

第 21 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 21<sup>st</sup> Symposium on  
Remote Sensing for Environment

2019 年 2 月 14 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 21 回環境リモートセンシングシンポジウム資料集  
(2018 年度 CEReS 共同利用研究発表会資料集)**

**目次**

**【プログラム - 1】**

プラスチック廃棄物を含む水辺周辺環境の蛍光ライダー観測の初期試験	2
齊藤保典（信州大学），宇都宮成弥，熊谷陽介，富田孝幸，椎名達雄	
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	4
馬淵和雄，本多嘉明，梶原康司	
3rd generation Photon Counter の検討	6
椎名達雄(千葉大学 工学研究院)，香川直己	
Development of Environmental Remote Sensing for Water Pollution Monitoring System; Case Study at Siak River, Indonesia	9
KADIR Evizal Abdul (Islamic University of Riau)	
ドローンを用いたオホーツク海沿岸の濁度、クロロフィル a 濃度の推定	10
朝隈康司（東京農業大学），飯野修司，長瀬秀雄	
PALSAR-2 画像を用いた 2018 年 7 月西日本豪雨における浸水被害の把握	11
劉ウェン(千葉大学 工学研究院)，山崎文雄	
Three-Dimensional Texture in the Context of Remote Sensing Damage Detection	14
Luis Moya (Tohoku Univ.), F. Yamazaki, W.Liu, S.Koshimura, E.Mas	
Seismo-ionospheric Earthquake Precursors of the Electron Density in Japan by Using GNSS Remote Sensing Techniques	17
Liu Jann-Yenq (National Central Univ.), K. Hattori	
Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities	22
Kasumi Hattori (Chiba Univ), Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Liu Jann-Yenq	
ハイパー分光センサでの現場観測事例	
-衛星リモートセンシング現場観測における小型分光器の併用-	23
大前宏和((株)センテンシア)，三宅俊子，ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ	
GNSS データを用いた電離圏電子数トモグラフィー	24
服部克巳(千葉大学 理学研究院)，宋銳，Jann-Yenq Liu	

## 【プログラム - 2】

津波避難ビル群の適性と社会地理モデルによる人命リスクの評価 -相模湾の湘南都市域への適用-	26
金子大二郎 ((株) 遥感環境モニター)	
AI リテラシーを養う授業実践の開発 -中学生が機械学習を用いた課題解決を行う授業実戦を通じて-	29
佐藤頌太(千葉大学 教育学研究科), 藤川大祐	
千葉大学 CEReS における衛星データアーカイブの現状と利用	34
樋口篤志(千葉大学 環境リモートセンシング研究センター)	
GOSAT/TANSO-FTS 及び MOPITT データを用いたバイオマス燃焼起源の CO <sub>2</sub> 及び CO の大気中濃度変動の解析	37
小坂真悟(千葉大学 融合理工学府), 斎藤尚子	
SKYNET データを用いた水蒸気推定手法の検証	39
桃井裕広(東京理科大学), 工藤玲, 森樹大, 三浦和彦, 岡本浩, 入江仁士	
NICAM-TM による CH <sub>4</sub> の大気輸送シミュレーション：逆解析のインパクト評価	40
丹羽洋介(国立環境研究所)	
上部対流圏・下部成層圏における二酸化炭素変動について	41
本田照裕(九州大学), 江口菜穂, 斎藤尚子, 丹羽洋介	
Characterization of light absorbing organic aerosols at Fukue Island based on skyradiometer and filter observations	42
朱春茂(海洋研究開発機構), 入江仁士, 宮川拓真, 竹谷文一, 金谷有剛	
国交省河川局雨量計データを用いた降水グリッド化プロダクトの作成について	43
豊嶋紘一(千葉大学 環境リモートセンシング研究センター), 広瀬民志, 加藤章子, 樋口篤志	
ひまわり 8 号高頻度観測から同定した熱帯域雲システムの日変化	44
濱田 篤(富山大学), 内木詩歩, 安永数明	
Vegetation Dynamics in Japan as Observed from Himawari-8 Geostationary Satellite	47
三浦知昭(Univ. Hawaii), 永井 信, 市井和仁, 吉岡博貴	
ひまわり 8 号による広域植生モニタリングの実現性評価	49
林 航大(千葉大学 工学部), 市井和仁, 村上和隆, 三浦知昭, 吉岡博貴, 秋津朋子, 井手玲子, 奈佐原顕郎	
次世代静止気象衛星からの地表面温度推定アルゴリズム開発	52
森山雅雄(長崎大学)	

## 【プログラム - 3】

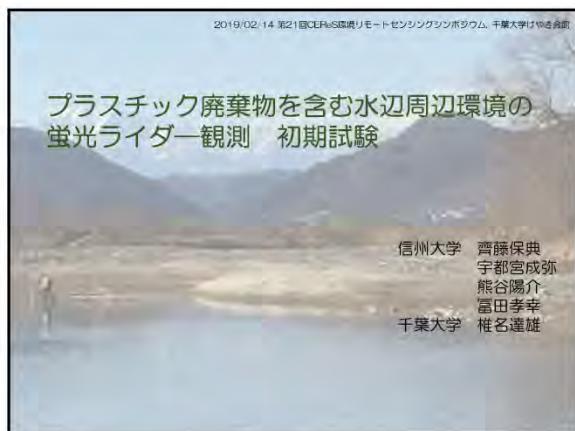
夜間光衛星画像の分析による途上国のエネルギー需要量推計 ······	54
吉村彰大(千葉大学 工学研究院), 締引将司, 松野泰也	
陸域海洋炭素収支の現状と今後の行方 ······	57
近藤雅征(千葉大学 環境リモートセンシング研究センター)	
Sentinel-1 C バンド SAR データを使用した稲作地の浸水域検出 ······	61
若林裕之(日本大学), 本橋和重, 北神貴久, 本郷千春	
シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた作物生産量推定法の検討 第2報 2018年の宮城県沿岸部農家圃場における大豆生産阻害要因の評価 ······	62
山本修平(東北大学), 本間香貴, 橋本直之, 牧 雅康, 本郷千春	
Evaluation Trial of Drought Stress based on Rice Canopy Temperature in Probolinggo, Indonesia ······	63
Yuti Giamerti (Tohoku Univ.), Didi Darmadi, Koki Homma, Ahmad Junaedi, Iskandar Lubis, Chiharu Hongo	
衛星データを使用したインドネシア、バリ島の観光都市エリアにおける植物基礎生産量と土地利用 の経年変化の研究 ······	64
Takahiro Osawa (ウダヤナ大学), Abd.Rahman As-syakur, I Wayan Sandi Andnyana, I Wayan Nuarsa	
航空機 LiDAR データを利用した森林内の葉群構造の把握 ······	65
岩田悠里(千葉大学 園芸学部), 梅木 清, 平尾聰秀	
航空機 LiDAR データを用いたトドマツ人工林の上層樹高推定 ······	66
福地孝哉(千葉大学 園芸学部), 梅木 清	
Dagik Earth と JoyCon を用いた地球観測衛星データ表示システム ······	67
小菅生文音(千葉大学 環境リモートセンシング研究センター), Liu Zhiyan, 市井和仁	
MODIS データを用いた 15 年間のバングラデシュの洪水域変化抽出 ······	68
朴 鍾杰(東京情報大学)	

## 【一般研究】

リモートセンシングによる広域の植物蛍光強度分布画像取得の提案 ······	70
増田健二(静岡大学), 真子直弘, 久世宏明	
MODIS L1B を利用した光学的厚さと反射率の同時推定 ······	73
飯倉善和(弘前大学), 関口美保, 真子直弘, 市井和仁, 久世宏明	
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 ······	76
野口克行(奈良女子大学), 上田真由, 林 寛生, 入江仁士	

DOAS 法を用いた生活環境圈における CO <sub>2</sub> 濃度の計測と検証	78
小澤花音(茨城大学), 飯田大貴, 奥出信一郎, 久世宏明, 桑原祐史	
小型 LIDAR を用いた人工竜巻の構造観測	79
千秋博紀(千葉工業大学), 椎名達雄, 乙部直人, はしもとじょーじ, 真子直弘, 久世宏明, Prane Ong, 梅谷和弘, 西本昌司	
レーザー誘起ブレー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	80
染川智弘(レーザー技術総合研究所), 久世宏明, 河仲準二, 藤田雅之	
里地里山における高空間分解能衛星やドローンによる植物季節観測の高精度化	81
永井 信(海洋研究開発機構), 関川清広, 斎藤 琢, 梶原康司, 本多嘉明	
リモートセンシングによる広域観測データの空間誤差推定に関する研究	82
堤田成政(京都大学), Pedro Rodriguez-Veiga	
地上でのリモートセンシングを対象とした自律型観測プラットフォームの開発	83
宮崎貴大(香川高等専門学校)	
CP-SAR 画像処理システム用 TCP/IP 通信環境実装	84
浜口 暁(千葉大学 融合理工学府), 室賀元晴, 難波一輝, ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ	
HF ドップラー観測による台風に伴う電離圏変動の解析	85
中田裕之(千葉大学), 益子竜一, 大矢浩代, 鷹野敏明, 細川敬祐, 富澤一郎, 長尾大道	
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	86
久慈 誠(奈良女子大学), 川野いち子, 中辻菜穂, 山野沙織	
A-train データを用いた日本海上降雪雲の構造解析	87
山本宗尚(京都大学), 浅海悠, 重 尚一	
バングラデシュにおける広域氾濫マッピングと地域特徴による水害リスク評価	88
郭 栄珠(土木研究所), 近藤昭彦	
第 21 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム プログラム	90

## プログラム - 1



### 動機とその背景

水環境を多方面から探りたい

- ・生活圏が影響を与える水環境の現状  
人間活動が水質変化にどう影響?  
プラスチック廃棄の観点から
- ・自然環境の中での水の在り方  
自然の水質? ←諏訪湖でのライダー観測実績有り  
水質の水源地保全や水辺周辺環境との関わり  
植生に注目

長野市内“犀川”河川敷で見つかる  
プラスチック類  
“plastiglomerate”

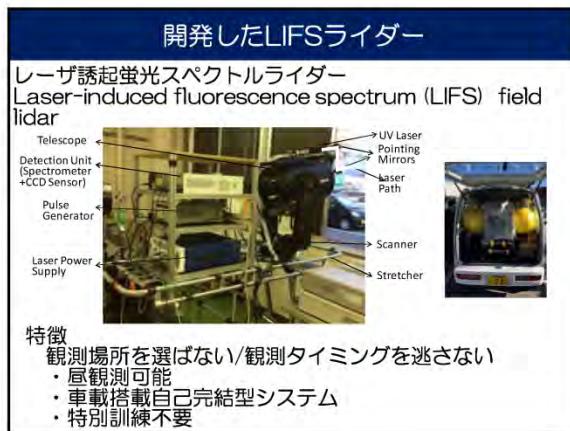
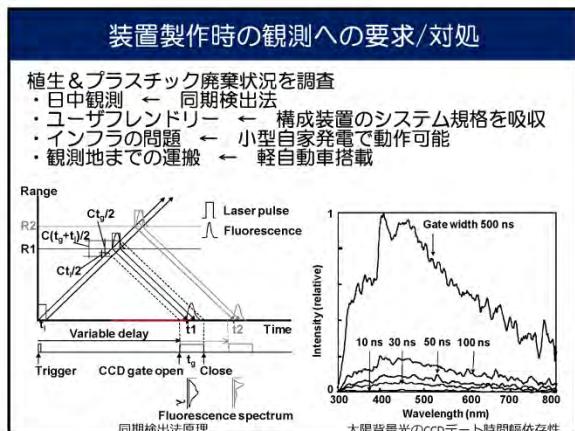
YAHOOニュース 2018/11/22 10:47:05

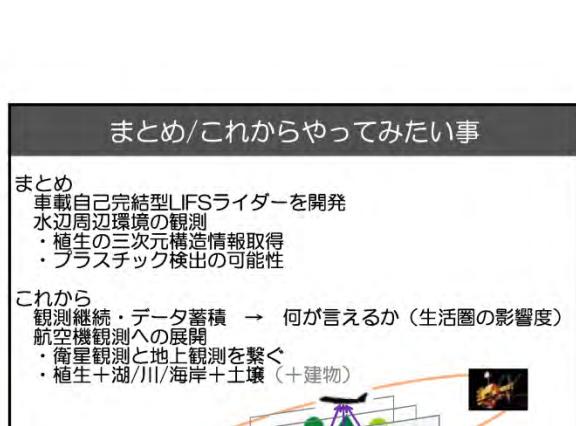
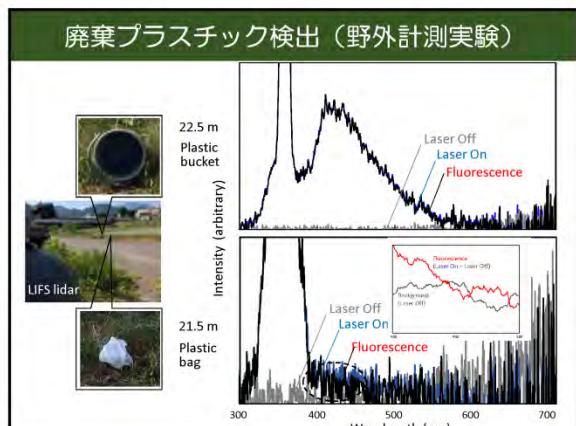
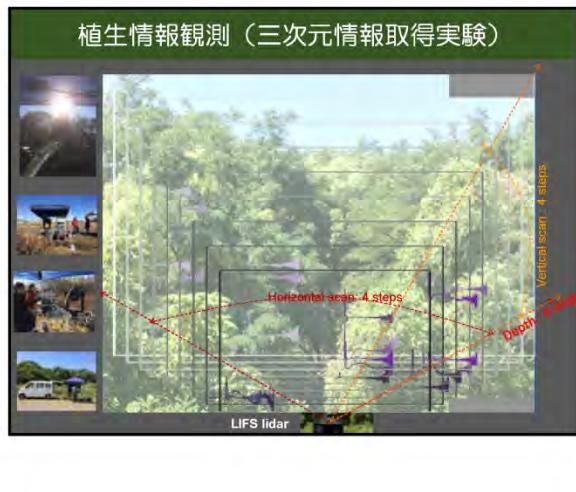
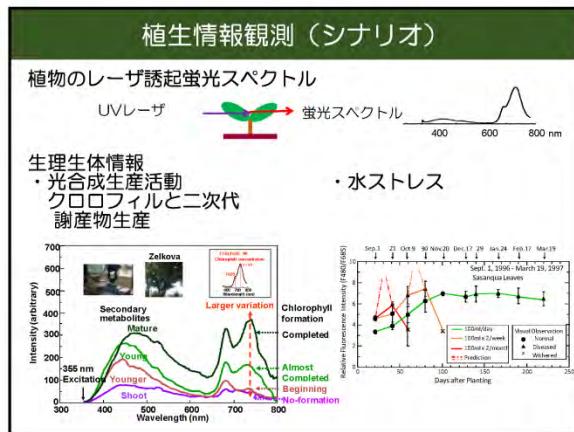
### 手法論

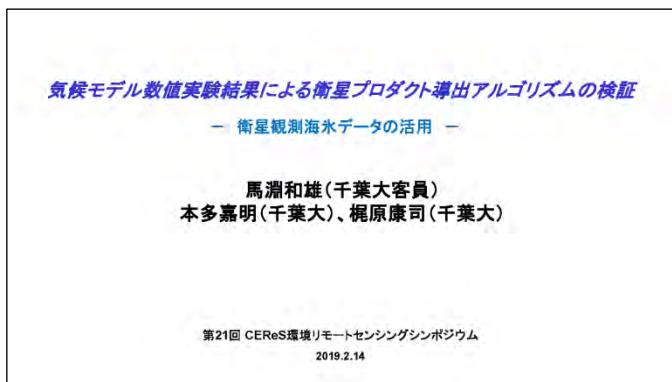
#### 蛍光ライダーによる環境計測

原理：地球構成物質の殆どは紫外光照射により特有の蛍光を発する

技術：蛍光ライダー  
= 蛍光分光法 + アクティブ光リモートセンシング

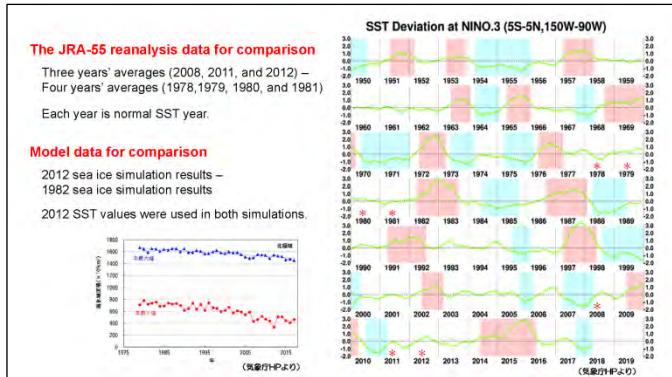
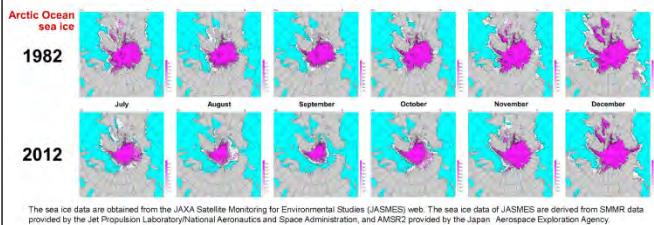




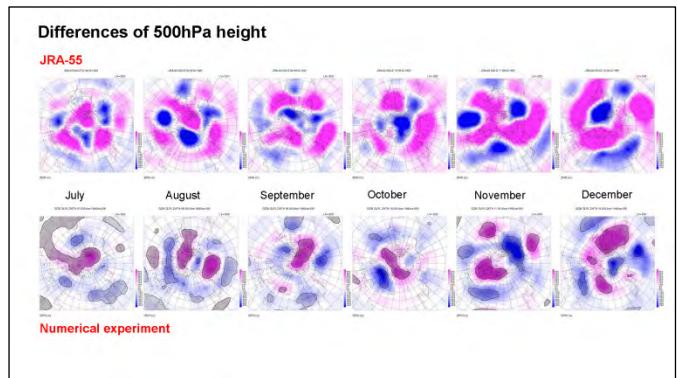
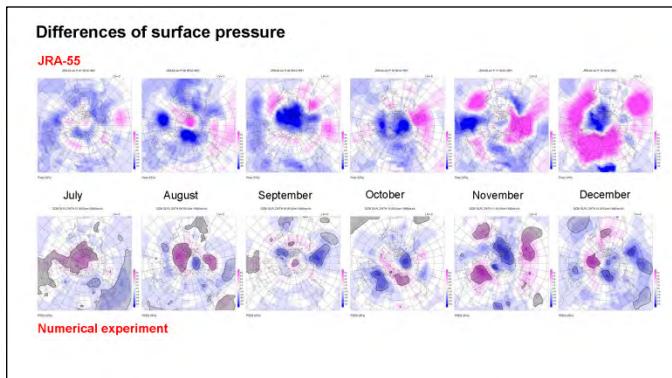
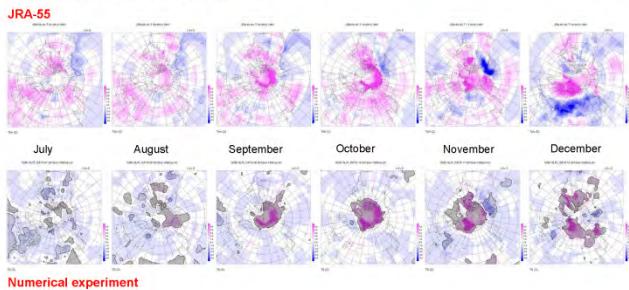


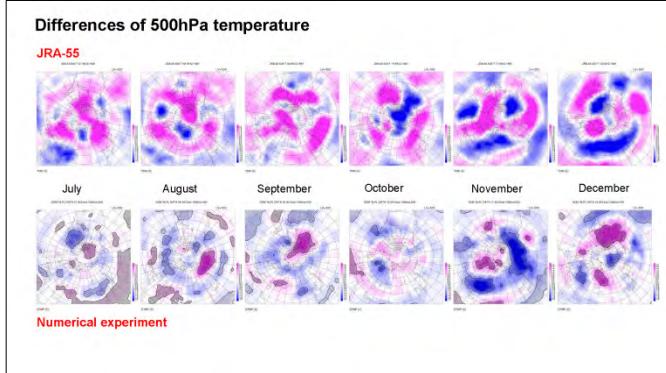
### The Arctic Ocean sea ice change experiment

Two cases of numerical simulations were performed and the results were compared. One is the simulation using the Arctic Ocean sea ice distributions in 1982, and another is that using the distributions in 2012.



### Differences of surface temperature



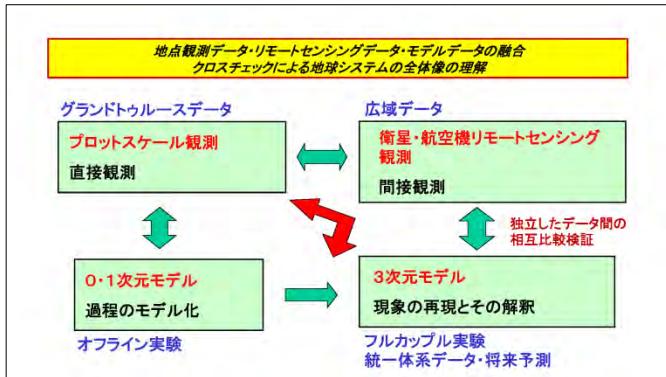


◆今回、衛星観測により得られた北極海海水変動データを活用し、それらの変動が地球環境変動にどのような影響を与える可能性があるかに関する気候モデル数値実験解析を行った。用いた海水データは、JAXAから提供された1982年および2012年の北極海海水分布データである。2012年においては、1982年に比べて、北半球暖候期の海水が相対的に少ない。

◆海水が相対的に少ない領域において、アルベドの減少、SSTの上昇、上向き潜熱・潜熱フラックスの増加、下向き短波反射の減少、下向き長波反射の増加が起きる。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、大気中上層の高さ、気温偏差パターンが形成されることが分かった。

◆JRA-55再解析データにも、モデル数値実験結果に現れた大気要素偏差と近似した偏差が存在することが確認できた。よって、これらの偏差の要因として、北極海海水の変動が大きく関わっていると考えられる。

◆北極海海水変動と大気変動との関係のメカニズムは、モデル数値実験結果を解析することにより説明できると考えられる。



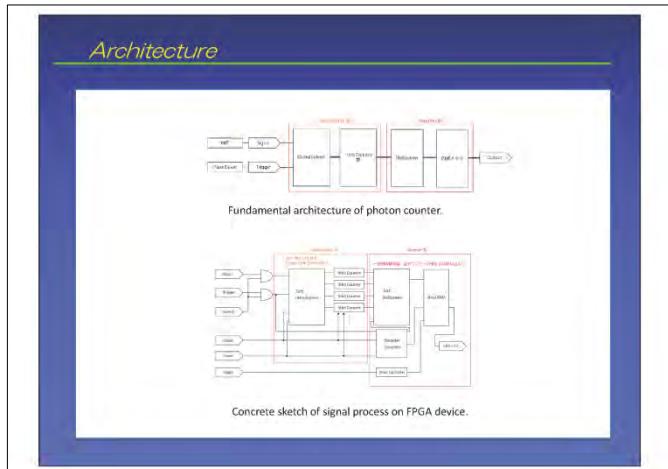
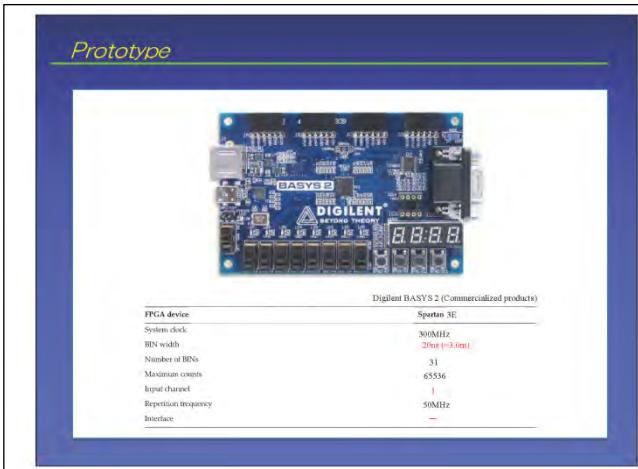
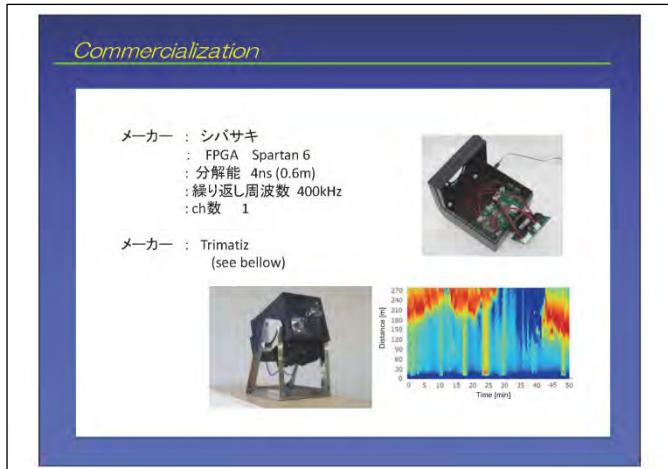
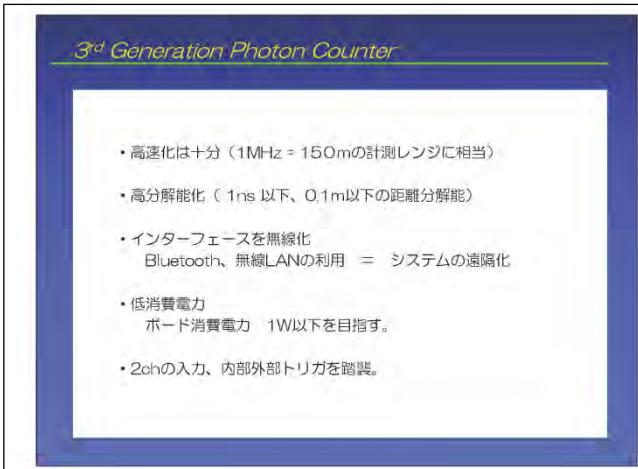
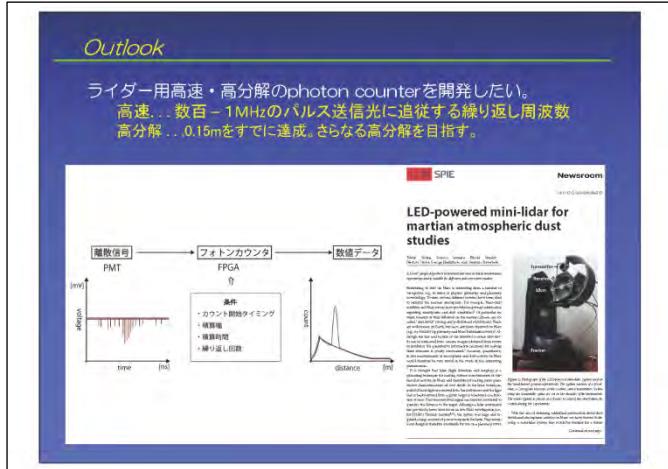
### まとめ

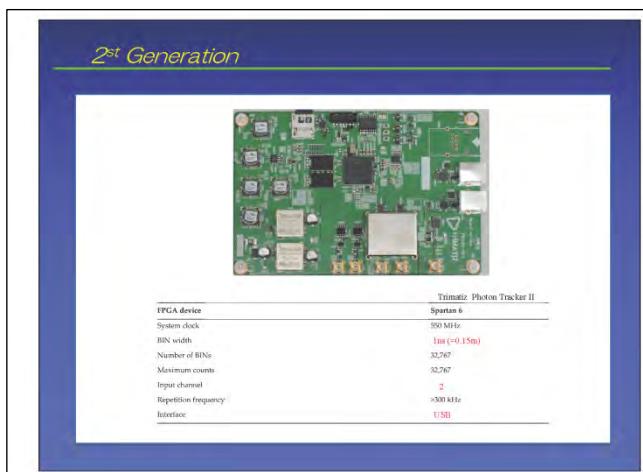
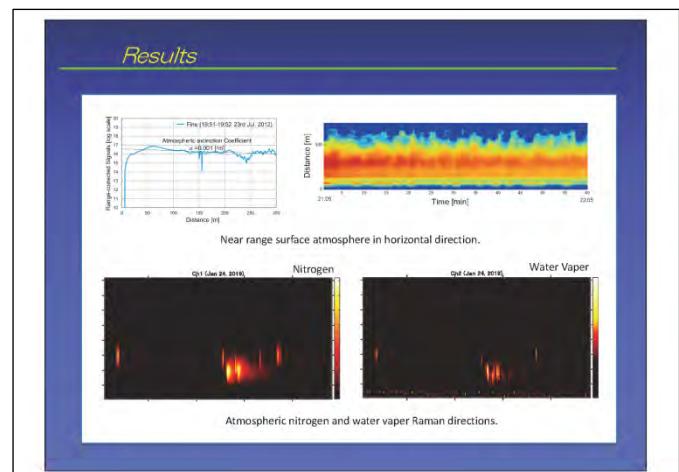
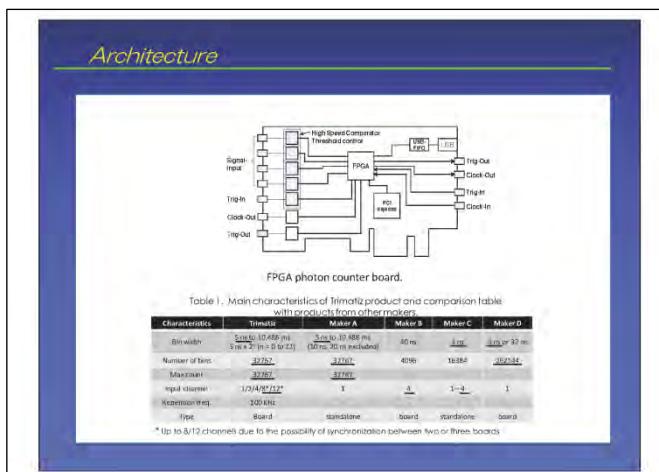
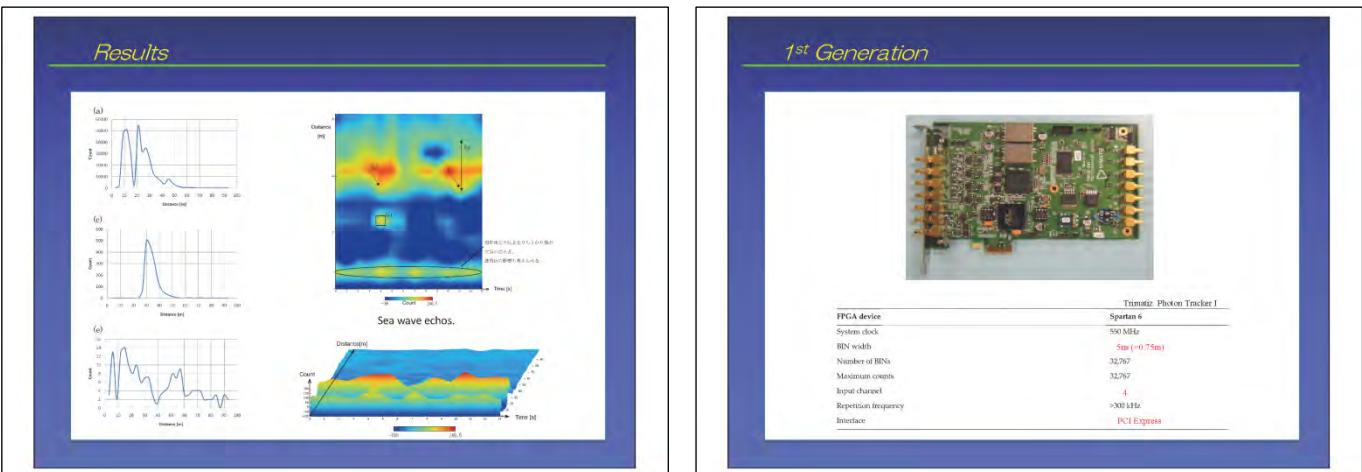
◆リモートセンシングプロダクトは、モデル数値実験の実施およびその結果の解析から物理的・生物生態学的変動メカニズムを解明するうえで、非常に有用である。

◆一方で、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、モデルプロダクトについても、リモートセンシングによる間接観測データから個別にそれぞれのアルゴリズムにより抽出される各要素プロダクトの、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。

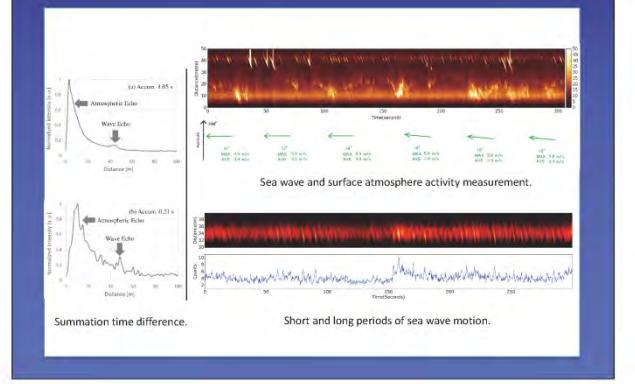
◆リモートセンシングプロダクトとモデル数値実験プロダクトを比較することにより、それぞれのプロダクトの相互検証、および各要素の変動メカニズムを解明することができると思われる。

◆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。





## Results



# DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL REMOTE SENSING FOR WATER POLLUTION MONITORING SYSTEM CASE STUDY AT SIAK RIVER, INDONESIA

## INTRODUCTION

Water pollution is one of causes makes environment unclean, river is one of medium use by many community and industry in many countries including Indonesia. This research to develop a system that be able to monitor water quality at Siak river in Riau Province, Indonesia. Some sensors installed at some points of river then all the information send to backend system for monitoring as well as to CEReS data center for record. The information collection will help community to know quality of water and for respective government to do action in case of abnormal water quality is happen.

## PROBLEM AND OBJECTIVE

The goal of this research is to develop water pollutant monitoring system by install several of sensors at a point of Siak River, then all the information will share to the community. A display of information about water quality will install at community center and all the people know the information including river water level.



Figure 1. Siak River, Riau Indonesia.

## SOLUTION AND INNOVATION

To collect common water quality parameters, some sensors related to parameters installed such as water temperature, pH electrical conductivity and dissolved oxygen. The distance from sensors point at river quite far to the monitoring center then a communication system to transmit river water information is developing for effective communication. WSNs technology used in this system to collect data from sensor nodes and forward to sensor gateway then to monitoring center for the analysis and forward the information to local government and community.



Figure 2. Water pollutant sensors installed in river area.

## RESULTS

This research gain knowledge and contribute new invention for water pollutant monitoring system, data collection and study of sensor placement location for effective sensing including design a new sensor that be able to collect accurate data. Development of a new method of communication system for effective data transmission and sharing is one of intention in this research.

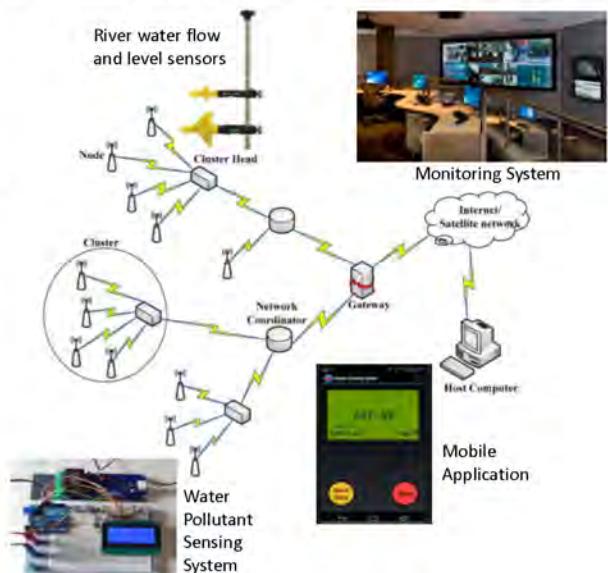


Figure 3. Architecture of WSNs monitoring system.

## NOVELTY

A smart system with intelligent detection of water pollutant is one of novelty, beside that system be able to analyze behavior of water pollutant data and send alert when major changes happen.

## BENEFITS AND COMMERCIALIZATION

Development and Innovation in the used of water pollutant monitoring system.

### Benefit

- Real-time water monitoring system.
- Multi parameter of water pollutant indicator.
- Data analyse and record for a few year.
- Mobile application for remote monitoring system.

### Commercialization

- Water supply industries.
- Environmental government agency.
- Industries with usage much water.
- Housing developer for residence water supply.



Evizal Abdul Kadir



Hitoshi Irie



Sri Listia Rosa



CHIBA  
UNIVERSITY

UNIVERSITAS  
ISLAM RIAU

DEPARTMENT OF INFORMATICS ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU, PEKANBARU, RIAU, INDONESIA 28284

The 21th CEReS Symposium on Environmental Remote Sensing  
Chiba University, Japan

## ⑤ ドローンを用いたオホーツク海沿岸の濁度、クロロフィルa濃度の推定

Study for estimation method of turbidity, chlorophyll a concentration over the coastal area of the Sea of Okhotsk, Hokkaido using aerial drone

朝隈 康司, 飯野 修司, 長瀬 秀雄

東京農業大学 生物産業学部

### 研究の背景

#### オホーツク海のホタテガイについて

- 北海道オホーツク海沿岸ではホタテガイ漁が盛んである
- とくに北見市常呂町は日本でも有数のホタテガイの水揚げ高を誇り、平成28年では水揚げ高で28千トン、金額にして79億円の主要産業である
- この常呂町には常呂川(流域面積 1,920 km<sup>2</sup>)が流れしており、ホタテガイの餌となる植物プランクトンの生育に重要な栄養塩を供給すると併に、春の融雪期や夏秋の台風時期などは大量の懸濁物が流出し、ホタテガイの埋没や死滅を引き起こす
- このため広域で簡便な濁度やクロロフィルa濃度のモニタリング手法が望まれている
- これまで、人工衛星を用いる方法が試みているが、雲などの影響が大きく、必要時にデータが取得できない場合が多く問題となっている

#### 研究の目的

- オホーツク海沿岸広域の濁度、クロロフィルa濃度を簡便に計測するため、航空ドローンを用いて、特別な計測装置を搭載せずに、濁度、クロロフィルa濃度を推定する方法を検討する



図1. 常呂町周辺図



図2. 台風直後の  
常呂川河口の様子  
(2017年10月24日)

### 研究方法

観測場所: 常呂川河口(図1, 図5参照)

#### 利用器材:

- DJI: Phantom 4
- Labsphere: 標準反射板
- 探水バケツ
- Whatman: GF/F フィルタ
- TurnerDesignh: Torilogy 蛍光光度計
- Mettler: XP105 フィルタ測定用天秤
- Adobe: Photoshop CC

観測日: 2018年4月13日, 4月20日,  
5月7日, 5月21日, 6月11日, 7月16日,  
10月4日, 10月11日の計8回



図3. Phantom 4



図4. バケツと標準反射板



図5. 観測時の様子  
(2018年4月13日)

#### 観測手順:

- 塩酸処理されたバケツで表面を採水
- Phantom 4 を 1.8 m にホバリングさせ、ISO 100, シャッター速度 1/2000 に固定し、標準反射板を直下方向で撮影
- 同様に河口表面採水箇所を撮影
- サンプル水をGF/Fフィルタで2本通過
- 一方のフィルタをDMF(ジメチルホルムアミド)に一晩浸す
- 蛍光光度計でクロロフィルa濃度を計測
- 他方のフィルタをデシケーターで1週間乾燥
- 乾燥後、重量を天秤で測定し、濁度に換算

#### 画像処理:

- Photoshop CC で Phantom 4 で撮影された画像を読み込み、河口表面の影や落ち葉などの無い場所 100 × 100 程度の画素を選択
- R, G, B のチャンネル別に輝度(digital value)の平均値を読み取る
- 同様に撮影された標準反射板の輝度を読み取る
- R, G, B ごとに河口表面の輝度を白板の輝度で除し、反射率に換算
- 得られた反射率とクロロフィルa濃度、濁度の関係から推定値を算出



図8. フィルタ重量  
測定用天秤



図9. 蛍光光度計



図10. 反射率算出作業  
の例

### 結果と考察

#### 濁度の推定結果

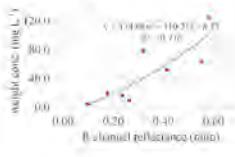


図11から、反射率と濁度は曲線関係にありそうなので、2次の推定式:

$$y = a_R x_R^2 + a_G x_G^2 + a_B x_B^2 + b_R x_R + b_G x_G + b_B x_B + c$$

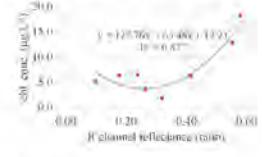
をソルバーで解決すると、

$$\begin{aligned} a_R &= 792.95, b_R &= 248.12, \\ a_G &= -2159.99, b_G &= 361.58, \\ a_B &= 3224.46, b_B &= -905.35, \\ c &= 22.94 \text{ のとき}, \\ R^2 &= 0.980, P < 0.01. \end{aligned}$$



図12. 濁度とPhantom 4画像から推定された濁度

#### クロロフィルa濃度の推定結果



濁度同様にソルバーで解決すると、

$$\begin{aligned} a_R &= 50.12, b_R &= 10.40, \\ a_G &= -67.11, b_G &= -20.04, \\ a_B &= 226.72, b_B &= -37.10, \\ c &= 8.51 \text{ のとき}, \\ R^2 &= 0.814, P = 0.02 < 0.05. \end{aligned}$$

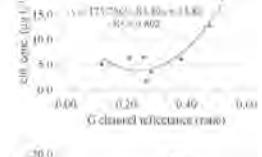


図14. クロロフィルa濃度と  
推定されたクロロフィルa濃度の関係

図11. Phantom 4 で観測した  
各チャンネルの反射率と濁度の関係

図12. 濁度とPhantom 4画像  
から推定された濁度

図13. 各チャンネルの反射率と  
クロロフィルa濃度の関係

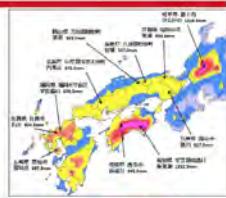
## PALSAR-2画像を用いた2018年7月西日本豪雨における浸水被害の把握



劉 ウエン, 山崎 文雄  
千葉大学 大学院工学研究院

### 平成30年7月西日本豪雨

- 6月28日から7月8日にかけて、西日本を中心広い範囲で集中豪雨が発生した
- 河川の氾濫や堤防の決壊による広域な浸水
- 31県に計2,512箇所の土砂災害
- 死者224人、半壊以上の建物6,595棟、浸水住家3万棟ほど



6月28日～7月8日にかけての降水量分布（出典：気象庁）

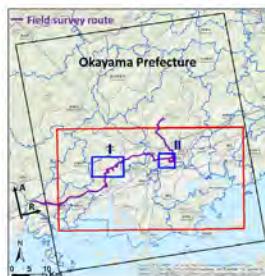


広島県の土砂被害  
by 山崎 (2018年7月17日)

2

### 対象地域と現地調査

- 対象地域は、岡山県の岡山市と倉敷市的一部分
- 倉敷市の真備町では12km<sup>2</sup>地域が浸水
- 岡山市の東区では7.5km<sup>2</sup>地域が浸水、岡山県2番目の浸水面積
- 7月16日(1週間後)に現地調査を行った
- 倉敷市真備町(I)と岡山市北区久米(II)を中心**に調査を行った



3

### 倉敷市真備町(I)



- 外壁に残った浸水痕が4m以上
- 決壊した堤防の最大長さが約200 m

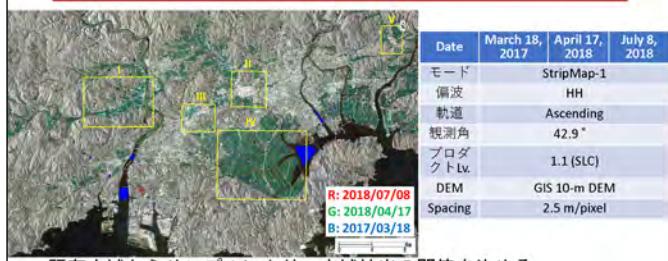
4

### 岡山市北区久米(II)



- 久米に関する浸水のニュースはほとんどなかった
- 住民への聞き込みにより、最大50cmほどの浸水があった

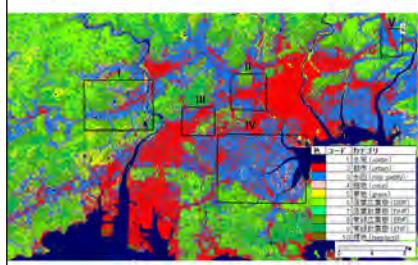
### ALOS-2 PALSAR-2画像



- 既存水域からサンプルにより、水域抽出の閾値を決める
- $\sigma_w < \mu_w + 2\sigma_w$   
 $\mu_w, \sigma_w$ は水域サンプルの平均値と標準偏差

5

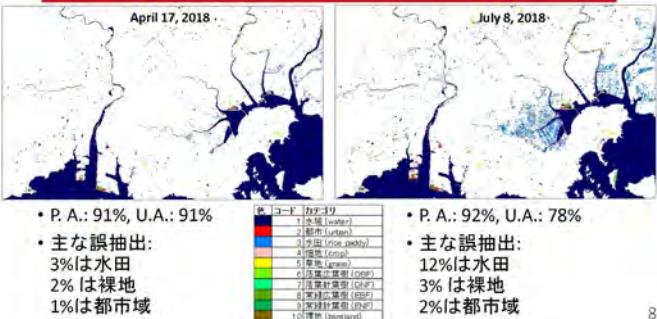
## 10m土地利用土地被覆図



- 2006~2011年における日本全域の土地被覆分類
- 主にALOS/AVNIR-2画像を利用して作成した
- IIIとIVは都市域を多く含む
- IVはほとんど水田
- 強度のカラー合成図にシアン色の地域は水田に分類されるところが多い

7

## 後方散乱係数による水域の抽出



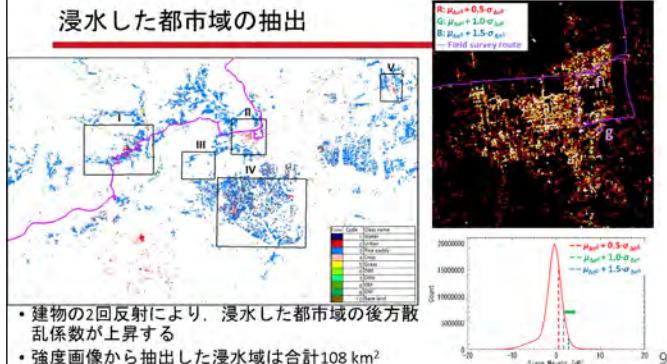
• P. A.: 92%, U.A.: 78%

• 主な誤抽出:

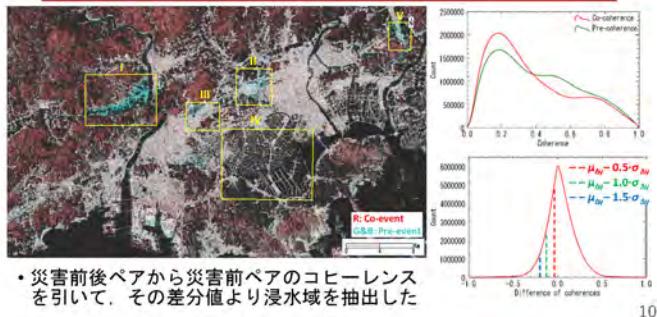
3%は水田  
2%は裸地  
3%は裸地  
2%は都市域

8

## 浸水した都市域の抽出

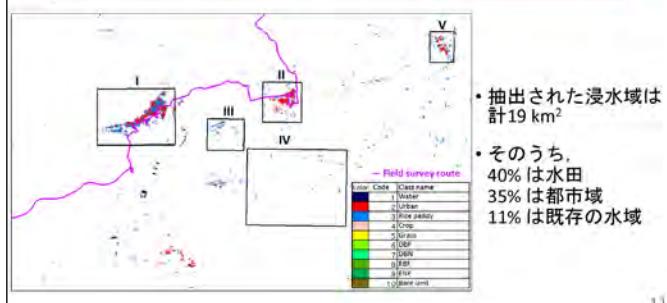


## コヒーレンスによる浸水域の抽出

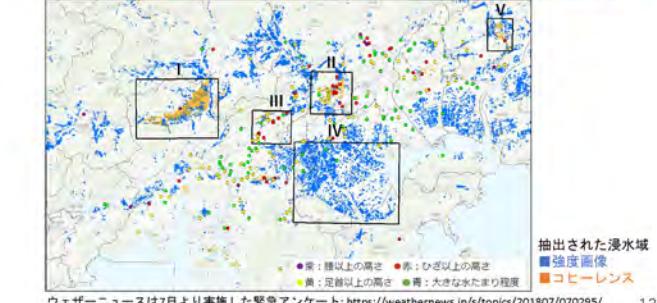


10

## コヒーレンスの差分を用いた抽出結果

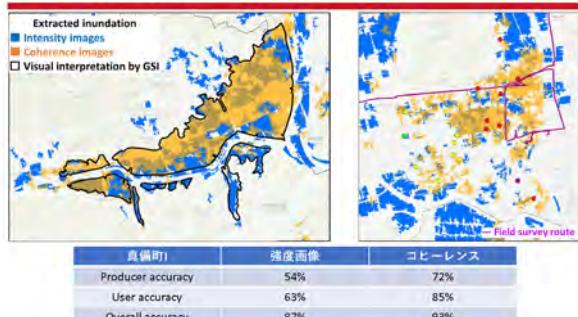


## 抽出結果の精度検証



12

## エリアIとIIの拡大比較



## まとめ

- 2018年7月西日本豪雨前後のALOS-2 PALSAR-2画像を用いて、岡山県における浸水域の抽出を行った
  - 後方散乱係数の閾値より水域を抽出し、豪雨後増えた水域を浸水域とした。  
→水田がほとんど浸水域として誤抽出された
  - 災害前のペアに比べて、災害前後のペアにおけるコヒーレンスの低下域を浸水域として抽出した  
→浸水した都市域が抽出され、水田による誤抽出が少なかった
  - LバンドSAR画像はX, Cバンドに比べて、浸水域の抽出に誤差が多いけど、3時期画像のコヒーレンスを使うことで高精度の浸水検出ができる

1

ご清聴、ありがとうございます

### 謝辞

本研究に用いたALOS-2 PALSAR-2画像は宇宙航空研究開発機構(JAXA)に有し、第6回合同PIワークショップを通じて提供された。

15



## 第21回 環境リモートセンシングシンポジウム

### THREE-DIMENSIONAL TEXTURE IN THE CONTEXT OF REMOTE SENSING DAMAGE DETECTION

Luis MOYA<sup>1</sup>, Fumio YAMAZAKI<sup>2</sup>, Wen LIU<sup>2</sup>,  
Shunichi KOSHIMURA<sup>1</sup>, and Erick MAS<sup>1</sup>

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

February 14, 2019

#### ORDINARY GLCM-BASED TEXTURE FEATURES

Haralick, R. M., Shanmugam, K., Dinstein, I., Texture features for image classification,  
*IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol 3, No. 6, 1973.

0	0	1	1
0	0	1	1
0	2	2	2
2	2	3	3

$$P_H = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad P_H = \begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$\text{Contrast} = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{ij}(i-j)^2$$

$$\text{Energy} = \sqrt{\text{ASM}}$$

$$\text{Dissimilarity} = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{ij}|i-j|$$

$$\text{Entropy} = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{ij}(-\ln p_{ij})$$

$$\text{Homogeneity} = \sum_{i,j=0}^{N-1} \frac{p_{ij}}{1 + (i-j)^2}$$

$$\mu_i = \sum_{j=0}^{N-1} i(p_{ij}) \quad \mu_j = \sum_{i=0}^{N-1} j(p_{ij})$$

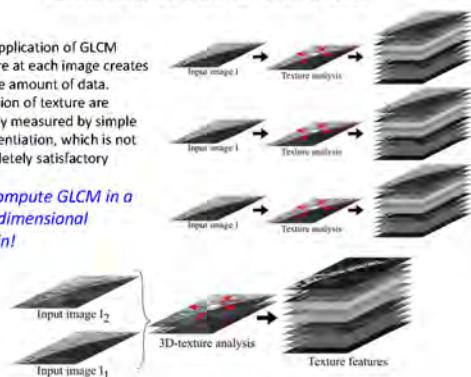
$$\text{ASM} = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{ij}^2$$

$$\gamma = \sum_{i,j=0}^{N-1} p_{ij} \left[ \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)}{\sqrt{\sigma_i^2 \sigma_j^2}} \right]$$

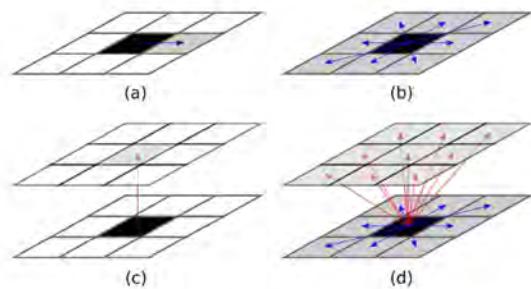
#### EARLY MOTIVATION OF THIS STUDY

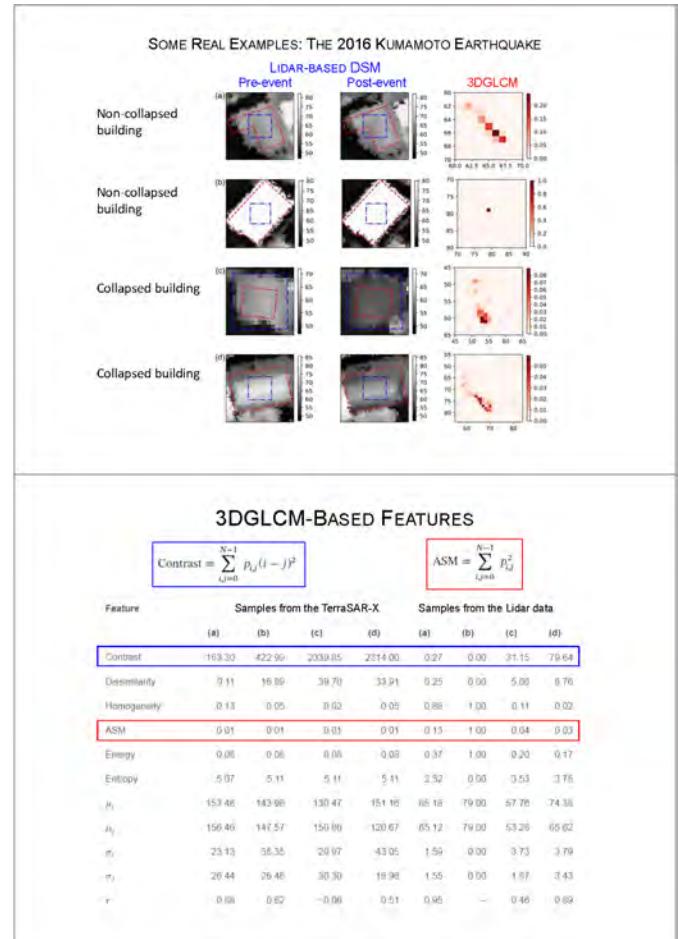
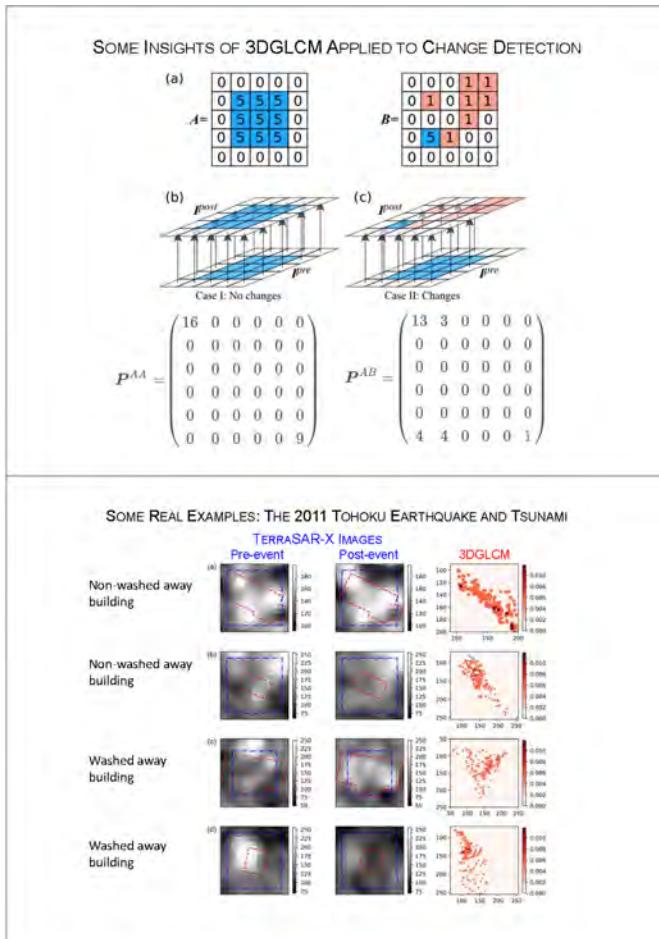
- The application of GLCM texture at each image creates a huge amount of data.
- Variation of texture are usually measured by simple differentiation, which is not completely satisfactory

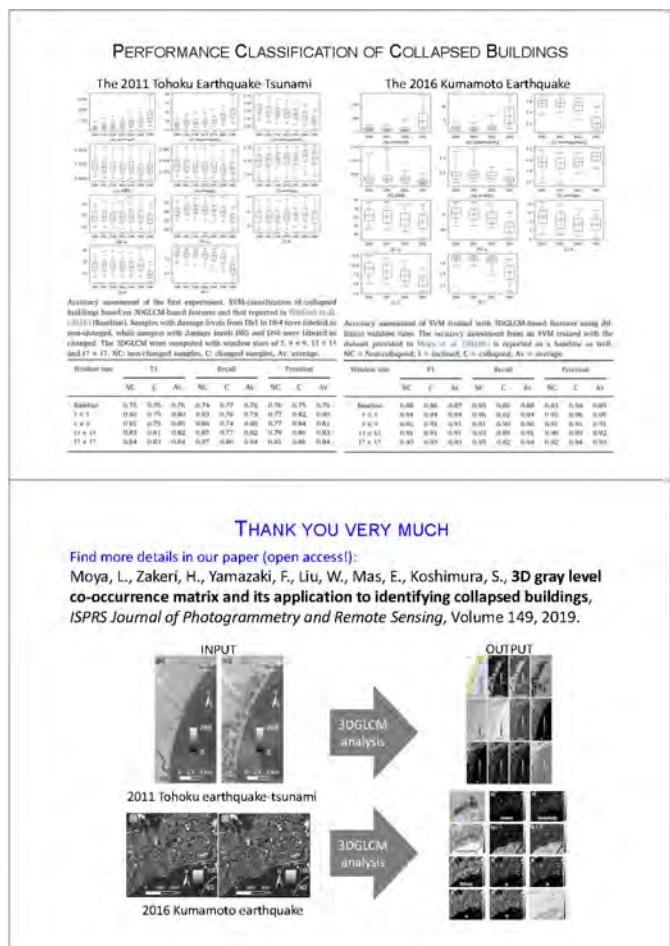
Let's compute GLCM in a three dimensional domain!



#### 3DGLCM: EXTRAPOLATING IDEAS



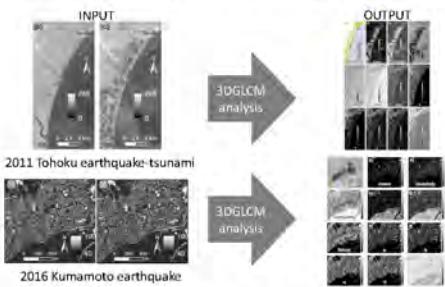




THANK YOU VERY MUCH

Find more details in our paper (open access):

Moya, L., Zakeri, H., Yamazaki, F., Liu, W., Mas, E., Koshimura, S., **3D gray level co-occurrence matrix and its application to identifying collapsed buildings**, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 149, 2019.



## Seismo-ionospheric Earthquake Precursors of the Electron Density in Japan by Using GNSS Remote Sensing Techniques

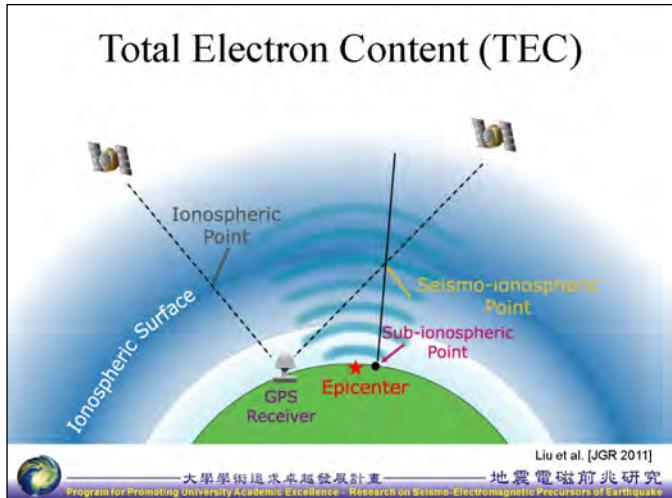
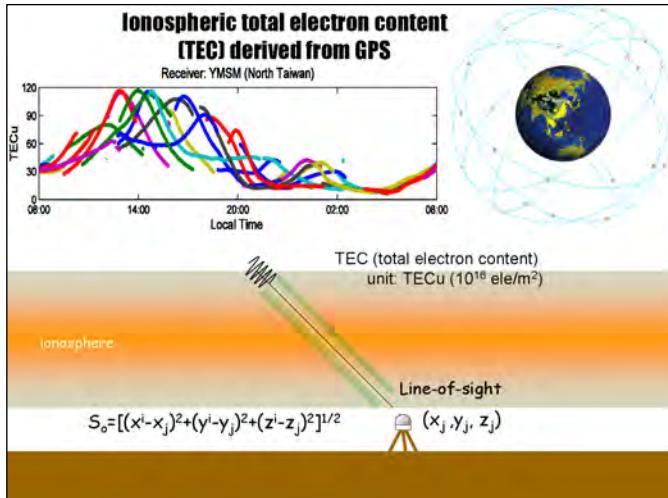
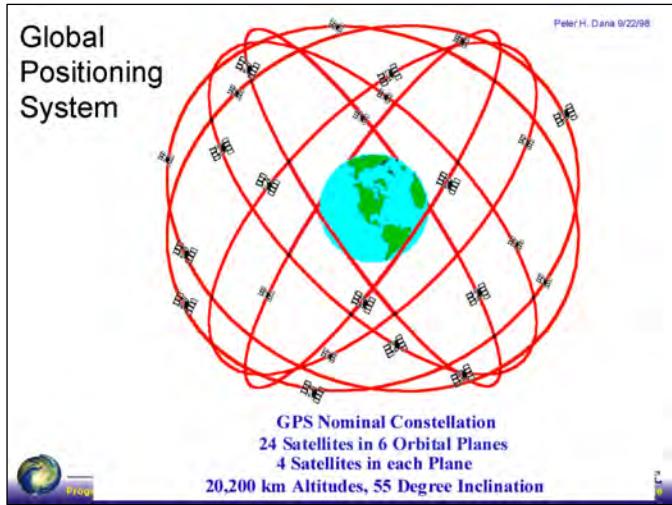
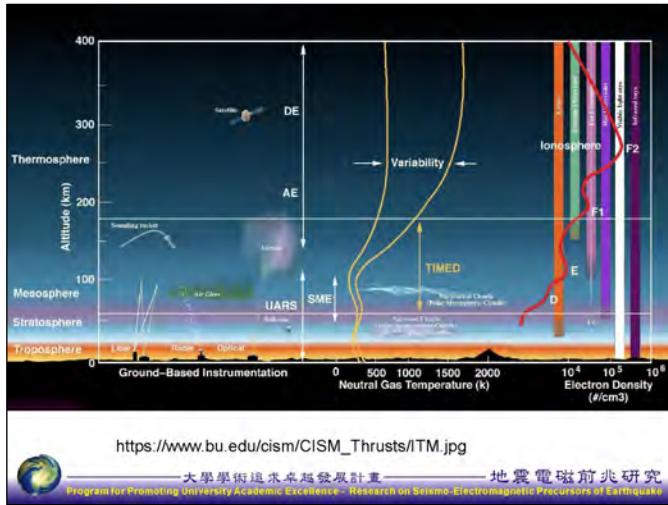
Tiger J.Y. Liu 劉正彥 (National Central University)  
服部克巳 (千葉大学)

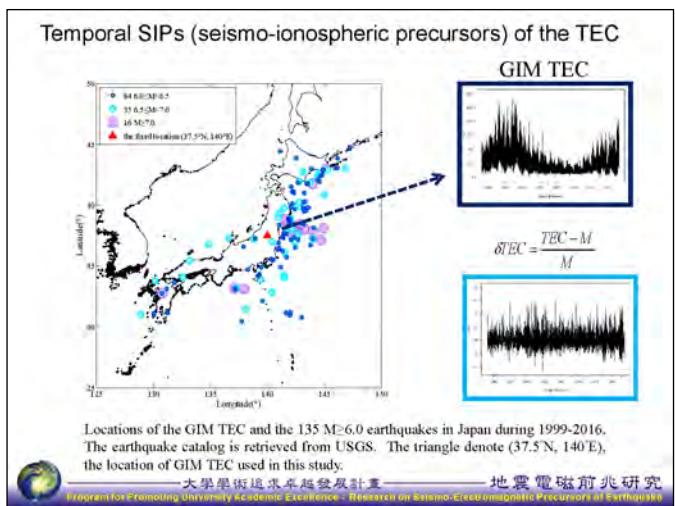
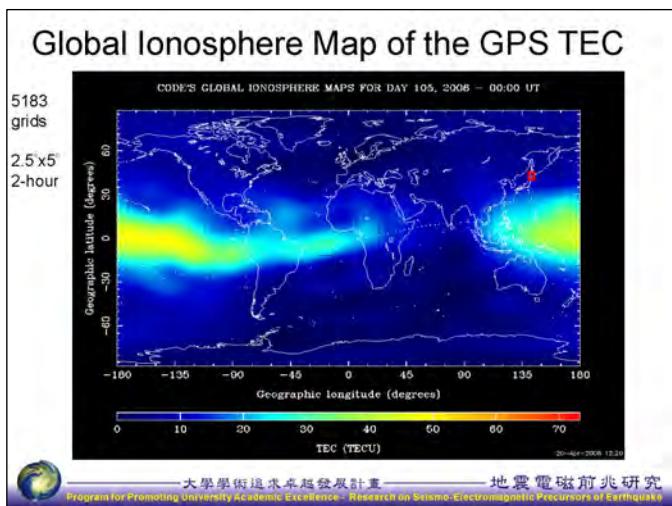
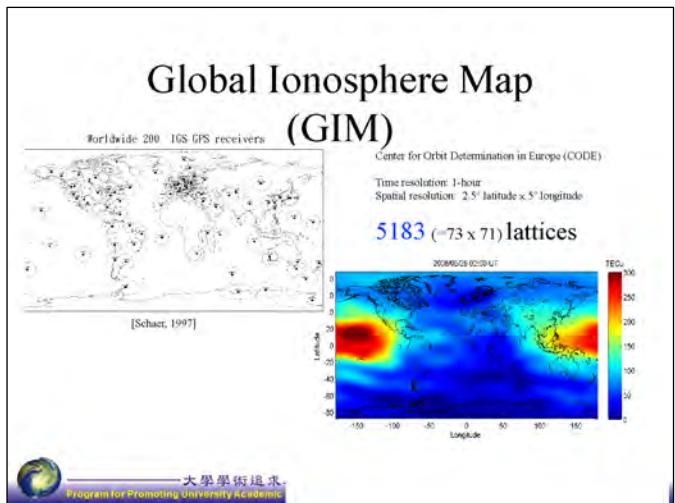
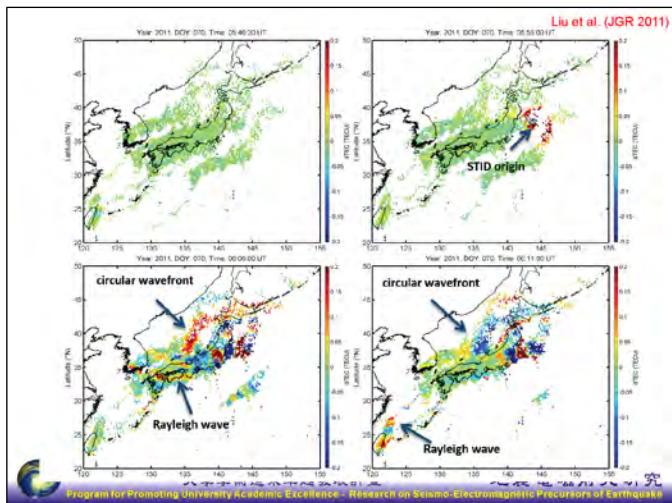
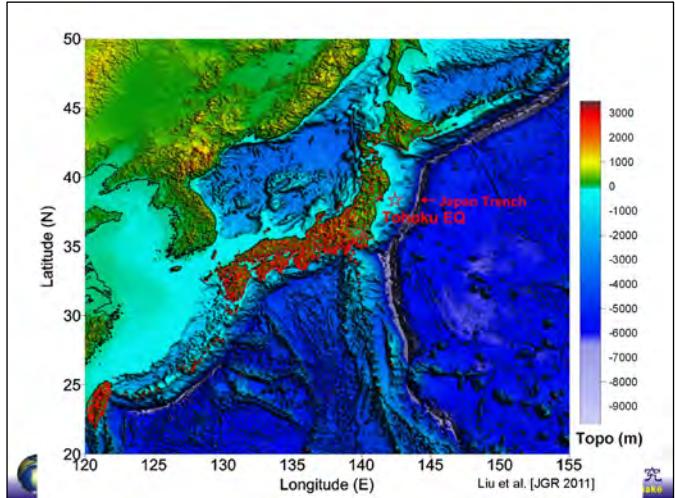
第 21 回 環境リモートセンシングシンポジウム,  
14 February 2019

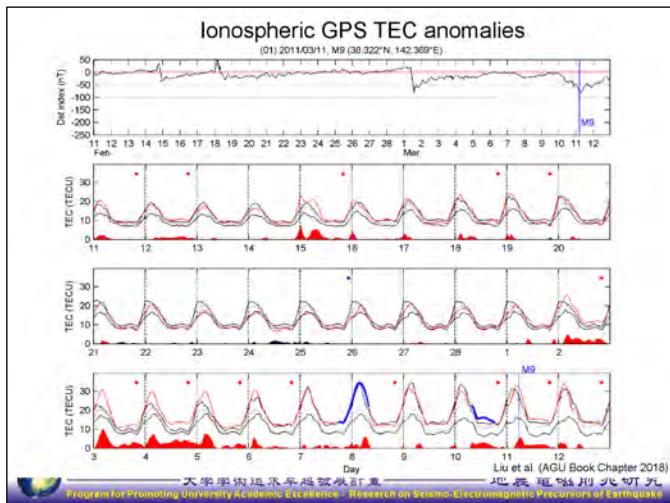
大學學術追求卓越發展計畫 地震電磁前兆研究  
Program for Promoting University Academic Excellence : Research on Seismo-Electromagnetic Precursors of Earthquakes

## Content

- Introduction: Ground-Based GNSS TEC Remote Sensing
- Temporal and Spatial Seismo-Ionospheric Precursors
- Residual Minimization Training Neural Network (RMTNN) Tomography
- GNSS TEC Radio Occultation
- Conclusion







## Z test

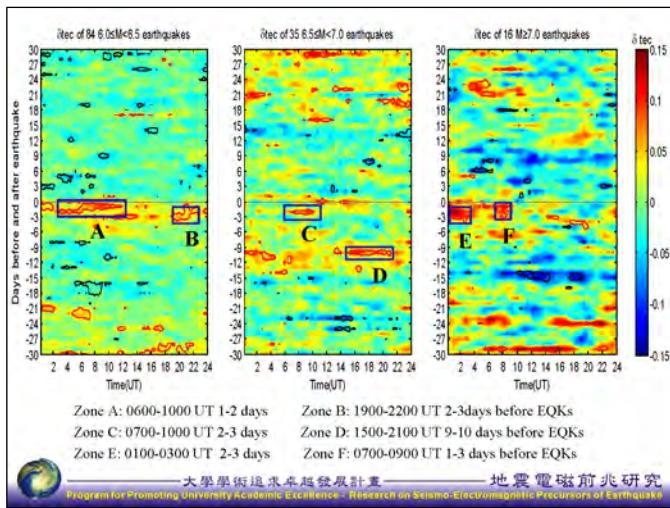
$p$ : the observed proportion of earthquake-related anomalies

$p_0$ : the background proportion of anomalies

$n$ : the number of earthquakes

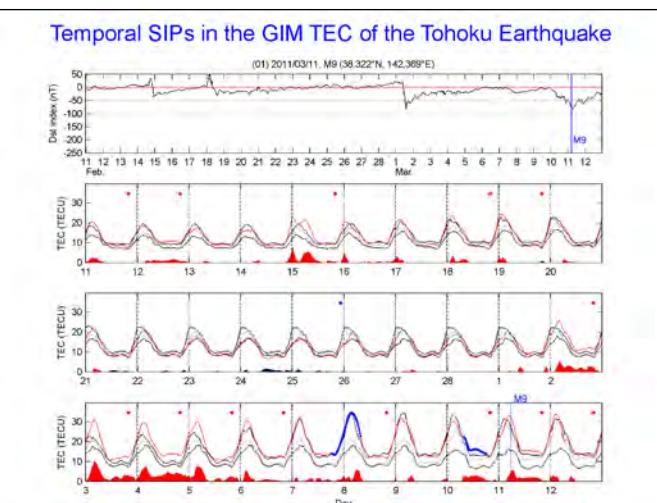
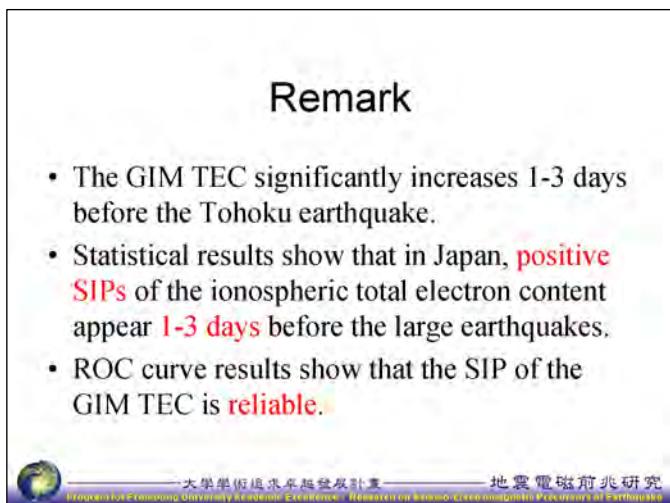
Significance level 0.05

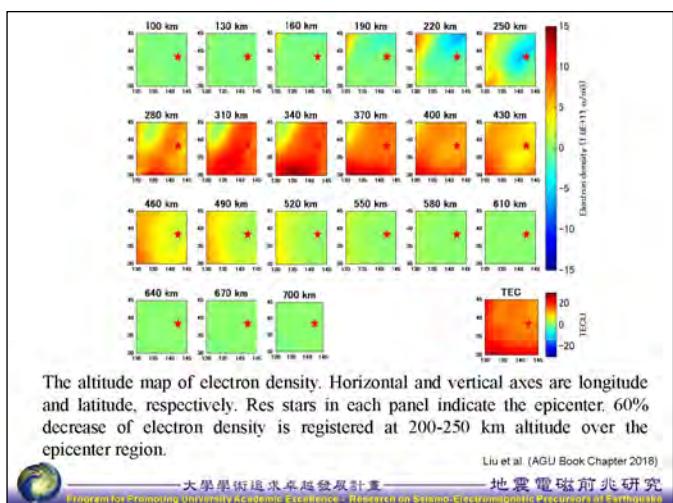
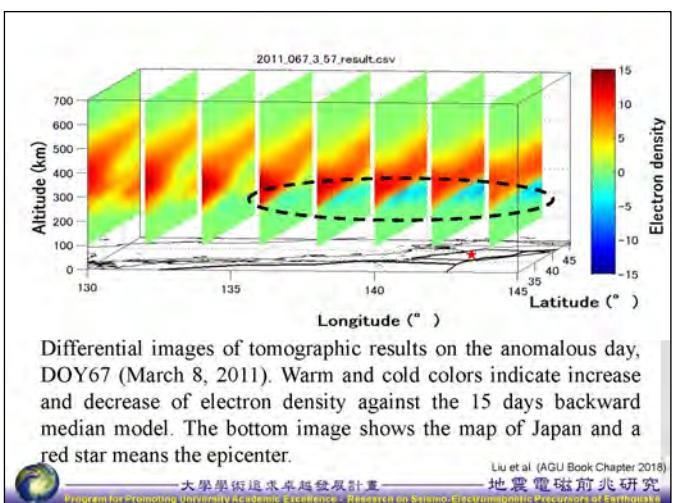
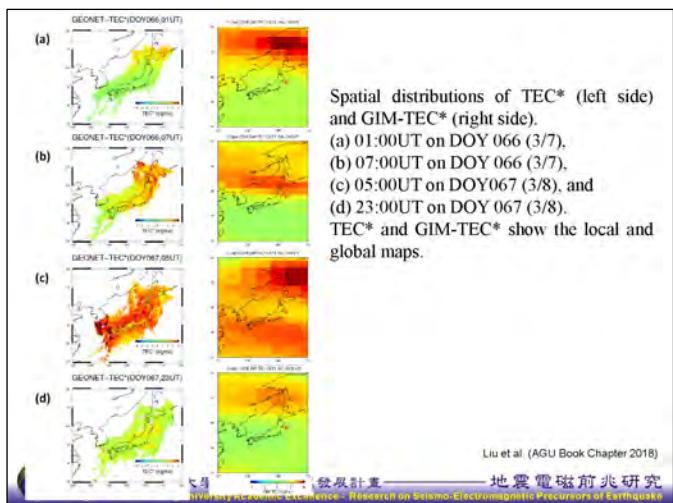
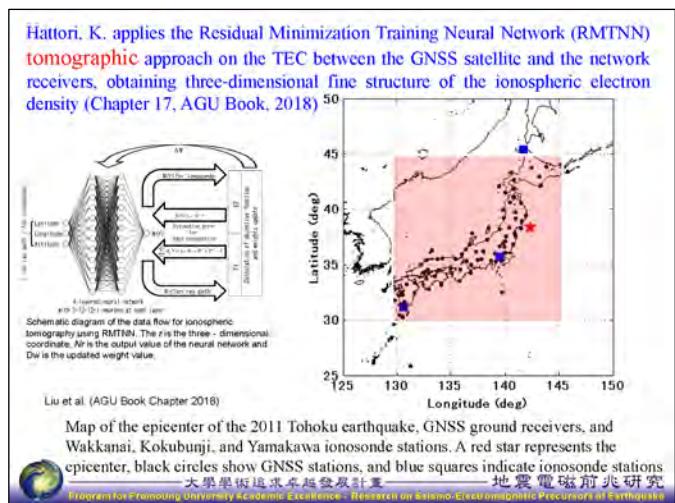
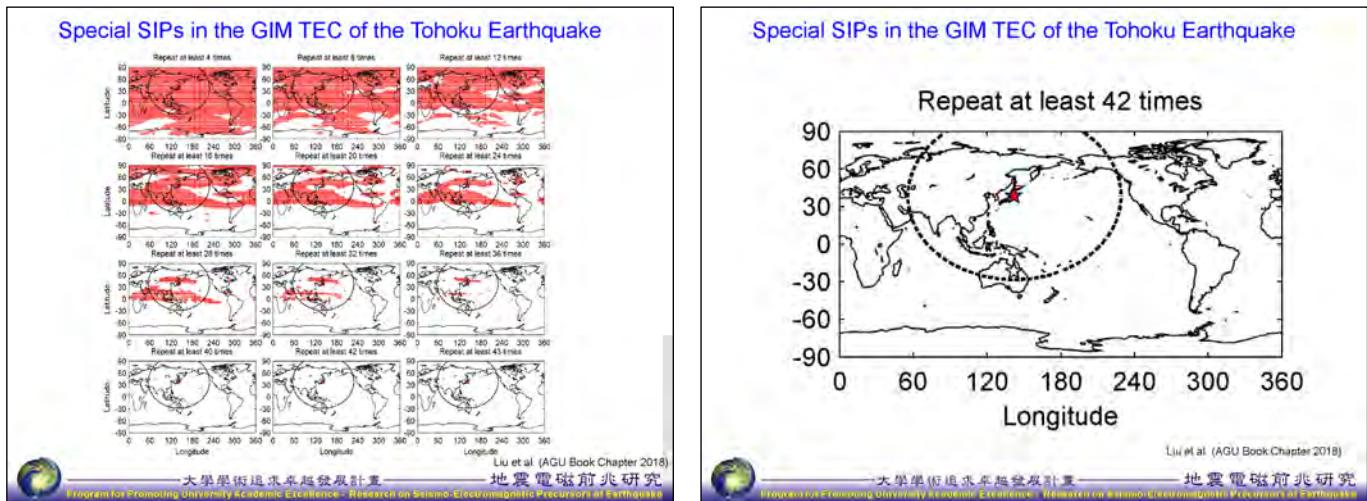
$$z = \frac{p - p_0}{\sqrt{p_0(1-p_0)/n}}$$



## ROC result for various earthquake groups/zones

Earthquake	Alarming day	Time (LT)	AUC	K+	TPR	FPR	p value (AUC*)	Alarm
84 6.0≤M<6.5	Zone A 1-2	0600-1000	0.5999	1.4	0.6190	0.4279	0 (0.5247)	2751
35 6.5≤M<7.0	Zone B 2-3	1900-2200	0.5813	1.2	0.6071	0.4538	0 (0.5265)	2913
16 M≥7.0	Zone C 2-3	0700-1000	0.6048	1.3	0.6286	0.4268	0 (0.5482)	2735
	Zone D 9-10	1500-2100	0.6107	2.1	0.4571	0.2774	0 (0.5398)	1779
	Zone E 1-3	1100-0300	0.5825	1.6	0.6250	0.3600	0 (0.5641)	2305
	Zone F 1-3	0700-0900	0.6301	2.7	0.5625	0.2505	0 (0.5521)	1606







**FORMOSAT-3/COSMIC**  
Global Real-time  
Weather (Meteorology)  
Space Weather (Ionosphere)  
Observation and Prediction

The **FORMOSAT-3/COSMIC** program is an international collaboration between **Taiwan** and **the United States** that will use a constellation of **six** remote sensing **microsatellites** to collect atmospheric data for **weather prediction** and for **ionosphere, climate and gravity** research. Data from the satellites will be made freely available to the international scientific community in near **real-time**.

———  
大學學術追求卓越計畫 地震電磁前兆研究  
Program for Promoting University Academic Excellence: Research on Seismo-Electromagnetic Precursors of Earthquakes

## FORMOSAT-3/COSMIC

- **FORMOSAT-3/COSMIC Constellation was launch at 01:40 UTC, April 14, 2006 (Taiwan Time: April 15 2006) at Vandenberg Air Force Base, CA. Minotaur Launch**

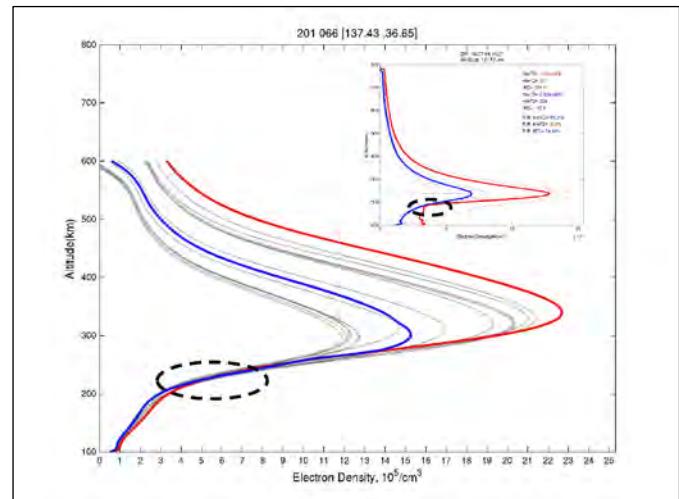
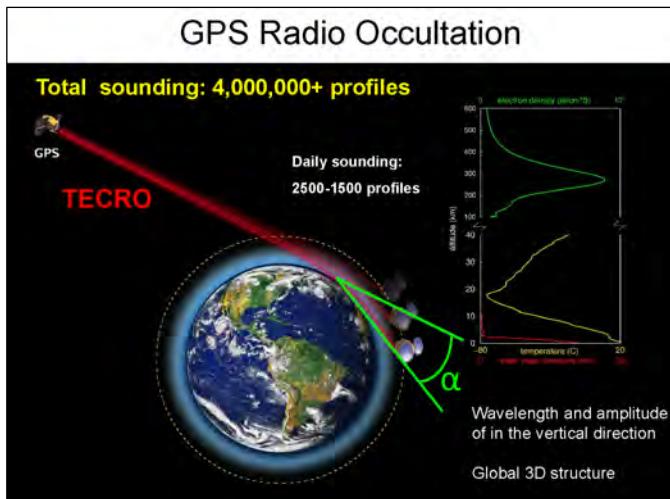


- **Maneuvered into six different orbital planes (inclination ~72°) for optimal global coverage (at ~800 km altitude).**



- **Five out of Six satellites are in good health and providing science data.**

———  
大學學術追求卓越計畫  
Program for Promoting University Academic Excellence



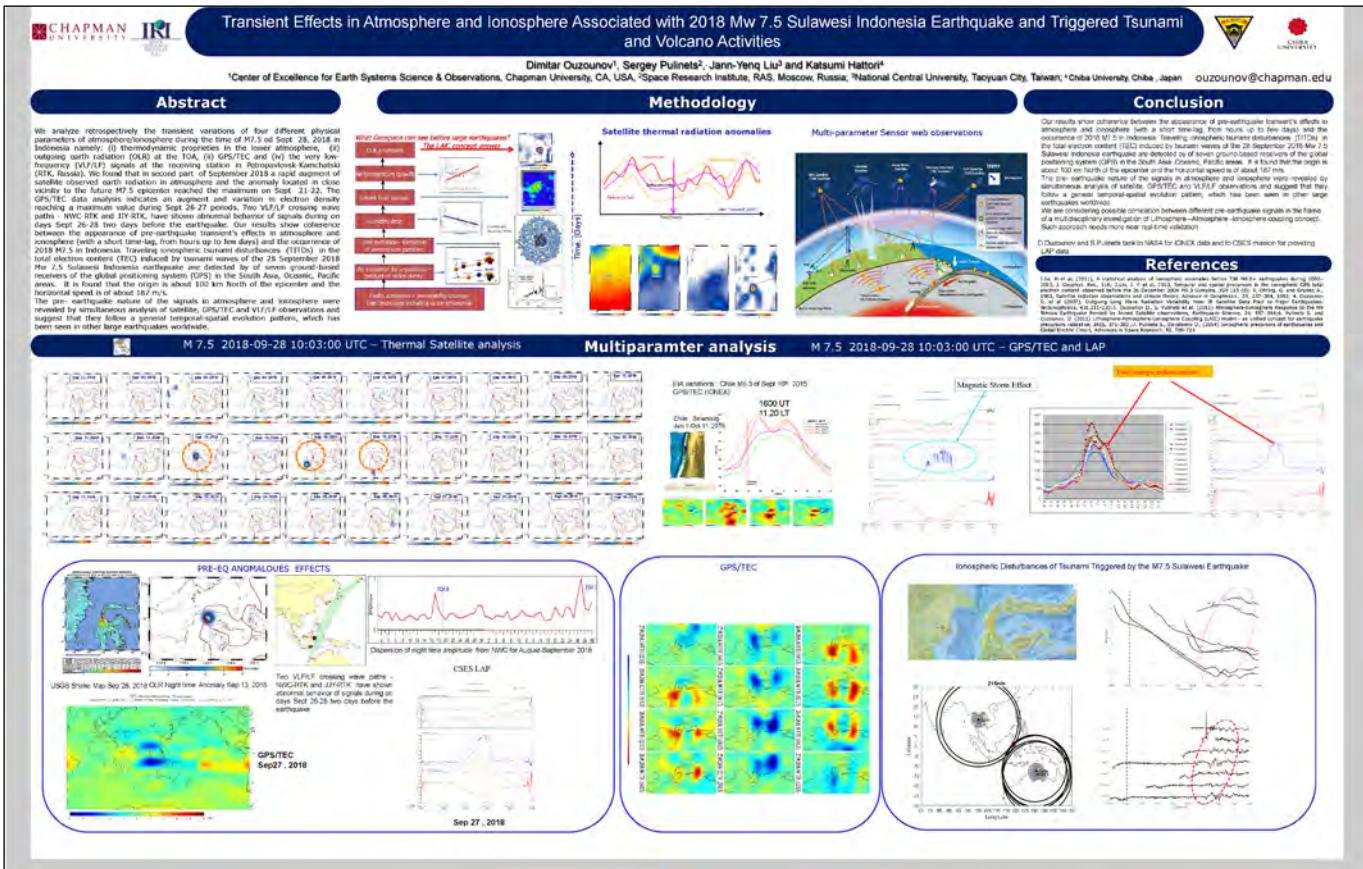
## Conclusion

- Temporal GPS TEC variations are used to monitor SIPs at a certain location.
- The temporal SIPs is plasma density significantly increase day1-3 before large earthquakes.
- The spatial analysis is essential to confirm and locate a possible forthcoming earthquake.
- The simulation and DMSP satellite observations shows that the eastward electric field generated before the earthquake result SIPs of the 2011 M9.0 Tohoku earthquake.
- The ExB drift significantly upward lift the ionospheric electron density layer.

敬請批評指教 Thank you!!!

———  
大學學術追求卓越計畫 地震電磁前兆研究  
Program for Promoting University Academic Excellence: Research on Seismo-Electromagnetic Precursors of Earthquakes





# ハイパー分光センサでの現場観測事例

-衛星リモートセンシング現場観測における小型分光器の併用-

On-site observation with Hyper-Spectroscopic sensor

-Combined use of Very Small Spectrometers for on-site observation of satellite remote sensing-

大前宏和, 三宅俊子(株式会社センテンシア), 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.), Josaphat Tetuko Sri Sumantyo (Chiba Univ.)

## はじめに

昨年度、光学式火山ガスセンサの開発において、UAV搭載のための小型化と火山ガス検出精度の向上のための技術開発のトレードオフが困難であることが分かったため、近年の光学センシングの潮流に合わせてハイパー分光センサでの火山ガスセンシングに大きく方向性を切り替えた。自社開発の\*ハイパー分光センサでの大気観測により、大気状態の分光特性を得る可能性が分かったことから、今年度は、そのセンサによる現場での分光観測を実施することとした。ただし火山ガスを含む現場とならず、ハイパー分光センサの（本来の目的でもあり）特徴である水・水分布の観測が主となった。データ解析は途上となり、今後の火山ガス検知に向けたUAV搭載のためのハイパー分光センサの開発課題の検討にとどまった。

\*宇宙イノベーションハブにおける株式会社センテンシア、大阪大学、JAXA共同開発  
Key word : ハイパー分光センサ、路面観測、超小型分光器

## これまでの研究結果

- 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センサモデルの検討
- ハイパー分光センサでの大気観測

## 今回の研究での目標

### ☆ハイパー分光センサで対象物を識別出来るかを目標として測定

- ・はっきりわかっている対象の状態を画像として把握することがまずは最初の目標で、その対象、状況の差を把握することは出来た(図1)。
- ・ただし、大気のH<sub>2</sub>O、エアロゾルについては画像としての差異を得ることは出来たが(図2)、物理量には結びつけられない→大気状態を別測定で計測していないため。

### ☆ハイパー分光センサの波長範囲外を点分光で計測し、波長範囲の拡大可能性を検討する

- ・超小型分光センサでの計測を実施し、その野外での使用有効性を確認する。

## 野外計測とその結果

野外(図3)でハイパー分光センサ(図4-1)と超小型分光器(図4-2)の同時観測を行った。  
・道路面状に、凍結面、雪面、水濡面をランダムに作製、配置した(図3)。  
・計測時は薄い雲が全天を覆った状態であった。



図3. 観測路面と観測状況



図4-1. ハイパー分光センサnSiS(NIR):  
160mm×99mm×75mm(h)

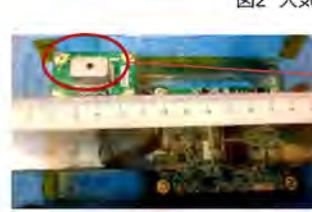


図4-2. 超小型分光器: 18mm×8mm×10mm (h)  
現状のシステム組み立てではハイパー分光センサと同程度

校正用標準白色版を用いた反射率への変換が間に合わなかったため、波長間の比較による判別は今後の作業となるが、水及び氷の吸収波長を勘案し比較すると、それなりの判別は可能であることが分かった(図5)。このことから大気中のH<sub>2</sub>O成分を抽出できる可能性はあると推察する。吸収波長での差分を求めて火山ガスの存在を確認することは可能であると考えている。次期は実地での火山ガス観測を行いたい。

超小型分光器についても、野外でも約10nm分解能で観測可能であることを確認した。次期はNIR超小型分光器と併用する予定である。

ガス噴出近接での計測に関しては計測許可などの必要があると思われ、その検討も必要であると考えている。

## ハイパー分光センサの現場適用可能性について

今回使用したハイパー分光センサ、並びに超小型分光器は、ともに外部電源、外部PCからのソフト起動、外部記憶装置が必要である。超小型分光器については、外部電源を電池、ソフトについては、あらかじめパラメータを設定した上でRAMに記録し、データ記録はSDカードへの記録可能であることが分かったので現在その作業中であり(シンポジウムに間に合わなかった)、完成時には、より小型となる(50mm×50mm×30mm)。一方ハイパー分光センサについては、起動、操作などデータ取得ソフトを内部に持たせることで小型化の方向性が失われることから、搭載プラットフォーム側に負担を強いらざるを得ない状況であり、今後の大いな課題であるが、UAVのペイロードも増加していることなどを考慮しつつ、使用目的を絞ることが解決の糸口になると考えている。

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 → ハイパー分光センサのさらなる小型化と波長域の拡大

## 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。

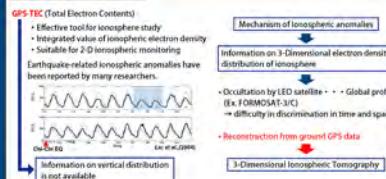
このポスターに関するお問い合わせは、  
株式会社センテンシア 大前宏和までお願い致します。  
Email : ohmae@sentencia.co.jp

# GNSSデータを用いた電離圏電子数トモグラフィー

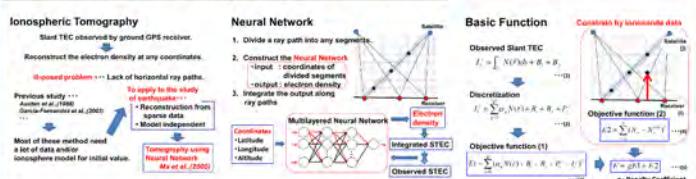
Katsumi Hattori<sup>1</sup>, Rui Song<sup>1</sup>, and Jann-Yenq Tiger Liu<sup>2</sup>

1: Chiba University, Japan (hattori@earth.s.chiba-u.ac.jp), 2: National Central University, Taiwan

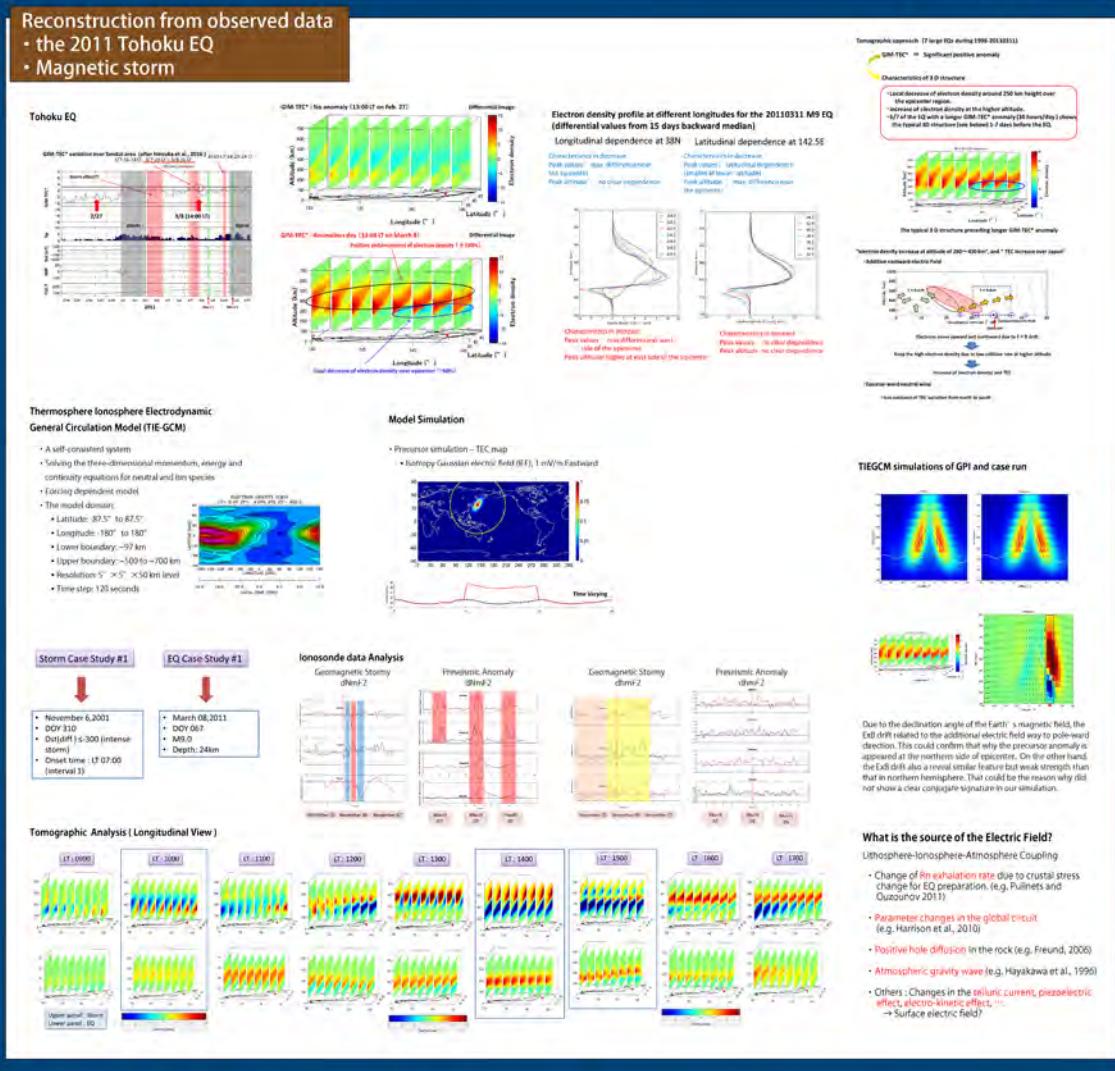
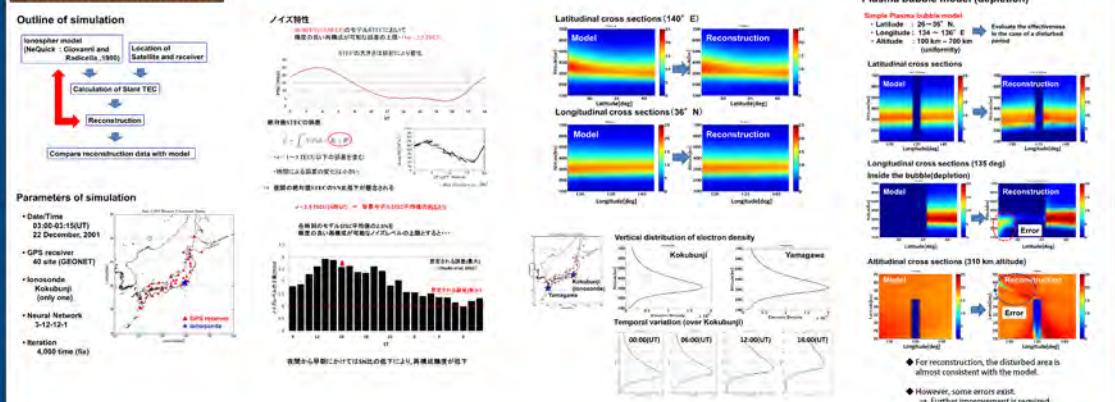
## Introduction



## Ionospheric Tomography Using Neural Network



## Numerical simulation

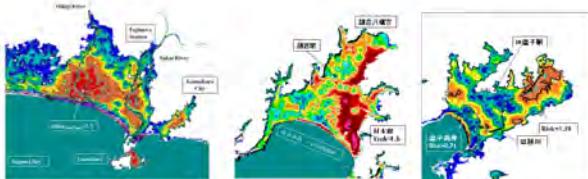


## プログラム - 2

## 津波避難ビル群の適性と社会地理モデルによる 人命リスクの評価 — 相模湾の湘南都市域への適用 —

(株) 遠感環境モニター 代表取締役 金子大二郎

湘南海岸地域



### I. 研究の背景

#### 1. 津波避難人命リスク

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、減災を図らねばならない特に 最重要な地域 の一つ 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。(土木学会、AGU Fall Meeting)

3. 人口密度の高い首都圏の中で、 津波波高 が最も高い 相模湾湘南域 の 鎌倉市 に隣接する 藤沢市・逗子市 に研究対象域を拡大し、リスクの 相互比較 している。(2018年地震工学シンポジウム)

5. このモデルの応用分野 (今後の研究計画) :

考案方は、首都圏下地質構造の 賽度 を使い、 火災避難人命リスク にも応用可能であり、多摩川や荒川の下流域を考えている。

6. 災害の抜本的減災のための ハード対策 としての 防災丘陵と応用分野 :

(今後のリスク対策への長期研究計画)  
津波防災 分野における “防災丘陵型海岸堤防” に加えて、 近年のスーパー台風 に遭遇する気候変化の時代での 河川氾濫分野 における “防災丘陵型河川堤防” 、および 高潮災害分野 における “防災丘陵型高潮堤防” として利用可能である。

湾内の大都市における地形によっては、高潮と河川氾濫の複合大災害に対しても、この 防災丘陵 の形態から 有力な ハード対策 することが可能である。(特許申請中)

## 津波避難ビル群の適性と社会地理モデルによる 人命リスクの評価 — 相模湾の湘南都市域への適用 —

1. 本研究は 湘南海岸の重要な三都市 について、いずれの都市がより危険であるのか、リスク対策の方針を立てる目的を持ち、その都市の課題となる特性を把握。
2. 避難に当たっての地域特性に不利な特徴と人命リスクの問題点を、避難距離・受入容量および比較に必要な汎用性のある定量的なリスク値として評価し、三都市の相違を報告。
3. 開発してきた 社会・地理人命リスクモデル により、避難ビル群への最短避難距離や人命危険度のレベルおよび受入容量の視点から、三都市の問題点を定量的に指摘。

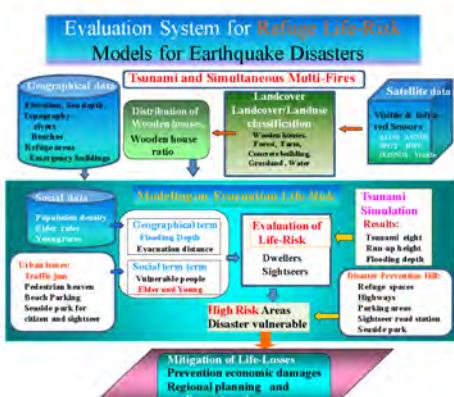
### 湘南海岸地域

#### 震災被害リスクの高い地域

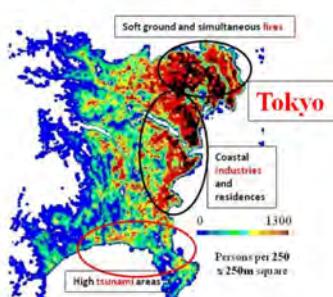


図-1 研究対象域と相模湾の三都市

AGU



### Population density



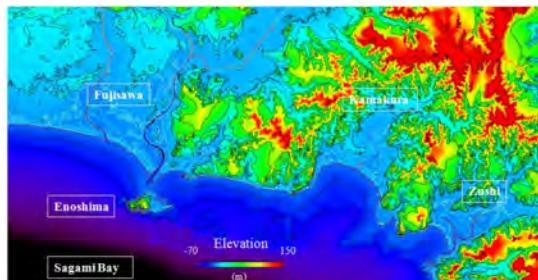
#### 住民と観光客用の津波避難人命リスクモデル

$$\text{住民: } R_{ISkD} = \left[ \left\{ \frac{D_{IS}}{D_{s,a}} \right\} \cdot \left( 1 + \frac{AG_r}{AG_o} \right) \cdot \frac{WH_r}{WH_o} \cdot \left\{ \left( \frac{D_{int}}{I_b} \right)^2 \cdot \frac{H_{fl} - H_{sl} - H_{fa}}{H_o} \right\} \right] \quad (1)$$

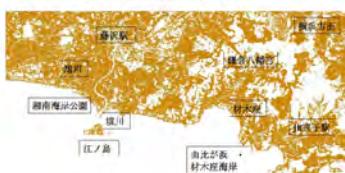
$$\text{觀光客} : R_{tskS} = \left( \frac{D_{ts}}{D_{ts}} \right) \cdot \left( \frac{D_{tsk}}{D_t} \right)^2 \cdot \frac{(H_{fl} - H_{al} - H_{fn})}{H_{con}} \quad (2)$$

ここに、 $R_{\text{住}}^{\text{S}}$ : 居住者の津波避難人命リスク、 $R_{\text{観}}^{\text{S}}$ : 観光客の津波避難人命リスク、 $D_{\text{住}}^{\text{S}}$ : 住民人口密度(人/ $500m^2$ )、 $D_{\text{観}}^{\text{S}}$ : 観光客密度(20,000人/市内中心街20 pixels=1,000人/( $500m^2$ ))、 $A_{\text{市}}^{\text{S}}$ : 各都市の夏季シーズンにおける日平均海水浴客数。  
 または、各都市の夏季シーズンにおける日平均海水浴客数。  
 $D_{\text{人}}^{\text{S}}$ : 人口密集地区基準値(4,000人/ $km^2$ )、 $M_{\text{シ}}$ : メッシュ面積、 $A_{\text{高}}^{\text{S}}$ : 高齢化率(%、 $500m$ 四方単位)、 $AG_{\text{S}}$ : 国内平均高齢化率(30%)、 $R_{\text{建}}^{\text{S}}$ : 補正用本郷住宅率(%)、 $70m$ 四方平均値)、10m解像度である衛星。  
 $7 \times 7$ pixels平均値、 $H_{\text{内}}^{\text{S}}$ : 木内造平均住宅率。  
 $D_{\text{市}}^{\text{S}}$ : 広域避難地または津波避難ビルまでの避難距離(km)、 $D_{\text{直}}^{\text{S}}$ : 基準とした津波避難直線距離 = 1,000m、  
 または、津波避難ビルへの直線距離 = 300m。  
 $H_{\text{浸}}^{\text{S}}$ : 浸水高、 $H_{\text{浸}}^{\text{S}}$ は、津波遇上の浸水深、 $D_{\text{浸}}^{\text{S}}$ は「地点における浸水高 $H_{\text{浸}}^{\text{S}}$  - 標高 $H_{\text{標}}^{\text{S}}$ 」。  
 浸水高に近くなく死傷率が急増する実態による基準の浸水高(5m)。  
 $H_{\text{死}}^{\text{S}}$ : 死亡水深(0.3mとした)、 $V_{\text{死}}^{\text{S}}$ : 死亡と漂流物による転倒と溺死を考慮)。

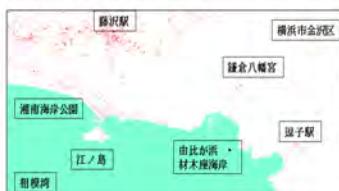
## 藤沢・鎌倉・逗子域の地形と標高



### 抽出された木造住宅の分布（黄土色の部分）



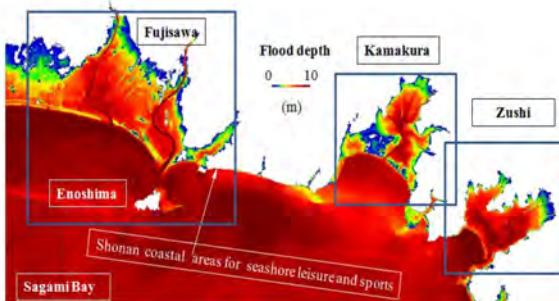
### 抽出された津波避難用ビルの分布（赤色部）



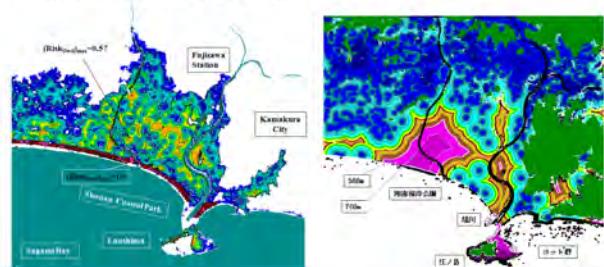
原データ：藤沢・鎌倉・逗子の人口密度分布

(人口单位：人/(500m四方))

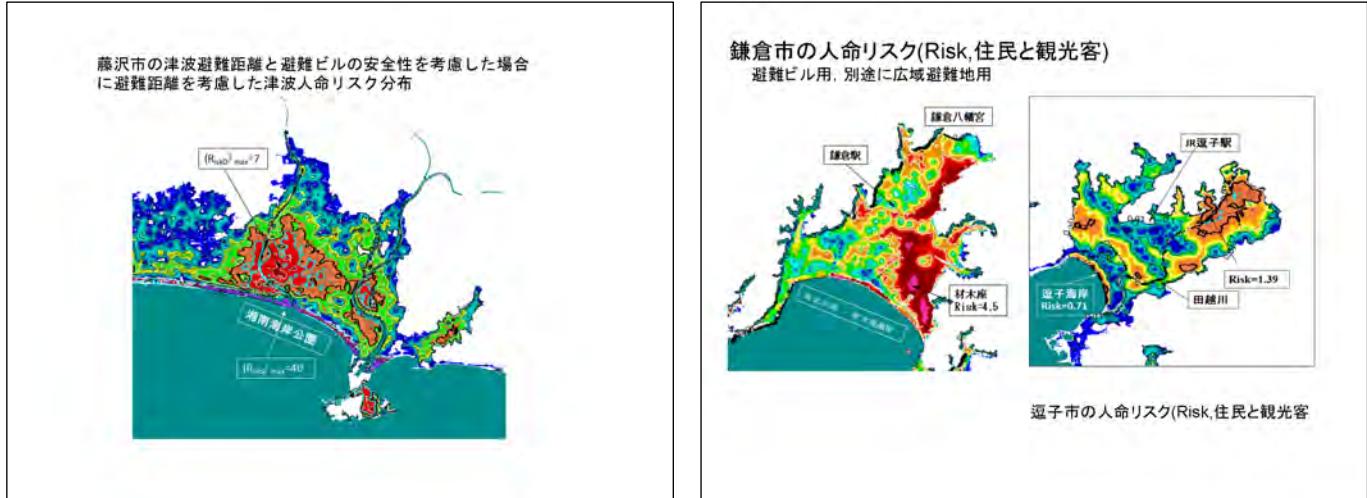
## 対象域の津波遡上シミュレーション結果による 三市の津波浸水域の分布



藤沢市の全てのビルを安全で容量が十分と仮定



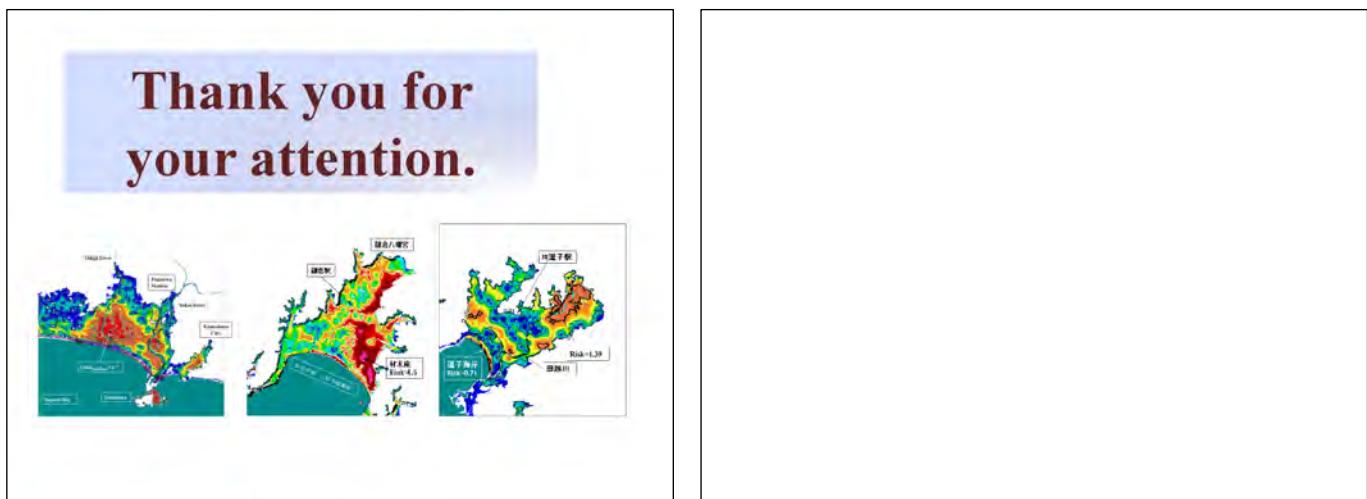
### 避難ビルの安全性を考慮した場合の避難距離



### 3. まとめ

通常の災害とは異なる人的被害の大きさから、警鐘的にその要因とリスクを考察した。

- 1) 避難人口の多い藤沢市については、必ずしも安全とは言えない避難ビルばかりでなく、緊急の部分的なハード対策によって減災すべきであること。また、海水浴客については津波予報と観光客の現状から、規制が難しいのであれば代替措置を探らなければならない危機管理の問題である。
- 2) 鎌倉市は、避難基準法と景観条例の矛盾があって避難ビルの受け入れ容量が不足である。しかし、人的被害の軽減の目的から憲法第13条の生命権の保障に基いて法律を解釈的に運用すると共に、海岸寄りの土地利用等の都市づくりを進め、人命リスクを低減化する必要がある。
- 3) 逗子市については、標高の低い地区が海岸線まで分布し、浸水深が大きい。幸いに避難ビルが浸水域の周辺に分布しており、浸水域住民への受け入れ容量も高い。しかし、海水浴によるビルの安全性に問題がある。3市の中で安全な避難ビルの割合が最も高い。
- 4) 開発したモデルを使って、藤沢市街の平地部における津波避難人命リスクを検討し、防災の視点から各都市の最も人命リスクがが高い地区を特定し定量化示した。



**AIリテラシーを養う授業実践の開発**  
- 中学生が機械学習を用いた課題解決を行う授業実践を通じて -

Development of teaching lesson to cultivate AI literacy  
- Through practical lessons that junior high school students solve problems using machine learning -

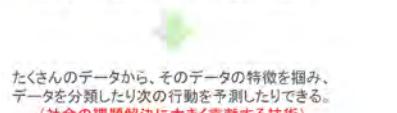
教育学研究科横断型授業づくり系  
佐藤 順太

**●研究の大まかな概要**

中学生に人工知能についての学習をさせる授業実践を行い、その有効性を示す研究

**●人工知能とは何か(本研究では弱いAIを人工知能として捉える)**

社会で一般的に活用されている人工知能



たくさんのデータから、そのデータの特徴を掴み、データを分類したり次の行動を予測したりできる。  
(社会の課題解決に大きく貢献する技術)



課題解決の自動化・高速化・最適化



人間では論理立てられない問題を解決

**●人工知能へのイメージ**

ネガティブな印象を持っている人が多い。  
(怖い、ターミネーター、人間の雇用を奪う恐ろしいもの)

**●学習指導要領における人工知能時代に向けた方針**

基礎的・汎用的能力(人間特有の強み)の育成を重視。

**●人工知能へのイメージ**

ネガティブな印象を持っている人が多い。  
(怖い、ターミネーター、人間の雇用を奪う恐ろしいもの)

**●学習指導要領における人工知能時代に向けた方針**

基礎的・汎用的能力(人間特有の強み)の育成を重視。

**●私の問題意識**

人工知能をより良い解決のために活用していくべきとする姿勢や  
そのために必要な知識・技能を養っていくべきなのではないか

**●問題の所在**

人工知能そのものに関する学習を学校教育で行うべきだという主張を正当化するための根拠として、4点挙げた。

**①人工知能時代を生き抜くための人工知能に関する知識・理解の必要性**  
自分たちの能力はどう活かす? 人工知能について知っていた方が有利では?

**②キャリア教育の観点**  
先の見えない将来に対する不安を解消すべきでは?  
仕事の半分が失われることよりも、できることが増えるという認識を持つべきでは?

**③人工知能と社会について考えていくことの必要性**  
とはいっても、人工知能は社会を大きく変える技術であるため、正しく活用していくべきとする能力を養うべきでは?

**④人工知能を活用できる人材不足の問題から**  
人工知能を活用できる人材が少ないと求められている点からも、  
学校教育で人工知能について学ぶことに有効性があるのでは?

**①人工知能時代を生き抜くための人工知能に関する知識・理解の必要性**  
自分たちの能力はどう活かす? 人工知能について知っていた方が有利では?

- ・ 多様な場面で人工知能が活用されていく「人工知能時代」で自らの能力をどう活かすか。(人工知能を上手に活用し、自らの能力を発揮していくためには?)
- ・ 一歩なくとも人工知能をなんでもできるものだと誤解してはならない。(人工知能には何ができるのか? どのような方法で活用されるのか?)
- ・ そもそも人工知能を活用できるような能力を養うこと自体に利点があるのではないか?

**②キャリア教育の観点**

先の見えない将来に対する不安を解消すべきでは？  
仕事の半分が失われることよりも、できることが増えるという認識を持つべきでは？

---

- 先の見えない将来に対する不安を解消する必要がある。人工知能と雇用の問題（マイケルオズボーンら（2013）など）。
- しかし、人工知能は課題を解決するための有効な工学的ツール（→ほんやりとした将来への不安を抱えたり、怖がったりすることは不適切と言える）。
- 人工知能について理解することで、自らの未来を肯定的に見つめられるようになるのではないか。

**③人工知能と社会について考えていくことの必要性**

（とはいっても、人工知能は技術を大きく変える技術であらため、正しい活用していくうとする能力を養うべきでは？）

---

- 人工知能の強みをより良い社会の形成のために活かしていくことも重要である。
- 人工知能活用により問題が生じる可能性がある場面（犯罪、トロッコ問題を例とした倫理的問題）  
→これからの子供たちは、開発者としても利用者としても人工知能に関わる場面が多い。

**④人工知能を活用できる人材不足の問題から**

人工知能を活用できる人材が国として求められている点からも、学校教育で人工知能について学ぶことに有効性があるのでは？

---

- 現代日本においては、人工知能を活用できる人材の確保が求められている。  
→日本の未来のために人工知能の発展を重要な位置付けとして捉える  
→総務省（2017）「人工知能関連技術の研究開発の推進」  
→内閣府（2016）「人工知能技術戦略会議」
- 経済産業省（2016. b）  
今後特に大幅な市場拡大が予想されるビッグデータ、IoT、人工知能を担う人材の不足について言及。
- 人工知能を完全に使いこなす能力までいかずとも、  
人工知能に関する学びを行うことで、基礎的な知識・理解などに加え、  
人工知能への関心を持たせることは、将来の人工知能人材の不足に対して、有効性があるのではないか。

**④先行研究**

人工知能を活用して、教育効果を向上させていくような研究（藤川2018、など）はいくらくら存在したが、  
人工知能そのものに関する学習の必要性について検討した研究や、  
人工知能そのものに関する学習に関する研究は見当たらない。

藤川（2018）「ゲームとしての討論—AIを活用した討論支援システム構築のための試論」など

**明らかにすべきこと**

- 何を学ばせる（養う）べきか
- どのように学ばせるべきか、本当に学ぶことは可能なのか？
- 人工知能について学ぶことで、生徒たちにどのような変化があるのか？

**●研究の目的と方法**

**①何を学ばせるべきかを明らかにする。（AIリテラシー）**  
→文献調査とその考察を行い、学校教育で実施可能な方法を検討

**②どのように学ばせると良いかを明らかにする。**  
→良いと思われる方法を検討した上で、プレ実践を行い、その結果と考察から導く

**③授業実践を行い、研究の有効性を示す。**  
→授業実践を行い、生徒たちの授業内の様子とアンケート調査から、生徒たちの変容を確認

**●AIリテラシーの要素を選定するにあたって考慮したこと**

AIリテラシーというと、かなり種々な要素が考えられるが、  
今回は、人工知能を活用する場面のタスクにまずは注目した

表1：人工知能を活用するために必要なタスク

タスク1：人工知能の選択における要件定義（上段のタスク）	<ul style="list-style-type: none"> <li>目的（何を達成するか）、手段（どういった資源があるのか）を考えること。</li> <li>問題の状況に応じて必要なデータを抽出し、細分化し、人工知能を活用すべき課題の設定をすること。</li> </ul>
タスク2：人工知能による学習データを活用できるかを判断すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>どのような人間の学習方法を活用するかを判断すること。</li> <li>学習データは効率できるかを判断すること。</li> </ul>
タスク3：人工知能を活用できるかを判断すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>メトリクスや指標（利益コスト、印象、精度、検出率、時間、実現結果の重要性などを考慮）を判断すること。</li> <li>他の解決策との比較を行うこと。</li> </ul>
タスク4：人工知能の開発・利用（下段のタスク）	<ul style="list-style-type: none"> <li>最適な人工知能の仕組みを構築・調整・テストする。</li> <li>人工知能の学習結果が正しいかどうかを判断し、精度を向上させるために改善を試すこと。</li> </ul>

では、学校教育ではどのタスクを扱うべき？

高度なプログラミング能力を要するため難しい

人工知能の知識・理解に加え、一般的な思考力・判断力によって構成されている

### ●AIリテラシーの要素

人工知能に関する知識・理解	①人工知能はなんでもできるものではないことを知ること ②人工知能は様々な技術の総称であることを知ること ③人工知能を活用するためには学習データが必要であることを知ること。また、学習データは必要量以上あり、それらが全体として質の高いデータセットである必要があることを知ること ④やってみたものの失敗する可能性もあることを知ること
人工知能を適切に活用するための思考力・判断力	⑤人工知能を活用すべき状況なのかを判断すること ⑥課題を細分化して考えること ⑦人工知能のどの技術を活用すべきかを考えること ⑧どのような学習データを活用すれば良いかを考えること ⑨学習データを収集できるかを判断すること ⑩学習結果が正しいかどうかを判断すること

### ●授業実践の概要

- 千葉大学教育学部附属中学校。選択数学の授業時間で、中学3年生の生徒7名に対して授業を行った。
- 授業は全4時間である。(50分×4コマ)
- 授業者は、筆者が行う。3, 4時間目では、協力をお願いした市井和仁先生(千葉大学教授、千葉大学環境リモートセンシング研究センター)が専門家として登場する。

### ●教材の開発

- これまで扱っていない技術(AI関連)を用いた課題解決学習を行いたい。  
そのため、題材としては、これまで学習してきた教科や身の回りのわかりやすい課題を選定すると良いのではないかと仮定  
→ 地球温暖化・植物に関する題材を採用  
小・中学校における理科(地球温暖化や植物、光合成など)や中学校における地理(気候区分など)などに関連
- これまで生徒たちが学習してきた内容に関する課題を機械学習等によって解決して行く授業

### ●授業実践の概要

1時間目 単元名「生徒のイメージと実際のAI技術の比較」



人工知能に関する誤った理解が多く見られた。そのため、実際の人工知能の仕組みや、その活用事例を紹介し、人工知能には何ができるか、何ができないのかをわからせる。

### ●授業実践の概要

2時間目 「機械学習の仕組みを知り、体験する(画像処理の仕組みから)」



どのような学習データを用いると良いか?について考える

### ●授業実践の概要 3, 4時間目

「10年後の地球温暖化の状況を把握するための、  
『植生による二酸化炭素吸収量の推定をする機械学習ツールを作ろう』」

地球温暖化の要因の一つである二酸化炭素について注目。  
地球上に存在する二酸化炭素のうち、人的排出による二酸化炭素の約1/3は植物が吸収している。

つまり、将来の「植物による二酸化炭素吸収量」に着目することは、  
地球温暖化について考えるために重要である。  
ここから機械学習

地球における「ある環境要因」を設定し、  
その環境において二酸化炭素はどれだけ吸収されるかを機械学習させる。

これにより、将来の環境要因を指定すると、  
その時点の植生による二酸化炭素吸収量を推定することができる。

### ●授業実践の概要

3,4時間目

10年後の地球温暖化の状況を把握するために、  
「植生による二酸化炭素吸收量の推定をする機械学習ツールを作ろう」

- データについて  
→機械学習を実現するためのデータ(人工衛星から取得)

- 生徒の活動  
設計書を作成する。  
それを元に、授業者が機械学習を行うプログラミングをし、ツールを完成させる

### ●生徒の作成した設計書

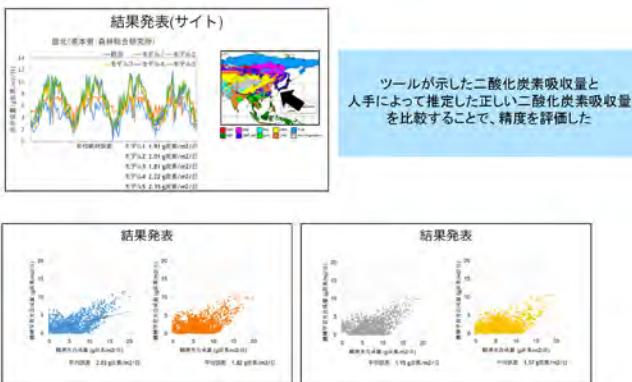
#### 光合成量を予測するのによさそうな要素(班1)

変数(变量)	理由	参考や考察
光の量、日当たり	光は不可欠	①日射量(距離)を使いましょう。
土壌の水分量	植物が光合成するのに不可欠	②種々の水分状況(距離)を見ましょう。
植物の種類	種類によって光合速度が異なる	③種分類図(距離)を使いましょう。
気温の温度	温度には影響されるだろう	④地表面温度(距離)を使いましょう。
葉緑体の量	葉緑体の密度で変わらそう	⑤直接はないが、代わりの指標(距離)
植物の大きさ	大きさによって変わる	⑥葉の量(距離)を使いましょう。
湿度	湿度で光合速度が影響を受ける	⑦乳酸酸度ゲーを使いましょう。
鳥の空氣	有効な指標の影響	…時間切れでした。(大気汚染物質)
鳥の生き物	植物を食べたり、CO <sub>2</sub> を排出したり	…よきぞうデータが直つかるす。
葉の長さ	光が光合に影響する	…日射量で代替しました。
植物の栄養分	植物に影響する	…よきぞうデータが直つからず
水はけの良さ	植物に影響する	…時間切れ(土壌のタイプ、位置とか)

生徒たちが考慮していたこと

- 植生の二酸化炭素吸收に関連しそうな要素は何か?
- それらはデータとして質の良いものを十分に収集できるか?

### ●製作したツールの精度・評価



### 印象的だったアンケート結果

#### 事後アンケート項目

●「次のようなものは人工知能で実現可能できそうか洗濯しに丸をつけてください。またその理由はな何かについても問うた。

★「足の写真だけで骨折した人を見分けること」

#### 生徒5(1時間目)

「観察の情報を集めればできる」

→データが必要だという理解をすることができたと言える。

#### 生徒5(2時間目)

「骨折した人の足と普通の人の足のデータを大量に用意して形の違いを覚えさせる」

→具体的な変数に加え、かなり良いアイディアと言える。

### 印象的だったアンケート結果

3.	今後AIが多くの場面で活躍する社会になるとして、あなたはどう生きたいですか?
生徒1-	自分の目標に向かって突き進んでいく。
生徒2-	AIを正しく使う。
生徒3-	AIと協力して良い生活にしていく。
生徒4-	AIを正しくつかう。
生徒5-	(未回答)
生徒6-	人間ができるないことを人間にアシストしてAIを活用していく。
生徒7-	AIにも少しはたよたいけど、たよりすぎたら、自分がだめになってしまふから、少しだけ利用する。
4.	全体の授業を通して、授業前と授業後で人工知能に対する考え方は変わりましたか?また、その内容や理由を教えてください。
生徒1-	変わった。
生徒2-	怖いと思っていましたけれど、怖くなくなった。
生徒3-	(未回答)
生徒4-	AIで懸念を差別することはできない。
生徒5-	(未回答)
生徒6-	AIにも人間がかわいいといかないといけないことは初めて知りました。
生徒7-	変わった。怖いイメージだったけどいいイメージになった。

#### ●まとめ

- 人工知能について学ぶことの必要性について検討した。
- 人工知能について学ぶ際の学習内容を提案した。
- 人工知能について学ぶ授業を実践した。

#### ●有効性と課題

##### 有効性

- 中学生であってもAIリテラシーを身につけることができる事を示した。
- AIリテラシーを身につけることで将来を前向きに捉えられた生徒がいた。
- 教材・及び授業実践の有効性が見られた。

##### 課題

- AIリテラシーの要素については、議論の余地がある。(学校段階により着目・専門家の意見等を踏まえる、リテラシーとして十分かなど)
- さらなる授業実践(教科横断?)、教育方法のさらなる検討の必要性

## 参考文献

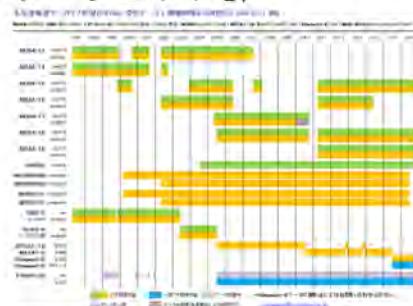


静止気象衛星収集・処理状況									
		*1: 3hourly data only							
		ftp://fymr127.cr.chiba-u.ac.jp/ で公開							
Asia 1 (HIMAWI ARI)	GMS1 <sup>1</sup> 198103- 198406	GMS2 <sup>1</sup> 198112- 198409	GMS3 <sup>1</sup> 198409- 198912	GMS4 198912- 199506	GMS5 199506- 200305	GOES9 200305- 200507	MTSAT1B 200506- 201007	MTSAT2 201006- 201507	H-08 201507- 現在
Asia 2 (FY2 Series)	ftp://fycr.cr.chiba-u.ac.jp/				FY2-C 200605- 200809	FY2-D 200809- 201512	FY2-E 201512- 201901		
Asia 3 (Meteosat at IODC)	ftp://meteosat.cr.chiba-u.ac.jp/ だが、 EUMETSATデータポリシーのため、IP 制限による公開			MFG5 199804-200702	MFG7 200607- 201702	MSG1 200607- 201703	MSG1 201703- 現在		
EU-Africa (0Deg)	MFG4 198912- 199402	MFG5 199402- 199707	MFG6 199610- 200212	MFG7 199806- 200607	MSG1 200401- 200612	MSG2 200609- 200612	MSG3 201212- 現在		
America (GOES-EAST)	ftp://goes.cr.chiba-u.ac.jp/		GOES08 199409-200303	GOES12 200304-201004	GOES13 200304-201004	GOES13 201004- 現在	GOES R 201801		
Pacific (GOES-WEST)	ftp://goes.cr.chiba-u.ac.jp/		GOES07 199509- 199807	GOES09 199507- 199807	GOES10 199807-200606	GOES11 200606- 201112	GOES15 201112- 現在		

## GOES-R データ取得状況

- ftp://goes3g-est-nc.cr.chiba-u.ac.jp/
  - 過去分取得済み、準リアルタイム取得継続中
  - IP制限無しでの anonymous ftp 公開中
  - FD, CONUS, GLM 全て (netCDF形式)
  - NASA Ames 研究センターより提供
  - 政府機関ストップ期間でも動いていたことに驚き
- 今後の予定
  - ひまわり相当の gridded product 生成、公開予定
  - GOES-17 (GOES-S; GOES-W)用のサーバ調達手続きまで完了、NASA Ames 研究センターでは GOES-17 利用可能、現在追加データ取得交渉中。

## 静止気象衛星データ「以外」のデータセット群



## 静止気象衛星以外のデータセット (1) 極軌道衛星等の衛星データ

- NOAA/AVHRR (アンテナ受信データ等)：
  - [ftp://avhrr\\_cr.chiba-u.ac.jp/](ftp://avhrr_cr.chiba-u.ac.jp/) を漁ってください  
(実態は <ftp://geoinfo.cr.chiba-u.ac.jp/>)
- Terra, Aqua MODIS (JAXA アンテナ受信, 全球プロダクト群 [市井先生が充実させています])
  - [ftp://modis\\_cr.chiba-u.ac.jp/](ftp://modis_cr.chiba-u.ac.jp/) を漁ってください
- TRMM, GPM/DPR, A-Train, GSMAp等
  - <ftp://geoinfo.cr.chiba-u.ac.jp/> にあります。
- 多くは <ftp://geoinfo.cr.chiba-u.ac.jp/> に集約させています。

## 静止気象衛星以外のデータセット (2) 気象データ、特に客観解析・再解析データ

基本的に <ftp://geoinfo.cr.chiba-u.ac.jp/> にありますが、データボリューム上出せないものもあります。共同利用研究を通じてご利用ください。

- 気象庁提供客観解析・再解析データ
  - GPV/MSM (2006-現在), JRA25 (1979-2014), JRA55 (1958-2015 [netCDF], 1958-現在 [grib])
- ECMWF再解析群：
  - ERA40 (1957-2002), ERA-Interim (1979-2013), ERA5 (2006-2018)
- NCEP\_FNL (2000-2011), GAME再解析 (1998)

## CEReS所有のデータを用いて 共同研究を推進したい場合…

1. 使うデータをDL、またはHDDにコピーし、自前の環境で行う。
  - ✓ DB委員会にペアHDDありますので、CEReS担当教員を通じリクエスト
2. 処理データ量が膨大でムリ！
  - ✓ 自前の計算機をCEReSに持ち込む、リモートで使う
  - ✓ CEReS担当教員、またはDB委員会の計算機を間借りする
  - ✓ 遠慮無く担当教員、または樋口までご相談ください。



## おわりに (1)

- 静止気象陸域モニタリング特集号 (Remote Sensing: Online Journal, IF 3.4)
  - [https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special\\_issues/land\\_rs](https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special_issues/land_rs)
    - Calibration of the new generation GEO sensors in terms of geometrical, spectral, and radiometric accuracies;
    - Cloud detection, aerosol retrieval and atmospheric correction;
    - Assessment of the view-illumination geometries of GEO sensors and their impacts on the measurements;
    - GEO Land surface product development and validation strategy;
    - Near-real time monitoring of fires, floods, and other rapid land surface changes;
    - Ecological and environmental applications of GEO data products;
    - Data fusion with GEO, LEO, and other types of satellite data sources;
    - Applications of machine learning and AI technologies in GEO data processing and analytics;
    - Technology advances (e.g., cloud optimized workflows, HPC systems, container technologies) in GEO product generation and distribution;
- 投稿〆切 : 2019年 9月30日

## おわりに (2)

- ・千葉大 CEReS 共同利用施設中間評価：B
  - ・ひまわり8号研究利用ユーザーの把握、アウトカムの明確化
  - ・Anonymous ftp による広い間口 <-> ユーザ登録
- ・CEReS データベースを利用した研究成果の登録
  - ・[http://www.cr.chiba-u.jp/databases/DB\\_register/result\\_form/](http://www.cr.chiba-u.jp/databases/DB_register/result_form/)



## まとめ

- ・CEReS 公開データベース+共用データ：
  - ✓ 共同利用研究の枠組みを最大限に使って活用してください。まずは相談から
  - ✓ 「このデータもアーカイブして欲しい」といった要望も受け付けます。
  - ✓ 卒論・修論・D論での利用、投稿論文での利用等々については「研究成果報告」をよろしくお願ひします。→皆さんの入力が我々の活動、すなわちコミュニケーション支援につながります。
- ・大画面可視化 (TDW): 次年度途中から使える状態になると思われます。
  - ✓ 大画面ならではの「気づき」があるはずです。わざわざ出向くモチベーションにもなる（かも）
- ・Remote Sensing 特集号への投稿

# GOSAT/TANSO-FTS及びMOPITTデータを用いたバイオマス燃焼起源のCO<sub>2</sub>及びCOの大気中濃度変動の解析

斎藤研究室  
小坂 真悟

## 研究の背景 -バイオマス燃焼について-

### バイオマス燃焼が発生

- ・不完全燃焼によるCO(大気汚染物質)の増加
- ・同時にCO<sub>2</sub>(温室効果ガス)の上昇

### バイオマス燃焼起源のCO, CO<sub>2</sub>の定量化は重要

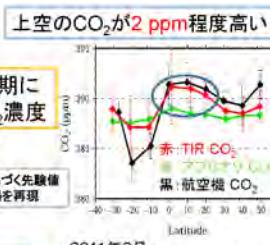
バイオマス燃焼は、アフリカ、南アメリカ、東南アジア、オーストラリアなど、様々な地域で頻繁に発生している [Van der Werf et al., 2010]



## 研究の目的

### 先行研究

アフリカのバイオマス燃焼が頻発する時期に衛星観測のCO<sub>2</sub>濃度 > アブオリのCO<sub>2</sub>濃度



### 本研究

先行研究のCO<sub>2</sub>データに加えて、COの衛星観測データも使用  
バイオマス燃焼起源のCOとCO<sub>2</sub>の濃度の関係性について調査し、CO<sub>2</sub>濃度増加がバイオマス燃焼によるものかどうかを考察する

## CO<sub>2</sub>(二酸化炭素)

GOSAT(Greenhouse gases Observing SATellite)



2009年に打ち上げられた日本の衛星

CO<sub>2</sub>とCH<sub>4</sub>の濃度を高精度に観測

V1(Version1)のデータを使用 [Saitoh et al., 2016]

<http://www.gosat.nies.go.jp/index.html>

### 温室効果ガス観測センサ:TANSO-FTS

短波長赤外(SWIR)バンド  
(0.76, 1.6, 2.0 μm)

熱赤外(TIR)バンド  
(5.5-14.3 μm)

気柱平均濃度  
[Yokota et al., 2009; Yoshida et al., 2011]

鉛直濃度分布  
[Saitoh et al., 2009, 2016]  
→季節、緯度帯、高度に依存した  
バイオマスがあることが判明  
[Saitoh et al., 2016, 2017]

※濃度の導出の先駆情報(モデル)としてNIES-TM05 [Saeki et al., 2013]を使用

## CO(一酸化炭素)

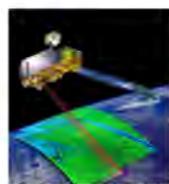
MOPITT(Measurements Of Pollution In The Troposphere)

NASAの衛星Terraの観測装置

COの鉛直濃度分布と気柱平均濃度を測定

Version6(V6)のデータを使用 [Deeter et al., 2016]

近赤外(NIR)バンド(2.4 μm)	熱赤外(TIR)バンド(4.7 μm)
気柱平均濃度 (対流圏下層に感度あり)	鉛直濃度分布 (対流圏上部に感度あり)



マルチバンド(NIRバンド+TIRバンド)から  
導出されたプロダクトを使用

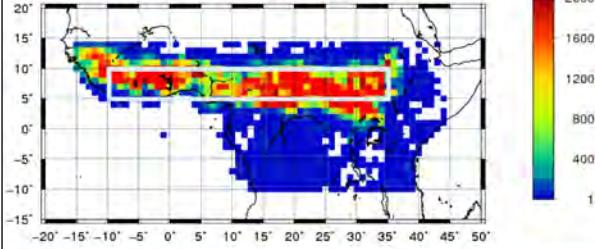
[<http://www.atmosphysics.utoronto.ca/MOPITT/home.html>]

## アフリカでバイオマス燃焼が頻発している領域

MODISのfire countデータ(コレクション6 MCD14ML)を緯度・経度1°グリッドごとに平均

・2009年から2014年の12月から2月

・西経15°-東経45°、南緯10°-北緯15°



本研究では、西経10°-東経35°、北緯5°-北緯10°を  
研究対象領域のアフリカ(アフリカの北半球低緯度)と定義

## 2011年のCOの月別の鉛直高度分布



## アフリカの北半球低緯度上空の高濃度のCOの原因



### 3つの可能性

A. MOPITTの観測の特性のため

B. 高濃度のCOを含む空気塊が他の地域から水平輸送されたため

→アフリカ上空の空気塊がどの地域から来ているかSPIRALを用いて後方流跡線解析

C. アフリカの北半球程度の大気中の鉛直風が卓越しているため

→鉛直風の指標として用いられる $w$ とOLRを用いて解析

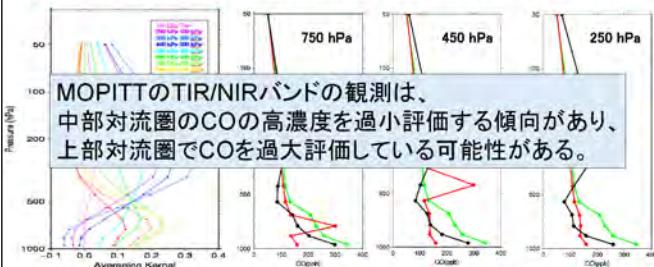
## A. MOPITTの観測の特徴

$$X_{obs} = X_{a\ priori} + A(X_{true} - X_{a\ priori}) \quad \text{Rodgers and Connor [2003]}$$

$X_{true}$ : 2011年1月のアフリカの北半球低緯度のMOPITTのCOのアブリオリデータに対して仮定したプロファイル

A: MOPITTのアベレージングカーネル

$X_{a}$ : 2011年1月のアフリカの北半球低緯度のMOPITTのCOのアブリオリデータの月平均値



## B. アフリカ上空の7日前の空気塊

2009から2014年の3月から5月の250 hPa

流跡線解析ツール: SPIRAL

気象データ: NCEP/NCAR Reanalysis

高度決定法: 等温面

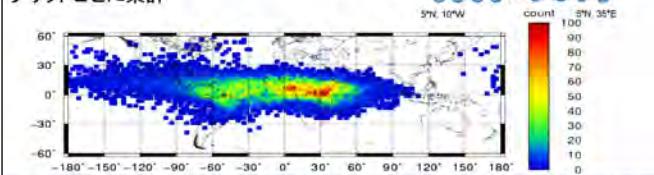
経度方向に西経10°-東経35°、

緯度方向に北緯5°-10°の2.5°×2.5°グリッド、

19×3=57点が初期位置、計22572点

7日間の後方流跡線の最終地点を緯度・経度2.5°

グリッドごとに集計



## まとめ

地表付近のCOは、一定の期間を経て上空に輸送される

- 北半球低緯度のアフリカ上空で、GOSAT/TANSO-FTSのCO濃度及びMOPITTのCO濃度が概ね同じ時期（3月から5月）で高濃度
- アブリオリデータと観測データで濃度のピークにずれ

TANSO-FTSのTIRバンドによるCO<sub>2</sub>の観測が、バイオマス燃焼に起因するCO<sub>2</sub>の濃度増加を捉えられていることが示唆される

バイオマス燃焼により地表で放出された高濃度のCOを含む空気塊が上空へ鉛直輸送され、そのまま上空で留まり続け、地表でCOの高濃度になるタイミングから遅れて、上空でCOが高濃度になった可能性



# SKYNETデータを用いた水蒸気推定法の検証

Validation of self-calibration method at gas absorption band using SKYNET data

桃井 裕広（東理大），工藤玲（気象研），森樹大，三浦和彦（東理大），岡本浩，入江仁士（CEReS）

Contact : 1217641@ed.tus.ac.jp



## Introduction

放射強制力に関する見積もりには未だ多くの不確実性が存在する（IPCC, 2013）。不確実性の主な原因是エアロゾル、雲、水蒸気・オゾンの時間・空間依存性が大きいことになり多地点での連続観測を必要とする。それらの研究にはスカイラジオメータなどの測器が用いられ、太陽直達光強度と天空輝度を測定することで気柱全体のエアロゾルの光学特性や微物理特性を知ることができる。この手法では大気上端での太陽強度と検出器の特性を考慮した校正定数が必要となるが、スカイラジオメータのエアロゾルの散乱・吸収のみが寄与する波長は天空輝度を用いることで測器のセルフキャリブレーションが可能である（Tanaka et al., 1986; Nakajima et al., 1996）。これらにより、無人によるリモート・センシングが可能であるため、有人による長期観測が困難な地域での観測に向いている。

本研究ではエアロゾル以外の主要な不確実要因の一つである水蒸気の波長についてその場観測データを用いたセルフキャリブレーション法を開発し、SKYNETの観測点に適用した。



Fig.1: Observation sites in the SKYNET  
(<https://www.skynet-isdc.org/>)

## The idea of the retrieval of the PWV without extinction

### [1] 規格化された天空輝度

$$I(w, \theta) = \frac{I_{\text{diff}}(w, \theta)}{I_{\text{dir}}(w, \theta)m\Delta\Omega} = \omega\tau P(\theta) + q(\theta)$$

$I_{\text{dir}}$ : direct solar irradiance     $w$ : precipitable water vapor  
 $I_{\text{diff}}$ : diffuse radiance     $\theta$ : scattering angle  
 $\omega$ : ratio of  $I_{\text{dir}}$  to  $I_{\text{diff}}$      $P(\theta)$ : normalized phase function  
 $\Delta\Omega$ : solid view angle     $q(\theta)$ : multiple scattering contribution  
 $\omega$ : single scattering albedo     $\tau$ : optical thickness     $m$ : optical mass

⇒  $I(w, \theta)$ は測器に固有の定数（校正定数）に依存しない

### [2] 水蒸気観測波長の天空輝度分布

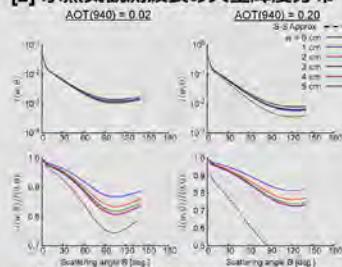


Fig.2: The angular distribution of diffuse radiances

## Results and discussion

### [1] シミュレーションデータによる感度テスト

Simulation datasets (Hess et al., 1999)

1. Continental average  
Water-soluble, Soot, Insoluble

2. Transported dust  
Water-soluble, Soot, Insoluble + Dust in upper layer

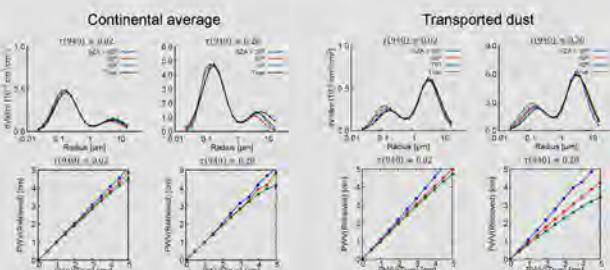


Fig.4: Retrieval results from simulated data

- エアロゾルの光学・微物理特性（エアロゾルの光学的厚さと粒径分布）はよくトリーバルでできた
- 水蒸気量が少ないときには水蒸気量はよくトリーバルできましたが、水蒸気量が2 cm以上のときには天空輝度分布に感度があまりないため、推定に不確実性が大きく含まれた。特に Transported dust aerosol で顕著であった

水蒸気量が2 cm以下のときに水蒸気量の推定が正しくできるため、水蒸気量が2 cm以下のデータを用いて水蒸気波長の校正をすることを考えた

## Conclusions

スカイラジオメータの水蒸気波長のその場観測データによるセルフキャリブレーション法を作成し、SKYNETの観測データ（千葉大学）に適用して手法の検証をした

<月平均値>

月平均値が計算された月について計算し、MWRやAERONETによって得られた水蒸気量と比較した

= 非常によく一致した（相関係数：0.961、傾き：0.964）

<年平均値>

各年のデータを用いて年平均値を計算し、比較した

⇒ 水蒸気量が大きいときにはスカイラジオメータで得られる水蒸気量が過小評価しており、気温の変動に伴うFOの季節変動のほか、水蒸気の水平分布が均一ではなかった可能性が考えられる

⇒ また、同様の観測を行うAERONETとの比較では非常によく一致した（相関係数：0.996、傾き：1.017）

### [3] 解析手法

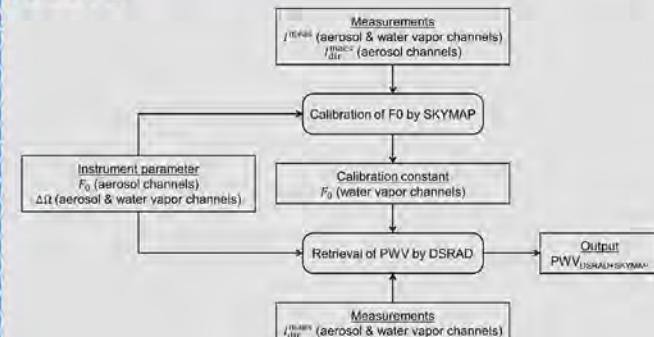


Fig.3: The diagram of the self-calibration method (SKYMAP) and retrieval of the PWV from  $I_{\text{diff}}$  (DSRAD)

#### 1. SKYMAP algorithm

- 1) エアロゾルの光学・微物理特性をエアロゾル波長から計算し、水蒸気波長に内挿する
- 2) 天空輝度分布から水蒸気量を推定する
- 3) (1)と(2)から校正定数を計算する

#### 2. DSRAD algorithm

従来の経験式を用いず、干渉フィルターの応答関数を陽に考慮して水蒸気量を推定する

### [2] SKYNETで観測されたデータへの適用

#### ☆千葉大学（2017年）

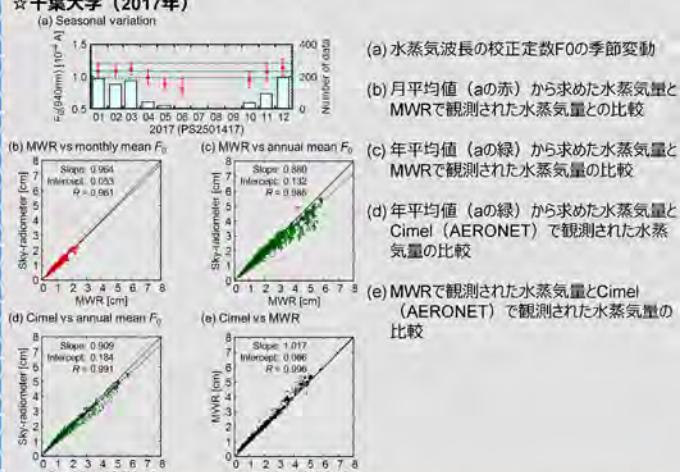


Fig.4: Application to observational data in Chiba during 2017

月平均値が計算された月について計算し、MWRやAERONETによって得られた水蒸気量と比較した結果、非常によく一致したが、解析データ数の少ない月については月平均値が計算できなかったため、1年間の全データを用いて年平均値を計算し、比較した

⇒ 水蒸気量が大きいときにはスカイラジオメータで得られる水蒸気量が過小評価しており、気温の変動に伴うFOの季節変動のほか、水蒸気の水平分布が均一ではなかった可能性が考えられる

⇒ また、同様の観測を行うAERONETとの比較では非常によく一致した

Acknowledgements: 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により実施された（2018）

# NICAM-TMによるCH<sub>4</sub>の大気輸送シミュレーション：逆解析のインパクト評価

丹羽 洋介<sup>1,2</sup>

1: 国立環境研究所地球環境研究センター, 2: 気象研究所海洋・地球化学研究部

## はじめに

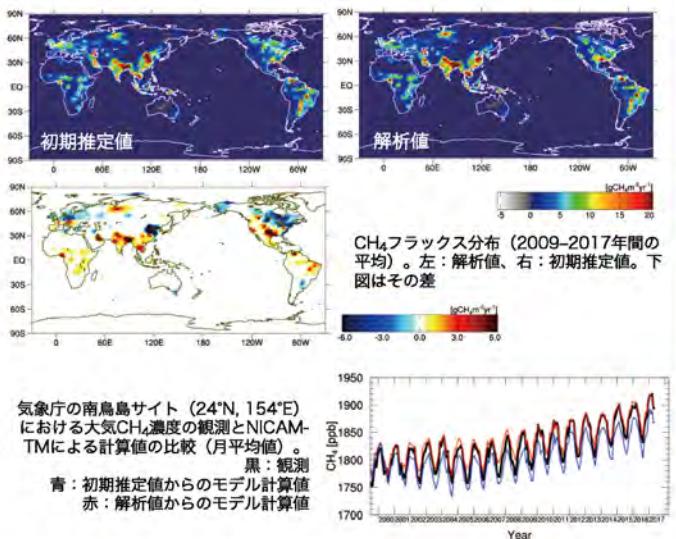
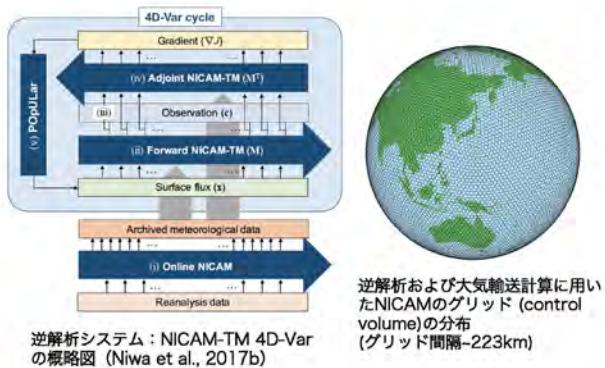
大気中のメタン(CH<sub>4</sub>)は二酸化炭素に次ぐ温室効果気体であるが、その地表面フラックス（主に排出）の推定には大きな不確定性が存在する。大気濃度の観測データから地表面フラックスの時空間変動を定量的に求める逆解析は、排出量推定の不確定性低減のための有力な手法である。しかししながら、従来、逆解析で用いる地上のCH<sub>4</sub>観測ネットワークは十分ではなく、逆解析で得られた推定値自身もまた、別の独立データを用いて評価を行なう必要がある。本研究では、地上観測を用いて逆解析を行い、そこで得られたCH<sub>4</sub>フラックスを用いて大気輸送シミュレーションを行い、大気濃度に対する逆解析のインパクト評価を行なった。大気濃度について、逆解析のインパクトが大きかった（初期推定値との差が大きかった）場所、季節を特定することで、逆解析の評価に有用となる観測データの選定が可能となる。本発表では、温室効果ガス観測技術衛星GOSATで得られるカラム平均、対流圈上部の濃度に対するインパクトを主に示す。

## 参考文献

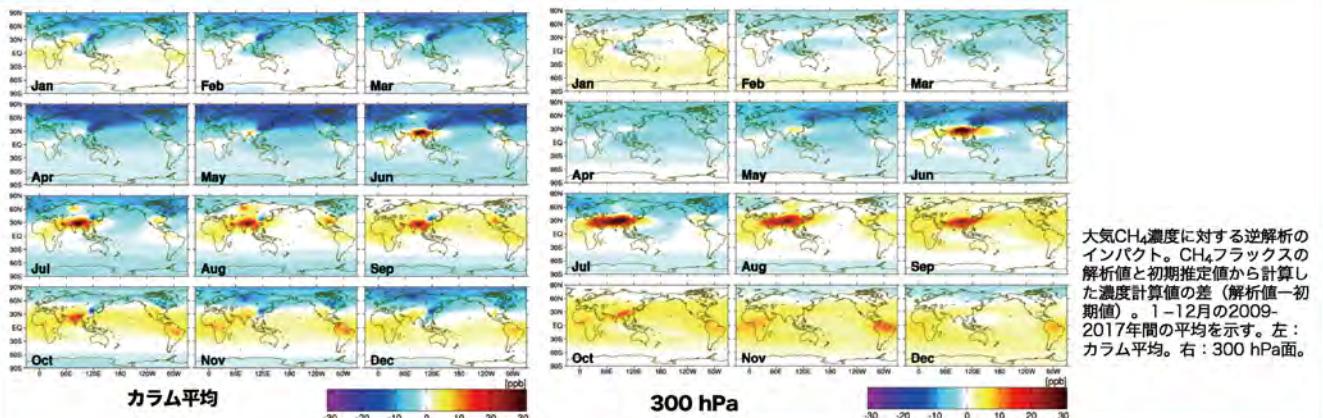
- Niwa et al. (2011), Three-Dimensional Icosahedral Grid Advection Scheme Preserving Monotonicity and Consistency with Continuity for Atmospheric Tracer Transport, *J. Meteorol. Soc. Japan. Ser. II*, 89(3), 255–268.  
Niwa et al. (2017a), A 4D-Var inversion system based on the icosahedral grid model (NICAM-TM 4D-Var v1.0) – Part 1: Offline forward and adjoint transport models, *Geosci. Model Dev.*, 10(3), 1157–1174.  
Niwa et al. (2017b), A 4D-Var inversion system based on the icosahedral grid model (NICAM-TM 4D-Var v1.0) – Part 2: Optimization scheme and identical twin experiment of atmospheric CO<sub>2</sub> inversion, *Geosci. Model Dev.*, 10(6), 2201–2219.

## CH<sub>4</sub>逆解析

2000–2017年間を解析期間として逆解析システムNICAM-TM 4D-Varを用いたCH<sub>4</sub>の逆解析を行なった。NICAM-TM 4D-Varは準一樣格子大気モデルNICAM (Tomita and Satoh, 2004; Satoh et al., 2008, 2014)をベースとした大気輸送モデル NICAM-TM (Niwa et al., 2011)を用い、フォワード計算とNICAM-TMのアジョイントモデル (Niwa et al., 2017a)によるバックワード計算を繰り返しながら、初期推定値および観測値の両者に対して整合的なCH<sub>4</sub>フラックスの時空間変動を求める。本解析では地上ステーションによる観測データのみを用いた。

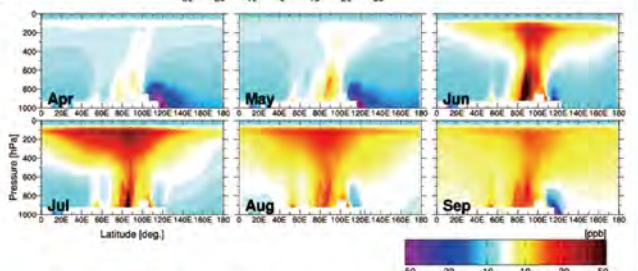


## 結果



逆解析後に得られたCH<sub>4</sub>フラックス解析値を再び大気輸送モデルNICAM-TMに入力しCH<sub>4</sub>濃度の3次元分布を再現した。ここでNICAM-TMは気象庁再解析データJRA-55 (Kobayashi et al., 2015)の水平風速データを用いてNICAMをナッシングし、そこで得られた気象データ（質量フラックス、気温、鉛直拡散係数など）を用いて、大気輸送のオフライン計算を行っている (Niwa et al., 2017a)。

計算の結果、年間を通して低く推定された東アジアのCH<sub>4</sub>フラックスの影響は、4–6月の北半球高緯度にかけて、カラム平均濃度に出ていることがわかった (~20 ppb)。上部対流圏でも同様の傾向は見られるが、シグナルの強さはカラム平均と比べて小さく、20 ppb以下であった（月平均）。一方、夏季モンスーン期に高く推定されていた南アジアのCH<sub>4</sub>フラックスのシグナルは、活発な対流活動により上部対流圏まで効率よく輸送されており、そのためカラム平均よりも上部対流圏における濃度の方がインパクトが大きく現れていることがわかった (~40 ppb)。



# Analysis of the carbon dioxide in the upper troposphere and lower stratosphere by the data from GOSAT TANSO-FTS TIR



九州大学  
KYUSHU UNIVERSITY

Akihiro Honda<sup>1\*</sup>, Nawo Eguchi<sup>2</sup>, Naoko Saitoh<sup>3</sup> and Yousuke Niwa<sup>4</sup>

1: Interdisciplinary Graduate School of Engineering and Sciences, Kyushu University.

2: Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University.

3: Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University.

4: Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies

Mail to : honda@riam.kyushu-u.ac.jp

## 1. INTRODUCTION

Stratospheric cooling was reported, it could be caused by increasing the carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), which is a major greenhouse gas. While, the concentration of  $\text{CO}_2$  in the stratosphere is not well understood, nor are the exchange processes between the upper troposphere and lower stratosphere (UT/LS ; 250-100hPa). The present study investigated the intra-seasonal, seasonal and inter-annual variations of  $\text{CO}_2$  to understand the  $\text{CO}_2$  concentration at UT/LS and the Stratosphere and Troposphere exchange process.

## 2. ANALYSIS DATA

We used the vertical profile data (Level 2) of  $\text{CO}_2$  derived from thermal infrared (TIR) region (Band 4: 5.5 - 14.3  $\mu\text{m}$ ) of the TANSO-FTS on board GOSAT. The analysis period is four years from 1 January 2010 to 31 December 2013. We adapted the bias correction values derived from Saitoh et al. [AMT, 2016] which validated the TIR  $\text{CO}_2$  profiles at UT/LS region with the Comprehensive Observation Network for TRace gases by AIRliner (CONTRAIL). For reference, the atmospheric transport model, NIES-TM (ver.5) [Saeki et al., 2013] and the NICAM-TM [Niwa et al., 2011; 2017] were used.

\*GOSAT TANSO-FTS : Greenhouse gases Observing SATellite, Thermal And Near infrared Sensor for carbon Observation - Fourier Transform Spectrometer [Yokota et al., 2009]

\*NICAM-TM : Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model - based Transport Model

## 3. RESULTS

### Seasonal variation of $\text{CO}_2$ concentration

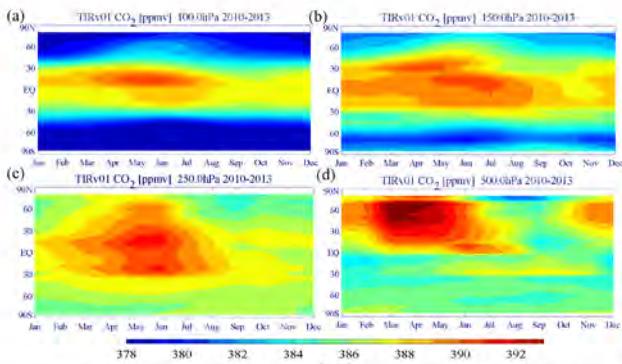


Figure 1. Time and latitude section of  $\text{CO}_2$  concentration averaged over four years subtracting the growth rate from January 2010 to December 2013 at (a) 100 hPa, (b) 150 hPa, (c) 250 hPa, and (d) 500 hPa.

### GOSAT TANSO-FTS TIR vs NICAM-TM

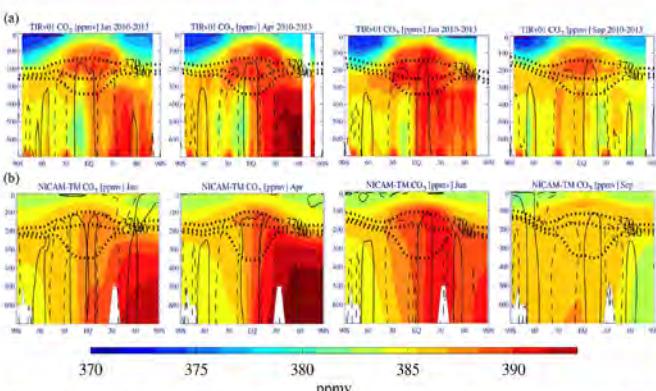


Figure 2. Latitude and pressure section of  $\text{CO}_2$  concentration averaged over four years January, April, June and September (a) GOSAT and (b) NICAM-TM data. The dotted lines show the potential temperature (340, 350 and 370 K) and the thick and dashed lines show upward and downward vertical velocity ( $\pm 1.0 \text{ Pa/s}$ ), respectively.

### Inter-annual variation of $\text{CO}_2$ concentration

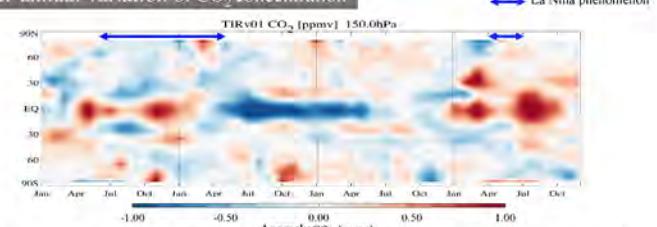


Figure 3. Time and latitude section of monthly mean anomaly  $\text{CO}_2$  concentration obtained by subtracting the growth rate at each latitude and 4-year average at 150 hPa from 1 January 2010 to 31 December 2013. The blue arrows show La Niña periods.

### TIRv01 CO<sub>2</sub> [ppmv] Latitude EQ, Longitude 180 to 180 D-N

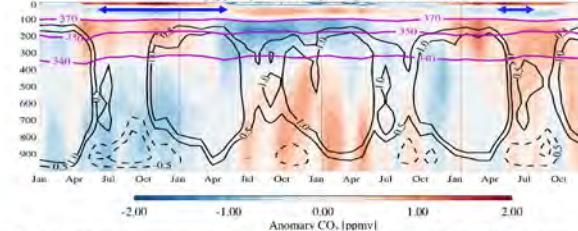


Figure 4. Time and pressure section of monthly mean anomaly  $\text{CO}_2$  concentration at EQ. The purple lines show the potential temperature (K), 340, 350 and 370K, and the black solid and dashed lines represent vertical wind (m/s) obtained from ECMWF ERA-Interim.

### Intra-seasonal variation $\text{CO}_2$ concentration

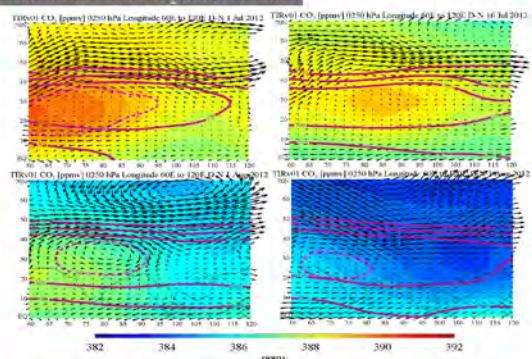


Figure 5. A horizontal map of 5 days mean  $\text{CO}_2$  concentration obtained by subtracting the growth rate at each latitude in (a) July, (b) 16 July, (c) August and (d) 16 August 2012 at 250 hPa. Black arrows indicate horizontal wind, the red line indicate potential temperature [K] and the purple broken line indicates the geopotential height [m] from ECMWF ERA-Interim.

## 4. SUMMARY

- The seasonal variation of  $\text{CO}_2$  concentration, showed that the maximum peak existed after a few month with respect to the peak at the middle troposphere (Figure 1).
- In the NICAM-TM results, the extension of high  $\text{CO}_2$  concentration at UT toward southern hemisphere were not clearly seen rather than the in TANSO-FTS (Figure 2).
- The inter-annual variation of  $\text{CO}_2$  concentration at UT/LS was affected by the ENSO cycle; the higher (lower) concentration were seen during La Niña (Normal / El Niño) period (Figures 3 and 4).
- The intra-seasonal variations over Asian Summer Monsoon region were associated with both the vertical and horizontal transports due to the deep convection and the Asian monsoon anticyclonic circulation, respectively.

### References:

- Saeki et al., *GMD*, 6, 81-100, 2013  
 Saitoh et al., *AMT*, 9, 2119-2134, 2016  
 Machida et al., *JAOT*, 10, 1744-1754, 2008  
 Niwa et al., *JMSJ*, Vol. 89, No. 3, pp. 255-268, 2011  
 Niwa et al., *GMD*, 10, 1157-1174, 2017



The study is partly supported by the Joint Research Program of CEReS, Chiba University (CJ18-17), Japan.

# Characterization of light absorbing organic aerosols at Fukue Island based on skyradiometer and filter observations



Chunmao Zhu<sup>1</sup>, Takuma Miyakawa<sup>1</sup>, Hitoshi Irie<sup>2</sup>, Fumikazu Taki<sup>1</sup>, Yugo Kanaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Agency for Marine–Earth Science and Technology, <sup>2</sup>Chiba University

## Backgrounds and summary

### ➤ Light-absorbing organic aerosols

Light-absorbing organic aerosol, also termed as brown carbon (BrC) aerosol, is one of the most understudied aerosol components for its sources and effects on climate change. For a long time, organic aerosols had been deemed to cause cooling on the earth's surface (IPCC, 2013). Recently model studies indicated that BrC is accounting for ~1/4 of warming effect by carbonaceous aerosols at the tropopause globally (Zhang et al., 2017). However, observation about the light absorption properties of BrC aerosols, which are fundamental for climate change prediction, is very limited, especially in East Asia.

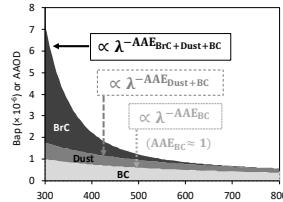
### ➤ Summary

- Absorption Angstrom Exponent derived from Skyradiometer were generally higher than those from in-situ ground filter observations.
- light absorption by water-insoluble organic aerosols etc., especially in the UV-blue range, can account for the differences in AAE between in-situ and remote sensing techniques.
- Vertical profile of aerosol light absorption properties need to be further studied in the future.

## Methods

### ➤ Light absorption of organic aerosols based on Skyradiometer observation

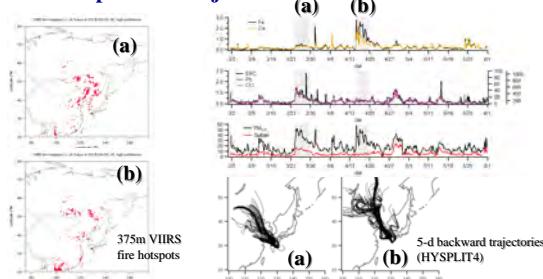
- The skyradiometer-observational data at Fukue Island were used to derive the Absorption Aerosol Optical Depth (AAOD) based on the Aerosol Optical Depth (AOD) and Single Scattering Albedo (SSA).
- (Irie et al., AMT, 2019; Khatri et al., SOLA, 2010; Koike et al., JGR, 2014)
- BrC light-absorption properties were deduced (AAOD from skyradiometer, and AAE from both methods) by separating the contributions of BrC from BC and dust.



### ➤ Light absorption measurements of organic aerosols based on ground filter sampling

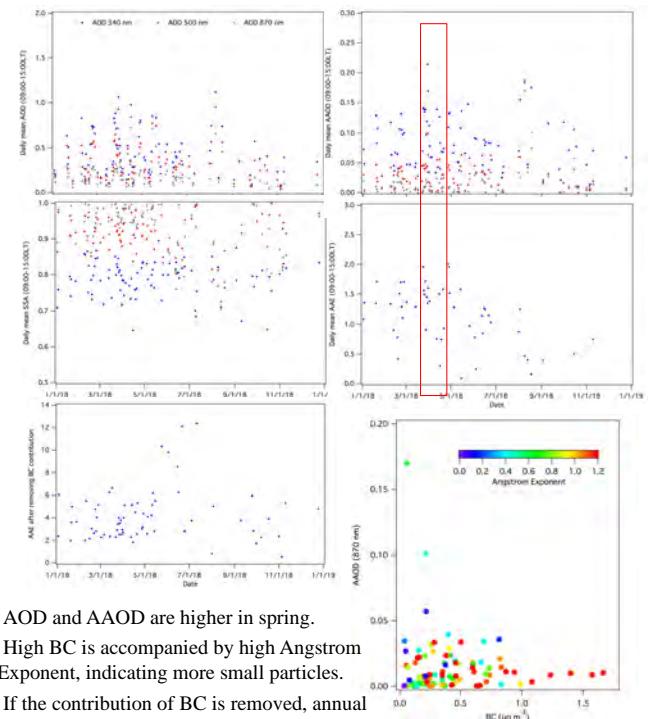
- Aerosol particles were collected on Teflon (PTFE) filters by the Continuous Particulate Monitor with X-ray Fluorescence (PX375, Horiba Inc.) at Fukue Island, and were extracted into pure water (i.e., water-soluble organic carbon, WSOC).
- The Absorption Angstrom Exponent (AAEfilter) of WSOC were quantified based on measurement of light absorption spectra using the UV-visible light (300–800 nm).

### ➤ Fire hotspots and trajectories



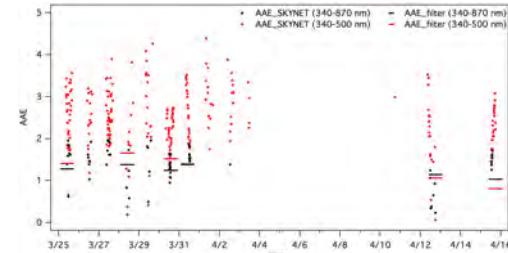
## Results

### ➤ Daily skyradiometer AOD, SSA, AAOD and AAE in 2018

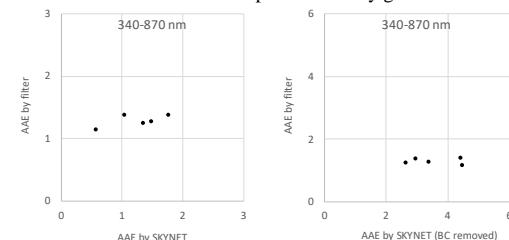


- AOD and AAOD are higher in spring.
- High BC is accompanied by high Angstrom Exponent, indicating more small particles.
- If the contribution of BC is removed, annual mean AAE is higher by a factor of ~3.

### ➤ Events in spring: AAE derived from skyradiometer and filter



- AAE from skyradiometer is higher than those from filter observations.
- Skyradiometer can observe all light absorbing materials such as BC, BrC, and dust.
- Skyradiometer observations include information of vertical column, while measurement of filter samples show only ground information.



# 国土省河川局雨量計データを用いた降水グリッド化プロダクトの作成について

\*豊嶋紘一<sup>1</sup>・広瀬民志<sup>1</sup>・加藤章子<sup>1</sup>・樋口篤志<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: 千葉大学環境リモートセンシング研究センター



## はじめに

降雨を正確に捉えることは水資源を管理する上で重要である。とりわけ、レーダによる降水の観測では、山岳域が遮蔽されることにより降水が過小評価されることがある。一方、雨量計を用いて計測される気象庁のAMeDASでは、山岳域に比べ標高の低い地域に観測点が分布する傾向にあり、山岳域における降水を必ずしも十分に観測できていない。山岳域での観測密度を補うため、また降雨プロダクト作成におけるAMeDAS雨量計データのQuality Check (QC)を行なうためにも、比較的標高の高い場所をカバーし、密な観測点分布をしている国土省(MLIT)河川局雨量計データを収集、整形を行った。また降水プロダクトユーザが利用可能な形式であるグリッド化プロダクトの作成を行った。プロダクト作成に際し、雨量計ベースのグリッド化プロダクトであるAphroditeアルゴリズムを用いる。

## まとめ

- 降水プロダクトにおける山岳域の観測密度を補うため、国土交通省河川局の雨量計データを収集・データ補正を行い、グリッド化プロダクトの作成を行った。
- 国土省雨量計データは約30年から、約90年弱にわたる長期間のデータを用意可能である。
- 西日本豪雨事例における特定期間の雨量値について注目すると、気象庁AMeDASデータと分布は似通っている一方、記録的な雨量を観測した山間部の観測地点における雨量値を比較すると、国交省雨量計のほうがより多くの降水を捉えていた。
- グリッド化プロダクトは、主に観測密度の高い山間部でより多い降水を捉えている傾向がある。
- 国交省観測点は主に山岳地に分布しており、低い標高に観測点が分布するAMeDASと共に補足的に用いることで、山岳地を含む日本全体の降水をより正確に捉えることが期待される。

## 2018年西日本豪雨事例について

「平成30年7月豪雨」は西日本エリアから東海地方に至る広範囲の観測点で観測史上1位の降水量を記録した。ここでは、気象庁が発表した速報（「平成30年7月豪雨」の大雨の特徴とその要因について）の結果に照らし、今回作成した国交省雨量計プロダクトを比較する。

「平成30年7月豪雨」の降水量分布（期間：6月28日から7月8日の積算値）（気象庁資料による期間の降水量の分布を比較した）

図は特定期間における積算降雨量を示している。MLITグリッド化プロダクトの降雨分布は気象庁の雨量をと定性的に一致している。豪雨の影響が強かったエリア最大値を比較すると、岐阜県では気象庁の1214mmに対して2155mm、高知県では1852mmに対して2711mmと山間部において多くの降水量を記録し、山岳地の地形性に伴う降水を捉えている可能性を示唆する。

## データ



<http://www1.river.go.jp/>

国土交通省(MLIT) 河川局が運営する「水文水質データベース」では雨量計データをはじめとする観測データをwebで公開している。

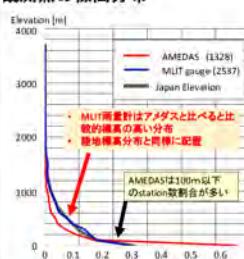
rain gauge, water level, flow rate, water quality, sediment, groundwater level, groundwater quality, snow depth, dam weir.



データ公開はwebベースで閲覧する形式。データ取得は、各地点ごとのページから動的に作成されるリンクを辿ることで取得する。観測地点数は約2750。Hourly dataであり、速報値として10分値も公開されている。

## 結果

### 観測点の標高分布

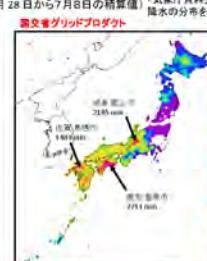
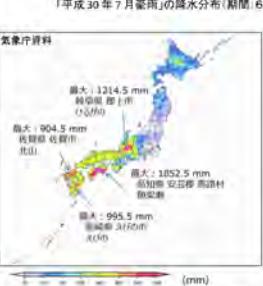


左図はAMeDASとMLIT雨量計データの観測地点標高分布を示している。黒線は日本の標高分布を示す。AMeDAS(赤線)に注目すると、主に100 m以下の主に平野部に多く分布するのに対して、100m以上の標高では日本の標高分布と比較して比較的少ない分布をしている。一方MLIT雨量計観測点分布は日本の標高分布に似通った分布をしている。また下図はそれぞれの観測点の地理的分布を示している。赤はAMeDAS分布を示し、沿岸部も含め、比較的等間隔に位置している。一方MLIT観測点は比較的内陸部に密に分布している。

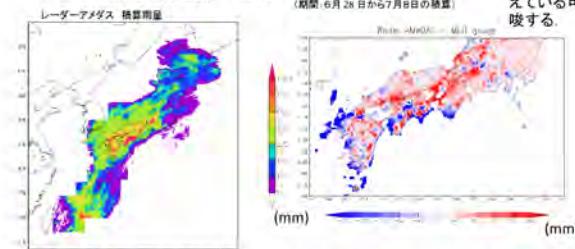


### 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費「極端降水評価と気象解析のためのAPHRODITEアルゴリズムの改良」の支援を受けて行われた。



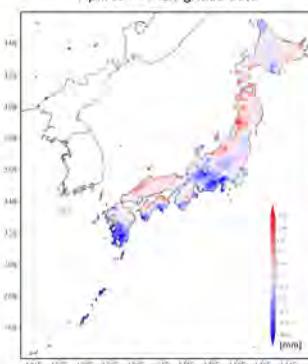
平成30年7月豪雨 の レーダーアメダスとMLIT gaugeの比較  
(期間: 6月28日から7月8日の積算)



西日本豪雨事例における気象庁レーダーアメダス解析値とMLITグリッド化プロダクトとの降水量比較を示す。赤色の分布はレーダーアメダスがMLITプロダクトに対して過大に降水を捉えている部分である。中国山地や四国・岐阜の山間部など標高の高い地域では青色が分布し、MLITプロダクトが比較的多く補足している。



2010年積算雨量プロダクトの比較  
Aphrodite - MLIT grid data



左上図はMLT雨量観測点の年変化を示している。最も古い地點は數十箇所存在し、1936年から観測を始めている。1950年頃から地點数が増加をはじめ、2001年にはおよそ2500地點に達し、東日本大震災のあった2011年には一定数の観測地點が減少している。右図は暫定/確定値割合を示している。

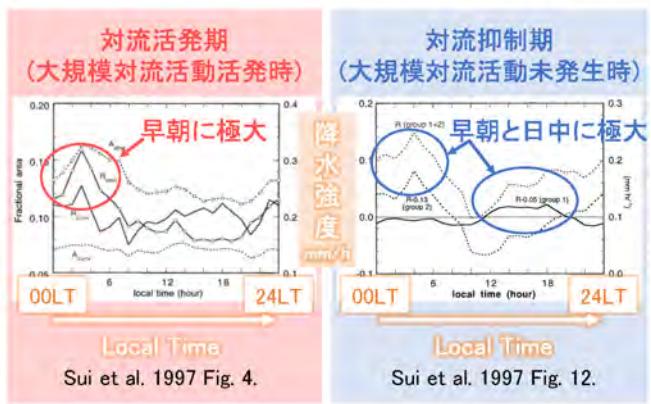
左図はAphrodite JPプロダクトとの比較である。中部地方においてMLT観測点が密に分布するエリアではより多くの降水を捉えていることが分かる。一方、伊豆半島や紀伊半島、高知県の岬部でMLTプロダクトが過大になっている要因として、観測点が疎な地域であるため、グリッド化処理過程の外挿処理によって過大な値が挿入されているものと考えられる。

## ひまわり8号高頻度観測から同定した熱帯域雲システムの日変化

内木 詩歩・安永 数明・濱田 篤\*(富山大学)

2019/02/14 第21回環境リモートセンシングシンポジウム@千葉大

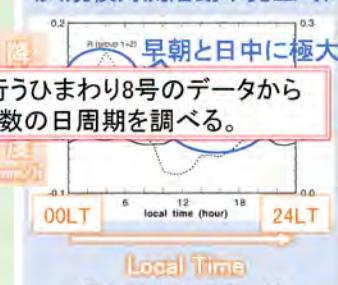
### 1. Introduction: 热帯域海上の降水の日周期



### 1. Introduction: 热帯域海上の降水の日周期

- 放射冷却/加熱  
e.g., Sui et al. 1997

**対流抑制期 (大規模対流活動未発生時)**



- SST  
e.g., Chan and Huang

高解像度・高頻度観測を行うひまわり8号のデータから雲システムを認識し、その数の日周期を調べる。

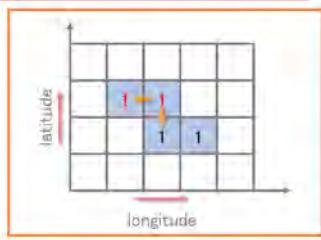
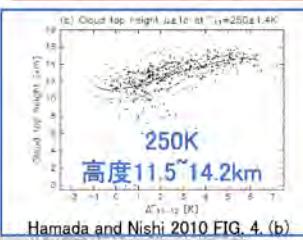
Johnson et al. 2001

- 大気潮汐  
e.g., Yasunaga et al. 2013;  
Kohyama and Wallace  
2016;  
Sakazaki et al. 2017

2019/02/14 第21回環境リモートセンシングシンポジウム@千葉大

### 2. 使用データ・解析手法

- 輝度温度の観測値が250K以下 のピクセルを「雲」として抽出する。
- 抽出した「雲」ピクセルが東西または南北方向に連続しているものを1つの同じ雲システムとして認識する。
- それぞれの雲システムについて、重心の緯度・経度、面積、輝度温度(最低・平均)を計算する。



### 2. 使用データ・解析手法

#### ひまわり8号 バンド13輝度温度

中心波長 10.4μm

水平解像度 約2km

観測間隔 10分

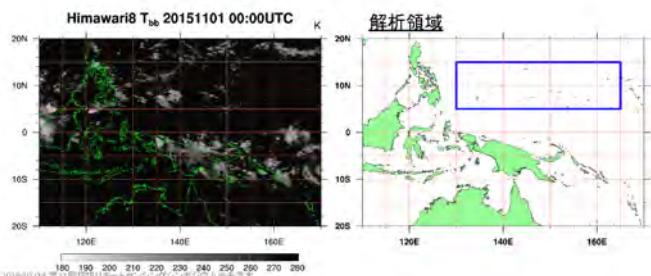
#### ERA5 再解析データ

水平解像度  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$

鉛直層 37層

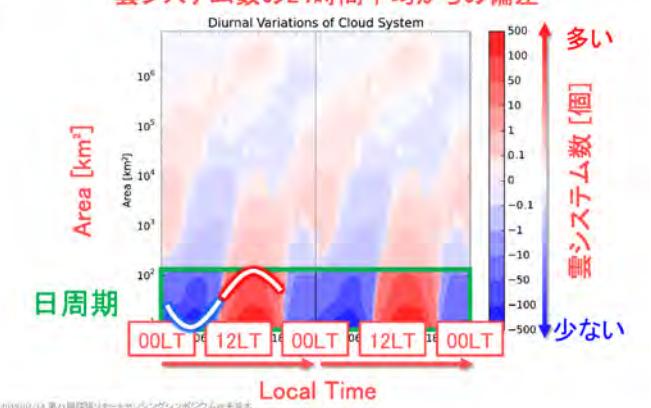
時間解像度 1時間

解析期間 2015年11月01日～2016年12月31日

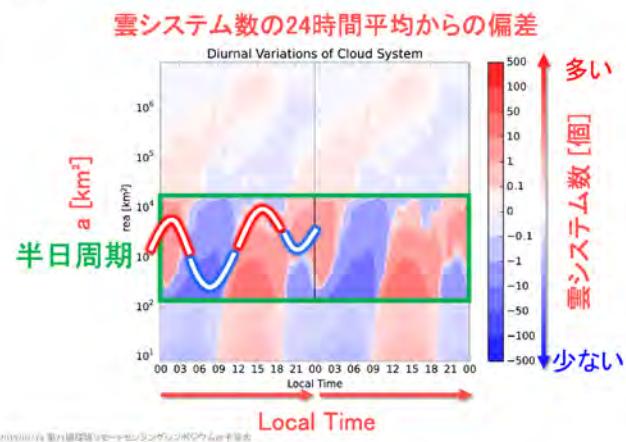


### 3. 結果: 雲システム数の日周期

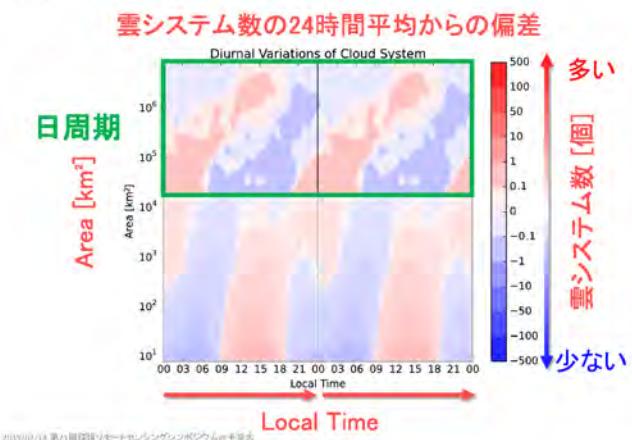
#### 雲システム数の24時間平均からの偏差



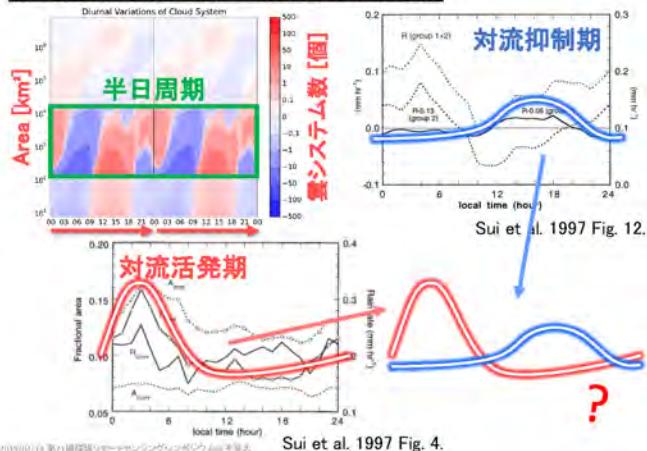
### 3. 結果: 雲システム数の日周期



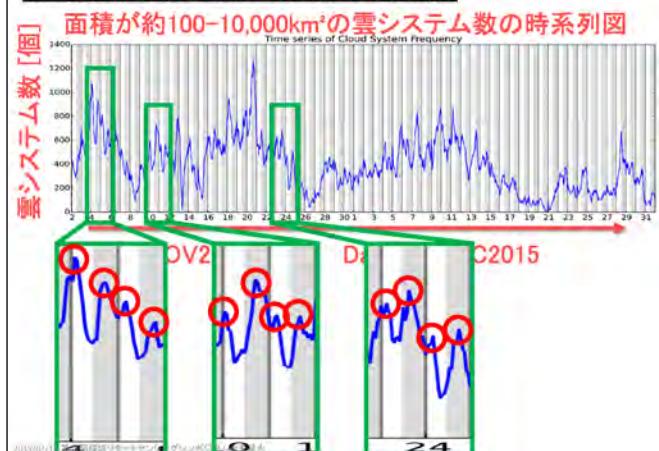
### 3. 結果: 雲システム数の日周期



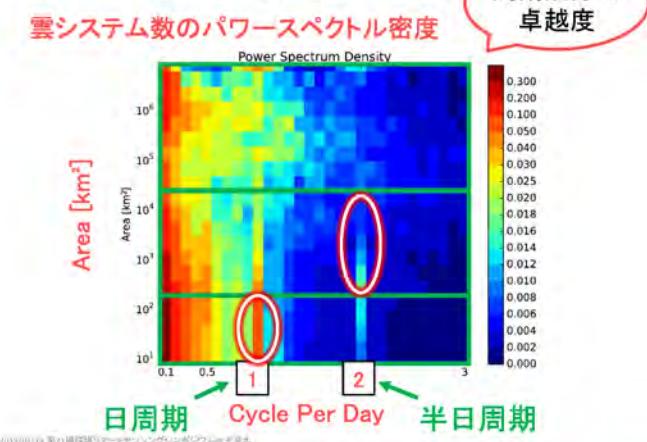
### 4. 考察1: 雲システム数の半日周期



### 4. 考察1: 雲システム数の半日周期



### 4. 考察1: 雲システム数の半日周期



### 4. 考察2: 雲システム数の半日周期と大気潮汐

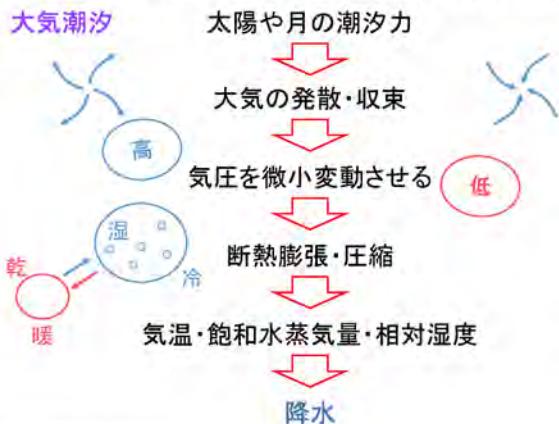
Sakazaki et al. 2017

- ・ 数値シミュレーション
- ・ 半日周期の大気潮汐波に伴う力学的変動
- ・ 熱帯降水の日周期変動を変調させる

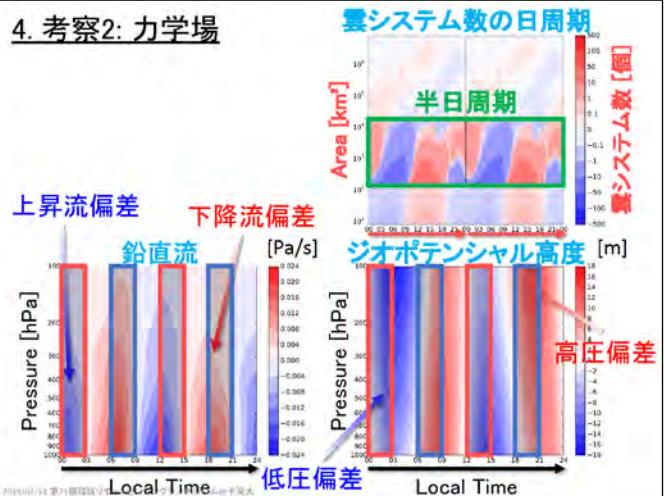
雲システム数

ERA5力学場

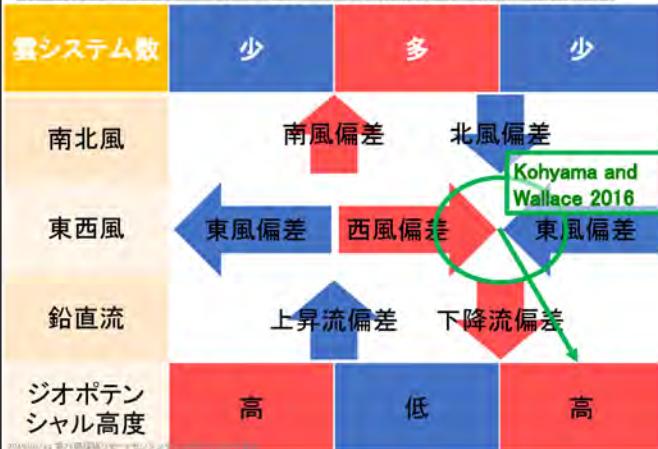
#### 4. 考察2: 雲システム数の半日周期と大気潮汐



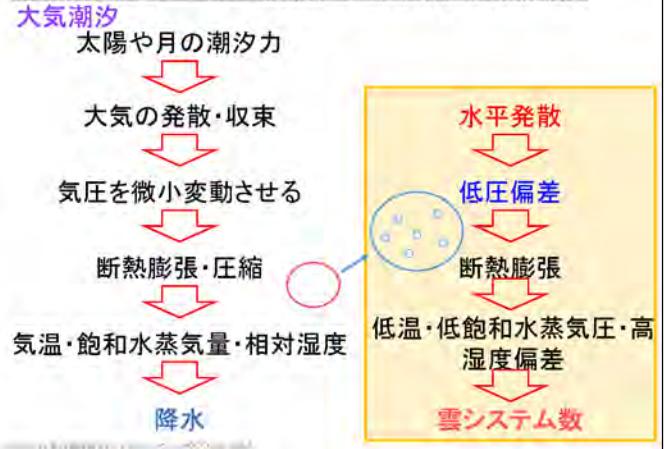
#### 4. 考察2: 力学場



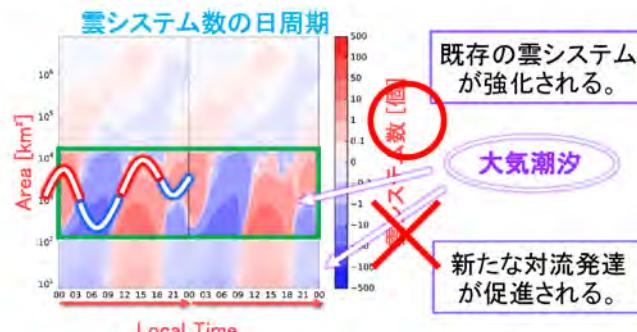
#### 4. 考察2: 雲システム数と大気潮汐との位相関係



#### 4. 考察2: 雲システム数の半日周期と大気潮汐

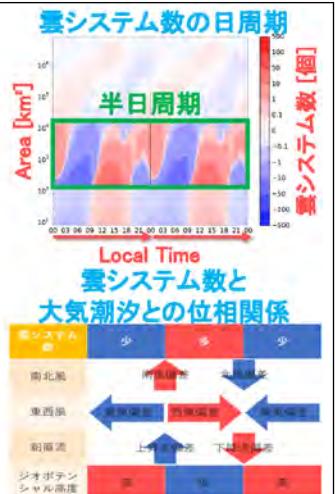


#### 4. 考察2: 雲システム数の半日周期のメカニズム



#### まとめ

- ひまわり8号の輝度温度データより雲システムを認識し、その数の日周期について調べた。
- 面積がおよそ $100\text{ km}^2$ から $10,000\text{ km}^2$ のシステム数は、00-03LTと12-15LTに極大を持つ半日周期を示した。
- 時系列やスナップショットでも半日周期が確認できた。
- 雲システム数の極大は、上昇流偏差や低圧偏差と一致。





## Vegetation Dynamics in Japan as Observed from Himawari-8 Geostationary Satellite

三浦 知昭<sup>1,2</sup>, 永井 信<sup>2</sup>, 市井 和仁<sup>3</sup>, 吉岡 博貴<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ハワイ大学マノア校  
<sup>2</sup>海洋研究開発機構(JAMSTEC)  
<sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシングセンター(CEReS)  
<sup>4</sup>愛知県立大学






### はじめに・背景

- 広域における植生変動観測およびその変動と気候との相関解析には極軌道衛星より取得された植生指標時系列データが用いられてきた
  - GIMMS AVHRR NDVI
  - MODIS Enhanced Vegetation Index (EVI)
  - Landsat-Sentinel NDVI/EVI
- このアプローチによる問題点の一つは時系列データの時間分解能である(weekly-monthly)

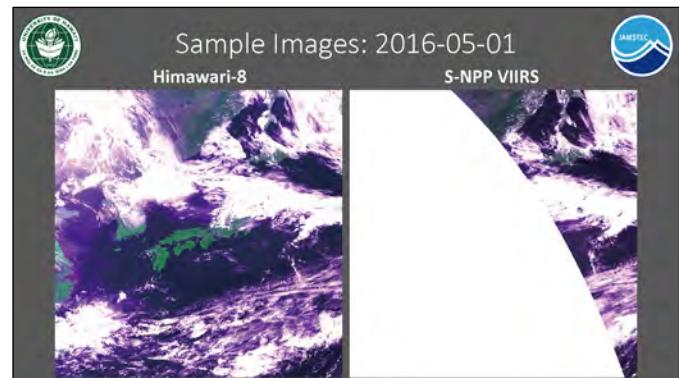


### Himawari-8/9 vs. Polar-orbiting Satellites



**Comparison of Select Sensor Characteristics**

	Himawari-8/9 Advanced Himawari Imager (AHI)	Suomi-NPP VIIRS (example polar-orbiting satellite sensor)
Temporal Resolution	Every 10 minutes	1 or 2 per day
Spectral Bands & Spatial Resolution	Blue	Blue
	Red	0.5 km
	NIR	1 km
Projection	Geometric	

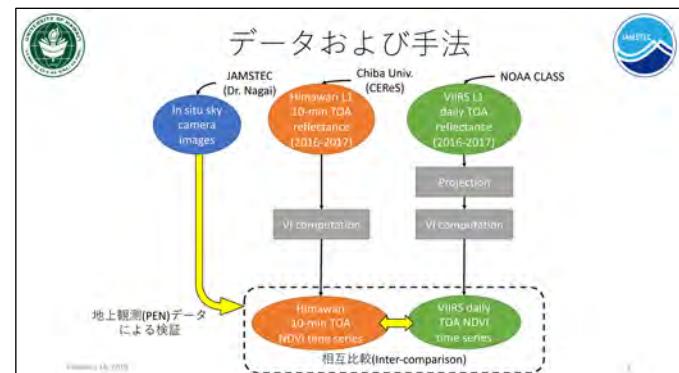


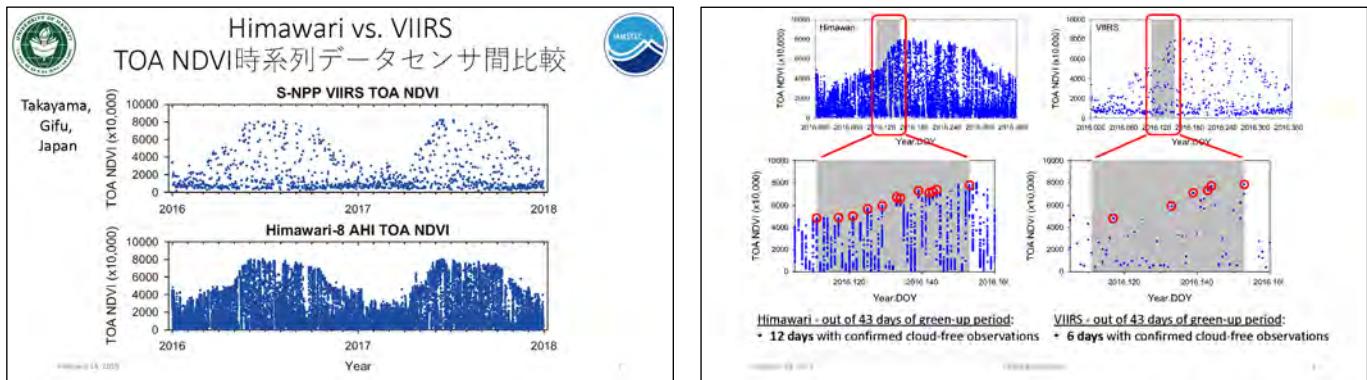


### 研究目的



- ひまわりデータによる時間分解能の向上を植生フェノロジー観測の観点から確認する
- ひまわり高時間分解能データを用いた際の植生フェノロジー観測の正確さ・精度(Uncertainty)向上を確認する





**Himawari vs. VIIRS**

**快晴データ日数の比較**

AMETEC

Site Name	Land Cover	Green-up Period		Year	Himawari	VIIRS
		DOY Range	No of Days			
Takayama Forest (TKY)	Deciduous Broadleaf Forest	111-153	43	2016	12	6
				2017	13	7
Tsukuba (TGF)	Grassland	91-133	43	2016	10	5
				2017	9	6
Fuji-Hokuroku (FHK)	Deciduous Needleleaf Forest	99-141	43	2016	7	5
				2017	8	4

**Himawari:**

- One clear-sky observation every 3-6 days

**VIIRS:**

- One clear-sky observation every 6-10 days

**まとめ**

AMETEC

- ・今回の解析により、ひまわり衛星により植生指標時系列データの時間分解能が向上することが確認された(3-6 days)
- ・ひまわり高時間分解能データを用いると詳細な地表面・植生季節変動の観測が可能となることが確認された
- ・今後はひまわりデータを用い、日本における詳細な植生フェノロジー解析を行う

**Acknowledgements:**

- Mika Takeuchi for the PEN sky camera image data
- Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) Invitational Fellowship (Miura-Nagai)
- The Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) Joint Research Program
- CEReS, Chiba University for Himawari 8/9 gridded data

## ひまわり8号による広域植生モニタリングの実現性評価

Evaluation of feasibility of continental-scale vegetation monitoring using Himawari-8

Kodai Hayashi<sup>1</sup>

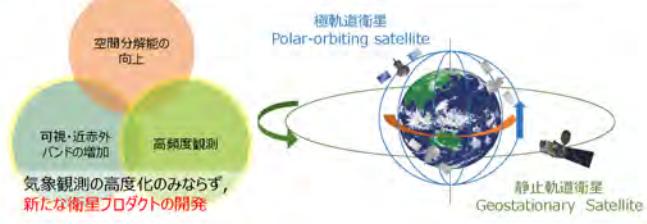
K. Ichii<sup>2</sup>, H. Yoshioka<sup>3</sup>, K. Murakami<sup>4</sup>,  
R. Ide<sup>4</sup>, K. Nasahara<sup>5</sup>, T. Akitsu<sup>5</sup>, T. Miura<sup>5</sup>  
1. Chiba Univ. 2. CEReS  
3. Aichi Prefectural Univ.  
4. Tsukuba Univ. 5. NIES 6. Univ. Hawaii



## ひまわり8号への期待

Himawari-8(AHI) vs Himawari-7(Imager), MODIS(Terra, Aqua) [Bessho, et al., 2016]

	Himawari-8(AHI)	Himawari-7(Imager)	Terra, Aqua (MODIS)
観測波長帯	16bands 可視(RGB), 近赤外, 赤外	5bands 可視(白黒画像), 赤外	36bands 可視(RGB), 近赤外, 赤外
空間分解能 (衛星直下点)	0.5 - 2km	1km, 4km	0.25km, 0.5km, 1km
観測頻度 (同一地点)	10min (Full-disk)	30min (Full-disk)	1day



## ひまわり8号地表面データの新規性と目的

広域植生モニタリングに応用できたら…

雲除去コンポジット日数の短縮化  
[Fensholt, et al., 2006; 斎藤暁ほか, 2014]

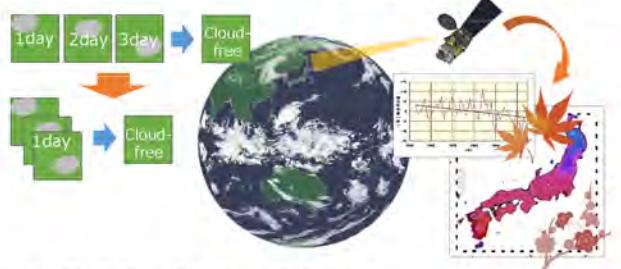


図 ひまわり8号地表面反射率データの構築・評価

図 静止軌道衛星特有の幾何条件がもたらすデータの性質を把握し、有用性を評価

## 解析データと方法

図 ひまわり8号(AHI)データを用いた地表面データセット(地表面反射率, NDVI)の構築

大気放射伝達コード6SVによる大気補正[Vermote, et al., 2006]

MODIS大気プロダクト(MOD/MYD08 daily); Water vapor, Ozone, AOT550

比較検証データ

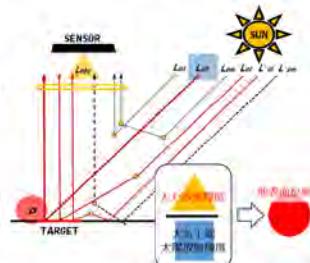
MODIS(極軌道衛星Terra, Aqua)データ

大気上層反射率 (MOD/MYD021KM)  
地表面反射率 (MOD/MYD09GA)

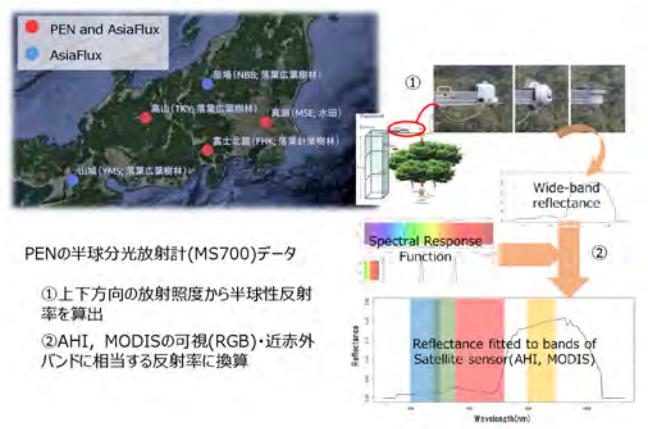
半球分光放射計(地上観測)データ

Phenological Eyes Network (PEN)  
[土田暁ほか, 2005]

→ 季節変化, 日変化の観点から比較



## 対象サイト



## 衛星搭載センサの観測幾何条件

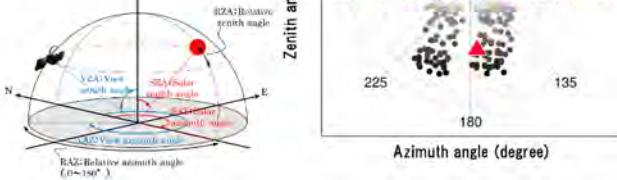
図 AHI; 固定の観測幾何条件

日本域に対しては,  
Sensor Zenith (40°附近)  
Sensor Azimuth (180°附近)  
→ 後方散乱( $0 \leq RAZ \leq 90^\circ$ )のみ観測

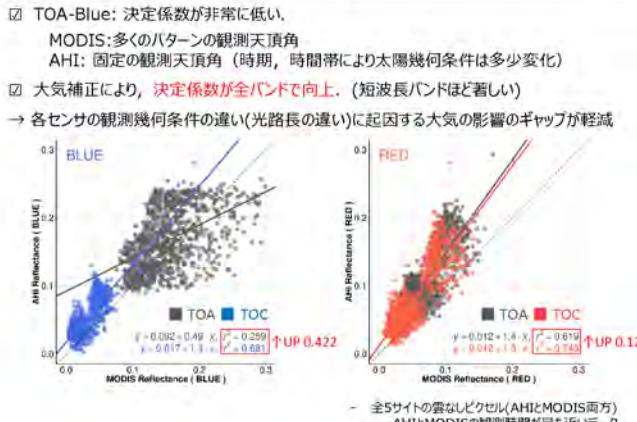
図 MODIS; 毎回異なる観測幾何条件

Sensor Zenith (多くのパターン)  
Sensor Azimuth (90°, 270°附近)  
→ 後方散乱, 前方散乱を均等に観測

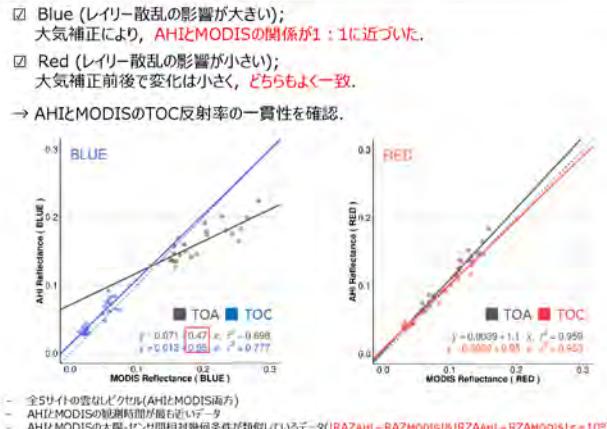
例) 高山サイト  
(AM11:30, PM13:30; Obs time for MODIS)



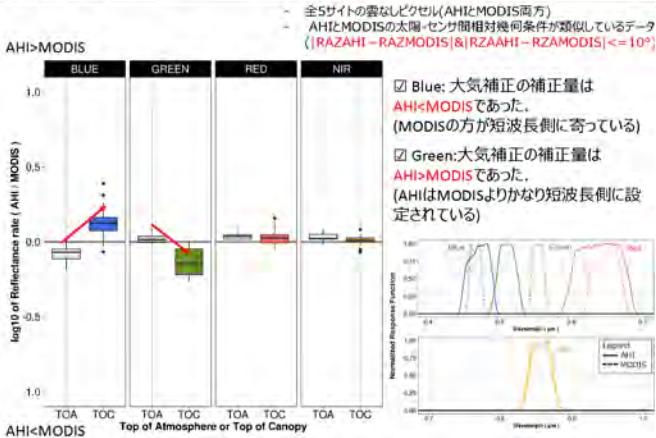
## 大気補正の妥当性(全データ) 7



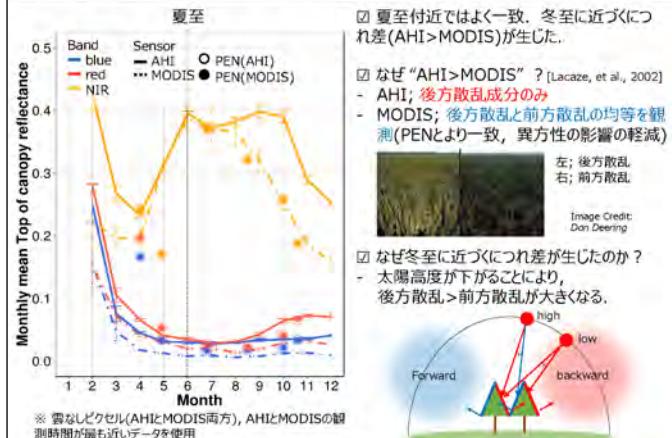
## 大気補正の妥当性(類似条件データ) 8



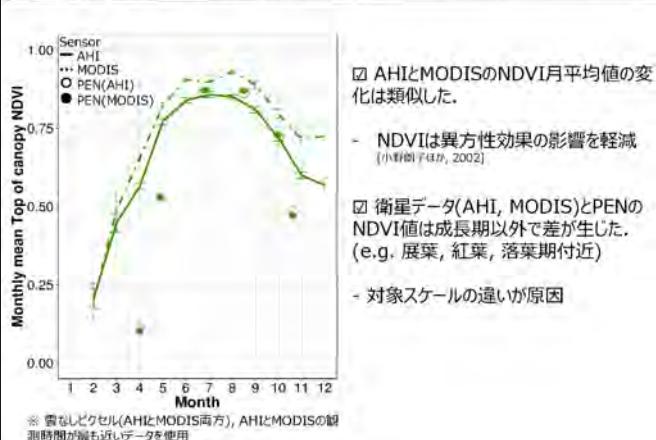
## 大気補正の妥当性(類似条件データ) 9



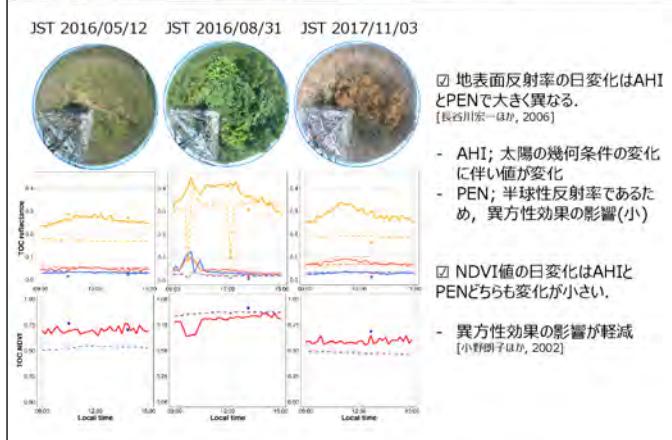
## 地表面反射率の季節変化 (高山サイト) 10



## NDVIの季節変化 (高山サイト) 11

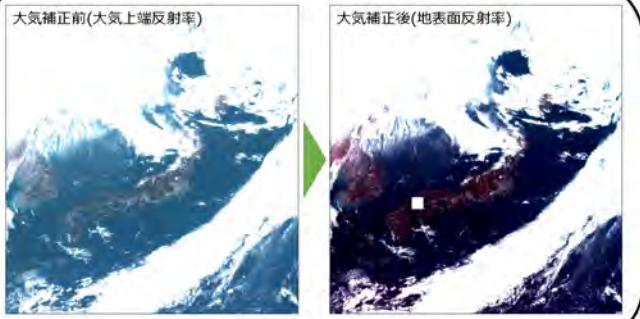


## 地表面反射率・NDVIの日変化 (高山サイト) 12



- ひまわり8号データから地表面反射率データを構築、大気補正の妥当性を確認
- MODISやPENの地表面反射率、NDVIなどと日変化・季節変化の観点から比較
- 地表面反射率データは、極軌道衛星データよりも太陽の幾何条件の影響を強く受けける。そのため、時間帯や時期、対象地とセンサの位置関係によって、得られる地表面反射率の性質が大きく変化。  
→ 広域植生モニタリングに用いる場合、BRDF(双方向性反射率分布関数)による補正や複数バンドでの正規化処理が望まれるということが示唆された。
- NDVIは、異方性効果の影響を効率的に軽減させることができ、さらに、日中はほぼ一定の値となる。  
→ MODISと同程度で大まかな植物フェロジーを捉えられることが分かった。  
→ 高い時間分解能での把握が可能であることも分かった。

現状；LUT method (Look up table) による効率的な面的推定

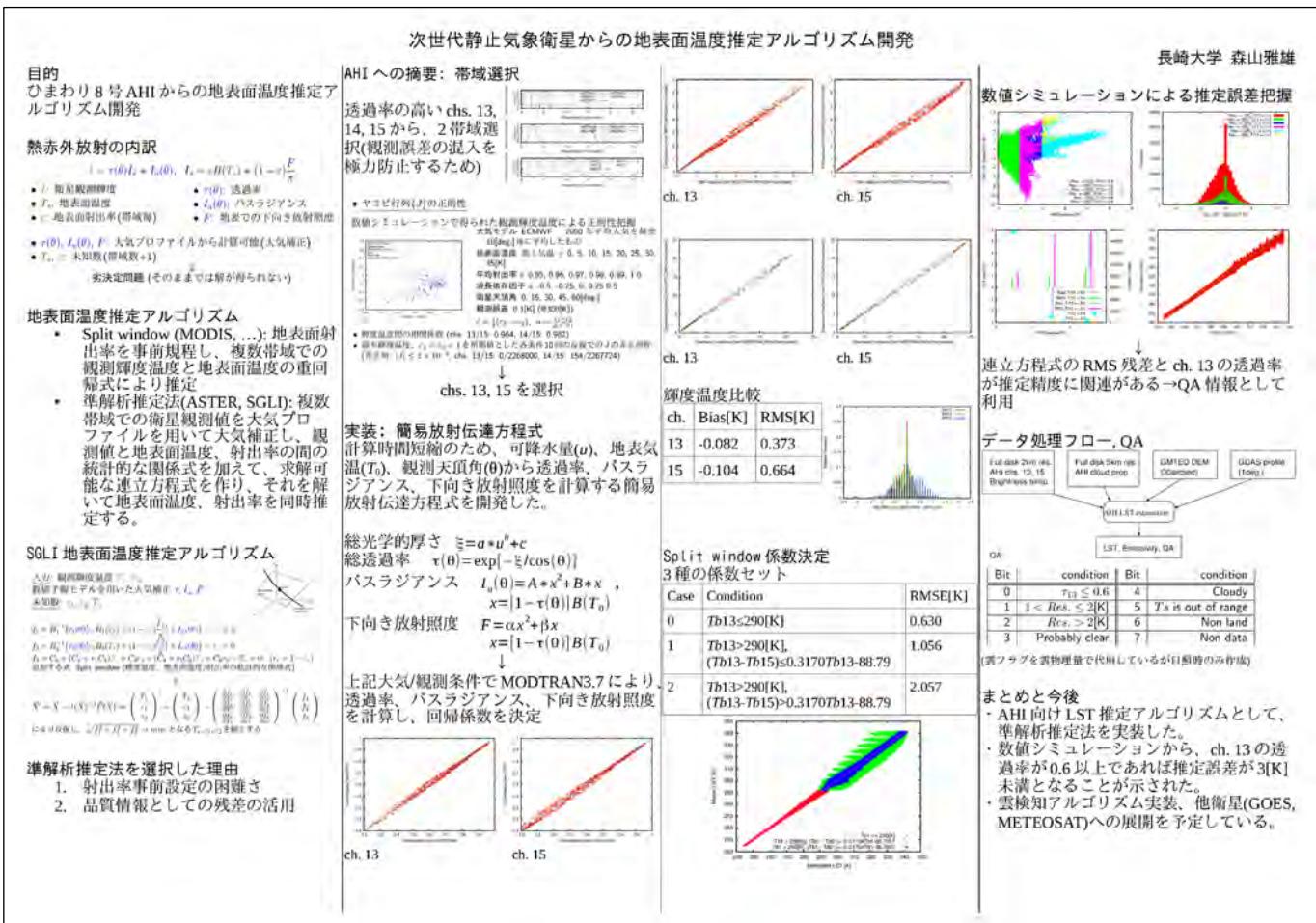


RGBカラーコンポジット画像(R; red, G; green, B; blue)

＜今後の展望＞  
ひまわり8号の時間分解能の高さにより陸域モニタリングがどの程度進展するかを示す。

ご清聴ありがとうございました。

- Bessho, K., et al., 2016. An Introduction to Himawari-8/9 – Japan's New-Generation Geostationary Meteorological Satellites, Journal of the Meteorological Society of Japan, 94(2), pp. 151-183.
- 斎藤琢磨ほか, 2014. 陸域生態系の炭素収支の現状診断と将来予測：リモートセンシングの利用, 日本生態学会誌 , 64, pp. 243-252.
- Fensholt, R., et al., 2006. Analysing NDVI for the African continent using the geostationary meteosat second generation SEVIRI sensor, Remote Sensing of Environment, 101, pp. 212-229.
- Vermote, E., et al., 2006. Second simulation of the satellite signal in solar spectrum - Vector (6SV), 6S User Guide Version 3.
- 土田聰ほか, 2005. Phenological Eyes Network –衛星による地球環境観測のための地上観測ネットワーク–, 日本リモートセンシング学会誌 , 25(3), pp. 282-288.
- Lacaze, R., et al., 2002. Retrieval of vegetation clumping index using hot spot signatures measured by POLDER instrument, Remote Sensing of Environment, 79(1), pp. 84-95.
- 小野朗子ほか, 2002. Land/TM スペクトル値の正規化による地形効果と大気効果の抑制, 日本リモートセンシング 学会誌 7], 22(3), pp. 318-327.
- 長谷川宏一ほか, 2006. 植生指標を用いた葉面積指数の把握に二方向性反射特性が及ぼす影響 –カナダ北西部における山火事後の遷移段階にある植生を対象に-, 日本リモートセンシング学会誌 , 26(3), pp. 186-201.



## **プログラム - 3**

## 夜間光衛星画像による途上国のエネルギー需要量推計

千葉大学大学院 工学研究院  
地球環境科学専攻 都市環境システムコース  
吉村彰大, 納引将司, 松野泰也

**背景** 将来的なエネルギー消費の増大

世界のエネルギー需要の実績と予測 [1]

- ✓ 2035年のエネルギー消費量は、1990年比で1.7倍に増加と予想
- ✓ 消費量の大半は非OECD加盟国(=発展途上国)
- ✓ 途上国では電力不足が指摘
- ✓ 将来的に不足が拡大すると予想 [2, 3]

途上国での電力需要の把握が重要

途上国では関連するデータが不足

[1] [http://www.eia.doe.men.go.jp/statistics/others/syousaihoukyoku/mitsubukuryouzaishi/4\\_2.htm](http://www.eia.doe.men.go.jp/statistics/others/syousaihoukyoku/mitsubukuryouzaishi/4_2.htm)  
[2] <https://www.ene.go.jp/saizai/pdf/2009.pdf>  
[3] [https://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](https://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)

**背景** 夜間光衛星画像による統計データの補完

	統計データ	夜間光画像
先進国	✓	✓
途上国	X	✓

✓ 先進国は統計データが豊富  
↔ 途上国は統計データに欠ける  
✓ 夜間光画像は先進国/途上国ともに豊富  
→ 夜間光画像を元に、  
不足する統計データを補完可能  
これまでに鋼材量<sup>[4]</sup>の推計などを実施  
→ エネルギー消費量の推計に応用

[1] [http://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](http://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)  
[2] [http://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](http://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)

**背景** 夜間光衛星画像の撮影に用いられる衛星センサ

	DMSP/OLS	VIIRS
稼働年	1965-2013	2011~
夜間観測時間	20:30-21:30	1:30
観測幅	3000 [km]	3000 [km]
地上分解能	5 [km]×5 [km]	742 [m]×742 [m]
情報量	6 [bit]	14 [bit]
履歴への較正	5E <sup>-10</sup> [W/cm <sup>2</sup> ·sr]	2E <sup>-11</sup> [W/cm <sup>2</sup> ·sr]
データ解像度	30 [arcsec]	15 [arcsec]

✓ 撮影には初期はDMSP/OLS、近年はVIIRSを使用  
✓ VIIRSはDMSP/OLSの欠点を大幅に解消  
✓ ただし、VIIRSはノイズ除去が不十分

[1] [http://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](http://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)  
[2] [http://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](http://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)

**背景** 夜間光と電力消費に関する既存研究

Kaifangら<sup>[1]</sup>: VIIRS画像による中国のGDPと電力消費量の推定

	解像度	感度	ノイズ	利用の可否
DMSP/OLS	△ (低解像度)	✗ (飽和あり)	○ (補正済み)	○
VIIRS (補正前)	○ (高解像度)	○ (飽和なし)	✗ (補正なし)	✗
VIIRS (補正後)	△ (低解像度)	○ (飽和なし)	△ (補正済み)	○

✓ DMSP/OLSのデータを元にノイズを抽出  
✓ 上記ノイズを元にVIIRSのデータを補正  
✓ ノイズのデータが2013年ベース  
✓ VIIRSの元データに比べて解像度が低下

✓ DMSP/OLSベースでの修正なため、低解像度化でVIIRSの高解像度を活用不可  
✓ 古いデータを使うため、今後実態との乖離が続く

[1] [http://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](http://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)

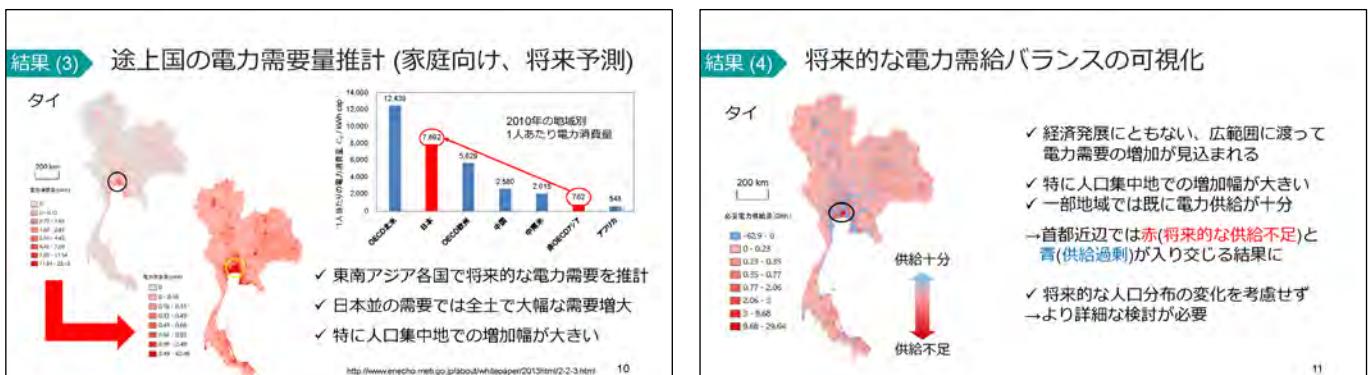
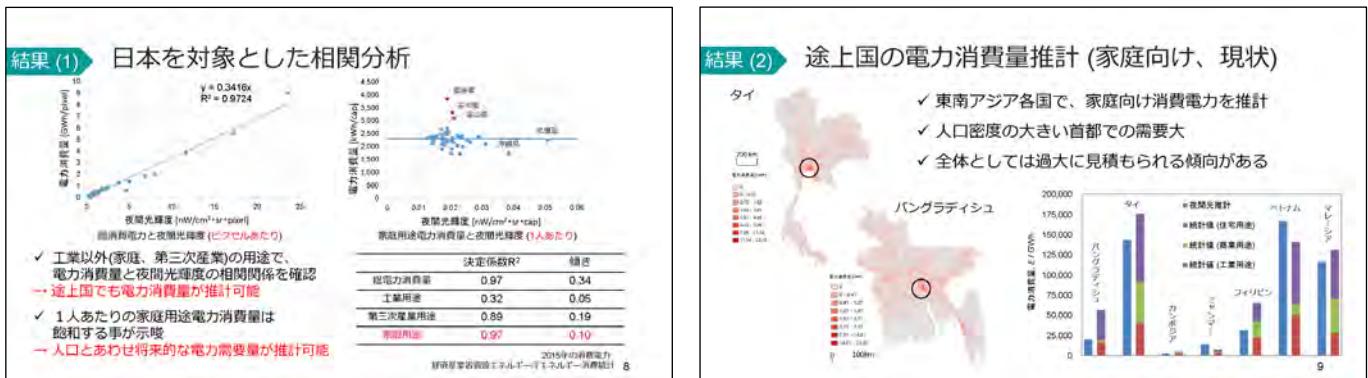
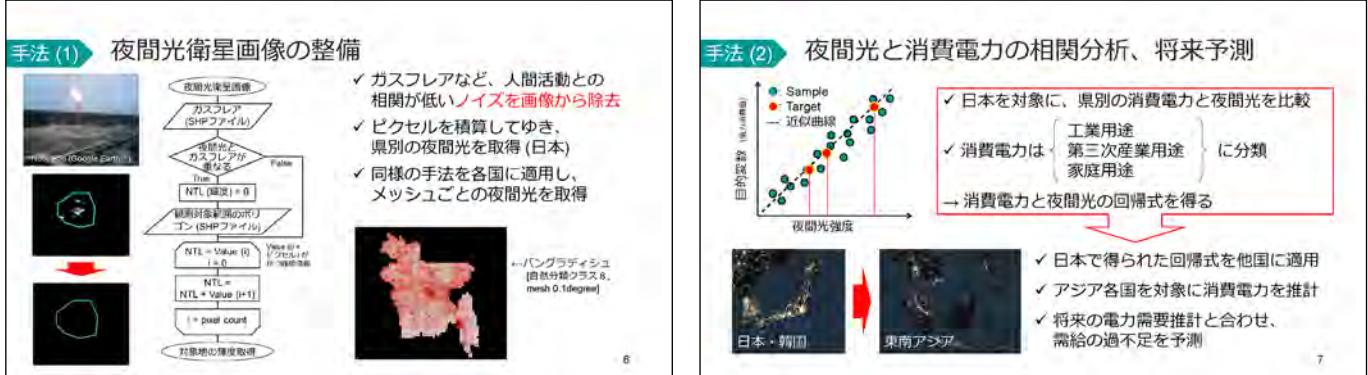
**目的** 夜間光衛星画像を利用した現在から将来に渡る途上国の電力需要量推計

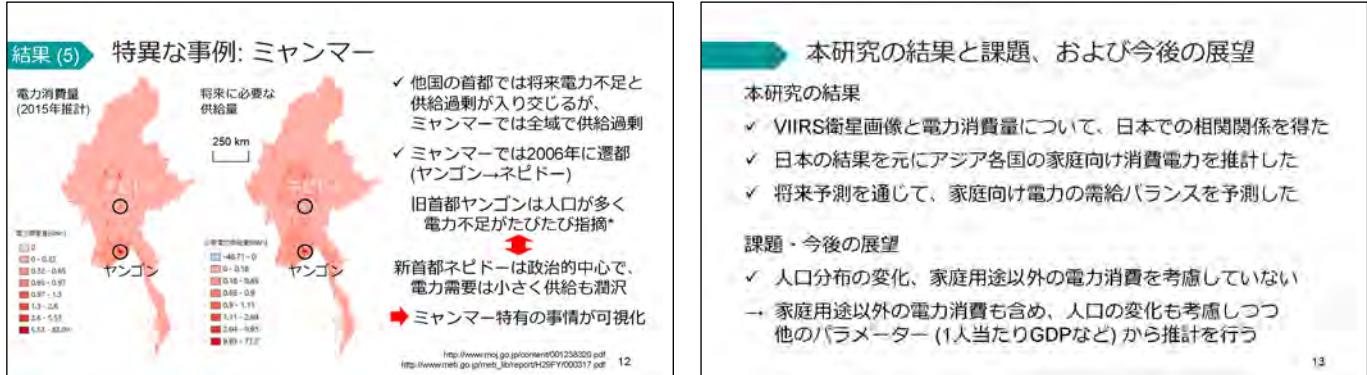
**本研究の目的および研究手法**

これまで	2017年以降				
	既存研究	統計	夜間光画像	本研究	統計
先進国	✓	DMSP/OLS補正による低解像度のVIIRS画像	先進国	✓	VIIRS本来の高解像度画像
途上国	X → △		途上国	X → ○	

✓ ノイズの除去など  
VIIRS夜間光衛星画像の整備  
✓ 日本/アメリカなどを対象に先進国での相関解析  
✓ 途上国の消費電力の推計および将来予測

[1] [http://www.ene.go.jp/saizai/\\_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf](http://www.ene.go.jp/saizai/_Report/pdf/17/05a/756462a0/20150011a.pdf)





## 本研究の結果と課題、および今後の展望

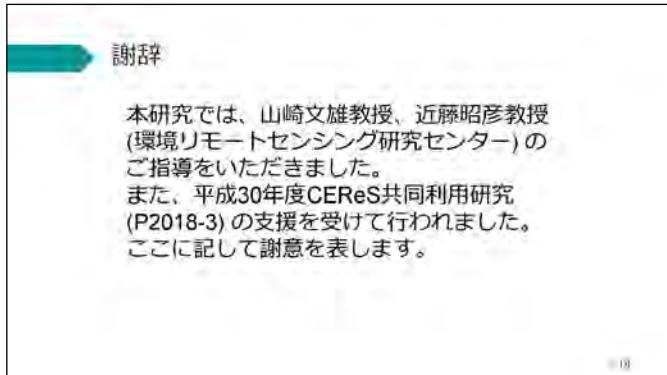
### 本研究の結果

- VIIIRS衛星画像と電力消費量について、日本での相関関係を得た
- 日本の結果を元にアジア各国の家庭向け消費電力を推計した
- 将来予測を通じて、家庭向け電力の需給バランスを予測した

### 課題・今後の展望

- 人口分布の変化、家庭用途以外の電力消費を考慮していない
- 家庭用途以外の電力消費も含め、人口の変化も考慮しつつ他のパラメーター(1人当たりGDPなど)から推計を行う

13



14

## 陸域海洋炭素収支の現状と今後の行方

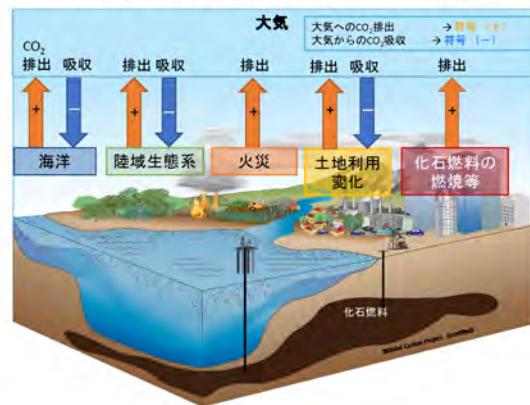
Masayuki Kondo (近藤雅征)

Contributors: Pranir K. Palni, Stephen Sitch, Philippe Ciais, Frédéric Chevallier, Joseph G. Canadell, Pierre Friedlingstein, Ana Iacob, Benjamin Poulter, Leonardo Caillié, Kazuhito Ichii, Vivik Arora, Albert I. J. M. van Dijk, Vanessa Harvey, Atul Jain, Etsushi Katz, Markus Keutsch, Rachel Levy, Sébastien Lienert, Yi Y. Liu, Camilla Lombardozzi, Takaishi Makii, Jukka E. M. S. Niemi, Takanori Nakamura, Yosuke Niwa, Christian Rosenbaum, Zhuravlev Rustam, Takuji Saeki, Hiroshi Takagi, Hengbin Tian, Nicolas Vuchard, Anthony P. Walker, Andy Wiltshire, Sonke Zedler, Den Zhu, Tilo Ziehn.



### CO<sub>2</sub>収支量とは？

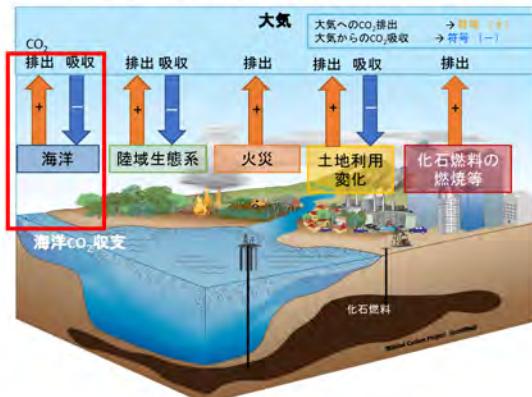
「大気と陸域、大気と海洋の間でのCO<sub>2</sub>の交換量」



1

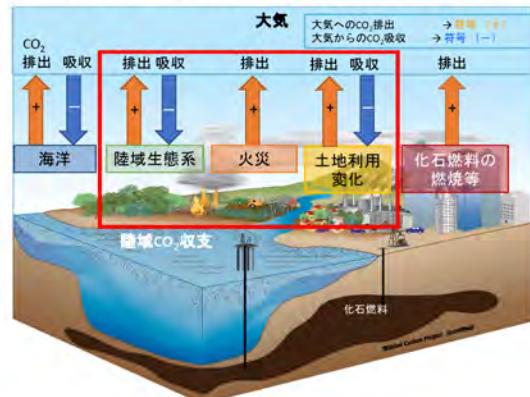
### CO<sub>2</sub>収支量とは？

「大気と陸域、大気と海洋の間でのCO<sub>2</sub>の交換量」



### CO<sub>2</sub>収支量とは？

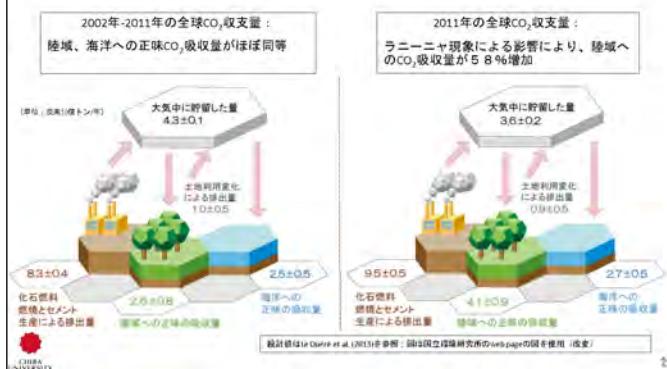
「大気と陸域、大気と海洋の間でのCO<sub>2</sub>の交換量」



1

### 物質循環研究の重要性とは？

- ・海洋・陸域は、其々、化石燃料の燃焼などによるCO<sub>2</sub>排出量の約3割を吸収する。
- ・特に、気象の変化に対して、陸域生態系は過敏に反応することから、CO<sub>2</sub>収支量の年々変動に大きく寄与する。



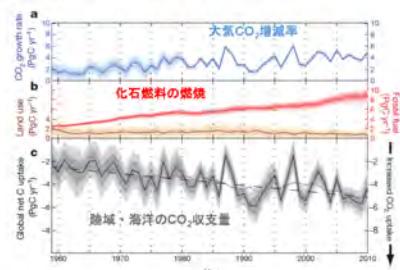
### 海洋・陸域CO<sub>2</sub>吸収量の増加傾向

#### LETTER

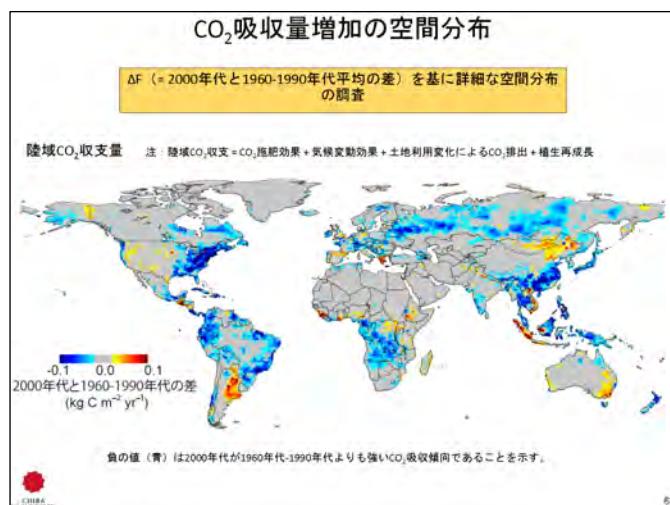
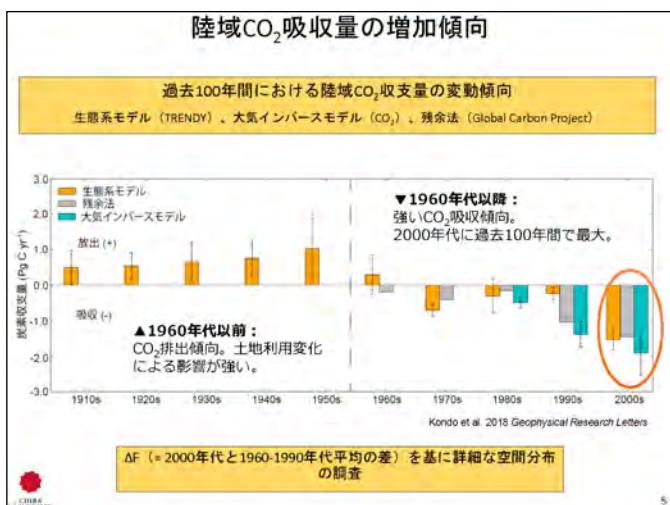
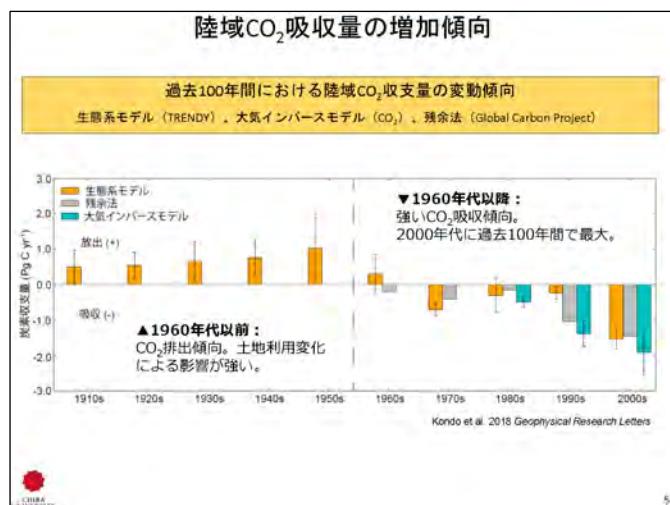
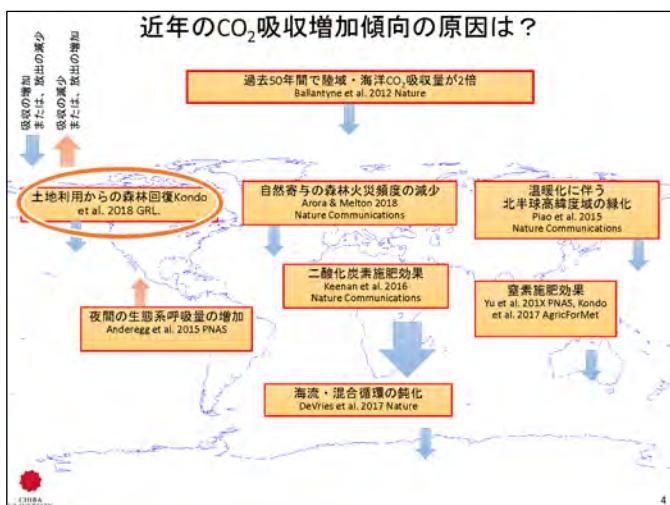
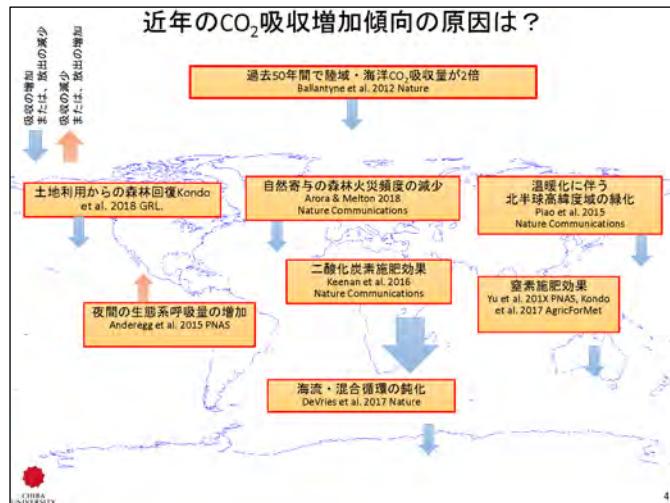
doi:10.1038/nature11299

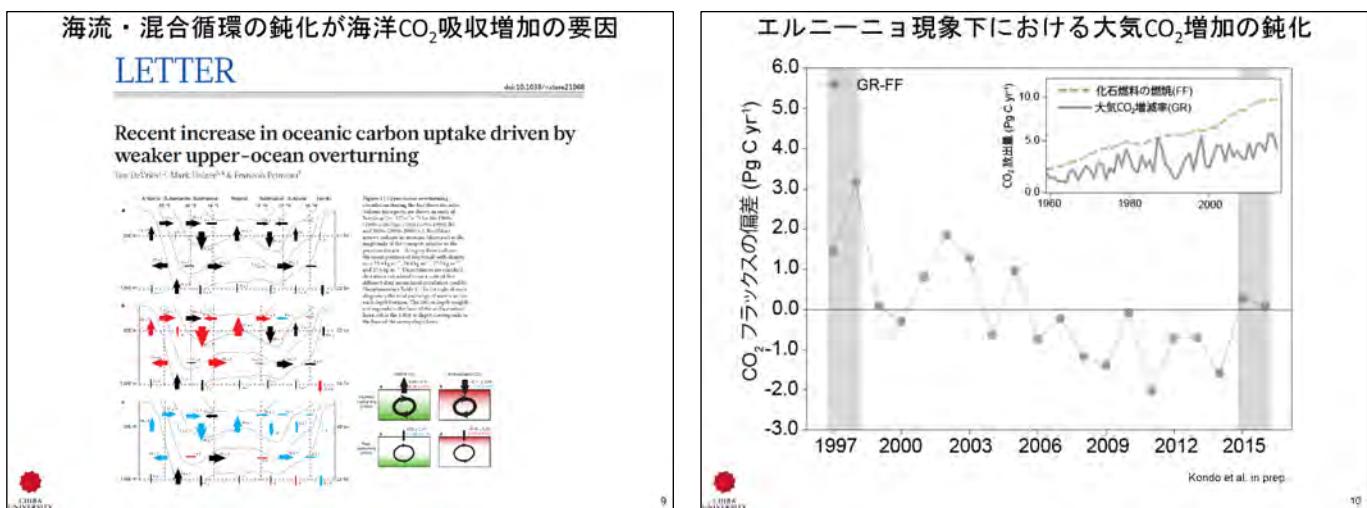
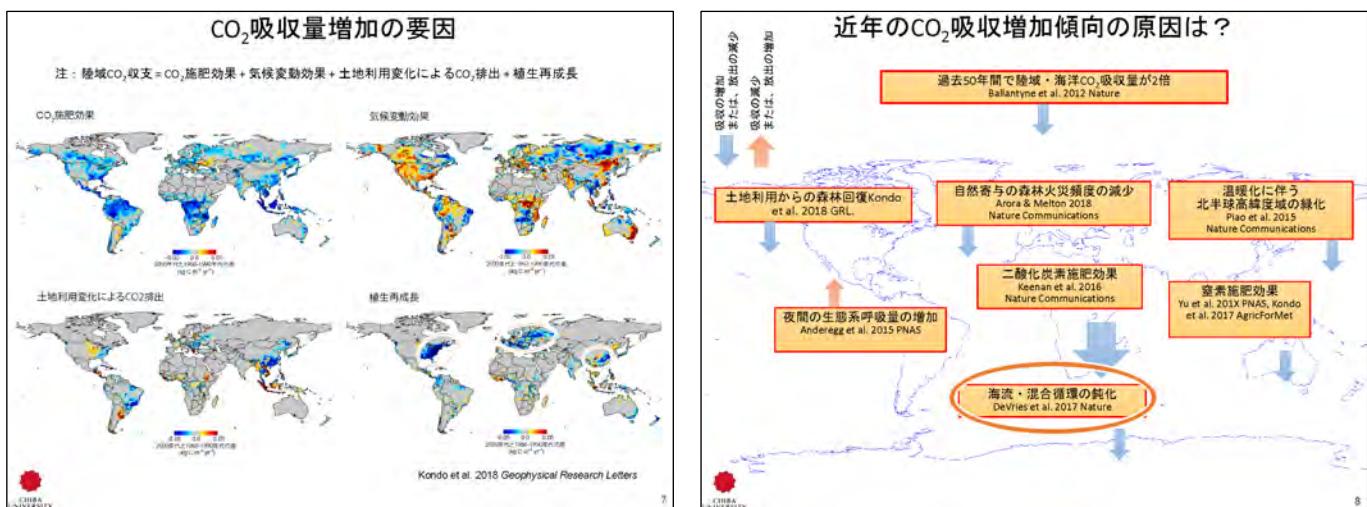
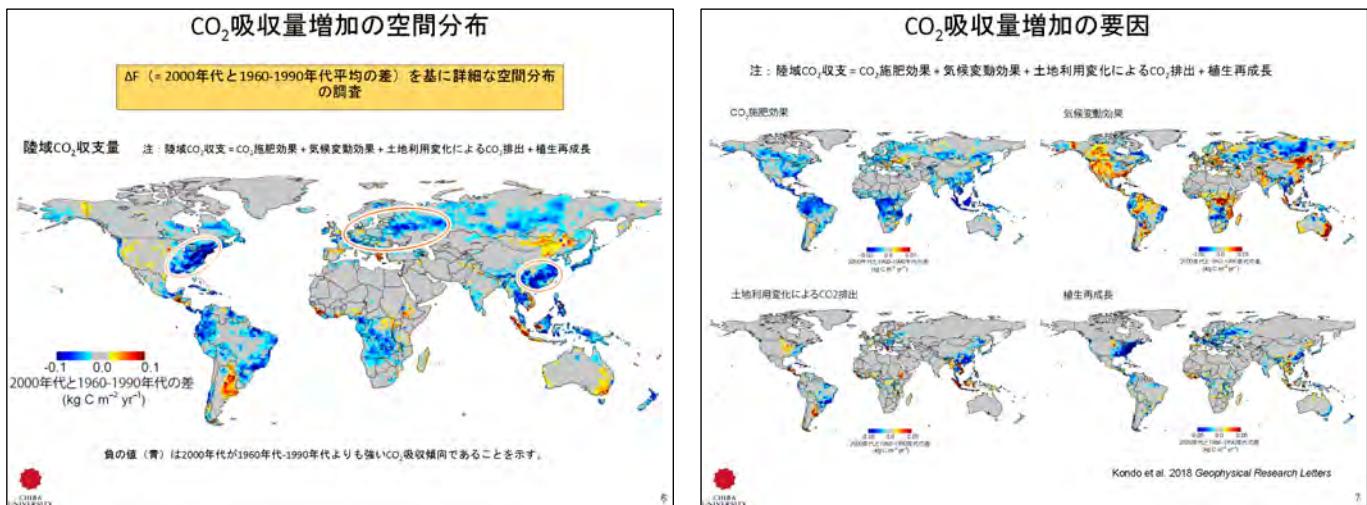
#### Increase in observed net carbon dioxide uptake by land and oceans during the past 50 years

A. P. Ballantyne<sup>1</sup>†, C. B. Alden<sup>2</sup>, J. B. Miller<sup>3,4</sup>, P. P. Tans<sup>5</sup> & I. W. C. White<sup>1,2</sup>

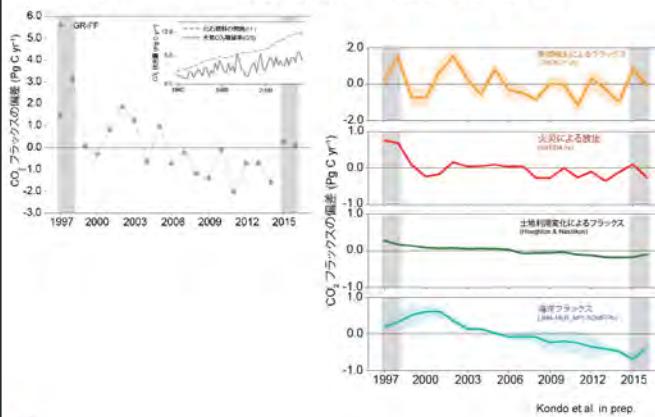


3



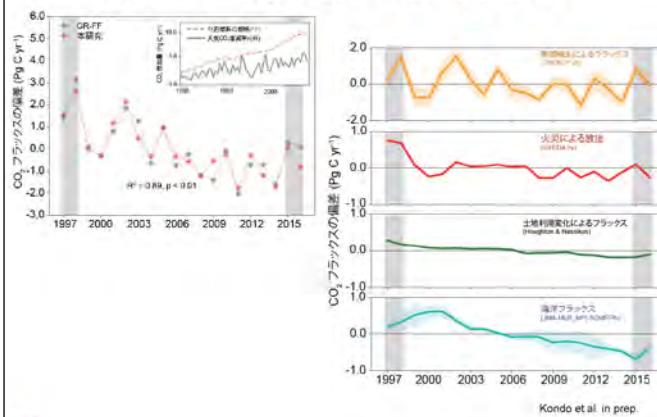


## 火災だけが原因なのか？海洋の役割は？



Kondô et al. in prep.

## 火災だけが原因なのか？海洋の役割は？

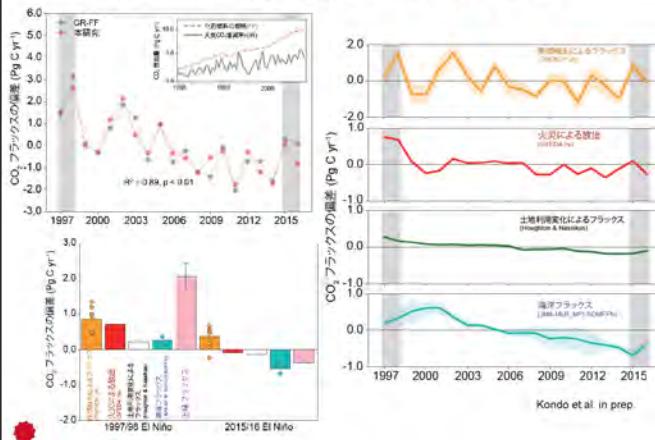


Kondô et al. in prep.

11

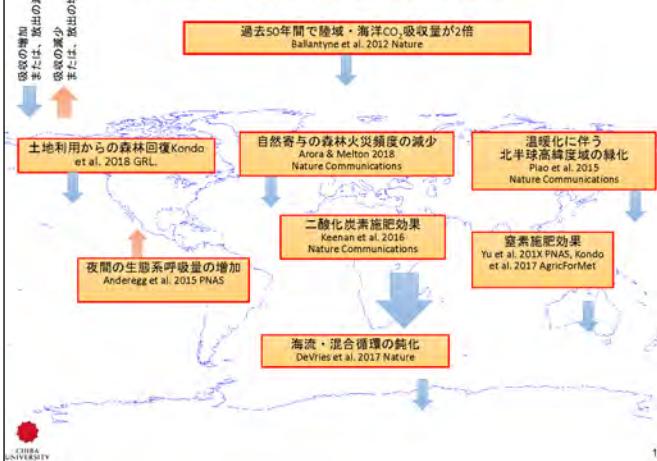
11

## 火災だけが原因なのか？海洋の役割は？



Kondô et al. in prep.

## 近年のCO<sub>2</sub>吸収増加傾向の原因は？



Kondô et al. in prep.

12

## Supplemental Figures

# Sentinel-1 CバンドSARデータを使用した稻作地の浸水域抽出

Extraction of flooded area in paddy field using Sentinel-1 C-band SAR data

○若林 裕之<sup>\*1</sup>・本橋 和重<sup>\*1</sup>・北神 貴久<sup>\*2</sup>・本郷 千春<sup>\*2</sup>

Hiroyuki Wakabayashi<sup>\*1</sup>, Kazushige Motohashi<sup>\*1</sup>, Takahisa Kitagami<sup>\*2</sup>, and Chiharu Hongo<sup>\*2</sup>

\*<sup>1</sup>日本大学工学部, \*<sup>2</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター Email : wakabayashi.hiroyuki@nihon-u.ac.jp

## 研究背景

インドネシアでは、毎年洪水によって水稻に多大な被害が発生しており、洪水が多発する地域では雨季の作付けが困難となっている。

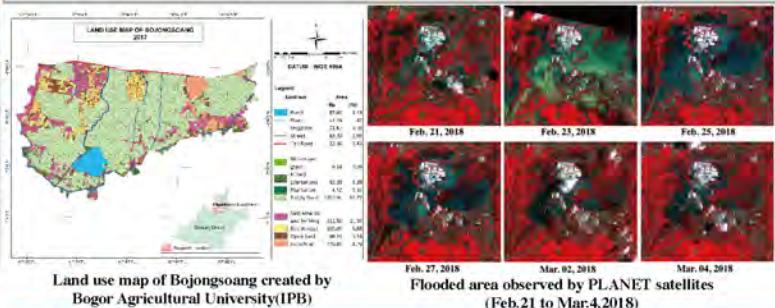
農業保険制度の試行的取り組みが開始され、稻作地の損害把握は専門家の現地調査により実施しているが、将来的にはリモートセンシングデータを使用して実施することを検討している(本SATREPS研究プロジェクト)。

## テストサイトと洪水の状況

本研究のテストサイトはインドネシア西ジャワ州バンドン市南東4kmほどの位置にあるBojongsoangである。この領域の南側を囲むようにチタルム川 (Citarum River)が流れている、雨季(12月から3月)には毎年のようにチタルム川が決壊し、洪水が発生して水田に被害を発生させている。Bojongsoangの西部にあるTegalluar地区では、2018年の2月末から3月始めにかけて洪水が発生し、水田の領域に被害をもたらした。

## 研究目的および研究内容

本研究では、インドネシアの稻作地に発生した洪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(SAR)データを使用して、インドネシアのバンドン周辺のテストサイトを対象に、Sentinel-1AのCバンドSARデータを使用して、2018年2月末から3月始めに発生したBojongsoang地区の洪水をモニタリングした結果を示す。



## 使用データおよび解析手順(Sentinel-1 CバンドSARデータ)

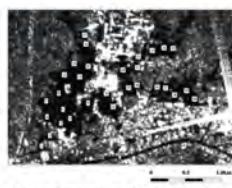
### Sentinel-1's C-band SAR characteristics

	Sentinel-1A/B
Center frequency	5.405 GHz(C-band)
Bandwidth	10 - 100 MHz
Altitude	693 km
Image width	80-410 km
Range resolution	5 m
Azimuth resolution	20 m
NE sigma zero	-22 dB
Incidence angle	20-47 deg.
Polarimetry	HH+HV or VV+VH
Tx power	4.4 KW

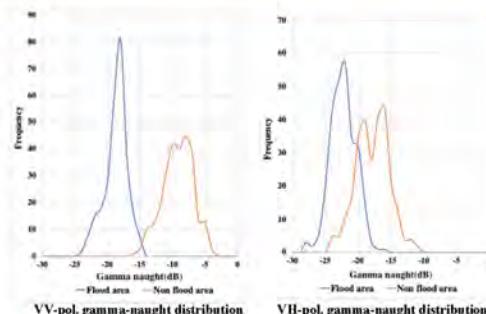
### Procedure to extract flooded area by using Sentinel-1's C-band SAR data

- (1) Download GRD data from Open Access Hub (IW: Interferometric Wide Swath mode with 10-m by 10-m spatial resolution)
- (2) Apply Orbit data
- (3) Calibrate C-SAR data to get beta-naught
- (4) Local incidence angle correction (Radiometric Terrain Flattening) to get gamma-naught image (Less dependent on incidence angle)
- (5) Transform on UTM coordinates with foreshortening correction (Range-Doppler Terrain Correction)
- (6) Apply rice paddy mask in Bojongsoang
- (7) Extract gamma-naught coefficients from both flood and non-flood areas
- (8) Linear discriminant analysis for determining thresholds dividing flood and non-flood areas
- (9) Extract flooded area by using the gamma-naught threshold

## 解析結果

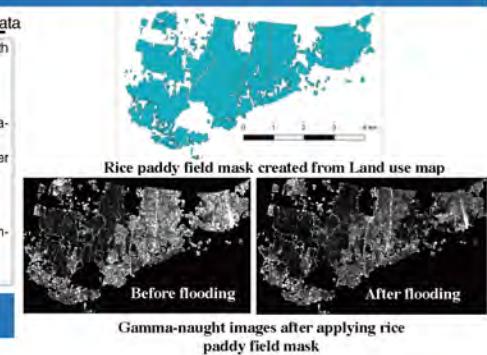


30 sampling points in Tegalluar area

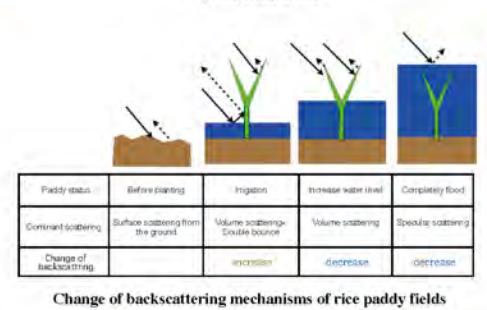


Gamma-naught thresholds for extracting flooded area

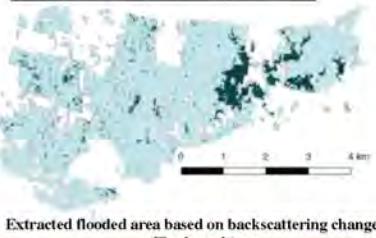
Polarization	Threshold(dB)	Correlation ratio	Discriminant accuracy
VV	-14.0	0.84	0.98
VH	-20.1	0.49	0.83



Rice paddy field mask created from Land use map  
Gamma-naught images after applying rice paddy field mask



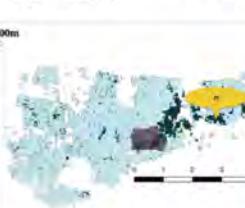
Change of backscattering mechanisms of rice paddy fields



Extracted flooded area based on backscattering change  
(Final result)



Near-infrared camera image acquired by UAV on Feb.27



Ground photo taken at P5 on Mar.1  
(North direction)

## まとめ

2018年2月末～3月始めにインドネシアのBojongsoangで発生した洪水災害を対象に、リモートセンシングデータを使用した被害状況把握を試みた。その結果、洪水発生前後に取得されたSentinel-1のCバンドSARデータを使用して、洪水による水田地帯の後方散乱係数変化を使用して、VV偏波のgamma-naughtのしきい値によって、高い精度で洪水検出が可能であることを示した。また、UAVで観測した画像や現地観測写真を使用して、洪水領域検出結果の検証を行った。

## 謝辞

- ・Sentinel-1AデータはESAから提供を受けた。
- ・Bojongsoangの土地利用に関するGISデータはボゴール農科大学(IPB)から提供された。
- ・本研究はJST/JICA SATREPSの支援を受け、現地調査にはProvincial Office of Food Crops and Horticulture of West Java Provinceの支援を受けた。
- ・本研究の一環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の支援を受け実施した。

# 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2報 2018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>M1・本間香貴<sup>1</sup>・橋本直之<sup>1D2</sup>・牧雅康<sup>2</sup>・本郷千春<sup>3</sup> (<sup>1</sup>東北大農, <sup>2</sup>東北工大工, <sup>3</sup>千葉大)

## 背景と目的

日本のダイズ栽培において、土壤過湿が生産阻害要因となっている。本研究では2017年と2018年の2年間にわたって、宮城県仙台市沿岸部の農家圃場において観測された土壤過湿に起因する減収について、水収支モデル、ドローンとマルチスペクトルカメラによる評価を試みた。

## 材料と方法

調査場所：仙台市若林区 農事組合法人せんだいあらはま圃場4枚・約5ha(1枚に20地点、計80地点の調査区画を設置・2017年と2018年では圃場が異なる)

調査日時：両年とも年6月～10月

調査品種：ダイズ(ミヤギシロメ) 播種日：2017年6月9日、10日・2018年6月10日、11日

使用機材：ドローン(DJI社製Phantom3 adovante)、マルチスペクトルカメラ(Parrot社製SEQUOIA)、

土壤水分計(Spectrum technologies社製Fieldscout TDR100)、葉緑素計(KONICA MINOLTA社製 SPAD502Plus)、

キャノピーアナライザー(Licor社製 LAI2200)

調査項目：空撮画像、土壤体積含水率、SPAD値、LAI、収量 使用ソフト：GISソフト(QGIS)、画像処理ソフト(Metashape)

### ②2017年の結果

湿害…葉色が薄くなり、減収につながる。  
8月下旬から観測された。

水収支モデル(本間ら、2010)：

$$SMC = \frac{Pr + Ig - Et - Dr}{sd}$$

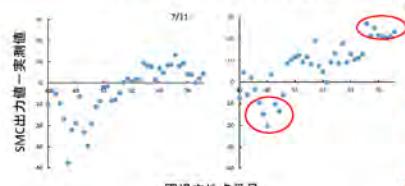
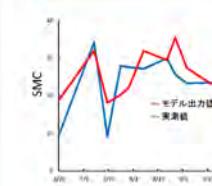
SMC: 土壤の体積含水率( $SMC_0$ は初期値)

Pr: 降水量 Ig: 灌溉量 Et: 蒸発散量

Dr: 浸透流出量 Sd: 有効土層の深さ



非線形最小二乗法  
(Levenberg-Marquardt 法)  
により最適化・パラメータ決定



圃場内地点番号

実測値との偏差が大きい地点を抜き出す  
過大評価された地点:  
72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

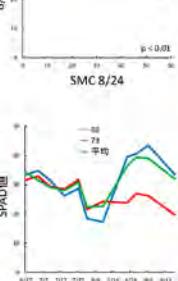
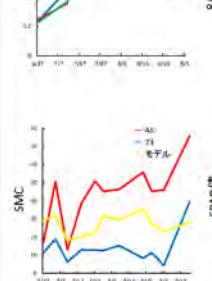
NDVIが経時に高く推移した

経時にSMCは低く、SPAD値は高く推移した地点であり、好適な土壤水分環境だったことが示唆された

過少評価された地点: 46, 47, 48, 50, 51

NDVIが生育後後に低くなった

経時にSMCは高く、SPAD値が生育後後に低く推移した湿害発生地点であり、排水性が悪い場所であることが示唆された



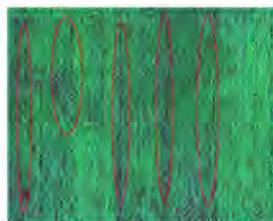
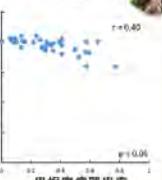
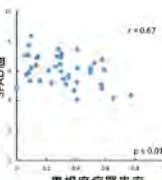
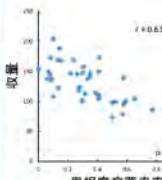
湿害発生圃場において、水収支モデルを適用した。モデル出力値との差が大きい地点では、経的なりモートセンシングデータと合わせて解析することで、生産性を変動させている土壤特性の類推が可能であった。

### まとめ

作物生産におけるリモートセンシングでは、群落表面の状態に基づき植被についての情報から生産性を評価することが多いが、それだけでは不十分である。水収支モデルを用いることで、圃場内の水分動態から群落、土壤の特性を類推するための情報が取得可能である。したがって、リモートセンシングとシミュレーションモデルの併用により、作物の生産性変動原因の評価においてより定量性を高めることができると考えられる。

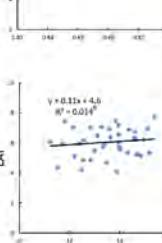
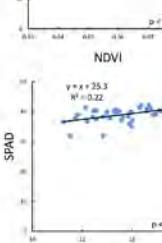
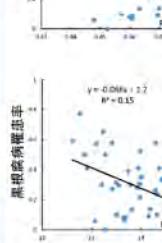
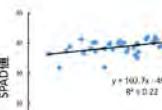
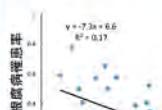
### ②2018年の結果

黒根腐病…植物体が吸水できずに枯死する。



9/14 マルチスペクトル画像  
(False color)

NIRについて1mメッシュで分類  
(赤が濃くなるほどNIRは小さい)



2018年は9月初めから圃場全体で黒根腐病が確認された。調査地点内の黒根腐病罹患率を目視で調査し、生育データとの関係を調べたところ、収量、SPAD値との負の相関、LAIとの弱い負の相関が認められた。このことから、空撮画像からの評価に代表的な植生指標が使用できるかを検討したが、NDVI、SRとともに変動を十分に説明することはできなかった。画像上では病害を写せていることから、反射率の抽出方法や、必要十分な解像度の探索が必要であると考えられた。モデルとの組み合わせも含め、今後さらなる解析を進める予定である。

# Evaluation Trial of Drought Stress Based on Rice Canopy Temperature in Probolinggo, Indonesia

Yuti Giamerti<sup>1,2</sup>, Didy Darmadi<sup>2,3</sup>, Koki Homma<sup>1</sup>, Ahmad Junaedi<sup>3</sup>, Iskandar Lubis<sup>3</sup>, Chiharu Hongo<sup>4</sup>

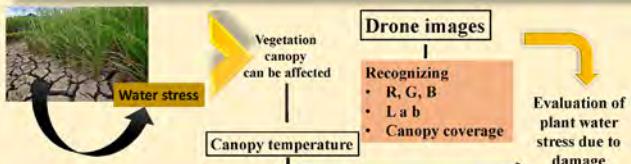
<sup>1)</sup> Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Sendai, Japan. <sup>2)</sup> Assessment Institute for Agricultural Technology of Banten, Serang, Indonesia. <sup>3)</sup> Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia. <sup>4)</sup> Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan

Corresponding Author: [yuti.giamerti.05@dc.tohoku.ac.jp](mailto:yuti.giamerti.05@dc.tohoku.ac.jp)

## Conclusion

Drone images enable to evaluate rice drought stress with analyzing Lab color space that *a* axis has the highest relationship with canopy temperature which is one of the ground indicators of plant water stress.

## Introduction



## Objective

To evaluate rice drought stress through canopy temperature, and analyze its relation to drone images

## Material and Method

**Location and Time:** Balitkabi Experimental field Muneng Probolinggo, Indonesia on July-September (dry season) 2018

**Experimental design:** splitplot design with two factors:

1. Drought Treatment: Control (P0), Vegetative (P1), Reproductive (P2), and Generative stages (P3)
2. Varieties: Jatiluhur (V1), IPB 9G (V2), IPB 3S (V3), Hipa 19 (V4), Inpari 17 (V5), Mekongga (V6), Mentik Wangi (V7), and Ciherang (V8).

### Data measurement:

- Canopy temperature using FLUKE 574 Infrared Thermometer (every day during the drought treatment), three times in a day (07:00, 12:00 and 15:00)
- Image by drone (DJI Inspire I, camera Zenmuse X5): Twice (4 DAT and 15 DAT).

Analysis images by QGIS and ImageJ.

## Result

Fig. 1 Change of canopy temperature during a treatment

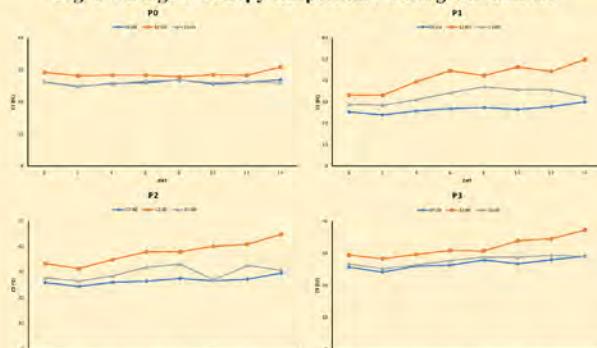


Table 1. Canopy temperature on different varieties and treatment.

	Varieties					
	4 DAT		15 DAT			
	07:00	12:00	15:00	07:00	12:00	15:00
V1	25.637 <sub>b</sub>	31.344 <sub>a</sub>	27.862 <sub>c</sub>	27.525 <sub>c</sub>	38.775 <sub>a</sub>	30.856 <sub>b</sub>
V2	26.125 <sub>b</sub>	32.794 <sub>a</sub>	27.530 <sub>c</sub>	28.237 <sub>b</sub>	41.337 <sub>a</sub>	31.250 <sub>b</sub>
V3	25.937 <sub>ab</sub>	32.156 <sub>a</sub>	27.694 <sub>c</sub>	27.881 <sub>b</sub>	40.031 <sub>a</sub>	45.819 <sub>a</sub>
V4	26.025 <sub>ab</sub>	33.981 <sub>a</sub>	28.362 <sub>c</sub>	28.456 <sub>b</sub>	41.094 <sub>a</sub>	31.256 <sub>b</sub>
V5	26.231 <sub>a</sub>	33.981 <sub>a</sub>	28.525 <sub>c</sub>	27.568 <sub>b</sub>	40.543 <sub>a</sub>	30.912 <sub>b</sub>
V6	25.781 <sub>b</sub>	34.019 <sub>a</sub>	27.962 <sub>c</sub>	28.237 <sub>b</sub>	37.387 <sub>b</sub>	31.569 <sub>b</sub>
V7	25.887 <sub>ab</sub>	32.906 <sub>a</sub>	27.900 <sub>c</sub>	27.518 <sub>b</sub>	40.662 <sub>a</sub>	30.894 <sub>b</sub>
V8	25.681 <sub>a</sub>	33.437 <sub>a</sub>	27.319 <sub>c</sub>	27.881 <sub>b</sub>	39.650 <sub>a</sub>	30.850 <sub>b</sub>

	Drought Treatment					
	4 DAT		15 DAT			
	07:00	12:00	15:00	07:00	12:00	15:00
P0	23.825 <sub>a</sub>	28.434 <sub>a</sub>	25.605 <sub>a</sub>	26.890 <sub>a</sub>	29.772 <sub>a</sub>	34.775 <sub>a</sub>
P1	23.868 <sub>a</sub>	39.584 <sub>a</sub>	31.094 <sub>a</sub>	28.025 <sub>a</sub>	48.891 <sub>a</sub>	33.947 <sub>a</sub>
P2	26.037 <sub>a</sub>	34.947 <sub>a</sub>	28.525 <sub>a</sub>	28.393 <sub>a</sub>	43.259 <sub>a</sub>	32.459 <sub>a</sub>
P3	25.921 <sub>a</sub>	29.700 <sub>a</sub>	26.362 <sub>a</sub>	28.343 <sub>a</sub>	37.819 <sub>a</sub>	30.522 <sub>a</sub>



Fig. 2. Relationship between canopy temperature with R, G and B.

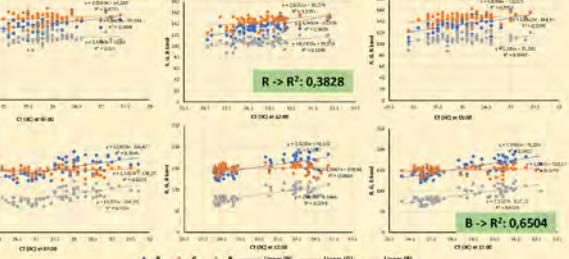


Fig. 3. Relationship between canopy temperature with L, a and b.

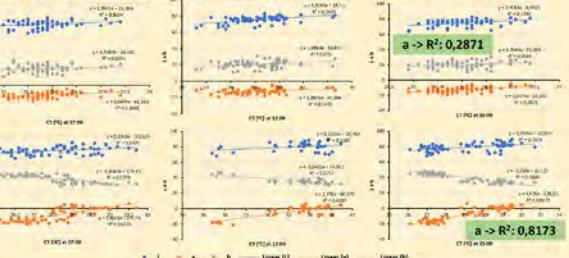
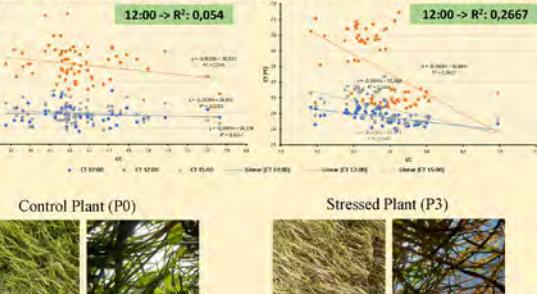


Fig. 4. Relationship between canopy temperature with canopy coverage



## Discussion

- Rice plant still able to grow under limitation (15 days after stressing condition), shown by the increase of canopy coverage percentage even though the number is lower than one in control plant.
- The water stressed plant reduces transpiration and typically has a higher canopy temperature than non stressed plant.
- Lab color space is better than RGB color space to evaluate damage by water stress.
- a* axis (position between red and green; negative values indicate green) in Lab color space had the highest determination coefficient with canopy temperature

## Acknowledgements

This article is accomplished by the support of Ministry of Agriculture, Indonesia; and Muneng Balitkabi Experiment Field, Agricultural Research and Development Agency, Indonesia; SATREPS; CEReS

Crop Science Laboratory



# Growth in tourism activities and their consequences on increasing urban vegetation carbon uptake: The case of Sanur village, Bali, Indonesia

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

- In Bali, Indonesia, an increase in the tourism industry and the population is creating huge social and environmental problems, especially on urban land use changes.
- Over the last 5 years, tourist visits to Denpasar grew an average of 5 % per year and about 80 % of them stay in the Sanur village.
- Several studies have explained that land use and land cover changes in urban areas effect on the biological carbon uptake of urban vegetation (e.g., Nuarsa et al., 2018).
- Gross primary production (GPP) is a key measure of carbon mass flux in carbon cycle studies, which is the total carbon fixation by terrestrial ecosystems through vegetation photosynthesis (Zhao et al., 2012).
- The question of how GPP changes due to land use changes in tourism areas is an important question, and the remote sensing of vegetation GPP is an important step in analysing terrestrial carbon cycles.
- The purpose of this study is to use 10 m spatial resolution remote sensing data and high resolution land use information to estimate GPP by urban tourism areas and their changes over the 10 years due to land use conversion driven by tourism activity in Sanur village, Bali, Indonesia.

## Research Location & Data Uses

The study have done in Sanur region, including Sanur village, Sanur Kaja village, and Sanur Kauh village, hereafter just call Sanur village (Fig. 1). The main remote sensing data used in this study were ALOS/Avnir-2 and Sentinel-2A data acquired on 28 November 2006 and 21 October 2015, respectively, to calculate GPP on 10 m spatial resolution in surface radiance form.

Land use map of the Sanur area in 2006 and 2015 from Quick Bird and WorldView-2, respectively, are used to analysis 10 years changes of land use. Land use data also use to capture the characteristic light-use efficiency (LUE) on different ecological systems. To address the complexity of high resolution land use types, land use was labelled, and the clusters were combined into eight land use types, i.e., settlement, agriculture, mixed forest, wetland, shrubland, grassland, bareland, and water (Table 1).



Fig 1. The study area of Sanur village, Bali - Indonesia

## Methods

In this work, GPP was estimated using the following equation:

$$GPP = \epsilon \times fAPAR \times PAR = \epsilon \times APAR$$

where  $\epsilon$  is light-use efficiency (gC/m<sup>2</sup>/year); fAPAR is the fraction of absorbed photosynthetically active radiation; and PAR is the photosynthetically active radiation (MJ/m<sup>2</sup>/year) calculated as  $0.45 \times R$  (incoming global solar radiation).

Global solar radiation was calculated using the modified Sagnac universal formula for the Indonesian region (Halawa and Sugiyatno, 2001) by utilizing monthly data on bright sunshine hours reduced during the day, maximum air temperature, and relative humidity obtained from the Indonesian Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG).

fAPAR was calculated from the NDVI following Ochi and Shibasaki (1999) as:

$$fAPAR = 1.075 \times NDVI - 0.08$$

NDVI is computed from remote sensing data which is defined as follows:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

where NIR and Red are the ALOS/Avnir-2 and Sentinel-2A surface radiance for the near-infrared and red bands, respectively.

Table 1. Land-use/Land-cover types and corresponding to LUE max parameters

Land use/land cover	LUE max (gC/m <sup>2</sup> )	Land use/land cover	LUE max (gC/m <sup>2</sup> )
Settlement	0.51 <sup>a</sup>	Shrubland	0.79 <sup>b</sup>
Agriculture	1.47 <sup>b</sup>	Grassland	0.86 <sup>b</sup>
Mixed forest	1.31 <sup>b</sup>	Bareland	0.00 <sup>b</sup>
Wetland	1.11 <sup>b</sup>	Water	0.00 <sup>b</sup>

\* Zhao et al. (2012); and <sup>b</sup> Yang et al. (2007)

## Results and Discussion

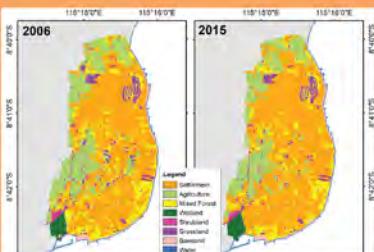


Fig 2. Distribution of land use types in Sanur village in 2006 (left) and 2015 (right).

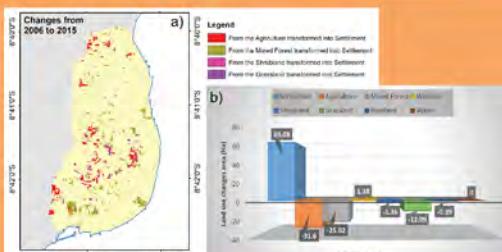


Fig 3. a) Distribution of other land use types convert to settlement area; b) change in land use types in Sanur village from 2006 to 2015 in hectare

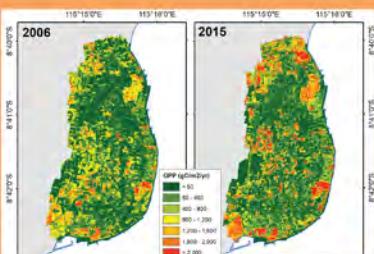


Fig 4. Annual GPP distribution in Sanur village from ALOS/Avnir-2 in 2006 (left) and Sentinel 2A in 2015 (right).

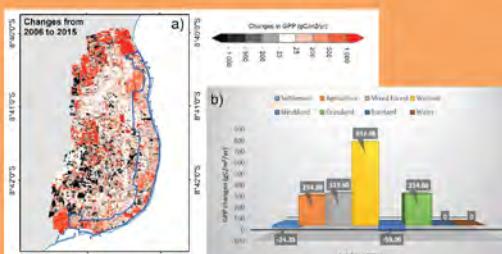


Fig 5. a) Distribution of annual changes of GPP from 2006 to 2015; and b) mean of annual GPP estimation changes in each type of land use. Areas inside blue line is center for tourism activity in Sanur village.

Land use has changed in the tourism area of Sanur village from 2006 to 2015. Based on the area in 2006, settlement increased by approximately 12.48% in 2015, and the agriculture and the mixed forest land cover types decreased to 15.42% and 15.71% in 2015, respectively. In general, increasing of building areas for tourism activities are the result or transformation from the agricultural and the mixed forest areas.

The characteristics of the settlement land use type in Sanur village became increasingly from 2006 to 2015, with the geographical variations characterized mainly by the transformation from greenspaces into multifunctional buildings that provide general tourism services, including accommodation, shopping, restaurants, and entertainment, as shown by Fig. 3 in central and southeast part.

GPP in this tourism area, however, was found to increase from 2006 to 2015. The annual GPP for the entire region in the years 2006 and 2015 was estimated to be 4,080.29 and 5,147.76 tC/yr, respectively. Wetland areas with is dominated by Mangrove tree is the highest increase in GPP estimate, following by mixed forest and grassland (see Fig. 5b). Although there is an increase in estimated GPP in agricultural areas due by seasonal cycle, but wetland, mixed forest and grassland not have seasonal cycle in tropical region.

In areas as a center for tourism activity in Sanur village (inside blue line in Fig. 5a) also found that the annual average value of estimated GPP is increase of 144.73 gC/m<sup>2</sup>/yr during study period. Increases in GPP in the center of tourism activity is due to high vegetation proportions and expansion of tree cover accompanied by good management of tourism activity.

## Conclusions

- The presence of tourism destinations in the Sanur region have led to growth in tourism, which have a direct impact on land use change.
- The growth in economic income, living standards, and population created directly by tourism and indirectly by industries that produce goods for the tourism industry causes of land use change in tourism areas.
- GPP in this tourism area of Sanur village, Bali, Indonesia, however, was found to increase from 2006 to 2015.
- Increasing GPP was attributed mainly to the increased fraction of tree cover throughout the entire region, including the land maintained as a multi-functional buildings for tourism activity between 2006 and 2015.
- A recent study which is measurements of annual GPP using medium spatial resolution satellite data and its changes over tourism area provide a basis for the understanding of relationships between ecosystem carbon budgets and tourism development.
- This study provides information that is useful for carbon resource management, tourism, policy making and scholars concerned about carbon management in a tourism area.

## References

- Halawa, E. E. H., & Sugiyatno, S. (2001). Estimation of global solar radiation in the Indonesian climatic region. *Renewable energy*, 24(2), 197-206.
- Nuarsa, I. W., As-syakur, A. R., Gunadi, I., & Sukewijaya, I. (2018). Changes in Gross Primary Production (GPP) over the Past Two Decades Due to Land Use Conversion in a Tourism City. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(2), 57.
- Ochi, S., & Shibasaki, R. (1999). Estimation of NPP based agricultural production for Asian countries using remote sensing data and GIS. In *Proceedings of ACRS*. Tokyo, Japan, 22–25 November 1999.
- Yang, F., Ichii, K., White, M. A., Hashimoto, H., Michaelis, A. R., Votava, P., ... & Nemani, R. R. (2007). Developing a continental-scale measure of gross primary production by combining MODIS and AmeriFlux data through Support Vector Machine approach. *Remote Sensing of Environment*, 110(1), 109-122.
- Zhao, T., Brown, D. G., Fang, H., Theobald, D. M., Liu, T., & Zhang, T. (2012). Vegetation productivity consequences of human settlement growth in the eastern United States. *Landscape ecology*, 27(8), 1149-1165.

# 航空機LiDARデータを利用した 森林内の葉群構造の把握



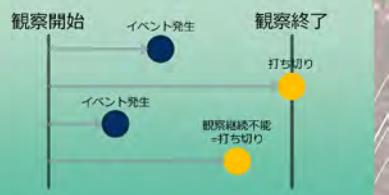
岩田悠里, 梅木清 (千葉大園芸), 平尾聰秀 (東京大学)

## 要約

航空機LiDARで森林の葉群構造を把握する場合、レーザー光の多くが林冠上部で反射してしまうため、反射点の密度と葉面積密度がよく対応しないことが問題となる。レーザー光が林冠空間で入射・反射・出射過程の推定し、得られたデータに生存時間分析を適応することで、入射光の密度の違いに依存しない葉群密度推定が可能になった。

## この研究で使用する統計手法：生存時間分析

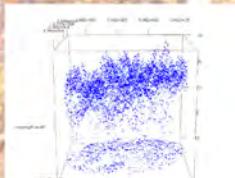
観察開始からイベントが生じるまでの時間を解析対象のデータとして、単位時間あたりのイベント発生率などを推定する統計手法。イベントが発生しないで観察を終了する場合（打ち切り）が発生しうるが、この様なデータも使用する。工学分野においては機械や製品の故障などを、医学分野においては死亡など対象とする。この研究では、生存時間分析の時間の長さを空間的距離に読み替えて、この手法を利用する。



## はじめに

### 背景

- 森林の林冠部は、光合成・蒸散が行われたり、動物の生息地になつたりするため、葉群構造を把握することは重要である。
- 航空機LiDARで森林の葉群構造を把握する場合、レーザー光の多くが林冠上部で反射してしまう。
- 反射点の密度と葉面積密度がよく対応しないため、森林内の葉群構造が把握できない。
- 入射光の密度の違いに依存しない葉群密度推定方法が必要。



### 目的

- レーザー光が林冠空間で入射・反射・出射過程の推定し、得られたデータに生存時間分析を適応することで、入射光の密度の違いに依存しない葉群密度推定を確立する。

## 結果・考察

### 結果省略

5m幅の断面における葉面積密度相当量

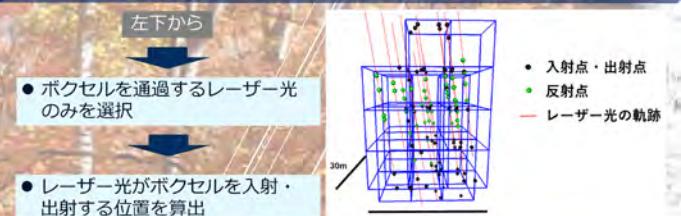
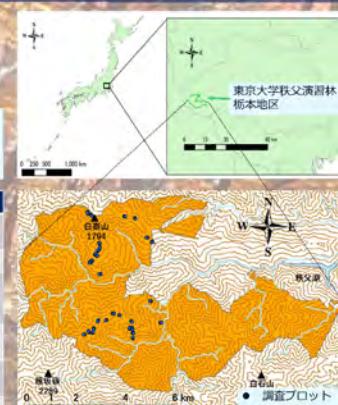
- 一片5mのボクセルごとの葉面積密度相当量が推定できた。

## 方法

### データ

- 東京大学秩父演習林で取得された航空機LiDARデータを使用

項目	記述・数値
測定日	2011年10月26日～11月8日
測定業者	中日本航空株式会社
レーザー計測機	SAKURA II・Rieg社製 LMS-Q680i・NNK -DCS4H003
レーザー発光数	100,000発/秒
データ取得間隔	進行方向 0.38m クロス方向 0.48m



## 生存時間分析

- 生存時間分析用のデータ作成
  - 観察開始：ボクセルへの入射、反射（レーザー光がさらに進む場合）
  - イベント発生：反射
  - 観察終了（打ち切り）：ボクセルからの出射、地面で反射
- 生存時間分析における仮定
  - 光の平均進行距離の逆数 = レーザー光1mあたり葉に当たる回数 ( $\lambda$ )  
= 葉面積密度相当量
  - ボクセル内でイベント発生確率が一定（光の角度に依存しない）
  - ボクセルの葉面積密度相当量は、近接するボクセルの葉面積密度相当量の平均値に似た値となる = 条件付き自己回帰モデル

$$L(\lambda) = \prod_i^{n_u} f(l_i|\lambda) \prod_i^{n_s} S(l_i|\lambda)$$

$L(\lambda)$ : 専度  
 $\lambda$ : レーザー光1mあたり葉に当たる回数  
 $i$ : 番目のレーザー光進行距離  
 $f(l_i|\lambda)$ : 確率密度関数 =  $\lambda \exp(-\lambda l)$   
 $S(l_i|\lambda)$ : 生存関数 =  $\exp(-\lambda l)$

- ベイズ推定
  - マルコフ連鎖モンテカルロ (mcmc) 法を実行するソフトウエアstanを使用。

## LiDARデータの解析

- 森林調査のプロット周辺 (90m x 90m) のポイントクラウドを抽出
- 個々のレーザーバルスに由来する反射点を判定
  - 判定に用いる情報: First return - Intermediate return - Last return の区別, canopy - ground の区別
- 森林調査の上にボクセルを設定

右上へ

謝辞: 本研究は、サントリーハンマーの森 - 東京大学秩父演習林プロジェクトの支援を受けて実施しました

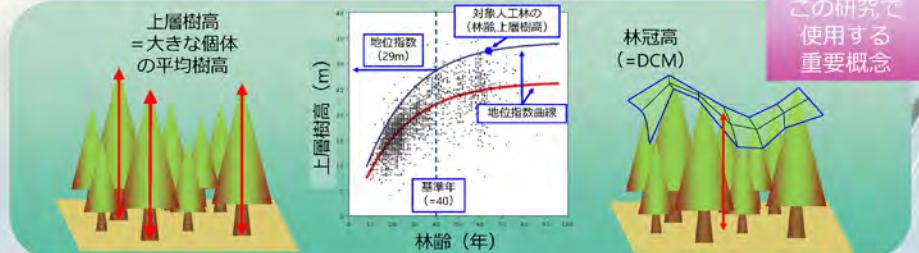
# 航空機LiDARデータを用いたトドマツ人工林の上層樹高推定



福地孝哉, 梅木清 (千葉大園芸)

## 要約

適切な人工林管理のためには、管理対象の人工林の成長の良し悪しを定量的に把握しておく必要がある。人工林の成長の良し悪しは地位指数で表現できる。本研究では、日本国内の約半分すでに取得されているLiDARデータから人工林の上層樹高を推定する経験式を構築した。この式で推定された上層樹高と林冠から人工林の地位指数を求めることができる。



## はじめに

### 背景

- 適切な人工林管理のために必要な地位指数を把握するためには、多数の個体で樹高を測定し、上層樹高を算出する必要がある。→労力がかかるため、ほとんど把握されていない。
- 国土地理院が全国の森林の53%で航空機LiDARのデータを取得している。このデータの点密度はあまり高くないので、単木抽出+樹高推定は難しい。しかし、林冠高(DCM)であれば、算出できる。
- 林冠高から上層樹高が予測できれば、かなり広い人工林で、地位指数が推定できる。

### 目的

- 国土地理院航空機LiDARのデータから求めた林冠高から、森林で実測した上層樹高を予測する経験式を構築する。



## 結果・考察

### 結果省略

回帰によって得られた経験式

$$y = \dots x + \dots$$

x: 林冠高 (m)

y: 上層樹高 (m)

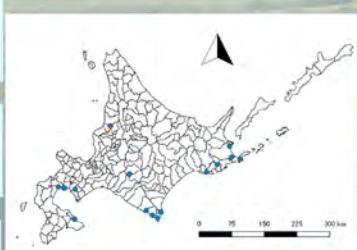
- 林冠高から上層樹高を精度良く ( $r^2=0.951$ ) 推定する経験式が得られた。
- この式を使用すると、トドマツ人工林の上層樹高が推定できる→地位指数が把握でき、人工林管理に生かすことができる。

<今後の課題>他樹種の人工林の上層高推定式を作成する。

## 方法

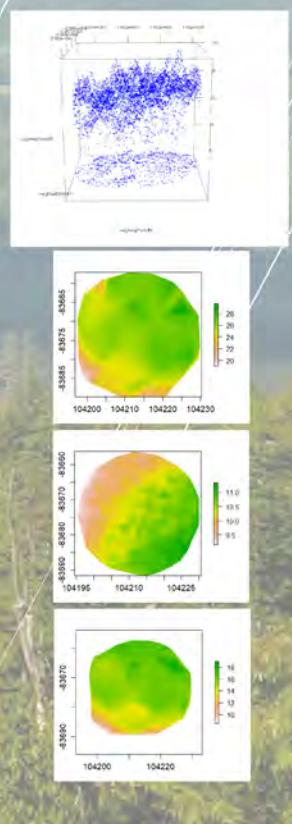
### データ

- 国土地理院航空機LiDARのデータの取得時期（場所によって異なる；2002～）と同時期に行われた森林調査（樹高データを含む）が必要
- 林野庁が行なった全国規模の森林調査（森林生態系多様性基礎調査）の元データ（北海道のトドマツ人工林；108箇所）を利用
- 測定時期が偶然ほぼ重なった13箇所で、上層樹高（上層樹高を1haあたり250本の平均樹高）を計算



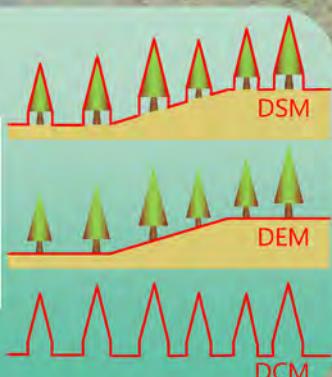
### LiDARデータの解析

- 森林調査のプロット周辺のポイントクラウドを抽出
- 林冠部のポイントから5m x 5m メッシュの最高点を選択
- 最高点をTINで補間したラスターを作成
- DSM (digital surface model)
- 地表面ポイントをTINで補間したラスターを作成
- DEM (digital elevation model)
- DCM (digital canopy model) = DSM - DEM = 林冠高



### LiDAR関連用語

#### 航空機LiDAR



# Dagik Earth と Joy-Con を用いた 地球観測衛星データ表示システム



千葉大学環境リモートセンシング研究センター  
小菅生文音・Zhiyan Liu・市井和仁

Keywords: リモートセンシング、アウトリーチ、Dagik Earth、Nintendo Switch、Joy-Con

リモートセンシングは、一般人にとって、専門家が思っている以上に敷居が高い。日常に多く活用されているにも関わらず、身近に感じられる例が少ない。そこで我々は、(1)衛星画像を立体的に表示できる「Dagik Earth」と、(2)2016年3月に発売以降人気を保ち続けているゲーム機「Nintendo Switch」用のコントローラーである「Joy-Con」を用いて、リモートセンシングを分かりやすく説明する、且つ体感してもらうためのシステムを構築している。

## 1. Dagik Earth と Joy-Con

### Dagik Earth

Dagik Earth（ダジック・アース）は、京都大学大学院理学研究科の地球惑星科学融合部可視化グループ（リーダー：齊藤昭則准教授）にて開発されたソフトウェアで、地球・惑星の全球衛星画像を含むコンテンツを多く持ち、それらを立体的に、且つコマ送りの時系列で表示することができる。パソコンの画面上での閲覧のみならず、半球スクリーンに投影することで、より立体感を感じられる。



【図 1】展示会での投影の様子  
(2018年12月 エコプロ2018にて)

### Nintendo Switch と Joy-Con

Joy-Con（ジョイコン）は、2017年3月発売のゲーム機「Nintendo Switch」に付属するコントローラーである。幅広い年代の人々が持ちやすい大きさの棒状で、細かい感触まで再現できるHD振動や、物の形や動き、距離を読み取る「モーションIRカメラ」、ジャイロセンサーが内蔵されている。Bluetoothでパソコンに接続後、キーマッピングソフト（例えばJoyToKey）で、マウスやキーボード操作を関連づけることができる。



【図 2】Joy-Con

## 2. コンテンツ紹介

現在、ダジック・アースは、約130のコンテンツをもつ。軽量で手軽に閲覧できるWeb版と、高品質な画像データを収録しているDVD版がある。右記QRコードから、Web版を閲覧することができる。



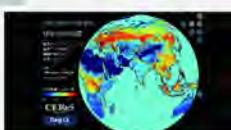
コンテンツの一例として、ひまわり8号データ（千葉大 CEReS 提供）による雲の動き、衛星「だいち」による森林分布など、様々なリモートセンシングデータを用いた地球環境のグローバルデータがある。

### コンテンツの追加方法

幅 2048px、高さ 1024px、解像度 600dpi の jpeg で、正距円筒図法になっていれば、それ以外に加工をしなくとも球体として投影される。キャッシュも、指定されたサイズの jpeg 画像として格納すればすぐに閲覧することができる。

### 自作コンテンツ「植物の光合成量」

今回は、本研究室における研究成果 [Kondo et al. 2015] である植物の光合成量の月別分布を追加した。



【図 3】追加コンテンツの一例

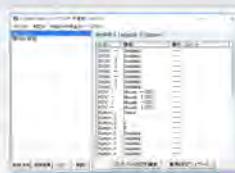
## 3. 導入までの手順

### 用意するもの

・パソコン（ノート推奨）・プロジェクター（200ルーメン以上）  
・半球スクリーン・Dagik Earth・JoyToKey

#### 1) パソコンと Joy-Con の接続

パソコンの設定画面から、BluetoothでJoy-Conを接続する。



【図 4】JoyToKey 設定画面

#### 2) キーマッピング

JoyToKeyを起動して、Dagik Earthの操作マニュアルを参考にしながら、Joy-Conとマウス・キーボード操作を紐づける（図 4）。

通常マウスを用いて地球を回転することが多いが、今回は、ZRボタンを押しながらスティック操作をすることで地球を回転させるように設定した（図 5）。また、本来はGUIもしくはキーボード操作になる時間の進み具合の設定を、ABXYの4ボタンに設定した。これで、スクリーンだけを見ながら片手で操作することが可能となる。



【図 5】Joy-Con の操作設定一覧  
(エコプロ2018にて使用)

## 4. まとめ

リモートセンシングデータを分かりやすく説明し体験してもらうために、Dagik EarthをベースとしてJoy-Conで操作する画像表示システムを構築した。

実際「エコプロ2018」で本展示を行なったところ、大人に加えて小学生からも「身近なゲームコントローラーを使用して地球を見ることができるのが興味深い」とコメントをもらった（図 6）。

本システムでは、自作コンテンツの追加も容易であることが分かった。衛星データに限らずモデル計算結果を追加することも可能である。したがって、様々な研究成果を分かりやすく伝える手段として有効である。



【図 6】GIS-NEXT 記事  
(2019年1月号)

自作コンテンツを利用できるようになると、より多様なデータを分かりやすく見せられるようになる。展示や授業でも利用できるほか、プレスリリースなど人の集まる場面での広報活動にも有効と考える。今後、どのような需要があるかも探していくたい。

# MODISデータを用いた15年間のバングラデシュの洪水域変化抽出

東京情報大学 朴 鍾杰

## はじめに

Annual reported economic damage and time trend from disasters: 1980-2015



### 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

災害リスク（Risk）とは、原因となる自然ないし人工の加害外力（Hazard）と外力を被害に結び付ける社会の災害脆弱性（Vulnerability）の積で表される（R = HV）。

## 研究対象地域



バングラデシュは、ガンジス川、スマトラ川、メグナ川という世界的な国際河川の最下流に位置し、これらの河川やその支流、分流によって形成された平坦な沖積低地からなる低平地国（陸上の40%が海拔10m以下）である。  
気候は熱帯モンスーン気候であり主な季節は夏期（3月～5月）、雨期（6月～10月）及び冬期（11月～2月）の3つからなる。  
降水量は年間4000mmにも達し、その上雨期に年間降水量の約70%が降る。その結果、毎年国土の約3割が洪水し、10年に一度の洪水では国土の約4割が湛水するとされる。  
バングラデシュの稻作は、洪水による土地利用期間が異なるが最大三期まで可能である。コメの種類は雨季に栽培するアマン（aman/冬米）、雨季前半はアウス（aus/秋米）と雨季後半に栽培するボロ（boro/夏米）がある。

## 目的

本研究はバングラデシュにおける15年間（2001～2015）のMODISデータを用いて洪水傾向に関して調べる。

1. 各シーン（16日コンポジットデータ）における水域判定をNDVIとNDWIの判別分析で行い、
2. 年間最大浸水期間を計算し、
3. 15年間の浸水期間の変化傾向を調べる。

## データ（MOD13A2）

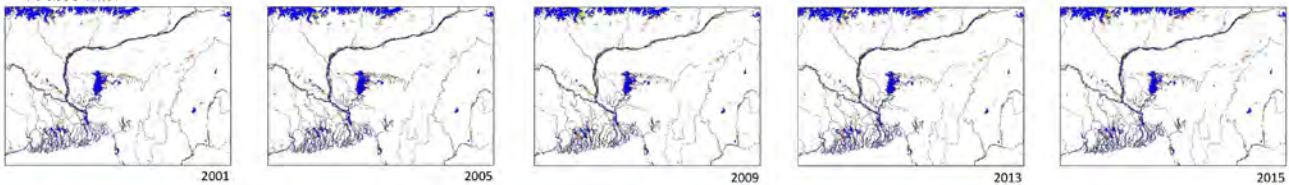
本研究では解像度1000mのMOD13A2を用いる。MOD13A2にはNDVI, Enhanced Vegetation Index (EVI), Quality Assurance (QA), Red band (バンド1), NIR band (バンド2), Blue band (バンド3), と Mid-Infrared band (バンド7)などが含まれている。

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

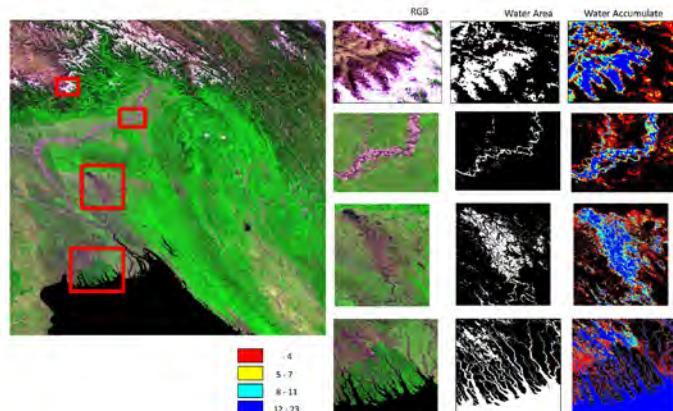
$$NDWI = \frac{NIS - SWIR}{NIS + SWIR}$$

## 結果

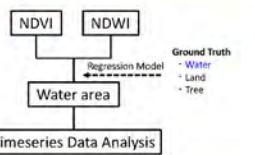
### 年間浸水回数



### 年間浸水域の変化

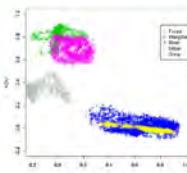
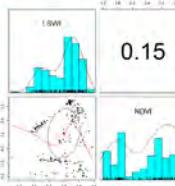


## 方 法

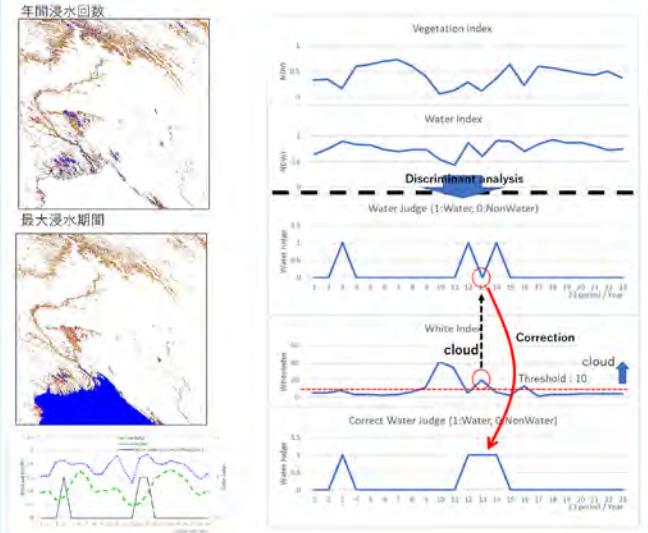


	NDVI	NDWI	Water	Land	Tree
Training Data	Water	Land	1	111	0
Testing Data	Water	Land	9	42	32
Training Data	NonWater	Water	82.2%	8.8%	0.0%
Testing Data	NonWater	Water	10.0%	47.1%	37.9%
Total Accuracy			92.0%	84.1%	85.7%

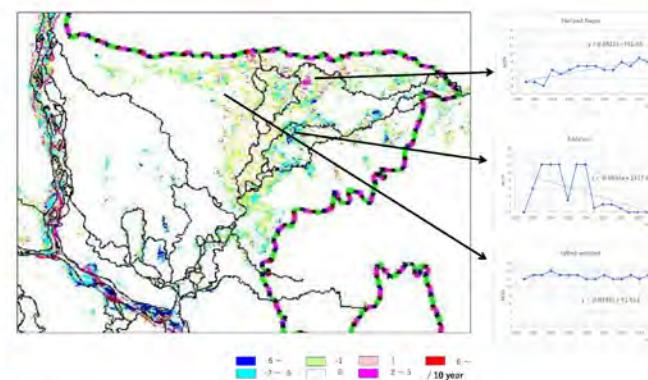
### Relationship between NDVI and NDWI



### 年間浸水回数と最大浸水期間の比較



### 15年間の最大浸水期間の傾向



## **一般研究**

**CEReS**

# リモートセンシングによる広域の植物蛍光強度分布画像取得の提案

○増田健二(静岡大学)・眞子直弘(JAXA宇宙科学研究所)  
・久世宏明(千葉大学CEReS)

「CEReSリモートセンシングシンポジウム(千葉大学けやき会館)」  
2019年2月14日(木) 10:30-10:45

**背景**

- 植物葉のクロロフィル蛍光は植物の光合成活動のよい指標である。とくに、**ストレスの早期検出**に有用であることが指摘されている。
- パルス変調法 (Pulse amplitude modulation, PAM) により個葉レベルの蛍光強度の測定が可能。  
Schreiber, 1994
- GOSATで植物蛍光が観測。  
756-759nm (0.01nm) 南極のデータからオフセット(FS)。  
Chlorophyll & Fluorescence at 1511 km, June 2849 through May 2010 average.
- Dauard, 2010
- 圃場上空に設置したクレーンをプラットフォームとした植物蛍光測定法が提案されている。

**PAM Instrument**

**C. Frankenberg, 2010**

**2**

**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。

**本講演の内容**

- LED光源を用いた蛍光・反射光スペクトル測定(実験室)
- 太陽光励起蛍光(Solar-induced fluorescence, SIF)測定
  - 同時計測した白板のスペクトルとの比較により蛍光強度の推定
  - 蛍光強度の日変化測定(ダイス圃場)
  - より広域での蛍光強度分布画像取得の提案(NDVI画像との比較)

**3**

**Laboratory measurement**

Whiteboard

Intensity (count/ms)

Wavelength (nm)

LED (35W)

LED (Cyan filter+Hot mirror)

LED (Cold mirror)

10m

Cyan Filter

10m

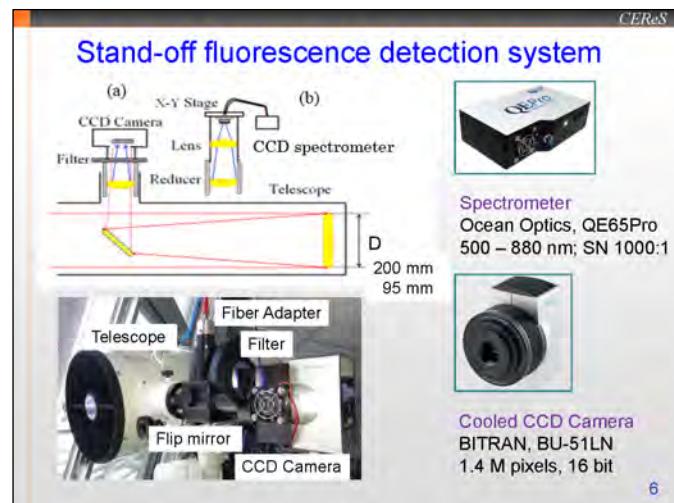
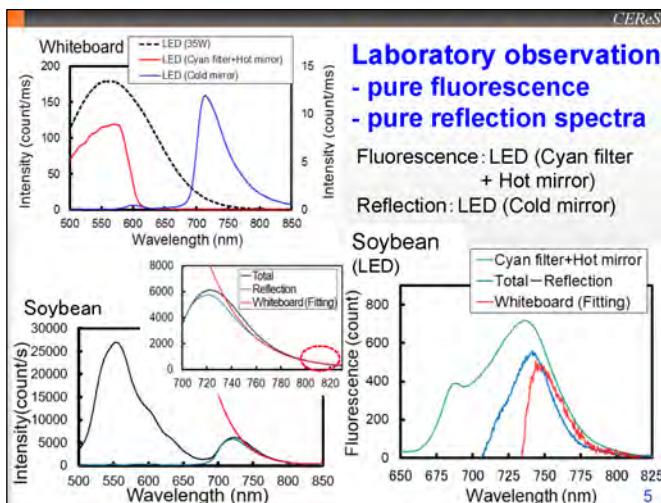
LED (35W)

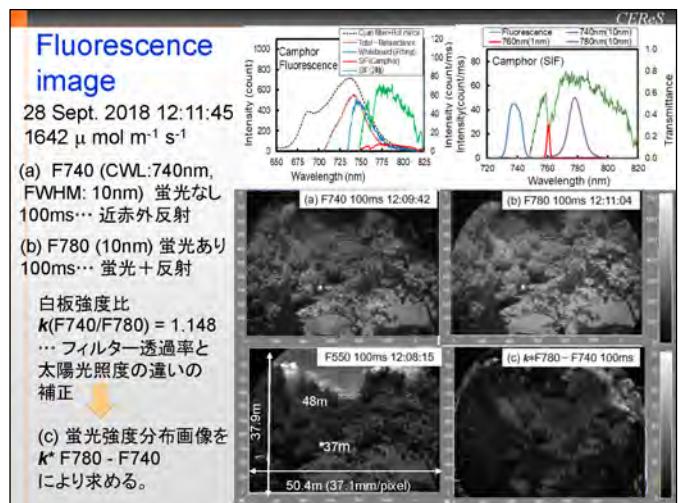
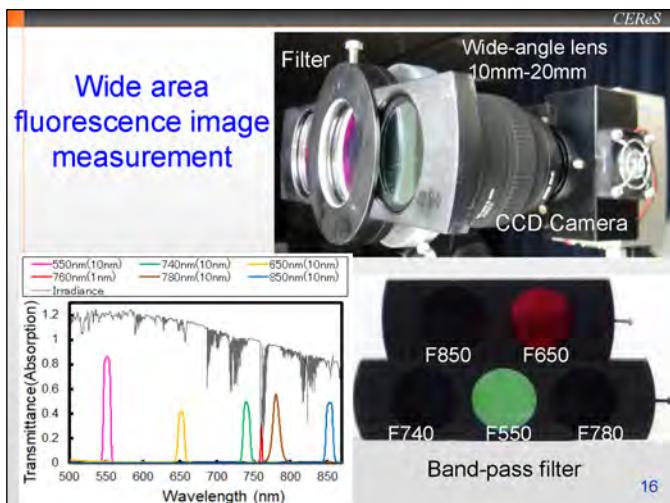
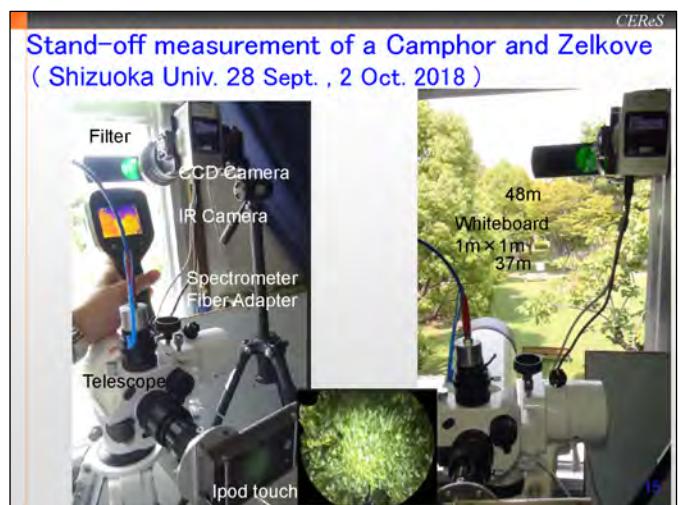
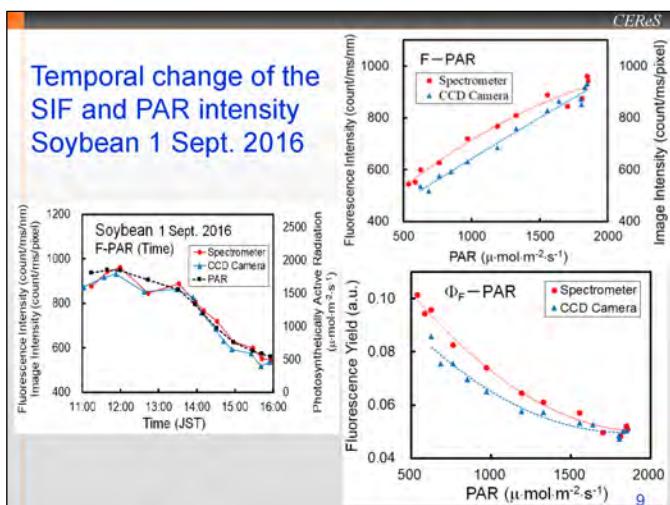
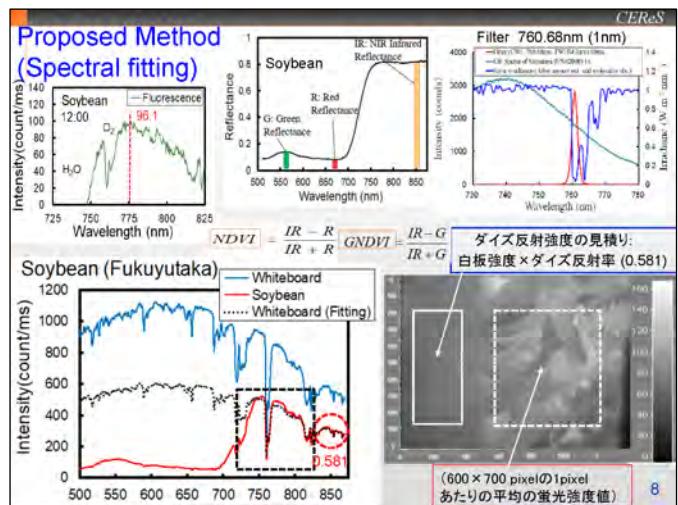
Cyan Filter + Hot Mirror

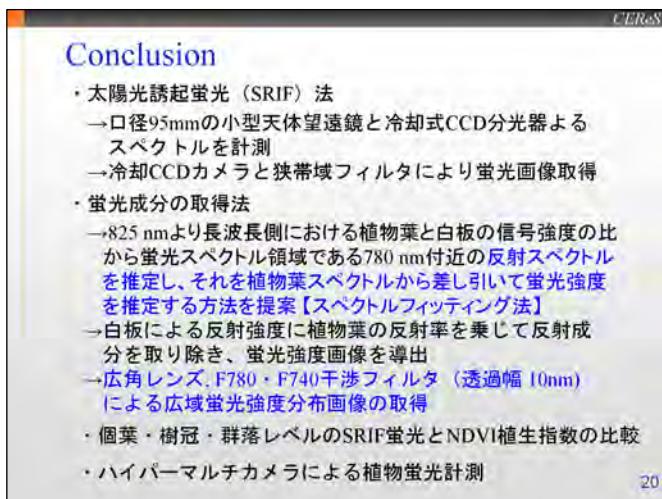
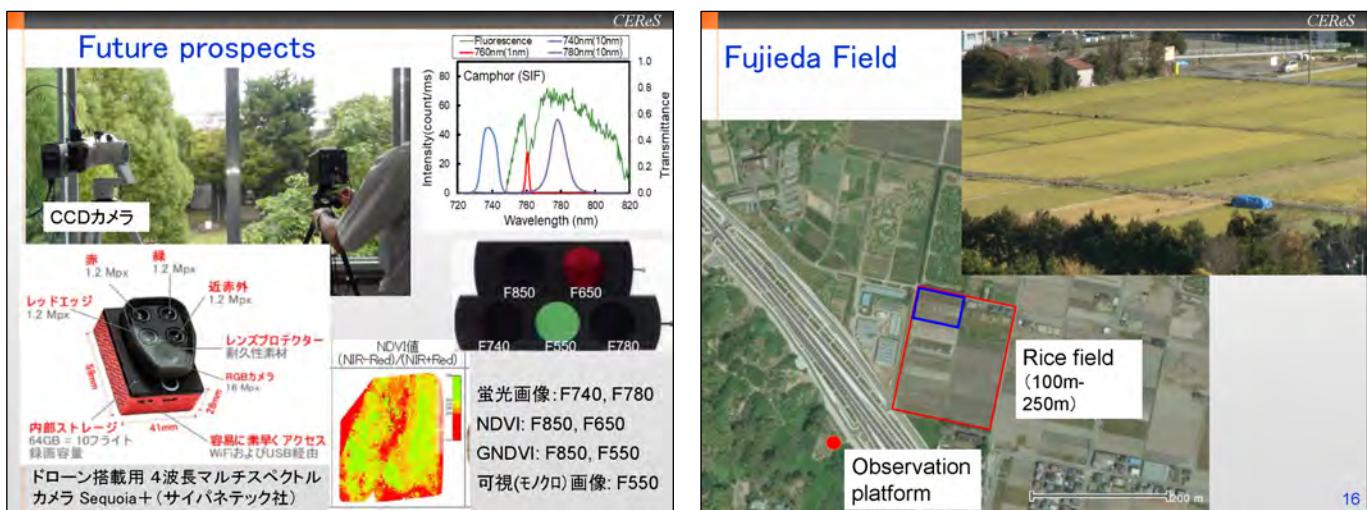
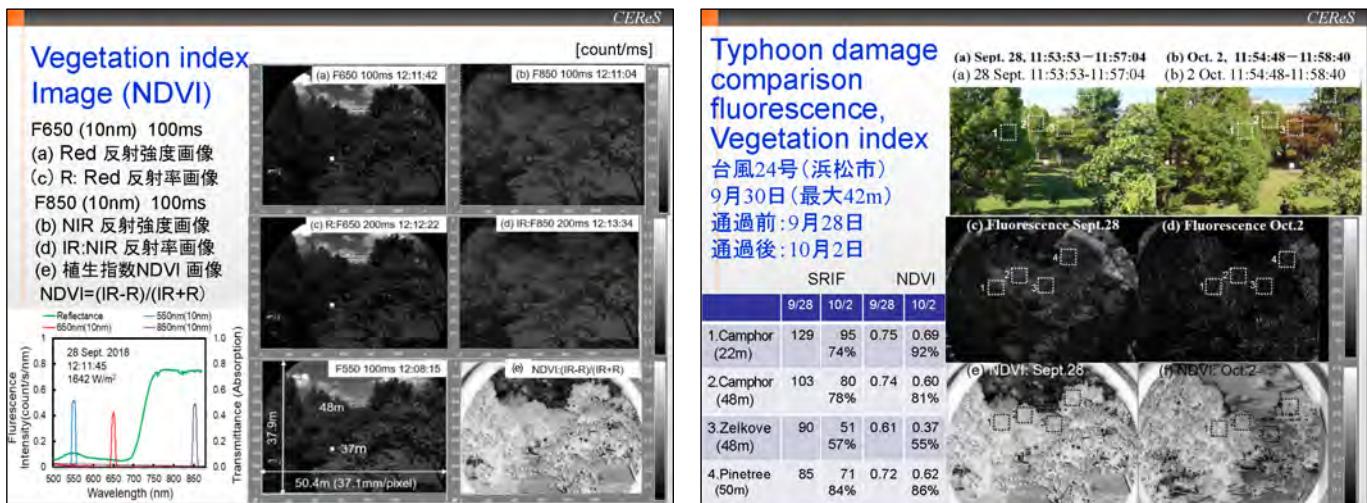
Cold Mirror

**4**

**5**







第21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

### MODIS L1Bを利用した光学的厚さと反射率の同時推定

飯倉善和(弘前大)・関口美保(東京海洋大)・眞子直弘(JAXA/ISAS)・市井和仁・久世宏明(CEReS)

EV\_250\_RefSB  
Optical\_Depth\_Land\_And\_Ocean  
Mean\_Reflectance\_Land  
MOD\_Grid\_250m\_Surface\_Reflectance

MOD02\_Q(H)KM  
MOD04\_3K  
MOD09\_Q(A)1

**MODISプロダクトの概要と問題点**

- MOD02: オリジナルな放射輝度値 (レベル1B)**  
解像度の異なるバンドに対してKM,HKM,1KM  
データ構造は各画素に対して緯度・経度 (SWATH)
- MOD03: 観測時の幾何条件 (レベル1)**  
各画素 (1km解像度) に対する緯度・経度 (SWATH)  
太陽天頂角 (方位角)、センサ天頂角 (方位角)  
各バンドのオフセット?など
- MOD04: エアロゾルの光学的厚さ (レベル2)**  
解像度は3K(3km)、L2(10km)の2種類 (SWATH)  
アルゴリズムとしてDark TargetとDeep Blue(L2のみ)  
エアロゾルタイプやオングストローム指数など
- MOD09: 地表面反射率 (レベル3)**  
解像度の異なるバンドに対してQ1(250m)とA1(500m)  
投影法はSinosoidal Tile Grid, 8日間でベストなデータ  
地形の起伏による影響は考慮していない (6S利用)

第21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

### 同時推定法: 原理と方法

飯倉善和

大気がなければ同じに見える画素クラス  
土地被覆・日射照度・中間赤外  
クラス内の変動から光学的厚さを推定  
物理モデル (地形・大気パラメータ)  
光学的厚さの空間変動は小さい  
平滑化 (メディアンフィルタ)  
標高の影響軽減 (スケールハイドの導入)

Fig.1 Physical Model of Satellite Data.

反復処理

$$\rho(\tau; \bar{\rho}, h, \alpha, \dots) = \frac{\pi(L_s - L_p - L_b)}{T_s(E_o T_\theta \cos \beta + E_d + E_e + E_t)}$$

補正前(DN)

補正後(反射率)

LANDSAT7(ETM+)  
2003.5.25p107r32

光学的厚さ

飯倉善和。木村一星:衛星画像を用いた分光反射率と光学的厚さの同時推定。  
計測自動制御学会東北支部第289回研究集会、資料番号289-01 (2014)

第21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

### ランドサットETM+への同時推定法の適用

補正前(DN)

補正後(反射率)

LANDSAT7(ETM+)  
2003.5.25p107r32

光学的厚さ

第21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

### 同時推定法: 課題

解の収束? => 不定性  
解の検証と有効性  
画素クラスの設定  
エアロゾルタイプの設定

MODISプロダクトの利用

低次プロダクト (Level 1A & 1B):  
MOD02 放射輝度 Radiance for 36 bands  
MOD03 幾何情報 Geolocation

高次プロダクト (Level 2 & Level 3):  
MOD04 光学的厚さ Optical Depth, Aerosol Type, Angstrom\_Exponent  
MOD08 光学的情報 Gridded Atmospheric Product  
MOD09 地表面反射率 Surface Reflectance

飯倉、眞子、久世:衛星画像を用いた地表面反射率と大気光学的厚さの同時推定法の改良、日本リモートセンシング学会第60回学術講演会論文集、31-34、2016

第21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

### MODISデータの処理・解析の方針

オリジナルなデータ の使用:  
処理レベル: Level1 & 1B  
フォーマット: HDF-EOS  
データの構造: swath structure  
放射輝度(36バンド): MOD02  
幾何条件(緯度・経度など): MOD03

独自プログラムの開発:  
Pythonの利用  
各種ライブラリの利用  
(pyHDF, numpy, GDAL, scipyなど)  
開発環境とプログラムの公開  
(GitHub & DockerHub)

データの切り出しにはツールの利用 (HEG):  
HDF to GeoTIFF Conversion Tool

MOD021KM.A2014150.0135.061.2017312033540.hdf  
(2014/5/30)

第21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

```

>temp=hdf.select('band_position')
>temp[:]
array([-0.25, 0.25, 2., 0.5, 3.5, 1., -0.5, -3.
       -2., -5., -8., 7., 10., 5., -3., -5.,
       -8., -10., 9., 11., 4., 6., 9., 11., 4.,
       -8., -10., -5., -5., -8., -11., -14., -12.,
       15., -1., 2., 5., 8., 1.])

```

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LWIR HDF	[32]	[31]	[30]	[29]	[28]	[27]	[26]	[25]	[24]	[23]	[22]	[21]	[20]	[19]	[18]
MWIR HDF		[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]	[33]	
NIR HDF		[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	
VIS HDF			[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]	
T HDF				[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	
Detector Offset															

Relative Orbital Axis →      Detector Scan Direction →

File Tool Help

Input File: 5.06-2017131203128.hdf

Objects: MODIS\_Swath\_Type\_GEO

Fields

View Input Title Object Info Accepted List

SWATH Name: MODIS\_Swath\_Type\_GEO  
Upper Left Corner: 55.559593 125.57175  
Lower Right Corner: 33.882395 161.4802  
Pixel Size X: 0.093125 meters  
Pixel Size Y: 0.093125 meters  
Pixel Size Z: 1004.0 meters

Scan Offset  
Track Offset  
Height Offset  
Height  
Range

Selected

SensorAzimuth:

Output File Name: B\_MODIS\_Swath\_Type\_GEO.tif Browse...

Remove Save Clear

Output File Type: GeoTIFF  
Resampling Type: Nearest Neighbor  
Projection: Geographic  
Subsample?: Yes No  
Ellipsoid/Proj Params  
Pixel Size (Unit): meters degrees  
Pixel Size X: 0.093125  
Pixel Size Y: 0.093125  
Pixel Size Z:  
Run (with...)

Band: Dim 4: Dim 5: Dim 6:  
Spatial Subset:  
Field Image for Subset Selection Default Corners  
Latitude Longitude  
UL Corner: 41.6 139.6  
UR Corner: 36.6 142.1  
Accept

第21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

### 同時推定法の準備:必要なデータの整備

**数値標高モデル (直達日射照度)**

国土数値情報: 標高・傾斜度5次メッシュデータ  
\* 斜度・傾斜方位は再計算が必要  
MOD03:Heightとの比較?

**土地被覆分類図**

JAXA高精度土地利用土地被覆図  
250m解像度版: 5次メッシュと一致しない  
50m解像度版からの合成: 最頻値

**太陽天頂角と方位角(MOD03)**

Zenith Angle  
Azimuth Angle

**センサ天頂角と方位角(MOD03)**

Zenith Angle  
Azimuth Angle

### 同時推定法の適用:補正パラメータテーブルの計算

**6SVへの入力データ**

```

0                               (User Condition)
26.0 130.0 32.0 95.0 6 30  地理的条件
0                               (Sun Target Sensor Geometry)
2   大気モデル (Mid Latitude Summer)
2   エアロゾルモデル (Maritime)
0   光学的厚さ (Optical thickness at 550nm)
0.2
-0.5   (TARGET ALTITUDE IN KM) 標高
-1000   (SATELLITE CASE)
42   衛星センサ (MODIS Band 1)
0   (HOMOGENEOUS CASE)
0   (no DIRECTIONNAL EFFECTS)
0   (Reflectance)
0.05
-1   (No Atmospheric correction)

```

RSTAR衛星センサ対応版: k分布相間法を用いた高速化

飯倉、久世、開口、眞子(2017): RSTARを用いた地表面反射率と大気の光学的厚さの同時推定、第19回CEReSシンポジウム

第21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

### 同時推定法の準備:地表面反射率の効率的推定

```

import numpy as np
from scipy import ndimage
def reflectance(rad,cosb,t_setx,height,r_setx,s_setx,sang):
    n=len(t_setx)
    ttmp=[x/dtau for x in t_setx] 光学的厚さ
    htmp=[height/dheight for x in t_setx] 標高 (一定値)
    stmp=[sang-x for x in s_setx] センサ天頂角 (一定値)
    path=ndimage.map_coordinates(path_rad,[ttmp,htmp,stmp]).reshape(n,1)
    back=ndimage.map_coordinates(back_rad,[ttmp,htmp,stmp]).reshape(n,1)
    (略)
    back=back*(1-r_set0*sph)*r_setx/(1-r_setx*sph)/r_set0
    env=env*(1-r_set0*sph)*r_setx/(1-r_setx*sph)/r_set0 周辺の平均反射率  $\bar{\rho}$ 
    odep=ray+aero+minor
    S=np.cos(np.pi*sang/180)
    return np.pi*(rad-path-back)/(dir+sky+env)*np.exp(odep/S)

```

$$\rho(\tau; \bar{\rho}, h, \alpha, \dots) = \frac{\pi(L_s - L_p - L_b)}{T_s(E_o T_g \cos \beta + E_d + E_e + E_l)}$$

### まとめ

**MODISプロダクトの概要と問題点**

高次プロダクト(光学的厚さ・地表面反射率)の存在  
同時推定法と補完関係(解像度・起伏の影響)

**MODISデータ(HDF-EOS)の処理**

オリジナルなデータ(MOD02 & MOD03)  
プログラムの開発(python/pyHDF): 開発環境とプログラムの公開  
ツール(H EG)を利用した切り出し

**同時推定法の準備**

座標系(緯度経度)と対象領域(東北)の設定: 5次メッシュ  
数値標高モデル(国土数値情報)・土地被覆分類図(JAXA)  
太陽天頂角と方位角・センサ天頂角と方位角(MOD03)

**同時推定法の適用**

補正パラメータテーブルの計算(6SとRSTAR)  
独立因子: 光学的厚さ・標高・センサ天頂角・太陽天頂角・方位差  
地表面反射率の効率的推定(2次元)  
スプライン補間の利用(ndimage.map\_coordinates)

**プログラムの実行: 計算時間?**

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、日本リモートセンシング学会誌、36(4), 2016  
飯倉、久世、眞子:衛星画像処理のための計算機環境のコンテナ化、第63回国際講演会論文集、2017  
飯倉、眞子、市井、久世:同時推定法のMODISデータへの適用について、第65回国際講演会論文集、2018

## 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)

### イントロダクション: 火星

- ・地球のすぐ外側を公転する惑星
  - 1火星年: 約2地球年
  - 直径: 地球の半分強
  - 重力加速度: 地球の3分の1
  - 大気: 地球の100分の1以下  
→ 地球(の中層大気)に似た気象が存在



#### ・火星気象の特徴

- ダスト(地表から舞い上がったチリ)  
太陽光を吸収して局地的に大気を加熱
- 水氷雲(微量ながらも $H_2O$ が存在)  
赤外放射により局地的に大気を冷却  
→ 火星大気の熱収支に影響を与える

### 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、ダスト、雲の統計解析

特に、2変数の相関係数を計算。相間の強い箇所に着目(気温とダスト、ダストと雲、気温と雲の各相間)



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

### 火星大気気温・ダスト・水氷雲の観測

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

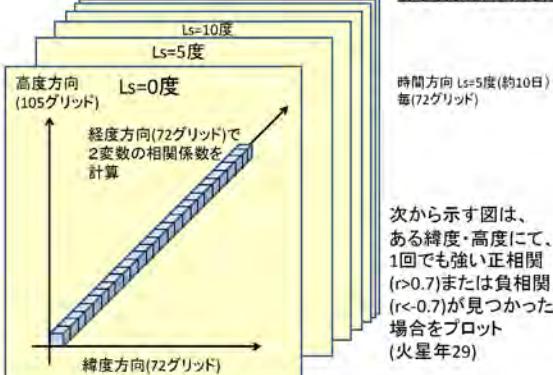


赤外放射計 MCS  
(Mars Climate Sounder)



- ・バンドパスフィルタ式、リム(大気縁)観測
- ・地表～高度80km、 $\lambda z \sim 5\text{km}$ (スケールハイトの約半分)
- ・元データは100万本以上の高度プロファイル  
解析の際は、 $L_s$ (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
- ・GrADSで可視化しやすいうようにコマンド等を整備

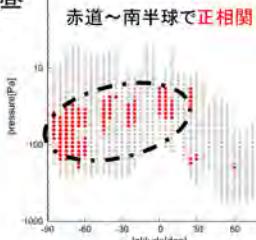
### 相関係数の計算



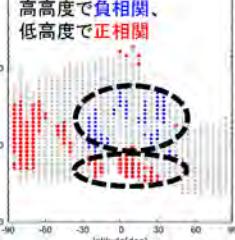
### ダストと気温の相関

各緯度・高度で、ダストと気温の東西方向の相関を計算 赤  $> 0.7$ 、青  $< -0.7$

昼



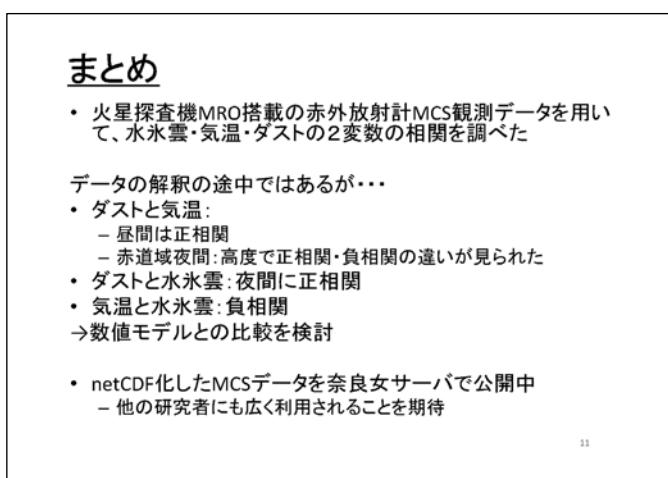
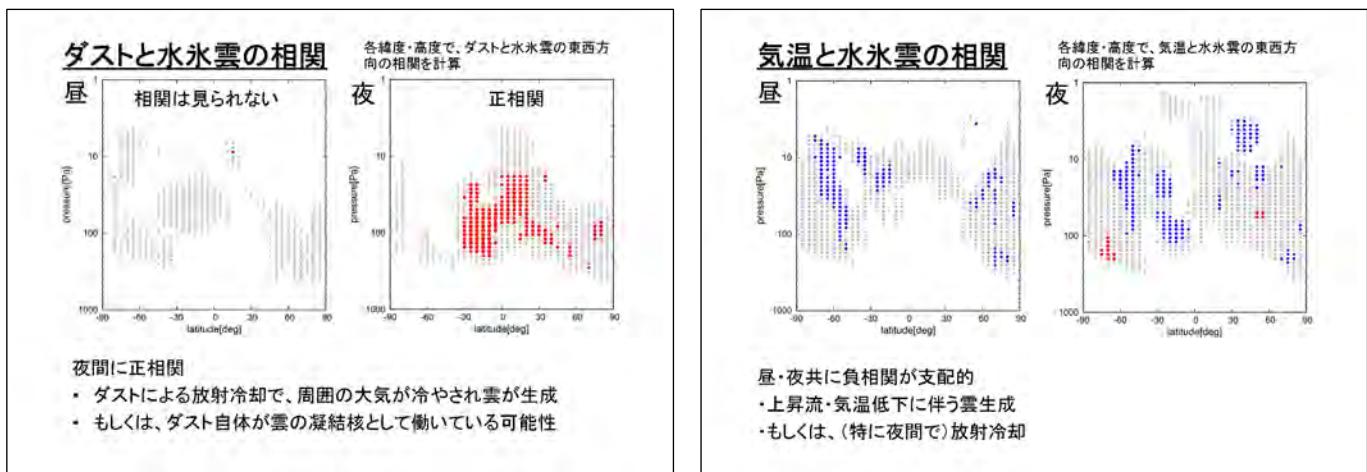
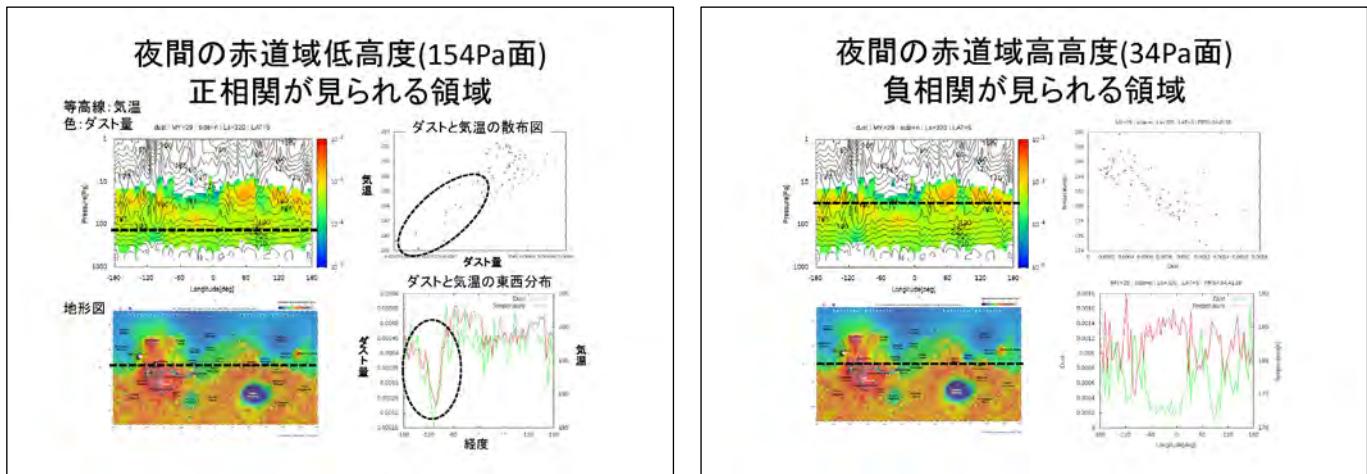
夜



・昼間の正相関: ダストによる加熱によると思われる

・夜間

- 正相関: 特定経度域(タルシス山)における変動の影響?
- 負相関: ダストによる放射冷却?



# DOAS法を用いた生活環境圏におけるCO<sub>2</sub>濃度の計測と検証

Measurement and verification of a living area's CO<sub>2</sub> concentration using DOAS method

小澤花音<sup>1)</sup>・桑原祐史<sup>2)</sup>

茨城大学  
Ibaraki University

ICAS



1) Graduate school of science and Engineering, IBRAKI University

2) Center for water Environment Studies, IBARAKI University

長距離、広域で濃度計測を行うことができるDOAS法を用いることで、生活環境圏におけるCO<sub>2</sub>濃度を計測し、人間活動によるCO<sub>2</sub>濃度の変動を把握することができる。しかし、実際に計測を行った際にCO<sub>2</sub>濃度が極端に上昇する現象が見られた。そこで、本論では、バックグラウンドデータを用いた計測値の補正方法を検討するとともに、定点観測による計測値との比較を行うことにした。その結果、定点観測とDOAS法、二つの方法により示されたCO<sub>2</sub>濃度の時間別平均値は概ね同様の変動傾向が見られた。しかしバックグラウンド補正を行った値でも、朝の太陽光とリフレクタの位置が重なる時間帯においてはCO<sub>2</sub>濃度が大きく出るという現象が得られたため、その現象について考察した。

## DOAS法とは

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った利点がある。

今回、茨城大学では日立市におけるCO<sub>2</sub>濃度の定点観測で得られるデータの影響範囲を調べるために装置を設置し計測を行った。



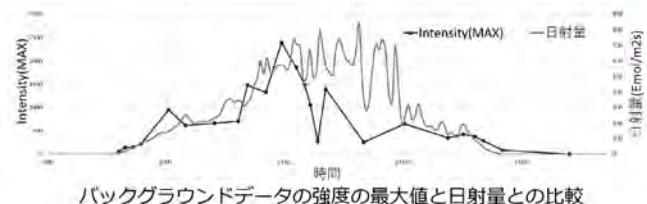
受光用、投光用望遠鏡



分光器、ASE光源

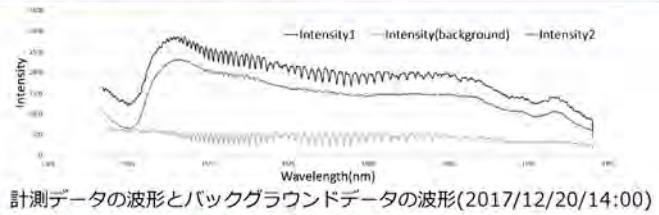
## 太陽光による近赤外光の減衰

計測を行う際にASE光源による近赤外光の投光を止めた状態でもCO<sub>2</sub>による近赤外光の減衰が確認された明け方と夕方におけるバックグラウンド光の強度と日射量の増減が一致していることが確認できる。また、日中においても、日射量が減少する際に、バックグラウンドの強度も減少していることが確認できる。このことから光源を止めた状態で見られる近赤外光の減衰は太陽光によるものであると裏付けられた。



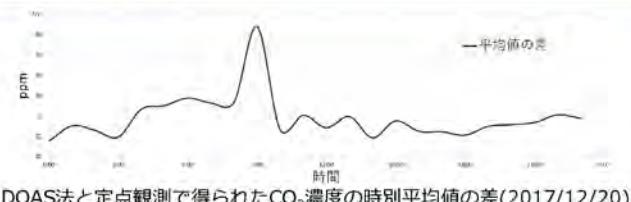
## バックグラウンドデータを用いた計測値の補正

右図は、Intensity1が計測された近赤外光の強度、Intensity(background)がバックグラウンドの強度、Intensity2が計測された近赤外光の強度からバックグラウンドの近赤外光の強度を引いたスペクトルデータである。Intensity1はIntensity(background)の影響を大きく受けていることが分かる。このことから、計測データから直後、又は直前のバックグラウンドのデータを差し引く補正することで、正確なCO<sub>2</sub>濃度値が算出できるといえる。



## CO<sub>2</sub>濃度の比較（定点観測とDOAS）

右図はDOAS法による計測で得られたCO<sub>2</sub>濃度と定点観測により得られたCO<sub>2</sub>濃度の時間別平均値の差を示す。午前9時のCO<sub>2</sub>濃度の平均値では90ppm近くの差が出ており、バックグラウンドを差し引いた値でも、朝の太陽光とリフレクタの位置が重なる時間帯においてはCO<sub>2</sub>濃度が大きく出ている。



## 今後の展望

朝の太陽光とリフレクタの位置が重なる時間帯においてCO<sub>2</sub>濃度が大きく出た原因として、近赤外光(太陽光)が近赤外光(ASE光源)に干渉することによるASE光源の過剰な減衰が考えられる。また、太陽の入光角度が小さい場合、大気を通過する距離が長くなり、太陽光による影響は強くなると考えられる。今後この現象について計測方位を変えるなど実験的に対処・解決していくことを今後の目標とする。

# 小型 LIDAR を用いた人工竜巻の構造観測

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>, 真子直弘<sup>5</sup>, 久世宏明<sup>6</sup>

Prane Ong<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



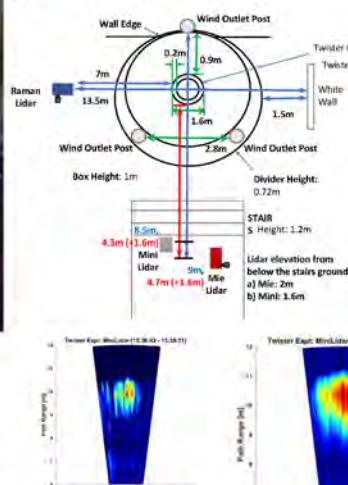
## アナログ実験

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:

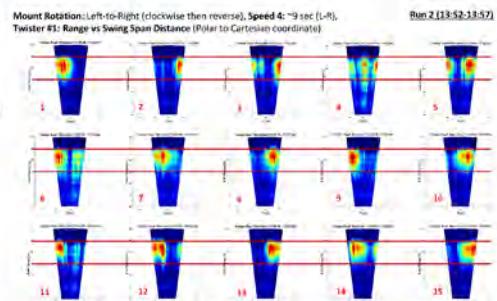
- **高さ9mの人口竜巻**
- 渦は超音波ミストで可視化
- 3本の柱(左の写真には2本しか写っていない)から弱い構風を与える
- 上部から吸引
- ミスト、横風、吸引量をそれぞれ調整可能
- 作られる渦の直径は、調整量にもよるが下部で2m、上部で30cm程度
- 渦の中心にはミストが少ない芯が形成される

## 観測結果の例



行った観測:

- **LIDARによる構造観測**
  - 中心向きの観測(1回転する様子が見えるか)
  - 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(ブロック現象)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



スキャン観測の結果、それぞれのスキャンで、ほぼ同じ場所に竜巻が捉えられている(竜巻の位置・形状は数・10秒程度で変動しているため、全く同じではない)。竜巻の「向こう側」の構造も見えている。

## 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。特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る。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。

## 我々の戦略

罠を張って、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所以ができるので、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 1m 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つてほしい。また、長くなれば頻度が上がるだろう)

# レーザー誘起ブレー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<sup>1,2</sup> (somekawai@lit.or.jp)

久世宏明<sup>3</sup>, 河仲進二<sup>2</sup>, 藤田雅之<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>(公財)レーザー技術総合研究所, <sup>2</sup>大阪大学レーザー科学研究所

<sup>3</sup>千葉大学環境リモートセンシング研究センター



## 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。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ークダウン分光法(LIBS)の開発を開始しました。



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

## LIBSによるリモート成分分析

レーザー誘起ブレークダウン分光(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要素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ブ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と考えられます。

図2に波長800 nm、パルス100 fs、繰り返し10 Hz、出力18 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 1000)と3 m離れたSiからの信号(Si 3000)を比較すると、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、検出感度が悪くなることが予想されます。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。

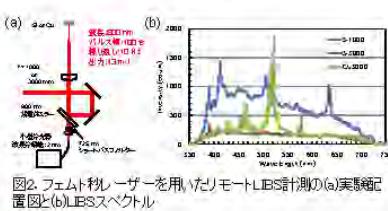


図2. フェムト秒レーザーを用いたリモートLIBS計測の(a)実験配置図と(b)LIBSスペクトル

## ダブルパルスLIBS法

偏光子を用いた図3(a)の光学配置では、レーザービームの分離をボラ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す。本配置ではS-P偏光の順にレーザーが試料に照射されます。また、最初のボラ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できる。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3(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います。フェムト秒レーザーのパルスを分離し、任意のパルス間隔延長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できます。

図3(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、パルス間隔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。

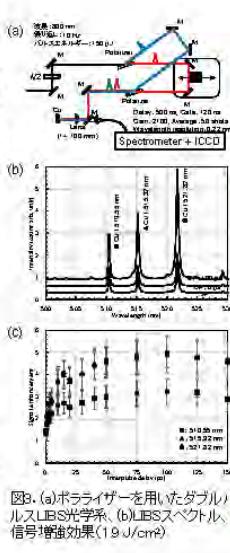


図3. (a)ボラライザーを用いたダブルパルスLIBS光学系、(b)LIBSスペクトル、(c)信号増強効果(19 J/cm<sup>2</sup>)

## 信号増強効果フルーエンス依存性

図3(c)で得られた信号増強比は過去の文献値と一致しておらず、これはパルス幅、波長といったレーザーの仕様だけでなく、フルーエンスなどのレーザーの照射条件に依存するためだと考えられます。そこで、図3(a)に示した独自のダブルパルス光学系を用いて、信号増強効果のフルーエンス依存性を調査しました。

図3(d)に示した実験配置図で、試料の照射位置を前後させることで、レンズからの集光距離(照射ビーム径)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(図4)。フルーエンスの大きな3.4 J/cm<sup>2</sup>では図3(c)のような立ち上がりが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4(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次の増強傾向を示し、フルーエンスが大きな3.4 J/cm<sup>2</sup>では信号が飽和しています。10 psでは直線と2次の中间傾向、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強傾向を示し、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、増強直線の傾きは小さくなっています。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一定の値を取ることになります。

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。

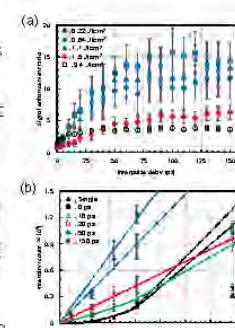


図4. (a)信号増強効果のフルーエンス依存性、(b)遅延時間でのフルーエンスと強度(カウント数)の関係

## 信号増強効果の照射レーザー数(積算回数)依存性

LIBS測定では安定した元素分析を実施するために、数10パルスを試料に照射した積算スペクトルを評価がするのが一般的です。これまでに示したLIBSスペクトルは50回照射の積算スペクトルであり、50回照射中にCuのプラズマ発光がまだ安定していることを目視で確認しています。また、1回測定ごとに水平ステージで照射位置を移動させ、新しい試料表面に照射しています。信号増強効果にLIBS信号強度の飽和現象が影響することが示唆されたために、試料のアブレーション量がプラズマ発生量に起因すると考えられますので、照射レーザー数(積算回数)の信号増強効果への検討しました。

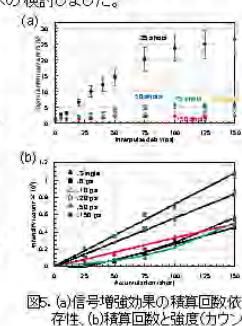


図5. (a)信号増強効果の積算回数依存性、(b)積算回数と強度(カウント数)の関係

## 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や、照射レーザー数(積算回数)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.

本研究は千葉大環境リモートセンシング研究センター共同利用研究(CJ18-14)によって遂行されました。ここに謝意を表します。

科研費  
KAKENHI

## 里地里山における高空間分解能衛星やドローンによる植物季節観測の高精度化

永井 信 (JAMSTEC) ・ 関川清広 (玉川大) ・ 斎藤 琢 (岐阜大) ・ 梶原康司・本多嘉明 (千葉大)

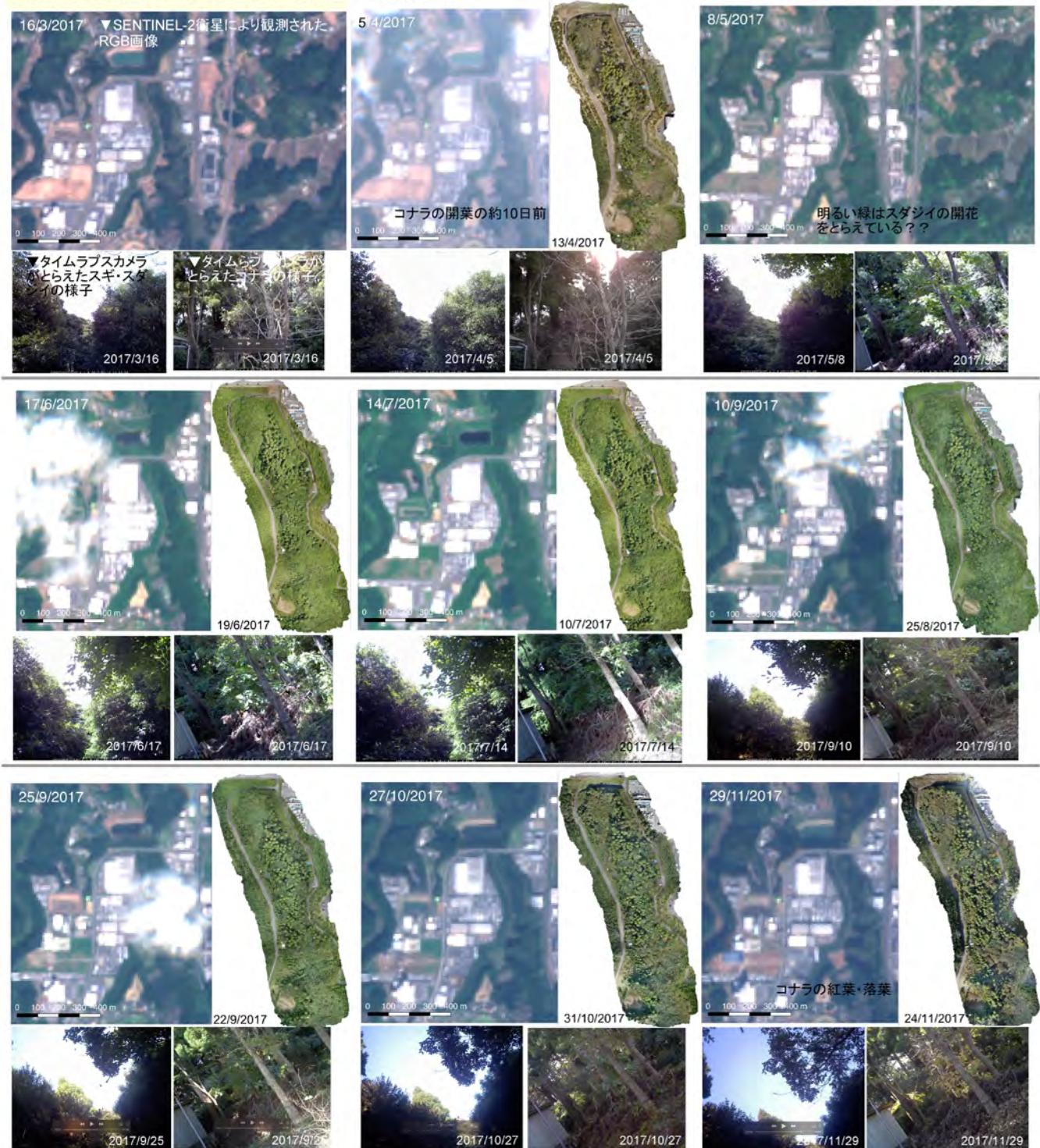
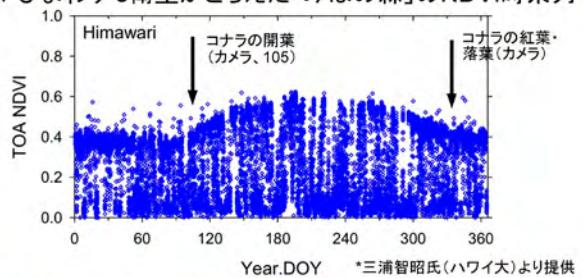
## 【目的】

開花・開葉・紅葉などフェノロジーの特徴を利用したり  
モートセンシング観測によるスダジイ（常緑）やコナラ  
(落葉) の樹種判別

## 【手法】

- 地上真値の取得：タイムラプスカメラによるフェノロジーの連続撮影・ドローンによる定期的な空中写真的撮影
- 衛星：SENTINEL-2など高空間分解能（10m）かつ高頻度（5日ごと）に観測されたデータの解析
- 開花や開葉の期日を予測するフェノロジーモデルの開発（広域での推定時に役立つ）（気温の連続観測）

## ▼ひまわり-8衛星がとらえた「みほの森」のNDVI時系列



# リモートセンシングによる広域観測データの空間誤差推定に関する研究

## Estimation of spatial errors in remotely sensed observation data

Narumasa Tsutsumida\*, Pedro Rodriguez-Veiga\*, \*\*

\* Kyoto University, Japan, \*\*University of Leicester, UK

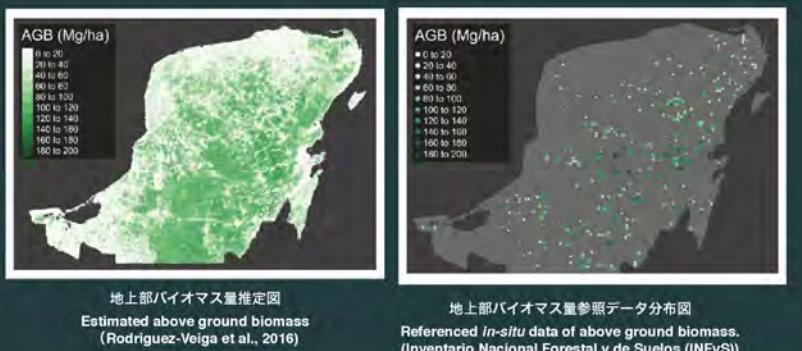
リモートセンシングによる広域観測データに対し、誤差の空間不均一性を評価する手法を開発した。平均誤差、平均絶対誤差、平方根平均二乗誤差、ピアソンの積率相関係数の算出に地理的加重モデルを適用し、誤差の空間分布を地図化した。

The objective of this study is to investigate spatial structures of error in the assessment of continuous raster data. The use of conventional diagnostics of error often overlooks the possible spatial variation in error because such diagnostics report only average error or deviation between predicted and reference values. In this respect, we develop Geographically Weighted (GW) versions of the mean signed deviation, the mean absolute error and the root mean squared error and to quantify their spatial variations.

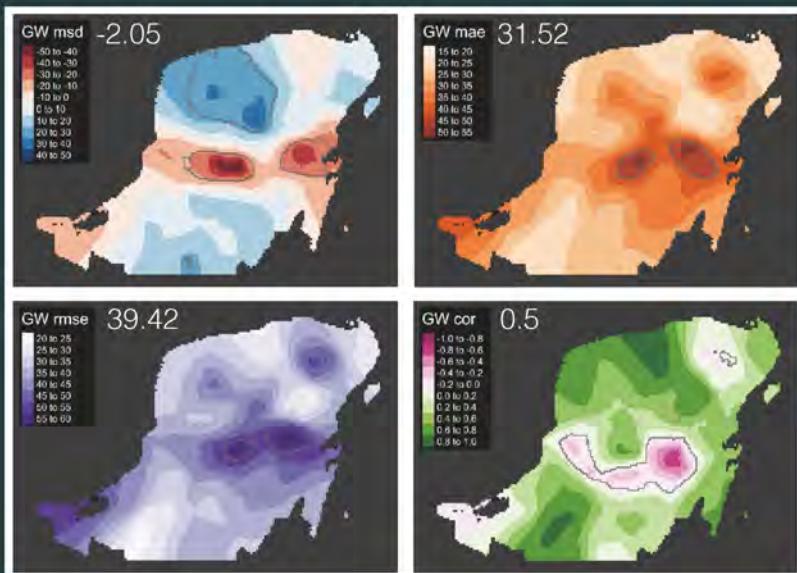
### Materials

Rodriguez-Veiga et al. (2016)が作成した2004-2007年のメキシコ・ユカタン半島の地上部バイオマス量の推定図を使用した。参考データとして、286地点で測定されたin-situデータ（INFyS）を利用した。

The reference data for this case study was provided by the INFyS *in-situ* observation data which record measures of AGB ( $Mg\ ha^{-1}$ ) at four nested 0.04 ha subplots within 1 ha field plots (Rodriguez-Veiga, 2016). Data from a total of 286 (1 ha) field plots were used as reference measures of AGB for the period 2004-2007 (Figure 4).



### Results



### DISCUSSION & CONCLUSION

本研究では誤差の空間不均一性、どの地域で過大／過小推定がなされているかを評価する手法を開発した。適用には通常の精度評価同様に、ランダムサンプリングされた参考データのみでなく、從来の精度評価手法を容易に拡張することができる。今後は、このように推定された空間誤差を用いて、より高精度の環境観測マップの作成に寄与する手法の開発に取り組んでいきたい。

We developed and applied an error evaluation tool to identify in which areas errors are over / under estimated by considering spatial heterogeneity of error. Similar to the conventional way, only randomly sampled reference data are used in this approach, suggesting easy application to any other case studies. Future works would focus on the development of highly accurate environmental monitoring map by utilizing such spatial errors.

### METHODOLOGY

平均誤差、平均絶対誤差、平方根平均二乗誤差、ピアソンの積率相関係数を地理的加重モデルに適用した。

Mean Signed Deviation (msd), Mean Absolute Error (mae), Root Mean Squared Error (rmse), and Pearson's correlation coefficient (cor) were considered and incorporated into geographically weighted models.

$$gw\_msd(x_i, y_i) = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} (y_j - x_j)}{\sum_{j=1}^n \omega_{ij}}$$
$$gw\_cor(x_i, y_i) = \frac{c(x_i, y_i)}{s(x_i)s(y_i)}$$
$$gw\_mae(x_i, y_i) = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} |y_j - x_j|}{\sum_{j=1}^n \omega_{ij}}$$
$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_j - \bar{x})^2}{\sum_{j=1}^n \omega_{ij}}}$$
$$gw\_rmse(x_i, y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} (y_j - x_j)^2}{\sum_{j=1}^n \omega_{ij}}}$$
$$m(x_i) = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^n \omega_{ij}}$$
$$c(x_i, y_i) = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_j - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sum_{j=1}^n \omega_{ij}}$$

# 地上でのリモートセンシングを対象とした 自律型観測プラットフォームの開発



宮崎 貴大（香川高等専門学校）

## 概要

リモートセンシング分野では、人工衛星やドローン、UAVなど一度に広範囲を観測できる人の手間がかかるないプラットフォームの利用が一般的である。一方、地上における観測では、測定器の運搬や設置、観測等を人間が行っている。本研究では、ロボットや自動運転等の技術を利用して、自律型観測プラットフォームの開発を行い、地上での観測における労力軽減を目指す。

## Single Board Computer (SBC)

SBCはCPU、メモリ、入出力端子等が1枚の基板上に実装された小型PC。

OSはLinuxやWindowsが利用可能。

本研究では、Raspberry pi 3+にUbuntuをインストールし利用。汎用性が高く、電子工作で利用されている。

モータドライバやI2C、リアルタイムクロック等を搭載した拡張ボードを作成。



Raspberrypiと作成した拡張ボード



開発中の試作機

## GPS-RTK

### (Real Time Kinematic)

GPS、GLONASS、Galileo等の衛星測位システムに加え、地上の基準局からのデータを利用し、誤差数センチ単位で測位を行う手法。DGPS測位と違い、リアルタイムに補正でき、ドローンやロボットなど移動体でも利用可能。

2018年11月末、詫間キャンパスに基準局が設置され、20km圏内では数センチ単位での測位が可能になった。



GPS-RTKモジュールと高精度測位可能範囲

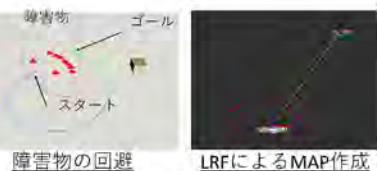
香川県の約3分の1をカバーできる！

## Robot Operating System (ROS)

ROSはロボット用のオープンソースミドルウェアで複数のプロセスを並列的に行える。また、ロボットに必要な機能をライブラリとして利用可能。

LEGO MINDSTORMSやRoomba、Pepperなど多くのプラットフォームで利用できる。

障害物回避やLRFによるMAP作成などのライブラリを利用している。

ROS <http://www.ros.org/>

## Sensor

周囲の状況を判断するため、カメラの他に2つのセンサーを搭載している。

### Laser rangefinder (LRF)

レーザによる距離の測定が可能。半径12mの範囲を360度測定し、周囲のマップを2D ポイントクラウドで生成。



RPLIDAR A1M8

### 24GHz FMCV レーダ

移動体、静止対象物までの距離や速度を測定可能。  
衝突防止に利用(30m程度)



NIR4233D

本研究では、試作機のハードウェア部分を作成した、今後は障害物回避や自律的な走行を行うソフトウェア部分を作成し、開発を進める。



# CP-SAR画像処理システム用 TCP/IP通信環境実装

CHIBA  
UNIVERSITY

18YM0225 浜口 輝  
室賀元晴, 難波一輝, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo  
千葉大学

## 背景

### 円偏波合成開口レーダ(CP-SAR)の開発

- 千葉大学でCP-SAR衛星の開発
- 準備としてUAVを用いた地上実験



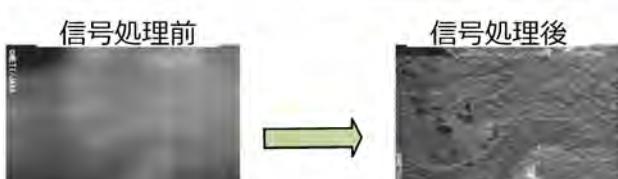
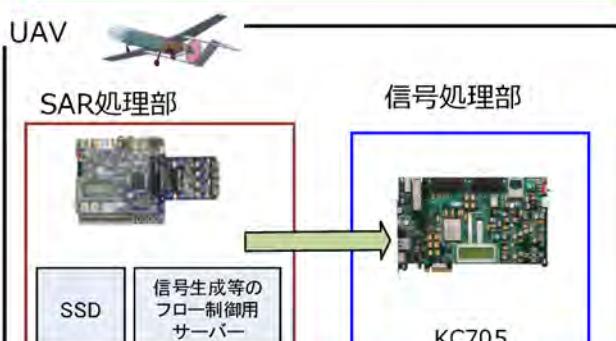
## 準備

### 円偏波(Circularly Polarized) - SAR

- 全天候型,一日中観測出来るレーダ
- 円偏波を使うことによって地球の電離層の影響を無視

### SAR信号処理

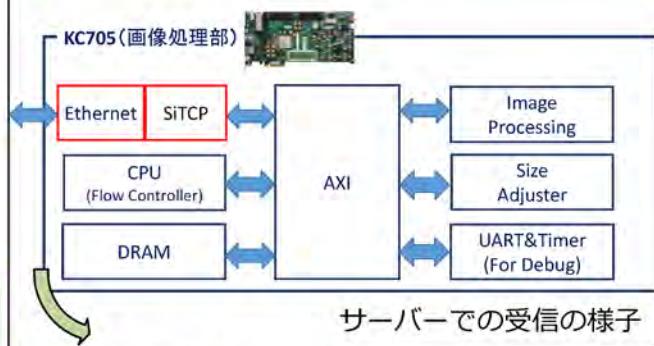
- 画像データは不鮮明なので信号処理が必要
- Range-Dopplerアルゴリズムを使用



## 提案システム

### TCP/IP通信環境の実装

- Xilinx社製FPGA評価ボードKC705
  - 大容量なリソース(kintex-7)
- Ethernetによるサーバー間通信
- SiTCPによりFPGAをイーサネットに接続
  - ↓ FPGAとサーバー間で通信可能
- 大規模な観測データ量に対応



サーバ側からの操作  
によりデータの送受信  
が可能に

Received data:  
[0x00000000] Id 11 11 11 - 00 00 00 00  
[0x00000008] 00 00 00 00 - 00 00 00 00

### 利点

- サーバーによる円滑なフロー制御
- ハードウェア上で処理→処理能力の向上
- 専用回路設計時の簡略化

## まとめ・今後について

### まとめ

- Kintex-7を用いたシステムの構築
- TCP/IP通信環境実装

### 今後の予定

- システム全体(実機)での詳細な実験  
一ベンチマークを用いたテスト
- 画像処理精度の向上

# KP16 HFドップラー観測による台風に伴う電離圏変動の解析

中田裕之・益子竜一・大矢浩代・鷹野敏明（千葉大学大学院工学研究院）  
細川敬祐・富澤一郎（電気通信大学）長尾大道（東京大学地震研）

## Introduction

これまで、電離圏変動は上空の磁場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明を目指し、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。

### HF Doppler

電波が電離圏で反射される際、反射点が上下動しているれば、ドップラー効果により電波の周波数が変化する。このドップラーシフ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、受信点は長野県飯山高原。送信電波の周波数は5.006 MHzのデータを用いている。



製品名 Nano-bar 6000-16B  
圧力レンジ 800 - 100 hPa  
精度 ± 0.08 hPa  
分解能 0.0001 hPa

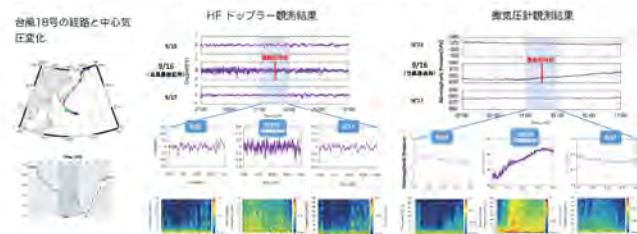
Model 6000-16B仕様

Model 6000-16B外観

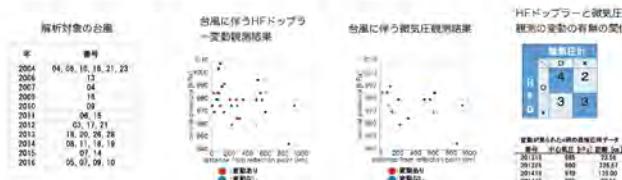
## Observation

### 台風に伴うドップラー周波数、微気圧の変動

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。菅平観測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置いて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点に250 km以内に接近した事例であった。



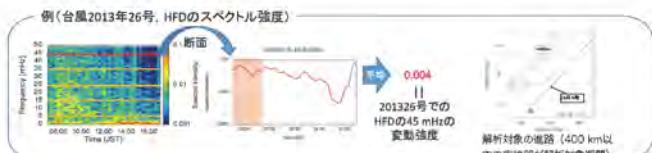
## ドップラー周波数、微気圧変動強度と風速との関係

台風に伴う変動が現れた事例は強い台風であったことから、ドップラー周波数と微気圧変動に風速が関連していると考えられるため、これらの変動強度と風速との関係について解析を行った。ここでは、HFドップラー、微気圧変動の両方で変動が観測された、右の表の6例を対象に解析を行った。

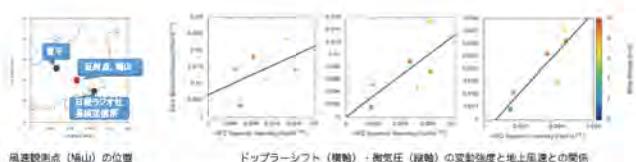
年	月
2013	18, 26
2014	11, 18, 19
2017	21



対象の台風について、菅平観測点が観測する位置(菅平)に400 km以内に接近した時間の変動スペクトル強度の平均値を求め、両者の比較を行った。ただし、HFデータは夜間は反射が不安定なため、日本時間で7時から17時の間のデータを解析対象とした。



また、両者のスペクトル強度の平均値と、菅平電波反射点直下(鳩山観測点)での風速と合わせて比較を行った。



地上の微気圧変動と上空での電離圏擾乱との間には相関が見られ、高い周波数ほどより高い相関が現れた。下層大気から電離圏へ伝搬する擾乱は内部重力波によるものと考えられる。内部重力波には音波モードと重力波モードが存在するが、15 mHz以上の変動は、大気重力波の音波モードにより擾乱が伝播したと考えられる。そのことが高い周波数で相関が高くなつたと考えられる。

各周波数毎のドップラーシフトと微気圧変動強度の相関係数

周波数[mHz]	5	15	25	35	45
相関係数	0.50	0.56	0.69	0.97	0.87

## Summary

HFドップラー、微気圧観測結果を用いて台風に伴う電離圏変動について解析を行った。

・台風接近時にはドップラー周波数の時間変化と菅平での微気圧変動との間に極めてよい相関が見られた。両者には5-50 mHzの帯域でよい相関が見られた。

・HFと微気圧計どちらのデータにおいても強い変動が確認された台風においては地上付近で強い風が吹いていたことが分かった。

・これらの結果から、地上の風の変化により内部重力波の音波モードが発生し、電離圏に到達することで変動を引きこしていると考えられる。

## Acknowledgements

台風データはデジタル台風(国立情報学研究所)より取得したものを利用した。風速データは気象庁アメリカにて取得されたデータを利用した。

第21回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム 千葉大学けやき会館 2018年2月14日

# 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、川野 いち子、中辻 菜穂、山野 沙織（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 (MICROTOPS: 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 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $0.7\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上 (RION KR-12A), 2014年10月以降は $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 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 $2.5\text{ }\mu\text{m}$ 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 (奈良市青と小学校構内) 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時間間隔を使用した。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 MICROTOPS 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除くため非降水時のデータを、OPCとMICROTOPSの比較については快晴時のデータを使用した。

## 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 $\mu\text{m}$ ) vs 質量濃度 (PM2.5)】

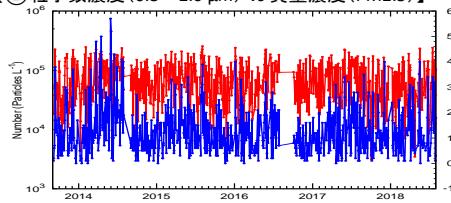


図2: 粒子数濃度 (0.3~2.0  $\mu\text{m}$ ) と質量濃度 (PM2.5) の時系列 (2013年9月1日から2018年8月31日)。左縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、右縦軸は質量濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )、横軸は月を表す。赤は粒子数濃度、青は質量濃度である。

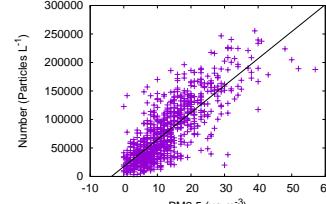


図3: 粒子数濃度 (0.3~2.0  $\mu\text{m}$ ) と質量濃度 (PM2.5) の相関。縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、横軸は質量濃度 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) を表す。

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 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上から $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上を差し引いた $0.3\text{ }-\text{ }2.0\text{ }\mu\text{m}$ とした。

図2に粒子数濃度 (0.3~2.0  $\mu\text{m}$ ) 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、相関を調べた (図3)。その結果、相関係数は0.80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 $\mu\text{m}$ 以上) vs 視程】

対流圈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。 $0.3\text{ }-\text{ }0.5\text{ }\mu\text{m}$  (x)、 $0.5\text{ }-\text{ }1.0\text{ }\mu\text{m}$  (+)、 $1.0\text{ }-\text{ }2.0\text{ }\mu\text{m}$  (□)  $\mu\text{m}$ 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、 $2.0\text{ }-\text{ }5.0\text{ }\mu\text{m}$  (▽)、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 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 $0.3\text{ }-\text{ }0.5\text{ }\mu\text{m}$ で-0.69、 $0.5\text{ }-\text{ }1.0\text{ }\mu\text{m}$ で-0.62、 $1.0\text{ }-\text{ }2.0\text{ }\mu\text{m}$ で-0.54、 $2.0\text{ }-\text{ }5.0\text{ }\mu\text{m}$ で-0.36、 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上で-0.25であった。

全粒径区間に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。

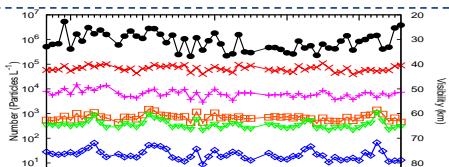


図4: 粒子数濃度と視程の月平均の時系列 (2013年9月から2018年8月)。左縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、右縦軸は視程 (km)、横軸は月を表す。赤は $0.3\text{ }-\text{ }0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、桃は $0.5\text{ }-\text{ }1.0\text{ }\mu\text{m}$ 、黄は $1.0\text{ }-\text{ }2.0\text{ }\mu\text{m}$ 、緑は $2.0\text{ }-\text{ }5.0\text{ }\mu\text{m}$ 、青は $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上の粒子数濃度、黒は視程である。

### 【③粒子数濃度 (0.3 $\mu\text{m}$ 以上) vs 光学的深さ (440, 870 nm)】

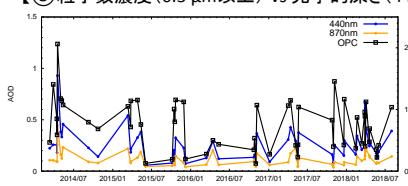


図5: 光学的深さと粒子数濃度 ( $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上) の時系列 (2014年2月から2018年8月)。左縦軸はエアロゾルの光学的深さ、右縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、横軸は日付を表す。青は440 nm、橙は870 nmにおける光学的深さ、黒は粒子数濃度である。

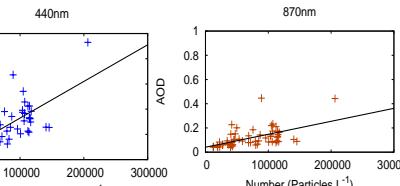


図6: 光学的深さと粒子数濃度 ( $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上) の相関図。縦軸は光学的深さ、横軸は粒子数濃度 (Particles/L) を表す。(左) 440 nm、(右) 870 nm。

図5にエアロゾルの光学的深さ (440, 870 nm) と粒子数濃度 ( $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 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0.75、870 nmで0.53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. ジェイコブ (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.

# A-train データを用いた日本海上降雪雲の構造解析

\* 山本宗尚<sup>1</sup>、浅海 悠<sup>2</sup>、重尚一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: 京都大学大学院理学研究科

<sup>2</sup>: 京都大学理学部



## 要旨

GSMAPI では、アルゴリズムバージョン 7 から統計的手法による降雪推定手法が導入されたが、GPM に搭載された GMI など高周波帯バンドを搭載したセンサに限られており、冬季日本海では過小評価傾向である。降雪に対する高周波数帯のマイクロ波シグナルは、これまで氷の散乱による輝度温度の低下が卓越するとされてきたが、実際は雪水による反射により上昇していることが指摘されている。冬季日本海では、気団変質過程に伴う降雪雲の形状変化を見ることができる。A-train を構成する衛星搭載センサは降雪雲の鉛直構造を詳細に捉えることができるため、雲の形状と雲粒子タイプを結びつけ、降雪雲の三次元構造とマイクロ波シグナルを関連づけることで、降雪推定アルゴリズムの改良にも寄与すると考えられる。本研究は、雲の水平構造と雲頂付近の粒子相を関連付け、雲の水平パターンから粒子相を推定することを目的とする。

本研究では、JAXA EORC が公開している EarthCARE 研究 A-Train プロダクトモニタデータセットのうち、気象場 (ECMWF)、レーダ・ライダ雲マスク (Cmask)、およびライダ雲粒子タイプ (Ctype) を用いた。水平構造の解析には、Aqua/MODIS MYD08 プロダクト雲水量 (0.01 度グリッド) に変換データを用いた。

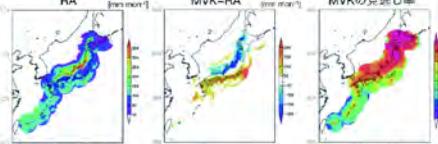
雲の水平パターンの抽出にあたり、亜熱帯域で雲の水平パターンを抽出した手法に準じ、MODIS 雲水量に対して領域平均 ( $\mu$ )・均質性 ( $\gamma$ )・歪度・尖度を計算した。ただし、日本海筋状雲の水平スケールを考慮して、該当ピクセルの周囲 0.5 度四方とした。

典型的な日本海筋状雲発生事例に対して、雲粒子相と雲パターンを比較した。気団変質の初期では、雲頂付近が過冷却水で、 $\mu$  は相対的に低く、 $\gamma$  は高かった。気団変質が進むにつれ、雲頂付近が氷となり、 $\mu$  は高く、 $\gamma$  が低くなる。これは、筋状雲は背が低く小さく密な雲水のセルから、氷を伴う背が高く大きな構造に変化することを反映している。2006-2014 年 1・2・12 月に日本海上を通過した A-train 日中軌道 (243 事例) のうち、寒気の吹き出しを捉えている 22 事例を抽出し、 $\mu$  と  $\gamma$  から雲頂付近が過冷却水か氷か最適に分類する閾値 ( $\mu / \gamma = 232$ ) を求めて地図化した。一部事例を除き一致率が 0.85 程度で、Lake effect がみられるスペリオル湖の筋状雲でも 0.8 程度の一致率となった。

## はじめに

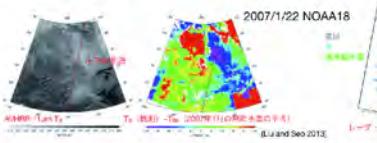
- マイクロ波放射計を用いた降雪性状は難しい
- 降雨と降雪の区別 (Sims and Liu 2015)
- 降雪に対するマイクロ波散乱特性 (Li and Seo 2013)
- 降雪形状による散乱シグナルの多様性 (Liu 2008)
- GSMAPI はアルゴリズムバージョン 7 から降雪推定アルゴリズムが導入された (Kubota et al. 2018)。が、冬季日本海では見通しによる過小評価傾向

GSMAPI MVK V7 とレーダーAMERAS (RA) の比較 (2015-2016 年 1 月、時間間隔)



## はじめに

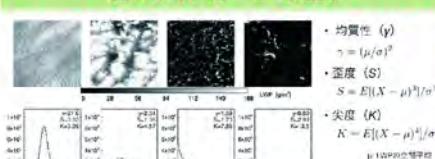
- 陸域における降雪に対するマイクロ波シグナルは、これまで水の散乱による輝度温度の低下が卓越するとされてきたが、実際は雪水による反射によって照陰高層よりもむしろ上昇している (Liu and Seo, 2013)。
- マイクロ波を用いた雲粒子相のプロダクトを用いると、雲頂付近で氷粒子と過冷却水が存在
- 日本海の寒気吹き出しに伴う吹き出す雲は、気団変質過程に伴い雲の形状が変化
- 雲の形状と雲粒子タイプを結びつけることで、雲頂から雲底へ過冷却水領域を検出することで、マイクロ波による降雪推定アルゴリズムの改良にも寄与
- 降雪雲の距離・水平構造と雲粒子相の関係を明らかにする



## 使用データ

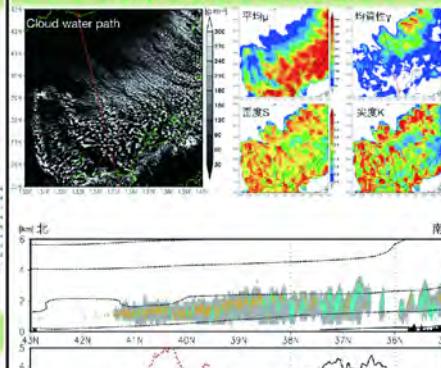
- EarthCARE 研究 A-Train プロダクトモニタデータ・セット (2006-2014)
    - ユーハイゲーティングデータ上位の、九州大学が開発した CloudSat/CPR, CALIPSO/CALIOP, Aqua MODIS データを用意。0.01 度グリッドにリサンプリングした Merged Dataset にて手作業を適用し、未検出の雲量データを削除するグリッド (周コーナーグリッド)。
  - Cloudsat 反射強度 (CS-Rad)
  - 気象場 (ECMWF)
  - レーダー・ライダ雲マスク (Cmask)
  - ライダ雲粒子タイプ (Ctype)
- Aqua / MODIS (2002-ongoing)
  - Cloud Water Path
  - MODIS から過度遮蔽 (0.01 度) を除く
- Aqua / AMSR-E (2002-2011)
  - Brightness Temp. (6-89 GHz)
- Aqua / HSB (2002-2003) (identical to AMSU-B)
  - Brightness Temp. (150, 183\_1, 183\_3, 183\_7 GHz)

## 雲の水平パターンの抽出



- Kawai and Texiera (2010) は熱帯域の雲において、200 km 西方における雲水量の均質性、歪度、尖度を計算し、それらの値によって雲のタイプを分類。
- 本研究では気団変質過程を見るために、周囲 50 km 四方におけるこれらの値を西東全方向に対して計算した（後の統計解析の差異検証による）。

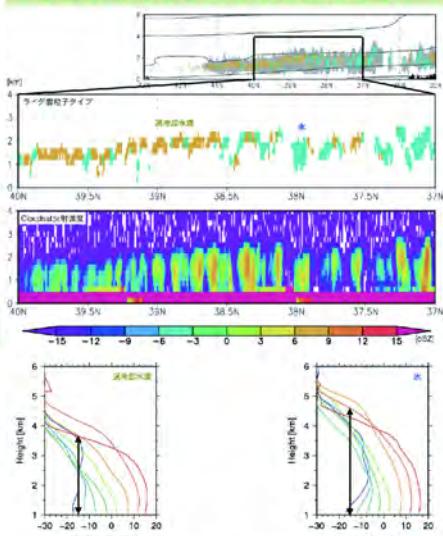
## 事例解析 (2008年2月13日)



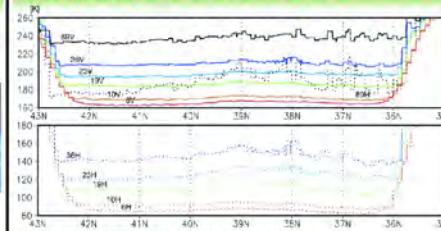
## 雲頂雲粒子タイプの分類

- 海上における雲上層の雲粒子タイプ (過冷却水や氷) を、連続ピクセル数で重み付けて、雲の水平タイプ指標 ( $y$  and  $\mu$ ) を用いて直線で分類。
- 7-8割の命中率で分類に成功。五大湖の一つスペリオル湖の Lake Effect に対してでも分類できていたことを確認。

## 雲頂雲粒子タイプと Cloudsat 反射強度



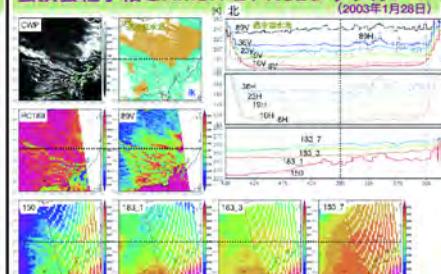
## 雲頂雲粒子タイプと AMSR-E TB



## まとめ

- A-train を構成する衛星搭載センサを用いて日本海降雪雲の鉛直構造を捉え、雲の形状と雲粒子タイプの関係を調査した。
- CALIPSO 雲粒子タイプから、気団変質が進むにつれて雲頂付近の雲粒子タイプが過冷却水から氷へ変化していた。
- MODIS 拡直積算水量の領域平均と均質性から、雲頂付近の雲粒子タイプを分類することができた。
- Cloudsat レーダー反射強度の鉛直分布を雲頂付近の雲粒子タイプによって分離して平均すると、地上付近で同じ反射強度でも雲頂高度が異なっていた。
- 雲頂付近の雲粒子タイプによって降水プロファイル (もしくは降雪推定アルゴリズム) を変えることにより、降水推定精度が向上する可能性がある。

## 雲頂雲粒子相と AMSR-E / HSB シグナル





The 21st Symposium on Environmental Remote Sensing

科研費  
WAKENHI  
論文番号B1SH0513c

## バングラデシュにおける広域氾濫マッピング &地域特徴による水害リスク評価

2019. 2. 14

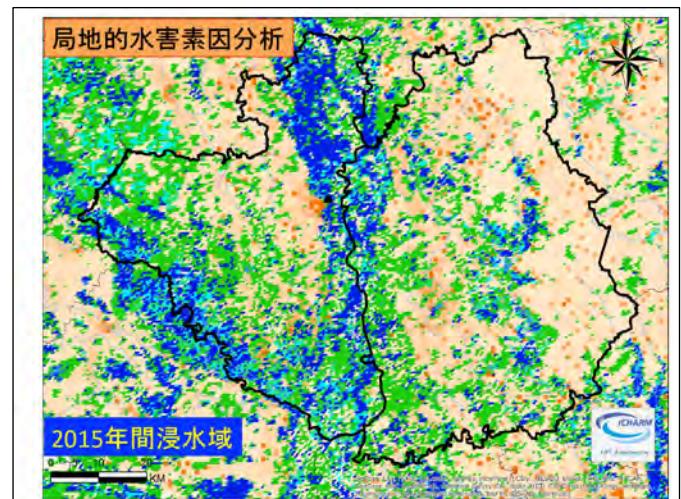
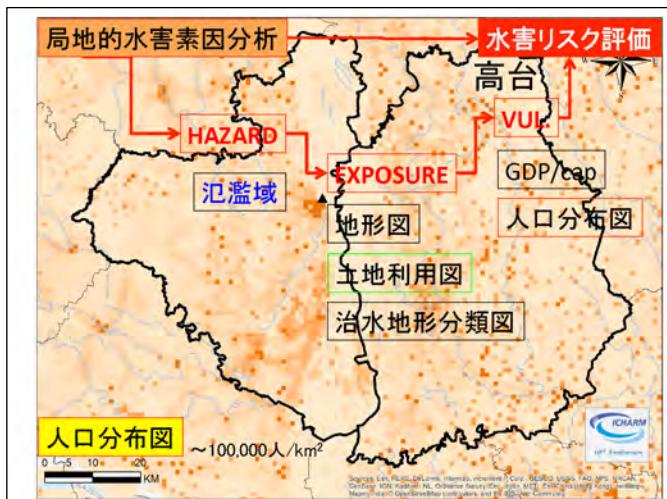
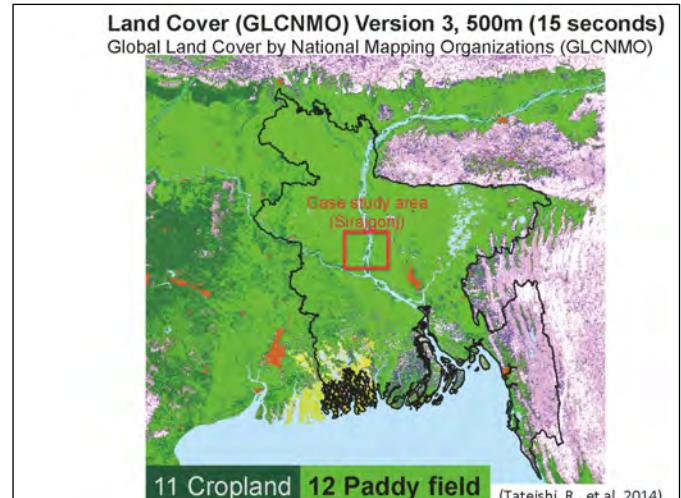
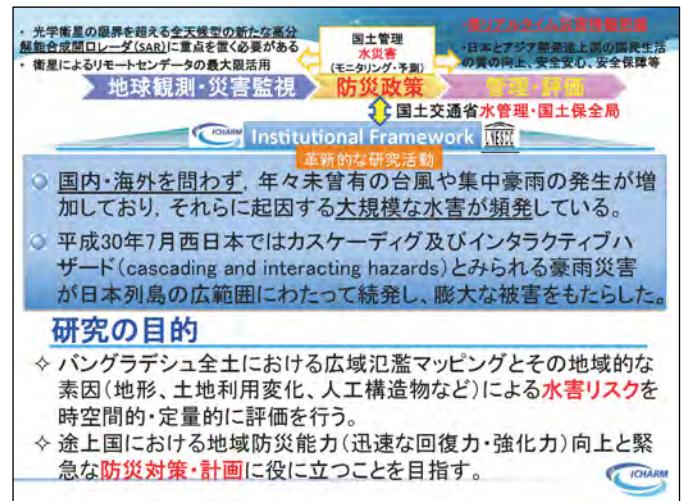
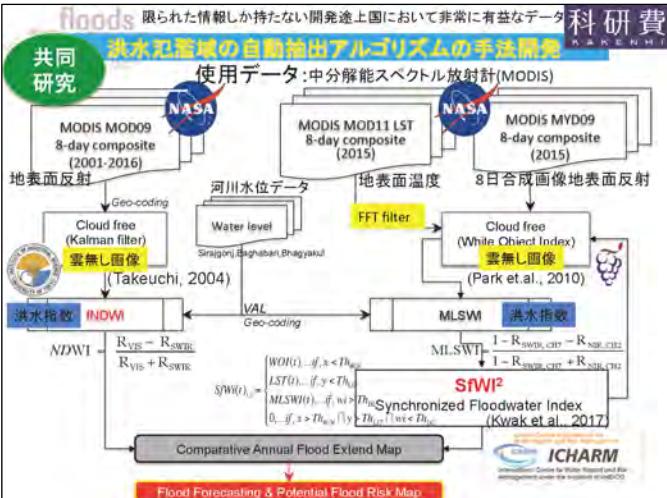
○ Young-Joo Kwak<sup>1</sup>・Akihiko Kondoh<sup>2</sup>

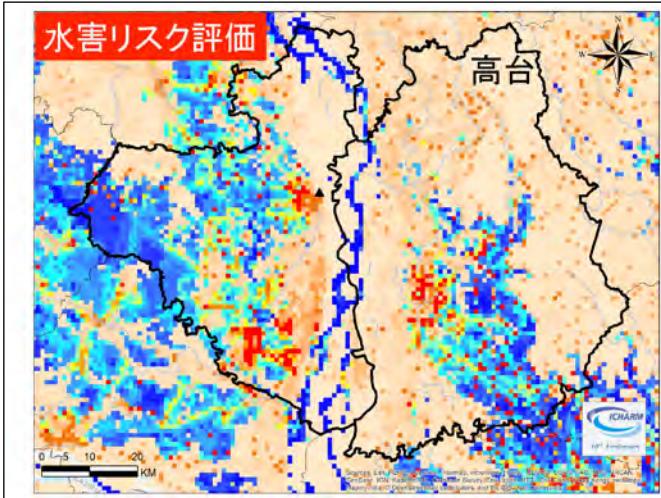
<sup>1</sup> 国立研究開発法人 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター  
*International Centre for Water Hazard Risk Management (ICHARM)*  
under UNESCO, PWRI, Tsukuba, Japan

<sup>2</sup> CEReS, Chiba-Univ.



国立研究開発法人 土木研究所 ICHARM  
PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE





## まとめ

- リスク情報によりバングラデシュにおける包括的な水害把握できるよう国際河川のプラマブトラ川に適用した。
- 試行的研究事例: 大規模な国際河川における長期的な洪水モニタリング高度化を目指して、複数時系列の衛星観測データとリスク要因データを連携させて、(時空間分布)広域的な洪水氾濫リスク評価を試みた。
- 防災危機管理プロセス: 防災対策や防災レジリエンス能力向上、また利害関係者には水害リスクへの理解を深め、一般市民には信頼性の高い災害マップ情報を提供できる。

## 今後の課題

- 複数画像の欠損値、LSTの検証、雲の影響
- 複数画像データの融合アルゴリズムなど
- Scalable拡張縮小可能なリスク要因データの融合アルゴリズム  
広域な大洪水氾濫域の自動抽出アルゴリズム開発





## 第 21 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・会議室 4

日時 2019 年 2 月 14 日 (木) 9:00~16:25

### 【口頭発表】

9:00-11:45, 14:00-16:15 (発表: 10 分、質疑: 5 分) (3 階レセプションホール)

### 【ポスター発表】

12:45-13:45 (3 階 会議室 4 など)

## —プログラム—

**8:55-9:00 開会の挨拶 久世宏明 (千葉大学 CEReS センター長)**

### セッション 1: 「防災」(座長: 梶原康司)

(1) 9:00-9:15 金子大二郎 ((株) 遥感環境モニター)

津波避難ビル群の適性と社会地理モデルによる人命リスクの評価 –相模湾の湘南都市域への適用–

(2) 9:15-9:30 劉 ウエン(千葉大学), 山崎 文雄

PALSAR-2 画像を用いた 2018 年 7 月西日本豪雨における浸水被害の把握

(3) 9:30-9:45 Luis Moya (Tohoku Univ.), F. Yamazaki, W.Liu, S.Koshimura, E.Mas

Three-Dimensional Texture in the Context of Remote Sensing Damage Detection

(4) 9:45-10:00 郭 栄珠(土木研究所), 近藤昭彦

バングラデシュにおける広域氾濫マッピングと地域特徴による水害リスク評価

(5) 10:00-10:15 Liu Jann-Yenq (National Central Univ.), K. Hattori, iSTEP-4

Seismo-ionospheric Earthquake Precursors of the Electron Density in Japan by  
Using GNSS Remote Sensing Techniques

**休憩 10:15-10:30**

### セッション 2: 「観測技術・システム・新規利用」(座長: 入江仁士)

(6) 10:30-10:45 増田健二 (静岡大学), 眞子直弘, 久世宏明

リモートセンシングによる広域の植物蛍光強度分布画像取得の提案

(7) 10:45-11:00 齊藤保典 (信州大学), 宇都宮成弥, 熊谷陽介, 富田孝幸, 椎名達雄

プラスチック廃棄物を含む水辺周辺環境の蛍光ライダー観測の初期試験

(8) 11:00-11:15 飯倉善和 (弘前大学), 関口美保, 眞子直弘, 市井和仁, 久世宏明

MODIS L1B を利用した光学的厚さと反射率の同時推定

- (9) 11:15-11:30 野口克行(奈良女子大学), 入江仁士  
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
- (10) 11:30-11:45 佐藤頌太(千葉大学), 藤川大祐  
AI リテラシーを養う授業実践の開発 -中学生が機械学習を用いた課題解決を行う授業実戦を通じて-

**休憩(昼食) 11:45-12:45**

**ポスターセッション： 12:45-13:45 (3F 会議室 4 など) ポスターサイズ：最大 A0 縦版**

**セッション 3: 「ひまわり 8 号の応用」(座長: 楊 偉)**

- (11) 14:00-14:15 樋口篤志 (千葉大学)  
千葉大学 CEReS における衛星データアーカイブの現状と利用
- (12) 14:15-14:30 濱田 篤 (富山大学), 内木詩歩, 安永数明  
ひまわり 8 号高頻度観測から同定した熱帯域雲システムの日変化
- (13) 14:30-14:45 三浦知昭 (Univ. Hawaii), 永井信, 市井和仁, 吉岡博貴  
Vegetation Dynamics in Japan as Observed from Himawari-8 Geostationary Satellite
- (14) 14:45-15:00 林 航大 (千葉大学), 市井和仁, 村上和隆, 三浦知昭, 吉岡博貴, 秋津朋子,  
井手玲子, 奈佐原顕郎  
ひまわり 8 号による広域植生モニタリングの実現性評価

**休憩 15:00-15:15**

**セッション 4: 「地球環境モニタリングとフューチャーアース」(座長: 市井和仁)**

- (15) 15:15-15:30 吉村彰大(千葉大学), 綿引将司, 松野泰也  
夜間光衛星画像の分析による途上国のエネルギー需要量推計
- (16) 15:30-15:45 馬淵和雄, 本多嘉明, 梶原康司  
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
- (17) 15:45-16:00 小坂真悟(千葉大学), 斎藤尚子  
GOSAT/TANSO – FTS 及び MOPITT データを用いたバイオマス燃焼起源の CO<sub>2</sub> 及び CO の大気中濃度変動の解析
- (18) 16:00-16:15 近藤雅征 (千葉大学)  
陸域海洋炭素収支の現状と今後の行方

16:15-16:25 閉会の挨拶(含;次年度公募について) 市井和仁 (CEReS 共同利用研究委員長)

**【意見交換会】**

**17:00-18:30 (けやき会館 1F コルザ) (参加費 3000 円)**

**ポスターセッション プログラム（ポスター最大サイズ A0縦）**

**コアタイム 12:45-13:45 掲示時間 9:00-14:00**

P01: 小澤花音(茨城大学), 飯田大貴, 奥出信一郎, 久世宏明, 桑原祐史

DOAS 法を用いた日立市における CO<sub>2</sub> 濃度の計測

P02: 椎名達雄(千葉大学), 香川直己

3rd generation Photon Counter の検討

P03: KADIR Evizal Abdul (Islamic University of Riau)

Development of Environmental Remote Sensing for Water Pollution Monitoring System;  
Case Study at Siak River, Indonesia

P04: 宮崎 貴大 (香川高等専門学校)

地上でのリモートセンシングを対象とした自律型観測プラットフォームの開発

P05: 朝隈 康司 (東京農業大学)

オホーツク海北海道沿岸域の懸濁物リモートセンシング

P06: 浜口 暢(千葉大学), 室賀元晴, 難波一輝, ヨサファット テトオコ スリ スマンティヨ

CP-SAR 画像処理システム用 TCP/IP 通信環境実装

P07: 久慈誠 (奈良女子大学), 川野いち子, 中辻菜穂, 山野沙織

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

P08: 桃井裕広 (東京理科大学), 工藤玲, 森樹大, 三浦和彦, 岡本浩, 入江仁士

SKYNET データを用いた水蒸気推定手法の検証

P09: Kasumi Hattori (Chiba Univ), Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Tiger Liu

Transient Effects in Atmosphere and Ionosphere Associated with 2018 Mw 7.5 Sulawesi  
Indonesia Earthquake and Triggered Tsunami and Volcano Activities

P10: 山本宗尚 (京都大学), 浅海悠, 重 尚一

A-train データを用いた日本海上降雪雲の構造解析

P11: 丹羽洋介 (国立環境研究所)

NICAM-TM による CH<sub>4</sub>の大気輸送シミュレーション：逆解析のインパクト評価

P12: 本田照裕 (九州大学), 江口菜穂, 斎藤尚子, 丹羽洋介

上部対流圏・下部成層圏における二酸化炭素変動について

P13: 朴 鍾杰 (東京情報大学)

MODIS データを用いた 15 年間のバンガラデシュの洪水域変化抽出

P14: 朱春茂 (海洋研究開発機構), 入江仁士, 宮川拓真, 竹谷文一, 金谷有剛

Characterization of light absorbing organic aerosols at Fukue Island based on SKYNET  
remote sensing

P15: 若林裕之 (日本大学), 本橋和重, 北神貴久, 本郷千春

Sentinel-1 C バンド SAR データを使用した稻作地の浸水域検出

P16: 中田裕之 (千葉大学), 益子竜一, 鷹野敏明, 細川敬祐, 富澤一郎, 長尾大道

HF ドップラー観測による台風に伴う電離圏変動の解析

- P17: 山本修平 (東北大大学), 本間香貴, 橋本直之, 牧雅康, 本郷千春  
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2報 2018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
- P18: Yuti Giamerti (Tohoku Univ.), Didi Darmadi, Koki Homma, Ahmad Junaedi, Iskandar Lubis, Chiharu Hongo  
Evaluation Trial of Drought Stress based on Rice Canopy Temperature in Probolinggo, Indonesia
- P19: 大前宏和 ((株)センテンシア), 三宅俊子, ヨサファット テトコ スリ スマンティヨ  
ハイパー分光センサでの現場観測事例  
-衛星リモートセンシング現場観測における小型分光器の併用-
- P20: 森山雅雄 (長崎大学)  
静止衛星からの地表面温度推定
- P21: Takahiro Osawa (ウダヤナ大学), As-syakur, A.R.  
衛星データを使用したインドネシア、バリ島の観光都市エリアにおける植物基礎生産量と土地利用の経年変化の研究
- P22: 千秋博紀 (千葉工業大学), 椎名達雄, 乙部直人, 梅谷和弘, はしもとじょーじ, 眞子直弘  
小型 LiDAR を用いた人工巻の構造観測
- P23: 服部克巳(千葉大学), 宋銳, Jann-Yenq Liu  
GNSS データを用いた電離圏電子数トモグラフィー
- P24: 永井 信(海洋研究開発機構), 関川清広, 斎藤琢, 梶原康司, 本多嘉明  
里地里山における高空間分解能衛星やドローンによる植物季節観測の高精度化
- P25: 堤田成政(京都大学), Pedro Rodriguez-Veiga  
リモートセンシングによる広域観測データの空間誤差推定に関する研究
- P26: 染川智弘(レーザー技術総合研究所), 久世宏明, 河仲準二, 藤田雅之  
レーザー誘起ブレー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
- P27: 岩田悠里(千葉大学), 梅木清, 平尾聰秀  
航空機 LiDAR データを利用した森林内の葉群構造の把握
- P28: 福地孝哉(千葉大学), 梅木清  
航空機 LiDAR データを用いたトドマツ人工林の上層樹高推定
- P29: 豊嶋紘一 (千葉大学), 広瀬民志, 加藤章子, 樋口篤志  
国交省河川局雨量計データを用いた降水グリッド化プロダクトの作成について
- P30: 小菅生文音 (千葉大学), Liu Zhiyan, 市井和仁  
Dagik Earth と JoyCon を用いた地球観測衛星データ表示システムの試作

第 21 回 CEReS 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 千葉市稻毛区弥生町 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