

---

# Hiphen社のドローン利用での フェノタイプングソリューション (2018年12月版)

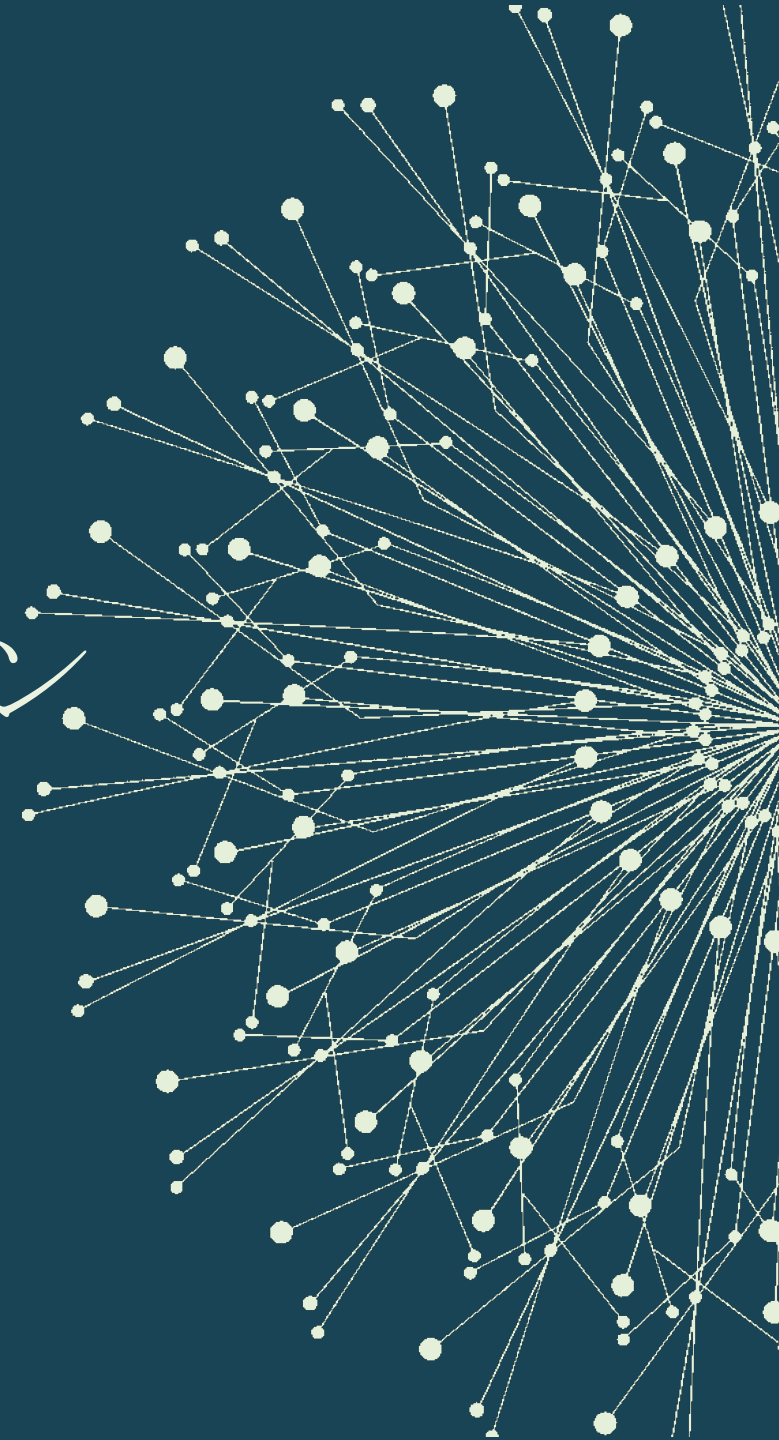
DATE

December 2018

AUTHOR

Alexis Comar, Jocelyn Gillet, Jérôme Brunet

日本語版(初版C:2019年3月17日)  
株式会社イデオル(IDEOL Co. Ltd.)



---

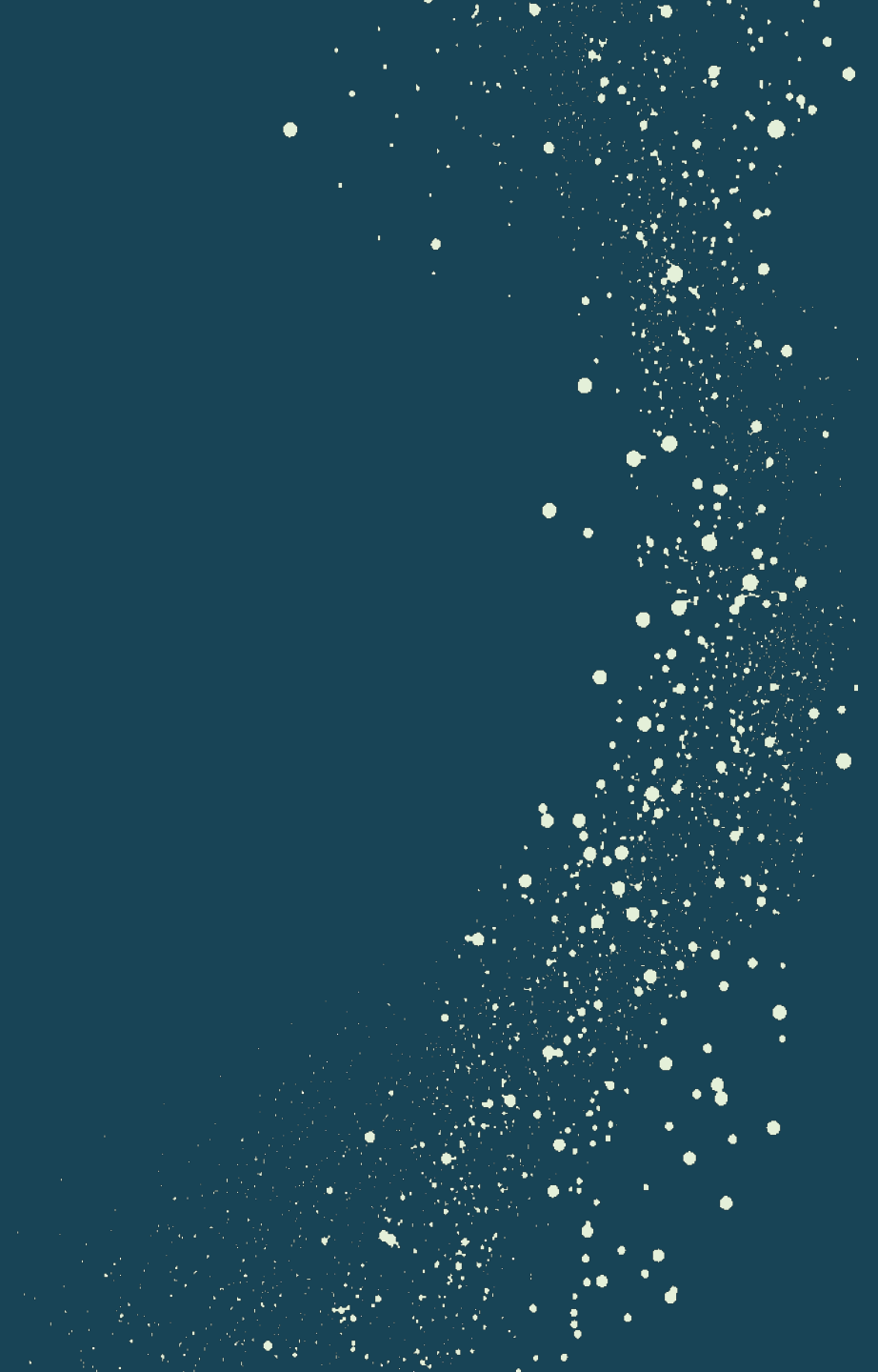
# CONTENT

	Page
1 弊社のフィロソフィをご説明致します	3
2 Hiphen社が開発したドローン用センサーの概要	11
3 データ処理の例	18
4 データ取得時の標準操作手順（SOP）の例	26

1

---

弊社のフィロソフィを  
ご説明致します





## 2014年10月

PhD Alexis COMARによりHiphen社を創設

## 1 サイト

本社をAvignonのINRA施設内に設置



## 4 年間に亘る成長過程

2018年には百万ユーロを超える収入

## 10 名を雇用

農学者、耕作地の専門家、エンジニア、ビジネス開発者 等々



## 1種の自社開発センサー技術

調整可能な6周波数バンド


## 4種の無線誘導機器

弊社技術にマッチ



## Hiphen社の何処に独自性があるのか？



1. 弊社は汎用ソリューションを提供しているではありません。
2. 重要なのは弊社ソリューションを顧客のニーズに合わせることです。（作物、環境、形質、規模に関連して）
3. 弊社のルーツは科学的調査であり、コード名UMT-CAPTE (INRA, Arvalis, Hiphen) で呼ばれる科学的調査ユニットの中心に位置します。
4. 弊社は自社センサー(Airphen),開発や業界を主導する企業とのとの提携（例えば  **BOSCH** (IOTフィールドセンサー))で、ハードウェアにも投資しています。
5. 弊社はデータ品質に注意深く対応し、成功を保証する為に Standard Operating Proceduresを作成しました。

1.10

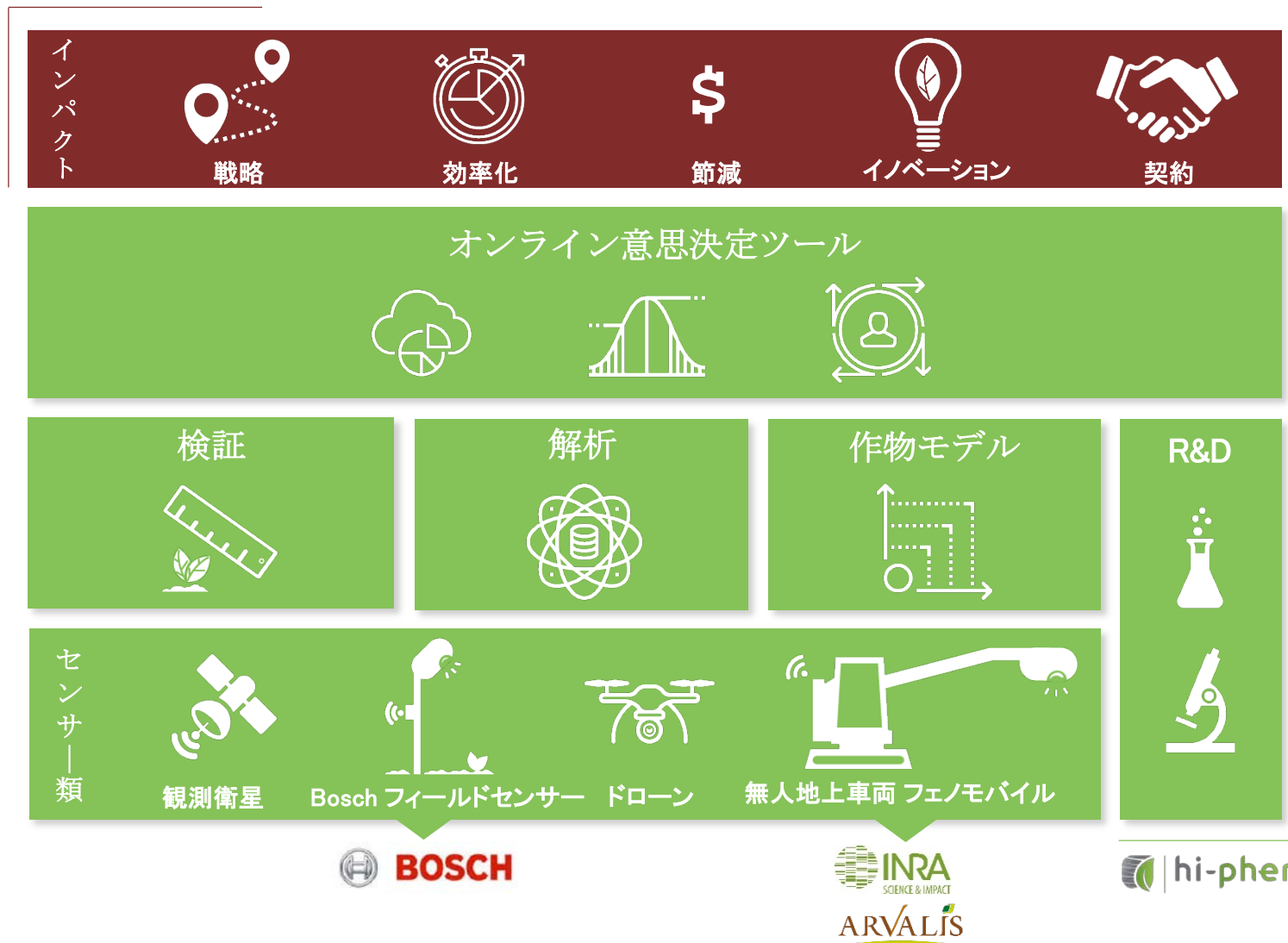
## 弊社のフェノタイピングソリューションの主要な利点



1. マニュアル作業の自動化
2. 品質検証評価の迅速化
3. 予想力と決定力の増強
4. 農場のモニタリングのリアルタイム化
5. 移動時間の削減
6. 農場での「質の高い」時間
7. 個別サイトからの情報の統合
8. 顧客チームとの知識の共有
9. サプライチェーン管理の改善
10. 競合他社との比較での先進化

1.15

弊社のアーキテクチャー  
についてご説明致します。



弊社のドローンを使ったソリューションは、独特なパートナーシップから生まれました。

Hiphen社はコード名UMT-CAPTEと呼ばれるフェノタイピングのリモートセンシングでのソリューションに特化した科学調査プログラムのメンバーです。

このプログラムは2014年に開始され、INRA、ARVALIS及びHIPHEN社で構成されています。

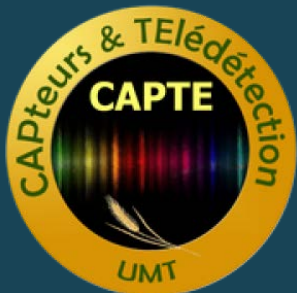
Hiphen社とこれら2つの技術調査機関の間ではクロスライセンスが行われています。





# Hiphen社は科学的調査にルーツがあります。

UMT-CAPTEの調査研究努力の結果として、このリモートセンシングのチームのエンジニアと農学者はフェノタイピングのリモートセンシング技術の改善方法とアルゴリズムを強調する一連の調査論文を発行しています。




Contents lists available at ScienceDirect

## Remote Sensing of Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/rse](http://www.elsevier.com/locate/rse)



Exploiting the centimeter resolution of UAV multispectral imagery to improve remote-sensing estimates of canopy structure and biochemistry in sugar beet crops

Sylvain Jay<sup>a,\*</sup>, Frédéric Baret<sup>b</sup>, Dan Dutartre<sup>c</sup>, Ghislain Malatesta<sup>a</sup>, Alexis Comar<sup>c</sup>, Marie Weiss<sup>b</sup>, Fabienne Maupas<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institut Technique de la Betterave, 45 rue de Naples, 75008 Paris, France  
<sup>b</sup> INRA UMR 114 EMMAH, UMT CAPTE, Domaine Saint-Paul, Site Agroparc, F-84914 Avignon, France  
<sup>c</sup> HIPHEN SAS, 22b rue Charrue, 84000 Avignon, France



Contents lists available at ScienceDirect

## Remote Sensing of Environment

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/rse](http://www.elsevier.com/locate/rse)



Estimates of plant density of wheat crops at emergence from very low altitude UAV imagery

Xiuliang Jin<sup>a,\*</sup>, Shouyang Liu<sup>a</sup>, Frédéric Baret<sup>a</sup>, Matthieu Hemerlé<sup>b</sup>, Alexis Comar<sup>b</sup>

<sup>a</sup> UMR EMMAH, INRA, UAPV, 84914 Avignon, France  
<sup>b</sup> HIPHEN, 84914 Avignon, France



*Journal of Experimental Botany*  
 doi:10.1093/jxb/ery071  
 This paper is available online free of all access charges (see [http://jxb.oxfordjournals.org/open\\_access.html](http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html) for further details)



RESEARCH PAPER

## Leaf-rolling in maize crops: from leaf scoring to canopy-level measurements for phenotyping

F. Baret<sup>1,\*</sup>, S. Madec<sup>1</sup>, K. Irfan<sup>1</sup>, J. Lopez<sup>3</sup>, A. Comar<sup>2</sup>, M. Hemmerlé<sup>2</sup>, D. Dutartre<sup>2</sup>, S. Praud<sup>1</sup> and M. H. Tixier<sup>3</sup>

<sup>1</sup> INRA-EMMAH-CAPTE, Route de l'aerodrome, 84914 Avignon, France  
<sup>2</sup> Biogemma, Route d'Ennezat, 63720 Chappes, France  
<sup>3</sup> HIPHEN, Rue Charrue, 84000 Avignon, France

METHODOLOGY

Open Access

## A method to estimate plant density and plant spacing heterogeneity: application to wheat crops

Shouyang Liu<sup>1,\*</sup>, Fred Baret<sup>1</sup>, Denis Allard<sup>2</sup>, Xiuliang Jin<sup>1</sup>, Bruno Andrieu<sup>3</sup>, Philippe Burger<sup>4</sup>, Matthieu Hemmerlé<sup>5</sup> and Alexis Comar<sup>5</sup>



## 主要なコンタクト先

弊社の10人のエンジニアおよびエキスパートチームがプロジェクトを通じてサポートを致します。



**Alexis Comar, Phd**  
Hiphen Founder & CEO

[acomar@hiphen-plant.com](mailto:acomar@hiphen-plant.com)  
+33.(0)4.28.70.45.28



**Jérôme Brunet**  
Hiphen Sales Director  
*Your main contact.*

[jbrunet@hiphen-plant.com](mailto:jbrunet@hiphen-plant.com)  
+33.(0)4.28.70.45.26



**Jocelyn Gillet**  
Hiphen R&D Director

[jgillet@hiphen-plant.com](mailto:jgillet@hiphen-plant.com)  
+33.(0)4.28.70.45.27

2

---

# Hiphen社が開発したドローン用 センサーの概要

2.00

## エアフェン カメラ： 自社開発センサー

エアフェンは農学者と光学エンジニアが植物の測定ニーズや制限に合わせる為開発した科学用マルチスペクトルカメラです。

フレキシビリティが高く、簡単に使え、光学的品質が高く、広い周波数範囲での使用によるカスタマイズしたアプリケーションを開発出来ます。

軽量で、市販の多くのドローンに搭載が可能です。

遠隔アプリケーション

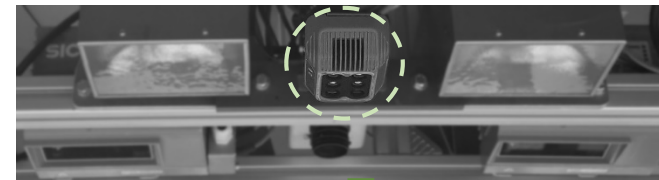
ドローン



ハンドヘルド装置

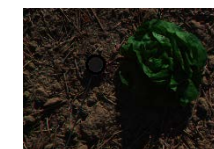
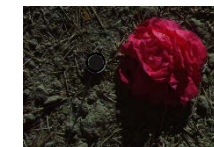
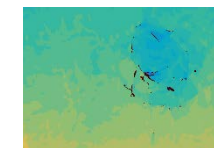


無人地上車両 フェノモバイル

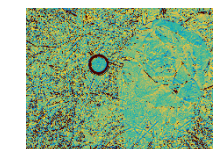
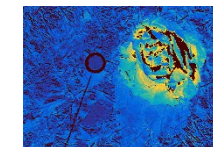
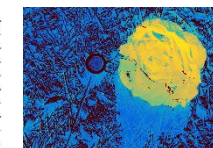


近接アプリケーション

色と深さ



植生指数



2.05

## ドローンに関する例 (Hiphen社ドローン)

日本ではDJI Matrice200で利用可能です。



スペック：(フランスでの法制度に対応)

機体:	回転翼型ドローン - カーボン製
フライトコントローラー:	DJI A3 又は DJI A3 Pro
バッテリー:	2 x 6S (12000mAh)
自動飛行時間:	25 - 30 分 (都市近郊のS3シナリオの飛行では最大8kg迄)
制御系:	姿勢制御 - ブラシレスモーターを複数のセンサー情報で制御

# ドローンに搭載が可能な各種センサーを用意

長年に亘り、センサー類のパフォーマンスに投資して来ましたが、次の事項に焦点を当てることで、精度と精密さに大きな向上が実現出来ています。

- 弊社のセンサーの安定性、カメラ間での同期及び周波数帯
- より高い解像度、RGBカメラ機能の最大化、及びポイントクラウドの正確性の実現

インプット

エアフェン マルチスペクトルカメラ



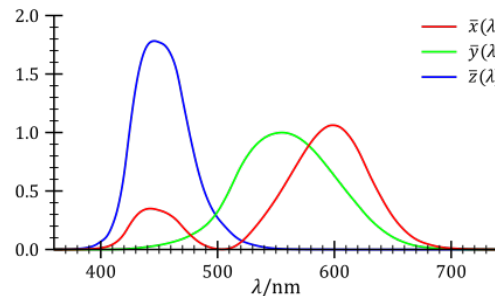
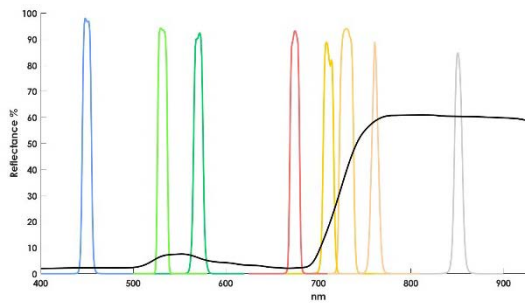
RGB カメラ



サーマル カメラ

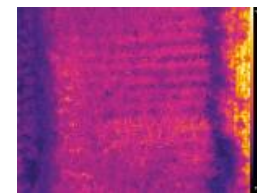
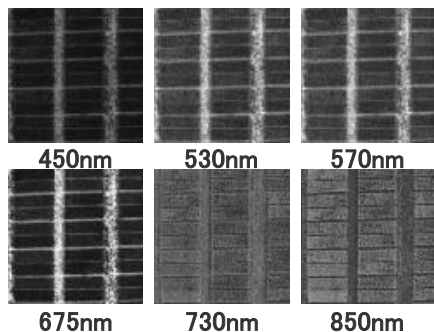


キャリブレーション

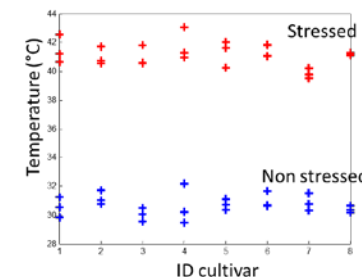
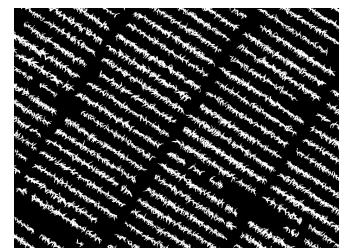
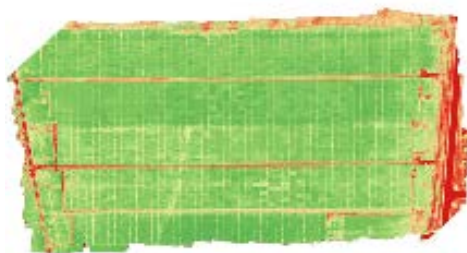


1 周波数

解像度



成果物



## クローバーフィールド： 弊社独自開発のデータ 分析プラットフォーム

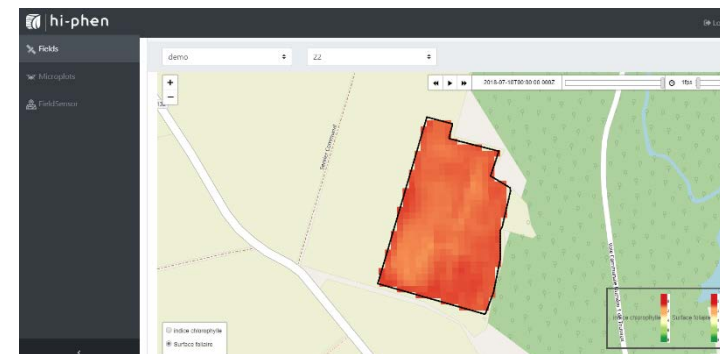
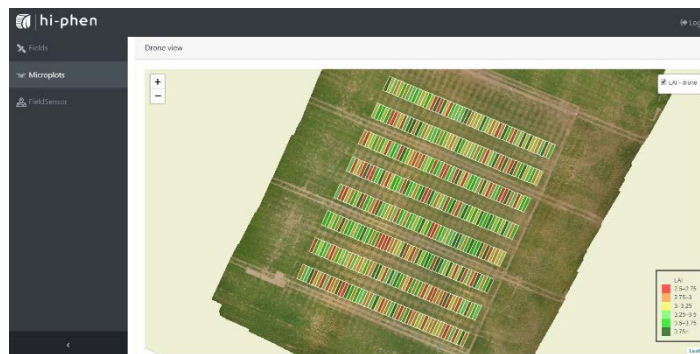
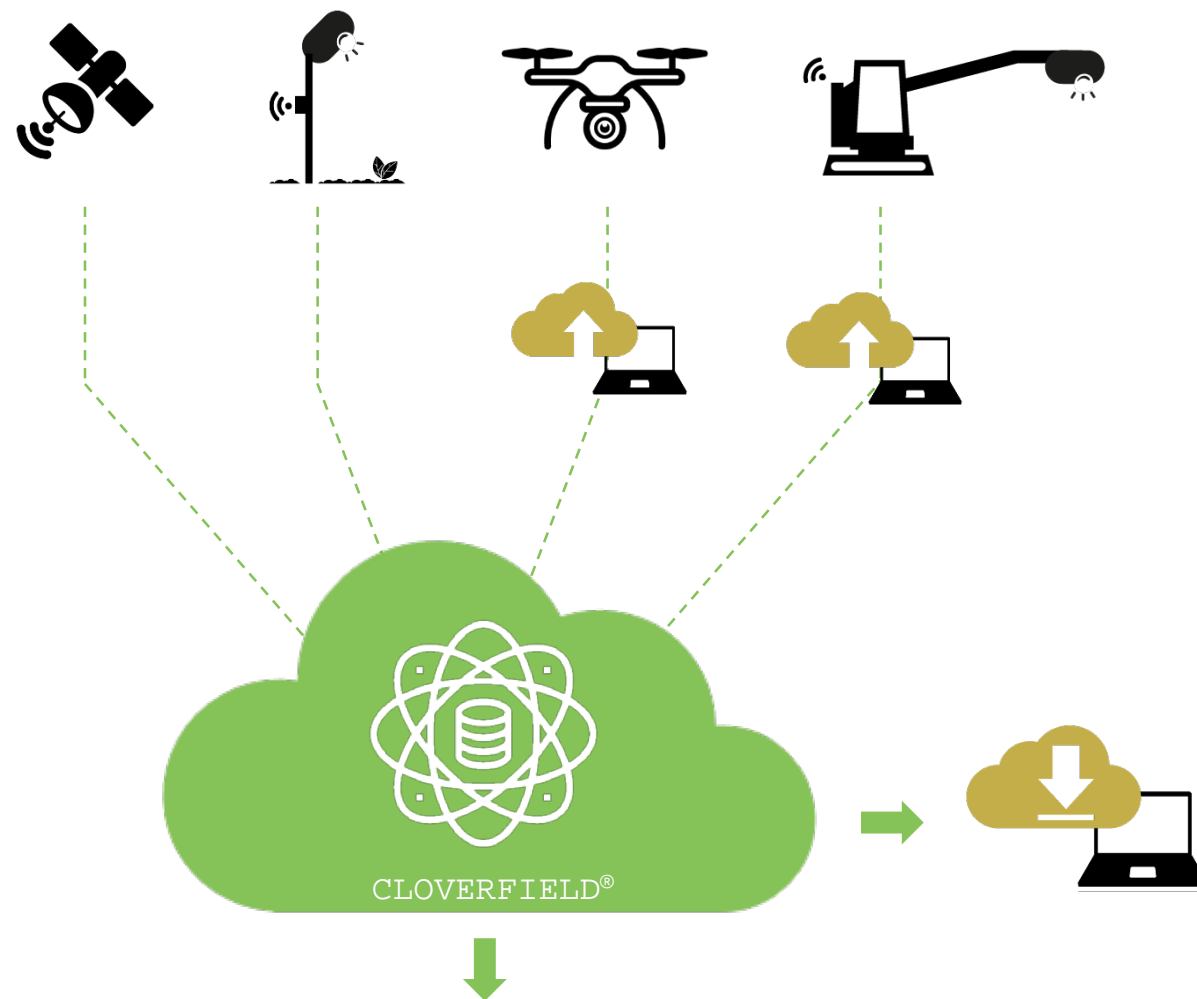
クローバーフィールドはクラウドベース処理の  
パイプラインですがINRA及びArvalisとの提携  
を基にHiphen社で開発されたものです。

このデータ処理パイプラインは多数の作物に  
適用出来ます。ユーザーは弊社の標準操作  
手順（SOP）に従ってデータを取得し、デー  
タの処理はオンラインで行うことが出来ます。

データ取得

自動データ処理

可視化

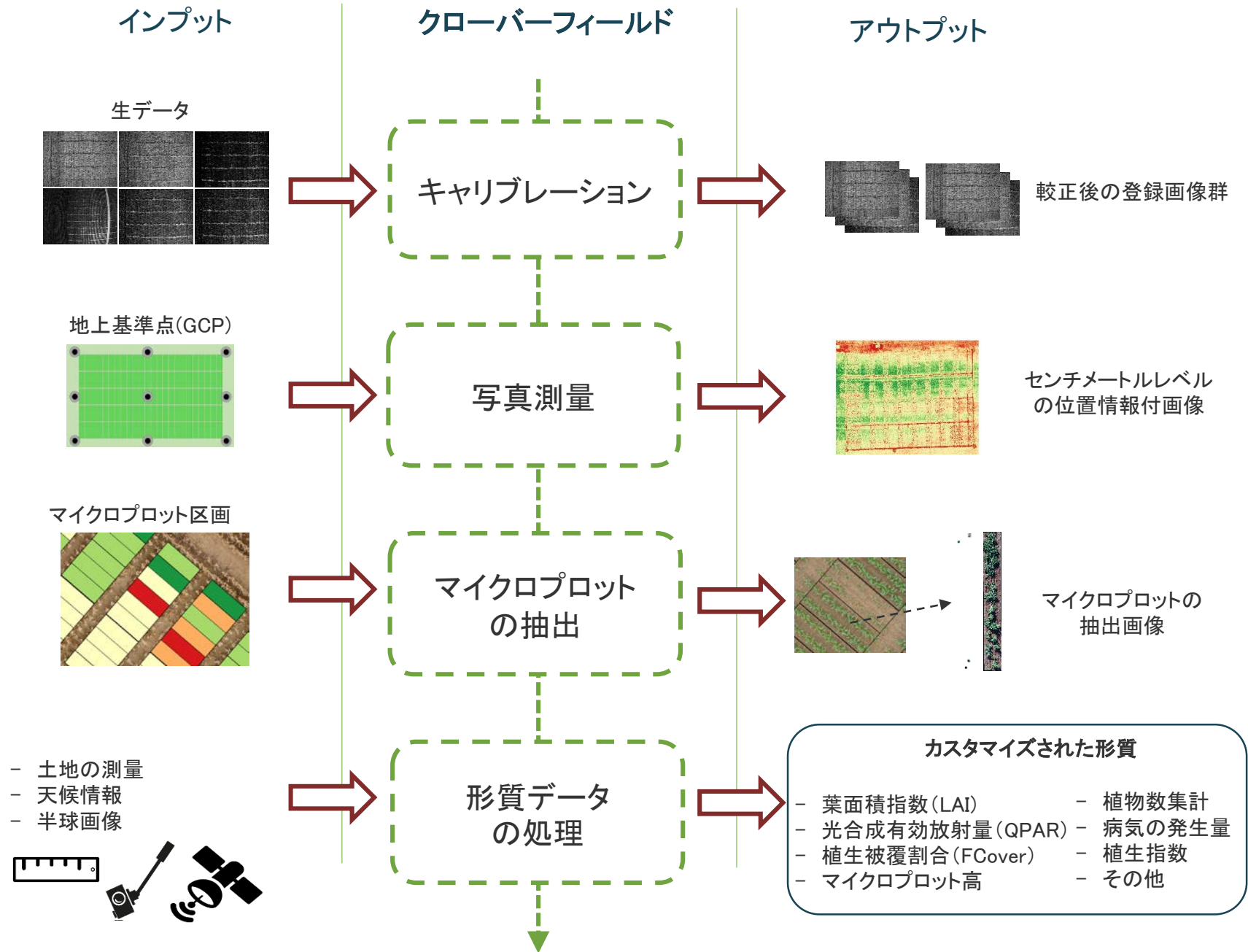


2.20

# クローバーフィールドでデータ処理を自動化

クローバーフィールドによる成果物の幾つかの例を挙げます。

- 植生指数 (例えば、MCARI、Cigreen、PRI、NDVI)
- 構造上の形質 (例えば、作物の背丈、葉面積指数、Green Fraction)
- 植物/器官数集計 (例えば、花、穂、葉)
- マイクロプロットの不均質性指標
- その他多数あります





## 計測形質カタログ

### 植生指数

- NDVI (Fcoverを代理)
- PRI (stressを代理)
- MTCI & MCARI (chlorophyllを代理)
- Cigreen (Chlorophyll の指数)

### 構造形質

- キャンピーカバー率: FCover, LAI, ALA
- 光量及び放射: FIPAR, FAPAR
- 植物の特徴: 器官数集計、倒伏、背丈

### 生化学形質

- クロロフィル含有量 (Cab)

### 総合形質

- 光合成有効放射 (QPAR)
- 葉のローリングスコア (leaf rolling)

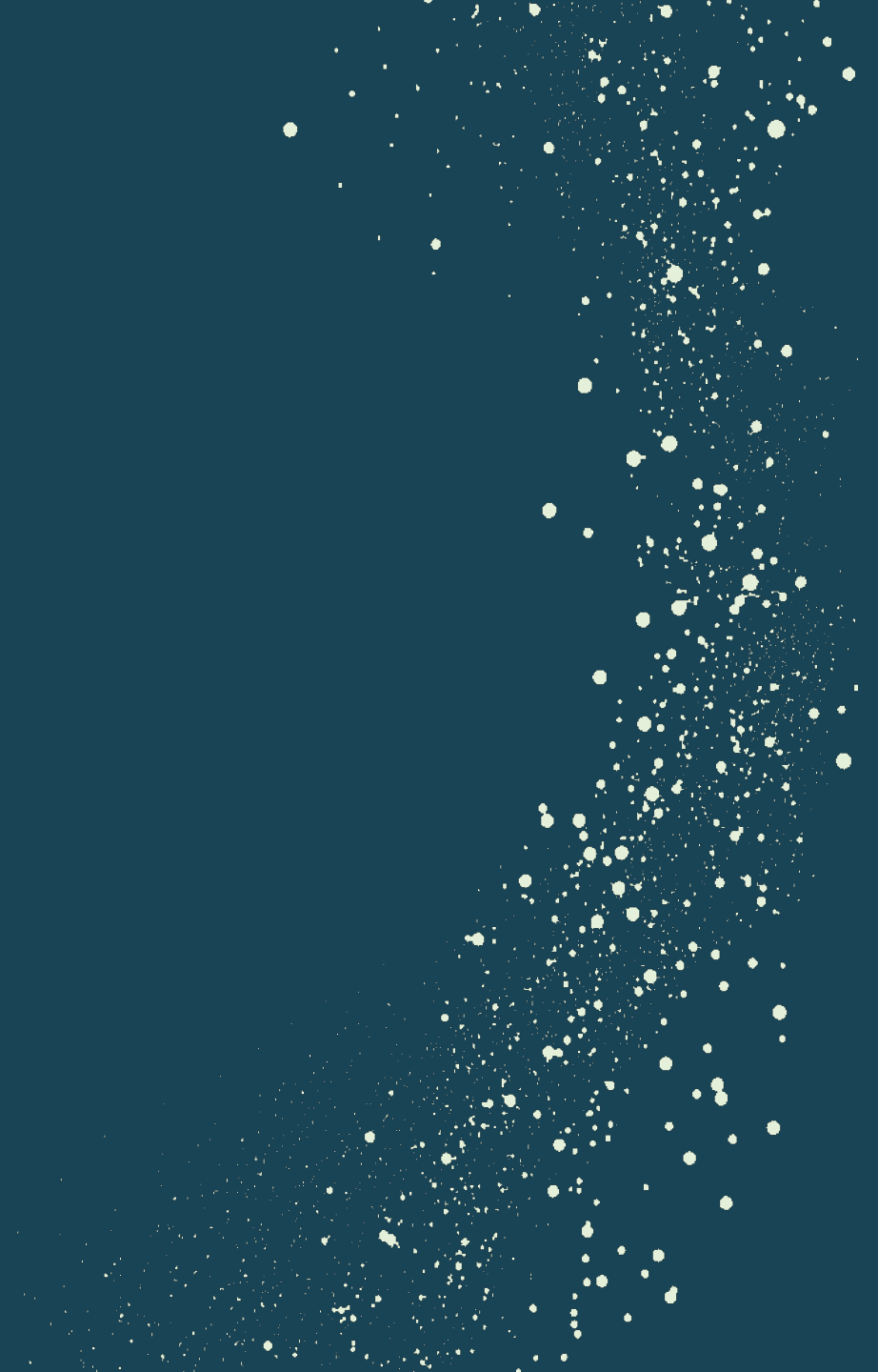
### 病気の発生量

- 病気の発生判定は概念実証で達成出来ます
- シュガービートにおけるサーコスポラ感染に関する方法を検証済

3

---

# データ処理例



3.00

# トライアル品質の評価方法は?

## トライアルレベル



## 主な異状の把握:

- 土壌水分量
- 土壌構造効果
- 灌漑の不均質

## 関連する主な形質:

- 動的形質:
  - NDVI
- 総合的形質:
  - 背丈
  - 光合成有効放射(QPAR)

## マイクロプロットレベル



## 主な異状の把握

- 突発異状
- 潜在異状

## 関連する主な形質:

- 背丈の標準偏差
- 背丈の平均

3.05

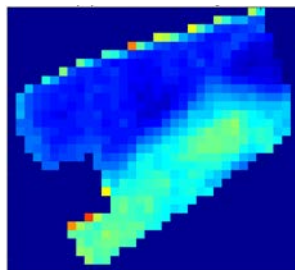
衛星データでフィールドの不均質性の評価を支援

この戦略でトライアル用の最良のフィールドの展開を可能とします。

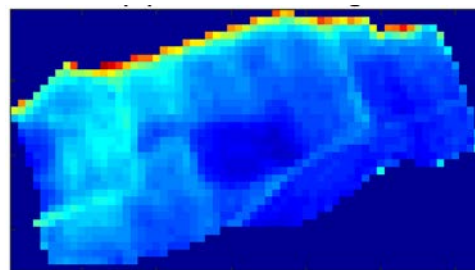
**Step 1:**

過去の衛星画像を見て不均質マップとして学習します。

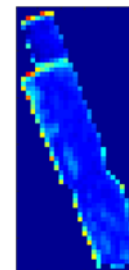
Site 1



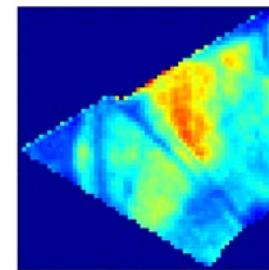
Site 2



Site 3



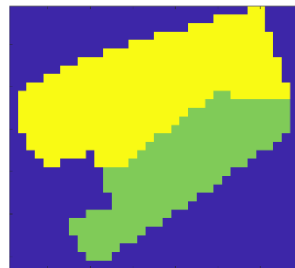
Site 4



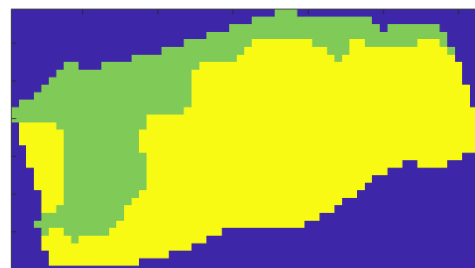
**Step 2:**

フィールドをゾーン分けして、最大収量を期待出来る区画を判別します。

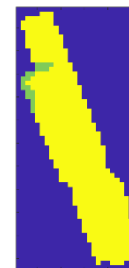
Site 1



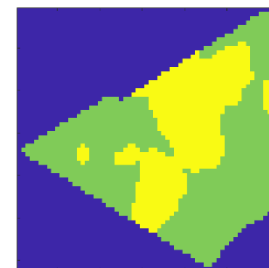
Site 2



Site 3



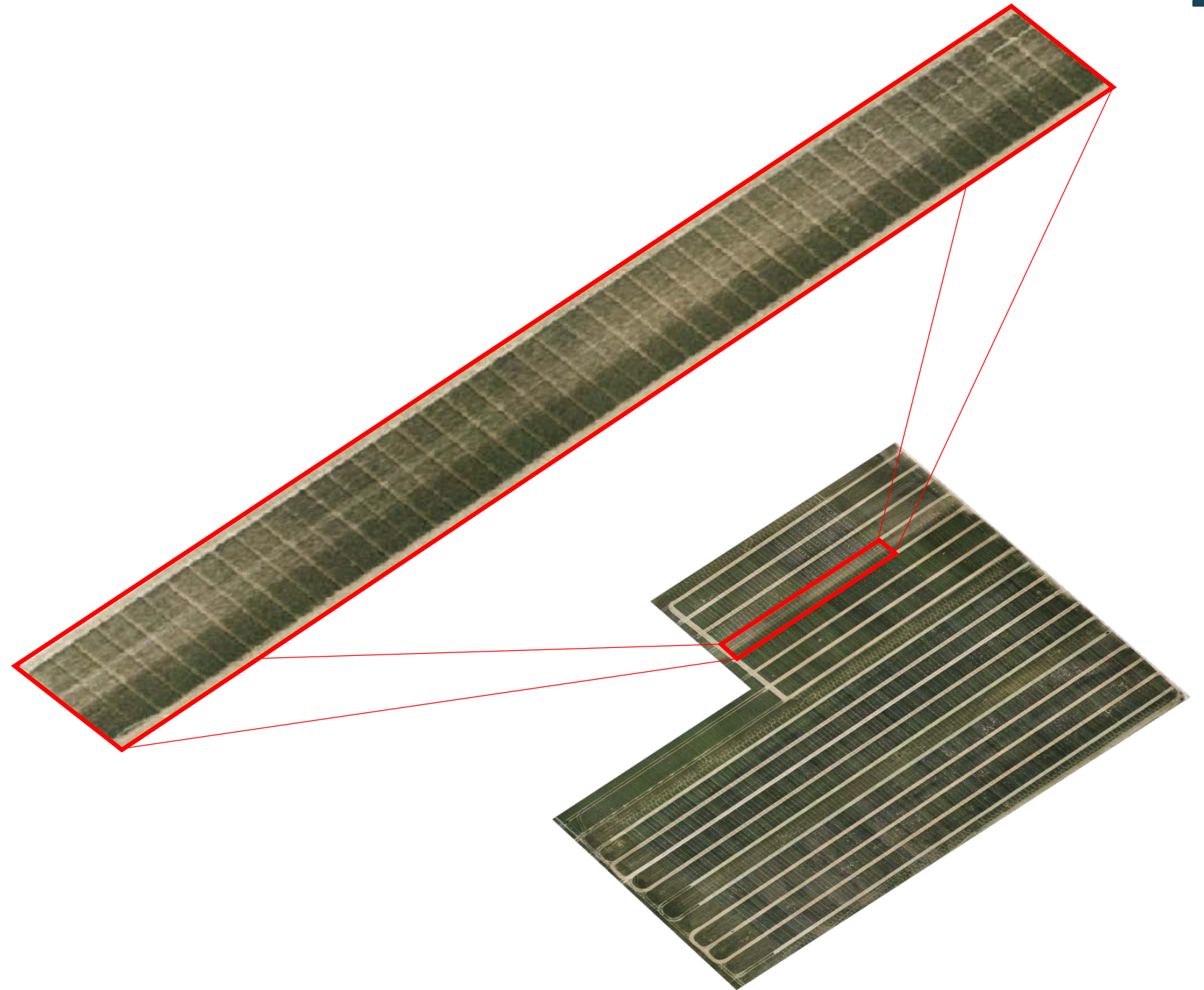
Site 4



3.10

トライアルレベル：  
ドローンを使い、フィー  
ルドのデジタル化を実施

トライアルの品質をより良く理解する為に把握  
する不均質ゾーンの例

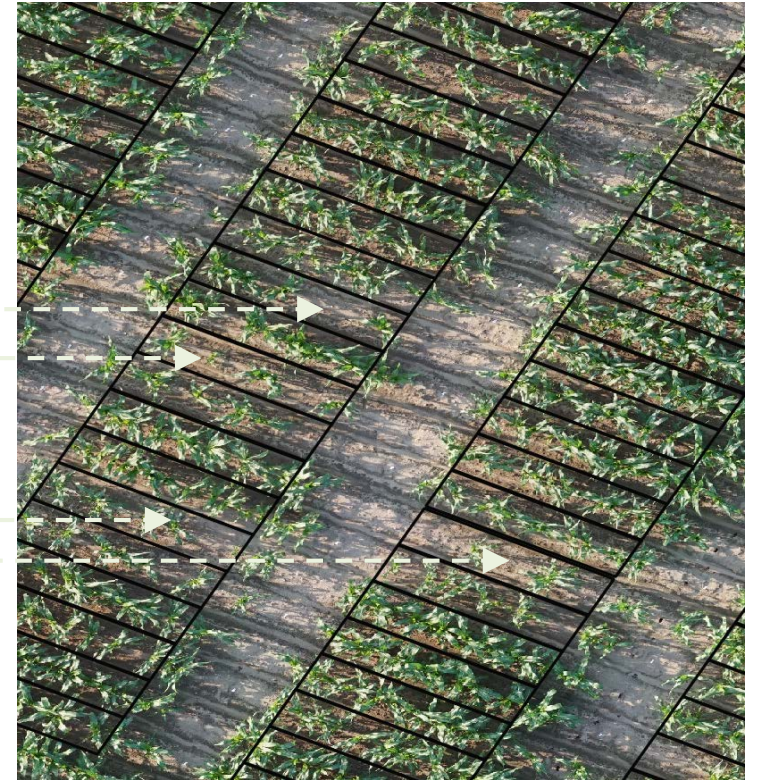
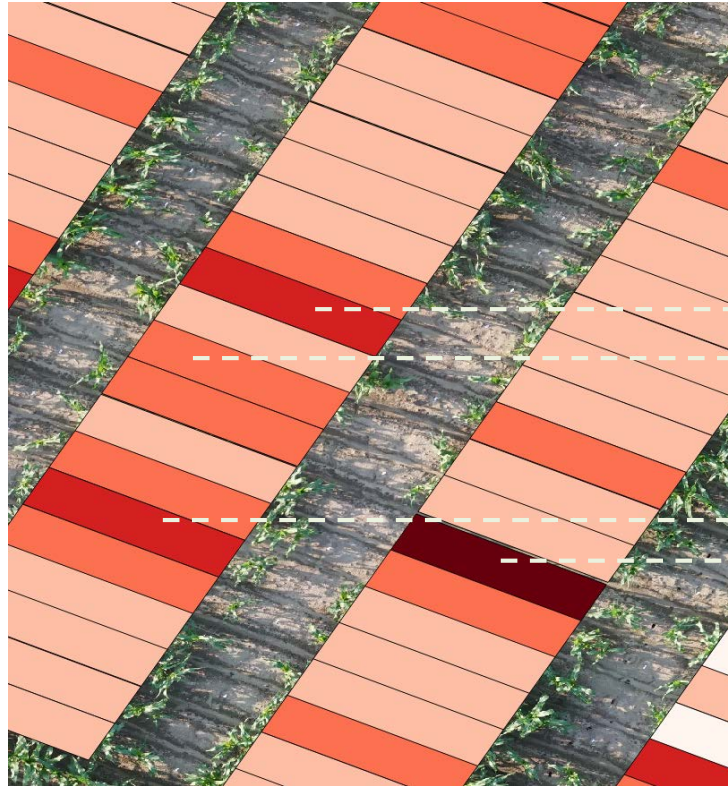


3.15

## マイクロプロットレベル： 突発異状の場所を特定

突発異状に影響されたマイクロプロットの判定  
に関連する2種類の指標：

- 植物数集計
- 植生被覆割合 (FCover) 分布

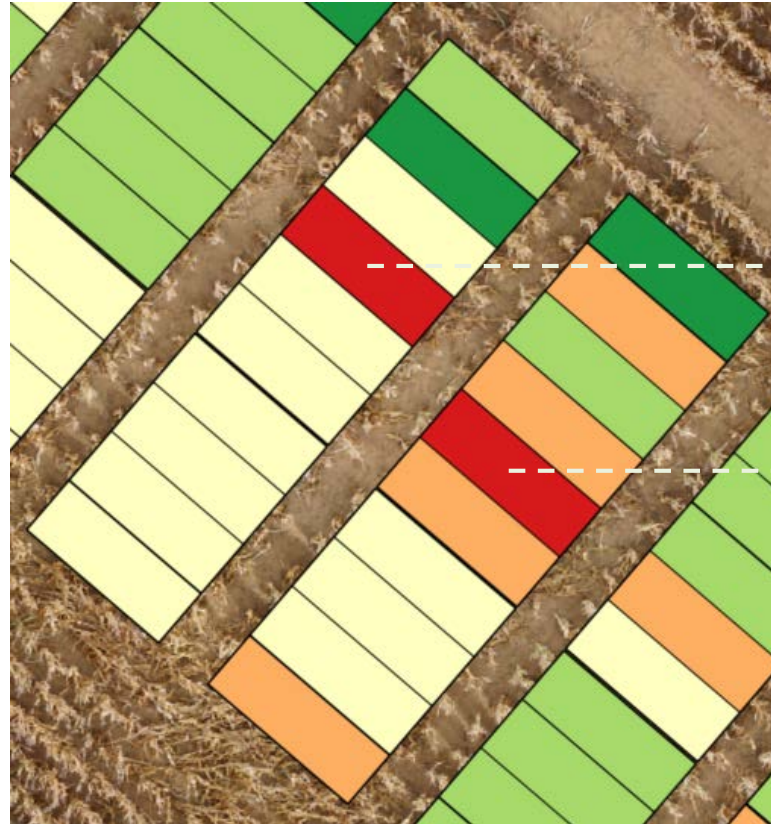


### 3.20

## マイクロプロットレベル： 倒伏が存在する位置を特定

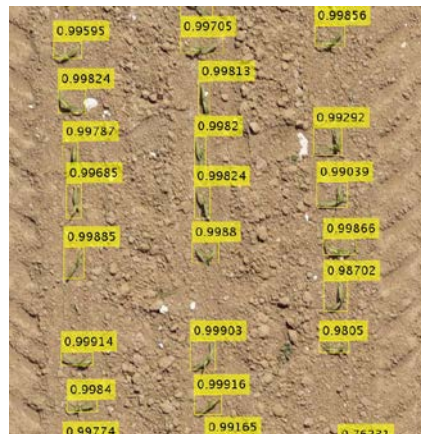
倒伏に影響されたマイクロプロットの判定に関連する2種類の指標：

- マイクロプロット毎の平均背丈
- マイクロプロット毎の列間の背丈標準偏差



## 植物数及び器官数集計

植物数集計のアプリケーションでは高い精度を達成する為、人工知能(AI)による先進技術に取り組んでいます。



トウモロコシ



シュガービート

個体数集計



小麦のマイクロプロットに咲くポピーの花

花数集計



小麦の茎



小麦の穂

穂数及び茎数集計



### 3.30

## その他の形質例：植物の背丈と植生被覆割合 (FCover)

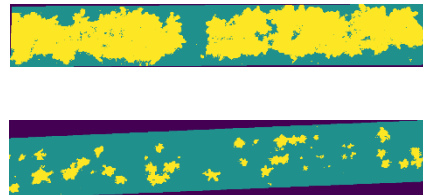
FCover (green fraction)を計算する為に弊社パイプラインは次のタスクを行います：

- マイクロプロットをそれぞれの画像から抽出します。
- 最良の画像を選択します。(例えば、方向、鮮明度、代表性)
- 緑色画分(green fraction)の画像を区分する。
- FCoverを計算する。

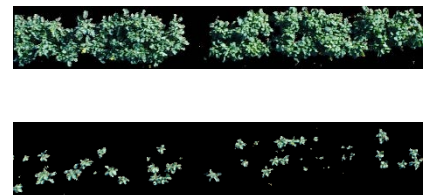
抽出画像



分割マスク



植生



FCover

0,619

0,101

トライアルの高密度3D クラウド



マイクロプロットの高密度3D クラウド



植物の背丈

4

---

# データ取得時の標準操作手順 (Standard Operating Procedures)

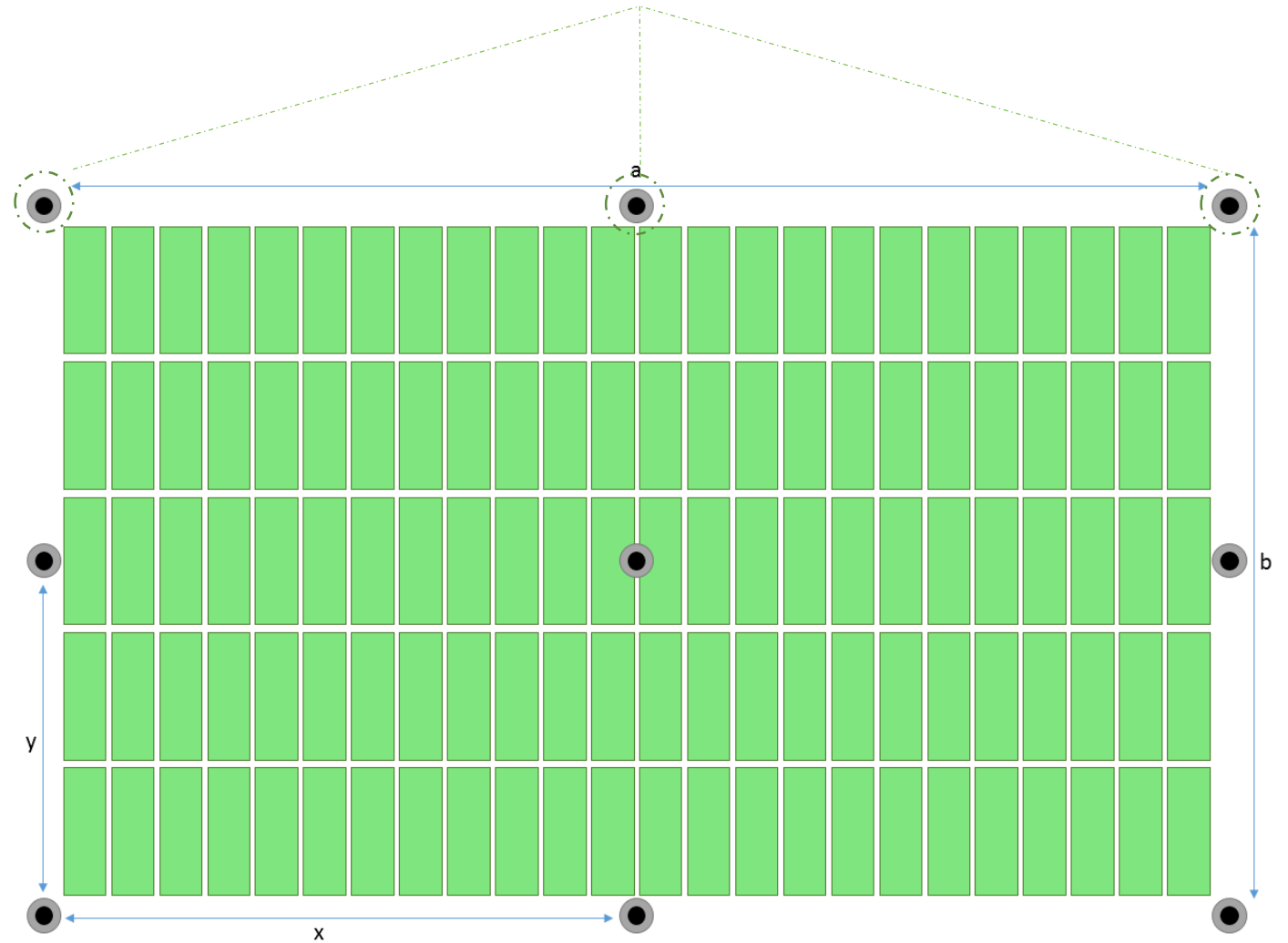
4.00

## 幾何学的ターゲット： 地上基準点 (GCP) の配置)

地上基準点 (GCP)を配置して、RTK GPSで座標系の位置を定める。

この様な幾何学的ターゲットの自動識別が弊社のデータ処理パイプラインの最初のステップで、ドローン画像を正しく重ね合わせることやドローンの飛行日間の画像やデータの比較を可能にします。

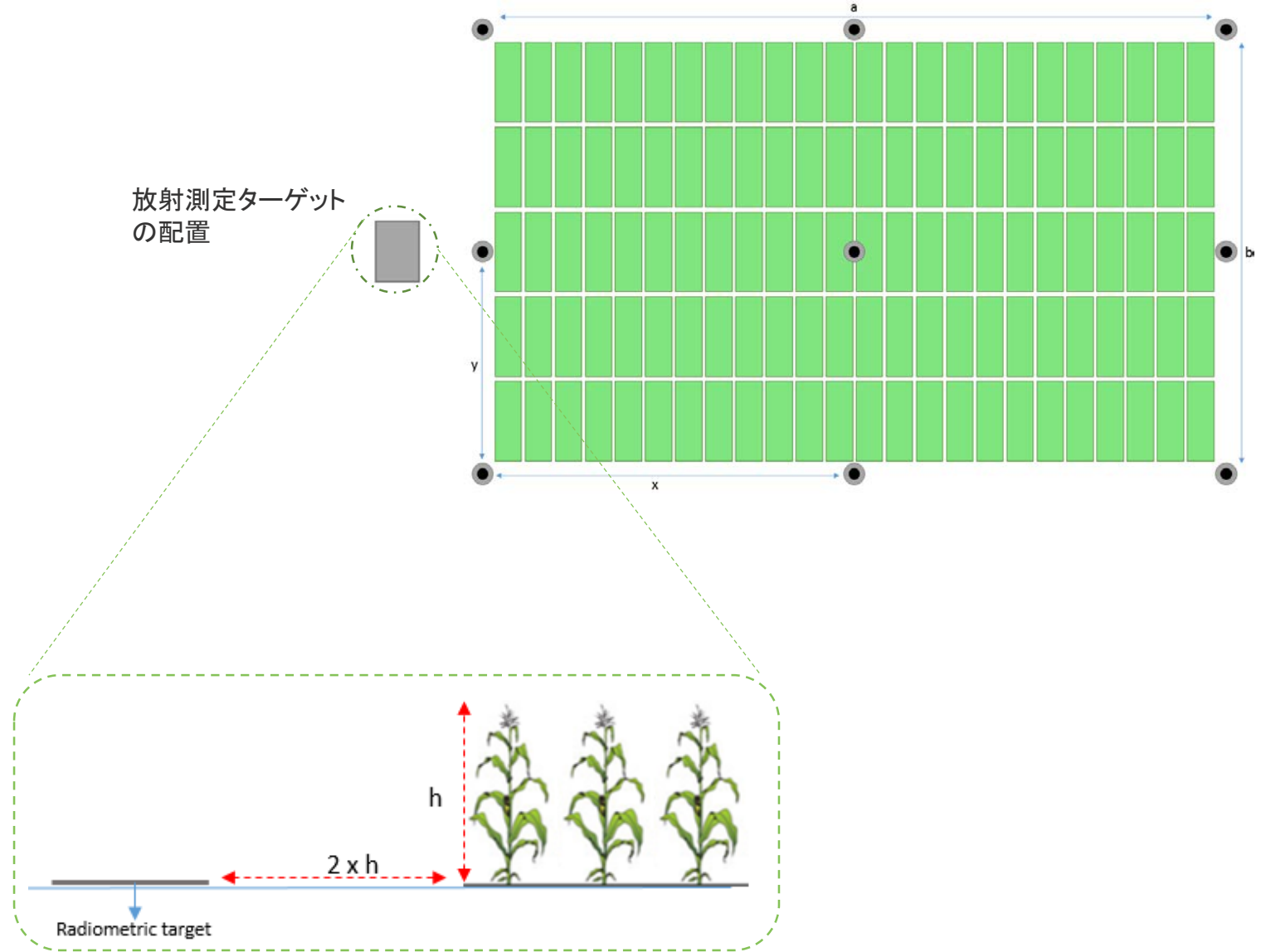
地上基準点 (GCP) の配置



4.05

# 放射測定ターゲットの配置

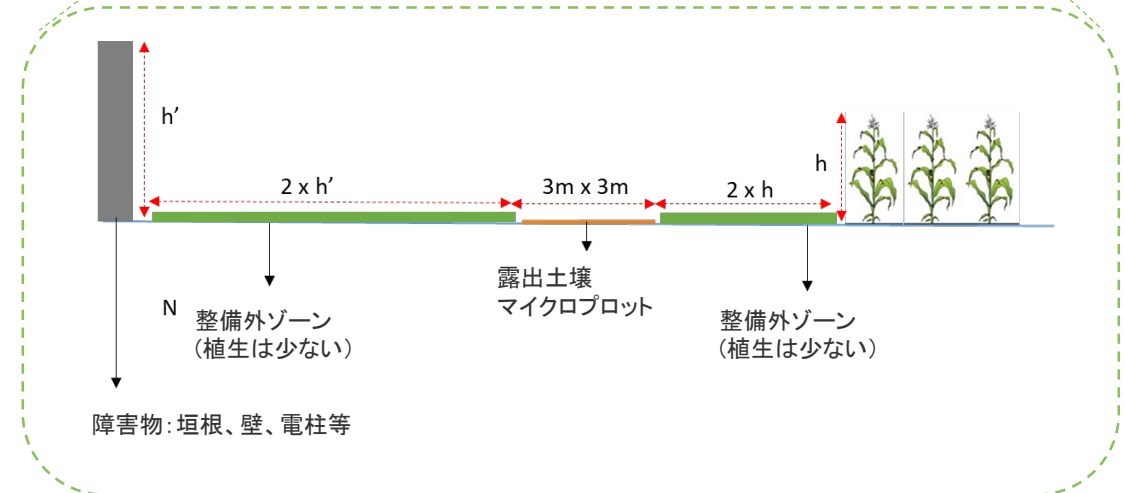
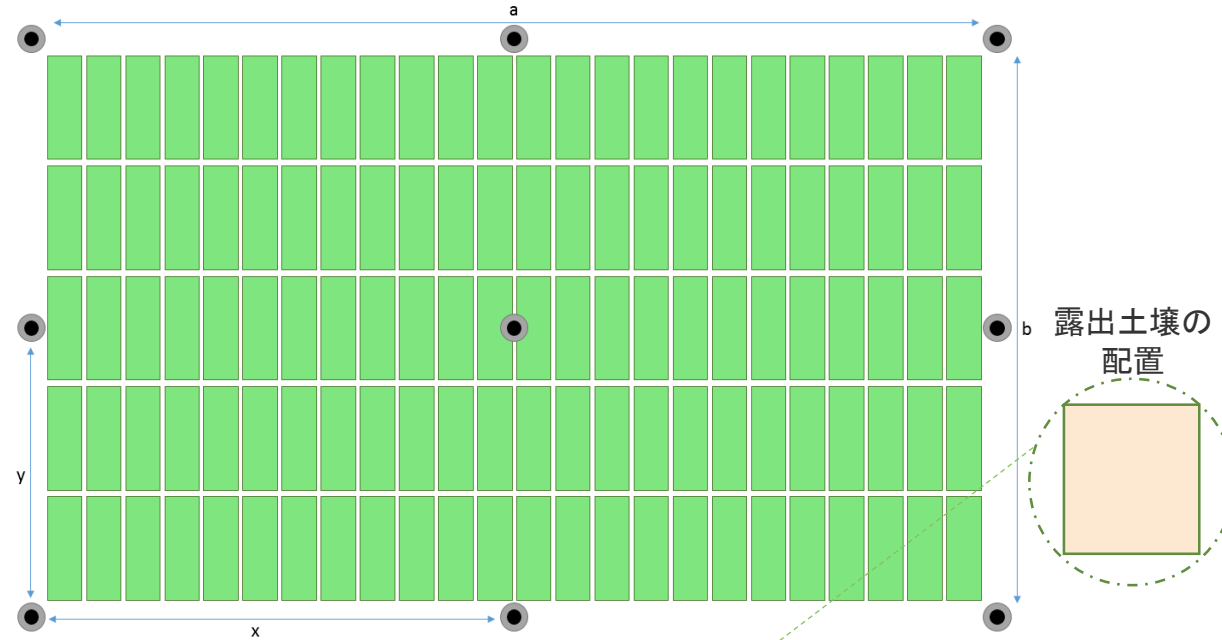
放射測定ターゲットは、正確な反射率を得る為に重要です。



4.10

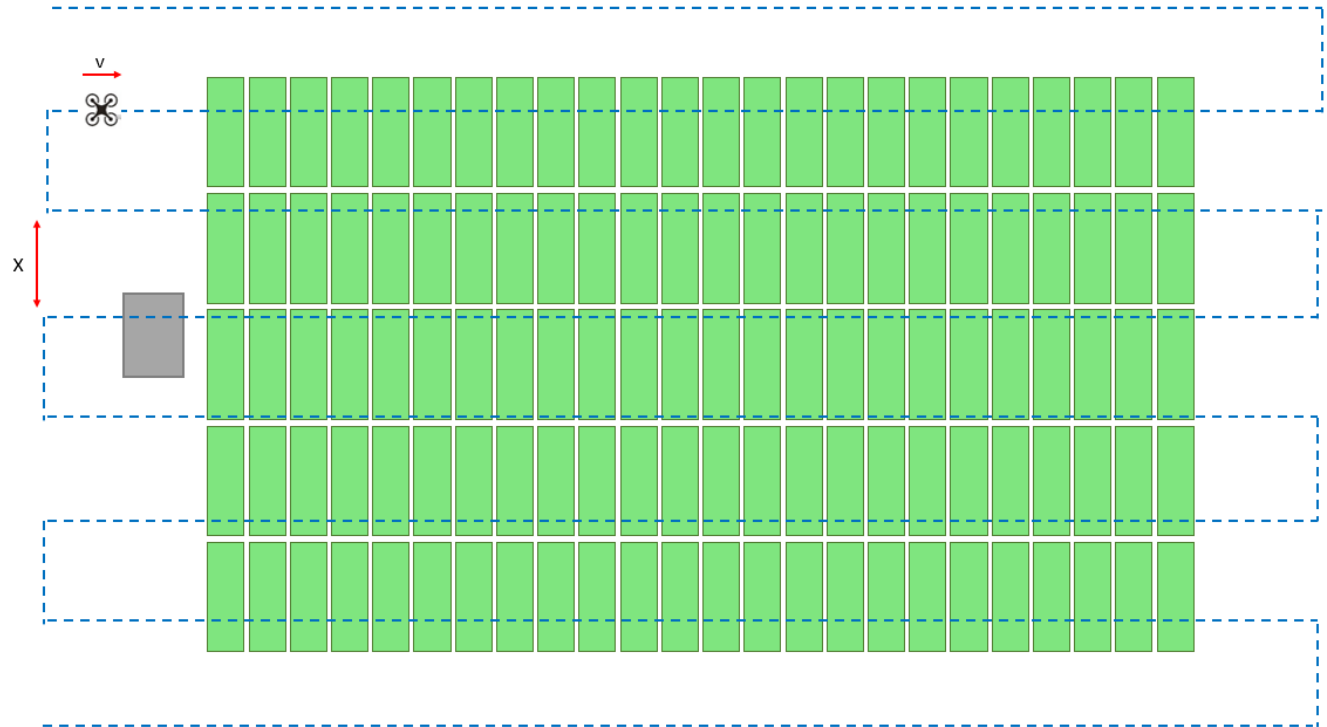
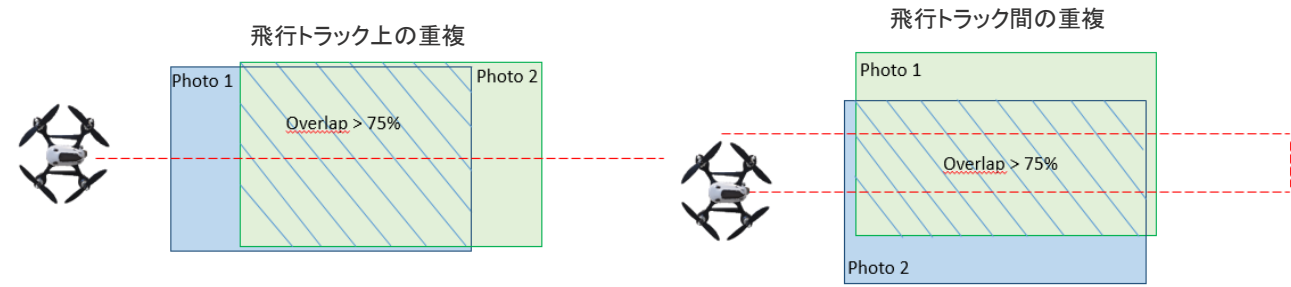
露出土壤の探知

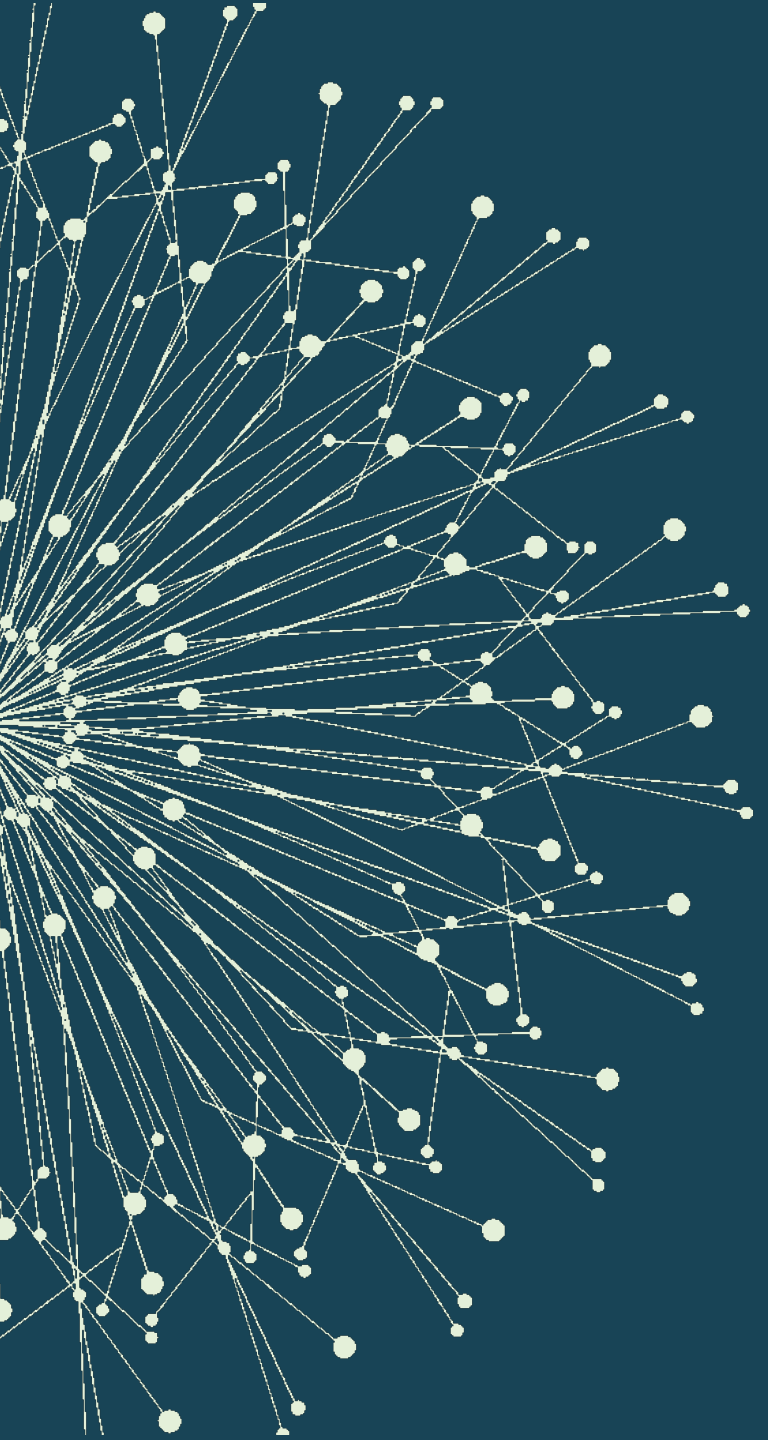
露出土壤エリアは主な反転変数の計算の為の放射伝達モデルのインプットに使われる。



4.15

ドローン飛行計画の設定





# Hiphen

Centre INRA PACA - UMR EMMAH

228, route de l'aérodrome - CS 40509

84914 Avignon Cedex 9

France

+33.(0)4.28.70.40.01

[hiphen-plant.com](http://hiphen-plant.com)

| [contact@hiphen-plant.com](mailto:contact@hiphen-plant.com)

## 株式会社イデオル (IDEOL Co. Ltd.)

名古屋市中区栄5-26-39 GS栄ビル3F

(052) 824-7081

[ideol.sakura.ne.jp](http://ideol.sakura.ne.jp) | [info@ideol.sakura.ne.jp](mailto:info@ideol.sakura.ne.jp)



hi-phen