



平成27年度新稲作研究会

2016年3月3日

農業自動化・ロボット化の 現状と展望

北海道大学大学院農学研究院
野 口 伸



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。2013年約5万人、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。

ロボット革命実現会議(2015年1月23日)

～ロボット新戦略～



北海道八才



ビーグルロボットの革新性

ビーグルロボットとはロボットトラクタ、田植ロボット、ロボットコンバインなど車両系ロボット農機の総称

<労働生産性の向上>

- 人間の能力をはるかに超える作業精度
- 昼夜を問わず24時間作業可能
- 複数同時使用することで作業能率を大幅アップ

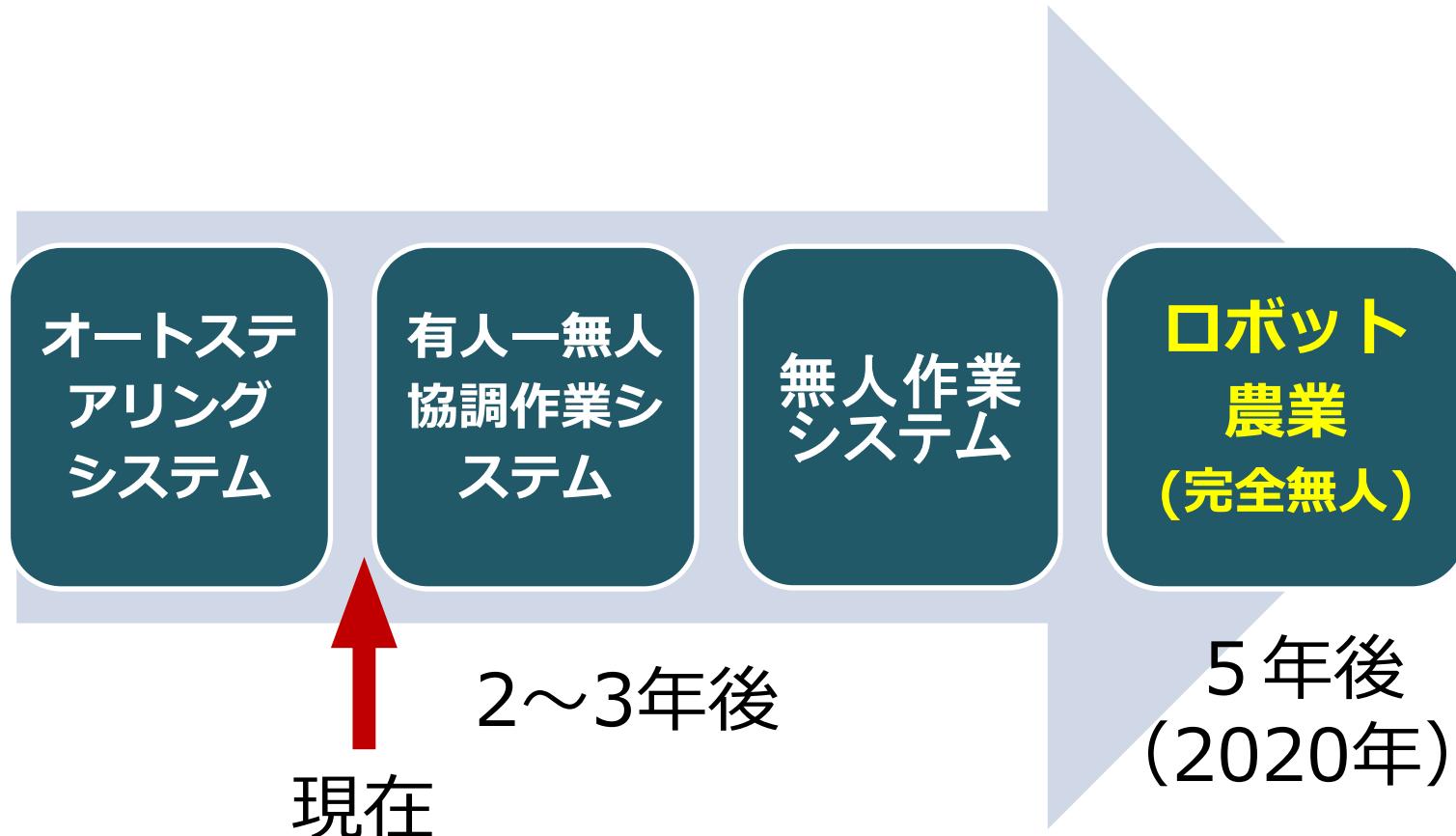
<生産物の低コスト化・品質管理>

- 作業履歴の自動収集・管理による営農のP D C Aを実現
- 食料生産の川上から川下まで一気通貫の情報化を促進



北海道大学

ビーグルオートメーション



オートステアリング システム

《ポイント》 労働負荷低減

- 作業中に手放し運転
- 大手農業機械メーカーやGPSメーカーが製造販売



- RTK-GPS使用。
- 補強信号の受信が必要。
- 欧米で広く普及。米国では約40%の農家が使用している。



オートステアリングシステム



後付け
オートステアリング

耕耘作業

田植え作業



1人乗車でも直進中に苗補給が可能

有人一無人協調 作業システム

《ポイント》
ヒトの監視による安全性確保



実用化まで2, 3年の技術

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

協調作業システムへの期待



every.
4:49

こんや
群馬



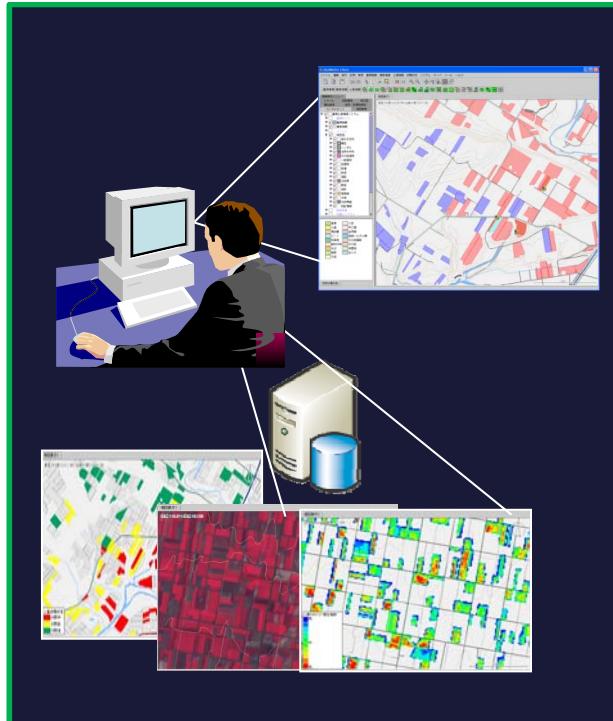
農業効率化の「切り札」
無人トラクターの実力

記者発

日本テレビ「news every.」（2014年10月7日）

無人作業システム

作業スペース



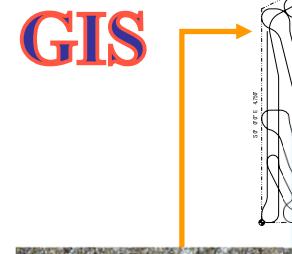
オフ
ライン



GNSS

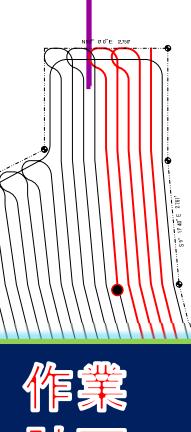


耕うん・代かき



施肥播種

無線LAN



作業
計画



中耕除草



防除



収穫

《ポイント》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

ロボット農機の作業風景（稲作）



耕耘



代かき



田植え（農研機構）



収穫（京都大学）

ロボット農機の作業風景（畑作）



施肥・播種



除草



農薬散布



収穫



ロボットトラクタの安全対策 レーザースキャナによる障害物検出

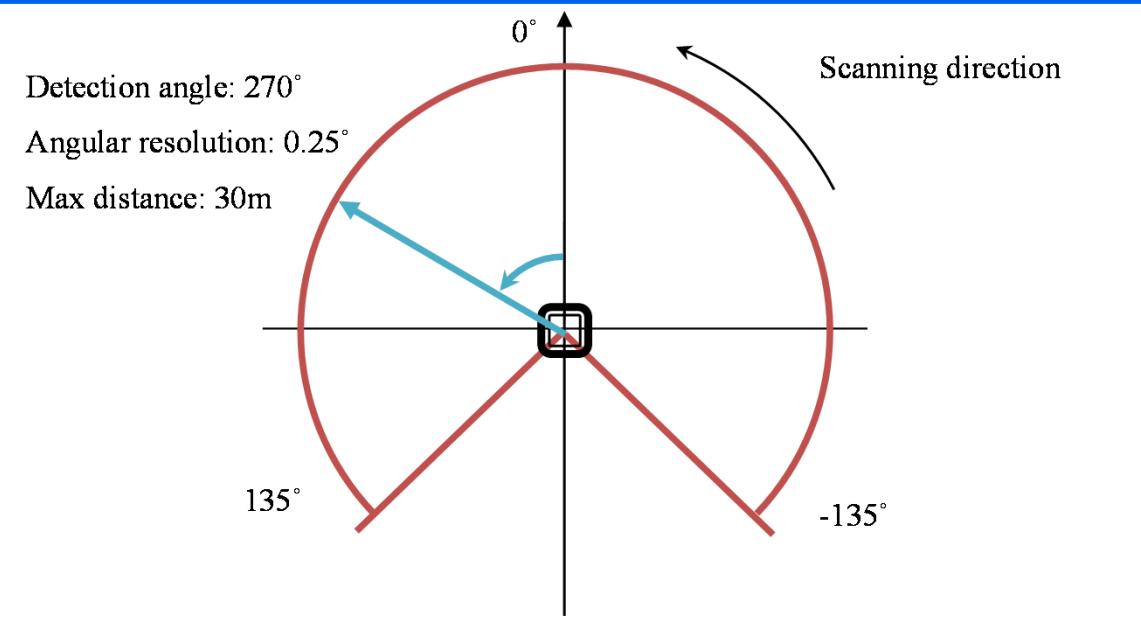


レーザー
スキャナ





レーザースキヤナの原理



検出角度: **270°**
測距精度: **0.1 to 10 m: $\pm 3 \text{ cm}$**
10 to 30 m: $\pm 5 \text{ cm}$
スキャン周期: **40 Hz**

障害物の検出と衝突回避



農林水産省／農林水産業における ロボット技術導入実証事業

岩見沢地区ロボット技術実証コンソーシアム

- オートステアリング
- 有人－無人協調作業
- 無人作業



自治体（北海道、岩見沢市）と連携しながら地域農業の発展のために推進する。ロボットの有効性評価と最適な利用体系を創り出すことが目標である。

岩見沢市のIT農業インフラ

RTK-GPS基地局



GPS基地局が3か所設置されており、市内全域をカバー

次世代型農業システム



- 気温・降水量・降雪量・湿度・風向・風速
- 翌々日までの予報データ
- 50mメッシュでのデータ提供

- ICT利活用の先進地域である岩見沢市が全面的に協力
- 110名の農家集団「いわみざわ地域IT農業利活用研究会」とともに実証

岩見沢地区ロボット技術実証 コンソーシアムの実証試験

— 無人作業 —



代かき作業



夜間耕うん作業

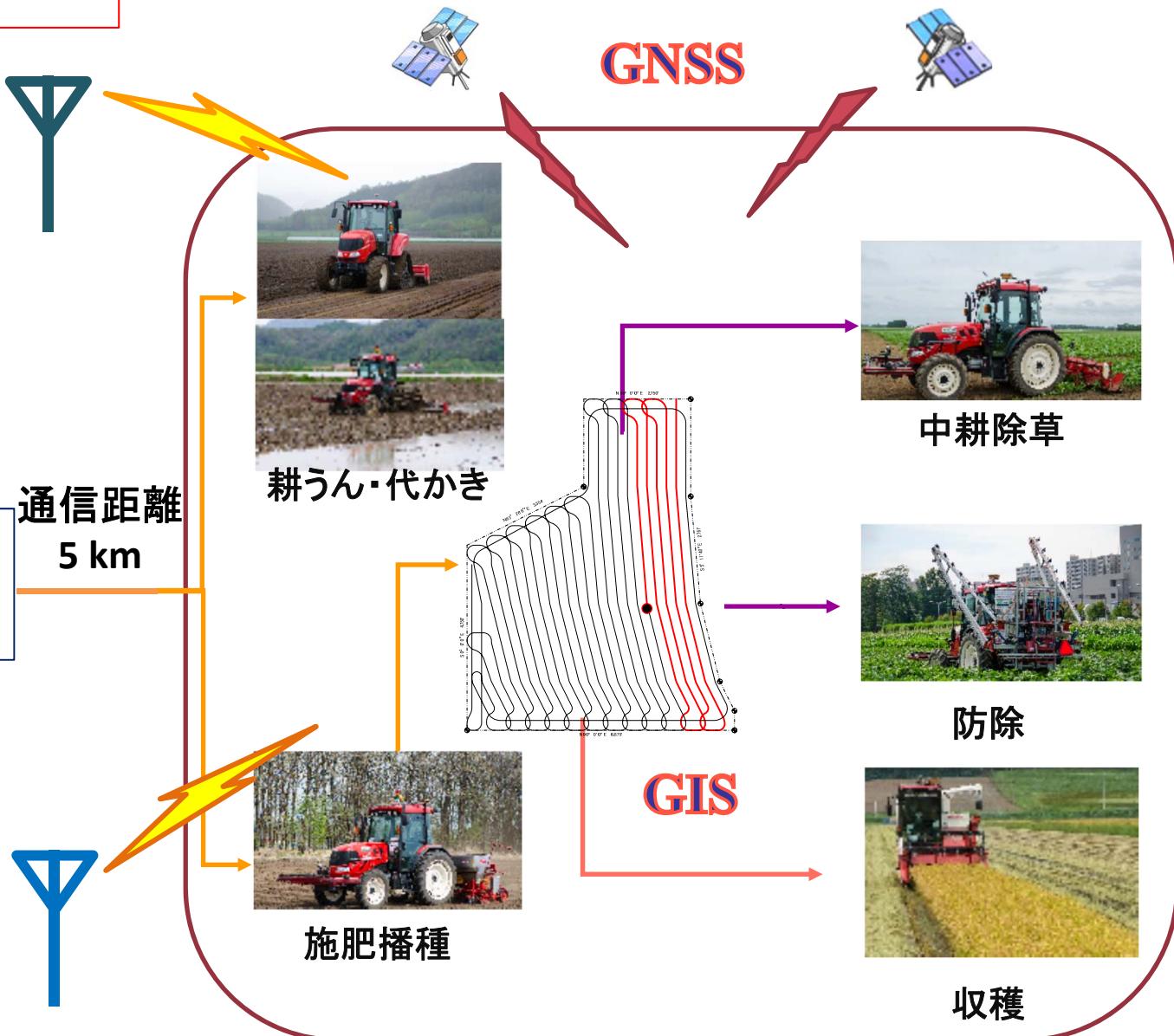
ロボット農業 (完全無人)

《ポイント》 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

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

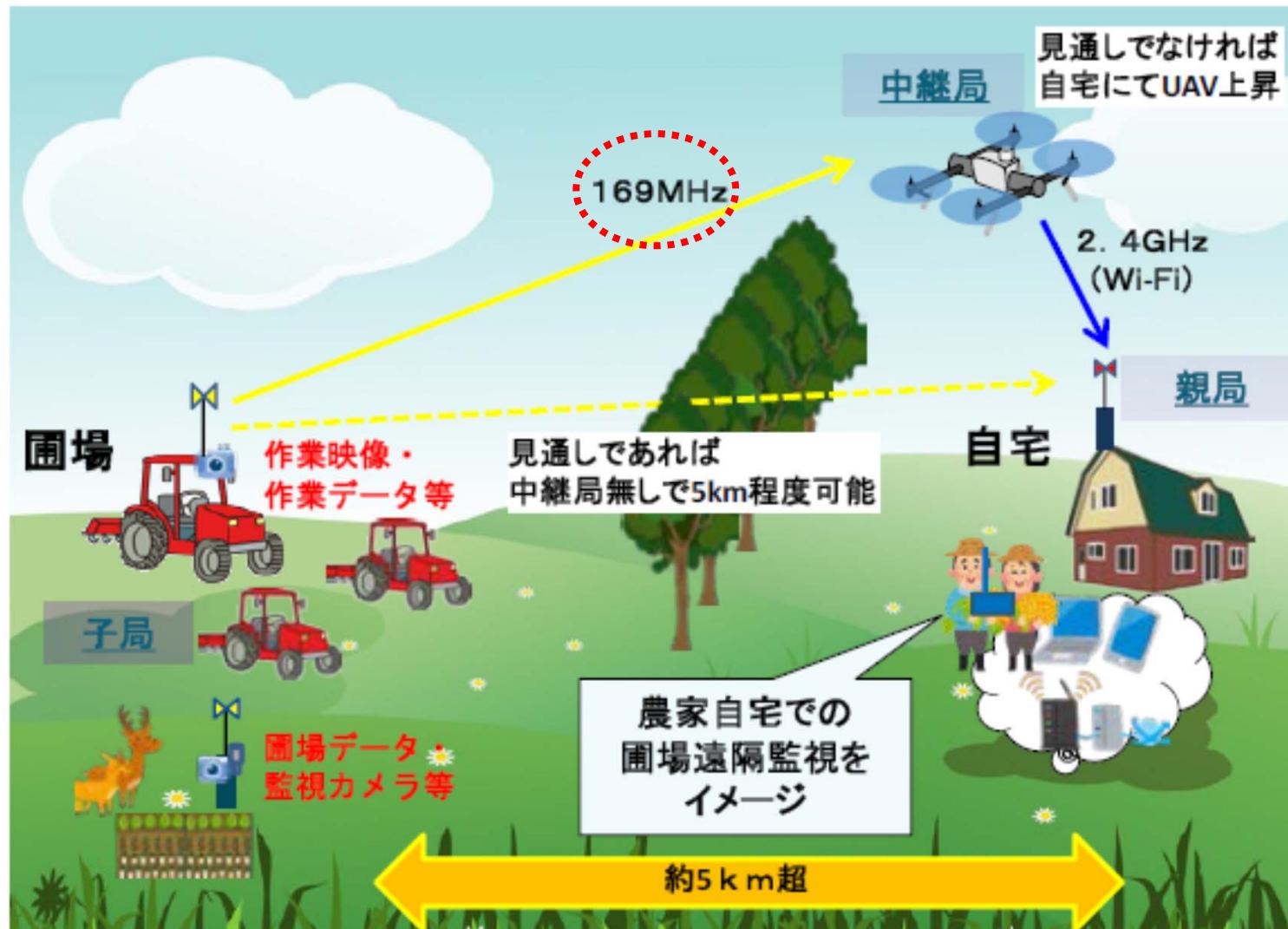


ロボット農機の完全無人作業

農道移動～農作業

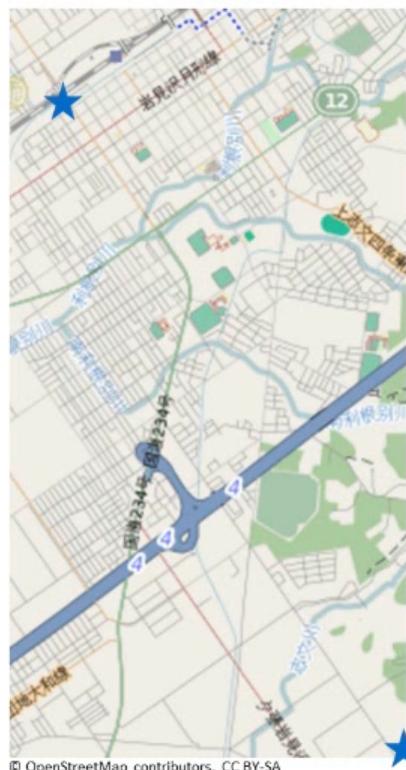


総務省北海道総合通信局 テレメーター・テレコントロールの高度利用に関する調査検討会 平成27年10月27日 岩見沢市 公開実証試験



テレメーター・テレコントロール 実証試験風景

公開実証試験 － 各局の配置 －



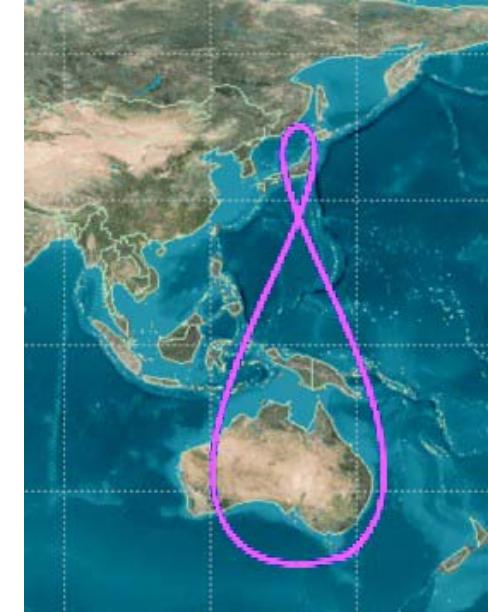
北海道岩見沢市

会場:いわみざわ公園(バラ園)

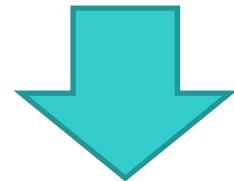


GPSのナビゲーションセンサとしての課題

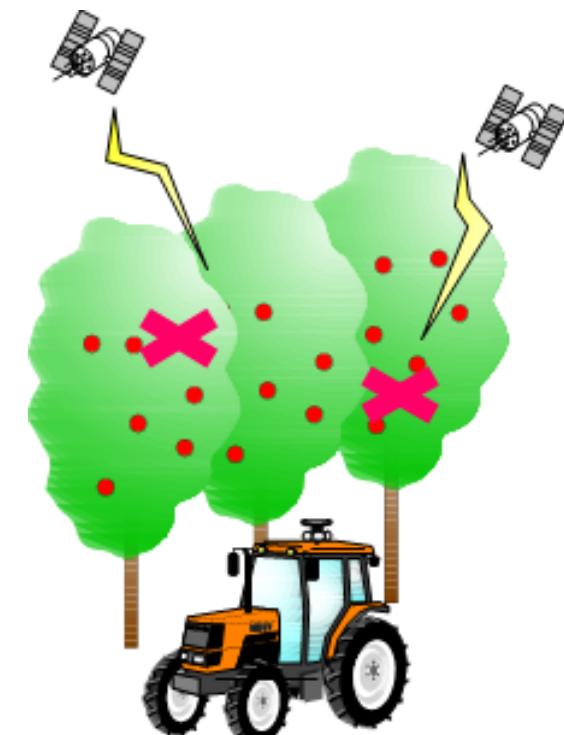
高精度GPSはいつでもどこでも
使用できない



日本版GPS
準天頂衛星システム

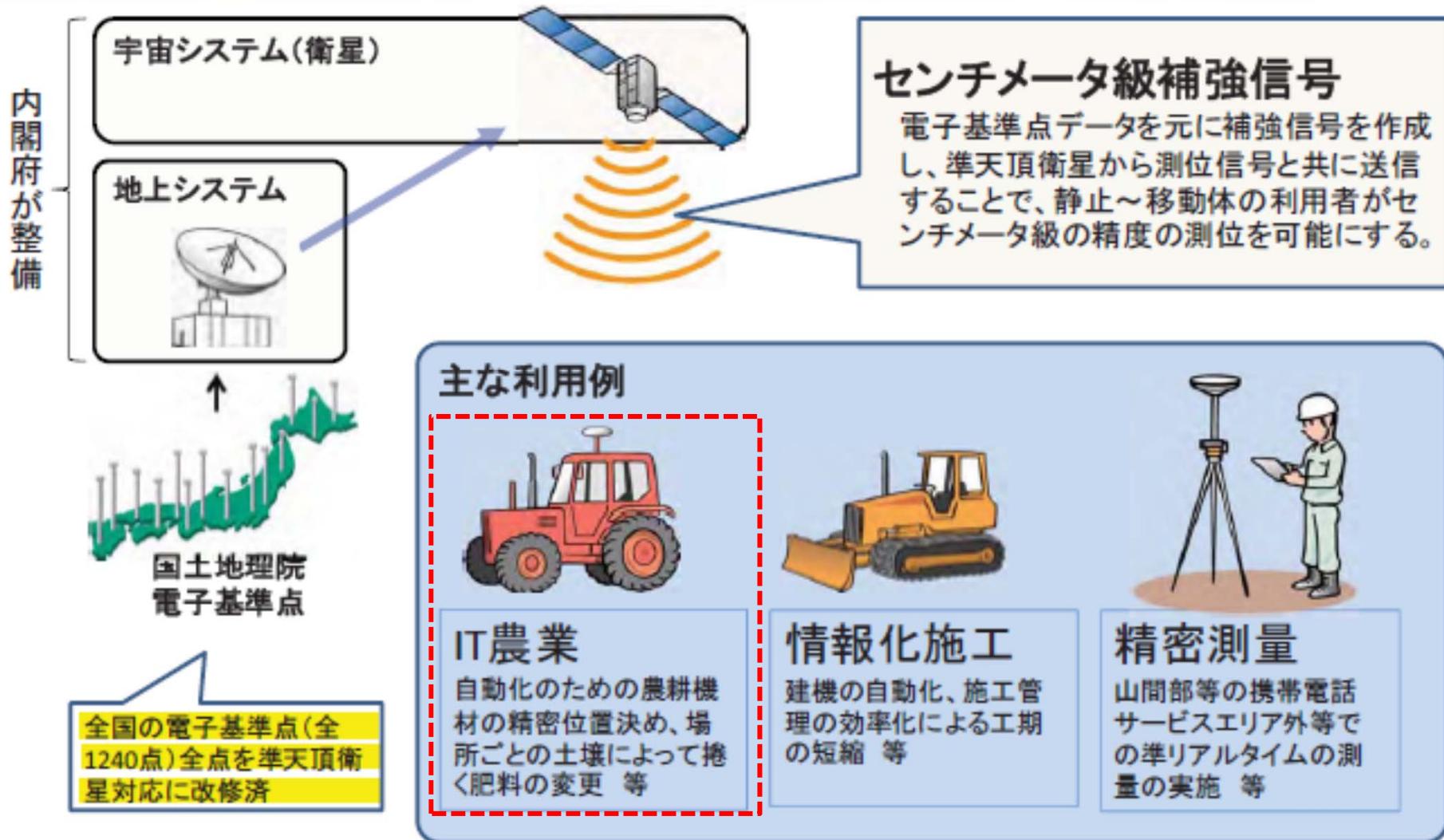


GPSの補完機能と補強機能を
有する準天頂衛星システム
に対する期待は大きい



準天頂衛星システムの利用

センチメータ級補強(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)
26



準天頂衛星システム利用による ロボットトラクタの夜間作業



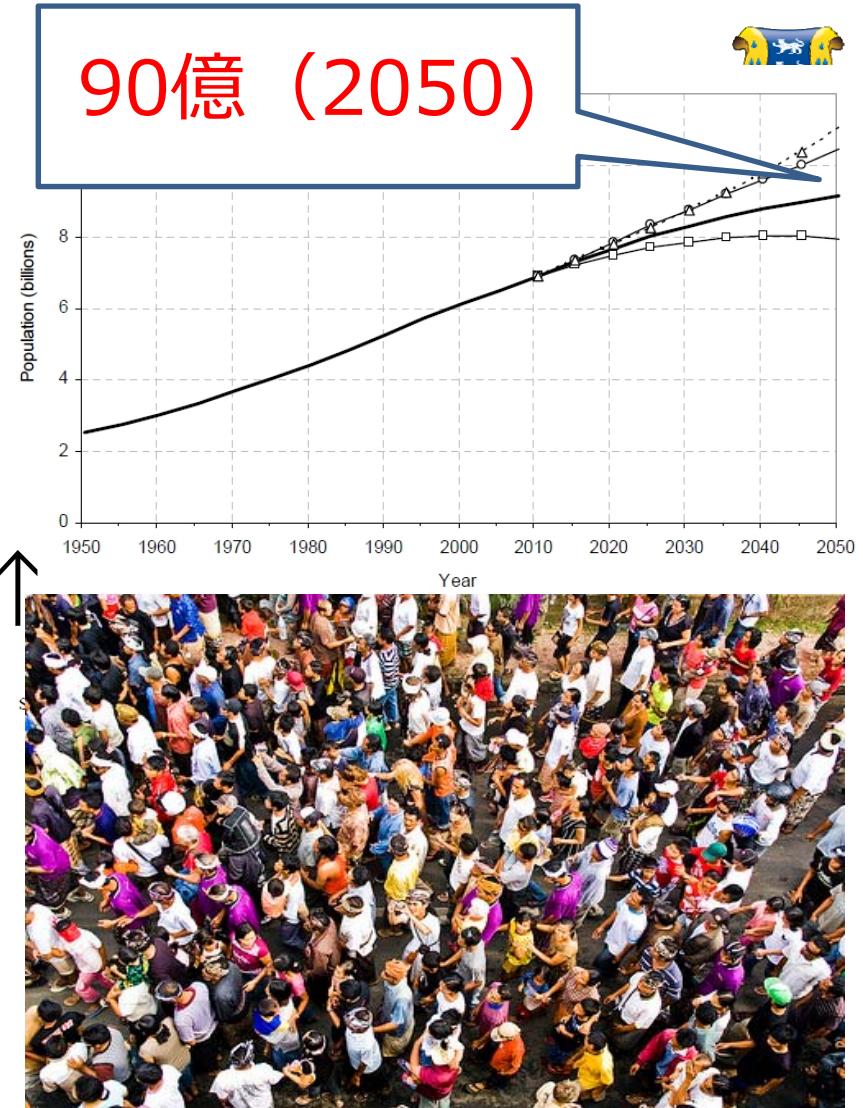
準天頂衛星システムを利用した ロボットコンバインによる収穫作業



NHK world (2013年10月23日)

世界の食料事情

- 人口 ↑
 - 動物性タンパク質消費
 - 地球温暖化 ↑
 - エネルギ作物栽培 ↑
 - 食料価格 ↑
 - 作物生育環境 ↓
 - 耕作面積・水資源 ↓
 - 農村地域の人口比 ↓



世界の食料増産に貢献した農業機械の大型化

長所

- 高い作業能率
- 単位面積あたりの人工費を抑制
- 高い労働生産性
- 大規模向き
- スケールメリットがある

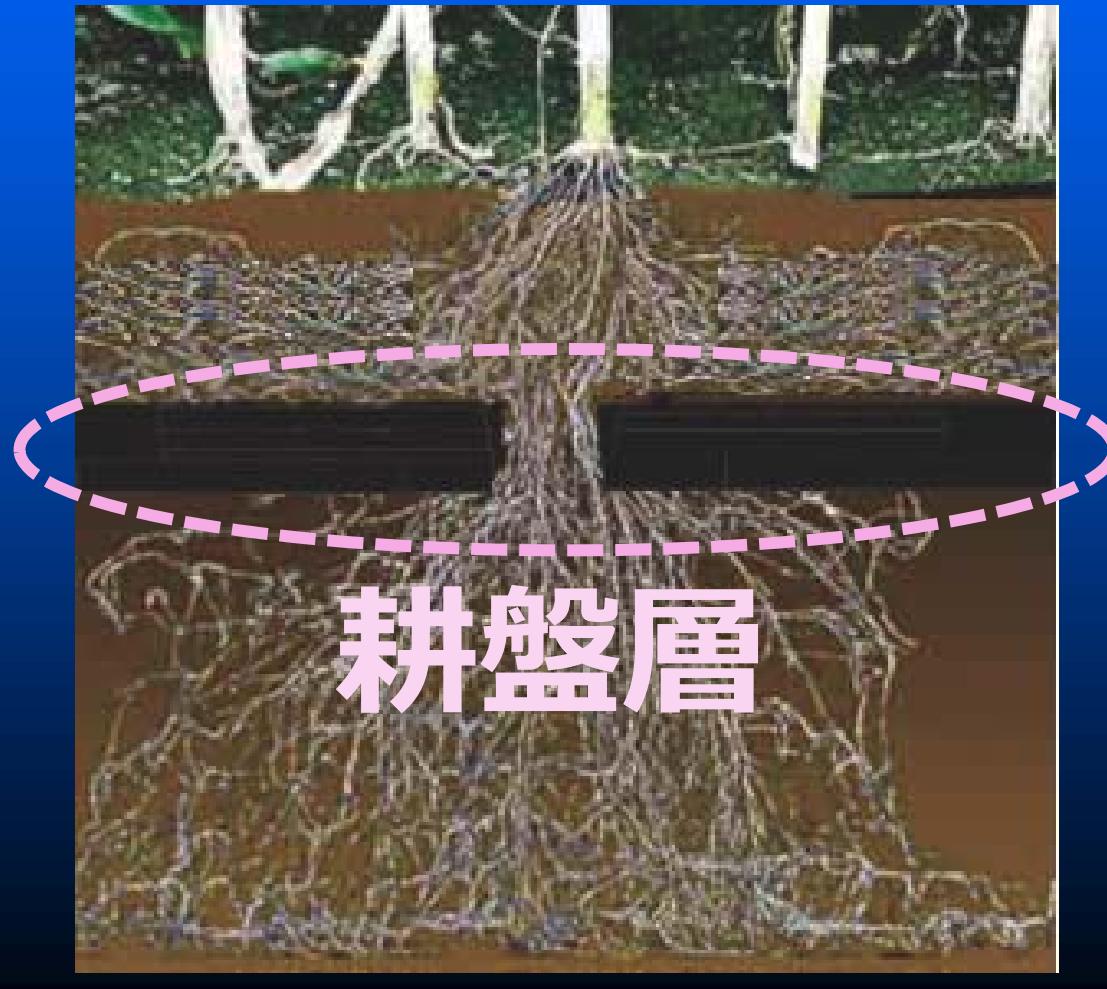
短所

- オペレータ人工費が高い
- 多大な初期投資
- 作業体系の柔軟性が低い
- 過度な土壤踏圧
- 土壌水分の高いほ場で作業不能





土壤踏圧による 作物生育環境の悪化





異常気象により大型機械では
作業ができない !!





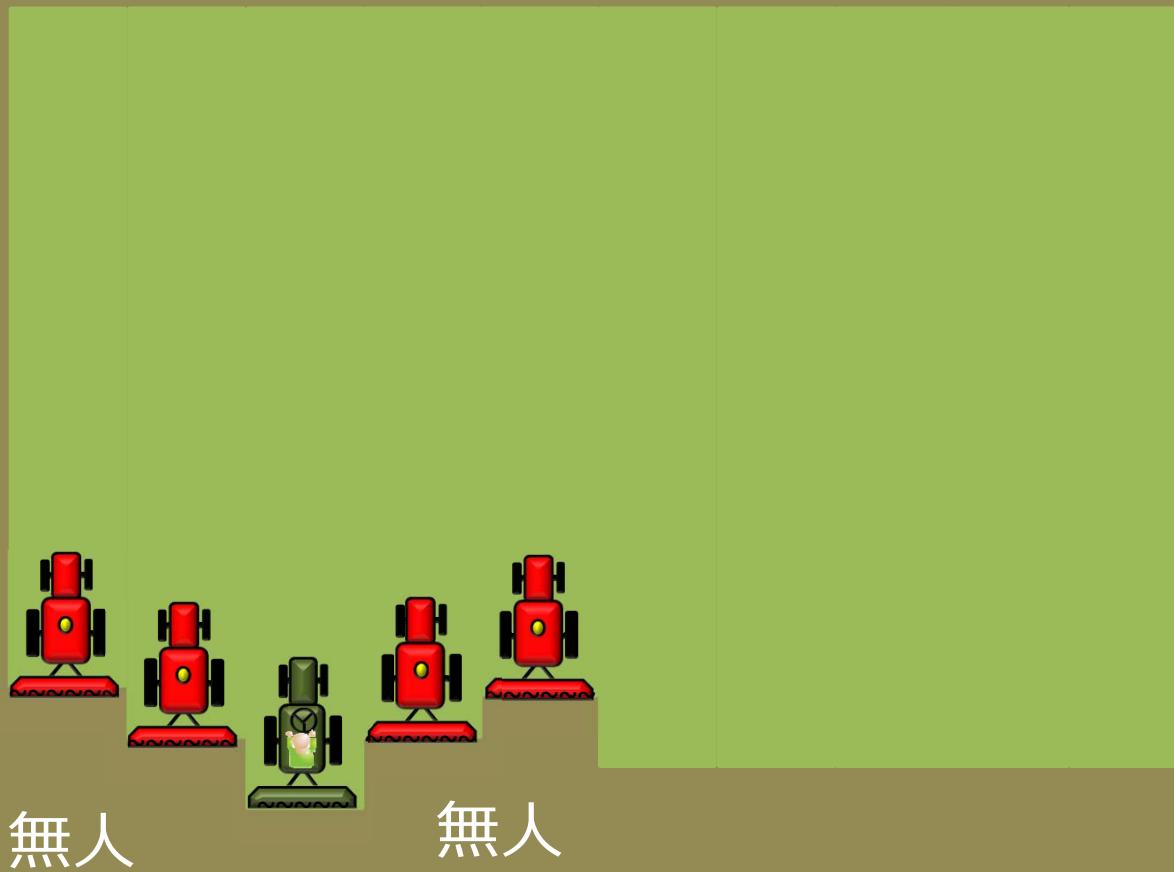
複数の小型ロボットによる 協調作業システム



欧米など先進諸国におけるニーズ

我が国の農機業界の
ビジネスチャンス

将来像：n台の協調作業システム



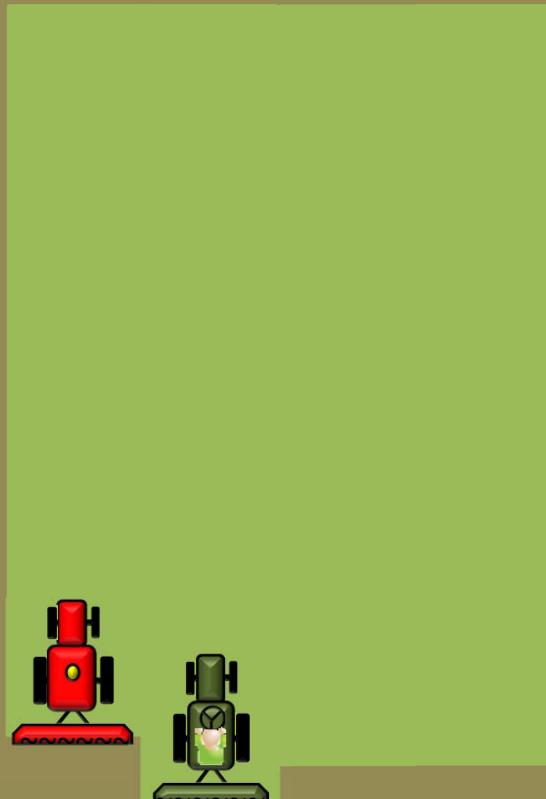
2台のロボットトラクタによる協調作業（並走タイプ）



ロボット
トラクタ-1



ロボット
トラクタ-2



農林水産省『攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業』

2台のロボットトラクタによる 協調作業



代かき作業



耕耘作業

ロボットトラクタ2台とオペレータ1名 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)

3台のロボットによる協調作業



マルチロボット運搬法(1)

— トラック利用 —



マルチロボット運搬法(2) — 自転車利用 —



マルチロボットの運搬法
(農研機構 中央農業総合研究センター)

マルチロボット運搬法(3)

— ロボットの自走 —

- 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



オペレータ
監視役

運搬ロボット - 1

— 自動追従機能 —

3次元カメラ &
パン方向制御ユニット



運搬ロボット - 2

- 外乱（ダミー）のいる環境 -



3次元カメラ画像

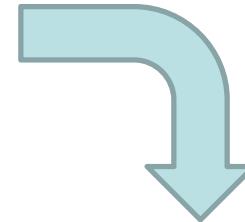


VeBots
Laboratory of Vehicle Robotics
HOKKAIDO UNIVERSITY, SAPPORO, JAPAN

ロボットボートによる農薬散布作業



慣行の散布
作業風景



ロボットボート



ロボットボート航行の様子





水田作経営の推計（春作業のみ）

帯広畜産大学 志賀永一 教授

単位：ha, 万円

機械体系	慣行				ロボ耕起+田植				ロボ耕起	
	2名	3名	2名	3名	2名	3名	2名	3名	2名	3名
労働力数	2名	3名	2名	3名	2名	3名	2名	3名	2名	3名
才ペ数	1名	2名	緩和	緩和	1名	2名	緩和	緩和	緩和	緩和
水稻作付	13.5	20.2	17.2	25.8	22.5	33.8	28.3	42.4	20.0	30.0
収益	939	1,409	1,202	1,803	1,508	2,262	1,892	2,837	1,358	2,037
作付増減	-6.7	0	-3.0	5.6	2.4	13.6	8.1	22.2	-0.2	9.8
収益増減	-470	0	-207	394	99	853	482	1,428	-51	628
作付増減	0	6.7	3.8	12.4	9.1	20.4	14.8	29.0	6.5	16.5
収益増減	0	470	263	864	569	1,322	952	1,898	419	1,098

注：収益には減価償却費を含まない

耕起・代掻きだけでは労働力減員効果はない
田植機並走を想定すると、減員の可能性(収益増は期待できない)
労働力2名でもロボ耕起により、6.5ha, 収益419万円増
田植機並走では14.8ha, 収益952万円増で作付増加効果は大きい
3名から2名へのリタイアによる規模縮小・収益減は大きい
ロボット利用効果



畑作経営の推計 (春作業のみ)

帯広畜産大学 志賀永一 教授

単位 : ha, 万円

機械体系	慣行				ロボ耕起			
	2名	3名	2名	3名	2名	3名	2名	3名
労働力数	2名	3名	2名	3名	2名	3名	2名	3名
才ペ数	1名	2名	緩和	緩和	1名	2名	緩和	緩和
作付	25.4	38.0	31.7	47.5	28.0	42.0	33.8	50.7
収益	1,380	2,070	1,765	2,647	1,527	2,291	1,878	2,817
作付増減	-12.7	0	-6.3	9.5	-10.0	4.0	-4.2	12.7
収益増減	-690	0	-305	577	-543	221	-192	747
作付増減	0	12.7	6.3	22.2	2.7	16.7	8.5	25.4
収益増減	0	690	385	1,267	147	911	498	1,437

注：収益には減価償却費を含まない

耕起・整地の並走利用だけでは労働力減員効果はない
同一労働力数では3ha前後の作付拡大にとどまる
ただし、同一労働力数でもロボ利用で収益は221万円、147万円増加
リタイアによる3名から2名への規模縮小・収益減は大きい
ロボット利用効果

ロボット農作業体系の構築（稲作を例に）



GNSS受信機
+コントローラ



GNSS受信機
+コントローラ

耕うん・代かき
作業



移植作業



収穫作業



ロボットトラクタ



ロボット田植機



ロボットコンバイン

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



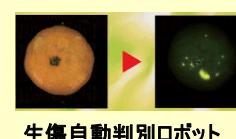
2 人手に頼っている重労働の機械化・自動化

- 収穫物の積み下ろしなどの重労働をアシストスツールで**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。



人手に頼っている 重労働からの解放



パワーアシストスーツ
(和歌山大学)



畦畔除草ロボット
(新産業創造研究機構ほか)

中山間地域に有望な技術



まとめ

- 就業者人口減少と高齢化が進む日本農業において**ロボット技術**の導入は不可欠。
- 日本では2,3年後に世界に先駆けて**ロボットトラクタ**が**人間との協調作業システム**として実用化・普及する予定。
- 我が国が2018年を目途に整備を進めている**準天頂衛星システム（日本版GPS）**は農業の**ロボット化**に有用。
- 機械の過度な大型化の反省から**規模拡大**を**機械1台の馬力**ではなく、**ロボットの台数**で柔軟に対応。欧米も注目。