

千葉大学  
環境リモートセンシング研究センター  
Annual Report 2011, Volume 17



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

平成 23 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 17 号)





## はじめに

環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、平成7年（1995年）4月に映像隔測研究センターの廃止・転換によって全国共同利用センターとして発足し、従来の学問的枠組みにとらわれず、衛星を利用したリモートセンシングに関する統合的な研究を行う機関としての活動を開始しました。工学部、理学部、園芸学部を母体とした発足当時の専任教員は15名でした。その中心的なミッションは、衛星データアーカイブの確立とその利用、リモートセンシングに関わる基盤的な研究等であり、国内外の研究者に対してリモートセンシングの立場からの支援を行うとともに、大学附置の研究センターとしてリモートセンシング技術を利用した地球環境に関わる研究を部門制により実施しました。その後、平成16年度の国立大学の独立行政法人化にともなって中期目標・中期計画に記載された全国共同利用研究施設として第2期の活動を開始、植生や大気など観測ターゲット主体で区分したプロジェクト制に基づいた研究活動を展開しました。

平成22年度からの第2期中期目標・中期計画期間においては、CEReSは文部科学大臣の認可を受けた共同利用・共同研究拠点としての活動を開始しました。この制度は、国立大学が法人としてそれぞれ個性を競い合う中で位置付けが不明確になっていた全国共同利用施設に代わり、国の学術振興のシステムの中において研究者が共同で研究を行う体制を改めて認定・整備して国全体の学術研究の基盤強化と新たな学術研究の展開を図ることを目的としたものです。この共同利用・共同研究拠点認定により、当センターは、平成22年4月から6年間、環境リモートセンシング分野の拠点としての責任を担っていくことが決まりました。それと同時に、それまでのプロジェクト単位での研究活動を再編して、新たにセンサ開発、環境変動解析、および研究成果の社会還元をそれぞれ柱に据えた3つのプログラム（名称は先端的リモートセンシング、情報統合、衛星利用高度化プログラム）を策定し、今日までの研究活動に至っています。発足から17年間、微力ではありましたが、この分野の発展に足跡を残してくることができたかと思えます。しかし、一方でこの間の国立大学をとりまく厳しい状況は避けがたく、定員削減の影響を受けて平成23年度のCEReSは11人の専任教員で研究活動を行いました。

本年報は、研究センターの継続的な自己点検評価の一環として、平成23年度におけるCEReSの活動をとりまとめたものです。平成23年10月には、センターとして5回目となる外部評価を実施しました。その結果は、すでに外部評価報告書としてとりまとめて公表しておりますので、合わせてご参照ください。昨年3月11日に発生した東日本大震災は、地震はもとより、それにともなう津波、そして東京電力福島第1原子力発電所の事故、関東地方などの電力不足など、科学技術と社会のあり方を見直す重大な契機となりました。大学における環境に関わる研究活動、そしてリモートセンシングの研究が果たし得る役割についても、今回の外部評価での指摘にもあるように、改めて俯瞰的な視点からその意義を問い直す必要があるものと考えております。人類が安全で安心な地球社会を構築し、維持していくことに向けて、CEReSはリモートセンシング研究の発展と衛星データ・関連する地上データによる環境研究の発展、そしてそれらを通じた社会貢献に向けて努力を続けていきたいと考えております。皆様のご助言、ご指導、そしてご鞭撻をお願い申し上げます。

平成24年3月31日

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 久世宏明

## 目次

はじめに

[1] プロジェクト研究活動	1
1.1. プログラム 1	
1.2. プログラム 2	
1.3. プログラム 3	
[2] 共同利用研究	42
2.1. 共同利用研究概要	
2.2. 共同利用プロジェクト研究の詳細	
[3] 研究成果の公表	104
[4] 受賞	115
[5] 国際交流	116
5.1. 外国人受け入れ	
5.2. 教員の海外渡航	
[6] 教育活動	124
[7] 社会教育活動・社会貢献	132
[8] センターの行事	135
[9] 主要研究設備	140
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. ソフトウェア	
[10] 平成 23 年度計算機データベース主要業務	143
10.1. 概要	
10.2. 2010 年度計算機・データベース主要業務	
10.3. データ管理支援室の業務	
10.4. データダウンロード実績	
[11] 平成 23 年度ニューズレターヘッドライン	145
[12] 組織・運営・人事・予算	147
12.1. センター構成員	
12.2. 人事異動	
12.3. 職員名簿	
12.4. 拠点運営委員会	
12.5. センター年間予算	
12.6. センター内委員会	

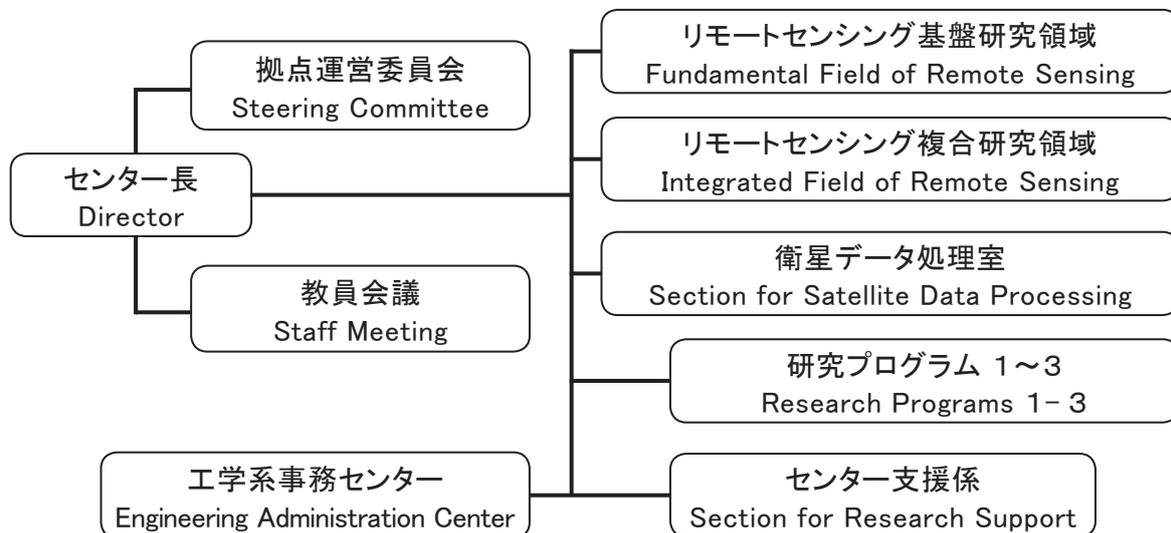
千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
Center for Environmental Remote Sensing,  
Chiba University

(概要)

国立大学法人千葉大学環境リモートセンシング研究センター（CEReS）は、2010年4月からの6年間にわたる第二期中期目標・中期計画に従い、新たに共同利用・共同研究拠点としての認定を受け、研究プログラムを再編し活動を始めて今年度で2年目になります。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。

(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

[研究内容と平成23年度の成果]

[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短期および中期の達成目標は以下の通りである。

[短期および中期の達成目標]

《短期目標》（2－3年）

- ・円偏波合成開口レーダデータの環境応用／合成開口レーダ搭載小型衛星の基本設計
- ・衛星データによる温室効果ガス濃度導出アルゴリズム開発と検証
- ・衛星データと地上取得データをリンクした大気情報の取得
- ・次期地球観測衛星 GCOM-C に向けて：可視近赤外データの検証手法の確立と標準プロダクトのためのバイオマス、水ストレス傾向指数、カゲ指数等のアルゴリズム開発

《中期目標》（6年）

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を図り、先端的リモートセンシングセンサおよび解析技術を社会的に活用していく道筋を確立する。

- ・マイクロ波RSの展開に向けた無人航空機・小型衛星の開発と地球観測への活用
- ・静止衛星からの大気汚染物質等の気体濃度導出可能性の検討
- ・次世代衛星センサによるグローバルな環境情報、とくに大気情報と植生情報の取得
- ・次期地球観測衛星 GCOM-C の検証実施とデータの活用

#### **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.

<Short term targets> (2-3 years)

- ・ Environmental applications of circularly polarized synthetic aperture radar (SAR) data/ preliminary design of SAR onboard small satellites.
- ・ Development and validation of algorithm for retrieving greenhouse gases from satellite-borne sensors.

- Atmospheric sounding by combining satellite and ground-observation data.
- Activities for next-generation Earth observing satellite GCOM-C: Establishment of validation methods for the visible and near-infrared data/algorithm development for the GCOM-C standard products including biomass index, water stress index, shadow index, and vegetation roughness index.

<Middle term targets> (6 years)

The goals of this program are the integration of wide spectral-range observations using optical and microwave remote sensors, and practical applications of innovative remote sensing to global and regional problems.

- Development of unmanned aerial vehicle and small satellite for microwave remote sensing and their application to Earth observation.
- Feasibility study of air pollutant and other atmospheric minor gas retrieval from geostationary satellites.
- Information retrieval from next-generation sensors for global environment, especially aimed at the atmospheric and vegetation monitoring.
- Implementation of validation and various data applications of the next-generation Earth observing satellite GCOM-C.

1.1.1. 円偏波合成開口レーダ搭載無人航空機・小型衛星の開発（ヨサファットグループ）

合成開口レーダ（SAR）センサは全天候型センサで、昼夜を問わず運用できる多目的センサである。国内外で様々な直線偏波の SAR センサが既に開発されてきた。この直線偏波 SAR では限られた情報しか得られず、人工衛星の姿勢や電離層におけるファラデー回転などの影響を受ける。また既存のもの多くは大型、大電力、高価、長開発期間などの短所をもつ。このような背景のもと、当センターは平成 19 年度より国内外の教育研究機関及び人工衛星の研究開発の関連企業と連携して、世界初かつ大学発の次世



図 1.1.1.-1. CP-SAR 搭載小型衛星

代地球観測用の円偏波合成開口レーダ搭載小型衛星（ $\mu$ SAT CP-SAR）の検討会を行った。この小型衛星によって地表層における様々な情報を精密かつ高精度に観測できる、世界初かつ「良いセンサ」技術による  $\mu$ SAT CP-SAR の開発を提案するに至った。

当センターは、世界初の試みで小型衛星に搭載する CP-SAR の円偏波の振る舞いを利用して、左旋円偏波（LHCP）と右旋円偏波（RHCP）の受信信号の利得比または軸比画像（ARI）、偏波率、チルト角等の多様な情報を抽出する方法を提案する。これによって、人工衛星の電力を最小化し、より長い運用寿命で衛星を設計することが可能となる。この新型 SAR センサは多偏波性、位相スペクトル、軸比画像（ARI）などのような新たなパラメータを抽出することができるため、従来の SAR センサから取得できなかった地球表面層における新たな振る舞いを把握でき、新たなリモートセンシングにおける基礎と応用に展開できると期待できる。この研究では準リアルタイムの機能を搭載するために、新たな SAR 画像圧縮技術も開発する。この機能によって、CP-SAR による準リアルタイム災害監視システムの実現を期待する。ここで、SAR 画像信号処理による画像圧縮の他に、RF 回路によるハードウェア的な信号処理の圧縮も検討する。この SAR 信号圧縮技術は日本の次世代 SAR 衛星の発展に貢献できる。



図 1.1.1.-2. CP-SAR 搭載無人航空機

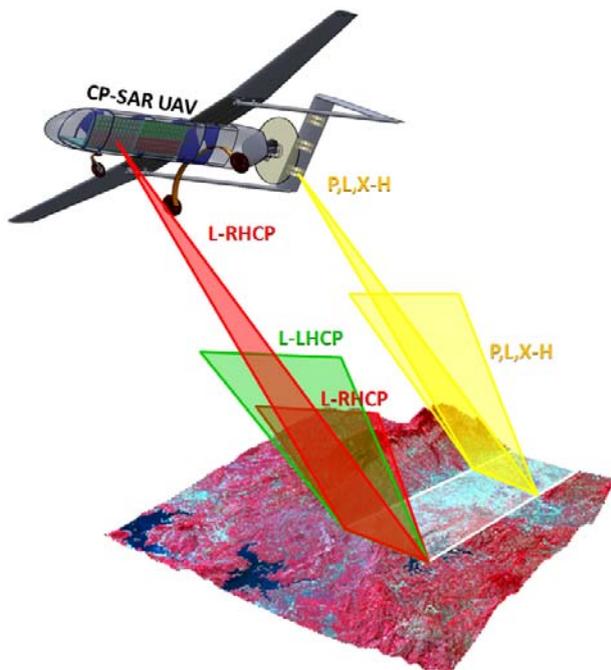


図 1.1.1.-3. CP-SAR の観測方法

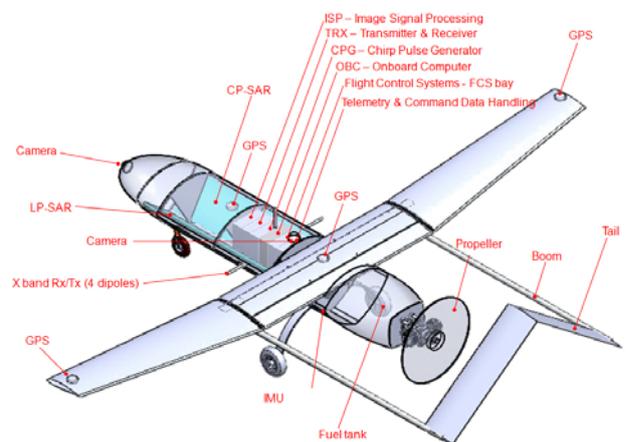


図 1.1.1.-4. CP-SAR UAV の構造

この CP-SAR 搭載小型衛星の打ち上げにより、様々な新基礎研究課題と応用研究（表 1.1.1. を参照）が生まれるので、国内外の研究者による新たな SAR 画像の解析手法、応用分野などの可能性が広がる。特に、この研究成果は災害監視、都市環境変化、農業生産予測、森林管理、地球温暖化などのモニタリングにもっと正確な情報が抽出できるので、国民及び社会へ確実にこの成果を還元できると期待する。

本事業で開発する小型衛星システムの大まかな仕様は、①質量約 200 kg、②寸法 W 1 m × D 1 m × H 1 m、③想定している設計寿命 1 年間、④想定している投入軌道 高度 500 ～ 800 km、傾斜角 98° である。図 1.1.1.-1 は CP-SAR 搭載小型衛星の構造と打ち上げ後のイメージ図を示す。

### CP-SAR 搭載小型衛星の構造と仕様

この CP-SAR センサの送受信用のアンテナは左旋円偏波（LHCP）と右旋円偏波（RHCP）のものから構成されている。テレメトリと画像データの送信は X バンドを使用する。姿勢制御と位置情報を得るために、GPS、磁気トルカーなどを使用する。この衛星は上空 500 ～ 700 km に運用する予定である。この CP-SAR は従来の JERS-1 と ALOS PALSAR に比較できるように中心周波数は 1.27 GHz（L バンド、チャープパルスのバンド幅：10 MHz）を選択した。軽量化するために、様々なマイクロストリップアンテナを検討している。

### 主たる地球観測ミッション（観測対象：グローバル地表層環境変化のモニタリング）

#### ① ミッション概要

CP-SAR ミッションでは、まず円偏波画像（図 1.1.1.-5. (b)）の抽出をする。そして、この画像で CP-SAR の基礎研究と応用研究を実施する。基礎研究では、地表層における円偏波散乱の解明、インタフェロメトリ（CP-InSAR）、軸比画像の生成などである。特に円偏波散乱の解明では、植生、雪氷、土壌・岩石、砂漠、草地などによる円偏波散乱の解析と実験を行う。CP-InSAR の実験では、円偏波と従来の直線偏波による InSAR の比較検討をし、CP-InSAR による標高データ、樹木の高さなどの抽出を行う。軸比画像の生成によって、軸比画像の特性と植生、地質、雪氷などの関係を調査する。応用研究では、CP-SAR センサは土地被覆マッピング、災害監視、雪氷監視、海洋監視などに応用する。土地被覆マッピングでは、森林・非森林の分類、樹高の推定、マングローブ地域の抽出、雪氷地域の抽出などを行う。災害監視では、この CP-SAR センサを利用して、地震地域の CP-DInSAR の実験、火山活動の監視、森林火災・洪水地域などのマッピングを行う。雪氷監視では、氷山、氷河、極地などの監視である。海洋監視では、オイルスピル、内部波などの監視である。

### CP-SAR 搭載無人航空機（CP-SAR UAV）

この CP-SAR 搭載小型衛星を打ち上げる前に、本研究では CP-SAR 搭載無人飛行機（図 1.1.1.-2. ～ 図 1.1.1.-4. を参照）の開発を行っている。この実証実験用無人航空機（JX-1）は 25 kg のペーロードまたはその他の各種のセンサを搭載できる。その中に CP-SAR、GPS SAR センサ、各種のカメラなどのセンサを搭載する。

この無人航空機は 1,000 ～ 4,000 m の高度で運用できる。円偏波合成開口レーダ（CP-SAR）は周波数 1.27 GHz、解像度 1 m、パルス長 3.9 ～ 23.87 ms、パルス幅 61.14 ～ 244.69 MHz、オフナディア角 40° ～ 60°、観測幅 1 km、アンテナサイズ 1.5 m × 0.4 m、アジマスビーム幅 6.77°、レンジビーム幅 3.57° ～ 29.78°、アンテナの放射効率 > 80%、PRF 1000 Hz、ピーク電力 8.65W（1 km）～ 94.38W（4 km）である。この CP-SAR は左旋円偏波（LHCP）と右旋円偏波（RHCP）の送受信のアンテナをもつ。この両電波を受信することによって、軸比画像を生成できる。この軸比画像によって、地表層におけるパラメータを抽出でき、様々な物理情報を把握することができる。例えば、土壌水分、バイオマス、雪

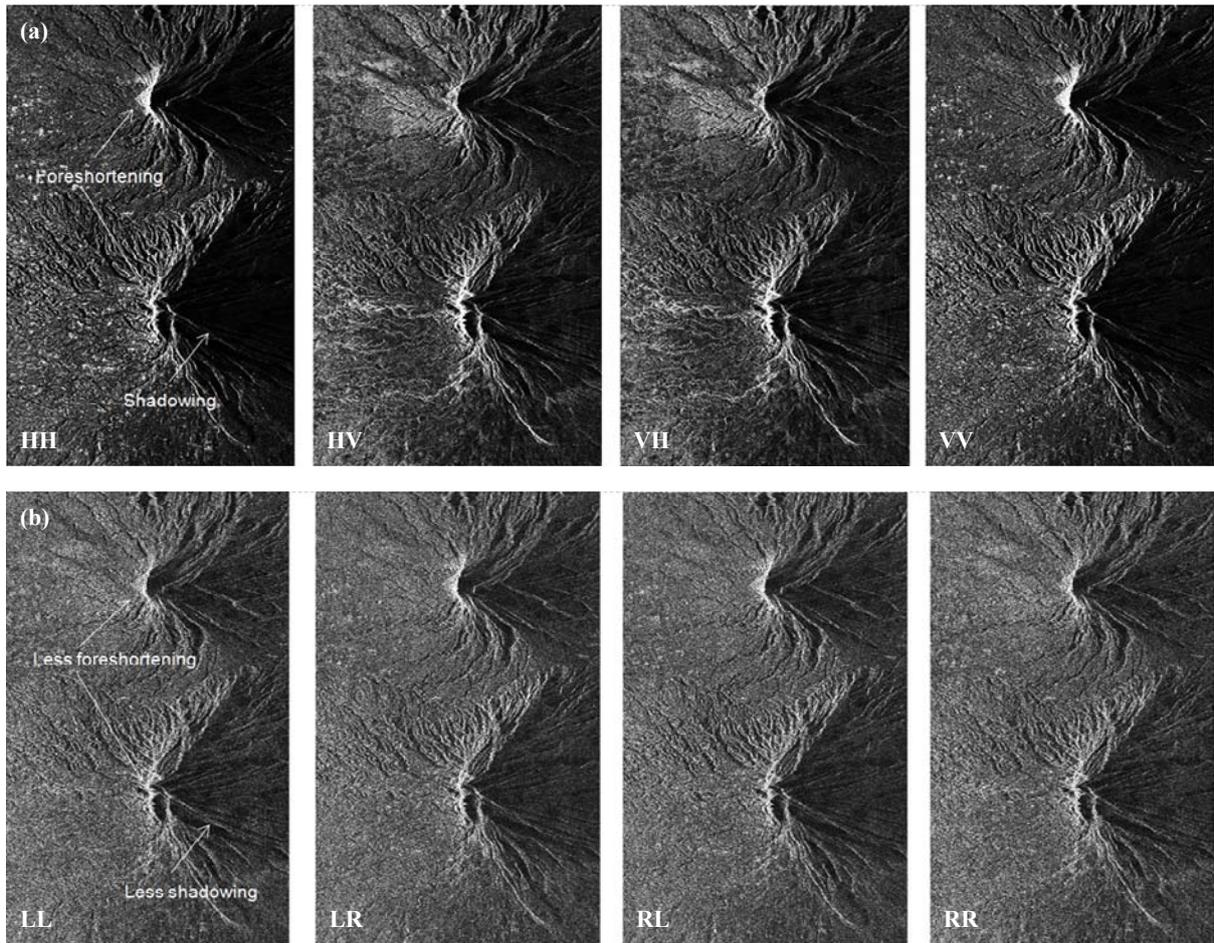


図 1.1.1-5. 直線偏波と円偏波画像の比較

表 1.1.1. CP-SAR・GPS-SAR 搭載超小型衛星ミッションの目標

	項 目	詳 細
短期的な目標 (基礎研究)	円偏波マイクロ波の散乱メカニズム	植生、雪氷、土、岩石、砂漠などによる円偏波の散乱の研究
	インタフェロメトリ合成開口レーダ (InSAR)	直線偏波 vs 円偏波インタフェロメトリ合成開口レーダ 円偏波の位相・回転情報による標高データ (DEM) の作成
	軸比画像 (ARI)	ARIによる植生、地質、雪氷などのマッピング
	GPS-SAR 画像信号処理・GPS 散乱波	地表層による GPS 波の散乱解析
中長期的な目標 (応用・運用・新ビジネスの展開)	土地被覆	森林 (非森林地域の分類)、樹高の推定、農業地域のマッピング、Wetland extraction、マングローブのマッピング、雪氷・氷山のマッピング等
	災害監視	地震、火山噴火、大洪水、森林火災、オイルスプール等
	雪氷監視	氷山、道路凍結、流水等
	海洋監視	津波監視、海面の推定、内部波、地球温暖化、新北極航路等
	空路監視	GPS-SAR による新型空路監視レーダの実現
国家安全保障	広域的に空路・船舶・陸域の移動物体などの監視システム	



図 1.1.1.-6. TerraSAR-X DIn SAR 手法による東京駅周辺の地盤沈下の詳細モニタリング

氷、農地、海洋ダイナミックなどの観測に応用された。将来、このセンサは小型衛星に搭載して、植生または地表層における微小体積変化情報の抽出、バイオマス、地盤沈下・起伏（地形変化）などのような災害監視のためにより正確な体積変化の監視に応用でき、植生生産量と災害の予測監視にも応用できる。

#### 合成開口レーダ画像による地殻変化の観測

本研究では、合成開口レーダ画像（JERS-1 SAR と ALOS PALSAR）を使用して、DInSAR 手法で地殻変動を観測した。事例として、図 1.1.1.-6. に東京駅周辺における地盤沈下を住宅単位まで cm 精度で観測することができた。また、同手法を使用して、大洪水、火山活動などのモニタリングも行った。これからもこの手法を活用して、様々な応用に活用する。

#### 1.1.2. 光学的リモートセンシングによる大気情報の取得と解析（久世グループ）

##### 1.1.2.1. 太陽光スペクトルを利用した対流圏エアロゾル光学特性の導出と千葉地域エアロゾルの長期解析（眞子直弘、久世宏明）

大気エアロゾルの光学特性は、地球放射収支を科学的に理解する上で不可欠のパラメータである。しかし、対流圏のエアロゾルは自然起源および人為起源の様々な組成、粒径をもった粒子が存在しているため、その光学的特性は時間的、空間的に変動が激しい。本研究では、バッテリーで駆動でき、PC 不要でデータ取得が可能な可搬型の分光放射計（英弘精機 MS720）を用いて快晴時の屋間に直達太陽光、オリオール（太陽周縁光）および散乱光（天空光）のスペクトルを取得し、Mie 散乱による計算結果と比較することによってエアロゾルの光学パラメータ（各波長での光学的厚さ、単散乱アルベド、散乱の非対称性因子、および散乱位相関数など）を取得した。図 1.1.2.1.-1. に、この方法で取得されたデータを、MODTRAN におけるエアロゾルモデルパラメータと比較して示す。消散係数の波長依存性は rural もしくは urban に近いが、単散乱アルベドはこの両者の中間に位置していることが分かる。

観測は CERE S 研究棟屋上において行い、2007 年 8 月から 2009 年 3 月までの 136 日のデータについて解析を行った。図 1.1.2.1.-2. に、測定されたエアロゾルの光学的厚さなどの季節変動を示す。2007 年の 8 月から 12 月、2008 年の 1 月から 12 月、および 2009 年の 1 月から 3 月の測定値を示している。4 月から 7 月の期間のデータは 2008 年に限られており、また、6 月から 7 月にかけては梅雨のために

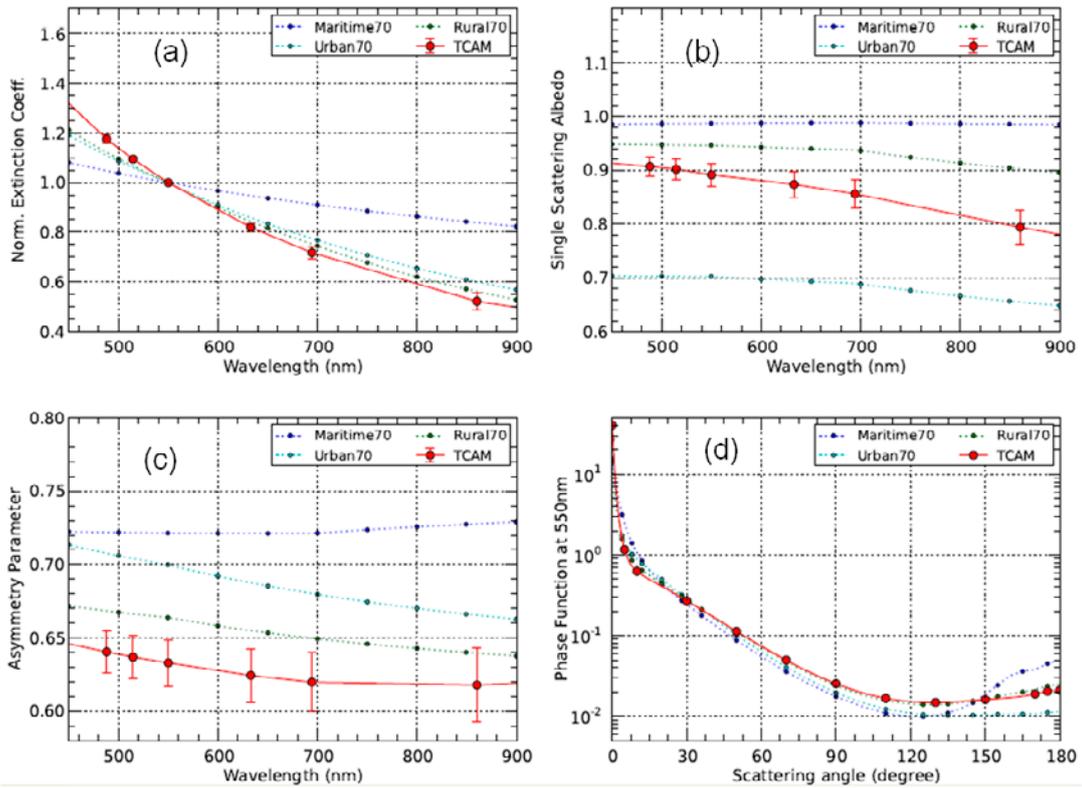


図 1.1.2.1-1. 取得されたエアロゾル光学パラメータの例 (2008 年 12 月 30 日)。MS-720 の測定で得られた値と、比較のために MODTRAN 4 のデフォルトの値を示したものを。(a) 550 nm で規格化した消散係数、(b) 単散乱アルベド、(c) 非対称性因子、(d) 550 nm での散乱位相関数。

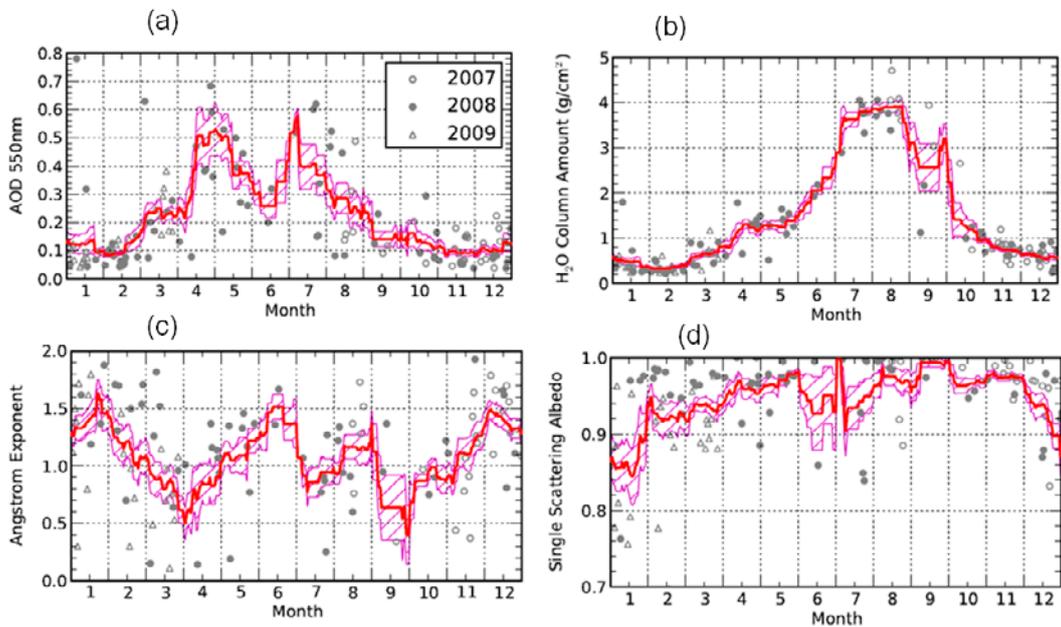


図 1.1.2.1-2. 測定されたエアロゾルに関する光学特性の季節変動: (a) 550 nm での光学的厚さ、(b) 水蒸気カラム量、(c) オングストローム指数、(d) 単散乱アルベド。

快晴時のデータがほとんど存在しない。いくつか存在するデータは雨の直後の晴れ間に取得したものであり、この季節の典型的な条件下とは異なることに注意が必要である。エアロゾル光学的厚さは4月から5月にかけてと7月にピークが見られ、冬季には小さい傾向がある。一方、水蒸気カラム量は7月から8月

にかけてピークが見られ、冬季は小さい。オングストローム指数は4、7、9月に小さく、冬季に大きい傾向がある。単一散乱アルベド相対的に夏季に大きく冬季に小さい傾向が見られる。このようにして得られるエアロゾル特性は、放射収支や衛星データの大气補正に有用である。

#### 1.1.2.2. 人工光源を用いた大气微量成分の計測

(久世宏明、栗山健二、原田一平、後藤裕太郎、齊藤隼人)

大气中の微量気体やエアロゾルなどの大气微量成分の計測は、都市域における大气汚染の観点から、また、気候変動に温暖化気体が及ぼす影響の評価の観点から重要な課題となっている。本研究では、キセノン点滅灯の紫外から可視スペクトル域の安定的な発光を利用し、長光路差分吸収分光 (DOAS) によって都市域の代表的な大气汚染物質である二酸化窒素とエアロゾルの同時計測を長期にわたって実施した。図 1.1.2.2. に、千葉北清掃工場の光源と千葉大学総合研究棟に設置した DOAS 装置により測定された二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) とエアロゾル濃度の変動の例を示す。地上サンプリングは一点での1時間値であり、一方、DOAS では平均地上高さ約 60 m における距離 5.5 km の積算値である。このため、両者のデータは厳密には一致しないが、類似した時間変動を示していることがわかる。地上サンプリングや他の測器との同時観測データの比較から、千葉地域における風系に関連した顕著なエアロゾル特性が確認された。なお、平成 23 年度からは新たに千葉市環境局との共同研究として千葉市中央区における DOAS 観測を開始した。また、DOAS の観測波長域を近赤外域に延長し、ハロゲン光源を用いた大气中の長光路での近赤外域の観測を行って二酸化炭素による吸収スペクトルが計測可能であることを示した。こうした地上における広波長域での分光スペクトル計測手法は、比較的安価な装置による高い精度での測定が可能であるため、今後、アジアの都市域における都市大气汚染計測にも有用性が高いものと考えられる。

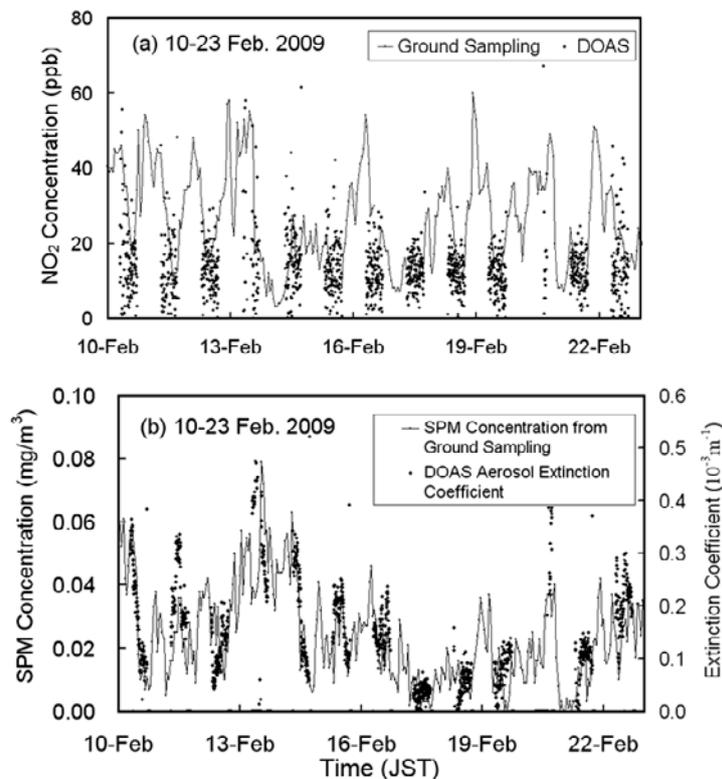


図 1.1.2.2. 千葉大学 DOAS により測定された二酸化窒素 ( $\text{NO}_2$ ) とエアロゾル濃度の長期変動 (2009 年 2 月 10 日から 23 日) : (a) 地上サンプリング計測と DOAS による  $\text{NO}_2$  濃度の比較、(b) 地上サンプリング計測による SPM 濃度と DOAS によるエアロゾル光学的厚さの比較。

### 1.1.3. GOSAT 衛星から導出されたメタンカラム量とメタンプロファイルの同質性の検討 (齋藤グループ)

GOSAT (Greenhouse Gases Observing Satellite; 和名いぶき) は、全球で長期間継続的に温室効果ガスを観測することを目的として開発された衛星であり、温室効果ガスの濃度を測るフーリエ分光計 TANSO-FTS (Thermal and Near Infrared Sensor for Carbon Observations) を搭載している。TANSO-FTS には 4 つのバンドがあり、3 つのバンドが短波長赤外 (short wave infrared; SWIR) の 0.76、1.6、2.0  $\mu\text{m}$  にあり、1 つのバンドが熱赤外 (thermal infrared; TIR) の 5.5 ~ 14.3  $\mu\text{m}$  にある。SWIR からメタンのカラム量 (カラム平均乾燥大気モル比;  $\text{XCH}_4$ ) を、TIR からメタンの高度プロファイルを導出することができる。同時に同一の観測視野で  $\text{XCH}_4$  とメタン高度プロファイルを観測できる衛星は GOSAT だけである。

今年度は、GOSAT の SWIR の  $\text{XCH}_4$  と TIR のメタン高度プロファイルが同等のデータ質を持っているかどうかを調べるために、GOSAT 観測点近傍で得られた航空機観測のメタンデータと GOSAT メタンデータの比較を実施した。比較にあたって、航空機観測のメタンデータと TIR のメタン高度プロファイルから  $\text{XCH}_4$  を算出した。使用した航空機観測メタンデータは、日本航空が運行する定期航空便に搭載された装置で大気中の二酸化炭素やメタンなどの長寿命化学種を観測する Comprehensive Observation Network for Trace gases by Airliner (CONTRAIL) プロジェクト [Matsueda et al., 2008] で、2009 年 3 月から 2010 年 4 月までの 12 ヶ月間の成田 - グアム JAL 便で取得されたものである。本研究では、航空機サンプリング地点と GOSAT 観測地点の距離差が 400 km 以内、観測時刻差が  $\pm 1$  日 (ただし時刻差は 1.5 時間以内に収まっている) のデータのみを用いた。比較対象となった GOSAT データは、2009 年 4 月 21 日の 6 データ、2009 年 6 月 9 日の 3 データ、2010 年 3 月 15 日の 5 データの合計 14 データである。

航空機観測のメタンデータから  $\text{XCH}_4$  を算出するにあたり、グアム空港下降・着陸時のデータを「メタンプロファイル」とみなし、航空機観測データがない高度領域はメタンプロファイルに仮定を置いた [Araki et al., 2010]。航空機観測の最下層高度より下の高度領域では、航空機の最下層メタン濃度を濃度一定として地上まで外挿した。航空機観測の最上層高度から対流圏界面までは、航空機の最上層のメタン濃度を濃度一定として対流圏界面まで外挿した。

メタンは成層圏では光解離反応によって急激に濃度が減少するため、成層圏のメタンプロファイルをモデルデータや気候値をもとに設定し、それぞれの仮定について計算される  $\text{XCH}_4$  がどの程度変わりうるか

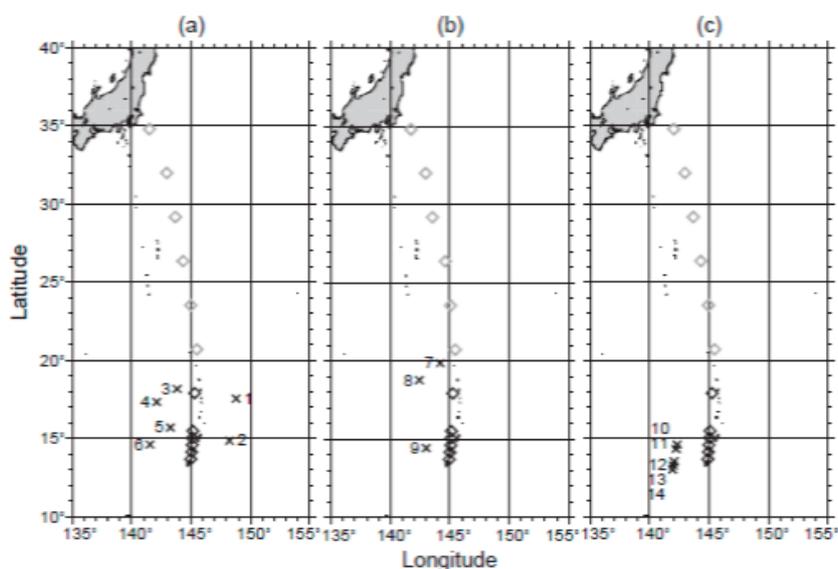


図 1.1.3-1. 航空機サンプリング地点 ( $\diamond$ ) と GOSAT 観測地点 ( $\times$ )  
(a: 2009 年 4 月 21/22 日、b: 2009 年 6 月 9 日、c: 2010 年 3 月 15 日)

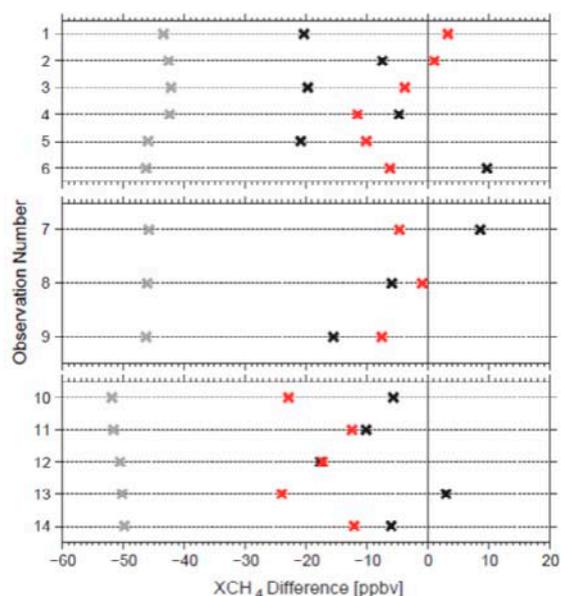


図 1.1.3.-2. 航空機の XCH<sub>4</sub> と SWIR XCH<sub>4</sub> および TIR XCH<sub>4</sub> との差  
(黒：SWIR XCH<sub>4</sub> との差、赤：TIR XCH<sub>4</sub> との差)

を調べたところ、成層圏メタンの仮定で 4 ppbv 程度の差が生じることがわかった。さらに、対流圏界面高度に誤差がある場合の XCH<sub>4</sub> への影響を調べたところ、圏界面高度に 600 m 程度の差があると XCH<sub>4</sub> が 2 ppbv 程度の差が生じることがわかった。また、XCH<sub>4</sub> 計算に必要な乾燥大気の数密度を、JMA/GPV データセットと NCEP/NCAR データセットを用いて算出し、それぞれについて XCH<sub>4</sub> を計算したところ、両者で 2 ppbv 程度異なる結果となった。

航空機観測のメタンデータから算出した XCH<sub>4</sub> と、GOSAT の SWIR の XCH<sub>4</sub> と TIR のメタン高度プロファイルから算出した XCH<sub>4</sub> を、SWIR、TIR それぞれの波長帯の観測感度を考慮して比較した。航空機の XCH<sub>4</sub> と SWIR の XCH<sub>4</sub> (V01.xx) との差は  $-8 \pm 10$  ppbv、航空機の XCH<sub>4</sub> と TIR の XCH<sub>4</sub> (V00.01) との差は  $-9 \pm 8$  ppbv となった。航空機の XCH<sub>4</sub> に対して、GOSAT のメタンデータが若干の負バイアスを持っている理由は、GOSAT 観測視野内に sub-visible な雲が存在していたためと考えられる。しかしながら、SWIR の XCH<sub>4</sub> と TIR の XCH<sub>4</sub> はともに、航空機の XCH<sub>4</sub> に対して 0.5% 以内で一致しており、SWIR と TIR のメタンデータは熱帯の海上では同等のデータ質を持っているといえる。

今後は、TIR のメタン導出確度・精度ともに向上させるため、さらなるリトリバルアルゴリズムの改良に取り組む予定である。

謝辞：CONTRAIL メタンデータは、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。

#### 1.1.4. 衛星データによる表層・植生・土地被覆変動の研究

##### 1.1.4.1.1. BRF (Bi-directional Reflectance Factor) シミュレーションを併用した地上バイオマス推定に関する研究 (本多嘉明、梶原康司、小野朗子)

「衛星データによる表層・植生・土地被覆変動の研究」では、全球対応に繋がる地上部バイオマスを推定する手法を開発し、観測可能な地域において収集したバイオマスデータを用いて検証を行うことが研究の根幹をなす。

草本においては植生指標から推定される植被率からバイオマスを推定する手法すでに開発されている。しかし木本におけるバイオマス推定のアルゴリズム開発は世界的に見ても発展途上であり、とくに光学センサを用いた直下方向観測では推定に限界があることが示されている。しかし、多方向観測データによるセンサ観測視野内の観測カテゴリー被覆率変化を利用したバイオマス推定アルゴリズムの有効性が指摘されており、本プログラムでもこの点について有効な手法の開発を行なっている。これまで、衛星プロジェクトの標準プロダクトとして植生地上部バイオマスが計画されたことはなく、本研究の成果によってバイオマス推定が可能になれば、炭素循環プロセス研究をはじめとする極めて広範囲な分野での利用が期待される。

#### 1.1.4.1.2. バイオマス推定アルゴリズムの概要

衛星直下および斜め観測データを用いたバイオマス推定を行う。

図 1.1.4.2. に示したのはセンサ観測天頂角の変化による赤・近赤外反射率の遷移である。直下観測時オレンジ色の点で示される反射率が観測され、斜め観測時に同一観測対象の反射率が明るい緑の点で示される反射率へ遷移したとする。このとき、赤・青・緑の矢印で示される変化をそれぞれ P1、P2、P3 とすると、P1 は直下観測時の明るさを示し、P2 は樹冠の深さすなわちラフネスによる遷移、P3 は植被率 (NDVI に相当する) を示す。これら 3 つのパラメータを用いた式 (1) が少なくともカラマツ林ではバイオマスを表現できることがこれまでの研究であきらかになっている。しかしながら、この式では森林タイプに依存する係数 C をタイプ別に設定する必要がある。したがって、森林タイプごとの C を実測データによって決定していく作業を行う必要がある。そのため、本研究では典型的な森林タイプの実測によって、異なる森林タイプにおける C を求める必要がある。しかしながら、全ての森林タイプを実測することは不可能である。そこで、C を類型化するモデルを作成する必要があり、このモデルを検証時に修正していき推定精度を向上させる。

また、式 (1) で用いる P1、P2、P3 は同一観測点であっても、観測ジオメトリによって変化する。したがって、実際の SGLI 観測によって取得される反射率を直接用いることは出来ず、特定の観測ジオメトリに規格化した仮定の反射率を用いる必要がある。

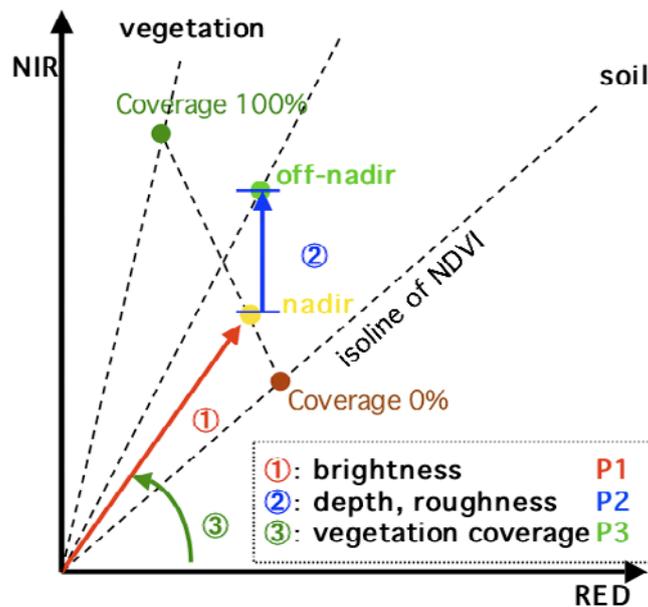


図 1.1.4.1.2. 直下観測値と斜め観測値の赤－近赤外平面における遷移

$$AGB = C \cdot \left( \frac{P2}{P1} + 1 \right)^3 \cdot P3 \quad (1)$$

そこで森林タイプごとのBRFをモデル化して実際のセンサ観測反射率から規格化した幾何条件における反射率を求める必要がある。このモデル化のために実際の森林で取得したスペクトルと樹冠形状からBRFをシミュレートすることが可能なシミュレータ (BiRS) を開発した。

#### 1.1.4.1.3. 規格化した反射率を求めるためのBRFシミュレータの開発

すでに説明したように、本研究で開発するバイオマス推定アルゴリズムは、異なる角度で観測された反射率データをもとに推定を行う。しかし、ここで用いるP1、P2、P3という3つのパラメータはSun-Target-Sensorジオメトリが異なれば異なった値を示す。したがって、観測データから求めた反射率をそのまま用いることが出来ず、特定のジオメトリにおける仮想の反射率に規格化し、同一条件のもとでのP1、P2、P3を用いなければならない。

そこで森林タイプごとにBRFを推定し、特定のジオメトリにおける仮想反射率を計算するためのBRFシミュレータが必須となる。昨年までの研究で森林タイプごとのBRFを再現するためのシミュレータの開発を行ってきた。現在、針葉樹林 (カラマツ林) を対象として、樹冠表面の形状データ (Digital Surface Model : DSM) と少数の多角観測樹冠スペクトルデータがあれば、BRFを高精度に再現するシミュレータがすでに完成している。このシミュレータを発展させて森林タイプごとのBRFを再現することを可能ならしめる。

ただし、この場合のシミュレータは全ての角度における推定反射率が高精度である必要はなく、仮想反射率推定に使用する角度条件付近で精度を保つことができればよい。しかしながら、使用する森林モデルによっては、現実の森林と大きく異なった見かけの被覆率を示す場合があり、この点についてさらに検討する必要がある。昨年度までの研究で、これまで樹幹をソリッドな単純形状 (円錐など) としていた樹木モデルを、樹幹と枝レベルまで掘り下げて構成したモデルを開発した。本年度はこの樹幹モデルを用いて針葉樹の様々な森林構造パラメータ (平均立木密度、平均樹高、平均樹幹深さなど) におけるBRFシミュレーションを実施した。この結果については後述する。

#### 1.1.4.1.4. バイオマス推定アルゴリズムの詳細

すでに概説したように、図 1.1.4.1.2. は衛星センサが同一地点に対して直下観測と斜め観測を行ったとき、観測される反射率の遷移を概念的に示したものである。黄色の点が直下観測時の反射率プロット、明緑色の点が斜め観測時の反射率プロットを示す。

地表面植生の状態 (被覆率、3次元構造) によってこの遷移のしかたは異なる。逆に言えば、この遷移の仕方は観測している植生の状態を反映していると言える。

ここで、原点から直下観測プロットまでの距離をP1 (図中①で示す矢印の大きさ)、直下観測プロットと斜め観測プロットの近赤外軸における距離をP2 (図中で②で示す矢印の大きさ)、赤軸と①の矢印がなす角をP3 (図中③で示す弧) と呼ぶことにする。

P1は直下観測の視野内 (ターゲット) の明るさを示す。例えば、針葉樹林よりも広葉樹林の方がP1の値は大きくなる。また、同じ針葉樹林でも、樹冠が閉鎖せず地表面が見えているような場合にはP1は大きくなる。

P2は樹冠の深さ (凹凸の大きさ) によって変化する。樹冠が深くなり、樹冠と樹冠の間にカゲができる割合が大きくなるとP2の値は大きくなる。

P3は正規化植生指数 (NDVI) と同様の意味である。したがって植被率が大きくなるとP3の値は大きくなる。

このP1、P2、P3および森林タイプによって異なる係数Cを用いて、地上バイオマス (AGB ; Above Ground Biomass) を式 (1) を用いて算出する。

しかし P1、P2、P3 は反射率を用いて計算するため、同一の森林であっても幾何条件（本報告書では幾何条件とは、Sun-Target-Sensor Geometry のことを指す語として用いる）が異なれば異なった値となる。また、同じタイプ（被覆率、3次元構造）の森林であっても、緯度が異なれば幾何条件が異なり、やはり P1、P2、P3 は異なった値を示すことになる。したがって、直下観測および斜め観測のデータに大気補正を施した反射率をそのまま用いることはできない。上記 P1、P2、P3 は規格化した幾何条件における値を用いる必要があり、規格化した幾何条件における直下観測および斜め観測の反射率を推定し、それを用いなければならない。

そのためには、森林タイプごとの BRDF をモデル化して実際のセンサ観測反射率から規格化した幾何条件における反射率を求める必要がある。昨年度報告した BRDF シミュレータは、このモデル化のために実際の森林で取得したスペクトルと樹冠形状から BRDF をシミュレートする。

このシミュレータについて、ある特定タイプの森林におけるバイオマス推定に資する観点から入力データとの関係を説明する。本シミュレータは RC ヘリで取得した形状データから作成した DSM と樹木パラメータをもとに作成した仮想森林（樹冠形状モデル）のどちらも森林構造データとして入力することができる。その理由は以下のとおりである。

地上実測で取得した胸高直径、樹高、樹冠径、樹冠深さ、樹木間距離から実在する森林の樹冠形状モデルを作成することができる。しかしながら、樹冠形状は単純な幾何学的形状、あるいは本年度開発した枝レベルまで記述する樹木モデルを仮定するため、シミュレートした BRDF が実測とずれていた場合、どのパラメータを調整すればよいか判断するのは容易ではない。

そこで、RC ヘリ計測データから作成した DSM を入力して BRDF を計算し、センサ視野内のカテゴリー（ここで言うカテゴリーとは日向の樹冠、日陰の樹冠など、シミュレータが BRDF を Linear Mixing Model（以下 LMM）で計算する際に個々に反射率を与えるカテゴリーを指す）の面積比と樹冠形状モデルでシミュレートした場合のカテゴリー面積比を比較すれば、樹冠形状モデルが妥当なものであるかどうかを判断することができるのである。

一方、バイオマスは実測した樹木パラメータから計算することができるが、DSM から求めることはできない。したがって、衛星からのバイオマス推定には同一タイプの森林における樹冠形状モデルを用いる必要がある。そのため、樹冠形状モデルが BRDF を特徴づけるものであるかどうかを確認するために DSM

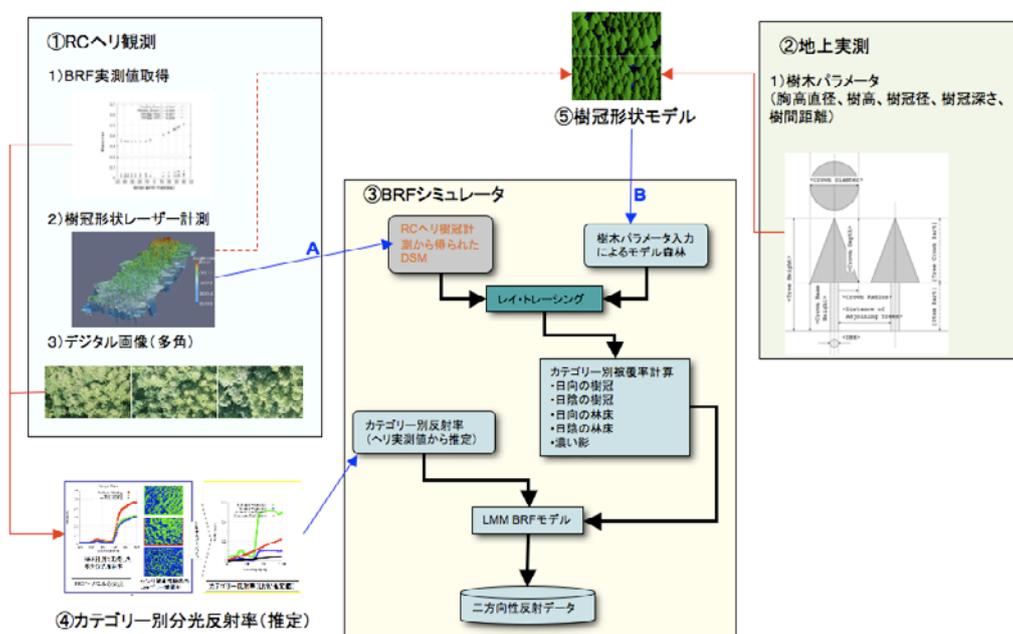


図 1.1.4.1.4-1. BRDF シミュレータにおける各データの関係

による比較が必要であり、開発したシミュレータは両者の入力をともに可能とする必要があった。

ここで、図 1.1.4.1.4.-1. を用いてシミュレーションに用いられるデータの関係を整理しておく。

まず、「① RC ヘリ観測」で取得されるデータのうち、「2. 樹冠形状計測」の結果作成される DSM は、前述のとおりシミュレータの形状データとして使用される（青字 A）。「1. BRF 実測値」と「3. デジタル画像」（BRF 計測時に放射計と同一方向を撮影したデジタル画像）は、カテゴリ別分光反射率を推定するために使用される。その結果得られたカテゴリ反射率データがシミュレータで使用される。

「②地上実測」の樹木パラメータはシミュレータの形状データとしての樹冠形状モデルを作成するために使用される。ただし、ここで作成した樹冠形状モデルが幾何条件変化に伴うカテゴリ被覆率変化に追従できない場合には、DSM から補助的な形状情報を利用することもある（図 1.1.4.1.4.-1. 中では DSM から樹冠形状モデルへ向かう点線の矢印）。この樹冠形状モデルはバイオマスと直接結びついた形状データに基づく BRF シミュレーションのために入力データとして使用される（青字 B）。

ここまでの説明を踏まえて、衛星センサの直下および斜め観測データからバイオマスを推定する方法について概説する。

図 1.1.4.1.4.-2. に概念図を示した。この図は一つのタイプの森林におけるバイオマス推定の方法を示している。

まず、樹木パラメータの実測値（胸高直径、樹高、樹冠径、樹冠深さ、樹木間距離）からバイオマスを推定する。これには既存のアロメトリ式を用いる。また、同時にこれらのパラメータを用いて、そのタイプの森林における樹冠形状モデルを作成する。場合によっては樹冠形状モデル作成には DSM からの補助的な情報を使用することもある。

次に RC ヘリなど（タワーからの計測データも使用可）を用いて取得した分光計測データからカテゴリ別分光反射率を求めておく。そして、樹冠形状モデルとカテゴリ別分光反射率を BRF シミュレータに入力し、規格化した（特定の）幾何条件における赤・近赤外領域の分光反射率を計算する。この出力値（直下観測および斜め観測の反射率のセット）を用いて P1、P2、P3 を算出する。樹木パラメータの実測値から算出したバイオマスと、P1、P2、P3 を用いてタイプ毎の係数 C を求める。

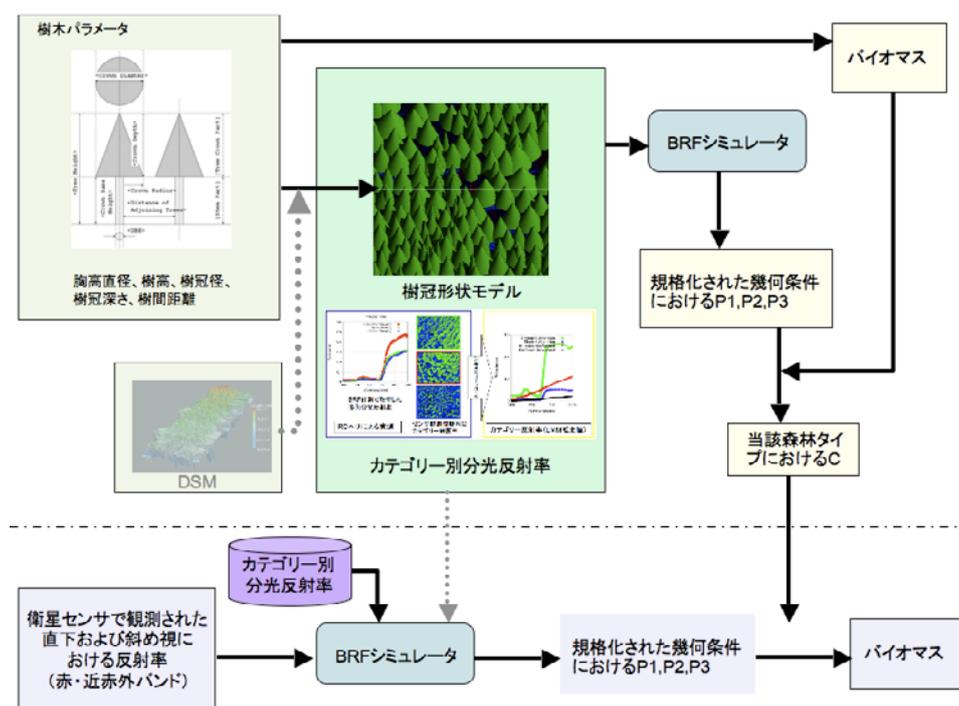


図 1.1.4.1.4.-2. バイオマス推定のスキーム

1.1.4.1.5. バイオマス推定アルゴリズムの衛星でデータ (MODIS) への適用

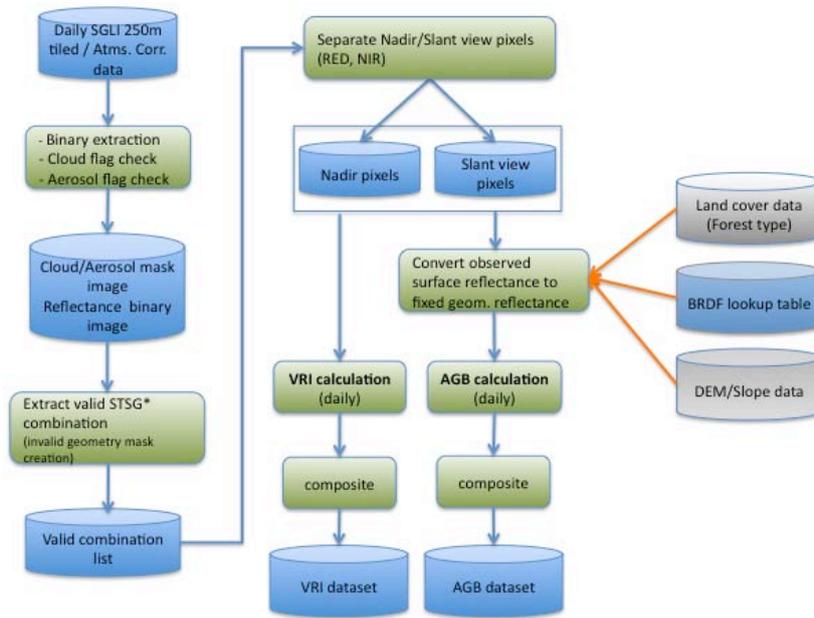


図 1.1.4.1.5.-1. AGB, VRI プロセスフロー

バイオマス推定アルゴリズムでは、対応する地上位置における直下視および斜め視のピクセルを同時に用いる。したがって直下視および斜め視のピクセルを抽出する過程までは、昨年度報告した VRI (Vegetation Roughness Index) と処理が共通化できる。JAXA が計画している GCOM-C/SGLI では Along track 方向に直下視、斜め視ピクセルデータが取得できるため、クラウド/エアロゾルスクリーニングを行った場合に使用できるピクセルは観測対象地域の気象条件がよければ空間的に連続した状態で見られる可能性が高いが、MODIS の場合は異なる観測パスのデータを用いるため、スクリーニング後のピクセル数が空間的に連続する可能性が極めて低く、使用可能なピクセル数も非常に少ない。

そのため MODIS データを用いる現バージョンでは最低 3 ヶ月分の daily 反射率プロダクト (MOD09GA daily もしくは MYD009GA daily) を用いる。

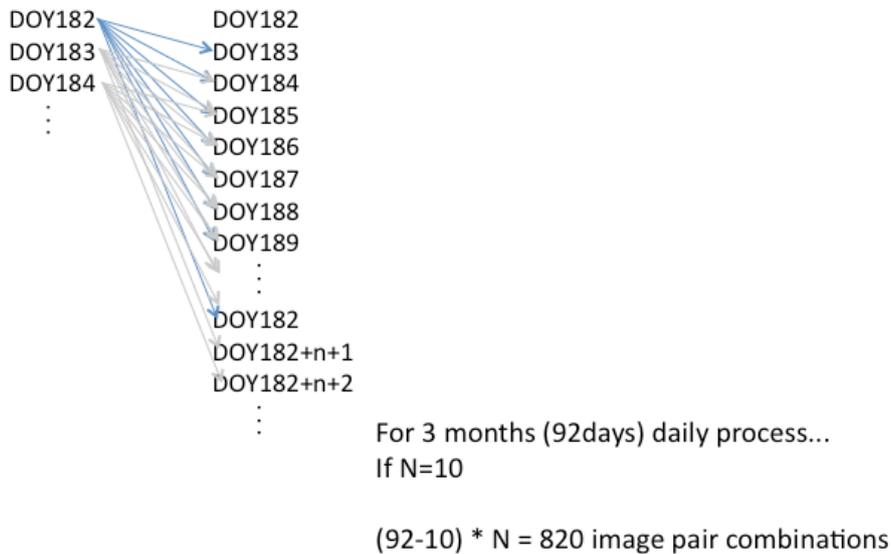


図 1.1.4.1.5.-2. 直下視・斜め視のピクセルコンビネーション探索

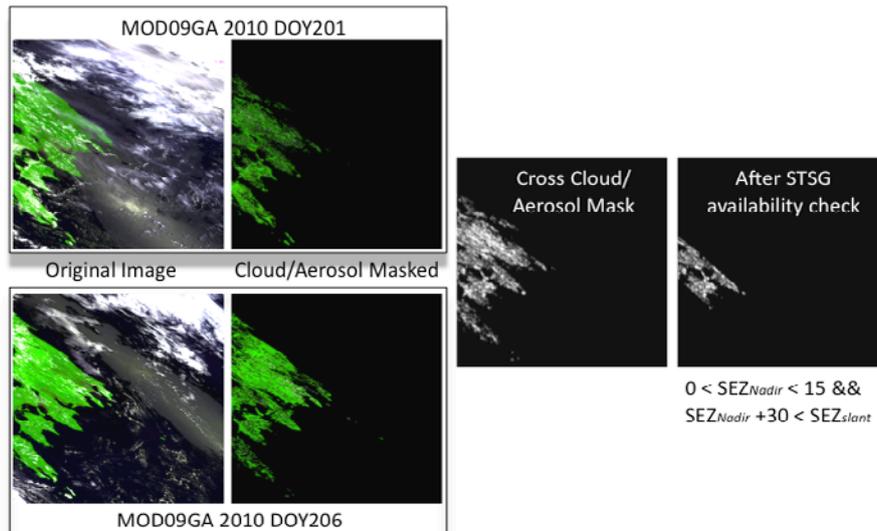


図 1.1.4.1.5.-3. 2010 年 DOY201 と DOY206 のコンビネーションで有効な画素（最右の図）

最初に、すべての Daily データに対してクラウド／エアロゾルスクリーニングを行う。MxD09GA の QA フラグを参照し、雲フラグのあるピクセル、エアロゾルマスクが normal より悪いピクセルはすべて除去する。

クラウド／エアロゾルスクリーニング後の反射率データ（可視・近赤外チャンネル）の取得センサ観測角は n 日後の同一ピクセルの取得センサ観測角と比較され、直下視（± 15deg を直下観測とする）と斜め視（直下視のセンサ天頂角 +30deg 以上のセンサ角）のコンビネーションとなるピクセルのみを取り出す処理を行う（図 1.1.4.1.5.-2、図 1.1.4.1.5.-3 参照）。

現状、3ヶ月分の処理を行っても空間的に穴のない画像は得ることができない。しかしこれは SGLI のような Along Track の斜め視を行う衛星観測データが利用可能になれば解決すると考えられる。

センサ角の有効コンビネーションピクセルが取得できた後は、2セットの赤・近赤外反射率を用いて VRI の計算および AGB 推定プロセスが daily ベースで行われる。Daily の処理結果を最終的に3ヶ月分コンポジットしてバイオマス推定結果とする。

また、現時点でインプリメントしていないが、AGB 推定においては Forest type を判断する補助データとして土地被覆分布データおよび DEM データ、SI および VRI を使用する予定である。

1.1.4.1.1. ～ 1.1.4.1.4. で述べたとおり、バイオマス推定では固定ジオメトリにおける P1、P2、P3 を求める必要がある。そのため、衛星観測データの赤・近赤外チャンネル反射率から BiRS を用いて固定ジオメトリにおけるそれぞれの反射率を推定する必要がある。

BiRS は BRF モデルとして Liner Mixture Model (LMM) を用いる。すなわち、センサが観測する BRF は以下の式で示されると仮定している。

$$BRF_{\lambda}(\theta_s, \varphi_s, \theta_o, \varphi_o) = \sum_{i=1}^n CR_i(\theta_s, \varphi_s, \theta_o, \varphi_o) \times RF_{\lambda,i}$$

$\theta_s$  : Solar Zenith Angle

$\varphi_s$  : Solar Azimuth Angle

$\theta_o$  : Sensor Zenith Angle

$\varphi_o$  : Sensor Azimuth Angle

CR : Cover Ratio

RF : Reflectance

$\lambda$  : Wave length

i : Category Number

BiRS は樹冠形状モデルを含む森林構造モデル部とレイトレーシングによってカテゴリー面積比を計算

し、カテゴリー反射率から BRF を計算する反射率シミュレータ部からなる。衛星センサの赤・近赤外のデータのみから固定ジオメトリにおける反射率を得るためには、樹種ごとに多様なジオメトリにおける反射率の Lookup Table を作成しておく必要がある。

現行アルゴリズムでは、森林構造モデルは任意の平均樹間距離、平均樹高から樹木位置、平均樹冠径、平均樹冠深さ、平均胸高直径を決定し、それぞれが正規分布をなすような（樹木位置については等間隔グリッド位置からのずれが正規分布をなすように）仮想森林を生成する。ここで生成された森林に対して、任意の STSG によるカテゴリー面積比をレイトレーシングによって求め、カテゴリー反射率を与えて BRF を得る。

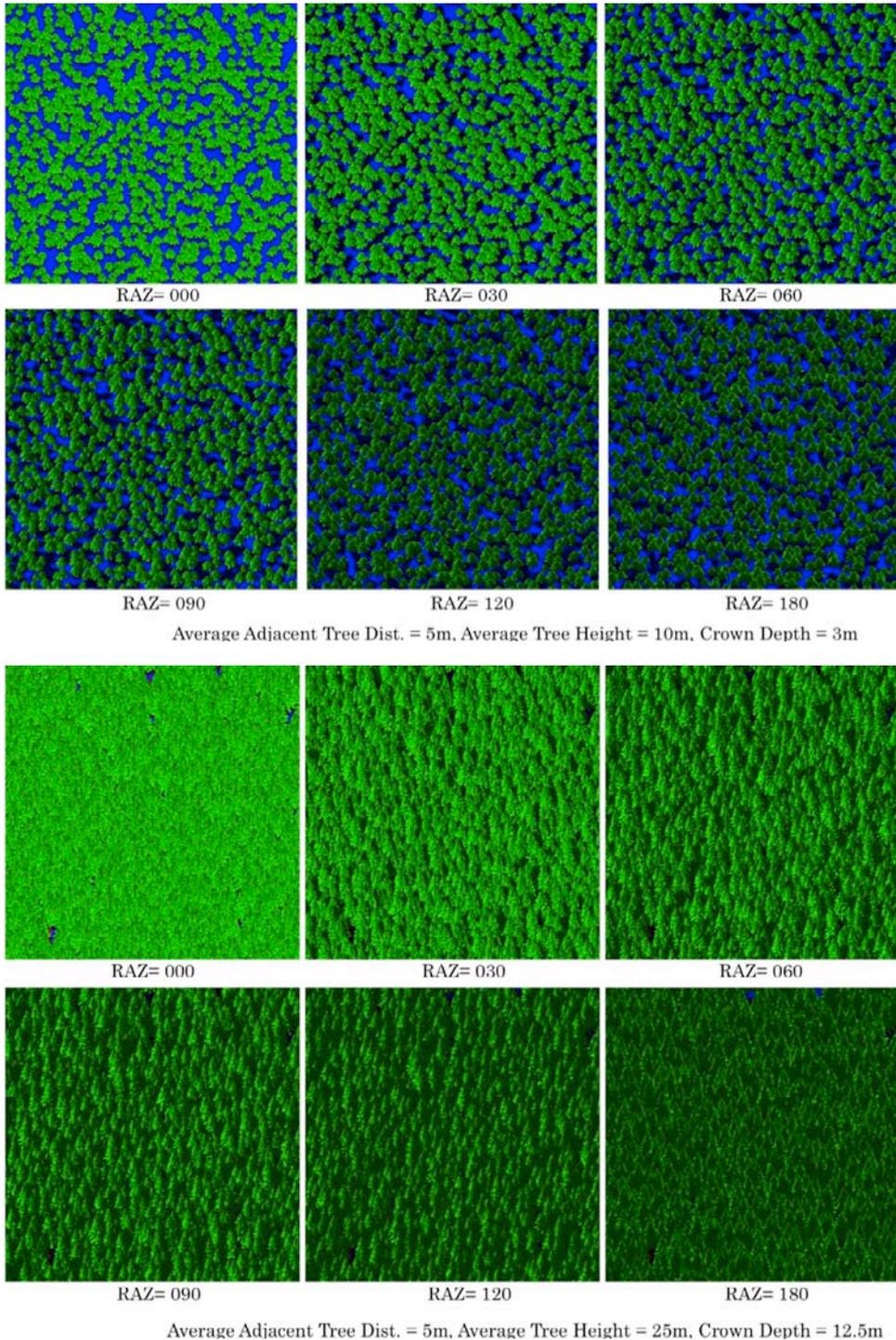


図 1.1.4.1.5.-4. 異なる樹高におけるレイトレーシング結果の例

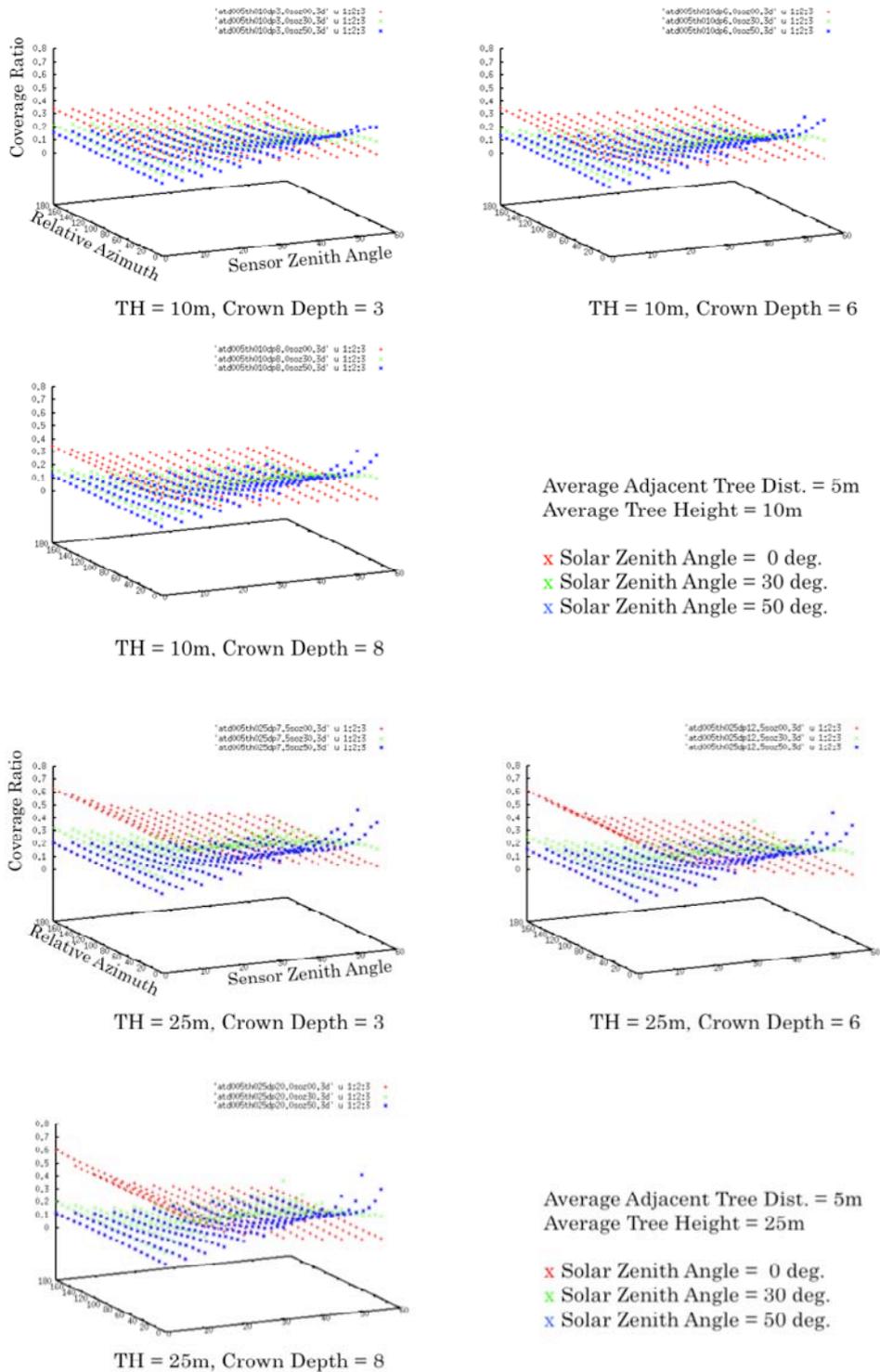
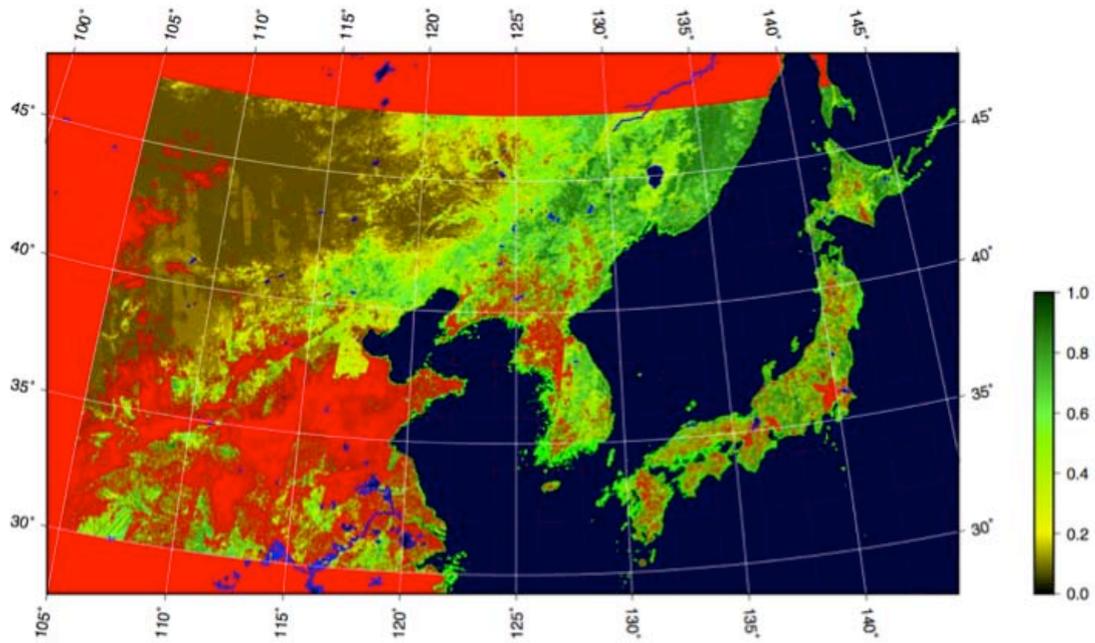


図 1.1.4.1.5-5. 異なる樹高、樹冠深さにおける日向樹冠の面積比変化の例

現時点では、平均樹間距離 3 m、5 m、10m、15m（ただし、樹木はグリッド上には配置されないため仮想森林の平均樹幹距離は少し異なった値となる）および平均樹高 5 m、10m、15m、20m、25m、30m の針葉樹タイプ樹冠形状モデルを用い、

- Sensor Zenith Angle            0, 5, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 deg
- Solar Zenith Angle            0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 deg



Red color indicates invalid STSG/reflectance combination found or nadir NDVI < 0 pixel  
 Used data: MOD09GA(Terra), MYD09GA(Aqua) 7/1 to 9/30 (92 days maximum composite)  
 8 tiles: h25v04, h26v04, h26v05, h27v04, h27v05, h28v04, h28v05, h29v05

図 1.1.4.1.5.-6. AGB 算出結果 (バイオマス値を 0 - 1 に正規化したもの)

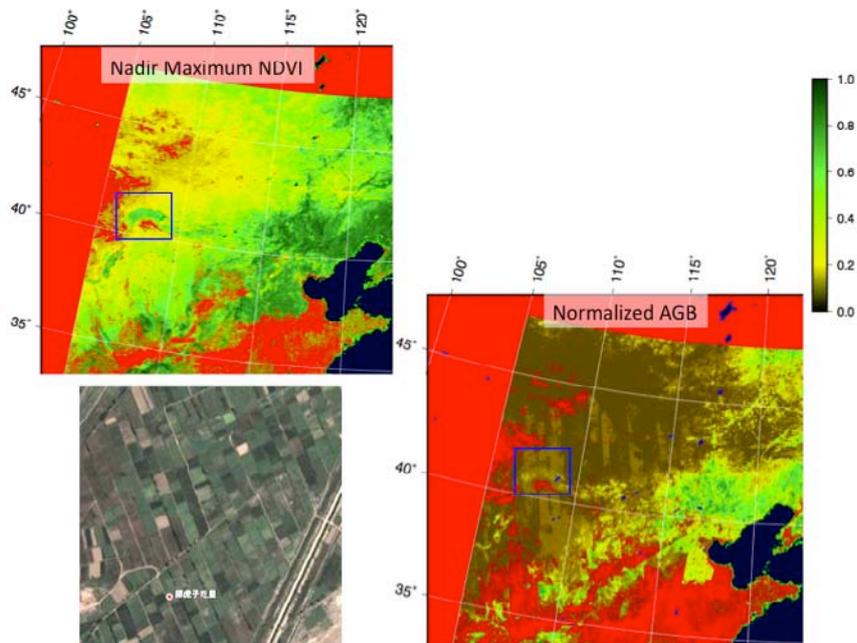


図 1.1.4.1.5.-7. NDVI と AGB の比較 (左下の写真は青の矩形領域の GoogleMap (一部): 耕作地であることがわかる)

- Relative Azimuth Angle 10 deg から 180 deg まで 10 deg 刻み
- Crown Depth 樹高の 10%, 25%, 50%, 75%

の条件におけるカテゴリ面積比 Lookup Table を作成している。図 1.1.4.1.5.-4. に lookup Table 作成の中間過程として生成された、カテゴリ面積比計算に用いたレイトレーシング画像例を示す。

また、図 1.1.4.1.5.- 5 には日向樹冠の視野内被覆率の Sensor Zenith Angle, Relative Azimuth Angle,

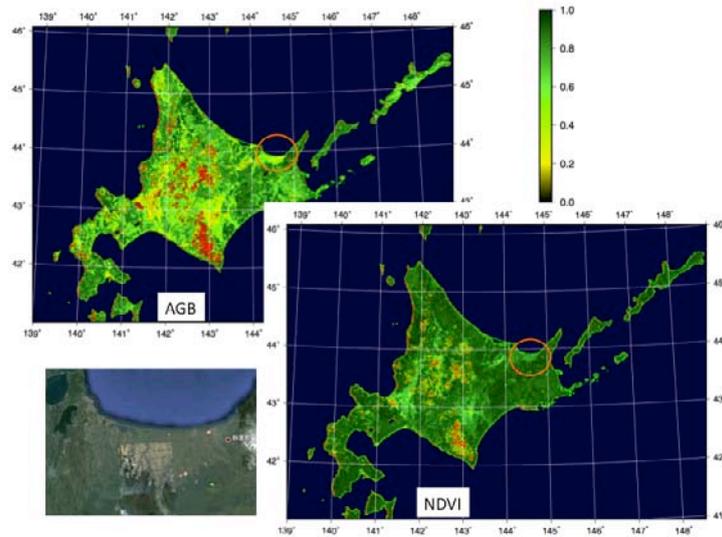


図 1.1.4.1.5.-8. NDVI と AGB の比較（左下の写真はオレンジ色の楕円で囲んだ領域の GoogleMap：耕作地であることがわかる）

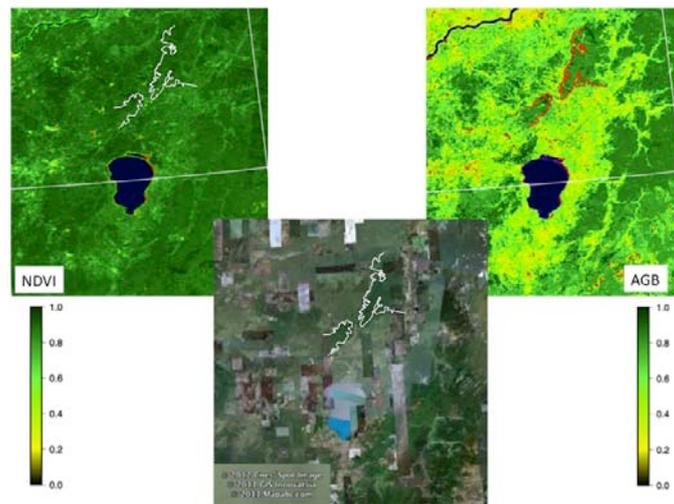


図 1.1.4.1.5.-9. NDVI と AGB の比較（AGB では森林と耕作地が明瞭に区別できる）

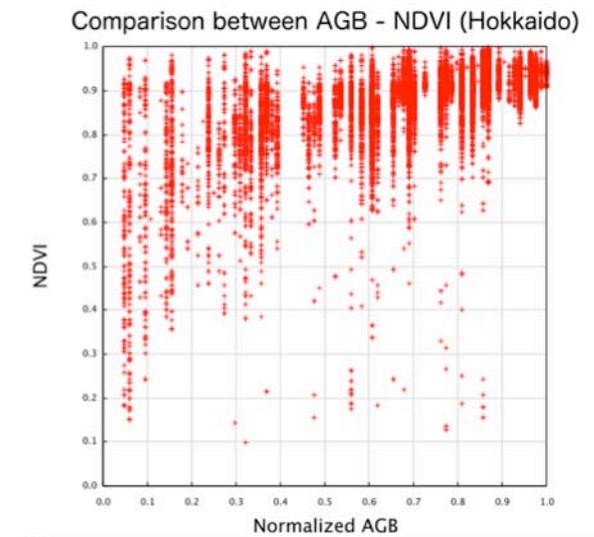


図 1.1.4.1.5.-10. 図 1.1.4.1.5.-8. の領域における NDVI と正規化した AGB の比較

による変化の例を示す。ここでは図 1.1.4.1.5.-4. の条件および異なる樹冠深さによる違いを示している。

地上観測データに基づくカテゴリー反射率と上で記述した Lookup Table を用いて MODIS 観測データを固定 STSG (Sensor Zenith Angle = 0 deg : Nader, 45deg : Slant, Solar Zenith Angle = 30 deg) に変換し、P1、P2、P3 を得る。

図 1.1.4.1.5.-6. から図 1.1.4.1.5.-9. に MODIS データを用いた 2010 年 7、8、9 月における東アジアの処理結果を示す。

図 1.1.4.1.5.-6. から図 1.1.4.1.5.-9. に示した結果から分かるように、NDVI 地は草原や耕作地においても、夏季には非常に高い値を示しているのに対し、AGB は耕作地では小さな値となる。これは 2 方向観測データを用いた AGB 推定アルゴリズムが正常に機能していることを示している。

図 1.1.4.1.5.-10. は図 1.1.4.1.5.-8. に示した北海道エリアで NDVI 値と正規化した AGB を比較した散布図である。同一の NDVI 値が異なる AGB 値に対応していることが読み取れ、NDVI を用いたバイオマス推定を広域で行うことが困難なことを示している。

このように、本年度はバイオマス推定アルゴリズムを実際に衛星データへ適用し、妥当な結果を得ることができた。ただし、現在のアルゴリズムではまだ斜面効果についての対処をおこなっていないため、急峻な地形の山岳地帯では正しい値が得られていない。この件については来年度以降の課題となる。

## 1.1.4.2. カゲ指数 (SI ; Shadow Index) アルゴリズムの開発と検証 (本多嘉明、梶原康司、小野朗子)

### 1.1.4.2.1. 目的

生態系の変化や森林破壊、沙漠化などの、地球規模の変動を把握するためには、植物の生産量と生育・活性状況の量と質の、両面の見積もりと算定が必要である。本研究では、植物の生産量と質を見積もるために重要な位置づけとなる新しい植生指数、「カゲ指数 SI」のアルゴリズムの開発と検証を行い、陸圏衛星プロダクトの高精度化に寄与することを目的としている。

### 1.1.4.2.2. 研究実施内容

地上計測データやラジオコントロールヘリコプターで観測したデータを用いて行った基礎研究から得られた知見を人工衛星データに適用し、GCOM-C1/SGLI の陸圏プロダクトである「カゲ指数 SI」のアルゴリズム開発を行った。この開発研究には、主として SGLI とほぼ同等の性能を持ったセンサである MODIS の観測データを代替として用いている。地球の環境変動はグローバルに、かつ長期的に把握することが重要であるが、長期変動を追うためには、異なった人工衛星センサを複合利用して解析する必要性が生じている。そのため、適用する指数は人工衛星センサに特化されることなく、汎用性のあるものが望まれる。そこで 2010 年度は地上計測データとラジオコントロールヘリコプターを用い、カゲ指数の有用性と汎用性を調べた。その結果、カゲ指数は、広く用いられている正規化植生指数 NDVI では判別の難しい植生の樹種の違い、樹冠の構造・形状、樹冠・林冠のギャップなどの識別に有用で、いずれの人工衛星データにも適用可能な、汎用性の高い植生指数であることがわかってきた。そこで今年度は、現状のプロダクト精度を把握するとともに、アルゴリズムの改良・改善点の検討を行うため、利用した観測データを用いた解析を中心に研究を進めた。

### 1.1.4.2.3. SI アルゴリズム成果報告

まず、Terra/MODIS データ (0.05 Deg.) を用いて、全球のカゲ指数 SI (Shadow Index) を算出した。求めたカゲ指数 SI の 2004 年の平均値を図 1.1.4.2.3.-1. (a) に示す。また、MODIS の土地被覆分類プロダクト (MOD12) の結果を図 1.1.4.2.3.-1. (b) に示す。これらの結果を見ると、カゲ指数 SI は森林

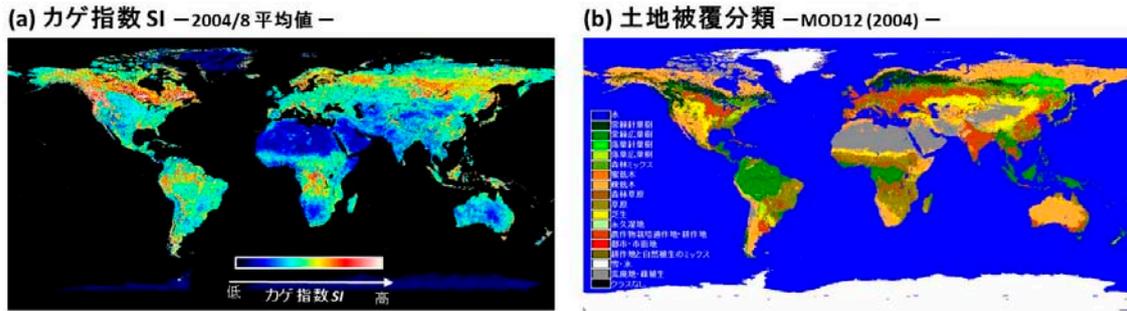


図 1.1.4.2.3-1. (a) 2004/1-12 の Terra/MODIS データから算出した地球全体のカゲ指数 SI (Shadow Index)。 (b) Terra/MODIS データから作成された地球全体の土地被覆分類。

域では広葉樹よりも針葉樹の方が値は高く、疎植生、疎低木域では低い値を示し、カゲの量の違いが樹冠構造・形状の違いをよく捉えている。

次に、2011 年の Terra/MODIS データを用い、全球のカゲ指数 SI と正規化植生指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) を算出した。図 1.1.4.2.3-2. に 2011 年の (a) カゲ指数 SI と (b) 正規化植生指数 NDVI の 1 年間の平均値と各月の平均値を示す。図 1.1.4.2.3-2. の結果から、カゲ指数 SI と NDVI が季節 (月) 毎に分布、強度が異なっていることがわかる。概ね NDVI が高い領域はカゲ指数 SI も高い値を示すが、NDVI に較べカゲ指数 SI は高い値の広がり小さい。

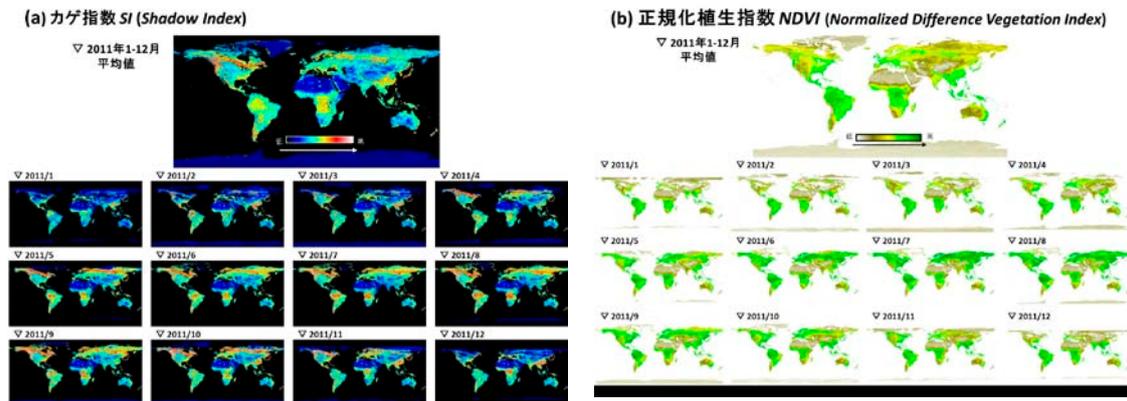
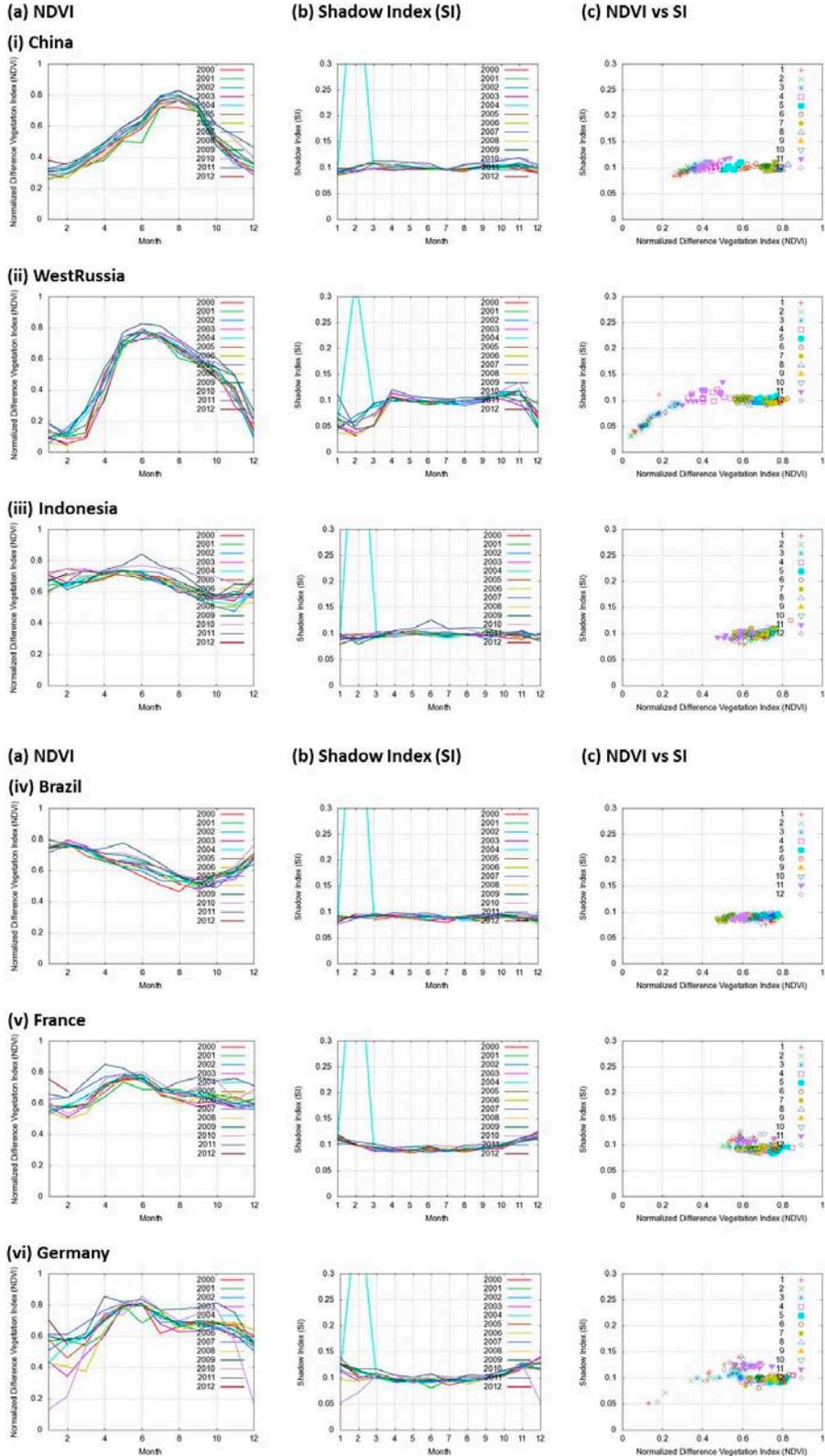


図 1.1.4.2.3-2. Terra/MODIS データから算出した 2011 年 1 - 12 月の地球全体の (a) カゲ指数 SI (Shadow Index)、(b) 正規化植生指数 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) の 1 年間の平均値と各月の平均値。

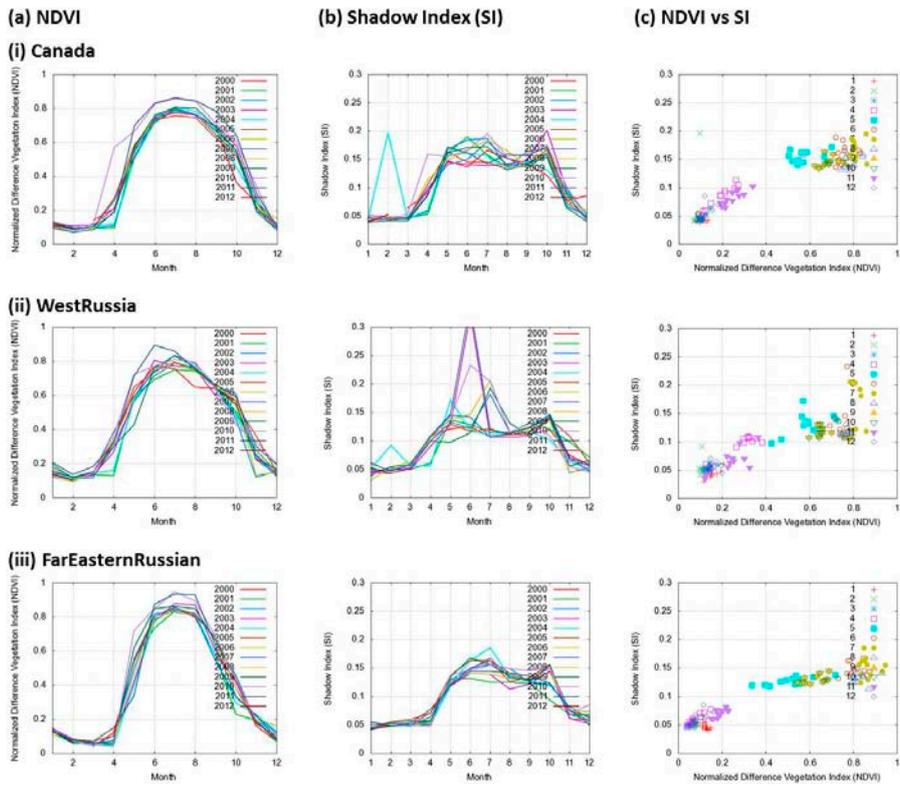
正規化植生指数 NDVI は光合成有効放射吸収率 fAPAR (the fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation) や植生被覆率 (緑被率) のような二次元の植物パラメータの算出に有用であるが、植生の樹種分類、生育・活性状況の把握に対する効力が弱い。一方、カゲ指数 SI は樹冠構造・形状の違い、樹冠・林冠のギャップを把握するのに役立つ植生指数である。NDVI とカゲ指数 SI の違いをより明確にするため、植生の樹種別に両指数の時系列変化を調べた。図 1.1.4.2.3-1. (b) の土地被覆分類プロダクト (MOD 12) の結果をもとに、国別に穀物栽培地 (cropland)、落葉針葉樹 (Deciduous Needleleaf)、常緑針葉樹 (Evergreen Needleleaf)、落葉広葉樹 (Deciduous Broadleaf)、常緑広葉樹 (Evergreen Broadleaf) に分類された領域について、NDVI とカゲ指数 SI を算出した。結果の一例を図 1.1.4.2.3-3. に示す。

正規化植生指数 NDVI は常緑広葉樹で季節変動が小さいが、他の森林分類領域ではほぼ同じ変動値(幅)、同じ形の季節変動パターンを示しており、樹種ごとの違いがみられない。このことより NDVI を利用した樹種分類は難しい。穀物栽培地では、国ごとにピークの季節(時期)が異なり、穀物の生長時期や収穫時期の違いを NDVI がよく捉えていると考えられる。一方、カゲ指数 SI は穀物栽培地で年間を通して値が小さく、季節変動も小さい。森林領域では、広葉樹、針葉樹の順に、年間のカゲ指数 SI の値、季

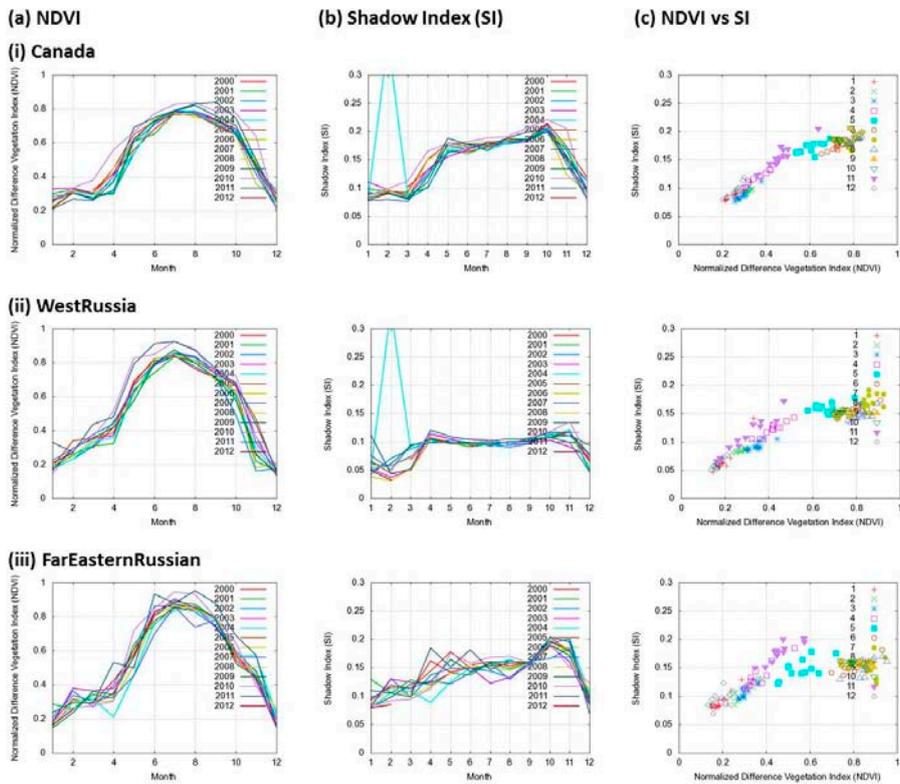
(1) Cropland



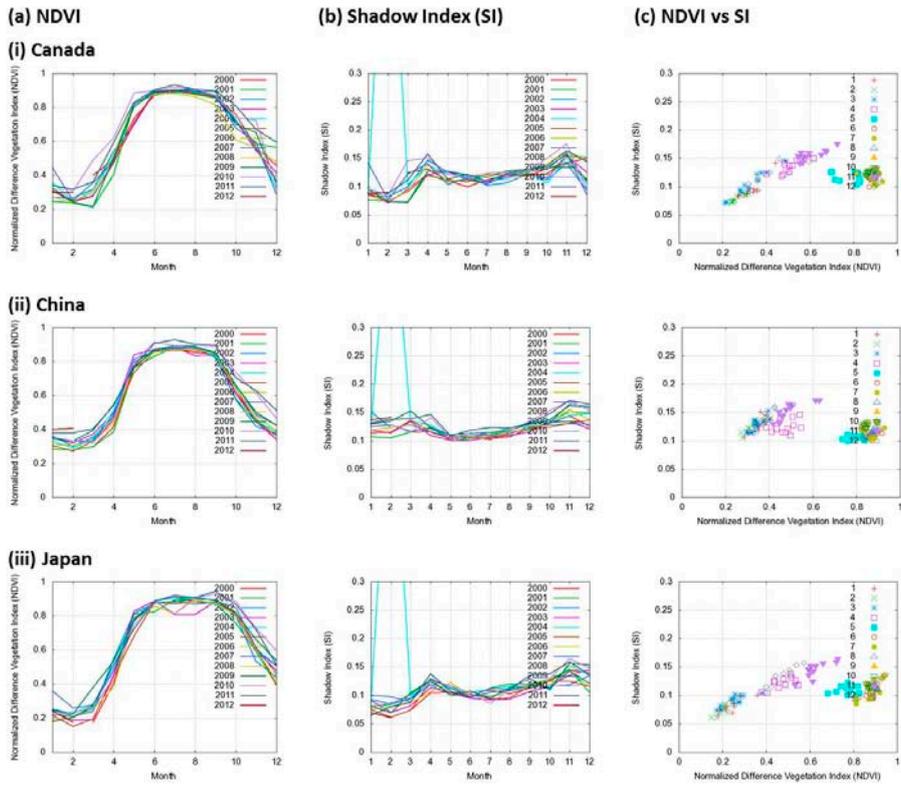
(2) Deciduous Needleleaf



(3) Evergreen Needleleaf



(4) Deciduous Broadleaf



(5) Evergreen Broadleaf

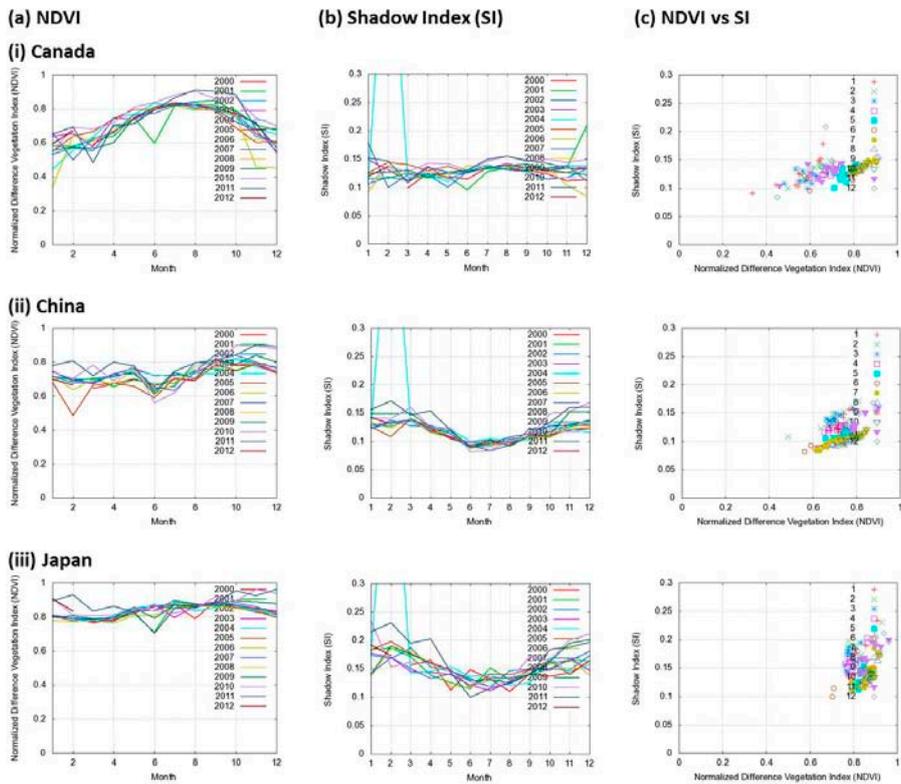


図 1.1.4.2.3.-3. (a) 正規化植生指数 NDVI と (b) カゲ指数 SI の時系列変化。  
(c) 正規化植生指数 NDV とカゲ指数 SI の散布図。

節変動の値が大きくなる。また、落葉樹のカゲ指数 SI は常緑樹に較べ季節変動が大きく、季節ごとに変わる植物の樹冠・林冠のギャップの変化によって生じた樹冠構造・形状の変化を、また年毎のカゲ指数 SI の値の変化は生産量の違いをよく表していることがわかる。このように、正規化植生指数 NDVI は植生被覆率（緑被率）のような植生の二次元情報を掴むのに有用であるのに対し、カゲ指数 SI は樹冠・林冠の構造、形状といった植生の三次元情報を把握するのに役立つ植生指数である。よって、NDVI とカゲ指数 SI を組み合わせることで樹種分類、生育・活性状況の把握、植生のバイオマス量の見積もり精度を数段向上させることができると期待される。

これまで主に直下観測データのみを用いてカゲ指数 SI のアルゴリズム開発を行ってきたが、多方向観測データを利用すればカゲ指数の精度は向上すると考えられる。観測角度の異なる観測データについて解析処理を行い、観測角度が算出されるカゲ指数 SI に与える効果について調べた。

図 1.1.4.2.3-4. に二方向反射特性 BRF 観測で取得された多方向の分光反射率観測データから算出したカゲ指数 SI、正規化植生指数 NDVI を示す。直下視観測データに較べて、前方視観測データはカゲの被覆率が少なく、後方視観測データはカゲ被覆率が高くなると予想される。実際に観測したデータから算出した鉛直面（principal plane）のカゲ指数 SI は全般的に、前方視（プラス（+）角度）の値は低めで直下視観測と同じ、または小さい値を示している。一方、後方視（マイナス（-）角度）では値が増加している。また、植生被覆率（緑被率）、樹冠構造・形状の違いによって、カゲ指数 SI の変動量の大きさに違いがある。一方、正規化植生指数 NDVI は観測角度が変わっても値の変動量は小さい。

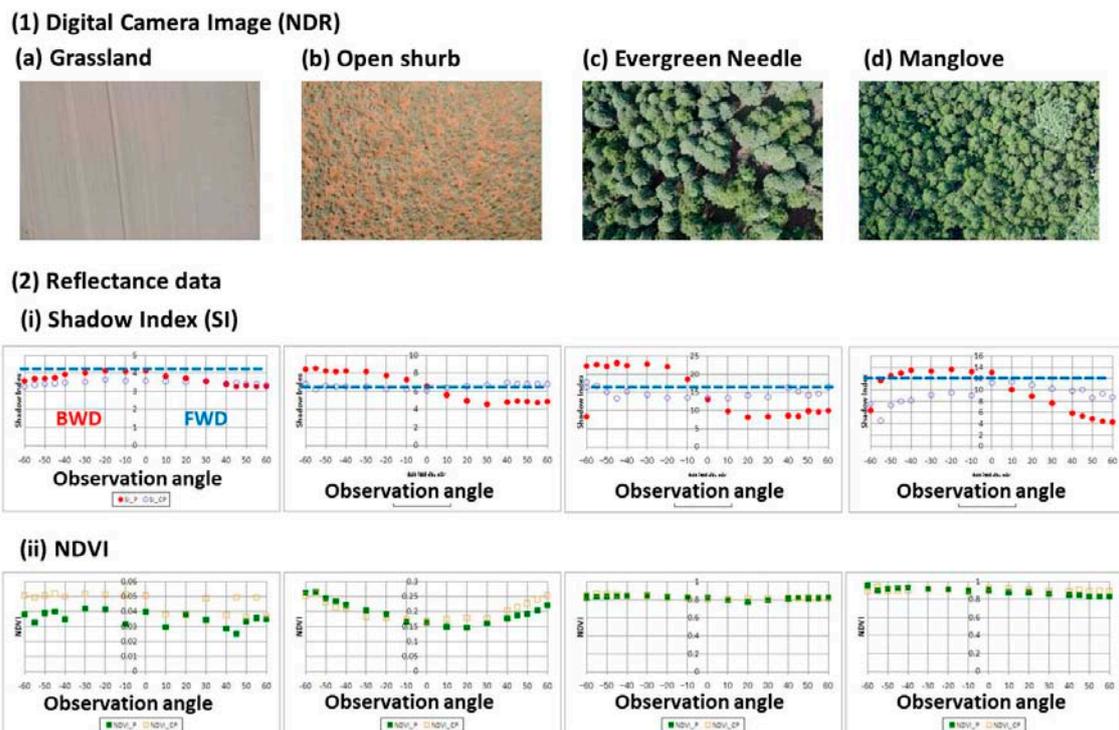


図 1.1.4.2.3-4. ラジオコントロールヘリコプターを利用して二方向反射特性 BRF 観測で取得した多方向分光反射率データから算出したカゲ指数 SI (Shadow Index)、NDVI の結果。プラス（+）角度方向が前方視、マイナス（-）角度方向が後方視、0 度が直下視観測を表す。P は鉛直面（principal plane）観測、CP は直交鉛直面（cross principal plane）観測データ。

図 1.1.4.2.3-5. に広葉樹、針葉樹、牧草地、土壌領域の分光反射率データから算出した直下視（0 度）と前方視（+ 45 度）、直下視（0 度）と後方視（- 45 度）のカゲ指数 SI の散布図を示す。土壌域は植生域に比

べ、カゲ指数 SI の値が小さく、観測角度の影響も小さい。植生域は、牧草地、広葉樹、針葉樹の順にカゲ指数 SI の値が大きくなり、また、観測角度の影響は広葉樹では小さいが、牧草地、針葉樹で大きくなる。牧草地は草丈の違いより疎密度、植生被覆率（緑被率）の違い、針葉樹は樹高と粗密度の両者の違いが観測角度によって見え方が異なるカゲの量、つまりカゲ指数（カゲ被覆率）の値に大きく影響していると考えられる。

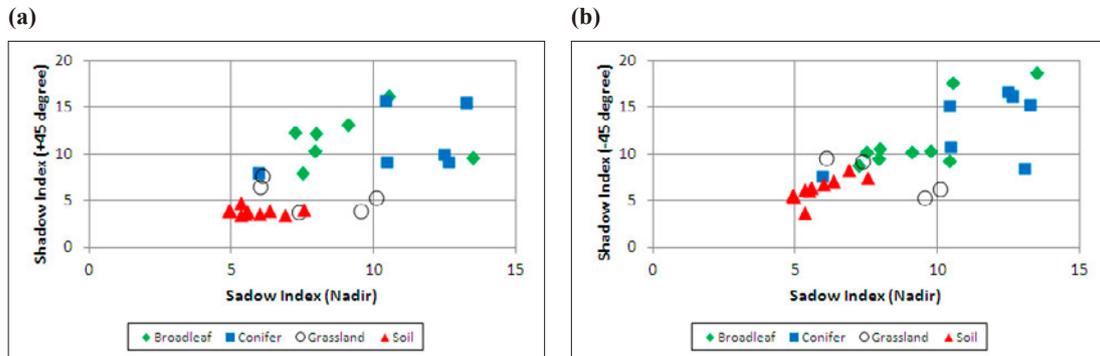


図 1.1.4.2.3-5. ラジオコントロールヘリコプターを利用して二方向反射特性 BRF 観測で取得した多方向分光反射率データから算出したカゲ指数 SI (Shadow Index) の結果。(a) 直下視 (0 度) と前方視 (+45 度)、(b) 直下視 (0 度) と後方視 (-45 度) の三方向の分光反射率観測データから算出したカゲ指数 SI の散布図。

#### 1.1.4.2.4. SI のまとめ

今年度は、人工衛星データを主として用い、カゲ指数 SI の確からしさと精度の検討を行った。その結果、カゲ指数 SI は広く用いられている正規化植生指数 NDVI では判別の難しい植生の樹種の違い、樹冠の構造・形状、樹冠・林冠のギャップなどの識別に有用な植生指数であることがわかった。また、プロダクトの精度向上を目指したアルゴリズムの改良・改善を行うために、多方向観測データからカゲ指数 SI を算出し、カゲ指数と観測角度の関係について調べた。鉛直面 (principal plane) の観測データから算出したカゲ指数 SI は、前方視 (プラス (+) 角度方向) 観測で値が小さく、後方視 (プラス (-) 角度方向) では視角が遠方に及ぶほど値が増加する。しかし、この変動量は植生被覆率 (緑被率)、樹冠構造・形状によって大きさや変動する観測角度範囲が異なる。

## 1.2. 情報統合プログラム（プログラム2）

### [概要]

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

情報統合プログラムの短期および中期達成目標は以下の通りである。

### [短期および中期の達成目標]

#### 《短期目標》（2－3年）

- ・静止気象衛星の全球での10年以上のデータセットの整備、校正、高次化を行い、それらのデータを公開する（VL）。
- ・静止気象衛星データを中心として、特に鉛直方向の計測・リトリバルが可能な衛星データによる複合解析を実施し、大気のシームレスモニタリングを試行する。
- ・陸域ではグローバル樹木被覆率データセット、土地被覆データセット等、他の陸域環境研究に有益なデータセット作成を継続する。
- ・地理空間データ蓄積共有システム CEReS Gaia の基本システムを構築する。

#### 《中期目標》（6年）

- ・地球観測衛星データ、とくに主要な地球観測衛星データの集積、校正、高度化を実施し、大気圏のシームレスモニタリングの長期化（気候解析）を実現する。
- ・シームレスモニタリングで得られた知見を陸域プロダクト生成前段階（データ校正、大気補正等）にフィードバックし、大気圏研究と陸域研究の相互連携を強化する。
- ・地表環境に関連する世界の研究者が効率的に地理空間データを蓄積・共有するシステム CEReS Gaia を国際的に運用する。
- ・情報統合プログラム、あるいは他のプログラム、共同利用・共同研究で得られたデータを公開し、統合環境情報拠点の一つの完成形を目指す。

### **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.

#### <Short term targets> (2-3 years)

- ・ Archiving global data of geo-stationary meteorological satellites for more than 10 years, with validation, high-level analysis, and data publication.

- Feasibility study for the seamless monitoring of the atmosphere by means of comprehensive analysis of satellite data that enables the profile retrieval of atmospheric parameters.
- Production of advanced and highly precise datasets for global tree coverage and land coverage.
- Development of a basic geoinformation system, “CEReS Gaia”, for efficient data accumulation and sharing.

<Middle term targets> (6 years)

Long-term climatology analysis is implemented by means of the seamless monitoring over more than 20 years, leading to the synergy of land and atmospheric studies and realization of the information center for the earth environment.

- Long-term seamless monitoring of the atmosphere is employed for climatology study, through the high-level analysis of various earth-observing satellites, especially geo-synchronous meteorological satellites.
- Invigorating the atmospheric and land-surface studies through the feedback of the knowledge from the seamless monitoring to the data pre-processing such as calibration and atmospheric correction prior to the land-coverage analysis.
- The final goal of this program is the formation of the information center for the earth environment by disseminating the data obtained from this program and other CEReS programs. The international geospatial data sharing system, “CEReS Gaia”, will promote terrestrial environmental research by integrating existing data and research products through mutual comparison activities.

[研究内容と平成 23 年度の成果]

1.2.1.1. 地表環境研究のための地理空間データ蓄積共有システム CEReS Gaia の開発（建石隆太郎、近藤昭彦 [P3]、ヨサファット・T・S・スマンティヨ [P1]）

本研究は科学研究費補助金・基盤研究S「地表環境の総理解を目指した地理空間データ蓄積共有システムの構築」2010 - 2014 年度（課題番号：22220011）の助成を受けたものである。2011 年度は 5 年プロジェクトの 2 年目にあたり、開発システム CEReS Gaia の初期バージョンがほぼ完成し 2012 年 8 月にシステム公開を予定している（図 1.2.1.1-1. 参照）。開発したシステムは次のような特徴を持っている。

- a) クラスタ型複数のサーバーシステム
- b) 国際的なサーバーの拡張性
- c) オープンソースによるシステムソフト提供
- d) 誰でもユーザー登録なしにアクセス可能
- e) ユーザー登録することによりデータのアップロードが可能
- f) 多言語機能（初期は英語のみ）
- g) 蓄積公開できるデータ：衛星データ、主題図データ、数値化地図データ、地上観測データ、地上調査写真、地理座標にリンクした文献
- h) 地理的位置、キーワードなど複数条件による検索
- i) データ共有の範囲の選択が可能：不特定多数へのデータ公開あるいはユーザーグループ内でのみのデータ共有
- j) ユーザー所有データとシステム内データの重ね合わせ表示
- k) 3 種類のラスターデータの連続的な重ね合わせ表示

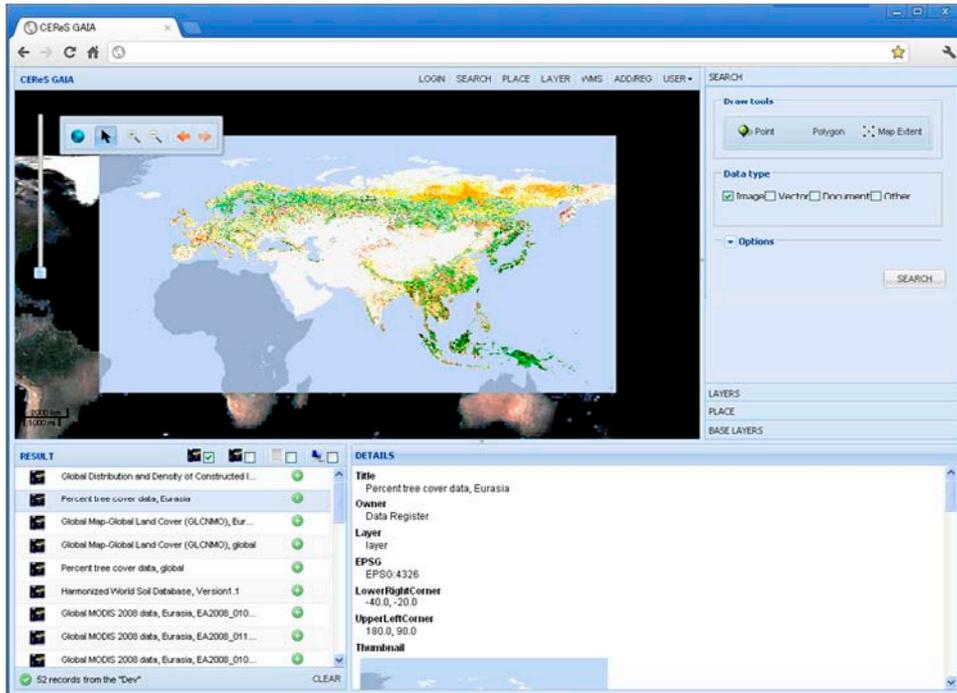
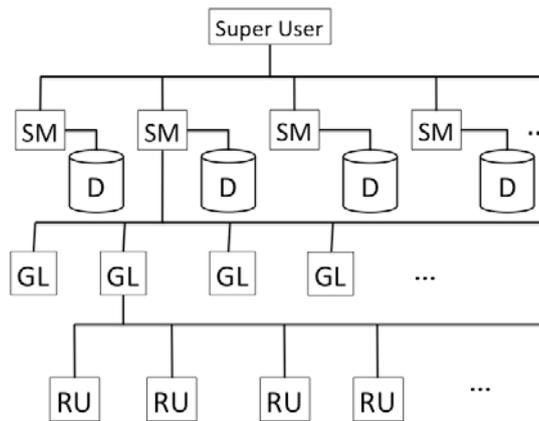


図 1.2.1.1-1. 開発中のシステム CEReS Gaia



SM: System manager システムマネジャー      RU: Registered user 登録ユーザー  
 GL: Group leader グループリーダー              D: Database データベース

図 1.2.1.1-2. CEReS Gaia ユーザーの体系

本システムは、図 1.2.1.1-2. に示すように、スーパーユーザー、システムマネジャー、グループリーダー、登録ユーザー、未登録ユーザーの5タイプに分けられる。システムマネジャーはデータを蓄積するサーバーを管理する。グループリーダーは、ある共通の関心を持ったユーザーの代表者で、グループ間のデータ共有が可能となる。ある個人は複数のグループに属することが可能である。

未登録の一般ユーザーは自由にシステム内のデータを表示および（許可されたデータのみ）ダウンロードすることができる。登録ユーザーはデータをシステムにアップロードし、データをグループ内共有あるいは一般公開することができる。

#### 1.2.1.2. グローバル土地被覆データセットの作成（建石隆太郎、Nguyen Thanh Hoan）

本研究は 2002 年から参加した地球地図プロジェクトの一部であり、建石研究室ではグローバル土地被

覆データセット、グローバル樹木被覆率データセットの作成を担当している。2011年度はMODIS データを用いた第2版（GLCNMO2）の作成に取り組んだ。マッピングは大陸単位で行い、年度末までにユーラシア大陸の土地被覆データを完成させた（図 1.2.1.2-1. 参照）。使用したデータは2008年観測の500m、16-day compositeのMODIS データである。分類クラスはLand Cover Classification System（LCCS）により定義した20クラスでこの内14クラスは教師付き分類を適用した。トレーニングデータは第1版のトレーニングデータを改訂、追加し、ディシジョンツリー法と最尤法の結果を比較し、ディシジョンツリー法を適用した。残りの6クラスは第1版と同様にクラスごとにマッピングしたが、マッピング方法は改善された方法を用いた。

全球のデータは2013年に公開される予定である。

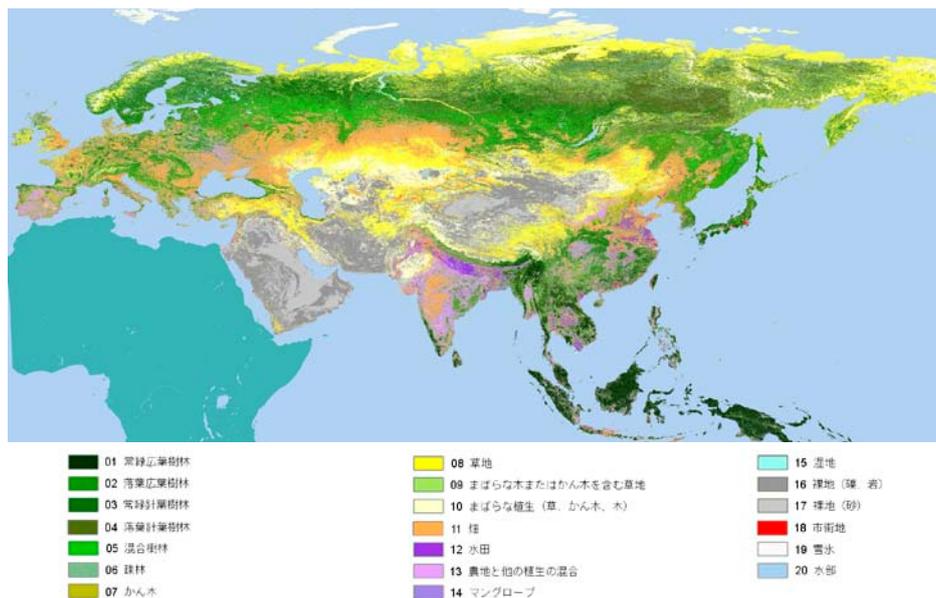


図 1.2.1.2-1. グローバル土地被覆 GLCNMO2 のユーラシア部分

#### 1.2.2.1. NOAA/AVHRR の整備および補正方法の確立（樋口篤志）

SPOT/VEGETATION 以前（1998）の全球植生モニタリングでは、NOAA/AVHRR が唯一の選択肢となる。Pathfinder AVHRR over Land（PAL）や Global Inventory Modeling and Mapping Studies（GIMMS）が有名であるが、NOAA 衛星の高度利用（データレスキューの側面も持つ）のためには、AVHRR 生データに立ち返ったデータ校正（幾何補正、ラジオメトリック補正 [センサ毎の絶対校正も含む]）、に加え、衛星軌道の遅れに基づく地表面双方向散乱補正を施したプロダクトの生成が必要である。昨年度より、NOAA/AVHRR GAC（Global Area Coverage）データの収集を一部開始し、センサ絶対校正、双方向散乱に関する基礎研究を継続している。本研究は科学研究費補助金基盤研究（C：代表）および基盤研究（A：分担）の支援を受けている。

#### 1.2.2.2. SALSA プロジェクトでの陸面境界条件の整備（樋口篤志）

平成 22 年度より文部科学省「気候変動適応戦略イニシアチブ」気候変動適応研究推進プログラム（RECCA）の採択課題である「大気環境物質のためのシームレス同化システムの構築とその応用（Project SALSA；代表 中島映至 東京大学大気海洋研究所 教授）」中での「都市緑化と土地利用計画」グループで関東地方での緑化計画、それらの大気モデルへの適応について、都市緑化の専門家および自治体研究者と共同で研究を進めている。本年度は JAXA が公開している 50m メッシュ土地被覆マップ

をベースとして、2パターンの緑化計画案を提示し、それらの結果を大気モデリンググループが利用し易い形態へ変更する処置を施し、都市緑化計画の温度場への影響について検討を行った。

### 1.2.3. JEM/SMILES データを用いた 2009/2010 年の北極成層圏オゾン破壊関連物質の解析 (齋藤尚子)

国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟に搭載された超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES; Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder) は、超伝導技術を搭載したこれまでにない高感度なセンサーであり、2009 年 11 月から 2010 年 4 月までの約半年間にわたり、成層圏および中間圏の大気微量成分を従来のセンサーと比べて十倍程度高い精度で観測した。今年度は、情報通信研究機構が提供する SMILES 研究プロダクト (L2r プロダクト) を用いて、2009/2010 年の北極成層圏のオゾン破壊関連物質と気温との関係を解析した。なお、本解析に利用した L2r のバージョンは V2.0.1 である。

まず、SMILES で観測された北緯 60 ~ 65° の気温データの解析から、1 月は高度 24 km の東経 30 度を中心とした領域で最も低温になっており、2 月はその低温領域が高度 20 km に下がっていたことがわかった。SMILES の気温データの信頼性を確認するために、対応する GEOS-5 (The Goddard Earth Observing System Model Version 5) の気温データと比較したところ、SMILES のバンド B から導出された気温は GEOS-5 の気温に対して明確なバイアスはなく、一方、SMILES のバンド A から導出された気温は 5 ~ 10 K 程度 GEOS-5 の気温データよりも高く導出されていることがわかった。

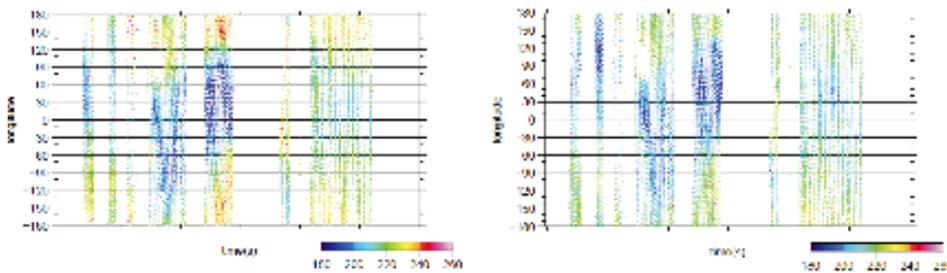


図 1.2.3-1. SMILES のバンド B から導出された気温の経度・時間断面図  
(左図：高度 23 - 24 km、右図：高度 19 - 20 km)

1 月初中旬の高度 24 km では、最も低温となっている領域で  $\text{HNO}_3$  濃度が少なくなっており、同じ領域で  $\text{HCl}$  濃度は減少し、 $\text{ClO}$  濃度は増加し、 $\text{O}_3$  濃度は減少していた。1 月下旬から 2 月の高度 20 km においても、同様の傾向が見られた。これらの領域では、低温条件下で  $\text{HNO}_3$  を主成分とする PSCs が形成され、PSCs 粒子上で不均一反応が起こっていたと考えられる。

さらに、気温と各微量成分との関係を詳細に調べるため、 $\text{NAT}$  飽和温度 ( $T_{\text{NAT}}$ ) を SMILES の  $\text{HNO}_3$  データを用いて計算した。その結果、気温が  $T_{\text{NAT}}$  以下になっているところで、 $\text{HNO}_3$  濃度が少なくなっており、 $\text{HCl}$  濃度、 $\text{ClO}$  濃度はそれぞれ急激に減少、増加していることがわかった。しかしながら、気温が  $T_{\text{NAT}}$  以上のところでも  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{ClO}$  濃度の増減が見られるデータがあった。これらについて詳細を解析するために、まず SMILES L2r の  $\text{HNO}_3$  のデータ質を他の独立なデータで検証する必要がある。

(\*なお、本研究は情報画像工学科橘友仁君の 2011 年度卒業研究の成果である)

#### 1.2.4.1. 航空機観測による単一散乱アルベドの推定と地上観測の比較検討 (高村民雄、Pradeep Khatri)

エアロゾルの放射効果は、その光学的厚さと吸収の程度を示す単一散乱アルベドで概ね決まる。現在気候影響評価で課題となっている吸収特性の精度評価について検討を行っている。エアロゾルパラメータは、東アジアを中心に展開されている SKYNET 観測網に設置されている sky radiometer (天空の放射輝

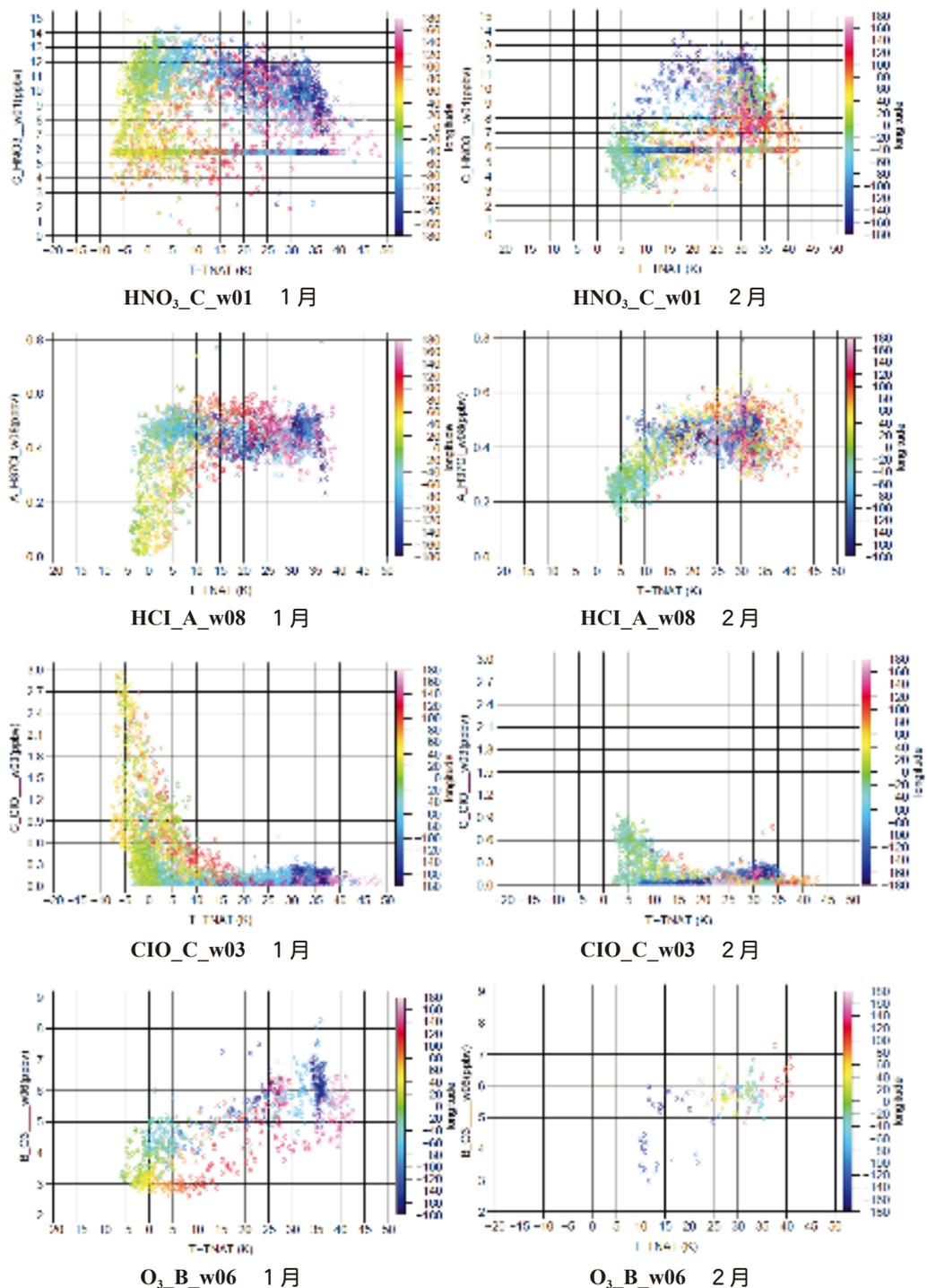


図 1.2.3-2. 高度 23-24 kmにおける T\_NAT と SMILES の各微量成分の散布図  
 (×=ローカル時間 8:00 - 16:00、○=ローカル時間で 16:00 ~ 8:00)

度分布の計測) の計測データから推定される。リモートセンシング機材は、比較的簡易に地上観測によってこうしたデータが得られる反面、推定される量は大気柱の平均の量である。エアロゾルの吸収は黒色炭素 (Black Carbon) が主要な要因と考えられており、特に人為起源エアロゾルの吸収特性のキーとされる。このため地上での直接観測はなされているが、気候影響評価に必要な鉛直分布を得ることは難しい。こうした観点から、本研究では、航空機による BC の直接観測と従来の地上計測の比較検討、さらにそれによる日射影響評価が行われており、他チームによる航空機観測から得られた炭素粒子及び他のエアロゾ

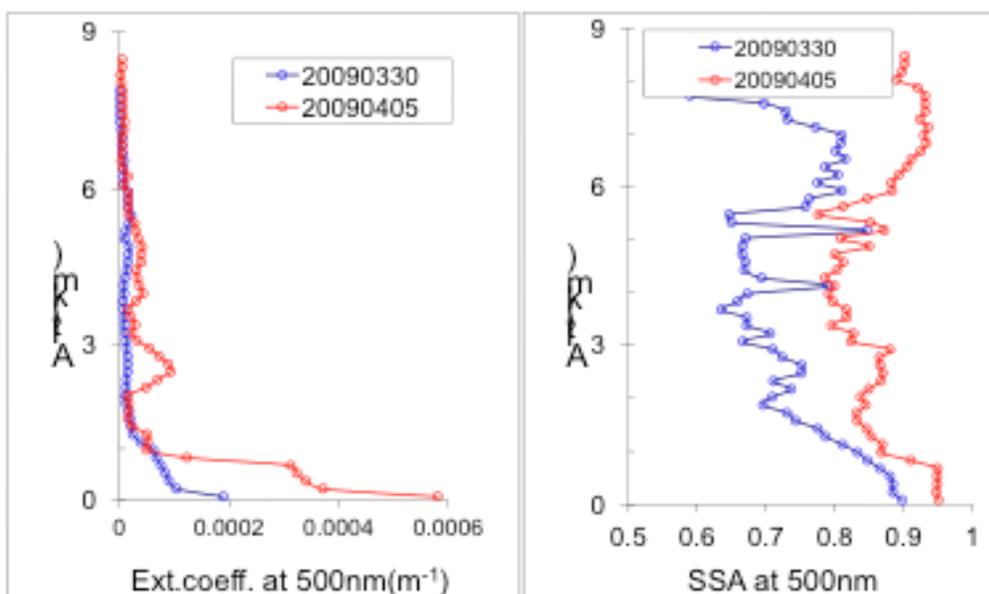


図 1.2.4.1. 航空機観測、地上観測を総合して推定されたエアロゾルパラメータ高度分布

鉛直分布と、これに対応する SKYNET 地上観測によるカラム平均との比較検証を行っている。本研究は、環境省地球環境研究総合推進費（「地球温暖化対策としてのブラックカーボン削減の有効性の評価」代表：近藤豊東大教授）の内の分担研究「放射影響評価」に関するものを中心としている。

#### 1.2.4.2. エアロゾル・雲の特性に関する研究（小林文明\*、高村民雄、鷹野敏明\*\*）

\*：防衛大学校教授、2011-2012 年度 CEReS 客員教授、\*\*工学研究科准教授

雲の生成・発達やその拡がり、全球的には地球放射収支に大きな影響を与えるが、一方時間スケールの短いリージョナルスケールでも、発達した積乱雲のように、局所的な豪雨や雹、強風（突風）を伴い、災害をもたらすことがある。こうした現象や影響を理解するには雲の内部構造の知識が不可欠であり、同時にこうした情報は雲モデルの基礎的な資料となり、メカニズム解明と同時にその発達・消滅の予測に役

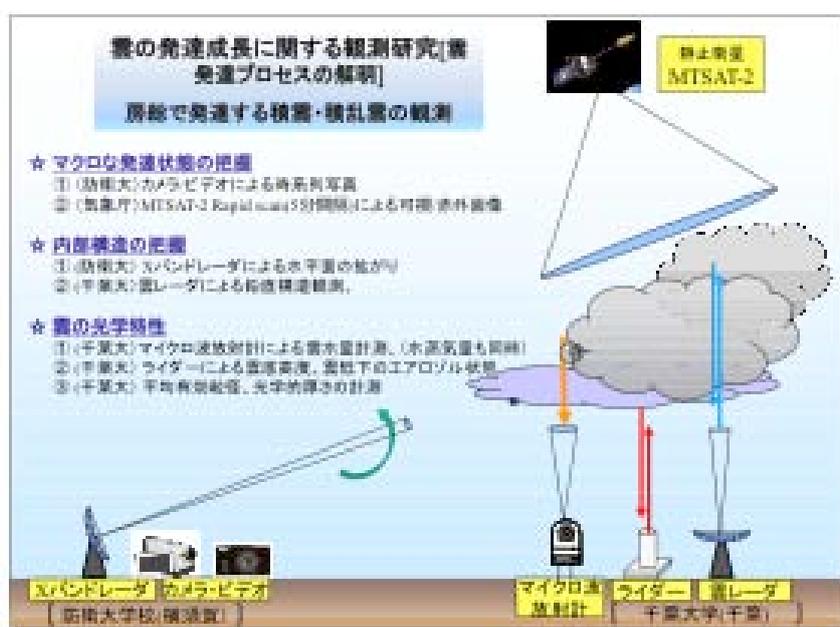


図 1.2.4.2. 雲の発達成長に関する観測模式図

立つ。これまでの共同研究の結果、千葉大学大学院工学研究科（鷹野研究室）で雲レーダ（95GHz）の開発に成功し、千葉大学において継続観測を実施している。本研究では、房総半島で発達する積雲・積乱雲の内部構造を把握する目的で、横須賀（防衛大学校）からの可視ビデオ及びXバンドレーダ、千葉大構内での雲レーダ、さらに気象庁がMTSAT-1Rを使用して開始したラピッドスキャンデータを併用した総合観測及び解析を試みた。

#### 1.2.5. 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、西尾文彦、高村民雄、樋口篤志、齋藤尚子、竹中栄晶 /VL 特任助教、山本宗尚 /VL 特任助教、早崎将光 /VL 特任助教、カトリ プラディーブ /VL 特任助教）

##### 〔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見地からも意義がある。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]、事業開始当時は気候システム研究センター [CCSR]、名古屋大学地球水循環研究センター [HyARC]、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解析を行っている。CEReS での VL の特徴として、VL 機関のみならず、静止気象衛星現業機関（気象庁衛星センター）、民間企業（ウェザーニューズ）との連携を深めているのが特徴である。

##### 1.2.5.1. 平成 23 年度活動概略

CEReS では VL 支援室を設け VL 自身の推進、VL 連携期間との連絡の役割をになっている。平成 23 年度は、平成 22 年度末の東日本大震災とそれに伴う省電力対応、VL 支援室構成人員の変化の対応に追われた。前者はデータベースと密接に関連しているため、データベース報告の方に記載している。後者は、早崎特任助教が4月に富山大学へ（平成 24 年度現在、雇用主の異動に伴い九州大へ異動）、また、山本特任助教が8月に京都大学にそれぞれ異動した。人員欠員に伴い、公募により 10 月よりカトリ プラディーブ氏が CEReS 研究員から VL 特任助教として着任し、主に skynet データを用いた解析を行っている。

VL 支援室活動はこれまで同様、静止気象データ収集およびその処理継続が未だ大きなウェイトを占める。データベース委員会活動とも連動し、効率の良い運営を行う努力も継続している。

##### 1.2.5.2. 静止気象衛星データ収集・処理、公開事業（樋口、山本、青木 / データ支援室）

1998 年以降、昨年度までに観測された日本の MTSAT・GMS 衛星、米国の GOES 衛星、欧州の METEOSAT 衛星、中国の FY2 衛星データに対して、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。今年度の大きな変更点は、平成 23 年 12 月に GOES-WEST が GOES-11 から GOES-15 への切り替え、および GOES シリーズ衛星の全球スキャンモードのみならず、北半球・南半球観測モードに関してもデータ収集、処理を開始したことであり、今

年度および遅くとも次年度前期に 1998（衛星によっては 1995 年以降）の収集したほぼ全ての衛星データの処理が完了する予定である。

### 1.2.5.3. 衛星観測データによる雲解像モデルの評価（山本、樋口）

昨年度に引き続き、VL の連携研究の一環として HyARC 坪本准教授が開発されている非静力学雲解像モデル CReSS (Cloud Resolving Storm Simulator) の評価を行った。降水量を推定する際に用いるリトリーバルによる不確定性をより小さくするため、CReSS でシミュレーション計算された出力結果を、HyARC 増永客員准教授が開発されている衛星データシミュレータ (SDSU) を通じて衛星観測データと同一の観測値を推定（フォワード計算）することで、衛星観測値と直接的な比較を行っている。本研究では、2009 年の梅雨期に沖縄周辺域を対象とした 1 ヶ月程度のシミュレーション結果 (OKN2009) を用いた。

雲頂温度降雨頂高度の出現頻度分布を CReSS のシミュレーション結果と TRMM PR と VIRS による観測結果と比較した (図 1.2.5.3-1)。TRMM の観測結果からは shallow を除く 3 タイプに出現頻度がばらついていた。OKN2009 では congestus に出現頻度が偏っていたが、積算時間が長くなるに従って、主要な出現タイプが deep に移っていた。これは、積算時間が長いほど背の高い降水雲を解像しやすいことを示す。

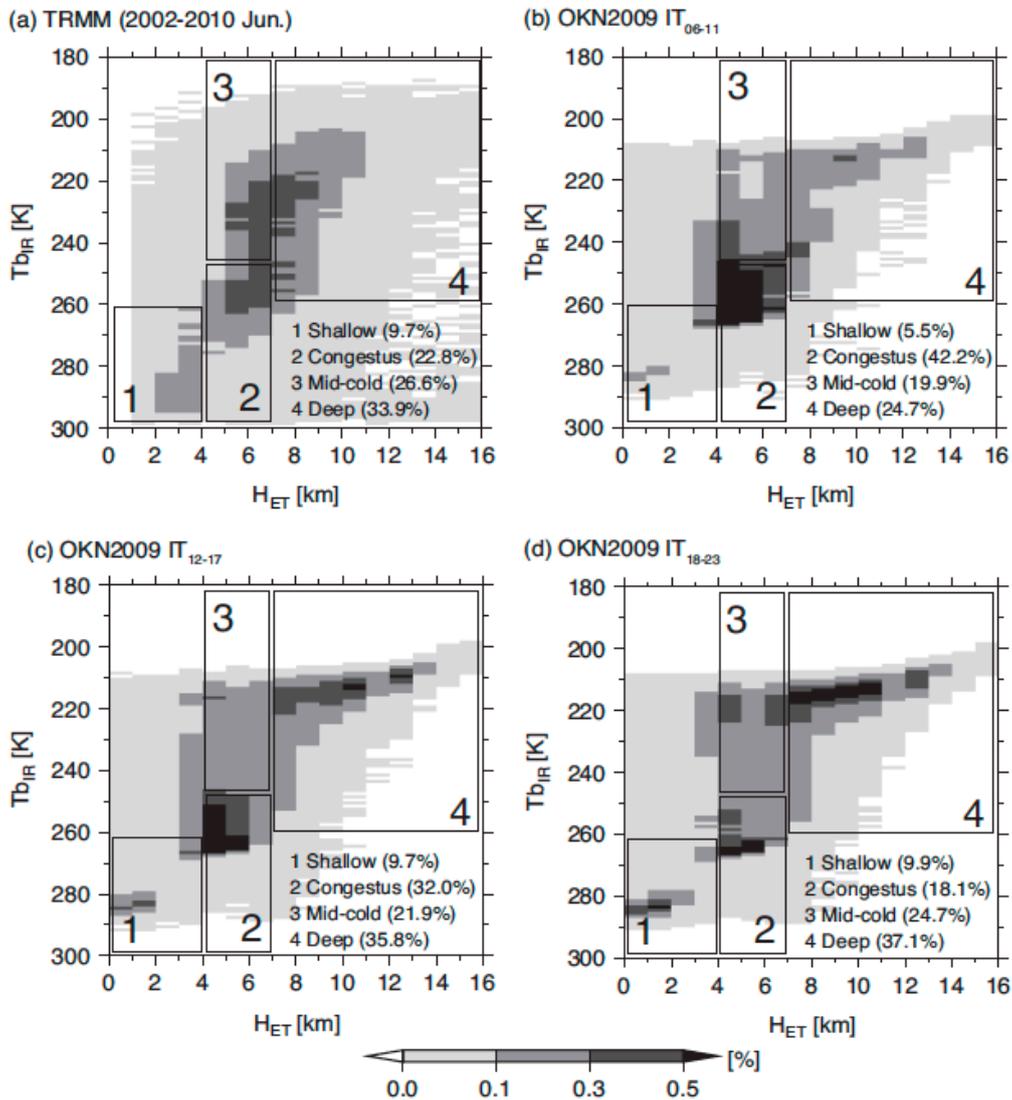


図 1.2.5.3-1. OKN2009 領域における降水を伴う雲の降雨頂高度と赤外輝度温度の出現頻度分布。(a) 2002 – 2010 年 6 月における TRMM PR および VIRS 観測、(b) 6 – 11 時間、(c) 12 – 17 時間、(d) 18 – 23 時間の積算時間における CReSS-SDSU シミュレーションの結果。

以下、図には示さないが、マイクロ波放射計で観測された 85GHz の輝度温度偏波差 (PCT85) の出現頻度を比較すると、deep タイプでは OKN2009 が TMI 観測結果に比べて過小評価傾向が強く現われていた。これは、OKN2009 では深い対流システムに対して氷粒子を過剰に生成している傾向があることを示唆している。

氷粒子の過大見積もりの原因を調べるため、OKN2009 の出力結果の中で氷粒子を形成する雪またはあられを、SDSU のシミュレーション時に取り除く仮想実験を行ったところ、あられが原因となっていた。この傾向は北陸地域で得られた結果とも一致するほか、沖縄に設置された COBRA レーダによる同時期の氷粒子タイプ解析から融解層付近に湿った雪粒が存在するとした結果とも整合する。

#### 1.2.5.4. SKYNET 観測における再解析 (高村民雄、Pradeep Khatri, 竹中栄晶)

エアロゾルの気候影響に関する調査検討を行うために、東アジアを中心に SKYNET 観測網を運営し、その解析を行っている。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) を推定している。単一散乱アルベドの誤差は、エアロゾルの放射効果の内、日射による大気加熱の評価に影響を与える。Sky radiometer による吸収の推定値の精度評価のために、分光放射束密度の同時計測によって検討するとともに、SKYNET 標準解析に対応した解析アルゴリズム見直しに基づいて、再解析を実施中である。

#### 1.2.5.5. Development of an algorithm to retrieve key aerosol optical parameters from spectral direct and diffuse irradiances observed by a radiometer with non-ideal cosine response characteristics and application of this algorithm to study aerosol characteristics over some SKYNET sites (プラディーブ・高村)

SKYNET (<http://atmos.cr.chiba-u.ac.jp/>) is an observation network to collect data related to aerosols, clouds, and radiation with the aim of providing reliable ground truth data to satellite and numerical model communities to validate their products. A new instrument, named MS-700 spectroradiometer, has been started to be operated at some SKYNET sites to collect spectral direct and diffuse irradiances simultaneously. Such data can be used to retrieve several parameters related to aerosols and clouds as well as columnar ozone and water vapor concentrations. However, there lack reliable data analysis algorithms to retrieve such parameters from this type of instrument because of inherent cosine errors in spectral irradiances measured by this type of instrument. In order to bring data of this instrument in scientific use, as the first step, an algorithm is developed to retrieve key aerosol optical parameters, such as aerosol optical thickness ( $\tau_{\text{aer}}$ ) and single scattering albedo ( $\omega$ ) from MS-700 spectroradiometer. Generally, the cosine error of observed diffuse irradiance was corrected by assuming an isotropic distribution of sky radiance or it was neglected in the past studies. The proposed algorithm takes into account the cosine errors of observed irradiances in detail by considering the anisotropic distribution of sky radiance (Khatri et al. 2012). Figure 1.2.5.5-1 shows the flow chart of an algorithm to retrieve  $\omega$ .

The proposed algorithm is being applied to retrieve key aerosol optical parameters over different atmospheric scenarios of SKYNET network. Figure 1.2.5.5-2 shows an example of a result obtained from this algorithm. In Fig. 1.2.5.5-2, a scatter plot between  $\omega$  (499.1nm) and angstrom exponent ( $\alpha$ ) is shown for aerosols observed over Fukue-jima, Nagasaki in the spring season of 2009. The small values of  $\omega$  and  $\alpha$  resemble highly light absorptive aerosols and large size ranged aerosols, respectively. Figure 1.2.5.5-2 shows some data points with relatively low values of  $\omega$  and  $\alpha$ ,

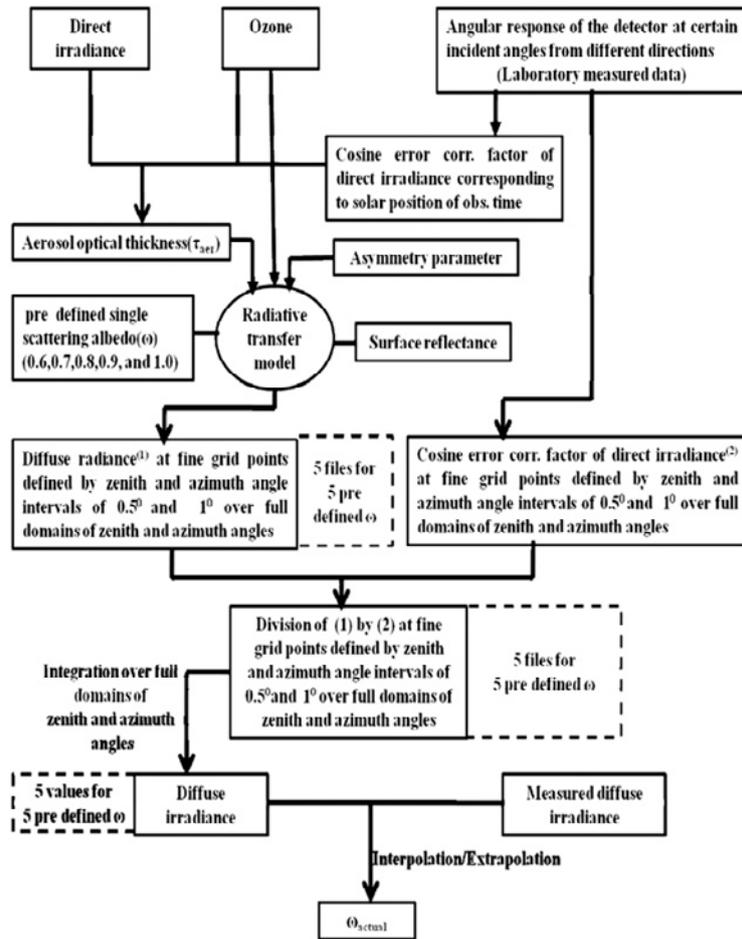


Figure 1.2.5.5-1. A flowchart of an algorithm to retrieve single scattering albedo ( $\omega$ ) at wavelength  $\lambda$ .

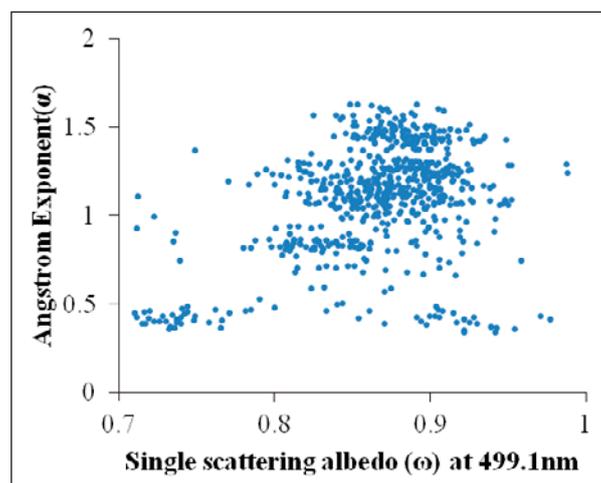


Figure 1.2.5.5-2. Scatter plot between  $\omega$  (499.1nm) and  $\alpha$  over Fukue-jima in spring, 2009.

suggesting the arrival of relatively large sized and more light absorbing aerosols over our study region. The collocated lidar observation data as well as backward trajectory analysis suggested that such large size ranged aerosols were likely to be dust aerosols. Further, based on data observed by other instruments of this site, it is likely to suggest that anthropogenic aerosols were transported with dust aerosols. This observational study suggests that Asian dust may be blackened (becomes

more light absorptive) when they transport over urban areas. Our data may give some clues to understand the light absorbing capacity of Asian dust aerosols, which has become a subject of debate in recent years.

1.2.5.6. 全球放射プロダクトによる大気大循環モデルの検証、および準リアルタイム解析システムによる日射量の太陽光発電電力把握への応用可能性調査（竹中栄晶）

四大学連携 VL プロジェクトによって収集された静止衛星観測データを元に全球の放射量解析を実行している。昨年度は先行して静止衛星データセットを用いて全球の放射量解析を行い SKYNET および BSRN 地上観測値との比較検証を行うことで推定精度の検証を行った。これにより精度の良い全球の

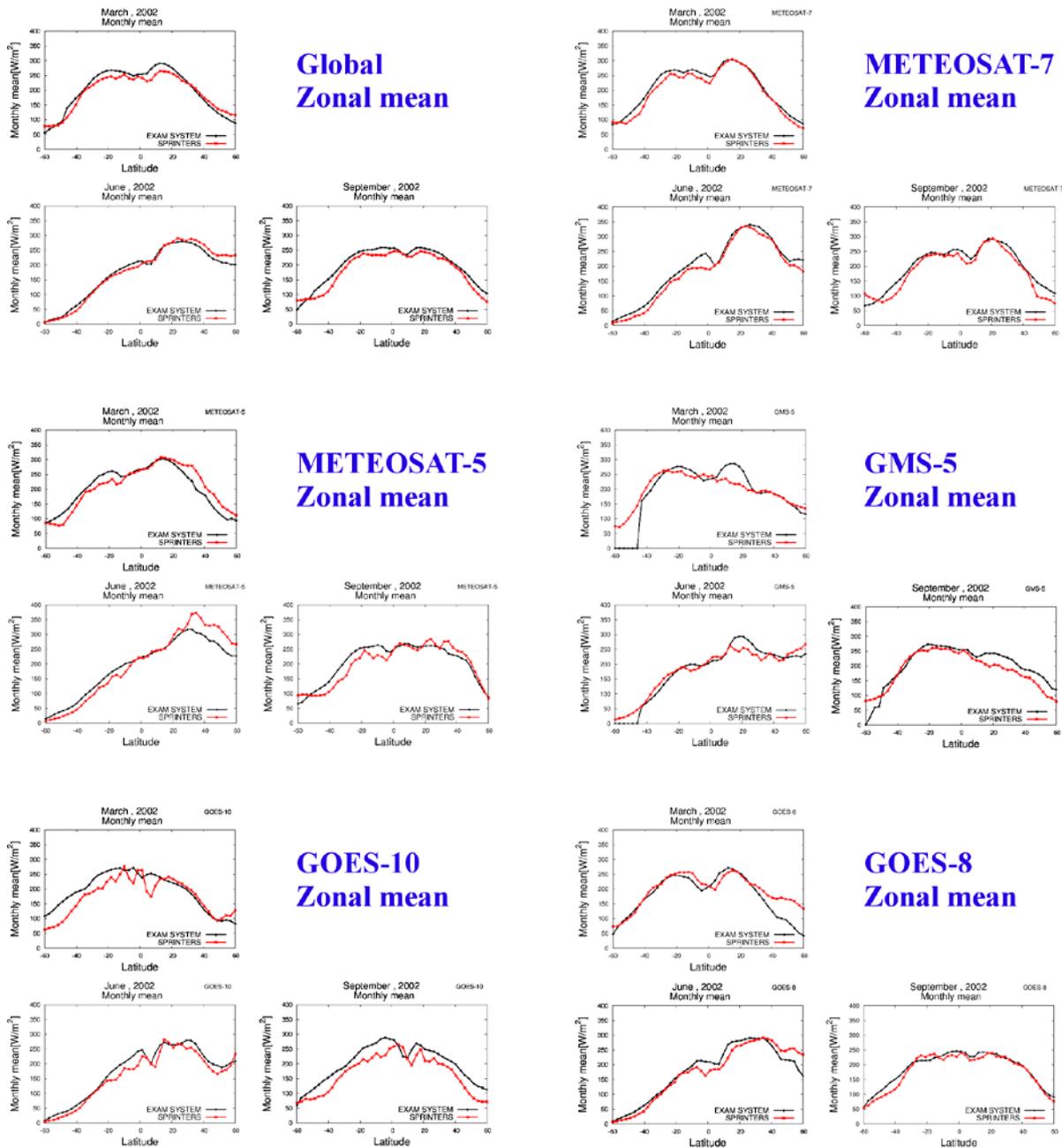


図 1.2.5.6.-1. EXAM SYSTEM 全球放射プロダクトと大気大循環モデル MIROC-SPRINTARS による日射量の比較。月平均値の緯度平均を全球および各静止衛星のカバーエリア毎にまとめた。陸域では良い相関が見られるが、海洋域に差異が見られる。

日射量データを作成することが出来た。今年度は四大学連携 VL プロジェクトの主目的であるモデルへの改良可能性としてのフィードバックを探るため、大気大循環モデルとの放射エネルギーの比較検証を行った。EXAM SYSTEMによって推定された全球日射量データと、MIROC-SPRINTARSによってシミュレートされた日射量の比較検証について示す。太陽放射は地球の気候を駆動する唯一のエネルギー源であり、特に地表面における放射量を精度よく見積もることは気候モデルにおける現象の再現を推し量ることからも重要な要素となる。衛星側の解析は GMS-5、GOES-10、GOES-8、METEOSAT-5、METEOSAT-7 のデータを用いており、ターゲット期間は試験として 2002 年 3、6、9 月を選択した。MIROC-SPRINTARS の計算結果は東京大学大気海洋研究所中島研究室の五藤大輔氏より提供して頂いた。図 1.2.5.6.-1. に全天日射量の月平均値における緯度平均値の比較を示す。全球の緯度平均値における比較では、両者は良い相関関係にある。また、季節による変化もよく捉えられているように見られる。次に各衛星のカバーエリア毎の比較を行った。全体として大きな変化はないが、特に GOES-10 など海洋の面積が多い領域において両者の差異が拡大する傾向が顕著に見られる。これは海洋上の雲の生成と発達過程の再現が両者に差を与えていると考えられる。従って、海洋上の雲域において詳細な検討が必要となるだろう。しかしながら、これは大気大循環モデルと衛星解析の比較検討としては試行段階であり、結論には慎重な精査が必要である。本研究は引き続き放射プロダクトを用いた大気大循環モデルの検証を続ける予定である。

本研究では放射収支の高精度推定を目的として放射量の推定を行なっているが、東日本大震災以降、太陽光発電に関する意識が高まったことから、本研究で使用しているアルゴリズムに各方面から多数の問い合わせを頂いた。ここでは EXAM SYSTEM によって静止気象衛星ひまわり観測データから推定された日射量が、太陽光発電システムの発電電力把握に有効性を持つかどうかを調査した。衛星推定日射量は実利用を視野に入れて準リアルタイム解析システムによる出力をそのまま利用している。今回は 4 km 解像度プロダクトを使用した。発電量は千葉県市川市の協力により、市で運用されている 10 地点の太陽光発電システムの発電量データの提供を受けた。それぞれの発電システムはパネル面に平行に日射計が設置されており、斜面に対する日射量のデータも同時に得られる。各々は 10kW の発電システムとなっている。対象期間は 2011 年 4 月から 9 月までのデータを調査した。2011 年 4 月を 1 例として図 1.2.5.6.-2. に示す。10 地点のうち、発電量データが正常に記録されているものは 6 地点であり、さらに 2 地点の発電システムに何らかのトラブルが発生している可能性が指摘されたため、残り 4 地点のデータを例として示している。各地点は市街地に点在しており、実際に一般の都市環境の中で運用されているため、データは実践的なものである。したがって斜面日射計も気象観測を目的とした日射計とは本質的に異なり、建物などの遮蔽物の影響も確認される。瞬間値では分散が大きい、日平均値では全体の傾向が明らかとなっている。傾斜面日射計と衛星推定日射量は良い相関を示しているが、発電量と衛星推定日射量は傾きに差が見られる。これは太陽放射によって太陽光パネルが温められるため、温度特性によって効率が変化している為ではないかと考えられる。太陽光パネルは温度が 25℃のときの発電量を 100%として規格化されているが、一般的に結晶系シリコンの太陽光パネルは温度が 1℃上昇することによって発電効率が 0.5% 低下する。この効果を考慮するために太陽光発電システムの発電効率を計算する簡単なモデルを用いて発電量の推定を試みた。太陽光パネルは日射によって暖められる効果と風によって冷やされる効果の釣り合いによって温度が決定することから、先行研究によって経験的に求められた二種の式を用いて太陽光パネルモジュールの温度を推定し、発電効率の変化を見積もった。図 1.2.5.6.-3. に日積算値による結果を示す。日積算値では補正前の過大推定が顕著だが、発電システムの発電効率を見積もることによって、衛星推定日射量から発電量が精度よく求められることが解った。これにより、衛星推定日射量が太陽光発電電力の把握に有効性を持つことが確認された。今後は瞬間値における高精度化が課題となる。

### 瞬時値

### 日中平均

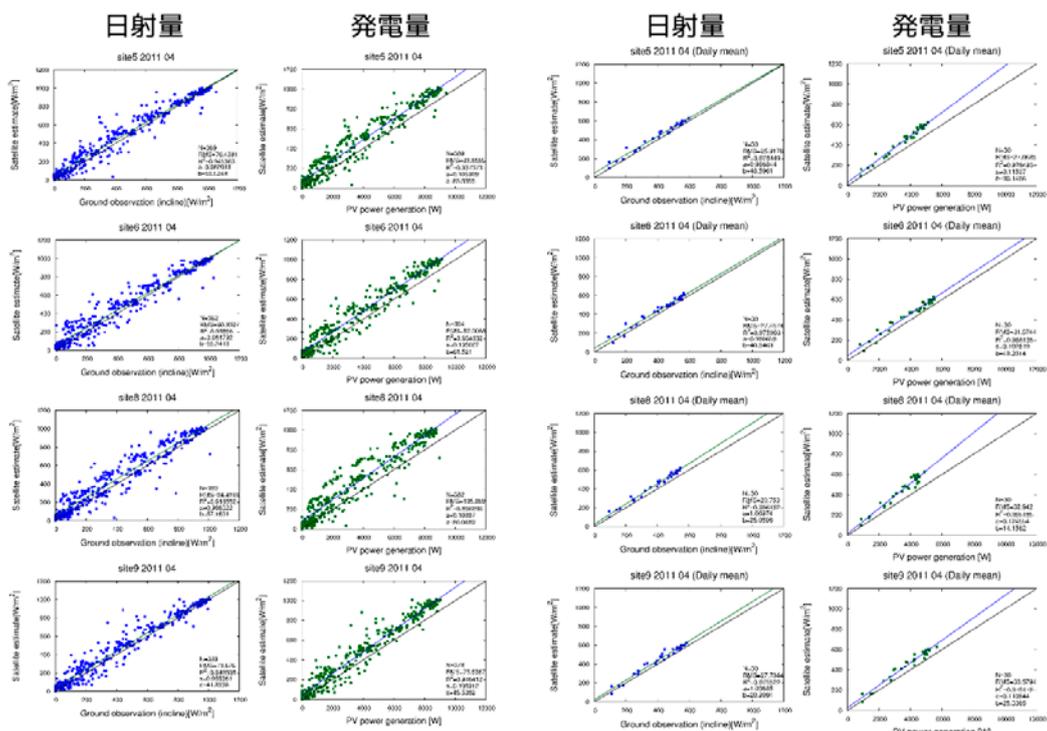


図 1.2.5.6.-2. 衛星推定日射量と発電量の対応比較。縦軸衛星推定値、横軸現地観測値。左二列が日射量と発電量の対応関係を瞬時値で示したもの。右二列は日中平均。

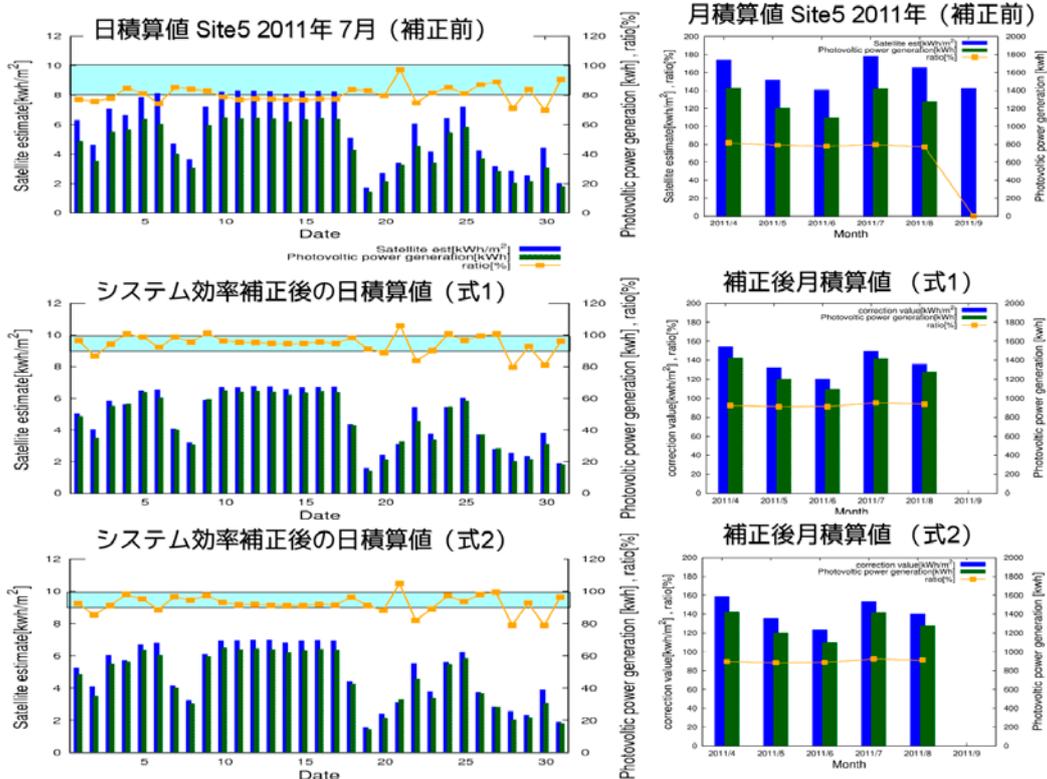


図 1.2.5.6.-3. 衛星推定日射量から算定された発電量と実発電量の日積算値。上段が発電効率を考慮しない場合、中段と下段が太陽光発電システムの発電効率を考慮して補正した算定値。(本調査は理学部地球学科、橋本翔平氏の卒業研究の一環として実行された。)

## 1.2.6. マレーシアにおける地すべり災害および水害による被災低減に関する研究（西尾、小花和）

### [概要]

近年、マレーシア国では、集中豪雨による水害や地すべり災害が多発し、その原因として地球温暖化や急激な都市化が挙げられている。しかし、これに対しては未だ十分な調査や観測がなされていないため、被災低減に向けた対策検討でも立ち後れが目立っている。本プロジェクトでは、マレーシア国の研究機関と共同で水害・地すべり災害の低減をめざして、既存データの調査および現地観測を行なうと共に、人工衛星を使用したりリモートセンシングを実施する。得られた降水量、地形、植生、地質、河川水位、および発災歴等のデータを評価・分類し、GIS データベースを構築する。モデル地域を対象に、データベースを活用しながら詳細な衛星観測や現地観測を実施し、地すべり要因・危険度評価に関する先進的研究を行う。また、3次元水循環数値シミュレーションを実施し、対象地域における洪水挙動を詳細に研究する。研究成果の社会還元の一環として、被災低減をめざして、地すべり災害・水害ハザードマップを作成する。また試験的に、早期警戒・避難支援に供するシステムを構築する。さらに、これらが現地の研究・行政機関により継続活用されるように、連携方策を提案する。なお、本研究は地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）（代表：西尾文彦）の支援を受けて実施している。

### [2011年度の活動]

2011年6月2日にR/D（相手国政府機関との合意文書）が署名され、その後各種契約及び取極めの締結も終了し、研究が正式にスタートした。

千葉大学が主に担当するGIS/RSグループの活動目的である“リモートセンシングおよび地理情報システム（GIS）を用いた、地表環境の経時変化および現況の解析システムの構築”実現に向けて、まずは中分解の衛星の光学センサデータ（JERS-1/OPS および AVNIR、ALOS-1/PRISM および AVNIR-2、ASTER）の検索、カバレッジとその雲量調査を実施した。また、合成開口レーダセンサデータ（JERS-1/SAR、ALOS-PALSAR）の検索、カバレッジ調査を実施した。

また、GIS/RS 解析環境を構築するために、ArcGIS ライセンス（ArcInfo CU 教育基本3ライセンス、ArcGIS Spatial Analyst CU 教育基本3ライセンス、ArcGIS 3D Analyst CU 教育基本3ライセンス）、ERDAS IMAGINE Professional ライセンス（ERDAS IMAGINE Professional 3ライセンス、Radar Mapping Suite 1ライセンス）、衛星データ（JERS-1/SAR 149 シーン、ALOS/PALSAR 85 シーン）の調達を行った。

さらに、JST「理解者・協力者連携推進のための経費」の追加予算を利用し、“プロジェクト終了後の社会実装および継続研究の人材育成を目指すマレーシア若手研究者の日本研修プログラム”を実施した。実施内容は以下である。期間：2012年2月6日～25日、参加者：マレーシア側各大学より1名ずつ合計3名（その他に、1名自費参加）、研修の主な内容：JST/JICA 表敬訪問、研究機関・科学展示施設の見学（防災科学技術研究所、土木研究所、国土地理院、産業技術総合研究所、宇宙航空研究開発機構、日本科学未来館、京都大学防災研究所）、トレーニング（RS/GIS（ビジョンテック）、IFAS（土木研究所 ICHARM）、GETFLOWS（東京大学））、特別講義（Landslide analysis（京都大学）、SAR（千葉大学））、ワークショップ（Workshop on Research and Development for Reducing Geo-Hazard Damage Caused by Landslide and Flood（千葉大学））。

### 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。

#### [短期および中期の達成目標]

##### 《短期目標》（2－3年）

- ・ 中国における環境変動に関する研究
- ・ 台地－低地系水循環の生態系サービス機能の評価（千葉県との協働）
- ・ 生物多様性に関わる空間情報の抽出（千葉県との共同）
- ・ 花粉症対策に役立つ情報の構築
- ・ Web を利用した空間情報発信システムに関する研究
- ・ 気候変動に適応した環境保全型食糧生産支援システム構築

##### 《中期目標》（6年）

沙漠化、水問題、食糧問題、生態系サービス機能の評価、都市・農村計画、等の課題に対して、積極的にリモートセンシングの活用を図り、地上における情報との融合に基づき、新たな衛星の利用方法の創出を図る。

- ・ アジアにおける環境変動のモニタリングと要因解析
- ・ 千葉県における健全な水循環と生物多様性の再生
- ・ 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
- ・ 生活に役立つ空間情報の構築と提供

#### **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.

#### <Short term targets> (2-3 years)

- ・ Researches on environmental changes in China.
- ・ Evaluation of ecological services of hydrologic cycle in the Quaternary uplands (collaboration with Chiba Prefecture).

- Extraction of spatial information in relation to the biodiversity (collaboration with Chiba Prefecture).
- Formation of database useful for the mitigation of pollen influence on human health. Research on web-based dissemination of spatial information.
- Construction of environment-friendly food production support system for adaptation strategy to climate change.

<Middle term targets> (6 years)

We plan to produce novel application methodology of satellite remote sensing data in combination with the data obtained from ground observations. The targets will include various problems such as desertification, water problem, food security, evaluation of ecological services, urban and rural planning, etc.

- Monitoring and causal analyses of environmental changes in Asia.
- Restorations of sound hydrologic cycle and biodiversity in Chiba prefecture.
- Study on spatial information system that nurtures the disaster and environmental literacy.
- Construction and provision of spatial information helpful to our daily life.

[研究内容と平成 23 年度の成果]

### 1.3.1. 福島後方支援プロジェクト —千葉大学山木屋後方支援チーム—

2011年3月11日の東北太平洋沖地震後に発生した東京電力福島第一原子力発電所における一連の事故は地域に過大な負担を強いることとなった。プログラム3の最も重要な目的は社会に役に立つリモートセンシングの実現である。ここで、“役に立つ”とは関係性の中で役割を果たすことである。原子力災害



図 1.3.1. 飯館村における空間線量率の分布と村山間部の様子

を目前にして科学者が考えるべき関係性には二つある。一つは世界の中の日本という立場から、福島で起きていることを科学的に調査し、世界に向けて発信することである。もうひとつは地域に立脚し、地域の復興を地域とともに考え、その枠組みの中で科学者としての役割を果たすことである。前者の立場からは文部科学省の調査チームのメンバーとして放射性物質、おもにセシウム 134、137 の分布と挙動に関する調査研究を行った。CEReS の役割は、観測プロットで得られた知見を GIS およびリモートセンシングを用いて広域化することである。得られた初期の成果は承認が得られ次第公表する予定である。

一方、原子力災害の被災地となった福島県東部の阿武隈山地については、飯舘村、川俣町を中心とする詳細な空間線量率等調査を実施し、地域に観測情報を提供した。計画避難地域である川俣町山木屋地区では過去に農業インターンシップを通じた千葉大学との交流があったことより、園芸学部、アイソトープ実験施設、CEReS の三者で山木屋後方支援チームを結成し、様々な調査活動を実施した。ここでは山村の暮らしスケールの放射性物質のモニタリングを試み、田畑、居住地、里山を含む小流域スケールで空間線量率等の調査を行い、地域と情報を共有するとともに、学会、市民講座等で福島の現状に関する発信を行った。CEReS の重要な役割は山木屋 GIS を構築し、放射能汚染の実態を把握し、除染、復興計画の策定に利用することである。衛星データ、オルソ空中写真と基盤図情報を含む GIS のプロトタイプを構築し、地理情報の追加を随時行っている。

### 1.3.2. 印旛沼流域水循環健全化のための地理情報の整備と現場における実践（近藤昭彦）

プログラム 3 では社会に役立つリモートセンシングの実現を目的としている。役に立つとは問題の“解決の達成”を共有する枠組みの中で役割を果たすことである。千葉県における解決すべき重要な問題の一つに閉鎖性水域の水汚染問題である。千葉県が関わる閉鎖性水域には東京湾、手賀沼、印旛沼、霞ヶ浦（一部行政区が流域に含まれる）があるが、印旛沼流域は都市域と農村を流域内に含み、その水は千葉県の水道用水、工業用水、農業用水としても利用されており、暮らしとの関係性が密接である。この流域を対象として千葉県では印旛沼流域水循環健全化会議を立ち上げ、様々な保全活動、啓蒙活動により水質の改善を図っているが、最終目的は“地域を良くすること”である。この目的の達成を共有し、CEReS ではリモートセンシング、GIS を“役に立てる”活動を実施している。平成 23 年度の主な活動として農業地域を含む流域（高崎川流域）において表流水、地下水の硝酸性窒素に関わる様々な調査を行った。その結果、台地流域における硝酸汚染の新たな側面を明らかにすることができたが、汚染を改善するために谷頭湿地の持つ生態系サービスに着目した。湿地となった谷津の持つ脱窒（窒素を気体に戻す反応）機能を確認するための現地調査を行うとともに、湿地の機能を定量化するためにリモートセンシングによる流域全域の湿地のマッピング、GIS による湿地の地図化を行った。これにより画像解析、地図解析と現地における実践を組み合わせて、リモートセンシングの価値を生み出すフレームワークを構築することができた。

### 1.3.3. 空間情報・感測データ統合型花粉情報提供支援システム（本郷千春）

（はじめに）

現在、スギ花粉飛散量の予測は、前年夏期の日射量、日照時間、平均気温、最高気温や雄花の生育状況などを用いて行われている。積算日射量や積算気温値が大きい時に花粉飛散量が多くなる傾向があることに着目した予測モデルが利用されているが、年度によってはこの条件において必ずしも翌年の花粉飛散量が多いとは限らない場合がある。この理由として、使用されている気象データはアメダスで観測されたものが多いことから実際のスギ・ヒノキの植生地とは一致していない場合が多いこと、観測された気象データは 1 地点の情報であり必ずしも森林域全体を代表しているとは限らないことなどが上げられる。さらに、伐採や植林などによる面積変化も加味する必要があるが、スギ・ヒノキなど樹種の空間分布及び年々変動を正確に把握することが、今後予測の精度を上げる上で必要となる。そこで、植生の有無や多少、活性

度と関係がある植生指数など、衛星画像から得られる面的な情報を予測手法に加えることが予測精度の向上につながるのではないかと考え、本研究を着想した。2011年度は、これまでに得られた結果をもとにして飛散予報を開始した。

以下は、プレスリリースした予報内容である。

#### ＜来春の花粉飛散量予測－全国的に今年より7割減少の見込み－＞

株式会社ウエザーニューズは、2012年の花粉シーズンにおける全国および各12エリアのスギ・ヒノキ花粉飛散傾向を10月11日に発表しました。

スギ花粉の雄花生産量は、前年夏の天候と相関が高いことが分かってきています。よく晴れていて暑い夏ほど植物の光合成が盛んになり、雄花の生産量が多くなると考えられます。2011年の夏は太平洋高気圧に覆われて晴れた日があったものの、高気圧の勢力が弱まり、前線や湿った空気の影響を受けるなどして、西日本を中心に曇りや雨となる時期がありました。一方、東日本では西日本に比べて雨が少なく、よく晴れて暑い夏となりました。しかし、全国的に猛暑となった2010年の夏に比べると雲が多く、気温も低い傾向になりました。このため、スギ花粉の発生源となる雄花の量は2011年より少なくなり、2012年のスギ花粉飛散量は少なくなる見通しです。

さらに、スギ・ヒノキ林とスギの雄花の現在までの状況についても観測を行いました。今年から新たに取り入れたスギ・ヒノキ林の活性状況を解析した結果、2011年は2010年よりも全国的にスギ・ヒノキ林の活性度が低く、スギの雄花量も少なくなるという予想になりました。

これまでのスギ・ヒノキ花粉飛散量の予測は、前年夏の日照時間や気温データ、雄花の生育状況などを調査して行ってきました。2012年の花粉シーズン予測は、これらのデータに加えて実際にスギ・ヒノキ林にどれだけ多くの雄花が成長しているのか、全国の林の状況を、衛星データを利用して把握し、花粉飛散予測に反映する取り組みを新たに実施します。今回用いたのは、環境リモートセンシング研究センター本郷研究室と共同研究してきた「光合成有効放射吸収率（植物が光合成に有効な波長の光を吸収する割合）」から解析したデータで、森林の活性度を示す指標です。この値が高いほど、植物は光合成を活発に行い、スギの雄花の量が多くなるとみられます。2010年と2011年のスギ・ヒノキ林の活性度の値をもとに全国のスギ花粉の飛散量を推定した結果、2012年の花粉シーズンは2011年に比べて飛散量が少なくなる予想になりました。なお、ウエザーニューズでは、衛星を用いた新たな予測方法を取り入れることで、これまで以上に精度の高い花粉飛散予測を目指していきます。

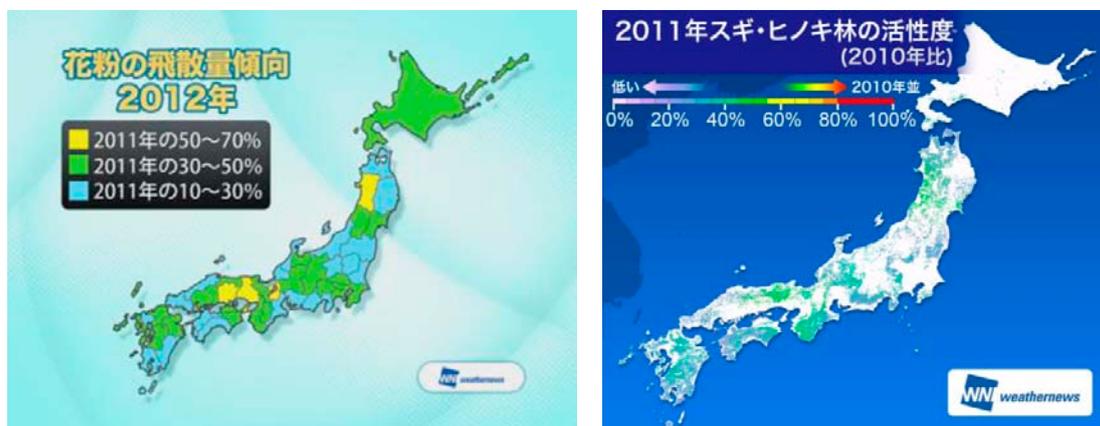


図 1.3.3. 2012年春の花粉飛散量傾向と森林活性度指標

## [2] 共同利用研究

当センター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、平成7年（1995）に全国共同利用研究施設として発足以来、広く全国の研究者と共同研究を推進しています。2011年度からCEReSは3つのプログラム（先端的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）に再編して推進することになり、共同利用研究もこれに応じて3プログラム制へ転換しましたが、これまで以上の採択件数47件の活発な共同利用研究が実施されました。

### 2.1. 共同利用研究概要

番号	新規／継続	研究課題	申請者氏名	所属	対応教員	予算(千円)
1	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	財団法人レーザー技術総合研究所	久世 宏明	165
2	継続	可搬性ライダーによる水平面大気観測	椎名 達雄	千葉大学大学院融合科学研究科	久世 宏明	160
3	新規	大気リモートセンシング光源用波長可変ファイバーレーザーの開発	竹内 延夫	千葉大学産学連携・知的財産機構・技術移転アシエート	久世 宏明	160
4	継続	DOAS方による火山ガス計測とSAR画像を用いた火山噴出物表層部の実態把握	原田 一平	東京情報大学	久世 宏明	140
5	継続	衛星画像及び地表反射率マップから導出したエアロゾル光学特性の精度向上	朝隈 康司	東京農業大学生物産業学部アクアバイオ学科	久世 宏明	76
6	継続	映像観測と衛星画像データによる火山噴煙の大気拡散研究	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	260
7	継続	衛星計測データを利用した森林におけるメタン（CH <sub>4</sub> ）発生量の実態把握	朴 壽永	東京情報大学	久世・齋藤	100
8	継続	合成開口レーダー・散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源評価方法の開発	香西 克俊	神戸大学海事科学研究科	久世・高村	45
9	新規	地表面熱環境特性の地上観測手法の開発及び衛星データとの比較	森山 雅雄	長崎大学大学院工学研究科	本多 嘉明	260
10	新規	衛星リモートセンシングによる植生フェノロジーの検出の高精度化	永井 信	海洋研究開発機構地球環境変動領域物質循環研究プログラム陸域生態系研究チーム	本多 嘉明	108
11	継続	八ヶ岳カラマツ林におけるBRDFの変動要因の解明～衛星の斜め観測データを利用した植生3次元構造の推定にむけて～	松山 洋	首都大学東京 都市環境科学研究科	本多・梶原	184
12	新規	多方向観測データを利用した、植生機能タイプの分類方法の開発	村松加奈子	奈良女子大学共生科学研究センター	本多・梶原	192
13	新規	林床からの樹冠構造計測法の開発	柴田 英昭	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター	本多嘉明・梶原康司	260
14	継続	合成開口ロ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	196
15	継続	CP-SAR搭載カメラのインターフェース（特にデータ通信方式）の開発研究	大前 宏和	㈱センテナ	ヨサファット	260
16	継続	無人機搭載小型Kaバンドアンテナの研究	若森 弘二	有人宇宙システム㈱宇宙事業開発部宇宙利用グループ	ヨサファット	190
17	新規	衛星利用型光合成モデルによるCDMプロジェクト支援システムの開発	金子大二郎	㈱遥感環境モニター	ヨサファット	94
18	継続	桜島（鹿児島）の火山活動におけるInSAR画像の解析	湯地 敏史	宮崎大学教育文化学部	ヨサファット	260
19	継続	静止衛星からのUV-Vis-IR観測による対流圏オゾンリトリーバル手法の研究	北 和之	茨城大学理学部	齋藤 尚子	108
20	継続	SKY NETデータを用いた大気特性量の検証	久慈 誠	奈良女子大学理学部	高村 民雄	81

番号	新規／継続	研究課題	申請者氏名	所属	対応教員	予算(千円)
21	新規	分光全天日射計の入射角特性の改善に関する研究	浅野 正二	東北大学	高村 民雄	145
22	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バルの研究	青梨 和正	気象庁気象研究所台風研究部第一研究室	高村 民雄	0
23	継続	地表面放射収支解明のための大気放射量の推定	菅原 広史	防衛大学校	高村 民雄	90
24	継続	静止衛星データの全球合成技術の開発	太原 芳彦	気象庁気象衛星センターデータ処理部システム管理課	高村 民雄	73
25	新規	ミリ雲波データと衛星および地上観測による雲物理量解析と広域および局所雲水量評価	鷹野 敏明	千葉大学大学院工学研究科	高村 民雄	160
26	継続	中国新疆ウイグルとその周辺の環境変動に関する研究	石山 隆	千葉大学環境リモートセンシング研究センター	西尾 文彦	225
27	継続	SARデータを用いた海水物理量推定の高精度化に関する研究	若林 裕之	日本大学工学部	西尾 文彦	210
28	継続	インドネシアにおける海洋・降雨時間変動の実態把握と要因解析(2)	田中 佐	山口大学大学院理工学研究科	西尾 文彦	216
29	継続	ALOS PALSARによる南極のInSARマッピング：季節変動とオーロラ活動の影響	木村 宏	岐阜大学光学電気電子工学科	西尾 文彦	124
30	継続	インドネシアにおける衛星データを使用したサンゴ礁マッピングの研究	大澤 高浩	ウタヤナ大学海洋リモートセンシングセンター	西尾 文彦	96
31	新規	DMSF/OLSで観測された夜間光データを用いたエネルギー消費の推定に関する研究～DMSF/OLS-VISセンサの感度特性とそのダイナミックレンジについて～	原 政直	株ビジョンテック	西尾 文彦	260
32	新規	アジアモンスーン域における冬季の雲降水活動の研究	高橋 洋	首都大学東京 都市環境科学研究科	樋口 篤志	74
33	新規	雲形・発生高度別の遮蔽率を考慮した日射量推定モデルによる変動解析	林 陽生	筑波大学大学院生命環境科学研究科	樋口 篤志	39
34	新規	各種リモートセンシングデータを活用した都市モデル構築と災害把握	山崎 文雄	千葉大学大学院工学研究科	建石隆太郎	135
35	新規	森林リモートセンシング	加藤 顕	千葉大学園芸学研究科	建石隆太郎	75
36	新規	MODIS250 mデータを用いた東北沿岸地域植生の津波被害に関する多時期評価	PERERA Liyanage Kithsiri	Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland	建石隆太郎	108
37	継続	針葉樹の花粉飛散量とfPARとの関係	小津 慎吾	株ウェザーニューズグローバル予報センター	本郷 千春	112
38	継続	チタルム流域における農業用水濁水リスクの評価	吉田 貢士	茨城大学農学部	本郷 千春	181
39	継続	衛星リモートセンシングを利用した畑地土壌炭素蓄積量の推定	丹羽 勝久	株ズコーシャ	本郷 千春	232
40	新規	チタルム流域における水稻の収量予測	牧 雅康	京都大学	本郷 千春	147
41	継続	GPS衛星情報と移動体の位置情報地図化に基づいた防災通信ネットワークの構築	尾藤 章雄	山梨大学教育人間科学部	近藤 昭彦	252
42	新規	印旛沼における浮葉植物オニビシの繁茂状況の長期変化	鏡味麻衣子	東邦大学理学部	近藤 昭彦	100
43	継続	光学センサとSAR画像を用いた関東地方における景観変遷の空間解析	原 慶太郎	東京情報大学	近藤 昭彦	100
44	継続	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 その2	岡田 信行	株オルト都市環境研究所	近藤 昭彦	107
45	新規	半乾燥地におけるリモートセンシングデータを用いた劣化草地の抽出	関山 絢子	東京情報大学	近藤 昭彦	20
46	新規	衛星リモートセンシングデータを用いた自然災害(Geohazard)の監視と予測	服部 克巳	千葉大学大学院理学研究科	近藤 昭彦	260
47	新規	衛星を用いた被災地復興の長期モニタリング	朴 鍾杰	東京情報大学	近藤 昭彦	260

## 2.2. 共同利用プロジェクト研究の詳細

### 2.2.1. 第1プログラム共同利用研究の詳細

課題番号	P2011-1
研究課題	白色光レーザーを用いた温室効果ガスの計測法の開発
研究者(所属)	染川智弘(財団法人レーザー技術総合研究所)
担当教員	久世宏明

(Abstract)

A differential optical absorption spectroscopy (DOAS) system has been built to measure near-surface CO<sub>2</sub> absorption in the atmosphere using a nanosecond white light continuum. The white light laser can cover wavelengths ranging from 420 to 2,400 nm, where CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O absorption lines are located. At an optical path length of 568 m, it was possible to evaluate atmospheric CO<sub>2</sub> concentration from absorption bands of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O in the vicinity of 2,000 nm detected by broadband white light simultaneously.

(概要)

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る。温室効果ガスである水蒸気、二酸化炭素、メタンなどは赤外域に吸収ラインを持っているため、赤外域に及ぶ広帯域な白色光レーザーを用いた長光路差分吸収分光(DOAS)法による温室効果ガスの同時モニタリングの可能性を検討してきた<sup>[1]</sup>。しかしながら、フェムト秒レーザーを基礎とするTWレーザーシステムは高価、大型であり実用化には不向きである。そこで、白色光ライダーの実用化を目指して、可搬性のある小型の白色光レーザー光源を利用した研究を行った<sup>[2]</sup>。

図(a)に実験配置図を示す。光源はLEUKOS社のSupercontinuum光源を用いた。波長1,064 nm、繰り返し20kHz、パルス幅8 nsのマイクロチップレーザーをフォトニック結晶ファイバーに導入することにより、波長帯域420 ~ 2,400 nm、平均出力45 mWの白色光が得られる。屋外観測では地理的な制約から、ミラーで複数回折り返すことによって最長568 mの光路を得ている。図(b)が568 m伝播後の透過率スペクトルである。点線は大気中のCO<sub>2</sub>濃度を398 ppm、湿度を52%としてMODTRANで計算した透過率であり、非常によく一致していることがわかる。コヒーレント白色光は紫外から赤外域までの連続スペクトルを有しているため、この波長帯域にある多種多様な大気汚染物質、温室効果ガスの同時濃度測定が可能になる。

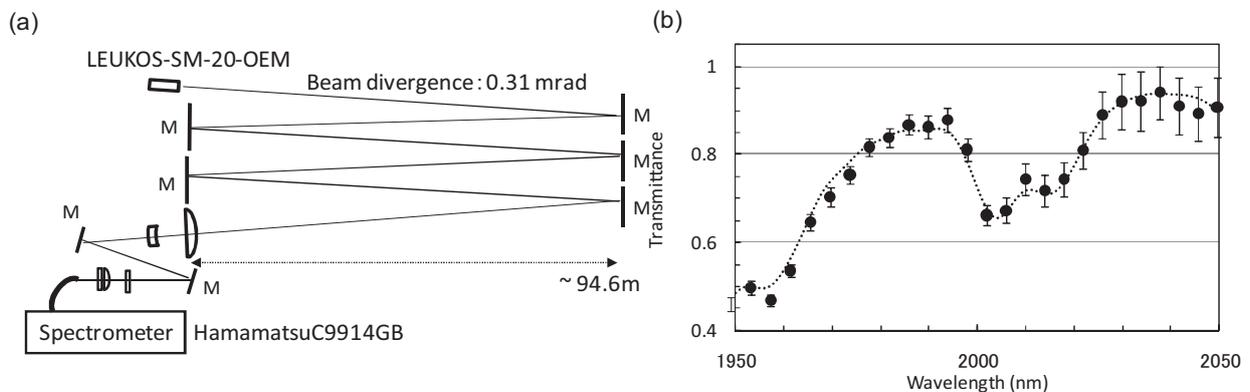


図. (a) DOAS 実験配置図、(b) 568 m 伝播後の大気の透過スペクトル

## 参考文献

- [1] T. Somekawa, M. Fujita, and Y. Izawa, Appl. Phys. Express 3 (2010) 082401.  
[2] T. Somekawa, N. Manago, H. Kuze, and M. Fujita, Opt. Lett. 36 (2011) 4782.

課題番号	P2011-1
研究課題	可搬性ライダーによる水平面大気観測
研究者(所属)	椎名達雄(千葉大学大学院融合科学研究科)
担当教員	久世宏明

## (Abstract)

Interaction between the horizontal atmosphere and low altitude cloud is important for the local weather change such as air pollution, heavy rain and lightning strike. In this study, low altitude atmosphere observations in horizontal directions were investigated by a specially fabricated biaxial polarization lidar. We observed and analyzed the long-term observation data in Tokyo bay direction and in urban area direction. We also started the cloud flow analysis by using plural cameras and a lidar. Practical observation data and its analysis were also evaluated. This study will be improved to the multiple monitoring technology of the low altitude atmosphere by adding the usual weather information to the analysis.

## (概要)

### 1. はじめに

対流圏(もしくは大気境界層)より下の低高度大気の時間的/空間的分布を知ることは、大気エアロゾル・雲の構成やダイナミクスといった学術的な関心のみならず、粉塵やエアロゾル、ブラックカーボン等の対流にともなう都市環境/住環境のモニタリングとしても極めて重要である。本研究では可搬型ライダーによる大気の水平および斜め方向観測を通して、低層大気の時間的/空間的分布を解析することを目的としている<sup>[1]</sup>。特に本年は、開発した水平面観測用可搬型ライダーを用いて、観測データの定量的評価を行い、加えて多点カメラとライダーを組み合わせた雲の流動解析を行った。

### 2. 水平方向観測用ライダー装置

本研究にて開発した水平面観測用可搬型ライダーをFig. 1に示す。光源はパルス出力10 mJのYAG-Greenレーザー(532 nm、10Hz)であり、偏光面をレーザーパルス出射時に制御し、地面に対して垂直な偏光面(p偏光)と水平な偏光面(s偏光)とでバランスをとって出射する。受光の際も望遠鏡で集光された光はビームスプリッターによって偏光成分毎に分けて同時に受光する。受光には光電子増倍管(PMT)を使用している。計測レンジは0.2 km-15 km程であり、水平および数度の仰角での長時間観測が可能である。システムは電源やデータ蓄積用PCも含めてすべて可動台に収まり、任意の方角で観測が可能である。



Fig.1 Compact lidar for horizontal atmosphere observation.

### 3. 観測データと定量評価

ライダー装置は千葉工業大学新1号棟12階に配置し、東京湾方向ならびに首都圏方向を向けて行った (Fig. 2)。Fig. 3 に示すデータはそれぞれ1時間の積算によってデータを積算して取得している。横軸は水平方向伝搬距離、縦軸はフェルナド法に夜解析から得られた消散係数を表す。観測は2011年6月24日 (東京湾方向) ならびに2011年12月7日におこなったものである。東京湾方向での観測では津田沼近郊のエアロゾルが大きく観測される結果となり、観測時間帯に付近を横断する高速道路等によって生じたエアロゾルが影響したものと推測できる。首都圏方向では首都圏 (船橋、東京) に向かうに連れてエアロゾル濃度が高くなる傾向が見られた。午後時間が遅くなるにつれ、首都圏のエアロゾル濃度が高くなる様子が観測できている。これらの結果はそれぞれの観測日時での風情報 (風向、風速) によってもたらされるであろう状況と一致することを確認している。低層大気の状態を把握する上での有用性を示す結果となった。

本研究では、ライダーの観測と同時に多点の雲カメラによる雲の3次元座標の特定とその流動解析を行っている。ゲリラ豪雨や局所的な気象災害は低空の雲と低層大気との相互作用によって引き起こされる。従って、低層の水平面大気の観測と同時に低空雲観測を行うことが重要であるが、ライダーは大気のマクロスケールの観測であり、雲の発展や衰退をマクロに捉えることは難しい。一方で多点計測による3座標の特定は雲のような不定形な対象にはそのままでは適用できない。ライダーによる固定点を利用することで的確な流動解析が実現できる。この実験では千葉大の工学部7号棟4階にライダーを設置し、千葉工大新1号棟12階ならびに千葉大総合研究棟9階 (屋上観測室) に雲観測用自動カメラを設置した。2台のカメラとライダーを同期して観測し、雲の挙動を観測している。Fig. 4は2012年1月8日の雲の流動解析の結果であり、この雲の挙動は高層天気図の風情報の結果と一致することを確認している。



Fig.2 Observation Site and directions.

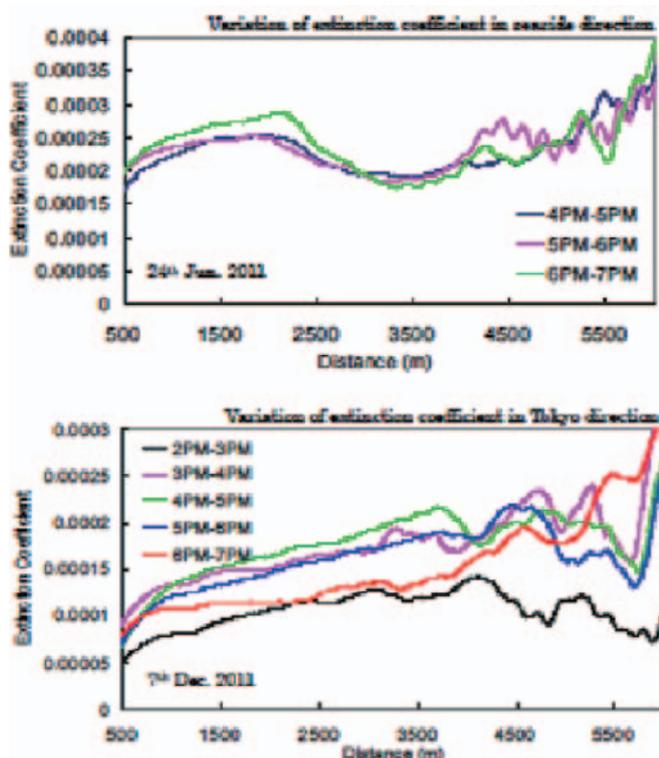


Fig.3 Observation data. (2011)



Fig.4 Cloud flow analysis by lidar and plural cameras.

#### 4. まとめ

本研究では開発した水平面観測用ライダーを用いて観測データの定量的評価を行い、観測方向に依存した水平面大気の挙動を捉えることができた。現在も観測は定期的に行っており、今後、多点カメラや複数のライダーとの同期観測で複合的な低層大気の把握へと発展させていく。

水平面大気の把握は、大気汚染や日常の都市活動のモニターもさることながら、豪雨や落雷といった局所的気象災害、人的被害／災害（農薬散布、放射線飛来、バイオテロ等）にもつながる。今後ますます重要度を増す計測事項であると認識している。

#### 参考文献

1. 椎名達雄、久世宏明、環境リモートセンシングシンポジウム資料集、p.32-34, 2011

課題番号	P2011-1
研究課題	大気リモートセンシング光源用波長可変ファイバーレーザーの開発
研究者（所属）	竹内延夫（千葉大学産学連携・知的財産機構・技術移転アソシエート）
担当教員	久世宏明

(Abstract)

Tunable laser is powerful light source for monitoring atmospheric constituents and a compact source is desirable. Although the most reliable laser source is a Nd: YAG ( $Y_3Al_5O_{12}$ ), recently Yb: YAG and Yb fiber laser is becoming to be a popular source. Especially in the field of CW or high repetitive operation, the share of Yb fiber laser is large. In this study, we notice the wavelength tunability; we studied the optical properties of Yb.

Absorption and emission spectra of  $Yb^{3+}$  in YAG crystal are shown in Fig. 1 and Fig. 2, respectively.

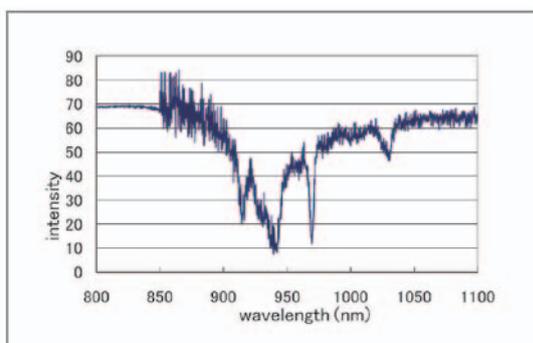


Fig.1 Absorption spectrum of Yb (15%) :YAG ceramic crystal. (measured by JASCO V570)

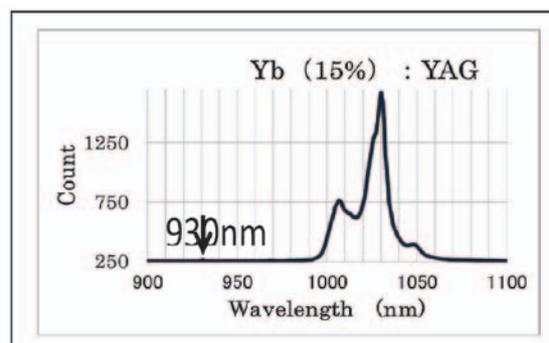


Fig.2 Emission spectrum of Yb (15%) :YAG ceramic crystal excited at 930 nm. (measured by Ocean Optics HR2000) .

Yb fiber laser is operated from 800 to 1,200 nm. Usually Yb fiber laser uses FBG's (Fiber Bragg Grating) at both ends, and the wavelength is fixed to the one determined by FBG. In this case, the laser is operated without alignment, and very easy to operate. However, the adoption of external cavity, the laser can be tuned with a wide range of wavelength.

The transmission spectrum of the atmosphere and the absorption spectrum of main atmospheric gases are shown in Fig. 3. In the range of 800 to 1,200 nm, although there are the absorption spectrum of  $H_2O$  (1,110~1,170 nm) and some VOC gases (xylene : 880 ~ 950, 970 ~ 1,170 nm), it is not a suitable wavelength for atmospheric gas monitoring.

Accordingly for the purpose of gas monitoring, the wavelength shift, e.g., DFG (difference frequency generation) such as  $1/\lambda_3 = 1/\lambda_1 - 1/\lambda_2$ , is necessary.

In this study, for the purpose of tunability, the optical property of  $\text{Yb}^{3+}$  is studied.  $\text{Yb}^{3+}$  has only two electronic levels with the separation of around 1,000 nm (see Fig. 4), the emission of around 500 nm can be observed. This is called cooperative luminescence (CL), proposed by Nakazawa and Shionoya in 1970; the detailed mechanism is not yet well cleared. The observed spectrum of CL is shown in Fig. 5.

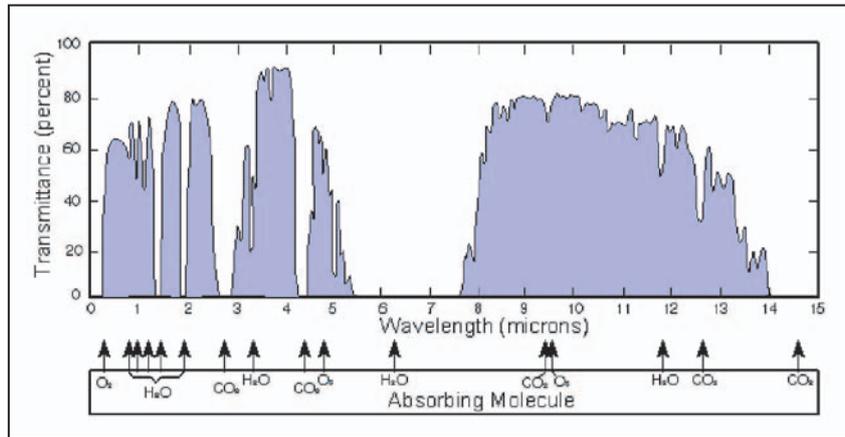


Fig.3 Transmittance of the atmosphere (linear scale). The ranges of good transmission is called “atmospheric window”.

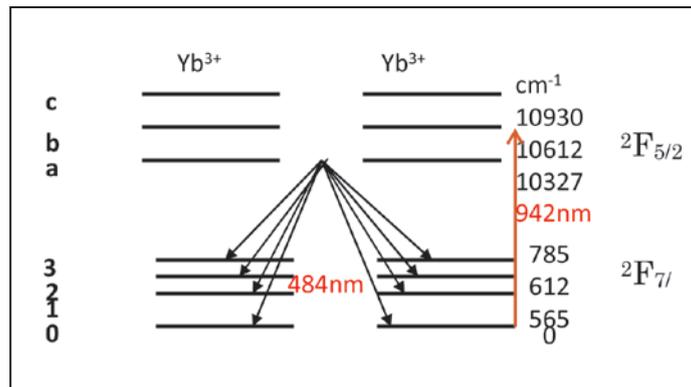


Fig.4 Energy diagram of  $\text{Yb}^{3+}$  and its Stark sublevels, and the explanation of CL (cooperative luminescence).

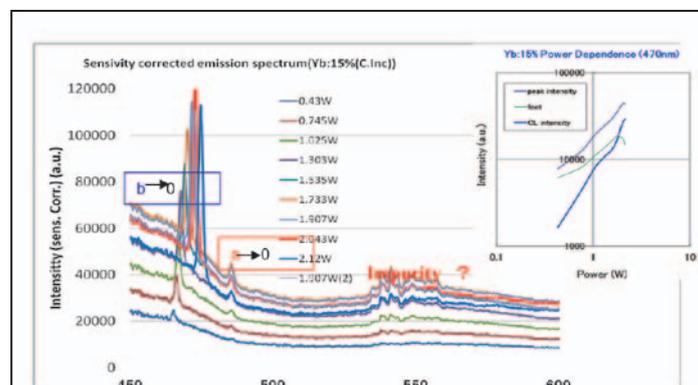


Fig.5 Observation of CL (cooperative luminescence). Intensity is proportional to the square of excitation power.

(概要)

波長同調光源は大気組成計測用光源として有用であり、その小型化がのぞまれている。最も信頼性のあるレーザー光源としてはNd:YAG (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>) レーザーであるが、最近、Yb:YAGやYbファイバーレーザーが多用されるようになった。特にCW動作や高速繰返しのレーザーではそのシェアが大きい。ここではその波長同調性に注目し、Ybの特性について調べた。

Ybの結晶 (YAG) 中の吸収スペクトルと蛍光スペクトルをFig. 1 (透過率) とFig. 2 (蛍光) に示す。

Ybファイバーレーザーは800 nmから1,200 nmの波長帯で動作する。通常、ファイバーブラッググレーティング (GBG) をファイバー両端に製作し、固定波長で動作する。この場合は、アライメントフリーとなり、非常に簡便なレーザーとなる。しかし、外部共振方式で波長を選択することにより、広帯域の同調が可能となる。

大気の透過率と主な吸収気体の図をFig. 3に示すが、800 nmから1,200 nmの波長帯にはH<sub>2</sub>O (1,110 ~ 1,170 nm) や代表的VOCであるキシレン (880 ~ 950, 970 ~ 1,170 nm) のスペクトルが存在するが、あまり気体吸収測定に適した波長領域ではない。

したがって、Ybファイバーレーザーから、中赤外領域の波長可変光源を得ることが望ましい。この変換方式にはファイバーを用いた差周波発生： $1/\lambda_3 = 1/\lambda_1 - 1/\lambda_2$  が適している。

本研究では、Yb結晶およびYbファイバーを近赤外域LDで励起したときに得られる波長が半分となる蛍光の現象を報告する。この現象はCooperative Luminescence (CL) (Fig. 4 参照) (E. Nakazawa, S. Shionoya, ; Phys. Rev. Lett. 25 1710-1712. (1970)) と言われる現象で漸く、最近になって機構が解明されつつある現象である。Fig. 5にその観測例を示した。

Fig. 1 Yb:YAGセラミック結晶 (Yb: 15%) の透過率 (日本分光V570: 縦軸未補正)。

Fig. 2 930 nm励起のYb (15%): YAGセラミック結晶の蛍光スペクトル (Ocean Optics HR2000で測定)。

Fig. 3 大気の透過率 (0.8 micron以下、幅が狭いため正確に表現できていない) のスペクトル。青い部分の上下幅が広いところが大気の窓。横軸 (Wavelength) が波長、縦軸 (Transmittance) が透過率を表す。

Fig. 4 Yb<sup>3+</sup>のエネルギー準位と Stark支準位、および、CL (cooperative luminescence) の機構の説明。

Fig. 5 CL (cooperative luminescence) の観測例。2つの原子の双極子相互作用なので、励起に対し自乗特性を示す。

課題番号	P2011-1
研究課題	DOAS 方による火山ガス計測と SAR 画像を用いた火山噴出物表層部の実態把握
研究者 (所属)	原田一平 (東京情報大学)
担当教員	久世宏明

(Abstract)

Since the volcanic eruption in the year 2000, continuous monitoring of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) gas has been conducted in Miyakejima, a volcano island around 180 km south of Tokyo. Since the sampling measurements are carried out at 14 observation posts, all located along the seashore road, it is difficult to monitor exact pollution levels inside the areas where high concentration of SO<sub>2</sub> often takes place. In this paper we report on our differential optical absorption spectroscopy (DOAS) measurements carried out inside the highly-polluted, restricted areas in Miyakejima in September

2010. The DOAS method enables the monitoring of SO<sub>2</sub> concentration averaged over a light path of several hundred meters with high temporal resolution of around 5 min. The comparison of DOAS data and ground sampling posts nearby the light path has exhibited similar temporal behavior, indicating that highly concentrated SO<sub>2</sub> gas is in fact distributed in a range of several hundred meters. The combinatory measurements with two DOAS paths perpendicular to each other have revealed that the distribution of volcanic gas near the ground level is determined by both geographical features and wind fields.

#### (概要)

2000年7月14日に三宅島雄山の噴火活動が活発になり、気象庁三宅島火山観測情報によると、火山ガス成分のひとつである二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) の放出量は、2000～2002年に4,000～80,000トン/日と極めて高いレベルにあった (気象庁2000, 2002年)。今もなお500～1,500トン/日の多量の火山ガス (二酸化硫黄) の放出が継続しており (気象庁2011年)、火山ガスの放出は当分継続すると考えられる。噴煙・火山ガスが強風によって吹きおろされるようなとき、風下の地域では高濃度の二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) が観測され (飯野・木下ほか2005)、火山ガスの影響により航空機の運行に影響を及ぼす。2010年2月1日～2011年1月31日の航空機の運行状況は31.5 %と交通の便はよくない状況である (広報みやげ2010, 2011))。現在、三宅島役場が全14箇所で火山性ガス濃度の定点測定を行っているが、必ずしもその周辺地域の濃度を代表するとは限らない。キセノンフラッシュランプによる可搬型光源と紫外望遠鏡を利用したDOAS法により、SO<sub>2</sub>の24時間連続観測が可能となる。火山噴出物表層部の実態を把握するために、2010年9月22～9月29日にDOAS観測を行った。キセノンフラッシュランプによる可搬型光源と紫外望遠鏡を利用したDOAS法により、SO<sub>2</sub>の24時間連続観測が可能となる。火山噴出物表層部の実態を把握するために、2010年9月22～9月29日にDOAS観測を行った。DOAS観測の光源としては、紫外で発光が可能なキセノンランプ (150W浜松ホトニクス製、300Wパーキンエルマー製) を用いた。受光用の紫外対応望遠鏡は口径100 mm (ニュートン式反射型、焦点距離868 mm)、口径100 mm (ニュートン式反射型、焦点距離400 mm) を自作して使用し、小型分光器はOcean Optics社製のUSB2000 (観測波長200-800 nm、2048素子、分解能0.3 nm) およびHR4000 (観測波長200-640 nm、3648素子、分解能0.23 nm) を使用した。観測対象地域は三宅島東部の坪田高濃度地区、南西部の薄木・栗辺地区 (旧阿古高濃度地区) でキセノンフラッシュ光源と紫外用望遠鏡を利用したDOAS法による大気SO<sub>2</sub>の24時間連続観測を行った。薄木・栗辺地区の光路長は1.3 km、坪田高濃度地区の光路長は480 mである。

西風が顕著な時に坪田高濃度地区で高濃度のSO<sub>2</sub>が観測されたが、坪田高濃度地区の光路長 (480 m) は雄山に対して同方向のため、火山性ガス (SO<sub>2</sub>) の拡散状況を把握できない。そこで、9月28日夕方以降に西風が顕著となり、坪田高濃度地区において高濃度のSO<sub>2</sub>が地上局およびDOASにより観測されたため、薄木・栗辺地区 (旧阿古高濃度地区) でDOAS観測していた観測機材を坪田高濃度地区へ移動して、雄山に対して鉛直方向の光路長 (450 m) となるようにキセノン光源と紫外用望遠鏡を設置した。従来の雄山に対して同方向の光路長 (480 m) と雄山に対して鉛直方向の光路長 (450 m) はともに交差する形で設置した。2010年9月28日21時から9月29日3:00までの期間に、雄山に対して同方向のDOAS法と雄山に対して鉛直方向のDOAS法により計測した1分間平均値のSO<sub>2</sub>濃度を図1、同時期の気象庁地上局の三宅坪田測候所での10分計測データ (風速・風向き) の時系列変化を図2に示した。従来の雄山山頂に対して同方向のDOAS法 (以下; DOAS-2) と雄山山頂に対して鉛直方向のDOAS法 (以下; DOAS-1) とともに地上局のSO<sub>2</sub>濃度と類似した時系列変動が観測され、DOAS-1によるSO<sub>2</sub>濃度はDOAS-2によるSO<sub>2</sub>濃度よりも常に高い値を示しており、最大0.2 ppmの差があることが明らかになった。雄山山頂に対して同方向に設置した光路長は、西風が顕著な時だけでなく地形的な効果によると考えられる。また、DOAS-1に

よるSO<sub>2</sub>濃度は地上局のSO<sub>2</sub>濃度よりも低い値を示しているものの、数100 mの範囲でSO<sub>2</sub>濃度が拡散している状況を把握した。

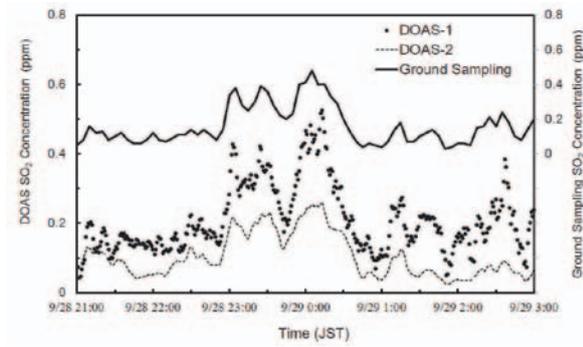


図1 光路交差によるDOAS解析結果(2010年09/28～09/29)。

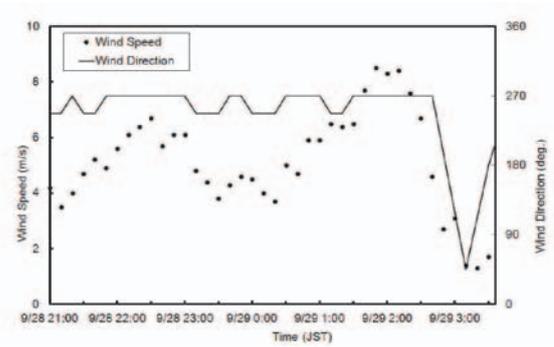


図2 光路交差によるDOAS観測期間の気象条件(2010年9/22～9/29)。

課題番号	P2011-1
研究課題	衛星画像及び地表反射率マップから導出したエアロゾル光学特性の精度向上
研究者(所属)	朝隈康司(東京農業大学生物産業学部 講師)
担当教員	久世宏明

(Abstract)

For retrieving horizontal distribution of aerosol optical thickness (AOT) on the ground from only satellite observation, the retrieval algorithm was keep developing in the CEReS joint study. This algorithm was actualized following process. First, reference albedo at the ground level was obtained from classification method for ground cover with matching the ASTER spectral reflectance database and albedo at top of the atmosphere by satellite images. Then AOT was calculated from inverse computation using the radiative transfer code 6S (Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum) with reference albedo at the ground level, albedo at top of the atmosphere and three aerosol model; continental model, maritime model, urban model. In this study, Inverse calculation was modified by changing from linear interpolation at ground albedo value equal to reference albedo to approximation curve from radiative transfer calculation. However, some AOT value in this result has erroneous negative value or large value. It should be necessary to reconsider or re-choose another radiative transfer code in future study.

(概要)

1. はじめに

衛星データから放射収支の評価をおこなうことを目的に、衛星生データ(大気上端の反射率)から既知の地表面被覆に分類して反射率を求めた後、この地上反射率と大気上端の反射率からその間に存在する大気エアロゾルの光学的厚さ(AOT)を求めるアルゴリズムを検討してきた。このアルゴリズムは、地表面被覆の分類精度に依存することから、昨年までに分類精度向上を目指し、地域特有のローカル被覆のスペクトルを分類クラスに採用しASTERデータベースに追加することにより、ある程度現実に近い分類を行うことができた(平成22年度共同研究参照)。今回、アルゴリズムによって得られた地上反射率の検証も踏まえて、この地上反射率マップ(ρ-map)からAOTの水平分布(AOT-map)を作成し、このAOT-map

の検証と問題点を整理した。対象地域はこれまでと同様に、 $\rho$ -mapの土地被覆を検証してきた東京農業大学生物産業学部の位置する網走周辺とし、利用した衛星データはMODISのチャンネル1から7とした。

## 2. AOT-mapの作成

AOTの算出方法は、平成19年度共同研究で提案したアルゴリズムを改良したものを用いた。以下にAOT導出アルゴリズムの手順を説明する。はじめに、衛星観測された大気上端のアルベド ( $\rho_{TOA}$ ) から、放射伝達コードを用いて大気補正をおこない地表面のアルベド ( $\rho_{GL}$ ) を求めた。この際、放射伝達コードに与えるAOTの値 ( $\tau_{550}$ ) を0.0から1.0まで、0.1刻みに変化させることにより、 $\rho_{TOA}$ と $\rho_{GL}$ および $\tau_{550}$ のテーブル ( $\rho$ - $\tau$  table) を作成した。今回、放射伝達コードは6Sを利用した。後にこのテーブルを参照して、 $\rho_{GL}$ と $\rho_{TOA}$ から $\tau_{550}$ を求める逆計算を効率的におこなうため二次の近似曲線を用いて近似式を求めた。なお、平成19年度のアルゴリズムでは、近似曲線を用いずに内挿計算を行っていた。

このとき同時に衛星の各チャンネルに対応する波長のAOTの値も計算した (今回は、MODISのチャンネル1 (650 nm)、チャンネル3 (450 nm) および4 (550 nm))。つぎに、平成22年度共同研究の分類方法により分類された地上被覆反射率 ( $\rho_{REF}$ ) を先に求めた近似式の $\rho_{GL}$ に代入し、観測された $\rho_{TOA}$ から $\tau_{ch1}$ 、 $\tau_{ch3}$ 、 $\tau_{ch4}$ を求めた。この計算を、continental、maritime ならびにurbanの3種類のエアロゾルモデルに対しておこなった。最後に各チャンネルのAOTとこれに対応する放射伝達コードで計算する際に用いた $\tau_{550}$ の値の誤差総和を計算し、最も差の小さいエアロゾルモデルを対象画素のモデルとした。



図1. 2010年6月13日のMODISトゥルーカラー画像



図2. 2009年度の分類方法と、2007年度のAOT導出アルゴリズムによるAOT-Map。左からチャンネル1、チャンネル3、チャンネル4。



図3. 2010年度の分類方法と、本研究のAOT導出アルゴリズムによるAOT-Map。左からチャンネル1、チャンネル3、チャンネル4。

$\tau=0.0$  0.5 1.0

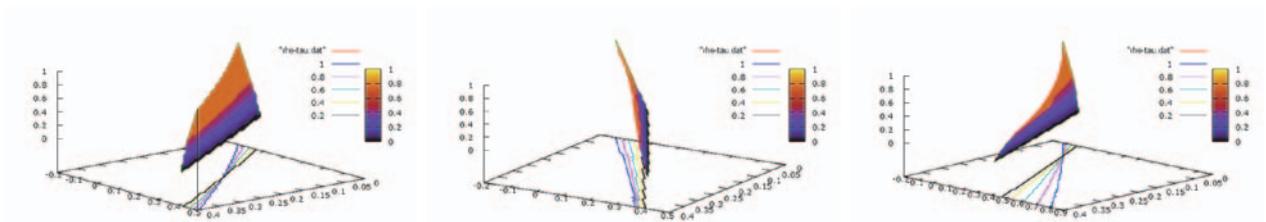


図4.  $\rho_{TOA}$ と $\rho_{GL}$ および $\tau_{550}$ のテーブル ( $\rho$ - $\tau$  table)。左から、continentalモデル、maritimeモデル、urbanモデル。

### 3. 結果および考察

図2に2010年6月13日のMODIS画像から、ASTERライブラリのみで作成した $\rho_{REF}$ -mapとこれまでのAOT導出アルゴリズムによるAOT導出結果(AOT-map)を、図3にASTERライブラリとMODIS画像からピクセルサンプリングされたアルベドを合わせて作成した $\rho_{REF}$ -mapと本研究の導出アルゴリズムを用いて求めたAOT-mapを示す(その他の月の画像に関しては、共同研究発表会資料参照)。図2と図3からAOT-mapは、 $\rho_{REF}$ をそのまま反映した結果となり、土壌と植生はMODIS画像のピクセルサンプリングによって地表面のアルベドが変わったため、波長が長くなるにつれて、陸域のAOTが大きくなる傾向がみられた。とくに、本研究で提案したアルゴリズムでは、チャンネル1で陸と海の境界がはっきり見え、地上の構造が見えてしまった。これは、後述する $\rho$ - $\tau$  tableの精度に関わると考える。一方、これまでのアルゴリズムでは、雲と水のミクセル、雪氷と土壌のミクセルの区別ができていないため、AOTの値が大きくなった(図2のチャンネル1中の赤いごま塩状の点など)。

また、選択されたエアロゾルモデルは、陸上、海上にかかわらず、maritimeモデルが選ばれることがなかった。これは、図4で示すように maritime モデルの場合、アルベドのごく限られた範囲でしか大気上端のアルベドが算出できないため、該当するAOTが求まらなかった。さらに continental、urban モデルの場合でも、アルベドの範囲によってはAOTの増加に伴って大気上端のアルベドが減少する場合と増加する場合があります。AOTの値が負になったり、1を超える大きな値になる場合があった。これが、6Sによる特有のものなのかを確認する必要があるため、今後の課題として他の放射伝達コードとの比較が必要である。

課題番号	P2011-1
研究課題	映像観測と衛星画像データによる火山噴煙の大気拡散研究
研究者(所属)	木下紀正(鹿児島大学教育学部教育実践総合センター)
担当教員	久世宏明

#### (Abstract)

The rise and decline of massive magmatic eruptions at Kirishima-Shinmoedake volcano in 2011 were analyzed by comparing satellite image data of different spatiotemporal resolution and multi-point ground camera records with visible and NIR modes. White vaporous fumes and plumes at the first stage were only observed from the ground, effectively by NIR mode at 50 km away since 2008. Continuously ejected ash plumes at the second stage were recognized by MODIS images, in conformity with the ground observation in late January, 2011. They were followed by the highest stage of magmatic eruptions on 26-27 January. Massive ash clouds since these days for a while were seen in NOAA, MODIS and MTSAT images extending over hundreds km or more mainly toward the east. Time lapse records at the ground were useful to get basic information of their ejection properties. Drifts of ash clouds for a few thousand km were seen in MTSAT data in the form of Aerosol Vapor Index images of thermal infrared bands. Their features were understood by forward trajectory analyses based on meteorological data with appropriate initial height conditions.

#### (概要)

霧島新燃岳2011年マグマ噴火の盛衰を、各種の時空分解能の衛星画像データと近赤外モードを含む地上からの多点映像観測記録を突き合わせて解析した。白い噴気や噴煙は第一段階として地上観測のみの対象であり、2008年から近赤外モードで50 kmから認められた。1月遅くには第二段階の連続灰煙に変わったことが地上映像記録で良く分かるが、MODIS画像でも捉えられた。さらに第三段階が1月26-27日のマグ

マ噴火最盛期としての大規模灰煙放出であり、大よそ東方に数百kmあるいはそれ以上伸びた火山灰煙の衛星画像がNOAA、MODIS、MTSAT データから得られた。間歇記録の地上映像はこれらの灰煙放出の様相の情報として重要である。最も広視野のMTSATでは、熱赤外バンド差によるエアロゾル-水蒸気指標の画像を用いて、火山灰煙の数千キロメートルにわたる移流が確認され、その様相は気象モデルに基づき適切な初期高度から出発した前進流跡線解析で理解された。

課題番号	P2011-1
研究課題	衛星計測データを利用した森林におけるメタン (CH <sub>4</sub> ) 発生量の実態把握
研究者 (所属)	朴壽永 (東京情報大学)
担当教員	久世宏明・齋藤尚子

(Abstract)

Last year, we have reported the macroscopic relevance of land use and methane generation using the GOSAT data. This year, we report the results of microscopic analysis using WDCGG data of ground observation. There is not a technology that can measure only the amount of methane emission at the time of observation except experiment. The observation data in Gosan, which is one of WDCGG data, is important as the pollution observation of air background from the mainland South Korea and China. But the features are not still clear yet. Therefore, we analyzed the variation factors in atmospheric methane concentration with applying the GEP Method (Greenhouse gases Emission Presumption Method), which is a method for evaluation the methane generation around the observation point, and by the SCIAMACHY data. The data was between 2007 and 2009. As a result, 18.2 ppb out of annual average of methane concentration in Gosan, 1858 ppb, increased by the influence of advection. 19.1 ppb increased at wind speed 1.6-5.4 m/s, 15.4 ppb at wind speed 10.8-41.7 m/s, 14.3 ppb at wind speed 5.5-10.7 m/s, 13.8 ppb at wind speed 0.0-1.5 m/s. The influence of advection from the mainland China and South Korea is the largest as a factor for concentration increment. In addition to that, the impacts of general waste landfill and livestock production activities in Jeju Island have been estimated to have influence. It has been presumed that annual methane concentration according to wind direction by long distance transportation at wind speed 10.8-41.7 m/s increase 38.9 ppb by advection from mainland China with wind direction WNW-NNW and 24 ppb by advection from mainland South Korea with wind direction N-NE and decrease 29.8 ppb by advection from East China Sea and western Pacific with wind direction SE-SSW. It has been estimated that increment of methane concentration by advection is a lot in winter season with relatively few wind direction SE-SSW and the sources of methane concentration transported from mainland China and South Korea in the summer can be Agricultural production, such as paddy.

(概要)

去年は主にGOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite) データを利用した土地利用とメタンの関連性をマクロ的な観点から把握・報告した。本年度は地上観測データのWDCGG (World Data Centre for Greenhouse Gases) データを用い、ミクロ的な観点からの分析結果を報告する。

実験を除き、観測時点におけるCH<sub>4</sub>発生量のみ測定できる技術がまだなく、またWDCGGデータの一つであるGosanの観測データは韓国内における大気バックグラウンド汚染観測とともに、中国大陸などからの長距離運送による大気バックグラウンド汚染観測として重要視されているが未だにその特徴が明らかに

なっていない。そこで、屋外の広範囲を対象にした観測地点周辺からのCH<sub>4</sub>発生を評価する手法のGEP Method (Greenhouse gases Emission Presumption Method) を適用するとともにENVISAT (Environmental Satellite) のSCIAMACHY センサにより観測されたCH<sub>4</sub>濃度を解析し、2007年から2009までのGosanにおけるCH<sub>4</sub>濃度の変動要因を評価した。その結果、Gosanの年平均CH<sub>4</sub>濃度1858 ppbのうち18.2 ppbが移流の影響により増加した。風速1.6-5.4 m/sのとき19.1 ppb、風速10.8-41.7 m/sのとき15.4 ppb、風速5.5-10.7 m/sのとき14.3 ppb、風速0.0-1.5 m/sのとき13.8 ppb増加した。濃度増加の要因として中国大陸と韓国本土からの移流の影響が最も大きく、それに加えJeju島の陸域における一般廃棄物の埋立と家畜生産活動などの影響によるものと推定された。風速10.8-41.7 m/sの長距離運送による風向別年平均CH<sub>4</sub>濃度は、風向WNW-NNWに当たる中国大陸からの移流の影響により38.9 ppbが増加、風向N-NEに当たる韓国本土からの影響により24 ppbが増加、風向SE-SSWに該当する東シナ海や西太平洋からの移流の影響により29.8 ppbが減少すると推定された。長距離の移流によるCH<sub>4</sub>濃度の増加は風向SE-SSWの出現数が比較的少ない冬季に大きく、夏季の中国大陸と韓国本土から運送されるCH<sub>4</sub>濃度の発生源は水田などの農業生産によるものと推測された。

課題番号	P2011-1
研究課題	合成開口レーダー・散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源評価方法の開発
研究者 (所属)	香西克俊 (神戸大学海事科学研究科)
担当教員	久世宏明・高村民雄

(Abstract)

The study discusses accuracy evaluation methods for offshore wind energy resources by using scatterometer SeaWinds-derived wind speed and Weibull parameters. The purpose of this study is to evaluate accuracies of SeaWinds-derived Weibull mean wind speed and energy density by considering uncertainties inherent in SeaWinds wind speed estimates. In this study 1159 SeaWinds-derived wind speeds covering the KEO buoy are used for estimating two Weibull parameters, scale and shape. On the other hand observed wind speeds from 2004 to 2008 at the KEO buoy are used for simulating three kinds of wind speeds in order to quantify some uncertainties inherent in SeaWinds-derived wind speeds. It is found that uncertainties associated with wind speed estimates (operational wind speed range, sampling time) show small differences in scale, shape and Weibull mean wind speed except energy density among the simulated datasets. Furthermore the upper and lower bounds of 90% confidence interval corresponding to SeaWinds number of observations indicate  $\pm 2.5\%$  error of Weibull mean wind speed and  $\pm 6.8\%$  error of energy density respectively.

(概要)

本研究は散乱計SeaWindsより導かれる風速とワイブルパラメータを用いることにより洋上風力エネルギー資源のための精度評価方法について検討する。この研究の目的はSeaWinds風速固有の不確かさを考慮することによりSeaWindsより導かれるワイブル平均風速及びエネルギー密度の精度を評価することである。KEOブイを含む1,159シーンの風速がワイブルパラメータである尺度と形状を推定するために用いられる。一方、2004年から2008年までのKEOブイで観測された風速を基にSeaWinds風速に固有の不確かさを数量化するために3種類の風速データセットが作成された。本研究から以下のことが明らかになった。SeaWinds風速に固有の不確かさである実用風速範囲、観測時刻はエネルギー密度を除いて3種

類の風速データセットから推定される尺度、形状、ワイブル平均風速の間にはほとんど影響を与えない。さらに SeaWinds の観測シーン数に対応する 90% 信頼区間の上限及び下限はそれぞれワイブル平均風速の  $\pm 2.5\%$ 、エネルギー密度の  $\pm 6.8\%$  を示した。

課題番号	P2011-1
研究課題	地表面熱環境特性の地上観測手法の開発及び衛星データとの比較
研究者（所属）	森山雅雄（長崎大学大学院工学研究科）
担当教員	本多嘉明

(Abstract)

For the thermal properties estimation of the earth surface, The ground and satellite based measurement methods are investigated. The ground based measurement method uses the sequential upward and downward longwave radiation measurement and estimate the thermal inertia, also use the latent heat flux measurement to make the comparison with the thermal inertia. The result shows the good correspondence between the radiation based thermal inertia and the latent heat flux. To estimate the same property from the satellite measurement, the new index which is derived from the day and night surface temperature difference with the nighttime surface temperature compensation is made. This index is compared with the latent heat flux measured at the AMERIFLUX sites and showed the good correspondence and moreover the index will be used as the warning index of the water stress of the forest.

(概要)

地表面熱特性把握の為、地上観測法と衛星観測法の開発を行った。地上観測に於いては、時間的に連続した上向きおよび下向き長波放射観測データより、熱慣性をあらわす指数を推定する手法を開発した。これは、夜間における連続した長波放射収支の時間的な微分係数が地中熱流量と比例することを利用したものであり、北米各地で各種フラックスを計測している AMERIFLUX の観測値のうち、潜熱輸送フラックスと一対一となるように係数を調整することができる。衛星観測によって同様の推定を実施するには、時間分解能が不足している為、昼夜温度差をもとに、夜間の地表面温度が高い場合の補正項を加えた、潜熱輸送フラックスの大小が把握できる指数を開発した。地上観測の場合と同様に、AMERIFLUX の森林観測サイトで計測された潜熱輸送フラックスとの比較により、森林であれば開発した指数の変動は潜熱輸送フラックスの変動と良い一致を見せ、加えて極端に潜熱輸送フラックスが低下する水ストレスの早期発見にも役立つことが明らかになった。

課題番号	P2011-1
研究課題	衛星リモートセンシングによる植生フェノロジーの検出の高精度化
研究者（所属）	永井信（海洋研究開発機構地球環境変動領域物質循環研究プログラム陸域生態系研究チーム）
担当教員	本多嘉明

(Abstract)

To accurately detect the timings of leaf-expansion and -fall by using satellite remote-sensing, we have collected the daily plant phenology images at various ecosystem sites in Japan and

overseas, which is including our newly installed deciduous coniferous forest site; Yatsugatake. We then examined the relationship between these plant phenology images, spectral reflectance data, meteorological data, and *in situ* ecological data and satellite-observed vegetation indices at a daily time step for multiple years. On the basis of these results, we evaluated the spatio-temporal distribution of the timings of leaf-expansion and -fall in East Asia between 2003 and 2011 by using the MODIS satellite-observed daily green-red ratio vegetation index (GRVI), which can detect the timings of leaf-expansion and -fall for various ecosystems by using the unique value (GRVI = 0.0; Motohka et al. 2010). As a result, we were able to identify the accurate characteristics of timings of leaf-expansion and -fall due to the environmental gradient (i.e., degrees of latitude, elevation) and ecosystem types.

(概要)

衛星リモートセンシング観測により展葉や落葉のフェノロジーを高精度に検出するために、八ヶ岳サイト（落葉針葉樹林）にインターバルカメラシステムを設置し、同様な観測が継続的に行われている国内外の生態系サイトを含め、植生のフェノロジー画像を毎日得た。これらのフェノロジー画像、分光反射率データ、気象データ、生態観測データと、衛星観測で得た植生指数の対応関係を複数年に渡り毎日調査した。これらの結果をふまえ、展葉や落葉のタイミングを様々な生態系を対象に、一意的な値 (GRVI = 0.0) で検出可能である、MODIS衛星で毎日得た Green-red vegetation index (GRVI) を用いて (Motohka et al. 2010)、2003年から2011年の東アジアにおける展葉と落葉のタイミングの時空間分布の変動を評価した。この結果、環境傾度（緯度・標高）や生態系タイプに起因した、展葉や落葉のタイミングの特性を高精度に検出することができた。

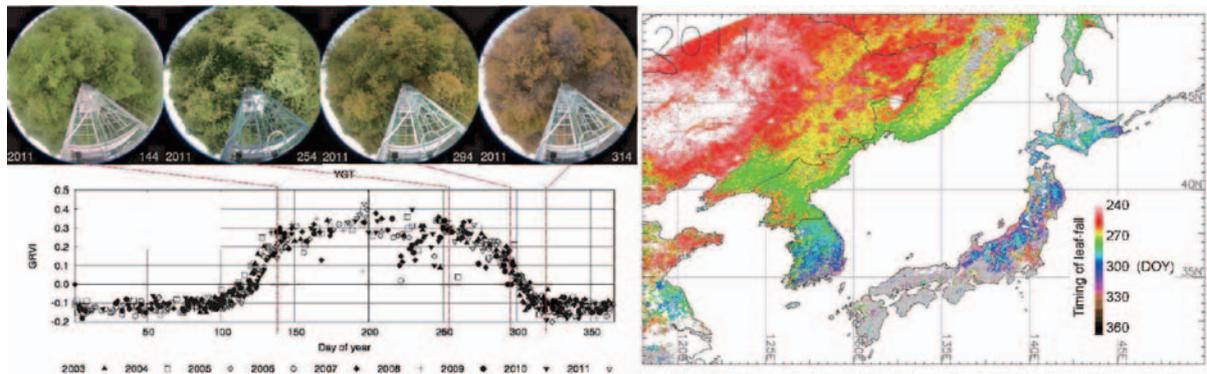


図 (左) 八ヶ岳サイトで観測した植生インターバル画像と MODIS 衛星で 2003 年から 2011 年まで毎日観測した雲被覆や積雪等の影響が無い植生指数；GRVI との対応関係、(右) MODIS 衛星で毎日観測した植生指数；GRVI から検出した 2011 年の東アジアにおける落葉のタイミングの空間分布。

課題番号	P2011-1
研究課題	八ヶ岳カラマツ林における BRDF の変動要因の解明～衛星の斜め観測データを利用した植生 3 次元構造の推定にむけて～
研究者 (所属)	松山洋 (首都大学東京 都市環境科学研究科)
担当教員	本多嘉明・梶原康司

(Abstract)

In this year, we could not proceed the study at Yatsugatake site, so that we instead report the estimation of leaf area index of *Cryptomeria japonica* using various methods – a case study of Aso

district, Kumamoto Prefecture – .

We estimated leaf area index (LAI) of *Cryptomeria japonica* of Aso district, Kumamoto Prefecture by using various methods. In advance, we selected seven sites which had various ranges of NDVI by analyzing satellite image (ALOS/AVNIR-2) of September 2006. Around the end of August 2007, we measured diameters of breast height (DBH) and tree heights at these sites which were substituted to the universal allometric equation to calculate dry weight of the leaves of *Cryptomeria japonica*, proposed in 2010. Based on this calculation, we estimated LAI by assuming typical histogram of green leaf's diameter of *Cryptomeria japonica*. At the sites, we also estimated LAI using LAI-2000 and took hemispheric photos, with which we calculated LAI using LIA32. We also estimated LAI using NDVI calculated with the ALOS/AVNIR-2 image. At the sites which had relatively smaller DBH, values of LAI estimated by the allometric equation were basically smaller than those of LAI-2000 and hemispheric photo, which implies that this allometric equation is valid for mature forests, but is not suitable for younger forest stands. In addition, we demonstrated that we should measure DBH and tree height of broader trees more accurately to estimate LAI, based on simple numerical simulation.

(概要)

本年はハヶ岳の研究成果が芳しくなかったため、同研究で行なった阿蘇の研究成果（複数の手法によるスギの葉面積指数の推定－熊本県阿蘇地方を事例に－）について報告する。

熊本県阿蘇地方のスギ林を対象として、複数の手法で葉面積指数（LAI）を推定した。事前に、2006年9月の衛星画像（ALOS/AVNIR-2）を用いて幅広いNDVI値を取るスギ林を7地点選択しておき、これらの森林で2007年8月末に胸高直径と樹高を測定した。そして、2010年に提案された汎用的なスギのアロメトリー式から葉の乾燥重量を推定し、スギの典型的な緑軸直径の度数分布を仮定することでLAIを算定した。現地では、林内の複数箇所でLAI-2000の観測と全天写真の撮影も行ない、後者についてはLIA32を用いてLAIを求めた。また、ALOS/AVNIR-2画像から計算されるNDVIを用いたLAIの推定も行なった。胸高直径が相対的に小さい地点では、アロメトリー式から得られたLAIは、LAI-2000および全天写真から得られたLAIよりもおおむね過小評価されていた。すなわち、このアロメトリー式は成熟林では有効であるが、若い林分には適合性がよくない可能性が示唆される。さらに、LAI推定の際には太い樹木ほど正確に胸高直径と樹高を測定する必要があることを、簡単な数値計算に基づいて実証的に示した。

課題番号	P2011-1
研究課題	多方向観測データを利用した、植生機能タイプの分類方法の開発
研究者（所属）	村松加奈子（奈良女子大学共生科学研究センター）
担当教員	本多嘉明・梶原康司

(Abstract)

Classifications of vegetation structure functional types are important issues for studying global environment. For the global satellite, it is difficult that the classification into vegetation types of similar seasonal changes, such as evergreen broad leaf and needle leaf forests. SGLI sensor on GCOM-C satellite has plans of observation with three angles, nadir, forward and backward, of red and near-infrared bands. In general, different observation angle can be detected the shape of the object, and tree shape of broad leaf and needle leaf is different each other. In this study, the characteristics of reflectance both of different observation angle and wavelength are examined for

evergreen broad and needle leaf forest around Aya, Miyazaki prefecture, Japan. The scatter plots of the pattern decomposition coefficients of water ( $C_w$ ) and vegetation ( $C_v$ ) and, forward and nadir reflectance show the two clusters of vegetation types. Especially, April's  $C_w$  and  $C_v$  scatter plots show clear two clusters. In summer data,  $C_v$  or  $C_w$  and the product of forward and nadir reflectance shows two clusters. In Japan, sample area of evergreen broad leaf forest is a few. Further study of another sample areas in the world is needed.

(概要)

本研究では、GCOM-C/SGLI データでの全球植生タイプ分類図作成のために、直下視のマルチバンドと多方向観測の両者のデータを用いて、植生機能タイプ毎の分類方法を開発する。ALOS衛星には直下視での可視から近赤外の4波長帯での観測と、単波長で直下・前方・後方の3方向からの観測を行っている。昨年度のPRISMを用いた研究から、夏の前方視の反射率と後方視を直下視の反射率で割った値の関係より、常緑性の広葉樹と針葉樹林の分離性が向上する可能性が明らかとなった。また、夏の前方視を直下視で割ったものと、後方視を直下視で割ったものの関係より落葉樹における針葉樹と広葉樹の分離性の改善の可能性が明らかとなった。しかし、PRISMでは単波長でのみ観測していることから、PRISMのみでのタイプ分類は不可能であった。

そこで、本研究では、AVNIR-2の分光反射率特性とPRISMの三方向からの反射率特性を詳細に調べ、直下視と多方向観測の両者を用いた植生機能タイプの分類方法の開発を行う。本年度は特に、常緑広葉樹と常緑針葉樹の分類方法について調べた。用いたデータは宮崎県綾周辺のAVNIR-2による2009年4月29日、2009年6月14日、2009年12月29日のデータとPRISMの2009年6月14日、2010年1月30日のデータを用いた。常緑広葉樹林と植林（常緑針葉樹）地での他方向観測の反射率特性、AVNIR-2では分光反射率から計算できるパターン展開法の係数の特徴を調べた。AVNIR-2のデータから、常緑広葉樹木と常緑針葉樹では、パターン展開係数の植生の係数 ( $C_v$ ) と水の係数 ( $C_w$ ) の散布図で両者のグループの分離性がよく、季節変化では特に4月のデータで両者の分離性は一番高かった。多方向観測と分光反射率の組み合わせでは、 $C_v$ あるいは $C_w$ の係数と直下視と前方視の反射率の積の散布図が両者の分離性が高く、6月のデータを用いた場合はこの方法が有効であった。

PRISMの波長帯は、可視から近赤外の一部と波長帯が広く、植生タイプ毎の反射率の特徴が現れにくかった。GCOM-Cでは赤波長と近赤外波長それぞれで観測を行うため、植生タイプ毎の特徴はPRISMよりはやすい可能性が考えられる。日本国内では常緑広葉樹のサンプルを調べられる場所が限られている。今後は海外の森林においてもこれら特徴を調べる必要がある。

課題番号	P2011-1
研究課題	林床からの樹冠構造計測法の開発
研究者(所属)	柴田英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)
担当教員	本多嘉明・梶原康司

(Abstract)

This research project tried to develop the measurement techniques for canopy structure of natural forest ecosystem using the multiple approaches. In 2011, we conducted the detail measurement of forest canopy using the helicopter with multiple sensors under the collaboration with the research groups of CEReS (Profs. Yoshidaki Honda and Koji Kajiwara) at Tomakomai and Nakagawa Experimental Forests of Hokkaido University. The detail mapping of spatial structure at canopy

structure is currently under analysis with on-site measurement of tree species, crown height and DBH (diameter at breast height) in each site. The laser investigation on the forest floor was also applied in the integrated forest plots of Nakagawa Experimental Forest to develop the 3-D structure of tree community and canopy structure of natural cool-temperate mixed forest in northern Hokkaido. We continue to analyze the obtained data toward the spatial quantification of forest biomass, leaf area index and carbon storage in the forest ecosystem through the further linkage between the remote sensing and ground observations.

(概要)

本課題は多角的アプローチを用いて天然林生態系の林冠構造を測定する方法を開発することを目指している。2011年度は千葉大学CEReSの研究グループ（本多嘉明・梶原康司）との共同により、北海道大学苫小牧研究林および中川研究林において各種センサーを取り付けた無人ヘリコプター観測を行い、林冠表層の詳細観測を実施した。各林分における毎木調査（樹種、樹高、胸高直径）のデータと統合することにより、詳細な空間構造のマッピング化に向けた取り組みを進めている。また、中川研究林においては地上レーザー測量を林床面で行い、森林内での樹木分布や森林バイオマスの三次元構造の定量化に向けた取り組みを進めている。リモートセンシングと地上観測の統合によるこれらのデータ解析により、不均質な森林バイオマスや葉面積、炭素プールなどの空間構造のより詳細な定量化に向けた取り組みを継続している。

課題番号	P2011-1
研究課題	合成開口ローダ搭載マイクロ衛星用 FPGA の開発
研究者（所属）	難波一輝（千葉大学大学院融合科学研究科）
担当教員	J.T. スリ スマンティヨ

(Abstract)

Signal processing for unmanned aerial vehicle (UAV) with circularly-polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) uses high-speed FFT computation for large amounts of data. So, it is strongly required that signal processing system for CP-SAR is constructed on field programmable gate arrays (FPGAs) providing high-speed parallel processing and not traditional digital signal processors (DSPs). In the last year, we designed a system, in which data FPGAs calculated are transferred to and stored in on-board SSD drive through a compact PC. In this year, based on the design, we mounted constituent parts on an FPGA board. This system requires large amount of RAM resources. To reduce the amount of required RAM resources, a corner turn method working with the smaller amount of RAM resources was presented.

(概要)

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 Processor（DSP）から並列度の高い Field Programmable Gate Array（FPGA）への移行が強く求められている。昨年度の研究では、航空機上で処理したデータを FPGA から機内に搭載した小型 PC を経由し SSD に転送、記憶するシステムを設計した。本年度の研究では、昨年度の設計に基づき、システムを構成する部品を FPGA 上に実際に構成している。また、本システムではリソースの中でも特に RAM を多く使用することに対応するため、使用 RAM リソー

スの少ないコーナーターン法を示している。

課題番号	P2011-1
研究課題	CP-SAR 搭載カメラのインターフェース（特にデータ通信方式）の開発研究
研究者（所属）	大前宏和（株センテンシア）
担当教員	J.T. スリ スマンティヨ

(Abstract)

We examined the Interface of the camera on CP-SAR, in particular, the communication systems. We constructed one-chip microcomputer and wireless LAN on one Pt-board to conduct small data collection. Also we carried out data communication by wireless LAN. Communication distance is about 100 m by Commercial LAN chip. SO, we found that it was difficult to communicate with the UAV and the ground station.

On the other hand, we collected materials of Spacewire System. First, it was examined on the desk, and secondly, we contacted supplier, but we abandoned purchasing the board because of high price and the non-disclosure of information. So, we could not work out details for Communication system including the specification. At the present, we believe it is reasonable to study details at the time of decision making for BUS specification. In short, We believe that standardization should be based on reasonable price.

(概要)

CP-SAR 搭載カメラのインターフェース（以下、I/F）、特に通信方式の開発を検討した。無人航空機（以下、UAV）の通信システム I/F についての検討を行い、小型衛星にも使えるように検討を進めた。これは、前年度の研究発表会場で携帯電話（3G、無線LAN）などの公共受信施設を使う場合の問題点を指摘して頂いたことが契機となって課題を抽出したものである。無線LANボードとデータ容量の少ない観測センサーによりデータ収集を行う事をオンボードワンチップマイコンにより構築し、データ通信を行った。通信到達距離が市販、汎用のものでは100 m程度であることが確認出来ため、UAVと地上との通信方法としては難しい事が判明した。

一方で、小型衛星の標準と目されているSpacewire方式の検討については資料を収集した。

机上で検討したが、複雑なため、実機Pt板の購入を検討するために、問い合わせなどを行ったが、高価格、情報開示の点などで断念した。したがって、搭載に関する通信方式を含むシステム仕様に関しては、詳細を詰める事が出来なかった。当面小型衛星のI/F仕様であるSpacewire方式については、小型衛星共通バスを決定する際に検討を進めることで充分と考えるのが、品質維持と信頼性コストのトレードオフの結果、現状の共同研究の範囲では妥当であると考えている。要するに、高価格となるような標準化に基づく必要は無いと現時点では考えている。

課題番号	P2011-1
研究課題	無人機搭載小型 Ka バンドアンテナの研究
研究者（所属）	若森弘二（有人宇宙システム株式会社宇宙事業開発部宇宙利用グループ）
担当教員	J.T. スリ スマンティヨ

(Abstract)

JAMSS introduces near real time processing system for agriculture monitoring using MODIS and

DMC (Disaster Monitoring Constellation) satellite data. The system is fully automated processing and integrated with an information service for users through Internet. The individual shortcoming of the system is that cloud cover hinders information service and we should move towards operational implementation the system with consistency and reliability. SAR data have the potential to provide and substitute information products. Also we consider alternative image sources are SAR data and a near infrared digital camera. In the research, JAMSS has been cooperating with CEReS and the first step of the research and technology is the processing and analysis of SAR data for agriculture monitoring.

(概要)

JAMSSはDMC、MODIS衛星を用いて農業モニタリングシステムを開発し、試験的に九州や東北地方で実農業管理に利用できるデータ提供を実施している。しかし、光学衛星画像は雲の影響を完全に取り除けないという欠点がある。そこで、雲の影響を受けないSARデータの植生観測への利用と近赤外線カメラを今後の農業管理に組み込み、CEReSとの共同研究を推進する第一ステップするための参考例としてSARデータの農業利用例を紹介する。

課題番号	P2011-1
研究課題	衛星利用型光合成モデルによる CDM プロジェクト支援システムの開発
研究者 (所属)	金子大二郎 (株) 遥感環境モニター
担当教員	J.T. スリ スマンティヨ

(Abstract)

The recent concern about global warming motivates to develop the present multi-purpose system entitled "Remote Sensing Environmental Monitor (RSEM)". The system is designed for treating carbon sequestration by vegetation, Clean Development Mechanism (CDM) afforestation/ reforestation (A/R), desertification of Eurasian grassland, and grain production to the background of climate change in Asian nations. It is anticipated that the supporting system for CDM A/R projects will lead us to generate a suite of better conservation plans or policies as to the CO<sub>2</sub> sequestration by CDM A/R endeavor in degraded tropical forests and arid grasslands for mitigating plural ecological and social impacts on these countries.

(概要)

1. 目的

地球温暖化ガスとしてCO<sub>2</sub>の排出量を削減することが問題となっている。この削減対策のほかに、多くの国が森林による吸収効果を有力な方策として期待している。我が国は、京都メカニズムの排出権取引であるCDMにより、開発途上国での植林や工場でのCO<sub>2</sub>排出削減への技術協力によって、温室効果ガスの削減目標を達成しようとしてきた。一方、森林による炭素固定量の推定は、多数の研究が進められてきた。しかし、森林におけるFluxnetによる地上実測は、エネルギー収支の不閉合の問題がある。また、光合成モデルによる推定の両方法は、樹種による地域差や検証法の問題があり、炭素固定量の推定に多くのばらつきと偏りが報告されてきた。このため、多様な樹種の混在する森林の場合には、CDMのモデルとして実用として使えるレベルではない。

植林CDMの中で最も炭素固定の推定が容易と考える対象地域は、アカシアやユーカリ等の単一樹種に

よる産業植林や環境植林の場合である。本研究は、モデル開発と吸収の検証が容易な植林を対象としている。日本は、国内の森林によるCO<sub>2</sub>吸収量の増大を期待し、京都議定書に基づくCO<sub>2</sub>の6%削減を計画してきた。しかし、前述の通り固定量の認証方法は未確立である。これまでに、世界の多くのCDM事業の登録が申請されてきたが、森林については証明の審査が厳しく、極めて一部のみの承認である。国土スケールによる森林の吸収規模が巨大であることも、安易な認定を避ける理由の一つである。

植林によるA/RのCDMプロジェクトは、対象地域が初期条件として1989年以前から森林でなく放置された地域（荒廃地、草地、伐採跡地等）である必要がある。これらの候補地域を適地選定せねばならない。一方、森林による吸収量の推定には、幹径の実測に基づく算定式が広く採用されている。しかし、本格的な広大な地域の吸収量を推定するためには、人的効率と費用の面から現実的でなく適切ではない。代わって、衛星利用による吸収量の推定方法の精度向上を図り、広域的な実利用を目指す。幹径の地上実測による検証と合わせて、植林・再森林化によるCDM事業を支援するシステムの開発が望ましい。このシステムにより、森林CDMの適地選定、A/Rプロジェクトの長年にわたるモニタリング、或いは広大な地域の炭素固定量分布の推定等に、衛星リモートセンシングを利用し、CDM A/Rプロジェクトを支援する（図-1）。

## 2. 成果の概要

1) CDMプロジェクトが特定のホスト国に集中している現状がある。特に中国、インド、ブラジル、メキシコで、登録プロジェクト数及び発行CER量の約8割を占めている。このようなCDMの地理的分布の不均衡について、特に、後発開発途上国（LDC）、小島嶼国、アフリカ諸国におけるPDDの確認・開発を支援し、プロジェクトの有効化審査費用を満たすことを、国連UNCTADのCDM委員会が締約国及び民間組織に奨励している。このため、後発途上国の植林CDMを優先した。本命とも言える削減影響力を持つ森林によるCDMプロジェクトは、単にCO<sub>2</sub>の削減や資金の回収ばかりでなく、その優れた特質である複数の便益をもたらす。すなわち本研究は、木材資源、治水・水資源涵養、土砂流出防止、砂漠化抑制、生物多様性、生活環境・景観の改善等の効果を重視した。

2) CDMの対象地域が初期条件として1989年以前から森林でなく放置された地域である必要（緩和論

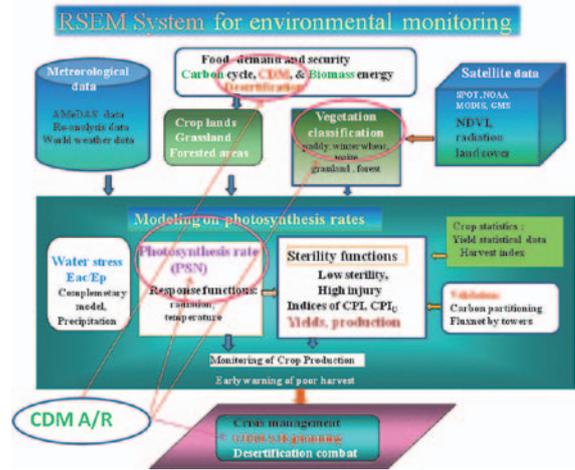


図-1 開発中の全RSEMシステムとCDM A/Rの関係

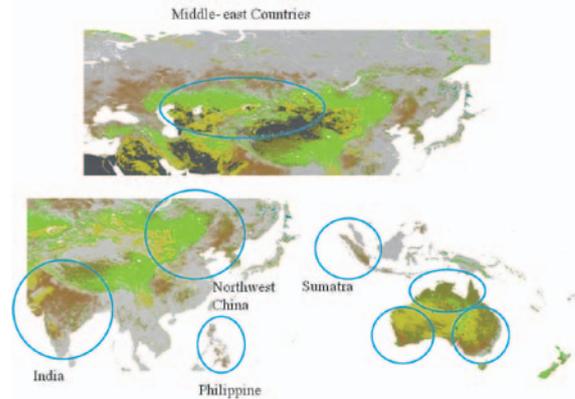


図-2 CDM A/Rの認証条件に適合する候補地域の抽出（伐採により放置された荒廃森林跡地と厳しい乾燥農業地域）

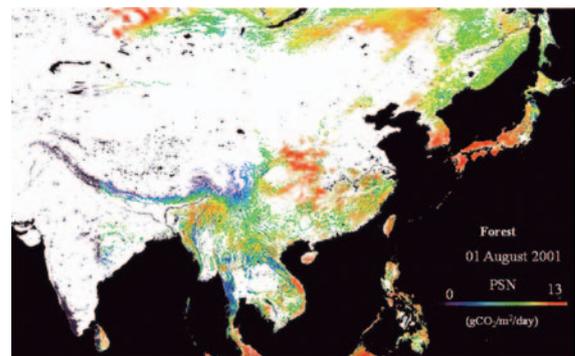


図-3 アジアの森林域における光合成速度分布の計算結果

争中)がある。CDMプロジェクト設計書(PDD)用のモニタリング方法を念頭にし、植林・再生林(A/R)によるCDMプロジェクトを支援するために、設計書で指定されたベースラインの条件に対応し、米国USGS-GLCC世界土地被覆データを使って植林CDM適地選定図を作成した。その結果、有力候補国は、China、India、Philippine、Indonesia Sumatraであり、Middle-east Asia、Africa、S. Americaに広く分布した。それらの中で重点地域は、Chinaの砂漠化対策を兼ねた砂嵐の発生源地域の植林化・草原化のために、華北平原の北部、内モンゴル自治区、Mongoliaである(図-2)。一方で、後発国優先の国際的方針からLaosの伐採跡地の荒廃地が有力である。この地域は、再植林化、生物多様性、メコン開発等の複合目的を備えている。

3) モデリングのために、樹種を知らねばない。植林の樹種は、ユーカリ、アカシアを広く利用されている。一方、Chinaではポプラが採用されていた。また、環境対策として現地樹種のドゥアバンガ・グメリナがIndonesiaで採用されていた。

4) 日本国の炭素吸収のための比較的大きな植林FS調査が、Indonesia、Australia、New Zealand、Laosほか、Madagascar、Brazil等の各地で進められている。これらの特定地域について、CDMプロジェクト設計書用のモニタリング方法を念頭にしたCO<sub>2</sub>固定量の光合成モデルを開発するため、プロジェクト地点の衛星データNDVIと気象データを収集し、季節変化を得た。これらのデータを使って光合成速度を計算した(図-3)。

5) 地上における樹木諸元の測定による従来の方法に、面的な把握方法として吸収量の評価データを提供し、Operationalな衛星利用型CDM A/R支援システムを目指す。衛星利用の支援システムについて、ベースライン・使用する衛星データ、対象地域、光合成モデル等について現在の開発段階を示した。

6) 今後の課題として、地上データであるFluxnetによる炭素吸収量測定データを光合成モデルの検定用に利用すると共に、植林地域における木材伐採データを使い、樹種毎に光合成モデルの検証をすることを考えている。また、PALSARの利用等である。

課題番号	P2011-1
研究課題	桜島(鹿児島)の火山活動におけるInSAR画像の解析
研究者(所属)	湯地敏史(宮崎大学教育文化学部)
担当教員	J.T. スリスマンティヨ

(Abstract)

In Southern Kyushu island is an area with frequent volcanic action. Especially, Mt. Sakurajima explodes more than 100 times yearly. The land form of Japan has been varied largely due to a great number of volcanic actions in the past. Since the large explosion of the Mt. Sakurajima in 1914, there has been no violent explosion. However, volcanic activity is increasing recently at Mt. Shinmoedake, which is one of the Kirishima volcanic zones. The purpose of this research is to observe the change of the landscape at the volcanic activity area using satellite photographs and predict the further volcanic action of Mt. Sakurajima and to study the extent of the volcanic action in the future.

(概要)

本研究は、現在火山活動が活発化している南九州の大型火山である鹿児島県の桜島において、長期の火山活動により、桜島周辺の鹿児島県の地形及び火山活動状況についてInSARデータを用いて、コンピュータにより画像解析することで、過去と現在の環境や火山活動変化を調査することを主な目的としている。これらの研究成果から、火山活動の将来の活動予測の1つの指標を見出すことを主な成果として本研究を進めるに当たり自負している。

### 2.2.2. 第2プロジェクト共同利用研究の詳細

課題番号	P2011-2
研究課題	静止衛星からの UV-Vis-IR 観測による対流圏オゾンリトリバル手法の研究
研究者 (所属)	北和之 (茨城大学理学部)
担当教員	齋藤尚子

(Abstract)

Accompanying with recent development of industry and economy in Asian countries, emissions of air pollutants have been increasing significantly. Long-range, transboundary transport of these pollutants probably affects the atmospheric environment and the regional climate in this region. In Japan, surface ozone concentration has been gradually increasing and photochemical smog sometimes occurs not only in urban regions but also in remote areas, and one of the causes of this ozone increase is considered to be transboundary transport of polluted air masses in East Asia.

Geostationary (GEO) satellite observation of air pollutants, such as ozone, over Asia is expected to contribute to understanding the photochemical and transport processes as well as the spatial and temporal variation of their emissions in this region. However, because a GEO satellite measures solar spectra scattered in the midlatitudes along a very slant path, most of UV light is scattered above the lower troposphere including the planetary boundary layer. Thus, the retrieval of ozone from UV (Huggins bands) scattered spectra is less sensitive to ozone near the surface in this region. On the contrary, the visible (Chappuis bands) light scattered near the surface can be measured from the GEO satellite. Therefore it is possible to retrieve ozone in the lower troposphere from simultaneously measured UV and visible spectra. Simulations of this retrieval were conducted to estimate the precision, and have shown that the ozone concentration below an altitude of 3 km can be estimated with the precision better than 50 percent when ozone mixing ratio is about 100ppbv.

In order to confirm the simulation results, measurements of solar scattering light spectra from the boundary layer were conducted from the top of Mt. Tsukuba (36N, 820 m asl.). Preliminary analyses of this simulating measurement of UV and visible spectra show that the slant column amount of ozone estimated from the measured UV spectra was consistent from the simulation results, but that estimated from the visible spectra was systematically larger than the simulation. The retrieval technique for the visible spectra should be improved.

(概要)

目的

対流圏オゾンは、化石燃料の燃焼などで放出される窒素酸化物等のオゾン前駆気体から光化学反応で生成する。日本では、各種規制によりオゾン前駆気体の放出量・大気中濃度ともに減少傾向にあるが、1980年代後半より対流圏オゾン濃度は逆に増加傾向にある。その原因として、アジア大陸などからの越境汚染の影響などが挙げられているが、正確にはまだよくわかっていない。

地表オゾン (オキシダント) 濃度については、日本では全国常時監視局でのモニタリングネットワークで測定されているが、境界層～下部自由対流圏を輸送されてくるものに関してはその量を地上での直接測定のみで評価することは困難である。地上からの紫外分光リモートセンシング観測では従来成層圏成分と対流圏成分の分離が難しかったが、対流圏カラム量を分離して推定する手法として近年MAX-DOAS法

が開発・発展し、二酸化窒素などいくつかの成分についてはよい精度での観測が可能になってきており、徐々に観測がネットワーク化しつつある。しかし、成層圏成分が圧倒的に多いオゾンについては、MAX-DOAS法によっても、よい精度で対流圏成分を分離して測定することが難しい状況である。

紫外分光リモートセンシング観測により地表付近のオゾン量を推定することが難しい一因は、紫外光では地表付近の散乱が強いことがあげられる。オゾンは可視域にも Chappuis 帯の吸収があり、可視光のリモートセンシングでもカラム量の定量が可能である。そこで、山頂から、斜め下方を可視紫外で同時分光観測を行うことで、両者での散乱の差から下部対流圏オゾン量を分離して推定することが原理上可能である。

もう一つの手法として、山頂などから異なる角度で地表から紫外散乱光スペクトルを測定することで、地表付近で光路長の異なる2つのカラム濃度を測定し、その差から地表付近のオゾン量を分離して推定することも可能である。

今回は、これら2つの手法による下部対流圏オゾン量推定精度を比較した。

### シミュレーション

まず、紫外および可視の2波長で同時に散乱光スペクトルを観測することによる下部対流圏オゾン量推定法（可視・紫外同時分光法）および2つの異なる方向からの紫外散乱光スペクトルを測定することによる下部対流圏オゾン量推定法（紫外マルチアングル分光法）の双方について、シミュレーションを行い測定精度の比較検討を行った。

シミュレーションにおいて、エアマスファクターおよび散乱光強度の計算には放射伝達モデル SCIATRAN (Rozanov et al., 2005) をもちいて計算を行った。観測地点は東経140°北緯35°であると仮定し、観測日時は一年のうち最も太陽の放射が強くなる夏至で日の出から日の入りの地方時2:00~21:00までとし、太陽散乱光強度が十分得られる6:00~18:00の結果を用いた。視線角は直下視を0°として、進行方向前方、後方それぞれ10°ずつ、60°まで変化させた。波長は紫外域290 nm~380 nmを10 nmごと、可視域380 ~ 630 nmを50 nmごととし、紫外可視同時分光観測では波長330 nmと430 nmを、紫外マルチアングル観測では330 nmの波長での結果を代表的な値として採用した。気温・気圧・オゾン濃度の高度分布は (U.S. standard atmosphere 1976) を用いた。

紫外可視同時分光観測および紫外マルチアングル観測において、下部対流圏のオゾン濃度はそれぞれ、以下のように類似した式で求められる。

$$[O3]L = \frac{b * SCD_{O_3}^{vis} - d * SCD_{O_3}^{uv}}{bc - ad}$$

$$[O3]L = \frac{b * SCD_{O_3}^{uv2} - d * SCD_{O_3}^{uv1}}{bc - ad}$$

これらの式から、2つの手法によるカラム濃度推定でどのくらいの精度で導出可能であるか求める。

UV・Vis同時観測での誤差は次の式で表すことができる。ここで、 $\delta [O3]L$ 、 $\delta SCD_{uv}$ 、 $\delta SCD_{vis}$  はそれぞれ  $[O3]L$ 、 $SCD_{vis}$ 、 $SCD_{uv}$  の誤差を示している。

$$\frac{\delta [O3]L}{[O3]L} = \frac{\sqrt{\delta SCD_{vis}^2 + \delta SCD_{uv}^2}}{bc - ad} * 100(\%)$$

ここで、 $SCD_{uv}$ 、 $SCD_{vis}$  の精度を  $\times 1$ 、 $\times 2$  とし、それぞれの誤差  $\delta SCD_{uv}$ 、 $\delta SCD_{vis}$  に、 $SCD_{uv}$ 、 $SCD_{vis}$  の比を  $r$  として上式に代入すると以下のように表される。

$$r = \frac{SCD_{vis}}{SCD_{uv}}$$

$$\frac{\delta[O3]_L}{[O3]} = \frac{\sqrt{(r * X2)^2 + X1^2}}{(b * r - d)} * 100(\%)$$

式 (3.1.2)

紫外マルチアングル観測についても同様に、 $SCD_{uv1}$   $SCD_{uv2}$  の精度を×3、×4とするとマルチアングル観測でのオゾン量導出精度は以下の式で表される。

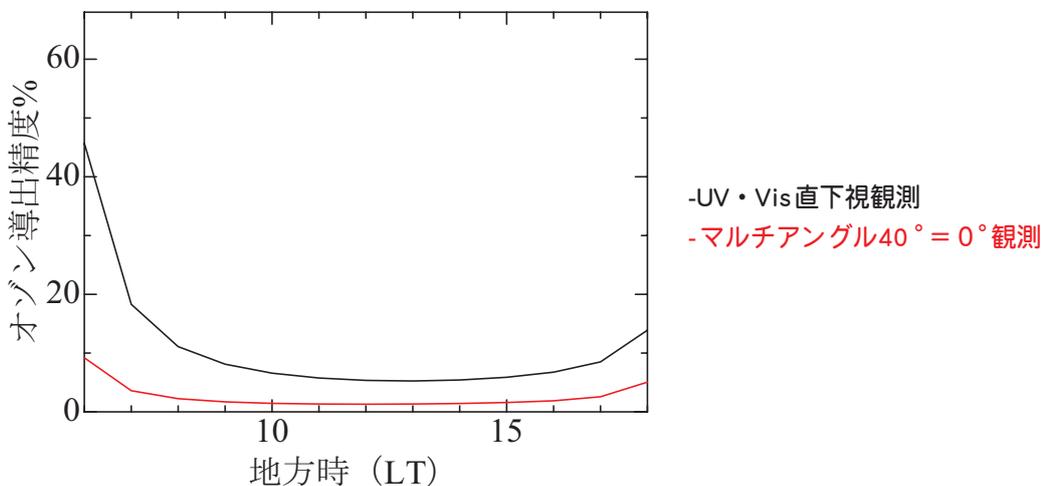
$$\frac{\delta[O3]_L}{[O3]} = \frac{\sqrt{(r * X4)^2 + X3^2}}{(b * r - d)} * 100(\%)$$

### 結果

シミュレーションに基づき、各地方時における下部対流圏オゾン導出精度を推定した結果を下図に示す。

この結果から、8:00～18:00において紫外可視同時分光観測および紫外マルチアングル観測による下部対流圏オゾン導出精度は、それぞれ20%以下および3%以下となっている。この差は、Chappuis帯の吸収構造が小さいため可視分光によるオゾンカラム量導出精度が紫外に比べ劣るためである。しかし、いずれの手法においても仮定した条件のもとでは、実用的な精度で下部対流圏オゾンを求めることが可能である事がわかる。この2つの手法によるオゾン導出実験を行っており、シミュレーションにおいて推定されたような精度で下部対流圏オゾンの導出が可能か実証を進めていく予定である。

また、中間赤外や（サブ）ミリ波によるオゾン分光観測と同時に解析することにより、さらにオゾン推定精度を向上させるシナジーリトリバルにも、本格的な取り組みを始めている。



課題番号	P2011-2
研究課題	SKY NET データを用いた大気特性量の検証
研究者 (所属)	久慈誠 (奈良女子大学理学部)
担当教員	高村民雄

(Abstract)

It is important to investigate validity of atmospheric products, such as aerosol, cloud, and water vapor, retrieved from ground-based and satellite observed data. We examined SKYNET ground-

based observation data. Firstly, we made a statistical data analysis of pyrhelimeter and LIDAR under the visibility hindrance condition. As a preliminary result, it was confirmed that an inverse-proportion coefficient between atmospheric extinction coefficient and visibility varied by factor two under the visual hindrance condition compared to the non-visual hindrance condition. Secondly, we investigated the forest fire event at Siberia in May 2003 so as to compare the LIDAR and OPC observations. It was found that the OPC surface observation might dismiss the higher-level biomass burning plume arrived from the Siberian forest fire event, which was successfully detected by LIDAR profile observation. It should be noted that validation study for the satellite observation product would be compared to the appropriate ground-based observation.

(概要)

本研究では、地上観測データと衛星観測データを比較することで、それらから導出されるエアロゾル、雲、水蒸気等の大気プロダクトの相互検証を行う。本年度は、地上観測データから得られる大気プロダクトの特性について調べた。具体的には、SKYNETの観測サイトの一つである長崎県福江島での地上観測データ（日射計及びライダ）の統計解析を行った。具体的には日射量と視程の関係式を評価し、大気の消散係数と視程の関係式の反比例定数の特徴について調べた。初期解析の結果、黄砂や煙霧が観測された視程10 km未満の視程障害時に、大気の消散係数と視程の関係式の反比例定数が、平常時と比較して、因子2以上の違いがあることが確認できた。そのため、視程障害時には視程観測データから大気の消散係数を推定する際に注意が必要である。

更に、2003年5月に発生したシベリア森林火災の事例について調べた。具体的にはOPCの観測データを解析し、ライダの観測データと比較した。その結果、長距離輸送されて来るエアロゾルは、自由対流圏を通過して来る場合が多いので、地表面に感度のあるOPCでは捉えられていない可能性がある事が示唆された。人工衛星の観測プロダクトを検証する際に、どのセンサのプロダクトと比較を行うのかについて注意する必要がある。

課題番号	P2011-2
研究課題	分光全天日射計の入射角特性の改善に関する研究
研究者（所属）	浅野正二（東北大学）
担当教員	高村民雄

(Abstract)

This study aims to quantitatively clarify and to improve the incident angle dependence of spectro-pyranometers such as EKO MS-700, which are used to measure spectral irradiances of the surface solar radiation. We have studied the effects of material, shape and structure of the light-receiving device on incident angle dependence by applying radiative transfer theory. It is shown that widely used diffuser plates cause larger deviations from the correct cosine-law response at larger solar zenith angles, due to Fresnel reflection from the plate surface together with diffusive reflection by multiple scatterings in the plate. The cosine response errors depend non-linearly on the solar zenith angle, substance and optical properties of diffuser plate, and the structure of light-receiving device. It is also shown that, as a transmissive diffuser plate, bubbled fused-quartz has better light scattering properties than polymer substances like Teflon. Further, we have studied the possibility of an integrating sphere as another light-receiving device of spectro-pyranometers. We propose a

new device using a couple of integrating spheres that have an inlet and outlet hole, respectively. The device can be used to measure both of the solar direct and diffuse spectral irradiances with excellent cosine-law response for a wide range of solar zenith angles.

(概要)

本研究は、太陽放射フラックスの分光観測から大気浮遊粒子（エアロゾル）の物性を推定するために用いられる分光全天日射計（例えば、可動式遮蔽バンド付EKO MS-700など）の入射角依存性を定量的に解明して、その改善を図ることによりエアロゾル・リモートセンシングの精度向上に寄与することを目的とする。特に、水平面に入射する直達光フラックスの精密測定に影響を及ぼす日射計の入射角特性について、透過型拡散板を用いた受光素子の材質や形状、構造による誤差要因を調査し、その効果を放射伝達理論を応用して定量化した。その結果、拡散板は、入射した平行光線を拡散透過光に変換する過程でかなりの割合の光量を反射光として必然的に失い、その反射ロスと太陽天頂角とともに増大するので、太陽高度が低くなるにつれて検知光量のコサイン則からの逸脱を大きくし、また光量減による測定精度（S/N比）の劣化を招くことを明らかにした。拡散板のコサイン応答誤差は太陽天頂角の変化に対して非線形的であるので、これを拡散板の材質や形状、取付部の構造などの工夫で補償するには限界がある。拡散板の材質に関しては、テフロンなどの高分子樹脂材よりも発砲溶融水晶のほうが波長特性に優れていることを示した。さらに、本研究では、透過拡散板に代わる受光素子として、拡散反射型の積分球を利用することの可能性を調べた。積分球を受光素子とする場合には、入射孔が空孔ならば原理的にコサイン則応答は保証される。ただし、広い緯度帯で使用するには、積分球内部に出口孔への直射を防ぐバッフル（隔壁）などの細工が必要となる。最後に、連結した積分球を利用した新しい受光素子のデザインを提案した。この連結積分球の受光素子は、直達光のみならず天空光のフラックスも変質することなく同様に測定できる。積分球を用いた分光全天日射計は、拡散板を用いる場合に比べて装置が大きく高価になることもあり、実用化されていないが、コサイン応答誤差が問題になるような高い精度の測定に適している。

課題番号	P2011-2
研究課題	多波長マイクロ波放射計データを用いた水物質リトリバルの研究
研究者（所属）	青梨和正（気象庁気象研究所台風研究部第一研究室）
担当教員	高村民雄

(Abstract)

The goal of the present study is to develop a method to assimilate Microwave Imager (MWI) brightness temperatures (TBs) into Cloud-Resolving Models (CRMs). To address the non-linear relationship of TBs to the state variables of CRM and the flow-dependency of the CRM forecast error covariance, I adopted an Ensemble-based variational data assimilation method (EnVA). I have been working on the following problems in EnVA: 1) Large-scale displacement errors of rainy areas between the observation and the CRM forecasts; 2) Serious sampling error of cloud-physical variables because they were confined in rainy areas.

In order to solve the displacement error problem, I developed the EnVA that used Ensemble forecasts with displacement error correction. I applied this method to assimilate TMI (TRMM Microwave Imager) low-frequency TBs (10, 19, and 21 GHz with vertical polarization) for a Typhoon case around Okinawa (9<sup>th</sup> June 2004). In this case, TBs calculated from the CRM Ensemble forecasts had large-scale displacement errors, in particular over south-east and east of the Typhoon.

The results of the assimilation experiments showed that the assimilation of TMI TBs alleviated the large-scale displacement errors and improved the CRM forecasts

In order to alleviate the sampling error, I am introducing the following ideas to the EnVA: 1) Use of ensemble forecasts at neighboring grid points; 2) Classification of CRM variables and assumption of zero cross correlation between different classes.

(概要)

本研究の最終目標は、衛星搭載のマイクロ波放射計 (MWI) 輝度温度 (TB) を、雲解像モデル (CRM) に同化する方法を開発することである。TBとCRM物理量の非線形的関係やCRM予報誤差の流れ依存性に対処するため、我々は、近年提案されている、アンサンブルに基づく変分法的同化法を採用した。我々は、以下のようなアンサンブルに基づく変分法的同化法について取り組んでいる：

- 1) 大規模な降水パターンなどの位置ずれ (降水を同化する手法全般に共通した問題)
- 2) 降水物質が降水域に局在することによる深刻なサンプリング誤差 (ensembleに基づく手法に共通した問題)

降水域の位置ずれに対しては、MWI TBなどの観測データを使って、大規模スケールの降水の位置ずれ誤差を求め、位置ずれ補正をした後のensembleを使った変分法的同化を行う方法を開発した。我々は、この同化法を、沖縄付近の台風の事例 (04/6/9) について適用して、TMIの海上の低周波TB (10, 19, 21GHzの垂直偏波) をCRMに同化する実験を行った。同化実験の結果、本研究の同化法は、降水予報の位置ずれを減少させていた。また、位置ずれ補正は、データ同化スキームが、降水の位置ずれによるMWI TBのインCREMENTを他の物理量によるものと誤解することを防いでいる。

降水物質のサンプリング誤差の対策のため、現在以下のアイデアをEnVAに導入している：

- 1) 周囲の格子点のensemble (Neighboring Ensemble: NE) の使用
- 2) 降水強度ごとの物理量のクラス分けと、違うクラス間の相互相関0の仮定

課題番号	P2011-2
研究課題	地表面放射収支解明のための大気放射量の推定
研究者 (所属)	菅原広史 (防衛大学校)
担当教員	高村民雄

(Abstract)

This study aims to develop an estimation methodology of longwave downward radiation flux. The methodology should be used to evaluate radiation budget at the earth surface in the climate study. We have the goal of methodology as available in global scale and as consistent in long term.

As the second year in research program, we had measurement campaign in summer in Yokosuka Kanagawa. We measured a) cloud base height by eye and the ceilometers (VAISALA CT25K), b) downward longwave radiation flux (Epply PIR), c) sky radiometric temperature (Heitronics KT19.8), and d) downward shortwave radiation flux (KIPP&ZONEN CM21). These measurement was synchronized to sonde sounding. Downward longwave radiation flux was estimated from profile of temperature and humidity, and cloud base height, and then compared with observed one. Results are contaminated with errors that may be due to the heterogeneity of cloud.

(概要)

本研究は地表面での下向き長波放射量の推定方法を開発する。開発の目的は、気候変動研究において地表面の放射収支推定を全球規模で長期間にわたって行う際に使用することである。

継続研究の2年目となる本年度は、夏季（8～9月）に横須賀において行ったゾンデ観測と同期させて、雲底高度（目視およびシーロメーター VAISALA CT25K）、下向き長波放射量（Epply PIR）、天空温度（Heitronics KT19.8）、日射量（KIPP&ZONEN CM21）の測定を行った。観測期間中で低層雲があった日を選び出し、大気プロファイルおよび雲底高度の情報から下向き長波放射量を推定し、実測値と比較した。下向き長波放射量は入力条件となる雲底高度に対して敏感であるが、同時に雲の水平分布に起因すると思われる誤差も大きく影響していた。

課題番号	P2011-2
研究課題	静止衛星データの全球合成技術の開発
研究者（所属）	太原芳彦（気象庁気象衛星センターデータ処理部システム管理課）
担当教員	高村民雄

(Abstract)

The goal of this research is to develop a method to generate global composite geostationary meteorological satellite dataset in order to facilitate utilization of geostationary satellite data for climate and environment researches. Until the last year, we developed a visible channel re-calibration technique and examined to generate re-calibrated composite dataset using this technique. However, the results show monthly variation in the computed calibration coefficients. The degradation of sensor sensitivity is occurred gradually in long temporal scale, the variation was considered to be caused by statistical error rather than the actual variation of the sensor sensitivity. This year, we tried to resolve the statistical error reviewing and improving the conditions of calibration target selection used in the re-calibration processes.

First, the effect of each condition on calibration accuracy is validated by varying the threshold of the condition to see its sensitivity to the coefficients. The study shows that there are conditions affecting significantly on calibration accuracy and also less affecting conditions. Then, the thresholds are changed to improve the calibration accuracy tightening effective conditions and to increase the number of calibration targets losing less effective conditions. In addition, a new condition is introduced to improve the calibration accuracy.

Using the updated target selection conditions, visible images of GOES-8, GOES-10, Meteosat-5 and Meteosat-7 in 2002 are re-calibrated. The result shows the monthly variation of calibration coefficients is decreased.

(概要)

本研究は、全球の静止気象衛星データセットを作成するための技術を開発することにより、静止衛星データの気候・環境分野等への利用を促進することを目的とする。これまで可視チャンネルについて、再較正手法の開発に取り組んできた。開発した手法を用いて再較正処理を行った結果、概ね矛盾のない結果が得られたものの、再較正係数時系列に月ごとの変動が認められた。一般に衛星搭載センサ感度の経年変化は長い時間スケールで徐々に進行することを考えると、このような変動は実際のセンサ感度の変動を表したのではなく、統計処理上の誤差に起因していると考えられる。そのため今年度は、再較正で用いる

ターゲット選択条件の改良を行った。

はじめに、ターゲット選択の際に使用している各条件について、閾値を変化させたときの感度を調査することで、再較正精度に与える影響を評価した。その結果、再較正精度への影響の大きい条件と、影響の小さい条件があることが分かったため、前者については精度を高めるため絞り込み条件を厳しくし、後者についてはサンプル数を増やすため絞り込み条件を緩める変更を行った。またターゲット選択条件に関して、再較正精度を向上させる新たな条件があることが分かったため、これを追加した。

以上の変更を加えた再較正処理を利用し、2002年のGOES-8、GOES-10、Meteosat-5、Meteosat-7の可視画像データについて再較正を試みた。その結果、較正係数時系列の月変動が小さくなる傾向を確認した。

課題番号	P2011-2
研究課題	ミリ雲波データと衛星および地上観測による雲物理量解析と広域および局所雲水量評価
研究者（所属）	鷹野敏明（千葉大学大学院工学研究科）
担当教員	高村民雄

(Abstract)

FALCON-I, the high resolution cloud profiling Doppler radar, can observe clouds with the sensitivity of -30 dBZ at 5 km with high spatial resolution of 15 m in the ranging direction and  $0.2^\circ$  in the horizontal direction. Using FALCON-I we have observed cumuli on 2011 July 24th at Chiba and calculated liquid water paths (LWP), which are compared to those with microwave radiometers at CEReS, Chiba University. We have assumed a log normal distribution of cloud particles for calculation of LWP. Effective radii of 8 to 10  $\mu$  m are estimated for observed cumuli at 700-1,800 m, whose radar reflectivity factor are -20 to -30 dBZ, if derived LWP would correspond with those with microwave radiometers. The result will be useful to investigate characteristics of clouds in order to make global model of atmosphere.

(概要)

我々が開発した FALCON-I はミリ波の雲観測用レーダで、95GHz を用いることにより、高度 5 km において -30 dBZ の高感度で雲検出とドップラ測定が可能で、高度方向に 15 m、水平方向に 0.2度角の高い空間分解能を有している。FALCON-I を用いた 2011年7月24日に千葉大での積雲の観測結果を、環境リモートセンシング研究センターのマイクロ波放射計による結果と合わせて解析した。高度 700-1,800 m に広がる積雲について、FALCON-I で得られた雲の反射強度の高度方向積算値と、千葉大 CEReS の SKYNET マイクロ波放射計で観測導出した雲水量 (LWP) を比較した。FALCON-I の反射強度の結果から LWP を算出するためには、雲の水滴粒径分布に Log Normal 分布を仮定した。その結果、この高度で -20 ~ -30 dBZ の強度で見えている積雲の粒径 effective radius は 8 ~ 10  $\mu$  m であればマイクロ波放射計から導出される LWP と合致することがわかった。この結果は、雲と大気の特性をモデル化する上で極めて有用な情報と言える。

課題番号	P2011- 2 (研究会)
研究課題	中国新疆ウイグルとその周辺の環境変動に関する研究
研究者 (所属)	石山隆 (千葉大学環境リモートセンシング研究センター)
担当教員	西尾文彦

(Abstract)

The 11th symposium on "Environmental Change in Xinjinag Uyghur, China" held in Chiba university, sponsored by CEReS, Chiba University on 24, February, 2012.

It was discussed that the land use and land cover changes in marginal Taklimakan Desert and upper reaches of Heihe river basin of Gansu in this meeting. Dr. Inoue described in detail that the relation to present water resource changes based on uncontrolled land development of the upstream region in Hei river of Min and Qing Dynasty period. Because the area of the forest reduced rapidly and the water-holding capacity of mountain forest decreased, the amount of water necessary for the irrigation agriculture came to be insufficient and the flood came to happen many times in the middle reaches. Professor Shindo interpreted the ancient rock picture of 3,000 years ago in Tuokexun, Xinjiang. As results, following found that the serious shortage of water and suffering from lack of food through the front Chēshī dynasty.

Also, Dr. Suzuki reported that ecological classified the community of botany in steppe in northern Xinjiang based on syntaxonomy classification method. Dr. Aji analysis led to primary factor of the increase in food production in whole Xinjiang based on statistical data and satellite images with GIS for the past 60 years. The result shows that increase in food production in southern Xinjiang but also rapidly increase in northern Xinjinag,

According to Dr. Ito's report that the vegetation regions have been continuously expanded in the oases around Daxihaize dam of downstream of Tarim river. The land was converted changed from sparse vegetation areas of ecotone as 8 - 9 % of vegetation coverage to a cotton, wheat cultivating field, which resulted in an expansion of the farming land. However, due to an inadequate irrigation practice, there has been the rise in the underground water level, which caused the saline deposit of the surface soil. This eventually degraded the ecotone areas that became the source region of the dust storm.

(Program)

1. Development of mountain forest and its environmental impact in the upper reaches of Heihe river basin of Ming and Qing period. ( M. Inoue, Ritsumeikan University)
2. Interpretation of the ancient picture on water use in Tuokexun, Xinjiang Uyghur. (S. Shindo, Chiba University)
3. Ecology of steppe in northern Xinjiang Uyghur. (K. Suzuki, University of Tsukuba)
4. Primary factor analysis of the increase in food production in Xinjiang Uyghur. (Aji Xiaokaiti, Chiba University)
5. Estimation of fluctuations of ecotone in downstream region of Tarim river based on satellite data. (A. Ito, Space Engineering Development Co., Ltd)

## (概要)

井上は河西回廊を潤す黒河（エチナ川）上流域における明清時代の山林の開発と、それが自然環境に及ぼした影響について、地方志や档案史料に基づいて論じた。17世紀頃まで、黒河上流域の祁連山脈北麓に広がる山林には、まだまだ多くの原生林が広がっていた。ここは古くから、チベット系やモンゴル系の人々が暮らす世界であったが森林資源の積極的な開発と利用を推し進めていたのは、主に甘州など中流域に居住する漢人たちであった。18世紀に入り、黒河上流域における山林の伐採が本格化し始めた。山林の面積が急速に減少して山々の保水力が低下したため、中流域では灌漑農業に必要な水が不足し、局地的な洪水の被害が頻発するようになった。1999年の統計によれば、祁連山脈における森林の生育に適した地域（約13,300km<sup>2</sup>）のうち、森林被覆率は16.7%にすぎない。この原因は、1950年代から1970年代にかけて、国家政策のもと組織的に行われた大規模な山林伐採に依存するが、そのルーツは18世紀の清代中期にまで遡ることができると述べた。

新藤は天山山脈南麓の拓克遜（トクスン）県の科普加依（カプカイ）にある水利図の岩画を詳細に判読した。その結果、車師前国（前2世紀頃～後5世紀頃）の全時代を通じて続いた寒冷化、乾燥化の影響で、時代を経るにしたがって表流水の減少、湧水の枯渇などの水不足、さらには食物不足が深刻化したことがあげられるのではないかと考察した。

鈴木は新疆ウイグル自治区北部周辺のステップ植生において植物社会学的方法により群落区分を行い、新疆ウイグル自治区北部周辺のステップ植生を体系的にまとめた。

植生調査は新疆ウイグル自治区北部に位置するフーカン、アルタイ、バルコルカザク自治区の3地域周辺において、植物社会学的方法に基づき収集された植生調査資料の群落区分を行った。その結果、6群落が識別された。特に新疆ウイグル自治区北部のステップ植生は地域によって分布する標高が異なること、地点によって種組成の独自性が高いことが特徴であったと述べた。

アジは新疆の統計データを使用し、主な食糧生産の小麦、米、トウモロコシの地域分布を衛星データとGIS手法により空間化し、新疆における食糧生産の空間的な変化について調べた。その結果、それらの生産が南新疆のみならず、北新疆にも拡大していると報告した。

伊東はタクラマカン沙漠の中でも荒漠化が進行しているタリム河の下流の大西海子ダム周辺において、農地と沙漠の中間に位置する疎らな植生地（沙漠交錯帯）の植生被覆率を衛星データから解析した。その結果、沙漠交錯帯は、植生被覆率が8～9%の範囲で、それは農地の開発などの人間活動と沙漠からの砂の侵入の影響を受けやすいと報告した。

## <プログラム>

1. 明清時代の黒河上流域における山林の開発と環境への影響  
井上充幸（立命館大学文学部）
2. 新疆ウイグル拓克遜県の水利図の岩画から読み取れるもの  
新藤静夫（千葉大学名誉教授）
3. 新疆ウイグル北部地域のステップ植生  
鈴木康平（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
4. 中国新疆における食糧生産の増加とその要因解析  
シャオケーティー アジ（千葉大学環境リモートセンシング研究センター）
5. 衛星データによるタリム河下流周辺の沙漠交錯帯の抽出とその動態  
伊東明彦（宇宙技術開発株式会社）

課題番号	P2011-2
研究課題	SAR データを用いた海氷物理量推定の高精度化に関する研究
研究者（所属）	若林裕之（日本大学工学部）
担当教員	西尾文彦

(Abstract)

The main objective of this research is into possible use of synthetic aperture radar (SAR) data to monitor sea ice in the southern region of the Sea of Okhoysk. There are a lot of SAR satellites operating in orbit, and most of satellites can observe the ground targets with various observation parameters. We would like to find out the suitable observation parameters for monitoring sea ice in relatively thin sea ice area. In situ data collections on Lake Saroma were carried out in mid February 2010, which were simultaneously with TerraSAR-X and PALSAR data acquisitions.

Comprehensive analysis of satellite data, ground truth data, and backscattering model shows that the contribution of snow layer on the ice to the backscattering coefficient cannot be ignored in X-band. Also, we found that X-band data was superior to detect thin sea ice than L-band data by comparing the sea ice backscattering characteristics in open sea area.

(概要)

現在、数多くの衛星搭載合成開口レーダ（SAR）が運用していて、様々な観測パラメータ（周波数及び偏波）で地上ターゲットを観測している。本研究では、SARを使用した海氷観測の高精度化のために、海氷観測に有効な観測パラメータ（周波数、入射角、偏波等）を明確にする事が目的である。2010年2月にオホーツク海の南端に位置する領域において、Xバンド SAR（TerraSAR-X）およびLバンド SAR（PALSAR）が観測を実施した。地上においてもSAR観測と同期してデータ収集を行い、海氷物理量に関連するデータ解析を行った。

SARデータと地上観測データの総合的な解析を行った結果、Xバンドにおいては、より低い周波数では無視で来ていた積雪層の後方散乱係数に与える影響を無視できない事が判明した。また、外洋の海氷についてLバンドとXバンド後方散乱特性を把握することができた。その結果、薄氷観測におけるXバンドの検出優位性を確認することができた。

課題番号	P2011-2
研究課題	インドネシアにおける海洋・降雨時間変動の実態把握と要因解析（2）
研究者（所属）	田中佐（山口大学大学院理工学研究科）
担当教員	西尾文彦

(Abstract)

Analyzing satellite observed data of ocean and rainfall from 1998 to 2007, we obtained the followings new findings.

- (1) The seasonal variability of Sea Surface Temperature (SST), E-W wind (U) and Precipitation (PR), coupled with North-South variability, is remarkable. It is very stable at the equator and becomes larger as the latitude becomes higher.
- (2) The mean of U is about -4 m/s except at the equator. U is considered as Trade Wind by the

Hadley Circulation, modified by Asia-Australia Monsoon.

- (3) In PR data, the effect of the high mountains is recognized.
- (4) From the correlation of PR and SST, we recognize the strong PR when SST becomes 29 deg . C and over.
- (5) We recognized strong correlation of SST in the Indian Ocean region with the NOAA index in 1998 and 2006. But in other four regions in Indonesia sea, we cannot recognize the correlation except in 1998.

(概要)

1998年－2007年の衛星観測データを解析しインドネシア海域に関する以下の事実が明になった。

- (1) 季節変動と同期した海面水温、東西風、降雨の南北変動が顕著である。季節変動は赤道では非常に弱く、緯度が高くなるにつれ変動量が大きくなる。
- (2) 東西風の平均は赤道上を除いて－4 m/ s 程度で東風である。これはHadley循環に起因する貿易風で、季節変動はアジア－オーストラリアモンスーンの影響と考えられる。
- (3) 降雨には前記の季節/南北変動に高山域での強雨が認められる。
- (4) 降雨量と海面水温の相関解析により、海面水温が29度Cを越えると、降雨が強くなる。
- (5) インドネシアを5海域に分けその海面水温とNOAAのエルニーニョ指標を比較すると、インド洋域に1998年と2006年に強い相関が認められるが、他の海域は相関は1998年を除いて相関は認められなかった。

課題番号	P2011-2
研究課題	ALOS PALSAR による南極の InSAR マッピング：季節変動とオーロラ活動の影響
研究者（所属）	木村宏（岐阜大学光学電気電子工学科）
担当教員	西尾文彦

(Abstract)

Satellite SAR interferometry is a promising tool for mapping of glacier and ice sheet displacement in the Antarctica. With this technology, accurate baselines are critical to precise measurements. Last year, one of 2 by 2 PALSAR scenes in the Yamato Mountains, Antarctica showed a significant difference in displacement phases between summer and winter. The possible reason is aurora activities in ionosphere. This year, autumn data was added and effects of ionospheric variations are evaluated in each data from three seasons. As a result, it is shown that ionospheric effects are little in winter and autumn data.

(概要)

SAR インターフェロメトリ (InSAR) は氷床の変動を検知する上で特に有効な技術として注目されている。本技術では、正確な計測に正確な干渉基線の使用が不可欠である。前年 (2010年) 度は、南極ヤマト地域の夏季と冬季のデータから氷床変動の季節変化検出について検討した。その結果、2 × 2 シーンの 1 シーンについて冬季と夏季の間に著しい相違を観測が観測された。その原因としては、オーロラ活動に起因する電離層の影響が推察された。本年度は、冬季と夏季の間にある秋季のデータ処理を追加し、さらに各季のデータごとに電離層の影響量を評価した。その結果、冬季と秋季のデータについては電離層

の影響が小さいことが分かった。

課題番号	P2011-2
研究課題	インドネシアにおける衛星データを使用したサンゴ礁マッピングの研究
研究者（所属）	大澤高浩（ウダヤナ大学海洋リモートセンシングセンター）
担当教員	西尾文彦

(Abstract)

The rainfall characteristics in Indonesia are an important for understanding the world's climate system. Due to Indonesia's geographical location, rainfall is influenced by globally, regionally and locally conditions: e.g. Asian-Australian monsoon, tropical convective zones, regional and local atmosphere-ocean interactions, and complex land sea-topography. Indonesia is covered mostly by ocean. Therefore, there are several problems in studying and simulating rainfall of the region for an appropriate land-sea representation (Aldrian .2007) and a complex topographical distribution (Qian 2008). Thus, satellite observations of rainfall may be the best solution for adequate temporal and spatial coverage of rainfall. This study investigated the role of land and topography on Indonesian rainfall variability determined by TRMM 3B43 products, showing the capability of these products to contribute to analysis of climatic-scale rainfall in Indonesia.

The results clearly show the effect of islands and topography on spatial patterns of rainfall. In general, the largest difference between rainfall occurring over land and sea is clearly seen in the monsoon transition months of SON and MAM, with a maximum difference in November and a minimum difference in June. Looking at a north-south cross section, topography clearly affects rainfall variability in southern Indonesia. In the southern part of Indonesia the highest elevation showed higher levels of rainfall. The effect of topography is also evident in other parts of Indonesia. However, topographical effects not only increase rainfall amounts in the high elevation regions, but also in surrounding low elevations, leading to a very poor correlation between rainfall and elevation. Locally large-scale convergence concentrated over the land-sea was due to diurnal land breeze interaction and producing offshore convection

(概要)

インドネシア地域における降雨の特性は、インドネシアの地理的位置とその特性（アジアモンスーン、ITCZ、複雑な陸域と海域特性）から、地球規模の降雨を理解するうえで重要であり、地球規模の気候のシステムを理解するうえでも大変重要である。現在まで、数多くの研究が行われてきた。(Aldrian. 2007、Qian 2008)。衛星による降雨量の観測は、その空間分解能、時間分解能を考慮すると、有力な手法の一つである。本研究では、TRMM（3B43）データによって観測された降雨量の変動とインドネシアの陸域と地形学な役割の調査をおこなった。

その結果、陸域と地形がインドネシアの降雨量に大きな影響を与えていることがわかった。特に、雨季から乾季、乾季から雨季に季節が変わる時期（Transition）は大きな影響を受けることがわかった。また地形特性（高度、低度）も大きな影響をあたることがわかった。

課題番号	P2011-2
研究課題	DMSP/OLS で観測された夜間光データを用いたエネルギー消費の推定に関する研究～ DMSP/OLS-VIS センサの感度特性とそのダイナミックレンジについて～
研究者（所属）	原政直（株ビジョンテック）
担当教員	西尾文彦

(Abstract)

March 11, 2011, an awful big earthquake occurred in the northeast part of Japan, and the tsunami was caused by the earthquake. The tsunami attacked the northeast coast of Japan and included the 1st nuclear power plant of Fukushima, and whole area of northeast Japan area was made blackout.

In this research, using the data observed by DMSP/OLS-Vis of this time by investigating a relation with statistics of the electric power production which shows revival of the electric power generation and the intensity of light from the earth surface, the sensitivity characteristic of the sensor was clarified and it aimed at being established as the measurement technique of quantitative power consumption.

By this research, improvement in the accuracy of estimation of the quantitative presumption of the electrical power consumption and the production by using the nighttime data of DMSP/OLS-Vis which carried out so far can be aimed at.

(概要)

### 1. 背景と目的

2011年3月11日午後2時46分頃、三陸沖を震源とする国内観測史上最大のM.9.0の大地震が発生、それに伴う津波の発生により、岩手県、宮城県、福島県、茨城県を中心に壊滅的な被害を与えた。このようなライフラインへの影響が大きい大規模自然災害には被災状況を早期に把握することが求められ、短時間に広域を観測することができる衛星リモートセンシングによる観測は極めて有効な手段と言える。

特に、ライフラインの中でも電力の喪失は市民生活や交通運輸を始め、産業界、経済界など人間社会に大きな影響をもたらす。その中で米国のDMSP (Defense Meteorological Satellite Program) のOLS (Optical Line Scanning) の可視センサ（以下DMSP/OLS-Visという）による夜間光の観測は、停電域の把握とそれに基づく大凡の被災域の推定、あるいはその復旧計画の立案などに資する情報として利用することができる。

本研究では、被災直後の停電から、徐々に発電が復活し、また、計画停電などが行われたこの震災時の状況を観測したDMSP/OLS データを用いて、電力消費量の定量的計測への可能性調査を行うことにより、その感度特性を知ることが目的とした。

### 2. 使用データについて

本研究では、DMSP-F18 号のOLS-Vis の表1に示す日時に観測されたデータ（図1）、ならびに、各電力会社の公表した消費電力量（表2 a、表2 b）を使用した。

### 3. 解析方法

1日1～2回の観測が行われるDMSP-F18 号で観測されたOLS-Vis 夜間観測モードデータから、3月11日の地震・津波の発生日を含む3月1日から3月31日までの1月間の被雲の影響の少ない観測データ

表1. 使用データ一覧表 2011年3月2日 2011年3月4日 2011年3月13日 2011年3月28日 2011年3月29日

観測日時
2010年3月 3日 19時24分
2011年3月 2日 19時18分
2011年3月 4日 18時54分
2011年3月13日 18時47分
2011年3月28日 19時 9分
2011年3月29日 18時57分

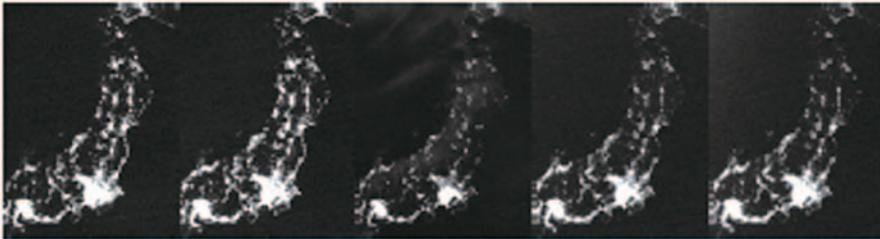


図1. 使用衛星画像DMSP/OLS-F18

表2. a東北電力 電力消費量実績データ

DATE	TIME	実績(万kW)
2010/3/3	19:00	1210
2012/3/2	19:00	1273
2011/3/4	18:00	1367
2011/3/13	18:00	687
2011/3/28	19:00	918
2011/3/29	18:00	919

<http://setsuden.tohoku-epco.co.jp/download.html>

表2. b東京電力 電力消費量実績データ

DATE	TIME	実績(万kW)
2010/3/3	19:00	4267
2011/3/2	19:00	4628
2011/3/4	18:00	4823
2011/3/13	18:00	3245
2011/3/28	19:00	3457
2011/3/29	18:00	3366

<http://www.tepco.co.jp/forecast/html/download-j.html>

を選択し、海マスクをかけ、さらに、東京電力、東北電力管内が含まれる範囲を切り出しデータセットとした。このデータセットを用いて、各電力会社の配電区分毎に輝度値 (DN 値) の積算を行い、その積算値を配電区分面積で除して平均化処理を行い、得られた値とその観測時間に対応する各電力会社の使用 (消費) 電力量との回帰分析を行い、DMSP/OLS-Vis 夜間モードの感度特性の評価を行った。

#### 4. 解析結果と評価

東日本大地震発災後の2011年3月11日午後6時時点で、青森、岩手、秋田県は全域で停電、宮城、山形県もほぼ全域で停電となり、また、東京電力管内でも福島原子力発電所の被災をはじめ、その他の発電所の停止が続いた (東北電力発表-3月12日付け朝日新聞朝刊)。震災10日目の3月2日と震災2日後の3月13日のDMSP/

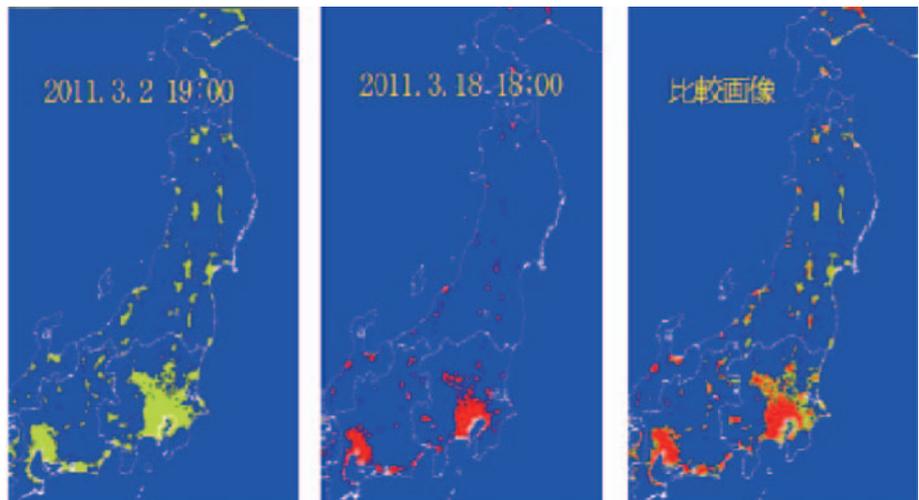


図2. DMSP/OLS-Vis の3月2日と3月13日の比較画像

OLS-Vis 画像 (図2) を比較すると、夜間光は新聞発表のとおり、夜間光はほとんど見られず、また、東京電力管内においても夜間光が大きく減少していることが定性的に分かる。

そこで、DMSP/OLS-Vis画像から得られた東北・東京電力管内のそれぞれの配電区分におけるDN値の積算とそれぞれの日単位の電力消費量について、回帰分析を行うと、東北電力管内では、決定係数は $R^2 = 0.8754$

で回帰直線は $Y=0.0036X+9,998.8$ となった(図3)。一方、東京電力管内では、決定係数が $R^2=0.6711$ で、回帰直線が $Y=0.0082X+37,203$ となった(図4)。この結果を比較すると、東北電力管内の決定係数が高い値を示したのに比べ、東京電力管内の決定係数がかなり低めに出た。その原因として、東京電力管内では、3月13日以降の供給力が3,100万キロワットまで落ち込むことが予測され、地域ごとに順番に停電する「輪番停電」が計画され、その輪番実施予定地域が発表され、実施された(朝日新聞3月14日)が、その正確な開始や終了の日時が明確でないことや実勢消費電力量との不整合が考えられた。

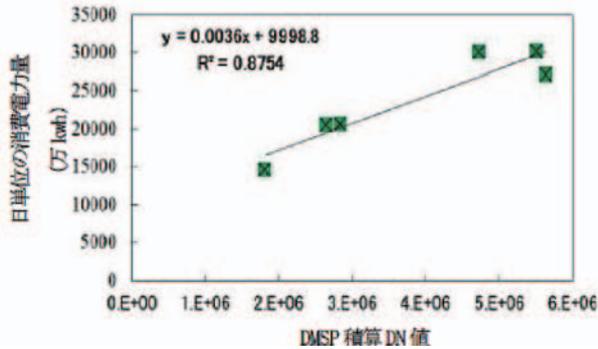


図3. 東北電力管内 衛星-消費電力量の相関

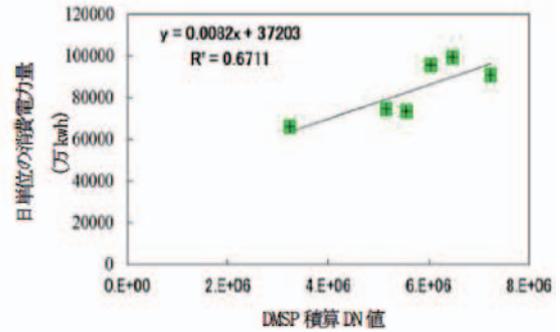


図4. 東京電力管内 衛星-消費電力量データの相関

そこで、ここでは決定係数の高い東北電力管内について、さらに解析を行うこととした。

まず、東北電力管内のDMSP/OLS-Visの画像データセットから、管内の震災前後の平均DN値の時系列変動パターンを求めた。結果を図5に示す。次に、東北電力の公表している特別消費電力量実績表から、消費したDMSP/ OLS-Visデータの観測時間に最も近い時間帯の実績消費電力量を抽出し(表2)、時系列な変化を調べた。結果を図6に示す。ここで、2010年3月3日のDMSP/OLS-Visデータが含まれているが、これは、当該年(2011年)と前年(2010年)とで平常時のDN値に大きな変化がないかを確認するために使用したもので、結果的に、前年同期に相当する3月3日と当該年の3月2日のDN値の間に顕著な差異は認められなかった。

従って、震災前までの消費電力量は前年並みであるとした。さらに、発災前後の平均DN値の変化を比

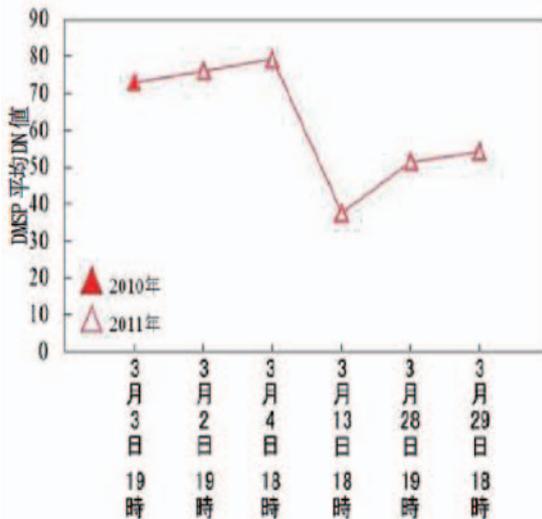


図5. DMSP/OLS-VisのDN値の時系列変化

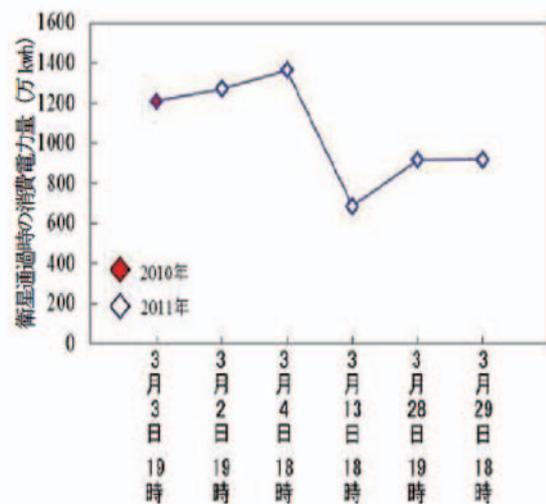


図6. 東北電力の消費電力量の時系列変化

較すると、3月13日(発災直後)のデータから、通常時の約50.26%という急激な落ち込みを見せ、その約3週間後には、通常時の約67.15%までの回復を見せている。また、東北電力が公表している特別消費電力量実績表(表2)から、DMSP/OLS-Visの観測時間における消費電力量を調べると図6に示す結果

が得られた。

この図6で示された変動パターンは図5で示したDN値の変動パターンに近似している。

そこで、そのDN値と消費電力量の実績値との回帰分析を行うと、回帰直線が $Y = 15.645X - 92.6$ で決定係数が $R^2 = 0.9919$ という高い値を示した(図7)。この分析結果から、消費電力量とDMSP/OLS-Visで観測された夜間光(DN値)の間には極めて良い線形の関係があり、消費電力量の変動を良く検知していることが示された。

## 5. まとめ

これまでのDMSP/OLS-Visで観測された夜間光を用いた研究では10日間や月間単位、年単位の最大値時間合成法により生成された雲なし画像が使用されていたため、夜間画像の観測時間と参照データ発生時との間に対応する時間的な変動が考慮されず、それぞれの期間の統計量(積算量や平均値等)として扱われてきた。

一方で、福島原子力発電所の津波による事故や、その混乱の影響もあってか、東京電力や報道機関などの発表した被災後の消費電力量の統計データには不整合な部分が多かった。

今後、このような場合にも、衛星リモートセンシングで観測されたデータが補完的に利用できるよう高精度な定量化へ向けてのデータ処理手法の開発を進めていく。

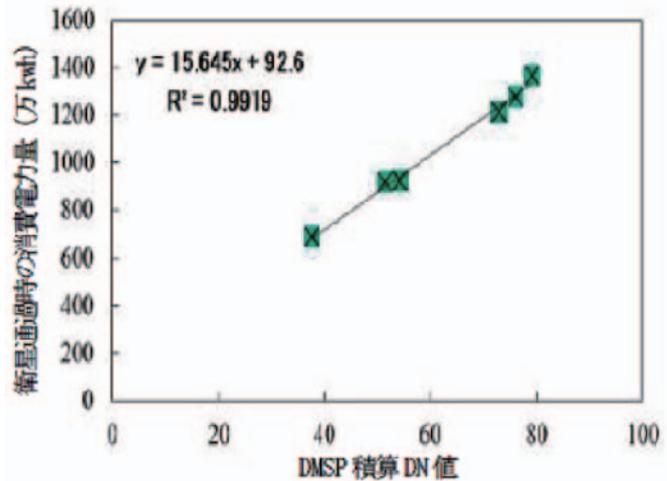


図7. 衛星観測時の平均DN値と対応する時別の消費電力量(万kwh)

## 参考文献

- \* i H. Letu, M. Hara, H. Yagi, K. Naoki, G. Tana, F. Nisio, and S. Okada, "Estimating energy consumption from nighttime DMSP/OLS imagery after correcting for saturation effects," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 31, pp. 4443-4458, 2010.
- \* ii 原政直、岡田周平、八木浩、森山隆、重原好次、杉森康宏、時系列衛星画像のノイズ除去アルゴリズムの開発と評価、写真測量学会、Vol.42, No. 5, pp. 48-59, 2003
- \* iii 胡斯勒図、原政直、岡田周平、八木浩、神武寛典、直木和弘、西尾文彦、DMSP/OLS夜間画像における定常光の抽出、海洋理工学会、Vol.14, No. 2, pp. 21-28, 2008
- \* iv 原政直、岡田周平、市塚正彦、重原好次、森山隆、杉森康宏、DMSP/OLS夜間可視画像を用いたいか釣り漁業のモニタリング、海洋理工学会、Vol. 9, No. 2, pp. 99-108, 2004

課題番号	P2011-2
研究課題	アジアモンスーン域における冬季の雲降水活動の研究
研究者(所属)	高橋洋(首都大学東京 都市環境科学研究科)
担当教員	樋口篤志

(Abstract)

This study investigated an inter-annual variations of precipitation over the Asian monsoon region

and maritime continent in northern winter. Results shows that TRMM-PR can uncover the detailed spatial structure of the inter-annual variation over the land areas. The inter-annual variations were basically associated with diurnal cycles in precipitation over the regions. We will further compare the TRMM-PR product with a microwave-derived precipitation one, which can be associated with a future satellite precipitation project GPM.

(概要)

本研究では、TRMM, MTSAT、FY2、Meteosat 衛星などからの赤外域の輝度温度のデータを用いて、冬季アジアモンスーン域での雲降水活動について、短い時間スケールの変動に着目し調査した。静止気象衛星から得られる、時間方向に高分解能という特徴を生かし、日変化スケールを含んだ雲降水活動の実態を調査した。

特に、太陽非同期のTRMM 衛星の特徴を生かして、熱帯の降水日変化の年々変動を調査した。これまでの気候学的な知見からさらに一步踏み込み、年々変動について、TRMM 衛星を用いて、調査した。その結果、これまでの赤外放射を元にした降水プロダクトでは不明な点が多かった陸上での降水の年々変動の詳細な特徴が分かった。

詳しい内容については、学術論文としての出版を検討中である。

課題番号	P2011-2
研究課題	雲形・発生高度別の遮蔽率を考慮した日射量推定モデルによる変動解析
研究者(所属)	林陽生(筑波大学大学院生命環境科学研究科)
担当教員	樋口篤志

(Abstract)

This study developed the solar radiation estimation model over complex geography using the sea surface reflection, spatiotemporal variation of cloud, and shading effect around terrain. We applied the model to the research field of Cheju Island.

The model can evaluate reflected radiation from sea surface ( $R_{ss}^{\uparrow}$ ) using direct component of the global solar radiation, and estimate the attenuation of radiation by cloud using transmittance of cloud ( $\tau$ ) for three categorized cloud levels from MTSAT observations. The reflected angle of  $R_{ss}^{\uparrow}$  assumed that only specular reflection. Also, the attenuation of solar radiation used the  $\tau$  for high, medium, and low cloud levels. The scheme decides the  $\tau$  with statistical method using random number generator. We coupled these schemes to the previous estimation model of solar radiation under clear sky condition.

As the results, the reflected radiation accounted for only 4 % of daily global solar radiation. However, it was up to 33% in instantaneous value, owing to the solar radiation illuminated only about 30 minutes at sunrise/sunset in winter. It is found that the evaluated  $\tau$  values can assess each cloud levels. The estimated solar radiation of this scheme has comparable accuracy with previous studies, the RMSE and correlation coefficient of the estimated values are 20.9%, 0.80, respectively. The coupled model evaluated the solar radiation under all sky (including clear and cloudy) condition. Compared with clear sky condition, the solar radiation on slopes increased  $1.91 \text{ MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  on northern slope and decreased  $6.08 \text{ MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  on southern slope in winter. Moreover, the model indicate that the impact of seasonal variability of cloud appearance frequency for the  $R_{ss}^{\uparrow}$  distribution.

The coupled model estimated the spatial distribution of the radiation over complex terrain considering the spatiotemporal variation of cloud and reflected radiation from sea surface. Especially, the model has the advantage that it can assess the impact of solar radiation on changing the cloud appearance level, and the spatial/seasonal difference of solar radiation owing to the spatiotemporal variability of cloud.

(概要)

気候資源把握の観点から複雑地形下における日射量分布推定が盛んに行われてきた。しかし、日射量の時間変動やその空間不均一性に大きく寄与する雲を動的に考慮した研究は少なく、また観測研究から海面反射の重要性が指摘されているが海面反射推定モデルはほとんど無い。そこで、本研究では雲の時空間変動、海面反射、地形による遮蔽を考慮した複雑地形下における詳細な日射量分布推定モデルの構築を目的とする。本研究で構築する日射量分布推定モデルは、1) 雲の透過率を3層毎に考慮した全天日射量を推定し、2) 1)の日射量の直達成分より、海面からの反射日射を推定する。3) 全天日射量・海面反射日射それぞれについて、地形による遮蔽効果を適用し、複雑地形下における日射量分布を推定する。海面反射は鏡面反射を仮定し、地形による遮蔽効果・海上風による反射率変動の効果を組み込んでいる。雲の透過率を用いた日射量推定スキームは、上・中・下層毎に透過率を評価し、日射量を推定する。この時、各層における透過率のバラツキを確率分布に従う乱数を用いて評価した。モデルの推定制度はRMSE、相関係数が月平均値で、20%, 0.80と、先行研究と同程度であり、山岳域での地上観測点においても良い精度で日射量を評価可能であることが示された。

本研究で構築した海面反射・地形による減衰・遮蔽効果を組み込んだ日射量分布推定モデルは、より現実に即した日射量分布を推定可能である。従来の快晴日を仮定した日射量分布推定値と比べ、雲による散乱成分の増加、直達成分の減少により地形の遮蔽効果に起因する日射量の空間的な不均一性が小さくなり、また雲の出現率の違いが日射量分布へ与える影響を評価することができた。本モデルは雲が日射量へ与える影響を評価可能であることから、雲の発生・消滅が盛んで、斜面により雲の発生頻度が大きく異なるような山岳域における日射量の評価に有益である。

2.2.3. 第3プログラム共同利用研究の詳細

課題番号	P2011-3
研究課題	各種リモートセンシングデータを活用した都市モデル構築と災害把握
研究者(所属)	山崎文雄(千葉大学大学院工学研究科)
担当教員	建石隆太郎

(Abstract)

Significant crustal movements were caused by the 2011 Tohoku, Japan Earthquake. A method for capturing the surface movements from pre- and post-event TerraSAR-X (TSX) intensity images is proposed in this study. Because the shifts of unchanged buildings were considered as crustal movements in the two SAR images, we first extracted buildings from the pre- and post-event images using a segmentation approach. Then, the unchanged buildings were detected by matching the buildings in the pre- and post-event images at similar locations. Finally, the shifts were calculated by area-based matching. The method was tested on the TSX images covering the Sendai area. Compared with GPS observation records, the proposed method was found to be able to detect crustal

movement at a subpixel level.

(概要)

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、東日本の広域にわたって甚大な被害を引き起こした。またこの地震によって、陸上では最大5 m以上の地殻変動が観測された。本研究では、地震前後に撮影された高解像度衛星 TerraSAR-X の強度画像を比較し、無被害の建物の2時期の位置ずれを検出し、これを地殻変動と見なす手法を提案した。最初に、地震前後の強度画像から後方散乱係数の高い建物を抽出し、地震前後の建物を比較することで、変化のない建物の検出を行った。無被害建物の地震前後における位置ずれを面積相関法で求め、それらの平均値をエリア内の地殻変動量と見なした。提案手法を東北地方と東京中心部の衛星画像に適用し、GPS 電子基準点の記録との比較で結果の精度を検証した。

課題番号	P2011-3
研究課題	森林リモートセンシング
研究者(所属)	加藤顕(千葉大学園芸学研究科)
担当教員	建石隆太郎

(Abstract)

Laser remote sensing has been used for many applications such as creating DTM, estimating forest biomass, and measuring buildings or artificial objects. Laser can provide high quality 3 dimensional structural data so that it can be used as ground truthing data for satellite remote sensing. In this research, airborne and terrestrial lidar data were used in estimating forest biomass. Field validation or accuracy assessment of forest biomass estimated by satellite based monitoring is critical under the both domestic and international environmental policy. There are always errors associated with human measurement. Therefore, terrestrial lidar was introduced to measure trees. Stem volume measured from terrestrial lidar was compared with field measurement from destructive sampling of trees. In the conventional study, aboveground biomass has been estimated from stem volume, which varies depending on tree species. If stem volume is quantified well from remotely sensed data, the amount of forest biomass can be estimated more accurately. In this study, stem volume is quantified by laser remote sensing technologies to estimate the amount of forest biomass. As a result, there is only 1.3% relative error of stem volume between terrestrial lidar and field destructive measurement while there is 6.8% relative error from the conventional stem volume equation. This result shows that the terrestrial lidar accurately and directly measures the stem volume for any irregular shape of stems.

(概要)

レーザーリモートセンシングは、様々な分野で利用されている。詳細な地形図の作成、森林資源量評価、またはビル等の都市構造物の測定等に利用されてきた。レーザーは3次元計測が可能であるため、衛星リモートセンシングのグラントゥールースに詳細な3次元構造データを提供できる。本研究では、航空機と地上レーザーを用いて森林バイオマス量を評価した。衛星画像から得られた森林バイオマス量を現地で精度検証することは、国内外の環境政策で重要な課題である。その精度検証は、常に現地測定で人的エラーを含んでいる。よって、地上レーザーを導入して樹木を計測する手法を実験した。地上レーザーからの幹体積(材積)測定を樹木の伐倒調査による測定と比較した。従来のバイオマス評価方法は、樹種によって異なる幹体積を基準としているため、リモートセンシングデータから幹体積を正確に定量化できれば、バ

イオマス量もより正確に把握できる。結果として地上レーザーによる幹体積計測は伐倒調査の結果と比較してもわずか1.3%の相対誤差しかなかったが、従来の材積式による評価では6.8%の相対誤差があった。本研究の結果より地上レーザーがどのような幹形状の樹木に対しても幹体積を正確に、そして直接計測可能であることがわかった。航空機レーザーより、森林の3次元構造を詳細に取得できる地上レーザーの方が、正確度がより高く、客観的なデータであるため、今後衛星データのグランドトゥールースとして有効であることがわかった。

## 1. はじめに

国内・国際環境政策では、森林域での炭素蓄積量把握が重要な課題となってきた。そのための衛星データ利用拡大に伴い、その解析結果を検証する手法が未だ標準的に確立していない。衛星データからの解析結果を現地調査の結果と合わせるには、正確な現地調査データが必要となる。特に森林域での現地調査のデータは、時間と費用がかかるため、限られた調査サンプルしか収集できなかった。さらに、現地調査では現地作業員の経験に頼らなければならないため、作業ミスがあることがあり、グランドトゥールースとして利用できる正確性が保証できない。国内での森林計測の場合は、高性能なGPSや測量機器が利用可能であるが、途上国での森林計測では現地作業員による計測エラーや調査地のズレ等が問題となることがある。

本研究では、森林域でのグランドトゥールースのためにレーザーデータ利用の可能性を検討するために、航空機と地上レーザーによる解析結果とグランドトゥールースとして利用する際の問題点を考察したい。

## 2. 対象地とデータ

本研究の対象地は、千葉県山武市所有の日向の森であり、9 km<sup>2</sup>のスギ・ヒノキが主要樹種である針葉樹林である。使用したレーザーは、富士設計株式会社所有のRIEGL VZ-400 (RIEGL社)であり、照射半径約150 mの高速モードでデータ取得を行った。また、伐木調査を行い、レーザーデータから解析した結果と比較した。

## 3. 方法

地上レーザーから得られた点群データから樹木計測を行うには、まず地表面からのレーザー反射を用いてDTM (Digital Terrain Model) を作成した。樹木1本に当たるレーザー点群を抽出するために Watershed 法を適用した。抽出された点群から幹部を自動で把握するアルゴリズムを適用し、幹部のみを自動で把握することができた。これら一連の自動化した手法は特許出願済 (特願2011-227165) である (図1)。

樹木形状を表す点群とその標高をDTMから取得し、その差分を取ることで、幹部を地上からの様々な高さでデータを切り分けることが可能となった。このレーザーデータを各50 cm間隔で輪切りにした。また同時に現地調査でも同じ様に地際から50 cm間隔で幹を輪切りにし、それぞれの断面積を算出し、比較を行った。

## 4. 結果と考察

地上レーザーデータから単木単位での幹部を自動で抽出することができた (図2)。また伐倒した対象木における従来の材積式による幹体積算出結果とレーザーによる直接計測による樹木計測結果の比較を行った。対象木では、実測では24.2 mであったのに対してレーザーによる樹高計測は24.8 mとわずか60 cmの違いで地上レーザーによって樹高計測も可能であることがわかる。また、レーザーの幹部到達可能な最高点は22.5 mであり、かなり上部の幹までレーザーによって判別可能であることがわかった。胸高直径では実測が64 cmに対してレーザーによる計測では67 cmとわずか3 cmの違いしかなく、さらには材積計算では、実測が2.99 m<sup>3</sup>であったのに対して、材積式による材積が3.2 m<sup>3</sup>と6.8%もの相対誤差があったにも関わらず、レーザーによる材積計測は、2.96 m<sup>3</sup>と1.34%しか相対誤差がなく、実測に極めて近い値を直

接レーザーから計測可能であることがわかった。

本研究では、地上レーザーの点群から幹部を自動で判別し、その幹に対して幹体積を自動で算出する手法を確立することができた。本研究の手法によって、今後計測不可能であった様々樹形を地上レーザーから把握することが可能となるとともに、伐倒することなく非破壊で、樹木の材積（価値）を評価することができることが実証できたことで、今後森林資源量（バイオマス量）に関して地上レーザーデータが有効に活用できることがわかった。

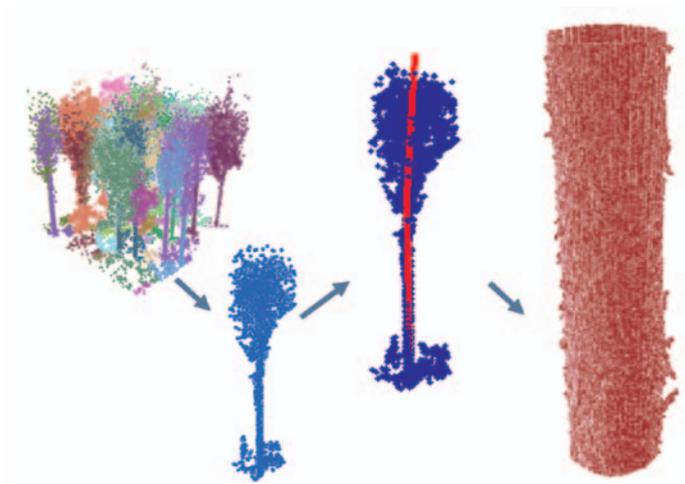


図1. 地上レーザーデータの点群から幹部を自動で抽出する手法



図2. 樹木幹部の自動抽出にした結果（右図が単木単位での地上レーザーデータ、左図が自動で判別した幹部）

課題番号	P2011-3
研究課題	MODIS250 m データを用いた東北沿岸地域植生の津波被害に関する多時期評価
研究者（所属）	PERERA Liyanage Kithsiri (Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland)
担当教員	建石隆太郎

(Abstract)

Japan is facing an unparalleled natural disaster in its recent history from the earth quake and tsunami hit in March 2011. Earth mass of Japan closest to the epicentre experienced the largest shifts and a 400 km stretch of coastline dropped vertically by 0.6 m (2.0 ft), allowing the tsunami to travel farther and faster onto land. The tsunami waves hit over 400 km long stretch in north-eastern coastal region submerging approximately 470 km<sup>2</sup> of land area. In this background, it's vital to monitor the environmental in affected area using every possible means. Satellite imagery is plying the most essential role in these monitoring and assessment tasks. The present study will be executed on that direction to collect freely available and low-cost satellite data to monitor and assess the greenery of the affected region at multitemporal scale. Number of research objective have set i.e.; utilize all free (MODIS) and low coast satellite data to archive the status of green environment of Tohoku, produce mass-media GIS contents using freely available MODIS products on the Tsunami hit Japan, expand the public awareness about the recovering environment of Tohoku, and encourage young researchers to use MODIS data and build links with other high resolution images to conduct detail studies. The expected data archive of monthly changes of the greenness will help to identify hotspots in environmental damage to provide a guideline to further detail studies.

課題番号	P2011-3
研究課題	針葉樹の花粉飛散量と fPAR との関係
研究者（所属）	小津慎吾（株）ウェザーニュースグローバル予報センター
担当教員	本郷千春

(Abstract)

In this study, referring to the approach of remote sensing techniques to forecast pollen dispersal in the previous study, we analyzed the satellite data and pollen counts from 2005 to 2010. fPAR and pollen counts data have higher correlation by a particular year. Conduct a pollen forecast based on satellite data of 2011, was carried out as content of pollen release and Weathernews.

(概要)

針葉樹の花粉飛散量とリモートセンシングデータとの関係については、これまでに本郷や田草川らの研究により、積算 fPAR (Fraction of Photosynthetically Active Radiation : 光合成有効放射吸収率) 値が花粉飛散量に大きく関係していることが報告されている。本研究では、既往の結果をベースに解析を行った。

2004年～2010年夏季（6～9月）におけるMODISのfPARコンポジットデータを画像化し、針葉樹林データ（環境省植生調査データ）をマスクファイルとして重ね、針葉樹林のfPAR値を求めた。そして各都道府県境データを重ね、都道府県毎のfPAR値として、2005年～2009年の花粉飛散数データとの相関関係を調べた。通常花粉は多く飛散した年（表年）の翌年は少なくなる傾向（裏年）が確認されている。本

解析においても、表年、裏年と分けた方が積算 fPAR 値と翌年の花粉飛散量との相関係数が高くなり、複数の県においても同様の結果が得られたことから、この手法を花粉情報サービスに利用することにした。

これらの解析結果から2012年の花粉シーズンは2011年に比べて飛散量が少なくなる予報が得られたため、2011年10月11日に翌春の花粉飛散量予測をプレスリリースするとともに、会員への情報提供を開始した。

課題番号	P2011-3
研究課題	チタルム流域における農業用水渇水リスクの評価
研究者（所属）	吉田貢士（茨城大学農学部）
担当教員	本郷千春

(Abstract)

For the rainfall-runoff analysis, TOPMODEL which was one of the distributed type model, was employed in this study. Distributed model can be included spatial distribution of meteorological phenomenon, hydrology and land use. Therefore, it is widely used for hydrological characteristics analysis, water management, water quality analysis and future forecast. TOPMODEL is consisted of three soil layers; root zone, unsaturated zone and saturated zone. Water content (WC) of root zone and unsaturated zone are calculated by distributed parameters. And WC of saturated zone is normally calculated by lumped parameters. However, in this study, WC of saturated zone also be calculated by distributed parameters. TOPMODEL needs only 3 parameters, so this model is easy to link with GIS data.

As the result of calculation hydrograph around Citalmu river, the base flow in dry season increases and flood peak in rainy season is cut. In assessment based on water volume, this indicates improvement of water utilization by dam construction.

(概要)

インドネシアのチタルム川流域を対象として水循環モデルを構築および適用を行った。水循環モデルには、流域の地形・土地利用・土壌特性などの空間情報データが入力可能であり、流域内の水資源量の空間分布を評価可能な分布型の流出解析モデルを用いた。本研究で用いた TOPMODEL では根圏、不飽和層、飽和層の3つの貯留部における水収支が計算される。流域をグリッドで分割し各グリッドに TOPMODEL を適用することにより、流出量を空間的に算出できる。そのため、流域の任意の地点での流量を推定可能である。インプットデータは降雨量、可能蒸発散量、標高、土地利用、土壌条件であり、キャリブレーションパラメータも3つと簡便である。そして計算された各グリッドの流出量を擬似河道網にそって積算し、ダム地点ではダムの貯留を考慮した。また、解析対象期間を1993年～2006年とした。

ハイドログラフの形状から低水部は再現でき、雨季に流出量が増加し乾季に流量が減少しているというアジアモンスーン地帯での季節変動の傾向も見られた。しかし小さい降雨に対する流出の再現性は低かった。これは4,000 km<sup>2</sup>の大きな流域に対して、降雨を1点のみで与えていること、利用した土地利用データの市街地割合が現状と異なること、およびダムの貯留効果により小さい出水が平滑化されたことが原因であると考えられた。

課題番号	P2011-3
研究課題	衛星リモートセンシングを利用した畑地土壌炭素蓄積量の推定
研究者（所属）	丹羽勝久（株式会社）
担当教員	本郷千春

(Abstract)

Estimation of the soil carbon stocks was conducted in an upland area of Tokachi District, Hokkaido, through the analysis of Landsat data, ASTER data and soil survey. The soil parent materials were alluvial deposits, volcanic ash plus alluvial deposits, and volcanic ash. Surface soil carbon concentrations were negatively correlated with satellite image data (green, red, and near-infrared reflectance) for each parent material. The highest correlations between reflectance and measured soil carbon stocks were obtained from red wavelength reflectance for alluvial deposits ( $r = 0.77$ ,  $p < 0.05$ ). The soil carbon stocks map of the study area was created using the regression equations and satellite reflectance data.

(概要)

地球温暖化緩和策の一つとして農耕地土壌への炭素の固定が注目されている。そこで、本研究では農耕地の土壌炭素貯留量を広域に把握するため、衛星データを使った推定手法を作成し、その手法を元に得た土壌炭素貯留量データから対象地域内の土壌炭素貯留量の変化について考察した。

1985年に撮影されたLandsat-TM データと地力保全基本調査成績書、2007年に撮影されたTerra/ASTER データと土壌の化学性に関する実測調査を対応させ、北海道十勝地方の農耕地土壌の炭素貯留量の推定を行った。衛星データの各バンド反射率と土壌炭素量の関係を調べたところ、可視～近赤外の反射率と土壌炭素量の間に関連関係が見られた。この中でも、酸化鉄等の影響を受けにくい赤色域バンドと土壌炭素量の間に関連関係が得られ、推定式を元に1985年の土壌炭素貯留量と2007年の土壌炭素貯留量を算出した。さらに、両年の土壌炭素貯留量を比較し、22年間に土壌炭素貯留量が増減した地域を空間的に可視化した。

土壌炭素貯留量が増加した地域では、土壌への有機物施用の推進により土壌炭素貯留量が増加したことが考えられた。また、土壌炭素貯留量が減少した地域では、過去に排水改良工事が実施されていたことから、事業後に土壌が乾燥化し、土壌中微生物の活性が促され土壌炭素の分解速度が大きくなり、土壌炭素の減少量が有機物施用量を上回ったことが推察された。

課題番号	P2011-3
研究課題	チタルム流域における水稻の収量予測
研究者（所属）	牧雅康（京都大学）
担当教員	本郷千春

(Abstract)

Evaluation of rice production using the remotely sensed data is highly required in Indonesia, because they have been suffering in their crucial conditions such as shortage of rice production in the last 5 years due to many unsuccessful program and disaster. In this study, we analyzed relationship between actual rice production of field observation and DN value of SPOT data to estimate rice production in Cianjur, Indonesia. It was possible to estimate the rice production from NDVI and

short-wave infrared value, and the presumed error was 0.77 t/ha.

As a result of considering the relation between various environmental conditions and the rice production, rice production amount tends to lower toward the down stream. The rice production amount is affected by the irrigation water supply around the test site..

(概要)

インドネシア西ジャワ州、チアンジュール県北東部の東西を河川にはさまれた流域圏の収穫期水田を対象として、SPOT 5 データ、現地実測収量を用いて圃場 1 筆単位の水稲生産量を評価した。

SPOT 衛星データの短波長赤外データと植生指数NDVIから収穫期の水稲生産量を推定する式を求めた。10郡クロスバリデーションの結果は、0.7t/haであった。得られた式を画像の各ピクセルに代入して生産量の可視化を行うと共に、圃場GISデータを重ね合わせて収量を詳細に把握した結果、圃場単位および地域によって収量にバラつきがあることを確認した。生産量の地域的な違いをもたらした環境条件として考えられる要因としては、日射量、気温、降水量、施肥量、土壌タイプの違い、灌漑水の供給量等があげられる。これらの条件と生産量との関連について考察を行った結果、灌漑水の供給量の影響が現れていることが推察された。推定した生産量の可視化画像と灌漑水系図を重ね合わせた結果、灌漑の上流域で生産量が多く、下流に行くに従って生産量が低くなる傾向が読み取れた。聞き取り調査でも、需要灌漑水量に対して供給量が大幅に少ないことが明らかになっていることから、乾期作では下流域で水不足によって生産量が低下している可能性が示唆された。

課題番号	P2011-3
研究課題	GPS 衛星情報と移動体の位置情報地図化に基づいた防災通信ネットワークの構築
研究者 (所属)	尾藤章雄 (山梨大学教育人間科学部)
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

The purpose of this study is to construct communication network systems for disaster prevention based on APRS & ECHOLINK mixed systems developed by Amateur Radio communicators in USA. ECHOLINK system enables us to do stable long-distance (between Kofu Basin to other prefectures) voice calls by small-size portable wireless communicators. In the same time, APRS shows the detail location of the communicators on the real-time on Google Maps. It could be excellent systems in a state of emergency by cheap & light machines.

This system was introduced in the committee of disaster prevention in Kofu-city and the hiker group in Ashiyasu town in South-Alps City in Yamanashi Prefecture.

(概要)

本研究は、非常時の遠隔地間の非常通信を、インターネット接続した無線基地局に中継し、また気象情報などを提供することができる防災通信ネットワークの構築を目的としている。ここでは音声通信を可能とする、無線界で開発済のAPRSとECHOLINKシステム (Jonathan Taylor氏開発) を組み合わせた。インターネット上の音声通信プロトコルを用いて、互いに直接波では交信できない遠隔地にある無線機同志、あるいは無線機とPC、またはPC同志の音声通信を可能にするECHOLINKシステムは、小型無線機からの音声をパケット信号に変換してインターネット接続するため遠隔地への安定した通信を可能とす

る。山梨大学甲府西キャンパスに昨年設置したAPRS ノード局にECHOLINKのリンク局を合わせて設置し、両者を同一の場所で運用するようにした結果、通信を行っている無線機の位置を、APRSによって地図上で確認することも可能となった。また、双方向の情報交換を目的として、アメリカのDAVIS社製の気象観測装置（DAVIS : Cabled Vantage Pro 2）を設置し、気温、湿度、気圧、降水量、風向、風速などの基本的な気象条件をリンク局に提供し、遠隔地を移動する無線機に送出できるようにした。

この一連のシステムを、甲府盆地内の防災関係者へ説明し、また山岳登山ルートを管轄する行政部門に利用呼びかけを行った。今後は一般の携帯電話機での同様のシステム構築が課題である。

課題番号	P2011-3
研究課題	印旛沼における浮葉植物オニビシの繁茂状況の長期変化
研究者（所属）	鏡味麻衣子（東邦大学理学部）
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

Lake Inba is one of the most eutrophic lakes in Japan. Since the 1960s, eutrophication has progressed rapidly due to the increase in human population in its watersheds and the decrease in lake water volumes by land reclamation. In the 1970s, water chestnut, *Trapa natans*, grew vigorously, especially in the littoral zones. It is still unclear why *T. natans* increased so rapidly, and how its biomass has been changed. In this study, using the characteristics of floating leaves of *T. natans*, satellite image were analyzed to examine the long-term changes in the biomass of *T. natans*. Satellite images (Landsat, ALOS) on August, when the biomass of *T. natans* became its maximum, were extracted from 1980 to 2010. In addition, the relationships between its biomass and water quality, examined by Chiba Prefecture, were analyzed to clarify the factors affecting the biomass of *T. natans*.

The growth of *T. natans* was clearly observed in the Landsat images of 1984 and 1987. In 1987, even the mark of the harvesting conducted by Chiba Prefecture could be traced clearly. In 1997, the disappearance of *T. natans* was confirmed. It appeared again in the images of ALOS in 2009. Except those years, it was not able to trace the area of the growth of *T. natans*, due to the clouds. To follow the changes in its biomass yearly, not only satellite images but also aerial photos and measurements by GPS on the board must be necessary.

In the 1970s when *T. natans* started growing vigorously, the concentrations of total phosphorus had increased. Therefore, eutrophication due to the increase in the phosphorus inputs might be one of the reasons of the overgrowth of *T. natans*. While, the relationship was unclear with the water quality when the *T. natans* decreased in 1997. After the 1980s, it became less eutrophic and the concentration of total phosphorus has decreased, yet *T. natans* still grew. From 1984, the harvesting were conducted for several years. These continuous harvesting might be important for the decrease of *T. natans* in 1997, in addition to the improvement of water quality. In the 2000s, *T. natans* has again been increased. To control its biomass, harvesting must be necessary in addition to the improvement of water quality.

(概要)

印旛沼は、日本で最も富栄養な湖のひとつである。1960年代より、流域人口の増加や干拓事業に伴い、水質が急速に悪化した。また、1970年代より、印旛沼の沿岸帯を中心に水草のオニビシが異常に繁茂し

はじめた。しかし、なぜオニビシが急激に増加したのか、またその分布面積はどのように変化していったのかは不明である。そこで、本研究では、オニビシが水面に葉を広げるという特徴を活かし、衛星画像から印旛沼におけるオニビシの分布面積の変化を推定することを目的とした。1980年から2010年までの衛星画像（Landsat, ALOS）を用いて、オニビシの分布面積が最大となる8月の画像を抽出した。また、オニビシの分布面積と、千葉県が公開している水質データとの関係を解析し、印旛沼においてオニビシが増加した要因を探った。

衛星画像のうち、Landsat画像では1984年にオニビシの繁茂が確認でき、1987年には千葉県により縦断的に刈り取りが行われた様子も顕著に見られた。1997年の画像では、いったんオニビシの消滅が確認されたものの、2009年のALOSの画像で再び繁茂している様子が確認できた。しかし、その他の年では雲が邪魔するなど、8月のオニビシの繁茂状況を把握することは困難であった。細かい変化を追うためには、航空写真や船上でのGPSによる繁茂面積の計測が必要であろう。

オニビシの繁茂と水質との関係を調べたところ、オニビシが繁茂を始めた1970年代には全リン濃度が顕著に上昇している時期であり、リン負荷量の増加に伴う富栄養化がオニビシ繁茂の一因であることが推察された。しかし、全リン濃度が若干改善した1980年代にも、オニビシの減少は見られず、水質の変化が顕著ではない1997年にオニビシが消滅したことから、水質改善だけではなく、刈り取りの影響でオニビシ繁茂が抑えられた事を示唆している。オニビシは2000年代に再び繁茂し始め、現在も繁茂面積を拡大している。オニビシの繁茂を抑えるには水質改善に加え、継続的な刈り取りによる除去が必要であろう。

課題番号	P2011-3
研究課題	光学センサと SAR 画像を用いた関東地方における景観変遷の空間解析
研究者（所属）	原慶太郎（東京情報大学）
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

Abandoned bamboo groves are vigorous and spreading their distribution in Japan (Okutomi, 1994) causing many problems (Isagi et al., 1998), for example, decline of biodiversity. In order to monitor them, this study was conducted to extract bamboo groves in northwestern Chiba Prefecture, Japan using ALOS/AVNIR-2 satellite images. These images have 10 m spatial resolution and were taken in October 2008, February, March, April, May, August and September 2009. They have finer spatial resolution than LANDSAT or ASTER satellite images and more economy than IKONOS or QuickBird satellite images. We used supervised classification (decision tree (Breiman et al., 1984)) with training area separated from accuracy check area in order to avoid overfitting of classifier. The training areas contain evergreen broad-leaved forest, which is difficult to be distinguished from bamboo groves. The training areas distinguish Moso-chiku (*Phyllostachys pubescens* Mazel) from Madake (*P. bambusoides* Sieb. et Zucc.) which are species of bamboo because there are difference between them in view point of morbidity rate and, maybe, speed of spreading their distribution. The training areas were decided with results of field survey and images of Google Earth. Borderlines of training areas are backed 20 m in order to prevent training areas from including mixels or inappropriate land covers adjacent to the targeted land covers. Data of training area shows that (1) in May, there is difference between evergreen broad-leaved forest and bamboo in NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (2) Moso-chiku and Madake will be distinguished from each other with red band data in April. The Moso-chiku and Madake groves were extracted with high accuracy. In

future, we will study differences between Moso-chiku and Madake in distribution speed and impact for ecosystem and humankind.

#### (概要)

竹林（以下ではモウソウチクとマダケの林を指す）は、タケノコや竹材生産を主な目的として日本各地で広く植栽されてきた。しかし、需要の低下で国内の生産は減少し竹林の管理放棄が進み、今日では竹林は旺盛な繁殖力で自然に分布域を広げつつある。その結果、景観・生態系・農業・防災の面における悪影響が懸念され、竹林の効率的な管理手法を構築することが急務となっている。しかし竹林の管理・有効利用やそれに伴う伐採・運搬はコストに対する利益が少なく効率性が求められるため、竹林がどこいったところにとどの程度分布しているかを広範囲で把握する必要がある。このようななか、リモートセンシングを用いて竹林を抽出した論文はいくつか存在するが、その多くが以下に述べる三つの課題のいずれかを抱えている。まず一つめとして、既往研究の多くがトレーニングエリアと精度検証地の位置関係を明記していない、ということが挙げられる。なお、本研究におけるトレーニングエリアとは、人が竹林と竹林以外の場所をそれぞれマークし、ソフトがそれを手本に竹林の特徴（ここでは竹林とそれ以外を分けるための閾値）を学習するエリアを指し、精度検証地とは、抽出結果と既存の植生図とを比較することで抽出精度を検証するエリアを指す。精度検証地がトレーニングエリアに近い、または重なっている場合、土地被覆分類用のソフトにオーバーフィッティングが生じて精度検証地から離れた場所では精度が著しく低下する可能性がある。課題の二つ目として、常緑広葉樹と竹林を明確に区分している研究は極めて少なく、常緑広葉樹が多く存在しているような地域で竹林が抽出できるか検討しにくい、というものがある。三つめの課題はマダケとモウソウチクを区別して抽出した例は少ない、というものである。衛星画像を用いて日本の竹林を抽出した既存研究のほとんどは、モウソウチク（色が特徴的で他の植生から区別しやすい）が多い西日本で行われている。そのため、西日本と比べてマダケが多く、モウソウチクが少ない地域に既往研究の方法を適用した場合には、竹林を十分に抽出できない可能性がある。

本研究では上記の3つの課題を克服するため、竹林を抽出する際に（1）教師付き分類に用いるトレーニングエリアを精度検証地から離れた場所に設置し（2）トレーニングエリア、精度検証地ともに常緑広葉樹が存在するようにし（3）マダケとモウソウチクを区別して抽出・精度検証を行なった。研究対象地は西日本と比べてマダケ林が多い、千葉県北西部の東西10 km×南北15 kmの範囲とした。竹林の抽出にあたって、まず人工衛星ALOS/AVNIR-2の画像（地上解像度：10 m、撮影時期：2008年10月、2009年2、3、4、5、8、9月の計7時期）からオルソ画像を作成した。なお、AVNIR-2の画像は可視域（R・G・B）と近赤外域（NIR）のデータを有する。次に竹林の抽出（教師付分類）に用いるトレーニングエリアを設定するため、Google Earthの画像と現地調査結果を用いた。さらに、前述のオルソ画像から、トレーニングエリア内の衛星画像におけるマダケ・モウソウチク・その他の土地被覆の特徴を調べ、ソフトウエア（IDRISI AndesのClassification tree analysis）に学習させたのち、衛星画像からマダケやモウソウチクを抽出させて竹林の分布図を得た。最後に、得られた分布図と精度検証地の植生図（空中写真・IKONOSの画像・現地調査から作成）とを比較することで竹林の抽出精度を検証した。

本研究で常緑広葉樹と竹林（特にマダケ）を10 m程度の解像度で目視した場合は区別が困難であったが、マダケ・モウソウチクと常緑広葉樹との間に、5月のNDVI（可視域のRと近赤外域の値から求めた正規化植生指数）の頻度分布において大きな差異があった。また、マダケとモウソウチクは9月の可視域のG（緑）と10月の可視域のG（緑）・R（赤）の頻度分布において大きな差異があったため、マダケ・モウソウチク・常緑広葉樹が区別できる可能性が確認できた。実際に竹林を抽出した結果、トレーニングエリアと精度検証地がかなり離れているにもかかわらず、竹林の33%、マダケの27%、モウソウチクの21%（いずれも面積比）を抽出することができた。

課題番号	P2011-3
研究課題	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 その2
研究者（所属）	岡田信行（オルト都市環境研究所）
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

Honeybees can gather honey which is two kilometers far from their hive. It is thought that the honeybees are influenced by the vegetation of their habitats. Two kilometers in radius is the area that residents can recognize it. If the relevance of honey and vegetation is confirmed, residents can realize the fact that environment they live has impact to habitats of honeybee through honey. And that can motivate the effort for the environment.

To analyze the relevance between honey and vegetation, it is necessary to understand the quality and quantity of honey and vegetation of habitat. In this research remote sensing data is used to analyze the environment of honeybees' habitat, and to understand the relevance between honey and urban environment.

For the area that beekeeping project had done, Shin-Yokohama and SFH and Kitanaka Bric, vegetation distribution is understood by extracting area that has NDVI over 0.1.

As a result of comparing the value and green coverage ratio of NDVI, The result of analysis shows that high activated area in vegetation is changing by seasons.

When the NDVI value and green coverage ratio in the period are compared, it is in the tendency for the direction of 2011 to become low as compared with 2009.

According to the AMEDAS of the Meteorological Agency, as compared with 2011, spring average temperature of 2009 is low, and their average temperature of summer is high in Yokohama.

It is possible that average temperature has affected the green coverage ratio.

(概要)

ミツバチは巣箱から2 kmの圏域からハチミツを採取してくる。このハチミツは生息・生育圏域の植生に影響を受けると考えられる。半径2 kmは、そこに暮らす住民が認識できる圏域であり、ハチミツと植生との関連性が確認できれば、住民はハチミツを通じて自らが暮らす環境がミツバチの生息・生育空間に影響を与えていることを実感することができ、環境に対する取組の動機づけを得ると考えられる。

この関連性を分析するためには、ハチミツの量と質と同時に、圏域内の植生について把握する必要がある。本研究は、ハチミツと都市環境との関連性を知るため、リモートセンシングデータを活用して、ミツバチが生息・生育する環境について分析した。

撮影時点の異なる複数のリモートセンシングデータ（ALOS, ASTER）よりNDVI値が0.1以上の地域を抽出し、植生域の変化の把握を試みた。

その結果、NDVIの値、緑被率を比較した結果、植生域の中でも活性度が高い区域は時期によって変化していることが確認できた。

また、同時期におけるNDVI値、緑被率を比較すると、2009年と比較して2011年の方が低くなる傾向がみられる。

気象庁のアメダスによる横浜における日平均気温を2009年と2011年で比較すると、2011年は2009年よりも春先の気温が低く、夏期の気温が高い。このことが緑被率の差に関連していることが考えられる。

課題番号	P2011-3
研究課題	半乾燥地におけるリモートセンシングデータを用いた劣化草地の抽出
研究者（所属）	関山絢子（東京情報大学）
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

In this study, a method for estimating soil moisture developed by the applicants was applied to field data acquired in the Mongolian grasslands. The method employed was a pattern decomposition method using flat pattern model. A spectroradiometer was used to measure spectral characteristics of the soil in the visible and near-infrared wavelengths.

A total of ten survey plots were established near the city of Ulan Bator in central Mongolia, where the characteristic natural vegetation is mostly grassland. Spectral reflectance of the soil was measured using the spectroradiometer, and used to derive the pattern decomposition coefficient and estimate soil moisture. These results were then compared to actual field measurements of soil moisture to verify the accuracy of the method. In addition, photographic images were used to estimate the vegetation coverage for each survey plot, and the effects on vegetation on the accuracy of soil moisture were examined.

The results showed a strong negative correlation between water content in soil and the pattern decomposition coefficient for flat model, indicating that this method is capable of accurately estimating soil moisture regardless of soil type. The bare soil of the Mongolian grasslands exhibits a negative correlation between water content in soil and the pattern decomposition coefficient for flat model, which was calculated using the pattern decomposition method modified by the applicants. This indicates that the pattern decomposition coefficient for flat model is a useful indicator of water content in soil in bare soil. In addition, the mixed spectral pattern of soil and vegetation was also decomposed into the respective component by pattern decomposition method. The correlation between soil water content and flat model pattern decomposition coefficient was poor in the case where the vegetation cover ratio is 5 % or more, suggesting that the coefficient is an inadequate indicator for water content.

(概要)

本研究は、モンゴル草地における草地劣化分布の把握が最終目標である。草地劣化の把握において、土壌水分は重要な情報の一つである。申請者らは、既に屋外実験により分光放射計から得られたスペクトルを基に、パターン展開法を応用した土壌水分推定手法を考案している。この土壌水分推定手法は裸地を対象にしていることから、本研究では現地調査を行い、植生被覆地から得られたスペクトルデータに対する適用範囲を検証した。

2006年、2007年および2010年の8月、モンゴルの首都ウランバートル近郊の放牧地や半沙漠地域を含む全10ヶ所において調査を行った。各調査地には1辺が40 mの方形区を設置し、方形区内に10 m間隔のテープを張り、25格子点を作成した。各方形区の格子点において、土壌と植生それぞれのスペクトル、植生と土壌が混在する地スペクトル（以下、混在スペクトル）の測定と、表層土の採取（炉乾法による土壌水分量測定）および地表面の写真撮影（植被率の算出）を行った。

土壌スペクトルと混在スペクトルはそれぞれに対し、申請者が考案した土壌水分推定法を適用し、土壌水分推定値と実測値の関係を調査した。混在スペクトルについては、写真撮影により算出した植被率

の0%～30%において6クラスに分類し、植被率クラスごとの混在スペクトルに対し、土壌水分推定法を適用した。

土壌スペクトルを用いて土壌水分推定を行った結果、土壌水分指数と実測した土壌水分量との間に有意な関係が示された。この際、土壌タイプの考慮は行わなかったことから異なるタイプの土壌を対象にした場合でも良好な精度の土壌水分推定値が得られることが示唆された。次に植被率6クラスにおける土壌水分推定値と実測値の相関係数を求めたところ、植被率が5%以下であれば高精度で土壌水分推定が可能であることが示された。

今後は、植生被覆地へ適用可能となるよう、土壌水分推定手法の改良を試みる予定である。

課題番号	P2011-3
研究課題	衛星リモートセンシングデータを用いた自然災害（Geohazard）の監視と予測
研究者（所属）	服部克巳（千葉大学大学院理学研究科）
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

The following two subthemes were dealt with in this research. (1) Study on Ionospheric disturbances using GPS TEC (Total Electron Content) and (2) Satellite remote sensing for “geohazard monitoring/forecasting”. As for (1), a basic algorithm for neural network-based ionospheric tomography has been developed. We applied the developed algorithm to data which includes the possible anomalous changes for the 2011 Tohoku Earthquake (Mw9.0) occurred on 11 March 2011. That is significant increases 1, 3 - 4 days before the earthquake. The tomographic results on three days before the earthquake show that there are abnormal enhancements of electron density at lower Ionosphere. A future detailed analysis will be required to investigate the relationship with the earthquake. As for (2), an algorithm to detect lava activity for volcanoes in Japan has been developed using MODIS data. The target volcano is Mt. Shinmoedake. We have developed a new cloud detection algorithm. This improves the accuracy of cloud detection and removal and is able to dramatically reduce the faint detection of lava activity in Japan.

(概要)

本共同研究では以下の2つのテーマを実施した。

①GPS電波を利用した電離圏電子総数（GPSTEC）による電離圏擾乱の同定：今年度はニューラルネットワークベースの電離圏トモグラフィーの基本アルゴリズムを開発した。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に関連する電離圏異常変動（地震の1、3-4日前にTECが有意に増加する現象を発見している）に開発した電離圏電子密度トモグラフィーを試験的に適用した。地震3日前について、電離圏下部に数時間継続する電子密度の異常増加を発見した。地震との関連について今後の詳細な解析が必要である。

②衛星搭載マイクロ波放射計等のデータ解析：MODISデータを利用した日本地域の火山の溶岩活動監視アルゴリズムを構築した。新燃岳を対象とし、雲検知の精度をあげることにより、溶岩活動と雲との誤認識を劇的に減少させることに成功した。

課題番号	P2011-3
研究課題	衛星を用いた被災地復興の長期モニタリング
研究者（所属）	朴鍾杰（東京情報大学）
担当教員	近藤昭彦

(Abstract)

Extensive damage was caused by a large earthquake and the resulting tidal wave / Tsunami that occurred in the north east region of Japan in March 11, 2011. In this study, the struck situation of the shape of coastline and the breakwater were interpreted by using ALOS/AVNIR-2 image. The Advanced Land Observing Satellite (ALOS) is Japan's new-generation Earth Observation satellite, launched in January 2006 by the Japan Aerospace Exploration Agency. And, the distribution situation and the characteristic of the struck part were considered.

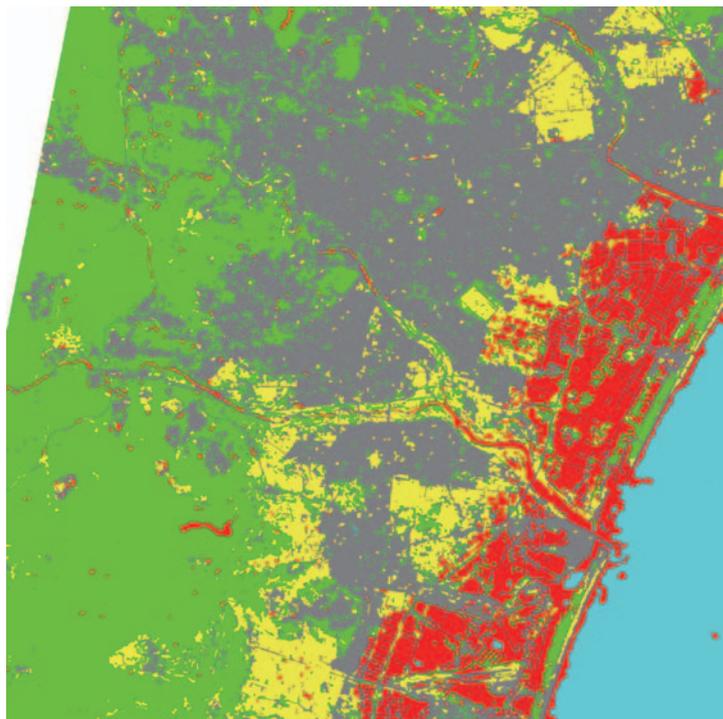
(概要)

本研究では災害後の衛星データ（ALOS解像度10 m：3月14日）を用いて津波による被災地抽出を行った。既存の災害前後の比較ではなく、災害後の1時期データを用いた。

被災地の特徴としては、海水による被害であるため農地の反射強度が低い。そのため、被災地抽出には反射強度データが有効であると考えられる。

研究方法としては、①eCognitionによって農地区画が分けられるように領域分割を行う（ScaleParameter 7, Shape 0.3, Compatness 0.8）②各領域における反射強度、テクスチャー特徴量を抽出する ③被災地と非被災地のGroundTruthを選定（参照データ85、検証データ85）④判別分析によって分類を行い比較を行う。

1. Segmentationは農地の区画を抽出するためにカラー情報の重みを重くし、またCompatnessに重みを重くした。仙台空港周辺の画像サイズ2001×2001から90,844個の領域を分割した。



## 2. GroundTruth 抽出

非被災地に森林域 2 種類（森林域（10）、山の影森林域（5））、市街地（10）と農地（15）に分けて。被災地には海岸域の防風林（10）と農地 2 種類（海岸に近い農地（10）、海岸に遠い農地（15））と水域に分けて選んだ。海岸域に近い市街地は津波によって被災されてあるが、すでに水が引いてあるため反射率が高く被災地として分類が困難である。そこで今回の研究では被災市街地を分類項目から除いた。

## 3. 結果考察

反射強度のみを用いた結果では96%以上の精度で正しく分類された。水域の場合被災農地として誤分類した場合もあるが、農地に水が溜まった地域は水と同じであるとみなすことができる。

### 考察

農地の場合、被災農地と非被災農地の分類ができた。分類にはテクスチャー特徴量より反射強度が有効であることがわかった。また、反射強度が低い特徴であるため水域が被災農地に誤分類されるが水域マスクなどを使えば問題にならない程度である。

海岸の防風林の被災状況は大変困難であることがわかった。解像度が10 mでかつ領域分割を行ったため地面の状態を特徴量に反映できない。また、市街地もコンクリート構造物が多く津波の被害から3日経過しているため、反射強度が高く被災地として抽出することが難しいことが分かった。

### [3] 研究成果の公表

#### 3.1. 研究論文など

##### 【審査論文】

##### 西尾文彦

1. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Rice Yield Estimation Using Landsat ETM+ Data and Field Observation, *Journal of Agriculture Science, Canada*, Vol.4, No.3, 36-45, 2012
2. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Using variance analysis of multitemporal MODIS images for rice field mapping in Bali Province, Indonesia, *International Journal of Remote Sensing*, (in press), 2012
3. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Relationship between Rice Spectral and Rice Yield Using Modis Data, *Journal of Agriculture Science, Canada*, Vol.3, No.2, 80-88, 2011
4. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Spectral characteristic comparison of rice plants under healthy and water deficient conditions using Landsat RTM+ data、写真測量とリモートセンシング、Vol.50, No2, 66-79, 2011
5. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Spectral characteristics and mapping of rice plants using multi-temporal Landsat data, *Journal of Agriculture Science, Canada*, Vol.3, No.1, 54-67, 2011

##### 高村民雄

1. Hyun-Sung Jang, Hwan-Jin Song, Hyoung-Wook Chun, Byung-Ju Sohn, and Tamio Takamura, 2011: Validation of MODIS-derived Aerosol Optical Thickness Using SKYNET Measurements over East Asia, *Journal of Korean Earth Sciences Society*, 32(1), 21-32, doi: 10.5467/JKESS.2011.32.1.21.(In Korean)
2. Dim, J.R., T. Y. Nakajima, T. Takamura, and N. Kikuchi, 2011: Comparison between Satellite Water Vapour Observations and Atmospheric Models' Predictions of the Upper Tropospheric Thermal Radiation, *Advances in Meteorology*, Volume 2011 (2011), Article ID 872857, 15 pages, doi: 10.1155/2011/872857.
3. F. Kobayashi, T. Takano, T. Takamura, 2011: Isolated Cumulonimbus Initiation Observed by 95-GHz FM-CW Radar, X-band Radar, and Photogrammetry in the Kanto Region, Japan, *SOLA (Scientific Online Letter on the Atmosphere)*, Vol.7, pp.125-128, 2011.
4. F. Kobayashi, A. Katsura, Y. Saito, T. Takamura, T. Takano, D. Abe, 2012: Growing Speed of Cumulonimbus Turrets, *J. Atmospheric Electricity*, Vol.32, No.1, pp.13-23, 2012.

##### 建石隆太郎

1. Brian Johnson, Ryutaro Tateishi & Zhixiao Xie, Using geographically weighted variables for image classification, *Remote Sensing Letters*, Vol. 3, No. 6, 491-499 (2012)
2. Bayan Alsaadeh, Ahmad Al-Hanbali, Ryutaro Tateishi. Assessment of land use/cover change and urban expansion of the central part of Jordan using remote sensing and GIS. *Asian Journal of Geoinformatics*, vol.11, no.3. (2011)
3. Yashon O. Ouma, Emmanuel C. Kipkorir & Ryutaro Tateishi, MCDA-GIS integrated approach for optimized landfill site selection for growing urban regions: an application of neighborhood-proximity analysis, *Annals of GIS*, Vol. 17, Issue 1, 43-62 (2011)

##### 久世宏明

1. Toshihiro Somekawa, Naohiro Manago, Hiroaki Kuze, and Masayuki Fujita, Differential optical absorption spectroscopy (DOAS) measurement of CO<sub>2</sub> using a nanosecond white light continuum, *Optics Letters* (accepted 111115)
2. Shin'ichiro Okude and Hiroaki Kuze, Adsorption of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> on the surface of Cu and Zn micro clusters studied by using statistical mechanics, quantum chemistry and theory of absolute reaction rates, *Open Journal of Physical Chemistry*, ISSN Print: 2162-1969, ISSN Online: 2162-1977, <http://>

www.scirp.org/journal/ojpc/ (accepted 111025)

3. Laras Tursilowati, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze and Erna S. Adiningsih, The integrated WRF/urban modeling system and its application to monitoring urban heat island in Jakarta, Indonesia, *Journal of Urban and Environmental Engineering*, ISSN 1982-3932, doi: 10.4090/juee www.journal-uee.org (accepted 111117)
4. P. Rizki Akbar, J. T. Sri Sumantyo, V.C. Koo, and H. Kuze, Estimation of data memory capacity for circularly polarized synthetic aperture radar onboard unmanned aerial vehicle platform (CP-SAR UAV), *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)* (Accepted : 7 July 2011)
5. Nobumitsu Tsunematsu, Hiroaki Kuze, Tomonori Sato, Masamitsu Hayasaki, Feifei Cui, Akihiko Kondoh, Potential impact of spatial patterns of future atmospheric warming on Asian dust emission *Atmospheric Environment*, 45 (2011) pp.6682-6695 (accepted for publication 110817)

#### 近藤昭彦

1. 李海蘭・近藤昭彦・沈彦俊 (2011) : 衛星リモートセンシングによる中国三江平原の水田面積の変化に関する研究. *水文・水資源学会誌*, 24 (6)、328-336.
2. Ahmad Al-Hanbali, Bayan Alsaadeh, Akihiko Kondoh (2011): Using GIS-Based Weighted Linear Combination Analysis and Remote Sensing Techniques to Select Optimum Solid Waste Disposal Sites within Mafraq City, Jordan. *Journal of Geographic Information System*, 3, 267-278.
3. Nobumitsu Tsunematsu, Hiroaki Kuze, Tomonori Sato, Masamitsu Hayasaki, Feifei Cui, Akihiko Kondoh (2011): Potential impact of spatial patterns of future atmospheric warming on Asian dust emission. *Atmospheric Environment*, 45, 6682-6695.
4. 原田一平・松村朋子・原慶太郎・近藤昭彦 (2011) : 近代化の過程における日本の森林変遷に関する空間解析. *景観生態学*, 16 (1)、17-32.
5. Yizhang Zhang, Xianfang Song, Akihiko Kondoh, Jun Xia, Changyuan Tang (2011): Behavior, mass inventories and modeling evaluation of xenobiotic endocrine-disrupting chemicals along an urban receiving wastewater river in Henan Province, China. *Water Research*, 45 : 292-302.

#### 樋口篤志

1. Takenaka, H., T. Y. Nakajima, A. Higurashi, A. Higuchi, T. Takamura, R. T. Pinker, and T. Nakajima, Estimation of solar radiation using a neural network based on radiative transfer, *Journal of Geophysical Research –Atmospheres*, 116, D08215, doi:10.1029/2009JD013337 (2011.04).

#### ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

1. Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Masanobu Shimada, Pierre P. Mathieu, and Hasanudin Zainal Abidin, "Long-term Consecutive DInSAR for Volume Change Estimation of Land Deformation," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 50, No. 1, pp. 259-270, January 2012.
2. M. Mahmudur Rahman and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Quantifying deforestation in the Brazilian Amazon using ALOS PALSAR and SIR-C data", *Geocarto International*, pp. 1-12 (2011.12) (Online : DOI : 10.1080/10106049.2011.638987)
3. Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Prilando Rizki Akbar, "Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard Unmanned Aerial Vehicle," *AAU Journal of Defence Science and Technology* (2011.10 受理)
4. Kohei Osa, J.T. Sri Sumantyo, and F. Nishio, "An application of microwave measurement for complex dielectric constants to detecting snow and ice on road surface," *IEICE Transactions, Special Issue on Space, Aeronautical and Navigational Technologies in Conjunction with Main Topics of WSANE and ICSANE*, Vol. E94-B, No. 11, pp. 2987-2990 (2011.11)
5. Yohandri, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "A New Triple Proximity-Fed Circularly Polarized Microstrip Antenna," *International Journal of Electronics and Communications (IJEC)* (Elsevier) (2011.9.26 受理)
6. Laras Tursilowati, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze and Erna S. Adiningsih, "The integrated WRF/Urban Modeling System and Its Application to Monitoring Urban Heat Island in Jakarta, Indonesia", *Journal of Urban and Environmental Engineering* (2011.12 受理)

7. Yuhendra, Ilham Alimuddin, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "Assessment of pan-sharpening methods applied to image fusion of remotely sensed multi-band data", International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation (2012.1)
8. Mijanur Rahman, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "Comparison of Landsat Image Classification Methods for Detecting Mangrove Forests in Sundarbans," International Journal of Remote Sensing (2012.1.31 受理)
9. Laras Tursilowati, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze and Erna S. Adiningsih, "Remote Sensing Technology for Estimation Surface Energy Balance Components relate with Land Use and Land Cover in Semarang-Indonesia", Journal of Urban and Environmental Engineering, Vol. 8, 2011 (2011.12 受理)

#### 本郷千春

1. Chiharu Hongo, Katsuhisa Niwa : Yield prediction of sugar beet through combined use of satellite data and meteorological data, Journal of Agriculture Science, Canada, Vol.4, No. 4, 2012
2. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Rice Yield Estimation Using Landsat ETM+ Data and Field Observation, Journal of Agriculture Science, Canada, Vol.4, No.3, 36-45, 2012
3. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Using variance analysis of multitemporal MODIS images for rice field mapping in Bali Province, Indonesia, International Journal of Remote Sensing, (in press), 2012
4. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Relationship between Rice Spectral and Rice Yield Using Modis Data, Journal of Agriculture Science, Canada, Vol.3, No.2, 80-88, 2011
5. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Spectral characteristic comparison of rice plants under healthy and water deficient conditions using Landsat RTM+ data、写真測量とリモートセンシング、Vol.50, No2, 66-79, 2011
6. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo: Spectral characteristics and mapping of rice plants using multi-temporal Landsat data, Journal of Agriculture Science, Canada, Vol.3, No.1, 54-67, 2011
7. Katsuhisa Niwa, Jun Yokobori, Chiharu Hongo, Osamu Nagata: Estimating soil carbon stocks in an upland area of Tokachi District, Hokkaido, Japan, by satellite remote sensing, Soil Science and Plant Nutrition, Vol.57, 1-11, 2011

#### 齋藤尚子

1. N. Saitoh, M. Touno, Y. Nasu, S. Hayashida, R. Imasu, K. Shiomi, Y. Yoshida, T. Yokota, T. Machida, H. Matsueda, Y. Sawa, Simultaneous observations of column abundances and profiles of CH<sub>4</sub> by GOSAT: Validation of GOSAT CH<sub>4</sub> products using aircraft CH<sub>4</sub> measurements over Guam, submitted to Journal of Geophysical Research.

#### 【それ以外の論文】

##### 高村民雄

1. 山口潤・木村俊義 (JAXA)、鷹野敏明、高村民雄、竹中栄晶、中西裕治 (千葉大)、2011 : 高分解能 FMCW CPR FALCON-I による雲解析、大気電気学会誌, Vol.5, No.2, pp.55-56, 2011.
2. 小林文明 (防衛大)、鷹野敏明、高村民雄 (千葉大)、2011 : 95 GHz 雲レーダー・Xバンドレーダー、可視画像を用いた積乱雲発生の同時観測、大気電気学会誌、Vol.5, No.2, pp.57-58, 2011.
3. 小林文明、鷹野敏明、高村民雄、95GHz 雲レーダー、Xバンドレーダー、可視画像を用いた積乱雲発生の同時観測、日本大気電気学会第85回大会、大気電気学会誌、pp.57-58 (平成23年7月) .

##### 本郷千春

1. 東南アジアにおける農業・気候変動と流域管理－その現状と課題－、環境科学会誌、24 (6) : 578-581, 2011
2. 花粉飛散量の予測とWNI花粉プロジェクト、地球温暖化寄附部門報告書、43-46, 2011

【総説・解説・著書等】

建石隆太郎

1. 建石隆太郎、久世宏明、本郷千春、近藤昭彦、他49名（日本リモートセンシング学会編）、基礎からわかるリモートセンシング、理工図書、319 p., 2011

久世宏明

1. 日本リモートセンシング学会編、基礎からわかるリモートセンシング、319ページ、著者53名、第5章「放射と反射」の全部（pp.83-96）を担当（2011.6）

近藤昭彦

1. 近藤昭彦（2011）：東電福島第一原発事故による飯舘村および周辺地域の放射能汚染の現状。畜産の研究「東日本大震災下の動物たちと人間の記録」、第66巻、第1号、97-102.
2. 近藤昭彦・山口英俊・早川敏雄・下条亮介（2011）：東電福島第一原発事故による飯舘村および周辺地域の環境汚染の現状－空間線量率等詳細調査結果速報－。農村計画学会誌（大震災特集No.2）、30（2）、121-122.
3. 近藤昭彦・小林達明・木下勇・山口英俊・早川敏雄・松下龍之介（2011）：福島県川俣町における空間線量率・表面汚染密度等調査報告。－農村計画学会誌（大震災特集No.3）、30（3）、419-420.
4. 近藤昭彦・小林達明・唐常源・鈴木弘行（2012）：川俣町山木屋地区における流域単位の除染に向けた放射能調査。農村計画学会誌、30（4）、528-529.
5. 白木洋平・近藤昭彦・渡来 靖（2011）：NOAA/AVHRRを用いた関東地方の明け方における地表面温度の特徴。環境科学会誌、24（5）、472-479.
6. 「せき止め湖」、2011冬号（Vol.13）、44-45.
7. 「沖積錐」、2011秋号（Vol.12）、44-45.
8. 「海跡湖」、2011夏号（Vol.11）、44-45.
9. 特別編①「リアス式海岸と津波」、2011梅雨号（Vol.10）、18-19.
10. 特別編②「液状化」、2011梅雨号（Vol.10）、20-21.
11. 「災害地名」、2011春号（Vol.9）、42-43.

ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

1. Biomass - Detection, Production and Usage, Editor: Darko Matovic, Jalal Amini and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chapter 3 SAR and Optical Images for Forest Biomass Estimation, Pages : 53 -74, ISBN 978-953-307-492-4, Hard cover, 496 pages, Publisher: InTech, September 2011.
2. Microstrip Antennas, Editor : Nasimuddin Nasimuddin, Merna Baharuddin and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Chapter 13: Circularly Polarized Microstrip Antennas with Proximity Coupled Feed for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar, ISBN 978-953-307-247-0, Hard cover, 540 pages, Publisher: InTech, pages : 317-340, April 2011.
3. IEEE Geoscience and Remote Sensing Society (GRSS) Newsletter, "Microwave Remote Sensing Research and Education at Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University," Cumulative Issue #159, June 2011, pp. 32-38, ISSN 0274-6338
4. ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ、宇宙から地面の位置変動を高精度に測る、日本機械学会誌、メカライフ特集 はかる、pp.883-887, 12月号（第114巻、第1117号）（2011.12）
5. ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ、合成開口レーダ搭載地球診断用小形衛星の実現への道のり、電子情報通信学会誌、通信ソサイエティマガジン、No.20（春号）2012.3

本郷千春

1. 本郷千春（共著）：基礎からわかるリモートセンシング、日本リモートセンシング学会編、理工図書株式会社、41-43, ISBN978-4-8446-0779-3, 2011

### 3.2. 学会・研究会での発表

#### 【国内会議】

##### 高村民雄

1. 小濱大輔(北大・工学院)、山形 定(北大・工学研究院)、村尾直人(北大・工学研究院)、太田幸雄(北大・工学研究院)兼保直樹(産総研)、高村民雄(千葉大)、2011: 東シナ海における光学的吸収係数の連続測定と長距離輸送汚染源の解析、シンポジウム「A1「東アジアから輸送されるエアロゾルプロセスと影響-」、エアロゾル学会、
2. 小林文明、鷹野敏明、高村民雄、2011: 95GHz雲レーダーとXバンドレーダーを用いた積乱雲発生の同時観測、日本気象学会春季大会(東京)、講演予稿集、p.87(平成23年5月)
3. 鷹野敏明、小林文明、高村民雄、2011: 千葉大雲レーダFALCONIによる積乱雲の高分解能ドップラ観測、日本気象学会春季大会(東京)、講演予稿集、p.93(平成23年5月)
4. Khatri, P., T. Takamura, A. Yamazaki, and Y. Kondo, 2011: Spectral single scattering albedo over SKYNET site retrieved using spectral direct/diffuse measurement, 2011年度春季大会講演予稿集, 2011年05月18日~21日, 国立オリンピック記念青少年総合センター、東京.
5. 小林文明、鷹野敏明、高村民雄、雲レーダー・Xバンドレーダー・可視画像でみた孤立積乱雲の発生過程、日本気象学会秋季大会(名古屋)、講演予稿集、p.224(平成23年11月)
6. 齊藤洋一、小林文明、桂啓仁、鷹野敏明、高村民雄、竹中栄晶、操野年之、衛星ラピッドスキャンデータ・レーダー・可視画像を用いた孤立積乱雲の発生過程、日本気象学会秋季大会(名古屋)、講演予稿集、p.489(平成23年11月)
7. Khatri, P., T. Takamura, A. Yamazaki, and Y. Kondo, 2011: Light absorptive dust aerosols and their effects on atmospheric heat budget over the East China sea region in the spring season, 2011年度秋季大会講演予稿集, 2011年11月16日~18日, 名古屋大学東山キャンパス、421.
8. 富樫大生・中西裕治・高村民雄・鷹野敏明(千葉大); コヒーレント積分による FALCON-I データの S/N 比向上、日本大気電気学会第86回研究発表会、No.30、電気通信大学(東京都調布)2012年1月5日

##### 建石隆太郎

1. B. Alsaadeh, A. Al-Hanbali and R. Tateishi, Extraction of mangrove forests using MODIS data and DEM in coastal area of Karachi, Pakistan, Proceedings of the Remote Sensing Society of Japan, pp. 183-184, May 26-27, 2011(東京)
2. ミラン、建石隆太郎、PALSARデータによる森林抽出の可能性の検討、日本地球惑星科学連合大会、p.HTT034-05、2011年5月22日-27日(千葉)
3. Xuehua Chen, Ryutaro Tateishi, Land cover mapping middle-south Asia and Philippines using MODIS 2008 data, JPGU International Symposium 2011, HTT006-02, May 22-27, 2011(千葉)
4. Ts. Enkhzaya and R. Tateishi, Mapping of cultivated areas in northern Asia using MODIS data, Proceedings of the Remote Sensing Society of Japan, pp. 225-226, Hirosaki, Japan, November 10-11, 2011(弘前)
5. Mi Lan, Nguyen Thanh Hoan and Ryutaro Tateishi, An improved land cover classification in large area using PALSAR data, Proceedings of the Remote Sensing Society of Japan, pp.183-184, November 10-11, 2011(弘前)
6. Kithsiri Perera<sup>1</sup> and Ryutaro Tateishi, Phenological Assessment of Darling River claypan lakes using satellite imagery, Proceedings of Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing, pp.39-42, October 20-21, 2011(大分)

##### 久世宏明

1. 鈴木睦、眞子直弘、久世宏明、梶原康司、本郷千春、本多嘉明、遠藤貴宏、小川健一、短波長赤外ハイパースペクトルセンサーによる植生リモセンの検討、日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月22日~27日(千葉市)
2. 竹中栄晶、山本宗尚、早崎将光、樋口篤志、斎藤尚子、久世宏明、西尾文彦、高村民雄、福田悟、中島映至、奥山新、高坂裕貴、中山隆一郎、大和田浩美、大野智生、4大学連携VL全球静止衛星データに基づく放射収支の推定、日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月22日~27日(千葉市)
3. 早崎将光、樋口篤志、久世宏明、菅田誠治、大原利眞、日本における大気汚染物質常時監視データ、

日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月22日～27日(千葉市)

4. 山本宗尚、樋口篤志、竹中栄晶、早崎将光、久世宏明、高村民雄、齋藤尚子、西尾文彦、4大学連携VLで作成・公開された静止気象衛星データの概要と全球の雲活動特性解析、日本地球惑星科学連合2011年大会、2011年5月22日～27日(千葉市)
5. 竹内延夫、野口和夫、久世宏明、赤外励起Yb:YAG結晶およびYb:ファイバーの緑色蛍光の考察、47LST 応用物理学会 光波センシング技術研究会、2011年6月14日～15日(神楽坂)
6. 久世宏明、飯倉善和、衛星データの気象補正セミナー、リモートセンシング学会:評価・標準化研究会(招待講演)、2011年8月12日(東京大学生産研究所)
7. 後藤裕太郎、齊藤隼人、馬淵佑作、Ilham Alimuddin、原田一平、石橋利彦、辻本拓馬、齋藤尚子、久世宏明、千葉市中央区におけるDOAS法による二酸化窒素およびエアロゾルの長期観測、第17回大気化学討論会、2011年10月18日～20日(宇治市)
8. 齊藤隼人、眞子直弘、馬淵佑作、後藤裕太郎、小山護哲、中郷敦、野口由太郎、矢吹正教、久世宏明、多波長ライダーデータと複数の地上測器データを用いたエアロゾル・雲解析、第37回SICEリモートセンシングシンポジウム、2011年10月31日(南大沢)
9. 馬淵佑作、眞子直弘、後藤裕太郎、齊藤隼人、椎名達雄、久世宏明、後方散乱ライダーと長光路差分吸収法による対流圏エアロゾルの同期観測、日本リモートセンシング学会第51回(平成23年度秋季)学術講演会、2011年11月10日～11日(弘前市)
10. 劉キン、眞子直弘、久世宏明、地上計測エアロゾルデータを利用したMTSATの気象補正と気象情報の取得、日本リモートセンシング学会第51回(平成23年度秋季)学術講演会、2011年11月10日～11日(弘前市)
11. Ilham Alimuddin and Hiroaki Kuze, Integrating optical satellite images and DInSAR processing technique using GIS to create landslide susceptibility map, 第3回GIS Landslide研究集会(3rdGLM)、2011年11月26日(つくば市)
12. 馬淵佑作、眞子直弘、齊藤隼人、Gerry Bagtasa、竹内延夫、椎名達雄、久世宏明、対流圏エアロゾルのPPI装置による水平分布観測、第19回SICEリモートセンシングフォーラム、2012年3月5日(東京農業大学)
13. 遅雨嬋、後藤裕太郎、Gerry Bagtasa、Ilham Alimuddin、齋藤尚子、久世宏明、Observation and model studies of air pollutant distributions in Chiba city, 第19回SICEリモートセンシングフォーラム、2012年3月5日(東京農業大学)
14. 齊藤隼人、栗山健二、久世宏明、近赤外光の長光路伝搬による大気中二酸化炭素濃度計測装置の開発、2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会、2012年3月18日(早稲田大学)
15. 久世宏明、大気エアロゾルと微量気体の統合的光学計測、2012年春季第59回応用物理学関係連合講演会、2012年3月18日(早稲田大学)

#### 近藤昭彦

1. 近藤昭彦、山口英俊、早川敏雄、下条亮介(2011.9.23):福島第一原発事故によって拡散した放射性物質に起因する空間線量率の分布の特性、日本地理学会2011年度秋期学術大会(大分大学)
2. Thanh Duyen Trinh Thi, Akihiko Kondoh(2011.5.25): Distribution of crop patterns in Mekong delta - Application of remote sensing -. Japan Geosciences Union Meeting 2011 (at Makuhari)
3. Hailan Li, Akihiko Kondoh(2011.5.25): Analyses on Cultivated Land Changes in North-East China by Satellite Remote Sensing, Japan Geosciences Union Meeting 2011 (at Makuhari)
4. Lin Huang, Akihiko Kondoh(2011.5.25): The changes in water area and wetland vegetation and water pollution in Baiyangdian, China. Japan Geosciences Union Meeting 2011 (at Makuhari)
5. シャオケイテイアジ、近藤昭彦(2011.5.24):中国、新疆における食糧生産の時空間変化とその要因に関する研究、日本地球惑星科学連合大会2011(幕張メッセ)
6. 朴慧美、孫バイ、近藤昭彦、開発一郎(2011.5.24):新疆ウイグル自治区における降水特性と土壌水分の時空間変動に関する研究、日本地球惑星科学連合大会2011(幕張メッセ)
7. 安次嶺一磯、相馬成樹、近藤昭彦(2011.5.24):リモートセンシングとGISによる生物の生息環境に関するマクロ解析ーアライグマとカミツキガメを例としてー、日本地球惑星科学連合大会2011(幕張メッセ)
8. 相馬成樹、安次嶺一磯、近藤昭彦(2011.5.24):リモートセンシングによる谷津田の土地利用変化

に関する研究－北総台地における谷津田の耕作放棄地の実態－、日本地球惑星科学連合大会2011（幕張メッセ）

9. 近藤昭彦・小林達明・鈴木弘行（2012.3.28）：放射能汚染と地理学－汚染の分布をいかに地図化するか－、日本地理学会シンポジウム「東日本大震災と地理学－ハザードマップを再考する－」（首都大学東京）

#### 本多嘉明

1. 小山崇夫、金子隆之、大湊隆雄、渡邊篤志、武尾実（東大地震研）、柳澤孝寿（海洋研究開発機構）、橋本武志（北海道大学）、本多嘉明（千葉大学）、無人ヘリを用いた霧島山・新燃岳周辺における繰り返し空中磁気測量、2011年度 Conductivity Anomaly 研究会プログラム「地震・火山噴火予知のための地球電磁気学の新展開 海域・陸域およびその境界域での3次元構造探査の高度化とモニタリング」、2011年12月13日-14日（東京都）
2. 金子隆之、大湊隆雄、小山崇夫、武尾実、渡邊篤志、青木陽介、安田敦、嶋野岳人、柳澤孝寿、本多嘉明、無人ヘリによる霧島新燃岳の観測：概要と火口近傍域の空撮、日本火山学会2011年度秋季大会、受付番号 11161231、2011年10月2日-4日（北海道旭川）
3. Y. Honda、Development of Validate Methodology for Atmospheric Corrected Reflectance Over Land、平成23年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、2012年1月17日-20日（東京都）
4. 梶原康司、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）、人工衛星光学センサによる植生物理量の計測アルゴリズムの開発について、2010・2011年度情報技術センター研究・開発報告会、2012年2月18日（東京都）

#### 樋口篤志

1. 竹中栄晶、山本宗尚、早崎将光、樋口篤志、齋藤尚子、久世宏明、西尾文彦、高村民雄、福田悟、中島映至、奥山新、高坂裕貴、中山隆一郎、大和田浩美、大野智生、4大学連携VL全球静止衛星データに基づく放射収支の推定、日本地球惑星科学連合2011年大会、ACG032-14、2011年5月20日-25日（千葉市）
2. 山本宗尚、樋口篤志、竹中栄晶、早崎将光、久世宏明、高村民雄、齋藤尚子、西尾文彦、4大学連携VLで作成・公開された静止気象衛星データの概要と全球の雲活動特性解析、日本地球惑星科学連合2011年大会、AC032-P11、2011年5月20日-25日（千葉市）
3. 早崎将光、樋口篤志、久世宏明、菅田誠治、大原利眞、日本における大気汚染物質常時監視データ、日本地球惑星科学連合2011年大会、ACG032-P10、2011年5月20日-25日（千葉市）
4. 樋口篤志、黒崎泰典、田中賢治、NOAA/AVHRR Daily-PAL 再補正データセット、日本地球惑星科学連合2011年大会、ACG032-P04、2011年5月20日-25日（千葉市）
5. 飯島雄、近藤昭彦、樋口篤志、黒崎泰典、熱帯スリランカにおけるパン蒸発量の長期変動とその変動要因に関する考察、水文・水資源学会2011年度研究発表会、P92、2011年8月30日-9月1日（宇治市、京都府）
6. 松本崇嗣、山本宗尚、樋口篤志、静止気象衛星より得られた熱帯海岸域での対流雲の伝播距離、日本気象学会2011年秋季大会、B152、2011年11月16日-18日（名古屋市）
7. 山本宗尚、綱島小也香、樋口篤志、早崎将光、篠田太郎、増永浩彦、坪木和久、衛星データを用いた沖縄周辺域の梅雨期降水に対する雲解像モデル結果の検討、日本気象学会2011年秋季大会、P343、2011年11月16日-18日（名古屋市）

#### ヨサファット テトオコ スリスマンティヨ

1. Yohandri, I. Firmansyah, J.T. Sri Sumantyo and H. Kuze, "Development of CP-SAR Sensor onboard Unmanned Aerial Vehicle," A18, p. 45, Proceedings of the 50th Spring Conference of The Remote Sensing Society of Japan, 26-27 May 2011 (Nihon University : Japan)
2. Firmansyah, Yohandri, P.R. Akbar, J.T. Sri Sumantyo, and H. Kuze, "Simulation of FPGA-based Chirp Generator using First Quadrant DDS for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar," B6, p. 61, Proceedings of the 50th Spring Conference of The Remote Sensing Society of Japan, 26-27 May 2011 (Nihon University : Japan)
3. K. Osa, J.T. Sri Sumantyo and F. Nishio, "A microwave measurement method of complex dielectric

constants and its application to snow and ice monitoring," U11, p. 161, Proceedings of the 50th Spring Conference of The Remote Sensing Society of Japan, 26-27 May 2011 (Nihon University : Japan)

4. J. T. Sri Sumantyo, "Development of CP-SAR UAV for microsatellite ground test," MSD004-13, p.56, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2011 - JpGU International Symposium 2011, May 22 - 27, 2011 (Makuhari : Japan)
5. Iman Firmansyah, Bambang Setiadi, J.T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "Chirp Signal Simulation for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar," A10, pp. 29-30, Proceedings of the 51th Autumn Conference of The Remote Sensing Society of Japan, 10-11 November 2011 (Hirosaki University : Japan)
6. Luhur Bayuaji, Bambang Setiadi, and J.T. Sri Sumantyo, "Continuous Monitoring of Metropolitan City Land Deformation by DInSAR Technique on L, C and X-band SAR Data, Case Study : Jakarta City, Indonesia," SANE2011-134, pp.41-46, IEICE Technical Report Vol. 111, No. 355, SANE2011-127-SANE2011-140, December 16, 2011 (Tokyo : Japan)
7. Bambang Setiadi, J.T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "GPU Based Chirp Scaling Algorithm for SAR Processing," SANE2011-134, pp.77-79, IEICE Technical Report Vol. 111, No. 355, SANE2011-127-SANE2011-140, December 16, 2011 (Tokyo : Japan)

#### 梶原康司

1. K. Kajiwara, Development of Above Ground Biomass Estimation Algorithm、平成23年度地球環境観測ミッション合同PIワークショップ、2012年1月17日-20日 (東京都)
2. 梶原康司・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)、人工衛星光学センサによる植生理量の計測アルゴリズムの開発について、2010・2011年度情報技術センター研究・開発報告会、2012年2月18日 (東京都)

#### 本郷千春

1. 細野賢人、本郷千春、MODIS/Aqua LSTデータを用いた千葉県における樹種の違いと地表面温度の関係、日本リモートセンシング学会第51回学術講演会、209-210, 2011
2. 若松朋亨、本郷千春、丹羽勝久、Landsatデータによる農耕地土壌炭素貯留量の解析、日本リモートセンシング学会第51回学術講演会、199-200, 2011
3. 古川隆朗、本郷千春、吉田貢士、牧雅康、本間香貴、他4名、西ジャワにおけるLAIと水稲生産量の関係、日本リモートセンシング学会第51回学術講演会、141-142, 2011
4. 四方涼平、本郷千春、丹羽勝久、牧雅康、吉田貢士、他4名、土壌タイプ別の水稲生産量とSPOTデータの関係、日本リモートセンシング学会第51回学術講演会、135-136, 2011
5. 粕谷真史、本郷千春、西ジャワ地域におけるASTER GDEMと現地計測データとの比較、日本リモートセンシング学会第50回学術講演会、170-171, 2011
6. 若松朋亨、本郷千春、ランドサットTMデータを用いた土壌炭素量の推定、日本リモートセンシング学会第50回学術講演会、257-258, 2011
7. 鈴木睦、眞子直弘、久世宏明、梶原康司、本郷千春、他3名、短波長赤外ハイパースペクトルセンサーによる植生リモセンの検討、日本地球惑星科学連合2011年大会、MSD004-P01, 2011

#### 齋藤尚子

1. 齋藤尚子1、新美宏昭1\*、那須侑子2、東野美和2、林田佐智子2、今須良一3、塩見慶4、松枝秀和5、町田敏暢6 (1千葉大CEReS、\*現 日立製作所、2奈良女子大、3東大AORI、4 JAXA/EORC、5 気象研究所、6 国立環境研究所)、GOSAT/TANSO-FTSの熱赤外バンドによる温室効果ガス観測について、第17回大気化学討論会、京都、2011年10月18~20日
2. 齋藤尚子(千葉大環境リモートセンシング研究センター)、今須良一(東大気候システム研究センター)、塩見慶(JAXA/EORC)、GOSAT/TANSO-FTSによるCO2濃度鉛直分布の観測、2011年度日本気象学会秋季大会、名古屋、2011年11月16~18日

#### 【国際会議】

##### 高村民雄

1. Khatry, P., T. Takamura, A. Yamazaki, and Y. Kondo, 2011: Use of spectral irradiances measured at

surface of SKYNET sites to study aerosol optical properties and aerosol direct effects, *WCRP Open Science Conference*, 24-28 October 2011, Sheraton Denver Downtown Hotel, Denver, CO, USA.

2. Hashimoto, M., T. Nakajima, O. Dubovik, M. Campanelli, M. Che. P. Khatri, T. Takamura, G. Pandithurai, 2011: Development of a new data analysis method for the SKYNET sky radiometer, *Workshop on "Observation and modeling of aerosol and cloud properties for climate studies"*, 12-14 September, 2011, Paris, France.
3. Dim, J. R., T. Takamura, A. Higurashi, P. Khatri, N. Kikuchi, and T. Y. Nakajima, 2011: Perspective of aerosol products' validation for future satellites and uncertainties on the climate, *2011 AGU fall meeting*, 5-9 December 2011, San Francisco, California, USA.
4. Khatri, P., T. Takamura, A. Yamazaki, Y. Kondo, A. Shimizu, and N. Sugimoto, 2012: Study of aerosol direct effect over the East China Sea region using the combination of ground based remote sensing data and aircraft observation data, *International symposium on aerosol studies explored by electron microscopy*, 16-17 February 2012, Meteorological Research Institute, Tsukuba, Japan.

#### 建石隆太郎

1. Hoan, N.T., Tateishi, R., Persistent water, temporary water, partial water mapping using MODIS Data 2008. CD proceedings of The 32nd Asian Conference on Remote Sensing, October 3-7, 2011, (Taipei, Taiwan).
2. Hoan, N.T., Tateishi, R., Alsaaidh, B., Ngigi, T. G., Lan, M., Improving tropical forest mapping using combination of optical and microwave data of ALOS, International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) , pp.736-739, July 24-29, 2011, (Vancouver, Canada).
3. Gegen Tana and Ryutaro Tateishi, Wetlands mapping in North America using MODIS 500m imagery, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, July 24-29, 2011. (Vancouver, Canada)
4. Mi Lan, Nguyen Thanh Hoan and Ryutaro Tateishi, Improvement of large area land cover classification using PALSAR data, International Symposium on Remote Sensing, pp.280-281, 2-4 Nov, 2011.( Yeosu, Korea)

#### 久世宏明

1. Ippei Harada, Daisuke Kataoka, Taku Matsumoto, Kenji Kuriyama, Hiroaki Kuze, Isao Machida, Measurement of volcanic gas in Miyakejima using differential optical absorption spectroscopy (DOAS) with a Xenon light source, The 5th International DOAS workshop, Mainz, 13-15 July 2011
2. Bambang Setiadi, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, GPU accelerated chirp scaling algorithm for SAR processing on CUDA, IGARSS 2011 Conference, Vancouver, July 24-29, 2011
3. Ilham Alimuddin, Luhur Bayuaji, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, DInSAR analysis of surface deformation of Miyakejima volcano using ALOS PALSAR images, IGARSS 2011 Conference, Vancouver, July 24-29, 2011
4. Yuhendra, Spectral quality evaluation of pixel-fused data for improved classification of remote sensing images, IGARSS 2011 Conference, Vancouver, July 24-29, 2011
5. Luhur Bayuaji, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, Temporal analysis of land deformation on erupted mud volcano in Sidoarjo, Indonesia using DInSAR technique, IGARSS 2011 Conference, Vancouver, July 24-29, 2011
6. Yohandri, Iman Firmansyah, Prilando Rizki Akbar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, Development of CP-SAR sensor system onboard unmanned aerial vehicle, IGARSS 2011 Conference, Vancouver, July 24-29, 2011
7. Gerry Bagtasa, Nobuo Takeuchi, and Hiroaki Kuze, Wavelet denoising applied to cloud base height determination from portable automated lidar data, CLEO/Pacific Rim 2011, 2700-PO-49, Sydney, August 29-September 1, 2011
8. Ilham Alimuddin, Tomoaki Tanaka, Hiroshi Hara, Yusaku Mabuchi, Naohiro Manago, Tatsuya Yokota, and Hiroaki Kuze, Direct sunlight-DOAS measurement of aerosol and NO<sub>2</sub> using a non-scanning fiber sensor, The 17th CERES International Symposium, Chiba University, 1 March 2012
9. Ilham Alimuddin, Luhur Bayuaji, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze, Integrated

analysis of Quickbird and JERS-1 SAR data for land subsidence study in The City of Makassar, The 17th CEReS International Symposium, Chiba University, 1 March 2012

10. Kenji Kuriyama, Hayato Saito, Yusaku Mabuchi, Naohiro Manago, Ippei Harada and Hiroaki Kuze, Measurement of trace gases in the lower troposphere using visible and near-infrared light sources, The 17th CEReS International Symposium, Chiba University, 1 March 2012
11. Adiya Sugar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Kohei Osa and Hiroaki Kuze, Development of 9.41 GHz weather radar, The 17th CEReS International Symposium, Chiba University, 1 March 2012
12. Yohandri, J. T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, Design of a broadband antenna for CP-SAR installed on unmanned aerial vehicle, The 17th CEReS International Symposium, Chiba University, 1 March 2012
13. Yuhendra, Ilham Alimuddin, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze, Assessment of scene changes in multi-sensor and multi-temporal fusion images of very high resolution satellite imagery, The 17th CEReS International Symposium, Chiba University, 1 March 2012

#### 本多嘉明

1. Koji Kajiwara, Yusaku Ono, Akiko Ono, Yoshiaki Honda, A forest canopy structure model for bi-directional reflectance simulation, TB101 O24, International Symposium on Remote Sensing 2011, 2-4 November 2011 (Yeosu-Si, Korea)
2. Koji Kajiwara (Center for Environmental Remote Sensing, JAPAN), Y. Honda; R. Sharma, A. Ono, Y. Ono, D. Rostand, Land Validation Using UAV: Detecting Multi-Angular Response of Forest Canopy, TS-52-1(Ref. 800), 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 10-15 April 2011 (Australia, Sydney)

#### 樋口篤志

1. Yamamoto, M. K., A. Higuchi, M. Hayasaki, A statistical analysis for the characteristics of cloud/precipitation system from Cloudsat data, European Geosciences Union General Assembly 2011, EGU05-A-01982, 3-8 April 2011 (Vienna, Austria).
2. Shinoda, T., H. Masunaga, M. K. Yamamoto, M. Kato, A. Higuchi, K. Tsuboki, H. Uyeda, Development of a validation method for a cloud-resolving model using satellite data of infrared and microwave bands, Asia Oceania Geosciences Society 8th Annual Meeting, 8-12 August 2011, AS06-D5-PM2-103-018 (Taipei, Taiwan).
3. Matsumoto, J., B. Wang, G. Wu, J. Li, P. Wu, S. -Y. Ogino, S. Mori, M. D. Yamanaka, T. Koike, K. Tamagawa, D. Wang, H. Kamahori, T. Oki, T. Satomura, A. Higuchi, S. Kanae, H. Takahashi, Current situation of AMY and MAHASRI, The 2nd International MAHASRI/HyARC Workshop on Asian Monsoon and Water Cycle, 22-24 August 2011 (Nha Trang, Vietnam).
4. Shimizu, H., H. Masunaga, M. K. Yamamoto, A. Higuchi, Characteristics of winter precipitation systems over the mid-latitude North Pacific as analyzed from TRMM PR and VIRS data, American Geophysical Union Fall Meeting 2011, 5-9 December 2011, A23D-0192 (San Francisco, U.S.A.).
5. Shinoda, T., H. Masunaga, M. K. Yamamoto, M. Kato, A. Higuchi, K. Tsuboki, H. Uyeda, Development of a validation method for a cloud-resolving model using satellite data of infrared and microwave bands, American Geophysical Union Fall Meeting 2011, 5-9 December 2011, A31C-0096 (San Francisco, U.S.A.).
6. Higuchi, A., H. Takenaka, M. K. Yamamoto, M. Hayasaki, H. Kuze, T. Takamura, N. Saito, F. Nishio, Global dataset of geostationary meteorological satellites and its applications, The Second Asia/Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, 6-9 December 2011 (Tokyo, Japan).
7. Takenaka, H., A. Higuchi, M. K. Yamamoto, M. Hayasaki, N. Saito, F. Nishio, D. Goto, H. Kuze, T. Y. Nakajima, T. Takamura, T. Nakajima, Estimation of radiation budget using geostationary satellites, The Second Asia/Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, 6-9 December 2011 (Tokyo, Japan).
8. Higuchi, A., Review of the impact of land-use on the energy and water exchange at the surface, Second International SALSA (Development of Seamless chemical AssimiLation System and its Application for atmospheric environmental materials) Workshop, 15-16 December 2011 (Kashiwa, Japan).

## ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

1. Yuhendra, Ilham Alimuddin, J. T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "Spectral quality evaluation of pixel-foxed data for improved classification of remote sensing images," MOP.H.4, p.42, The 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2011), 24-29 July 2011 (Vancouver : Canada)
2. J.T. Sri Sumantyo, "Development of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard Microsatellite for Earth Diagnosis," MOP.W.4, p.50, The 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2011), 24-29 July 2011 (Vancouver : Canada)
3. Ilham Alimuddin, Luhur Bayuaji, J. T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "Surface deformation monitoring of Miyakejima volcano using DInSAR technique of ALOS PALSAR images," TUP.A.6, p.72, The 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2011), 24-29 July 2011 (Vancouver : Canada)
4. Luhur Bayuaji, J. T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, "Temporal analysis of land deformation on erupted mud volcano in Sidoarjo, Indonesia using DInSAR technique," FR4.T06.1, p.151, The 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2011), 24-29 July 2011 (Vancouver : Canda)
5. Yohandri, J.T. Sri Sumantyo, Hiroaki Kuze, "Circularly Polarized Array Antennas for Synthetic Aperture Radar", Progress in Electromagnetics Research Symposium (PIERS) 2011, Session 4A3 SAR Systems and Signal Processing, September 12-16, 2011 (China: Suzhou)
6. J.T. Sri Sumantyo, "Progress Research on Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard Microsatellite and UAV", The 2nd International Polarimetric SAR Workshop in Niigata 2011, October 3-4, 2011 (Japan: Niigata)
7. Elyas Palantei, J.T. Sri Sumantyo and Kohei Osa, "Rectangular patches array utilized coaxial edge feeding and 90 degree phase shifter for achieving CP property,", Space, Aeronautical and Navigational Electronics, SANE2011-85, IEICE Technical Report Vol. 111, No. 239, pp. 123-126, October 17-19, 2011 (Indonesia : Denpasar)
8. Kohei Osa, J.T. Sri Sumantyo, and Fumihiko Nishio, "An application of microwave measurement for complex dielectric constants to detecting snow and ice on road surface," Space, Aeronautical and Navigational Electronics, SANE2011-93, IEICE Technical Report Vol. 111, No. 239, pp. 165-170, October 17-19, 2011 (Indonesia : Denpasar)
9. Muhammad Fauzan Edy Purnomo and J.T. Sri Sumantyo, "Design circularly polarized of equilateral triangular hole antenna for SAR (synthetic aperture radar)," Space, Aeronautical and Navigational Electronics, SANE2011-109, IEICE Technical Report Vol. 111, No. 239, pp. 249-254, October 17-19, 2011 (Indonesia : Denpasar)
10. J.T. Sri Sumantyo, "DInSAR technique for retrieving volume change of volcanic materials on slope area," Space, Aeronautical and Navigational Electronics, SANE2011-112, IEICE Technical Report Vol. 111, No. 239, pp. 269-273, October 17-19, 2011 (Indonesia : Denpasar)
11. J.T. Sri Sumantyo, "Development of circularly polarized synthetic aperture radar onboard unmanned aerial vehicle," The International Conference on Intelligent Unmanned Systems 2011 (ICIUS 2011), WePmA2-2, pp.138, October 31-November 2, 2011 (Japan : Chiba)
12. Jalal Amini, Bambang Setiadi and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "RCS Measuring System on Circular Polarization for Microwave Remote Sensing," International Symposium of Remote Sensing 2011, 2-4 November 2011 (South Korea : Yeosu)
13. Luhur Bayuaji and J.T. Sri Sumantyo, "ALOS PALSAR Temporal Analysis of Surface Deformation on Mud Volcano Eruption in Sidoarjo using DInSAR Technique," The 32nd Asian Conference on Remote Sensing, October 3-7, 2011 (Taipei : Taiwan)

## 梶原康司

1. Koji Kajiwara, Yusaku Ono, Akiko Ono, Yoshiaki Honda, A forest canopy structure model for bi-directional reflectance simulation, ,TB101 O24, International Symposium on Remote Sensing 2011, 2-4 November 2011 (Yeosu-Si, Korea)

2. Koji Kajiwara (Center for Environmental Remote Sensing, JAPAN), Y. Honda; R. Sharma, A. Ono, Y. Ono, D. Rostand, Land Validation Using UAV: Detecting Multi-Angular Response of Forest Canopy, TS-52-1 (Ref. 800), 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 10-15 April 2011 (Australia, Sydney)

#### 本郷千春

1. Chiharu hongo, Gunardi Sigit, Koki Honma, Koshi Yoshida, Masayasu Maki, Handarto, The use of remotely sensed data for estimating of rice yield, International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics, No. 239, 185-189, 2011
2. Masashi Kasuya, Chiharu Hongo, Gunardi Sigit, Koshi Yoshida, Masayasu Maki, 他4名、Evaluation of ASTER GDEM data as the input factor of USLE model, International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics, No. 239, 191-194, 2011
3. Koki Honma, Ritsuko Hara, Chiharu Hongo, Mitsuo Kanbayashi, Evaluating crop productivity on the basis of the remote sensing of plant canopy temperature, International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics, No. 239, 179-184, 2011
4. Nuarsa I Wayan, Fumihiko Nishio, Chiharu Hongo, Rice yield estimation using MODIS data, 2nd CReSOS International symposium on south east Asia environmental problems and satellite remote sensing, 121-126, 2011

#### 齋藤尚子

1. N. Saitoh<sup>1</sup>, R. Imasu<sup>2</sup>, K. Shiomi<sup>3</sup>, Y. Nasu<sup>4</sup>, M. Touno<sup>4</sup>, and S. Hayashida<sup>4</sup> (1Center for Environmental Remote Sensing, 2Atmosphere and Ocean Research Institute, 3EORC/JAXA, 4Nara Women's University), Middle and upper tropospheric CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations retrieved from GOSAT/TANSO-FTS Band 4, The 7th International Workshop of Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS), Edinburgh, UK, 2011年5月16~18日
2. R. Imasu, G. Inoue, H. Kondo, Y. Niwa, H. Matsueda, T. Machida, Y. Matsumi, M. Kawasaki, T. Nakayama, Y. Arai, Y. Hayashi, A. Inagoya, N. Saitoh, T. Yokota, GOSAT specific observation targeting at urban CO<sub>2</sub> emissions, The 7th International Workshop of Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS), Edinburgh, UK, 2011年5月16~18日
3. N. Saitoh<sup>1</sup>, Y. Nasu<sup>2</sup>, M. Touno<sup>2</sup>, S. Hayashida<sup>2</sup>, R. Imasu<sup>3</sup>, and K. Shiomi<sup>4</sup> (1Center for Environmental Remote Sensing, 2Atmosphere and Ocean Research Institute, 3Nara Women's University, 4EORC/JAXA), Middle and upper tropospheric CH<sub>4</sub> concentrations derived from GOSAT/TANSO-FTS TIR, International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) 2011, Melbourne, Australia, 2011年6月28日~7月7日
4. N. Saitoh<sup>1</sup>, R. Imasu<sup>2</sup>, K. Shiomi<sup>3</sup>, Y. Nasu<sup>4</sup>, M. Touno<sup>4</sup>, and S. Hayashida<sup>4</sup> (1Center for Environmental Remote Sensing, 2Atmosphere and Ocean Research Institute, 3EORC/JAXA, 4Nara Women's University), CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> concentrations in the middle and upper troposphere from GOSAT/TANSO-FTS TIR, 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Vancouver, Canada, 2011年7月24日~29日

#### [ 4 ] 受賞

ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

Best Paper Award : "DInSAR Technique for Retrieving Volume Change of Volcanic Materials on Slope Area", 電気情報通信学会 (IEICE), The International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2011 (ICSANE 2011), Bali, Indonesia (2011.10.19)

Best Support Award : 電気情報通信学会 (IEICE), The International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2011 (ICSANE 2011), Bali, Indonesia (2011.10.19)

## [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	性別	国籍	所属機関職名等	来訪目的	受入教員氏名	期間
Prof. Dr. H. Zamruddin Hasid, SE, SU	男性	インドネシア	ムラワルマン大学 学長	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
Prof. Dr. Ir. AfifRuchaemi, M. Sc. Agr.	男性	インドネシア	ムラワルマン大学 副学長	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
Prof. Dr. Sukisno Slamet Riadi	男性	インドネシア	ムラワルマン大学 企画協力業務担当副学長	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
Dr. Eng. Idris Mandang	男性	インドネシア	ムラワルマン大学 大気環境研究センター長	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
Drs. Sudrajat, SU	男性	インドネシア	ムラワルマン大学 学部長	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
Dra. Ratna Kusuma, M. Si	女性	インドネシア	ムラワルマン大学 副学部長	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
Muhammad Ihwan, S.Sos., M. AP	男性	インドネシア	ムラワルマン大学 学長補佐	表敬訪問	ヨサファット	H23.5.24
石 廣玉	男性	中国	中国科学院大気物理研究所	共同研究打ち合わせ	高村民雄	H23.6.23 ～ H23.6.26
Mr. Eliстан Sirajeddin Azimov	男性	アゼルバイジャン	国家統計委員会地域経済・社会開発統計部筆頭参事官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Ms. Ftalemahu Gebre Mamuye	女性	エチオピア	中央統計庁人口部プログラマー	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Ayenew Legesse Tsfsrra	男性	エチオピア	中央統計庁農業統計部上級コンピュータプログラマー	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Ms. Tamar Jugheli	女性	グルジア	国家統計局家計調査部上級専門官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Anindya Banerjee	男性	インド	統計・計画実施省国家統計局データ処理課標本調査室次長	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Prurushottam Singh Meena	男性	インド	統計・計画実施省コンピュータセンター次長	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Ms. Thi Thi Win	女性	ミャンマー	中央統計局統計第2課調査係事務官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Ms. Wint Nandar Zaw	女性	ミャンマー	中央統計局コンピューター課コンピューターオペレーター	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Dominique Kanobana Muchochori	男性	ルワンダ	国家統計庁人口社会統計班統計官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Eric Ruusa	男性	ルワンダ	国家統計庁情報通信技術班電子文書管理担当官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Samson Kanamoli	男性	ソロモン諸島	金融・大蔵省国家統計局統計課統計官補	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Umedzhon Khairiddinovich Mirzoev	男性	タジキスタン	大統領府統計庁経済分析・国際関係部主席専門官	研修	建石隆太郎	H23.7.6

外国人来訪者氏名	性別	国籍	所属機関職名等	来訪目的	受入教員氏名	期間
Ms. Umaporn Deebuukkam	女性	タイ	国家統計局統計システム管理・運用部技術統計官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Ms. Anchanee Leamthongkam	女性	タイ	国家統計局政府戦略情報センター技術統計官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Ms. Warunya Sookawong	女性	タイ	国家統計局政策統計技術部調査手法グループ技術統計官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Begench Durdiyevich Durdiyev	男性	トルクメニスタン	国家統計委員会情報技術部主任専門官	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Mr. Berdiyoy Bahtiyorovich Safakhoonov	男性	ウズベキスタン	内閣府社会調査研究所国民生活水準社会調査プロジェクト研究員	研修	建石隆太郎	H23.7.6
Jalal Amini	男性	イラン	テヘラン大学 講師	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.8.25 ～ H23.9.23
A.A. Raka Sudewi	女性	インドネシア	ウダヤナ大学 教授	ダブルディグリーに関する打ち合わせ	ヨサファット	H23.8.26 ～ H23.8.28
I.B. G. Udiyana	男性	インドネシア	ウダヤナ大学 博士	ダブルディグリーに関する打ち合わせ	ヨサファット	H23.8.26 ～ H23.8.28
Made Budiarsa	男性	インドネシア	ウダヤナ大学 教授	ダブルディグリーに関する打ち合わせ	ヨサファット	H23.8.26 ～ H23.8.28
M. S. Mahendra	男性	インドネシア	ウダヤナ大学 教授	ダブルディグリーに関する打ち合わせ	ヨサファット	H23.8.26 ～ H23.8.28
DR Rika Andiarti	女性	インドネシア	インドネシア航空宇宙局センター長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.9.22 ～ H23.9.24
Gunawan S Prabowo	男性	インドネシア	インドネシア航空宇宙局副センター長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.9.22 ～ H23.9.24
Agus Aribowo	男性	インドネシア	インドネシア航空宇宙局副センター長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.9.22 ～ H23.9.24
Mustahid	男性	インドネシア	インドネシア航空宇宙局副センター長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.9.22 ～ H23.9.24
Laurent SEDOGO	男性	ブルキナファソ国	農業・水利省 大臣	表敬訪問	本郷千春	H23.10.27
Ousséini THANOU	男性	ブルキナファソ国	農業・水利省 水資源総局 局長	表敬訪問	本郷千春	H23.10.27
Denis-Marie SONDO	女性	ブルキナファソ国	農業・水利省 衛生・汚水・廃棄物総局 局長	表敬訪問	本郷千春	H23.10.27
Lambert Alexandre OUEDRAGO	男性	ブルキナファソ国	駐日ブルキナファソ大使館 大使	表敬訪問	本郷千春	H23.10.27
Kithsiri Perera	男性	スリランカ	Faculty of Engineering and Surveying, University of Sothern Queensland 研究員	共同研究	建石隆太郎	H23.10.8 ～ H23.10.24
Daniele Perissin	男性	イタリア	Chinese University of Hong Kong 助教	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.10.28

外国人来訪者氏名	性別	国籍	所属機関職名等	来訪目的	受入教員氏名	期間
Achmad Bakri Muhiddin	男性	インドネシア	ハサヌディン大学プロジェクト実施部門(技術チーム)	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.10.28
Hamka Naping	男性	インドネシア	ハサヌディン大学政治学部長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.10.28
Jursum	男性	インドネシア	ハサヌディン大学調達部長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.10.28
Ali Mantung	男性	インドネシア	ハサヌディン大学資産部長	研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.10.28
Dr. Brent Holben	男性	アメリカ	NASA (アメリカ航空宇宙局) Project leader	研究打ち合わせ	高村民雄	H23.10.30 ～ H23.11.01
Dr. Thomas F. Eck	男性	アメリカ	NASA (アメリカ航空宇宙局) Technical leader	研究打ち合わせ	高村民雄	H23.10.29 ～ H23.11.01
Dr. Joel Schafer	男性	アメリカ	NASA (アメリカ航空宇宙局) Technical assistant	研究打ち合わせ	高村民雄	H23.10.29 ～ H23.11.01
Dr. Mikhail G. Sorokin	男性	アメリカ	NASA (アメリカ航空宇宙局) Project Maneger	研究打ち合わせ	高村民雄	H23.10.30 ～ H23.11.01
Dr. Hiskia Sirait	男性	インドネシア	電子通信研究センターセンター長	共同研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.11.21 ～ H23.11.23
Yusuf Nur Wijayanto	男性	インドネシア	電子通信研究センター 研究員	共同研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.11.21 ～ H23.11.23
Dr. Mashury Wahab	男性	インドネシア	電子通信研究センター 通信研究グループ長	共同研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.11.21 ～ H23.11.23
Eti Apriyanti	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Fitry Filianty	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Idea Wening Nurani	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	ショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.13
Nurditha Oktariany	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	ショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.13
Dedi Palamea	男性	インドネシア	パジャジャラン大学	ショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.13
Nisa Risti Mustikasari	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	ショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.13
Fedri Ruluwedrata Rinawan	男性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Uji Pratomo	男性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Lia Faridah	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11

外国人来訪者氏名	性別	国籍	所属機関職名等	来訪目的	受入教員氏名	期間
Sri Yusnita Irda Sari	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Tri Yuliana	女性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Rendy Pratama	男性	インドネシア	パジャジャラン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Dominic Oki Ismoyo	男性	インドネシア	バンドン工科大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
I Kadek Adiana Putra	男性	インドネシア	ウダヤナ大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Samsu Arif	男性	インドネシア	ハサヌディン大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Nursakti Adhi Pratomatmojo	男性	インドネシア	ガジャマダ大学	JASSOショートステイプログラム	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Handarto	男性	インドネシア	パジャジャラン大学 人材開発部部長	JASSOショートステイプログラム 学生の引率	ヨサファット	H23.11.30 ～ H23.12.11
Made Sudiana Mahendra	男性	インドネシア	ウダヤナ大学大学院 環境科学科長・教授	ダブルディグリーに関する 打ち合わせ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.1 ～ H23.12.6
I.W. Budiarsa Suyasa	男性	インドネシア	ウダヤナ大学大学院 教授	ダブルディグリーに関する 打ち合わせ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.1 ～ H23.12.6
K.Budi Susrusa	男性	インドネシア	ウダヤナ大学大学院 教授	ダブルディグリーに関する 打ち合わせ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.1 ～ H23.12.6
Made Dwi Wahyuni	女性	インドネシア	Warmadewa大学 講師	ダブルディグリーに関する 打ち合わせ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.1 ～ H23.12.6
M.D. Pritasari Mahendra	女性	インドネシア	ウダヤナ大学	ダブルディグリーに関する 打ち合わせ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.1 ～ H23.12.6
Koo Voon Chet	男性	マレーシア	マルチメディア大学 准教授	気象レーダーに関する 共同研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.20 ～ H23.12.25
Lim Tien Sze	男性	マレーシア	マルチメディア大学 講師	気象レーダーに関する 共同研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.20 ～ H23.12.25
Chan Yee Kit	男性	マレーシア	マルチメディア大学 講師	気象レーダーに関する 共同研究打ち合わせ	ヨサファット	H23.12.20 ～ H23.12.25
Ketut Wikantika	男性	インドネシア	バンドン工科大学 教授	研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.20 ～ H24.2.22
Mohd Aminur Rashid	男性	マレーシア	マレーシア科学大学 PhD Candidate	ワークショップ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Intan Shafinaz Binti Mustafa	女性	マレーシア	テナガナショナル大学 講師	ワークショップ及び研究 打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24

外国人来訪者氏名	性別	国籍	所属機関職名等	来訪目的	受入教員氏名	期間
Chua Ming Yam	男性	マレーシア	マルチメディア大学 講師	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Rohayu Binti Che Omar	女性	マレーシア	テナガナショナル大学 講師	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Mohd. Firdaus Bin Nor Zahari	男性	マレーシア	テナガナショナル大学 研究者	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Rasyikin Binti Roslan	女性	マレーシア	テナガナショナル大学 Tutor	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Nurliyana Binti Mohd Hada	女性	マレーシア	テナガナショナル大学 研究者	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Tay Lea Tien	女性	マレーシア	マレーシア科学大学 講師	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Izham Bin Mohamad Yusoff	男性	マレーシア	マレーシア科学大学 講師	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Nazirah Binti Azizat	女性	マレーシア	マレーシア科学大学 研究者	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Norashidah Binti Md Din	女性	マレーシア	テナガナショナル大学 准教授	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Tan Tien Ping	男性	マレーシア	マレーシア科学大学 講師	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Nithiapidary Muthuvelu	女性	マレーシア	マルチメディア大学 講師	ワークショップ及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.23 ～ H24.2.24
Wolfgang-Martin Boerner	男性	アメリカ	イリノイ大学 教授	CEReS国際シンポジウム参加及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.27 ～ H24.3.10
Daniele Perissin	男性	イタリア	香港中文大学 助教	CEReS国際シンポジウム参加及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.29 ～ H24.3.3
Koo Voon Chet	男性	マレーシア	マルチメディア大学 准教授	CEReS国際シンポジウム参加及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.29 ～ H24.3.3
Robertus triharjanto	男性	インドネシア	インドネシア航空宇宙 研究所 衛星バス技術部門長	CEReS国際シンポジウム参加及び研究打ち合わせ	ヨサファット	H24.2.29 ～ H24.3.6
Lal Samarakoon	男性	タイ	タイ・アジア工科大学 センター長	The 17th CEReS International Symposiumに参加・招待講演	ヨサファット	H24.2.28 ～ H24.3.2
Herry Suhardiyanto	男性	インドネシア	ボゴール農科大学 学 長	表敬訪問	ヨサファット	H24.3.22
Rinekso Soekmadi	男性	インドネシア	ボゴール農科大学 国際交流課長	表敬訪問	ヨサファット	H24.3.22
石 廣玉	男性	中国	中国科学院大気物理研 究所 教授	共同研究打ち合わせ	高村民雄	H24.3.25 ～ H24.3.27
Dr. Lorenz Granrath	男性	ドイツ	在日ドイツ大使館・フ ラウンホーファー日本 代表部	共同研究に向けての検 討とCEReS見学	久世宏明教授および理 学研究科・服部克巳教 授	H24.3.30

外国人来訪者氏名	性別	国籍	所属機関職名等	来訪目的	受入教員氏名	期間
Mr. David Wezel	男性	ドイツ	在日ドイツ大使館・フラウンホーファー日本代表部	共同研究に向けての検討とCEReS見学	久世宏明教授および理学研究科・服部克巳教授	H24.3.30
Gemma Teresa Narisma	女性	フィリピン	Associate Director for Research and a colleague at the Manila Observatory	CEReS見学と今後の共同研究の検討	久世宏明	H24.3.21
Prof. Dr. Herry Suhardiyanto	男性	インドネシア	ボゴール農科大学学長	今後の大学間交流に関する打ち合わせ、CEReS見学	久世宏明 本郷千春	H24.3.22
Dr. Rinekso Soekmadi	男性	インドネシア	Director for Collaboration and International Programs, IPB	今後の大学間交流に関する打ち合わせ、CEReS見学	久世宏明 本郷千春	H24.3.22
Heryani Sanusi	女性	インドネシア	Regional Office of Food Crops Service West Jawa province センター長	研究成果取り纏め 日本作物学会講演会における成果発表	本郷千春	H24.3.26 ～ H24.3.30
Gunardi Sigit	男性	インドネシア	Regional Office of Food Crops Service West Jawa province 副センター長	研究成果取り纏め 日本作物学会講演会における成果発表	本郷千春	H24.3.26 ～ H24.3.30

## 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
1	山本 宗尚	オーストリア	Austria Center Vienna	平成23年4月4日～平成23年4月9日	ヨーロッパ地球科学連合総会2011における研究発表	4大学連携VL運営費交付金
2	梶原 康司	オーストラリア	Sydney Convention and Exhibition Centre	平成23年4月10日～平成23年4月16日	34th International Symposium on Remote Sensing of Environmentで発表を行うため	JAXA RA
3	西尾 文彦	インドネシア	ウダヤナ大学・ガジャマダ大学	平成23年4月16日～平成23年4月29日	論博研究者の研究指導のため	他機関経費(独)日本学術振興会「2011年度論博事業」
4	齋藤 尚子	イギリス	エジンバラ大学 John McIntyre Conference Centre	平成23年5月15日～平成23年5月22日	7th IWGGMS会議及び3rd GOSAT PI会議参加	科学研究費(基盤A分担金)
5	本郷 千春	インドネシア	National Institute of Aeronautics and Space, Padjadjaran University, Food crop and horti-culture department of Tabanan regency Inna Grand Hotel	平成23年6月19日～平成23年6月25日	衛星観測依頼、現地調査の事前打ち合わせ、共同研究に係る打ち合わせ、統計情報収集	科学研究費 基盤研究(B)一般
6	建石隆太郎	イギリス	Winchester Hotel	平成23年6月24日～平成23年6月28日	ISCGM 18th 2011に参加・研究・討議及びケンブリッジ会議2011に参加・研究・討議	預科研等)文部科学科学研究費補助金
7	齋藤 尚子	オーストラリア	Melbourne Convention & Exhibition Centre	平成23年7月1日～平成23年7月8日	IUGG 2011会議参加	科学研究費(基盤A分担金)
8	高村 民雄	中国	中国科学院大気物理研究所 大連渤海明珠ホテル 中国科学院安徽光学精密機械研究所	平成23年7月7日～平成23年7月13日	共同研究政策策定のため、Flood Forecasting & Warning System for Tropical Region Seminarに参加	他機関経費(JAT/JICA地球規模課題暫定経費)
9	西尾 文彦	マレーシア	マルチメディア大学	平成23年7月10日～平成23年7月14日	JOINT COORDINATING COMMITTEE Group meeting. Research Olan Discussion.	受託西尾(JST地球規模課題)

	氏名	国名	用務先	期間	用務	予算
10	小花和宏之	マレーシア	マルチメディア大学	平成23年7月10日～ 平成23年7月14日	JOINT COORDINATING COMMITTEE Group meeting. Research Olan Discussion.	受託西尾 (JST地球規模 課題)
11	本郷 千春	インドネシア	センター長表敬訪問・ 現地調査	平成23年7月17日～ 平成23年7月24日	Agricultural training center of west Java Cianjure及び Cihea周辺	受託本郷 (環境省東大)
12	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	カナダ	Vancouver Convention Center	平成23年7月22日～ 平成23年7月29日	IEEE IGARSS国際会議に 出席	COEスタート アッププログラム 経費
13	久世 宏明	カナダ	Vancouver Convention Center	平成23年7月25日～ 平成23年8月1日	IGARSS国際会議に出席	環境G奨学寄附 金
14	西尾 文彦	中国(内モン ゴル)	内モンゴル師範大学リ モートセンシング研究 センター	平成23年8月10日～ 平成23年8月15日	国際共同研究の打ち合わせ	地球(西尾) 教育研究経費
15	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	タイ	アジア工科学院大学	平成23年8月24日～ 平成23年8月29日	集中講義及び研究打ち合 わせ	他機関経費 (アジア工科大 学院大学)
16	高村 民雄	ベトナム	ベトナム海洋研究所 他	平成23年9月15日～ 平成23年9月24日	打ち合わせ及びフィールド 調査	受託本郷 (GCOM)
17	KHATRI PRADDEP	モンゴル	モンゴル科学技術大学 マンゴルゴビ観測所	平成23年9月21日～ 平成23年9月28日	sky radiometerの設置、日 射計などの動作確認 SKYNETに関する共同研究 の議論	地球温暖化寄付 研究部門
18	建石隆太郎	台湾	台北国際コンベンショ ンセンター	平成23年10月2日～ 平成23年10月5日	アジアリモートセンシング 会議(ACRS)参加・発表	建石隆太郎：文 部科学研究費
19	LUHUR BAYUAJI	台湾	台北国際コンベンショ ンセンター	平成23年10月3日～ 平成23年10月6日	アジアリモートセンシング 会議(ACRS)参加・発表	融合科学研究科 教員研究費(工 学部予算)
20	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	インドネシア	インドネシア大学 インドネシア航空宇宙 局 ウダヤナ大学 ガジャ マダ大学	平成23年10月13日～ 平成23年10月26日	千葉大学国際交流センター 秘書採用面接 ロケット・無人航空機共同研 究打ち合わせ、ICSANE2011 国際学会参加・発表、ガジャ マダ大学ダブルディグリー打 ち合わせ・招待講演、メラピ 山現地調査	千葉大学本部補 助金 国際展開 費
21	本郷 千春	インドネシア	ウダヤナ大学	平成23年10月15日～ 平成23年10月19日	研究打ち合わせ、統計デー タ収集、ICSANE2011国際 学会発表	環境省・地球環 境研究総合推進 費
22	近藤 昭彦	中国	石塚省、ウルムチ	平成23年10月20日～ 平成23年10月25日	中国科学院楽城実験所30 周年式典・「環境変化と農 業資源の効率的利用法」シ ンポジウム参加及び新疆師 範大学で研究打ち合わせ	他機関経費 (中国科学院農 業資源研究セン ター及び新疆師 範大学)
23	本郷 千春	ラオス	ラオス JICA、農林省、 NAFRI等	平成23年10月23日～ 平成23年10月26日	研究及び現地調査に関わる 打ち合わせ	受託本郷(環境 省東大)
24	高村 民雄	中国	中国科学院安徽光学精 密機械研究所	平成23年10月16日～ 平成23年11月18日	SKYNET合肥観測サイトの データ解析を共同で行う。 また客員教授として関連研 究者及び大学院生に講義を 行う。	他機関経費 (中国科学院安 徽光学精密機械 研究所)
25	NGUYEN THANH HOAN	韓国	台北国際コンベンショ ンセンター	平成23年10月3日～ 平成23年10月6日	アジアリモートセンシング 会議(ACRS)参加・発表	建石隆太郎：文 部科学研究費
26	KHATRI PRADDEP	米国	Sheraton Denver Downtown Hotel	平成23年10月23日～ 平成23年10月30日	WCRP Open Science Conferenceに出席及びポ スター発表	他機関経費 (WCRP公開サ イエンス会議後 援プログラム)

	氏名	国名	用務先	期間	用務	予算
27	梶原 康司	韓国	Hotel The Ocean Resort	平成23年11月1日～ 平成23年11月5日	ISRS2011に出席・討議に 参加	受託梶原 (GCOM)
28	建石隆太郎	韓国	Hotel The Ocean Resort	平成23年11月1日～ 平成23年11月4日	ISRS2011に出席・討議に 参加	他機関経費 (Korean Society of Remote Sensing)
29	西尾 文彦	マレーシア	Seri Pacific Hotel	平成23年11月15日～ 平成23年11月18日	ANGKASA-JAXA 衛星技術 セミナーにおける講演を含 むセミナーへの出席	他機関経費 (宇宙航空研究 開発機構宇宙 ミッション本 部)
30	齋藤 尚子	米国	Moscone Center	平成23年12月4日～ 平成23年12月10日	AGU2011会議参加	受託 大学発 GRENE
31	本郷 千春	インドネシア	西ジャワ州・チアン ジュール周辺	平成23年12月11日～ 平成23年12月17日	現地調査	環境省・地球環 境研究総合推進 費
32	建石隆太郎	台湾	國立中央大学	平成23年12月1日～ 平成23年12月3日	2011Capacity Building Workshop of Satellite Remote Sensing for Southeast Asian Scientists(に て招聘講演を行う	他機関経費 (CSRSR 國立 中央大学)
33	西尾 文彦	中国	内モンゴル師範大	平成24年1月7日～ 平成24年1月14日	GIS 遥感センターとの共同 研究の具体案の作成および 公園と研究生の特別指導	地球温暖化寄付 研究部門
34	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	インドネシア	国際交流基金、日本大 使館、JASSO、イン ドネシア大学、ボゴール 農科大学、	平成24年1月25日～ 平成24年1月29日	打合せ	国際プロジェク ト経費
35	本郷 千春	ラオス	JICA, 農業省 NAERI, KM 灌漑プロ ジェクトオフィス	平成24年2月23日～ 平成24年2月29日	現地観測、研究打合せ、 ワークショップ参加	環境省・地球環 境研究総合推進 費
36	高村 民雄	中国	中国科学院安徽光学精 密機械研究所 蘭州大学	平成24年2月22日～ 平成24年3月21日	共同研究打合せ SKYNET 合肥観測サイトの データ解析を共同で行う。 客員教授として講義を行 う。	他機関経費 (中国科学院安 徽光学精密機械 研究所)
37	本郷 千春	インドネシア	西ジャワ州、バリ州	平成24年3月8日～ 平成24年3月16日	現地観測 1 <sup>st</sup> Symposium Innovation for Water Environment, Food Production, and Biomass Energy in Indonesia 参加・発 表	環境省・地球環 境研究総合推進 費
38	Josaphat Tetuko Sri Sumantyo	韓国	亜州大学宇宙電子情報 工学科	平成24年3月27日～ 平成24年4月1日	招待講演・小型衛星開発共 同研究の打合せ	亜州大学大学院 宇宙電子情報工 学科経費 (校費含む)

## [6] 教育活動

### 6.1. 講義（大学院・学部）

（西尾文彦）

普遍教育 教養展開科目（コアE関連）「地球環境とリモートセンシング」（CEReS教員による分担）

理学部地球科学科「気候システム概論」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシング特論」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシングⅠA」（分担）

大学院理学研究科「リモートセンシングⅡA」（分担）

大学院理学研究科「特別演習Ⅰ」「特別研究Ⅰ」

（高村民雄）

普遍教育 教養コアE（くらしと環境）「変動する地球を知る」

普遍教育 教養展開科目（コアE関連）「地球環境とリモートセンシング」（CEReS教員による分担）

普遍教育 教養展開科目（コアE関連）「地球環境の行方を探る」（分担）

理学部地球科学科「天気と大気科学」

大学院理学研究科「環境リモートセンシング特論」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシング特別講義」（分担）

大学院理学研究科「リモートセンシングⅠA」（分担）

大学院理学研究科「リモートセンシングⅡA」（分担）

（建石隆太郎）

理学部地球科学科「リモートセンシング入門」

大学院理学研究科「環境リモートセンシング特論」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシングⅠB」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシングⅡB」（分担）

（久世宏明）

工学部情報画像工学科「電磁波と光」

工学部情報画像工学科「リモートセンシング工学」（分担）

大学院融合科学研究科前後期課程「リモートセンシング環境情報学Ⅰ」（分担）

大学院融合科学研究科前後期課程「応用リモートセンシング工学」（分担）

「特別演習」「特別研究」

（近藤昭彦）

普遍教育 教養コアE（くらしと環境）「災害を知る」

普遍教育 教養展開科目（コアE関連）「地球環境とリモートセンシング」（CEReS教員による分担）

理学部地球科学科「水文学Ⅰ」

理学部地球科学科「リモートセンシングGIS実習」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシング特論」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシングⅠB」（分担）

大学院理学研究科「環境リモートセンシングⅡB」（分担）

「特別演習」「特別研究」

(本多嘉明)

普遍教育 教養コアE (くらしと環境)「地球環境と人間活動の見方」

普遍教育 教養展開科目 (コアE関連)「地球環境とリモートセンシング」(CEReS教員による分担)

普遍教育 共通専門基礎科目 (物理学)「物理学B 力学入門」

大学院融合科学研究科前後期課程「リモートセンシング工学特論」(分担)

大学院融合科学研究科前後期課程「リモートセンシング基礎情報論」(分担)

中央大学理工学部集中講義「生物環境情報学」

(樋口篤志)

理学部地球科学科「気候システム概論」(分担)

大学院理学研究科「環境リモートセンシングII A」(分担)

大学院理学研究科「特別演習」,「特別研究」

岐阜大学大学院工学研究科「リモートセンシング水環境計測学特論」(分担・集中)

(J.T.スリ スマンティヨ)

工学部情報画像工学科「リモートセンシング工学」(分担)

大学院融合科学研究科前後期課程「マイクロ波リモートセンシング」

大学院融合科学研究科前後期課程「リモートセンシング工学特論」(分担)

(梶原康司)

工学部情報画像工学科「データベース」

大学院融合科学研究科前後期課程「リモートセンシング基礎情報論」(分担)

大学院融合科学研究科前後期課程「応用リモートセンシング工学」(分担)

(本郷千春)

理学部地球科学科「リモートセンシング・GIS実習」(分担)

大学院理学研究科「環境リモートセンシングI A」(分担)

大学院理学研究科「環境リモートセンシングII B」(分担)

大学院理学研究科「環境リモートセンシング特論」(分担)

大学院理学研究科「特別演習I」,「特別研究I」

理学部地球科学科「卒業演習」,「卒業研究」

(齋藤尚子)

普遍教育 教養展開科目 (コアE関連)「地球環境とリモートセンシング」(CEReS教員による分担)

共通専門基礎科目 (物理学)「物理学演習C 電磁気学演習」

工学部情報画像工学科「リモートセンシング工学」(分担)

大学院融合科学研究科前後期課程「リモートセンシング環境情報学I」(分担)

大学院融合科学研究科前後期課程「応用リモートセンシング工学」(分担)

(付) 普遍教育（地球環境とリモートセンシング）一覧

平成22年度まではCEReS全教員での分担でしたが、平成23年度より2グループに分かれて隔年分担になりました。

\*\*\*\*\*

(1)	4月14日	ガイダンス	－地球環境と人間社会－	近藤昭彦
(2)	4月21日	植生と人間	－地球の歴史に見る両者の関係－	本多嘉明
(3)	4月28日	地球観測の歴史	－全球観測と地球環境－	本多嘉明
(4)	5月12日	植生モニタリング	－解説と簡単な演習－	本多嘉明
(5)	5月19日	衛星で知る海洋・雪氷環境	－雪氷圏と地球温暖化－	西尾文彦
(6)	5月26日	衛星で知る海洋・雪氷環境	－海洋にあらわれた温暖化－	西尾文彦
(7)	6月2日	衛星で知る海洋・雪氷環境	－海洋と大気圏の相互作用－	西尾文彦
(8)	6月9日	大気環境問題とそのモニタリング	－成層圏オゾン層－	齋藤尚子
(9)	6月16日	大気環境問題とそのモニタリング	－地球温暖化－	齋藤尚子
(10)	6月23日	大気環境問題とそのモニタリング	－大気汚染－	齋藤尚子
(11)	6月30日	気象衛星で見る大気環境	－気象衛星の仕組みと原理－	高村民雄
(12)	7月7日	気象衛星で見る大気環境	－衛星で見る気象現象－	高村民雄
(13)	7月14日	気象衛星で見る大気環境	－大気現象と地球環境－	高村民雄
(14)	7月21日	水・食糧・エネルギー問題－1		近藤昭彦
(15)	7月28日	水・食糧・エネルギー問題－2		近藤昭彦
(16)	8月4日	まとめ		近藤昭彦

\*\*\*\*\*

6.2. 学位授与（博士・修士・学士）

CEReS教員が主として指導する大学院および学部4年生、研究生を含めた平成23年度の学生総数は90名です。うち、大学院の修了・学部の卒業を迎えた学生は、博士後期課程9名、博士前期（修士）課程13名、理学部・工学部の卒業研究生15名になります。

学生氏名：I Wayan Nuarsa（日本学術振興会、論博事業留学生）

論文題目：Rice Field Mapping and Production Estimation using Remote Sensing Data in Bali Province, Indonesia

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：西尾文彦

学生氏名：眞子直弘

論文題目：太陽光スペクトルを利用した対流圏エアロゾル光学特性の測定・解析手法の開発

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：高村民雄

学生氏名：Bayan Abdelhaleem Mohammed Alsaaidh (バヤン アブデルハリーム モハammad アッサ  
アイデ)

論文題目：Mangrove forests mapping on regional and continental scale using remote sensing data (リモ  
ートセンシングデータを用いたマングローブ林の地域的および大陸規模のマッピング)

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：建石隆太郎

学生氏名：Tsevengee Enkhzaya (ツェベンゲー・エンクザヤ)

論文題目：MODIS データを用いた北アジアにおける農地フェノロジーの特徴分析とマッピング

専攻：自然科学研究科

学位：博士 (学術)

指導教員：建石隆太郎

学生氏名：栗山 (増田) 健二

論文題目：人工光源と自然光を用いた実大気における大気微量成分の計測法の研究

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：久世宏明

学生氏名：亀山俊平

論文題目：風計測および二酸化炭素濃度計測用光ファイバ型ライダーシステムの開発

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：久世宏明

学生氏名：Prilando Rizki Akbar

論文題目：Development of circularly polarized synthetic aperture radar system for unmanned aerial vehicle  
and small satellite

(無人航空機および小型衛星搭載用の円偏波合成開口レーダシステムの開発)

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：久世宏明・J.T. Sri Sumantyo

学生氏名：李 海蘭

論文題目：中国東北地方における農業的土地利用の変遷及び要因解析

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：Mohamad Ashry bin Jusoh

論文題目：Intercomparison between open ended coaxial sensor and optical fibre technique for the determination

of permittivity and moisture content in Maize (Zea Mays)

専攻：マレーシア・プトラマレーシア大学大学院 (No. UPM/SPS/GS19814/Penghantaran Tesis)

学位：博士 (学術)

指導教員：J.T. Sri Sumantyo

学生氏名：島田利元

論文題目：MODIS衛星データおよび自動気象観測装置AWSデータを用いた南極氷床表面温度変動の研究

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：修士 (理学)

指導教員：西尾文彦

学生氏名：程忠凱

論文題目：時系列衛星画像の雲除去手法に関する研究

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：修士 (理学)

指導教員：建石隆太郎

学生氏名：齊藤隼人

論文題目：近赤外光の長光路伝搬を用いた大気中二酸化炭素計測装置の開発

専攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース

学位：修士 (工学)

指導教員：久世宏明

学生氏名：孫 玫

論文題目：東アジア乾燥地域における土壌水分の時空間変動に関する研究

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：修士 (理学)

指導教員：近藤昭彦

学生氏名：田端敦也

論文題目：千葉県内諸河川における降雨・水位応答特性と土地条件との関係について

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：修士 (理学)

指導教員：近藤昭彦

学生氏名：朴 慧美

論文題目：中国乾燥地域の洪水の特性に関する研究 —新疆ウイグル自治区を例として—

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：修士 (理学)

指導教員：近藤昭彦

学生氏名：福井貴之  
論文題目：印旛沼流域における湧水の特徴とその分布  
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：修士(理学)  
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：森野北斗  
論文題目：中国、内モンゴル自治区における2000年以降の植生変動とその要因の解析  
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：修士(理学)  
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：山本亮介  
論文題目：下総台地における地下水の硝酸性窒素汚染に関する研究  
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：修士(理学)  
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：松本崇嗣  
論文題目：静止気象衛星より得られた熱帯海岸域での対流雲の伝播距離  
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：修士(理学)  
指導教員：樋口篤志

学生氏名：Iman Firmansyah (イマン フィルマンシャー)  
論文題目：円偏波合成開口レーダ用チャープパルスのシミュレーション  
専攻：融合科学研究科情報科学専攻知能情報コース  
学位：修士(工学)  
指導教員：J.T. Sri Sumantyo

学生氏名：粕谷真史  
論文題目：インドネシア・西ジャワ州における土壌流出モデルを用いた土地利用適性評価に関する研究  
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：修士(理学)  
指導教員：本郷千春

学生氏名：若松朋亨  
論文題目：衛星データを用いた農耕地土壌炭素量の評価  
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：修士(理学)  
指導教員：本郷千春

学生氏名：大森亮太  
論文題目：シャドウバンド付き日射計による直達日射量の計測  
学 科：理学部地球科学科  
学 位：学士（理学）  
指導教員：高村民雄

学生氏名：橋本翔平  
論文題目：衛星推定日射量に基づく太陽光発電電力の把握  
学 科：理学部地球科学科  
学 位：学士（理学）  
指導教員：高村民雄

学生氏名：栗田恒郎  
論文題目：衛星データによる湿地抽出方法に関する研究  
学 科：理学部地球科学科  
学 位：学士（理学）  
指導教員：建石隆太郎

学生氏名：水澤広隆  
論文題目：外邦図と衛星写真によるジャカルタの土地利用比較研究  
学 科：理学部地球科学科  
学 位：学士（理学）  
指導教員：建石隆太郎

学生氏名：馬淵佑作  
論文題目：大気データ収集ライダーシステムの構築と初期データ解析  
学 科：工学部情報画像学科  
学 位：学士（工学）  
指導教員：久世宏明

学生氏名：下条亮介  
論文題目：東京電力福島第一原子力発電所事故による空間線量率分布の特徴～川俣町、飯舘村および周辺地域について～  
学 科：理学部地球科学科  
学 位：学士（理学）  
指導教員：近藤昭彦

学生氏名：成 辰  
論文題目：RCヘリコプターに搭載したレーザースキャナからの地表面推定に関する研究  
学 科：工学部情報画像学科  
学 位：学士（工学）  
指導教員：本多嘉明

学生氏名：王 雪

論文題目：RCヘリコプター搭載レーザースカナデータを用いた、樹木頂点探査に関する研究

学 科：工学部情報画像学科

学 位：学士(工学)

指導教員：本多嘉明

学生氏名：青木聖子

論文題目：日本の森林における夜間の摩擦速度と翌日の光合成量の関係

学 科：理学部地球科学科

学 位：学士(理学)

指導教員：樋口篤志

学生氏名：川上 聖

論文題目：冬季日本南方で発生する温帯低気圧に関する気候学的研究

学 科：理学部地球科学科

学 位：学士(理学)

指導教員：樋口篤志

学生氏名：酒井頌平

論文題目：Quad-Rotorを用いた無人小型観測機による広域空撮画像の取得

学 科：工学部情報画像工学科

学 位：学士(工学)

指導教員：J.T. Sri Sumantyo

学生氏名：河合貴文

論文題目：掩蔽GPS用直線偏波・円偏波アンテナの研究開発

学 科：工学部情報画像工学科

学 位：学士(工学)

指導教員：J.T. Sri Sumantyo

学生氏名：四方涼平

論文題目：西ジャワ州における水稲生産量の推定と地域特性の把握

学 科：理学部地球科学科

学 位：学士(理学)

指導教員：本郷千春

学生氏名：細野賢人

論文題目：MODIS/Aqua データを用いた関東地方におけるヒートアイランド強度の季節変動解析

学 科：理学部地球科学科

学 位：学士(理学)

指導教員：本郷千春

学生氏名：橘 友仁

論文題目：JEM/SMILESによる北極成層圏オゾン破壊メカニズムの解析

学 科：工学部情報画像学科

学 位：学士（工学）

指導教員：齋藤尚子

## [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）

（西尾文彦）

日本雪氷学会 副会長

宇宙航空研究開発機構（JAXA）・GCOM総合委員会委員

国立環境研究所外部研究評価委員会委員

（財）ウェザーニュース社気象文化創造センター評議員

（高村民雄）

気象庁 静止衛星データ利用技術懇談会委員

国立環境研究所 客員研究員

市川市地球温暖化対策地域推進協議会 副会長（理事）

市川市環境審議会専門委員

放射観測機器の較正に関するWG委員

（建石隆太郎）

International Steering Committee on Global Mapping (ISCGM) WG4チェアマン

日本写真測量学会 理事

日本リモートセンシング学会 RS教科書編集委員会委員長、国際委員会委員

環境省 平成23年度環境研究企画委員会第1研究分科会委員

経済産業省 宇宙産業プログラムに関する施策・事業評価検討会委員

（独）科学技術振興機構 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム査読委員

（財）リモート・センシング技術センター 評議員

（久世宏明）

H23年度日本リモートセンシング学会理事

H23年度日本リモートセンシング学会編集委員会委員長

（近藤昭彦）

八千代市「湧き水の研修会」、八千代市環境保全課環境政策室、2012年2月25日

野田市中央公民館主催講座「地球の変動を探る－宇宙から見た地球の変化」、2011年11月30日

千葉市科学館主催市民講座「福島を忘れない－近代文明の中の暮らし－」、2011年11月5日、千葉大学

タウンミーティング 自ら学ぶ健康の泉－被災・被曝編－、「福島を忘れない－近代文明の中の暮らし」、

市川市教育会館、2011年10月28日

千葉県環境審議会委員  
日本学術振興会特別研究員審査会専門委員  
日本学術会議GLP小委員会委員

(本多嘉明)

宇宙航空研究開発機構招聘研究員  
日本写真測量学会 理事  
NPO 法人宇宙からの地球観測を考える会理事  
NPO モンゴルエコフォーラム運営委員  
日本測量協会評議委員

(樋口篤志)

水文・水資源学会 編集出版委員会委員幹事 研究調整委員会委員  
日本地球惑星科学連合 財務委員  
日本学術会議 環境学委員会・地球惑星科学委員会合同IGBP・WCRP合同分科会MAHASRI小委員会委員  
独立行政法人宇宙航空研究開発機構 地球圏総合診断委員会陸域分科会委員

(ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ)

Invited Lecture : J.T. Sri Sumantyo, Synthetic Aperture Radar Image Signal Processing and Advanced Applications for Earth Diagnosis, Asian Institute of Technology (AIT), Pathumtani, Thailand, August 25-26, 2011 (招待)

Stadium Generale : J.T. Sri Sumantyo, Development of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard Microsatellite for Earth Diagnosis", Lapan - Rancabungur, Indonesia, October 15, 2011 (招待)

Stadium Generale: J.T. Sri Sumantyo, Synthetic Aperture Radar Image Signal Processing and Advanced Applications for Earth Diagnosis, Indonesian Air Force Academy, Yogyakarta, Indonesia, October 20, 2011 (招待)

Stadium Generale : J.T. Sri Sumantyo, Synthetic Aperture Radar Image Signal Processing and Advanced Applications for Earth Diagnosis, Faculty of Geography, University of Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, October 24, 2011 (招待)

パネリスト : J.T. Sri Sumantyo、第25周年佐藤陽国際奨学財団、"Study Aboard and Exchange", National Olympics Memorial Youth Center, August 2, 2011 (Tokyo: Japan) (招待)

電子情報通信学会 宇宙・航空エレクトロニクス研究会 専門委員

公益財団法人 佐藤陽国際奨学財団 理事

ベルギー科学政策庁 (BELSPO) ベルギー地球観測プログラム 評価員

European Consortium on Space-borne SAR (LIBRA)・International Partner for SAR Sensor Expert

IEEE IGARSS2011 Session Chair (Vancouver: Canada)

マレーシア・マルチメディア大学 外部評価員

マレーシア・Universitas Putra Malaysia 外部評価員

インドネシア・インドネシア大学 Adjunct Professor

インドネシア・バンドン工科大学リモートセンシングセンター Head Division

インドネシア・ウダヤナ大学 客員教授

(本郷千春)

平成23年度第1回農林水産省主催普及推進専門講習会、2011.07.13 (農林水産省三番町会議室)

平成23年度第2回農林水産省主催普及推進専門講習会、2011.08.31 (農林水産省三番町会議室)

平成23年度第3回農林水産省主催普及推進専門講習会、2011.11.14 (農林水産省会議室)

平成23年度第4回農林水産省主催普及推進専門講習会、2011.1.26 (農林水産省三番町会議室)

日本リモートセンシング学会学術委員会委員

日本リモートセンシング学会実利用特別委員会推奨技術・評価部会部会長

農林水産省普及推進専門研修会講師

衛星画像を活用した損害評価方法の確立検討会委員

日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員

日本学術振興会国際事業委員会書面審査員

(齋藤尚子)

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 招聘研究員 (平成24年1月より)

日本学術会議第21(22)期IGAC小委員会 委員 (平成21年7月より継続)

大気化学研究会 運営委員 (平成19年5月より平成23年5月まで)

日本地球惑星科学連合 プログラム委員 (平成21年5月より平成23年5月まで)

日本地球惑星科学連合 情報システム委員 (平成20年より平成23年5月まで)

## [8] センターの行事

### 8.1. センター主催のシンポジウム

#### 8.1.1. 第17回CEReS国際リモートセンシングシンポジウム

(コーディネーター：ヨサファット テトォコ スリ スマンティヨ)

2012年3月1日に千葉大学けやき会館にて、第17回CEReS国際シンポジウムを開催しました。今回の国際シンポジウムのテーマは、「マイクロ波リモートセンシングによる環境診断」で、国内外のマイクロ波リモートセンシングの専門家、大学院生、関連会社の方々あわせて約60人の国内外の研究者が参加しました

本シンポジウムは、専門家による招待発表とポスターセッションから構成され、招待発表者とポスターのタイトルは以下になります。



招待発表の様子

ポスターセッションでのひとコマ

The 17<sup>th</sup> CEReS International Symposium Microwave Remote Sensing for Environmental Diagnosis

招待発表セッション：

1. Development of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard Small Satellite, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (Chiba University, Japan)
2. Approach of AIT on Remote Sensing and GIS Capacity Building in Asia, Lal Samarakoon (Geoinformatics Center, Asian Institute of Technology, Thailand)
3. Introduction of Advanced Small Satellite for Earth Observation, Tomoki Takegai et al. (NEC, Japan)
4. Development of Microsatellite in Indonesian Aerospace Agency (LAPAN), Robertus Heru Triharjanto (Lapan, Indonesia)
5. Trend on Polarimetric Synthetic Aperture Radar Techniques, Boerner Martin Wolfgang (University of Illinois Urbana, USA)
6. Development of SAR Sensor onboard Unmanned Aerial Vehicle, Koo Voon Chet (Multimedia University, Malaysia)
7. Polarimetric Synthetic Aperture Radar : Theory and Application, Yoshio Yamaguchi (Niigata University, Japan)

8. Interferometric Synthetic Aperture Radar Processor (SARPROZ), Daniele Perissin (Chinese University of Hong Kong, Hongkong)
9. Chemistry of stratosphere and mesosphere revealed by ISS/JEM/SMILES for Earth Diagnosis, Suzuki Makoto (ISAS-JAXA)

ポスターセッション：

1. Simulation of direct and indirect effects of aerosol on ground radiative fluxes in Chiba City region, Gerry Bagtasa, Naohiro Manago, Naoko Saitoh and Hiroaki Kuze
2. Direct sunlight-DOAS measurement of aerosol and NO<sub>2</sub> using a non-scanning fiber sensor, Ilham Alimuddin, Tomoaki Tanaka, Hiroshi Hara, Yusaku Mabuchi, Naohiro Manago, Tatsuya Yokota, and Hiroaki Kuze
3. Integrated analysis of Quickbird and JERS-1 SAR data for land subsidence study in The City of Makassar, Ilham Alimuddin, Luhur Bayuaji, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze
4. UAVSAR Processing System with Virtex-6 FPGA Board, Kazuteru Namba, Takuma Kusama, Koshi Oishi, Kei Iizuka, Hideo Ito and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
5. Measurement of trace gases in the lower troposphere using visible and near-infrared light sources, Kenji Kuriyama, Hayato Saito, Yusaku Mabuchi, Naohiro Manago, Ippei Harada and Hiroaki Kuze
6. Determination of Dielectric Constants using Reflection Coefficient Measurement and its Application to Snow and Ice Monitoring, Kohei Osa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Fumihiko Nishio
7. Tsunami Inundation Hazard Map and Evacuation Route Assessment as Disaster Mitigation Using Remote Sensing and Geographic Information System Application in Parangtritis Coastal Area, Indonesia, Ratih Fitria Putri and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
8. Development of 9.41GHz Weather Radar, Adiya Sugar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Kohei Osa and Hiroaki Kuze
9. Continuous investigation of Metropolitan city land deformation by DInSAR technique on L, C and X-band SAR data, case study: Jakarta city, Indonesia, Luhur Bayuaji, Bambang Setiadi and Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
10. Design of a Broadband Antenna for CP-SAR Installed on Unmanned Aerial Vehicle, Yohandri, J. T. Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze
11. SAR Imaging Technology using Reflected GNSS Signal, Yoshinori Mikawa, Takuji Ebinuma and Shinichi Nakasuka
12. Assessment of scene changes in multi-sensor and multi-temporal fusion images of very high resolution satellite imagery, Yuhendra, Ilham Alimuddin, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo and Hiroaki Kuze

8.1.2. 第14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共同利用研究委員会）

平成24年2月17日千葉大学けやき会館において、第14回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います。

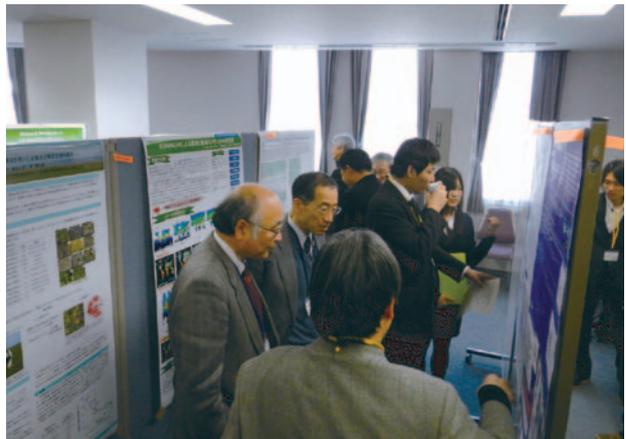
平成23年度は他機関と47件の共同研究（研究会も含む）が行なわれ、当日は口頭発表16件、ポスター発表29件の合計45件の興味深い研究が発表されました。58名の参加者により熱心な議論が交わされ、研究者間の活発な意見交換、当センターの教員と研究成果、次年度研究計画ならびに新しい共同研究テーマ

について有意義な打ち合わせの時間を持ちました。

これらの成果は、「第14回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム資料集」として発行する予定です。



口頭発表の様子



ポスターセッションでのひとコマ

### 8.1.3. 第11回中国新疆ウイグルの環境変動に関するシンポジウム（コーディネーター：石山隆）

2012年2月24日に「第11回中国新疆ウイグルの環境変動に関するシンポジウム」を千葉大学環境リモートセンシング研究センターにおいて開催しました。参加者は30名のうち、文理にまたがる5名の研究者が研究成果を発表しました。なお、本研究会では論文集を発行し、関係者に配布しました。

#### 《プログラム》

1. 明清時代の黒河上流域における山林の開発と環境への影響  
井上充幸（立命館大学文学部）
2. 新疆ウイグル拓克遜県の水利図の岩画から読み取れるもの  
新藤静夫（千葉大学名誉教授）
3. 新疆ウイグル北部地域のステップ植生  
鈴木康平（筑波大学大学院生命環境科学研究科）
4. 中国新疆における食糧生産の増加とその要因解析  
シャオケーティー アジ（千葉大学 CEReS）
5. 衛星データによるタリム河下流周辺の沙漠交錯帯の抽出とその動態  
伊東明彦（宇宙技術開発株式会社）

### 《講演概要》

井上（プログラム1）は河西回廊を潤す黒河（エチナ川）上流域における明清時代の山林の開発と、それが自然環境に及ぼした影響について、地方志や档案史料に基づいて論じた。17世紀頃まで、黒河上流域の祁連山脈北麓に広がる山林には、まだまだ多くの原生林が広がっていた。ここは古くから、チベット系やモンゴル系の人々が暮らす世界であったが森林資源の積極的な開発と利用を推し進めていたのは、主に甘州など中流域に居住する漢人たちであった。18世紀に入り、黒河上流域における山林の伐採が本格化し始めた。山林の面積が急速に減少して山々の保水力が低下したため、中流域では灌漑農業に必要な水が不足し、局地的な洪水の被害が頻発するようになった。

1999年の統計によれば、祁連山脈における森林の生育に適した地域（約13,300 km<sup>2</sup>）のうち、森林被覆率は16.7%にすぎない。その原因は、1950年代から1970年代にかけて、国家政策のもと組織的に行われた大規模な山林伐採に依存するが、そのルーツは18世紀の清代中期にまで遡ることができると報告した。

新藤（プログラム2）は天山山脈南麓の拓克遜（トクスン）県の科普加依（カプカイ）にある水利図の岩画を詳細に判読した。その結果、岩画の背景は車師前国（前2世紀頃～後5世紀頃）の全時代を通じて続いた寒冷化、乾燥化の影響で時代を経るにしたがって表流水の減少、湧水の枯渇などの水不足、さらには食物不足が深刻化したことで、これらの復活を祈願したものと考えられる。そして水への感謝、あるいは安定した水の確保を願ったものとするのが自然であろうと述べた。

写真（図8.1.3.-2）には、水源とみられる数多くの窪みの中には線状に並んでいるものもみえるが、中国人研究者がこの画をカレーズとしている根拠（白線の囲み）

鈴木（プログラム3）は新疆ウイグル自治区北部周辺のステップ植生において植物社会学的方法により群落区分を行い、新疆ウイグル自治区北部周辺のステップ植生を体系的にまとめた。

植生調査は新疆ウイグル自治区北部に位置するフーカン、アルタイ、バルコルカザク自治区の3地域周辺において、植物社会学的方法に基づき収集された植生調査資料の群落区分を行った。その結果、6群落が識別された。特に新疆ウイグル自治区北部のステップ植生は地域によって分布する標高が異なること、地点によって種組成の独自性が高いことが特徴であったと述べた。

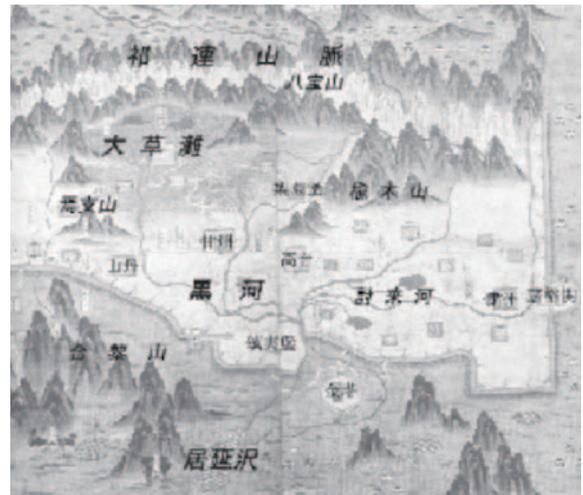


図8.1.3.-1 《陝西輿図》より黒河流域の部分。地名は筆者が加筆。上が南、下が北となっている点に注意。（井上）



図8.1.3.-2

アジ（プログラム4）は新疆の統計データを使用し、主な食糧生産物の小麦、米、トウモロコシの地域分布を衛星データとGIS手法により食糧生産の空間的な変化について解析した。その結果、それらの生産が南新疆のみならず、北新疆にも拡大していると報告した。持続的に発展している新疆における食糧生産の変化要因を理解するため、食糧生産の変化とその要因について主成分分析を行った。その結果、新疆における食糧生産の全体的な変化を食糧作付面積の推移段階、水利施設の改善と食糧生産作付面積の共同推移段階、単収のアップと化学肥料の推移段階、農業機械化の推移段階であることを考察した。

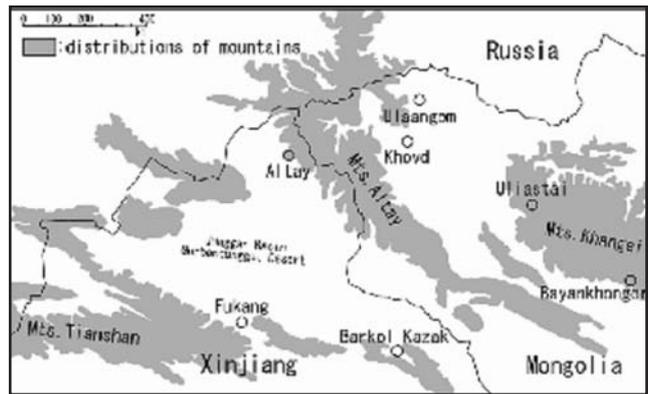


図8.1.3.-3：調査対象地域

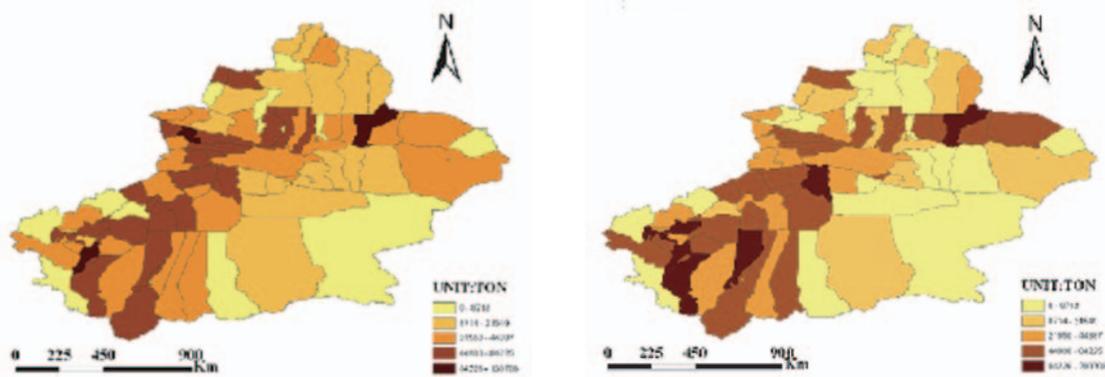


図8.1.3.-4 Wheat 1990

Wheat 2008

伊東（プログラム5）はタクラマカン沙漠の中でも荒漠化が進行しているタリム河の下流の大西海子ダム周辺において、農地と沙漠の中間に位置する疎らな植生地（沙漠交錯帯）の詳細な変動を、衛星データを解析することにより初めて数値評価した。2001年5月及び2002年5月を比較した結果、増加した面積は520 km<sup>2</sup>で、その8割を植生被覆率8%～9%の地域が占める。2003年5月および2004年5月を比較した結果、減少した面積は310 km<sup>2</sup>で、その9割以上を植生被覆率8%～9%の沙漠交錯帯であることがわかった。その結果、変動の大きな地域は沙漠交錯帯で、それは農地の開発などの人間活動と沙漠からの砂の侵入の影響を受けやすい地域であると報告した。

2003年にはタリム河中下流域の沙漠交錯帯において最も植生域が増加していることがわかった。その要因は、その年の4月の中国北部から中央アジア（キルギス、天山山脈）の帯状の地域の異常多雨（気象庁資料）のため、ダムからの大量の放水が寄与している。

このように沙漠交錯帯の植生は農地の開発、ダムの管理などの人間活動にきわめて敏感であると述べた。

平成13年度より開催された「中国新疆ウイグルの環境変動に関するシンポジウム」は、平成23年度をもって、終了することになりました。

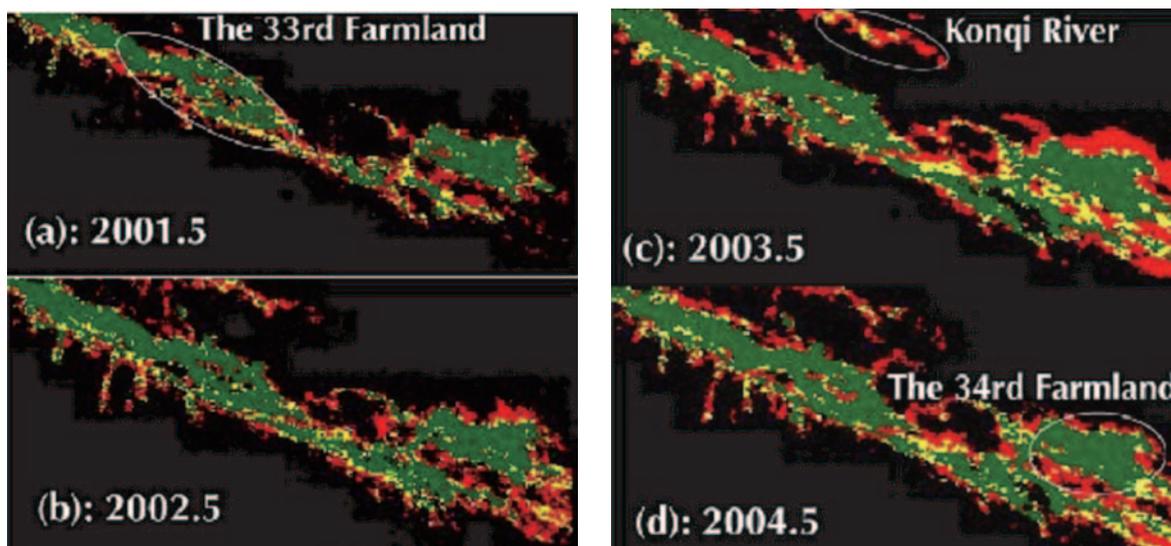


図8.1.3.-5 タリム河下流の2001年から2004年の植生被覆率の分布

## [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）

現在CEReSで受信、処理している衛星は設立初期より継続しているNOAA/AVHRRシリーズ、日本の静止気象衛星MTSATシリーズ、中国静止気象衛星FYシリーズ、アメリカ静止気象衛星GOES-E、-Wシリーズ、ならびにTerraおよびAqua衛星に搭載されたMODISです。NOAA/AVHRRは導入された受信・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自動で行っていたが、2010年10月の点検計画停電後に受信ワークステーションが故障し、受信不可能となってしまった。2011年3月末に代替処理サーバを導入し生データ処理（level1b）処理を行っていたが、現在はプロダクト生成まで可能となっている。MTSATは受信施設を持たず、ウエザーニューズ社からのインターネット経由でのデータ提供により、gridデータ生成および公開を自動で行っている。FYシリーズ（現在はFY2-Dを受信）は当センターで受信したデータをMTSAT同様のgridデータへ自動で変換・公開している。GOESシリーズもMTSAT同様にウエザーニューズ社よりオリジナルデータ提供を受け、gridデータへの変換および公開を自動で行っている。MODISはJAXAで受信された日本付近のデータをインターネット経由で取得、アーカイブしている。

- NOAA/AVHRRシリーズ （1997年4月15日受信開始）
- MTSATシリーズ （2005年6月よりアーカイブ開始）
- FY (B/C/D) シリーズ （1998年4月より受信開始）
- GOES-E、-Wシリーズ （1998年分よりアーカイブあり）
- MODIS （2004年8月よりアーカイブ開始）

### 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）に電波無響室が完成しました。この設備は周波数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する予定です。この設備の寸法は幅4.0m×長6.6m×高2.4mで、また吸収特性は35dB以上です。

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ました。また、合成開口レーダの開発に必要なマイクロ波回路とアンテナを開発するために、モーメント法 (MoM)、有限要素法 (FEM) などを使用した高周波回路・アンテナ設計用のソフトウェアも整備しました。

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います。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ます。

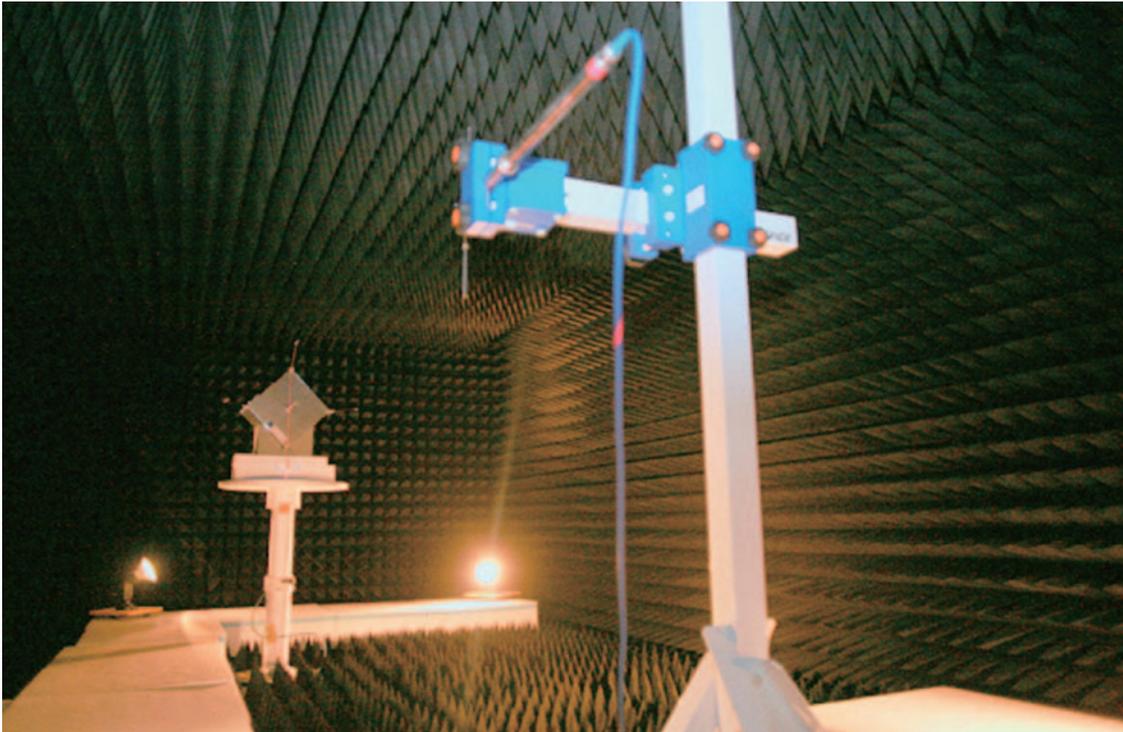


図9.2. 電波無響室内における小型衛星の測定した様子

### 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が平成22年度補正予算措置により更新された。

衛星や地上観測データを用いた地球表層環境のリモートセンシング計測において、大気環境データはその重要な一翼を担っている。とりわけ、大気中のエアロゾルと雲の光学的な特性については、IPCCの最近の報告にも記載されているように、地球環境の近い将来に大きく影響するにもかかわらず、科学的な把握がなお不十分な状態にとどまっており、その早急な対応が求められている。CEReSではこれまで、平成8年度に導入した多波長ライダーシステムを活用し、衛星データの大气補正などにおいて不可欠なエアロゾルの光学特性やエアロゾル量の計測を行ってきた。しかし、装置の耐用年数を大きく経過しており、また、システムとしても近年の計測技術の進展に十分に対応できない状態であった。今回の更新は、CEReSの4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・共同研究の高度化を図る目的で行われたものである。

大気データ取得ライダー装置（Atmospheric Data Collection Lidar, ADCL）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9-2参照）。可搬性も考慮した多波長構成のコンパクト化を図り、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。

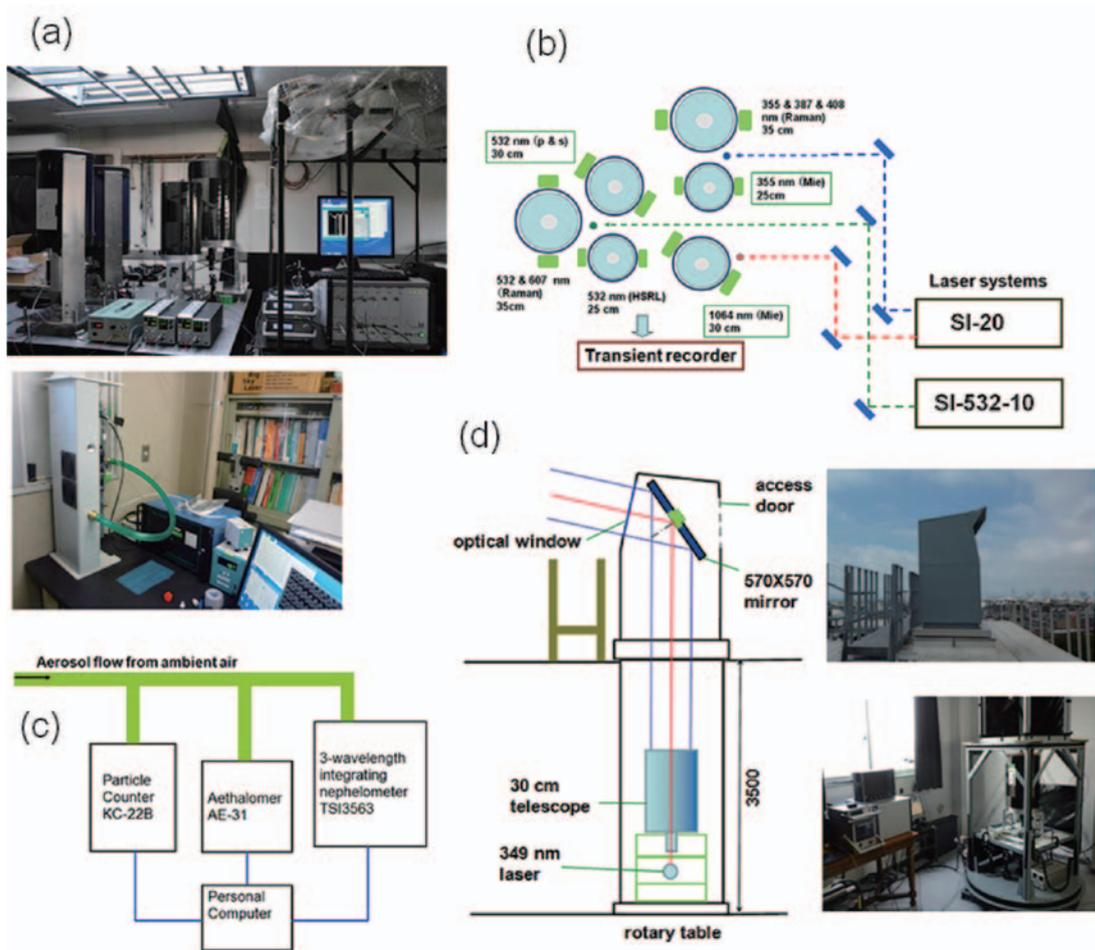


図9.3. 大気データ取得ライダー装置（ADCL）：(a) 多波長ライダーユニット、(b) 多波長ライダーユニットの構成図、(c) 地上エアロゾル計測装置、(d) PPI装置の構成図と写真

#### 9.4. ソフトウェア

（ヨサファット研）

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 ERDAS, PCI など

## [10] 平成23年度計算機データベース主要業務

### 10.1. 概要

2011年度は東日本大震災、およびその後の計画停電等電力逼迫への対応、ならびにVL構成員の異動等に伴う実働部隊の変化等々目まぐるしく変わる現況への対応に追われた年であった。

### 10.2. 2011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

計画停電や省電力対策等を除けば、基本的には現状維持である。

表10.2.: データベース・計算機委員会、管理支援室、VLで対応した障害・通常運用外事項

年/月/日	障害・対応事項
2011/3/14-計画停電中	計画停電に伴う一時的な対応（出来る限り直前まで運用、復旧後再稼働） 運用停止サーバ：avhrr、gms、meteosat 公開範囲縮小（RAID部分停止）サーバ：modis 他の運用サーバ
2011/05/06	modis server：移行完了。
2011/05/10	gms server：RAID故障によりgms serverの運用停止、バックアップテープよりgms系データをgeoinfo serverへgeostationary群として格納、サーバ統合へ
2011/07/01	日本船用によるAVHRR受信アンテナ保守。
2011/07/20-21	AVHRRアンテナ制御パッチ導入、プロダクト生成再開、公開へ
2011/07/27	www用UPS バッテリ交換、テープバックアップサーバーケーブル交換 goes server：gvarデータの消去によりディスク確保
2011/08/03-06	MTSAT2→MTSAT-1Rへの代替運用有
2011/08/12	tastm server：運用停止
2011/08/21	noaarec：stracker停止あり再起動
2011/09/09	節電解除、節電対応で停止していた公開サーバ稼働
2011/10/02	西千葉キャンパス点検停電、前後対応処理
2011/10/04	goes server：RAIDディスクエラー、ディスク交換
2011/10/24	fyrec：受信機コンバータ加熱対応（冷却ヒートシンク取り付け）
2011/11/01,27	noaarec：stracker停止あり再起動
2011/1101-12/26	MTSAT2 →MTSAT-1Rへの代替運用有
2011/11/22	goes server：RAIDディスクエラー、ディスク交換
2011/12/06 -	GOES-W：GOES -11 → GOES -15移行、grid処理プログラムアップデート対応（動作確認のため、変更直後からの運用ならず）
2012/01/05	ネットワークハブ故障、交換
2012/01/19-02/01	fyrec：受信停止、アンテナねじはずれあり、02/01修理完了、残留データの再処理
2012/01/01-02/01	そらまめ君サイト（環境省大気汚染物質広域監視システム）よりデータダウンロード停止、02/01回復
2012/01/23	meteosat server：UPSバッテリー切れのため交換
2012/02/22-24	fyrec：受信停止、ソフトウェア不良、再処理
2012/02/28	noaarec：stracker停止あり再起動
2012/03/27	noaarec：stracker停止あり再起動

### 10.3. 2011年度データダウンロード実績

2011年度のデータダウンロード実績は以下の通りである。

表10.3. : 2011年度データダウンロード実績 (数字はファイル数)

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	326,088	219,833	35% / 3.2倍
Terra Aqua / MODIS	52,813	19,290	75% / 2.8倍
GMS5, GOES-9	1	81,868	- / 60 %
MTSAT	820,236	1,708,256	27% / 2.2倍
FY2	595,140	398,612	81% / 1.8 倍
METEOSAT, MSG	5,607,125	0	25.9倍 / --
GOES-W, -E	1,045,359	1,023,924	54% / 7.9倍
地理情報等	1,045,359	326,138	54% / 3.4倍
TRMM, A-Train	150	-	
総計	9,574,826	2,829,271	1.35 倍 / 2.12倍

計画停電、夏季・冬季の節電期間があるにも関わらず、特に学外の利用数は順当に増加している。一方、学内利用はMETEOSATが突出しているが、これはVL、CEReS 共同利用のためのデータコピーが殆どであるため、実質的には学内利用は前年比で減っている。

## [11] 平成23年度ニュースレターヘッドライン

(<http://www.cr.chiba-u.jp/japanese/news.html>)

### ◆ Newsletter No.65 (発行2011年4月)

東日本大震災から何を学ぶべきかー巨大地震と未曾有の災害の中での新年度のスタートー  
気象衛星で見た巨大地震と津波による海岸線の変貌、2011年度 CEReS のスタッフと学生現況  
夏季の電力供給不足に対応した CEReS の取り組み例

### ◆ Newsletter No.66 (発行2011年5月)

日本リモートセンシング学会より感謝状 (石山隆協力研究員)  
日本リモートセンシング学会より論文奨励賞 (グエン タン ホアン特任助教)  
「基礎からわかるリモートセンシング」出版される  
日本リモートセンシング学会理事に選出 (久世センター長)  
インドネシア・ムラワルマン大学学長一行の訪問

### ◆ Newsletter No.67 (発行2011年6月)

福島原発事故と科学者の役割、東日本大震災災害ボランティアに参加して  
<会議参加報告> 第7回 IWGGMS 会議、第3回 GOSAT PI 会議

### ◆ Newsletter No.68 (発行2011年7月)

福島第一原発事故に関わる避難区域周辺における空間線量率の詳細分布 [速報]  
「東日本大震災を巡る千葉大学の役割に関する検討会」開催  
開発途上国の統計専門家の見学、CEReS 拠点運営委員会開催  
[Technical Report] - 微分干渉合成開口レーダによるインドネシア・メラピ山噴火のモニタリングー

### ◆ Newsletter No.69 (発行2011年8月)

CEReS のこの夏の電力使用量  
CEReS 多波長ライダーシステム更新されました

### ◆ Newsletter No.70 (発行2011年9月)

学位論文紹介

### ◆ Newsletter No.71 (発行2011年10月)

環境リモートセンシング研究センター外部評価委員会開催 (10月6日)  
ブルキナファソ国 (西アフリカ) 農業・水利省大臣の来訪 (10月27日)  
来春の花粉飛散量予測ー全国的に今年より7割減少の見込みー (CEReS と NWI との共同研究成果報告)

ヨサファット先生、ICSANE2011にて Best Paper Award および Best Support Award を受賞

◆ Newsletter No.72 (発行2011年11月)

中国科学院楽城農業生態系統試験站30周年記念式典  
新疆師範大学訪問  
市民講座・シンポジウムの記録  
千葉市市民講座開催 (千葉市科学館・千葉大学連携企画)

◆ Newsletter No.73 (発行2011年12月)

第2回アジアオセアニア気象衛星ユーザ会議への出席  
CEReS にビデオ会議システムが導入されました  
中国旅印象記 (高村民雄)  
はやぶさ展と聖学院中学見学

◆ Newsletter No.74 (発行2012年1月)

平成23年度千葉大学環境リモートセンシング研究センター修士1年生中間発表会  
Short Visit・Short Stay Program プレ・ダブルディグリップログラム  
文部科学省研究振興局学術機関課二瓶稔之係長 CEReS 訪問  
NOAA/AVHRR 受信・プロダクト処理システムが刷新

◆ Newsletter No.75 (発行2012年2月)

第14回環境リモートセンシングシンポジウム開催  
第11回中国新疆ウィグルの環境変動に関するシンポジウム報告

◆ Newsletter No.76 (発行2012年3月)

第17回 CEReS 国際シンポジウム開催  
小林客員教授 (防衛大学校)、2012年度の継続お願いする  
学位取得おめでとうございます  
CEReS 卒業研究から…  
烟花三月揚州に下る - 揚州訪問記 (高村民雄)

## [12] 組織・運営・人事・予算

### 12.1. センター構成員（平成24年3月現在）

#### [教員]

##### (研究プログラム1)

教授	久世宏明	准教授	J. T. Sri Sumantyo	准教授	本多嘉明
講師	梶原康司	助教	齋藤尚子		

##### (研究プログラム2)

教授	高村民雄	教授	西尾文彦	教授	建石隆太郎
准教授	樋口篤志				

##### (研究プログラム3)

教授	近藤昭彦	助教	本郷千春		
----	------	----	------	--	--

#### [特任教員・非常勤研究員]

特任助教	小花和宏之	研究機関研究員	LUHUR BAYUAJI
特任助教	竹中栄晶	研究機関研究員	NGUYEN THANH HOAN
特任助教	KHATRI PRADEEP		
特任助教（産学官）	谷川 聡		

---

#### [技術系職員]

研究支援推進員	青木佐恵子
技術補佐員	立石 彩
技術補佐員	千葉真弓
技術補佐員	古川隆朗

#### [事務系職員]

工学系事務センター長	鈴木康仁
工学系副事務センター長	島津俊長
工学系副事務センター長	天野千恵子
(センター支援グループ)	
専門職員	川崎和也
事務補佐員	津島香織
事務補佐員	木下さやか
事務補佐員	河淵享子
(センター事務)	
事務補佐員	鈴木 綾
事務補佐員	島谷まり子
事務補佐員	宮本千早

12.2. 人事異動

(平成24年3月31日退職)

教授 西尾 文彦

12.3. 職員名簿 (平成24年3月現在)

センター長 久世宏明	
リモートセンシング基盤研究領域	リモートセンシング複合研究領域
教授 高村民雄	教授 建石隆太郎
教授 西尾文彦	教授 久世宏明
准教授 J. T. Sri Sumantyo	教授 近藤昭彦
客員准教授 小林文明	准教授 本多嘉明
	准教授 樋口篤志
	客員教授 鈴木 睦
	客員准教授 鏡味麻衣子
衛星データ処理室	
室長・講師	梶原康司
助 教	本郷千春
助 教	齋藤尚子

12.4. 運営協議会

平成23年度 千葉大学環境リモートセンシング研究センター運営協議会委員名簿

平成24年3月31日現在

役職	氏名	所属・職名
委員長	久世宏明	環境リモートセンシング研究センター（センター長）
委員	伊藤秀男	大学院融合科学研究科（教授）
委員	服部克己	大学院理学研究科（教授）
委員	笹野泰弘	国立環境研究所地球環境研究センター（センター長）
委員	本間正修	宇宙航空研究開発機構（理事）
委員	才野敏郎	海洋研究開発機構（プログラムディレクター）
委員	上田 博	名古屋大学地球水循環研究センター（教授）
委員	中島映至	東京大学気候システム研究センター（教授）
委員	飯村 晃	千葉県環境研究センター（主席研究員）
委員	建石隆太郎	環境リモートセンシング研究センター（教授）
委員	近藤昭彦	同上

## 12.5. 予算

### センター年間予算

事 項	予算額 (円)	備考 (受入件数)
運営費交付金	102,894,500	—
外部資金	230,617,429	—
受託研究費	82,162,357	11
共同研究費	8,379,000	3
受託事業	500,000	1
奨学寄附金	28,036,374	6
科学研究費補助金	26,500,000	5
補助金等	73,400,000	1
間接経費	11,639,698	—
合 計	333,511,929	27

## 12.6. センター内委員会

### 平成23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	近藤昭彦	本多嘉明、樋口篤志、J. T. Sri Sumantyo
共同利用研究推進委員会	本多嘉明	建石隆太郎
広報委員会	高村民雄	J. T. Sri Sumantyo
施設委員会	建石隆太郎	J. T. Sri Sumantyo
計算機及びデータベース委員会	樋口篤志	高村民雄、建石隆太郎、齋藤尚子
中期計画推進委員会	久世宏明	西尾文彦、高村民雄、建石隆太郎、久世宏明、近藤昭彦、本多嘉明、樋口篤志、J. T. Sri Sumantyo、梶原康司、本郷千春、齋藤尚子
教育委員会	J. T. Sri Sumantyo	高村民雄、梶原康司、本郷千春
自己点検・評価委員会	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専門職員

千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
平成 23 (2011) 年度 年報 (第 17 号)

2012 年 3 月発行  
(400 部)

編集 CERE S 広報委員会  
表紙デザイン 石山 隆

〒 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

