

AI天気予報モデルとデータ同化を組み合わせた純データ駆動気象予測システムの開発

小槻峻司*, 白石健太, 竹島滉, 岸川大航, 金子凌, 岡崎淳史, 露木義

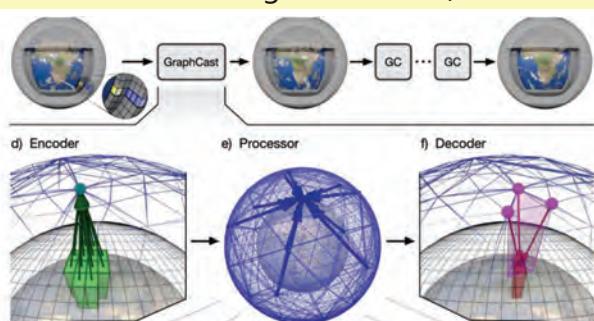
* 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター / 国際高等研究基幹

2025/02/19 第27回CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

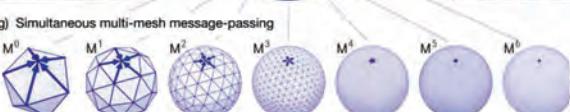


急速に進むAI天気予報 (2022年~)

AI-based surrogate models (≥ 30 models)



Google/Deepmind's
GraphCast
(Lam et al. 2023)

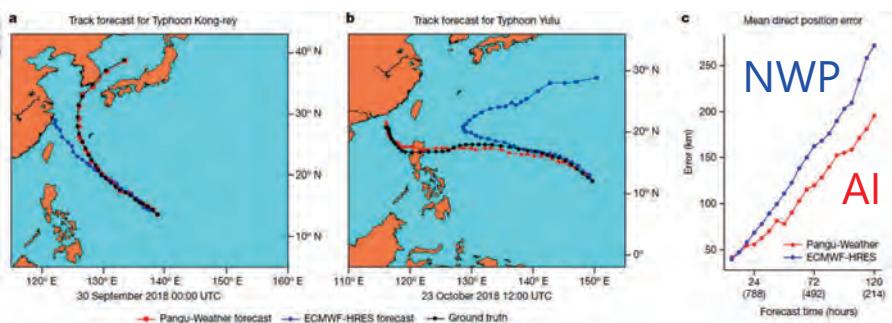


Huawei's PanguWeather
(Vision Transformer; Bi et al. 2023)

issued by Microsoft, NVIDIA,
Google/Deepmind, Huawei,...

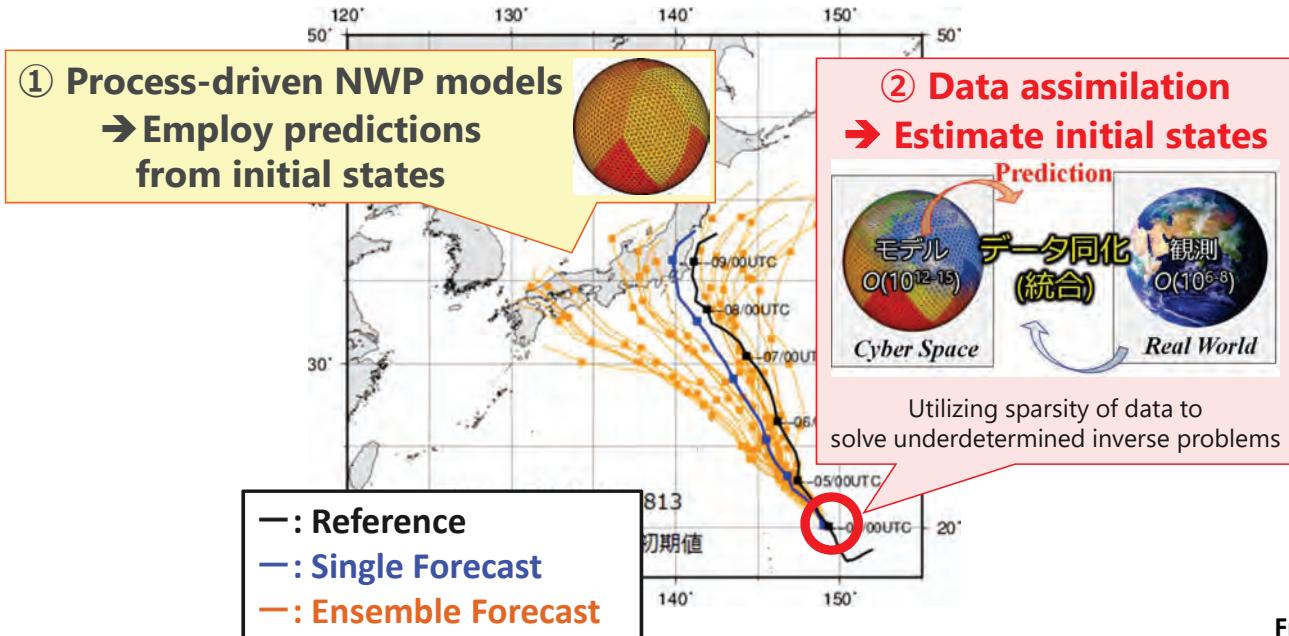


ただ、基本的に予報するだけ
(初期値はまだ作れない)



数値天気予報とデータ同化

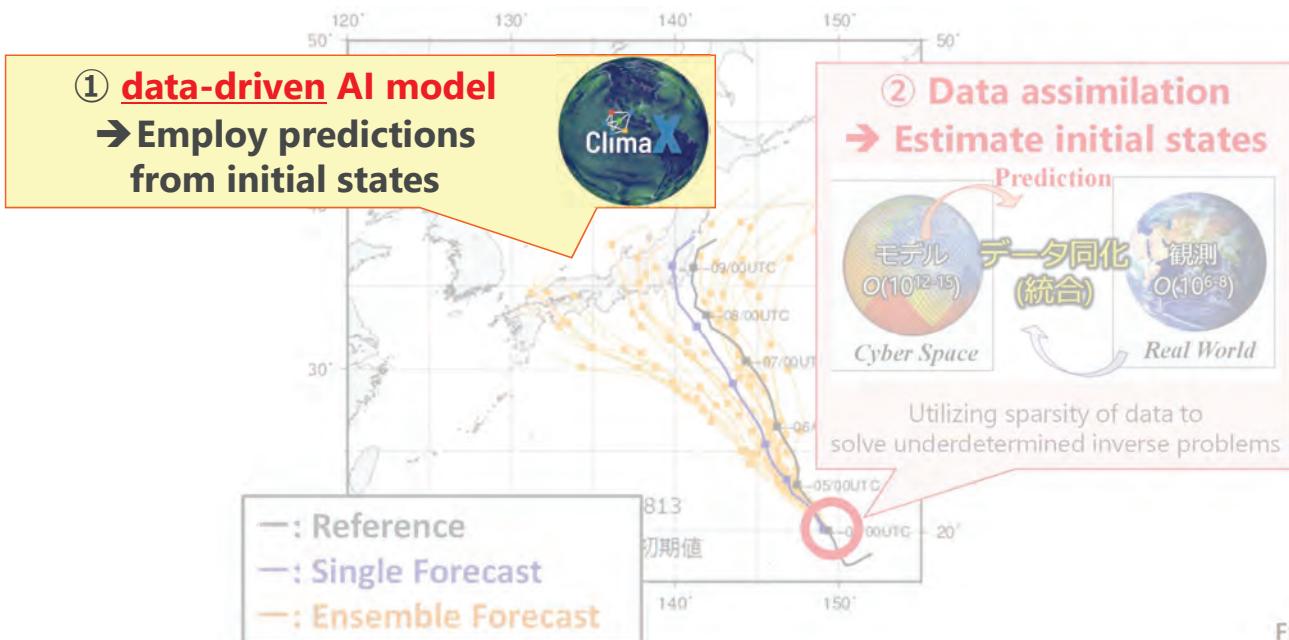
Necessary researches for achieving better predictions



From JMA

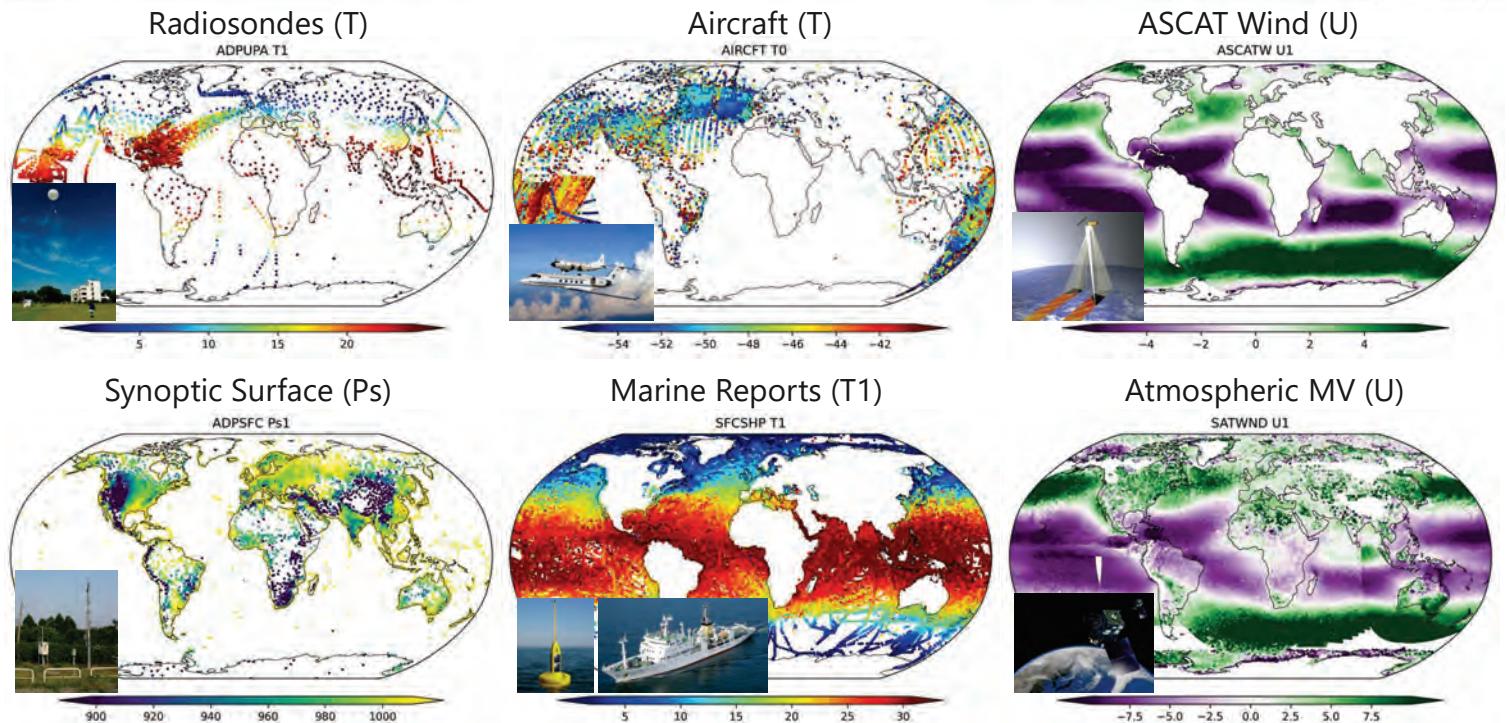
数値天気予報とデータ同化

Necessary researches for achieving better predictions



From JMA

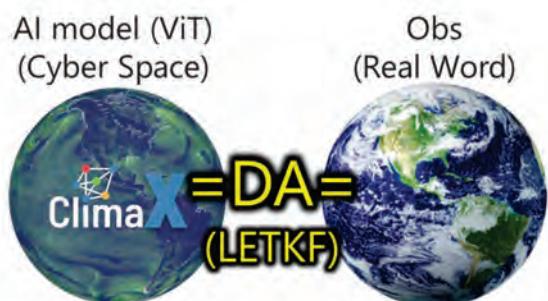
NCEP's PREPBUFR Observations (in 2016)



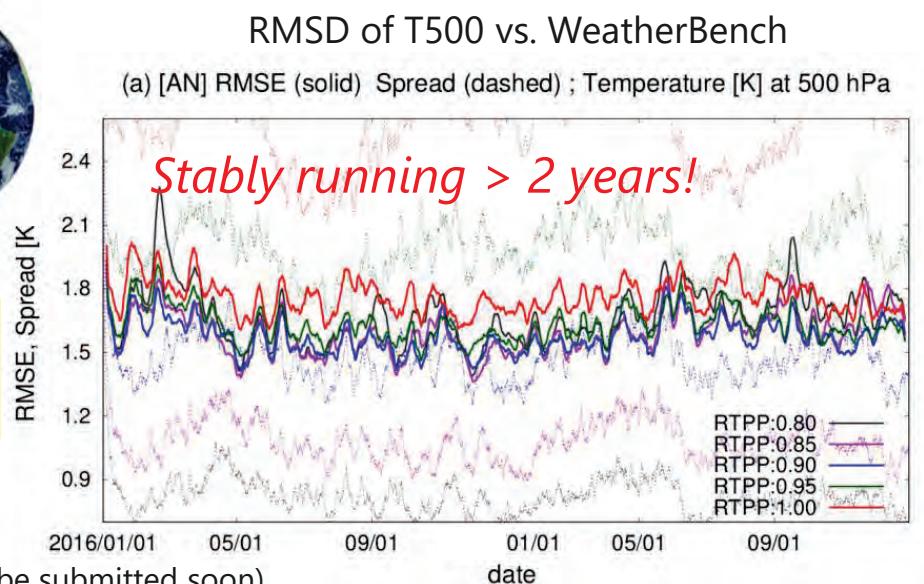
Data-driven Weather Forecasts by ClimaX-LETKF



K. Shiraishi A. Takeshima
(ClimaX) (PREPBUFR)



(maybe) the first pure data-driven ensemble weather forecasting!
(w/o physical models)



Kotsuki+ (in review), Takeshima+ (to be submitted soon)

Ongoing Researches with diffusion models

Ho et al. (2020; CVPR)

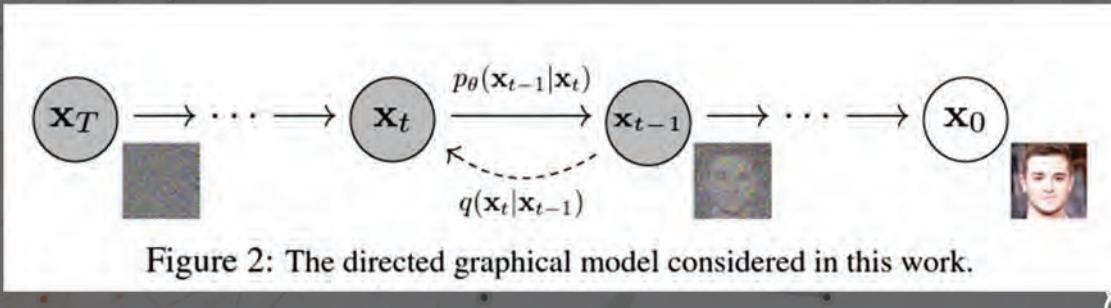
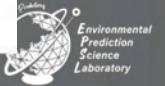


Figure 2: The directed graphical model considered in this work.



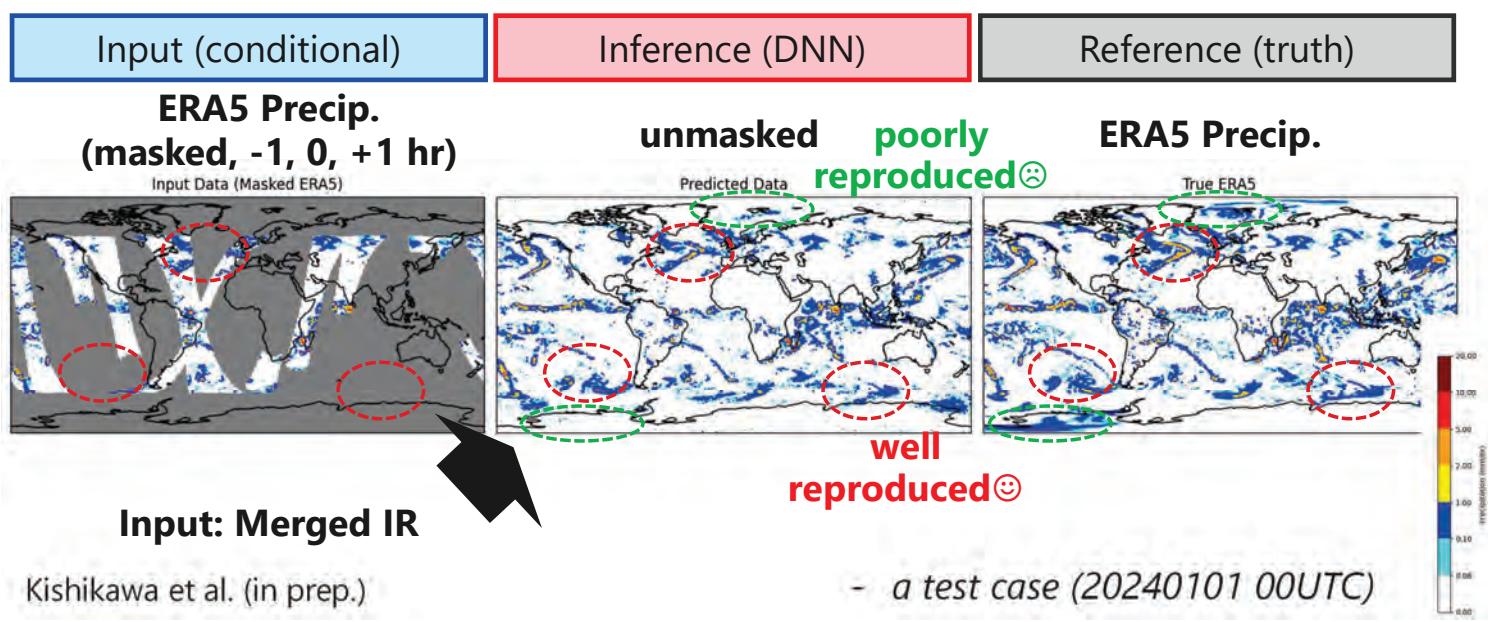
(1) Conditional Diffusion as Data Assimilation



Unmasking (inpainting) task: Conditional inference (~ DA)

D. Kishikawa

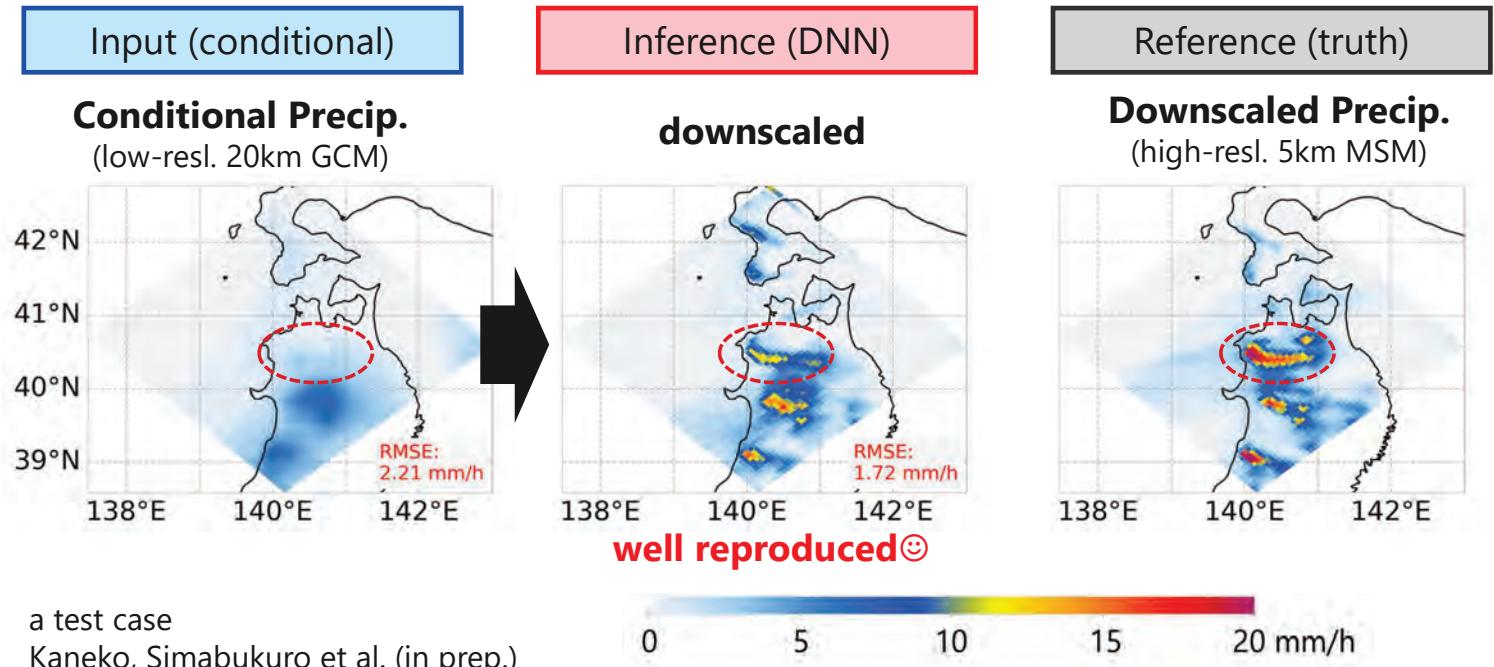
Promising inpainting for ERA5 precipitation (1-deg x 1-deg hourly precip.)



(2) Conditional Diffusion as Downscaling



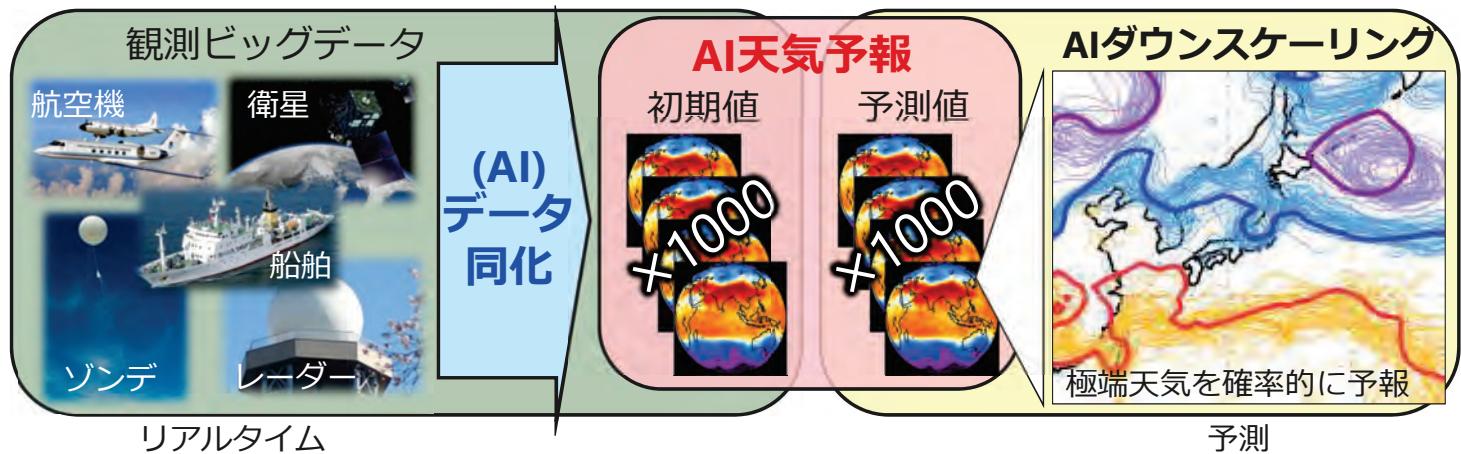
T. Shimabukuro



Summary and Future Perspective

- 純データ駆動天気予報システムのプロトタイプが完成! (ClimaX-LETKF)
 - オープンソースを予定。システム共有します。ご興味があれば問い合わせを。
 - 気象庁から気象予報業務許可を取りに行きたい。
 - 今後、拡散モデルを組み込んでデータ同化・高解像度化に取り組む予定。

← A pure data-driven weather forecasting →



高さデータを加味した Mask R-CNN による屋根葺き材の 自動判別

横山洋斗, 高橋 徹* (千葉大学)

1

研究の背景・目的



台風による屋根の損傷

課題：ブルーシート設置による応急復旧、屋根の補修の遅れ

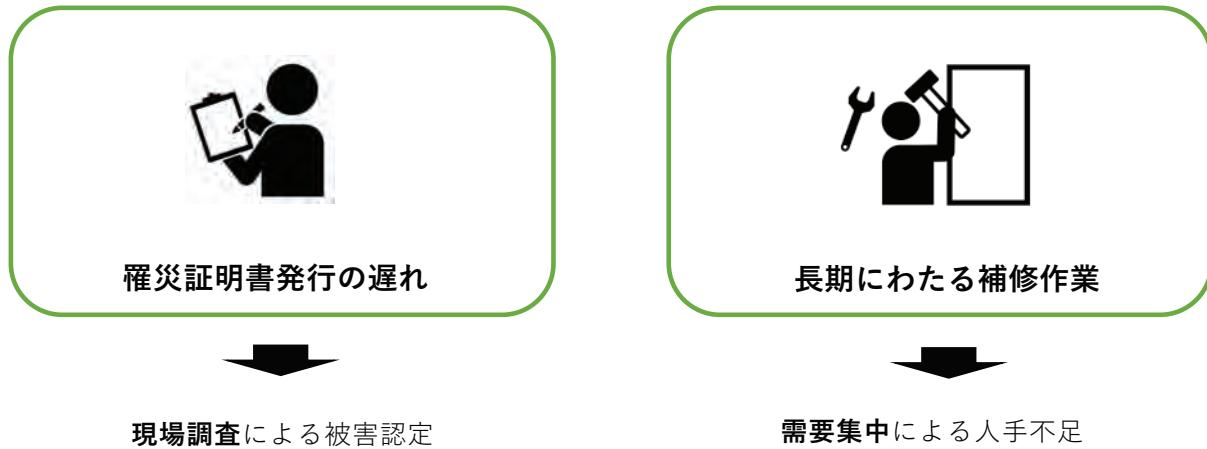


災害後、被災者の生活に大きな支障

2

研究の背景・目的

屋根補修遅れの原因



3

研究の背景・目的

補修需要を把握することができれば…

- ・損傷した屋根の数や程度（軽微な修理が必要か、全面的な修復が必要か）
- ・補修に必要な資材の種類と量（瓦・防水シート・木材など）
- ・補修に必要な人員と作業時間（職人の数や作業期間）



- ・被害認定の自動化
- ・補修作業の最適化

屋根補修の遅れの問題を低減することができる

4

研究の背景・目的

補修需要推定

損傷度

+

材料

徐らの研究¹⁾でF値0.8以上でレベル別に判別

屋根輪郭	F値	0.886
ブルーシート	F値	0.900
全壊屋根	F値	0.839

本研究：屋根葺き材の自動検出と
その精度向上に関する研究

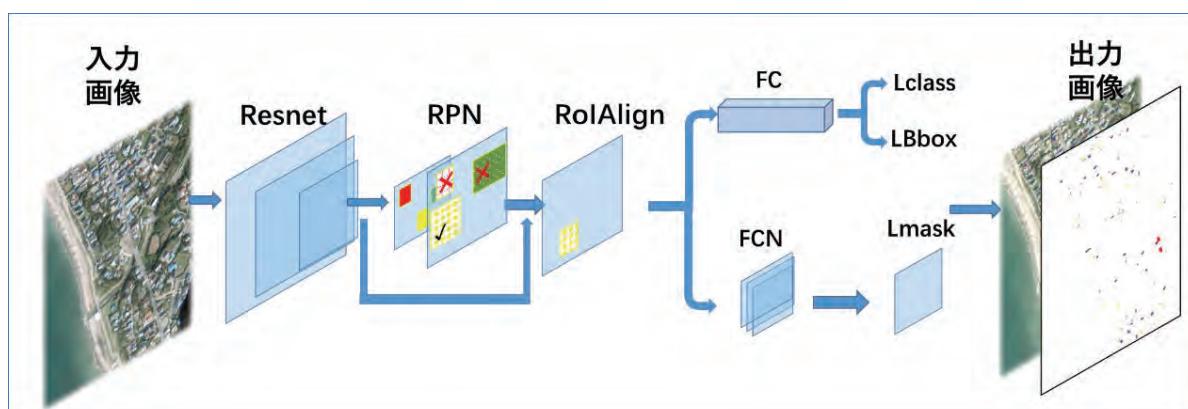
1) Jinglin Xu, Feng Zeng, Wen Liu, Toru Takahashi: Damage Detection and Level Classification of Roof Damage after Typhoon Faxai Based on Aerial Photos and Deep Learning, Applied Sciences, Vol.12, No.10, pp.4912-4933, <https://doi.org/10.3390/app12104912>

5

研究の方法

既往の研究の手法

徐鏡琳（2022）「ドローンとディープラーニングに基づく災害後の建物損傷の自動検出とレベル判定」

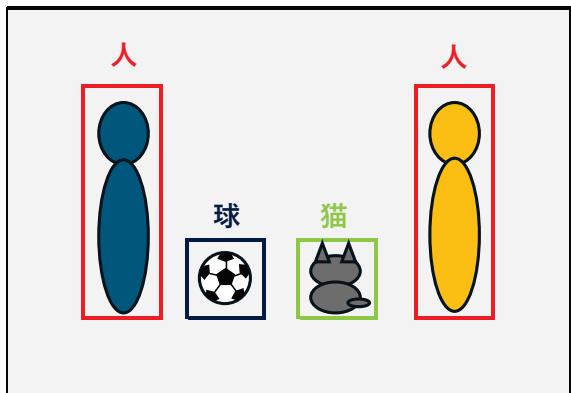


Mask R-CNNの概略図

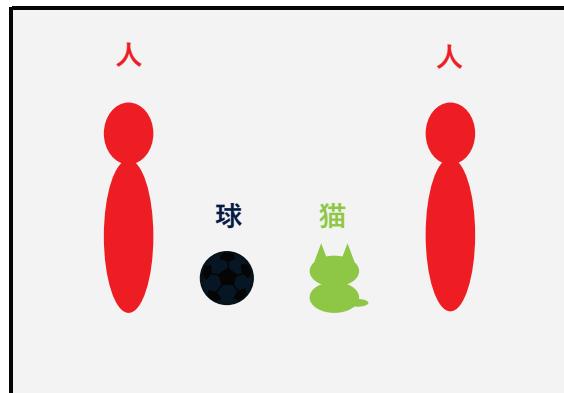
6

研究の方法

一般的な物体検出



Mask R-CNN



Mask R-CNNとは

物体検出 + インスタンスセグメンテーション + 分類

7

研究の方法

既往の研究の検出結果の各評価指標

	正解率	適合率	再現率	特異度	F値
屋根輪郭	0.996	0.940	0.960	0.997	0.950
全壊屋根	1.000	0.850	0.851	1.000	0.850
ブルーシート	1.000	0.960	0.970	1.000	0.965

F値：物体検出モデルの評価指標

検証により、検出結果と目視判別を比較して得る

8

研究の方法

混合行列 [瓦の場合]

		検出結果	
		瓦	瓦以外
目 視 判 別	瓦	TP	FN
	瓦以外	FP	TN

自動検出結果をTP,TN,FP,FNの4種類に分ける

$$\begin{aligned} \text{正解率} &= \frac{TP + TN}{(TP + TN + FP + FN)} \\ \text{適合率} &= \frac{TP}{(TP + FP)} \\ \text{再現率} &= \frac{TP}{(TP + FN)} \\ \text{特異度} &= \frac{TN}{(TN + FP)} \\ F\text{値} &= \frac{2 \times \text{適合率} \times \text{再現率}}{(\text{再現率} + \text{適合率})} \end{aligned}$$

9

研究の方法

使用するデータ



鋸南町



館山市



富津市

10

研究の方法

教師データの作成



オルソ画像

分類

瓦

スレート

アスファルトシングル

金属

陸屋根

その他

(ブルーシート付き、太陽光パネル付きなど)

11

研究の方法

教師データの詳細

鋸南町		富津市		館山市		合計
瓦	426	瓦	234	瓦	173	833
スレート	160	スレート	95	スレート	138	393
A.S.	10	A.S.	0	A.S.	9	19
金属	297	金属	108	金属	214	619
陸屋根	35	陸屋根	15	陸屋根	12	62
その他	116	その他	87	その他	32	235
合計	1044	合計	539	合計	578	2161

A.S. : アスファルトシングル

12

解像度の違いによる検出精度の差異

富津市と館山市のデータを組み合わせて2パターンで学習

Training Area (cm/pix)	①	②
Tateyama (2.2)	Futtsu (2.4)	Futtu(4.0)
Training Parameters		
Tile size	1200×1200	800×800
Stride size	600×600	400×400
Rotation angle	45°	45°
number of data	6956	4640

- ①高い解像度(2.2~2.4cm/pix)での訓練
②低い解像度(4.0cm/pix)での訓練

13

解像度の違いによる自動検出結果の差異

検証結果

	対象地	学習画像解像度	検証画像解像度	F値					平均F値
				瓦	スレート	金属	陸屋根	その他	
①	鋸南町	2.2~2.4cm/pix	3.6cm/pix	0.420	0.390	0.298	0.211	0.407	0.345
②	鋸南町	4.0cm/pix	3.6cm/pix	0.862	0.583	0.718	0.455	0.424	0.608

学習用データよりも検証画像の解像度が細かい場合、検出精度はある程度確保できるが、学習用データよりも検証画像の解像度が粗い場合、検出精度が低くなる。

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。①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。

14

解像度の違いによる自動検出結果の差異

考察

- ・学習と検証の解像度差は同程度の方がいい
- ・F値0.608は補修需要の推定の実現は厳しい

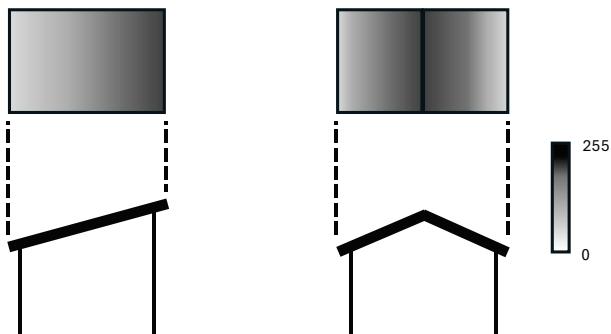


更なる検討が必要

15

4バンド画像での深層学習

標高データ



- ・屋根の勾配、形状を捉えられる
- ・階高ごとに近い数値となる

16

4 バンド画像での深層学習

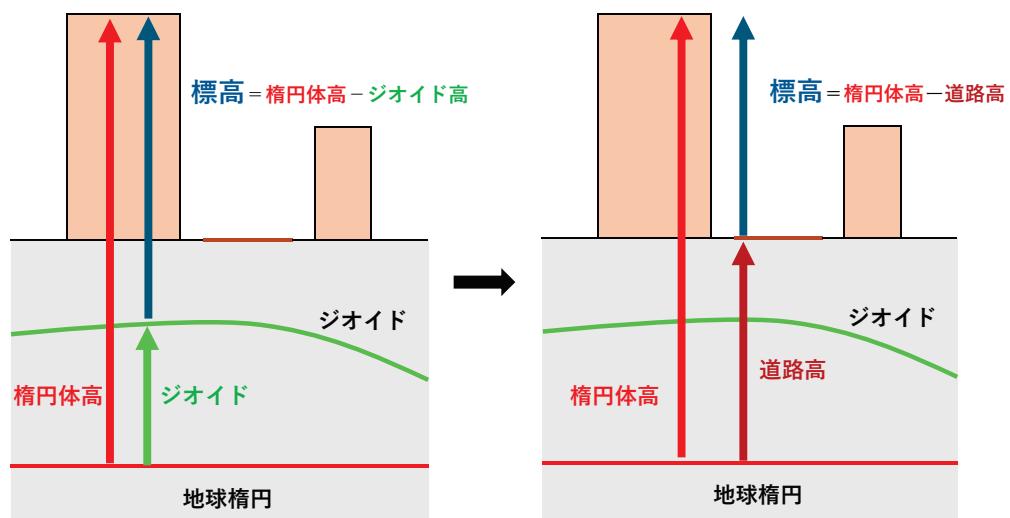
標高データの処理

- ・高さの基準面を道路に変換する
- ・0~255に正規化する

17

4 バンド画像での深層学習

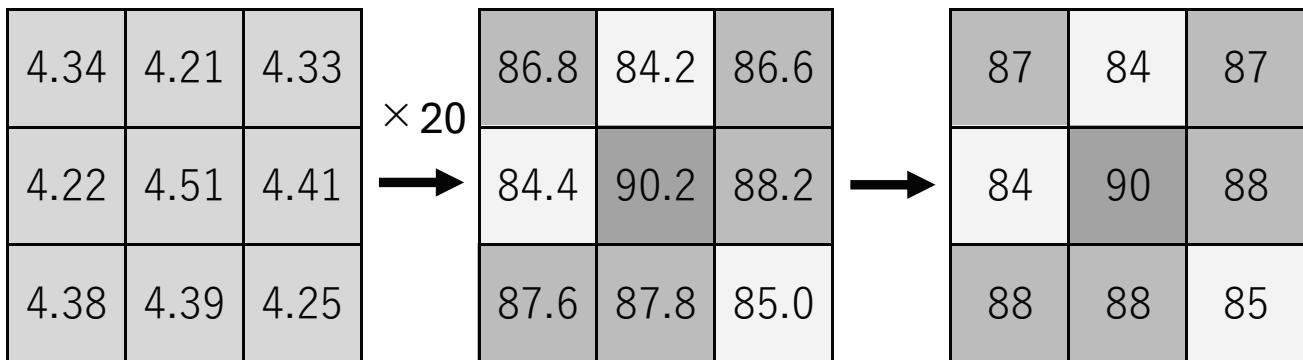
標高データの処理 (DSM-DTM)



18

4 バンド画像での深層学習

標高データの処理（256階調化）



19

4 バンド画像での深層学習

検証結果

対象地	学習画像解像度	検証画像解像度	F値					平均F値
			瓦	スレート	金属	陸屋根	その他	
鋸南町	4.0cm/pix	3.6cm/pix	0.763	0.338	0.208	0.286	0.300	0.379

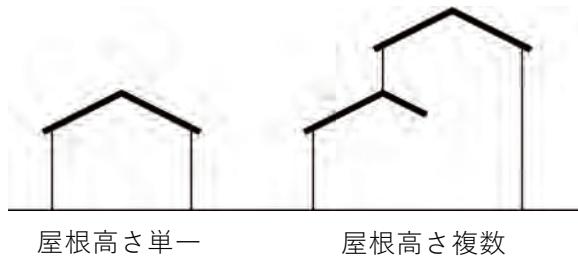
- ・パラメータ数が増え、データの次元が高くなつたことで学習が足りなくなつてしまつた
- ・複数の高さをもつ屋根（1階の庇や屋根の重なつた家屋など）に対して学習が上手くいっていない

20

4 バンド画像での深層学習

考察

鋸南町	屋根高さ単一		屋根高さ複数		合計
	材料1種	材料複数	材料1種		
未検出	99	122	61	282	
誤検出	9	14	1	24	
正解	113	4	11		160
部分的に正解			32		



21

4 バンド画像での深層学習

考察

鋸南町	屋根高さ単一		屋根高さ複数		合計
	材料1種	材料複数	材料1種		
未検出	99	122	61	282	
誤検出	9	14	1	24	
正解	113	4	11		160
部分的に正解			32		

・屋根高さが複数ある屋根に対する検出精度が著しく低く、未検出、誤検出を起こしやすくなっている

・しかし正解であった11棟については全て瓦であったことを踏まえると、教師データの強化によってうまくいく可能性がある。

22

まとめ

- (1)訓練時および検証時の画像解像度に差がある場合、特に検証画像の解像度が訓練画像よりも粗い場合には、検出精度が著しく低下することが確認された。この結果から、画像解像度の一致が自動検出モデルの精度維持において重要であることが示された。
- (2)標高データを加えた4バンド画像を用いた学習では、1棟ごとの教師データの取得方法ではデータの汎用性が乏しく、3バンド(RGB)画像と比較して検出精度が低下してしまうことが示された。一方で教師データを強化しデータの汎用性を高めることで高い検出精度を得られる可能性が示唆された。

今後の展望

訓練と検証に用いる画像の解像度差と精度の関係について、よりきめ細やかな見極めが必要
教師データの強化や標高データの取り扱いなどの検討を行うことが課題

23

「250219 The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium



赤外吸収を用いた ガス可視化技術の開発

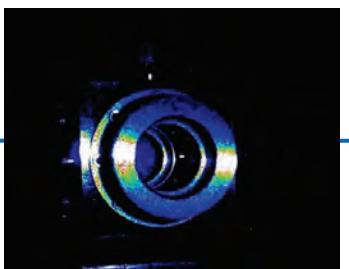
染川智弘^{1,2}, 倉橋慎理¹, 椎名達雄³, 久世宏明⁴
(レーザー総研¹, 阪大レーザー研², 千葉大院工³, 千葉大CEReS⁴)

Table of contents

1. 地球温暖化対策に向けた取り組み
2. DFBレーザーによるアンモニアの可視化試験
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(CJ24-19, P2024-1)によって遂行されました。ここに謝意を表します。



地球温暖化対策に向けて

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CO₂排出削減を実施する必要性が引き続き指摘

2021年11月13日、世界各國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°C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°C上昇しているので、プラス0.4°C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年までにはほぼ半分に、2050年ごろに実質ゼロに、さらにメタンなど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ければどうにかなる。そんなことは、もう言ってられないのです。

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)

温暖化によって予測される影響の比較 1.5°C vs 2°C

現象	1.5°Cの上昇で起きること	2°Cの上昇で起きること	1.5°C上昇と比較して2°C上昇では…
気象	<ul style="list-style-type: none"> 中緯度域の極端に暑い日が約3°C昇温(H) 高緯度域の極端に寒い夜が約4.5°C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) 	<ul style="list-style-type: none"> 中緯度域の極端に暑い日が約4°C昇温(H) 高緯度域の極端に寒い夜が約6°C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) 	<ul style="list-style-type: none"> 高温継続期間、暑い日の頻度、強度 増大(H) 低溫継続期間、寒い夜の頻度、強度 減少(H) 世界の陸域平均で大雨の強度/雨量 増大(M) 極めてまれかつ最も構造な現象の頻度 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) 熱帯低気圧による大雨の頻度 増大(M) 熱帯低気圧の数は減少、非常に強い低気圧は増加(L) 地中海域と南アフリカで強い乾燥傾向 増大(M) 高緯度地域、山岳地域、東アジア、北米東部での大雨特に増大(M)
陸の生態系	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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)
人間の生活	<ul style="list-style-type: none"> 年間漁獲量が約150万トン損失(M)、年間漁獲量が300万トンを超える損失(M) 世界のトウモロコシの作物生産が約10%減少 	<ul style="list-style-type: none"> 1.5°C未満よりもトウモロコシの作物生産が約15%大幅に減少 	<ul style="list-style-type: none"> 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)
河川洪水	<ul style="list-style-type: none"> 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) サンゴ礁の70~90%が失われる(H) 100年に1度、夏の北極海の海水が消失(M) 	<ul style="list-style-type: none"> 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99%以上が失われる(VH) 10年に1度、夏の北極海の海水が消失(M) 	<ul style="list-style-type: none"> 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) 海水温度、海洋熱波の頻度 増大(H) 大西洋子午面循環(AMOC)が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)
海			

出典:SR1.5 SPM B4.4, B5.1~B5.6, SR1.5 表3.2~表3.5, 表3.7

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

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

石炭火力、再生可能エネルギーを支える計測技術の開発で温暖化対策に貢献

2

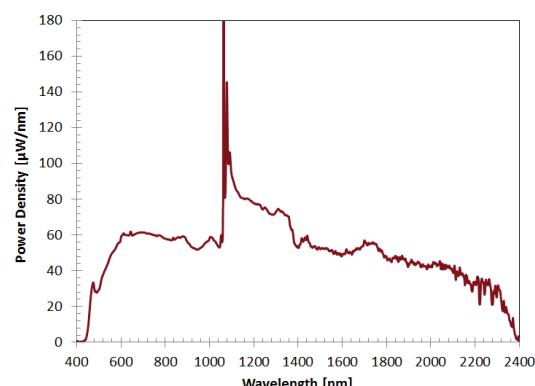
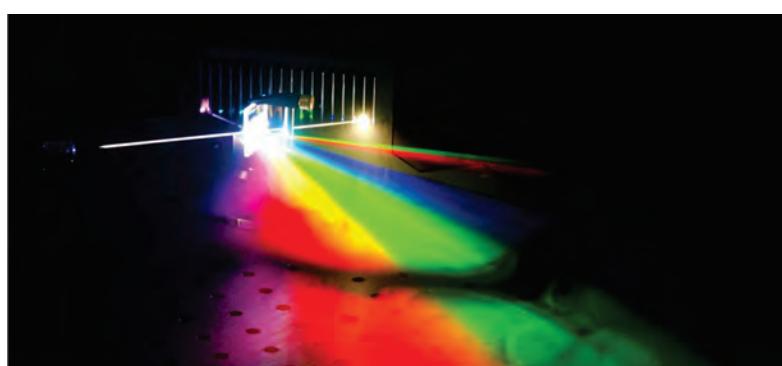
230216 第25回環境リモートセンシングシンポジウム

これまでのレーザー総研でのガス分光:SC光源の吸収計測へ利用

スーパーコンティニウム(Supercontinuum: SC)

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/>)

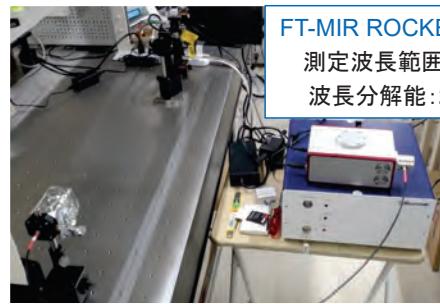
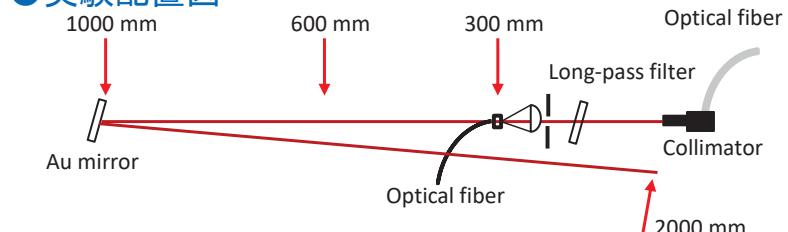
レーザー光源	非線形光学材料	出力(パルスエネルギー)
ピコ秒マイクロチップレーザー	フォトニック結晶ファイバー	~6 W(~100 μJ?)

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

3

MIRのSC光源を利用した大気中CO₂の計測

● 実験配置図



FT-MIR ROCKET (ARCoptix)
測定波長範囲: 2~12 μm
波長分解能: 2 cm⁻¹以上

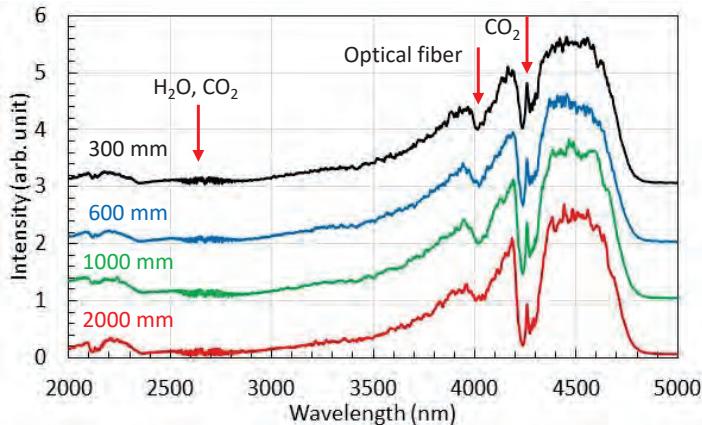


図. 大気伝搬後の中赤外スペクトル

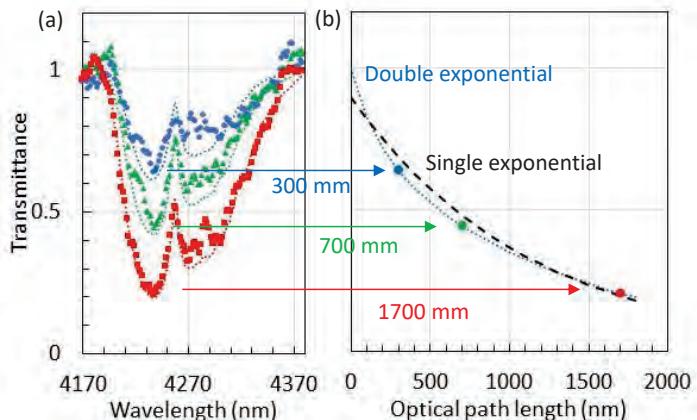


図. 光路長300 mmで規格化した透過率と波長4237.29 nmでの透過率と光路長の関係(点線はHITRANの計算結果)

中赤外SC光源と波長分解能の大きな受光システムを利用して、大気中のCO₂濃度の計測が可能！

4

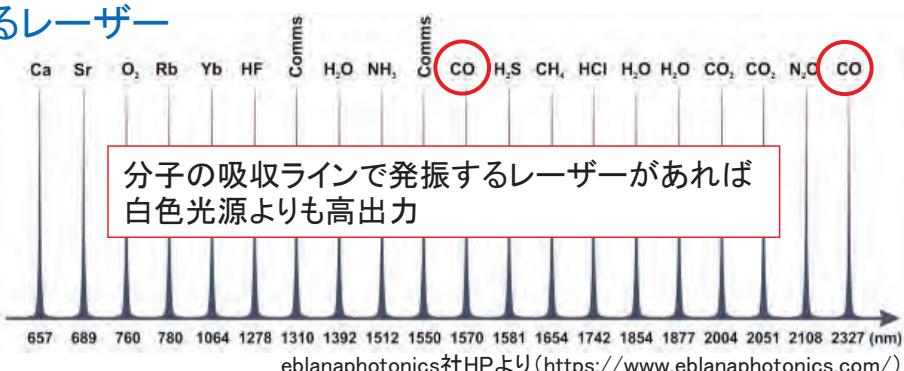
230216 第25回環境リモートセンシングシンポジウム

特定の物質の濃度を高精度で測定するなら半導体レーザーが便利

● 分子の吸収ラインで発振するレーザー



Sacher Lasertechnik社HPより(
<https://www.sacher-laser.com/>)



分子の吸収ラインで発振するレーザーがあれば
白色光源よりも高出力

● 分布帰還型 (Distributed Feedback: DFB)

レーザー: 共振器内部の回折格子構造が選択する特定波長のみで、シングルモード発振するため、レーザー発振線幅が非常に狭い。また、注入電流、温度によって、ある程度波長を掃引することが可能であるため、吸収計測に最適

分子の吸収ラインで発振するレーザーを利用した吸収計測を実施すれば、高感度に濃度評価が可能

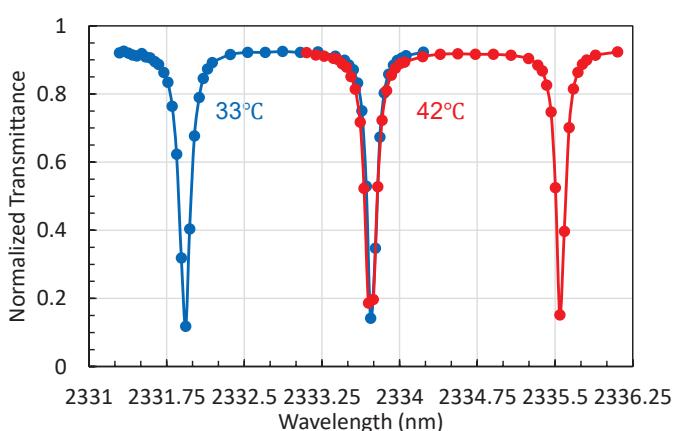


図. DFBレーザーを利用したCOの吸収スペクトル

5

今更、石炭…

石炭：地球温暖化の元凶とされるが、石炭火力の依存度の高いアジア各国への技術売り込み、将来のアンモニア発電技術で再び脚光



石炭(インドネシア産セナキン炭)

- ・長期的にみると価格は他の燃料より安く、安定的
- ・インドネシア、オーストラリアなどの比較的近い国からも輸入が可能
- ・保管がしやすい

武豊火力発電所の屋内式の貯炭場(<https://www.sankei.com/article/20220714-GW73BTYHXFOMBIM7U7ID3MAELY/>)舞鶴発電所(1号機)の貯炭サイロ(
<https://www.obayashi.co.jp/chronicle/works/39500.html>)

貯炭場や石炭サイロに一旦貯蔵するが、石炭の自然発火が火災事故につながる危険性があり、発火監視技術が求められている

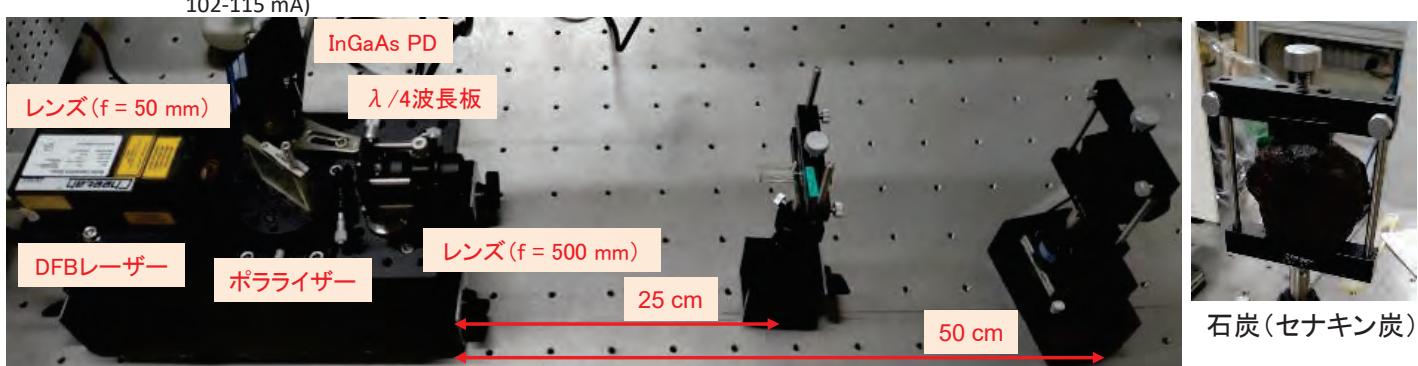
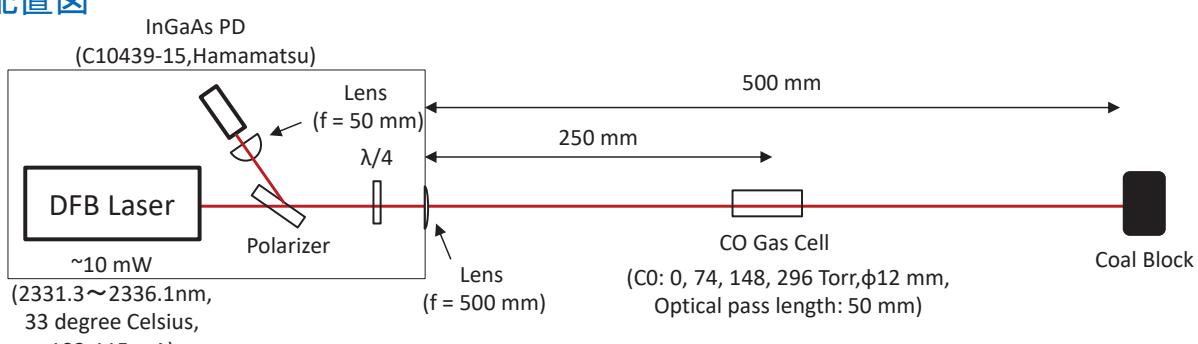
→ 石炭が低温酸化反応によって発火する際には、COガスが発生するため、石炭周辺のCOガスを測定することで、石炭の自然発火を事前に検知できる可能性

6

COガスのリモート計測(同軸光学系:石炭)

実際の貯炭場での利用を想定して、50 cm離れた石炭からの反射光を利用して、COの吸収スペクトルの測定を実施

●実験配置図



7

同軸光学系で50 cm先の石炭からの散乱光で、COの吸収スペクトルの測定に成功

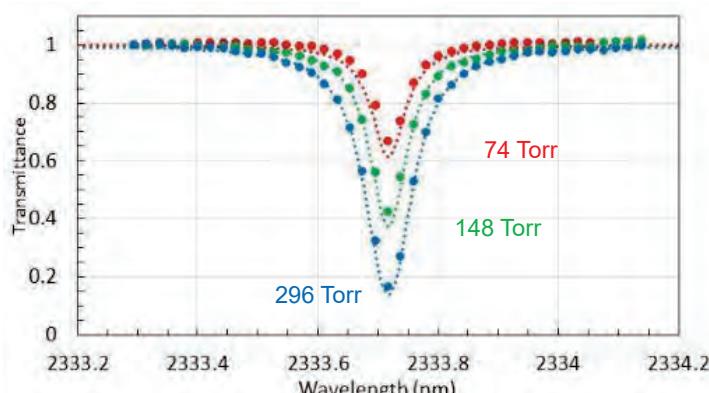


図. COガス(74, 148, 296 Torr、光路長:50 mm)を光路上に入れた石炭からの散乱光スペクトル

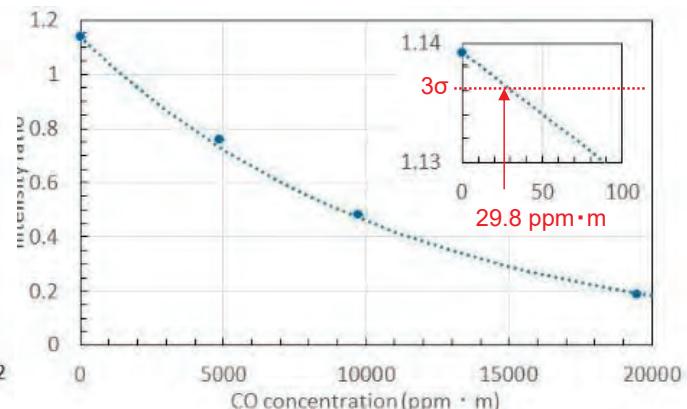


図. On波長2333.714 nmとOff波長2333.295 nmの信号強度比

離れた位置から、石炭表面にレーザーを照射し、その反射光から、COの濃度評価が可能
(検出限界:29.8 ppm·m)

→ 貯炭場などの異常検知の目安である100ppmは十分利用可能

ガスの空間分布を取得するためにはシステムの走査が必要

● InGaAs近赤外カメラ

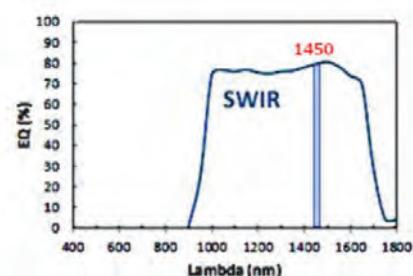


有効画素数: 640 × 512ピクセル
素子ピッチ: 15μm
感度波長域: 0.9~1.7μm
最大フレームレート: 98fps

(https://vision-sensing.jp/products_NIRCam-640SN.htmlより)

バンドパスフィルタ 1450.0nm の場合

【フィルタ】
 λ_0 1450.0nm
 $\lambda_{1/2}$ 32.0nm



撮像例: 水を吹掛けた個所

可視カメラ



近赤外線カメラ(フィルタなし)



近赤外線カメラ(フィルタあり)



撮像例: 落葉

可視カメラ



近赤外線カメラ(フィルタなし)



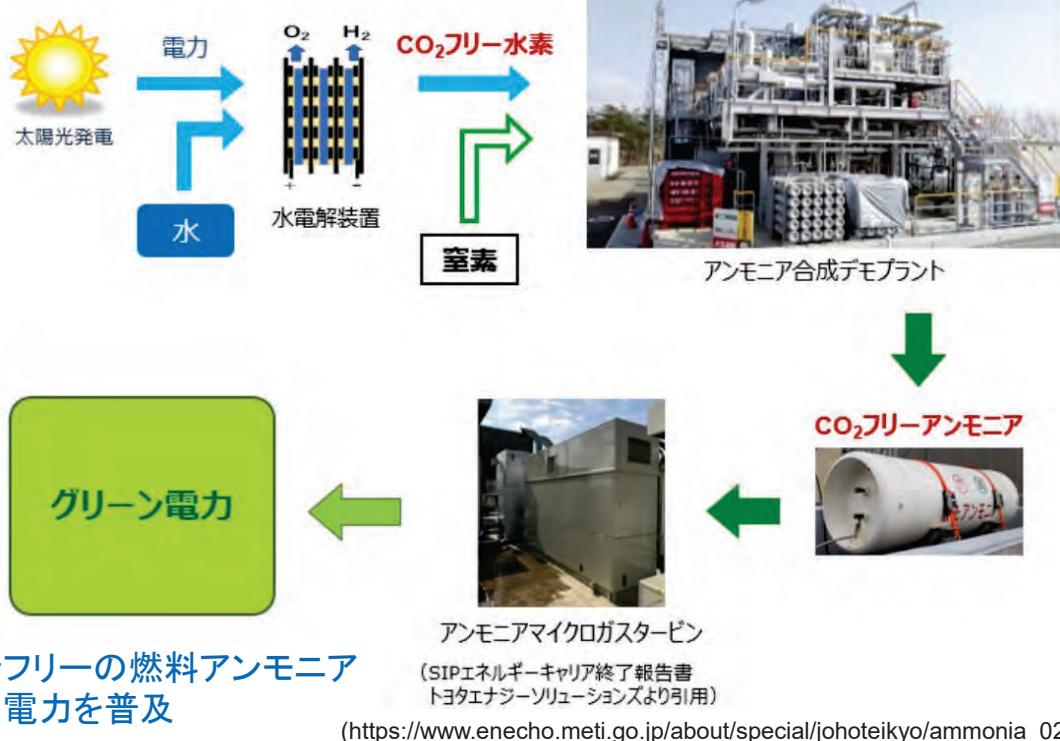
近赤外線カメラ(フィルタあり)



近赤外の波長領域を利用することで、特定のガスなどを可視化できる可能性

肥料用途だけない、エネルギー資源としてのアンモニア

●アンモニアを燃やしてガスタービン発電に利用



今後、増加が予想されるアンモニア関連施設でのアンモニア漏洩モニタリング技術は必要

10

アンモニアの赤外領域の吸収スペクトル

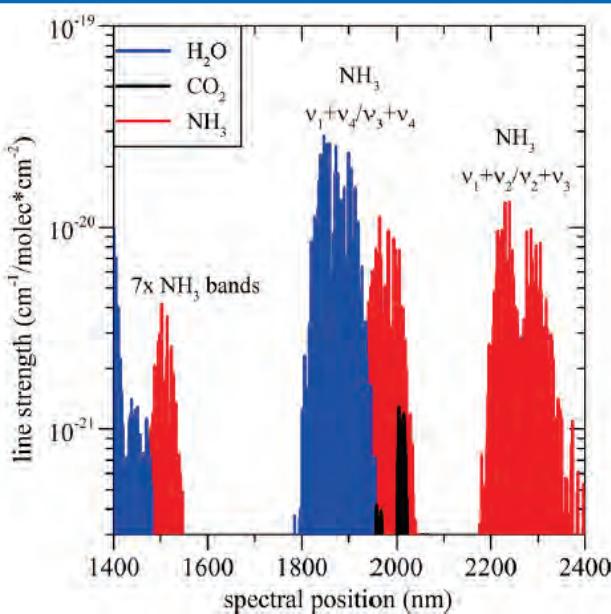


図. アンモニアの赤外領域の吸収スペクトル (Stritzke et al., 2015)

アンモニアは赤外カメラの観測波長領域(900~1700 nm)である1512 nmに吸収ラインがあり、DFBレーザーで波長掃引が可能

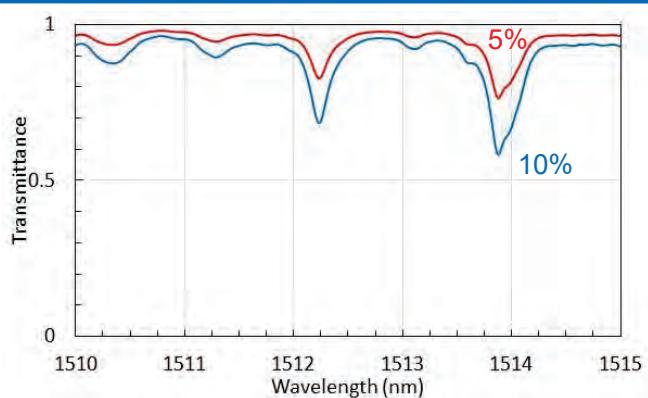


図. HITRANデータベースを利用したアンモニア濃度5%、10%の透過率スペクトル(光路長:20 cm)

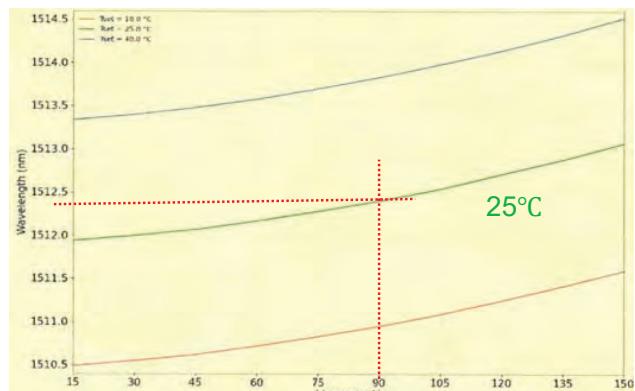
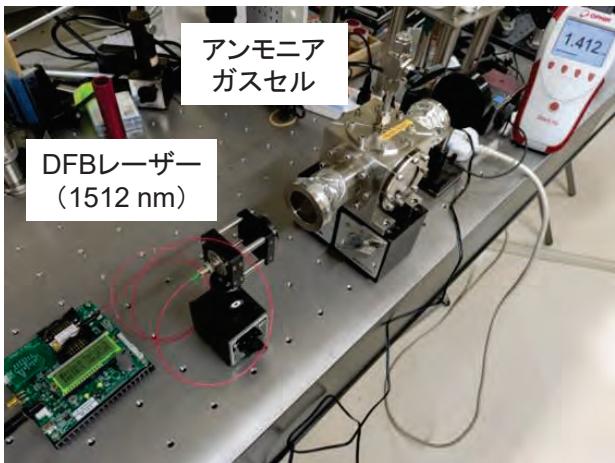


図. 使用したDFBレーザーの発振特性

11

アンモニアの赤外吸収スペクトルの測定

●アンモニアガスセルを用いたDFBレーザーの透過率計測



アンモニアガスセルを透過させることのいよつてスペクトル形状が変化するがHITRANの計算結果と一致しない…
(スペクトルが一致しないので波長軸への変換も難しい)

→ アンモニアの吸収のある(58 mW(On))と
ない(68 mW(Off))の2波長でカメラ撮像

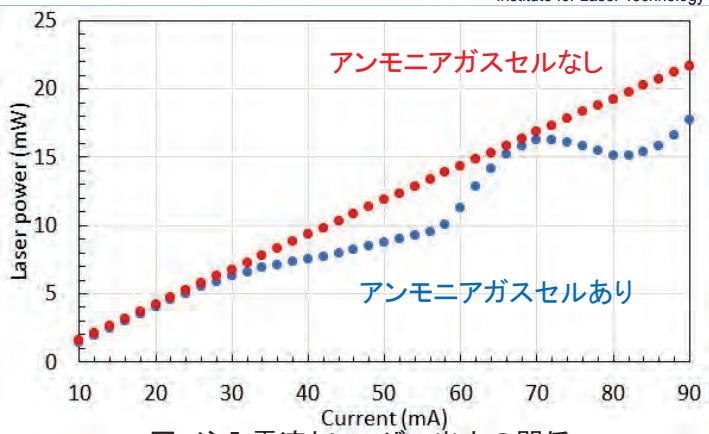


図. 注入電流とレーザー出力の関係

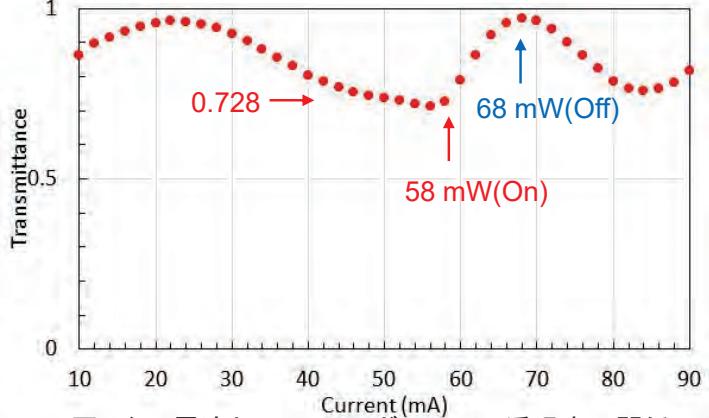


図. 注入電流とアンモニアガスセルの透過率の関係

アンモニアガスセルのDFBレーザー照射によるカメラ画像計測

●近赤外カメラを用いた アンモニアガスの測定

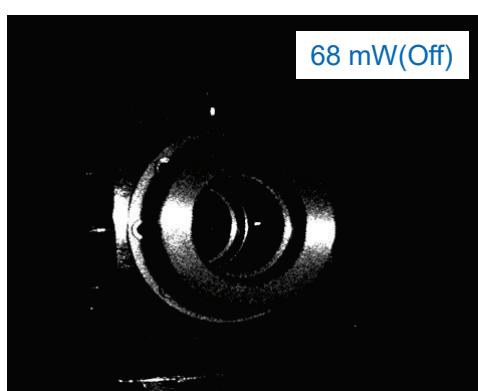
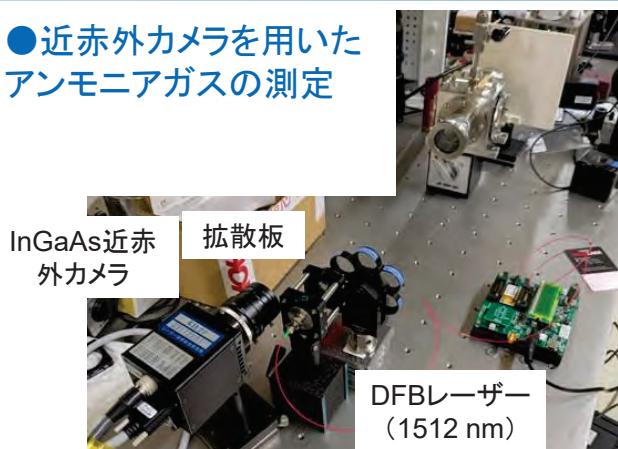
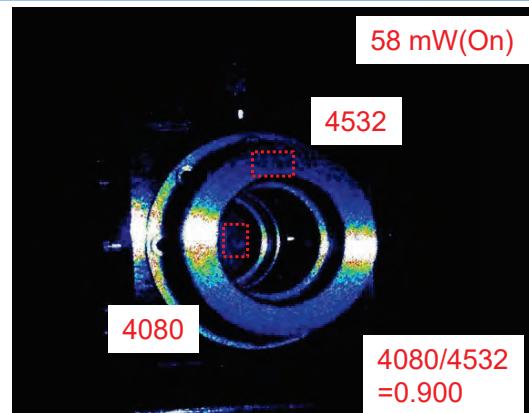
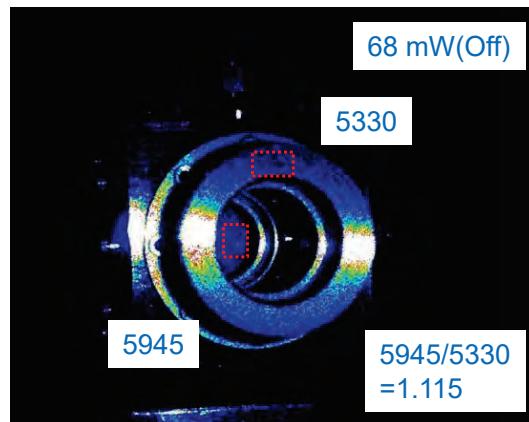


図. 近赤外カメラ画像(露光時間: 0.5 ms)



$$\begin{aligned} 58 \text{ mW}/68 \text{ mW} \\ = 4532/5330 \\ = 0.850 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DFBレーザーの} \\ \text{出力比} \\ 58 \text{ mW}/68 \text{ mW} \\ = 13.87/16.33 \\ = 0.849 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{アンモニアによつて得られる強度} \\ \text{比に差がみられるが} \\ \text{強度比を補正して} \\ 5945 \times 0.85 = 5053 \\ \text{往復分の透過率} \\ 0.728 \text{を考慮する} \\ \text{と} \\ 5053 \times 0.728 \times 0.9 \\ 28 = 2678 \end{aligned}$$

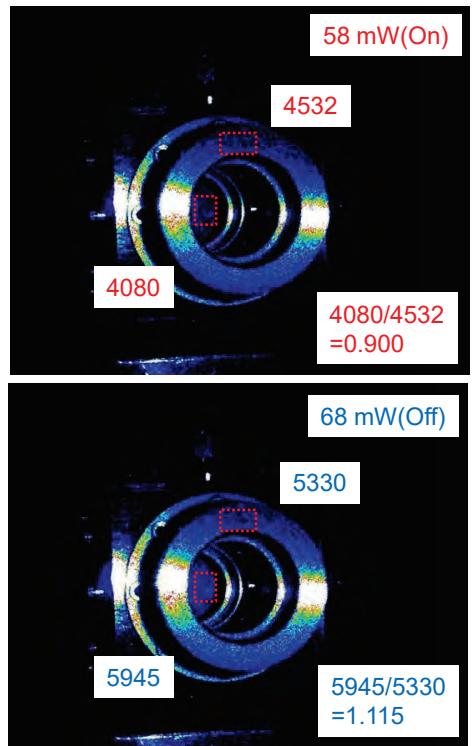
となるため、得られる強度減衰が小さい…

近赤外カメラを利用した広域漏洩可視化システムの開発を開始

- アンモニアガスセルを利用して波長1512 nm付近の吸収スペクトルの測定に成功
- 波長1512 nmのアンモニアの吸収あり、なしの2波長で照射したカメラ画像から、アンモニアの空間分布情報の取得に成功



アンモニアの吸収ラインがある波長1512 nmのDFBレーザー照射による近赤外カメラ撮影によって、アンモニアの漏洩可視化の可能性



今後の課題

- アンモニア標準ガスセルを利用した吸収スペクトルの評価
- アンモニア標準ガスセルのカメラ可視化試験

14

1

衛星可視画像を用いた諏訪湖における 継続的メタンバブル放出量の推定

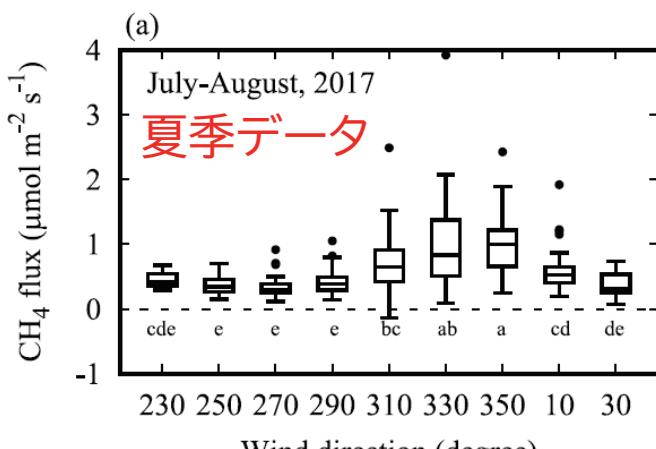
品川優喜¹, *岩田拓記¹, 宮原裕一¹, 朴虎東¹,
浦井暖史¹, 楊偉²

¹信州大学, ²千葉大学



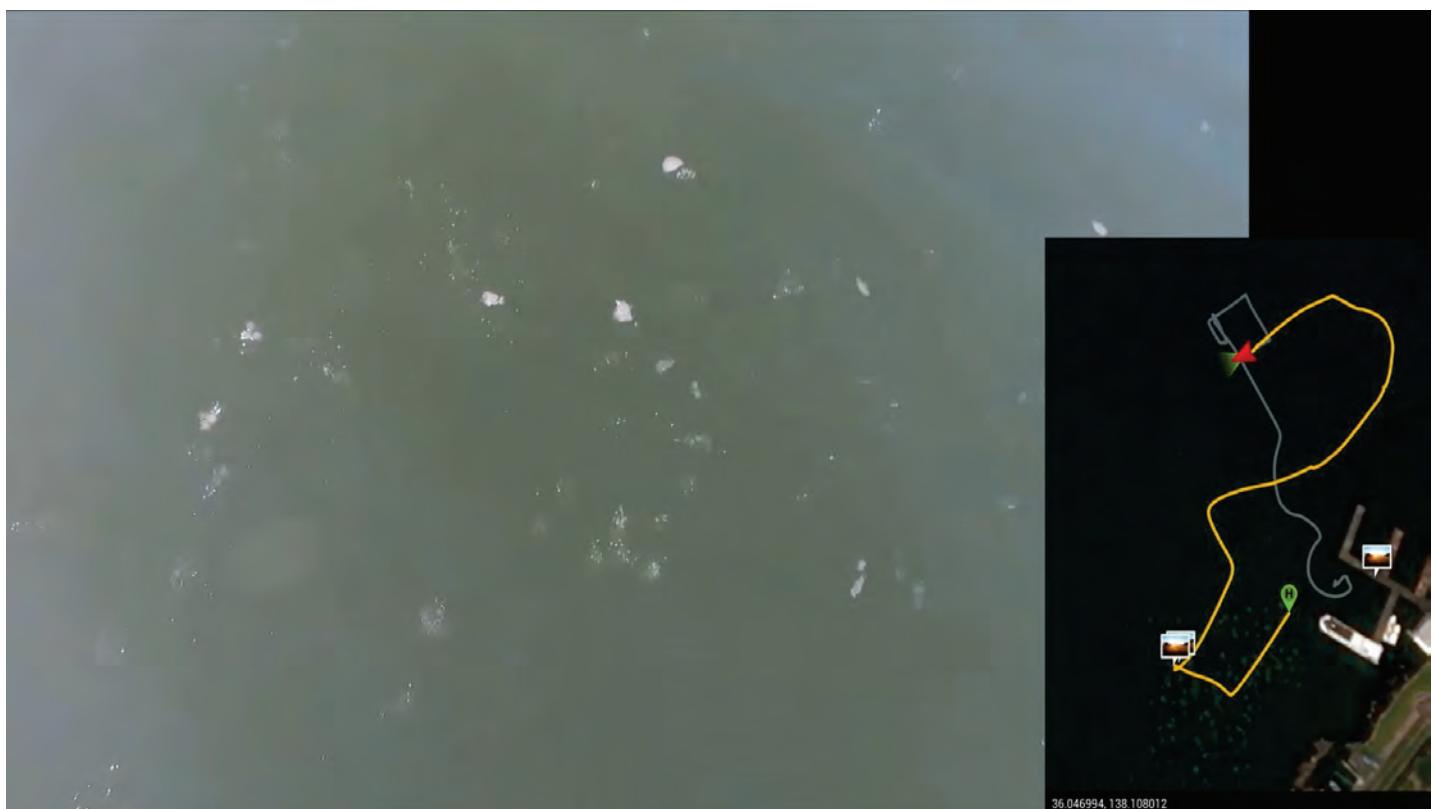
- メタンの重要な放出源のひとつが湖沼

- 諏訪湖における渦相関観測



Iwata et al. (2020)

- 地下深くからのメタン放出の存在



バブルの CH_4 濃度: 約90%

観測マストから約55m

約3万年前に生成 (Urai et al., 2022)

地質学的メタンは全放出量の6.7～9.0%を占めている

[Etiope et al., 2019]

■諏訪湖における継続的メタン放出

- ・地下深部からの継続的なメタンバブル放出が複数点で確認
- ・諏訪湖のある地点からの放出量は年間1.9Mgと推定[Iwata et al., 2020]

■課題

- ・全ての放出点が特定されておらず、地下深部からのバブル放出の総量も不明

■リモートセンシング技術の活用

- ・バブル放出地点は結氷時に凍結しないことを利用、衛星画像から穴を検出
[Pointner et al., 2021]

本研究の目的

- 諏訪湖の継続的バブル放出地点を衛星可視画像解析及び現地観測により把握
- 諏訪湖全域からの地質学的メタン総放出量の推定

■調査地：諏訪湖

- 糸魚川—静岡構造線上に位置する断層湖
- 浅い富栄養湖（平均水深4.3 m）

■使用データ

PlanetScope衛星可視画像

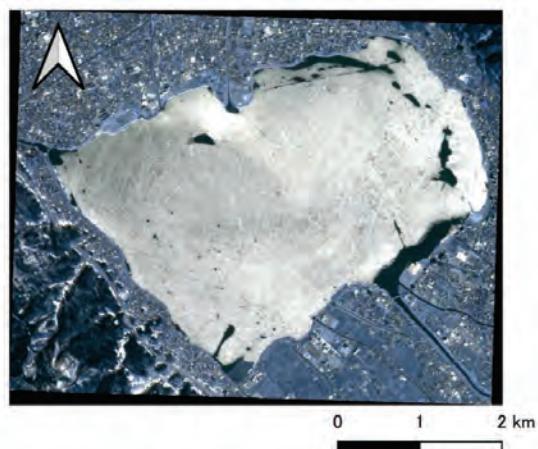
- 米国Planet社が運用、複数の衛星による、超高解像度な衛星可視画像

- 高解像度（分解能3.7m）：詳細な地表情報を取得

- 高頻度観測：毎日地球全体をカバー
迅速なデータ更新が可能

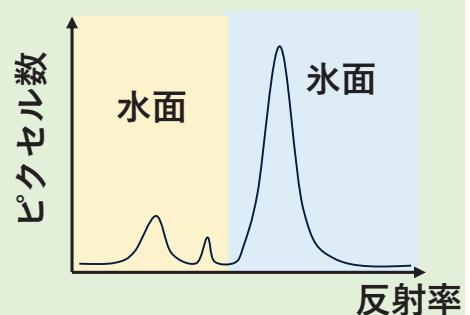
- バンド構成：Red (455-515 nm)
Green (500-590 nm)
Blue (500-590 nm)
近赤外 (NIR, 780-860 nm)

- 分析期間 2018年1,2月



■各日の反射率の分析

1. ヒストグラムから、各日毎の水面と氷面を分割する反射率の閾値を決定
2. 画像に適用、穴の地点と面積を推定

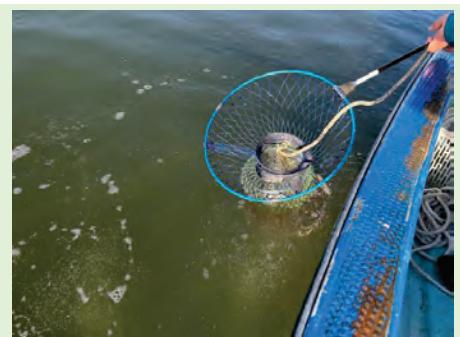


■メタンバブル放出の有無の調査

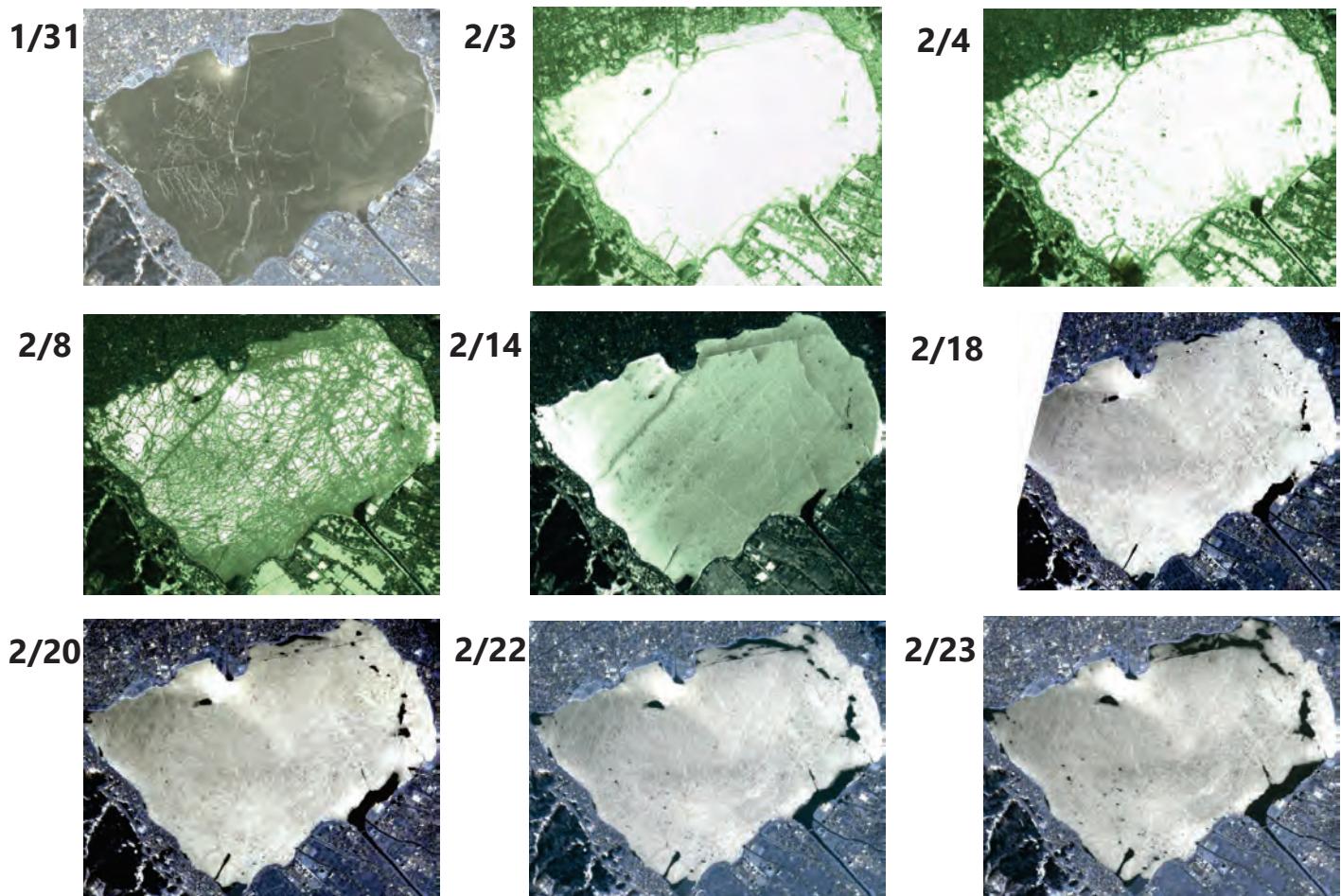
1. 推定結果からメタンバブルが形成した穴と考えられる地点を選択
2. 目視でメタンバブル放出の有無を確認、加えて大気メタン濃度と水温を測定

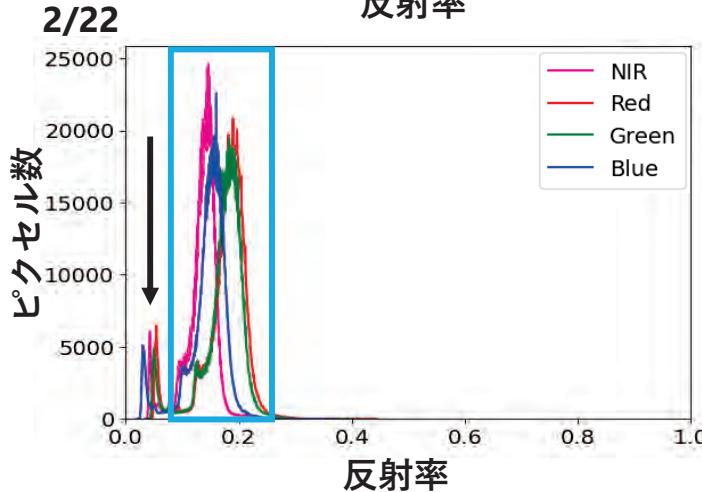
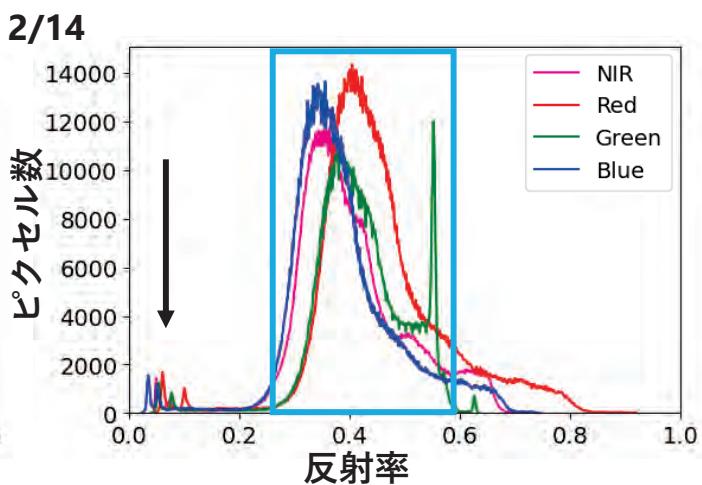
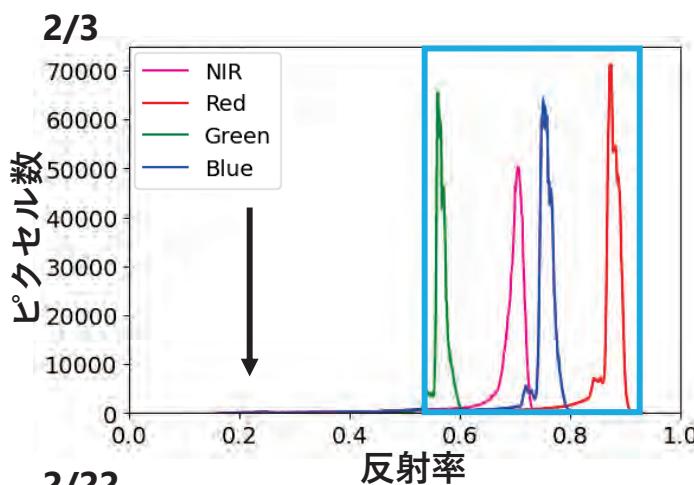
■放出量の推定

1. 現地調査を行い代表地点のバブル放出量を測定
2. 代表地点の放出量を用い、諏訪湖全体の地下深部からのメタン放出量を推定

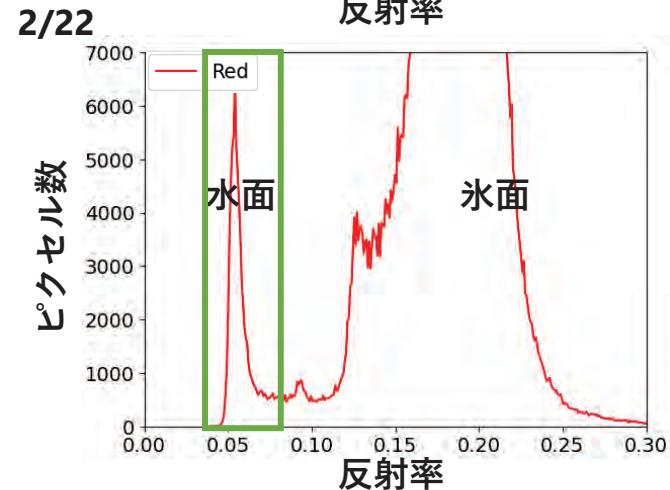
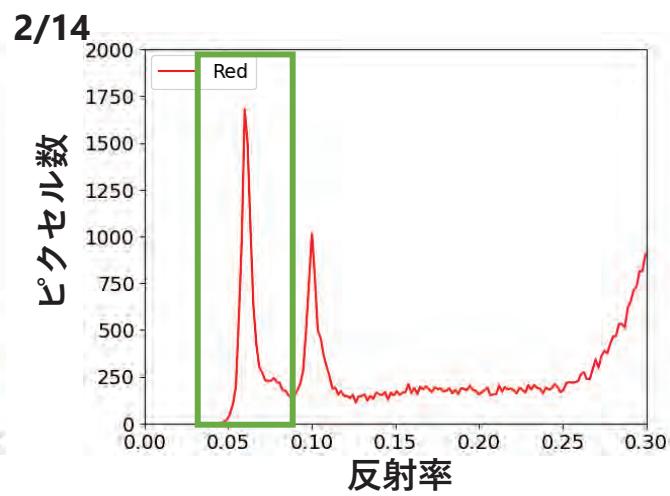
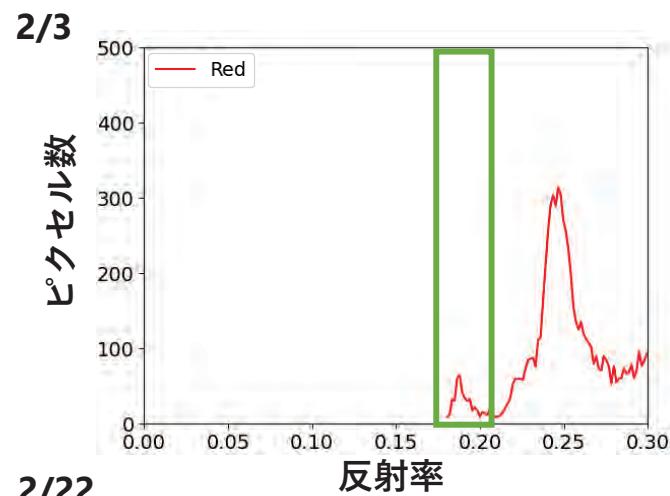


結果と考察 | 可視画像の時系列変化





○高反射率と低反射率にそれぞれピーク
→ 高反射率は水面
低反射率は水面に相当

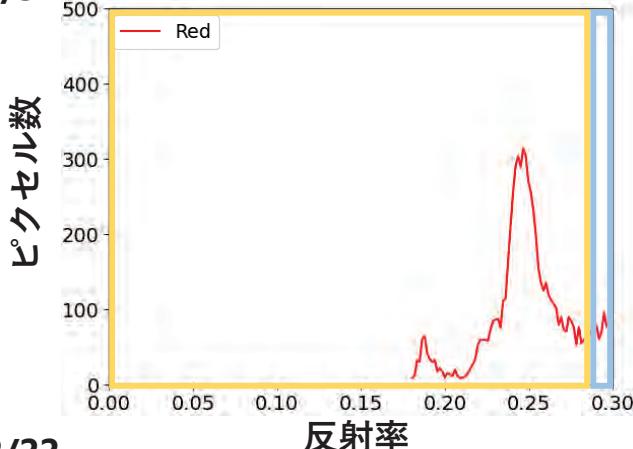


緑色太枠内
水面相当の反射率のピークと推定

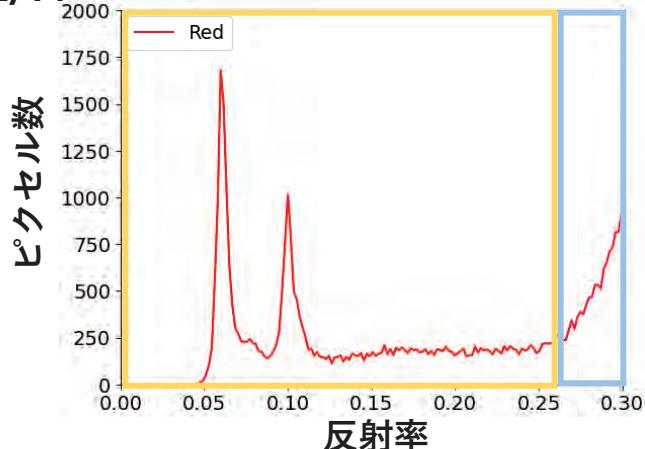
○ピクセル数は増加
→水面の増加を反映している

○反射率0.15~0.2→0.05付近に低下
→原因は不明

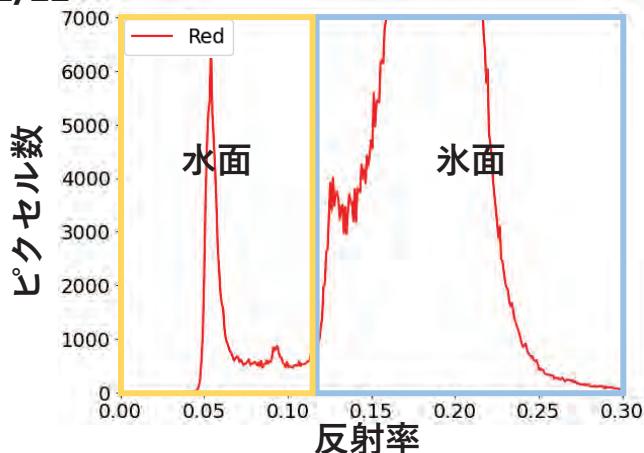
2/3



2/14



2/22



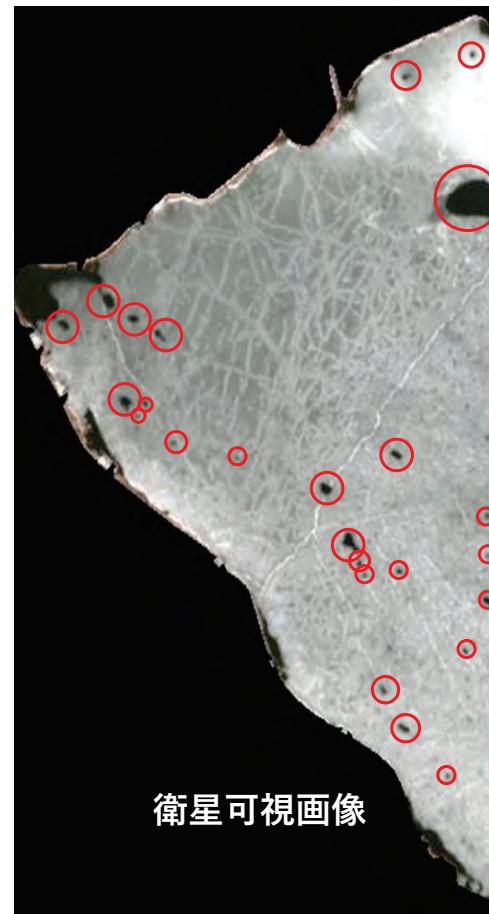
水面と氷面を分類する閾値の決定方法

1. 氷面のピークが上昇し始める点の反射率（閾値）を求める
2. その数値以下の反射率を水面、以上を氷面として分類

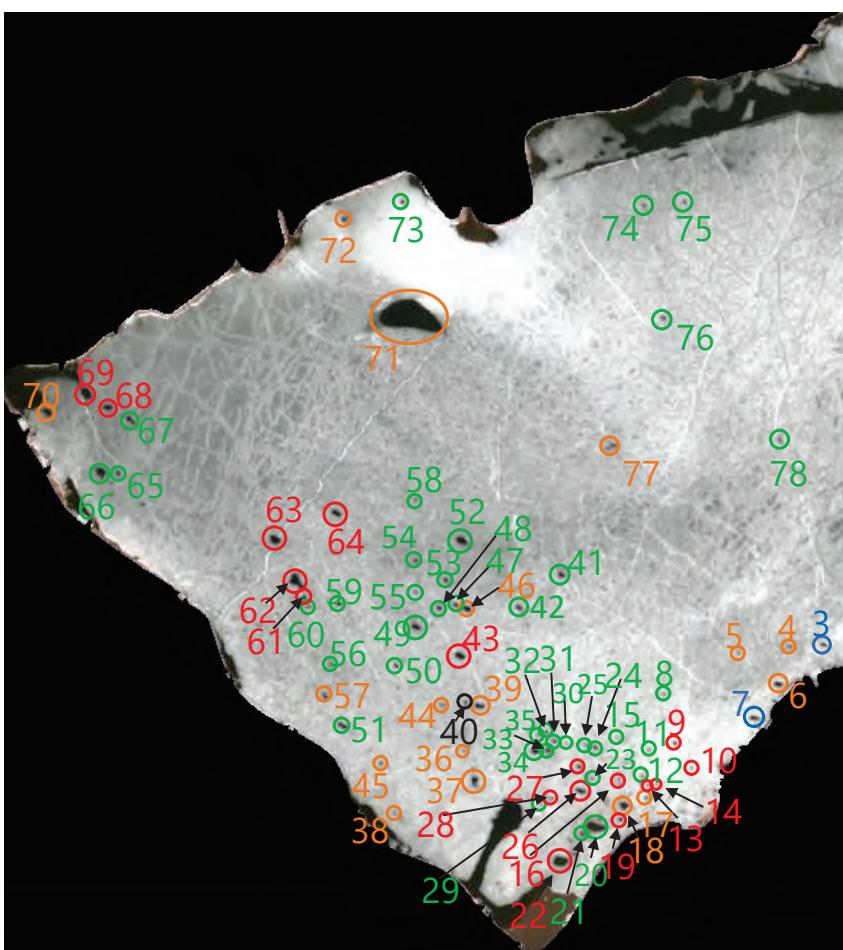
2/23



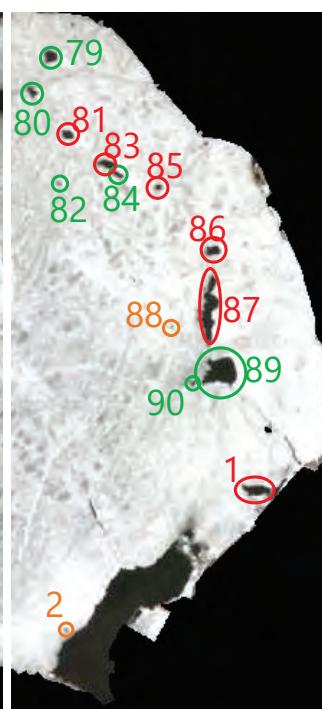
2/23



2/23



2/18



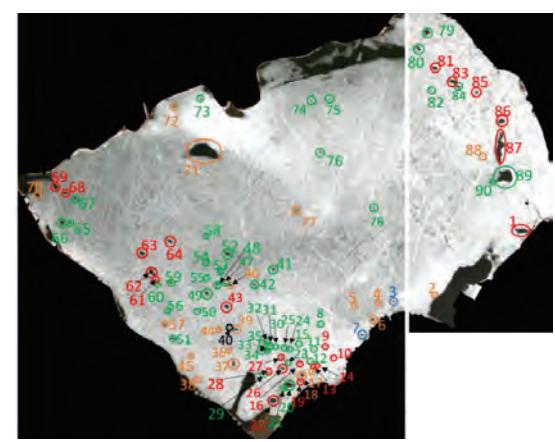
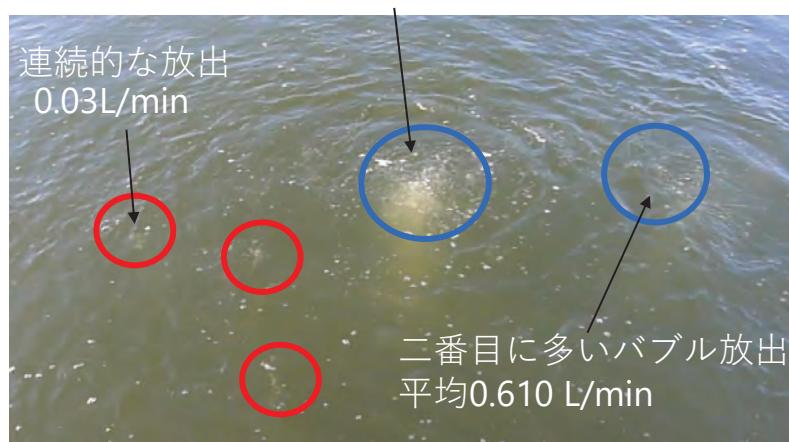
結果と考察 | 放出量の推定

例：地点3

地点内に無数のバブル放出（大規模、青丸）周辺に連続的な放出（中規模、赤丸）

地点内で最も多いバブル放出（大規模）

平均6.18 L/min



画像から判別した穴の個数を乗じる

大規模放出35%
中規模放出55%
小規模放出10%

諏訪湖全体からの推定放出量
15~17Mg CH₄ year⁻¹

- ・室野泥火山（十日町）
20Mg CH₄ year⁻¹ [Etiope et al., 2011]
- ・世界のガスシープ
0.3-908Mg CH₄ year⁻¹ [Etiope 2015]

本研究の目的

- 諏訪湖の継続的バブル放出地点を衛星可視画像解析及び現地観測により把握
- バブル放出による諏訪湖全域からのメタン総放出量の推定

■反射率分析

○適切に閾値を設定することにより水面と氷面を自動的に分類可能

○分類結果から推定した**90地点のうち、計70地点からバブル放出を確認**

■メタン放出量の推定

○諏訪湖全体からの地下深部からのメタン放出量は年間**15~17Mg**と推定

このうち大規模放出地点からの放出量は全体の35%を占める

→ 諏訪湖の大規模放出点からのメタンをエネルギーとして利用する研究計画があり、
これが実現すれば35%のメタンは大気へ放出されなくなる

Six years of ground-based nighttime cloud cover observations in Chiba: Seasonal variations and impacts on PM_{2.5} concentrations

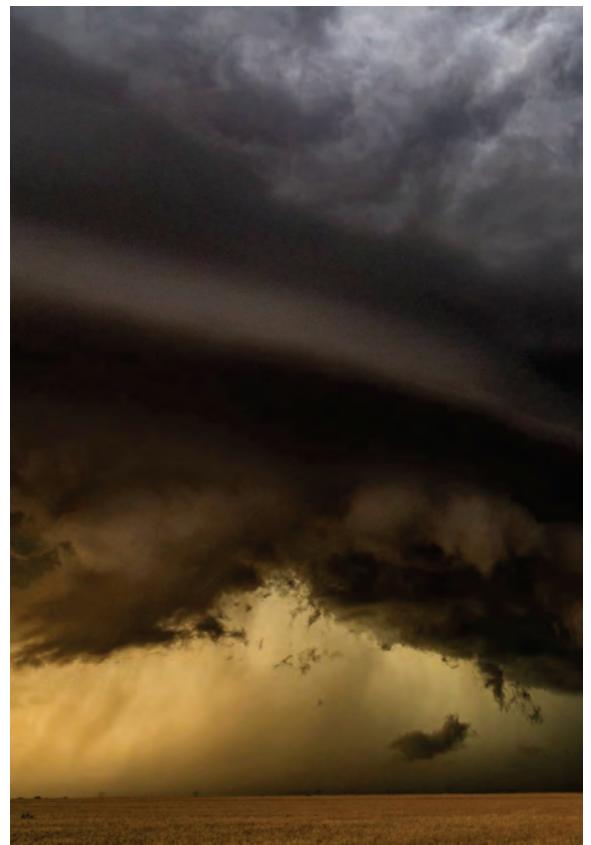
(千葉における地上夜間雲量観測6年間：季節変動とPM2.5濃度への影響)

Nofel Lagrosas¹, Moe Ishii², Kein Itou², Tatsuo Shiina²,
Hitoshi Irie³, Hiroaki Kuze³

¹ Kyushu University, Fukuoka, Japan

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

³ Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University, Chiba, Japan



発表の流れ (Flow of the presentation)

はじめにと目的

(Introduction and objectives)

カメラシステムとPM_{2.5}濃度

(The camera system and PM_{2.5} concentration)

雲量と雲量の計算

(Cloud cover and cloud cover calculation)

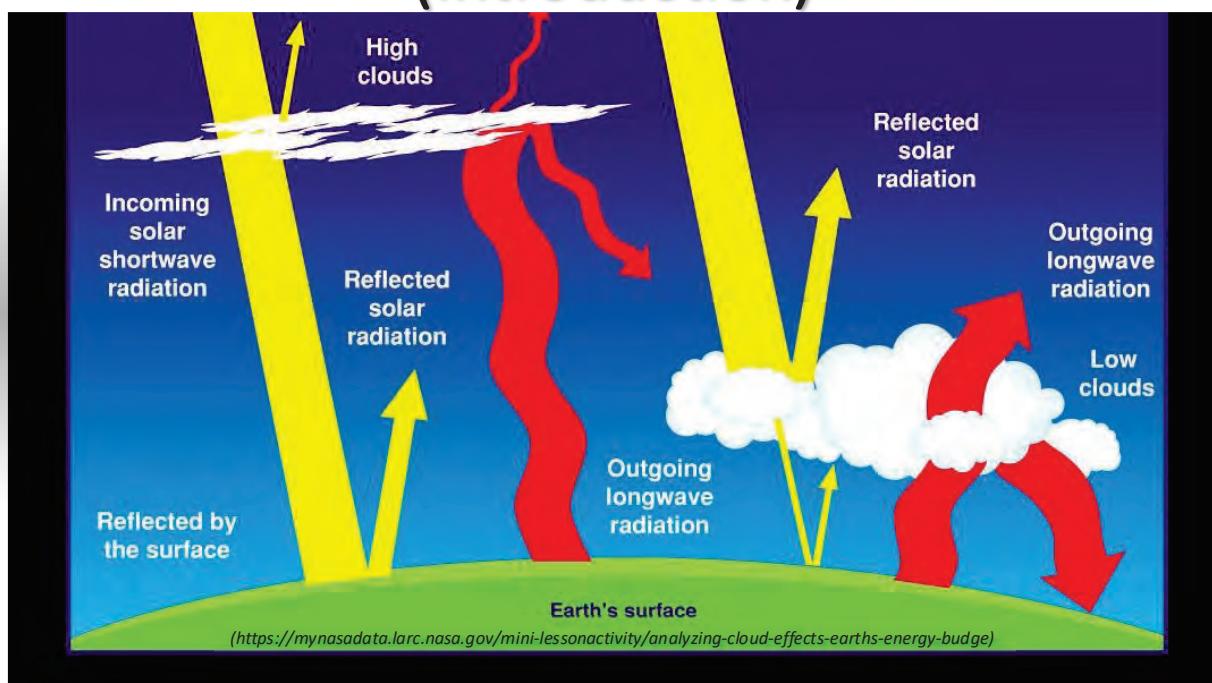
結果

(Results)

結論

(Conclusion)

はじめに (Introduction)



はじめに (Introduction)

- A cloud is a hydrometeor consisting of minute particles of liquid water or ice, or of both, suspended in the atmosphere and usually not touching the ground. It may also include larger particles of liquid water or ice, as well as non-aqueous liquid or solid particles such as those present in fumes, smoke or dust.
(<https://cloudatlas.wmo.int/>)
- PM_{2.5} are fine particulate matter that are 2.5 microns or less in diameter.
- 雲は、液体の水または氷、あるいはその両方の微小粒子からなる流星で、大気中に浮遊しており、通常は地面に接していない。また、液体の水や氷の大きな粒子や、煙霧や塵に含まれるような非水性の液体や固体の粒子を含むこともある。
(<https://cloudatlas.wmo.int/>)
- PM_{2.5}とは、直径2.5ミクロン以下の微小粒子状物質のこと。

科学的な質問(Science questions)

- What are the temporal and seasonal trends of nighttime clouds over Chiba?
 - Is the observed cloud cover influenced by climate indices?
 - How does cloud cover affect PM_{2.5} concentrations?
-
- 千葉上空の夜間雲の時間的・季節的傾向は？
 - 観測された雲量は気候指標の影響を受けているのか？
 - 雲はPM_{2.5}濃度にどのような影響を与えるのか？

目的 (Objectives)

千葉県上空の夜間雲の時間的・季節的傾向を定量化する；

(To quantify the temporal and seasonal trends of nighttime clouds over Chiba);

夜間雲量に対する気候指標の影響を調べる；

(To investigate the effect of climatological indices on nighttime cloud cover);

雲量とPM_{2.5}濃度との関係を定量化する.

(To quantify the effect and relationship between cloud cover and PM_{2.5} concentrations.)

Camera



Exposure time 5 s

Focal length 5 mm

f-stop f/2.8

Horizontal FOV 60°

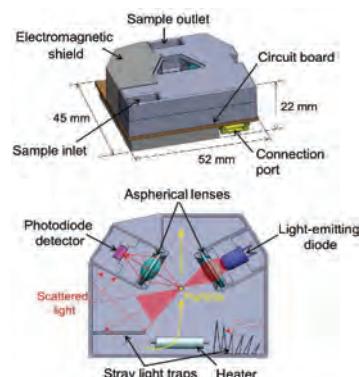
Vertical FOV 45°

Sensor type CCD

Image size 2,448 × 3,264

(=7,990,272) pixels

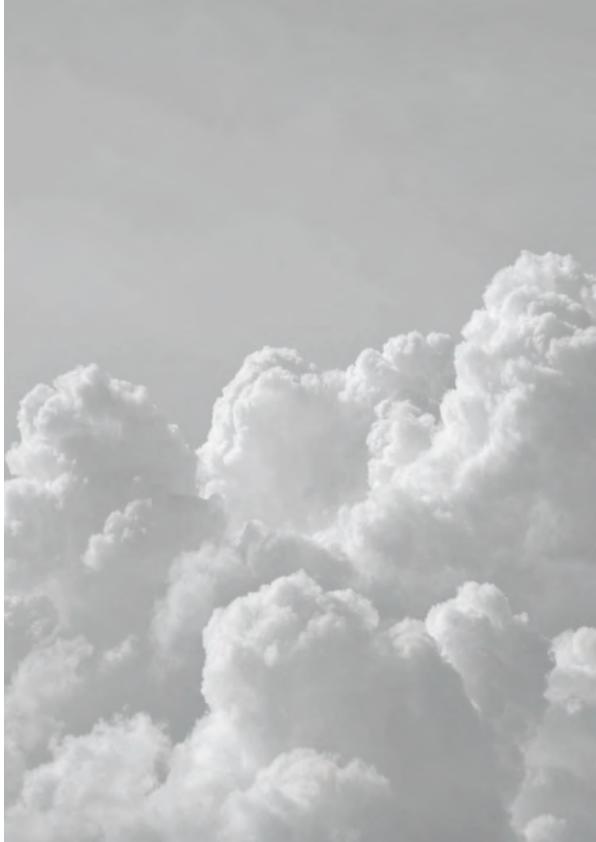
Compact PM_{2.5} sampler



- based on the distribution of light scattering intensity by considering the relationship between scattering intensity and particle size
- sensor could detect particles with diameters of $\geq 0.3 \mu\text{m}$ and estimate PM_{2.5} mass concentrations of $\leq 600 \text{ mg m}^{-3}$

Nakayama, T., Matsumi, Y., Kawahito, K., and Watabe, Y.: Development and evaluation of a palm-sized optical PM_{2.5} sensor, *Aerosol Sci. Tech.*, 52, 2–12,

Instruments



雲量 (Cloud cover (CC))

雲量とは、空の何パーセントが特定の雲に覆われているかを示す。

(Cloud amount refers to the fraction of the sky covered by clouds of a particular type or combination.)

$$CC = \frac{\text{number of pixels} > \text{threshold}}{\text{total number of pixels}}$$

閾値画素値は17である (Gacal et al., 2016, Lagrosas et al., 2021)。

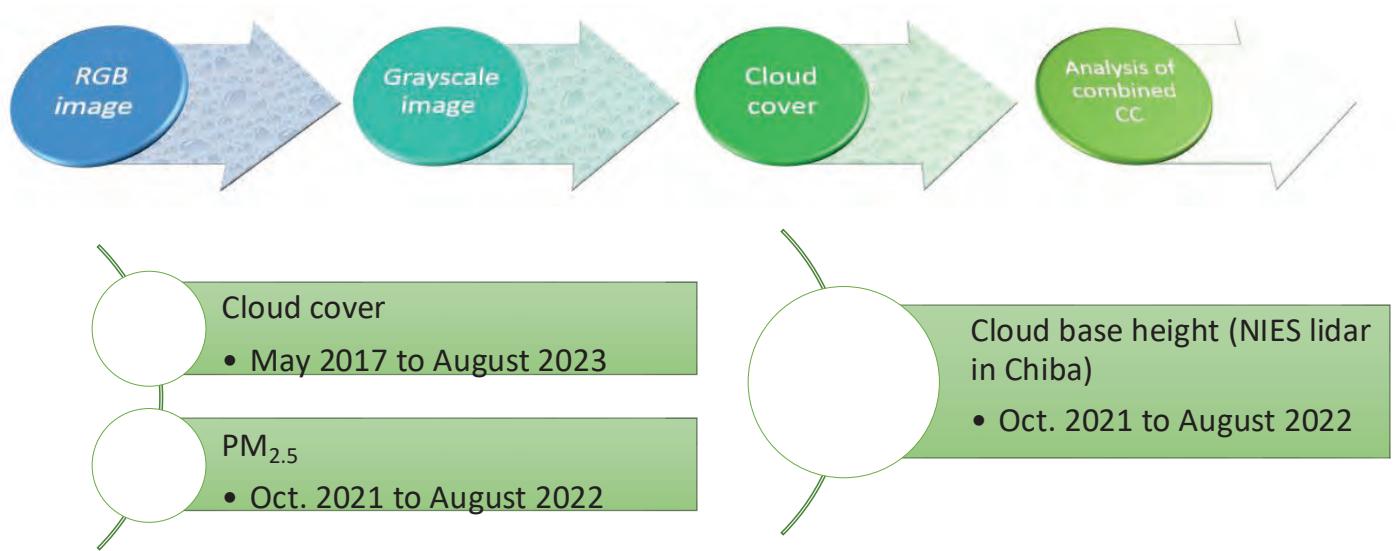
(The threshold pixel value is 17 (Gacal et al., 2016, Lagrosas et al., 2021).)



PM_{2.5} concentration

- programmed to measure PM_{2.5} data **every 1 min**
- Location: 9th floor Engineering building Chiba University as
- part of the international observation network activities of the sky radiometer network (SKYNET) (Nakajima et al., 2020; Hashimoto et al., 2012) and aerosol and sky research remote sensing (A-SKY) network

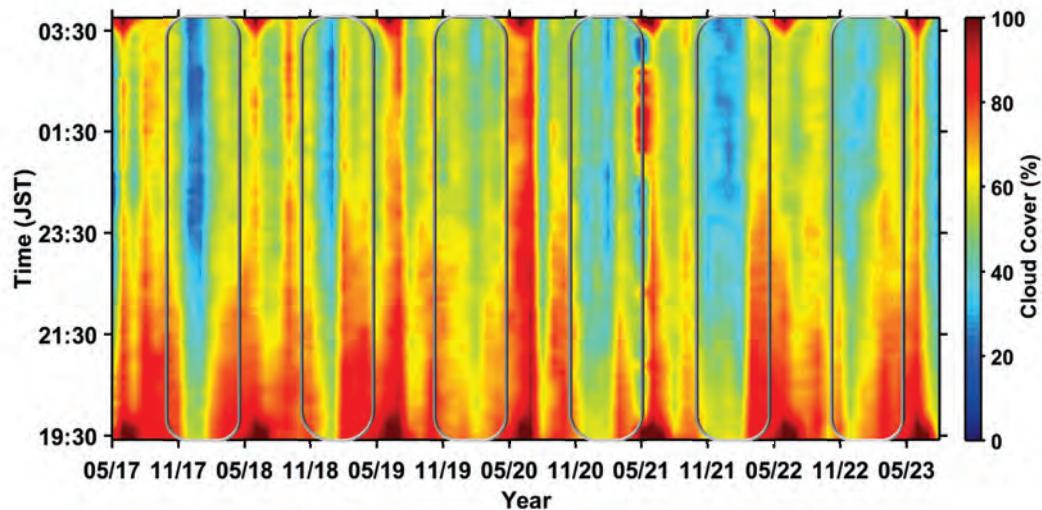
雲量計算(Calculation of CC)



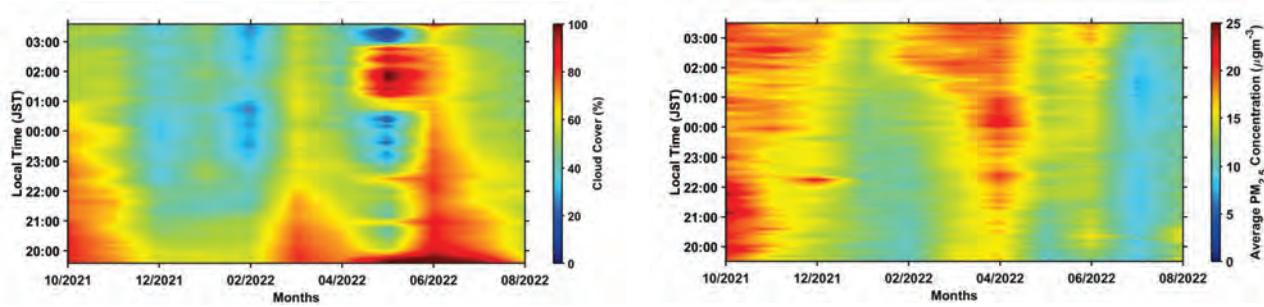
結果 (Results)



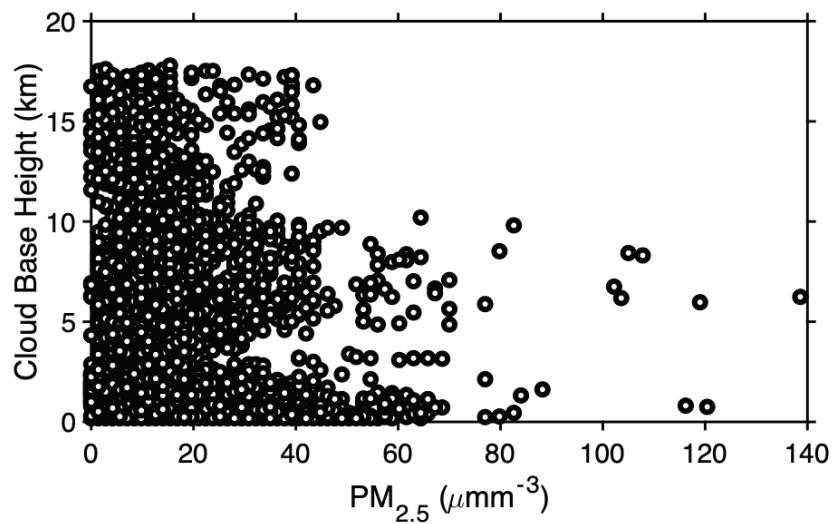
雲量の時間的変化 (Temporal changes of cloud cover)



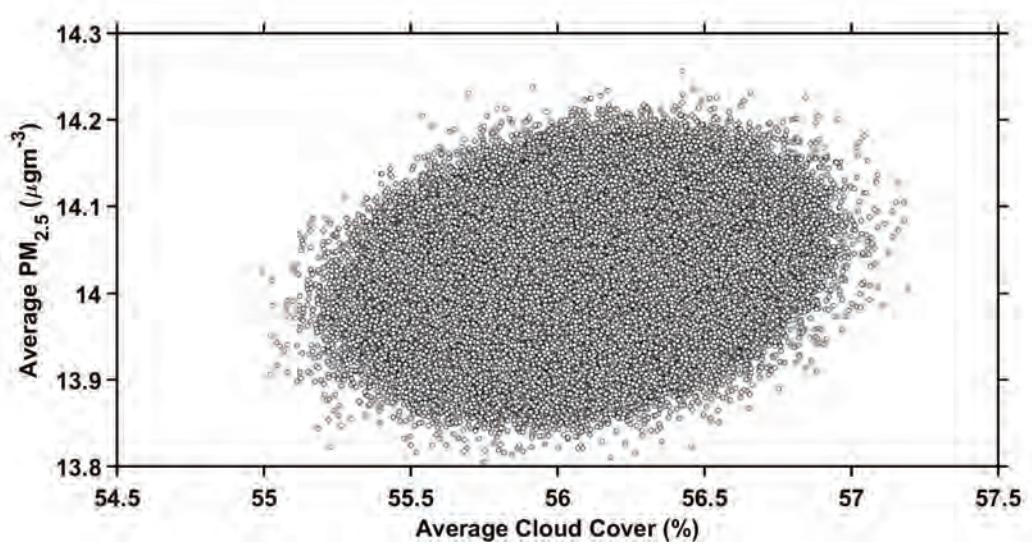
PM_{2.5}濃度と夜間雲量の比較 (Comparison between PM_{2.5} concentration and nighttime cloud cover)



雲底高さ vs PM2.5 (Cloud base height vs PM2.5)



ブートストラップ結果 (Bootstrap result)



結論 (Conclusions)

カメラは、その地域の夜間雲量の季節的変化を検出するのに役立つ。

(Cameras are useful for detecting seasonal changes of cloud cover over an area.)

長期データは、気候指数が雲量に及ぼす影響を示している。

(Long-term data show the effect of climatological index on cloud cover values)

PM2.5濃度、雲量、雲底高度を組み合わせることで、ある地域の3つのデータセット間の関係を定量化することができる。

(By combining PM2.5 concentration, cloud cover, and cloud base height, it is possible to quantify the relationships among the three data sets for a given region.)

今後の課題 (Future work)

- ・ カメラシステムの設置箇所を増やす ; (Increase the number of camera system sites);
- ・ 夜の雲を分類する (Classify nighttime clouds)
- ・ 夜間の雲タイプの時間的変化の定量化 (Quantify temporal changes in nighttime cloud type)
- ・ 異なる地点における気候指標が夜間の雲に及ぼす影響を調べる (To study the effect of climate indices on nighttime clouds at different sites)
- ・ モデラーと協力して、現在の結果の背後にある本質的な情報を特定する (Work with the modeler to identify the essential information behind the current results.)
- ・ 雲量と正味長波放射の関係を定量化する (Quantify the relationship between cloud cover and net longwave radiation.)

謝辞 (Acknowledgment)

NIES ライダーデータ
(NIES lidar data)



Doppler Frequency Shifts Observed by Ground-based CW HF Doppler Sounding Systems and GNSS Receivers Triggered by the 18 September 2022 M6.8 Taitung Earthquake in Taiwan

Tiger JY Liu^{1,2,3}, Tzu-Hsun Kao⁴, Yao-Chun Chen^{1,2}, Katsumi Hattori⁵

¹*Center for Astronautical Physics and Engineering, National Central University, Taoyuan, Taiwan*

²*Department of Space Science and Engineering, National Central University, Taoyuan, Taiwan*

³*Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Taoyuan, Taiwan*

⁴*Ann & H.J. Smead Department of Aerospace Engineering Sciences, University of Colorado, Boulder, CO, USA*

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

The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium, Keyaki Kaikan, Chiba University, February 19-20, 2025

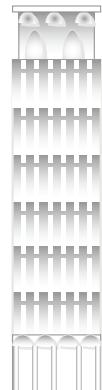
Content

- Introduction
- Doppler Frequency Shift Observations of the 18 September 2022 M6.8 Taitung Earthquake
- Discussion and Conclusion

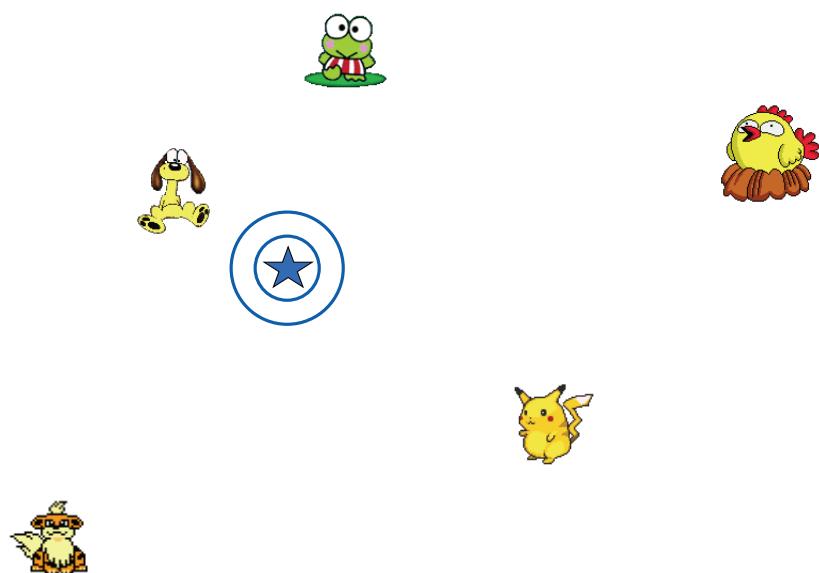
Earthquake

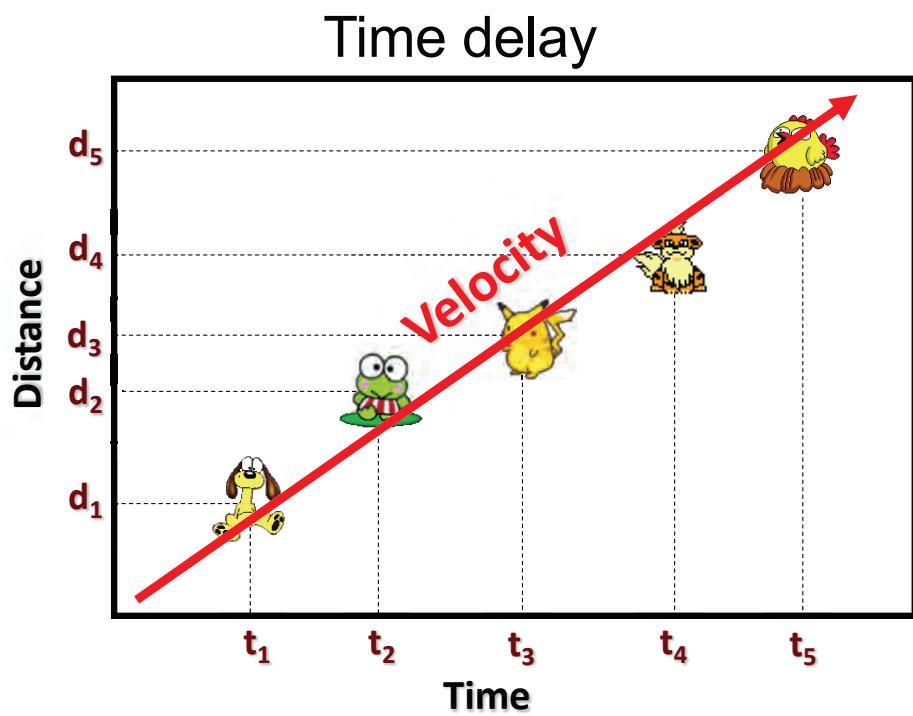
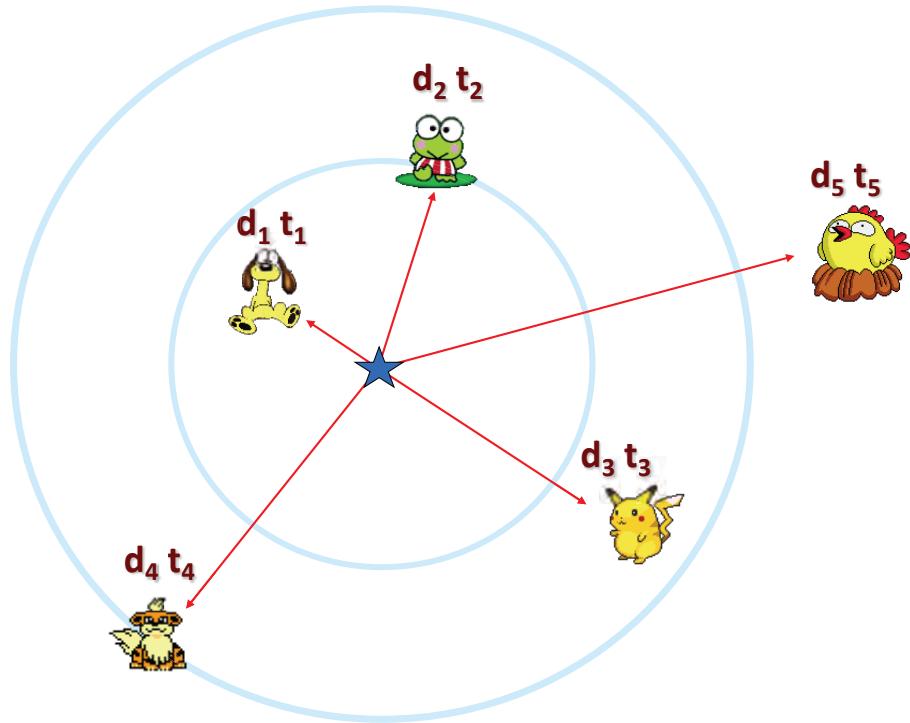
Seismic wave propagation and the origin

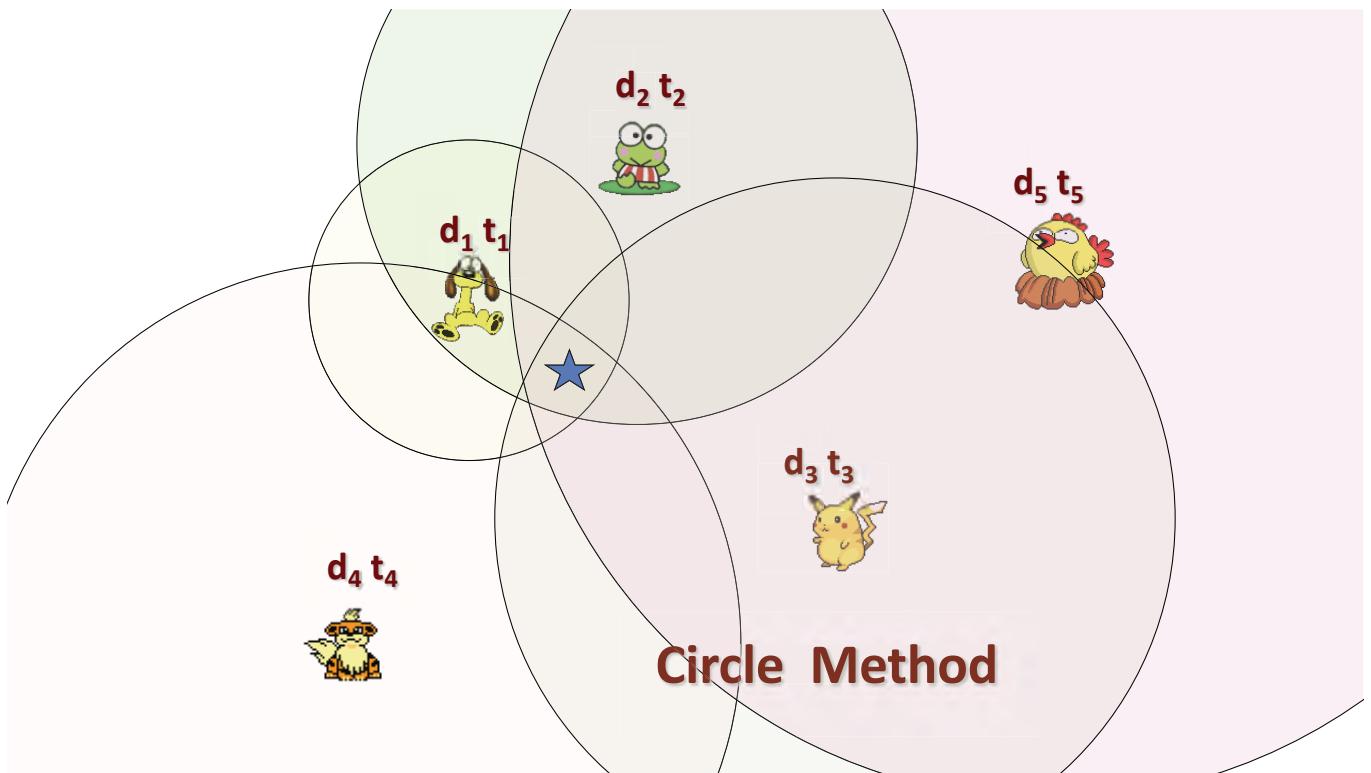
- Time Delay
- Circle Method
- Ray Tracing Technique
- Beam Forming Technique



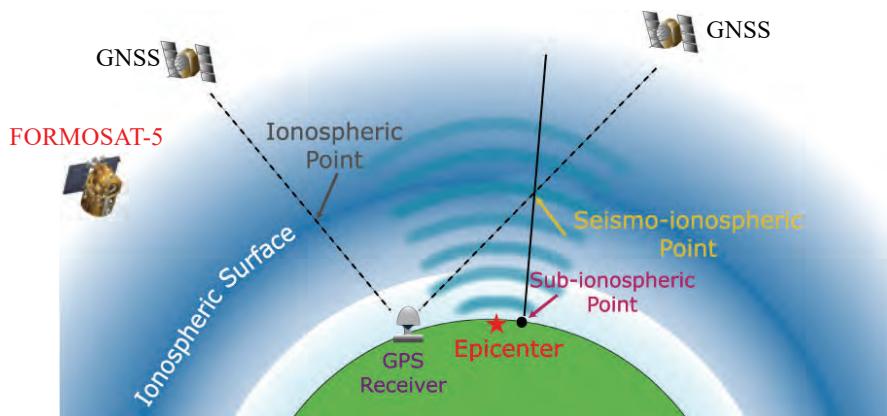
3





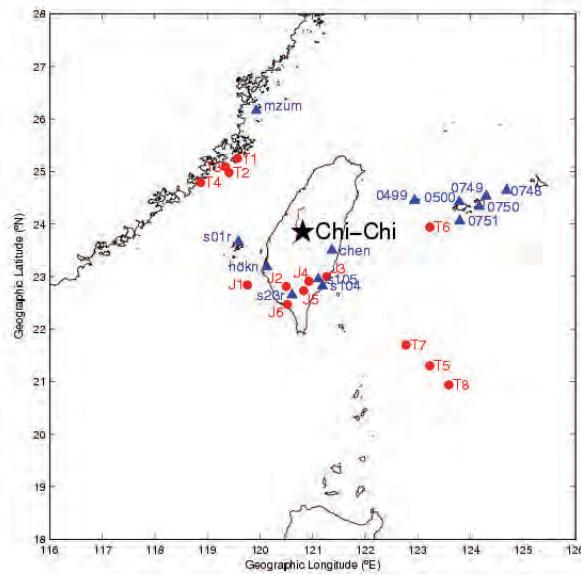


Seismic waves disturb the ionospheric total electron content



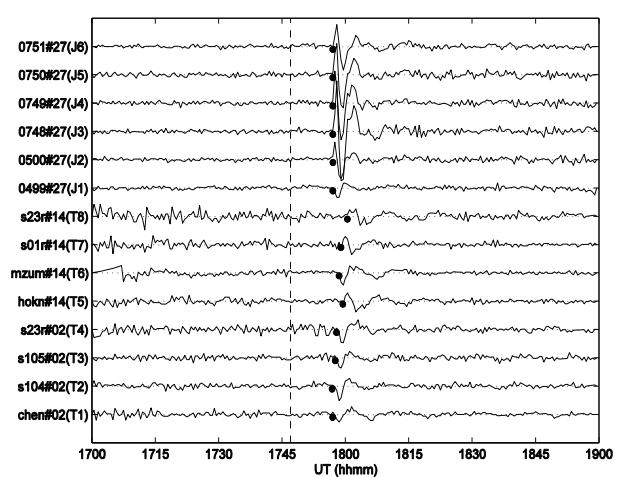
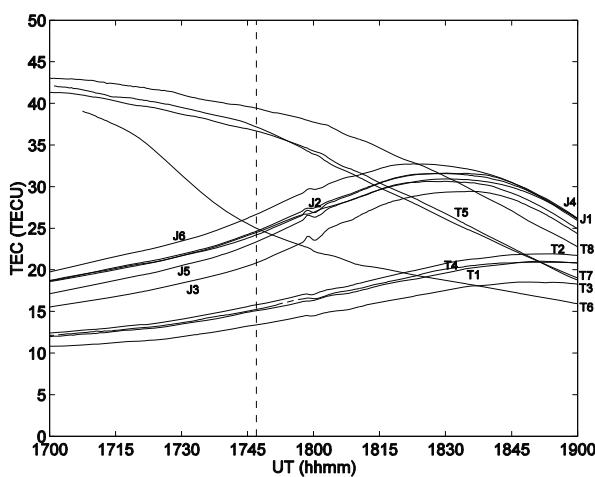
1999 921 Chi-Chi earthquake seismo-traveling ionospheric disturbances observed by ground-based GNSS receiver in Taiwan

Near field observation
Distance < 600 km



Liu et al. [JGR, 2010]

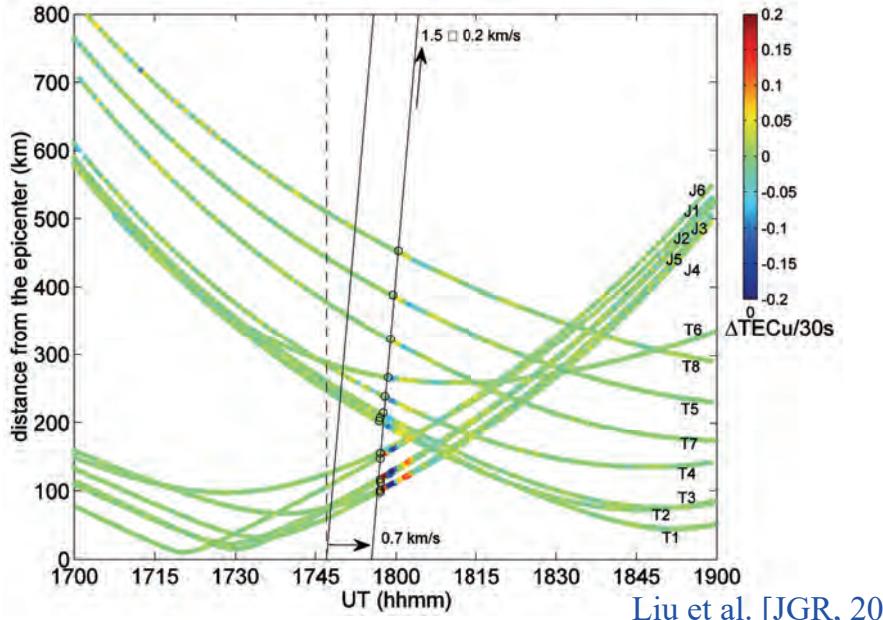
1999 921 Chi-Chi earthquake seismo-traveling ionospheric disturbances of ground-based GNSS total electron content



The horizontal speed of seismo-traveling ionospheric disturbances induced by the 1999 921 Chi-Chi earthquake

Near field observation

Horizontal speed: 1.5 km/s
Upward speed: 0.7 km/s

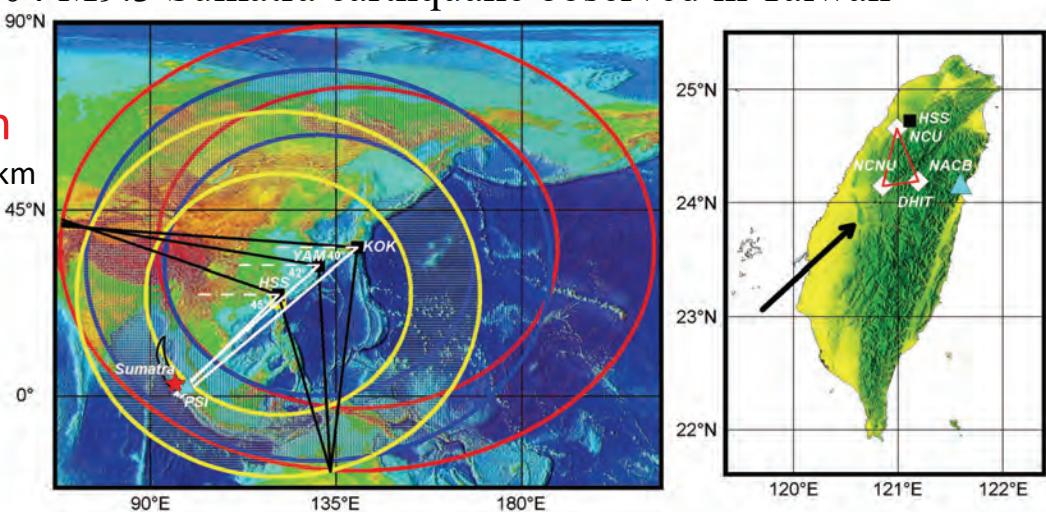


Liu et al. [JGR, 2010]

The horizontal speed of seismo-traveling ionospheric disturbances of the 2004 M9.3 Sumatra earthquake observed in Taiwan

Far field observation

Distance: ~3000 km



M9.3 off the west coast of northern Sumatra (3.244°N , 95.825°E) 26 December 2004 00:58:49 UTC

Liu et al. [GRL, 2006]

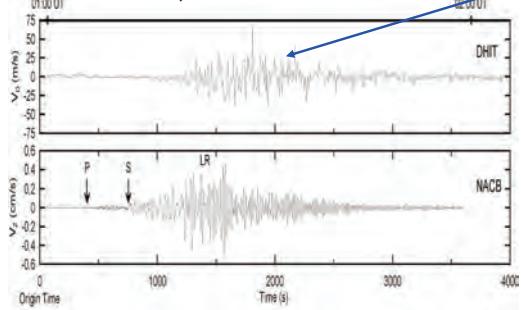
Seismo-traveling ionospheric disturbances of the 2004 M9.3 Sumatra earthquake observed in Taiwan

Far field observation

Horizontal speed: 3.5 km/s

Upward speed: 0.7 km/s

00:58:53 UT 1226, 2004



Liu et al. [GRL, 2006]

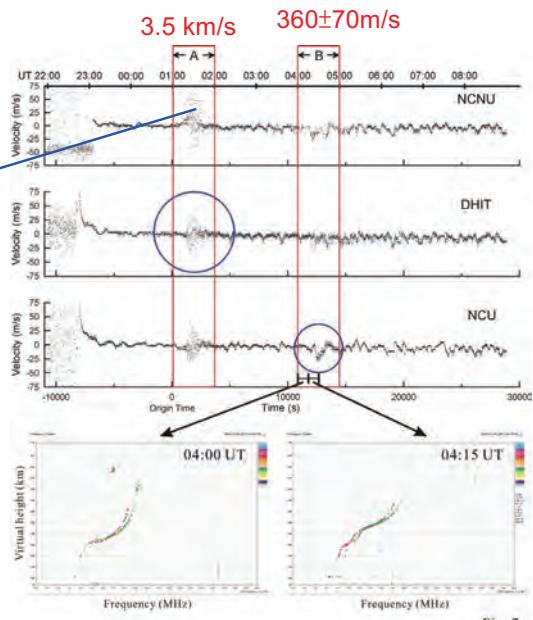


Fig. 2

Seismo-traveling ionospheric disturbances in Doppler shifts associated with the 2011 M9.0 Tohoku earthquake observed in Taiwan

Far field observation

Distance: ~3000 km

Horizontal speed of about 3.3 km/s

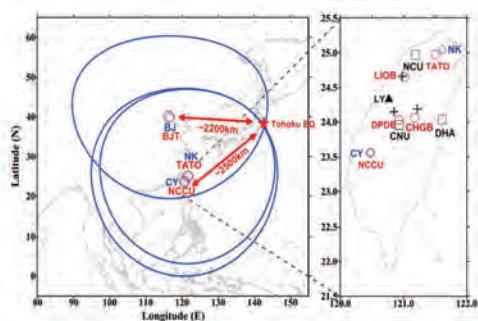


Figure 1. Locations of seismometers (red circles), infrasonic systems (blue diamonds), a magnetometer at LY (the black triangle), ionospheric reflection points (black crosses) of the Doppler sounding system (black squares), and GPS receiver with the subionospheric point around NCU. The blue annuluses in the left panel are the products of the traveling time and the assumed speed at BJ, NK, and CY.

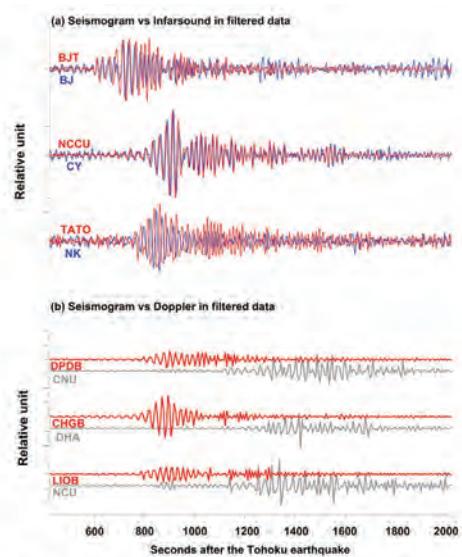
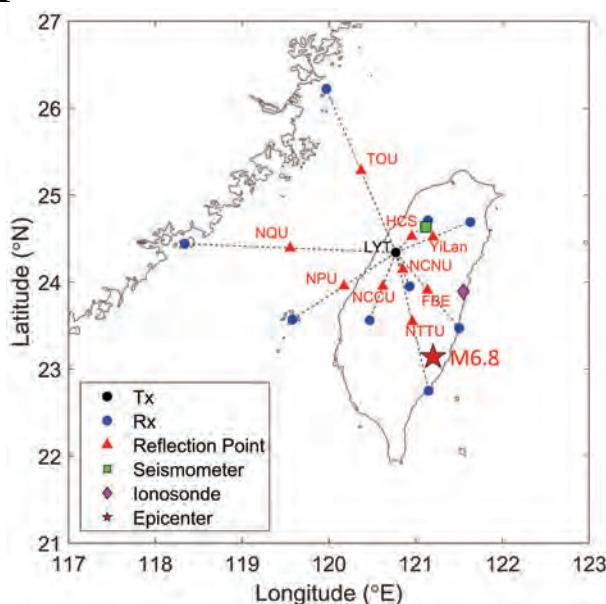


Figure 3. Data in Figure 2 filtered with a band pass of 30–300 s. (a) Seismograms and infrasonic waves and (b) seismograms and Doppler shift.

No obvious seismo-traveling ionospheric disturbances associated local large earthquakes in Taiwan

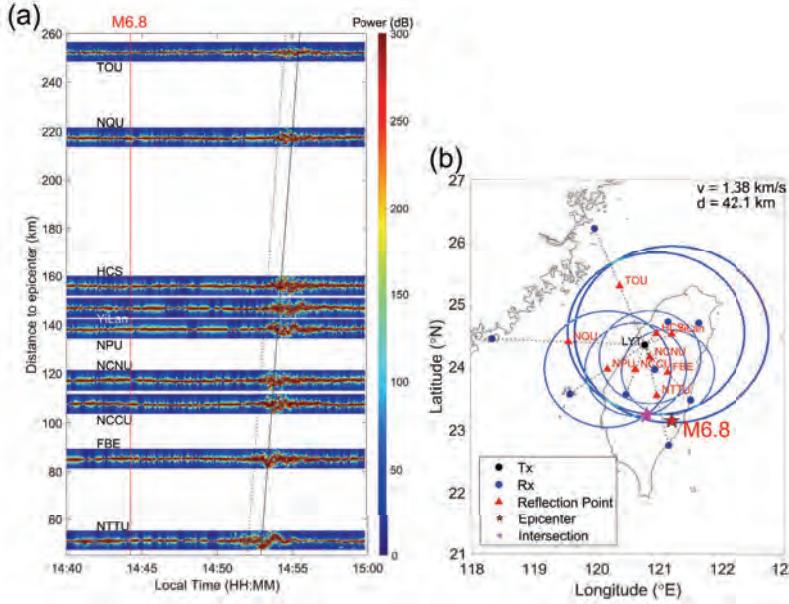
- We examine Doppler frequency shifts and 253 $M \geq 5.5$ in Taiwan during 1981-2021, but cannot find any obvious seismo-traveling ionospheric disturbances.

The horizontal propagation derived by the 5 sounding frequencies at YiLan



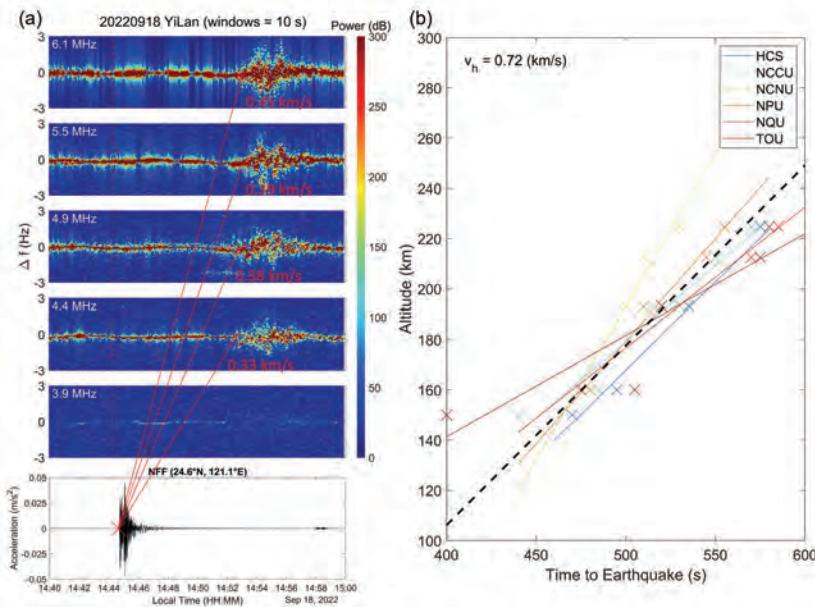
The M6.8 earthquake epicenter (red star) is located at 23.14°N , 121.20°E with a depth of 7.8 km on 18 September 2022. Locations of the HF Doppler Sounding System with transmitting station (black dot), receiving stations (blue dots), and their corresponding reflection points (red triangles). A seismometer and an ionosonde are denoted as green square and magenta diamond, respectively.

The horizontal speed derived by Doppler shifts of the 6.1 MHz sounding frequency recorded at the 9 receiving stations



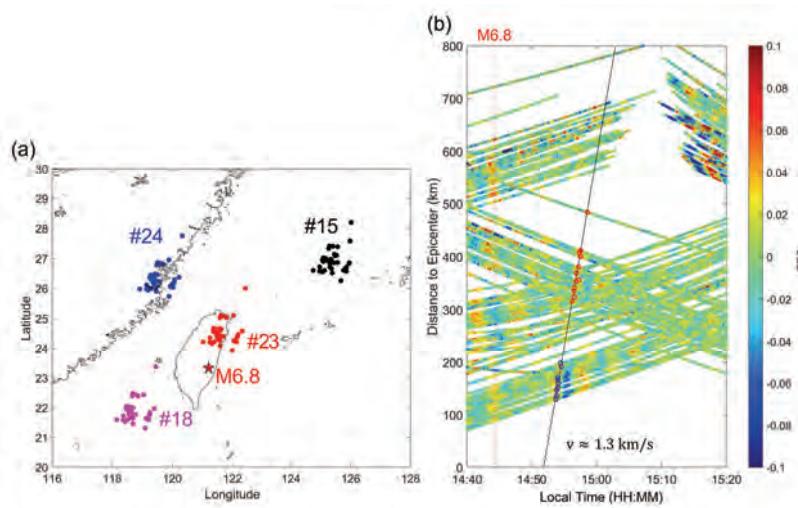
(a) The HF Doppler shift of 6.1 MHz during and after the M6.8 earthquake. The vertical red line registers the onset time of the earthquake, while the black solid and dashed lines indicate the speed of 1.38 km/s. (b) The circle method (including NTTU, FBE, NCCU, NCU, NPU, YiLan, and HCS) with an estimated horizontal speed of 1.38 km/s. The magenta star indicates the intersection of circles, 42.1 km distance from the epicenter.

The upward speed derived by the 5 sounding frequencies at YiLan



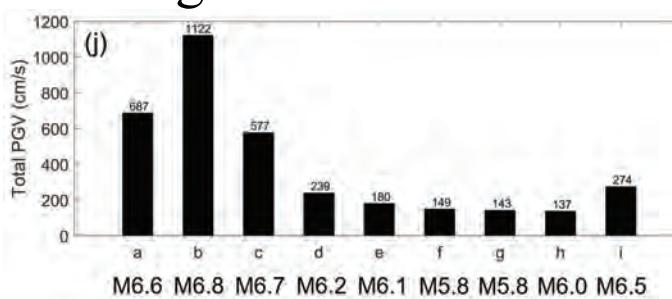
(a) From the top to low, the HF Doppler shift observed at YiLan with various frequencies from high to low. The bottom panel shows the seismometer (NFF) located around the reflection point of YiLan. The red crosses indicate the wave arrival time, while the estimated vertical average speeds are also listed. (b) The slope of the time to the earthquake and the true height altitude on each station. The black dashed line shows the average speed of about 0.72 km/s.

The horizontal speed derived by rTEC

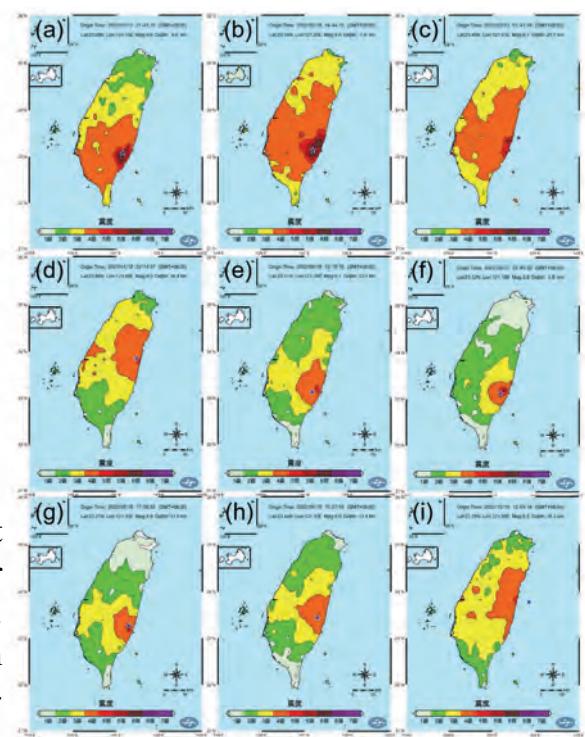


The GPS TEC observation during and after the M6.8 Taitung earthquake. (a) The red, blue, black, and magenta dots show the ionospheric pierce points of each satellite associated with ground-based receivers. The red star indicates the epicenter of the earthquake. (b) The rTEC-time-distance plot from 35 ground-based GPS receivers in Taiwan. The rTEC is filtered by the high-pass filter of 400 s. The red and black lines denote the onset time of the earthquake and propagation speed of $\approx 1.3 \text{ km/s}$, respectively.

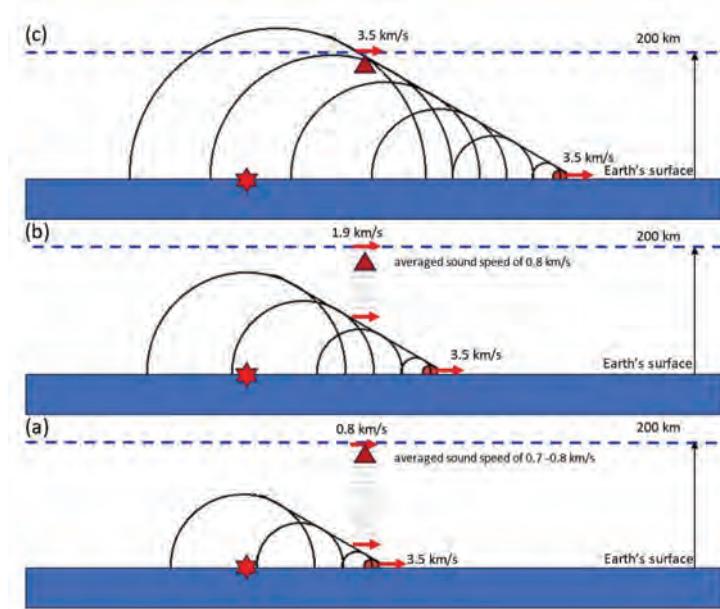
The intensity maps of the top 9 strongest earthquakes during 2020-2023



The intensity maps of the top 9 strongest earthquakes during 2020-2023. The 18 September 2023 M6.8 Taitung earthquake is displayed in (b). (j) The total PGV (peak ground velocity) of each earthquake. (<https://scweb.cwa.gov.tw/zh-tw/earthquake/data/>)



Sequential schematics of seismic waves propagate in near to far fields



Conclusion

- For far field observations (distances to the epicenters is greater than 2000 km), the Rayleigh wave front result in that the horizontal speed of seismo-traveling ionospheric disturbances and that of the associated seismic waves are nearly identical.
- The Rayleigh wave speeds of 2.5~3.5 km/s are in supersonic, which results a shock front in the atmosphere and the ionosphere.
- For near field observations (distances to the epicenter are shorter than 1000 km), the horizontal speed of seismo-traveling ionospheric disturbances is slower than that of the associated seismic waves .
- Seismo-traveling atmospheric and ionospheric disturbances travel upward with sound speeds.
- For near field observations, the total intensity is essential to trigger observable seismo-traveling ionospheric disturbances.

SKYNETの観測データを用いたエ アロゾルと雲の特性に関する解析

Pradeep Khatri¹ and Hitoshi Irie²

¹Faculty of Science and Engineering, Soka University

²Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

Contents

- About a new SKYNET site of Hachioji
- Recent research activities using SKYNET data
 - New algorithm development
 - Aerosol studies
 - Cloud studies

Establishment of a new SKYNET site in Hachioji

A campus map of Soka University



Rooftop of School of Education

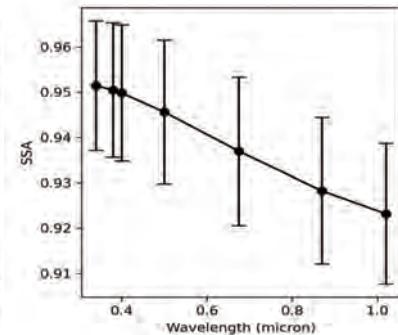
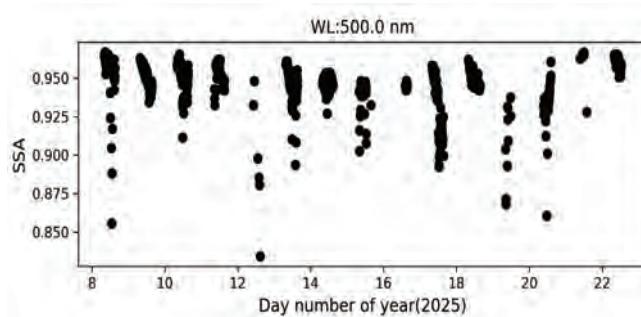
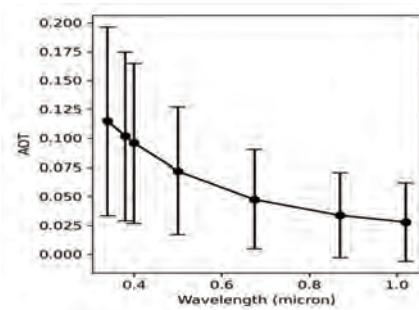
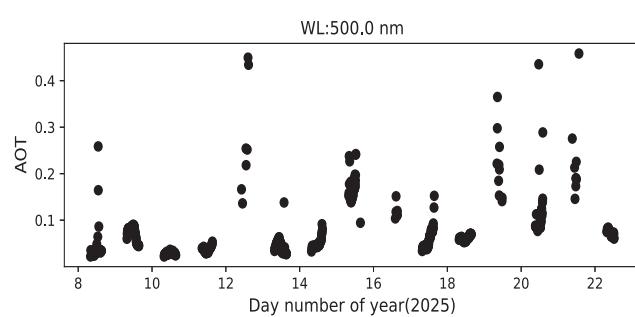


Newly installed sky radiometer at the rooftop



Routine transfer to the SKYNET data center for further analysis, storage, and accessibility to researchers worldwide.

Aerosol observation at new SKYNET site of Soka University



Some Recent Research Activities using SKYNET data

□ Algorithm development

Motivation

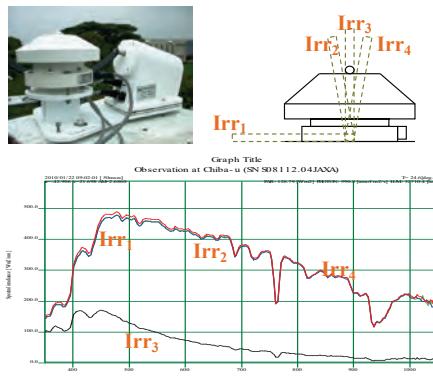


Sky radiometer (POM-02)

A powerful ground-based remote sensor for aerosols, clouds, and atmospheric gases, however,

- It is designed with limited wavelengths (7 or 11 wavelengths) → limited information
- It has a narrow field of view (FOV: $\sim 1^\circ$) → difficult to validate satellite cloud products

Purpose



Infer information of aerosols, clouds, and atmospheric gases using data from a continuous wide spectral range.

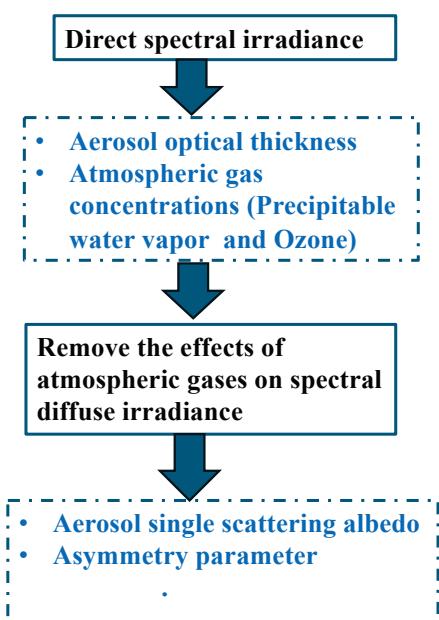
Goals

- Strengthen the results obtained from the sky radiometer through cross-validation
- Infer more detailed information on spectral-dependent aerosol and cloud properties
- Validate satellite cloud products more effectively, as this instrument has a wide FOV.

Some Recent Research Activities using SKYNET data

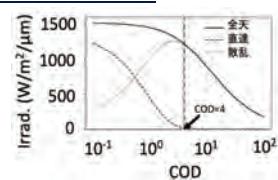
□ General idea of a retrieval algorithm

Clear sky conditions



Cloudy sky conditions

Detect if cloud is thin (COD < 4) or thick (COD > 4)



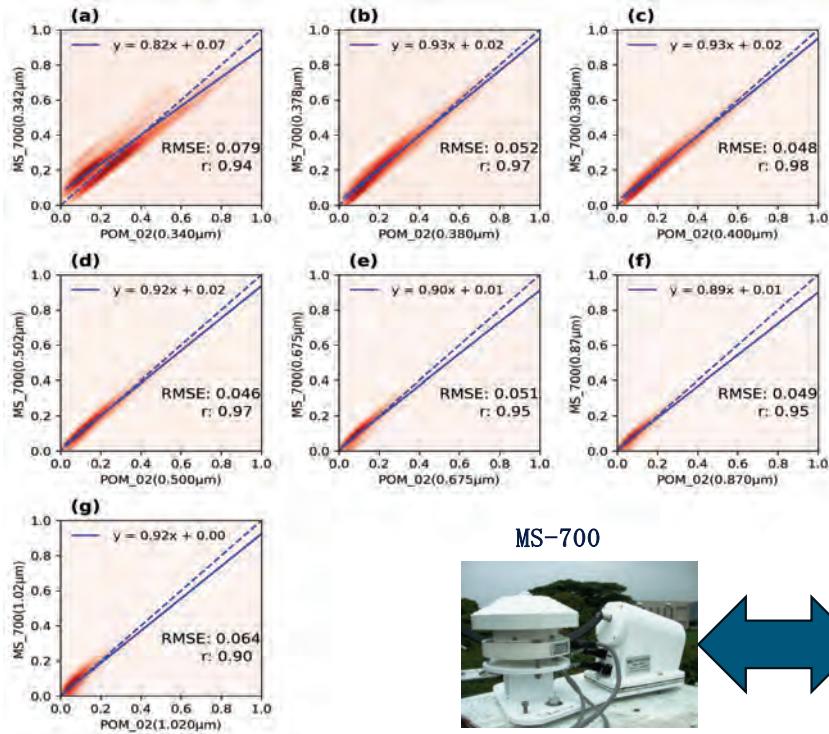
• For thin clouds

- Direct irradiance → Retrieve cloud optical depth (COD)
- Diffuse irradiance / Direct irradiance → retrieve cloud particle effective radius (CER)

• For thick clouds

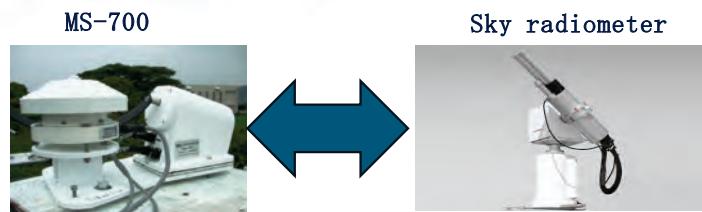
Use optimum method to minimize measured and modeled values to estimate COD and CER simultaneously

Some Recent Research Activities using SKYNET data



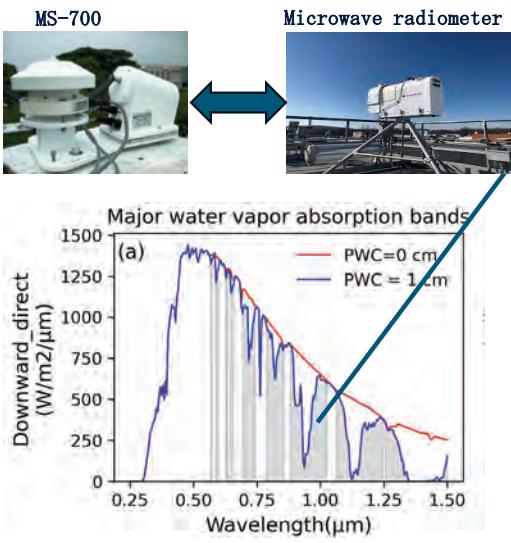
Comparison of aerosol optical thickness between MS-700 and sky radiometer

- Study area: Chiba, Japan
- Study period: 2015 – 2018

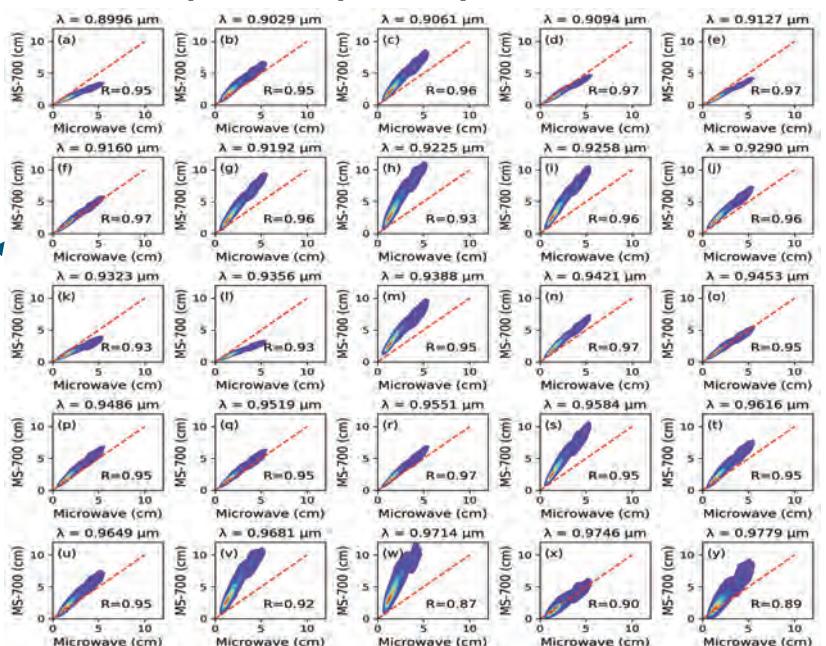


Some Recent Research Activities using SKYNET data

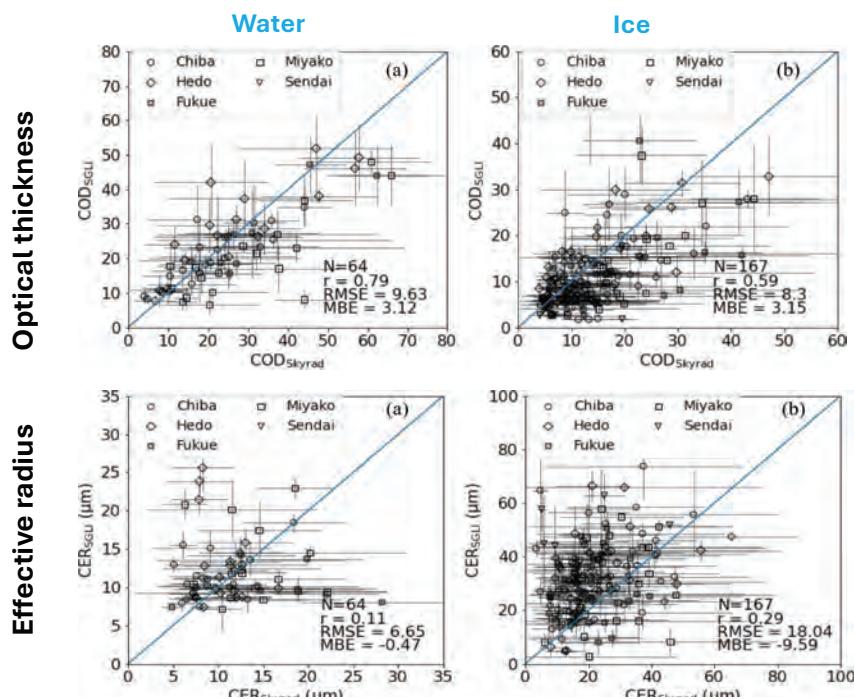
Comparison of precipitable water vapor content (PWC) between MS-700 and microwave radiometer



Retrieved PWC for different wavelengths of 0.9 - 0.98 μm water vapor absorption band of MS-700



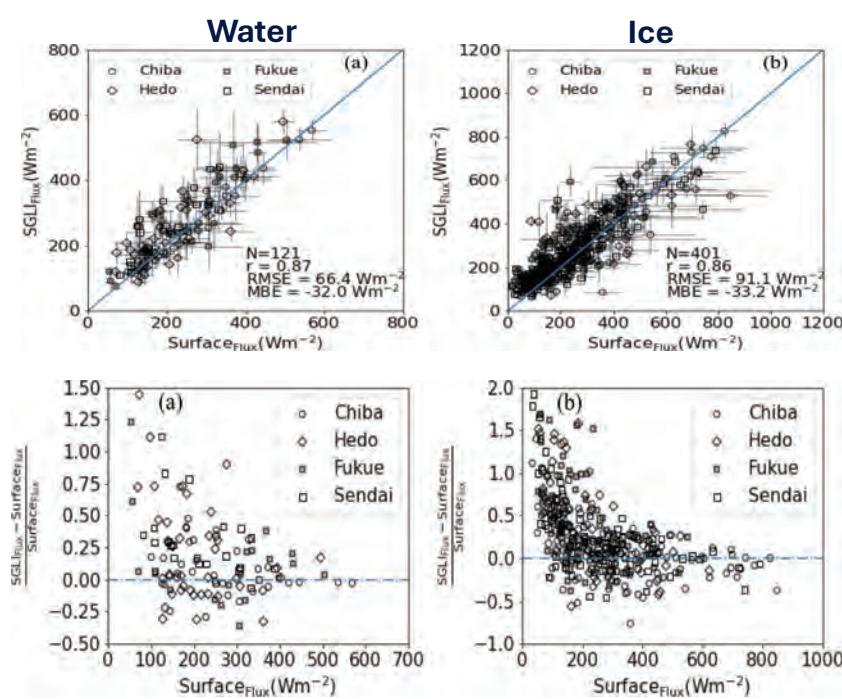
Some Recent Research Activities using SKYNET data



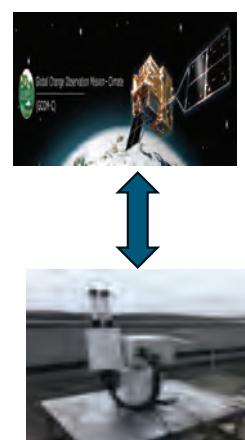
Validation of satellite-observed cloud products using SKYNET data



Some Recent Research Activities using SKYNET data



Validation of satellite-observed cloud products using SKYNET data



Conclusions

- A new observation site has been established at Soka University premise under the framework of SKYNET.
- We are developing new algorithms to infer high-resolution aerosol properties as well as cloud properties using high-resolution spectral direct and diffuse irradiances.
- SKYNET-observed ground-truth data of aerosols, clouds, and radiation were used to validate satellite cloud products obtained from SGRI aboard GCOM-C

CEReSシンポジウム：2025/2/19-20@千葉大学

[2024年度 CEReS 共同利用研究（課題番号CJ24-1）]

首都圏における大気浮遊物質の動態把握に関する研究 —東京湾岸におけるスカイラジオメータ観測値の比較—

*岩永 博之¹⁾, 入江 仁士²⁾, 山口 和貴¹⁾
1) 東京電力HD, 2) 千葉大

1. 研究目的と観測データ

- 地球温暖化対策に伴い、大気エアロゾルが今後変容するのではないか？
 - 特に首都圏など、大都市かつ工業地帯が隣接する地域は大きく変わる？
- 気候変動に伴い、大陸からの大気エアロゾルが移送されてくる？（越境大気汚染）

そこで

- 横浜市内にスカイラジオメータを独自設置した。
- 首都圏にある既設観測地点の結果と比較した。
 - ・エアロゾル光学的厚さ(AOT)
 - ・単一散乱アルベド(SSA)
 - ・オングストローム指數(AngExp)

- ①横浜は、周辺地点とどれくらい違うのか？
- ②首都圏の各地点は、どのような特徴があるのか？

■ 使用データ

横浜、越中島、千葉、つくばの4地点における、
スカイラジオメータの観測から得られた解析値

■ 解析期間

2024/2/8～10/15（各地点において晴天時のみ使用）



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社



2

2. 結果

表1. 各観測点の平均値

	AOT (500nm)	SSA (500nm)	AngExp
横浜	0.206	0.882	1.21
越中島	0.209	0.932	1.15
千葉	0.186	0.953	1.17
つくば	0.213	0.909	1.16

[首都圏上空の特徴]

- ・エアロゾルは4月に多く、8月は変動が大きい。
- ・春季は粒径が大きく、夏季は粒径が小さい。
- 但し、湾岸部はつくばに比べ、粒径の変動大きい。

[横浜上空の特徴]

- (1)エアロゾルの変動は、越中島に類似していた。
- (2)周辺地点に比べ、光吸收性が高い粒子＆微小粒子を多く含む。
⇒ブラックカーボンなどが多く浮遊している可能性がある。

首都圏上空のエアロゾルは、季節特性と地域特性があり、年間を通じて空間的・時間的に非一様であると示唆される。

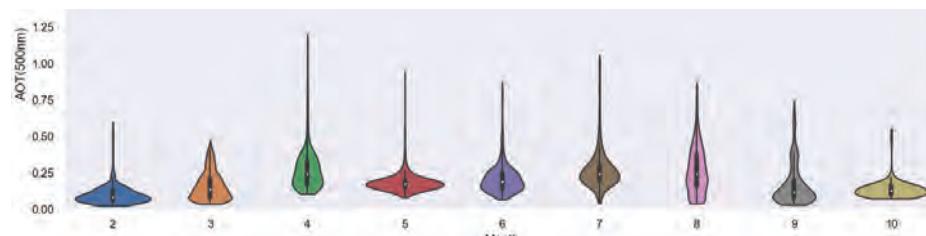


図1. 横浜における光学的厚さの月別変化



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社



3

SKYNETデータを用いた Himawari-8 AHFアロゾルプロダクト検証

2025年2月19日
千葉大学けやき会館 レセプションホール

山本 浩万^{*1}、入江 仁士^{*2}

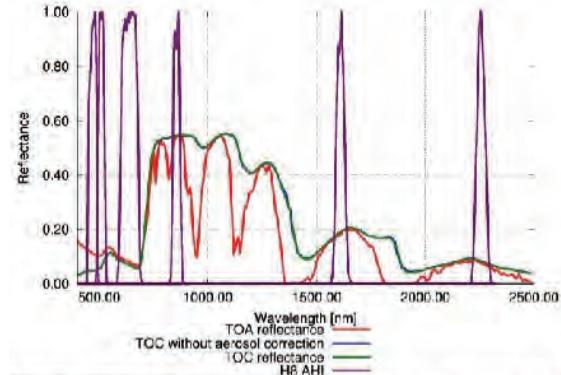
^{*1} 産業技術総合研究所 デジタルアーキテクチャ研究センター

^{*2} 千葉大学 環境リモートセンシング研究センター

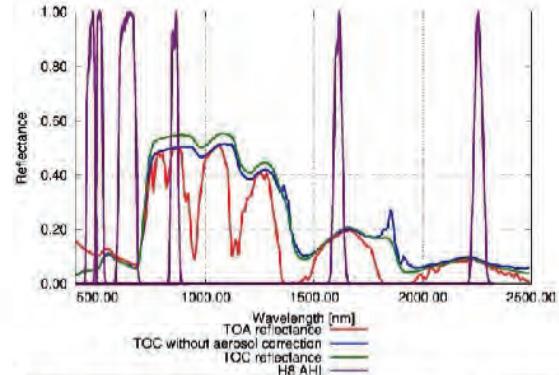
独立行政法人 産業技術総合研究所

背景

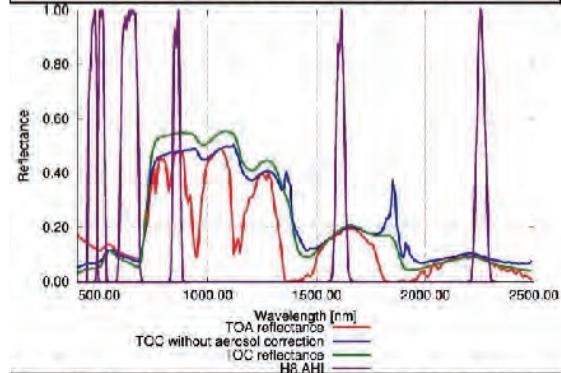
- 衛星搭載型光学センサにおける大気補正済地表面反射率は、高次プロダクトである植生物理量などの推定のために非常に重要である。
- 気象衛星ひまわり8号は、空間分解能0.5km～2kmと粗いが、地球の半球を10分毎の高頻度観測が可能であり、陸域植生モニタリングに役立つ。
- 衛星搭載型光学センサVNIR-SWIR領域ではレイリー散乱・大気ガス吸収に比較的容易に推定できるが、エアロゾルパラメータは、空間的・時間的に変化したり不均一になったりするため推定が難しい。
- 大気補正処理アルゴリズムにおいて、大気パラメータの入力はアンシラリデータとしては再解析プロダクトや予報モデルプロダクト、衛星大気プロダクト、地上観測データが用いられることが多い。
- 衛星大気プロダクトにおいてはN/A領域が多く存在するが、JAXAが提供しているひまわり8/9号エアロゾルプロダクト(H8/9 L3ARP)は空間・時間分解能において優れ、準リアルタイムで処理できる点で大気補正処理に組み込む上で非常に有利である。



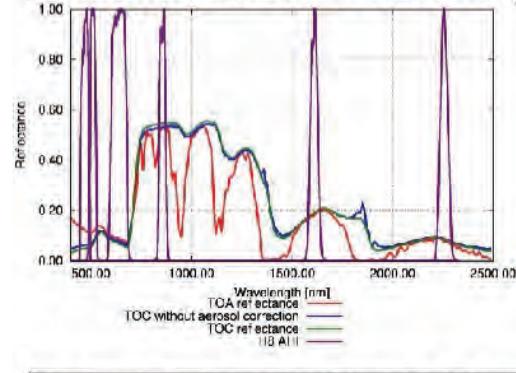
Sol. ZN : 12.7 [deg], View ZN : 38.5 [deg], Rel. AZ : 0.0 [deg]
AOT@550nm=0.02, AE=1.3, RefRe = 1.47, RefIm = -0.008
 O3=325DU, H₂O=6.0[g/cm²], Alt. : 1.42 [km] (TKY)



Sol. ZN : 12.7 [deg], View ZN : 38.5 [deg], Rel. AZ : 0.0 [deg]
AOT@550nm=0.23, AE=0.8, RefRe = 1.47, RefIm = -0.008
 O3=325DU, H₂O=6.0[g/cm²], Alt. : 1.42 [km] (TKY)

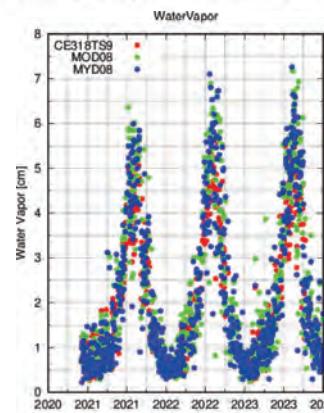
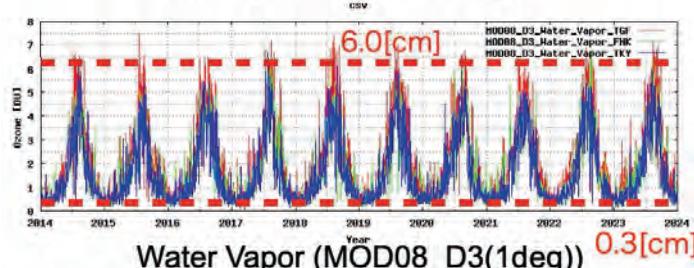
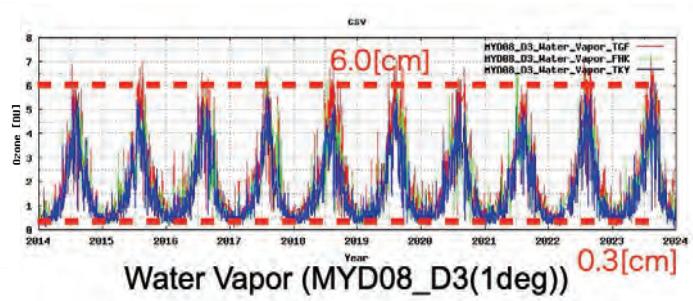
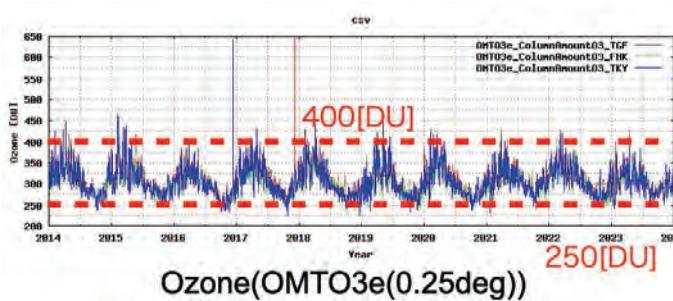


Sol. ZN : 12.7 [deg], View ZN : 38.5 [deg], Rel. AZ : 0.0 [deg]
AOT@550nm=0.57, AE=1.3, RefRe = 1.47, RefIm = -0.008
 O3=325DU, H₂O=6.0[g/cm²], Alt. : 1.42 [km] (TKY)



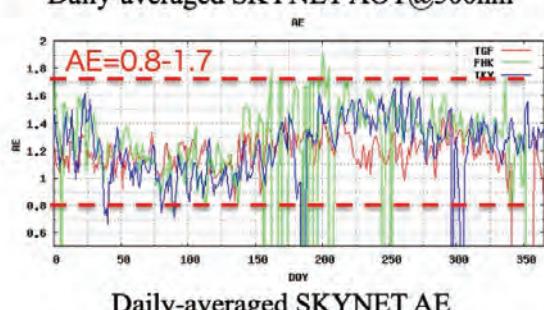
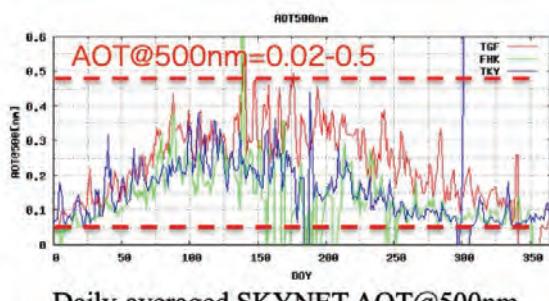
Sol. ZN : 12.7 [deg], View ZN : 38.5 [deg], Rel. AZ : 0.0 [deg]
AOT@550nm=0.23, AE=1.7, RefRe = 1.47, RefIm = -0.008
 O3=325DU, H₂O=6.0[g/cm²], Alt. : 1.42 [km] (TKY)

2014~2024年のOMTO3eオゾン全量観測値およびMOD08_D3/MYD08_D3水蒸気量プロダクトの日変化

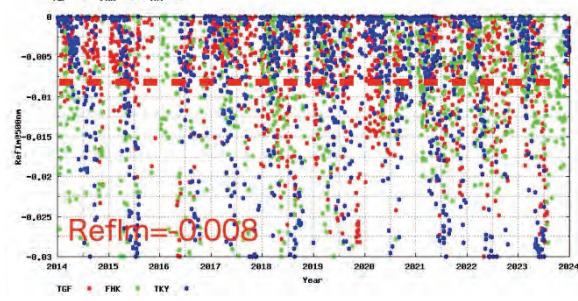
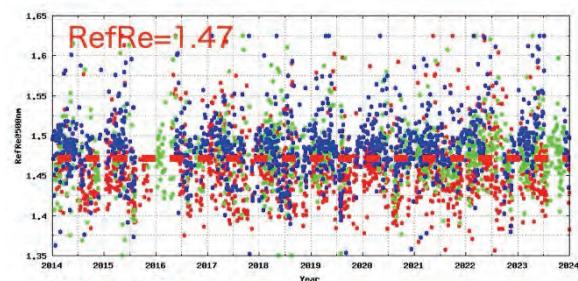


2020~2024年のMOD08_D3/MYD08_D3水蒸気量プロ

2014~2024年(2022年)のエアロゾルパラメータの日変化



2014~2022年のSKYNET
AOD@500nmとAEの日毎の平均
値(@TGF, TKY, FHK)

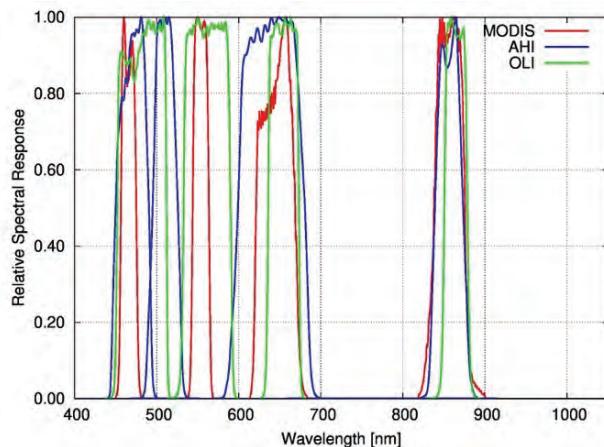


2014~2024年のSKYNET 複素屈折率(@TGF,
TKY, FHK)の日平均

目的

- 2024年に取得されたSKYNETデータを用いたひまわり9号AHIエアロゾルプロダクト(AOD@500nm, オングストローム指數)の比較検証
- 2021年~2023年に取得されたSKYNETデータおよびMODIS大気グローバルプロダクトを用いた全球再解析CAMS global reanalysis ECMWF Atmospheric Composition Reanalysis 4 (EAC4)(AOD@550nm)の比較検証

Himawari-8/9 AHI概要



Band	CEReS gridded data	Central wavelength [μm]	Spatial resolution [km]
1	VIS01	0.47063	1
2	VIS02	0.51	1
3	EXT01	0.63914	0.5
4	VIS03	0.8567	1
5	SIR01	1.6101	2
6	SIR02	2.2568	2
7	TIR01	3.8853	2
8	TIR02	6.2429	2
9	TIR03	6.941	2
10	TIR04	7.3467	2
11	TIR05	8.5926	2
12	TIR06	9.6372	2
13	TIR07	10.4073	2
14	TIR08	11.2395	2
15	TIR09	12.3806	2
16	TIR10	13.2807	2

搭載センサであるAHIはVNIR~TIRを観測できる多バンドセンサである。空間分解能は0.5km~2kmと粗いが、地球の半球を10分毎の高頻度観測が可能である。

独立行政法人 産業技術総合研究所

7

JAXA Himawari-8 AHI Aerosol Products

Product Name	Primary Parameters	Spatial Resolution	Temporal Resolution	Approximate Latency after Observation
L2ARP	<ul style="list-style-type: none"> AOT at 500 nm Angstrom Exponent 	0.05 deg	10 min	40 minutes
L3ARP Hourly	<ul style="list-style-type: none"> Mean L2 AOT and AE within 1 h L2 AOT and AE with strict cloud screening (AOT_Pure, AE_Pure) Spatiotemporal interpolation of AOT_Pure and AE_Pure within 1 h (AOT_Merged, AE_Merged) 	0.05 deg	1 hour	1 hour
L3ARP Daily	<ul style="list-style-type: none"> Mean L2 and L3 AOT and AE within 1 day 	0.05 deg	1 day	1 day
L3ARP Monthly	<ul style="list-style-type: none"> Mean L2 and L3 AOT and AE within 1 month 	0.05 deg	1 month	1 month

Note : Aerosol estimation cannot be retrieved at cloudy pixels, AOT = Aerosol Optical Thickness , AE = Angstrom Exponent

https://www.eorc.jaxa.jp/ptree/documents/Himawari_Monitor_Aerosol_Product_v8a.pdf

These products are distributed by **JAXA EORC P-Tree system**.

MODIS Aerosol products (MOD08D3/MYD08D3)

Shortname:	MOD08_D3
Platform:	Terra
Instrument:	MODIS
Processing Level:	Level-3
Spatial Resolution:	1 degree 緯度1° =約111km (MOD05(Aerosol):10 km)
Temporal Resolution:	daily
ArchiveSets:	61
Collection:	MODIS Collection 6.1 - Level 1, Atmosphere, Land (ArchiveSet 61)
PGE Number:	PGE56
File Naming Convention:	<p>MOD08_D3.YYYYDDD.CCC.YYYYDDDHHMMSS.hdf</p> <ul style="list-style-type: none"> • YYYYDDD = Acquisition Year and Day of Year • CCC = Collection number • YYYYDDDHHMMSS = Production Date and Time • YYYYDDD = Acquisition Year and Day of Year
Citation:	Platnick, S., et al., 2015. MODIS Atmosphere L3 Daily Product, NASA MODIS Adaptive Processing System, Goddard Space Flight Center, USA: http://dx.doi.org/10.5067/MODIS/MOD08_D3.061
Keywords:	Reflectance, Radiance, Climate Change, Atmospheric Correction, Water Vapor, Precipitable Water, Ozone, Cloud Top Temperature

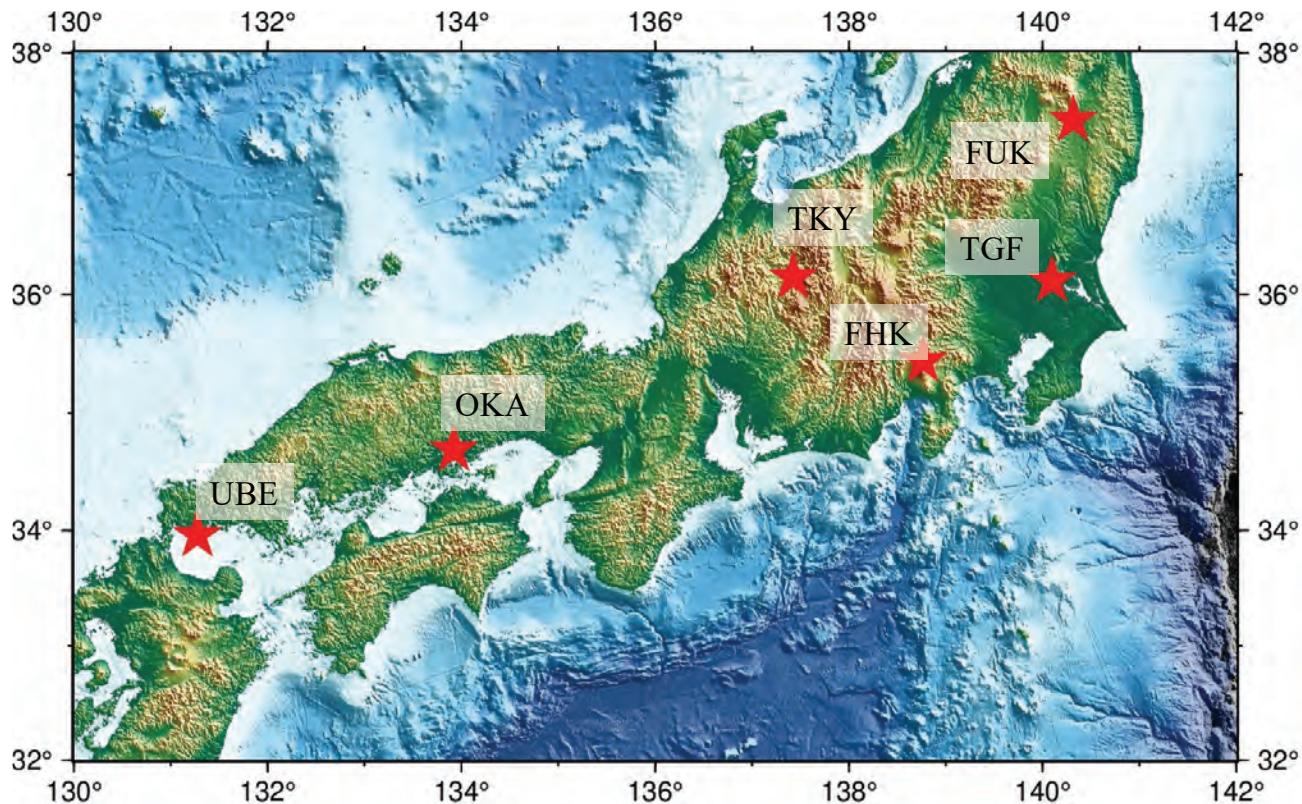
https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/missions-and-measurements/products/MOD08_D3

9

ひまわり8/9号エアロゾルプロダクトと 他のエアロゾルプロダクトとの比較

Product	Temporal resolution	Spatial resolution
MOD08_D3/MYD08_D3	Daily	1[deg]x1[deg]
CAMS global reanalysis (EAC4)	3-hourly	0.75[deg]x0.75[deg]
Himawari8/9 L3ARP	Hourly,Daily, Monthly	0.05[deg]x0.05[deg]

検証サイト



独立行政法人 産業技術総合研究所

11

Phenological Eyes Network

Connecting Satellite Remote Sensing to the Ground-Level Ecosystems

HSR - Hemispherical Spectral Radiometer

• HSR acquires hemispherical radiance data for the visible multi-spectral domain (red to 450nm, vegetative indices, etc.) & provides estimation of any phenological parameters (e.g., leaf area index, NDVI, etc.).

• HSR and ADPC have been developed by the same group (KU/KISTI) and have been synchronized in order to check the phenology parameter agreement based on the seasonal process.

Feature of HSR: HSR has 16 spectral bands (450-850 nm), 16-bit resolution, 100% dynamic range, and 100% linearity. It has a compact size and low weight (less than 1 kg).

Other Measurements

- Leaf area index (LAI)
- Leaf phenology
- Leaf-level measurements: Phenology (leaf age), Leaf-fall (leaf senescence), Leaf-shed (leaf abscission), C/N and mineral content.
- Ground-level measurements: Assessing soil moisture, PFT, plant phenology.

Satellite remote sensing: A bird's eye looking at the global change

We are facing rapid changes in the global ecosystems caused by human activity and its resulting climate change. A form of satellite remote sensing can help us understand the ecosystem dynamics and predict the future trends of the ecosystem.

The following figure shows the example of the forest phenology analysis using the time series of satellite imagery over 10 years.

Connecting satellite remote sensing to the reality of ground ecosystems

satellite data are often used for monitoring the environment, but they are difficult to connect to the ground. In order to obtain accurate information about the environment, we need to connect the satellite data to the ground data.

The following figure shows the example of the forest phenology analysis using the time series of satellite imagery over 10 years.

ADFC - Automatic capturing Digital Eye-level Camera

ADFC captures high-quality images of the sky directly overhead and the ground, with short time intervals (e.g., 10 min to one day). The ADFC can be easily installed on the sky crane or the trailer. It is also possible to use the ADFC to capture images of the ground surface.

SP	Surveillance
SP	Surveillance

PEN Sites

The PEN sites are located in various parts of Japan, including the northern, central, and southern regions. They are used for the validation of the phenological parameters of various types of vegetation.

Network system & Database

The PEN network consists of various sensors and databases. The PEN network provides real-time data for phenological parameters, which are used for the validation of the phenological parameters. The PEN network also provides data for the validation of the phenological parameters.

PEN community

The PEN community consists of various researchers and institutions. The PEN community provides real-time data for phenological parameters, which are used for the validation of the phenological parameters. The PEN community also provides data for the validation of the phenological parameters.

<https://pen.envr.tsu-kuba.ac.jp/>

立行政

12



富士北麓(FHK, 2004~)



筑波大放射線・アイソトープ地球システム研究センター庁舎(TGF, 2002~)



岐阜大環境社会共生体研究センター高山試験地(TKY, 2004~)



山口大応用衛星リモートセンシング研究センター(UBE, 2024~)



岡山大学 津島キャンパス 一般教育棟B棟(OKA, 2018~)



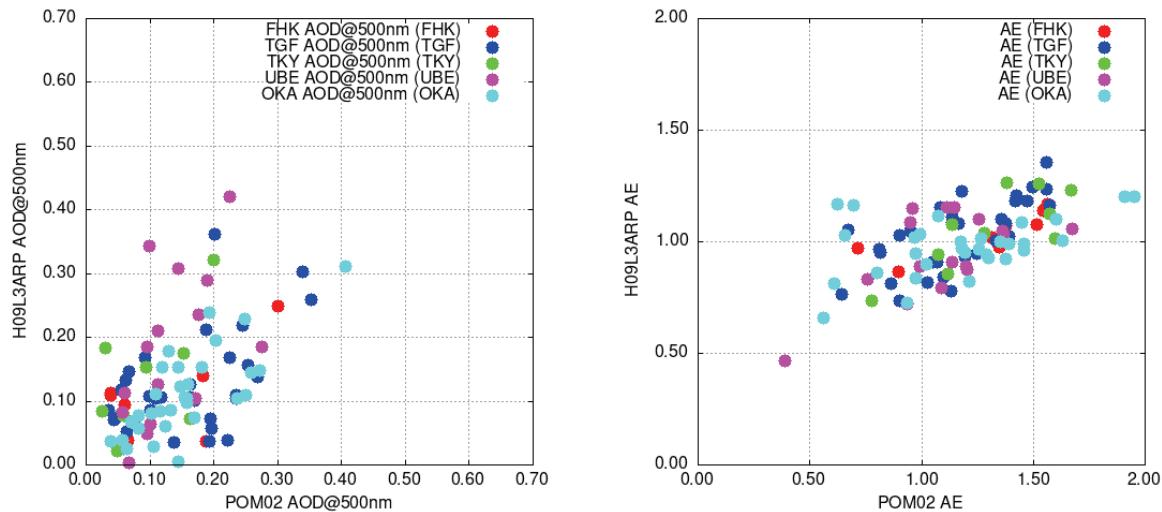
産総研福島再生可能エネルギー研究所(FUK, 2015~)

用いたデータと手法

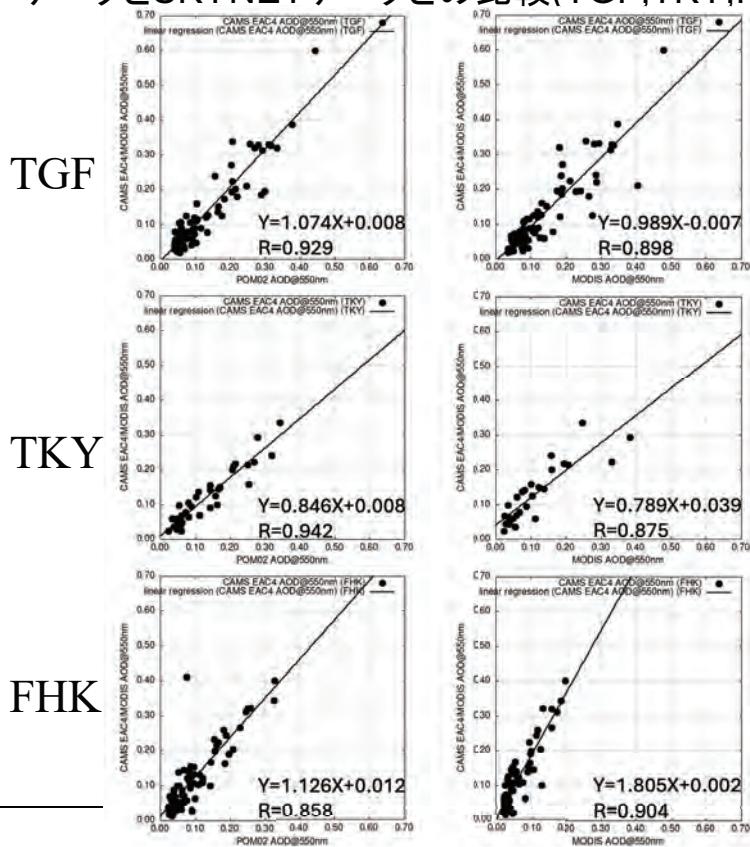
- JAXA Himawari-8 L3ARP DailyプロダクトとSKYNETデータとのAOD/AE比較検証
 - 2024年のTGF, TKY, FHK, UBE, OKAのSKYNETデータのうち1日中快晴に近いと確認できるデータ(9:00-15:00(JST)平均)
 - SKYNET雲フラグ
 - 天空写真(PEN ADFC/PSV100W/Raspberry Pi IMX477)
 - Himawari9号AHI可視画像を用いた目視確認(2023年以降は9号)
- 全球再解析CAMS global reanalysis (EAC4)データ(2021年1月1日~2023年12月31日)とSKYNETデータ/MODIS大気グローバルプロダクトとのAOD比較検証
 - MOD08_D3/MYD08_D3 の1日平均
 - SKYNET AOD@500nm -> AOD@550nm
 - CAMS EAC4(3-hourly)の9:00-15:00(JST)平均
 - 2021年~2023年のTGF, TKY, FHKのSKYNETデータのうち、1日中快晴に近いと確認できるデータ(9:00-15:00(JST)平均)
 - SKYNET雲フラグ
 - 天空写真(PEN ADFC)
 - Himawari8/9号AHI可視画像を用いた目視確認(2021~2022年は8号, 2023年以降は9号)

$$\tau_{\lambda_1} = \tau_{\lambda_0} \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_0} \right)^{-\alpha}$$

SKYNETデータとHimawari-9 AHIデータ(L3ARPエアロゾル光学的厚さ@500nm・オングストローム指数)との比較(2024年)



2021年～2023年における 再解析CAMS global reanalysis (EAC4) データとSKYNETデータとの比較(TGF,TKY,FHK)



まとめ

- 快晴下のHimawari-9 AHI L3ARP Dailyと地上観測POM02(SKYNET)データ、CAMS EAC4と地上観測POM02(SKYNET)データおよびMOD08_D3/MYD08_D3プロダクトを用いて評価した。
- Himawari-9 AHI L3ARP AODは、地上観測POM02(SKYNET) AODと良い相関があるが、ばらつきは下記CAMS EAC4 AODより大きい。Himawari-9 AHI L3ARP AEについて(AODより)良い相関はあるが、非線形相関の可能性がある。
- SKYNET AOD@500nmと MOD08_D3/MYD08_D3 AOD@550nmに対するCAMS EAC4 AOD@550nmを評価した結果、強い相関が認められた。
- CAMS EAC4 AOD@550nmにおいてTGFではほぼ1対1、TKYサイトではわずかに低め、FKH サイトでは高めになる傾向が見られる。
- CAMS EAC4 AOD@550nmにおいてMOD08_D3/MYD08_D3 AOD@550nmより約2倍高くなる。この結果は TGF および TKY の結果とは明らかに異なり、その理由は調査中。
- CAMS EAC4 AOD@550nmは、MOD08_D3/MYD08_D3 AOD@550nmよりもわずかに空間解像度が高く、N/A領域はなく地上観測AODと強い相関があるため、大気補正処理の良い入力パラメータになり得る。
- CAMS EAC4は年1回程度のリリースされるため(現在も2023年12月31日までしかない)準リアルタイム(NRT)処理には適さない。そのため、CAMS NRTプロダクトなどについても同様の評価を行う予定である。

独立行政法人 産業技術総合研究所

17



Validation of LEO and GEO satellite's NO₂ and HCHO data with MAX-DOAS

Gaia Pinardi, Hitoshi Irie,

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

aeronomie.be

And many data contributors:



NO₂ and HCHO



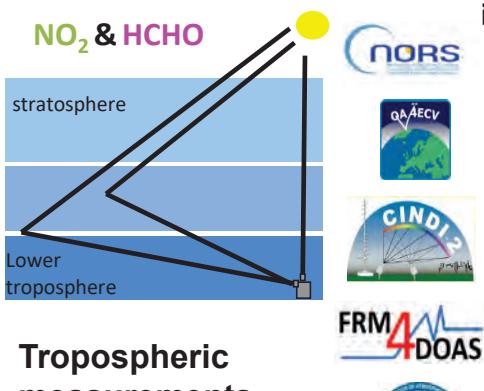
- NO₂ and HCHO are central components of tropospheric chemistry
 - tropospheric ozone (link to air quality and climate change)
 - hydroxyl radical OH (main cleaning agent of our troposphere)
- measured by satellites and **ground-based** remote sensing in the UV-vis (DOAS technique)
- Long datasets available (since GOME '95)
- Recent satellites (TROPOMI/S5p & GEO: GEMS, TEMPO): higher spatial/temporal resolution



Ground-based instruments



MAX-DOAS



Tropospheric measurements during the day



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 sky radiometer and MAX-DOAS instruments are available.
e.g.: Irie et al., 2008; 2009; 2011; 2019; 2021; Damiani et al. 2022



Total column measurements during the day, when sunny

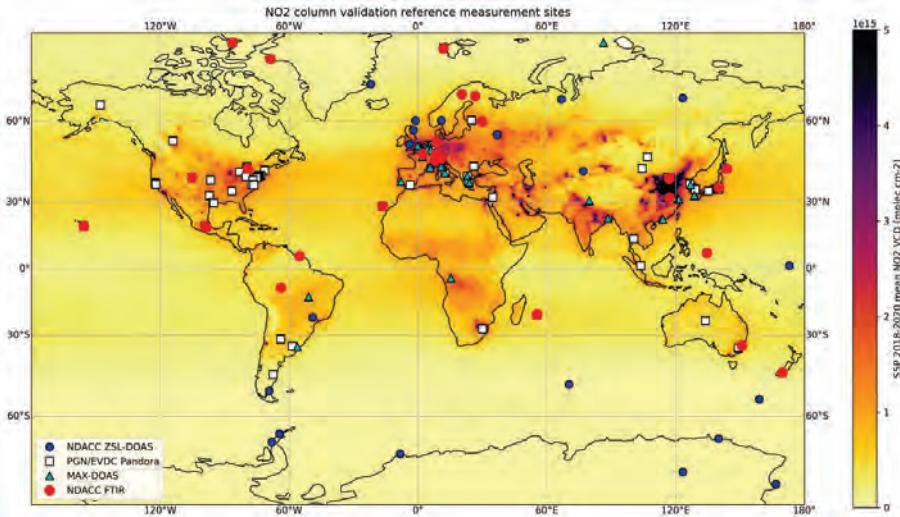
FTIR network since '90 (instruments in NDACC, HCHO prod. (Vigouroux et al., 2018; 2020))



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

Ground-based instruments

MAX-DOAS, PGN, FTIR instruments distribution: NO₂ (and HCHO) measurements participating to validation activities



Strength:

- + several types of instruments (complementarity)
- + several gases
- + (on their way to) centralized processings

To further improve:

- Formats/harmonization/...
- Coherence among them
- Some regions still poorly covered

→ Intercomparison campaigns (eg CINDI-3) & intercomparison studies

Use of MAX-DOAS for satellite validation

Comparison method:

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



Typical results:

- **NO₂:** generally under-estimated by SAT (in part due to spatial inhomogeneities & representativeness mismatch within large satellites pixels)
- **HCHO:** negative bias in polluted conditions (>8 Pmolec/cm²) and positive bias for clean stations (< 2.5 Pmolec/cm²)

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)

Use of MAX-DOAS for satellite validation



Comparison method:

S5p NO₂ validation

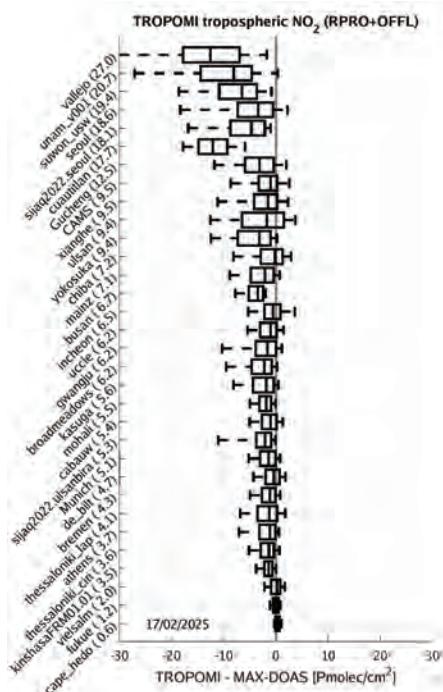
- Typically: select satellite pixel(s) close to the site (/average within radius, eg for HCHO)
- Average/interpolate the MAX-DOAS at the SAT overpass time
- Use same VAL approach at all the sites
- ideally: harmonization within the sites/groups



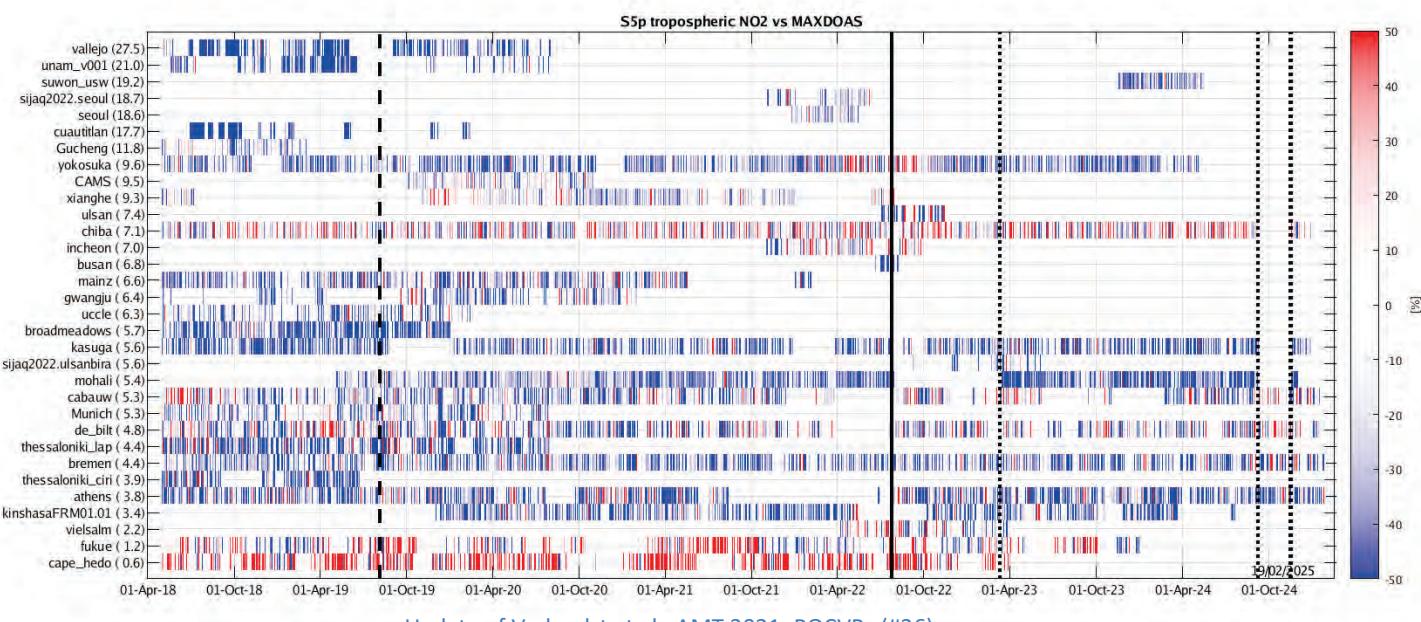
NIDFORVAL
S5PVT

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)



Use of MAX-DOAS for satellite validation

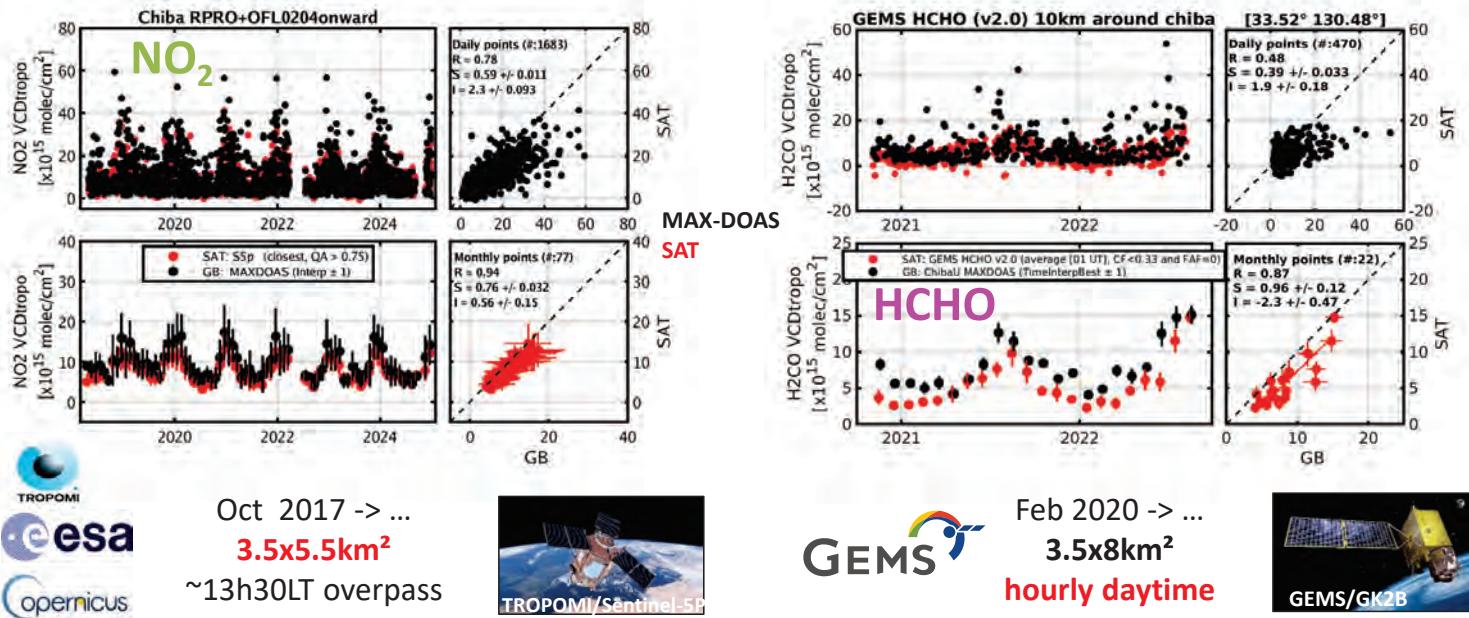


Update of Verhoelst et al., AMT 2021; ROCVRs (#26)

Validation illustration



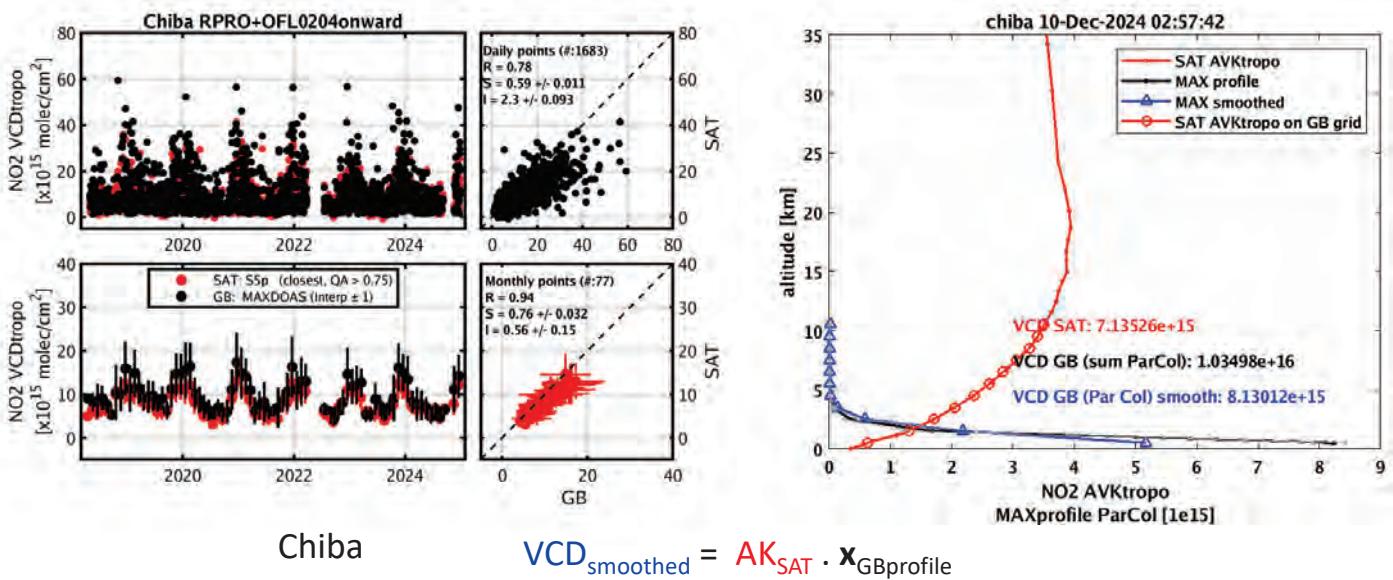
- Illustration for TROPOMI and GEMS in Chiba:



Validation illustration



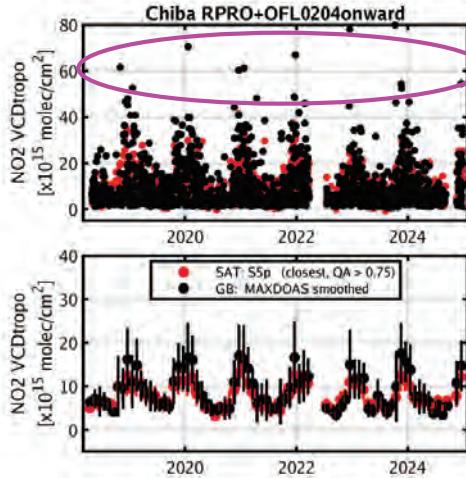
- The MAX-DOAS can measure the concentration profiles in the low troposphere. **NO₂**
- How the SAT would “see” this? The SAT is *smoothing* the MAX-DOAS profile



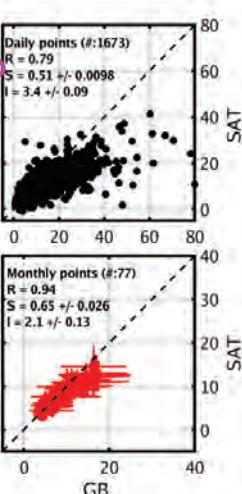
Validation illustration



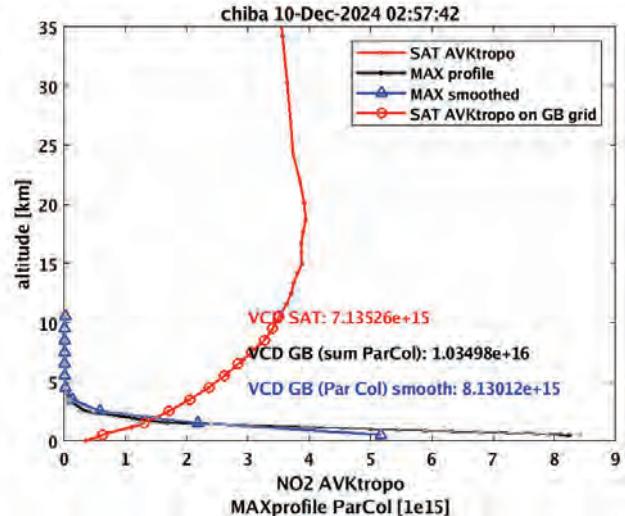
- The MAX-DOAS can measure the concentration profiles in the low troposphere. NO_2
- How the SAT would "see" this? The SAT is *smoothing* the MAX-DOAS profile



Chiba



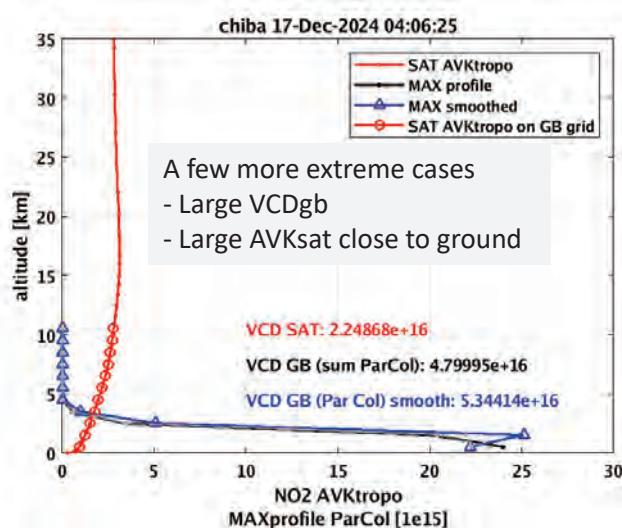
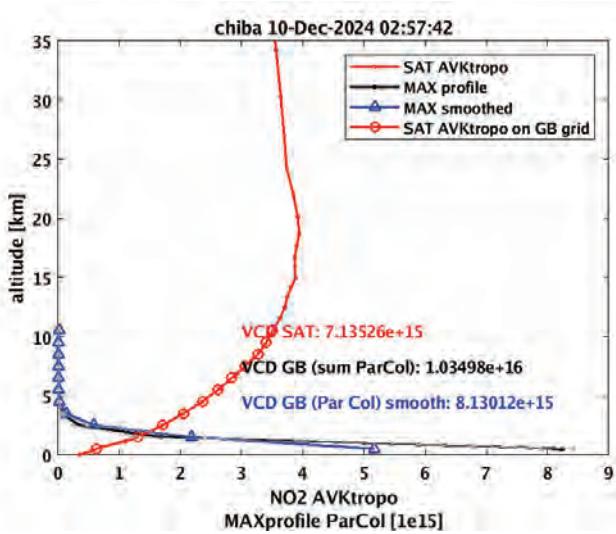
$$\text{VCD}_{\text{smoothed}} = \text{AK}_{\text{SAT}} \cdot \mathbf{x}_{\text{GBprofile}}$$



Validation illustration



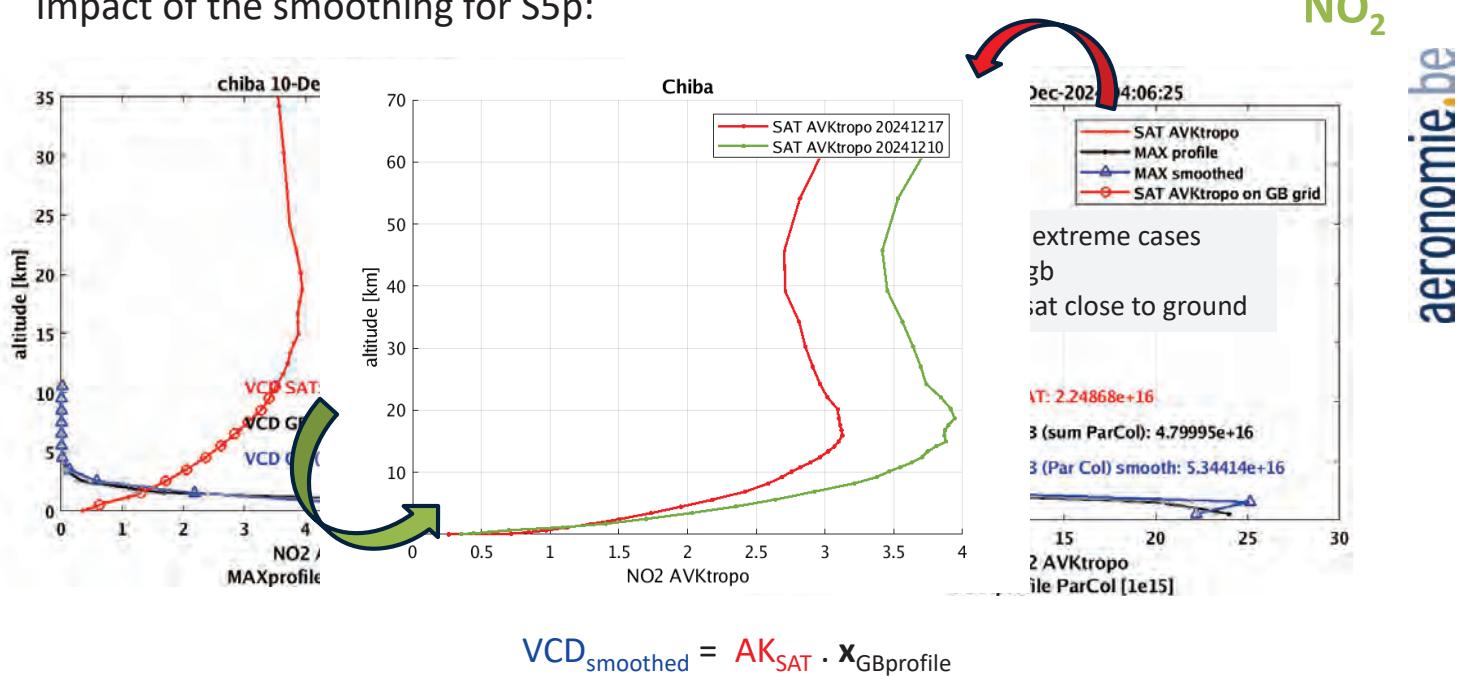
Impact of the smoothing for S5p:



$$\text{VCD}_{\text{smoothed}} = \text{AK}_{\text{SAT}} \cdot \mathbf{x}_{\text{GBprofile}}$$

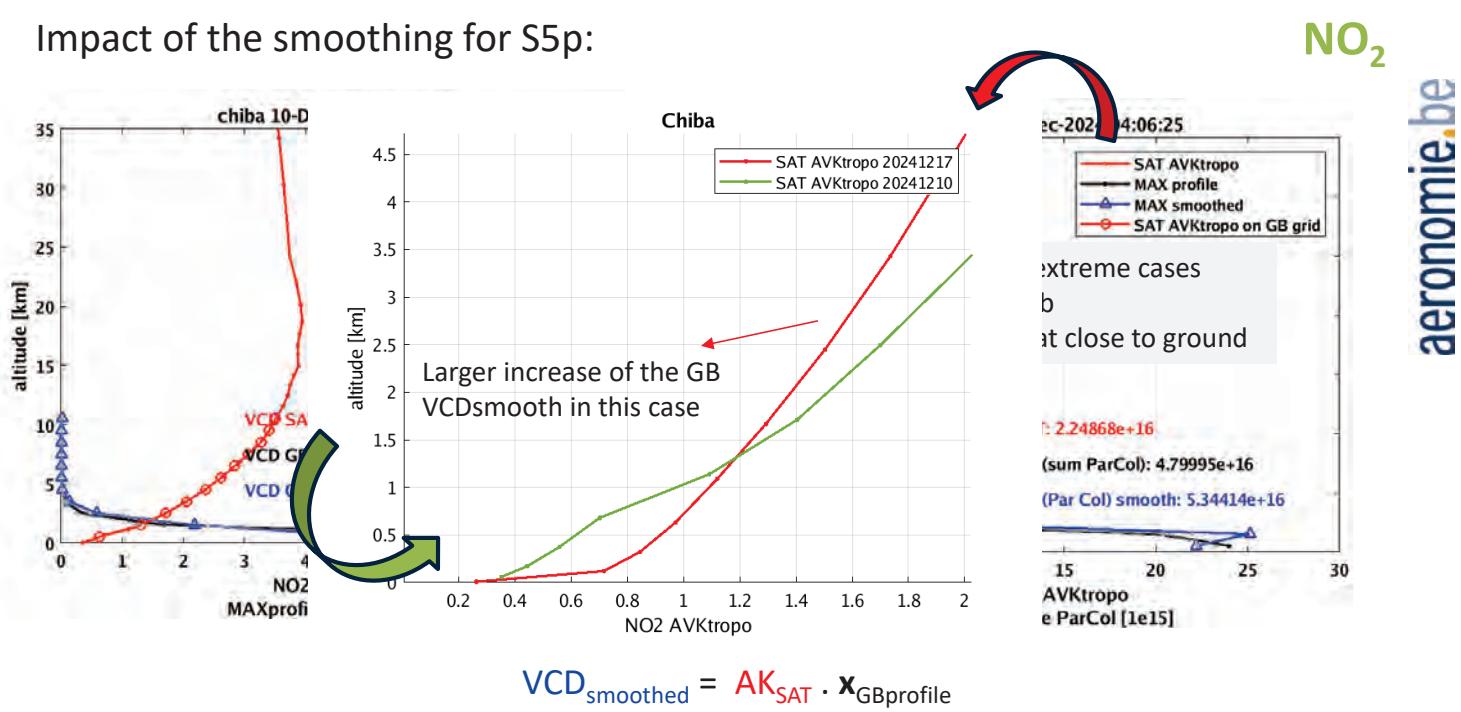
Validation illustration

Impact of the smoothing for S5p:



Validation illustration

Impact of the smoothing for S5p:

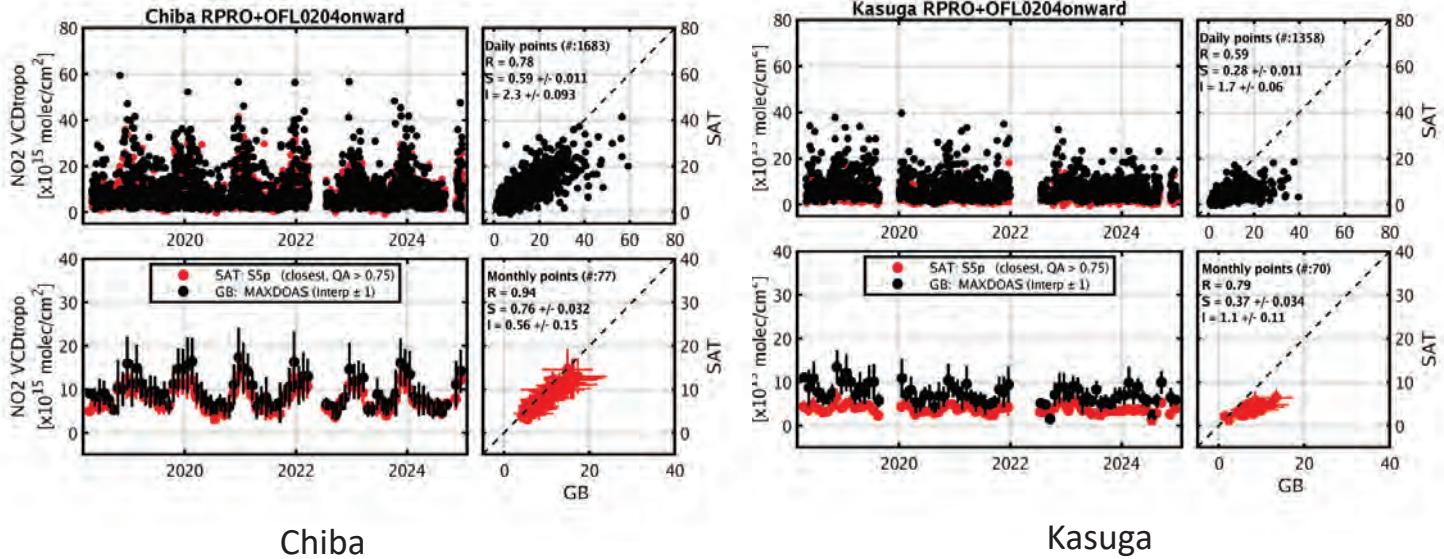


Validation illustration



Impact of the smoothing for S5p:

NO_2



Chiba

Kasuga

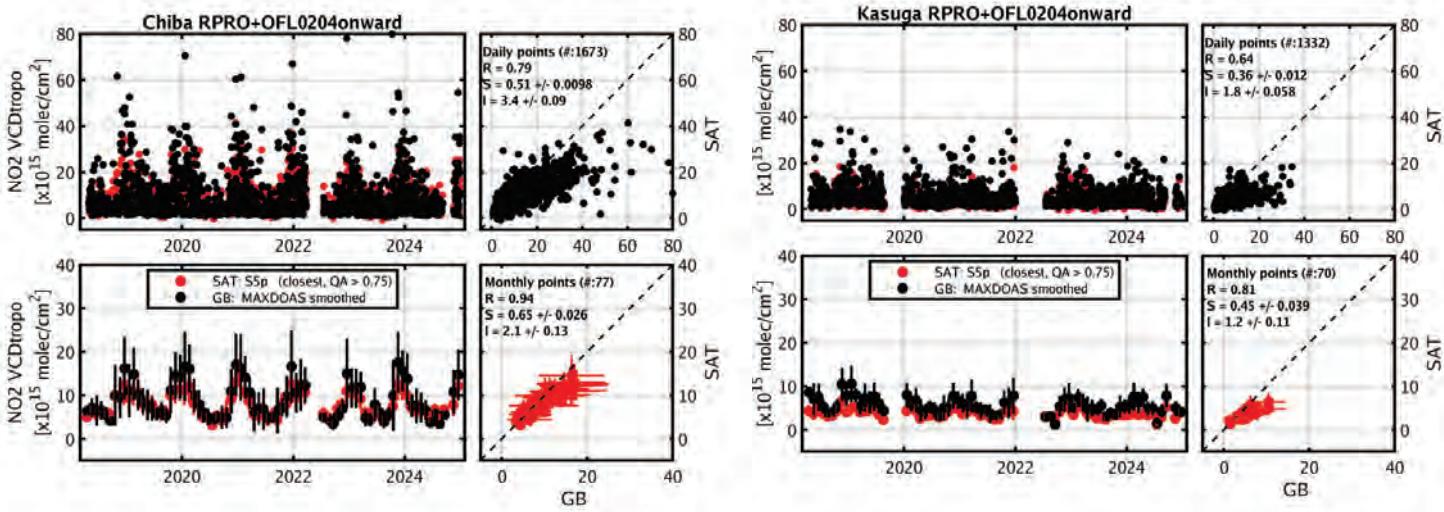
$$\text{VCD}_{\text{smoothed}} = \text{AK}_{\text{SAT}} \cdot \mathbf{x}_{\text{GBprofile}}$$

Validation illustration



Impact of the smoothing for S5p:

NO_2



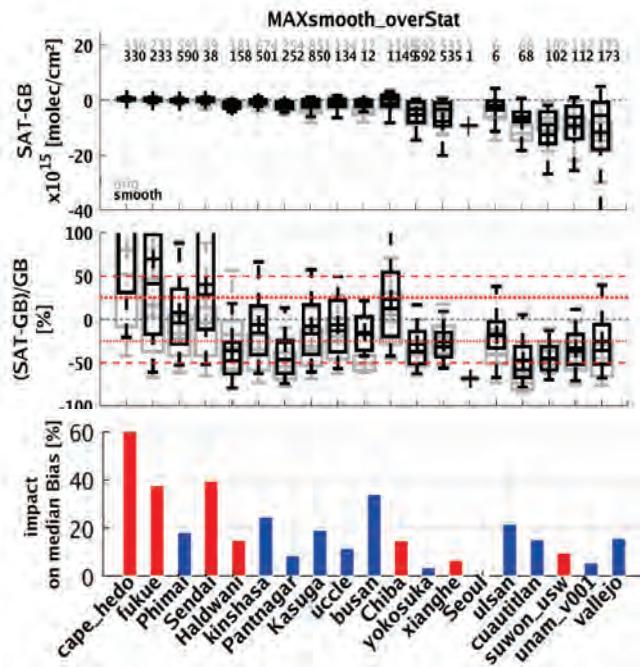
Chiba

Kasuga

$$\text{VCD}_{\text{smoothed}} = \text{AK}_{\text{SAT}} \cdot \mathbf{x}_{\text{GBprofile}}$$

NO₂ Validation overview

Impact of the smoothing for S5p:



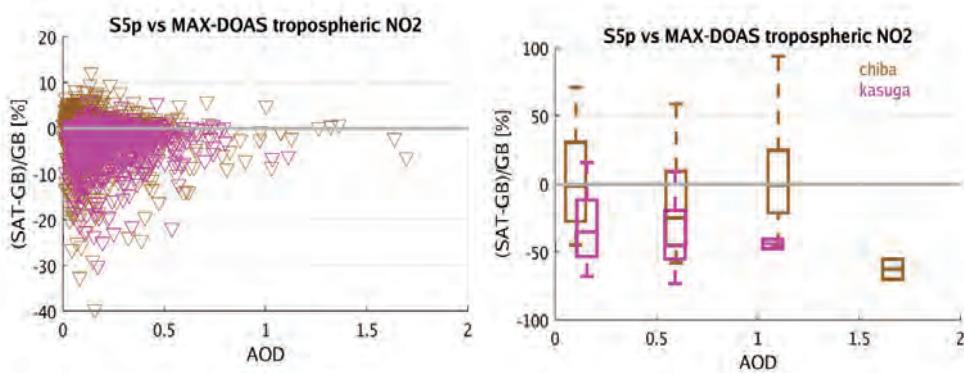
NO₂

Depending on the site (& season), the smoothing can **increase** or **decrease** the differences wrt S5p

NO₂ Validation overview

Impact of the aerosols on S5p comparisons:

NO₂

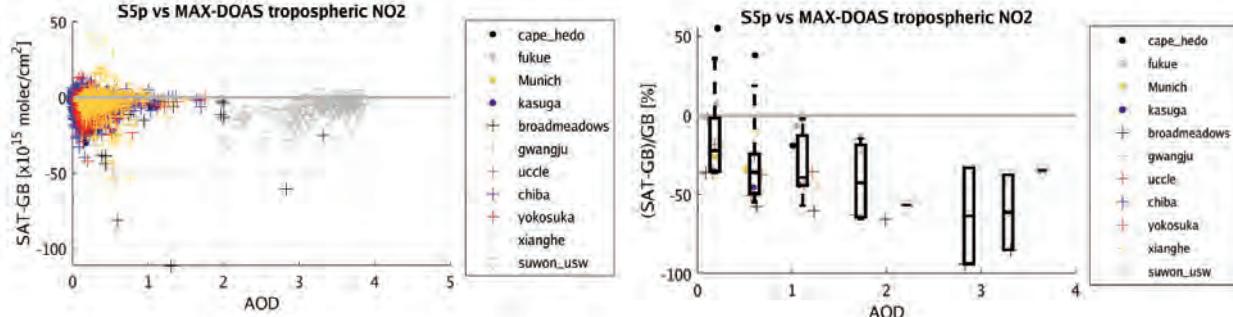


NO₂ Validation overview



Impact of the aerosols on S5p comparisons:

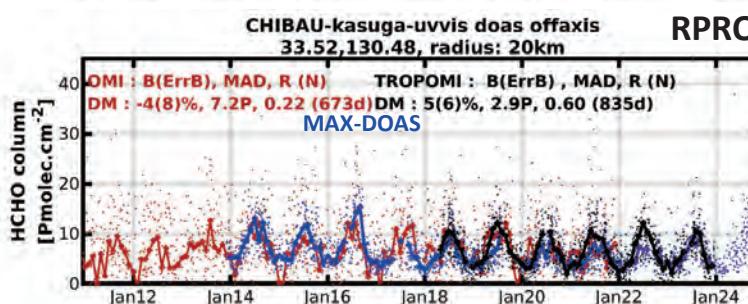
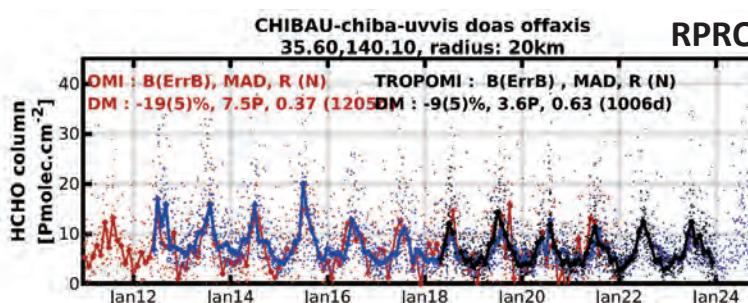
NO₂



On average, over all the sites that report aerosol loading, there seems to be an increase of the bias for larger AOD situations

aeronomie.be

Validation illustration

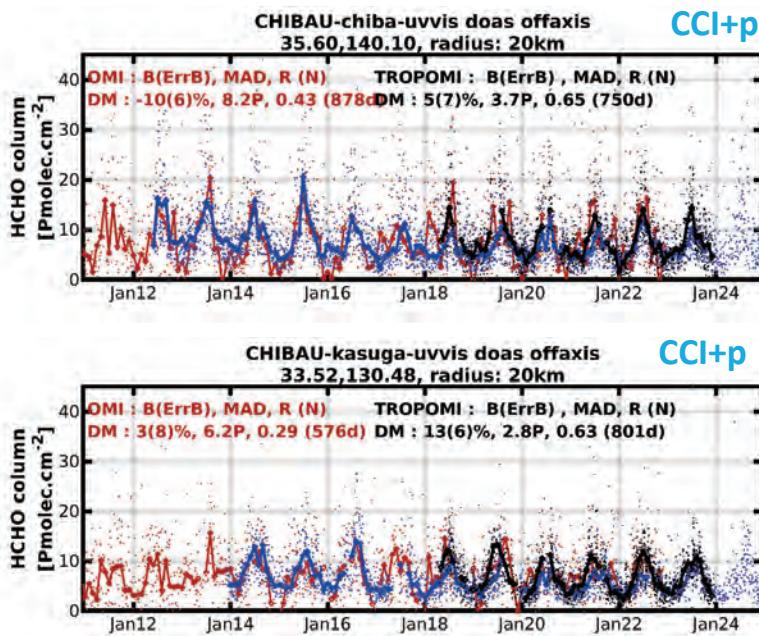


HCHO

- OMI and S5p current HCHO product (De Smedt et al. 2021):
- Best coherence when using the non-cloud corrected satellite data
 - S5p smaller bias and noise

aeronomie.be

Validation illustration



I. De Smedt

HCHO

Current developments :



Long-term data-record,
since 1995 (GOME,
SCIAMACHY, GOME-2,
OMI, S5p)

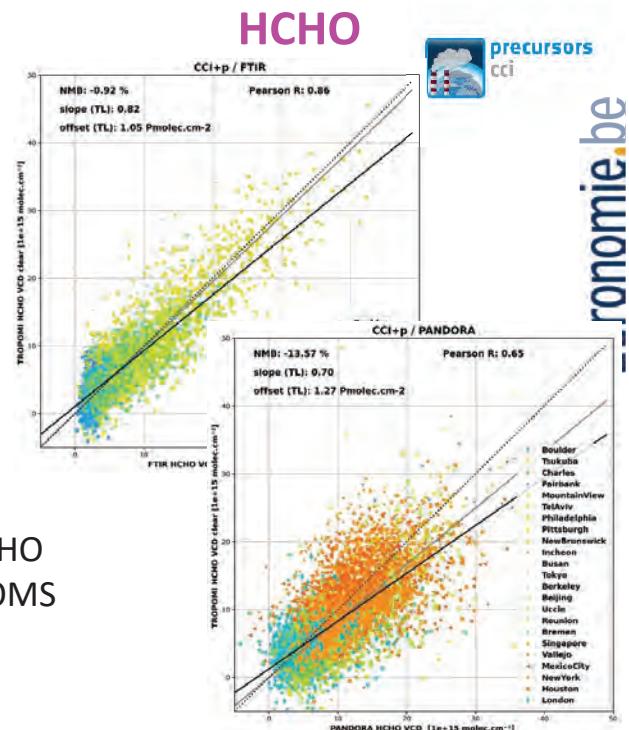
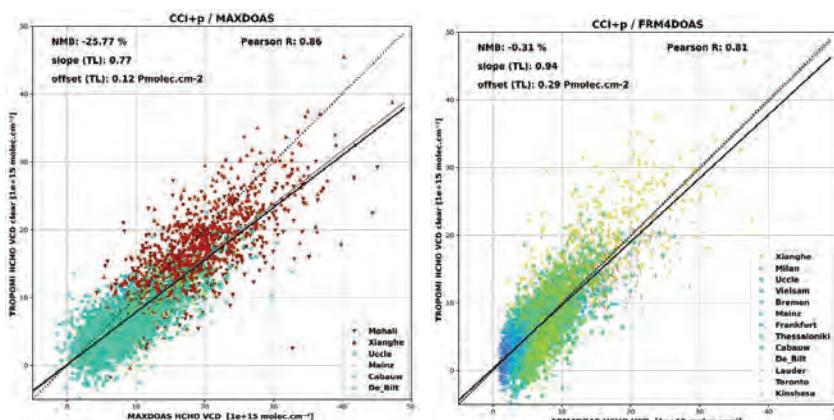
Main results:

- Improved consistency/stability over >20 years (CAMS rea profiles)
- Reduction of bias (CAMS rea profiles)

S5p CCI+p L3 ([10.18758/2imqez32](#))

OMI CCI+p L3 ([10.18758/h2v1uo6x](#))

HCHO Validation overview



More structural validation of the CCI+p HCHO data record based on the harmonized GEOMS GB data -> include A-SKY stations ?

CCI+p HCHO S5p product

I. De Smedt

aeronomie.be

Perspectives

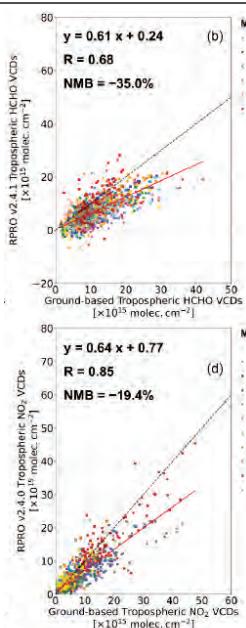


S5p

HCHO

NO₂

April, July, October 2021
and January 2022



- Group MAX-DOAS and PGN data
- Use HCHO and NO₂ together → FNR

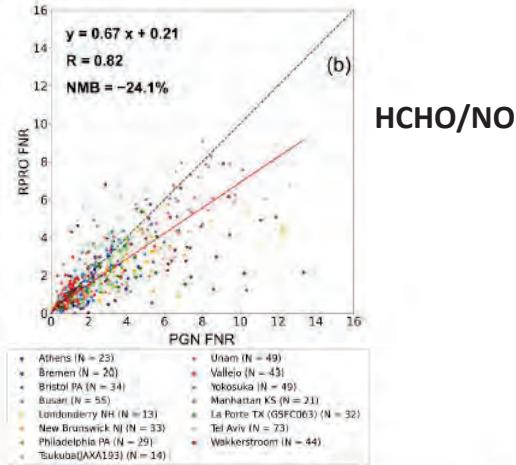


Figure 12. Scatterplots of tropospheric HCHO (a and b) and NO₂ (c and d) columns between satellite products (POMINO and RPRO) and ground-based measurements in April, July, October 2021 and January 2022. The slope, offset and correlation from a linear regression using the robust Theil-Sen estimator and normalized mean bias (NMB) are given in each panel and plotted as the red line. The black dashed line is the 1:1 line. Each MAX-DOAS (marked by circles) and PGN site (marked by squares) is color-coded and listed on the right side.

Adapted from Zhang et al. 2024, <https://amt.copernicus.org/preprints/amt-2024-182/>



Conclusions



Long-term validation of LEO (GOME-2, OMI, S5p) and GEO (GEMS) NO₂ and HCHO columns

- using ~70 ground-based stations (FTIR, MAX-DOAS and PGN)
- Importance of harmonized approach for validation to allow checking **coherence among the satellites** & highlighting **effect of station location**
- MAX-DOAS bring info on the **profile in the low troposphere & AOD** → impact of smoothing and aerosols
- Ongoing creation of **NO₂ and HCHO TCDR** (ESA CCI+precursor project) for the improvement of the retrievals & better consistency between SAT instruments → need for long-term validation work!
- Ongoing harmonization and comparisons of the ground-based datasets
 - CINDI-3 campaign, ground-based instruments intercomparison
 - synergy FTIR, PGN, MAX-DOAS/FRM4DOAS networks
 - including **more A-SKY MAX-DOAS data** (key for the long-term monitoring and validation in Asia and link between historical and recent sensors, ie CCI+precursor and GEMS).

Goal: continue and be ready for S4 and S5 launches (in 2025 and early 2026)!



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



aeronomie.be

aeronomie.be



環境リモートセンシング研究センター

Center for Environmental Remote Sensing

CEReS symposium Feb. 19-20, 2025

Applying Himawari-8/9 and Landsat-8/9 Fused Images in High Spatiotemporal Thermal Anomaly Detection Around Fault Region in Taiwan

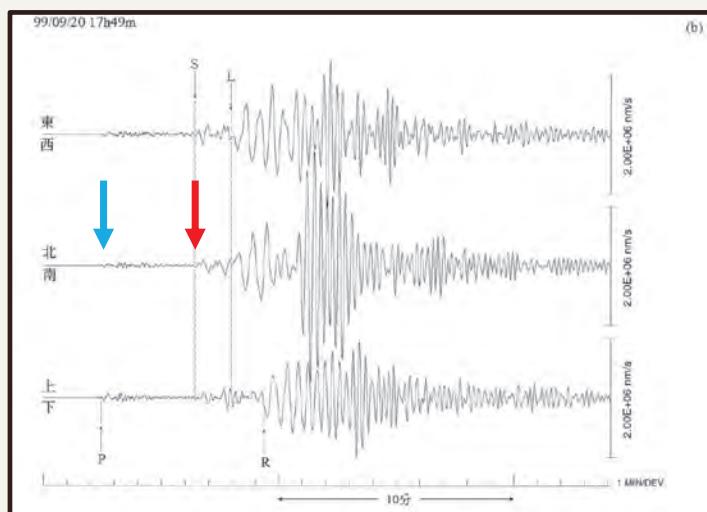
Tang-Huang Lin and Jann-Yenq Liu

Center for Space and Remote Sensing Research
(CSRSR)/Center for Astronautical Physics and Engineering
, National Central University (NCU)

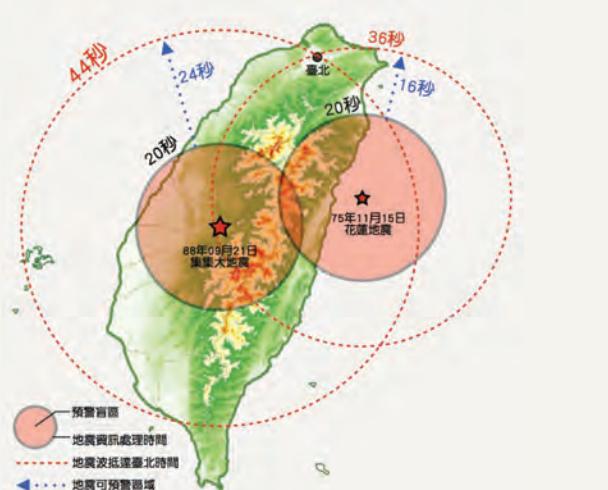
(CEReS Overseas Joint Research Program)



Current Earthquake Information



✓ About 20 seconds before Earthquake.



✓ To extend the time period of warning message is crucial.

Background Information-

Earthquake & Geothermal/ Land Surface Temp. Anomaly

- ✓ Gornyi, V. I., Sal'Man, A. G., Tronin, A. A. E., & Shilin, B. V. (1988). **Outgoing infrared radiation of the earth as an indicator of seismic activity**. In Akademii Nauk SSSR Doklady Vol. 301, No. 1, pp. 67-6
- ✓ Tronin, A. A., Hayakawa, M., & Molchanov, O. A. (2002). **Thermal IR satellite data application for earthquake research in Japan and China**. Journal of Geodynamics, 33(4-5), 519-534 (as Fig. 3 shown)
- ✓ Panda, S. K., Choudhury, S., Saraf, A. K., & Das, J. D. (2007). **MODIS land surface temperature data detects thermal anomaly preceding 8 October 2005 Kashmir earthquake**. International Journal of Remote Sensing, 28(20), 4587-4596. (~ 4 °C of LST variation)

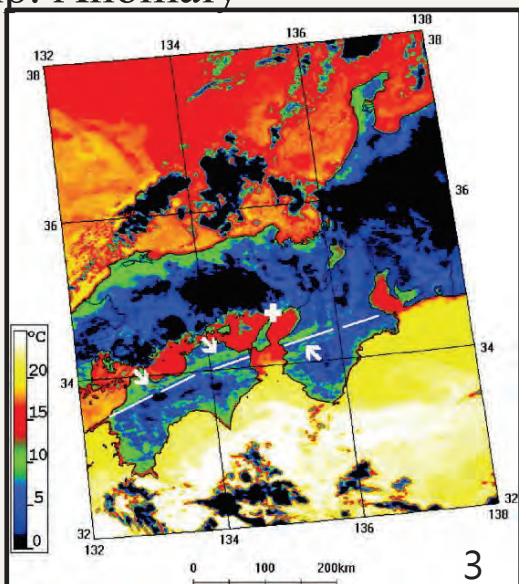


Fig. 3、1995年1月9日上午8點西日本的NOAA熱紅外影像，白色箭頭標示出沿中央構造線（虛線）分布之地熱異常。
資料來源：Tronin et al. 2002, Thermal IR satellite data application for earthquake research in Japan and China.

Limitation & Opportunity

✓ Limitation

High spatial and temporal resolution observations in thermal infrared (TIR) images:

- Landsat-8 ~ 30 meters, but 8 days;
- Himawari-8/9 ~ 10 min., but 2 km;

✓ Opportunity

Advanced image fusion approach:

- provide higher spatial (30 m) and temporal (10 min.) resolution TIR images as Fig. 4 showed.

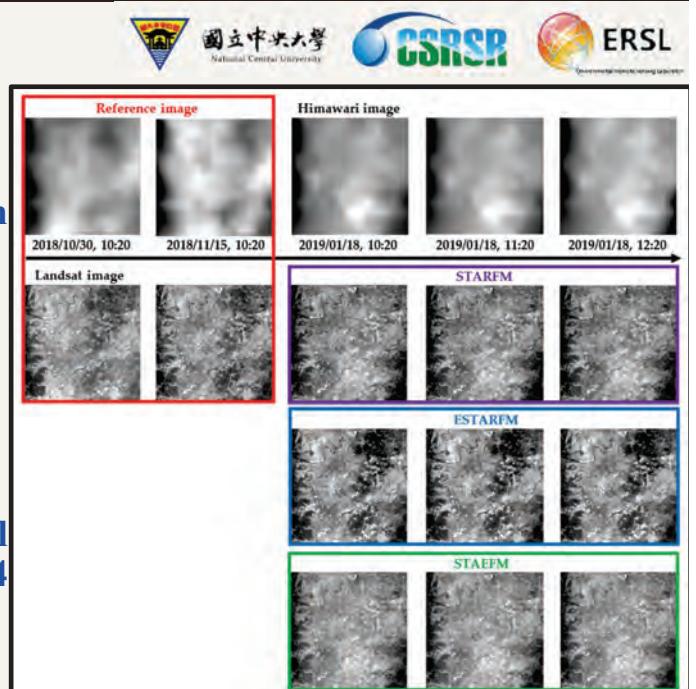
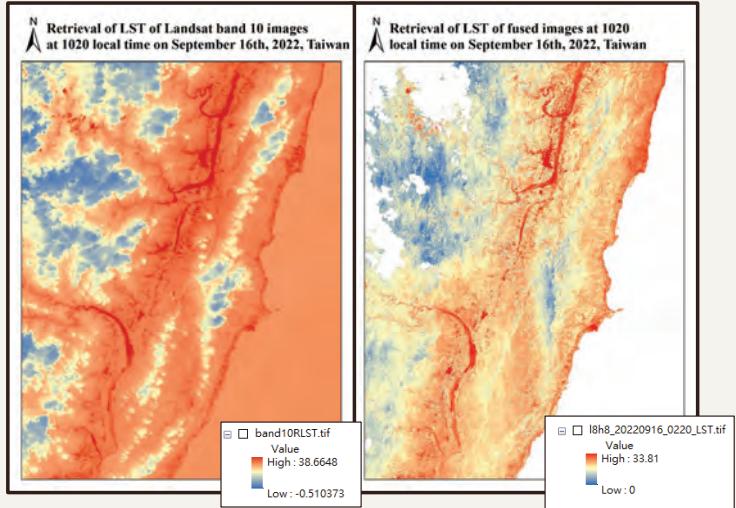
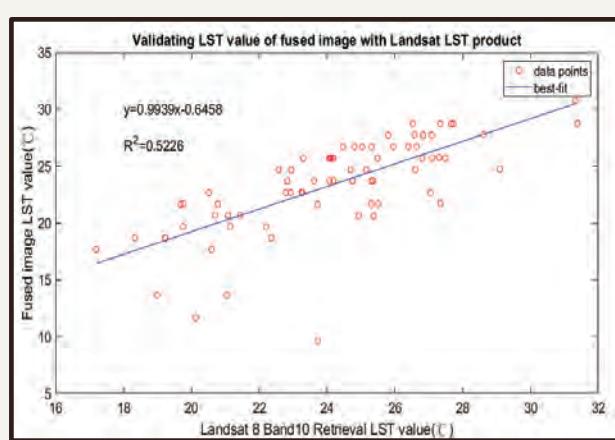


Fig. 4、使用不同高時空影像融合演算法所產出之熱紅外影像比較圖。

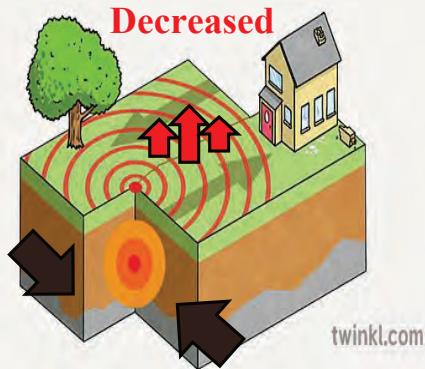
資料來源：Januar et al. 2020. Modifying an image fusion approach for high spatiotemporal LST retrieval in surface dryness and evapotranspiration estimations.

LST Retrieval from Fused TIR Image



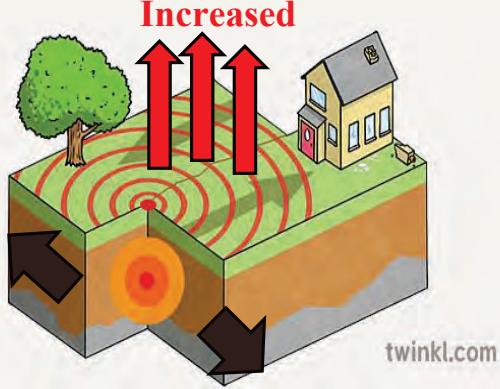
Hypothesis

Geothermal Emission Decreased



Compressing

Geothermal Emission Increased



Crashing

Hypothesis Examination by case study form on site stations

第273號 4月23日3時13分 規模 4.8 花蓮縣政府南南西方 15.8 公里 (位於花蓮縣壽豐鄉)

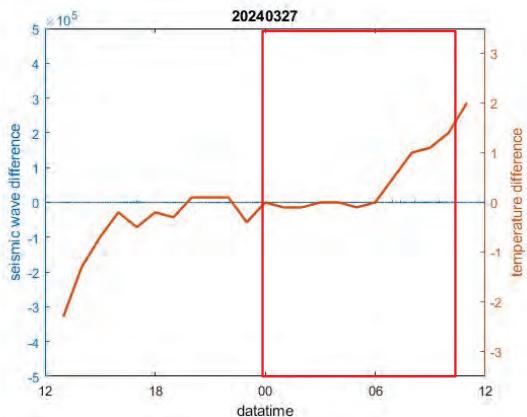
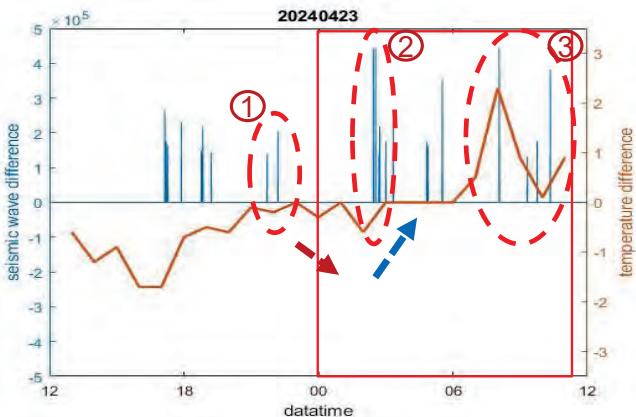


第273號

發震時間：113年4月23日 3時13分40秒

震央位置：北緯 23.86 ° 東經 121.55 °

地震深度：5.1 公里

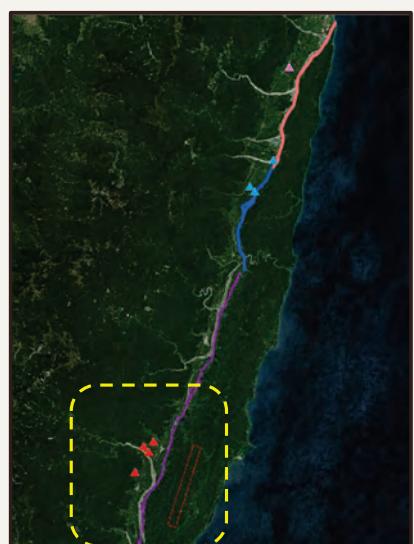
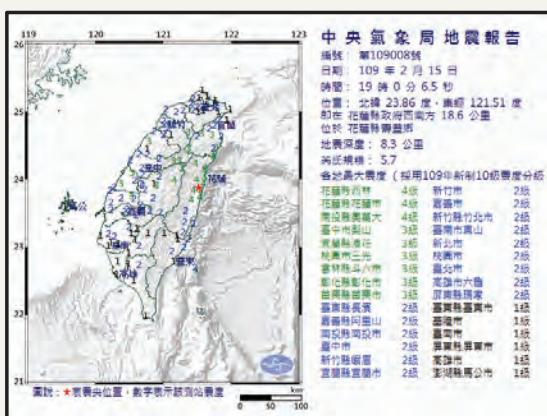
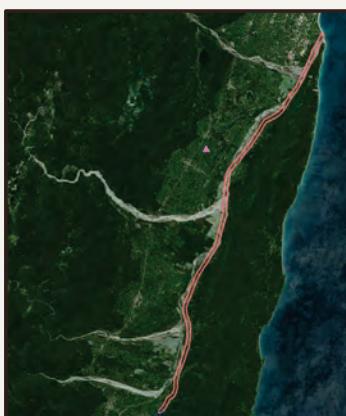


立於花蓮縣壽豐鄉)

| 橫，告警範圍：花蓮縣。
| 準確性，僅提供應變參考。

Application_ LST variations in Earthquake event

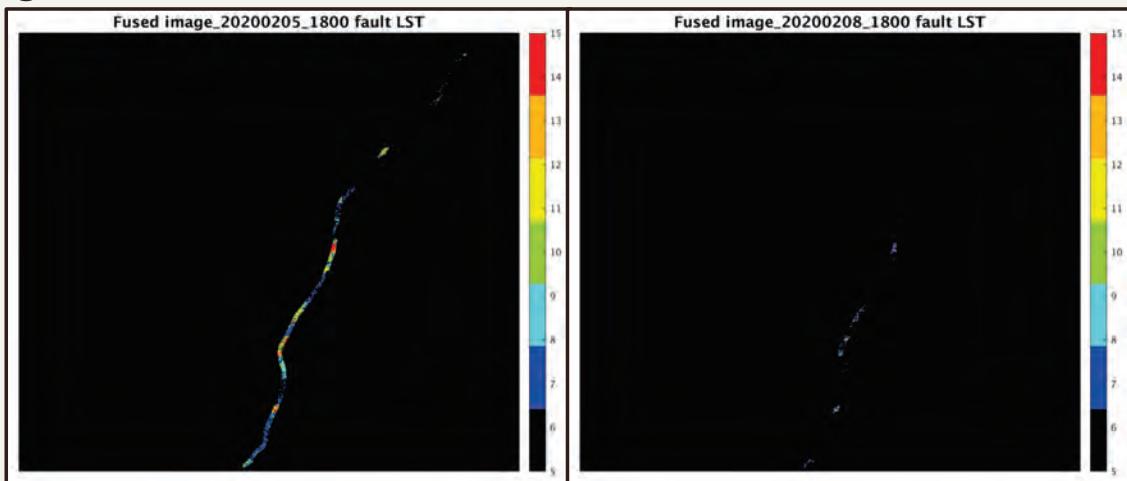
- Case 1: Earthquake in eastern Taiwan, 2020.02.15



LST before Earthquake

- Keeping in relative lower LST

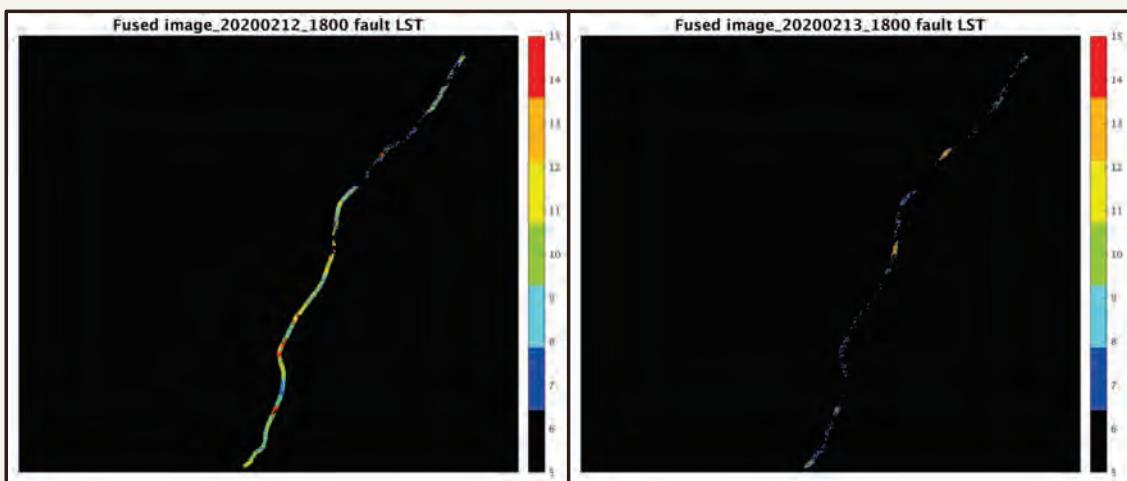
0200 0500



9

LST increasing from 2/13, 2 days before EQ

0200 0500

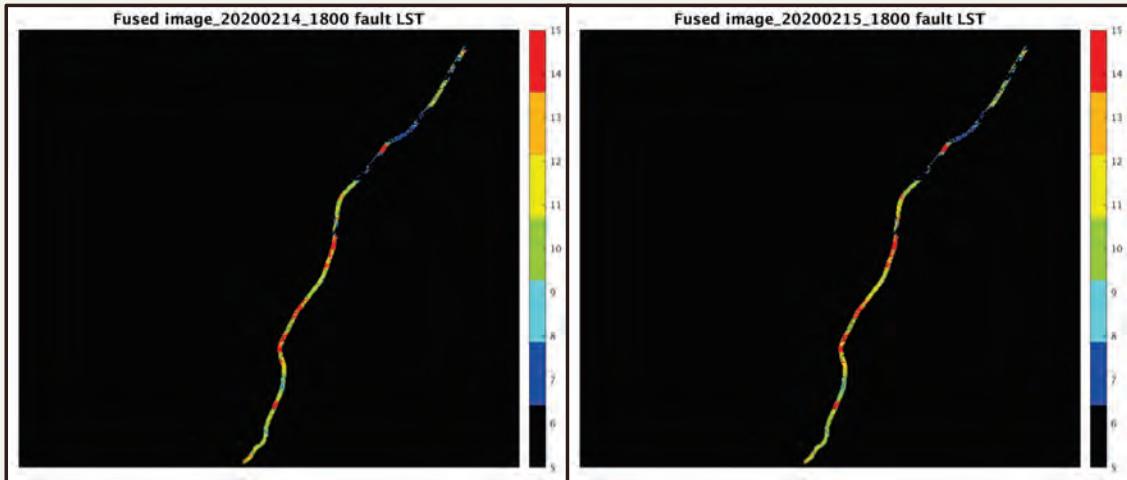


10

LST increasing obviously during EQ

0200

0500

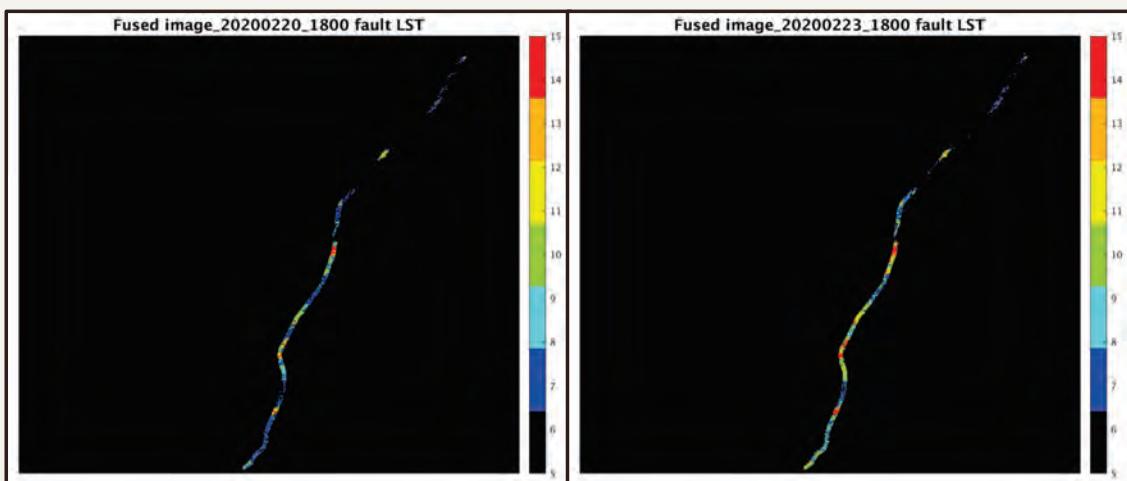


11

LST decreasing after EQ

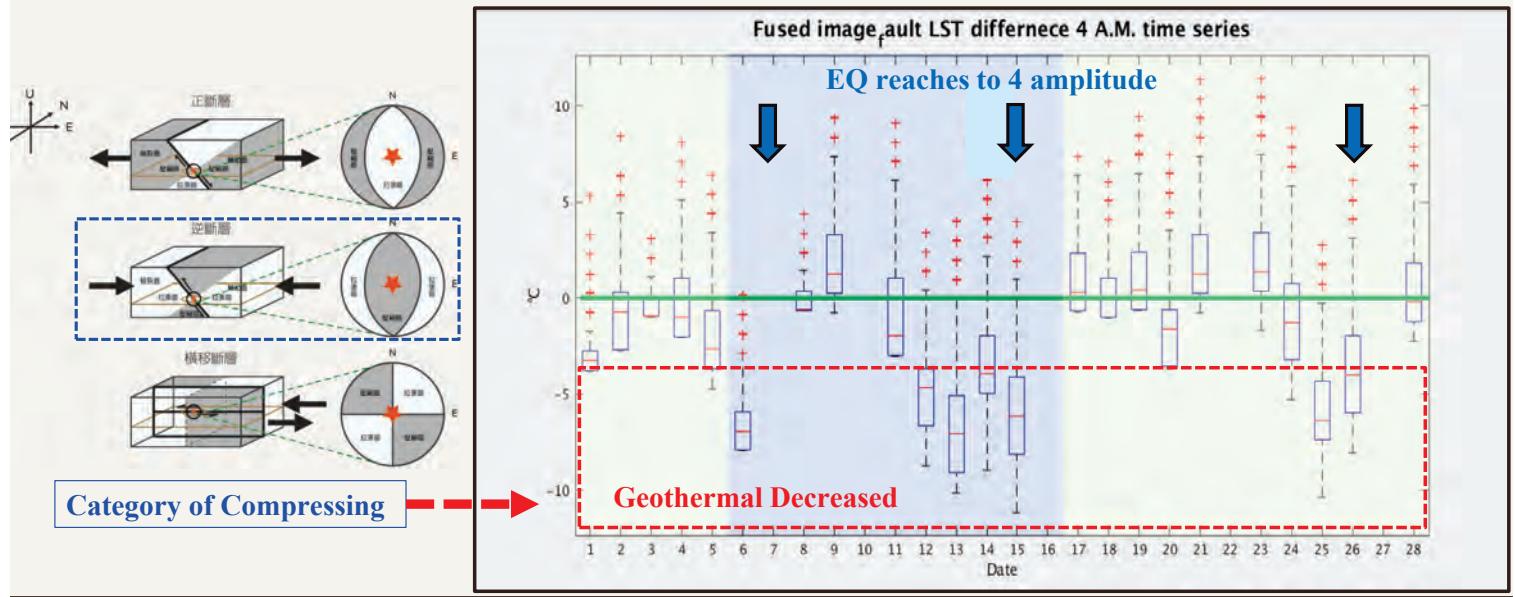
0200

0500



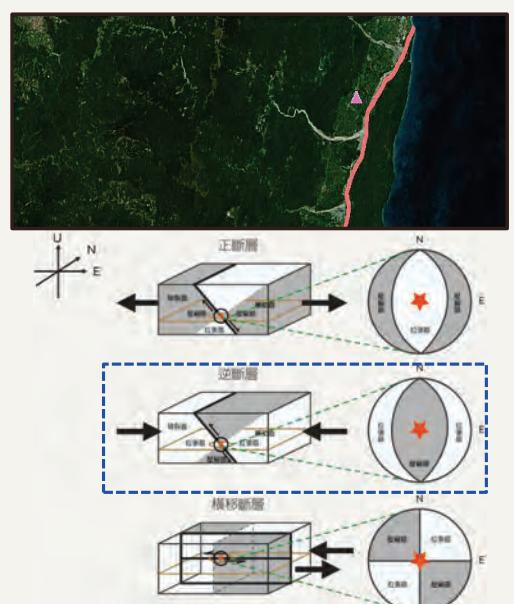
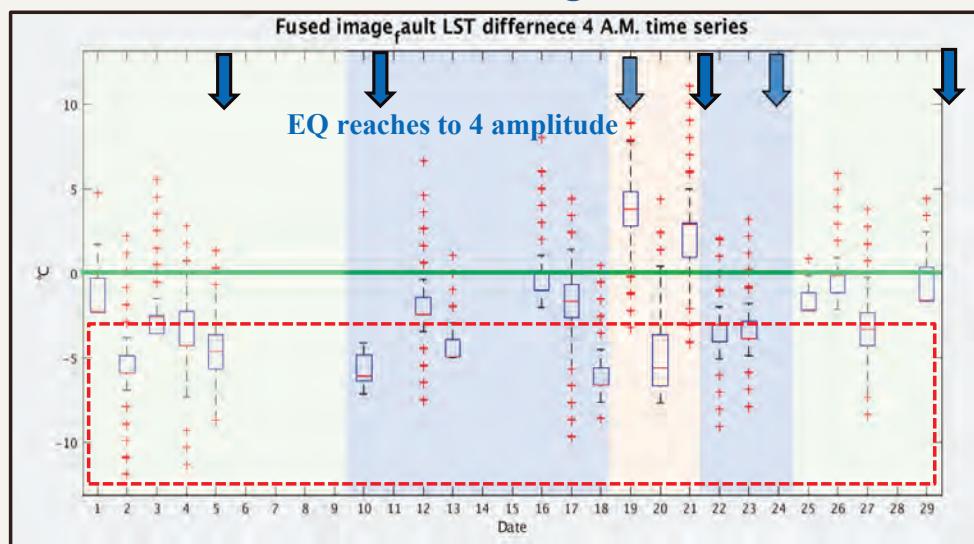
12

LST variation before, during and after EQ events



Case 2: EQ in Eastern Taiwan, 2022.06.20

LST variation before, during and after EQ events



Discussions

- The variation of geothermal emission highly related to the fault's activities~ the hypothesis of this study validated with the cases in Taiwan.
- The variation of geothermal emission can be detected in terms of LST during the early morning.
- The high spatial and temporal resolution TIR images can be potentially monitoring the fault activities.
- More case study should be analyzed for different type of Earthquake.

15

References

- Gornyi, V. I., Sal'Man, A. G., Tronin, A. A. E., & Shilin, B. V. (1988). Outgoing infrared radiation of the earth as an indicator of seismic activity. In Akademii Nauk SSSR Doklady Vol. 301, No. 1, pp. 67-69.
- Tronin, A. A., Hayakawa, M., & Molchanov, O. A. (2002). Thermal IR satellite data application for earthquake research in Japan and China. Journal of Geodynamics, 33(4-5), 519-534.
- Panda, S. K., Choudhury, S., Saraf, A. K., & Das, J. D. (2007). MODIS land surface temperature data detects thermal anomaly preceding 8 October 2005 Kashmir earthquake. International Journal of Remote Sensing, 28(20), 4587-4596.
- Gao, F., Masek, J., Schwaller, M., & Hall, F. (2006). On the Blending of the Landsat and MODIS Surface Reflectance: Predicting Daily Landsat Surface Reflectance. IEEE Transactions on Geoscience and Remote sensing, 44(8), 2207-2218.
- Qiang, Z., Dian, C., Li, L., Xu, M., Ge, F., Liu, T., ... & Guo, M. (1999). Atellitic thermal infrared brightness temperature anomaly image—short-term and impending earthquake precursors. Science in China series D: Earth Sciences, 42, 313-324.
- Ouzounov, D., & Freund, F. (2004). Mid-infrared emission prior to strong earthquakes analyzed by remote sensing data. Advances in space research, 33(3), 268-273.

Thanks for your attention!

16



The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025

LAND DEFORMATION, GEOLOGICAL FORMATION AND MARINE FOSSILS AT THE EARLY-MAN OF SANGIRAN DOME CENTRAL JAVA INDONESIA

¹Agus Hartoko, ²Josaphat T Sri Sumantyo, ³Riva N R Nadeak,

⁴Delianis Pringgenies, ⁵Siti Aisyah, ⁶Muhammad Helmi, ⁷Hariyadi

Diponegoro University. Semarang Indonesia
Email: agushartoko.undip@gmail.com

Title Lorem Ipsum

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025

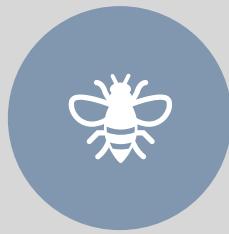
Concept:



LAND-DEFORMATIONS

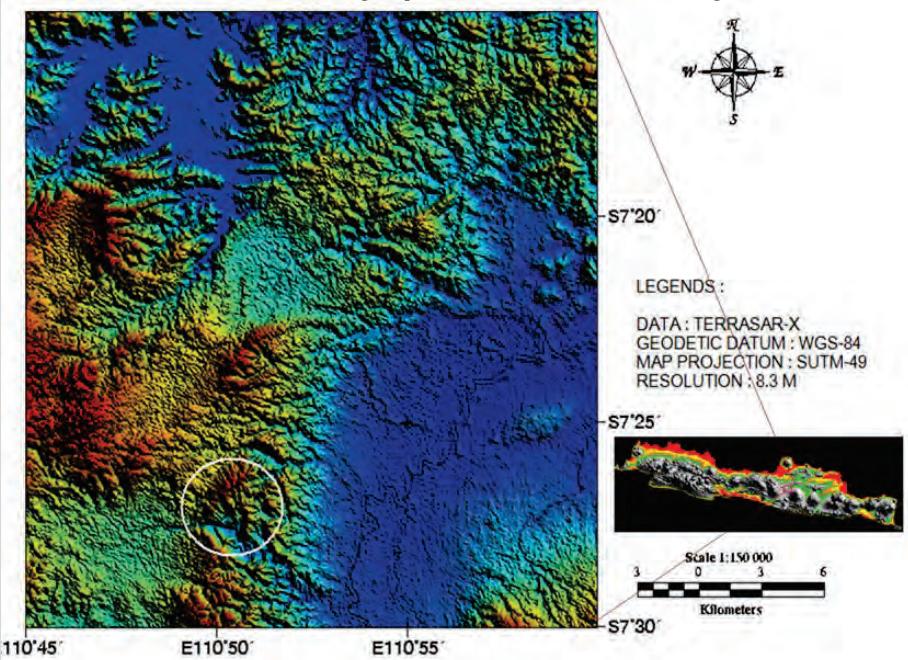


GEOLOGICAL
FORMATIONS



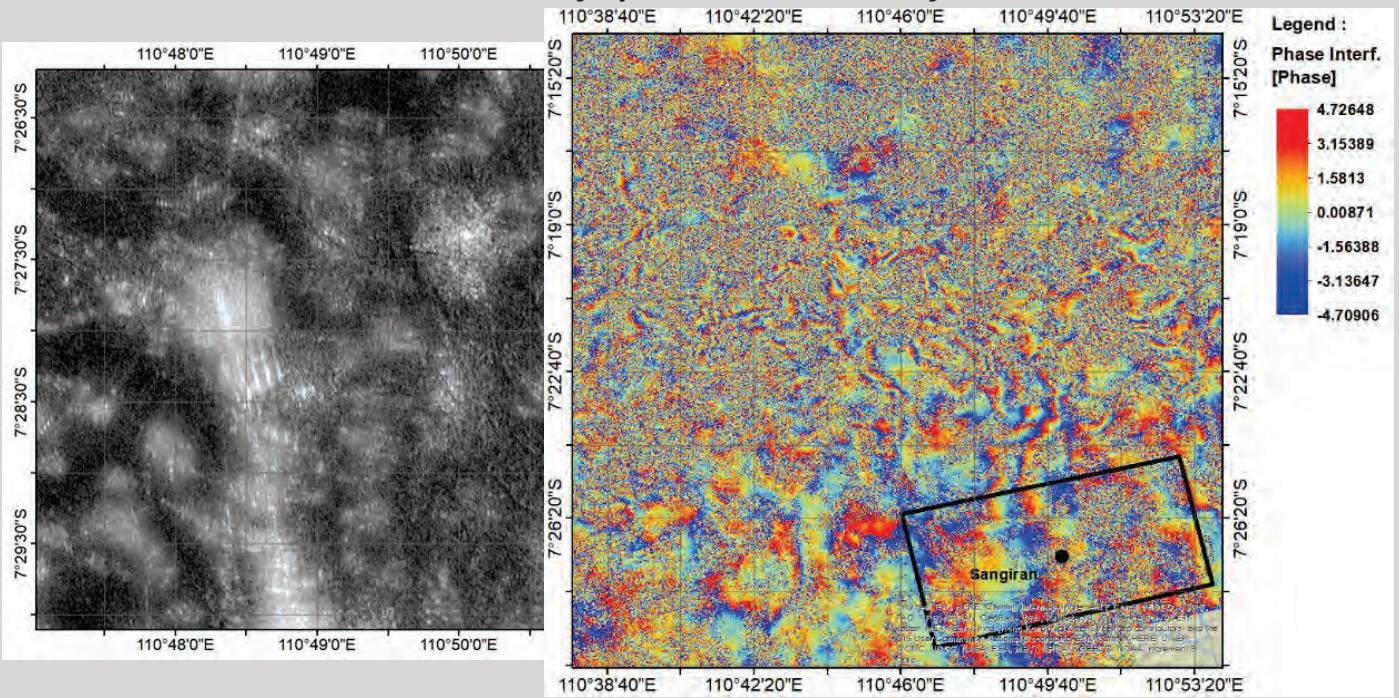
MARINE
FOSSILS

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025

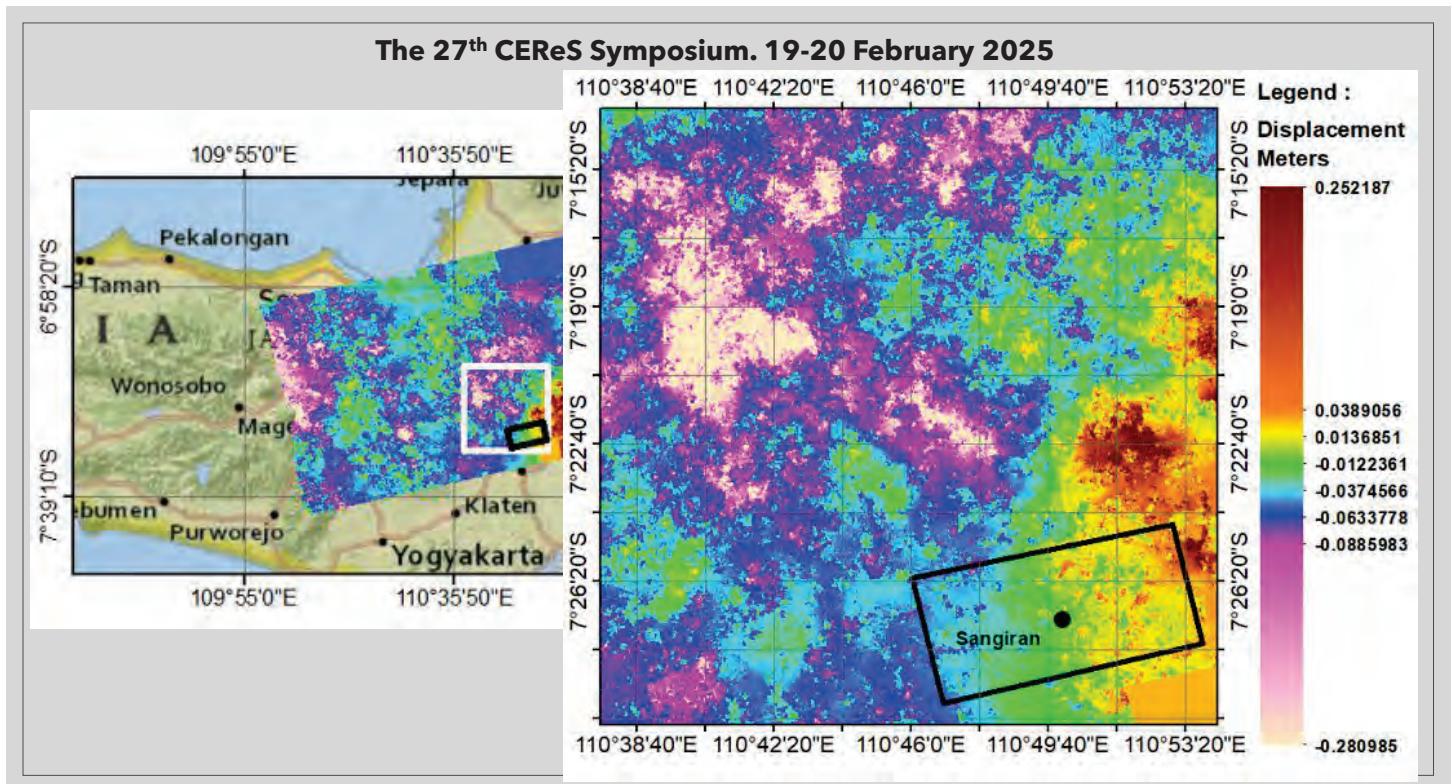


Position of the Sangiran dome (white circle) and its position at central Java, Indonesia

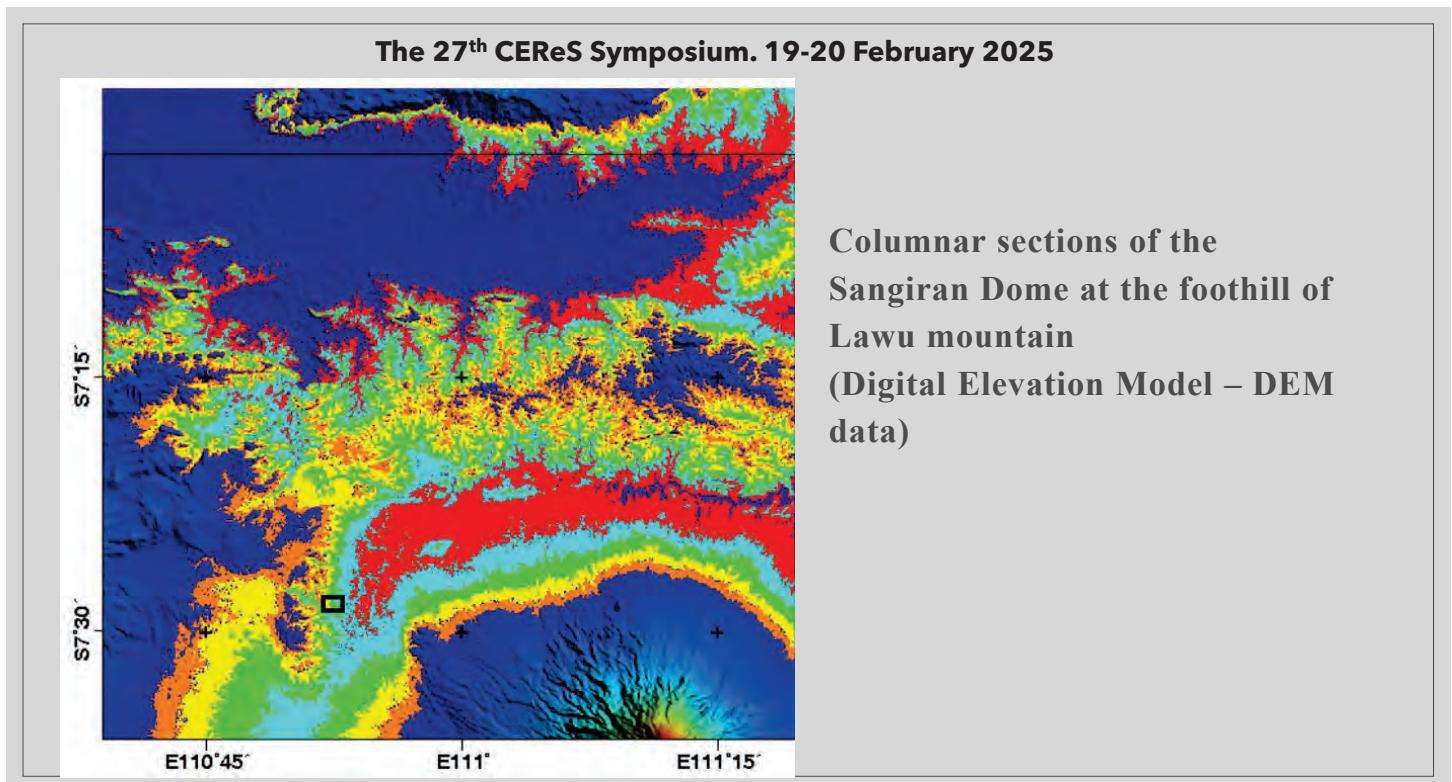
The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



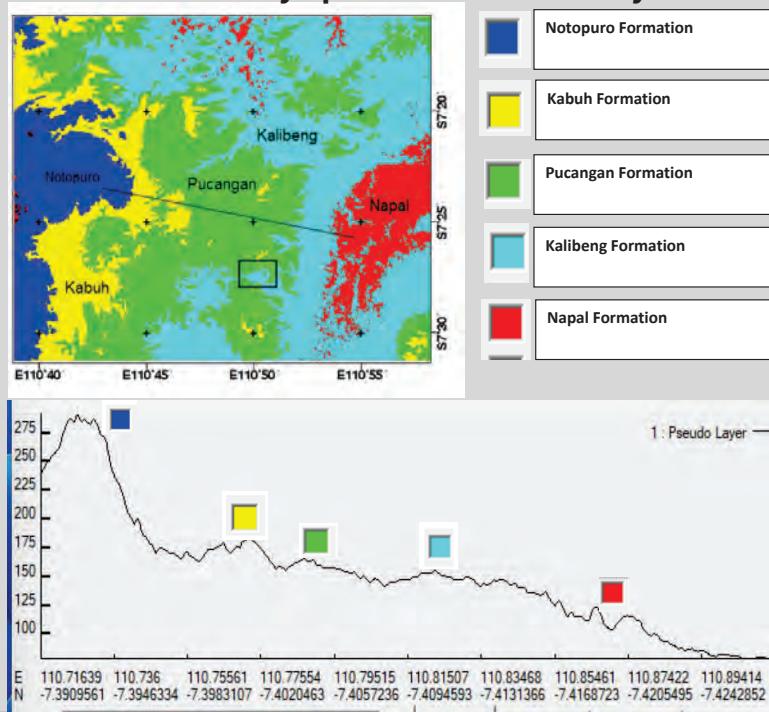
The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



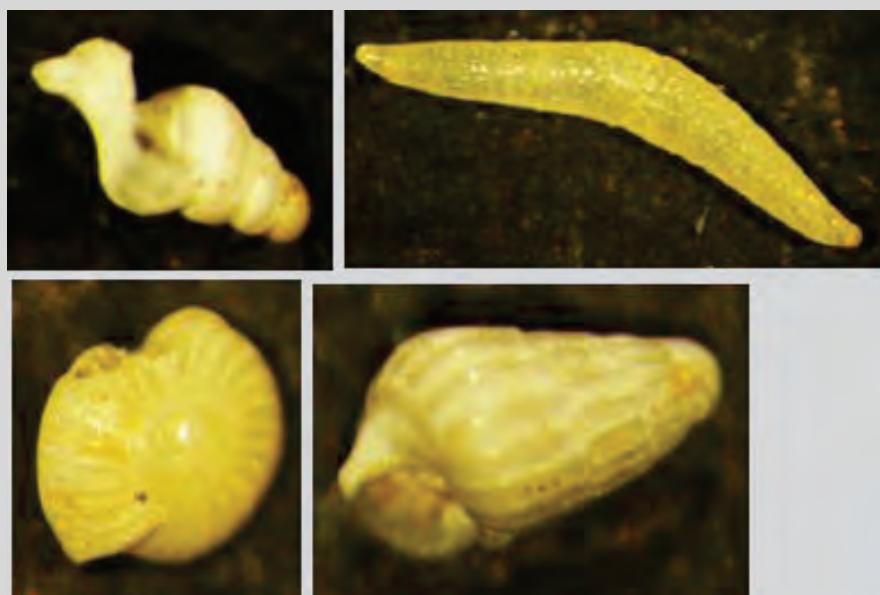
The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



1. Napal formation: Miocene; Pablengan, Bukuran village; Marine Foraminifers

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



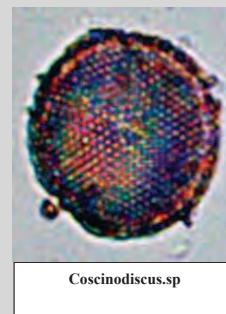
Murex.sp



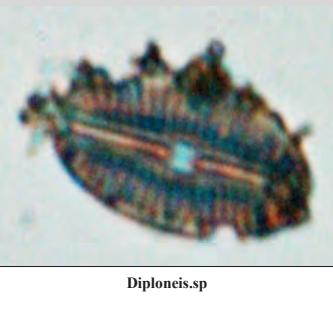
Turritella vertebroides

2. Kalibeng formation: Pliocene, characterized by Murex- Turritella association

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



Coscinodiscus.sp



Diploneis.sp

2. Kalibeng Formation: diatome-dome, marine fossil

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



Brotia testudina testudina



Turitella mortoni postmortoni
Brotia testudina scalaroidea

**3. Pucangan formation: Lower pleistocene, freshwater mollusk
Bukuran dome**

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



4. Kabuh formation: upper Pleistocene salt water capillary

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025



5. Notopuro formation: Holocene, terrestrial forest, volcanic boulders

The 27th CEReS Symposium. 19-20 February 2025

Thank you





「第二回若手による地球観測衛星研究連絡会」 開催報告

金丸佳矢^a、山本雄平^b、山内晃^c、山本晃輔^c
^aNICT、^b千葉大CEReS、^cJAXA

連絡先(金丸) : kanemaru@nict.go.jp

目次

- 開催の背景と目的
 - 2023年度の第一回試行開催
- 千葉大CEReS共同利用研究(プログラム研究 研究会)
 - 2024年度の第二回開催報告
- 今後について

若手による地球観測衛星研究連絡会 開催の背景と目的

- ・衛星プロジェクトベースの縦の繋がりのみならず、他の(横の)プロジェクトとの繋がりを意識し、若手の顔合わせを兼ねた交流が必要。(意外とみんな意識している共通の問題だった)
- ・若手が主体的に企画することで、自由な発想で様々な視点から活発なアイデア出し・議論を行い、新たな課題やテーマが見つかるのでは?(フランクな議論ができる場を作ることで将来的なプロジェクトが生まれるかもしれない)

(よくある?) 飲み会での盛り上がりから…

3

2023年度の第一回試行開催

日時:2023年9月5日(火) 13:00-17:30(JST)
場所:東大AORI(総合研究棟270)+オンライン

若手による地球観測衛星研究連絡会参加者

- ・東京大学:山内、中村、南出、井村
- ・東海大学:王
- ・千葉大学:山本(雄)
- ・岡山大学:道端
- ・JAXA:山本(晃)、田中、吉田、棚田、小原、田村、山地、橋本
- ・NICT:金丸
- ・国立環境研:神、染谷
- ・JAMSTEC:緒方
- ・リール大学:日置
- ・ワイオミング大学:齊藤
- ・GRASP:桃井

発表者18名 公聴者4名 計22名の参加

*発表5分+質疑3分のフラッシュトーク形式
約25分の議論を3回行った。



国内外の若手研究者の方に参加頂いた。

4

2023年度の第一回試行開催

若手による地球観測衛星研究連絡会			
日時	会場	題目	発表者
日時: 2023年9月5日(火) 13:00-17:30(IST)	会場: 東大 AGRF 講義室棟 2701+オンライン	複合観測衛星 研究会	複合観測衛星 研究会
Start	End	Name	Title
12:55	- 13:00	山内尚	建設説明
13:00	- 13:05	田中俊哉	CloudSat/CALIPSO を用いた(GCM)と雲プロファイル評価と機械学習を用いた アルゴリズム構築
13:08	- 13:16	中村哲哉	Earth-MMO アルゴリズムの開発及び応用(オンライン)
13:16	- 13:24	井村祐輔	衛星観測データと地図モデルの複合利用による混合相雲の研究
13:24	- 13:32	小野慧一	マイクロ波放射計とレーダーの複合利用による熱帯対流雲の雲蓋推進度
13:32	- 13:40	神谷幸	衛星ライダーによる雲エアロバの全球追跡
13:40	- 13:48	鶴岡典典	動能型衛星軌道の未来(オンライン)
13:48	- 14:15		議論1
14:15	- 14:30		休憩
14:30	- 14:38	金子佳徳	衛星雲画像レーダーの目的別使用
14:38	- 14:46	田中俊哉	デラウル法(サブリミ)の周波数開拓
14:46	- 14:54	中村哲哉	レーダークラウドの利用
14:54	- 15:02	遠藤祐樹	衛星レーダーを利用した気温モデルのハイbrisの見える化
15:02	- 15:10	東出将秀	All-sky satellite data assimilation for severe weather prediction/analysis
15:10	- 15:18	山内尚	Earth-MMO と将来の衛星の在り方について
15:18	- 15:45		議論2
15:45	- 16:00		休憩
16:00	- 16:08	染谷有	温室ガスの収支評価について
16:08	- 16:16	照屋和也	衛星観測に基づく林野火災と気候変動の関連性解析
16:16	- 16:24	山本卓平	陸域モニタリング研究について
16:24	- 16:32	山本卓平	複数の衛星情報を用いた陸域水循環の推定(仮)
16:32	- 16:40	鶴岡典典	陸地における地上の大気モリモリセンシングによる音波伝播モデルの開発
16:40	- 16:48	日吉哲一	可視-赤外外での風速観測の現状と展望(オンライン)
16:48	- 17:15		議論3
17:15	- 17:30	山内尚	まとめ-次回に向けて
17:30	- 18:30		休憩
18:30	- 20:30		懇親会(山内尚監修(柏の葉キャンパス駅)

アンケート結果を分析しつつをもとにロジ側でプログラムを作成

3つのテーマを据えつつ、数人の発表者あと25分×3で議論を行った

議論1. 衛星データ利用研究の現状、個別研究

- #### ・エアロゾル/雲プロセス、モデルや衛星シミュレータの問題

議論2. 衛星データを使った研究の広がりの可能性

- ・データ同化、氷雲への応用、目的とされている以外のデータ利用

議論3. 1,2を踏まえた将来ミッションの在り方、異分野連携、利用推進など

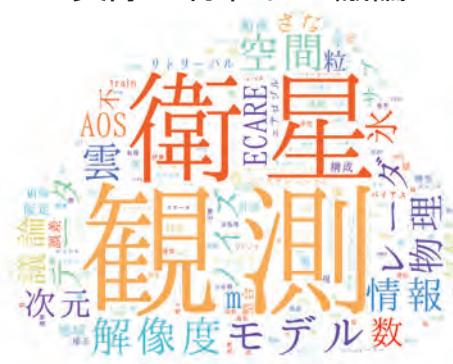
- ・衛星複合利用、衛星フォーメーション(小型化、時間差、同時観測)

ワードクラウドの変化

開催前のアンケート



実際に行われた議論



開催後のアンケート



- ・（当然ではあるが）衛星観測への関心が高い
 - ・交流会（情報共有・交換）の性格が強いためか、のフラッシュトークが好評だった

2023年度の第一回試行開催

研究会報告

412 (衛星気象学)

「第1回若手による地球観測衛星研究連絡会」報告

山内 晃^{*1}・金丸佳矢^{*2}・山本晃輔^{*3}・田中俊行^{*4}
王敏睿^{*5}・井村裕紀^{*6}・神慶孝^{*7}・中村雄飛^{*8}
染谷 有^{*9}・棚田和玖^{*10}・山本雄平^{*11}・日置壮一郎^{*12}

1. 概要

第1回若手による地球観測衛星研究連絡会を2023年9月5日に東京大学柏の葉キャンパスにて実施した。気象学会の研究連絡会の1つとして地球観測衛星研究連絡会（早坂ほか 2005）が設置され、本研究集会は

計し、議論する話題に反映させた。そして、事後アンケート（感想や今後のについてなど）も集計した。また、参加者の考えを可視化する方法としてワードクラウド (<https://wordcloudjp.com/>, 2024.7.24閲覧) を用いた。

天気(TENKI), 2024年10月号 © 日本気象学会
https://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2024/2024_10_0021.pdf

7

2024年度の第二回開催

日時:2024年9月27日(金) 10:30–17:00(JST)
場所:千葉大西キャンパス(松韻会館)+オンライン

第二回若手による地球観測衛星研究連絡会参加者

- ・千葉大学: 山本(雄)、塩尻、武藤、**長谷、小田**
- ・九州大学: 道端
- ・富山大学: 辻
- ・東京都立: 宮尾、品川
- ・JAXA: 田中、岡田、山内、山本(晃)、吉田、朝倉、橋本
- ・RESTEC: 成田、伊藤、辻、菊池
- ・NICT: 金丸
- ・環境研: 神、染谷
- ・気象研: 田上
- ・JAMSTEC: 緒方
- ・リール大学: 日置
- ・ワイオミング大学: 斎藤



現地参加約20名、オンラインを含め約30名が参加

*招待講演30分2名と5分のフラッシュトーク形式の発表15名の研究紹介を行った。

国内外の若手研究者の方に加えて、
民間企業や学生に参加頂いた。

8

2024年度の第二回開催



招待講演の様子：
JAXA 田中さん (GCOM-C 元プロマネ)



研究紹介の様子：
千葉大 山本先生

セッション0. 職場紹介

- ・JAXA(ミッション運用/利用)、RESTEC(衛星地球観測事業)、
NICT(研究業務+インターンシップ)

セッション1. 陸面/炭素循環

- ・招待講演1：田中一広 (JAXA)
「JAXAにおける地球観測衛星の構想から開発・運用まで
～ GCOM-C/しきさいの例～」
- ・研究紹介：ひまわり、陸面モデリング、データ同化、将来ミッション検討

セッション2. 大気

- ・気候モデリング、アルゴリズム開発、センサー開発、プロダクト評価

セッション3. 国際連携など

- ・招待公演2：岡田和之 (JAXA)
「職場紹介～地球観測衛星に関する業務を中心としてよもやま～」
- ・衛星計画/センサー開発、国際動向、可視化

9

事後アンケート（一部抜粋）

連絡会の感想、今後に向けた意見などをアンケート調査

- ・実際に観測データを利用している各分野の研究者と意見を交わしながら観測要求等を具体的に定めていく必要があると感じていたので、これからも今回のようなお互いに成果報告を行う機会があれば是非参加させていただきたい。
- ・もう少し踏み込んだコンセプトとして将来の衛星ミッションを見据えたミッション要求の設計やプロジェクトの進め方、人材育成を意識したものになっており、目的がより明確であったと思う。.
- ・衛星に関しては元々専門外なため、専門家からのフィードバックをいただけたのは非常にありがたかった。
- ・自身の研究を進めるためにも、衛星観測や関連研究について理解を深めることは大事だと考えているため、本会合で網羅的な発表を伺えて大変勉強になった。
- ・センサ開発や打ち上げプロジェクトのライフサイクルといった普段聞くことができない分野の話を聞くことができ、多くの学びを得た。
- ・国内で多くの若手がそれぞれの立場で課題に挑戦し、未来を切り拓いている姿に勇気づけられた。私を含め、海外からの参加者にとっては、国内の実務者と直接ざっくばらんな議論ができる非常に貴重な機会である。
- ・今後も広い観点からの知見・交流を得られる場として、より広い分野の参加者が増える事を期待して、継続的に参加していきたい。
- ・進路を決める学生時代、衛星開発から衛星利用までを対象とした研究集会があると嬉しいなと思っていたので、このような機会はとても貴重だと思います。
- ・大学以外の企業や研究所で働かれている方々と交流することができ、視野が広がった
- ・将来的には航空機搭載や衛星搭載のシステムを見据えている。今後も連絡会を通じて情報交換や議論を深めたい

10

今後について

- ・日本気象学会機関誌 「天気(TENKI)」
研究会報告 第2回若手による地球観測衛星研究連絡会の報告
連絡会参加者の連名で投稿予定(現在、投稿準備中)
- ・千葉大CEReS/九大応力研の共同利用研究公募(R07年度)へ応募し、異分野研究分野との交流を進める
集会題目：地球観測衛星による大気・海洋・陸面相互作用
に関する研究集会
開催時期：2025年12月下旬(予定)

謝辞：

研究会の開催にあたり千葉大CEReS共同利用研究(R06)から旅費の支援をいただきました。
また、日本気象学会の地球観測衛星研究連絡会の取り組みの一環として企画させていただきました。
ここに感謝申し上げます。

11

最後に

- ・地球観測分野の重要性はますます増してきている
 - ・気候変動把握・監視のための重要なインフラ
 - ・地球デジタルツイン、といったデータ複合利用・統合の動き
- ・衛星計画は国策で動き、データは現業機関で利用しているなど
ステークホルダーが多く調整は簡単ではない
 - ・色々な条件下の中で研究を進めていく、あるいは新たなテーマを提示してゆくことが必要
- ・情報をキャッチアップしてビジョンを共有化・具体化へつなげられるようにしたい
 - ・そのためにも、こういった場で色々なご意見・アイデアをいただけると幸いです

12

- ・ (2) プログラム研究 研究会

- ・ 別紙1に記載された7つの重点課題を含む5つのプログラム課題を推進するためのワークショップなどの会合、とくにプログラム課題研究の一層の発展(例:大型予算の獲得やコミュニティ形成)につながる研究集会を対象とします。応募に当たっては各課題の対応教員と十分な打ち合わせを行って下さい。予算は原則として旅費のみとしますが、会議のプロシーディング出版経費は申請があれば考慮します。なお、予算を伴わない研究会は本募集のほか、隨時受け付けます。

13

- ・ 配算額 100 千円

- ・ 旅費 :

- ・ 44,960 円 (参加者旅費支援)

- ・ 消耗品 :

- ・ 55,040 円 (会議用カメラ)

- ・ KAIGIO CAM360 99,880円の不足分は山本先生の研究費で補填

14

事前アンケートによる分析

今回の連絡会は、今・これからをときめく(衛星地球観測関係で)人たちの顔合わせやきっかけとしての試行の側面もあったので、議論したいことを事前にアンケート調査

- ・衛星による温室効果ガスプロダクトと他プロダクトとの複合利用、将来GHG衛星に搭載する雲・エアロゾルセンサーについて
 - ・小型衛星を使って面白い観測が出来ないか
 - ・複数衛星/センサ複合利用、機械学習/AI×衛星データ
 - ・皆さんの各分野におけるホットトピック（未解決な事象など）
 - ・地球観測衛星の将来ミッションのあり方（？）
 - ・今後どうやって衛星データを利用していくか？またその存在意義は？（衛星の代わりになるものもあるのでは？）ユーザーをどう増やすか？（研究者を含め）SNSの利用法。将来の衛星計画のアイデア、他コミュニティとの連携、裾野を広げるための活動など
 - ・サブミリ波放射計
 - ・機械学習：画像処理とか直接リトリーブできない量の推定とか
 - ・モデル評価のための衛星観測データ利用、衛星シミュレータ
 - ・個々のトピックも面白いと思いますが、分野を超えた複合研究も気になります。
 - ・衛星による雲観測
 - ・ライダー、レーダー、雲・エアロゾル微物理

事前アンケート+発表タイトルから得られたワードクラウド



15

事後アンケートによる分析

今回の連絡会の感想、今後に向けた意見などをアンケート調査

事後アンケートから得られたワードクラウド

- ・同世代の外部研究者の方々と接する機会は貴重なので大変ありがとうございます。自身の研究にとって有用な情報もいただけたので有意義でした。
 - ・参加者が若手のみ、かつ広すぎない分野に限られており、議論しやすい雰囲気がとてもよかったです。ハイブリッド開催というのは海外参加者が参加できるのでよかったですが、やはり対面で議論することで議論が盛り上がったと感じた。
 - ・普段かかわりのないコミュニティにいる方々の発表を聞けて、とても良い機会となった。
 - ・雲・大気関連の外部（しかも若手）の研究者とつながりが出来たことがシンプルに嬉しかったです。企画・運営ありがとうございました。
 - ・まず、オンライン参加可能だったので海外から参加することができました。大気・陸域・データ同化など横のつながりを構築できたのは良かったと思います。若手の育成を目指すのであれば、やや課題（学生を連れてくる窓口となる人、議論の内容の難易度、など）があるように思います。



16

令和 6年度 千葉大学環境リモートセンシング研究センター
共同利用研究

ローカルセンサーとの複合利用を
念頭においてグローバルセンサ開発研究会
(2024年12月25日ハイブリッド開催)

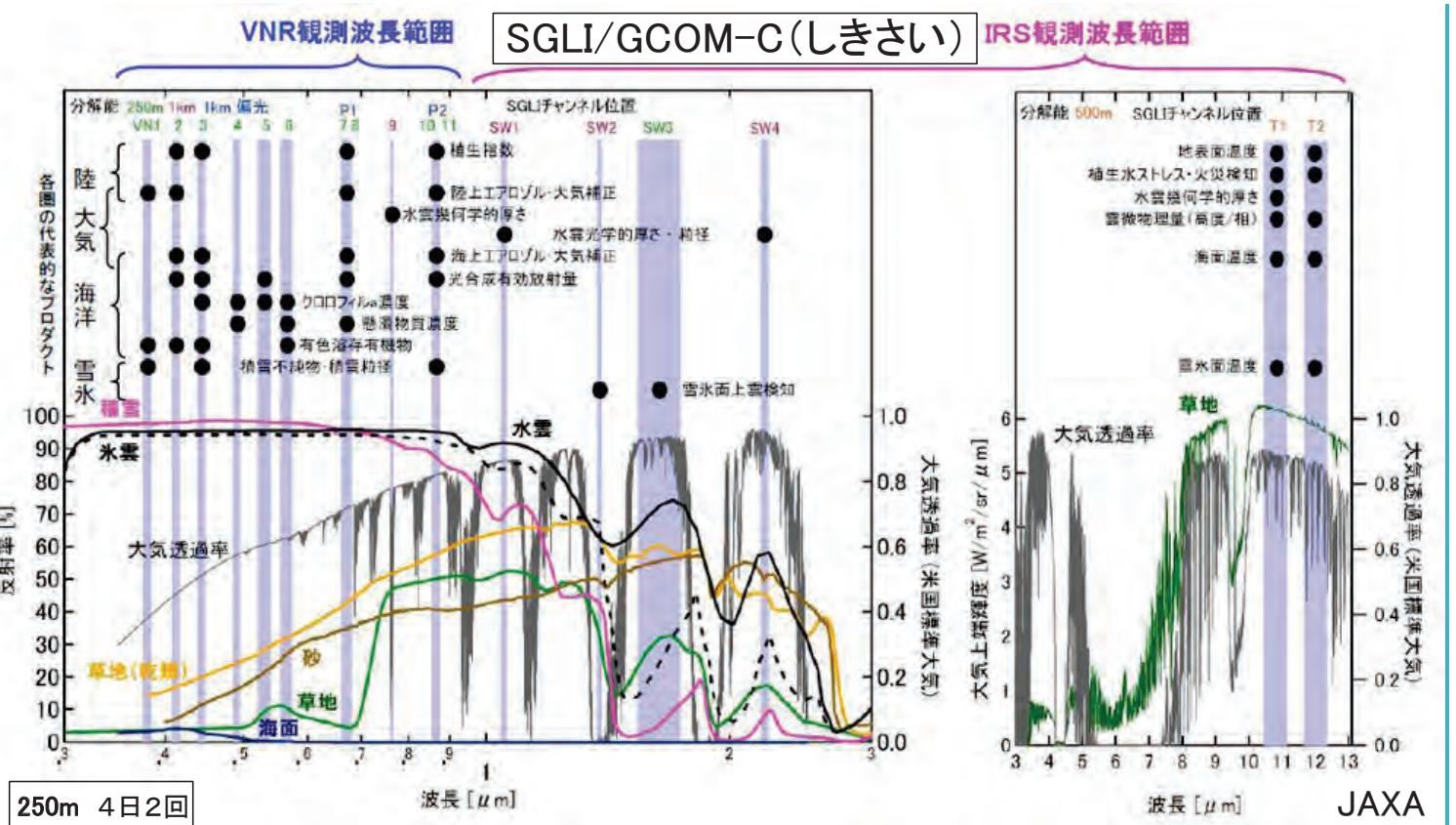
石坂丞二、高橋暢宏、青木輝夫、中島孝、
虎谷充浩、平譯享、堀雅裕、本多嘉明、
梶原康司、平山英毅、菊地亮太

2025.02.20 The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium

バックグラウンド

「しきさい」(SGLI/GCOM-C) 2017年12月 打ち上げ

- ・2022年12月 設計寿命5年間終了、全サクセスクリティア達成
 - ・その後も10年近く運用できる見込み
 - ・早急に後継機を具体化する必要(継続性が重要)
 - ・同じセンサー・サイエンスだけでは困難
 - ・民間による小型衛星打ち上げのニーズが高まっている
- ⇒ 「ローカルセンサーとの複合利用を念頭において
グローバルセンサ開発研究会」



研究集会の進め方

- ・趣旨説明
- ・アンケート結果
- ・CONSEOの状況

議論

- ・SGLIの後継について
- ・小型衛星との連携について
- ・今後の進め方(スケジュール)

科学的、社会的、技術的意義(優位性)

CONSEO・国際動向

しきさい後継機に関するアンケート

1. 氏名・所属・役職/学年

(基本は記名式ですが、項目によって匿名にしたい場合はその部分にその旨記入お願ひします。)

2.しきさい(SGLI/GCOM-C)に関して

データ利用経験有無

データ利用経験がある場合、分野やどんな利用か

データ利用(配布や処理等)に関する意見

3.しきさい後継機に関して

後継機の希望有無とその理由

後継機で行いたい研究やビジネス等

後継機で新たに必要と考える機能等

しきさいの現有機能で後継機では必要ないと考える機能

4. 小型衛星データに関して

データ利用経験有無

データ利用経験や希望がある場合、分野やどんな利用か

データ利用経験や希望がある場合、どんな衛星か

5. 新規小型衛星に関して

新規小型衛星の希望有無とその理由

新規小型衛星で行いたい研究やビジネス等

新規小型衛星で新たに必要と考える機能等

新規小型衛星では必要ないと考える機能

データ利用(配布や処理等)に関する意見

6. しきさい後継機と小型衛星の関係に関して

しきさい後継機を小型衛星と連携する可能性について

連携できる小型衛星はどのような衛星か

連携するためにしきさい後継機にどのような機能が必要か

7. 個人あるいは組織での将来の衛星利用計画や

予算要求の予定

8. 研究集会での希望等

9. その他、何でも意見

回答

SGLI PI, CoI中心

海洋19, 大気7, 陸4, 雪氷4 (計34名)

アンケート結果:しきさい(SGLI)に関して

優位性

- ・可視・熱赤外高解像度グローバル 14
- ・高品質 10
- ・多波長 8、特に380nm 5
- ・多方向 4・偏光 4
- ・感度・高S/N等 5

配布方法に関しては、多くの不満 21 (利用の阻害)

アンケート結果:SGI後継機

ほぼ全員が希望

継続の重要性(気候変動、環境モニタ、極域、コミュニティ発展、国産)

- ・波長追加 17 + ハイパー 5
- ・高頻度化 10 (毎日4、チルト2、広スワス2)
- ・高解像度化(～100m) 5
- ・動画 1
- ・夜間可視 1
- ・アクティブ 1 + LiDAR 5 + SAR 2

- ・小型衛星連携
- ・午後軌道 1・放射収支 1・直接受信 1

アンケート結果:小型衛星連携

コンセプト

- ・一貫性 19
- ・シナジー 5
- ・役割分担 2
- ・新規センサーテスト 8
- ・相互校正 8
- ・相互通信 3
- ・低コスト化 3
- ・産業界との協力 2

機能

- ・追加波長 4 + ハイパー 10
- ・高頻度化 12
- ・高解像度(数m) 11
- ・偏光 1 + 多方向 1
- ・高輝度分解能 1
- ・アクティブ 3+LiDAR 9+SAR 3
- ・動画 2
- ・マイクロ波放射計 1
- ・夜間光 1
- ・ポインティング 1
- ・小型間の共通化 1

観測法

- ・同地点観測 4
- ・コンステレーション 2
- ・並走による左右観測 1
- ・静止衛星 1

データ配布

- ・エンドユーザ向け 5
- ・品質管理 4
- ・無料 3
- ・複数センサ融合 2
- ・国際標準 1

SGLI後継機に向けての議論

2030年頃までに打ち上げが必要

(継続性が重要)

- ・現状(波長、偏光、多方向)改良?
- ・追加波長(⇒ハイパー?)
- ・高解像度化(100m? 数m?)
- ・高頻度化(チルト、スワス、小型と連携)
- ・夜間画像
- ・LiDAR(特に海洋)
- ・SAR

SGLI後継機に向けての議論

2030年頃までに打ち上げが必要

(継続性が重要)

- ・現状(波長、偏光、多方向)改良?
- ・追加波長(⇒ハイパー?)
- ・高解像度化(100m? 数m?)
- ・高頻度化(チルト、スワス、**小型と連携**)
- ・夜間画像

- ・LiDAR(特に海洋)
- ・SAR

小型との連携

SGLI期(～2030)

- ・現状に近いセンサー
- ・うまくいけば高頻度化
- ・SGLI後継用テスト



SGLI後継との連携

- ・高頻度化
- ・役割分担
- ・オンボード複合データ処理

今後の計画

2024年度千葉大CEReS研究集会発表会(本日)

2025年度大学研究集会申し込み

名大ISEE研究集会 (1月)

千葉大CEReS研究集会 (4月)

TF(本多提案・石坂提案)

JpGU新規センサセッション 5月

第2回ワークショップ 秋

CONSEOアイディア検討グループと連携?

JAXA AMSR/SGLI分科会(来年度からは後継機WGを) 3月4日に向けて資料準備

CONSEOへのインプット

2月末までに
後継ミッションでやりたいこと
他ミッションでできること
他ミッションとのシナジー

各学会等での宣伝・議論G

海洋分野での後継機のターゲット案

気候変動下における持続可能な社会の実現に向けて、意思決定や行動変容を促す科学的情報として、しきさい後継ミッションによって気候変動による海洋生態系の変化を把握する。

公共貢献: 温暖化予測・沿岸環境管理等

産業貢献: 水産資源管理・赤潮被害軽減等

外交貢献: 國際的環境指標(富栄養化)・技術移転等

統合的海洋管理へ

具体的な科学的貢献として

- ・炭素循環(基礎生産、pCO₂、ブルーカーボン)の変化
- ・陸域水循環の変化(河川水変化・氷河・永久凍土融解等)への応答
- ・プランクトン多様性(群集組成)・赤潮/有害プランクトン種の変化
- ・技術的には数値モデルへの生物光学データ同化も期待

海洋分野で必要な新規機能案

- ・高解像度化: 250m(頻度が落ちなければ125m?)
 - +ブルーカーボン(沿岸の藻場等)把握にmスケール(他衛星連携)
- ・高頻度化: 最低毎日のデータの取得(広スワス、チルト?)
 - +雲の影響を抑えるため、観測時間の異なる複数衛星や小型衛星連携
- ・高精度化: さらに高S/N・高安定性
 - プロダクト精度向上、小型衛星の校正等に利用
- ・高感度化: 広ダイナミックレンジ・多ビット数で
 - 陸域から夜間観測(船舶や発生物)まで
- ・多波長化: クロロフィル蛍光波長追加(沿岸の濁った海域の観測精度向上)
 - 紫外域に追加(CDOMや赤潮観測)
- ・利用しやすいデータ配布・解析システム
 - +可視域ライダ: 水深や亜表層のプランクトン(数mから数十m)
 - 沿岸基礎生産や赤潮等の動態把握

単バンド熱赤外データからの地表面温度推定

○長崎大学 森山雅雄

20 Feb. 2025

LST as ECV



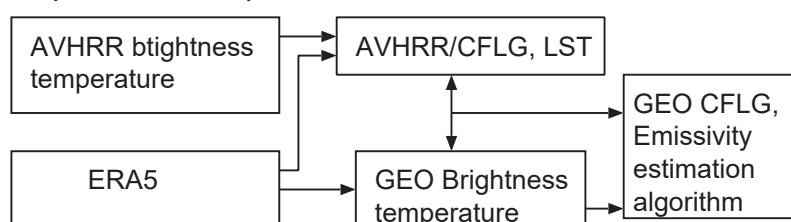
- 過去: 標準プロダクトという概念がなく、衛星観測輝度のみアーカイブされている
衛星観測輝度温度: センサ間の相違、地表面温度: 異なるセンサで比較可能
- 単バンド熱赤外帯域しか有さない静止気象衛星の観測データから地表面温度を推定するアルゴリズムを開発する

1

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)
- $\tau(\theta)$: 透過率
- $I_a(\theta)$: パスラジアンス
- F : 地表での下向き放射照度
- $\tau(\theta), I_a(\theta), F$: 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



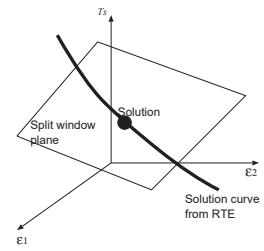
2

準解析型 LST 推定アルゴリズム

入力: 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

未知数: $\varepsilon_1, \varepsilon_2, T_s$



$$f_1 = B_1^{-1} \{ \tau_1(\theta) [\varepsilon_1 B_1(T_s) + (1 - \varepsilon_1) \frac{F_1}{\pi}] + I_{a1}(\theta) \} - T_1 = 0$$

$$f_2 = B_2^{-1} \{ \tau_2(\theta) [\varepsilon_2 B_2(T_s) + (1 - \varepsilon_2) \frac{F_2}{\pi}] + I_{a2}(\theta) \} - T_2 = 0$$

$$f_3 = C_0 + (C_1 + r_1 C_2) T_1 + C_3 r_1 + (C_4 + r_2 C_5) T_2 + C_6 r_2 - T_s = 0, \quad (r_i = 1 - \varepsilon_i)$$

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

↓ ニュートン法

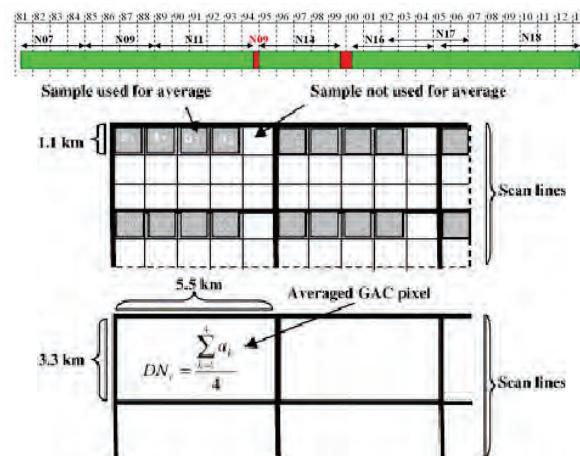
$J = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2} \rightarrow \min.$ となる $T_s, \varepsilon_1, \varepsilon_2$ を解とする。

$J \leq 1[\text{K}]$: 収束, $1 < J \leq 2[\text{K}]$: 準収束, $J > 2[\text{K}]$: 発散 \rightarrow QA 情報

3

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。

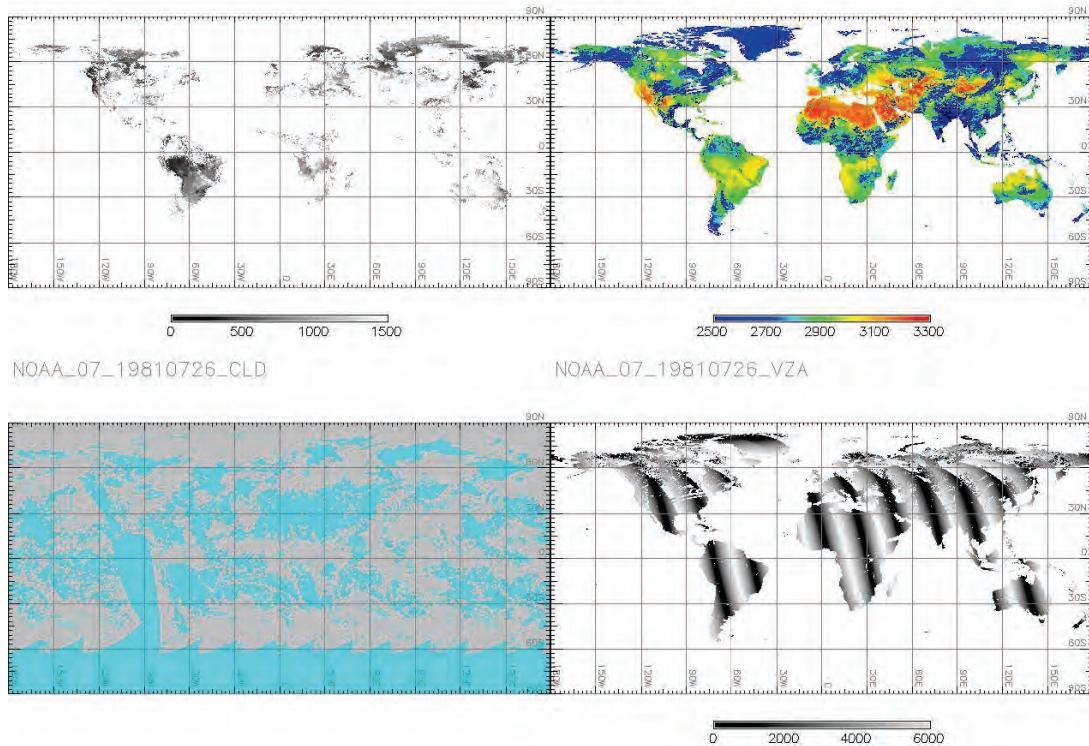


4

1981/07/26

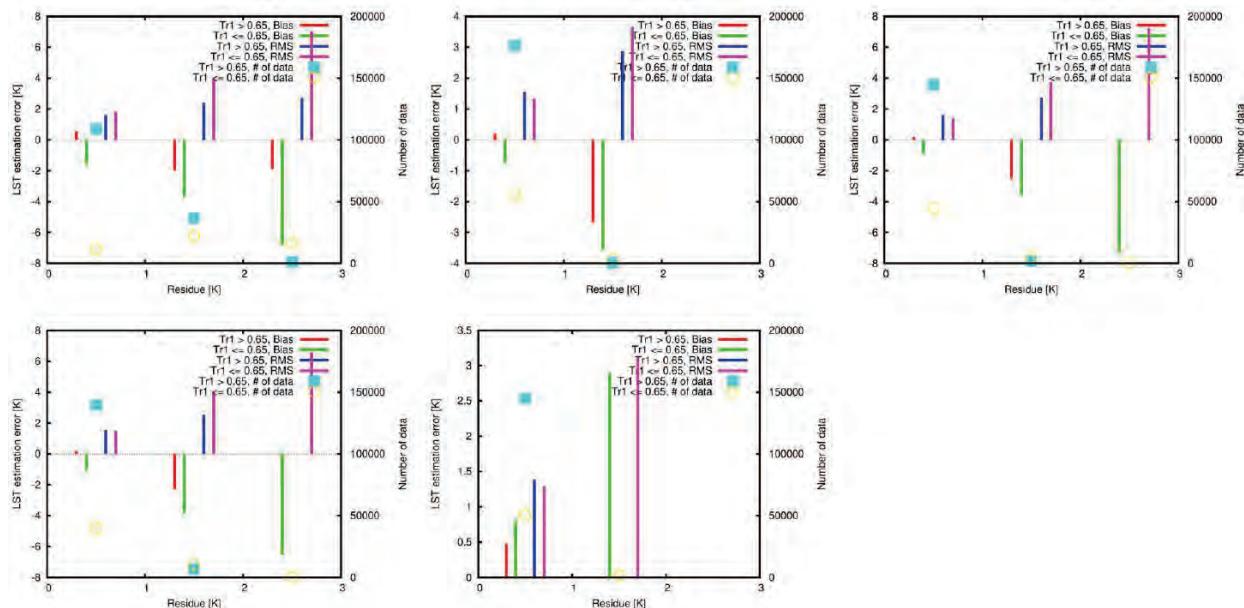
NOAA_07_19810726_C01

NOAA_07_19810726_C04



5

数値シミュレーションによるAVHRR/LSTの誤差評価



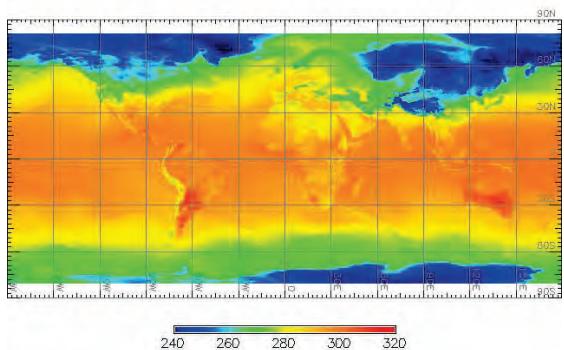
収束すれば RMS 誤差 2[K] 以下の精度

6

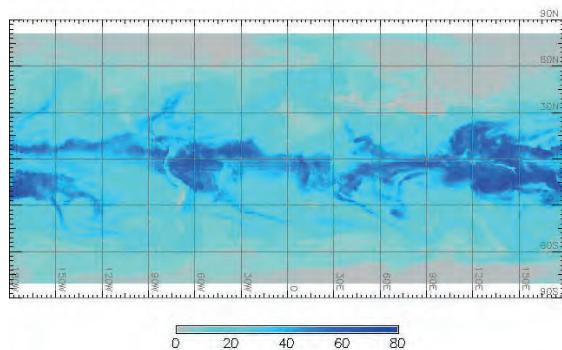
ERA5

- 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.], 時間分解能1[hour]
- 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



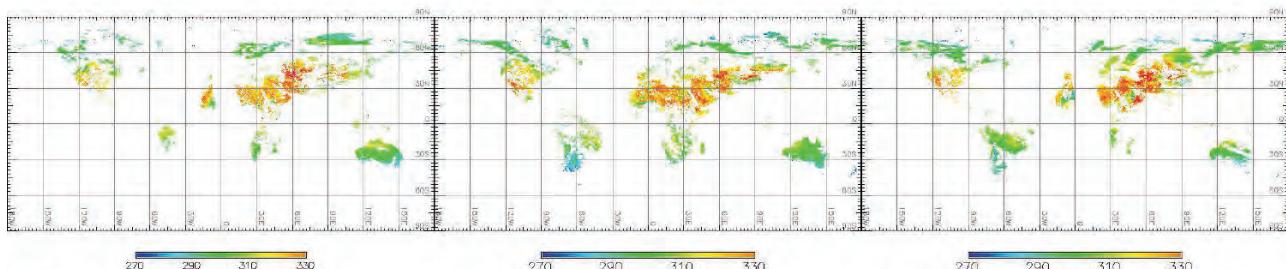
7

NOAA/07, 09, 11 LST

NOAA_07_19810710_LST

NOAA_09_19850710_LST

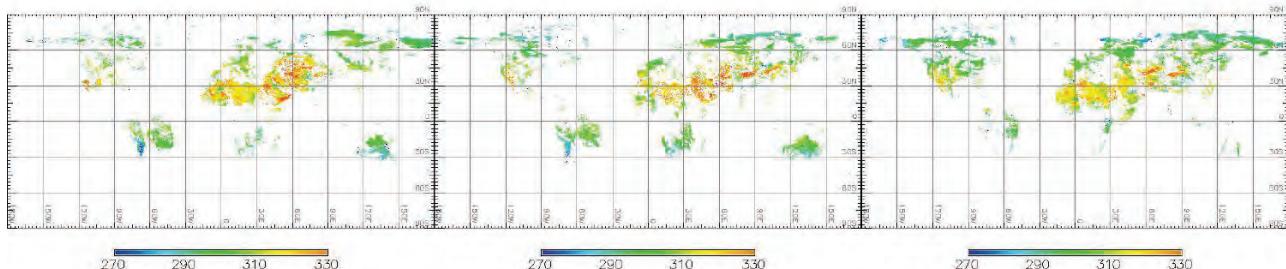
NOAA_11_19890710_LST



NOAA_07_19840710_LST

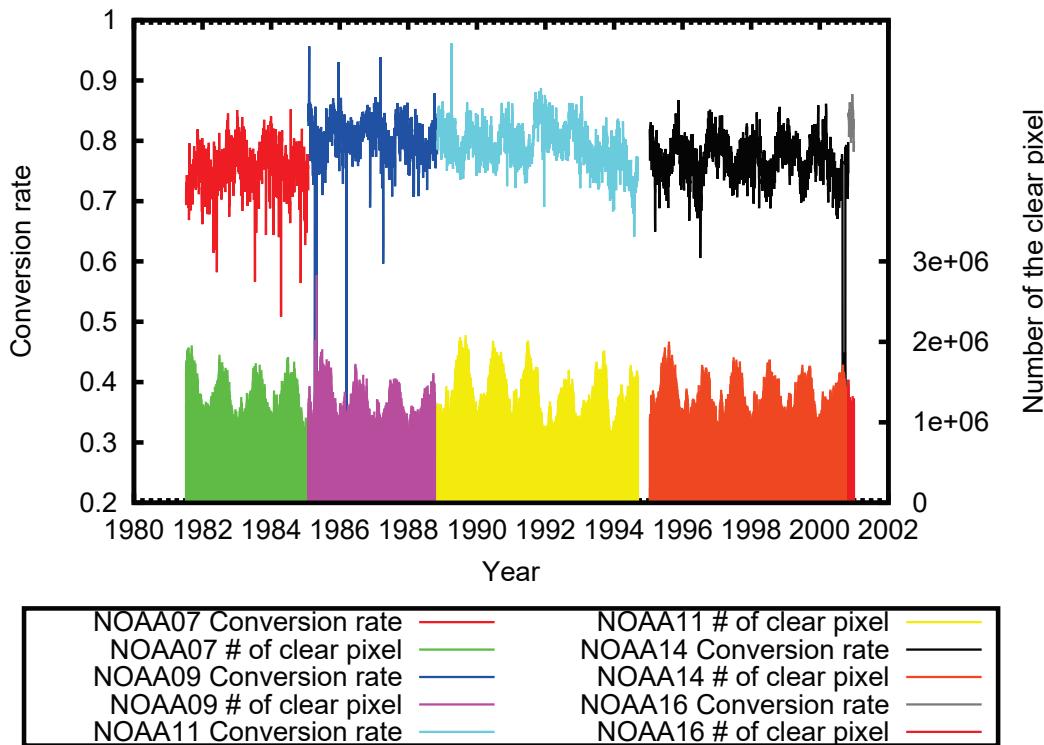
NOAA_09_19880710_LST

NOAA_11_19940710_LST



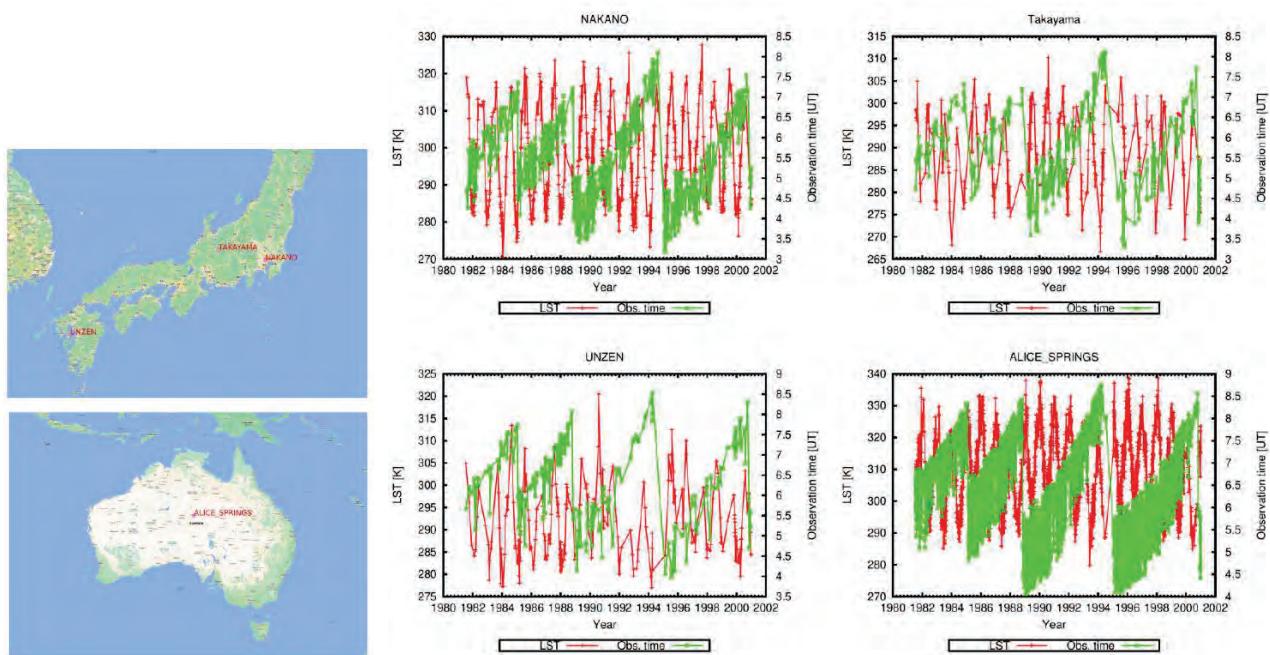
8

収束性



9

収束画素値と観測時刻のトレンド



10

GMS 雲検知, 射出率決定

雲

- 高アルベド, 低温 \Rightarrow 観測輝度温度と, 同じ大気/観測条件下での仮想最低輝度温度と比較
- 仮想最低輝度温度: 地上気温を地表面温度としたときの観測輝度温度
 \Rightarrow 同一時刻に観測された AVHRR/CDR 雲フラグを真値として, GMS の観測輝度温度と仮想最低輝度温度の差の閾値を決定

射出率

- 同一時刻に観測された AVHRR/CDR から求めた地表面温度(収束したもの)を真値とし, GMS の観測輝度温度から射出率を求める.
- 射出率と NDVI などの外部因子と関連付けを行う

11

簡易放射伝達コード

総光学的厚さ: $\xi = a_0 + a_1 u^{a_3}$, u : 可降水量,

透過率: $\tau(\theta) = \exp[-\xi / \cos(\theta)]$, θ : 衛星天頂角

パスラジアンス: $I_a = b_1 x + b_2 x^2$, $x = (1 - \tau(\theta))B(T_0)$, T_0 : 地上気温

下向き放射照度: $F = c_1 x + c_2 x^2$, $x = (1 - \tau(0))B(T_0)$

Profile: ECMWF 2000 Monthly mean profile
 (averaged over 10 [deg.] latitude interval)

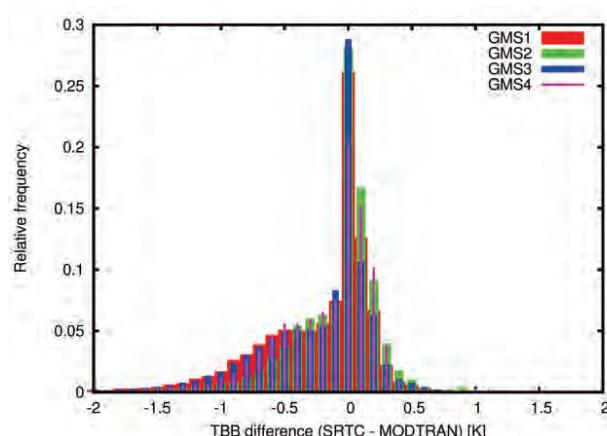
Surface temperature: Air temperature at the surface + 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35[K]

$\bar{\varepsilon}$: 0.95, 0.96, 0.97, 0.98, 0.99, 1

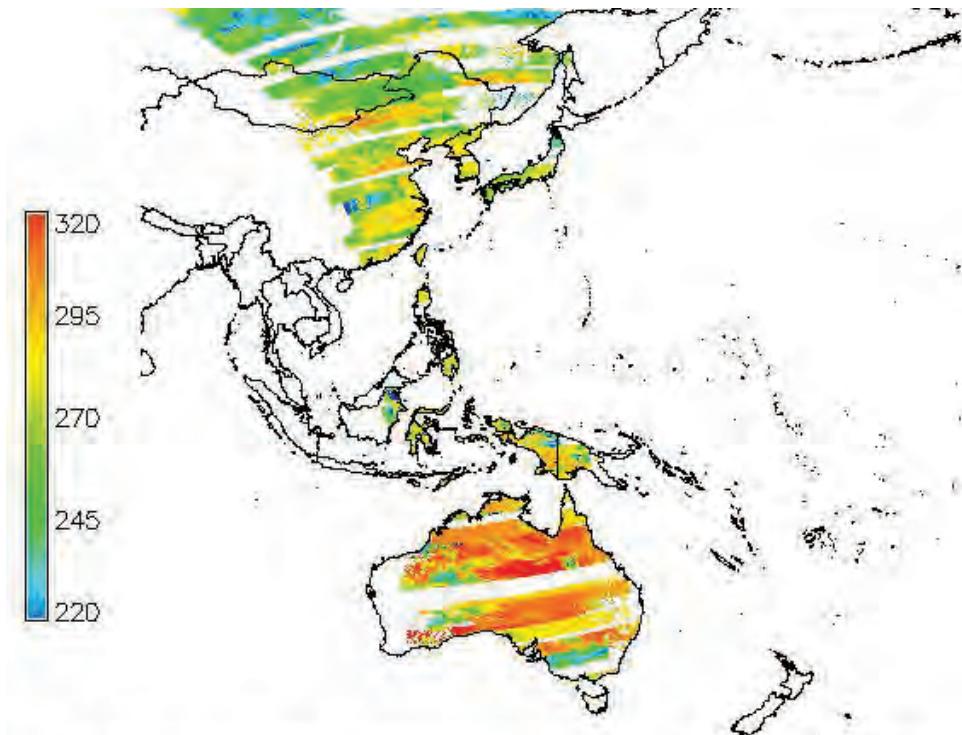
a : -0.5, 0.25, 0, 0.25, 0.5

Observation zenith: 0, 15, 30, 45, 60[deg.]

GMS	Bias[K]	RMS[K]
1	-0.204	0.523
2	-0.0438	0.388
3	-0.193	0.512
4	-0.129	0.462



1982 06Z GMS2 輝度温度



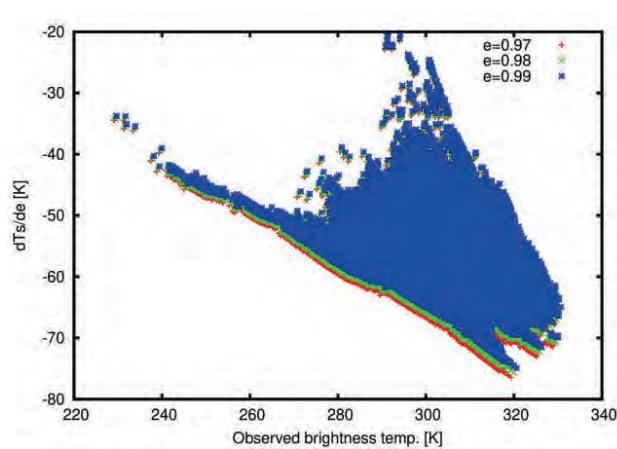
GMS2 IR brightness temp. observed at the same time with NOAA07, 1982

13

射出率決定: 誤差伝播

$$T_s = B^{-1}[B(T_s)], \quad B(T_s) = \frac{1}{\varepsilon} \left[\frac{I - I_a}{\tau} - (1 - \varepsilon) \frac{F}{\pi} \right]$$

$$\frac{dT_s}{d\varepsilon} = \frac{dB^{-1}}{dB(T_s)} \frac{dB(T_s)}{d\varepsilon} = \frac{dB^{-1}}{dB(T_s)} \frac{F/\pi - B(T_s)}{\varepsilon}, \quad \delta T_s \simeq \frac{dT_s}{d\varepsilon} \delta \varepsilon$$



数値例. $\frac{dT_s}{d\varepsilon} = -80$ のとき, 地表面温度誤差 $\delta T_s < 2[\text{K}]$ を満たす
射出率誤差 $\delta \varepsilon < 1/40 = 0.025$

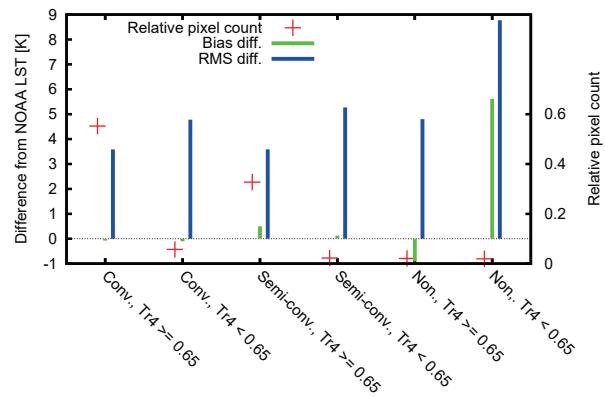
↓
射出率固定 ← 同時観測の
AVHRR/CDR LST と比較してバ
イアス残差が0に近くなるように
決定する.

14

射出率決定

代表的な被覆の射出率(GMS2)

Snow (fine)	0.995	Decious	0.973
(Coarse)	0.983	Grass	0.983
(Midgrain)	0.990	Drygrass	0.911
(Frost)	0.993	Concrete	0.975
Ice	0.999	Asphalt	0.965
Seawater	0.990	Eoliansand	0.966
Conifer	0.989	Brownloam	0.973



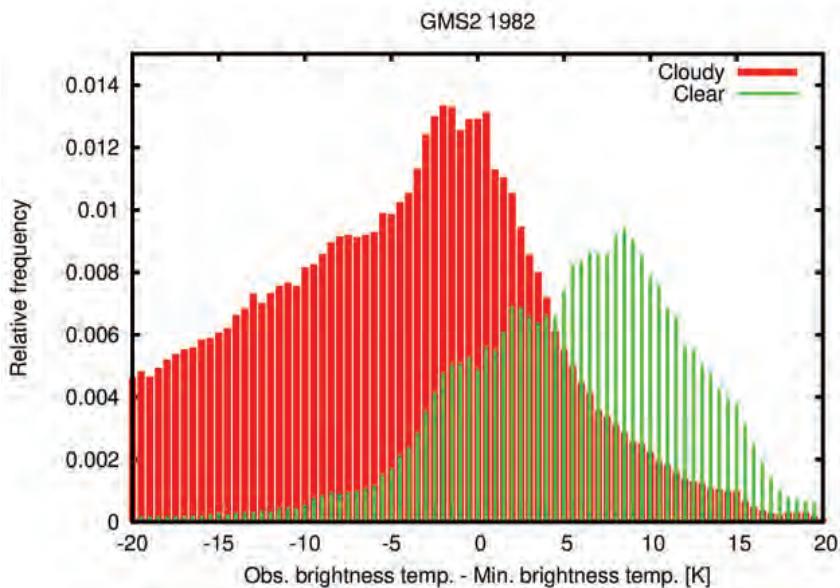
1982年通年の06ZでのAVHRR/CDR
LSTとの比較($\varepsilon = 0.97$)



$\varepsilon = 0.97$ 固定で地表面温度推定してもGMS/LSTのRMS誤差は3[K]
程度

15

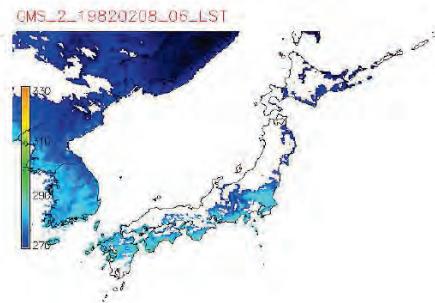
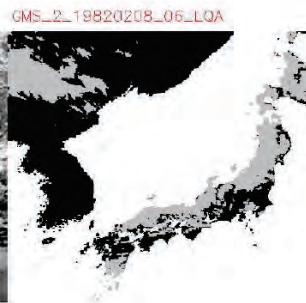
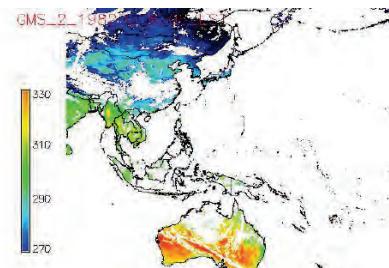
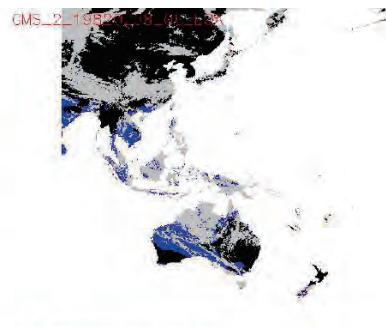
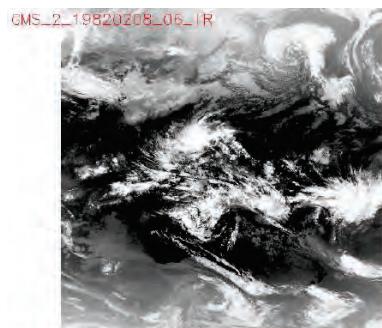
雲検知



$\varepsilon = 0.97$, 地表面温度は地表気温として, 仮想最低輝度温度を計算し,
観測輝度温度との差を取り, それが負ならば雲とした.

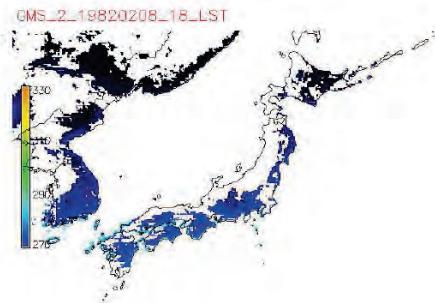
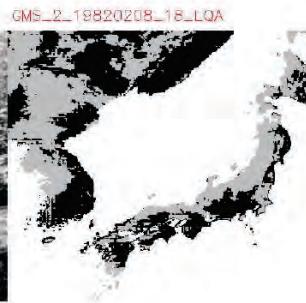
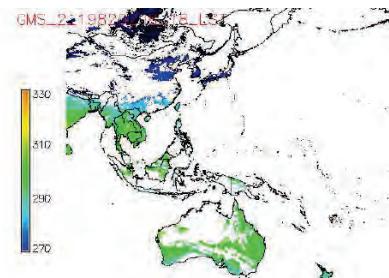
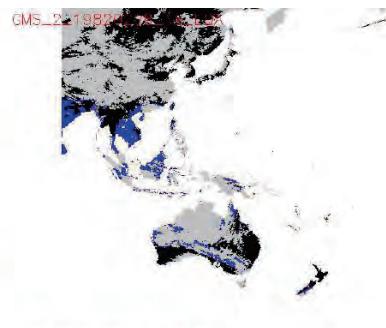
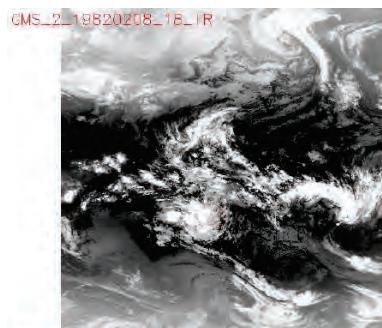
16

データ処理例



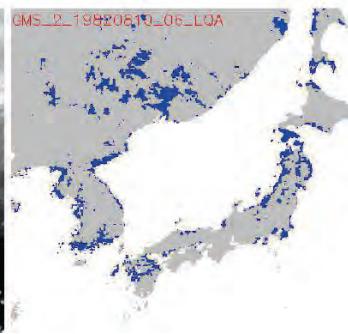
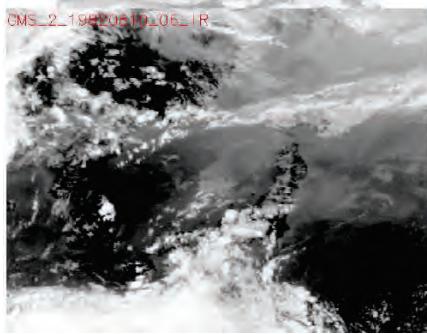
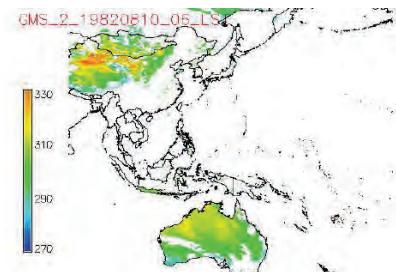
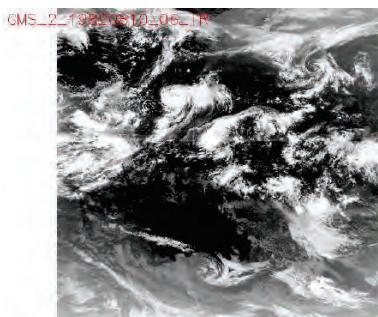
17

データ処理例

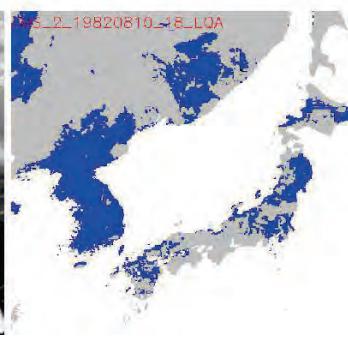
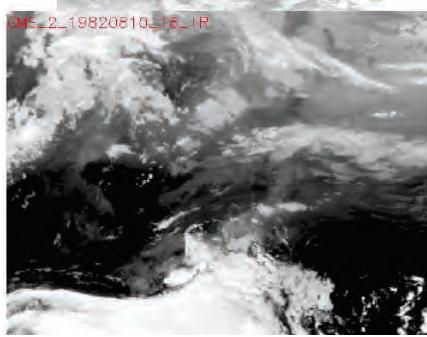
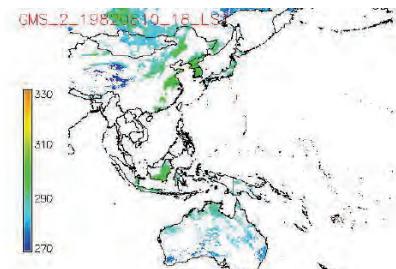
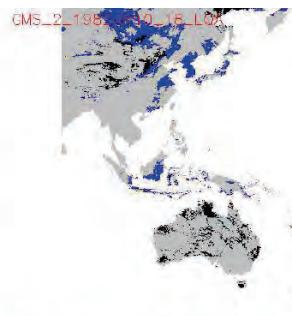
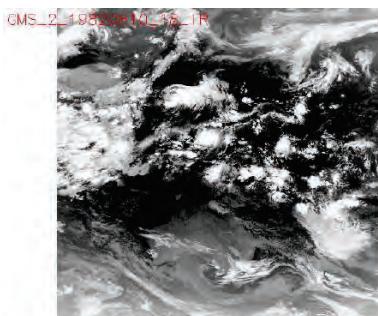


18

データ処理例



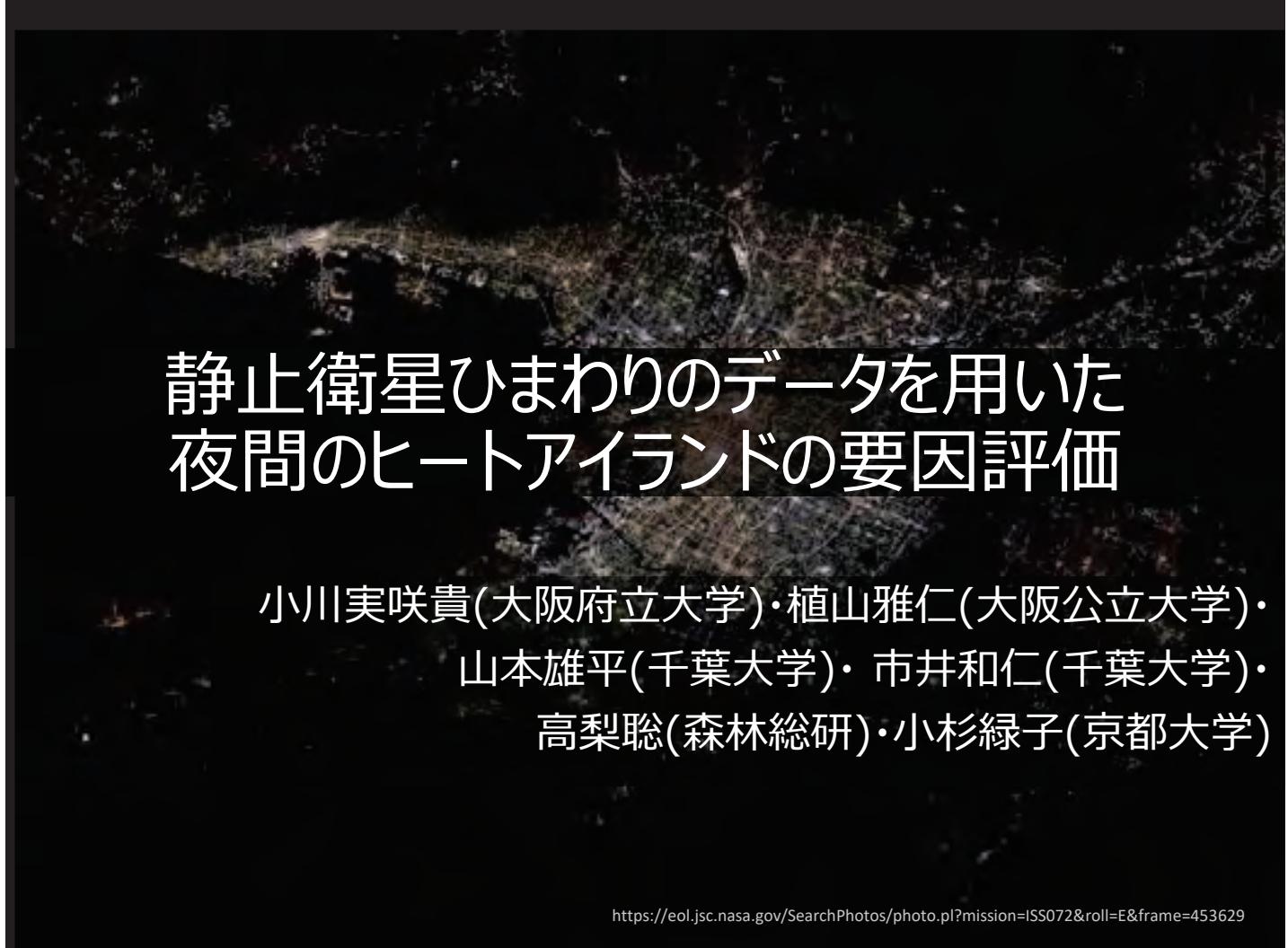
データ処理例



まとめ

1. AVHRR/CDR から推定された雲フラグ, 地表面温度を真値として, GMSに搭載された単バンド熱赤外データから, 数値予報解析値を用いて, 雲フラグ, 地表面温度を推定するアルゴリズムを開発した.
2. 雲検知は, 簡単な閾値処理で良好な結果を得た. 今後, Probably clear の基準を策定する予定である.
3. 地表面温度は, 約3[K]のRMS誤差で推定できる. 今後, 射出率のパラメタイズを試行する予定である.
4. 旧型の(GMS, GOESなど)単バンド熱赤外センサだけでなく, 今後打ち上げられるであろう超小型衛星に搭載される単バンド熱赤外センサにも対応させていく.

21



静止衛星ひまわりのデータを用いた 夜間のヒートアイランドの要因評価

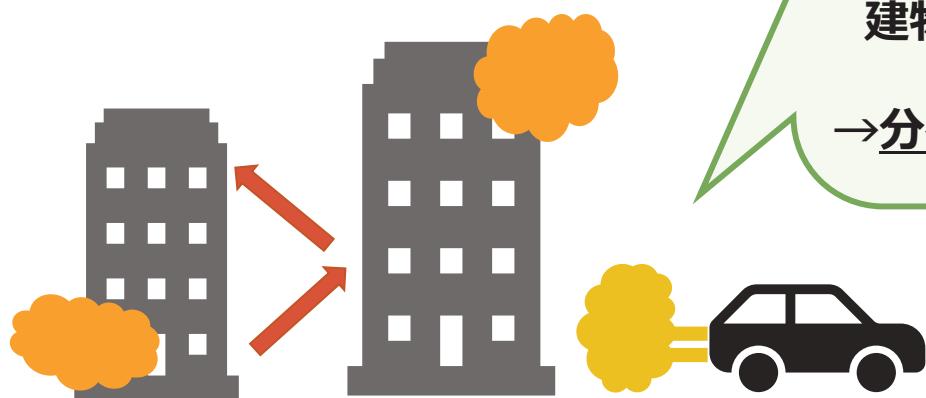
小川実咲貴(大阪府立大学)・植山雅仁(大阪公立大学)・
山本雄平(千葉大学)・市井和仁(千葉大学)・
高梨聰(森林総研)・小杉緑子(京都大学)

ヒートアイランド現象

…都市で郊外よりも気温や地表面温度が高くなる

夜間

- ・人工被覆による蓄熱・放熱
- ・建物壁面での長波放射の射出・再吸収
- ・人工排熱



・地表面温度

・地中熱流量

・土地被覆別、
建物種類別のフラックス

→分布や時間変化

リモートセンシングデータの利点

・高い時間解像度

ひまわり8号の時間解像度は10分

・広範囲

都市・住宅地・農地など多様な土地被覆



出典：国土地理院の全国最新写真（シームレス）

2020～2021年の夜間（17時～8時）

- ・ヒートアイランド現象の要因の評価
- ・広域放射・熱収支の解析

熱収支

$$R_n + Q_a = H + LE + G$$

R_n : 純放射量

Q_a : 人工排熱量

H : 顯熱フラックス

LE : 潜熱フラックス

G : 地中熱流量

放射収支

$$R_n = Rld - Rlu$$

…地表面に届く長波放射量



(短波放射量は夜間はほぼ0)

使用データ

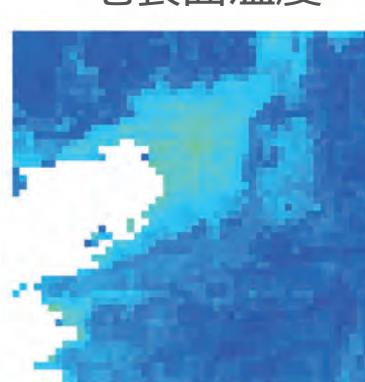
- 地表面温度データ

- 気象データ 気温、風速、相対湿度

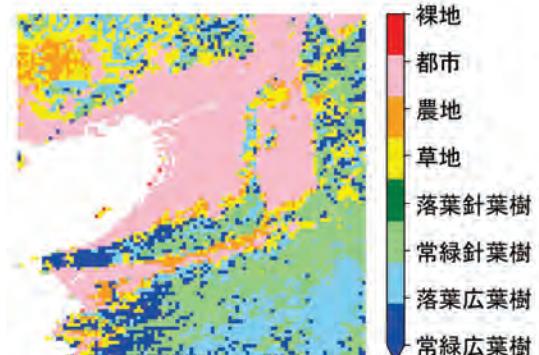
- 放射データ 日射量、下向き長波放射量

- 土地データ 土地利用、標高

地表面温度



土地利用土地被覆

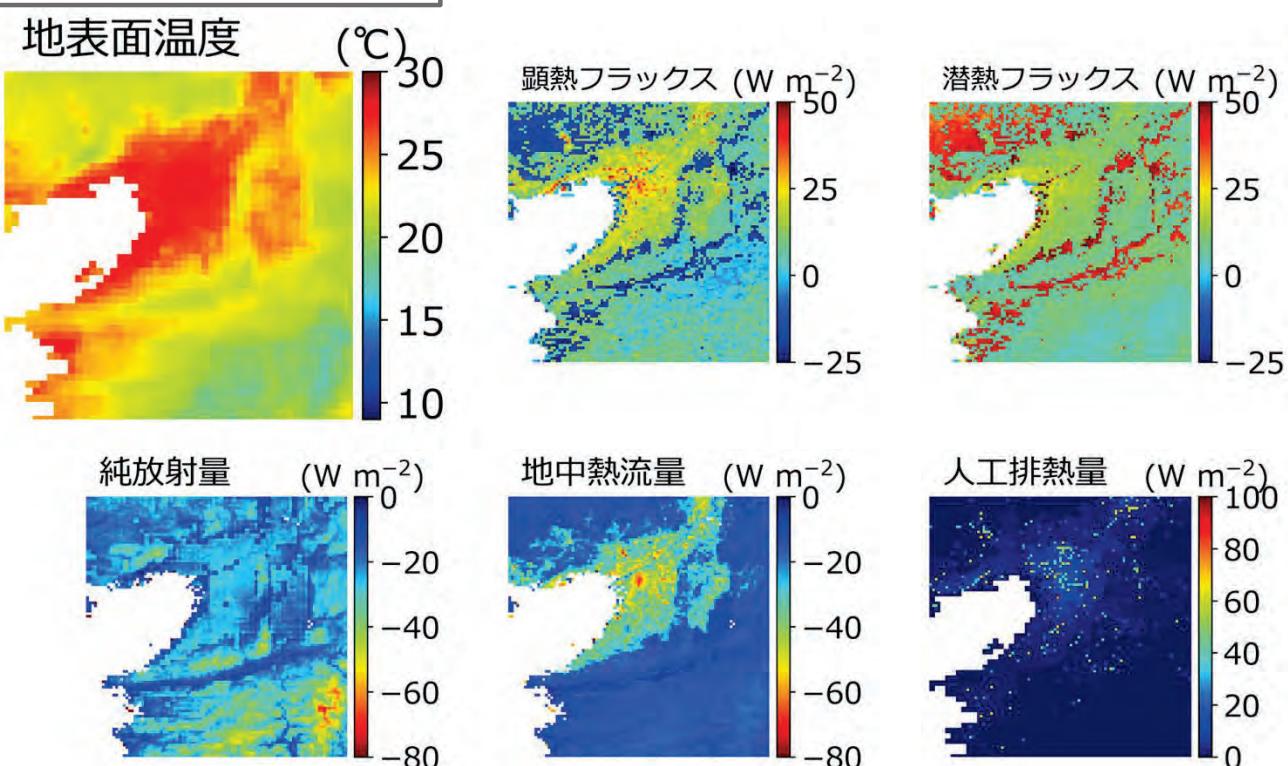


など合計22種類

3. 夜間の結果(空間分布)

5

夏の夜間 (6~8月)



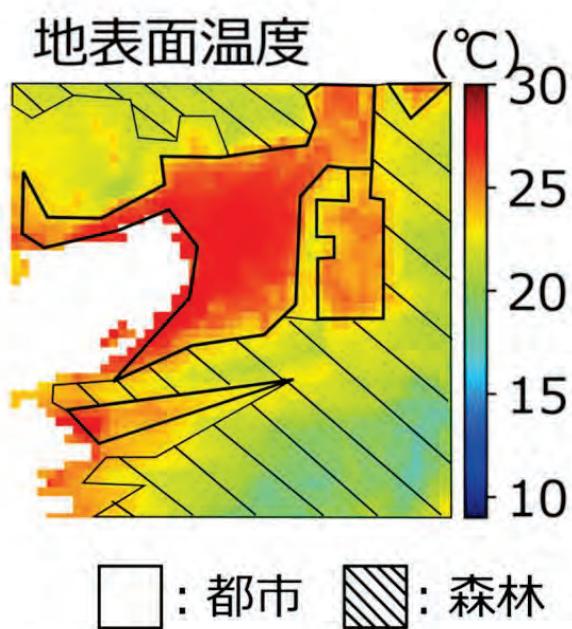
空間解像度1km、30分毎に推定

3. 夜間の結果(森林と都市)

6

夏の夜間

地表面温度 都市は森林よりも 2.6°C 高い

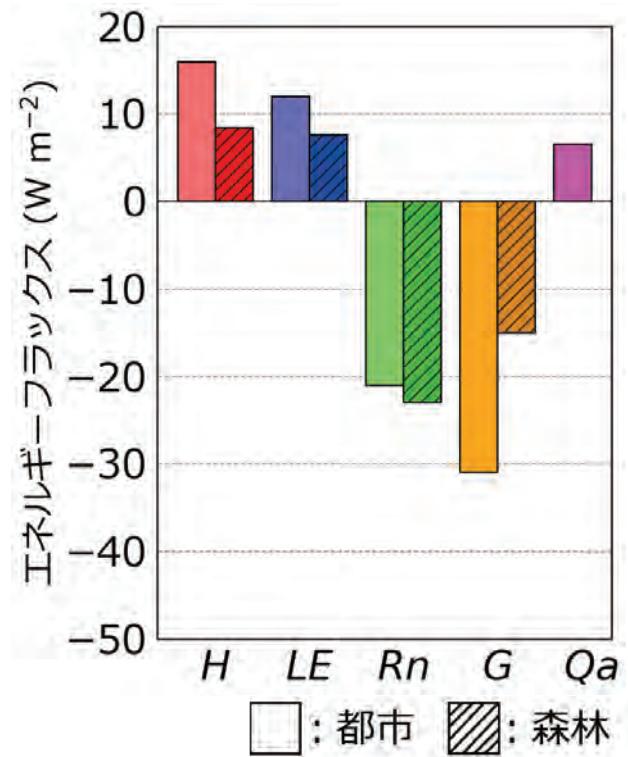


3. 夜間の結果(森林と都市)

7

夏の夜間

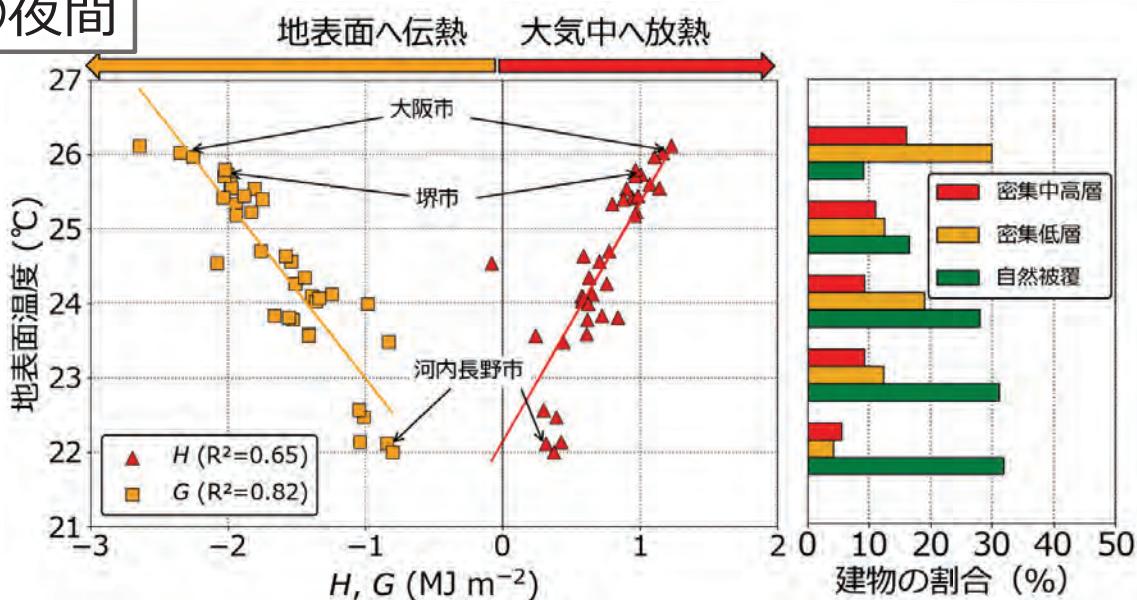
- ・顯熱フラックス (H)
地表面→大気 放熱
- ・潜熱フラックス (LE)
地表面→大気 蒸発・放熱
- ・純放射量 (Rn)
地表面→大気 放射
- ・地中熱流量 (G)
構造物内部→表面 伝熱
- ・人工排熱量 (Qa)
排熱を地表面へ供給



3. 夜間の結果(大阪府内の市町村)

8

夏の夜間



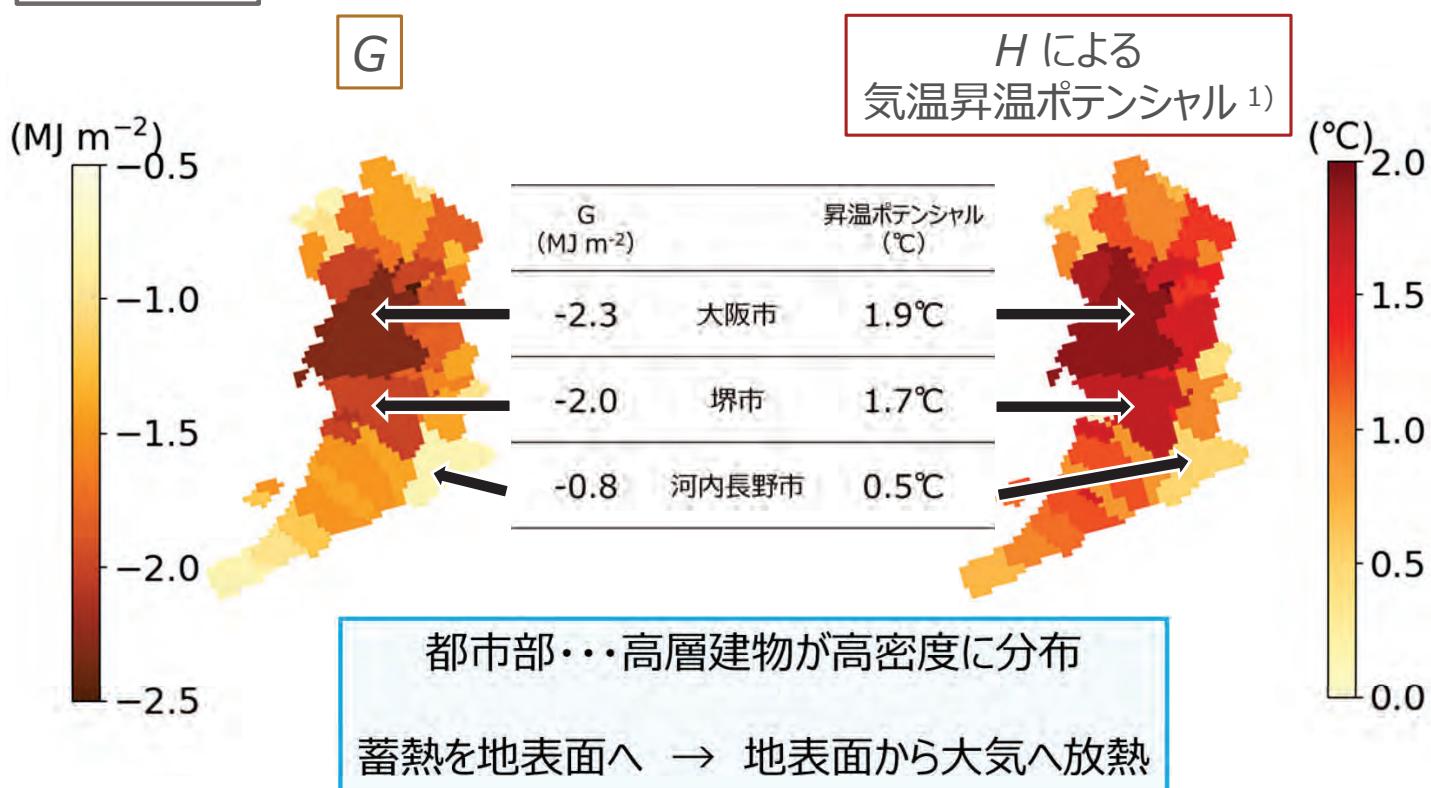
・ G が負に大きいほど地表面温度が高く、また H も大きい

・地表面温度が高いほど高層・高密度の建物が多く立地する
→日中に貯熱しやすい人工被覆の表面積が大きい

3. 夜間の結果(大阪府内の市町村)

9

夏の夜間



1) 夜間の大気境界層内（高さ500 m）の気温の変化量（17時から8時）

4. まとめ

10

- ・ひまわりの地表面温度データを用いて夜間の広域放射収支、熱収支を30分間隔で推定した。
- ・建物が高層・高密度の地域で地中熱流量による地表面への伝熱が大きく、地表面温度が高かった。
- ・上記のような地域では、顯熱フラックスによる気温の上昇幅が大きかった。

建物の高密度化の低減がヒートアイランド緩和に繋がる

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

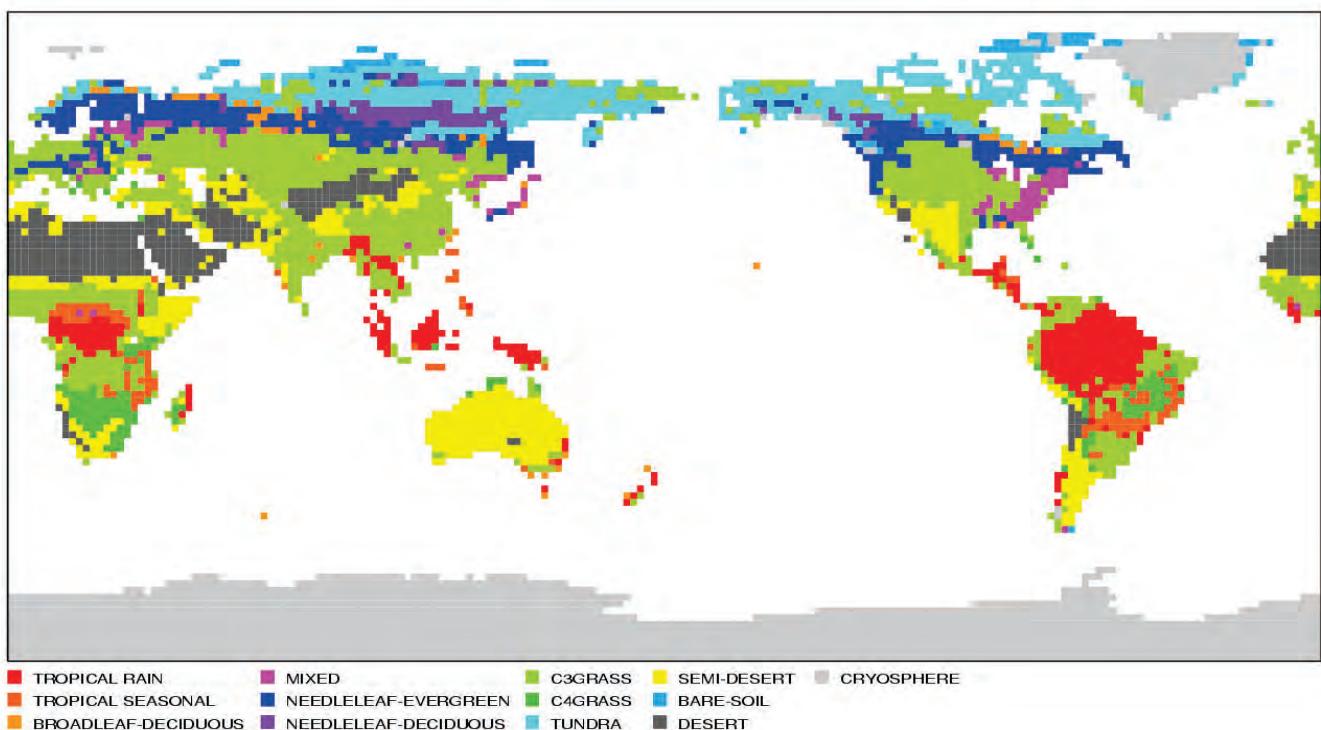
－ 全球バイオマス量変動監視・解析に向けて(その6) －

馬淵和雄
本多嘉明(千葉大)、梶原康司(千葉大)

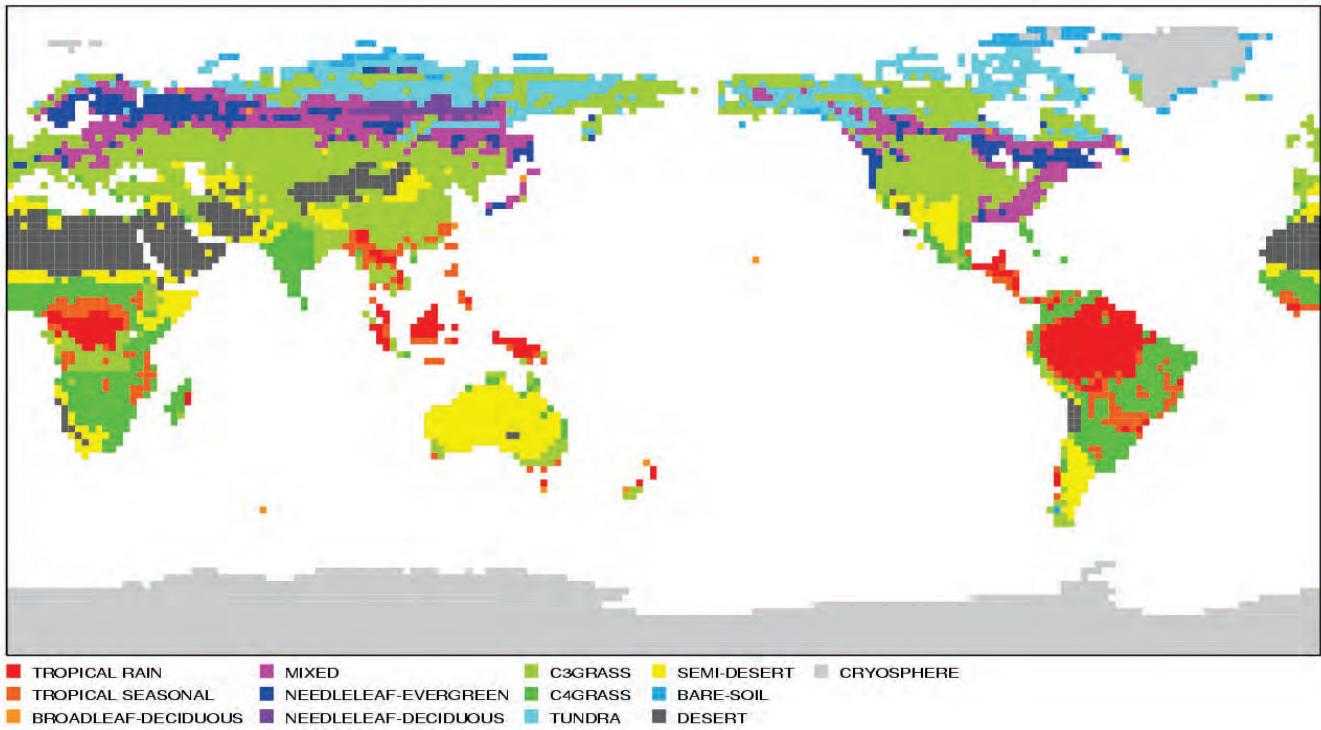
第27回 CEReS環境リモートセンシングシンポジウム

2025.2.19,20

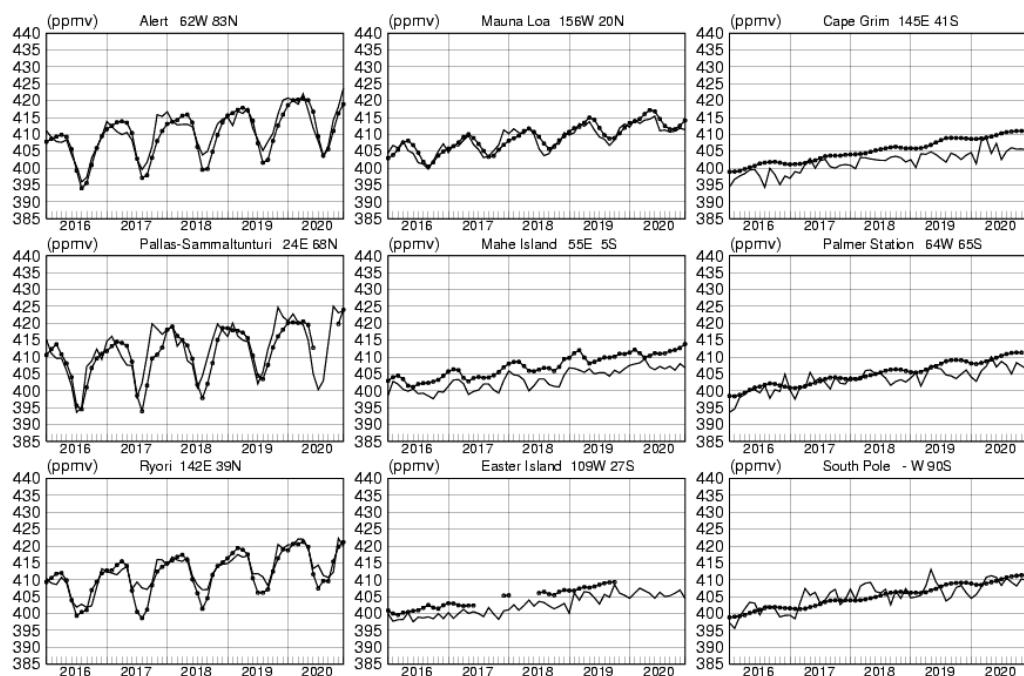
Vegetation Map (Old) (192, 96) 1.875°



BAIM (192, 96) 1.875°



■ TROPICAL RAIN ■ MIXED ■ C3GRASS ■ SEMI-DESERT ■ CRYOSPHERE
 ■ TROPICAL SEASONAL ■ NEEDLELEAF-EVERGREEN ■ C4GRASS ■ BARE-SOIL
 ■ BROADLEAF-DECIDUOUS ■ NEEDLELEAF-DECIDUOUS ■ TUNDRA ■ DESERT



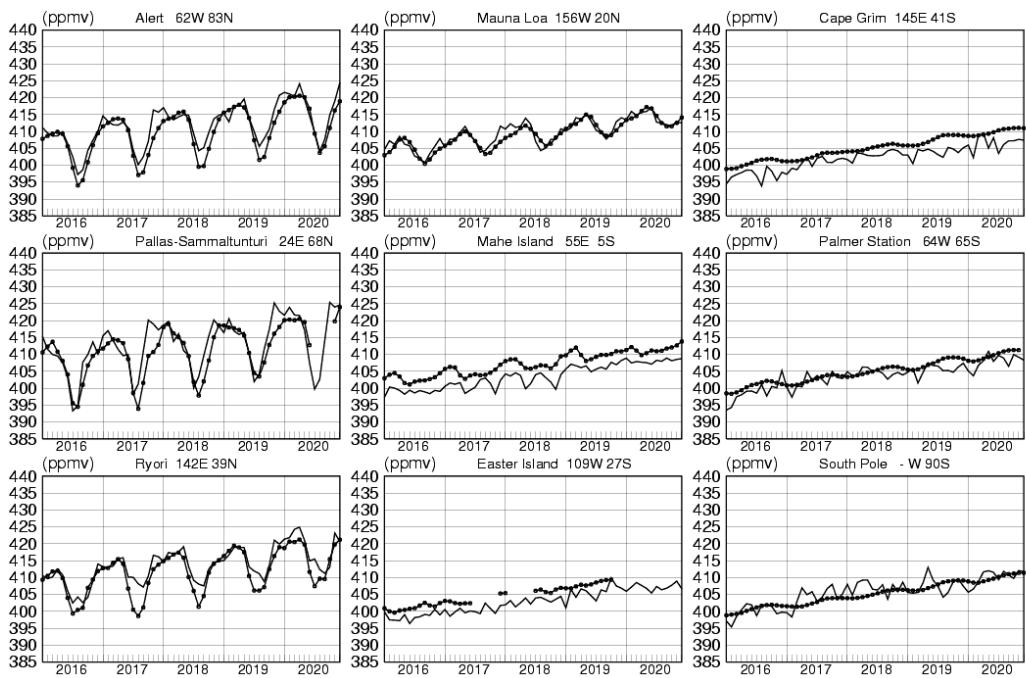
大気中二酸化炭素濃度検証
(2016~2020年の5年間)

丸印太実線：観測所観測値
細実線：モデル計算値

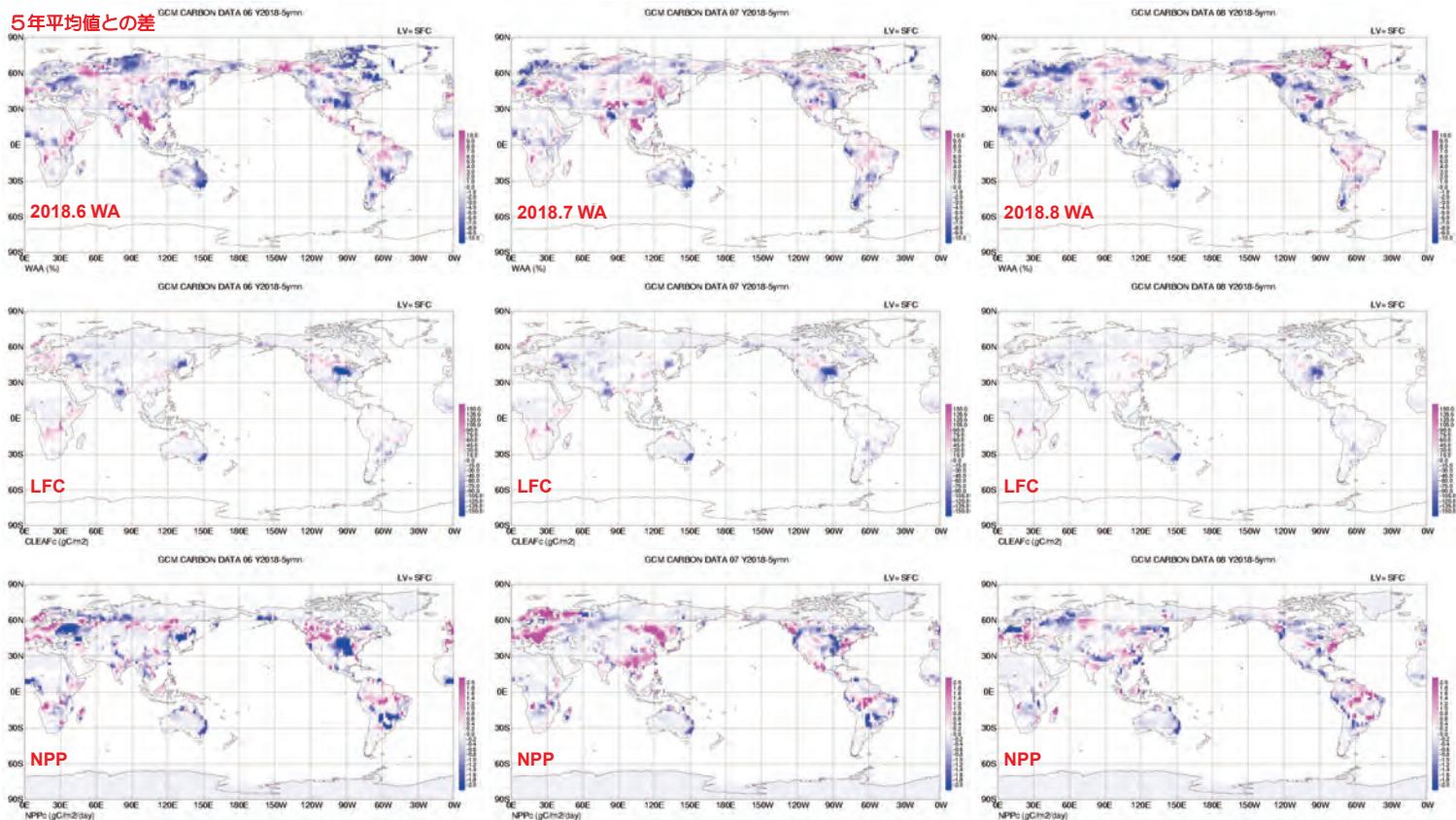
左上：Alert
左中：Pallas
左下：Ryori

中上：Mauna Loa
中中：Mahe Island
中下：Easter Island

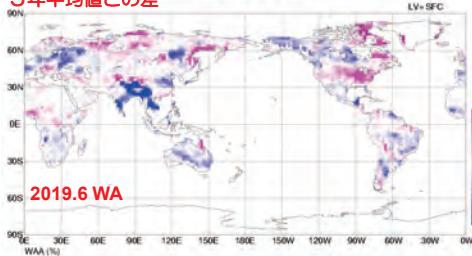
右上：Cape Grim
右中：Palmer Station
右下：South Pole



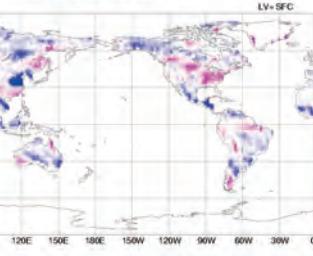
5年平均値との差



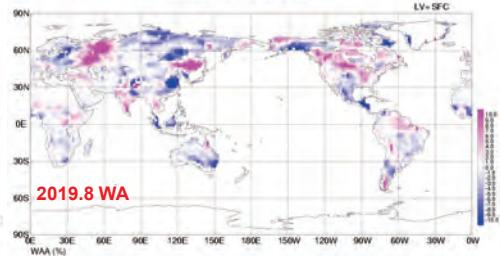
GCM CARBON DATA 06 Y2019-5ymn



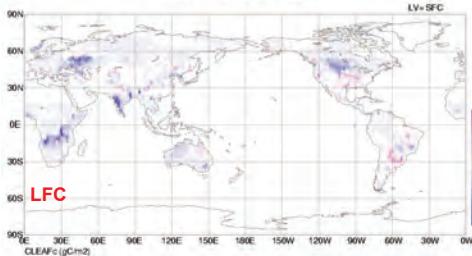
GCM CARBON DATA 07 Y2019-5ymn



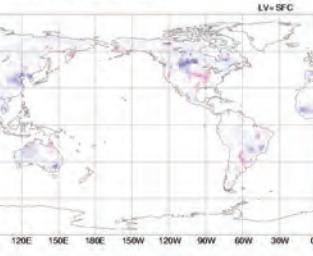
GCM CARBON DATA 08 Y2019-5ymn



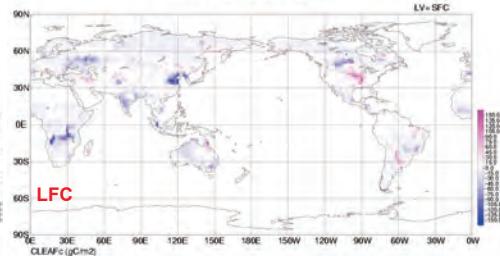
GCM CARBON DATA 06 Y2019-5ymn



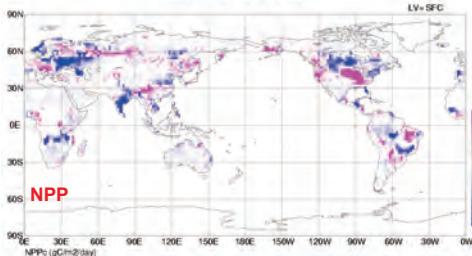
GCM CARBON DATA 07 Y2019-5ymn



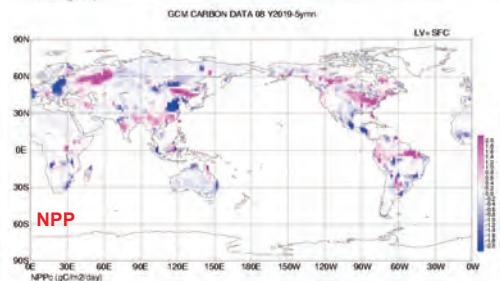
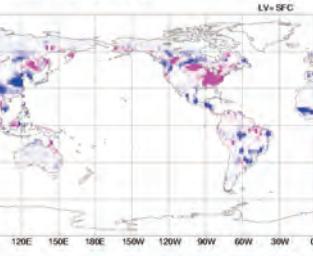
GCM CARBON DATA 08 Y2019-5ymn



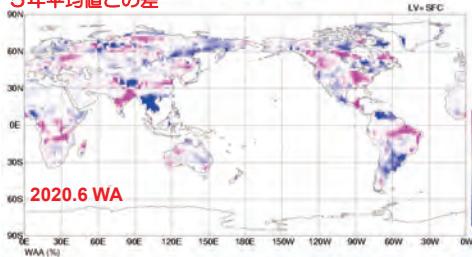
GCM CARBON DATA 06 Y2019-5ymn



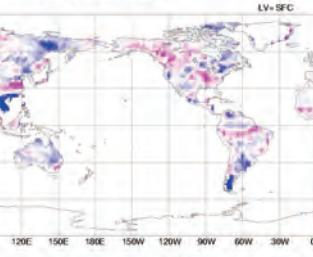
GCM CARBON DATA 07 Y2019-5ymn



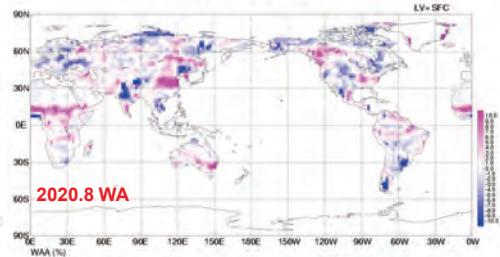
GCM CARBON DATA 06 Y2020-5ymn



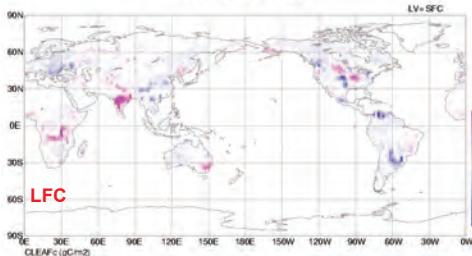
GCM CARBON DATA 07 Y2020-5ymn



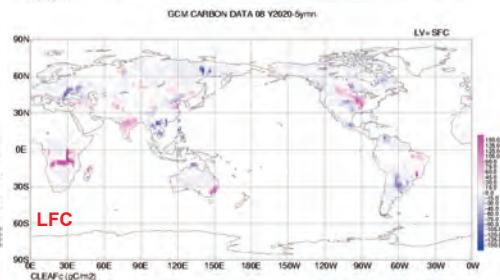
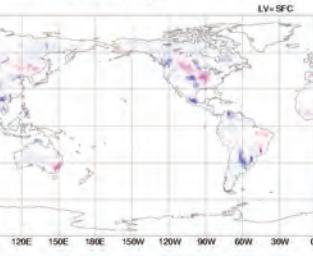
GCM CARBON DATA 08 Y2020-5ymn



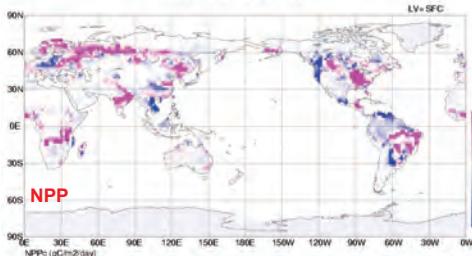
GCM CARBON DATA 06 Y2020-5ymn



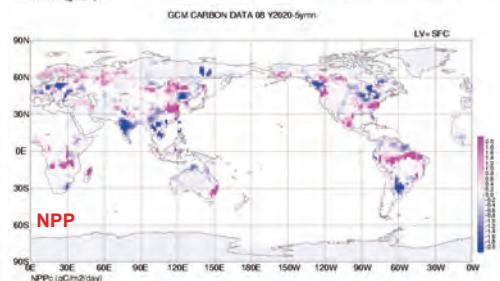
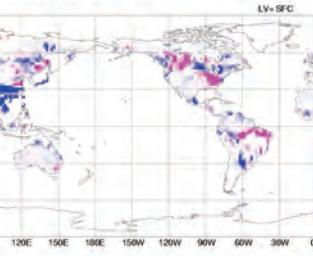
GCM CARBON DATA 07 Y2020-5ymn



GCM CARBON DATA 06 Y2020-5ymn

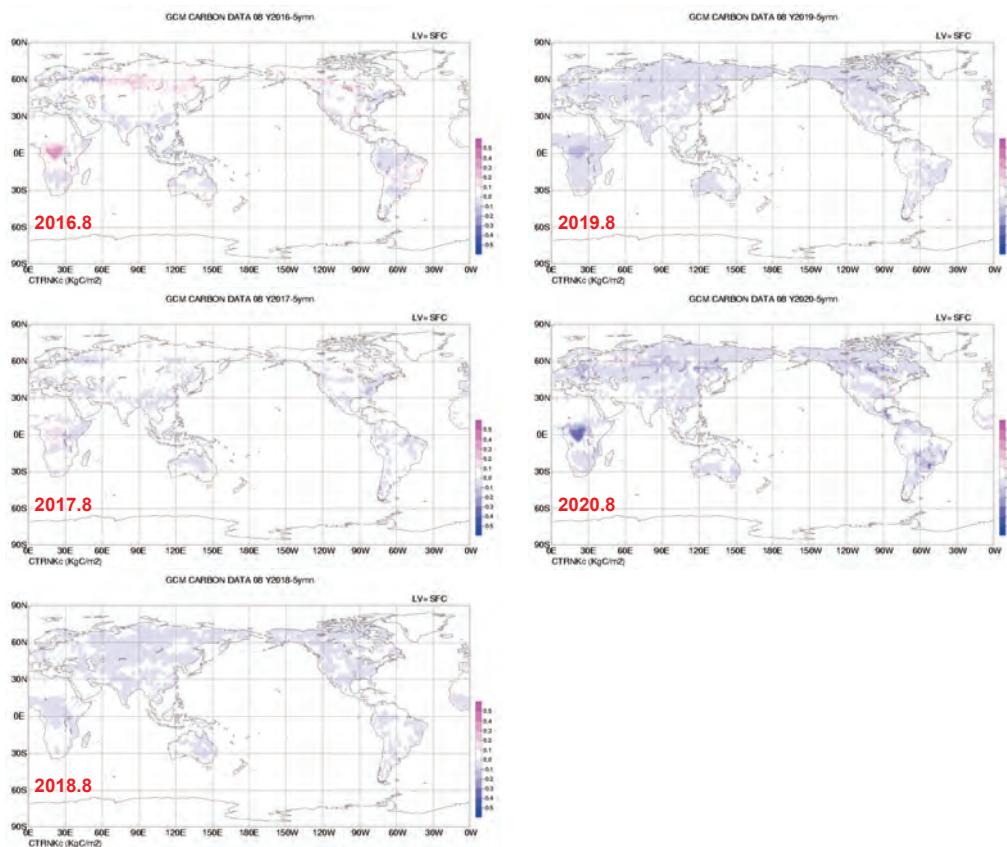


GCM CARBON DATA 07 Y2020-5ymn



5年平均値との差

TRC



GLCV1

MC	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

BAIM

BC
0
15
12
16
13
14
19 (Semi-Desert)
19 (Semi-Desert)
10 (Tropical Seasonal)
18 (C4 Grasslands)
6 (C3 Grasslands)
6 (C3 Grasslands)
7
11 (Bare-Soil)
6, 7
21
20 (Desert)
0
17
0

気候モデル内陸域炭素循環 (gC/m²/year)

	GPP↓ 100	---	V.RESP↑ 50	=	NPP↓ 50	→	LITTER 50	→	S.RESP↑ 50	NEP (NPP - S.RESP) ±0
Type 6	805		361		444		485		387	57
10	663		310		353		450		333	20
12	3428		1718		1710		1857		1747	-37
13	1185		583		602		701		605	-2
14	1132		547		585		700		574	11
15	1775		883		891		948		856	36
16	203		97		106		125		110	-4
17	46		21		25		31		25	0
18	1527		763		764		818		757	6
19	125		46		79		83		57	21

NPP < LITTER 地上バイオマス量の減少
 LITTER > S.RESP 土壤内炭素量の増加

まとめ

- ◆ 改良植生分布データを用いた全球気候モデル数値実験による2016年から2020年までの5年間の計算結果を用い、特にGCOM衛星データプロダクトが整備されている2018年から2020年までの6月から8月の北半球暖候期について、陸域バイオマスと陸域諸要素の時間的・空間的変動の関係に関する解析を行った。
- ◆ 土壌水分量とNPPおよび葉炭素量の年々変動に対応関係が見いだされた。
- ◆ 大気中CO₂濃度変動の再現性については改善されたが、低緯度の濃度再現性に改善の余地がある。
- ◆ 陸域炭素量の長期トレンドに関しては、モデル内での炭素収支について改善の余地が残されている。
- ◆ 今後さらに、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。

Reduction of Snow Contamination in Himawari-8/9 AHI NDVI for Improved Phenology Monitoring

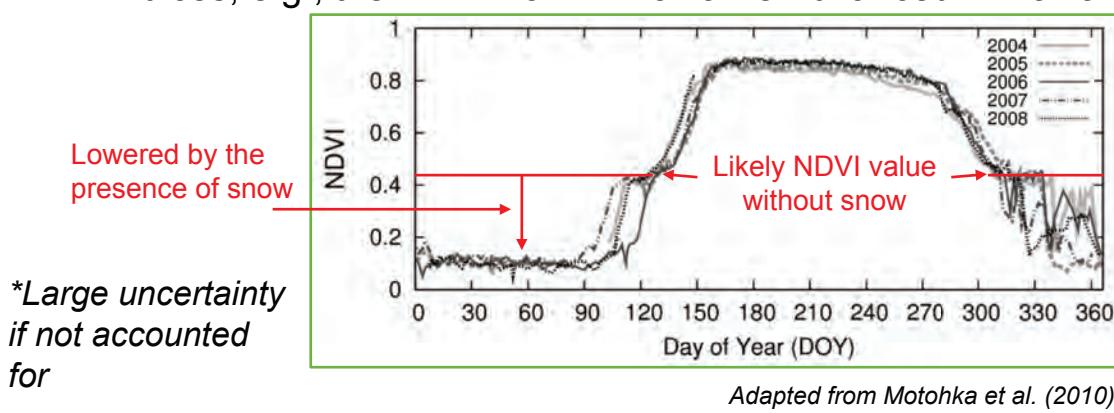
*Tomoaki Miura^{1,2}, Yuhei Yamamoto³, Nagai Shin², Narumasa Tsutsumida⁴, and Kazuhito Ichii³

1. University of Hawai'i at Mānoa
2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
3. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University
4. Graduate School of Science and Engineering, Saitama University



Introduction – “Snow”

- An important physical variable that critically contributes to the characterization of Earth's climate, i.e., an Essential Climate Variable
- Noise for the characterization of vegetation phenology with vegetation indices, e.g., the NDVI from Himawari-8 Advanced Himawari Imager (AHI)

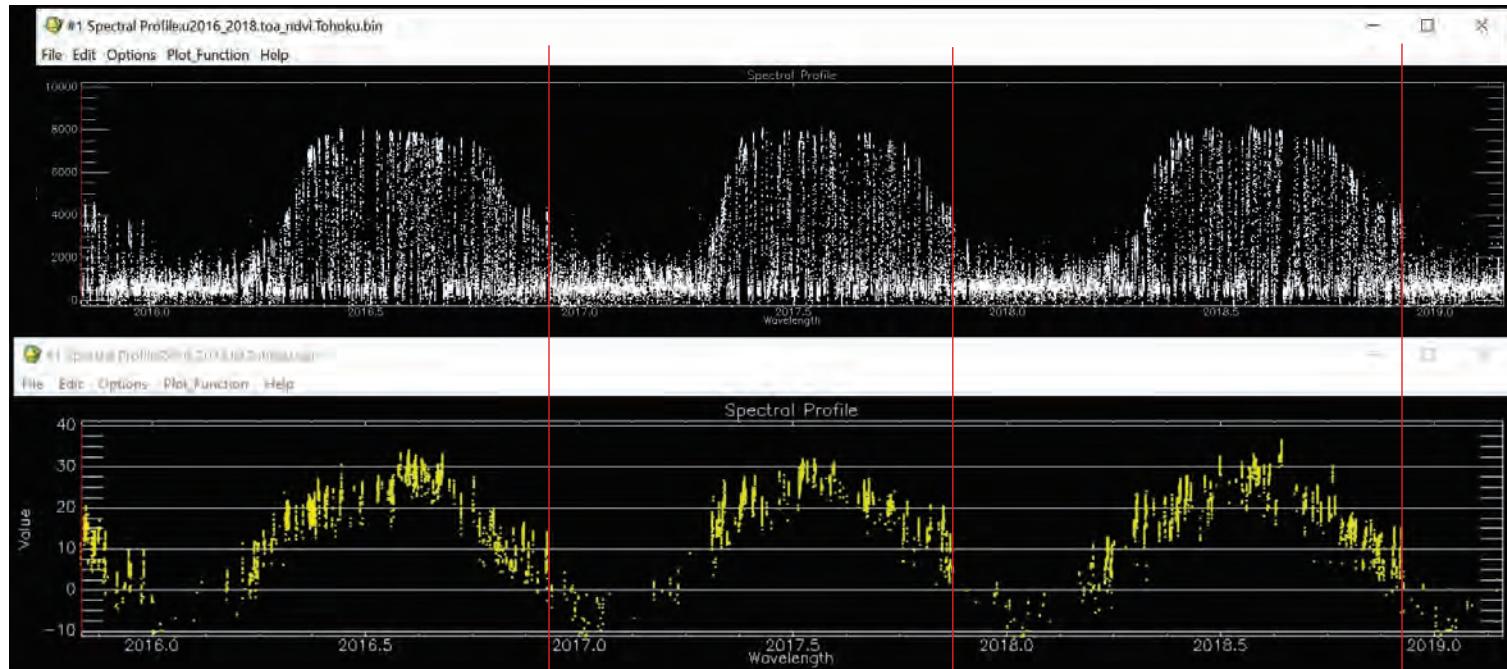


Introduction - Snow Effect Correction

- Use of “snow-free” vegetation indices
 - NDII or NDWI (Normalized Difference Infrared Index or Water Index) (Delbart et al., 2005)
 - PI (Phenology Index: NDVI²-NDII²) (Gonsamo et al., 2012)
 - PPI (Plant Phenology Index) (Jin & Eklundh, 2014)
 - NDPI (Normalized Difference Phenology Index) (Wang et al., 2017)
 - NDGI (Normalized Difference Greenness Index) (Yang et al., 2019)
- Use of statistics or other data sources
 - Empirical NDVI statistics (Beck et al., 2006)
 - Empirical NDVI statistics + snow cover from climate model (Wang et al., 2015)
 - Land surface temperature (LST) (< 0°C: Cao et al., 2015)
(< 5°C: Zhang et al., 2015; 2018)
 - NDSI for detection of snow cover

Tohoku: E 140.12, N 38.96

* 日本海側（秋田・山形県境）サイト。11月から12月に積雪が始まり、そのタイミングで NDVI が急激に下がっているように見受けられる。その時点ではすでに Leaf Fall が終わっているか終わりかけだと思われる。



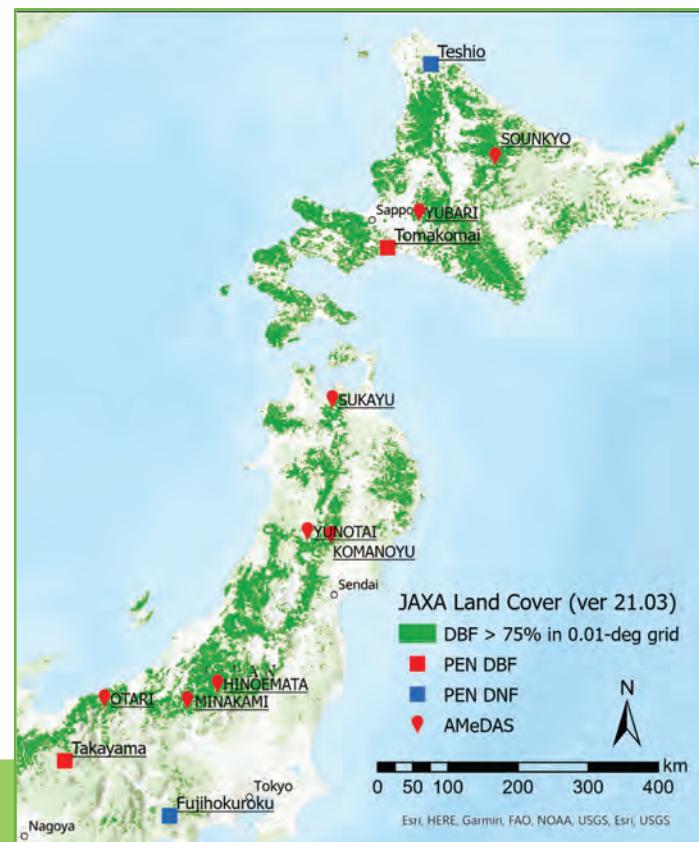
Objective

- To investigate the applicability of the LST approach for detecting NDVI snow-contamination in Himawari-8 AHI data



Study Site and Material

- Study Area:
 - Deciduous broadleaf forests in Northern Japan
- Study Period:
 - Four winter periods (2015-11-01 – 2019-02-28)
- Satellite Data:
 - Himawari-8 AHI Top-of-atmosphere (TOA) NDVI @ 1 km
 - Himawari-8 AHI LST @ 2 km (Yamamoto et al., 2022)
- In-Situ Snow Data:
 - Snow cover by time-lapse camera imagery @ 4 Phenological Eyes Network (PEN) sites
 - Snow depth by laser @ 8 weather station (AMeDAS) locations



Snow Cover - Phenological Eyes Network (PEN)

Tomakomai (TOS), Hokkaido: N 42.70778°, E 141.55472°, 80 m

No Snow After Leaf Fall
December 3, 2016

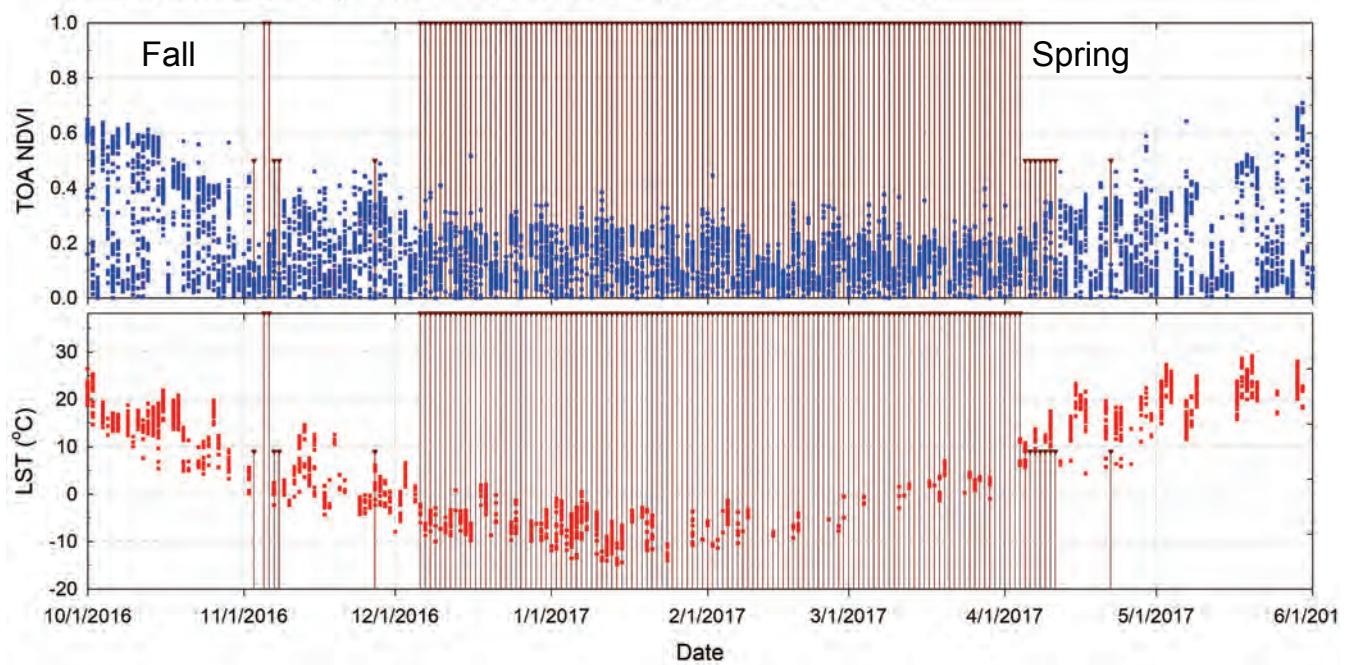


Snow Cover After Leaf Fall
December 13, 2016



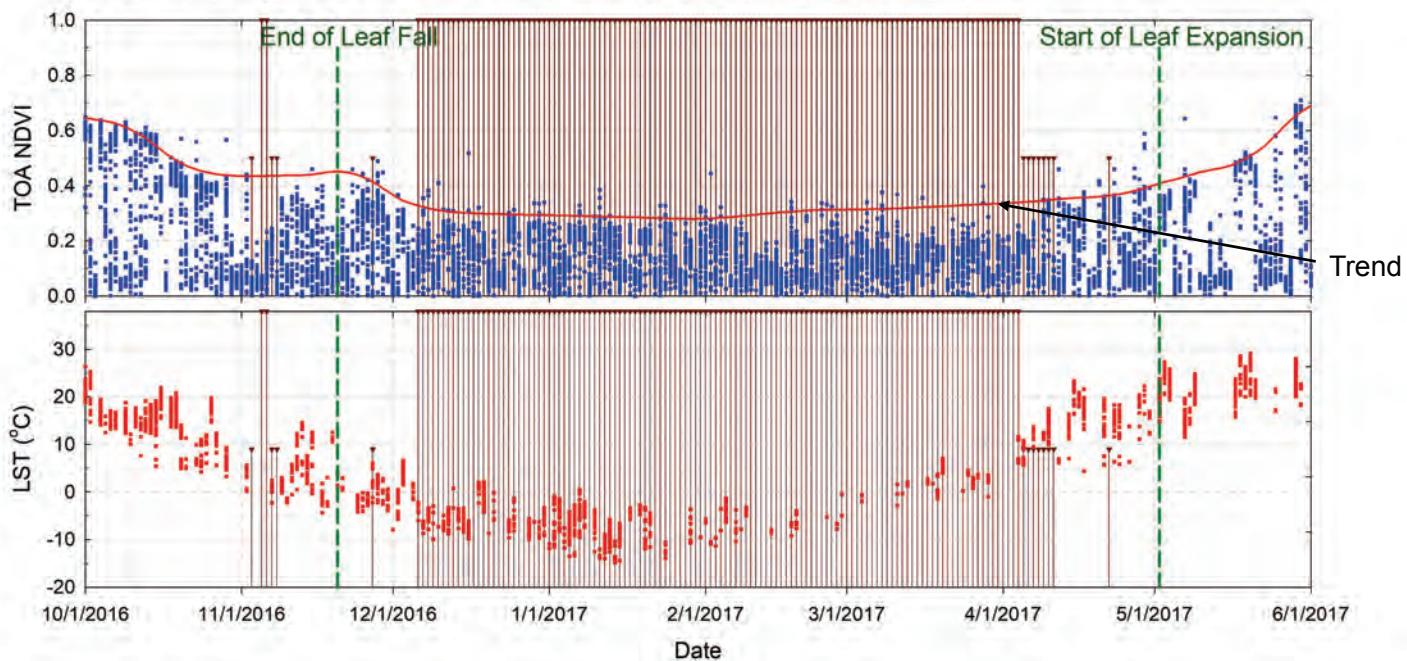
Tomakomai (TOS), Hokkaido: N42.70778, E141.55472, 80 m

1. PEN Site



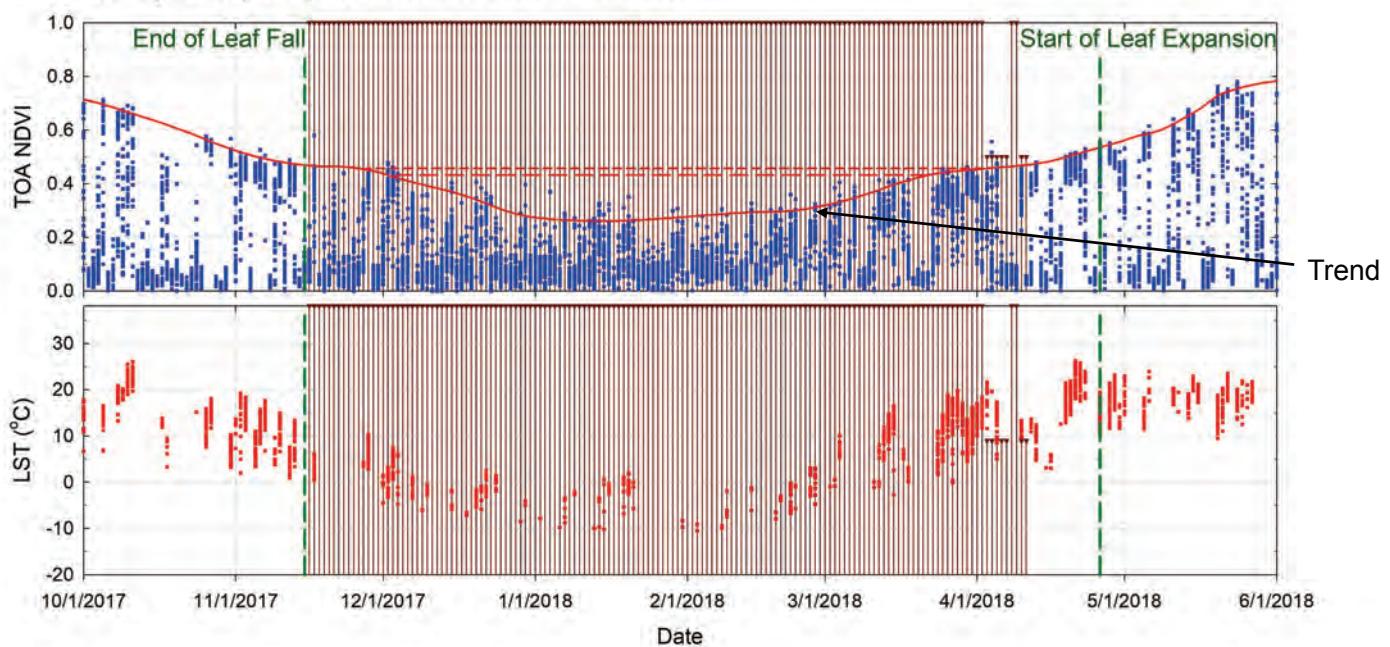
Tomakomai (TOS), Hokkaido: N42.70778, E141.55472, 80 m

1. PEN Site



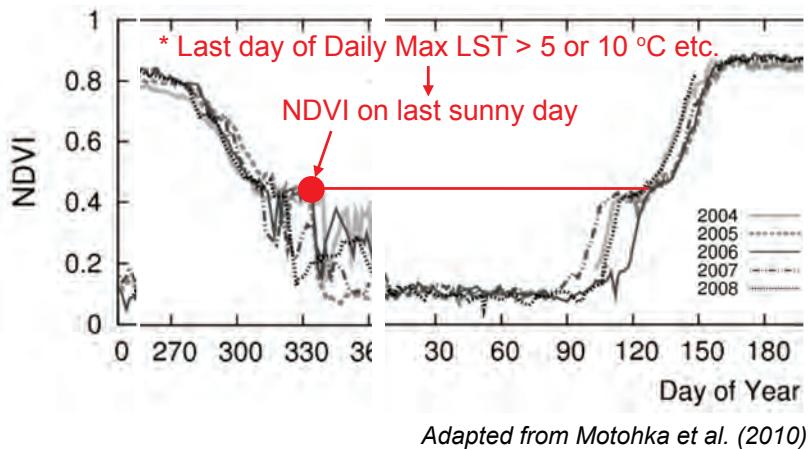
Takayama (TKY): N 36.14611, E 137.42306

2. PEN Site

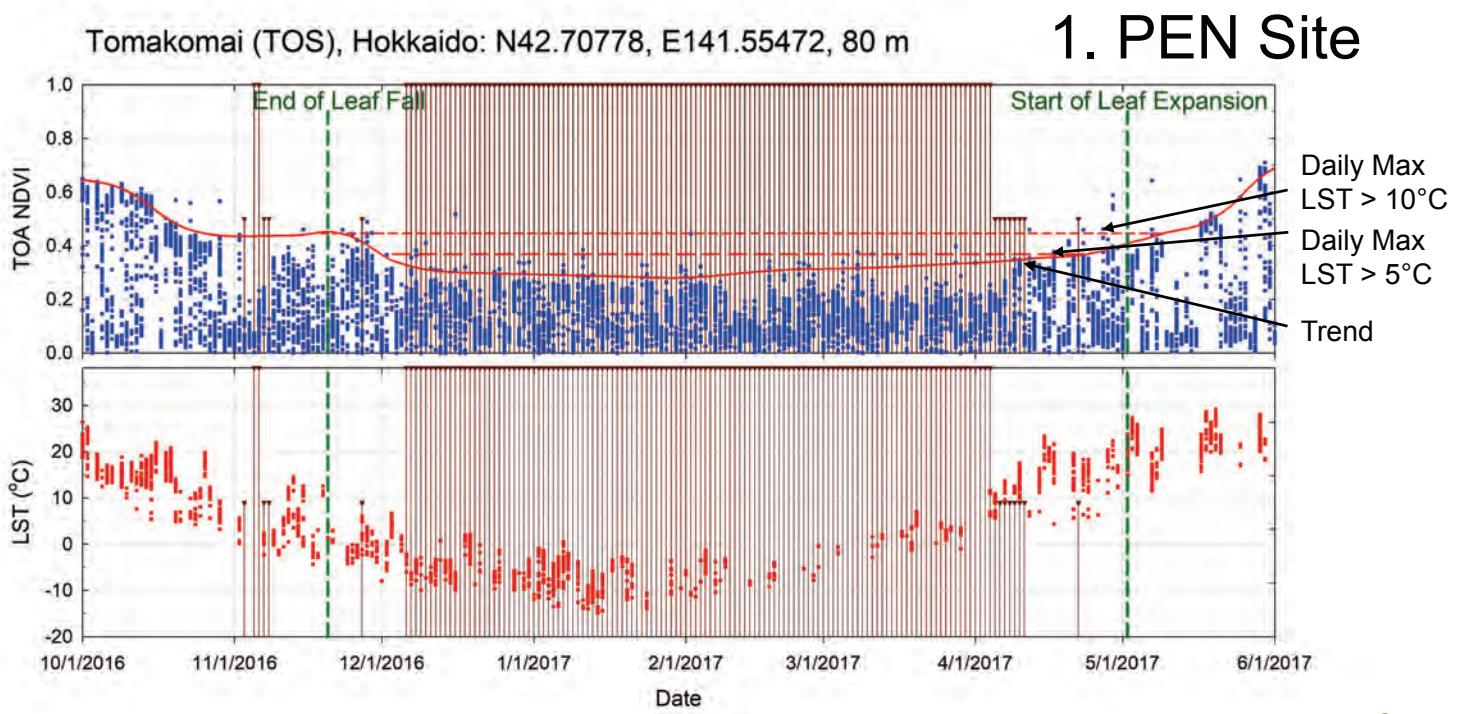


LST-based Snow Compensation Approach for AHI

- Find the NDVI value on the last sunny day before snow cover
- Use the value to compute phenological metrics, e.g., the end of season (EOS) metric (50% threshold)

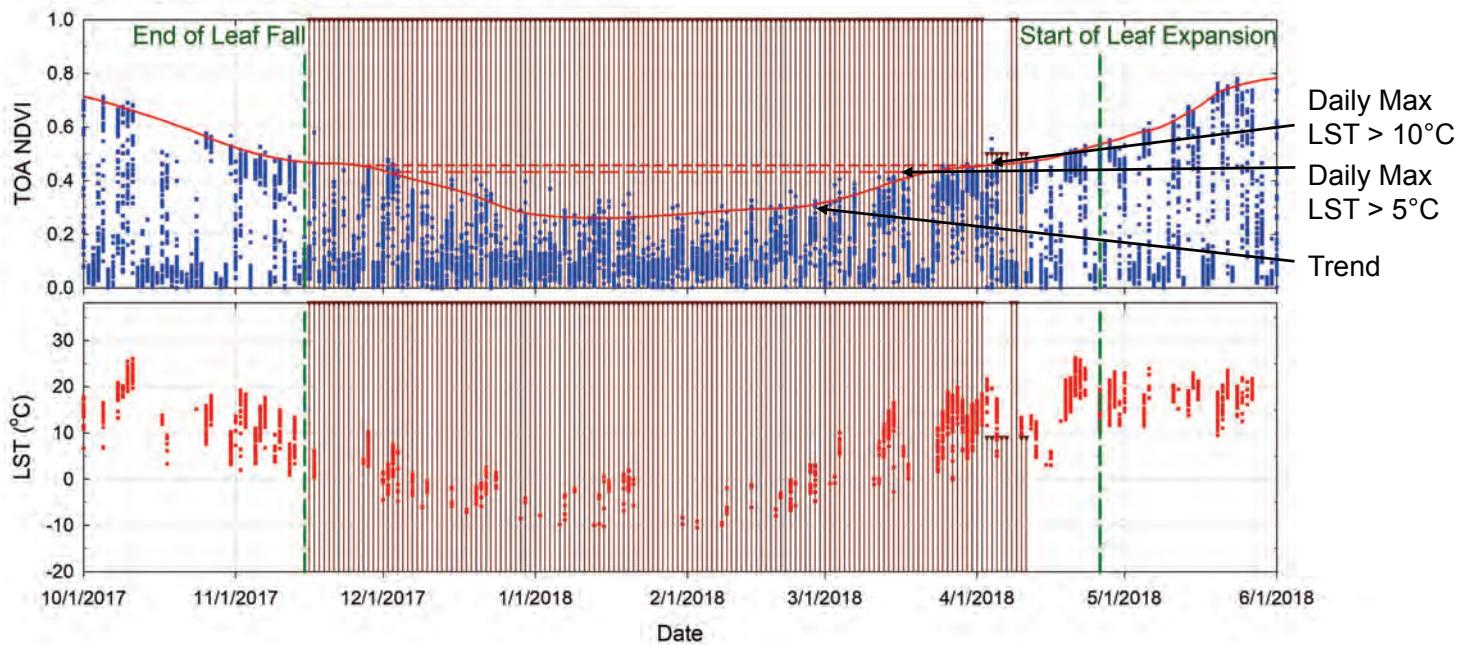


Adapted from Motohka et al. (2010)



Takayama (TKY): N 36.14611, E 137.42306

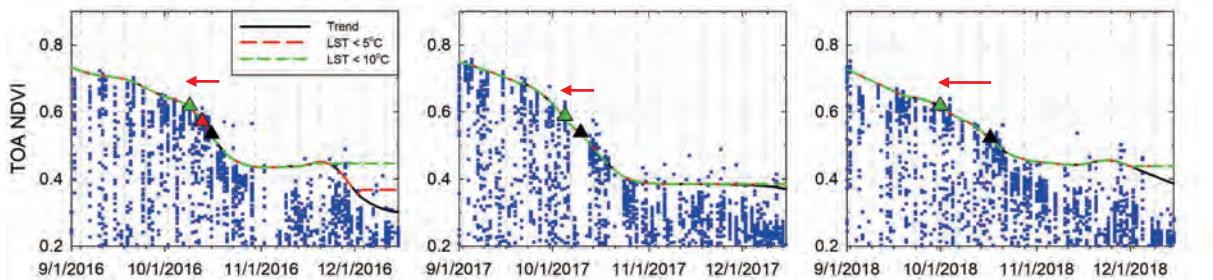
2. PEN Site



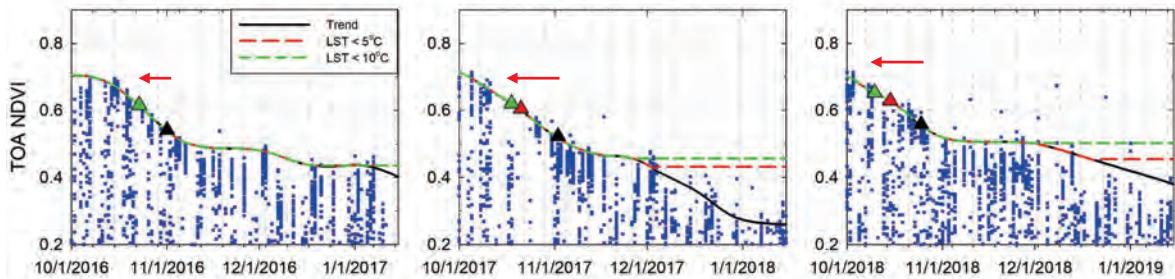
Change in the End of Season Metric with Snow Cover Correction

*The End-of-Season (50%) metric shifted by 4 days to 3 weeks

Tomakomai (TOS), Hokkaido: N42.70778, E141.55472, 80 m



Takayama (TKY): N 36.14611, E 137.42306, 1,420 m



Summary of Findings



- The LST approach effective for AHI NDVI data for reducing the snow cover impact on autumn phenology analysis
 - Hyper-temporal LST analyzed with hyper-temporal NDVI
 - Daily maximum LST < 10°C used as the potential snow cover
 - Shift in the End-of-Season (50%) metric of 4 days to 3 weeks earlier
- Future plan
 - Look further into LST: Best threshold seems to vary
 - Investigate the impact of snow fall before leaf fall
 - Examine NDSI (currently being produced)
 - Compare with *in situ* phenology data for a longer time scale and wider spatial area
- Acknowledgments
 - The Center for Environmental Remote Sensing (CEReS) Joint Research Program
 - Himawari 8/9 gridded data distributed by CEReS, Chiba University, Japan
 - The PEN site PIs of Tomakomai (TOS) and Takayama (TKY) for PEN digital imagery

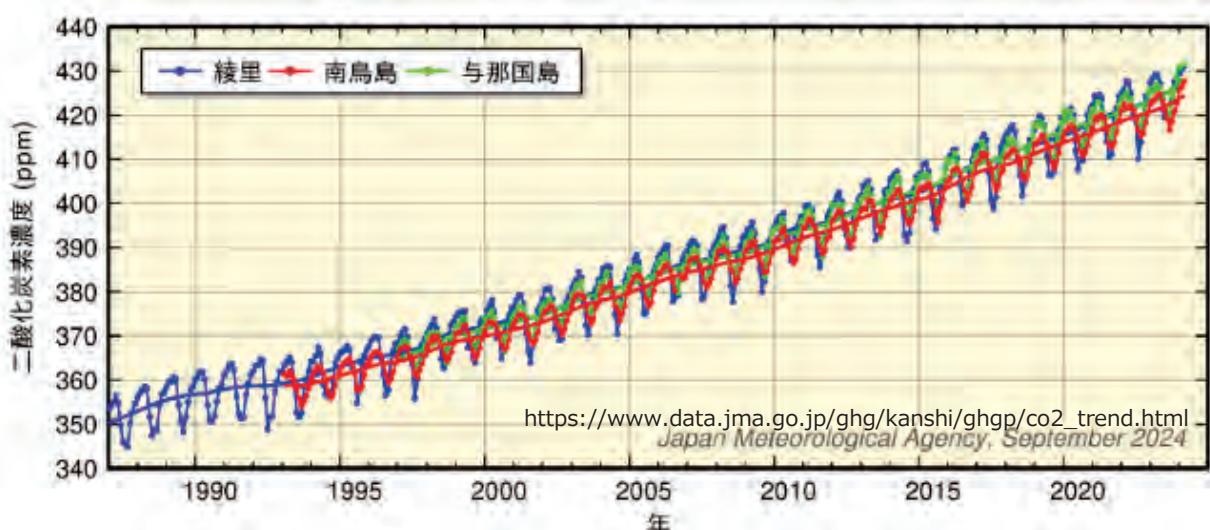
東アジアにおける 陸域植生の光合成機能の評価

高尾勇太(大阪公大)・植山雅仁(大阪公大)

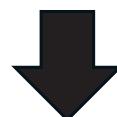
市井和仁(千葉大)・山本雄平(千葉大)・JapanFlux PIs

機関	研究者	サイト名
Bangladesh Agricultural University	Md. Abdul Awal	JP-Nuf, JP-Tdf
Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS	Roman Petrov · Trofim Maximov	RU-Spl, RU-Spp, RU-Elg
Max Planck Institute	小宮秀治郎	JP-Hrt, TH-Kms
Xingjiang Institute of Ecology and Geography	Mingyuan Du	CN-Qhb
岩手大学	松本一穂	JP-Ynf, MY-Lhp
大阪公立大学	植山雅仁	JP-Bby
大阪大学	町村尚	RU-Nel, RU-Neb, RU-Nec
岐阜大学	村岡裕由・斎藤琢	JP-Tky, JP-Tkc
九州大学	久米朋宣	MY-Lhp
国立極地研究所	矢吹裕伯	RU-Spl
信州大学	岩田拓記	JP-Nkm, JP-Saf
森林総合研究所	北村 兼三・高梨 聰・清水 貴範・溝口 康子・松浦 陽次郎・小南 裕志・安田 幸生・井上 裕太	JP-Khw, JP-Sap, JP-Yms, JP-Fjy, KH-Kpt, JP-Khw, JP-Tkb, JP-Sap, RU-Tur, JP-Api
筑波大学	浅沼 順	JP-Tgf, MN-Skt, MN-Kbu
電力中央研究所	中屋 耕	JP-Kzw
東京大学	熊谷 朝臣・羽田 泰彬・高村 直也	MY-Lhp, TH-Kmw, TH-Mmp
東京都立大学	飯島 慶裕	RU-Spl
名古屋大学	小谷 亜由美・太田 岳史・檜山 哲哉	JP-Nuf, JP-Tdf, JP-Mbf, JP-Mmf, JP-Smf, RU-Spp, RU-Elg, RU-Spl
農研機構	小野 圭介・下田 星児・滝本 貴弘	JP-Mse, JP-Tgf, JP-Hc2, JP-Hc3
弘前大学	石田 祐宣	JP-Srk
北海道大学	高木健太郎・石川 守・平野 高司・中路 達郎・加藤 知道	JP-Tse, JP-Fmt, MN-Udl, JP-Tmk, JP-Sr1, JP-Sr2, ID-Puf, ID-Pdf, ID-Pbf, JP-Toc, CN-Qhb
琉球大学	谷口 真吾	JP-Ynf
国立環境研究所	高橋 善幸・平田 竜一・Qinxue Wang・井手 玲子	MN-Nik, MN-Hst, JP-Fhk, JP-Tmk
北海道立総合研究機構	大久保 晋治郎	JP-Tmk, JP-Sr1, JP-Sr2, ID-Pbf, ID-Pdf, ID-Puf
國立台灣大學	中井 太郎	JP-Mmf, JP-Mbf

はじめに

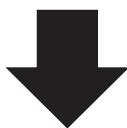


地球温暖化の理解と予測には炭素循環の解明が必要

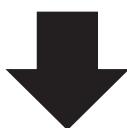


光合成特性の評価が必要

東アジアの陸域植生の光合成機能の評価



- ・ フラックス観測データから光合成機能の逆推定
- ・ 機械学習によって光合成機能の変動要因を解析



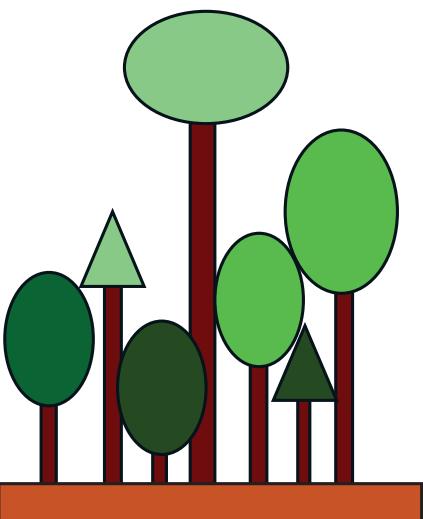
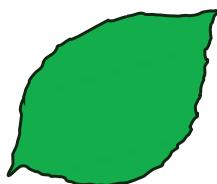
衛星データを用いて広域化

手法：光合成能力

最大カルボキシル化速度(V_{Cmax25})

→ 光合成速度に影響を与える重要なパラメータ

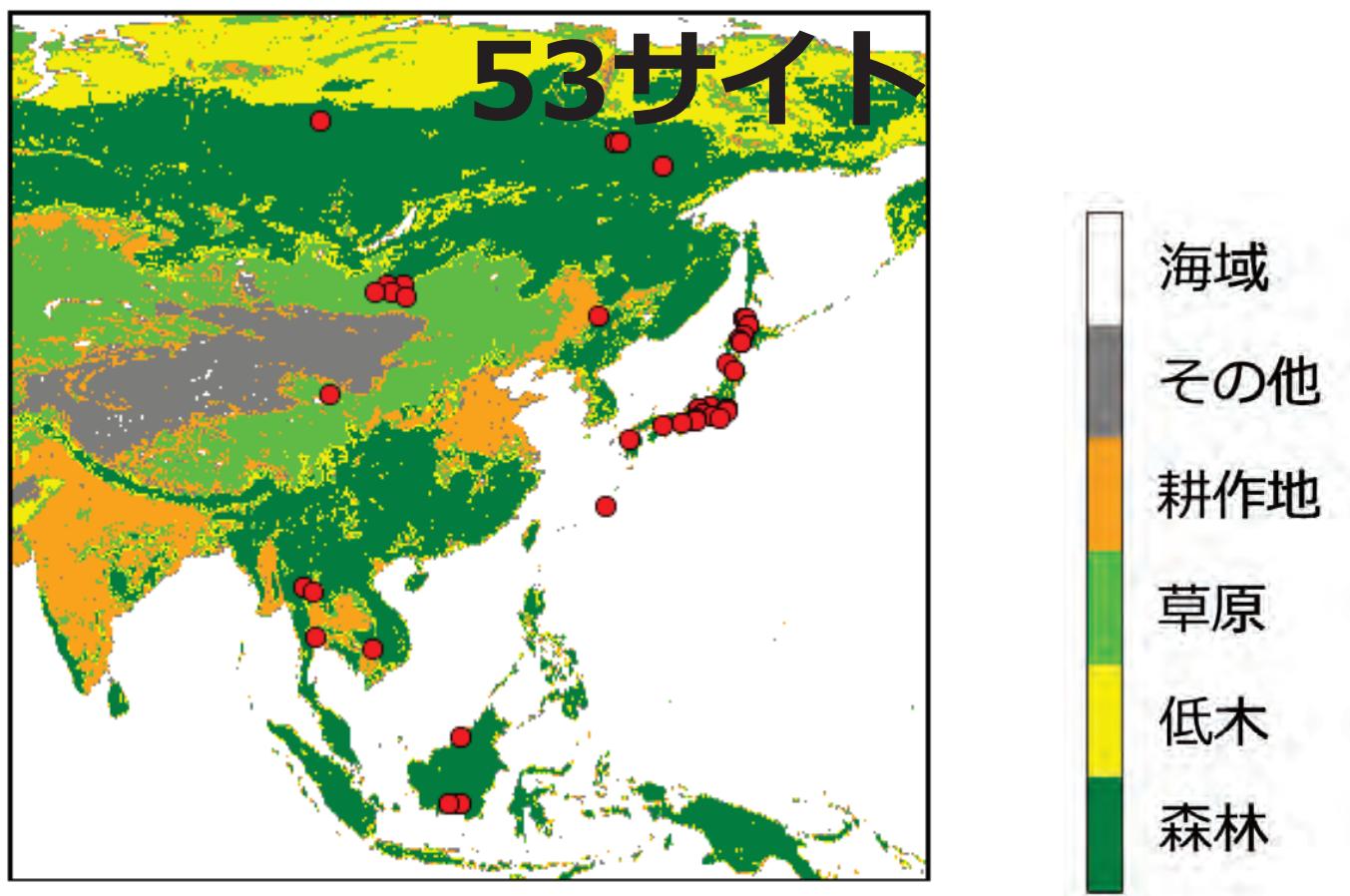
- ・ 渦相関法のデータ
- ・ 群落光合成モデル



個葉スケール



群落スケール



手法：モデル

群落光合成モデル (Ueyama et al., 2020)を使用

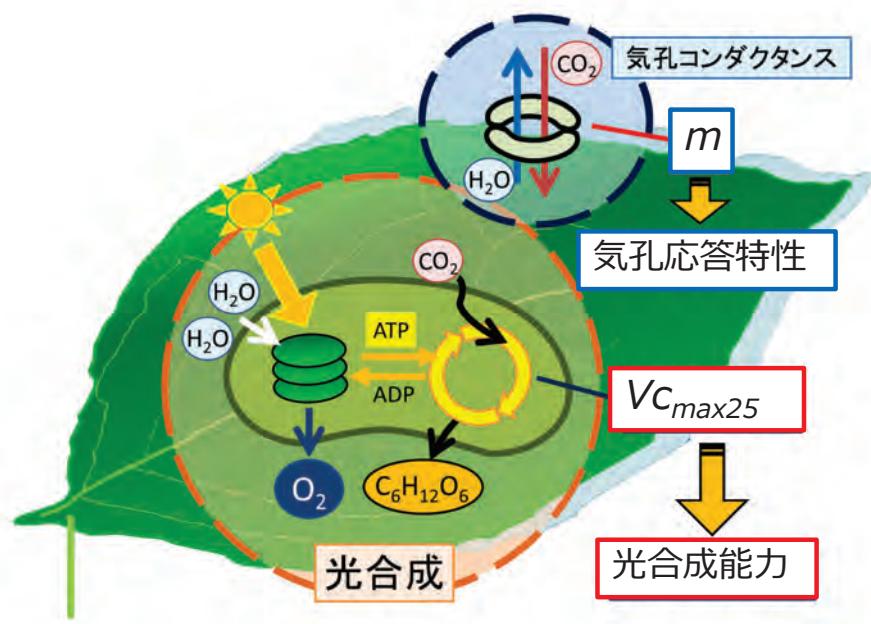
光合成モデル Farquhar et al., 1980

気孔コンダクタンスモデル Ball et al., 1987

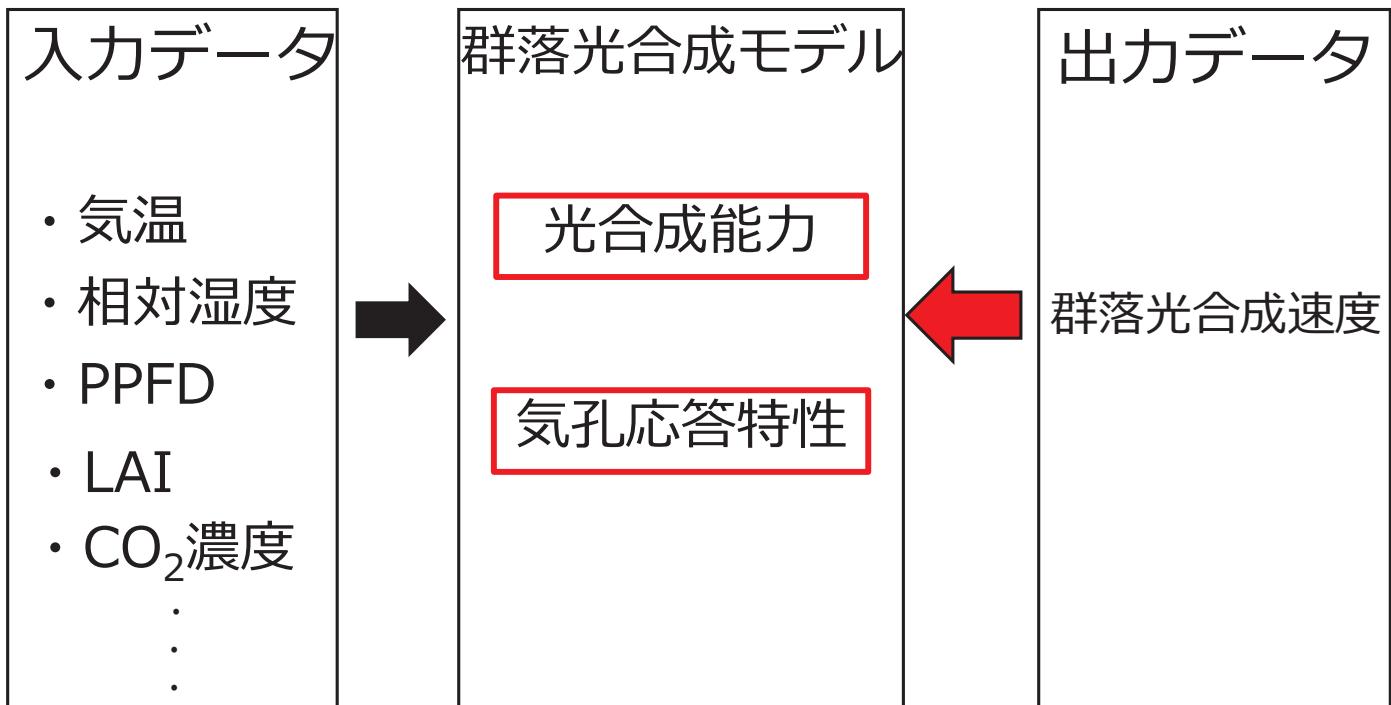
放射伝達モデル de Pury & Farquhar., 1997

植物生理特性

- ・ 気孔応答特性
- ・ 光合成能力

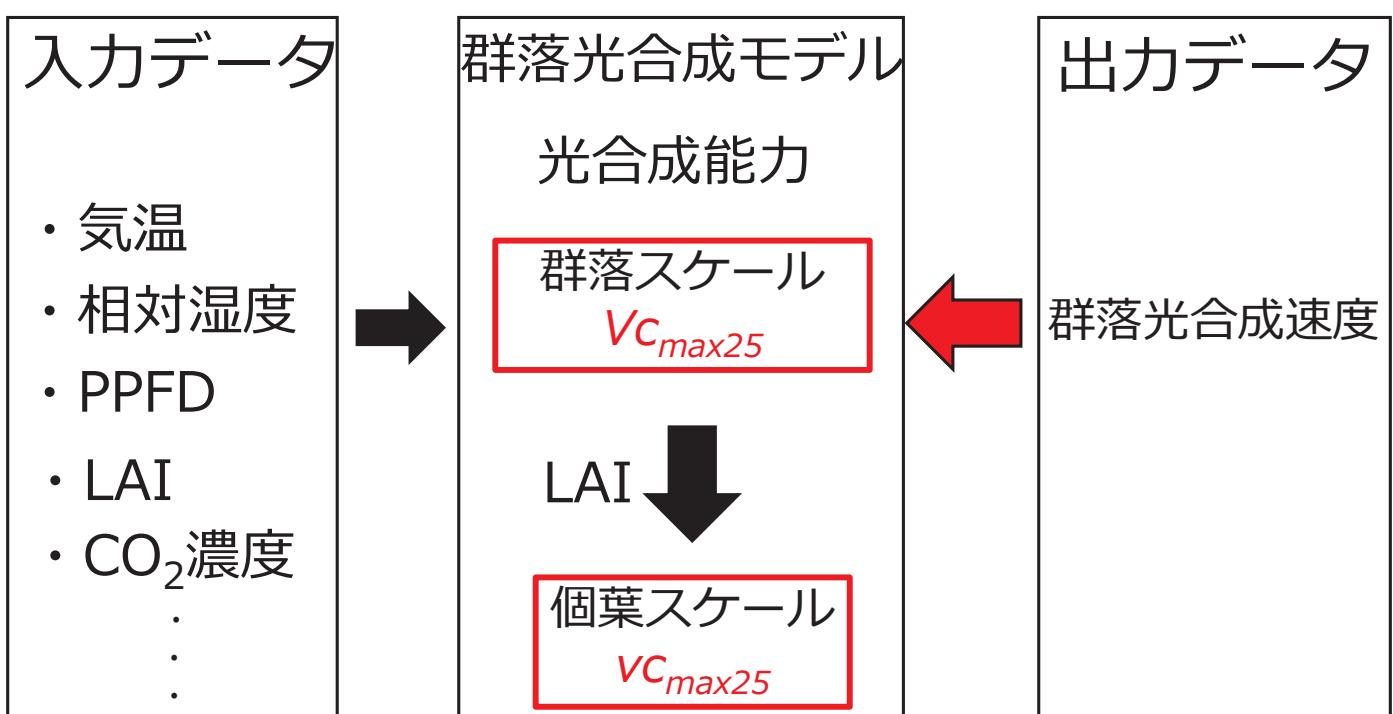


群落光合成モデル (Ueyama et al., 2020)を使用

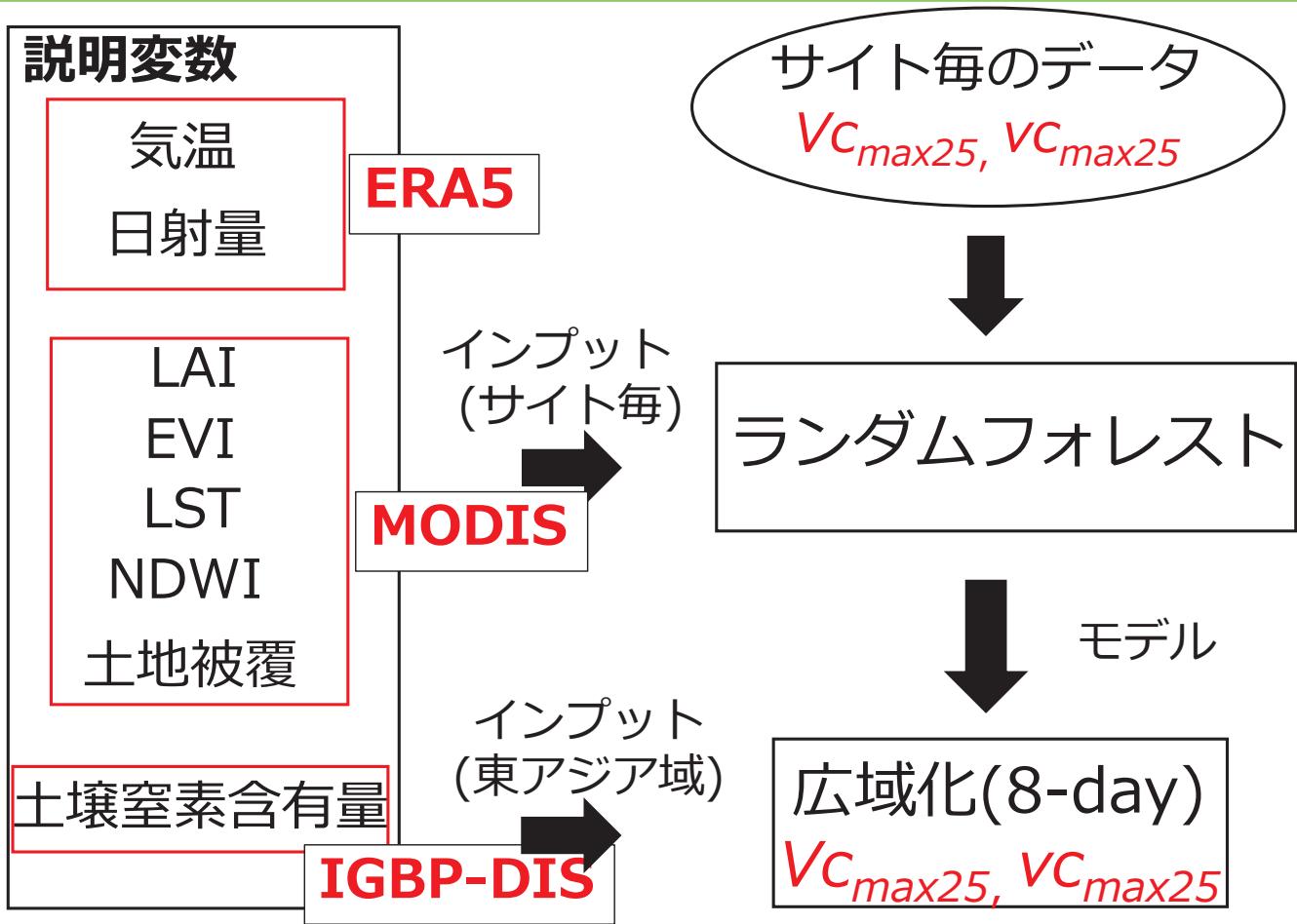


光合成パラメータと気孔応答特性の逆推定

窒素の分配モデルによって個葉スケールを推定

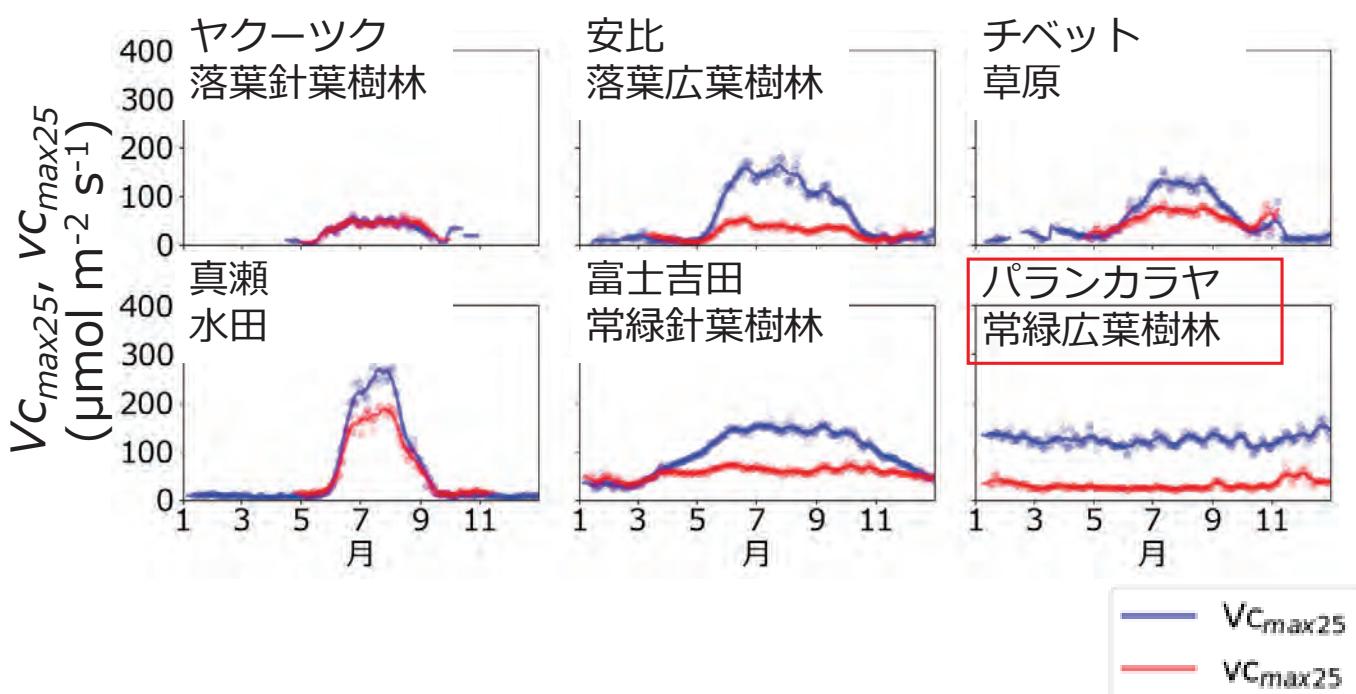


Vc_{max25} と vc_{max25} を日毎に算出



結果：植物生理特性の季節変化

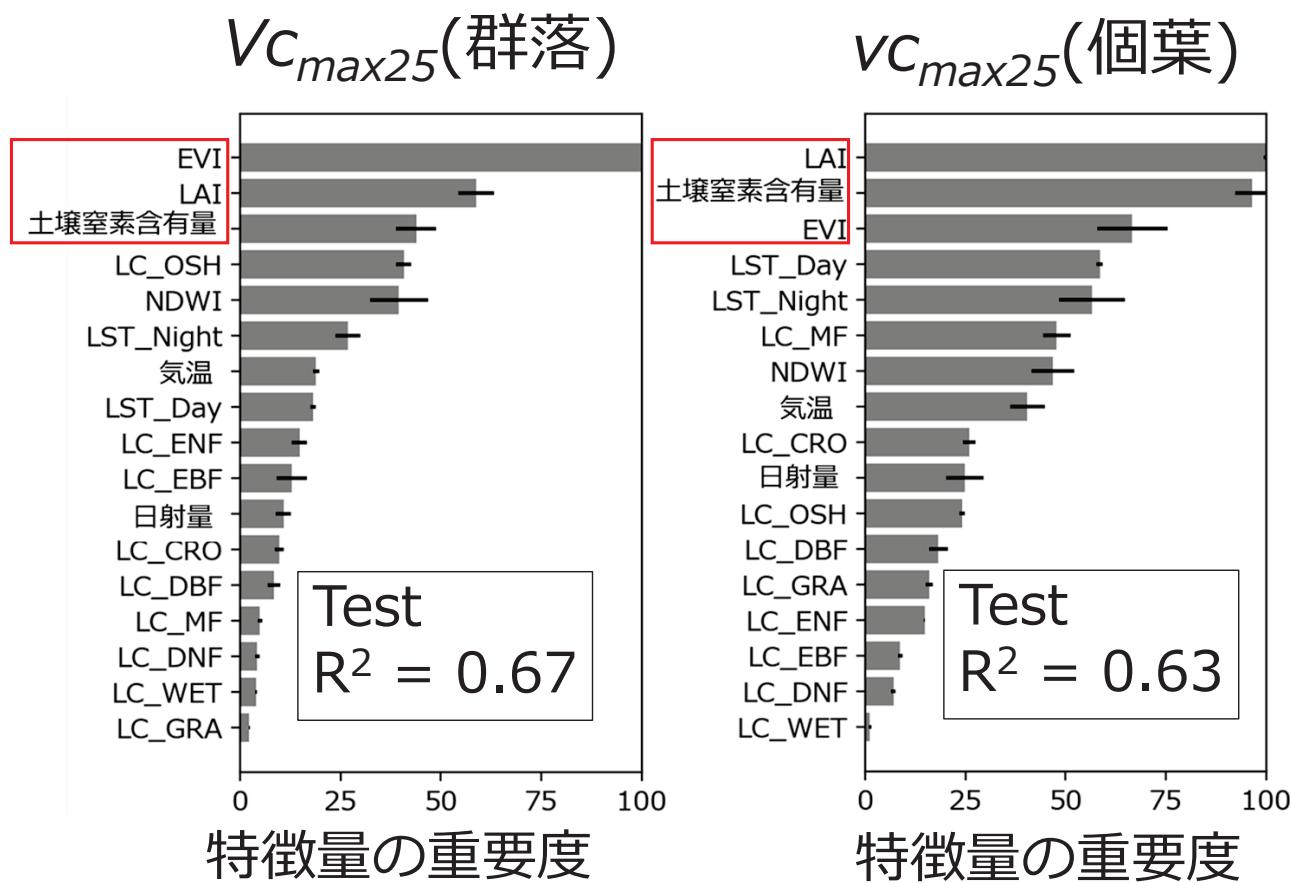
11



光合成能力は常緑広葉樹林以外では季節が明瞭

結果： VC_{max25} , VC_{max25} の変動要因

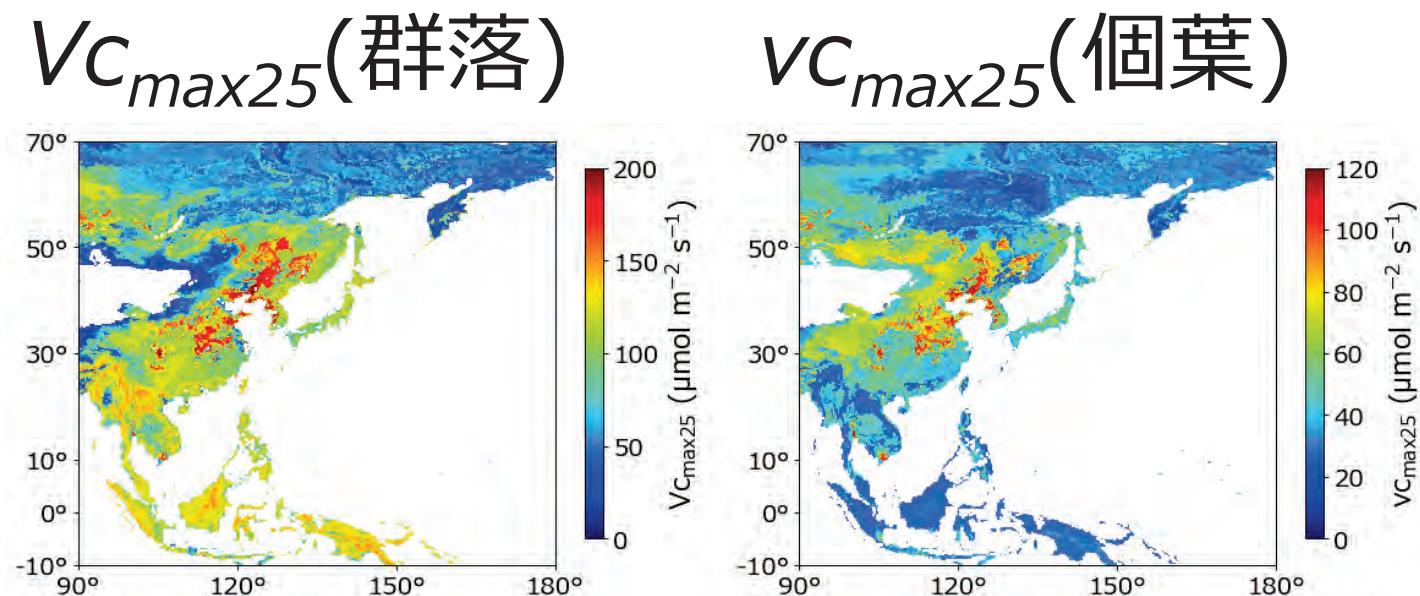
12



結果： VC_{max25} , VC_{max25} の空間分布

13

2020年7月



目的 : 東アジアの陸域植生の光合成機能の評価

結果

- ・光合成能力はEVIやLAIが重要。
- ・光合成能力には土壤窒素含有量が重要。



衛星データ等によって広域推定ができる可能性

課題

- ・葉のクロロフィル含有量を考慮する。



Monthly electricity consumption in Bali Province and their relationship with VIIRS night-time lights data

Wayan Gede Ariastina*, **Abd. Rahman As-syakur****, Takahiro Osawa***,
I Nyoman Satya Kumara*, Duman Care Khrisne*, I Made Arsa Suyadnya*

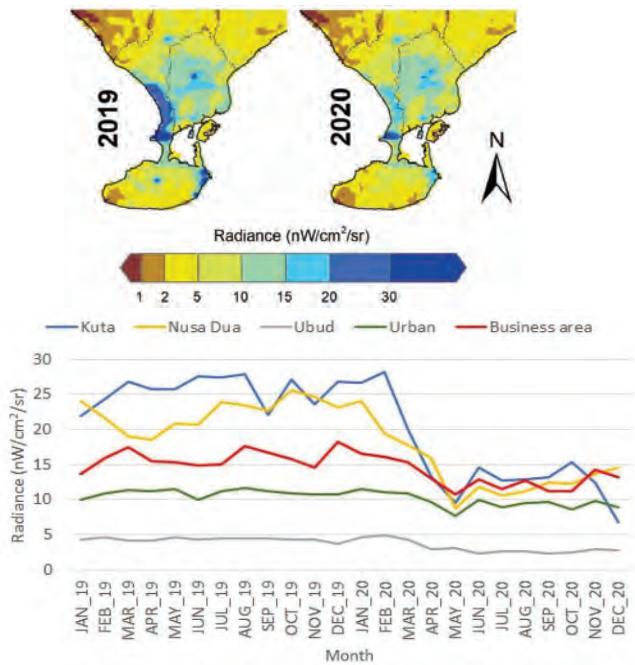
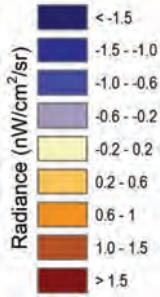
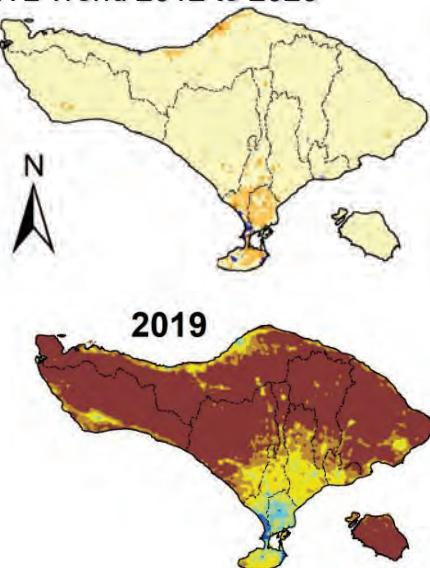
*Department of Electrical Engineering, Udayana University

**Center for Environmental Studies (PPLH), Udayana University

***YUCARS Yamaguchi University

Introductions

NTL Trend 2012 to 2020



NTL data is very important for developing countries, and has a strong relationship with economic growth and electricity consumption.

On the other hand, electricity consumption data is generally the total of a region, making it difficult to plan at a specific location.

Introductions

Before Covid-19 Pandemic
(Jan 2020)



Kuta

After/During Covid-19 Pandemic
(Sep 2021)

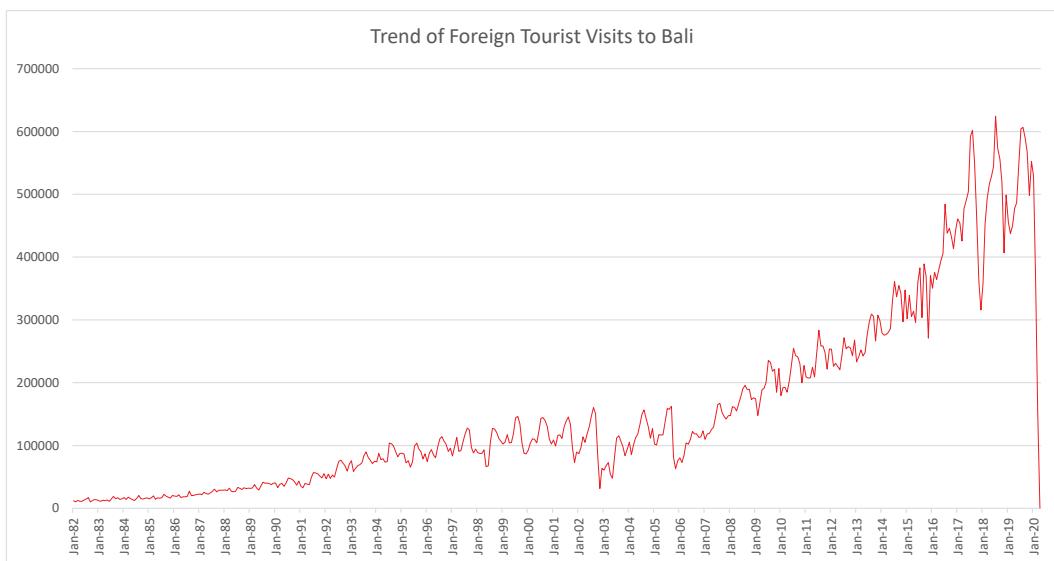


Today
Feb 2025



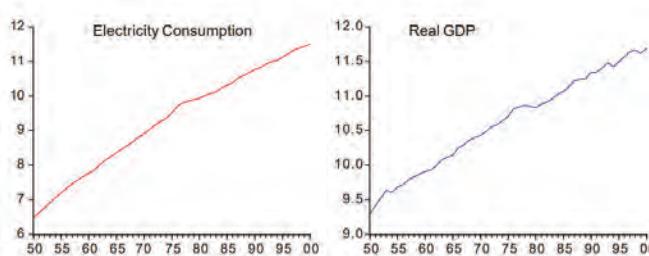
Introductions

Foreign Tourist Visits to Bali until April 2020



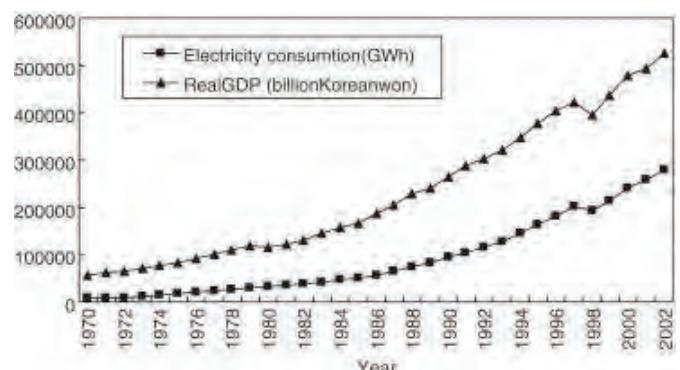
Introductions

Electricity consumption and economic growth



Case in Turkey (Altinay and Karagol, 2005)

Case in Suth Korea (Yoo, 2005)



Introductions

Previous study relationship between Electricity consumption and NTL

Goiu et al (2020) in Xi'an, China

TABLE 4. The correlation coefficient matrix between EC and variables.

	EC	NTL _{Min}	NTL _{Max}	NTL _{Mean}	NTL _{Total}
EC	1	-.523**	.570**	.041	.876**

AC Townsend, DA Brucel (2010) in Australia

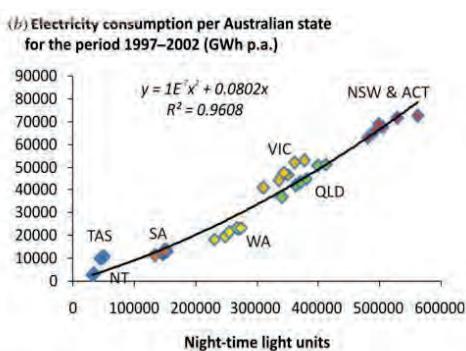
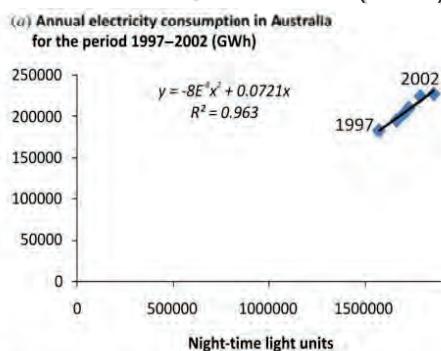


Figure 8. The sum of night-time lights for the years 1997 – 2002 versus electricity consumption for (a) the whole of Australia and (b) per Australian state or territory.

Introductions

- Nowadays satellite remote sensing can provide earth information to study spatial-temporal condition of environment. To understanding such as land, atmosphere and ocean condition
- This study use Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) instrument is aboard the joint NASA/NOAA Suomi National Polar-orbiting Partnership (Suomi NPP) to get NTL data



- The aims of this study is to determine the relationship between monthly electricity consumption and monthly NTL in Bali Province.

Data & Analysis

Study area: Bali, Indonesia

Data:

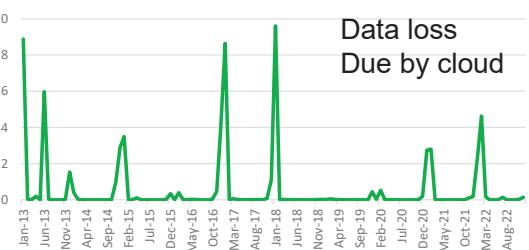
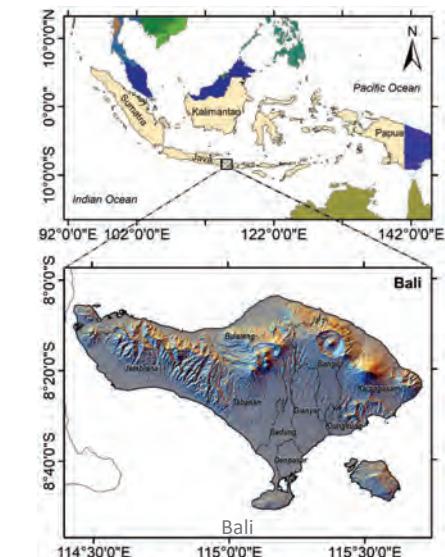
- Electricity Consumption from Jan 2018 until May 2022 (PLN) (53 Month)
- Nighttime light (NTL) from Jan 2018 until May 2022 (NPP-VIIRS DNB Remote Sensing Data)
- Two type of data, no noise remove and noise remove as recommended by Elvidge et al. (2017) (removed such ground noise by masking NTL values < 0.6 nanowatt/cm²/sr)
- Lag analysis was also conducted in this study.

Method:

Monthly comparison with linear relationship

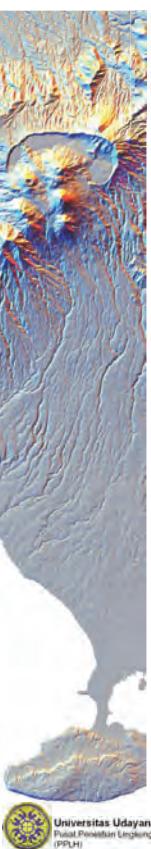
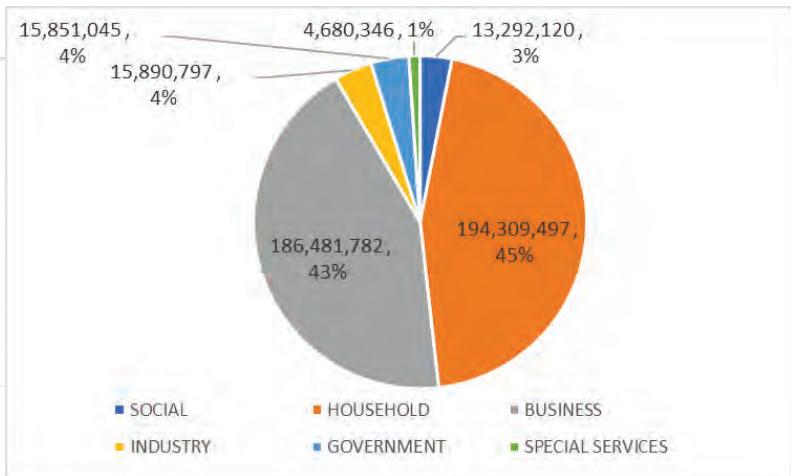
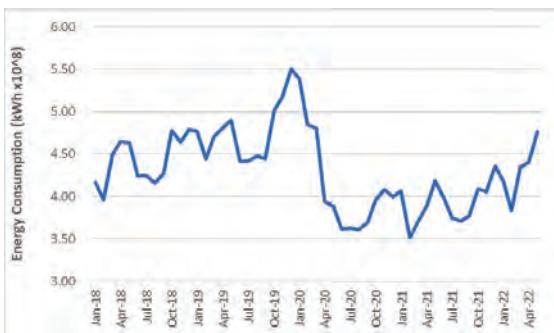
$$NTL_{Mean} = (\sum_{i=T}^{DN_{max}} (n_i \times DN_i)) / num$$

$$NTL_{Total} = \sum_{i=T}^{DN_{max}} (n_i \times DN_i)$$



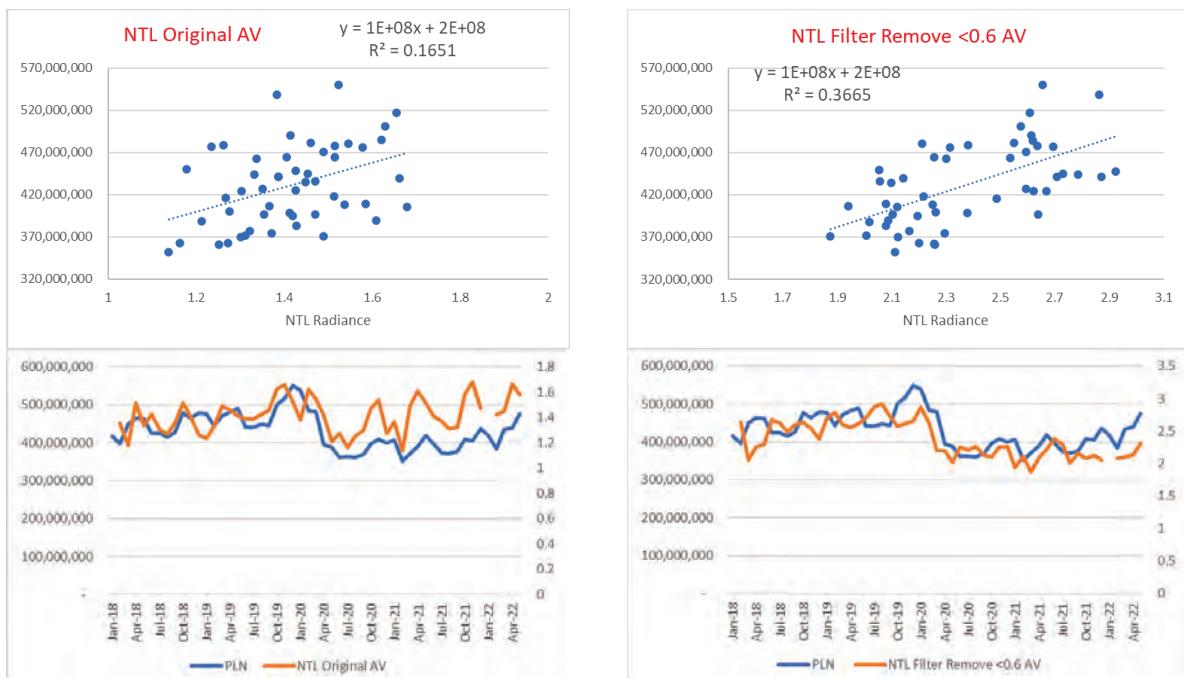
Results

Electricity CONSUMPTION during Jan 2018 to May 2022, monthly trend and average in each consumer sector



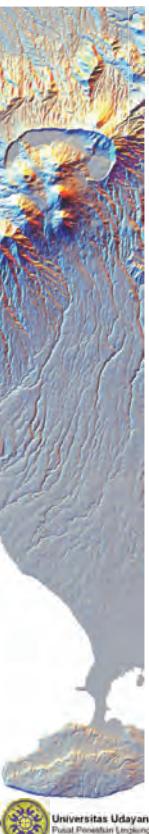
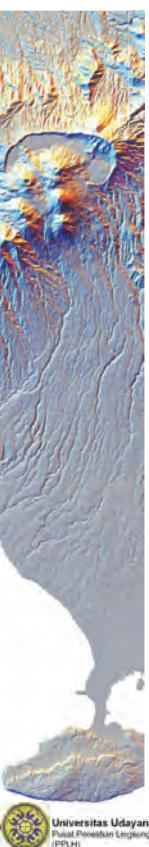
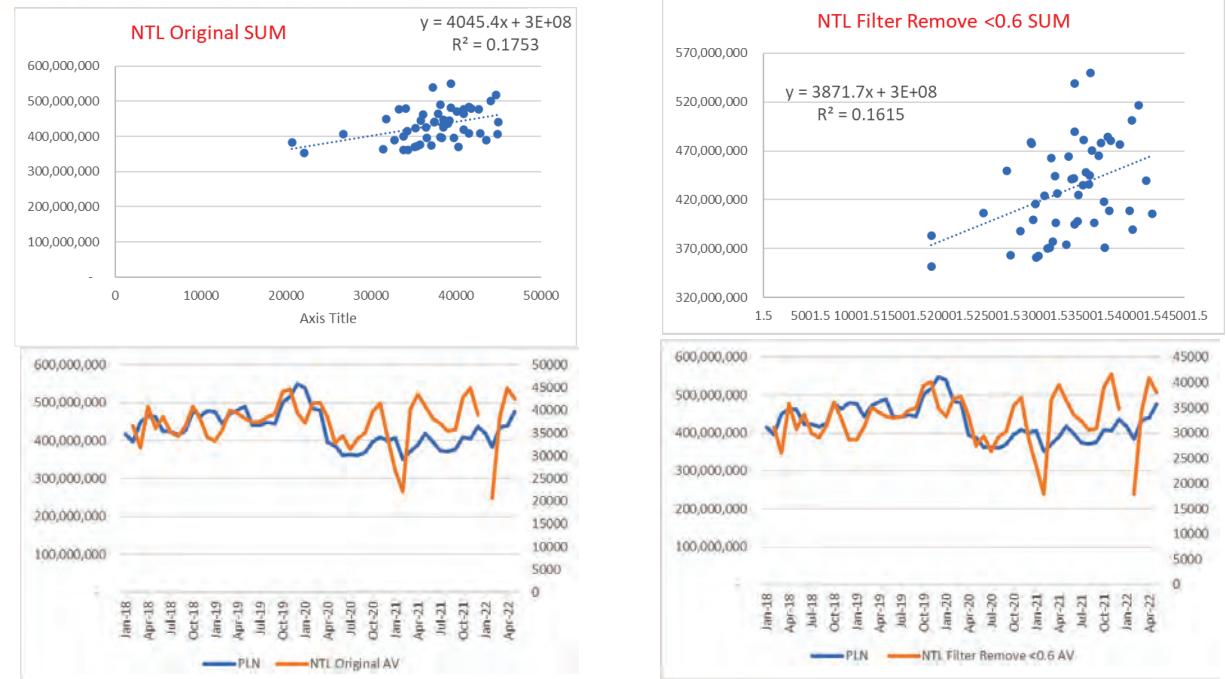
Results

NTL average with electricity consumption



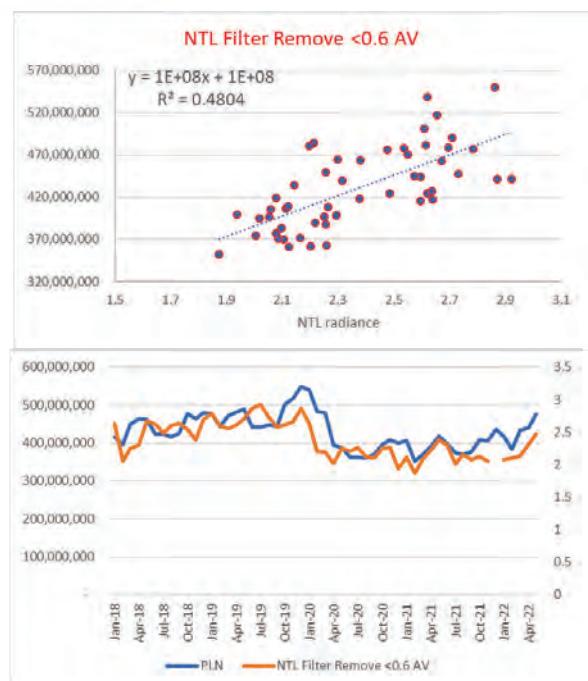
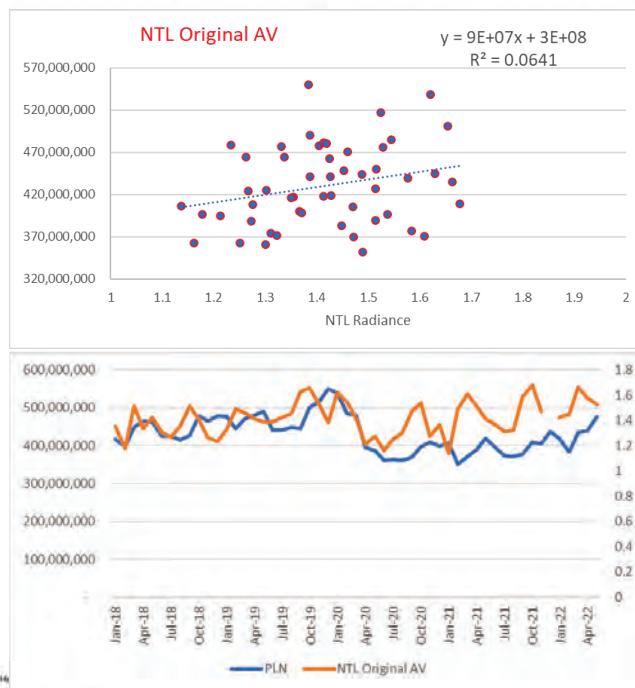
Results

NTL SUM with electricity consumption



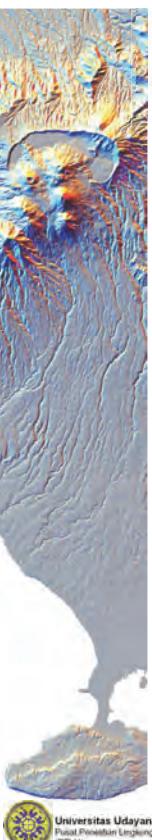
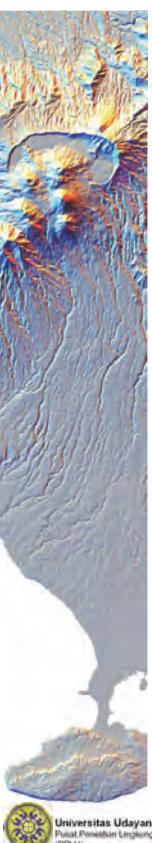
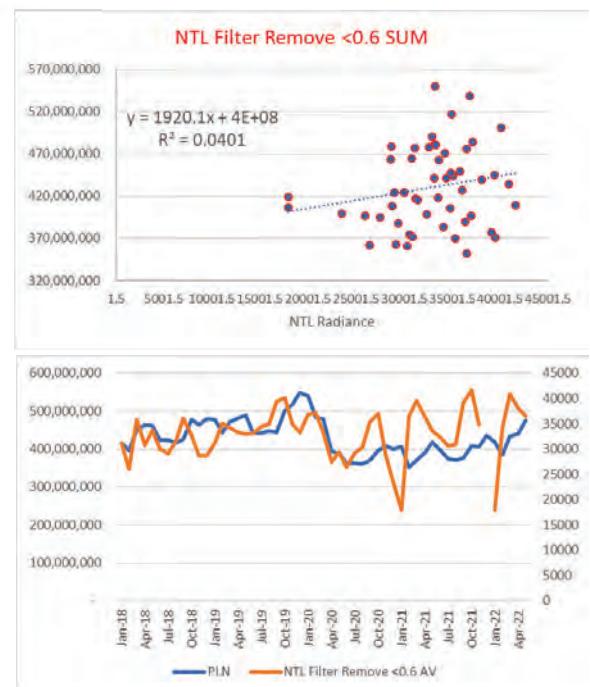
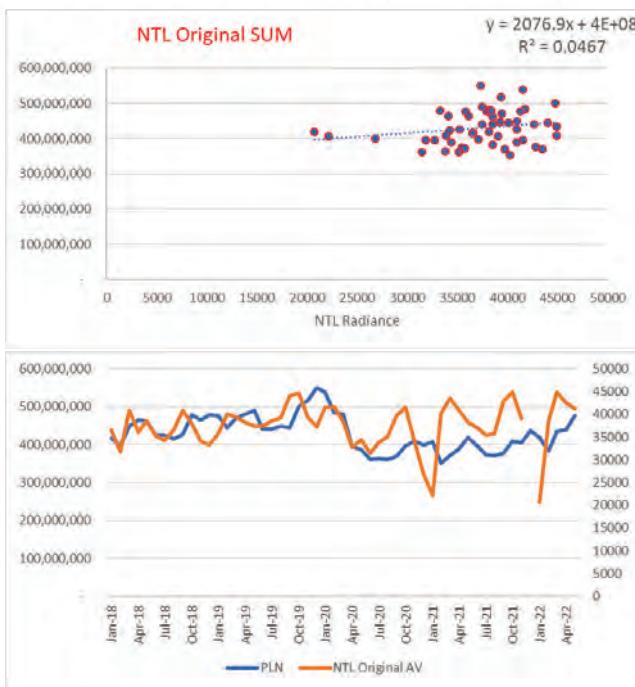
Results

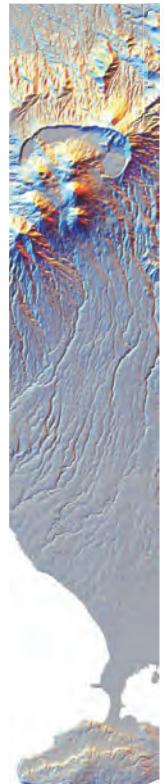
NTL average with one month lag of electricity consumption



Results

NTL SUM with one month lag of electricity consumption





Conclusion

- There is a significant ($p < 0.01$) relationship between NTL average with electricity consumption in Bali Province.
- The highest correlation was obtained in data after noise removal with a lag of one month for electricity consumption.
- The high correlation at one month lag occurs because the electricity record data for the current month is calculated in the following month.
- Further works has been planned particularly to find correlations of the nighttime image with the amount of electricity energy consumption in specific area such as in Kuta or Denpasar city in each consumer sector.



TERIMA KASIH

ありがとうございます

**Thank you
for your attention**

分光計による水分『量』観測の可能性について —波長との関係—

2025年2月20日

○大前宏和¹, 三宅俊子¹, ヨサファット²

1 株式会社センテンシア
2 千葉大学

Sentencia Corporation

発表概要

1. はじめに
2. 計測機器, 計測状況の説明
3. 計測結果
4. 解析内容と結果
5. 考察と課題
6. まとめ

1.はじめに

- ・ 昨年、近赤外イメージング分光計の撮像データから、積雪の水分検知について転移学習による分類を行った内容についてポスター発表を行った
- ・ 濡れているか、いないか、について積雪と路面についての分類は大よそ可能ではないかという結論に至った
- ・ 今回、この近赤外イメージング分光計を用いて『水分量』を求めることが可能か？について実験を行ない、解析を行った。
- ・ 積雪内での水分についての結果とはなるが、今後土壤水分『量』などへの拡張を検討している→後述

*実験については、防災科学研究所、JAXAの協力を得て実施した

2.計測機器,計測状況の説明

計測機器：近赤外小型2次元画像分光器=nSiS(nir Small imaging Spectrometer)
近赤外域の波長で計測範囲の『分光画像』を取得する

- ✓ 計測波長:900nm~1700nm→**今回は1000nm~1600nm範囲の画像で評価**
- ✓ 計測画像:上記の波長範囲を20nm毎に40画像
- ✓ 計測範囲:1m先の20cm四方

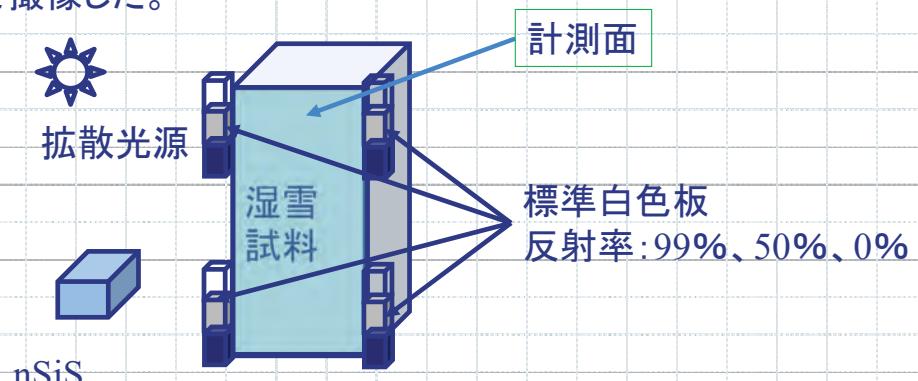
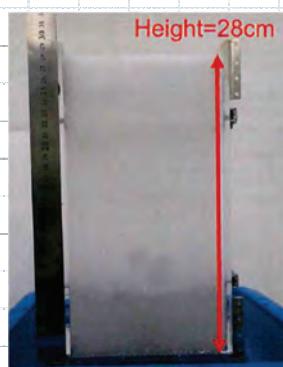
その他のセンサ仕様

- 画素数:128×128
- ピクセルサイズ:□20μm InGaAs素子
- 分光方式:回折格子
- 外形:163mm×100mm×75mm



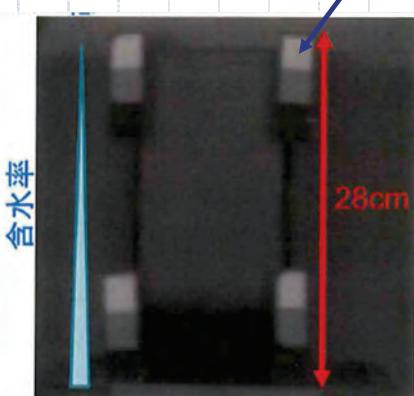
2. 計測機器, 計測状況の説明

- ・低温室内に湿雪試料をセット。
- ・湿雪試料は篩に掛けた積雪を透明ケースに充填
- ・拡散光源の下で、nSiSで撮像した。



3. 計測結果

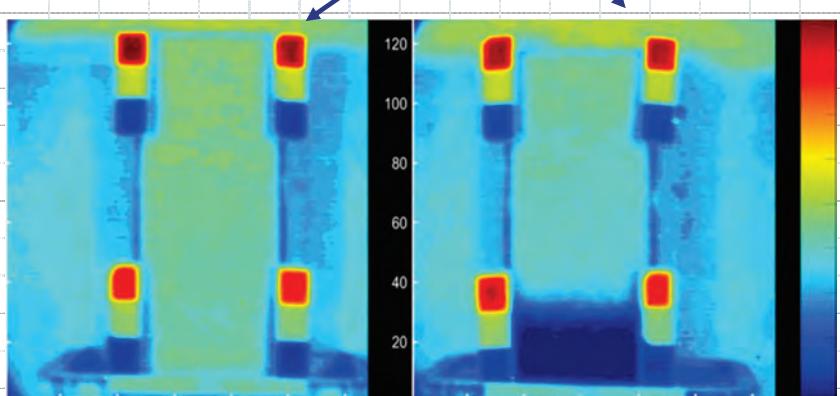
✓撮像画像
(各波長5画像の平均画像)



→標準白色板のDN値を基に

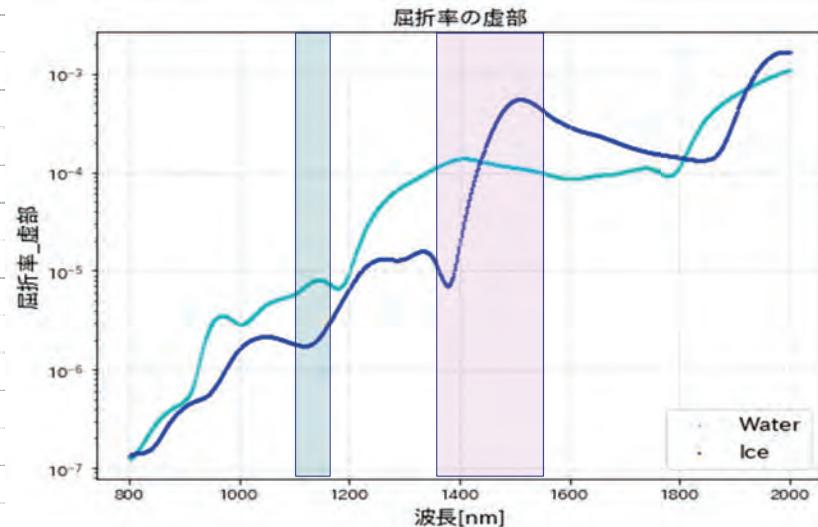
標準白色板
反射率: 99%、50%、0%

→ 反射率画像



3. 計測結果

先行研究に基づき、氷及び水の屈折率の虚数部を比較することが水分検知には有効であるので、この波長域での撮像データを比較した

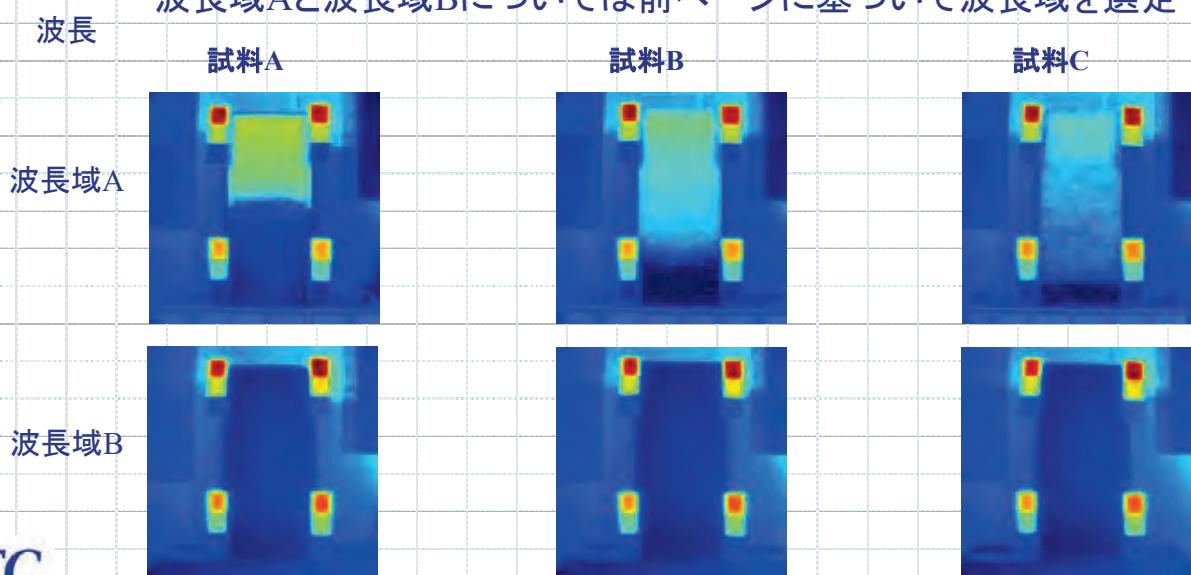


IceとWaterの屈折率の虚部の差が大きい波長域を選択した。

屈折率データ
Ice: Warren and Brandt 2008
Water: Hale&Querry 1973

3. 計測結果

反射率画像を3つの試料別(=粒径別)に示した。
波長域Aと波長域Bについては前ページに基づいて波長域を選定



4. 解析内容と結果

* 波長により明らかに反射率が異なることが分かったので、水に対する反応性を示すと思われる以下の指標SWIxを考えた。(NDVIに相当?)

* 2つの波長域の反射率から指標値を求め指標値画像を作成した。

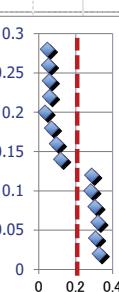
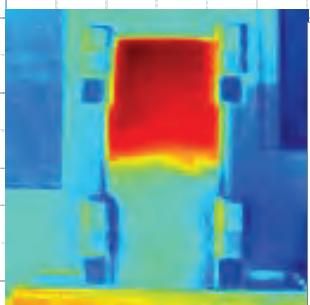
SWIx : Snow/Water Index

$$\text{SWIx} = \frac{\text{Ref}(\lambda 1) - \text{Ref}(\lambda 2)}{\text{Ref}(\lambda 1) + \text{Ref}(\lambda 2)}$$

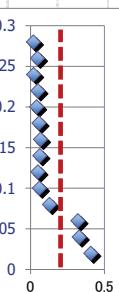
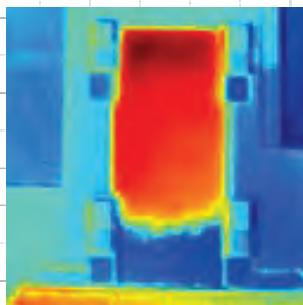
4. 解析内容と結果

作成した指標率画像と含水率を比較しその相関状況を試料別(粒径別)に以下に示す

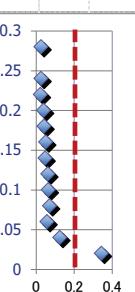
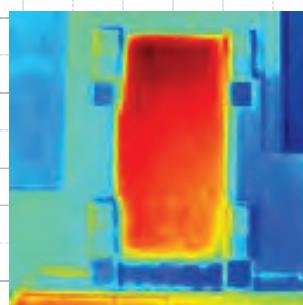
試料A(粒径0.5mm)



試料B(粒径1.0mm)



試料C(粒径2.0mm)



含水率がおよそ20%を境に区分出来るような画像となった

4. 解析内容と結果

この指標画像をもとに、
含水率(WC)と比較するために、直線近似として

$$WC = a * SWIx + b \text{ , 相関係数 } R$$

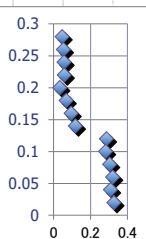
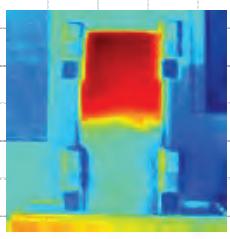
を求めた。

含水率→水分『量』の指標

4. 解析内容と結果

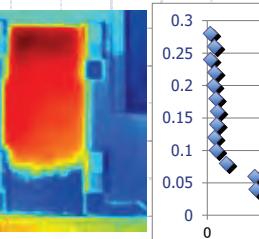
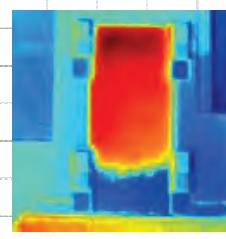
作成した指標率画像と含水率を比較し、その相関状況を粒径別に以下に示す。

粒径 0.5mm



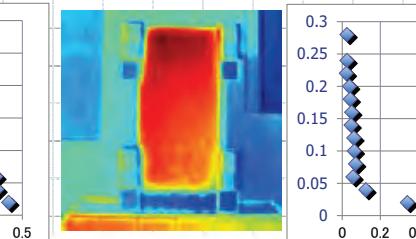
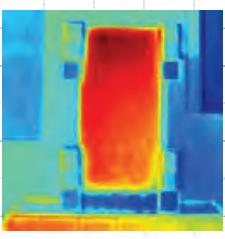
$R = 0.51$

1.0mm



$R = 0.89$

2.0mm



$R = 0.23$

5. 考察と課題

* 指標と含水率の相関は選択する波長に依存する可能性がある

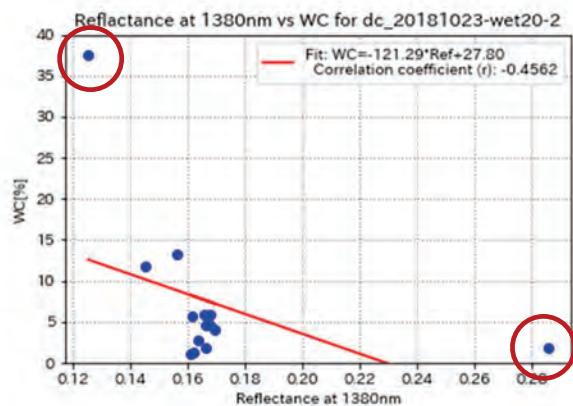
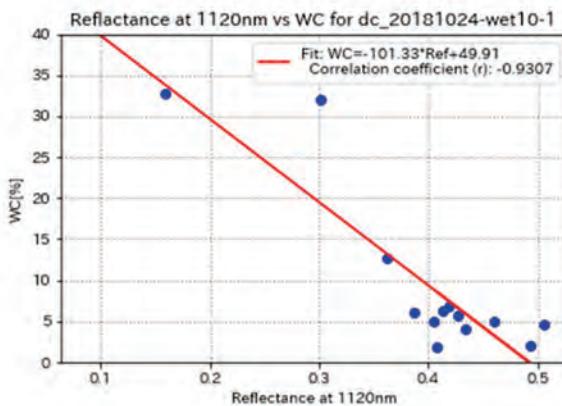
* 指標作成時と同様に单一波長 λi の平均反射率(Ref)と含水率(WC)の相関を求めた。

直線近似 $WC = a * Ref(\lambda i) + b$, 相関係数R

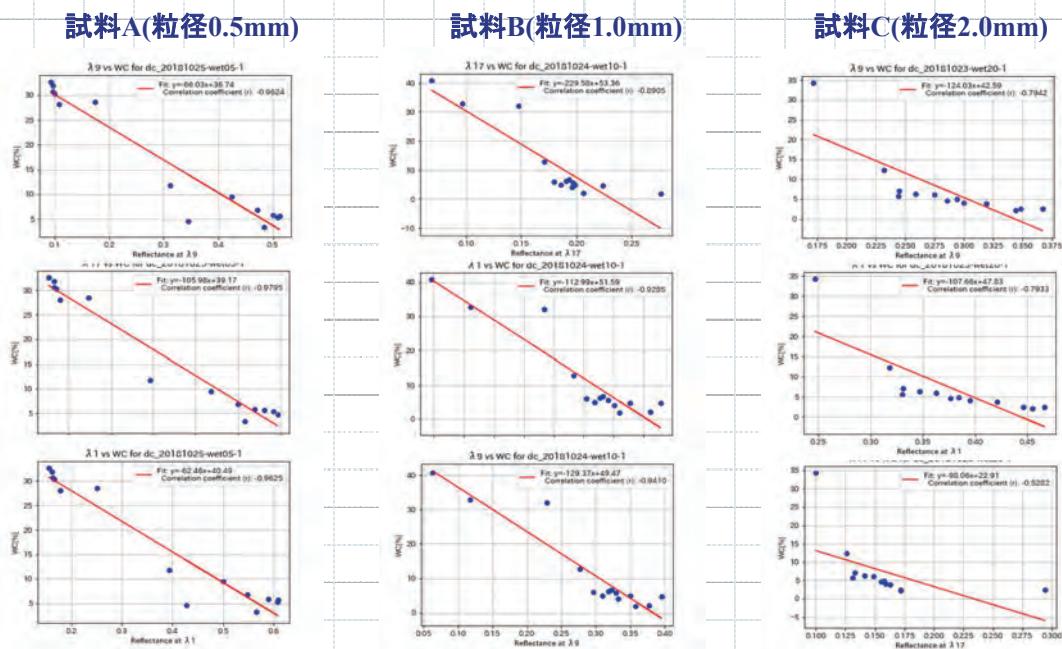
(注)单一波長での相関は将来的な計測手段簡便化というEngineeringとしても有意義であると考えた。

5. 考察と課題

指標画像を作成した際に用いた波長範囲から選定した2つの波長の相関図の例

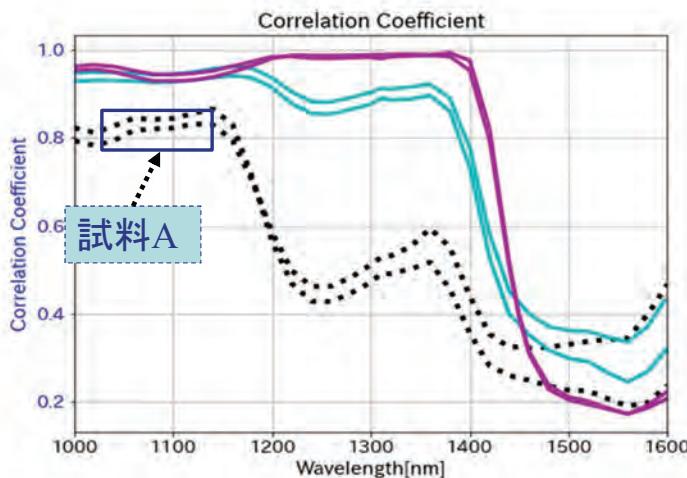


5. 考察と課題



5. 考察と課題

- ✓ 含水率と反射率の相関係数Rの波長分布を図示し、試料毎に高Rの波長範囲を求め、水分量計測に適した波長範囲を調査した



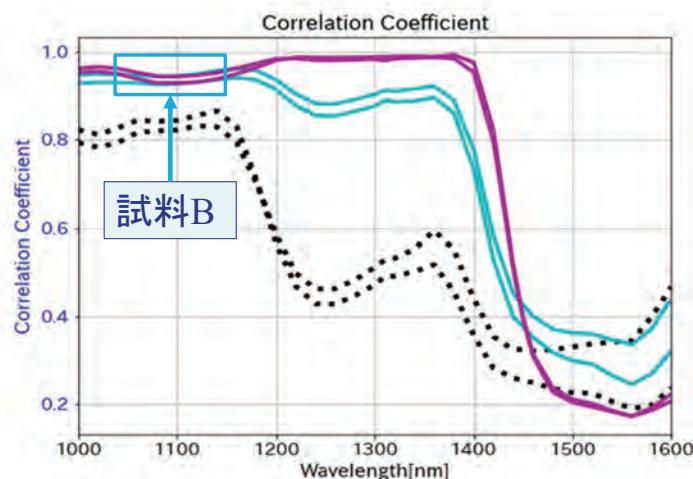
大きな相関係数Rを示す波長範囲



平均的に大きい+急激な変化しない

5. 考察と課題

✓ 試料Bの場合



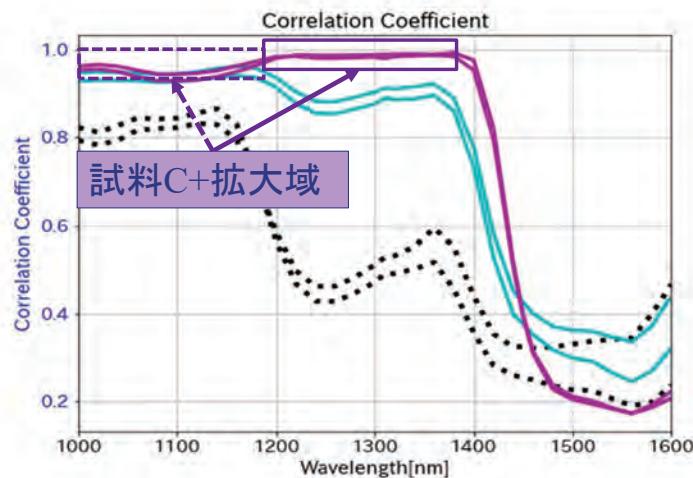
大きな相関係数Rを示す波長範囲



平均的に大きい+急激な変化しない

5. 考察と課題

✓ 試料Cの場合



大きな相関係数Rを示す波長範囲

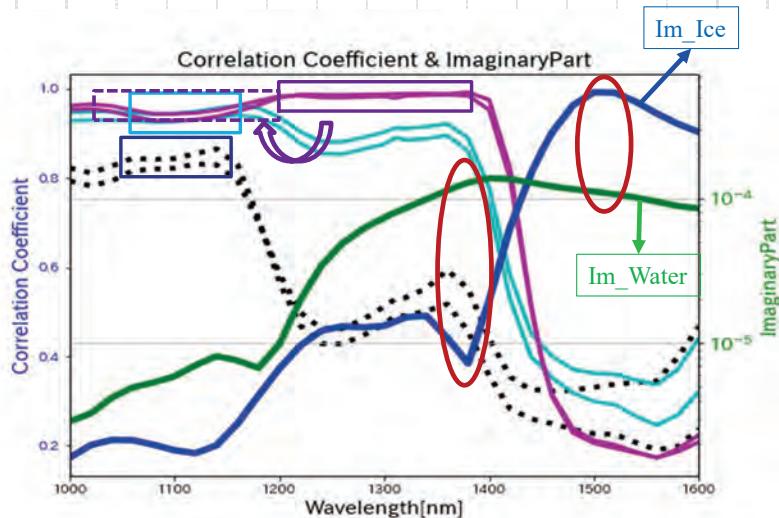


平均的に大きい+急激な変化しない

今回の試料3つについての結果
をまとめると...

5. 考察と課題

- ✓ それぞれの範囲と屈折率の虚部と見比べると...



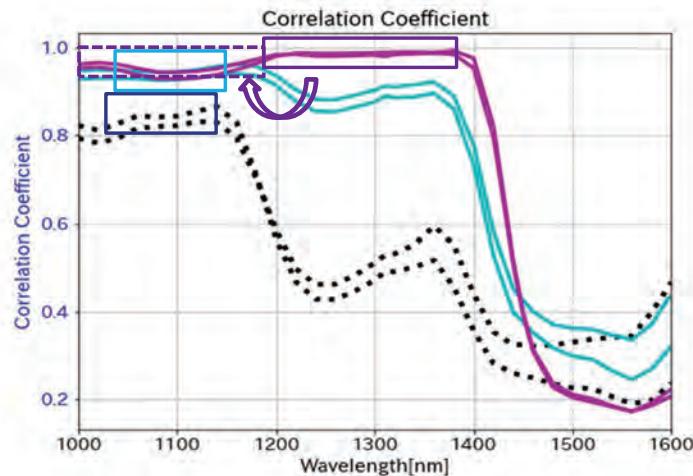
今回のデータからは、
 * 水と氷の屈折率虚部の差が大き
 くて水の分離には有利とされる
 1400nm付近

というよりは

* 含水率(水分『量』)と反射率の相
 関が高い波長域は水と氷の屈折率
 の差が小さい/もしくは急激な変化
 の無い波長域のように見える...

5. 考察と課題

- ✓ 水分量を求めるために有用な波長範囲は...



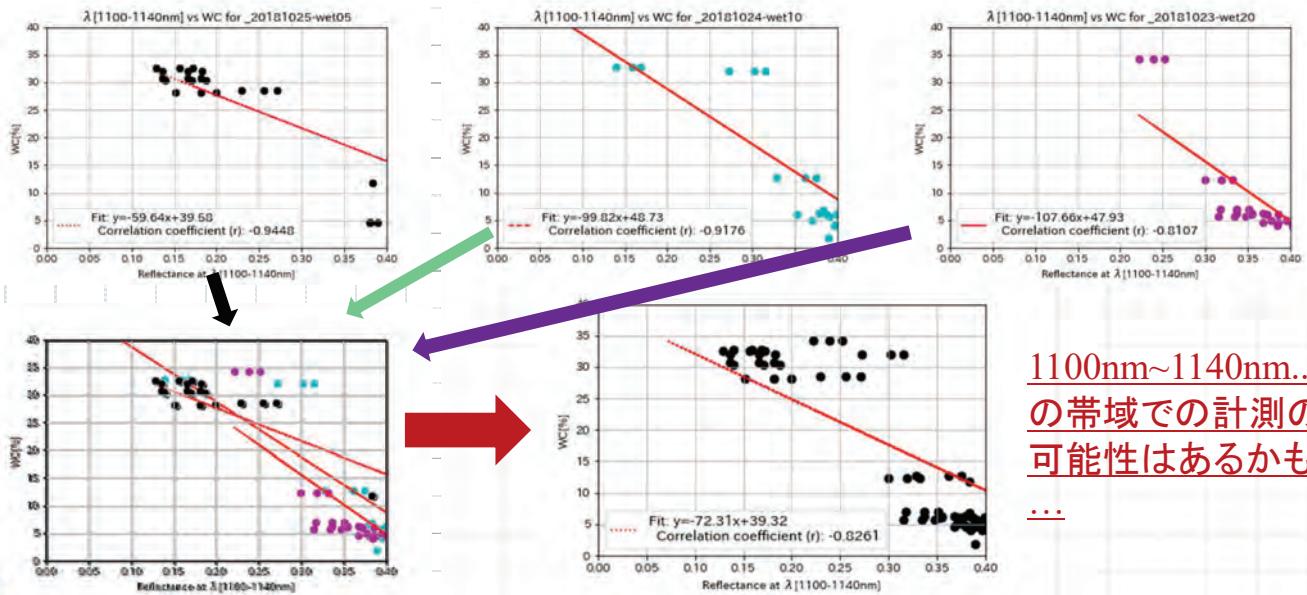
*密度、粒径に違いがある試料でも
 その大きい相関係数を持つ波長範
 囲については、

含水率=水分『量』を近赤外光の反
 射率から求めるにあたっては、
 1100nm~1140nm...の帯域での計測
 が有用のように思われる。

試料の各種パラメータ(密度、粒径など)の違いについての解析はできていない

5. 考察と課題

そこで、1100nm-1140nmの波長域での含水率と反射率を図示すると



6. まとめ

* 反射率と積雪含水率の相関の高い波長域を屈折率の虚数部と比較しての考察としたが、統計量と物理量の比較であって物理的な関係性については明確ではない。

* これまで、乾雪と湿雪の反射率が異なることで水分の有無の観測可能性について、IceとWaterの虚部の差が大きいことがその波長での反射率の違いになると考えられてきたが、IceとWaterの虚部の値が比較的近い、もしくはその値の小さい波長域、あるいはその差の急激な変化の無い波長域の方が水分量を求めるには優位なのかもしれない？という結果になった。

* 計測例が少なく結論とするには早いと考えるが、計測手法の簡便化という意味では単一波長計測への示唆を得たのかもしれない
→衛星リモセンのように可視光域も考慮できる可能性もあるかもしれない…

* この結果を土壤水分量推定への手法として使えるかを検討している

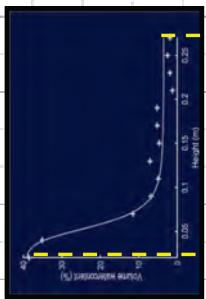
6.まとめ、というか今後の検討方向...

* 土壤水分への拡張  VG Model  積雪内水分量分布

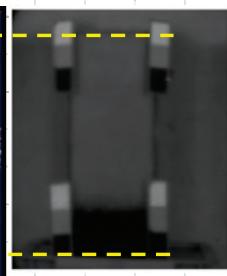
試みに測定した積雪の含水率のデータをもとにVG Modelを仮定し、水分保持曲線パラメータを最適化

パラメータを求めることができそう  土壤水分を求められる可能性...

積雪



土壤



$$\theta_v = (1 + |\alpha h|^n)^{-m} (\theta_v^s - \theta_v^r) + \theta_v^r$$

θ_v : Volumetric water content

θ_v^r : Residual volumetric water content

h : Suction

$\alpha, n, m : \frac{\rho}{d}$ dependent parameters

ρ : Dry snow density

d : Snow grain diameter

Sentencia Corporation

The 27th CEReS Symposium 2025

23

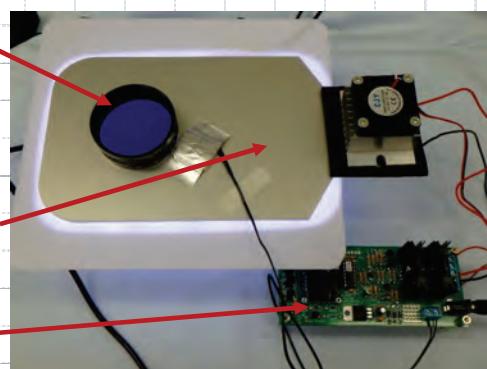
6.まとめ、そのための観測装置製作

* 土壌水分の観測の実施とともに...

* 積雪観測は関東ではなかなか厳しいので、そのための観測装置を作成した。

製作した観測装置(共同研究費を使用させて頂いた+ α の費用で製作)を以下に示した。

偏光観測



冷却板
byペルチェ素子

温度制御器

室温で雪粒子の融解を
観測する装置

土壤水分検出の方策も
要検討

ご清聴ありがとうございました

Thank you for your attention

The 27th CEReS Environmental Remote Sensing Symposium

UAV-LiDARを用いた 里山空間の高精細計測と教育的活用

小倉拓郎^{1*}・小林勇介²・田村裕彦³・加藤 顕⁴

^{1*}兵庫教育大学学校教育研究科, ²北海道大学地球環境科学研究院,
³田谷の洞窟保存実行委員会, ⁴千葉大学環境リモートセンシング研究センター

「地下文化遺産」「探求的地域学習」「多分野横断型」

① 田谷の洞窟の概要



正式名称：田谷山瑜伽洞（たやさんゆがどう）

瑜伽(yoga) = ヨガの語源

所在 地：横浜市栄区田谷町1501宗教法人定泉寺境内

文化財状況：横浜市登録史跡（平成2年登録）

全 長：約570m（測量図Cad計測実績）

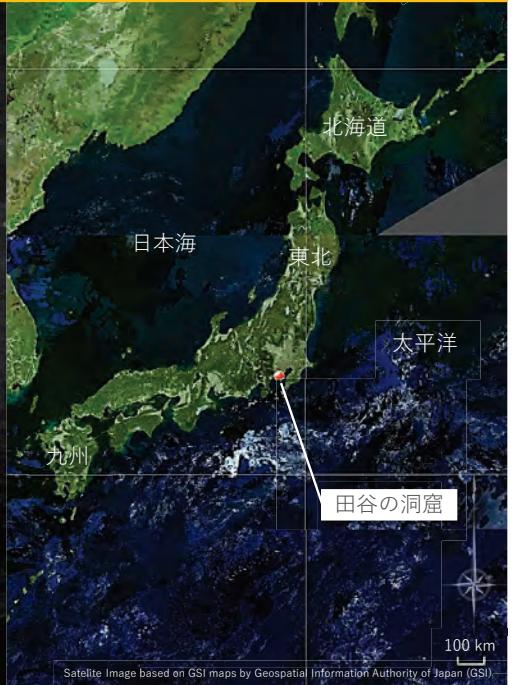
構 造：3層構造（3階建て）、11のドーム状空間

用 途：真言宗の修行窟
鍾乳洞ではない！！
鉱山以外の用途の人工の地下遺跡としては、最大
※ 文化庁データベースを調べてみてください！

内 部：真言密教に関わるレリーフ約200点

（数え方による）が掘られている。

上 部：里山「田谷山」



Satellite Image based on GSI maps by Geospatial Information Authority of Japan (GSI)



地上レーザ (Trimble TX5) 800-1000万円程度



3つの基軸

- 地下文化遺産は人類共通の英知
- 都市近郊農村を持続的・自律的に
- 地下文化遺産のデジタルコンテンツ化
- 地下文化遺産のバリアフリー化



デジタルデータ保存と利活用



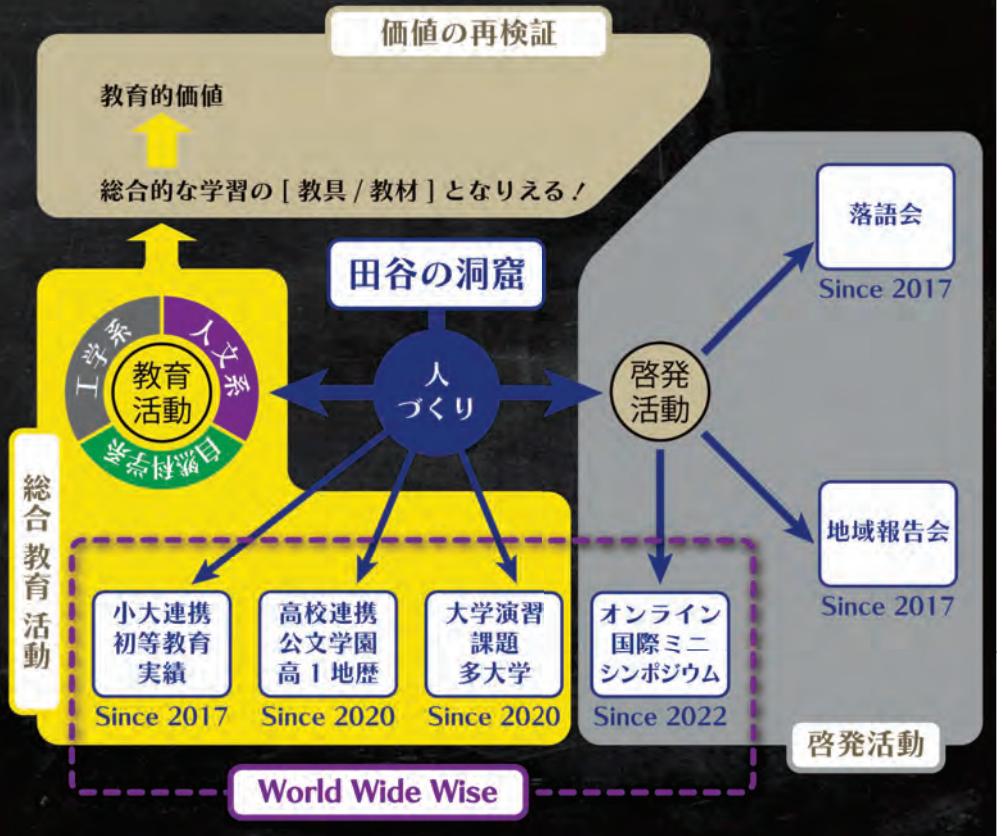
- Axis1：基礎調査
～田谷の洞窟を知るために～
- Axis2：地域づくり
～洞窟と地域が共生するために～
- Axis3：人づくり
～将来の人的資質の発掘～



地下文化遺産は
総合的な学習の
良好な教材になる！

人文系・自然科学系・
工学系の要素が
たくさん詰まった
総合的な学習の
教材として活用！

地域力に
強力な教育的価値
が付加できる！
しかも
国際的に共通！



「地下文化遺産」「探求的地域学習」「多分野横断型」

① 田谷の洞窟の概要 – Site Location –



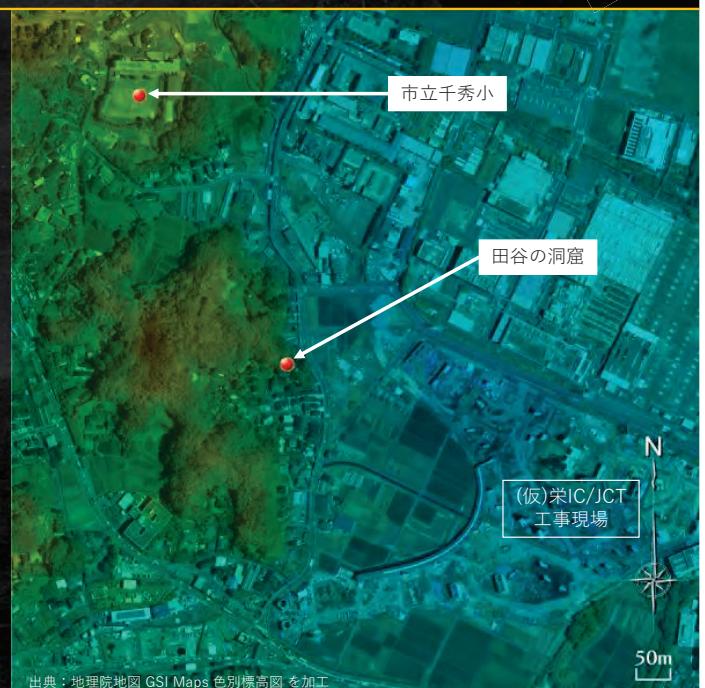
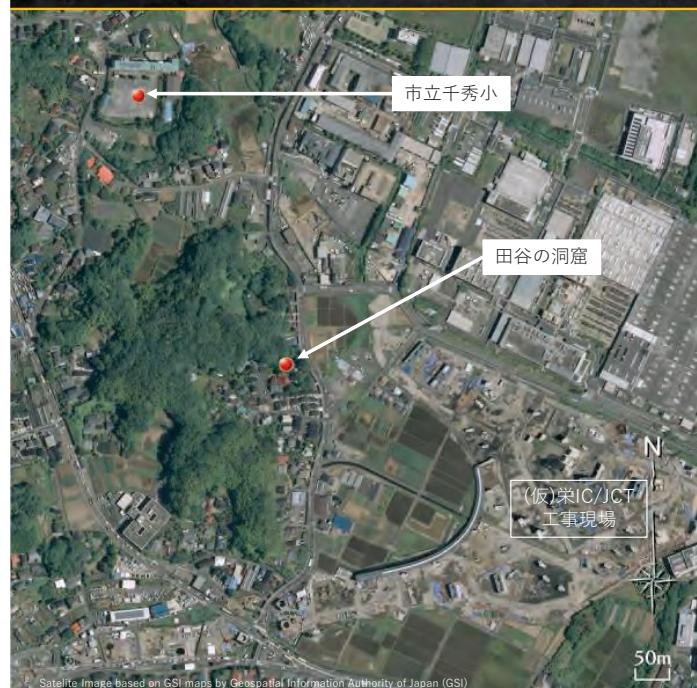
「地下文化遺産」「探求的地域学習」「多分野横断型」

① 田谷の洞窟の概要 – Site Geographical Maps –



「地下文化遺産」「探求的地域学習」「多分野横断型」

① 田谷の洞窟の概要 – Site Geographical Maps 2 –





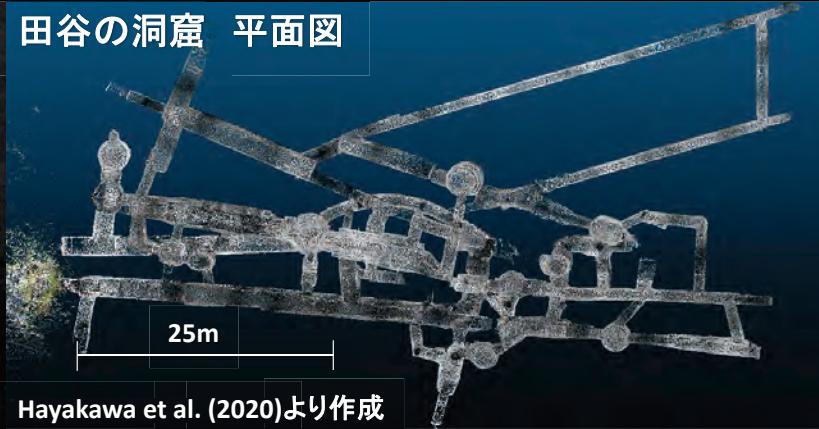
田谷の洞窟 断面図



神奈川県横浜市栄区 定泉寺

- ▶ 横浜市登録文化財「田谷の洞窟」
- ▶ 地質 : 相模層群長沼層
シルトと細粒~中粒の砂岩
- ▶ 気候 : 年平均降水量 1543 mm
夏季に湿潤、冬季に乾燥
冬季の平均気温は0°C以上

田谷の洞窟 平面図



Hayakawa et al. (2020)より作成

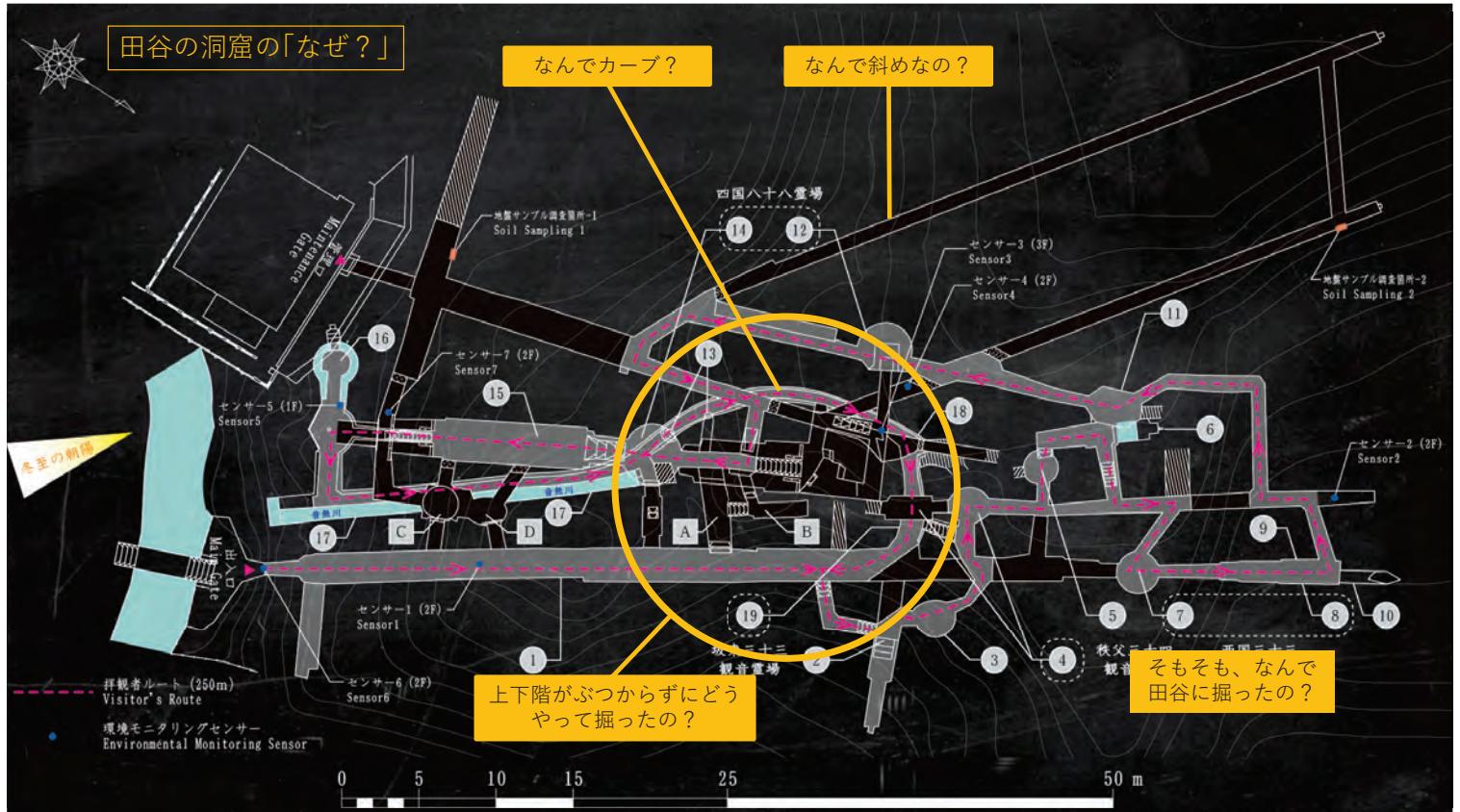
田谷の洞窟の「なぜ？」

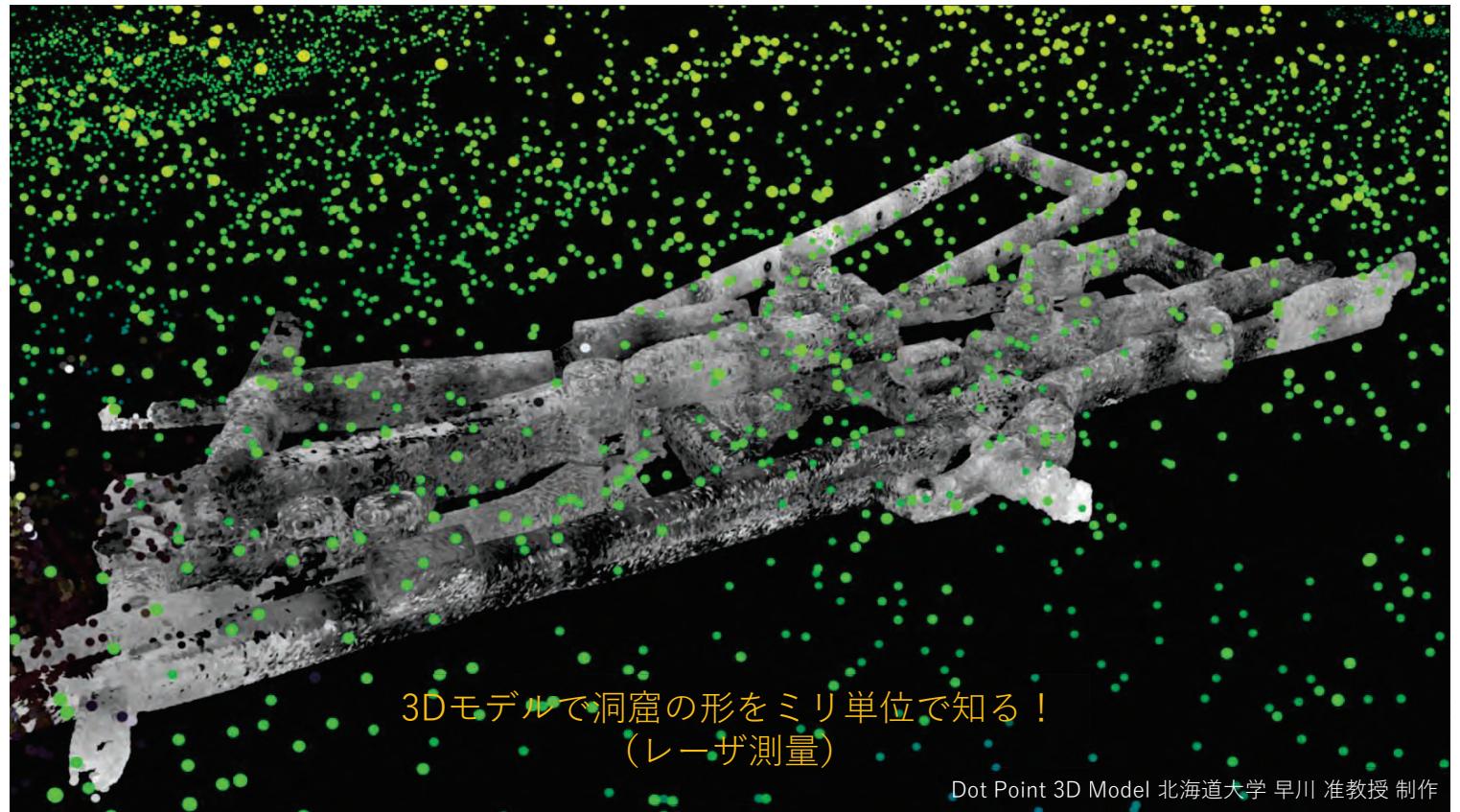
なんでカーブ？

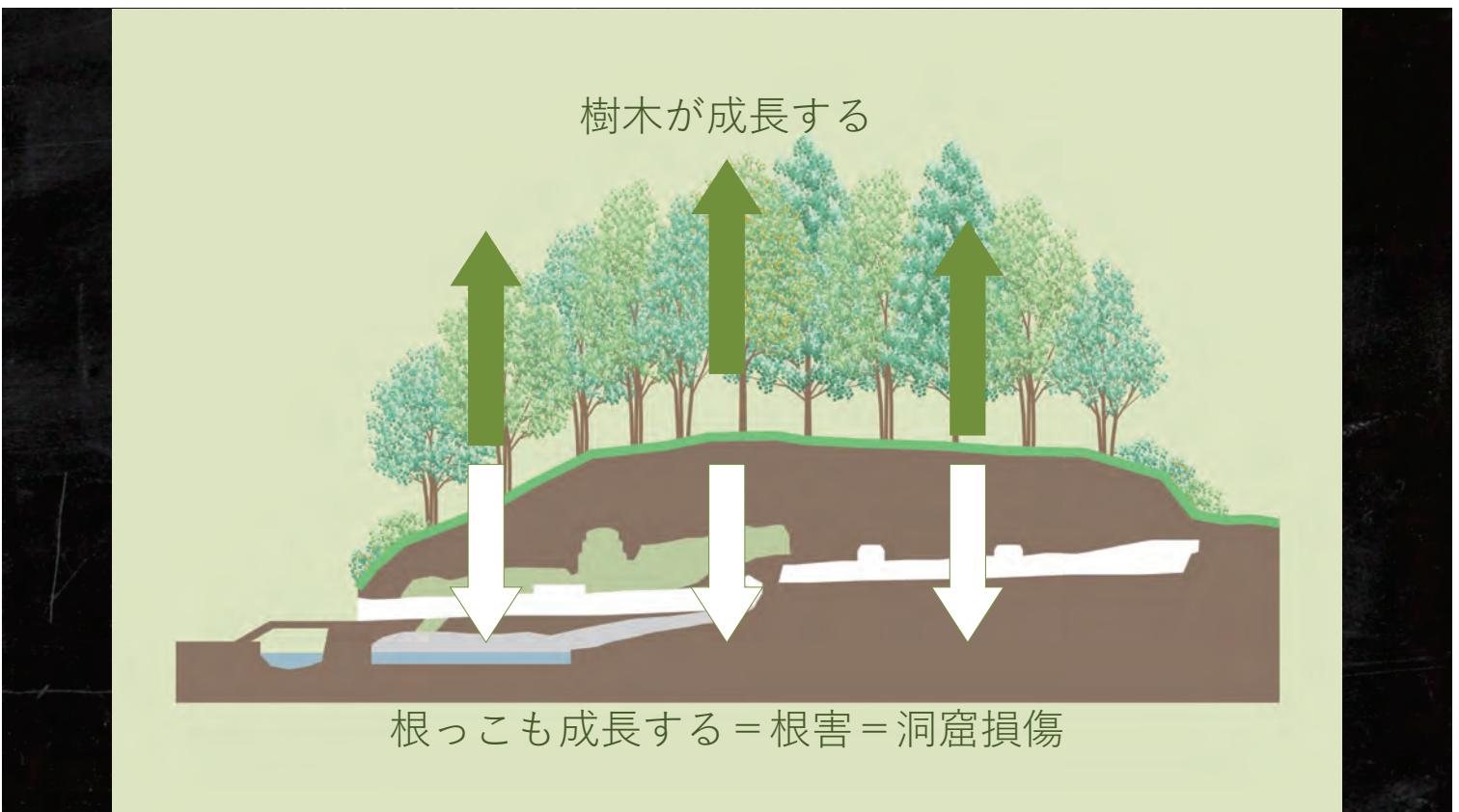
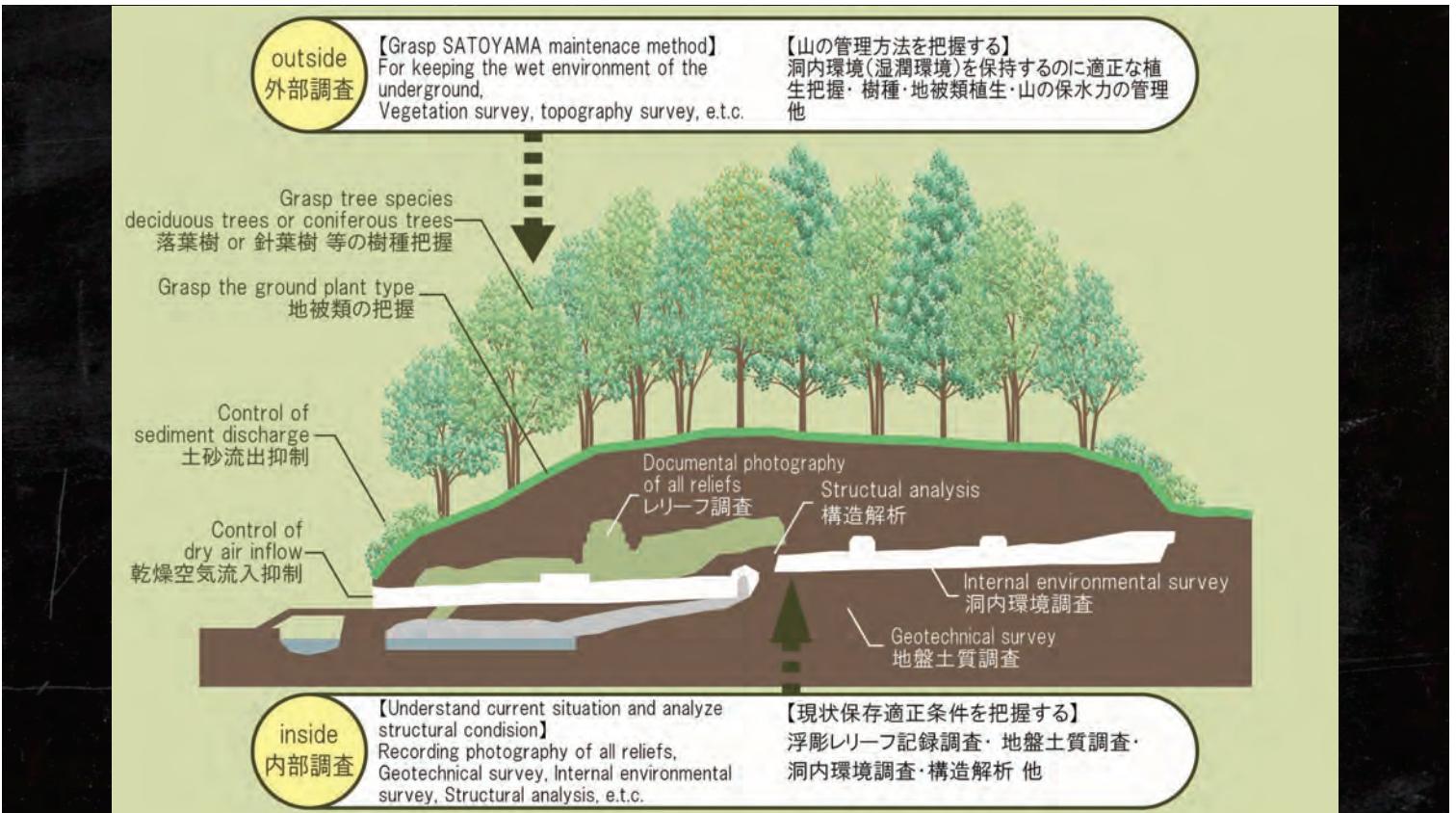
なんで斜めなの？

上下階がぶつからずにどう
やって掘ったの？

そもそも、なんで
田谷に掘ったの？







I 現地調査

- UAV-LiDAR, 点群取得 (2022年10月および2024年12月 (本研究期間))
- 洞内損壊現象の分布調査および里山表層の踏査 (2022年10月および2025年2月)

II 取得点群の処理

地表面点群の抽出
(Cloud Compare・ScanX)

Avia(Livox社)



Matrice300RTK・L1(DJI社)



処理前



処理後



制作授業 (過去実施分実施) 一 田谷の里山 植生基礎調査 一

兵庫教育大 小倉・田谷の洞窟保存実行委員会 田村による制作指導

里山調査の授業の様子



調査報告会



3つの基軸

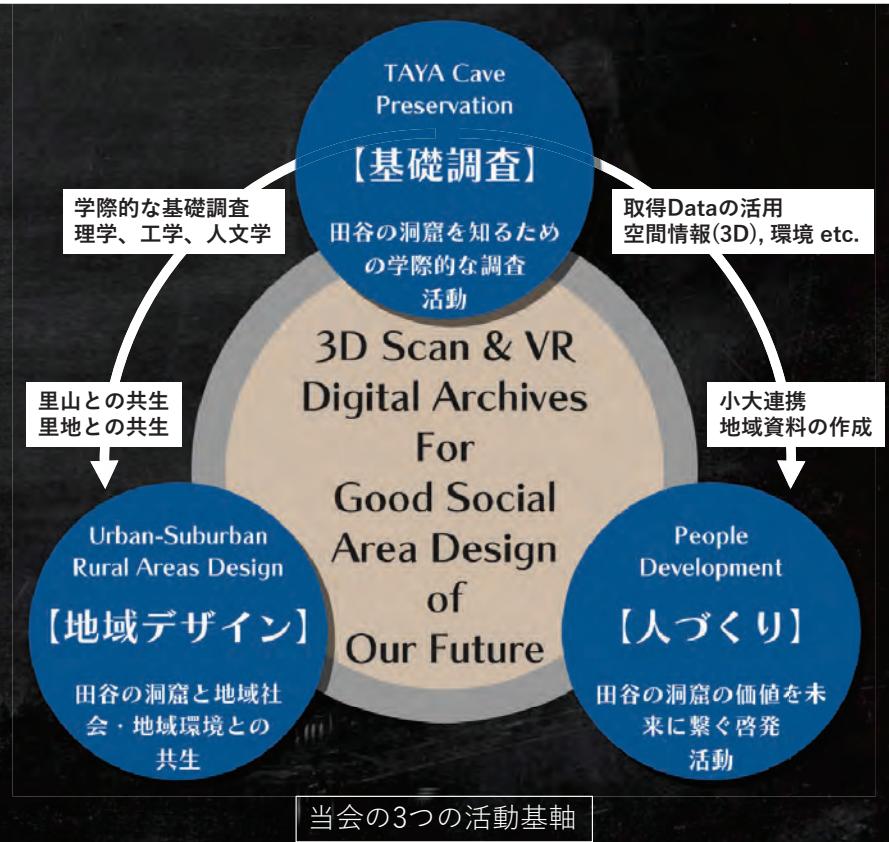
- 地下文化遺産は人類共通の英知
- 都市近郊農村を持続的・自律的に
- 地下文化遺産のデジタルコンテンツ化
- 地下文化遺産のバリアフリー化



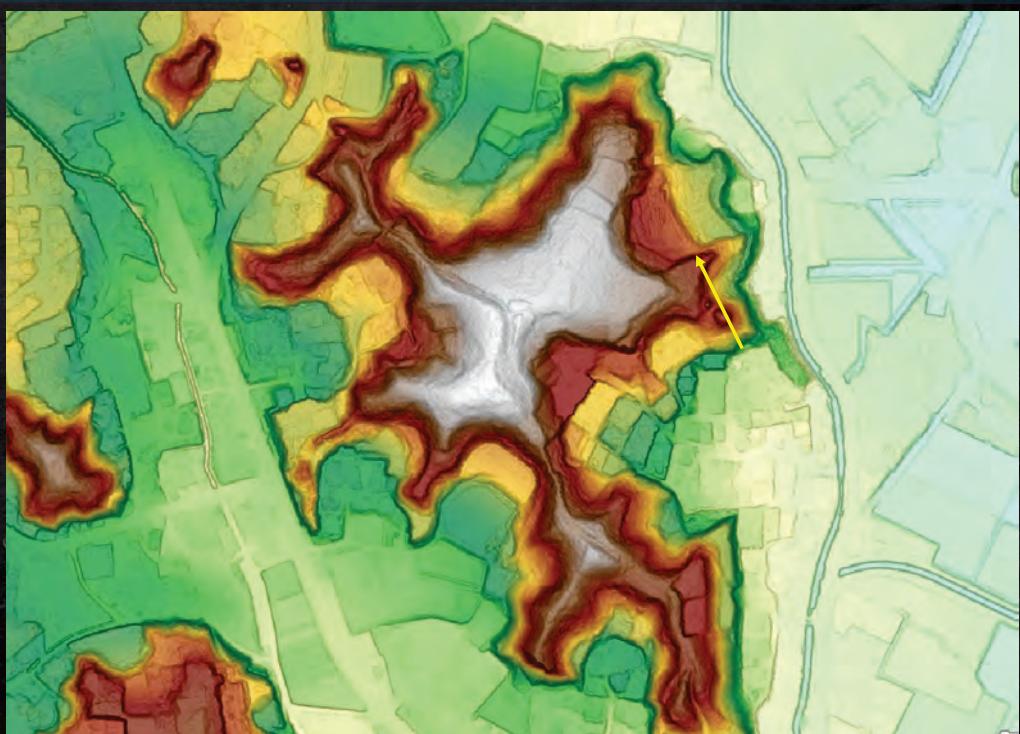
デジタルデータ保存と利活用



- Axis1：基礎調査
～田谷の洞窟を知るために～
- Axis2：地域づくり
～洞窟と地域が共生するために～
- Axis3：人づくり
～将来の人的資質の発掘～



2024年10月 神奈川県がオープンデータとして点群データ（0.5 m）を公開
→さまざまな場所で地域調査に使える地形図を作成できるのではないか？



地下文化遺産の地位をもっと向上させる！

国内外と連携ネットワークを構築する！

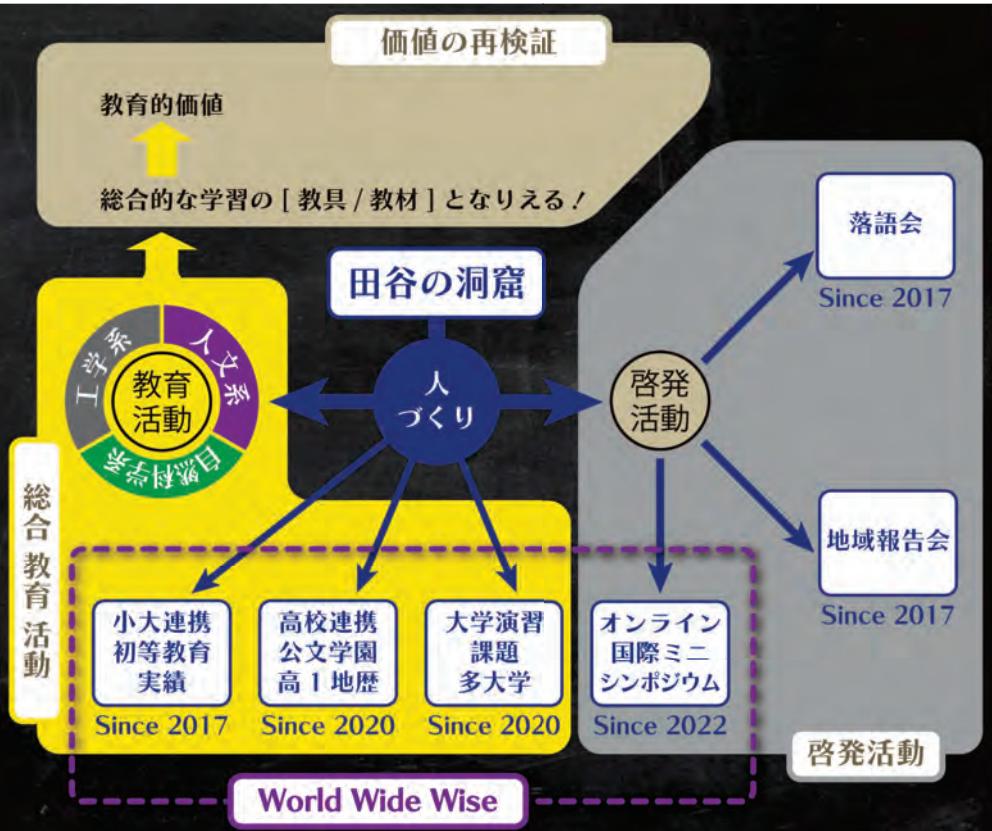
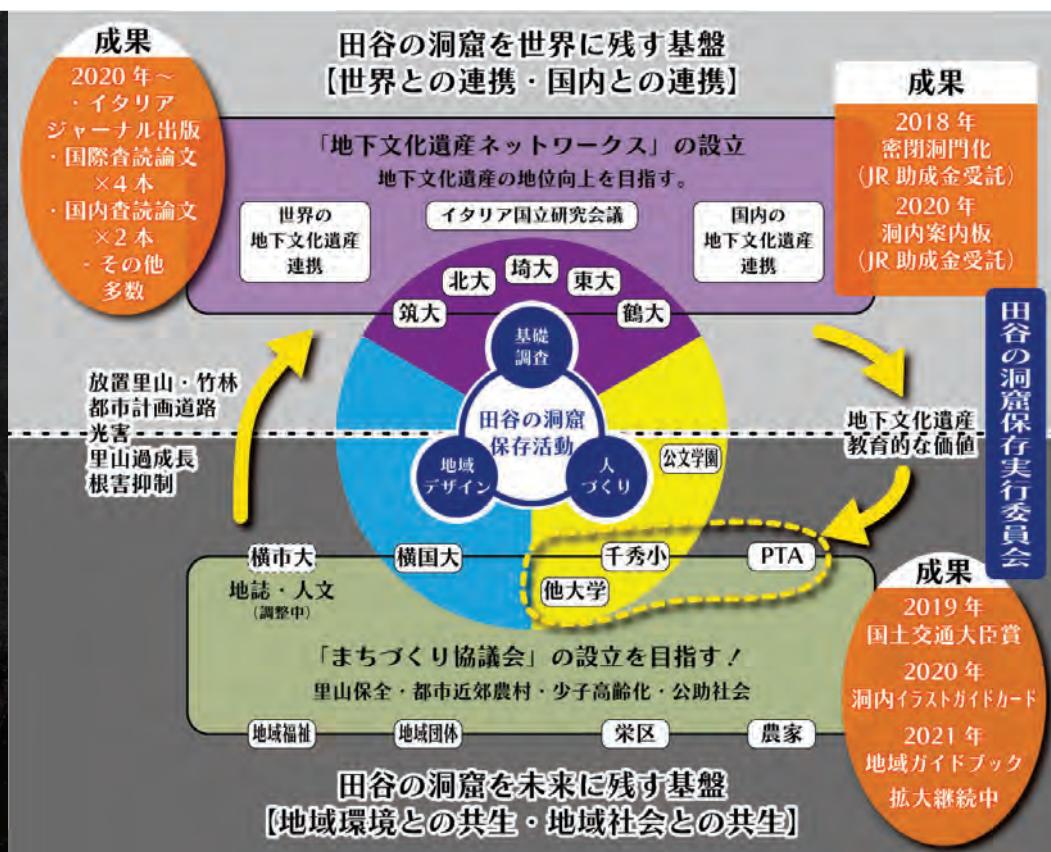
地下文化遺産を利活用して地域力向上を！

地域環境・空間のコンテンツとして地域デザインに役立たせる

地下文化遺産は総合的な学習の良好な教材になる！

人文系・自然科学系・工学系の要素がたくさん詰まった総合的な学習の教材として活用！

地域力に強力な教育的価値が付加できる！しかも国際的に共通！



リモートセンシングによる 農業用ため池の利活用実態解明

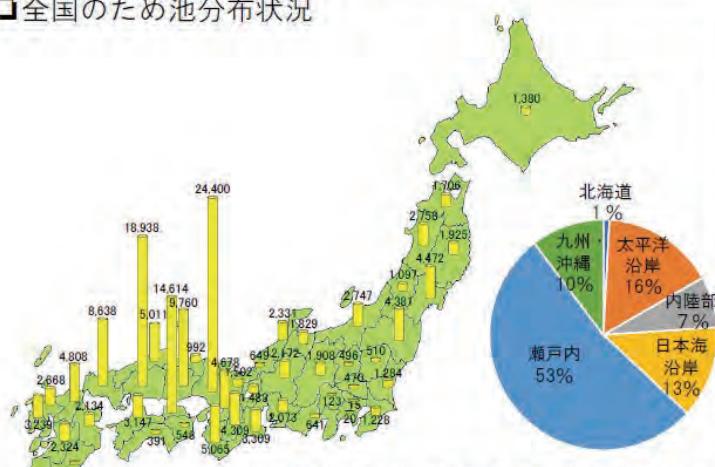
○渡部哲史（九州大学 比較社会文化研究院）
内海信幸（東京科学大学），岡崎淳史（千葉大学）

ため池とは

ため池とは

- ・降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない地域などで、農業用水を確保するために水を貯え取水ができるよう、人工的に造成された池のことです。
 - ・ため池は全国に約16万箇所存在し、西日本を中心に全国に分布しています。
 - ・瀬戸内地域は年間を通じて降水量が少ないとから、古くからため池が築造され全国の約5割が存在しています。

□全国のため池分布状況



ため池分布図
(令和2年3月)

箇所数順					
	都道府県	人口	順位	都道府県	人口
1	兵庫県	24,400	25	長野県	1,908
2	広島県	18,938	26	富山県	1,829
3	香川県	14,614	27	青森県	1,706
4	岡山県	9,760	28	京都府	1,502
5	山口県	8,638	29	滋賀県	1,483
6	和歌山県	5,065	30	北海道	1,380
7	島根県	5,011	31	茨城県	1,284
8	福岡県	4,808	32	千葉県	1,228
9	大阪府	4,678	33	山形県	1,097
10	宮城県	4,472	34	鳥取県	992
11	福島県	4,381	35	宮崎県	660
12	奈良県	4,309	36	福井県	649
13	三重県	3,309	37	鹿児島県	642
14	長崎県	3,239	38	静岡県	641
15	愛媛県	3,147	39	徳島県	548
16	秋田県	2,758	40	栃木県	510
17	新潟県	2,747	41	群馬県	496
18	佐賀県	2,668	42	埼玉県	470
19	石川県	2,331	43	高知県	391
20	熊本県	2,324	44	山梨県	123
21	岐阜県	2,172	45	沖縄県	65
22	大分県	2,134	46	神奈川県	20
23	愛知県	2,073	47	東京都	15
24	岩手県	1,925			159,543

(防災課調べ 令和2年3月)

ため池の維持管理に関する問題

- ・膨大なため池が存在、それらの維持管理は受益者（農家）
- ・過疎化、農業の衰退で維持が困難になると考えられる
- ・防災の観点から廃止が進められている
- ・一方で、環境や生物の観点からはため池の重要性も指摘されている



利用の有無にかかわらず
草刈りはされている



維持管理の都合から
堤が切られたため池



漏水のため水路から
水が入らないよう工
事されたため池

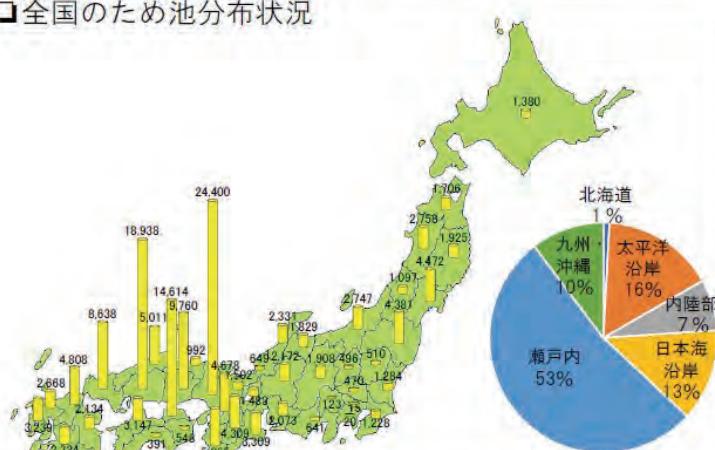
3

ため池とは

ため池とは

- ・降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない地域などで、農業用水を確保するために水を貯え取水ができるよう、人工的に造成された池のことです。
- ・ため池は全国に約16万箇所存在し、西日本を中心に全国に分布しています。
- ・瀬戸内地域は年間を通じて降水量が少ないとことから、古くからため池が築造され全国の約5割が存在しています。

□全国のため池分布状況



ため池分布図
(令和2年3月)

箇所数順					
1	兵庫県	24,400	25	長野県	1,908
2	広島県	18,938	26	富山県	1,829
3	香川県	14,614	27	青森県	1,706
4	岡山県	9,760	28	京都府	1,502
5	山口県	8,638	29	滋賀県	1,483
6	和歌山県	5,065	30	北海道	1,380
7	島根県	5,011	31	茨城県	1,284
8	福岡県	4,808	32	千葉県	1,228
9	大阪府	4,678	33	山形県	1,097
10	宮城県	4,472	34	鳥取県	992
11	福島県	4,381	35	宮崎県	660
12	奈良県	4,309	36	福井県	649
13	三重県	3,309	37	鹿児島県	642
14	長崎県	3,239	38	静岡県	641
15	愛媛県	3,147	39	徳島県	548
16	秋田県	2,758	40	栃木県	510
17	新潟県	2,747	41	群馬県	496
18	佐賀県	2,668	42	埼玉県	470
19	石川県	2,331	43	高知県	391
20	熊本県	2,324	44	山梨県	123
21	岐阜県	2,172	45	沖縄県	68
22	大分県	2,134	46	神奈川県	20
23	愛知県	2,073	47	東京都	15
24	岩手県	1,925	159,543		

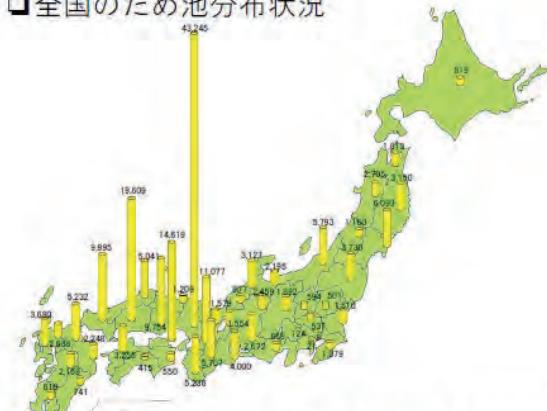
(防災講習会 令和2年3月)

ため池とは (as of 2014)

ため池とは

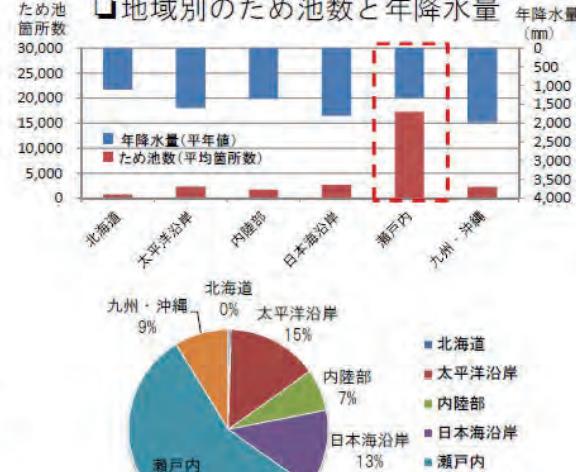
- 降水量が少なく、流域の大きな河川に恵まれない地域などで、農業用水を確保するために水を貯え取水ができるよう、人工的に造成された池のことです。
- ため池は全国に約20万か所存在し、西日本を中心に全国に分布しています。
- 瀬戸内地域は年間を通じて降水量が少ないとことから、古くからため池が築造され全国の約6割が存在しています。

□ 全国のため池分布状況



No.	都道府県名	箇所数	No.	都道府県名	箇所数
1	兵庫県	43,245	6	岡山県	9,754
2	広島県	19,609	7	宮城県	6,093
3	香川県	14,619	8	新潟県	5,793
4	大阪府	11,077	9	奈良県	5,707
5	山口県	9,995	10	和歌山县	5,236
資料:H26.3 農村振興局調べ			全国合計		197,742

□ 地域別のため池数と年降水量



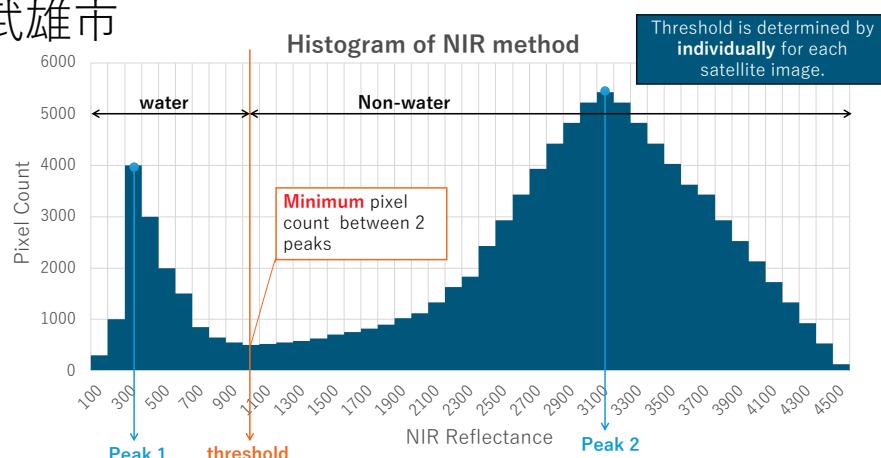
年降水量：1981～2010の都道府県内気象台の平年値を地域別の都道府県平均としたもの（気象庁より）
ため池箇所数：平成26年時点のため池箇所数を地域別の都道府県平均としたもの
北海道：北海道
太平洋沿岸：山口県、広島県、岡山県、愛媛県、高知県、香川県、徳島県、静岡県、愛知県、岐阜県、三重県、和歌山县、福井県、滋賀県、奈良県、京都府、大阪府
内陸部：栃木県、群馬県、埼玉県、長野県、山梨県、岐阜県、滋賀県、奈良県、京都府、大阪府、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、香川県、高知県
日本海沿岸：青森県、秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、香川県、高知県
瀬戸内：大阪府、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、香川県、高知県

(農林水産省)

5

手法

- Near infrared wavelength (NIR)により水域とそれ以外を区別
 - 2つのピークから閾値を設定
- Sentinel-2を利用
- 対象地
 - 愛媛県西条市
 - 佐賀県武雄市



松崎ら (準備中)

正解データの作成

- ため池の水の有無を判断するための正解データを作成
- 既存のデータを基に水の有無などを可能な範囲で記録



Google earthによる画像目視

GISによるポリゴンの作成



聞き取り・現地調査



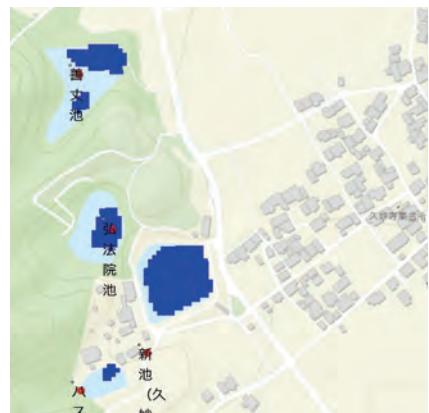
(途中) 結果

- 一定の大きさ($> 2000 \text{ m}^2$)のため池について検出
- Landsatによる全球データベース (Global surface water map derived from Landsat, GSM, [Pekel et al., 2016])に比べて精度向上
- 水面の変化 (水域の変化) を検出.
→ 時系列把握の可能性

愛媛県西条市での比較 (台帳登録数 148)

	GSW データベース	本研究
ため池 数	35	85

松崎ら (準備中)



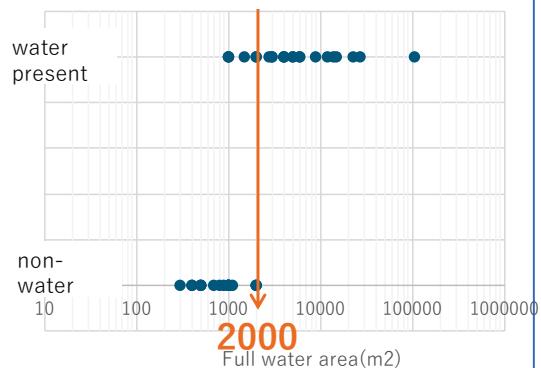
課題

- ・検出に関してまだまだ課題が多く残る

課題 1

中小規模(<2000m²)ため池の検出

Correlation with full water area and classification



課題 2

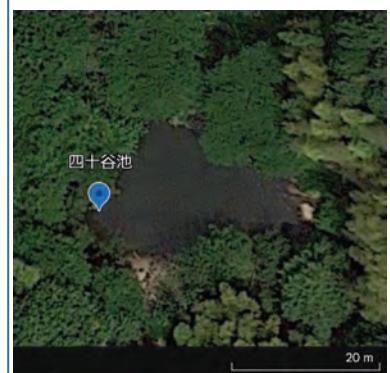
形状の複雑なため池の検出



Reference: Google Earth

課題 3

樹木に覆われたため池の検出



Reference: Google Earth

松崎ら (準備中)

まとめ

- ・ため池の利活用・維持管理実態の解明が重要
 - ・営農形態の変化、少子高齢化・農業の担い手の不足によりため池の利活用実態が変化
 - ・膨大な数が存在するために自動的な方法が必要
- ・ため池の水面を検出する方法について検討
 - ・一定以上の大きさがあるため池は検出
 - ・時系列変化についても一定程度把握が可能に
 - ・小規模、樹林に覆われているため池などについて課題が残る
- ・ため池の水草の有無、メタン放出などリモートセンシングによる手法開発が期待される面が大きい



ドローンレーザーによる

森林構造の把握と

種多様性の関係

千葉大学 園芸学部緑地環境学科 再生生態学研究室

吉原知世 加藤顕 澤田義人



研究の 背景と目的



背景と目的



リモートセンシングによる
樹種多様性のため調査



調査の効率化
保全・管理の促進

背景と目的



Rocchini et al. (2022)

「森林の高さの不均一性は、樹種多
様性と正の相関を示す」

森の高さのバラバラさから
樹種多様性を推定する

日本における検証例は見当たらない

研究の目的

日本の森林で手法の
有効性を検証

↓

調査の効率化

日本の森林管理・保全の
促進を目指す



方法：場所



北海道 旭川市 天然林

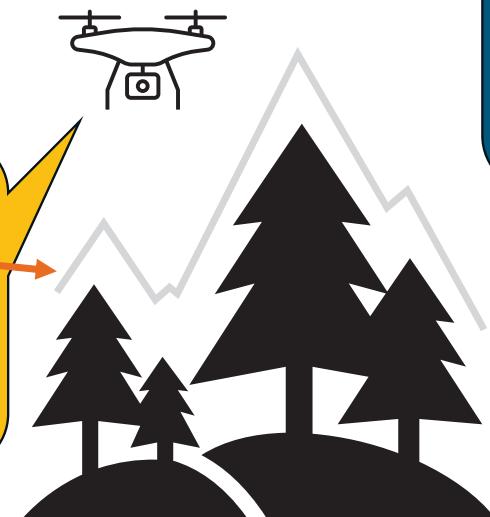
半径5m円 22プロット



方法：現地調査

① ドローン
CHMデータ
(樹冠高モデル)
(森林の高さの
バラバラさ)

①



② 毎木調査

(多様性評価)

②



分析：概要



計算

森の高さのバラバラさ

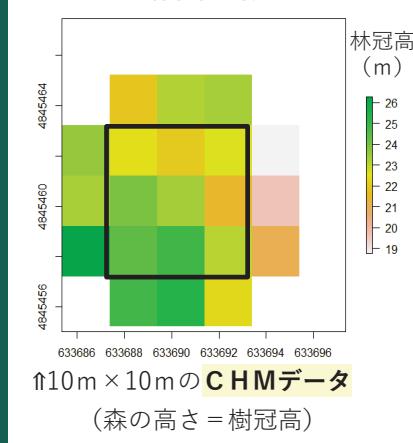
樹林タイプごとに
相関を見る

樹種多様性

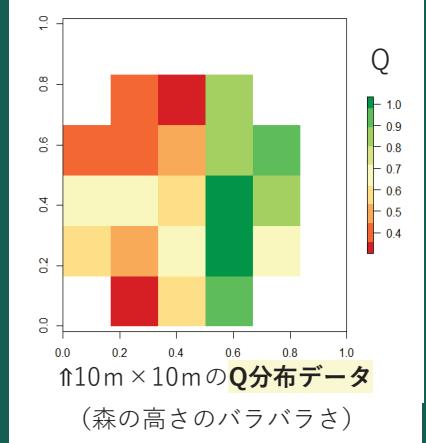
分析：高さ



評価前



評価後



ラオのQ指数

$$Q_{rs} = \sum_{i=1}^{F-1} \sum_{j=i+1}^F d_{ij} * p_i * p_j,$$

Q = ラオのQ指数

p = ピクセルの割合

d_{ij} = ピクセル間の距離

i, j = ピクセル番号 i番目、j番目

ラオのQ指数を利用

ドローンで計測した森の高さデータ (CHM) から
森の高さのバラバラさを計算

分析：樹種



シャノンの多様度指数を利用

樹種調査の結果から
樹種多様性を計算

$$H = - \sum_{i=1}^q p_i * \log(p_i)$$

H = シャノンのH指数

q = 実際の種の数

p_i = 定義された種 I の個体数と各プロット内の個体の総数との間の比率。

胸の高さの直径
5cm以上の木を調べる



結果と考察



結果：針葉樹林・混交林

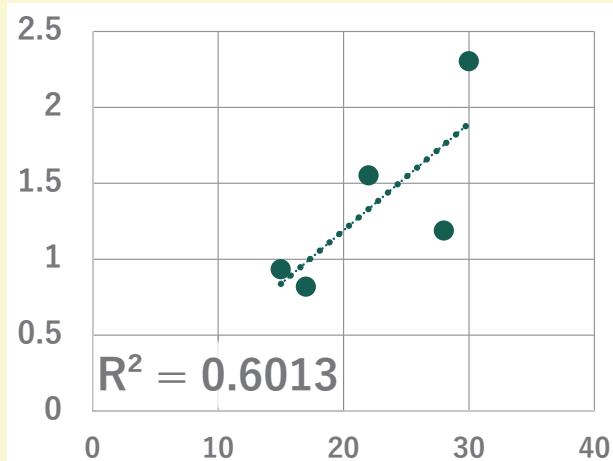
森の高さのバラバラさと樹種多様性の関係

針葉樹林

正の相関

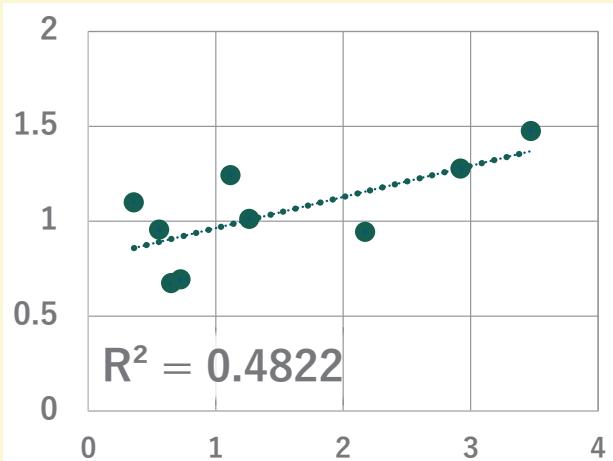
混交林

シャノンの多様度指数(樹種多様性)



ラオのQ指数の平均値(森の高さのバラバラさ)

シャノンの多様度指数(樹種多様性)



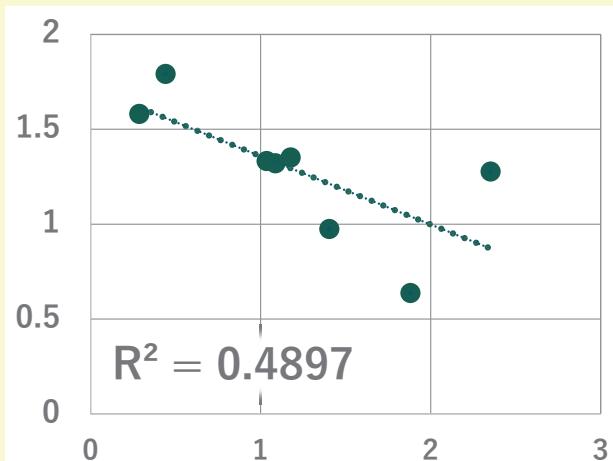
ラオのQ指数の平均値(森の高さのバラバラさ)

結果：広葉樹林

森の高さのバラバラさと樹種多様性の関係

広葉樹林

シャノンの多様度指数(樹種多様性)



ラオのQ指数の平均値(森の高さのバラバラさ)

負の相関



広葉樹

森の高さが同じほど
樹種多様性は高い

考察



既往研究と同じく正の相関

“負の相関”→新しい傾向の発見

手法は有効・調査の効率化◎

要：傾向の明確化・手法の確立

考察



広葉樹林

なぜ負の相関を示す？

樹冠の形 → 丸い・広い

密集すると平らになる

森が成熟するほど平らになる

まとめ

・日本（旭川）の森林において、ドローンレーザー用いて、
森林の樹種多様性を評価する方法は有効（針葉樹林と混交林）

▶針葉樹林・混交林：樹種多様性の把握を効率化できる

・広葉樹林ではさらなる調査・検証が必要

▶樹冠の形、地域差などを考慮して手法の開発を検討

ご清聴
ありがとうございました

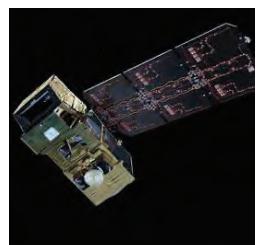
ICESat2/ATLAS 点群データを用いた 伊豆半島浅水域における深度マッピング

千葉大学園芸学部
名倉篤徳 澤田義人 加藤顕

研究の目的

- 航空機レーザーは広域、高頻度の観測には向かない
- 陸域と海域の相互作用の解明

→衛星レーザーを用いた観測手法の開発
⇒**広域の地形観測**を容易に



	ALB Airborne Lidar Bathymetry	ATLAS Advanced Topographic Laser Altimeter System
測定プラットフォーム	航空機	ICESat-2
カバー範囲	限定的	広域
フットプリント	数cm ～数十cm	直径10m
データ取得頻度	低頻度	91日

ALBデータ

- 航空機搭載のレーザー測量システム
Airborne Lidar Bathymetry(ALB)
- VIRTUAL SHIZUOKAから伊豆半島の
ALBデータを取得
0.5mメッシュで提供されたものを
10mにリサンプリング

これを精度検証に用いる



2

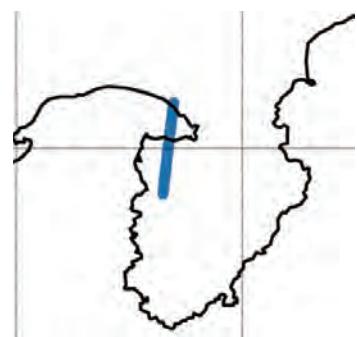
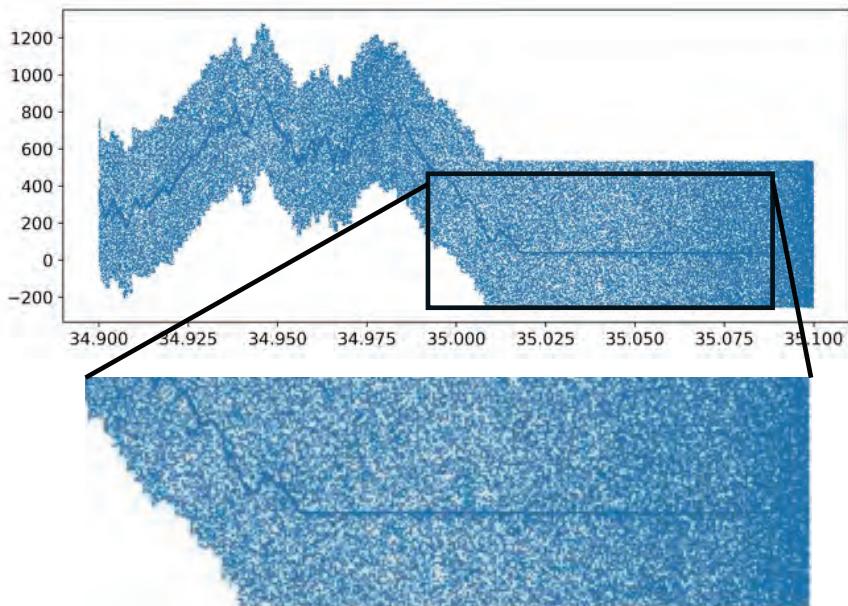
ATL03プロダクト

- ICESat-2衛星搭載の ATLASレーザー
全球フォトン点群データ
(ATL03プロダクト)を使用
- ALBデータと重なる範囲で抽出した
- 多量のノイズを含む
- 深度推定に使用



3

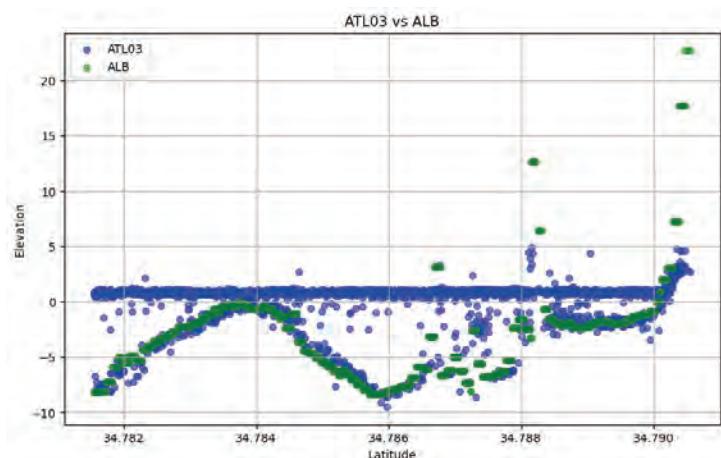
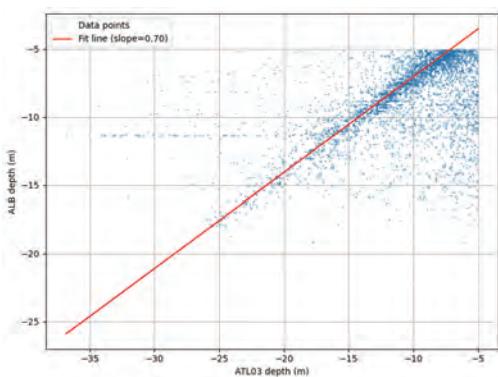
ATL03プロダクト



4

データ処理①

- ・処理効率化のためATL03プロダクトを1/60に間引き
- ・データ使用可能なものをなものを切り出し870箇所
- ・水深補正

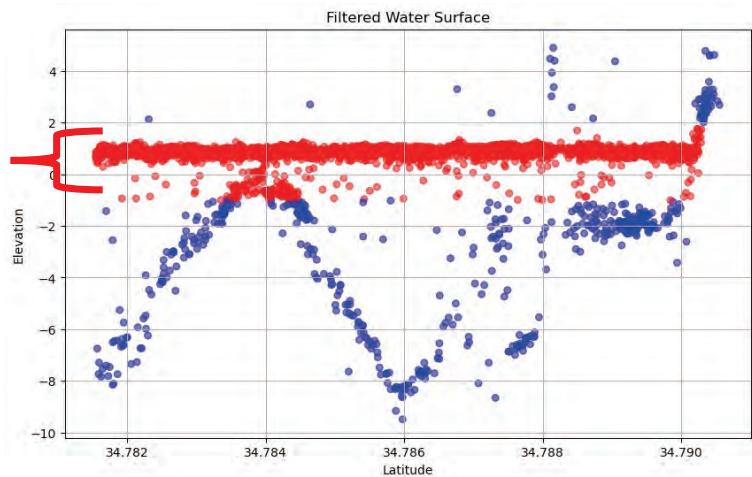


5

データ処理①

水面除去とフィルタリング

- 二次ガウスフィッティングで水面を特定
- 1.45 ~ 1.81を水面として除去
- 水面下のフォトンデータ数でフィルタリング
→43箇所



6

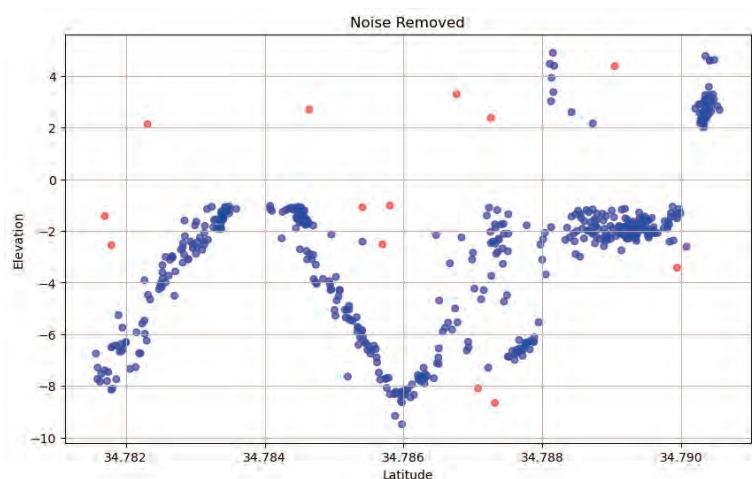
データ処理②

ノイズ除去

- 波や大気散乱により生じるノイズの除去

DBSCANクラスタリング
(Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)

- 密度が低い点群をノイズとして識別・除去



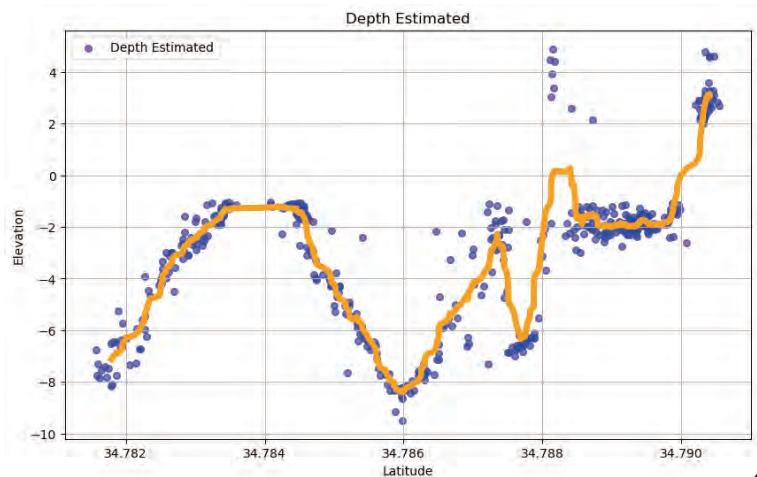
7

データ処理③

深度推定

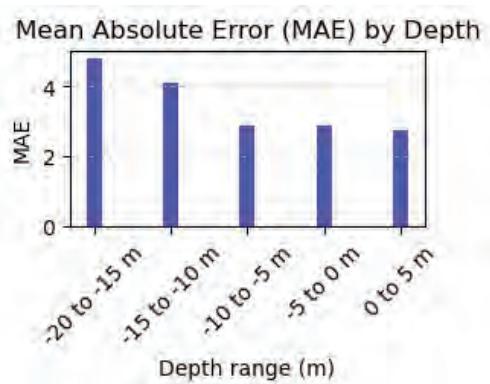
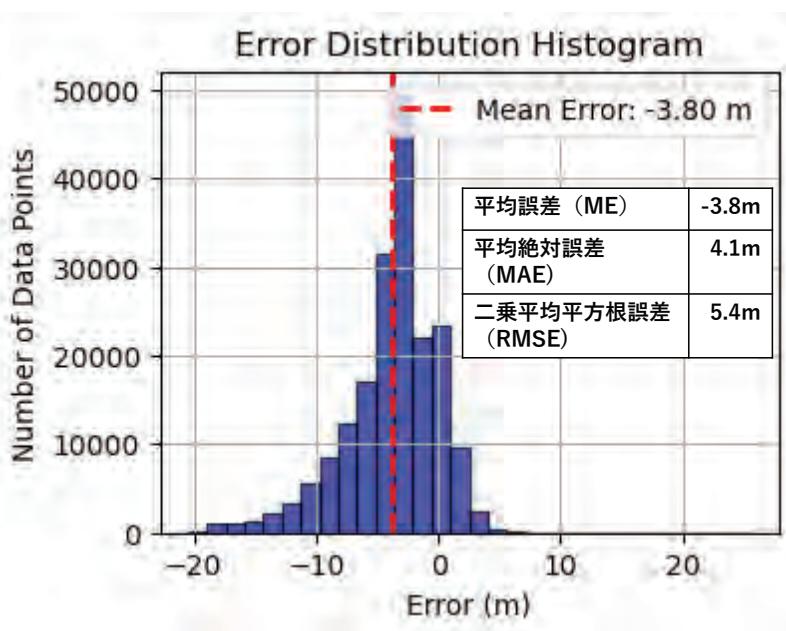
- 除ききれていないノイズ
- フォトンのばらつき

→移動平均を使用



8

結果・考察 ①全体

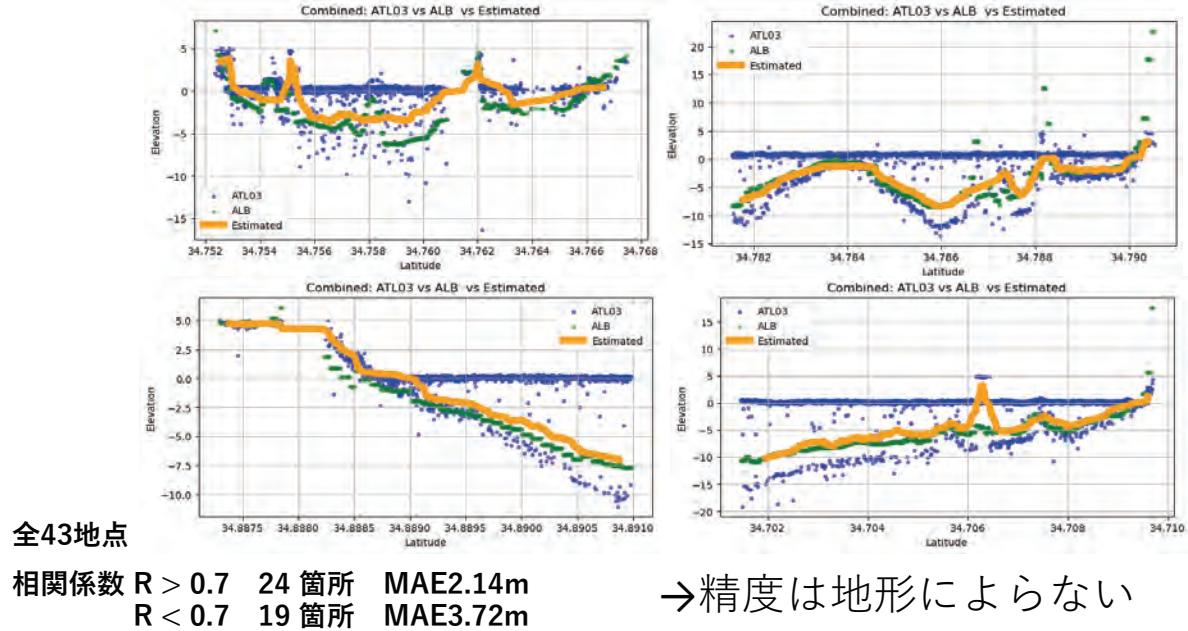


- 推定値が全体的に浅く
特に深い領域では誤差が増大
- 一部の地点で極端な誤差が発生

→浅い部分に残った密集した
ノイズの除去が不十分

9

結果・考察 ②地点別



まとめと今後の課題

- 20mまでは衛星レーザーデータから海底深度推定が可能
- 推定値は浅く出る傾向が確認された
- 深度推定精度は地形によらない
- より高精度なノイズ除去、利用可能データのフィルタリングが求められる
- マッピングに向けて光学衛星との組み合わせ

ご清聴ありがとうございました