

スマートアグリ戦略セミナー・プログラム
～北海道のスマートアグリ推進戦略の現状と展望～

2016.7.27

北海道における 地域ICT農業の取組みについて

北海道大学大学院農学研究院

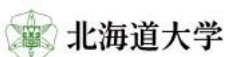
石井 一暢

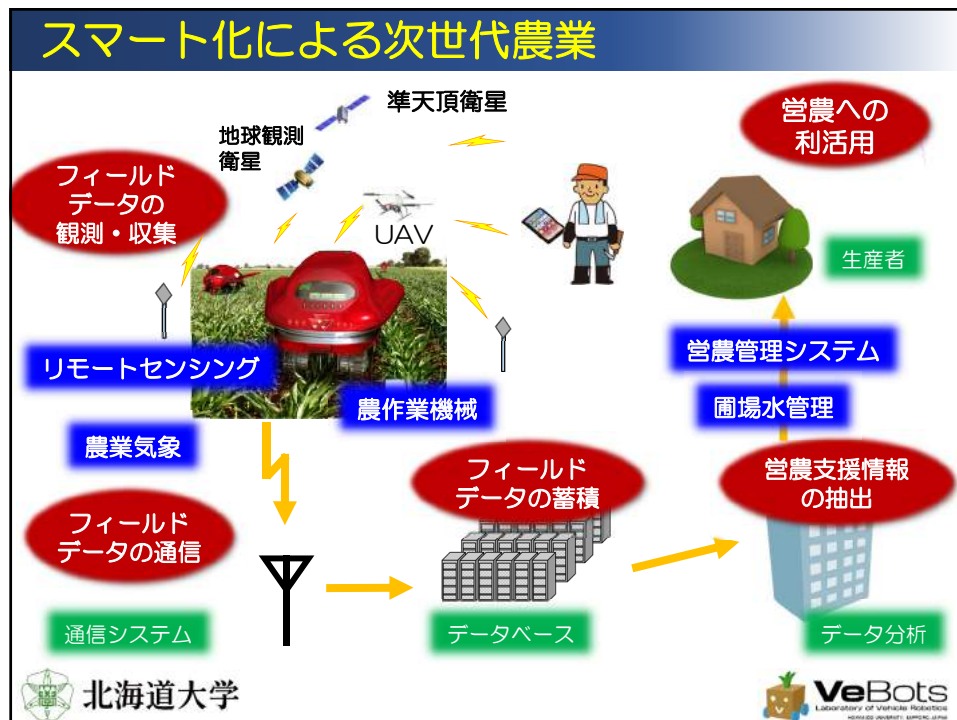


日本農業の課題

- 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





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
- 地域創世への貢献



北海道大学



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
- 地域創世への貢献



北海道大学



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



GPS自動走行トラクター 自動走行フォワーダ

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。



アシストスーツ 除草ロボット 弁当盛付ロボット
畜舎洗浄ロボット 養殖網・船底洗浄ロボット

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

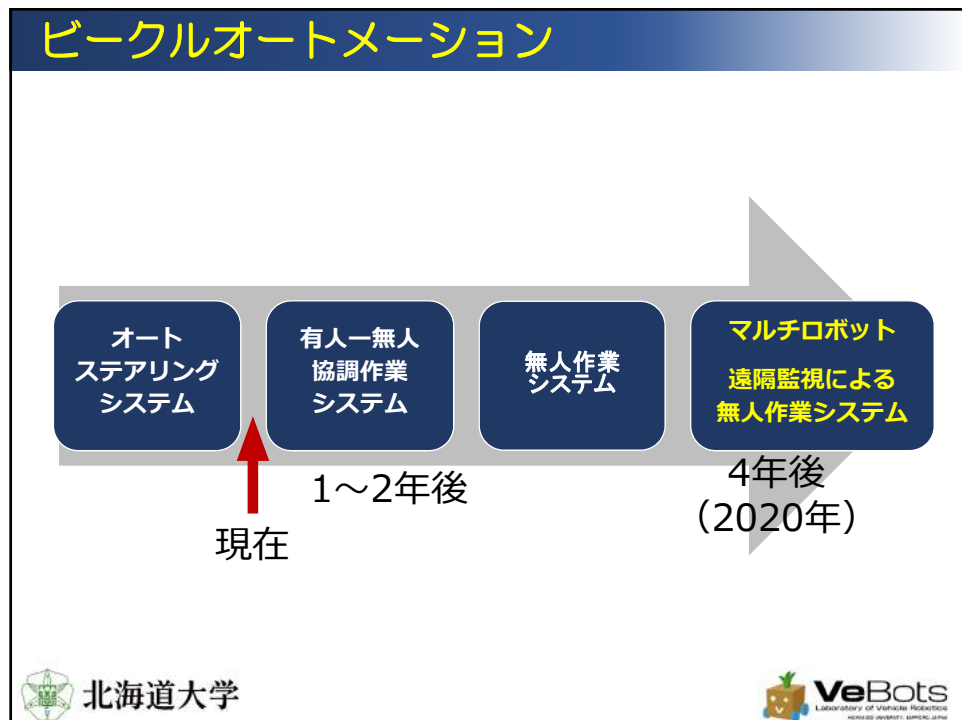
○ センシング技術や過去のデータに基づく決め細やかな栽培により(精密農業)、**作物のポテンシャルを最大限に引き出し**多収・高品質を実現。



生体自動判別ロボット 施設園芸の高度環境制御システム


北海道大学


VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN



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



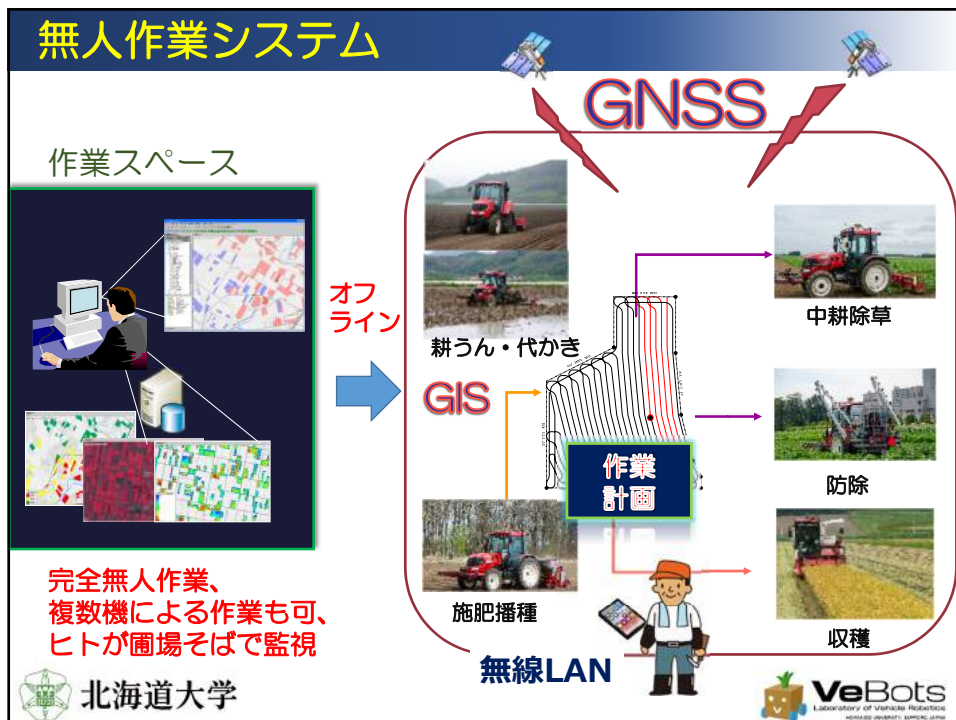
オペレータは作業監視役

(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







安全対策

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



トラック利用

自転車利用
(農研機構中央農業研究センター)



北海道大学



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



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 リンク 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年までに実用化の方針を固めた。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を目指す。

安倍首相が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声が高まっている。国内メーカーも関連の技術を開発している。

1st まず18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ふ。

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

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。後方から人が運転するトラクターが追いつける

VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

Bloomberg Markets Tech Pursuits Politics Opinion Businessweek

Japan's Next Generation of Farmers Could Be Robots

April 23, 2016 — 9:00 AM JST Updated on April 23, 2016 — 4:29 PM JST

Group of Seven agriculture minister meeting begins Saturday
Aging farmers, food demand, climate change are top challenges

As the average age of farmers globally creeps higher and retirement looms, Japan has a solution: robots and driver-less tractors.

The Group-of-Seven agriculture ministers meet in Japan's northern prefecture of Niigata this weekend for the first time in seven years to discuss how to meet increasing food demand as aging farmers retire without successors. With the average age of Japanese farmers now 67, Agriculture Minister Hiroshi Moriyama will outline his idea of replacing retiring growers with Japanese-developed autonomous tractors and backpack-carried robots.

U.S. Agriculture Secretary Tom Vilsack has warned that left unchecked, aging farmers

QUICKTAKES
Artificial Intelligence

Bloomberg(2016.4.23)
G7新潟農業大臣会合
(4月23、24日)
“次世代の日本農家はロボットかもしれない”

VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

名目GDP600兆円に向けた成長戦略（「日本再興戦略2016」の概要）

1-1：新たな有望成長市場の創出

② 世界最先端の健康立国へ
【市場規模：16兆円(2011)⇒26兆円(2020)】
 - 健康・予防に向けた保険外サービス活用促進（4兆円の市場創出）
 - ロボットやセンサーを活用した介護の負担軽減（介護報酬や人員配置・施設基準の見直し等を含め制度上の対応を検討）
 - ビッグデータ等の活用による診療支援・革新的創薬（治療や検査のデータを広く収集し安全に管理・匿名化する新たな基盤を実現）
 - IoT等の活用による個別化健康サービス（レセプト・健診・健康データを集約・分析・活用）
 - 日本式医療の国際展開や国際保健への貢献を通じてグローバル市場を獲得 等

③ 環境エネルギー制約の克服と投資拡大
【エネルギー関連投資：18兆円(2014年度)⇒28兆円(2030年度)】
 - 省エネ(産業トップランナー制度を3年で全産業の7割に拡大、中小企業の支援) 再エネ(FIT法改正による国民負担抑制と最大導入の両立)
 - 資源安全保障の強化
 - 節電量取引市場（ネガワット取引市場）の創設（2017年）、燃料電池自動車の本格的普及など水素社会の実現
 (2030年に関連投資1兆円) 等

④ スポーツの成長産業化
【市場規模：5.5兆円(2015)⇒15兆円(2025)】
 - スポーツ施設の魅力・収益性の向上、スポーツとIT・健康・観光・ファッション等との融合・拡大 等

⑤ 既存住宅流通・リフォーム市場の活性化
【市場規模：11兆円(2013)⇒20兆円(2025)】
 - 資産価値を評価する流通・金融等の仕組み構築 等

1-2：ローカルアベミクスの深化

⑥ サービス産業の生産性向上
【付加価値：343兆円(2014)⇒410兆円(2020)】
 - 生産性伸び率を2%へ倍増。
 - チャレンジプログラム7分野(宿泊、運送(トラック)、外食・中食、医療、介護、保育、卸・小売)の生産性向上のための法的枠組、固定資産税軽減、地域金融支援 等

⑦ 中堅・中小企業・小規模事業者の革新
 - ローカルベンチマークを活用した、担保・個人保証に頼らない成長資金供給促進、中堅・中小・小規模事業者のIT活用促進 等

⑧ 攻めの農林水産業の展開と輸出促進
【6次産業市場：5.1兆円(2014年度)⇒10兆円(2020年度)】
 - 農地集約、生産資材のコスト低減、農産品の流通構造改善
 - スマート農業（2020年遠隔監視・無人自動走行）、産業界と農業界の連携体制構築 等

⑨ 観光立国の実現
【外国人旅行消費額：3.5兆円(2015)⇒8兆円(2020)、15兆円(2030)】
 ※なお、訪日外国人と日本人の旅行消費額の合計は、約25兆円(2015)⇒29兆円(2020)、37兆円(2030)
 - 地域観光経営の推進、観光経営人材の育成、広域観光周遊ルートの世界水準への改善、国立公園のブランド化、文化財の活用促進、休暇改革 等

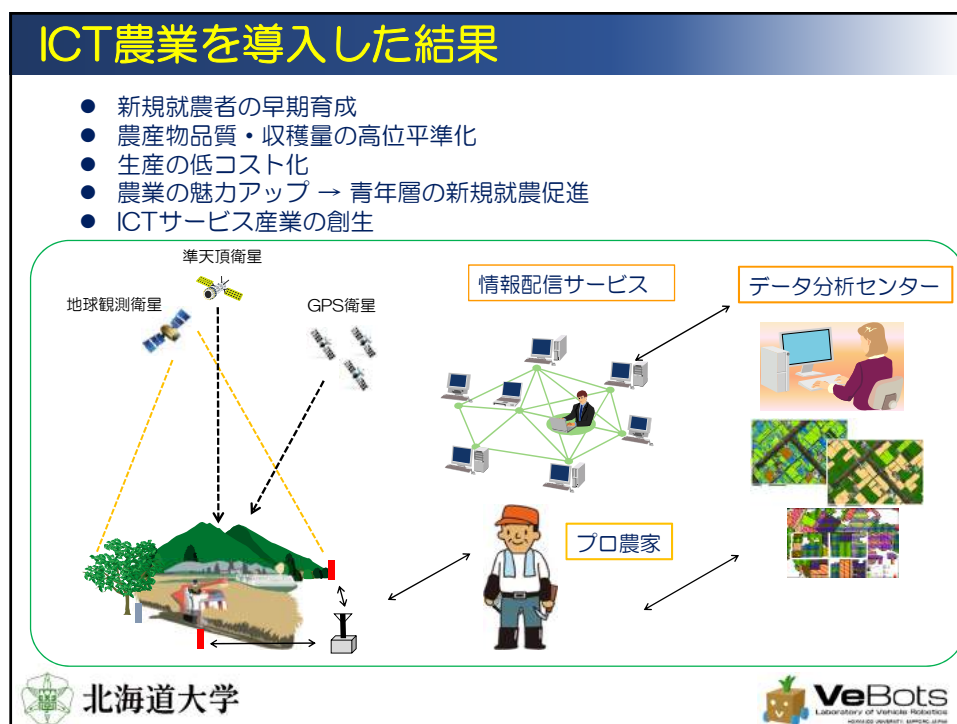
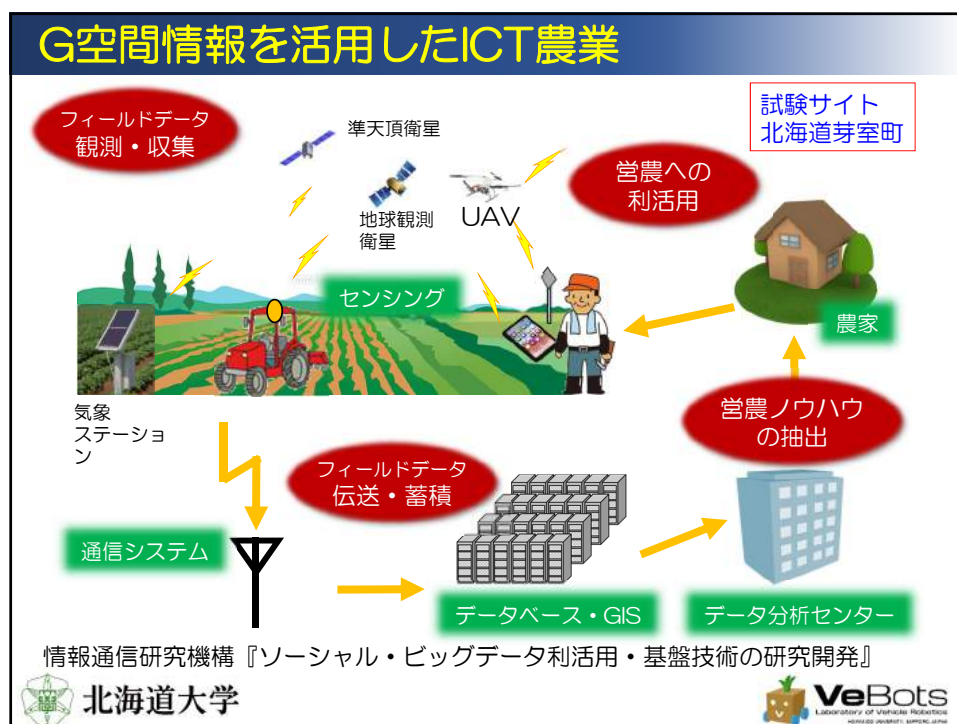
北海道大学

1-3：国内消費マインドの喚起
 官民連携による消費マインド喚起策等

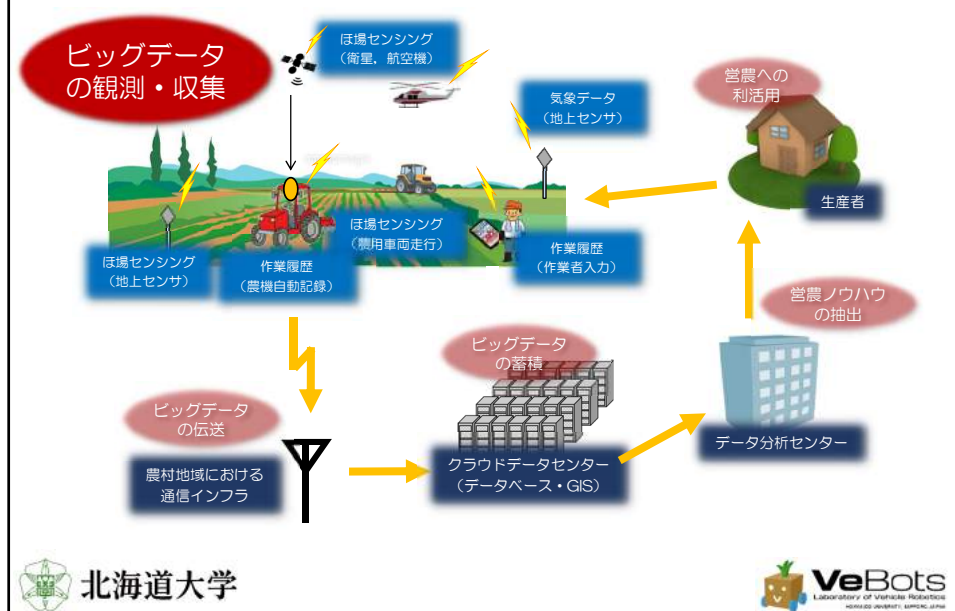
VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
 www.vebots.jp

トピック

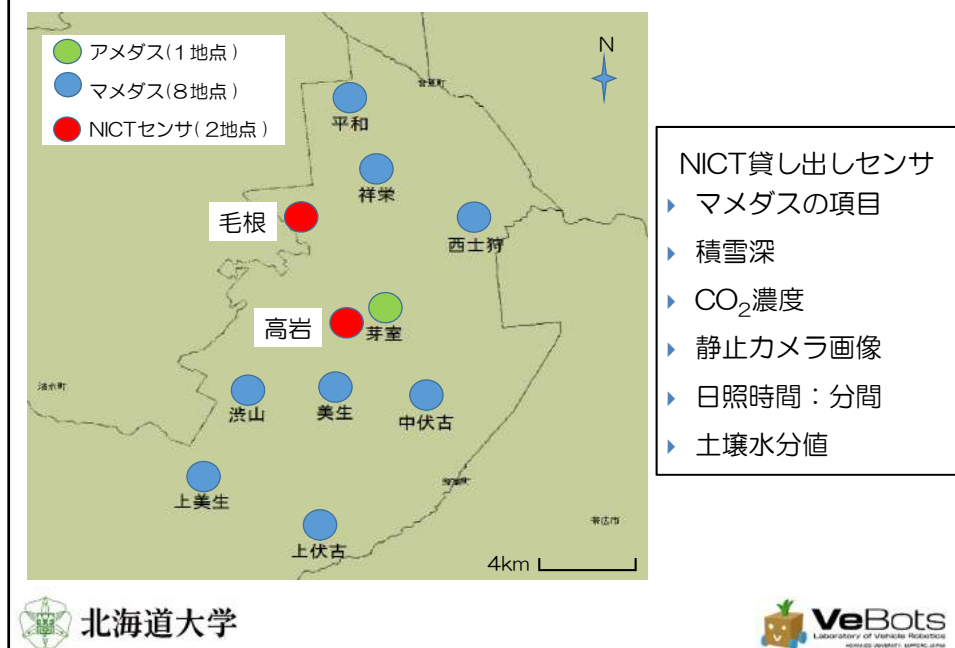
- ・ ビークルロボットの現状と展望
 - ・ 農作業の自動化・無人化の社会実装に向けたタイムライン
 - ・ ロボットの安全対策、運用方法、経済効果
- ・ G空間情報を利用したICT農業
 - ・ G空間情報の収集—伝送—解析
 - ・ 営農支援システム
 - ・ G空間情報の活用方法
- ・ 地域創世への貢献



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



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

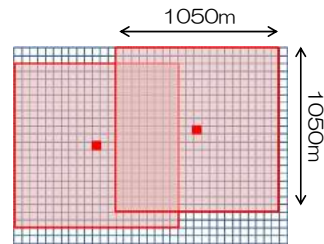
気象タイプ毎の標準値の計算

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

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



● 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）

準リアルタイムデータの計算（日平均気温）

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

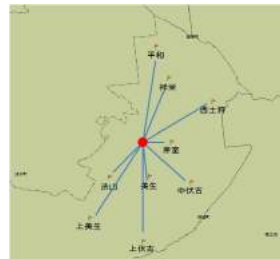
R_d : 求める地点の日平均気温 (°C)

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）



北海道大学



ドローンによる低層リモートセンシング



北海道大学

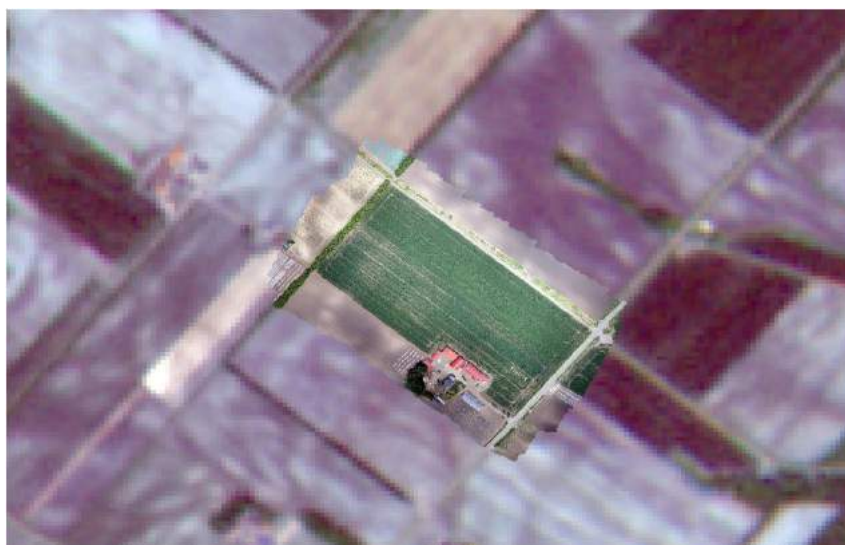


小麦圃場の時系列モザイク画像



タイムリーで時差が少ないリモートセンシング

衛星と低層のリモートセンシングの融合

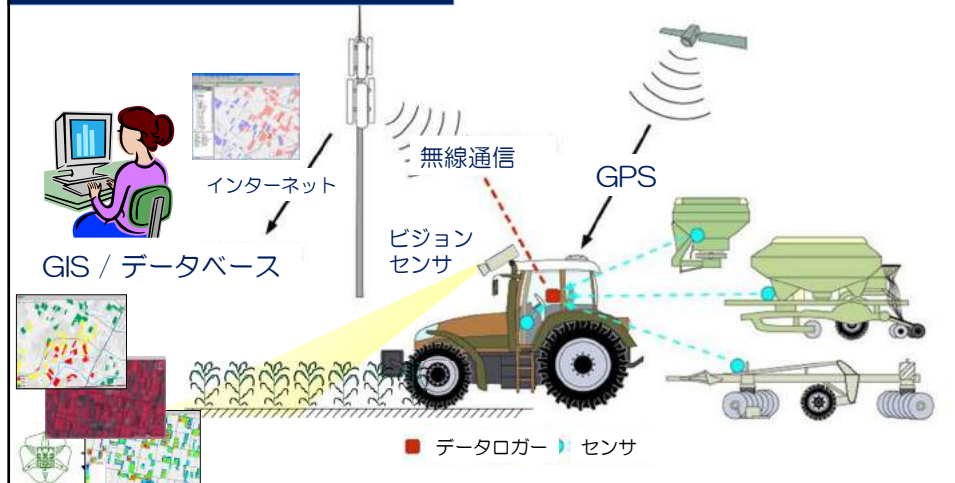


農業機械の使用状況の自動収集

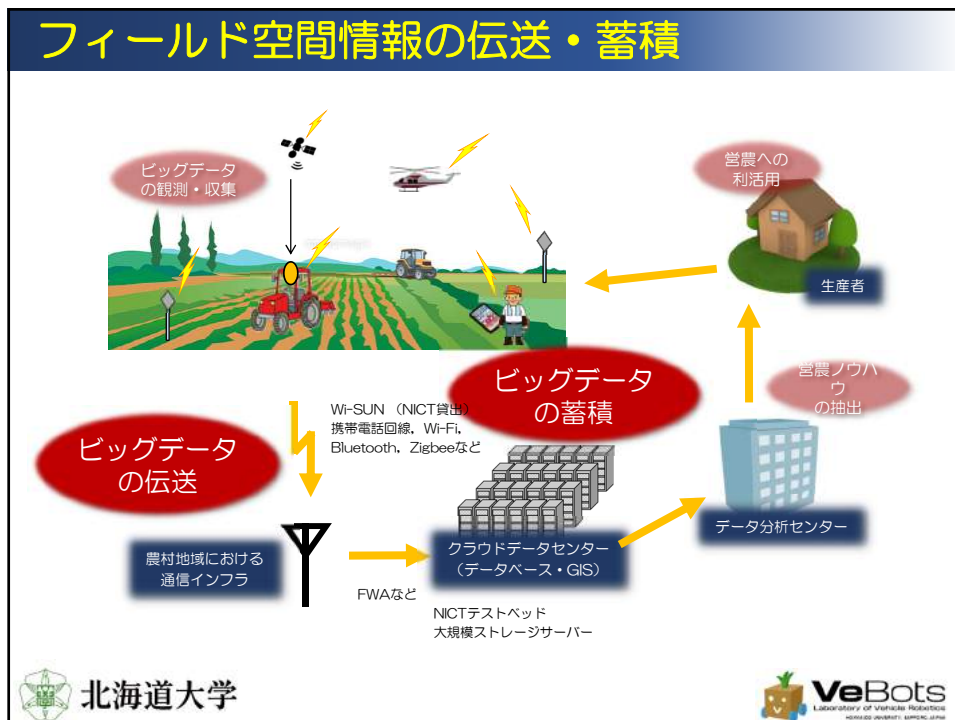
作業経路・時間
使用資材（農薬・肥料）
作業方法（速度・耕深）

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）



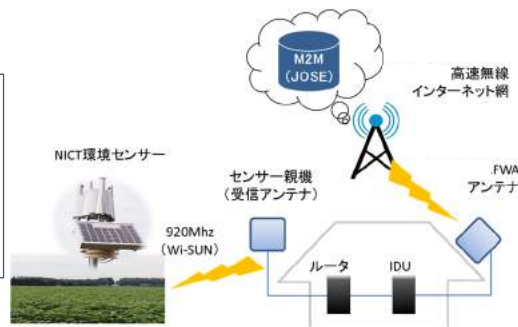
フィールド空間情報の伝送・蓄積



データの伝送・蓄積

データ伝送

環境センサーおよびWi-SUNセンサーを利用し、芽室町が整備したFWA網を介してインターネット上のM2Mデータサーバーへデータを蓄積する。



データ蓄積・表示

GEO SERVER

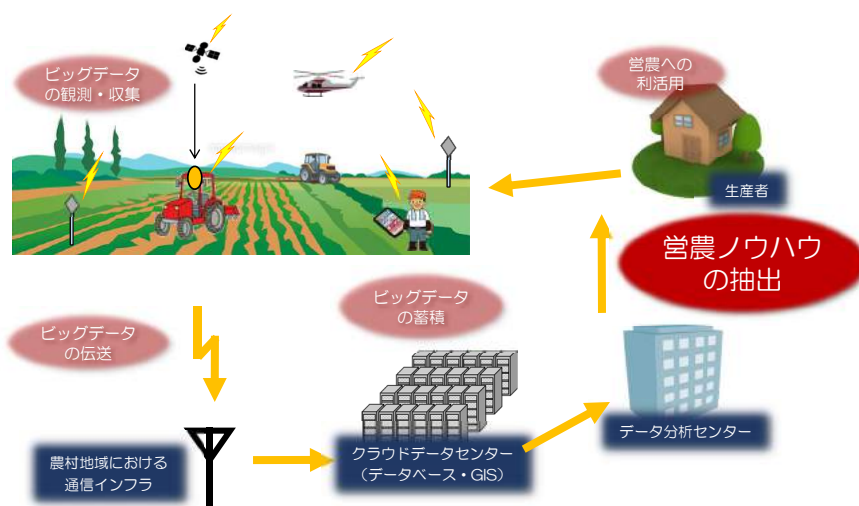
環境センサのデータモニター

- GeoTIFF画像によるレイヤの作成
- 地図データのWEB公開 (OpenLayer3での地図公開)
- 基盤地図の表示



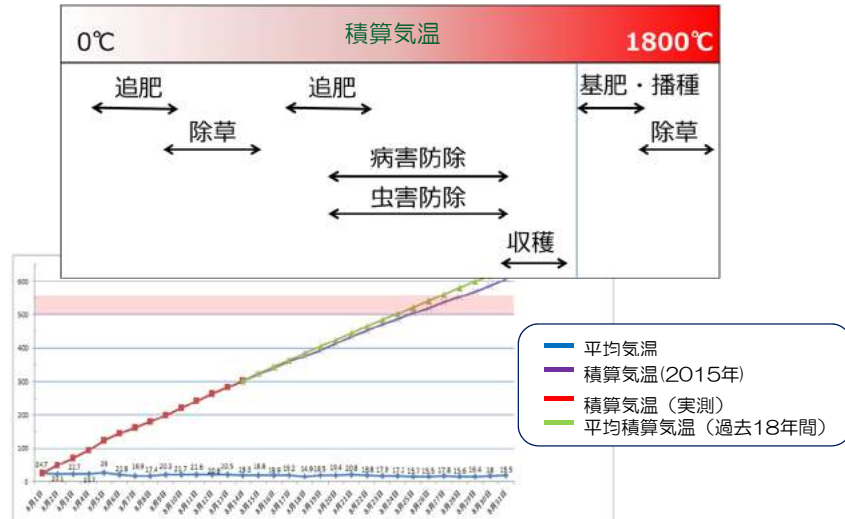
GeoTIFF ビューワ

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 —

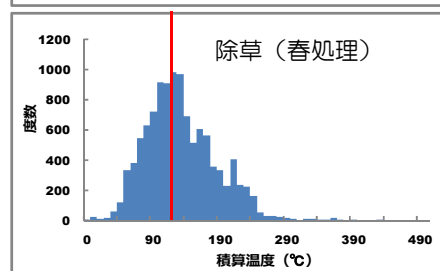
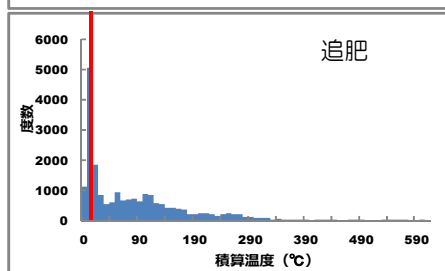
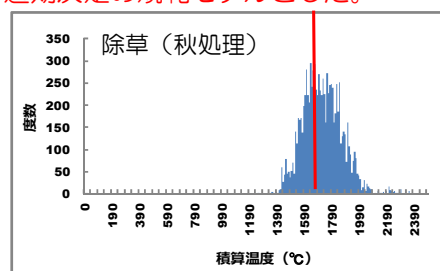
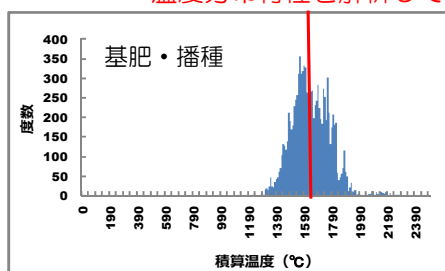


北海道大学



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。



北海道大学

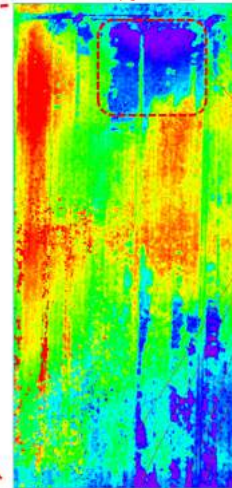


低層リモートセンシング

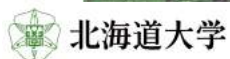
— 小麦倒伏エリアの検出 —



ステレオ画像処理により小麦高さ推定



倒伏



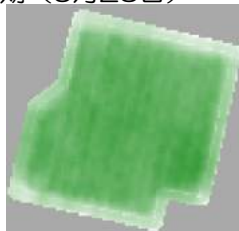
北海道大学



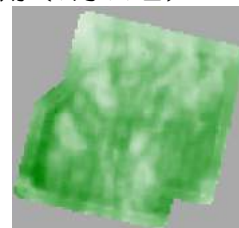
衛星リモートセンシング

— 小麦生育阻害要因の推定 —

成長期（5月23日）



成熟期（7月17日）



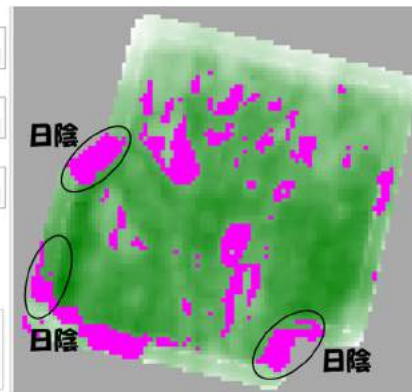
小麦の成長期と成熟期の2時期の衛星画像の演算により施肥で改善できない箇所が抽出できる（石の多い箇所：ピンク）

SI (正規化)
sika0523
sika0717

SI (平均値平均)
オリジナル
除外表示

量算単位 [kg/10a]
自動
ユーザー指定

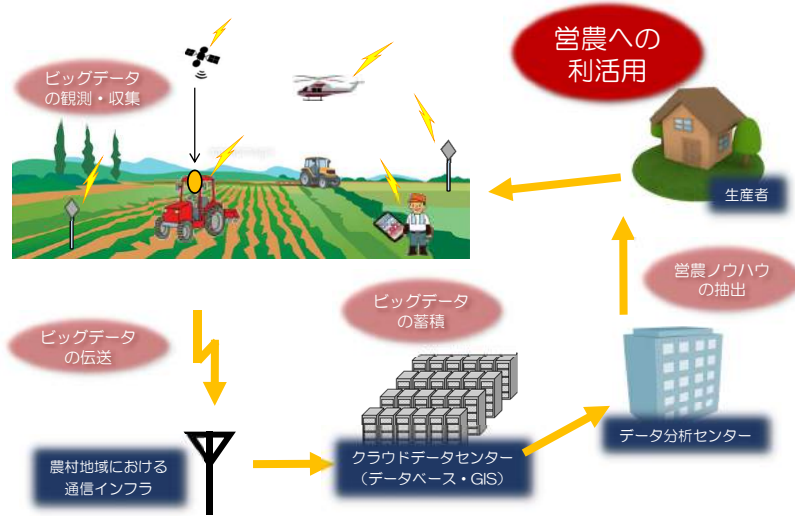
除外値の設定
除外値 0.1 以下
除外値 0.1 以上
適用



北海道大学

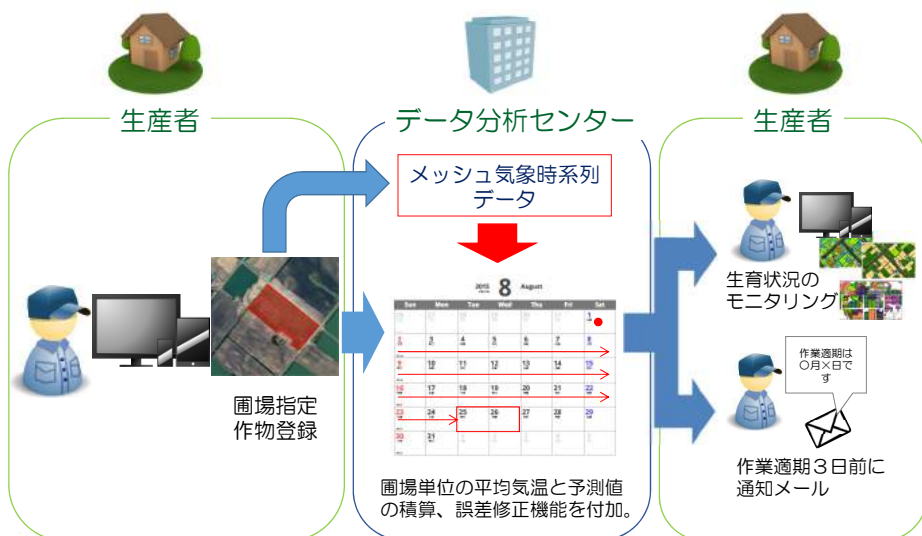


営農ノウハウの利活用



営農情報の利活用方法

ー 作業適期情報の場合 ー

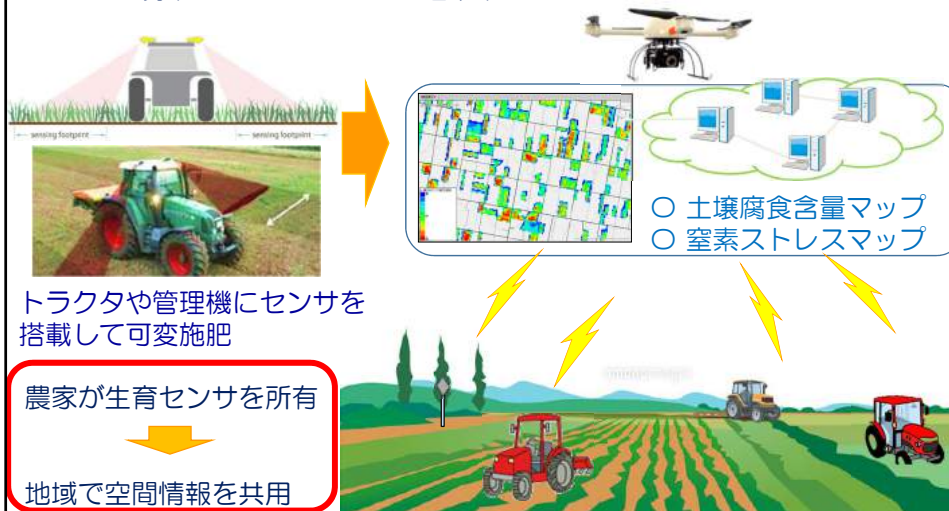


低コストな精密農業の実践方法

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

近未来：ドローン低層リモートセンシング



北海道大学



トピック

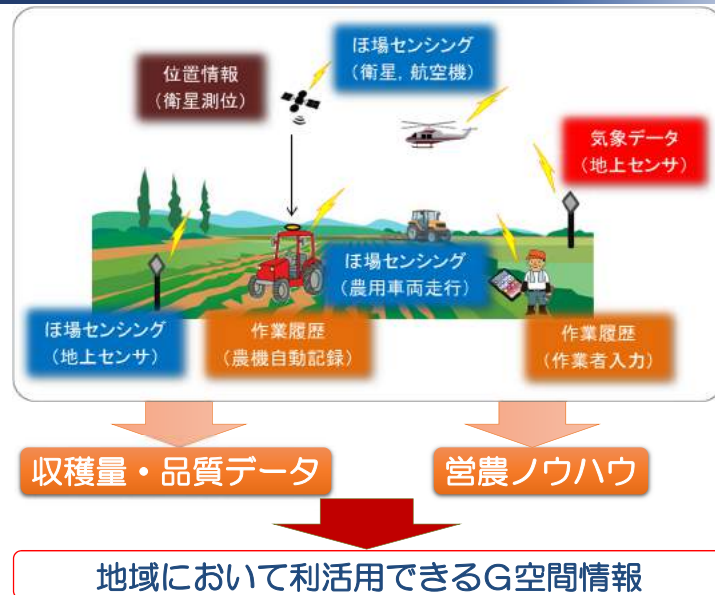
- ビークルロボットの現状と展望
 - 農作業の自動化・無人化の社会実装に向けたタイムライン
 - ロボットの安全対策、運用方法、経済効果
- G空間情報を利用したICT農業
 - G空間情報の収集—伝送—解析
 - 営農支援システム
 - G空間情報の活用方法
- 地域創世への貢献



北海道大学



次世代農業は「地域」で育てる



北海道大学



6次産業化

川上から川下まで一気通貫で情報化

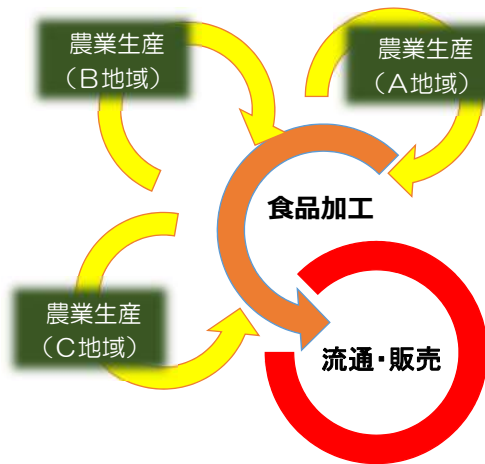


北海道大学

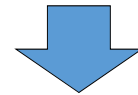


ICTの強み

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



- 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



「定時」「定量」「定質」の生産管理にICTは必須



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



北海道大学



ご清聴ありがとうございました。



北海道大学

