第 26 回 CEReS 環境リモートセンシングシンポジウム 資料集

Proceedings of the 26th Symposium on Remote Sensing for Environment

2024 年 2 月 15 日 ハイブリッド形式(千葉大学&Zoom)

千葉大学環境リモートセンシング研究センター Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) Chiba University The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium

Hybrid: Keyaki Kaikan, Chiba University & Zoom

ver. 20240214

- **会期:** 2024年2月15日(木)
- 形式: ハイブリッド形式
 - 千葉大学西千葉キャンパスけやき会館 & Zoom(※)

※Zoom 接続情報はシンポジウム直前に参加者に別途メールでお知らせします。

%Zoom connection information is emailed to participants before the symposium.

口頭発表

- ・1 件あたりの発表時間は 15 分(発表 10 分+質疑4分+予備1分)です。
- ・発表はご自身の PC をプロジェクタに接続して行います。PC に HDMI 端子が必要です。 必要に応じて変換コネクタなどをご持参ください。
- ・現地設置の PC でも発表できるよう、念のため、プレゼンテーションのファイルをご準備ください。
- ・ご自身の PC の準備が難しい場合は、事前に CEReS 共同利用研究推進委員会にご連絡ください。 CEReS 共同利用研究推進委員会: kyoudo@ceres.cr.chiba-u.ac.jp
- ・発表前の休憩時間などに、PC とプロジェクタの接続確認を推奨します。
- ・スライドは日本語でも英語でも構いません。
- ・発表では powerpoint のレーザーポインター機能の利用を推奨します。ただ、現地のレーザーポイン ターも使用できます。ただし、オンライン参加者には見えない点、ご留意ください。

ポスター発表

- ・ポスターボードのサイズは、900 mm(横) × 1800 mm(縦)です。
- ・日本語でも英語でも構いません。
- ・ポスターは終日の掲示を推奨します。
- ・ポスターセッションのコアタイムはプログラムをご確認ください。
- ・ポスターの固定に必要なピン等は CEReS 側で準備いたします。

その他

- ・進行は現地の状況を優先します。オンラインで不具合が生じた場合はご了承ください。
- ・学内のセキュリティのため、会場でのWi-Fiの提供はできない見込みです。
- ・発表後に発表資料をメールで収集し、資料集とさせていただく予定です。その際、資料集として公開 に適さない部分は削除していただいて構いません。発表で使った資料を1スライド1枚の PDF ファイ ルでご提供ください。ポスターは PDF に変換した形でご提供ください。ご協力のほど、よろしくお願い いたします。
- ・懇親会参加費(5,000円/人)はシンポジウム受付にて集金いたします。お釣りのないようにご準備いただくようお願いいたします。

The participation fee for the social gathering will be collected at the symposium reception. Please have exact change (5,000 JPY) ready.



■February 15, 2024 (Thr)

UTC JST 00:30 09:30 Welcome 服部克巳 (CEReS/Chiba-U) 00:35 09:35 Logistics 入江仁士 (CEReS/Chiba-U) please use your laptop PC for your talk. presentation: 10 min. Q&A: 4 min.

<u>災害・マイクロ波リモートセンシング [Chair: ヨサファット & 柏原久人]</u>

	<u> </u>	
00:40	09:40	Pre- and Co-seismic lonospheric Disturbances of the 1 January 2024 Noto
		Peninsula M7.6 Earthquake
		*Tiger Jann-Yenq Liu, Katsumi Hattori, Chia-Hung Chen, Chi-Yen Lin, Tie-Chi
		Liu, Yun-Cheng Wen, Fu-Yuan Chang, Chia-Wei Chang, Charles Chien-Hung
		Lin, and Yuh-Ing Chen
00:55	09:55	[online] Pre-earthquake signatures associated with Turkey on February 6th,
		2023, revealed with the multi-parameter ground and space observation
		*Dimitar Ouzounov, Sedat Inan, Pavel Kalenda, Sergey Pulinets, J.Y. Liu,
		Xuhui Shen, Rui Yan, Katsumi Hattori, Jana Rušajová, Menas C. Kafatos, and
		Patrick Taylor
01:10	10:10	[online] Coastal Land Deformation of Palu City: City Above Two Continental
		Plate Subduction Zone
		*M. Helmi, A. Hartoko, and Hariadi

01:25 10:25

(Break)

陸域 · 炭素循環 [Chair: 市井和仁 & 山本雄平]

定量の
定量の
定量の
定号の
定号の
定量の
定量の
only
only
only

CEReS の新任教員の紹介 [Chair: 樋口篤志 & 竹中栄晶]

- 05:30 14:30 **(TBD)** *岡﨑淳史 (CEReS/Chiba-U)
- 05:45 14:45 (TBD) *山本雄平 (CEReS/Chiba-U)

大気·放射伝達 1 [Chair: 金子凌 & 岡﨑淳史]

- 06:00 15:00 [online] A hybrid cloud detection and cloud phase classification algorithm using classic threshold-based tests and extra randomized tree model *Huazhe Shang, Husi Letu, Xu Ri, Wei Lesi, Laixiong Wu, Jiangqi Shao, Takashi M. Nagao, Takashi Y. Nakajima, Jérôme Riedi, Jie He, and Liangfu Chen
- 06:15 15:15 [online] A precipitation estimation method by considering clouds microphysical parameters based on observations from geostationary satellite

Dabin Ji, *Husi Letu, Huazhe Shang, and Jiancheng Shi

06:30 15:30 3D effects of surface inhomogeneity on radiance of ground- and satellitebased observations

*Masahiro Momoi, Oleg Dubovik, Pavel Litvinov, and Christian Matar

- 06:45 15:45 **乱気流を伴うトランスバースバンドの特徴** *藤田友香,渡来靖,工藤淳
- 07:00 16:00

(Break)

大気·放射伝達 2 [Chair: 齋藤尚子 & Belikov Dmitry]

- 07:15 16:15 **中赤外スーパーコンティニューム光源を利用した大気中 CO₂の計測** *染川智弘, 眞子直弘, 倉橋慎理, 松田晶平, 余語覚文, 椎名達雄, 久世宏明
- 07:30 16:30 **ゴビ砂漠におけるダスト消散係数一質量変換係数(MECF)の研究** *甲斐憲次,河合慶,神慶孝,椎名達雄, E. Davaanyam
- 07:45 16:45 [online] Classification of air pollution levels in urban areas using satellites imagery – low-cost GNSS and machine learning techniques *Mokhamad Nur Cahyadi, Failagul Hag, and Agus Budi Raharjo
- 08:00 17:00 [online] Validation of satellite GOME-2(A/B/C), OMI, TROPOMI and GEMS NO₂ and HCHO data with MAXDOAS data *Gaia Pinardi, Hitoshi Irie, Steven Compernolle, Tijl Verhoelst, Isabelle De Smedt, Bavo Langerock, Jean-Christopher Lambert, and Michel Van Roozendael
- 08:15 17:15 **次年度の公募について**

入江仁士 (CEReS/Chiba-U)

08:20 17:20 **閉会の挨拶**

市井和仁 (CEReS/Chiba-U)

09:30 18:30

to

- 11:30 20:30
- Social Gathering @ エドモンド(JR千葉駅南口より徒歩約7分)

https://www.hotpepper.jp/strJ003625364/map/

この案内の最後に掲載の地図を参照ください。

※懇親会参加費 5,000 円/人は、シンポジウム受付にて集金します。 お釣りのないようにご準備いただくようお願いいたします。 The participation fee for the social gathering will be collected at the symposium reception. Please have exact change ready. (5,000 JPY)

Poster

- Cancel P-01 Satellite Image based Disaster Damage Detection and Severity Analysis using Deep Convolutional and Generative Adversarial Neural Networks *Tasnim Ahmed
 - P-02 深層学習に用いる解像度と評価に用いる解像度の関係 *横山洋斗,高橋徹
 - P-03 レーダー雨量と衛星データを利用した豪雨検知ディープラーニングモデル *金子凌,坂内匠
 - P-04 Sentinel-1 データを使用した機械学習による浸水被害領域抽出精度評価 *若林裕之,五十嵐貴大
 - P-05 ひまわり八号の海面温度による海洋熱波の高精度検出 *肖琦,楊偉
 - P-06 Monitoring active volcanoes by means geostationary satellite observations *N. Genzano, A. Falconieri, K. Hattori, F. Marchese, N. Pergola, and V. Tramutoli
 - P-07 ひまわり AHI データを用いた火山溶岩活動の監視:溶岩噴出前の地表面温度の時空間変動 *北出明嗣,金子柊,吉野千恵,服部克巳
 - P-08 ひまわり 8/9 号エアロゾルプロダクトを用いた陸域大気補正アルゴリズムの検討 *山本浩万,入江 仁士
 - P-09 Utilizing geostationary satellite data for ultra-short-term forecasting of solar irradiance by a multivariate Long-Short-Term Memory Recurrent Neural Network *Nifat Sultana, and Narumasa Tsutsumida
 - P-10 衛星リモートセンシングを用いたソーラーパネル検出アルゴリズムの検証・改善 *植田晴
 - P-11 奈良盆地における全天日射量とエアロゾルの関係 門村芙実,菊池咲也花,田中伶奈,横谷愛美李,*久慈誠
 - P-12 地上光学観測による奈良と仙台のエアロゾルの比較 *菊池咲也花,横谷愛美李,田中伶奈,門村芙実,久慈誠
 - P-13 IoT ネットワークを用いた局所的環境モニタリングシステムの開発 *佐藤祐輝, 小室信喜
 - P-14 大気汚染常時監視局測定値の準リアルタイム更新・格子点化データ作成 *早崎将光,入江仁士,樋口篤志
 - P-15 福岡都市圏における窒素酸化物の時空間不均質性 高島 久洋,*乙部 直人
 - P-16 上部対流圏の二酸化炭素変動について *江口菜穂,齋藤尚子
 - P-17 3次元森林空間情報と音情報の関係解析 *笠原真珠,加藤顕,澤田義人

- P-18 森林内空間パターンと微気象との関係 *青柳寛太郎,加藤顕,中島史雄,瀬戸口浩彰
- P-19 地上レーザーを用いた樹木の傾きと土塊の関係 *若林日菜
- P-20 Estimation of Canopy Clumping Index Using Himawari Satellite Land Surface Reflectance Data *喬治, 楊偉
- P-21 静止気象衛星ひまわり8号画像における位置誤差検出手法の検討 *平間達也、島崎彦人、山本雄平、市井和仁
- P-22 気象衛星ひまわりの観測データを利用した GAN による風景画像の生成について *宮崎貴大
- P-23 シミュレーションモデルとリモートセンシングを用いた作物生産量推定法の検討第7報 RGB 画像を用いた水稲収量推定ツールの農家圃場における試用 *鈴木遥夏,茨島有吾,田中佑,本郷千春,本間香貴
- P-24 衛星画像およびドローン画像を用いて推定した水稲圃場の生育ムラの差異の評価 *牧雅康,本郷千春
- P-25 UAV 搭載を目指した分光イメージャーのデータ取得と評価方法について *大前宏和, 三宅俊子, ヨサファット
- **P-26 マイクロ波円偏波を用いた移動型リモートセンシング方式の研究** *瀧澤由美, 深澤敦司, Cahya Edi Santosa, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
- P-27 Cooley Tukey アルゴリズムの SIMD 並列化 *山崎進
- P-28 UAV 搭載 CP-SAR 画像処理システムの ZYBO ZYNQ-7020 への実装 *大塚祐生, 難波 一輝, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo
- P-29 容量性円形平板アンテナを用いた LF 帯広帯域干渉計の開発と単素子で観測された LF 帯電 波の特徴 *太田悠一朗, 三浦健伸, 吉野千恵, 服部克巳, 今住則之
- P-30 FMCW 方式を用いた HF ドップラー観測システムの開発 *中田裕之,細川敬祐,藤本晶子,野崎憲朗,並木紀子,坂井純,冨澤一郎,有澤豊志
- P-31 Web-GIS 型エネルギー・環境評価ツールを用いた ARIE/kLAB Japan モデルの紹介 *林希一郎, Stefano Balbi, 長島匠
- P-32 火星気象センサ開発に向けたフィールド試験 *乙部直人,椎名達男,千秋博紀,はしもとじょーじ,岩山隆寛
- cancel P-33 (TBD)

*Roxana Hoque

Poster from CEReS/Chiba-U students and staffs

ポスター番号は決めません。 空いているスペースに掲示してください。

- P-xx コロナ禍を含む長期連続観測による日本の大気境界層中の二酸化硫黄濃度変動の要因解明 *米谷颯太,入江仁士
- P-xx 衛星画像を用いた湖沼の水生植物繁茂のモニタリングとメカニズムの解明 *小田理人、楊偉
- P-xx Quantifying Anthropogenic Impacts on Global CO₂: A Robust Isotopic Modeling Approach * Uddalak CHAKRABORTY, Naoko SAITOH, Prabir PATRA, Dmitry BELIKOV, Naveen

* Uddalak CHAKRABORTY, Naoko SAITOH, Prabir PATRA, Dmitry BELIKOV, Naveer CHANDRA

- P-xx Monitoring of Global Vegetation Phenology Using GCOM-C SGLI Satellite Data * 張淋寧, 李夢禹, 楊偉
- P-xx 全偏波 UAV-SAR 用 X バンド円偏波マイクロストリップアレーアンテナの開発 * 柏原久人, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, 泉佑太, 伊藤公一, S. Gao, 難波一輝
- P-xx アンサンブルデータ同化を用いた雨量計からの降水場復元 * 塩尻大也, 武藤裕花, 岡﨑淳史, 小槻峻司

... more additional posters from CEReS/Chiba-U students and staffs - enjoy!!!

■ けやき会館案内図





エドモンド

千葉県千葉市中央区新町4-2 高山ビル1階 043-310-3783

Pre- and Co-seismic Ionospheric Disturbances of the 1 January 2024 Noto Peninsula M7.6 Earthquake

<u>Jann-Yenq (Tiger) Liu^{1*}</u>, Katsumi Hattori², Chia-Hung Chen³, Chi-Yen Lin⁴, Tie-Chi Liu⁵, Yun-Cheng Wen⁵, Fu-Yuan Chang⁴, Chia-Wei Chang⁵, Charles Chien-Hung Lin³, Yuh-Ing Chen⁶

¹Center for Astronautical Physics and Engineering, Department of Space Science and Engineering, Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University ²Center for Environmental Remote Sensing, Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Research Institute of Disaster Medicine, Chiba University ³Department of Earth Sciences, National Cheng Kung University ⁴Center for Astronautical Physics and Engineering, Department of Space Science and Engineering, National Central University ⁵Department of Space Science and Engineering, National Central University ⁶Graduate Institute of Statistics, National Central University



Abstract

On 1 January 2024 at 07:10 UT (universal time), a magnitude 7.6 earthquake struck the Noto Peninsula in Ishikawa Prefecture, Japan. The total electron content (TEC) of GIM (global ionosphere map) is used to study the temporal variation and spatial distribution of preearthquake ionospheric disturbances (PEIDs) of the earthquake. TEC derived from ground-based GNSS (global navigation satellite system) receivers in Japan and Taiwan are employed to examine co-seismic ionospheric disturbances (CSIDs) inducted by seismic and tsunami waves of the earthquake. Observations of ground-based ionosondes and Doppler sounding systems are further employed to have a better understanding on the PEIDs and CSIDs.

Content

- Introduction
- Co-seismic ionospheric disturbances (CSIDs) inducted by seismic waves and tsunami waves
- Temporal and spatial pre-earthquake ionospheric disturbances (PEIDs) in the global ionosphere maps of TEC
- Electric fields associated with PEIDs
- Statistical Results
- Conclusion

M 7.5 - 2024 Noto Peninsula, Japan Earthquake

2024-01-01 07:10:09 (UTC) | 37.498°N 137.242°E | 10.0 km depth





Processed: Tue Jan 23 06:01:12 2024 vmdyli1

Tsunami waves triggered by the 2024 Noto M7.6 Earthquake



GPS total electron content (TEC)



Typical TEC variations observed by a ground-based GPS (left panel). Monitoring PEIDs and CSIDs in the ionospheric TEC by using a ground-based GPS receiver (right panel, Liu et al. 2011a).

Ionospheric GNSS TEC disturbances of seismic and tsunami waves triggered by the 2024 Noto M7.6 Earthquake





Ionospheric Doppler frequency shifts observed in Taiwan

V = 2.0 km/s = 2082/17/60



Total Electron Content of Global Ionosphere Map (GIM)



Latitude (2.5 deg) x longitude (5.0 deg) x time (1.0 hour)

Detection of Pre-Earthquake Ionospheric Disturbances (PEIDs)

- The LB and UB are constructed by the 1–15 previous days' moving median (M), lower quartile (LQ), and upper quartile (UQ).
- Here, LB = M k(M LQ) and UB = M + k(UQ M), where k=1.5 or 3.0.
- Red and black shaded areas denote differences of O–UB and LB–O, respectively, where O is observed TEC.



Spatial Analyses of GIM TEC Negative cumulative anomaly from 2023/12/24 11:00 to 2023/12/25 22:00 UT, k = 1.5



D-8 to D-7

FORMOSAT-5/AIP Science Mission

Space Weather-Plasma Structure/Dynamics and Irregularity (Communication, Positioning, and Navigation Monitoring Forecast)
Earthquake Precursor-Ionospheric Plasma Anomalies (Earthquake Forecast and Tsunami Early Warning)



FORMOSAT-5/AIP N_i , V_D , and V_E



Altitude: 720km, SSO: Inclination: 98.28°, Every 2-day Revisit, Mission Payload: RSI Science Payload: AIP

Dynamo electric field: $\mathbf{E} = -\mathbf{V} \times \mathbf{B}$

V and B are the ion velocity and the Earth's magnetic field

 $\Delta E_{east} = \Delta U_z \times H = \Delta U_z \times 18574.9 \times 10^{-6} \times \sin(90^\circ) = \Delta U_z \times 0.0186 mV/m$ $\Delta E_{\rm down} = \Delta U_{\rm y} \times H = \Delta U_{\rm y} \times 18574.9 \times 10^{-6} \times \sin(82.381^{\circ}) = \Delta U_{\rm y} \times 0.0184 \text{mV/m}$

• Zonal electric field

30

0

 Zonal electric field V=ExB/B²

€0 ★M7.6

FORMOSAT-5





Statistical analyses on PEIDs of Japan earthquakes 1999~2023



Conclusion

- The 2024 Noto M7.6 earthquake triggered a tsunami on the west coast of Japan with a propagation speed of approximately 100-110 m/s.
- The co-seismic ionospheric disturbances (CSIDs) travel with horizontal speeds of about 817 m/s and 2.0 km/s around and away from the epicenter, respectively. The former is a mixture of acoustic and gravy waves, while the latter is most likely related to the Rayleigh waves.
- The spatial analyses show that negative and positive pre-earthquake ionospheric disturbances (PEIDs) appear around the epicenter on day 33-35, 13, 7-8 and 30 before the Noto M7.6 earthquake, respectively. These generally agree with the polarities and lead-days of PEIDs associated with large earthquakes in Japan during 1999-2023.
- FORMOSAT-5 AIP ion velocities show that the observed PEIDs are caused by 0.13-0.74 mV/m eastward over the epicenter during the four day-periods.



PEIDs of Japan earthquakes 2010~2012



26th CEReS Environmental Remote Sensing. February 15th, 2024. CHIBA University Japan



Coastal Land Deformation of Palu City, Indonesia: The City above Two Continental Plate Subduction Zone

Muhammad HELMI, Agus HARTOKO, Riva N.R. NADEAK, and Hariadi

Email : muhammadhelmi69@gmail.com; agushartoko.undip@gmail.com



MARINE GEOMATIC CENTTER Faculty of Fisheries and Marine Science DIPONEGORO UNIVERSITY

1. Intruduction

- Palu at Celebes Island, Indonesia is a city above the subduction zone of the Eurasia and Pacific tectonic plate.
- Tectonic plate earthquake happened in September 28th 2018, magnitude 7.4 depth 10km, and cause of land-slide and liquefaction zone.
- Human dead victim 1,200; severely wounded 500; 29 people lost; 2050 damage houses; 744 subsidence houses.
- Integration of analysis of SAR satellite imagery, optical satellite data imagery, and DEM data, has the ability to observe the subduction zone and urban positions in Palu City, conditions before and after liquefaction, and deformation due to the earthquake on September 28th 2018.

Dynamics of the Tectonics Plate and the Formation of Celebes Island





Hall, R., 2001

 Celebes Island is the location where dynamic tectonic plates meet each other among the Eurasian plate, Hindia-Australia, Philippine and Pacific plates.

1.1. Objective

- To study the position of the subduction zone and spatial distribution of Palu City based on the integration of DEM data and SAR Interferometry analysis.
- To study the impact of the earthquake (on September 28 2018) which caused liquefaction based on analysis of optical satellite imagery and dual polarization SAR.
- To study the area of deformation due to earthquakes based on SAR Differential Interferometry analysis, and understand the potential for earthquake and liquefaction hazards in Palu City in the future based on long-term historical series data of earthquake events.



1.2. Study Area

- Palu City, Celebes Island, Indonesia
- The Capital city of Central Sulawesi Province,
- Area coverage around
 395 m2 at the Alluvial land
- Total population 288,944 people (Statistics Office, Palu City, 2023)



2. Method

a. Data

- DEM 3 Arc.Sec. 30 meter (SRTM DEM, USGS 2024)
- High Res. Satellite Image aq. Feb. 20th, 2018 and Oct. 2nd, 2018.
- Sentinel-1 SAR (Synthetic Aperture Radar) aq. March 13th, 2017 and Oct. 22^{sd}, 2018
- Time Series Historical Earthquake (USGS, 2023)
- Geology digital map, 1:100.000 scale (ESDM, 2010)

b. Method

DEM data analysis, visual Interpretation and on screen digitating, Differential Interferometric SAR data processing.

3. Result and Discussion

3.1. The position of the subduction zone and spatial distribution of Palu City



Palu city on the fault zone is 1400m below the Eurasian hill terrain (A) and 500m below the Pacific hill terrain (B). Wide of Palu city above the fault zone: 260 square-km (2,6043 ha)

3. Result and Discussion

3.2. The impact of the earthquake (on September 28 2018) which caused liquefaction based on analysis of optical satellite imagery

Pre-earthquake event satellite image Feb. 20th, 2018 and post-earthquake Oct. 2nd, 2018



Pre-earthquake

Post-earthquake

Areas Affected by Liquefaction due to the Earthquake on 18 Sept 2024 Pre-earthquake event satellite image Feb. 20th, 2018 and post-earthquake Oct. 2nd, 2018



Pre-earthquake

Post-earthquake

Areas Affected by Liquefaction due to the Earthquake on 18 Sept 2024 Pre-earthquake event satellite image Feb. 20th, 2018 and post-earthquake Oct. 2nd, 2018



Pre-earthquake

Post-earthquake

Palu river sand-bar has been impacted by liquefaction is around 5,6 km

3. Result and Discussion

3.3. The area of deformation due to earthquakes based on SAR Differential Interferometry analysis



- Land deformation using comparison of two Sentinel-1 SAR data in March 13th, 2017 before, and October 22th, 2018 after the earthquake.
- Total wide area of deformation is 15,7 square-km.
- Range of land-displacement is 0.6 m uplifted area and up to -0.6 m subsidence.



4. Conclusion

- The Palu City is located on the alluvial plain, above the Palu-Koro fault which is where the meeting site of Eurasian
 Philippine tectonic plates.
- The impact of the earthquake (on September 28 2018) was significantly high on the liquefaction.
- The earthquakes have impacted significant deformation at Palu City, and It is high risk on the threat of earthquake and liquefaction hazards in the future.

Refrences

- Hartoko, A., M.Helmi, M. Sukarno, and Hariyadi. 2016. Earthquake and Spatial Tsunami Modelling for the South Java Coastal Area – Indonesia. Fifth International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, Osaka, Japan, Nov. 16-18, 2015, ISBN: 978-4-9905958-4-5 C3051. Int Journal of Geomate. Vol.11(25) : 2455-2460.
- Razi, P., Sumantyo, J. T. S., Widodo, J., Perissin, D. 2020. Land Deformation Modelling of Taiwan Earthquake using Interferometry Technique. Journal of Physics: Conference Series Vol. 1481, No. 1, Paper. 012009. IOP-Publishing.



MARINE GEOMATIC CENTTER Faculty of Fisheries and Marine Science DIPONEGORO UNIVERSITY

The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium 2024.2.15 於 千葉大学西千葉キャンパス

UAVデータ解析による巨大前方後円墳の 周濠探査



岡山市造山古墳群 鳥瞰図



古墳から水田を眺める

光本順(1), ライアン・ジョセフ(2), 清家章(3), 山口雄治(4), 久世宏明(5), 本郷千春(6)







本研究の背景 巨大古墳のライダー測量 2020・2021

使用機材 LiDAR: Phoenix LiDAR Systems miniRANGER

ドローン: DJI Matrice 600 Pro

GNSS受信機 Trimble R2



2019年度 科研費・新学術領域で 航空レーザ機器等を岡山大が購入 MEXT科研費JP19H05732



岡山市造山古墳の測量

岡山市造山古墳

日本第4位の規模 (約350m) 巨大前方後円墳 5世紀前葉



大阪府百舌鳥古墳群





- UAVライダー測量: 短期間で一体的・広域的かつ通常の遺跡測量 に耐えうる精度で計測可能(左図 色別標高図)
- ・ただし、土地が改変されていたら過去の姿はわからない

岡山市造山古墳の周濠存否問題 畿内の巨大古墳には周濠が存在 造山古墳に関しては周濠の存否に関し賛否膠着・・・





葛原克人1992「造山古墳とその時代」『吉備の考古学 的研究』下、山陽新聞社

本研究の背景 2008~2011年度の発掘調査





新納泉編2012『岡山市造山古墳群の調査概報』 岡山大学大学院社会文化科学研究科

発掘による周濠の推定範囲 緑の丸: 発掘トレンチ

しかし周濠ではなく自然流路説もある

本研究の背景 ライダー測量から濠の「窪み」を推定





Mitsumoto, J., Ryan, J., Yamaguchi, Y., & Seike, A. 2023. LiDAR survey of the fifthcentury Tsukuriyama mounded tomb group in Japan. *Antiquity*, 97(391), E6. doi:10.15184/aqy.2022.167

⇒水田のUAV画像解析による非破壊かつ面的アプローチ(本研究)

UAVデータ Phantom 4 Pro (DJI社)

◎ 空撮高度:約50m GSD:約2.64cm/pixel
 ◎ オーバーラップ・サイドラップ率:85%

◎撮影時間:9:00~15:00頃(12:00~13:30頃を除く)









仮説を立てて撮影時期を決定

(1)6月上旬~中旬:湛水、水稲移植直後

2008~2011年度のボーリング・発掘調査で 周濠内の堆積土である有機物を多く含む暗褐色粘質土層を確認

仮説1:場所によって水田土壌腐植含量に違いがあるのではないか? 土壌腐植含量の多少の境界域が周濠・周堤の場所と 一致するのではないだろうか?

水田土壌の把握には湛水後の赤バンド画像を用いた解析が有効であることが多数報告されている。



黒っぽく見える所は灰色に見える 場所より相対的に腐植含量が多い。

Copyright ©2024 C. HONGO

8

仮説を立てて撮影時期を決定

(2)8月上旬:中干しの後

昔、河道だった箇所は中干し期間中でも地下からの水分供給が あるので順調に生育が進み、周辺の水稲よりも草丈が高くなる 場合がある。

仮説2:生育量・草高の差が現れた境界域が周濠・周堤の場所と 一致するのではないだろうか?

DSM(Digital Surface Model)や植生指数で生育量を把握



◎中干しの目的

- ・無効分げつの発生抑制
- ・土中への酸素供給と有害ガスの排出
- ・根腐れ防止、根の縦伸長と活性化
- ・葉色低下による下位節の伸長抑制
- ・床締めで倒伏防止、収穫に備える

仮説を立てて撮影時期を決定

(3)10月上旬:収穫直前

昔、河道だった箇所は周辺の水稲よりも草丈が高くなる場合がある。 収穫期には籾の重さでイネが倒伏する場合がある。

仮説3:周濠跡を、水稲の倒伏状況から把握できないだろうか?

植生指数から倒伏個所を把握する



道立中央農試

Copyright ©2024 C. HONGO 10

結果:8月1日空撮(中干しの後)

切図、周濠の平面形、RGBVIの重ね合わせ





今後の展望

- ◇ 周濠跡かどうかを判断するのは現時点では難しい
- ◇ しかし、過去の地形の違いを読み取れる可能性はある
- ◇ 古墳などの文化財に対する非破壊、広域的、安価な 新しい調査手法の提案





本研究はCEReS令和5年度共同利用研究、 MEXT科研費JP19H05732による



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

- 全球バイオマス量変動監視・解析に向けて(その5) -

馬淵和雄、曽山典子(天理大) 梶原康司(千葉大)、本多嘉明(千葉大)

第26回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

2024.2.15

全球気候モデルで使用するための陸域植生分布データについて、衛星データを基にした基本デー タから、気候モデルの分解能に適応した植生分布データを作成する方法について考察した。

GLCV1

Cn Class

- 0 Water
- 1 Evergreen Needleleaf Forest
- 2 Evergreen Broadleaf Forest
- 3 Deciduous Needleleaf Forest
- 4 Deciduous Broadleaf Forest
- 5 Mixed Forests
- 6 Closed Shrublands
- 7 Open Shrublands
- 8 Woody Savannas
- 9 Savannas
- 10 Grasslands
- 11 Permanent Wetlands
- 12 Croplands
- 13 Urban and Built-Up
- 14 Cropland/Natural Vegetation Mosaic
- 15 Snow and Ice
- 16 Barren or Sparsely Vegetated
- 17 Water Bodies
- 18 Tundra
- 20 Water

- 0. C0 => C20 C17 => C20
 - C17 => C20C7 => C6
 - C11 => C10
- GLCV1データ 0.005度 (72000、36001) グリッドから 気候モデル 1.875度 (192、96) グリッドデータを作成する。 気候モデル1グリッドの周辺、(187*2+1)*(187*2+1)=375*375=140625グリッド(対象領域)の GLCV1植生クラスについてクラスに関するヒストグラムを作成する。

2. C14 (Cropland/Natural Vegetation Mosaic) => C10, C12

3. C5 (Mixed Forests) について

C1.NE.O or C3.NE.O C2.NE.O C2.EQ.O C5 => C1, C2, C4 C2.EQ.O C5 => C1, C3, C4 C2.NE.O C5 => C2, C4 C1, C2, C3.EQ.O C5 => C1, C2, C3, C4

- 4. 対象領域全体に対するC2Oの占有率(%)を求める(PC2O)
- 5. 他のクラスについて、対象領域内の陸域領域に対する占有率(%)を求める(PCn)
- 6. PCnの順位を決める。

7. 気候モデルグリッドの植生クラス(MC)を決める。



8. GLCV1植生クラスを気候モデル植生クラスに置き換える

GLCV1 BAIM MC Class BC 0 Water 0 15 1 Evergreen Needleleaf Forest 2345678 Evergreen Broadleaf Forest 12 Deciduous Needleleaf Forest 16 Deciduous Broadleaf Forest 13 Mixed Forests 14 **Closed Shrublands** 19 (Semi-Desert) Open Shrublands 19 (Semi-Desert) Woody Savannas 10 (Tropical Seasonal) 9 Savannas 18 (C4 Grasslands) 10 6 (C3 Grasslands) Grasslands 6 7 Permanent Wetlands (C3 Grasslands) 11 12 Croplands 13 Urban and Built-Up 11 (Bare-Soil) 14 Cropland/Natural Vegetation Mosaic 6,7 21 20 (Desert) 15 Snow and Ice Barren or Sparsely Vegetated 16 17 Water Bodies 0 17 18 Tundra \cap 20 Water 高緯度域(モデルグリッド J=1,20, J=77,96)(北緯53度以北、南緯53度以南) MC=6,7 BC=17 MC=16 BC=11 低緯度域(モデルグリッド J=33,64)(北緯28.9度~南緯28.9度) 標高2250m以下の地域の BC = 6(C3 Grasslands) => BC = 18(C4 Grasslands) 南アメリカ域(モデルグリッド I=155,170、J=65,75) 標高2250m以下の地域の BC=7(Croplands) => BC=18(C4 Grasslands) 基本的に BC = 7 (Croplands) => BC = 6 (C3 Grasslands)

C4植生に関する参考文献

Sage, R. F., D. A. Wedin, and M. Li, 1999: The biogeography of C4 photosynthesis: patterns and controlling factors, 313-373. In *C4 Plant Biology* (eds. R. F. Sage and R. K. Monson). Academic Press, San Diego, USA, 596 pp.

長谷川史郎、奥田明男、1974:C3植物とC4植物に関する農業気候学的研究、(1) C3作物とC4作物の栽培地の分布。農業気象 30(2)、63-69。

長谷川史郎、1979:C3、C4植物の分類と地理的分布。農業気象 34(4)、195-200。

GLCV1 (72000, 36001) 0.005 ° => (1440, 721) 0.25°



BAIM (192, 96) 1.875°



Vegetation Map (Old) (192, 96) 1.875°


まとめ

◆全球気候モデルで使用するための陸域植生分布データについて、衛星データを基にした基本データから、 気候モデルの分解能に適応した植生分布データを作成する方法について考察した。

◆今後、新たに作成した気候モデル用植生分布データを利用した気候モデル数値実験を行い結果の確認を行う。さらに、GCOM-C観測データを中心とする衛星観測プロダクトとモデルプロダクト相互利用による、 大気中CO2濃度、地上バイオマス量等の変動と陸域諸要素の変動の関係の解析を行い、それらの変動監視に 貢献することを目指す。

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

◆一方で、モデルで再現される各要素は、総合的な検証は必要であるものの、物理的および生物生態学的に 矛盾しない相互作用関係を構築している。よって、モデルプロダクトについても、リモートセンシングによ る間接観測データから個別にそれぞれのアルゴリズムにより抽出される各要素プロダクトの、広域的相互検 証のための、相対的基準情報と成り得ると考えられる。

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

◆相互利用と共に、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。





トップダウン vs.ボトムアップ手法	第26回 環境リモートセンシングシンポジウム
トップダウン手法	ボトムアップ手法
MODIS	i-Tree Eco
Net Primary Production (NPP) 年間純生産量 (kgC/m²/year)	Gross Carbon Sequestration (GCS) 年間総炭素固定量 (kgC/m²/year)
NPP = Gross Primary Production (GPP) – 呼吸量	GCS = 1年間での樹木乾燥重量の増加分/2 樹木の乾燥重量ということは光合成により合成された有機物のうち、呼吸に使われて体内から失われた量は既に差し引いて、樹木 体内に蓄えられた炭素の重量のみを扱っている
成長量 = NPP – 枯死量 – 被食量	Net Carbon Sequestration = GCS – 枯死量





MODIS: 落葉・常緑樹による炭素固定量^{第26回 環境リモート} 2015-2020年平均



A. . .

A.

2/15/2024

トップダウン手法 vs.ボトムアップ手法

	File ▼ Project Configuration Project Submt Data Tr Metadata for Processing Retree	n Data View rack & Written ve Results	Reports Fo	recast Support	Heakh Pest d Values - Analysis - Charts	English Common Metric Scientific Settings	Coordinates Comments Hide Zeros Model Notes	*	
i-Tree	Help 4 Reports > Formatted Reports > Benefits and Costs > Annual Carbon 1 Sequestration of Trees > By Species	Reports > Form	matted Repc	rts > Benefits and Costs : • ⊛ IIII (® (· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	> Annual Carbon Sequestr)) Page 1 of 3 (2) (2) (3) (4) (5)	ation of Trees >	By Species		
Eco	The report seen in the action panel to the right : provides total estimates of gross carbon	Location: Project: C Generate	al Carbon See Grand Rapids, Kent, Grand Rapids, Series: ed: 9/17/2023	Questration of Trees by S Michigan, United States of America Grand Rapids, Year: 2011	pecies			- i-Tree	0,
	species in your study			Species	Gross Carbon Sequestratio	on CO ₂ Equivalent			
	area. Results are also	1			(metric ton/)	(metric ton/yr)			
	reported in carbon	-		Hedge maple	5.	12 18.78			
	dioxide equivalent by			Boxelder	282.	45 1,035.75			
	multiplying carbon	m		Norway maple	557.	22 2,043.34			
	sequestration by the	1		Red maple	190.	97 700.30			
	ratio of their atomic	•		Silver maple	467.	44 1,/14.11			
	weights (44/12). This			Sugar maple	832.	/3 3,053.61			
	report displays results in	1		Tree of heaven	219.	43 804.67			
	table format.	4		Paper birch	0.	00 0.00			
		11		American hornbea	n 16.	10 59.05			
	Notes:	÷		Bitternut hickory	41.	3/ 151.71			
	If you make changes :	1		Snagbark hickory	42.	84 157.08			
	to your project	-		Northern catalpa	16.	42 60.20			
	settings or add or	-		Northern hackbern	(8.	30 30.45			
	edit your field data,	1		Flowering dogwood	I 9.	08 33.30			
	I see south a sea a second			Hawthorn snn	19	87 72 86			
	you will need to send	-							
	your data to the								

i-Tree Eco: アロメトリー式による 年間炭素固定量推定

$$C_{seq} = \left\{ a \left(DBH + GR \cdot \frac{CC}{E} \right)^b - a DBH^b \right\} / 2$$

樹冠の露光方向数に基づく調整係数 =2.26 (CLE=0/1), 1.78 (CLE=2/3), 1 (CLE=4/5)

$$GR = GR_s \cdot F/F_s$$



CC:樹勢(0-100%) F: GR_{s} : 米国北部における年間成長量(=0.83 cm/年) F_s : F: 成長期の日数(Frost-free Days =153日間) 解析地での成長期の日数(日)

A. 8. 8.

サーバーにアップロードされた市区町村 の樹木インベントリデータ

都道府県	市区	町村	年間炭素固定量 (kgC/m2/yr)	樹木本数	都道府県	市	区町村	年間炭素固定量 (kgC/m2/yr)	尌木本数
青森県		十和田市	0.0082	5	東京都		国立市	0.0378	3,326
宮城県	仙台市	青葉区	0.7163	67	神奈川県	横浜市	中区	0.3074	50
福島県		福島市	0.6038	491	長野県	北佐久郡	軽井沢町	0.2512	20
福島県		伊達市	0.6772	8,774	静岡県		沼津市	0.3512	943
茨城県		つくば市	0.2284	7	静岡県		富士市	0.4394	7
群馬県		前橋市	0.7331	8,774	愛知県		岡崎市	2.1271	27,164
埼玉県	さいたま市	大宮区	0.2806	43	愛知県		豊川市	0.2306	290
埼玉県	さいたま市	南区	0.4054	7	京都府	京都市	左京区	0.6863	4,282
埼玉県		新座市	0.2605	7	京都府	京都市	東山区	0.2411	75
埼玉県		久喜市	0.3029	3,288	京都府	京都市	伏見区	0.2090	9,354
千葉県		松戸市	0.3657	2,902	大阪府	大阪市	北区	0.3419	674
千葉県		柏市	1.3954	39	大阪府	堺市	中区	0.8889	405
千葉県		流山市	0.3112	2	大阪府	堺市	北区	2.6772	33
東京都		千代田区	0.7634	27	大阪府		吹田市	0.7237	11,093
東京都		中央区	0.4360	63	大阪府		河内長野市	0.9575	22
東京都		港区	0.1808	522	大阪府		和泉市	0.4822	1328
東京都		文京区	0.3398	37,275	兵庫県		姫路市	1.6676	50
東京都		台東区	0.4778	94	兵庫県		尼崎市	0.5236	105
東京都		江東区	0.5253	12	兵庫県		明石市	2.2646	963
東京都		杉並区	0.4112	6	奈良県		大和郡山市	0.6340	54
東京都		豊島区	0.4606	219	福岡県	北九州市	戸畑区	0.2650	11,570
東京都		練馬区	1.2183	30	福岡県	福岡市	中央区	1.0222	162
東京都		江戸川区	0.9265	190	熊本県	熊本市	北区	0.1006	1,592
東京都		府中市	0.3375	7	沖縄県	中頭郡	西原町	0.7981	1



インベントリ データベース

樹木

0.00











世田谷区での炭素固定量の原単位を設定 V 📲 i-Tree Canopy × + 0 👻 📲 i-Tree Canopy × + → C anopy.itreetools.org/benefit ← * 0 🖪 🔘 📒 🏠 → C 😄 canopy.itreetools.org/map JPY Metric Home Project - Menu -Canopy Configuration step 1 of 3: Use the map and tools provided to define the area you want to survey. The can draw your own areas right on the map, or load in one or more shapefiles. Symbol ¥ TrettmennikO Q Мар Satellite Air Pollution Hydrological Carbon Carbon Price CO2 Equivalent Price ¥/t 5681.68 ¥/t 20832.82 **Carbon Benefits** Description Carbon Rate (t/ha/yr) CO₂ Equiv. Rate (t/ha/yr) Sequestered annually in trees 4.290 15.730 Stored in trees (Note: this benefit is not an annual rate) 71.330 261.543 ľ DAVEY Arbor Day Foundation 1 Currency is in JPY. Metric Units: t = metric ton, ha = hectare 1 Treecan 0





1 iTree Canopy × +	🗸 🚮 FT	ree Canopy ×	+						- 0
O C canopy.itreetools.org/survey	← →	C 25 canopy.itreetools.or	g/report		Q	☆	0.	<u>ا</u> ا) F T T 4
Canopy Home Project Menu ·									
duct your survey; Add survey points by clicking the small + button below. With each point you add, the map shifts to a rand	Abbr.	Cover Class	Description			Point	s % C	over±SE Ar	ea (km²) ± SF
sinn crossnal of map cance. The more paints you cancer, the tends your standard cities, and the more precise your camp is your study area.	н	Grass/Herbaceous				3	26	.43 ± 1.10	3.74 ± 0.64
To sum sector y and the	IB	Impervious Buildings				20	3 40	.76 ± 2.20	23.72 ± 1.28
24 Nakano City 中野区 Shinuku City	ю	Impervious Other				4	38	.63 ± 1.26	5.02 ± 0.73
の当中市 Suginami City 移並区 as 新宿区	IR	Impervious Road				8	6 17	.27 ± 1.69	10.05 ± 0.99
	s	Soil/Bare Ground				1	83	.61 ± 0.84	2.10 ± 0.49
Shibuya.City 按合区	т	Tree/Shrub				11:	2 22	.49 ± 1.87	13.08 ± 1.09
Minato Ci 港区	W	Water					4 0	.80 ± 0.40	0.47 ± 0.23
nag - B - Komer - C - C - C - C - C - C - C - C - C -	Total					49	8	100.00	58.10
			Tree Benefit Estir	nates: C	Carbon (Metrie	c uni	ts)		
Chy Chy Chy	Desc	iption	с	arbon (kt)	±SE CO ₂ Equiv.	(kt)	±SE	Value (JPY)	±SF
	Seque	estered annually in tre	ees	3.57	±0.30 13	3.09	±1.09	¥37,838,030	±3,147,73
「加速 Kawasaki」 川崎市	Stored rate)	d in trees (Note: this b	benefit is not an annual	93.33	±7.76 342	2.22 ±	28.47	¥989,330,394	±82,302,17
opt	Current points. of Carb rounde	cy is in JPY and rounde Amount sequestered is on, or 26.154 kt of CO d. (Metric units: kt = kil	ed. Standard errors of removal ar s based on 0.273 kt of Carbon, or b, per km² and rounded. Value (JF otonnes, metric kilotons, km² = so	nd benefit am 1.000 kt of (PY) is based quare kilome	nounts are based on s CO₂, per km²/yr and r on ¥10,600,003.33/k ters)	standar ounded t of Cai	rd errors I. Amoui rbon, or	of sampled an nt stored is bas ¥2,890,910.00	∃ classified ed on 7.133 kt ′kt of CO₂ and



Web: www.itreetools.org Email: Satoshi.Hirabayashi@davey.com A.

GMS/VISSRからの**LST**推定のための **AVHRR/LST**データの整備

〇長崎大学 森山雅雄

15 Feb. 2024

Moriyama

発表の流れ

AVHRR LST

1. 背景: 過去のデータへの新規アルゴリズムの必要性

2. 準解析型推定アルゴリズム

3. NOAA/AVHRRへの移植

4. 収束率

5. まとめ

LST as ECV



1. 過去:標準プロダクトという概念がなく,衛星観測輝度のみアーカ イブされている

衛星観測輝度温度:センサ間の相違,地表面温度:異なるセンサで比較可能

2. 単バンド熱赤外帯域しか有さない静止気象衛星の観測データから地 表面温度を推定するアルゴリズムを開発する

Moriyama

AVHRR LST

2

単バンド熱赤外データからの地表面温度推定

$$I = \tau(\theta)I_s + I_a(\theta), \quad I_s = \varepsilon B(T_s) + (1 - \varepsilon)\frac{F}{\pi}$$

- I: 衛星観測輝度
- *T_s*: 地表面温度
- *ε*: 地表面射出率(帯域毎)
- τ(θ): 透過率
- *I_a(θ)*: パスラジアンス
- F: 地表での下向き放射照度
- τ(θ), I_a(θ), F: 大気プロファイルから計算可能(大気補正)
- T_s, ε: 未知数(帯域数+1) → 射出率が決まれば地表面温度が決まる



準解析型LST 推定アルゴリズム

<u>入力</u>: 観測輝度温度 T_1, T_2 , 数値予報モデルを用いた大気補正 τ, I_a, F <u>未知数</u>: $\varepsilon_1, \varepsilon_2, T_s$



$$\begin{split} f_1 &= B_1^{-1} \{ \tau_1(\theta) [\varepsilon_1 B_1(T_s) + (1 - \varepsilon_1) \frac{F_1}{\pi}] + I_{a1}(\theta) \} - T_1 = 0 \\ f_2 &= B_2^{-1} \{ \tau_2(\theta) [\varepsilon_2 B_2(T_s) + (1 - \varepsilon_2) \frac{F_2}{\pi}] + I_{a2}(\theta) \} - T_2 = 0 \\ f_3 &= C_0 + (C_1 + r_1 C_2) T_1 + C_3 r_1 + (C_4 + r_2 C_5) T_2 + C_6 r_2 - T_s = 0, \quad (r_i = 1 - \varepsilon_i) \\ \text{追加する式: Split window (輝度温度、地表面温度/射出率の統計的な関係式)} \\ 透過率、パスラジアンス、下向き放射照度は簡易放射伝達コード \end{split}$$

$$J = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2} \rightarrow min.$$
となる $T_s, \varepsilon_1, \varepsilon_2$ を解とする。
 $J \leq 1$ [K]: 収束, $1 < J \leq 2$ [K]: 準収束, $J > 2$ [K]: 発散 \rightarrow QA情報

Moriyama

数値シミュレーションによる地表面温度プロダクト検証 (SGLI)



4

フラックスタワーでの長波放射計測による検証



Moriyama

AVHRR CDR

- 昼間のAVHRR GAC陸域データ全バンドを0.05度メッシュに再配列した全球データセット. 雲フラグ,観測/太陽幾何,観測時刻が付与され,反射帯域(Channel 1, 2)から,エアロソル気候値を用いた大気補正を施し,地表面反射率を推定したもの.
- 地表面温度は計算されていない.



6



Moriyama

AVHRR LS

8

6000

4000

2000

AVHRRへの移植:係数決定

簡易放射伝達コード係数 Profile: ECMWF 2000 Monthly mean profile (averaged over 10 $I = \tau(\theta)[\varepsilon B(T_s) + (1-\varepsilon)F/\pi] + I_a(\theta)$ [deg.] latitude interval) $\tau(\theta) = \exp[-\xi(u)/\cos\theta]$ Surface temperature: Air $\xi(u) = Au^B + C$ temperature at the surface + 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35[K] $I_a(\theta) = ax^2 + bx, \ x = [1 - \tau(\theta)]B[T(0)]$ $F = \alpha X^2 + \beta X, \ X = [1 - \tau(0)]B[T(0)]$ $\bar{\varepsilon}$: 0.95, 0.96, 0.97, 0.98, 0.99, 1 Split window 係数 *a*: -0.5, 0.25, 0, 0.25, 0.5 **Observation zenith:** 0, 15, 30, $T_s = (C_1 + C_2 r_1)T_1 + C_3 r_1$ 45, 60[deg.] + $(C_4 + C_5 r_2)T_2 + C_6 r_2 + C_0$ **Observation error:** 0[K] $r_1 = 1 - \varepsilon_1, r_2 = 1 - \varepsilon_2$ $\bar{\varepsilon} = \frac{1}{2}(\varepsilon_1 + \varepsilon_2), \quad a = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2(1 - \bar{\varepsilon})}$

簡易放射伝達コードの輝度温度による誤差評価



10

Moriyama AVHRRI 数値シミュレーションによるAVHRR/LSTの誤差評価



収束すればRMS 誤差2[K]以下の精度

ERA5

- ECMWFが提供する客観解析済数値予報データ
- 1940年~現在 (リードタイム三ヶ月)
- 空間解像度0.25[deg.], <u>時間分解能1[hour]</u>
- ●指定気圧面,地表それぞれに数多くのパラメータ
- •本研究では、地表気温と総水蒸気量を利用

202212312300_2T

202212312300_TCWV



12

Moriyama

1981/12/25 NOAA07/LST

```
NOAA_07_19811225_LST
```

NOAA_07_19811225_LQA



0.950 0.960 0.970 0.980 0.990 1.000

0.950 0.960 0.970 0.980 0.990 1.000

NOAA/07, 09, 11 LST



Moriyama





収束画素値と観測時刻のトレンド



16

Moriyama

まとめ

- 1. SGLI向け地表面温度推定アルゴリズムをNOAA/AVHRRシリーズ向 けに移植し、数値シミュレーションで、同等の精度が得られること が明らかになった.
- 今後、この地表面温度、雲フラグを真値として、同時期に稼働していた静止気象衛星に搭載された単バンド熱赤外センサからの地表面温度推定アルゴリズムを構築する。

(単バンド熱赤外センサは,過去の衛星に搭載されていただけでなく, 今後,超小型衛星に搭載される可能性が高い.)

水同位体モデル開発と 衛星による同位体観測への期待

岡崎 淳史 千葉大学 国際高等研究基幹/環境リモートセンシング研究センター

自己紹介

名前: 岡崎淳史 専門: 水同位体モデリング、古気候復元、データ同化、水文気象予測

'09-'16 東京大学 大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 @芳村研

'16-'19 理化学研究所 計算科学研究センター @三好チーム

'19-'21 ペンシルベニア州立大学 気象学・大気科学部 @F. Zhang's Group 🛛 🔞

R

'21-'23 弘前大学 理工学研究科 地球環境防災学コース

'23- 千葉大学 IAAR / CEReS

水の安定同位体(水同位体)



• 同位体分別により大きな時空間的不均一性を持つ

• 雨や水蒸気の水同位体比は水循環における相変化の履歴をあらわす





- 観測からソース寄与率推定が可能。ただし、エンドメンバー全てを観測することは困難。なんらかの仮定・モデルが必要
- ・同位体モデルを使って起源を推計することが可能。「同位体比を再現→シミュレーションは正しい」というロジックが使えるのが強み



- 同位体情報から周囲の環境を推定する取り組み(逆問題)
- 通常、同位体は複数の要因により変化するため逆推定による原因の特定は困難
- 数値モデル(順問題)の援用により理解促進が可能

同位体大循環モデル MIROC5-iso

(Okazaki and Yoshimura, 2017; 2019)

	Scheme	同位体導入方法	
Cloud	Prognostic PDF [Watanabe et al., 2009] Ice microphysics [Wilson & Ballard, 1999]	Federer et al. [1982] Blossey et al. [2010]	
Turbulence	MYNN Level 2.5 [Nakanishi & Niino, 2004]		5
Convection	Prognostic AS-type [Chikira & Sugiyama, 2010]	Jouzel et al. [1984]	Fa Fa
Land/River	MAT5 [Nitta et al., 2014]	Yoshimura et al. [2006]	



Wilson & Ballard (1999)

E: 平衡分別

K: 動的分別

N:分別なし

- 結合モデルMIROC5 [Watanabe et al., 2010]の大気・陸面に水同位体を 予報変数として追加((qv, qc, qi) x (H₂¹⁸O, HDO))
- ・ 相変化に伴う同位体分別による偏りを表現
- ・ 海洋同位体比は0%に固定



- > MIROC5-isoの降水同位体比再現性は類似モデルと同等
- MIROC5-isoに限らず、降水同位体比を対象とした研究多数 (e.g., Yoshimura et al., 2008)

水蒸気同位体比の季節変化 (DJF-JJA)



▶ 亜熱帯域においてモデルと観測で季節変化のシグナルが逆(⇔ 降水同位体比の季節変化は再現できている)
▶ 唯一の観測可能な変数であった降水同位体比を再現するようにパラメタがチューニングされてきた結果??



▶ 対流圏上層より上においてモデルごとに大きく異なる鉛直分布 →観測の必要性を強く示唆

データ同化による同位体パラメタ推定

- ・同位体パラメタリゼーションは多くのモデルで共通。パラメタは十分に拘束されていない
- ・ MIROC5-isoに降水同位体観測を同化することで同位体パラメタを推定
- ・デフォルト(ORIG)と推定されたパラメタ(TEST)を用いてシミュレーションを行い、降水同位体再現性を比較



> 観測が密な領域でパラメタ推定により再現性改善 → 更なる観測が必要

リモートセンシングによる同位体観測

- Satellite-based
 - Himawari-10* (2029運用開始予定)
 - FY4* (2016-)
 - TROPOMI (2017-, Schneider et al., 2022)
 - GOSAT (2009-, Frankenberg et al., 2013)
 - IASI (2006-, Lacour et al., 2012)
 - TES (2003-2011, Worden et al., 2004; 2006)
 - AIRS (2002-, Worden et al., 2019)

- Ground-based FTIR
 - TCCON
 - NDACC
 - MUSICA
- ※*は同位体リトリーバルが可能であるものを示す ※同位体観測目的であるものは僅か

✓ リモートセンシングによる同位体観測は増加傾向。ただし、観測とモデルとの融合研究は僅か
 ✓ 今後ますます増えていくであろう同位体観測の活用方法を見出したい

まとめと今後の展望

- ・同位体モデル高度化には観測が必須
- 同位体観測と同位体モデルの融合で新たな知見創出が期待される
- ・同位体観測の拡充による上記機運が高まりつつある

• 共同利用研究公募課題

- ・ 衛星観測の同位体情報リトリーバルに関する研究
- ・同位体観測とモデルの融合に関する研究

第26回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

静止軌道衛星を活用した都市・植生環境の診断研究

千葉大学 国際高等研究基幹/CEReS

山本 雄平 (テニュアトラック助教)













衛星リモートセンシング(陸面物理量、静止衛星) 陸域生態系、都市気候、熱波など

植生・都市環境における課題

陸域植生によるCO₂の吸収・放出量:最も大きく、そして最も不確実性が高い。

Carbon (CO₂) Budget 2018(JRA55) Atmosphere 591 + 279 ± 5 1 Imada et al. (2019) HIST 2018 non-W 2018 0.8 Average increase 5.1±0.02 w/ double-H Net ocean flux 0.6 2.5 ± 0.6 1.9 3.4 ± 0.9 N/o double-H 1.6 ± 0.7 9.4 ± 0.5 0.1 ł. ÷ 0.6 nosphere das exchan 11.1 Total respiration and fire 25.0 0.4 24.6 19.9 0.2 12 Gross photosynthesis 3x10 2.5 0.2 0 287 289 291 293 2018年の猛暑は地球温暖化なしでは起きなかった 2018年 2023年; 1700 450 Anthropogenic Natural cks: Billion tonnes of Carbon (PgC) Stocks Anthropogenic ch 1750 37,100 +173 ± 23 気候変動に関する政府間パネル(IPCC) Climate Change 2021: The Physical Science Basis 86月 Ⅲ7月 8月

植生・都市環境における課題



陸域植生によるCO₂の吸収・放出量:最も大きく、そして最も不確実性が高い。

総務省消防庁:令和5年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況

総務省消防庁:令和5年(5月から9月)の熱中症による救急搬送状況

主要な研究テーマ

静止軌道衛星「ひまわり」を活用した…

◆ 陸面物理量プロダクトの開発研究

地表面温度、地表面反射率、光合成量、蒸発散量など

◆ 植生・都市環境への応用研究

- 植生の乾燥化シグナルの検出
- 都市構造と温度上昇との関係
- 数値気候モデルのバイアス評価
- 猛暑による熱環境の変動解析



https://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/general/himawari.html

地表面温度の高頻度推定



1. 地表面放射率の推定 Yamamoto and Ishikawa (2018, JMSJ)

- 「都市・植生の幾何構造による放射率 への影響を考慮した推定手法を開発」
- 2. 雲域検出・地表面温度推定 Yamamoto et al. (2018, JMSJ)

「簡便かつ高精度な雲域検出手法と、 非線形3バンド法の提案」

- **3. アルゴリズム改良・検証** Yamamoto et al. (2022, *ISPRS*)
 - 「地上フラックス観測ネットワークと、 ISS観測データを利用した検証」

地表面温度の高頻度推定

様々な観測条件において推定精度の高い手法を開発

Yamamoto et al. (2022, *ISPRS*)



都市構造と温度上昇との関係

建物密集度が日中の温度上昇に寄与することが明らかに

Yamamoto and Ishikawa (2020, Urban Clim.)



植生の乾燥化シグナルの検出

「温度日較差」で、湿潤気候下における乾燥化の検出が可能に

Yamamoto et al. (2023, Remote Sens. Environ.)



今後の研究:光合成量の高頻度推定

日内スケールに適用可能な推定モデルの考案

従来モデルをそのまま適用することは難しい… 「光飽和」と「弱光下の光合成効率」を考慮する必要がある

高山サイト(温帯落葉樹林)における光合成量の30分推定実験



植生の環境ストレスの検出

検出を数日スケールから、瞬時スケールへ…

Alice Springsサイト(半乾燥地帯の灌木地域)



猛暑による都市熱環境への影響評価



数値気候モデルのバイアス評価

領域気候モデルによる5 kmの力学的DSはどこまで正確か? 将来気候予測データ (d4PDF 5km)の正確な評価に繋げる



今後のCEReS共同利用研究で新たに加わるテーマ



+陸面物理量の推定・検証研究

+植生・都市環境の診断研究

+若手の研究集会など

重点横断プロジェクト

- 1 豪雨災害予測・監視プロジェクト
- 2 地球観測衛星検証プロジェクト
- 3 温室効果ガス収支研究プロジェクト
- 4 先端マイクロ波リモートセンシング
- 5 静止気象衛星観測網を活用した地球環境モニタリング
- 6 地域農業プロジェクト
- 7 我が国の地球観測のあり方・次世代衛星ミッション検討プロジェクト

その他:ひまわりによる可降水量の高頻度推定

熱赤外+水蒸気バンドを用いた機械学習による推定



240215 The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium

_		-	
		<u> </u>	
_		_	
_			_
	_	_	
_	-		
notitut.	forla		obnology

中赤外スーパーコンティニューム 光源を利用した大気中CO₂の計測

染川智弘^{1,2}, 眞子直弘³, 倉橋慎理¹, 松田晶平¹, 余語覚文², 椎名達雄⁴, 久世宏明³ (レーザー総研¹, 阪大レーザー研², 千葉大CEReS³, 千葉大院工⁴)

Table of contents

- 1. 地球温暖化対策に向けた取り組み
- 2. 中赤外SC光源による大気中CO₂の吸収計測
- 3. まとめ

Acknowledgements

本研究は千葉大環境リモートセンシング研究センター共同利用研究(CJ23-12, P2023-1)によって遂行されました。ここに謝意を表します。



240215 The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium

地球温暖化対策に向けて



1.5℃ 上昇と比較して2℃ 上昇では

・高温維美期間、暑い日の頻度、強度、増大(H) ・低温維美期間、寒い夜の頻度、強度、減少(H) ・低温維美期間、寒い夜の頻度、強度、減少(H) ・世外の旋域平均で大雨の強度(滑麗)増大(M) ・後のてまれかつ最も極端な現象の頻度 特に増大(H) ・人が居住している地域での極端な高温、大きく増大(H) ・熱帯低気圧に支はる大雨の頻度 増大(M) ・熱帯低気圧に多以高少、非常に強い低気圧は増加(L) ・地中海地域と南アリカで急いを厳備向、増大(M) ・高純度地域、山岳地域、東アジア、北米東部での大雨 特に働く(M)

・主要な生態系分類(biome)が変質するリスクに 曝される面積がほぼ倍増(M)

・暑熱に関連する疾病及び死亡のリスク 増大(VH) ・一部の動物媒介性感染症によるリスク 増大(H)

・洪水ハザードの影響を受ける陸域の割合 増大(M) ・流出が著しく増大する陸域面積 増大(M)

出典:SR1.5 SPM B4.4, B5.1~B5.6, SR1.5 表3.2~表3.5, 表3.5

stitute for Laser Technology

海水温度、海洋熱波の頻度 増大(H)
 大西洋子午面循環(AMOC)
 かなり弱化する可能性が非常に高い。
 ・世界平均海面水位が0.1m 高い(M)

2018年に実施された国連気候変動に関する政府間パネルでは、地球温暖化を 1.5°Cに抑えることの重要性が述べられ、全世界の人為的なCO。排出削減を実施 する必要性が引き続き指摘

1.5℃の上昇で起きること

・中緯度域の極端に暑い日 が約3℃昇温(H)
 ・高緯度域の極端に寒い夜 が約4.5℃昇温(H)
 ・350,2±158,8百万人の
 都市人口が厳しい干ばつ に曝される。(M)

・昆虫の6%、植物の8%、脊椎動物の4%が生息域の半分以上を失う(M)

1976~2005年を基準として

洪水の影響を受ける人口が、 100%増加(M)

・年間漁獲量が約150万トン損失(M)

・世界のトウモロコシの作物生産が約・ 10%減少

気象

陸の 生態系

人間の

生活

河川

洪水

2021年11月13日、世界各国は新たな決意を表明しました。 それは「世界の平均気温の上昇を産業革命以前に比べて1.5℃に抑える」というもの。 気温上昇は、猛暑・豪雨・干ばつなどの異常気象、 生物多様性の喪失、食料不足、健康被害、貧困、強制移住など、 私たちの暮らしに様々な影響をもたらします。 すでに1.1℃上昇しているので、プラス0.4℃で抑えなければなりません。 そして、そのためには世界のCO2排出量を2030年までにほぼ半分に、2050年ごろに実質ゼロに、 さらにメタンなどその他の温室効果ガスも大幅に削減する必要があります。 これまでと同程度の取り組みを、できる範囲でやっていればどうにかなる。 そんなことは、もう言っていられないのです。

だから、私たちははじめます。 世の中の価値観を、行動を、社会の仕組みを変える新しい取り組みを、連携しながら。 メディアが持つ言葉・声・音・画像・映像・ネットワーク、使えるものを全部使って。 メディアだからできることが、メディアがまだやっていないことが、 きっとまだまだあるはずだから。

いますぐ動こう、気温上昇を止めるために。



(https://www.unic.or.jp/news_press/info/44283/より)

(https://www.env.go.jp/content/900442320.pdfより)

特に増大(M)

温暖化によって予測される影響の比較 1.5℃ vs 2℃

・中緯度域の極端に暑い日 が約4℃昇温(H)
 ・高緯度域の極端に寒い夜 が約6℃昇温(H)
 ・410±213.5百万人の都 市人口が厳しい干ばつに曝 される。(M)

2℃の上昇で起きること

・昆虫の18%、植物の16%、脊椎動物 の8%が生息域の半分以上を失う (M)

・年間漁獲量が300万トンを超える 損失(M)
 ・1.5℃未満よりもトウモロコシの作 物生産が約15%大幅に減少

・1976~2005年を基準として、 洪水の影響を受ける人口が、 170%増加(M)

・サンゴ礁の70~90%が失われる・・サンゴ礁の99%以上が失なわれる (H) 100年に1度、夏の北極海の海氷が 消失(M) 10年に1度、夏の北極海の海氷が 消失(M)

1信度が非常に高い H:確信度が高い M:確信度が中程度 L:確信度が低い

複数の温室効果ガスの同時計測が実施可能な計測技術の開発で温暖化対策に貢献



スーパーコンティニウム光源の吸収計測へ利用

スーパーコンティニウム(Supercontinuum)

超短パルスレーザーを非線形光学材料に入射した際,自己位相変調,相互位相変調,4光波混合,ラ マン散乱などの非線形光学効果により、その光スペクトルが連続的に急激に広がった光源

●スーパーコンティニウム光源





NKT Photonics社HPより(https://www.nktphotonics.com/lasers-fibers/)

レーザー光源	非線形光学材料	出力(パルスエネルギー)
ピコ秒マイクロチップレーザー	フォトニック結晶ファイバー	∼6 W(~100 µJ?)

赤外領域に及ぶ非常に広帯域な白色光源であり、レーザーのように指向性、輝度が高い






.... 9

Wavelength (nm)

240215 The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium 吸収量が大きい中赤外(MIR)領域のSC光源が使えないか?

ELECTRO MIR 4.8

>900 nm

<4800 nm

>500 mW

>100 ps

250 kHz

<10 ns

Singlemode



nstitute for Laser Technology

(https://www.leukos-laser.com/our-products/electro-mir/より) \

ELECTRO MIR 4.1

>900 nm

<4100 nm

>800 mW

>100 ps

250 kHz

<10 ns

Singlemode

DElectro MIR(LEUKOS社)

ELECTRO MIR

Spectral bandwidth (min)

Spectral bandwidth (max)

Total average power

Pulse width

Repetition rate

Timing jitter

Spatial profile

240215 The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium MIRのSC光源を利用した大気中CO₂の計測



1.65 µmのロングパスフィルターで励起レーザー(1.5 µm)を除去
 アイリス後で出力は200 mW(0.8~6 µmのパワーメータで測定)





中赤外の波長領域は吸収が大きいので、波 長分解能が高い(0.1 cm⁻¹)受光システムで は、短い距離で吸収の飽和が起こる…



波長分解能が少し悪い(2 cm⁻¹)の受光シス テムでは飽和が起こらず、中赤外のSC光源 のスペクトル測定が可能 10

stitute for Laser Technology



Wavelength (nm) Optical path length (nm)

今後の課題

が可能

● 複数ガスの同時計測

光路長で複数の温室効果ガスの濃度評価

● さらに長波長側までスペクトル幅を広げたSC光源の利用

ゴビ砂漠における ダスト消散係数一質量変換係数 (MECF)の研究

甲斐憲次¹、河合 慶¹、神 慶孝²、椎名達 μ^3 、E. Davaanyam⁴

¹名古屋大学環境学研究科、²国立環境研究所、³千葉大学大学院工学研究院、 ⁴モンゴル情報・気象水文環境研究所

研究の動機と目的

- ・ダスト質量を遠隔的に観測することができれば便利/有用である。ライダー から得られる消散係数とダスト質量との関係(MECF)が既知であれば、ラ イダー観測からダスト質量を遠隔的に連続観測することができる。
- 欧米(Ansmann et al. 2012, 2019ほか)や日本(Sugimoto et al.2003; Shimizu et al.2011)でもMECFに関する研究が行われている。しかしながら、ダスト質量を実測した研究例は少ない。
- 本報では、ゴビ砂漠で実施されたダスト係留気球とライダーの同時観測から 得られたMECFを報告する。このテーマは本シンポジウムでも何度か報告し てきたが、昨年9月やっと論文としてまとめることができた(Kai et al., 2023)。

Kai, K., K. Kawai, K. Ohara, Y. Minamoto, Y. Jin, T. Maki, J. Noda, T. Shiina, and E. Davaanyam: Mass-Extinction Conversion Factor (MECF) over the Gobi Desert by a Tethered-balloon-based OPC and a Ceilometer. SOLA, 19, 269-273, 2023.

ダスト係留気球とシーロメーター(ライダー) の同時観測



2016年4月29日、ダランザドガド 気象台でのダスト係留気球観測





ダランザドガド気象台での シーロメーター観測

ダスト質量と消散係数の観測

A:2016年4月29日8時、モンゴル南部のダランザ ドガド気象台で係留気球に光散乱式粒子計 **OPC**(Airy Technology P611)を搭載し、地表か ら上空500 mまでのダストの**粒径別粒子数密度**を 測定した。>ダスト質量

B: 観測に使用した**ライダー**(シーロメーター) は、Vaisala社製のCL51で、波長910 nm、時間 分解能6秒、空間分解能10 mの**減衰後方散乱係数** β'(sr⁻¹m⁻¹)が得られる。>消散係数



係留気球に搭載したOPCの仕様



- 試料空気量: 2.83 L min⁻¹
- •最大濃度:140,000個 L⁻¹
- ・粒径区分:0.3 μm以上、0.5 μm以上、0.7 μm以上、0.7 μm以上、1.0 μm以上、2.0 μm以上、5.0 μm以上の6 段階測定し、1分毎の各粒径の粒子数を記録する。

OPCのデータ解析

■光散乱式粒子計OPC(Airy Technology P611)は、直径サイズ0.3 µm, 0.5 µm, 0.7 µm, 1.0 µm, 2.0 µm, 5.0 µmの6チャンネルで、エアロゾルの粒径別粒子数密度を測定する。

■**ダストの質量***M*は、ダスト密度 *ρ* =2.6 gcm⁻³を仮定し、次式で計算した。

$$M = 1/6\pi\rho \sum_{i=1}^{6} (n(i)D(i)^{3})$$

ここで、D(i)は幾何平均直径、チャンネルi = 1 (0.3 - 0.5 μm)から6 (>5.0 μm) である。 n(i)はチャンネルiの粒子数である。

■ダスト質量の計算では、次の仮定をした。

- 1) 直径0.3 µm以下のダストは、無視した。
- 2) チェンネル6 (>5.0 µm) の計算では、仮の上限直径10 µmを仮定した。
- 3) OPCは標準球形粒子で校正されているので、非球形ダストの計測には誤差がある。



ライダーのデータ解析

■ライダー(Vaisala社製シーロメーターCL51)から、波長910 nm、時間分解能6秒、空間分解能10 mの**減衰後方散乱係数***β***'(z)**(sr⁻¹m⁻¹)が得られる。

 $\beta'(z) = \beta(z) \exp(-2\tau)$

ここで、 $\beta(z)$ は後方散乱係数、 τ は光学的厚さである。後方散乱係数と消散係数は、

エアロゾルによるミー散乱成分 $[\beta_1(z), \alpha_1(z)]$ と

大気分子によるレーリー散乱成分 [$\beta_2(z), \alpha_2(z)$]

に分けられる。

■Fernald (1984)の方法により、ライダー比 $S_1 = \alpha_1(z)/\beta_1(z) = 50$ sr を仮定して、エアロゾ $\nu(z-$ 散乱)の後方散乱係数 β_1 と消散係数 α_1 (km⁻¹)を計算した。

ライダーの消散係数からダスト質量濃度が推定できる

■ダスト消散係数 – 質量変換係数**MECF** η (gm⁻²)は、次式で得られる。

$$\eta = M / S_1 \beta_1 = M / \alpha_1$$
 (2)

ダスト質量濃度と消散係数

高度90, 180, 270, 360, 450 and 540 m



ダスト質量濃度*M*と消散係数*a*₁ の相関係数は、**有意で(0.918)** あり、*この***MECF**の方法

 $\eta = M/\alpha_1$

の**有効性**を示唆する

波長変換

波長910nmを使った論文は皆無である。波長910 nmから532 nmへの 変換を試みた。SaynshandはDalanzadgadの東北東460kmに位置する。



Place	MECF η (gm ⁻²)	Wavelength (nm)	Reference	
Dalanzadgad	2.16	910	The present study	
11	1.91	532	11	
Beijing	1.78	532	Sugimoto et al. 2003	
Seoul	1.40	532	Sugimoto et al. 2011	
Tsukuba	1.18	532	Sugimoto et al. 2011	
AD-Net	1.04	532	Shimizu et al. 2011	
Volcanic ash	1.45	532	Gasteiger et al. 2011	
Saharan dust	1.93	532	Ansmann et al. 2012	

Table 1 Values of MECF η at various places in the world

結果

MECFは発生源に近いところでは大きく、風下側では小さい。
 MECFの値はダストの粒径分布が大きくかかわっている。
 すなわち、粒径分布のモードが大きいほど、MECFは大きいことが予想される。

質量は大粒子の影響

 $\eta = M/\alpha_1$

消散係数は小粒子の影響





ダストの粒径が大きいとMECFは大きくなるか? MECFと有効半径の関係

Gasteiger et al., 2011



ダストの有効半径が大き くなると、MECFも大き くなる。

Gasteiger et al. (2011)と Ansmann et al.(2012)は、 ダスト質量を直接測定した のではなく、ライダー/微 物理特性の逆推定から求め た。



混合層では、対流により、温位・水蒸気・その他物質の濃度がほぼ一様になる(Garratt,1992)。 このことは、地上で大気汚染物質が放出されると、混合層トップまで輸送されることを意味する。 国立環境研究所のAD-netライダーでは、混合層仮説を用いて、MECFを推定している (Shimizu et al. 2011)。

まとめ

本研究では、ゴビ砂漠で実施したダスト係留気球とライダーの同時観測から、 ダスト消散係数-質量変換係数(MECF)を推定した。

1. ダスト質量*m*と消散係数 αの相関係数は、**0.918**であった(有意)。

2. ダランザドガド(ゴビ砂漠)のMECFは、波長910で**2.16**、波長532に換算すると**1.91**であった。

3. 世界で観測された結果を比較すると、**MECFは発生源に近いところでは大き く、風下側では小さい**。この結果から、MECFの値はダストの粒径分布が大きく かかわっている。すなわち、**粒径分布のモードが大きいほど、MECFは大きい**こ とが予想される。

4. 910nmから532nmへの波長変換に使用した後方散乱係数は気象条件によって ばらつきがあるので、誤差解析が必要である。

5.世界の国際空港には、雲底計としてシーロメーターが設置されているので、 本研究の**応用可能性**は高いと言える。

謝辞 本研究は、令和3-5年度科研費「黄砂ホットスポットの気象学的研究一ひまわり8号ダストRGBとライ ダー観測網の活用」 21K03659(甲斐憲次)、令和5年度千葉大学環境リモートセンシング共同利用研究 (CJ23-33 甲斐憲次)、令和5年度鳥取大学乾燥地研究センター共同研究(05C2001 河合慶)の助成を受けた。



Classification of Air Pollution Levels in Urban Areas Using Satellites Imagery and CORS GNSS and Machine Learning Techniques

The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium

Failaqul Haq Mokhamad Nur Cahyadi, ST, M.Sc., Ph.D. Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, Ph.D.

Air Pollution

Air quality consist of water vapor, Gases, and particles. Some of the air content are pollutions that has detrimental effects on human health and the environment. In megapolitan areas like Jakarta, rapid industrialization, urbanization, and population growth have contributed to the deterioration of air quality. Budi Gunadi Sadikin (Health Minister of Indonesia) said that ISPA cases (acute respiratory tract infections) is 4 times higher than during covid-19. the increase is due to worsening air pollution in big city. Especially Jakarta.

Some pollution in the air :

- Nitrogen Dioxide (NO2)
- Ozone (03)
- Sulfur Dioxide (SO2)
- Carbon monoxide (CO)
- Particulate Matter (PM)
- Some effects of air pollution:
- 1. greenhouse effect
- 2. particulate contamination
- 3. increased UV radiation
- 4. acid rain
- 5. increased ground-level ozone concentration
- 6. increased levels of nitrogen oxides



Overview

- Moisture content, particularly water vapor, significantly influences how pollutants spread and react in the atmosphere.
- Moisture, including water vapor, can be quantified using GNSS (Global Navigation Satellite System) technology.
- GNSS analyzes delays in satellite signals as they traverse the troposphere, allowing the measurement of water vapor.
- Delays in GNSS signals involve two main components: the dry component (ZHD) and the wet component (ZWD) that results from the presence of water vapor in the atmosphere.



Research Objectives

- **Developing an Integrated Approach:** Create a sophisticated and integrated method to combine satellite imagery data (MODIS, SentineI-5P, Himawari) with PWV data obtained from Continuous Operating Reference Station Global Navigation Satellite System (CORS GNSS).
- Enhanced Air Quality Monitoring: This approach will significantly improve our ability to monitor and classify air pollution.
- Utilizing Precise Machine Learning Techniques: Apply appropriate machine learning techniques to process and analyze the integrated data effectively.
- Accurate Pollution Prediction: The goal is to generate accurate machine learning models that can predict air pollution levels with a high degree of precision.
- **Measuring Model Performance:** Evaluate the performance of the developed machine learning models using relevant evaluation metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-Score.







Remote Sensing Satellite

1.Sentinel-5p:

•**Objective:** Conduct global monitoring of air quality to understand atmospheric pollution. •**Main Instrument:** Equipped with TROPOMI, a tool that can measure concentrations of nitrogen dioxide (NO2), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO2), and ozone (O3)..

2.MODIS:

•**Objective:** Used for remote sensing in climate studies and understanding atmospheric conditions.

•Main Instrument: MODIS produces Aerosol Optical Depth (AOD) data which provides information about the aerosol content in the atmosphere..

3.Himawari 8:

•**Objective:** Geostationary meteorological satellite focused on the Asia-Pacific region. •**Main Instrument:** With the Advanced Himawari Imager (AHI) instrument, Himawari 8 provides data on particulate matter (PM), including PM 2.5 and PM 10, for weather and atmosphere monitoring in the region.

Himawari 8 product level 4 datasets

File type	NetCDF
Latest version	Version Beta
Area	Global
Temporal resolution	1-hour (Level 4)
Spatial resolution	Longitude 0.375 deg., Latitude 0.37147 to 0.37461 deg. (Gaussian) (Pixel number: 960, Line number: 480)
Data	Aerosol optical thickness at 550 nm (Sulfate, BC, Organic Aerosol, Sea Salt, Dust), PM2.5 surface conc. , PM10 surface conc .







Sentinel 5p dan MODIS Product Datasets

Satellite	Polution	Google Earth Engine Catalog
Sentinel-5p	со	COPERNICUS/S5P/OFFL/L3_CO
Sentinel-5p	NO2	COPERNICUS/S5P/NRTI/L3_NO2
Sentinel-5p	O3	COPERNICUS/S5P/OFFL/L3_O3
Sentinel-5p	SO2	COPERNICUS/S5P/OFFL/L3 SO2
Modis	AOD	MODIS/061/MCD19A2 GRANULES



NO2

O3



Data Interpolation for Missing Values

• The imagery obtained from Google Earth Engine often requires interpolation due to the presence of invalid values (0 values) in certain areas.

Interpolation Method:

- Subsequently, we utilize the "nearestNDinterpolator" function from the SciPy library for interpolation within the masked areas.
- nearest-neighbors assigns the value of the new point to that of the nearest known data point. As such, the resulting interpolant is piece-wise constant.
- This technique is commonly used in image interpolation because of its low computational complexity
- The formula for NN is expressed as follows:

$$f_{NN} = f(\arg\min||x - x_i||_2)$$

x = unknown point, x_i = known points, $|| ||_2$ = Euclidean distance , f = known value







CORS GNSS Station

- Zenith Wet Delay (ZWD) is a parameter derived from Global Navigation Satellite System (GNSS) data collected by CORS (Continuously Operating Reference Station) stations, which are typically part of national or regional GNSS networks.
- CORS GNSS stations are equipped with dual-frequency receivers. They receive signals on two different frequencies (L1 and L2), which are affected differently by the atmosphere. By so comparing the signals on these two frequencies, it's possible to separate the dry component of the delay from the wet report component.
- The ZWD calculation involves observing the residuals, or the differences in signal travel time, on the L1 and L2 frequencies. By analyzing these residuals, the wet component of the delay can be determined.





GNSS Precipitable Water Vapor (PWV) Analysis

$$PWV = Q \times ZWD$$

4.06

$$Q = \frac{1 \times 10^6}{\rho_\omega R_v \left(\frac{k_3}{T_m} + k_2'\right)}$$
$$T_m = 70.2 + 0.72T_s$$

 ho_{ω} = water vapor pressure R_{v} = water vapor constant

 k_3 = atmospherc refraction constant k'_2 = atmospherc refraction constant T_s = land surface temperature

CORS GNSS PWV Result

PWV GNSS from CJKT station result comparation with PWV Radiosonde station WIII Cengkareng, Jakarta. Correlation : 0.94 RMSE : 5.18 MAE : 4.57



Data Extraction and Correlation Analysis

Data Fusion Phase:

In this phase, processed satellite imagery data from Sentinel 5P and MODIS is aligned with the observational points of CORS GNSS (CSBY).

Pixel Value Extraction:

Pixel values from the satellite images are extracted at the CORS GNSS observation stations.

ZWD Data Aggregation:

Simultaneously, the Zenith Wet Delay (ZWD) data from CORS GNSS is aggregated to obtain daily averages. This ensures that it is compatible with daily satellite data.

Correlation Analysis:

The final step involves analyzing the correlation between the satellite imagery data and CORS GNSS-derived ZWD.



Datasets on CORS CJKT Point





Correlation Analysis

	со	NO2	O3	SO2	PM25	PM10	AOD	Water Vapor
со	1,000							rapo.
NO2	0,402	1,000						
O3	0,252	0,075	1,000					
SO2	-0,002	0,005	-0,054	1,000				
PM25	0,253	0,279	0,017	0,003	1,000			
PM10	0,275	0,296	0,015	0,003	0,994	1,000		
AOD	0,316	0,277	0,031	-0,011	0,251	0,260	1,000	
Water Vapor	-0,385	-0,329	-0,005	-0,062	-0,262	-0,291	-0,196	1,000

1.CO Positive Correlation:	
CO is positively correlated with NO2 (0.402), PM2	25
(0.253), PM10 (0.274), and AOD (0.316)	

2.Negative Correlation of CO-Water vapor: CO is negatively correlated with Water vapor (-0.385),

showing an inverse relationship with average humidity.

3.Similar Relationship of CO and NO2: NO2 shows a positive correlation with the same variables as CO.

4.Correlation of AOD with Other Variables: AOD has a weak-moderate positive correlation with CO, NO2, PM25, and PM10.

5.Negative Correlation of Water vapor-CO and NO2: Water vapor has a fairly strong negative correlation with CO and NO2 (-0.385 and -0.329).



Classification with Random Forest

Random forests are a popular supervised machine learning algorithm.

- Random forests are for supervised machine learning, where there is a labeled target variable.
- Random forests can be used for solving regression (numeric target variable) and classification (categorical target variable) problems.
- Random forests are an ensemble method, meaning they combine predictions from other models.
- Each of the smaller models in the random forest ensemble is a decision tree.

In a random forest classification, multiple decision trees are created using different random subsets of the data and features. Each decision tree is like an expert, providing its opinion on how to classify the data. Predictions are made by calculating the prediction for each decision tree, then taking the most popular result.



Pelatihan data dengan Random Forest

Features : Satellite datasets (Sentinel-5P, Modis, Himawari) and CORS GNSS PWV dataset.

Data Label : Ground-based measurements from DKI Jakarta Air Quality Monitoring Station (SPKU) - Kelapa Gading

Features (X)						La	bels (Y)	
со	NO2	O3	SO2	PM25	PM10	AOD	Water vapor	Caregory
0.033261	0.000168	0.126112	5.44068E-05	6,846	6.925	268	33.439	Medium
0.029858	7.13E-05	0.119236	0.000683666	20	13.992	443	33.344	Medium
0.030422	8.92E-05	0.120613	0.000203878	88.4	11.760	618	33.250	Medium
0.030986	8.17E-05	0.122962	-6.66607E-05	156.8	13.770	740	33.251	Good
0.040017	0.000197	0.122623	-0.000144743	398.75	7.677	729.5	33.252	Unhealth y

Hiperparameter

Parameter	Value
smote_k_neighbor	[3, 5 , 7]
rfn_estimator	[50, 100, 150]
Rf_max_depth	[None , 5, 10, 15]

Model Training Result

Accuracy : 0.801

	precision	recall	f1-support	support
Good	0.83	0.91	0.42	242
Medium	0.78	0.59	0.86	232
Unhealthy	0.79	0.91	0.26	211

Training result in DKI Jakarta



106.70 106.75 106.80 106.85 106.90 106.95 Longitude









Random Forest Model Testing

Accuracy: 0.863

	precision	recall	f1-score	support
Good	1.00	1.00	1.00	3
Medium	0.84	1.00	0.91	16
Unhealt hy	0.00	0.00	0.00	3

- The model shows good performance on the test dataset with an accuracy of 86.36%.
- For the 'GOOD' class, the model achieved maximum precision and recall (1.00), indicating the model's ability to predict perfectly.
- For the 'MEDIUM' class, precision reached 84%, indicating a positive level of prediction accuracy.
- However, the 'UNHEALTHY' class shows less than satisfactory performance, with precision and recall of 0 each.
- The F1-score for the 'GOOD' and 'MEDIUM' classes is high (1.00 and 0.91), while for the 'UNHEALTHY' class it is 0, indicating the model's difficulty in identifying these classes accurately



Conclusion

- 1. Accuracy in the training stage reached 80.17%, while in the testing stage it increased to 86.36%. This shows that the model succeeded in generalizing well on the test data.
- 2. The model shows good performance in classifying the majority class 'GOOD' 1.00 and 'MEDIUM' 0.84, with high precision and recall values in both datasets.
- 3. The 'UNHEALTHY' class shows unsatisfactory performance, as seen from the low precision values of 0.00 and recall of 0.00 at both training and testing stages.
- 4. Improving model performance, especially for the 'UNHEALTHY' class, is the main focus. Further evaluation and model adjustments need to be carried out to improve the ability to recognize this class.





Failaqul Haq; Mokhamad Nur Cahyadi; Josaphat Tetuko Sri Sumantyo All Authors

Abstract Air pollution is a critical envir

Abstrac

0 ntal issue with significant implications for human health and the well-being of ecosys

C <

Surabay, Indonesia, a rapidly growing urban center, the deterioration of air quality due to industrialization, urbanization, and population growing horees significant challenges. To address these challenges effectively, comprehensive air quality assessments are essential. This research focuses on utilizing satellite data, particularly Sentinel-SP, and Integrating it with ground-based measurements to assess air quality in Surabaya. The study investigates the temporal and spatial patterns of key pollutans (NOC, 200, 20, 20, c) and encol optical depth (AOD), examines their interestionstines, and explores the influence of atmospheric molisture on pollutant dispersion using GNSS Zenth Web Deby (ZWD) data. The findings reveal insights into development of effective mitigation strategies. Furthermore, the results have potential applications in air quality foroassing, and the development of effective mitigation strategies. Furthermore, the results have potential applications in air quality foroassing and the implementation of proactive measures to safeguard public health and preserve the environment. By leveraging satellite data and culting-edge techniques, the research contributes to a befetr understanding of air pollution in Surabaya and offers a foundation for evidence-based decision-making in addressing air quality chalenges. Surabaya, Indonesia, a rapidly growing urban center, the deterioration of air quality due to industrialization, urbanization, and







Validation of satellite NO₂ and HCHO with MAXDOAS data - GOME-2(A/B/C), OMI, **TROPOMI and GEMS**

Gaia Pinardi, Hitoshi Irie, Steven Compernolle, Tijl Verhoelst, Isabelle De Smedt, Bavo Langerock, Jean-Christopher Lambert, and Michel Van Roozendael

And many data contributors:



The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, 15 February 2024

NO₂ and HCHO

Both are central components of tropospheric chemistry: related to **tropospheric ozone** (link to air quality and climate change) and **hydroxyl radical OH** (main cleaning agent of our troposphere)

- → can be measured by satellites and ground-based remote sensing in the UV-vis (DOAS technique)
- \rightarrow Long datasets available (e.g.: GOME-2 on MetopA/B/C, 2007 to now, <u>http://acsaf.org</u>)
- → Recent satellites (TROPOMI/S5p, GEMS/GK2B): high spatial/temporal resolution







aeronomie.be





Ground-based instruments









profiles in the 0-4 km altitude range with DOFS between 1.5 and 3

national networks in the past decade, growing n° of instruments and ongoing projects for harmonization



Map of A-SKY network sites, where both skyradiometer and MAX-DOAS instruments are available.

e.g.: Irie et al., 2008; 2009; 2011; 2019; 2021; Damiani et al. 2022



measurements during the day, when sunny

FTIR network since '90 (instruments in NDACC, HCHO prod. (Vigouroux et al., 2018; 2020))

PANDONIA GLOBAL NETWORK

PGN network (~2018) and few before (NASA +ESA)

Use of MAXDOAS for satellite validation

Challenging aspects:

Rapid temporal variations:

Small-scale gradients in both time and space (4-D)



Comparison method:

- Typically: select satellite pixel(s) close to the site (/average within radius, eg for HCHO)
- Average/interpolate the MAXDOAS at the SAT overpass time
- Use same VAL approach at all the sites

NIDFORVAL

ideally: harmonization within the sites/groups

S5PVT MAXDOAS: Several retrieval methods exists: geometrical approximation, Optimal Estimation and parametrized profiling mostly focus on VCDtropo

DirectSun: Mostly harmonized instruments & retrievals (Pandora PGN & FTIR instruments- VCDtot)

Horizontal gradients: Spatial averaging effect on pixels size: OMI: 13x24 km² SCIAMACHY: 60x30 km²





Brinksma et al., 2008; Celarier et al. 2008



Large effort on deployment & harmonization since the S5p launch





Validation illustration

Comparisons of higher resolution satellites: TROPOMI and GEMS



NO₂ Validation results in Chiba







GEMS NO₂ over-estimation is « atypical »; NIST confirmed residual problems into the current v2.0 GEMS L2 dataset for the stratospheric correction.

2020

2012 2017

2012

2012 2017

2012

2012

200 250

2020 1UT,

~13h30LT

~9h30LT

~13h30LT

9h30L

HCHO

NO₂

HCHO Validation results in Chiba







GEMS HCHO under-estimation is coherent with other satellite products.

нсно

HCHO Validation results in Chiba



HCHO

GEMS HCHO Validation summary



NO₂ Validation overview





HCHO Validation overview

Vigouroux 2020; De Smedt et al 2021



Long-term validation of GOME-2, OMI, S5p, GEMS NO₂ and HCHO columns using **~70 ground-based** stations (FTIR, MAXDOAS and PGN):

- Importance of <u>harmonized approach for validation</u> to allow checking **coherence among the satellites** & highlighting **effect of station location**:
 - NO₂: generally under-estimated by SAT (in part due to spatial inhomogeneities & representativeness mismatch within large satellites pixels), except GEMS v2.0 that over-estimate (→ prb!)
 - HCHO: negative bias in polluted conditions (> 8 Pmolec/cm²) and positive bias for clean stations (< 2.5 Pmolec/cm²)
- **A-SKY MAXDOAS** data are **key** for the long-term monitoring and validation in Asia link between historical and recent sensors, such as GEMS.
- <u>Future</u>: the creation of NO₂ and HCHO TCDR (ESA CCI+precursor project) for the <u>improvement</u> of the ^{precursors} retrievals & better consistency between SAT instruments → need for long-term validation work!
- Essential harmonization/homogeneity of the GB network(s) to use them as Fiducial Reference Measurements → FRM₄DOAS: <u>MAXDOAS centralized processing system</u> (including <u>profiles retrievals</u>, that are a key (unknown) assumption for the satellite retrievals) + PGN, FTIR networks → ground-based <u>instruments intercomparison and synergy</u>!

Thank you! Questions? gaia.pinardi@aeronomie.be

深層学習に用いる解像度と 評価に用いる解像度の関係

横山 洋斗(千葉大学大学院) 指導教員:高橋 徹(千葉大学)

概要

台風などの自然災害による家屋の屋根被害が多く発生し、補修作業の遅れが問題となっている。建物の損傷状況 を把握することで、応急対応を含む復旧作業の効率化が実現できれば、この問題の低減が期待できる。本研究で は、補修需要を迅速かつ的確に推定するためのキーテクノロジーとしてディープラーニングによる屋根葺き材の 自動検出を行い、解像度の違いによる自動検出の精度について考察する。

1.序論

近年,地震や台風などの自然災害によって家屋の屋根 が損壊する被害が多く発生している¹⁾.千葉県南部に大 きな損傷をもたらした令和元年台風15号では,ブルー シート設置による応急対応ができる地域の事業者の不 足により,屋根損傷家屋へのブルーシート設置に時間 を要したことが問題となった¹⁾.屋根補修も同様に,補 修に必要な建材と人材が被災地域で確保できないこと による作業の遅れが問題となった²⁾.補修作業の遅れは, 被災者の生活の復興の遅れにつながる.建物の損傷状 況を把握することで,応急対応を含む復旧作業の効率 化が実現できれば,この問題の低減が期待できる. 本論文では,建物の損傷レベルの判定に加えて,屋根

葺き材の自動検出を行い,被災後の屋根の補修需要を 迅速かつ正確に推定し,被災地域外の様々な場所に伝 達することで被災家屋への人員,材料の調達を可能に し,災害後の補修作業を高速化することを目指してい る.そのため、本研究では屋根の補修需要推定するた めのキーテクノロジーとしてUAV画像とディープラー ニングによる屋根葺き材の自動検出を行う.また,教 師データの解像度の違いによる自動検出時の精度の差 異について考察し,最適な手法を検討する.

2.手法

本研究では ArcGIS ProにおけるMask R-CNNを用いて オルソ画像を教師あり学習で訓練する.屋根葺き材は 表1に示すように6つに分類した.その他は屋根葺き材 の判断の妨害となるような、ブルーシート付きの屋根, 太陽光発電パネル付きの屋根などである.1棟につき 複数の屋根材が存在する場合は、それぞれを区別して 教師データを取得する.これは、本研究が屋根補修に 必要な材料の推定を目的としたものであるため、全て の屋根葺き材を判定する必要があるからである.

作成した自動検出モデルは検出精度を評価するために 混合行列を用いて、検証を行う。本研究でF値で精度を 評価する。

Futtsu		Kyonan		Tateyam	a	total
tile	234	tile	426	tile	173	833
slate	95	slate	160	slate	138	393
A.S.	0	A.S.	10	A.S.	9	19
steel	108	steel	297	steel	214	619
paved	15	paved	35	paved	12	62
others	87	others	116	others	32	235
total	539	total	1044	total	578	2161
A.S. : asphalt shingle						

表1 訓練データの詳細

 $\frac{混合行列の定義}{igamedia approximate approx$

	<u>記号の説明(瓦の場合</u>)				
TP	実際は瓦で、瓦として検出されたもの				
FP	実際は瓦以外で、瓦として検出されたもの				
FN	実際は瓦で、瓦以外として検出されたもの				
TN	実際は瓦以外で、瓦以外として検出されたもの				

3.解像度差による検出精度の差異

解像度の異なる2つの教師データによって2種類の自動検出モデルを作成し、その精度を比較した。学習は、同条件で行い、検証には3.6cm/pixの画像を使用した。

主つ	訓練(1)の結甲	(解像 rep 0 cm / niv)
衣乙	訓練(1)の結果	(吽饭浸Z.UCM/DIX)

画像チップサイズ Tile size	画像チップサイズ Tile size 800×800		館山市 富津市		
Stride size	400×400	訓練時の検証(mloU値)		
Rotation angle	45°	瓦	0.898		
訓練パラメータ		スレート	0.866		
Batch size	2	A.S.	0.731		
Max epoch	5	金属	0.858		
Backbone model	ResNet50	陸屋根	0.824		
検証に用いる領域	10%	その他	0.781		
表3 訓練(2)の結果(解像度4.0cm/pix)					
画像チップサイズ Tile size	画像チップサイズ Tile size 1200×1200		館山市 富津市		
Stride size	600×600	訓練時の検証(mloU値)		
Rotation angle	Rotation angle 45°		0.920		
訓練パラメータ		スレート	0.905		
Batch size	2	A.S.	0.832		
Max epoch	5	金属	0.881		
Backbone model	ackbone model ResNet50		0.889		
検証に用いる領域 10%		フロル	0.000		

4.結果

検証結果を表4に示す。結果より検証画像よりも学習用 データの解像度が粗い場合、検出精度はある程度確保で きるが、検証画像よりも学習用データの解像度が細かい 場合、検出精度が低くなることが分かった。これは、屋 根葺き材は高解像度ほど特徴が捉えやすく、低解像度に なるほど特徴が捉えにくくなり判別しにくくなるため、 学習2の自動検出モデルは、学習した屋根葺き材よりも 判別しにくい屋根葺き材の検出ができなくなり、検出精 度が低下したと考えられる。

表4 検証結果

	计免地 於江西梅留梅度	F値					亚坎尼荷	
刈豕地	快证凹涿胖涿皮	瓦	スレート	金属	陸屋根	その他	十均小恒	
(1)	鋸南町	3.6cm/pix	0.420	0.390	0.298	0.211	0.407	0.345
(2)	鋸南町	3.6cm/pix	0.862	0.583	0.718	0.455	0.424	0.608

5.結論

- (1) 本研究の手法での屋根葺き材の自動検出は、F値 0.600とある程度の値が得られたが、誤判定、誤検出 が多く災害後の補修需要を推定するには、まだ精度 が低いと言わざるを得ない、ただし、瓦に限って言 えば、高い精度で検出できている
- (2) 訓練と検証で使用する画像の解像度に差がある場合, 訓練で使用する画像よりも自動検出で使用する画像の解像度が粗いと,検出精度が低下する.

5.参考文献

友清衣利子,西嶋一欽:令和元年台風第15号の強風による被災住宅の特徴と被害の状況,日本建築学会技術報告集,第28巻,第69号,pp1089-1094,2022.
 2) 西嶋一欽,高橋 徹,友清衣利子:令和元年台風第15号による強風被害を受けた住家の補修状況ならびに改修意欲に関する調査,日本建築学会技術報告集,

けた住家の補修状況ならびに改修意欲に関する調査,日本建築学会技術報告: Vol.28, No.69, pp.1078-1082, 2022.



静止気象衛星「ひまわり」の海面温度による 海洋熱波の高精度検出

XIAO QI¹, YANG WEI¹, QIAO ZHI¹(1.CHIBA UNIVERSITY) Keywords: Marine Heatwave, Sea Surface Temperature, Himawari, NOAA OISST

(研究背景)

- 海洋熱波ーー数日から数年にわたり急激に海水温が上昇する現象 ・開始日と終了日を持つ
- 連続して5日以上
- ・海面温度(SST)が季節変動の90パーセンタイルを超える
- ・2つの海洋熱波現象の間隔が3日未満の場合 → 単一の海洋熱波

□ 被害

- ・漁業収入の損失。
- 海の食物連鎖網を破壊し、生物多様性を一変させてしまう。
- ・2016年の海洋熱波後、サンゴ礁の大量死や変化が観察された。

□ 現状

- ・海洋熱波の発生は20世紀中期以降、50%以上増加している。
- 海洋熱波の検出には主にNOAA OISSTを利用する。



Fig.1. Comparison between NOAA OISST & Himawari SST data.

Fig.2. The difference between GEO satellites and LEO satellites

(Hobday, A. et al., 2016)

目的】

将来の海洋熱波予測に、より精度高いデータを提供するため、ひまわり SSTデータを利用して、2016年から2023年までの海洋熱波の高精度検出を 行い、その結果を分析する。

【研究方法】

□ ひまわり SSTデータによる海洋熱波の検出と分析 ① 閾値の算出

$$T_{90}(j) = P_{90}(X)$$

where P_{90} is the 90th percentile

and $P_{90}(X)$ where $X = \{T(y, d) | y_s \le y \le y_e, j - 5 \le d \le j + 5\}$

② 時系列長さの評価

- 時系列の短縮で、時系列の長さが海洋熱波の検出に与える影響の評価
- □ NOAA OISSTデータによる検出結果との比較
- 30年間のNOAA OISSTデータによる結果と比較される
- ひまわり八号のSSTデータは25kmにリサンプリングする
- 比較する海洋熱波の特性――頻度
- □ 混合層深度との関連性分析

混合層に <u>選化</u> エネルギーを貯蔵	より少ない→ 水量に蓄積	水温上昇
----------------------------	-----------------	------

混合層の深さと海面温度の時系列グラフを作成し、海洋熱波が発生する期 間中の変化と関連性について分析します。

ひまわりが海洋熱波検出において信頼性が高いことを証明するために行う。

Yang lab., Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University







Fig.4. The spatial distribution map showing the frequency of MHWs in 2016-2023 with

□ NOAA OISSTデータによる検出結果との比較



Fig.5. The spatial distribution map showing the frequency of MHWs in 2016 with (a) Himawari SST data and (b) NOAA OISST. And (c) The pixel counts of MHWs frequency in 2016 comparing Himawari and NOAA OISST.

□ 混合層深度との関連性分析



Fig.6. Time series of SST (black line) and mixed layer depth (purple line) for Himawari SST and NOAA OISST etween January and December 2016 of one pixel in the study area. The red shaded areas represent the MHW periods

結論

2020

2016-2022年海洋熱波の発生は減少しました。その減少は、海面温度 と非常に強い関連性があります。

- ・海洋熱波の発生はエルニーニョ/ラニーニャ現象の影響を受けている。
- 両方の結果により、重大な海洋熱波がほぼ同じ地域で検出されます。
- ・NOAA OISSTデータにより、2016-2022年海洋熱波の減少を示してい ますが、ひまわりでの結果ほど顕著ではない。

・NOAA OISSTの結果は、ひまわりの結果と比較して混合層深度との関連性 が低い。

・より短い年数のデータを使用しても、ひまわりでの検出結果は依然として 高い信頼性を持っている

Reference: 1] Hobday AJ, Alexander LV, Perkins SE, Smale DA, Straub SC, et al. 2016. A hierarchical approach to defining marine heatwaves. Prog. Oceanog. [2] OLIVER Eric C J. DONAT M G. BURROWS M T. et al. Longer and more frequent marine hea

Monitoring active volcanoes by means geostationary satellite observations

GENZANO NICOLA 1,*, FALCONIERI A.^{2,3} HATTORI K.^{4,5}, HIGUCHI A.⁵, MARCHESE F. ^{2,3}, PERGOLA N. ^{2,3}, TRAMUTOLI V. ^{6,3}

¹ Department ABC (Architecture, Built Environment and Construction Engineering), Politecnico di Milano, Via Ponzio 31, 20133 Milano, Italy

² Institute of Methodologies for Environmental Analysis, National Research Council, C. da S. Loja, 85050 Tito Scalo (Pz), Italy

⁴ Graduate School of Science, Chiba University, Yayoi 1-33, Inage, Chiba, 263-8522, Japan
⁵ Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Yayoi 1-33, Inage, Chiba, 263-8522, Japan

enter for Environmental Kenote Sensing, China Onversity, Tayor 1-55, Inage, China, 205-6522, Japan

⁶ School of Engineering, University of Basilicata, Via dell' Ateneo Lucano, 10, 85100 Potenza, Italy

* Contact author: nicola.genzano@polimi.it

Several studies have shown the important role that geostationary satellite sensors can play in the monitoring of active volcanoes. Indeed, the geostationary attitude allows for a quasi-continuous observation of the volcanically active regions on Earth, favoring the rapid detection and the early warning of new phase of thermal unrest, as well as the effective monitoring of short-lived eruptive events. Among the geostationary satellite sensors, SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager), onboard the European Meteosat Second Generation (MSG) geostationary satellites, has largely been used to monitor thermal volcanic activity, thanks to its channels, in the medium infrared (MIR) and thermal infrared (TIR) regions of the electromagnetic spectrum, and temporal (i.e., a high frequency of observation, with refreshing time of 15 minutes) features, despite the coarse spatial resolution (3 km at nadir) (e.g., [1]). The ABI (Advanced Baseline Imager) and AHI (Advanced Himawari Imager) radiometers, respectively abord the GOES-R [2] and Himawari-8 [3] satellites, by providing data every 10 min, with a 2 km spatial resolution in the MIR and TIR bands, have further increased the monitoring capabilities of active volcanoes from space (e.g., [4]; [5]).

In this study, we investigate the recent and intense volcanic eruption occurred at **Home Reef (Tonga)** submarine volcanoes, which produced new island emerged from oceans. Specifically, we show the results retrieved using GOES-R ABI data and by applying the well-known RST (Robust Satellite Techniques; [6]) multi-temporal approach. The latter is an advanced scheme of satellite data analysis which was largely used to detect and monitor volcanic thermal features in different geographic areas (e.g., [7]; [8]).



In more detail, RST is a change detection approach comparing the satellite signal to be investigated with an "unperturbed" background, which is computed by means of a long-term statistical analysis of multi-annual cloud-free satellite records, acquired in similar observational conditions (e.g., same season/month and time/hour of acquisition). The main added value of RST is the independence from the fixed thresholds, including those generally used to identify volcanic thermal anomalies by means of MIR and/or TIR data. Fixed thresholds, although implemented also by some well-established methods performing operationally (e.g., MODVOLC; [9]) are generally effective in specific conditions (e.g., in presence of intense thermal features). The RST approach, by automatically identifying statistically significant changes of the MIR/TIR signals, without a priori definition of the thresholds, is capable of guaranteeing high performances in detecting hotspots (with a high trade-off between reliability and sensitivity) regardless of environmental/observational conditions (e.g., [10]).

These features are confirmed by results shown and discussed in this work. They indicate that RST was capable of promptly detecting the onset of the sub-marine Home Reef (Tonga) eruption by means of GOES-R ABI. Porting the RST scheme to GOES-R ABI observations enabled a prompt detection (about 2h after the official eruption starting, identified only by means of the volcanic gas plume emitted) of the first thermal signs of the Home Reef eruption which took place on 10 September 2022 at 01:39 LT.

Moreover, the continuous monitoring of the eruptive activities, performed thanks to the high temporal resolution offered by the geostationary satellites, allowed for an effective analysis of the space-time evolution of the thermal anomalies occurring in the hours following the main event.



RST METHODOLOGY

The RST method ([6]) uses a local variation index, defined after processing satellite images in the space-time domain named **Absolutely Local Index of Change of the Environment** (ALICE), to detect thermal anomalies ([7]):

$$\otimes_{MIR}(x, y, t) = \frac{\left[T_{MIR}(x, y, t) - \mu_{MIR}(x, y)\right]}{\sigma_{MIR}(x, y)} \tag{1}$$

In equation (1), $T_{MIR}(x,y,t)$ is the brightness temperature measured in the MIR (Medium Infrared) band at time *t* for each pixel (*x*,*y*) of analyzed satellite scenes. The terms $\mu_{MIR}(x,y)$ and $\sigma_{MIR}(x,y)$ represent the temporal mean and standard deviation calculated at the pixel level after processing multiyear time series of homogeneous (i.e., same spectral channel/s; same month, same overpass time), cloud-free satellite records and removing possible signal outliers (e.g., hot targets) by means of the ko clipping filter.

INVESTIGATIONS OVER HOME REEF (TONGA) DURING SEPTEMBER 2022 BY USING GOES-R/ABI OBSERVATIONS

The time series of the ALICE index computed over the Home Reef (Tonga) area, in the period 9 September at 18:00 LT –10 September 2022 at 06:30 LT, shows that before the early morning of 10 September values of $\otimes_{MIR} (x,y) < 2$ mostly occurred (see blue bars). A first significant increment of the index ($\otimes_{MIR} (x,y) > 2.6$) was recorded on 10 September at 03:40 LT (see red bars and the MIR image, bright pixels, on the right) indicating the time (2h after the eruption start) when the thermal anomaly at the Home Reef became detectable by satellite through GOES-R ABI observations. Negative values of the same index were observed in presence of clouds.



REFERENCES

[1] Pergola, N., Marchese, F., Tramutoli, V., Filizzola, C., Ciampa, M. (2008). Advanced satellite technique for volcanic activity monitoring and early warning. Annals of Geophysics, 1, 51.

[2] Schmit, T. J., Griffith, P., Gunshor, M., M., Daniels, J., M., Goodman, S., J., Lebair, W., J. (2017). A Closer Look at the ABI on the GOES-R Series. Bullettin of the Americal Meteorological Society, Vol. 98, Issue 4

[3] Cheng D. (2015). Preliminary assessment of the Advanced Himawari Imager (AHI) measurement onboard Himawari-8 geostationary satellite. Remote Sensing Letters, Vol. 6, Issue 8.

[4] Thompson, J. O., Contreras-Arratia, R., Befus, K. S., Ramsey, M. S. (2022). Thermal and seismic precursors to the explosive eruption at La Soufrière Volcano, St. Vincent in April 2021. Earth and Planetary Science Letters, 592, 117621

[5] Falconieri, A., Genzano, N., Mazzeo, G., Pergola, N., Marchese, F. (2022). First Implementation of a Normalized Hotspot Index on Himawari-8 and GOES-R Data for the Active Volcanoes Monitoring: Results and Future Developments. Remote Sensing, 14(21), 5481

(3) Flactoneri, A., Genzano, N., Mazzeo, G., Vergoa, N., Marchese, F. (2022). FIST Implementation of a Normalized notspot index on Himawari-s and GutS-K Uata for the Active Voicances Monitoring: Results and Future Developmental (6) Tranucit). (2007). Robust stellite techniques (RST) for natural and environmental hazards monitoring and mitigation: Theory and applications. International workshop on the analysis of multi-temporal remote sensity. (302): (302). (302) (302

[7] Pergola, N., Marchese, F., Tramutoli, V. (2004). Automated detection of thermal features of active volcanoes by means of infrared AVHRR records. Remote Sensing of Environment, 93(3), 311-327.

[8] Marchese, F., Filizzola, C., Genzano, N., Mazzeo, G., Pergola, N., Tramutoli, V. (2011). Assessment and improvement of a robust satellite technique (RST) for thermal monitoring of volcances. Remote Sensing of Environment, 115(6), 1556-1563.

[9] Wright, R., Flynn, L, Garbeil, H., Harris, A., Pilger, E. (2002). Automated volcanic eruption detection using MODIS. Remote sensing of environment, 82(1), 135-155.
[10] Marchese, F., Falconieri, A., Pergola, N., Tramutoli, V. (2014). A retrospective analysis of the Shinmoedake (Japan) eruption of 26–27 January 2011 by means of Japanese geostationary satellite data. Journal of volcanology and geothermal research, 269, 1-13.

³ Space Technologies and Application Centre (STAC), 85100 Potenza (Italy)



・高いAOT@500nmおよび低いAEにおいて地表面反射率推定に大きな影響を及ぼす可能性があり、大気補正アルゴリズムではAOTおよびエアロゾルタイプを考慮する必要がある。
 ・今回エアロゾル枢径分布と複素屈折率(実数部と虚数部)を固定値にしたが、今後はこれらも考慮した陸域向け大気補正アルゴリズムの評価を行う予定。

謝辞

本研究は千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究により実施されました(2023)。また、本研究はJSPS科研費JP21K12229、JP22H05004の助成を受けたものです。ひまわり8/9号エアロゾルプロダクト(L2ARP, L3ARP Hourly, Daily)は宇宙 航空研究開発機構(JAXA)の分野横断型プロダクト提供サービス(P-Tree)より提供を受けました。筑波大の奈佐原顕郎准教授、海洋研究開発機構の永井信主任研究員、産業技術総合研究所の土田聪招聘研究員らが中心となって取得・管理しているPEN (Phenological Eyes Network)の協力を受けました。ここに感謝の意を表します。

Utilizing Geostationary Satellite Data for Ultra Short-term Forecasting of Solar Irradiance by a Multivariate Long-Short-Term Memory Recurrent Neural Network



RFRAD

CAMS MAC2-MERRA REST2-MERRA

0.010

0.008

0.006

0.004

0.002

0.000

300

275

250

225

200

150

125

100

Kernel Density

200

800

Acknowledgements

* Thanks to NEDO (23200859-0) for funding this project.

Contact Information

Narumasa Tsutsumida

Contact Info

Tel: +81 -



Model Name	Aerosol Optical Depth (AOD)	Land Surface Albedo (LSA)	Total Precipitable Water (TPW)	Ozone (O ₃)	Nitrogen dioxide (NO ₂)	Angstrom Exponent (AE)	Pres sure (PS)	
MAC2-SATELLITE	0	0	0	0		0	0	
REST2-SATELLITE	0	0	0	0	0	0	0	
ANN-SATELLITE-ALL	0	0	0	0	0			
GBM-SATELLITE-ALL	0	0	0	0	0			
ANN-SATELLITE-AOD	0							
ODI LOUTELLITE LOD	~							

only AOD was used as meteorological data to train two Type C models: ANN-SATELLITE-AOD and GBM-SATELLITE-AOD. These AOD based ML models were also up to 3 times faster among all Type B and C models

Email: narut@mail.saitama-u.ac.jp
衛星リモートセンシングを用いたソーラーパネル検出アルゴリズムの検証・改善

植田晴1•楊偉2



1千葉大学理学部地球科学科 2環境リモートセンシング研究センター

研究背景

- 再生可能エネルギーの普及に伴い、ソーラーパネルが多くの場所で設置され、 電力割合も高まっている.
- 日本国内のソーラーパネルの空間分布についての研究の多くがケーススタディ であり[村松ほか, 2021: 嶌田 竹内, 2022], 全国のソーラーパネル分布を定量的 に調査した例は数少ない.
- 全球のソーラーパネルをマッピングした研究が発表された[L. Kruitwagen et al., 2021].

本研究では、PlanetScope画像を用いて、この研究により提供されたデータ(全 球データ)が、どの程度の検出精度かを検証するとともに、全球データの信頼性に 疑問がある場合、ソーラーパネル検出により適したアルゴリズムの提案を行う.



Figure 1(左):千葉県印旛沼流域における調査地域(画像:2023年Googlemap画像) Figure 2(右):熊本県北西部における調査地域(画像:2023年Googlemap画像)

今回検証を行った地点

- 千葉県印旛沼流域…現在身近な場所であり、最初に調査すべき場所 太陽光発電所の数が全国2位 [資源エネルギー庁,2019]
- 龍本県北西部…住宅用ソーラーパネル普及率全国6位[総務省統計局,2018]
 メガソーラーが200か所以上稼働中[熊本県,2023]
 ビニールハウスの設置面積全国1位[農林水産省,2018]

検証手法

- 1. Figure 1・Figure 2内の赤いエリア内のソーラーパネルに対して、目視判別
- データを作成する、2018年末のPlanetScope画像を使用した。 2. 目視判別データ(planetデータ)と全球データを重ねてポリゴンの検出精度を調
- 目視判別テータ(planetテータ)と全球テータを重ねてホリコンの検出精度を調 査する.
- 周辺の土地利用・傾斜・標高やソーラーパネルの色、形状が偽陰性、偽陽性の 原因になっていないかGoogleMap画像・ALOS World 3D (AW3D30)の標高・地形 データをオーバーラップして確認する.
- 調査範囲を5km四方のグリッドで機械的に区切り、1区画内のポリゴンの面積を 算出し、分布の偏りを検証する(Figure 1・Figure 2内の緑のエリア).

検証結果と考察





Figure 6(右): 熊本県北西部におけるグリッドごとの全球データとplanetデータの面積比較 青の点: グリッド1 区画 オレンジの実線: 回帰直線 緑の破線: 1対1の直線

■ 千葉県印旛沼流域

- 全球データはplanetデータの1/10程度しか検出できていない. 偽陽性は発見 できなかった.
- 偽陰性のポリゴン周辺の土地利用等に法則性は見られなかった.

グリッドごとにソーラーパネルの面積を比較した検証では、(Figure 3)全球 データは過小評価の傾向にあることが示された.またデータ間の相関が良いた め、グリッドごとに偏りがない.したがって、誤分類に地域差がなく、ランダ ムに発生していることがわかる.

■ 熊本県北西部

- 全球データはplanetデータと比較して1/10以上ソーラーパネルを検出できていない. ビニールハウスとの混同による偽陽性を2か所発見した. 偽陰性のポリゴン周辺の土地利用等に法則性は見られなかった.
- グリッドごとの検証では、千葉同様、全球データが過小評価であること、誤 分類に地域差がないことを表している (Figure 4).

結果から、全球データは地域によらず偽陰性が発生することが分かった. 偽陰性 は一般に入力データに由来しており、今回の場合、入力画像の解像度に問題がある と考えられる. したがって、Sentinel-2画像よりも空間分解能の高いPlanetScope 画像を使用することが有効であると考えられる.

HQ-SAMを用いた改善手法

- HQ-SAM(High Quality-Segment Anything Model) [L.Ke et al., 2023]とは…
- ✓ 深層学習の画像分割モデルのひとつであるSAMの精度を上昇させたモデル
- ✓ 教師データなしであらゆる物体を画像分割するzero-shot汎化性能に優れる
- ✓ 教師あり学習を超える精度を出すことも
- 入力データの前処理
- planetデータから各ポリゴンの重心座標を算出する.
 座標を中心に一辺が600mの正方形でPlanetScope画像をクリップする.
- クリップ画像にコントラスト平均化を行い、コントラストを強調する.
- 3. クリック画像にコンドラスドキ項化を110%、コンドラスドを強調する. 4. 画像とともにポリゴンの重心座標をモデルに入力することで、ソーラーパネル
- の位置を明確に示す。
- 入力データとして使用した画像 画像a : トゥルーカラー画像
- 画家a: <u>「リルーカノー画家</u>」
 画像b: 青、赤、近赤外バンドをそれぞれ青,緑,赤に割り当てた画像
- $(\overline{D_{4}}, \overline{D_{4}}, \overline{D$
- 画像c : 主成分分析 (PCA) を行い、第1主成分を青、第2主成分を緑、第3主成分 を赤に割り当てた画像 (PCA画像)

改善結果と考

画像によらず正確な検出ができたソーラーパネルもあれば(Figure 5~7),画像によって検出精度にばらつきがあるものもあった.そこで,各画像を用いたモデルの検出率を調査した.









Figure 7(左上):画像a(<mark>トゥルーカラー画像</mark>)での出力 Figure 8(右上):画像b(フォールスカラー画像)での出力 Figure 9(左下):画像c(<u>PCA画像</u>)での出力 Figure 10(右下):PlanetScope画像(元画像)

青い領域:出力結果 緑の星:重心座標

検出率(accuracy)は使用した画像の全てで全球データを上回った. 位置情報の取 得に課題があるが, SAMはソーラーパネル検出アルゴリズムのポテンシャルがある と言える.

また、各画像によるモデルのいずれかで正しい検出が行われている場合の検出率 も算出した(combination).すると、検出率が各画像単独の場合よりも上昇し、最 も高い値を示した.したがって、これらの画像を組み合わせることにより、より正 確な検出が可能になると言える.

Table 1:各画像によるモデルと全球データの検出率 各出力結果とplanetデータを比較し、概ね正しい検出ができていると判断した場合は"。"、できていない

場合は"x"の評価を行った.比較のために全球データ(global data)についても同様の評価を行った.						
	トゥルー <mark>カラー画像</mark>	フォールス カラー画像	PCA画像	combination	global data	
count ″x″	90	75	89	51	126	
count ″o″	71	86	72	110	35	
accuracy	0. 44	0. 53	0. 45	0.68	0. 22	

結論

- 全球データは実際のソーラーパネル分布よりも過少評価である.
- HQ-SAMICPIanetScope画像・ソーラーパネルの位置座標を入力することで、全球 データ以上の正確さでソーラーパネルを検出することが可能である。
- ・HQ-SAMによる一定のソーラーパネル検出精度を出すために、コントラスト平均 化を行うことや近赤外バンドを使用したフォールスカラー画像を用いること、 主成分をバンドに割り当てた画像を用いることの組み合わせが有効である。



5. まとめ ◆衛星リモセン・大気質モデルとの比較に適した地上観測データ(格子点値)を作成

◆ CEReSサーバにて自動計算・日々更新
 ◆冬季NO2濃度について簡易的な比較解析

– 東京では、大気カラムNO2量から推測される地上NO2濃度が過小となる場合が他の都市よりも発生しやすい

福岡平野内における大気汚染物質不均質性に関する研究

高島 久洋 (福岡大), 乙部 直人 (福岡大), 入江 仁士 (千葉大)

研REDE 福岡平野における窒素酸化物などの大気汚染物質について、

- 1) 様々な観測手法の相互比較、地上からのリモートセンシング観測手法の高度化
- 2) 空間不均質性に着目した解析

<福岡平野での観測>

- ・地上その場観測(Horiba NOx計+そらまめくん)
- ・ 地上リモートセンシング観測
 - ・ MAX-DOAS (多地点/2方向)
 - Pandora
 - ・ ドップラーライダー (境界層構造(風の3次元分布))
- 衛星観測
 - TROPOMI (極軌道衛星)
 - GEMS (静止衛星)

<謝辞> 解析には韓国の静止大気環境 衛星GEMSデータを用いた。 図の作成にはDCLを用いた。







OUTLOOK

- ・地上からのリモートセンシング観測(Pandora & MAX-DOAS)
 によるGEMS衛星観測の検証、TROPOMIとの比較
- ・気球観測の継続、MAX-DOAS鉛直分布導出アルゴリズム高度化



電気化学センサーを用いた境界層内の気球観 測(NO₂の鉛直分布観測)



Pandora屋外部分。MAX-DOASは2012年7月、 Pandoraは2021年11月よりそれぞれ観測を継続 (@福岡大)

森林内空間パターンと微気象の関係

〇青柳寬太郎,加藤顕(千葉大学),中島史雄(伝兵衛農園),瀬戸口浩彰(京都大学)

〇背景・目的 -

森林の持つ多面的機能に気象緩和効果がある(暑さ・冷え込み・乾燥の緩和など) 森林構造が微気象に与える影響の研究は多いが,森林により生成される空間と微気象の関係について言及する事例は少ない

①森林内における空隙の特徴 (A↔B)
 ②空隙と微気象の関係性 (B↔C) の2点を明らかにする



〇空隙の定義 〇調査地・データ取得方法 本研究において空隙はDSM(数値標高モデル)以内の 都立野山北・六道山公園 範囲で有形物が存在しない場所と定義した。 ・公園内で18プロットを設定 そのため、樹冠の下の空間や樹冠内の枝葉の隙間 ・プロットは構成樹種や階層構造に偏りが出ないよう選定 などの空間に空隙が生成される。 ・ex)広葉樹林, 針広混交林(密度高), 針広混交林(密度低) 森林構造:地上レーザー 微気象:気象センサー DSM(Digital Surface Model) 地表面とその上にある地物表面の 測定項目:**気温,相対湿度** 標高からなる3次元データ 測定間隔:1分毎 測定期間:2023/8/5~2023/10/27 DSM 集計方法 ①1日の中の最高値,最低値,日較差を抽出 空隙 ②8,9月(夏季)と10月(秋季)で平均値を算出 〇解析手法



〇結果・考察

0-50%: 負の相関



表-1 階層別の空隙ボクセル数と夏季気象データの相関係数

ボクセル数	気温(℃)			温度(%)		
	日較差	最高	最低	日較差	最高	最低
0-25%	0.516*	0.237	-0.545*	0.342	0.122	-0.269
25-50%	0.361	0.066	-0.618**	0.132	0.057	-0.098
50-75%	0.119	-0.169	-0.669**	-0.224	-0.132	0.122
75-100%	0.084	-0.085	-0.483*	-0.236	-0.139	0.079
* <i>p</i> < 0.05	** <i>p</i> <0.01					

表-2 階層別の空隙ボクセル数と秋季気象データの相関係数

ポクトル教		気温(℃)			温度(%)	
小ツセル数	日較差	最高	最低	日較差	最高	最低
0-25%	0.433	-0.025	-0.593**	0.538**	0.509*	-0.090
25-50%	0.210	-0.297	-0.702**	0.429	0.528*	0.092
50-75%	-0.096	-0.609**	-0.763**	0.191	0.415	0.281
75-100%	0.009	-0.310	-0.463	0.151	0.250	0.118
* <i>p</i> <0.05	** p <0.01					





○時期・階層によらず空隙ボクセル数と最低気温に負の相関 →最低気温は明け方に観測される。空隙の増加が放射冷却の 効果を助長

○75-100%の階層:空隙増=樹木増
 →樹冠により乱流発生,熱を運搬

50-75%: **相関関係なし** →樹高のばらつきにより樹冠内と樹冠下の空隙が混在 75-100%: **正の相関**

→構成物が樹冠上部,空隙が樹冠内のみに生成

地すべりに対する樹木の傾きと土塊の関係

笠井美青(北海道大学 大学院農学研究院)・早川裕弌(北海道大学 大学院地球環境科学研究院)

若林日菜(千葉大学園芸学部)・加藤顕(千葉大学大学院園芸学研究科)・

背景・目的

近年の異常気象により土砂災害の危険性が増加している ため、地すべりの動きを把握することは重要である。地す べり地では樹木が傾いているが、同じ地すべり範囲内でも 場所によって樹木の傾き方が異なる。そのため、本研究で は土塊の動きと樹木の傾きの関係を明らかにすることを目 的とする。

調査手法

地面の動きを把握するために、調査地にペグを120本設置 し、それらを6月と10月の二度測量することで4か月間の地 すべりの動きを捉えた。また、地面の動きと樹木の変化を 比較するために、各ペグに近い樹木の傾きを測定した。

調査期間:6月・10月

調査地:北海道沙流郡のオタリマップ

(第三紀層地すべり)→年間1m程動く

①ペグの設置

40m×230mの範囲に計120本(5×24本)設置 →グリッド状に縦横10m間隔で設置

②ペグの位置の記録

各ペグの位置をトータルステーション(トプコンGM107)・ GPS VRSC (Drogger社) で測量

※期間をあけて2度ペグの位置を計測することで、面的に地 面の動きを把握することができる。

③樹木の傾きの測定

対象木:35本

トータルステーション(トプコン GM107)で測定

※樹木の傾きは垂直面の傾きと水平面の傾きの二種類に分 け、二時期の変化量を解析した。

④土塊の境界の決定

- ・樹木の傾きの変化大 → 土塊の境界に近い
- ・樹木が同じ方向に傾く → 同じ土塊

上記の仮説のもと、土塊の境界線を予測した。







図①は、地面の動きと樹木の垂直面の傾きの変化の関 係を表わしたものである。地面の動きと樹木の垂直面の 傾きの変化には、大きな相関がなかった。

図②は、地面の動きと樹木の水平面の傾きの変化の関 係を表わしたものである。地面の動きと樹木の水平面の 傾きの変化には、正の相関があり、地面の動きが大きい と樹木の水平面の傾きの変化も大きくなることがわかっ た。

図③は、地面の動きと樹木の水平面の傾きの変化を材 積別に表したものであり、図④は針葉樹広葉樹別に表し たものである。材積によって、また針葉樹広葉樹によっ て、地面の動きや樹木の傾きの変化に偏りはないため、 樹木の大きさや樹種によらず、地面と樹木は変化してい る。

図⑤は図②を図として表わしたものである。図から、 同じように地面が動いていても樹木の水平面の傾きの変 化が大きく動いている場所とそれほど動いていない場所 があることがわかる。

また、6月と比較して10月に樹木が斜面に対してどち らの方向に傾いたのかをアルファベットで分類した。こ の図から同じ方向に傾いているものは同じ土塊の中にあ るのではないかと考えた。

これらのことを踏まえて予測した土塊の境界が図の青 い線である。この図の地面の動きと樹木の水平面の傾き の関係から予測した土塊の境界が、地形図かわかる地面 の亀裂がある場所と多くが一致した。そのため、地面の 動きを樹木がとらえて傾きが変化していると考えられる。

まとめ

本研究では、地すべりに対する土塊と樹木の関係を明らかにすることを目的に調査を行った。地面の動きが大きいと樹木 の水平面の傾きの変化が大きくなることがわかった。また、樹木の大きさや種類によらず、地面と樹木は変化していること もわかった。地面の動きと樹木の動きによって土塊の境界を把握することができたため、樹木は地面の動きをとらえて傾き が変化すると考えられる。

Estimation of Foliage Clumping Index UNIVERSITY **Using Himawari Satellite Land Surface Reflectance Data**

OIAO ZHI¹, YANG WEI¹, (1.CHIBA UNIVERSITY)



M Chen C Meners S Leb

References

E-mail: qiaozhi0401@163.com T<u>EL: 0</u>90-335<u>5-6777</u> Yang lab., Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

CHIBA



参考文献 1) W. Takeuchi, Assessment of geometric errors of Advanced Himawari-8 Imager (AHI) over one year operation, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. Vol.37, 2016. 2) M. Matsuoka, A Method to Improve Geometric Accuracy of Himawari-8/AHI "Japan Area" Data. J. Jpn. Soc. Photogramm. Remote Sens. Vol.54, pp.280–289. 2015. 3) USGS.Landsat Collection 2 Level-2 Science Products. https://www.usgs.gov/landsat-misisms/landsat-collection-2-level-2-science-products. Accessed Jan. 4, 2024. 4) EUMETSAT, Coordination Group for Meteorological Satellites. LRT/HRIF Global Specification. CGMS/DOC/120071 Jssue 28, 30 Oct. 2013. 5) Lowe, D.G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. International Journal of Computer Vision, Vol.60, pp91–110, 2004

第26回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム Cooley TukeyアルゴリズムのSIMD並列化

北九州市立大学 山崎 進

背景

SAR信号処理では、受信信号をフーリエ変換して 参照スペクトルと乗算して逆フーリエ変換を行う ような処理を行うことで画像を得る、フーリエ変 換を離散化されたデジタル信号に対して行うこと を離散フーリエ変換(DFT)と呼ぶ、2のn乗サイズ の離散フーリエ変換を高速に行うアルゴリズムは 高速フーリエ変換(FFT)として知られている、高速 フーリエ変換の古典的アルゴリズムの1つが Cooley Tukeyアルゴリズムである、本研究はこの Cooley Tukeyアルゴリズムについて、細粒度の SIMD並列化を行った、

結果

wkの計算はサイズnが決まると値が決まる定数ベ クトルである.また,サイズ2nの時のwkを間引く ベクトル計算で,サイズnのwkを求めることがで きる.十分な計算資源がある時には,どちらの計 算もO(1)で行える.

Radix-2 DITの本質的な計算は,再帰的にサイズn のベクトル計算を行う処理として表すことができ る.したがって,十分な計算資源がある前提で SIMD並列化すると,サイズnに対して,計算量は O(log n)とすることができる.

またBit-Reversalは行列変換として定義できるので、計算量をO(1)にすることができる。

以上より, Cooley Tukeyアルゴリズムを理想的に SIMD並列化すると計算量はO(log n)となる.

Cooley Tukeyアルゴリズム

Cooley Tukeyアルゴリズムは次の2処理を行う.

- Radix-2 DIT: The radix-2 decimation-in-time (DIT) fast Fourier transform (FFT)
- 2. Bit-Reversal

Radix-2 DITは次のような再帰関数である.

- サイズが1の場合は、入力をそのまま出力する
- そうでない場合は次の処理を行う
 - 1. 入力を2分割して、前をa、後をbとする
 - 2. wk =exp(-2ni/N k)を計算する
 - 3. 出力として次の2つを繋げたものを返す
 - aとbの和ベクトルを入力としてRadix-2 DIT
 を再帰呼び出しした結果
 - aとbの差ベクトルとwkの積ベクトルを入力
 としてRadix-2 DITを再帰呼び出しした結果

Radix-2 DITの最終結果は得たいFFTの結果の要素の順番を規則的に入れ替えたものになっているので、Bit-Reversalで適切に順番を入れ替えること

で, FFTの結果を得る.

Cooley Tukeyアルゴリズムの計算量はO(n log n) である.

© 2024 Susumu Yamazaki

本研究はJSPS科研費 22K04657の助成を受けたものです

本研究は令和5年度千葉大学環境リモートセンシング研究センター 共同研究利用の助成を受けたものです

UAV搭載CP-SAR画像処理システムの ZYBO Z7-20への実装



20T1639B 大塚祐生 難波研究室

千葉大学工学部情報工学コース



The 26th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium 容量性円形平板アンテナを用いたLF帯広帯域干渉計の開発と 単素子で観測されたLF帯電波の特徴

太田悠一朗1),三浦健伸2),吉野千恵3),服部克巳3,4,5),今住則之6)

1. 千葉大学大学院融合理工学府 2. 千葉大学理学部地球科学科 3. 千葉大学大学院理学研究院

4.千葉大学環境リモートセンシング研究センター 5.千葉大学災害治療学研究所 6.日本技術士会千葉県支部









目的

火星でのダスト巻き上げには、大域的な風以外にも大小のつむじ風などの寄与量が大きいと言う指摘が ある。その測定のために火星の日中でも使用できる小型で低電力のLIDARを開発している。 火星用に開発している小型LIDARの性能テストを行った。 ・屋外で太陽光下でどれぐらい測れるかをテストする。 ・巻上げ過程の気象観測を行い、風速と巻上げ量の関係を調べる。



乙部直人*1, 椎名達男*2, 千秋博紀*3, はしもとじょーじ*4, 岩山隆寛*1 *1 福岡大学理学部 *2千葉大学大学院工学研究科 *3千葉工業大学惑星探査研究センター *4岡山大学大学院自然科学研究科

P-32 火星気象センサ開発に向けた フィールド試験





Quantifying Anthropogenic Impacts on Global CO₂: A Robust Isotopic Modelling Approach

Uddalak CHAKRABORTY*(ceha1867@chiba-u.jp), Naoko SAITOH, Prabir PATRA, Dmitry BELIKOV, Naveen CHANDRA



- Ocean JMA

+ CASA 3h

longer be necessary.

- The CO₂ concentrations are then plotted as a monthly average for 2022 from January to December for both gc3t and gvjf.
- Observation data from NOAA's CO₂ observation database are added along with the simulated data for the specific sites.
- Offset is calculated as a difference between Model – Observed Data

 The next task involves preparing fluxes for isotopes ¹³C and ¹⁴C for simulation in the MIROC4.0 Atmospheric Chemistry Transport Model (ACTM). The endeavor aims to seamlessly integrate theoretical insights from the Box Model with practical application in the MIROC4.0 ACTM, fostering a harmonious synergy between model-based simulations and empirical observations for continual refinement and optimization.

applications impacted will vary based on the emissions strategy chosen. As time goes on, at least

some applications' utility decreases, hence observations made today will typically be more valuable than those that are yet to be produced. For instance, if $\Delta^{14}CO_2$ stabilizes, the need for

Δ14C observations to determine the decadal-scale turnover of terrestrial carbon stocks will no

全偏波UAV-SAR用 GJMRSL で、環境リモートセンラング 研究センター CHIBA Xバンド円偏波マイクロストリップアレーアンテナの開発

柏原久人¹, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo¹, 泉佑太², 伊藤公一¹, S. Gao³, 難波一輝¹ 1千葉大学,2室蘭工業大学,3香港中文大学

研究背景

発生が予測できない災害を衛星SARで観測するには衛星周回軌道 の制約があり、災害発生直後に任意の場所を観測することはでき ない。小型のUAVは運搬が可能で、災害状況に合わせた運用が可 能である。夜間観測できるSARであれば、災害発生から短い時間 で多くの情報を集めることができ、UAV-SARでの災害時観測に期 待されている。

研究目的

千葉大学では、Lバンド/Cバンドの円偏波SARシステムをUAVに搭 載する研究を行ってきた[1-2]。災害時観測に対応するUAV-SARシ ステムは、従来システムよりも小型、高解像度、高分類能などの 実現が課題となっている。

提案するXバンド円偏波マイクロストリップアレーアンテナは、 従来システムより短い波長を使うことで高分解能になり、システ ム全体を小型化させる。さらにSAR画像を高解像度化させるため に広帯域化させた円偏波アンテナは、全偏波モードで使用するこ とで偏波SARによる高分類能化が可能となる。本研究では、広帯 域な全偏波UAV-SARシステムのセンサとして、Xバンド円偏波マイ クロストリップアレーアンテナの開発を行う。

アンテナの計画と設計

提案するアンテナはUAV胴体下部にLHCPとRHCPの組み合わた送受 信アンテナを4つ搭載し、オフナディア角を30度とする。UAV-SAR は高度150mから観測することから、システム特性の各パラメータ からアンテナの必要利得を次式により20dBが必要とされた[3]。



 H_{SAR} $Rm = \frac{m_{Smin}}{\cos\theta i}$

アンテナの利得向上させるためにはアレー化が必須であるが多段 になるとビーム幅が狭くなるため、4x4アレーとする。円偏波ア ンテナはインピーダンス帯域(IBW)と軸比帯域(ARBW)の両立 が重要であり、広帯域化のために円偏波を励振する縮退分離素子 の形状を最適化し、シーケンシャル回転技術で800MHzの帯域を目 標とする。

縮退分離素子は放射面との面積比 だけでなく、形状によって軸比が 変化することがシミュレーション から判明したため、17.6%の面積比 とCThとCTwの調整によって軸比の 最適化を行った。



放射素子と縮退分離素子の形状

Шı́л Mounting to the right side Mounting to the left side 210 mm 110 mm Off nadir angle 30 deg Full Polarimetric Antenna Configuration Rx RHCP Tx LHCP Tx RHCP Rx LHCP 0 UAVへの搭載方法

SARシステム特性と目標利得

Parameter	Symbol	Value	Unit
Antenna Gain	G	20.006	dB
ignal Noise Ratio	SNR	35	dB
ransmission Power	Pt	100	W
Antenna Efficiency	η	0.85	
Navelength	λ	0.0319	m
Pulse Frequency	PRF	1500	Hz
Backscattering Coefficient	٥	-35	dB
ipeed of Light	c	299792458	m/s
Pulse Length	τ _ρ	10	μз
Platform Altitude	H _{SAR}	150	m
ilant Range Distance	Rm	173	m
Boltzmann Constant	К	1.38*10^(-23)	J/K
emperature	т	280	К
Bandwidth	В	800	MHz
Receive Noise Figure	F	3	dB
Platform Speed	v	150	km/h
system Attenuation	Ls	3	dB
Angle of incidence=Off Nadir angle	θi=θo *	30	Degree

文献

[1] Yohandri, Yictor Wissan, I. Firmansyah, Prilando Rizki Akbar, Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, and Hiroaki Kuze, Tovelopment of Circularly Polarized Array Antenna for Synthetic Aperture Radar Sensor Installed on UAV, Progress In Electromagnetics Research C, Vol. 19, 119-133, 2011.
 [2] Josaphat Tetuko Sri Sumantyo, "Development of Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar onboard UAV for Earth Diagnosis," EISRA 2012: 9th Europ. Conf. Synth. Apert. Rad., VDE, pp. 136-138, 2012.
 [3] Kenzo Konani, Muljovidoo Kaurtido, Karang-Joon Yoon and Agus Budiyono, "Autoneous Control Systems and Vehicles." Springer, pp. 183-189, 2013.
 [4] Y. Yamaguchi, "Polarized Synthetic Aperture Radar," in IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 71, no. 2, pp. 1943-1948, Feb. 2023, doi: 10.1109/TAP.2022.3232745.

アンテナの作製と検証

設計したアンテナは比誘電率2.17のプリプレグ誘電体基板で作製 し、利得が21.6dBic、IBWが1,240MHz(13.1%)、ARBWが2,800MHz (29.7%)、ビーム幅が15度であった。



全偏波SAR実験

全偏波SARで得られた3種類のターゲットから得られた散乱データ を逆投影アルゴリズムで画像化した。SAR画像として特徴的な点 散乱体を確認でき、散乱強度はターゲットの散乱特徴と一致した。 散乱データから振幅と位相をサンプリングし、理論散乱行列と比 較した[4]。 田論教会に対象教会に対象を

計測した散乱行列は理 論散乱行列と一致が見 られた。散乱行列をよ り正確にデータ化する ためには校正が必要で あると考える。

生調取がリジーと計測取がリジッル教					
Target Trihedral corner reflector	Theoretical Scattering Matrix	Measured Scattering Matrix			
	$\begin{bmatrix} 0 & j \\ j & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.21 e^{-j52.52^\circ} \\ 0.91 e^{j5.54^\circ} \end{bmatrix}$	$1.00e^{j0.00^{\circ}}$ $0.21e^{-j165.01}$		
Vertical Dihedral corner reflector	$\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & -1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.83e^{-j27.30^{\circ}} \\ 0.17e^{-j206.98^{\circ}} \end{bmatrix}$	0.19e ^{-j106.0} 1.00e ^{j0.00°}		
Vertical pole reflector	$\frac{1}{2}\begin{bmatrix}1&j\\j&-1\end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.81e^{-j85.49^{\circ}} \\ 1.00e^{j0.00^{\circ}} \end{bmatrix}$	0.88e ^{j21.07°} 0.81e ^{-j36.67°}		



まとめ

提案したアンテナは基本的特性の目標仕様を満足させ、全偏波 SAR実験における散乱データが各偏波モードの振幅と位相の関係 が理論散乱との比較において一致が確認できた。これらによって 提案したアンテナを用いたSARシステムは制御された環境下で偏 波SARデータ品質を提供できると結論付ける。その結果、提案し たアンテナは、UAV-SAR用全偏波合成開口レーダのアンテナとし ての性能を達成していることが確認された[5]。