階として，UAS(無人航空システム)により撮影される低空空中写真のSfM多視点ステレオ写真測量による3次元情報を用いて，より広範囲における植生形状の特徴や変化抽出を行い，その底面における地形変化を推定できる可能性を検討する。こうした試みにより，高精細3次元形状データの森林を中心としたフィールドサイエンスにおける利活用が進み，本手法のいっそうの普及が期待される。

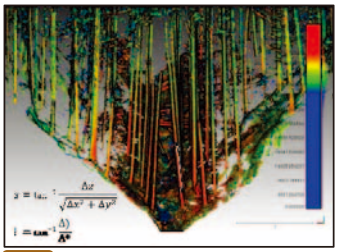


図1 足尾山地小流域のTLSデータ

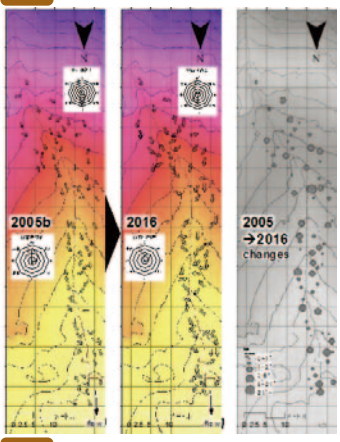


図2 樹木の傾きの分布とその変化

3 成果展開の状況

論文・学会発表

- 蝦名益仁(2017)三次元点群データを用いた樹木形状と地形変化の解析手法の検討. 東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻2016年度修士論文.
- Ebina, M., Hayakawa, Y.S., Kato, A. (2016) Relationships between topography and tree inclination: an approach using multiple time series of 3D point cloud data. Abstracts, IJJSS 2016.

【CJ16-08】
（研究課題名：和文）リモートセンシングによる自然災害の被害把握
（研究課題名：英文）Detecting damage caused by a natural disaster using remote sensing technology

（研究代表者名）郷右近　英臣　（東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター(ICUS)）
Hideomi Gokon　（ICUS, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo）

【要旨】
本研究では，2011年東北地方太平洋沖地震津波被災地を対象とし，被災前後のALOS/PALSAR画像の変化抽出による，流失建物棟数の推計手法を開発した．宮城県仙台市において，被災前後のALOS/PALSAR画像の変化量と，建物流失率の関係を示す推計式を新しく構築し，本推計式の他地域の適用性を宮城県亘理町にて検証した．本式による，建物流失棟数の推計精度は，仙台平野において相関係数0.97，亘理町において相関係数0.83であった．

【Abstract】
A method for estimating the number of washed-away buildings based on pre- and post-event ALOS/PALSAR data has been developed focusing on the 2011 Tohoku earthquake and tsunami. The result showed good performance in estimating the number of washed away buildings showing correlation coefficients of 0.97 in Sendai city and 0.83 in Watari town of Miyagi prefecture.

1 背景 目的 方法

【背景・目的】

地震・津波災害により生じた広域被害を把握するには，合成開口レーダによる衛星リモートセンシング技術が有効である．これまでに，TerraSAR-XやALOS/PALSAR，ALOS-2/PALSAR-2のようなX-バンドやL-バンドのセンサによる，津波被災地の建物被害把握手法が提案されてきた．特に，X-バンドによる被害把握では，その高分解能を生かし，建物一棟毎の被害把握技術が開発されてきた．しかし，建物一棟ベースの解析手法では，瓦礫と建物が複雑に入り組んだ地域において，解析精度が落ちるという課題があった．その課題を解決するために，著者らはこれまでの研究でオブジェクトベース解析と被災前後のTerraSAR-X画像の変化抽出を組み合わせた，新しい建物被害推計手法を提案し，良好な建物流失率推計精度を得る事ができた（Gokon et al.,2016）．本研究では，このX-バンドSARに適用した手法をL-バンドSAR（ALOS/PALSAR）へ拡張する事により，新しい建物被害推計手法を構築する事を目的とする．

【方法】

①2011年東北地方太平洋沖地震津波被災地を撮影した，被災前後の合成開口レーダ画像（L-バンドSAR：ALOS/PALSAR）により，相関係数画像の計算による，変化抽出処理を行う．②被災前の建物ポリゴンデータにより，建物域の抽出を行う．③抽出した建物域内において，相関係数画像にオブジェクトベース解析を適用し，同質な画素をオブジェクトへ変換する．④各オブジェクトにおいて，建物の流失率と相関係数画像の平均値を関連づけ，建物を30棟以上含むオブジェクトのみを抽出し，回帰分析を施すことにより，相関係数画像の平均値を入力値，建物流失率を出力値とする，建物被害推計式を構築する．

2 研究の成果

1．L-バンド合成開口レーダによる建物被害推計手法を開発した．基礎となる推計式を構築した仙台平野においては，流失建物棟数の推計精度は相関係数0.97と，良好な数値を得る事ができた．
2．上記の建物被害推計手法を他地域に適用し，建物流失棟数の推計の精度検証を行った，その結果，相関係数0.83と良好な推計精度を得られる事がわかった．

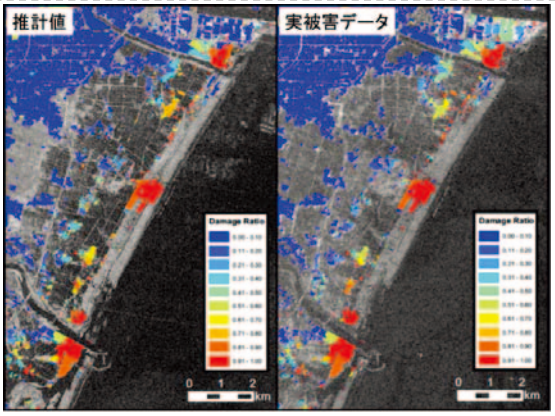


図1 実際の建物被害推計の例．まず，区画ベースで建物流失率の解析を行い，次に，被災前の建物棟数とその流失率を掛け合わせる事で，建物流失棟数を推計する．

3 成果展開の状況

本成果の，社会実装への可能性について現在研究である．具体的には，GIS関係の業者や保険業界へ，本研究成果の災害発生直後の利用希望方法について，聞き取りによるニーズ調査を実施した．また，成果の一部は，Journal of Disaster Research (JDR)へ掲載予定（Hideomi Gokon, Shunichi Koshimura and Kimiro Meguro, Verification of a method for estimating building damage in extensive tsunami affected areas using L-band SAR data, Journal of Disaster Research (JDR), Vol.12, No.2, 2017）．

【CJ16-18】
（研究課題名：和文）空撮用無人ヘリコプタによる裸地画像を用いた浅礫区域の抽出
（研究課題名：英文）Estimating shallow gravel area using bare soil image obtained from an unmanned helicopter

（研究代表者名）丹羽 勝久 （株式会社ズコーシャ・総合科学研究所）
Katsuhisa Niwa （Zukosha Co., Ltd ・Synthetic Science Institute）

【要旨】 北海道の大規模畑作地帯では、肥沃度以外に、浅礫層や排水不良により圃場内の作物生育が不均一である。そこで、圃場内の浅礫区域を詳細に把握するために、空撮用無人ヘリコプタを用いて乾燥時、降雨直後の裸地画像を撮影した。その結果、乾燥時の画像では浅礫区域とその他区域に差異が見られなかったが、降雨直後の画像では両者に差異があり、浅礫区域で、その他区域よりも明らかに緑域の反射データが大きいことを確認した。このことから、降雨直後の裸地画像から浅礫区域が詳細に把握できる可能性が示唆された。

【Abstract】 Large upland fields of Hokkaidou, crop growth within a field were effected by soil fertility, shallow gravel layer and poor drainage. This research aimed to estimate shallow gravel layer in an alluvial upland fields of Hokkaidou using bare soil image obtained from an unmanned helicopter. We obtained drought and wet bare soil images and the relationship between image data and shallow gravel area were investigated. As a result , we could understand the areas of shallow gravel layer from image data with wet soil condition.

1 背景 目的 方法

北海道の大規模畑作地帯では圃場内の肥沃度のバラツキを考慮した可変施肥の取り組みが始まっているが、作物生産は肥沃度以外に、浅礫や排水不良に影響を受けているという状況が本研究の背景としてある。本研究の目的は圃場の浅礫層の区域を裸地画像から把握することである。
このため、河成堆積物を母材とする沖積土を対象とし、簡易試掘調査により浅礫地点の把握を行った。さらに空撮用無人ヘリコプタに搭載した光学センサを用いて対象圃場の表層土壌を撮影する方法を採用し、乾燥時、降雨直後の2時期の画像から、浅礫区域の抽出を試みた。

2 研究の成果

（1）空撮用無人ヘリコプタの裸地画像から、乾燥時の画像は圃場内の土色の変化が小さく、概ね均一であった。それに対して、降雨直後の裸地画像には、白い筋状の痕跡が認められ、明らかに土色が圃場内で不均一であることを確認した（図1）。

（2)浅礫地点とその他地点の画像データを比較すると、土壌乾燥時の画像データには差が認められなかったのに対して、降雨直後の画像では両地点に差異が見られた。例えば、緑域の反射では、浅礫地点においてその他の地点よりも明らかに高い値を示した(図2)。

（3）以上のことから、沖積土地帯においては、降雨直後の画像を利用することで浅礫区域の精密な抽出が可能であることが明らかになった。精密な浅礫区域の抽出は除礫作業の効率化や、可変施肥等を行う場合の基礎情報として有益だと考えられる。

図1 解析に利用した画像

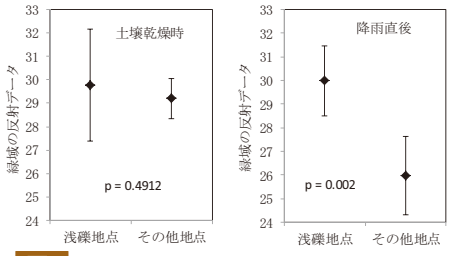


図2 浅礫地点とその他地点の画像データ

3 成果展開の状況

開発した手法から、浅礫マップを作成し、そのマップに基づいた可変施肥の研究に用いられている。

【CJ16-25】
（研究課題名：和文）夜間光衛星画像およびGISを利用した世界の素材ストックの推計
（研究課題名：英文）Estimation of in-use stock of materials in global scale using nighttime light images and GIS

（研究代表者名）松野　泰也　（千葉大学大学院工学研究科都市環境システムコース）
Yasunari Matsuno　（Dept. of Urban Environment Systems, Chiba University）

【要旨】　本研究では、中国・東南アジアを対象に、小型電気・電子機器に含有される金に関する動的マテリアルフロー分析(MFA)を行った。動的MFAを実施するためのデータが得られない国に関しては、夜間光衛星画像(Radiance calibrated composite)を用い、金のストック量を推計した。中国・東南アジアにおける電気電子機器用途の金のストック量は2007年から2012年にかけて上昇し、2012年時点では360 トン もの金がストックされていることが推計された。夜間光衛星画像を用いた解析により、動的MFAが適用できない国において、2010年において8.3トンの金がストックされていることが推計された。

【Abstract】　In this work, a dynamic material flow analysis (MFA) of gold in China and South East Asian countries were conducted to estimate the in-use stock in electric and electronic equipment. Radiance calibrated nighttime light composites were used to estimate the in-use stock in which data were not available for the dynamic MFA. It was calculated that in-use stock of gold increased during 2007 to 2012, resulted in 360 t in 2012. It was estimated that another 8.3 t of gold was estimated in 2010 by using the nighttime light images.

1 背景 目的 方法

今後、世界各国の経済発展が進む中で、素材の持続的な使用が求められており、素材各種の社会でのフローとストックの把握が重要視されている。それゆえ、各種素材の動的マテリアルフロー解析(Material Flow Analysis, MFA)が盛んに実施されているが、統計データの得られない国に関しては、動的MFAを実施することができない。そこで、本研究者らは、人間の活動と強い相関の持つ夜間光強度を用いて素材ストック量を推計することを提案してきた。

本研究では、将来の人口の増大と経済発展に伴い各種素材のストック量が増加すると考えられている中国・東南アジアを対象に、小型電気・電子機器に含有される金を例に動的マテリアルフロー分析を行い、金のストック量を推計することを目的とする。さらに、統計データの得られない国に関しては、夜間光衛星画像を利用し、金のストック量を推計することを目的にする。

2 研究の成果

（1）統計データに基づいて2007年から2012年までの中国および東南アジア諸国における電気電子機器（携帯電話、パソコン、ビデオカメラ、カメラ、オーディオ、CDプレイヤー、電子レンジ、洗濯機、掃除機、掃除機、自動車、電話機）用途の金のストック量を推計した。（図1）

中国・東南アジアにおける電気電子機器用途の金のストック量は2007年から2012年にかけて上昇し、2012年時点では360 トンもの金がストックされていることが推計された。

品目別ではオーディオによって多くの金がストックされており、その理由として、一台当たりの投入量が大きいことや使用年数が平均で約18年と長いためである。

（2）2010年における夜間光衛星画像(Radiance calibrated composite)を用い[1)]、統計データの得られない国に関して夜間光と一人当たりのストック量との相関を検討したところ、高い相関が確認された。得られた相関式からミャンマーおよびブルネイの金のストック量を推計した結果、2010年において新たに8.3トンの金がストックされていることが推計された。

1) 服部ら、東京大学大学院修士論文(2015)

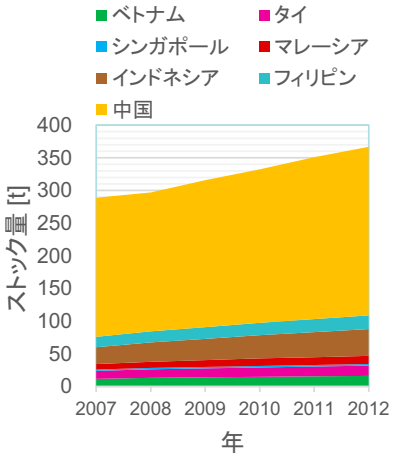


図1　動的MFAによる国別小型電気・電子機器中の金のストック量の推計結果

3 成果展開の状況

本研究では、中国・東南アジアにおける小型電気・電子機器中の金のストック量の推計を目的としているが、開発した手法は、基盤マテリアルである、世界における土木および建築に用いられている鋼材のストック量の推計にも用いられています。（Feng-Chi Hsu, Christopher D. Elvidge and Yasunari Matsuno, Exploring and estimating in-use steel stocks in civil engineering and buildings from night-time lights, International Journal of Remote Sensing, Vol.34, No.2, (2013) , 490-504）

【CJ16-32】
（研究課題名：和文）シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた水稲生産量推定法の検討
（研究課題名：英文）Developing estimation method of rice yield based on simulation model with remote sensing

（研究代表者名）本間　香貴　（東北大学・農学研究科）
Koki Homma　（Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University）

【要旨】　本研究ではリモートセンシングを利用した水稲の収量推定方法をより汎用化するために，シミュレーションモデルとの結合を目指している．本年度はそのためのリモートセンシング手法としてドローンによる空撮を検討した．ドローンによる空撮画像は解像度が高い反面，地上計測と位置の不整合が課題となり，解析方法により一層の改良が必要であると考えられた．一方複数時期を合わせてNDVIの増加率を求めることにより，収量との有意な相関を示すことができたため，ドローン画像を用いてシミュレーションモデルを補正することにより収量が推定可能であることが示唆された．

【Abstract】This study aims to improve the simulation model with remote-sensing to estimate rice yield in order to enhance the adaptability of the model. This year we tried to use UAV to obtain the data to calibrate the simulation model. The data by UAV showed its resolution was too high to be calibrated by GPS, recommending new analysis method should be developed. However, the increase rate of NDVI which was obtained by using 4 consequent data was significantly correlated with rice yield, suggesting the rice simulation model calibrated by the UAV data can estimate rice yield.

1 背景 目的 方法

リモートセンシングを利用した水稲の収量推定方法は実用化手段として確立しつつあるものの，適切な時期に衛星画像が得られないことや，圃場ごとに栽植日が異なることによる影響など様々な課題が残っている．本研究ではその解決手段の一つとしてシミュレーションモデルの利用を試み，適用方法を検討する．
本年度はリモートセンシング画像の取得手法の一つとして，ドローンの利用を検討した．

2 研究の成果

（1）水稲の生育時期に合わせて計4回のドローンに搭載したマルチスペクトラルカメラで撮影を行った．NDVIなどリモートセンシングによる指標値と，水稲の葉面積などの生育値との対応を見たところ，全4回のデータを合わせることにより有意な関係性が得られたものの，各計測においては変動が大きかった．これはドローンにより高解像度のデータが得られるのに反し，位置精度が低いのが一因で，解析法に更なる改良が必要と考えられた．

（2）各計測におけるNDVIから葉面積の推定は精度が低かった．一方，4回の計測画像を用いてNDVI増加率を求めると，各計測における誤差が相殺されると考えられる．そこでNDVい増加率を求めて，水稲収量との相関を求めたところ有意な関係性が得られた（図1）．このことは経時的に計測したドローン画像を用いてシミュレーションモデルを補正することにより収量が推定可能であることを示唆する．

（3）上記結果に基づきNDVI増加率の圃場内変異を地図化した（図2）．このようにして示される圃場内変異は，一時期のNDVIの変異などで示される圃場内変異よりも，土壌肥沃度変異に密接にかかわっていると考えられ，肥培管理などに有効であると考えられる．

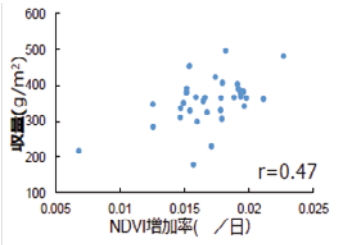


図1　NDVI増加率と収量の関係

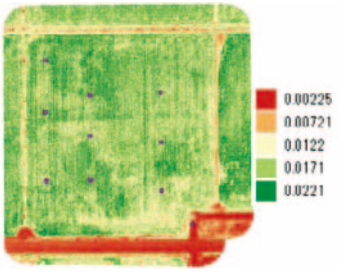


図2　NDVI増加率の圃場内変異

3 成果展開の状況

開発した手法は本郷千春准教授が代表を務めるJST-JICA地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム「食料安全保障を目指した気候変動適応策としての農業保険における損害評価手法の構築と社会実装」において活用される予定である．

【CJ16-34】
（研究課題名：和文）インドネシア、バリ島における2015年のエルニーニョ現象による農業干ばつの影響
（研究課題名：英文）Impacts of El Nino　2015 on Agriculture Drought in Bali, Indonesia

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

【要旨】　エルニーニョ現象は、インドネシアの農業生産量の低下をもたらすとされている。降雨量の減少は、結果としてインドネシア（バリ島）で干ばつを引き起こしている。2015年のエルニーニョ現象は、1997年以来の最も大きなエルニーニョ現象の1つになる可能性がある。バリ島の農業生産量を判断するために、リモートセンシングデータに基づく植生健康指数（VHI）を計算した。結果として、2015年のエルニーニョ現象は、米および野菜作物の農業生産をそれぞれ8.67%および2.94%減少させ、果物作物に影響を与えなかったことが示された。

【Abstract】 El Niño could potentially affect the food security such as reducing agricultural productivity in Indonesia and causes drought in Bali as a results of declining rainfall. The 2015 El Niño is likely to be one of the strongest El Niño events since 1997 (Blunden & Arndt, 2016); Moreover, the 2013 and 2014 is non-El Niño event. To determine the severity of agriculture drought in Bali, Vegetation Health Index (VHI) employed based on remote sensing data. As a results El Niño events in 2015 has decreased the agriculture production for rice and vegetable crops around 8.67% and 2.94% respectively, and no effect to fruit crops

1 背景 目的 方法

インドネシアにおけるエルニーニョ現象は、歴史に農業生産に大きな影響を与えてきている2015年エルニーニョ現象は、1997年以来の大きな・エルニーニョ現象であり農業生産に大きな影響を与えていることが本研究の背景としてある。
本研究の目的は、2015年のエルニーニョ現象時のインドネシア、バリ島の農業生産量を計算することである。このため、リモートセンシングデータに基づく植生健康指数（VHI）の方法を採用し、5年間（2011～2015）にわたり計算を実施した。

2 研究の成果

（1）衛星データを使用した植生健康指数（VHI）手法を開発しました（図1）。
これにより、農作物の健康指数の計算が可能となります。

（2）2015年のエルニーニョ現象は、米および野菜作物の農業生産をそれぞれ、8.67%および2.94%減少させ、果物作物に影響を与えなかったことが明らかにしました。（図2）

（3）衛星データを使用した植生健康指数（VHI）手法を確立しました。
これにより、衛星データから農作物の健康指数の計算が可能となります。

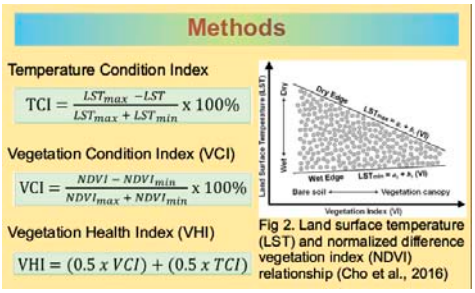


図1　VHIの計算手法

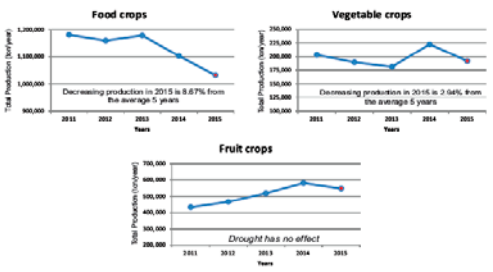


図2　穀物生産力の比較（2011年から2015年）

3 成果展開の状況

開発した手法は インドネシア、バリ島の農業生産量の一つの指針として使用され、
農業局、地方開発局に提供されています。

【CJ16-37】
（研究課題名：和文）UAV画像を用いた水稲の生育管理に関する研究
（研究課題名：英文）Study on rice growth management using UAV imagery

（研究代表者名）牧　雅康　（東北工業大学）
Masayasu MAKI　（Tohoku Institute of Technology）

【要旨】　近年，食料安全保障への関心が高まり，食料の安定供給システムの確立が求められている。作物の生育を管理することは，安定供給システムの確立において最も重要なことの一つであり，そのため，対象作物の生育状態の空間分布を正確に監視・予測することが重要となる。近年，UAVによる作物の生育管理が行われるようになってきた。しかし，現段階ではUAVを用いた作物の生育管理手法は確立されていない。本研究は，水稲を対象にして，UAV画像と作物モデルを用いた生育予測の可能性について検討した。

【Abstract】 Recently, food security becomes a major concern in the world. And development of stable food supply system has been required. Management of crop growth is one of the most important matters for stable food supply system. Monitoring of accurate spatial distribution of growth status of target crop at the field scale is required for the system. In recent years, unmanned aerial vehicle (UAV) has been used for management of crop growth. However, the method for management of crop growth using UAV has not been yet established. In this study, the possibility of growth prediction using the UAV imagery of rice paddy field and growth simulation model was evaluated.

1 背景 目的 方法

近年，生産者の高齢化や後継者不足を背景に，効率的な農地管理のための農事組合法人化やそれに伴う農地の大規模化が進んでいる。大規模農地における作物の生育状態の空間分布を把握するため，リモートセンシング技術の利用が期待されている。近年，無人飛行機（Unmanned Aerial Vehicle: UAV）およびUAVに搭載可能な植物の生育監視に適した近赤外カメラが登場し，農地管理のためにUAVリモートセンシングの利用環境が整ってきた。このような背景から，本研究ではUAV画像の高度な利用方法について検討することを目的とし，UAV画像と作物モデルとの結合による水稲の生育予測の可能性について評価した。

2 研究の成果

（1）図1は，地上計測したLAIデータを用いた圃場パラメータの調整と調整後のLAI推定結果の例である。図中の最初の2つの丸印の実測値を用いて圃場パラメータを調整し，圃場パラメータ調整後は，作物モデルのみでLAIを推定した。この地点における圃場パラメータ調整後のLAIの推定精度は，3つ目の丸印の実測値を用いて検証した。この図から，生育初期から中期にかけて計測した2回程度のLAIを用いて圃場パラメータを調整することで，対象とした場所に適した圃場パラメータの設定が可能となると考えられる。
（2）図2(a)は，図1の最初の2つの丸印と同じ日に空撮したUAV画像から推定したLAI画像を用いて各地点の圃場パラメータを調整し，図1の3つ目の丸印の日のLAIを作物モデルのみで推定した結果を画像にしたものである。図2(b)は，図1の3つ目の丸印の日に空撮したUAV画像から実測値とEVI値の回帰式から推定したLAI画像である。この図から絶対値は異なるが，相対的なLAIの分布は予測可能であったことが分かる。

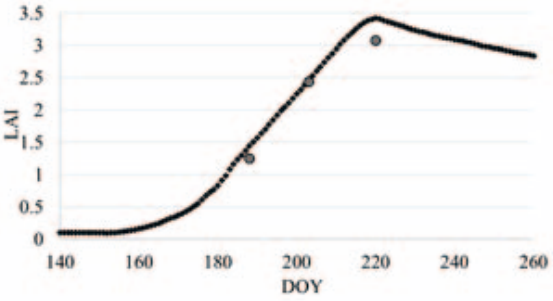


図1　地上計測LAIデータを用いた生育シミュレーションモデル内の圃場パラメータの調整と調整後のLAI推定結果

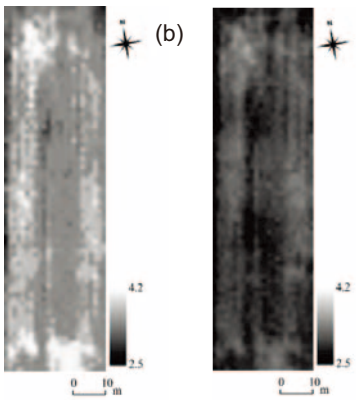


図2　圃場パラメータ調整後の作物モデルを用いて予測したLAI画像（a）とUAV画像から推定したLAI画像（b）の比較

3 成果展開の状況

研究の成果に記載した内容について、他の研究への活用状況あるいは普及・実用化の状況を記載してください。
・開発中の手法の実利用に可能性について、仙台市内のUAV空撮会社と計測手順や解析手順について検討中である。

【CJ16-36】
（研究課題名：和文）小型UAV（無人航空機）とSfM-MVS（Structure from Motion and Multi View Stereo）写真測量を用いた斜面崩壊地の地形変化と植生変化抽出に関する研究
（研究課題名：英文）Detection of topographic changes and re-vegetation in landslides using UAV (Unmanned Aerial Vehicle) and SfM-MVS (Structure from Motion and Multi View Stereo) photogrammetry

（研究代表者名）齋藤　仁　（関東学院大学・経済学部）
Hitoshi Saito　(Kanto Gakuin University・College of Economics)

【要旨】　本研究では，小型UAVとSfM-MVS写真測量を表層崩壊地の地形解析に応用し，詳細な表層崩壊地の空間分布と土砂生産量，および植生変化を明らかにすることである．対象地域は，2016年熊本地震と，2012 年7 月九州北部豪雨に伴い多数の表層崩壊が発生した阿蘇山・中央火口丘の仙酔峡地域である．結果，空間解像度0.04 m のオルソ画像，および0.16 m のDigital Surface Models が得られた．2016年熊本地震，および2012年7月九州北部豪雨に伴う土砂生産量は，それぞれ 10^5 m^3/km^2 オーダーと，10^4 m^3/km^2 オーダーであった．また2012年7月九州北部豪雨に伴う斜面崩壊地では植生が回復が進んでいることが示された．

【Abstract】　This study detected spatial distributions of shallow landslides and their sediment yields triggered by the 2016 Kumamoto Earthquake and the heavy rainfall in July 2012 using small UAVs and SfM-MVS photogrammetry at the Sensuikyo area at Aso Volcano, Japan. We obtained ortho-rectified photographs with spatial resolutions of 0.04, and digital surface models (DSMs) with spatial resolutions of 0.16 m. Sediment yields triggered by the 2016 Kumamoto Earthquake and the heavy rainfall in July 2012 were ~10^5 m^3/km^2 and ~10^4 m^3/km^2 , respectively. Additionally, recovery of vegetation was detected inside of landslides triggered by the heavy rainfall in July 2012.

1 背景 目的 方法

阿蘇山周辺の草地は，これまで頻繁に豪雨による集団的斜面崩壊が発生しており（例えば，2012年7月，2001年6月，1990年7月など），地形変化の速い地域である．また平成28年熊本地震では，多数の斜面崩壊が発生した．斜面崩壊後の地形的特徴やその変化，植生回復を明らかにすることは，今後の効率的な土砂災害対策や，阿蘇を特徴づける草地景観の保全の観点から重要である．しかしながら，一般的な衛星画像や空中写真では，その撮影頻度や分解能およびコストの面で，斜面崩壊地やその周辺の時間・空間的な変化を詳細に捉えることは容易でない．そこで2014年度よりUAVとSfM-MVSによる写真測量により，斜面崩壊地の低空空撮画像の取得とその解析をおこなってきた．本研究では，これまでの研究を発展させ，2012年7月九州北部豪雨と2016年熊本地震に伴う斜面崩壊地の分布と土砂生産量，および植生変化を明らかにした．

2 研究の成果

（1）本研究では，UAVとSfM-MVSによる写真測量を用いて，高精細なオルソ画像とDSMを取得する手法を確立した．これにより斜面崩壊（土砂災害）発生直後に，迅速に空間解像度0.10 m 程度のオルソ画像とDSMを取得することが可能となる．また高頻度にデータを取得することで，斜面崩壊の土量や土砂生産量を高精度に計測することや，植生の変化の検出が可能となる．

（2）阿蘇山の仙酔峡を対象に，2016年熊本地震と，2012年7 月九州北部豪雨に伴う斜面崩壊地の空間分布とその土砂生産量，および植生の変化について解析をおこなった．これらのイベントの前後の高精細なオルソ画像とDSMを比較することで，2016年熊本地震，および2012年7月九州北部豪雨に伴う土砂生産量は，それぞれ 10^5 m^3/km^2 オーダーと，10^4 m^3/km^2 オーダーであった．また2012年7月九州北部豪雨に伴う斜面崩壊地では植生が回復が進んでいることが示された．

図1　空間解像度 0.04 m のオルソ画像と，2012年7月九州北部豪雨に伴う斜面崩壊地の分布（白枠）（齋藤ほか，2016）

3 成果展開の状況

齋藤　仁・内山庄一郎・小花和宏之・早川裕弋・J.T. スリ スマンティヨ 2017. 阿蘇山・仙酔峡における斜面崩壊の高精細地形解析. 千葉大学環境リモートセンシング研究センター第19回 環境リモートセンシングシンポジウム, No. 15.
齋藤　仁・内山庄一郎・小花和宏之・早川裕弋 2016. 平成 24年（2012年）7月九州北部豪雨に伴う阿蘇火山地域での土砂生産量の推定 -UAVとSfM多視点ステレオ写真測量を用いた高精細地形データの活用-. 地理学評論 89, 347-359.

【CJ16-44】
（研究課題名：和文）リモートセンシングデータを活用したミツバチの生息・生育空間の分析
（研究課題名：英文）Analysis of honeybee's habitat using remote sensing data

•岡田　信行 (オルト都市環境研究所・代表取締役)
OKADA, Nobuyuki (alt Planning office Co., Ltd.・ representative director)

【要旨】　特に都市部においては、生活環境周辺に存在している自然環境を実感しにくい状況にあります。都市においても自然環境の存在は重要であり、都市と環境との関係性を住民にわかりやすく伝える方法が求められています。
私たちは地域の方々が身近な環境を実感する契機となることを目指してミツバチを飼育しています。
本研究は、ミツバチの巣箱周辺の植生状況の把握を目指し、ドローンやビルの屋上を活用して市街地における植生情報等の取得手法を開発することを目的としています。

【Abstract】　We have been trying to investigate the vegetation around areas of the hive using satellite remote sensing data.
The purpose of this study is to develop the observation method of vegetation information in a city using UAV or rooftop of Skyscraper.

1 背景 目的 方法

本年度は、より詳細な生息生育環境の把握を目指し、ドローンを活用して衛星リモートセンシングデータを補完する巣箱周辺の植生情報等の取得を試みました。
■方法1：飼育場所周辺におけるNDVIの取得
UAVに搭載するNIRカメラを用いて①飼育場所周辺の植物活性度の変化の観測、②UAVに搭載する撮影器材の運用方法の蓄積を目的とした観測を実施しました。
■方法2：NIRカメラを搭載したUAVのテスト
本年度は、機材の運用テストを実施し、安全性・安定性の確認するとともに、搭載するNIRカメラを用いた撮影テストを実施しました。

2 研究の成果

（1）飼育場所周辺におけるNDVIの取得
10月初旬から12月末にかけて六本木ヒルズ屋上から、UAVに搭載する小型NIRカメラによる撮影を実施した。観測場所から南東方向の芝公園を含む市街地を対象とし、日影を考慮して午後の時間帯に撮影を実施しました。
NIRカメラを用いた高層ビルからの観測によって、サクラやイチョウ、ケヤキなどの落葉樹が多く植栽され、主要な蜜源となっていると考えられる芝公園、イタリア大使館周辺の緑地におけるNDVIが秋季から冬季にかけて減衰していく季節変化を捉えることができました。

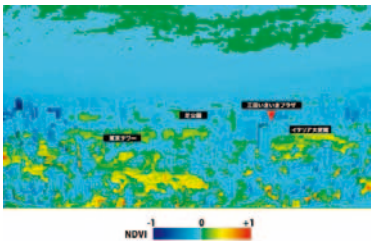


図1 高層ビルからの観測によるNDVI

（2）NIRカメラを搭載したUAVのテスト
UAVに搭載した小型NIRカメラでドローンフィールド内を撮影しました。
撮影した複数の画像をもとにPhoto Scanで3Dメッシュモデルを生成し、撮影データをマッピングしました。
合成した画像を解析し、撮影対象地のNDVIマップを作成することができました。

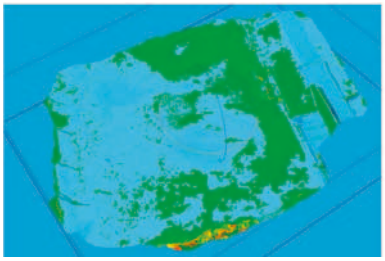


図2 ドローンを用いたNDVIマップ作成

3 成果展開の状況

■地域の環境教育の場における活用
本研究の成果は、港区芝地区における養蜂プロジェクトをはじめ、都市における養蜂プロジェクトにおいて、参加した市民の皆さんにプロジェクトで採れたハチミツの由来を考えて頂く過程で活用しており、都市における自然環境の存在を実感する一助になっています。

【CJ16-02】
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 Rader (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 Processer (DSP) から並列度の高い Field Programmable Gate Array (FPGA) への移行が強く求められている．昨年度までの研究では，設計したシステムをFPGA上に構成していた．本年度は軽量化，省電力化を目的としたシステムの改良を行った．

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

1 背景 目的 方法

現在，千葉大学環境リモートセンシング研究センターでは，地表環境・表層における様々な情報を精密かつ高精度に観測でき，世界初かつ日本独自の技術による円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）センサ搭載のマイクロ衛星を開発している．本研究では，マイクロ衛星のコマンド・データハンドリングにもっとも重要な部分である中央制御部の構成のため，CP-SARの高速処理に最適なFPGAの開発を行う．昨年度までの研究では，設計したシステムを実際にFPGA上に構成していた．本年度は軽量化，省電力化を目的としたシステムの改良を行った．

2 研究の成果

（1）従来は画像の処理およびその保存のため，2枚のFPGAボードと PCを利用していた(図1)．これを1枚のFPGAと1枚のドータボードだけで構成し直した(図2)．

（2）（1）を実現するため，従来システムでは1枚のFPGAボード (SP605) と PC を用いて行っていたSSDの操作をドータボード (XM104) だけで実現できるようにした．

（3）（1）により，軽量化および省電力化に成功している．
重量等の制約が厳しい無人航空機上での使用を考えると，この意義は大きい．

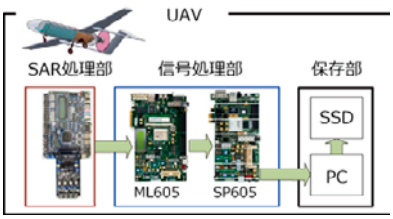


図1 従来のシステム

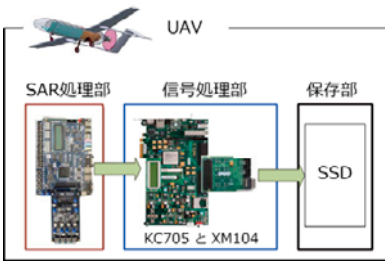


図2 本年度作成したシステム
従来より部品が少なく軽量である。

3 成果展開の状況

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

【CP16-03】
衛星画像処理のための放射伝達モデルの検証
Validation of Radiative Transfer Models for Satellite Image Processing

（研究代表者名）飯倉　善和　（弘前大学・理工学研究科）
Yoshikazu Iikura　(Hirosaki University・Graduate School of Science and Technology)

【要旨】　衛星画像から有用な情報を取り出すには、大気や地形の影響を補正（大気・陰影補正）する必要がある。補正のため、いくつかの放射伝達モデルが開発・公開されているが、出力する大気パラメータの定義等に違いがあり、利用には注意が必要であった。本研究では、代表的な放射伝達モデルである6SとRSTARを用いて補正に必要なパラメータの計算方法を検討した。二つのモデルで計算した大気パラメータ（パスラディアンスを除く）で整合性のある結果を得ることができた。また、RSTARにおいて相関k-分布の作成にセンサの応答関数を考慮することにより、6Sに比較して4倍ほど高速な計算が可能となった。

【Abstract】
Atmospheric and illumination effects should be corrected when extracting useful information from satellite images. For this purpose, some radiative transfer codes could be utilized but cautions are needed because of the difference in their definitions of the resulting atmospheric parameters. In this research, we considered the utilization of RSTAR in comparison with 6S. Although most of the results were found to be consistent, RSTAR was almost four time faster than 6S owing to the use of the correlative k-distribution formulation that incorporates response functions of sensor bands.

1 背景 目的 方法

衛星画像から有用な情報を取り出すには、大気や地形の影響を補正する必要がある。これまでに、いくつかの放射伝達モデルが開発・公開されているが、出力する大気パラメータの定義等に違いがあり、利用には注意が必要であった。また、起伏のある地形で重要となる天空光の異方性などの取り扱いについては、実データによる検証を取り入れる必要がある。

本研究では、代表的な放射伝達モデルの出力間の整合性をチェックし、違いがあれば各パラメータの定義および計算方式に踏み込んで解明を行う。さらに、千葉大学で行われている大気パラメータの観測結果との整合性についても検討を加え、モデルの改善が必要かどうかの検討を行う。

2 研究の成果

昨年度に開発した衛星センサ対応版のRSTARに対して以下の改良を行った。
（1）天空反射率、背景放射輝度、環境放射照度の導出に複数の地表面反射率での計算が必要であったが、これらを一つの地表面反射率で計算できるように随時プログラムを改良した（図1）。
（2）RSTARでは大気成分による光の吸収計算に相関k分布法をもちいている。今回、衛星センサの応答関数を考慮してk-分布の積分点と重みをランドサットETM+に対してテーブル化した。この結果、RSTARの計算速度が6Sの4倍ほど高速になった。しかし、パスラディアンスが6Sと異なる計算結果となった（図2）
原因がほぼ特定できたので、修正版を作成中である。
（3）衛星の観測日（入力）に応じた太陽放射輝度を設定できるようにした。
（4）地表面の高さおよびエアロゾルの鉛直分布を柔軟に設定できるようにした。
（5）RSTARの入力ファイル(data)の衛星画像の撮影条件に応じた書き換えや出力ファイルから必要な情報の抽出を柔軟に行うプログラムをPython を用いて作成した。

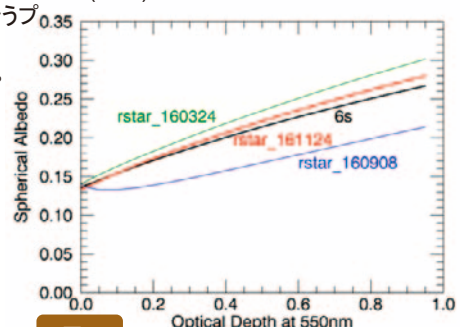


図1　天空反射率の6S（黒）との比較

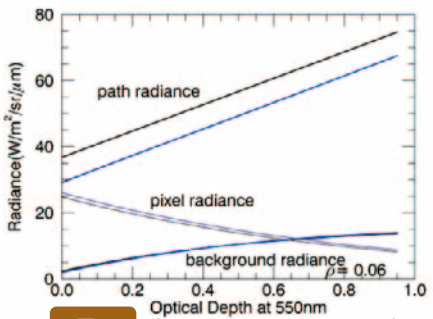


図2　放射輝度の6S（黒）との比較

3 成果展開の状況

衛星画像から地表面反射率とエアロゾルの光学的厚さを同時に推定する方法（同時推定法）を開発し、プログラムをGithub上に公開した。なお、大気パラメータの計算には6Sに代えて、本研究で開発しているRSTARの衛星センサ対応版を利用する予定である。

【CJ16-06】
探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究
A study on the Martian atmospheric environment using remote sensing data obtained by Mars orbiter missions

（研究代表者名）野口　克行　（奈良女子大学）
Katsuyuki Noguchi　(Nara Women's University)

【要旨】　本研究では、米国の火星探査機Mars Reconnaissance Orbiter（MRO）搭載の赤外分光計Mars Climate Sounder（MCS）による観測から得られた気温、水氷雲、ダストの各物理量の統計的な解析を行なうことで、それらの相互作用を明らかにすると共に火星気象・気候に与える影響を評価することを目的とする。前年度までに、南半球の特徴的な地形の一つであるヘラス盆地付近において気温の上昇・水氷雲の減少・ダストの増加と言った相関が毎年現れていることを明らかにした。今年度は、大規模な山岳地形であるタルシス山地上空の気温、水氷雲、ダストの相関に着目した。ヘラス盆地とは異なり、ダストに関しては明確な相関が見られなかった。

【Abstract】 This study aims to reveal the nature of dust, clouds and thermal structures (temperature) and their interactions in the Martian atmosphere by statistical analyses of remote sensing data mainly obtained by Martian explorers' data. We utilized the observational results obtained by Mars Climate Sounder (MCS) onboard Mars Reconnaissance Orbiter (MRO), which was launched in 2005 by NASA. We focused on the longitudinal distributions of water ice clouds, dust and temperature and their correlations over the Tharsis region in the Martian atmosphere.

1 背景 目的 方法

火星は地球の中層大気に相当する程度の大気を持っており、地球大気で得られた知見を元に火星で観測された大気現象の発生メカニズムを解明することは、将来の無人・有人探査に必要な火星大気環境データの入手に留まらず、地球大気での知見がその他の惑星に対しても通用する普遍的な法則かどうかを試す上でも重要である。本研究では、米国の火星探査機Mars Reconnaissance Orbiter（MRO）搭載の赤外分光計Mars Climate Sounder（MCS）による観測から得られた気温、水氷雲、ダストの各物理量の統計的な解析を行なうことで、それらの相互作用を明らかにすると共に火星気象・気候に与える影響を評価することを目的としている。特に、今年度はタルシス山地上空に着目して解析を実施した。

2 研究の成果

（1）タルシス山地上空での水氷雲、気温、ダストの経度－高度分布を解析しました（図1）。

（2）夜側の観測データにおいて、ヘラス盆地で見られたのと同様な水氷雲と気温の反相関が見られました（図中の赤丸）。一方で、ダストは、解析対象期間中に増加・減少の変動はみられたものの、それらの変動は水氷雲や気温と明確な相関は伴ないませんでした。なお、昼側のデータには明確な相関は見られませんでした。

（3）同期間中のヘラス盆地では、水氷雲・気温・ダストの全てに相関が見られ、「ダスト量の増加→ダストによる太陽光吸収と気温上昇→水氷雲の減少」という仮説を立てましたが、タルシス山地での結果はこの仮説が成り立たない場合があることを示しています。

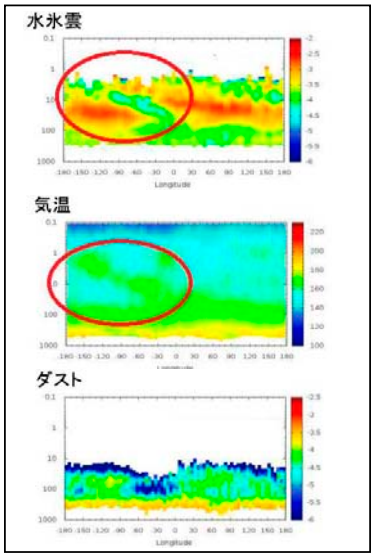


図1 火星探査機MRO搭載MCSセンサによる水氷雲、気温、ダスト。

3 成果展開の状況

本研究で明らかにされた各物理量の相関を元に、昨年度の成果と併せて数値モデルとの比較に利用する事を検討しています。

【CJ16-11】
（研究課題名：和文）マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法の開発
（研究課題名：英文）Development of estimation method for offshore wind energy resources using microwave radiometer, scatterometer and mesoscale meteorological model

（研究代表者名）香西　克俊　（神戸大学・海事科学研究科）
Katsutoshi Kozai　（Kobe University・Graduate School of Maritime Sciences ）

【要旨】一般に洋上風速は高度が上がるほど大きくなり、気温と海面水温の差が風速プロファイル（鉛直風速分布）に影響を及ぼすことが知られている。マイクロ波散乱計はすでに中立状態を仮定した10m高の風速（Equivalent Neutral Wind, ENW）が用いられているが、マイクロ波放射計AMSR2から推定される風速は大気安定度を考慮する必要があるかどうかという状況が本研究の背景としてある。また洋上風力資源量を推定する場合、風車ハブ高度（80~100m）の風速を推定するため風速の高度補正が必要である。そこで本研究の目的はAMSR2（ver3）風速を等価中立風（ENW）と仮定することにより、メソ気象モデルWRF、風速プロファイルモデルCOARE3.0を用いた高度補正を伴う大気安定度依存風速(SDW)を検証し、AMSR2 ver3風速プロダクトの特性を把握することである。日本沿岸域のKEOブイ、北東太平洋のPAPAブイの2012年7月より2014年12月までの毎時風速データを検証用として使用した結果、両者のRMSEはほぼ等しかったが、PAPAのバイアスは負を示した。これはAMSR2から導かれた15m/s以上の安定度依存風速が過小評価されていることが原因と考えられる。

【Abstract】In order to estimate offshore wind energy resources it is necessary to convert wind speed from satellite-derived 10m wind speed to turbine hub height wind speed considering atmospheric stability. Assuming AMSR2-derived wind speed as ENW(Equivalent Neutral Wind) speed, this study validates stability dependent wind (SDW) speed from mesoscale meteorological model WRF and wind speed profile model COARE3.0 against KEO and PAPA buoy wind speed. RMSE of both buoys are almost same. However bias of PAPA shows negative. It is attributable to the fact that SDW speeds more than 15m/s derived from AMSR2 are underestimated.

1 背景 目的 方法

本研究の背景として1. マイクロ波放射計AMSR2から推定される風速は大気安定度を考慮する必要があるかどうか、2. 大気安定度を考慮した風速プロファイルモデルはどの沿岸域においても適用可能であるかどうか、3. 風速プロファイルモデルとメソ気象モデルWRFの組み合わせは大気安定度を考慮したAMSR2風速に有効であるかどうかという状況が本研究の背景としてある。本研究の目的はAMSR2（ver3）風速を等価中立風（ENW）と仮定することにより、メソ気象モデルWRF、風速プロファイルモデルCOARE3.0を用いた高度補正を伴う大気安定度依存風速(SDW)を検証し、AMSR2 ver3風速プロダクトの特性を把握することである。大気安定度依存風速を検証するため、日本沿岸域のKEOブイ、北東太平洋のPAPAブイの2012年7月より2014年12月までの毎時風速データを使用した。

2 研究の成果

3点以下にポイントを絞り込んで記載して下さい。
（1）PAPAとKEOの検証結果は、RMSEはほぼ等しいがPAPAのバイアスは負となり、PAPAのR^2値はKEOより低い。この理由としてAMSR2から導かれた15m/s以上の安定度依存風速(SDW)が過小評価されていることが挙げられる。（図1左）。

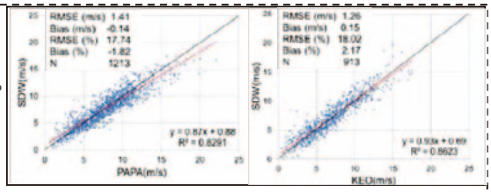


図1　PAPA（左）とKEO（右）における風速プロファイルモデルに基づく検証結果 (黒線: 一対一直線, 赤線: 回帰直線,2012/7~2014/12)

（2）風速プロファイルモデル（COARE3.0、対数則）とその組み合わせの中で、COARE3.0+WRFはKEOにおける安定度依存風速の推定において相対バイアスと相対RMSEを1～2%改善した（図2）。

（3）COARE3.0+ブイ とCOARE3.0+WRFを比較した結果、相対バイアスと相対RMSEにほとんど差は見られなかった。これはWRFをAMSR2から導かれる安定度依存風速の推定に用いる有用性を示唆している。

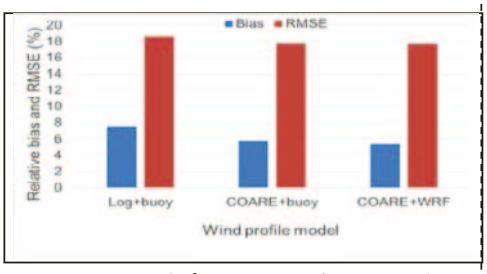


図2　KEOにおける風速プロファイルモデルの相対バイアスと相対RMSE

3 成果展開の状況

研究の成果に記載した内容について、他の研究への活用状況あるいは普及・実用化の状況を記載してください。
上記で開発した手法は 散乱計風速とともに風車ハブ高度（80～100m）の風速推定による洋上風力資源量推定の研究に用いられることが期待される。

【CJ16-12】
（研究課題名：和文）多波長マイクロ波放射計データを用いた水物質量リトリーバルの研究
（研究課題名：英文）Study on hydrometeor retrieval using multi-frequency microwave radiometer data

（研究代表者名）青梨和正 （気象庁気象研究所）
Kazumasa Aonashi （Japan Meteorological Agency Meteorological Research Institute ）

【要旨】
雲解像モデル（CRM)にマイクロ波イメージャ(MWI) TBを同化するEnVARスキームを開発した。このスキームでは、降水物理量のサンプリング誤差を減らすため、2スケールのNeighboring Ensemble を使った。
我々は、このスキームの検証のため、台風1518の事例について、MWI TBを同化する実験を行なった。2015/9/8/17UTC のAMSR2のTBのsingle observationの同化は、台風とその南東側を中心として、広い範囲で解析インクレメントを作り、CRMの降水予報を30時間に亘って顕著に改善した。

【Abstract】
The present study developed an Ensemble-based Variational Assimilation (EnVAR) scheme for the Cloud-Resolving Model (CRM). In order to address serious sampling error for CRM precipitation-related variables, we introduced the dual-scale neighboring ensemble method (hereafter referred as DuNE).
We performed experiments using the above EnVAR scheme to assimilate Advanced Scanning Microwave Radiometer 2 (AMSR2) brightness temperatures (TBs) for a Typhoon Etau (T1518) case (17 UTC 8st Sep. 2015). The assimilation significantly improved a CRM precipitation forecast up to 30 hours, in particular, by strengthening and stagnating a rain band over the Kanto Plain.

1 背景 目的 方法

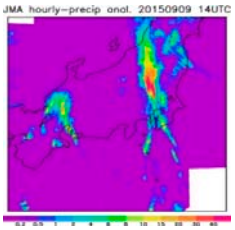
水物質はマイクロ波を放射、吸収、散乱している。水物質を含む大気のマイクロ波放射伝達は、水物質の相（水蒸気、液水、固体）で異なり、マイクロ波の波長によっても変化する。従って、多波長マイクロ波放射計データを用いることで、異なる相を持つ水物質の量を推定できることが期待される。本研究の目的は、多波長マイクロ波放射計データと、これに同期した水物質の現地観測データを蓄積し、これをもとに、多波長マイクロ波放射計データを使った、水物質量リトリーバル法を改善することである。

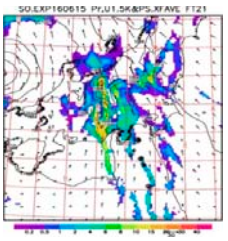
2 研究の成果

1） 雲解像モデル（CRM)にマイクロ波イメージャ(MWI) TBを同化するEnVARスキームを開発した。このスキームでは、降水物理量のサンプリング誤差を減らすため、2スケールのNeighboring Ensemble を使った。
また、このスキームは、降水の非正規分布に対応するため、物理量の確率分布(PDF)を、晴天域と雲降水域の2つの正規分布するレジームの混合で近似し、レジーム毎に異なるTBの観測誤差を適用した。このスキームは、水物質に関する制御変数としてRTWと降水強度を使い、その他の水物質の解析値は、上記2つの解析値から、等価線形化手法で計算した。

2） 我々は、このスキームの検証のため、台風1518の事例について、MWI TBを同化する実験を行なった。2015/9/8/17UTC のAMSR2の10,18,23,36,89 GHzの鉛直偏波のTBのsingle observationの同化は、台風とその南東側を中心として、広い範囲で解析インクレメントを作り、CRMの降水予報を30時間に亘って顕著に改善した。

また、予報解析サイクルによる2015/9/7/14UTCから2015/9/8/17UTCまでのGMI,SSMIS,AMSR2のTBの同化は、CRMの降水予報を－特に、降水帯を関東付近で強化し、停滞させることにより－さらに改善した。





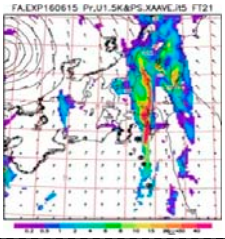


図1 2015年9月9日14 UTCの前１時間降水量 （mm）
（右上） レーダ解析雨量
（右上） データ同化なし予報
（右下） MWI データ同化ありＮＨＭ予報 （FT=21h）

3 成果展開の状況

開発した手法は気象研究所経常研究「台風の進路予報・強度解析の精度向上に資する研究」（副課題1：全球及び領域解析・予報システムを用いた台風進路予報の精度向上に関する研究）（平成26－30年度）で利用されている。

【CJ16-13】
（研究課題名：和文）リモートセンシングデータによる湖沼基礎生産量推定アルゴリズムの開発
（研究課題名：英文）Development of a algorithm for estimating primary productivity in lakes from remote sensing data

（研究代表者名）松下　文経　（筑波大学）
Bunkei Matsushita　（University　of Tsukuba ）

【要旨】　本研究は、まず二種類のQAA（Qusi-Analytical Algorithm）アルゴリズム（QAA-V5とQAA_turbid）を用いてMERIS(MEdium Resolution Imaging Spectrometer)データから霞ヶ浦湖水の植物プランクトン吸収係数（aph）と有光層水深を推定した。次に先行研究から得たMERISデータによる霞ヶ浦湖水のChl-aとあわせて、Chl-a-basedモデルとaph-basedモデルによって霞ヶ浦湖水の基礎生産量を推定した。さらに、霞ヶ浦データベースから得た霞ヶ浦湖水基礎生産量の実測値と比較することによって、それぞれモデルの推定精度を評価した。最後に、霞ヶ浦の現地調査データを用いて、2種類モデル推定精度の違いの原因を詳細に考察した。

【Abstract】We used two Qusi-analytical algorithms (i.e., QAA_v5 and QAA_turbid) to estimate absorption coefficient of phytoplankton (aph), euphotic zone depth from Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) data. By combining chlorophyll-a (Chl-a) from MERIS, we estimated net primary production in Lake Kasumigaura using Chl-a based model and aph-based model. Moreover, we evaluated estimation accuracy of the two models using the Kasumigaura database. Finally, we discussed the cause of the different estimation accuracy between the two types of model in detail using in situ data.

1 背景 目的 方法

湖沼の基礎生産量は湖水の富栄養化程度や炭素固定量などを測る重要な指標の一つであるため、全球湖沼一次生産量の推定は健全な水利用、水域生態系の保全、及びグローバルな炭素循環の見積もりに不可欠な存在である。リモートセンシングによる水域一次生産量の推定モデルとして、クロロフィルa濃度をベースにしたモデル（Chl-a-basedモデル）と植物プランクトンの吸収係数をベースにしたモデル（aph-basedモデル）が提唱されたが、湖沼でのモデル推定精度の検証はまだ不十分である。本研究はこの問題点に着目し、上記2種類のモデルの有用性を検証することを目的とした。このため、霞ヶ浦を対象に、衛星データ及び現地データの解析によって、2種類モデル推定精度の違いの原因を詳細に考察した。

2 研究の成果

（1）衛星画像に対する大気補正法、大気補正済みの衛星画像から湖水固有光学特性・消散係数・有光層水深・クロロフィルa濃度などの推定アルゴリズムを開発しました（図1）。これにより、衛星画像から湖水基礎生産量の推定が可能となります。

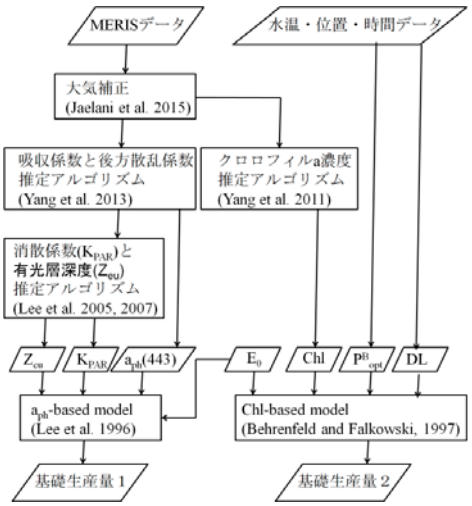


図1 湖沼基礎生産量推定アルゴリズム

（2）MERISデータによる霞ヶ浦湖水基礎生産量の推定結果は、Chl-basedモデルに比べ、aph-basedモデルの方が推定精度が高く、相対誤差は約47%であった。しかし、基礎生産量季節変化の再現については、Chl-basedモデルの方が優れている。

3 成果展開の状況

まだ研究段階中。

【CJ16-14】
自然災害により生じた電離圏変動の定量的解析
Quantitative analysis of ionospheric perturbations associated with natural hazards

（研究代表者名）中田　裕之　（千葉大学・大学院工学研究科）
Hiroyuki Nakata（Chiba University・Graduate School of Engineering）

【要旨】　地震（津波）、火山、台風などにより電離圏擾乱が発生することが知られていることから、このような自然現象により生じた電離圏変動と波動源との関係について明らかにすることを目的とし、研究を進めた。また、両者の関係を明らかにすることにより、電離圏—中性大気—固体地球の複合系における相互作用という、学術的な重要な知見を示すとともに、電離圏変動から自然現象の規模を見積もることが可能になるため、電離圏擾乱の観測による災害警報などの応用などにも期待できる。

【Abstract】 It is well-known that the ionospheric disturbances associated with natural hazards, such as earthquakes (tsunamis), volcanic eruptions, typhoons, and so on. In this study, we have examined the ionospheric disturbances in order to clear the relationship between the ionospheric disturbances and their sources. This result contributes to showing the scientific knowledge of coupling process of the ionosphere-neutral atmosphere-solid earth. In addition, this is also available to the warning system of natural hazards using ionospheric observations.

1 背景 目的 方法

地震や火山噴火などの大規模な自然災害に伴い電離圏変動が観測されている。これらは、災害に伴い発生した大気波動が電離圏まで伝搬し、プラズマを変動させることで生じることが知られている。地震に伴い変動は観測数も多く、そのメカニズムが明らかにされてきたが、台風や火山噴火については、そのメカニズムは明らかになっていない。また、これらの自然災害の規模と電離圏変動が定量的に明らかになることで、電離圏観測を用いて、災害の規模を見積もることが可能になるという事実が、本研究の背景としてある。そこで、本研究の目的は電離圏変動と自然災害（本研究では、地震、台風火山噴火を対象とした）との関係を明らかにすることである。用いた観測はGPS、HFドップラーである。GPSは高度約350 km、HFドップラーは150～250 kmの電離圏変動を明らかにすることが可能である。

2 研究の成果

（1）台風に伴う電離圏変動について解析を行い、HF ドップラーによる電離圏観測では、台風に伴う変動を容易に捉えられるが、GPSによる電子数観測では、台風に伴う電離圏変動を捉えることは難しいことを明らかにしました。HFドップラーに比べ、GPSで導出される電子数はより高高度の影響が強いことがわかっており、台風で見られる変動は電離圏変動としては、極めて高周波数であり（数10 mHz）、このような高周波の波動は、高高度電離圏では強く減衰を受けるため、GPSでは捉えることが難しいことが推測されます。

（2）LF帯電波観測を行い、その特性について解析を進めました。時刻合わせに用いられる標準電波（60kHz）を観測し、電離圏で反射され到達する空間波の強度について解析を行ったところ、電離圏電子密度とよい相関を持つことが明らかになりました。これは電離圏電子密度が電気伝導度とよい相関を持つためだと考えらえます。これにより、LF帯電波観測により電離圏観測を行える条件を明らかにすることが可能になります。

（3）GPS、HFドップラー観測を用いて、火山噴火に伴う電離圏変動の解析を行いました。図1の上段に火山噴火後のGPSによる電子数変動、下段にHFドップラーによる電離圏上下変動を示しています。いずれも火山噴火後に変動が観測されることは知られていましたが、HFドップラーでは、その変動が二つのモードにわけられる（①：噴火の衝撃による変動、②：電離圏下部と地面との共鳴による変動）ことが明らかになりました。このことはまだ報告されていない事実であり、噴火に伴う電離圏変動の新しい知見です。

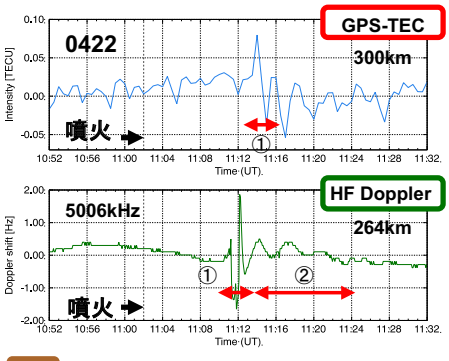


図1　火山噴火に伴う電離圏変動観測結果。上段はGPSにより導出した電子数観測、下段はHF ドップラーによるr電離圏上下変動。

3 成果展開の状況

本研究の成果より、（1）台風に電離圏変動はGPSでとらえることは難しい、（2）LF帯電波による電離圏観測は、電子密度が高い時期である、夏至・冬至付近では、変動を観測できる機会が多い、（3）火山噴火に伴う変動はGPSでも十分観測が可能であり、これは最初の衝撃波に伴う変動をとらえていることが明らかとなった。これまでの地震にともなう変動観測結果とあわせ、今後、より定量的な解析を進めていく予定である。

【CJ16-15】
（研究課題名：和文）UAVリモートセンシング観測による里地里山の植物種多様性の地図化
（研究課題名：英文）Mapping of vegetation diversity in SATOYAMA by UAV remote-sensing

（研究代表者名）永井　信　（海洋研究開発機構・地球表層物質循環研究分野）
Shin Nagai　（Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology）

【要旨】　里地里山における植物種多様性を高精度に地図化することは、気候変動下における生態系の機能やサービスと人間活動の相互作用を理解する上で重要な課題である。本研究は、千葉の里地里山を対象に、UAV (unmanned areal vehicle)に搭載したデジタルカメラにより複数の時期に空中写真撮影を行い、目視判読により樹種分布の地図化を行った。その結果、各樹種の植物季節や樹冠の構造の特徴により、樹種判別が可能であることを明らかにした。

【Abstract】 Mapping of vegetation diversity in the SATOYAMA ecosystem is an important issue to understand the relationship between ecosystem functions and service and human activities under climate change. We periodically photographed the canopy surface using a digital camera mounted on a UAV (unmanned areal vehicle) and mapped geographical distribution of each tree species by visual discrimination. We identified that the characteristics of plant phenology and structure of tree canopy provide useful information to discriminate each tree species.

1 背景 目的 方法

近年の里地里山では、開発（第1の危機）や利用•管理の低下（第2の危機）により、生態系サービスや生物多様性が低下している（JBO2、環境省）。リモートセンシング観測は、植生被覆や植物季節の時空間分布の変動を広域的に検出・地図化する有益な手法である。近年では高解像度で汎用性の高い観測を可能とするUAV（無人航空機）を用いた観測に期待が高まっている。本研究の目的は、UAVに搭載したデジタルカメラを用いて里地里山の地表面の状態を撮影し、カメラ画像の解析により植物種多様性を地図化・評価することである。本研究は、千葉県東金市の里地里山を対象に、UAVにより空中写真の撮影を3・4・6・11・12月に行い、空中写真と現地調査による樹種分布の情報に基づいて、目視判読により樹種分布の地図化を行った。

2 研究の成果

各樹種の植物季節（森林上部の葉の色）が特徴的な時期に撮影した空中写真により、各個体の樹種を判別可能であった（図2）。また、各樹種の樹冠の構造の特徴も樹種を判別するための重要な情報を提供した。この結果は、様々な樹種を対象に植物季節（開花・開葉・紅葉・落葉の様式や期日）や樹冠の構造の特徴を収集することにより、複数の時期に撮影した空中写真を用いて樹種分布の地図化を広域的に行える可能性を示唆した。

図1 対象サイトにおける代表的な樹種

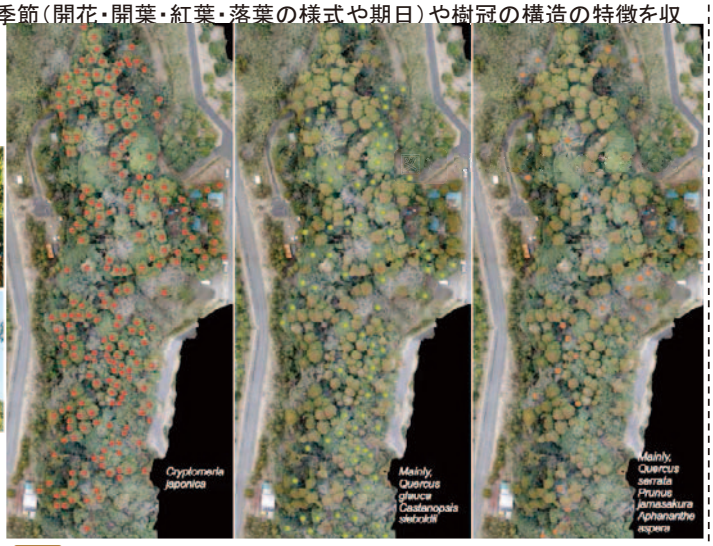


図2 対象サイトにおける樹種分布（左：スギ・中：スダジイなど・右：コナラなど）

3 成果展開の状況

本研究の成果は、リモートセンシングによる植物種多様性の地図化や、次世代の衛星に搭載される高解像度な可視・近赤外センサーの技術開発に役立てられる。

【CJ16-19】
（研究課題名：和文）SKYNETデータを用いた大気環境の研究
（研究課題名：英文）A study of atmospheric environment with the SKYNET data

（研究代表者名）久慈　誠　（奈良女子大学）
Makoto KUJI　（Nara Women's University）

【要旨】　東アジアにおける大気環境の把握のため、エアロゾルの動態を把握することは重要である。本研究では、空気サンプリング、目視、並びにリモートセンシングデータを用いて、奈良市におけるエアロゾルの特徴を調べた。まず、奈良女子大学で観測している Optical Particle Counter (OPC) と西部大気汚染監視局で測定されている PM2.5 を比較したところ、比較的高い相関が得られた。次に、OPCと視程の比較より、視程悪化には小粒子の増加が大きく影響していることが分かった。さらに、OPCと、やはり奈良女子大学で太陽直達光を観測している Microtops 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たことが分かった。これらの解析結果を踏まえ、今後はひまわり衛星やSKYNET観測データとの比較を行う予定である。

【Abstract】It is important to monitor the aerosol behavior over East Asia. We performed optical observations in terms of aerosol properties with sun photometry and air sampling for three years at Nara. Comparisons of the particle number concentration with the PM2.5 mass concentration, visibility, and aerosol optical thickness revealed that these observations were consistent as a whole. We will continue these observations to validate Himawari 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、特に人間の住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、目視、並びにリモートセンシングデータを用いて奈良市におけるエアロゾルの特徴を調べた。具体的には、奈良女子大学で Microtops と OPC の観測を行った。この他に、本学から約 730 m 離れた奈良地方気象台の視程観測データと、約 8 km 離れた西部大気汚染測定局で観測された PM2.5 のデータ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）Microtopsによって観測されたエアロゾルの波長 440 nm における光学的厚さと、OPCを用いて観測された粒径 0.3 μm 以上の粒子数濃度の相関を調べた（図1）。その結果、相関係数は 0.72 と、比較的強い正の相関を示した。これにより、大気全層と下層のエアロゾル量は概ね同様の変動をしていると考えられる。

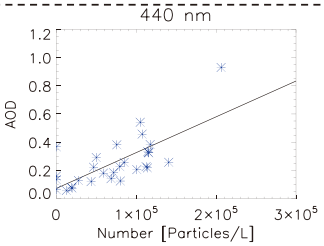


図1 エアロゾルの光学的厚さと粒子数濃度の相関。

（2）粒径 0.3〜2.0 μm の粒子数濃度と、質量濃度である PM2.5 の相関を調べた(図2)。その結果、相関係数は0.85となり、強い正の相関を示した。このことから、粒子数濃度と質量濃度は概ね同様の変動をしていることが分かった。

（3）対流圏における視程は主としてエアロゾルによる太陽放射の散乱で決まるため、エアロゾルの粒子数濃度と視程の相関を調べた。その結果、相関係数は 粒径 0.3〜0.5 μm で -0.46、0.5〜1.0 μm で -0.37、1.0〜2.0 μm で -0.27、2.0〜5.0 μm で -0.17、5.0 μm 以上で -0.10 となった。小粒子（0.3〜0.5、0.5〜1.0、1.0〜2.0 μm）ではやや弱い負の相関を示す一方で、大粒子（2.0〜5.0 μm、5.0 μm以上）ではほとんど相関が見られなかった。これより、視程は大粒子よりも小粒子の影響を受け、小粒子が卓越すると視程はより悪化すると考えられる。

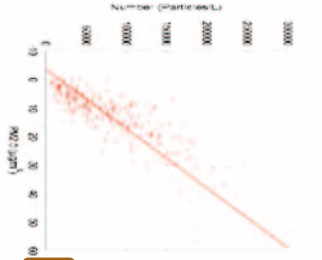


図2 粒子数濃度とPM2.5の相関。

3 成果展開の状況

上記の研究の成果は、まず、奈良市の大気環境の把握に役立っている。ここで、西部大気汚染監視局で観測されている PM2.5 は地表面付近における1地点の観測であり、また、奈良地方気象台で観測されている視程は奈良盆地における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、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、ひまわり衛星やSKYNET観測データとの比較を進める予定である。

【CJ16-22】
（研究課題名：和文）ひまわり8号による植生季節変化の長期観測手法の構築
（研究課題名：英文）Utilization of Himawari-8/AHI for long-term vegetation monitoring

（研究代表者名）松岡　真如　（高知大学・教育研究部）
Masayuki Matsuoka　（Kochi University・Agriculture Unit ）

【要旨】ひまわり8号に搭載されたAHI (Advanced Himawari Imager)は気象観測のみならず、植生をはじめとする陸域環境の解析への活用も期待されている。特に、静止軌道からの高頻度観測は、これまでの地球観測衛星にはない特徴である。本研究の目的は、ひまわりを用いて植生季節変化の長期観測手法を構築する事である。本年度は、植生を観測する上で重要な要因となる、二方向性反射特性の解析を行なった。二方向性反射モデルとしてカーネル型のBRDF(Bidirectional Reflectance Distribution Function)モデルを用い、8時間分の時系列AHIデータを用いてパラメータの推定を行なった。その結果、使用するカーネルによる影響は小さいこと、大気上端での反射率よりは、分光放射輝度を用いるほうがモデルの適合度が高い事が示された。また、パラメータが地形の影響を受けている事が明らかとなった。

【Abstract】he Advanced Himawari Imager (AHI) onboard Himawari-8 is available not only for the meteorological observation but for environmental monitoring of the earth surface such as vegetation change. The purpose of this study is to develop the monitoring scheme of vegetation phenology using Himawari-8/AHI. The bidirectional reflectance was modeled using a kernel-driven BRDF model. We found that the performace of the model is almost same by kernel combinations, and spectral radiance shows higher degree of fitness than the top-of-atmosphere reflectance.

1 背景 目的 方法

ひまわり8号、9号に搭載されたAHIにより、長期にわたる植生季節変化の解析が可能となった。衛星で観測された分光反射率は、植生の他にも、太陽と衛星の位置関係による反射率の違い（二方向性反射特性）や大気の影響によって変化する。本年度は、二方向性反射特性について、既存のBRDFモデルを用いて解析を行なった。MODISで利用されているカーネル型モデルを、AHIの日本域データ（8時間分、192シーン）に適用した。モデルのパラメータを最小二乗推定し、自由度調整済み決定係数を用いて(1)用いるカーネルによる違いはあるか、(2) 大気上端での反射率と分光放射輝度ではどちらが適合度が高いか、を評価した。また、推定されたパラメータの空間分布からモデルの特性を考察した。

2 研究の成果

（1）ボリュームカーネルとして、Ross-Thick(RTK)とRoss-Thin (RTN)、ジオメトリックカーネルとしてLi-Sparse-Reciprocal(LSR)とLi-Dense(LDN)を使用し、各組合せにおける決定係数を求めた（表1）。上段は大気上端での反射率を用いた場合、下段は分光放射輝度（計算は太陽光反射率を用いたが、定義から分光放射輝度を用いた場合と同じであるため、分光放射輝度と表記）を用いた場合を表している。日本の画素における平均値で示しており、括弧内は標準偏差である。これにより、カーネルの組合せによる差は非常に小さい事が明らかとなった。
（2）表1の上段と下段の比較から、大気上端での反射率よりは、分光放射輝度を用いたほうがモデルの適合度が高い事が明らかとなった。この原因は、大気上端での反射率の計算において太陽天頂角の余弦で除算している事にあった。それにより、太陽天頂角の大きい朝夕の反射率が上昇し、モデルがその変動を再現できていなかった。この結果から、大気上端での反射率よりは、分光放射輝度をモデル化した上で反射率を算出する利用方法が示唆された。
（3）パラメータの空間分布を図1に示す。黒い部分は雲が多くてパラメータが推定できなかった部分である。その周囲や東北・北海道でパラメータの局所的な変動が大きく、除去できなかった雲の影響を受けていた。また、安定した推定結果が得られた中国・四国・九州の結果から、パラメータが地形の影響を受けている事が明らかとなった。これにより、より詳細な反射率推定への方向性が示された。

表1 パラメータ推定時の決定係数
上：大気上端での反射率、下：分光放射輝度

Band 3

	8月12日	8月13日	8月12日	8月13日
RTK_LSR	0.575 (0.258)	0.558 (0.269)	0.841 (0.200)	0.826 (0.212)
RTK_LDN	0.576 (0.258)	0.560 (0.269)	0.843 (0.201)	0.828 (0.213)
RTN_LSR	0.571 (0.258)	0.576 (0.259)	0.825 (0.205)	0.812 (0.217)
RTN_LDN	0.577 (0.258)	0.579 (0.258)	0.818 (0.206)	0.809 (0.218)

Band 3

	8月12日	8月13日	8月12日	8月13日
RTK_LSR	0.912 (0.109)	0.914 (0.106)	0.962 (0.056)	0.959 (0.061)
RTK_LDN	0.917 (0.110)	0.919 (0.107)	0.967 (0.056)	0.967 (0.061)
RTN_LSR	0.907 (0.114)	0.911 (0.110)	0.971 (0.057)	0.969 (0.062)
RTN_LDN	0.910 (0.114)	0.914 (0.110)	0.970 (0.058)	0.970 (0.062)

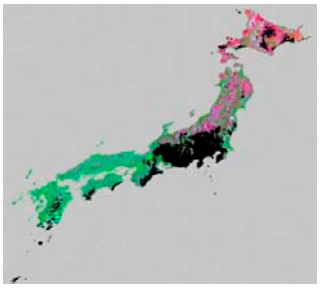


図1 パラメータの画像

3 成果展開の状況

今年度の解析から、雲判別の高精度化、大気補正、地形の影響の除去などの必要性が示されました。これらの課題を解決する事で、AHIから植生の季節変化を高頻度に解析する事が可能となります。また、手法を利用する事で、AHIから抽出された植生変化を気候変動や生態学の研究に活用できるようになります。

【CJ16-29】
（研究課題名：和文）酸素Aバンドを利用したクロロフィル蛍光の分光画像計測：水田・森林への応用
（研究課題名：英文）Spectral image measurement of chlorophyll fluorescence using the oxygen A band: application to Rice field and forest

（研究代表者名）増田　健二　（静岡大学・技術部）
Kenji Masuda　（Shizuoka University・Division of Technical Service）

【要旨】 我々は地上でのリモートセンシング計測により、野外の群落レベルで活用可能な太陽光誘起の植物蛍光（計測法を開発している。装置の基本的な構成としては、光学望遠鏡に小型CCD分光器を装着して可視・近赤外域のスペクトル計測を行うとともに、狭帯域フィルタを取り付けた冷却CCDカメラで画像としての植物蛍光強度分布を遠隔計測可能である。定量的な解析を行う目的で、植物と同時に白板の画像を取得し、スペクトル演算によりSIF強度を導出している。2016年8月30日～9月2日、京都大学農学部のダイズ圃場において、距離15～30 mから直達太陽光誘起による植物蛍光スペクトル計測を行った。

【Abstract】 A stand-off system has been developed for observing solar-induced vegetation fluorescence on the canopy level. The system collects optical signals using a telescope, leading to the spectral measurement using a CCD spectrometer, as well as the two-dimensional measurement of the fluorescence intensity distribution by means of a cooled CCD camera. The spectrum of whiteboard taken simultaneously with that of vegetation canopy is used as a reference to extract the fluorescence intensity. We describe the application of this system to soybean and rice fields recently performed in Kyoto. It is found that the present approach based on spectral shapes is useful for extracting weak fluorescence signals even under daylight conditions.

1 背景 目的 方法

GOSATのフーリエ分光器（TANSO-FTS）の酸素Aバンドのスペクトルデータからクロロフィル蛍光が検出され、地上計測での検証が必要となっている。太陽光励起蛍光（Solar Radiation-Induced Fluorescence, SRIF）法を用いたCCD分光器によるクロロフィル蛍光強度スペクトル計測およびCCDカメラによる二次元的なクロロフィル蛍光画像解析法を確立するとともに、生育場所においては植物葉の SRIF法による分光リモートセンシング計測および太陽光スペクトル中の暗線によるFLD (Fraunhofer Line-Discrimination)法を用いた植物蛍光分布画像システムの開発を行う。

2 研究の成果

我々は地上でのリモートセンシング計測により、野外の群落レベルで活用可能な太陽光誘起の植物蛍光(solar-induced fluorescence, SIF) 計測法を開発している。

2016年8月30日～9月2日、京都大学農学部のダイズ圃場において、距離15～30 mから直達太陽光誘起による植物蛍光スペクトル計測を行った。対象品種は、フクユタカなどである。Fig. 1に、観測された蛍光強度スペクトルを示す。スペクトル計測の特徴を利用した蛍光強度算出法として、屋外で同時に観測した白板の反射光スペクトルを植物葉からの反射・蛍光スペクトルと比較する。825 nmより長波長側では植物蛍光が無視できるので、この波長域で植生の相対反射率を推定し、750～800 nmにおいて実測との差分から蛍光スペクトルを算出する。

Fig. 2に、太陽光誘起によるクロロフィル蛍光分光画像を示す。CCDカメラによる計測の場合、酸素Aバンドに相当する中心波長760.68 nm、透過幅が 1 nmの狭帯域フィルター (F760) を用い、画像の右半分には白板を同時に撮影し、白板の強度に植物葉の相対反射率（スペクトル計測による値）を掛けた数値を植物葉の反射強度として差し引くことで蛍光強度を見積もった。

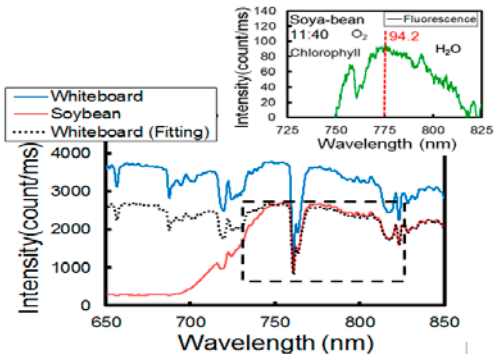


Fig.1 Proposed method based on relative reflectance.

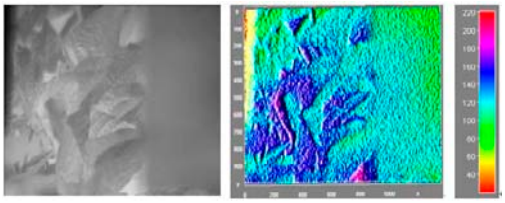


Fig. 2 Soybean field imagery:(a) original intensity image and (b) fluorescence intensity calculated by subtracting the reference spectra.

3 成果展開の状況

農業や林業で活用しやすいよう、距離10～100m程度から群落ベルでの蛍光観測が可能なシステムを開発を目的としている。圃場・森林において、光合成測定器（Li-6400）・熱画像カメラと蛍光リモートセンシング計測の共同観測を行った。具体的には、京都大学農学研究科の圃場において、イネ・ダイズを15～30 mの距離から太陽光励起蛍光法によるクロロフィル蛍光スペクトル計測を行った。また、森林総合研究所の山城サイトにおいて、森林 (コナラ) の太陽光励起蛍光法による蛍光分光画像計測を行った。

【CJ16-35】
（研究課題名：和文）カメラを用いた火星表層環境観測の検討
（研究課題名：英文）Camera observation of Martian surface environment

（研究代表者名）千秋　博紀　（千葉工業大学・惑星探査研究センター）
Hiroki Senshu　（Chiba Institute of Technology ・PERC）

【要旨】　将来の火星着陸探査において，直達・散乱太陽光スペクトルの観測から大気中のダストの組成やサイズ分布，鉛直分布といったダスト特性を求めることを目標としている．そのためにまず本研究では，ダスト特性が太陽光スペクトルに与える影響を数値的に解析した．この結果は，要求されるダスト特性の測定精度に基づいてカメラのスペックを決める際に必要な基礎データとなる．

【Abstract】 Direct and scattered solar radiation spectra at the surface of Mars depend on the existence of dust particles in the atmosphere. We simulated solar spectra at the surface of Mars as a function of dust model parameters and estimated the errors in the retrieved dust model parameters. Our result can be used as a reference to develop a camera onboard a Mars lander in future Mars missions.

1 背景 目的 方法

水や植生がない火星では，ダストは岩石化や土壌化されることなく，表層環境に蓄積され続ける。その結果，火星の大気には，地球とは異なり，固体の小片からなるダストが浮遊しており，大気の放射温度構造を支配している。しかし火星大気中のダストのサイズ分布や量，その結果決まる表層の放射環境については，多くの不確定性が残されている。従来の観測が大気構造の解明を主目的としていないこと，また火星大気のモデルが過度に複雑で観測データとの対比が容易ではないことが原因である．
そこで本研究では，これまでの地球観測で得られた知見を踏まえ，必要最小限の火星の放射場のモデルを構築すること，このモデルをもとに現実的な火星探査計画（観測計画）を立案することを目的とする。

2 研究の成果

（1）本研究で提案するモデルでは，ダストを記述するパラメタを右表にある7つに絞った．これらのパラメタを利用するとダストの組成やサイズ分布，鉛直分布を表現できる．一方火星表面からのカメラ観測では，3つの波長と4つの太陽離角を想定した．

表1 ダストモデルのパラメタ

τ	光学的厚さ
r_{eff}	実効半径
v_{eff}	実効分散
ρ_A	ヘマタイトの体積混合率
m_0	ケイ酸塩の複素屈折率実部
k_0	ケイ酸塩の複素屈折率虚部
z_s	スケールハイト

（2）パラメタを変化させると，想定する観測量がどのような影響を受けるのかについて，放射伝達コード（MODTRAN5）を利用した数値シミュレーションによって見積もった．その結果それぞれの観測量がどのダストモデルパラメタに感度があるのかが明らかになった．

（3）これらの結果をまとめると，我々が想定した観測対象（波長と太陽離角の組み合わせ）の値を組み合わせることによって，火星大気に含まれるダストの組成やサイズ分布，鉛直分布を定量的に求めることができる事が実証できた．さらに，観測値の精度がリトリーバルで得られるパラメタの精度にどのように伝播するのかも定量的に示した．この結果を利用すると，今後の火星着陸探査において，放射場を測定するカメラに求められる観測精度が見積もられる（求めたい観測精度の関数として）．電力や重量・データ量などのリソースが非常に限られる惑星探査において，観測精度と装置設計の精度を直接関係づけたのは，本研究が初めての例になる．

3 成果展開の状況

本研究の成果は学術論文としてまとめ，Progress in Earth and Planetary Science (PEPS) に投稿した（Manago, N, K. Noguchi, G. L. Hashimoto, H. Senshu, N. Otobe, M. Suzuki, and H. Kuze, Feasibility of retrieving dust properties and total column water vapor from solr spectra measured with a lander camera on Mars）．論文は2017年3月17日現在，リバイズ中である．

【CJ16-39】
（研究課題名：和文）多方向観測データを用いた針葉樹林・広葉樹林の分類方法の開発
（研究課題名：英文）Development of classification method for forest types using multi-angle observation data

（研究代表者名）曽山　典子　（天理大学・人間学部）
Noriko Soyama　（Tenri University ・Faculty of Human Studies）

【要旨】　全球土地被覆分類アルゴリズムにおいて、針葉樹林と広葉樹林の分類精度の向上が求められている。本研究では、多方向同時観測データではない衛星データを使用して疑似的に多方向データを作成し、針葉樹林と広葉樹林の植生レスポンスを調べた。その結果、反射率は相対方位角と太陽天頂角に依存していることがわかった。針葉樹林と広葉樹林の特徴を調べるため、角度依存の影響が小さいデータを抽出し調べた結果、森林タイプ別の特徴差異は明らかにできなかったが、森林canopyの表面特徴はNadirとSlantの比に出ることがわかった。

【Abstract】Forest information of global land-cover data is important for global environmental studies. However, it is difficult to correctly classify needle-leaves forest and broad-leaves forest using only phenology information extracted from nadir-view observation data. We attempt to differentiate needle-leaves and broad-leaves forests using MOD09GA and MYD09GA. We find that NDVI and CIgreen change depending on the solar zenith and relative azimuth. Using data in limited ranges of solar zenith and relative azimuth, it is not possible to clearly show differences between the characteristics of needle-leaves forest and broad-leaves forest from pseudo multidirectional observation data. However, we find differences for both NDVI and CIgreen between nadir and slant data depending on the surface state of the forest.

1 背景 目的 方法

全球土地被覆分類において、全球に占める割合が大きい森林について、植生機能タイプ別分類の精度を上げる必要がある。針葉樹林と広葉樹林の分類は、直下視による観測データを使って抽出するフェノロジー情報だけでは限界があることがわかっている。近年、多方向観測機能を持ったセンサのデータを用いた森林の特徴解析の研究が行われている。本研究では、多方向観測センサーの前方視と後方視データを使用して針葉樹林と広葉樹林の樹冠形状の差異を抽出する方法を開発し、森林クラス分類の精度をあげることを目的とする。今年度はTerra&Aqua/ MODISデータセット(MOD09GA,MYD09GA)を使用し、太陽とセンサーの天頂角、および方位角ごとに森林タイプ別に特徴を調べた。

2 研究の成果

（1）2010年MOD09GA,MYD09GAデータセットから、sensor zenithが0°～10°のシーンをNadir dataとし、45°～55°のシーンをSlant dataとして疑似的多方向データセットを作成し、比較的平坦な地表面にある森林サイトの反射率データの解析を行った。その結果、Nadir data, Slant dataともにrelative azimuthが90°に近いほど反射率は下がり、solar zenithが高くなるほど反射率が下がることがわかった。
（2）針葉樹林と広葉樹林の特徴を調べるため、solar zenith<30°かつ、NadirとSlantのrelative azimuthの差が20°以下の反射率のみを使用し、NDVI(Normalized difference vegetation index)とCI$_{green}$(the green chlorophyll index)を計算し、特徴差異を調べた。
その結果、広葉樹林の方が針葉樹林より、NadirよりSlantのデータの方が値のばらつきが大きいことがわかった。
（3）さらにサンプルサイトごとにNadirとSlantの関係を調べた結果、自然保護区内の密な落葉広葉樹林サイト(主にoak)と樹齢400～500年の密な針葉樹林サイト(主にold western hemlock, pacific yew, and douglas-fir trees)は、SlantのVI値がNadirのVI値より高いことがわかった（図1）。
針葉樹林のcanopyの形状は上から見た時、広葉樹林より凹凸の形状を表すと考えられる。しかし樹齢が長い木は枝が大きく広がった形になることが多く、上から樹林帯を見たとき、その形状が密な広葉樹林と類似しており、なめらかになることが知られている。図1の結果はこれを示していると考えられる。

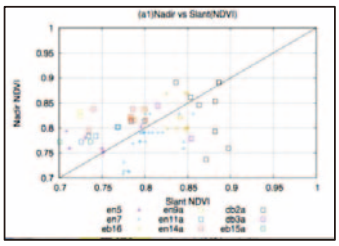


図1 Relationship between nadir and slant NDVI, combining needle-leaves forest and broad-leaves forest data.

3 成果展開の状況

今年度は、多方向同時観測データではない衛星データの複数のシーンを使い、疑似的に多方向観測データを作成して、針葉樹林と広葉樹林の特徴解析を行っただけであり、森林タイプの分類アルゴリズムへの適用まで至らなかった。

【CJ16-40】
（研究課題名：和文）無人小型飛行体搭載用LEDミニライダーによる野外ダスト挙動観測
（研究課題名：英文）Dust flow monitoring at outdoor by LED mini-lidar for micro air vehicle

（研究代表者名）椎名　達雄　（千葉大学・大学院融合科学研究科）
Tatsuo Shiina（Chiba University ・Graduate School of Advanced Integration Science ）

【要旨】　本研究ではH26-27の共同利用にて、無人小型飛行体（Micro Air Vehicle 以下 MAV）へ搭載可能な、小型、軽量、低消費電力のLEDミニライダーの開発を行った。昨年度の成果として、10cmキューブLEDミニライダーにて室内照明下での風洞実験においてダストの挙動を捉えることに成功している。本申請では開発したLEDミニライダーを改良し迷光を低減させて、野外でのダスト計測を実現する。また、ライダー装置に3次元加速度センサを搭載し、観測光軸方向と姿勢制御からMAVへの設置を検討する。

【Abstract】In this study, compact, light weight, and low power consumption LED mini-lidar was developed for Micro Air Vehicle. From our past achievements, the optical setup was accomplished 10cm cube size, and observed the smoke activities in large wind tunnel. In this year, the developed lidar was improved to reduce the tray-light and the actual dust flow was captured at outdoor. We also considered to install the 3-dimentional accelerator sensor into the mini-lidar to get the aiming direction and the attitude control on MAV.

1 背景 目的 方法

本申請ではH26-27の共同利用にて開発したLEDミニライダー(Version1)を改良し迷光を低減させて，野外でのダスト計測を実現することを目的としている．昨年製作した10cm^{3}ミニライダーを改良し，送信光効率を向上し，かつ，受信光学系の迷光を低減させるための工夫を施した．その結果として，30mまでの大気エアロゾルの挙動を20sの積算で捉えられるようになった．本研究ではこの改良した10cm^{3}ミニライダー(Version2)を用い、野外で実ダスト計測を行った．風とダストの相関を見ることはもちろん，ダスト自体の拡散や対流といった挙動を捉えることが目的である．MAV搭載のための，観測光軸方向と姿勢制御のためのセンサの導入を検討している．

2 研究の成果

（1）ライダー構成は10cm^{3}の大きさで，光源には385nmの短波長で高出力(1W[MAX])のパワーLEDを用いた．10nsの短い送信パルス幅で，繰り返し周波数は500kHzで送信する．送信光口径は30mm，ビーム広がり角は67mrad.であった．受信光学系には専用のカセクシレン式を設計した．受信視野角は 3mrad.であり，広い送信光広かりと狭い受信視野により，光軸調整を容易にしている．試作機ではライダー装置の素材に軽い塩化ビニール樹脂を用いる事で軽量化を図り，総質量は約800g(バッテリ込みで 1kg)であった（図1）．専用の高速高分解ホトンカウンタも製作している．

図1 10cm3 LEDミニライダー

（2）地上実証実験では，千葉市の稲毛海岸で実ダストの挙動観察を行った．この観測では風によって浮遊した砂塵の様子を捉えることに成功した(図2)．粉塵計との相関が高いことがみてとれる．風向風速といった気象センサ、粉塵計等との同時計測により，ライダーダストエコー測定値の定量化に向けた解析を行っている．現在，3次元加速度センサを搭載して，観測光軸方向と姿勢制御からMAVへの設置を検討している．

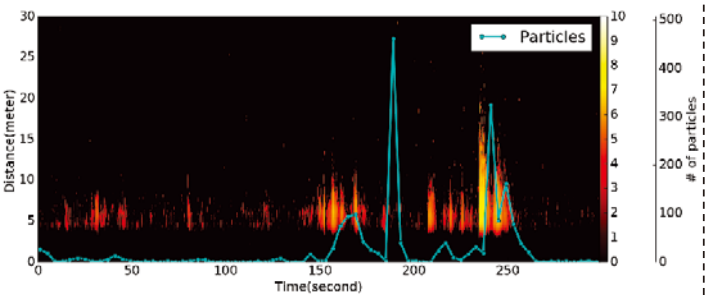


図2 実ダスト観測結果 : 18:34-18:39 6th Dec, 2016

3 成果展開の状況

開発した装置は，MAVへの搭載のほか，火星用ローバへの搭載ための研究に用いられている．
開発した手法は，様々な気象センサとの相関を見て，浮遊ダストの挙動解析へと進展している．

【CJ16-41】
（研究課題名：和文）近距離ライダーによる地表面大気計測データからの情報抽出
（研究課題名：英文）Information Extraction from Ground Atmospheric Data Measured by Short Distance Lidar

（研究代表者名）森 康久仁 （千葉大学大学院・融合科学研究科）
Yasukuni Mori（Chiba University・Graduate School of Advanced Integration Science）

【要旨】 ライダーデータのような大気・ダストの分布計測において，その流れを抽出することで風や付随する大気状態の情報を得ることは非常に有益である．一方で，近距離及び地表面の大気の挙動は風のみで決まるのではなく，地形やその素性に強く依存する．そこで，本研究の目的は，近距離計測用ミニライダーにより計測した地表面大気からのエコー波形を画像として可視化し，その特性を機械学習や信号処理の技術を用いて解析することで，計測データからの情報抽出を可能とするアルゴリズムを検討することである．

【Abstract】 In the atmospheric or dust measurements such as lidar data, it is so effective to obtain the information of the atmospheric and wind condition by extracting these flows. On the other hand, the behavior of short distance and ground atmosphere are greatly affected by not just wind but also landform. The aim of this study is to visualize the echoes by lidar and to analyze the characteristics using the techniques of machine learning and signal processing.

1 背景 目的 方法

海洋波浪の形は水中の流れと水深に加え，風の動きに大きく影響を受けている．そこで本研究は海洋波浪の計測を目的として開発したLEDライダーにより，陸上から低角で大気の状態と共に海洋波浪波形を計測し，波の情報の抽出および大気の状態との関連を解析する方法を検討する．本研究では計測データから様々なノイズや後方散乱光以外の光などの成分を信号処理の手法を用いて除去することにより，波浪部分と地表面の大気の挙動を表している部分のカウント値を2次元情報として可視化した．また，距離毎の各計測時系列データをフーリエ解析することで，距離毎の周波数情報も取得する．

2 研究の成果

（1）ライダーからのエコーを図1のように横軸を時間，縦軸をライダーからの距離としてヒートマップにより可視化することで，波の挙動と陸上及び海上表面の状態を同時に観ることが可能となった．
（2）距離分解能毎の時系列データに対してフーリエ変換した結果を同様にヒートマップとして可視化することを検討した（図2）．
（3）図1では計測した波浪波形に風速の計測値を重ねている．図1から分かるとおり，風速が高くなるにつれライダーで計測されたエコー強度が高まる傾向にあることが見て取れる．また，風速や波のエコー強度に依存して地表面大気の挙動の乱れが出ることが確認することができる．図2から，それぞれの計測時刻で波の主要な周波数成分が異なっており，ライダーからの距離5m～20m程度の地表面大気のゆらぎを確認できる
（4）これらの可視化した結果より波の基礎情報を抽出する方法論を確立した．これにより，波の周期や波速，潮位変動量などを推定することが可能となる．また波の挙動と地表面大気との相関関係などを明らかにすることで，波の動きの短期予測などの応用が期待できる．

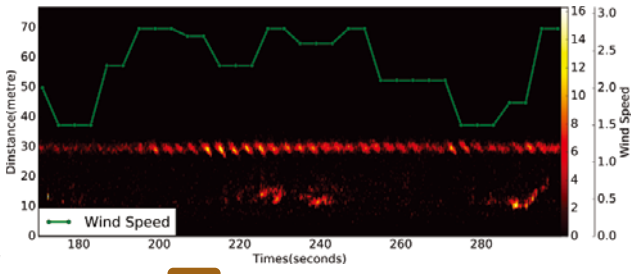


図1 ライダーデータの可視化

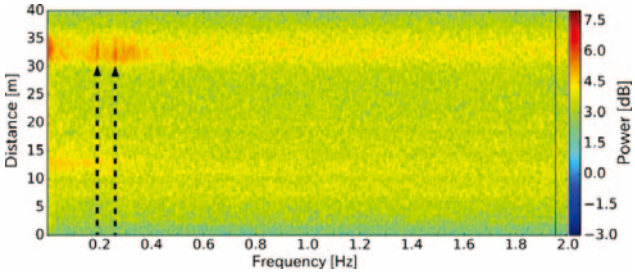


図2 距離毎の周波数解析の様子

3 成果展開の状況

現時点では，開発した近距離ライダーにより計測したデータから，どのような情報が取り出せるかを検討している段階である．現在，共同研究が締結できるよう研究を行っている最中である．

【CJ16-42】
（研究課題名：和文）TRMM時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析
（研究課題名：英文）Development of GSMaP prototype in pre-TRMM era and satellite rainfall climate study

（研究代表者名）重　尚一　（京都大学大学院理学研究科）
Shoichi Shige　（Graduate School of Science, Kyoto University ）

【要旨】　TRMM時代以前におけるマイクロ波放射計および赤外放射計を用いた高解像度衛星降水データを試作し、降水の気候変動解析に資することを目的としています。
2015年度に試作した全球降水マッププロダクトを活用することで、チベット高原夏季モンスーンにおける降水判定精度の低下原因が積雪スクリーニングの誤判定であることを特定し、GSMaPマイクロ波放射計アルゴリズムの改善につながりました。
ひまわり4号の配信データに対して幾何補正を施した緯度-経度座標変換コードを開発しました。

【Abstract】　To contribute rainfall climate study by satellite data, this study aims to construct a prototype of the GSMaP rainfall data in pre-TRMM era using microwave and infrared radiometers. In this fiscal year, we identified causes of the deterioration of the deterioration of GSMaP rain detection over the Tibetan Plateau during the summer monsoon season by an inadequate snow screening, and improved the rain/no-rain classification method for microwave radiometers. We developed a code of geometric transformation for GMS4.

1 背景 目的 方法

マイクロ波放射計と赤外放射計データを組み合わせた衛星降水マップは1970年代後半から存在しますが、時空間解像度の細かい降水現象に対して十分な解析には耐えません。熱帯降雨観測衛星（TRMM）によりマイクロ波放射計降水推定アルゴリズムは飛躍的な発展を遂げ、現在では高解像度（0.1-0.25度、30分-3時間）の衛星降水プロダクトが提供されています。本研究は、TRMM時代以前の観測データ対して最新のマイクロ波放射計降水推定アルゴリズムを適用した高解像度衛星降水データを試作し、約30年分の長期連続データを構築することで、衛星データによる降水の気候変動を明らかにすることを目的としています。

2 研究の成果

（1）チベット高原夏季モンスーンにおける降水判定精度の低下原因を明らかにしました。
地表面温度の推定に用いる地表面射出率を、従来の固定値から衛星観測に基づいた推定値に差し替えることにより、積雪スクリーニングの誤判定を回避することができました（図1）。また、高高度域にみられる観測輝度温度の大きな日周変化も降雨/無降雨判定に影響を与えていることを示しました。この成果は、2015年度に試作した全球降水マッププロダクトを活用したものです。

（2）上記の結果を元に、GSMaPマイクロ波放射計降水量推定アルゴリズムの改良を行いました。
2017年1月に改訂された最新版アルゴリズムバージョン7に反映されました。

（3）ひまわり4号の配信データに対して幾何補正を施した緯度-経度座標変換コードを開発しました（図2）。
TRMM時代以前の静止気象衛星データを整備することができるようになり、赤外データを組み合わせた全球降水マッププロダクトの作成が可能となります。

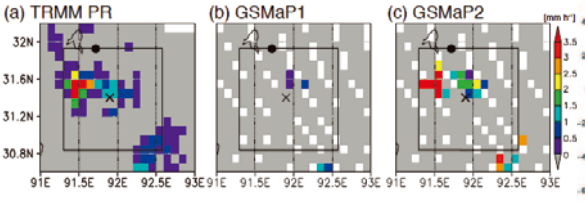


図1　(a)TRMM PRがチベット高原で捉えた降雨に対する
(b)改良前、(c) 改良後のGSMaP降水量の分布

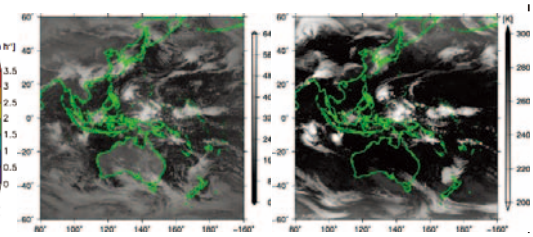


図2　1994年4月1日12時（日本時）における
（左）可視（右）赤外画像

3 成果展開の状況

(1)の成果は、IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.に査読付き論文として受理され、近日出版される予定です。

(2)の改良を施した最新版GSMaPプロダクトはJAXAから公開されています。

(3)で開発したコードを用いてひまわり4号の可視・赤外グリッドデータが作成され、CEReSより公開される予定です。

【Joint Research No. CJ16-47】
Title of Joint Research: Development and validation of advanced satellite data analysis techniques for monitoring and mitigate natural and environmental risks

Name of Principal Investigator:
Nicola Genzano （Graduate School of Science, Chiba University, Japan & School of Engineering, University of Basilicata, Italy）

【**Abstract**】(Approximately 100 words)
In the last 20 years, the general change detection method Robust Satellite Techniques (Tramutoli 1998, 2007) was demonstrated to be a useful tool in the field of geohazard assessment and their mitigation. Thanks to its full exportability on different satellite packages and geographical areas, RST has been used to identify and monitor the space-time evolution of many natural and environmental phenomena. In this research project, the capabilities of the RST methodology has been evaluated in context of the Fukushima Daiichi nuclear disaster, occurred after the 9.0 magnitude Tohoku earthquake and subsequent tsunami on March 11, 2011.

1 Back-Ground / Objective / Methodo-logy

Since 1998, the Robust Satellite Techniques (RST) has been widely used in a large spectrum of applications by using a large data set of satellite images acquired by sensors on board of polar and geostationary platforms.
The objective of this study is to verify the potentiality of the RST satellite data analysis technique for recognizing and identifying anomalous signal variations due to the explosions occurred at the Fukushima Daiichi nuclear power station on March 2011, after the Tohoku earthquake (March 11, 2011; M 9.0) and subsequent tsunami.
To this aim, RST approach has been implemented on the radiances acquired in the Mid InfraRed (MIR) channel by the satellite sensors operating on board of the geostationary platforms MTSAT-1R and 2 over the Japanese territory in the months of March from 2006 up to 2011.

2 Conclu-sions

RST analysis performed at the time of nuclear disaster of the Fukushima Daiichi nuclear power station, showed anomalies, which were identified by the ALICE (Absolutely Llocal Index of Change of the Environment; Tramutoli 1998) index, greater than 2 times the historical variability of the recorded signal at the location of the Fukushima Daiichi nuclear power station.

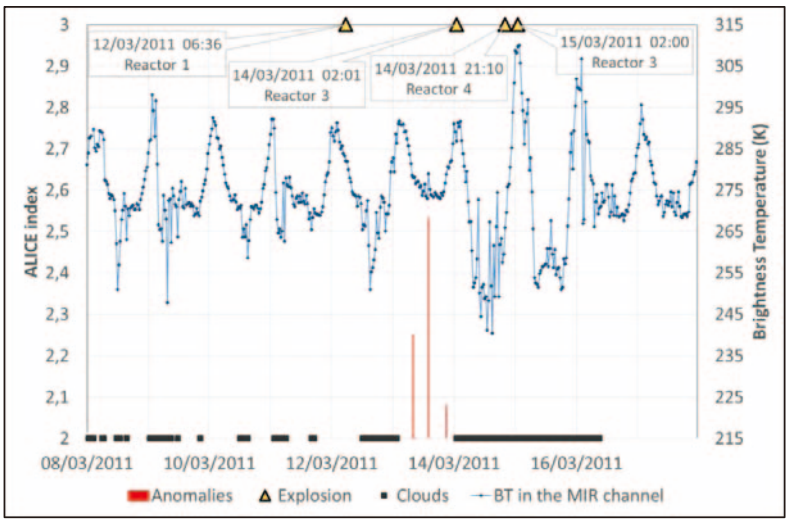


Fig.1 Results of the analysis performed in the period March 8 -18, 2011 at the location of the Fukushima Daiichi nuclear power station. Times are given in Coordinated Universal Time (UTC).

3 Effect/ Outcome

Robust Satellite Techniques has been implemented on the radiances acquired by the Japanese geostationary satellite systems MTSAT-1R/-2, showing a good ability to recognizing and identifying anomalous signal variations probably due to the explosions happened at the Fukushima Daiichi nuclear power station on March 2011.

【CJ16-20】
（研究課題名：和文）大気地上検証用機材性能向上研究会
（研究課題名：英文）Workshop on Validation Equipment Performance Improvement for Air (VEPIA)

（研究代表者名）本多　嘉明　（千葉大学・環境リモートセンシング研究センター）
Yoshiaki HONDA（Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

【要旨】　当センターも関わっているSkynet （大気地上検証ネットワーク）の地上測器の更新時期を迎えている。また、当該大気地上検証ネットワークは我が国の衛星(GOSAT, GOSAT-2, GCOM-Cなど）によるエアロゾル等の大気観測の地上検証にも資するものである。そのため、当該ネットワークの次期地上測器の仕様が早急に必要である。本研究会は、その仕様検討の議論を支援するものである。

【Abstract】We are entering the time to update the ground measuring instruments of the Skynet (atmospheric ground verification network) which our center is also involved with. The atmospheric ground verification network also contributes to ground verification of atmospheric observation such as aerosol by Japanese satellites (GOSAT, GOSAT - 2, GCOM - C etc). Therefore, the specification of the next ground instrument of the Skynet is urgently needed. This study group supports the discussion of the specification review.

1 背景 目的 方法

当センターも関わっているSkynet （大気地上検証ネットワーク）は地球観測衛星の地上検証に大いに役立ってきた。しかしSkynetの地上測器が更新の時期せまってきており、この機により高精度の新たな地上測器が望まれている。
　そこで、本研究会では、大気分野を専門とする研究者、地球観測の研究者、ハード開発の経験者、衛星開発機関などの有識者を集め、次期地上測器の観測方法、仕様等を検討する。その際、第一段階として試作機を念頭に置き、試作機による実験結果を得ながら、量産機の検討を開始する。計画では数年以内の実現を目指すものとする。

2 研究の成果

今年度の研究集会での議論の結果，以下の試作機の仕様の主なものは2点に集約された。

（1）次期地上測器に望まれる観測条件

・測定波長域　380nm～900nm
・視野角　鉛直方向：95度
　　水平方向：0.25度
・測定角度分解能　鉛直方向：0.20度
　　水平方向：0.25度
・直立光測光用工学系を有すること
・輝度および波長校正系を有すること

（2）次期地上素機の観測方式

・分光方式：プリズムを分散素子とするロングスリット分光
・波長分解能：900nmにおいて　10nm程度
・スマル効果および色収差を可能な限り抑制する
・検出部は2次元センサを利用すること
　1次元は空間方向もう一次元は分光方向
・鉛直方向95度の視野角を持つ、光学系を数分程度で1周する回転架台に載せられること
・屋外に設置し、風雨に耐えること

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仕様に基づき、試作機の製造計画および予備的実験の計画を立て、それらの結果の分析、解析をするめることが検討されている。
　実験結果に基づいて、問題点、改良点、さらには量産機に向けた検討を支援する。

【CJ16-26】
衛星データ，数値モデルを用いた統合的な食糧生産量推定に関する研究会
Workshop on integrated estimation of yield production by using satellite data and umerical models

（研究代表者名）樋口　篤志　（千葉大学・環境リモートセンシング研究センター）
Atsushi Higuchi（Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

【要旨】　本研究会は，FY2013-FY2015に文科省宇宙経費で実施した，通称「食糧安全保障パッケージ」で得られた成果の検証，および今後の戦略を練るための研究会である．「食糧安全保障パッケージ」とは日射量，降水量，面的な直接計測が難しい要素を衛星入力（EXAM, GSMaP）に置き換え，気象庁提供の客観解析データ，再解析データ等を入力として，統合陸面過程モデル と作物生長モデル SIMRIWを駆動させることでパッケージング化する試みである．研究会は平成28年9月7日に千葉大CEReS にて計8名の参加者で実施した．今後の展開，特に科研費等の競争的資金に対する応募戦略について重点的に議論がなされた．

【Abstract】We planed to held the workshop on ”food security package by the integration of satellite products and numerical modellings”. The workshop was carried out in 7th September 2016 at CEReS, Chiba University. The eight participants discussed with future perspective of food security package in a basis of research funding.

1 背景 目的 方法

「食糧安全保障パッケージ」は日射量，降水量，面的な直接計測が難しい要素を衛星入力（EXAM,GSMaP）に置き換え，気象庁提供の客観解析・再解析データ等を入力として組み合わせ，統合陸面過程モデルと作物生長モデルを組み合わせることで，陸面過程（物理過程，生態過程）をモデルにより表現する（陸面過去解析，速報解析），この結果を初期境界条件として用い，雲解像モデル CReSS と上記モデル群をカップルさせ，1-7日先まで予測するシームレスなパッケージを指す．本研究集会は，2013-2015年度で開発した本パッケージをいかに発展させるか，主に今後の戦略を練るために研究集会を実施した．

2 研究の成果

研究集会での議論の結果，以下の2点に集約された．

（1）全球展開するための制約は以下の2点である．

a. 降水プロダクト GSMaP は全球で展開されたプロダクトであるのに対し，日射プロダクト EXAM は複数の研究プロジェクト経費による，現状では「ひまわり域」のみでの展開である．そのため，複数の静止気象衛星を用いたEXAMの全球展開（リアルタイム分，過去分共に）の優先順位が極めて高い．

b. 2013-2015の文科省プロジェクトで構築したパッケージは作物成長モデルはイネについてのみ取り扱っていた（SIMRIW），全球展開するためには他の主要穀物も陽に扱う作物生長モデル（収量推定モデルも含む）とのカップリング，あるいは共同研究が必要である．

（2）(1) を踏まえ，以下の方針で競争的資金への応募を積極的に行うことで合意した．

a. (1).a を踏まえ，ストレートに日射（太陽光，太陽光発電量）の全球展開に関するプロポーザルを，合致する内容で早急に出す必要がある．これは文部科学省DIASアプリケーションフィジビリティスタディーが合致したため，千葉大学，JAXA/EORC, 東海大学，NICT，WNI の共同提案として提出し（代表：樋口），採択された．

b. (1).b. を踏まえ，リアルタイム実装と過去分計算の二つの方向性が考えられるが，研究会の段階では二つを分けて科研費で申請することで合意した．リアルタイム実装については，京大田中氏を中心に取りまとめ，過去分計算による全球展開は代表者（樋口）を中心に取りまとめることになった．実際には，(1).a の不確実性があったため，申請は過去分計算のみ（樋口代表，基盤B）で行った．

3 成果展開の状況

本研究集会で一部議論した内容の結果として，文部科学省DIASアプリケーションフィジビリティスタディー (FS) が以下の課題名で採択された．

「静止気象衛星群より導出された太陽放射・太陽光発電量推定の世界展開（代表：樋口，千葉大）」

【CJ16-28】
（研究課題名：和文）環境問題の現場における超学際研究の新展開
（研究課題名：英文）New directions in on-site transdisciplinary research for solving environmental issues

（研究代表者名）近藤　康久　（総合地球環境学研究所 研究基盤国際センター）
Yasuhisa Kondo (RIHN Center, Research Institute for Humanity and Nature)

【要旨】 2016年10月に総合地球環境学研究所（京都市）において「環境問題の現場における超学際研究の新展開」と題するワークショップを催し、環境問題の現場におけるステークホルダーとの協働の実践例を共有するとともに、社会における科学の役割と、課題解決への科学者の関与のあり方について議論しました。その成果を盛り込んで、研究者とステークホルダーが橋渡し人材の仲介により知識・情報を共有することによって課題解決を図る「知の橋かけ研究モデル」を構想しました。

【Abstract】 We held the two-day workshop titled “New directions in –n-site transdisciplinary research for solving environmental issues” at the Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto, Japan, in October 2016. In the workshop, reports from collaborative projects with societal stakeholders in a specific site of environmental issue were shared, and the role of science in society and engagement of scientists to issue solution were discussed. The discussion benefited the development of the “Knowledge Bridging Research Model”, in which researchers and other stakeholders share knowledge and information with the mediation of bridging agents towards solution of the issue.

1 背景 目的 方法

世界各地で多発する環境問題に対処するために、「社会のための科学」の実現が喫緊の課題となっています。環境問題を解決するためには、社会の多様なステークホルダー（利害関係者）との協働、すなわち科学者が科学知、意思決定者が政策知（ガバナンスの知）、生活者が在来知（なりわいの知）を持ち寄り、熟議と相互理解を通して合意形成に至る超学際アプローチ（transdisciplinary approach）が必要であるといわれています。ステークホルダーは多層的であり、ステークホルダー間の利害調整や対立、政策決定者との関係など、超学際に関わる科学者が理解しておくべき課題はたくさんあります。そこで2016年10月9・10日に京都の総合地球環境学研究所（地球研）においてワークショップを催し、環境問題の現場におけるステークホルダーとの協働の実践例を共有するとともに、社会における科学の役割と、課題解決への科学者の関与のあり方について議論しました。

2 研究の成果

ワークショップには、地球研・千葉大学などに所属する研究者や学生、NPO職員など27名が参加しました。趣旨説明（図1）に続いて、安岡善文CEReSセンター長が「科学技術を社会のどうつなげるか：超学際研究の実践と方法論」と題する基調講演を行いました。その後、閉鎖性水域、原子力災害、森林保全、乾燥地、リモートセンシングという5つのテーマで、研究者とステークホルダーの協働に関する取り組みと課題を報告し、ディスカッションを行いました[1] 。ワークショップでの議論を取り込んで、研究者とステークホルダーが橋渡し人材の仲介により知識・情報を共有することによって課題解決を図る「知の橋かけ研究モデル」（図2）を構想しました。

[1] http://www.chikyu.ac.jp/publicity/events/etc/2016/1009-10.html

図1　ワークショップの様子

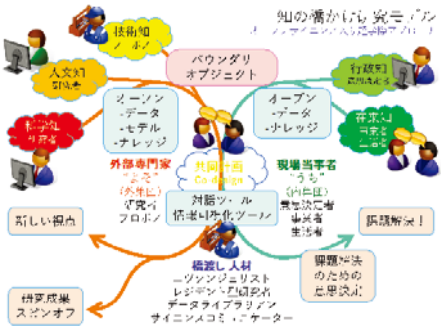


図2　知の橋かけ研究モデル

3 成果展開の状況

社会との協働による地球環境問題の解決に資する理論と方法論の確立に向けて、知の橋かけ研究モデルの活用に取り組んでいます。具体的には、総合地球環境学研究所が取り組んでいる、気候変動に強い社会の実現に向けた提言や、琵琶湖の水草堆肥活用、北海道・石狩川流域の小規模上水システムの技術転換などの実践プロジェクトに、このモデルを当てはめることによって、研究者と社会の多様なステークホルダーの間の知識交流や相互理解を深め、課題解決に向けた研究を実質化していきます。

【CJ16-31】
（研究課題名：和文）火星地表用LED LIDARの屋外環境性能評価に関する研究会
（研究課題名：英文）Meeting on assessment of Martian LED LIDAR.

（研究代表者名）乙部 直人 （福岡大学）
Naohito Otobe（Fukuoka University）

【要旨】 火星は、表面に液体の水が存在せず、砂漠のような砂やダストが多く存在している。それらは、風によって容易に空気中に巻き上がり、機械や将来的には人間の活動に多大な影響を与えると共に気象学的にも重要な要素となっている。このようなダストの測定を行う測器として、LEDを使用したLIDARを開発している。
本研究では、そのLIDARを屋外で使用した際の性能評価を行って、その結果をふまえた今後の開発計画を議論するために研究会を開いた。

【Abstract】 Mars is covered with dust particles of around 1 – 2 μm in diameter. Suspended dust heavily influences machine or human activities on its surface. Moreover dust plays an important role on the meteorology of the planet. For these reasons, we are developing an LED LIDAR for dust monitoring toward a future rover mission. Using a prototype of the LIDAR system, we have conducted an outdoor measurement campaign, and held a research meeting to discuss the performance of the system and future development.

1 背景 目的 方法

火星のダストを地表において計測する測器の1つとしてLEDを用いたLIDARを開発した。小型、低リソースな物が開発され初期の動作テストは、終了しているが、屋外での使用はなお課題がある。
そのために、屋外での性能評価テストを行い、その結果を持って問題点の確認と、改善点の検討をする研究会を開いた。

2 研究の成果

（1）稲毛海岸の砂浜で 2016/12/07 夕方頃から日没後8時過ぎまで風により巻上げられた砂を、開発したLED LIDARで計測する性能評価テストを行いました（図1）。

図1 稲毛海岸での性能評価試験

（2）測定されたダストの量を距離x時間の軸で描画した（図2）。これによると、ダストの移動速度などが計測出来ており、風速計の値や、設置型のダストカウンターの測定値との間に良い相関がある事が確認されました。
LED-LIDARでダストの屋外測定を行うことは可能であることが確認出来ました。

（3）LED-LIDAR の現在の出力では、太陽光の下では観測が困難であることは予想されていましたが、必要な出力と、照度計のデータによる環境との比較で、新しい光源やセンサーが入手もしくは開発された場合、実用的であるかどうか実験前にスクリーニング可能なデータを得ることが出来ました。
センサーの選定の速度アップが期待されます。

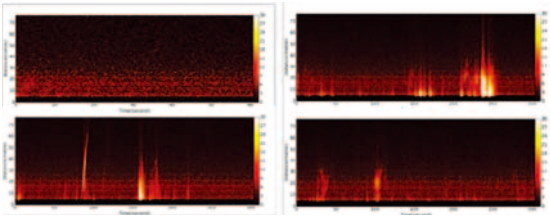


図2 観測結果：直射日光下(左上)以外であれば観測可能であることが分かる

3 成果展開の状況

現在、開発中の測器ですので、いま展開している成果はありません。しかし、可搬性であって小電力で動作が可能であるため、たとえば火山の噴気孔から出ている蒸気の量を計測する測器等としても応用可能ではないかという検討を進めています。

【課題番号】CJ16-46
（研究課題名：和文）森林分野地上検証活用研究会
（研究課題名：英文）Workshop on Ground Validation Activity for Forest Science Field

（研究代表者名）梶原康司 （千葉大学・環境リモートセンシング研究センター）
Koji KAJIWARA（Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University)

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

【Abstract】 The ground information on forests that has been accumulated for many years in university research forests is very valuable and can be said to be a treasure of basic information necessary for wide area ecosystem research. However, it does not necessarily have a tight and effective organization which is the point of contact of ecosystem research approach based on data collected from the viewpoint of physiological ecology, forestry, etc. and remote sensing data. In order to discuss what kind of research activities and organizations are effective through case studies, researchers at Hokkaido University research forest, which is a representative research forest in Japan, and researchers who work on Satellite Earth observation at Chiba University.

1 背景 目的 方法

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

2 研究の成果

•1）北海道大学側と千葉大側との情報交換

•2）ケーススタディー計画案の立案

•3）ケーススタディーの結果検討

•4）あるべき研究活動や組織のあり方の議論

•5）両大学以外への働きかけについての議論と研究組織拡大
本研究集会の成果として、北大と千葉大学のみならず、海洋研究開発機構、筑波大学、高知大学、京都大学、長崎大学、宇宙航空研究開発機構、国立環境研究所等の各機関の研究者がJAXAのGCOM-Cプロジェクトの地上検証サイトとして広域テストサイトを複数設定し、同サイト群の集中観測体制を整える活動に繋がった

3 成果展開の状況

昨年までの議論で、森林生態学関係研究者とRS研究者の連携体制について、共通のサイト観測における両者の観測項目を共同観測という形で継続する必要性が確認された。実際、昨年度は本研究会で議論された内容に基づき、共通サイトにおけるバイオマス、LAI等の観測項目を共同観測して情報を共有する活動が実施された。本研究会で連携が可能となった研究組織・メンバー間において、ここでの議論を各コミュニティーで共有する必要性が認識されるに至った。

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CI16-111】
Title of Joint Research: Quantifying aerosol growth using Angstrom coefficient as measured from Ground-based instruments and satellite data

Name of Principal Investigator:
Nofel Lagrosas, Ateneo de Manila University

【Abstract】 (Approximately 100 words)
(Revised) In this study, temporal changes of scattering enhancement factor is analyzed using visibility data and and ground-based instruments (aethalometer, nephelometer and weather monitor) to analyze aerosol growth and variation of aerosol scattering properties due to changes in relative humidity in the atmosphere. This new approach is part of the continuing three year joint project. Measurement of scattering enhancement allows us to model the monthly variation of this parameter. This method allows us to look at aerosol growth that can be matched with measured scattering enhancement factors from similar remote sensing instruments.

1 Back-Ground / Objective / Methodo-logy

The background of this study arises from the fact that the scattering effects of aerosols in the atmosphere is not well-known because of the aerosols' dynamics and chemistry. This study investigates the scattering effects of aerosol over Chiba and look at temporal changes of scattering properties via the scattering enhancement factor.

The objective of this study is to model the scattering enhancement factor of aerosols in Chiba, Japan.

The methodology of this study is to use ground-measured instruments and visibility meter to infer scattering properties of aerosols in the atmosphere with changing relative humidity. The scattering coefficients are matched to measured ambient relative humidity to look at the dependence of the scattering enhancement factor with RH.

2 Conclu-sions

Brief descriptions of three (at maxi
Conclusion1
Scattering enhancement factor of aerosols in Chiba can be modeled using visibility meter measurements and ground-measured instruments. Aerosols' scattering coefficient in summer have higher response to relative humidity compared to spring and autumn values of aerosol scattering coefficient in winter is due to the high relative humidity during the early hours of the morning.

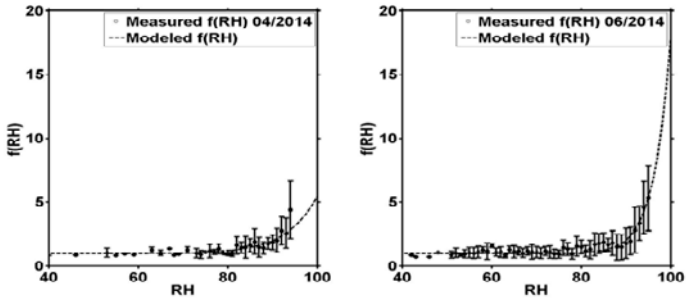


Fig.1 Measured and modeled $f(RH)$ for the month of April 2014. The modeled $f(RH)$ increases with RH according to Eq. 2 with a=4.455 and b=14.38. b) Measured and modeled $f(RH)$ for the month of June 2014. The modeled $f(RH)$ sharply increases with RH according to Eq. 2 with a=16.88 and b=26.60.

Conclusion 2
The power law relationship ($y=ax^b+1$) can be used to modeled aerosol scattering enhancement factor in Chiba. This equation better characterizes the model of the scattering enhancement factor. Monthly values of the parameters a and b are computed. The difference of the monthly values indicate the different types of prevailing aerosols in Chiba and their optical response to increasing ambient relative humidity. These values can be used to interpolate values of scattering coefficients at any RH.

3 Effect/ Outcome

(examples)
The result of this study is applied to possible atmospheric corrections due to aerosol growth.
The developed method is applied to studies of radiation budget (contribution from aerosols) in the atmosphere.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CI16-104 】
Title of Joint Research: A Remote Sensing and GIS based Approach to Mitigate Elephant-Human Conflict in Sri Lanka

Name of Principal Investigator:
PERERA, Liyanage Kithsiri, (University of Sothern Queensland, Australia)

【**Abstract**】(Approximately 100 words)
Sri Lanka has a high population density (320 per 1 sq km), where over 5,850 (2011) wild elephants live. A government report has reviled about 200 elephants and 50 people are killed by the human-elephant conflict annually. In a previous study, MODIS satellite images were applied to identify high risk areas in a selected region. This study attempted to identify island wide high risk areas. The methodology is linked to the seasonal vegetation changes and very high resolution Google Earth images through GIS analysis to map the forest area accurately. The hotspots will identify using the new refined forest cover map which will produce in 2017 project.

1 Back-Ground Objective Methodo-logy

Sri Lanka, with 65,610 sq km land area has a rich biodiversity (27% of Sri Lanka's elephants are endemic). The population of the country has dramatically increased since 1900 and recently passed 20 million. The rural area population has also increased sharply due to the natural increase and improvements in free healthcare system. The Sri Lanka's elephant population is about 10% of the total in Asian region elephant population, but has the highest density in the region. The elephant density of India is 0.0008 compare to Sri Lanka's density is 0.088. This struggle for land by people and elephant has made a sever conflict. This study has investigated the applicability of GIS and remote Sensing to identify hotspots of human-elephant conflict. However, the study also found existing forest cover map of Sri Lanka has some errors. Hence, the study will divert to produce an error-free forest map first, and then produce the human-elephant conflict hot zone identification.

2 Conclu-sions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1: The reasons aggravating human-elephant conflicts were found as follows; proximity of human-elephant, changes in long-term rainfall, droughts, increased development activities, and behavioural changes of elephants. These findings will apply to identifying island-wide high risk area identification in next research step.

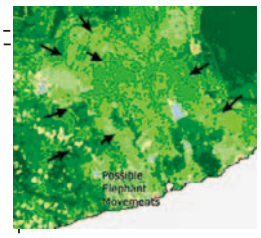


Fig.1 Dry season MODIS NDVI

•**Conclusion 2:** MODIS satellite images are providing a promising opportunity to link NDVI values with dynamic ground conditions (rainfall, drought, and land cover changes) to identify human-elephant conflict high-risk areas. Figure 01 shows July 28, 2012, MODIS NDVI (dark green is heavy vegetation) image of the study area and identified high-risk (black arrows) conflict zones.

•**Conclusion 3:** A successful national level human-elephant conflict high-risk area identification is not possible without an error-free forest cover map of Sri Lanka. The 2016 study found some errors in national level forest cover maps. The forest cover map will be refined in next joint research project (2017), using multiple spatial data sources.

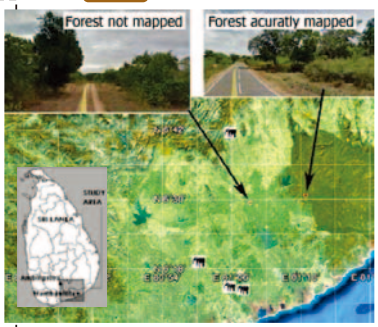


Fig.2 Existing forest cover map (in olive-green) needs to refine.

3 Effect/ Outcome

(examples)
The result of this study is applied to produce a new highly accurate forest cover map of Sri Lanka, to replace the existing national level map wish has some errors.
The GIS and remote sensing based developed method can be applied to various studies where seasonal changes of ground conditions are related to some environment conflicts.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CI16-107 】

Title of Joint Research: Spatial Characteristics of Land Tenure in Potential area of Agricultural Rice Field Protection in Indonesia, A case study in Two villages in West Java

Name of Principal Investigator:
Baba Barus（Department of Soil Science and Land Resources, Bogor Agricultural University, Indonesia）

【**Abstract**】(Approximately 100 words)
The government of Indonesia has program to protect rice field and to improve its productivity. The detail of land utilization and land tenures are necessary for improving of land productivity through consolidation in planting and management. Geospatial technology is employed for finding rice field pattern. The results show the different variety of land utilization, between paddy and different crops. The farmer who own land and works as farmers higher in Cigombong (Bogor), and more intensive and diverse than in Jayakarsa (Sukabumi). The developed rule implemented for consolidation is block less 0.5 ha and its adjacent land., The average size of land after consolidation for management in Ciburay is 0.3 Ha, meanwhile in Jayakarsa is 0.4 Ha.

1 Back-Ground / Objective / Methodo-logy

Background : Rice field protection in Indonesia has been started since 2009 which provide obligation to many local governments to inventory their agriculture lands, and finally assign them as protection areas. In addition, both central government and local governments have also to provide incentives for rice farmers, which have consequence that detail data of rice field and its farmer are necessary. The detail of land utilization and land tenures are necessary for improving of land productivity through consolidation in planting and management. So far, geospatial technology has been employed intensively for finding rice field for protection, and it may also utilize for finding spatial pattern

The objectives of the study are to find out spatial pattern of land ownership and utilization based on land parcel and provide criteria for land consolidation in farm management at two village (Ciburay, Bogor District and Jayakarsa, Sukabumi City).

The methodology are (1) Investigation of spatial pattern of land utilization, land managed by land owner, land managed by non owner, and other employing spatial method, and (2) finding criteria for effectively and efficiency in managing land area using size of rice field block/parcel and it's connectivity regarding with effective use of hand tractor

2 Conclu-sions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion 1 :
Land rent farmers is bigger found in Jayakarsa (80%) with majority lands are planted for paddy (low intensity) than in Ciburay (60%) and lands are for paddy and horticultural crops (high intensity)

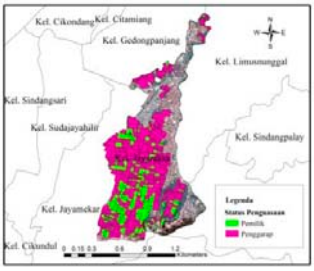


Fig.1 Spatial pattern of land ownership in Jayakarsa, Sukabumi, West Java

Conclusion 2: Criteria for land consolidation developed based operating capacity of hand tractor over land, and the land with less 0.5 ha is chosen, and merging with adjacent lands

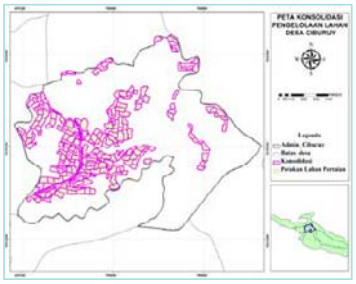


Fig.2 Spatial pattern after trial land consolidation using hand tractor in Ciburay, Bogor

Conclusion 3:
The effective land management after consolidation is different with the size is 0.3 Ha in Ciburay , and 0.4 Ha in Jayakarsa These relate to land ownership status is higher and physical characteristics which more undulating in Ciburay.

3 Effect/ Outcome

The result of this study can be utilized for consolidation of some small rice farms in particular place such as in Java, Indonesia, where many small rice blocks exist and work less efficient. However the concepts are still in preliminary step, which still need more development of more quantitative parameters.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CI16-101】
Title of Joint Research:
Multi-platform satellite observations for improving retrieval of plant phenology on the Tibetan Plateau

Name of Principal Investigator:
SHEN Miaogen （Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences）

【**Abstract**】Tibetan Plateau (TP) plays crucial roles in global carbon cycles. Understanding vegetation activities on the TP is important for development of carbon cycle models. In this study, the linear regression and partial regression techniques were applied to satellite NDVI and climate datasets to analyze the heat requirement for vegetation green-up and responses of vegetation to climate changes. We found that the heat requirement was different for different vegetation types, and inter-annual variations were driven by the number of chilling days; the correlation coefficient between growing season NDVI and temperature in in a 15-year moving window for alpine meadow showed little change.

1 **Back-Ground**

Objective

Methodo-logy

The background of this study: Vegetation activity on the Tibetan Plateau grassland has been substantially enhanced as a result of climate change, as revealed by satellite observations of vegetation greenness (i.e., the normalized difference vegetation index, NDVI).

The objective of this study: (1) to analyze the changes in heat requirement for vegetation green-up on the Tibetan Plateau during 1998-2012; (2) to reveal the responses of vegetation activity to climate changes on the Tibetan Plateau grassland.

The methodology of this study: Using NDVI data and meteorological records from 1982 to 2011, linear regression and partial regression techniques were applied.

2 **Conclu-sions**

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions
Conclusion 1:
The accumulated growing degree-days (AGDD) requirement was significantly different for different vegetation types and showed large spatial variations ranging from a few ◦C-days in cold and wet areas to more than 1000 ◦C-days in warm and dry areas of the Tibetan Plateau .

Conclusion 2:
The inter-annual variations in AGDD requirement were extensively driven by the number of chilling days, while precipitation sum and insolation affected the AGDD requirement in limited areas.

Conclusion 3:
The inter-annual partial correlation coefficient between growing season (May–September) NDVI and temperature (RNDVI-T) in a 15-year moving window for alpine meadow showed little change, likely caused by the increasing RNDVI-T in spring (May–June) and autumn (September) and decreasing RNDVI-T in summer (July–August).

3 **Effect/ Outcome**

The result of this study is applied to understand the future projection of vegetation activities on the Tibetan Plateau.

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CJ16-106 】

Title of Joint Research: Interferometric Synthetic Aperture Radar ALOS PALSAR 2 For Estimation of Carbon Loss in Tropical Peatland Case Study: Tropical Peatland in Dayun, Siak Regency, Riau Province - Indonesia

Name of Principal Investigator:
PERISSIN Daniele （Purdue University ）

【Abstract】
Conversion of tropical peatland to others function such as cultivation, oil palm plantation, etc, by human activities, leads to release carbon from previously stable, resulting subsidence that can be surrogate measure of CO_2 loss to the atmosphere. Interferometric synthetic aperture radar (SAR) is a technique that can provide land displacement map (subsidence) from radar images. By this technique, reclassification is needed to determine the area of subsidence condition. By the equation that has relationship between carbon loss and water table, and between subsidence and water table, carbon loss from this research area was estimated 3.491,833.48 ton CO_2 eq, starting from August 15, 2015 until March 12, 2016

1 Back-Ground / Objective / Methodo-logy

The background of this study is
- Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) / DInSAR (Differential InSAR) is a technique that can provide displacement map from radar images. Subsidence in peatlands area causes carbon loss to the atmosphere (influence to global warming effect)

The objective of this study is
Estimation of carbon loss from peatland area using InSAR analysis

The methodology of this study is
The main idea is how to estimate the carbon loss using the relationship between subsidence condition in peatland area and carbon loss.

2 Conclu-sions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions
Conclusion1
Subsidence in tropical peatland area because of water table decreasing.

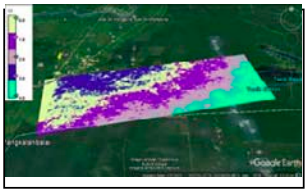
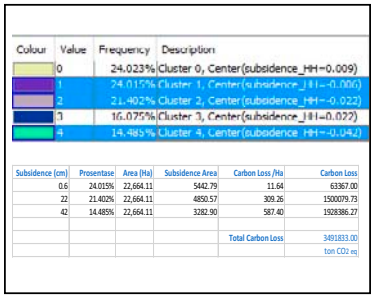


Fig.1 Subsidence in peatland area

Conclusion 2
Based on the subsidence condition, carbon loss in this area is around 3.491,833.48 ton CO_2 eq starting from August 15, 2015 until March 12, 2016

Conclusion 3
Carbon loss due to subsidence in tropical peatlands can be estimate by this method



Colour	Value	Frequency	Description
	0	24.023%	Cluster 0, Center(subsidence_HH=0.009)
	1	24.015%	Cluster 1, Center(subsidence_HH=-0.006)
	2	21.402%	Cluster 2, Center(subsidence_HH=-0.022)
	3	16.075%	Cluster 3, Center(subsidence_HH=0.022)
	4	14.485%	Cluster 4, Center(subsidence_HH=-0.042)

Subsidence (cm)	Prosentase	Area (Ha)	Subsidence Area	Carbon Loss /Ha	Carbon Loss
0.6	24.015%	22,664.11	5442.79	11.64	63367.00
22	21.402%	22,664.11	4850.57	309.26	1500079.73
42	14.485%	22,664.11	3282.90	587.40	1928386.27
				Total Carbon Loss	3491833.00
					ton CO2 eq

Fig.2 Subsidence classification and carbon loss estimation

3 Effect/ Outcome

(examples)
The result of this study is applied to tropical peatland in Indonesia.
The developed method is applied to support of peatland restoration in Indonesia in collaboration between JMRSL – Ceres, Chiba University, Agency for the Assessment and Application of Technology (BPPT), and Peatland Restoration Agency (BGR) - Indonesia

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CI16-112 】
Title of Joint Research: Application of space and ground technologies for disaster risk mitigation: Multi-sensor Web for earthquake early detection.

Name of Principal Investigator:
Dimitar Ouzounov, Chapman University, CA ,USA

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

1 Back-Ground / Objective / Methodo-logy

The background of this study is based on the Lithosphere-Atmosphere- Ionosphere Coupling (Pulinets and Ouzounov, 2010), relating seismicity with the atmospheric /ionospheric signals is one of the working model for the future Sensor Web system
The primary goal of our efforts will be focused on the validation of the atmospheric earthquake signals to gain a better understanding of earthquake process and support future application in earthquake monitoring and forecasting
The methodology of this study is the development of crosscutting Sensor web, which utilizes targeted sensor networks (global remote-sensing satellite data, space plasma parameters from GPS/TEC, simultaneously with ground observations to detect pre-earthquake phenomena) in order to achieve a novel solution

2 Conclu-sions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions
Conclusion1
Our initial results suggest that systematic use of multi-parameter observations can be used for additional physical validation of pre-seismic processes associated with the major earthquake events.

Conclusion 2
Our preliminary results show correlation between the appearance of pre-earthquake transients anomalies in atmosphere and ionosphere (with a short time-lag, from hours up to few days) and the occurrence of 2016 Kumamoto, Japan earthquake series.

Conclusion 3
Our initial prospective tests show that multi-parameter analysis could reveal short-term pre-earthquake anomalies prior to the largest earthquakes.

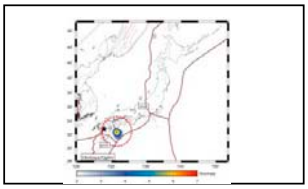


Fig.1 Satellite Thermal anomaly 04.15.2016

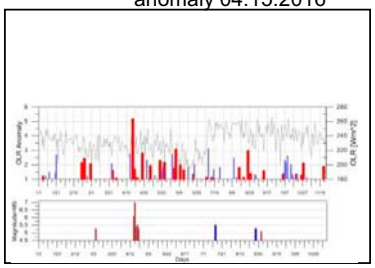


Fig.2 Time series of Thermal Anomalies night time data for 2016 (red columns) for location near to the Kumamoto.

3 Effect/ Outcome

Our products of long time series (OLR, GPS/TEC, plasma,) over several areas of validation in Japan. help to justify the abnormal level of change over the expected time scale.
The broader impact of this project includes advancing our knowledge of earthquake phenomena, towards multisensory observations and data analysis

Report form for CEReS Overseas Joint Research Program 2016

【Joint Research No. CI16-113 】

- **Title of Joint Research:** Characteristics and evidences of seismo-ionospheric precursors in Japan
  (Study and Test for Ionospheric Earthquake Precursors in Japan)

Name of Principal Investigator:
Jann-Yenq Liu, National Central University, TAIWAN

In this study, we examine the temporal and spatial SIPs (seismo-ionospheric precursors) in the global ionosphere map (GIM) of the total electron content (TEC) associated with the 2011 M9.0 Tohoku earthquake, and statistically examine temporal variations of the TEC extracted from the GIM over the epicenters of M>=6.0 earthquakes occurring in Japan during 1998-2016. Search existing ionospheric physical models to be employed simulating and reproducing the SIPs to find the possible mechanisms associated with large earthquakes in Japan, especially the 2011 M9.0 Tohoku earthquake.

1 Back-Ground / Objective / Methodology

The GIM TEC can be used to locally monitor temporal SIPs at a certain location as well as globally find the spatial distribution of SIPs. To find whether SIPs appear before the 2011 M9.0 Tohoku earthquake, we examine the GIM TEC associated with M>=6.0 earthquakes occurring in Japan during 1998-2016. To find the possible causal of SIPs, we also search existing models. The research goals are to use the GIM statistically searching characteristics of temporal and spatial SIPs in the TEC, as well as utilize existing ionospheric physical models to find causal mechanisms of SIPs associated with large earthquakes in Japan.
To find SIP characteristics of the GIM TEC, we not only apply the z test (Neter et al, 1988) to search for the statistical significance of the anomaly, but also employ the receiver operating characteristic (ROC) curve (Swets, 1988) to confirm the SIP associated with the earthquakes in Japan. Existing models are used to reproduce the observed SIPs for finding causal mechanisms.

2 Conclusions

Brief descriptions of three (at maximum) conclusions

Conclusion1
The z test at significance level 0.05 shows the SIPs appears in different time/day zones prior to three group of earthquakes (84 6.0≤ M<6.5, 6.5 ≤ M<7.0, and M ≥ 7.0) in Japan during 1999-2016.

Conclusion 2
The ROC curves and the associated p-value indicate that a significant TEC enhancements (positive anomalies) in six zone, Zone A (1-2 days before, 0600-1000LT), Zone B (2-3 days before,1900-2200LT, Zone C (2-3 days before, 0700-1000LT), Zone D (9-10 days before,1500-2100LT), Zone E (2-3 days before, 0100-0300LT), and Zone F (1-3 days before, 0700-0900LT) yield reliable SIPs for three group earthquakes in Japan, respectively. Zone F yields the greatest AUC (area under the curve), which agrees the appearance days of SIPs of the Tohoku earthquake.

Conclusion 3
The average of median of the SIP strength (δTECs) is increasing with the associated earthquake magnitude and is closely related to the associated AUC. It implies that larger earthquakes have the greater preparation, and in turn release a stronger SIP of GPS TEC.

3 Effect/ Outcome

Our products of the statistical analyses show that the SIP characteristic of the GIM TEC in Japan are positive polarity, local time in early morning, lead time of 1-3 days. This can be used to detect and indentify the temporal SIPs of the TEC in Japan.
On the other hand, the strength of SIP seems to be useful to predict forthcoming earthquake magnitude.

［3］ 研究成果の公表

3.1. 研究論文など

【審査論文】

（久世宏明）

- HHusnul Kausarian, Josaphat Tetuko, Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, Jamrud Aminuddin, and Mirza Muhammad Waqqar（2017）：Analysis of backscattering coefficient and sample properties for identification and layer thickness estimation of silica sand distribution using L-band synthetic aperture radar: a case study on the northern coastline of Rupat Island, Indonesia, Canadian J. Remote Sensing, 29-Apr.-2016, Vol.43 No.2 pp.95-108, doi:http://dx.doi.org/10.1080/07038992.2017.1286935
- Husnul Kausarian, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, Detri Karya, and Good Fried Panggabean（2016）：Silica sand identification using ALOS PALSAR full polarimetry on the northern coastline of Rupat Island, Indonesia, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol.6（5）, pp.568-573, 2016, DOI: http://dx.doi.org/10.18517/ijaseit.6.5.920

（近藤昭彦）

- 孫　玫、艾　麗坤、開發一郎、藤井秀幸、近藤昭彦（2016）：中国の山西省におけるAMSR-E土壌水分の時空間変動に関する研究、水文・水資源学会誌、29巻４号、pp.227-237.
- シャオケーティー　アジ・デリヌル　アジ・近藤昭彦（2016）：新疆における食糧生産と人間活動及び自然条件との関連性、水文・水資源学会誌、29巻３号、pp.166-175.
- Nguen Viet Luong, Tateishi, R., Kondoh, A., Sharma, R.C., Thanh Nguen, H., Trong To, T., and Ho Tong Minh, D.（2016）：Mapping tropical forest biomass by combining ALOS-2, Landsat 8, and field plots data., Land, vol.5, no.4, doi:10.3390/land5040031, http://www.mdpi.com/2073-445X/5/4/31
- 黄　琳、沈　彦俊、楊　偉、近藤昭彦（2016）：閉鎖性水域における人間活動が水質に及ぼす影響―中国白洋淀を例として―、日本水文科学会誌、40巻３号、pp.197-211.
- Xiulian Bai, Ram C. Sharama, Ryutaro Tateishi, Akihiko Kondoh, Bayaer Wuliangha, and Gegen Tana（2017）：A Detailed and High-Resolution Land Use and Land Cover Change Analysis over the Past 16 Years in the Horqin Sandy Land, Inner Mongolia., Mathematical Problems in Engineering, vol.2017, Article ID 1316505, 13pages, https://doi.org/10.1155/2017/1316505
- 濱　侃、田中　圭、早崎有香、山口英俊、近藤昭彦（2017）：小型UAVによる空間線量率マッピングと放射能汚染地域への適用、日本リモートセンシング学会誌、37巻１号、pp.13-20.

（ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ）

- Qi Luo, Steven Gao, Mohammed Sobhy, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Jianzhou Li, Gao Wei, Jiadong Xu, and Changying Wu（2016）：Dual Circularly-Polarized Equilateral Triangular Patch Array, IEEE Transactions on Antenna and Propagation, Vol.64, Issue 6, pp.2255-2262, doi:10.1109/TAP.2016.2551260
- Yuta Izumi, Zafri Bin Baharuddin, Heein Yang, Hendra Agus, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo（2016）：Development of L-Band Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar System, The Journal of Instrumentation, Automation and Systems, Vol.3, No.1, pp.1-6, DOI: http://dx.doi.org/10.21535%2Fjias.v3i1.902
- Takahiro Miyazaki, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Takumi Abe, Tomoyuki Nakazono, and Koh-Ichiro Oyama（2016）：Controlling the Electric Potential of the Low-Earth Orbit Microsatellite in Ionosphere Observation via Langmuir Probe, The Journal of Instrumentation, Automation and Systems, Vol.3, No.1, pp.7-13.
- Mohd Zafri Baharuddin, Yuta Izumi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Yohandri（2016）：Side-lobe Reduced, Circularly Polarized Patch Array Antenna for Synthetic Aperture Radar Imaging, IEICE Transactions on Electronics, Vol. E99-C（2016）No.10, pp.1174-1181.
- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Bambang Setiadi, Daniele Perissin, Masanobu Shimada, Pierre-Phillipe Mathieu, Minoru Urai, and Hasanuddin Zainal Abidin（2016）：Analysis of Coastal Sedimentation Impact to Jakarta Giant Sea Wall using PSI ALOS PALSAR, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters

(GRSL), Vol.13, Issue 10, pp.1472-1476, doi:10.1109/LGRS.2016.2592940

- Mohd Zafri Baharuddin, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze (2016) : Suppressed Side-lobe, Beam Steered, C-band Circularly Polarized Array Antenna for Airborne Synthetic Aperture Radar, Journal of Unmanned System Technologies, Vol.4, No.1, pp.13-23, doi:10.21535%2Fjust.v4i1.908
- H Kausarian, J.T, Sri Sumantyo, H. Kuze, K. Detri, and G.F. Panggabean (2016) : Silica sand identification using ALOS PALSAR full polarimetry on the northern coastline of Rupat island, Indonesia, International Journal on Advance Science, Engineering and Information Technology (IJASEIT), Vol.6, No.5, pp.568-573, doi:10.18517/ijaseit.6.5.920
- Asif Awaludin, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Cahya Edi Santosa, and Mohd Zafri Baharuddin (2016) : Axial Ratio Enhancement of Equilateral Triangular-Ring Slot Antenna using Coupled Diagonal Line Slots, Progress In Electromagnetics Research C (PIERC), Vol.70, pp.99-109, doi:10.2528/PIERC16102508
- Yuta Izumi, Sevket Demirci, Mohd Zafri Baharuddin, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Heein Yang (2017) : Analysis of Circular Polarization Backscattering and Target Decomposition using GB-SAR, Progress in Electromagnetics Research B (PIER B), Vol.73, pp.17-29, doi:10.2528/PIERB16081701
- Husnul Kausarian, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, Detri Karya, and Sugeng Wiyono (2017) : The Origin and distribution of Silica Mineral on the Recent Surface Sediment Area, Northern Coastline of Rupat Island, Indonesia, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol.12, No.4, pp.980-989.
- Kausarian Husnul, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze (2016) : Analysis of Polarimetric Decomposition, Backscattering Coefficient and Sample Properties for Identification and Layer Thickness Estimation of Silica Sand Distribution using L-Band Synthetic Aperture Radar, Canadian Journal of Remote Sensing, Vol.43 No.2 pp.95-108, doi:10.1080/07038992.2017.1286935
- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Koo Voon Chet, Lim Tien Sze, Takafumi Kawai, Takuji Ebinuma, Yuta Izumi, Mohd Zafri Baharuddin, Steven Gao and Koichi Ito (2016) : Development of circularly polarized synthetic aperture radar onboard UAV JX-1, International Journal of Remote Sensing, Special Issue Papers on Drones, UAVs, RPASs for Environmental Research, Volume 38, 2017-Issue 8-10, Pages 2745-2756, doi:10.1080/01431161.2016.1275057

(樋口篤志)

- Sato, Y., A. Higuchi, A. Takami, A. Murakami, Y. Masutomi, K. Tsuchiya, D. Goto, and T. Nakajima (2016) : Regional variability in the impacts of future land use on summertime temperatures in Kanto region, the Japanese megacity, Urban Forestry & Urban Greening, Vol.20, pp.43-55, doi:10.1016/j.ufug.2016.07.012
- Hirose, H., M.K. Yamamoto, S. Shige, A. Higuchi, T. Mega, T. Ushio, and A. Hamada (2016) : A rain potential map with high temporal and spatial resolutions retrieved from five geostationary meteorological satellites, Online Letters on the Atmosphere (SOLA), Vol.12, pp.297-301, doi:10.2151/sola.2016-058

(本郷千春)

- Koshi Yoshida, Kenji Tanaka, Keigo Noda, Koki Homma, Masayasu Maki, Chiharu Hongo, Hiroaki Shirakawa, Kazuo Oki (2017) : Quantitative Evaluation of Spatial Distribution of Nitrogen Loading in the Citarum River Basin, Indonesia, Journal of Agricultural Meteorology, 73(1), pp.31-44.

(入江仁士)

- Kawano, S., Y. Fujimori, S. Wakao, Y. Hayashi, H. Takenaka, H. Irie, and T. Y. Nakajima (2016) : Voltage Control Method Utilizing Solar Radiation Data in Highly Efficient Spatial Resolution for Service Restoration in Distribution Networks with PV, Journal of Energy Engineering, F4016003, doi:10.1061/(ASCE) EY.1943-7897.0000352
- Yumimoto, K., T. Nagao, M. Kikuchi, T. Sekiyama, H. Murakami, T. Tanaka, A. Ogi, H. Irie, P. Khatri, H. Okumura, K. Arai, I. Morino, O. Uchino, and T. Maki (2016) : Aerosol data assimilation using data from

Himawari-8, a next-generation geostationary meteorological satellite, Geophysical Research Letter, Vol.43, Issue11, pp.5886-5894, doi:10.1002/2016GL069298

- Irie, H., T. Muto, S. Itahashi, J. Kurokawa, and I. Uno（2016）：Turnaround of tropospheric nitrogen dioxide pollution trends in China, Japan, and South Korea, Scientific Online Letters on the Atmosphere, Vol.12, pp.170-174, doi:10.2151/sola.2016-035
- Frieя, U., H. Klein Baltink, S. Beirle, K. Clиmer, F. Hendrick, B. Henzing, H. Irie, G. de Leeuw, A. Li, M. M. Moerman, M. van Roozendael, R. Shaiganfar, T. Wagner, Y. Wang, P. Xie, S. Yilmaz, and P. Zieger（2016）: Intercomparison of aerosol extinction profiles retrieved from MAX-DOAS measurements, Atmospheric Measurement Techniques, Vol.9, pp.3205-3222, doi:10.5194/amt-9-3205-2016（平成27年度年報：AMTDオンライン発表分として掲載済）

（齋藤尚子）

- Gerrit Holl, Kaley A. Walker, Stephanie Conway, Naoko Saitoh, Chris D. Boone, Kimberly Strong, and James R. Drummond（2016）：Methane cross-validation between three Fourier transform spectrometers: SCISAT ACE-FTS, GOSAT TANSO-FTS, and ground-based FTS measurements in the Canadian high Arctic, Atmospheric Measurement Technique, Vol.9, pp.1961-1980, doi:10.5194/amt-9-1961-2016（平成27年度年報：AMTDオンライン発表分として掲載済）
- Yu Someya, Ryoichi Imasu, Naoko Saitoh, Yoshifumi Ota, and Kei Shiomi（2016）：A development of cloud top height retrieval using thermal infrared spectra observed with GOSAT and comparison with CALIPSO data, Atmospheric Measurement Technique, Vol.9, pp.1981-1992, doi:10.5194/amt-9-1981-2016
- Naoko Saitoh, Shuhei Kimoto, Ryo Sugimura, Ryoichi Imasu, Shuji Kawakami, Kei Shiomi, Akihiko Kuze, Toshinobu Machida, Yousuke Sawa, and Hidekazu Matsueda（2016）：Algorithm update of GOSAT/TANSO-FTS TIR CO_2 product（Version 1）and validation of the UTLS CO_2 data using CONTRAIL measurements, Atmospheric Measurement Technique, Vol.9, pp.2119-2134, doi:10.5194/amt-9-2119-2016（平成27年度年報：AMTDオンライン発表分として掲載済）
- Mingmin Zou, Xiaozhen Xiong, Naoko Saitoh, Juying Warner, Ying Zhang, Liangfu Chen, Fuzhong Weng, and Meng Fan（2016）：Satellite observation of atmospheric methane: intercomparison between AIRS and GOSAT TANSO-FTS retrievals, Atmospheric Measurement Technique, Vol.9, pp.3567-3576, doi:10.5194/amt-9-3567-2016（平成27年度年報：AMTDオンライン発表分として掲載済）

（楊　偉）

- 黄　琳、沈　彦俊、楊　偉、近藤昭彦（2016）：閉鎖性水域における人間活動が水質に及ぼす影響―中国白洋淀を例として―、日本水文科学会誌、Vol.46 No.3 pp.197-211.
- Nan Cong, Miaogen Shen, Shilong Piao, Xiaoqiu Chen, Shuai An, Wei Yang, Yongshuo H Fu, Fandong Meng, and Tao Wang（2017）：Little change in heat requirement for vegetation green-up on the Tibetan Plateau over the warming period of 1998-2012, Agricultural and Forest Meteorology, Vol.232 pp.650-658, doi:org/10.1016/j.agrformet.2016.10.021
- Meng Liu, Wei Yang, Jin Chen, and Xuehong Chen（2017）：An Orthogonal Fisher Transformation-based Unmixing Method towards Estimating Fractional Vegetation Cover in Semiarid Areas, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol.14 no.3 pp.449-453, doi:10.1109/LGRS.2017.2648863

【総説・解説・著書等】

（近藤昭彦）

近藤昭彦（2017.1）：環境問題の現場における科学者とステークホルダーの協働．地理、Vol.62（2017年１月号）、10-17、古今書院．

（本多嘉明）

本多嘉明：「UAVで計測。放射性物質は葉に蓄積される?」、e-支部報No.7（新春号）、p7、2017.1.19

（樋口篤志）

樋口篤志、書評：持続可能な地下水利用に向けた挑戦 ―地下水先進地域熊本からの発信―、日本水文科学会誌、46(2)、167-168. (2016/08)

（楊　偉）

Bunkei Matsushita, Wei Yang, Lalu Muhamad Jaelani, Fajar Setiawan, and Takehiko Fukushima: Monitoring water quality with remote sensing image data. Qihao Weng ed. “Remote Sensing for Sustainability”, CRC press, 163-189, 2016

3.2.　学会・研究会での発表

【国際会議】

（久世宏明）

- Kenji Kuriyama, Naohiro Manago, Koki Homma, Kanako Muramatsu, Kenichi Yoshimura, Yuji Kominami, Hiroaki Kuze, Spectral image measurement of chlorophyll fluorescence using the oxygen A band: application to rice field and forest, OP108, International Symposium on Remote Sensing 2016, 20-22 April 2016, Jeju Island, Korea
- Nofel Lagrosas, Tomoaki Tsuneyoshi, Naohiro Manago, Hiroaki Kuze, Study of hygrospcopic properties of tropospheric aerosols for calibrating remote sensing observations, AA109, International Symposium on Remote Sensing 2016, 20-22 April 2016, Jeju Island, Korea
- Husnul Kausarian, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, dentification of silica sand distribution at the northern coastline of Rupat Island using ALOS/Palsar full porarimetry data, LD238, International Symposium on Remote Sensing 2016, 20-22 April 2016, Jeju Island, Korea
- T. Somekawa, N. Manago, M. Fujita, and H. Kuze, Differential absorption lidar measurements of H_2O and O_2 using a coherent white light continuum, Proc. SPIE Remote Sensing 2016, 10006, Lidar Technologies, Techniques, and Measurements for Atmospheric Remote Sensing XII, 1000605 (October 24, 2016); doi:10.1117/12.2241037, Edinburgh, UK, September 26-29, 2016
- Jamrud Aminuddin, Tomoaki Tsuneyoshi, Nofel Lagrosas, Babag Purbantoro, Shin’ichiro Okude, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze, Observation of aerosol optical properties by means of Himawari-8 satellite from space and lidar system from surface, The 7th Indonesia-Japan Joint Science Symposium (IJJSS) 2016, Chiba University, November 20-24, 2016
- Babag Purbantoro, Jamrud Aminuddin, Naohiro Manago, Koichi Toyoshima, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, Cloud retrieval and cloud type detection from Himawari-8 satellite data based on the split window algorithm, The 7th Indonesia-Japan Joint Science Symposium (IJJSS) 2016, Chiba University, November 20-24, 2016
- Kenji Kuriyama, Koki Homma, Tatsuhiko Shiraiwa, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze, Ground-based spectral measurements of chlorophyll fluorescence from vegetation canopies, The 7th Indonesia-Japan Joint Science Symposium (IJJSS) 2016, Chiba University, November 20-24, 2016
- Nofel Lagrosas, Tomoaki Tsuneyoshi, Naohiro Manago, Hiroaki Kuze, Modeling of scattering enhancement factor, f(RH), in Chiba using visibility and ground measurements, The 7th Indonesia-Japan Joint Science Symposium (IJJSS) 2016, Chiba University, November 20-24, 2016

（ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ）

- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Nobuyoshi Imura, “Development of Synthetic Aperture Radar for UAV, Aircraft and Microsatellite,” International Symposium on Remote Sensing 2016 (ISRS 2016), Room 301, 21 April 2016 (ISRS : Jeju, Korea)
- Heein Yang, Agus Hendra Wahyudi, Yuta Izumi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Signal-to-Noise Ratio Estimation for Unmanned Aerial Vehicle on-board Synthetic Aperture Radar,” International Symposium on Remote Sensing 2016 (ISRS 2016), Room 301, 21 April 2016 (ISRS : Jeju, Korea).
- Husnul Kausarian, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze, “Identification of Silica Sand Distribution at the Northern Coastline of Rupat Island using ALOS/PALSAR Full Polarimetry Data,” International Symposium on Remote Sensing 2016 (ISRS 2016), Room 301, 21 April 2016 (ISRS : Jeju, Korea)

- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Advanced Microwave Remote Sensing Technologies for Global Maritime Axis,” OISAA Asia – Oceania Symposium 2016, University of Hongkong, 9 April 2016
- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Nobuyoshi Imura, “Development of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar for Aircraft and Microsatellite,” TH1.L10: Advanced Methods for Polarimetric SAR Information Extraction I, TH1.L10.5, IEEE IGARSS 2016, China National Convention Center, 14 July 2016 (Beijing : China)
- Yuta Izumi, Sevket Demirci, Mohd Zafri Baharuddin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “The Polarimetric Calibration Method for Ground based Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar,” Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2016), 8-11 August 2016, Shanghai, China
- Mohamed Elhefnawy and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “A review on designing antenna arrays for long range synthetic aperture radar,” IEEE International Workshop on Recent Advances in Robotics and Sensor Technology for Humanitarian Demining and Counter (IEDs RST 2016), 27-29 October 2016 (Egypt : Zewail City for Science and Technology, Suez University and MENA Robotics)
- Yuta Izumi, Sevket Demirci, Mohd Zafri Baharuddin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Inverse SAR imaging of circularly and linearly synthetic aperture radar,” International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2016), POS2, 77, October 24-28, 2016 (Okinawa : ISAP)
- Muhammad Fauzan Edy Purnomo, Rahmadwati, Hadi Suyono, Rudy Yuwono, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Development of L-Band Antenna with Low Power for Circularly Polarized-Synthetic Aperture Radar (CP-SAR) Application on Unmanned Aerial Vehicle,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P056, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Evizal Abdul Kadir, Detri Karya, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Husnul Kausarian, “MIMO Antenna System for Microsatellite Communications,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P060, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Nobuyoshi Imura, and Robertus Heru Triharjanto,” Development of Synthetic Aperture Radar onboard Aircraft and Microsatellite for Global Land Deformation Obervation,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P062, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Babag Purbantoro, Jamrud Aminuddin, Naohiro Manago, Koichi Toyoshima, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, “Cloud Retrieval and Cloud Type Detection from Himawari-8 Satellite Data Based on The Split Window Algorithm,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P110, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Dodi Sudiana, Retno Wigajatri Purnamaningsih, Sarah Az Zahra, Bambang Setiadi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Deformation Analysis of Merapi Volcano using DInSAR method on ALOS/PALSAR Image,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P128, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Dodi Sudiana, Retno Wigajatri Purnamaningsih, Sulistiyaningsih, Bambang Setiadi, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Analyzing Land Use and Land Cover using Combined Landsat 8 and ALOS-2/PALSAR-2 Data-Case Study : Bandung Regency,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P129, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Agus Hendra Wahyudi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Heein Yang, Matsumura Kohei, and Yuta Izumi, “Network Based Data Acquisition and Control System for Circular Polarization SAR (CP-SAR) Sensor on UAV,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P130, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Kaihei Nakamura, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Cahya Edi Santosa, and Asif Awaludin, “Study of 6-module X-Band Array Antenna for Airborne CP-SAR Application,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P133, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Masaru Bunya, Kazuteru Namba, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “CP-SAR Image Processing System with Kintex-7 FPGA Board,” The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P149, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Akira Kato, Yuichi Hayakawa, Hiroyuki Obanawa, Koji Kajiwara, Yoshiaki Honda, Masuto Ebina, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Forest Disaster Monitoring using Google Earth Engine, UAV-SfM, and

Terrestrial Laser Scanner," The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P162, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)

- Pakhrur Razi, Husnul Kausarian, Good Fried Panggabean, Mirza Muhammad Waqar, Daniele Perissin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Velocity and Time Series Land Deformation Monitoring in Slope Area Using PSI SAR : Case Study in Kelok 9 Bridge West Sumatra," The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P166, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Chua Ming Yam, Koo Voon Chet, Lim Heng Siong, Chan Yee Kit, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Phase Coded Stepped Frequency Linear Frequency Modulated Waveform Synthetis Technique for Ultra-Wideband Synthetic Aperture Radar," The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium (IJJSS 2016), P168, 20-24 November 2016 (Chiba : IJJSS)
- Invited Lecture : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Development of CN-235 MPA LP/CP-SAR," Research Center Balitbang, Indonesian Ministry of Maritime and Fishery – Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Ancol, 4 April 2016
- Invited Lecture : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Development of Microsatellite SAR," PT LEN Bandung, 7 April 2016
- Invited Talk : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Advanced Microwave Remote Sensing Technologies for Global Maritime Axis," OISAA Asia – Oceania Symposium 2016, University of Hongkong, 9 April 2016
- Invited Talk : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Nobuyoshi Imura, and Robertus Heru Trihardjanto, "CP-SAR onboard Microsatellite for Global Land Deformation Observation," Monitoring and Prediction of Disasters, H-DS07-07, 101B, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2016, Makuhari Messe, Japan 24 May 2016, Japan Geoscience Union
- 招待講演 Invited Talk：平成28年度 第１回 大学等研究交流サロン（第30回）"大学発 合成開口レーダ搭載無人航空機・航空機・小型衛星の開発" 東葛テクノプラザ、2016年７月28日
- Guest Lecturer : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Progress Research on Microsatellite CP-SAR Lapan-Chibasat for Earth Observation", The 4th International Seminar on Aerospace Science and Technology (ISAST 2016), 20 September 2016, The Santosa Hotal, Sengigi, Lombok, Indonesia (LAPAN)
- Invited Talk : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Developmend of Advanced Synthetic Aperture Radar for UAV, Aircraft and Microsatellite," AAU, Yoyakarta, Indonesia, 13 October 2016
- Generale Lecture : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Development of Advanced Synthetic Aperture Radar onboard UAV, Aircraft, and Microsatellite for Earth Surveillance," Indonesian Civil Aviation Institute (STPI), Curug Indonesia, 17 January 2017
- Generale Lecture : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Development of Advanced Microsatellite SAR onboard for Global Environmental Remote Sensing", Faculty of Engineering, National University of Sebelas Maret (UNS), Kentingan, Solo, 20 January 2017

(本多嘉明)

- Takao Koyama, Takayuki Kaneko, Takao Ohminato, Atsushi Watanabe, Minoru Takeo,Takatoshi Yanagisawa, and Yoshiaki Honda," Repeated aeromagnetic surveys in Shinmoe-dake volcano, Japan by using unmanned helicopter", AGU Fall Meeting 2016, America, San Francisco, 2016.12. 12-16

(樋口篤志)

- Higuchi, A., H. Takenaka, K. Tanaka, S. Kotsuki, H. Hirose, K. Toyoshima, T. Shinoda, M. Kachi, T. Kubota (2016): Utilization of HIMAWARI-8 for food security: Food security package and relate activities in CEReS and related researchers, The 2016 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, 2016年９月26日～30日 (Darmstadt, Germany).

(本郷千春)

- Chiharu Hongo, Chikako Ogasawara, Eisaku Tamura, Gunardi Sigit, Use of satellite data to improve damage assessment process for agricultural insurance scheme in Indonesia, 13th The international conference of precision agriculture, July 31- August 4, 2016
- Chiharu Hongo, Chikako Ogasawara, Eisaku Tamura and Gunardi Sigit, Estimation of rice yield affected

by drought and relation between rice yield and TVDI, AGU Fall meeting, 12-17 December, 2016

（入江仁士）

- Nakajima, T. Y., H. Takenaka, T. Nakajima, H. Irie, K. Suzuki, T. Inoue, T. Watanabe, K. Cho, Y. Yamamoto, and T. Funayama, Cloud Remote Sensing by Geostationary Satellite for Climate Study and Renewable Energy Estimation, The International Regiation Symposium 2016, University of Aucklang (Aucklang), April 17-22, 2016
- Pinardi, G., Van Roozendael, J.-C. Lambert, J. Granville, F. Hendrick, C. Gielen, H. Yu, A. Cede, Y. Kanaya, H. Irie, F. Wittrock, A. Richter, E. Peters, T. Wagner, M. Gu, J. Remmers, J. Lampel, U. Friess, T. Vlemmix, A. Piters, N. Hao, M. Tiefengraber, J. Herman, N. Abuhassan, R. Holla, A. Bais, D. Balis, N. Kouremeti, J. Hovila, J. Chong, O. Postylyakov, J. Ma, F. Goutail, J.-P. Pommereau, A. Pazmino, M. Navarro, and O. Puentedura, Satellite nadir NO_2 validation based on zenith-sky, direct-sun and MAXDOAS network observations, the 2016 European Space Agency Living Planet Symposium, Prague Congress Centre (Prague), May 9-13, 2016
- Kanaya, Y., F. Taketani, X. Pan, P. Pochanart, H. Akimoto, Y. Yokouchi, S. Nozoe, S. Inomata, H. Irie, H. Takashima, Y. Komazaki, H. Tanimoto, and Z. Wang, Photochemical Ozone Production Rates and Limiting Factors over East Asia: Impact of Radical Chemistry Mechanism and Ozone-Control Implications, Quadrennial Ozone Symposium of the International Ozone Commission, Edinburgh International Conference Centre (Edinburgh), September 4-9, 2016
- Pinardi, G., F. Hendrick, C. Gielen, M. Van Roozendael, A. Richter, E. Peters, F. Wittrock, A. Piters, T. Wagner, J. Remmers, T. Drosoglou, A. Bais, S. Wang, A. Saiz-Lopez, Y. Kanaya, H. Irie, and N. Hao, Validation of reprocessed GOME-2 HCHO and NO_2 columns using ground-based MAXDOAS column measurements, EUMETSAT conference, Darmstadt, September 29-30, 2016
- Irie, H., T. Takamura, P. Khatri, H. Okamoto, T. Hatakeyama, S. Onuma, A. Damiani, T. Horio, T. Takano, T. Y. Nakajima, T. Nakajima, T. Nishizawa, and SKYNET community, Validation of GCOM-C atmosphere products by SKYNET, Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, TKP Garden City (Tokyo), January 26, 2017
- Irie, H., Validation plan for GCOM-C atmosphere products, Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission, TKP Garden City (Tokyo), January 27, 2017

（齋藤尚子）

- Impact of differences in line parameter databases on GOSAT TIR methane retrieval, A. Yamada, N. Saitoh, R. Imasu, K. Shiomi, and A. Kuze, The 12th IWGGMS, Kyoto, June, 2015
- Summertime mid-to-upper tropospheric nitrous oxide over the Mediterranean as a footprint of Asian emissions, Y. Kangah, P. Ricaud, J.-L. Attiй, N. Saitoh, D. Hauglustaine, L. El Amraoui, R. Zbinden and C. Delon, The 12th IWGGMS, Kyoto, June, 2015
- Validation of the GOSAT TANSO-FTS TIR CH_4 vertical profile data product using CH_4 vertical profiles from MIPAS (ESA and IMK) and ACE-FTS, K. Olsen, K. Strong, K. Walker, C. Boone, N. Saitoh, P. Raspollini, and J. Plieninger, The 12th IWGGMS, Kyoto, June, 2015
- The CO_2 slicing algorithm for the TIR cloud/aerosol products of TANSO-FTS2/GOSAT2, Y. Someya, R. Imasu, N. Saitoh, Y. Ota, and K. Shiomi, The 12th IWGGMS, Kyoto, June, 2015
- Impact of line parameter database, continuum absorption, full grind configuration, and L1B update on GOSAT TIR methane retrieval, Akinori Yamada, Naoko Saitoh, Ryosuke Nonogaki, Ryoichi Imasu, Kei Shiomi, Akihiko Kuze, AGU Fall Meeting 2016
- Evaluation of bias in lower and middle tropospheric GOSAT/TANSO-FTS TIR V1.0 CO_2 data through comparisons with aircraft and NICAM-TM CO_2 data, N. Saitoh, H. Hatta, R. Imasu, K. Shiomi, A. Kuze, Y. Niwa, T. Machida, Y. Sawa, and H. Matsueda, American Geophysical Union (AGU) Fall Meeting, 2016

（楊　偉）

- Hikdei Kobayashi, Wei Yang, Kazuhito Ichii, Comparison of the simulated the canopy scale sun-induced chlorophyll fluorescence and satellite-based SIF measurements in northern high latitudes, Goldschmidt

Conference, June 2016, Yokohama, Japan
- Wei Yang, Hideki Kobayashi, Akihiko Kondoh, Estimation of Overstory and Understory Leaf Area Index in High Northern Forests by MODIS BRDF and Reflectance Products, Aisa Oceania Geoscience Society, August 2016, Beijing, China
- Wei Yang, Hideki Kobayashi, Akihiko Kondoh, A Forest Structure Dynamics Model for Driving Three-Dimensional Canopy Radiative Transfer Simulations, American Geophysical Union, Decemer 2016, San-Fancisco, USA

【国内会議】

（久世宏明）
- 飯倉善和、眞子直弘、久世宏明、衛星画像を用いた地表面反射率と大気光学的厚さの同時推定法の改良、日本リモートセンシング学会第60回（平成28年度春季）学術講演会、B02、2016年５月12日 - 13日（日大習志野）
- 久世宏明、Nofel Lagrosas、Jamrud Aminuddin、眞子直弘、対流圏エアロゾルの地上サンプリングデータと光学特性の関係、日本リモートセンシング学会第60回（平成28年度春季）学術講演会、B03、2016年５月12日 - 13日（日大習志野）
- 栗山健二、眞子直弘、本間香貴、村松加奈子、吉村謙一、小南裕志、久世宏明、酸素Aバンドを利用したクロロフィル蛍光の分光画像計測：水田・森林への応用、日本リモートセンシング学会第60回（平成28年度春季）学術講演会、B13、2016年５月 12日 - 13日（日大習志野）
- 末永義樹、恒吉智明、眞子直弘、竹内延夫、久世宏明、高スペクトル分解能ライダーの製作とライダー比の導出、第34回レーザセンシングシンポジウム、PC16、2016年９月８日 - ９日（野沢温泉コンベンションホール）
- Jamrud Aminuddin, Tomoaki Tsuneyoshi, Yoshiki Suenaga, Naohiro Manago, and Hiroaki Kuze, Plan Position Indicator (PPI) Lidar Measurement of Horizontal Distribution of Aerosol Extinction Coefficient, 第34回レーザセンシングシンポジウム、PC19、2016年９月８日- ９日（野沢温泉コンベンションホール）
- 恒吉智明、末永義樹、Alimuddin Jamurud、眞子直弘、久世宏明、地上サンプリングデータとの比較をめざしたラマンライダーの改善、第34回レーザセンシングシンポジウム、PC7、2016年９月８日 - ９日（野沢温泉コンベンションホール）
- 栗山健二、眞子直弘、本間香貴、久世宏明、太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍測定、日本リモートセンシング学会 第61回（平成28年度秋季）学術講演会、S5、2106年11月１日- ２日（新潟テルサ）
- 飯倉善和、眞子直弘、久世宏明、地表面反射率と大気の光学的厚さの同時推定法における反復解の性質、日本リモートセンシング学会 第61回（平成28年度秋季）学術講演会、B14、2106年11月１日 - ２日（新潟テルサ）

（近藤昭彦）
- Truong Nguyen Cung Que・Toan Thang NGUYEN・Nguyen Hong Quan・近藤昭彦（2016.9.16）：Quantifying the impact of land use/land cover changes and climate variability on hydrology in Vietnum's Dong Nai upstream river basin、水文・水資源学会2016年度研究発表会（福島）
- 浜田慎也・濱　侃・近藤昭彦（2016.5）：小型UAV、定点カメラによる印旛沼流域桑納川における外来植物モニタリング、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
- 濱　侃・望月　篤・鶴岡康夫・田中　圭・近藤昭彦（2015.5）：多時期近接空撮画像による水稲のフェノロジー観測と生育パラメーターの推定、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
- 田中　圭・近藤昭彦（2016.5）：2014～2015年におけるUAVを用いた水稲生育モニタリングの成果、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
- 布和宝音・哈申格日楽・近藤昭彦・千春本郷・田村栄作（2016.5）：多時期LANDSATデータを用いたホルチン地域の土地利用変遷に関する検討、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
- 兪　江・近藤昭彦（2016.5）：中国華北平原における冬小麦の農事暦変化に関する研究、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
- Truong Nguyen Cung Que、Nguyen Hong Quan、近藤昭彦（2016.5）：ベトナム・ドンナイ川流域上流部における土地利用／土地被覆変化による河川流況変化に関する研究、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）

・ 近藤昭彦・木本浩一・手代木功基（2016.5.22）：環境問題の現場における科学者とステークホルダーの協働：環境問題の現場におけるScientistsとStakeholdersとの協働、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
・ 近藤昭彦（2016.5.22）：原子力災害における科学者とステークホルダーの協働のあり方：環境問題の現場におけるScientistsとStakeholdersとの協働、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）
・ 近藤昭彦（2016.5.22）：印旛沼流域水循環健全化を取り巻くトランスディシプリナリティー：環境問題の現場におけるScientistsとStakeholdersとの協働、日本地球惑星科学連合大会2016（幕張メッセ国際会議場）

（ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ）
・ 文屋　勝、難波一輝、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo、“FPGAによる多様な画像サイズ対応のCP-SAR画像処理システム”、電子情報通信学会 機能集積情報システム研究会（Functional Integrated Information System ）、６月2016年
・ 泉　佑太、Demirch Shevket、Mohd. Zafri Baharuddin、楊　熙仁、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo、“円偏波フルポラリメトリック合成開口レーダの標準リフレクタを用いた直線インバースSAR実験”、SARセッション、第60回（平成28年度春季）学術講演会日本リモートセンシング学会、日本大学津田沼キャンパス、2016年５月12日
・ Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Nobuyoshi Imura, “Research Progress on Synthetic Aperture Radar for Aircraft and Microsatellite,” システムセッション、第60回（平成28年度春季）学術講演会日本リモートセンシング学会、日本大学津田沼キャンパス、2016年５月13日
・ Khuldumur Uyanga and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Persistent Scatterer Interferometry for Land Subsidence in Tokyo area,” 第60回（平成28年度春季）学術講演会日本リモートセンシング学会、日本大学津田沼キャンパス、2016年５月13日
・ 文屋　勝、難波一輝、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “FPGAによる多様な画像サイズ対応のCP-SAR画像処理システム”、電子情報通信学会、FIIS、６月17日
・ Yuta Izumi, Sevket Demirci, Zafri Baharuddin, and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Study of Polarimetric Calibration for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar,” Calibration Methodology and Technique I, CEOS SAR Calibration and Validation Workshop 2016, 7 September 2016（Tokyo : Tokyo Denki University）
・ Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Nobuyoshi Imura, and Robertus Heru Trihardjanto, “Development of Circularly Polarized SAR onboard UAV, Aircraft and Microsatellite,” Innovative SAR Concept, CEOS SAR Calibration and Validation Workshop 2016, 9 September 2016（Tokyo : Tokyo Denki University）
・ Katia Urata Nagamine and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Design of an L-Band Deplyoable Parabolic Mesh Antenna System for a CP-SAR Microsatellite,” Innovative SAR Concept, CEOS SAR Calibration and Validation Workshop 2016, 9 September 2016（Tokyo : Tokyo Denki University）
・ Kageaki Inoue, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Agus Hartoko, A Fama, Hiroaki Kuze, “The archeological investigation of the central Java applying the advanced remote sensing technology,” Abstract Proceedings of the 61th Autumn Conference of The Remote Sensing Society of Japan, P36, November 1-2, 2016（Niigata : Niigata University）
・ Yuta Izumi, T Watanabe, Mohd Zafri Baharuddin, Sevket Demirci, Heein Yang, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “The archeological investigation of the central Java applying the advanced remote sensing technology,” Abstract Proceedings of the 61th Autumn Conference of The Remote Sensing Society of Japan, B9, November 1-2, 2016（Niigata : Niigata University）
・ 加藤　顕、若林裕之、早川裕弌、小花和宏之、ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ、熱帯林における森林モニタリング技術の確立、第19回環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、2017年２月16日
・ 齋藤　仁、内山庄一郎、小花和宏之、早川裕弌、ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ、阿蘇山・仙酔峡における斜面崩壊の高精細地形解析、第19回環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、2017年２月16日
・ 文屋　勝、難波一輝、ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ、Kintex-7を用いたUAV搭載CP-SARシステム、第19回環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、2017年２月16日
・ 大前宏和、三宅俊子、ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ、光学式ガス検出センサシステム、第19回

環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、2017年２月16日
- Invited Talk : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Nobuyoshi Imura, Kazuteru Namba, Fumio Yamazaki, Akira Kato, Katsumi Hattori, and Chiharu Hongo, “Innovative Microwave Remote Sensing,” Institute for Global Prominent Research, Kickoff Symposium, Incubator Project Presentation-3, p.21, 14 November 2016（Chiba : Chiba University）
- Invited Talk : Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, “Development of Synthetic Aperture Radar and Its Applications : Contributions for Disaster Prevention at Japan and Asean,” JRC Office, 7 December 2016（Nakano : JRC）

（本多嘉明）
- 田中貴大、梶原康司、本多嘉明、林内３次元点群を用いた樹木形状の抽出に関する研究、日本写真測量学会平成28年度秋季学術講演会（都久志会館）、2016/11/10-11, pp131-132（福岡県）
- 岡本芽生、梶原康司、本多嘉明、三次元点群データを用いた全波形ライダーデータの再現に関する研究、日本写真測量学会平成28年度秋季学術講演会（都久志会館）、2016/11/10-11, pp37-38（福岡県）
- 梶原康司、佐野美可子、金　宗煥、その他16名、MORALSによるUAVを用いた写真測量おける異なる計測条件およびSfMソフトウェアによる精度評価に関する考察、日本写真測量学会平成28年度秋季学術講演会（都久志会館）、2016/11/10-11（福岡県）

（樋口篤志）
- 佐藤陽祐、樋口篤志、高見昭憲、村上暁信、増冨祐司、土屋一彬、五藤大輔、中島映至（2016）：関東地方における夏季を対象とした緑化効果の地域特性に関する考察、日本気象学会2016年度春季大会、P136、2016年５月18日～21日、国立オリンピック記念青少年双方センター
- 長屋嘉明、村田健史、樋口篤志、豊嶋紘一、本田理恵、別所康太郎、毛利勝廣、鵜川健太郎、村永和哉、鈴木　豊、村山純一（2016): ひまわり８号観測データのリアルタイム公開、日本地球惑星連合2016年大会、MGI21-03、2016年５月22日～26日、幕張メッセ
- 広瀬民志、樋口篤志、妻鹿友昭、牛尾知雄、山本宗尚、重　尚一、濱田　篤（2016）：Additional information of precipitating cloud life stages for Improvement of rain rate data estimated from Himawari-8、日本地球惑星連合2016年大会、ACG10-P04、2016年５月22日～26日、幕張メッセ
- 永井将貴、樋口篤志（2016）：冬季に急速に発達する南岸低気圧に対する日本海上空のメソ擾乱の影響、日本地球惑星連合2016年大会、AHW17-P07、2016年５月22日～26日、幕張メッセ
- Higuchi, A.（2016）：Himawari-8 related activities in CEReS, Chiba University, 2nd Japan-Australia GEO-LEO Applications Workshop, hosted by JAXA, 2016年９月１日～２日（東京, oral）
- 樋口篤志、広瀬民志、豊嶋紘一、牛尾知雄、妻鹿友昭、重　尚一、山本宗尚、谷田貝亜紀代（2016）：静止気象衛星群を活用した降水関連情報の抽出、およびその利用、2016年度水文・水資源学会研究発表会、O-18、2016年９月15日～17日、コラッセふくしま
- 柏柳太郎、諸富和臣、小林文明、鷹野敏明、樋口篤志、高村民雄（2016）：フェーズドアレイ気象レーダーで見た2015年９月４日に関東で発生した積乱雲 ―都心部に集中豪雨と竜巻の目撃をもたらした事例について―、日本気象学会2016年度秋季大会、2016年10月26日～28日、名古屋大学
- 広瀬民志、樋口篤志、妻鹿友昭、牛尾知雄、山本宗尚、重　尚一、濱田　篤（2016）：ひまわり８号観測データを用いた機械学習による強い雨の強度推定、日本気象学会2016年度秋季大会、2016年10月26日～28日、名古屋大学
- 勝部　豪、樋口篤志、豊嶋紘一（2016）：APHRO JP に見られた沖縄梅雨の数十年規模変動、日本気象学会2016年度秋季大会、2016年10月26日～28日、名古屋大学
- 豊嶋紘一、樋口篤志、竹中栄晶、坂下太陽（2016）：ひまわり８号 Gridded プロダクトの公開と精密幾何補正前後の位置補正比較、日本気象学会2016年度秋季大会、2016年10月26日～28日、名古屋大学
- 細井杏里、樋口篤志、豊嶋紘一、広瀬民志、濱田　篤（2016）：TRMM/PRで検出したアジア域における極端な降雨イベントの発生場所について、日本気象学会2016年度秋季大会、2016年10月26日～28日、名古屋大学

（本郷千春）
- 小笠原千香子、本郷千春、田村栄作、Gunardi Sigit：干ばつ害を受けた水稲生産量とTVDIの関係、日本リモー

トセンシング学会第60回学術講演会論文集、117-118,（2016）
- 布和宝音、本郷千春、小笠原千賀子、丹野長長、田村栄作：データ抽出方法の違いによる水稲の収量推定精度の検討、日本リモートセンシング学会第60回学術講演会論文集、135-136,（2016）
- 小笠原千香子、本郷千春、田村栄作、Gunardi Sigit：衛星データを用いた水稲生産量の地域特性の把握及びTVDIとの関係、第42回リモートセンシングシンポジウム講演論文集、11-12,（2017年３月）

（入江仁士）
- 田中清敬、速水　洋、三浦和彦、板橋秀一、齋野広祥、入江仁士、齊藤伸治、東京スカイツリーを用いた2015年の東京における地表と上空の粒子の挙動について、日本気象学会、東京都渋谷区、2016年５月18-21日
- 板橋秀一、鵜野伊津志、入江仁士、黒川純一、大原利眞、東南アジア域におけるバイオマス・バーニング起源排出量のNO_2カラム量への影響評価、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- 今須良一、町田敏暢、青木周司、山内　恭、松永恒雄、松枝秀和、金谷有剛、松見　豊、篠田太郎、谷本浩志、五藤大輔、森野　勇、澤　庸介、坪井一寛、丹羽洋介、兼保直樹、村山昌平、末吉哲雄、滝川雅之、竹谷文一、佐藤陽祐、竹内　渉、入江仁士、笠井康子、Strunin Mikhail、Fomin Boris、ロシア水文気象環境監視局の航空機による北極・西シベリア域における大気環境観測、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- 畠山嵩大、入江仁士、カトリ・プラディープ、リモートセンシングによる日本上空のエアロゾルトレンド解析とその評価、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- 小沼　聡、入江仁士、Khatri Pradeep、地上からのリモートセンシングによる水蒸気の鉛直カラム量・高度分布観測の相互比較、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- 奥崎昂也、入江仁士、MAX-DOASによって観測された九州の二酸化硫黄濃度の要因解析、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- 入江仁士、加藤知道、太陽光発電駆動型MAX-DOAS（Eco-MAXDOAS）装置の開発、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- 入江仁士、武藤拓也、板橋秀一、黒川純一、鵜野伊津志、東アジアの対流圏二酸化窒素濃度、10年前のレベルに回復、日本地球惑星科学連合大会、千葉県幕張、2016年５月22-26日
- Hoque, S., H. Irie, and A. Shimizu, Long term multi component MAX-DOAS observation in Phimai, Thailand, 大気化学討論会、北海道札幌市、2016年10月12-14日
- 小沼　聡、入江仁士、地上からのリモートセンシングによる水蒸気の鉛直カラム量・高度分布の相互比較、大気化学討論会、北海道札幌市、2016年10月12-14日
- 畠山嵩大、入江仁士、カトリ・プラディープ、リモートセンシングによる日本上空のエアロゾルトレンド解析とその評価、大気化学討論会、北海道札幌市、2016年10月12-14日
- 奥崎昂也、入江仁士、MAX-DOASによって観測された九州の二酸化硫黄濃度の要因解析、大気化学討論会、北海道札幌市、2016年10月12-14日
- 金谷有剛、宮崎和幸、野津雅人、入江仁士、高島久洋、春季に横須賀における大気中ホルムアルデヒドのMAX-DOAS計測とOMI衛星観測との比較：高度分布の影響、大気化学討論会、北海道札幌市、2016年10月12-14日
- 中島　孝、渡邊武志、山本義郎、竹中栄晶、中島映至、入江仁士、鈴木健太郎、下田吉之、岩船由美子、日高一義、エネルギーマネジメントにおける気象学と需要科学の協働、日本気象学会、愛知県名古屋市、2016年10月26-28日
- 宮崎理紗、堀　雅裕、村上　浩、入江仁士、GCOM-C/SGLI大気プロダクトの校正検証計画、日本気象学会、愛知県名古屋市、2016年10月26-28日

（梶原康司）
- 田中貴大、梶原康司、本多嘉明、林内３次元点群を用いた樹木形状の抽出に関する研究、日本写真測量学会平成28年度秋季学術講演会（都久志会館）、2016/11/10-11, pp131-132（福岡県）
- 岡本芽生、梶原康司、本多嘉明、三次元点群データを用いた全波形ライダーデータの再現に関する研究、日本写真測量学会平成28年度秋季学術講演会（都久志会館）、2016/11/10-11, pp37-38（福岡県）
- 梶原康司、佐野美可子、金　宗煥、その他16名、MORALSによるUAVを用いた写真測量おける異なる計測条件およびSfMソフトウェアによる精度評価に関する考察、日本写真測量学会平成28年度秋季学術講演会（都久志会館）、2016/11/10-11（福岡県）

（齋藤尚子）
- The impact on CH_4 retrieval of GOSAT/TANSO-FTS TIR band from the uncertainty of the continuum absorption, Akinori Yamada, Naoko Saitoh, Ryoichi Imasu, Kei Shiomi, and Akihiko Kuze、地球惑星科学連合2016年大会、2016年５月
- NICAM-TMデータ及び航空機観測データによるGOSAT/TANSO-FTS TIR CH_4データの評価、野々垣亮介、齋藤尚子、今須良一、塩見　慶、丹羽洋介、青木周司、町森本真司、町田敏暢、松枝秀和、澤　庸介、坪井一寛、地球惑星科学連合2016年大会、2016年５月
- ラインパラメータの選択がGOSAT TIR メタンリトリーバルに与える影響の評価、山田明憲、齋藤尚子、今須良一、塩見　慶、久世暁彦、第22回大気化学討論会、札幌、2016年10月
- 航空機観測データを用いたGOSAT/TANSO-FTS TIR CH_4データの評価、野々垣亮介、齋藤尚子、今須良一、塩見　慶、丹羽洋介、町田敏暢、松枝秀和、澤　庸介、坪井一寛、第22回大気化学討論会、札幌、2016年10月
- GOSAT/TANSO-FTS TIRスペクトルを用いた地表面射出率推定の試み、板津智之、齋藤尚子、塩見　慶、久世暁彦、今須良一、第22回大気化学討論会、札幌、2016年10月
- GOSATおよび大気輸送モデルNICAM-TMの温室効果ガス気柱平均濃度の比較解析、八田寛道、齋藤尚子、今須良一、塩見　慶、吉田幸生、丹羽洋介、第22回大気化学討論会、札幌、2016年10月
- “西シベリア上空のGOSAT（熱赤外バンド）と航空機観測によるメタンの比較、杉田考史、齋藤尚子、林田佐智子、町田敏暢、笹川基樹、日本気象学会2016年秋季大会、名古屋、2016年10月

（楊　偉）
- Wei Yang and Hideki Kobayashi, An empirical forest landscape simulator for driving 3-D canopy radiative transfer models. Proceedings of the 60th spring conference of the remote sensing society of Japan, pp.55-56, May 2016, Narashino, Japan
- Wei Yang, Hideki Kobayashi and Kenlo Nishida Nasahara, Satellite Retrieval of Overstory and Understory Leaf Area Index in High Northern Forests, Japan Geoscience Union annual Meeting, May 2016, Makuhari, Japan
- Hikdei Kobayashi, Wei Yang, Kazuhito Ichii, Comparison of the simulated global the canopy scale sun-induced chlorophyll fluorescence and satellite-based SIF measurements, Japan Geoscience Union annual Meeting, May 2016, Makuhari, Japan

【平成28年度公開講座、講演会、ワークショップ等の実施状況】
（近藤昭彦）
名　　称：地下水技術協会春季講習会（測量地質健保会館）
概　　要：地下水概説―地下水の理論と実際
開催期間：平成28年５月27日
対　　象：一般
参加人数：60名

名　　称：千葉市藝術文化塾（千葉市文化ホール）
概　　要：いつでも、どこでもリモートセンシング―ドローンを使った環境計測
開催期間：平成28年９月21日
対　　象：一般
参加人数：50名

名　　称：ENVI & IDL User Conference（秋葉原UDX）
概　　要：UAVリモートセンシング―ドローンを使った環境計測
開催期間：平成28年10月12日
対　　象：一般
参加人数：100名

（ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ）
名　　称：The 16th Workshop on SAR Image Processing and Chiba University Summer School on Microwave Remote Sensing（サマースクール）
概　　要：学生を対象としたマイクロ波リモートセンシング及びSAR画像処理についてのワークショップを実施。
開催期間：平成28年８月１日～３日
対　　象：国内の学生・研究者
参加人数：55名

名　　称：合成開口レーダワークショップ
概　　要：インドネシア技術評価応用庁の研究員を対象に合成開口レーダ(SAR)に関する基礎的なワークショップを実施。
開催期間：平成28年９月27日～10月28日
対　　象：海外研究者
参加人数：８名

名　　称：合成開口レーダワークショップ
概　　要：インドネシア宇宙航空局（LAPAN）の研究員を対象に合成開口レーダ（SAR）に関する基礎的なワークショップを実施。
開催期間：平成28年11月25日～12月22日
対　　象：海外研究者
参加人数：４名

（本多嘉明・梶原康司）
名　　称：Science Summer Camp 2016（サマーキャンプ）（林地観測地）
概　　要：科学に興味を持つ児童を募集し、３日間、自然の中で生活し、体験実験を通して「どうしてだろう？」、「なぜだろう？」と科学的好奇心を育てることを目的として実施。
開催期間：平成28年８月５日～７日
対　　象：国内の一般・学生・研究者
参加人数：95名

名　　称：Biomass Seminer（バイオマスセミナー：ワークショップ）
概　　要：森林リモートセンシングに関する講演会およびディスカッションを実施。
開催期間：平成29年２月27日
対　　象：一般・学生・研究者
参加人数：20名

（樋口篤志）
名　　称：千葉芸術文化塾「気象衛星ひまわり」
概　　要：一般向けにひまわり８号動画を中心とした静止気象衛星の概要と研究展開について説明。
開催期間：平成28年９月８日
対　　象：国内の一般
参加人数：60名

【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
平成28年 6月6日	フジテレビ／みんなのニュース（テレビ）	グアテマラにおけるマヤ文明の遺跡発見に関する合成開口レーダ画像の分析結果について説明。	ヨサファット
7月6日	朝日新聞出版dot gooビジネスEX 産経ニュース MarkeZine BIGLOBEニュース 読売オンライン 環境展望台 NEWSALT	東アジアの大気中NO_2汚染レベル、５年前のレベルに回復していた！～主に中国で回復、日本・韓国ではやや悪化の傾向～	入江仁士
平成28年 8月21日	Media Indonesia Newspaper 全国紙（国外）	Mereka yang Ingin Kembali（インドネシアに貢献した研究者）	ヨサファット
平成28年 4月～9月末まで	毎日新聞全国版	「ひまわりEYE」の共同企画・監修	樋口篤志
平成28年 9月4日	NHK／NHK スペシャル MEGA CRISIS 巨大危機第１集「異常気象との戦い」（テレビ）	「雨をもたらす雲を捕まえる」研究に関する取材協力	樋口篤志
平成28年 12月16日	Tempo Magazine（雑誌）	Ilmuwan Indonesia Bikin Satelit radar Mikro Pertama di Dunia（科学技術：世界初小型衛星レーダをつくったインドネシア研究者）	ヨサファット
平成28年 12月19日	Kompas Newspapers, p.13 全国紙（国外）	CP-SAR Pertama Untuk Satelit：Ilmuwan Indonesia di Jepang Beri Keunggulan（世界初CP-SAR搭載小型衛星：日本在インドネシア研究者が貢献した）	ヨサファット
平成28年 12月30日	Tribunsolo Newspaper 地方紙（国外）	Mengenal Prof Josaphat, Alumnus SMAN 1 Solo yang Ciptakan Mikro Radar dan Diperebutkan Dunia（ソロ第１高等学校出身のヨサファット教授が世界初小型衛星を開発した）	ヨサファット
平成29年 1月1日	Angkasa Magazine、pp.68-69（雑誌）	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Anak Kopasgat Penemu Radar Penginderaan Jauh Terkini（ヨサファット教授、最新リモートセンシング技術を提案した）	ヨサファット
平成29年 1月8日	Tempo Magazine, pp.84-85（雑誌）	Ilmu & Teknologi：Satelit Mini Setelah Lama Bermimpi（長い小型衛星の夢）	ヨサファット
平成29年 1月17日	Berita Trans 全国紙（国外）	Prof Josaphat Tetuko Berikan Kuliah Umum di STPI（ヨサファット教授がインドネシア航空大学校に基調講演）	ヨサファット

［4］ 受賞・開発実績等

4.1. 受賞

賞の名称：Award of Excellent Contestant － Student Award Paper Competition
受 賞 者：Heein Yang（ヨサファット研究室所属学生）
受賞月日：平成28年４月22日
授与団体：International Symposium on Remote Sensing 2016（ISRS 2016）
研究題目：Signal-to-Noise Ratio Estimation for Unmanned Aerial Vehicle on-board Synthetic Aperture Radar

賞の名称：日本リモートセンシング学会優秀論文発表賞
受 賞 者：小笠原千香子・本郷千春・田村栄作・Gunardi Sigit・A. A. Ayu Mirah Adi・Annie Ambarawati
受賞月日：平成28年５月12日
授与団体：日本リモートセンシング学会
研究題目：インドネシアにおける水稲生産量の地域特性と水管理手法の関係

賞の名称：2016年度日本大気化学会学生優秀発表賞
受 賞 者：Syedul Hoque（入江研究室所属学生）
受賞月日：平成28年10月14日
授与団体：日本大気化学会
研究題目：Long term multi component MAX-DOAS observation in Phimai, Thailand

賞の名称：Best Paper Awards
受 賞 者：Chua Ming Yam（ヨサファット研究室所属特任助教）
受賞月日：平成28年11月24日
授与団体：The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium, The 24th CEReS International Symposium, the 1st Symposium on Innovative Microwave Remote Sensing, The 4th Symposium on Microsatellites for Remote Sensing
研究題目：Phase Coded Stepped Frequency Linear Frequency Modulated Waveform Synthesis Technique for Ultra-Wideband Synthetic Aperture Radar

賞の名称：Best Presenter Awards
受 賞 者：Jamrud Aminuddin（久世研究室所属学生）
受賞月日：平成28年11月24日
授与団体：The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium, The 24th CEReS International Symposium, the 1st Symposium on Innovative Microwave Remote Sensing, The 4th Symposium on Microsatellites for Remote Sensing
研究題目：Observation of Aerosol Optical Properties by Means of Himawari-8 Satellite from Space and Lidar System from Surface

賞の名称：Best Student Awards
受 賞 者：Yuta Izumi（ヨサファット研究室所属学生）
受賞月日：平成28年11月24日
授与団体：The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium, The 24th CEReS International Symposium, the 1st Symposium on Innovative Microwave Remote Sensing, The 4th Symposium on Microsatellites for Remote Sensing
研究題目：Polarimetric Analysis Of Long Term Paddy Rice Observation Using Ground-based Sar (GB-SAR) System

賞の名称：Best Poster Awards
受 賞 者：Min-Wook Heo and Heein Yang*（*ヨサファット研究室所属学生）
受賞月日：平成28年11月24日
授与団体：The 7th Indonesia Japan Joint Scientific Symposium, The 24th CEReS International Symposium, the 1st Symposium on Innovative Microwave Remote Sensing, The 4th Symposium on Microsatellites for Remote Sensing
研究題目：Implementation On Reduction Lut Memory Size In Chirp Signal Generation For Satellite On-board SAR

4.2. 開発実績等
成果物名：温室効果ガス観測技術衛星２型（GOSAT-2）搭載TANSO-FTS-2熱赤外バンドのGHG導出アルゴリズム（β版）
研究者名：齋藤尚子
概　　要：GOSAT-2/TANSO-FTS-2の熱赤外バンドスペクトルからGHG濃度及び気温を導出する試作版ソフトウェア（β版）を作成し、JAXA及びNIESに納品。

［5］ 国際交流

5.1 外国人受け入れ

外国人来訪者の受入れ状況

外国人来訪者 氏　　名	国　籍	所属機関名	職　名	来訪目的	受入教員 氏　名	期　間
Made Sudiana Mahendra	インドネシア	ウダヤナ大学	教授	共同研究	ヨサファット	2016/4/1
Adrianus Waworuntu	インドネシア	インドネシア大学	教授	表敬訪問	ヨサファット	2016/4/13
Wirdyaningsih	インドネシア	インドネシア大学	准教授	表敬訪問	ヨサファット	2016/4/13
Dong Abdul Chalid	インドネシア	インドネシア大学	講師	表敬訪問	ヨサファット	2016/4/13
Dodi Sudiana	インドネシア	インドネシア大学	講師	表敬訪問	ヨサファット	2016/4/13
Upari Rahardi	インドネシア	PT. Len Industri	課長	表敬訪問	ヨサファット	2016/5/16
Priono Joni H.	インドネシア	PT. Len Industri	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/5/16
Rustanto	インドネシア	PT. Len Industri	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/5/16
Fendi A.	インドネシア	PT. Len Industri	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/5/16
Kim Moon Kwang	韓国	Munhak Theater	館長	表敬訪問	ヨサファット	2016/5/23
Nofel Lagrosas	フィリピン	Ateneo de Manila University, Manila Observatory	教授	研究打ち合わせ	久世宏明	2016/5/27
Glenn Franco Barroso Gacal	フィリピン	Ateneo de Manila University, Manila Observatory	学生	研究打ち合わせ	久世宏明	2016/5/27
Daniel Luis Bautista	フィリピン	Ateneo de Manila University, Manila Observatory	学生	研究打ち合わせ	久世宏明	2016/5/27
John Paolo Durana Miranda	フィリピン	Ateneo de Manila University, Manila Observatory	学生	研究打ち合わせ	久世宏明	2016/5/27
David Giles	米国	NASA SCIENCE SYSTEMS AND APPLICATIONS INC	Chief Research Scientist	表敬訪問および特別セミナー意見交換会	入江仁士	2016/5/20
Khatri Pradeep	ネパール	東北大学大学院理学研究科	教育研究支援者	特別セミナーおよび意見交換会参加	入江仁士	2016/5/20～2016/5/21
Fera Akbar	インドネシア	パダン州立大学	学生	共同研究	ヨサファット	2016/6/14～2016/7/22
Farah Sarjani	インドネシア	パダン州立大学	学生	共同研究	ヨサファット	2016/6/14～2016/7/22
Yusna Jamiah	インドネシア	パダン州立大学	学生	共同研究	ヨサファット	2016/6/14～2016/7/22
Rahmi Sukmawati	インドネシア	パダン州立大学	学生	共同研究	ヨサファット	2016/6/14～2016/7/22
Rahmad Arif Syafrindo	インドネシア	パダン州立大学	学生	共同研究	ヨサファット	2016/6/14～2016/7/22
Shadiq Ali	インドネシア	パダン州立大学	学生	共同研究	ヨサファット	2016/6/14～2016/7/22
Jarupongsakul Thanawat	タイ	Thailand Envronmental Institute	教授	表敬	安岡善文	2016/6/28

外国人来訪者 氏　　名	国　籍	所属機関名	職　名	来訪目的	受入教員 氏　名	期　間
Jarupongsakul Thanawat	タイ	Thailand Environment Institute Foundation (TEI)	教授	TEI-CEReS Atmospheric Research Meeting	入江仁士	2016/6/28
Victor Carol Hernandez Monzou	グアテマラ	West Center University	教授	共同研究	ヨサファット	2016/7/1
Sebastian Ignacio Charchalac Ochoa	グアテマラ	West Center University	講師	共同研究	ヨサファット	2016/7/1
Adltya Pmungkas	インドネシア	バンドン工科大学	学生	ツインクルプログラム	ヨサファット	2016/7/3～2016/7/15
Abreham Yehuda	インドネシア	バンドン工科大学	学生	ツインクルプログラム	ヨサファット	2016/7/4～2016/8/1
Dita Wahyli Primastuti	インドネシア	インドネシア大学	学生	ツインクルプログラム	ヨサファット	2016/7/4～2016/7/15
S. A. Naulitta Panggabean	インドネシア	千葉大学IECオフィス（インドネシア大学）	職員	IJJSS準備	ヨサファット	2016/7/6
Gerry Bagtasa	フィリピン	フィリピン大学	教授	共同研究	久世宏明	2016/7/8
Yaqi Ji	中国	電子科技大学	学生	入試	ヨサファット	2016/8/22～2016/8/23
Joko Widodo	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	入試	ヨサファット	2016/8/22～2016/8/23
Armad Mutatakkir Alam	インドネシア	木更津高専	学生	インターンシップ	ヨサファット	2016/8/22～2016/8/26
Kamal Nasharuddin Mustapha	マレーシア	テナガナショナル大学	副学長	協定書調印	ヨサファット	2016/9/7
Jeslee B. Mohamed	マレーシア	テナガナショナル大学	学科長	協定書調印	ヨサファット	2016/9/7
Sivadass Thiruchelvam	マレーシア	テナガナショナル大学	学科長	協定書調印	ヨサファット	2016/9/7
Norashida Md Din	マレーシア	テナガナショナル大学	学部長	協定書調印	ヨサファット	2016/9/7
Rasyikin Roslan	マレーシア	テナガナショナル大学	研究員	協定書調印	ヨサファット	2016/9/7
Danny M. Gandana	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	主任研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Aditya Inzani Wahdiyat	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Aris Surya Yunata	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Yomi Guno	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Marcellina Ayudha Kristanti Titasari	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Frandi Adi Kaharjito	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Agitta Rianaris	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Dannya Maharani Putri Utami	インドネシア	インドネシア技術評価応用庁	研究員	Training	ヨサファット	2016/9/26～2016/10/28
Jaka Sembiring	インドネシア	バンドン工科大学	学部長	表敬訪問	ヨサファット	2016/9/26
Ian Joseph Matheus Edward	インドネシア	バンドン工科大学	学科長	表敬訪問	ヨサファット	2016/9/26
Nguyen Viet Luong	ベトナム	ベトナム科学技術院・宇宙技術研究所	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/10/3

外国人来訪者 氏　　名	国　籍	所属機関名	職　名	来訪目的	受入教員 氏　名	期　間
Fajar Dewangga	インドネシア	ガジャマダ大学	学生	ツインクル プログラム	ヨサファット	2016/10/3～ 2016/10/14
Naisa Agila	インドネシア	ガジャマダ大学	学生	ツインクル プログラム	ヨサファット	2016/10/3～ 2016/10/14
Siska Roham	インドネシア	ウダヤナ大学	学生	ツインクル プログラム	ヨサファット	2016/10/3～ 2016/10/30
Rivi Meiarti	インドネシア	ガジャマダ大学	学生	JSTさくら サイエンスプラン	ヨサファット	2016/10/19～ 2016/10/29
Yudi Andrean Phanama	インドネシア	インドネシア大学	学生	JSTさくら サイエンスプラン	ヨサファット	2016/10/19～ 2016/10/29
Yohandri	インドネシア	パダン州立大学	講師	共同研究	ヨサファット	2016/10/26
Seong-ook Park	韓国	韓国科学技術院	教授	共同研究	ヨサファット	2016/10/27
Basari	インドネシア	インドネシア大学	研究員	共同研究	ヨサファット	2016/10/31
Pamungkas Daud	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Dadin Manmvoin	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Eko Joni Pristihmto	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Fajri Darwis	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Arie Seriawan	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Ashif Aminulloh	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Hana Arisena	インドネシア	インドネシア科学院	研究員	表敬訪問	ヨサファット	2016/11/1
Achmad Munir	インドネシア	バンドン工科大学	講師	共同研究	ヨサファット	2016/11/17～ 2016/12/25
Purnomo Sidi Priambodo	インドネシア	インドネシア大学	准教授	IJJSS参加	ヨサファット	2016/11/21～ 2016/11/23
Basari	インドネシア	インドネシア大学	助教	IJJSS参加	ヨサファット	2016/11/21～ 2016/11/23
M. Fauzan E.P.	インドネシア	ブラウィジャヤ大学	講師	IJJSS参加	ヨサファット	2016/11/20～ 2016/11/24
Indra Riyanto	インドネシア	ブディルフル大学	講師	IJJSS参加	ヨサファット	2016/11/20～ 2016/11/26
Dwiyanto	インドネシア	インドネシア国立航空 宇宙局	研究員	Training	ヨサファット	2016/11/25～ 2016/12/22
Ade Putri	インドネシア	インドネシア国立航空 宇宙局	研究員	Training	ヨサファット	2016/11/25～ 2016/12/22
Momon Sadiyatmo	インドネシア	インドネシア国立航空 宇宙局	研究員	Training	ヨサファット	2016/11/25～ 2016/12/22
Harry Septanto	インドネシア	インドネシア国立航空 宇宙局	研究員	Training	ヨサファット	2016/11/25～ 2016/12/22
Nofel Lagrosas	フィリピン	アテネオ・デ・マニラ大学	助教	国際シンポジウム 参加、共同研究	久世宏明	2016/11/16～ 2016/11/25
Ahmed Mukalazi Kalumba	南アフリカ	プレトリア大学	研究員	国際シンポジウ ム、打合せ	久世宏明	2016/11/21～ 2016/11/23
Miaogen Shen	中国	中国科学院	准教授	共同研究	楊　偉	2016/11/16～ 2016/11/19
Sunu Wibirama	インドネシア	ガジャマダ大学	講師	共同研究	ヨサファット	2017/1/10～ 2017/1/11
Erfansyah Ali	インドネシア	Telkom大学	講師	入試	ヨサファット	2017/1/30～ 2017/2/7
Peberlin Sitompul	インドネシア	インドネシア国立航空 宇宙局	研究員	入試	ヨサファット	2017/1/31～ 2017/2/5

外国人来訪者 氏　　名	国　籍	所属機関名	職　名	来訪目的	受入教員 氏　名	期　間
Mohammad Nasucha	インドネシア	University of Pembangunan Jaya	講師	入試	ヨサファット	2017/2/2～ 2017/2/4
Dong Chan Kim	韓国	韓国科学技術院	研究員	共同研究	ヨサファット	2017/2/6～ 2017/3/12
Aditya Riadi Gusman	インドネシア	東京大学	特任研究員	研究打合せ	ヨサファット	2017/2/20
Kim Chul Ki	韓国	韓国科学技術院	研究員	研究室訪問	ヨサファット	2017/2/23
Xuehong CHEN	中国	北京師範大学	准教授	シンポジウム参加	楊　偉	2017/2/15～ 2017/2/18
Dyah Rahmawati Hizbaron	インドネシア	ガジャマダ大学	国際交流課長	共同研究打合せ	ヨサファット	2017/3/17
Prima Widayani	インドネシア	ガジャマダ大学	講師	共同研究打合せ	ヨサファット	2017/3/17
Rini Rachmawati	インドネシア	ガジャマダ大学	講師	共同研究打合せ	ヨサファット	2017/3/17
Dodi Sudiana	インドネシア	インドネシア大学	講師	ツインクル	ヨサファット	2017/3/17
Gunawan	インドネシア	インドネシア大学	教授	ツインクル	ヨサファット	2017/3/17
Daniele Perissin	インドネシア	パーデュー大学	助教	ワークショップ	ヨサファット	2017/3/12～ 2017/3/18
Ziadul Faiez	インドネシア	リアウイスラム大学	大学院生	打合せ	ヨサファット	2017/3/29
Neil Ihsan	インドネシア	リアウイスラム大学	学部生	打合せ	ヨサファット	2017/3/29
Rosylmah Syarif	インドネシア	リアウイスラム大学	学部生	打合せ	ヨサファット	2017/3/29

5.2.　教員の海外渡航

外 国 出 張 ・ 海 外 研 修

氏　　名	国　名	用　務　先	期　間	用　　務	予　　算
ヨサファット	①インドネシア ②香港	①Bhimasena本社、バンドン支社 ②在香港インドネシア共和国領事館	2016/4/3～ 2016/4/10	①共同研究打合 ②Symposium PPI Asia-Oceania 2016参加	運営費交付金 （融合予算）
ヨサファット	韓国	International Convention Center Jeju	2016/4/19～ 2016/4/22	International Symposium on Remote Sensing 2016参加	教育研究等経費
久世　宏明	韓国	International Convention Center Jeju	2016/4/19～ 2016/4/23	International Symposium on Remote Sensing 2016参加	環境G奨学寄附金
ヨサファット	インドネシア	①Bhimasena本社②ジャワ県③ディポネゴロ大学	2016/4/25～ 2016/5/7	①③共同研究打合せ ②研究に係るフィールド調査	運営費交付金 （融合予算）
本郷　千春	インドネシア	本大使館、JICA、ボゴール農科大学、Provincial Agricultural Agency of West Java、ウダヤナ大学	2016/6/19～ 2016/6/26	R/D、M/M、CRA等、締結に関する打合せ	受託研究経費 （JST）
ヨサファット	インドネシア	①国立航空宇宙局（LAPAN） ②Bhimasenaバンドン支社	2016/6/21～ 2016/6/26	①②合成開口レーダ実証実験に関する調整、打合せ	共同研究経費 （ビマセナ）
ヨサファット	中国	北京China National Convention Center	2016/7/12～ 2016/7/14	2016IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium（IGARSS2016）参加、発表	教育研究等経費
本郷　千春	インドネシア	Bojongpicung周辺、Provincial Agricultural Agency of West Java, ボゴール農科大学, JICA	2016/7/13～ 2016/7/20	テストサイト踏査、R/D、M/M締結に関する打合せ	受託研究経費 （JST）

氏　名	国　名	用　務　先	期　間	用　　務	予　　算
楊　偉	中国	China National Convention Centre,北京	2016/7/30～ 2016/8/6	Asia Oceania Geosciences Society（AOGS）2016に参加	受託研究経費 （JAXA）
本郷　千春	アメリカ	St. Louis Union Station Hotel	2016/7/31～ 2016/8/5	The 13rd International Conference on Precision Agricultureに参加	運営費交付金 （学裁TD予算）
本郷　千春	インドネシア	農業省、JICA、本大使館 ボゴール農科大学、西ジャワ州農政局、ボゴール農科大学、JASINDO	2016/8/7～ 2016/8/13	R/D, M/M締結に関する討議、キックオフミーティング、現地視察、M/M署名、討議結果報告	先方予算 （JICA）
近藤　昭彦	ベトナム	ベトナム科学アカデミー宇宙技術研究所	2016/8/8～ 2016/8/11	JSPS論文博士事業による研究指導	受託事業経費 （JSPS）
入江　仁士	オランダ	Cabauw Observatory	2016/9/5～ 2016/9/13	国際相互比較観測実験（CINDI-2）に参加	補助金等経費 （テニュアトラック）
ヨサファット	インドネシア	①ロンボク島 ②国立航空宇宙局（LAPAN）	2016/9/19～ 2016/9/24	①LAPAN主催ISAST2016で講演 ②LAPAN長官とIJJSSに係る招待講演の調整、打ち合わせ	先方予算 （LAPAN） 奨学寄附金
樋口　篤志	ドイツ	Darmstadt, Deutschland ダルムスタジアム	2016/9/25～ 2016/10/1	EUMETSAT 2016 気象衛星国際会議で発表	共同研究経費 （JAXA）
入江　仁士	オランダ	Cabauw Observatory	2016/9/26～ 2016/9/30	国際相互比較観測実験（CINDI-2）に参加	補助金等経費 （テニュアトラック）
ヨサファット	インドネシア	Bhimasena本社、バンドン支社、ジョグジャカルタ支社	2016/10/8～ 2016/10/16	CバンドSAR実証実験、打合せ、航空機確認	運営費交付金 （グローバルプロミネント）
梶原　康司	アメリカ	USGS Fort Collins Science Center, Resource for Advanced Modeling Room	2016/11/8～ 2016/11/12	Vegetation Index & Land Surface Phenology Workshop に出席	受託研究経費 （JAXA）
入江　仁士	インド	アリアバータ Aryabhatta Research Institute of Observational Sciences	2016/11/13～ 2016/11/18	大気リモートセンシング機材の設置、共同研究打ち合わせ	補助金等経費 （テニュアトラック）
本郷　千春	アメリカ	ペンシルベニア州立大学	2016/11/13～ 2016/11/17	研究打合せ	運営費交付金 （学裁TD予算）
本郷　千春	インドネシア	①Provincial Agricultural Agency of West Java、Bojongsoang周辺 ②ボゴール農科大学 ③Badung District Agriculture Office ④ウダヤナ大学	2016/11/21～ 2016/11/27	CRA締結、研究に関する打合せ、テストサイト踏査	受託研究経費 （JST）
楊　偉	中国	Beijing Conference Centre	2016/11/23～ 2016/11/26	2016年度中国環境情報技術交流大会に参加して、情報収集	科学研究費補助金
本郷　千春	アメリカ	Moscone Center	2016/12/11～ 2016/12/17	2016 AGU Fall Meeting参加・発表	運営費交付金 （グローバルプロミネント）
楊　偉	アメリカ	Moscone Center	2016/12/11～ 2016/12/18	2016 AGU Fall Meeting参加・発表	科学研究費補助金
齋藤　尚子	アメリカ	Moscone Center	2016/12/11～ 2016/12/18	2016 AGU Fall Meeting参加・発表	受託研究経費 （JAXA）
山田　明憲	アメリカ	Moscone Center	2016/12/11～ 2016/12/18	2016 AGU Fall Meeting参加・発表	受託研究経費 （JAXA）
ヨサファット	インドネシア	①セベラスマレット大学 ②Bhimasenaバンドン支社	2016/12/21～ 2017/1/4	①大学間交流協定及び飛行実験に係る打合せ ②CバンドSAR飛行実証実験の打合せ	運営費交付金 （グローバルプロミネント）

氏　名	国　名	用　務　先	期　間	用　　務	予　　算
ヨサファット	インドネシア	①インドネシア大学 ②Bhimasenaバンドン支社 ③セベラスマレット大学	2017/1/16～ 2017/1/22	①打合せ ②Cバンド SAR飛行実証実験の打合せ ③大学間交流協定打合せ	運営費交付金 （グローバルプロミネント）
本郷　千春	インドネシア	①ボゴール農科大学 ②西ジャワBojongsoang周辺 ③ウダヤナ大学	2017/1/23～ 2017/1/28	①③研究打合せ、②テストサイト踏査	受託研究経費 （JST）
本郷　千春	スイス	SCOR Global Property and Casualty reinsurance,Sarmap SA	2017/2/20～ 2017/2/25	研究打合せ	運営費交付金 （学裁TD予算）
本郷　千春	インドネシア	①ボゴール農科大学 ②ウダヤナ大学及び周辺	2017/3/12～ 2017/3/18	MoA署名、研究打合せ	受託研究経費 （JST）
ヨサファット	インドネシア	①インドネシア泥炭地管理局 ②Bhimasenaバンドン支社 ③セベラスマレット大学 ④シアク県庁舎及び周辺	2017/3/19～ 2017/3/29	①ワークショップ ②CバンドSAR飛行実験打合せ ③講演 ④県知事を表敬訪問、泥炭地現地調査	運営費交付金 （グローバルプロミネント）
高橋　綾香	インドネシア	①インドネシア泥炭地管理局 ②シアク県シアク市周辺	2017/3/19～ 2017/3/29	①ワークショップ ②シアク市周辺にて泥炭地現地調査	運営費交付金 （グローバルプロミネント）
樋口　篤志	アメリカ	NASA Ames研究センター MOFFETT FIELD	2017/3/22～ 2017/3/24	研究打ち合わせ	運営費交付金 （地球気象系VL）

［6］ 教育活動

6.1. 講義（学部・大学院）

■普遍教育（教養課程に相当）
環境コア（環境・生活・科学）「宇宙からの地球表層観測」（梶原）
教養展開科目（環境コア関連）「地球環境とリモートセンシング１、２」（CEReS教員）
共通専門基礎科目（物理学）「力学入門（４）」（本多）
共通専門基礎科目（物理学）「電磁気学入門演習（３）」（齋藤）

■学部の講義（各学部で専門教育の一部を担当）
理学部地球科学科 専門科目「環境リモートセンシング概論１」（必修科目）（近藤・本郷）
理学部地球科学科 専門科目「環境リモートセンシング概論２」（必修科目）（樋口・入江）
理学部地球科学科 専門科目「大気リモートセンシング」（樋口・入江）
理学部地球科学科 専門科目「リモートセンシング入門」（近藤）
理学部地球科学科 専門科目「リモートセンシング・GIS実習」（本郷）
工学部情報画像学科 専門科目「電磁波と光」（久世・入江）
工学部情報画像学科 専門科目「データベース」（梶原）
工学部情報画像学科 専門科目「リモートセンシング工学」（久世・ヨサファット・齋藤）

■大学院理学研究科・地球生命圏科学専攻地球科学コース
環境リモートセンシング特論１（近藤・本郷）
環境リモートセンシング特論２（樋口）
環境リモートセンシングⅠA（樋口）
環境リモートセンシングⅠB（近藤）
環境リモートセンシングⅡA（樋口）
環境リモートセンシングⅡB（本郷）
環境リモートセンシング特別講義（松永・白・樋口・近藤・入江）

■大学院融合科学研究科・情報科学専攻
マイクロ波リモートセンシング／博士前期・博士後期（ヨサファット・井村）
リモートセンシング環境情報学Ⅰ／博士前期・博士後期（鈴木・久世・齋藤）
リモートセンシング基礎情報論／博士前期・博士後期（本多・梶原）
応用リモートセンシング工学／博士前期・博士後期（久世・梶原・入江）
リモートセンシング工学特論／博士前期・博士後期（本多・ヨサファット・井村）

（付）普遍教育教養展開科目「地球環境とリモートセンシング１、２」一覧
CEReS教員２グループ制による隔年分担です。本年度は下記の授業内容でした。（2016年度シラバスより抜粋）

＊＊

＊大気汚染とリモートセンシング（３回）入江仁士
衛星リモートセンシングからみえてくる地球規模での大気汚染の現状と課題を概説。また、その観測技術と検証方法および将来計画についても紹介。
＊マイクロ波リモートセンシング（３回）ヨサファット・Ｔ・スリ・スマントヨ
マイクロ波リモートセンシングにおける代表的な合成開口レーダ（Synthetic Aperture Radar；SAR）のシステムと画像解析について解説し、このSARによる地球観測と防災などの環境モニタリングへの応用を紹介。
＊地球大気のリモートセンシング（３回）久世宏明
地球温暖化や越境汚染など、大気環境が社会的な注目を集めるなか、大気リモートセンシングの研究がこれらの事象とどのように関わるかについて概説。

＊植物を対象としたリモートセンシング（３回）梶原康司
　わたしたちの住環境のみならず、地球全体の気候・環境に重要な役割をはたす植生の様々な状態を観測する植生リモートセンシングについて、その原理と最先端の研究について紹介。
＊雲・降水をみるリモートセンシング（３回）樋口篤志
　日々の天気に直接関わる雲、降水をリモートセンシングでどのようにみるのか、その原理、応用方法、研究例を踏まえて説明。

＊＊

6.2.　論文題目紹介

　平成28年度のCEReS教員の指導による博士の学位取得者は７名でした。修士論文 13名、卒業論文16名とともに、ここで紹介します。なお、一部の方の博士論文要旨はニュースレター平成29年３月号（No.136）に掲載しております。

【博士論文】

学生氏名：海熱提　阿力甫（Haireti Alif）
論文題目：Delineation of debris-covered glaciers based on a combination of geomorphometric parameters and Landsat [TIR/(NIR/SWIR)] band ratio
　　地形変数とランドサットによるバンド比[TIR/(NIR/SWIR)]による岩屑で覆われた氷河の抽出
専　　攻：理学研究科地球生命圏科学専攻地球科学コース
学　　位：博士（理学）
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：白　秀蓮（Xiulian Bai）
論文題目：Analysis of Desertification Situation Using Remote Sensing and GIS -A Case Study in Ongniud Banner, Horqin Sandy Land, Chiba-
　　半乾燥沙漠化地域におけるリモートセンシングとGISを用いた土地利用・被覆変化の解析―中国ホルチン沙地、オンニュド旗における事例研究―
専　　攻：理学研究科 地球生命圏科学専攻地球科学コース
学　　位：博士（学術）
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：Nguyen Viet Luong
論文題目：Mapping of Tropical Forest and Biomass Estimation Using Microwave and Optical Remote Sensing
　　マイクロ波および光学リモートセンシングによる熱帯林のマッピングとバイオマス推定に関する研究
専　　攻：理学研究科 地球生命圏科学専攻地球科学コース
学　　位：博士（学術）
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：宮崎貴大
論文題目：小型衛星による電離層観測の衛星電位変動問題と解決手法の提案
専　　攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース
学　　位：博士（工学）
指導教員：J.T.スリ スマンティヨ

学生氏名：Husnul Kausarian
論文題目：インドネシア・ルパ島北部沿岸におけるケイ砂分布の地質マッピングと全偏波合成開口レーダ解析
専　　攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース
学　　位：博士（工学）
指導教員：J.T.スリ スマンティヨ

学生氏名：Mohd Zafri Bin Baharuddin
論文題目：円偏波合成開口レーダの検討：電波無響室でのパッチアレイアンテナと散乱現象の実験
専　　攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース
学　　位：博士（工学）
指導教員：J.T.スリ スマンティヨ

学生氏名：Bambang Setiadi
論文題目：モバイル異種計算を用いた無人航空機及び小型衛星プラットフォームのクイックルックと精密合成開口レーダ信号処理システムの開発
専　　攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース
学　　位：博士（工学）
指導教員：J.T.スリ スマンティヨ

【修士論文】
千葉大学大学院理学研究科地球生命圏科学専攻地球科学コース修了

氏　名	研究課題名	学　位	指導教員
細井杏里	TRMMが捉えたアジア域における降雨強度と地形の関係	修士（理学）	樋口篤志
小笠原千香子	衛星データを用いた水稲生産量の地域特性及び減収要因の実態把握	修士（理学）	本郷千春
安　泰峰	Analyzing Spatio-Temporal Land-Use and Land-Cover Change in Sanjiang Plain to find Driving Forces	修士（理学）	近藤昭彦
鄧　博文	遼河流域土地被覆の時空間変動と経済発展・環境変遷の関連	修士（理学）	近藤昭彦
江良大我	阿武隈山地小流域における放射性物質の移行特性―福島県伊達郡川俣町山城屋地区小流域を対象として―	修士（理学）	近藤昭彦

千葉大学大学院融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース修了

氏　名	研究課題名	学　位	指導教員
恒吉智明	ラマンライダーと地上測器による対流圏エアロゾルのライダー比導出	修士（工学）	久世宏明
野々垣亮介	航空機観測及び数値モデルデータを用いたGOSAT衛星のメタン濃度データの検証解析	修士（工学）	齋藤尚子
小沼　聡	地上からのリモートセンシングによる水蒸気の鉛直カラム量・高度プロファイル観測の評価	修士（工学）	入江仁士
畠山嵩大	リモートセンシングによる日本上空のエアロゾルトレンド解析	修士（工学）	入江仁士
井上景暁	合成開口レーダと空撮によるインドネシア・中部ジャワ県の考古学的地域保護の調査	修士（工学）	J.T.スリ スマンティヨ
中村快平	航空機搭載Xバンド円偏波合成開口レーダ用パッチアレーアンテナの開発とその評価	修士（工学）	J.T.スリ スマンティヨ
岡本芽生	三次元点群データを用いた全波形LiDARデータの再現に関する研究	修士（工学）	本多嘉明 梶原康司

インドネシア大学電気工学専攻（ダブルディグリープログラム）修了

氏　名	研究課題名	学　位	指導教員
小山内雄人	小型衛星搭載円偏波合成開口レーダ用のマイクロストリップアンテナの開発	修士（工学）	J.T.スリ スマンティヨ

【卒業論文】

千葉大学理学部地球科学科

氏　名	研究課題名	学　位	指導教員
堀江正樹	千葉県印旛沼流域の窒素負荷量の再検討	学士（理学）	近藤昭彦
飯田瑞樹	下総台地を刻む谷津における硝酸性窒素の時空間分布に関する研究	学士（理学）	近藤昭彦
高橋佑助	ハイパースペクトルデータを用いた水稲Bacterial Leaf Blight病の評価	学士（理学）	本郷千春
土佐拓道	Sentinel-1データを用いた水稲作付時期の判別	学士（理学）	本郷千春
庄司　悟	太平洋熱帯域における西風偏差がエルニーニョ現象の発達に与える影響：2014-16年の事例について	学士（理学）	樋口篤志
比嘉花鈴	フェーズドアレイ気象レーダによる対流性降水セル自動抽出結果の地上降水に対する先行性の特徴：2016年８月３日の房総半島における事例解析	学士（理学）	樋口篤志

千葉大学工学部情報画像学科

氏　名	研究課題名	学　位	指導教員
恒吉浩輔	ひまわり８号の衛星画像デジタル値による大気エアロゾル光学的厚さの推定	学士（工学）	久世宏明
深沢俊貴	地上観測装置を用いた大気エアロゾルの湿度による粒径変化の解析	学士（工学）	久世宏明
松村悠平	円偏波合成開口レーダシステム用通信システムの開発	学士（工学）	J.T.スリ スマンティヨ
渡邊智郎	合成開口レーダによる稲のフェノロジー観測	学士（工学）	J.T.スリ スマンティヨ
野田克樹	微分干渉合成開口レーダによる震災地域の被害抽出：熊本地震への応用	学士（工学）	J.T.スリ スマンティヨ
小坂真悟	バイオマス燃焼による一酸化炭素及び二酸化炭素の大気中濃度変動の解析	学士（工学）	齋藤尚子
岩井将一	小型PCを用いた大気環境観測装置の開発	学士（工学）	入江仁士
堀尾享司	静止気象衛星ひまわり８号の全天日射量データの検証	学士（工学）	入江仁士
田中美津紀	SfMを利用した森林構造把握に関する研究	学士（工学）	本多嘉明 梶原康司
長井駿人	任意観測ポイントにおけるfAPAR計測手法の提案	学士（工学）	本多嘉明 梶原康司

6.3.　平成28年度学生数内訳

平成29年３月１日現在

	卒業予定者数 （博士学位取得者含む）	在籍者数	合計	総　計
博士課程 （下段は留学生）	1	1	2	28
	6	20	26	
修士課程 （下段は留学生）	10	10	20	26
	2	4	6	
学部生 （下段は留学生）	16	0	16	16
	0	0	0	
研究生（留学生）		3	3	3
修士課程（ダブルディグリープログラム）	1	0	1	1

［7］ 社会教育活動・社会貢献
（生涯教育・社会貢献・外部委員など）

（久世宏明）
- 一般社団法人日本リモートセンシング学会会長（任期 2014年５月15日～2016年５月12日）
- 公益社団法人計測自動制御学会リモートセンシング部会運営委員会委員
- レーザレーダ研究会運営委員・幹事会委員
- 埼玉県立不動岡高等学校SSH運営指導委員

（近藤昭彦）
- 農村計画学会　評議員（平成26年４月12日～平成30年４月総会）
- 一般社団法人日本リモートセンシング学会　評議員（～平成28年度総会まで）
- 水文・水資源学会　第14期理事・副会長（平成28年９月～平成30年度総会まで）
- 公益社団法人日本地球惑星科学連合　代議員（地球人間圏科学セクション）
- 公益社団法人日本地球惑星科学連合　サイエンスボード（地球人間圏科学セクション）
- 日本学術会議 地球惑星科学委員IUGG分科会IAHS小委員会委員（平成26年９月30日～平成29年９月30日まで）
- 日本学術会議 環境学委員会・地球惑星科学委員合同IWD分科会GLP小委員会委員（～平成29年９月30日まで）
- 千葉県環境審議会　水環境部会　委員・部会長
- 千葉県環境審議会　温泉部会　委員
- 千葉県印旛沼水循環健全化会議　委員
- 千葉県環境影響評価委員会　委員
- 千葉県地質環境対策審議会　委員（～平成30年10月31日）
- 千葉県船橋市生物多様性地域戦略策定委員会　委員・委員長（平成27年６月～地域戦略が作成されるまで）
- 千葉県千葉市環境審議会環境保全推進計画部会地下水保全専門委員会　臨時委員（平成27年11月12日～平成29年６月30日）

（ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ）
- 公益財団法人 佐藤陽国際奨学財団 理事
- Universitas Islam Riau, T.A. 2015-2016（Keputusan Rektor Universitas Islam Riau No.087/UIR/KPTS/2016）；Fakultas Teknik（専門員）
- Department of Telecommunication, Faculty of Engineering, Institute of Technology Bandung（ITB), Indonesia；Quality Control
- Center for Food Availability for Sustainable Improvement（CFASI), Udayana University, Indonesia 2014 － present；Expert
- Technical Group on Space, Aeronautical and Navigational Electronis（SANE）of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers（IEICE）（2010 － present）；専門員
- Member of Advisory Board for European Commission DIFFERENT（DIgital beam Forming For low-cost multi-static spacE-boRnE syNthetic aperTure radars), Consortium Project focusing on the Development of Future Digital Beamforming Space-Borne Syntetic Aperture Radars, Grant Agreement No: 606923, December 2014 － Present
- Outside Examiner（Doctor Program), RF & Microwave Laboratory, Department of Physics, Universiti Putra Malaysia, Kualalumpur, Malaysia（2010 － present）（contact person : Prof. Zulkifly Abbas）
- RF & Microwave Laboratory,Department of Physics, Universiti Putra Malaysia, Kualalumpur, Malaysia（2010 － present）（contact person : Prof. Zulkifly Abbas）；Outside Examiner（Doctor Program）

- The 2016/The 13th Loughborough Antenna & Propagation Conference (LAPC), 14-15 November 2016, Burleigh Court International Conference Center, Loughborough, UK；TPC/Reviewer
- The 15th International Conference on Quality in Research (QiR 2017), Nusa Dua, Indonesia, 24-27 July 2017.；International Advisory Member
- CEOS SAR Calibration and Validation Workshop 2016, Innovative SAR Concept, 9 September 2016.；Session Chair

(本多嘉明)
- GOSAT/TANSO RA選定・評価委員会委員
- 宇宙航空科学技術推進依託費審査評価会専門ワーキンググループ委員
- 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の将来構想に関する検討小委員会委員
- 「静止衛星データ利用技術懇談会」委員
- 「静止衛星データ利用技術懇談会」ひまわりデータ利活用のための作業グループ委員
- 地球環境変動観測ミッション（GCOM）総合委員会委員
- 地球環境変動観測ミッション（GCOM）SGLI利用ワーキンググループ委員会委員
- 平成28年度MOLI検討委員会委員
- 地球環境変動観測ミッション（GCOM）第６回研究公募評価委員会委員
- 平成28年度第一宇宙技術部門内部評価委員会評価委員

(樋口篤志)
- 水文・水資源学会　理事、総務委員、編集出版委員会（関東甲信越グループリーダ）
- 日本水文科学会　編集委員
- 日本リモートセンシング学会：企画委員、TF対応チーム副チーム長（アカデミア系）
- 日本学術会議　環境学委員会・地球惑星科学委員会合同　IGBP・WCRP合同分科会 MAHASRI（モンスーンアジア水文気候研究計画）小委員会委員
- 気象庁「静止気象衛星データ利用技術懇談会」ひまわりデータ利活用のための作業グループ委員
- 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 PMM（降水観測ミッション）利用検討委員会 後継ミッション検討分科会 利用推進分科会　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
- 国立研究開発法人 情報通信研究機構（NICT）協力研究員

(本郷千春)
- 文部科学省　科学技術・学術審議会専門委員
- 一社）日本リモートセンシング学会・学術委員

(入江仁士)
- 日本大気化学会　大気環境観測検討会委員
- 地球圏総合診断委員会 大気分科会委員
- 宇宙からの大気汚染物質観測APOLLOミッション・UV/Visibleリーダー
- 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
- International SKYNET Committee
- 「静止衛星データ利用技術懇談会」ひまわりデータ利活用のための作業グループ委員
- 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
- 気候変動観測衛星GCOM-Cミッション・大気検証リーダー

・ 日本大気化学会運営委員会委員
・ EarthCARE委員会委員
・ 日本地球惑星連合大会 大気化学セッション 代表コンビーナー

（齋藤尚子）
・ 日本学術会議環境学委員会・地球惑星科学委員会合同IGBP・WCRP・DIVERSITAS合同分科会IGAC小委員会　第22期委員
・ 環境省地球環境局・独立行政法人宇宙航空研究開発機構・独立行政法人国立環境研究所 温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）サイエンスチーム・ワーキンググループ委員
・ 環境省地球環境局・独立行政法人宇宙航空研究開発機構・独立行政法人国立環境研究所 温室効果ガス観測技術衛星２型（GOSAT-2）サイエンスチーム委員

［8］ センターの行事

8.1. センター主催のシンポジウム

8.1.1. CEReS合同シンポジウム

第24回CEReS国際シンポジウム
第４回小型衛星シンポジウム（SOMIRES 2016）
The Symposium on Innovative Microwave Remote Sensing（戦略的重点研究強化プログラム）

平成28年11月21日から24日にかけ、２年に１度の千葉大学とインドネシアの大学との共同科学シンポジウム（IJJSS; Indonesia Japan Joint Scientific Symposium）が千葉大学で開催されました。このシンポジウムは両国の研究者や大学院生が交流を行う機会を提供する場でもあり、今回は当センターの３つのシンポジウムを同時開催しました。各シンポジウム合計で29のセッションが設けられ、情報通信やリモートセンシングを含むセンシング、地球科学、災害と減災、医学・薬学、教育、経済学、食料と水など幅広い分野にわたって160近い論文の発表がけやき会館と人文社会系総合研究棟で行われました。この様子は、CEReSニュースレター2016年11月号（No.132）でも紹介しています。プログラムおよびプロシーディングは、下記CEReSウェブサイトをご参照ください。
http://www.cr.chiba-u.jp/Documents/symposiums/symp2016/Proceedings-CEReS-IntlSympo24-IJJSS2016.pdf

写真　CEReS合同シンポジウの様子

8.1.2. 第19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）

平成29年２月20日千葉大学けやき会館において、第19回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウムを開催しました。このシンポジウムは、共同利用研究発表会の位置付けで毎年実施しており、センターが推進している先端リモートセンシングプログラム、情報統合プログラム、衛星利用高度化プログラムに関連した研究発表（口頭16件、ポスター28件）が行われ、66名の参加者らが熱心に議論を交わしました。この様子は、CEReSニュースレター2017年２月号（No.135）でも紹介しています。また、当日の発表題目およびスライド集を「第19回CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム資料集*」として発行しています。デジタル版は下記サイトよりご参照ください。
（*資料集：http://www.cr.chiba-u.jp/Documents/symposiums/symp2014/RSprogram17-H26.pdf）

8.2.　国際プログラム“Future Earth”への取り組み

国際プログラムFuture Earth日本事務局コンソーシアムに千葉大学の加盟が承認されました。国際的な科学技術における大きな流れとして、社会的課題解決への要請、国際的な連携の推進が求められています。

この国際プログラムの根本のあるものは、「超学際（Transdisciplinary）」研究アプローチと呼ばれるもので、学問分野の間の垣根を低くするとともに、さらに学問分野（学界）の活動を社会に繋げることによって社会的な課題の解決を目指す、というものです。日本では日本学術会議を中心として複数の大学や研究機関が参加し活動を開始しました。千葉大学においても当センターが中心事務局となり、園芸学分野、医学分野、看護学分野等との連携のもとFuture Earthタスクフォースを構成し、環境計測科学技術を核とした“食と健康、そして環境”研究の推進に取り組み始めました。

8.2.1.　Future Earth勉強会

平成28年６月30日に安岡センター長主導のもと、教職員向けに Future Earth勉強会が行われました。まず、Future Earthとは何か、Future Earth展開における現状（国際的には、日本では、千葉大学としては）について紹介がありました。そして、持続可能な地球社会の実現をめざすためには、どのようにリモートセンシングの役割を位置づけ、社会に貢献するのかを確認し、さらに今後の当センターの方向性とその使命を再確認する有意義な会となりました。

8.2.2.　千葉大学Future Earth kick-off ワークショップ

平成29年３月２日、西千葉キャンパスにおいて「千葉大学Future Earth」のキックオフワークショップを開催しました。分野を超えた連携のもと何回か会合を重ね、“食と健康、そして環境”という基本となるテーマを掲げ、地域の人々を巻き込んだ千葉発の課題解決に向けた研究活動の展開を目的とした活動の起点となるワークショップです。

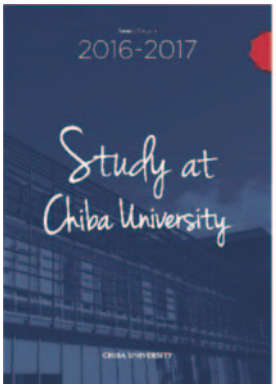
ワークショップに先立ち、けやき会館ホールでのポスターセッションを行い、連携分野の各研究科より独自の視点で課題解決に向けた取り組み方を紹介しました。午後からのワークショップは、基調講演、千葉大学Future Earthの紹介、パネルディスカッション、の３部構成で、今後、Future Earth 研究をどう具体化するかについて、基調講演者と千葉大学教員とで活発な議論が交わされました。

これらの取り組みは、CEReSニュースレター2016年６月号（No.127）、および2017年３月号（No.136）でも紹介しています。

また、このFuture Earthへの取り組みは、次年度以降学生へもその認知度を高め、各自の研究テーマとFuture Earth的要素をリモートセンシングを核としてどのように融合していけるかなど、意見交換をする場を持ち、理解を深めていく予定です。

8.3.　第16回SAR画像信号処理・千葉大学Summer School on Microwave Remote Sensing

2016年８月１日～３日に千葉大学図書館と環境リモートセンシング研究センターメディアルームにて、第16回SAR画像信号処理・千葉大学Summer School on Microwave Remote Sensingを開催しました。この活動に日本をはじめ、インドネシア、エジプト、マレーシア、ガンナー、中国、韓国、パキスタン、モンゴルなどから55名もの研究員と学生が参加しました。この活動では合成開口レーダ（SAR）の設計をはじめ、惑星探査の歴史、画像信号処理、SARセンサの特性とその応用などを紹介しました。


2016-2017
Study at
Chiba University
CHIBA UNIVERSITY

Microwave Remote Sensing

［9］ 主要研究設備

9.1. 衛星データ受信システム（主担当：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では NOAA/AVHRRシリーズ、中国静止気象衛星FYシリーズ、ランドライン取得（インターネット取得）では日本の静止気象衛星MTSATシリーズ（ひまわり８号切り替え後もMTSAT互換データを取得・処理）、ひまわり８号、ア衛星搭載のMODISである。NOAA/AVHRRはCEReS発足後導入した受信・処理システムを踏襲し、生データ受信～プロダクト生成～公開サーバへの転送を行っていたが、2010年10月の点検停電後に受信ワークステーションが故障、受信不可能となった。同年度末に代替処理サーバを学内裁量経費で導入、プロダクト生成まで再開した。しかし、アンテナモータの経年劣化による受信画像の質劣化、受信シーン数の大幅減少、AVHRRシリーズの実質的な終焉、ひまわり８号の登場等により、教員会議の議によりAVHRR受信事業を2016年度限りで終了することを決定、2017年３月にアンテナ装置一式の撤去工事を行った。なお、過去のAVHRR受信データに関してはこれまで通り公開は継続する。

- 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）
- MTSATシリーズ　（2005年６月よりアーカイブ開始）
- ひまわり８号　（2015年７月より正式運用開始、以前のテストデータも収録しているが、利用は限られる）
- FY（B/C/D/E）シリーズ　（1998年４月よりFY2-B数ヶ月受信、2007年度にFY2-Cから受信、公開開始）
- GOES-E、-Wシリーズ　（1998年分よりアーカイブあり）
- MODIS　（2004年８月よりJAXA受信分アーカイブ開始、全球関連プロダクトはTerra、Aqua開始時よりアーカイブ有り

9.2. 電波無響室（主担当：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 ×ｕ長6.6m ×ｕ高2.4mで、また吸収特性は35dB以上である。

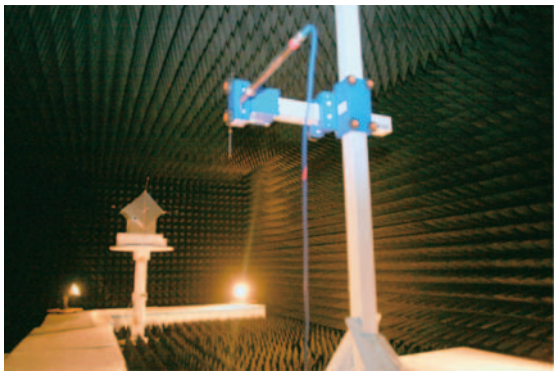


図9.2. 電波無響室内における小型衛星の測定した様子

マイクロ波リモートセンシングにおける様々な実験を支援するために、ネットワークアナライザ、マイクロ波回路・基板加工装置、高精度回転台なども整備し、合成開口レーダの開発に必要不可欠なマイクロ波回路とアンテナを開発するために、モーメント法（MoM）、有限要素法（FEM）などを使用した高周波回路・アンテナ設計用のソフトウェアも整備している。

これらの設備は現在飛行機（無人飛行機UAVを含む）とマイクロ衛星搭載用の合成開口レーダの開発に使用しており、また、当センターの全国共同利用共同研究施設でも多いに活用し、全国の研究者と共同して、小型衛星をはじめ、合成開口レーダ、マイクロ波放射計・散乱計、道路凍結監視センサなどであるマイクロ波における様々なセンサの開発に使用している。

9.3.　大気データ取得ライダー装置（主担当：久世宏明）

ライダー（lidar）は、大気中にパルスレーザー光を照射し、大気中の散乱体であるエアロゾルや雲からの散乱光を望遠鏡で受光して散乱体の光学特性や空間分布を計測する装置であり、大気を対象とするリモートセンシングにおいて基本的な計測装置となっている。CEReSでは、大気環境分野や気象分野など関連するさまざまな共同利用研究者の要望に応えられるよう、最先端の計測が可能で、かつ応用範囲の広いライダーおよびその校正用システムを平成22年度に刷新した。これにより、CEReSの３つの中核的な研究プログラムのうちの一つである「先端的リモートセンシングプログラム」において、共同利用・共同研究の高度化がより可能になった。

大気データ取得ライダー装置（Atmospheric Data Collection Lidar, ADCL）の 装置構成は、散乱体の形状分布が計測可能な多波長計測装置と、面的・立体的な計測が可能なPPI（PPIはPlan Position Indicatorの略）モード計測装置が中心となっている（図9.3.参照）。可搬性も考慮した多波長構成のコンポーネント化を図り、レーザー装置と望遠鏡が一体（モノスタティック）および離れた（バイスタティック）配置など、多様なニーズに対応可能なシステム構成を採用している。同時に、多波長ネフェロメータなど地上の支援測器による地上計測データの収集を行って、定量的かつ信頼性の高いライダー信号解析を実現することが可能なシステムとなっている。

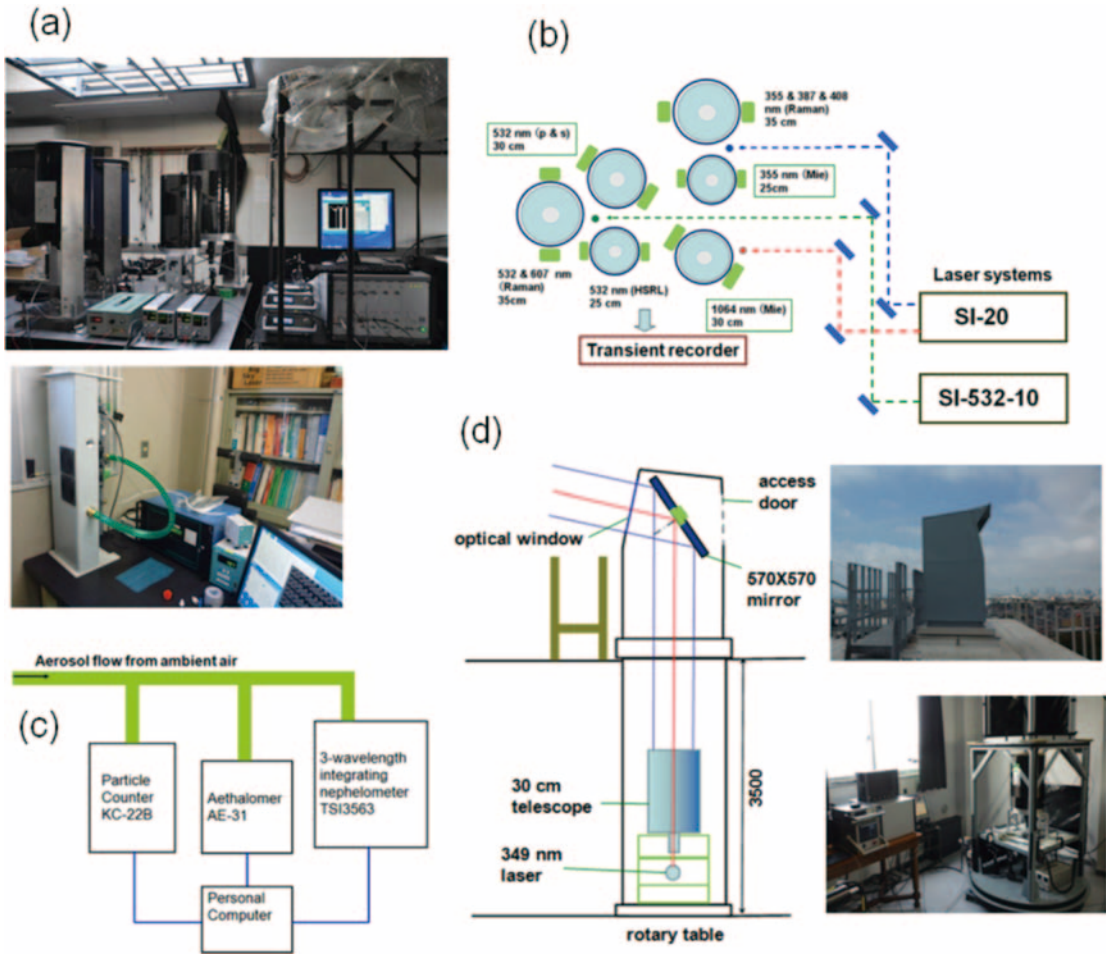


図9.3.　大気データ取得ライダー装置（ADCL）：(a) 多波長ライダーユニット、(b) 多波長ライダーユニットの構成図、(c) 地上エアロゾル計測装置、(d) PPI装置の構成図と写真

ADCLの地上測器部データは、下記のURLから参照可能である。
（データを学会発表や論文などに使用される場合、久世研究室あてご連絡ください。）
http://www.cr.chiba-u.jp/~kuze-lab/monitor/monitor.php
http://www.cr.chiba-u.jp/~kuze-lab/monitor/adcl.php

9.4.　放射観測ネットワーク施設（SKYNET）（主担当：入江仁士）

地球気候の変動を理解するため、エアロゾルとエアロゾルを核として成長する雲の観測データの取得と解析は欠かせない。本センターでは、静止気象衛星など各種の地球観測衛星から得られる雲、エアロゾル情報の地上検証施設として、日本を含む東アジアを中心にSKYNET観測網（千葉、福江島、沖縄辺戸岬、宮古島、中国合肥、タイ、ピマイ他）を運営し、そのデータ解析を行っている。その核となる機材は sky radiometer（天空の放射輝度分布の計測）であり、このデータからエアロゾルの光学パラメータ（光学的厚さ、単一散乱アルベド他）が推定できる。SKYNETは、国内外の関連研究に不可欠な地上計測データを提供しており、その運用にあたっては関連研究者とのワークショップやシンポジウムを定期的に開催している。

上：SKYNETにおける放射観測装置群
左：SKYNET観測網（千葉、福江島、沖縄辺戸岬、宮古島、中国合肥、タイ、ピマイ他）

9.5.　その他計測装置、ソフトウエア（久世研究室・近藤研究室・ヨサファット研究室・本郷研究室）

・紫外、可視、近赤外分光光度計と反射測定装置
・ハイパースペクトルカメラ
・マイクロ波伝搬測定システム
・高周波回路設計ソフトHFSS
・高周波回路設計ソフトIE3D
・高周波回路設計ソフトAnsoft Designer
・空間情報解析ソフトArcGIS
・衛星画像解析ER Mapper、ENVI、ERDAS、PCIなど

［10］ 平成28年度計算機データベース主要業務

10.1. 概要

平成28（2016）年度はこれまでのデータベース公開業務の継続が主な活動である。

10.2. 平成28（2016）年度計算機データベースおよびデータ管理支援室主要業務

通常業務（１名体制）広報業務（支援室より１名）

- 一階サーバ室、C3、C4サーバ類の状態管理、報告、エアコンフィルタ、温度管理、機器シリアルナンバ管理
- 屋上アンテナ（FY-2D、E受信アンテナ）チェック
- 各種データダウンロード状況チェック、欠落データの再処理、データ量のチェック
- Meteosat7、MSG1（2017年２月より）手動ダウンロード、プロダクト作成、MSG2、３データのテープ読み出し、保存テープの巻き戻し作業
- テープバックアップ、LTO4からLTO6へのデータ移動
- 環境研からの４mmテープ（avhrrデータ）の読み出しチェック
- メールサーバ管理、研究室ML更新、新規ML作成、イントラネット管理
- WWWサーバコンテンツの更新
- 研究室ソフトウェア管理台帳作成
- 年報、ニュースレター作成支援、フェイスブック拡充、ユーチューブ広報、支援室のネットワーク障害情報管理

表10.1. 平成28（2016）年度障害等報告

年　月　日	障害・対応事項
2016/04/21	AVHRR：アンテナモータ調整（日本舶用）
2016/04/28	AVHRR：アンテナモータ調整（日本舶用）改善みられず。
（４月データ状況）	GOES-EAST：のデータ減少、29日ウイルス感染によるネット遮断あり。ソーラーのデータの移動停止、春季太陽光妨害中
2016/05/09	一階サーバ室サーキュレータ故障、交換
2016/05/26	MODIS：背面の温度上昇、レイド異常 HMWR829hs：（プライベートネットワーク系）ネットワーク断線あり
2016/05/27	MODIS：背面の温度上昇、レイド異常 HMWR829hs：（192系）ネットワーク断線あり
2016/06/06	TAPE2カーネルパニック
2016/06/14	FY：受信停止
2016/06/17	サーバ室エアコン故障
2016/06/20	FY：レシーバをビジョンテックに送付、修理
2016/07/19	TAPE　/var 100%
2016/07/26	GAIA：レイドから警告音
2016/07/27	FYレイド異常続く → 搭載されたHDDがコンシューマ向けで丁度揃って寿命を迎えるのが遠因。だましだまし運用
2016/07/28	AVHRR電源ユニット異常、交換
2016/08/05	GOES：レイドSDRAMエラー
2016/08/08	FY：slot2メディアエラー
2016/08/22	GAIA：停止
2016/09/16	NOAREC（AVHRR受信処置装置）：受信数激減
2016/09/29	FY：slot9メディアエラー
（９月データ状況）	秋季太陽光妨害中
2016/10/03	HMWR829hsレイド異常
2016/10/04	TAPE2、GAIAレイド異常

年　月　日	障害・対応事項
2016/10/11	WWWファン異常
2016/10/16	計画停電対応
2016/10/07	GP04：CPU異常、使用停止
2016/11/07	GP04サーバーダウン
2016/11/23	MODISレイド異常、再起動で対応
2016/11/28	HMWR829gr：レイド異常
2016/12/05	MODIS：レイド全ディスク赤ランプ、再起動で対応
2016/12/08	入江研サーバ異常、GEOINFOレイド異常
2016/12/12	GEOINFO：エラー音
	GOES：SDRAM異常
2016/12/16	HMWR829hs：OS入れ替えにより、過去ログ消失、ログ位置変更
	HMWR829gr：OS入れ替えにより、ログ英語から日本語に変更
2017/01/10	入江研サーバ故障
	FY：UPSバッテリー交換
2017/01/11	FY：VTに時刻合わせ依頼
2017/01/30	FY：slot11エラー
2017/02/02	AVHRR：Slot111メディアエラー
2017/02/06	AVHRR：Slot11, slot7メディアエラー
2017/02/14	MODISレイド異常
2017/02/15	WWW-HDファン異常音
2017/02/18	テープサーババッテリーモード
2017/02/	HMWR829gr：ネット不調により、グリッドデータ作成不良、過去の欠落データのチェックと再処理
2017/03/04	FY：slot3メディアエラー
2017/03/06	サーバ室エアコン故障
2017/03/15	屋上avhrrアンテナ撤去工事
2017/03/23	FY：slot11エラー

10.3.　平成28（2016）年度データダウンロード実績

2016年度データダウンロード実績は以下の通りである。2016年度はひまわり８号全球（FD）gridded product公開も開始したこともあり、順調に増加している。特に学外からの利用増大が大きく、ひまわり８号データ公開を通じ、他のデータセット公開についても知るきっかけを得たユーザが増えたのかもしれない。

表10.2.　2016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	33,667	174,201	0.47/1.94
Terra Aqua/MODIS	328	49,759	0.00/0.38
GMS5, GOES9	38,442	73,799	0.79/0.17
MTSAT	669,844	2,330,710	1.21/1.08
FY2	164,372	251,769	0.51/1.27
Meteosat, MSG	190,655	208	2576/0.86
GOES-E, -W	1,402,275	40,725	1.18/1.13
地理情報等	2,878,956	1,369,389	0.89/4.40
TRMM, A-Train	246,265	451,764	1.54/4.19
放射プロダクト	1,883,790	9,656,738	1.80/2.13
ひまわり８号	38,122,502	14,890,287	1.11/2.88
総計	45,631,096	29,289,349	1.11/2.22

［11］ 平成28年度CEReSニューズレターヘッドラインおよびニュースリリース

（http://www.cr.chiba-u.jp/japanese/news.html）

◆ Newsletter No.125（発行2016年４月）
センター長就任のご挨拶（安岡善文新センター長より）
International Symposium on Remote Sensing（ISRS）2016
アカデミック・リンク・ウィーク企画 ～「ひまわり８号が魅せる フルカラーの世界」～
International ties of CEReS — What's up, graduates?
～シリーズ　CEReS 修了の留学生 世界で活躍！（ケニア編）～

◆ Newsletter No.126（発行2016年５月）
本郷准教授、SATREPS採択決定！
〈受賞報告〉日本リモートセンシング学会優秀論文発表賞
ひまわり８号グリッドデータ公開

◆ Newsletter No.127（発行2016年６月）
第10回VL講習会開催します（９月20日～21日）～日本の地球観測衛星を知ろう～
2016年度第１回情報セキュリティ講習会実施
Future Earth勉強会 ～持続可能な地球社会をめざして～
教職員昼食会 ～全員集合！～

◆ Newsletter No.128（発行2016年７月）
平成28年度共同利用研究採択課題決定 ～平成28年度第１回拠点運営委員会開催～
本郷千春准教授、あかりんアワー７月イベントに登場 ～千葉大の世界的研究シリーズ 第１回～
TEI-CEReS Atmospheric Research Meetingの開催報告
平成28年度新人歓迎会開催

◆ Newsletter No.129（発行2016年８月）
CEReSニュースリリースにて研究報告 ～シリーズ CEReSの研究活動便り（各研究室から）～
International ties of CEReS — What's up, graduates?
～シリーズ　CEReS 修了の留学生 世界で活躍！（バングラディッシュ編）～
CEReSよりお知らせ（IJJSS2016開催）

◆ Newsletter No.130（発行2016年９月）
第10回VL講習会開催（９月20日～21日）～日本の地球観測衛星を知ろう～
ひまわり８号タイアップ企画連載終了

◆ Newsletter No.131（発行2016年10月）
速報！大学院教育にリモートセンシングコース誕生 ～平成29年４月、融合理工学府設置へ～
The 16th Workshop on SAR Image Processing
～Chiba University Summer School on Microwave Remote Sensing～
文部科学省国立大学法人支援課長 視察
中国、トルコ、モンゴルの大学一行がCEReS見学
Xinjiang University、Ankara University、Isparta University、Mongolian Academy of Science

◆ Newsletter No.132（発行2016年11月）
第７回Indonesia Japan Joint Scientific Symposium（IJJSS）開催
～２年に１度のインドネシア・日本共同科学シンポジウム、今年は千葉大学で～
リアウ・イスラム大学、シアク県との交流協定が締結
RESEARCH TRIP TO INDIA ～スカイネット、インドサイト開設に向けて～
大学全体での環境への取り組み ～ISO内部監査結果報告～

◆ Newsletter No.133（発行2016年12月）
第22回「新産業創生プロデュース活動」リモートセンシングの最前線 ～衛星からドローンまで～
花粉シーズン到来、対策は万全ですか？ ～ウェザーニューズ社との共同研究より（本郷研究室）～
新任職員の紹介：ダミアーニ　アレッサンドロ　特任助教

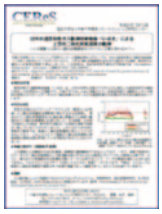
◆ Newsletter No.134（発行2017年１月）
インドでの地上リモートセンシング観測の初期結果 ～シリーズ CEReSの研究活動便り（入江研究室）～
「Future Earth キックオフ ワークショップ」開催します
～食・健康・環境、をキーワードに、千葉大学Future Earthの在り方を考える～
強い寒気襲来、日本海側では大雪続く、名古屋でも積雪 ～CEReS YouTube公式チャンネルより～

◆ Newsletter No.135（発行2017年２月）
第19回環境リモートセンシングシンポジウム開催
ハイラティさん、受賞おめでとうございます ～中国人留学生研究奨励賞～
鳥取で記録的な大雪 ～CEReS YouTube公式チャンネルより～

◆ Newsletter No.136（発行2017年３月）
千葉大学Future Earth kick-offワークショップ開催報告
学位取得おめでとうございます
CEReSよりお知らせ（NOAA/AVHRR受信システム終了）

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

◆ Newsrelease No. 3（発行2016年３月）

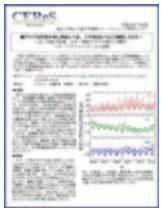


日本の温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」による上空の二酸化炭素濃度の観測
～人工衛星で上空の二酸化炭素濃度をどれくらい正確に測れるか？～
（齋藤尚子助教研究グループ）

◆ Newsrelease No. 4（発行2016年５月）

「ひまわり８号」精密幾何補正済グリッドデータ公開
～「ひまわり８号」のすごさをあなたも実際のデータ解析で体験できます～
（樋口篤志准教授・竹中栄晶客員准教授・豊嶋紘一特任研究員）

◆ Newsrelease No. 5（発行2016年７月）



「東アジアの大気中NO_2汚染レベル、５年前のレベルに回復していた！」
～主に中国で回復、日本・韓国ではやや悪化の傾向～（リモートセンシングによる速報）
（入江研究室）

◆ Newsrelease No. 6（発行2016年８月）

衛星観測から森林の林分構造が再現可能に！
～立木密度と樹高に基づいた林分構造モデルの開発～
（楊偉特任助教）

◆ Newsrelease No. 7（発行2016年10月）

全球植生バイオマスの把握を目指して
～GCOM-C（地球環境変動観測ミッションの衛星）、2018年打ち上げ予定～
（本多嘉明准教授）

［12］ 組織・運営・人事・予算

12.1. センターの構成（平成29年３月現在）

<table>
<tr><td colspan="2">センター長　　安岡　善文</td></tr>
<tr><td>リモートセンシング基盤研究領域</td><td>リモートセンシング複合研究領域</td></tr>
<tr><td>教　授　　Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
准教授　　本多　嘉明
准教授　　入江　仁士
講　師　　梶原　康司</td><td>教　授　　久世　宏明
教　授　　近藤　昭彦
准教授　　本郷　千春</td></tr>
<tr><td colspan="2">衛星データ処理室</td></tr>
<tr><td colspan="2">室長・准教授　　樋口　篤志
助教　　齋藤　尚子</td></tr>
</table>

12.2. 職員名簿（平成29年３月現在）

教員組織

職　名	氏　名	備　考
特任教授	安岡　善文	センター長
教授	久世　宏明	副センター長
教授	近藤　昭彦	
教授	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	
准教授	入江　仁士	
准教授	樋口　篤志	
准教授	本郷　千春	
准教授	本多　嘉明	
講師	梶原　康司	
助教	齋藤　尚子	
教授*	鷹野　敏明	工学研究科
教授*	山崎　文雄	工学研究科
教授*	服部　克巳	理学研究科
助教*	加藤　顕	園芸学研究科
特任助教	楊　偉	
特任助教	眞子　直弘	
特任助教	山田　明憲	
特任助教	井村　信義	
特任助教	Chua Ming Yam	
特任助教	Alessandro Damiani	
特任研究員	豊嶋　紘一	
特任研究員	岡本　浩	
特任研究員	橋本　俊昭	
客員教授	馬淵　和雄	国立環境研究所
非常勤講師（客員准教授）	田中　賢治	京都大学防災研究所
非常勤講師（客員准教授）	竹中　栄晶	宇宙航空研究開発機構
非常勤講師（客員研究員）	Sharma Ram Chandra	
講師（研究機関研究員）	孫　玫	
講師（研究機関研究員）	高橋　綾香	

*は兼務教員

事務組織

職　名	氏　名	備　考
事務センター長	土屋　正勝	工学系事務センター
専門員	和田　剛	工学系事務センター
一般職員	池田　望	工学系事務センター
事務補佐員	喜多　夏子	
事務補佐員	千葉　真弓	
事務補佐員	橋本　佳美	
事務補佐員	松原　奈津子	
事務補佐員	松本　恵理子	
事務補佐員	伊藤　佳子	
事務補佐員	熊川　靖代	
事務補佐員	武神　和子	
事務補佐員	津田　佳子	
事務補佐員	宮本　千早	
技術補佐員（研究支援推進員）	青木　佐恵子	
技術補佐員	宇田　弥生	
技術補佐員	勝部　豪	
技術補佐員	加藤　章子	
技術補佐員	立石　彩	
技術補佐員	平野　みさ	

12.3.　拠点運営委員会

平成28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

平成29年３月31日現在

役　職	氏　名	所属・職名
委員長	黒岩　眞吾	大学院融合科学研究科（教授）
委　員	山本　静夫	宇宙航空研究開発機構（理事）
委　員	長谷川　均	国土館大学文学部地理・環境専攻（教授）
委　員	上田　博	名古屋大学（名誉教授）
委　員	梅干野　晃	放送大学（教授）
委　員	飯村　晃	千葉県環境研究センター（主任上席研究員）
委　員	住　明正	国立環境研究所（理事長）
委　員	服部　克巳	大学院理学研究科（教授）
委　員	安岡　善文	環境リモートセンシング　研究センター（センター長）
委　員	久世　宏明	環境リモートセンシング　研究センター（副センター長）
委　員	近藤　昭彦	環境リモートセンシング　研究センター（教授）

12.4. 学内各種委員会委員およびセンター内委員会

平成28年度　学内各種委員会委員

委員会等名	委員職名	氏　名
防災危機対策室	室員	近藤　昭彦
国際戦略本部　国際戦略室	室員	ヨサファット
学術研究推進機構　研究支援企画部会	構成員	近藤　昭彦
広報戦略室　広報推進専門部会	構成員	入江　仁士
学術研究推進機構　若手研究者育成部門テニュアトラック審査・評価部会	構成員	久世　宏明
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）	近藤　昭彦
省エネリーダー会議	省エネリーダー	梶原　康司
ハラスメント	ハラスメント相談員	本郷　千春
情報安全管理体制	情報保護管理責任者	安岡　善文
	情報保護管理者	久世　宏明
コンプライアンス管理	コンプライアンス推進責任者	安岡　善文
	コンプライアンス推進副責任者	久世　宏明
研究倫理教育	研究倫理教育責任者	安岡　善文

平成28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
予算委員会	久世　宏明	近藤　昭彦、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo、樋口　篤志
共同利用研究推進委員会	本郷　千春	本多　嘉明、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
広報委員会	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	齋藤　尚子、入江　仁士
施設委員会	近藤　昭彦	本多　嘉明、齋藤　尚子
計算機及びデータベース委員会	樋口　篤志	近藤　昭彦、梶原　康司、齋藤　尚子
教育委員会	近藤　昭彦	梶原　康司、Josaphat Tetuko Sri Sumantyo、樋口　篤志
中期計画推進委員会	安岡　善文	専任教員
自己点検・評価委員会	安岡　善文	専任教員＋事務センター長
学術推進企画小委員会	近藤　昭彦	センター長 、予算委員長、広報委員長、 センター支援グループグループリーダー

12.5. 予算

平成28年度　最終予算

事　項		予算額（円）	備　考
運営費交付金		139,580,545	
	教育研究経費	85,723,545	
	グローバルプロミネント研究基幹	10,250,000	
	全国共同利用・共同実施	26,757,000	
	法人運営活性化支援経費	500,000	
	学長裁量経費	16,350,000	
外部資金		214,797,670	
	科学研究費補助金	11,249,646	前年度繰越分を含む
	受託研究経費	55,892,282	再委託分を含む
	共同研究経費	9,466,576	
	受託事業経費	14,914,608	
	寄附金経費	14,478,626	前年度繰越分を含む
	補助金等経費	98,756,273	
	研究関連経費	8,339,659	
	研究関連経費（全学共通等経費）	1,700,000	
施設設備費補助金事業経費等		0	
合　計		354,378,215	

※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（データアーカイブ業務に係る特任分）は含まない。

12.6.　外部資金一覧（間接経費含む年度単位の配分・契約額、ただし奨学寄附金、補助金等は非掲載）

研究種目		研究テーマ	受入教員	金額
科学研究費補助金				
	基盤研究（C）（新規）	ひまわり８号エアロゾルデータの国際地上リモートセンシング観測網による高確度検証	入江　仁士	1,690,000
	挑戦的萌芽研究　（継続）	ハイパースペクトルイメージングによる大気汚染気体の可視化	眞子　直弘	（前年度繰越あり）
	新学術領域研究（分担者）（継続）	水・土砂移動に伴う放射性物質の移行過程の理解 研究代表者：恩田裕一（筑波大学）	近藤　昭彦	780,000
	基盤研究（S）（分担者）（継続）	多波長ライダーと化学輸送モデルを統合したエアロゾル５次元同化に関する先導的研究 研究代表者：鵜野伊津志（九州大学）	入江　仁士	1,950,000
	基盤研究（A）（分担者）（継続）	魚類繁殖機構に及ぼす地球温暖化・気候変動影響の早期警戒指標の構築に向けて 研究代表者：ストルスマン C.A.（東京海洋大学）	近藤　昭彦	780,000
	基盤研究（A）（分担者）（継続）	エアロゾル地上リモートセンシング観測網による数値モデルの気候変動予測の高度化 研究代表者：竹村俊彦（九州大学）	入江　仁士	2,106,000
	基盤研究（B）（分担者）（継続）	衛星搭載アクティブ・パッシブセンサーデータの複合利用による全球エアロゾル解析 研究代表者：西澤智明（国立環境研究所）	入江　仁士	1,170,000
	基盤研究（B）（分担者）（継続）	気候変動及び社会経済シナリオを考慮した広域河川氾濫リスク予測モデル開発 研究代表者：郭　栄珠（土木研究所）	近藤　昭彦	1,274,000
	基盤研究（B）（分担者）	３次元森林構造に蛍光分布情報を付加した新しい光環境―光合成モジュールの開発 研究代表者：小林秀樹（海洋研究開発機構）	楊　偉	1,040,000
	基盤研究（C）（分担者）	生活環境圏におけるCO_2濃度の地域性に着目した新たな緑地評価指標の提案 研究代表者：桑原　祐史（茨城大学）	久世　宏明	1,105,000
受託研究				
	JST　CREST	EMSのための日射データ誤差評価地上システムの構築	入江　仁士	8,438,300
	JAXA　GCOM RA	大気補正済み陸域反射率検証方法の開発、及び、葉面積指数・光合成有効放射吸収率推定アルゴリズムの開発	本多　嘉明	8,720,000
	JAXA　GCOM RA	グローバル地上バイオマス推定、植生ラフネス指数および水ストレス傾向指数アルゴリズムの開発と検証	梶原　康司	8,500,000
	文部科学省　宇宙航空科学技術推進委託費	地球観測衛星データの地上検証活動による実践的人材育成スキームの構築	本多　嘉明	6,573,339
	JAXA　GOSAT	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高度化（その１）	齋藤　尚子	11,000,000
	弘前大学／環境省・総合地球環境学研究所再委託	衛星・再解析データを使用したアルゴリズム改良	樋口　篤志	8,901,000
	JST　SATREPS	食料安全保障を目指した気候変動適応策としての農業保険における損害評価手法の構築と社会実装	本郷　千春	6,499,740
	JAXA	GCOM-C/SGLI幾何標定処理、及びオルソ補正アルゴリズムの維持改訂	本多　嘉明	932,071
	JAMSTEC/JAXA再委託	GCOM-C1葉面積指数・光合成有効放射吸収率（LAI/FAPAR）と純一次生産量（NPP）プロダクトアルゴリズムの構築（研究プロダクト）	楊　偉	600,000
	JAXA	平成28年度　植生ライダー観測模擬実験用航空機搭載実験の検証データの取得	本多　嘉明	999,770
	文部科学省	静止気象衛星群より導出された太陽放射・太陽光発電量推定の世界展開	樋口　篤志	3,977,280

共同研究				
	JAXA	SKYNET地上リモートセンシング観測網によるGCOM-C大気プロダクトの検証	入江　仁士	2,115,000
	日本無線株式会社	衛星、レーダ、地上観測による対流雲発生の観測	樋口　篤志	420,000
	インドネシア宇宙航空局	融合地球環境診断研究プログラム―小型衛星群による大陸規模地殻変動の観測―	ヨサファット	0
	JAXA	植生ライダー技術実証のための野外実験	本多　嘉明	0
	JAXA	静止気象衛星群を用いた高時間分解能降水関連要素の抽出およびGSMaPへの適用	樋口　篤志	3,927,426
	日本無線株式会社	合成開口レーダ（SAR）システム・SAR画像信号処理ソフトの開発とその応用	ヨサファット	420,000
	インドネシア ビマセナ社	Development of C Band Synthetic Aperture Radar (CB-SAR) for Unmanned Aerial Vehicle Platform	ヨサファット	2,718,308
	三菱電機（株） 情報技術総合研究所	早期豪雨予測技術	久世　宏明	1,000,000
	（国）原子力研究開発機構	レーザー光の散乱を利用した放射能量計測技術に関する研究	久世　宏明	－
受託事業				
	大陽日酸	レーザー分光による同位体分析およびレーザ光の高効率照射方法に関する技術的指導	久世　宏明	500,000
	台湾国家宇宙センター（NSPO）	台湾国家宇宙センター（NSPO）用航空機搭載Cバンド合成開口レーダ（CB-SAR）の開発	ヨサファット	28,273,100

千葉大学環境リモートセンシング研究センター
平成 28（2016）年度　年報（第 22 号）

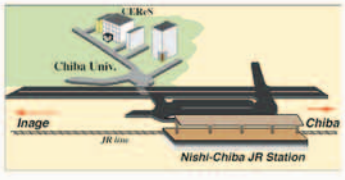
2017 年 7 月発行
（400 部）
編集　CEReS 広報委員会

〒 263-8522　千葉市稲毛区弥生町 1-33
千葉大学環境リモートセンシング研究センター
Tel　043-290-3832　Fax　043-290-3857

印刷　　（株）　正文社

CEReS

Center for Environmental Remote Sensing

Chiba University

〒263-8522　千葉市稲毛区弥生町1-33
千葉大学環境リモートセンシング研究センター
Tel. 043-290-3832 Fax. 043-290-3857
http://www.cr.chiba-u.jp
（最寄駅）　JR総武線　西千葉駅下車　徒歩5分