

第 20 回 CEReS  
環境リモートセンシングシンポジウム  
資料集

Proceedings of the 20th Symposium on  
Remote Sensing for Environment

2018 年 2 月 15 日  
千葉大学けやき会館

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 (CEReS)  
Chiba University

第 20 回環境リモートセンシングシンポジウム資料集  
(2017 年度 CEReS 共同利用研究発表会資料集)

目次

【プログラム - 1】

気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証 —衛星観測海水データの活用— 馬淵和雄 (国立環境研究所)・本多嘉明・梶原康司	2
マルチプラットフォーム衛星解析と地上レーザーによる森林災害評価 加藤 顕 (千葉大学園芸学研究科)・若林裕之・ヨサファット T. S. スマンティヨ	4
小型 UAV を用いた森林樹冠の地表面モデル (DSM) の作成 齋藤有希 (首都大学東京 都市環境学部)・長谷川 宏一・泉 岳樹・松山 洋	8
アイスアルジーのリモートセンシング手法の開発 朝隈康司 (東京農業大学 生物産業学部)・喜田直人	9
Landsat 衛星画像を用いたオブジェクトベース手法とピクセルベース手法による地表面分類の比較 —熊本を事例に— 立木咲希 (首都大学東京 都市環境学部)・山本遼介・泉 岳樹	10
SAR データを使用した稲作地の浸水域抽出 若林裕之 (日本大学 工学部)・北神貴久・本橋和重	11
マルチスペクトルカメラを用いた UAV 農業リモートセンシング 小花和宏之 (株式会社 ビジョンテック)・加藤 顕	12
ミリ波雲レーダ FALCON による雲雨の内部構造ドップラー解析 鷹野敏明 (千葉大学工学研究院)・鈴木康樹・小池康太・森川康平・笛田 亮・五十嵐 涼・ 森田日向・水田篤秀・河村洋平・中田裕之・大矢浩代・高村民雄	13
UAV 搭載を目指した小型光学式 (火山ガス) センサの開発検討 大前宏和 ((株) センテンシア)・三宅俊子・小花和 宏之・ヨサファット T. S. スマンティヨ	14
レーザー誘起ブレイクダウン分光法を用いた大気中エアロゾルのリモート成分分析手法の開発 染川智弘 (公益財団法人レーザー技術総合研究所)・大塚昌孝・久世宏明・前田佳伸・ 藤田雅之・宮永憲明	15
巨大地震・津波の予測システムの開発とその社会実装 (実用化試験) プロジェクト 服部 克巳 (千葉大学院理学研究院)	16
Xバンド航空機 SAR 画像を用いた橋梁の地震・津波被害抽出 平野晴也 (千葉大学工学研究院)・山崎文雄・劉 ウェン	19

<b>A New Unsupervised Classification of Collapsed Buildings Using Terra SAR-X Imagery, Hazard Distribution and Fragility Functions</b> . . . . .	22
Luis MOYA (東北大学災害科学国際研究所)・山崎文雄・劉 ウェン	

<b>Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling の観測学的研究</b> . . . . .	26
大村潤平 (千葉大学大学院理学研究科)・吉野千恵・服部克巳・Dimitar Ouzounov・ Jann-Yenq Tiger Liu・下 道國・小西敏春・古屋隆一	

### 【プログラム - 2】

<b>震災津波人命リスクモデルの汎用化と対象域の拡大</b> —相模湾湘南域の鎌倉市から藤沢市への適用— . . . . .	28
金子大二郎 ((株) 遥感環境モニター)	

<b>GOSAT FTS TIR から導出したメタンプロファイルデータを用いた上部対流圏のメタン変動について</b> . . . . .	31
江口菜穂 (九州大学 応用力学研究所)・齋藤尚子・丹羽洋介	

### 【プログラム - 3】

<b>空間データに基づいた未来地域デザイン科学の試行的検討</b> —原発事故災害を被った地域を例に . . . . .	34
小林達明 (千葉大学園芸学研究科)・児矢野千穂・間瀬皓介・高橋輝昌・近藤昭彦・ 宮崎美砂子	

<b>シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた作物生産量推定法の検討</b> 第1報 2017年の宮城県沿岸部農家圃場における大豆生産阻害要因の評価 . . . . .	35
山本修平 (東北大学農学研究科)・本間香貴・橋本直之・齋藤裕樹・牧 雅康	

<b>UAV リモートセンシングに基づく水稻の玄米タンパク含有率推定と味のグラフ化</b> . . . . .	36
濱 侃 (千葉大学大学院理学研究科・学振 DC)・田中 圭・望月篤・鶴岡康夫・近藤昭彦	

<b>Effective Feature Selection for Damaged Buildings Using Post-Earthquake Satellite Image with Machine Learning</b> . . . . .	37
朴 鍾杰 (東京情報大学総合情報学部)	

<b>MODIS データによるオブジェクト分類</b> . . . . .	38
金ヨンファン (東京情報大学総合情報学部)・朴 鍾杰・浅沼市男	

<b>UAV リモートセンシングによる熱赤外カメラを用いた水稻モニタリング</b> . . . . .	39
田中 圭 (一般財団法人 日本地図センター)・濱 侃・近藤昭彦	

## 【一般研究】

インド亜大陸北東部の雨滴粒度分布と衛星搭載降雨レーダー観測 . . . . .	42
村田文絵 (高知大学自然科学系)・林 泰一・木口雅司・山根悠介・福島あずさ・寺尾 徹	
マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法 —北海における風速プロファイルモデルの検証— . . . . .	46
香西克俊 (神戸大学・海事科学研究科)・大澤輝夫・杉山康弘	
大気補正プログラムのコンテナ化とその利用 . . . . .	50
飯倉善和 (弘前大学大学院理工学研究科)・久世宏明・関口美保・眞子直弘	
探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究 . . . . .	52
野口克行 (奈良女子大学大学院自然科学系)・上田真由・入江仁士・林寛生	
ドローンによる里地里山生態系の観測 . . . . .	54
永井 信 (国立研究開発法人海洋研究開発機構)・梶原康司・斎藤 琢・吉竹晋平・ 本多嘉明	
太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍光測定 . . . . .	58
増田健二 (静岡大学 技術部)・眞子直弘・田中 佑・白岩立彦・久世宏明	
奈良における地上光学観測データ解析によるエアロゾルの経年変化 . . . . .	62
久慈 誠 (奈良女子大学大学院自然科学系)・山本 咲・萩原美沙子	
UAV 搭載 CP-SAR システムのためのプリント基盤設計 . . . . .	63
浜口 暢 (千葉大学工学部情報画像学科)・文屋 勝・難波 一輝・ ヨサファット T. S. スマンティヨ	
DOAS 法による生活環境圏における CO <sub>2</sub> 濃度の計測と検証 . . . . .	64
飯田大貴 (茨城大学大学院理工学研究科)・奥出信一郎・久世宏明・桑原祐史	
火星地表から LED LIDAR を利用したダスト観測の地上模擬実験 . . . . .	65
千秋博紀 (千葉工業大学惑星探査研究センター)・椎名達雄・乙部直人・はしもとじょーじ・ 眞子直弘・久世宏明・Prane Ong・和泉朔太・安田博哉・梅谷和弘・西本昌司	
TRMM 時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析 . . . . .	66
山本宗尚 (京都大学理学研究科)・重 尚一・樋口篤志	
バリ島における衛星データを使用した乾燥計測と農業乾燥の研究 . . . . .	67
大澤高浩 (ウダヤナ大学海洋科学リモートセンシング研究センター)・ Abd.Rahman As-syakur・I Wayan Sandi Andnyana	
自然災害により生じた電離圏変動の定量的解析 . . . . .	68
中田裕之 (千葉大学工学研究院)・長南光倫・井上雄太・益子竜一・町 康二郎・大矢浩代・ 鷹野敏明・冨澤一郎・津川卓也・西岡未知	

<b>流域源頭部において土砂動態が降雨一流出関係に及ぼす影響</b> . . . . .	69
堀田紀文（東京大学農学生命科学研究科）・小田智基・山川陽祐	
<b>無人小型飛行体搭載用 LED ミニライターの開発—ダスト挙動観測と解析—</b> . . . . .	70
椎名達雄（千葉大学工学研究院）	
<b>第 20 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム プログラム</b> . . . . .	73

# プログラム - 1

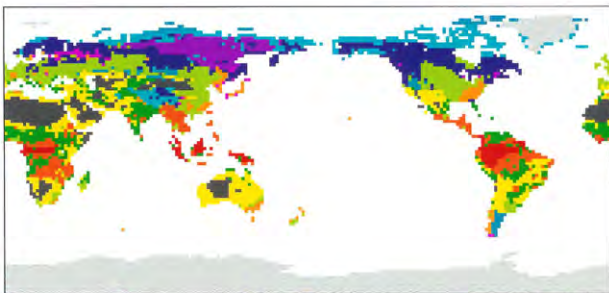
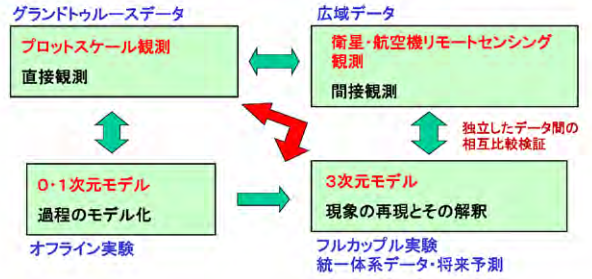
気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証

— 衛星観測海水データの活用 —

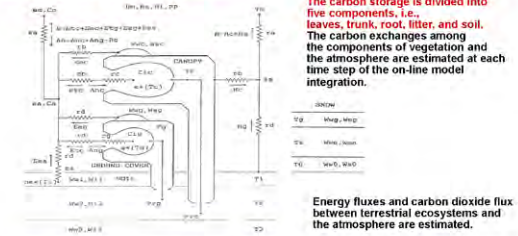
馬淵和雄(国立環境研究所)  
本多嘉明(千葉大)、梶原康司(千葉大)

第20回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム  
2018.2.15

地点観測データ・リモートセンシングデータ・モデルデータの融合  
クロスチェックによる地球システムの全体像の理解

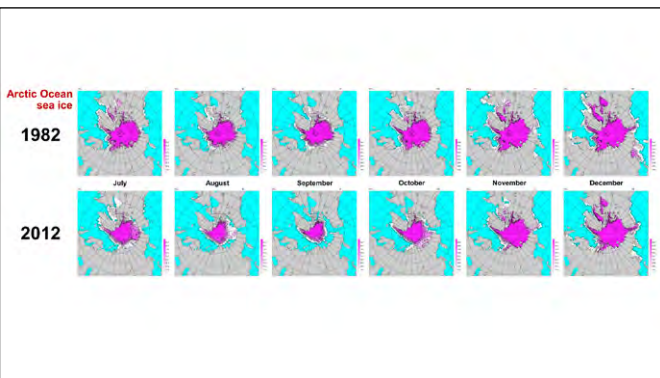


Land surface process model

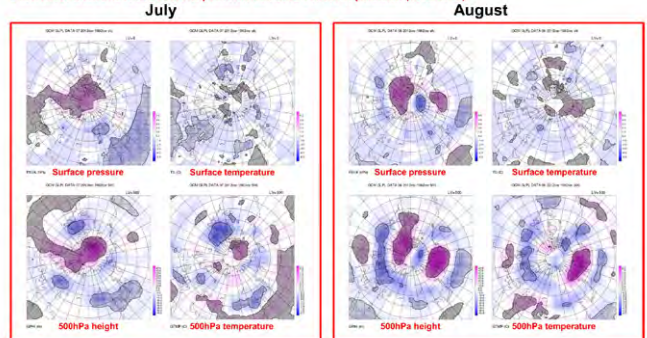


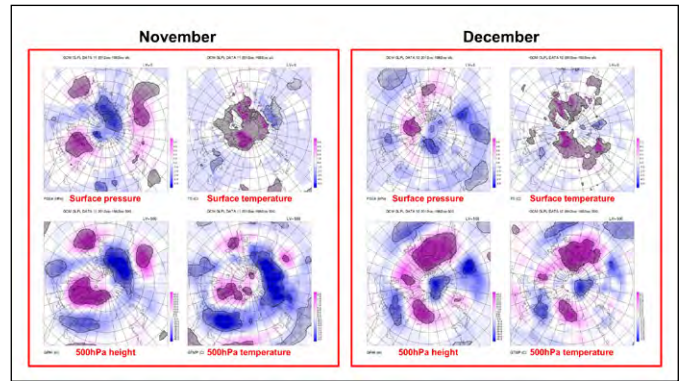
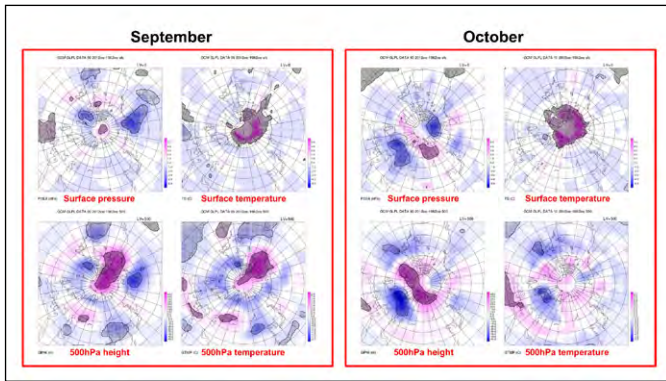
Biosphere-Atmosphere Interaction Model (BAIM) (Mabuchi et al. 1997)

- C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants photosynthesis processes
- Snow accumulation and melting processes
- Soil water freezing and melting processes



Differences between 1982 sea ice experiment and 2012 sea ice experiment (2012-1982)





**まとめ**

- ◆相互に因果関係の無い衛星プロダクトと気候モデル出力プロダクトの独立したプロダクトとしての相互比較検証は、双方のプロダクトの精度向上にとって非常に有効である。
- ◆モデルで再現される各要素は、総合的な検証は必要であるものの、物理的および生物生態学的に矛盾しない相互作用関係を構築している。よって、衛星プロダクトがモデル検証情報となる一方で、モデルによる再現結果についても、衛星による間接観測データから個別にそれぞれのアルゴリズムにより抽出される各要素データの、広域的相互検証のための、相対的基準情報と成り得ると考えられる。
- ◆今回は、衛星観測により得られた北極海海水変動データを活用し、それらの変動が地球環境変動にどのような影響を与える可能性があるかに関する気候モデル数値実験解析を行った。用いた海水データは、JAXAから提供された1982年および2012年の北極海海水分布データである。2012年においては、1982年と比べて、北半球暖候期の海水が相対的に少ない。
- ◆海水が少ない領域において、アルベドの減少、SSTの上昇、上向き顕熱・潜熱フラックスの増加、下向き短波放射の減少、下向き長波放射の増加が起きている。これらの領域において、SSTの正偏差による外力により、大気が不安定傾向となる。それにより、上昇流傾向および地上気圧の負偏差傾向が生じる。これらの偏差により、大気中上層の高度・気圧偏差パターンが形成されることが分かった。
- ◆今後、炭素循環も含めたより詳細な解析を進め、気候モデルで再現された現象が、衛星観測およびその他の観測データからも検出されているかどうか、検証を進めて行く予定である。
- ◆さらに、衛星プロダクトとモデルプロダクトの相互利用の可能性を実証していくとともに、それらのプロダクトを統合的に利用した地球システム理解のためのシステム構築を目指したい。



# マルチプラットフォーム衛星解析と地上レーザーによる森林災害評価

加藤 顕<sup>1)</sup>, 若林 裕之<sup>2)</sup>, ヨサファット T. S. スマンティヨ<sup>3)</sup>

- 1) 千葉大学 大学院園芸学研究科
- 2) 日本大学 工学部
- 3) 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

## 研究の背景

熱帯林での森林政策  
- REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries)

MRV (Measuring, Reporting, and Verification)

衛星画像 (Landsat) をベースとした森林モニタリング  
熱帯林以外 (亜寒帯林) での森林モニタリング手法は確立されていない。

環境省 REDD+ の窓11

亜寒帯林: 世界の約15%の陸地面積を占める。  
炭素蓄積量は森林全体の35%以上 (熱帯林に次ぐ炭素蓄積量)  
地球温暖化の影響で、森林火災が生じやすくなってきている (Kasischke et al., Ecological Application 5, 437-451. 1995)

マルチプラットフォーム衛星解析

Google Earth Engine x Open Data Kit (ODK)

## 森林域での自然災害

- 森林災害は、地球温暖化の影響で頻度が増している？
- 森林火災 (大規模変化)
- 風倒害 (小規模変化)

## 研究対象地とテーマ

1. 時系列の衛星データを用いて被害状況の定量的に解析できるようにする。  
カナダの広域管理: 森林火災  
カナダ
2. 自然災害による林内状況の変化を定量的に解析する手法の確立を行う。  
3次元データの有効活用: 風倒害  
オーストラリア

森林火災 = 可燃性バイオマスの量 変化  
風倒害 = 巨木の倒木位置の確認

## 実用性

- 効率的な現地データ収集 + 直接比較可能

従来の方法 (サンプル) → 3次元データ (wall to wall)

### Terrestrial Laser (地上レーザー)



RIEGL VZ 400  
3,000万円  
半径 600m





Trimble TX5  
900万円  
半径 150m






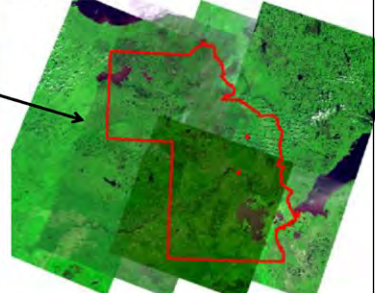
SICK LMS511  
150万円  
半径 40m



### 研究対象地 (森林火災)



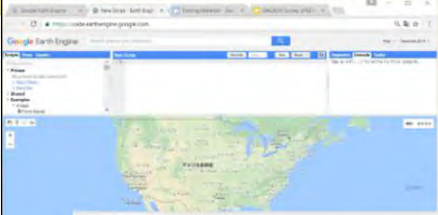
NWT-Northwest Territories  
Fort Smith



Wood Buffalo National Park (45,584 km<sup>2</sup>)


- 約70年サイクルで森林火災が生じている。
- 亜寒帯林、人の手が入っていない。自然状態。

### Google Earth Engine



Landsat, Sentinelのアーカイブを数行のコマンドで呼び出し、広域のデータを数秒で表示できる。

教師付き分類も可能

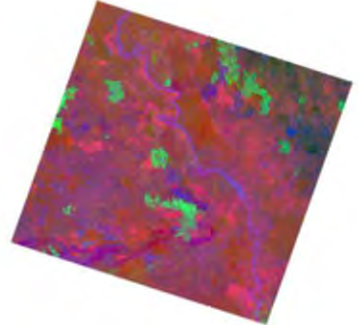
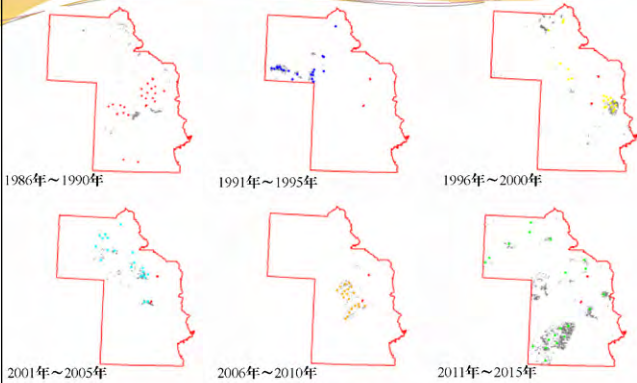


### Normalized Burn Ratio

$$(B4 - B7)/(B4 + B7)$$

B4: 近赤外  
B7: 中間赤外

R: 2014-2015年  
G: 2013-2014年  
B: 2011-2013年

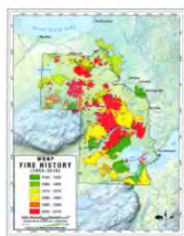
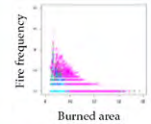





1986年～1990年      1991年～1995年      1996年～2000年

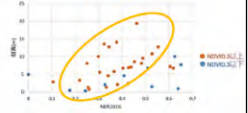
2001年～2005年      2006年～2010年      2011年～2015年

1986年～2015年における火災焼失場所の推定

### 時系列データを用いた森林火災の評価

1889\_1990 black  
1991\_1995 red  
1996\_2000 green  
2001\_2005 blue  
2006\_2010 light blue  
2011\_2015 pink

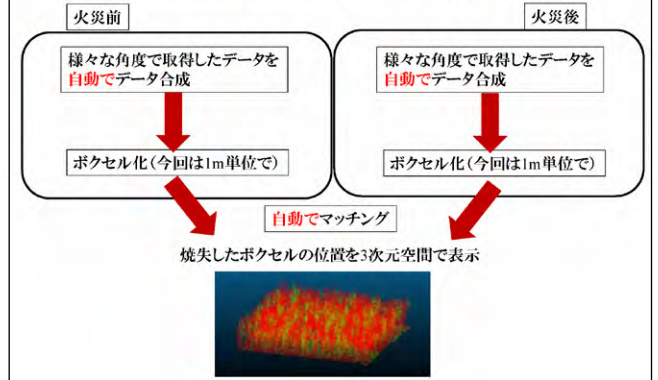


	1988_1990	1991_1995	1996_2000	2001_2005	2006_2010	2011_2015
Match (burned area)	1	12	10	17	14	18
Commission	1	0	0	1	0	0
Omission	19	8	10	3	6	2
Match (not burned area)	19	20	20	19	20	20
Total sampling	40	40	40	40	40	40
Kappa value	0	0.8	0.5	0.8	0.7	0.9
Type of Landsat	Landsat 5	Landsat 5	Landsat 5/7	Landsat 5/7	Landsat 7	Landsat 8

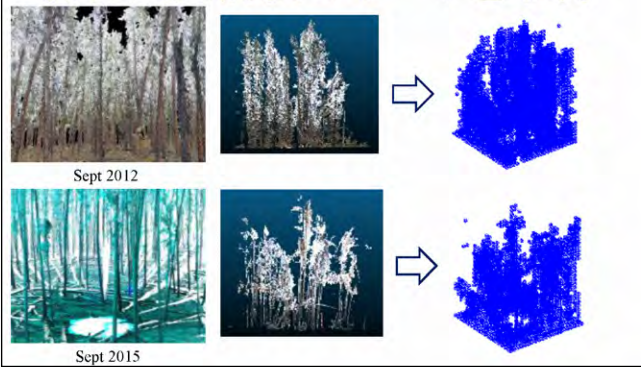
## 森林火災前後の3次元データ



## 地上レーザー解析手順



## 森林火災前後のデータを取得

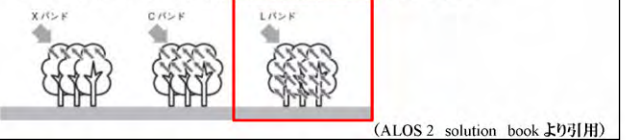


## 衛星レーザー

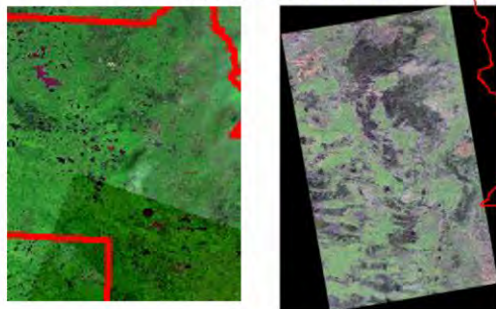
● ALOS PALSAR 2

### 利点

1. レーダーは、雲等による影響が少なく、常時モニタリング可能。
2. 対象物を「色」で判別するのではなく、「構造」を把握する。偏波を利用することで、特徴を抽出可能。
3. Lバンドレーダーは森林内部状況まで把握できる。



## PALSAR 2 (偏波情報を利用)

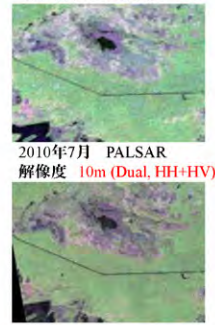


Landsat衛星

PALSAR2衛星

## 使用データ

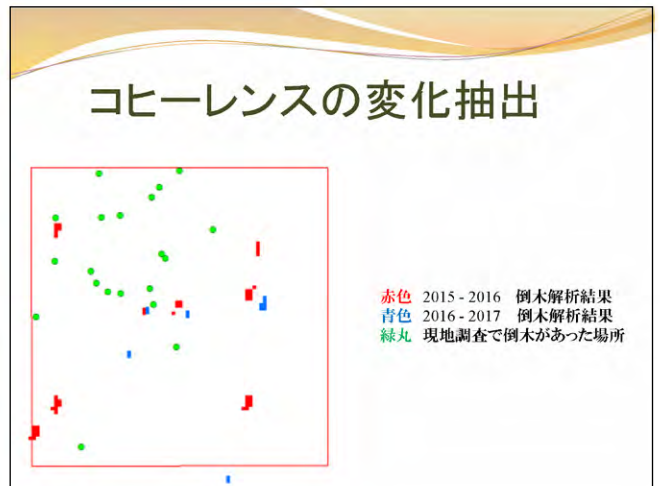
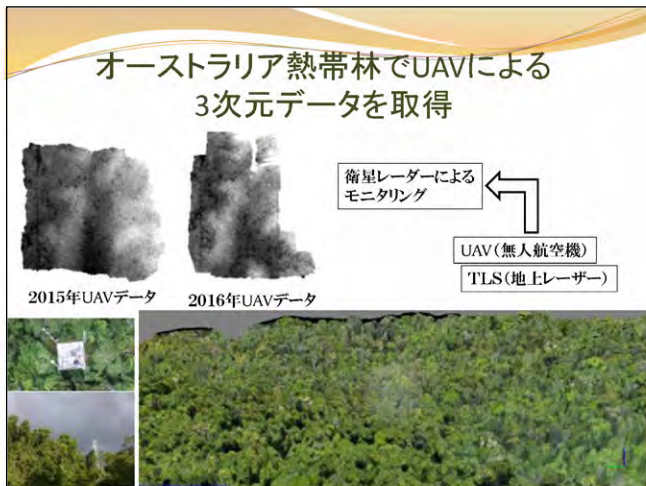
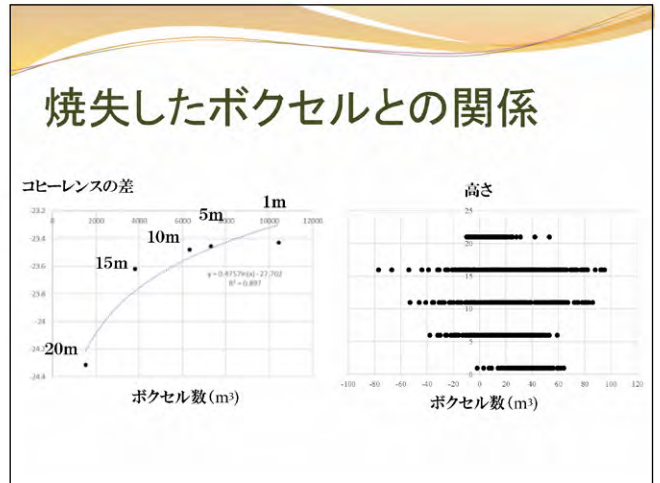
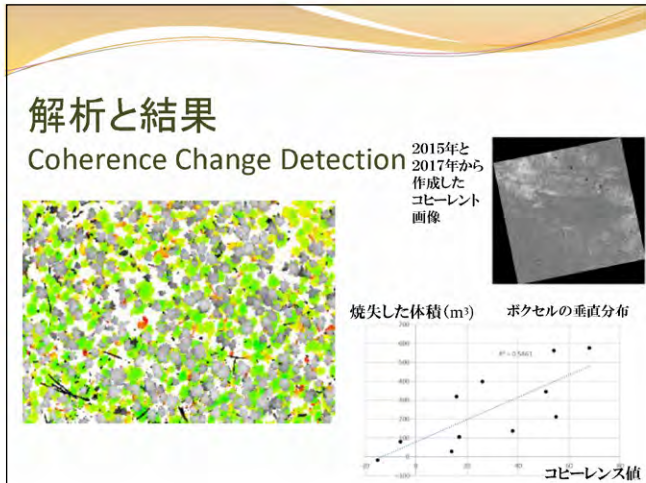
● 森林火災前後のデータ



2015年7月 PALSAR2 解像度 6.25m (Dual, HH+HV)



黒枠:国立公園  
 緑点(大):RIEGL TLS 赤枠:2015年PALSAR2データ  
 緑点(小):FARO TLS 緑枠:2016年PALSAR2データ



### まとめ

- 広域モニタリング技術 (Google Earth Engine, PALSARの経年的データの利用)
- 1. マルチプラットフォームによる解析が容易に可能
- 2. 現地検証には、3次元データを利用した最も効率が良く、正確なモニタリング。

⇒ 地上レーザーデータを取得するだけで森林災害評価が可能。

- 自然災害
  - 森林火災や風倒害が適切かどうかを判別できるようになるため、人による被害を含めた「自然のサイクル」を理解したデータ提供が可能。

⇒ 「見せる」データから「使える」データへ、リモートセンシングの高度利用が可能となる。

ご清聴感謝いたします。

謝辞  
本研究は環境省研究総合推進費 (2RF-1501) により行われています。

連絡先:  
加藤 颯, Ph.D.  
千葉大学 園芸学研究所  
[akiran@faculty.chiba-u.jp](mailto:akiran@faculty.chiba-u.jp)

# 小型無人航空機(UAV)を用いた森林樹冠の地表面モデル(DSM)の作成

\*齋藤有希<sup>1</sup>・長谷川 一<sup>1,2</sup>・泉 岳樹<sup>1</sup>・松山 洋<sup>1</sup>

(1:首都大学東京 都市環境学部 2:駒沢大学高等学校 理科)

\*Yuki SAITO, Kouiti HASEGAWA, Takeki IZUMI and Hiroshi MATSUYAMA (Tokyo Metropolitan University.)

連絡先: <saito-yuki1@ed.tmu.ac.jp>

## 1. 目的

### ◆ UAVを利用した森林観測

- ◆ DCM(Digital Canopy Model)の作成・樹高計測に活用(田村ほか2015、日本緑化工学会誌)。
- ◆ 二方向分光反射特性により植生物理量を推定するBRDF推定モデルにおいてUAV画像より作成されたDSM(Digital Surface Model)を利用(小野ほか2010、写真測量とリモートセンシング)。
- ◆ 植生物理量推定や簡易樹高推定をより高精度に行うための再現性の高い3Dモデル・DSMの作成手法の検討は現在不十分。

### ◆ 斜め視画像の利用

- ◆ UAVから撮影した画像より3Dモデル・DSMを作成する場合、画像にない情報は再現できない。
- ◆ 斜め視を加える事で直下視のみでは見えなかった部分や影となっていた部分が補充され、モデルの再現性が向上する(酒井ほか2016、日本リモートセンシング学会誌)。多方向から撮影した斜め視画像を追加する事で更なる再現性向上の可能性が示唆されている。
- ◆ 既に3Dモデル作成時における斜め視画像利用の検討は行われている(基本図情報部2015、国土地理院時報等)。しかし複数方向の斜め視を利用した3Dモデル作成に関する研究は行われていない。

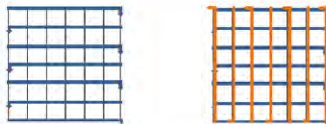
### 本研究の目的

- ◆ 再現性の高い3D森林モデル及びDSMの作成。
- ◆ モデル作成時に複数方向の斜め視画像を用いることの効果の評価。

## 2. 調査・研究手法

### ◆ UAVを使用し森林上空の空中写真を撮影

カメラの角度が直下視(正射位置)のフライトを2回、斜め視方向のフライトを4回(東西南北4方向からの複数方向撮影)を行った。本研究では1フライトで2方向から撮影できるDouble Grid Missionを利用して撮影した。



(a) Fig.1 UAVフライト経路 (b) Single Grid Mission (b) Double Grid Mission

### ◆ 研究対象地域

八ヶ岳南麓 山梨県所有のカラマツの人工林(若齢林)

### ◆ 撮影日時

2016年8月 6日 フライト3回

2017年7月28日 フライト3回

### ◆ 撮影条件(2016)

飛行高度80m(直下視1回斜め視2回)

ラップ率:オーバーラップ・サイドラップともに80%

斜め視の角度:30度

### ◆ 撮影条件(2017)

飛行高度60m(直下視1回斜め視2回)

ラップ率:オーバーラップ85%/サイドラップ70%

斜め視の角度:30度

### ◆ 使用アプリケーション・ソフト

Pix4Dcapture(Pix4D社): 飛行計画の作成に利用

PhotoScan(Agisoft社): 3Dモデルの作成に利用

ArcGIS(Esri社): 作成したDSMの編集

### ◆ 使用機体

Phantom3 Professional (DJI社) <2016年使用>

Phantom4 Pro(DJI社) <2017年使用>

### ◆ 撮影画像から3Dモデル・DSMを作成

PhotoScanを使用して撮影画像から以下のモデル・DSMを作成した。

### ◆ 作成したモデルの比較

現地観測にて取得した樹高137地点と、DSMと国土地理院取得の5mDEMの差分から得た推定樹高(DCM)の比較を行った。



Fig.2 本研究におけるワークフロー

## 3. 結果

### DCMの比較(2016)

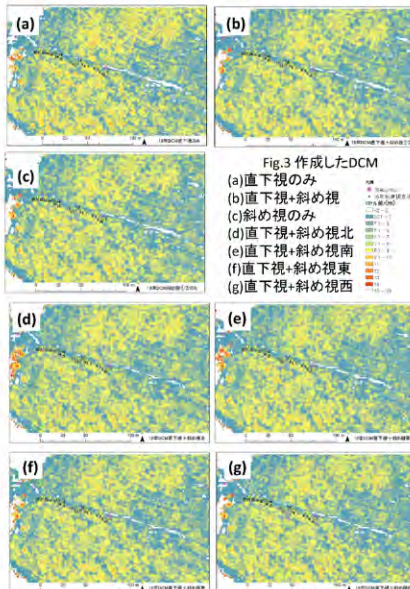


Fig.3 作成したDCM

Tab1. 実測値とDCMのRMSE比較

(a) 直下視①のみ	(b) 直下視① + 斜め視②	(c) 斜め視①②のみ	単位(m)
1.201	1.098	1.084	
(d) 直下視① + 斜め視東	(e) 直下視① + 斜め視西	(f) 直下視① + 斜め視北	(g) 直下視① + 斜め視南
1.048	0.990	1.071	1.106

### DCMの比較(2017)

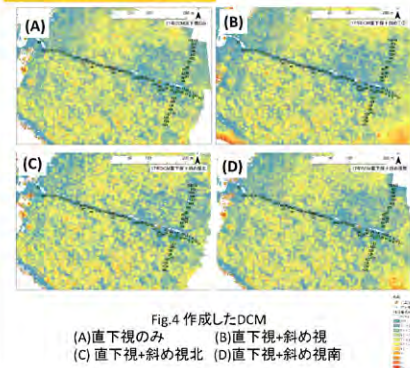


Fig.4 作成したDCM

(A)直下視のみ (B)直下視+斜め視 (C)直下視+斜め視北 (D)直下視+斜め視南

Tab2. 実測値とDCMのRMSE比較(2017)

(A) 直下①のみ	(B) +斜め視①②	(C) +斜め視北	(D) +斜め視南
1.518	1.797	1.430	1.571

## 4. 考察

### ◆ 2016年の撮影画像に基づく解析に対する考察

#### 直下視+斜め視西画像モデルの誤差が小さい

- ◆ 撮影当日の天気は晴天に時々雲が流れてくる天気であった。そのため、雲により影になった画像や太陽光の影響を受けた画像などが混在していた。これにより、PhotoScanの処理において複数の画像に共通する同一地点を特徴点として同定することが困難になり、特徴点の抽出数が減少したことで、誤差が大きくなった可能性が高い。
- ◆ また、本研究で使用した画像は午前中に撮影した。その結果、撮影時の太陽光の影響が比較的少ない画像を多く用いた直下視+斜め視西画像モデルが、誤差が一番小さい結果になったと考えられる。

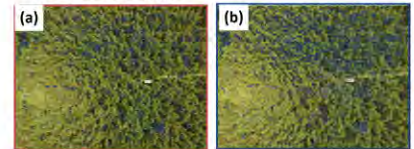


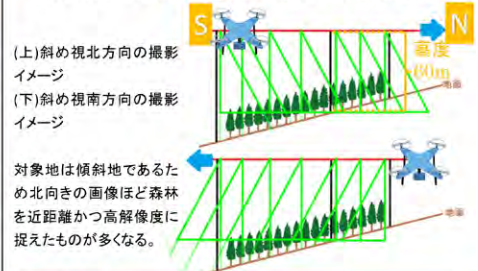
Fig.5 PhotoScan内で作成された特徴点(黄点)

画像が多い(b)直下視+斜め視モデル、(f)直下視+斜め視北モデルほど、(a)直下視のみモデルより、特徴点が多かった。しかし、極端に明るい場所を含む画像は、斜め視画像を追加しても特徴点が少ないままであった。

### ◆ 2017年の撮影画像に基づく解析に対する考察

#### 直下視+斜め視北画像モデルの誤差が小さい

- ◆ 斜め視北画像は、斜面地形の影響により、撮影対象であるカラマツ林とUAVとの対地高が、設定した60mより近くなる画像が多かった。その結果、他の斜め視画像と比べカラマツ林を高解像度かつ鮮明に撮影した画像が多くなったことで、斜め視南方向の画像より誤差が小さくなったと推測される。



(上)斜め視北方向の撮影イメージ  
(下)斜め視南方向の撮影イメージ

対象地は傾斜地であるため北向きの画像ほど森林を近距離かつ高解像度に捉えたものが多くなる。

## 5. 課題

### ◆ 撮影時の天候・光源に留意した観測

モデル作成時に影響する森林画像の輝度の差を減らす。相対方位角を考慮した撮影を検討する。

### ◆ 画像処理

太陽光の影響を受けた画像を利用する場合を想定した、画像処理による明るさの調整を検討する。

### ◆ 三次元モデルを利用した比較

作成したDSMを用いた樹高が精度の指標となっているため、SfMソフトにて作成可能な三次元モデルなどを用いた、森林の三次元的な形状に対する斜め視の影響・評価手法を検討する。

### ◆ SfMソフトごとのモデルへの影響を検討

現状利用しているソフトであるPhotoScanと異なるSfMソフトを利用した場合の樹高計測の精度検証・比較を行う。

### ④ アイスアルジーのリモートセンシング手法の開発

Development of remote sensing method for ice algae

朝隈康司, 喜田直人

東京農業大学 生物産業学部

#### 研究の背景

##### アイスアルジーについて

- アイスアルジーは極域から亜寒帯域にかけて存在する氷海域の海水中に棲息する微細藻類
- 海水の結氷時に高濃度塩分が抜けた跡であるブラインチャンネルに入り込み氷中の有光層で増殖
- 水中の植物プランクトンと比較して水中に拡散されないため、生物量はクロロフィルa濃度で、1桁から2桁多い
  - プランクトンは 0.1~10 mg L<sup>-1</sup> 程度、
  - アイスアルジーは、30~380 mg L<sup>-1</sup> (サロマ湖)



図1. アイスアルジー

緑褐色部分がアイスアルジー



図2. アイスアルジーの生育環境

##### 研究の目的

- 海水コアの採取は重労働で、局所的な評価のみ
- 最も濃度の高くなる融氷時には、氷が薄く脆くなるため、作業が危険になる → 知見に乏しい
- 広範囲かつ安全にアイスアルジーのバイオマスを評価するリモートセンシングシステムが望まれる

#### これまでの海水中のクロロフィルa蛍光観測結果

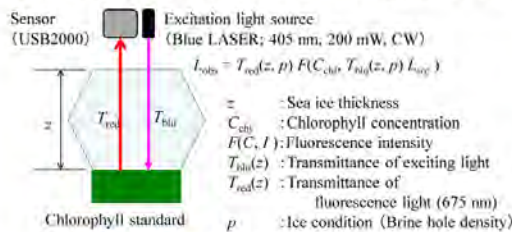


図3. 海水中の蛍光観測の概念

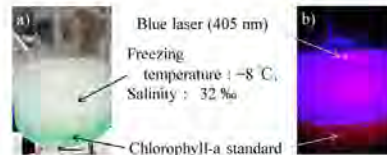


図4. 疑似海水中のクロロフィル a による蛍光。  
a) 励起光照射前, b) 照射後。

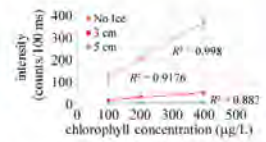


図5. 氷厚ごとのクロロフィルa 濃度と蛍光強度

図6. 2015年3月11日にサロマ湖で採取された海水。海水上端から励起光を照射して、蛍光を観測 (111.7 counts s<sup>-1</sup>)



##### ここまでで解ったこと

- 実海水上から励起光を照射すれば、蛍光は観測可能
- 海水の透過率は、結氷時温度で算出可能

#### 海水の透過・散乱特性

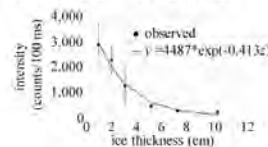


図7. 405 nm での疑似海水 (-10 °C) の透過光強度

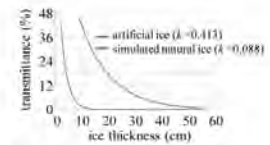


図8. 疑似海水と実海水の透過率  
実海水は、氷厚 40 cm でおおよそ 3% の透過率 (Satoh, Yamaguchi, et al., 1989).



図9. 結氷温度と透過率の関係。左) 405 nm, 右) 680 nm.

#### 実測に向けたプラットフォームの検討

- 薄氷時用に飛行ドローンを利用: DJI Phantom 4
- 励起光源: 405 nm, 200 mW, TTL 変調レーザー
- 蛍光受光側: Phantom 搭載カメラ  
ISO 3200, 30 fps (max 120 fps), FOV 94 deg, f2.8, 20 mm, その他不明
- 3 Hz で励起光 オン/オフ (10 f / flash)



図10. Phantom 4 に装着した励起光レーザー

- 疑似海水の代わりにフロストガラス FG (k=0.26)を用いてクロロフィルaの測定

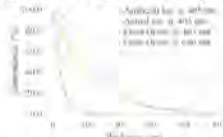


図11. フロストガラスの透過特性。  
4.5 cm で透過率 85% (405 nm), 64% (680 nm)



図12. Phantom 4で撮影したクロロフィルa (25 mg L<sup>-1</sup>) の蛍光イメージ。  
左) ISO200, FG1枚 (%), 中) ISO 200, フロストガラス3枚 (%), 右) ISO 1600 フロストガラス5枚 (%) (イメージのため斜めからレーザー照射)



図13. フロストガラス透過後のクロロフィルa濃度とphantom搭載カメラで撮影した蛍光値の関係

##### まとめ

- ドローン搭載カメラでも蛍光観測は可能
- 結氷時の温度と観測された蛍光値からクロロフィルa濃度は観測できる可能性は大
- ドローンから氷厚を算出できないか?

# Landsat衛星画像を用いたオブジェクトベース手法とピクセルベース手法による地表面分類の比較－熊本を事例に－

立木 咲希\* (首都大学東京・学), 山本 遼介 (首都大学東京・院), 泉 岳樹 (首都大学東京)  
 Saki TACHIKI\* (Undergraduate Student, TMU: Tokyo Metropolitan University)  
 Ryoosuke YAMAMOTO (Graduate Student, TMU) and Takeki IZUMI (TMU)  
 【連絡先】tachiki-saki@ed.tmu.ac.jp

## 1. 目的

★阿蘇-熊本地域を研究対象地とし、Landsat7取得の画像を用いた被覆分類を行い、自然環境情報GIS (環境省自然環境局生物多様性センター) との比較を中心とした中解像度衛星画像におけるピクセルベース手法とオブジェクトベース手法の比較・考察を行う。

**ピクセルベース手法 (教師付き分類)**  
 土地被覆分類を行う際、すでに「その場所が何であるか」分かっている場合、その既存の分類結果 (教師データ) をもとにして分類する手法

**オブジェクトベース手法**  
 ある程度まとまりをもったピクセルの集合 (オブジェクト) を単位とする分類手法。色や形などの条件からオブジェクトとして分割 (セグメンテーション) して行う。高解像度の衛星画像を被覆分類する際時に有効とされている。



図1ピクセルベースとオブジェクトベースの違い (イメージ)

## 3. 分類結果

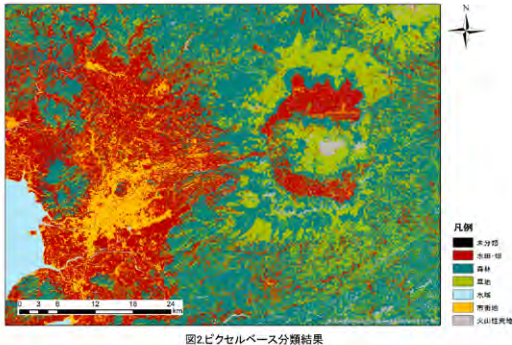


図2ピクセルベース分類結果

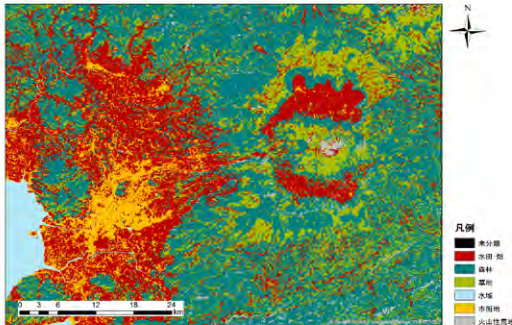


図3オブジェクトベース分類 (Scale parameter=5) 結果

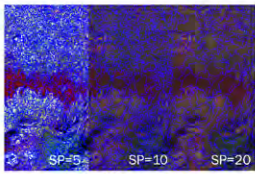


図4セグメンテーション

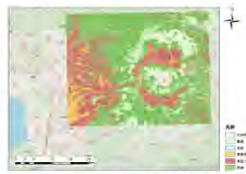


図5自然環境情報GISの範囲

表2各分類結果の判定効率表

自然環境情報GIS (正)	ピクセルベース分類					行の総数	Producer's Accuracy	自然環境情報GIS (正)	オブジェクトベース分類 (Scale parameter = 10)					行の総数	Producer's Accuracy
	水田+畑	森林	草地	水域	市街地				水田+畑	森林	草地	水域	市街地		
水田+畑	20,272	2,472	1,031	1	2,821	41,800	0.872	水田+畑	20,272	2,472	1,031	1	2,821	41,800	0.872
森林	31,211	1,844,431	212,317	0	2,262	1,748,462	0.719	森林	31,211	1,844,431	212,317	0	2,262	1,748,462	0.719
草地	33,851	34,313	20,000	0	811	81,113	0.261	草地	33,851	34,313	20,000	0	811	81,113	0.261
水域	4,316	256	1,053	0	430	4,304	0.892	水域	4,316	256	1,053	0	430	4,304	0.892
市街地	69,281	5,524	11,412	240	25,200	106,615	0.471	市街地	69,281	5,524	11,412	240	25,200	106,615	0.471
未知	278	916	8,001	0	4	9,199	0.175	未知	278	916	8,001	0	4	9,199	0.175
総数	418,982	789,744	512,683	245	105,446	1,629,072		総数	418,982	789,744	512,683	245	105,446	1,629,072	
Mean's Accuracy	0.698	0.895	0.844	0.818	0.728	0.153		Mean's Accuracy	0.698	0.895	0.844	0.818	0.728	0.153	

## 2. データと分析手法

### 衛星画像

表1衛星の概要

衛星名	Landsat7	搭載機器	ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)
軌道	太陽同期	観測幅	185 km
高度	705 km	分解能	13 x 15 m (PAN) 30 m (VIS, VNIR, SWIR) 60 m (TIR)
周期	99分	波長帯	0.52 - 0.90 μm (PAN) 0.45 - 0.52 μm, 0.53 - 0.61 μm, 0.63 - 0.69 μm (VIS) 0.78 - 0.90 μm (NIR) 1.55 - 1.75 μm, 2.09 - 2.35 μm (SWIR) 10.4 - 12.5 μm (TIR)
軌道傾斜角	98.2度	その他	2003.05.31 スキャン位置補正装置 (SLC) 故障 2003.10.23 SLCで補正されていないままのデータ (SLC-offデータ) の提供を開始
赤道通過地方 太陽時	10:00~10:15		

(一般財団法人リモート・センシング技術センターHPより引用)

★撮影日2002/11/07 解像度30x30mを使用

### 教師データ

自然環境情報GIS 環境省自然環境局生物多様性センター自然環境保全基礎調査 植生調査 第6-7回 (阿蘇地域は1997・2003~2005) 2万5000分の1縮尺Shapeデータより作成

使用ソフト  
 ピクセルベース分類: ERDAS IMAGINE (Hexagon Geospatial社)  
 オブジェクトベース分類: eCognition Developer (Trimble社)

分析の手順  
 1. 自然環境情報GISを基に、熊本・阿蘇地域を含むLandsat7衛星画像を水田・畑、森林、草地、水域、市街地、火山性荒地の6項目に教師付き分類 (ピクセルベース手法)  
 2. オブジェクトベース手法で、パラメータを変えながらセグメンテーションを数回実行し、ピクセルベース手法で用いた教師データをサンプルとして同じ項目で分類  
 3. それぞれの分類結果について、自然環境GISをランドトゥールズとした判定効率表を作成

## 4. 考察

### 水田・畑、森林

共通点: 水田・畑、森林とともに草地への誤分類が最多  
 オブジェクトベース分類にて精度上昇のかわりに信頼度低下  
 水田・畑: オブジェクトベースにて約1800ピクセル未分類  
 市街地と火山性荒地で誤分類大幅減、しかしランドトゥールズで市街地だったピクセルが多い。→市街地誤分類だったピクセルが正しく分類されるようになったが、実際は市街地だったピクセルも水田・畑に分類されるようになる。  
 →オブジェクト化したことによる弊害?  
 →森林でも、森林と水田・畑、森林と草地の関係で同様の傾向

### 草地

オブジェクトベース分類の方が精度が低い。どちらも主に水田・畑や森林に誤分類される。信頼度においてはオブジェクトベースの方が高い。→割り振られるピクセル数の減少

### 水域

どちらも精度が非常に低い。→ピュアピクセルがほぼ取得できないため  
 どちらも誤分類は火山性荒地以外でみられる。→地理的に隣接する分類項目の関係  
 オブジェクトベース分類では水域の精度上昇→割り振られたピクセル数が多い。  
 細長く取得されたオブジェクト→誤分類発生率を下げる

### 市街地、火山性荒地

共通点: 精度はピクセルベース分類の方が高いが信頼度はオブジェクトベース分類が高い。  
 →割り振られたピクセル数がオブジェクトベースにて減少  
 市街地: 草地、火山性荒地への誤分類減少と水田・畑への誤分類増加  
 →オブジェクト化した単体のピクセルでなくなったため、水田・畑の中に点在する小さな住宅地等が誤分類されやすくなる (阿蘇市)  
 火山性荒地: 水田・畑や森林への誤分類増加  
 →畑や森林近辺に1ピクセルから3x3ピクセル程度のサイズで点在する火山性荒地の誤分類が解消されたことと同時に発生

## 5. まとめと課題

### オブジェクトベース分類 (中解像度衛星画像の場合) の長所と短所

【良い点】  
 ミニセル単体の場合に発生しやすい誤分類を防止できる。  
 細かい被覆は信頼度の高い結果が得やすい。  
 まとまってとめる被覆は精度の高い結果が得やすい。

【悪い点】  
 セグメンテーションの結果によっては、オブジェクトとして取得できることや隣接関係を考慮できることが逆に精度を下げてしまう。  
 自然環境情報GISをランドトゥールズとすることの問題点  
 衛星画像の被覆分類としては正確でも、判定効率表上では誤分類とみなされるピクセルが存在する可能性があるため、純粋な分類精度をみるには不適当→あくまで「ピクセルベース分類とオブジェクトベース分類の比較」であることに注意する。

# SARデータを使用した稲作地の浸水域抽出

Extraction of flooded area in paddy field using SAR data

○若林 裕之<sup>1</sup>・北神 貴久<sup>1</sup>・本橋 和重<sup>2</sup>

Hiroyuki Wakabayashi, Takahisa Kitagami, and Kazushige Motohashi

<sup>1</sup>日本大学工学部, <sup>2</sup>日本大学工学研究科 Email: wakabayashi.hiroyuki@nihon-u.ac.jp

## 研究背景

近年、気候変動の影響と考えられる集中豪雨や台風による降雨で、日本国内における浸水災害は増加する傾向がある。稲作地帯における浸水災害は、その発生時期や浸水状態によって、収穫量への影響が大きくなることが懸念される。また、インドネシアでは農業保険制度が開始されている。水稻への損害の把握は専門家の現地調査により実施しているが、将来的にはリモートセンシングデータを使用して実施することを検討している。

## 研究目的および研究内容

本研究では、稲作地に発生した浸水災害を対象にして、リモートセンシングデータでその被害域を把握することを目的としている。  
リモートセンシングデータとして、全天候性かつ高空間分解能の合成開口レーダ(Synthetic Aperture Radar: SAR)データを使用して、2015年9月の関東東北豪雨で茨城県常総市に発生した大規模浸水災害を対象としてPALSAR-2データの浸水領域把握に対する有効性を評価する。また、インドネシアのバンドン周辺のテストサイトを対象に継続的に観測されているSentinel-1AのCバンドSARデータを使用して、2017年11月~2018年2月の雨期の後方散乱係数の変化を解析する。

## ALOS-2/PALSAR-2による稲作地の観測

### 解析手法

取得したPALSAR-2のレベル1.1データに対し、オルソ補正を適用し、後方散乱係数( $\sigma^0$ )に変換してUTM座標系とする地図座標投影を行なった。ピクセルサイズは全データ5mとしている。その後、国土地理院発表の推定浸水域を元に浸水域抽出の閾値を決定した。閾値の決定には、推定浸水域の範囲および範囲外より5×5ピクセルで各30ポイント取得し線形判別分析を適用した。なお、各ポイントではピクセル値を平均化し代表値として使用し

### 水稻の散乱モデル

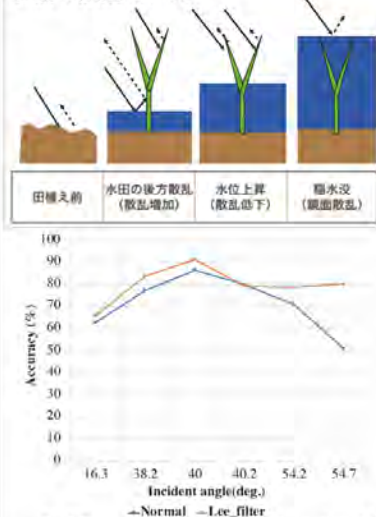


Fig.2 Detection accuracy of flooded area in paddy field

### 使用データ

陸域観測衛星ALOS-2搭載Lバンド合成開口レーダPALSAR-2データ: Level1.1 (SLCデータ)  
観測日: 2015/9/11~9/16  
観測モード: 高分解能モード(3m,6m) 偏波: HH

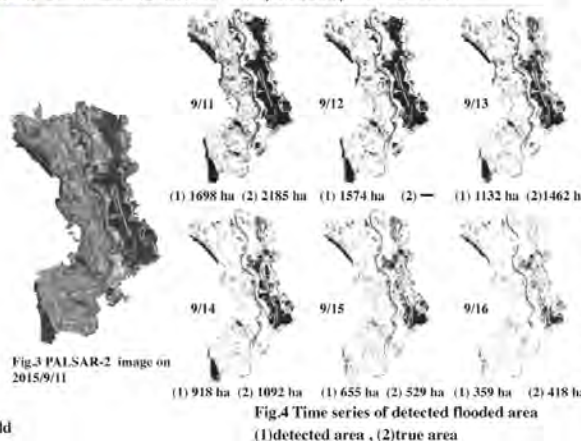


Fig.4 Time series of detected flooded area (1)detected area, (2>true area



Fig.1 Our test site. Flooded area by Geospatial Information Authority of Japan.

### 稲作地における浸水域の検出率

入射角が40°前後で高い検出率を示し、約80%の検出となった。フィルタの有無により検出率が向上し、特に高入射角において改善が大きかった。

### 被害面積

国土地理院発表の推定浸水域と比べると最大で500haの差が生じた。画像から常総市北部の浸水域が減少していく様子を確認できる。また常総市西部において浸水が発生していることが確認できた。

## Sentinel-1 CバンドSARIによる稲作地の観測

### 解析方法

雨期のSARデータ(9シーン)を取得した。後方散乱係数( $\sigma^0$ )に変換し、UTM座標系とする地図座標投影を行なった。取得範囲はバンドン周辺のテストサイトを対象とし、100m四方とした。取得した値を平均化し代表値とした。

### 解析結果および考察

雨期の $\sigma^0$ の時系列変化を調べた。P4の $\sigma^0$ が12月7日に減少し、翌年2月5日にかけて上昇の傾向が見られた。これは、浸水した地域の水が徐々に減っていることが考えられる。現地調査によるより詳細な調査が必要である。

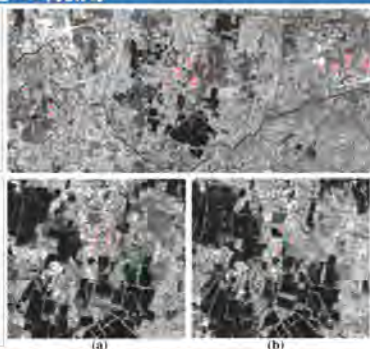


Fig.5 Our test site. The numbers on the map show ground truth sampling points.

Fig.6 Sentinel-1 images acquired on (a)2017/11/13, (b)2017/11/25, (c)2017/12/7

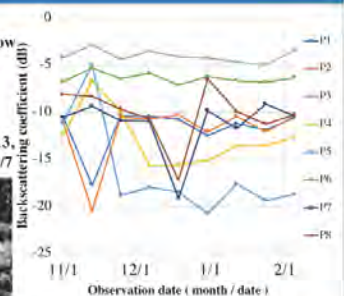


Fig.7 Time series of backscattering changes at selected area during rainy season.

## まとめ

SARで観測される後方散乱係数は、稲作地が浸水すると鏡面散乱により後方への散乱が減少する。その特性を使用して、2015年9月11日~16日にかけて茨城県常総市を撮像したPALSAR-2データおよび国土地理院が解析を行った浸水域のデータを使用して、判別分析法を使用して後方散乱係数の閾値を決定した。入射角約16度から55度の範囲で取得された閾値による浸水域検出精度は、入射角40度で高い精度を示した。

インドネシアのバンドン周辺のテストサイトを観測したSentinel-1のC-band SARデータを解析した結果、11月25日前後に発生したBojongsoangの浸水災害を検出する可能性を見出すことができた。

## 謝辞

PALSAR-2データはJAXAより提供(JAXA PI No. 1365)を、Sentinel-1AデータはESAから提供を受けたものである。本研究の一部はJST/JICA SATREPSの支援を受け、また、千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究の支援を受け実施されたものである。



# マルチスペクトルカメラを用いたUAV農業リモートセンシング Agricultural remote sensing using UAV and multi-spectral camera

小花和宏之(ビジョンテック)・加藤 顕(千葉大)  
Hiroyuki OBANAWA (VisionTech Inc.) and Akira KATO (Chiba University)

## 1. はじめに

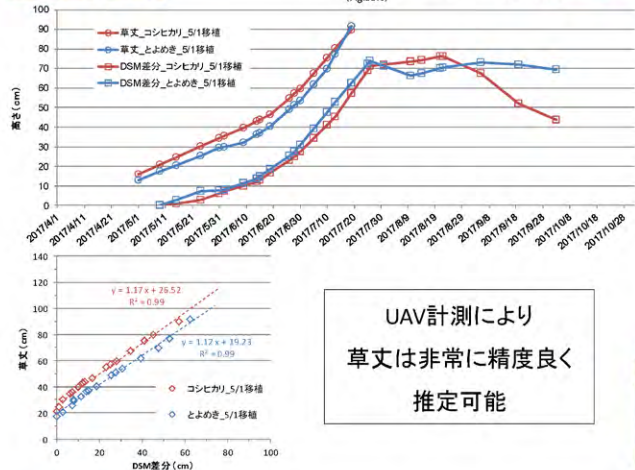
農業分野において、植物を適切に管理・栽培するためには、まず植物生育や病虫害発生の状況など、様々な植物特性を把握する必要がある。従来、それらの観測は熟練者の経験や知識に基づく現地調査に依存していたが、人手不足や作業コストの理由により、広範囲を調査することは難しかった。本研究では、それらの課題を解決する方法として近年注目されている、小型UAVに搭載したRGBおよびマルチスペクトルカメラによる空撮および植物特性診断手法の適用事例を報告する。

## 2. 使用機材

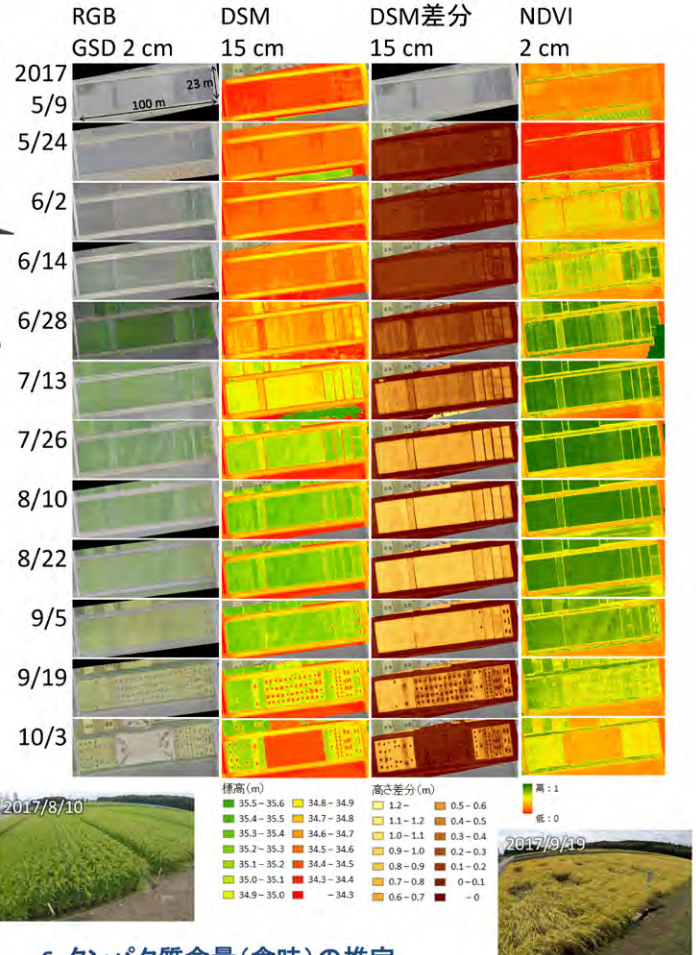
UAV: 3DR SOLO  
RGBカメラ: GoPro HERO4 Black  
マルチスペクトルカメラ: RedEdge  
SfM処理: PhotoScan Pro



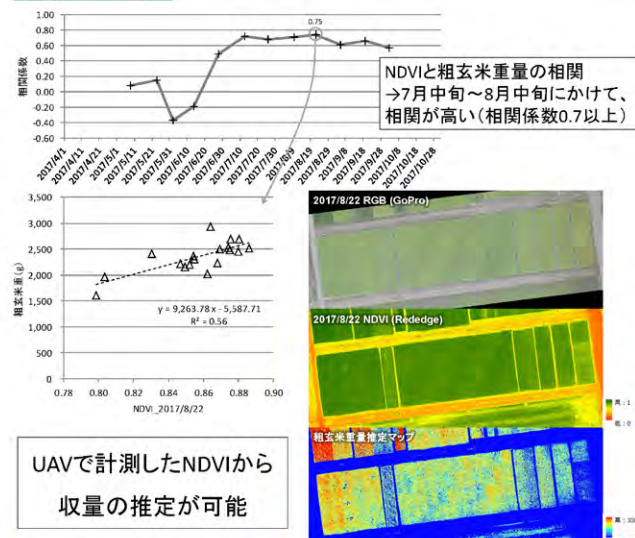
## 4. 草丈の推定



## 3. 計測結果

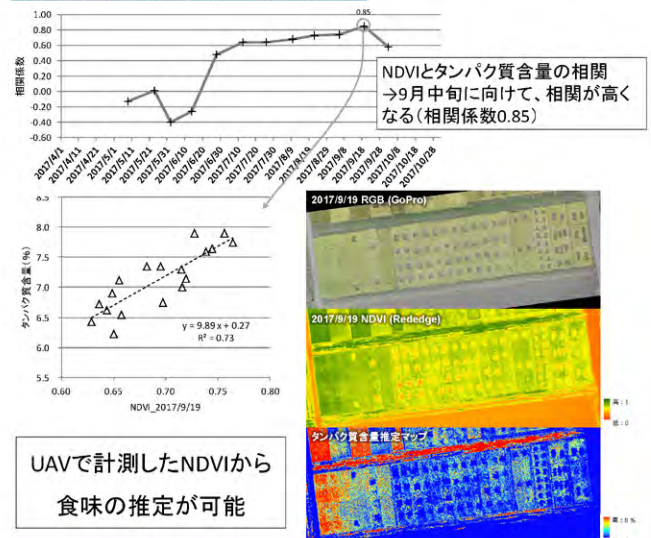


## 5. 収量の推定



UAVで計測したNDVIから  
収量の推定が可能

## 6. タンパク質含量(食味)の推定



UAVで計測したNDVIから  
食味の推定が可能

## 7. まとめ

UAVとマルチスペクトルカメラの両技術を組み合わせることで、広範囲・高解像度・高頻度・低コストで植物特性計測が可能になる。また、植物特性の定量化により、熟練者の経験や知識の見える化、およびそれら知見の共有・継承が可能となり、精密農業の実現、生産性の向上、作業の効率化、後継者育成の加速化による労働者不足の解消に貢献すると考えられる。

# ミリ波雲レーダ FALCON による 雲雨の内部構造ドップラー解析

鷹野敏明, 鈴木康樹, 小池康太, 森川康平, 笛田亮, 五十嵐涼,  
森田日向, 水田篤秀, 河村洋平, 中田裕之, 大矢浩代, 高村民雄\*  
千葉大学 大学院工学研究科/環境リモートセンシング研究センター,  
e-mail: [takano@faculty.chiba-u.jp](mailto:takano@faculty.chiba-u.jp)

## 研究背景

ミリ波のレーダは、雲の内部構造と運動状態を観測することに有用である。これは、雲を構成している水氷粒子の直径が数  $\mu\text{m}$  であり、気象観測で通常使用されているセンチ波のレーダに較べて、レーラー散乱としたときの散乱断面積が大きいことが理由である (Fig.1)。

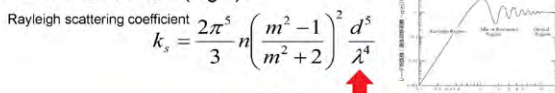


Fig.1. Dependence of  $\lambda$  in scattering coefficient.

## FALCON-I および FALCON-A

我々は、Wバンド 94 GHz の雲観測用 FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave: 周波数変調連続波) ドップラーレーダ FALCON (EMCW Radar for Cloud Observations) を開発・運用してきた (Fig.2 にブロックダイア)。

**FALCON-I**: 千葉大学に設置。トラックに搭載して国内での移動観測や、船に搭載して洋上観測が可能 (Fig.2)。



Fig.2. FALCON-I at Chiba (left), on a truck and with container for vessel (middle), and the block diagram of the facility (right).

**FALCON-A**: 国立極地研究所と共同研究で、ニーオルスン (北緯 79°; Fig.3.) に設置。



Fig.3. FALCON-A (left) and container (middle) at Ny-Alesund (N79°, E11°) in Svalbard (right).

FALCON-I と FALCON-A (Figs.2-3) は、それぞれ、直径 1m のアンテナ 2 基で構成されており、天頂方向を定常観測しているが、天頂から  $\pm 5^\circ$  の走査観測ができる。FALCON は高い空間分解能  $0.18^\circ$  が特徴で、これは高度 5 km で 15m に相当し、また距離方向の分解能は 48m で、これは通常のパルス方式のレーダに較べて数倍高い。レーダの出力は約 1W であり、これはパルス方式の典型値より 3 桁小さい。両レーダは、365 日 24 時間 常時観測を行っており、通常の観測モードでは、データは 10 秒ごとに取得されている。装置の諸元を表 1. にまとめた。

Table 1. Parameters and Performances of FALCON-I and FALCON-A are similar. Performance of FALCON-A are listed.

Antenna Diameter	1 m $\times$ 2 antennas
Frequency	94.84 GHz
Output Power	1W (+30 dBm)
Beam Width	0.18 deg. (FWHM) = 15m at h=5km
Range Resolution	48 m (Typ.)
Direction of Antennas	Zenith +/- 5 deg.
Polarization	1 Linear
Doppler Velocity Range	$\pm 3.2$ m/sec (Typ.)
Time Resolution	10 sec (Typ.)

## 雲底からの降雨粒子の加速

Fig.4. は、**FALCON-I** による降雨の始まりの観測例である。ドップラーマップを見ると、6:38 UT に高度 4km の雲底から、ドップラー速度が 0~3 m/s に高度厚みが 100m 程度のリッジ状の構造が見えて、時間とともにその強度が強くなり下降している。これは、雲底から降雨が落ちてきている様子を捉えている。

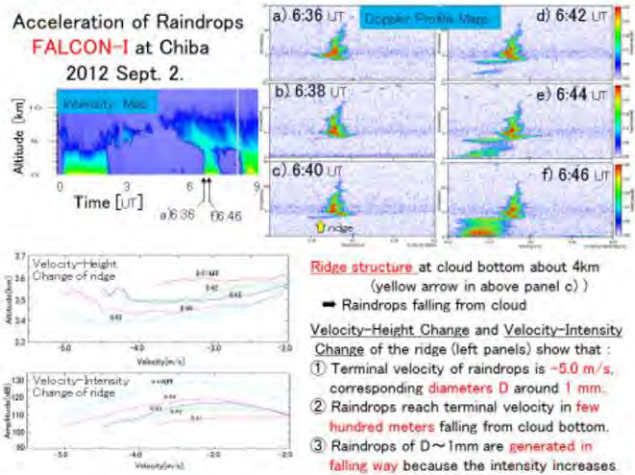


Fig.4. Acceleration of Raindrops observed with FALCON-I at Kimitsu, Chiba.

## 雲内部の詳細運動

Fig.5. は **FALCON-A** で観測された北極層雲の例で、高度厚みが 1km の多層の雲が見えている。上段のドップラーマップを見ると、各層の境界付近で、上昇・下降する 100m スケールの構造があることがわかる。最上層の下端である高度 5.3 km では、下降速度を示す  $-1.3$  m/sec の厚み 100m の構造が、またその直下の層の上端 5.1 km では  $+0.8$  m/sec の上昇する構造が見えている。これらの結果を見ると、**FALCON** の高い空間分解能とドップラー観測が、雲や雨の詳細な内部構造と運動を解明する有効な手段であることがわかる。

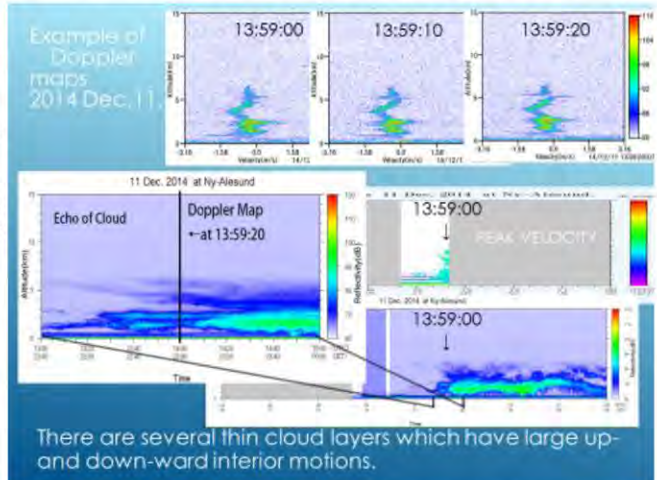


Fig.5. There were several layers of clouds (middle left panel). Successive 3 10-sec Doppler profile maps (upper 3 panels). left end of which corresponds to  $-3.16$  m/sec downward motion and right end corresponds to  $+3.16$  m/sec upward motion.

# UAV搭載を目指した小型光学式(火山ガス)センサの開発検討

## Development of 2D-Optical HyperSpectral Sensor for Volcanic Gases

大前宏和, 三宅俊子(株式会社センテシア), 小花和宏之(株式会社ビジョンテック), ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ(千葉大学)  
Hirokazu Ohmae, Toshiko Miyake (Sentencia Corporation.), Hiroyuki Obanawa(Vision Tech Inc.), Josaphat Tetuko Sri Sumantyo(Chiba Univ.)

### はじめに

CP-SAR検証用無人飛行機(以下UAV)への搭載による火山ガスセンシングを念頭により小型なCO<sub>2</sub>センサ(化学素子式)を開発し,して,御嶽山にて(ドローン観測許可を取った上で)ドローン搭載高度変化観測を行った。その結果などに基づき,引き続き光学式CO<sub>2</sub>センサの開発のための光学系の方式を検討した。光路長を延伸し,かつ小型化を図る多段ミラー方式の検討を行い,原理モデルを構築した。本年度はこの原理を踏まえた上で,長光路での光学測定を可能とする実験的な検証を進めることとしたが,光路長を確保することと小型化の両立が難しい事が判明してきた。高感度の光学素子が必要となるが,依存センサの使用では感度向上も限界がある事,また,最近のセンサ動向から,ハイパースペクトル化の流れが顕著である事から,別プロジェクトで検討してきた2次元センサのガス検出への適用が可能かどうかという事を検討目的に加えて再検討を行った。その再検討結果により得られた内容を報告したい。データ取得は実施出来たが,解析,解釈は今後の課題である。また今後はこの種のセンサの小型化を主題目として進めて行く方向を考えている。

Key word : 2次元光学素子, 大気観測, ガス検出, ハイパースペクトル化

### これまでの研究成果

- 化学素子を用いたCO<sub>2</sub>センサシステムの構築
- 構築したCO<sub>2</sub>センサを用いた定点観測: 継続観測は定点観測のみ可能 **=要望に応じて提供可能→継続的に募集中**
- CO<sub>2</sub>センサをドローンに搭載し鉛直分布測定を実施
- 長光路長を持つ光学素子モデルの検討

### 今回の研究で再設定した目標

☆ **ハイパースペクトルセンサの動向に鑑み,本プロジェクトでのガスセンシングに他プロジェクトで開発検討しているセンサを適用出来るかを目標として再設定**

- 目標ガスとして, H<sub>2</sub>O, エアロゾルを再設定→波長域の制限から
- ・ H<sub>2</sub>Oにおける光の減衰量の計測 → センシングが可能なのかの検証
  - ・ 大気観測時に画像に差が出るか? → 取得画像に波長による相違が出るのか? = 何が検出できるのか?

### 素子とセンシングデータの変遷

単素子光学素子センサ→1次元光学素子センサ  
→1次元センサ+スキャニングシステムによる2次元画像取得  
→2次元光学素子センサによるマルチスペクトル画像取得  
→現状:2次元光学素子+スキャニングシステムによる  
2次元ハイパースペクトルセンシング  
=キューブデータ化  
→今後:2次元連続波長センシング/長波長化

2次元ハイパースペクトルセンサにより  
可能となる事

一度に多種類の火山ガスを検出できる  
光学式ガス検出センサシステムの開発

### 計測とその結果

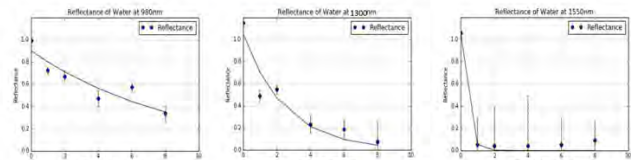
- 室内でのH<sub>2</sub>Oによる光の減衰量を知るために計測を行った。その画像取得コンフィギュレーション(配置)は図1のように設定した。
- ・ 純水を張ったシャーレを白色紙の上に,同時にレファレンスとして白色板(スペクトラロン製)を画面内に配置した。
  - ・ 光源はハロゲンランプを用いた。光源の照射角は約45度,撮像の伏角は60度とし,光源と撮像は直交方向に配置した。



図1 計測コンフィギュレーションと計測試料(純水)



図2 計測結果: 画像と減衰量(純水)



### 大気計測とその結果

- 室外で大気を計測した(図3)。所得画像と計測画素のDN値プロフィールを図4に示す。計測画像は,大気観測のためのSkyRadiometerで使用している2波長(980nm,1260nm)付近の波長での画像を示した。



図3 計測領域

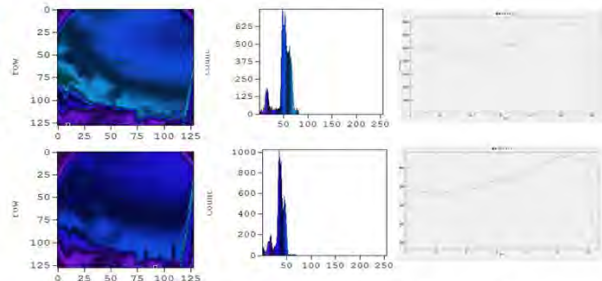


図4 計測画像,ヒストグラム,DN値のプロファイル

目標再設定後の時間的制約があったため,計測結果の解析,定量的解釈は今後進めたい。

### ハイパースペクトル画像によるガス(火山ガス)の適用可能性について

今回H<sub>2</sub>Oによる光減衰量を定量的に確認できたので,今後は水蒸気状態のH<sub>2</sub>Oによる減衰量を確認することを課題とする。一方,その他の火山ガス,エアロゾルなどの計測については,定量的な解析が必要であるが,波長による違いは明確であったので,今後,その特徴的な波長を使用した観測を行う事で,分離/分類は可能であると考えている。次年度以降は,計測センサの小型化と,各種ガス種を観測する機会を増やしつつ,その定量的解釈を進めて行きたいと考えている。

### 謝辞:

千葉大学環境リモートセンシング研究センターの共同研究費を使用させて頂いた。多大なるご支援に感謝致します。

このポスターに関するお問い合わせは,  
株式会社センテシア 大前宏和までお願い致します。  
Email : [ohmae@sentencia.co.jp](mailto:ohmae@sentencia.co.jp)

# レーザー誘起ブレイクダウン分光法を用いた大気中エアロゾルのリモート成分分析手法の開発



柴川智弘<sup>1</sup> (somekawat@ilt.or.jp)

大塚昌孝<sup>2</sup>, 久世宏明<sup>3</sup>, 前田佳伸<sup>2</sup>, 藤田雅之<sup>1,4</sup>, 宮永憲明<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(公財)レーザー技術総合研究所, <sup>2</sup>近畿大学理工学部

<sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター, <sup>4</sup>大阪大学レーザー科学研究所

## 金属元素エアロゾルのリモート計測に向けて

鉄、亜鉛、鉛などの金属元素を含むエアロゾルは都市大気中で比較的多数見つかっており、これらが大量に人の体内に入り込んだ際には、アレルギーの悪化を招くなど、健康被害が報告されています。例えば、3~5月にかけて日本に多数回飛来する黄砂(図1)は、農作物などへの砂塵被害だけでなく、輸送途中で人為起源の大気汚染物質(Okuda et al., 2008など)の付着が知られており、越境汚染問題として新たな一面も見せています。

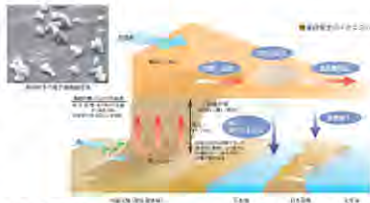


図1. 黄砂 (<http://www.env.go.jp/earth/dss/pamph/index.html>より)

黄砂はレーザーの偏光を利用したライダー技術によって飛来情報の把握は実施されていますが、付着物の成分分析までは行えません。そこで、大気中の金属エアロゾルをリモートで識別するレーザー誘起ブレイクダウン分光法(LIBS)の開発を開始しました。

## レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)法によるリモート成分分析

レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)法は、被測定対象物質に短パルスレーザーを照射して発生したプラズマを分光測定することによって、その場でリアルタイムに物質の元素の分析が可能な手法です。LIBS法ではナノ秒のパルス幅を持つレーザーを用いることが多いですが、リモート計測における計測距離はレンズ等の集光光学素子の性能に制限されるため、100m程度になります。しかしながら、フェムト秒レーザーではパルスのチャープをコントロールすることでkmオーダーの遠隔成分分析が可能であるとの報告(Kasparian et al., 2003)があり、大気中金属エアロゾルのリモート成分分析に最適なレーザー光源だと考えられます。

図2に波長800 nm、パルス幅100 fs、繰り返し10 Hz、出力13 mJのフェムト秒レーザーを用いたリモートLIBS計測実験を示しています。1m離れた位置に設置したSiのリモート計測結果(Si 10000)と3 m離れたSiからの信号(Si 3000)と比較すると、信号強度が弱くなり、1 mで観測可能であった複数のLIBS信号が観測できなくなっています。このように、リモートでのプラズマ発光は距離の2乗で減衰するために、検出感度が悪くなるのが予想されます。そのため、ダブルパルスLIBS法を用いた検出感度の向上も検討しています。

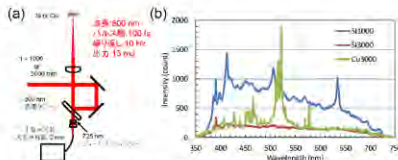


図2. フェムト秒レーザーを用いたリモートLIBS計測の(a)実験配置図と(b)LIBSスペクトル

## ダブルパルスLIBS法

ある時間間隔を持った二つレーザーパルスを連続で試料に照射するダブルパルスLIBS法(図3)では、1つ目のレーザーパルスでプラズマを生成し、2つ目のレーザーパルスでプラズマを再加熱することで、LIBS信号を増強させることが可能です。



図3. ダブルパルスLIBS法の原理

ダブルパルスLIBS法は、一般的には図4(a)で示すような干渉計型の光学配置になります。ハーフミラーを用いてレーザービームを2つに分離し、片方の光路ではステージを用いて空間的に時間遅延を加えた後、2枚目のハーフミラーでレーザービームを再び結合します。図4(b)がフェムト秒レーザーを用いたダブルパルスLIBS法による信号増強効果です。光学的遅延を50 ps加えたダブルパルスを利用するだけで、CuのLIBS信号が同じ強度のシングルパルスLIBSの場合と比較して、6倍程度大きくなっています。しかしながら、この干渉計型の光学配置では、図中の「結合ロス」と示した方向にレーザー出力の50%が光学系からはずれ、レーザーの出力を効率的に利用できません。そこで、結合ロスがない2枚のポライザーを用いたダブルパルス光学系を考案しました。

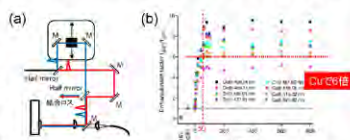


図4. (a)干渉計型のダブルパルス光学系、(b)フェムト秒レーザーを用いたダブルパルスLIBS法による信号増強効果(Pinon et al., 2005)

## ポライザーを用いた新しいダブルパルスLIBS光学系

偏光子を用いた図5(a)の光学配置では、レーザービームの分離をポライザーで行うために、結合ロスのないダブルパルス対の作成が可能で、従来の図4(a)のハーフミラーでの結合はダブルパルスの偏光方向は同じですが、本配置ではS、P偏光の順に照射されます。また、本配置では最初のポライザーに入射させるレーザーの偏光方向によって、ダブルパルスの出力比をコントロールすることが可能です。本実験では、レーザーの出力比は1:1となるように波長板を調整し、シングルパルスとのLIBS信号強度の比較実験ではS偏光が100%となるように波長板の角度を調整しています。

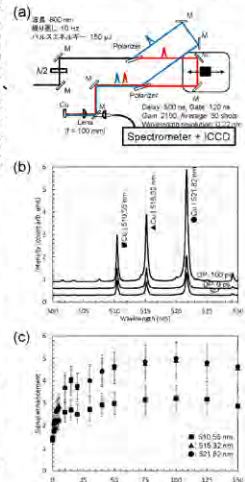


図5. (a)ポライザーを用いたダブルパルスLIBS光学系、(b)LIBSスペクトル、(c)信号増強効果(1.9 J/cm<sup>2</sup>)

図5(b)にフェムト秒レーザーを用いたダブルパルスLIBSスペクトルを示します。510, 55, 515, 32, 521, 82 nmに見られるのがCuのLIBS信号です。DP: 0 ps, DP: 100 psはダブルパルス対のパルス間隔がそれぞれ、0 ps, 100 psであり、ダブルパルスの1つのレーザーパルスの出力は等しく、75 μJです。一方、SPはS偏光のシングルパルスのLIBSスペクトルであり、レーザーの出力はダブルパルスの合計出力である150 μJです。SPと比較して、DPのLIBSスペクトルは顕著に大きくなっており、フェムト秒レーザーのパルスを分離し、任意のパルス間遅延を加えたダブルパルスを作成するだけで、比較的容易にLIBS信号を増強させることが可能である。

図5(c)にダブルパルス間隔によるLIBS信号の増強比を示します。信号増強比は単調に増加し、パルス間遅延50 psで増強比は3~5倍で一定となります。LIBS信号の波長で信号増強比が異なるのは、それぞれの信号のエネルギー順位に依存するためです。

## 信号増強効果フルーエンス依存性

図5(a)の試料の照射位置を前後させることでフルーエンスを変化させ、信号増強効果のフルーエンス依存性を測定しました。フルーエンスの大きな3.4 J/cm<sup>2</sup>では図5(c)のような立ち上がり早い従来の増強効果を示しますが、フルーエンスが小さい1.5 J/cm<sup>2</sup>では、10 ps程度まで一定で徐々に立ち上がる増強効果を示します。また、0.22~1.1 J/cm<sup>2</sup>では0 psから徐々に立ち上がり、照射フルーエンスによって増強効果が異なることがわかりました。

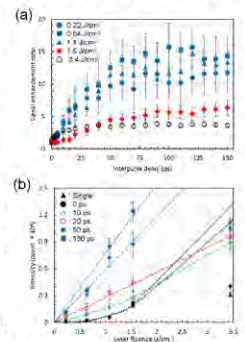


図6. (a)信号増強効果のフルーエンス依存性、(b)遅延時間でのフルーエンスと強度(カウント数)の関係

図5(b)は遅延時間でのフルーエンスと強度(カウント数)の関係を示します。Single, 0 psはフルーエンスに対して2次の増加傾向を示し、フルーエンスが大きな3.4 J/cm<sup>2</sup>は信号が飽和しています。10 psでは直線と2次の中間傾向、20 psでは直線傾向を示します。それ以上の遅延時間では直線の増加傾向を示し、3.4 J/cm<sup>2</sup>は信号の飽和が見られます。また、遅延間隔が長くなるにつれて、増加直線の傾きは小さくなっていきます。そのため、遅延時間が長くなるにつれて傾きはほぼ一定になり、信号増強効果は変化しない値を取るようになります。

Cuの電子-イオン緩和時間は10 ps程度であり(Povarnitsyn et al., 2009)、この時間オーダーでLIBS信号のフルーエンス依存性の変化と、試料の飽和効果で、ダブルパルスLIBSの増強効果が決まるのではないかと考えられます。

## まとめと今後の課題

都市大気エアロゾルに含まれる鉄、亜鉛、鉛などの金属元素をリモートで計測するためにリモートLIBS手法の開発を開始しました。リモート計測では検出感度の低下が予想されるために、フェムト秒レーザーを用いたダブルパルスLIBSの偏光子を用いた新しい光学系を提案し、LIBS信号強度を増加させることに成功しました。また、信号増強効果に対するフルーエンス依存性も検討しました。今後は、遠隔でのフェムト秒ダブルパルスLIBS実験を実施したいと考えております。

### 参考文献

1. T. Somekawa, M. Otsuka, Y. Maeda, and M. Fujita: Jpn. J. Appl. Phys., **55**, 058002, 2016.

本研究は千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究(CJ17-14)によって遂行されました。ここに謝意を表します。

# 巨大地震・津波の予測システムの開発とその社会実装(実用化試験)プロジェクト

2018年2月15日

服部克巳(千葉大学大学院理学研究院)

## プロジェクト研究の背景

M7クラス以上の短期地震予測・津波予測による世界一安全安心な社会の確立

**国内**

1995年阪神淡路大震災(M7.3)  
死者6435人不明2人

2007年中越地震(M6.8)  
死者68人

2011年東日本大震災(M9.0)  
死者15894人不明2562人

**海外**

2004年スマトラ地震(M9.1)  
死者不明23万人

2008年四川地震(M7.9)  
死者不明8.7万人

2009年ラウライ地震(M6.3)  
死者約300人

**地震サイクル**

- 人的被害の主因: 建造物の倒壊や津波
- 建造物の構造強化が最優先課題
- 事前情報があれば被害は劇的に軽減可能
- 予測は可能か
- 緊急地震速報 直下型には有効ではない。
- 他の手法も融合した総合的な地震・津波情報の提供
  - 台風や豪雨の予測(レーダー画像)のようなわかりやすい(可視化)地震・津波情報が必要とする人に適切に提供(インフラに相込むことを含む)できないか?
  - 情報提供することで企業等の持続的な活動等を支援できないか?

## 巨大地震・津波の予測システムの開発とその社会実装(実用化試験)の概要

気象災害に対するレーダー情報のように将来の巨大地震や津波の情報が分かり易く適切に提供できれば、人的・経済的な被害の劇的な軽減が期待できる。本研究では、衛星・地上観測したマルチパラメータデータを用いて、地震1週間前、3日前、1日前、数時間前、1時間前、地震波到着直前、津波到着20分前の情報をリアルタイムに提供するシステムを構築し、事前準備や被害軽減行動に活用し、安全安心な社会の実現を目指す。

必要とする人に最適な地震・津波情報の提供とその活用・社会実装

1週間前: 構成品確認、ライン推察計画修正

3日前: 機材持ち・バックアップ準備、物流ルート変更

1日前: 避難計画・連絡網確認

1時間前: 避難開始、ライン停止

地震発生直前: 緊急地震速報

津波発生直前: 津波警報 20分前

海から避難

## 観測システム

GPS衛星 / SAR衛星

SWARM衛星

マイクロ地震観測網

熱電対 (TR) 観測装置

GPS衛星 / SAR衛星

GPS衛星 観測衛星

海底圧力計システム (DBP)

海底電磁気計システム (DBEM)

陸上電磁場・地震観測システム

ランドン気象観測

VHF/VLFアンテナ

ポアホールアンテナ

電界(内陸型地震)

アスベリティ

前死すべり

津波(海溝型地震)

日本海溝

太平洋プレート

北米プレート

大気圏

地殻

地震すべり帯

## 本研究で開発する地震予測システムの原理1

地球磁場観測による早期地震観測の仕組み

### ULF帯の磁場変動と地震との関連性の解析

観測

(a) **観測**

(b) **統計解析 地震との有意相関**

(c) **前兆性の評価**

(d) **前兆性の評価**

(e) **前兆性の評価**

(Han et al., JGR, 2014)

(Han et al., GJI, 2017)

## 本研究で開発する地震予測システムの原理2

電離層電子数観測による早期地震観測の仕組み

### GPS衛星による電離層電子数変動と地震との関連性の解析

統計解析 地震との有意相関

✓ 距離依存性

✓ マグニチュードに依存性

3次元電離層トモグラフィ

Positive enhancement of electron density (+190%)

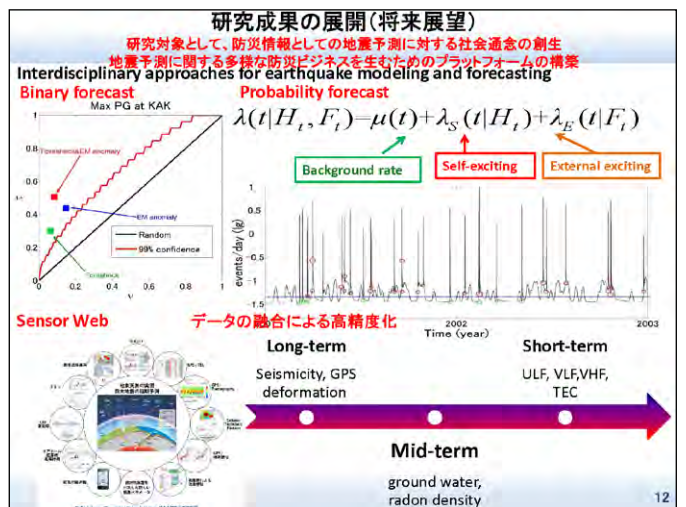
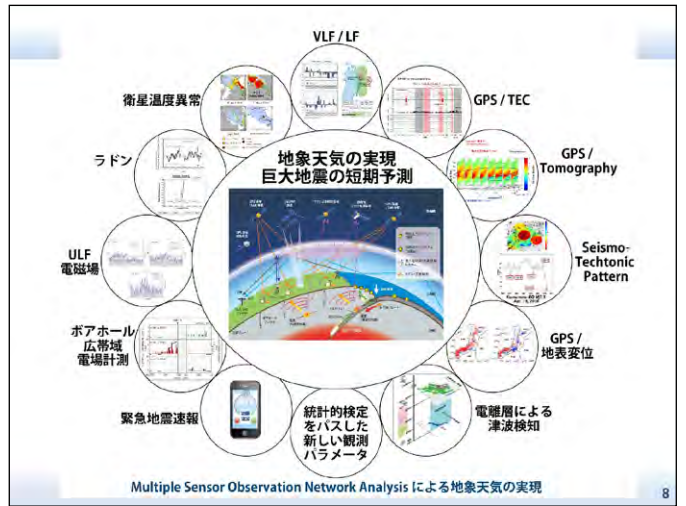
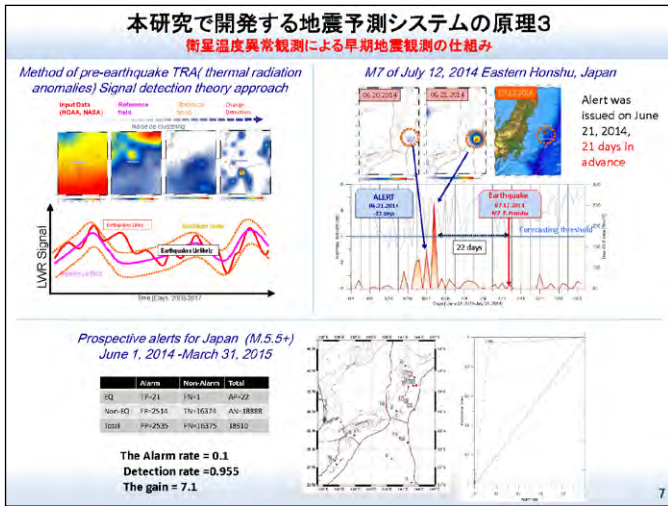
local decrease of electron density over epicenter (-50%)

前兆性の評価

24/87

PG=1.57

Hirooka et al., Radio Sci., 2012, 廣岡らIEEJ2016





## 第20回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

2018年2月15日

### Xバンド航空機SAR画像を用いた 橋梁の地震・津波被害抽出

○平野 晴也, 山崎 文雄, 劉 ウェン  
千葉大学 工学部 都市環境システム学科



CHIBA UNIVERSITY

### 背景・目的

- 2011年東北地方太平洋沖地震による津波により、多くの道路橋や鉄道橋が被害を受けた  
→交通網の遮断が緊急対応や復旧の遅れにつながる  
→今後の交通インフラの被害が懸念される
- 時間・天候の面から合成開口レーダ(SAR)が災害状況の把握に用いられている



February 13, 2018

### 背景・目的

	航空機SAR	衛星SAR
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高解像度</li> <li>・緊急観測が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害前後2時期の画像を比較可能</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害前後同一条件での観測が困難</li> <li>・災害前のデータが存在しない可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・航空機SARに比べ解像度・緊急性の面で劣る</li> </ul>

災害後1時期の航空機SAR画像から橋梁の被害状況を把握する

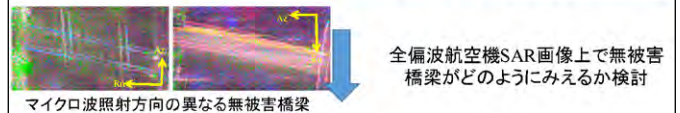
### 本研究の目的

Xバンド航空機SAR画像を用いて、災害後1時期の航空機SAR画像から橋梁の津波被害抽出を試みる

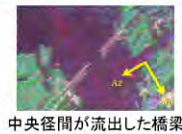
February 13, 2018

### 本研究の流れ

目的: 災害後1時期の航空機SAR画像から橋梁津波被害を抽出する



無被害の小規模橋梁における後方散乱特性



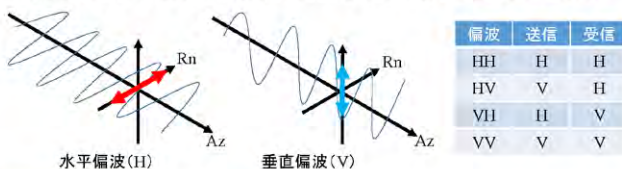
無被害橋梁の後方散乱特性をもとに、津波被害を受けた橋梁被害抽出を行う

目視判読による橋梁津波被害の抽出

February 13, 2018

### Polarimetric and Interferometric SAR : Pi-SAR

- Pi-SAR-X2はXバンド・4偏波(HH・HV・VH・VV偏波)で観測可能のため、単偏波よりも詳細に対象物を識別することができる



開発年	2008
中心周波数	9.55 GHz / 9.65 GHz
分解能(レンジ)	0.3 m - 1.0 m
分解能(アジマス)	0.3 m (1 look)
観測幅	> 5 - 10 km

February 13, 2018

### 4成分散乱電力分解

- Pi-SAR-X2画像を4成分散乱電力分解を用いて4種類の散乱メカニズムに分解した(G4U, Singh et al. (2013))

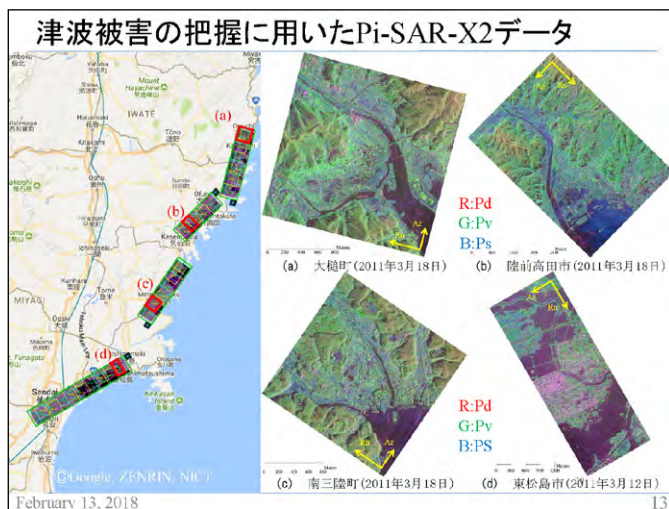
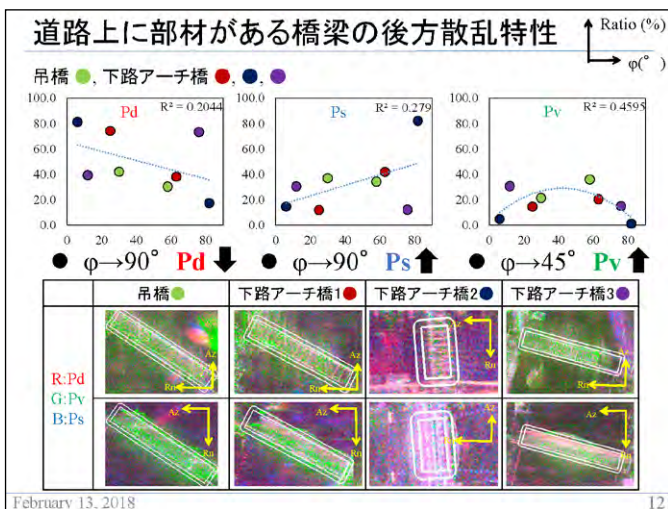
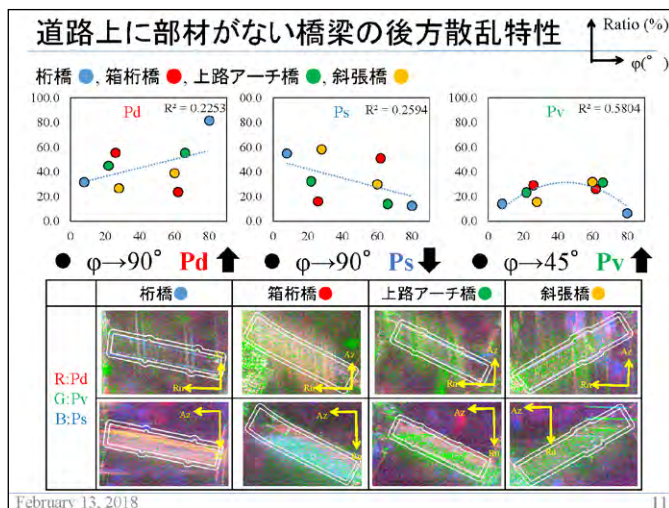
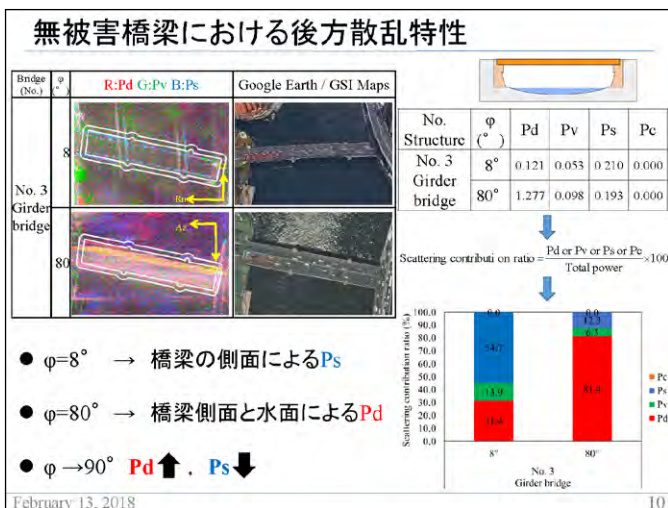
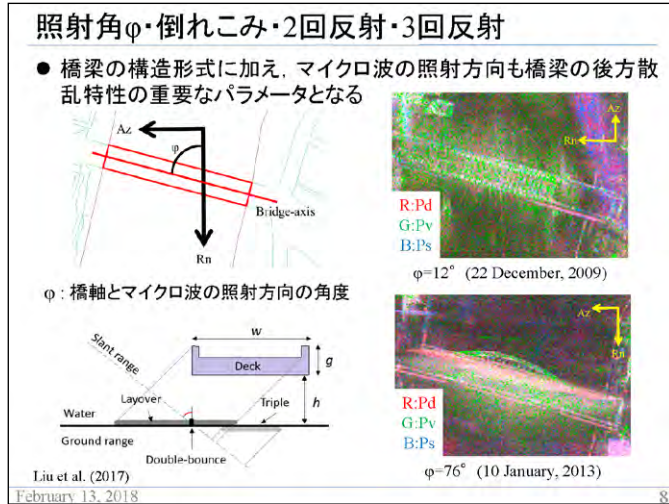
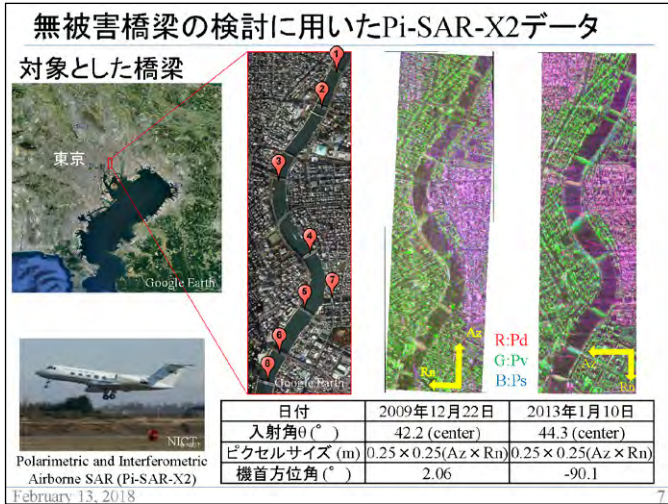
- ・ HH 偏波
  - ・ HV 偏波
  - ・ VH 偏波
  - ・ VV 偏波
- $$[S] = \begin{bmatrix} S_{HH} & S_{HV} \\ S_{VH} & S_{VV} \end{bmatrix}$$
- ・ 表面散乱 (Ps)
  - ・ 2回反射散乱 (Pd)
  - ・ 体積散乱 (Pv)
  - ・ ヘルックス散乱 (Pc)



- Ps : 地表面で発生する奇数回の散乱 (例) 地面・海面
- Pd : 直角構造で発生する偶数回の散乱 (例) 建物
- Pv : ランダムな線状物体で発生する散乱 (例) 植生
- Pc : 直線偏波を円偏波に変える散乱 (例) 人工構造物

February 13, 2018





### 目視判読方法

4成分散乱電力分解  
G4U, Singh et al. (2013)

・ジオコード画像へ変換  
・後方散乱係数へ変換

Pi-SAR-X2画像と災害前後の光学画像を比較

被害区分ごとに目視判読の有効性を検討

国総研資料をもとに津波により被害を受けた15橋梁を選定

No. 1)	橋梁名	被害区分 2)
59	大槌大橋	高欄の変形
60	安渡跨道橋	構造上無被害
61	安渡橋	上下部構造の流出
66	小槌橋	構造上無被害
67	古廊橋	構造上無被害
90	沼田跨線橋	全上部構造・橋台背面土の流出
94	最上堂橋	上部構造の一部流出
96	松原大橋	損傷確認されず
101	気仙大橋	全上部構造・橋台背面土の流出
103	姉齒橋	全上部構造の流出・橋脚の損傷
124	不明	構造上無被害
126	中橋	上下部構造の流出
127	八幡橋	構造上無被害
128	水尻橋(上)	上部構造一部・橋台背面土流出
159	定川大橋	中央径間の流出・橋台背面土の流出

February 13, 2018

### 上部構造の流出

Ps: 表面散乱, Pv: 体積散乱, Pd: 2回反射散乱

No. 1)	R: Pd G: Pv B: Ps (Sigma naught)	Google Earth Before	GIS map Soon after	Damage type 2)
90				全上部構造の流出 橋台背面土の流出
101				全上部構造の流出 橋台背面土の流出
103				全上部構造の流出 橋脚の損傷

- 全上部構造が流出すると橋脚が確認できるため被害判読可能
- 橋台背面土流出・橋脚損傷を画像から確認することは難しい

February 13, 2018

### 上下部構造・上部構造の一部流出

Ps: 表面散乱, Pv: 体積散乱, Pd: 2回反射散乱

No. 1)	R: Pd G: Pv B: Ps (Sigma naught)	Google Earth Before	GIS map Soon after	Damage type 2)
61				上下部構造の流出
128				上部構造の一部流出 橋台背面土の流出
159				中央径間の流出 橋台背面土の流出

- 全上下部構造流出の場合、橋梁の位置がわかれば判読可能
- 上部構造一部流出の場合、輪郭が途切れるため被害判読可能

February 13, 2018

### 流出以外の被害

Ps: 表面散乱, Pv: 体積散乱, Pd: 2回反射散乱

No. 1)	R: Pd G: Pv B: Ps (Sigma naught)	Google Earth Before	GIS map Soon after	Damage type 2)
59				高欄の変形
96				損傷確認されず
124				構造上無被害

- 橋梁輪郭の同一線上や床版上の後方散乱が一定でない場合、橋梁に瓦礫が堆積している可能性がある

February 13, 2018

### 目視判読の結果

1時期のSAR画像から被害を明確に判読できる○、明確に判読できない×、どちらともいえない△

No. 1)	橋梁名	橋桁	橋脚	被害区分	目視判読結果
59	大槌大橋	○	-	高欄の変形	○
60	安渡跨道橋	△	-	構造上無被害	-
61	安渡橋	×	×	上下部構造の流出	○
66	小槌橋	△	-	構造上無被害	-
67	古廊橋	△	-	構造上無被害	-
90	沼田跨線橋	×	○	全上部構造の流出、橋台背面土の流出	○
94	最上堂橋	○	-	上部構造の一部流出	○
96	松原大橋	○	-	損傷確認されず	○
101	気仙大橋	×	○	全上部構造の流出、橋台背面土の流出	○
103	姉齒橋	×	○	全上部構造の流出、橋脚の損傷	○
124	不明	○	-	構造上無被害	○
126	中橋	×	×	上下部構造の流出	○
127	八幡橋	○	-	構造上無被害	○
128	水尻橋(上)	○	-	上部構造の一部流出、橋台背面土の流出	○
159	定川大橋	○	-	中央径間の流出、橋台背面土の流出	○

- 橋梁の輪郭(橋桁)が明確に確認できない場合、災害後1時期の航空機SAR画像から橋梁被害を目視判読することは難しい

February 13, 2018

### まとめ

- Xバンド航空機SAR画像を用いて4成分散乱電力分解を行い、橋梁の後方散乱特性の把握・津波被害の目視判読を試みた
  - 道路上に部材のない橋梁の後方散乱は、 $\varphi$ が $90^\circ$ に近づくほどPdの割合が高くなり、Psの割合が低くなる
  - 上部構造の一部・全上部構造の流出、上下部構造の流出、瓦礫堆積は災害後1時期のSAR画像から目視判読可能
- 目視判読は個人によって評価が異なるため、被害を受けた橋梁のパラメータの定量化が今後の課題となる

本研究で使用したPi-SAR-X2画像は情報通信研究機構と千葉大学の共同研究のもと、提供していただきました。

February 13, 2018



第20回 環境リモートセンシングシンポジウム

A NEW UNSUPERVISED CLASSIFICATION OF COLLAPSED BUILDINGS USING TERRASAR-X IMAGERY, HAZARD DISTRIBUTION AND FRAGILITY FUNCTIONS

Luis MOYA<sup>1</sup>, Fumio YAMAZAKI<sup>2</sup>, and Wen LIU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University. <sup>2</sup>Graduate School of Engineering, Chiba University.

February 15, 2018

CONTENTS

- Remote sensing and machine learning.
- Introduction of the problem.
- A proposal solution.
- Case study.

2

REMOTE SENSING AND MACHINE LEARNING



Extraction of features

Truth data

$\mathbf{z}_1 = (z_{1,1}, z_{1,2}, \dots, z_{1,M});$   
 $\mathbf{z}_2 = (z_{2,1}, z_{2,2}, \dots, z_{2,M});$   
 ...  
 $\mathbf{z}_K = (z_{K,1}, z_{K,2}, \dots, z_{K,M})$

$r_1 = 0$   
 $r_2 = 1$   
 ...  
 $r_K = 0$

$Z = \{\mathbf{z}_i, r_i\}_{i=1}^K$

Calibrate a discriminant function

Source of images: Prof. Fumio Yamazaki

3

A MACHINE LEARNING METHOD: LOGISTIC REGRESSION

Logistic function:  $y = P(C_1|\mathbf{z}) = \frac{1}{1 + e^{-\theta^T \mathbf{z}}}$   $\rightarrow$  if  $y \geq 0.5 \rightarrow z \in C_1$   
 if  $y < 0.5 \rightarrow z \in C_2$

Likelihood of  $\theta$  given training set Z:  $l(\theta|Z) = \prod_{i=1}^K (y_i)^{r_i} (1 - y_i)^{1-r_i}$

Cost function:  $E(\theta|Z) = - \sum_{i=1}^K r_i \ln y_i + (1 - r_i) \ln(1 - y_i)$

Key observation:

if  $r_i = 0 \rightarrow r_i \ln y_i = 0$   
 if  $r_i = 1 \rightarrow (1 - r_i) \ln(1 - y_i) = 0$

A training sample always cancel one term!

4

## INTRODUCTION OF THE PROBLEM

Some succeeded cases studies:

Research team	Method	Date of the event	Training data source	Date the training data was released
Bai et al. (2017)	Deep learning	March 11, 2011	MLIT	August 4, 2011
Wieland et al. (2016)	SVM	March 11, 2011	MLIT	August 4, 2011
Moya et al. (2018)	SVM	April 16, 2016	Field survey	Field survey: June 10-13, 2016

Can you see the common issue?

*After a large-scale disaster event, it is challenging to gather information to be used as **training data***

5

## A PROPOSAL SOLUTION



6

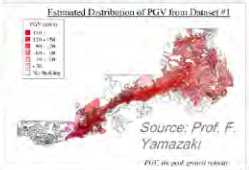
## LET'S REPLACE TRAINING DATA WITH OTHER SOURCE OF INFORMATION!

*Researchers have been observing the relation between damage and hazard for several decades!*

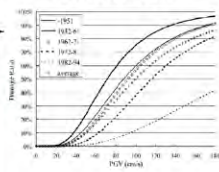
Building damage inventory (Source: BRI)



Peak ground velocity (Yamaguchi and Yamazaki, 2001)



Building damage function



7

## BACK TO LOGISTIC REGRESSION

To following modification is proposed:

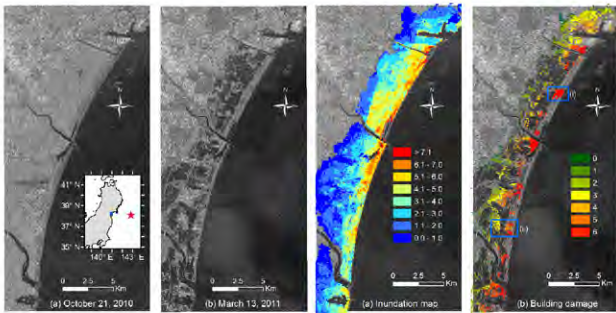
Cost function: 
$$E(\theta|Z) = - \sum_{i=1}^K p_i \ln y_i + (1 - p_i) \ln(1 - y_i)$$

$p_i$ : probability that the sample  $i$  is collapsed given the demand of the hazard (estimated from the fragility curve)

**Interpretation:** Consider that every sample is duplicated. One as collapsed and the other as non-collapsed. However, their contribution to the cost function is weighted ( $p_i$  and  $1-p_i$ ).

8

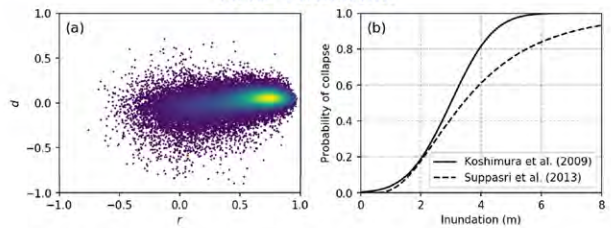
CASE STUDY: THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE AND TSUNAMI



October 21, 2010 Pre-event      March 13, 2011 Post-event      Inundation map      Building damage surveyed

9

CASE STUDY: THE 2011 TOHOKU EARTHQUAKE AND TSUNAMI

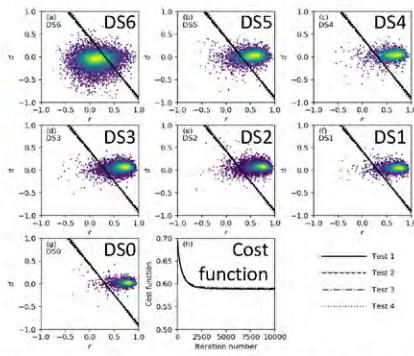


Two features: averaged difference and correlation coefficient (Bi-dimensional space)

Empirical fragility curve  
Demand: inundation depth

10

**RESULTS: LINEAR DISCRIMINANT FUNCTION**  
 DS: Damage state  
 C: collapsed bldg.  
 NC: non-collapsed bldg.  
 UA: User accuracy  
 PA: Producer accuracy

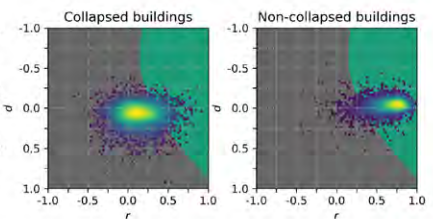


	DS0	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS0-DS5	DS6	Total	UA
NC	1793	2448	6264	5551	1475	2844	20375	1861	22236	91.6
C	64	130	385	469	220	788	2056	6943	8999	77.2
Total	1857	2578	6649	6020	1695	3632	22431	8804	31235	
PA	96.6	95.0	94.2	92.2	87.0	78.3	90.8	78.9		87.5

RESULTS: NON-LINEAR DISCRIMINANT FUNCTION

$$\theta z = \theta_0 + \theta_1 z_1 + \theta_2 z_2 + \theta_3 z_1^2 + \theta_4 z_2^2$$

DS: Damage state  
 C: collapsed bldg.  
 NC: non-collapsed bldg.  
 UA: User accuracy  
 PA: Producer accuracy



	DS0	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS0-DS6	DS6	Total	UA
NC	1788	2419	6205	5492	1444	2738	20086	1612	21698	92.6
C	69	159	444	528	251	894	2345	7192	9537	75.4
Total	1857	2578	6649	6020	1695	3632	22431	8804	31235	
PA	96.3	93.8	93.3	91.2	85.2	75.4	89.5	81.7		87.3

12

### CONCLUSIONS

- Avoiding training data for identification of building damage is crucial.
- A new unsupervised classification method for damage classification is proposed.
- Training data is replaced with aggregate information from fragility functions and hazard information.
- High accuracy was obtained in the detection of collapsed buildings due to the 2011 Tohoku Earthquake and Tsunami.

13

ありがとうございます

Thanks

# Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling の観測学的研究

大村潤平(千葉大学大学院理学研究科)・吉野千恵・服部克巳・Dimitar Ouzounov・Jann-Yenq Tiger Liu・下道國・小西敏春・古屋隆一

## Abstract

電離層の異常は大地震の前兆現象として最も有望なもののひとつである。地圏-大気圏-電離圏結合理論(Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling: LAICモデル)がこれらの現象を説明するために提案された。LAICモデルの化学チャンネルの可能性を観測学的に検証するため、我々は大気電場(AEF)、大気イオン濃度(AIC)、大気ラドン濃度(ARC)、ラドン散逸量(REQ)、気象要素の観測を行っている。大気電気学的パラメータの地震に関連する信号を検知するためには、地殻の活動によらない変動は取り除くべきである。このため、本研究ではラドン散逸量と気象要素の時系列データにマルチチャンネル特異スペクトル解析(Multi-channel Singular Spectrum Analysis: MSSA)を適用し、それらの変動の間の関連性を調査した。そしてREQの元の時系列データから気象要素の影響を受けた変動の分離することで、地下起源の地中ラドン濃度変動を評価し、地震活動との関連性を調査した。

## Introduction

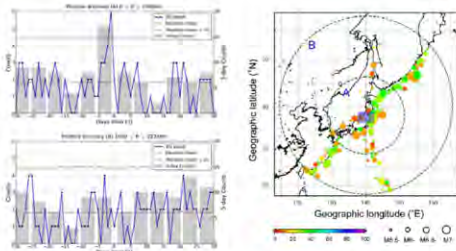


図1 M6以上の地震と電離圏電子数異常の相関解析結果(1998-2010) (Kon et al., 2011)

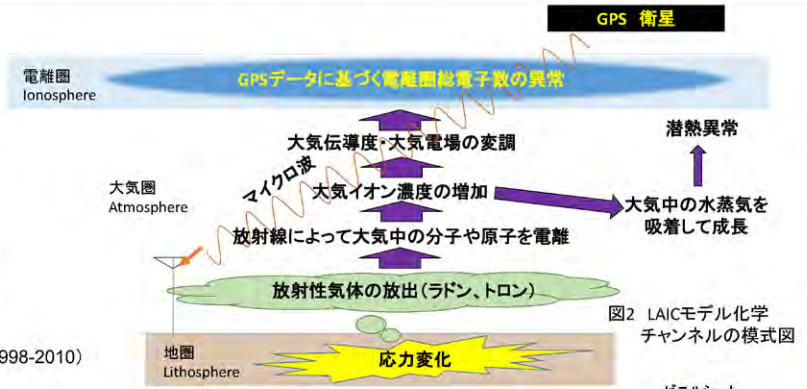


図2 LAICモデル化学チャンネルの模式図

## Observation

表1 観測パラメーター一覧

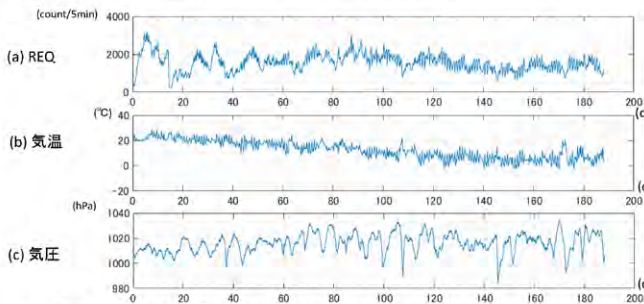
観測点名	大気電気学的パラメータ	製造元、型番	観測開始日
ASA	大気イオン濃度(AIC)	コムシステム株式会社 COM-3700	2013.03.08
	大気電場(AEF)	Boltek EFM-100	2013.05.29
	気象要素	Davis WEATHER STATION Vantage Pro2 Plus G162C	2013.05.29
	大気ラドン濃度(ARC)	Saphymo AlphaGUARD PQ2000PRO	2013.08.21
	大気ラドン濃度(ARC)	応用光研工業株式会社 Radon Monitor	2013.06.05
	ラドン散逸量(REQ)	応用光研工業株式会社 Radon Monitor	2013.06.05



図3 (a) 旭観測点(ASA)の地理的位置と概観 (b) REQ観測の模式図

## Multi-channel Singular Spectrum Analysis: MSSA

解析した時系列データ 図4 解析に用いた観測時系列データ (2015.8.25-2016.2.29)



マルチチャンネル特異スペクトル解析(Multi-channel Singular Spectrum Analysis: MSSA)は、非定常信号の分解に適した手法で、波形のモデルを仮定することなく入力信号を周期性によって分解できる。

本研究ではこの手法により図5(a)-(c)の3チャンネルのデータから共通する変動の主成分を抽出する。

次に、主成分を各チャンネルのデータに投影することでチャンネル毎に主成分の時系列データを再構成する。その後、各主成分についてチャンネル間の相関関係に基づいて気象要素の変動に関連するREQの変動成分を分離した。

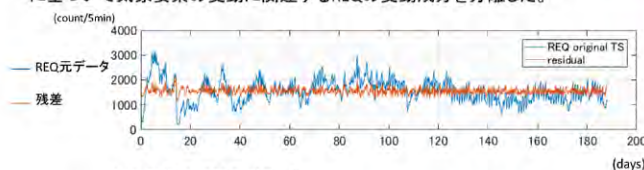
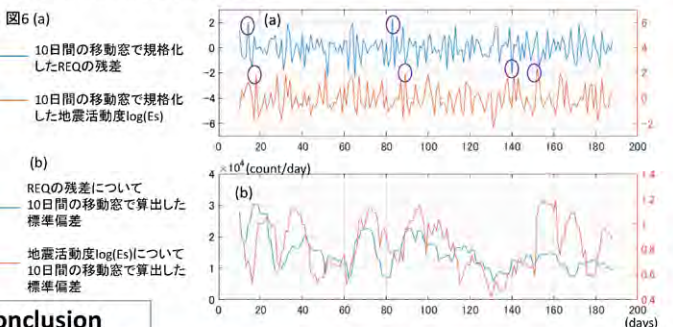


図5 青線: REQ時系列データ 橙色線: 気温もしくは気圧に関連する変動の主成分を差し引いた残差

## 地震活動との関係

$$\text{地震活動度 } Es = \sum_{1 \text{ day}} \frac{10^{4.8+1.5 \cdot M_i}}{r_i^2} \quad \text{との比較}$$

(M: マグニチュード r: 震央距離(km)、気象庁の震源リストを使用) 深さ70km以下、震央距離150kmの地震を使用した。REQの残差値、Esともに1日値について前9日を合わせた10日間の移動窓で規格化



## Conclusion

ラドン散逸量についてMSSAを用いてラドン散逸量(REQ)、気温、気圧の時系列データを共通する周期変動の主成分に分解した。

分解した主成分毎にREQと気温、気圧の相関関係を評価することで気象要素の変動に関連する半日~数日周期のREQの変動成分を概ね除去することができた。

半日~数日周期の変動成分を概ね除去REQのデータと地震活動を比較した結果、変動のピークに対応している箇所が見られ、時系列でのばらつきの変化が類似するよう見られた。

各パラメータ間の関連性について詳細な検討のため異なる観測機関での解析が必要である。

## プログラム - 2



震災津波人命リスクモデルの汎用化と研究対象域の拡大  
 — 相模湾湘南地域の鎌倉市から藤沢市への適用 —

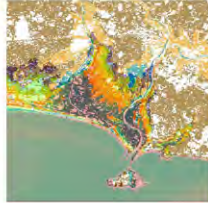
(株) 適感環境モニター 代表取締役 **金子大二郎**

湘南海岸地域

標高別木造住宅分布



木造住宅と津波遡上分布



1. 研究の背景

1. 災害避難人命リスクの社会・地理モデルの普遍化と対象域の拡大  
 東南海三連動地震対策ばかりでなく南関東地震の震源域にある湘南地域は、津波波高が首都圏の中で最も高く、被災を凶らねばならない特に重要な地域となっている。
2. その対策として著者は、津波避難の人命リスク地理・社会モデルの開発を進めてきた。
3. 影響変数の標準化と、人命リスクの計算結果を無次元による普遍化をし、他都市との相互比較が可能となった、このモデルを使いこれまでの鎌倉市から対象範囲を拡大する。
4. 人口密度の高い首都圏の中で、津波波高が最も高い相模湾湘南地域の鎌倉市に続き藤沢市ほかの複数の都市に研究対象域を拡大した。
5. このモデルの考え方は、首都圏下地盤時の大規模避難人命リスクにも応用可能であり、多摩川や荒川の干渉域を考えている。

広域的背景:

1. 首都圏には、震災時の被災に当たって、避難経路に存在する地形や、津波の著上の視点から人命リスクの高い地域が存在する。
2. その中でも著者は、首都圏の木造住宅密集地域と湘南海岸の津波対策として人命リスクの評価を進めてきた。
3. 同時多発大震災に対するハードの減災対策（スーパー耐震構架、公園型避難者専用種）や、レベル2の津波対策として高速道路と避難所を内蔵した防災松林丘陵を提案してきた。
4. 一方、災害弱者としての高齢者ばかりでなく、若年層や避難地等について土地不案内観光客のリスクを評価している。

津波避難住民人命リスクポテンシャルモデル

$$R_{riskD} = \left\{ \left( \frac{D_{dp}}{D_{p0}} \right) \left( 1 + \frac{AG_r}{AG_m} \right) \left( \frac{WH_r}{WH_0} \right) \left( \frac{D_{ist}}{D_0} \right)^2 \frac{H_{fl} - H_{el} - H_{f0}}{H_{eav}} \right\}$$

- $R_{risk}$  : 火災避難人命危険度
- $D_{dp}$  : 住人人口密度 (人/500m四方あたり)
- $D_{p0}$  : 大口密集地区基準値 = 4,000 (人/km<sup>2</sup>)
- $AG_r$  : 高齢化率 (%、500m四方単位)
- $WH_r$  : 補正用木造住宅率 (%、70m四方平均値)  
10m解像度であるALOSの7×7=49pixels平均値
- $WH_0$  : 市内木造平均住宅率
- $D_{ist}$  : 避難距離 (km)
- $D_0$  : 基準避難直線距離 = 1.0 (km),  
計画基準2km
- $H_{fl}$  : 津波遡上の浸水深  $D_{fl}$  (地点における浸水深  $H_{fl}$  - 標高値  $H_{el}$ )
- $H_{f0}$  : 死亡水深 (0.3m、流速と漂流物による転倒)

津波避難観光客危険度ポテンシャルモデルの定義式

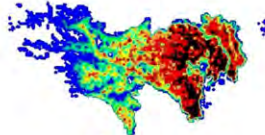
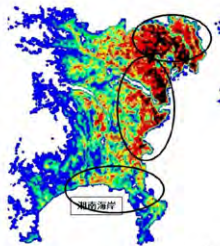
$$Risk_{Sight} = \left( \frac{D_{sd}}{D_{p0}} \right) \left( \frac{D_{ist}}{D_0} \right)^2 \frac{(H_{fl} - H_{el}) - H_{f0}}{H_{eav}}$$

- $R_{risk}$  : 津波観光客避難人命危険度
- $D_{sd}$  : 観光客数密度 (人/500m四方あたり)
- $D_{p0}$  : 大口密集地区基準値 = 4,000 (人/km<sup>2</sup>)
- $D_{ist}$  : 避難距離 (km)
- $D_0$  : 基準避難直線距離 = 津波到達時間に依存、0.5 (km)
- $D_{fl}$  : 津波の浸水深 (地点における浸水深  $H_{fl}$  - 標高値  $H_{el}$ )
- $D_{f0}$  : 死亡水深 (0.3m、転倒による)

Tokyo and Kanagawa

Population density

All age classification  
 100 interval, Max=1300 persons  
 250 x 250m square



内閣府東南海地震の地形データ範囲 (No.9系): 日本測地系

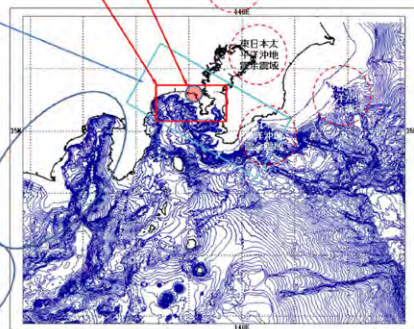
南関東地震想定域

湘南と鎌倉市

日本測地系

東海地震想定域

東南海地震想定域



藤沢駅近くの新森公園から江ノ島・片瀬の湘南海岸の全景

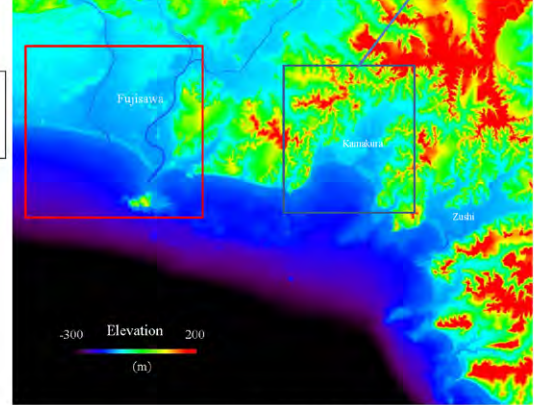


津波避難人命リスク研究対象域

使用地形データ:  
内閣府 東南海地震9系地形データ範囲

津波人命リスク評価範囲:  
津波防災対策評価範囲: 藤沢・鎌倉市

湘南3市:  
藤沢市  
鎌倉市  
逗子市



内閣府提供東南海地震地形データ

Geo-coded Land-cover classification:  
Wooden Houses (Ocher color)  
Building (red)  
Park and Grassland (light green)  
Forests (green)  
Water (sky blue)  
Others (grey)



日本測地系に統一された衛星からの土地被覆分類結果

湘南域の土地被覆(利用)分類: コンクリート(避難)ビルの抽出

Housing Classification

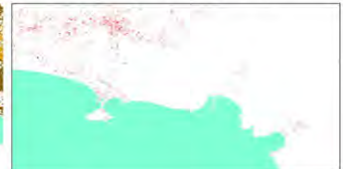
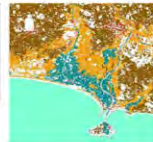
Housing:  
174,828 pixels  
(10m×10m)  
44.83%  
in Fujisawa areas

Housing Less  
than 5m Height

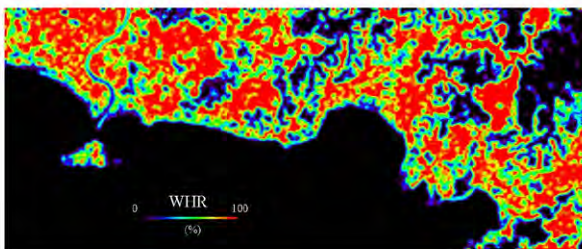


Extraction of 10m-Pixel Sites (red color) of Building Classification for Tsunami Evacuation Building

Building:  
7,402 pixels  
(10m×10m)  
1.89%  
in Fujisawa areas



Distribution of geocoded Wooden House Ratios  
in the test site of Shonan coastal cities



日本測地系に統一された  
湘南域の木造住宅率分布: 90m四方平均面積率

藤沢市 木造住宅率 44.83%、  
鎌倉市 住宅面積率: 約30%、中心部の木造住宅率: 79パーセント

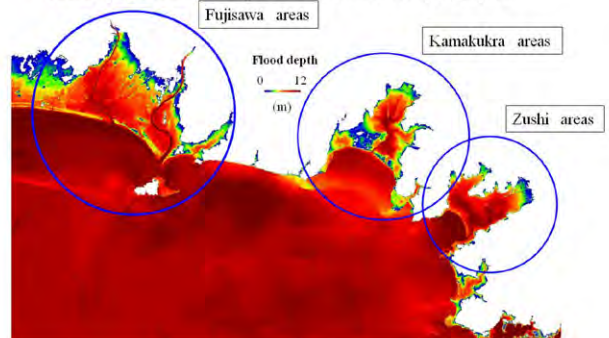


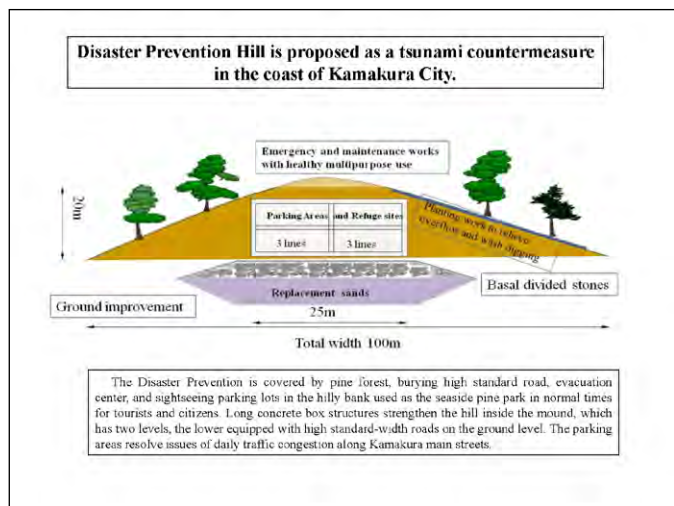
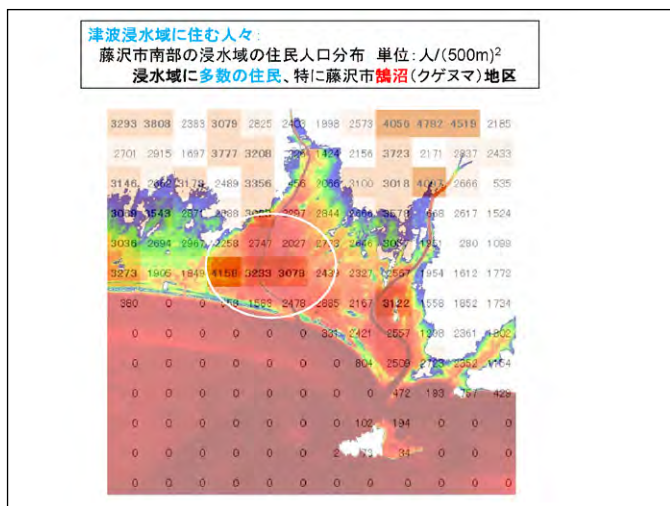
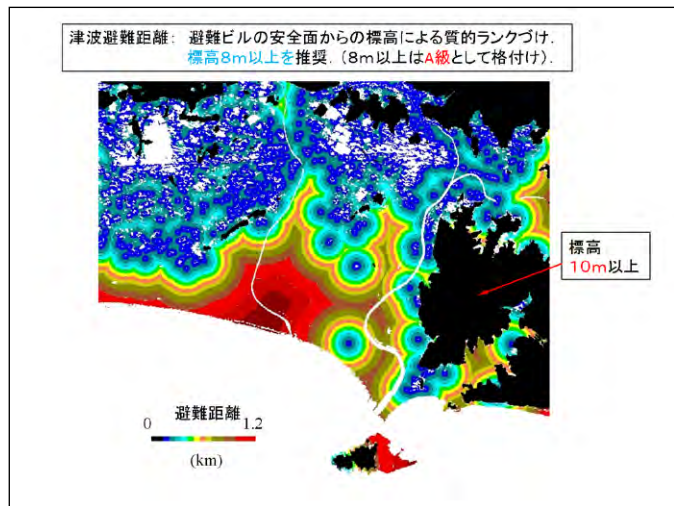
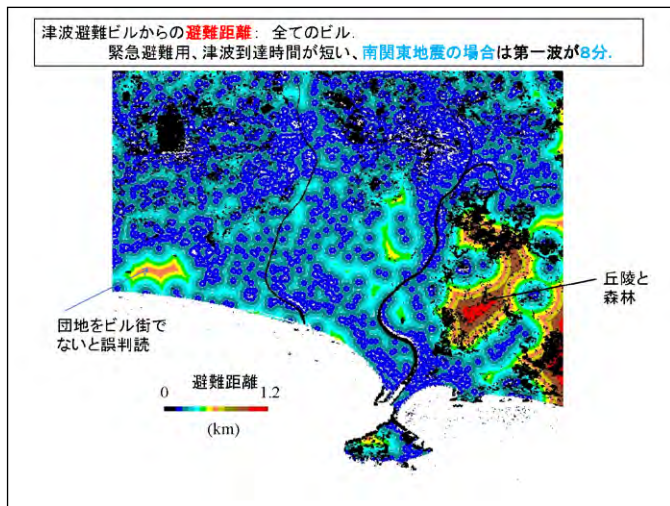
References:

- 1) Enjuns KANRHO, Takazo HORIYAMA, Evaluation of Refugia Life Risk using Geographical and Social Grid-Models with Satellite-Based House Ratio and Flood Depth by Tsunami Simulation, Public Affairs, PA21D-0588, American Geophysical Union Fall Meeting 2017.
- 2) 金子 大二郎, 嶋山 博三; 衛星による木造住宅率と津波浸水深を用いた避難人命リスクの評価—地理・社会モデルの構築と鎌倉湾への適用—, 土木学会論文集(安全問題), 73巻 (2017) 1号 p. 59-71
- 3) 嶋山博三・金子大二郎・大野裕史; 津波危険性評価における国土構造体による津波対策工評価のための数値実験, 土木学会論文集81, Vol.171, 特別号・水工学論文集, 第59巻, 228, 6e, 2015.

湘南域における慶長型地蔵相当による津波遡上の計算値

FloodDepth\_Shonan\_forComposition-withNumericalMap\_E\_step200





結論： 震災避難人命リスクの社会・地理モデルの  
普通化と対象域の拡大  
— 神奈川県湘南海岸への適用とデータ同化 —

1. これまでに社会・地理条件を使った津波避難人命リスクモデルを開発してきた。このモデルにつき、影響変数の標準化と、人命リスクの計算結果を無次元による普通化を進めてきた。
2. 他都市との相互比較が可能となり、対象域の拡大と都市相互のリスク比較および有効な対策の提案を目指している。データ同化の推進。
3. このモデルは、災害弱者(災害時要援護者)の避難人命リスクを評価化の備である。
4. 当面の予定：
  - 1) 鎌倉市と同様に、木造住宅率を使った1.0mメッシュの人口密度を推定し、避難人命リスクの計算すること。
  - 2) 津波到達時間、浸水深および避難距離から検討した避難ビルの質的評価を試みること。
  - 3) 災害弱者(災害時要援護者)の人命リスクの評価結果に基づく避難対策を検討する。
5. 今後の課題：
  - 1) レベル2の津波に対する減災対策として、1.0m級の内臓構造体型の津波防災松林丘陵を検討する。
  - 2) 神奈川県庁、鎌倉市、逗子市に続き、藤沢市関係者と意見交換をし、減災対策を検討すること。

# GOSAT FTS TIRから導出したメタンプロファイルデータを用いた上部対流圏のメタン変動について

江口菜穂<sup>1</sup>、齋藤尚子<sup>2</sup>、丹羽洋介<sup>3</sup>

1：九州大学 応用力学研究所，2：千葉大学 環境リモートセンシング研究センター，3：気象研究所

第 20 回 千葉大学  
環境リモートセンシング  
シンポジウム  
2018/2/154

## 1. はじめに

GOSAT (Greenhouse gases Observing SATellite: 温室効果ガス観測技術衛星) の主センサーである TANSO FTS (Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation Fourier Transform Spectrometer) の熱赤外域 (Thermal InfraRed: TIR) スペクトルより、二酸化炭素とメタンの鉛直濃度プロファイルデータが導出され、Level 2 (L2) プロダクトとして一般に公開されている。本発表では、FTS TIR L2 Version 01.xx (最新版) のメタン CH<sub>4</sub> 鉛直プロファイルデータを用いて、特に上部対流圏のメタンの季節変化と、数値モデルとの比較結果を報告する。

比較解析では、リトリール時に a priori として使用した国立環境研の大気輸送モデル (NIES-TM; Transport Model ver.5) [Saeki et al., GMD, 2013] と非静力学全球モデル Nonhydrostatic Isosahedral Atmospheric Model (NICAM)-based Transport Model (TM) [Niwa et al., JMSJ, 2011] で計算されたメタンデータを使用した。

## 2. データ: 処理方法と特徴

解析には、FTS TIR L2 V01.xx メタン鉛直プロファイルデータを用いた。対象とした気圧面は、主に対流圏上層の 237 hPa である。(リトリール手法の詳細は、Saitoh et al. [SOLA, 2012] を参照。) TIR L2 V01.xx メタンデータは、他衛星や地上FTSとの比較解析でデータ質が評価されており、緯度帯や高度によるデータ質の差異が報告されている [Holl et al., AMT, 2016; Zou et al., 2016; Olsen et al., AMT, 2017]。現在、各種航空機データとの検証解析が進められており、北半球中緯度の夏季の中部対流圏で-1.2%から-1.5%の負バイアスがあることがわかっている [野々垣ら, 第22回大気化学討論会; Saitoh et al., in preparation]。解析期間は 2010 年 1 月から 2013 年 12 月の 4 年間である。L2 データから日毎に 5 度グリッドのグリッドデータを作成し、解析に用いた。各グリッド内の L2 データの月平均数は、2~3 個であった。海上のサンプリング等の観測頻度が多いところでは、10 個以上であった。

図 1 より、自由度 (DOF: Degree of Freedom) は、夜間よりも昼間の値の方が高く、また高緯度 (60 度以北、以南) や雲高頻出域で、値が低い特徴がみられた。解析では、DOF が 0.2 以上かつ、各緯度、月毎に DF の平均値と標準偏差をとり、[平均値 - 標準偏差 × 2] 以上のデータを用いた (図 2)。

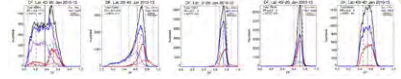


図 1: 自由度 DOF の分布。2010-2013 年 1 月。赤、青線は日中と夜間、黒線は陸地、赤線は海上、破線は海上。縦実線は平均値、縦破線は標準偏差、縦点線は標準偏差 × 2。

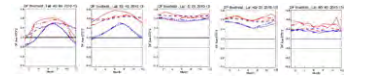


図 2: 各緯度帯毎の自由度 DOF の季節変化。ただし、[DOF の平均値 - 標準偏差 × 2] の分布。赤、青線は日中と夜間、実線は陸上、破線は海上、点線は混合域。

解析に有効なデータは、低中緯度 (40S-40N) ではほぼ年中、高緯度では、北半球冬季の夜間のデータが解析から省かれる。

## 3. 水平分布と季節変化

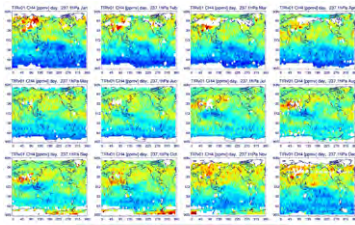


図 3a: TIR リトリールの CH<sub>4</sub> [ppmv] の水平分布。237hPa。各月。日中。白抜きはデータ欠損。2010-2013 年平均。

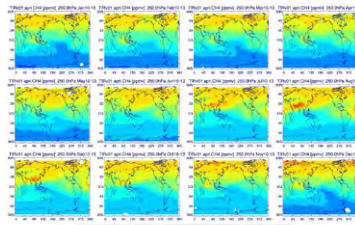


図 4: a priori の CH<sub>4</sub> [ppmv] の水平分布。250hPa。各月。

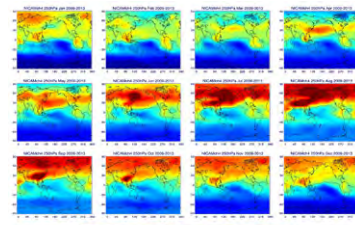


図 5: NICAM-TM の CH<sub>4</sub> [ppbv] の水平分布。250hPa。各月。但し、2009-2013 年平均。

- ・ 年中、北半球の中高緯度で濃度が高く、南半球に行く程、濃度が低くなる。
- ・ 北半球冬季、高緯度陸上および夏季の中央・東アジア域で濃度が高い。

- ・ 北半球冬季から春季の南半球中部太平洋で濃度が低い、夏季から秋季は赤道インド洋から西部太平洋域にかけて濃度が低い。

- ・ 数値モデルと同様な傾向がみられているが、数値モデルの方が南北両半球の濃度コントラストがきつい。

**昼夜の違い**

図 3b、図 3c と同じ。ただし、昼間一夜間の濃度差。1 月と 7 月。

昼夜の違いは、約 10% 夜間の濃度が高い。高緯度陸上で夜間が高く、低緯度陸上で昼間が高い。

## 4. 緯度変化と年々変動

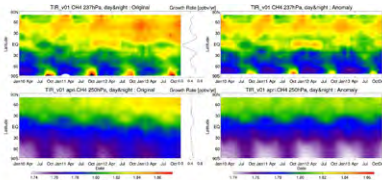


図 6a: 237hPa の緯度平均した CH<sub>4</sub> [ppmv] の時間緯度断面図。(上) リトリール値、(下) a priori、(左) オリジナル、(右) トレンドからの偏差。

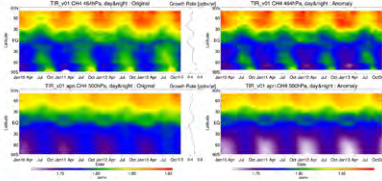


図 6b: 図 6a と同じ。ただし、464hPa 気圧面。

- ・ 季節変化は、中高緯度で顕著。低緯度は年々変動の方が卓越しているようだ。北半球高緯度は冬季に高く、春季に低い、中緯度は、秋季から冬季にかけて濃度が高い。
- ・ 南半球も同様に中緯度では冬季に濃度が高い。10、11 月の極大はエラアか？
- ・ 対流圏中層では、中高緯度の変動がほぼ同時に起こっている。冬季に濃度高く、夏季に低くなる。
- ・ トレンドの傾向は、対流圏中、上層共に亜熱帯域で高くなっている。

## 5. 鉛直分布

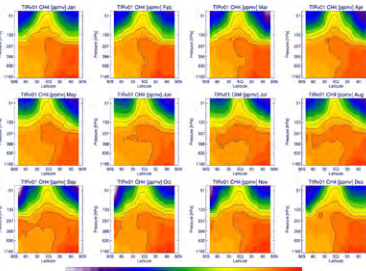


図 7: 緯度平均した TIR CH<sub>4</sub> [ppmv] の緯度気圧断面図。2010-2013 年平均。コンターは 0.1 [ppmv] 毎。

CH<sub>4</sub> の高濃度域は北半球高緯度地表面付近にみられ、そこから、上層および南側に広がっている様子がみられる。対流活動が活発な低緯度で、上部対流圏への伸長および、上部対流圏での南半球への伸長がみられる。特に北半球夏季に顕著である。8~11 月の南半球上部対流圏の極大は不明。

南半球への水平方向の広がりは、数値モデルの特徴と異なる。NIES TM は特に積雲による鉛直輸送の特徴が他のモデルよりも強いことが指摘されており [Eguchi et al., ICDC8, 2009]、対流圏内の特に北半球側で濃度コントラストがみられる。それ以上の成層圏との境が明瞭である。一方、NICAM-TM は上部対流圏での南半球への伸長は見られない。また成層圏も含めて、濃度が一律で、混合過程が卓越していることが示唆される。

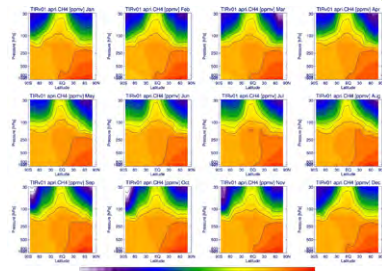


図 8: 図 7 と同じ。ただし、a priori (NIES TM)。

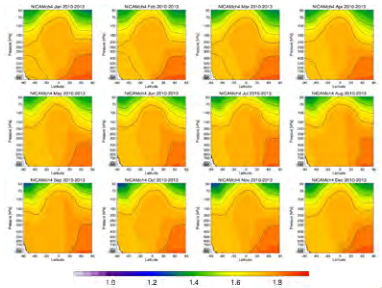


図 9: 図 7 と同じ。ただし、NICAM-TM。

## 6. 考察

これまでの先行研究で指摘されている、南北半球間のコントラスト、北半球夏季のシベリア、北米大陸北部での極大と季節変化の特徴がリトリール値にみられていた。上部対流圏においては、対流圏中層での上層への輸送がみ

られているが、その北側の成層圏領域との間の壁が明瞭に見られている。また対流圏中層の南への広がりと、対流圏最下層の低濃度の恒定性を今後、確認していく。メタンは水蒸気と気温に敏感な物質であるので、これらの他の物理量と合わせて、今後解析をおこなっていく予定である。

## 7. 参考文献

Holl et al., AMT, 9, 1961-1980, doi:10.5194/amt-9-1961-2016, 2016  
Niwa et al., JMSJ, 89, 255-269, doi:10.2151/jmsj.2011-306, 2011  
Olsen et al., AMT, Vol.10, No.10, 3699-3718, 2017.  
Saeki et al., GMD, 6, 81-100, doi:10.5194/gmd-6-81-2013, 2013  
Saitoh et al., SOLA, vol.8, doi:10.2151/sola.2012-036, 2012.  
Zou et al., AMT, 9, 3567-3576, doi:10.5194/amt-9-3567-2016, 2016  
野々垣ら, 第22回大気化学討論会, 2016

謝辞: 本研究は GOSAT の Research Announcement (RA) 課題として取り組んでいる。また本研究の一部は、環境省環境観測総合推進費 2-1701 (温室効果ガスの観測計測装置に向けた統合観測網構築システムの確立) の支援を受けて実施した。



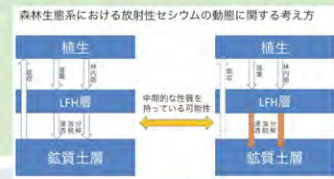
## プログラム - 3

# 空間データに基づいた未来地域デザイン科学の試行的検討—原発事故災害を被った地域を例に

## Trial study of Future Regional Design Science based on spatial data—Case study on the rural area contaminated by NPP accident

小林達明<sup>1</sup>, 児矢野千穂<sup>1</sup>, 間瀬皓介<sup>1</sup>, 高橋輝昌<sup>1</sup>, 近藤昭彦<sup>2</sup>, 宮崎美砂子<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉大学大学院園芸学研究所  
<sup>2</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
<sup>3</sup>千葉大学大学院看護学研究科



### 1. 目的

千葉大学では、食・健康・環境をキーワードとして国際プログラムFuture Earthの取組みを進めている。昨年3月に開催されたワークショップでは、次世代を取り込んだ未来地域デザイン科学が提案された。本研究では、原発事故による避難区域が解除された福島県川俣町山木屋地区をケーススタディとして、GISを用いて広がりがあるフードスケープ、ヘルススケープ、エコスケープを表現し、専門家の力を借りながら、住民が家族ぐるみで環境について考え、自分たちの故郷再生をデザインする社会手法について検討することとした。当地では、住宅地と農地の除染は終わっているが、森林は、林縁部20m以外は除染されておらず、生活や生業への影響が危惧されている。本年は、森林について今後の放射線環境を予測するとともに、GISデータを基礎にした住民の現状の被ばく状況推定を行った。

### 2. 方法

グループでは、2012年から当地の里山の放射線空間分布状況や放射性セシウム放射能濃度、放射性セシウム生態系フラックスなどのデータを蓄積している。それらのデータをもとに、今後100年の森林生態系における放射性セシウム動態を予測した。2016年の土壌のデータと、2015年の樹木の現存量のデータを用いて林分全体の<sup>137</sup>Csの現存量のデータを算出した。森林の放射性セシウムの外部流出率は0.2%以下で、ほとんどが森林内に留まっている。放射性セシウムの一部が生態系内を循環しているが、樹木と土壌で不動化し、循環量は減少すると考えられる。

林分の<sup>137</sup>Csの現存量に対して樹木の年間<sup>137</sup>Cs吸収量の割合を0.92%と仮定し、吸収量の1.1%が樹木木部の不動化量となると仮定した。森林生態系内の循環量の減少分は系内の全不動化量に相当すると考え、2013年から2016年までの<sup>137</sup>Cs循環量の減少量の平均値から樹木木部の不動化量を引くことによって土壌における不動化量を算出し、予測式を構成した。

住民3名に対して、外部被ばく量と内部被ばく量の推定を行った。敷地や震災前後での行動変化に関し、調査対象者にアンケートや聞き取りを行った。対象者の所有地を中心に、居住地区の空間線量率分布を測定した。得られた空間線量率のデータをArcGIS上に重ね、調査対象者の行動パターンと照らし合わせながら一年間の外部被ばく線量を求めた。空間線量率の値は対数正規分布であるとしてランダムに線量を選択し、区画ごとの滞在時間をかけ合わせた。1,000回のシミュレーションにより、現在の行動パターン、震災前の行動パターンについて推定を行った。

陰膳法によって、調査対象者が実際に摂取している食事の放射能を把握し、内部被ばく量を推定した。個人採取の山菜・キノコ類を含んだ食事をした場合の放射能濃度は、震災前後での食生活の変化についてのアンケートや聞き取りを行った結果を基に、中平(2017)の山菜・キノコ類の放射能濃度データを用いて、山菜・キノコ類を食さない場合、年に一回食す場合、震災前と同じように食す場合について推定を行った。

### 3. 結果

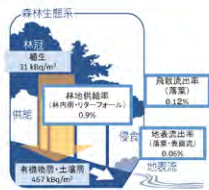


図1 里山の森林生態系をめぐる<sup>137</sup>Csの動き (2015年、2011年3月基準に半減期補正)

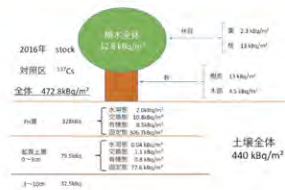
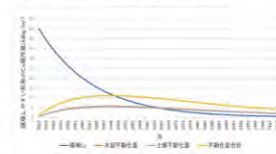


図2 予測式の基礎となる<sup>137</sup>Cs現存量の条件(2016年)

仮説①: 林内雨を循環由来、樹幹流を洗脱由来



仮説②: 林内雨を循環由来、樹幹流の70%を洗脱由来、30%を循環由来とする。

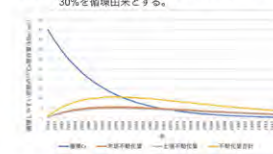


図3 いくつかの条件の違いによる循環しやすい<sup>137</sup>Csと不動化された<sup>137</sup>Csの森林生態系における現存量の経年変化予測



図4 住民の外部被ばく量と内部被ばく量推定の概念

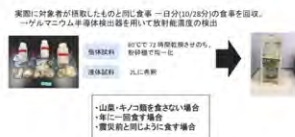


図5 内部被ばく量推定のための陰膳調査の方法



図2 空間線量マップ(3区)



図3 空間線量マップ(4区)



図4 空間線量マップ(7区)

図6 外部被ばく量推定用いた地区の空間線量マップ

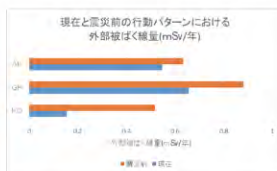


図7 事故前と現在の住民の行動パターンによる外部被ばく量の違い

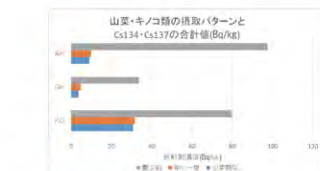


図8 住民の山菜・キノコの摂取パターンによる内部被ばく量の違い

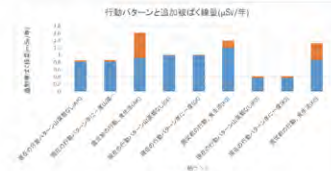


図9 住民の行動パターンによる追加被ばく線量の違い

- 現在の行動パターンで山菜類を年に一回以下しか摂取しない生活において、追加被ばく線量は、長期目標とされている年間1mSv前後の値と推定された。震災前のように森林に頻繁に出入りしたり、山菜・キノコ類を日常的に摂取する場合は1mSvを上回る可能性がある。外部被ばく線量は追加被ばく線量の7割以上であり、被ばく線量は外部被ばくによってもっとも大きく左右される。
- 震災前のように個人で採取をする山菜やキノコ類を摂取する場合、内部被ばくのリスクも高まる。しかし、山菜・キノコ類をふくめた食事を一食分取り入れた場合の内部被ばく線量の増加は、全く食べない場合に比べ、約5μSvと微増であるため、催事などで旬を楽しむために、年に数回程度取り入れるのであれば、被ばくリスクに大きな変化はないと考えられる。
- 森林内での循環しやすい形態の<sup>137</sup>Csと、樹木木部や土壌に不動化される<sup>137</sup>Csの動きを予測した。いずれの予測でも、今後約30年は樹木木部における<sup>137</sup>Csの不動化＝蓄積が進行し、その後は<sup>137</sup>Csは物理的半減期に従って減少するという結果となった。今回の結果からは、今後約30年は材の汚染が進むため、椎茸原木等として木材を利用するのは当面厳しいと考えられる。
- これらの研究成果等をもとに、地域の生活のよりよい未来設計について、住民とともに来年度は検討したい。

# シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた作物生産量推定法の検討 第1報 2017年の宮城県沿岸部農家圃場における大豆生産阻害要因の評価



山本修平<sup>1</sup>・本間香貴<sup>1</sup>・橋本直之<sup>1</sup>・齋藤裕樹<sup>1</sup>・牧雅康<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>東北大学農学研究科, <sup>2</sup>東北工業大学工学部 )

## 背景と目的

宮城県仙台市沿岸部は東日本大震災による津波被害を受けたことから、農地の集約化・大型化が進み、高効率な営農が期待されている。本報告では大区画圃場におけるダイズ生産阻害要因として「**湿害**」に着目し、リモートセンシングによる評価の可能性について検討した。



水はけの悪い圃場では、土壌過湿により酸素が不足し、根・根粒菌への障害から窒素不足が生じる。葉色は薄くなり、光合成能力が低下する。

## 材料と方法

調査場所：仙台市若林区 農事組合法人が管理する圃場4枚・約5ha(1枚に20地点、計80地点の調査区画を設置) 調査日時：2017年6月～10月  
調査品種：ダイズ(ミヤギシロメ) 播種日：6月9日、10日  
使用機材：ドローン(3DRobotics社製Solo)、マルチスペクトルカメラ(Parrot社製SEQUOIA)、  
土壌水分計(Spectrum technologies社製Fieldscout TDR100)、葉緑素計(KONIKA MINOLTA社製 SPAD502Plus)  
調査項目：空撮画像、土壌体積含水率、SPAD値、収量 使用ソフト：GISソフト(QGIS)

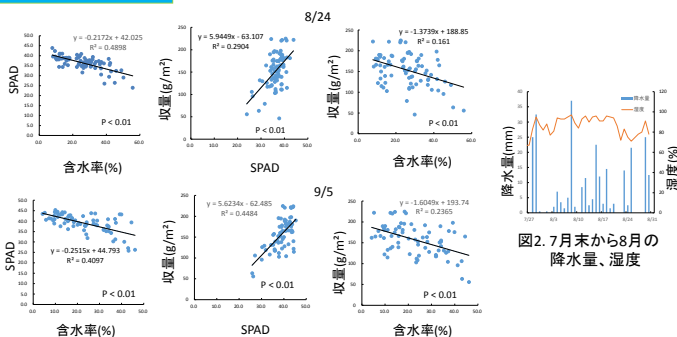


マルチスペクトルカメラ SEQUOIA

- ・解像度5cm(高度60m)
- ・緑、赤、Red edge、近赤外の4波長を撮影

## 結果

### ①地上計測

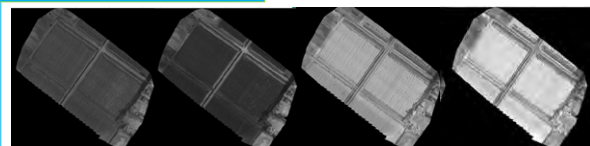


農家圃場における地上計測の結果、7月末からの約1か月の天候不順後である8月24日、9月5日の両日について、SPADと含水率に相関があり、さらにSPADと収量、含水率と収量に相関が認められた。これらのことから、土壌が過湿な地点で葉色が低下し、収量が低下したと考えられた。

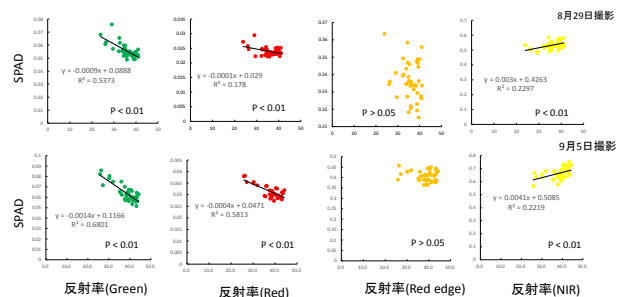
### まとめ

地上計測の結果から、土壌水分、SPAD値、収量の相関が認められた。このことから、調査圃場において湿害が発生し収量が低下したことが示唆された。さらに、マルチスペクトルカメラから得られた画像の分析により、緑、近赤外の反射率を使用した指標GNDVIとSPAD、収量との相関が認められた。以上のことから、実際の農家圃場において、リモートセンシング技術を利用した湿害発生把握と収量推定ができる可能性が示された。ただし、今回湿害の症状とした葉色の変化には病害虫等の様々な要因が絡むため、経時的な複数の評価方法が必要であると考えられた。

### ②空撮画像分析

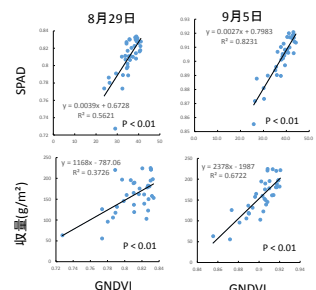


マルチスペクトルカメラから得られた分光画像から、各調査地点ごとに反射率を抽出しSPAD値との相関を分析



$$GNDVI = \frac{NIR - Green}{NIR + Green}$$

NIR：近赤外の反射率  
Green：緑の反射率



8月29日、9月5日撮影の画像から、濃緑から薄い緑への葉色の変化は緑、近赤外との相関があることが示唆された。したがって、この両者を用いた指標としてGNDVIを選定しSPAD値との関係を調べたところ、有意な相関が認められた。ただし、9月5日撮影分に関しては赤の反射率との相関も大きくなっているため、最適な指標の選択のためには、さらなる経時的な調査の必要がある。



# UAVリモートセンシングに基づく 水稲の玄米タンパク含有率推定と味のグラフ化



濱 侃 (千葉大学大学院理学研究科・学振DC)・田中 圭 (日本地図センター)  
望月 篤・鶴岡 康夫 (千葉県農林総合研究センター)・近藤 昭彦 (CERES)

## ■ 米の食味とリモートセンシング

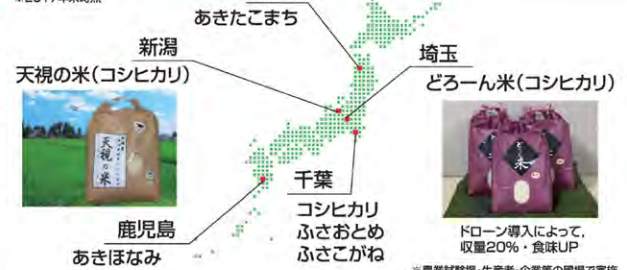
食味は米の品質に関わる重要な要素である。食味は主に**アミロース含有率**(以降、アミロースと略す)と**玄米タンパク含有率**(以降、タンパクと略す)に左右され、デンプンの中のアミロースが低く、タンパクが低いと食味は良くなる(柔らかく、もちとする)。

リモートセンシングによるタンパク推定は、日本以外での先行研究はない。日本の水稲栽培における食味の重要性の高さは、世界的に見ても稀であり、この**味へのこだわり**は日本の水稲栽培の大きな特徴である。

本研究では、UAVリモートセンシングによる水稲モニタリングを他年次、他地域で行い、タンパク推定モデルの導出と検証を行った。また、推定タンパクと気温データを用い、味のグラフ化を行った結果を報告する。

## モニタリング拠点

※2017年末時点



## ■ UAVリモートセンシングの運用と栽培暦(農事暦)



## ■ タンパク推定

濱侃・田中圭・望月篤・鶴岡康夫・近藤昭彦, UAVリモートセンシングおよび登熟期の気象データに基づく玄米タンパク含有率推定, 日本リモートセンシング学会誌, 38(1), 2018.

近赤カメラ: Yubaflex(BIZWORKS)

気温データ: 1kmメッシュ農業気象データ(農研機構)

タンパク推定式

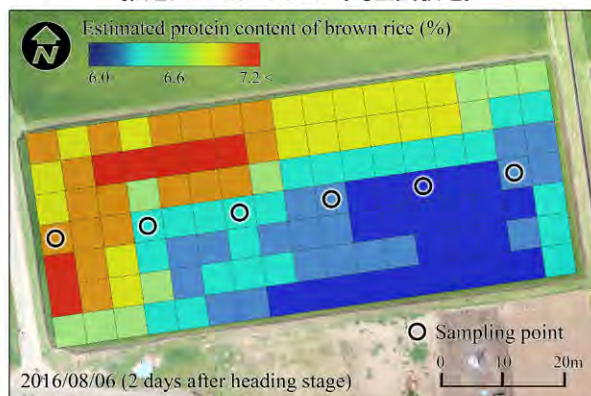
$$PC = 15.663 \cdot NDVI - 0.085 \cdot T + 4.329 \quad (\text{コシヒカリ})$$

$$PC = 14.506 \cdot NDVI - 0.192 \cdot T + 7.816 \quad (\text{ぶさおとめ})$$

$$PC = 11.944 \cdot NDVI - 0.071 \cdot T + 5.473 \quad (\text{ぶさこがね})$$

ここで、PC: タンパク(%), NDVI: 出穂期NDVI, T: 登熟期の平均気温である。なお、コシヒカリでは、出穂期から5~20日後、ぶさおとめ・ぶさこがねでは、出穂期から0~20日後の平均気温を用いた時、タンパクと最も相関が高くなった。

推定タンパクマップ(埼玉試験地)



## ■ 味のグラフ化

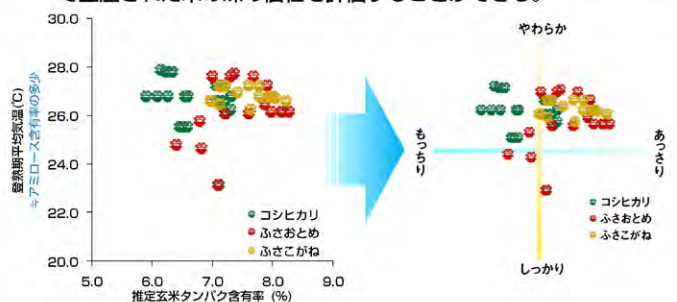
日本では理化学試験と食味官能試験に基づきランク(特A~B')を主要な産地+品種ごと決定している。ここで評価される食味は、一般的な日本人の好みに合う、柔らかくもちりしたもののほど評価が高くなるが、好みは人それぞれである。また、硬い、パサパサしていることも**“米の個性”**と考えることができる。

アミロース、タンパクの内、**アミロースは米粒の硬さ、タンパクは米粒の粘り**に関わる。アミロース、タンパクは、以下の要素が大きく影響を与えることがわかっている。

- ・アミロース → 品種、**登熟期の気温に依存**
- ・タンパク → 品種、**窒素(施肥)に依存**

松江勇次・佐藤大和・内村要介・尾形武文, 低アミロース品種における登熟温度が精米のアミロース含有率および玄米の白濁に及ぼす影響, 日本作物学会記事, 71(4), 2002.

つまり、品種が同一であれば、登熟期の気温と稲体の窒素含有率を評価することで、産地や田植え時期などの栽培条件の異なる圃場で生産された米の味の個性を評価することができる。



# Effective Feature Selection for Damaged Buildings Using Post-Earthquake Satellite Image with Machine Learning

東京情報大学 朴 鍾杰

## はじめに



**UNISDR (国連国際防災戦略)**  
 国連システムにおける防災分野の調整に関して中心的な役割を果たし、防災活動における相乗効果を確実に高めるための組織

なぜ災害が発生するのか？

- ・ 気候変動
- ・ 急速かつ無計画な都市化
- ・ 貧困（被災要因を悪化させる）
- ・ 環境劣化

## 近年の主な地震発生

- 2018/1/14 - ベルー沿岸 (M7.3)
- 2017/11/13 - イラン国境 (M7.2)
- 2017/9/8 - メキシコ中部 (M7.1)
- 2016/10/26 - イタリア中部 (M6.5)
- 2016/04/17 - エクアドル沿岸 (M7.8)
- 2016/04/16 - 日本・熊本地震 (M7.1)
- 2016/03/02 - インドネシア付近 (M7.9)
- 2015/09/16 - チリ・イヤベル地震 (M8.3)
- 2015/04/25 - ネパール地震 (M7.8)
- 2014/04/01 - チリ・イキケ地震 (M8.2)
- 2013/04/20 - 中国・四川省 (M7.0)
- 2012/04/11 - インドネシア・スマトラ島沖地震 (M8.7)
- 2011/03/11 - 日本・東北地方太平洋沖地震 (M9.0)



## 災害が発生した場合

救出・救援活動が早く開始されるほど被害拡大を抑えられる： **防災力を高める**  
 災害発生直後の始動対応において、自主防災組織など地域に密着した救援活動が必要  
 しかし、現地の消防・警察も被害を受けており、初期における救助が円滑にできない

他地域からの救援活動が大事になる → **土地態がない**

**被災状況を迅速に把握する必要がある** (人口密集地域のみならず中山間の集落)

## 目的

地震災害による被災地を短時間で抽出し現場の救援対策に必要な支援データ作成

- ・ 単画像で処理と補助データを用いない
- ・ 機械学習による精度向上



	結果 (Number of Objects)			結果 (%)		
	被災建物	非被災建物	合計	被災建物	非被災建物	合計
被災建物	67	19	86	81.7	18.3	100.0
道路	5	15	21	23.8	76.2	100.0
木	1	104	105	1.0	99.0	100.0
非被災建物	7	80	87	8.0	92.0	100.0

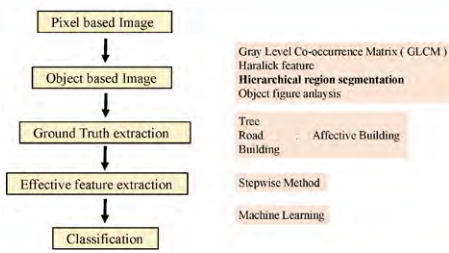
  

	結果 (Number of Objects)			結果 (%)		
	被災建物	非被災建物	合計	被災建物	非被災建物	合計
被災建物	67	19	86	81.7	18.3	100.0
非被災建物	11	76	87	12.7	87.3	100.0

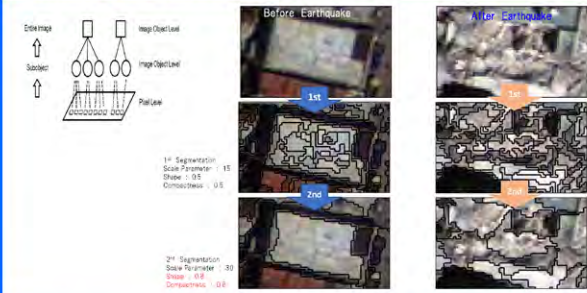
Total accuracy: 89.3%



## 方法

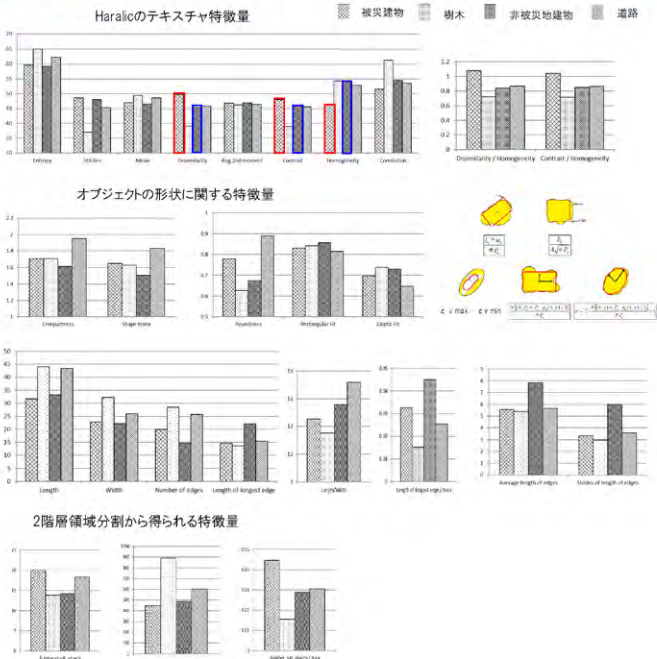


## Hierarchical region segmentation



## 結果

### 特徴量



## 判別結果



# MODISデータによるオブジェクト分類

東京情報大学 金ヨシファン、朴 鍾杰、浅沼市男

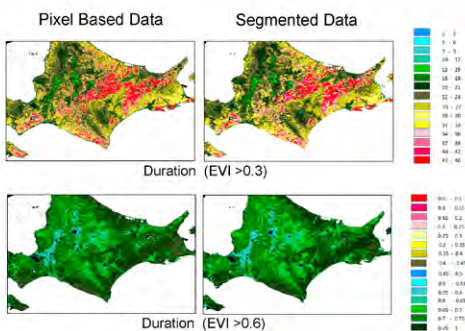
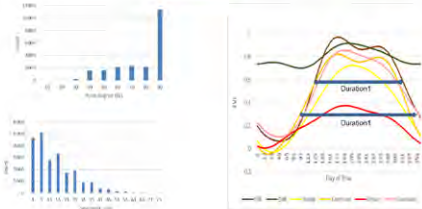
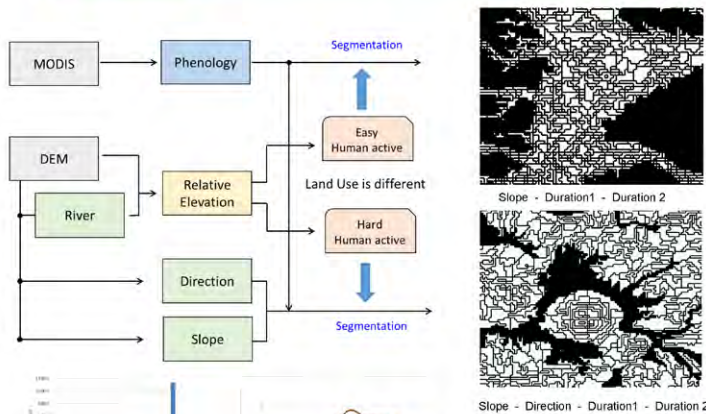
## Introduction

- Vegetation distribution is determined by the topographical features.
- It is seen vegetation communities that have similar characteristics in similar location.
- Location difference is derived from the fact that there is ground undulations.
- Temperature difference is caused by the altitude difference, the result vertical distribution of vegetation is determined.
- Direct factors of vegetation distribution is the climatic conditions and soil conditions, topographical is a background(indirectly) that produce those conditions
- Surface disturbance (ground erosion, slope collapse) and human activity is to direct regulatory factors for the vegetation distribution.

## Objective

We Propose a valid classification method to make vegetation map in Japan which is covered in 73% of mountainous areas.

## Segmentation by topographical feature



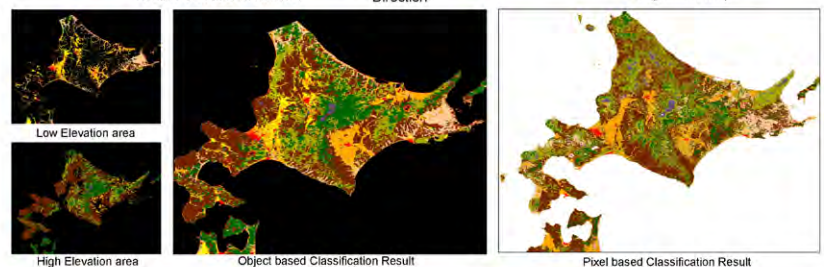
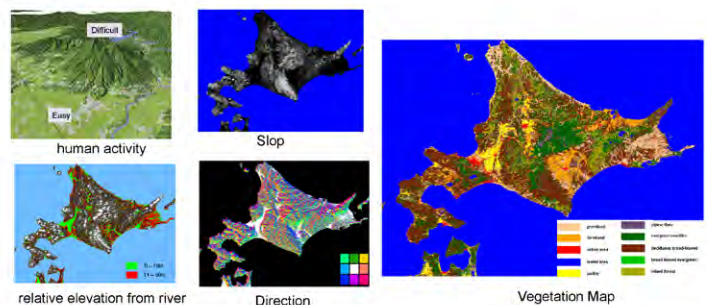
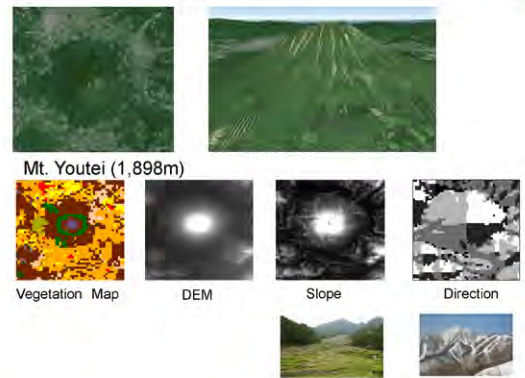
## Vegetation Map

- The Vegetation is whole of the plant populations that covers a certain area.
- Vegetation map is the spatial extent of vegetation communities shown in the map.



## Data

- **MODIS**  
MOD09A1 (500m) 2002-2004
- **DEM**  
USGS HydroSHEDS 15sec BIL : DEM, Flow, Direction
- **Vegetation Map** (Ministry of the Environment of Japan )  
Survey :1979-1986  
Map with a scale of 1 to 50,000



## Conclusion

In this study, we propose a classification by Object-based in order to make vegetation map.

Object generation of divided into two areas.

1. Plain region : Human activity is easy areas
2. Mountainous region : human activities is difficult areas

Plains because land use is complicated, it was divided into detailed Object as possible. The mountainous areas is simple to land use, it was divided into large Object. Pixel-based classification is possible to mean the exact land cover of that point, Object-based classification is determined land covered by a representative coverage of the peripheral.

# UAV リモートセンシングによる熱赤外カメラを用いた水稲モニタリング

Rice monitoring using thermal infrared camera by UAV remote sensing

田中 圭 Kei TANAKA (日本地図センター)  
 濱 侃 Akira HAMA (千葉大学)  
 近藤昭彦 Akihiko KONDOH (千葉大学)

## はじめに

2014年からUAVを用いた水稲モニタリングを週1回の頻度で実施してきた(田中・近藤 2016)。これまでの成果から、低高度から撮影するUAVモニタリングは、イネの生育状況を精度よく把握できることがわかった。また、UAVを導入した2014年と比べて、2017年の収量は約20%の増収となり、UAVリモートセンシングによる成果が着実に表れ始めていると考えられる。そこで、本研究では前述のモニタリングを引き続き実施し、さらに熱赤外カメラによる群落表面温度の観測を追加し、生育状況と温度環境の関係を把握することを目的とする。イネの温度環境(特に出穂日以降)は、高温登熟障害による玄米の白未熟粒化に関係しているため、上空からのモニタリングによって影響を評価する。また、NDVIと温度環境の関係からイネの光合成、蒸発散についても検討を行う。

## 対象地域 埼玉県坂戸市の水田を試験サイト(3.2反:37m×88m)



試験サイト

品種: コシヒカリ  
 平均精度(圃場の高さ)  
 2014年: 2.6cm  
 2015年: 1.8cm  
 2016年: 1.4cm  
 2017年: 1.3cm  
 目標値: 1.8cm  
 (移植栽培の場合)



農事歴



UAV-RSの成果 (2014-2017)

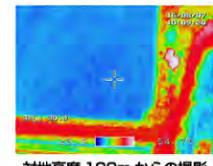
## 使用した機体・カメラ



**F550 (自作)**  
 重量: 約 2.0kg  
 (バッテリー込)  
 ペイロード: 約 0.5kg  
 自律飛行: 可能  
 製作費: 約 8万円

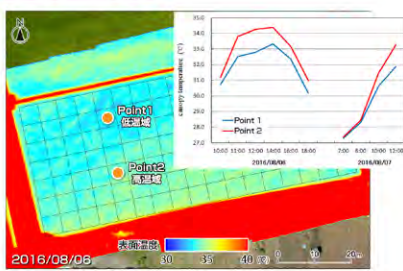


**Thermo Shot F30**  
 (日本アビオニクス社: 販売終了)  
 測定波長: 8~14 μm  
 測定温度範囲: -20~100℃  
 温度分解能: 0.1℃ at 30℃  
 検出器画素数: 160 (H) × 120 (V)  
 測定視野角: 28° (H) × 21° (V)  
 カメラ重量: 300g (単3電池込)

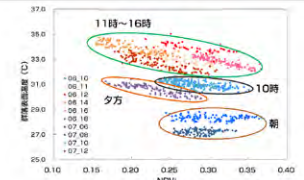
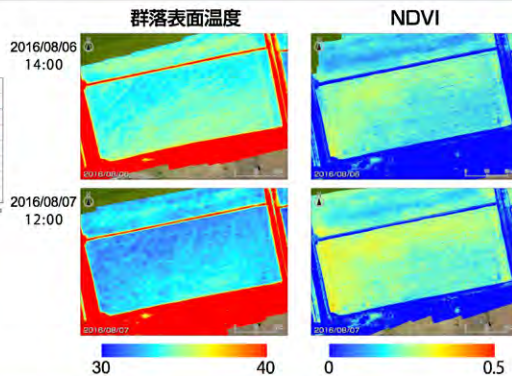


対地高度100mからの撮影(空間解像度約30cm)

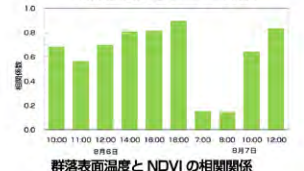
## 結果



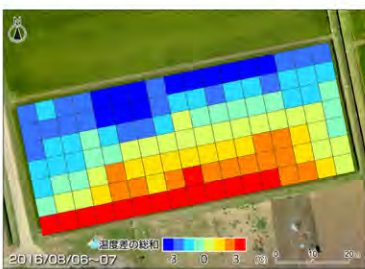
群落表面温度 (2016/08/06 14:00)



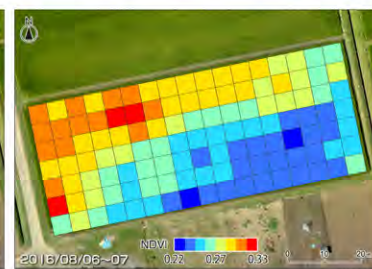
群落表面温度とNDVIの関係



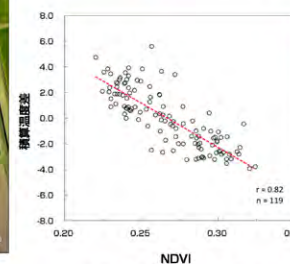
群落表面温度とNDVIの相関関係



観測期間内の積算温度差  
(メッシュ内温度-圃場平均温度)



観測期間内の平均NDVI



蒸散が盛んなため、潜熱が奪われる



# 一般研究

15 Feb. 2018: 第20回環境リモートセンシング  
グシンポジウム@千葉大学



## インド亜大陸北東部の雨滴粒度分布と 衛星搭載降雨レーダー観測

村田 文絵, 林 泰一, 木口 雅司, 山根 悠介,  
福島 あずさ, 寺尾 徹

## We Published Results in SOLA

### Validation of TRMM/PR by R-G Network in NE India

SOLA, 2017, Vol. 13, 157-162, doi:10.2151/sola-2017-029

157

#### Direct Validation of TRMM/PR Near Surface Rain over the Northeastern Indian Subcontinent Using a Tipping Bucket Raingauge Network

Toru Terao<sup>1</sup>, Fumie Murata<sup>2</sup>, Yusuke Yamane<sup>3</sup>, Masashi Kiguchi<sup>4</sup>, Azusa Fukushima<sup>5</sup>,  
Masahiro Tanoue<sup>6</sup>, Shamsuddin Ahmed<sup>7</sup>, Sayeed Ahmed Choudhury<sup>8</sup>,  
Himank Jones Sycmlich<sup>9</sup>, Laiphatlang Cajoc<sup>10</sup>, Abani Kumar Bhagabati<sup>11</sup>,  
Prasanta Bhattacharya<sup>12</sup>, Subeshisa Dutta<sup>13</sup>, Rahul Mahanta<sup>14</sup>, and Taitchi Hayashi<sup>15</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Education, Kagawa University, Takamatsu, Kagawa, Japan

<sup>2</sup>Faculty of Science and Technology, Kochi University, Kochi, Japan

<sup>3</sup>Faculty of Education, Tokai University, Shizuoka, Japan

<sup>4</sup>Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

<sup>5</sup>Faculty of Humanity, Kobe Gakuin University, Kobe, Japan

<sup>6</sup>Bangladesh Meteorological Department, Dhaka, Bangladesh

<sup>7</sup>Department of Geography, North Eastern Hill University, Shillong, Meghalaya, India

<sup>8</sup>Department of Geography, Gauhati University, Guwahati, Assam, India

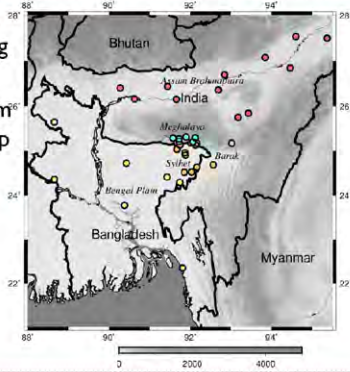
<sup>9</sup>Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Guwahati, Guwahati, Assam, India

<sup>10</sup>Department of Physics, Cotton University, Guwahati, Assam, India

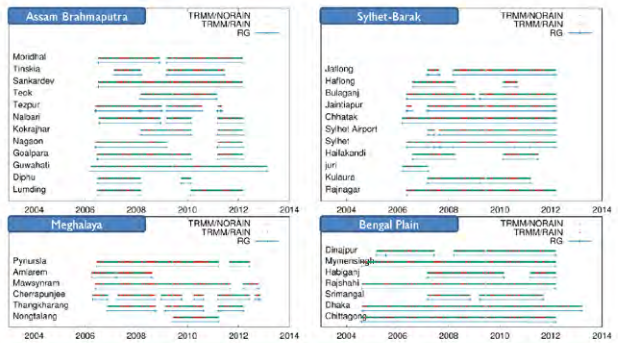
<sup>11</sup>Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

## RG network in NE Indian subcontinent

- ▶ We conducted direct TRMM validation using 37 raingauges.
- ▶ They are installed from 2004 and continued up to now.
- ▶ We obtained 29,172 matchups including 2,245 rainy cases.

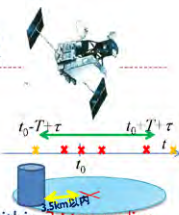


## Data Availability of Raingauges



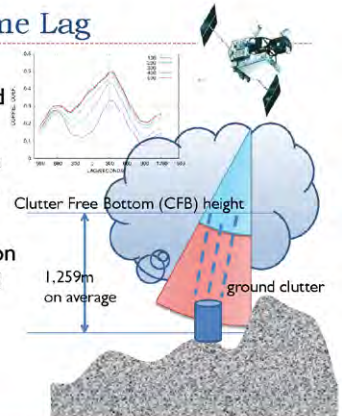
## TRMM/RG validation method

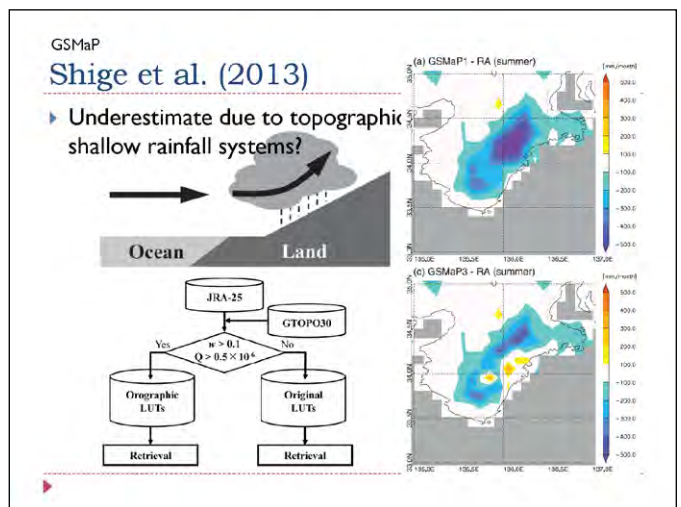
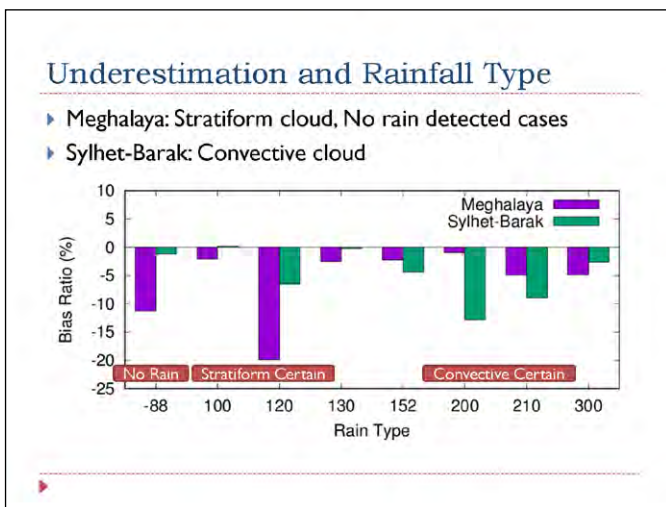
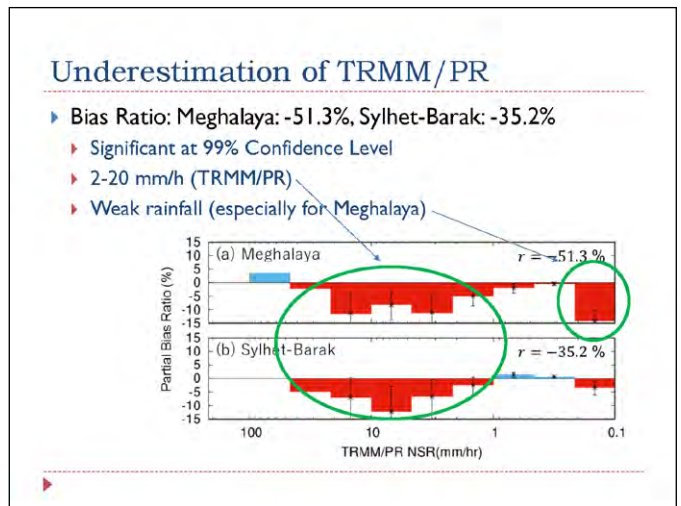
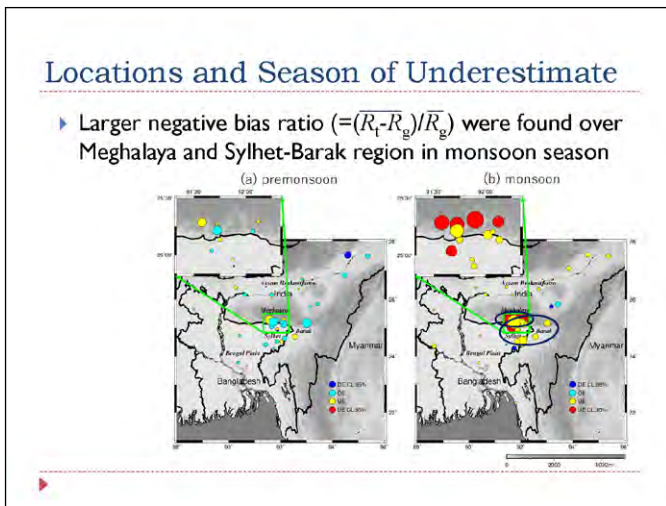
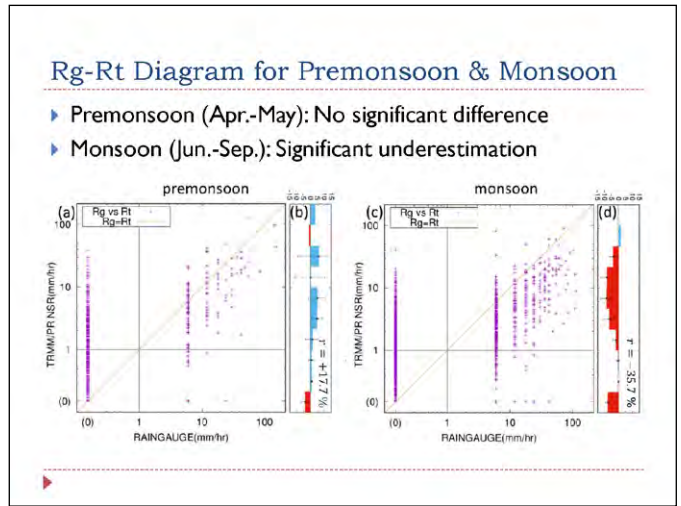
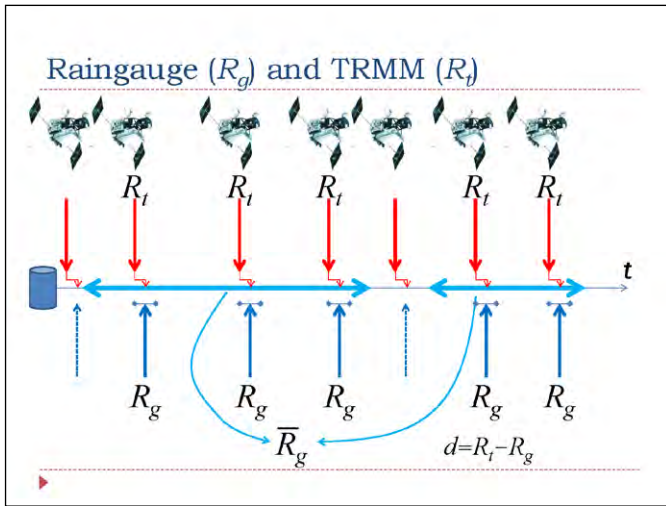
- ▶ TRMM data
  - ▶ TRMM-2A25(V7) 1998-2013
  - ▶ Swath passes over RG almost once a day.
- ▶ Rainfall amount estimation
  - ▶ Cases when the FOV passed over the area within 3.5km radius are analyzed.
  - ▶ RG tipping events within the 2T seconds (T=150s) centered by the scanning time  $t_0$  are counted.
  - ▶ Considering the rain drop descending time, a lag  $\tau$  was applied for the estimation (Amitai et al. 2012).
  - ▶ Rain intensity (mm/h) was estimated and compared.



## CFB Height and Time Lag

- ▶ Time lag is expected between the TRMM/PR and raingauge observations.
- ▶  $R_t$  and  $R_g$  must best match if we consider appropriate time lag of  $R_g$  behind  $R_t$ .
- ▶ We calculate the correlation coefficient between  $R_g$  and  $R_t$  with different lags.

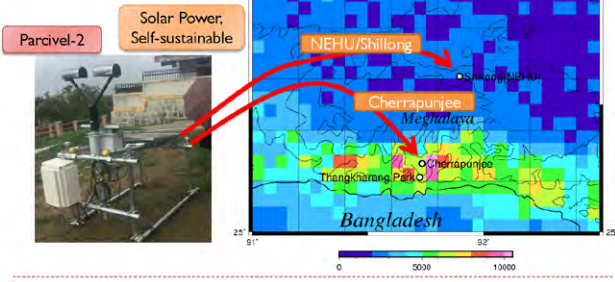




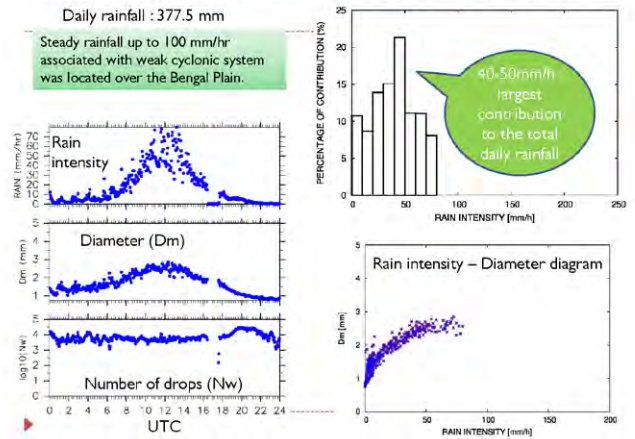


## Disdrometer Observation Project

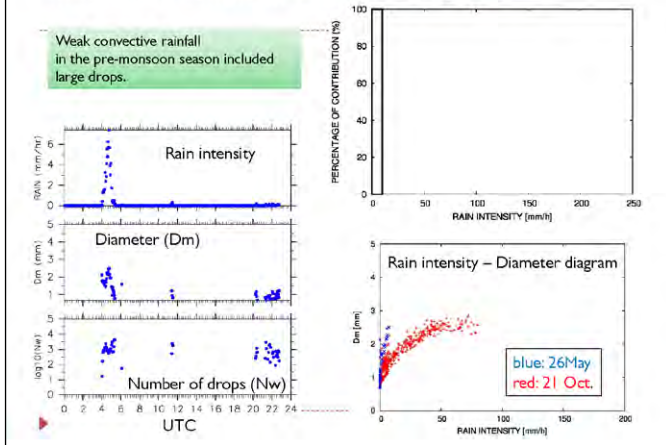
- Disdrometers were installed on the Meghalaya Plateau
- Observation started in this May



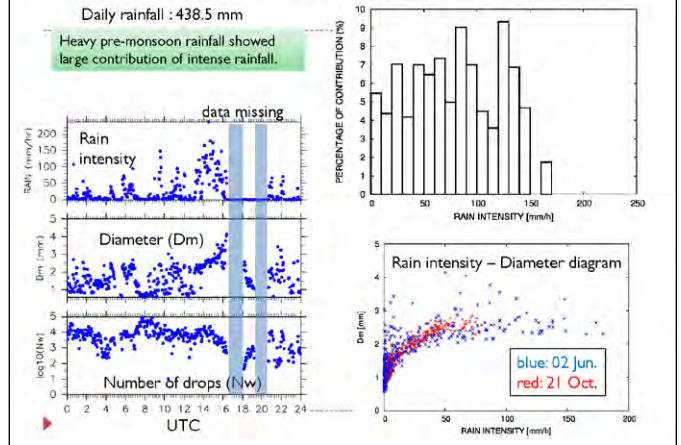
## Results of Disdrometer (21 Oct. 2017)



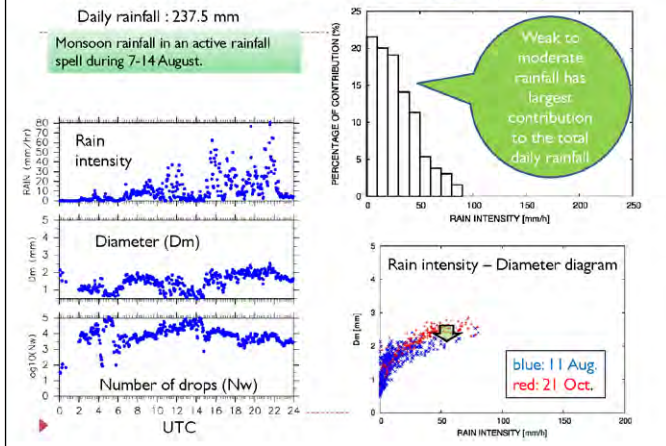
## Results of Disdrometer (26 May. 2017)



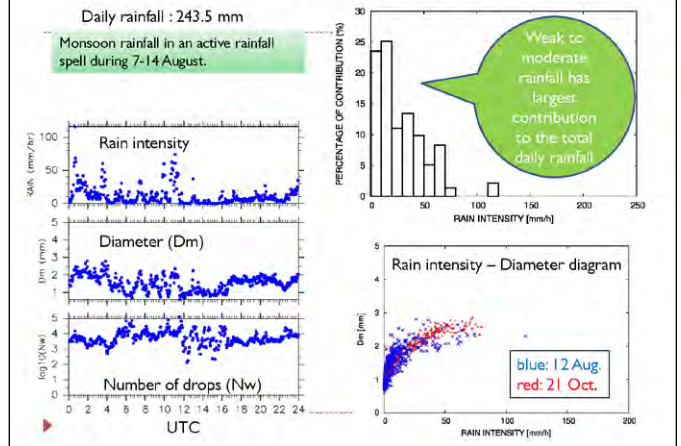
## Results of Disdrometer (2 Jun. 2017)



## Results of Disdrometer (11 Aug. 2017)



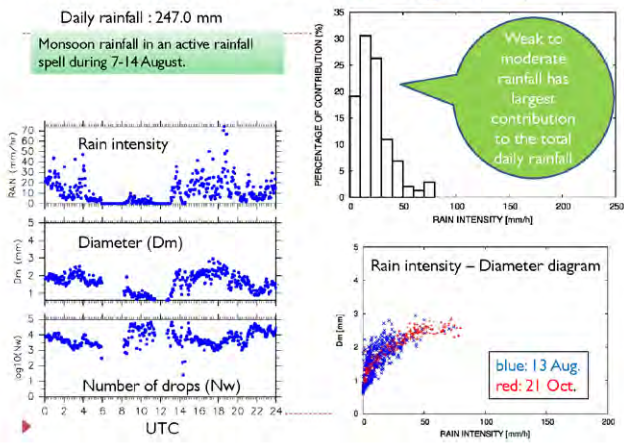
## Results of Disdrometer (12 Aug. 2017)



## Results of Disdrometer (13 Aug. 2017)

Daily rainfall : 247.0 mm

Monsoon rainfall in an active rainfall spell during 7-14 August.



## Summary

- ▶ Successfully directly validated the TRMM-2A25 NSR using tipping bucket raingauge network.
- ▶ TRMM-2A25 NSR underestimate rainfall over the Meghalaya Plateau and adjacent areas.
- ▶ Due to
  - ▶ monsoon rainfall from stratiform rainfall (Meghalaya) and from convective rainfall (adjacent areas).
  - ▶ weak to moderate rainfall
- ▶ Initial results of disdrometer observation at Meghalaya.
  - ▶ Some cases showed dominance of smaller drops in monsoon season.
  - ▶ Large contribution of weak to moderate rainfall in monsoon season.

マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法  
-北海における風速プロファイルモデルの検証-

香西克俊, 大澤輝夫, 杉山康弘  
(神戸大学海事科学研究科)

第20回環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、  
2018年2月15日

内容

1. はじめに
2. データと方法
3. 風速プロファイルモデルの検証
4. まとめ

沿岸から30km以内 ->WRF風速、  
500m 空間解像度

沿岸から30km以遠->ASCAT +  
LKB (海面水温, 気温, 相対湿度  
はWRFから提供) 10km空間解  
像度

Fig.1 高度100mにおける年間平均風速 (NeoWins (NEDO Offshore  
Wind System (Mar, 2017) [http://app10.infoc.nedo.go.jp/Needo\\_Webgis/top.html](http://app10.infoc.nedo.go.jp/Needo_Webgis/top.html))

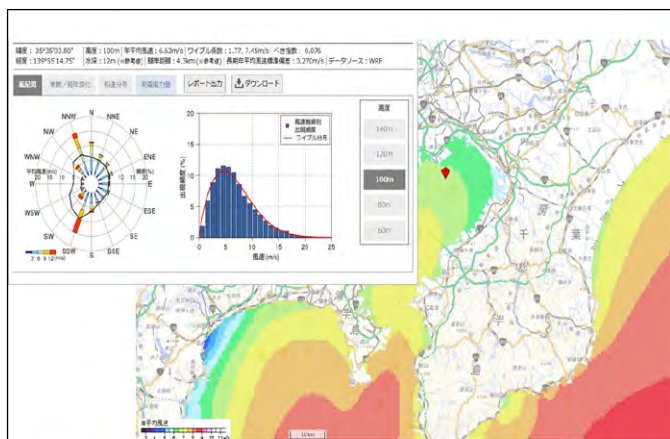


Fig. 東京湾100m高年平均風速分布及び風況統計

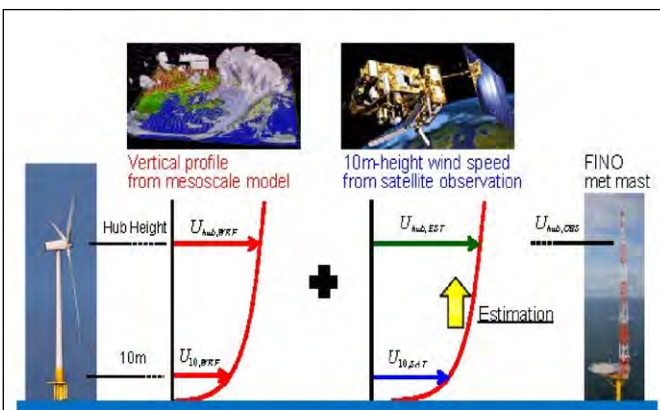


Fig.2 衛星とWRFの組み合わせ手法の概要 (Ohsawa et al., 2015)

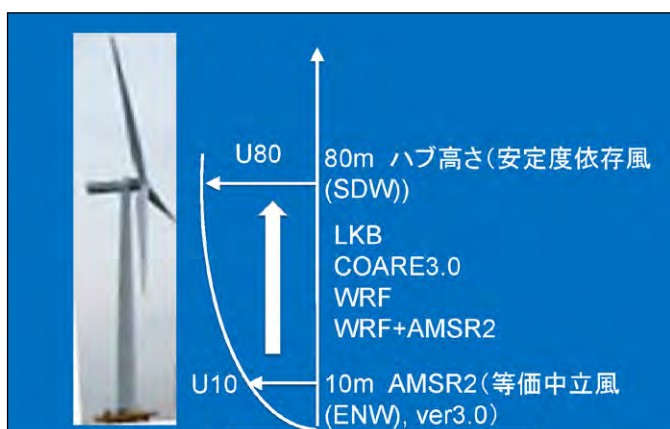



Fig.3 10m高と80m高の間の鉛直風速プロファイルモデル

目的

北海においてAMSR2 ver.3風速プロダクトとメソ気象モデルWRFを組み合わせることにより、様々な鉛直風速プロファイルモデルの検証を行い、洋上風力資源評価に資すること

Table 1 北海における現場、WRF、風速プロファイルモデル (LKB, COARE3.0)の対象期間

	2012/9	2013/8
FINO3	↔	↔
WRF	↔	↔
LKB	↔	↔
COARE3.0	↔	↔
AMSR2 (ver.3)	↔	↔



**図3 GCOM-W1の外観**  
([http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom\\_w/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_w/index_j.html))

**表1 GCOM-W1の諸元**

ミッション機器	高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)
打ち上げ日	2012年5月18日
軌道種別	太陽同期準極回帰軌道
軌道高度	699.6km (赤道上)
上空通過時刻	4時30分 ± 15分 (UTC・上昇軌道) 16時30分 ± 15分 (UTC・下降軌道)

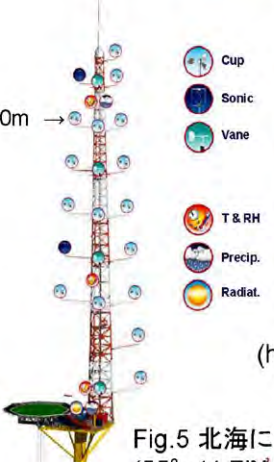
([http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM\\_W/w\\_gcom\\_w/w\\_body\\_main\\_j.html](http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/w_gcom_w/w_body_main_j.html))

**表2 AMSR2の諸元**  
([http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM\\_W/w\\_amr2/amr2\\_body\\_main\\_j.html](http://suzaku.eorc.jaxa.jp/GCOM_W/w_amr2/amr2_body_main_j.html))


観測幅	1450km
空間分解能	5-50km
周波数	6.9,10.65,18.7,23.8,36.5,89.0 (GHz)
偏波	水平および垂直

**表3 AMSR2 Level2,ver.3.0 風速プロダクトの諸元**

時間解像度	12時間毎
空間解像度	10km × 10km
目標精度	1.5m/s



80m →

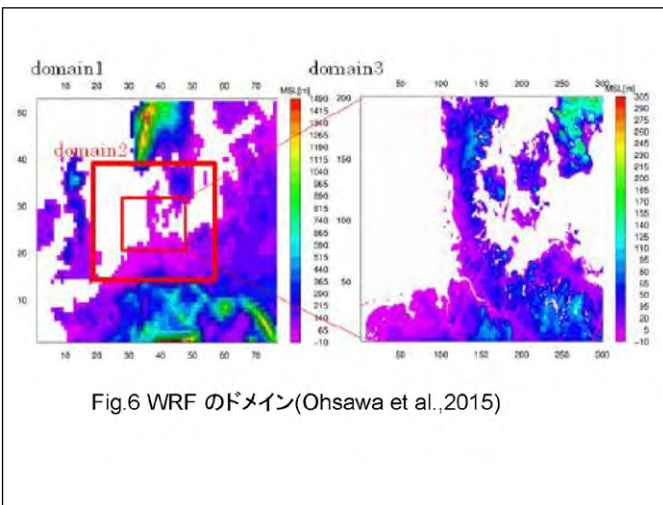


**Fig.4 FINO 3の位置**  
(<http://www.fino-offshore.de/de>)

**Fig.5 北海におけるFINO3 研究観測鉄塔 (55° 11.7'N, 7° 9.5'E)**

**表2 メソスケール気象モデルWRF (Weather Research and Forecasting model)の仕様**

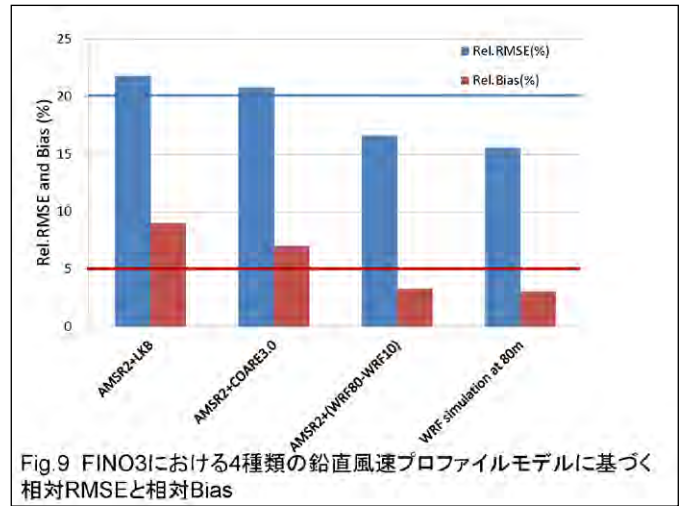
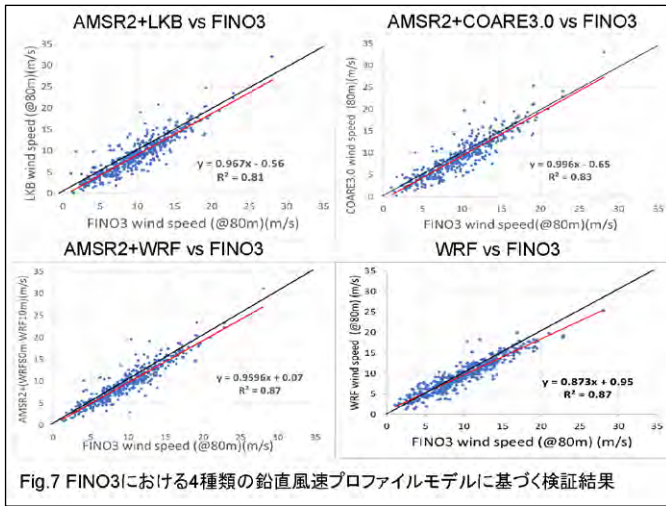
Model	Advanced Research WRF (ARW) ver 3.6.1
Period	1 Sep 2012 through 31 Aug 2013 (1 year)
Grids	Domain1: 32km x 32km, 77x53 grids Domain2: 8km x 8km, 153x101 grids Domain3: 2km x 2km, 301x201 grids
Levels	40 levels (Surface to 100 hPa) Lowest levels: 12m, 40m, 76m, 116m, 161m, 214m
Input data	6-hourly, 0.75°x0.75° ECMWF ERA-Interim Daily, 0.05°x 0.05° UK Met Office OSTIA SST
4DDA	Domain1: Enabled, Domain2: Enabled Domain3: Enabled, but excluding below 1000 m
Physics	Dudhia shortwave scheme options RRTM longwave scheme Ferrier (new Eta) microphysics scheme Kain-Fritsch (new Eta) parameterization scheme Mellor-Yamada-Janjic (Eta) TKE PBL scheme Monin-Obukhov (Janjic Eta) surface-layer scheme Noah land surface scheme



**鉛直風速プロファイルモデル**

- (1) LKB(Liu and Tang, 1996): 等価中立風 (ENW)を計算するためのアルゴリズム
- (2) COARE3.0 (Fairall et al., 2003): Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment(COARE)に基づくバルクフラックス推定アルゴリズム
- (3) AMSR2+WRF 風速差

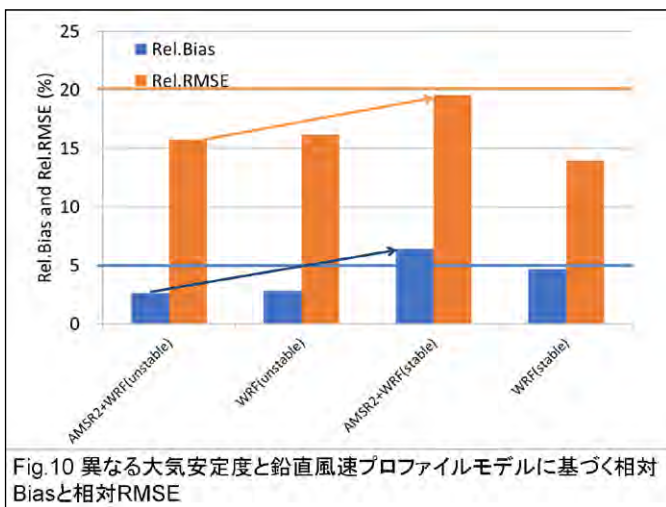
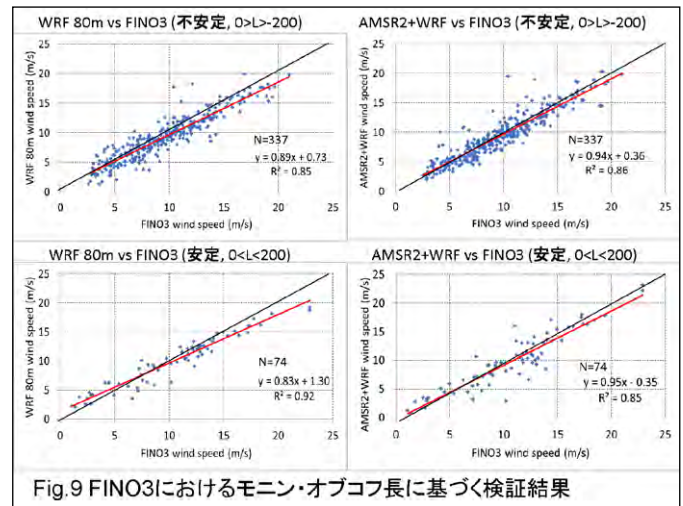
$$U80=U10(AMSR2)+(U80(WRF) - U10(WRF)) \quad (1)$$



モニン・オブコフ長: 大気安定度の指標

表3 モニン・オブコフ長Lに基づく大気安定度の分類 (Ohsawa et al., 2015)

モニン・オブコフ長 L (m)	大気安定度
0 < L < 200	安定
L  ≥ 200	中立
-200 < L < 0	不安定



まとめ

(1) 様々な鉛直風速プロファイルモデル(LKB, COARE3.0, WRF, AMSR2+WRF風速差)の中でWRFはFINO3において最も低いBiasとRMSEを示した。WRFとAMSR2+WRF風速差のBiasとRMSEはほとんど差は見られなかった。

(2) AMSR2+WRF風速差の精度は安定状態の時悪化した。この理由としてWRFに使用されているMYJ PBLスキームに起因すると考えられる

(3) 日本周辺海域では不安定状態が卓越するため、AMSR2+WRF風速差のモデルは北海より高い推定精度が期待される。

## 謝 辞

AMSR2データはJAXAと神戸大学海事科学研究科との共同研究(第1回地球観測研究公募2016)により提供された。FINO3データはBMW,PTJより提供を受けた。ここに記して感謝する。

## 大気補正プログラムのコンテナ化とその利用

飯倉善和<sup>1</sup>、久世宏明<sup>2</sup>、関口美保<sup>3</sup>、眞子直弘<sup>4</sup>



補正前 (DN)



補正後 (反射率)

LANDSAT7(ETM+)  
2002.6.30p107r32

- 1 弘前大学大学院 理工学研究科
- 2 千葉大学環境 リモートセンシング研究センター
- 3 東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究所
- 4 JAXA 宇宙科学研究所

## 研究の背景 (光学衛星画像の解析処理)

衛星画像 => 幾何補正 => 相対補正 (土地被覆分類・変化抽出)  
=> 絶対補正 (反射率とエアロゾルの同時推定)  
画像処理、GIS、放射伝達モデル、統計モデル (機械学習)  
学際的かつ組織的な取り組みの必要性  
=> 情報通信技術 (ICT) の利用

## 衛星画像処理プログラムのオープンソース化

プログラミング言語: Python (FORTRAN, C++ => Swift, Go, Scala?)  
分散型バージョン管理システム: Git  
共有リポジトリでの公開: GitHub  
=> ライブラリ (パッケージ) などの利用

## 計算機環境の整備

コンテナ化: Docker & DockerHub  
クラウドの利用: Google Cloud Platform

## 飯倉: 衛星画像処理プログラムのオープンソース化について —GitHubを利用した公開—, 日本リモートセンシング学会誌, 36(4), 2016

### 1. はじめに

ロボット (ROS)、医用画像 (dcmk/Osiris)、地理情報 (gdal/QGIS)  
画像処理 (OpenCV)、衛星画像処理 (???)

### 2. オープンソース化の背景

利用者: 巨人の肩に乗る、車輪の再発明は必要ない  
開発者: 集合知の利用、技術のリードと標準化

### 3. 利用と公開に必要な知識

#### 3.1 プログラミング言語: Python

動的なスクリプト言語

ライブラリが充実

#### 3.2 バージョン管理システム:

集中型 => 分散型: Git

#### 3.3 GitHub利用の注意点

READMEの作成

ライセンスの設定

(コピーレフト => パーミッシブル)



図1 バージョン管理システムの構造と操作

## 公開したプログラムの概要

<https://github.com/y-iikura>

**AtmosphericCorrection**: 幾何補正済みの衛星画像から地表面反射率とエアロゾルの光学厚さの空間分布の複数の可能性を同時に推定する。放射伝達コードとして6Sを利用。

**KibanDEM**: 基礎地図情報・数値標高モデルから指定した範囲をラスター形式で切り出すプログラム。範囲の指定は緯度経度およびUTM座標 (ゾーン54) で行える。

**JaxaLandcover**: Jaxaの高解像度土地利用土地被覆図 (約10m解像度) から指定した範囲をラスター形式で切り出すプログラム。範囲の指定は緯度経度およびUTM座標 (ゾーン54) で行える。

**LandsatETM**: ランドサット7号ETM+(Level 1T) から指定した範囲を切り出す。位相限定相関法を用いて、数値標高モデルから作成した陰影画像との位置ズレの評価も行える。

**LandsatOLI, AlosAvnir2** など

開発環境: MacbookPro (Mac OS 10.12.6)

CPU (2.4GHz Intel Core i5) メモリ (4GB)

Python 2.7, gfortran, GDAL, OpenCV

(Macports => Homebrew)

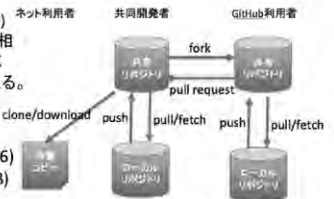


図3 GitHubを用いた共同開発

## 衛星画像処理プログラムの開発と利用のための計算機環境

### 基本となる計算機環境 (オープンソース)

ホストとしてどんな計算機でも使える (Mac, Windows, Linux)

仮想マシン (コンテナ) として Linux を利用する。

ディストリビューションの違いに注意

プログラミング言語として Python 2.7, GCC, GFortran を利用

ライブラリ (パッケージ) として

GS & RSTAR (放射伝達コード)、GDAL, OpenCV

Python パッケージ (numpy, pyproj, scipy, scikit-learn, ...)

パッケージ管理システム

Debian系 (Ubuntu): dpkg => apt

RedHat系 (Centos): rpm => yum

conda => Anaconda (Python パッケージのディストリビューション)

### 計算機環境の仮想化

chroot (UNIXファイルシステムの隔離 1979) => jail (プロセス空間の隔離 1998)

Linux VServer 2001 => CGROUP 2008 => Docker 2013

クラウドの利用 (Infrastructure as a Service)

Amazon: EC2 (AWS)

Google: Google Computer Engine (GCP)

Microsoft: Virtual Machine (Azure)

## 仮想マシンとコンテナ

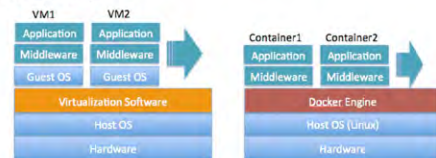


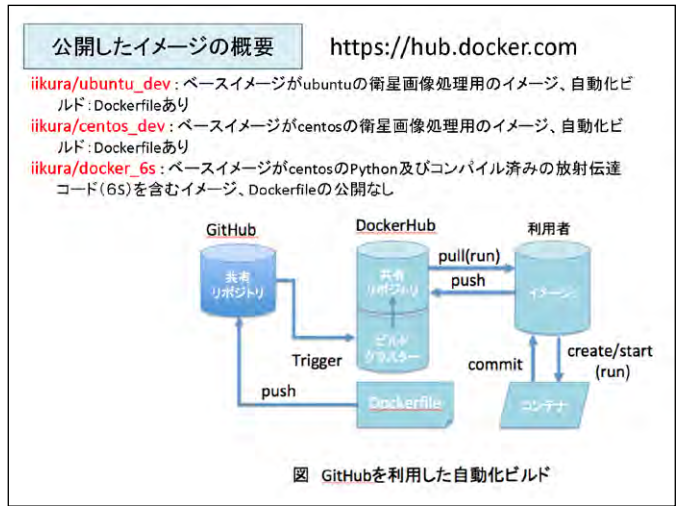
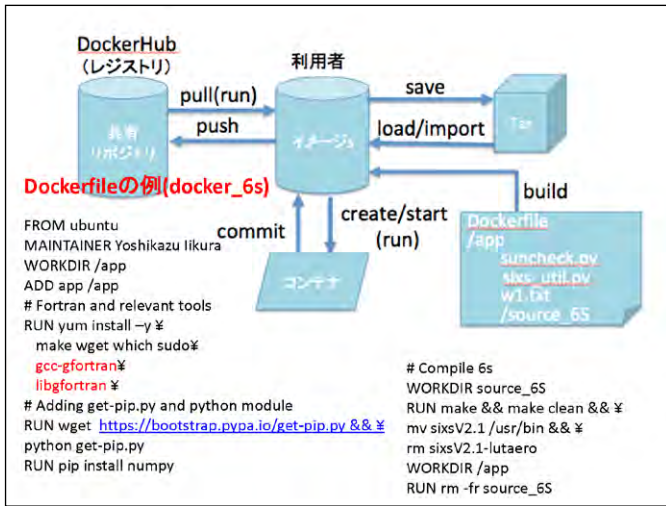
Fig.1 Comparison of Virtual Machine and Container

## MacとWindowsでの実現



Fig.3 Docker for Mac

Fig.4 Docker for Windows



**コンテナの起動と利用例**

**docker\_6s**: コンパイル済みの6S(sixsv2.1)と入力テンプレート(w1.txt)、6Sを利用するためのPythonプログラム(suncheck\_6s.py)とモジュール(sixs\_util.py)。

```

$ docker run --rm -it iikura/docker_6s
[root@... app]# which sixsv2.1
/usr/bin/sixsv2.1
[root@... app]# cat w1.txt | sixsv2.1
***** 6SV version 2.1 *****
*
*          geometrical conditions identity
*          -----
*          user defined conditions
*
*
* month:  day :
* solar zenith angle:  26.20 deg  solar azimuthal angle:  123.60 deg
* view zenith angle:   3.70 deg  view azimuthal angle:   281.49 deg
* scattering angle:  153.00 deg  azimuthal angle difference: 157.89 deg
[root@... app]# python suncheck.py
[2030.2292508953365, 2010.0367069475159, 1981.4157117648372, 1946.8382139426833,
1919.1404766691237, 1903.683352336854, 1904.98378290037, 1922.8335083055961,
1853.0478679443363, 1986.657434875794, 2016.489312311346, 2032.3438093323505]

```

**まとめと今後の課題**

**衛星画像処理プログラムのオープンソース化**  
 プログラミング言語: Python (FORTRAN, C++ => Swift, Go, Scala?)  
 分散型バージョン管理システム: Git  
 共有リポジトリでの公開: GitHub  
 => ライブラリ(パッケージ)などの利用

**計算機環境の整備**  
 コンテナ化: Docker & DockerHub  
 ubuntu\_dev, centos\_dev, conda\_dev, docker\_6s, docker\_rstar  
 クラウド&GPUの利用: Google Cloud Platform

**地表面反射率とエアロゾル光学的厚さの同時推定法**  
 解の不定性の解消(地上観測、整合性の評価)  
 照り返し光・天空光・方向性反射などの取り扱い  
 MODISプロダクトの改良への利用  
 エアロゾルタイプ及び高度分布の推定  
 物理モデルと統計モデル(機械学習)の融合



# 探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究

野口克行、上田真由(奈良女子大)  
入江仁士(千葉大)  
林寛生(富士通FIP)

## 研究の目的

火星探査機による大気リモートセンシング観測から得られた**気温**、**雲**、**ダスト**の統計解析



各物理量の相互作用と、火星気象・気候に与える影響を評価

## 昨年度からの進展

- 1火星年分のデータを追加(計5火星年分)
- 新アルゴリズムに基づく導出データの使用
  - 従来の球対称構造仮定(2次元構造を無視)から、2次元構造の考慮へ
- 各物理量の相関係数を求め、定量的な評価を実施

## データ

米国の火星探査機 MRO (Mars Reconnaissance Orbiter)



赤外放射計 MCS (Mars Climate Sounder)



- バンドパスフィルタ式、リム(大気縁)観測
- 鉛直分解能: 5km(火星大気のスケールハイトの約半分程度)
- 高度範囲: 地表~高度80km
- 解析の際は、Ls(時間)、緯度、経度それぞれで5度毎で平均、格子化して、netCDF化[野口と林、2017]
- netCDFファイルは、奈良女サーバで公開

Table 2. MCS Spectral Channel Band Passes and Measurement Functions<sup>a</sup>

Telescope/Channel Number	Band Pass, cm <sup>-1</sup>	Band Center, μm	Measurement Function
A1	595-615	16.5	temperature 20 to 40 km
A2	615-645	15.9	temperature 40 to 80 km and pressure
A3	635-665	15.4	temperature 40 to 80 km and pressure
A4	820-870	11.8	dust and condensate (D&C) extinction 0 to 80 km
A5	400-500	22.2	temperature 0 to 20 km, D&C extinction 0-80 km
A6	3300-33000	1.65	polar radiative balance
B1	290-340	31.7	temperature 0 to 20km and D&C extinction 0 to 80 km
B2	220-260	41.7	water vapor 0 to 40 km and D&C extinction 0 to 80 km
B3	230-245	42.1	water vapor 0 to 40 km and D&C extinction 0 to 80 km

<sup>a</sup>D is dust; C is condensates of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>.

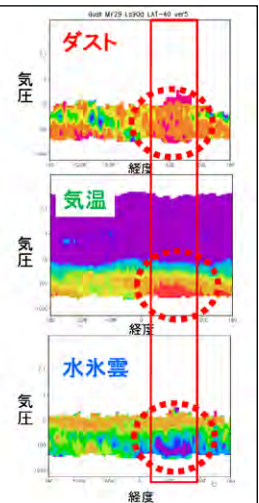
Table 3. MCS Instrument Specifications

Parameter	Property/Performance
Instrument type	Filter radiometer
Spectral range and channels	0.3 to 45.0 μm in nine spectral channels
Telescopes	two identical, 4 cm aperture, f/1.7 telescopes
Detectors	nine arrays near 290 K
Fields of view	Detector IFOV: 3.6 × 6.2 mrad 5.9 × 8.6 km (at limb) Instrument IFOV: 75 × 75 mrad 105 × 105 km (at limb)
Instrument articulation	two-axis azimuth/elevation range/resolution: Azimuth: 270.0.1° Elevation: 270.0.1°
Operation modes	Single Operating Mode, 2.048s signal integration period
Observation strategy	Limb Staring: limb, nadir and off-nadir scanning in-track, cross-track, and off-track viewing

McClure et al. (2007, JGR)

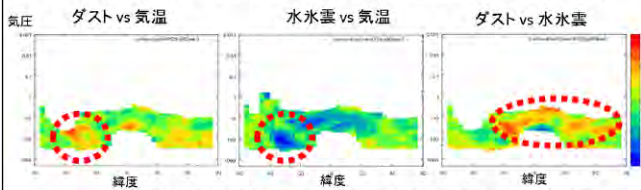
## これまでの結果

- ヘラス盆地(火星最大級の地形の一つ、南半球)上空付近において、
  - ダストの極大
  - 気温の極大
  - 水氷雲量の極小
- 考えられるシナリオ
  1. 浮遊ダストの増大により太陽光(可視光)の吸収が増加
  2. 周囲の大気が加熱
  3. 水氷雲が蒸発、減少



## 各物理量間の東西構造の相関係数

ある緯度・高度における、2つの物理量の経度方向の分布の相関係数を計算

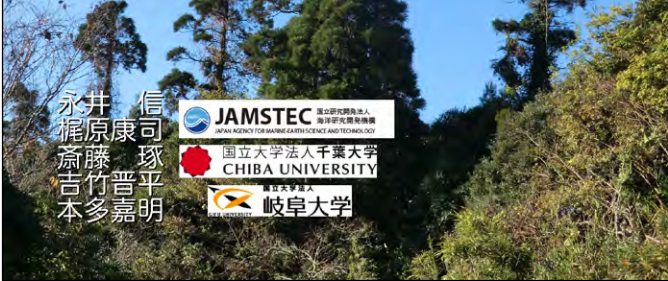


- ヘラス盆地のある緯度帯では、確かにダストvs気温、水氷雲vs気温で相関が見られる  
→従って、「ダストの増加が気温上昇を介して水氷雲の減少を引き起こす」という解釈
- しかし、ダストと水氷雲が正相関を持つ領域もある  
→ダストが凝結核の役割を持つ為に、水氷雲が増加?

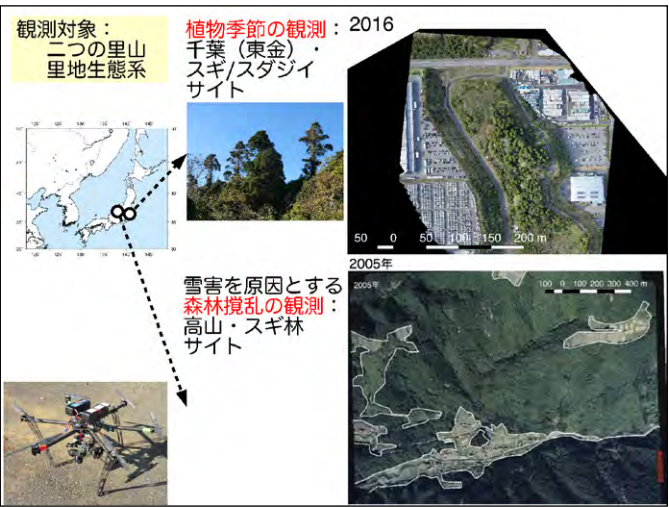
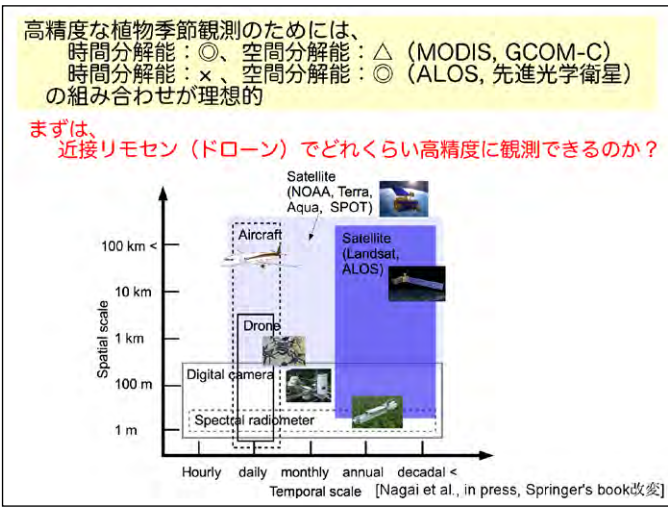
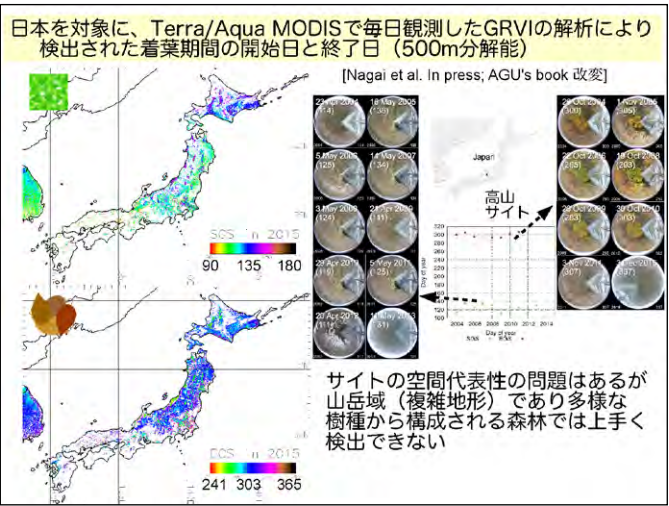
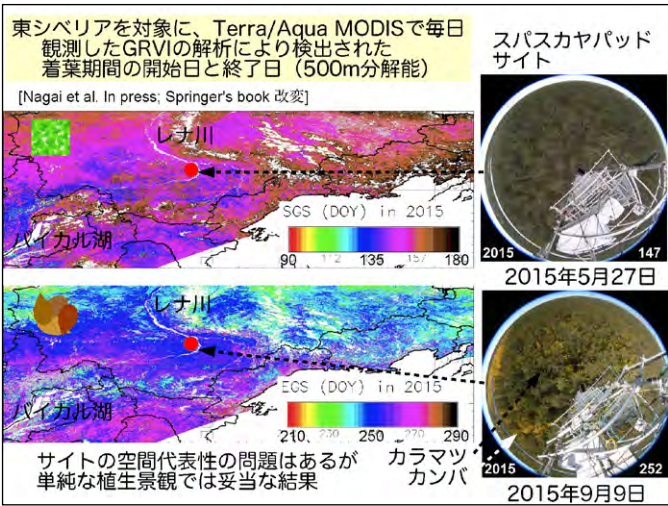
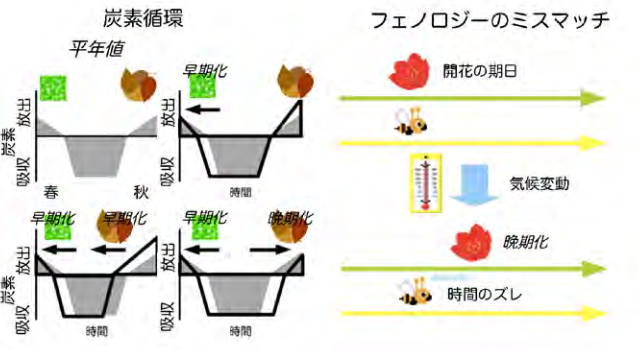
## まとめ

- 火星探査機MRO搭載の赤外放射計MCSによる、水氷雲・気温・ダストの相関を調べた
- ヘラス盆地周辺において、
  - 気温の極大
  - ダストの極大
  - 水氷雲量の極小 ← **ダストとは負相関**
- 他の領域では、ヘラス盆地とは逆の相関を示す物理量がある (**ダストvs水氷雲に正相関**)  
→ 今後の研究課題、数値モデル等との比較
- netCDF化したMCSデータを奈良女サーバで公開
  - 他の研究者にも広く利用されることを期待

ドローンによる里地里山生態系の観測

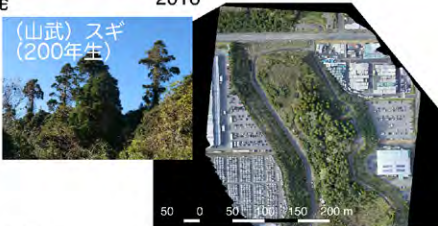
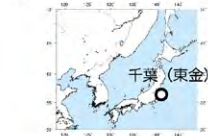


気候変動下における植物季節（開葉や落葉の期日）の時空間分布の変動を地点から大陸スケールで高精度に検出することは生態系の機能やサービス、生物多様性の評価において重要な課題



ドローンによる植物季節の観測-千葉（東金）・みほの森サイト

交通網の発展により開発が進む（主に物流倉庫）  
大都市近郊の里山



(山武) スギ (200年生)

使用したドローン：  
ルーチェサーチ製SPIDER  
使用したデジタルカメラ：  
ソニー製ILCE-6000 (α6000)



スギの年輪



By 宇田さん

By 宇田さん

ドローンによる植物季節の観測（モザイク画像）-みほの森サイト



2017/4/13  
スギのキャノピーの赤みが取れてくる

2017/6/19  
5月ごろスダジイの開花が想定される

ドローンによる植物季節の観測（モザイク画像）-みほの森サイト



2017/7/10  
スギのキャノピーは年間を通して目立つ

2017/8/25

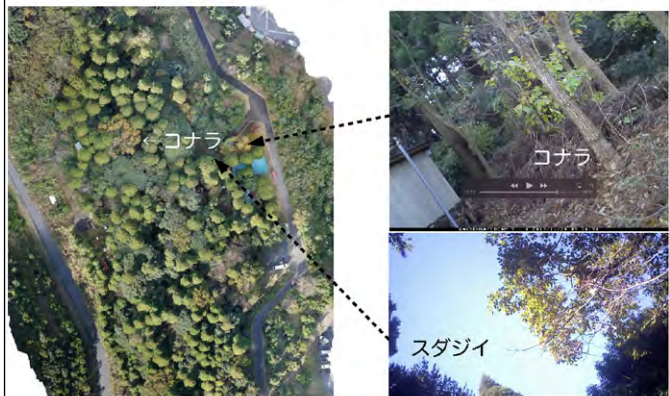
ドローンによる植物季節の観測（モザイク画像）-みほの森サイト



2017/9/22

2017/10/31

ドローンによる植物季節の観測（モザイク画像）-みほの森サイト



2017/11/24  
コナラが紅葉する  
▶タイムラプスカメラの画像



ドローンによる植物季節の観測（SfM画像）-みほの森サイト

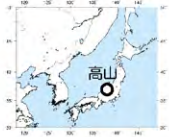


2017年8月25日

2017年11月24日

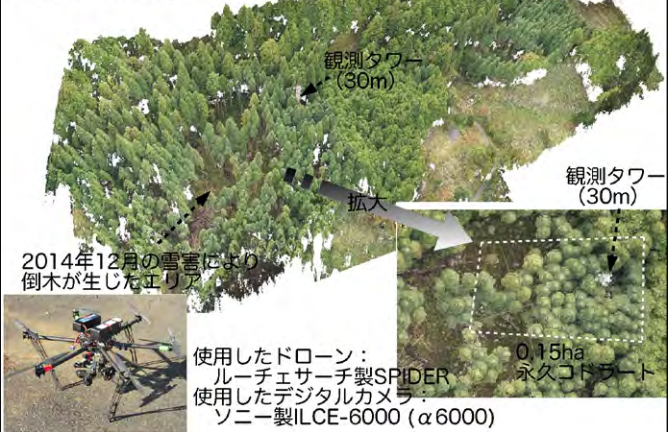
ドローンによる雪害を原因とする森林攪乱の観測-高山・スギ林サイト

中山間地域における典型的な植生景観（著しい人口減少地域）

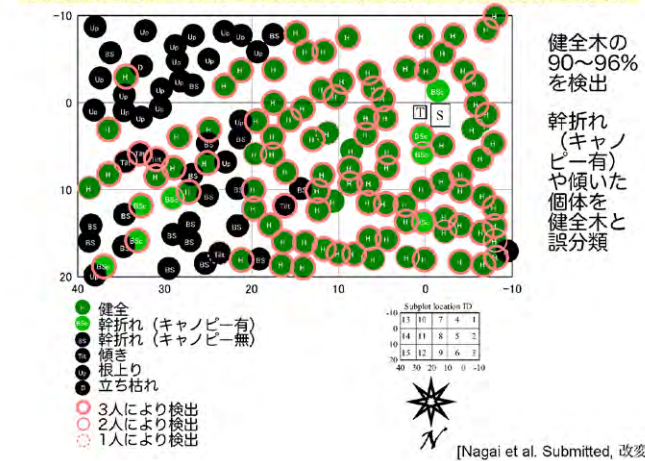


ドローンによる空撮画像を用いたSfM (structure from motion)の生成

[Nagai et al. Submitted, 改変]



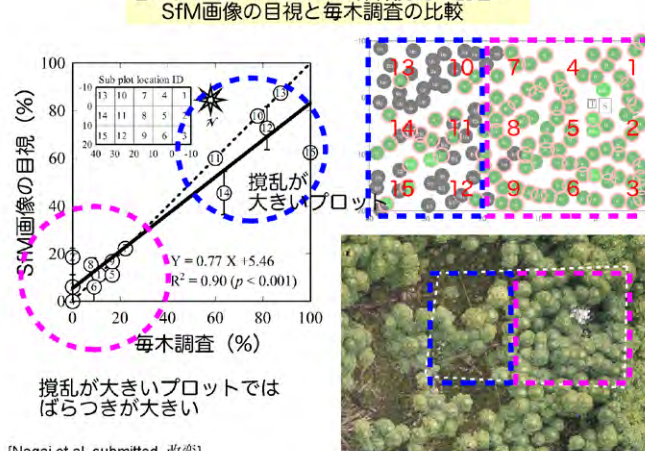
SfM画像を用いて目視により検出された個体と毎木調査の対応関係



SfM画像の目視検出に不確実性を含む個体例 (現場調査との比較)



各サブプロットにおける森林攪乱の割合: SfM画像の目視と毎木調査の比較



今後の課題:

- コナラの開葉日・落葉日、スダジイの開花日などを予測する植物季節モデルの開発  
→各植物季節を衛星観測する最適な期日の評価
- 地上に設置したデジカメによるフェノロジー観測との対応関係  
→植物季節モデルの開発
- 高解像度な空間分解能を持つ衛星データとの対応関係 (広域への拡張)
- ドローンによる分光観測 (マルチスペクトロカメラ)  
→衛星データとの対応関係をより正確に

ご支援・ご静聴どうもありがとうございます！！



とくに、  
千葉大学・環境リモートセンシング  
研究センター  
岐阜大学・流域圏科学研究  
センター



## 太陽光を利用した群落レベルでの スタンドオフ植物蛍光測定

Stand-off measurement of vegetation fluorescence  
on the canopy level under insolation

○増田健二 (静大工)・眞子直弘 (千葉大CEReS)  
田中佑・白岩立彦(京大農)・久世宏明 (千葉大CEReS)

## Background

- パルス変調法 (PAM) は、**個葉レベルの蛍光測定**として長い歴史がある (Schreiber, 1994)。
- GOSATなど高分解能衛星観測により、**地上植生からの蛍光観測**が報告されている (Guanter, 2007; Frankenberg, 2011)。
- ヨーロッパでは、FLEX計画がある (2022年頃打ち上げ予定)。
- 赤外反射光を除去するため、クロロフィル蛍光ピーク付近での太陽光の**暗線領域 (酸素Aバンド)**を利用すれば、**蛍光強度**や**蛍光強度分布画像**を取得できる (L. Guanter, 2010)。

### 本研究の目的

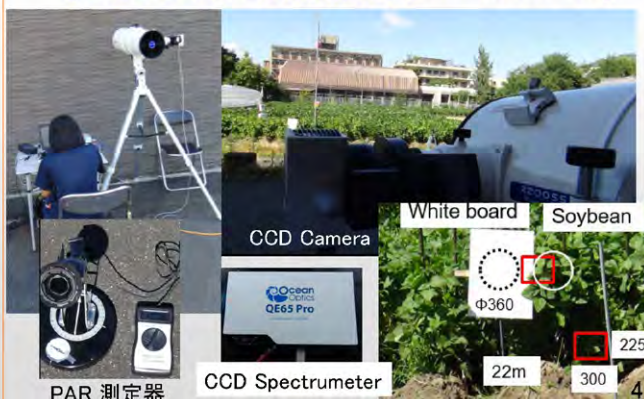
- 農業や林業で活用しやすいよう、距離10~100m程度から**群落レベルでの蛍光観測**が可能なシステムを開発する。

## Outline

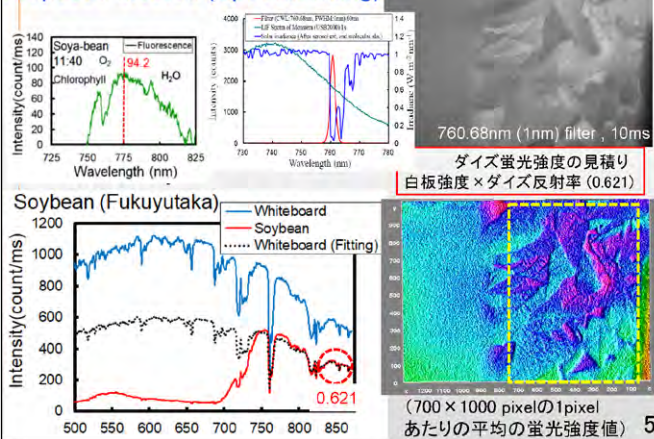
1. 蛍光顕微鏡・レーザ励起蛍光法によるクロロフィル蛍光
2. リモートセンシング蛍光計測システム
3. LED光源を用いた蛍光・反射光スペクトル (実験室)
4. 蛍光強度の日変化 (圃場のイネ)
5. 森林 (コナラ) における蛍光強度と光合成の日変化
6. 蛍光強度の日変化 (圃場のダイズ)
7. 品種別の蛍光強度 (圃場のダイズ)
8. より広域での蛍光強度分布画像取得の提案

## ダイズの蛍光強度の日変化の測定

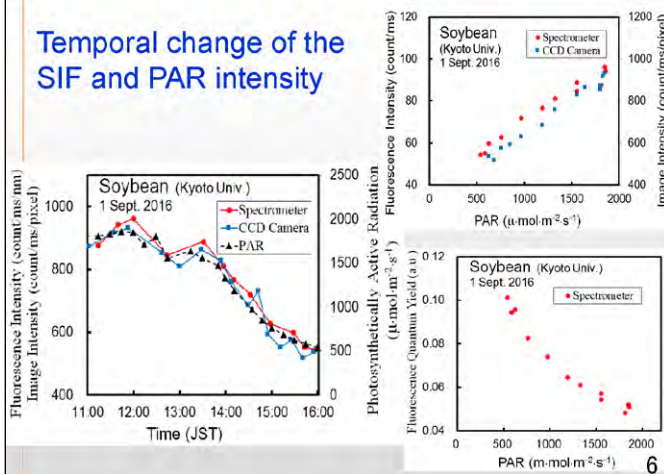
(京都大学農学研究科附属農場 2016.8.30-9.2)

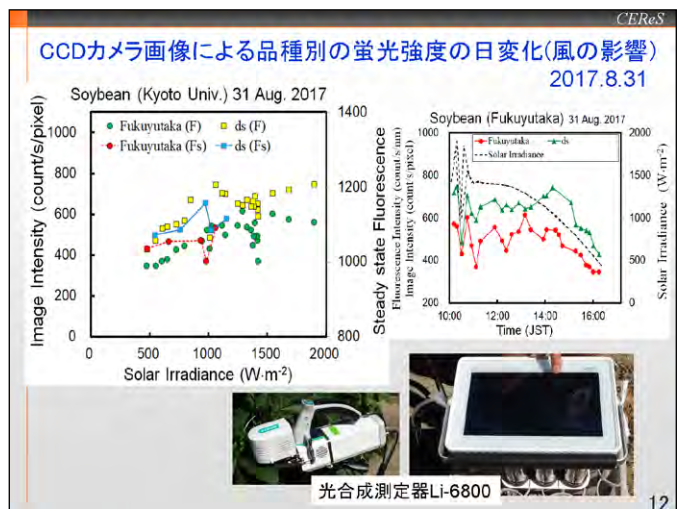
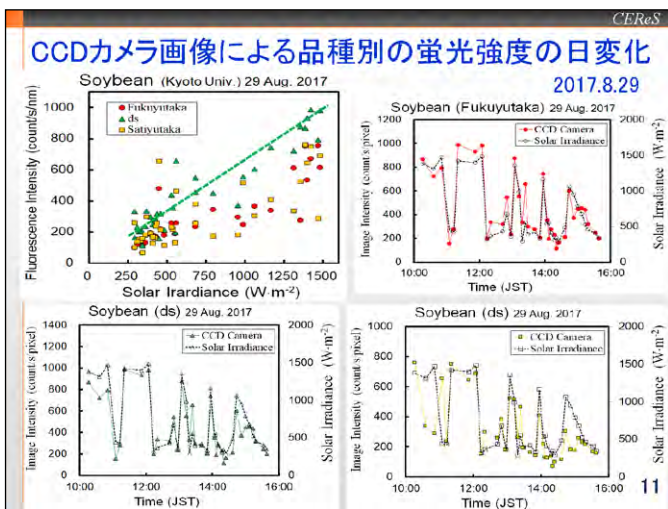
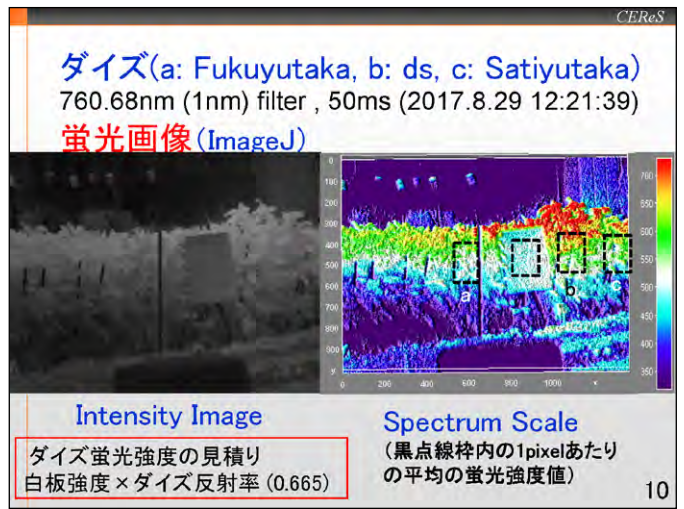
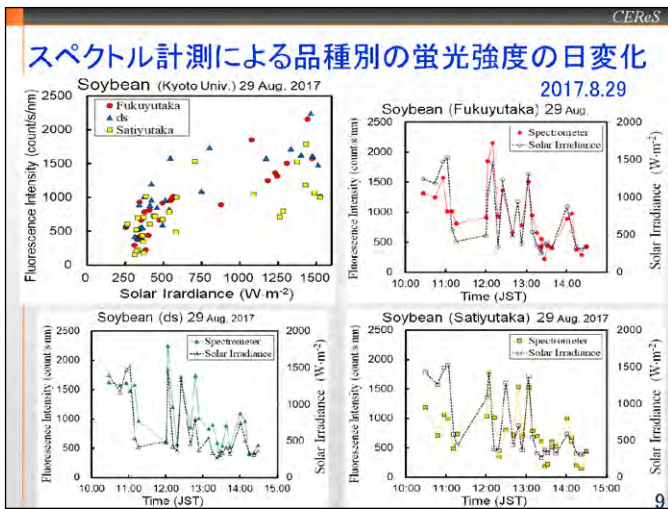
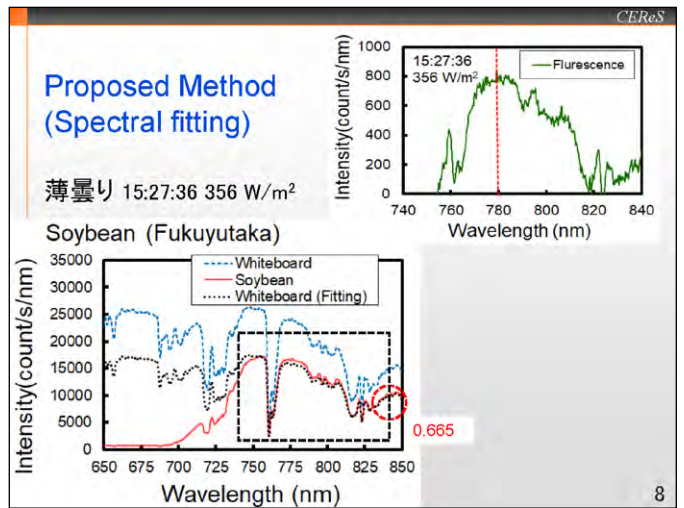


## Proposed Method (Spectral fitting)

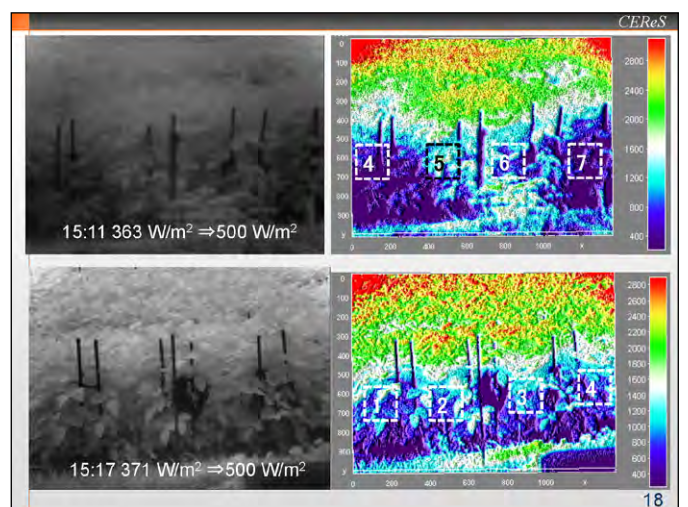
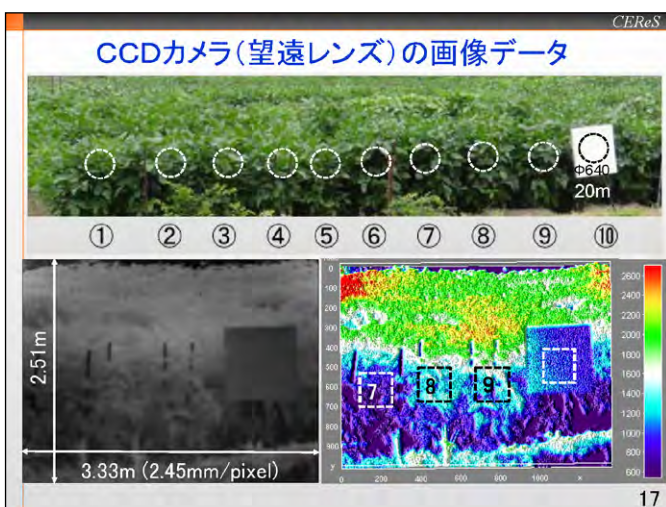
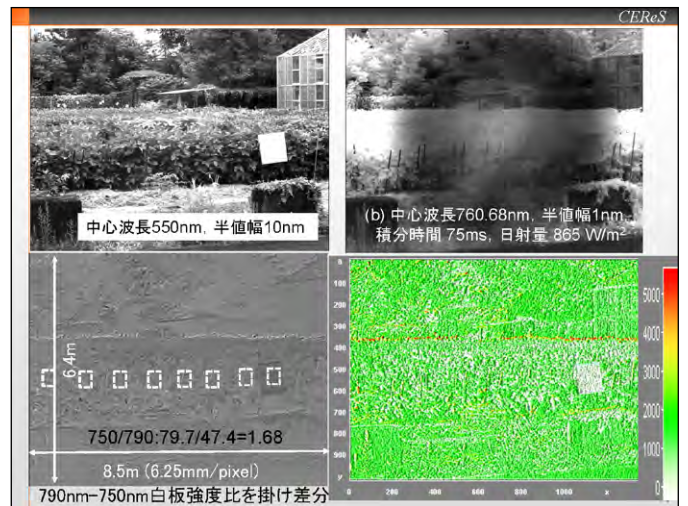
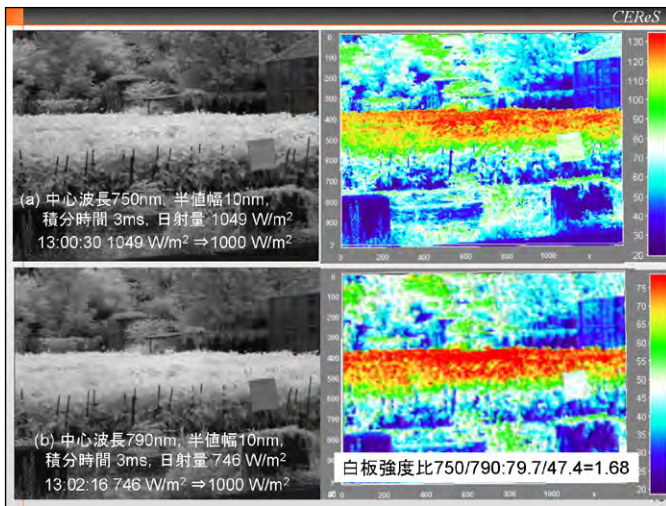
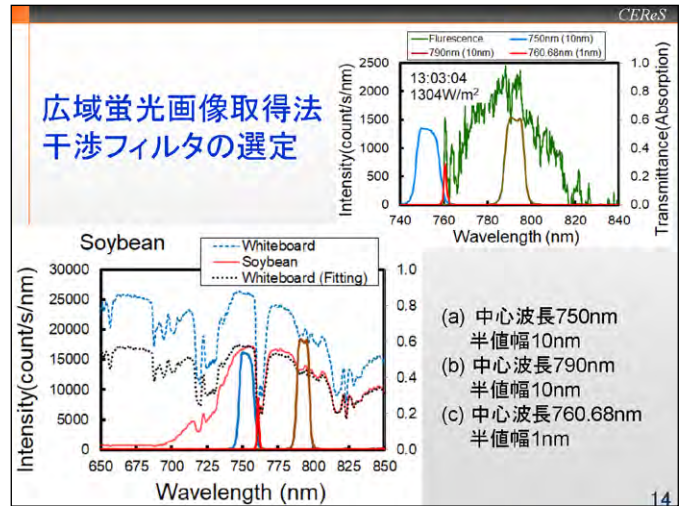


## Temporal change of the SIF and PAR intensity

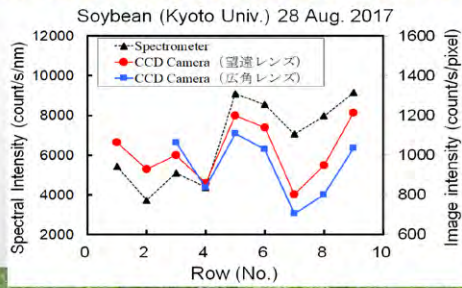








## 提案方法とCCDカメラの画像データの比較



① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

19

## Conclusion

### ○ 屋外の植生（ダイズ）の観測

- ・ 太陽光誘起蛍光（SRIF）法
  - 口径60mmのフィールドスコープとCCD分光器によるスペクトルを計測
  - CCDカメラと狭帯域フィルタにより蛍光画像取得
- ・ 蛍光成分の取得法
  - 825 nmより長波長側における植物葉と白板の信号強度の比から蛍光スペクトル領域である740 nm付近の**反射スペクトルを推定**し、それを植物葉スペクトルから差し引いて蛍光強度を推定する方法を提案する。**【スペクトルフィッティング法】**
  - 白板による反射強度に植物葉の反射率を乗じて反射成分を取り除き、蛍光強度画像を導出
  - 干渉フィルタによる**広域蛍光強度分布画像**の取得
- ・ **圃場や森林**などでスタンドオフ計測を実施し、有効性を検証

20

# 奈良における地上光学観測データ解析によるエアロゾルの経年変化

\*久慈 誠、山本 咲、萩原 美沙子 (奈良女子大学)

## 1. 背景と目的

エアロゾルは大気環境に影響を与える要因の一つである。近年、アジア域では急速な経済発展に伴う大気汚染が深刻化しており、エアロゾルによる大気環境への影響が懸念されている。その為、エアロゾルの動態を把握すること、特に人間の住む大気下層のエアロゾルの動態を把握することは重要である。そこで、本発表では空気サンプリング、目視、並びにリモートセンシングデータを用いて奈良市におけるエアロゾルの特徴を調べた。

## 2. 観測データ

本研究では、Optical Particle Counter (OPC)、微小粒子状物質 (Particulate Matter 2.5: PM2.5)、視程、並びにサンフォトメータ (MICROTOS: MT) 観測データを使用した。各観測地点を図1に示す。  
【OPC】光散乱によってエアロゾルの粒子数濃度を粒径毎に測定する。観測粒径は、2013年8月から2014年9月までは0.3 μm以上、0.5 μm以上、0.7 μm以上、1.0 μm以上、2.0 μm以上、5.0 μm以上 (RION KR-12A)、2014年10月以降は0.3 μm以上、0.5 μm以上、1.0 μm以上、2.0 μm以上、5.0 μm以上 (RION KC-52) である。観測場所は奈良女子大学、観測時刻は14:00 JSTである。観測期間は2013年9月から現在も継続中である。  
【PM2.5】PM2.5とは、大気中に浮遊している粒径2.5 μm以下の粒子のことである。観測場所は西部大気汚染測定局 (奈良市青和小学校構内) である。観測は1時間毎に1日24回行われているが、OPCの観測時刻に合わせて14時の1時間値を使用した。観測期間は2012年4月から現在も継続中である。尚、このデータは奈良市役所から提供を受けた。  
【視程】視程とは、地表面付近の大気の混濁具合を見通しの距離で表したものである。本研究では、気象庁ホームページで公開されている奈良の視程観測データを使用した。観測は9:00、15:00、21:00 JSTの1日3回行われているが、OPCの観測時刻に最も近い15:00 JSTのデータを使用した。  
【MT】太陽直達光の波長別の測定から、エアロゾル量に相当する光学的深さ (Aerosol Optical Depth; AOD) を推定することができる (Solar Light MICROTOS II)。観測波長は380、440、675、870、936 nm である。観測場所は奈良女子大学、観測時刻は14:00 JSTである。観測期間は2014年2月から現在も継続中である。  
尚、OPCと視程の比較については降水による影響を排除するため非降水時のデータを、OPCとMICROTOSの比較については快晴時のデータを使用した。



図1: 観測地点。(1) 奈良女子大学、(2) 奈良地方気象台、(3) 西部大気汚染測定局。奈良女子大学からの直線距離は奈良地方気象台が約730 m、西部大気汚染測定局が約8 kmである。

## 3. 解析結果

粒子数濃度 (OPC) と①質量濃度 (PM2.5)、②視程、③光学的深さ (MT) をそれぞれ比較した結果について以下に示す。

### 【①粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) vs 質量濃度 (PM2.5)】

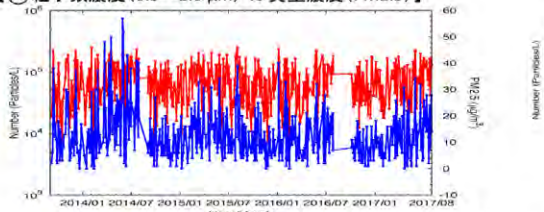


図2: 粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) と質量濃度 (PM2.5) の時系列 (2013年9月1日から2017年8月31日)。左縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、右縦軸は質量濃度 (μg/m<sup>3</sup>)、横軸は月を表す。赤は粒子数濃度、青は質量濃度である。

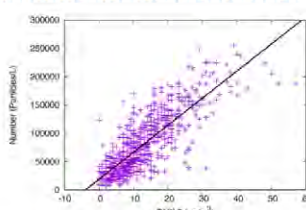


図3: 粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) と質量濃度 (PM2.5) の相関。縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、横軸は質量濃度 (μg/m<sup>3</sup>) を表す。

奈良女子大学のOPCは1地点観測であるため、西部大気汚染測定局で観測されているPM2.5の質量濃度と比較することで、OPCが奈良市のエアロゾルの変動を捉えているか検証を行った。PM2.5との比較のため、OPCの粒径区間は0.3 μm以上から2.0 μm以上を差し引いた 0.3~2.0 μm とした。図2に粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) と質量濃度 (PM2.5) の時系列を示す。粒子数濃度と質量濃度は概ね同様の変動をしていることが分かる。両者の関係をより明確にするため、相関をとった (図3)。その結果、相関係数は0.82となり、強い正の相関を示した。これより、OPCは奈良盆地のエアロゾルの変動を概ね捉えていると考えられる。

### 【②粒子数濃度 (0.3~0.5、0.5~1.0、1.0~2.0、2.0~5.0、5.0 μm以上) vs 視程】

対流圏における視程は主としてエアロゾルによる太陽放射の散乱で決まる<sup>[1]</sup>ため、エアロゾルの粒子数濃度が視程に与える影響について調べた。図4に粒子数濃度と視程の月平均の時系列を示す。0.3~0.5 (x)、0.5~1.0 (o)、1.0~2.0 (●) μmの小粒径の粒子数濃度は視程 (●) と概ね同様の変動をしていることが分かる。一方で、2.0~5.0 (▽)、5.0 μm以上 (◇) の大粒径の粒子数濃度は視程 (●) と同様の変動は見られない。両者の関係をより明確にするため、相関を調べた。その結果、相関係数は0.3~0.5 μmで-0.71、0.5~1.0 μmで-0.61、1.0~2.0 μmで-0.55、2.0~5.0 μmで-0.38、5.0 μm以上で-0.26であった。全粒径区間で負の相関が見られた。これより、視程は大粒子よりも小粒子の影響を受け、小粒子が卓越すると視程はより悪化すると考えられる。

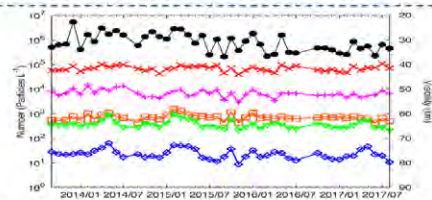


図4: 粒子数濃度と視程の月平均の時系列 (2013年9月から2017年8月)。左縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、右縦軸は視程 (km)、横軸は月を表す。赤は0.3~0.5 μm、桃は0.5~1.0 μm、橙は1.0~2.0 μm、緑は2.0~5.0 μm、青は5.0 μm以上の粒子数濃度、黒は視程である。

### 【③粒子数濃度 (0.3 μm以上) vs 光学的深さ (440、870 nm)】

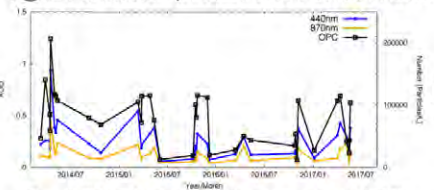


図5: 光学的深さと粒子数濃度 (0.3 μm以上) の時系列 (2014年2月から2017年8月)。左縦軸はエアロゾルの光学的深さ、右縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、横軸は日付を表す。青は440 nm、橙は870 nmにおける光学的深さ、黒は粒子数濃度である。

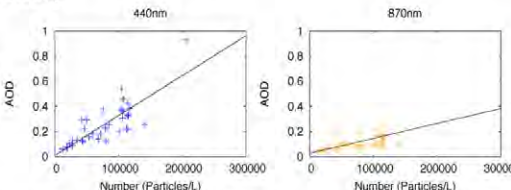


図6: 光学的深さと粒子数濃度 (0.3 μm以上) の相関図。縦軸は光学的深さ、横軸は粒子数濃度 (Particles/L) を表す。(左) 440 nm、(右) 870 nm。

図5にエアロゾルの光学的深さ (440、870 nm) と粒子数濃度 (0.3 μm以上) の時系列を示す。粒子数濃度が増加すると光学的深さは増加し、一方で粒子数濃度が減少すると光学的深さは減少することが分かる。両者の関係をより明確にするため、相関を調べた (図6)。その結果、相関係数は440 nmで0.82、870 nmで0.66と比較的強い正の相関を示した。これより、大気下層の粒子数濃度と大気全層のエアロゾル量は概ね同様の変動をしていると考えられる。

## 4. まとめと今後の課題

空気サンプリング、目視、並びにリモートセンシングデータを用いて、奈良市におけるエアロゾルの特徴を調べた。まず、OPCとPM2.5の比較より、奈良女子大学で観測しているOPCは奈良市のエアロゾルを概ね捉えていると考えられる。次に、OPCと視程の比較より、視程悪化には小粒子の増加が大きく影響していることが分かった。さらに、OPCとMTの比較より、大気下層の粒子数濃度と大気全層のエアロゾル量は概ね同様の変動をしていたことが分かった。また、奈良盆地では小粒子が卓越していたと考えられる。今後は水蒸気量や風速、風向などを考慮することで、より詳細に大気環境の地域特性について調べる予定である。

## 謝辞

視程観測データは気象庁より、PM2.5観測データは奈良市役所より提供を受けました。御礼申し上げます。また、OPC/MTの観測にご協力頂いた皆様に感謝致します。

## 参考文献

- [1] D. J. ジェイクブ (著)、近藤 豊 (訳)、大気化学入門、東京大学出版会、2010。
- [2] 浅野 正二、大気放射学の基礎、朝倉書店、2010。

# UAV搭載CP-SARシステムのための プリント基板設計



National University Corporation  
Chiba University

浜口 暢, 文屋 勝, 難波 一輝, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo  
難波研究室  
千葉大学 工学部 情報画像学科

## 背景

### 円偏波合成開口レーダ ( CP-SAR )

- マイクロ波を照射して反射波を受信(SAR)
  - 天候や昼夜に左右されない
  - 円偏波を用いることによって地球の電離層の影響に左右されず高解像
  - データに含まれる情報量は多い
- ↓
- 画像データは不鮮明なので信号処理が必要
  - Range-Dopplerアルゴリズムを使用

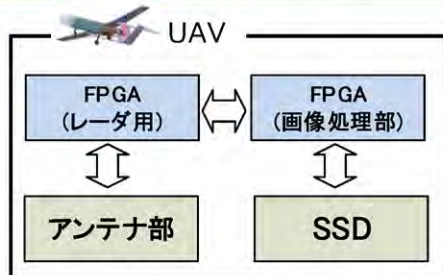
### FPGA

- 製造後に何度も再設計できる集積回路
- コストや消費電力を抑えられる

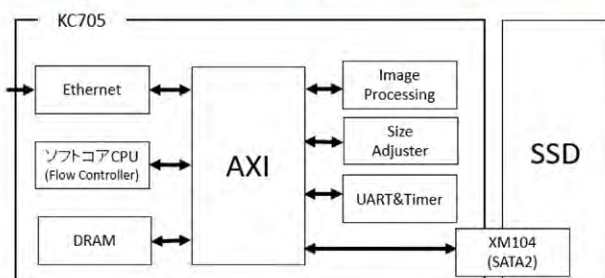
## 信号処理システム

### UAV搭載CP-SAR信号処理システム

- SAR信号処理部と画像処理部とSSDを用いたシステム
- FPGA間通信にはEthernetを使用



### 画像処理部



## 通信環境構築

### 基板設計の目的

- 動作環境に対するデータ調査
- UAV搭載の容易化

### 試作基板を用いた通信環境構築

- 将来の基板設計のための事前演習
- コンフィギュレーション及びテストが可能なJTAGを使用した通信環境を構築



LEDを用いた  
動作確認



## まとめ・今後の予定

### まとめ

- UAV搭載SARシステム基板を想定した通信環境を構築
- コンフィギュレーション後、動作確認

### 今後の予定

- 必要となるインターフェイスの実装
- CAD基板設計

# DOAS法による生活環境圏におけるCO<sub>2</sub>濃度の計測と検証

飯田大貴(茨城大学), 奥出信一郎(千葉大学),  
久世宏明(千葉大学), 桑原祐史(茨城大学)



## 背景と目的

茨城大学では2007年から茨城県内の11箇所に電子百葉箱を設置しCO<sub>2</sub>の定点観測を行ってきた。しかし、定点観測による濃度値は、平面的にどの程度の範囲を代表する数値であるのか、その空間の被覆や地形、地域の自然条件や気象など、日々変動する要因によって異なる。本研究は、DOAS法を用いて2地点間の平均的なCO<sub>2</sub>濃度を計測し、定点観測によるものとの比較を通してどの程度の範囲の状況を代表しているのかを確認することを目的とした。

## 研究の流れ

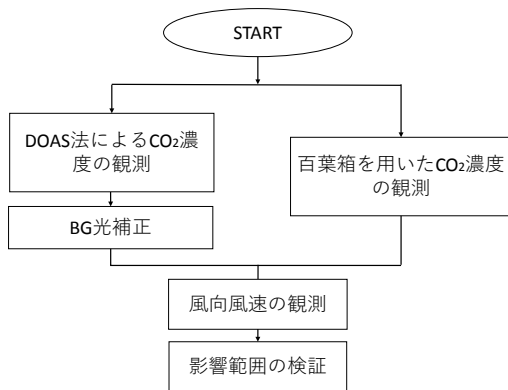


図-1. 研究の流れ

## まとめと課題

本研究では、茨城大学日立キャンパスを中心としてCO<sub>2</sub>濃度の変動を観測した。成果は以下の3点である。  
①DOAS法によるCO<sub>2</sub>濃度観測精度を向上させるため、異なる方向に計測向きを変え、実験を行った。実験の結果、パス間の方角の違いにより、太陽光や風向風速などによる影響の受け方に違いがあり、CO<sub>2</sub>濃度の変動に特徴が出てきた。  
②定点観測の観測範囲の検証を行った。今回の実験を通して、定点観測では、半径0.5~3.7 km圏内のCO<sub>2</sub>濃度のおおよその代表値を計測していることが確認された。しかしその代表値は計測距離が長くなると自然環境の影響を受ける範囲が広がるため、濃度値の差が大きくなる可能性があることが分かった。  
③本実験中、明け方の時間帯に計測を行った際、CO<sub>2</sub>濃度が極端に大きくなる現象がみられた。前章でも述べたが、これは太陽光がリフレクタに重なることによる近赤外光の見かけの減衰が原因であるのではないかと推測を示した。この現象に関する学術的事例は少なく、今後この現象についての対処法を実験的に解決して行くのが望ましい。

### 装置概要

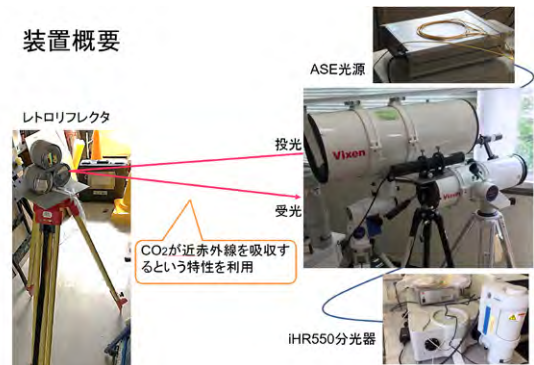


図-4. 装置概要

表-1. 計測結果のまとめ

計測日	計測距離	計測方角	定点観測	DOAS	差	許容誤差に対する差の占有率
2017/12/20	507 m (多賀高校)	南 (約185°)	491.7ppm	485.4 ppm	6.3 ppm	21 %
2017/9/9~10	2421 m (シビックセンター)	北東 (約39°)	486.8 ppm	477.7 ppm	9.1 ppm	30.3 %
2017/8/3	3710 m (梅ヶ丘病院)	南西 (約233°)	454.0 ppm	473.0 ppm	19 ppm	63.3 %
2017/11/29	3710 m (梅ヶ丘病院)	南西 (約233°)	496.7 ppm	470.4 ppm	26.3 ppm	87.7 %

## 簡易センサによる定点観測

現在茨城大学が管理している百葉箱は、日立、古河、守谷、大子、潮来、筑西、つくば、高萩、石岡、常陸大宮、阿見の11カ所である。各観測点において長期的にCO<sub>2</sub>の濃度観測を行い、観測されたデータと土地利用や緑被率との関連性を考慮することを目的としている。また、センサの誤差は±30 ppmである。



図-2. 日立市(茨城大学工学部)の百葉箱

## DOAS法による長距離観測

DOAS(差分吸収分光)法は大気中の長光路で光を伝搬させ、光路中の微量成分(CO<sub>2</sub>濃度等)の平均濃度を観測する手法である。広域、長距離で計測データを得ることが可能であり、使用する光源を変えることで、様々な大気中の物質を同時に計測することができるという利点がある。

本研究では、計測方向、計測距離の違いによる濃度変動の特徴を研究することを目的に、南西方向は日立梅ヶ丘病院の屋上(光路長:往復約7.4 km)及び、北東方向に日立シビックセンター(光路長:往復約4.8 km)南方向は茨城県立多賀高等学校(光路長:往復約1.0 km)を対象とした。



図-3. 計測地点

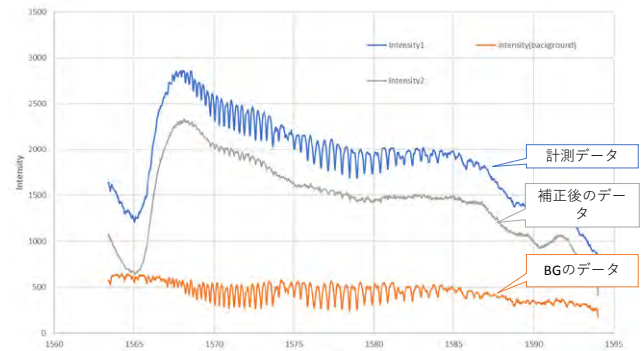


図-5. 計測データ

### 参考文献

- 1) 国立環境研究所: 全大気平均二酸化炭素濃度が初めて400ppmを超えました。 <<https://www.nies.go.jp/whatsnews/2016/20160520/20160520.html>>. (入手: 2017.6.29).
- 2) 河村武, 橋本道夫: 環境科学III-測定と評価, 朝倉書店, pp.7-8, 1990.
- 3) 齊藤幸人: 可視域近赤外域における長光路差分吸収分光法を用いた都市大気中微量成分の計測, 千葉大学学位論文, 2015.

# 火星地表からの LED LIDAR を利用したダスト観測の地上模擬実験

千秋博紀<sup>1</sup>, 椎名達雄<sup>2</sup>, 乙部直人<sup>3</sup>, はしもとじょーじ<sup>4</sup>, 眞子直弘<sup>5</sup>, 久世宏明<sup>6</sup>

Prane Ong<sup>2</sup>, 和泉朔太<sup>2</sup>, 安田博哉<sup>2</sup>, 梅谷和弘<sup>7</sup>, 西本昌司<sup>8</sup>

<sup>1</sup>千葉工業大学惑星探査研究センター, <sup>2</sup>千葉大学大学院融合理工学府, <sup>3</sup>福岡大学理学部, <sup>4</sup>岡山大学理学部, <sup>5</sup>宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, <sup>6</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター, <sup>7</sup>岡山大学工学部, <sup>8</sup>名古屋市科学館

## アナログ実験

名古屋市科学館の「竜巻ラボ」で作られる竜巻を火星のダストデビルに見立て、LIDARを含む様々な観測を行った。

竜巻ラボ:

- 高さ9mの人工竜巻
- 渦は超音波ミストで可視化
- 3本の柱(右写真には2本しか写っていない)から弱い横風を与える
- 上部から吸引
- ミスト, 横風, 吸引量をそれぞれ調整可能
- 作られる渦の直径は, 調整量にもよるが下部で2m, 上部で30cm程度
- 渦の中心にはミストが少ない芯が形成される

行った観測:

- **LIDARによる構造観測**
  - 中心向きの観測(1回転の様子が見えるか)
  - スキャン観測(ダストデビルが目の前を通過したことを模擬)
- **温度・圧力計による気象的観測**
  - 渦の中と外で温度・圧力はどう違うのか
  - 渦の回転に伴って温度・圧力は変動するか
- **LEDフラッシュライトによる光学的観測**
  - グローリー(ブロケン現象)は見られるか
  - 位相関数から粒子サイズが求まるか
- **ビデオ撮像**
  - 粒子追跡から局所的な風速が求められるか
  - パタンの沈降速度から粒子サイズが求まるか



## なぜ火星でダスト観測なのか

火星は砂の惑星である。表面は天体衝突や風食、熱疲労などで作られた砂(ダスト)で覆われている。表面に限らず、火星の大気中には常にダストが舞い、大気の熱収支(太陽光の吸収, 散乱, 再放射)を支配している。稀に全球で砂嵐が生じると、大気の透明度は大きく下がって地球からは地形が判別できないほどになり、温度構造も大きく変化することが知られている。

一方、ダストは常に大気中を沈降する。大気中を常にダストが舞っている状態に保つには、逆に、表面から大気へのダストの供給が必要である。この供給メカニズムとしてつむじ風(ダストデビル)が提案されている。ダストデビルは、これまで火星探査機による観測から、火星表面多くの地域で生じている事、数m~数100mのサイズを持っていることがわかっていて、一方、画像による情報ではその内部構造まではわからないため、ダスト供給量を求めるのは難しい。

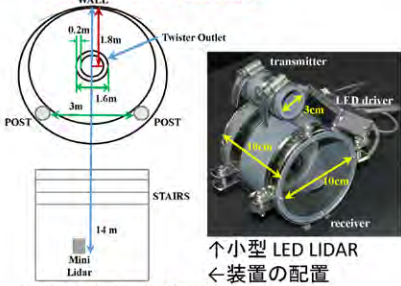
## ダスト観測のための手法

火星でのダスト分布を計測する方法はいくつかある

- 地球または軌道上からの大気中のダスト量の直接観測
  - 既にある程度行われている
  - 需要と供給がバランスした結果しかわからない(需要と供給は分離できない)
- 火星表面上の太陽電池パネルの出力の変化
  - 見積もりは試みられている
  - 風で吹き飛ばされた量の評価が難しい(砂嵐の後にはむしろ発電量が大きい=クリアになっている場合もある)
- 表面から太陽からの離角の関数としての放射場測定
  - 提案中, 定常場を仮定すればダストの鉛直分布が求まる
  - 観測を繰り返すと変動が追えるかもしれない? 要検討
- 火星表面からの LIDAR 観測
  - 地球で行われているエアロゾル観測と同じ
  - Phaenix は500mよりも高高度のダスト量を計測した
- カメラによるダストデビルの観測
  - 火星ローバ・スピリットによる撮影結果が多数ある
  - 複数枚の撮像から移動速度やサイズ分布が得られる
  - それぞれのダストデビルの内部構造まではわからない

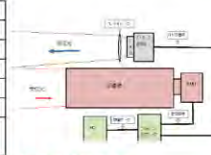
## 観測結果

• **LIDARによる構造観測**

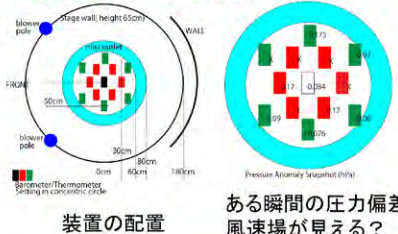


### LED LIDAR 諸元

送信系		光源波長	385 nm
		パルス幅	9.5 ns
		繰り返し周波数	483 kHz
		光出力	0.57 W
受信系		集光方式	カセグレン式
		開口径	127 mm
		干渉フィルタ透過中心波長	387 nm



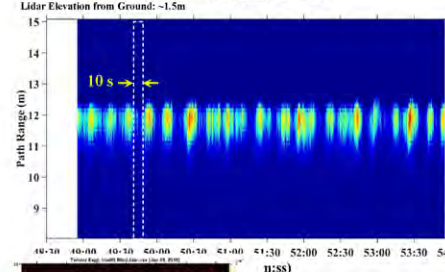
• **温度・圧力計による気象的観測**



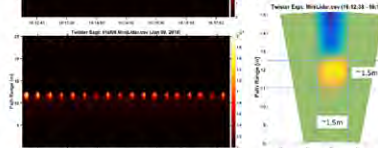
装置の配置

ある瞬間の圧力偏差風速場が見える?

• **LEDフラッシュライトによる光学的観測**



↑首振り(スキャン)観測の結果  
←別のLIDARによる同時観測  
↓LIDARで求めた散乱体の分布



残念ながら「目」は分解できなかったようだ

## 我々の戦略

嵐を張って、ダストデビルを捕えよう  
水平方向に LIDAR を設置。ダストデビルが通過するのを待って、データを取得する。LIDAR は視線方向の構造を見ることができるので、ダストデビルの移動を利用すると、断面図を得ることができるはず。

典型的なサイズ(~10m)のダストデビルの移動速度は ~1 m/s.

- このことから、装置の要求性能は以下の通り
- 距離分解能 1 m 以下(構造を分解して観測する)
  - 時間分解能 1 s 以下(見え方の変化から移動方向を推定)
  - 最大測距距離 数10 m 以上(ダストデビルひとつが収まってほしい。また、長くなれば頻度が上がるだろう)

## 謝辞

今回の実験には、名古屋市科学館の竜巻ラボを休館日に利用させて頂くことで実現しました。屋内で快適に観測させて頂きました。ありがとうございました。

グローリー?

• **ビデオ撮像: 解析中**

# (16) TRMM 時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析

\* 山本宗尚<sup>1</sup>・重 尚一<sup>1</sup>・樋口篤志<sup>2</sup>

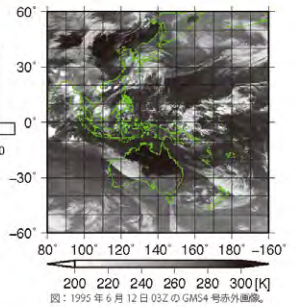
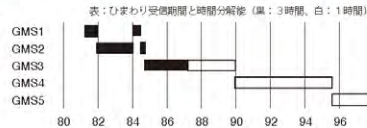
1: 京都大学大学院理学研究科 2: 千葉大学環境リモートセンシング研究センター

## 目的

本研究は、約30年分の衛星データによる降水気候変動研究を可能にするため、1990年代の静止気象衛星データと衛星搭載マイクロ波放射計データを収集し、全球降水マッププロダクトを作成する。近年に比べ台数の少ないマイクロ波放射計観測を補うため、降水を伴う雲域推定分布（ポテンシャルマップ）を組み合わせた衛星降水マップの精度向上を目指す。

## 今年度の研究内容

- TRMM 時代以前のみまわり受信生データ (VISSR, RVISSR, SVA 形式、GMS1~5号および GOES9号) が公開された (2017年11月30日、CERES ホームページ)。
- 昨年度開発した GMS4 に対する幾何補正コードで各みまわり VISSR データの処理が可能を確認し、観測に由来する歪みや欠測を除いて処理されていることを確認した。
- CERES で公開している全球静止気象衛星データセットに準じたデータとクイックルックを作成しており、近日公開を目指している。
- 最新版 GSMaP (アルゴリズムバージョン7) で MVK 相当のプロダクトを作成するためのコード修正を行っている。



・可視および赤外画像を活用した GSMaP 降水推定の改良を目的として、本共同利用研究の枠組みで JAXA/MODIS データを利用し、日本海の降雪雲の構造解析を行った (ポスター下)

# 寒気の吹き出しに伴い発達する冬季日本海の雲の構造の解析

浅海 悠<sup>1</sup>・山本宗尚<sup>2</sup>・重 尚一<sup>2</sup>

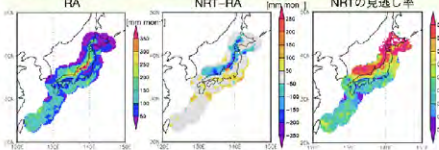
1: 京都大学理学部 2: 京都大学大学院理学研究科



## はじめに (1)

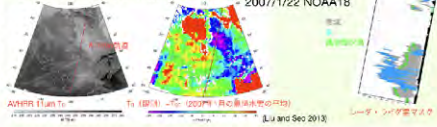
- マイクロ波放射計を用いた降雪推定は難しい
  - 降雪と降雪の区別 (Sims and Liu 2015)
  - 降雪に対するマイクロ波放射特性 (Liu and Seo 2013)
  - 降雪形状による散乱シグナルの多様性 (Liu 2008)
- GSMaPはアルゴリズムバージョン6から降雪推定アルゴリズムが導入されたが、冬季日本海ではいまだ過小評価傾向がみられる

GSMaP NRTとレーダアメダス (RA) の比較 (2014-2017年1月、1時間値)



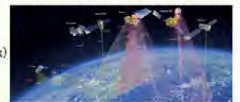
## はじめに (2)

- 降雪における降雪に対するマイクロ波シグナルは、これまで水の散乱による輝度変化の低下が考慮されてきたが、実際は氷水による放射によって降雪量よりもむしろ上昇している (Liu and Seo, 2013)。
- ライダーを用いた雲粒子タイププロダクトを用いると、雲粒子径と過冷却水滴が存在することを確認
- 日本海の寒気吹き出しに伴う雲状態は、気象観測網に伴い雲の形状が変化
  - 雲の形状と雲粒子タイプを結びつけることで、雲画像から雲上過冷却水滴を特定することができれば、マイクロ波による降雪推定アルゴリズムの改良にも寄与
- 雲の水平構造と雲粒子相の関係を明らかにする

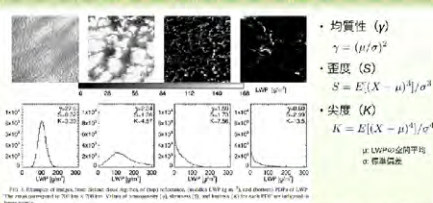


## 使用データ

- EarthCARE研究A-Trainプロダクトモニタデータ・セット
  - ユーザのデータハンドリング向上のため、九州大学が開発したCloudSat/OPR, CALIPSO/CALIP, Aqua/MODISデータを縦断240m、水平1.1kmグリッドにリサンプリングするMerged Dataset作成手法を適用し、複数の衛星観測データを同一のグリッドに統合 (同ユーザガイド)
  - 気象場 (ECMWF)
  - レーダ・ライダー雲マスク (Cmask)
  - ライダー雲粒子タイプ (Ctype)
- Aqua/MODIS
  - CERESでアーカイブされたJAXA受信のMODISデータ
  - Clouds 5-min L2 swath 1km and 5 km V006 (MYD06)
  - Geolocation fields 5-min L1A swath 1km V006 (MYD03)



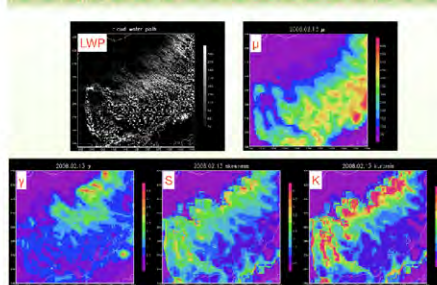
## 雲の水平パターンの抽出



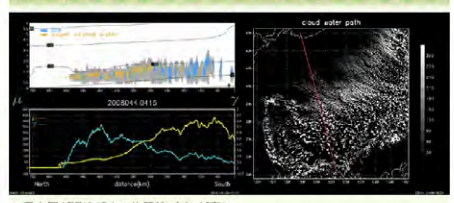
- 均質性 ( $\gamma$ )  
 $\gamma = (\mu/\sigma)^2$
- 重度 (S)  
 $S = E[(X - \mu)^4]/\sigma^4$
- 尖度 (K)  
 $K = E[(X - \mu)^3]/\sigma^3$

▶ Kawai and Txeira (2010)は亜熱帯の雲において、200 km四方における雲水量の均質性・重度・尖度を計算し、それらの値によって雲のタイプを分類。  
▶ 本研究では気象観測網を見るために、周囲50km四方におけるこれらの値を画素全てに対して計算した。

## 雲の水平パターン：2008年2月13日



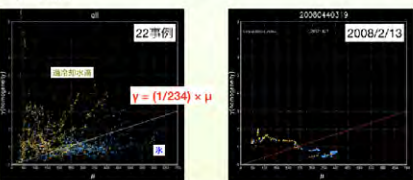
## 雲粒子相と雲パターン：2008年2月13日



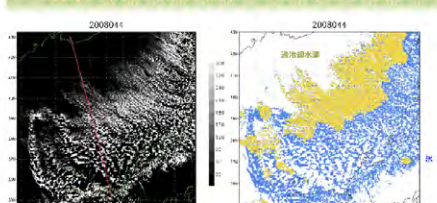
- 雲上層が過冷却水：均質性 ( $\gamma$ ) が高い
- 雲上層が氷：平均 ( $\mu$ ) が高い

## 統計解析

- 2006-2014年1・2・12月に日本海上 (35°N-43°N・130°E-140°E) を通過したA-train日中軌道 (243事例) のうち、寒気の吹き出し事例を捉えている22事例を抽出。
- 雲上層の雲粒子タイプ (過冷却水 or 氷) と雲の水平タイプ指標 ( $\gamma$  and  $\mu$ ) を使用



## 雲頂雲粒子相の分類：2008年2月13日



- 気象観測の初期に過冷却水滴が卓越し、ある段階で氷に変化
- 今後、マイクロ波シグナルや気象場との関係を探査



# Study on agricultural and climatological drought using satellite data in Bali, Indonesia



Abd. Rahman As-syakur, I Wayan Sandi Andnyana, & Takahiro Osawa

Center for Remote Sensing and Ocean Science (CReSOS), Udayana University, PB Sudirman street, Denpasar, Bali, 80232 Indonesia; Email: assyakur@unud.ac.id

## Background

- El Niño could potentially affect the food security such as reducing agricultural productivity;
- El Niño causes drought in Bali as a result of declining rainfall;
- The 2015 El Niño is likely to be one of the strongest El Niño events since 1997 (Blunden & Arndt, 2016);
- Moreover, the 2013 and 2014 is non-El Niño event;
- To determine the severity of agriculture and climatological drought in Bali, Vegetation Health Index (VHI) & Standardized Precipitation Index (SPI) based on remote sensing data are calculated (Kogan, 2002; McKee et al., 1993);
- This research is expected to provide information of the spatial pattern of agriculture & climatological drought severity in Bali during El Niño and non-El Niño event.

## Research Location & Data Uses

### Data Use

The Terra-MODIS Surface Reflectance 8-day product (MOD09Q1), the Terra-MODIS Land Surface Temperature (LST) and Emissivity 8-day product (MOD11A2) during January 2013–November 2016 are used in order to extract Vegetation Condition Index (VCI) and Temperature Condition Index (TCI), which is the main input in computing VHI. Monthly TRMM 3B43 data from 1998 to 2015 are used to create meteorological drought calculated using Standardized Precipitation Index (SPI). Rainfall anomaly data from 3 rain gauges over Bali from BMKG & Agriculture crop production from BPS.

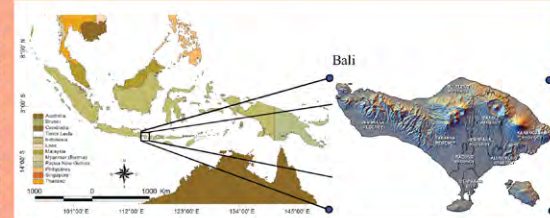


Fig 1. The study area of Bali Province, Indonesia

## Methods & Results

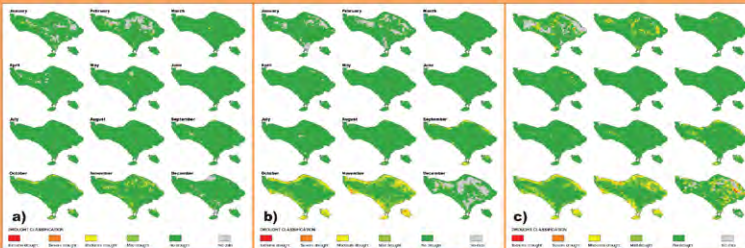


Fig 3. Spatial distribution of monthly VHI during: a) 2013, b) 2014; and c) 2015 (As-syakur et al., 2017)

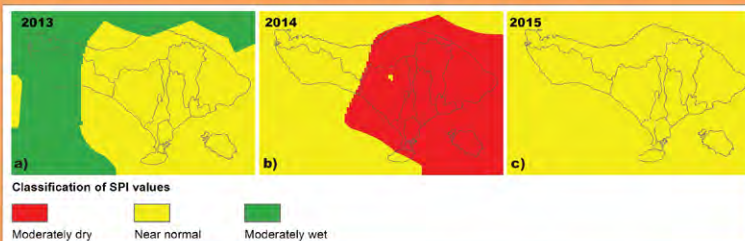


Fig 4. Spatial distribution of 6 month scales of SPI during dry season in: a) 2013, b) 2014; and c) 2015

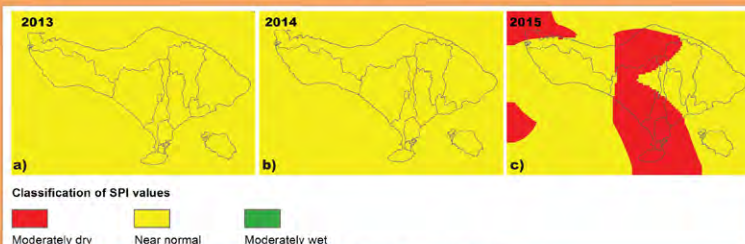


Fig 5. Spatial distribution of 12 month scales of SPI in: a) 2013, b) 2014; and c) 2015

## Methods

### Temperature Condition Index (TCI)

$$TCI = \frac{LST_{max} - LST}{LST_{max} + LST_{min}} \times 100\%$$

### Vegetation Condition Index (VCI)

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} + NDVI_{min}} \times 100\%$$

### Vegetation Health Index (VHI)

$$VHI = (0.5 \times VCI) + (0.5 \times TCI)$$

### Standardized Precipitation Index (SPI)

$$G(x) = \frac{e^{-x^2/2}}{\sqrt{2\pi}} \text{ for } x > 0$$

where,  $c > 0$  is a shape parameter,  $\beta > 0$  is a scale parameter,  $x$  is the amount of rainfall, and  $T(x)$  is the gamma function

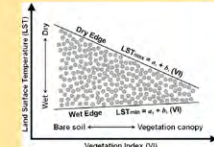


Fig 2. Land surface temperature (LST) and normalized difference vegetation index (NDVI) relationship (Cho et al., 2016)

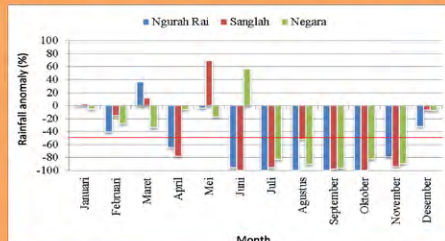


Fig 6. Rainfall anomaly during El Niño 2015 (As-syakur et al., 2017)

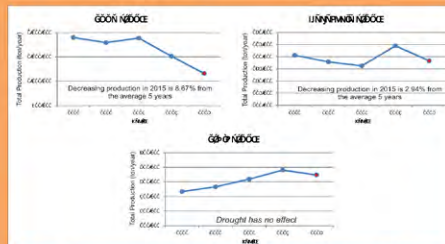


Fig 7. Comparison Crop Production per Year in 2011-2015

## Summary

- Satellite data measured by the Terra MODIS & TRMM products were employed to analyze drought during El Niño event 2015 and non El Niño events 2013 and 2014;
- Majority Bali Province area affected by drought from mild to extreme class during El Niño event, especially in 2015, but shown by VHI and not clear by SPI;
- During non-El Niño event 2014 droughts also occur as shown by VHI and SPI 6-month scale;
- VHI seen more clear to determine drought condition in Bali compared with SPI, but this may be because of spatial resolution of TRMM satellite data which use to calculate SPI;
- VHI shown the coastal area is the largest area was experiencing a drought. This is due may cause by the type of land uses in coastal area which is dominated by agricultural land, where VHI is an index for agriculture drought;
- As shown by Indonesian Central Bureau of Statistics (BPS) data, El Niño events in 2015 has decreased the agriculture production for food and vegetable crops around 8.67% and 2.94% respectively, and no effect to fruit crops;
- Drought during non-El Niño in 2014 also decreased the agriculture production; and
- This study indicated, for drought analysis in Indonesia, VHI based on MODIS data is better than SPI based on TRMM satellite data

## References

- As-syakur, A.R., Nuarsa, I.W., Osawa, T. (2017). *Impacts of El Niño on agricultural drought in Bali, Indonesia*. In Proceedings of the 19th Symposium on Remote Sensing for Environment, 16 February 2017, CHIBA, JAPAN, pp. 54.
- Blunden, J. and D. S. Arndt, Eds., 2016: State of the Climate in 2015. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97 (8), S1–S275. DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/2016BAMSStateoftheClimate.1>
- Cho, J., Ryu, J. H., Yeh, P. J. F., Lee, Y. W., & Hong, S. (2016). Satellite-based assessment of Amazonian surface dryness due to deforestation. *Remote Sensing Letters*, 7(1), 71–80.
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G. G., Panov, N. & Goldberg, A. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: merits and limitations. *Journal of climate*, 23(3), 618–633.
- Kogan, F. (2002). World droughts in the new millennium from AVHRR based vegetation health indices. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 83(48), 557–563.
- McKee, T. B., Doerken, N. J., & Kleist, J. (1993). *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. In the Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January 1993, American Meteorological Society, Boston, MA, USA, 179–183.



The 20<sup>th</sup> CERES Symposium on Environmental Remote Sensing Chiba University



# (19) 自然災害により生じた電離圏変動の定量的解析

中田裕之・長南光倫・井上雄太・益子竜一・町 康二郎・大矢浩代・鷹野敏明(千葉大学工学研究院)  
 富澤一郎 (電気通信大学宇宙電磁環境研究センター) 津川卓也・西岡未知 (情報通信研究機構)

## Introduction

これまで、電離圏変動は上空の磁気圏や太陽からの要因について調べられることがほとんどであったが、近年は下層大気からの影響による電離圏変動についての研究が盛んになってきた。地震に伴う変動は、東北地方太平洋沖地震に伴い様々な変動メカニズムが明らかになってきた。しかし、地震以外にも、火山、台風など大規模災害を引き起こす現象に伴って電離圏変動が発生することが知られている。本研究では、これらの自然災害に伴い発生する電離圏変動の定量的な解析を目指し、解析を行なった。このような研究は、電離圏-中性大気結合系に置ける変動の発生メカニズムを解明するだけでなく、自然災害の変動モニタリングにもつながる。

## Data

本研究では、以下のGPS-TEC、HFドップラー、掩蔽観測を用いて電離圏変動を観測している。また、地上付近の微小な気圧変化は微気圧計にて観測を行っている。

### GPS-TEC

電離圏は分散性媒質のため、電波が電離圏を通過する際に遅延を受ける。この遅延量は伝播経路上の電子数に比例するため、伝播の遅延量を測定することで、電子数を測定することができる。日本には全国に約1200個のGNSS観測点(GEONET)が存在しており、極めて密な観測が可能である。本研究では、真直線の高度を300kmとした。



### HF Doppler

電波が電離圏で反射される際、反射角が上下動していれば、ドップラー効果により電波の周波数に変化する。このドップラントを測定することで、電離圏の上下動を観測することができる。本研究では、電気通信大学が運用するデータを使用した。送信点は電通大調布キャンパス、受信点は長野県菅平高原。送信電波の周波数は5.006 MHzのデータを用いている。

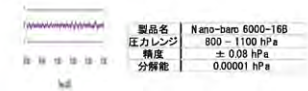
### 掩蔽観測

電波が電離圏をかすめる際に、伝播経路は電子密度変化による屈折率の変化により伝播経路が曲げられる。この変化を捉えることで、電子密度を推定する方法である。本研究では、米國と台湾が共同で打ち上げたFORMOSAT/COSMIC衛星による観測データを用いた。



### 微気圧観測

微小な気圧変化を捉えるために、長野県菅平高原、群馬県沼田市以下のような微気圧計を設置し、気圧変化の観測を行った。

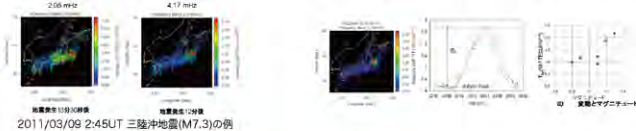


## Observation

### Earthquakes

#### GPS-TECによる変動観測

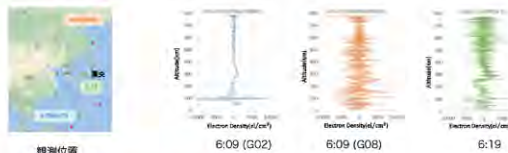
TEC変動のスペクトル強度を求め、電離圏真直線にプロットした図を以下に示す。震源付近で変動強度が上昇していることがわかる。



TEC変動がもっとも大きい場所でのスペクトル強度の時間変化を導出し、そのピーク値を各事例について調べたところ、地震のマグニチュードと良い相関が見られることがわかった。

#### 掩蔽観測による電離圏変動の鉛直分布の導出

東北地方太平洋沖地震発生後1時間以内に行われた観測結果を以下に示す。以下のデータでは、鉛直方向のデータの高度10km分について平均をとり、その平均値との差を変動分として導出した。6:09UTには、二つのGPS衛星からの電波を受信することで複数の観測地点(G02, G08)で観測を行ったが、G02では、まだ変動が到達しておらず、変動は観測されていない(100km付近の変動は常時見えていることから、地震とは関係ないと思われる)。しかし、6:09(G08)では変動が伝わってきており、変動が観測されている。また、6:19でも変動が見られる。



#### 6:09UT(G08)への変動の伝搬時間の導出について

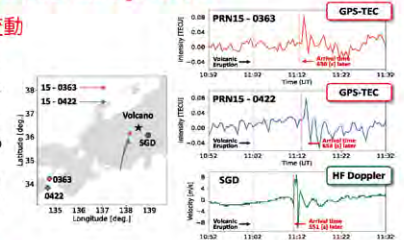
6:09UT(G08)バスへの変動の伝搬時間について計算を行った。地表をレイリー波が観測点直下まで伝搬し、その後上空に音波が伝搬するとして、その伝搬時間を算出した。6:09UT(G08)バスでは、モデル計算に寄れば、高度約400 km程度まで伝搬するが、実際のデータでは、約600 kmに波頭と思われる変動の不連続が観測された。6:19UTでは、バス全体に変動が伝搬してきており、全ての高度で変動が見られることが明らかになった。実際、高高度まで滑らかに変動が増えている。



## Volcanic Eruptions

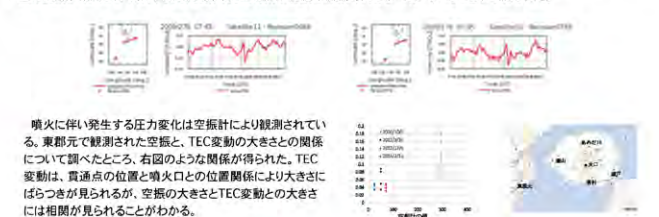
### 浅間山噴火に伴う電離圏変動

2004年9月1日11:02UTに浅間山が噴火し、TEC-HFドップラー共に変動が観測された。TECでは大型変動と呼ばれる、一度増加した後に減少する変動が観測された。HFドップラーでは、TEC変動とよく似たパルス型の変動が現れた後、長い周期的変動が現れることがわかる。音波のレイトレーシングにより伝搬時間を計算したところ、いずれの変動の開始時間も音波の伝搬時間と一致していた。このことから、これらの変動は噴火による大気変動が上空に伝搬し、変動が発生したことがわかる。



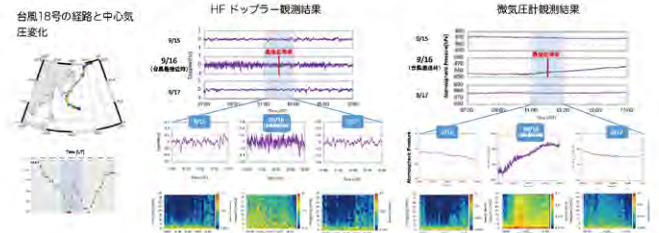
### 桜島噴火に伴う電離圏変動

桜島では多くの噴火が確認されており、桜島噴火に伴い変動が観測されるかどうかについて確認を行った。TECデータを用いて変動を確認したところ、4事例で変動を確認した。以下に、変動が観測された例について示す。いずれも浅間山噴火と同様にN型の変動が観測されており、また、変動の発生時刻が音波の伝搬時間とも一致していることが確認された。

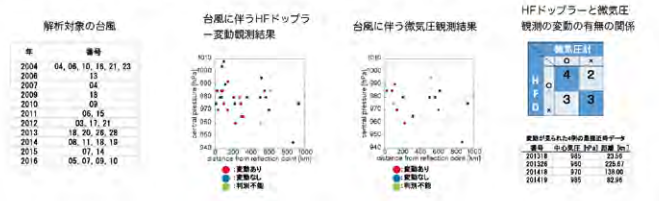


## Typhoons

台風の接近に伴う変動はHFドップラーと微気圧計により観測される。以下は2013年台風18号の接近に伴う変動の観測結果である。HFドップラー、微気圧計共に、台風接近時に40 mHz以下の帯域の変動が発生している。



以下の表に示す事例で台風に伴う変動が観測された。観測地点と台風中心との距離と中心気圧との関係を以下に示す。台風が接近(〜400 km)しているときに変動が現れていることがわかる。また、2012年以降の事例については微気圧計の観測結果についても同様の解析を行った。その結果、中心気圧が低い台風に近い変動がよく現れていることがわかる。また、両方の観測で変動が観測された事例はいずれも観測地点に250 km以内に接近した事例であった。



## Summary

自然災害に伴う電離圏変動を各種観測を用いて解析を行った。大規模な災害に伴い電離圏変動が発生することが明らかとなった。地震・火山噴火に伴う変動については、それぞれ、マグニチュード・空振りが大きい事例において大きな変動が現れることが明らかとなった。台風については、比較的近距离に接近した際に変動が良く現れることが明らかとなった。これらのことから電離圏変動観測により、自然災害のモニタリングが行える可能性が示されたと考えられる。

## Acknowledgements

GPS-TECデータは国土院により整備されたGEONET(GNSS Earth Observation Network)により取得された電波の位相データを用いて算出された。音波のレイトレーシングは米ロスアラモス国立研究所により開発されたGeoAcを利用した。FORMOSAT/COSMICは米國と台湾の共同プロジェクトにより打ち上げられた。データは、University Corporation for Atmospheric Researchに開設されたサイトを通して取得したものを利用した。

第20回環境リモートセンシングシンポジウム 千葉大学けやき館 2018年2月15日(木)8:45-16:00

## 1. 研究の背景と目的

山地流域における降雨一流出過程を明らかにすることは重要な課題であり、現地観測やモデル研究が実施されてきた。流出はKinematic Waveとして、すなわち等流近似で取り扱われることが多いが、土砂移動が活発な山地流域では、降雨イベント中に崩壊などによる河道への土砂供給や、アーミングの破壊などによる急激な浸食が生じ、降雨一流出関係を非定常性の強いものに変える可能性がある。本研究では、山地流域の地形変動のモニタリング結果と降雨一流出関係を比較することで、フラッシュ・フラッドに見られるような山地流域における急激なピーク流量の変化(土石流の発生を例として)を、降雨だけでなく場の条件から説明することを目的とする。

## 2. 研究対象地

研究対象地は、静岡県安倍川源頭部に位置する大規模崩壊地、大谷崩一ノ沢流域(面積約0.22 km<sup>2</sup>, 流路長約650 m, 最高地点標1900 m)である(Fig.1)。崩壊は1707年の宝永地震によって発生し、その際の崩壊土砂量は約12000万m<sup>3</sup>であったと推定されている。地質は古第三紀層の四万十層群に属しており、両岸は左岸、頁岩、およびこれらの互層によって構成され、勾配は40~50°程度である。一ノ沢では土砂の生産と運搬に明確な年周期が存在し、秋口から春先に岩盤の凍結融解によって谷底に土砂が供給され、初夏から秋にかけてそれらが土石流となって流出する。

## 3. 方法

対象地には雨量計、水圧センサー、ビデオカメラ等が設置され(Fig.2)、静岡大によって継続的に土石流モニタリングが実施されている。これに加え、ライムラスカメラを流域内の複数箇所に設置し、地上レーザー、UAV-SfMによって得られた測量成果と合わせて、土石流の発生に関わる土砂の移動状況と、それに伴う地形変化を明らかにした。土石流発生条件に関して、従来報告されている危険雨量である5mm/10分に着目した降雨指標を新たに提案し、I-D法等と比較した。

## 5. 考察および結論

現地観測による降雨、流出波形データの解析結果から、上流域での小規模な土砂移動が活発に発生する際に、下流域まで到達するような規模の大きな土石流が発生していることが明らかになった。5mm/10分程度の降雨強度で生じる流量は十分に土石流を輸送可能な規模であり、上流域における(短時間・高濃度の)土砂供給の有無が土石流の発生を規定すると考えられた。上記プロセスを反映した降雨指標を用いることで、土砂供給に関わる場の条件(地形、粒径)の変化をモニタリングすることで、土石流発生の予測精度を向上させ得る可能性がある。

Fig. 3 降雨波形と流域内の土砂移動の対応

流域最上流部(Fig.3a)・中流部(図b)の土砂移動が10分雨量(Fig.3c)と対応すること、上流部で活発な土砂移動があった時に下流(Fig.3d)に土石流が到達していることが分かる。

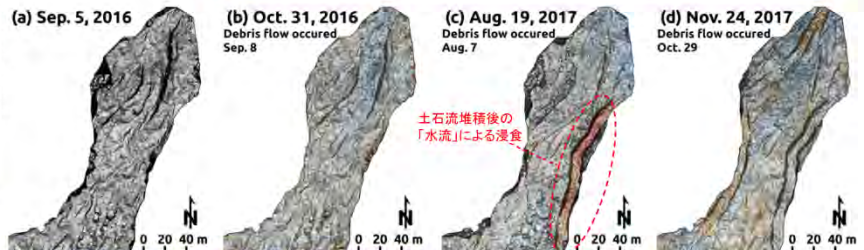
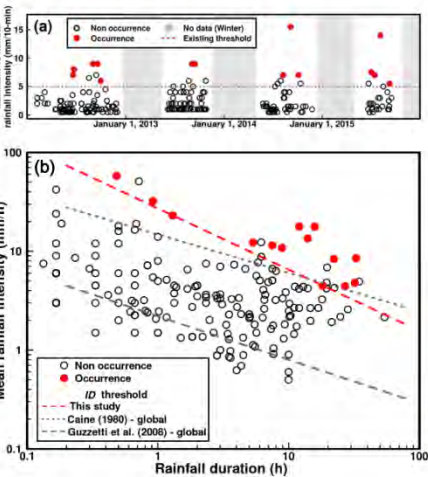


Fig. 4 土石流発生後の一ノ沢末端の土石流扇状地の地形変化  
扇状地上で土石流は首振り呈しつつ堆積する。土石流規模に応じて生じる顕著な浸食(Fig.4c)が安倍川流域への土砂供給源となっている。

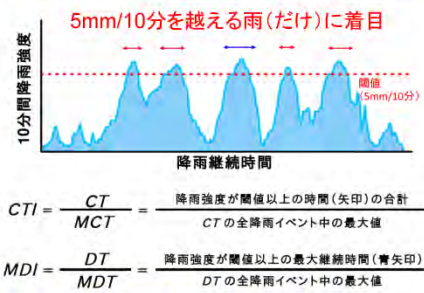


Fig. 5 降雨指標による土石流発生・非発生の判定結果  
(a)5mm/10分という単一の降雨指標で大谷崩での土石流発生は精度良く判定(4年間で13件の誤判定)される。短期雨量と長期雨量を組み合わせ代表的な危険雨量指標であるI-D法での精度は、同程度かさらに高い(7件の誤判定)。

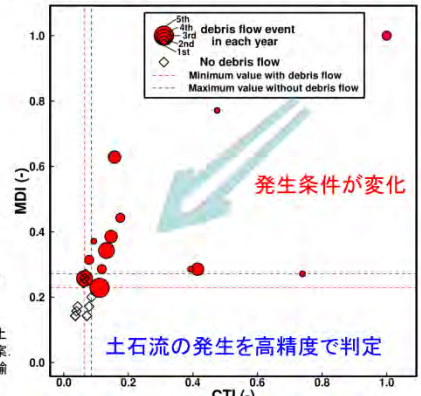


Fig. 6 CTIとMDIによる土石流発生・非発生の判定  
どちらの指標でも誤判定は2件と、非常に精度が高いことが分かる。また、シーズン終盤の土石流は指標の値が低いときに発生する傾向があることが分かる。堆積土砂量が減少し、浸食が飽和し易くなるためだと考えられる。

無人小型飛行体搭載用LEDミニライダの開発  
 —ダスト挙動観測と解析—  
 Dust flow monitoring by LED mini-lidar for UAV  
 橋本 達哉 (千葉大学大学院融合科学研究所)  
 Takahashi Shinya (Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba Univ.)

Outlook

Development of LED-based mini-lidar for UAV / Mars rover  
 機器開発、ダスト挙動解析 - 本ポスター  
 地上実験 - poster (14) 火星地表からLED LIDARを利用した  
 ダスト観測の地上模擬実験



Dust Devils

Influence on Mars Climates  
 Ionization by rubbing particles  
 Only Photos for observations  
 Severe Circumference

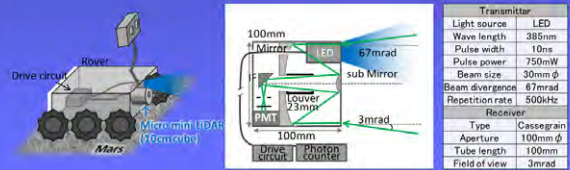


14911. <http://img.photobucket.com/albums/71/over90001/149111.jpg>  
[http://www.nasa.gov/images/content/149111main\\_149111.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/149111main_149111.jpg)  
[http://www.nasa.gov/images/content/149111main\\_149111.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/149111main_149111.jpg)

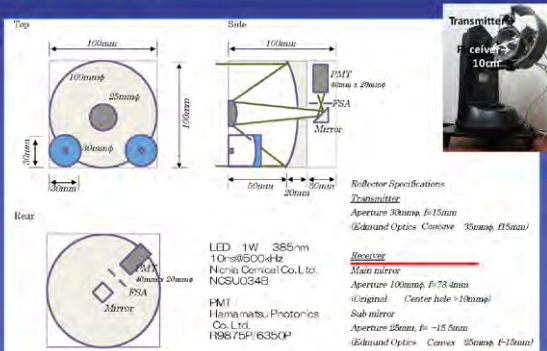
LED Mini-Lidar for Mars Rover

Design for high-speed observation in near range

Monitoring of lowest atmosphere activity  
 System of 10cm cube size & 1kg weight  
 Capturing dust activity of a few m/s within 30m



Design of Mini-Lidar



System Variation

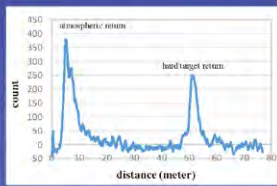
Specification: Same, but more compact-robust, ...



Version 1 was used at smoke flow observation in wind tunnel facility.  
 Version 2 was used at Inage-Kaikuan, Tokyo bay. See poster 113!

## Atmosphere Observation

Accumulation: 2s  
 Observation:  
 Near range atmospheric activity  
 ~ 40-50m



## Sea Wave Motion Observation Site



## Sea Wave Motion Observation Campaigns

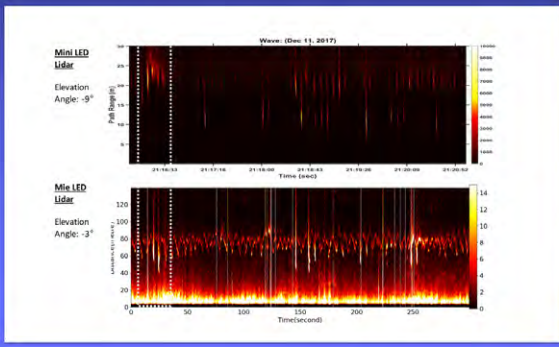
LED Mini Lidar System Parameters (with PT2 software input parameters)

ID#	File Name	Sea Wave	Bin Length	ACC Count	Resolution (cm)	Resolution (m)	Obs. State	Obs. Mode	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	Obs. State	
1	Feb-18	Feb_1_SeaWave2017	1m	317	300000	1m	0.1m	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV
2	Feb-18	Feb_2_SeaWave2017	1m	317	300000	1m	0.1m	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV
3	Feb-18	Feb_3_SeaWave2017	1m	317	300000	1m	0.1m	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV
4	Feb-18	Feb_4_SeaWave2017	1m	317	300000	1m	0.1m	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV
5	Feb-18	Feb_5_SeaWave2017	1m	317	300000	1m	0.1m	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV
6	Feb-18	Feb_6_SeaWave2017	1m	317	300000	1m	0.1m	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV	RAW	15.0 mV

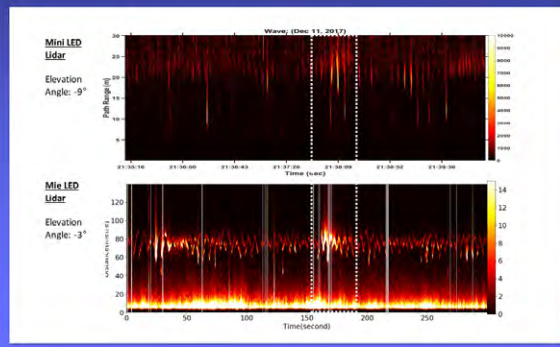
## Sea Wave Motion Analysis



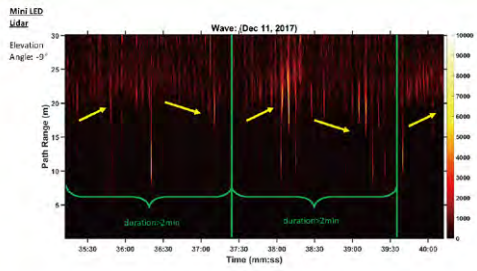
## Sea Wave Motion Observation Results



## Sea Wave Motion Observation Results



# Sea Wave Motion Observation Analysis





## 第20回 環境リモートセンシングシンポジウム

場所 千葉大学けやき会館 3階 レセプションホール・2階 展示ホール  
日時 2018年2月15日(木) 8:45~16:00

### —プログラム—

8:45-8:50 開会の挨拶 安岡センター長(3階 レセプションホール)

**【口頭発表】** 9:00-12:15(発表:10分、質疑:5分)(3階レセプションホール)

(座長 1-3:樋口篤志)

(1) 9:00-9:15

インド亜大陸北東部の雨滴粒度分布と衛星搭載降雨レーダー観測

村田文絵(高知大学自然科学系)・林 泰一・木口雅司・山根悠介・福島あずさ・寺尾 徹

(2) 9:15-9:30

マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法

—北海における風速プロファイルモデルの検証—

香西克俊(神戸大学・海事科学研究科)・大澤輝夫・杉山康弘

(3) 9:30-9:45

気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証

—衛星観測海水データの活用—

馬淵和雄(国立環境研究所)・本多嘉明・梶原康司

(座長 4-6:入江仁士)

(4) 9:50-10:05

大気補正プログラムのコンテナ化とその利用

飯倉善和(弘前大学大学院理工学研究科)・久世宏明・関口美保・眞子直弘

(5) 10:05-10:20

探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究

野口克行(奈良女子大学大学院自然科学系)・上田真由・入江仁士・林寛生

(6) 10:20-10:35

巨大地震・津波の予測システムの開発とその社会実装(実用化試験)プロジェクト

服部 克巳(千葉大学院理学研究院)

(座長 7-9 : 山崎文雄)

(7) 10:40-10:55

震災津波人命リスクモデルの汎用化と対象域の拡大  
—相模湾湘南域の鎌倉市から藤沢市への適用—  
金子大二郎 ((株) 遥感環境モニター)

(8) 10:55-11:10

Xバンド航空機 SAR 画像を用いた橋梁の地震・津波被害抽出  
平野晴也 (千葉大学工学研究院)・山崎文雄・劉 ウェン

(9) 11:10-11:25

A New Unsupervised Classification of Collapsed Buildings Using Terra SAR-X Imagery,  
Hazard Distribution and Fragility Functions  
Luis MOYA (東北大学災害科学国際研究所)・山崎文雄・劉 ウェン

(座長 10-12 : 本多嘉明)

(10) 11:30-11:45

マルチプラットフォーム衛星解析と地上レーザーによる森林災害評価  
加藤 顕 (千葉大学園芸学研究所)・若林裕之・ヨサファット T. S. スマンティヨ

(11) 11:45-12:00

ドローンによる里地里山生態系の観測  
永井 信 (国立研究開発法人海洋研究開発機構)・梶原康司・斎藤 琢・吉竹晋平・本多嘉明

(12) 12:00-12:15

太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍光測定  
増田健二 (静岡大学 技術部)・眞子直弘・田中 佑・白岩立彦・久世宏明

**【ポスターセッション】** (2 階展示ホール) ポスターサイズ : A 0 版

**コアタイム 15 : 00-16 : 00 掲示時間 8:45-16 : 00**

(1) 奈良における地上光学観測データ解析によるエアロゾルの経年変化  
久慈 誠 (奈良女子大学大学院自然科学系)・山本 咲・萩原美沙子

(2) UAV 搭載 CP-SAR システムのためのプリント基盤設計  
浜口 暢 (千葉大学工学部情報画像学科)・文屋 勝・難波 一輝・  
ヨサファット T. S. スマンティヨ

(3) 小型 UAV を用いた森林樹冠の地表面モデル (DSM) の作成  
齋藤有希 (首都大学東京 都市環境学部)・長谷川 宏一・泉 岳樹・松山 洋

- (4) アイスアレルギーのリモートセンシング手法の開発  
朝隈康司（東京農業大学 生物産業学部）・喜田直人
- (5) Landsat 衛星画像を用いたオブジェクトベース手法とピクセルベース手法による  
地表面分類の比較—熊本を事例に—  
立木咲希（首都大学東京 都市環境学部）・山本遼介・泉 岳樹
- (6) GOSAT FTS TIR から導出したメタンプロファイルデータを用いた上部対流圏の  
メタン変動について  
江口菜穂（九州大学 応用力学研究所）・齋藤尚子・丹羽洋介
- (7) DOAS 法による生活環境圏における CO<sub>2</sub>濃度の計測と検証  
飯田大貴（茨城大学大学院理工学研究科）・奥出信一郎・久世宏明・桑原祐史
- (8) UAV リモートセンシングに基づく水稲の玄米タンパク含有率推定と味のグラフ化  
濱 侃（千葉大学大学院理学研究科・学振 DC）・田中 圭・望月篤・鶴岡康夫・近藤昭彦
- (9) SAR データを使用した稲作地の浸水域抽出  
若林裕之（日本大学 工学部）・北神貴久・本橋和重
- (10) Effective Feature Selection for Damaged Buildings Using Post-Earthquake Satellite  
Image with Machine Learning  
朴 鍾杰（東京情報大学総合情報学部）
- (11) MODIS データによるオブジェクト分類  
金ヨンファン（東京情報大学総合情報学部）・朴 鍾杰・浅沼市男
- (12) マルチスペクトルカメラを用いた UAV 農業リモートセンシング  
小花和宏之（株式会社 ビジョンテック）・加藤 顕
- (13) 空間データに基づいた未来地域デザイン科学の試行的検討  
—原発事故災害を被った地域を例に—  
小林達明（千葉大学園芸学研究科）・児矢野千穂・間瀬皓介・高橋輝昌・近藤昭彦・  
宮崎美砂子
- (14) 火星地表から LED LIDAR を利用したダスト観測の地上模擬実験  
千秋博紀（千葉工業大学惑星探査研究センター）・椎名達雄・乙部直人・はしもとじょーじ・  
眞子直弘・久世宏明・Prane Ong・和泉朔太・安田博哉・梅谷和弘・西本昌司
- (15) ミリ波雲レーダ FALCON による雲雨の内部構造ドップラー解析  
鷹野敏明（千葉大学工学研究院）・鈴木康樹・小池康太・森川康平・笛田 亮・五十嵐 涼・  
森田日向・水田篤秀・河村洋平・中田裕之・大矢浩代・高村民雄



- (16) TRMM 時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析  
山本宗尚 (京都大学理学研究科)・重 尚一・樋口篤志
- (17) バリ島における衛星データを使用した乾燥計測と農業乾燥の研究  
大澤高浩 (ウダヤナ大学海洋科学リモートセンシング研究センター)・  
Abd.Rahman As-syakur・I Wayan Sandi Andnyana
- (18) シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた作物生産量推定法の検討  
第 1 報 2017 年の宮城県沿岸部農家圃場における大豆生産阻害要因の評価  
山本修平 (東北大学農学研究科)・本間香貴・橋本直之・齋藤裕樹・牧 雅康
- (19) 自然災害により生じた電離圏変動の定量的解析  
中田裕之 (千葉大学工学研究院)・長南光倫・井上雄太・益子竜一・町 康二郎・大矢浩代・  
鷹野敏明・富澤一郎・津川卓也・西岡未知
- (20) UAV 搭載を目指した小型光学式 (火山ガス) センサの開発検討  
大前宏和 ((株) センテナシア)・三宅俊子・小花和 宏之・ヨサファット T. S. スマンティ  
ヨ
- (21) レーザー誘起ブレイクダウン分光法を用いた大気中エアロゾルのリモート成分分析手法の  
開発  
染川智弘 (公益財団法人レーザー技術総合研究所)・大塚昌孝・久世宏明・前田佳伸・  
藤田雅之・宮永憲明
- (22) 流域源頭部において土砂動態が降雨一流出関係に及ぼす影響  
堀田紀文 (東京大学農学生命科学研究科)・小田智基・山川陽祐
- (23) UAV リモートセンシングによる熱赤外カメラを用いた水稻モニタリング  
田中 圭 (一般財団法人 日本地図センター)・濱 侃・近藤昭彦
- (24) Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling の観測学的研究  
大村潤平 (千葉大学大学院理学研究科)・吉野千恵・服部克巳・Dimitar Ouzounov・  
Jann-Yenq Tiger Liu・下 道國・小西敏春・古屋隆一
- (25) 無人小型飛行体搭載用 LED ミニライダーの開発—ダスト挙動観測と解析—  
椎名達雄 (千葉大学工学研究院)

**【意見交換会】** 17:00-18:30 環境リモートセンシング研究センター・1 階会議室

第 20 回 CReS 環境リモートセンシングシンポジウム  
資料集

編集 千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
共同利用研究推進委員会

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

電話 043-290-3832 FAX 043-290-3857

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

印刷 (株)ハシダテ