



農業・環境分野等におけるUAVの活用状況

測量技術講習会
2017年1月26日

酪農学園大学 農食環境学群 環境共生学類 准教授

農業環境情報サービスセンター 委員

小川健太

本日のお話しすること

1. 酪農大紹介&自己紹介
2. UAV（ドローン）の現状
3. 「情報サイクル」の中のUAV
4. 農業分野での活用事例
5. 環境分野での活用事例
6. 今後への期待
7. おわりに

1. 酪農大&自己紹介(1/2)

酪農学園大学の概要

- 1933年 北海道酪農義塾設立
- 1960年 酪農学園大学開学
 - 建学の理念 「健土健民」
 - 「循環農法図」
- 農食環境・獣医 2学群、学生数3500名
- 地方自治体、各種団体との連携協定等
 - 江別市、西興部村、浜中町、栗山町、洞爺湖町、標茶町、更に北海道(2014)
 - JA道央、(財)北海道農業公社
 - 民間企業との連携講座・共同研究



循環農法図

酪農学園大学の空間情報分野(GIS/RS)での 取り組みについて



最先端のGIS研究

- 米国ESRI社
SAG賞を受賞など
- 世界最軽量クラスのGPS首輪



2009年7月 北海道新聞



2010年1月26日北海道新聞



人材養成の実績

- 国土交通省、農業関連機関へのGIS/GPS等の講習会を実施
- GIS Day in北海道を開催(コミュニティの中心的存在)



農業と空間情報分野の協力

- 酪農大の人材、設備、農場を活用した教育・研究

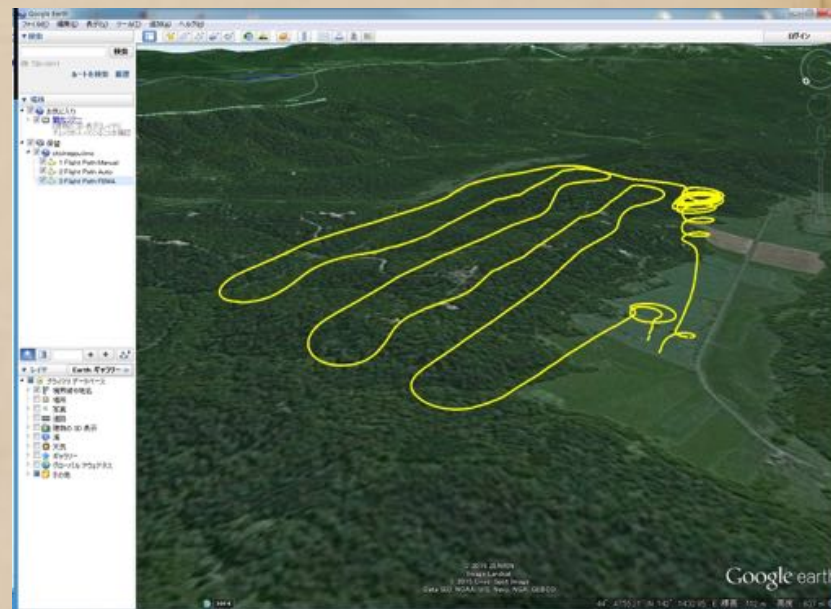


2010年4月20日 農機新聞

2. UAV（ドローン）の現状

- 様々なプラットフォーム
- なぜUAV（ドローン）が普及してきたか
- 固定翼UAV
- データの処理・解析

固定翼UAV



離陸
着陸



PHOTOGRAMMETRIC WEEK 2015

次回は今年(2017年)



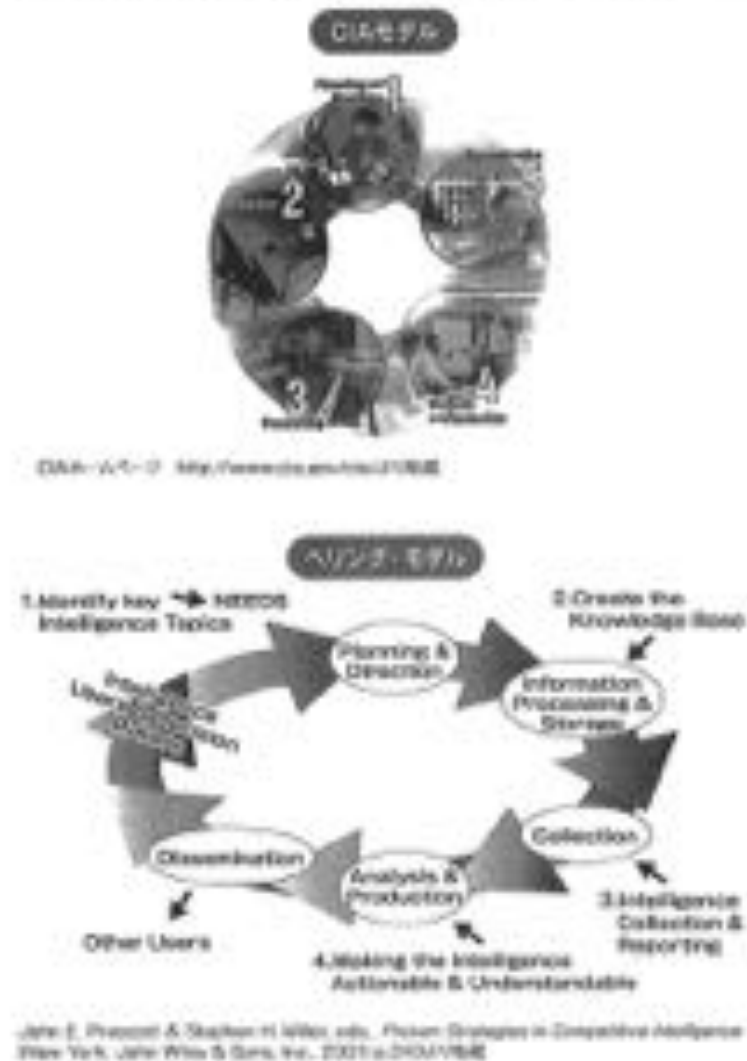
- Photogrammetric Weekはリモートセンシング技術に関する106年の歴史を持つ会合
- ドイツのシュツットガルト大学で2年に一度開催され、Photogrammetryのみならず、Computer Visionの進化により技術的・理論的な背景が深化
- 航空機や衛星に加えて、ドローン（無人飛行ロボット、UAV）により取得されたデータの解析に関する講演も多数
- 固定翼、VTOL機の展示あり
- Pix4Dmapperの開発者が受賞

3. 「情報サイクル」の中のUAV

- 情報（インテリジェンス）サイクルとは
- UAVでの撮影計画～飛行～データ処理の流れ

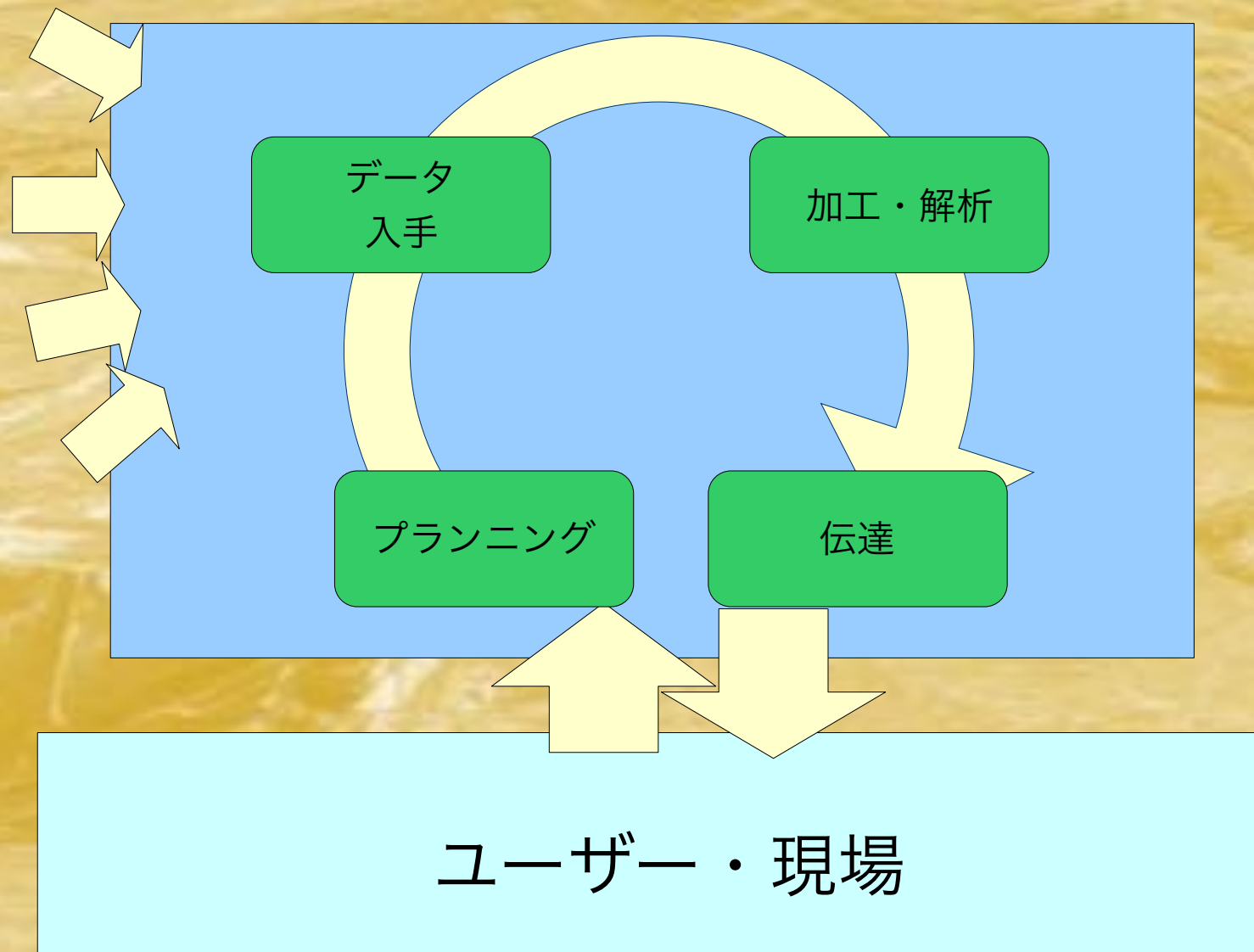
情報サイクル

図1-1 インテリジェンス・サイクル——CIAからビジネスへ

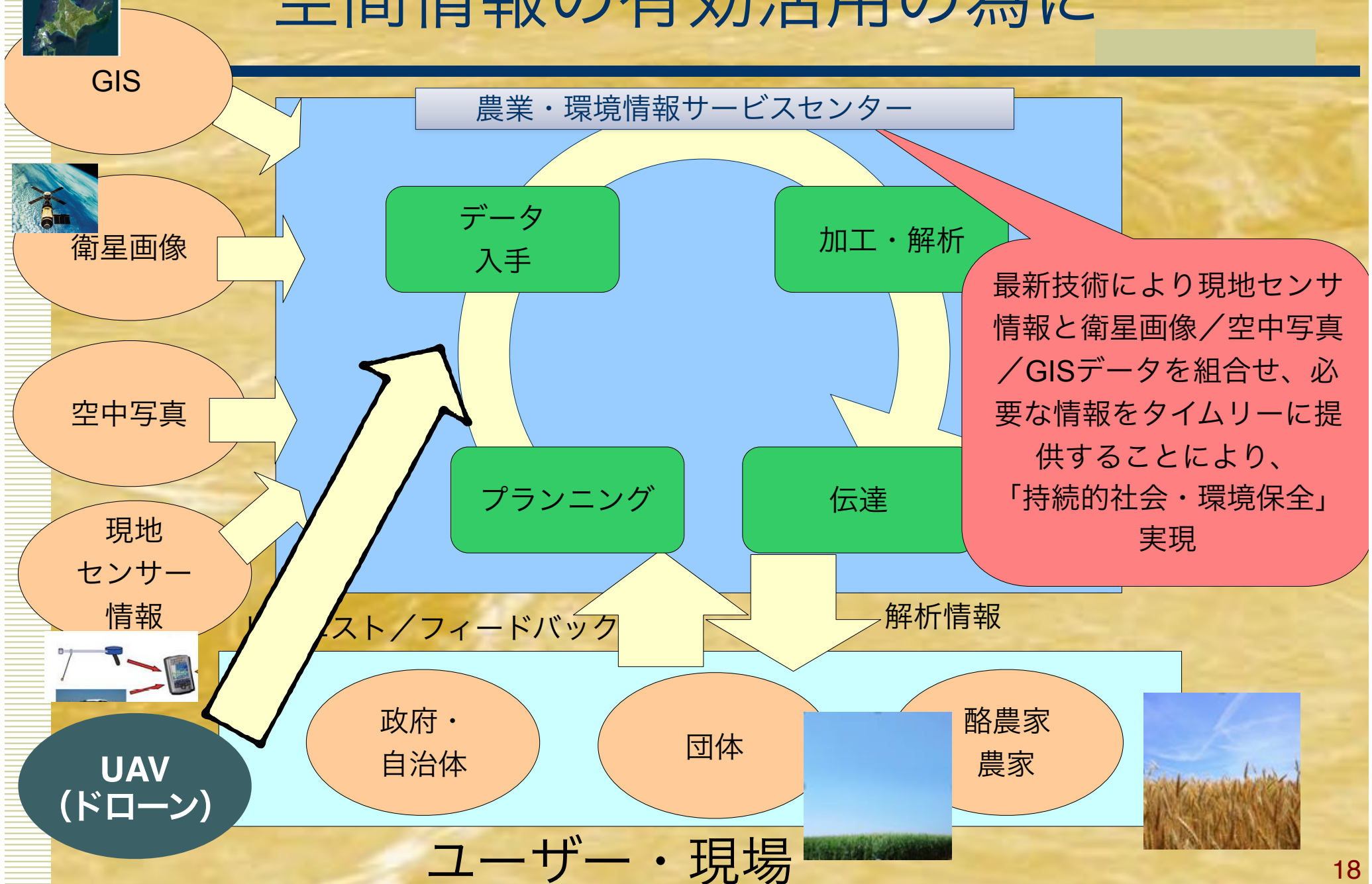


- インテリジェンスとは判断・行動のために必要な「知識」
- 「インフォーマーション」を収集・分析して「インテリジェンス」を生産する。

情報サイクル



空間情報の有効活用の為に



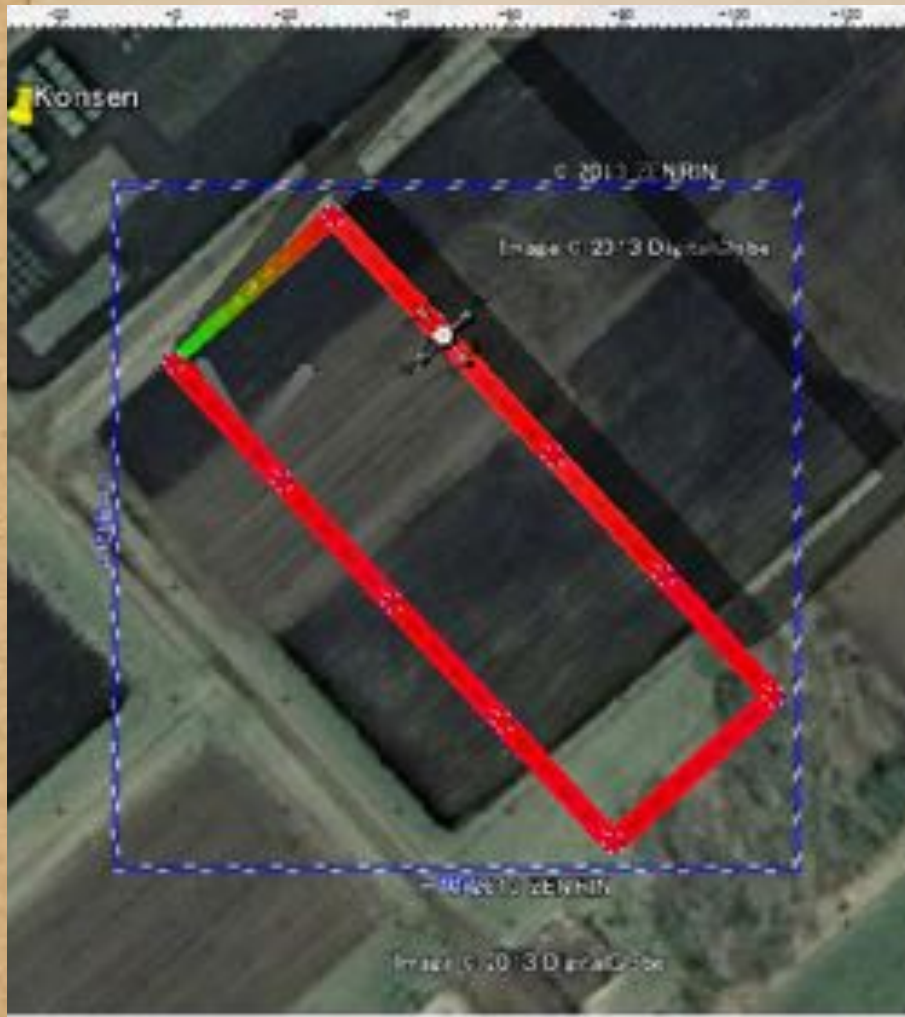
UAVによるデータ取得の流れ

撮影計画 → 自動操縦 → データ回収

- 撮影計画 ・ ・ ・ iPad + Pix4D capture
- 自律制御 ・ ・ ・ 動画で紹介
- 固定翼

(2) UAV撮影計画

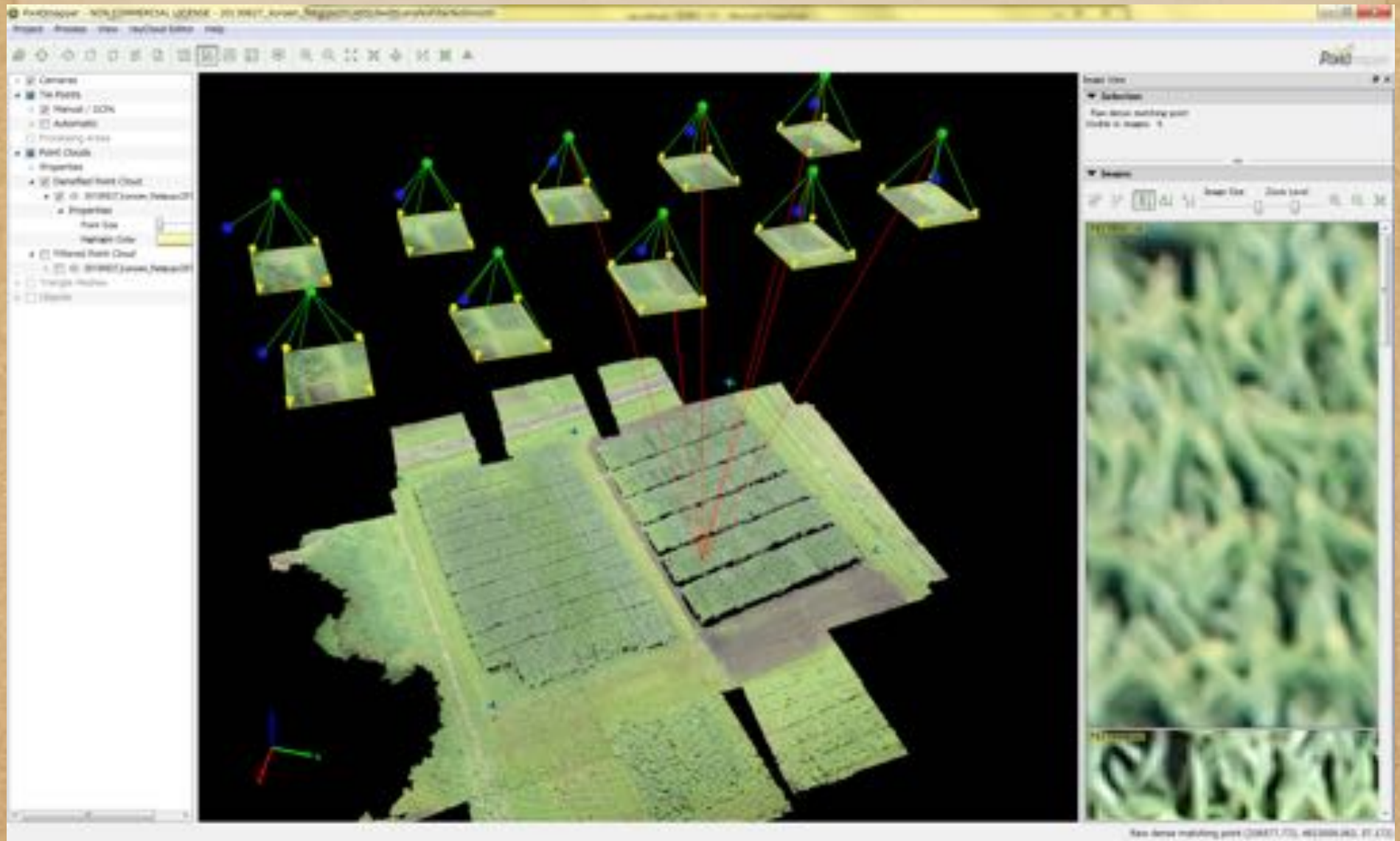
UAV撮影計画を マイクロドローンズ社製ソフトで作成



- ◆ 撮影・飛行条件
 - ◆ 飛行高度：100 m
 - ◆ 撮影領域: 100 × 120 m
 - ◆ 使用カメラ（焦点距離など）
 - ◆ オーバーラップ：70 %
- ◆ 撮影計画
 - ◆ 撮影枚数：10枚
 - ◆ 飛行時間：約7分



画像マッチングと撮影位置の推定



5. 農業分野での活用事例

- 生育のモニタリング(分布、雑草等)
- 作物の高さ計測
- 小麦の生育モニタリング (UAV, 衛星)

小麦の生育モニタリング

【SfMによる3次元形状データ作成】



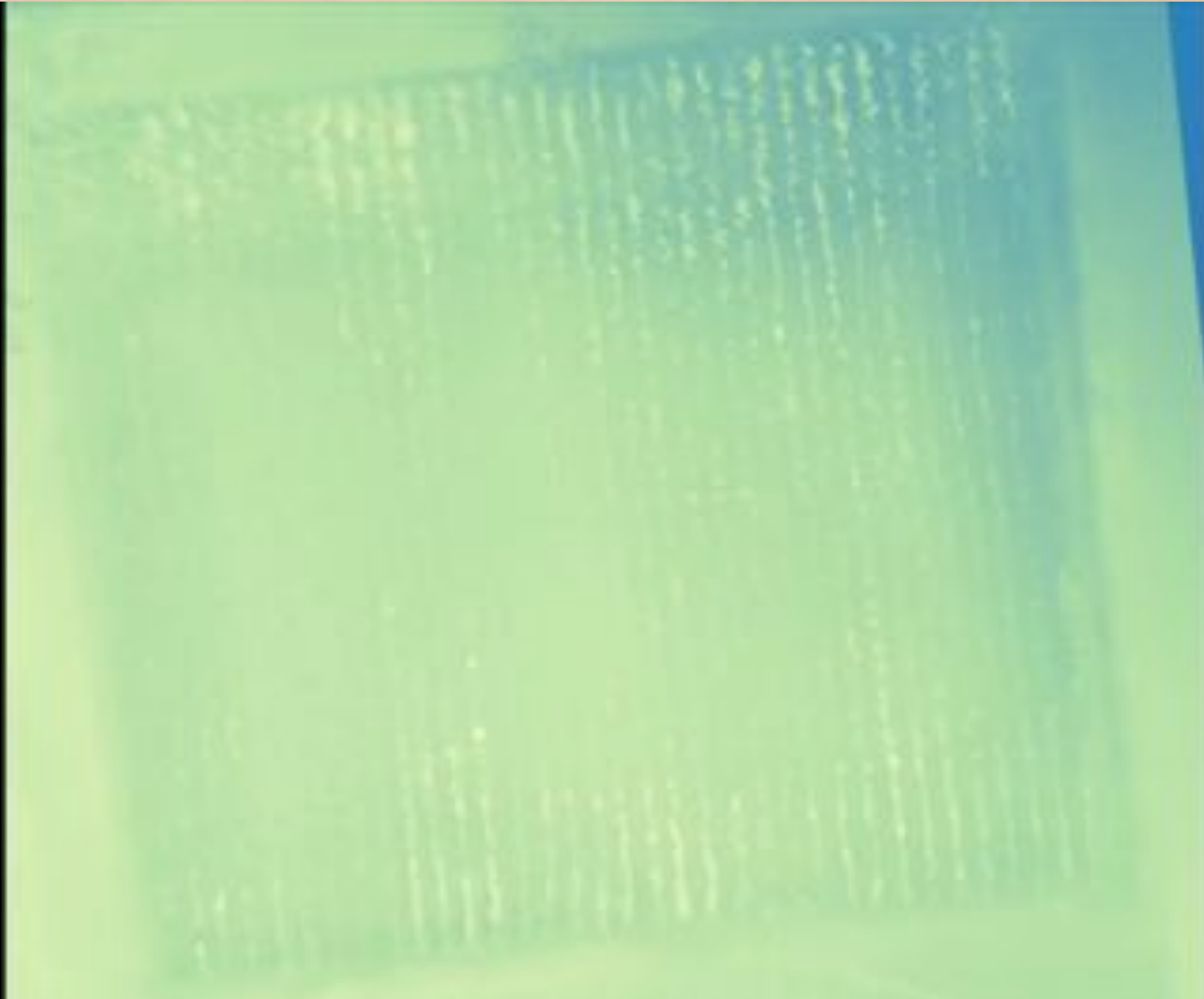
左上：出芽期（2014.4.21）

右上：出穂期（2014.6.19）

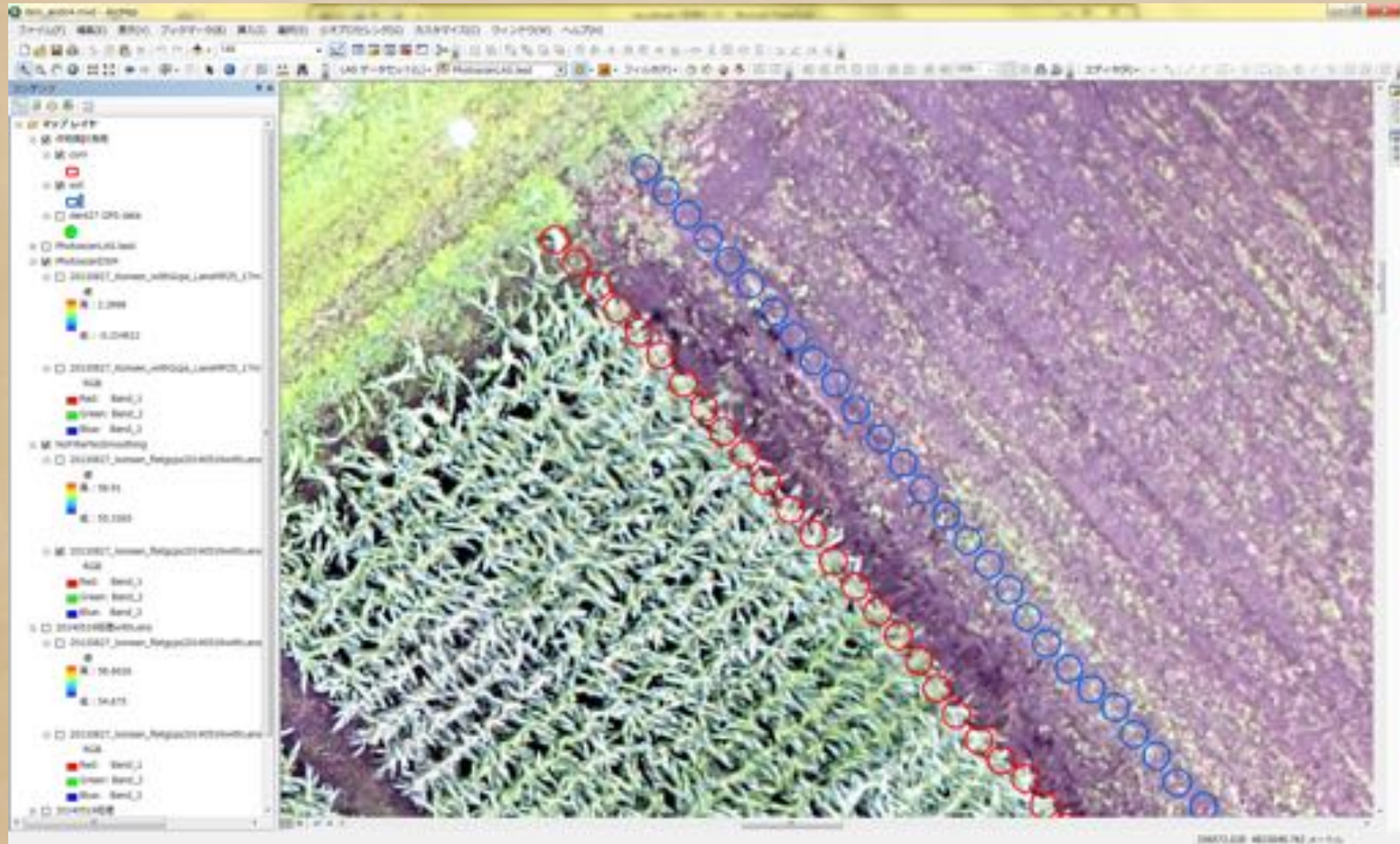
左下：登熟期（2014.7.7）

出芽期を基準とした差分
から植物高を算出

生育過程の画像・DSM

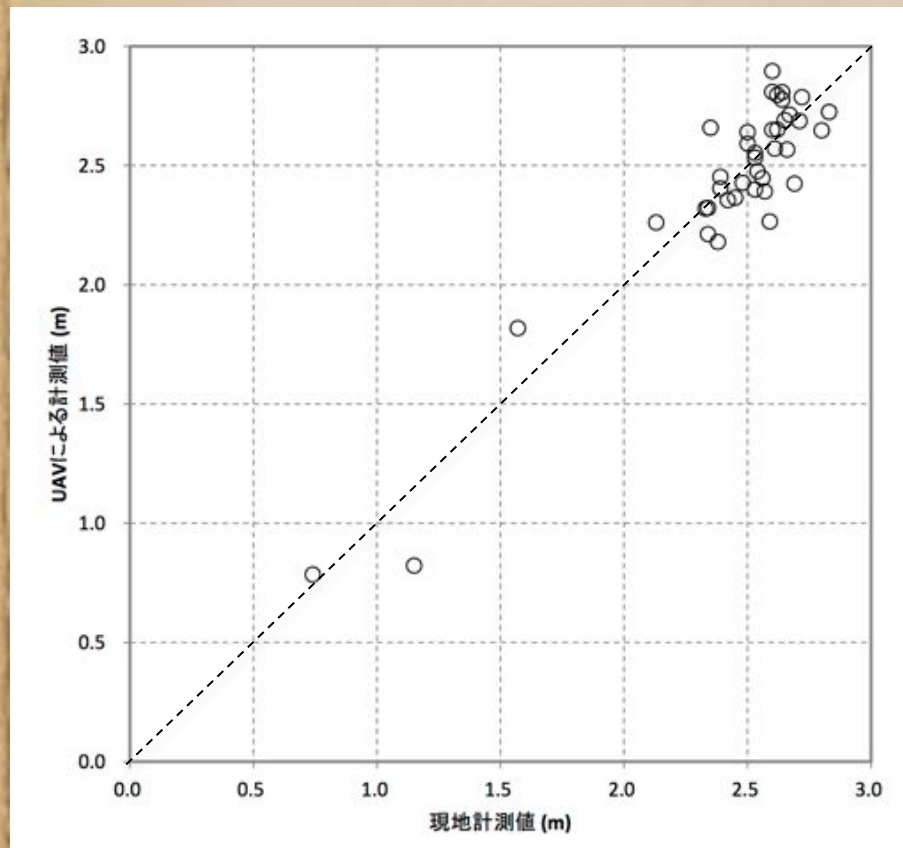


作物の高さ計測



デントコーンの株の位置をマーキング→UAVデータから推定実測値と比較

デントコーン高さ推定結果



- ◆ 36 cmのバイアスを雄穂頂点と葉面の差と解釈。

- ◆ UAV測定値に36cmを加えて、現地計測値と比較。



- ◆ RMSE: 15 cm

4. 環境分野での活用事例

- エゾシカのモニタリング・カウント
- 野鳥のカウント（宮島沼・伊豆沼）

釧路湿原へのシカの侵入 2011年3月実施



シカの足跡をカウント・追跡





入力画像 1 (画像 P3100127) : 入力画像 2 との重複領域のみ切り出したもの (2頭のシカが写っている)



結果画像 1 : 移動中の野生動物抽出アルゴリズム適用結果 (赤が移動中の野生動物と判別されたもの)

野鳥のカウント

【水鳥モニタリングの課題】

目視による個体数のカウント

①精度の向上

1万羽以上飛来する渡り鳥を正確に把握することが必要。

②調査時間が限定、人手・予算不足

限られた時間（朝・夕：ねぐらとしての利用）の利用状況を把握することが重要。



朝・夕は湖沼を利用



昼間は田で採餌

③広域モニタリングの実施

渡りの中継地（渡り鳥）・繁殖地（留鳥）など複数の湖沼群を広域に理解することが必要。



石狩川湖沼群（赤色が各湖沼）：IBA登録地
渡りの中継地や留鳥など多様な水鳥が利用

UAVを用いることにより効率的・効果的なモニタリングシステムを構築

①画像による調査精度の向上

②省力化・短時間化し、限定された時間で調査完了、広域の状況を把握



ドローン



GPSによる自立飛行・撮影
10分で300m四方撮影



可視カメラ



高感度カメラ



サーモグラフィー

植生モニタリング

水鳥の生態把握

ハスの繁茂状況

- 撮影
 - 2016年9月1日
 - 宮城県伊豆沼にて
- 水面の85%をハスが占める。
- マガン越冬地であるが、十分なねぐらが確保できているのか？



7. 今後への期待

- 上空から写真撮影 → センサの多様化
 - 近赤外マルチスペクトルセンサ
 - 熱赤外センサ
- 安価で手頃で「正確」に

センサの種類

- 「通常のカメラ」：可視($0.4 \sim 0.7 \mu\text{m}$)
- 光学センサ(パッシブ)
 - 近赤外スペクトル($0.7 \sim 2 \mu\text{m}$)：植生・土壌の情報
 - 熱赤外($10 \mu\text{m}$ 付近)：温度情報
- 光学センサ(アクティブ)：レーザー/Lidar(高さ情報)
- マイクロ波★

近赤外画像の一例(左)

植生の状態をよりよく反映



近赤外スペクトルの利活用

- 作物のタンパク含有量の推定（右）
 - 衛星画像データからの分析例
 - SAVIは赤と近赤外の反射率から計算
- その他土壌成分や生育の早晩など衛星画像データの事例は多数あり。UAVでの同様の事例が今後期待。

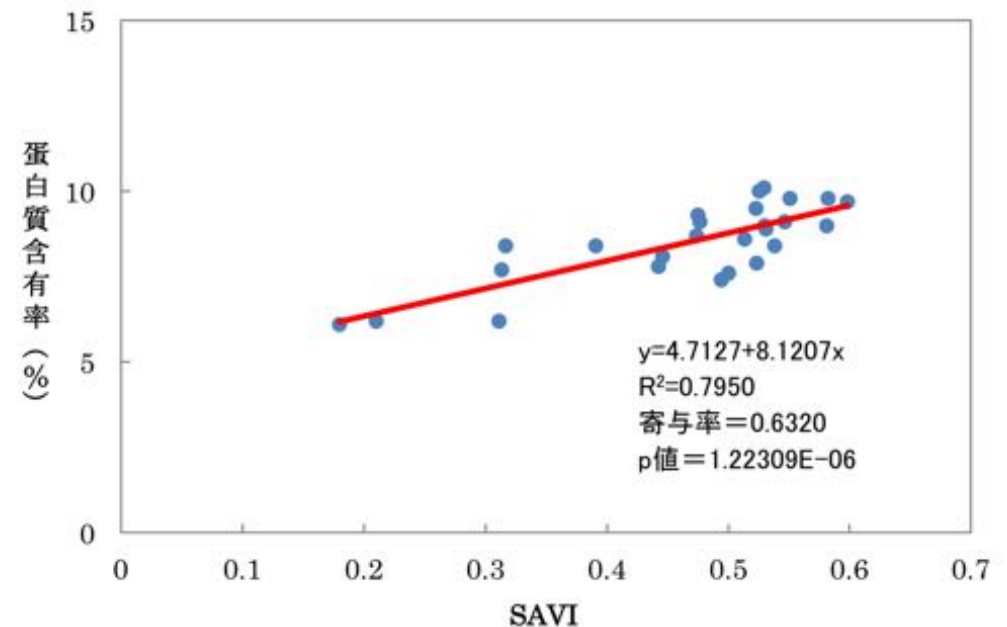
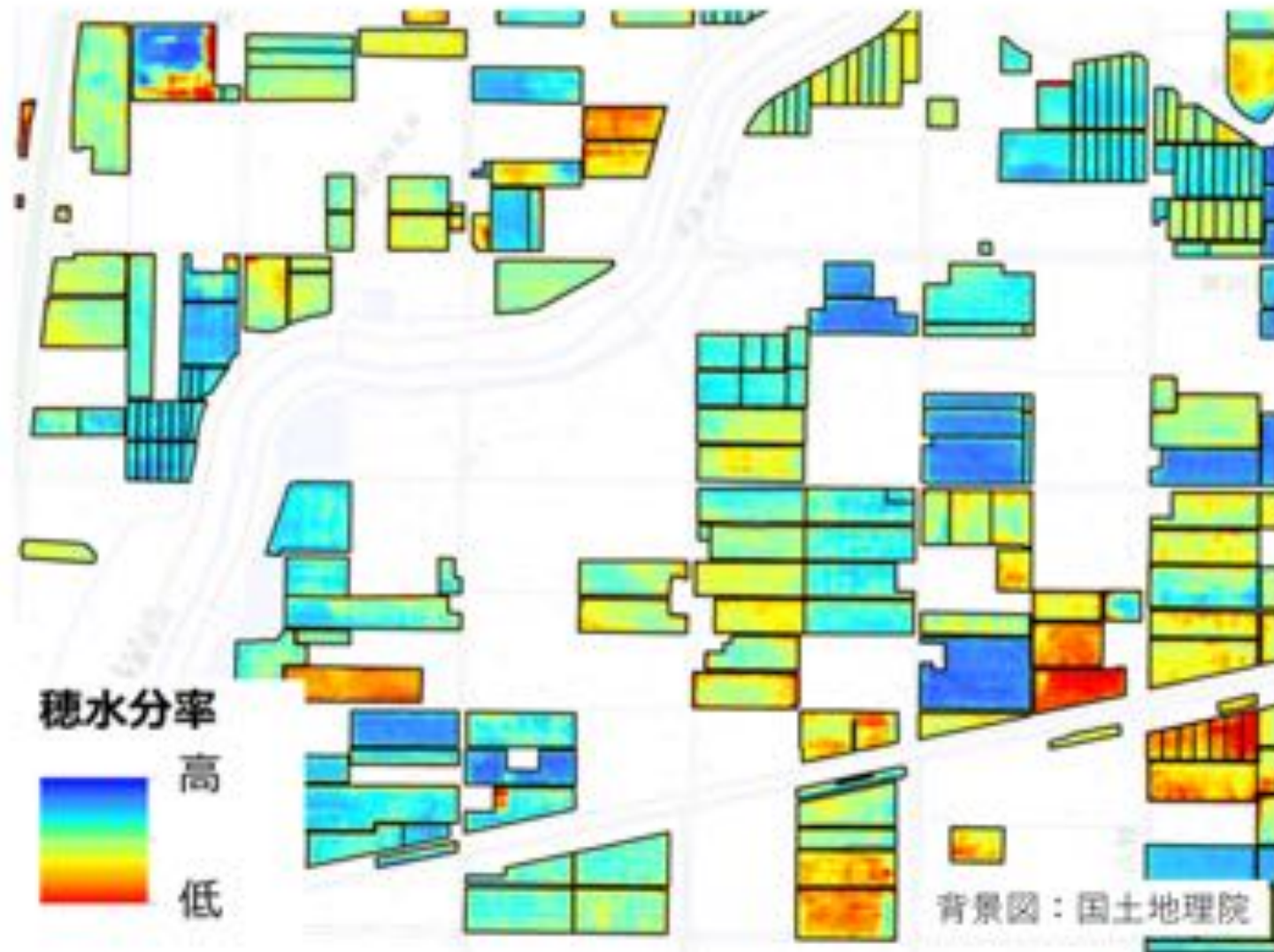


図15 SAVIと蛋白質含有率の関係



小麦の収穫作業計画支援への適用事例

【収穫適期判断用 穂水分率マップ】



サーモグラフィーによる取得画像例

サーモグラフィー画像



UTM座標 533847, 4760447

- 2015/10/06 10:00 放牧中の牧草地
- 5頭の乳牛が確認可能。気温約12度。地表面温度 10～15度
- 地図投影済み → 検索に即時活用可能

同時取得の可視光写真



- 今回条件: 120 x 160 画素の簡易サーモグラフィーで撮影。高度35mから約20 cm 分解能で撮影。撮像幅約35 m。
- 活用想定: 480 x 640 画素のものを使用。高度70 mから撮像幅70 m、分解能10 cm で検索に活用可能。

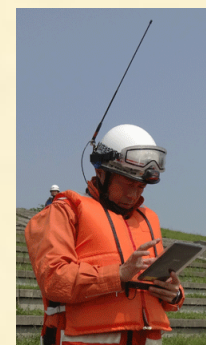
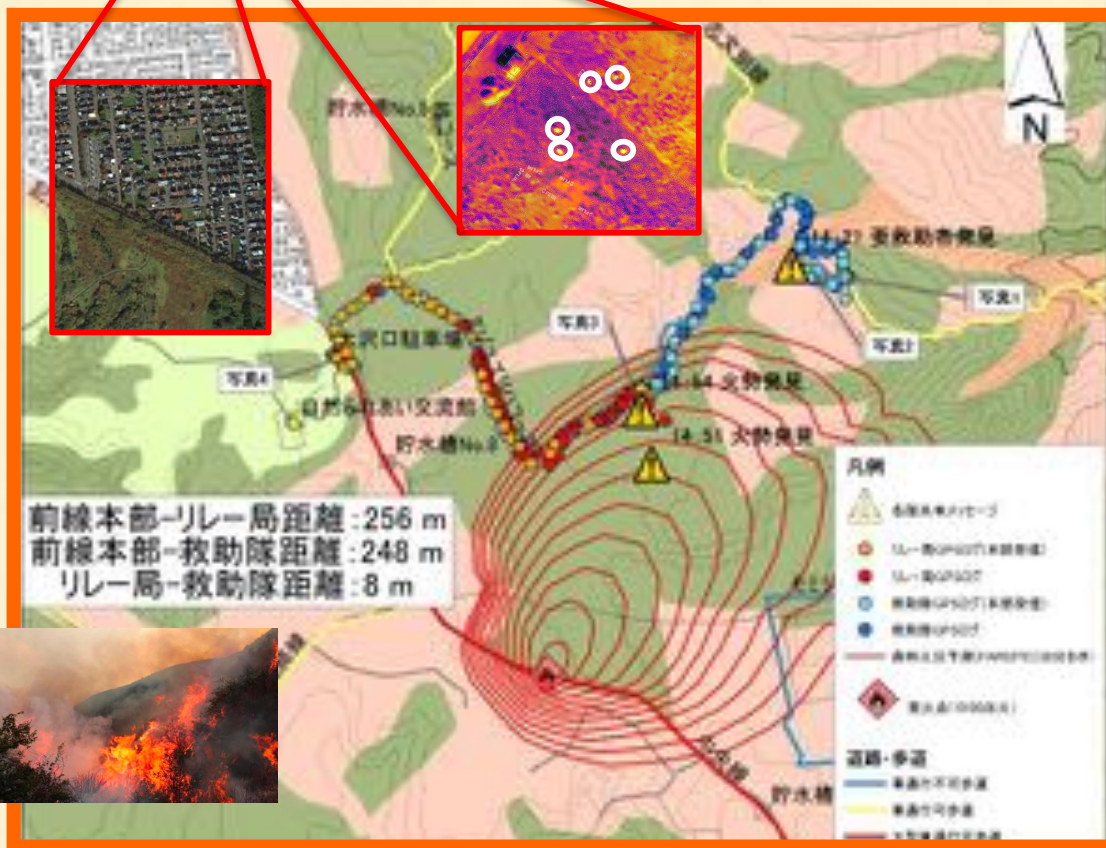
本研究のイメージ(2016) ～ 捜索におけるドローンの活用～



初動時、ドローンによる
サーモグラフィー画像(熱赤外線)
可視光写真

地図共有システム(MSS)

- ・要救助者の位置表示
- ・各隊のリアルタイム位置情報
- ・早期救助、隊員の安全を確保



A隊



現場指揮本部



B隊



①ドローンから延焼範囲特定、②要救発見、③MSSによる安全管理 → 早期救助

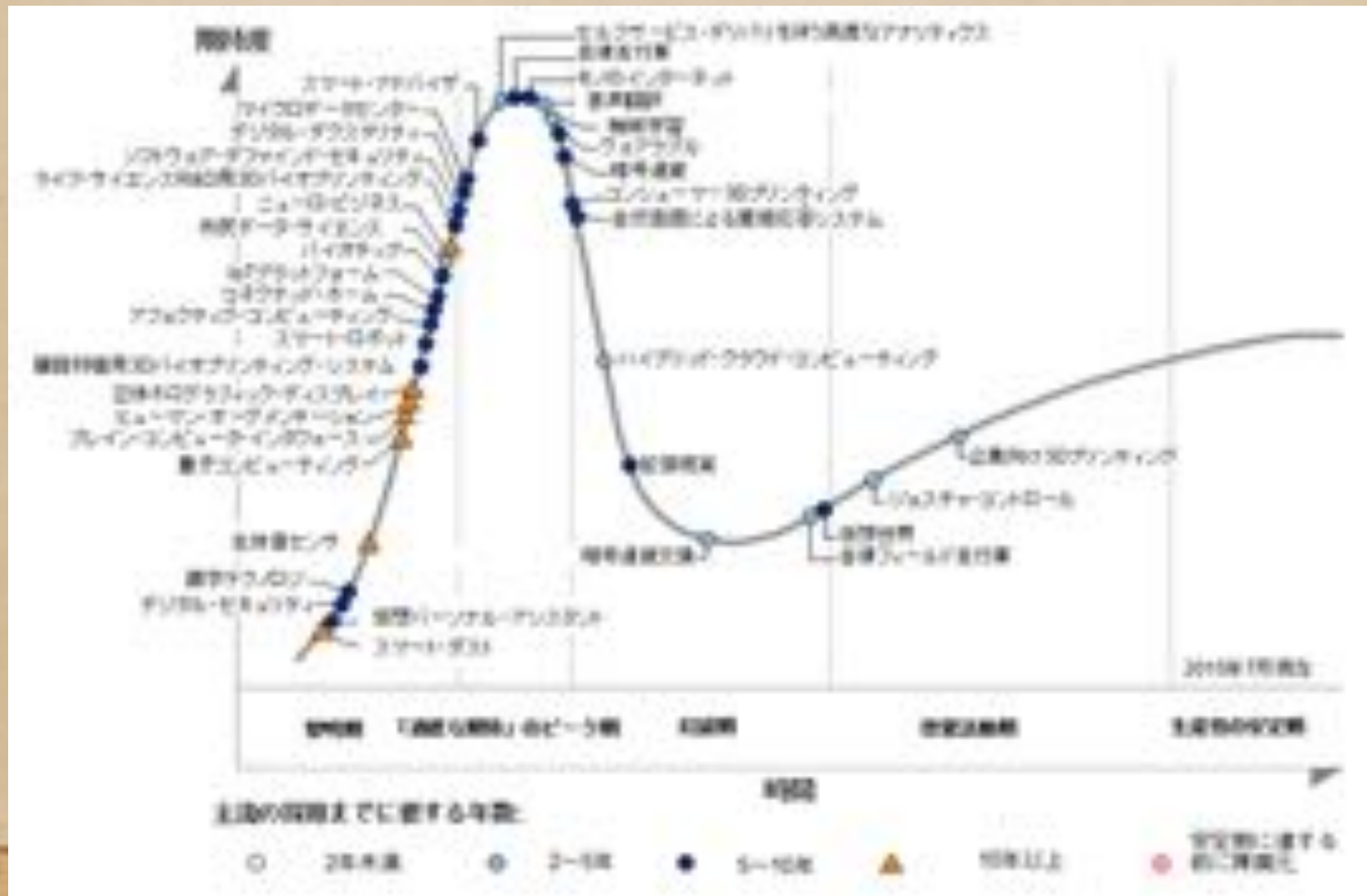
中心部分にGCPが配置できない場合に そこそこの垂直方向精度を得るには？

- 対象圃場
 - 酪農大学内、牧草圃場(23番)
 - 約120 m x 80 m
- 撮影機材
 - FRS製(MikroKopterベース) 6枚翼機
 - RICOH GRII
 - 対地高度：約50 m、オーバーラップ: 85 x 70 %
 - GSD(地上画素サイズ) : 約1.3 cm
- Pix4Dmapper 3.0.13にて処理
- GCP: 8 点配置
 - Promark 120 電子基準点データを利用し、



期待曲線、2015年版(ガートナー)

先端技術のハイプ・サイクル <https://www.gartner.co.jp/press/html/pr20150827-01.html>



GAレンジャーによる空間情報技術の活用の未来像

