

北海道における 地理空間情報を活用した ICT農業の取組

北海道大学大学院農学研究院

石井 一暢



日本農業の課題

- 基幹的農業従事者は2014年には168万人、5年間で23万人減。平均年齢は66.5歳。
- 新規就農者も減少の一途。5年間で1万人減。
- 耕作放棄地が増加し40万haに達する。主要発生要因は高齢化と労働力不足。地域の営農環境・生活環境に悪影響を与える。
- TPPの大筋合意によって、今後の日本農業の存立に懸念。

○農業生産の深刻な労働力不足
○農業を基幹産業としている
地方経済の疲弊と人口減



国として取り組むべき重要課題

強い日本農業の実現

農業就業者
の減少と
高齢化

高い農業
生産コスト

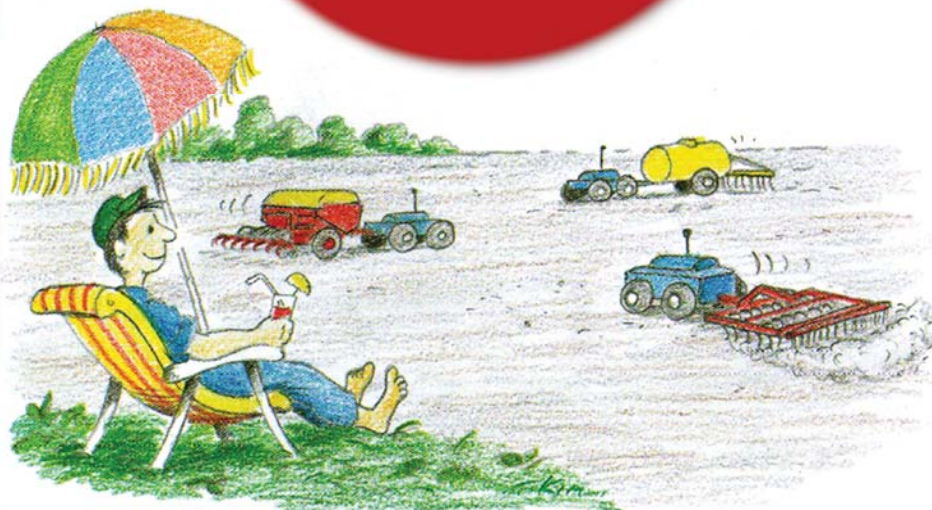
地域経済の
疲弊

ICT×
ロボット技術

プロ農家の
「匠の技」を
データで継承

ロボットによる
超省力化

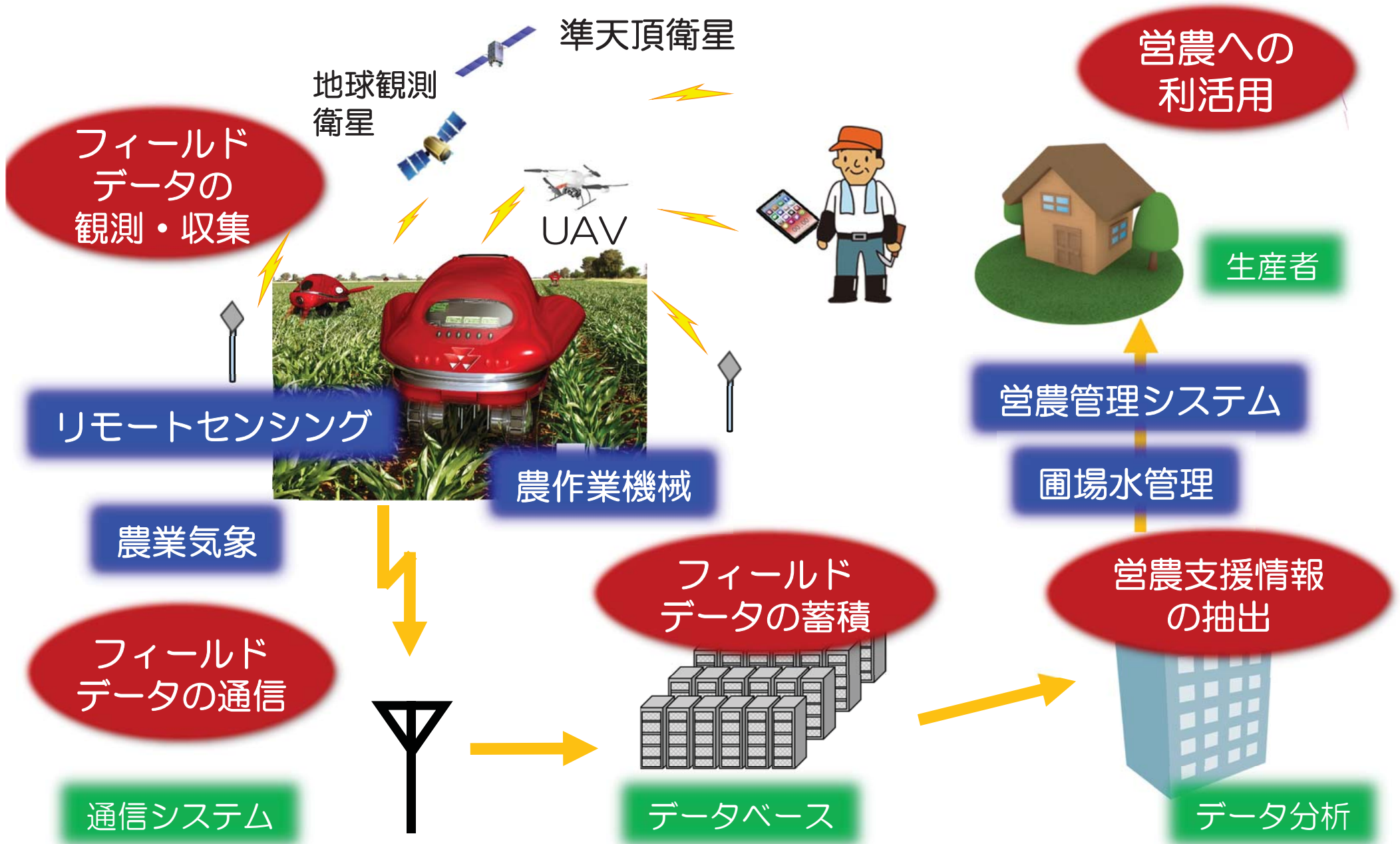
農業生産の効率化と6次産業化
を推進



北海道大学



スマート化による次世代農業



トピック

- G空間情報を利用したICT農業
 - G空間情報の収集—伝送—解析
 - 営農支援システム
 - G空間情報の活用方法
- ビークルロボットの現状と展望
 - 農作業の自動化・無人化の社会実装に向けたタイムライン
 - ロボットの安全対策、運用方法、経済効果
- G空間情報の利活用に向けて

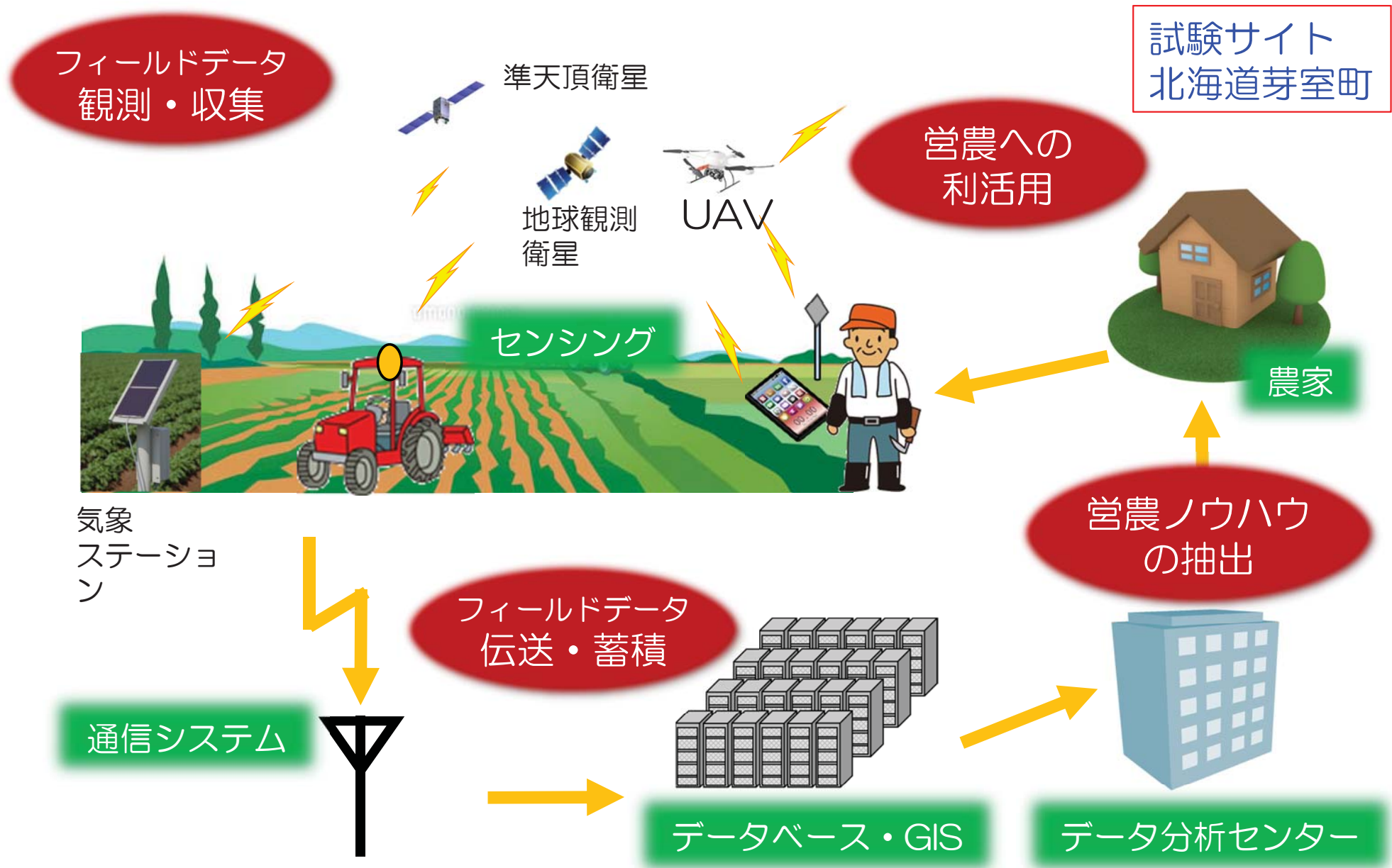


トピック

- G空間情報を利用したICT農業
 - G空間情報の収集—伝送—解析
 - 営農支援システム
 - G空間情報の活用方法
- ビークルロボットの現状と展望
 - 農作業の自動化・無人化の社会実装に向けたタイムライン
 - ロボットの安全対策、運用方法、経済効果
- G空間情報の利活用に向けて



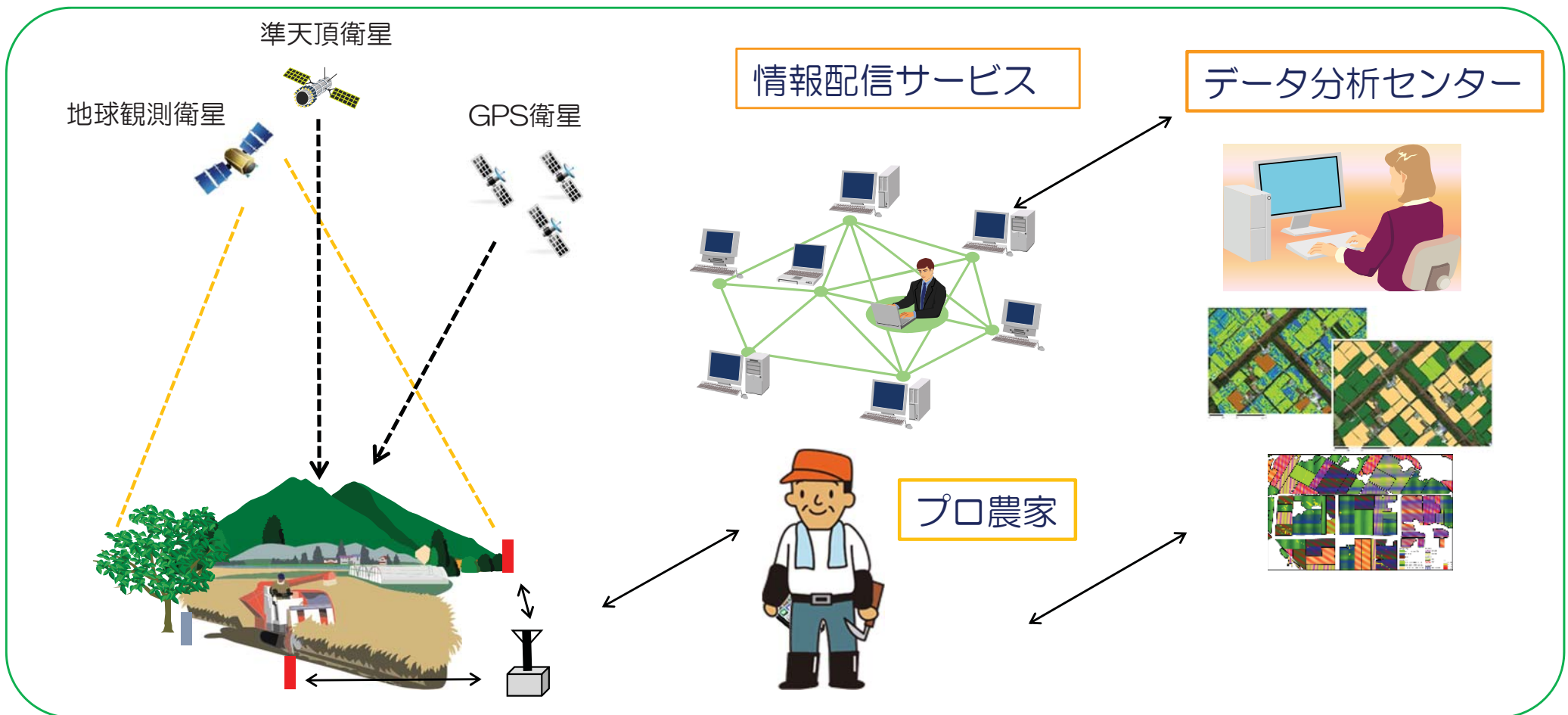
G空間情報を活用したICT農業



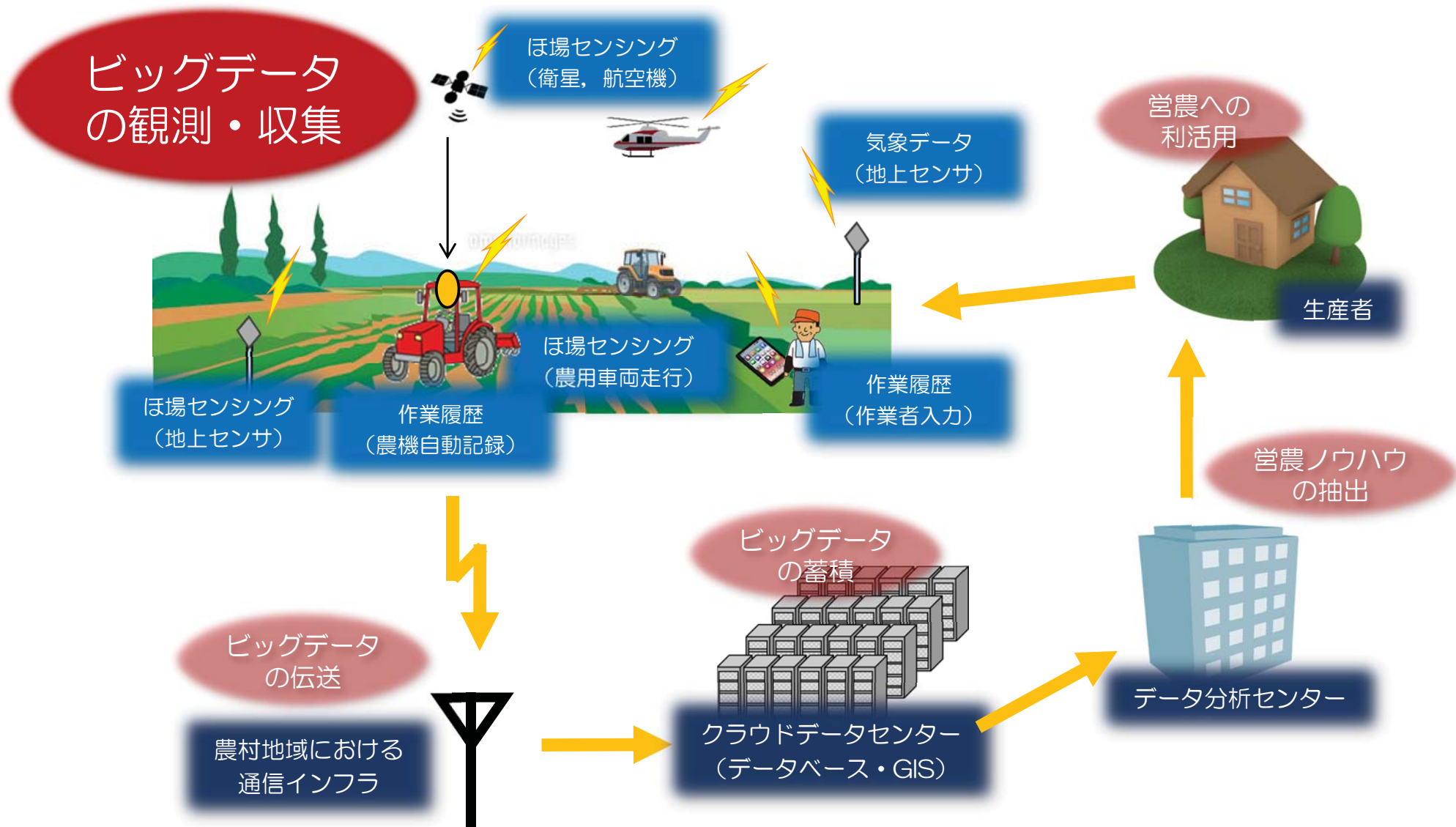
情報通信研究機構『ソーシャル・ビッグデータ利活用・基盤技術の研究開発』

ICT農業を導入した結果

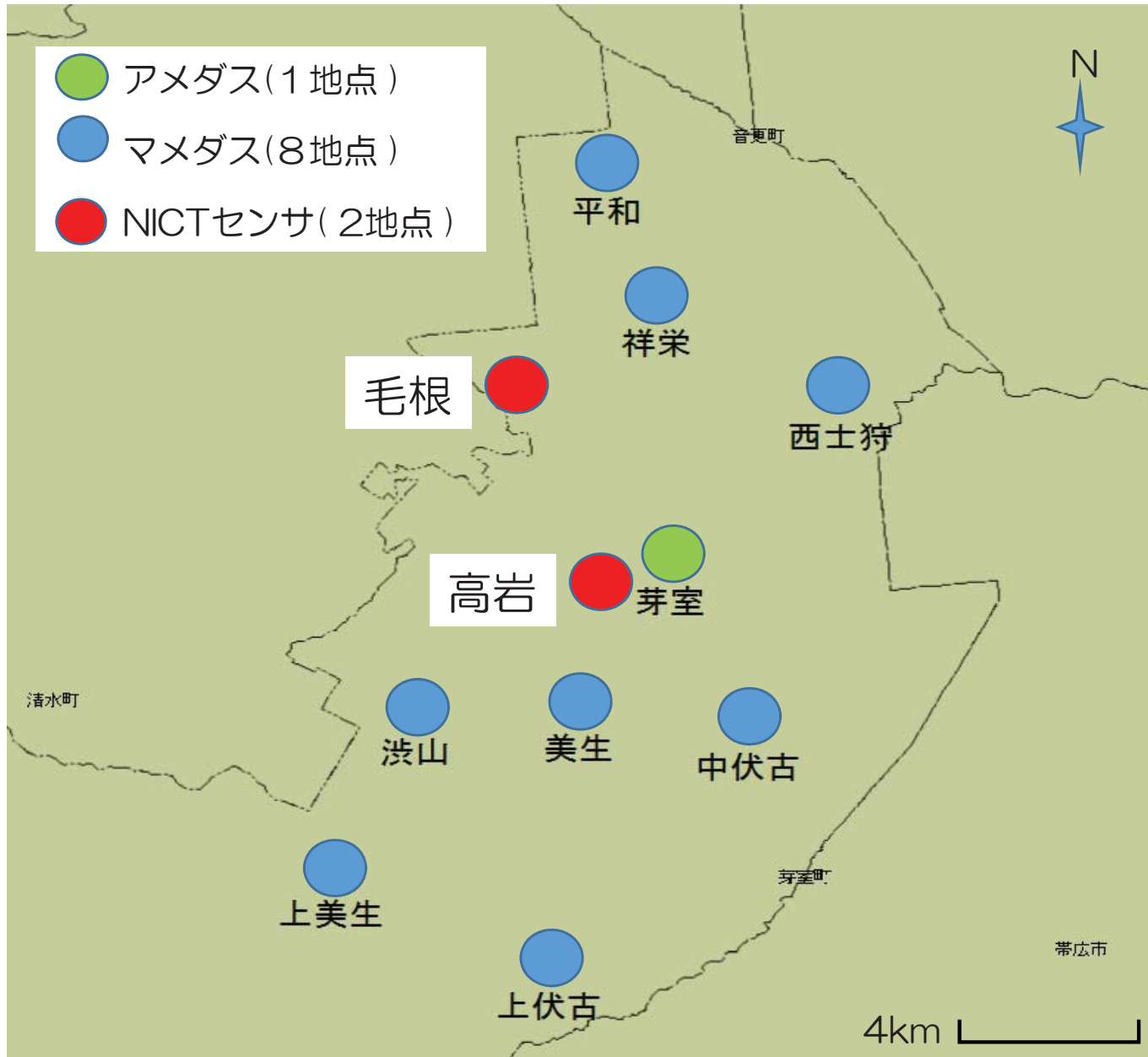
- 新規就農者の早期育成
- 農産物品質・収穫量の高位平準化
- 生産の低コスト化
- 農業の魅力アップ → 青年層の新規就農促進
- ICTサービス産業の創生



G空間ビッグデータの収集・解析・利活用



気象センサの設置



NICT貸し出しセンサ

- ▶ マメダスの項目
- ▶ 積雪深
- ▶ CO₂濃度
- ▶ 静止カメラ画像
- ▶ 日照時間：分間
- ▶ 土壌水分値

メッシュ気象データの算出

- 気温（日平均・最高・最低）・降水量・日射量
- 準リアルタイム（1日遅れ）
- 圃場単位（50mメッシュ）でのデータ提供

気象タイプ毎の標準値の計算

$$N_c = \sum_{i=1}^n A_i \times F_i + c$$

N_c : 標準値

F : 地形因子（標高・方位・傾斜・起伏を採用）

A : 回帰係数、 c : 定数

準リアルタイムデータの計算（日平均気温）

$$R_d = \sum_{j=1}^n \left\{ (RL_j - NL_j) \left(\frac{1}{r_j} \right) \right\} / \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{r_j} \right) + N_c$$

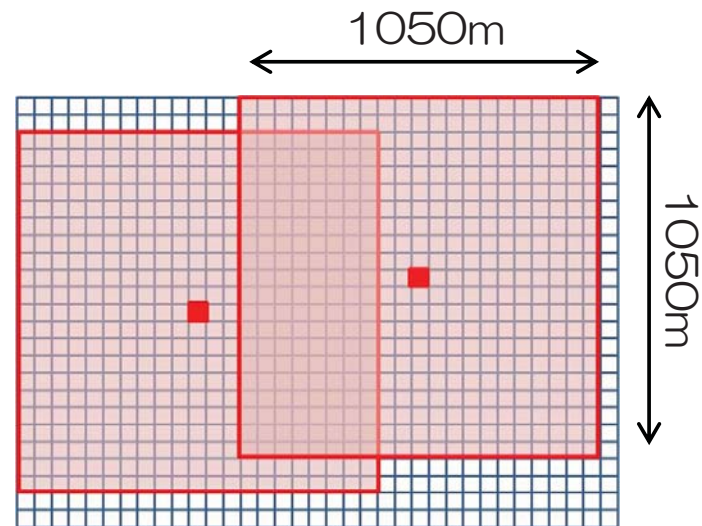
R_d : 求める地点の日平均気温 (°C)

RL_j : j 地点の実測日平均気温 (°C)

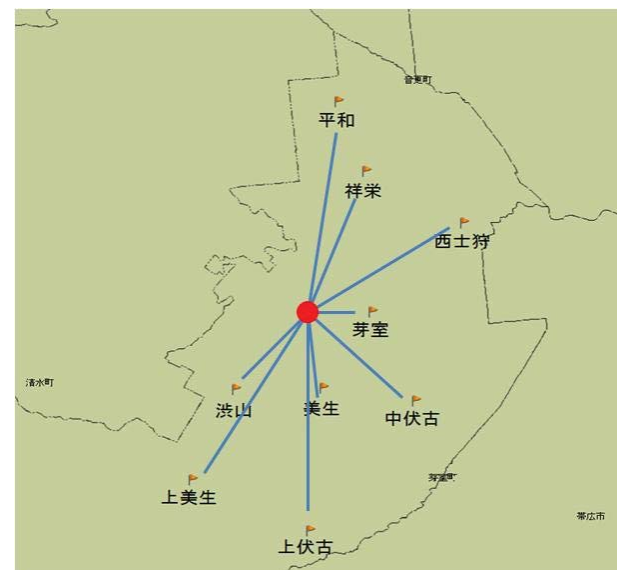
NL_j : j 地点の日平年値 (°C)

r_j : 距離 (m)、 j : 地点番号

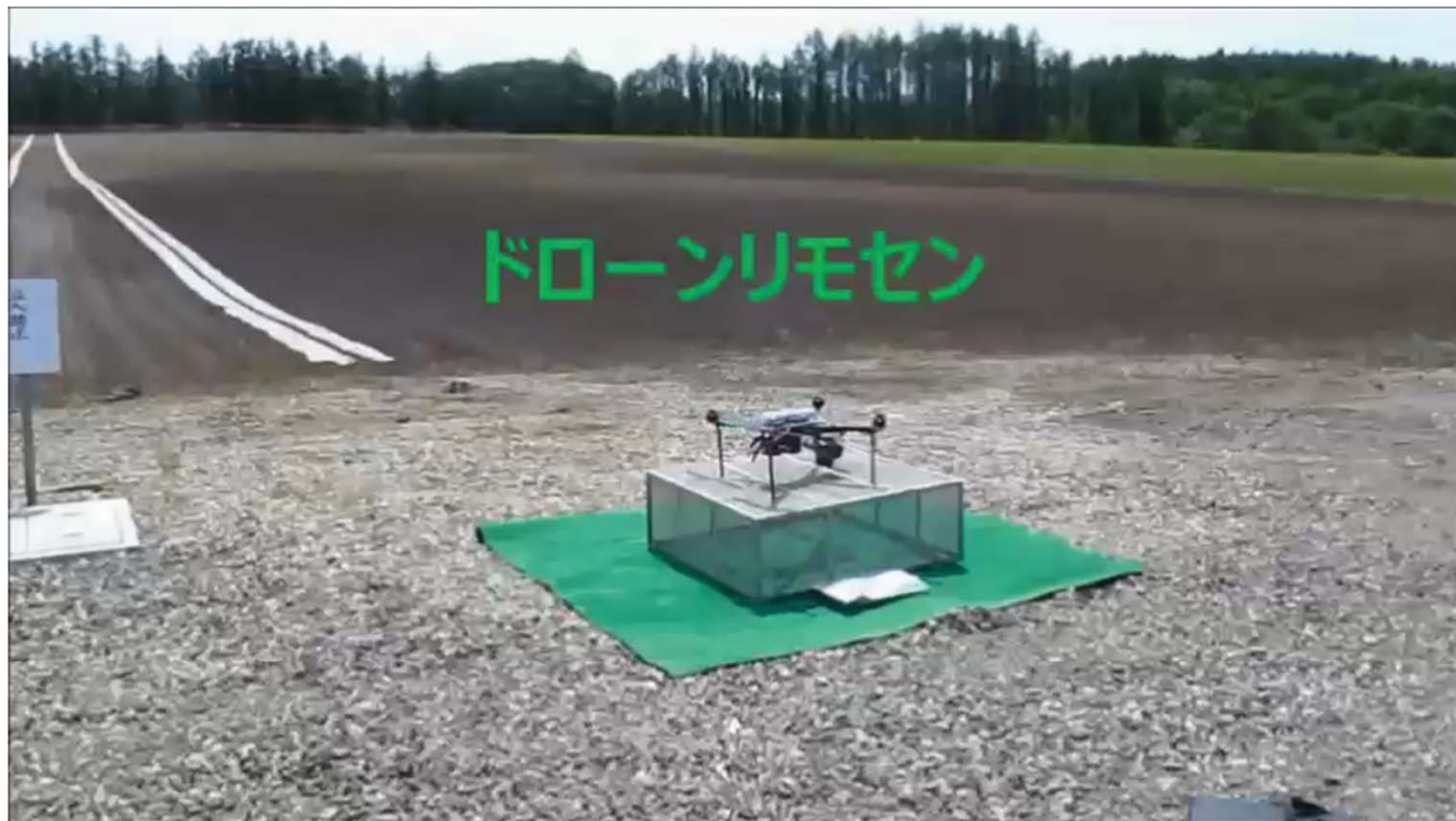
N_c : 標準値（この場合は日平均気温、°C）



- 気象要素は50mメッシュ(上図■の領域)毎に計算
- 地形因子は21×21メッシュ(上図赤枠内)で計算（移動窓を使用する）



ドローンによる低層リモートセンシング



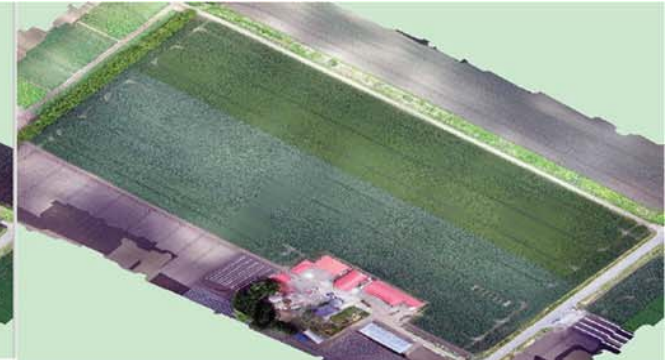
小麦圃場の時系列モザイク画像



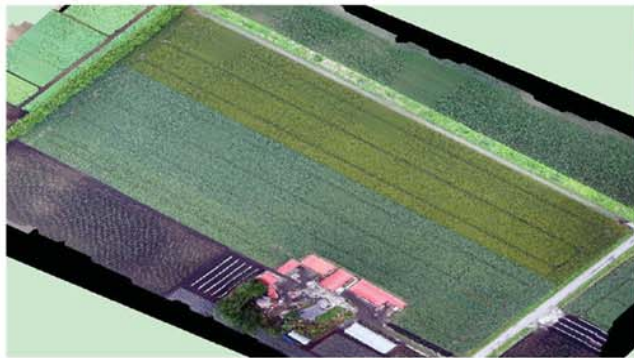
10th, July



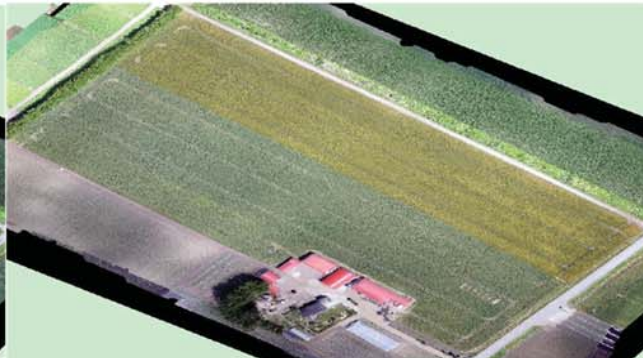
16th, July



24th, July



7th, Aug.



19th, Aug.



3rd, Sep.

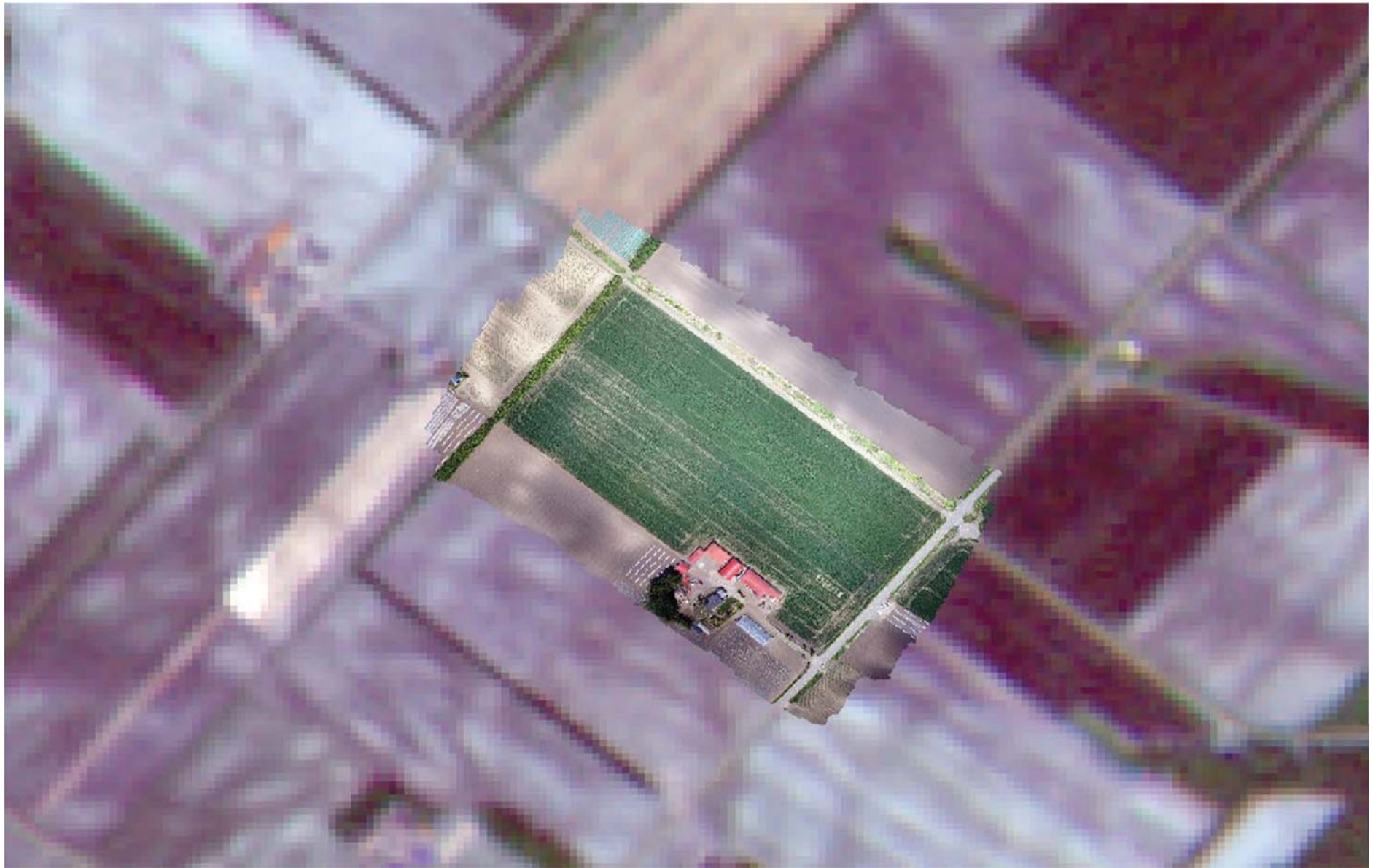
タイムリーで時差が少ないリモートセンシング



北海道大学



衛星と低層のリモートセンシングの融合



北海道大学



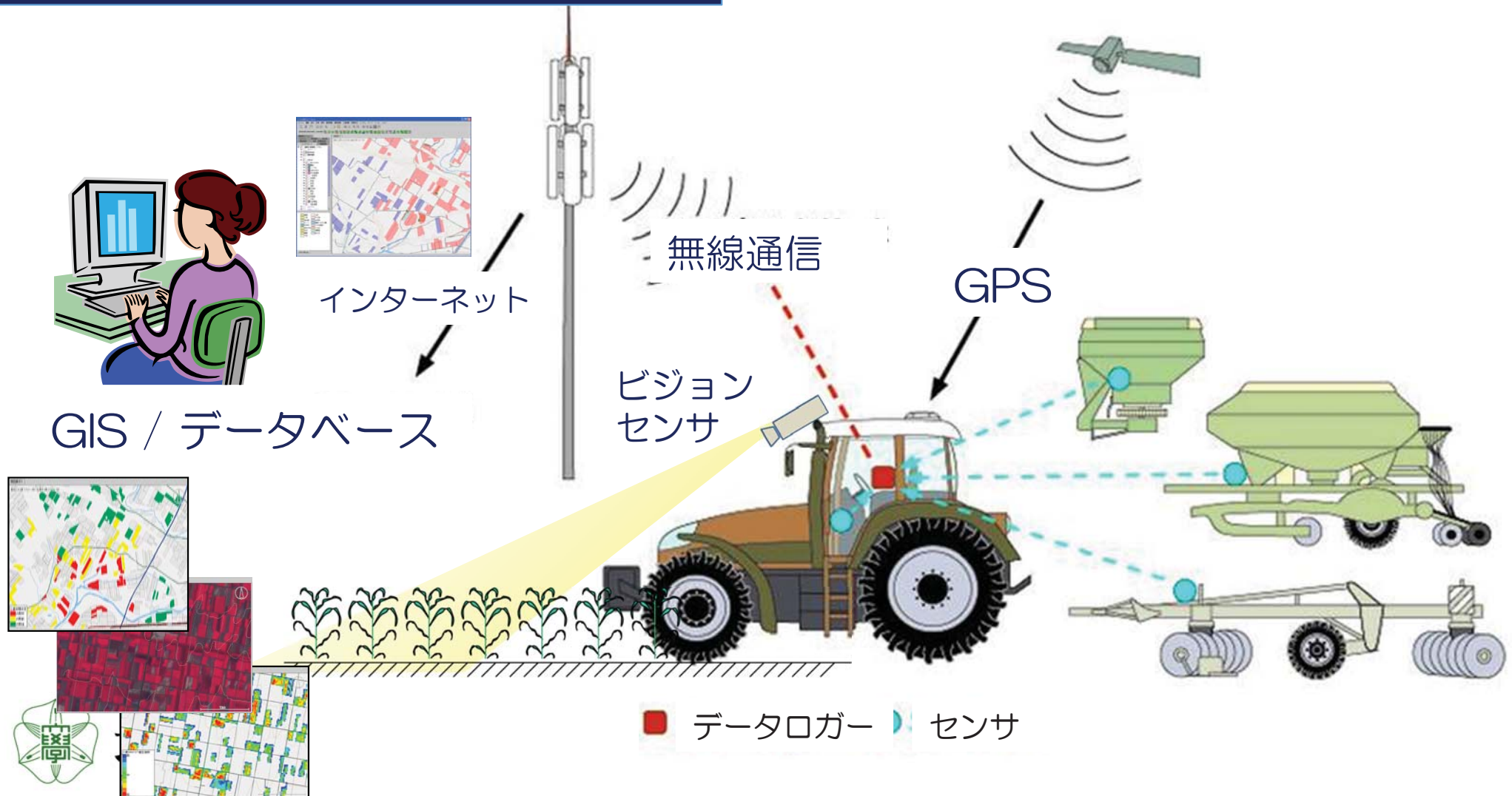
VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

農業機械の使用状況の自動収集

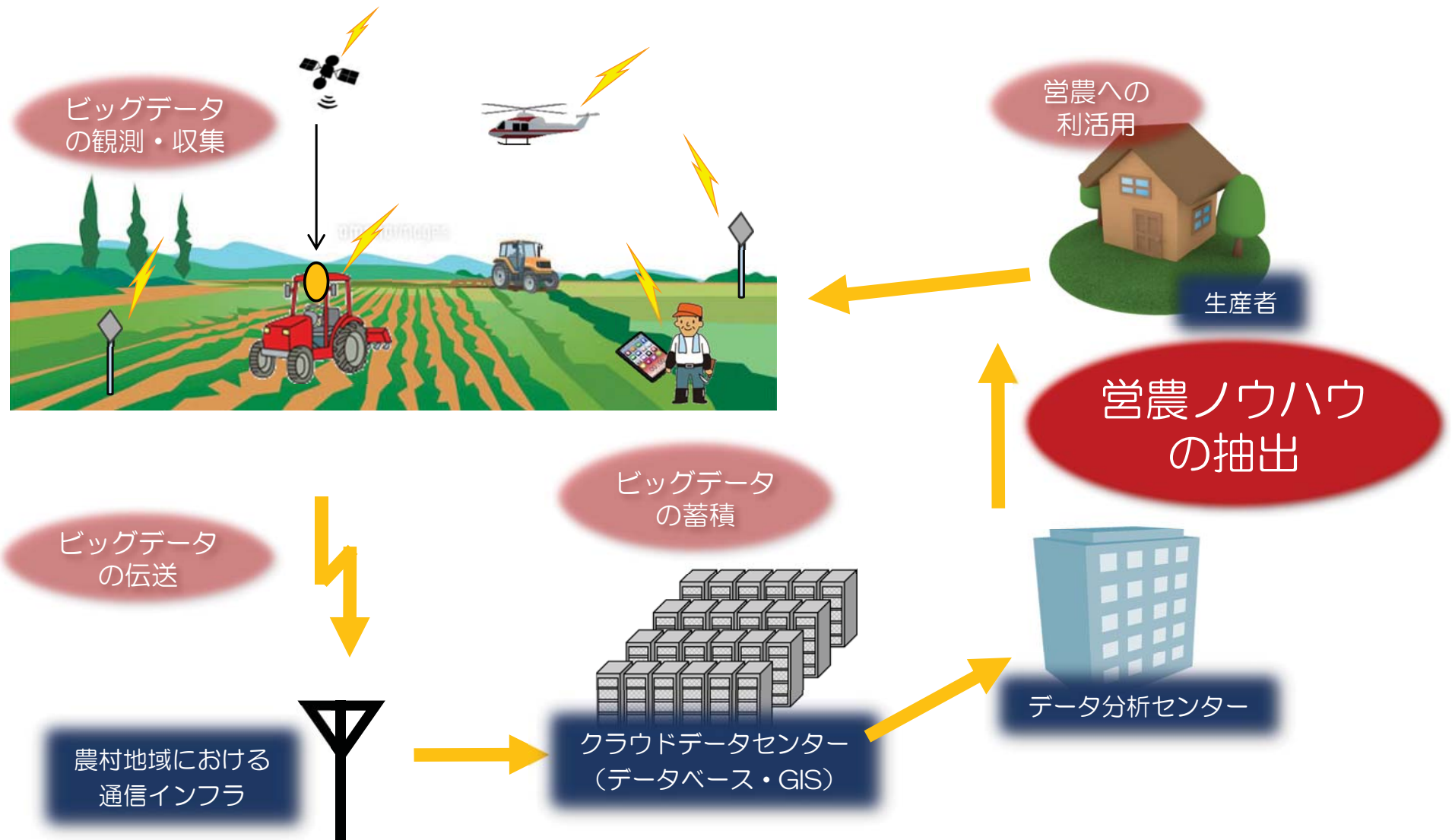
作業経路・時間
使用資材（農薬・肥料）
作業方法（速度・耕深）

農家集団で機械の空き状況を共有

遠隔データ収集システム (テレマティクス)

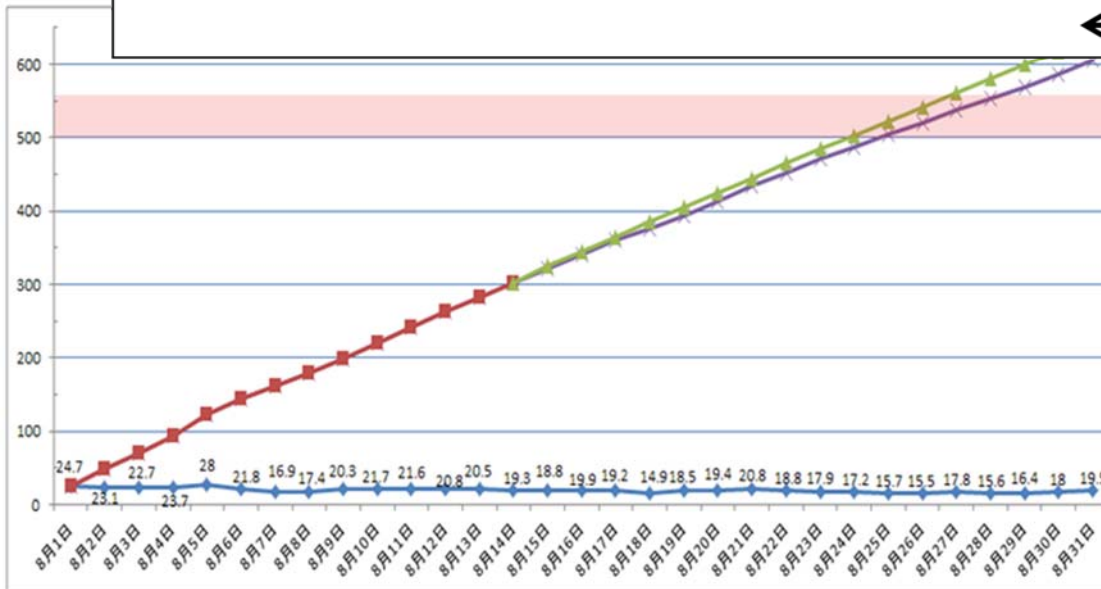
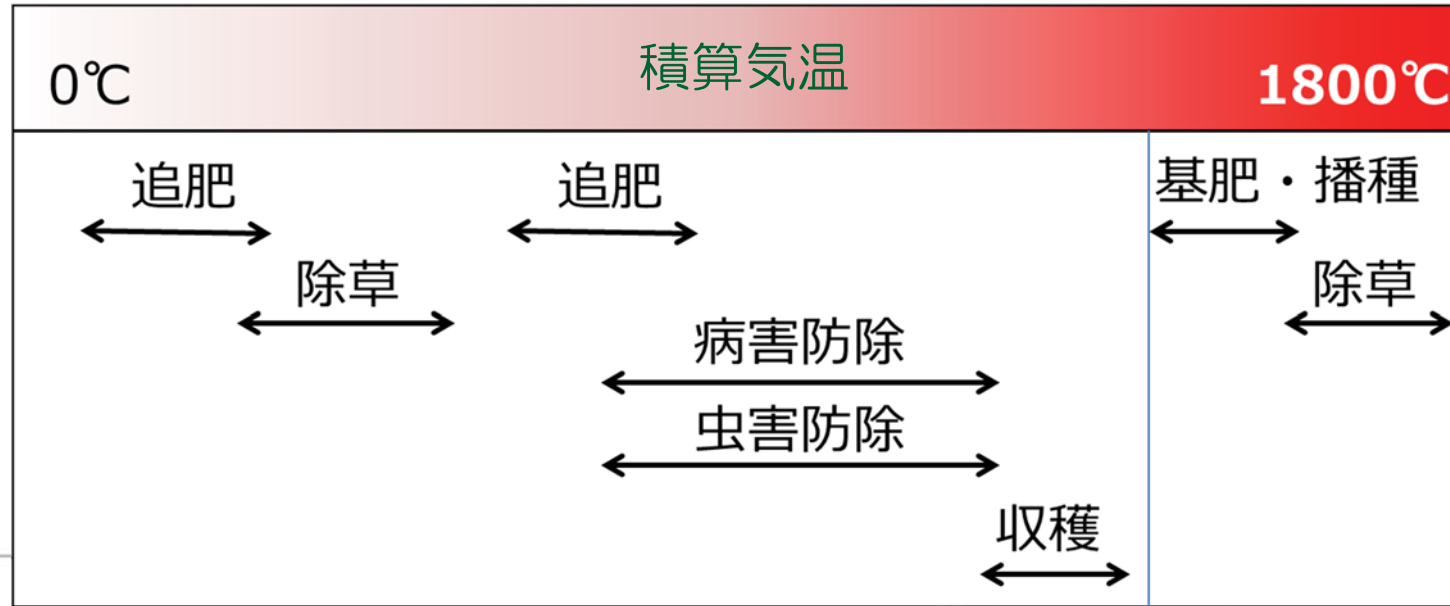


営農ノウハウの抽出



ノウハウ抽出例（秋まき小麦）

— 農作業適期情報 —

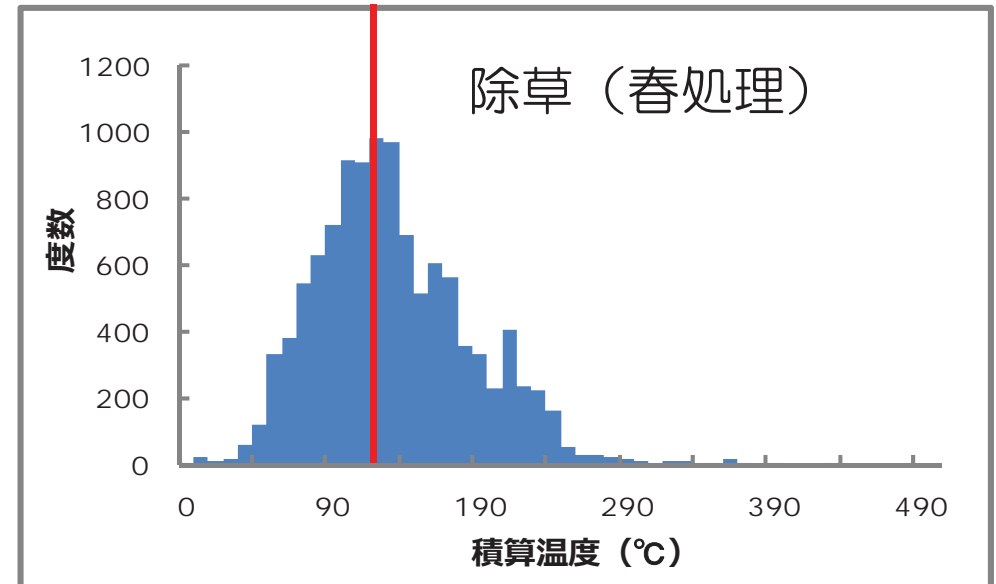
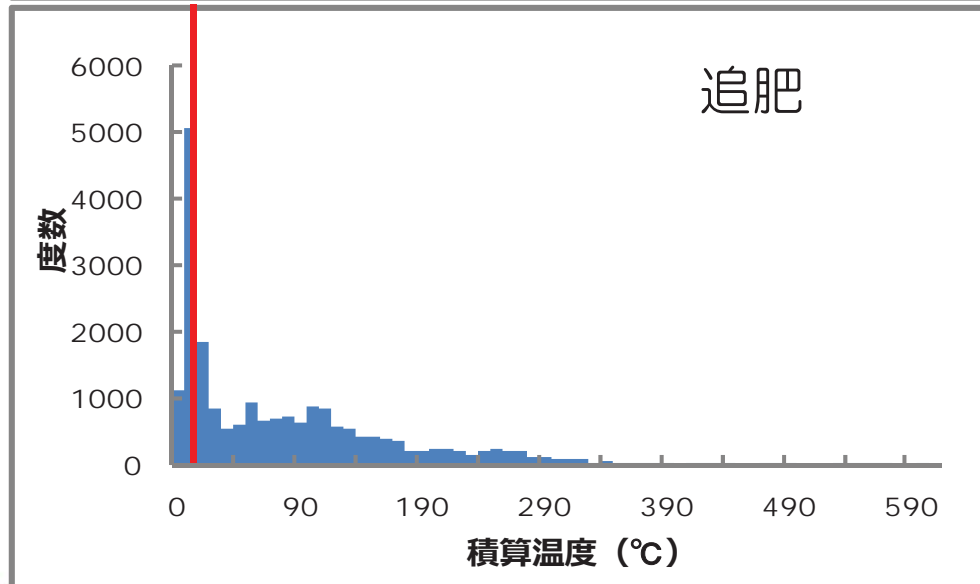
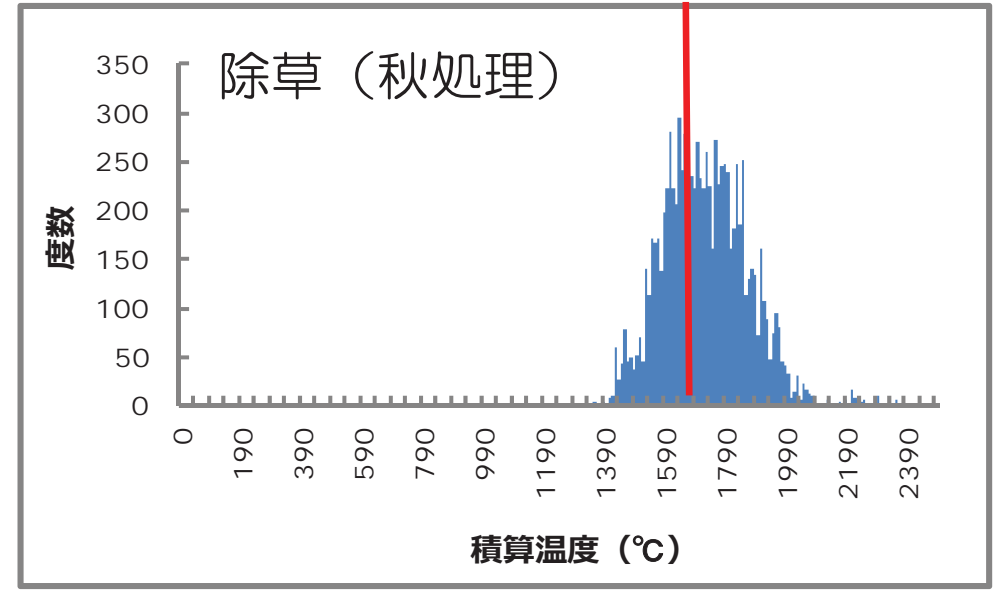
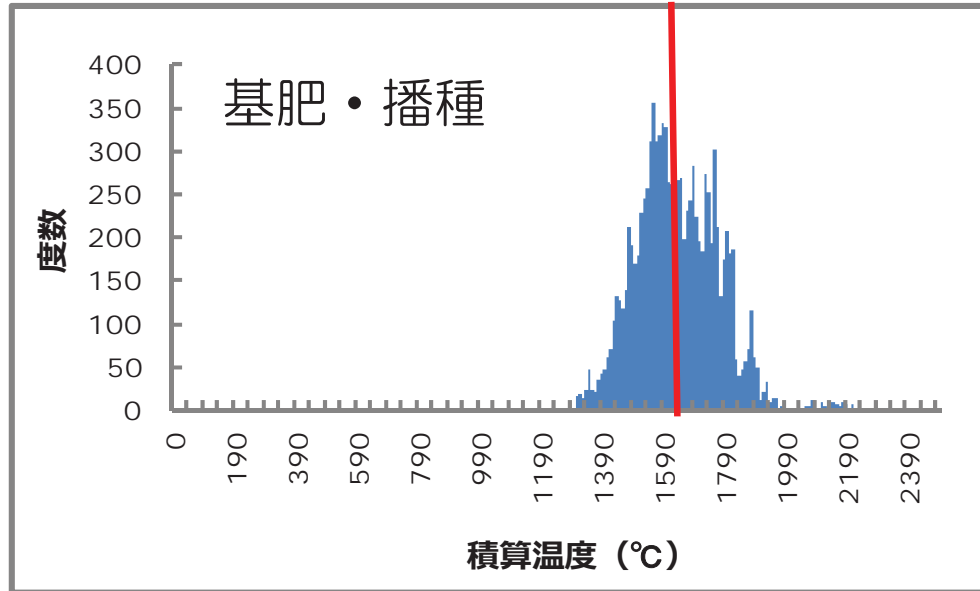


- 平均気温
- 積算気温(2015年)
- 積算気温(実測)
- 平均積算気温(過去18年間)

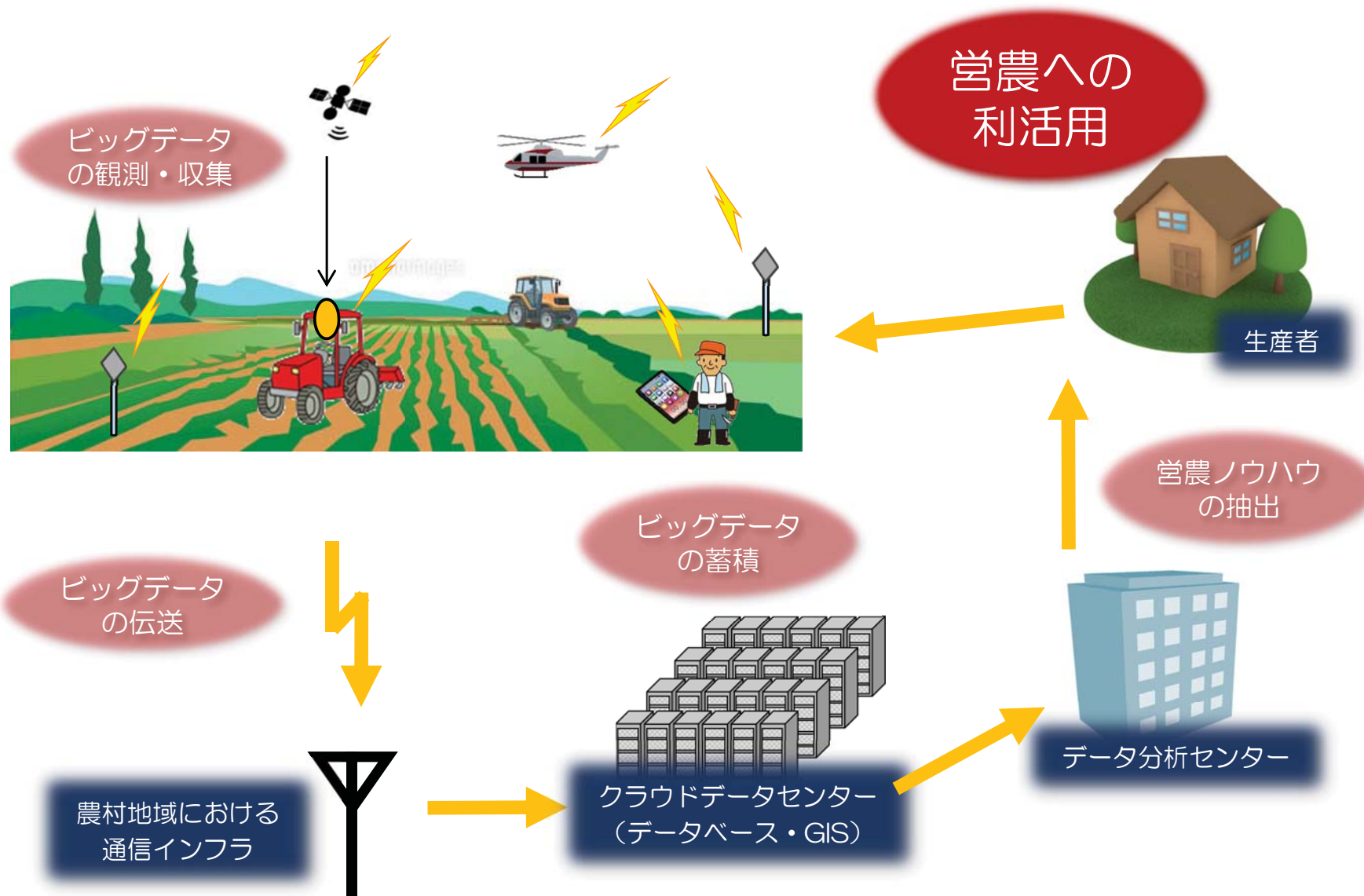


農作業適期決定の規範モデル

地域の圃場（約1000筆）の過去11年間の作業について温度分布特性を解析して、適期決定の規範モデルとした。



営農ノウハウの利活用



営農情報の利活用方法

— 作業適期情報の場合 —



生産者



データ分析センター



生産者

メッシュ気象時系列データ



2015 8 August

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
26 水	27 木	28 金	29 土	30 日	31 月	1 火
2 水	3 木	4 金	5 土	6 日	7 月	8 火
9 水	10 木	11 金	12 土	13 日	14 月	15 火
16 水	17 木	18 金	19 土	20 日	21 月	22 火
23 水	24 木	25 金	26 土	27 日	28 月	29 火
30 水	31 木	1 金	2 土	3 日	4 月	5 火

圃場単位の平均気温と予測値の積算、誤差修正機能を付加。



圃場指定
作物登録



生育状況の
モニタリング



作業適期は
〇月×日です

作業適期3日前に
通知メール

低コストな精密農業の実践方法

目標：米と小麦について可変施肥による品質の高位平準化

現在



トラクタや管理機にセンサを
搭載して可変施肥

農家が生育センサを所有

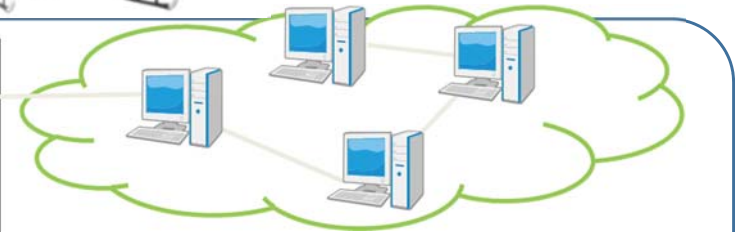
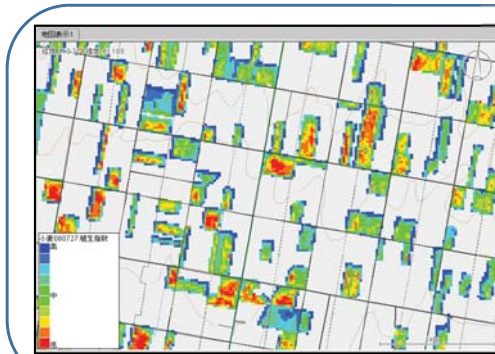


地域で空間情報を共有

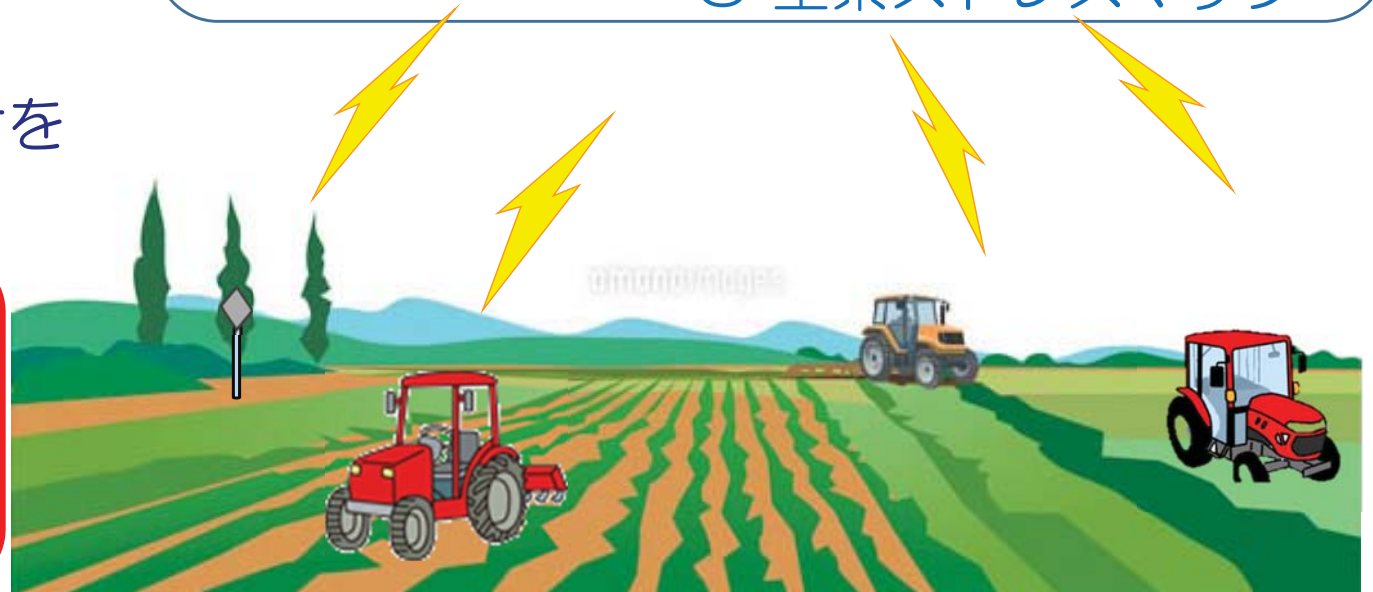


北海道大学

近未来：ドローン低層リモートセンシング



- 土壌腐食含量マップ
- 窒素ストレスマップ



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

トピック

- G空間情報を利用したICT農業
 - G空間情報の収集—伝送—解析
 - 営農支援システム
 - G空間情報の活用方法
- ビークルロボットの現状と展望
 - 農作業の自動化・無人化の社会実装に向けたタイムライン
 - ロボットの安全対策、運用方法、経済効果
- G空間情報の利活用に向けて



重点的に取り組むべき分野の候補

「ロボット革命実現会議」提出資料

- 労働力の確保を図るとともに飛躍的な生産性の向上を図るため、農林水産業・食品産業においてロボット開発・導入を加速化すべき分野を整理。
- これらの分野の課題を解決する革新的技術の開発・普及に向けた取組を重点的に推進。

1 GPS自動走行システム等を活用した作業の自動化

- トラクター等農業機械の夜間・複数台同時走行・自動走行、集材作業を行うフォワーダの自動走行等により、**作業能力の限界を打破**し、これまでにない大規模・低コスト生産を実現



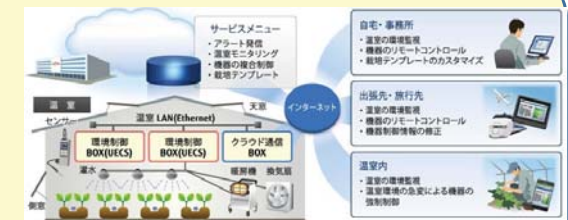
2 人手に頼っている重労働の機械化・自動化

- 収穫物の積み下ろしなどの重労働をアシストスーツで**軽労化**するほか、除草ロボット、畜舎洗浄ロボット、養殖網・船底洗浄ロボット、弁当盛付ロボット等により**きつい作業、危険な作業、繰り返し作業から解放**する。

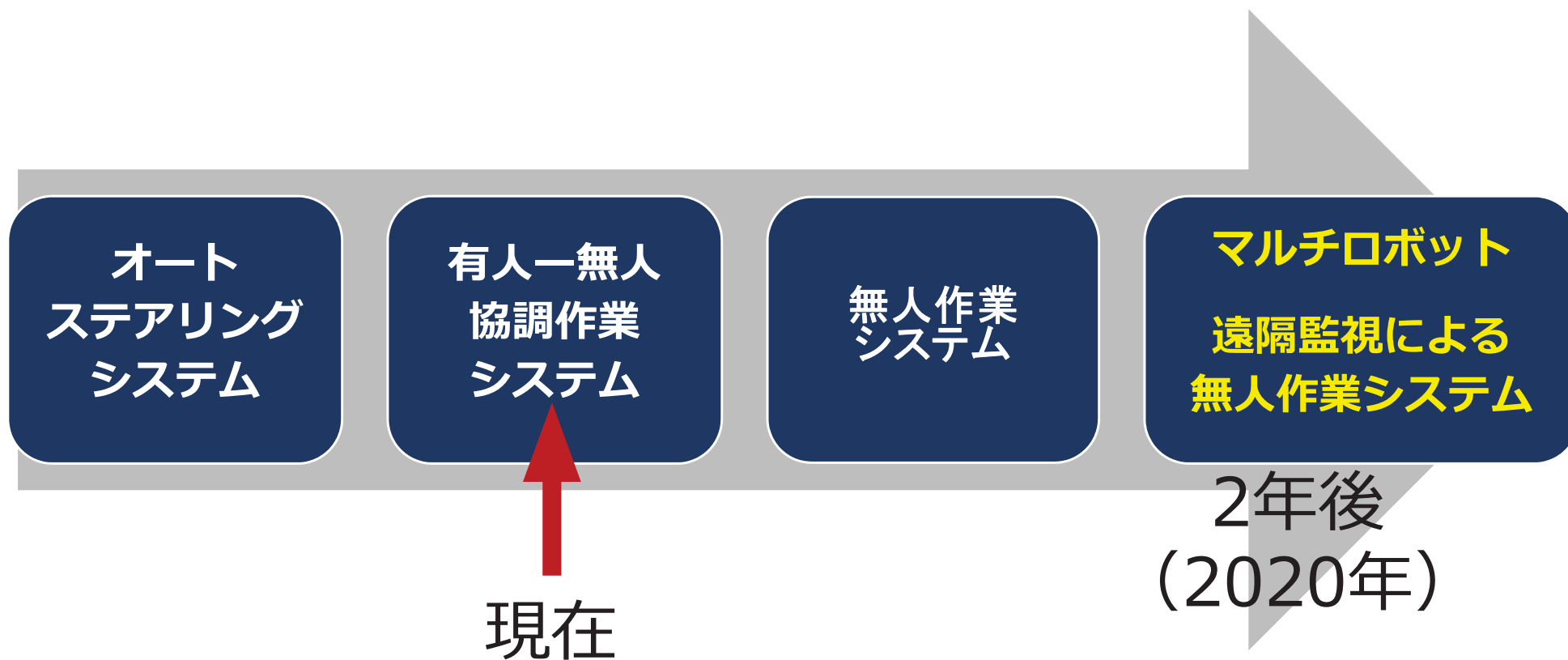


3 ロボットと高度なセンシング技術の連動による省力・高品質生産

- センシング技術や過去のデータに基づく決め細やかな栽培により(精密農業)、**作物のポテンシャルを最大限に引き出し**多収・高品質を実現。



ビークルオートメーション



有人—無人協調作業システム



農林水産省 委託プロジェクト研究『低コスト・省力化、軽労化技術等の開発』の成果



北海道大学



ロボットトラクタによる協調作業システム



日中の作業

夜間の作業



オペレータは作業監視役

(高齢者・女性・未経験者でも安全に高精度作業が可能)



北海道大学





無人 無人
有人
(監視)

- 3台のロボットトラクタは車車間通信により安全性を確保
- オペレータは作業監視や耕うん状態を確認することが任務



北海道大学



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

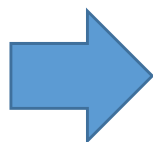
無人作業システム

作業スペース



完全無人作業、
複数機による作業も可、
ヒトが圃場そばで監視

オフ
ライン



GNSS

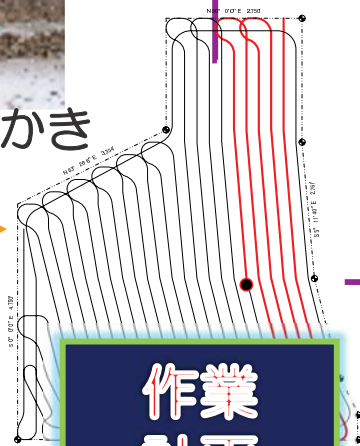


耕うん・代かき



中耕除草

GIS



作業 計画



防除



施肥播種



収穫

無線LAN



北海道大学



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

ロボット農業（完全無人）

テレコントロール・
データ伝送
作業状況と制御



画像伝送
ロボット周辺状況
作物生育状態



通信距離
5 km



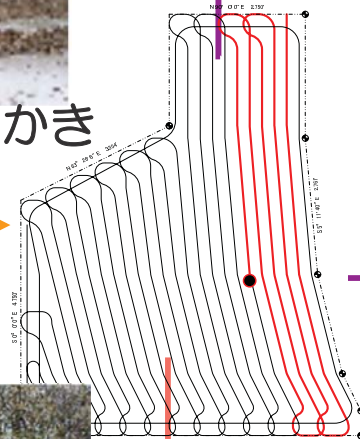
GNSS



耕うん・代かき



施肥播種



GIS



中耕除草



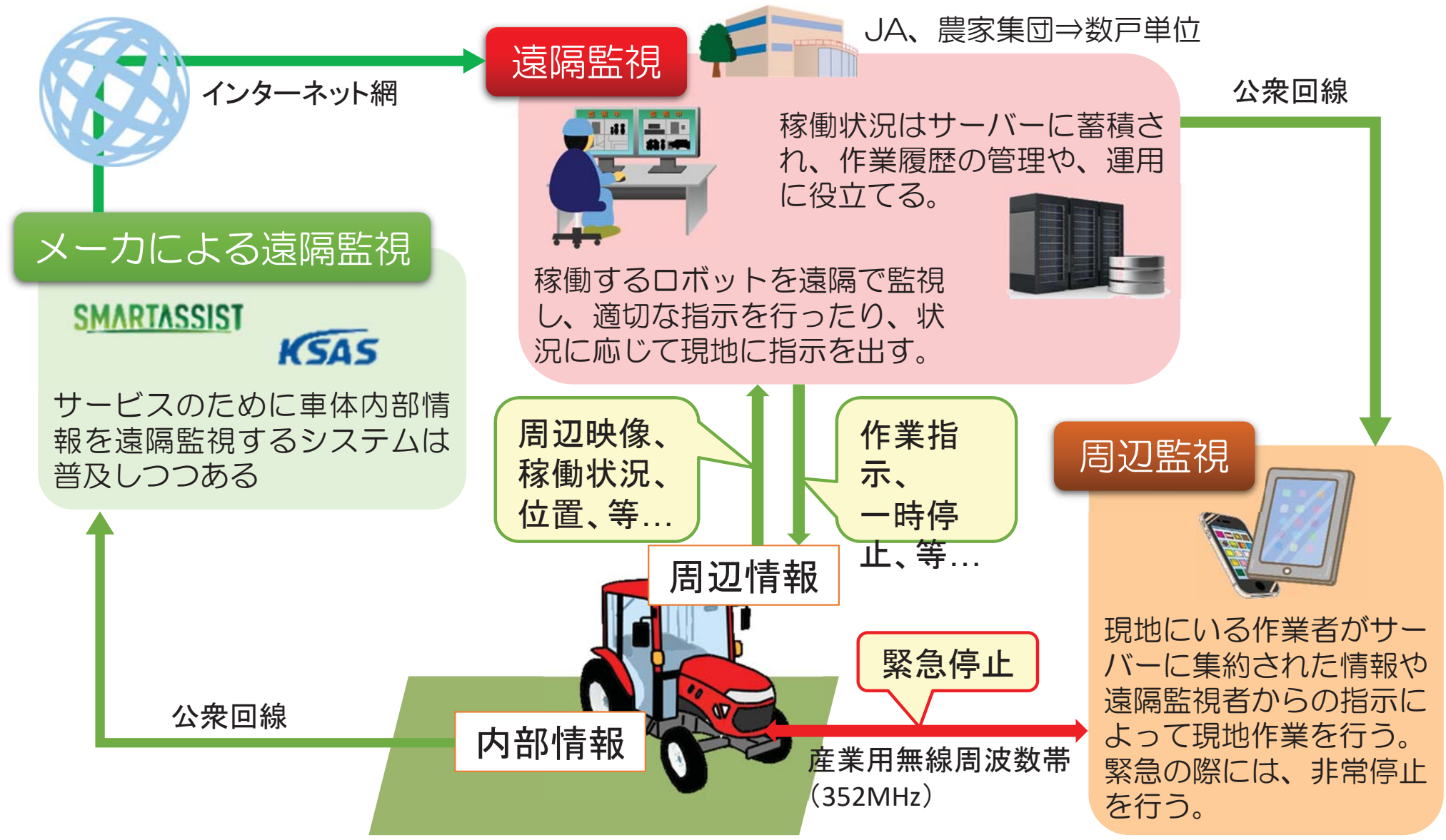
防除



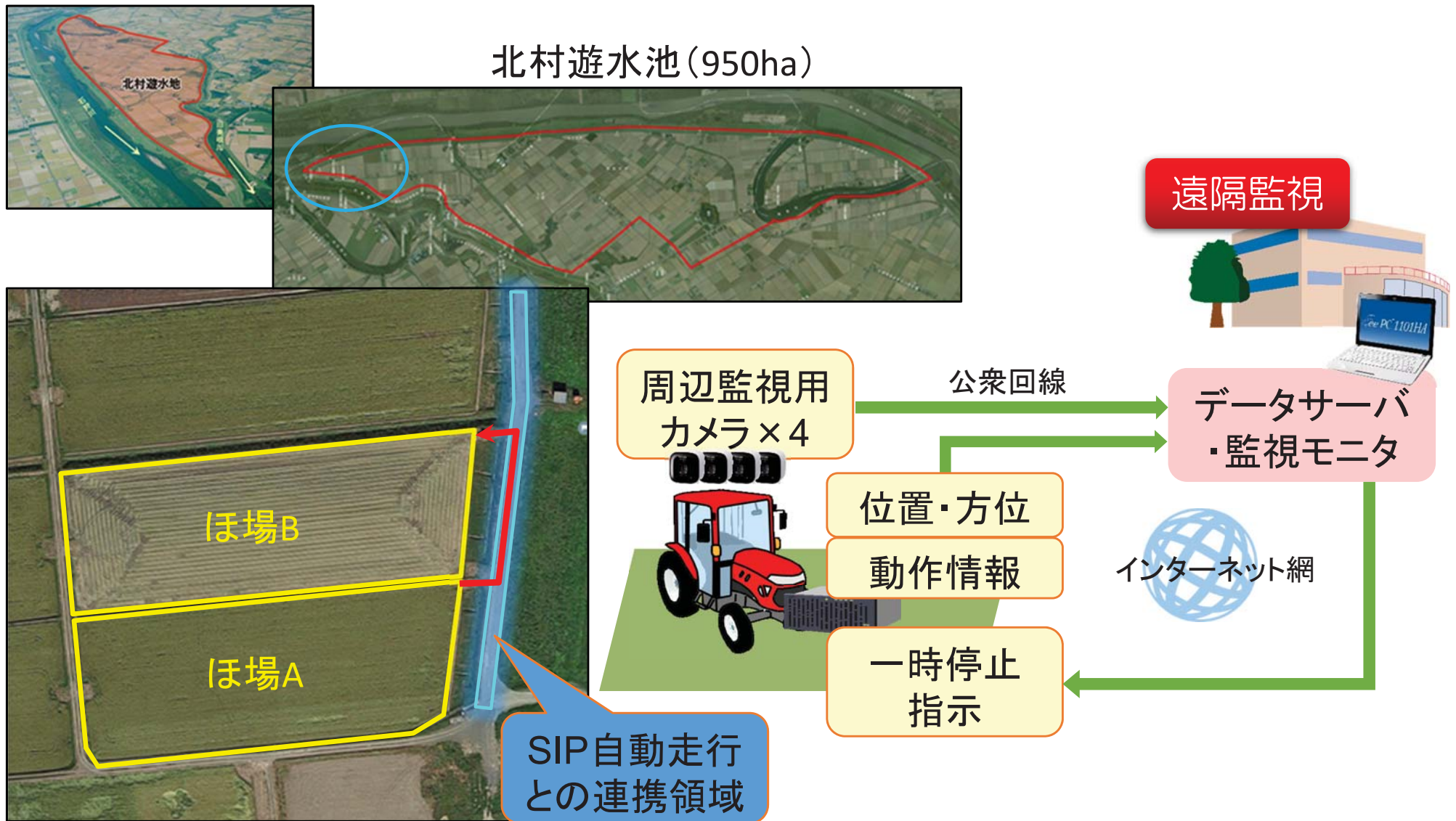
収穫

無線通信による遠隔監視
ロボットによる作業能率が格段に向上

遠隔監視システム概要



遠隔監視実証試験



農林水産省

ロボット農機に関する安全性確保ガイドライン（最終案）

本ガイドラインはロボット技術を組み込んで自律的に走行 又は作業を行う車両系の農業機械の安全性を確保することを目的として、リスクアセスメントの実施など安全性確保の基本的な考え方、関係者の役割等についての指針を示すものである。（抜粋）

最終案公開：2016年3月18日 策定：2017年3月末

対象技術：
・ 有人－無人協調システム
・ 無人作業システム

ポイント

- ・ 使用上の条件（使用者・使用環境）
- ・ リスクアセスメントと保護方策
- ・ 安全性確保のための関係者の取組
- ・ 事故等発生時の対応
- ・ 国等の施策



マルチロボットの運搬法

- 農機具庫～圃場まで2台のロボット自律移動
- ロボット2台による協調作業
- オペレータは安全確保のため搭乗



北海道大学



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

無人農機、20年までに実用化 政府が方針


2016/3/3 1:14 [有料会員限定]

保存 印刷 リプリント    共有

政府は2日、人が乗らなくてもトラクターなどの農機が自動で農地を耕す自動走行を2020年までに実用化する方針を固めた。自動走行に必要なシステム開発を支援するほか、公道も走れるように道路交通法などの法改正を検討する。農業の担い手の高齢化や農地の大規模化が求められていることを踏まえ、少ない人手で効率的に生産できる技術確立する。

安倍晋三首相が4日の「官民対話」で表明する。環太平洋経済連携協定(TPP)が合意に達し、日本の農業は生産性の向上が急務になっている。担い手の高齢化が進む中、限られた人手で大規模化を実現するには自動走行技術を取り入れるべきだとの声が強まっている。国内メーカーも関連の技術を開発している。



 画像の拡大

井関農機は自動運転するロボットトラクターを公開した。後方からは人が運転するトラクターが追いかける

1st

まず16年度中に農水省が農機の自動走行に関する指針をまとめ、18年までに企業が自動走行システムを搭載した農機を製品化できるようにする。自動走行中に人が農地に立ち入らないことなどの安全基準を明確にして、トラブルを未然に防ぐ。

2nd

18年の段階では、例えば3台のトラクターのうち1台には人が乗って、事故が起きないように作業を見守る。1人の作業で3台分の仕事ができれば、作業効率は上がる。

3rd

20年には農地に人がいなくても離れた管制室などから遠隔操作できるようにする。事前に農地の形状などを入力すれば、畑や水田に沿って土を耕したり、種をまいたりすることができるという。

道路交通法などの法改正も検討する。現在は無人のトラクターが農地と農地をつなぐ公道を走るのは道路交通法違反になる。農作業は例外と位置付けるなどの措置を念頭に置いている。



北海道大学



VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

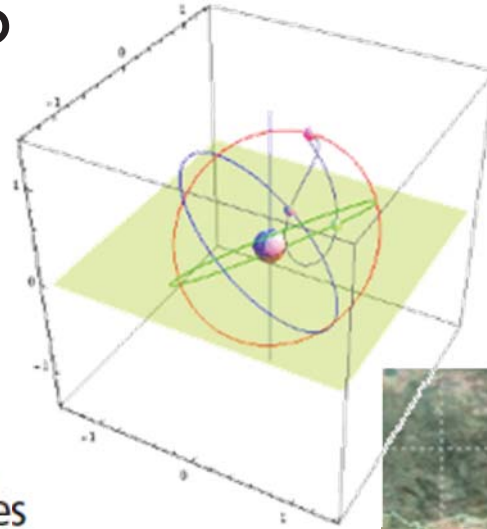
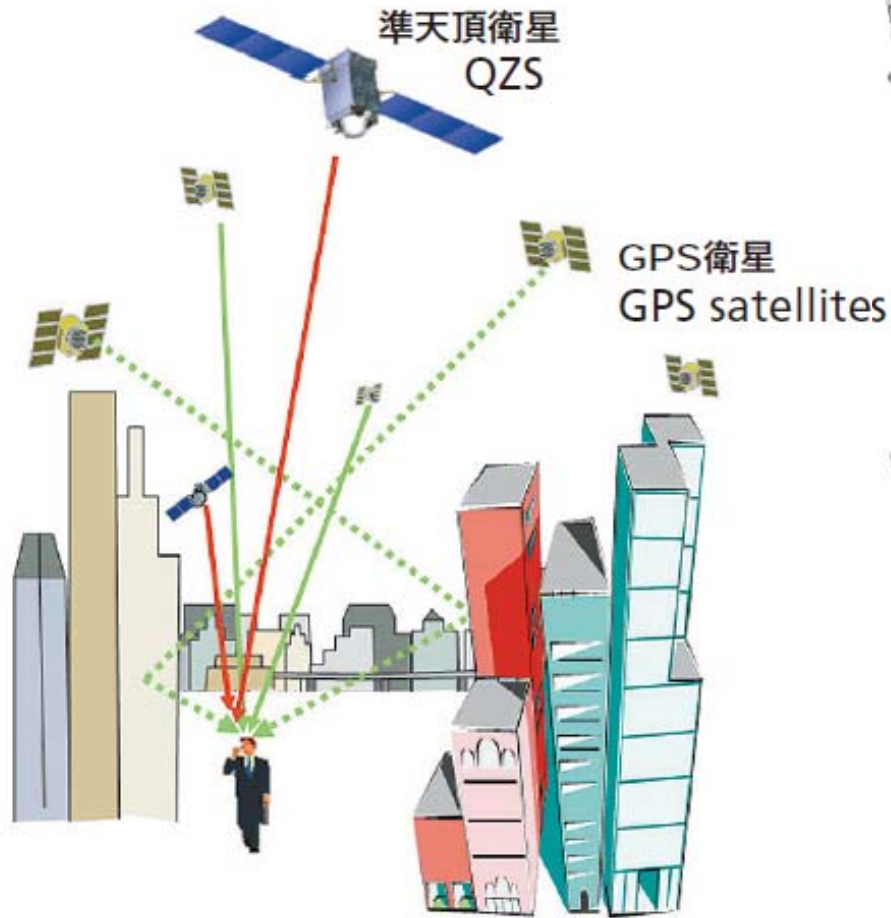
トピック

- ビークルロボットの現状と展望
 - 農作業の自動化・無人化の社会実装に向けたタイムライン
 - ロボットの安全対策、運用方法、経済効果
- G空間情報を利用したICT農業
 - G空間情報の収集—伝送—解析
 - 営農支援システム
 - G空間情報の活用方法
- G空間情報の利活用に向けて



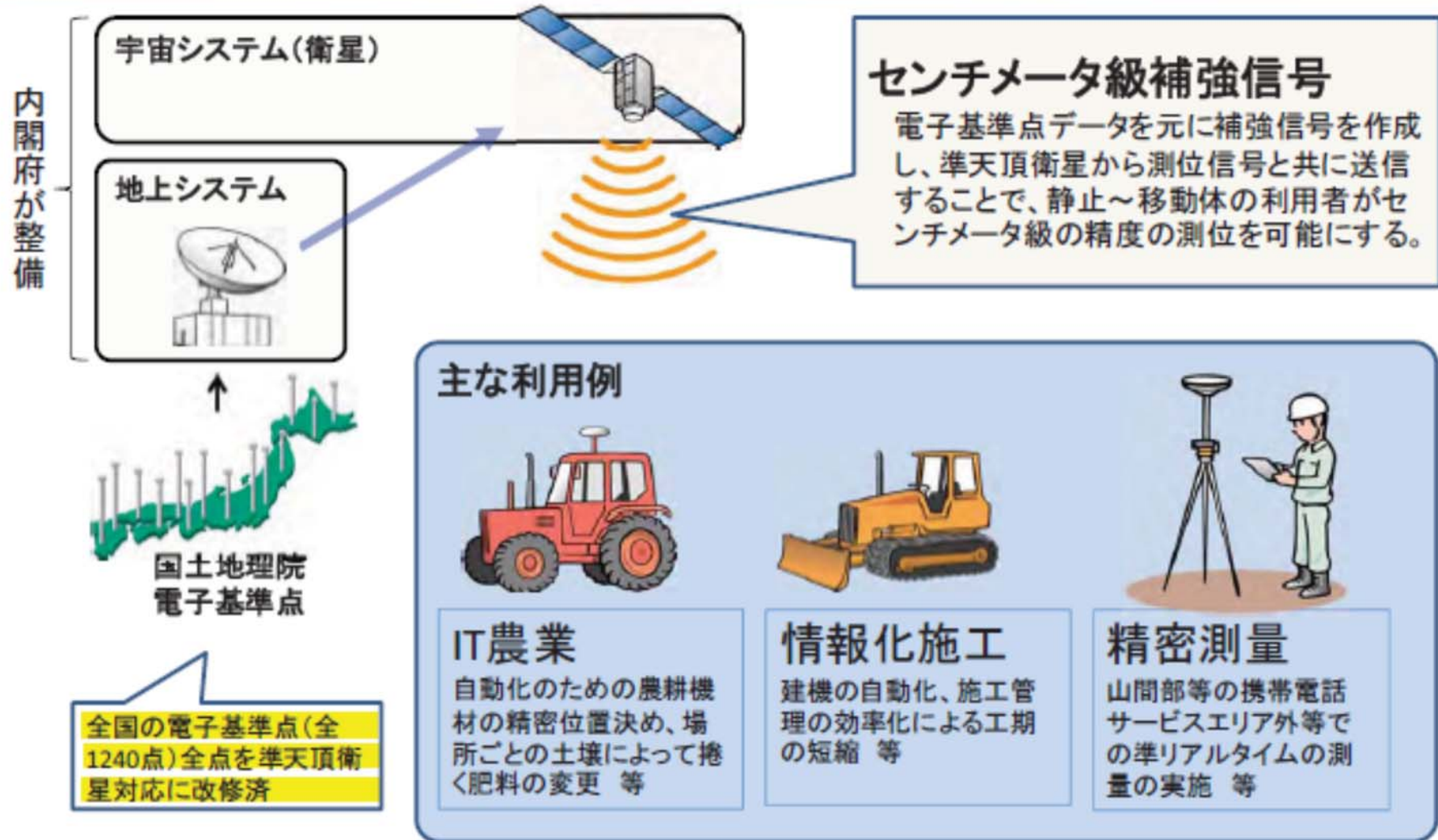
準天頂衛星「みちびき」の利用

2010年9月にJAXAが打ち上げた日本初の測位衛星



準天頂衛星システムの利用

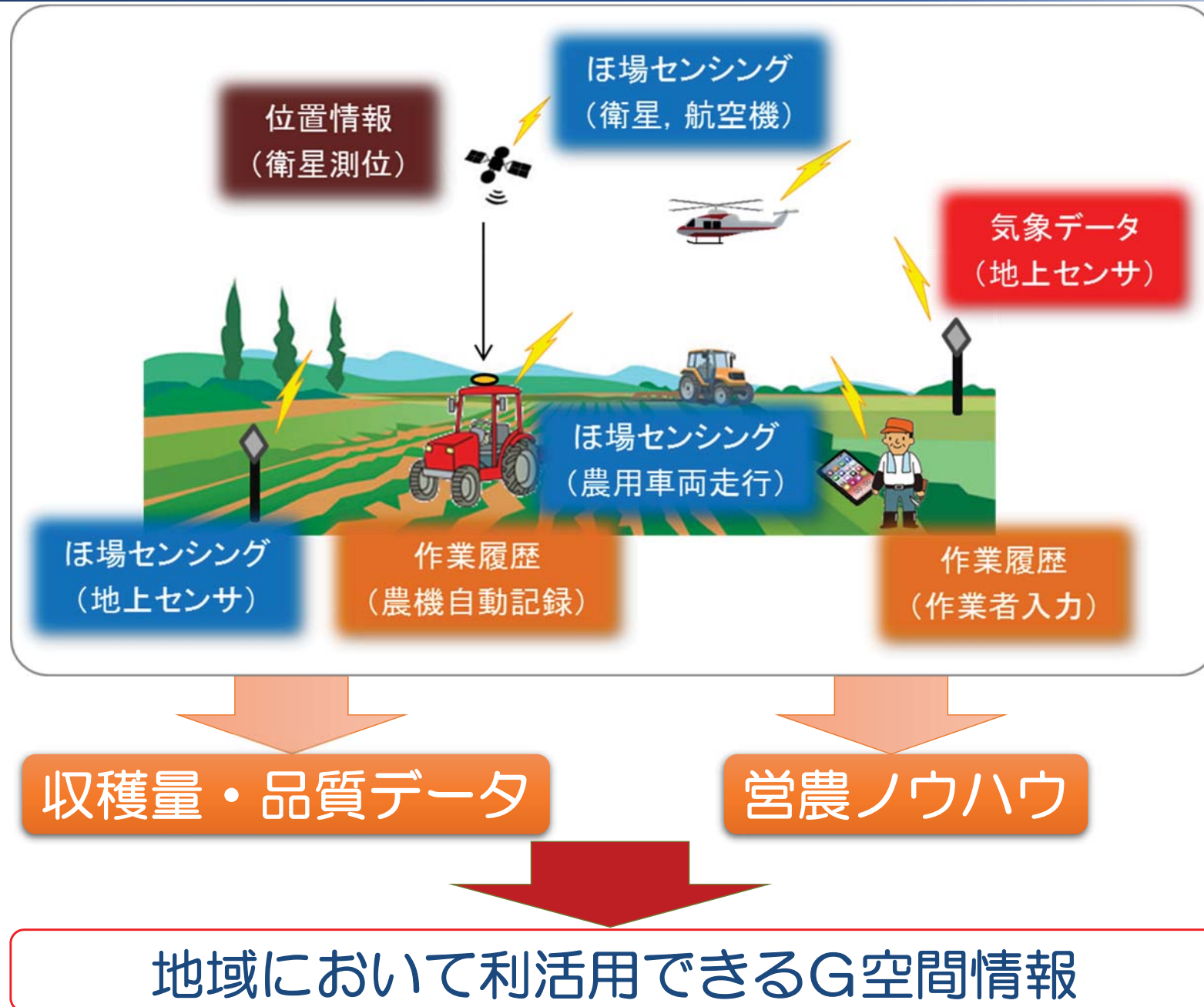
センチメートル級補強(民生利用の例)



(西本淳哉：我が国宇宙政策の現状と課題、宇宙政策セミナー第4回(東京)，2013年10月10日)



次世代農業は「地域」で育てる

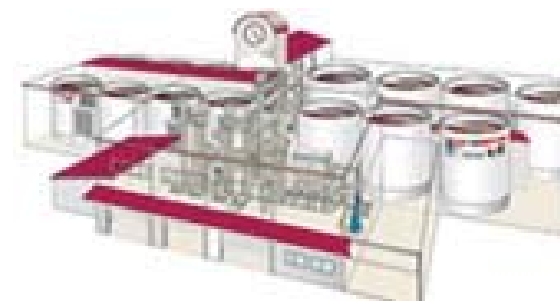


6次産業化

川上から川下まで一気通貫で情報化



生産者



乾燥・貯蔵

農業総産出額： 約8兆円
食品産業生産額：約82兆円



国内消費

海外輸出

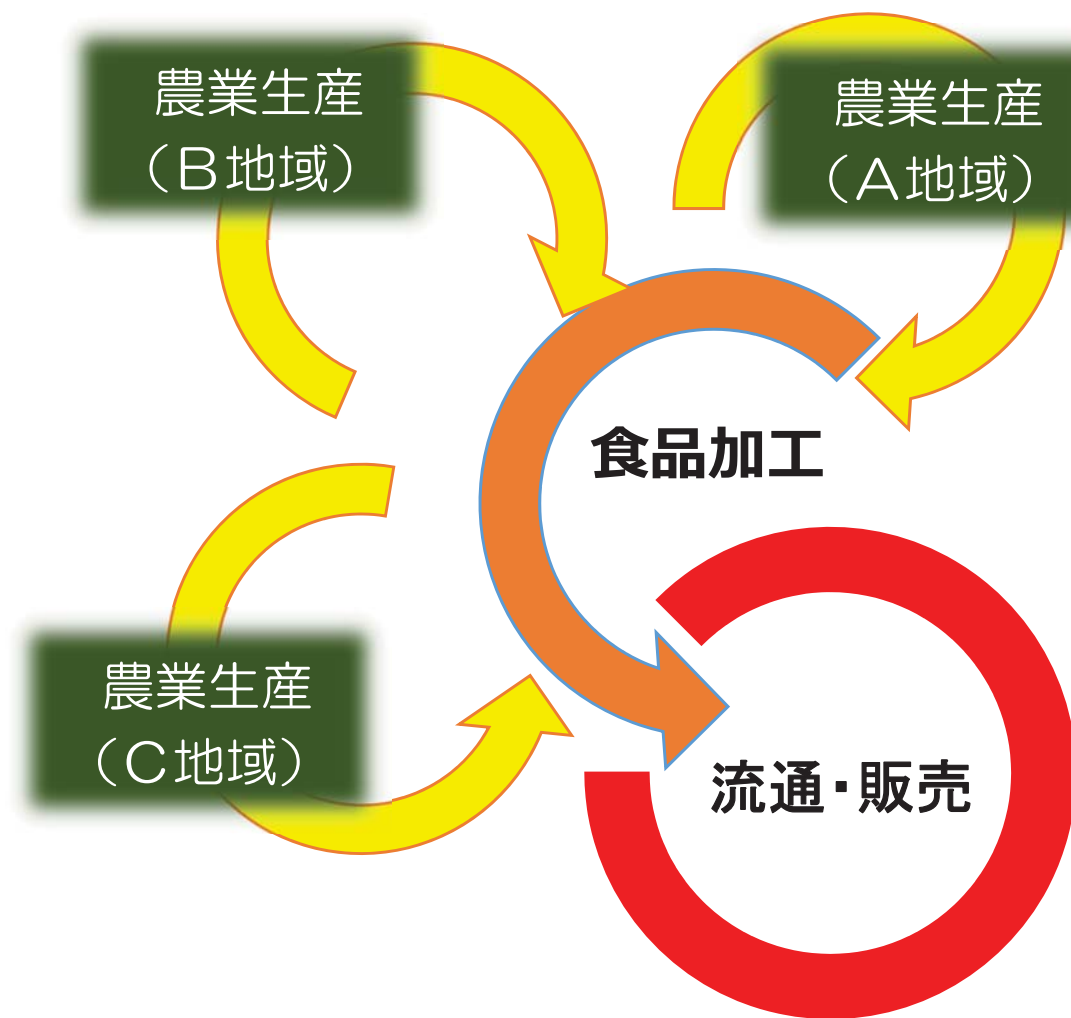


北海道大学



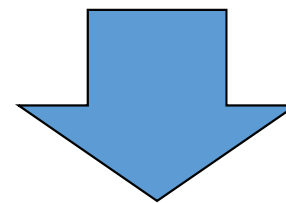
ICTの強み

例) 複数の地域から様々な農畜産物を
調達・加工して地域特産食品を製造・販売



「定時」「定量」「定質」の生産管理にICTは必須

- 地域をつなぐ
- モノをつなぐ
- ヒトをつなぐ



地域間連携
農商工連携
人材育成



北海道大学



ICT×ロボット農業の地域創世への貢献

- 農業振興
 - ✓ 労働力不足緩和・生産コスト低減
 - ✓ 高品質化/収穫量アップ
 - ✓ 安定生産・安定出荷
 - ✓ 新規就農の早期育成
 - ✓ 農業の魅力アップ
- 食農産業の振興
 - ✓ 地域の農業者・事業者連携や地域間連携を促進
 - ✓ マーケット・イン重視の生産・供給体制構築
- 農業ICT・ロボット産業の創生



ご清聴ありがとうございました。



北海道大学

