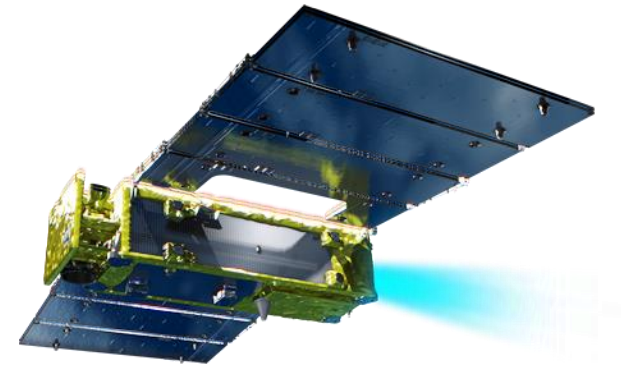


産総研でのSLATS/SHIROP利用検討と データ校正について

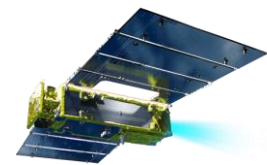
1. 軌道上でのカメラキャリブレーション
- SHIROP輝度校正, OPSの色比校正の可能性
2. 産総研でのSHIROP画像の利用検討



産業技術総合研究所
人工知能研究センター

神山 徹・Nevrez Imamoglu・丸家 誠

衛星搭載カメラのキャリブレーション



幾何校正

- カメラ解像度
 - 焦点距離
 - ピント (MTF)
- 像のゆがみ
- 衛星本体への取り付け角
- カメラ間のアライメント

輝度校正

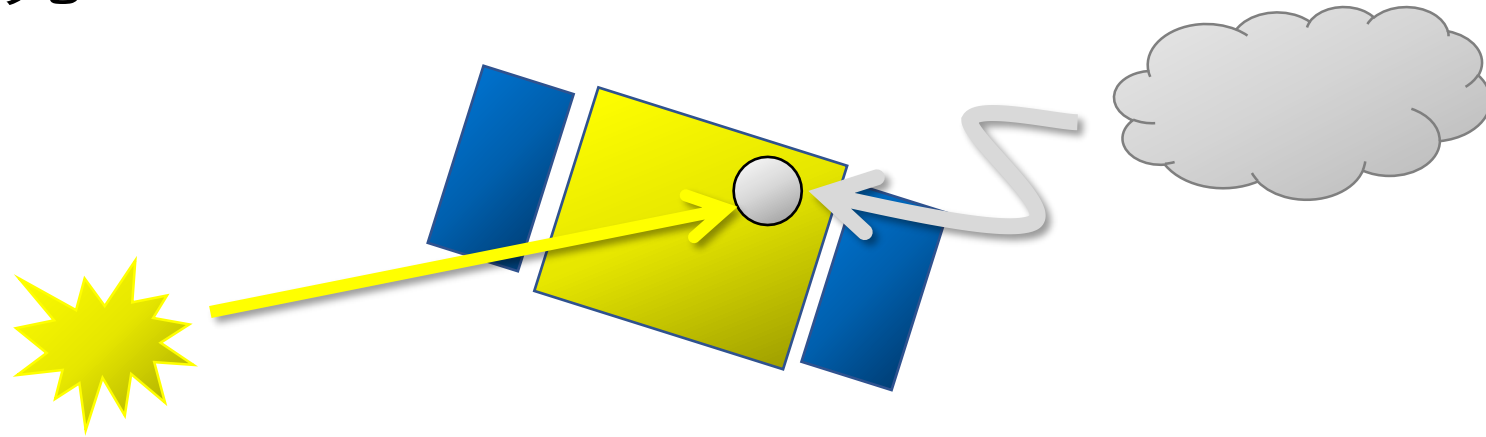
- カメラの受光感度
 - 絶対感度の正しさ
 - カラーバランスの正しさ
- カメラ感度経時劣化

高分解能カメラで重要

マルチバンド画像を利用する場合
(精緻な農業支援・鉱物探査etc)、不可欠

輝度校正の重要性：軌道上でのカメラ感度変化

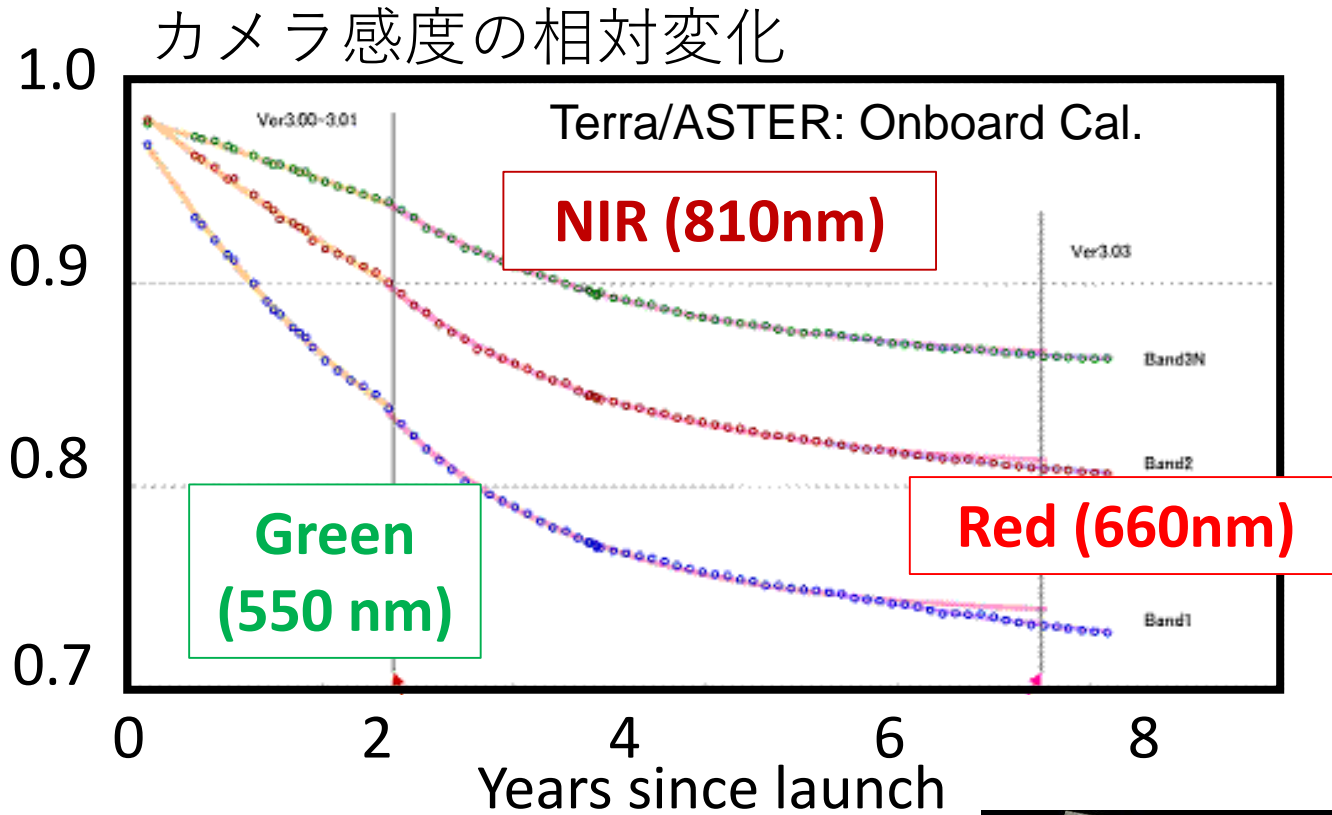
- 打ち上げ時衝撃
- 宇宙線
- 高エネルギー粒子
- 紫外反射光



Contamination

- 衛星からのアウトガス
- 大気分子・原子

輝度校正の重要性：軌道上でのカメラ感度変化



1. 絶対感度の低下
2. バンドごとに異なる変化

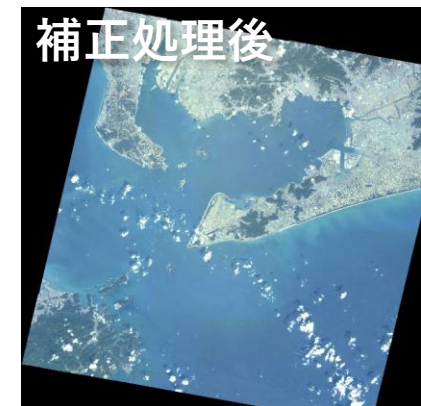
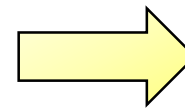
例：植生指数

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

→ データ利用に多大な影響



輝度
校正



輝度校正の重要性：軌道上でのカメラ感度変化

植生指数

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

植生が近赤外で強い反射率を持つことを利用
植物の存在量、生育状況監視などに利用可能

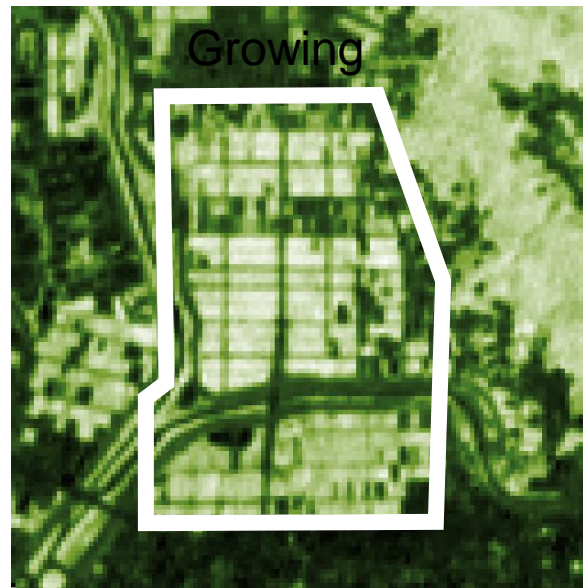
Temporal variation of vegetation index

Winter (Feb.)



Rice field/Gifu, Japan

Summer (Jul.)



-0.2  0.7

Fall (Sep.)



ASTERデータより

月を使った輝度校正の例 (ほどよし1号機)



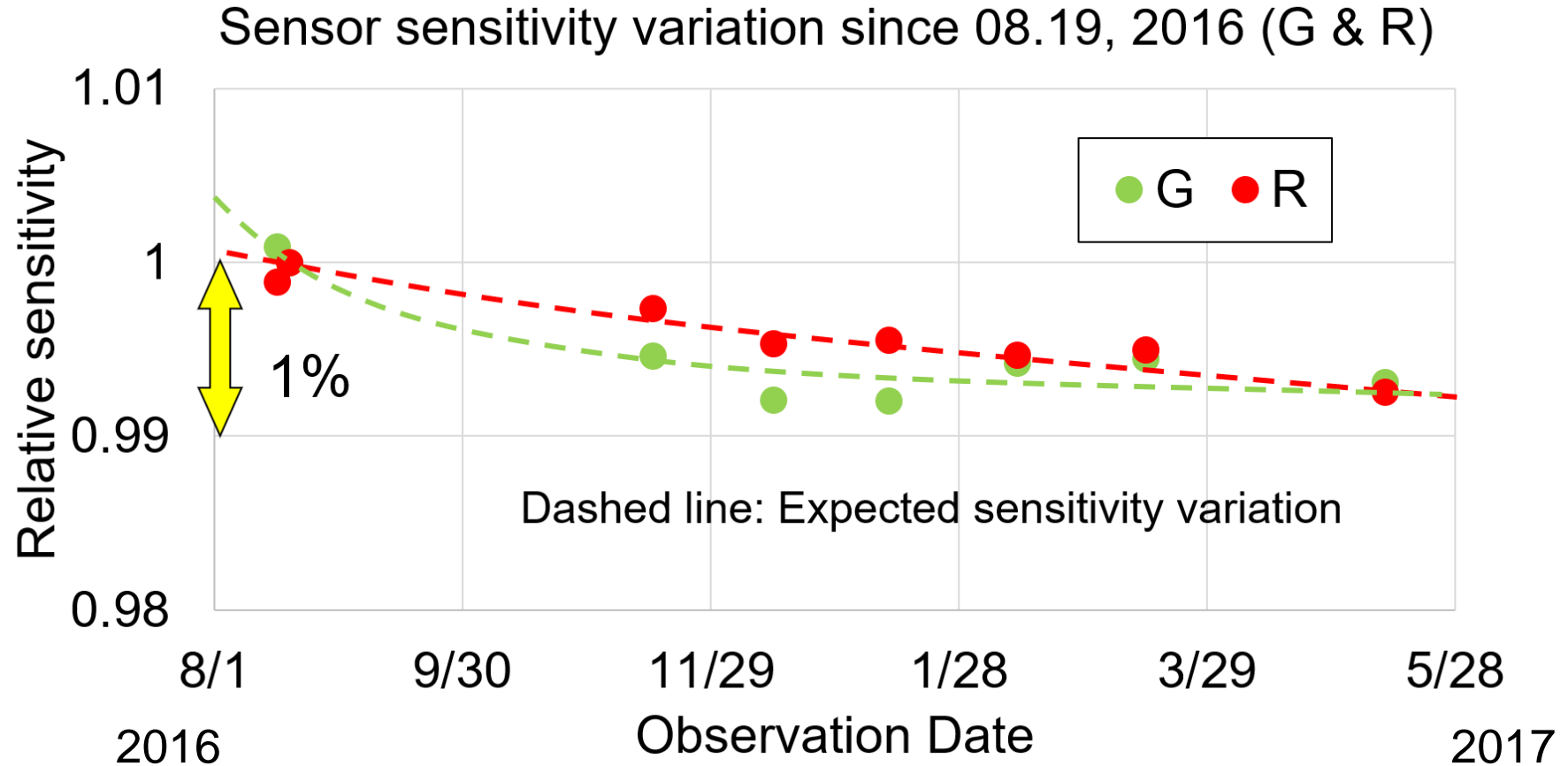
観測 (感度劣化)



比較



モデル (理想)



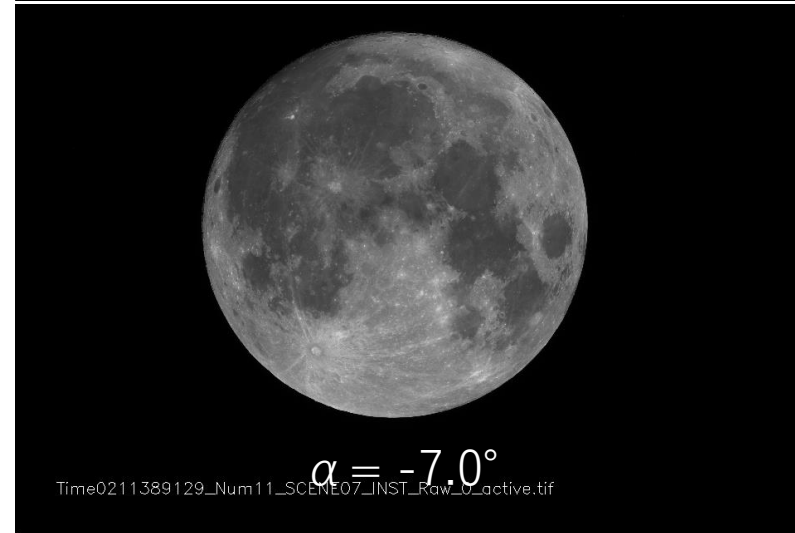
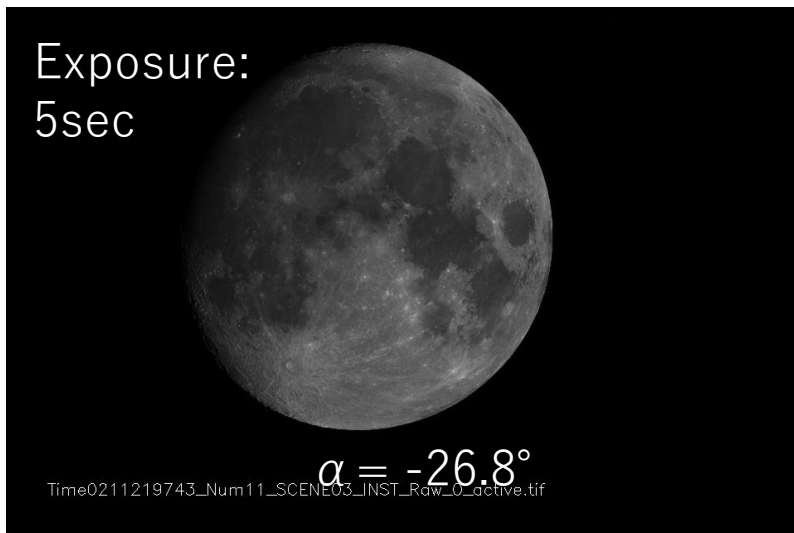
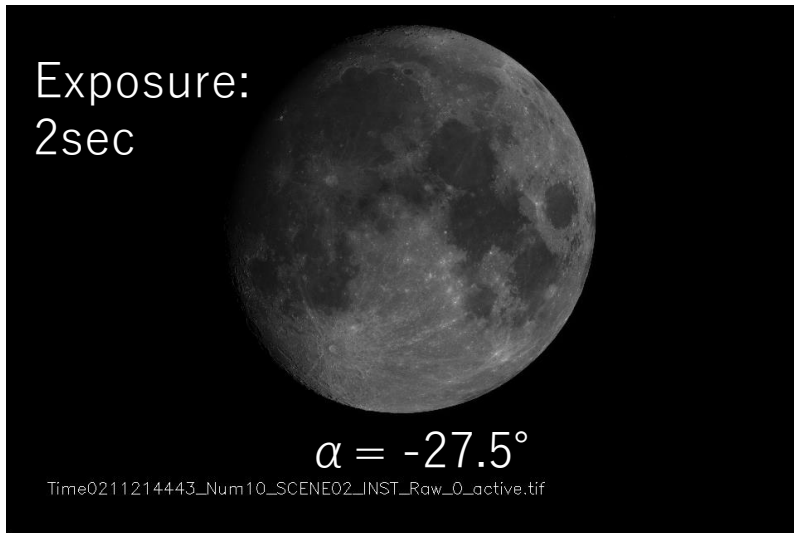
- 月を用いてほどよし1号機搭載カメラの感度安定性を確認(変化は1%)
一方で波長による傾向の違いも確認。(Kouyama+, Small Sat conf. 2018)
- 同様の手法は「はやぶさ2」マルチバンドカメラ、分光センサでも活用 (Tatsumi et al., 2019)

月を用いたSHIROPのセンサ感度キャリブレーション

2019年 9/11

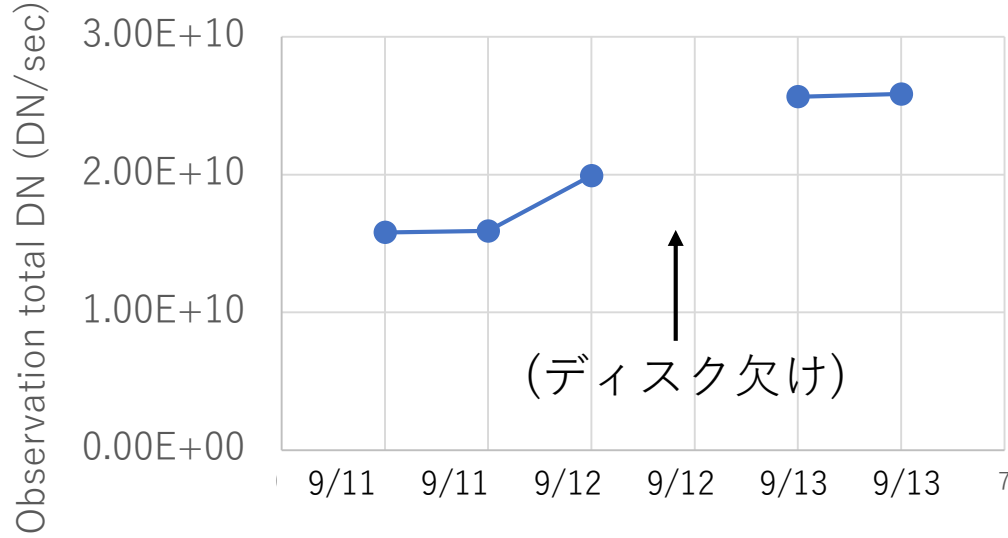
9/12

9/13

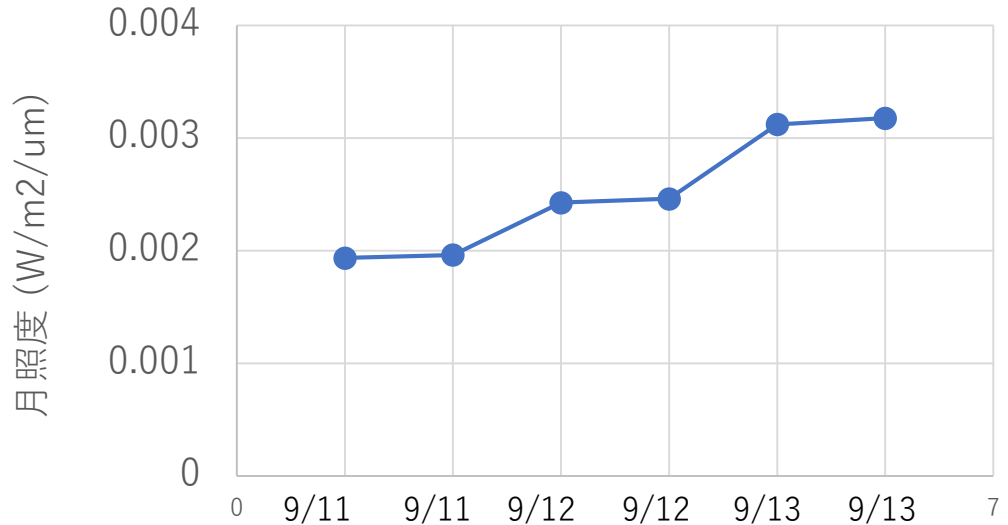


月観測画像と月明るさモデルとの比較

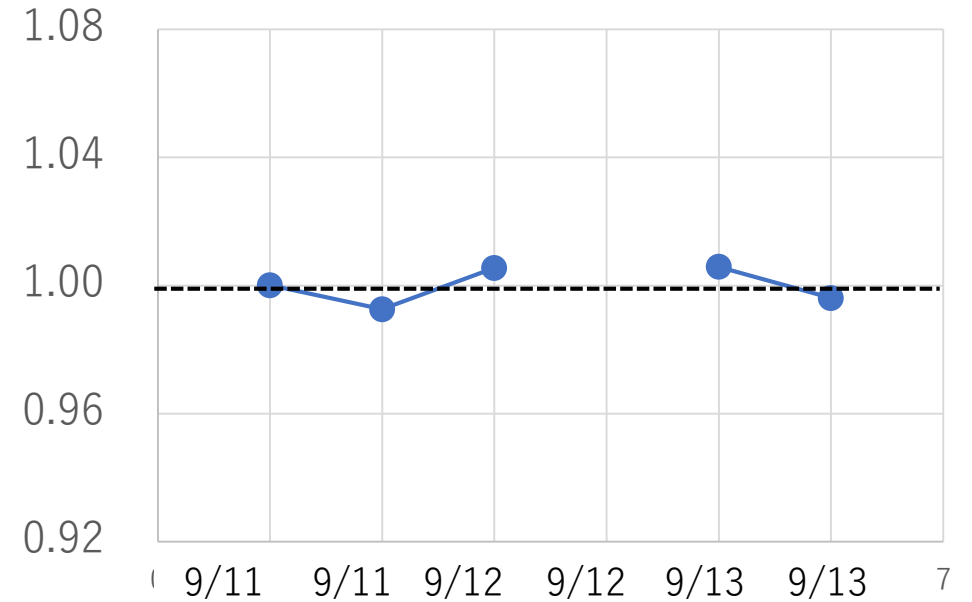
○ SHIROP月画像のトータルカウント値



○ モデルによる月照度(月全体を合算した明るさ)



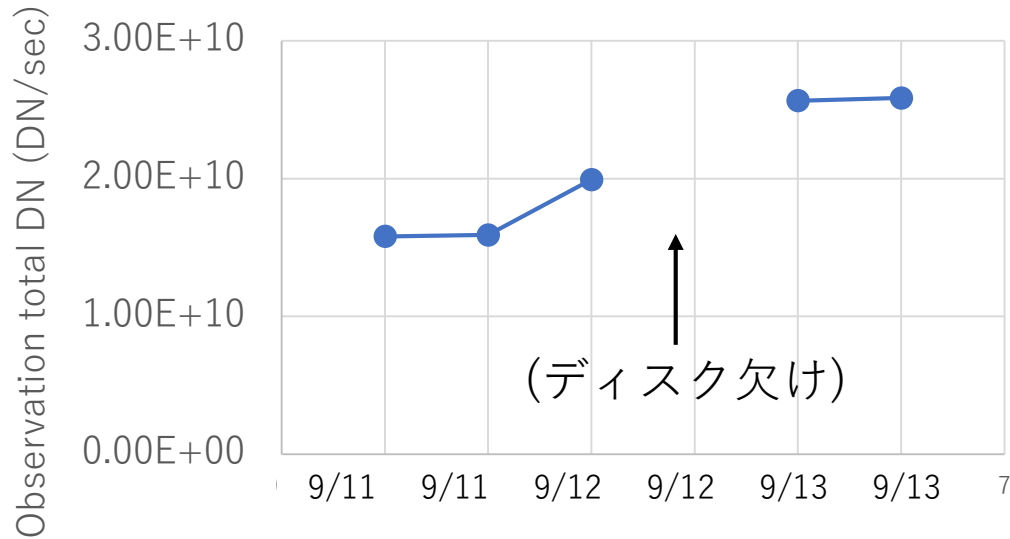
観測とモデルの比 (1 = 平均値)



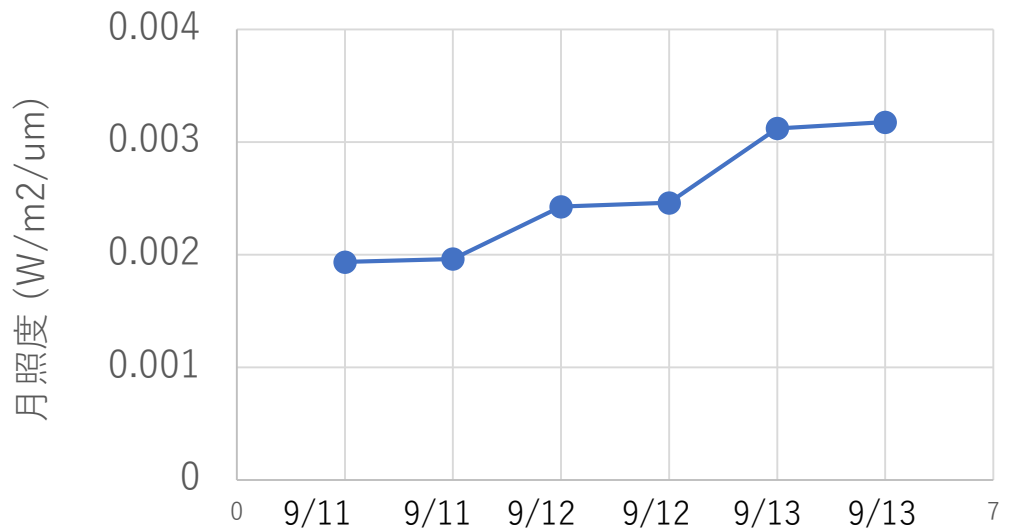
月を観測した3日間で
モデルと観測値の比が安定
= カメラ性能、特にリニアリティが
安定していることを軌道上で実証

月観測画像と月明るさモデルとの比較

○ SHIROP月画像のトータルカウント値

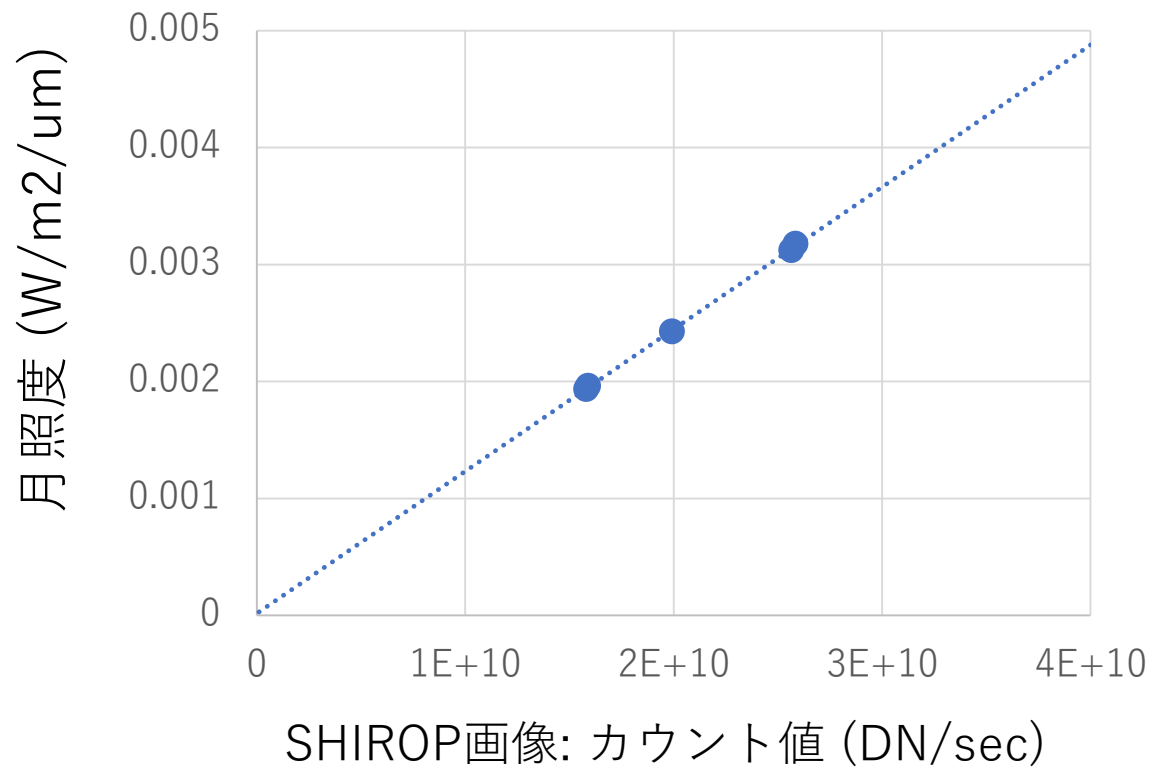


○ モデルによる月照度(月全体を合算した明るさ)



校正線として

DN・輝度値変換係数の計算に利用



$1 \text{ [W/m}^2\text{/sr/um]} \Rightarrow 60 \pm 6 \text{ DN/sec}$
 $(1 \text{ DN/sec} = 0.01682 \text{ [W/m}^2\text{/sr/um]})$

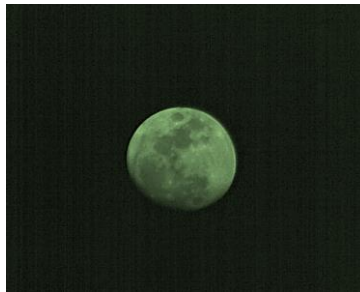
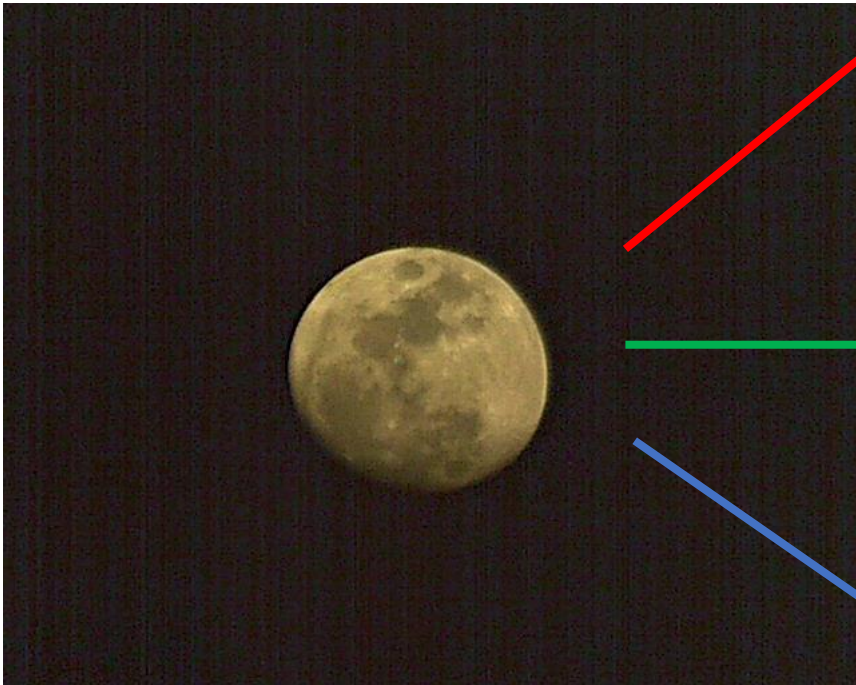


露光時間の調整などに
役立つ情報

OPS(RGBカメラ): 月を利用したカラーバランス補正

それぞれのバンドで月モデルと明るさ比較

2019年 9/11



↓
Calibration

Calibration

Calibration

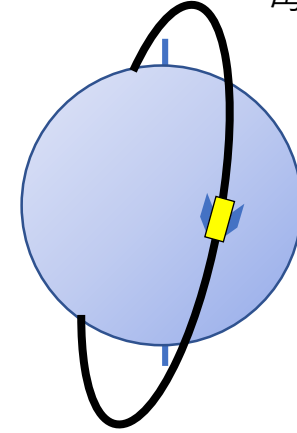


赤・緑の色味が強い
→ 黄色がかった月画像

低高度衛星でも
カメラキャリブレーションは
問題なく実施可能

2. 産総研でのSHIROP画像利用検討

- ・完全太陽同期軌道
- ・毎日同じ観測条件



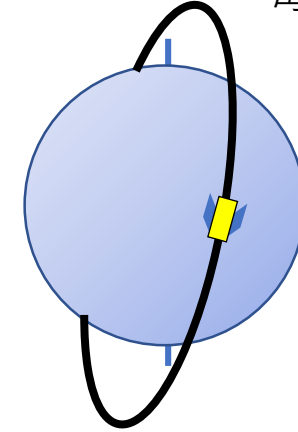
- 日照角度
- 観測角



France/Nice

2. 産総研でのSHIROP画像利用検討

- ・ 完全太陽同期軌道
- ・ 毎日同じ観測条件



- 日照角度
- 観測角



Japan/Tokyo

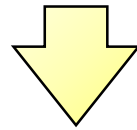
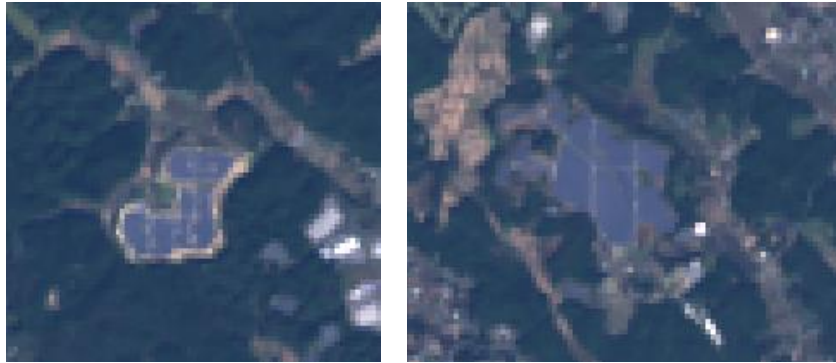


東京メトロ小右川車両基地

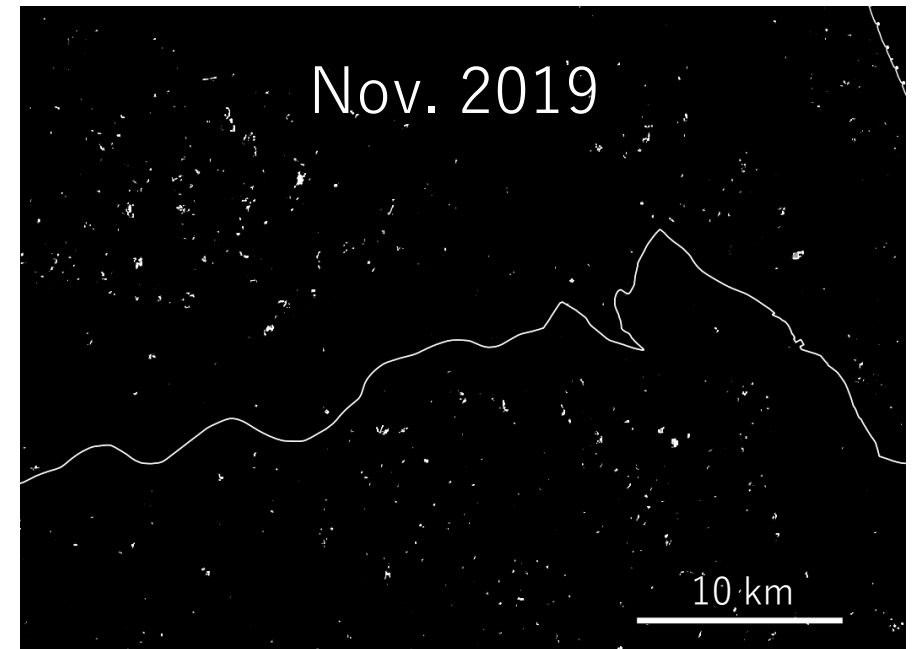
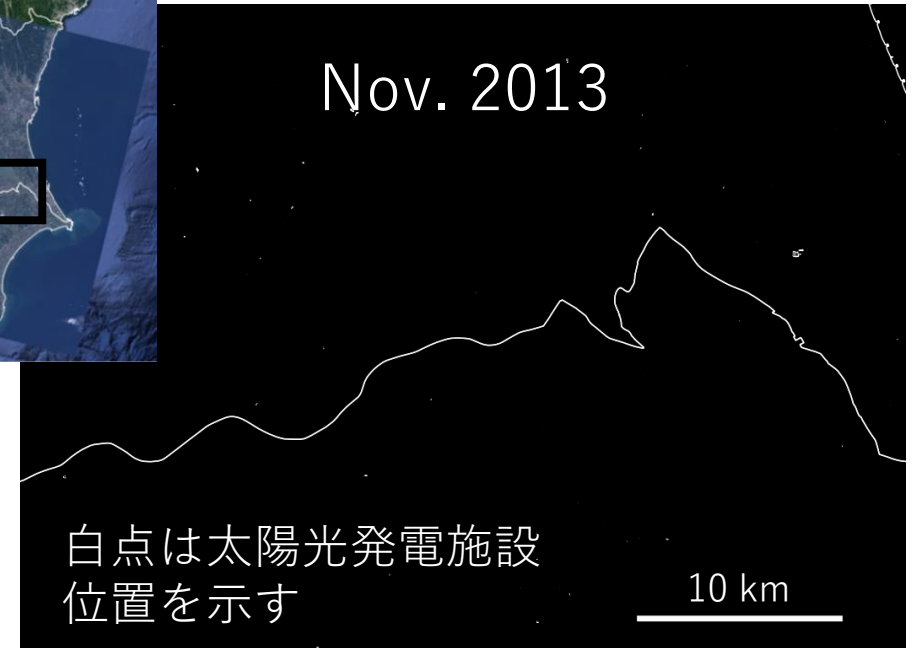
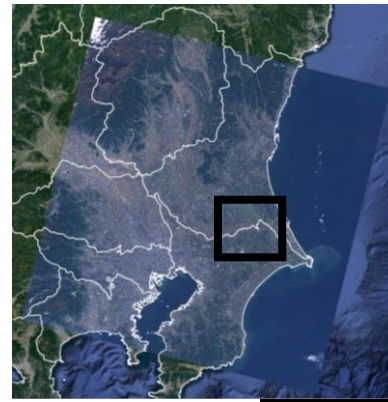
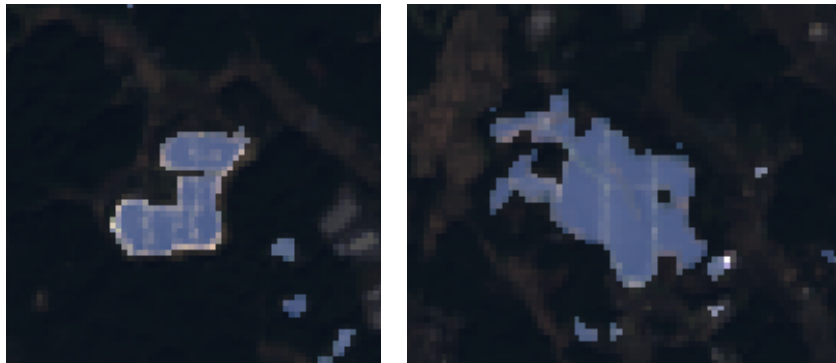
衛星画像 + AIの事例

太陽光発電施設の検出

[Ishii+, 2016; Imamoglu+,2017; Miyamoto+, 2018]



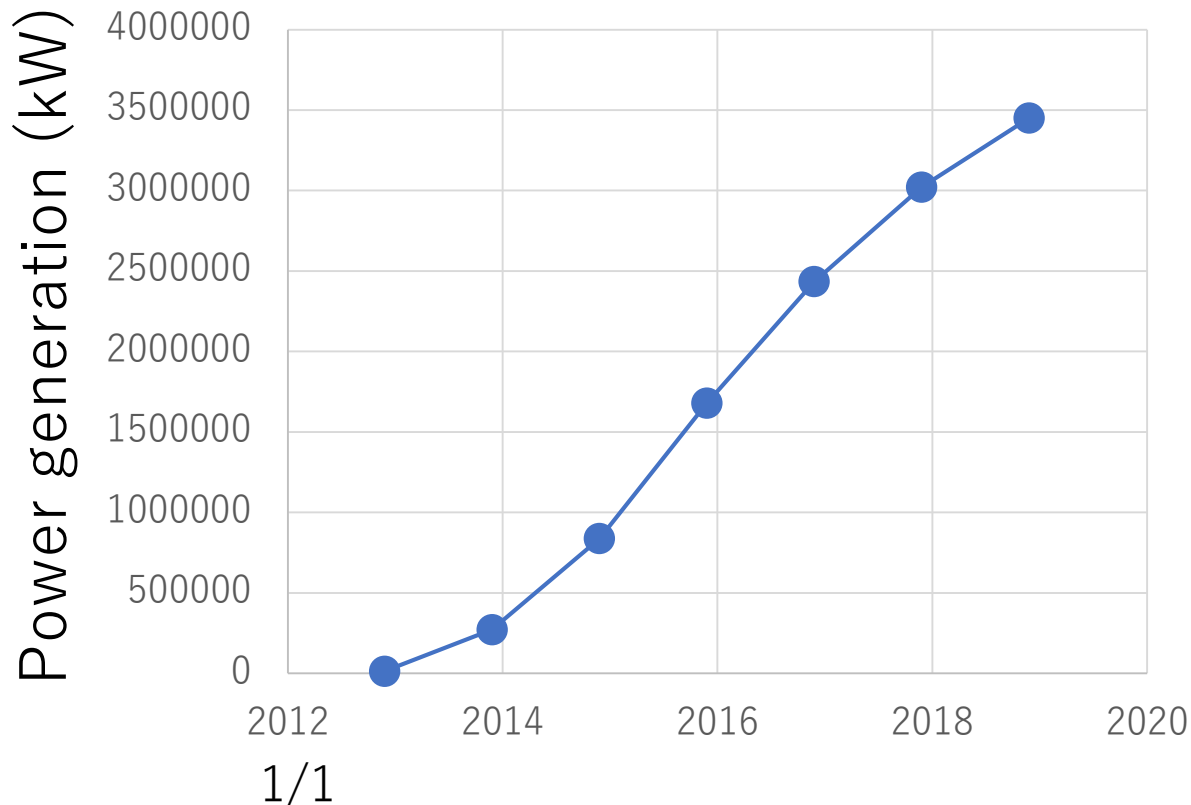
画像はLandsat8/OLI



政府統計(太陽光発電の導入量)との比較

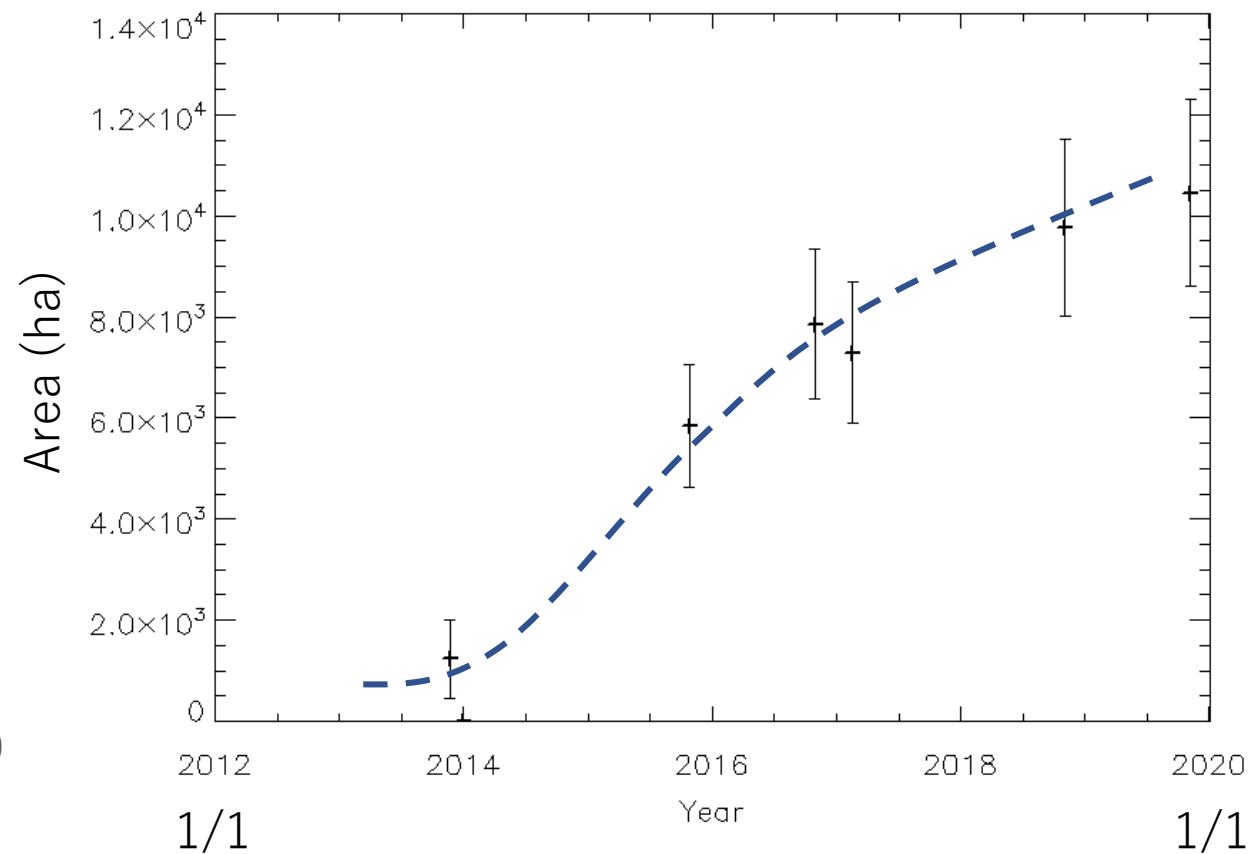
FITに基づく太陽光発電導入量 (関東)

Mega solar (> 1000 kW) in Kanto Area



検出された太陽光発電施設の総面積 (関東)

Mega solar area identified by Deep learning

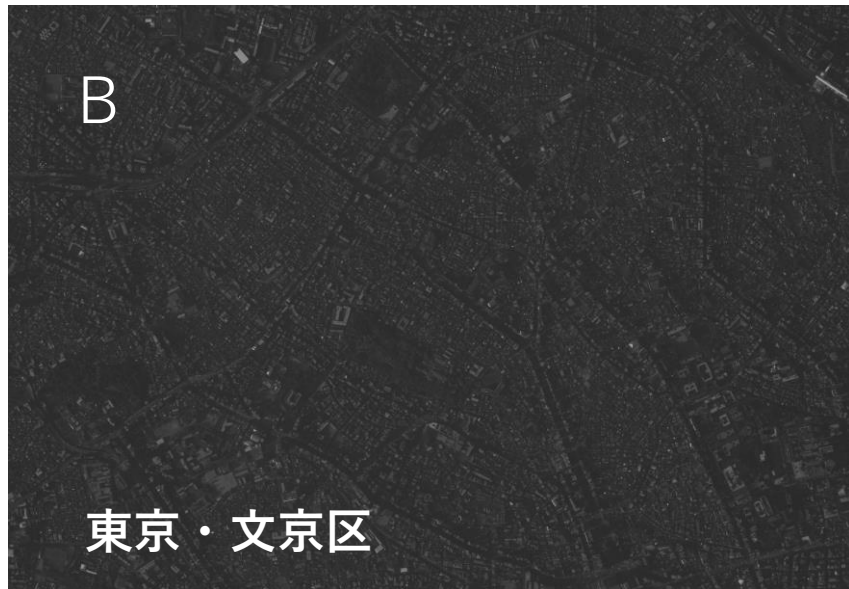
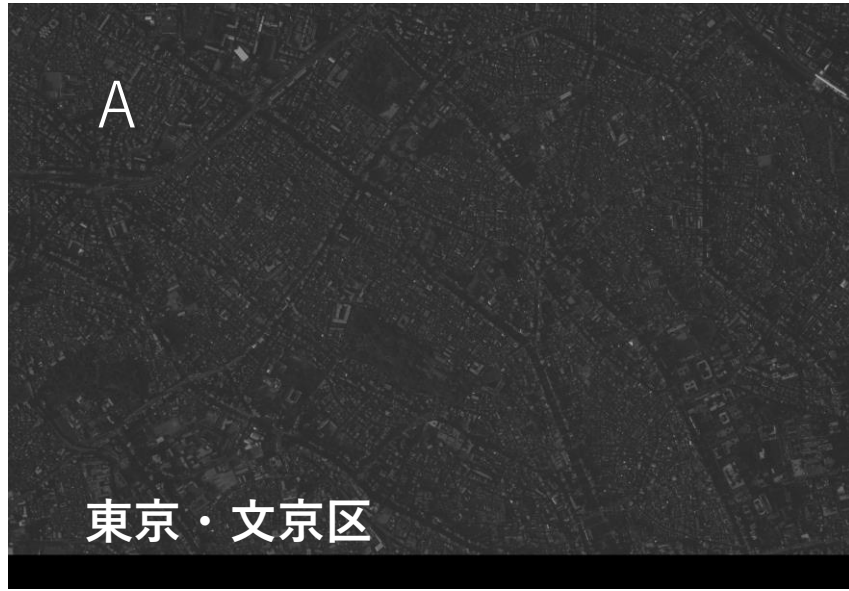


AIによる衛星画像解析：

人間的な判定を「ピクセルレベル」で「広範囲」に網羅的に可能

[Kouyama+, Submitted]

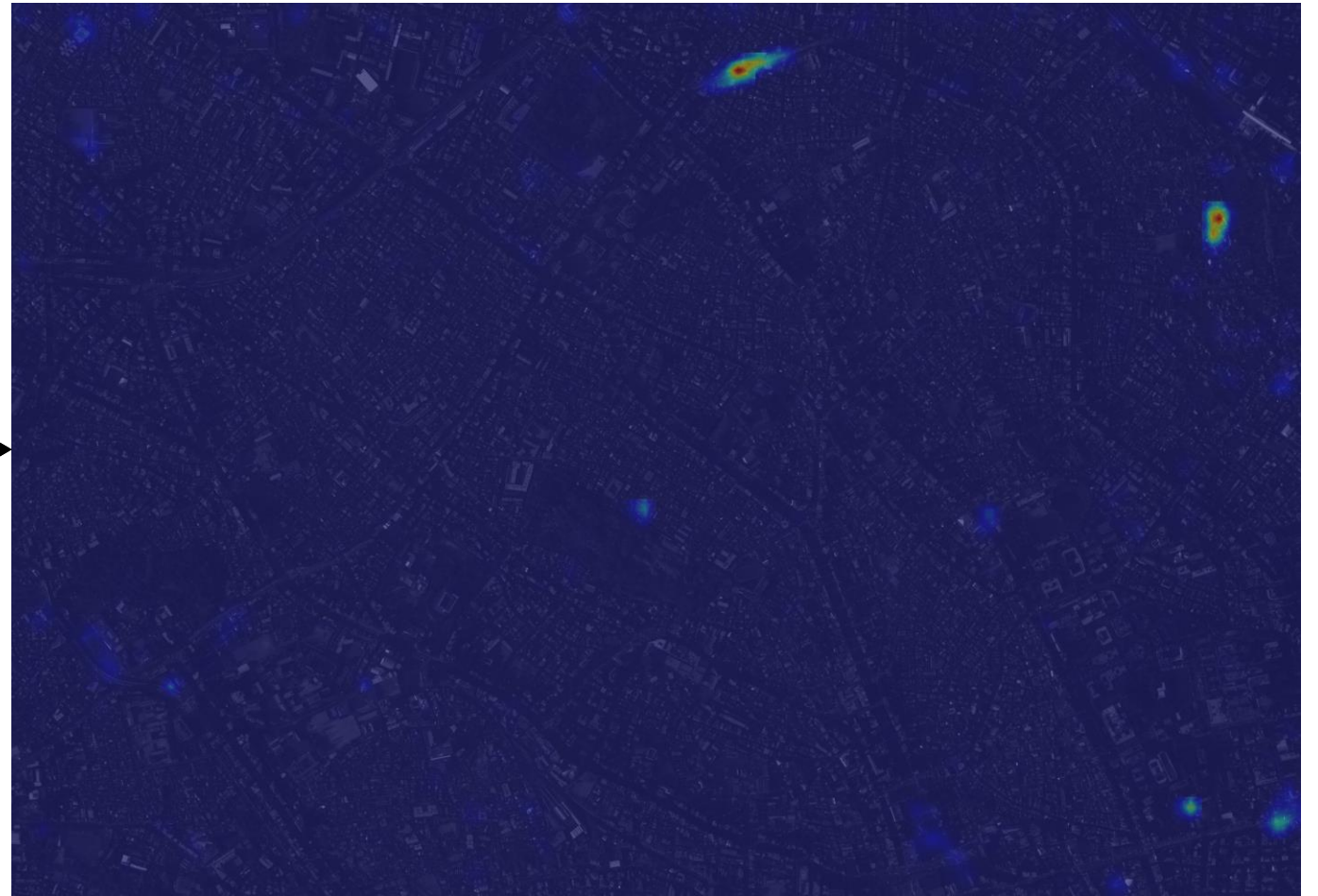
SHIROP画像から情報抽出



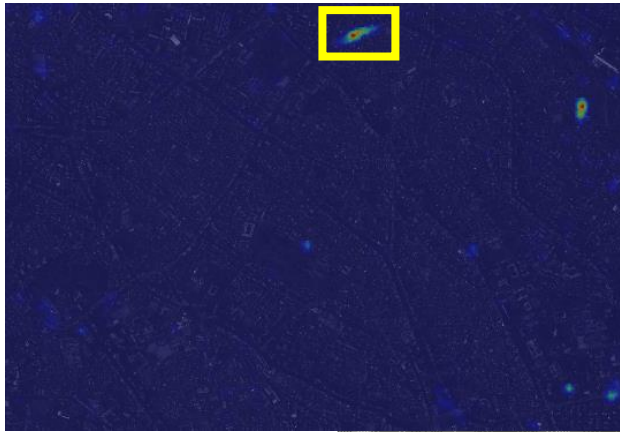
~5 km



A horizontal double-headed arrow indicating a scale of approximately 5 km.



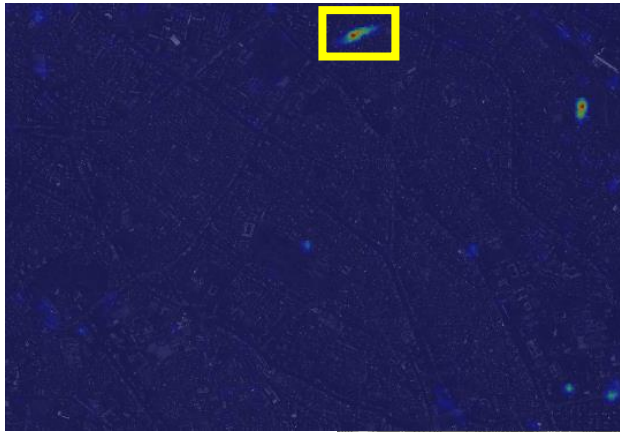
2つの画像中でAIが着目した変化
(ヒートマップ)



衛星画像 = 地域の「全体的」な状況の変化

高解像度 = 例えばどの道が特に変化しているかなど、「生活レベル」の情報

AI = 網羅的に調査可能



衛星画像 = 地域の「全体的」な状況の変化

高解像度 = 例えばどの道が特に変化しているかなど、「生活レベル」の情報

AI = 網羅的に調査可能

斜め視画像の利用提案



宇宙から高さ方向の情報も得られる

- ・ 単一の画像から

⇒ Referenceになる建物から高さ推定

- ・ 複数Viewing angle

⇒ 詳細・広域3次元データへ
(高頻度に更新可能)

想定される利用

特に沿岸部での活用?
水害時の浸水高さ (津波高)
がれきの3次元分布

高解像度「斜め視」観測は
現在まだ事例が少なく、貴重

- 広く行われている衛星搭載カメラのキャリブレーションはSLATSでも問題なく実施
 - 画像明るさ・色比の定量的な評価を可能に
 - ⇒ 次期低高度衛星への資産 / 圃場区画内でのNDVIムラ
- 画像利用検討から
 - 高解像度画像：生活レベルの変化を識別
 - + AI： 巨大な画像でも網羅的な探索が可能
 - 斜め視高解像画像：高さ方向の情報
 - 新しい衛星画像利用の種

