

稲作のスマート農業戦略

～ドローンセンシングによる稲作診断技術の開発～

- ☆稲作の実態を知る。変化を知る。
- ☆近未来の農業を考え、必要な準備をする。



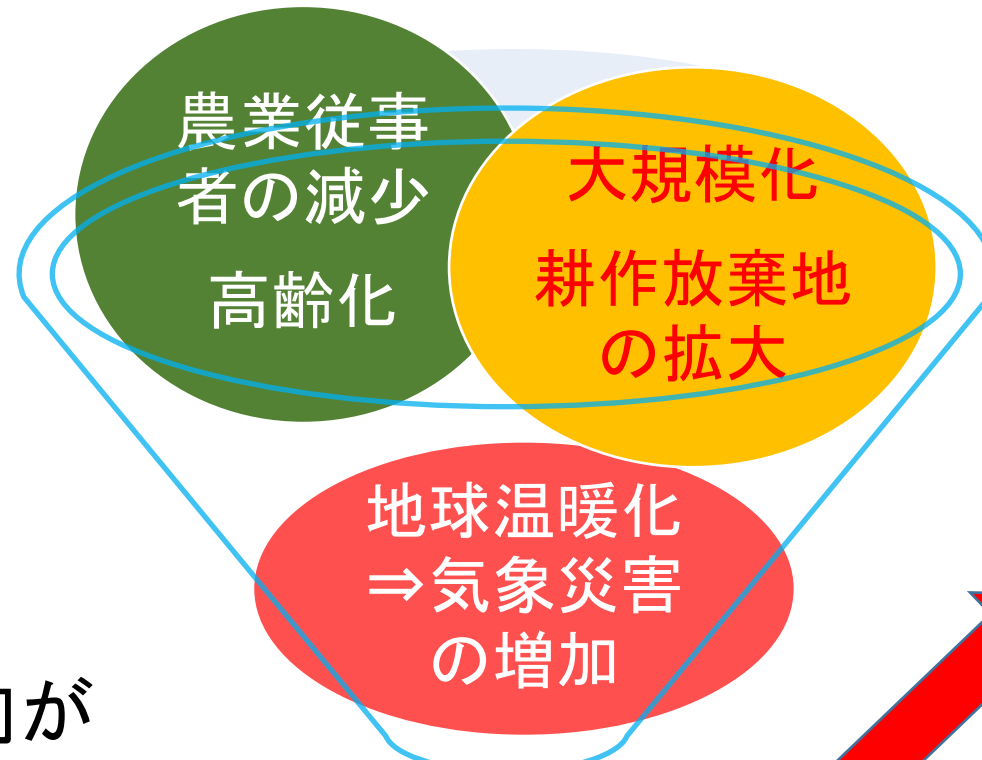
藤井 弘志

(株)ファーム・フロンティア会長
山形大学農学部客員教授

日本農業の近未来予測

次世代型農業の形成

日本の現状



近未来は
さらにこの傾向が
大きくなると予想される

そのまま進むと

生産性低下 食料不足

生産性向上
効率化、省力化
農業技術力確保
食料の安定供給

解決策は

スマート農業
は解決の糸口

基本技術＋担い手

スマート農業の本質・戦略

スマート農業の分類

ハードとソフト
両方の技術がある

1. 農業就業人口激減、高齢化
による人手不足、軽労化
農家の「**身体**」に代わるもの



ロボットトラクター
アシストスーツ
水管理システム

下町ロケット
で伝えてい
ないこと

2. 作物の生育や圃場の状態の把握
農家の「**眼**」に代わるもの



リモートセンシング(カメ
ラ)、センサー(気象・土
壌・水位など)

水田の水位は
わかるがイネ
の状態は？

3. ベテラン農家の適切な判断
農家の「**頭脳**」に代わるもの



ビッグデータ
AI(人工知能)

メンテナンス
費用は？

4. 施肥調節の進歩
農家の「**手先・五感**」に
代わるもの



施肥マップデータ連動
農機

農業は不確
定要素が多
い(気象など)



スマート農業の本質と戦略(ハード、ソフト)

ハード主体

戦略 I : オート(自動)・働き方改革⇒ハードの導入(長所、短所、限界を知る)
《ハードの性能、経営ビジョン、コスト(導入、ランニング、メンテナンス)、収益性、働き方改革、購入・依頼》⇒メーカ主導



オートトラクター



オート田植え機



除草
ロボット



ドローン



アシスト
スーツ

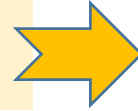
ICT関連のハード導入

「性能、コスト、収益」⇒検討
「ハードは進歩する」

期待される効果

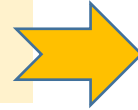
☆作業効率化
☆働き方改革

圃場に対応した水管理・肥培管理



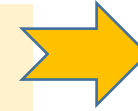
水管理システム
センシング連動可変施肥技術
(無人ヘリなど)

圃場毎の生育(収量)・食味の把握



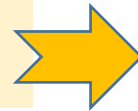
食味・収量測定機能搭載コンバイン

病虫害防除作業の省力化・コスト削減



自立飛行型ドローン

除草作業の軽労化・効率化



除草ロボット

農業機械作業の軽労化・効率化



GPS誘導直線キープ田植機
自動運転アシストコンバイン

ソフト主体(地域戦略)

戦略Ⅱ: センシング・センサー(見える化)

⇒ソフト戦略

《何に利用する、収益性の向上戦略》

《見える化⇒言える化》



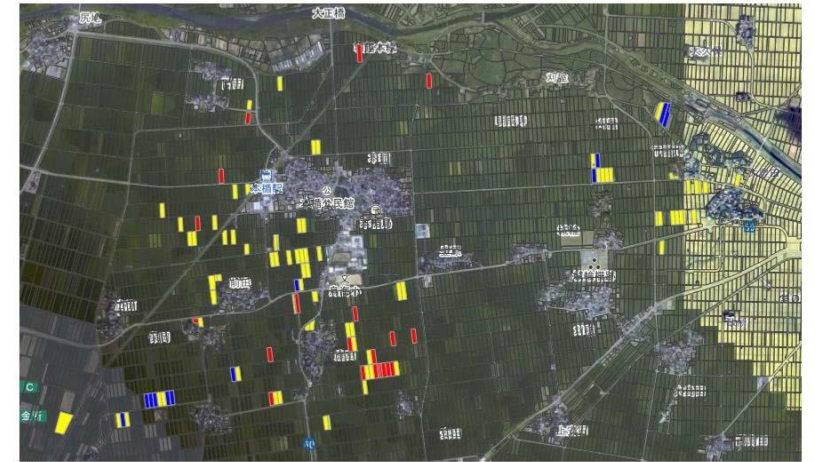
ドローンセンシング

戦略Ⅲ: 情報利用(地図情報)、AI、ビッグデータ

⇒ソフト戦略

《地域から圃場単位へ》

《1次情報から2次、3次情報へ》



地図情報(pH)

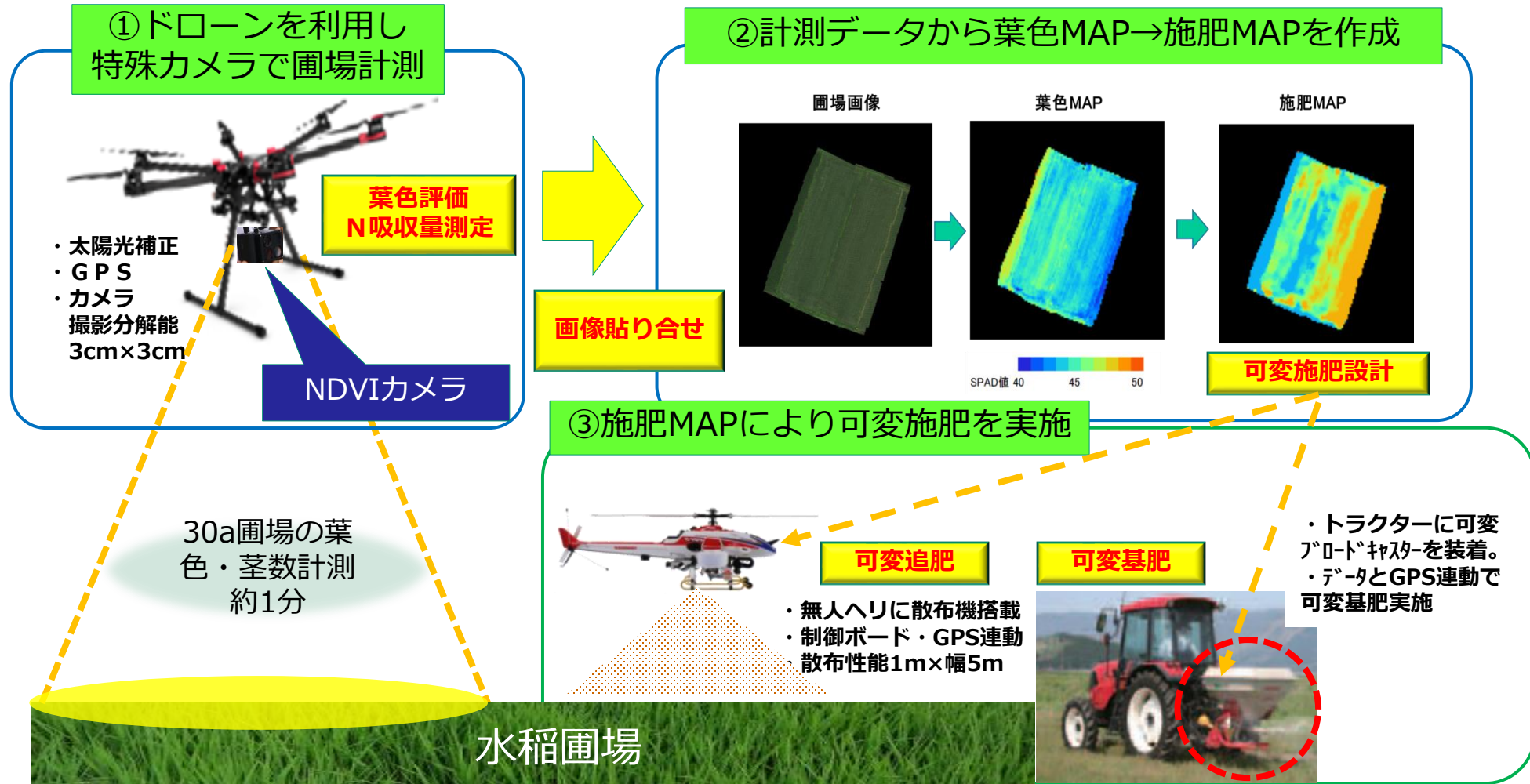
センシング戦略

ISSA山形プロジェクトの概要（平成26年～28年）

●提供価値

- ①圃場全体の生育状態の「見える化」
- ②品質を維持しつつ収量を最大化する
- ③生育評価と追肥による重労働の解消

NHKニュース
紹介VTR



衛星とドローンリモートセンシングの適性：青字⇒長所、赤字⇒弱点

10

仕様	衛星(精度： <u>やや低い</u>) <u>広域の圃場間の状況把握</u>	ドローン(<u>精度：高い</u>) 圃場間・内の <u>可変施肥対応可</u>
観測範囲	数百km ² ～(<u>広域</u>)	数ha～数十ha
解像度	1～8m <u>《解像度が低く、稲の株と条間の土壌 が同じピクセルに混在》</u>	<u>数cm～</u> <u>《植生部分と土壌に部分を分離で き、稲の生育状態の把握が可能⇒ 圃場内可変施肥可能》</u>
回帰周期	<u>数日に1回程度</u>	<u>随時</u>
適時性	<u>天候に依存</u> (特に、適期作業向けはリスク)	<u>機動性：高</u>
天候の影響	雲・大気の影響を <u>受けやすい</u>	降雨・強風を除き観測可能
現状の課題	天気、解像度	バッテリー、飛行できない条件

稲作の方向

①大規模経営・大区画圃場

⇒効率化、省力⇒ICT(スマート)農業

⇒全量基肥体系(主流)

《バラツキの少ない農法へ転換》

⇒センシング(基本的には利用しない)

⇒利用する場合(人工衛星、ドローン)



②特色のある稲作(プレミアム米、酒米等)《収益・コスト》

⇒基肥＋追肥

⇒センシング(ドローン、農家の眼)



センシング仕分け

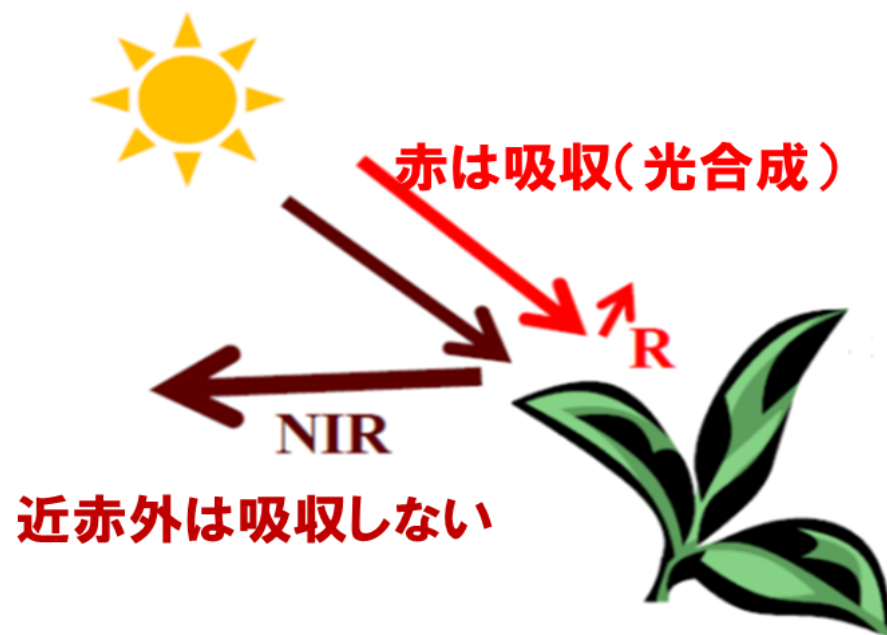
☆人工衛星⇒**広域**、圃場**間**差、
(人工衛星データ＋情報の組合せによる解析が重要！)

☆ドローン⇒**ピンポイント**、圃場**内**差、**詳細**、研究

リモートセンシングとは？（略称：リモセン）

20年前から人工衛星・航空機を使い、行なわれてきました。

光の反射は物質ごとに異なる特性がある 【植物の反射特性】



植物は成長が進むと、「葉色」が濃くなり、赤の光を吸収し、近赤外の反射率は強くなる。

反射の大きを数値化→NDVI
Normalized Difference Vegetation Index

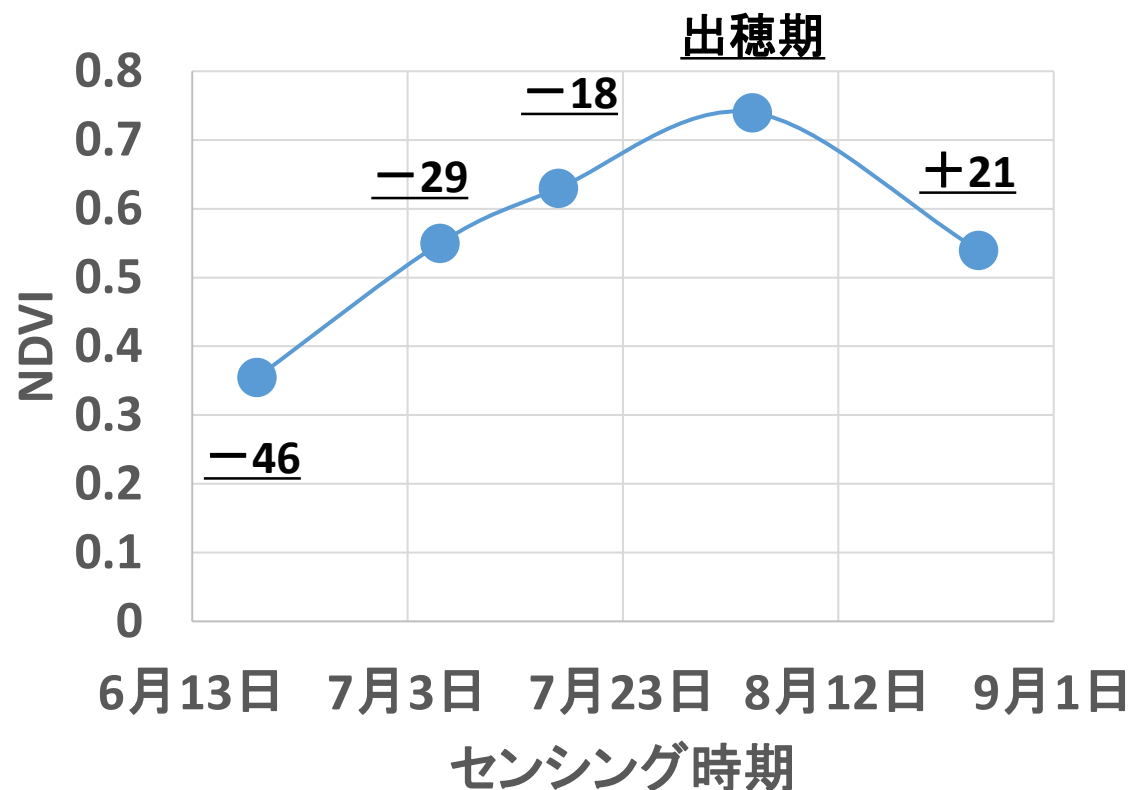
NDVI値から判る事

- ① 葉中の窒素含量と高い相関＝生育状況
- ② タンパク含量と高い相関＝食味診断
- ③ 生育の活性度

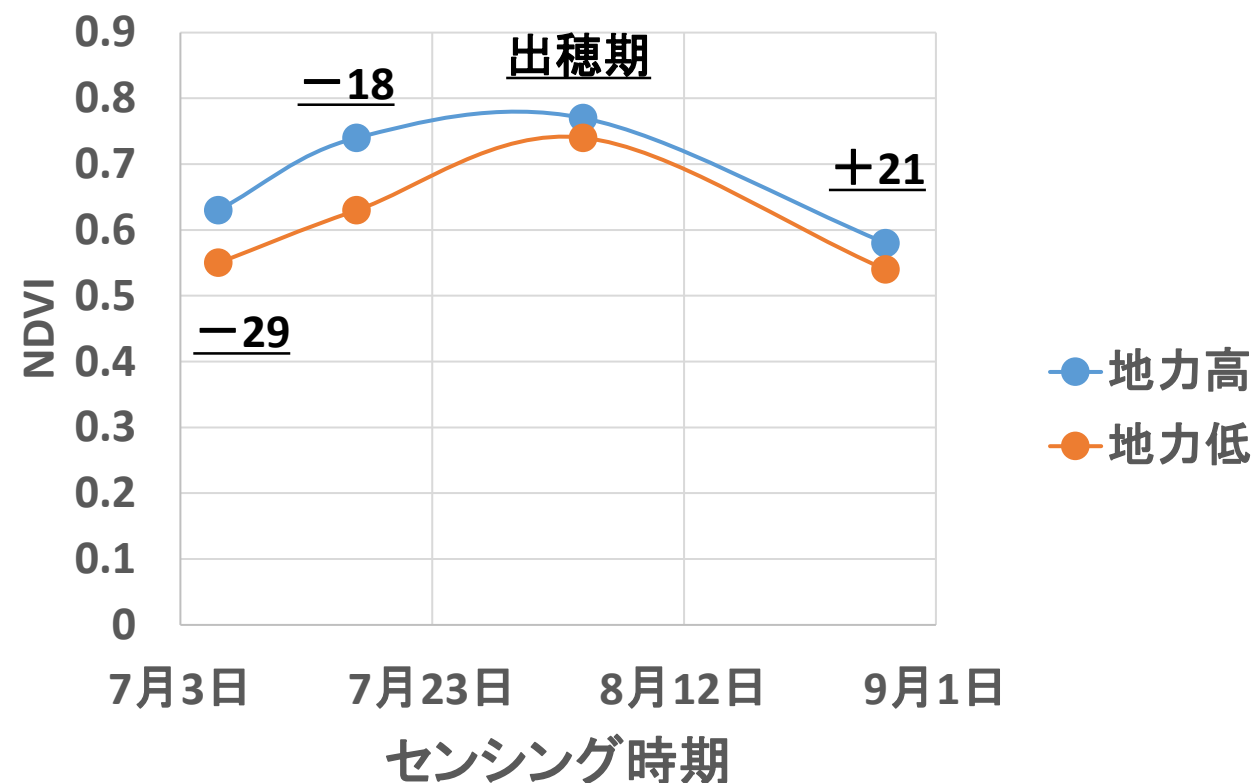
※リモートセンシングはカメラの分光技術を応用した調査技術

$$\text{植生指標 (NDVI)} = \frac{\text{近赤外線反射率 (NIR)} - \text{赤反射率 (R)}}{\text{近赤外線反射率 (NIR)} + \text{赤反射率 (R)}}$$

生育時期とNDVI



NDVI値は、出穂期までは増加し、それ以降は減少する。

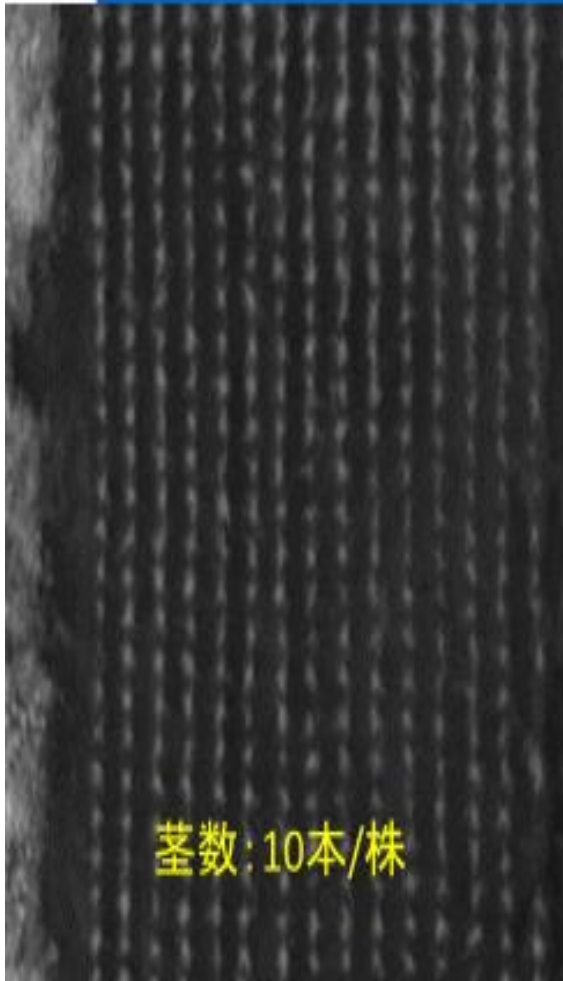


収量：地力高⇒700kg、地力低⇒600kg
NDVI値は、収量と対応していて、高収量のNDVI値は高い傾向にある。

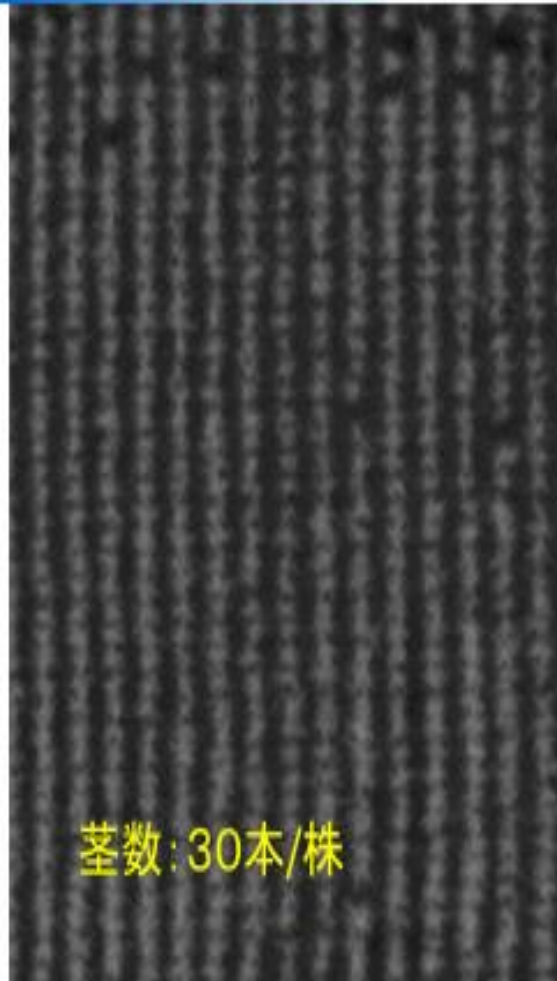
植被率

茎数測定(上空15m撮影) 欠株も分かる!!

49



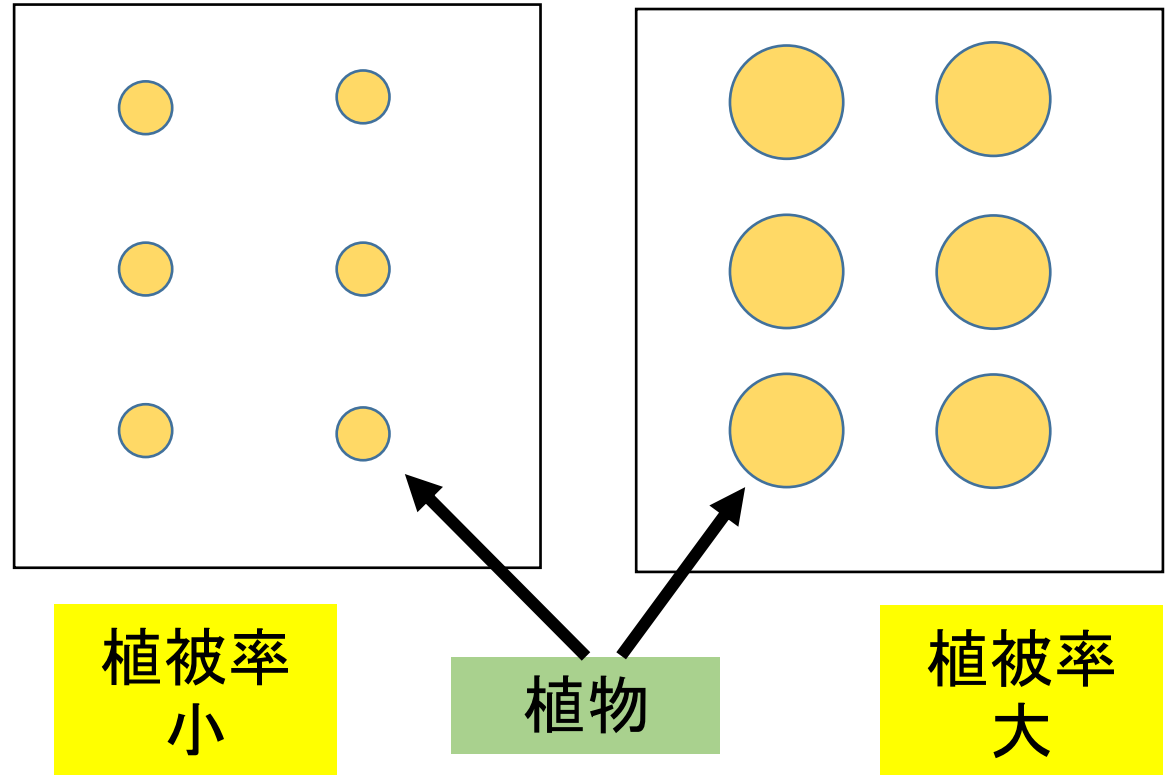
茎数: 10本/株



茎数: 30本/株

植被率のイメージ

圃場内を植物が覆っている程度がどれくらいなのかを示す



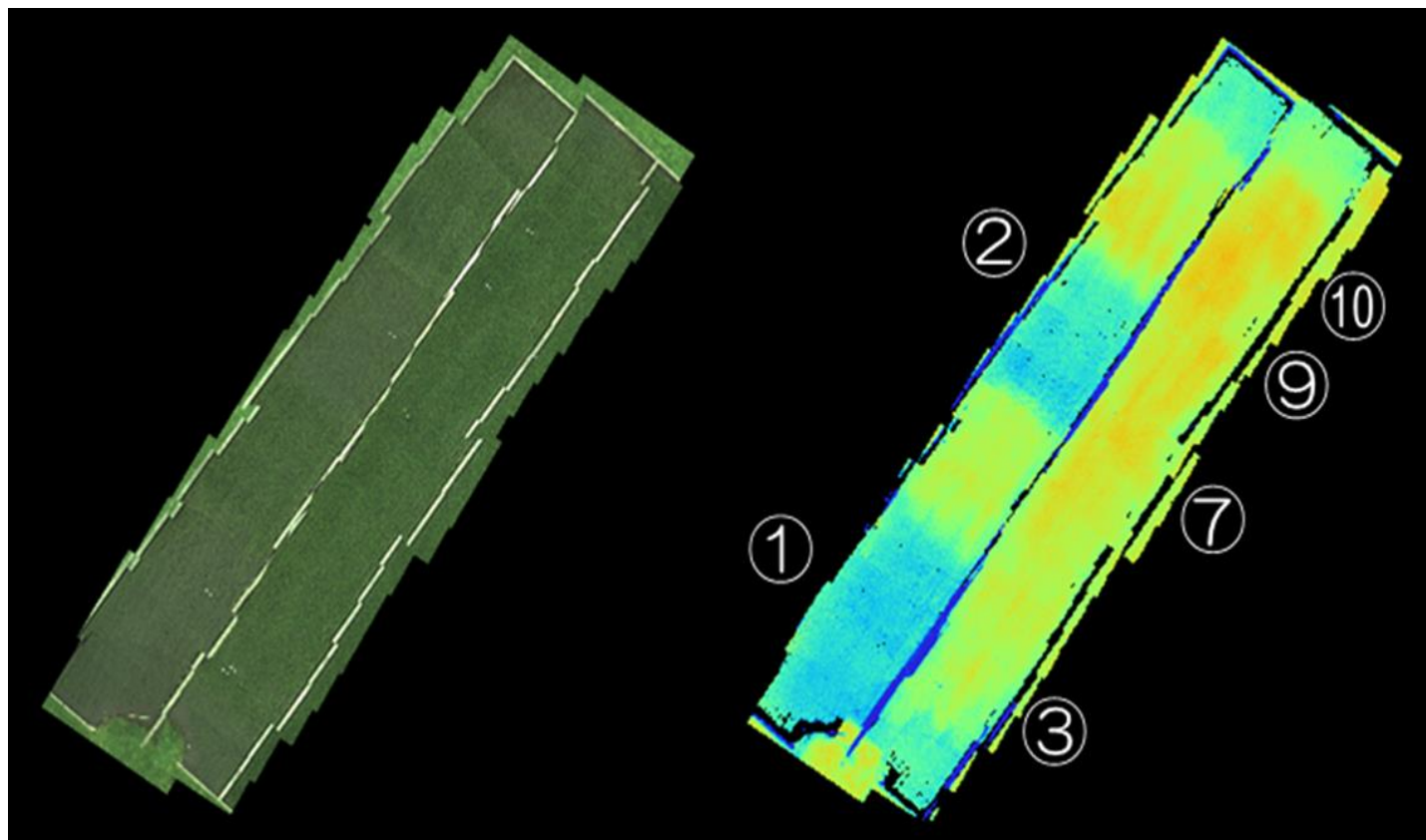
植被率
小

植物

植被率
大

成果：実際の検量線作成事例

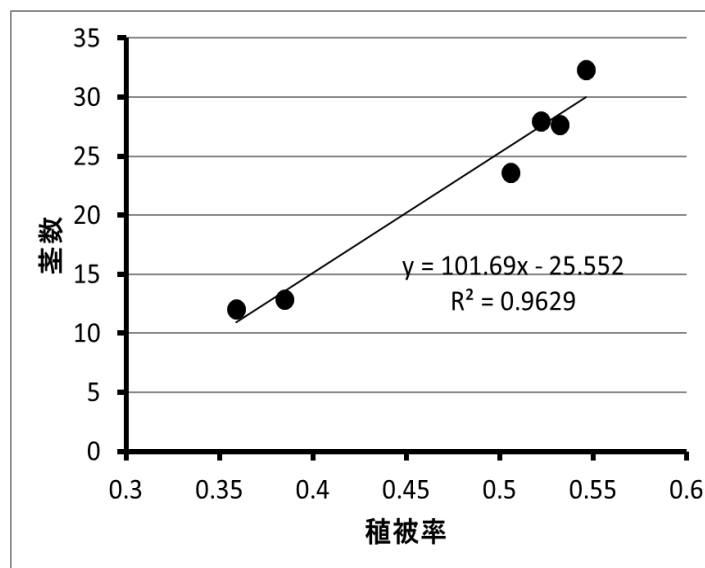
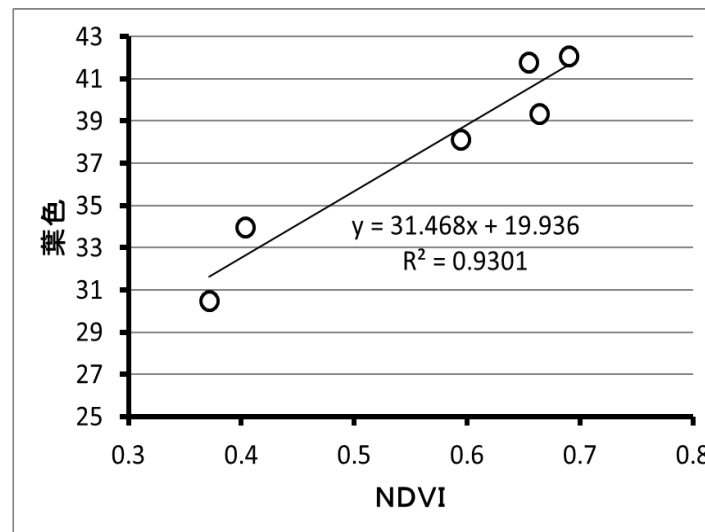
I 県農業研究センター様では品種Hで、高相関による検量線を得られました。
葉色評価値はファームアイで計測したNDVIに切り換わる傾向になりつつあります。



可視画像

NDVI画像

- | | | |
|--------|--------|---------------|
| ①無窒素 | ③三要素 | ⑨三要素堆肥 1 t |
| ②無窒素わら | ⑦三要素わら | ⑩三要素堆肥 2 t わら |



センシングは「圃場の健康診断」

現在の稲作は、気象変動、地力低下、稲の変化、基本技術の劣化により、脆弱な生産体制にある。

⇒人間でいえば、生活習慣病や命に係わる重大な病気になっているかもしれない。人は毎年健康診断を行い対策を講じている。

しかし、センシング画像はレントゲン写真
レントゲン写真から診断・対応する技術が重要

⇒ハード(カメラ、ドローン、人工衛星)は進歩
ソフト(評価できる人、システム)の充実が必須



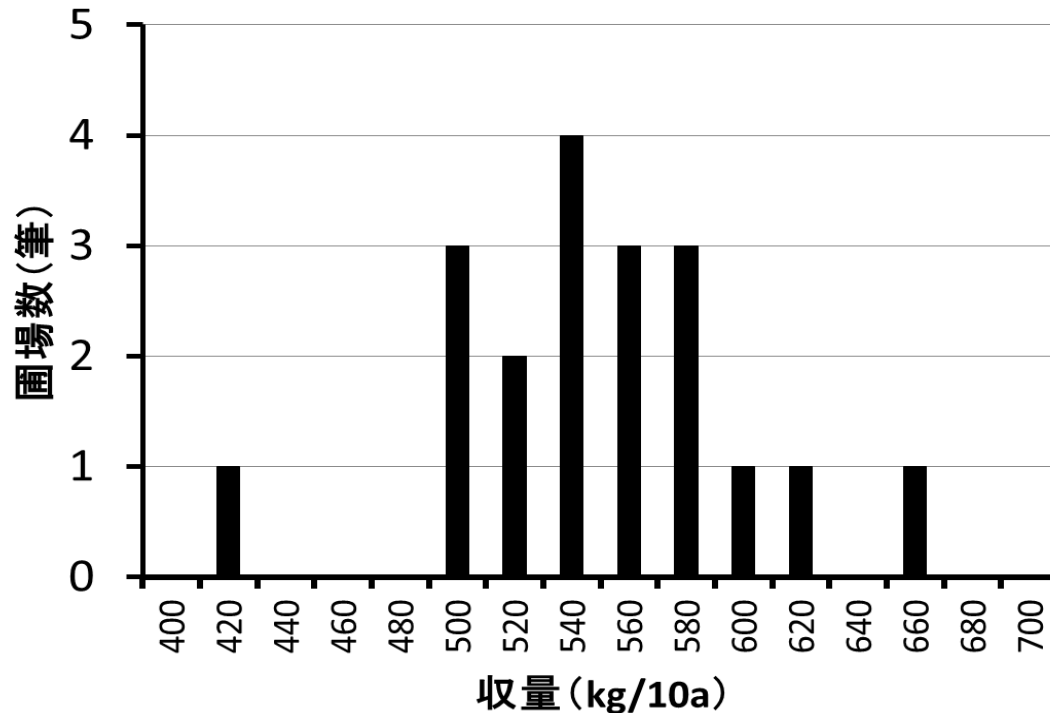
農家は水田の
お医者さん。
適切な手当を！

センシングによる改善効果

圃場間・圃場内の収量バラツキ調査(2014年)

収量のバラツキ⇒地力のバラツキ⇒窒素吸収量のバラツキ

圃場間バラツキ



30a圃場19か所の調査
収量のバラツキは
最小420kg/10a ~ 最大660kg/10a
10a当たり240kg(4俵)の差がある

圃場内バラツキ<<30アール圃場>>

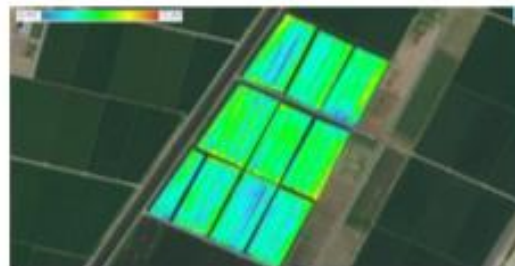
490	487	622
394	485	556
343	498	595
452	470	540
416	532	536
474	553	519
521	556	541
510	559	552
540	545	582
554	499	555

30a圃場を30分割して調査
(10m×10m区画)
最小343kg/10a ~ 最大622kg/10a
一つの圃場内でもバラツキが大きい

スマート農業の効果

作物の能力を最大限に発揮

センシング(ドローン)により生育のバラツキマップを作成⇒可変施肥マップ⇒
側条施肥田植え機、無人ヘリ(追肥)、ブロードキャスター(基肥)の可変施肥対応



センシング技術や
過去のデータ



きめ細かな
栽培管理



作物の生産性を最
大限に引き出す



多収
高品質

資料「農林水産省スマート農業の展開について」

センシングによる改善効果

圃場間バラツキの均一化と安定収量効果

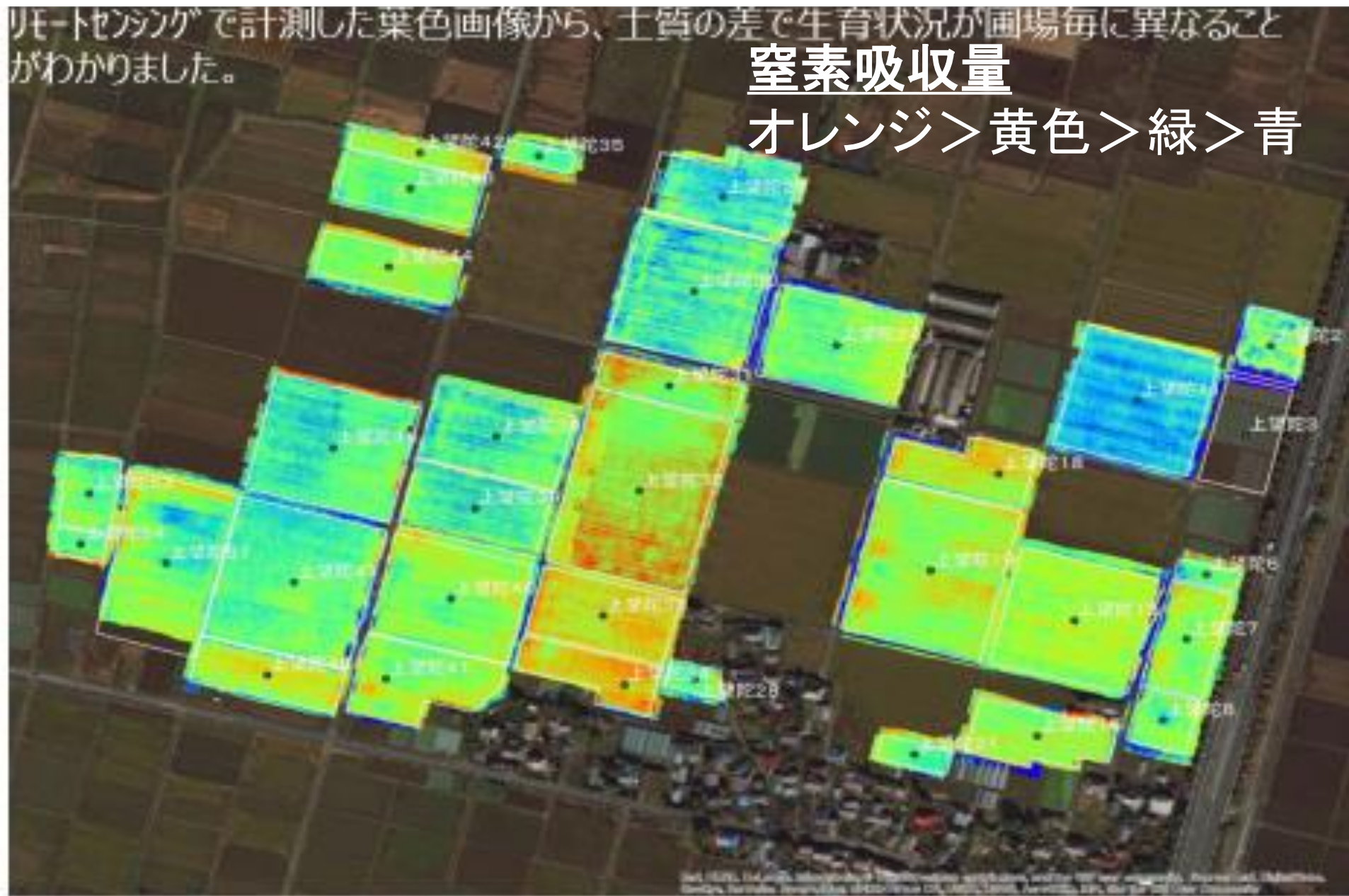
可変基肥→リモートセンシング生育診断→可変追肥→収量計測
→翌年繰り返し

単位(kg/10a)

		2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
品種		慣行栽培圃場	可変施肥圃場		
はえぬき	最大	660	630	636	552
	最少	420	468	546	540
	差	<u>240</u>	162	90	<u>12</u>

バラツキ抑制⇒ドローンセンシングと可変施肥の有用性確認

センシングによる圃場の地力ランキング評価

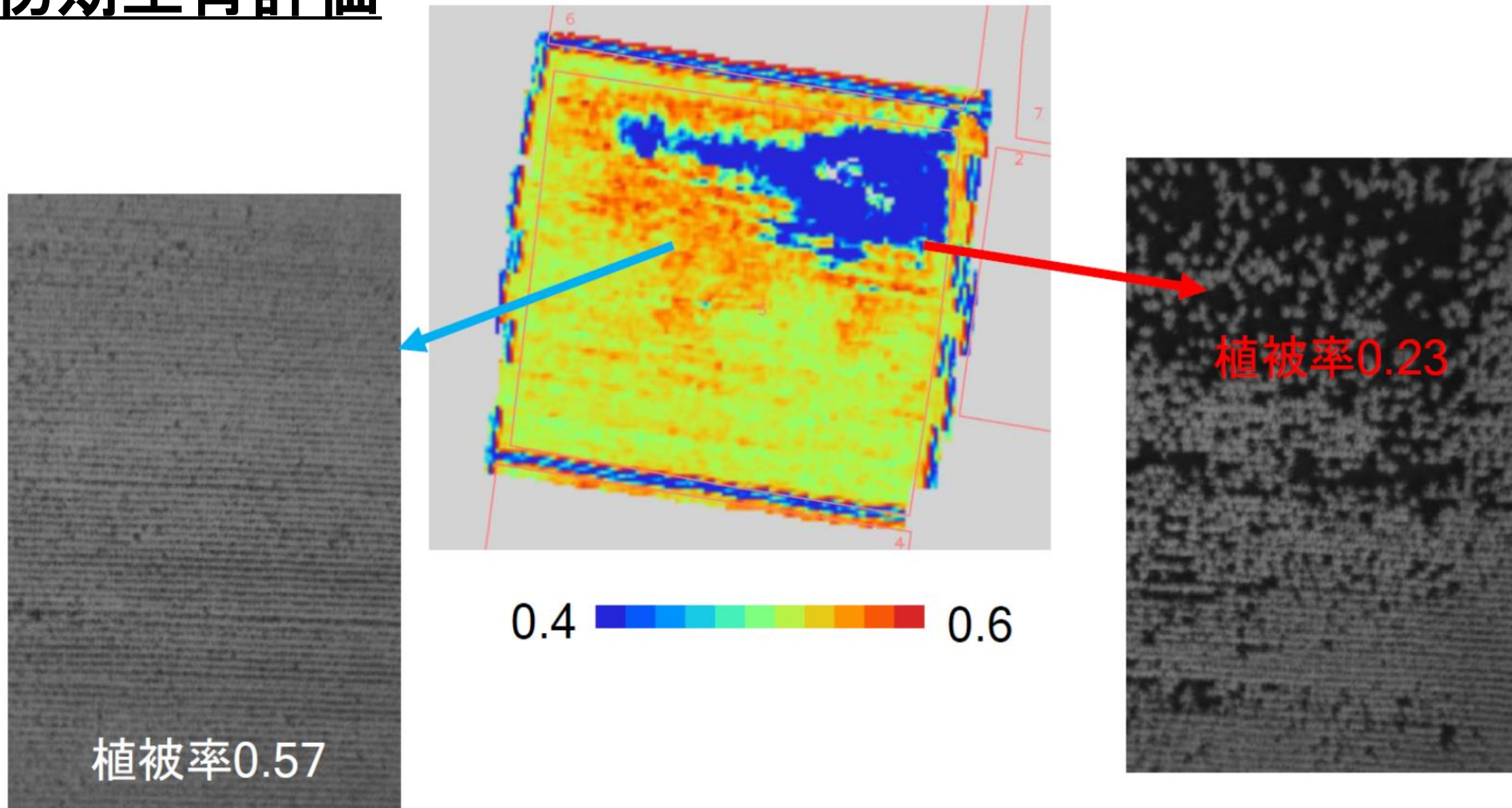


圃場の地力
ランキング



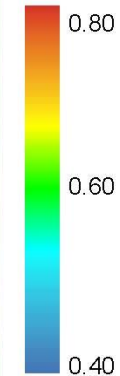
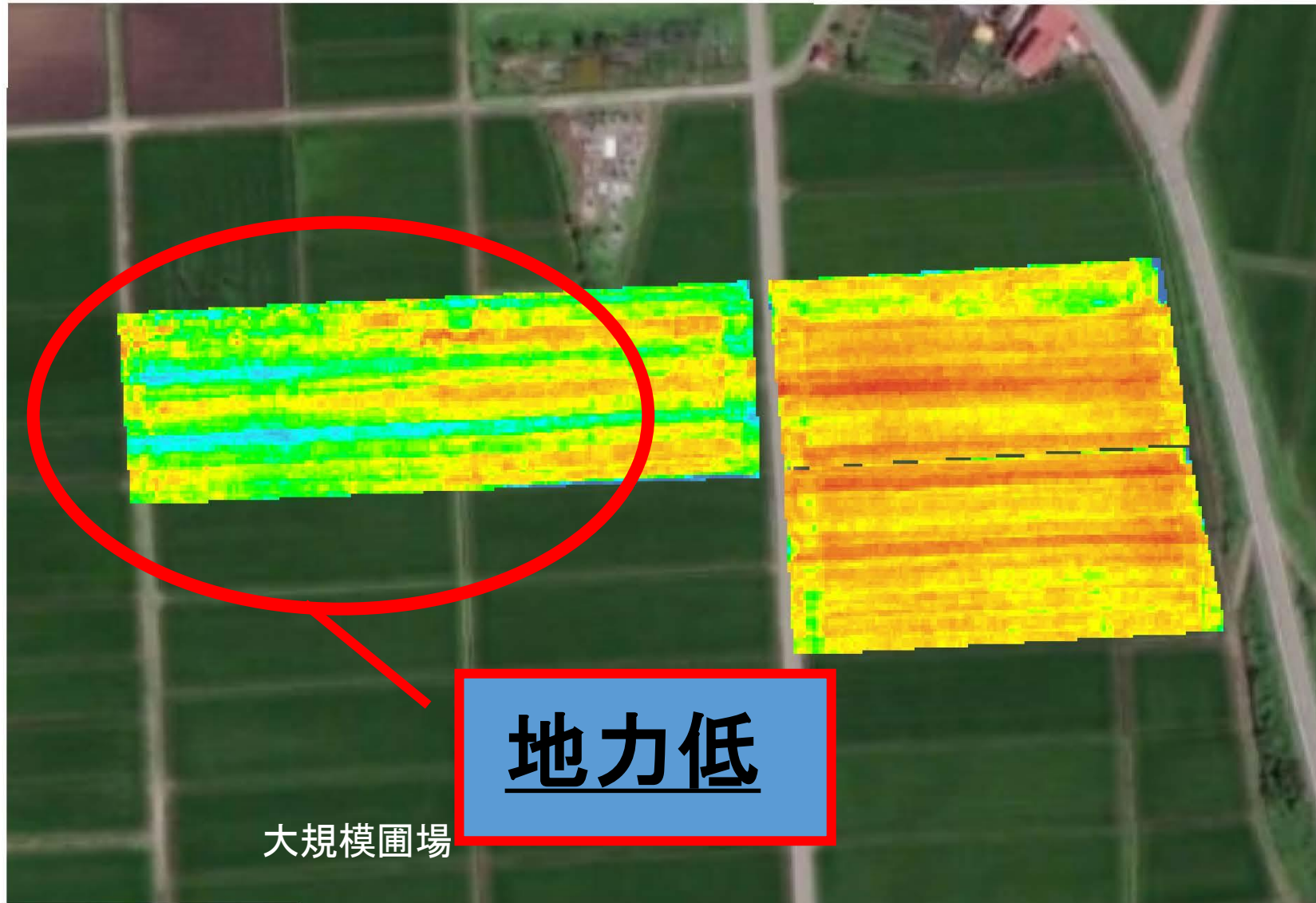
ランキング
の低い圃場
から土づくり

欠株、初期生育評価



☆ 植被率データと可視画像から、欠株の多いエリア(水田)を示す

大区画圃場の地力のバラツキ評価



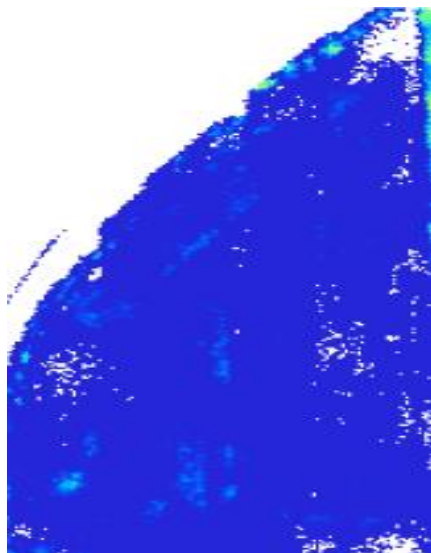
NDVI画像

画像撮影
⇒幼穂形成期
大区画圃場
作付1年目
圃場3筆の状況
と対応評価は
⇒対策は

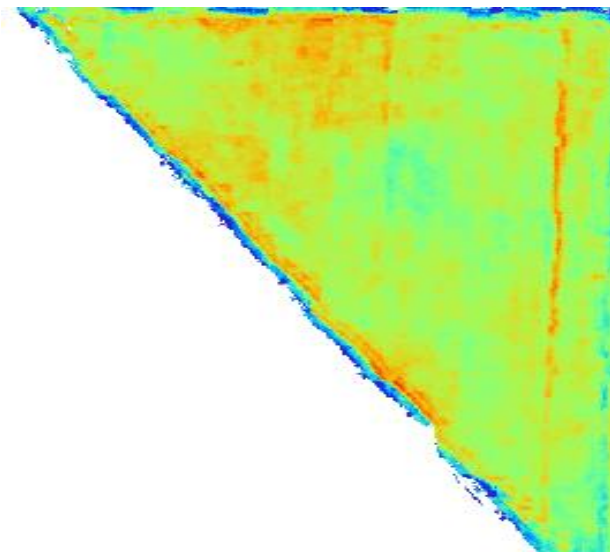
圃場評価、優良事例の抽出

近年、気象災害の発生頻度が高まっていて、イネに対する登熟期間中の高温障害など収量や品質低下などの発生が多くなっています。JAや県などでは気象災害発生時における優良事例の抽出しての技術解析を行い、気象災害の対策策定を行っています。この優良事例抽出法をしてドローンセンシングによる幼穂形成期・穂揃い期のNDVI 画像からNDVI 値の高い圃場を抽出することが有用な手法となります。

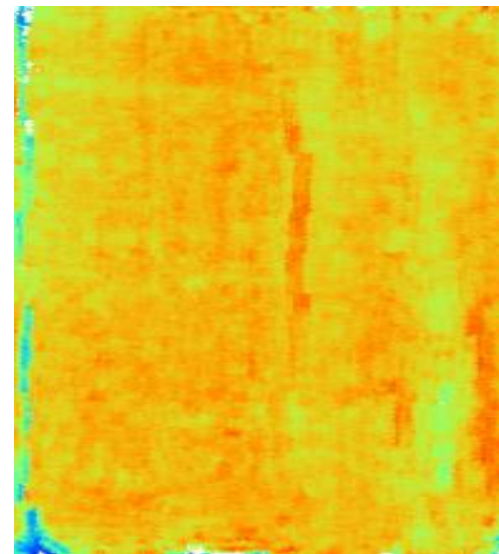
広域における圃場の地力ランキングをつけ、そのランキングに対応した効率的な堆肥施用や土づくりの方策を策定することが求められています。広域における圃場ランキングについても幼穂形成期のNDVI値によって可能となります。



【生育不良】



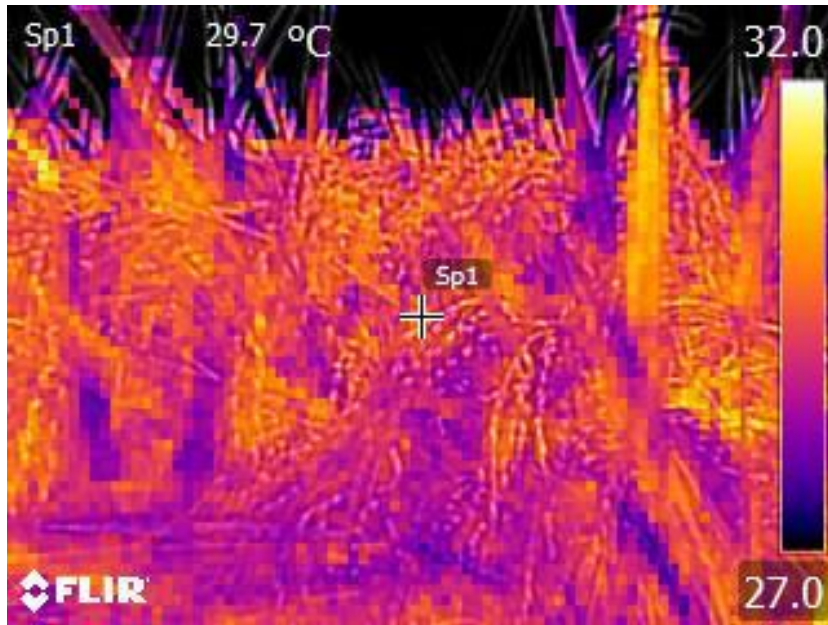
【生育中】



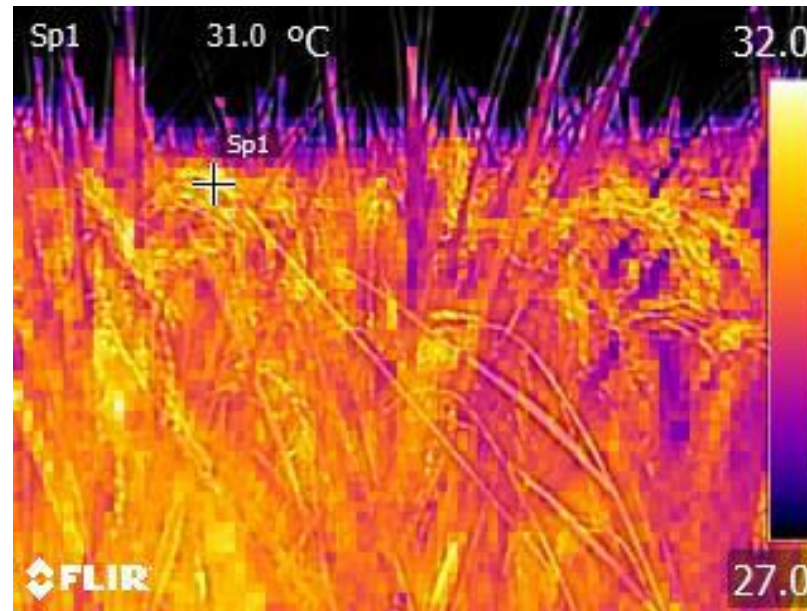
【生育良好】

熱画像による見える化

対照



紋枯病による稲体温度上昇



人間は、風邪を引いたり、ケガをすると発熱します。
水稲もストレスを感じると発熱します。

熱カメラによる
診断の活用方法



根量減少⇒原因となる箇所の特特定、局所対応
高温ストレス⇒灌水や落水情報
塩分付着によるストレス⇒潮風害被害の評価
病虫害⇒発生個所の特特定、適切な対応

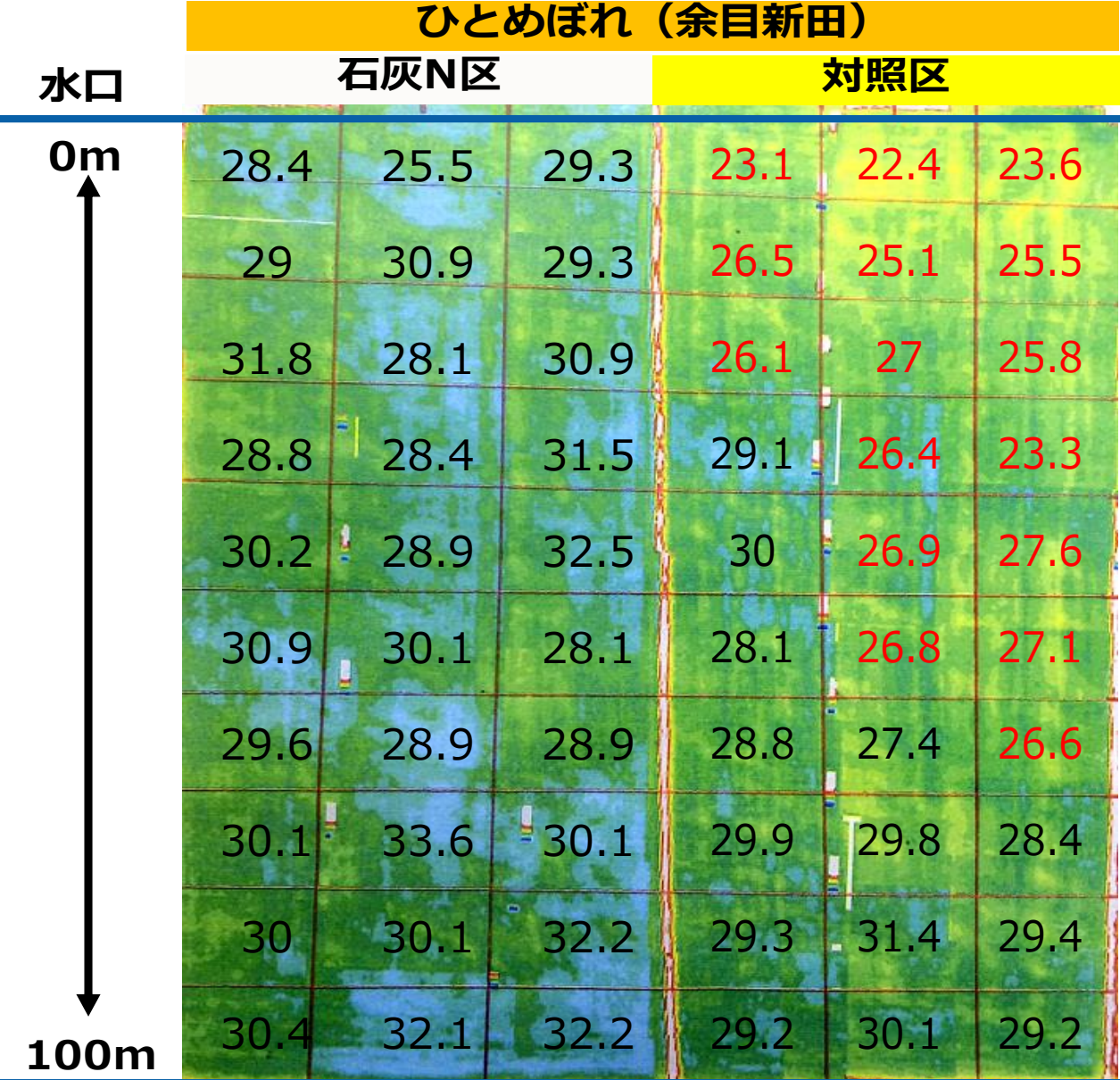
ドローン搭載熱カメラ



熱カメラ(FLIR CPA-E6)



ドローン搭載熱カメラによる評価(還元障害評価)

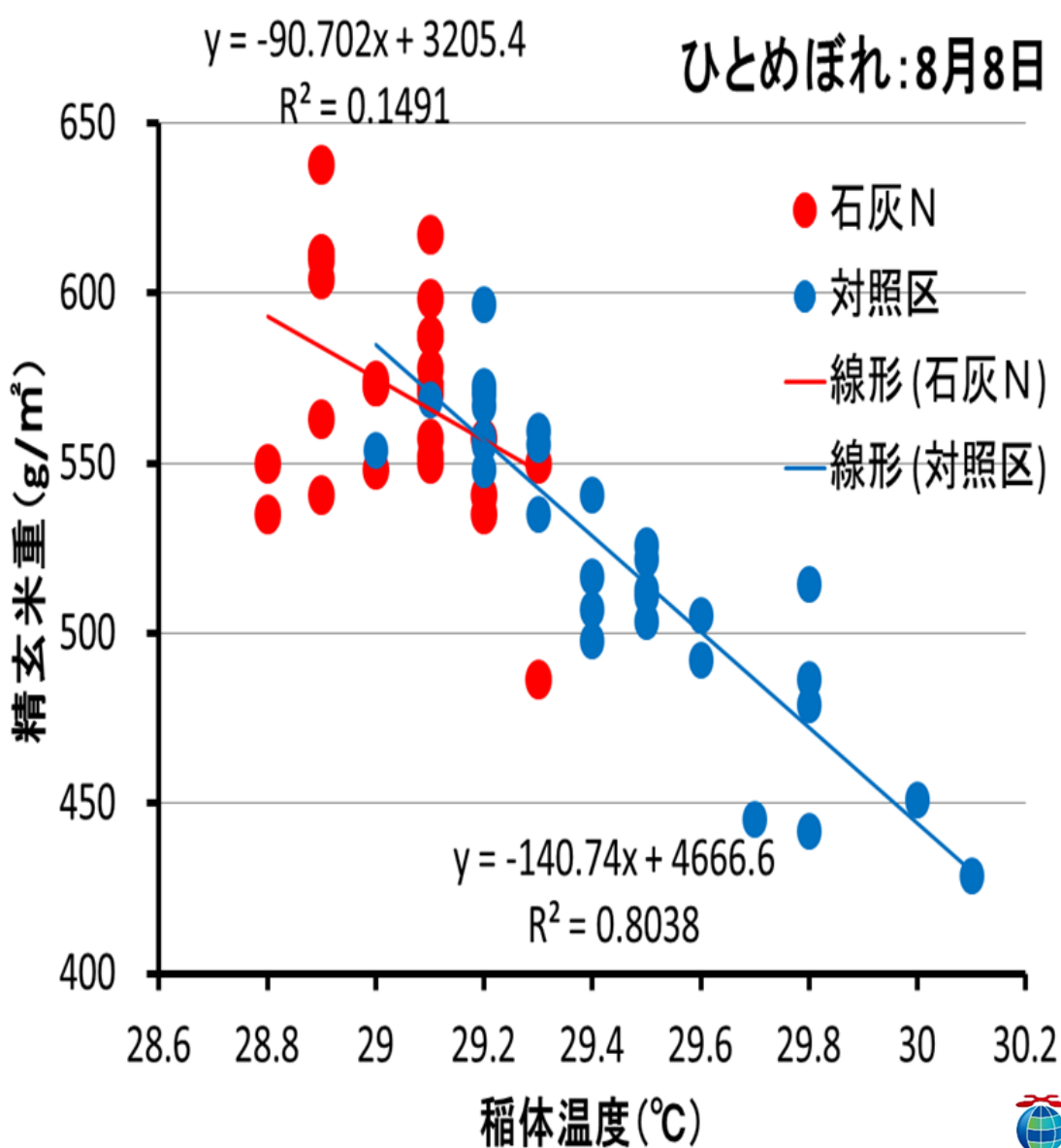


水尻

25℃

35℃

数値：茎数



土づくり(ケイ酸質肥料、酵素資材): 一律散布⇒選択と集中

一律散布《スラグ》
10アール120kg(6袋)×10
圃場=60袋
700円×60袋=42000円

圃場間

選択と集中《スラグ》
10アール120kg(6袋)×2圃
場=12袋
700円×12袋=8400円

圃場内

必要な圃場
の特定
⇒診断技術

一律散布
《酵素資材》
10アール2kg
2500円

選択と集中
《酵素資材》

1アール0.2kg
250円

10アール水田で
必要な場所の
特定
⇒診断技術

一律散布

選択と集中

一律散布

選択と集中

センシングを実施する目的の明確化(例)

倒伏しやすい酒米の増収

センシング+可変施肥
⇒制度の高い施肥

2回追肥を1回に

センシングにより施肥の効率化

プレミアム米

センシングにより施肥の高度化
⇒食味・品質の向上

産米の仕分け

センシングにより良食味米の仕分け

圃場の健康診断

センシングにより生育状況や土壌の
不良個所の特定

スマート農業の普及戦略

稲作におけるスマート農業活用に向けて

