

第 19 回 CERESe
環境リモートセンシングシンポジウム
資料集

Proceedings of the 19th Symposium on
Remote Sensing for Environment

2017 年 2 月 16 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 (CERESe)
Chiba University

**第 19 回環境リモートセンシングシンポジウム資料集
(2016 年度 CEReS 共同利用研究発表会資料集)**

目次

【プログラム - 1】

阿蘇山・仙酔峡における斜面崩壊の高精細地形解析	2
齋藤 仁 (関東学院大学・経済学部)・内山庄一郎・小花和宏之・早川裕式・ J.T. スリ スマンティヨ	
Statistical Study of Receiver Operating Characteristic Curve on Seismo-Ionospheric Precursors of the Total Electron Content Associated with Large Earthquakes in Japan	5
Tiger Jann-Yenq Liu (National Central University)・服部克巳・Dimitar Ouzounov・Yuh-Ing Chen・ Cheng-Yan Liu	
衛星リモートセンシングと短期地震予測	6
服部克巳 (千葉大学・理学研究科)	
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	10
ー 衛星プロダクトと気候モデルプロダクトの相互利用 ー 森山雅雄 (長崎大学・工学研究科)・馬淵和雄・本多嘉明・梶原康司	
白色光レーザーを用いた温室効果ガスの計測法の開発	12
染川智弘 (公益財団法人レーザー技術総合研究所)・眞子直弘・久世宏明	
地上型レーザスキャナを用いた広葉樹の材積推定手法の検討	13
柳原絵里奈 (宇都宮大学・農学部)・有賀一広・田村太壱・加藤 顕	
生活環境圏における CO₂ 濃度の計測と検証	14
飯田大貴 (茨城大学・都市システム工学専攻)・奥出信一郎・眞子直弘・久世宏明・ 桑原祐史	
アイスアルジーのリモートセンシングの開発	15
朝隈 康司 (東京農業大学・生物産業学部)	
小型無人航空機 (UAV) を用いた森林樹冠の地表面モデル (DSM) の作成	16
齋藤 有希 (首都大学東京・都市環境科学部)・酒井健吾・長谷川宏一・泉 岳樹・松山 洋	
衛星画像と光学・レーダー観測による九州の火山噴煙の解析	17
木下紀正 (鹿児島大学・教育学部)・眞木雅之・土田 理・飯野直子・金柿主税	
紫外ラマンライダーによる対流圏エアロゾルと水蒸気の鉛直分布の観測	21
村山利幸 (東京海洋大学・海洋工学部)	
光学式ガス検出センサシステムの開発検討	23
大前宏和 (株式会社 センテンシア)・三宅俊子・小花和宏之・J.T. スリ スマンティヨ	

擬似的多方向観測データを用いた針葉樹林・広葉樹林の特徴抽出	24
曾山典子（天理大学・人間学部）・村松加奈子・醍醐元正・梶原康司・本多嘉明	
UAV-SfM 測量による斜面崩壊前兆現象抽出の試み	25
小花和 宏之（株式会社 ビジョンテック）・早川 裕弐・加藤 顕	
PI-SAR-2L によるサロマ湖上氷の後方散乱特性解析	26
若林 裕之（日本大学・工学部）・長 康平	
熱帯林における森林モニタリング技術の確立	27
加藤 顕（千葉大学・園芸学研究科）・若林裕之・早川裕弐・小花和宏之・ J.T. スリ スマンティヨ	

【プログラム - 2】

フラックス最適化の大気 CO ₂ 濃度へのインパクト	32
丹羽 洋介（気象庁気象研究所・海洋・地球化学研究部）	
Study for dynamical process of atmospheric compositions in troposphere and stratosphere using satellite data	
- Part II: Seasonal and Intraseasonal variations of CO ₂ and CH ₄ from GOSAT FTS TIR -	33
江口菜穂（九州大学・応用力学研究所）・齋藤尚子	
SKYNET 観測エアロゾルパラメータの誤差評価と解析システムの高度化	34
カトリ プラディーブ（東北大学・理学研究科）・入江仁士	
津波人命リスクモデルによる災害弱者の社会的問題の検討	36
—鎌倉の人命リスクにおける高齢者・児童人口の特性— 金子 大二郎（株式会社 遥感環境モニター）	

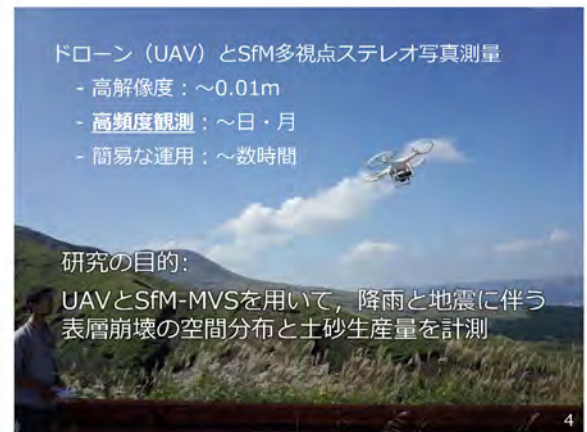
【プログラム - 3】

リモートセンシングデータを活用したミツバチの生息・生育空間の分析 その 5	40
岡田 信行（株式会社 オルト都市環境研究所）・原田一平	
高精細地形地物情報を用いた植生形状と地形変化の相互作用の評価：	41
日本列島中部の中起伏流域を例に 早川裕弐（東京大学・空間情報科学研究センター）・蝦名益仁・加藤 顕・小花和宏之	
L-バンド合成開口レーダのオブジェクトベース解析による津波被害評価関数の開発	42
郷右近英臣（東京大学・生産技術研究所）・越村俊一・目黒公郎・劉 ウェン・成毛麻里子 山崎文雄	
シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた水稻生産量推定法の検討	43
佐々木剛志（東北大学・農学部）・加藤瑞稀・本間香貴・本郷千春・牧雅康	

An Automatic Cloud Detection Method for Landsat Time-series Data and Its Application in Monitoring Phenology of Amazon Forest	44
Xuehong Chen (Beijing Normal University)・Shuli Chen・Miaogen Shen・Wei Yang・Jin Chen	
PALSAR-2 画像を用いた 2016 年熊本地震の建物被害把握	49
劉ウェン (千葉大学・工学研究科)・山崎文雄	
A Remote Sensing and GIS based Approach to Mitigate Human-Elephant Conflict in Sri Lanka	53
Kithsiri Perera(University of Southern Queensland)・建石隆太郎・近藤昭彦	
Impacts of El Niño on agricultural drought in Bali, Indonesia	54
大澤高浩 (ウダヤナ大学)・Abd. Rahman As-syakur・I Wayan Nuarsa	
【一般研究】	
Kintex-7 を用いた UAV 搭載 CP-SAR システム	56
文屋 勝 (千葉大学・融合科学研究科)・難波 一輝・J.T. スリ スマンティヨ	
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	57
飯倉善和 (弘前大学・理工学研究科)・久世宏明・関口美保・眞子直弘	
探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究	60
野口克行 (奈良女子大学・研究院自然科学系)・山谷真貴子・入江仁士・林寛生	
マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法の開発	61
—大気安定度の鉛直風速プロファイルへの影響— 香西克俊 (神戸大学・海事科学研究科)・大澤輝夫・安保遼太郎	
MERIS データによる霞ヶ浦基礎生産量の推定	65
松下文経 (筑波大学・生命環境系)・竹ヶ原彬人・楊 偉	
UAV リモートセンシングによる千葉の里山の植物観測	66
永井信 (海洋研究開発機構・地球表層物質循環研究分野)・梶原康司・鈴木力英・本多嘉明	
地上観測データ解析による奈良におけるエアロゾルの研究	71
久慈誠 (奈良女子大学・研究院自然科学系)・石原愛花・藤井美有紀・村崎あつみ	
ひまわり 8 号を用いた二方向性反射特性の解析	72
松岡真如 (高知大学・教育研究部)・赤塚慎・本田理恵・高木方隆	
太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍光測定：圃場・森林への応用	75
増田健二 (静岡大学・技術部)・眞子直弘・本間香貴・村松加奈子・吉村謙一・小南裕志・久世宏明	

カメラを用いた火星表層環境観測の検討	79
千秋博紀（千葉工業大学・惑星探査研究センター）・はしもとじょーじ・野口克行・鈴木 睦・久世宏明・眞子直弘・杉山耕一郎・高橋芳幸・大西将徳	
無人小型飛行体搭載用 LED ミニライダーによる野外ダスト挙動観測	80
椎名 達雄（千葉大学・融合科学研究科）	
近距離ライダーによる地表面大気計測データからの情報抽出	83
森 康久仁（千葉大学・融合科学研究科）	
TRMM 時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析	84
山本宗尚（京都大学・理学研究科）・重 尚一・樋口篤志	
適切な雲除去を用いた MODIS による地震に関連する温度異常の検知に関する研究	85
高新茹（千葉大学・理学部地球科学科）・Nicola Genzano・Valerio Tramutoli・服部克巳	
TIR anomaly possibly related to the large earthquake using MT-SAT data	86
Nicola Genzano（University of Basilicata）・Valerio Tramutoli・Katsumi Hattori	
【研究会】	
環境問題の現場における超学際研究の新展開	88
近藤康久（総合地球環境学研究所・研究基盤国際センター）・近藤昭彦・木本浩一・石井励一郎・奥田 昇・窪田順平・手代木功基	
火星用 LED LIDAR の屋外性能評価	92
乙部 直人（福岡大学）・椎名 達雄・千秋 博紀・梅谷 和弘・はしもと じょーじ・眞子 直弘・久世 宏明	
第 19 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム プログラム	93

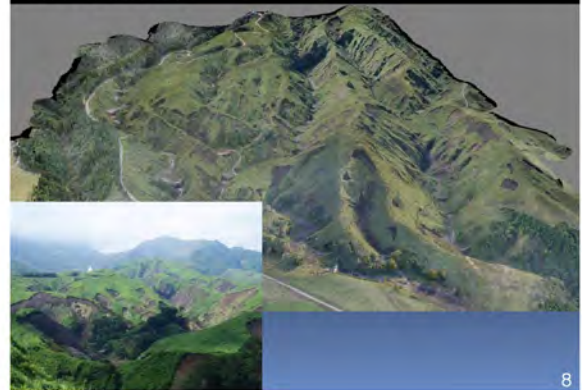
プログラム - 1



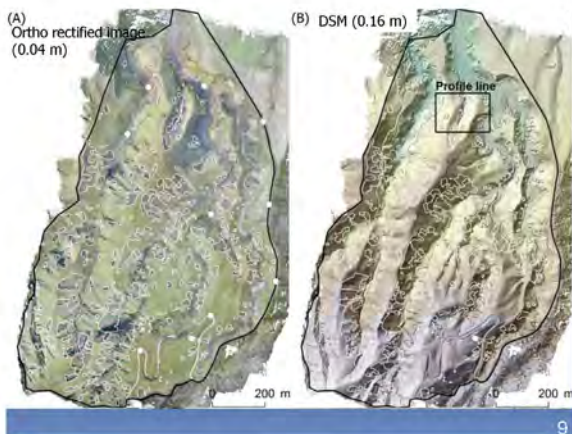
結果と考察

表層崩壊地の分布と土砂生産量

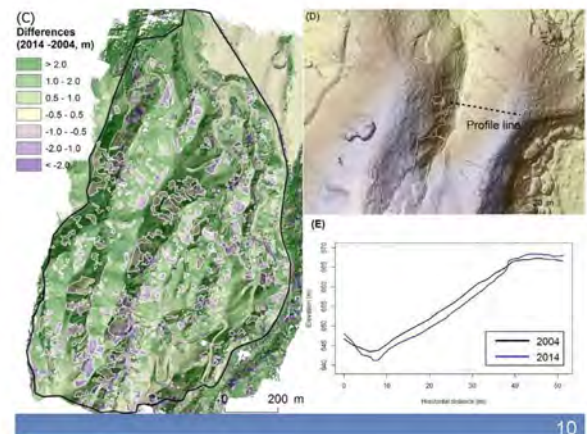
仙酔峡 (1.00 km²)



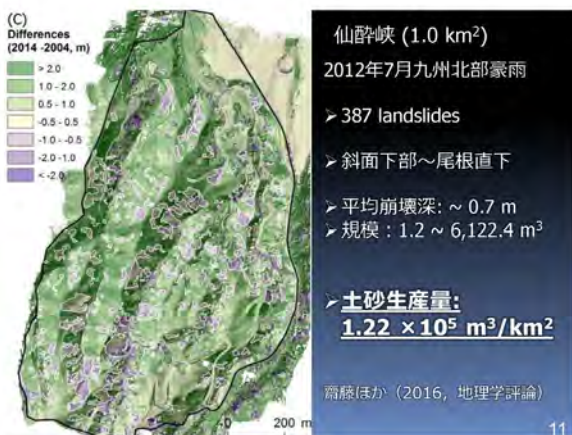
8



9



10



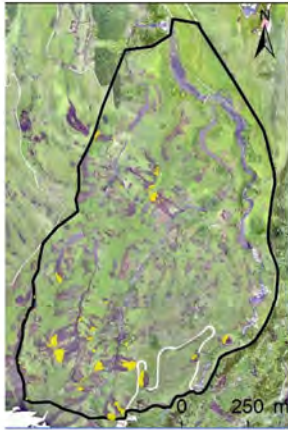
11

仙酔峡 (1.0 km²)
2012年7月九州北部豪雨
➢ 387 landslides
➢ 斜面下部～尾根直下
➢ 平均崩壊深: ~ 0.7 m
➢ 規模: 1.2 ~ 6,122.4 m³
➢ 土砂生産量:
 1.22×10^5 m³/km²
齋藤ほか (2016, 地理学評論)

2016年熊本地震



12



2016年熊本地震 (地震前後のDSMの比較)

- 67 landslides
- 急傾斜な斜面の、尾根付近から崩壊
- 降雨に伴う崩壊地の上部
- 崩壊深: ~ 5.0 m
- **土砂生産量:**
 $\sim 10^4$ m³/km²

13

過去の斜面崩壊に伴う土砂生産量との比較

Event	June 1963	July 1990	June 2001	July 2012
Max. 1 h rainfall / Return period	49.0 mm / N/A	80.0 mm / 12 yr	96.0 mm / 23 yr	85.0 mm / 16 yr
Max. 24 h rainfall / Return period	432.0 mm / N/A	497.8 mm / 26 yr	297.0 mm / 2 yr	427.6 mm / 11 yr
Sediment yield (sediment discharge, m ³ /km ²)	3.0×10^4	$3.1 - 3.9 \times 10^4$	$3.0 - 4.1 \times 10^4$	$1.2 - 4.8 \times 10^5$

e.g., 宮緑ほか (2004)

This study

- 2012年7月九州北部豪雨
再現期間20年以下の豪雨イベントにより、潜在的に、 10^5 m³/km²オーダーの土砂生産量を示唆、過去の事例よりも10倍大きい。
(空間解像度、堰堤堆積物からは過小推定)
- 2016年熊本地震:
降雨では崩壊しなかった尾根付近が崩壊。
 10^4 m³/km²オーダーの土砂生産量

14

まとめ

- 2012年7月九州北部豪雨、および2016年熊本地震に伴う、阿蘇火山地域での表層崩壊地を、高精細地形データを用いて計測。
- 再現期間20年以下の豪雨イベントにより、 10^5 m³/km² オーダーの土砂生産量。
- 熊本地震では、降雨では崩壊しなかった尾根付近が崩壊。
 10^4 m³/km² オーダーの土砂生産量。

青藤、仁・内山庄一郎・小花和宏之・早川裕之 2016、平成 24年(2012年) 7月九州北部豪雨に伴う阿蘇火山地域での土砂生産量の推定 -UAVとSfM多視点ステレオ写真測量を用いた高精細地形データの活用-、地理学評論 89, 347-359。

15

Statistical Study of Receiver Operating Characteristic Curve on Seismo-Ionospheric Precursors of the Total Electron Content Associated with Large Earthquakes in Japan

Tiger Jann-Yenq Liu^{1*}, Katsumi Hattori², Dimitar Ouzounov³, Yuh-Ing Chen⁴, and Cheng-Yan Liu⁵

¹Institute of Space Science, National Central University, Taoyuan City, Taiwan

²Chiba University, Yayoi 1-33, Inage, Chiba, 263-8522, Japan

³CEESMO, Chapman University, Orange, CA, USA

⁴Institute of Statistics, National Central University, Taoyuan City, Taiwan

⁵Institute of Earthquake Prediction, Beijing University of Technology, Beijing, China

Abstract

This paper reports on statistical results of seismo-ionospheric precursors (SIPs) of the total electron content (TEC) in the global ionosphere map associated with $M \geq 6.0$ earthquakes in Japan during 1999–2016. A median-based method together with the z test is employed to examine the TEC variations 30 days before and after the earthquake. Results show that the SIP is mainly the TEC significant increase few days before the earthquakes. The receiver operating characteristic (ROC) curve is further used to evaluate the efficiency of the TEC for predicting the earthquakes in Japan during the time period with statistical significance detected by the z test. The SIP is further confirmed since the area under the ROC curve is positively associated with the earthquake magnitude.

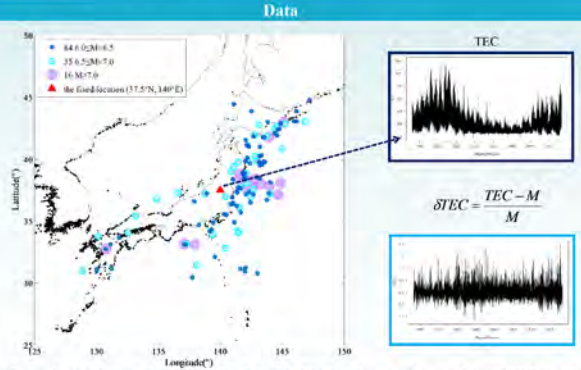


Figure 1. Locations of the GIM TEC and the 135 $M \geq 6.0$ earthquakes in Japan during 1999–2016. The earthquake catalog is retrieved from USGS. The triangle denotes (37.5° N, 140° E), the location of GIM TEC used in this study.

TEC Reference

M , LQ and UQ are the median, first and third quartiles of TEC based on previous 15-day TECs. Set the upper bound $LB = M + k(M - LQ)$ and the lower bound $UB = M + k(UQ - M)$.

The standardized TEC change

$$\delta TEC = \frac{TEC - M}{M}$$

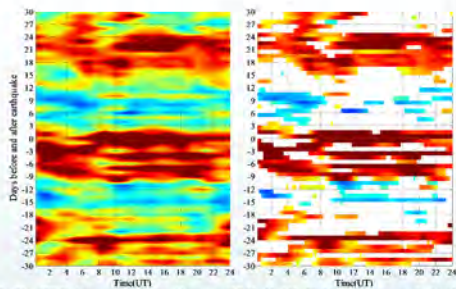


Figure 2. The δTEC observed at the fixed location (37.5° N, 95° E) 30 days before and after the 11 March 2011 M9.0 Tohoku-Oki earthquake: (a) δTEC , (b) δTEC of the points where the observed TEC fall outside the associated LB or UB with $A=1.5$.

Anomaly Zone

p : the observed proportion of earthquake-related anomalies

p_0 : the background proportion of anomalies n : the number of earthquakes

The z value is

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

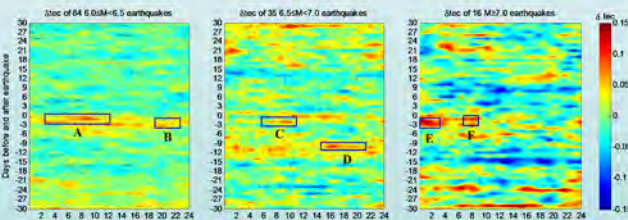


Figure 3. The median values of δTEC in 30 days before and after Japan earthquakes with magnitude (a) $6.0 \leq M < 6.5$ (b) $6.5 \leq M < 7.0$, and (c) $M \geq 7.0$. The contour denotes significant z test at significance level 0.05.

TEC increment

Zone A: 0600–1000 UT 1–2 days before EQs
Zone B: 1900–2200 UT 2–3 days before EQs
Zone C: 0700–1000 UT 2–3 days before EQs
Zone D: 1500–2100 UT 9–10 days before EQs
Zone E: 0100–0300 UT 2–3 days before EQs
Zone F: 0700–0900 UT 1–3 days before EQs

Anomaly Occurrence Frequency

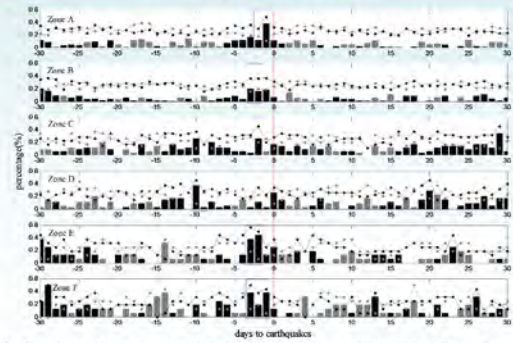


Figure 4. Percentages of the earthquakes with positive (black dot) and negative (gray dot) precursory days. The black bar represents the amount of percentage in which positive anomaly is over negative anomaly, while the gray bar denotes the amount of percentage in which negative anomaly is over positive anomaly.

Receiver Operating Characteristic (ROC) Curve

- For a cutoff value k , We compute the true positive rate (TPR) and false positive rate (FPR) as
TPR = (No. of alarmed earthquake days) / (No. of earthquake days)
and
FPR = (No. of alarmed non-earthquake days) / (No. of non-earthquake days).
- The ROC curve with FPR as the x-axis and TPR as the y-axis is obtained for a variety of possible k value.
- The area under the ROC curve (AUC) is used for assessing the effectiveness of the TEC precursor.
- For testing H_0 (SIPs are randomly observed) versus H_A (SIPs are not randomly observed), We randomly generate anomaly days based on Gamma distribution during the study period, and then calculate the ROC curve and max-AUC for each simulation.

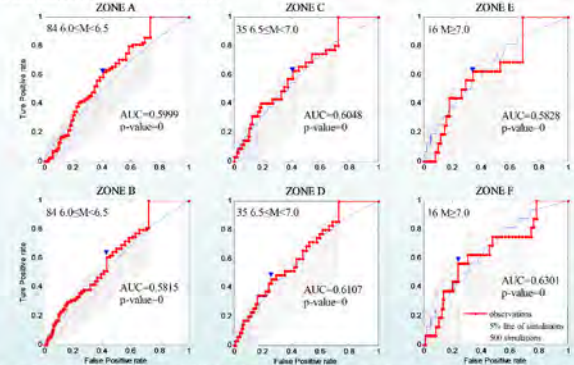


Figure 5. ROC curves for alarming EOKs based on precursory information from the six zones as indicated in Figure 3. The red, gray and blue curves denote the ROC curves of the observations, simulations, and the 5% line of simulations respectively. The red inverted triangle denotes the k value yielding the maximum R score (= TPR-FPR), which is called the Youden index (Youden, 1950).

Table 1. AUCs of Different Earthquake Groups

EQ	Alarming day	Anomaly period (LT)	AUC	k-value	TPR	FPR	p-value(AUC)	Alarms
84.6.0 ≤ M < 6.5	Zone A	1–2	0.5999	1.4	0.6190	0.4279	0(0.5247)	2751
	Zone B	2–3	0.5815	1.2	0.6071	0.4538	0(0.5265)	2913
	Zone C	2–3	0.6048	1.3	0.6286	0.4268	0(0.5482)	2735
35.6.5 ≤ M < 7.0	Zone D	9–10	0.6107	2.1	0.4571	0.2774	0(0.5398)	1779
	Zone E	2–3	0.5825	1.6	0.6250	0.3600	0(0.5641)	2305
	Zone F	1–3	0.6301	2.7	0.5625	0.2505	0(0.5521)	1606

Conclusion

- The z test at significance level 0.05 shows the SIPs appears in different time/day zones prior to three group of earthquakes ($84.6.0 \leq M < 6.5$, $6.5 \leq M < 7.0$, and $M \geq 7.0$) in Japan during 1999–2016.
- The ROC curves and the associated AUCs recommend that a significant TEC increment in six zone provides with a reliable SIP for three group earthquakes in Japan, respectively.
- The average of median δTEC s is increasing with the associated earthquake magnitude and is closely related to the associated AUC. It implies that larger earthquakes have the greater preparation, and in turn release a stronger SIP of GPS TEC.

衛星リモートセンシングと 短期地震予測

服部克巳
千葉大学大学院理学研究科



Validation of Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling Concept During Large Scale Earthquakes

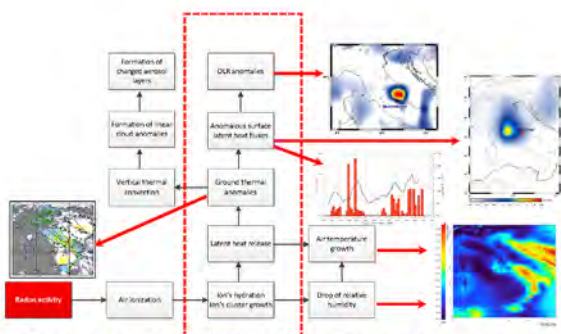
Dimitar Ouzounov, Sergey Pulinets, Jann-Yenq Tiger Liu
Valerio Tramutoli, Michel Parrot, Xuhui Shen, Katsumi Hattori

¹Chapman University, Orange, USA, ²Space Research Inst., Russian Acad. of Sci., Moscow, Russia, ³Institute of Earthquake Science, CEA, Beijing, China, ⁴University of Basilicata, Potenza, Italy, ⁵National Central University, Chung Li, 320, Taiwan, ⁶Chiba University, Inage, Chiba, 263-8522, Japan, ⁷UPC2/CNRS, SA, Orleans, France, ⁸National Space Science Center, CAS, Beijing, China, ⁹Institute of Crystal Dynamics, CEA, Beijing, China, ¹⁰School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, China, ¹¹Institute of Acoustics, CAS, Beijing, China, ¹²China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu Province, China

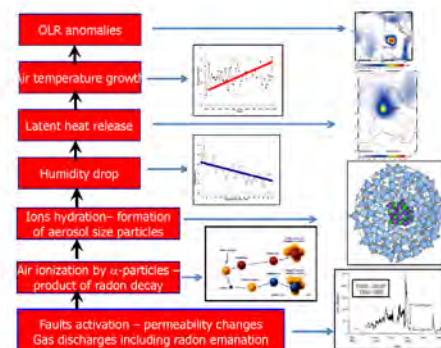


Outline

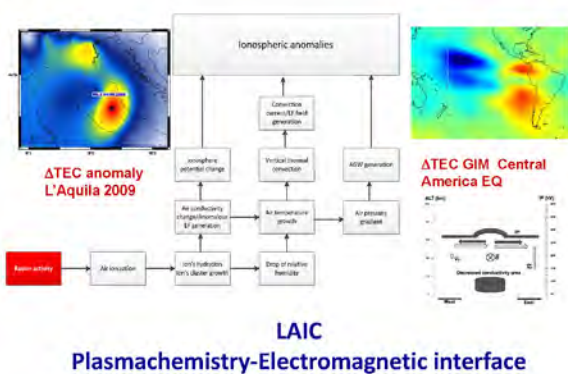
- ✓ LAIC
- ✓ Multi parameter approach
- ✓ Summary



LAIC(Lithosphere-Atmosphere-Ionosphere Coupling)
Plasma chemistry-Thermal interface



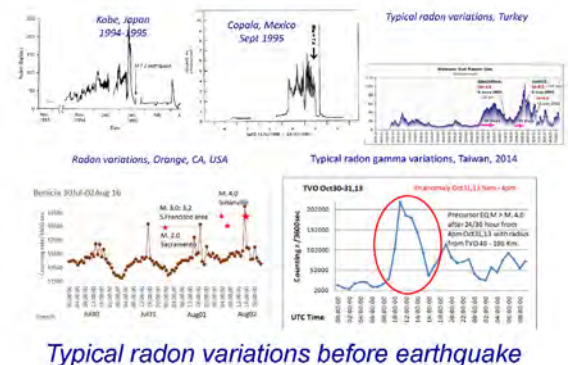
LAIC Thermal interface



Time (hr)	Rn ²²² (kBq/m ³)	Temperature (°C)	Relative Humidity (%)	Absolute Humidity (g/m ³)
1	0.043	20.2	28.5	5.0
2	0.029	20.2	75	13.2
3				
4	6.144	20.5	71.5	12.9
5	6.144	20.6	70.5	12.7
6	5.898	20.6	70.5	12.7
7	5.792	20.6	69.7	12.4

More than 5000 J was released

Drop in absolute humidity = 0.8 (g/m³) Specific Latent heat 2256 J/g
 Expected temperature rise = 0.34 (°C)
 Observed temperature rise = 0.4 (°C)



Journal of Meteorology, Vol. 46, pp. 851-861, 2003

Air-Sea Gas Transfer Velocity in Stormy Winter Estimated from Radon Deficiency

HIROSHI KAWAKURA¹, HIROSHI NAKITA¹, KIMI HAKADA², SHIGEHITO TUNOGAI¹ and MASAHI KUNAKAGE²

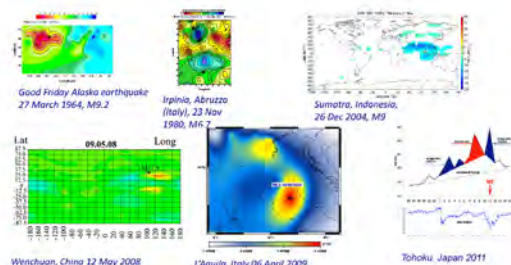
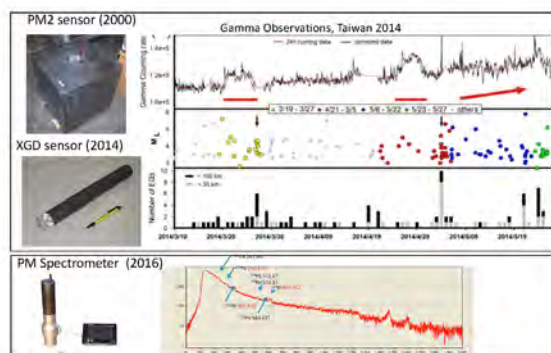
Table 2. Measured physical parameters and radon activity in groundwater. Volcanic area

ID no.	Location	Time	Depth (m)	Temp (°C)	EC (dS/cm)	pH	Radon activity (Bq/l) ± 2 σ
G1	Katsukawa	SW	5	20.9	747	7.41	7200 ± 230
G2	Katsukawa	SW	5	27.2	598	7.30	11200 ± 270
G3	Fukuro	SW	5	28.6	754	6.71	7200 ± 1710
G4	Fukuro	SW	4	28.7	597	7.33	14000 ± 550
G4	Fukuro	SW	30	27.3	1315	7.37	8500 ± 1800
G5	Adachiwaka	SW	5	28.1	222	5.67	9000 ± 700
G7	Adachiwaka	SW	5	27.2	575	7.20	8500 ± 1400
G8	Kanbei	SW	5	30.1	362	7.29	11,200 ± 400
G9	Chiyoda	SW	6	27.5	545	6.81	19000 ± 250
G10	Yakushiji	SW	5	27.9	491	7.24	14700 ± 220
G11	Yakushiji	SW	10	27.4	428	7.31	13000 ± 210

SW, Surface well; OF, Deep well.

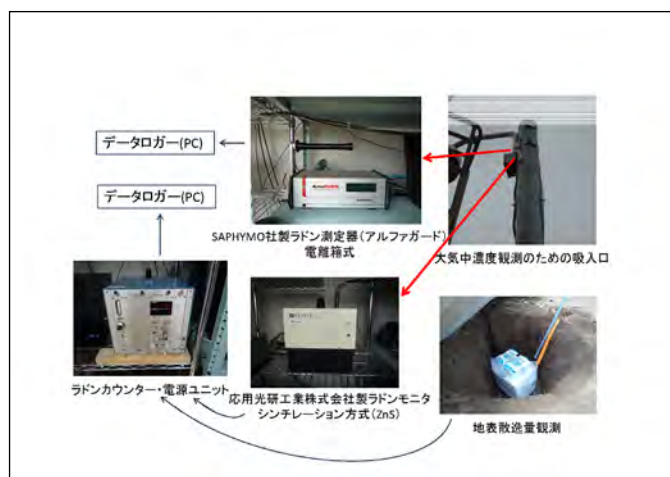
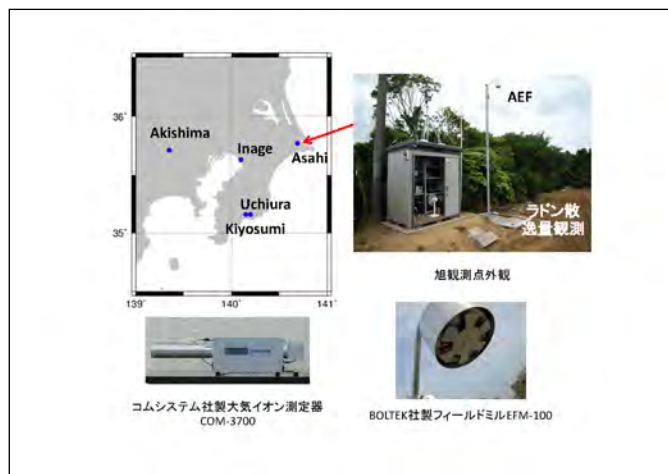
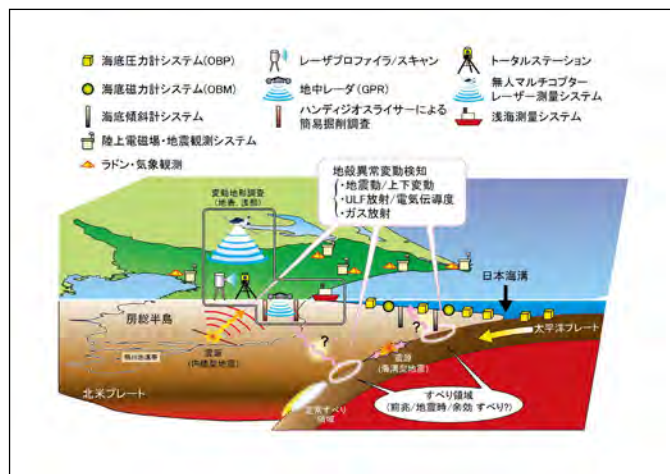
Ground values for radon volumetric activity are 2000 – 7000 Bq/m³

Radon is emanating from ocean equally as from ground



We can extend number of examples, but the facts are: during almost 50 years we observe the same effect in ionosphere before earthquakes

Ionospheric pre-earthquake signals for major earthquakes



Summary

- General consensus between LAIC and reliable earthquake precursors
- Significance in statistical and identification analyses
- Ground networks : configuration to reconsider for better support
- Single earthquake precursor $\leftarrow$ limited forecasting potential
- Multi-parameters approach $\rightarrow$ No unification of measurements; different monitoring & computation technologies etc...
- No consensus on the physical models
- Need to connect the earthquake cycle, tectonic loading, etc.,

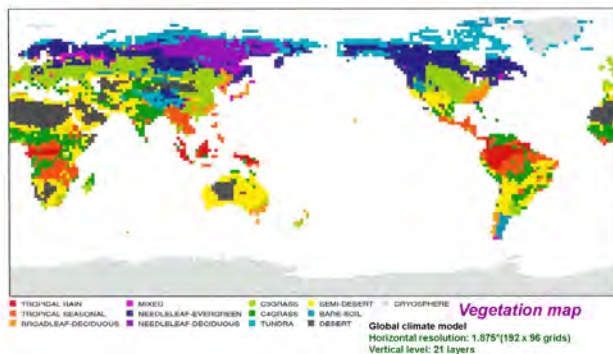
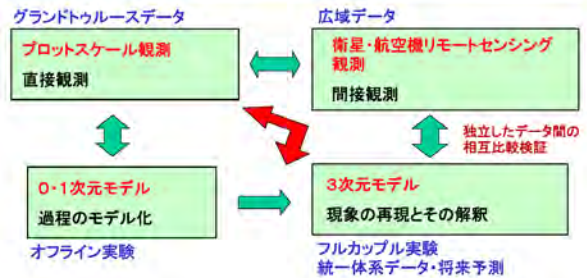
気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証

— 衛星プロダクトと気候モデルプロダクトの相互利用 —

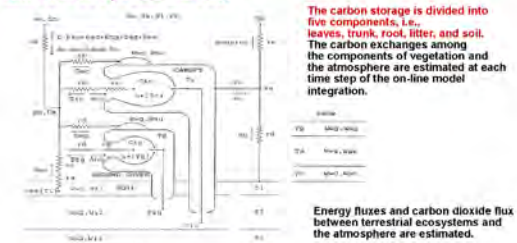
森山雅雄(長崎大)、*馬淵和雄(千葉大客員)
本多嘉明(千葉大)、梶原康司(千葉大)

第19回 CERES環境リモートセンシングシンポジウム
2017.2.16

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



Land surface process model



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

C₃ and C₄ plants photosynthesis processes
Snow accumulation and melting processes
Soil water freezing and melting processes

Vegetation type in the control simulation:

The type of vegetation of each model land area grid point was derived from the Major World Ecosystem Complexes Ranked by Carbon in Live Vegetation dataset (Olson et al. 1983). This dataset includes 47 types of vegetation, which are fundamentally divided into groups consisting of forest, grassland, crop, shrub, taiga, savanna, wetland, semi-desert, desert, tundra, and cryosphere. The vegetation of a given global land surface grid point was classified into one of the 13 types. The shrub and wetland types were classified as grassland, and the boreal forest including taiga type vegetation in East Siberia was regarded as needle-leaf deciduous forest. The present experiment classifies crop vegetation as grassland.

GLCV1 class (made by Soyama of Tenri University):

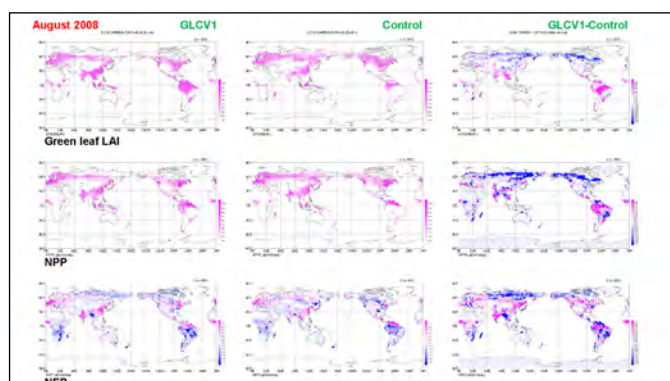
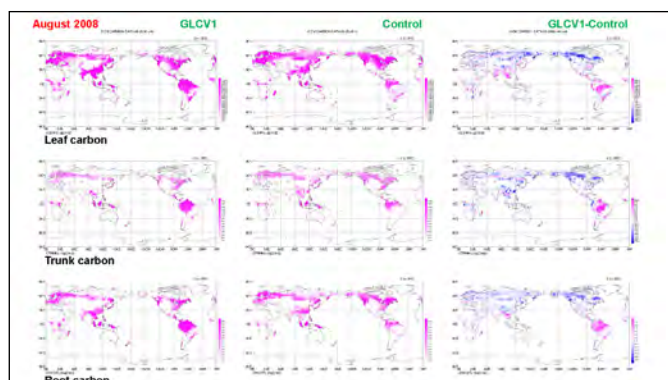
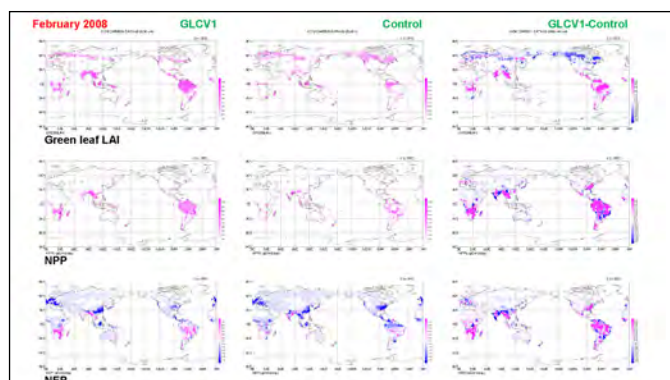
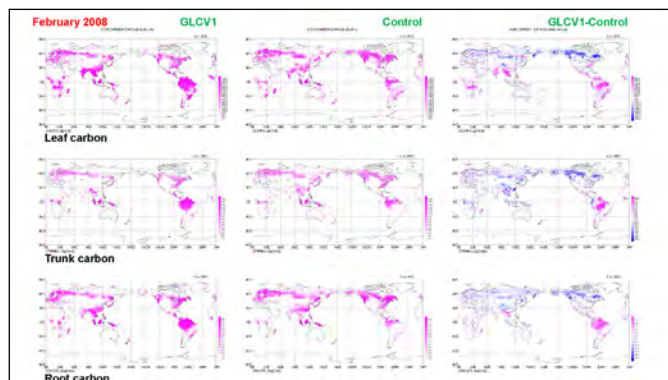
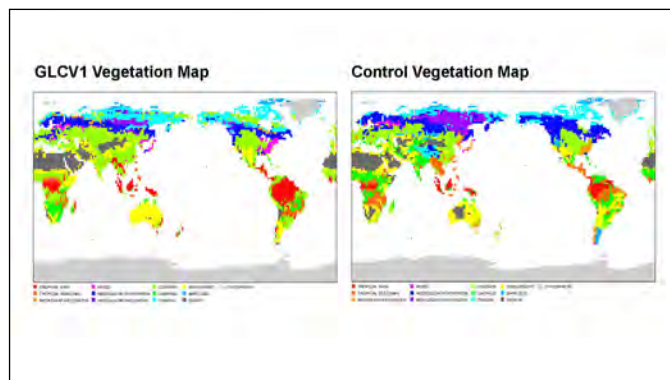
Global mosaic data sets were transformed to the geographical longitude-latitude coordinate system from MODIS Aqua Surface Reflectance 8-Day L3 Global 500m SIN Grid V005. This products were provided by Fukue (Tokai University) performed using MODIS Reprojection Tool (MRT) 10. They are composited over 8 days using 0.005 degrees spatial resolution data (46-scene data sets). They are corresponded to areas from 70 degree north to 70 degree south latitude, from 180 degrees west to 180 degrees east longitude using WGS 84. Global mosaic data sets of the full period of 2007 were analyzed.

GLCV1 class

- 0 Water
- 1 Needle-leaf evergreen forest
- 2 Broad-leaf evergreen forest
- 3 Needle-leaf deciduous forest
- 4 Broad-leaf deciduous forest
- 5 Mixed forest
- 6 Closed shrub-land
- 7 Open shrub-land
- 8 Woody savanna
- 9 Savanna
- 10 Grassland
- 11 Permanent wetland
- 12 Cropland
- 13 Urban and Built-up
- 14 Cropland/Natural vegetation mosaic
- 15 Snow and ice
- 16 Barren or Sparsely vegetated
- 17 IGBP water bodies
- 18 Tundra

Model vegetation type

- Water
- Needle-leaf evergreen forest
- Tropical rain forest
- Needle-leaf deciduous forest
- Broad-leaf deciduous forest
- Mixed forest
- Semi-desert (in high latitudes, Tundra)
- Semi-desert (in high latitudes, Tundra)
- Tropical seasonal forest
- C4-dominated grassland
- C3-dominated grassland
- Cropland (C3-dominated grassland)
- Bare-soil
- Cropland (C3-dominated grassland)
- Cryosphere
- Desert (in high latitudes, Bare-soil)
- Water
- Tundra



まとめ

- ◆相互に因果関係の無い衛星プロダクトと気候モデル出力プロダクトの独立したプロダクトとしての相互比較検証は、双方のプロダクトの精度向上にとって非常に有効である。
- ◆モデルで再現される各要素は、総合的な検証は必要であるものの、物理的および生物生態学的に矛盾しない相互作用関係を構築している。よって、衛星プロダクトがモデル検証情報となる一方で、モデルによる再現結果についても、衛星による間接観測データから個別にそれぞれのアルゴリズムにより抽出される各要素データの、広域的相互検証のための、相対的基準情報と成り得ると考えられる。
- ◆今回は、異なる植生分布データを用いたモデル数値実験結果の比較を行い、植生分布の違いが気候モデル出力に与える影響を通して、衛星データから抽出された植生分布データの精度の重要性の検証を行った。
- ◆その結果、高緯度植生に関しては、草原系（低樹高系）植生か森林系（高樹高系）植生かの判別の重要性が示唆された。また、低緯度植生に関しては、季節性の有無（常緑林系か季節林系か）の判別の重要性が示唆された。
- ◆その他、特に低緯度草原系植生に関しては、C3系かC4系かの判別が重要である（この点については、衛星データからの判別の可能性は？）
- ◆今後も、衛星プロダクトとモデルプロダクトの相互利用の可能性を追求していくとともに、それらのプロダクトを統合的に利用した地球システム理解のためのシステム構築を目指したい。

白色光レーザーを用いた 温室効果ガスの計測法の開発



柴川智弘¹ (somekawa@ilt.or.jp)

眞子直弘², 久世宏明²

¹(公財)レーザー技術総合研究所

²千葉大学環境リモートセンシング研究センター

白色光ライダー

高強度フェムト秒レーザーを希ガスに集光することで得られるコヒーレント白色光は元のレーザーの指向性、干渉性、パルス幅を有しています。さらに、生成前の偏光特性を保持していることがわかりました。この白色光をライダー(レーザーライダー)の光源として用いる「白色光ライダー」は任意の多波長での大気解析を可能にします。また、ライダーではレーザーの偏光特性を利用することによって、散乱体を形状によって分類することができるため、黄砂など非球形微粒子の識別も行えます。

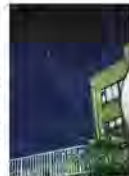


図1. 白色光ライダー観測の様子

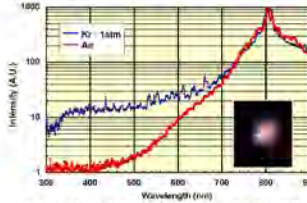


図2. ピーク強度11 W、波長800 nmのレーザーを1 atmのKrガスと大気中に集光させ得られた白色光スペクトル

図2が高強度フェムト秒レーザーを1気圧のKrガス・大気中に集光して得られた白色光スペクトルです。大気中で生成させるよりも、非線形屈折率の大きいKrガスのほうが可視域のスペクトル強度が大きいことがわかります。

温室効果ガスによる地球温暖化の進行は、地球規模での影響の大きさからみて重要な環境問題のひとつです。温室効果を示す水蒸気、CO₂、メタン等の気体は赤外域に吸収帯を持っており、コヒーレント白色光を用いれば同時観測が可能になります。

コヒーレント白色光によるCO₂の 赤外吸収計測

図3にコヒーレント白色光を用いたCO₂の赤外吸収スペクトルを示します。波長800 nm、パルスエネルギー50 mJ、パルス幅100 fsのレーザーを1気圧のKrガスに集光して得られた白色光を9 mの長さのガスセルに導入し、透過光を測定しました。実線がガスセルを1気圧のCO₂で封入した場合であり、点線は真空状態です。赤外分光器は浜松ホトニクス社製C9914GBを利用し、2次光カットフィルターとしてARコートしたSi窓を用いました。

白色光は2200 nm程度までスペクトルを広げており、矢印で示したのがCO₂の吸収ラインです。2100 nm程度から見られる急激な強度上昇は、2次光の寄与だと考えられます。実際の大気観測では水蒸気による吸収の干渉を受けます。そのため、水蒸気の吸収がなく、透過率変化が大きな2000 nm付近の吸収帯が最適ではないかと考えられます。

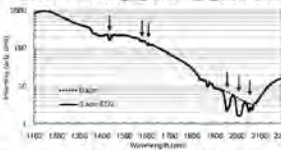


図3. コヒーレント白色光の9 mガスセル(CO₂ガス:0.1 atm)の赤外透過スペクトル

白色光DOASによるCO₂濃度測定

図4(a)にフェムト秒TWレーザーシステムを用いた長光路差分吸収分光(DOAS)法実験配置図を示します。高強度フェムト秒レーザーパルス(0.5 atmのKrガスに焦点距離5 mのレンズで集光することによって白色光を生成させています。生成した白色光は曲率10 mのアルミ凹面鏡でコリメートした後、大気中を伝搬させました。屋外観測では地理的な制約から、ミラーを用いて複数回折り返すことによって最長452 mの光路を得ています。他の実験では1 atmのKrガスを用いて白色光を生成させていることが多いですが、長光路を伝搬させた際のビーム広がり角や生成したスペクトル強度から、伝搬ロスが最も少ない非線形媒質として0.5 atmのKrガスを採用しています。

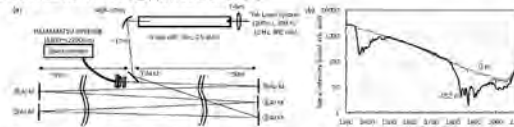


図4. (a)TWレーザーシステムを用いた白色光DOASの実験配置図、(b)光路長さ0.452 mの白色光DOASスペクトル

白色光DOAS実験によって測定されたDOASスペクトル(光路長さ:0.452 m)を図4(b)に示します。赤外分光器の露光時間は1秒としました。1340~1500、1780~1950 nmに見られる大きな吸収スペクトルは水蒸気によるものであり、微弱ではありますが、2000 nm付近にCO₂の吸収スペクトルが確認できます。HITRANデータベースを用い、CO₂濃度を398 ppm、温度は2.6℃、湿度は77%としてシミュレーションを実施しました(図5)。図5上図で示した透過率で評価する従来手法では、実験データとシミュレーション結果があまり一致していません。一方、DOAS法の解析にならない、波長とともに緩やかに変化する成分を、波長の低次多項式を用いて取り除いた光学的厚さでは、従来手法よりも一致していることがわかります(図5下)。DOAS法に則した手法では参照スペクトルのSNが悪い際に従来手法よりも有効となるため、中心波長の800 nmから離れた2000 nm付近の赤外域の白色光強度が微弱であり、参照・吸収ともにSNの良いスペクトル強度が得られなかったことが原因だと考えられます。したがって、TWレーザーを用いた白色光の吸収計測による濃度評価にはDOAS法に則した濃度評価手法が有効であることがわかりました。

図5. DOASスペクトルのHITRANデータベースによるシミュレーション結果(上:透過率、下:光学的厚さ)

白色光DOASの実用化に向けて

フェムト秒レーザーを基礎とするTWレーザーシステムは高価、大型であり実用化には向かず。そこで、白色光ライダーの実用化を目指して、可搬性のある小型の白色光レーザー光源を利用した研究も実施しています。

図6(a)に実験配置図を示します。波長1064 nm、繰返し20 kHz、パルス幅8 nsのマイクロチップレーザーをフォトニック結晶ファイバーに導入することにより、波長帯域420~2400 nm、平均出力45 mWの白色光が得られます。図6(b)が568 m伝播後の透過率スペクトルです。点線は大気中のCO₂濃度を398 ppm、湿度を52%としてMODTRANで計算した透過率であり、非常によく一致していることがわかります。

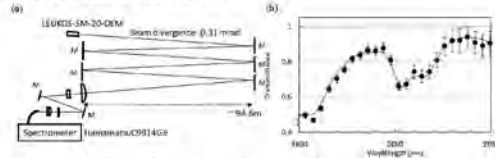


図6. (a) DOAS実験配置図、(b) 568 m伝播後の大気の透過率スペクトル

白色光DIAL観測に向けて

温室効果ガスの位置情報を得る手法として差分吸収ライダー(DIAL)があります。DIALでは、測定対象の吸収のある(On)波長、ない(Off)波長の2波長のレーザー光を使用し、その差分を取ることで対象の位置情報を得ます。そのため、測定対象の吸収特性にあったレーザーを選定・開発する必要がありますが、広帯域な白色光レーザーを用いれば任意の波長での観測が可能となります。

白色光強度の大きな近赤外に吸収を持つ水蒸気(On: 725, 730, Off: 750)、酸素(On: 760, Off: 780)を測定対象とし、それぞれの波長帯域の干渉フィルターを1分間隔で交換して高度分布情報を得るシステムを構築し、観測を実施しました(図7)。DIAL観測による濃度評価は、エアロゾルからの散乱信号によって行いますので、エアロゾル濃度が高い観測日として大阪に黄砂が飛来した日を選びました。1分間隔で観測波長を変更していき、ほぼ同じ黄砂のプロファイルを観測できています(図7(b))。

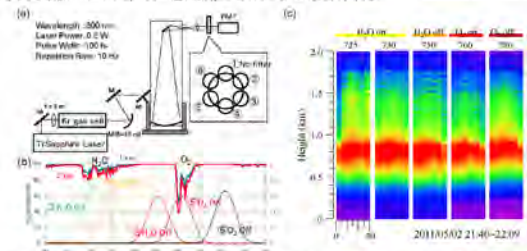


図7. (a) 白色光DIALの観測配置図、(b) HITRANデータベースで計算したH₂OとO₂の吸収スペクトルと本システムで用いた干渉フィルター、(c) 白色光DIALによる波長725, 730, 750, 760, 780 nmの距離修正信号

DIAL法では一般的にOn, Off波長は近傍を選ぶために、減衰係数 α 、後方散乱係数 β は一定であると近似して対象の濃度を求めますが、本手法ではOn, Off波長の波長差が大きいために、 α 、 β の補正を加えたアルゴリズムで評価しました(図8)。この補正アルゴリズムを観測データに適用しましたが、ソンの水蒸気の観測結果を再現できていないことがわかります。これはOn, Off波長の測定を1分間隔で行っているために、1分ごとのエアロゾルの変動が水蒸気リターンレベルに影響を与えているのではないかと考えられます。

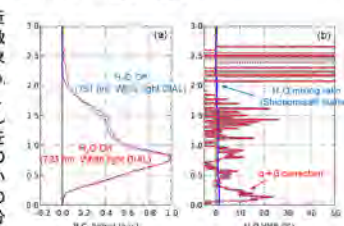


図8. (a) 白色光DIALからのライダー信号、(b) α - β 補正アルゴリズムを用いた水蒸気の濃度結果

まとめと今後の課題

高強度フェムト秒レーザー技術とライダー技術を融合させた白色光ライダーを用いて、温室効果ガス検出のためのDOAS法の開発を行いました。温室効果ガスの吸収帯がある赤外域では生成した白色光強度が小さくなりますが、DOAS法に則した評価手法により大気中CO₂の濃度を評価しました。今後は白色光DOASの濃度評価手法の改良、白色光DOASの実用化に向けた研究、温室効果ガスの位置情報までわかる白色光DIALに向けた研究を実施し、白色光ライダー研究の幅を広げていきたいと考えています。

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(CJ16-05)によって遂行されました。ここに謝意を表します。

References

1. T. Somekawa, C. Yamanaka, M. Fujita, M. C. Galvez, Jpn. J. Appl. Phys., 45, L165-L168, 2006.
2. T. Somekawa, C. Yamanaka, M. Fujita, M. C. Galvez, J. Appl. Phys., 103, 043101, 2008.
3. T. Somekawa, C. Yamanaka, M. Fujita, M. C. Galvez, Jpn. J. Appl. Phys., 47, 2155-2157, 2008.
4. T. Somekawa, M. Fujita, and Y. Izawa, Appl. Phys. Express, 3, 082401, 2010.
5. T. Somekawa, N. Manago, H. Kuze, and M. Fujita, Opt. Lett., 36, 4782-4784, 2011.
6. T. Somekawa, N. Manago, H. Kuze, and M. Fujita, Proc. of SPIE, 10006, 1000605, 2016.

地上型レーザスキャナを用いた広葉樹の材積推定手法の検討

Estimation of broadleaf tree volume using terrestrial LiDAR

柳原絵里奈¹・有賀一広¹・田村太吉²・加藤 顕²(¹宇都宮大学農学部森林科学科・²千葉大学園芸学研究科)

研究背景・目的

地上型レーザスキャナを用いることで、林木の形状データの把握や樹冠部の測定といった単木の詳細なデータの取得が可能となった。現在、それによる森林構造の把握や森林環境の把握などへの活用が期待されている。

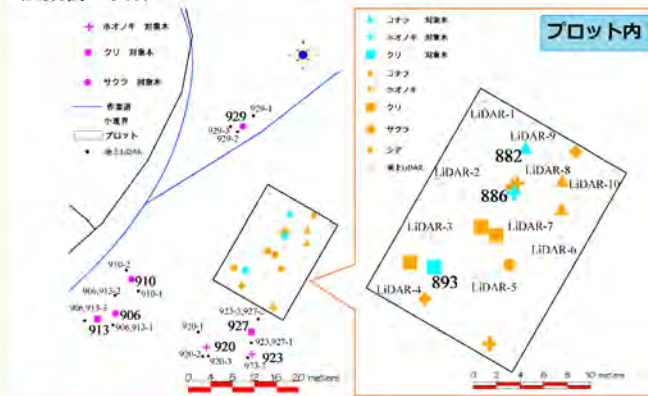
また、宇都宮大学船生演習林においても地上型レーザスキャナを用いた材積算出と収支分析が行われている。しかし、いずれも針葉樹を対象とした研究であり、広葉樹における材積推定は行われていない。そこで、本研究では広葉樹を対象とした地上型レーザスキャナによる材積算出の可能性を検討する。



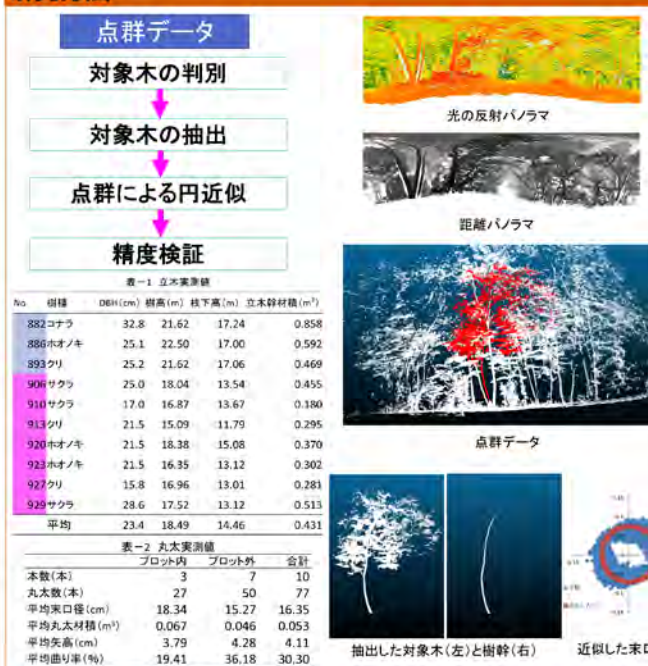
地上型レーザスキャナを用いた広葉樹の材積推定手法の検討

調査地

- ・宇都宮大学船生演習林(6林班を小班ナカイリ林道脇)
- ・広葉樹二次林



研究方法



まとめ

表-3 実測値とLiDARデータの比較(胸高直径と樹高)

	誤差平均		二乗平均誤差	
	胸高直径(cm)	樹高(m)	胸高直径(cm)	樹高(m)
プロット内	-1.11	1.45	1.79	1.52
プロット外	0.39	1.02	1.96	2.26
全体平均	-0.06	-0.28	1.91	2.06

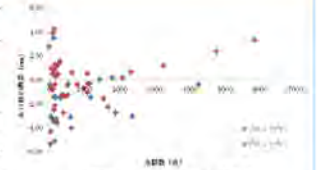


図-1 点群数での誤差

表-4 末口高ごとの誤差

末口高(m)	データ数		末口径		RMSE(cm)
	実測(本)	LiDAR(本)	実測値(cm)	誤差平均(cm)	
1.2	10	10	23.4	-0.06	1.91
3.2	10	10	20.8	-1.04	1.44
5.2	10	10	19.3	-0.61	2.44
7.2	10	10	17.4	0.40	2.18
9.2	10	9	15.5	-1.04	2.28
11.2	10	6	12.7	-0.65	1.22
13.2	9	4	10.4	-2.53	4.03
15.2	4	2	9.6	-1.47	1.82
合計	73	61	16.4	-0.65	2.19

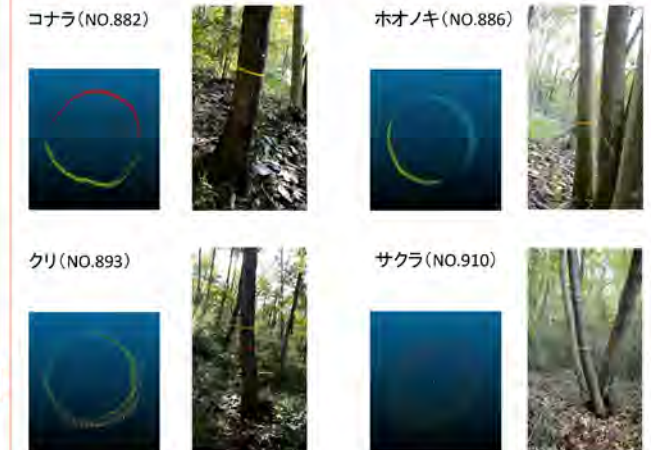
表-5 実測値とLiDARデータの比較(立木幹材積)

実測値・材積表		LiDAR・材積表		LiDAR・区分求積	
誤差平均(m³)	RMSE(m³)	誤差平均(m³)	RMSE(m³)	誤差平均(m³)	RMSE(m³)
0.036	0.059	0.033	0.055	-0.0001	0.065

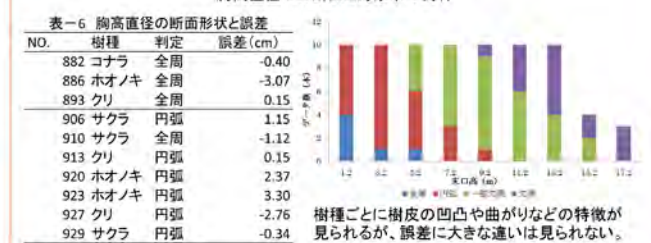
誤差=実測値-LiDAR値

立木幹材積は、いずれの手法でも高い精度を示した。

考察



胸高直径での断面と対象木の樹幹



【考察】
 ・地上型レーザスキャナを用いることで形状把握が可能であり、区分求積法は樹幹形状の再現性が高いことから、地上型レーザスキャナを用いた広葉樹の材積推定手法として区分求積法が有用であると考えられる。
 ・点群数の減少が誤差に影響を与えることが示唆された。
 ・樹種ごとに樹幹に特徴が見られるが、いずれの樹種でも精度の高い末口径の算出が可能であった。

(連絡先)有賀一広
 宇都宮大学農学部森林科学科
 〒320-8505 栃木県宇都宮市峰町350
 電話：028-649-5544
 e-mail：aruga@cc.utsunomiya-u.ac.jp

生活環境圏におけるCO₂濃度の計測と検証

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



背景と目的

地球上におけるCO₂の濃度は年々増加し、2015年には地球大気全体の平均濃度が400 ppmを超えたことが分かった。茨城大学では2007年から県内の生活環境圏を対象とし、数か所に簡易型の百葉箱を設置し定点観測を行ってきた。しかしこの観測方法では、定点で得られたデータがその周囲の濃度と必ずしも一致しないことがある。

本研究では、DOAS法を用いて広範囲においてCO₂濃度を計測することで定点観測で得られるデータの影響範囲を調べることを目標とする。

研究の流れ



Fig1. 研究の流れ

百葉箱による定点観測

現在茨城大学が管理している百葉箱は、日立、古河、守谷、大子、潮来、筑西、つくば、高萩、石岡、常陸大宮、阿見の11カ所である。各観測点において長期的にCO₂の濃度観測を行い、観測されたデータと土地利用や緑被率との関連性を考慮することを目的としている。



Fig2. 日立市(茨城大学工学部)の百葉箱

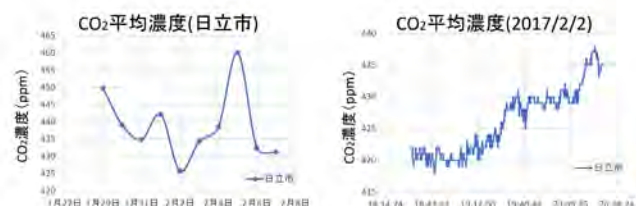


Fig3. 日立市(茨城大学工学部)の百葉箱

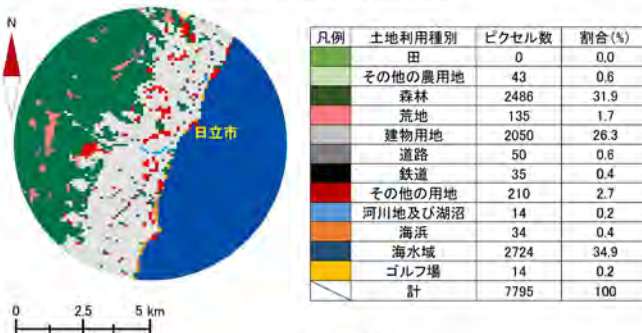


Fig4. 日立市土地利用図

DOAS法による長距離観測

DOAS(差分吸収分光)法は大気中の長光路で光を伝搬させ、光路中の微量成分(CO₂濃度等)の平均濃度を観測する手法である。広域、長距離で計測データを得ることが可能であり、使用する光源を変えることで、様々な大気中の物質を同時に計測することができるという利点がある。

今回、茨城大学では日立市におけるCO₂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。以下に使用した実験器具を示す。



Fig5. 受光用, 投光用望遠鏡(左), 分光器, ASE光源(右)

DOAS法には受動型と能動型があるが、今回は光を投光しリフレクターで反射させ戻ってきた光を用いて計測する方法で実験を行った。リフレクターは小型のものを、日立梅ヶ丘病院の屋上に設置し往復で約7400mの距離で計測を行った。



Fig6. 観測する区間

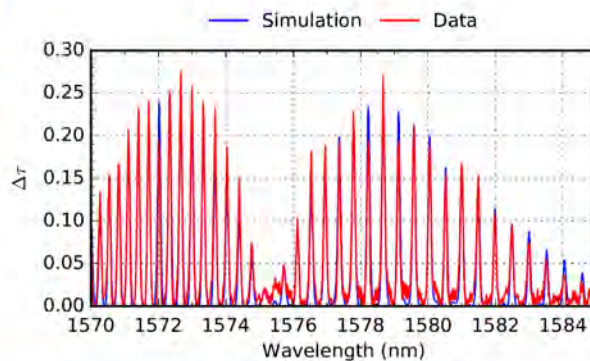


Fig7. 実験で得られたデータとシミュレーションとの比較

まとめと課題

2017年2月2日に計測を行い、波形がよく取れたデータを選び同日同時刻における定点観測で得られたデータと比較を行った。

定点観測で得られたデータではDOASの観測を行った時間帯のCO₂平均濃度は427.3ppmであった。対して、DOASによって得られたCO₂濃度は423.5ppmと非常に近い値となった。これは観測地点から半径約3.7kmの影響を捉えていると考えられる。

今後の課題は風向風速によるCO₂の濃度変動や、土地利用の特性を踏まえたうえで影響範囲を検証すること、DOASによる多方向の同時計測、長時間の計測を行い日立市のCO₂濃度の変動との比較を行うことである。

参考文献

- 1) 齊藤隼人: 可視域近赤外域における長光路差分吸収分光法を用いた都市大気中微量成分の計測, 千葉大学審査学位論文
- 2) Hayato Saito, Naohiro Manago, Kenji Kuriyama, and Hiroaki Kuze: Near-infrared open-path measurement of CO₂ concentration in the urban atmosphere

⑬ アイスアルジーのリモートセンシングの開発

Development of remote sensing method for ice algae

朝隈康司

東京農業大学 生物産業学部

研究の背景

サロマ湖について

- 北海道道東に位置し、オホーツク海と接する海跡湖
- 面積は、151 km² で、日本第三位、汽水湖としては第一位
- 冬季結氷する湖としても第一位
- 平均水深: 8.7 m, 最大水深: 19.6 m
- ホタテ、カキ、ホッケイビの養殖が盛んな水産基地
- 冬季結氷中に、アイスアルジー (ice algae) と呼ばれる微細藻類が棲息、サロマ湖の水産資源を支えている



図1. サロマ湖の位置

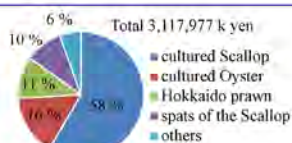


図2. サロマ湖の水産資源

サロマ湖のアイスアルジー

- 海水が結氷することによってできるブラインホールやブラインチャンネルに棲みつく
- クロロフィルa濃度としては、植物プランクトンと比較して、1桁~2桁高い濃度 (最大 380 mg L⁻¹)

研究の目的

- 海水コアの採取は重労働かつ危険に伴い、また局所的な評価のみ
- アイスアルジーのバイオマスを評価するリモートセンシングシステムを開発



図3. アイスアルジーの生育環境

海水中のクロロフィルa蛍光の観測

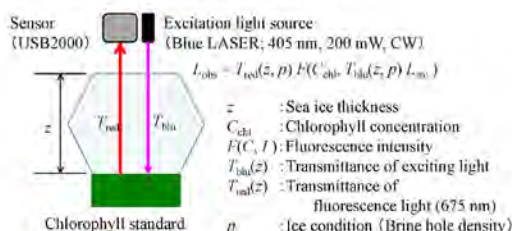


図4. 海水中の蛍光観測の概念

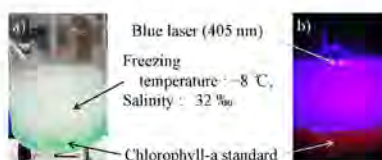


図5. 疑似海水中のクロロフィル a による蛍光。
a) 励起光照射前、b) 照射後

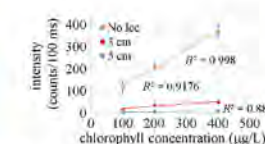


図6. 氷厚ごとのクロロフィルa 濃度と
蛍光強度

実海水の蛍光観測



図7. 2015年3月11日にサロマ湖で採取された海水。
海水上端から励起光を照射して、USB-2000で、蛍光を観測した結果 111.7 counts s⁻¹ が得られた。

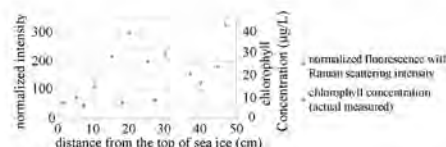


図8. 海水側面からの蛍光量。海水上端から励起光を照射し、上端からの10 cm 毎に側面から蛍光量を計測した(●)。蛍光量は、同時に観測された励起光の2倍波長(810 nm)を用いて正規化した。●は、氷を溶かして得られた実際のクロロフィルa 濃度(岡野, 塩本, 2015)。

問題点:

- ・蛍光観測は可能だが、積算時間がかかる(数秒程度)
- ・海水を切断し融解させて計測したものと異なる傾向

ここまでの課題:

- ・積算時間短縮のため、広範囲を集光する光学系の検討
- ・鉛直分布取得のため、CCD、アレイ等の検討



海水の透過・散乱特性

疑似海水の透過特性

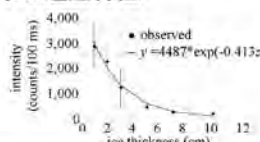


図9. 405 nm での疑似海水 (-10 °C) の透過光強度

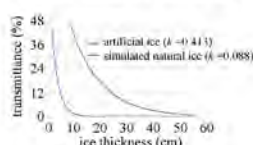


図10. 疑似海水と実海水の透過率
実海水は、氷厚 40 cm でおおよそ 3% の透過率 (Sato, Yamaguchi, et al., 1989). フィッティングにより消散係数を求めシミュレートを行うと、疑似海水異なる傾向。

結氷温度による透過率の変化



図12. 結氷温度による氷結晶の違い。
左から、-3 °C、-4 °C、-5 °C。結氷温度が高い方が斜め横方向への柱状結晶(グレイン)が大きく、ブラインの抜けも多い。このことにより、透過率が異なると考えられる。



図11. 結氷温度と透過率の関係。
左) 405 nm, 右) 680 nm.

海水の散乱広がり角の計測



図12. 海水の散乱広がり角を求める実験装置。
氷厚を変化させ、水底面の透過光強度を計測

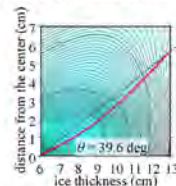


図14. 図12の氷底面の透過光強度が中心と等しくなる位置をシミュレートすると、39.6° だった

小型無人航空機(UAV)を用いた森林樹冠の地表面モデル(DSM)の作成

*齋藤有希¹・酒井健吾²・長谷川宏一^{1,3}・泉 岳樹¹・松山 洋¹

(1:首都大学東京 都市環境学部 2:株式会社 オリエンタルコンサルタンツ 3:駒沢大学高等学校 理科)

*Yuki SAITO, Kengo SAKAI, Kouiti HASEGAWA, Takeki IZUMI and Hiroshi MATSUYAMA (Tokyo Metropolitan Univ.)

連絡先: <saito-yuki1@ed.tmu.ac.jp>

1. 目的

◆ UAVを利用した森林観測

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

◆ 斜め視画像の利用

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

本研究の目的

- 再現性の高い3D森林モデル及びDSMの作成。
- 3Dモデル作成時における複数方向斜め視画像の有用性の検討。

2. 調査・研究手法

◆ UAVを使用し森林上空の空中写真を撮影

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

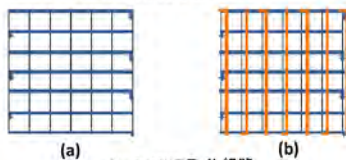


Fig.1 UAVフライト経路
(a)Single Grid Mission (b) Double Grid Mission

◆ 撮影画像から3Dモデルを生成するソフト

PhotoScanを使用して以下の二通りのモデル・DSMを作成した。

モデル1: 利用画像が直下視のみ

モデル2: 利用画像が直下視+複数斜め視

◆ 生成したモデルの比較

目視による3Dモデル・DSMの比較を行った。

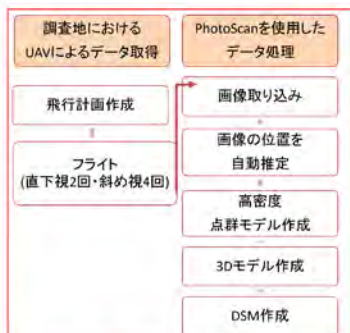


Fig.2 本研究におけるワークフロー

◆ 研究対象地域

ハヶ岳南麓 山梨県所有のカラマツの人工林(若齢林)

◆ 撮影日時

2016年8月6日 フライト6回

◆ 撮影条件

飛行高度80m(直下視1回斜め視2回)、100m(直下視1回斜め視2回)
ラップ率:オーバラップ・サイドラップともに80%
斜め視の角度:30度

◆ 使用アプリケーション・ソフト

Pix4Dcapture(Pix4D社): 飛行計画の作成に利用

PhotoScan(Agisoft社): 3Dモデルの作成に利用

ArcGIS(Esri社):作成したDSMの編集

◆ 使用機体

Phantom3 Professional (DJI社)

Tab.1 本研究で利用したUAVの機体性能

機体	Phantom3 PROFESSIONAL
航続時間	23分
運用限界高度	約6000m
電波到達距離	約2000m
測位システム	GPS/GLONASS
重量	1280g(バッテリーとプロペラ含む)
カメラセンサー	1/2.3" CMOS
レンズ	FOV94 20mm(35mmフォーマット同等)f/2.8, ∞フォーカス
シャッタースピード	8-1/8000s
写真	JPEG, DNG(RAW)

3. 結果

3Dモデルの比較

Tab.2 作成したモデルの比較

	直下視のみ(80m)	直下視+斜め視(80m)
使用画像数	186	579
高密度点群数	39,202,005	48,534,840
モデル形状	3D形状	
モデルソース	高密度点群	
ポリゴン数	7,840,246	14,340,803
DSMソース	3Dモデル	
オルソ画像ソース	3Dモデル	
座標系	WGS84	

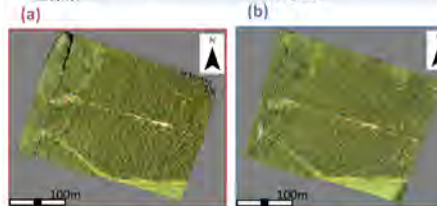


Fig.3 3Dモデル(a)直下視のみ (b)直下視+斜め視



Fig.4 3Dモデル
上図左(a)直下視のみ、下図右(b)直下視+斜め視
下図左(c)直下視のみ、下図右(d)直下視+斜め視

DSMの比較

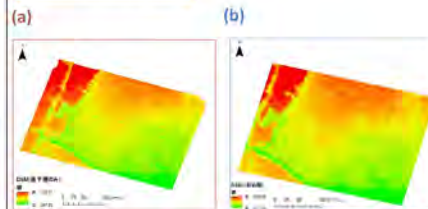


Fig.5 DSM(a)直下視のみ (b)直下視+斜め視

4. 考察

◆ 二つのモデル・DSMの目視における差は小さい。

今回利用したPhantom3搭載のカメラは画角が広がっている。そのため1枚の直下視画像においても斜め視に近い情報を有していた事が影響していると考えられる。

◆ 斜め視を追加したモデルにおける再現性がやや低下した。

本来であれば画像が多いほどモデル作成時におけるマッチングポイントが増加し、より再現性の高いモデルが得られると考えられる。しかし今回は撮影時の太陽光・雲の影響を大きく受け画像内の森林の輝度が一定でない事が影響した。



Fig.6 UAV撮影写真(Fig.4と同一地点上空)
写真左側が明るくなっている

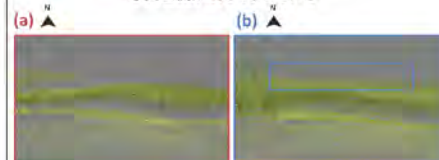


Fig.7 点群モデル(a)直下視のみ (b)直下視+斜め視

斜め視を追加した場合、画像位置を推定し点群作成のためのマッチングポイントを抽出する際に森林上空に存在しない点群(エラー)が増加した。輝度の違いがこのエラー増加に繋がったと考えられる。

5. 課題

◆ 位置精度の改善・GCP付与を検討

DSM差分作成のためにも今回考慮していないGCPを付与する事でより位置精度の高いモデル・DSMを作成する。

◆ DSM差分・DCMなどによる数値的な差分を計測

今回は目視のみによる比較であったため数値的な差分を用いた検証が望まれる。

◆ 広角カメラ画像利用時の処理を検討

使用した広角カメラの画像を必要に応じて、マスキング処理等を行う事で斜め情報を除いた直下視モデルを再作成する。

◆ 撮影時の天候・光源に留意した観測

モデル作成時に影響する森林画像の輝度の差を減らす。

◆ 多方向斜め視画像と単一方向斜め視画像の比較

今回作成したモデルは多方向斜め視画像であった。斜め視画像の撮影方位の違いによる影響も検討が望まれる。

衛星画像と光学・レーダー観測による九州の火山噴煙の解析

木下紀正¹・眞木雅之²・土田 理³・飯野直子⁴・金柿主税⁵

1 鹿児島大学教育学部教育実践総合センター, 2鹿児島大学地域防災教育研究センター,
3 鹿児島大学教育学部, 4 熊本大学教育学部, 5 熊本支援学校

Volcanic clouds in Kyushu, Japan observed by satellite, optical and radar images

Kisei Kinoshita, Masayuki Maki, Satoshi Tsuchida,
Naoko Iino and Chikara Kanagaki

A. 阿蘇中岳噴火 2014-2017

B. 桜島2015-2016年多点観測と衛星画像

C. レーダー画像と噴煙映像で見る桜島爆発噴煙

A. 阿蘇中岳噴火 2014年- 2017年

マグマ噴火 2014年11月25日, 以降, 継続して活発な噴火活動
カルデラを越える噴煙流の衛星画像は2015年4月まで

第17, 18回CERESシンポ, 2015.2 & 12 で本グループ報告

九州中部2016年4月の地震は, 噴火活動と連動せず

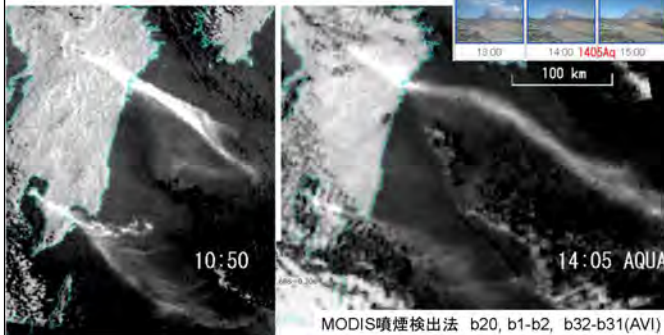
2016.10.8_01:46の爆発的噴火(H11000m) は, 単発のPuffとしての孤立事象
大量の連続的灰煙放出では爆発性が低く, 桜島噴煙との大きな違い

木下・金柿・飯野, 衛星画像にみる阿蘇中岳の噴煙活動, 東大地震研研究集会
「火山現象のダイナミクス・素過程」2016.12.21

熊本大学教育学部理科教育研究室(熊本大学・阿蘇火山博物館包括的連携協定事業)
衛星画像: MODIS/TERRA, AQUA <http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/sat/aso/>
Webカメラ: 阿蘇火山博物館(阿蘇中岳より西3km)
<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/volc/aso/>



得られた最長の阿蘇噴煙流
2015.1.7_10:50TERRA-14:05AQUA
灰煙放出開始は5:25±20
11-12 m/sの風 放出開始時の映像なし,
6:30- 連続的灰煙放出 放出開始時頃 爆発空振なし
(福岡管区気象台火山センター)



MODIS噴煙検出法 b20, b1-b2, b32-b31(AVI)

B. 桜島火山噴煙2015-2016年多点観測の統一的検討

<http://www.kav.mydns.jp/Sa2015/sa15top.htm>
<http://www.kav.mydns.jp/Sa2016/sa16top.htm>

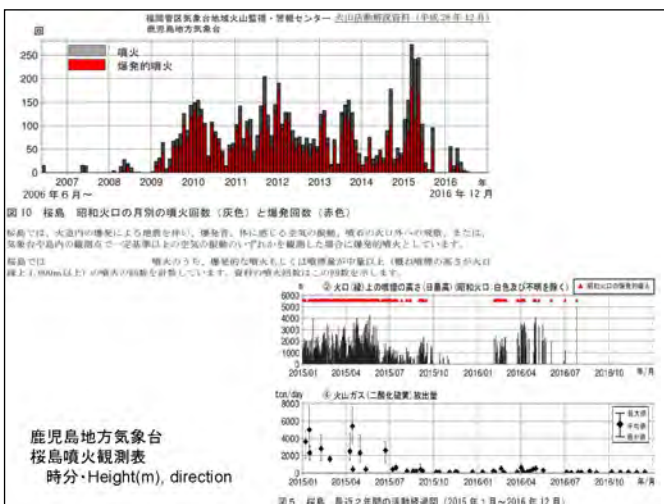
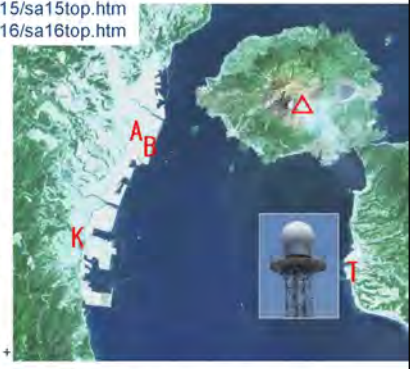
南岳昭と火口から約

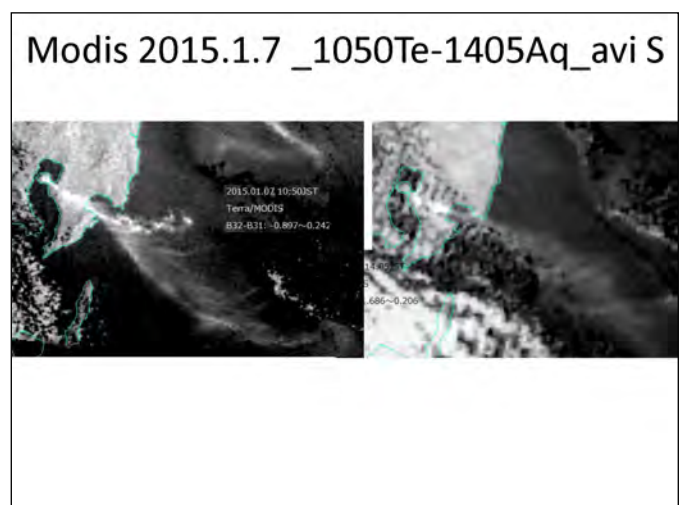
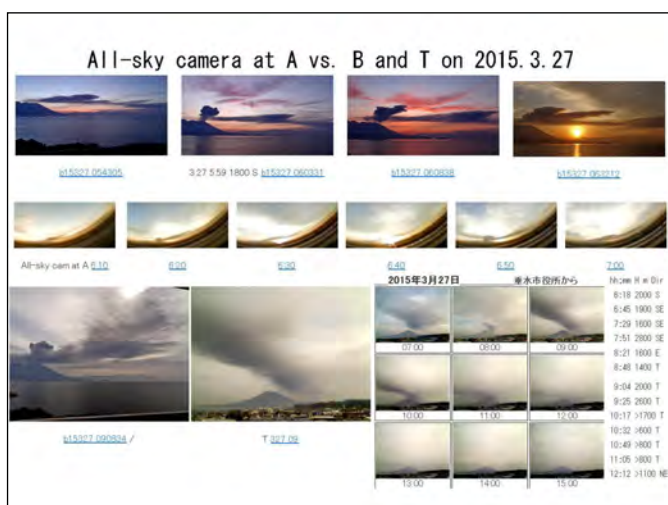
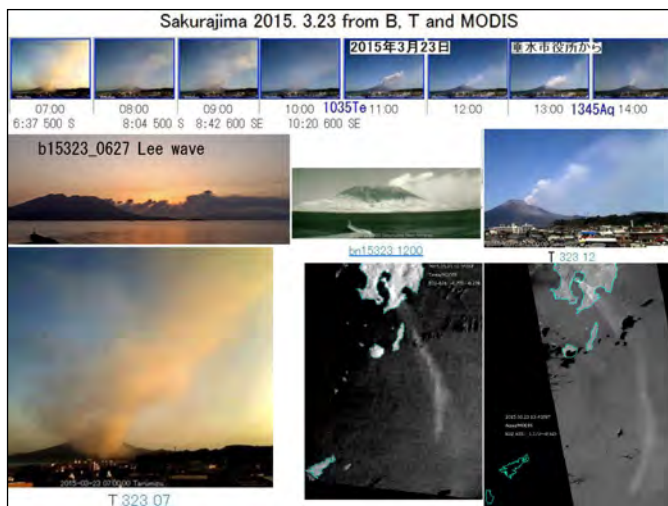
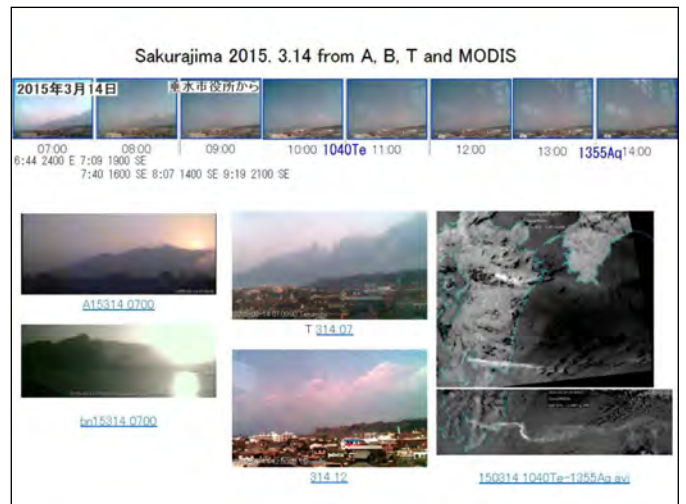
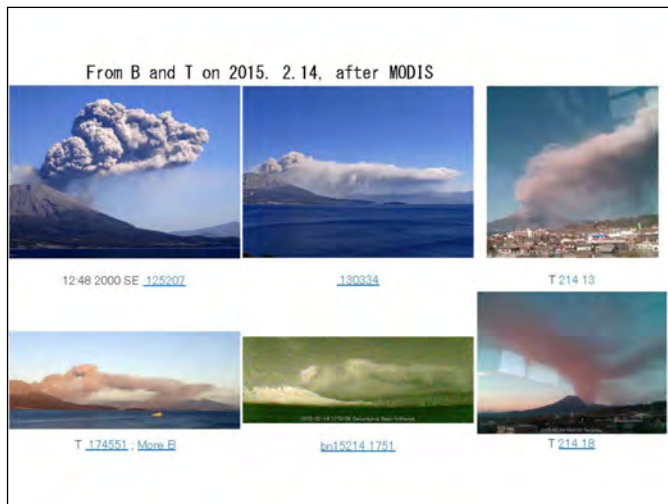
A: WSW11km(鹿児島大学)
Web Cam + 全天カメラZ

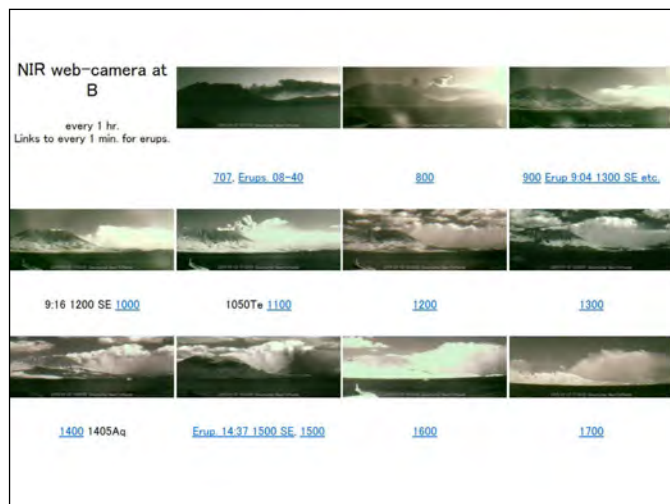
B: WSW10km(鴨池港付近)
Web Cam NIR + Manual Vis, NIR

K: SW17km(錦江台) Web Cam

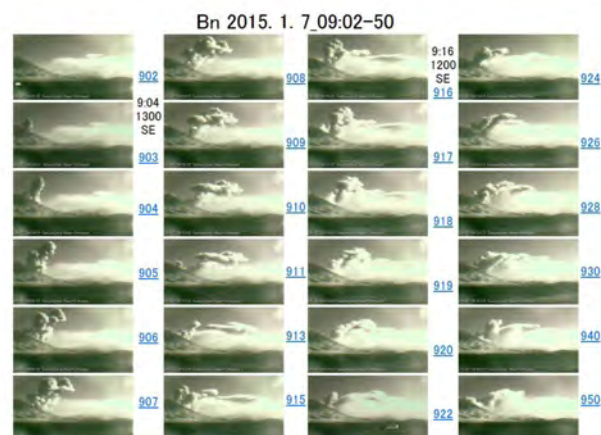
T: SSE10km Web Cam(垂水市役所) +
垂水気象レーダー(XバンドMP, 国交省九州地方建設局大隅河川国道事務所)





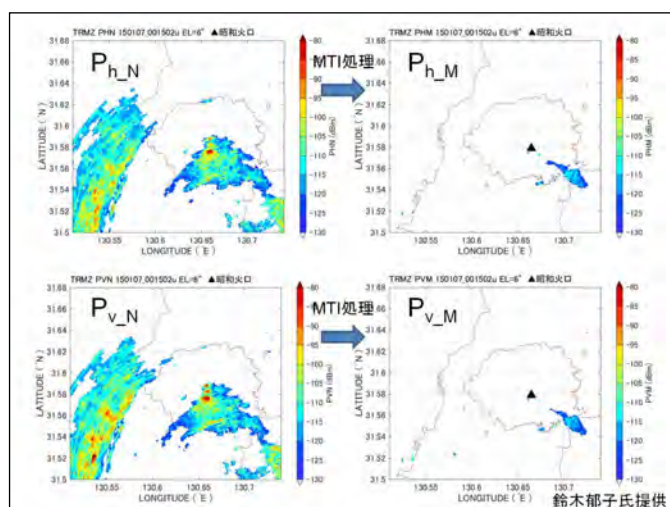
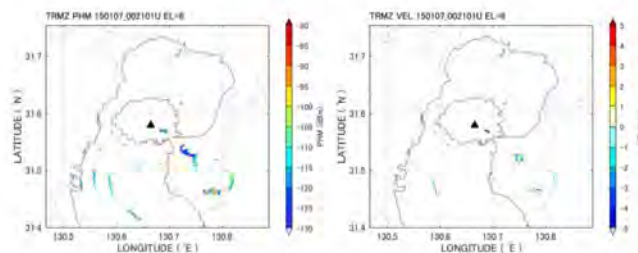


Eruptions 9:04 1300 SE, 9:16 1200 SE



Radar 2015.1.7_09:01-27 JST (Gif animation)

PHM (MTI処理後の水平偏波受信電力), Velocity



H 3000m級の噴煙だけでなく
1500m程度でも 普通のX-band
3cm Pol. Radar のPHM, Velocity
で検出できる！

MTI=Moving Target Indicator の効果

地形エコー(動かない標的)を消し、
動く標的(気象エコーや噴煙エコー)
のみを表示するフィルター

2015. 4.17 from B, T and Radar



4.17 13:55 3000 SE [135808](#)

[140025](#)

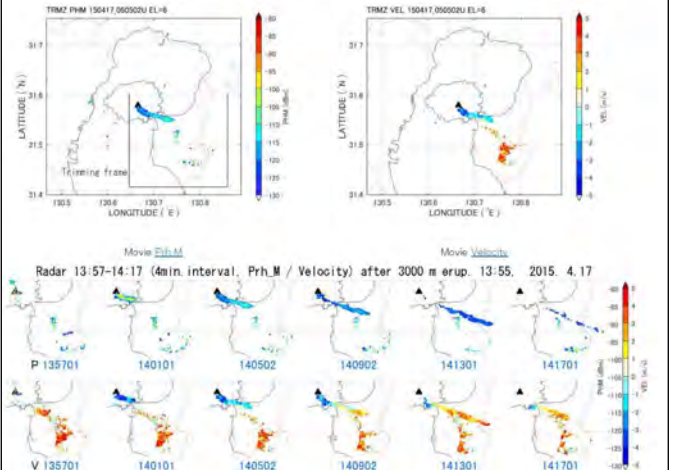
[417.14](#)

Next

Radar Images of Prh_M and Velocity

after 10 min. of the Eruption at 13:55 JST

Radar Images of Prh_M and Velocity after 10 min. of the Eruption at 13:55 JST



2015. 4.22 from B, T and Radar

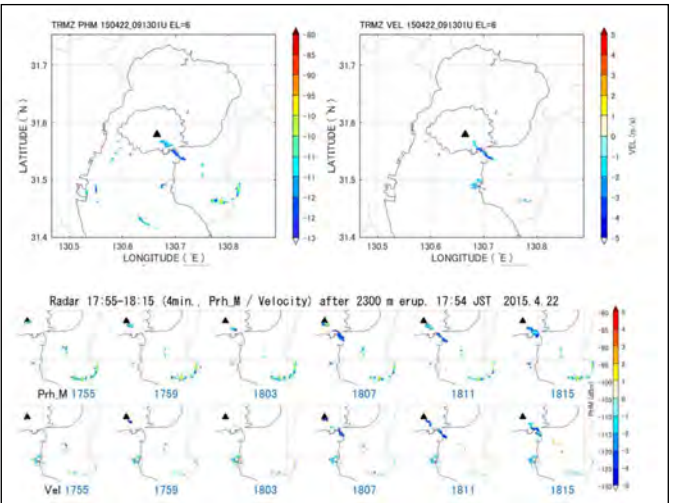
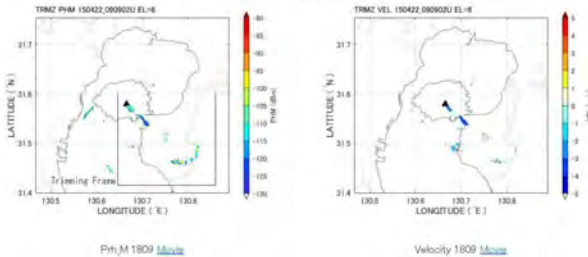


17:54 2300 SE [175933](#)

[175429.1800](#)

[T 822.18](#)

Radar Images of Prh_M and Velocity at 18:09 JST, after 15 min. of the Erup.



まとめ

- I. 阿蘇中岳の噴煙は、2014年11月の噴火以降、MODIS画像 (b32-b31等)で桜島噴煙とともにしばしば捉えられた。
- II. 桜島2015-16年の噴煙活動の全天画像を含む多点観測のまとめとレーダ観測との比較のweb公開を進めている。
- III. 降雨観測用の現業レーダ (波長3cm)は桜島爆発噴煙の1000-1500m級でも検出に有効であることが、2015年の多くの事例で確認された。

謝辞:映像観測カメラの設置について、垂水市役所・阿蘇火山博物館に深く感謝します。垂水気象レーダデータの使用について、国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所に厚く感謝します。レーダデータの新しい解析について鈴木郁子氏(京都大学防災研)に深く感謝します。

紫外ラマンライダーによる 対流圏エアロゾルと水蒸気の 鉛直分布の観測

東京海洋大学 海洋工学部 村山 利幸



第19回 環境リモートセンシングシンポジウム
千葉大学, 2017年2月16日

はじめに

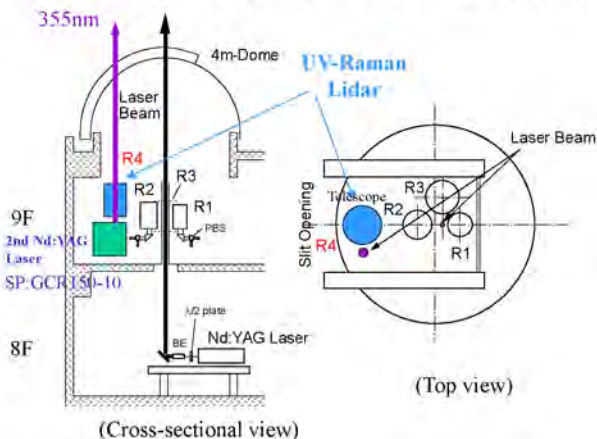
<経緯>

- 東京海洋大学では、2002年より多波長ミラーマン散乱ライダーにより、対流圏エアロゾルの光学的性質[355, 532, 1064 nmでの後方散乱係数、355, 532 nmでの消散係数、532 nmでの粒子偏光消滅度]及び水蒸気混合比の同時観測を行ってきた($3\beta+2\alpha+1\delta+w$)。
- $3\beta+2\alpha$ のデータセットをインバージョンコードにより解析し、シベリア森林火災起源のエアロゾルの微物理量(有効半径、単散乱アルベドなど)を導出するのに成功した(Murayama et al., GRL, 2004)。
- 2015年秋より、355 nm光によるUVラマンライダーとして稼働している。

<目的>

- ESAとJAXAの共同開発による地球観測衛星EarthCAREに搭載されるATLID(355nm, HSRL)の地上検証。
- 東京都心上空のエアロゾルの光学的特性の特徴や湿度影響について探求する。
- サンフォトメーター、スカイラジオメーター等による対流圏エアロゾルのクロージャー観測。

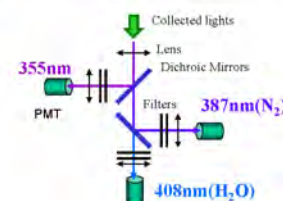
TAMSAT-UVラマンライダーシステム



システムの諸元

パルスパワー	100 mJ
繰り返し周波数	10 Hz
受信望遠鏡口径	355 mm
視野角	2.0 mrad
レーザービーム拡がり角	~0.3 mrad
干渉フィルター	
Mie-Rayleigh:	$\lambda_0=354.85$ nm, $\Delta\lambda=0.84$ nm
N ₂ -Raman:	387.0, 3.3
H ₂ O-Raman:	407.64, 0.90

計測系



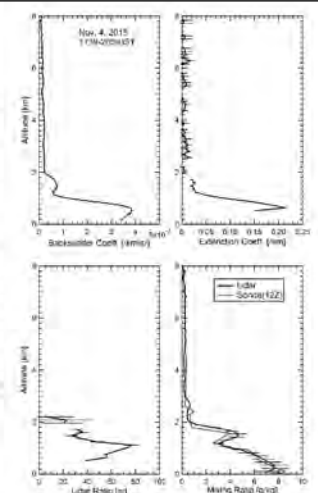
検出器: PMT, R7400-03, 06
トランジエントレコーダー: Licel TR20-160
(AN: 12bits + Photon Counting)
5分ごとに記録。距離分解能は7.5 m。

現在の観測及び解析方法

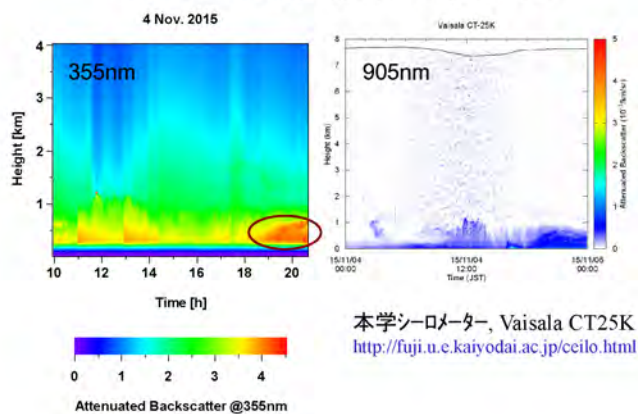
- サンフォトメーター観測との比較から、晴天時日中よりライダー観測を開始。日中は1ch, 355nmのミー散乱のみ記録し、日没後、3ch (355, 387, 408nm)のラマンライダー測定に移行。
- 夜間はラジオゾンデ観測(館野)のある21JSTを挟み、3時間以上継続して測定する。
- ライダーの解析にはラジオゾンデのデータを用いる。水蒸気混合比は学内の気象データで校正。
- ラマンライダーの解析方法: Whiteman et al. (AO, 1992), Ansmann et al. (AO, 1992). 波長の違いによる補正計算に用いるエアロゾル消散係数の波長依存性は 1.0 ± 0.3 とした。
- 夜間の3時間程度のデータを積算、高度分解能120mで解析。
- ホータブルサンフォトメーターから、355 nmの光学的厚さは、368nmと500nmの値からオンストローム指数を求め外挿。

解析事例

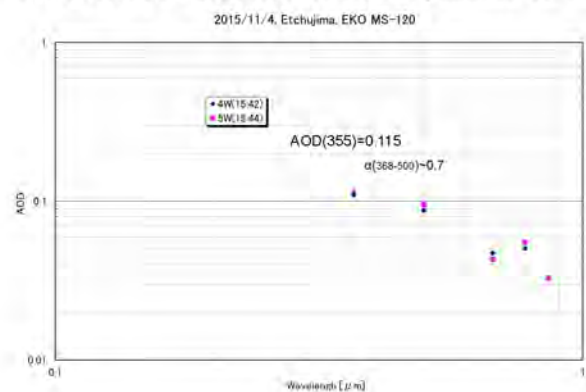
- 2015年11月4日9:56~20:39
17:39~20:39→ラマンモード
- ホータブルサンフォトメーター EKO, MS-120による光学的厚さの観測を実施(Manual)。
- 日中のサンフト+ライダー(ミー散乱)解析からライダー比 S_a の決定。15:43→ $S_a=56$ sr
- 夜間はラマンライダーから直接、 S_a が求まる。0.5~1.7 km avg.→ $S_a=49 \pm 17$ sr
- 水蒸気混合比は館野のラジオゾンデ観測と一致が良い。



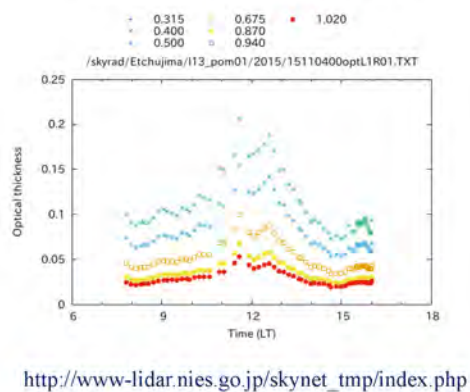
エアロゾル鉛直分布の時間変化



4波長及び5波長の2台のPortable Sun photometerを利用。



Etchujima Skyradiometer, POM-01



今後の課題・方針

- ✓ サンフォトメーターの気象研での比較検定が重要である(2016.12実施)。回折格子型サンフォトメーター (Predec, PGS-100) は連続稼働、比較検定も実施済み。
- ✓ スカイラジオメーター (Predec, POM-01) も稼働、skynetにて自動解析 (http://www.lidar.nies.go.jp/skynet_tmp/index.php)。
- ✓ 日中と夜間でのライダー比 S_{λ} の比較。
- ✓ 一般に、夜間、大気境界層では相対湿度が増加する。Lidarで humidification factor が推定できないか？
- ✓ 東京都心部と東京湾間の局地循環の指標的観測点。
- ✓ ラマンライダーの高機能化：偏光消滅測定。日中の消散係数の測定 (狭視野角化、狭帯域干渉フィルター、レーザーの高出力化など)。

光学式ガス検出センサシステムの開発検討

Development of Optical Sensor for Volcanic Gases

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

はじめに

これまで、火山ガス検出システムとして化学素子を用いたセンサー開発を行ってきた。

定点での観測、UAV(ドローン)に搭載した鉛直分布測定を行い、測定結果から、その測定値は概ね妥当な値を得られることを確認した。

一方で、多彩な火山ガスを検出するには、それぞれのガス種に応じた化学素子を用いることが必要であり、多種類火山ガスを同時観測するためには複数個の化学素子を必要とするため、小型化には限界があり、定点観測時には問題とならないものの、UAV搭載観測においては、重量制限による検出ガス種数の制限、もしくはUAV飛行時間、ひいては観測範囲の制限などを伴う。

特定の火山ガスは特定の光波長に対して吸収を起こすことから、その波長での光量減衰を測定することで、火山ガスを検出することが出来る。

そこで、この原理を用いて光学式火山ガス検出センサシステムを構築することを考え、今年度は、その光学モデルの構想とセンサシステムの方式及びその要件を抽出することを目的として研究開発を行った。

Key word : 光学系モデル、光学センサシステムの方式

これまでの研究結果

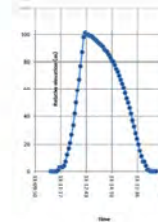
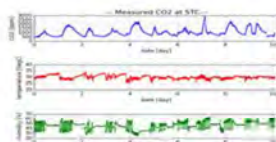
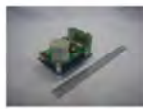
- 化学素子を用いたCO2センサシステムの構築
- 構築したCO2センサを用いた定点観測：継続観測は定点観測のみ可能 **=要望に応じて提供可能**
- CO2センサをドローンに搭載し鉛直分布測定を実施：今年度は現場実施出来ず

定点観測CO2センサシステム



化学素子CO2センサ

小型化



鉛直分布測定結果

今回の研究の目標

☆多種ガスを扱うことを目標

- 化学素子を用いたセンサシステムの場合は、検出ガス種に応じた素子が複数個必要
- 小型化が難しい
- UAV搭載などが困難、もしくは観測範囲が限定されることで、機動性を阻害する

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

☆基本構造は単一光学系

＊小型化を念頭に光学系を検討

＊検出ガス種はフィルターを各種使用することで対応

光学センサモデル

一般的にガスの吸光度は、以下の式で表わされる

$$A(\lambda) = \varepsilon(\lambda) \times C \times L$$

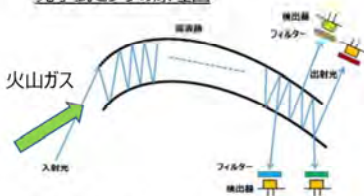
ここで、 $A(\lambda)$: 波長 λ における吸光度 $\varepsilon(\lambda)$: 波長 λ における吸光係数 C : 試料濃度 L : 試料厚さ(試料中の光路長)

その場でのガス測定方式には、非分散型赤外吸収法、フーリエ変換赤外分光法、量子カスケードレーザ赤外分光法、非分散型紫外吸収法、紫外分光法など各種方式がある。

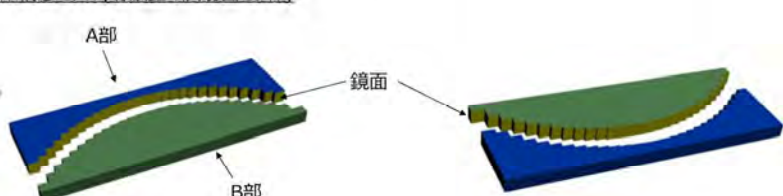
基準ガスなどを用いる方式や駆動部が有る方式では、重量的な問題からUAV搭載を考えると非現実的であり、またUAVの振動緩和など別途解決すべき課題がある。同様にフラッシュランプなどを用いた方式では、検出器の応答特性が関係するため、コストの問題も生じる。

そこで、非常に単純な光学系方式として構築し、白色光源(TBD)より集光光束を導波路に照射し、出射光をフィルターにより分光する方式、比較的安価な単素子検出器を用いることが可能な光学式センサモデルを検討した。キーは上の式における L の**光路長の拡大**である。

光学式センサの原理図



光学系構想モデル(導波路の反射面モデル)



開発検討の現状

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

この条件で2mの光路長を実現するためには、上記光学モデルにおいて、

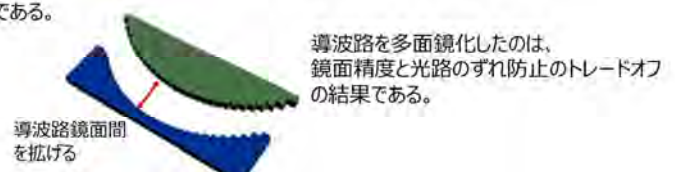
- (1)A部とB部の距離を離す

もしくは

- (2)A部+B部一体構造を多段化する

事で対応出来るのではないかと考えている。

次年度は、上記光学モデルをベースにプロトタイプを試作したいと考えている。



導波路を多面鏡化したのは、鏡面精度と光路のずれ防止のトレードオフの結果である。

謝辞：

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

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

擬似的多方向観測データを用いた針葉樹林・広葉樹林の特徴抽出

Differences between needle-leaves forest and broad-leaves forest from pseudo multidirectional observation data

Noriko Soyama^a, Kanako Muramatsu^b, Motomasa Daigo^c, Koji Kajiwara^d, Yoshiaki Honda^d
a) Tenri University, b) Nara Women's University, c) Doshisha University, d) Chiba University

Abstract

Forest classes for global land cover data is important for global environmental studies. However, it is difficult to correctly classify needle-leaves forest and broad-leaves forest using phenology information extracted from observation data as a nadir view. In this study, we attempted to differentiate needle-leaves and broad-leaves forests using MOD09GA and MYD09GA. To produce pseudo multidirectional satellite data, we selected several days of data with scanning widths overlapping along the cross-track direction. We used the pseudo multidirectional data sets to study reflectance on four bands, as well as the variation with solar zenith and relative azimuth for NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and GVI (the green chlorophyll index). Data selection followed criteria aimed to reduce as much as possible the influence of viewing direction and terrain conditions. We found that NDVI and GVI change depending on the solar zenith and relative azimuth. Using data in limited ranges of solar zenith and relative azimuth, it was not possible to clearly show differences between the characteristics of needle-leaves forest and broad-leaves forest from pseudo multidirectional observation data. However, we found differences for both NDVI and GVI between nadir and slant data depending on the surface state of the forest.

Pseudo multidirectional data sets

Used data and Selecting of scenes as Nadir and Slant

- Used data : MOD09GA (MODIS/Terra Surface Reflectance Daily L2G Global 1km and 500m) and MYD09GA (MODIS/Aqua Surface Reflectance Daily L2G Global 1km and 500m) SIN Grid V006, in 2010 year.
- sur_refl_b01: 500m Surface Reflectance Band 1 (620-670 nm), sur_refl_b02: 500m Surface Reflectance Band 2 (841-876 nm), sur_refl_b03: 500m Surface Reflectance Band 3 (459-479 nm), sur_refl_b04: 500m Surface Reflectance Band 4 (545-565 nm), Solar zenith, Solar azimuth, Sensor zenith, Sensor azimuth.
- For multidirectional nadir and slant data, data of several days with scanning widths overlapping along the cross-track direction were selected (See Figure 1).
- Criteria: Nadir: 0° < sensor zenith < 10°, Slant: 45° < sensor zenith < 55°, Cloud state: Clear, land/water flag: land
- Sample areas: Sample sites with flat ground were selected from FLUXNET sites and field surveys. Number of sites selected are eight EN sites, two DN sites, four EB sites, four DB sites, and two MIX sites. Each site is the same forest type spreads within a radius of 500 m from the center-of-site area.

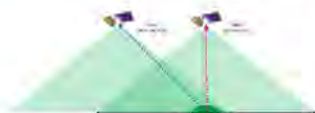


Fig. 1 Figure 1. Nadir and Slant in overlapping of scanning widths along the cross track direction. (drawn by Honda research lab.).

Data-process for nadir and slant (produced by Chiba Univ. Honda Lab.)

Nadir and slant data sets were produced by compositing a 15-day cycle as one scene as, with size 2400 × 2400 pixels. Values of reflectance data on four bands, zenith and azimuth for sun and sensor were populated for each pixel meeting the cloud state and land/water flag requirements cited above, otherwise, the pixel was filled with null data.

Data-process for analysis

- In each sample site, scenes were selected for which every data subset exists in both the nadir and slant files.
- To study the relationship between nadir and slant data, we calculated vegetation indices NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) and GVI (the green chlorophyll index) as follows.
$$NDVI = (NIR-Red)/(NIR+Red), GVI = NIR/Green-1$$
- To avoid the influence of thin clouds, we used data with NDVI > 0.7 for both nadir and slant data.
- To study reflectance affected by solar azimuth and sensor azimuth, relative azimuth was calculated from zero to 180 degree by the difference between sun azimuth and sensor azimuth (See Figure 2).
- Solar azimuth and sensor azimuth of MODIS products have values in the -180.00 to 180.00 degrees range.



Fig. 2 Relationship between relative azimuth, solar azimuth, and sensor azimuth.

Results

Relationship between relative azimuth and reflectance

Both nadir and slant reflectance change depending on relative azimuth: reflectance decreases as the relative angle approaches 90 degrees.

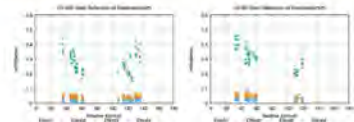


Figure 3. Relationship between reflectance of four bands and relative azimuth.

Both nadir and slant reflectance change depending on solar zenith: reflectance decreases with increasing solar zenith angle.

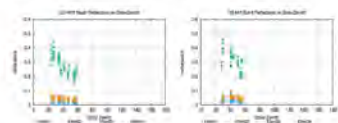


Figure 4. Relationship between reflectance of four bands and solar zenith.

Influence of relative azimuth and solar zenith

Data with a difference between nadir relative azimuth and slant relative azimuth of less than 20 degrees and for which the solar zenith angle of both nadir and slant is less than 30.

- These figures show that NDVI and GVI change depending on relative azimuth.

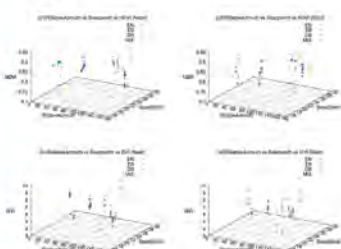


Figure 5. (a1) relationship between NDVI, relative azimuth and solar zenith for nadir, (a2) relationship for slant, (b1) relationship between GVI, relative azimuth and solar zenith for nadir, (b2) relationship for slant.

- Nadir NDVIs have a wider distribution than slant NDVI while they are more similarly distributed for needle-leaves forest.

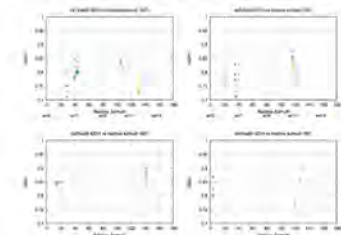


Figure 6. (a1) NDVIs of nadir for needle-leaves forest sample sites, (a2) NDVIs of slant for needle-leaves forest sample sites, (b1) NDVIs of nadir for broad-leaves forest sample sites, (b2) NDVIs of slant for broad-leaves forest sample sites, Relationship between NDVI and relative azimuth for each sample sites of needle-leaves tree and broad-leaves tree.

Conclusions

- We did not find a clear difference between the characteristics of needle-leaves forest and broad-leaves forest, but we found differences for both NDVI and GVI between nadir and slant data depending on the surface state of the forest.
- The number of data points selected following restrictions discussed above for relative azimuth and solar zenith was very small, resulting in 62 EN points, 13 EB points, 11 DB points, and 16 MIX points.
- To further investigate the difference in forest characteristics using multidirectional observation data, it is necessary to increase sample sizes for future studies.

- Compared to other sites, slant values are somewhat consistently larger than nadir values for sites db2a and en7. Site db2a (deciduous broad-leaves forest) with land covered by oak woodlands. Site en7 (evergreen needle-leaves forest) with land covered by 400-500 years' old western hemlock.

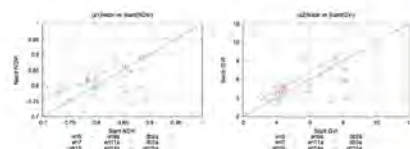


Figure 7. Relationship between nadir and slant (a1) NDVI (a2) GVI, combining needle-leaves forest and broad-leaves forest data. Square marks indicate data with relative azimuth larger than 100 degrees and plus marks indicate data with relative azimuth smaller than 50 degrees.

Acknowledgements

This study was supported in part by a Global Change Observation Mission (GCOM, PI No. 114) project at JAXA.

UAV-SfM測量による斜面崩壊前兆現象抽出の試み

小花和宏之(ビジョンテック)・早川裕弐(東京大学)・加藤 顕(千葉大学)

Summary

UAV-SfM測量手法を用いて、斜面崩壊状況およびその前兆現象の観測可能性を検討した。

- ①岩盤崩落、落石、テンションクラックなど、主に裸地斜面で発生するマスマーブメントの検出および変化量の推定は可能。
- ②植生で覆われた斜面の変化を検知することは難しい。地面の動きに伴う樹木位置の変化量の検出を試みたが、落葉等による樹冠形状の季節変化の影響が大きい。

Background & Purpose

急峻な山地が多くまた降水量も多い日本では、地すべりや崖崩れといった土砂災害が多発している。たとえば、2015年に発生した土砂災害の件数は、地すべりが44件、崖崩れが599件である(国土交通省, 2015)。それら災害を未然に防ぐあるいは被害を軽減するためには、災害の原因となるマスマーブメント(重力性の土砂移動)の発生危険個所の推定および監視技術が必要である。

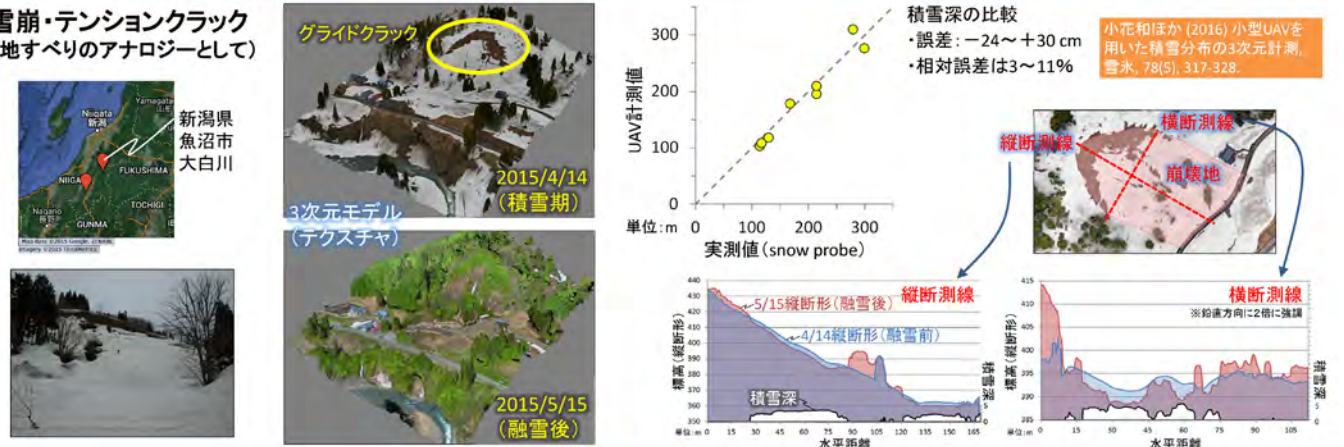
土砂災害危険個所の推定方法として、従来は、斜面の傾斜や高さをもとに土砂災害が発生するおそれのある個所(急傾斜地崩壊危険区域)が指定されてきた。しかしその数は全国で33万か所を超えており、監視コストの面で問題がある。また、斜面崩壊の監視手法として、伸縮計を用いた崩壊頭部の引張割れ目(テンションクラック)の変異計測が一般的だが、全ての対象地に設置することは現実的ではない。

本研究では以上の状況を踏まえて、地形計測ツールの一つとして近年急速に利用が拡大している、UAV-SfM計測手法(小型無人機を用いた空撮およびStructure from Motion技術を利用した写真測量)による、斜面崩壊前兆現象の把握の可能性について検討した。

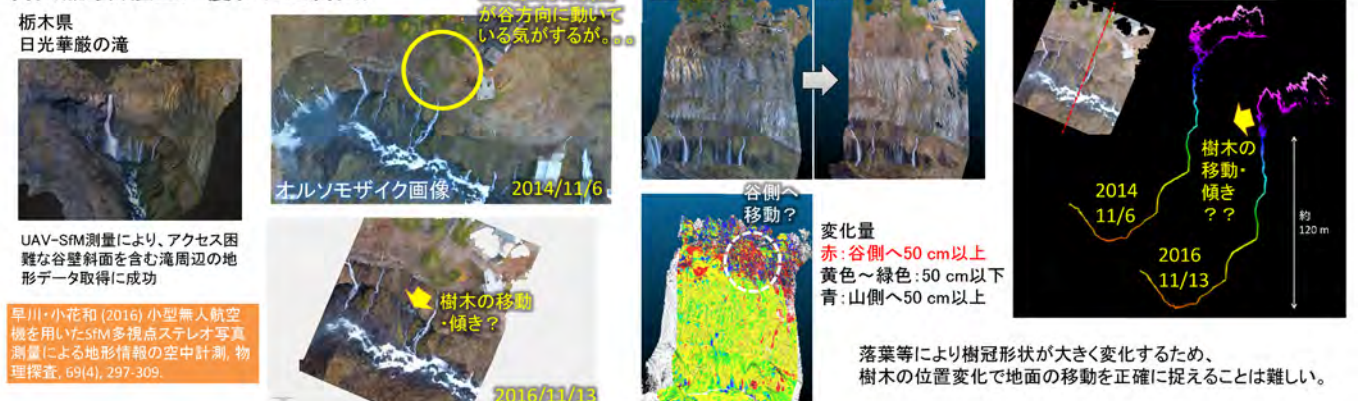
岩盤崩落・落石



雪崩・テンションクラック (地すべりのアナロジーとして)



斜面崩壊(植生に覆われた斜面)



Polarimetric characteristics of ice on Lake Saroma observed by Pi-SAR-L2 (A study on environmental measurement by synthetic aperture radar)

Hiroyuki Wakabayashi^{*1} and Kohei Cho^{*2}

^{*1} College of Engineering, Nihon University, 1 Nakagawara, Tokusada, Tamura-machi, Koriyama 963-8642 Japan, E-mail: hwaka@es.ce.nihon-u.ac.jp
^{*2} Tokai University, 2-10-1 Tomigaya, Shibuya, Tokyo 151-0063 Japan.



ABSTRACT

The main objective of this research is to investigate the possible use of L-band polarimetric SAR data to monitor sea ice in relatively thin sea ice area. By taking profiles of polarimetric parameters along the line crossing from the west edge to the eastern area of Lake Saroma, the polarimetric and the incidence angle characteristics for various ice types and open water were extracted. It was found that VV to HH backscattering ratio at higher incidence angle was correlated with ice thickness and sensitive to thickness difference. The scattering entropy of OW was lower than any other ice types even at the higher incidence angles.

Pi-SAR-L2 observation



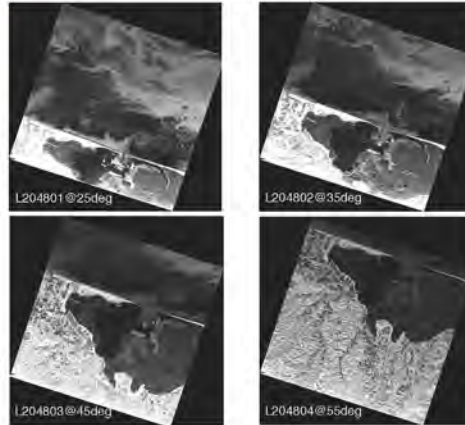
Bandwidth	83 MHz
Sampling frequency	100 MHz
Observation height	6.17 km
Image width	< 20 km
AOA	0.001° ± 0
Range resolution	1.76 m
Azimuth resolution	3.2 m (6 look)
RF gain	-35 dB
Incidence angle	15.82 deg
Polarimetry	Quad pol
Pulse length	10-20 micro-sec
Tx power	3.5 kW

RESEARCH OBJECTIVES

- Investigate the possible use of SAR data to monitor sea ice in the southern region of the Sea of Okhotsk.
- Results will be applied to ALOS-2/PALSAR-2 data.

OBSERVATION EXPERIMENT IN 2016

- Airborne L-band SAR (Pi-SAR-L2) acquired data at four different incidence angle were acquired.
- Various ice types were available in the west part of the lake



Pi-SAR-L2 (Feb.25,2016)

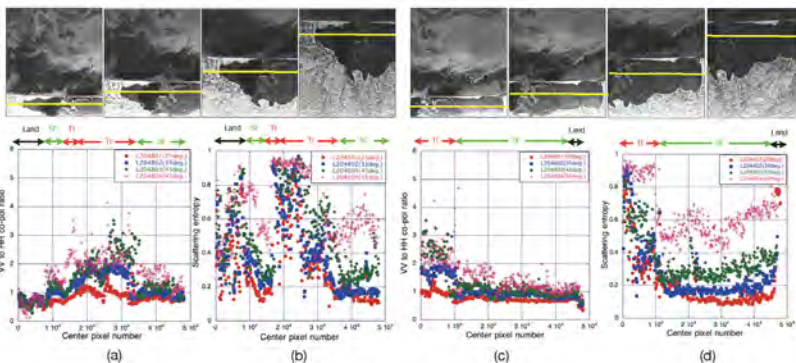
TEST SITE: LAKE SAROMA

The Sea of Okhotsk is located in the most southerly region of the northern hemisphere, where sea ice exists only during wintertime. Since the extent of sea ice in this area is related to local as well as global climate change, an application for monitoring sea ice by using remote sensing data in this region has been studied. Our test site, Lake Saroma, is located the southern edge of this area.



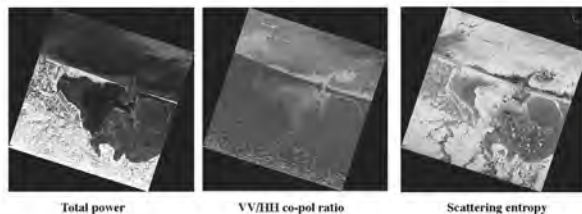
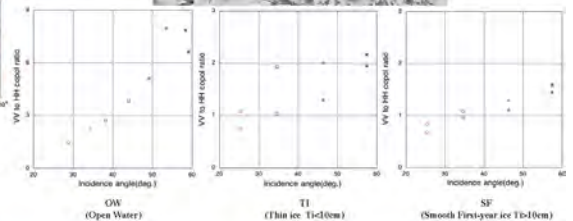
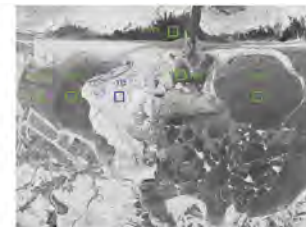
Pi-SAR-L2 data analysis

- Data acquired were Level 1.1.
- Location and incidence angle were calculated by using factor-m information provided by JAXA.
- Calculate polarimetric characteristics along the line crossing the lake.

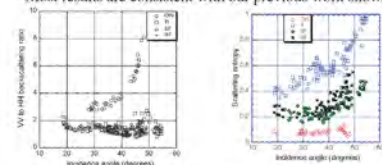


Profiles of polarimetric parameters along the horizontal line in west part.
(a) VV to HH co-pol ratio (b) Scattering entropy

Profiles of polarimetric parameters along the horizontal line in east part.
(c) VV to HH co-pol ratio (d) Scattering entropy



Most results are consistent with our previous work shown below



H. Wakabayashi, T. Matsuoka, K. Nakamura and F. Nishio: Polarimetric characteristics of sea ice in the Sea of Okhotsk observed by airborne L-band SAR, IEEE Trans. on Geosci. and Remote Sensing, 42(11), pp. 2412-2425, 2004.

SUMMARY

- Pi-SAR-L2 acquired the data covering the southern region of Sea of Okhotsk including Lake Saroma on February 25, 2016.
- By taking profiles of polarimetric parameters extracted from Pi-SAR-L2 data along the line crossing from west to east coast of the lake, the followings were found.
 - The co-pol. ratio at higher incidence angle was correlated with sea ice thickness. The co-pol. ratio was very sensitive to the thickness difference for thin ice at incidence angle of 35 and 45 degree.
 - The scattering entropy of OW was lower than any other ice types even at the higher incidence angles. However, calm open water may take relatively high scattering entropy due to its low backscattering coefficient close to noise equivalent backscattering coefficient.

FUTURE WORK

- Comparison between SAR and in-situ data is necessary to evaluate our results quantitatively.
- Solve an uncertainty for scattering entropy to detect open water.

ACKNOWLEDGEMENT

This research has been partly conducted by the cooperative research with Chiba university environmental remote sensing center.
Pi-SAR-L2 data were provided under the agreement of JAXA Research Announcement(JAXA-PE2018).

熱帯林における森林モニタリング技術の確立

加藤 顕¹⁾・若林裕之²⁾・早川裕弐³⁾・小花和宏之⁴⁾・
J.T. スリスマンティヨ⁵⁾

- 1) 千葉大学 大学院園芸学研究科
- 2) 日本大学 工学研究科
- 3) 東京大学 空間情報科学研究センター
- 4) (株)ビジョンテック
- 5) 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

即応性の高いデータを提供

これまでの問題の背景

- 人間活動に対する地球環境の反応
⇒「治癒可能」or「機能不全」
- 環境問題の越境問題
⇒広範囲な地球環境データ利用
- 「マクロ」と「ミクロ」を繋ぐ環境モデル
生態系利用の強度を現実的に評価

正確性:
「今」起きていることを正確に把握
生態系モデルへ詳細なデータを
提供

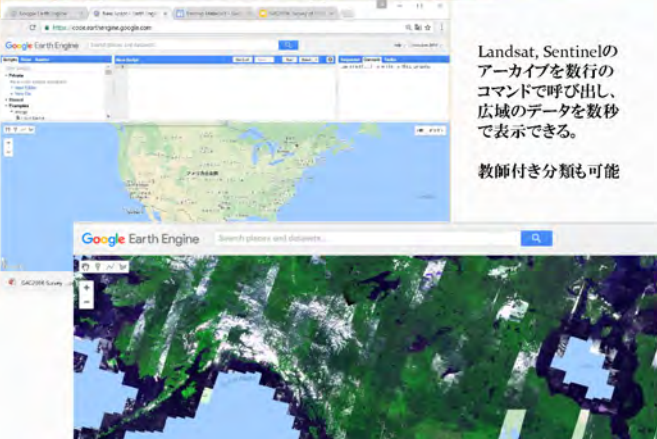


生態系への負荷をモニタリング
自然災害 vs 人為変化

リモートセンシングデータの高度の利用

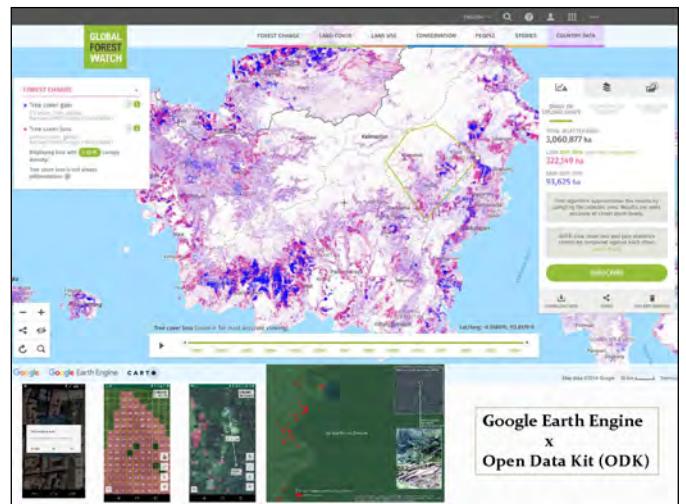
- 「見える」データから即応性の高い「使える」データへ
1. 即応性
災害等の情報をすぐにデータを取得し、提供する。
 2. 経年性
データのアーカイブ化により、「変化」を抽出。
 3. 正確性
モデルの予測ばかりでなく実データを活用

Google Earth Engine



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

教師付き分類も可能



Google Earth Engine
x
Open Data Kit (ODK)

森林域での自然災害

- 森林災害は、地球温暖化の影響で頻度が増している？

➢ 森林火災
(大規模変化)



➢ 風倒害
(小規模変化)

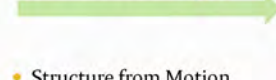


3次元データ取得方法 劇的な発展

- Airborne Laser



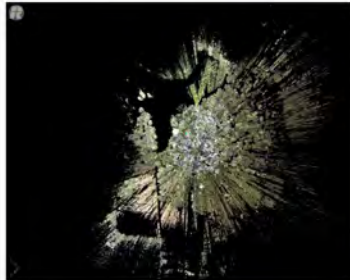
- Terrestrial Laser



- Structure from Motion



Terrestrial Laser Scanner (TLS)



Laser sensor	Sing VZ-400
Laser wavelength	Near Infrared Red
Max range	400m (class 1, 100°)
Laser point density range	125,000 points/second (high speed mode) 42,000 points/second (long distance mode)



7

UAV-SfM (Structure from Motion)



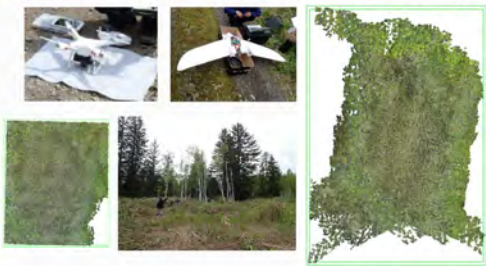
UAV:
DJI Phantom 2



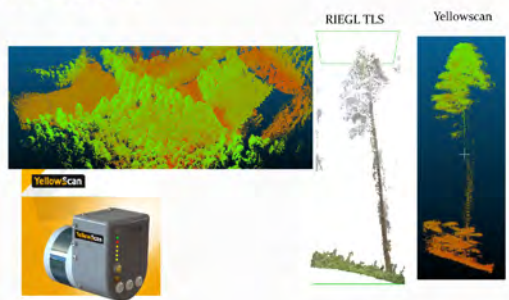
Flight track



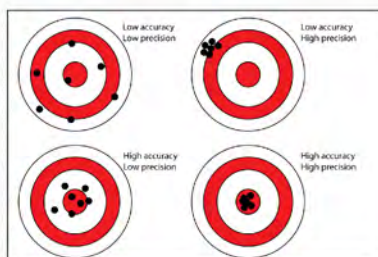
Quadcopter vs. Fixed wing



UAV Laser



Precision (精度)とAccuracy (正確性)

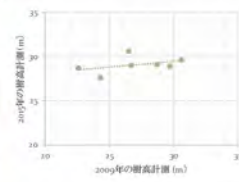
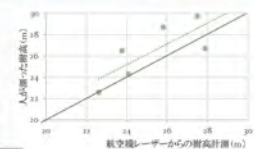


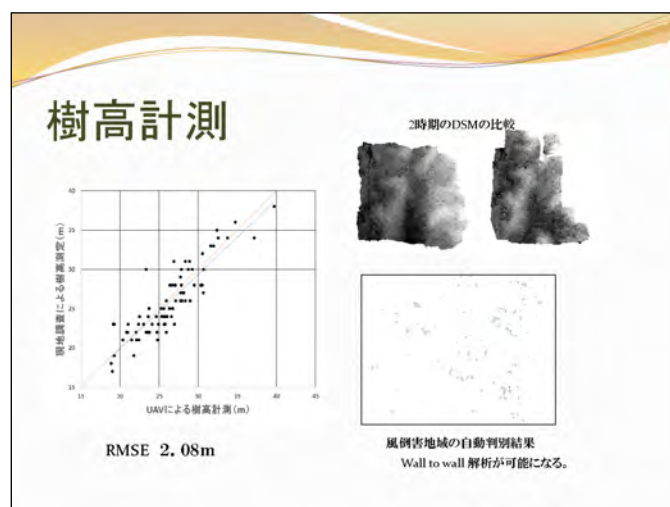
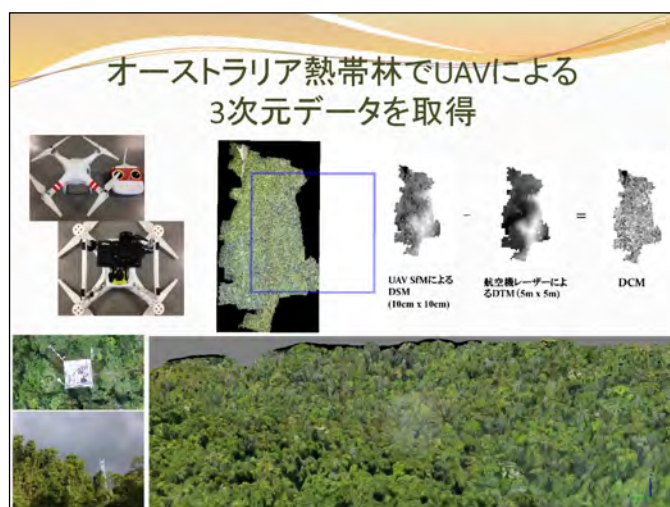
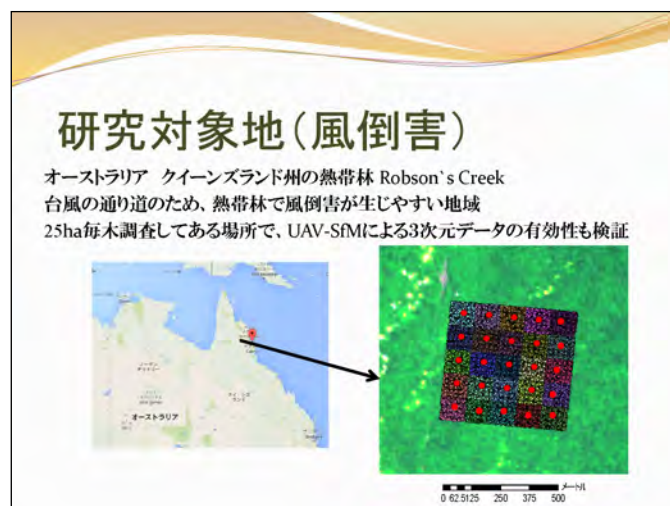
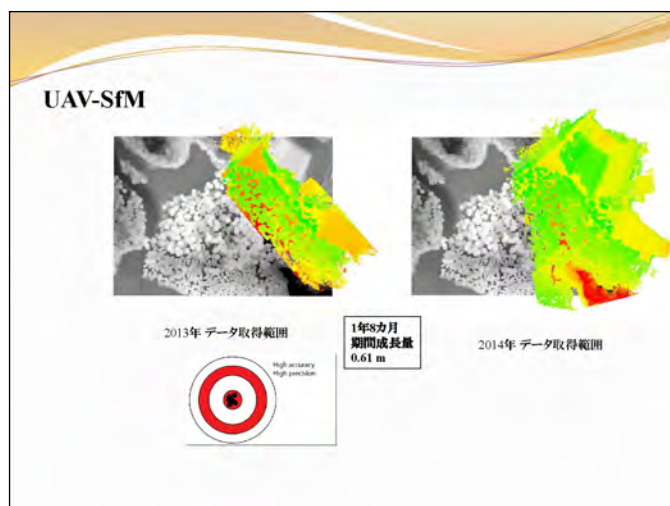
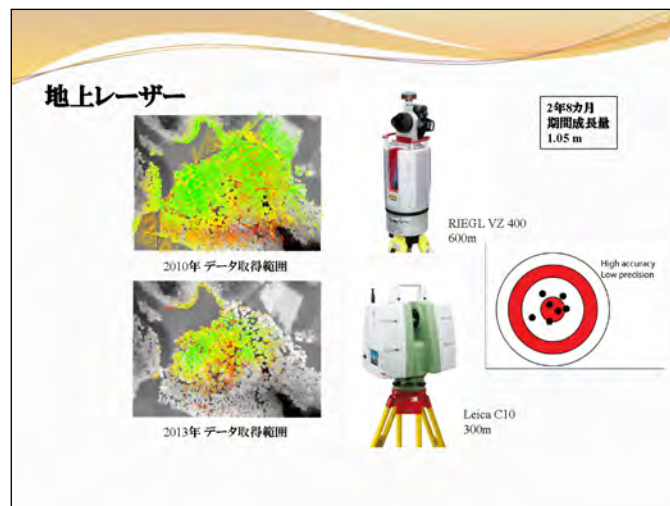
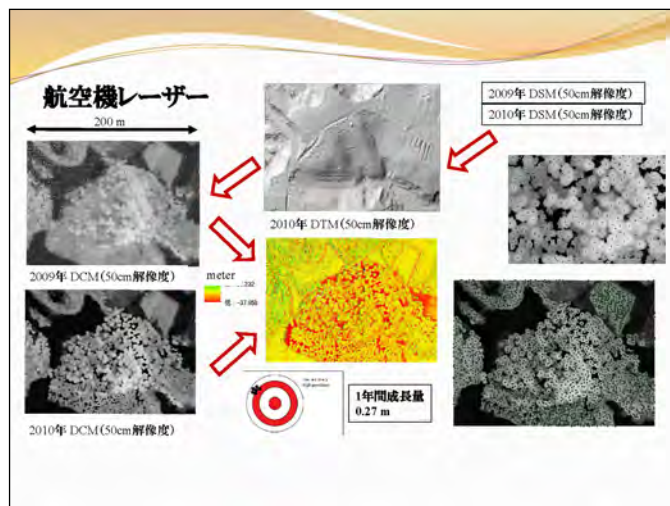
<http://www.antarcticglaciers.org/>

人による樹高計測



6年3カ月の
期間成長量
2.06 m





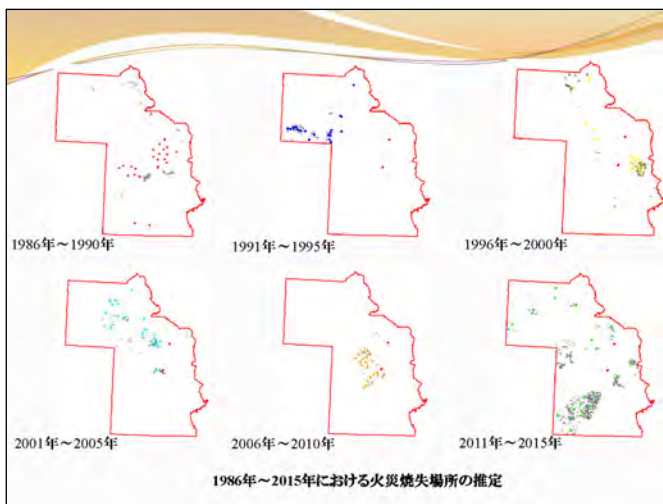
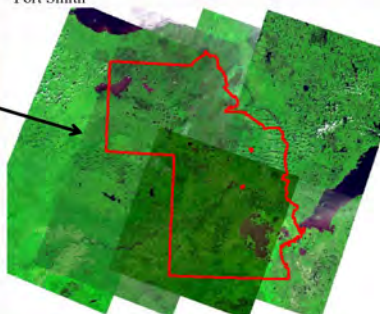
研究対象地(森林火災)



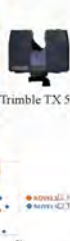
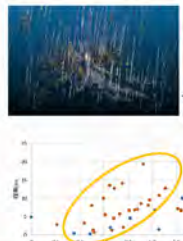
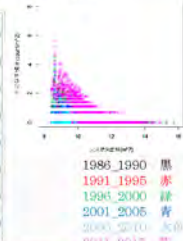
NWT-Northwest Territories
Fort Smith

Wood Buffalo National Park
(45,584 km²)

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



時系列データを用いた森林火災の評価



発生年	1986, 1990	1991, 1995	1996, 2000	2001, 2005	2006, 2010	2011, 2015
抽出結果: 焼失, 実測値: 焼失	1	12	10	17	14	18
抽出結果: 焼失, 実測値: 非焼失	1	0	0	1	0	0
抽出結果: 非焼失, 実測値: 焼失	19	8	10	3	6	2
抽出結果: 非焼失, 実測値: 非焼失	19	20	20	19	20	20
総ポイント数	40	40	40	40	40	40
Kappa値	0	0.8	0.5	0.8	0.7	0.9
使用した衛星	Landsat 5	Landsat 5	Landsat 5, 7	Landsat 5, 7	Landsat 7	Landsat 8

環境政策への貢献

現地検証には、地上レーザーデータを取得するだけで良くなる仕組みを構築する。

⇒ 最も正確で、最も簡略化したモニタリングが可能となる。

自然災害

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

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

ご清聴感謝いたします。

謝辞: 環境省研究総合推進費
(2RF-1501)

連絡先:

加藤 颯, Ph.D.

千葉大学 園芸学研究科

akiran@faculty.chiba-u.jp

プログラム - 2

フラックス最適化の大気CO₂濃度へのインパクト

丹羽 洋介

気象研究所 海洋・地球化学研究部

インバージョン解析によるフラックス最適化

従来の地上観測に加え、航空機観測CONTRAIL (Machida et al., 2008) のデータを用いたインバージョン解析を行い、CO₂フラックスの最適化を行った (Niwa et al., 2012)。この最適化により生じたフラックス変化により、大気中の濃度がどれだけ変化するかを大気輸送実験により求めた。この結果から、衛星観測がどれくらいの濃度差 (地上データから得られたものと比べて) を検知すれば、フラックス最適化に新たな情報をもたらし得るか推察した。

インバージョン解析

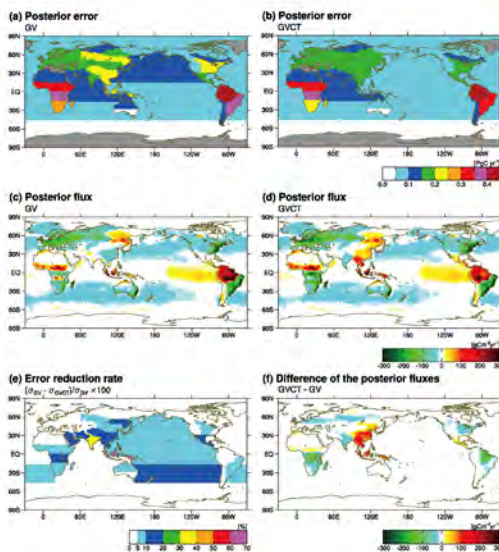
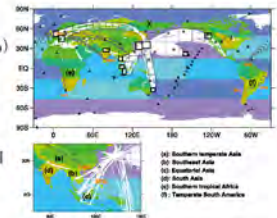
評価関数: $J = (y - T\mathbf{f} - M\mathbf{x})^T \mathbf{R}^{-1} (y - T\mathbf{f} - M\mathbf{x}) + (\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)^T \mathbf{P}_0^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)$

解析値: $\mathbf{x} = \mathbf{x}_0 + (\mathbf{M}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{M} + \mathbf{P}_0^{-1})^{-1} \mathbf{M}^T \mathbf{R}^{-1} (y - T\mathbf{f} - M\mathbf{x}_0)$

y: 観測値, x: フラックスパラメータ, M: グリーン関数

f: 初期フラックス, T: 輸送演算子 (モデル), R, P₀: 誤差共分散

Niwa, Y., et al. (2012), Imposing strong constraints on tropical terrestrial CO₂ fluxes using passenger aircraft based measurements, *J. Geophys. Res.*, 117(D11303), doi:10.1029/2012JD017474.

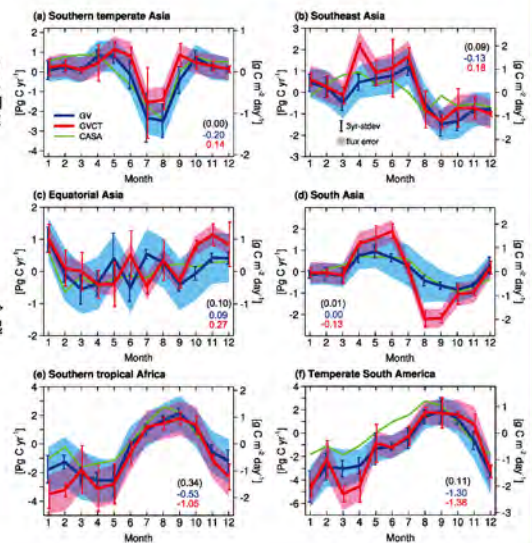


最適化により得られたフラックスパラメータの誤差(a,b), 年平均フラックスの分布(c,d)とCONTRAILデータを加えたことによって得られた誤差減少率(e)と年平均フラックスの変化(f)。

GVCT: 地上観測+CONTRAIL
GV: 地上観測のみ

各地域のCO₂フラックス (化石燃料起源は除く) の季節変化。

赤: GVCTによる解析値
青: GVによる解析値
緑: 初期フラックス (CASA: Randerson et al., 1997)



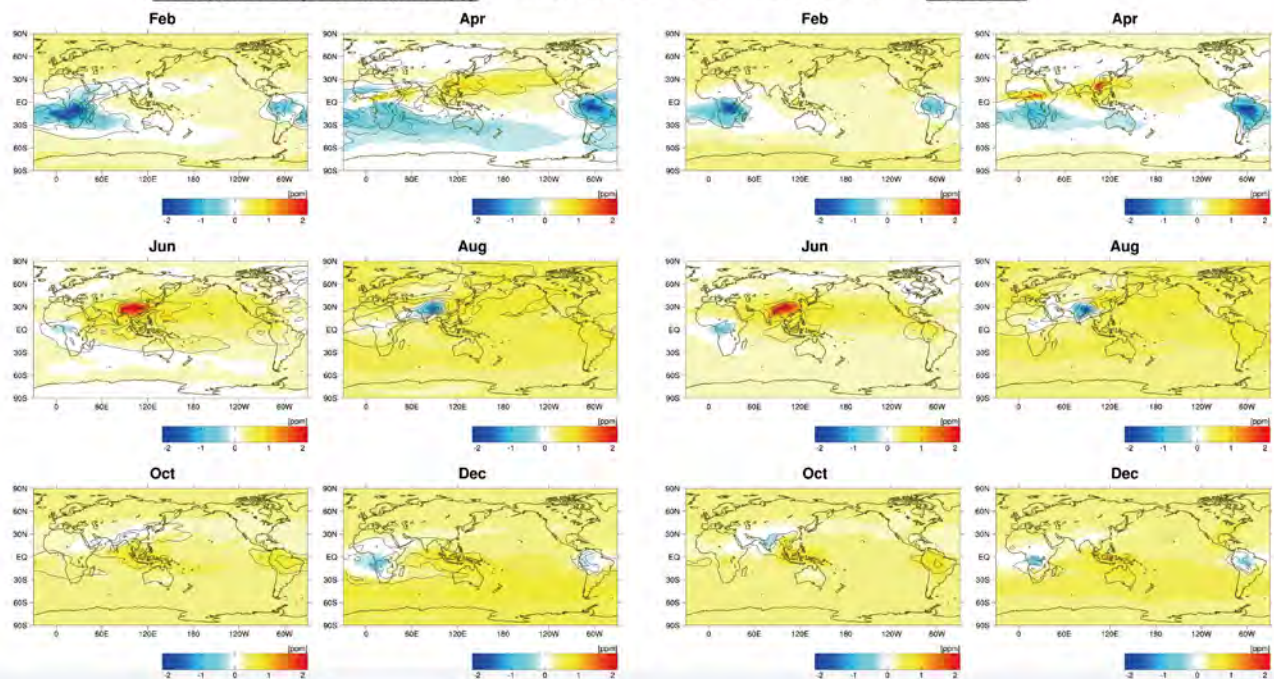
輸送計算

フラックスの違いによるCO₂濃度分布の差異

GVCT - GVの月平均値 (色) と 1ヶ月間の標準偏差 (コンター, 0.2 ppm刻み)

気柱平均

上空約8km (モデル第22層)



謝辞: CO₂輸送計算では、大気モデルNICAMを用いました。NICAM開発者グループの方々に感謝申し上げます。

Study for dynamical process of atmospheric compositions in troposphere and stratosphere using satellite data - Part II: Seasonal and Intraseasonal variations of CO₂ and CH₄ from GOSAT FTS TIR -

Nawo Eguchi¹ and Naoko Saitoh^{2*}

¹: Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Fukuoka, Japan

²: Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan

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

Introduction

This study aims to investigate dynamical processes of transport in free-troposphere and stratosphere-troposphere exchange by profile data of GOSAT TANSO-FTS* Level 2 (e.g., carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄) profiles) and of the other trace gases (e.g. ozone) which are long-lived in troposphere and lower stratosphere, retrieved mainly from radiance spectra of Band 4 of TANSO-FTS [Saitoh et al., 2009].

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

Analysis Data

The present study has reported the initial analysis of CO₂ and CH₄ profiles from FTS TIR CO₂ and CH₄ Level2 product (the latest version 01.00). This version data are validated by using the in-situ observation data (CONTRAIL, Continuous CO₂ Measuring Equipment (CME)) [Saitoh et al., 2016 (S16)]. The CO₂ and CH₄ amounts are good agreement with those from in situ measurements: At the upper troposphere/ lower stratosphere, the differences of CO₂ and CH₄ between TIR retrievals and in situ measurements are 1-3 ppmv [S16] and -5±15 ppbv, respectively [cf. Saitoh et al., 2012].

The analysis period for CO₂ is about 3-year from 1 March 2010 to 30 November 2012. The bias values were adopted to the retrieved data along the method of [S16]. The analysis period for CH₄ is CO₂ and 4-year from 1 January 2010 to 31 Dec 2013 for CH₄. To discuss the seasonal variation, the linear trend that is simple linear-fitting by minimizing the chi-square error statistic was removed. For reference, the a priori that is NIES Transport model calculation [Saeki et al., 2014] are also shown.

Summary

- The spatial and temporal variations of CO₂ and CH₄ are similar with respect to the previous studies, for example, the seasonal march of latitudinal distribution, the hemispheric contrast and the minimum values over Siberia and the north part of North America in the boreal summer.
- The year-to-year variations of CO₂ and CH₄ are also similar with the a priori data (NIES Transport model), although the difference of CO₂ at the upper troposphere and lower stratosphere between the retrieved data and CONTRAIL data increase larger with year [cf. Kimoto, Saitoh et al., Atmospheric Chemistry Meeting in Japan, 2015].
- It was found that the CH₄ transports from the lower to the upper troposphere over the convective regions continuously. By using the bias correction, the isolated maximum at the upper troposphere in the CO₂ field are not seen through the year. We will analyze further about this topic, especially over the tropic.
- Another topic of new findings is that the distribution of retrieved CO₂ in the upper troposphere (237hPa) has the stratospheric characteristic contrary to a priori field.

References:

- Saitoh, N., et al. (2009) CO₂ retrieval algorithm for the thermal infrared spectra of the Greenhouse Gases Observing Satellite: Potential of retrieving CO₂ vertical profile from high-resolution FTS sensor, *J. Geophys. Res.*, 114, D17305, doi:10.1029/2008JD011500.
- Saitoh, N., et al. (2012) Comparisons between XCH₄ from GOSAT shortwave and thermal infrared spectra and aircraft CH₄ measurements over Guam, *Scientific Online Letters on the Atmosphere*, 8, 145–149, doi:10.2151/sola.2012-036.
- Saitoh, N. et al. (2015) Validation of GOSAT/TANSO-FTS TIR CO₂ data (Version 1.0) using CONTRAIL measurements. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 2119–2134, doi:10.5194/amt-9-2119-2016.

Results

(top) retrieval
(middle) a priori (NIES-TM)
(bottom) Difference (ret.-a priori)

Several years average seasonal variation (removing trend)

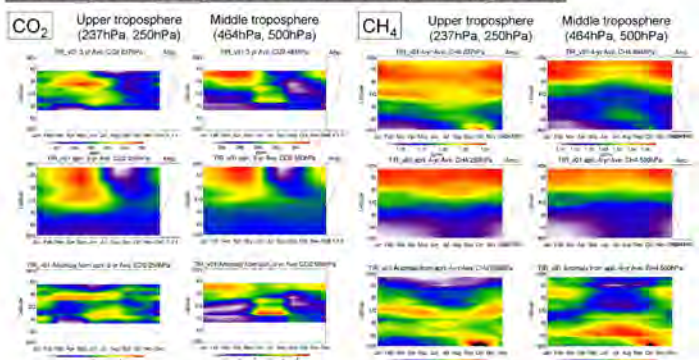


Figure1: seasonal march removing linear-trend of CO₂ with bias correction and CH₄ at upper (left) and middle (right) troposphere. The top, middle and bottom panels show the retrieval (TANSO-FTS TIR), a priori (NIES-TM) and the difference. The line plot at each panels is the seasonal amplitude at each latitude.

year-to-year variation (with / removing trend)

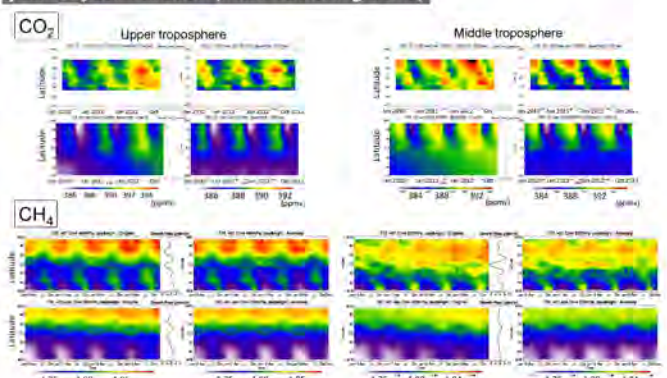


Figure2: Time and latitude section at upper and middle troposphere of CO₂ from 1 Mar 2010 to 30 Nov 2012 and CH₄ from 1 Jan 2010 to 31 Dec 2013. Left panel is the original and Right panel is anomaly from linear trend. The line plot is linear trend (ppmv/ppbv)/year.

Latitude-Pressure section (several years average removing trend)

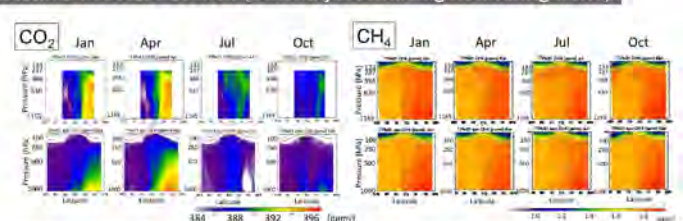
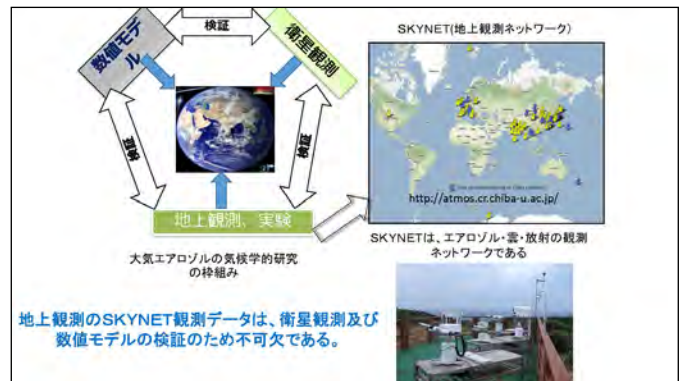


Figure3: Latitude and pressure section of zonal mean CO₂ and CH₄ averaged 3-year (without trend) on Jan, April, Jul, and Oct. Top and bottom are the retrieval and a priori, respectively.

SKYNET 観測エアロゾルハラメータの誤差評価と解析システムの高度化

カトリ フラティーフ。
東北大学・理学研究科

入江仁士
千葉大学・環境リモートセンシング研究センター



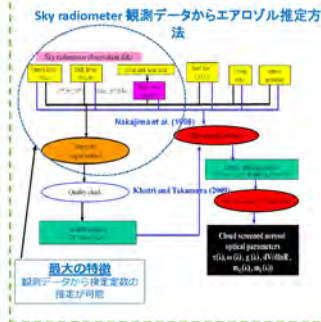
SKYNET/Sky radiometer によるプロダクトについて

Model: POM-01

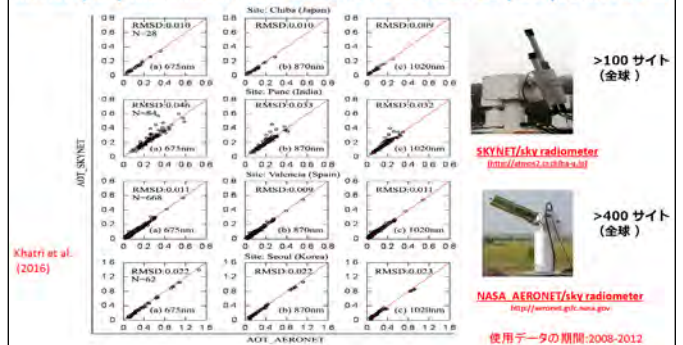
Model: POM-02



プロダクト名	参考文献
エアロゾル (光学的厚さAOT、一次散乱アルベド SSA、粒径分布 $dV/d\ln r$ 、屈折率 m_r, m_i)	Nakajima et al., (1996) Hashimoto et al., (2012) Khatri and Takamura (2009)
雲 (光学的厚さCOD、有効半径 R_e)	Kikuchi et al., (2006)
水蒸気	Campanelli et al., (2010)
オゾン	Khatri et al., (2014)



SKYNET/Sky radiometer 観測エアロゾル光学的厚さ(AOT)の誤差評価

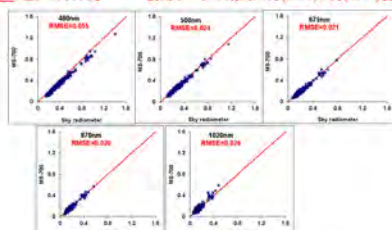


SKYNET/Sky radiometer 観測エアロゾル光学的厚さ(AOT)の誤差評価

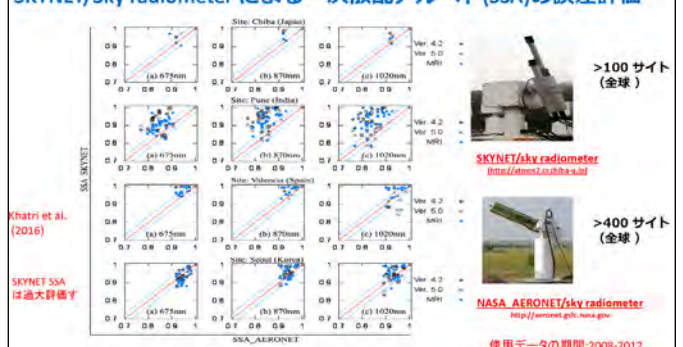
MS-700 vs. Sky radiometer (POM-02)

観測サイト: 辺戸岬、沖縄

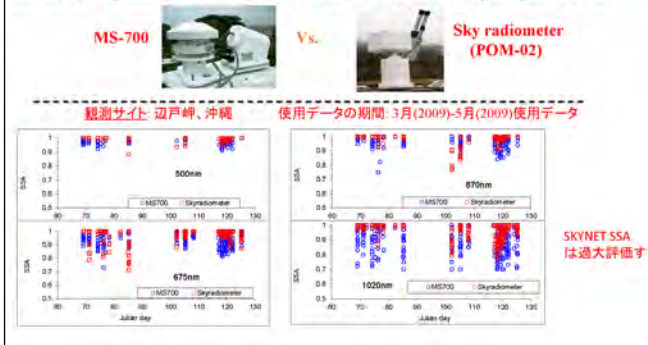
使用データの期間: 3月(2009)-5月(2009)使用データ



SKYNET/Sky radiometer による一次散乱アルベド(SSA)の誤差評価



SKYNET/Sky radiometer による一次散乱アルベド(SSA)の誤差評価



AERONETに対してSKYNETSSAが過大評価するの理由

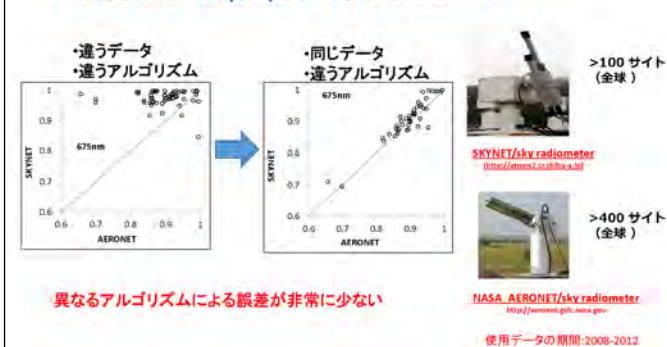
可能性1: 観測データ解析アルゴリズムの相違

両者のアルゴリズム間異なる点		
項目	SKYNET (Nakajima et al., 1996)	AERONET (Dubovik et al., 2006)
インバージョン方法	Phillips (1962) and Twomey (1963) method	Multi-term least square method (Dubovik 2004)
エアゾルモデル	球形	非球形
粒径分布の範囲	20 bins (0.0238µm<d<16.8µm)	22 bins (0.05µm<d<15.5µm)

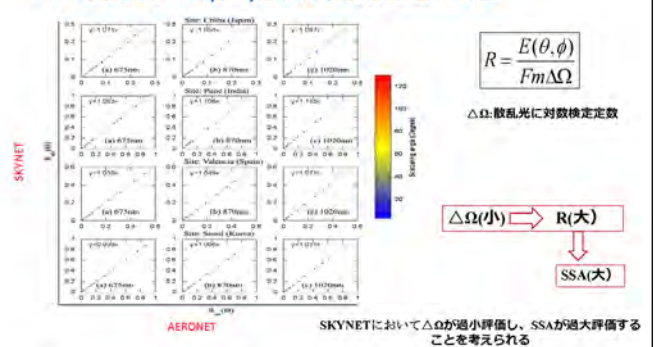
可能性2: 機材の検定方法の相違

検定方法についての異なる点		
項目	SKYNET	AERONET
直達光に対する検定 (V_d)	Improved Langley (IL) 方法	標準機材からのコピー
散乱光に対する検定 ($\Delta\Omega$)	Disk scan 方法	積分球の使用

一次散乱アルベド(SSA)に対する誤差要因の検証



一次散乱アルベド(SSA)に対する誤差要因の検証



解析システムの高度化に向けて

- 共同研究の一環として千葉大学で行われている新しい検定システムの開発に参画
- 衛星観測による地面反射率等のデータを利用出来る解析システムの構築・プログラム化
- 雲判別アルゴリズムの強化に向けて、アルゴリズムの改良は進行中。
- 新規の雲推定アルゴリズムを開発中。

結論

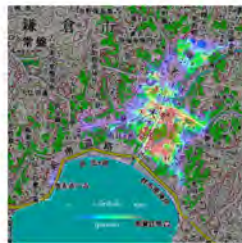
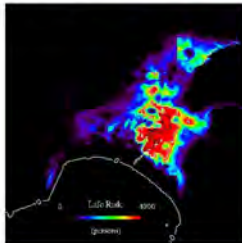
- SKYNET観測エアロゾルの精度評価は、同時観測のAERONET及び分光日射計のデータを用いて行いました。
→エアロゾル光学的厚さ(AOT)が他の観測データとよく一致する。
→一次散乱アルベド(SSA)が過大評価する。
- そのSSAの過大評価は、観測の散乱光が過大評価(散乱光に対する検定定数が過小評価)から生じることを指摘しました。
- SKYNET推定エアロゾルパラメータの精度向上に向けて、解析システムの改良が実行中。

津波人命リスクモデルによる災害弱者の社会的問題の検討

— 鎌倉の人口リスクにおける高齢者・児童人口の特性 —

(株) 遠感環境モニター 代表取締役 **金子大二郎**

Life Risk_Dweller **鎌倉市中心部** Risk Map-composition



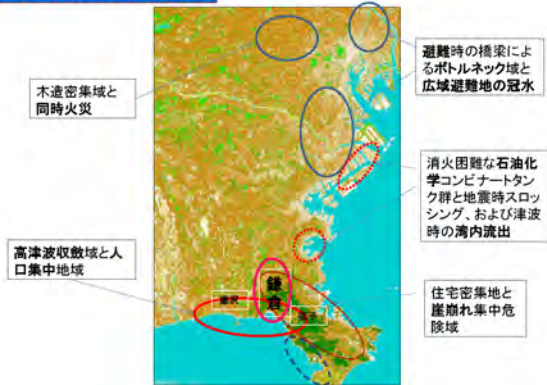
研究の背景

1. 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、
2. 減災を図らねばならない特に重要な地域となっている。
3. その対策として著者は、津波人命リスク社会モデルの開発
4. 高規格海岸道路と観光車両の駐車場を埋設しながら広域避難地を内蔵した津波防災松林丘陵の建設を提案してきた。
5. これまでの研究では、人命リスクのモデルの中で災害弱者である高齢者の割合を組み込んできたが、
6. 若年層については未検討であった。高齢者より人口数上では半分以下と小さくとも、児童の人的損失は社会的に問題があり、しばしば子供の死亡ケースにつき避難措置が適切であったか訴訟が起こされてきた。
7. そこで、高齢者ばかりでなく児童の人的被害の軽減を目的として、特に鎌倉の若年層に注目し、人命リスクを検討したので報告する。

広域的背景：

1. 首都圏には、震災時の被災に当たって、避難経路に存在する地形や、都市の構造上の観点から人命リスクの高い地域が存在する。その中でも著者は、特に広域避難地として計画されている河川敷の水汲み、同時大規模時に避難する人々が集中する河川敷の危険性のリスクへの減災対策（スーパー耐震橋梁、公園型避難者専用橋）の必要性を指摘してきた。
2. 一方、震災域によっては南関東地震に近い南海トラフは、家屋倒壊や津波遡上のリスクが高く、青森県沖の巨大地震として被災の抜本的対策を立案するのが望ましい。その中でも、東北関東大震災として重要な鎌倉市は、避難地等について土地不案内な観光客が多く、人々が賑わう人口密集地帯となっている。

震災被害リスクの高い地域



首都圏南部の島根法宅宅地出展と
震災人口リスク重要課題

津波避難住民人口リスクポテンシャルモデル

$$Risk = \left\{ \left(\frac{D_{dp}}{D_{p0}} \right) \cdot AG_r \right\} \cdot \left(\frac{WH_r}{WH_0} \right) \cdot \left(\frac{D_{ist}}{D_0} \right)^2 \cdot \left(\frac{H_{fl} - H_{el} - H_{f0}}{H_{avg}} \right)$$

$Risk$: 火災避難人口危険度
 D_{dp} : 住人口密度 (人/500m四方あたり)
 D_{p0} : 人口密集地区基準値 = 4,000 (人/km²)
 AG_r : 高齢化率 (%、500m四方単位)
 WH_r : 補正用木造住宅率 (%、70m四方平均値)
 WH_0 : 10m階級度であるALOSの7×7=49pixels平均値
 D_{ist} : 市内木造平均住宅率
 D_0 : 避難距離 (km)
 D_0 : 基準避難直線距離 = 1.5 (km), 計画基準2km
 H_{fl} : 津波遡上の浸水深 D_{fl} (地点における浸水深 H_{fl} - 標高 H_{el})
 H_{f0} : 死亡水深 (0.3m、流速と漂流物による転倒)

津波避難観光客危険度ポテンシャルモデルの定義式

$$Risk = \left(\frac{D_{ad}}{D_{p0}} \right) \cdot \left(\frac{D_{ist}}{D_0} \right)^2 \cdot (D_{fl} - D_{f0})$$

$Risk$: 津波観光客避難人口危険度
 D_{ad} : 観光客数密度 (人/500m四方あたり)
 D_{p0} : 人口密集地区基準値 = 4,000 (人/km²)
 D_{ist} : 避難距離 (km)
 D_0 : 基準避難直線距離 = 津波到達時間に依存。0.5 (km)
 D_{fl} : 津波の浸水深 (地点における浸水深 H_{fl} - 標高 H_{el})
 D_{f0} : 死亡水深 (0.3m、転倒による)

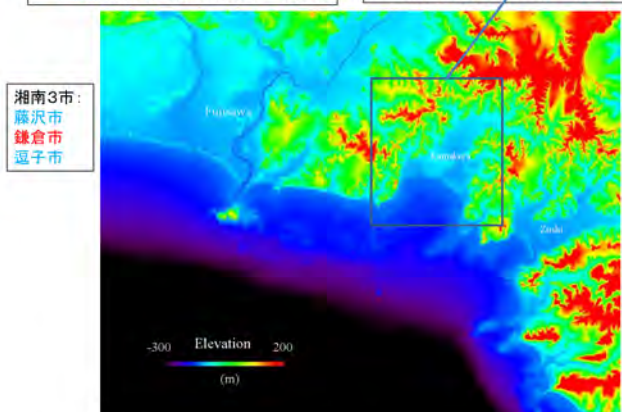
木造住宅率の要因なし

使用地形データ:

内閣府 東南海地震9系地形データ範囲

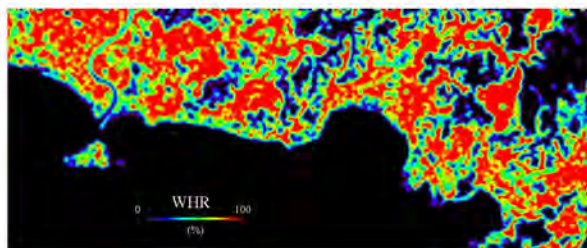
津波人命リスク評価範囲:

津波防災対策評価範囲: 鎌倉市中心部



内閣府提供東南海地震地形データ

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



日本測地系に統一された
鎌倉市の臨海部の木造住宅率分布。90m四方平均面積率
鎌倉市：住宅面積率：約30%
木造住宅率：79パーセント

鎌倉市：
広域避難場所と主要な緊急避難空地のリスト

若宮大路と滑川右岸の低地に人口35,100人
海岸から臨園八幡宮にかけて観光客：平日 2万人、土日 8万人

指定番号 No	避難地 名称	指定種類 広域・空地・無し	所在地 住所	標高 (m)	避難有効 面積分類	避難経 避難階段	避難地メッシュ 位置 I J
1	臨園八幡宮	広域避難場所	鎌倉市若宮2丁目1-31	25. 鹿舞台 11	◎	○	870 32
2	鎌倉山公園	広域避難場所	鎌倉市若宮1丁目	71	◎	○	789 38
3	鎌倉市立第一中学校	広域避難場所	鎌倉市若宮2丁目1-1	15~20	○	○	735 119
(4)	長谷寺	緊急避難空地	鎌倉市長谷3丁目11	15~25	○	○	852 191
(5)	妙本寺	緊急避難空地	鎌倉市大町1丁目15-1	23以上	○	○	898 128
(6)	長寿寺	緊急避難空地	鎌倉市材木座2丁目12	15以上	△	○	856 225
(7)	市立第一中学校	緊急避難空地	鎌倉市材木座2丁目19-19	28	○	○	848 298
(8)	東勝寺跡地	指定なし	鎌倉市小町3丁目11	25以上	△	×	897 80
(9)	妙法寺	指定なし	鎌倉市大町4丁目7	25以上	○	○	857 225

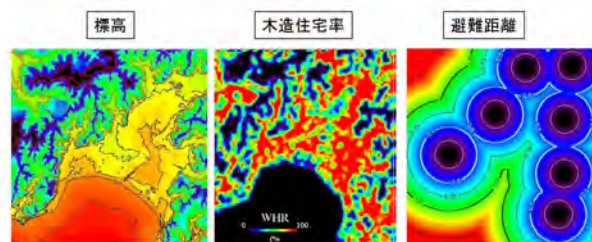
鎌倉市中心部の特徴：湘南では藤沢市が最大の人口密度。
平日の観光客で、藤沢市と同等の人口密度。土日で藤沢市の倍の人口密度となる。

鎌倉市：
広域避難場所、
主要な緊急避難空地

IKONOS衛星
による市街地と広域避難
地の配置比較



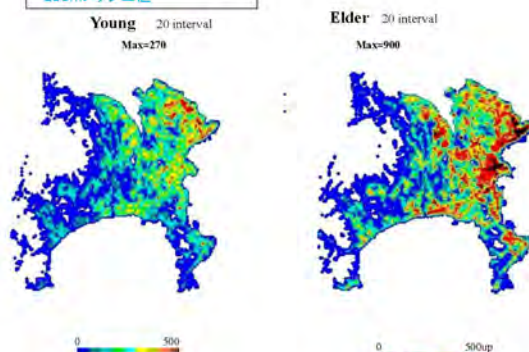
津波遡上の人命リスク要因



鎌倉中心部の拡大(数値地図と津波遡上の合成図による位置情報の明確化)
Case_A3_Kamakura_k200



人口密度分布：神奈川県全域
250mメッシュ値

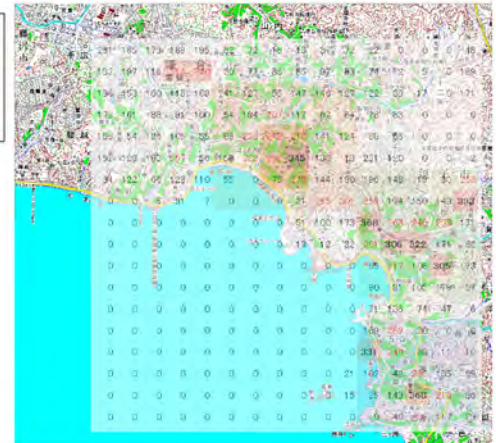


Kamakura, Zushi, Hayama 500m mesh
Elder 65~ years old

258	324	451	404	714	294	188	79	97	140	259	54	0	0	0	207	574	916	329	513
249	460	270	522	320	185	168	686	241	176	219	212	14	9	0	342	113	541	156	728
686	372	524	309	295	190	256	163	725	514	433	410	116	67	0	562	469	895	937	181
576	699	186	335	307	229	345	472	266	169	151	208	301	31	0	0	56	839	650	781
564	228	341	373	167	334	311	713	601	369	201	499	373	0	0	0	0	505	576	159
316	253	640	594	189	439	346	511	784	447	32	625	260	0	0	10	0	137	723	452
202	321	170	263	234	156	0	72	103	339	492	463	231	33	51	846	201	0	285	436
0	0	29	87	15	0	0	0	134	430	769	480	392	394	359	819	215	46	109	491
0	0	0	0	0	0	0	0	177	655	177	541	524	524	679	903	782	493	216	940
0	0	0	0	0	0	0	0	55	52	37	430	676	169	413	249	236	933	246	99
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	475	250	717	210	221	101	120	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	145	226	354	45	0	0	5	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	274	101	85	10	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	368	388	56	0	5	12	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	477	368	101	29	34	8	41	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359	103	304	350	190	60	58	33	6
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	252	548	326	145	146	127	361	193
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	367	176	45	32	14	4	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	49	11	9	4	228	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	145	15	95	1	0	0

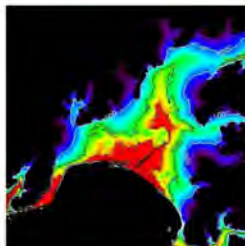
Kamakura, Zushi, Hayama 500m mesh Child 1~15 years old

Composed Map:
Population density
distribution of
Children with
numerical map



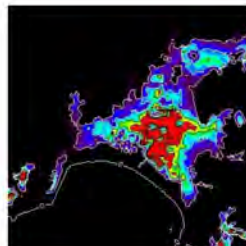
人命リスク分布: 人数/500m四方表示

Risk_Sightseer



海岸観光客の居る由比ヶ浜が人数と避難距離および津波高さによって最大クラスの5000人密度で死亡する危険(津波到達時間に依存する)

Risk_Dweller



鎌倉駅南部から材木座にかけて、人命リスクの人数が多い(2000人密度)。標高と密集の木造住宅率・避難距離および津波浸水深が大きいため。

結論: 津波人命リスクモデルによる災害弱者の社会的問題の検討

鎌倉の人命リスクにおける高齢者・児童人口の特性

- 三連動の京浜有地盤や慶長地盤型の両側東地盤による津波災害を想定し、人命リスクの減災対策として、歴史文化都市として知られた首都圏の鎌倉を対象に、災害弱者である高齢者と・若年層の人口リスクを検討した。
- 衛星データから得られる木造住宅分布と、広域避難場所の所在地、標高の地理情報、そして500mメッシュの人口密度データに、週末には居住者と同等以上の人数となる観光客数データを加えて使い、地理・社会モデルにより人命リスクと災害弱者のリスクに関する平面分布を評価した。
- 震災時の津波による人命リスクが最も高い鎌倉駅南部から材木座周辺に、災害弱者である児童が多く住んでおり、問題である。
- また高齢者は駅周辺部に多く居住している。避難対策への配慮や木造住宅の更なる質的耐震性の向上が必要である。
- より抜本的な対策として著者が提案している避難地と高規格道路を内蔵した津波防災松林丘陵が有効である。
- 今後の課題:
 - 防災対策が間に合わない場合に強い復興計画としての防災丘陵
 - 鎌倉の人口リスクの評価結果に基づく市東部の避難対策重視
 - 同様に逗子市にも大きな人口リスクがある。
 - 地元自治体(県庁、鎌倉市、逗子市)と協議したが、ソフト対策は進んでいるが、抜本的なハード対策への第1義的な地元責任は困難であり、国の直轄事業による減災対策が必要である。

プログラム - 3

リモートセンシングデータを活用したミツバチの生息・生育空間の分析 その5

岡田信行（株式会社オルト都市環境研究所） 原田一平（東京情報大学（現：一般財団法人河川情報センター））

1) 背景と目的

■背景

特に都市部においては、生活環境周辺に存在している自然環境を実感しにくい状況にある。都市においても自然環境の存在は重要であり、都市と環境との関係性を住民にわかりやすく伝える方法が求められている。

■目的

本研究は、地域の方々が生息環境を実感する契機となることを目指してミツバチを飼育し、その生息生育環境である巣箱から2kmの環境の状況とハチミツや花粉の量と質との関連性を分析することを目的として、平成22年度より衛星リモートセンシングデータを活用した調査を実施している共同利用研究である。

本年度は、より詳細な生息生育環境の把握を目指し、ドローンを活用して衛星リモートセンシングデータを補完する巣箱周辺の植生情報等の取得を試みる。

■方法1：飼育場所周辺におけるNDVIの取得

UAVに搭載するNIRカメラを用いて①飼育場所周辺の植物活性度の変化の観測、②UAVに搭載する撮影器材の運用方法の蓄積を目的とした観測を実施した。しかし、特に都市部においては独自の機材を搭載したUAVを飛行させることは困難なため、代替手法として高層ビルからの観測を実施した。実施にあたっては、森ビル株式会社の協力のもと、都心部の高層ビル屋上（六本木ヒルズ）から真なる時期における観測を実施した。

また、本年度は、東京都港区芝地区総合支所が区民協働活動として三田で実施している養蜂事業を対象に観測を実施した。

■方法2：NIRカメラを搭載したUAVのテスト

都心部においてUAVを飛行させるためには、観測機材を搭載したUAVを安全に安定して飛行させることが不可欠である。

昨年度の研究では2軸ジンバルに取り付けたNIRカメラを搭載したUAVを製作するとともに、決められたルートで飛行する方法を確認したが、実際の飛行には至らなかった。

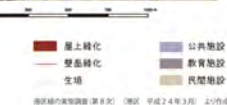
このため、本年度は、DJI製品を取り扱う株式会社セキドに協力いただき、同社が運営するドローンフィールドにおいて同社のスタッフとともに機材の運用テストを実施し、安全性・安定性の確認するとともに、搭載するNIRカメラを用いた撮影テストを実施した。



観測地点（六本木ヒルズ）と観測対象の位置関係(Google Map)



Google Earthによる観測地点からの景観シミュレーション



観育場所周辺の緑地状況

3) 研究の成果

■飼育場所周辺におけるNDVIの取得

●ミツバチ飼育の概要

港区芝地区総合支所による養蜂事業は、港区施設である三田いきいきプラザの屋上において、区民参加で実施されている。2群のミツバチが飼育されており、本年度は40kg以上のハチミツが収穫されている。

●周辺の植生

飼育場所周辺には芝公園、イタリア大使館等にまとまった緑地があり、主な電源になっていると推測される。

●NIRの撮影

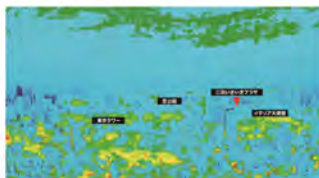
10月初旬から12月末にかけて六本木ヒルズ屋上から、UAVに搭載する小型NIRカメラによる撮影を実施した。観測場所から南東方向の芝公園を含む市街地を対象とし、日影を考慮して午後の時間帯に撮影を実施した。

●観測結果

NIRカメラを用いた高層ビルからの観測によって、サクラやイチョウ、ケヤキなどの落葉樹が多く植栽され、主要な電源となっていると考えられる芝公園、イタリア大使館周辺の緑地におけるNDVIが秋季から冬季にかけて減衰していく季節変化を捉えることができた。



2016年10月8日撮影



NDVI



2016年11月29日撮影



NDVI



2016年12月26日撮影



NDVI

■NIRカメラを搭載したUAVのテスト

●都心部におけるUAVの運用について

独自の機材を搭載したUAVを市街地内で飛行させるためには、実験的な飛行によって安全性・安定性を確保することが重要である。しかし、改正航空法の施行後、人口集中地区内（以下、DID地区とする）におけるUAVの飛行は厳格化されている。このため、専門スタッフの指導のもと、DID地区における飛行に関する運用手順を習得し、実際に運用した。

●ドローンフィールドにおけるNIRカメラ搭載機材のテスト飛行

人口集中地区内におけるドローンの飛行に向けて、横浜市の臨海部（DID地区内）に位置するドローンフィールドにおいて、専門スタッフとともにNIRカメラを搭載したドローンの運用テストを実施した。

●テスト撮影の内容

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



SEKIDO/DJI ドローンフィールド



撮影に使用したUAV



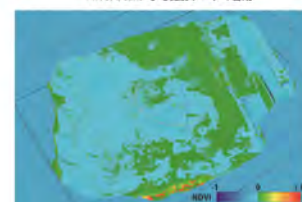
UAVを活用した撮影



Photo Scanによる撮影データの合成



合成した画像



NDVIマップの作成

4) 成果展開の状況

■地域の環境教育の場における活用

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

<謝辞>

本研究は、観測場所を提供していただいた森ビル株式会社、連携した活動をしていただいた港区芝地区総合支所、UAVの飛行フィールドと運用に関するアドバイスをいただいた株式会社セキドなど、多数の方のご協力のもと実施した。ご尽力いただいた皆様に対し、ここに感謝の意を表す。



区民協働による養蜂プロジェクトの実施



子供向け環境学習講座



区民に向けたミツバチの生息生育環境に関するレクチャーにおける活用



区民に向けたミツバチの生息生育環境に関するレクチャーにおける活用

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

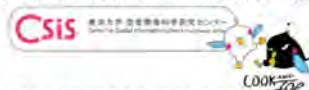
【P2014-3】地上レーザ測量およびSfM多視点写真測量による森林内部の地形・植生形状計測手法の確立

Development of a methodology for topographic measurement in forests using terrestrial laser scanning and SfM-MVS photogrammetry

代表者: 早川裕弐(東京大学空間情報科学研究センター)

Yuichi S. Hayakawa (Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo)

共同発表者: 蝦名益仁(東京大学)・加藤 頌(千葉大学)・小花和宏之(ビジョンテック)



【要旨】 本研究では、森林内における樹木の位置や形状の計測、バイオマスの推定、あるいはその基盤となる地表面形状の取得等を行うため、近年急速に普及しつつある地上レーザ測量(TLS)とSfM(Structure from Motion)多視点ステレオ写真測量といった計測手法を適用し、これらを用いた効率的な計測・解析手法を確立することを目的とする。

本報告においては、足尾山地小流域(栃木県鹿沼市)を主要対象地とし、主にTLSの点群データを用いて、樹木形状と地形環境の時空間的な関係について明らかにした。すなわち、スギ・ヒノキといった直線的な幹形状をもつ樹木について、その傾き量と方位を点群データより算出し、斜面の地形量(勾配、方位)との関係を、2005年に取得したデータと比較しつつ、時空間的な変化を抽出した。こうした樹木形状の特徴は、地形・土壌など周辺環境の影響を受けることが明示され、今後、樹木形状を精査することで、周辺環境の変化を逆算的に推察する手法が開発されることが期待される。

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

1
背景
目的
方法

近年の計測技術の進展により、地上における対象物の形状に関して高解像度の3次元データが比較的容易に取得できるようになってきた。その測量技術の適用可能性は、地形学や農学、森林科学の分野において広まりつつあるものの、まだ十分に検証された段階には至っていないと考えられる。そこで本研究では、地上ベースに行う最新の計測技術である地上レーザ測量およびSfM多視点ステレオ写真測量、また360度カメラによるパノラマ画像の取得を、森林内の樹木や地形を対象に実施し、それらの効率的な計測手法から解析手法までの一連のプロトコルを確立することを目的とし、その試験的な計測と解析を実施する。

2
研究の
成果

本年の主な研究成果は以下の点に集約される。

(1) 地上レーザ測量(TLS)による流域の谷底付近における地形および植生の点群データを取得し、その形態的特徴および時系列変化について解析を行った(図1)。地形に関しては、2005年に取得したTLSデータとの差分を求め、谷底および周辺斜面における地形変化の時空間分布を明らかにした。すなわち、2005年に発生した土石流により急激に侵食された谷床堆積物が、その後の10年間に於ける、比較的緩やかな土砂移動により、土石流発生前の状況まで回復しつつあることが示された。また、部分的には谷壁の侵食も観察された。一方、植生に関しては、スギ・ヒノキの直線的な樹幹の傾きを、点群データから手動計測し、その角度・方位の空間分布と時間変化を検証した(図2)。樹幹の傾きは、とくに斜面方位との関係がみられ、またその変化は斜面勾配と関係することが示唆された。すなわち、斜面方位により樹冠の不均質な成長が樹幹の傾きを誘発すること、また、急勾配斜面における土壌の不安定化や谷底における側壁の侵食が、そうした樹幹の傾きを増大させるはたらきをもつことが推察される。

(2) 本研究では、TLSにより取得された3次元点群データの解析から、植生と地形の形状的特徴と変化抽出に成功した。次の段階として、UAS(無人航空システム)により撮影される低空中写真のSfM多視点ステレオ写真測量による3次元情報を用いて、より広範囲における植生形状の特徴や変化抽出を行い、その底面における地形変化を推定できる可能性を検討する。こうした試みにより、高精細3次元形状データの森林を中心としたフィールドサイエンスにおける利活用が進み、本手法のいっそうの普及が期待される。

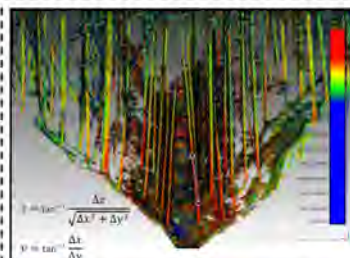


図1 足尾山地小流域のTLSデータ

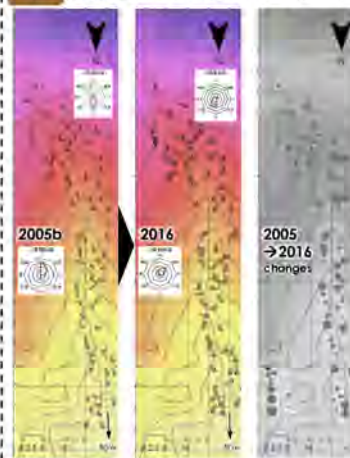


図2 樹木の傾きの分布とその変化

3
成果展開の
状況

論文・学会発表

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

L-バンド合成開口レーダのオブジェクトベース解析 による津波被害評価関数の開発

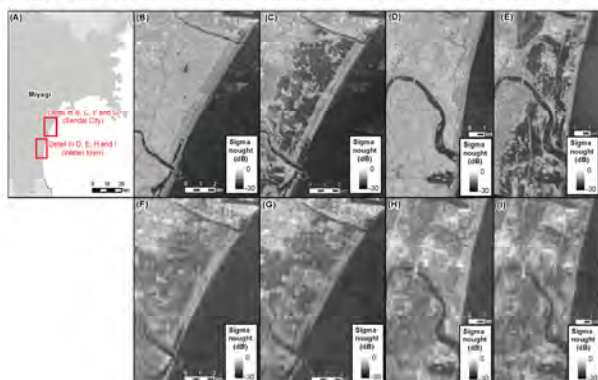
郷右近 英臣⁽¹⁾, 越村 俊一⁽²⁾, 目黒 公郎⁽³⁾, 劉 ウェン⁽⁴⁾, 成毛 麻里子⁽⁵⁾, 山崎 文雄⁽⁶⁾

⁽¹⁾ 東京大学生産技術研究所都市基盤安全工学国際研究センター・助教, gokon@is.u-tokyo.ac.jp, ⁽²⁾ 東北大学災害科学国際研究所・教授, koshimura@irides.tohoku.ac.jp, ⁽³⁾ 東京大学生産技術研究所・教授, meguro@is.u-tokyo.ac.jp, ⁽⁴⁾ 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻・助教, wen.liu@chiba-u.jp, ⁽⁵⁾ 千葉大学大学院工学研究科都市科学専攻・助教, naruke@tu.chiba-u.ac.jp, ⁽⁶⁾ 千葉大学大学院工学研究科建築・都市科学専攻・教授, fumio.yamazaki@faculty.chiba-u.jp

◆概要

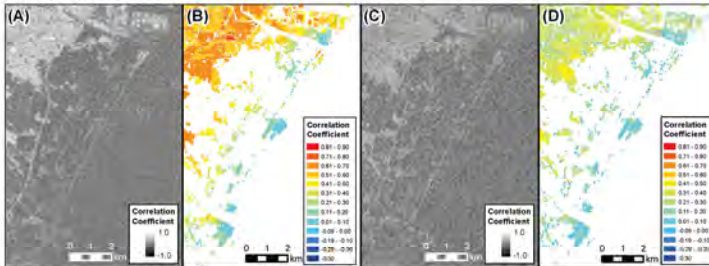
広域に及ぶ津波被災地の建物被害を把握するには、リモートセンシング技術が有効である。特に近年では、高分解能X-バンド合成開口レーダ(SAR)により、その高い分解能を活かした建物一棟毎の被害把握手法が発展してきた。X-バンドSARを使用すれば、詳細に被災地を観測する事が可能である一方、撮影可能領域が狭いため、広域な津波被災地を網羅できない事がある。その一方、L-バンドSARは、空間分解能が落ちるものの、X-バンドSARよりも広域の観測が可能となり、被災地を網羅できる可能性が向上する。以前、著者は高分解能のX-バンドSARにより、流失建物棟数を推計する手法を開発した。本研究では、以前X-バンドSARにより開発した津波被害評価関数を、L-バンドSARに拡張する事により、津波被災前後の被災地を捉えたL-バンドSAR(ALOS/PALSAR)による、津波被害評価関数を開発した。宮城県仙台市と亶理町で本式により、流失建物棟数を推計し、その精度を検証した結果、仙台市でピアソン積率相関係数0.97、亶理町で0.87が得られた。

◆研究に使用したTerraSAR-X・ALOS/PALSAR画像



被災前TerraSAR-X画像：2010年10月20日(UTC)撮影
被災後TerraSAR-X画像：2011年3月12日(UTC)撮影
被災前ALOS/PALSAR画像：2010年11月20日(UTC)撮影
被災後ALOS/PALSAR画像：2011年4月7日(UTC)撮影

◆被災前後画像の変化抽出



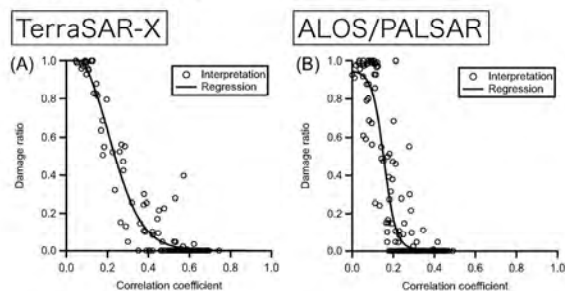
(A) 相関係数計算結果 (TerraSAR-X), (B) 相関係数画像へのオブジェクトベース解析結果 (TerraSAR-X), (C) 相関係数計算結果 (ALOS/PALSAR画像), (D) 相関係数画像へのオブジェクトベース解析結果

相関係数の計算式

$$r = \frac{N \sum I_{a_i} I_{b_i} - \sum I_{a_i} \sum I_{b_i}}{\sqrt{(N \sum I_{a_i}^2 - (\sum I_{a_i})^2) (N \sum I_{b_i}^2 - (\sum I_{b_i})^2)}}$$

r : 相関係数, I_{a_i} , I_{b_i} : 被災前後のピクセルウィンドウ内の i 番目の後方散乱係数

◆建物被害評価関数



シグモイド関数のフィッティングにより、各オブジェクトにおける相関係数の変化量と建物流失率の関係を推定

回帰分析により得られた被害推計式

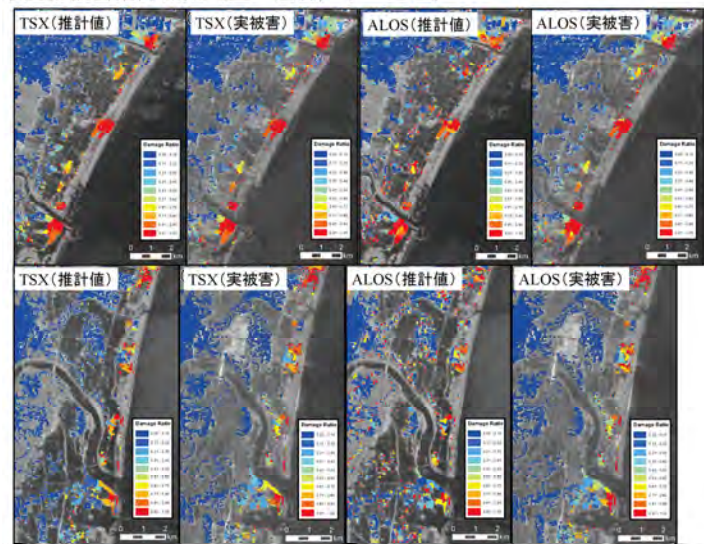
TerraSAR-X

$$F_X = 1.20 - \frac{1.20}{\left(1 + \exp\left(-\frac{R_{MX} - 0.21}{0.08}\right)\right)}$$

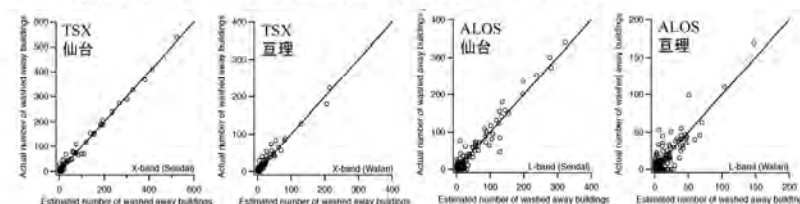
ALOS/PALSAR

$$F_L = 0.95 - \frac{0.95}{\left(1 + \exp\left(-\frac{R_{ML} - 0.16}{0.03}\right)\right)}$$

◆建物被害推計結果 (上: 仙台, 下: 亶理)



◆精度検証 (流失建物棟数の推計値・実被害データの比較)



シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた 水稻生産量推定法の検討

佐々木剛志¹⁾・加藤瑞稀¹⁾・本間香貴¹⁾・本郷千春²⁾・牧雅康³⁾

¹⁾東北大学農学部・²⁾千葉大学環境リモートセンシングセンター・³⁾東北工業大学工学部



【目的】

リモートセンシングデータの有効活用法の一つとしてシミュレーションモデルとの結合が検討されている。本研究では水稻生産量での高精度推定を目指して研究を行ってきた。本報告ではドローン搭載のマルチスペクトルカメラを用いて経時的に水稻圃場を計測し、収量予測の可能性を検討した。

【調査地】

宮城県沿岸部に位置する荒浜地区

震災復興事業により1筆90aの区画に整備された水田

【材料と方法】

栽培品種：ひとめぼれ

栽培方法：直播

マルチスペクトルカメラ(Mica Sense社 RedEdge)を搭載したドローン(DJI社 Matrice100)で撮影

撮影日時：2016年6月24日、7月7日、8月1日、8月25日

撮影高度：115m

地上解像度：8cm

撮影バンド／中心波長(nm)／帯域幅(nm)

1 Blue／475／20

2 Green／560／20

3 Red／668／10

4 Near IR／840／40

5 Red Edge／717／10

地上部ではLAI-2200を用いてLAIを計測

【結果】



図1.撮影に用いたドローン



図2.7月7日の圃場内でのLAI計測地点

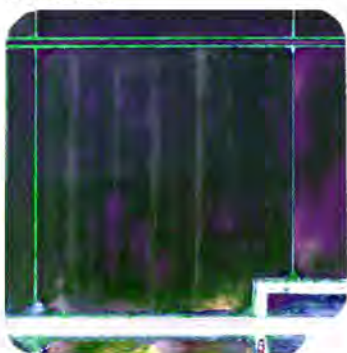


図3.7月7日におけるトゥルーカラー画像

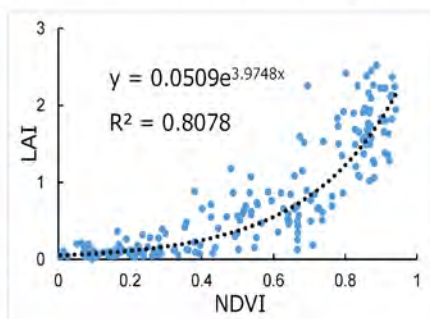


図4.LAIとNDVIとの関係

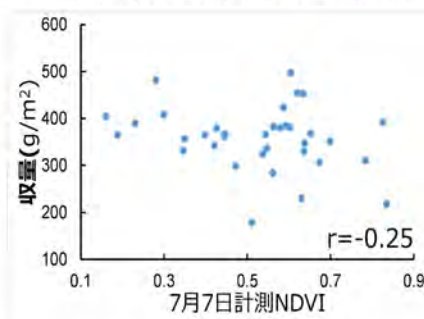


図5.収量と7月7日計測NDVIとの関係

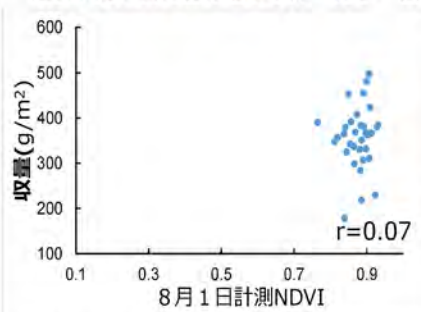


図6.収量と8月1日計測NDVIとの関係

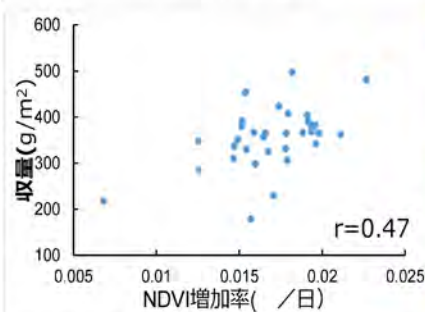


図7.収量とNDVI増加率との関係

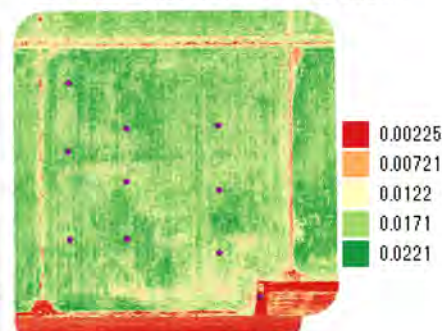


図8.NDVI増加率画像
紫点は収量計測場所

【考察】

ある特定日のNDVIよりも計測期間におけるNDVI増加率に着目したほうが収量の予測には有用な可能性があった。NDVI単独での葉面積や収量推定は精度が不十分だったため、指数や解析方法等、改良の余地が大きいと考えられた。今後はシミュレーションモデルとの同化により推定精度を検証していく予定である。






An Automatic Cloud Detection Method for Landsat Time-series Data and Its Application in Monitoring Phenology of Amazon Forest

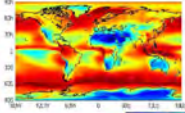
Xuehong CHEN^a, Shuli CHEN^a, Miaogen SHEN^b, Wei YANG^c, Jin CHEN^a

^a. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, College of Remote Sensing Science and Engineering Faculty of Geographical Sciences, Beijing Normal University
^b. Key Laboratory of Alpine Ecology and Biodiversity, Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, 16 Lincui Road, Chaoyang District, Beijing 100101, China
^c. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba 263-8522, Japan

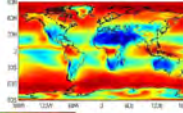
Feb., 2017

1. Introduction

MODIS

ERA-Interim

Landsat
(Revisit per 16 days)




cloud fraction

Cloud Detection Method for Landsat

- Binary Method
 - Automated Cloud Cover Assessment (ACCA) system; Fmask (Zhu et al., 2012)
 - Empirical band combination
 - Used for operational product
- Quantitative Method
 - Haze Optimized Transformation (HOT) (Zhang et al., 2003); BSHTI (Liu et al., 2011)
 - Adjustable coefficients by supervised learning

2. Methodology

HOT:
Blue and Red Bands

↓

IHOT:
All available bands

↓

Time Series IHOT:
All available data

2.1 HOT

HOT
Haze Optimized Transformation

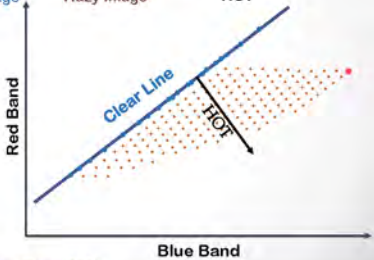




Limitations:

Overestimate:
impervious surfaces, snow cover, water bodies;

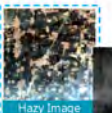
Underestimate:
bare soil.



Zhang et al., *Remote Sens. Env.*, 2003

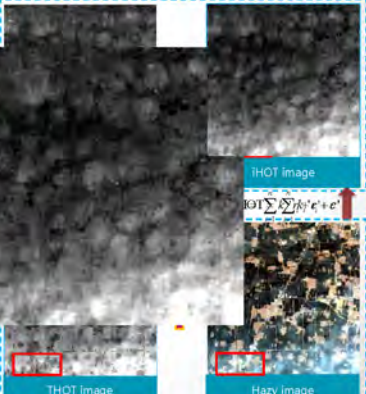
2.2 Iterative HOT (IHOT)

IHOT
Iterative Haze Optimized Transformation



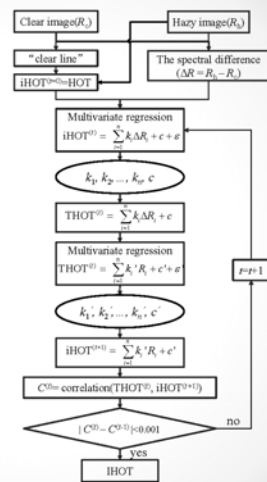

Improvements:

Noise suppression:
land covers, land cover changes, phenological differences.



Chen et al., *IEEE TGRS*, 2016

• Flowchart



7

IHOT Experiments

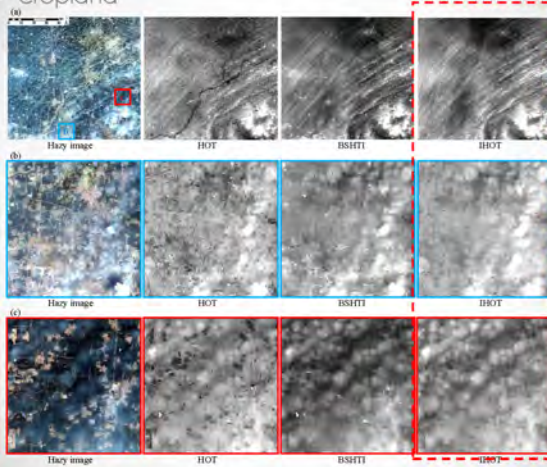
• Experiments on Different Landscapes

TABLE I
SINGULARITIES OF THE LANDSAT SCENES FOR THE FOUR DIFFERENT LANDSCAPES

No	Scene (Path/Row)	Sensor	Acquisition time		Dominated Land cover	Size(pixel)	Figure code
			Hazy image	Clear image			
1	122/34	OLI	2014-04-22	2014-03-21	Cropland	3545×3239	Fig. 4
2	122/44	TM	2004-08-16	2011-11-02	Urban	2758×2362	Fig. 5
3	140/41	OLI	2014-03-03	2013-11-11	Glacier/snow	2830×3521	Fig. 6
4	143/31	OLI	2014-05-11	2014-03-24	Desert	2881×2106	Fig. 7

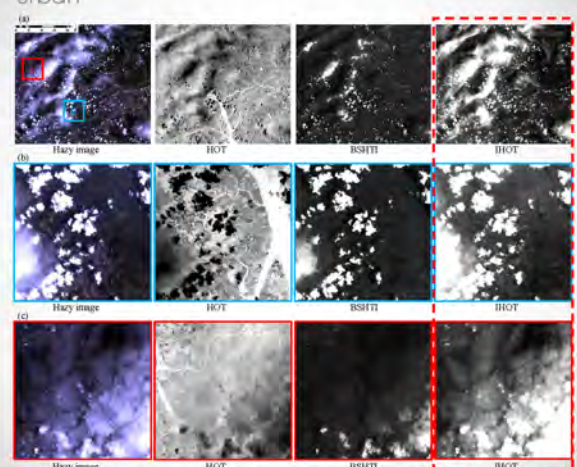
8

• cropland



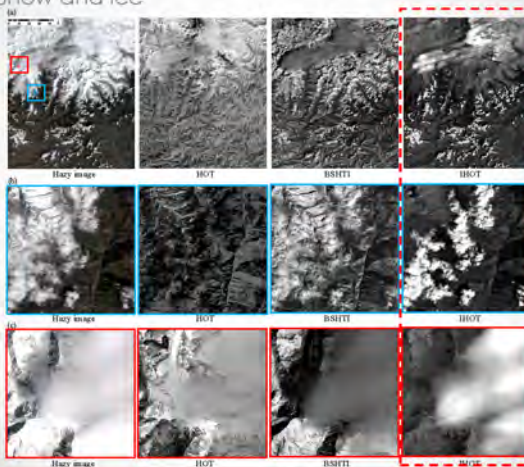
9

• urban



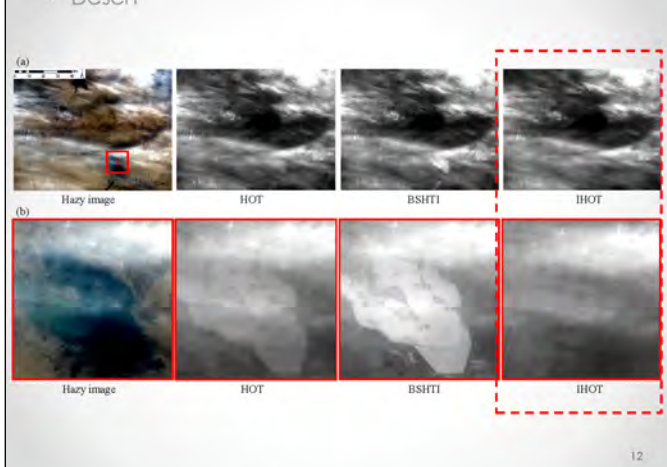
10

• Snow and ice



11

• Desert



12

Summary for IHOT

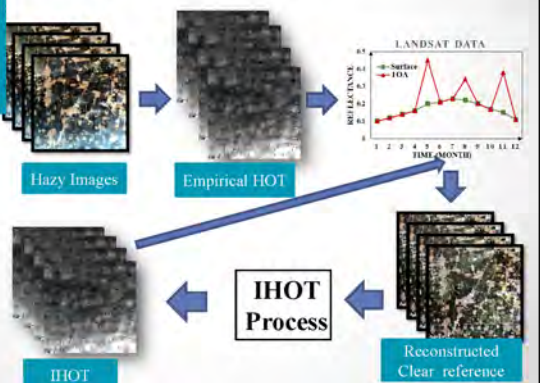
- IHOT uses all the spectral bands compared to HOT
- IHOT performs better than HOT and BSHTI
- IHOT requires a clear reference image

13

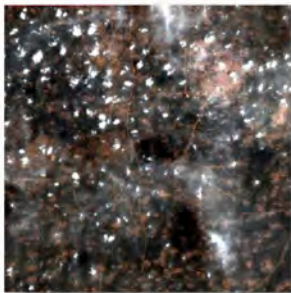
2.3 Time series IHOT

Basic idea:

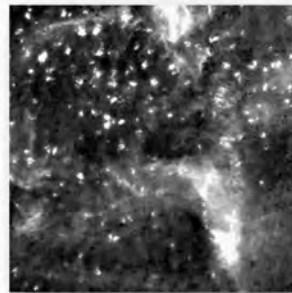
Build clear reference images from time series



Experiment



Landsat Images



Cloud Detection Results

15

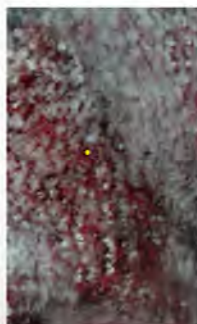
Summary for Time-series IHOT

- IHOT uses all the spectral bands and all available data
- Map cloud thickness accurately
- Totally automated without any supervised procedure

3. Phenology monitoring in Amazon

• Landsat Imagery in Amazon

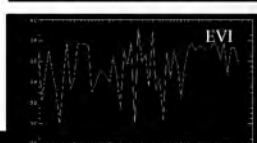
- Serious cloud contamination
- No phenology pattern could be found in original data



2013113



NDVI



EVI

17

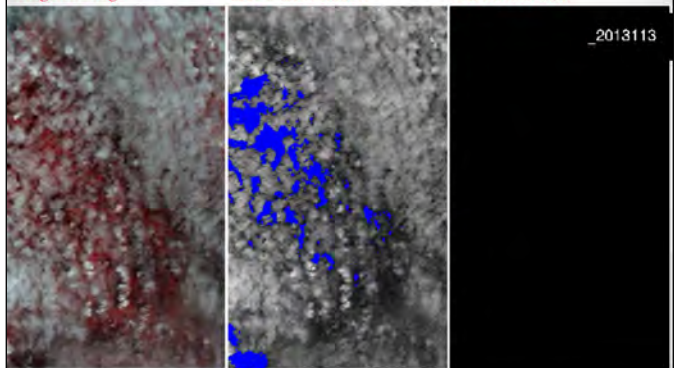
Cloud/shadow detection by time-series IHOT

- Shadow tracking (blue area, Zhu et al, RSE, 2012)

Original image

IHOT and Shadow

Cloud free data



2013113

- Compare with Fmask results (Cloud-free data)

IHOT method



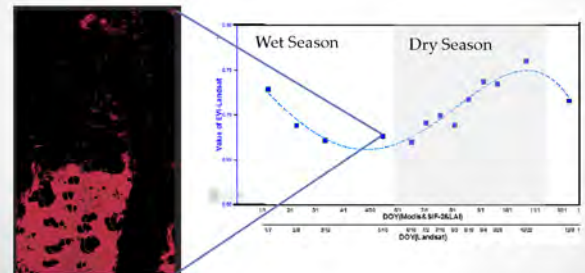
Fmask method (Zhu Zhe)



19

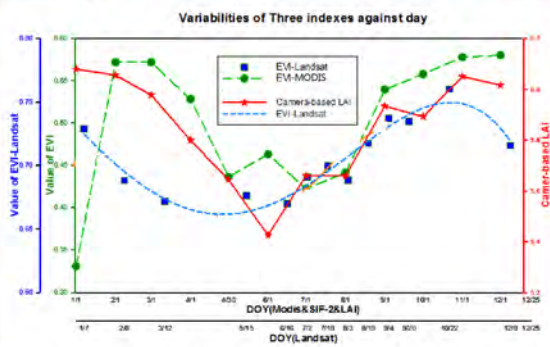
Penology detected by Landsat

- Landsat EVI: plot by averaged cloud-free data of forest pixels



20

Phenology in Amazon detected by different data



Similar phenology patterns were found by Landsat data and other dense time-series data

21

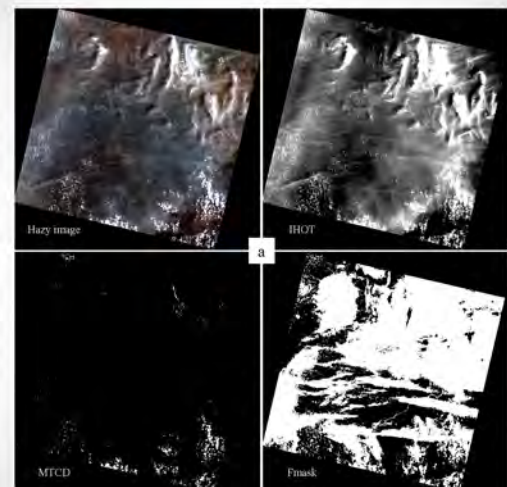
4. Discussion and Conclusion

- The proposed time-series IHOT can detect cloud thickness accurately and automatically
- Phenology pattern in Amazon forest can be detected by Landsat data after cloud detection
- The proposed method provide Landsat data a potential to detect phenology/seasonality in heterogonous area (with finer spatial resolution compared with MODIS)

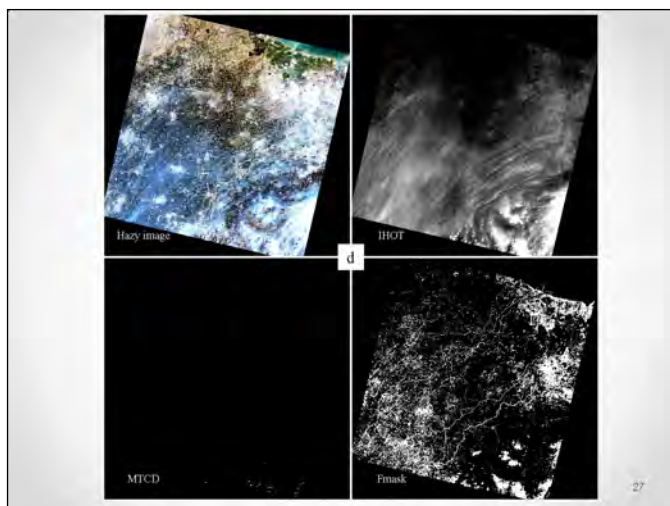
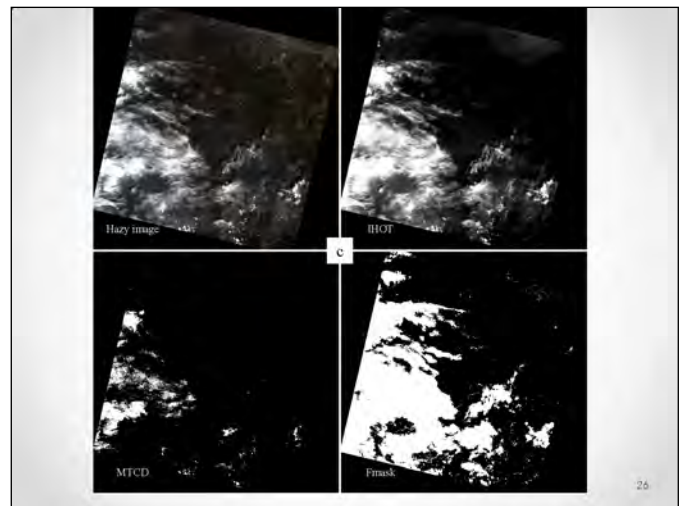
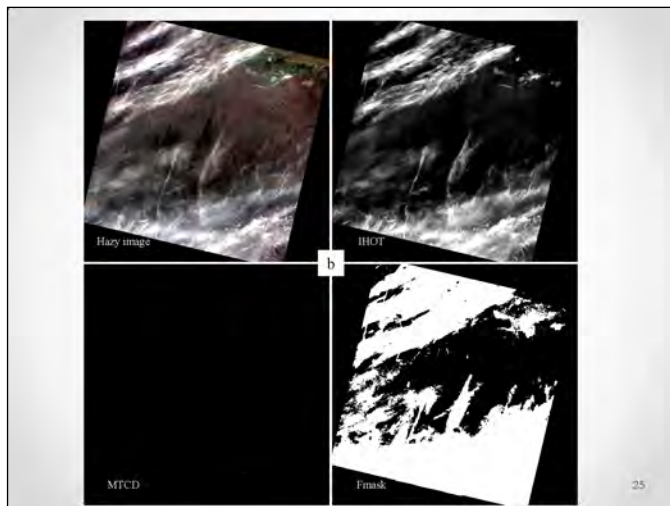
Acknowledgement:

This work was supported by National Natural Science Foundation of China under Grant 41301352 and from CEReS Overseas Joint Research Program, Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University (CI16-101)

22



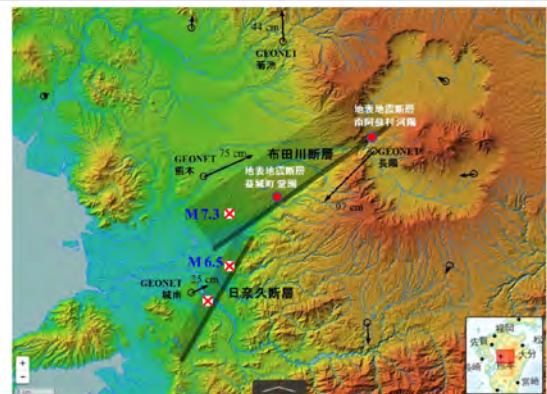
24



PALSAR-2画像を用いた 2016年熊本地震の建物被害把握

○劉 ウェン、山崎 文雄
千葉大学 大学院工学研究科

2016年熊本地震



震度分布図

2016/04/14 21:35
M_w6.2 (M_j6.5)

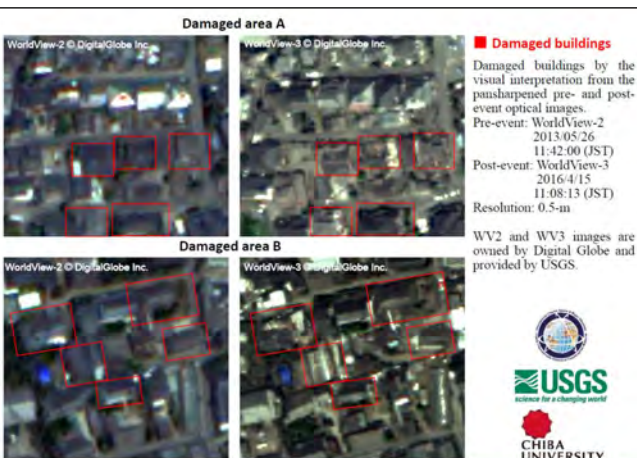


2016/04/16 01:25
M_w7.0 (M_j7.3)

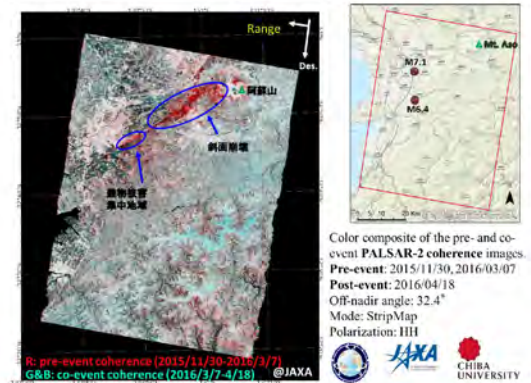


<http://map03.ecom-plat.jp/map/map?cid=20&gid=587&mid=2892>

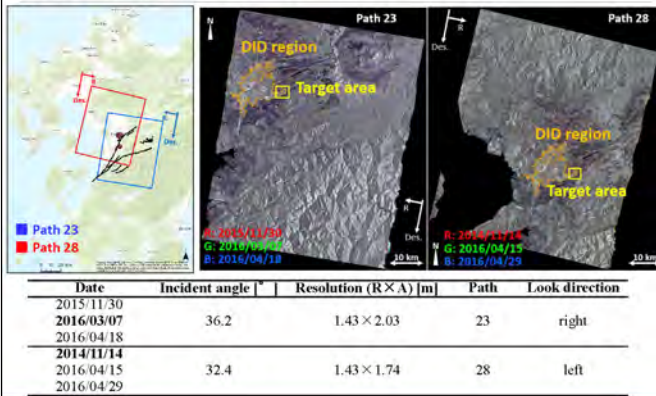
国際災害チャータの緊急対応①



国際災害チャータの緊急対応②



使用するPALSAR-2データ



対象地域（益城町）



変化係数

コヒーレンス（位相）

$$\gamma = \frac{\sum C_1 C_2}{\sqrt{\sum |C_1|^2} \sqrt{\sum |C_2|^2}}$$

- 軌道間距離, 撮影期間, 地表面変化, 大気条件

コヒーレンス比 γ_{co}/γ_{pre}

z 係数（強度）

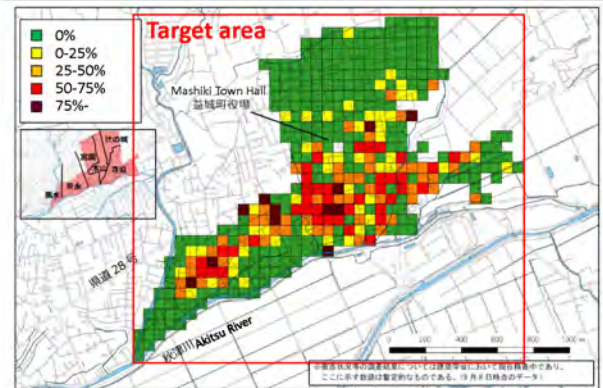
$$z = \frac{|d|}{\max(|d|)} - w r$$

w: 0.5

$$d = I_b - I_u$$

$$r = \frac{N \sum I_a \cdot I_b - \sum I_a \sum I_b}{\sqrt{(N \sum I_a^2 - (\sum I_a)^2) (N \sum I_b^2 - (\sum I_b)^2)}}$$

悉皆調査結果による倒壊率の分布



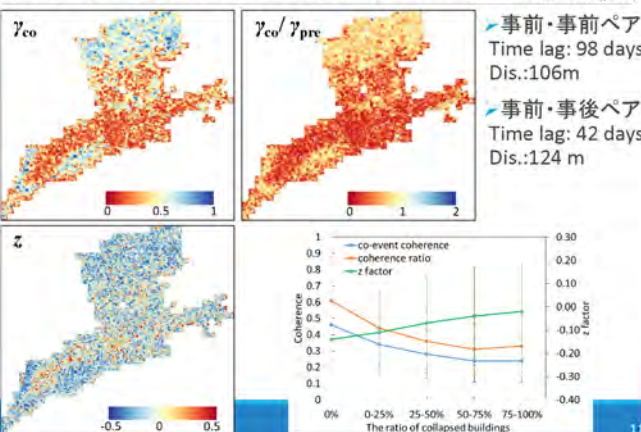
国土技術政策総合研究所「熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会 報告書」より

倒壊率と変化係数の関係 (Path23)

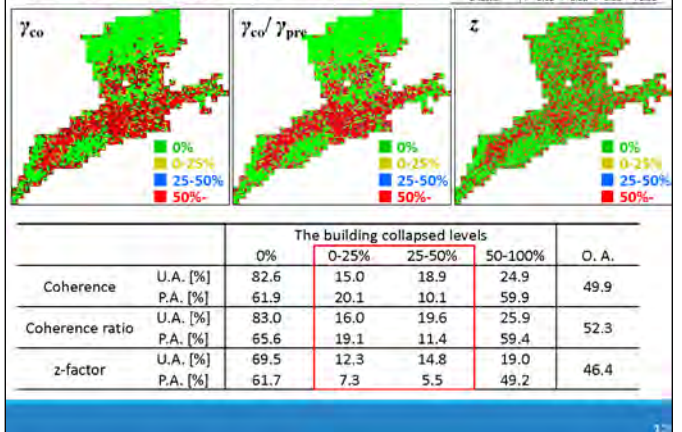
- 2015/11/30 (pre)
- 2016/03/07 (pre)
- 2016/04/18 (post)

事前・事前ペア
Time lag: 98 days
Dis.: 106m

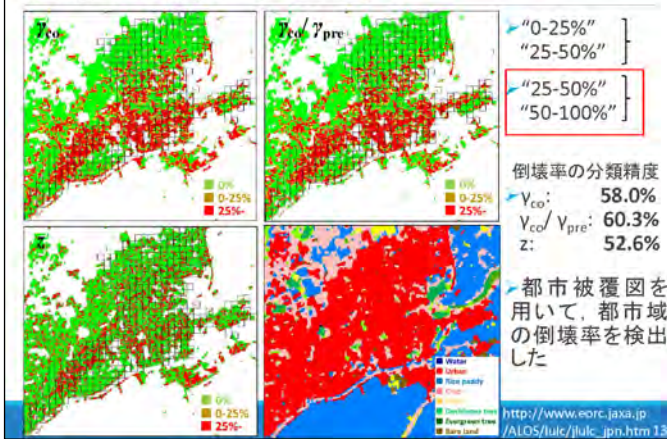
事前・事後ペア
Time lag: 42 days
Dis.: 124 m



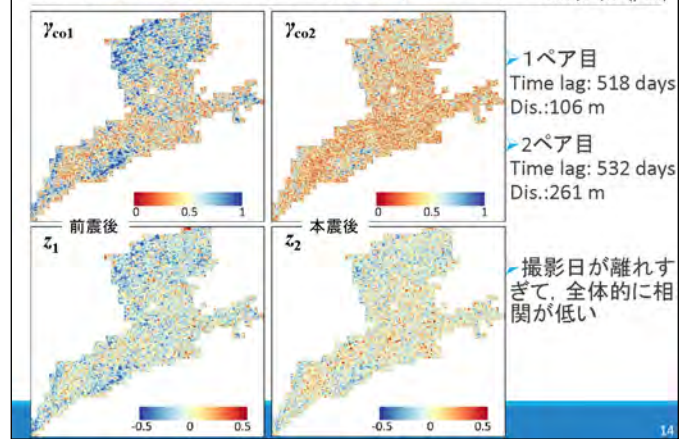
倒壊率の分類（4 levels）



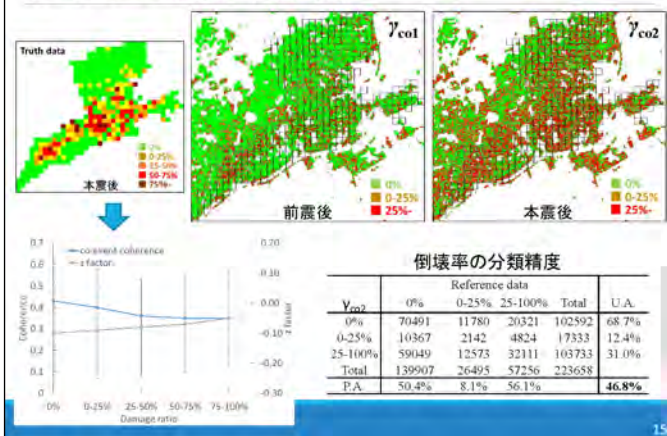
倒壊率の分類 (3 levels)



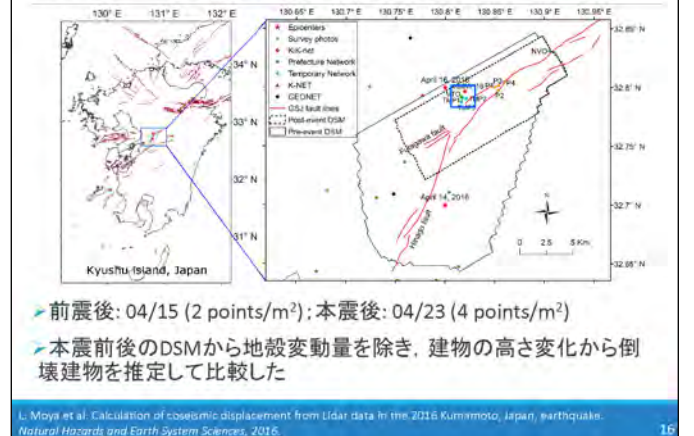
倒壊率と変化係数の関係 (Path28)



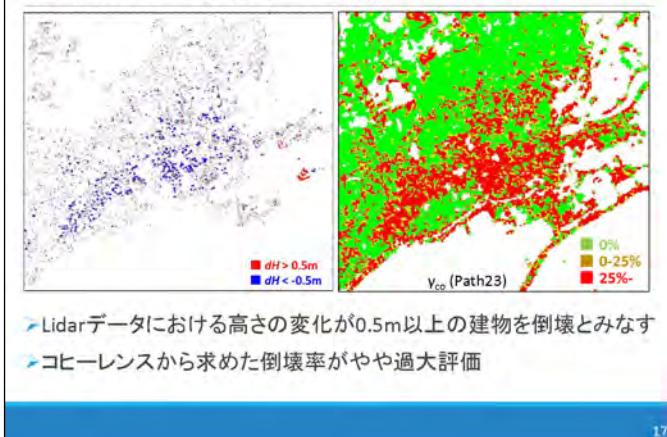
倒壊率の分類 (3分類)



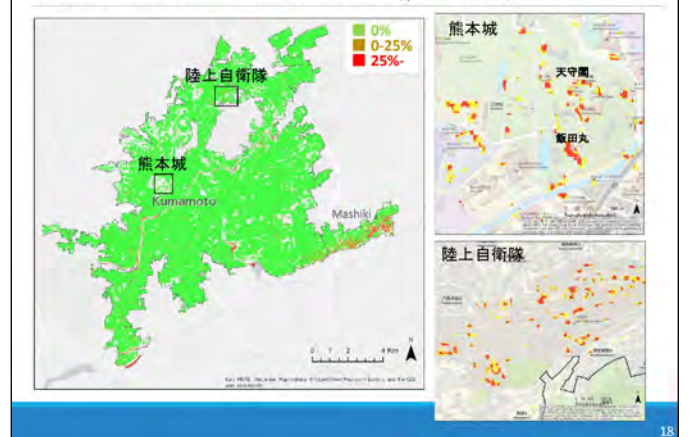
Lidarデータを用いた比較



倒壊建物と倒壊率の比較



熊本市における建物被害 (path 23)



まとめ

- 2016年熊本地震前後のPALSAR-2画像を用いて、熊本市周辺の建物被害を検出した
- 位相と強度のそれぞれから算出された変化係数を用いて、建物倒壊率の分類を行った
- 事前事後画像のコヒーレンスが建物被害の抽出に有効である
- しかし、コヒーレンスは撮影条件に大きく影響される
- 今後では、より詳細の建物被害データと比較して、SAR画像を用いた建物被害抽出の手法を改善する



ご清聴, ありがとうございます。

謝辞

本研究で使⽤したALOS-2 PALSAR-2データの所有権はJAXAにある。

20

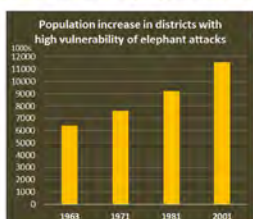
A Rem
Mitiga

*Faculty of Engineering and Surveying and Australian

**Centre for Environmental Remote Sensing (CEReS), Chiba University, Japan

Elephants killed between 1990-2001

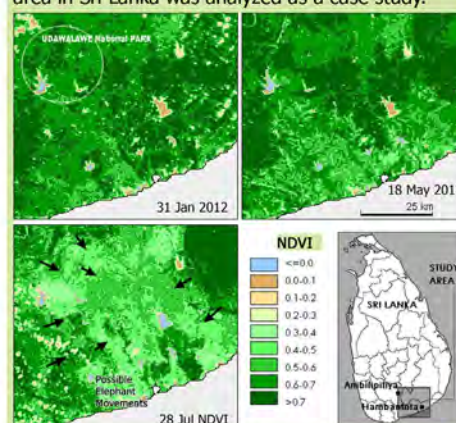
Year	Number of elephants killed
1990	40
1991	60
1992	80
1993	90
1994	110
1995	90
1996	130
1997	160
1998	140
1999	110
2000	150
2001	160



Background

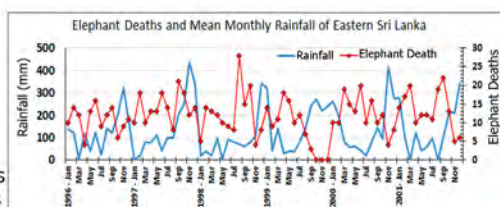
NDVT

Wild elephants are living close to villages.....



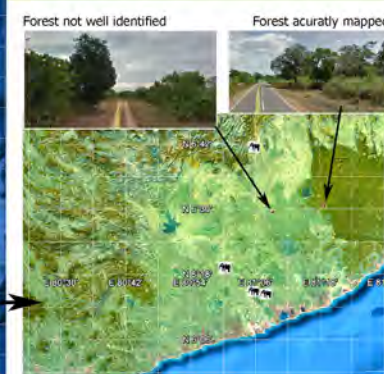
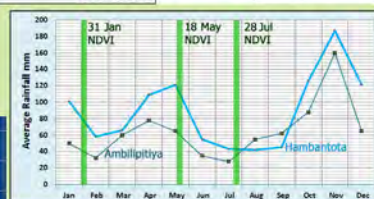
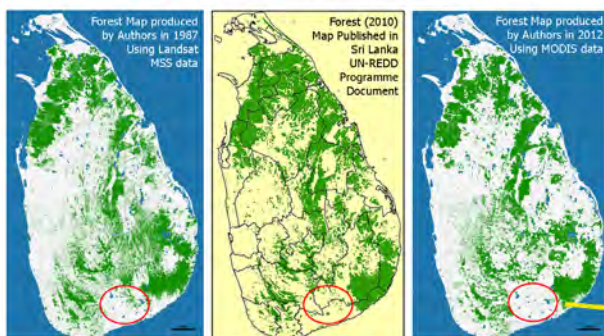
Reasons identified as causes of human-elephant conflict:

- Proximity of human-elephant
- Changes in long-term rainfall
- Droughts
- Increased development activities
- Behavioral changes of elephants



The area under forest cover in Sri Lanka has given with different values in different studies depending on the data

source of the map, definition of the forest, and mapping methodology (Alagan, 2009; Perera & Tateishi, 1996; Rathnayake et al, 2002; Suzuki, 2007). Nearly all estimations have placed the percentage of forest cover of Sri Lanka as 25% - 30% of the total land area. A government estimation and maps created by authors in 1987 and 2012 using satellite data are presented here. However, when the elephant attack data and forest data overlapped, a significant discrepancy was identified. This finding leads to check the validity of present forest estimations to study human-elephant conflict.





Impacts of El Niño on agricultural drought in Bali, Indonesia



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

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

Background

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

Research Location & Data Uses

Data Use

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

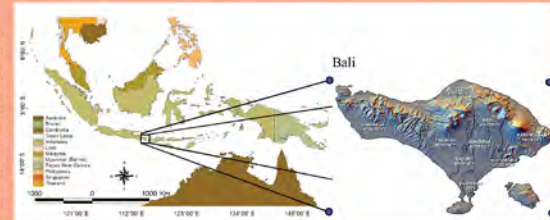


Fig 1. The study area of Bali Province, Indonesia

Methods & Results



Fig 3. Spatial distribution of monthly: a) VCI, b) TCI; and c) VHI during 2013

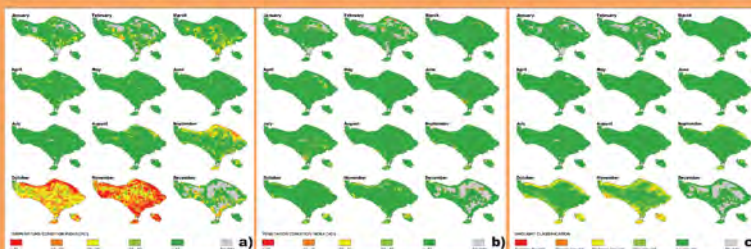


Fig 4. Spatial distribution of monthly: a) VCI, b) TCI; and c) VHI during 2014

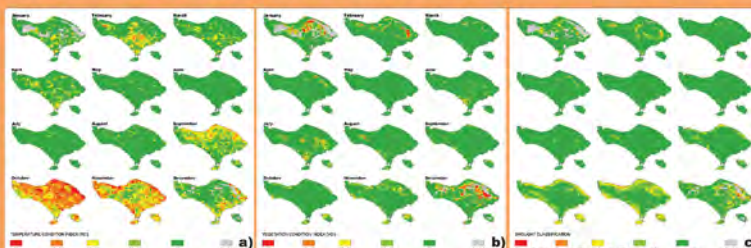


Fig 5. Spatial distribution of monthly: a) VCI, b) TCI; and c) VHI during 2015

Methods

Temperature Condition Index

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

Vegetation Condition Index (VCI)

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

Vegetation Health Index (VHI)

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

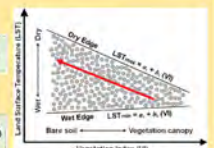


Fig 2. Land surface temperature (LST) and normalized difference vegetation index (NDVI) relationship (Cho et al., 2016)



Fig 6. Rainfall anomaly during El Niño 2015

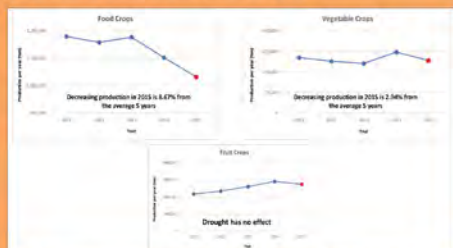


Fig 7. Comparison Crop Production per Year in 2011-2015

Summary

- Satellite data measured by the Terra MODIS products were employed to analyze drought during El Niño event 2015 and non El Niño events 2013 and 2014;
- Majority Bali Province area affected by drought from mild to extreme class during El Niño event, especially in 2015;
- During non-El Niño event 2014 droughts also occur, but not as severe in 2015;
- TCI seen more influential to drought condition in Bali compared with VCI;
- The coastal area is the largest area was experiencing a drought. This is due may cause by the type of land uses in coastal area which is dominated by agricultural land;
- There area time lag around 3 until 4 months between abnormal rainfall and drought;
- El Niño events in 2015 has decreased the agriculture production for food and vegetable crops around 8.67% and 2.94% respectively, and no effect to fruit crops;
- Drought during non-El Niño in 2014 also decreased the agriculture production; and
- Further research need to be done using longer MODIS satellite imagery and merger between drought and land use map for better result and to understand more specific why drought also occur during non-El Niño event.

References

- Blunden, J. and D. S. Arndt, Eds., 2016: State of the Climate in 2015. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97 (8), S1–S275. DOI: <http://dx.doi.org/10.1175/2016BAMSStateoftheClimate.1>.
- Cho, J., Ryu, J. H., Yeh, P. J. F., Lee, Y. W., & Hong, S. (2016). Satellite-based assessment of Amazonian surface dryness due to deforestation. *Remote Sensing Letters*, 7(1), 71–80.
- Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G. G., Panov, N. & Goldberg, A. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: merits and limitations. *Journal of climate*, 23(3), 618–633.
- Kogan, F. (2002). World droughts in the new millennium from AVHRR-based vegetation health indices. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 83(48), 557–563.



The 19th CERES Symposium
on Environmental Remote Sensing
Chiba University

一般研究



CHIBA
UNIVERSITY

Kintex-7を用いた UAV搭載CP-SARシステム

16YM1342 文屋 勝

難波一輝, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo

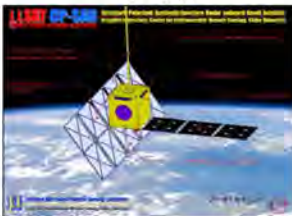
千葉大学大学院 融合科学研究科

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

CP-SAR



UAV



準備

● 円偏波(Circularly Polarized) - SAR

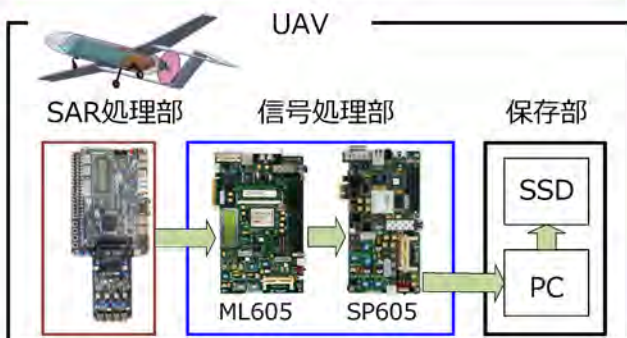
- 全天候型,一日中観測出来るレーダ
- 円偏波を使うことによって地球の電離層の影響を無視

● 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

● FPGA

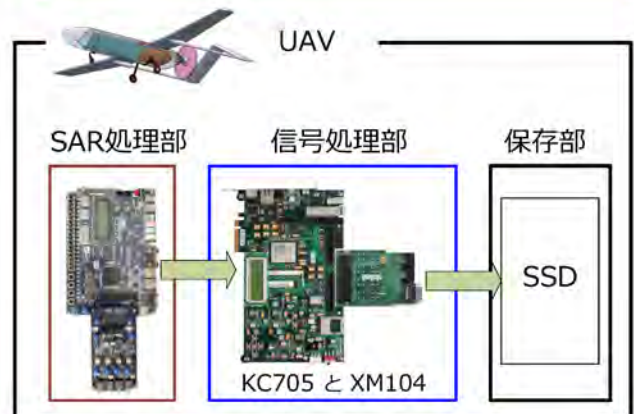
- 製造後に何度も再設計できる集積回路
- コストや消費電力を抑えられる



提案システム

● Kintex-7 を用いたシステム

- ハードウェアリソースの増大
- FPGAボード数を減少
- PCを利用しないシステムの構成
- 高速インターフェースFMCとSATAの利用



● 利点

- 省電力化
- 軽量化
- 専用回路設計時の簡略化
- 転送時間の短縮

まとめ・今後の予定

● まとめ

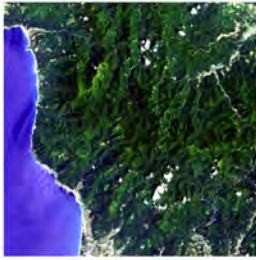
- Kintex-7を用いたシステムの構築
- FPGA使用数の減少
- 処理能力の向上とデータ保存の高速化による画像処理の時間短縮

● 今後の予定

- UAV上で扱う画像データサイズの実装
- SATAの実装
- 画像処理精度の向上

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

飯倉善和、久世宏明、関口美保、眞子直弘



補正前(DN)



補正後(反射率)

LANDSAT7(ETM+)
2002.6.30p107r32

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

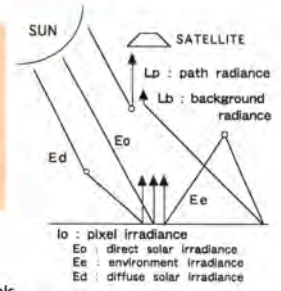
物理モデルと反射率 ρ の導出

平坦な地形 (based on 6S): Flat Terrain

$$\rho = \frac{\pi(L_s - L_p - L_b)}{T_s(E_o T_\theta \cos \beta + E_d + E_e)}$$

起伏のある地形: Rugged terrain

$$\rho = \frac{\pi(L_s - L_p - L_b)}{T_s(E_o T_\theta \cos \beta + E_d^* + E_e^* + E_t)}$$



$E_d^* = E_d \cdot \text{sky view factor}$
 $E_e^* = E_e \cdot \text{sky view factor}$
 E_t : reflected irradiance from neighboring pixels
 $\cos \beta$: solar incident angle to the surface

Fig.1 Physical Model of Satellite Data

反射率 ρ の導出に必要な変数とその性質

$$\rho = \frac{\pi(L_s - L_p - L_b)}{T_s(E_o T_\theta \cos \beta + E_d + E_e)}$$

Under the same solar position, atmospheric model, aerosol type

$$L_s = \text{gain} * DN + \text{offset}$$

$$L_p = L_p(\tau_o, h, \alpha) \quad h: \text{surface elevation}$$

$$L_b = L_b(\tau_o, h, \alpha, \bar{\rho}, S) \quad \tau_o: \text{optical depth}$$

$$E_d = E_d(\tau_o, h) \quad \text{at 550nm and } h=0\text{m}$$

$$E_e = E_e(\tau_o, h, \bar{\rho}, S) \quad \alpha: \text{sensor viewing angle}$$

$$S = S(\tau_o, h) \quad \text{spherical albedo}$$

$$T_s = e^{-\tau / \cos \alpha} \quad \tau = \tau(\tau_o, h)$$

大気パラメータの計算(放射伝達コード): 6S

大気パラメータファイル 6Sの入・出力を編集

0.0 1.0 0.3 1.0 (入力)

光学的厚さ、標高、反射率、センサ走査角

1902.51 33.00 11.07 131.56 (輝度)

太陽放射、バスラディアンズ、背景放射、画素放射

1425.04 134.86 60.02 (照度)

直達、天空放射、環境放射

0.12360 0.15712 0.00000 0.00523 (光学的厚さなど)

天空反射率、大気分子、エアロゾル、微量元素
(略)

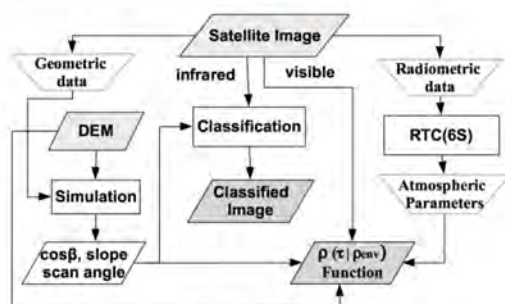
0.2 0.5 0.3 -3.0

1902.51 42.10 32.89 104.00

1117.09 397.78 78.96

0.16525 0.16652 0.20917 0.00526

同時推定法における前処理



分類クラス作成: K-Mean法の利用
 大気パラメータファイル(LUT)の作成
 各画素ごとの $\rho(\tau | \rho_{env})$ 関数の作成と保存

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

画素を指定すれば固定される変数:

標高: h

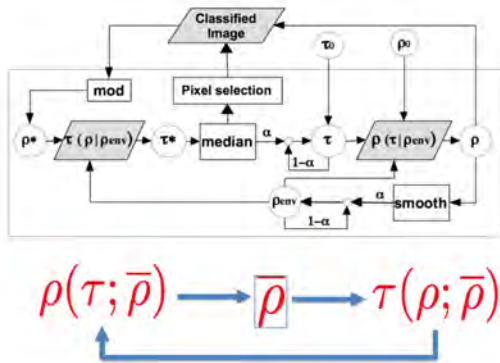
太陽入射角: β

センサ走査角: α

$$\rho(\tau; \bar{\rho}) \rightarrow \bar{\rho} \rightarrow \tau(\rho; \bar{\rho})$$

周りの平均的な反射率=>繰り返し計算が必要(同時推定法)

同時推定法における反復処理



65

フランスのリール科学技術大学・大気光学研究所で1990年に開発され、現在はベクター版(6SV Ver.2.1)が公開されている。光学センサの大気補正に必要な波長域0.2 μ mから2.5 μ mにおけるパラメータを計算する。

地表面高度やセンサ走査角などの柔軟な設定が可能である。大気分子、エアロゾルの散乱計算にはSOS(Successive Order Scattering)アルゴリズムを使用している。

吸収と散乱を個別に計算するので、光学的厚さが大きい設定(バンド、エアロゾル、走査角など)では信頼性が低下する。

RSTAR

東京大学・気候システム研究センター(現・大気海洋研究所)で1988年に開発され、現在はrstar6bが公開されている。波長0.2μmから200μmにおける大気パラメータをDOM(Discrete Ordinate Method)を用いて計算する。**大気補正に必要なパラメータは別途計算が必要となる。**

大気分子、エアロゾルの吸収計算には厳密なライン・バイ・ライン計算に準じる精度を持ちながら高速な計算が可能な**相関k分布法**を利用している。

同時推定法のためのRSTARの改良

最初のバージョン (OpenCLASTRで公開中)

rstar6b, 2010.7.9

<http://157.82.240.167/~clastr/>

エアロゾルモデルの拡張、2015.9.14~

(maritime, continental, urban など)

(TM, ETM+, ALL, V/NIP3など)

大気パラメータの計算、2016.3.24~

(天空反射率、背景放射輝度など)

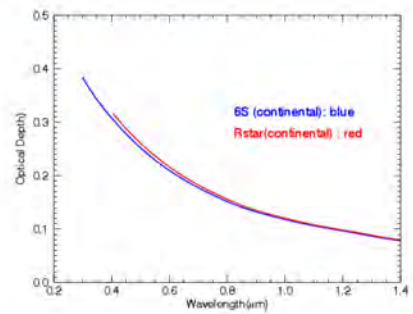
計算速度の向上、2016.9.8~

(衛星対応型特価型テーブル:ETM+)

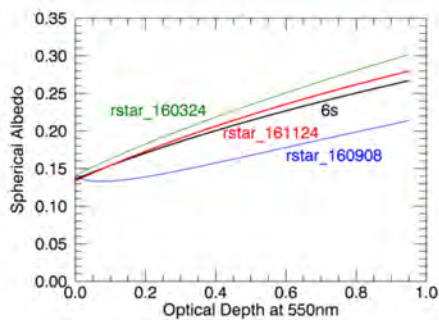
現在のバージョン(リクエストがあれば提供)

rstar6s, 2016.9.8->11.24

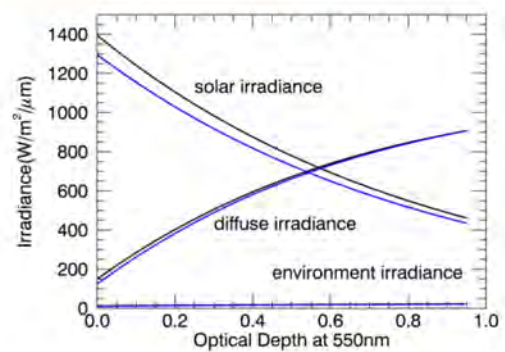
エアロゾルモデル



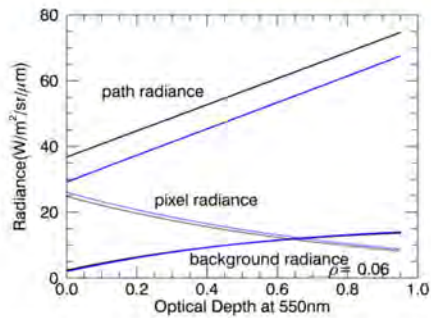
天空反射率



放射照度

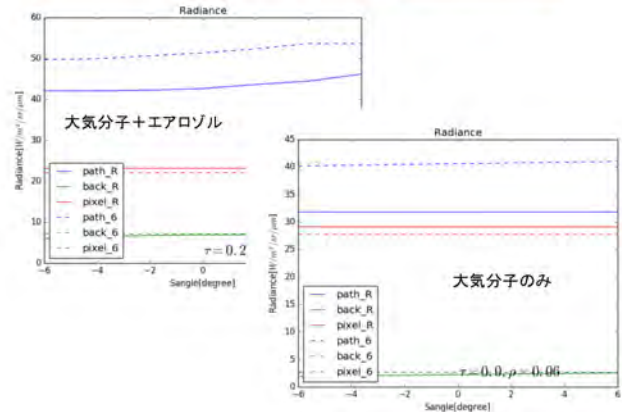


放射輝度

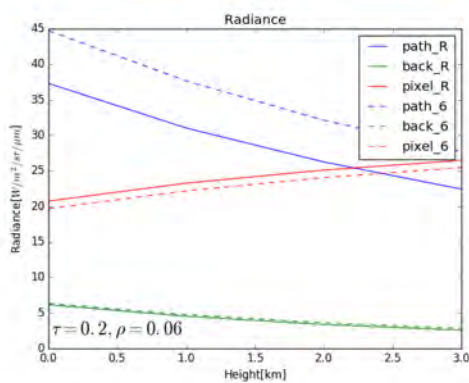


2016.11.2版

センサ走査角依存性



標高依存性



プログラムの公開

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

AtmosphericCorrection: 幾何補正済みの衛星画像から地表面反射率とエアロゾルの光学的厚さの空間分布の複数の可能性を同時に推定します。

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

LandsatOLI, AlosAvnir2など

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

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

飯倉: 衛星画像処理プログラムのオープンソース化について

—Githubを利用した公開—、日本リモートセンシング学会誌、36(4), 2016

今後の課題

RSTARを利用した同時推定法

- パスラディアン計算のチェック
(日射強度の日変化)
- (地表面高度の柔軟な設定)

同時推定法の改良

- 不定解の安定化と安定性の評価
- エアロゾル解の性質の解析
- 地表面反射率データベースの構築
- 多様なセンサーへの適用

プログラムと開発環境の公開

- 開発環境のコンテナ化(Docker)
- Python3への移行
- 既存のパッケージの利用
- 説明資料の充実(英文README、docstringなど)

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、山谷真貴子(奈良女子大)、入江仁士(千葉大CEReS)、林寛生(富士通FIP)

本研究では、米国の火星探査機Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) 搭載の赤外分光計Mars Climate Sounder (MCS)による観測から得られた気温、水氷雲、ダストの各物理量の統計的な解析を行なうことで、それらの相互作用を明らかにすると共に火星気象・気候に与える影響を評価することを目的とする。火星は地球の中層大気に相当する程度の大気を持っており、地球大気で得られた知見を元に火星で観測された大気現象の発生メカニズムを解明することは、将来の無人・有人探査に必要な火星大気環境データの入手に留まらず、地球大気での知見がその他の惑星に対しても通用する普遍的な法則かどうかを試す上でも重要である。昨年の成果発表では、火星地表面を特徴付ける地形の一つであるヘラス盆地上空での解析結果を示した。今回の発表では、大規模な山岳地形であるタルシス山地上空の気温、水氷雲、ダストの各物理量の相関を報告する。

1. 使用したデータ:MRO-MCS

Mars Reconnaissance Orbiter (MRO)

- 2005年に米国NASAにより打ち上げ
- 6つの科学機器を搭載
 - カメラ: MARCI (Mars Color Imager)、HiRISE (High Resolution Imaging Science Experiment)、CTX (Context Camera)
 - 分光器/放射計: CRISM (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars)、MCS (Mars Climate Sounder)
 - レーダー: SHARAD (Shallow Radar)
- 従来の探査機よりもはるかに高解像度な画像取得や高分解能な分光観測を実施している

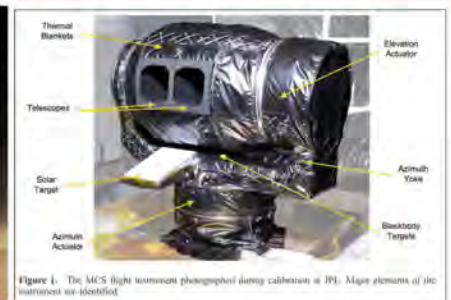


Figure 1. The MCS flight instrument photographed during calibration at JPL. Major elements of the instrument are identified.

Mars Climate Sounder (MCS)

- 赤外域分光計(放射計)、波長域1-50 μ m
- リム観測を実施
- 導出物理量(標準プロダクト)
 - 気温、気圧、ダスト消散係数、水氷雲消散係数、水蒸気量
- 夜側と昼側のデータに分けて解析
- 解析対象期間: Mars Year (MY) 28-32
- データは、NASAのWebサイト(PDS)から取得

Table 2. MCS Spectral Channel Band Passes and Measurement Functions^a

McCleese et al. [2007]

Telescope/ Channel Number	Band Pass, cm ⁻¹	Band Center, μ m	Measurement Function
A1	595-615	16.5	temperature 20 to 40 km
A2	615-645	15.9	temperature 40 to 80 km and pressure
A3	635-665	15.4	temperature 40 to 80 km and pressure
A4	820-870	11.8	dust and condensate (D&C) extinction 0 to 80 km
A5	400-500	22.2	temperature 0 to 20 km, D&C extinction 0-80 km
A6	3300-3500	1.65	polar radiative balance
B1	290-340	31.7	temperature 0 to 20 km and D&C extinction 0 to 80 km
B2	220-260	41.7	water vapor 0 to 40 km and D&C extinction 0 to 80 km
B3	230-245	42.1	water vapor 0 to 40 km and D&C extinction 0 to 80 km

^aD is dust; C is condensates of H₂O and CO₂.

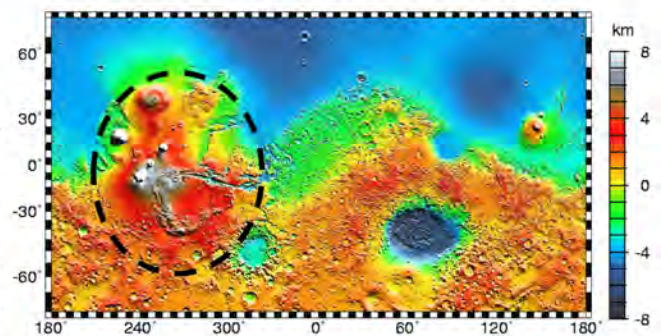
2. タルシス山地上空での気温・水氷雲・ダストの相関

タルシス山地 (Tharsis)

- 火星の西半球・低緯度に位置する台地状の山岳地帯。
- 本発表では、タルシス山地南側の領域を解析対象としたMCSの気温・水氷雲・ダストの相関を示す。
- 時期は、南半球秋($L_s=15-40^\circ$)を対象としている。この期間に、前年に報告したヘラス盆地での明確な気温・水氷雲・ダストの相関が見られているため、それとの比較を行う。

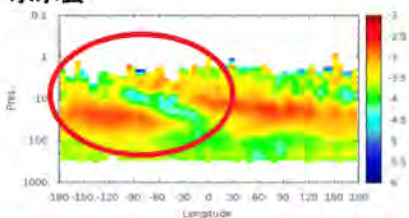
解析結果

- 夜側の観測データにおいて、ヘラス盆地で見られたのと同様な水氷雲と気温に反相関が見られた(下図赤丸)。ダストは、解析対象期間中に増加・減少の変動はみられたものの、それらの変動は水氷雲や気温と明確な相関は伴わなかった。なお、昼側のデータには明確な相関は見られなかった。
- 同期間中のヘラス盆地では、水氷雲・気温・ダストの全てに相関が見られ、「ダスト量の増加→ダストによる太陽光吸収と気温上昇→水氷雲の減少」という仮説を立てたが、タルシス山地での結果はこの仮説が成り立たない場合があることを示している。

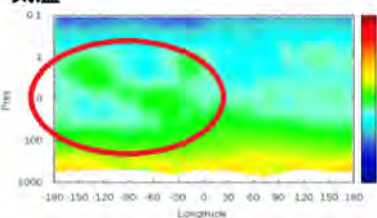


火星の地形図とタルシス山地の位置(黒破線で囲った部分)。

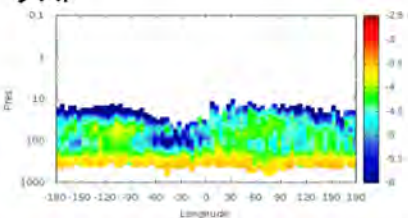
水氷雲



気温



ダスト



Acknowledgements: We would like to thank MRO-MCS science team for providing the dust and H₂O ice data. Many useful comments were given by Dr. Armin Kleinboehl. MCD data is provided by LMD, France. **References:** McCleese et al. [2007], J. Geophys. Res., 112, E05S06, doi: 10.1029/2006JE002790.



国立大学法人
奈良女子大学 Nara Women's University

マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法の開発 —大気安定度の鉛直風速プロファイルへの影響—

香西克俊、大澤輝夫、安保遼太郎
(神戸大学海事科学研究科)

第19回環境リモートセンシングシンポジウム、千葉大学けやき会館、
2017年2月16日

内 容

1. はじめに
2. KEOとPAPAの比較
3. 風速プロファイルモデルの検証
4. まとめ

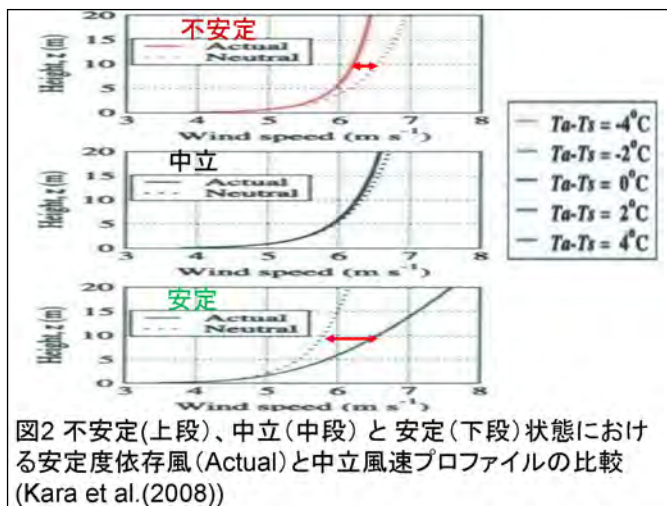
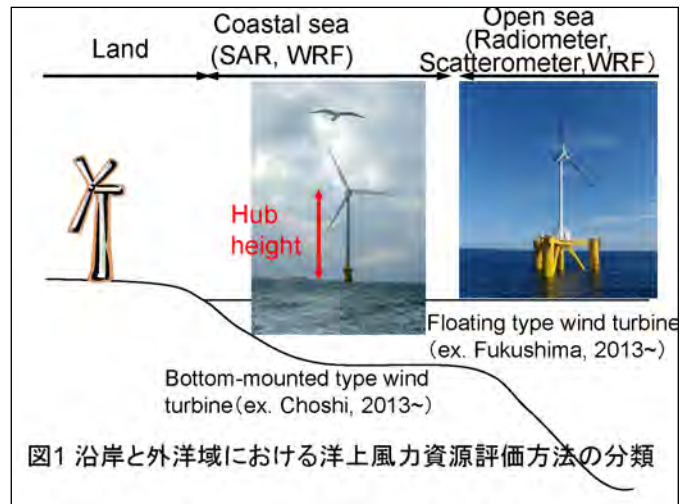


図3 GCOM-W1の外観
(http://www.jaxa.jp/projects/sat/gcom_w/index_j.html)

表1 GCOM-W1の諸元

GCOM-W1	
ミッション機器	高性能マイクロ波放射計2 (AMSR2)
打ち上げ日	2012年5月18日
軌道種別	太陽同期準円軌道
軌道高度	690 km (赤道上)
上通過時刻	4時30分±15分 (UTC・上昇軌道) 16時30分±15分 (UTC・下降軌道)

表2 AMSR2 風速プロダクト

2013年	Ver.1
2015年	Ver.2
2017年	Ver.3

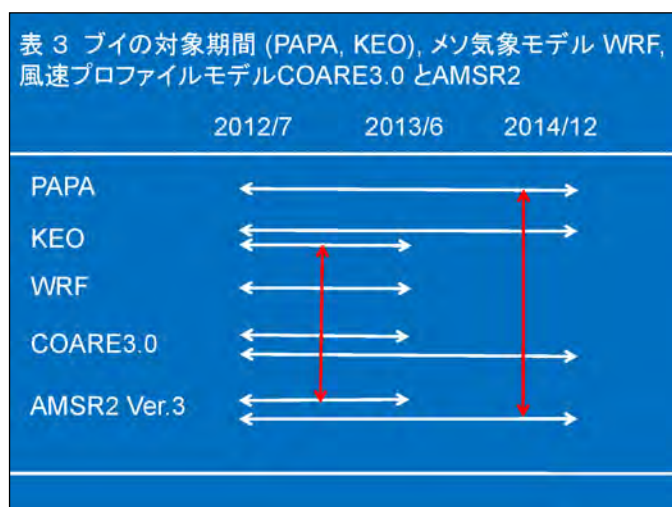
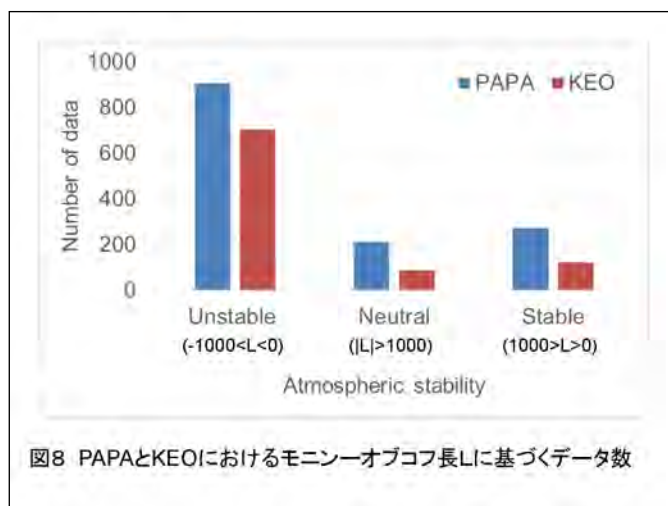
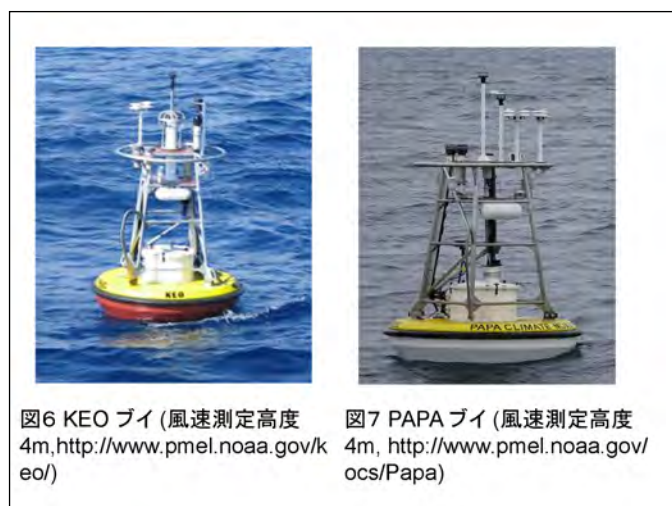
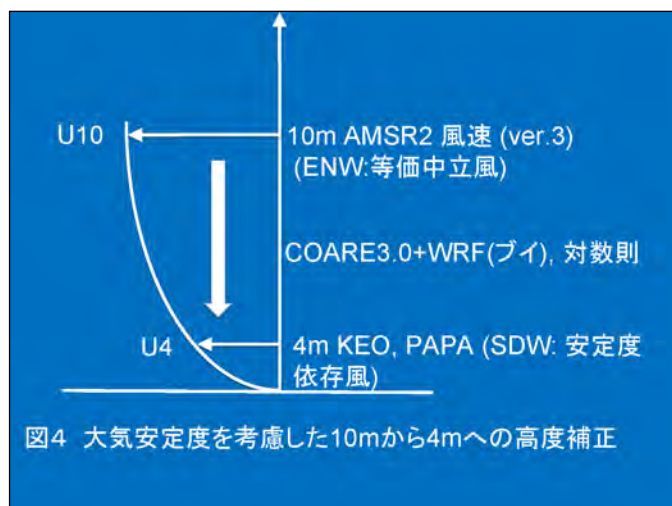
疑 問

1. AMSR2 ver3 風速は大気安定度を考慮する必要があるか？ AMSR2 ver3風速は等価中立風(ENW*)として定義することができるか？
2. 大気安定度を考慮した風速プロファイルモデルはどの沿岸域においても適用可能であるか？
3. 風速プロファイルモデルとメソ気象モデルWRFの組み合わせは大気安定度を考慮したAMSR2風速に有効であるか？

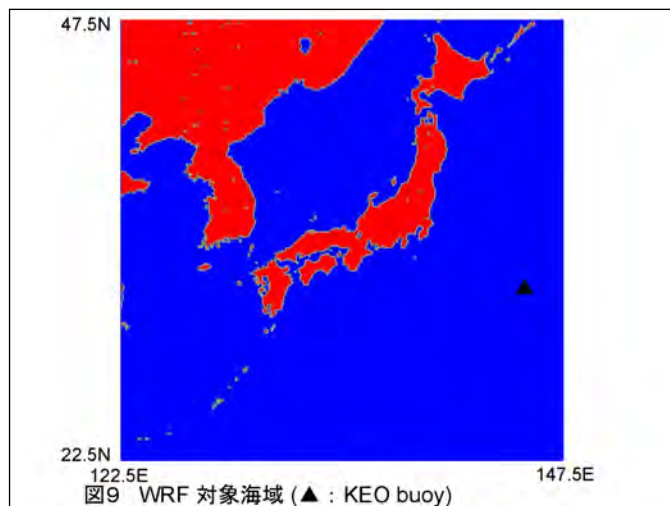
*ENW: 等価中立風 (Equivalent Neutral Wind) (Liu and Tang, 1996)

目 的

AMSR2 ver3風速を等価中立風(ENW)と仮定することにより、AMSR2 ver3風速、メソ気象モデルWRF、風速プロファイルモデルCOARE3.0を用いた高度補正を伴う大気安定度依存風速(SDW)を検証することにより、AMSR2 ver3風速プロダクトの特性を把握する



Model	Advanced Research WRF (ARW) ver 3.3.1
Period	1 July 2012 through 1 July 2013 (1 year)
Grids	10km x 10km, 250 x 250 grids
Levels	40 levels (Surface to 50 hPa) Lowest levels: 12m, 40m, 76m, 116m, 161m, 214m
Input data	3-hourly, $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ MANAL 6-hourly, $0.02^{\circ} \times 0.02^{\circ}$ MOSST Daily, $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ FNL_Soil
4DDA	Nudging above PBL
Physics	Dudhia shortwave scheme
options	RRTM longwave scheme Ferrier (new Eta) scheme Betts-Miller-Janjic cumulus parameterization scheme Mellor-Yamada-Janjic (Eta operational) scheme Monin-Obukhov (Janjic Eta) surface-layer scheme Noah Land Surface Model scheme



風速プロファイルモデル

1. COARE3.0 (Fairall et al., 2003): Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment と Monin-Obukhov 相似則に基づくバルク大気-海洋フラックス推定アルゴリズム

$$U_z = \frac{u_*}{k} \left(\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) - \Psi \left(\frac{z}{L} \right) \right) \quad (1)$$

U_z : 高度 z における風速, u_* : 摩擦風速

k : カルマン定数, z : 測定高度

z_0 : 海面粗度, Ψ : ユニバーサル関数

L : モニン-オブコフ 長(大気安定度の指標)

2. 対数則 (中立を仮定)

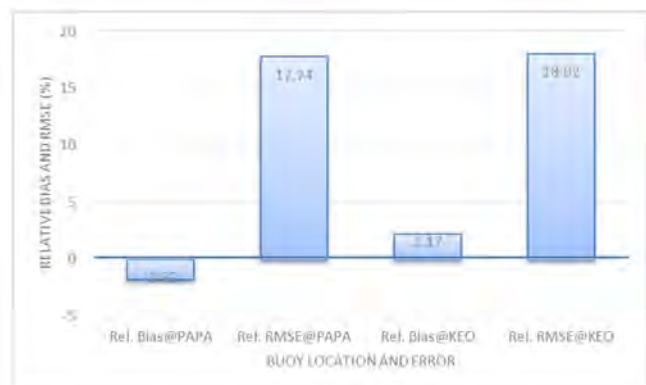
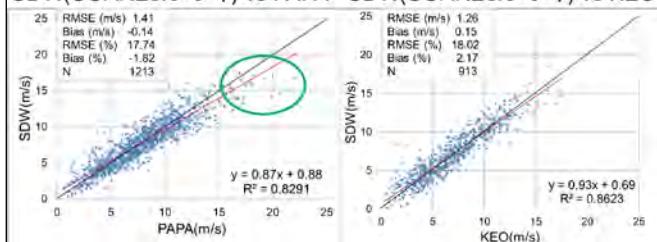
$$U_4 = \frac{\ln \left(\frac{4}{z_0} \right)}{\ln \left(\frac{10}{z_0} \right)} * U_{10} \quad (2)$$

表5 COARE3.0への入力パラメータ

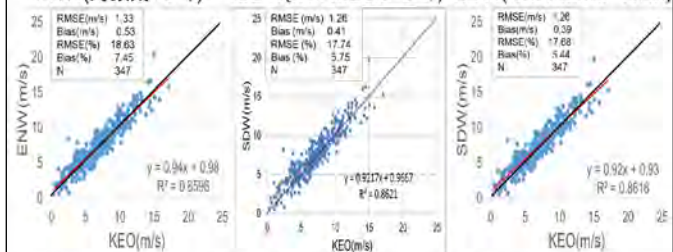
	ブイ(PAPA, KEO)	WRF
風速	AMSR2 ver3	AMSR2 ver3
気温	2.5m 高	2m 高
海面水温	1m 深	MOSST*
相対湿度	2.5m 高	2m 高
大気圧	2.5m 高	2m 高
大気境界層高度	600m (固定)	WRF出力

*MOSST: MODIS-derived Sea Surface Temperature

SDW(COARE3.0+ブイ) vs PAPA SDW(COARE3.0+ブイ) vs KEO



ENW(対数則+ブイ) SDW(COARE3.0+ブイ) SDW(COARE3.0+WRF)



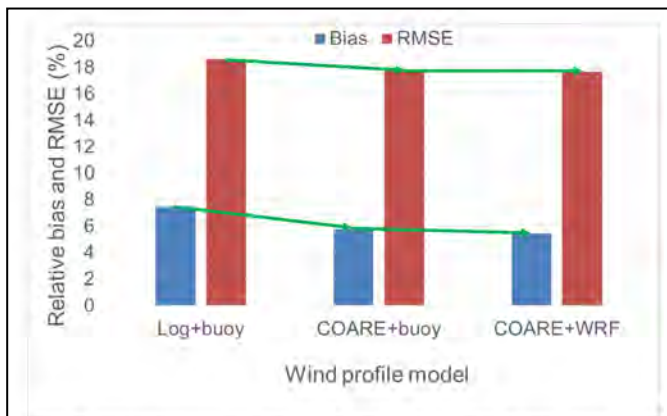


図13 KEOにおける風速プロファイルモデルの相対バイアスと相対RMSE

まとめ

(1) PAPAとKEOの検証結果はバイアスとRMSEはほぼ等しく、PAPAの R^2 値はKEOより低い。この理由としてAMSR2から導かれた15m/s以上の安定度依存風速(SDW)が過小評価されていることが挙げられる。

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

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

Acknowledgements

AMSR2 data were provided within the Research Agreement for the GCOM-W1 between the Japan Aerospace Exploration Agency and Kobe University Graduate School of Maritime Sciences. KEO and PAPA data are provided by PMEL/NOAA.

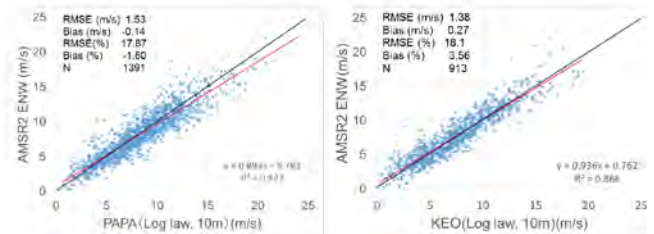


Fig. Results of validation based on wind speed profile model (Log law, 4-10m) at PAPA and KEO (Black solid line: best fit line, Red solid line: regression line, 2012/7~2014/12)

MERISデータによる霞ヶ浦基礎生産量の推定

松下文経¹・竹ヶ原彬人²・楊偉³

¹筑波大学生命環境系

²筑波大学生命環境科学研究科

³千葉大学環境リモートセンシング研究センター

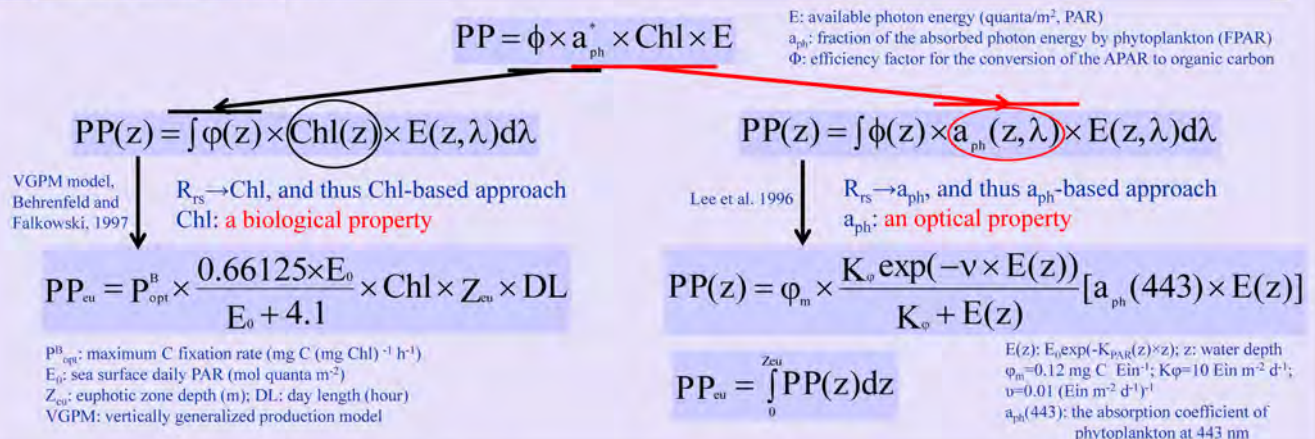


筑波大学
University of Tsukuba

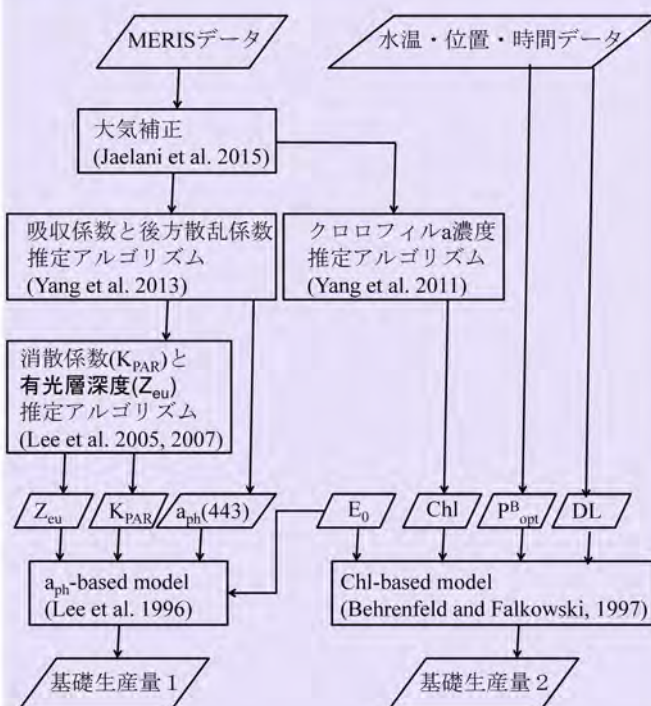
1. はじめに

湖沼の基礎生産量は湖水の富栄養化程度や炭素固定量などを測る重要な指標の一つであるため、全球湖沼基礎生産量の推定は健全な水利用、水域生態系の保全、及びグローバルな炭素循環の見積りに不可欠な存在である。

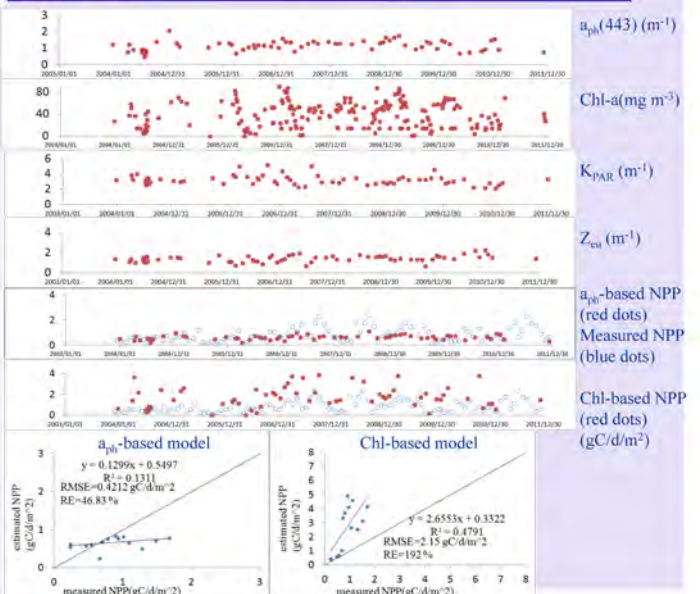
2. 水域基礎生産量の推定モデル



3. MERISデータによる各パラメータの推定



4. 推定結果

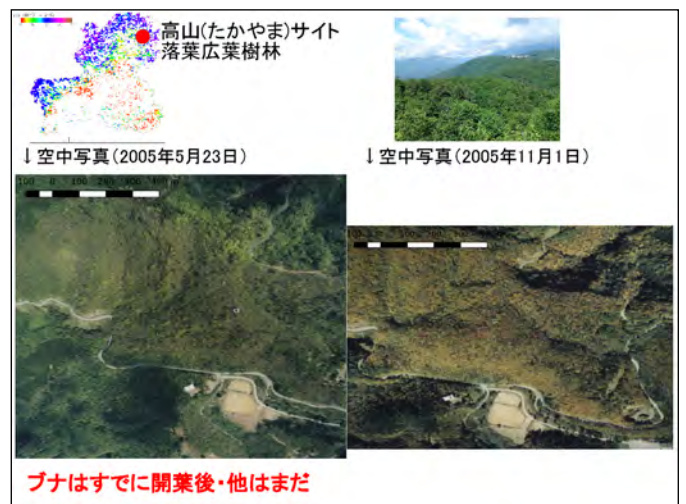
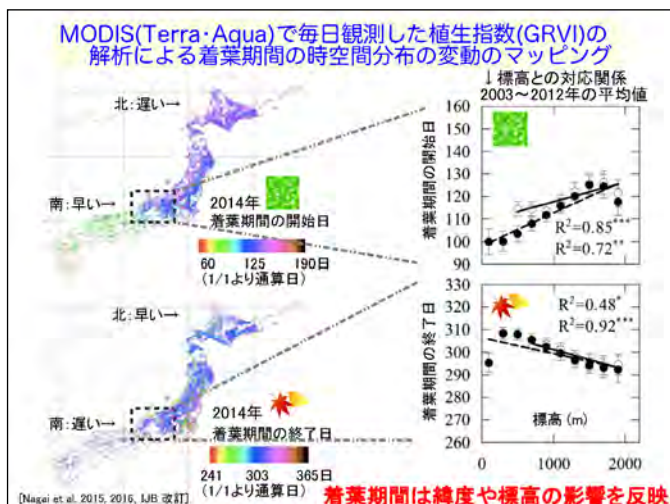
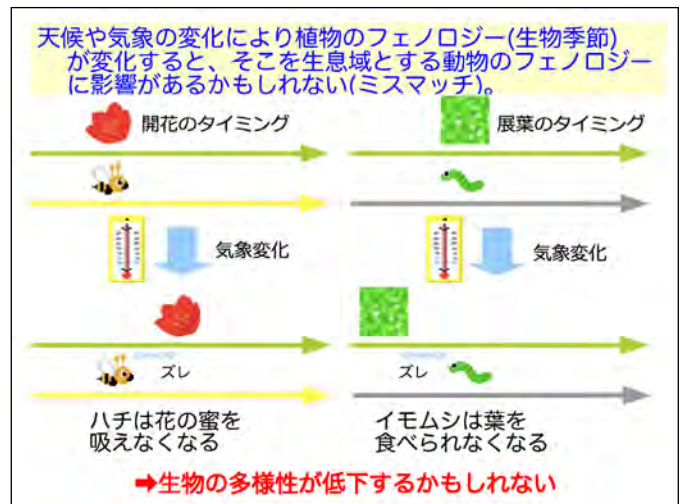
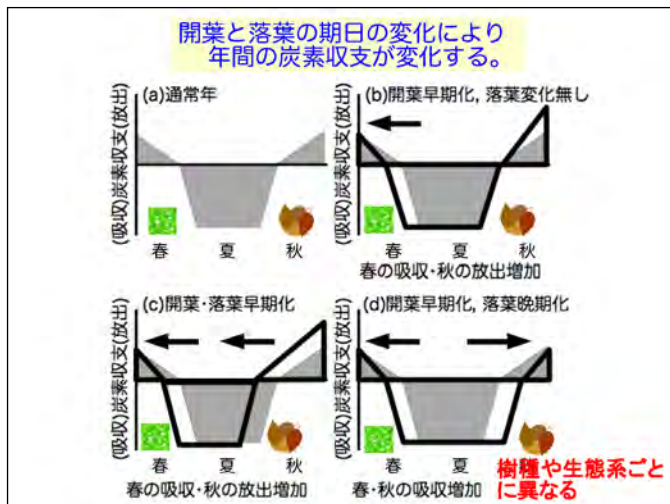
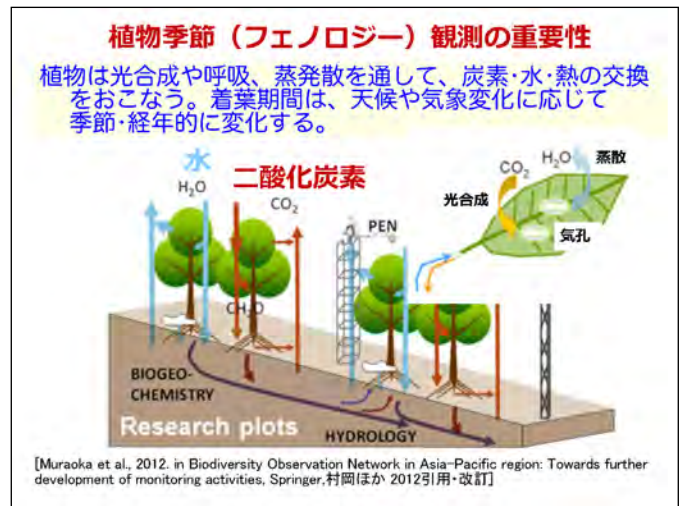


5. まとめ

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

Reference

Behrenfeld and Falkowski, LO, 42, 1479-1491, 1997. Jaelani, Matsushita et al., IJAEOG, 39, 128-141, 2015. Lee et al., AP, 35, 463-474, 1996. Lee et al. Lee et al. JGR, 110, C09019, 2005. Lee et al., JGR, 112, C03009, 2007. Yang, Matsushita et al. RSE, 115, 1247-1259, 2011. Yang, Matsushita et al., IEEE TGRS, 51, 3761-3773, 2013.

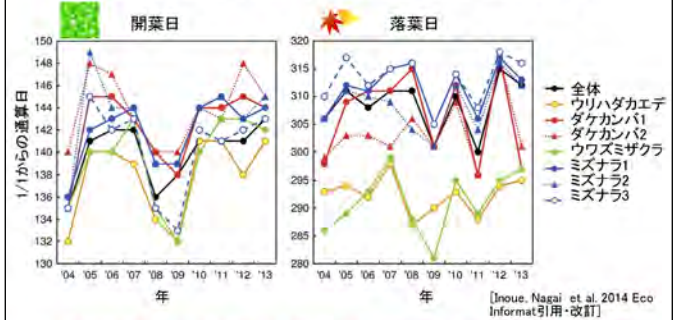


高山サイトにおいて同日に撮影した様々なフェノロジー画像



開葉と比べて落葉は、様式や期日の樹種間の特徴が大きい

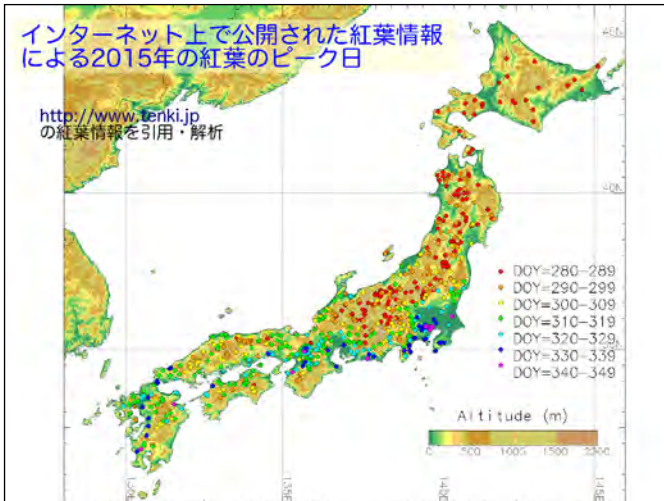
↓ 落葉広葉樹林(高山サイト)で観測した開葉日と落葉日の年々変動



多様性が高い森林では、植生の不均一性が衛星フェノロジー観測に及ぼす影響は大きくなる(とくに着葉期間の終了日)

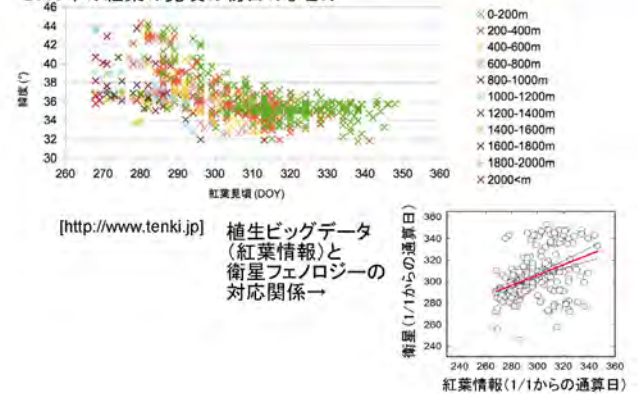
インターネット上で公開された紅葉情報による2015年の紅葉のピーク日

<http://www.tenki.jp>
の紅葉情報を引用・解析

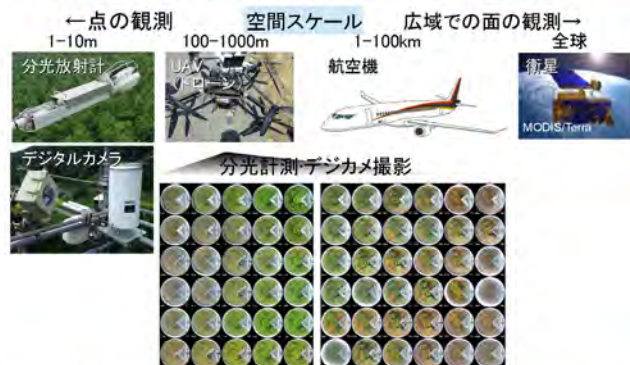


紅葉情報と衛星観測で検出した着葉期間の終了日の対応関係

↓ tenki.jpで公開された紅葉情報に基づいた2015年の紅葉の見頃の初日のまとめ



地上観測(指標木の観察・デジカメ・分光観測)・ビッグデータ・衛星観測の短所(空間スケール)を補間する観測も必要



現時点では、高空間分解能な観測を可能とするドローンに期待

ドローン: SPIDER(ルーチェ・サーチ)・本多/梶原研所有



対象：
千葉県における典型的な
里山景観である
みほの森サイト



[テクノコ白地図イラスト:
<http://technoco.jp/>より引用]



里地里山を対象とした生態系観測の重要性：

生態系への影響 重大性：「特に大きい」とは言えない
緊急性：中程度
確信度：低い

生態系サービスへの影響
重大性：現状では評価できない
緊急性：現状では評価できない
確信度：現状では評価できない

「気候変動に伴う里地・里山生態系及び物質収支への影響
については、現時点で網羅的な研究事例は限定的である」

[気候変動の影響への適応計画(H27年11月27日閣議決定)より引用]

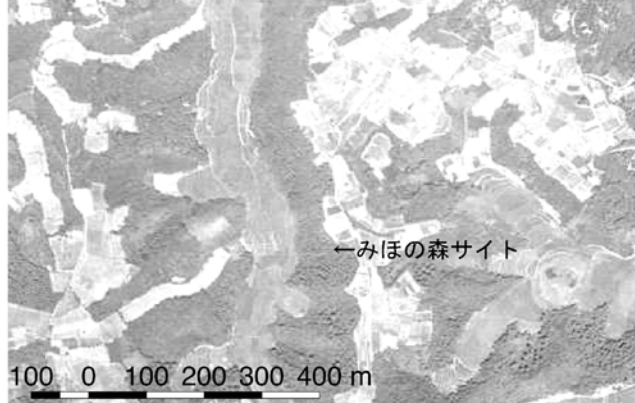
他の生態系と比べるとよくわかっていない

みほの森サイトの代表的な樹種



農研機構・農業環境変動研究センターより公開されている迅速量図：
(<http://habs.da.affrc.go.jp/>)を引用・解析(歴史的農業環境閲覧システム)

1961

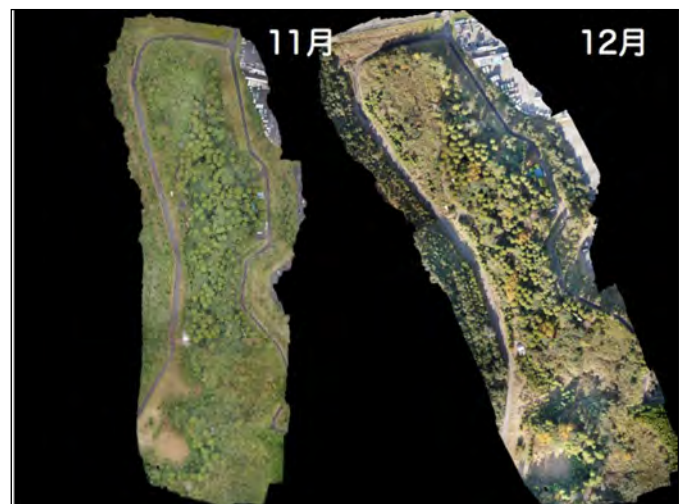
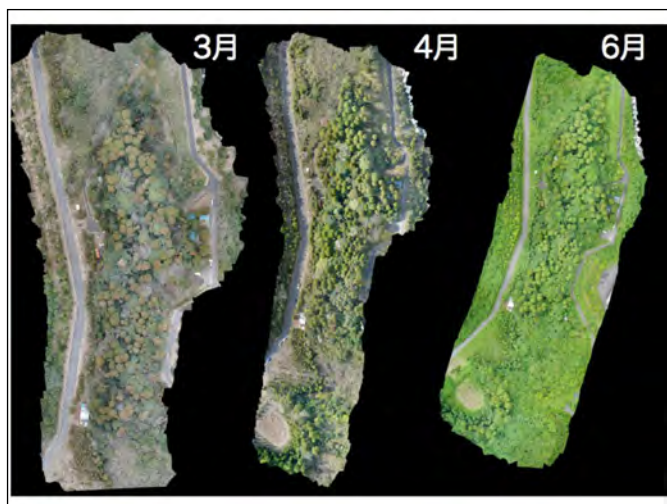
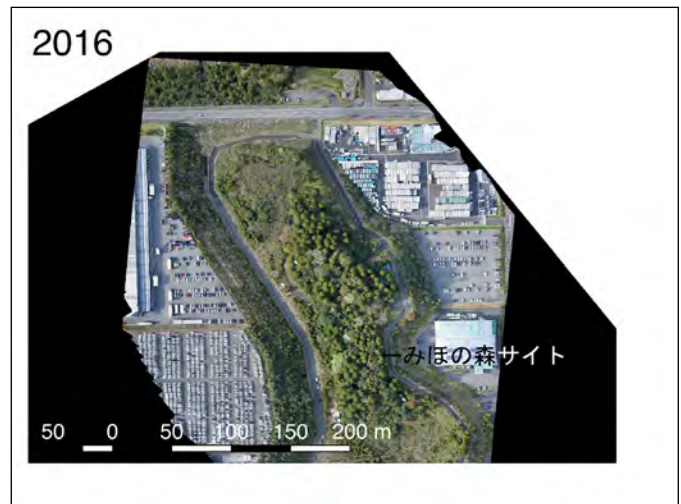


国土地理院より公開されている空中写真
(<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>)を引用・解析

1983



国土地理院より公開されている空中写真
(<http://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>)を引用・解析



今後の課題：

- 高解像度衛星データとの対応関係
(ただし、Landsatレベルでは樹種は区別できない)
- ドローンによる分光観測
- 地上に設置したデジカメによるフェノロジー観測との対応関係
- みほの森サイト以外への応用・技術開発

一岐阜県高山サイト(スギ・ヒノキ林)における雪害による倒木の被害状況の把握への応用
[Nagai et al., in preparation]



ご支援・ご静聴どうもありがとうございます！！



とくに、
千葉大学・環境リモート
センシング研究センター



地上観測データ解析による奈良におけるエアロゾルの研究

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

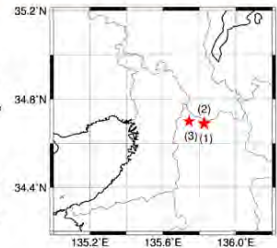


図1: 観測地点。(1) 奈良女子大学、(2) 奈良地方気象台、(3) 西部大気汚染測定局。奈良女子大学からの直線距離は奈良地方気象台が約730 m、西部大気汚染測定局が約8 kmである。

3. 解析結果

粒子数濃度 (OPC) と①質量濃度 (PM_{2.5})、②視程、③光学的深さ (MT) をそれぞれ比較した結果について以下に示す。

【①粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) vs 質量濃度 (PM_{2.5})】

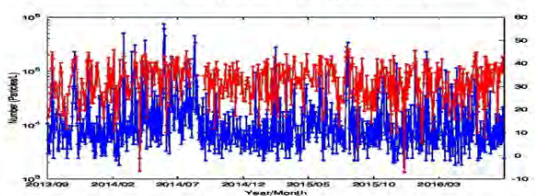


図2: 粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) と質量濃度 (PM_{2.5}) の時系列 (2013年9月1日から2016年7月31日)。左縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、右縦軸は質量濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、横軸は月を表す。赤は粒子数濃度、青は質量濃度である。

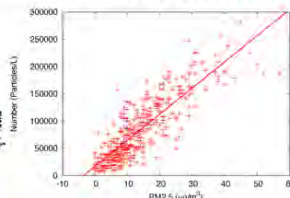


図3: 粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) と質量濃度 (PM_{2.5}) の相関。縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、横軸は質量濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) を表す。

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PM_{2.5}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。PM_{2.5}との比較のため、OPCの粒径区間は0.3 μm 以上から2.0 μm 以上を差し引いた0.3~2.0 μm とした。
図2に粒子数濃度 (0.3~2.0 μm) と質量濃度 (PM_{2.5}) の時系列を示す。粒子数濃度と質量濃度は概ね同様の変動をしていることが分かる。
両者の関係をより明確にするため、相関をとった (図3)。その結果、相関係数は0.85となり、強い正の相関を示した。これより、OPCは奈良市のエアロゾルの変動を概ね捉えていると考えられる。

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

対流圏における視程は主としてエアロゾルによる太陽放射の散乱で決まる^[1]ため、エアロゾルの粒子数濃度が視程に与える影響について調べた。
図4に粒子数濃度と視程の月平均の時系列を示す。0.3~0.5 ($\times$)、0.5~1.0 ($\circ$)、1.0~2.0 ($\square$) μm の小粒径の粒子数濃度は視程 ($\bullet$) と概ね同様の変動をしていることが分かる。一方で、2.0~5.0 (∇)、5.0 μm 以上 ($\diamond$) の大粒径の粒子数濃度は視程 ($\bullet$) と同様の変動は見られない。
両者の関係をより明確にするため、相関を調べた。その結果、相関係数は0.3~0.5 μm で-0.46、0.5~1.0 μm で-0.37、1.0~2.0 μm で-0.27、2.0~5.0 μm で-0.17、5.0 μm 以上で-0.10であった。小粒子 (0.3~0.5、0.5~1.0、1.0~2.0 μm) ではやや弱い負の相関を示し、一方で大粒子 (2.0~5.0 μm 、5.0 μm 以上) ではほとんど相関が見られなかった。これより、視程は大粒子よりも小粒子の影響を受け、小粒子が卓越すると視程はより悪化すると考えられる。

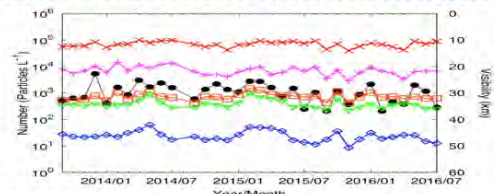


図4: 粒子数濃度と視程の月平均の時系列 (2013年9月から2016年7月)。左縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、右縦軸は視程 (km)、横軸は月を表す。赤は0.3~0.5 μm 、桃は0.5~1.0 μm 、橙は1.0~2.0 μm 、緑は2.0~5.0 μm 、青は5.0 μm 以上の粒子数濃度、黒は視程である。

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

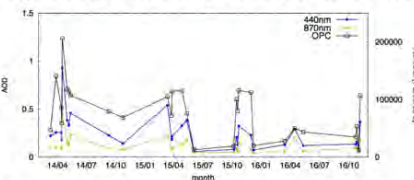


図5: 光学的深さと粒子数濃度 (0.3 μm 以上) の時系列 (2014年2月から2016年11月)。左縦軸はエアロゾルの光学的深さ、右縦軸は粒子数濃度 (Particles/L)、横軸は日付を表す。青は440 nm、橙は870 nmにおける光学的深さ、黒は粒子数濃度である。

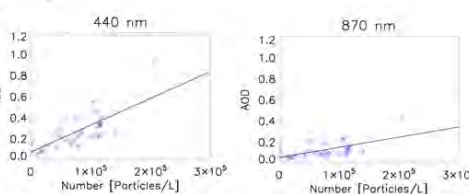


図6: 光学的深さと粒子数濃度 (0.3 μm 以上) の相関図。縦軸は光学的深さ、横軸は粒子数濃度 (Particles/L) を表す。(左) 440 nm、(右) 870 nm。

図5にエアロゾルの光学的深さ (440、870 nm) と粒子数濃度 (0.3 μm 以上) の時系列を示す。粒子数濃度が増加すると光学的深さは増加し、一方で粒子数濃度が減少すると光学的深さは減少することが分かる。

両者の関係をより明確にするため、相関を調べた (図6)。その結果、相関係数は440 nmで0.72、870 nmで0.60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PM_{2.5}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、奈良市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、PM_{2.5}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。

ひまわり8号を用いた 二方向性反射特性の解析

松岡真如¹・赤塚 慎²・本田理恵¹・高木方隆²

1: 高知大学・教育研究部
2: 高知工科大学・システム工学群

第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日 (千葉大学けやき会館)

背景と目的

背景:

- ひまわり8号AHI → 気象のみならず、陸の解析にも利用可能
- 二方向性反射特性
 - 地表面に関する基礎情報の一つ
 - BRDFモデルを用いて解析 (アルベド、植物生産量などの推定に利用)
- ひまわり8号 → 極軌道衛星とは異なる観測幾何

目的:

- ひまわり8号AHIの二方向性反射特性をBRDFモデルにより解析
 - ①どのカーネルが良いか?
 - ②反射率か、太陽光反射率か?

第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日 (千葉大学けやき会館)

使用データ：日本域データ

AHIの観測範囲:

- フルディスク
- 日本域
- 機動観測域
- ランドマーク域

使用バンド:

- 3: 赤 (500m)
- 4: 近赤外 (1km)

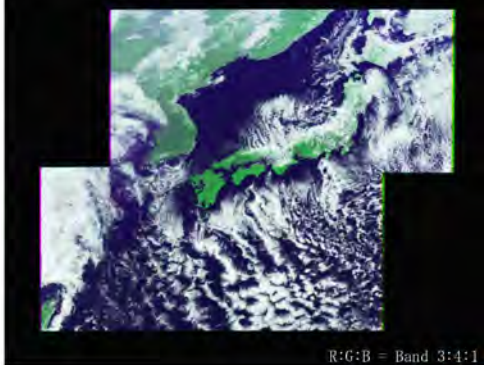
解析は500mで実施

観測日:

- 2016年8月12日
- 2016年8月13日

観測時間:

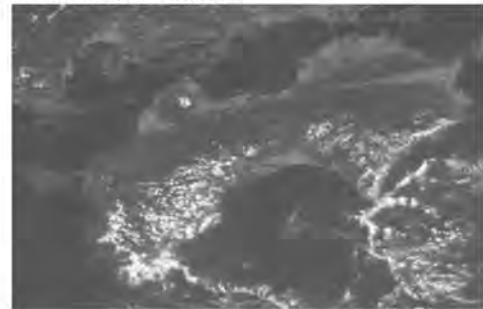
- 8時台から16時台
- 8時間分
- 2.5分間隔
- 192シーン/8時間



第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日 (千葉大学けやき会館)

幾何補正

- 走査ごとにGCPを取得して幾何補正

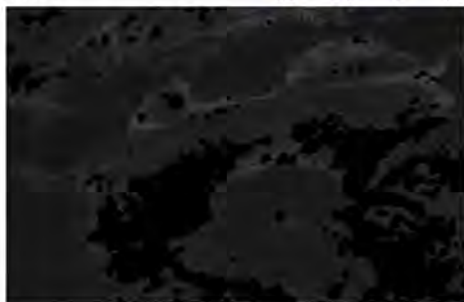
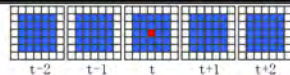


詳細: 松岡ら, ひまわり8号「日本域」データの幾何精度向上の一手法, 写真測量とリモートセンシング, 54(6), 280-289, 2015.

第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日 (千葉大学けやき会館)

雲判別

- 赤の反射率が0.16を超えたら雲
- 周囲2画素もマスク (時間的&空間的)
- 改良の余地あり



第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日 (千葉大学けやき会館)

BRDFモデル

カーネル型BRDFモデル

$$\rho(\theta_s, \theta_v, \phi, \lambda) = f_{iso} + f_{vol}k_{vol} + f_{geo}k_{geo}$$

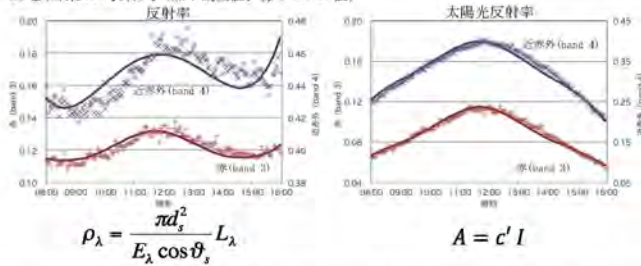
- 反射率 ρ を k_{vol} , k_{geo} の線形和で表現、回帰係数が3つ
- k_{vol} , k_{geo} は観測角度 (太陽天頂角, 衛星天頂角, 相対方位角) から計算
- 多数の反射率、観測角度のセットから重回帰で求められる
- MODISのプロダクトで使用されている
- 利点
 - 地表面の情報が不要
 - 回帰係数から地表面の情報が得られる可能性

第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日 (千葉大学けやき会館)

結果：②反射率か、太陽光反射率か？

13

ある画素の時系列（点：観測値、線：モデル値）



- ・ 反射率：太陽高度が低い朝夕で反射率が上昇（モデルの適合性が下がる）
- ・ 太陽光反射率：適合性が良い
→ 分光放射輝度の方が適合性が良い
- ・ 大気補正をすれば別かも

第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日（千葉大学けやき会館）



まとめ

14

ひまわり8号AHIの二方向性反射特性をカーネル型の

BRDFモデルを用いて解析

①どのカーネルが良いか？

カーネルによる違いは見られず

②反射率か、太陽光反射率か？

大気補正していない反射率よりは、太陽光反射率が良い

→ 分光放射輝度でモデル化してから反射率を求める(?)

今後の課題：

- ・ 他の季節のデータを用いた評価
- ・ 雲判別の高精度化
- ・ 大気補正（を誰かしてくれないか...）

謝辞：本研究の一部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として実施されました

第19回 環境リモートセンシングシンポジウム 2017年2月16日（千葉大学けやき会館）



CEReS

太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍光測定：園場・森林への応用

Stand-off measurement of vegetation fluorescence on the canopy level under insolation : application to field and forest

○増田健二 (静大)・眞子直弘 (CEReS)・本間香貴 (東北大)・村松加奈子 (奈良女子大)・吉村謙一・小南裕志 (森林総研)・久世宏明 (CEReS)

February 16 (Thu.) The 19th CEReS Symp. 14:50 - 15:10

CEReS

Background

- パルス変調法(PAM)は、**個葉レベルの蛍光測定**として長い歴史がある (Schreiber, 1994)。
- GOSATなど高分解能衛星観測により、**地上植生からの蛍光観測**が報告されている (Guanter, 2007; Frankenberg, 2011)。
- 反射光を除去するため、クロロフィル蛍光ピーク付近での太陽光の**暗線領域(酸素Aバンド)**を利用すれば、蛍光強度や蛍光強度分布画像を取得できる可能性がある。

↓

- 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。

2

CEReS

Outline

1. 蛍光強度の測定システム
2. LED光源を用いた**蛍光・反射光スペクトル**(実験室)
3. **蛍光強度の日変化**(園場のダイズ)
4. **品種別の蛍光強度**(園場のダイズ)
5. 森林(コナラ)における**蛍光強度と光合成の日変化**

3

CEReS

1. Stand-off fluorescence detection system:

(a)

(a) CCD Camera and

(b)

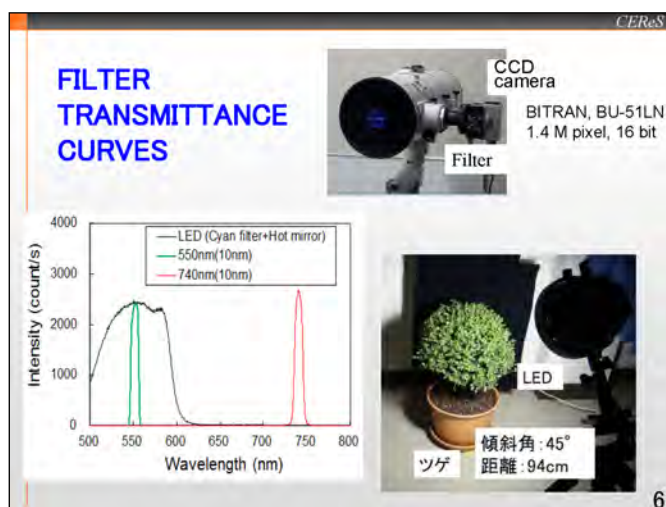
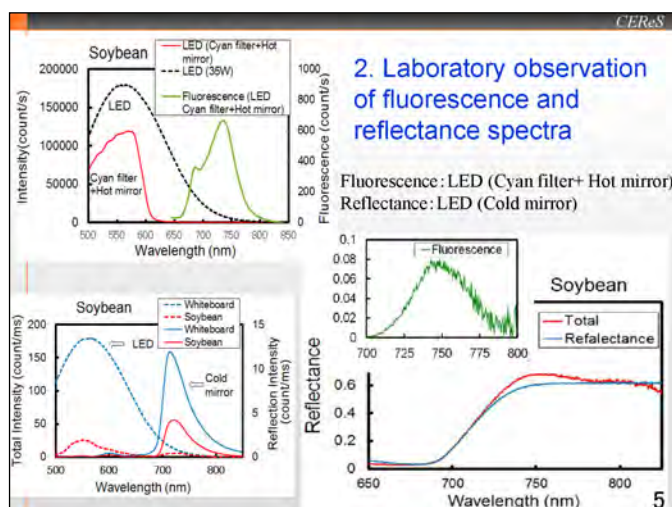
(b) CCD Spectrometer

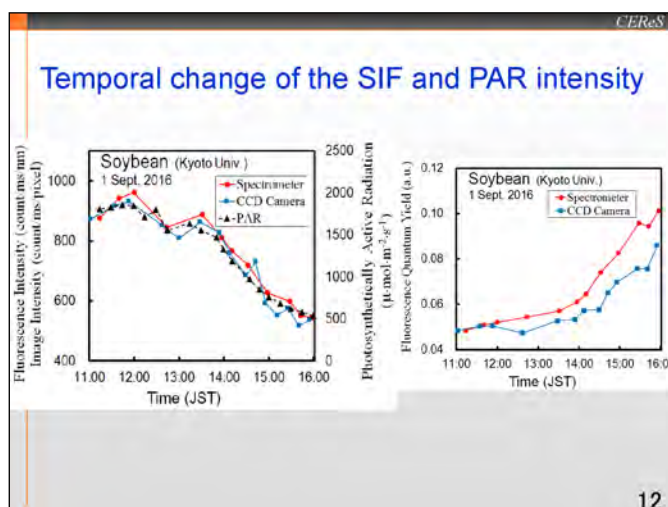
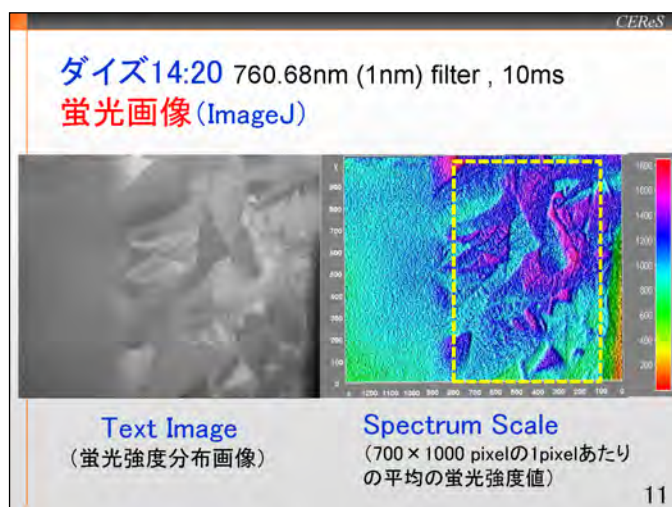
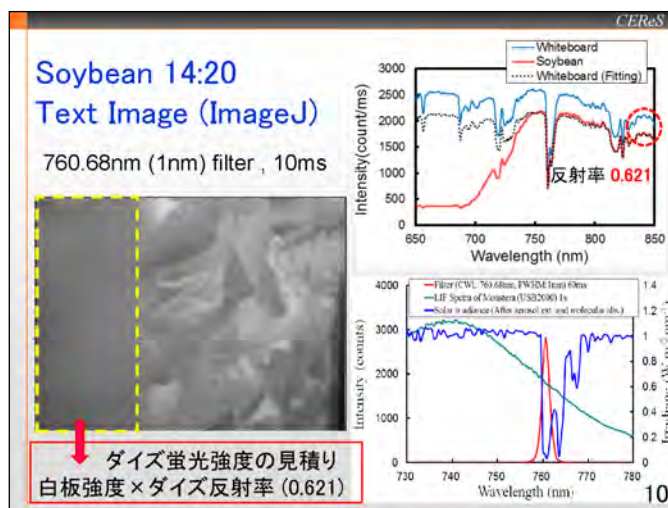
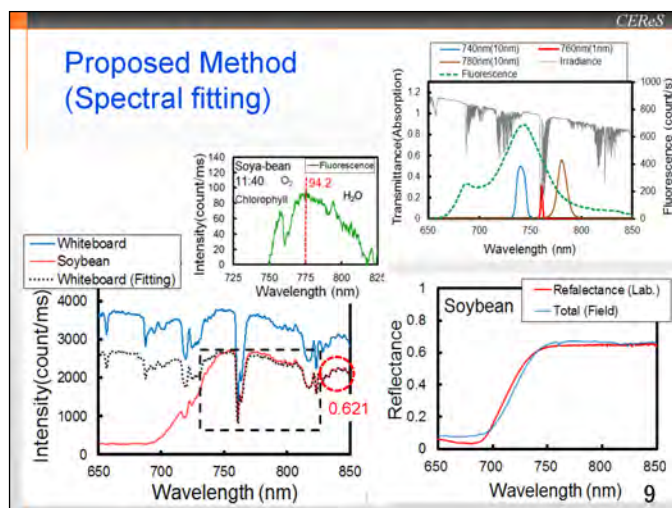
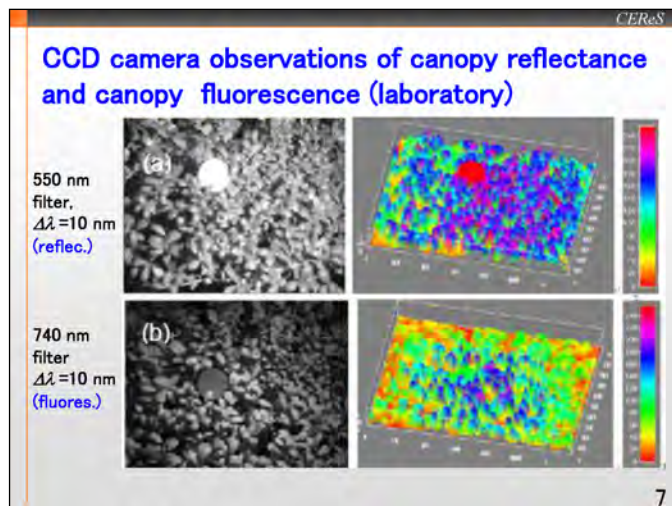
望遠鏡とツゲの距離は10.5m

QE65Pro Spectrometer
wavelength range
500 – 880 nm; SN 1000:1

CCD Camera
BITRAN, BU-51LN
1.4 M pixels, 16 bit

4



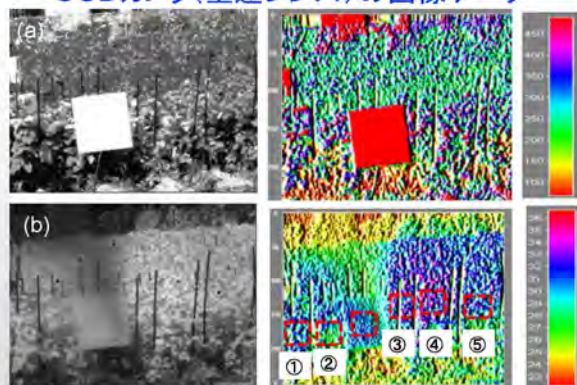


4. ダイズの品種別の蛍光強度の測定 (京都大学農学研究科附属農場 2016.9.2)



13

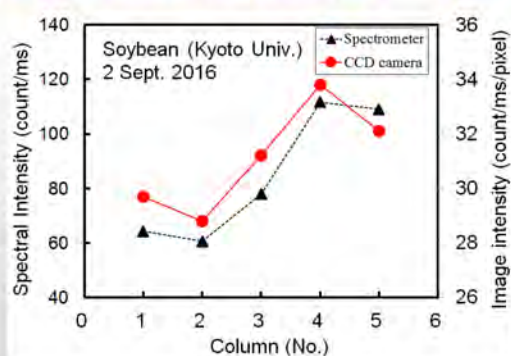
CCDカメラ(望遠レンズ)の画像データ



(a) 中心波長550nm, 半値幅10nm, 積分時間 30ms
(b) 中心波長760.68nm, 半値幅1nm, 積分時間 50ms

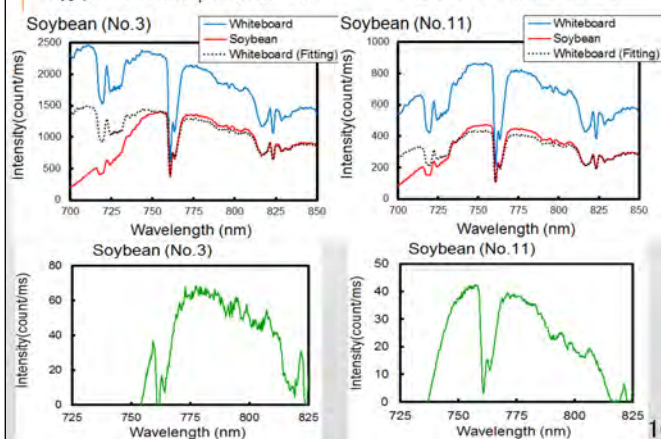
14

提案方法とCCDカメラの画像データの比較

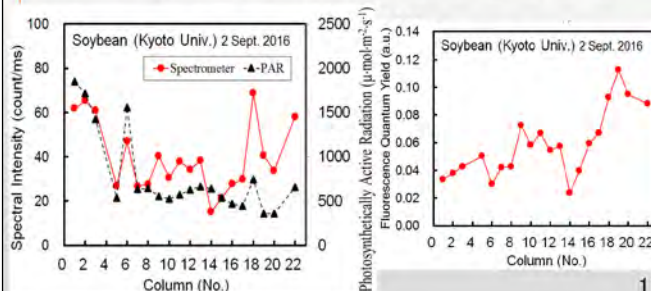


15

晴れ $1425.4 \mu\text{-mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 曇り $586.4 \mu\text{-mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$



16

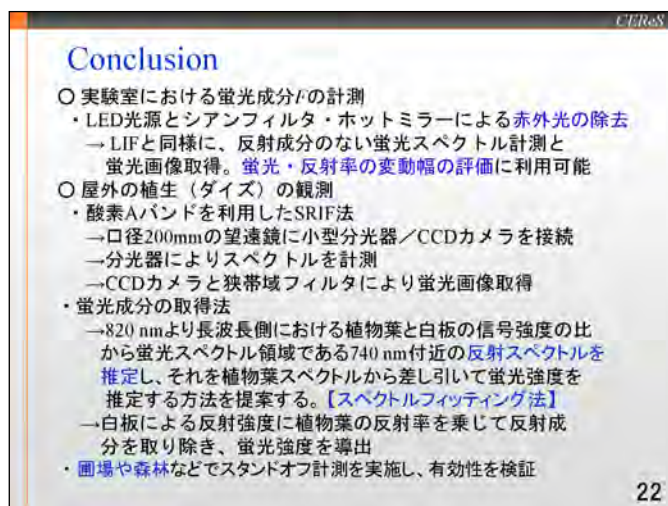
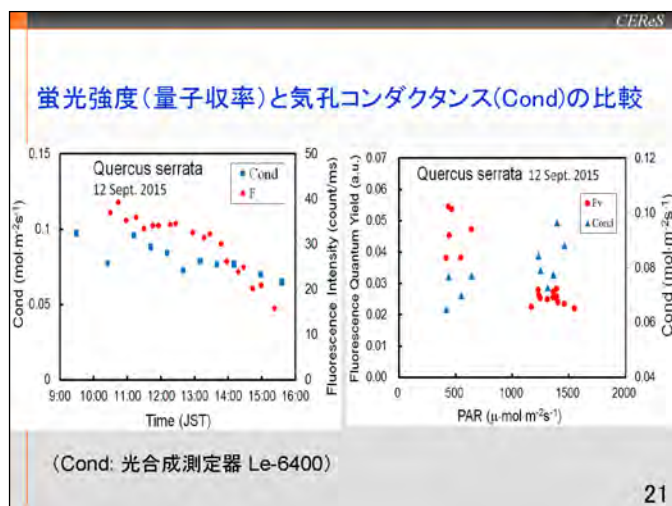
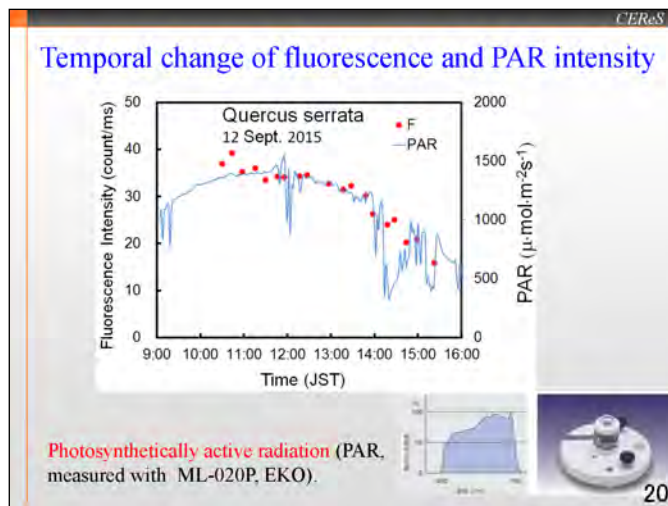
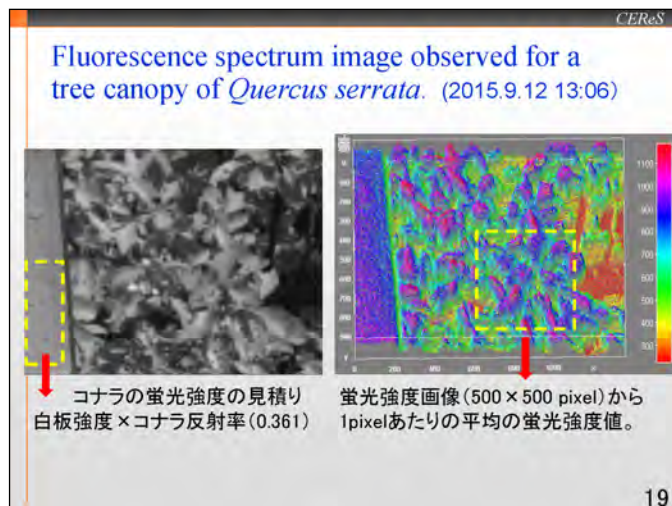


17

5. 森林でのコナラの蛍光強度と光合成の日変化の測定 (森林総研・京都山城観測地 2015. 9.9-12)



18



カメラを用いた火星表層環境計測の検討

千秋博紀¹・はしもとじょーじ²・野口克行³・鈴木睦⁴・久世宏明⁵・眞子直弘⁵
 ・杉山耕一郎⁶・高橋芳幸⁷・大西将徳²
¹千葉工業大学/PERC・²岡山大学・³奈良女子大学・⁴JAXA/ISAS・⁵千葉大学/CERES
 ・⁶松江工業高等専門学校・⁷神戸大学

Abstract : We have constructed a Martian dust model to investigate optical properties of Martian dust. We have also developed a method for retrieving the model parameters from direct and scattered solar radiation spectra measured by multi-wavelength camera on-board a Mars rover. When 1% errors are assumed for measurements, the resulting retrieval errors of major model parameters are estimated to be less than 5%.
Keywords : Martian atmosphere, Dust properties retrieval.

1. はじめに

火星大気に含まれるダストは太陽光を吸収するため、大気加熱源として重要であり、火星ダストの光学特性を測定によって明らかにする必要がある。本研究では火星ダストの特性を表現するために適したモデルを構築する。また、多波長カメラによる直達・散乱太陽光のスペクトル測定データからダストモデルパラメータを導出する方法を開発し、その精度見積もりを行う。

2. 火星ダストモデル

火星ダストの特性は、組成、形状、粒径分布、空間分布で決まり、これらをモデル化することを考える。

組成(ケイ酸塩とヘマタイトの混合物)

- ケイ酸塩の複素屈折率実部および虚部 (m_0 , k_0)
- ヘマタイトの体積混合率 (ρ_A)
- ケイ酸塩の複素屈折率: $n_0 = m_0 - k_0 i$
- ヘマタイトの複素屈折率: n_A
- 混合物の複素屈折率: $n^2 = n_0^2 \frac{n_A^2 + 2n_0^2 + 2\rho_A(n_A^2 - n_0^2)}{n_0^2 + 2n_0^2 - \rho_A(n_A^2 - n_0^2)}$

形状(ランダム方向の回転軸を持つ回転楕円体)

- アスペクト比(ϵ)の分布[1]は固定
 $(\epsilon < 1.44 \text{ で } 0, \epsilon = 1.44 \sim 3 \text{ にかけて緩やかに増加})$

粒径分布(ガンマ分布)

- 実効半径 (r_{eff})
- 実効分散 (v_{eff})

$$\frac{dN}{d \ln r} = \frac{r^n}{(r_{eff} v_{eff})^n} \exp \left[-\frac{r}{r_{eff} v_{eff}} \right], n = \frac{1}{v_{eff}} - 2$$

空間分布(水平方向一様分布、鉛直方向指数関数)

- 光学の厚さ (τ)
- スケール高度 (z_s)
- $\alpha_e(z) = \frac{\tau}{z_s} \exp \left(-\frac{z}{z_s} \right)$

Table 1. Dust model parameters

Symbol		X_a	X_{min}	X_{max}	ΔX	$\Delta X/X_a$
X_1	τ	0.4	0.1	1.0	0.9	2.25
X_2	r_{eff}	1.6 μm	1.2 μm	2.0 μm	0.8 μm	0.5
X_3	v_{eff}	0.2	0.1	0.4	0.3	1.5
X_4	ρ_A	0.03	0	0.05	0.05	1.67
X_5	m_0	1.5	1.4	1.6	0.2	0.133
X_6	k_0	0.001	0	0.002	0.002	2
X_7	z_c	14 km	5 km	20 km	15 km	1.07

4. 解析方法

モデルパラメータベクトルを x 、観測パラメータベクトルを y とする。それぞれ Δx 、 $F(x_a)$ が 1 になるように規格化しておく。以下の計算式を使って誤差見積もりを行う。

線型近似を適用

$$y = F(x_a) + K_x(x - x_a) + \epsilon_y$$

残差(コスト関数)を最小化する非線型最小二乗法[2]を使用

$$c(x) = (y - F(x))^T S_y^{-1} (y - F(x)) + (x - x_a)^T S_a^{-1} (x - x_a)$$

モデルパラメータの期待値に含まれる伝播誤差を計算

- $\hat{x} = x_a + G_y(y - F(x_a))$, $G_y = (K_x^T S_y^{-1} K_x + S_a^{-1})^{-1} K_x^T S_y^{-1}$
- $\hat{x} = G_a x_a + A x$, $A = G_y K_x$, $G_a = I_n - A$
- 測定伝播誤差: $S_m = G_y S_y G_y^T$
- アプリオリ伝播誤差: $S_s = G_a S_a G_a^T$
- トータル伝播誤差: $S_x = S_m + S_s = (K_x^T S_y^{-1} K_x + S_a^{-1})^{-1}$

Table 4. Vectors/Matrices used for dust model retrieval/error estimation.

Symbol	row×column	Description
x	$m \times 1$	Dust model parameter (true value)
x_a	$m \times 1$	Dust model parameter (a priori)
$\hat{x}$	$m \times 1$	Dust model parameter (expectation)
y	$n \times 1$	Measurement parameter
F	$n \times 1$	Forward model
ϵ_y	$n \times 1$	Measurement error
K_x	$m \times n$	Jacobian matrix
S_a	$m \times m$	Variance-covariance matrix of a priori
S_y	$n \times n$	Variance-covariance matrix of measurement
G_y	$n \times m$	Gain matrix
A	$n \times n$	Averaging kernel matrix
I_n	$n \times n$	Unit matrix

3. ダスト観測パラメータ

火星ローバーに搭載された多波長カメラにより、可視～近赤外における直達太陽光 (direct solar radiation, DSR) の分光放射照度 (3波長) および散乱太陽光 (scattered SR, SSR) の分光放射輝度 (2波長、4散乱角) を測定する (Table 2)。ダストモデルパラメータの導出にはこれらの測定量を直接使うのではなく、Table 3に挙げた観測パラメータを使用する。

Table 2. Wavelengths and scattering angles for dust observation

Parameter	Symbol	Description	Value
Wavelength	λ_0	Reference wavelength	550 nm
	λ_B	Inside absorption band of hematite	450 nm
	λ_R	Outside absorption band of hematite	675 nm
Scattering Angle	χ_0	Reference scattering angle	10°
	χ_A	Aureole scattering angle	3°
	χ_F	Forward scattering angle	50°
	χ_B	Backward scattering angle	120°

Table 3. Dust observation parameters

Symbol	Relationship with measured values
Y_1	D_0 DSR(λ_0)
Y_2	D_C DSR(λ_B)/DSR(λ_R)
Y_3	A_C SSR(λ_B, χ_A)/SSR(λ_R, χ_A)
Y_4	A_B SSR(λ_B, χ_A)/SSR(λ_B, χ_0)
Y_5	A_R SSR(λ_R, χ_A)/SSR(λ_R, χ_0)
Y_6	F_C SSR(λ_B, χ_F)/SSR(λ_R, χ_F)
Y_7	F_B SSR(λ_B, χ_F)/SSR(λ_B, χ_0)
Y_8	F_R SSR(λ_R, χ_F)/SSR(λ_R, χ_0)
Y_9	B_C SSR(λ_B, χ_B)/SSR(λ_R, χ_B)
Y_{10}	B_B SSR(λ_B, χ_B)/SSR(λ_B, χ_0)
Y_{11}	B_R SSR(λ_R, χ_B)/SSR(λ_R, χ_0)

Figure 1. DSR/SSR spectra and scattering angular dependencies with various dust model parameters

5. 解析結果

放射伝達シミュレーションを使って計算したアベレーシングカーネルおよび各モデルパラメータの導出誤差をTable.5に示す。ここではDSR、SSRの観測量の相対誤差を一律に1%と仮定した。アプリオリ誤差にはTable 1の変化幅 ΔX の50%を用いた。

Table 5. Combined propagation errors of dust model parameters (SZA = 60°)

	$\Delta x=1$	$x_a=1$		$\Delta x=1$	$x_a=1$
τ	0.6%	1%	m_0	20%	30%
r_{eff}	3%	1%	k_0	20%	40%
v_{eff}	4%	5%	z_s	50%	50%
ρ_A	2%	4%			

6. まとめ

火星ダストの光学特性を調べるため、火星ダストモデルを構築し、多波長カメラで測定した直達・散乱太陽光のスペクトルデータからダストモデルパラメータを導出する方法を開発した。スペクトルの測定誤差1%に対し、モデルパラメータ (τ , r_{eff} , v_{eff} , ρ_A) の導出誤差はアプリオリ値の5%以内と見積もられた。

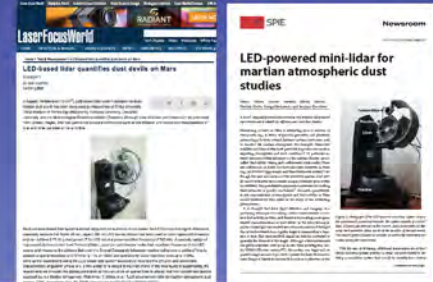
【参考文献】

- [1] O. Dubovik, et al.: Application of spheroid models to account for aerosol particle nonsphericity in remote sensing of desert dust, J. Geophys. Res. Vol. 111, D11208, pp.1-34 (2006).
- [2] C. D. Rodgers, Inverse Methods for Atmospheric Sounding Theory and Practice, World Scientific (2000).

無人小型飛行体搭載用LEDミニライダー
による野外ダスト挙動観測
Dust flow monitoring by LED mini-lidar for UAV
梶名 達雄 (千葉大学大学院総合科学研究科)
Tatsuo Nishino (Graduate School of Advanced Integrated Science, Chiba Univ.)

Outlook

Development of LED-based mini-lidar for UAV / Mars rover
機器開発 - 本ポスター
地上実験 - poster (13) 火星用 LED LIDAR の屋外性能評価



Dust Devils

Influence on Mars Climates
Ionization by rubbing particles

Only Photos for observations
Severe Circumferences

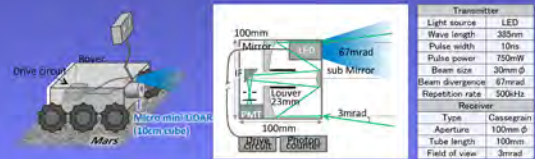


Photo credit: NASA/JPL/University of Arizona
Photo credit: NASA/JPL/University of Arizona
Photo credit: NASA/JPL/University of Arizona

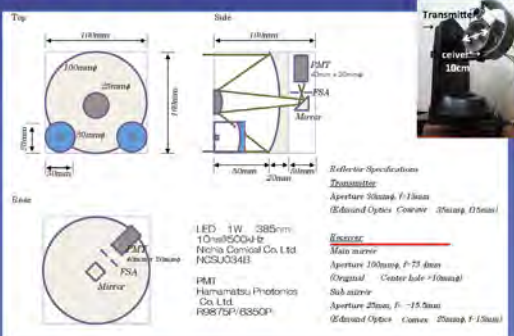
LED Mini-Lidar for Mars Rover

Design for high-speed observation in near range

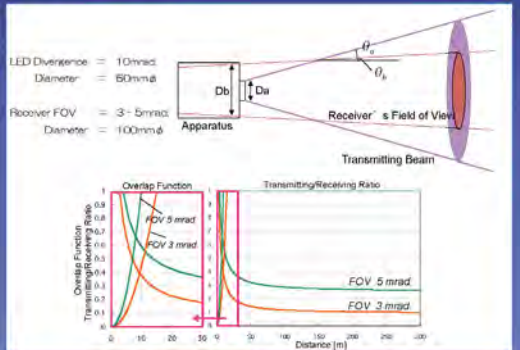
Monitoring of lowest atmosphere activity
System of 10cm tube size & 1kg weight
Capturing dust activity of a few m/s within 30m



Design of Mini-Lidar



Design for Optics



LED Pulse Driver

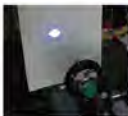
Block diagram of the LED Pulse Driver:

```
graph LR; A[Astable Multi-vibrator  
500kHz] --> B[Monostatic Multi-vibrator  
10ns]; B --> C[LED Current Drive  
>1A];
```

Heat Protection:
Separate LED module from vibrators.



→



Pulse Power	0.75W@385nm	Beam	30mmφ	Divergence	67mrad.
Pulse Width	12.5ns		50mmφ		10mrad.

High-Speed Photon Counters

Company	Resolution	Power Consumption	Notes
Trimatiz Co. Ltd.	5ns/0.75m	1.2W	
Shibasaki Co. Ltd.	4ns/0.63m	2W	2 Nights observations with PC battery They follow to LED PRF of 500kHz

Ground Experiment

Ground Experiment

Large wind tunnel at Japan Meteorological Research Institute
Dust Observation in Inage-kajiri, Tokyo Bay

Monitoring smoke activity of a few m/s
Analogous mini-lidar or a tracker

The diagram illustrates the optical setup of a mini-lidar or tracker. It shows two cross-sectional views of the device, connected by a large white arrow indicating a transition or comparison. Both views show a central vertical axis with a 'Mirror' at the top and a 'PMT' (Photomultiplier Tube) at the bottom. A 'Louvre' is positioned between the mirror and the PMT. The top view shows a 'Transmitter' at the top and a 'Receiver' at the bottom, both with a '100mm' scale. The bottom view shows a 'Transmitter' at the top and a 'Receiver' at the bottom, both with a '100mm' scale. The diagram also indicates a '3mrad' field of view. The photograph on the right shows the physical device, which is a black, cylindrical unit mounted on a base. It has a 'Transmitter' at the top and a 'Receiver' at the bottom, both with a '100mm' scale. The device is labeled 'Tracker'.

System Variation

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

Version 1

Version 2

Version 1 was used to make flow observation in wind tunnel facility.
Version 2 was used at Frazer-Nash 7000 bay. See poster 11/8

Atmosphere Observation

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

The graph displays two data series: 'atmospheric return' and 'land target return'. The x-axis represents 'distance (meter)' from -50 to 50, and the y-axis represents 'count' from 0 to 450. The 'atmospheric return' curve shows a sharp peak of about 400 counts at approximately -10 meters, followed by a rapid decay. The 'land target return' curve shows a peak of about 200 counts at approximately 10 meters, also followed by a rapid decay. Both curves show some noise at the baseline.

Distance (meter)	atmospheric return (count)	land target return (count)
-50	~10	~10
-40	~10	~10
-30	~10	~10
-20	~10	~10
-10	~400	~10
0	~10	~10
10	~10	~200
20	~10	~10
30	~10	~10
40	~10	~10
50	~10	~10

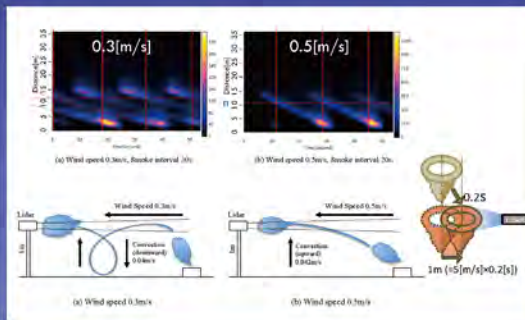
Large Wind Tunnel Facility

Monitoring smoke with constant speed by 0.2 summation

Large wind tunnel [2x3x15 m (height x width x length)]
Target: Glycine particles (4 - 5 μm)
Wind speed (0.3 ~ 1 [m/s]), Smoke period (5 or 15 [s])
Lidar observation: 0.2s ~ 300 timeseg [= 60s]

The diagram illustrates the experimental setup for monitoring smoke in a large wind tunnel. It includes a LIDAR sensor, a 15m long wind tunnel, a dust meter, and a smoke generator. A vertical scale bar indicates 1m. The LIDAR is positioned at the entrance of the tunnel, and the smoke generator is at the exit. The dust meter is located within the tunnel. The wind tunnel is labeled 'Wind tunnel' and the smoke generator is labeled 'Smoke generator'.

Smoke Flow Observation



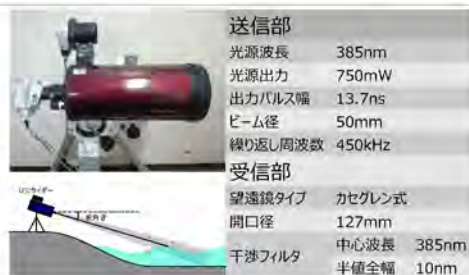
近距離ライダーによる地表面大気計測データからの情報抽出

千葉大学 大学院 融合科学研究科 森 康久仁

目的 - Objective

近距離ライダーにより計測されたデータからの情報抽出

海洋波浪の形は水中の流れと水深に加え、**風の動きに大きく影響を受けている**。そこで本研究は海洋波浪の計測を目的として開発したLEDライダーにより、陸上から低角で大気の状態と共に海洋波浪波形を計測し、波の情報の抽出および大気の状態との関連を解析する方法を検討する。

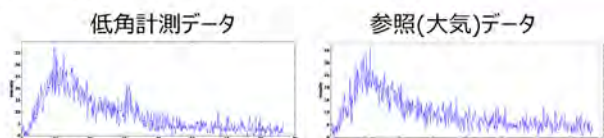


解析手法 - Methods

日時：2015年10月22日 20:08～22:02

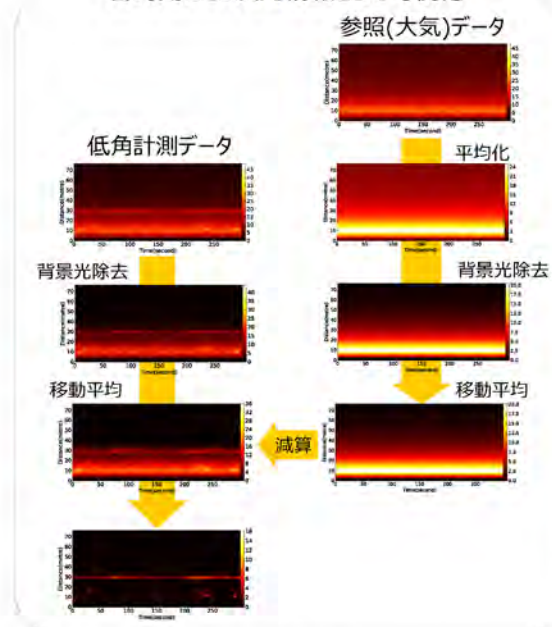
場所：千葉市稲毛ヨットハーバー付近

状態：晴れ・気温16.8度・陸から海に向かって緩やかな風



- ・時間分解能である0.25秒毎に上記のデータが保存される
- ・定格計測データでは30m付近に波のデータが計測されている
- ・計測データから背景光やノイズを除去し必要な情報だけを取り出す

各時刻ごと3次元情報として可視化

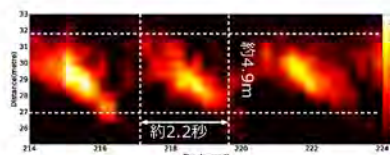


解析結果 - Analysis and Results

a) 波速の推定

約2.2秒で4.9mの波の移動

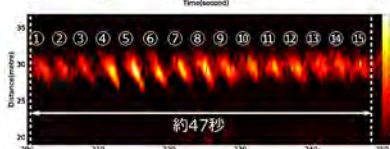
$$\frac{4.9}{2.2} \approx 2.2 \text{ m/sec}$$



b) 波の周期の推定

約47秒で15回の波が観測

$$\frac{47}{15} \approx 3.1 \text{ sec}$$



c) 潮汐変動の推定

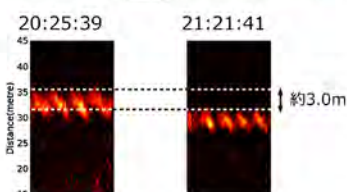
異なる時刻で同じ傾角(2.5度)で計測

$$\text{潮位変動量} = 3.0 \times \sin(2.5^\circ) \approx 0.13$$

56min(=0.93hr)の間に約0.13m

潮位が上昇

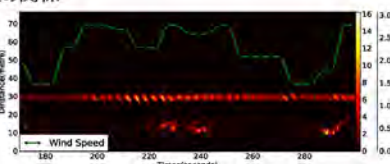
$$\frac{0.13}{0.93} \approx 0.14 \text{ m/h}$$



d) 波・大気のエコー強度と風との関係

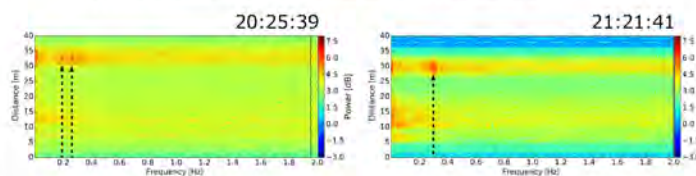
波の手前の陸上(海上)の大気の
乱れ・波のエコー強度・風速がそれ
ぞれ関連しているように見取れる

より詳細な解析が必要



e) 周波数解析

- ・距離分解能毎の時系列データに対してフーリエ変換した結果を同様に3次元情報として可視化
- ・それぞれの計測時刻で波の主要な周波数成分が異なっている
- ・ライダーからの距離5m～20m程度の地表面大気のゆらぎを確認できる



結論 - Conclusion

本研究では近距離計測用に開発したLEDライダーにより沿岸から計測した波浪波形から情報を抽出する方法論を提案した。

- 1) 計測データを3次元情報として可視化することにより波の基礎情報を抽出することができる。
- 2) 波のエコー強度は地表面の大気の状態と強い依存傾向にあることが確認できた。
- 3) 地表面大気の状態と波や風との相関関係を定量的に評価し、情報抽出に応用する方法論を検討する必要がある。

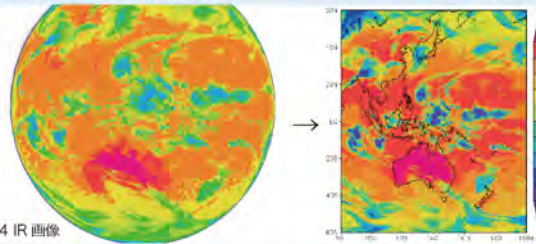
目的

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

今年度の研究内容

- チベット高原における GSMaP 降雨判定手法の改良
(昨年度構築した 1999 年以前の最新版 GSMaP プロダクトを使用)
- ひまわり4号受信データ (hirid 形式) のグリッド化コードの開発

1994年4月1日03ZのGMS4 IR画像



チベット高原における GSMaP 降雨判定手法の改良

山本宗尚¹・田中一平²・重 尚一¹

1: 京都大学大学院理学研究科 2: 京都大学理学部

Yamamoto et al. (2017): Improvement of the rain/no-rain classification method for microwave radiometers over the Tibetan Plateau.
IEEE Geosci. Remote Sens. Lett. doi:10.1109/LGRS.2017.2666814 (in print)



GSMaP

はじめに

- ① 領域はマイクロ波の地表放射率が、降水からの放射と背景放射を区別することが難しいため、高周波数帯の水粒子の散乱を利用して降水量を推定。
- ② 高高度域ではしばしば積雪となるが、散乱が強いために積雪を降水と判定する。積雪(低周波)域をスクリーニングする手法が開発され (Grody 1991)、多くのマイクロ波放射計衛星推定アルゴリズムに用いられている。
- ③ チベット高原は降雨判定の精度が落ちる (Yamamoto et al. 2011)
- ④ 積雪だけでなく、土壌水分や凍結温度日周変化などによりマイクロ波放射特性は時空間的に変動するため、地表状態の把握が必要
- ⑤ チベット高原夏季におけるGSMaP降雨判定精度の向上
 - 観測雨判定精度が落ちる原因の特定
 - 降雨/積雪判定手法の改善

TRMM PRは高周波と低周波の両方の観測データ

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

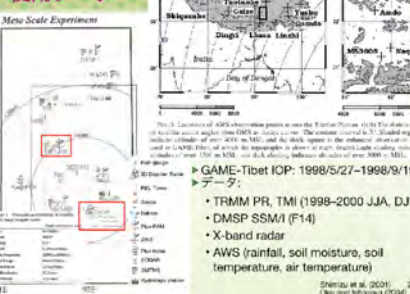
① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

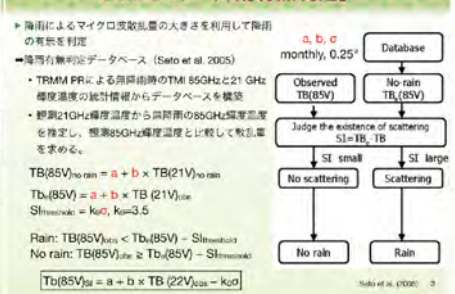
① ② ③ ④ ⑤

① ② ③ ④ ⑤

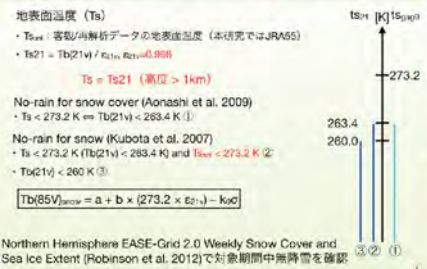
使用データ



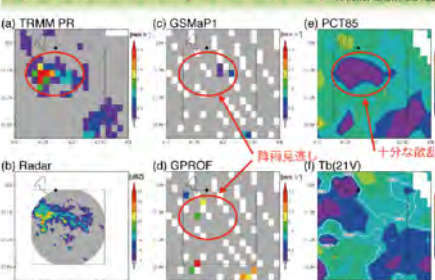
GSMaPの「降雨有無判定」



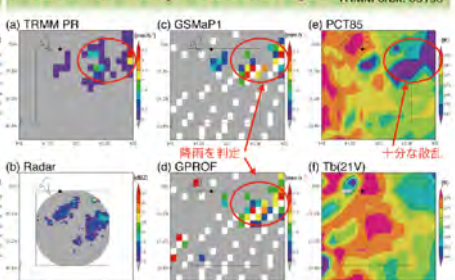
GSMaPの積雪スクリーニング



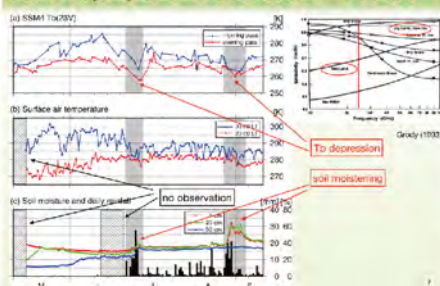
Undetected case (17 June 1998)



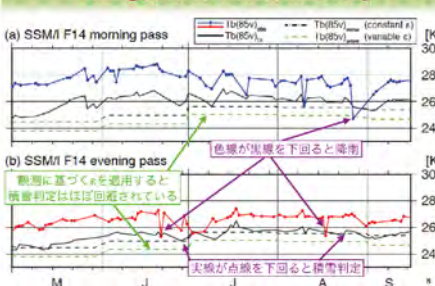
Detected case (18 June 1998)



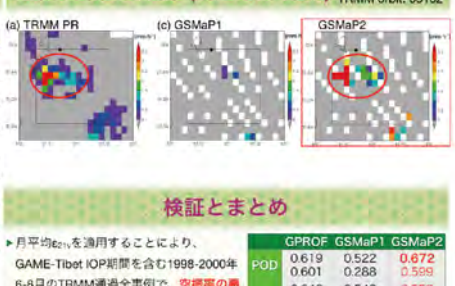
SSM/I Tb(23v)とMS3478地上観測データの比較



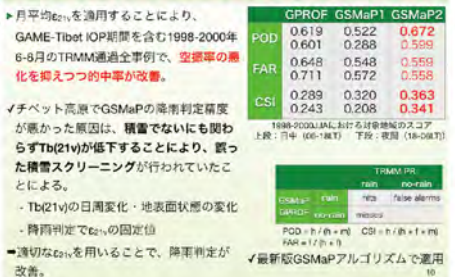
Changes of surface emissivity



Undetected case (17 June 1998)



検証とまとめ



2009年4月6日のL'Aquila地震に対して、温度異常が2009年3月30日、2016年8月24日Norecia地震に対して、温度異常が2016年8月24日、2016年10月30日Norecia地震に対して、温度異常が2016年10月25日にあったことがわかった。このことから、MODIS の夜間データを用いて、雲除去を行った後、時間空間的な統計的な解析で地震活動に関連する温度異常を検知することに適している可能性がある。

Nicola Genzano^{1,2}, Valerio Tramutoli^{1,3,4}
and Katsumi Hattori^{2,4,5}

¹ School of Engineering, University of Basilicata, Potenza, Italy

² Graduate School of Science, Chiba University, Chiba, Japan

³ Institute of Methodologies for Environmental Analysis, CNR, Tito Scalo (PZ), Italy

⁴ International Space Science Institute, Beijing, China

⁵ Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan

Contact author: nicogenzano@gmail.com

TIR anomaly possibly related to the large earthquake using MT-SAT data

1. Introduction

Looking toward the development of **multi parametric approaches**, which could be able to improve our capability to assess the seismic hazard in the short-term (from weeks to days before the earthquake), a preliminary step is to identify those parameters (chemical, physical, biological, etc.) whose anomalous variations can be, to some extent, associated with the complex process of preparation of earthquakes.

The **fluctuations of Earth's thermally emitted radiation**, measured by satellite sensors operating in the thermal infrared (TIR) spectral range, have been proposed since eighties as a potential earthquake precursor. Since 2001, the general change detection approach Robust Satellite Techniques (RST), used in combination with RETIRA (Robust Estimator of TIR Anomalies) index, showed good ability to discriminate anomalous TIR signals possibly associated to seismic activity, from the normal variability of TIR signal due to other causes (e.g. meteorological).

In this work, the RST (Robust Satellite Technique, Tramutoli 1998) data analysis approach has been implemented on TIR satellite records collected over Japan by the geostationary satellite sensor **MTSAT** (Multifunctional Transport Satellites) in the period June 2005 - December 2015 in order to evaluate its possible contribute to an improved multi parametric system for a **time-Dependent Assessment of Seismic Hazard (t-DASH)**.

For the first time, thermal anomalies has been identified comparing the daily TIR radiation of each location of the considered satellite portions, with its historical expected value and variation range (i.e. RST reference fields) computed using a moving window (i.e. 30 days) instead than fixed monthly window.

2. RST methodology and RETIRA index

The RST approach is based on a **multi-temporal analysis** of historical data set of satellite observations acquired in similar observational conditions (e.g. same hour of the day, same sensor, etc.). Such preliminary analysis is devoted to characterize the measured signal in terms of its expected value and variation range (i.e. RST reference fields) for each pixel of the satellite image to be processed.

In order to reduce meteorological effects in the computation of the reference fields, for the first time, instead of a fixed monthly window criteria, a 30 days moving window (i.e. 15 days before and 15 days after the considered day of the year) has been used.

To identify **TIR Anomalies**, RETIRA index was computed on the image at hand as in the following expression:

$$\odot_{\Delta T_{box}}(x,y,t) = \frac{\Delta T_{box}(x,y,t) - \mu_{\Delta T_{box}}(x,y)}{\sigma_{\Delta T_{box}}(x,y)}$$

where:

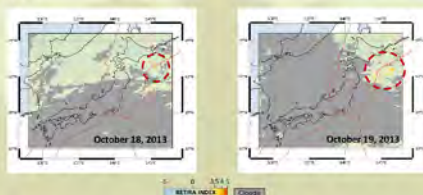
- x,y represent the coordinates of the centre of the ground resolution cell corresponding to the pixel under consideration on a satellite image;
- t is the time of the measurement acquisition with tet, where t defines the homogeneous domain of multi annual satellite imagery collected in the same time-slot of the day and period of the year;
- $\Delta T_{box}(x,y,t)$ is the spatial average of $\Delta T(x,y,t)$ within a region of 3×3 pixels centered at location x,y . It is computed only if at least 55% of pixels are clear or not close to cloud;
- $\Delta T(x,y,t) = T(x,y,t) - T(t)$ is the value of the difference between the punctual value of TIR brightness temperature $T(x,y,t)$ measured at the location x,y on the acquisition time t and its spatial average $T(t)$ computed on the investigated area considering only cloud-free* locations, all belonging to the same, land or sea, class (i.e. considering only sea pixels if x,y is located on the sea and only land pixels if x,y is located on the land);
- $\mu_{\Delta T_{box}}(x,y)$ is the time average value of $\Delta T_{box}(x,y,t)$ at the location x,y computed on cloud-free records belonging to the selected data set (tet);
- $\sigma_{\Delta T_{box}}(x,y)$ is the standard deviation value of $\Delta T_{box}(x,y,t)$ at the location x,y computed on cloud-free records belonging to the selected data set (tet).

* Cloud-detection is performed by using the One-channel Cloud-detection Approach (OCA) described in Cuomo et al., 2004

3. Identification of Significant Sequences of TIR Anomalies (SSTAs) in a possible relation with Earthquakes (M_{2.5})

As discussed in previous papers (e.g. Tramutoli et al., 2005) significant TIR Anomalies (TAs) possibly related to an impending earthquake are spatially and temporally persistent. To identify **Significant Sequences of Thermal Anomalies (SSTAs)** the following requirements must be satisfied:

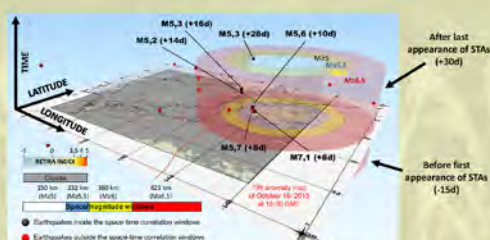
- Relative intensity: $\odot_{\Delta T_{box}}(x,y,t) \geq K$ (in this study $K=3.5$)
- Images affected by particular meteorological conditions (e.g. wide cloudy coverage), navigation errors (Filizzola et al. 2004), and/or know spurious effects (e.g. cold spatial average effect, Aliano et al. 2008, Genzano et al. 2009, Eleftheriou et al. 2016) have to be discarded;
- Spatial persistence: it is not isolated being part of a group of TAs covering at least 150km² within an area of $1 \times 1^\circ$;
- Temporal persistence: previous conditions (i.e. the existence of a group of TAs covering at least 150 km² within an area of $1 \times 1^\circ$ around x,y) are satisfied at least one more time in the 7 days preceding/following t .



In order to evaluate the possible correlations existing among the appearance of SSTAs and time, location and magnitude of earthquakes, empirical rules were applied (which were mostly based on the long-term experience on TIR anomaly maps analyses, see Tramutoli et al. 2015).

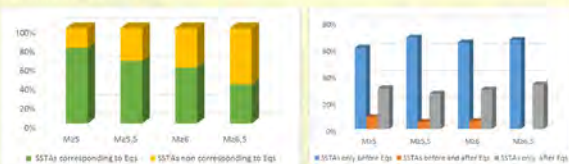
By this way each single Significant Thermal Anomalies (STA) observed at the time t in the location (x,y) will be considered possibly related to seismic activity if:

- It belongs to a previously identified SSTA;
- an earthquake of M_{2.5} occurs 30 days after its appearance or within 15 days before (**temporal window**);
- an earthquake with M_{2.5} occurs within a distance D, from the considered STA, so that $150\text{km} \leq D \leq R_D$ being $R_D = 10^{0.43M}$ the Dobrovolsky et al. (1979) distance (**spatial window**).



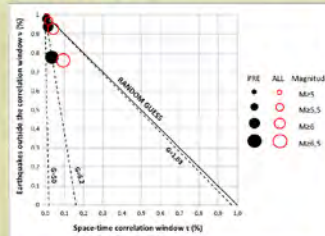
4. Results of long term correlation analysis and Conclusion

The analysis performed by applying previously established correlation rules to all the **29 SSTAs** identified on the whole time series of MTSAT TIR observations highlighted that the **80% of SSTAs are in apparent space-time relations with earthquake (M_{2.5})** occurrence and the **20% of SSTAs apparently are not related to documented seismic activity (false positives)**.



The Molchan error diagram (Molchan 1997) was implemented by plotting the fraction v of missed earthquakes (i.e., apparently not preceded/followed by SSTAs) against the fraction of alerted space-time volume τ .

It is quite evident, in comparison with the random guess, the not casual relations between SSTAs (identified by the RST methodology) and earthquakes occurrence which testify the added value of this parameter in the framework of a **multiparametric system for a t-DASH**.



REFERENCES

- Aliano et al. (2008). Robust TIR satellite techniques for monitoring earthquake active regions: Results, main achievements and perspectives. *Ann. Geophys.* 51, 309-317.
- Cuomo et al. (2004). A self-sufficient approach for Earth's thermal radiation detection. *Atmos. Res.* 72, 39-56.
- Dobrovolsky I. V., Zlobin S. M., Machin V. I. (1979). Estimation of the size of the fissile preparation zones. *Pure and Applied Geophysics*, 111, 1025-1044.
- Eleftheriou A. et al. (2016). Long Term RST Analysis of Anomalous TIR Sequences in Relation with Earthquakes Occurred in Greece in the Period 2004-2013. *Pure and Applied Geophysics*, 178(1), 386-395.
- Filizzola C. et al. (2004). Robust satellite techniques for seismically active areas monitoring: a feasibility analysis on September 7, 1999 Athens's earthquake. *Phys. Chem. Earth* 29, 817-827.
- Genzano N. et al. (2005). RST analysis of MSG-SEVIRI TIR radiances at the time of the Abruzzo 6 April 2009 earthquake. *Risk Analysis* 25(9), 2073-2084.
- Koshubskiy G. (1997). Earthquake prediction as a decision-making problem. *Pure and Applied Geophysics*, 149, 233-247.
- Tramutoli V. (1998). Robust Satellite Techniques (RST) for Environmental Monitoring: theory and applications. In: *Environ. Monit. Assess.* 50, 103-118.
- Tramutoli V. (2005). Robust Satellite Techniques (RST) for natural and environmental hazards monitoring and mitigation: ten years of successful applications. In: *Liang S., Liu S., Li X., Liu S. (eds) Springer Earth and Planetary Science Series, Springer, Berlin, Heidelberg, China*, 2005, pp. 769-797.
- Tramutoli V. (2007). Robust Satellite Techniques (RST) for Natural and Environmental Hazards Monitoring and Mitigation: Theory and Applications. 2007 Int. Work. Anal. Multi-temporal Remote Sens. Imagery, IEEE, pp. 1-4.
- Tramutoli V. et al. (2005). Assessing the potential of thermal infrared satellite surveys for monitoring seismically active areas: The case of Romania (Bani) earthquake. *Angew. 17*, 1939. *Remote Sens. Environ.* 96, 409-426.
- Tramutoli V. et al. (2015). First global comparison of Robust Satellite Techniques: 30 years of thermal infrared satellite data analyses for the study of earthquake preparation phases. *Remote Sens. Environ.* 150, 104-116.

ACKNOWLEDGMENT

The research leading to these results has received funding from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) through the JSPS Fellowship Programs for Overseas Researchers (FY 2015). MTSAT data are provided by the Center for Environmental Remote Sensing of Chiba University.

研究会

CEReS共同利用研究CJ16-28(研究会)

環境問題の現場における 超学際研究の新展開

研究代表者: 近藤康久(地球研) 対応教員: 近藤昭彦(CEReS)
共同研究者: 石井勲一郎・奥田 昇・窪田順平・手代木功基(地球研)・
木本浩一(関学大)

CEReS 大学共同利用機関法人 人間文化研究機構
総合地球環境学研究所
Research Institute for Humanity and Nature

この共同研究はCEReSと地球研の学術交流に関する包括協定に基づき企画されました。

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構
総合地球環境学研究所
Research Institute for Humanity and Nature

ちきゅうけん



- 2001年に文部科学省附置研究所として創設。京都市北区上賀茂に所在。
- 地球環境問題を「人と自然の相互作用環」の視点から研究。
- 文理融合型の共同研究プロジェクトを時限付きで推進。
- 社会の多様なアクターとの協働による超学際研究が持ち味。
- 持続可能性国際研究プログラム「Future Earth」のアジアセンター。

8プロジェクトが進行中+終了27プロジェクト

地球研の研究



超学際研究 Transdisciplinary Research

社会との協働による課題解決型研究

地球環境問題などの社会課題を解決するための
政府・自治体・企業・NPO・地域住民など
社会の多様なアクターとの協働による

- 研究の共同計画 (co-design)
- 知識の共同生産 (co-production)
- 成果の共同展開 (co-dissemination)

(Mäuser et al. 2013. doi:10.1016/j.cosust.2013.07.001)

- 異なる知識や価値観をアクター間の学び合い (mutual learning) が特に重要

futureearth
community for global sustainability

地域の環境社会課題に関与するアクターの類型

アクター 類型	知識 システム	地域の課題に対する利害意識が	
		強めの アクター	弱めの アクター
研究者	外部 科学知	レジデント型研究者	非レジデント型研究者 =わたしたち
プロボノ 専門技能ボランティア	技術知	プッシュ/プル伝達	ITエンジニア 社会起業家 etc.
意思決定者	行政知 ガバナンスの知	地方行政官 地域の有力者	国家行政官
事業者 生活者	在来知 なりわいの知	NPO職員 アクティブな企業 アクティブな地域住民	無関心層(サイレント マジョリティ)

橋渡し人材

プロボノ: 社会課題解決の新しいアクター

MIX!! 琵琶湖



Happy Life Ideathon 2015.10.3 地球研



グラフィックレコーディング

- 法律、金融、IT、ソーシャルデザインなどの専門知識・技能をもつ個人
- 地縁はないが、社会貢献意欲が高い。
- オープンデータを用いたソーシャルイノベーションを主導

ちきゅうけい 千葉大CEReS-地球研合同ワークショップ

環境問題の現場 における超学際 研究の新展開

日時 2016年10月9日(日) 13:00 ~ 10月10日(祝) 12:00
場所 総合地球環境学研究所 講演室

世界各地で多発する環境問題に対処するために、「社会のための科学」の実現が重要な課題となっています。環境問題を解決するためには、社会の多様なステークホルダー（利害関係者）との協働、すなわち科学者が地球学、環境科学が最先端（フロンティア）の生活者の生活（暮らし）の知恵を待ち受け、知識と相互理解を通して合意形成に至る超学際（transdisciplinary approach）が必要であるといわれています。ステークホルダーは多層的であり、ステークホルダー間の利害調整や対立、政策決定者との関係など、超学際に関わる科学者が把握しておくべき課題はたくさんあります。そこで本ワークショップでは、環境問題の現場におけるステークホルダーとの協働の見識を共有することを図り、社会における科学の役割と、政策決定への科学者の関与のあり方について議論します。また、リモートセンシングやビッグデータといった新しい情報源の活用について、関連する諸分野の研究者や地域社会のリーダーと意見交換を行うとともに、参加者間の対話を通じて環境問題の現場における超学際研究の現状と課題を整理し、地球環境研究が今後進むべき方向性を予察します。どうぞふるってご参加ください。

イントロダクション

- 近藤昭彦 JpGUステークホルダーセッションの報告
 - 近藤康久 趣旨説明
 - 木本浩一 なぜ、ステークホルダーなのか
～合議制アソシエーション再考～
- 基調講演
- 安岡善文 科学技術を社会にどうつなげるか
～超学際研究の実践と方法論～

学の際(きわ)を超える

【所属】● 千葉大 ● 地球研 ● それ以外

セッション1 閉鎖性水域の水問題における協働

- 小倉久子 印旛沼流域圏における市民協働
 - 浅野悟史 「しあわせの環境ものさし」づくりに見る超学際科学～環境保全型農業の新たな幕開け
- コメント: ● 窪田順平

【所属】● 千葉大 ● 地球研 ● それ以外

セッション2 原子力災害における協働

- 小林達明 被災地のステークホルダーとの協働
- コメント: ● 中原聖乃

セッション3 森林保全における協働

- 蔵治光一郎 森林保全におけるステークホルダーとの協働
- コメント: ● 奥田 昇

【所属】● 千葉大 ● 地球研 ● それ以外

セッション4 乾燥地における協働

- 清水貴夫 異床同夢:西アフリカ半乾燥地に住まう人びとと砂漠化問題を共有する
 - 祖父江侑紀 モンゴルでの経験から
- コメント: ● 石井勘一郎

【所属】● 千葉大 ● 地球研 ● それ以外

セッション5 リモセンとステークホルダーの連結

- 濱 侃 ドローン・リモセンによる市民との協働
 - 楊 偉 Contributions of remote-sensing scientists to the Future Earth project: What and How?
 - 近藤康久 Google Earth Engineを用いた超学際リモートセンシングの可能性～地球環境GIS講習会2016の経験から～
- コメント: ● 小寺昭彦

ディスカッション

【所属】● 千葉大 ● 地球研 ● それ以外

ワークショップを通じて
考え始めたこと。

13

社会課題解決型研究におけるアクター間にはどこ
にどんな”ずれ”(ギャップ)が生じる？

1. 研究の共同計画 Co-design	2. 知識の共同生産 Co-production	3. 成果の共同展開 Co-dissemination
- 課題認識 - 問題設定 - 優先順位 - 解決手段 - リスク評価 - 他者認識 - モチベーション - インセンティブ	- 現状認識 - 目標と現状の差 - 研究作法 - 用語理解 - 研究の進め方 	- 成果発信 - 論文重視？ - メディア重視？ - 成果展開 - 人材育成 - 社会実装 - 成果評価 - 将来展望

14

何がギャップを生む？

15

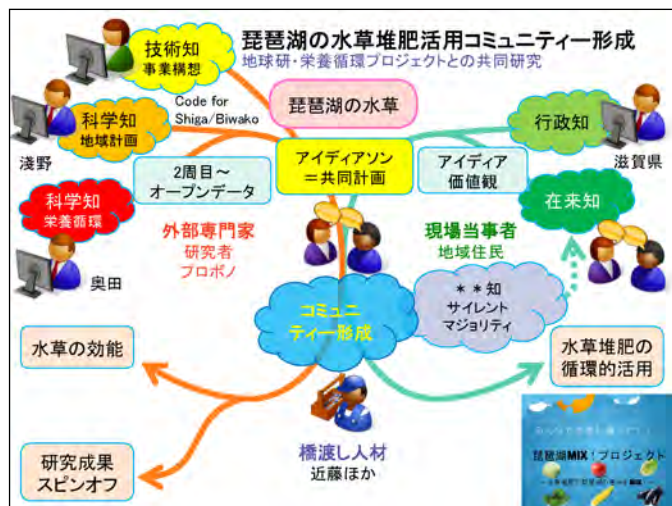
語彙 知識資源の偏在 内集団/外集団の重層性
 情報リテラシ 権力関係 利権 規範 言説
 情報へのアクセス可能性 ムラの掟 本音と建前
 組織の論理
 何がギャップを生む？
 社会経済的地位 インセンティブ 共通上位目標の欠如
 他者への想像力の欠如 関与意欲 価値観 宗教
 感情 情動 不公平感 倫理観 世界観 信条
 当事者意識の欠如 言語 固定観念 タブー

知識情報ギャップを克服する方法



知の橋かけ研究モデル





次回予告 JpGU-AGU Joint Meeting 2017

社会とともに地球環境問題の解決に取り組む 超学際研究の未来

2017年5月22日(月) 15:30～17:00 幕張メッセ特設会場

本セッションでは、超学際アプローチの理論と具体的な実践例を共有することを通じて、その現状と課題を整理し、地球環境研究が今後進むべき方向性を予察します。分野を問わず、社会との協働を実践している又はこれから計画・検討する研究プロジェクトからの話題提供を歓迎します。

代表コンピーナ: 近藤康久

共同コンピーナ: 近藤昭彦・木本浩一・手代木功基

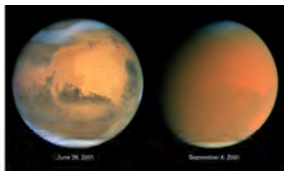
本日17時(!)投稿締切 投稿絶賛募集中!

火星用LED LIDAR の屋外性能評価

乙部 直人(福岡大学・理), 椎名 達雄(千葉大学・融合科学), 千秋 博紀(千葉工業大学・PERC)

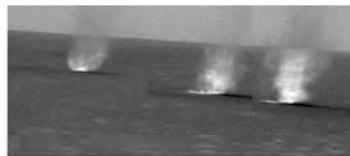
梅谷 和弘・はしもと じょーじ(岡山大学・自然), 眞子 直弘・久世 宏明(千葉大学・CEReS)

火星の大気環境



左:比較的大気がキレイ(低DUST)と
右:全球的なダストストームが発生している状態

火星は気圧が(1/200気圧)と低いがダスト(細かい(1 μ m程度)岩石の粒)が大量に浮遊している。これらが日射を吸収しエネルギー供給に重要であり大気大循環にも大きく影響を与えている。さらに、時にはほぼ全球規模のダスト嵐を引き起こすこともあり、火星の大気環境を考える上でも重要な物となっている。ダストの供給源である火星表面でのダスト観測は火星探査時の大気観測項目としては重要なものとなる。



火星でのダストデビルと呼ばれるつむじ風

地表で一様に吹くような強風によって巻き上げる以外に
つむじ風のような構造をもった渦がダストを巻き上げている量が
ほぼ同程度という見積りもあり、風速+ダストの量を測るだけではなく
地表付近の構造も観測できる測器が必要である。

ライダーの開発と性能評価

火星表面からのダストの供給量を知るには風速との相関を見る必要や空間的な分布を知る必要があり測器を多数展開することが出来ない火星ではLIDARを使うしかない。リソースが限られるためにLEDを利用して小型小電力のLED LIDARを開発してきた。(123) 無人小型飛行体搭載用LEDミニライダーによる野外ダストモニタリング

既に、気象研究所などでの風洞を利用し、室内でのテストを行って来た。

今回は屋外での動作および屋外での性能のテスト、および、日射による影響を評価して今後開発を続けるためのデータ取得を目的とした屋外観測を行った。



観測地点(2016/12/06)



観測測器とその配置

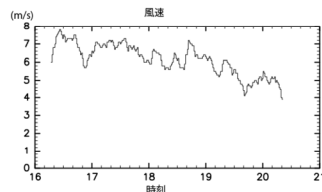
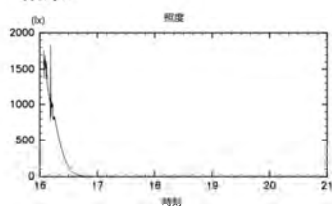


左上: LIDAR 右列の下: ライダーを設置した状態。
 右の上: おんどとり(日射計、紫外線計を含む、温度湿度)
 右の中: Vaisara製気象測器(温度湿度風速)

配置は上の図のように置きLIDAR 地上近くに設置し少し仰角を持たせている。気象測器はLIDARの狙っている先に視野に入らない位置に設置した。

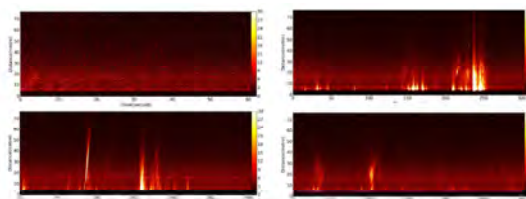


結果



日が沈む前の試験も追加で行った

基本的には月明り程度(0.5lx)の環境での試験
風速は常時6(m/s)程度で、時折突風というような
強い風が吹いたが風速計は5秒平均値なので、
瞬間風速はわからない。

[illegible]

左上是まだ日が落ちていないときに計測したもので残りは、暗くなってからの物。
やはり明るいうちはダストからの散乱シグナルは背景光に埋没してしまいダストの計測は
行なえなかった。

暗くなつてからは、粒子カウンターと比較しても強度的にも正しく計測できていることが分かった。ライダーの付近の値と粒子カウンターは5秒程度のずれでよい相関を示し、30mの距離と6m/s程度の風速であることでよい説明を与える。

まとめ

1. 屋外でも十分に観測が可能であることが確かめられた.
2. 環境光の影響は予想通り大きく、素子や形状など検討を続ける必要がある.



第19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 2017年2月16日(木) 9:00~17:00

—プログラム—

9:00-9:10 開会の挨拶 安岡センター長(3階 レセプションホール)

【講演1】 9:15-11:15 (3階レセプションホール)

(座長 1-3: 梶原康司、4-6: 入江仁士) (発表: 15分、質疑: 5分)

(1) 9:15-9:35

衛星画像と光学・レーダー観測による九州の火山噴煙の解析

木下紀正(鹿児島大学・教育学部)・眞木雅之・土田 理・飯野直子・金柿主税

(2) 9:35-9:55

気候モデル数値実験結果による衛星プロダクト導出アルゴリズムの検証

森山雅雄・馬淵和雄(長崎大学・工学研究科)・本多嘉明・梶原康司

(3) 9:55-10:15

紫外ラマンライダーによる対流圏エアロゾルと水蒸気の鉛直分布の観測

村山利幸(東京海洋大学・海洋工学部)

(4) 10:15-10:35

SKYNET 観測エアロゾルパラメータの誤差評価と解析システムの高度化

カトリ プラディーブ(東北大学・理学研究科)・入江仁士

(5) 10:35-10:55

RSTAR を用いた地表面反射率と大気的光学的厚さの同時推定

飯倉善和(弘前大学・理工学研究科)・久世宏明・関口美保・眞子直弘

(6) 10:55-11:15

マイクロ波放射計、散乱計及びメソ気象モデルを用いた洋上風力資源量推定手法の開発

香西克俊(神戸大学・海事科学研究科)

11:20-12:20 【ポスターセッションコアタイム】(3階 会議室4)

12:20-13:30 昼食

【講演 2】 13:30- 15:30 (3 階 レセプションホール)

(座長 7-9: 本多嘉明、10-12: 樋口篤志) (発表: 15 分、質疑: 5 分)

(7) 13:30-13:50

UAV リモートセンシングによる千葉の里山の植物観測

永井信 (海洋研究開発機構・地球表層物質循環研究分野)・梶原康司・鈴木力英・本多嘉明

(8) 13:50-14:10

An Automatic Cloud Detection Method for Landsat Time-series Data and Its Application in Monitoring Phenology of Amazon Forest

Xuehong Chen (Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences)

Shuli Chen・Miaogen Shen・Wei Yang・Jin Chen

(9) 14:10-14:30

熱帯林における森林モニタリング技術の確立

加藤 顕 (千葉大学・園芸学研究科)・若林裕之・早川裕式・小花和宏之・

J. T. スリ スマンティヨ

(10) 14:30-14:50

ひまわり 8 号を用いた二方向性反射特性の解析

松岡真如 (高知大学・教育研究部)・赤塚慎・本田理恵・高木方隆

(11) 14:50-15:10

太陽光を利用した群落レベルでのスタンドオフ植物蛍光測定: 圃場・森林への応用

増田健二 (静岡大学・技術部)・眞子直弘・本間香貴・村松加奈子・吉村謙一・小南裕志・久世宏明

(12) 15:10-15:30

環境問題の現場における超学際研究の新展開

近藤康久 (総合地球環境学研究所・研究基盤国際センター)・近藤昭彦・木本浩一・石井励一郎・奥田 昇・窪田順平・手代木功基

【講演 3】 15:40- 17:00 (3 階 レセプションホール)

(座長 13-16: J. T. スリ スマンティヨ) (発表: 15 分、質疑: 5 分)

(13) 15:40-16:00

リモートセンシングと短期地震予測

服部 克巳 (千葉大学・理学部)

(14) 16:00-16:20

震災時の津波遡上災害における人命リスクの評価と減災対策

—神奈川県海岸域の津波遡上における災害弱者の特性—

金子 大二郎（株式会社 遥感環境モニター）

(15) 16:20-16:40

阿蘇山・仙酔峡における斜面崩壊の高精細地形解析

齋藤 仁（関東学院大学・経済学部）・内山庄一郎・小花和宏之・早川裕式・

J.T. スリ スマンティヨ

(16) 16:40-17:00

PALSAR-2 画像を用いた 2016 年熊本地震の建物被害把握

劉ウェン（千葉大学・工学研究科）・山崎文雄

17:30-19:00 意見交換会（けやき会館 1 階 レストランコルザ）

【ポスターセッション】（3 階 会議室 4）コアタイム 11:20-12:20 掲示時間 8:45-13:30

ポスターサイズ：A0 版

(1) 小型無人航空機（UAV）を用いた森林樹冠の地表面モデル（DSM）の作成

齋藤 有希（首都大学東京・都市環境科学研究科）・酒井健吾・長谷川宏一・泉 岳樹・松山 洋

(2) 地上型レーザスキャナを用いた広葉樹の材積推定手法の検討

柳原絵里奈（宇都宮大学・農学部）・有賀一広・田村太壺・加藤 顕

(3) MERIS データによる霞ヶ浦基礎生産量の推定

松下文経（筑波大学・生命環境系）・竹ヶ原彬人・楊 偉

(4) 擬似的多方向観測データを用いた針葉樹林・広葉樹林の特徴抽出

曾山典子（天理大学・人間学部）・村松加奈子・醍醐元正・本多嘉明

(5) 探査機リモートセンシングデータを用いた火星大気環境の研究

野口克行（奈良女子大学・研究院自然科学系）・入江仁士

- (6) 地上観測データ解析による奈良におけるエアロゾルの研究
久慈誠（奈良女子大学・研究院自然科学系）・石原愛花・藤井美有紀・村崎あつみ
- (7) Kintex-7 を用いた UAV 搭載 CP-SAR システム
文屋 勝（千葉大学・融合科学研究科）・難波 一輝・J.T. スリ スマンティヨ
- (8) TRMM 時代以前の全球降水マッププロダクトの試作と降水の気候変動解析
山本宗尚（京都大学・理学研究科）・重 尚一・樋口篤志
- (9) TIR anomaly possibly related to the large earthquake
高新茹（University of Basilicata）・Nicola Genzano Valerio Tramutoli・服部克巳
- (10) TIR anomaly possibly related to the large earthquake using MT-SAT data
Nicola Genzano (Chiba University)・Valerio Tramutoli・Katsumi Hattori
- (11) Statistical Study of Receiver Operating Characteristic Curve on Seismo-Ionospheric Precursors of the Total Electron Content Associated with Large Earthquakes in Japan
Tiger Jann-Yenq Liu (National Central University)・Katsumi Hattori・Dimitar Ouzounov・Yuh-Ing Chen・Cheng-Yan Liu
- (12) フラックス最適化の大気 CO₂ 濃度へのインパクト
丹羽 洋介（気象庁気象研究所・海洋・地球化学研究部）
- (13) 火星用 LED LIDAR の屋外性能評価
乙部 直人（福岡大学）・椎名 達雄・千秋 博紀・梅谷 和弘・はしもと じょーじ・眞子 直弘・久世 宏明
- (14) UAV-SfM 測量による斜面崩壊前兆現象抽出の試み
小花和 宏之（株式会社 ビジョンテック）・早川 裕式・加藤 顕
- (15) Study for dynamical process of atmospheric compositions in troposphere and stratosphere using satellite data
- Part II: Seasonal and Intraseasonal variations of CO₂ and CH₄ from GOSAT FTS TIR -
江口菜穂（九州大学・応用力学研究所）・齋藤尚子
- (16) アイスアルジーのリモートセンシングの開発
朝隈 康司（東京農業大学・生物産業学部）
- (17) 光学式ガス検出センサシステムの開発検討
大前宏和（株式会社 センテンシア）・三宅俊子・J.T. スリ スマンティヨ

- (18) 近距離ライダーによる地表面大気計測データからの情報抽出
森 康久仁（千葉大学・融合科学研究科）
- (19) リモートセンシングデータを活用したミツバチの生息・生育空間の分析 その4
岡田 信行（株式会社 オルト都市環境研究所）
- (20) カメラを用いた火星表層環境観測の検討
千秋博紀（千葉工業大学・惑星探査研究センター）・はしもとじょーじ・野口克行・鈴木 睦・
久世宏明・眞子直弘・杉山耕一郎・高橋芳幸・大西将徳
- (21) 白色光レーザーを用いた温室効果ガスの計測法の開発
染川智弘（公益財団法人レーザー技術総合研究所）・眞子直弘・久世宏明
- (22) Pi-SAR-2L によるサロマ湖上氷の後方散乱特性解析
若林 裕之（日本大学・工学部）・長 康平
- (23) 無人小型飛行体搭載用 LED ミニライダーによる野外ダスト挙動観測
椎名 達雄（千葉大学・融合科学研究科）
- (24) 高精細地形地物情報を用いた植生形状と地形変化の相互作用の評価：
日本列島中部の中起伏流域を例に
早川裕式（東京大学・空間情報科学研究センター）・蝦名益仁・加藤 顕・小花和宏之
- (25) シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた水稻生産量推定法の検討
佐々木剛志（東北大学・農学部）・加藤瑞稀・本間香貴・本郷千春・牧雅康
- (26) L-バンド合成開口レーダのオブジェクトベース解析による津波被害評価関数の開発
郷右近英臣（東京大学・生産技術研究所）・越村俊一・目黒公郎・劉 ウェン・成毛麻里子
山崎文雄
- (27) 生活環境圏における CO₂ 濃度の計測と検証
桑原祐史（茨城大学・広域水圏環境科学教育研究センター）・飯田大貴・奥出信一郎・眞子直弘
久世宏明

第 19 回 CERE S 環境リモートセンシングシンポジウム
資料集

編集 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
共同利用研究推進委員会

〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

電話 043-290-3832 FAX 043-290-3857

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

印刷 (株)ハシダテ