
Hiphen社の無人地上車両 (UGV) 'Pheno' シリーズの ポートフォリオ

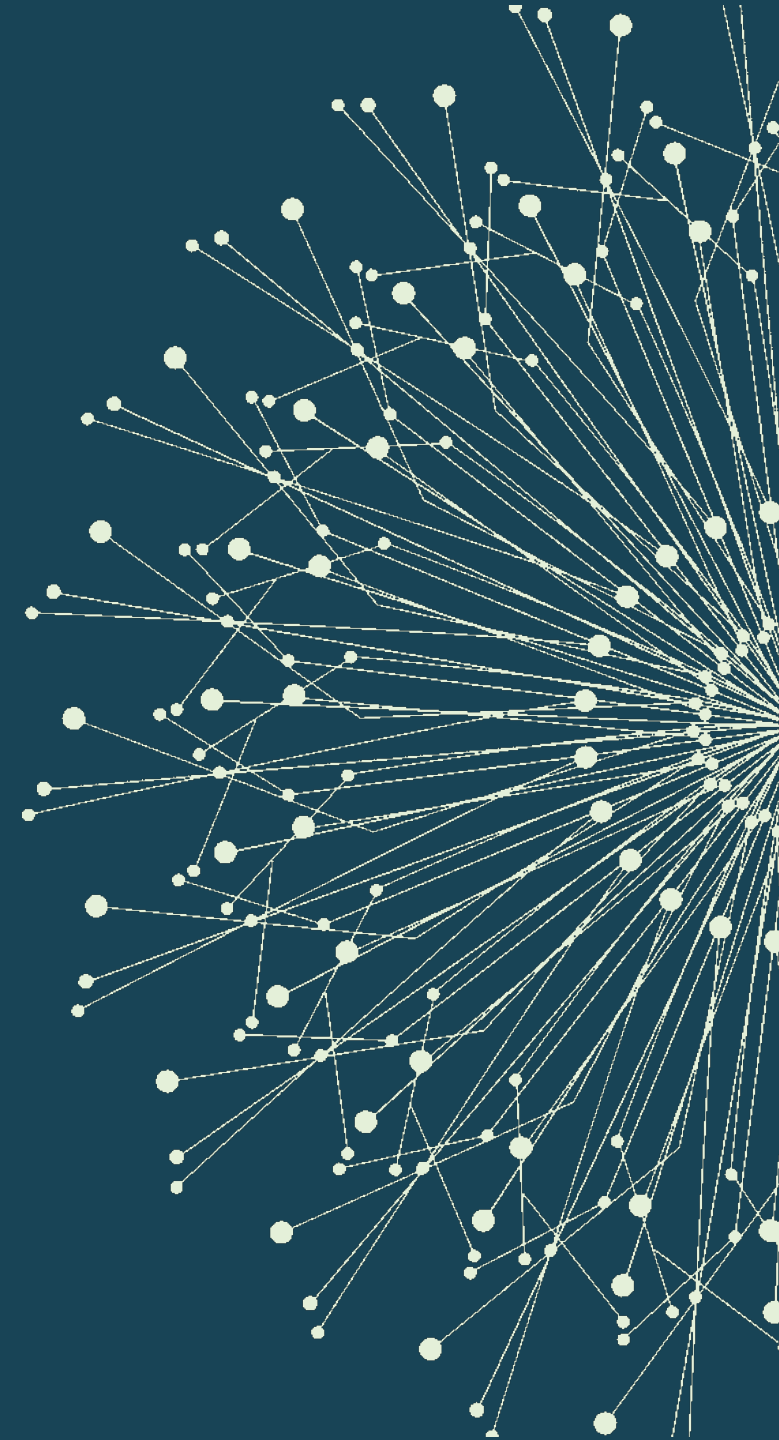
DATE

December 2018

AUTHOR

Alexis Comar, Jocelyn Gillet, Jérôme Brunet

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

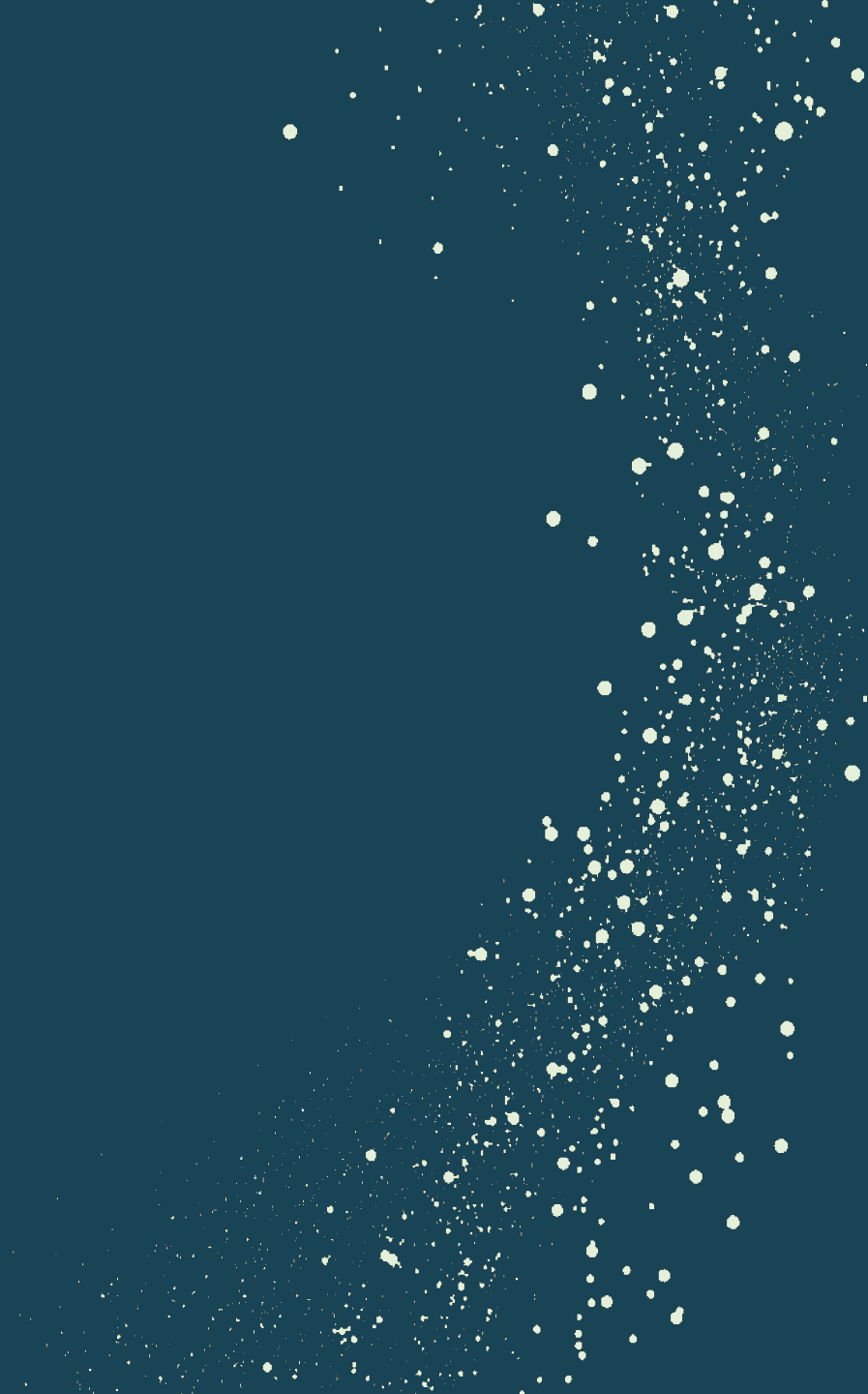


CONTENT

	Page
1 弊社のフィロソフィーをご説明致します	3
2 無人地上車両(UGV)フェノモバイルの主要機能	10
3 弊社の“Pheno”ポートフォリオを概観	18
4 ユースケース1：無人地上車両フェノモバイルによるセルコスポラの発見	27
5 ユースケース2：植物の背丈見積ドローン対LiDAR搭載無人地上車両	33

1

弊社のフィロソフィーを
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

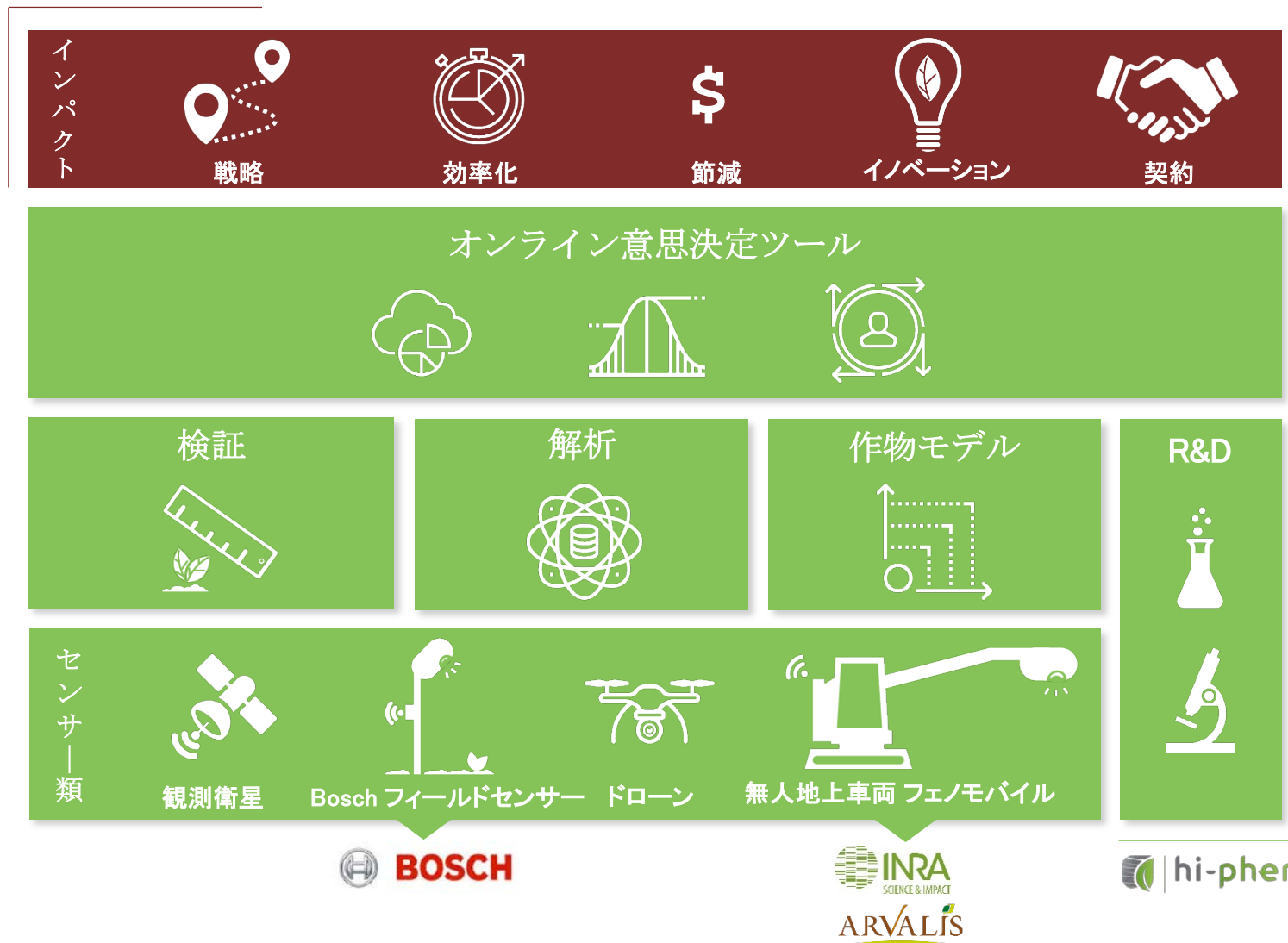
弊社のフェノタイピングソリューションの主要な利点



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。

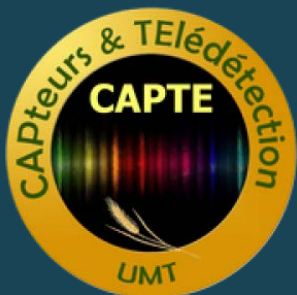


Hiphen社は科学的調査にルーツがあります。

Hiphen社はフェノタイプ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、コード名 UMT-CAPTE で呼ばれています。フランス政府に支援を受けて居りINRA、ARVALIS 及びHIPHEN社で構成されています。

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プ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



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

Sylvain Jay^{a,*}, Frédéric Baret^b, Dan Dutartre^c, Ghislain Malatesta^a, Alexis Comar^c, Marie Weiss^b, Fabienne Maupas^a

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

Contents lists available at ScienceDirect



Remote Sensing of Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rse



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

Xiuliang Jin^{a,*}, Shouyang Liu^a, Frédéric Baret^a, Matthieu Hemerlé^b, Alexis Comar^b

^a UMR EMMAH, INRA, UAPV, 84914 Avignon, France
^b 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 for further details)



RESEARCH PAPER

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

F. Baret^{1,*}, S. Madec¹, K. Irfan¹, J. Lopez³, A. Comar², M. Hemmerlé², D. Dutartre², S. Praud¹ and M. H. Tixier³

¹ INRA-EMMAH-CAPTE, Route de l'aerodrome, 84914 Avignon, France
² Biogemma, Route d'Ennezat, 63720 Chappes, France
³ 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^{1,*}, Fred Baret¹, Denis Allard², Xiuliang Jin¹, Bruno Andrieu³, Philippe Burger⁴, Matthieu Hemmerlé⁵ and Alexis Comar⁵



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
+33.(0)4.28.70.45.28



Jérôme Brunet
Hiphen Sales Director
Your main contact.

jbrunet@hiphen-plant.com
+33.(0)4.28.70.45.26



Jocelyn Gillet
Hiphen R&D Director

jgillet@hiphen-plant.com
+33.(0)4.28.70.45.27

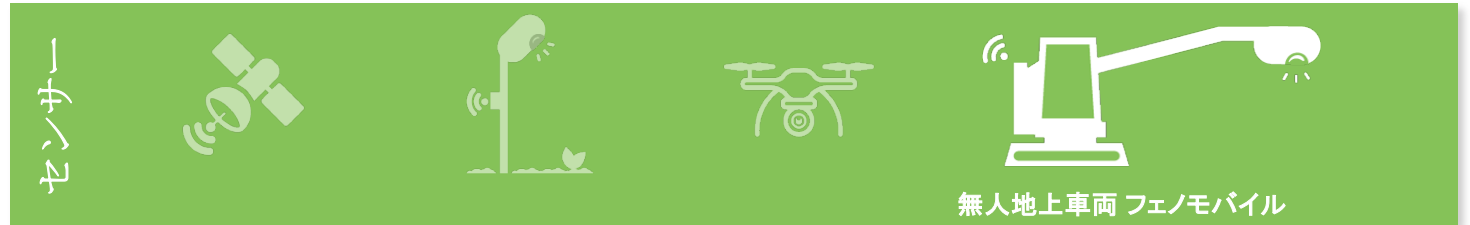
2

無人地上車両 (UGV)

フェノモバイルの主要機能

2.00

無人地上車両 (UGV) 対 他の装置類ー主な便益



1. 天候条件による影響が少ない



2. データの精度が高い



3. 全自動でデータ取得

+

- 信頼性の高いハードウェアとソフトウェア
- フィールドでのデータ取得中での安全確保の為の自動緊急停止機能
- その他多数



技術機関が実証したコスト効率の背景にUGV利用



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Plant Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/plantsci



What is cost-efficient phenotyping? Optimizing costs for different scenarios

Daniel Reynolds^{a,1}, Frederic Baret^{b,1}, Claude Welcker^{c,1}, Aaron Bostrom^{a,1}, Joshua Ball^a, Francesco Cellini^d, Argelia Lorence^e, Aakash Chawade^f, Mehdi Khafif^g, Koji Noshita^h, Mark Mueller-Linowⁱ, Ji Zhou^{a,j,*}, François Tardieu^{c,*}

^a Earham Institute, Norwich Research Park, Norwich, NR4 7UH, UK

^b INRA EMMAH – CAPTE, address, Avignon, France

^c INRA Univ Montpellier, LEPSE, 2 place Viala 34060 Montpellier, France

^d Agenzia Lucana di Sviluppo e di Innovazione in Agricoltura, 75010, Metaponto, MT, Italy

^e Phenomics Facility, Arkansas Biosciences Institute, Arkansas State University, Jonesboro, Arkansas, USA

^f Department of Plant Breeding, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), P.O. Box 101, 230 53 Alnarp, Sweden

^g Université de Toulouse, INRA, CNRS, LIPM Castanet-Tolosan, France

^h Japan Science and Technology Agency (JST), Precursory Research for Embryonic Science and Technology (PRESTO), Graduate School of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo, Japan

ⁱ Institute of Bio- and Geosciences (IBG), IBG-2: Plant Sciences, Forschungszentrum Juelich GmbH, Juelich, Germany

^j Plant Phenomics Research Center, Nanjing Agricultural University, Nanjing, 210095, China

本科学調査論文の中で技術機関が次の事項を実証しています。

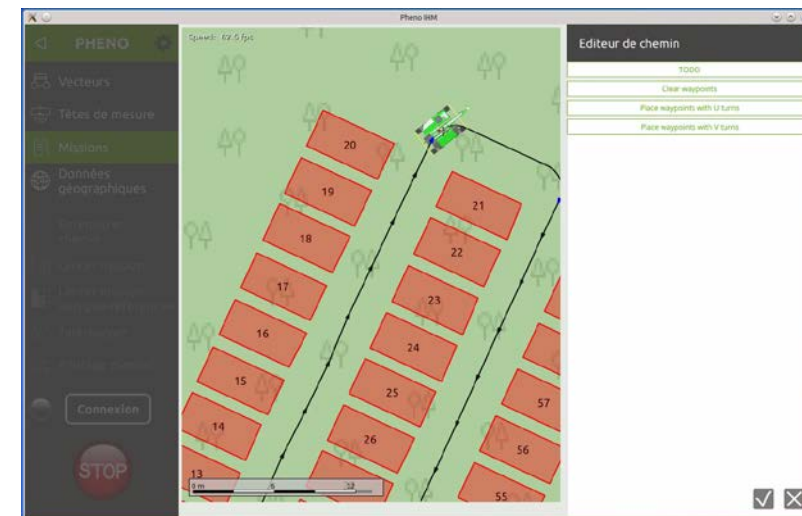
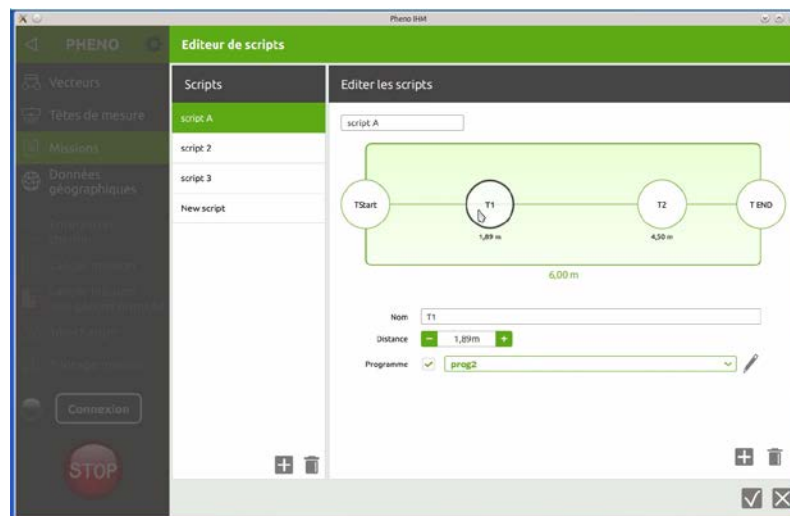
- ➔ 集中して利用すれば、無人地上車両(UGV)によるフェノタイピングのコストは約プロット当たり年約1 \$程度 (トライアル管理上では比較的小さい)

2.10

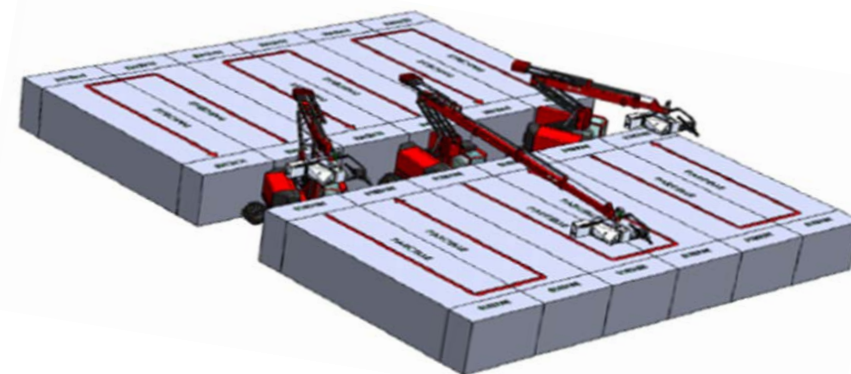
UGV利用でのデータ取得計画のプログラムは簡単

データ取得計画をプログラムした際はトライアルの構成や目的及び走行路に集中して簡単に対応が出来、車両機械自体が調整して実施します。

1. 弊社の利用が簡単なインターフェース／アプリでデータ取得計画は容易に設定できます。



2. 車両は設定ルートに従い、複合アームの動きは自動的に計算実行されます。



3つの主要オプション

低リスク



Option 1:

Hiphen社に全てお任せ頂き、UGVの専門能力を享受する

Option 2:

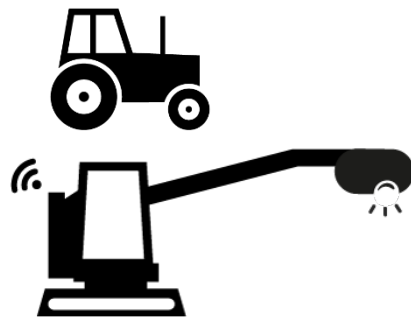
自社の車両に弊社の測定装置ヘッドを搭載頂き、
弊社の分析ソリューション機能を使う。

Option 3:

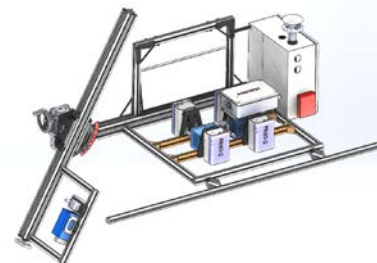
自社の車両と測定装置ヘッドを使い、弊社の分析ソリューション
機能だけを使う。

高リスク

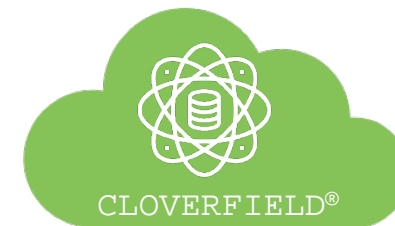
無線誘導機器?



測定用装置ヘッド?

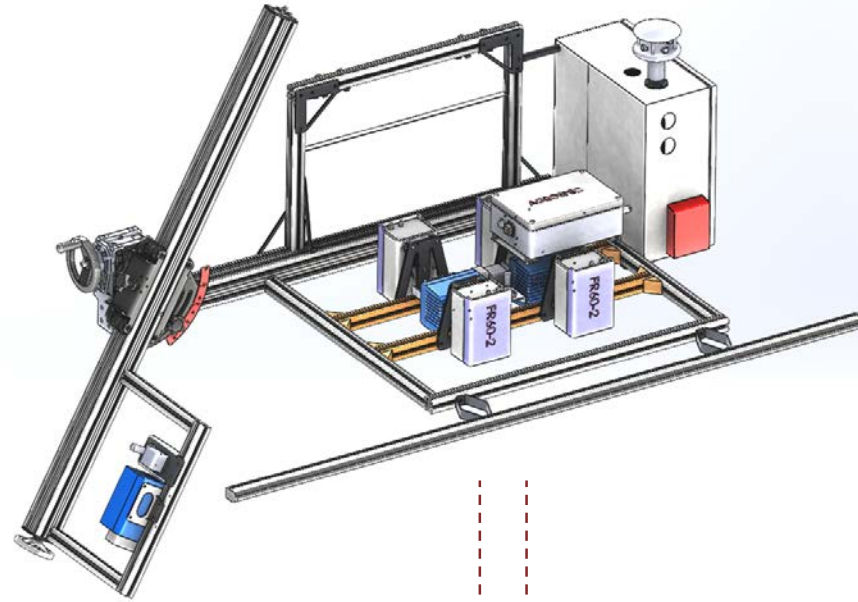


データ処理?



弊社の測定装置ヘッドには、現存する全てのセンサーの装着が可能。

UGV 測定装置ヘッド



動的データ取得時にフラッシュ利用が可能

搭載実証済センサー

他のセンサー搭載は自由に決定可能



RGB



エアフェン
Airphen



ライダー
LiDAR

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

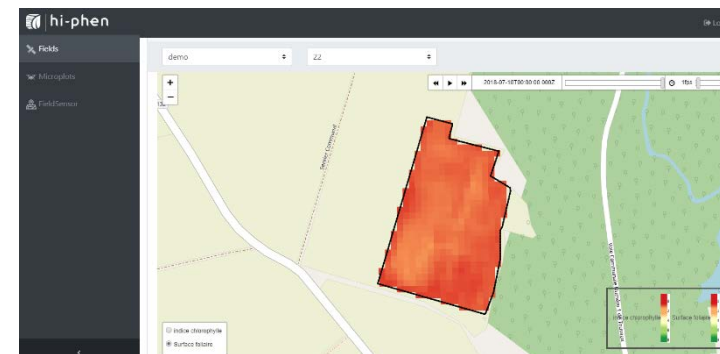
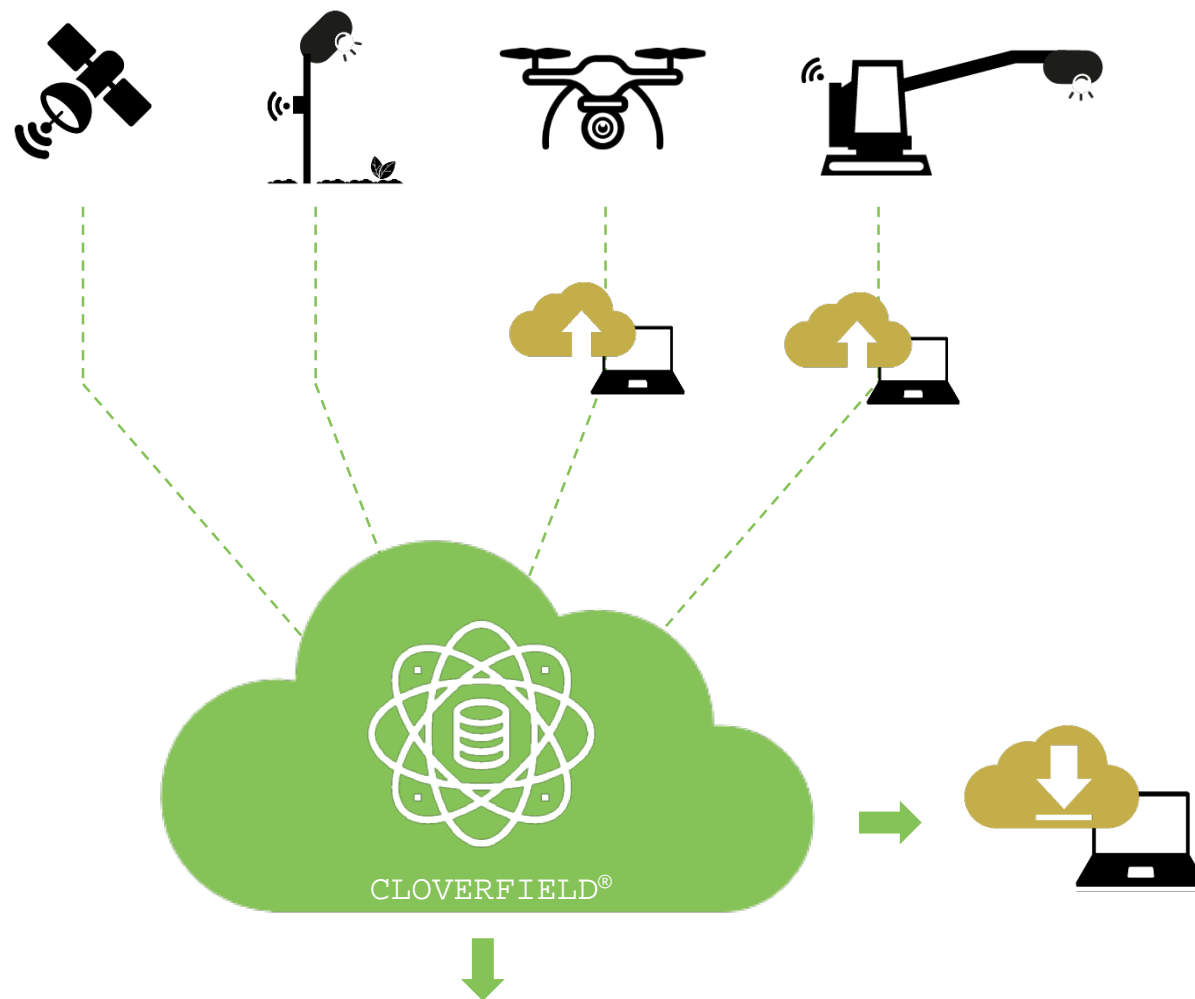
クローバーフィールドはクラウドベース処理の
パイプラインですがINRA及びArvalisとの提携
を基にHiphen社で開発されたものです。

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



2.30

弊社のUGVソリューションは独特なパートナーシップからの発案

農業系技術調査機関からの独占的ライセンス



3

弊社の“Pheno”ポートフォリオ を概観



3.00

弊社UGVフェノタイピング・
ポートフォリオの説明

高速



低速

フェノフィールド
PHENOFIELD



- ✓ 全自動
- ✓ 上部にレール設置
- ✓ レール上にガントリークレーン+
2つのフェノタイピングプラットフォーム

フェノモバイル
PHENOMOBILE



- ✓ 全自動
- ✓ 背丈の高い作物に特化
- ✓ フランスで稼働中

フェノモバイル
PHENOMOBILE



- ✓ 全自動
- ✓ 背丈の低い作物に特化

アルフィー
ALPHI



- ✓ 半自動
- ✓ 大体の一般的なトラクターに
取り付け可能
- ✓ センサー取付傾斜台
- ✓ 牽引若しくは運搬

フェノフィックス
PHENOFIX



- ✓ 半自動
- ✓ 主に苗木のデータ取得

フェノタイニー
PHENOTINY



- ✓ マニュアル
- ✓ 小規模エリアのデータ取得

計測形質のカタログ

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: Counting, lodging, height

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)
- 非生物学的ストレスのモニタリング
 - 葉ローリング、向きの変化、白粉等の水分ストレス反応
 - 窒素／リン／その他微量栄養素のストレス

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
- サークスポラ感染とフサリウム毒素に関する方法を検証済

3.10

フェノフィールド
Phenofield

大規模



小規模

PHENOFIELD

PHENOMOBILE

PHENOMOBILE

ALPHI

PHENOFIX

PHENOTINY



対応可能量： 最大 384 施設内マイクロ°ロット
+ 768 フィールドマイクロ°ロット

取得データ： 384 マイクロ°ロット/日

最大栽培作物高： 3 000 mm



- ✓ Fcover: Fraction of coverage
- ✓ GF : Green fraction
- ✓ GAI: green area index
- ✓ ALA: average leaf angle
- ✓ FiPAR: Fraction of ray intercepted
- ✓ FaPAR: Fraction of absorbed ray
- ✓ IV : NDVI, MTCI, MCARI2...
- ✓ Chl: chlorophyll content
- ✓ Integrated Variable Curve Parameters (AUC)

3.15

フェノモバイル
Phenomobile (背丈が
高い作物用)

対応規模

大規模



小規模

PHENOFIELD

PHENOMOBILE

PHENOMOBILE

ALPHI

PHENOFIX

PHENOTINY



対応可能量 : 最大 1500 マイクロ° ロット
取得データ : 500 マイクロ° ロット/日
位置情報 : GPS RTK



- ✓ Fcover: Fraction of coverage
- ✓ GF : Green fraction
- ✓ GAI: green area index
- ✓ ALA: average leaf angle
- ✓ FiPAR: Fraction of ray intercepted
- ✓ FaPAR: Fraction of absorbed ray
- ✓ IV : NDVI, MTCI, MCARI2....
- ✓ Chl: chlorophyll content
- ✓ Integrated Variable Curve Parameters (AUC)

3.20

フェノモバイル
Phenomobile (背丈の
低い作物用)

対応規模

大規模



小規模

PHENOFIELD

PHENOMOBILE

PHENOMOBILE

ALPHI

PHENOFIX

PHENOTINY



対応可能量 : 最大 1500 マイクロ°ロット

取得データ : 500 マイクロ°ロット/日

位置情報 : GPS RTK

最大栽培作物高 : 1 300 mm



- ✓ Fcover: Fraction of coverage
- ✓ GF : Green fraction
- ✓ GAI: green area index
- ✓ ALA: average leaf angle
- ✓ FiPAR: Fraction of ray intercepted
- ✓ FaPAR: Fraction of absorbed ray
- ✓ IV : NDVI, MTCI, MCARI2...
- ✓ Chl: chlorophyll content
- ✓ Integrated Variable Curve Parameters (AUC)

3.25

アルフィー Alphi

対応規模

大規模



小規模

PHENOFIELD

PHENOMOBILE

PHENOMOBILE

ALPHI

PHENOFIX

PHENOTINY



対応可能量： 最大 800 マイクロ²ロット

取得データ： 400 マイクロ²ロット/日

位置情報： GPS RTK

最大栽培作物高： 1 300 mm



- ✓ Fcover: Fraction of coverage
- ✓ GF : Green fraction
- ✓ GAI: green area index
- ✓ ALA: average leaf angle
- ✓ FiPAR: Fraction of ray intercepted
- ✓ FaPAR: Fraction of absorbed ray
- ✓ IV : NDVI, MTCI, MCARI2....
- ✓ Chl: chlorophyll content
- ✓ Integrated Variable Curve Parameters (AUC)

3.30

フェノフィックス Phenofix

対応規模

大規模



小規模

PHENOFIELD

PHENOMOBILE

PHENOMOBILE

ALPHI

PHENOFIX

PHENOTINY



対応可能量 : 最大 800 マイクロ²メートル

取得データ : 400 マイクロ²メートル/日

位置情報 : GPS RTK

最大栽培作物高 : 1 300 mm



- ✓ Fcover: Fraction of coverage
- ✓ GF : Green fraction
- ✓ GAI: green area index
- ✓ ALA: average leaf angle
- ✓ FiPAR: Fraction of ray intercepted
- ✓ FaPAR: Fraction of absorbed ray
- ✓ IV : NDVI, MTCI, MCARI2....
- ✓ Chl: chlorophyll content
- ✓ Integrated Variable Curve Parameters (AUC)

3.35

フェノタイナー Phenotiny

大規模



小規模

PHENOFIELD

PHENOMOBILE

PHENOMOBILE

ALPHI

PHENOFIX

PHENOTINY

プロトタイプ



対応可能量： 最大 500 マイクロメートル

取得データ： 500 マイクロメートル/日

最大栽培作物高： 1 300 mm



- ✓ Fcover: Fraction of coverage
- ✓ GF : Green fraction
- ✓ GAI: green area index
- ✓ ALA: average leaf angle
- ✓ FiPAR: Fraction of ray intercepted
- ✓ FaPAR: Fraction of absorbed ray
- ✓ IV : NDVI, MTCI, MCARI2....
- ✓ Chl: chlorophyll content
- ✓ Integrated Variable Curve Parameters (AUC)

4

ユースケース 1 :

無人地上車両フェノモバイルによるセルコスポラの発見

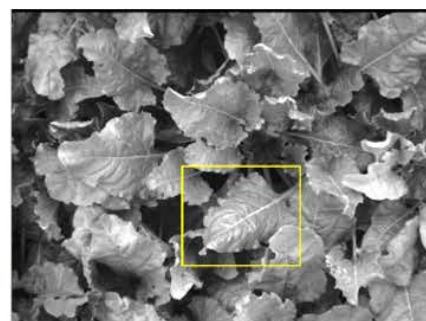
セルコスポラ発見技法を開発

セルコスポラは植物の病気でシュガービートの最先端研究機関とのパートナーシップとの研究を行った。

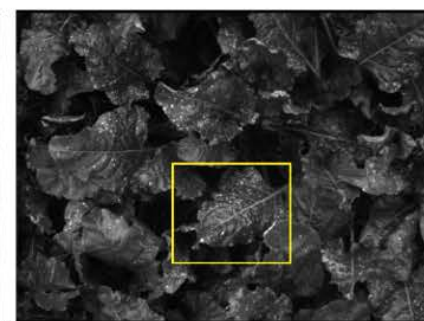
フェノモバイルのデータはこのプロジェクトでの入力に用いられた。



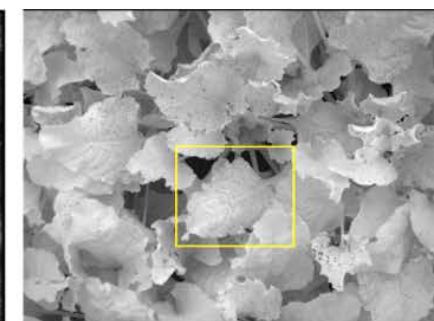
RGB



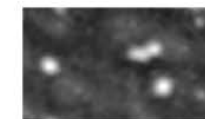
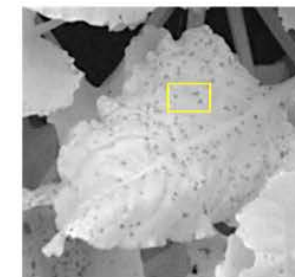
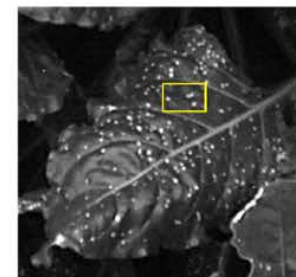
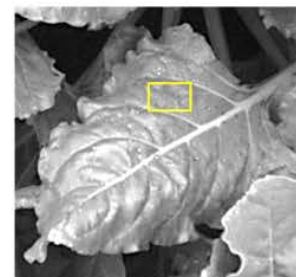
Airphen - 530 nm



Airphen - 675nm



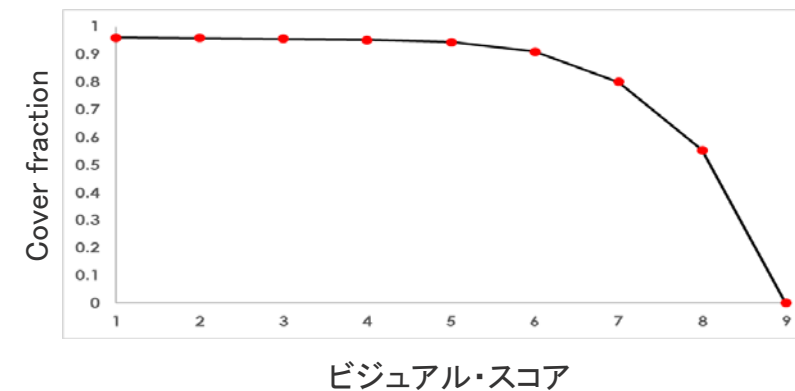
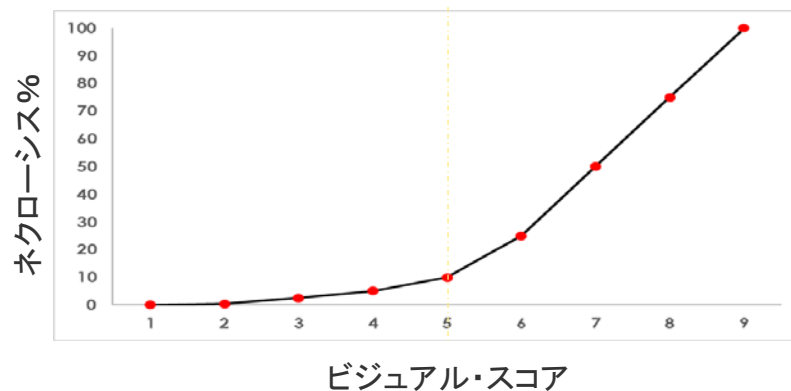
Airphen - 730 nm



ビジュアル・スコアから ファイル記述子（ディス クリプター）迄

1. マニュアルで取得したビジュアル・スコアの分析

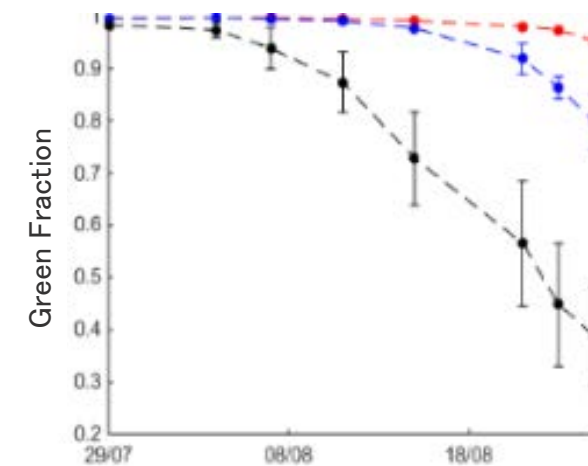
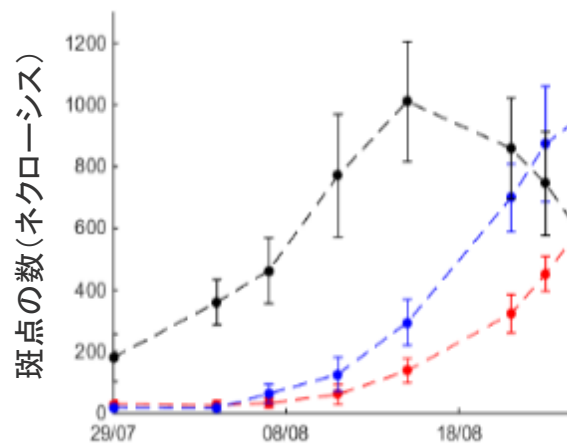
仮定: LAI =4, ALA=30°



2. 分析及び最良のディスクリプターを判定

スコアが1から5迄に関連するディスクリプター:
セルコスポラ斑点の数とサイズ

スコアが5から9迄に関連するディスクリプター:
FCover / NDVI / Green Fraction



4.10

ディスクリプターから 検証 (バリデーション) 迄

ビジュアル・スコア(7)が同じ2つの異なる遺伝子型に対してフェノモバイルで異なるディスクリプターとします。

3. シーズンを通じたディスクリプターを取得

4. 検証

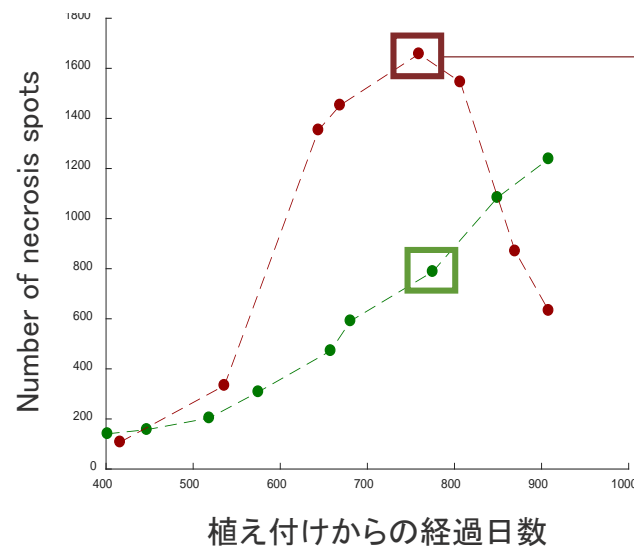
遺伝子型 1



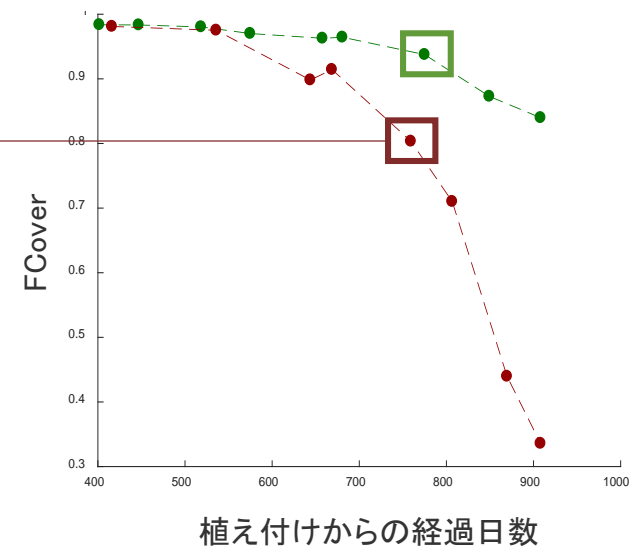
遺伝子型 2



同スコアの2つのプロットの
斑点数のダイナミクス



同スコアのプロットの
Fcoverのダイナミクス

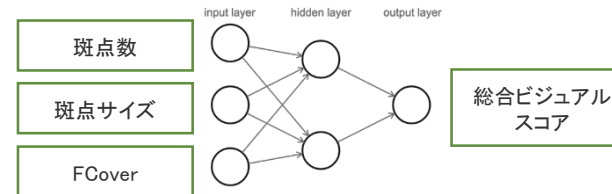


4.15

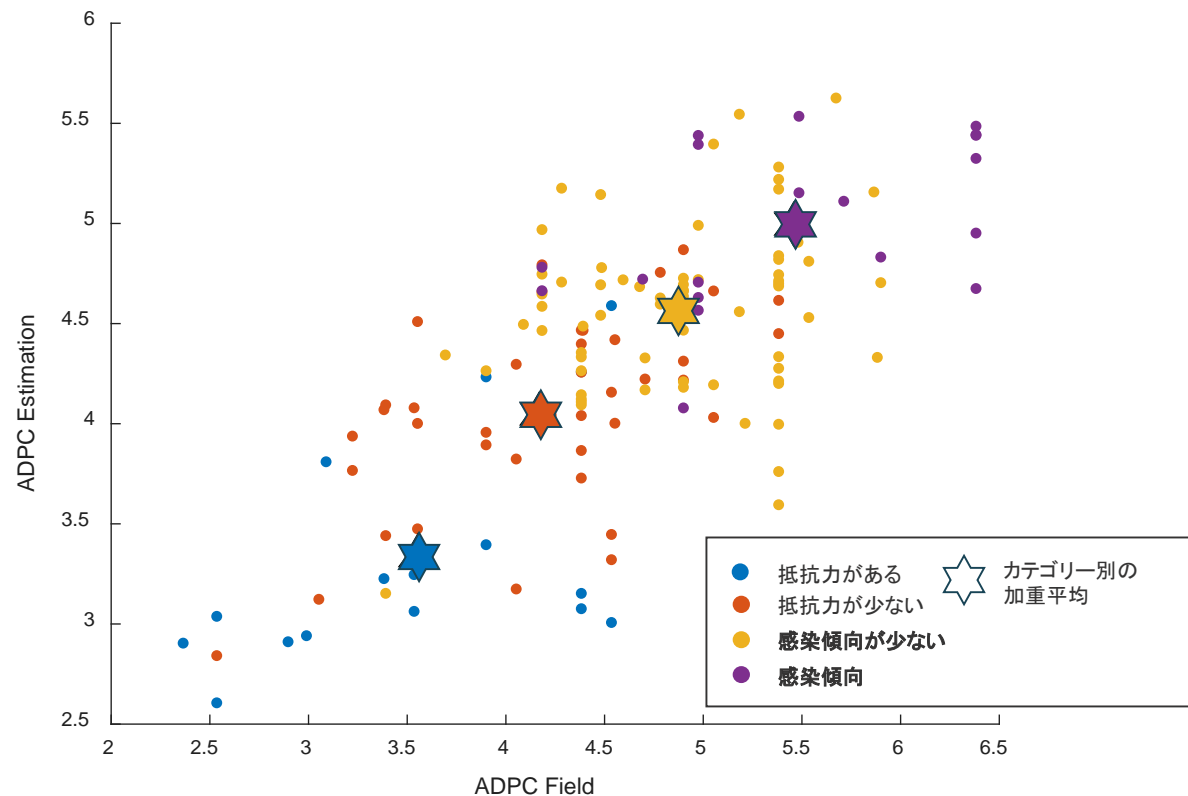
ディスクリプターから ビジュアル・スコア

フェノモバイルによるクラス判定では、異なる遺伝子型に対してマニュアルのフィールドスコアよりも、より良く区分します。

5. ディスクリプターをビジュアル・スコアにマシン・ラーニングを通じてリンク



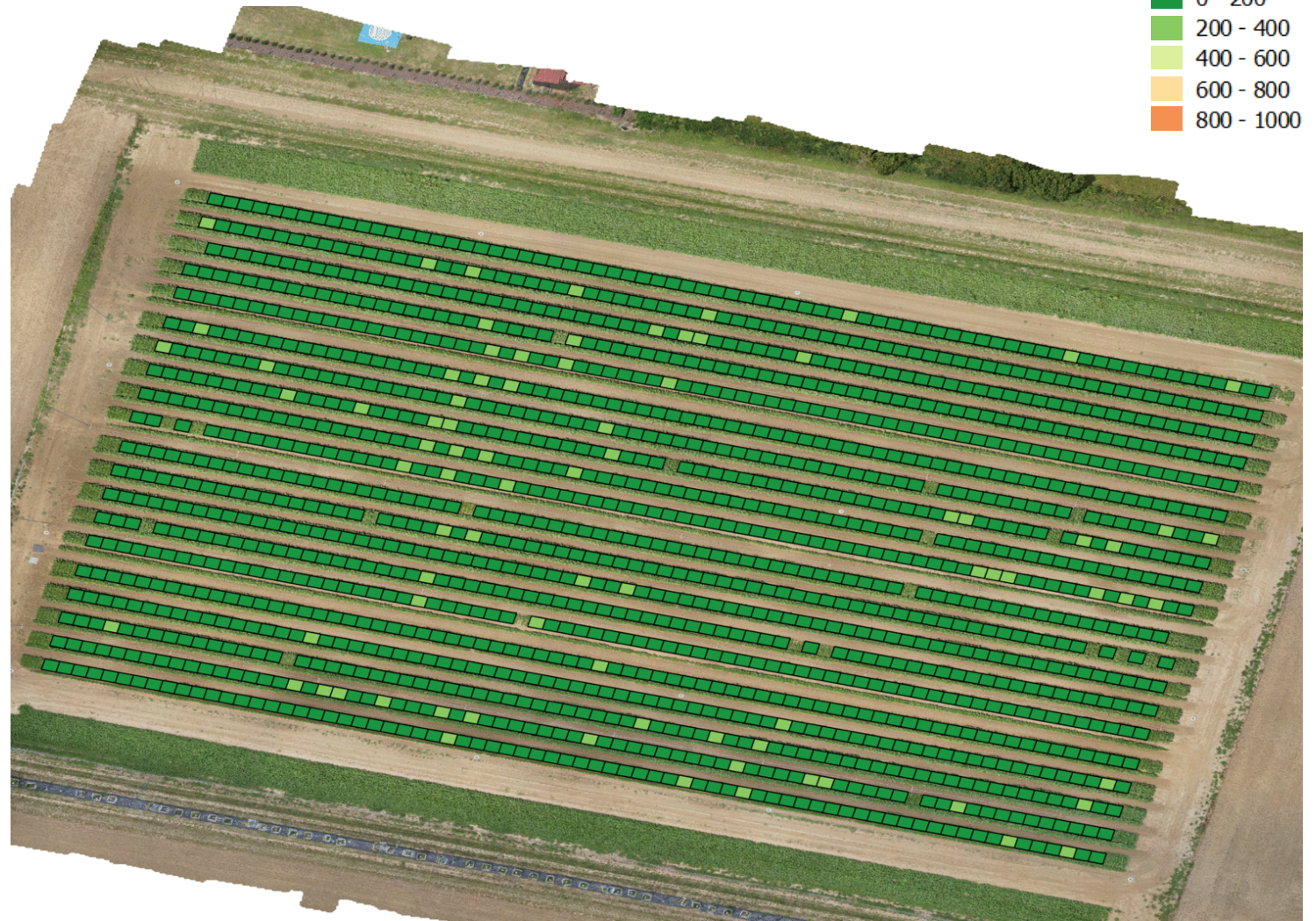
6. フェノモバイルの見積による遺伝子型のクラス判定



無人地上車両を用いた
トライアルでのセルコ
スポラの浸食の最終的
なビジュアル化

ネクローシス
斑点数

- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 600
- 600 - 800
- 800 - 1000



5

ユースケース 2 :

植物の背丈見積

ドローン対LiDAR搭載無人地上車両

ドローン対LiDAR搭載
無人地上車両
植物の背丈見積



High-Throughput Phenotyping of Plant Height: Comparing Unmanned Aerial Vehicles and Ground LiDAR Estimates

Simon Madec^{1*}, Fred Baret¹, Benoît de Solan², Samuel Thomas², Dan Dutartre³, Stéphane Jezequel², Matthieu Hemmerlé³, Gallian Colombeau¹ and Alexis Comar³

¹ INRA, UMR EMMAH, Avignon, France, ² ARVALIS – Institut du végétal, Avignon, France, ³ HIPHEN, Avignon, France

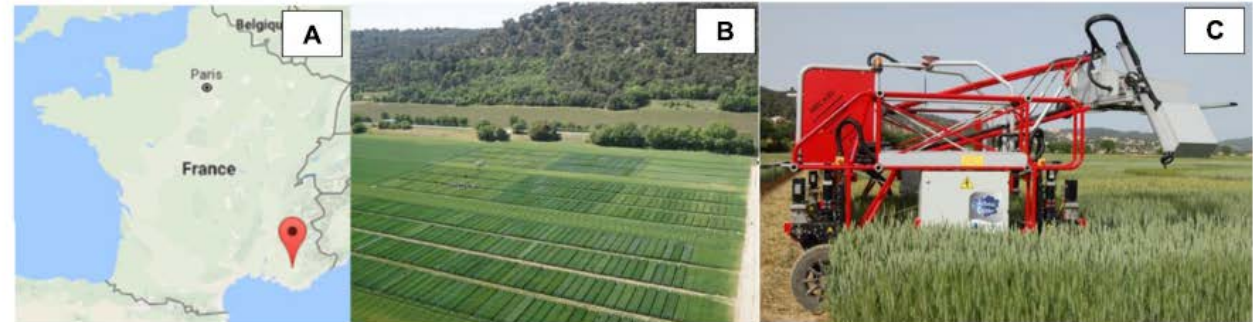


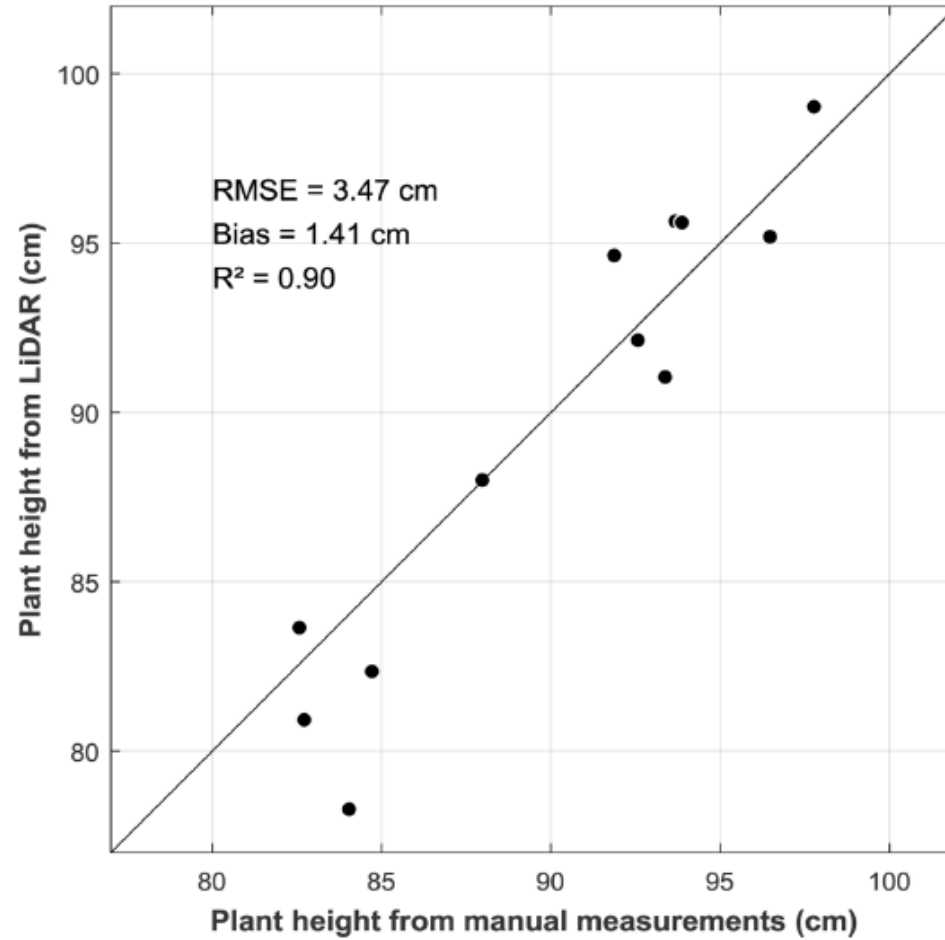
FIGURE 1 | (A) フランスでの実証場所

(B) 実証フィールドの景色

(C) LiDARを搭載したフェノモバイル

LiDARの背丈測定値 対
地上での背丈測定値

1. 地上での背丈測定値 対 LiDARの背丈測定値



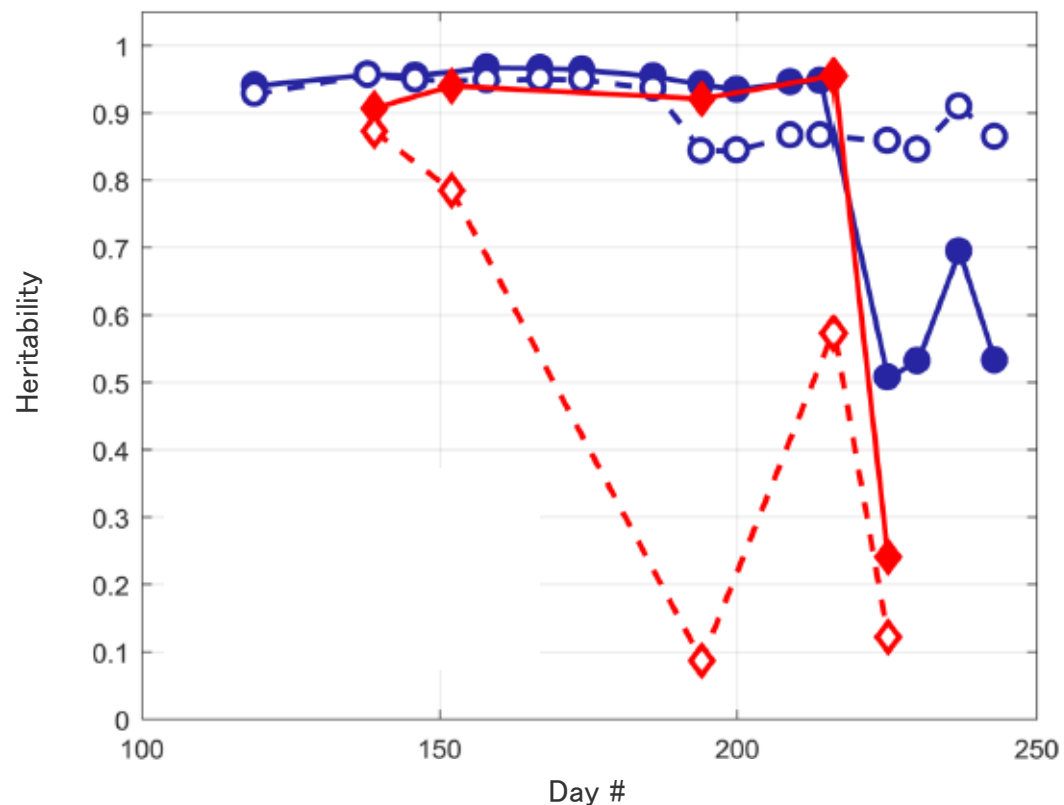
遺伝率分析

ドローン対無人地上車両

本研究では、異なる環境条件でのドローンと無人地上車両の結果を比較しましたが、無人地上車両でのデータはドローンのデータよりも振れ幅が小さい事が分かりました。

2. ドローン 対 LiDAR搭載無人地上車両での遺伝率分析

- 無人地上車両 LiDAR 遺伝率 (well-watered)
- - 無人地上車両 LiDAR 遺伝率 (water stressed)
- ◆— ドローン 遺伝率 (well-watered)
- ◇- - ドローン 遺伝率 (water stressed)



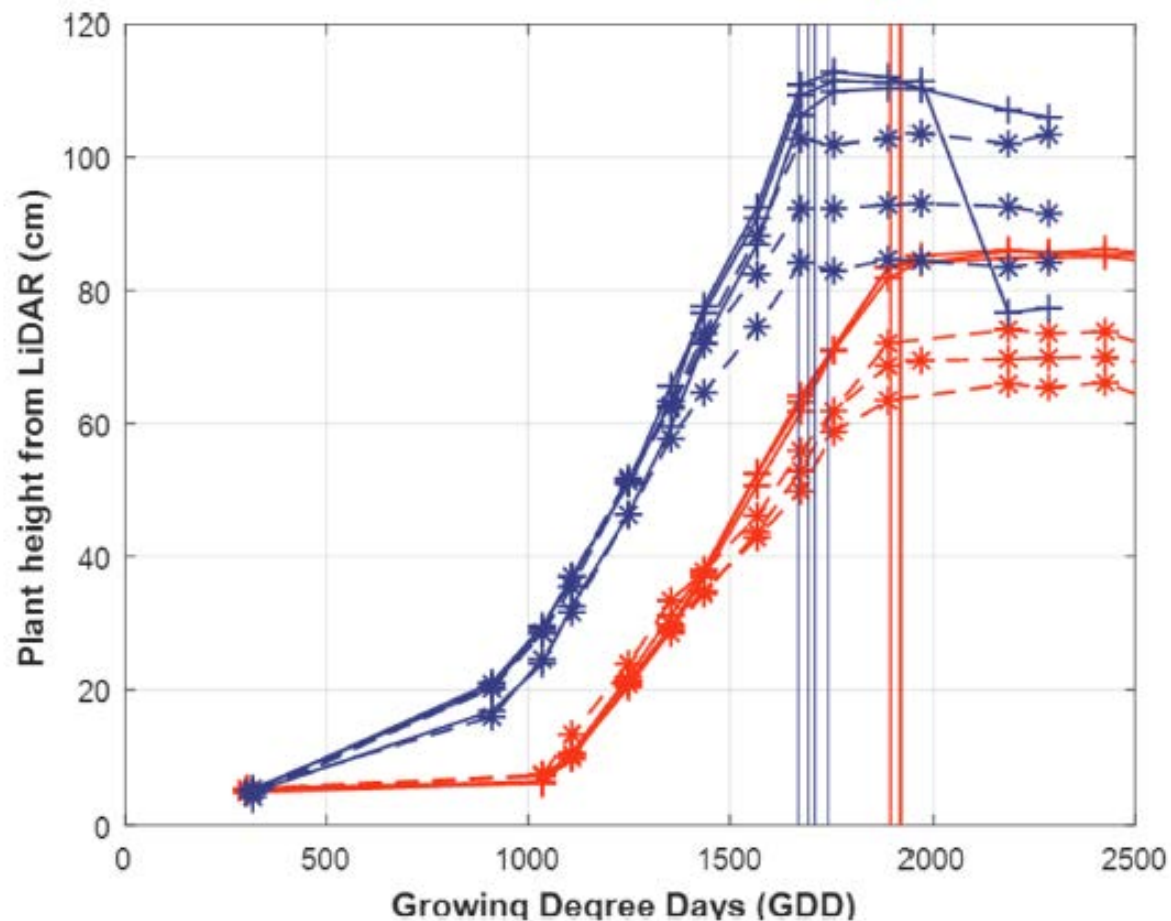
5.15

LiDAR搭載無人地上車両での植物の背丈見積

LiDAR搭載無人地上車両のデータで、植物の背丈が最大となる日を割り出すことが可能となります。(縦のライン)

3. LiDAR搭載無人地上車両のデータから植物の背丈を見積

- Genotype 1, 植物の背丈 (well-watered)
- -●- - Genotype 1, 植物の背丈 (water stressed)
- ◆— Genotype 2, 植物の背丈 (well-watered)
- -◇- - Genotype 2, 植物の背丈 (water stressed)

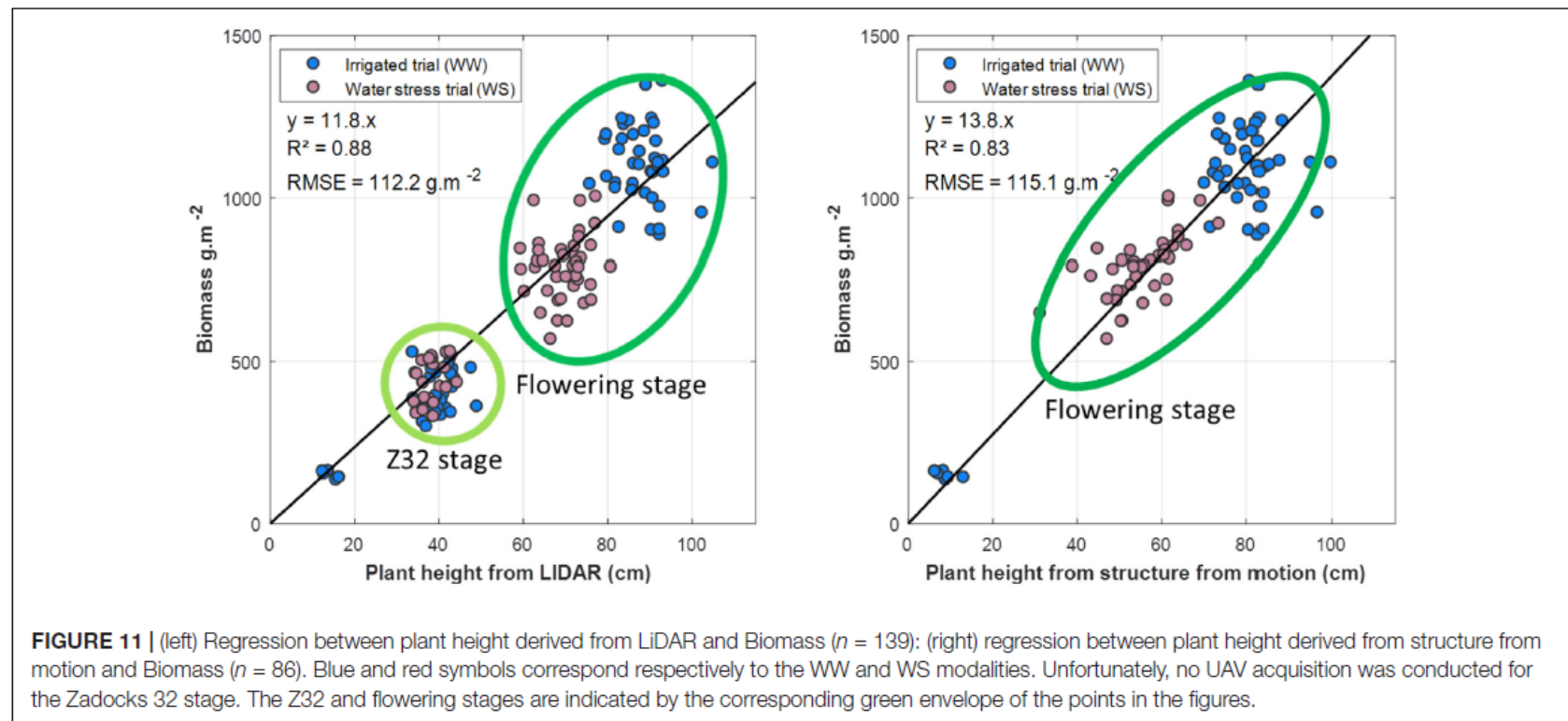


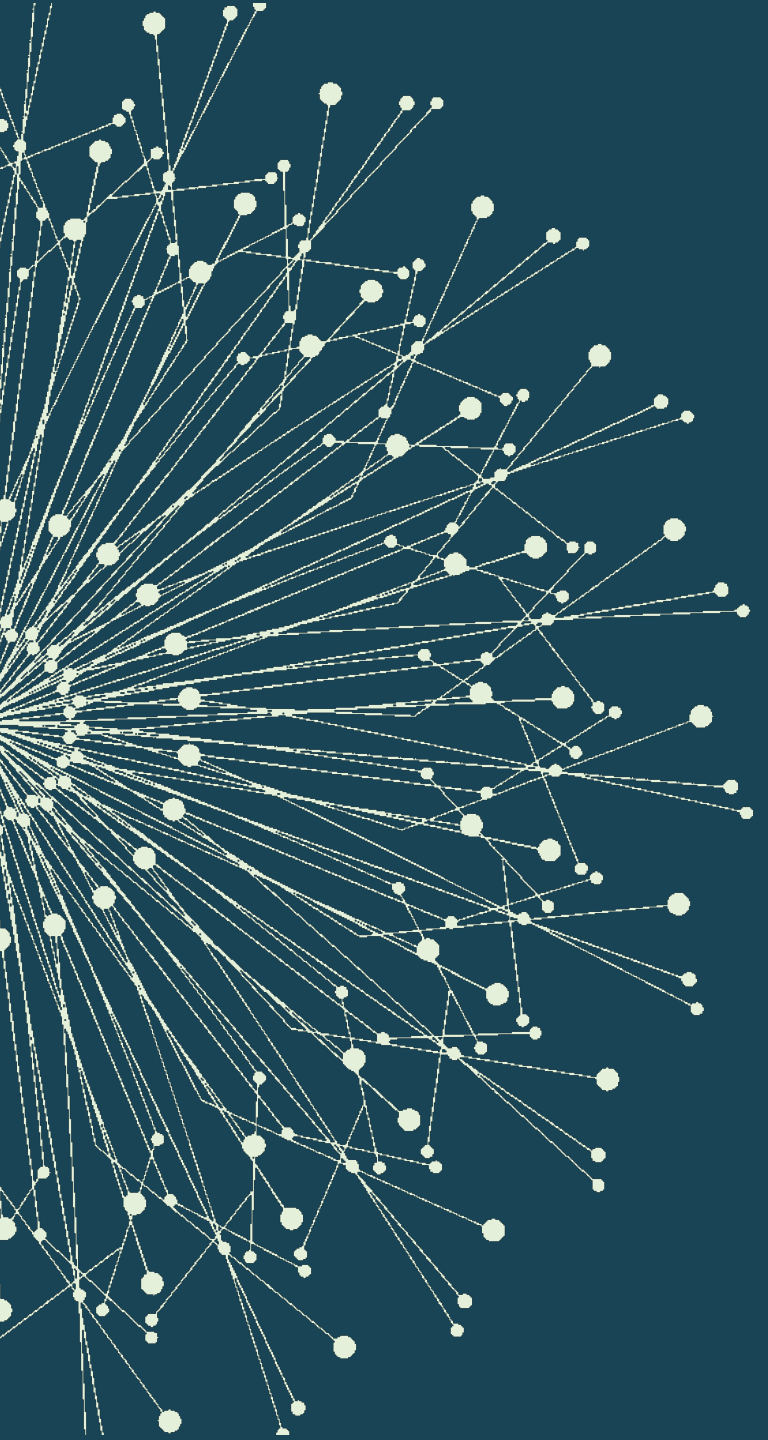
4. LiDAR搭載無人地上車両データによる開花期の植物背丈見積

5.20

生物季節学の段階による背丈の区分

変動性を描写する別の方法として、非生物ストレスによる生物季節学的な変動には背丈のモニタリング使えます。





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

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

info@ideol.sakura.ne.jp

