

# ドローンリモートセンシングによる 水稲の生育管理の可能性

東北工業大学  
牧 雅康

# 研究の背景

農業の現場では**高齢化や後継者不足**が深刻な問題



農作業の**省力・軽労化、新規就農者の育成**が課題



- **農地の集約化や大規模化**による効率的な圃場管理
- **ロボット技術やICT**を活用した効率的な圃場管理  
(スマート農業)

を推進

リモートセンシングの専門家が出来ること

近年、安価なドローンが普及し始めているので

**ドローンによる空撮画像の利用を前提とした  
圃場管理システムの構築**

# 農業分野における ドローンリモートセンシングの現状

多くの企業が生育モニタリングを業務としている

しかし

NDVIなどの植生指数画像から得られる**相対的な（定性的な）生育ムラ**の情報を農家に提示するだけのサービスがほとんど

\* 施肥量設計等の生育管理情報を提供しているところもあるが、量の決定は農家任せ

 熟練農業者にとっては有用なサービス  
しかし、新規就農者にとっては？

将来の圃場管理システムにドローンリモートセンシングが使われるためには

**新規就農者でも意思決定に利用可能な情報の提供**  
が必要

新規就農者が利用可能なデータとは

## 生育の現況や将来を定量的に評価・予測した情報

しかし...

ドローンリモートセンシングデータのみで提供可能な情報は  
**観測時の瞬時値** ← 現況の評価は可能

意思決定に必要な将来の予測結果を得るには？

## 動的に生育予測が可能な生育シミュレーションモデル の力を借りる

普及のために考えなければならないこと

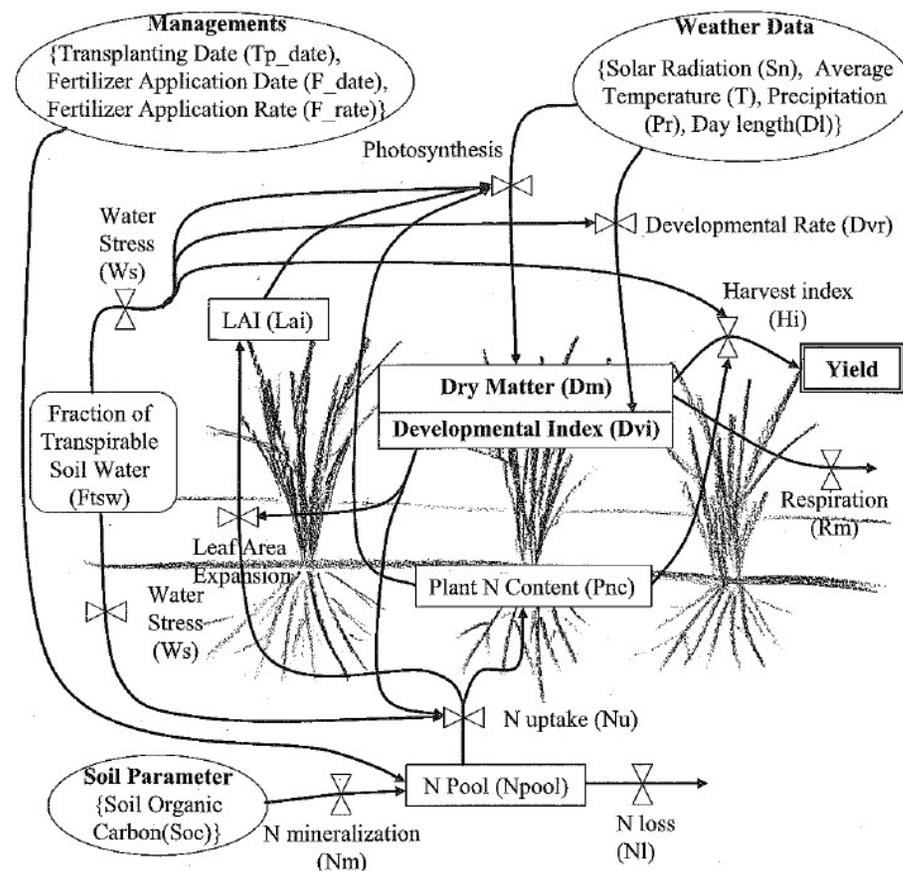
- 農家の視点で考えると、ドローンを用いた空撮と空撮画像の解析に必要な現地計測データの取得が費用面および労力面で大きな負担
- 近年のドローンの普及に伴い小規模な空撮会社が急増

# 生育シミュレーションモデル

## 作物の生育ステージ・状態（葉面積指数など）・収量を計算する物理統計モデル

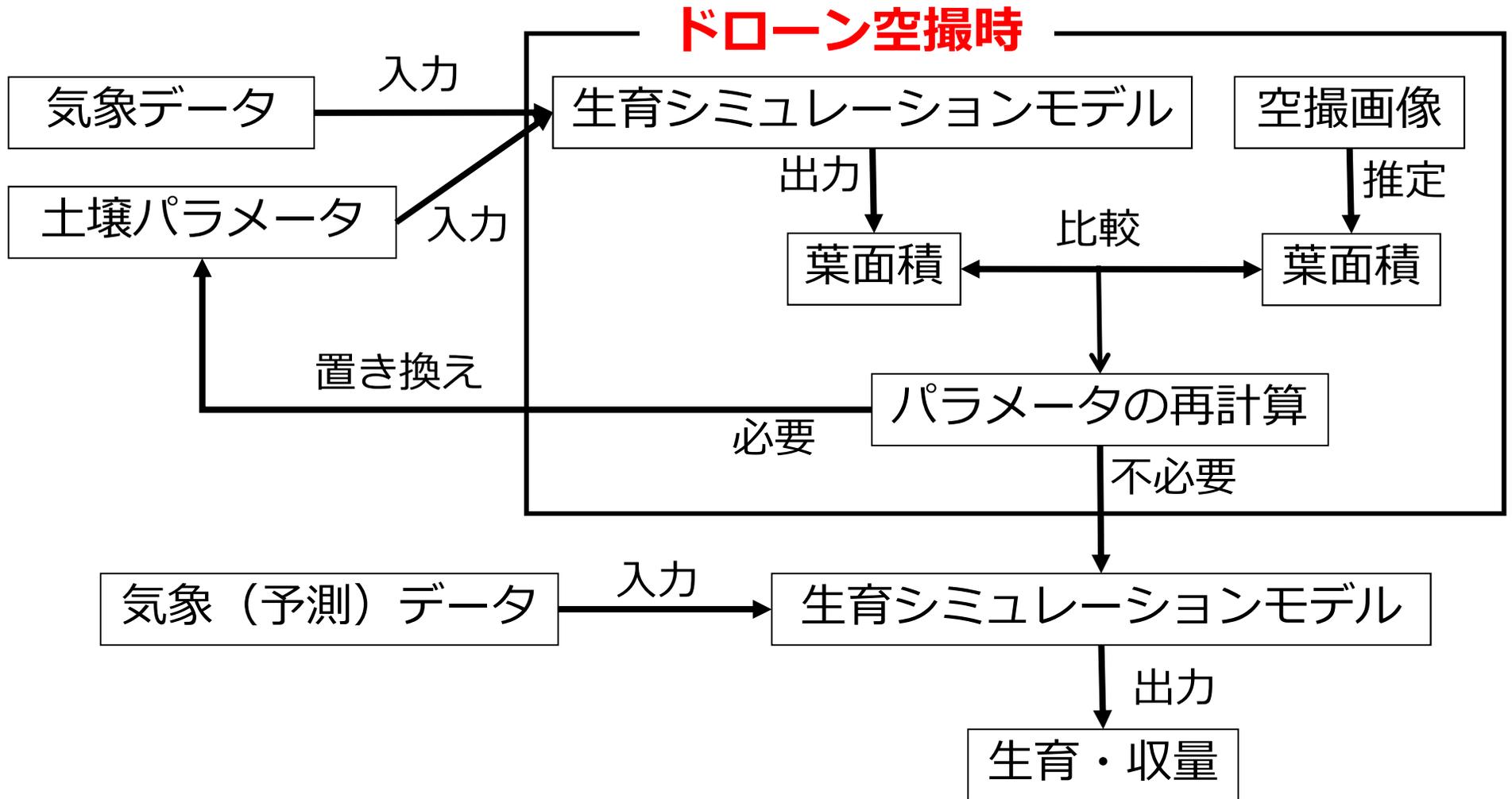
### 入力データ

- 気象情報  
(降雨、気温、日射量、日長)
- 品種固有の情報  
(ストレス耐性、生長速度など)
- 土壌の情報  
(透水係数、土壌の栄養状態など)
- 圃場管理情報  
(施肥の量と時期、灌漑水量など)

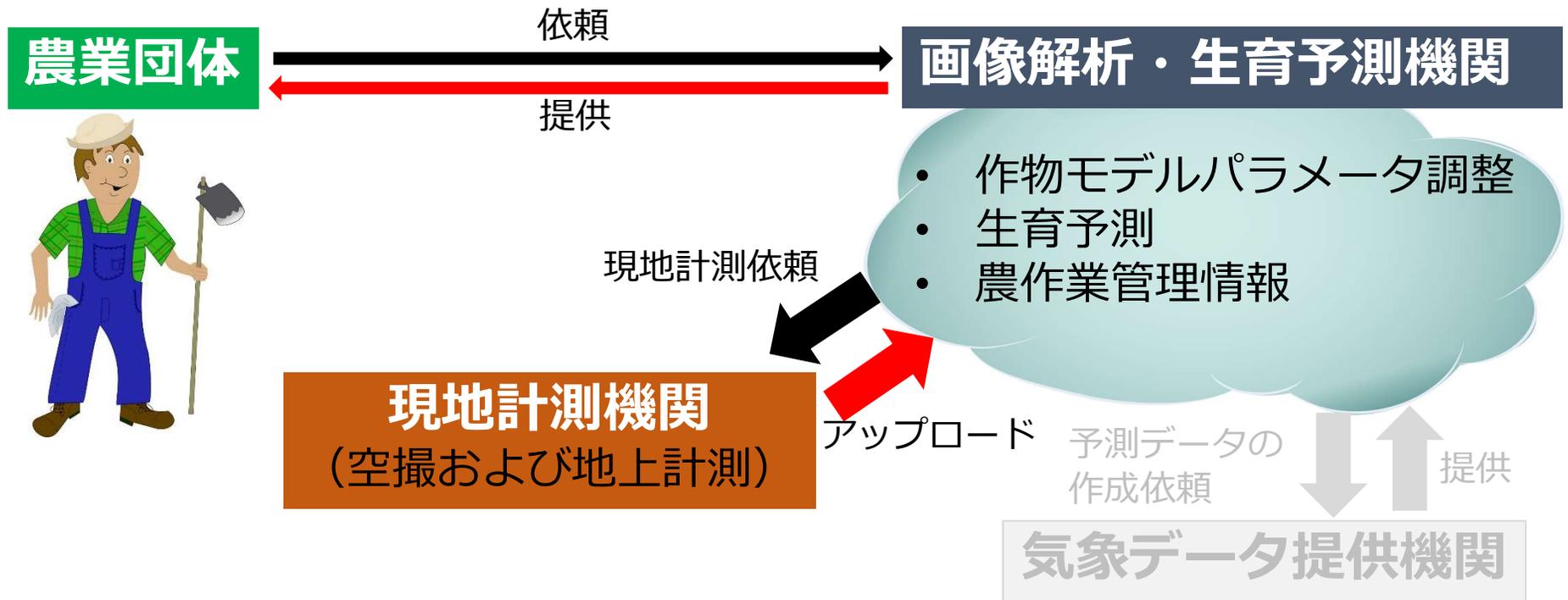


私たちのグループでは、  
本間教授（東北大）と開発した**SIMRIW-RS**を利用

# ドローン空撮画像をどのように活用する？ (リモセンとモデルの同化方法)

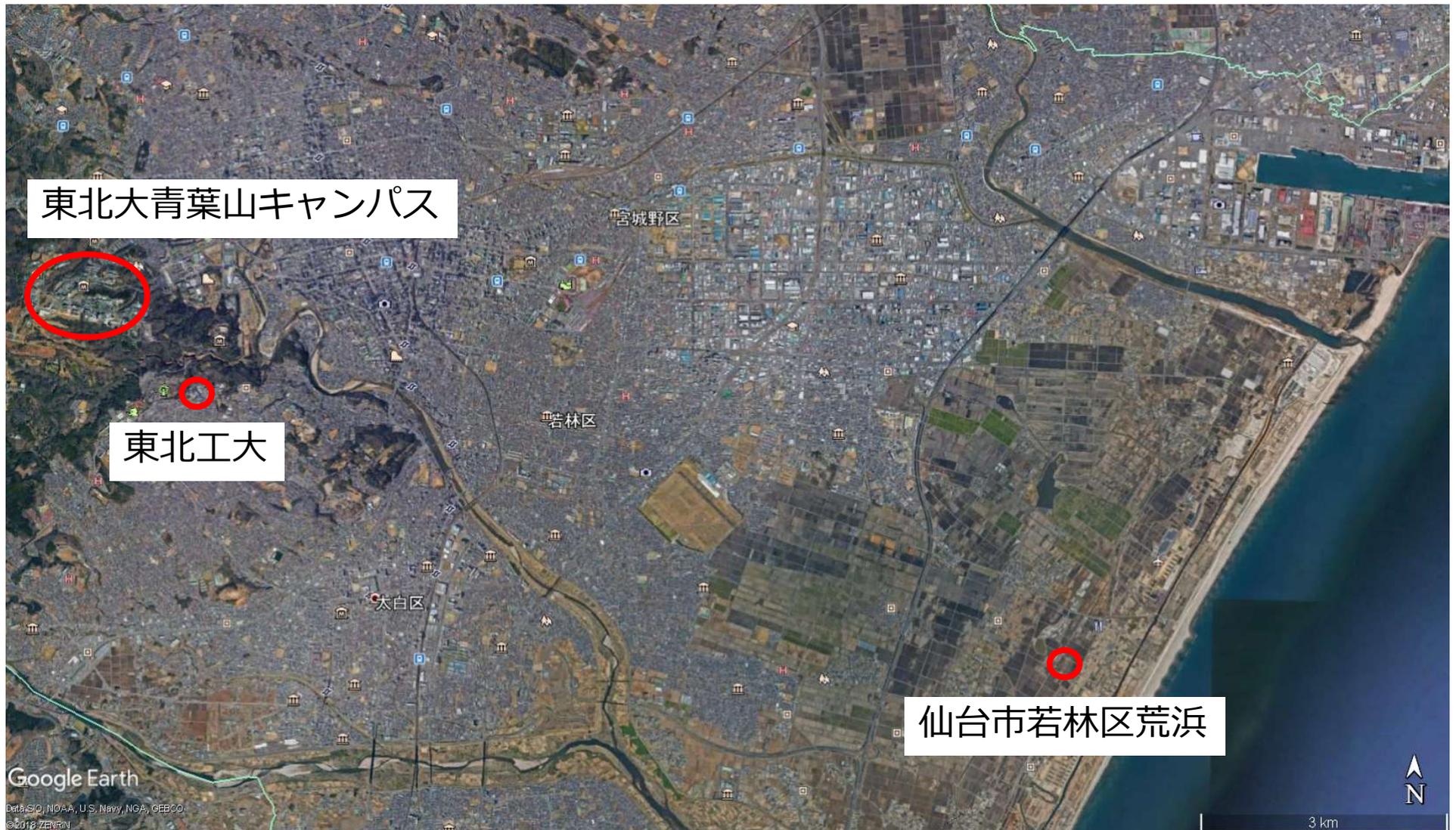


# 目指す生育管理支援システム



1. 空撮方法を習得した空撮会社による撮影・地上計測データをサーバにアップロード
2. 画像診断・生育予測機関のサーバ上のソフトウェアで解析
3. 解析結果を送付（農業団体がダウンロード）

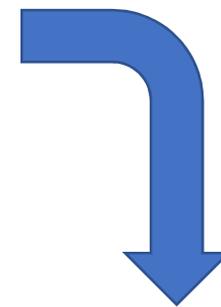
# 仙台沿岸部での研究事例



2010年4月



圃場整備による大規模化



2016年4月



Google Earth

Google Earth

500 m

N

# 生育観測に用いたドローンとカメラ

2012年～2015年



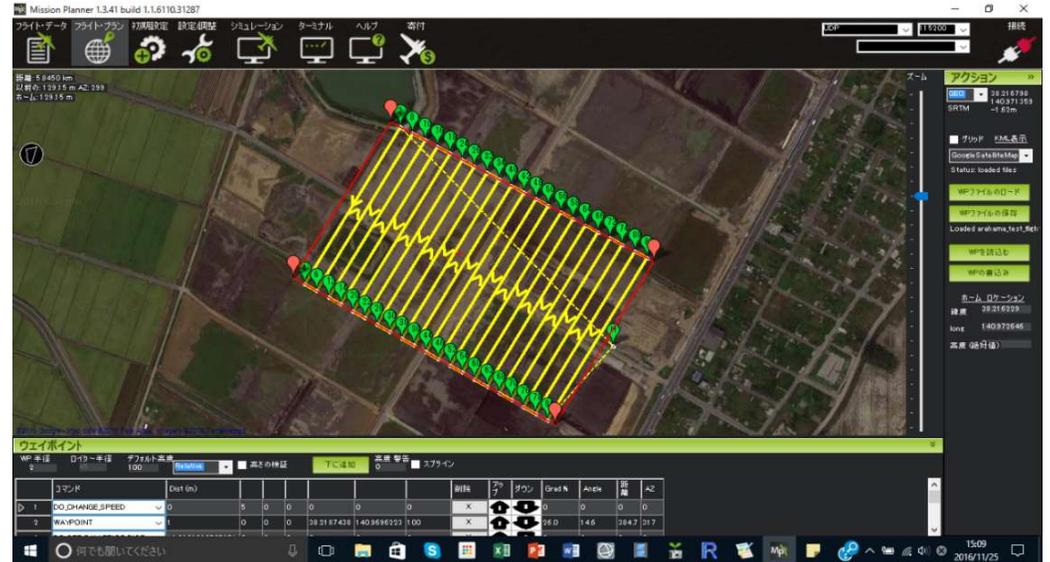
2016年



2017年～

# 対象圃場

農事組合法人「せんだいあらはま」が管理する水田の一部（約8ha）



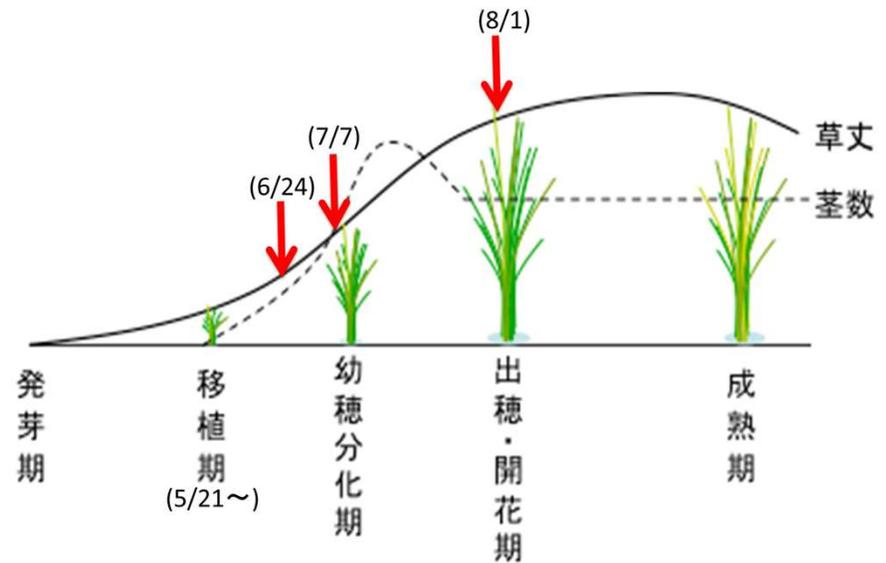
## 空撮日

2016年6月24日

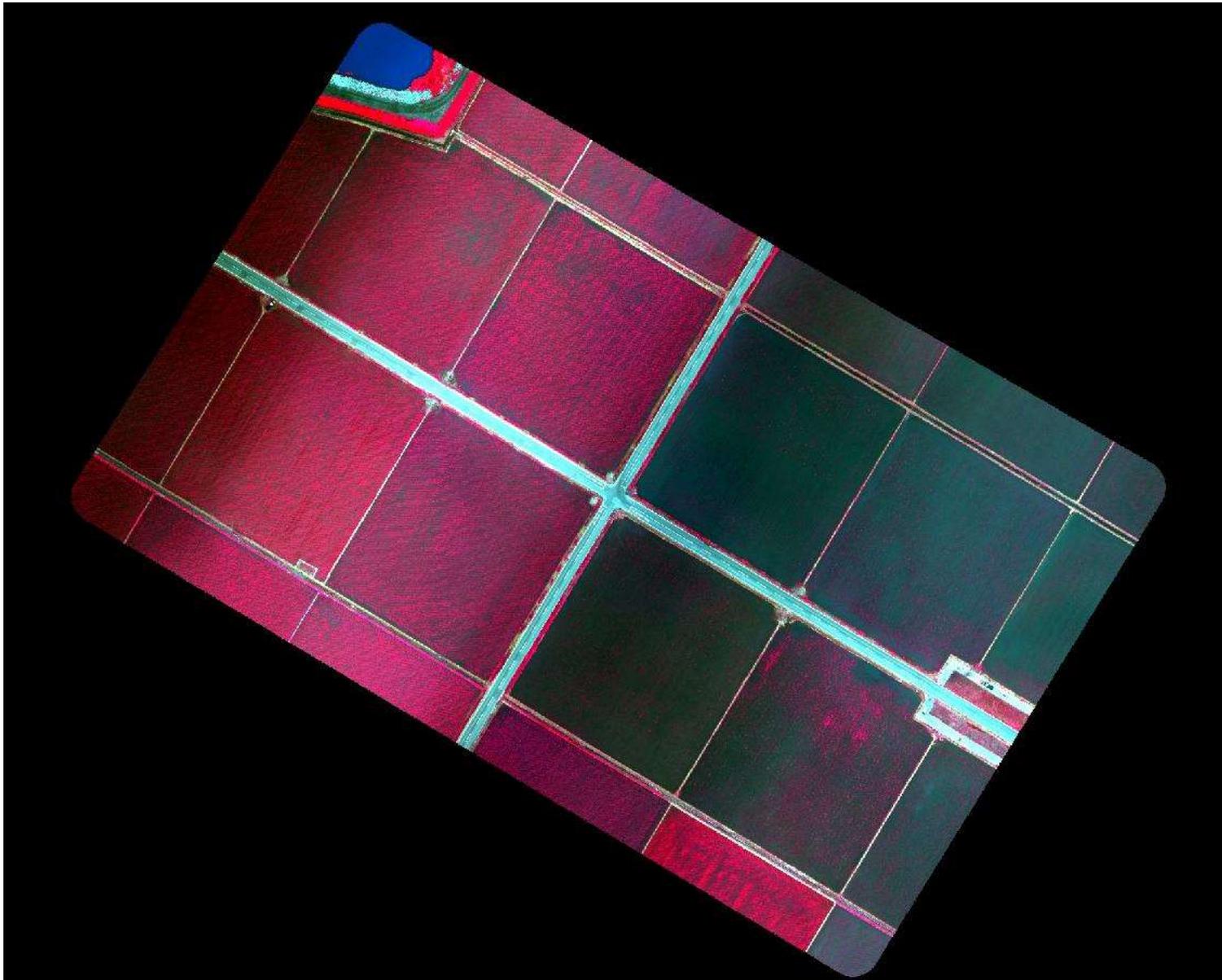
2016年7月7日

2016年8月1日

\* 同期して対象圃場でのLAI計測を実施



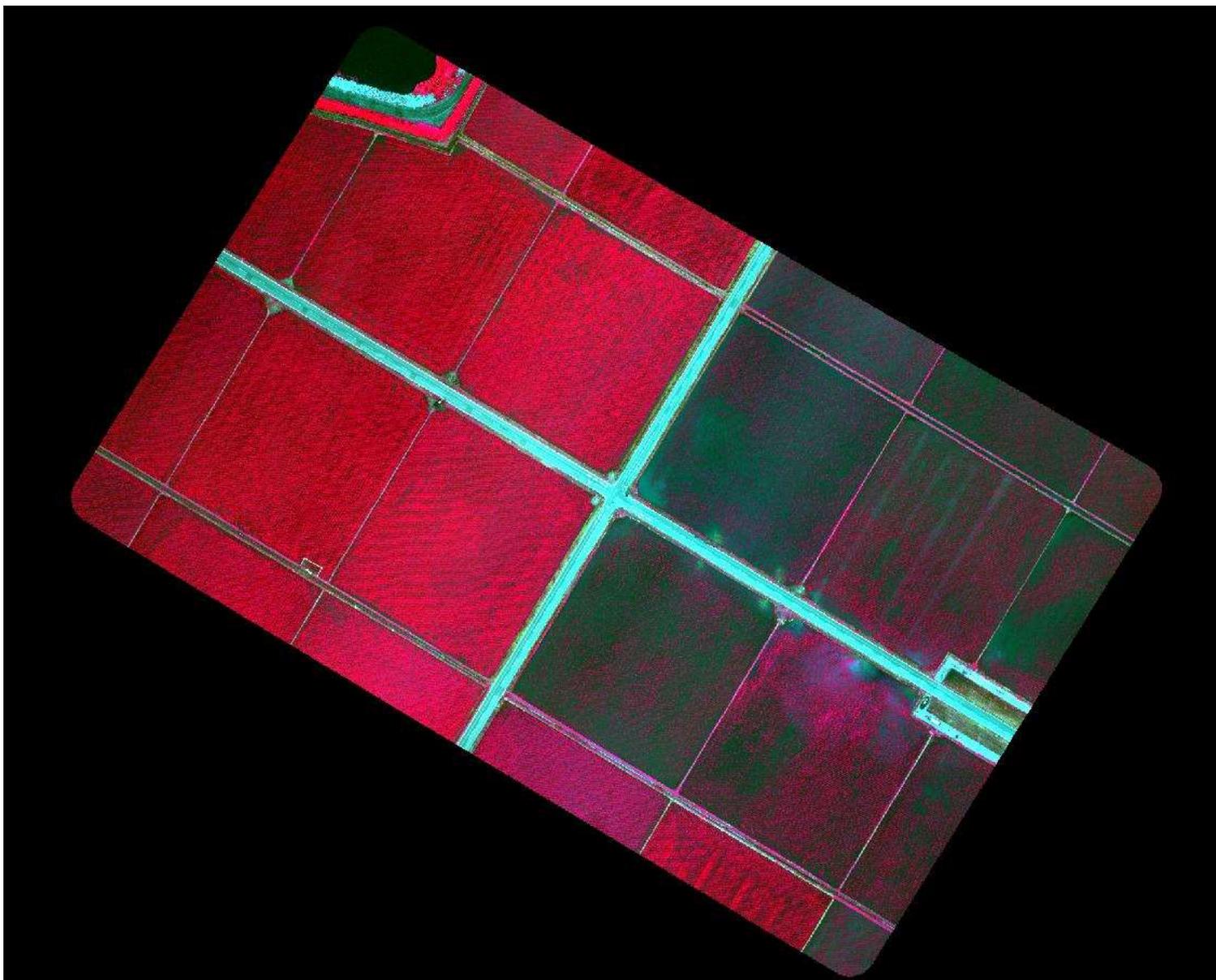
# 2016年6月24日に撮影した対象圃場



4

R : G : B = 近赤外 : 赤 : 緑

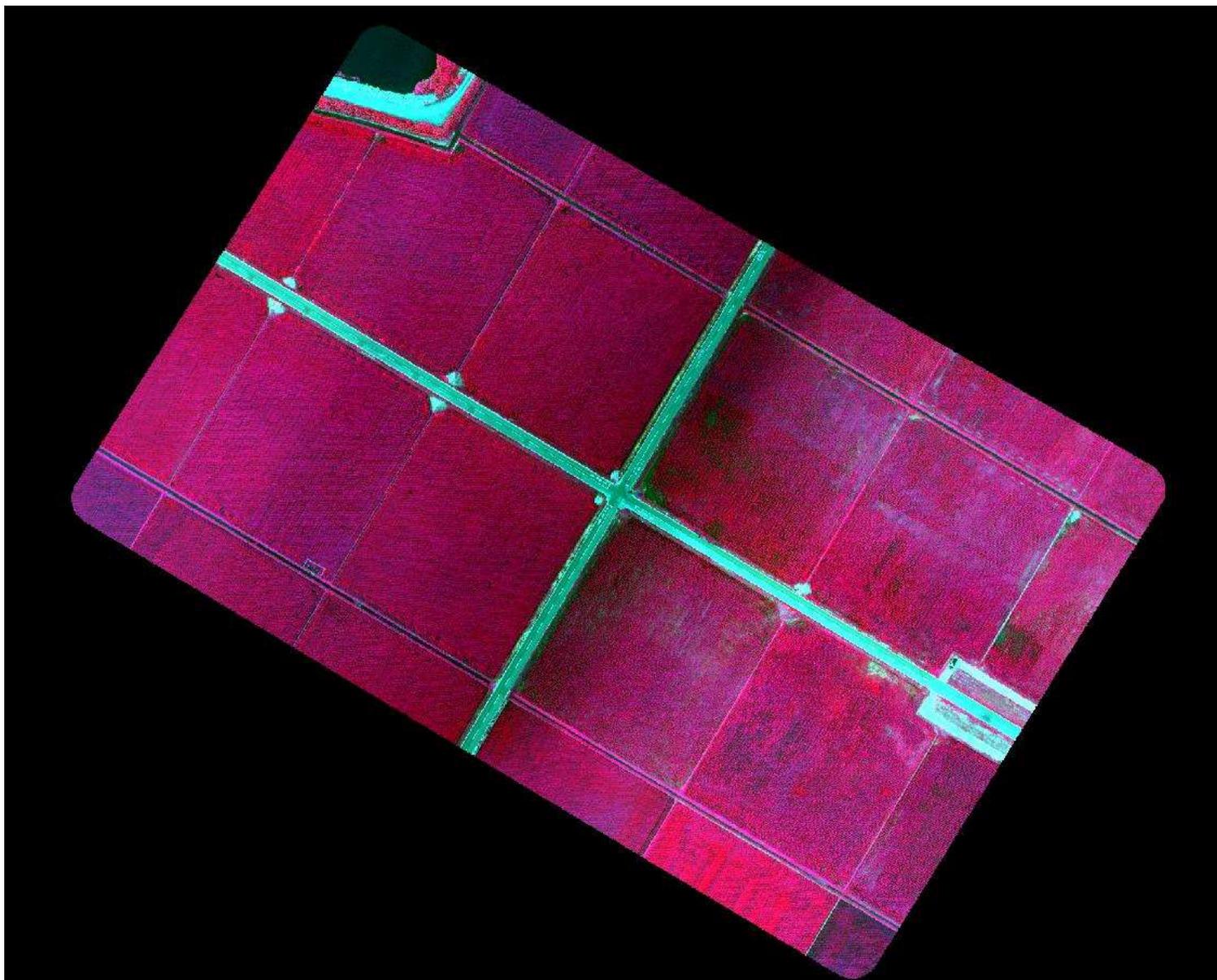
# 2016年7月7日に撮影した対象圃場



4

R : G : B = 近赤外 : 赤 : 緑

# 2016年8月1日に撮影した対象圃場

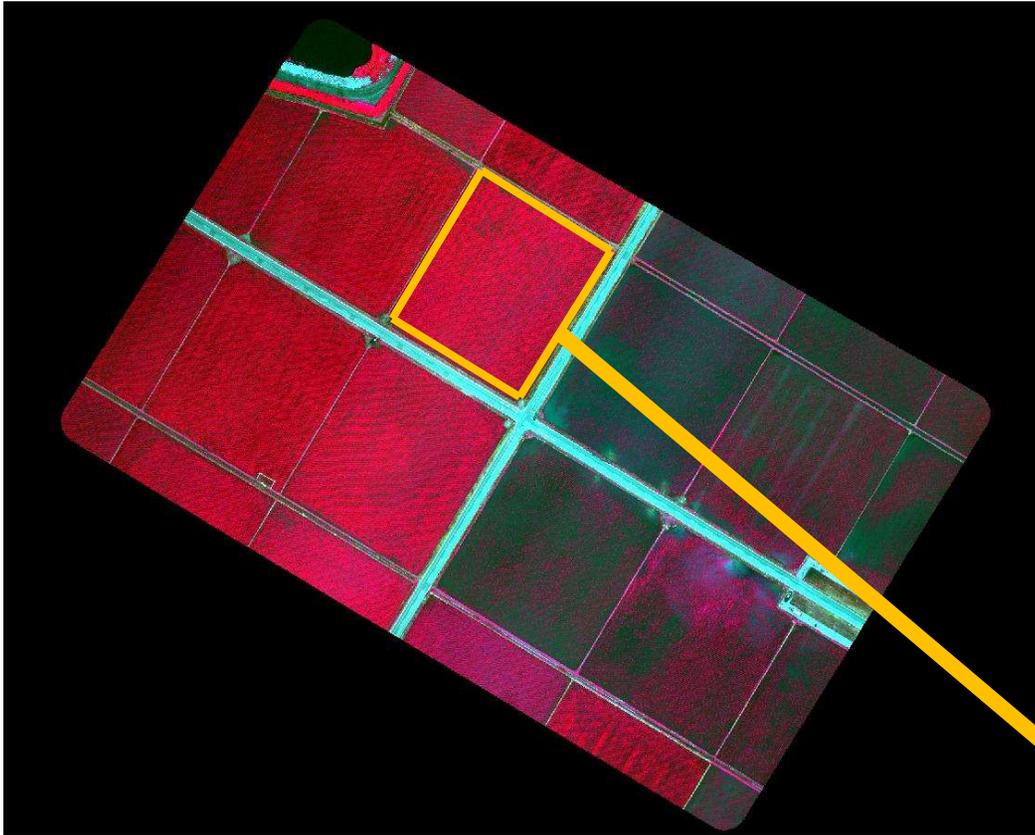


4

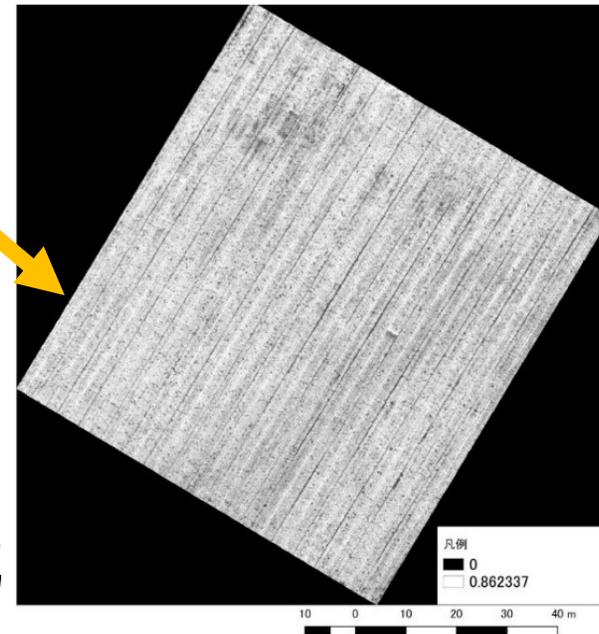
R : G : B = 近赤外 : 赤 : 緑

# 現地計測データを用いた葉面積の推定

## 1. 空撮

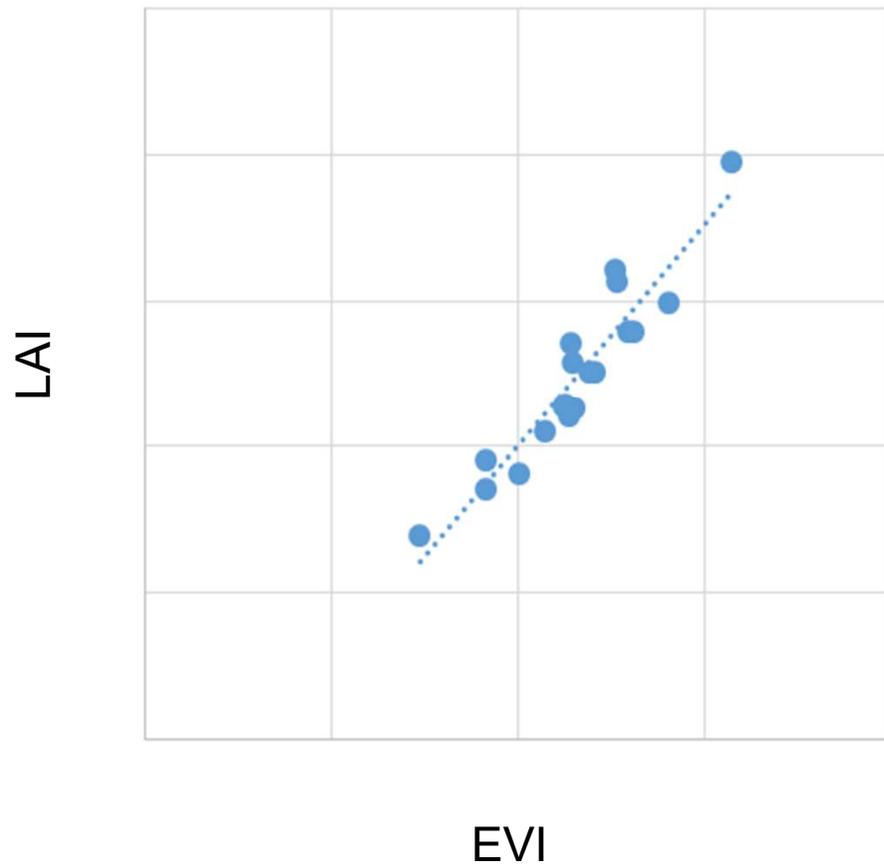


## 2. 対象圃場のLAI計測



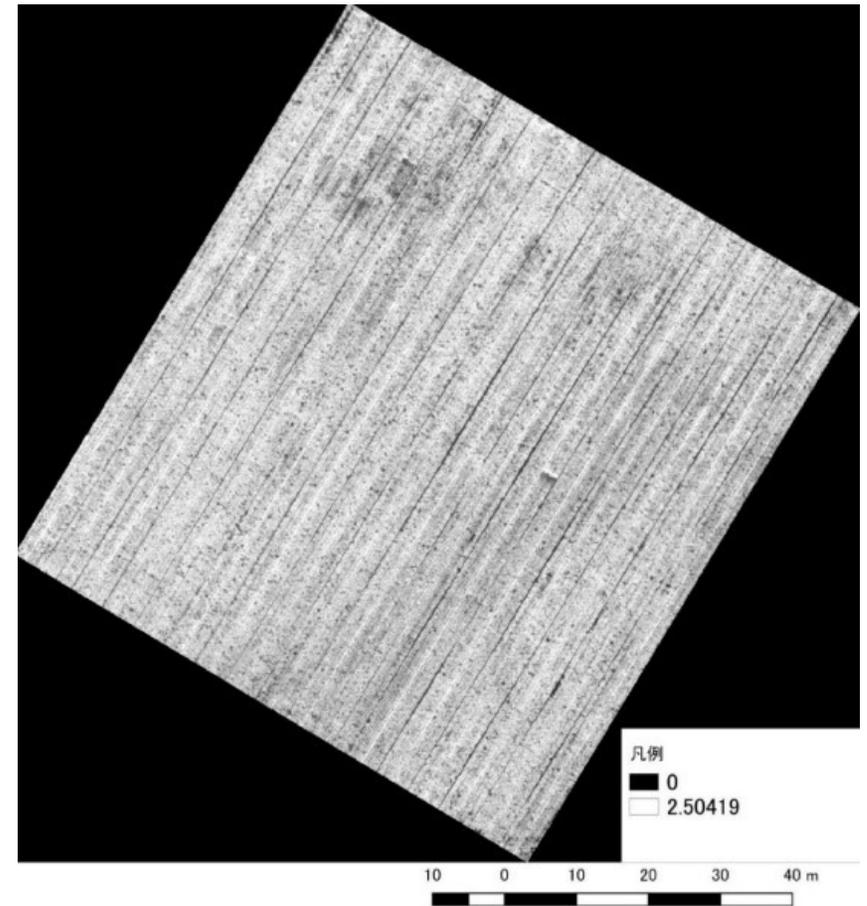
## 3. 対象圃場の植生指数画像の作成

#### 4. LAI推定式の算出 (イメージ)

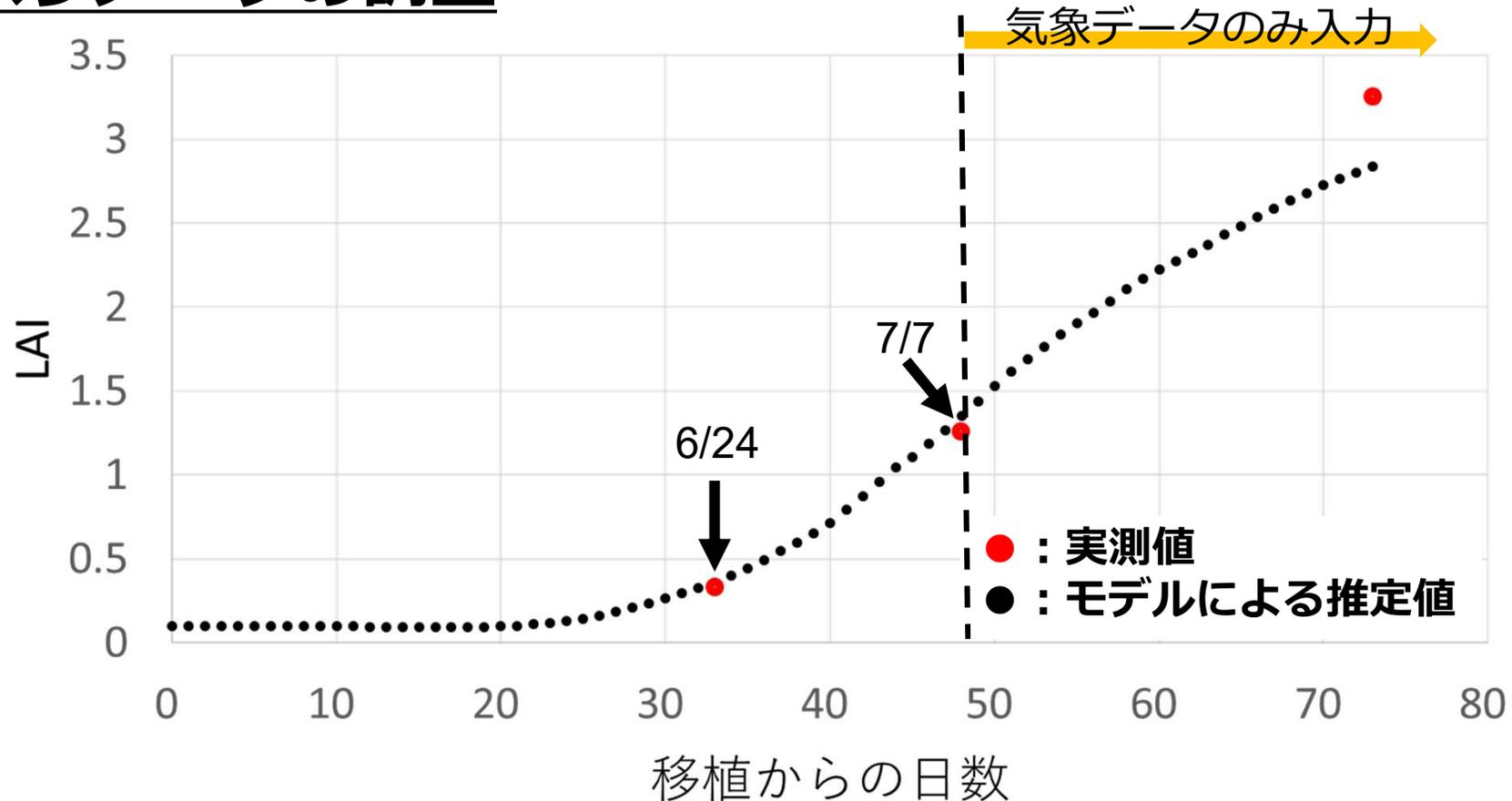


EVI : Enhanced Vegetation Index

#### 5. LAI画像の作成



# 現地LAIデータを用いた生育シミュレーションモデル パラメータの調整



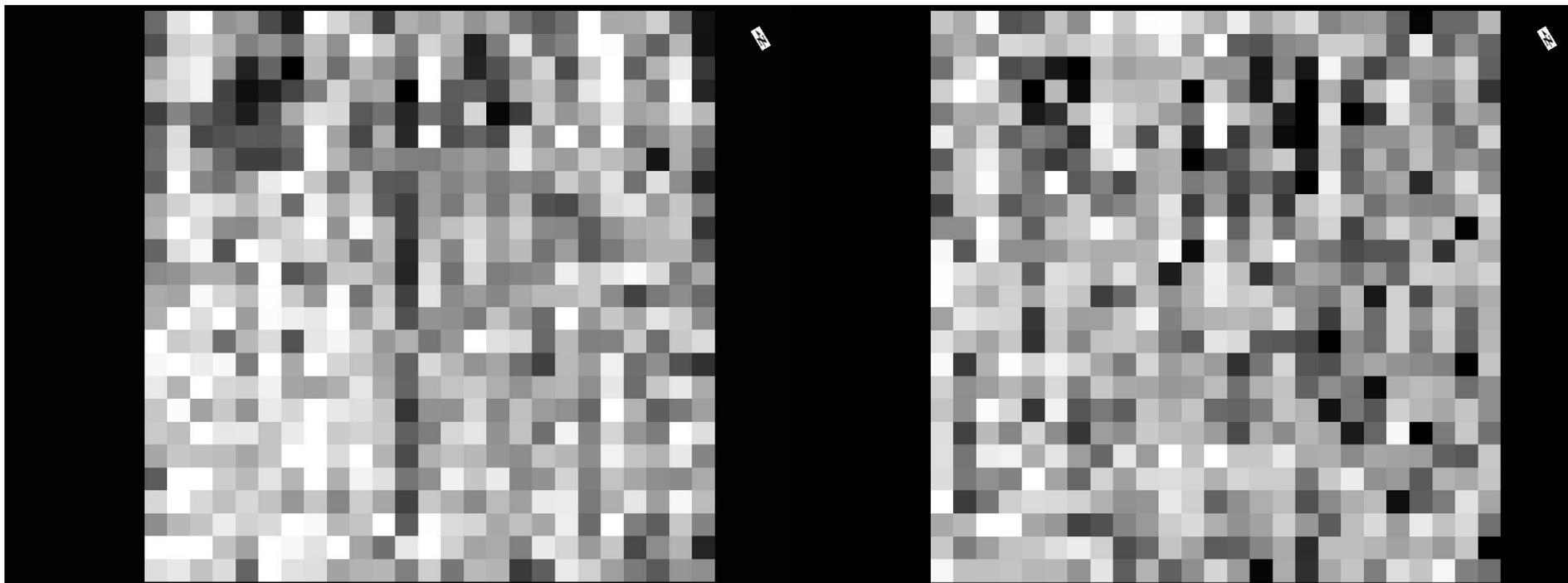
1. 最初の2時期（6/24と7/7）の現地LAIとモデル出力LAIを用いて土壌パラメータを調整
2. 7/8からは気象データのみを用いてLAIを推定
3. 最終的に収量を推定

\*現時点では実測の気象データで精度検証の段階

# 生育シミュレーションモデルの面への展開

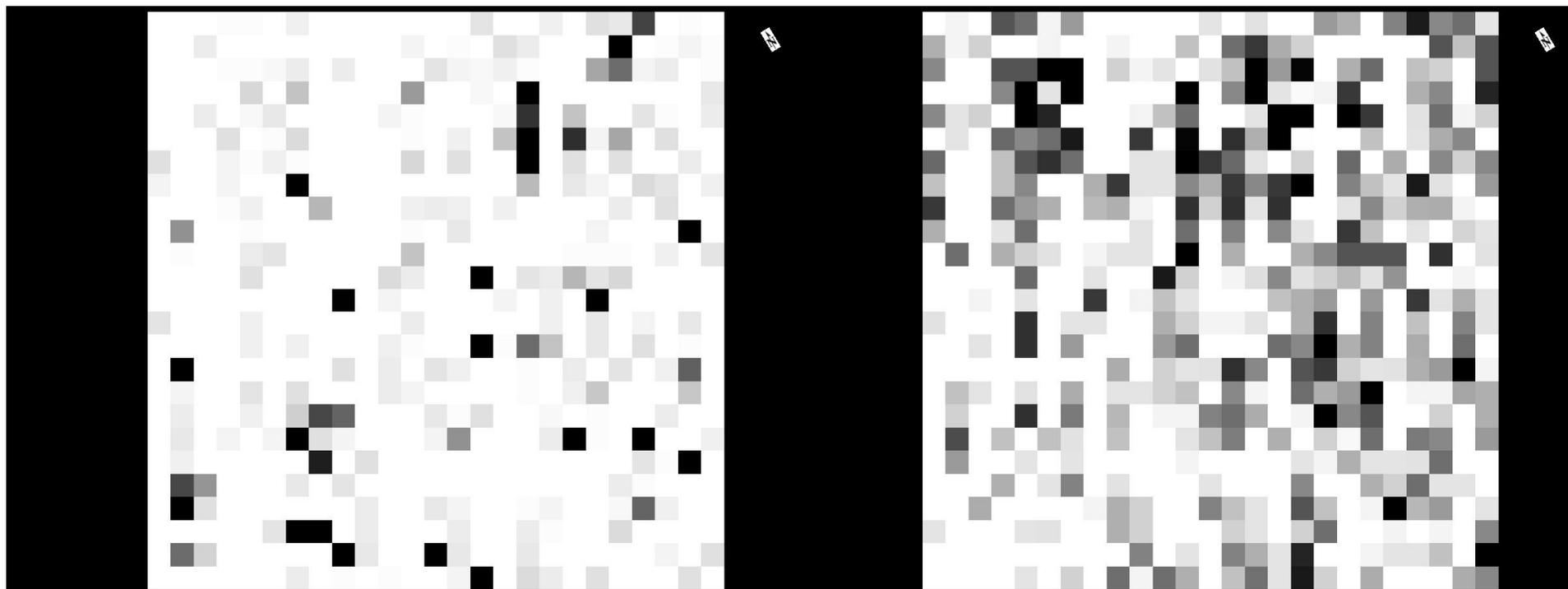
6月24日のLAI画像

7月7日のLAI画像



場所（画素）ごとに土壌パラメータを調整

# 場所ごとに調整された土壌パラメータの例



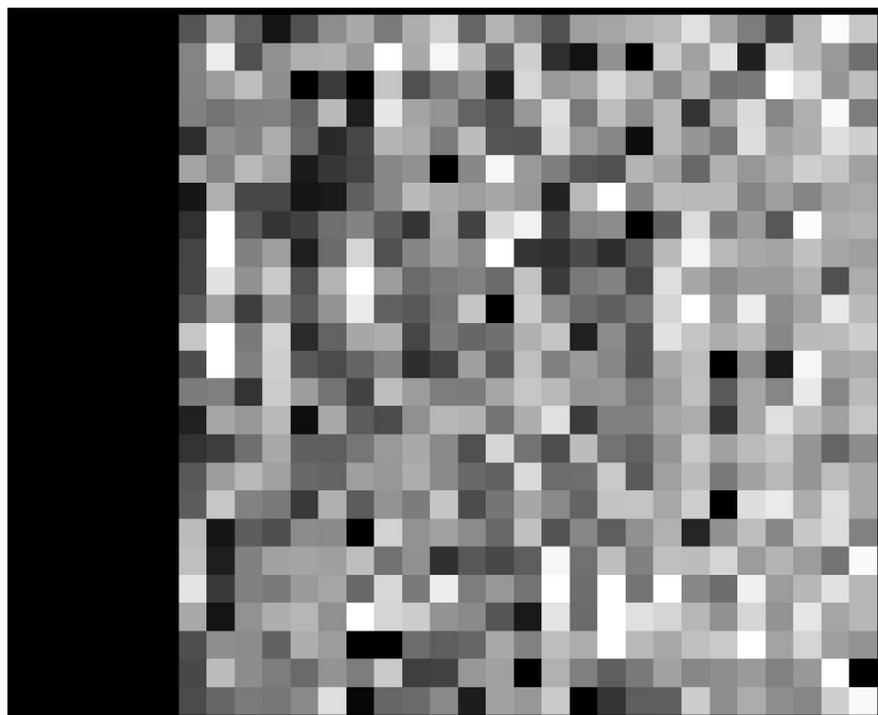
窒素吸収に関するパラメータ

窒素流出に関するパラメータ

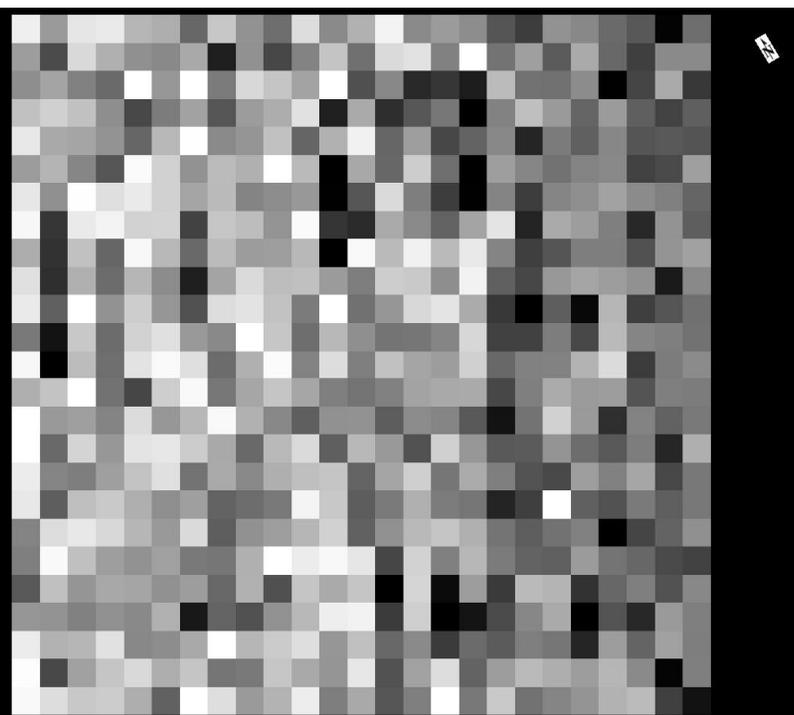


気象データのみを入力して任意の日の  
LAI、収量を推定

モデルから推定したLAI画像  
(2016年8月1日)



空撮画像から算出したLAI画像  
(2016年8月1日)



- 生育シミュレーションモデルSIMRIW-RSを用いて水稻の生育・収量を推定を試みた。
- その際、生育初期の空撮画像から算出したLAI画像を、モデル内のパラメータ調整に用いた。
- LAIを用いてモデル内のパラメータを調整することは有効であった。

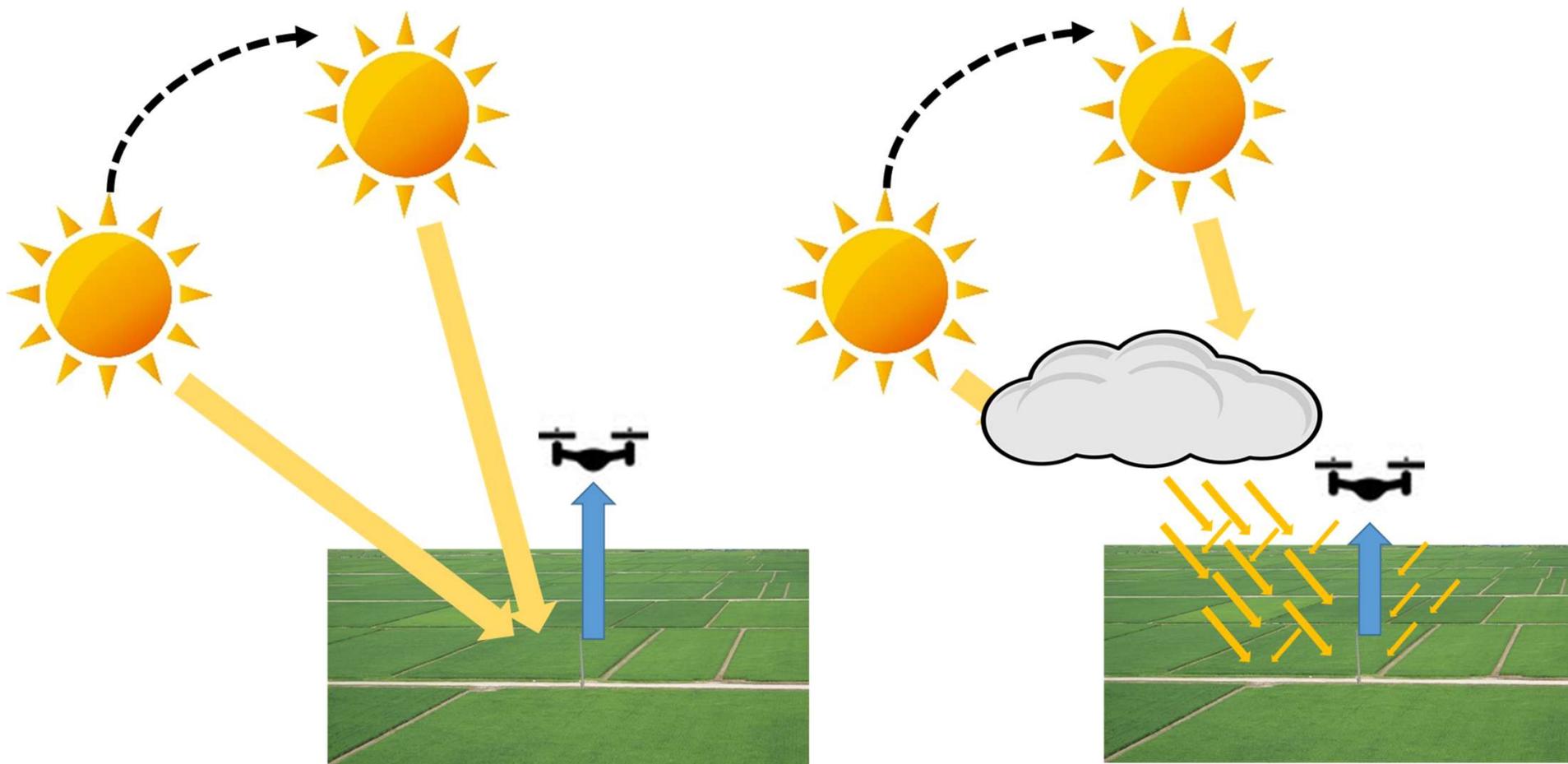
**この方法では、生育初期の圃場内のLAIの空間分布を正確に推定することが重要**



正確にLAIを推定するための  
**ドローン空撮画像の取得方法について検討**

# 太陽と対象圃場とドローンの位置関係や日照条件が与える影響について、FLiESを用いて検討

FLiES：対象植生の景観や光環境を設定して群落反射率を計算することが可能な放射伝達モデル



**ドローン画像には観測時の光環境の影響を受けた情報が記録**

# まとめ

- 生育シミュレーションモデルSIMRIW-RSとドローン画像の同化による生育推定の手順と結果を示し、有効であったことを確認した。
- 安定した生育推定結果を得るためのドローン画像の観測条件について、放射伝達シミュレーションモデルFLiESを用いて評価した。

## 実用化のための課題

- より長期で将来の生育状態や収量を予測することが必要であるが、日単位での長期気象予測データは存在しない。
  - ← 研究開発が必要。
- 広域を同時期に現地観測することが必要であるが、現時点では不可能。
  - ← これを可能にする組織作りが必要