

地球惑星科学における航空機観測利用の推進セッション

UAVによる課題解決型リモートセンシングの推進

Promotion of solution-oriented remote sensing
by the use of UAV



近藤 昭彦(千葉大学環境RS研究センター)
田中 圭 (日本地図センター)
濱 侃 (千葉大学学振特別研究員)

<http://www.llsci.net/klab/>

リモートセンシングの役割

始まったばかりの地球環境研究イニシアティブ
フューチャー・アース にリモートセンシングは
どう対応するか



階層的地球観測

人工衛星リモートセンシング
航空機リモートセンシング
UAVリモートセンシング

UAV: Unmanned Aerial Vehicle



●リモートセンシングによる**超学際**は可能か



グローバル・リモートセンシング

- ・NOAA、MODISクラス
地球全体がわかる



リージョナル・リモートセンシング

- ・ランドサットクラス
地域が見える



ローカル・リモートセンシング

- ・低高度、近接リモートセンシング
UAVリモートセンシング

↓ここを強化！

知的資産
の形成

ステークホルダーの階層性

事実と真実

役に立つRS
現場と協働



● UAVリモートセンシングへの道

- ・測量 オルソ空中写真・DSM作成、変化抽出
- ・計測 UAVによる低高度・近接リモートセンシング

● UAV利用の可能性を拓いたもの

- ・低価格で、高機能な機体の登場
- ・高画質コンデジ、小型画像センサーの登場
- ・SfM-MVS (Structure from Motion) 技術
- ・センサー技術の進歩

いろいろな可能性
がいそうだわ！



近藤研が運用している機体 DJI系、3DR系、MS系



ミニサーベヤーMS-6L
ハイパースペクトルカメラ搭載



JABO H602
熱赤外カメラ搭載



Zion Pro800
飛行中



HSFを軽量化
JABO H601に搭載



DJI PHANTOM2
空間線量率測定中



Zion QC630
着陸体勢

●安定した姿勢、ホバリング

●オートパイロット

●数kg程度のペイロード

⇒UAVリモートセンシングの実現

ぶれのない画像の撮影

飛行コースをプログラミング

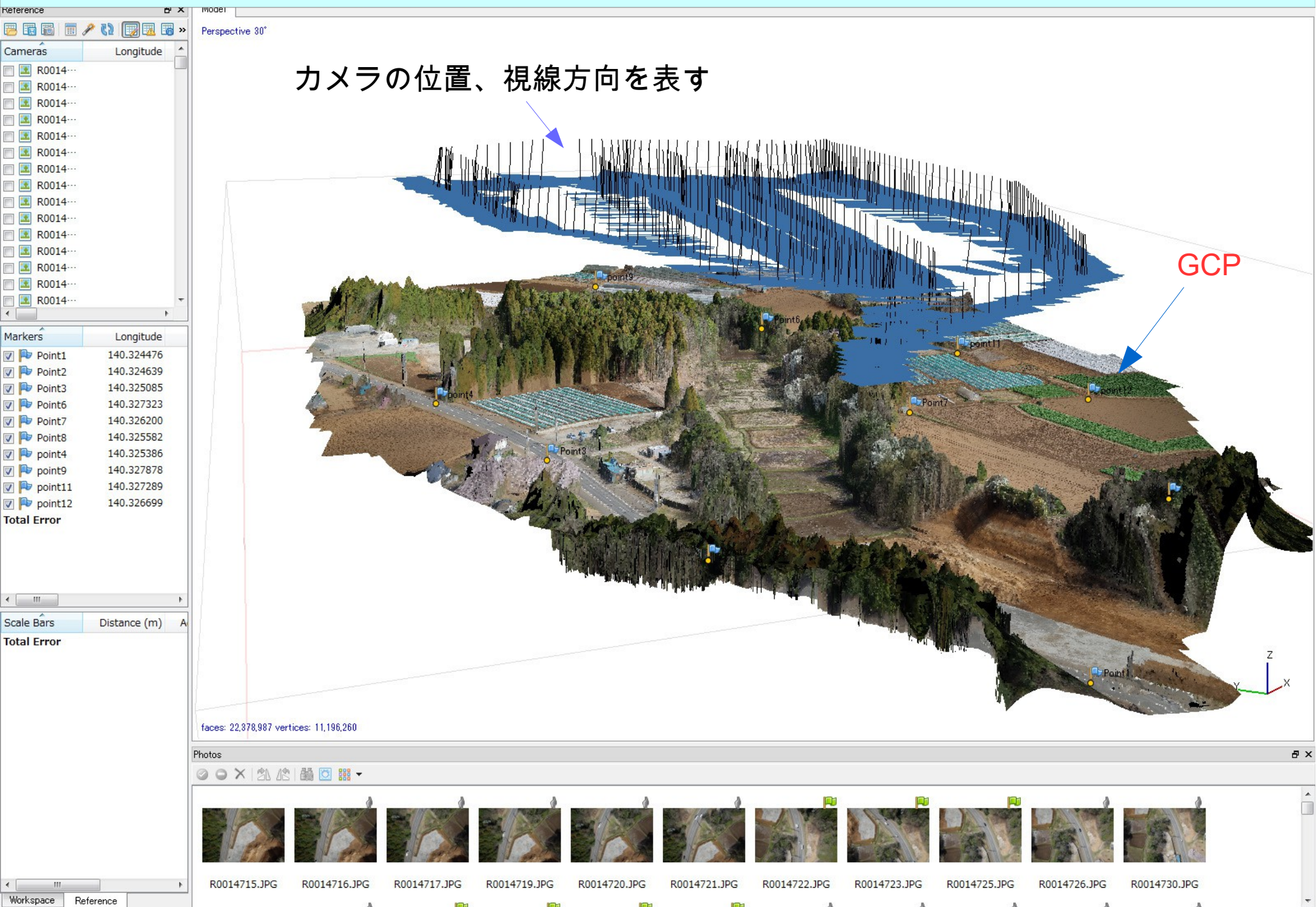
治具にセンサー、カメラ装着

UAVリモートセンシングの実践

- | | |
|--------------|------------|
| ① オルソ空中写真の活用 | SfM-MVSの応用 |
| ② 作物の生育診断 | 水稲への応用 |
| ③ 外来生物の分布・動態 | ナガエツルノゲイトウ |
| ④ 地表面・水面温度 | 生育診断、環境計測 |
| ⑤ 空間線量率の分布 | 原子力災害への取組 |
| ⑥ その他 | |

UAVリモートセンシングの事例を通じた
地球惑星科学への応用の可能性検討

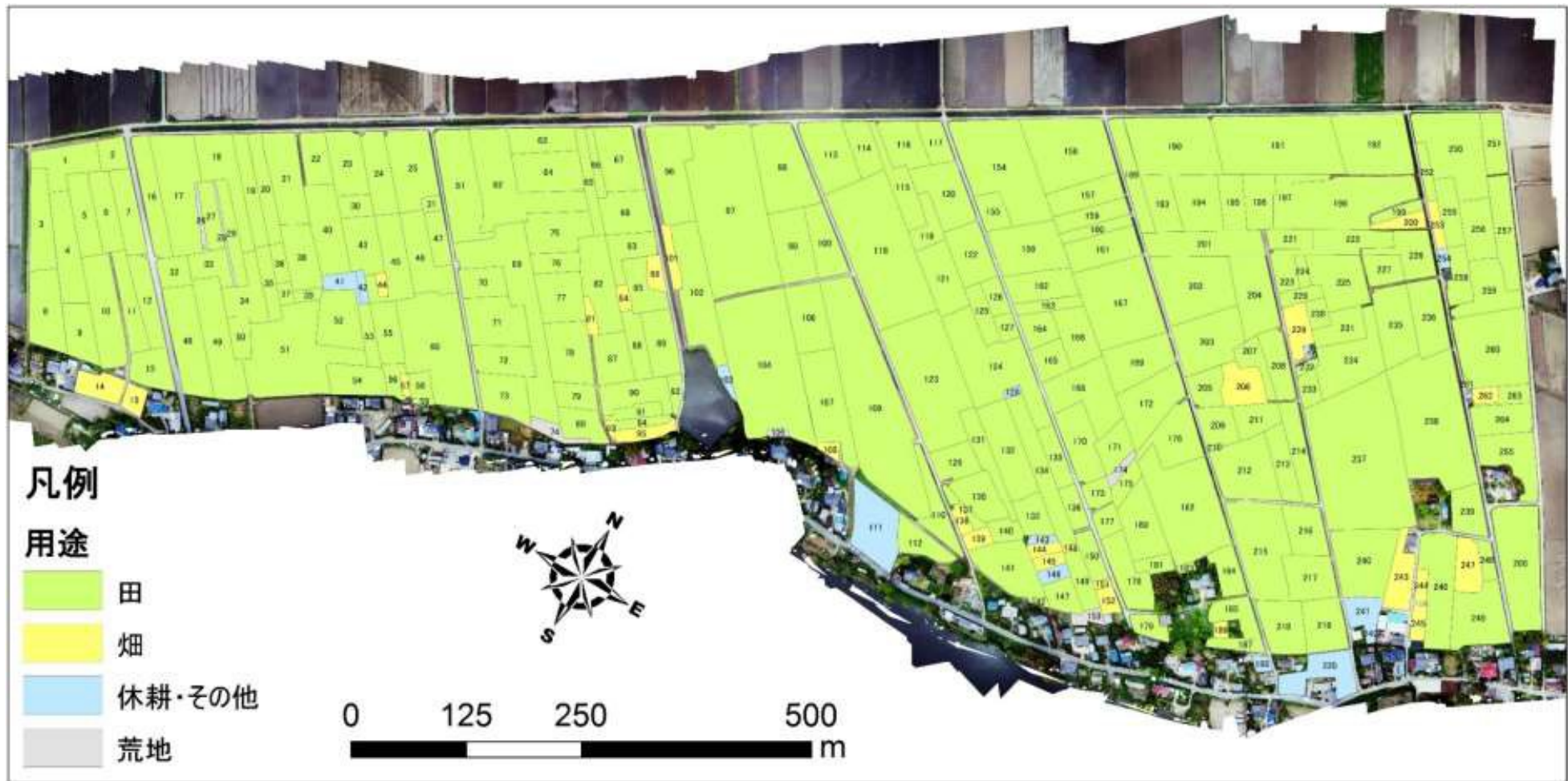
SfM-MVS技術の活用ー三次元モデルの作成



SfM-MVS技術の活用－測量の機動性

多面的機能支払いのための測量

- 高度100m、飛行距離約2kmのフライト6回（バッテリー50%）
- 基本図からGCPを得て、画像をPhotoScanでオルソ化
- GISで圃場ごとにポリゴン化、面積計算



UAV近赤外リモートセンシング

コンデジ型近赤外カメラの活用



近赤外カメラ : Yubaflex

カメラと観測波長帯

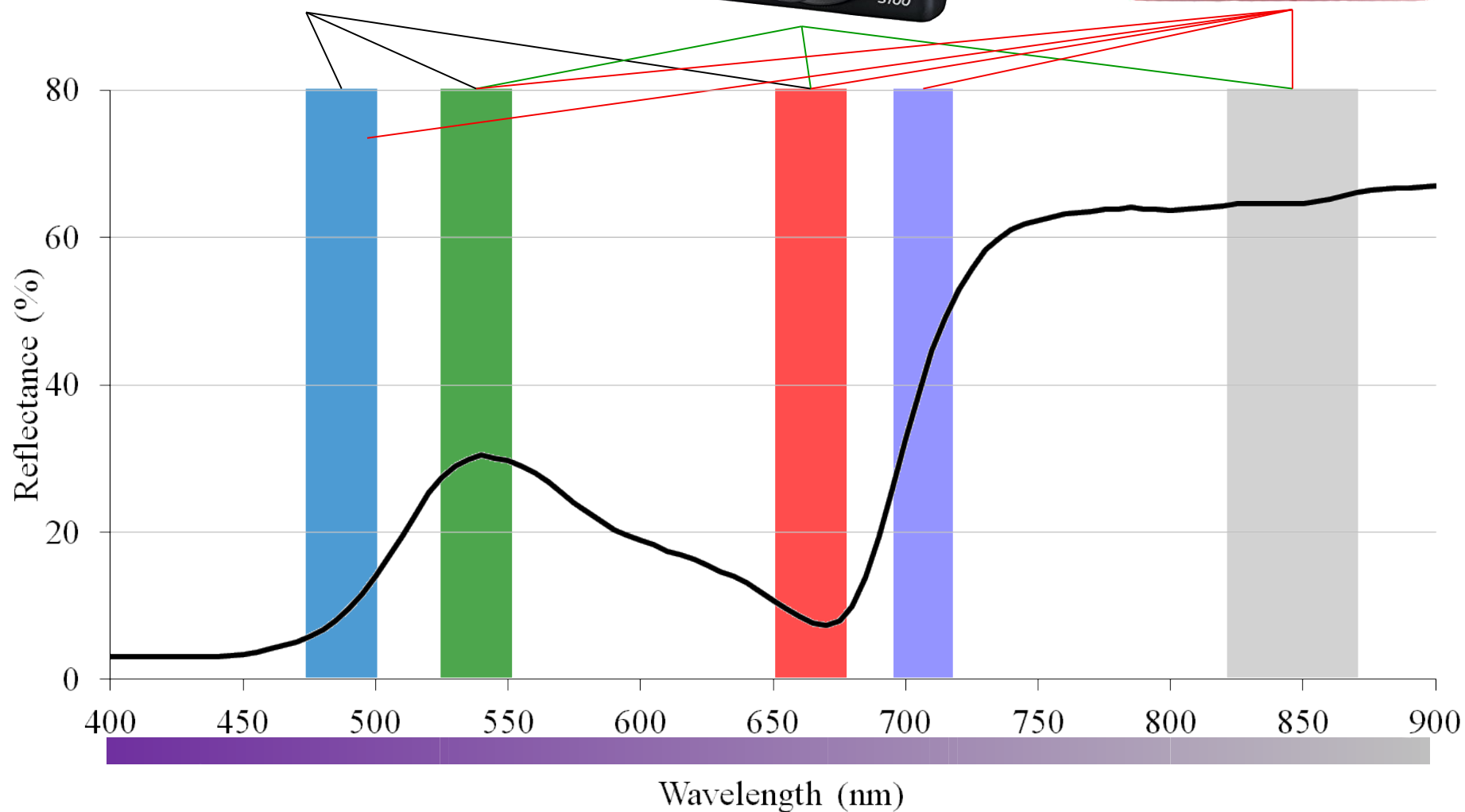
GR : RICOH



Yubaflex : Bizwarks

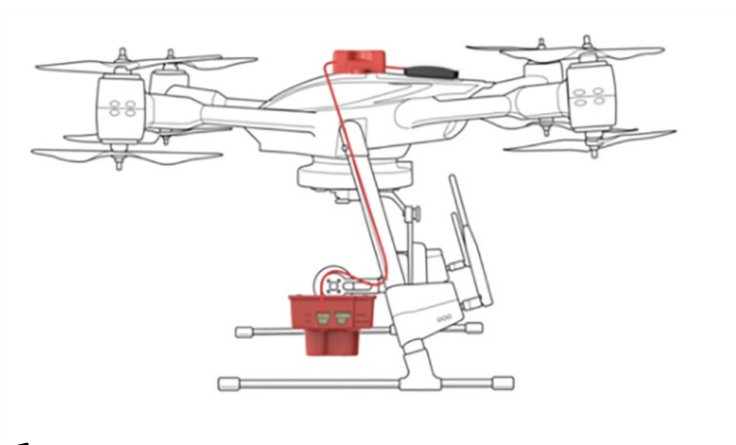
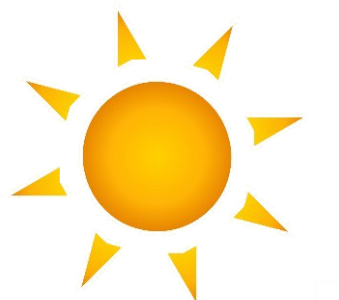


RedEdge : MicaSense



RedEdge (マルチスペクトルカメラ MicaSense社)

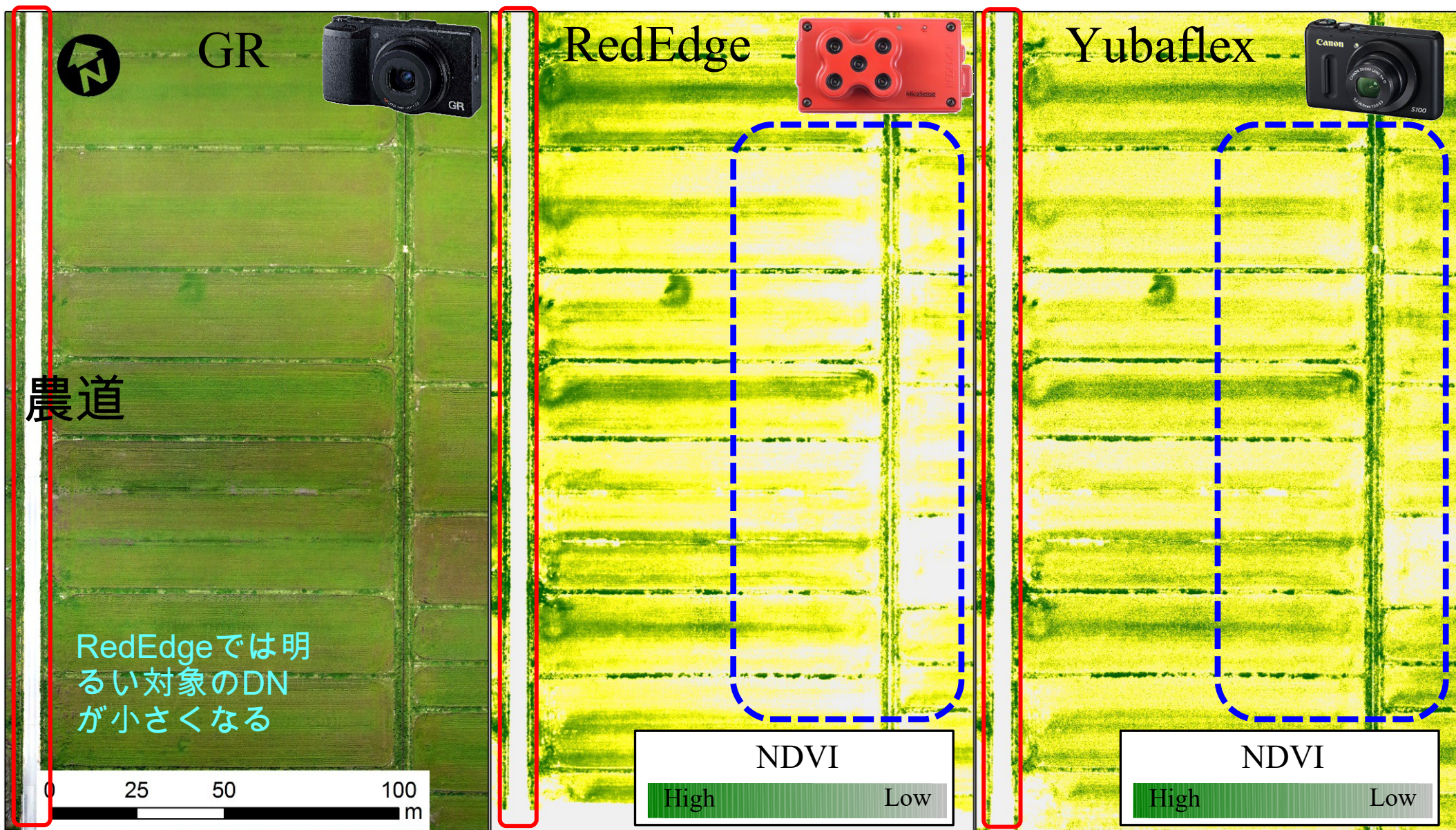
- 青・ 緑・ 赤・ 近赤外・ レッドエッジの画像を同時に撮影可能
- 照度センサーで画像を正規化 (反射率に変換)



観測結果

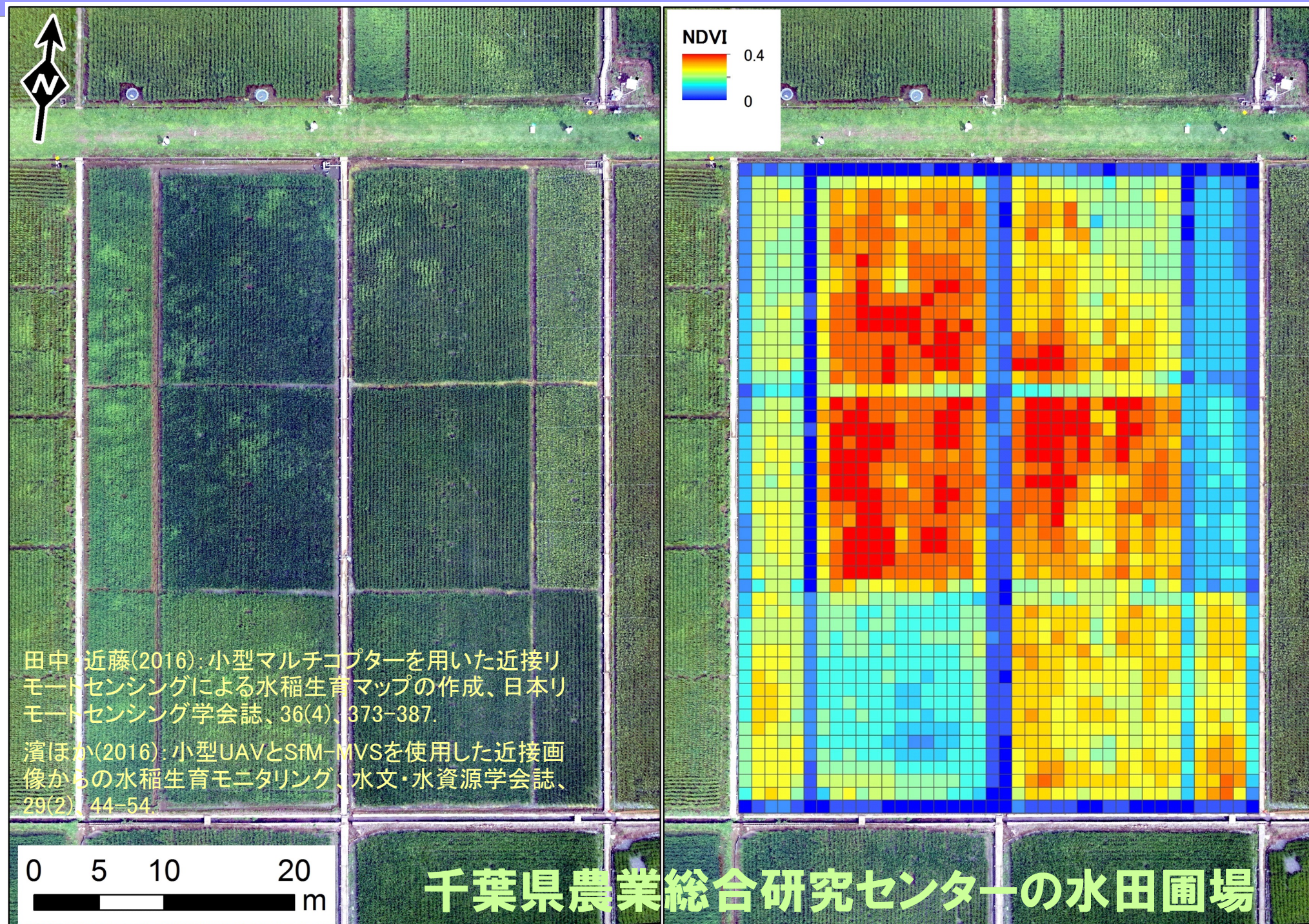
汎用・低コスト近赤外カメラは登場するか

- カメラが異なるとNDVI分布が異なる？ 今後の検討課題



② 水稻生育モニタリング

—近赤外カメラによる空撮—



水稻のフェノロジー(コシヒカリ, 5月12日植え)

田植え後15日

50日



60日

80日

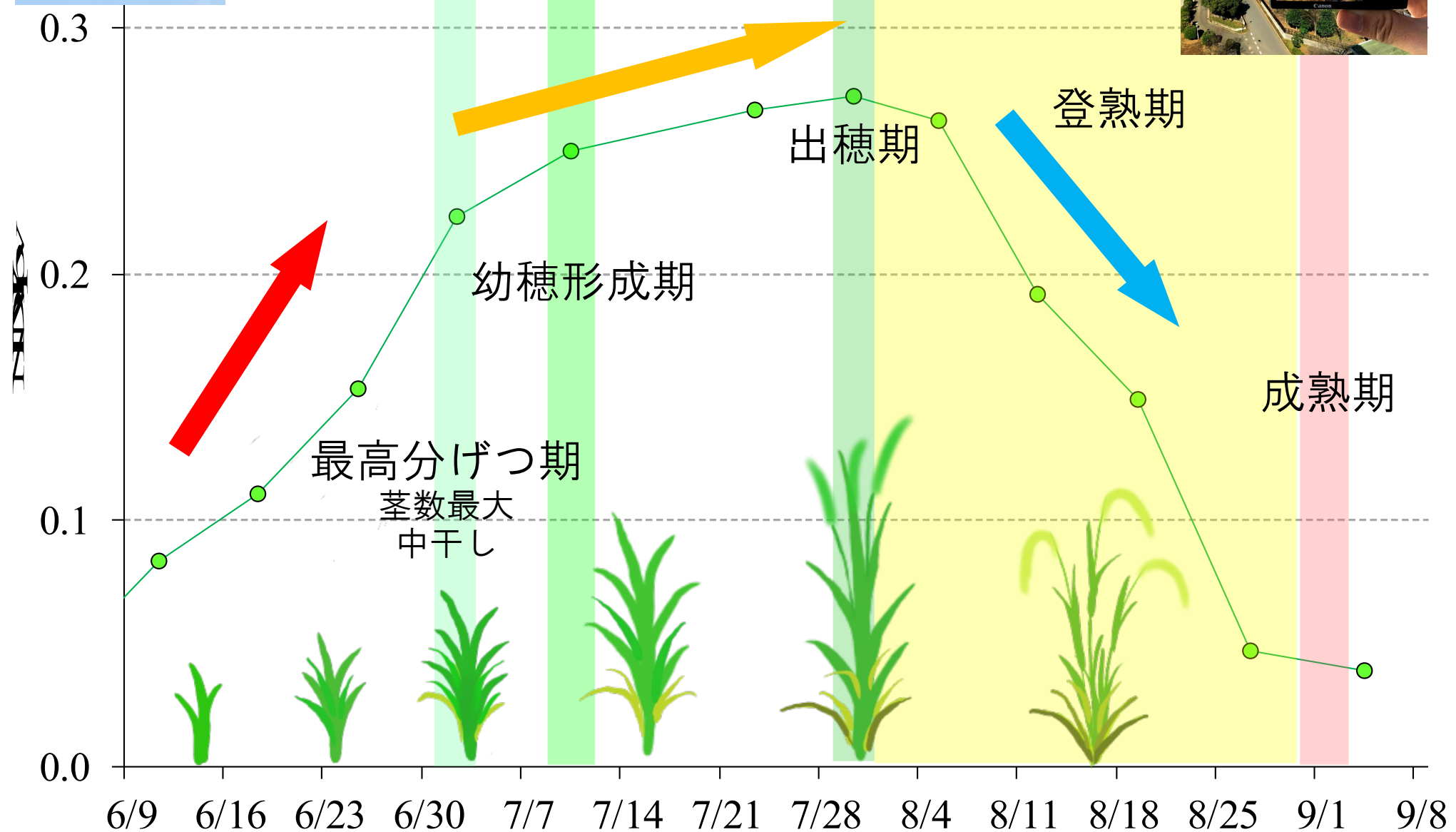


90日

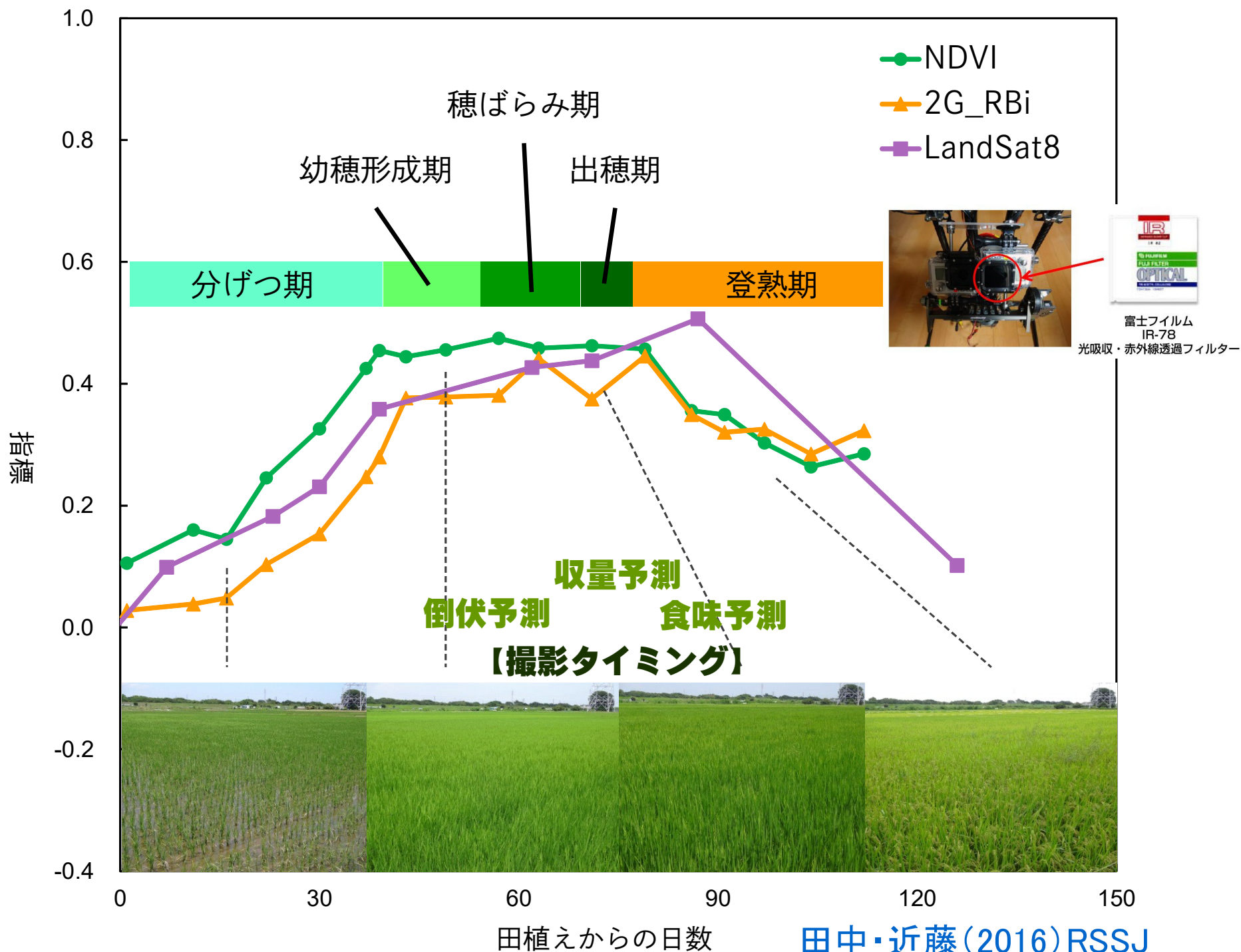
110日



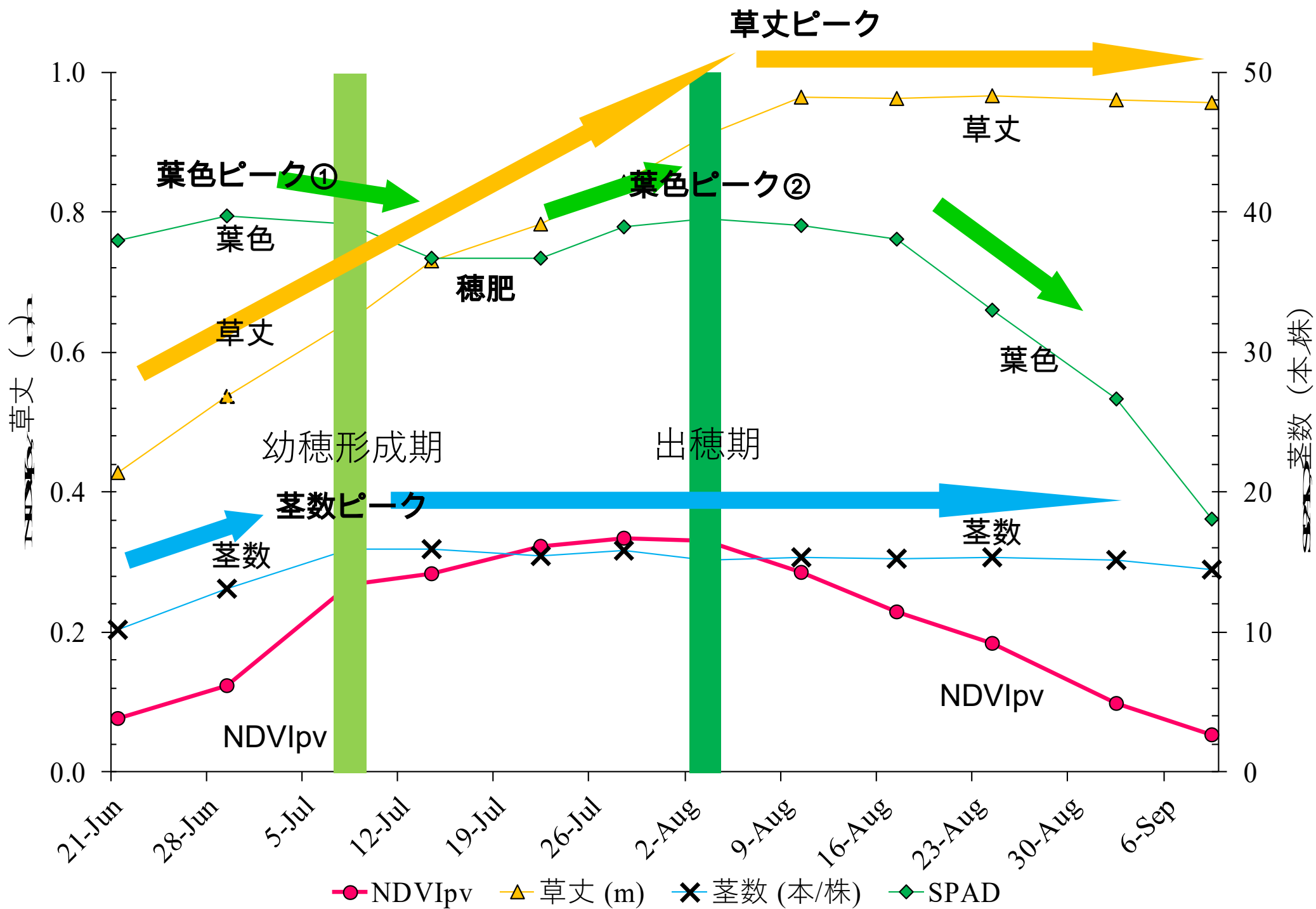
水稻のフェノロジー(コシヒカリ) 千葉 2015年



NDVIの季節変化 ランドサット8との比較



地上計測のパラメータとの比較



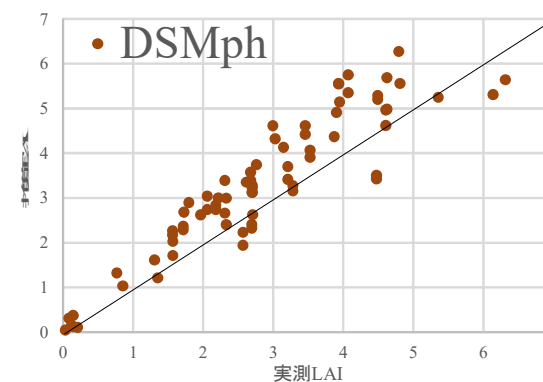
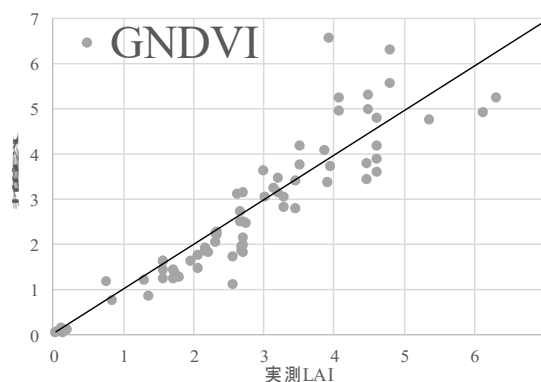
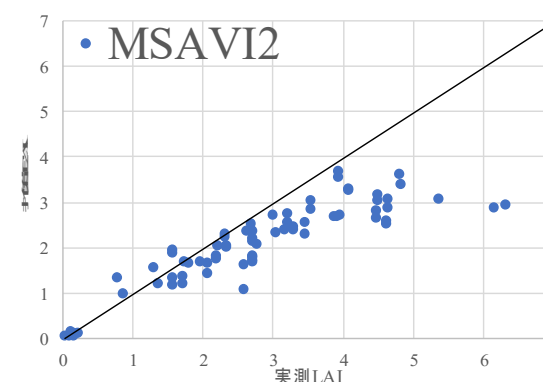
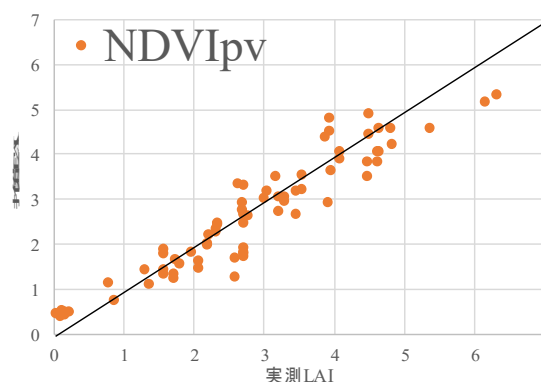
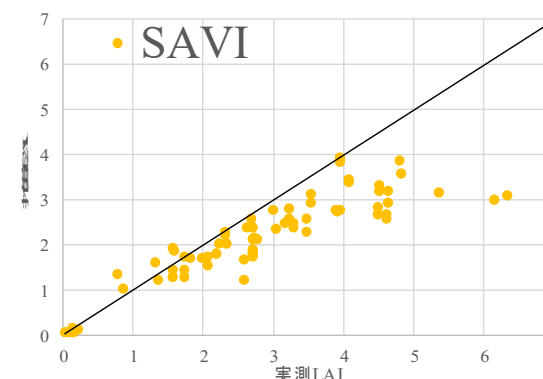
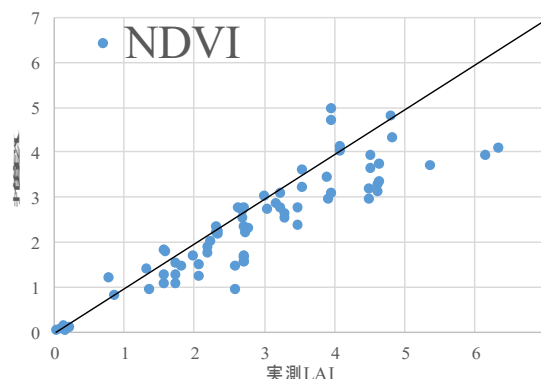
ドローン計測の植生指数によるLAIの推定

- NDVI_{pv} , GNDVI , NDVI , DSMphの順で推定精度がよい

※縦軸：推定値，横軸：実測値



	RMSE
NDVI	0.759
NDVI _{pv}	0.499
GNDVI	0.735
SAVI	0.977
MSAVI2	1.021
DSMph	0.775



何ができたか



- 代掻き水平精度の確認 SfM-MVSの応用
- 生育むら NDVI利用
- 追肥時期の決定 NDVIフェノロジーの応用
- たんばく質含有量の推定 NDVI利用
- 収量予測 NDVI利用
- 倒伏予測

地球惑星科学
への応用！！



③ 生態系モニタリング — 特定外来生物の分布、動態解析

外来水草ーナガエツルノゲイトウーの分布状況、 時間変化を空撮でモニタリング



問題点

洪水時の疎通障害
排水ポンプの機能不全
水田への侵出
在来生態系への影響
...

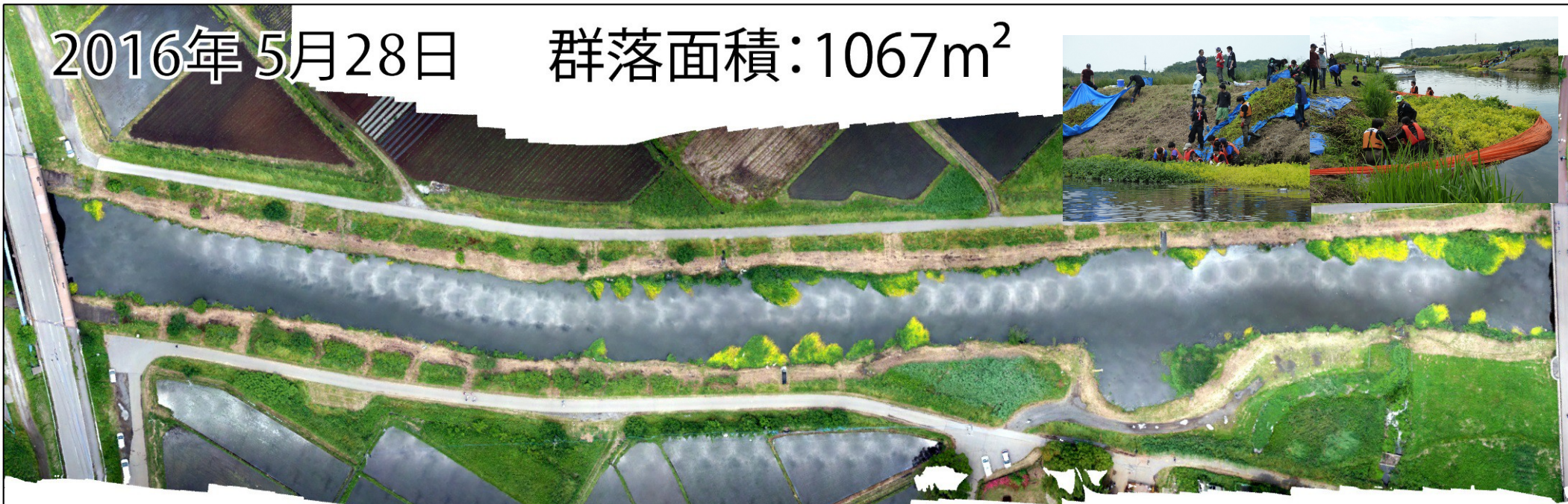
ナガエツルノゲイトウ



千葉県、印旛沼流域では治水、利水施設の運用や農業に大きな打撃

2016年 5月28日

群落面積:1067m²



ナガエツルノゲイトウ協働駆除作戦

超学際で実行

2016年 8月26日

群落面積:248m²



0

50

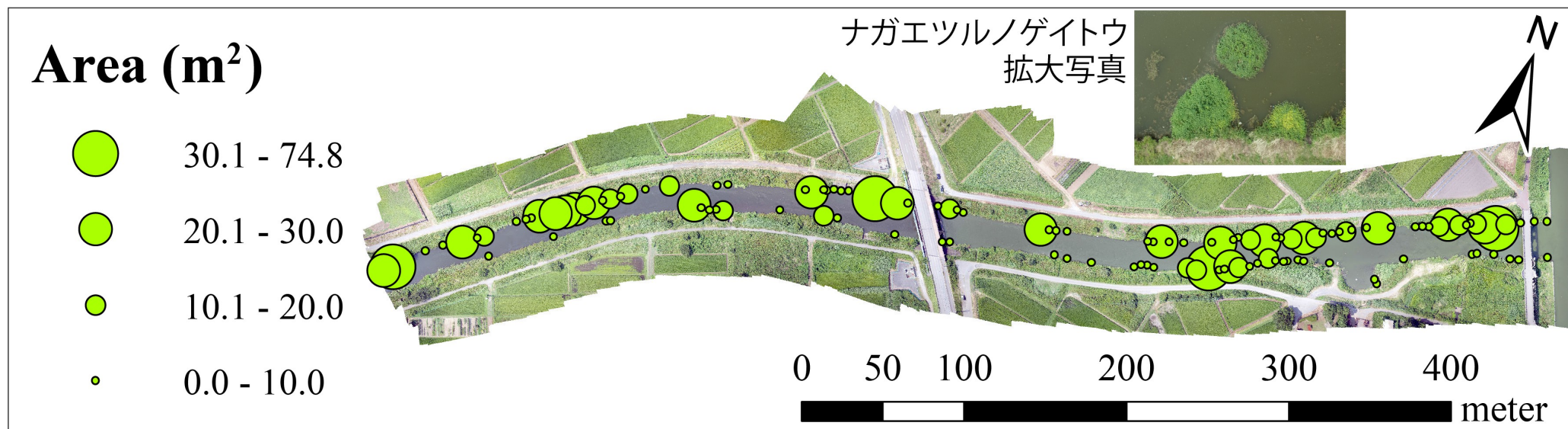
100

200

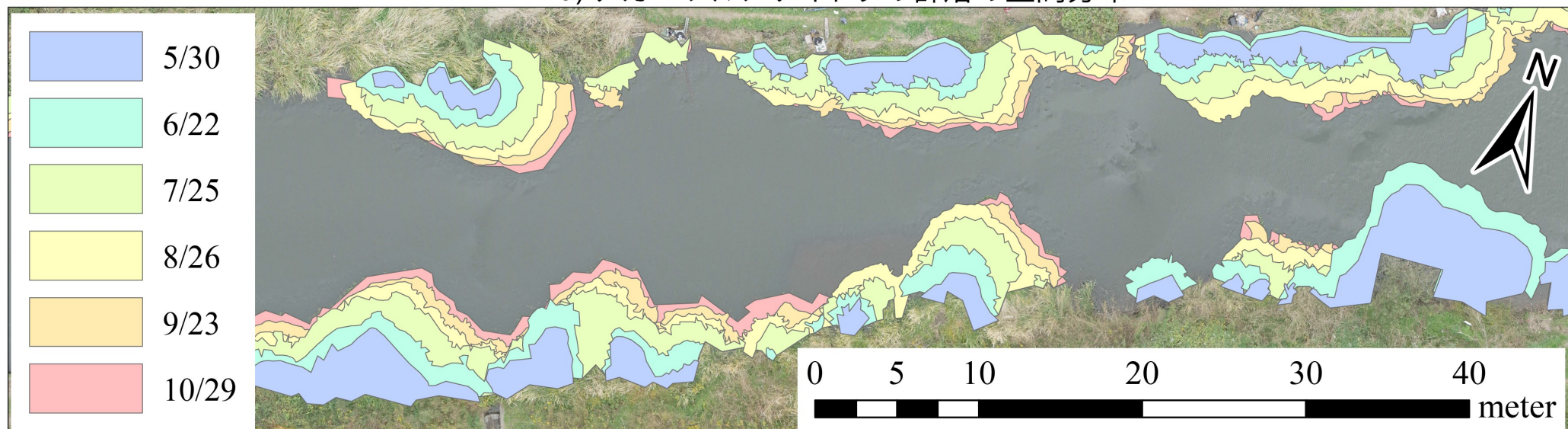
m



繁茂面積の計測、経時変化、成長特性、...



a) ナガエツルノゲイトウの群落の空間分布

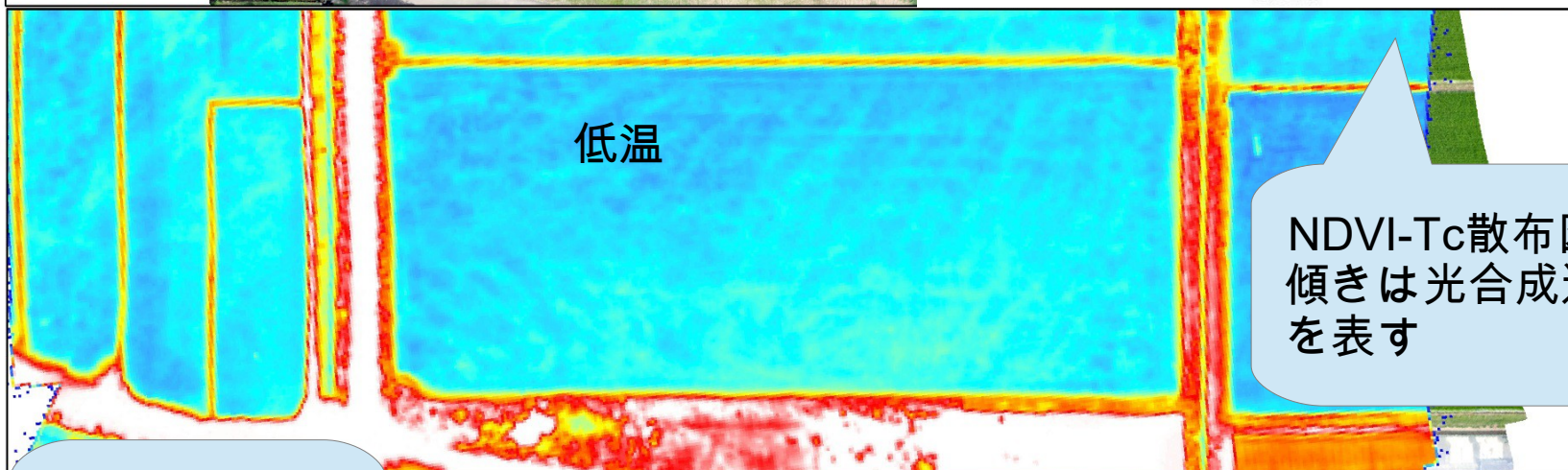
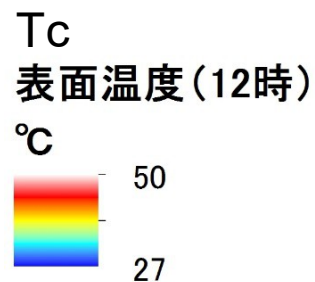
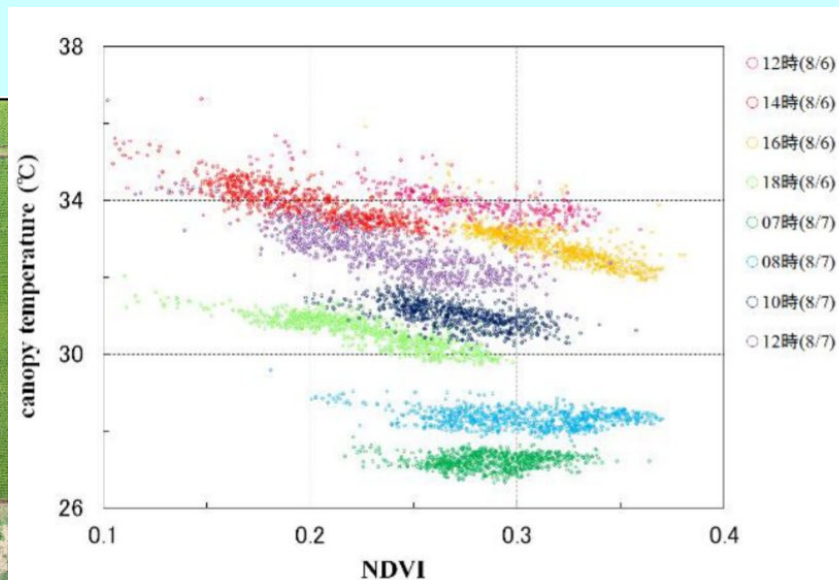


b) ナガエツルノゲイトウの群落の生長

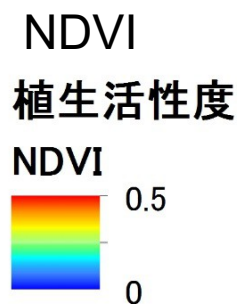
④ UAVで地表面温度を測る



オルソ空中写真



NDVI-Tc散布図の
傾きは光合成速度
を表す



稲の活性、緑の
強さと表面温度
の関係が重要

高NDVI

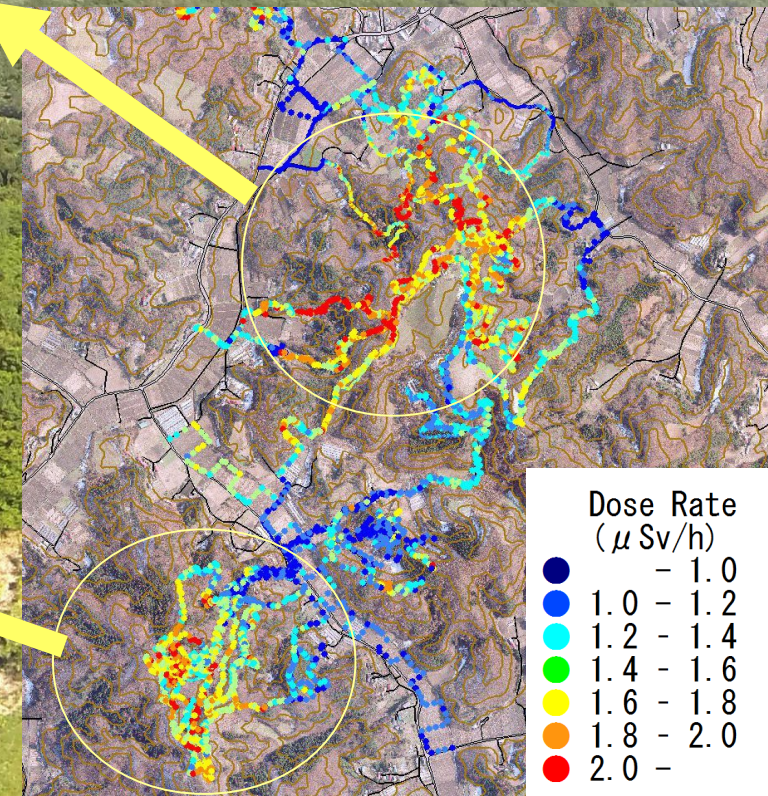


⑤ UAVによる計測 山林域の空間線量率

●山村の暮らしは田畑、住居、里山を含む
小流域における水・物質循環のもとで
成り立っている

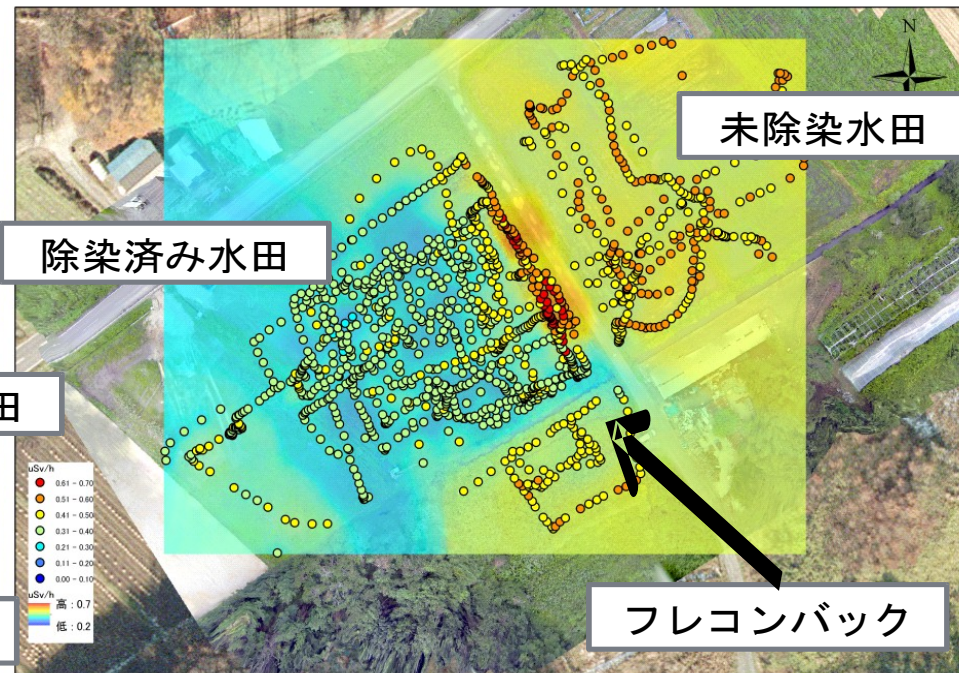
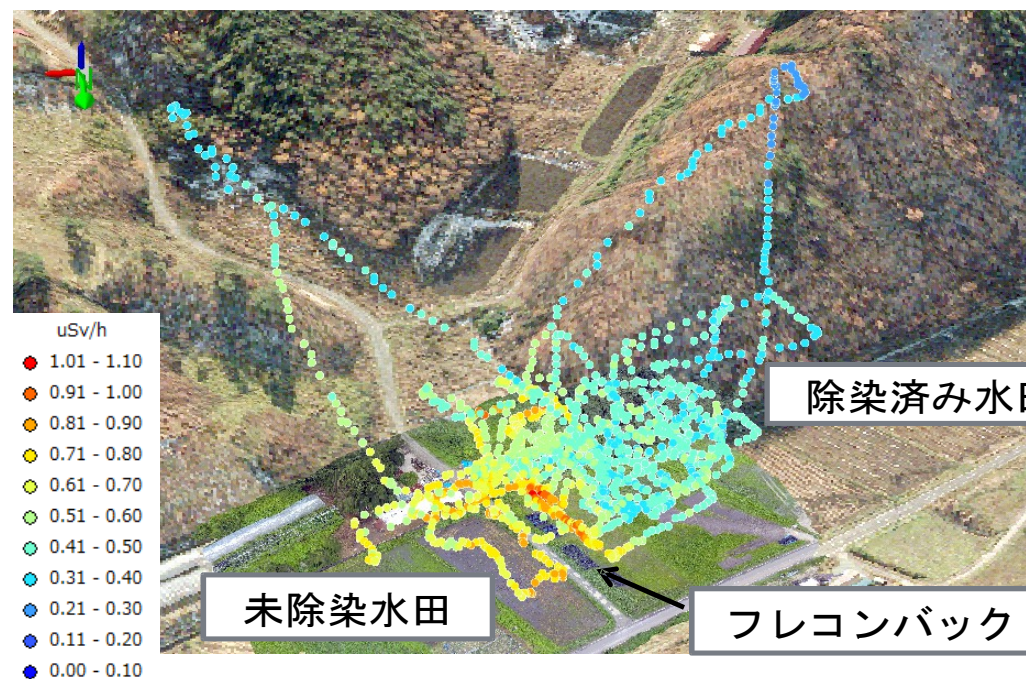
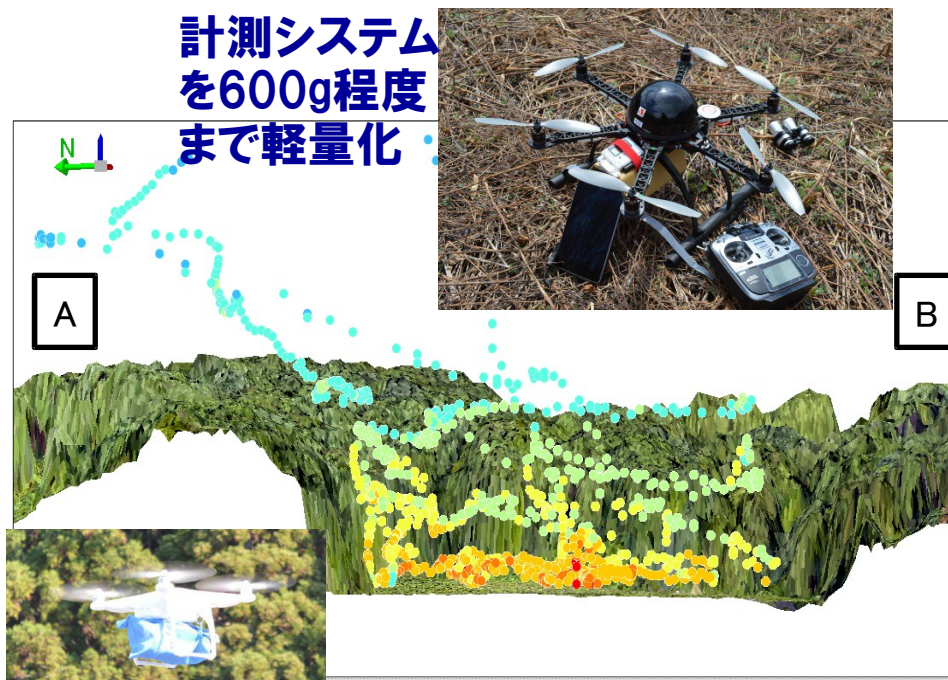
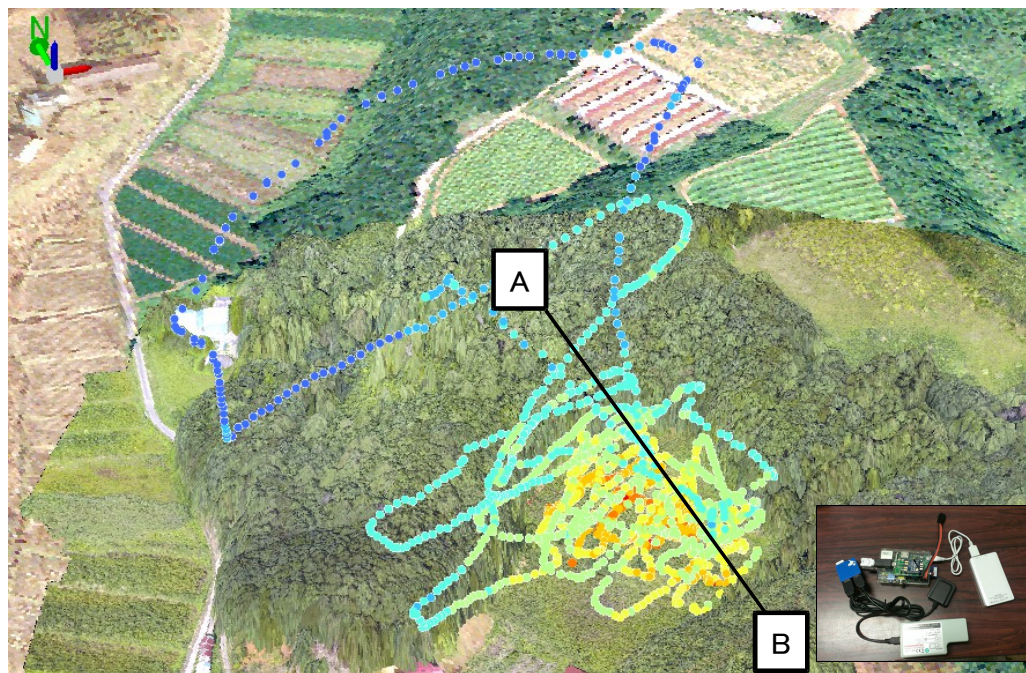
●里山の放射能対策を！ ーチーム千葉大ー

2012年歩行サーベイによる
空間線量率の分布



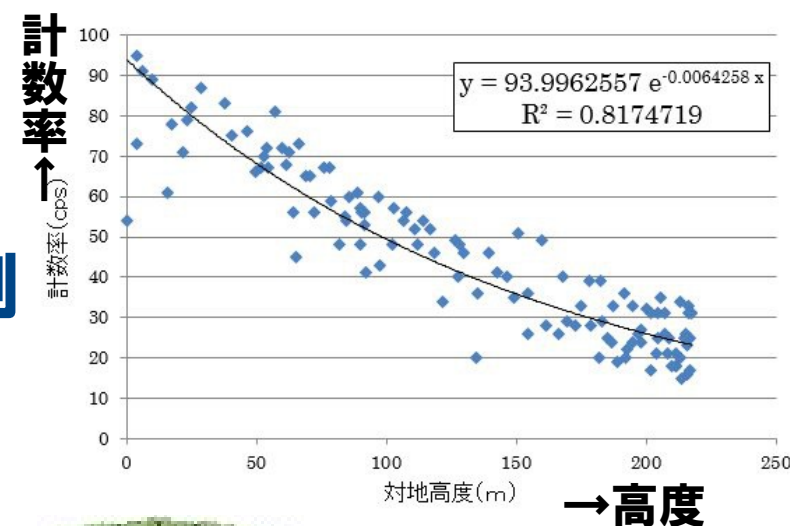
濱ほか(2017): 小型UAVによる空間線量率マッピングと放射能汚染地域への適用、日本リモートセンシング学会誌、37(1)、13-20.

マニュアル飛行による空間線量率の三次元分布



山林域における空間線量率計測の手順を確立

- ①DSMの作成ー飛行高度設定
- ②飛行ルート設定-衝突防止
- ③空間線量率の鉛直分布の計測
- ④オートパイロットによる飛行・計測
- ⑤1m高空間線量率へ変換



濱ほか(2017)

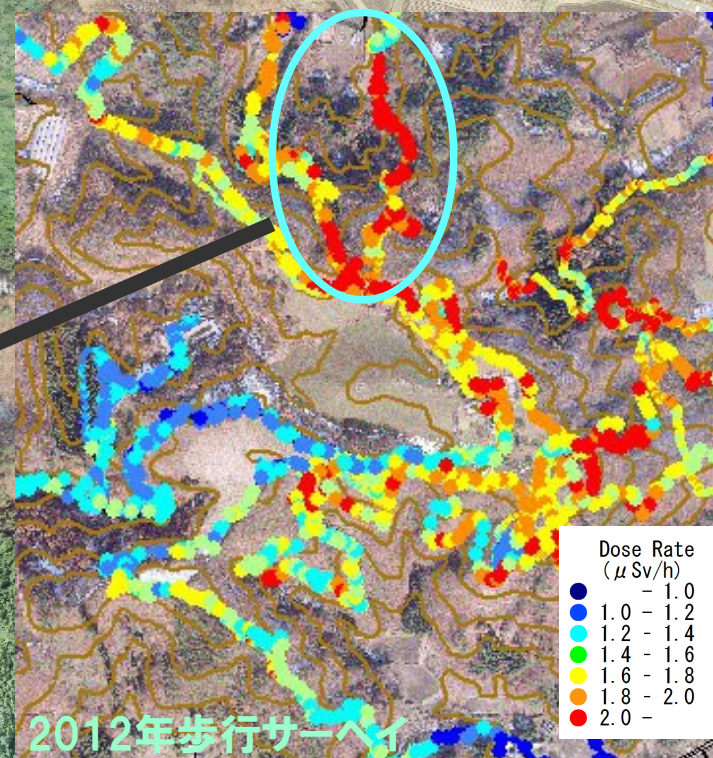
N

1m高空間線量率分布

離発着地点より30m高で測定



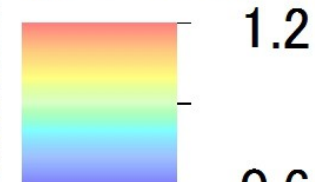
0 125 250 500 meters



凡例

UAV 1m高換算

$\mu\text{Sv/h}$



おわりに



- UAVリモートセンシング分野の確立
- UAVリモートセンシングの応用例を提示
- センサー、カメラの選択により
様々なリモートセンシングが可能に
- UAVの性能向上は進行中
- 地球惑星科学への応用
- 法令遵守

<http://www.llsci.net/>