



スマート農業イノベーション推進会議
施設野菜・花き作プラットフォーム

2026年5月15日

ロボットによる収穫作業等の自動化

東京大学大学院 情報理工学系研究科
知能機械情報学専攻 教授

深尾 隆則

fukao@i.u-tokyo.ac.jp

フィールドロボティクス Field Robotics

自動車 自動運転

自動運転
隊列走行
自動駐車

農業 ロボット

果樹栽培
野菜栽培
農業支援

作業 ロボット

空港
野菜工場
フォークリフト

飛行 ロボット

飛行船
ドローン
情報収集



フィールドロボティクス (Field Robotics)

- 進行中の対象分野

- 自動車 (トラック, バス, タクシーの自動運転, 物流)
- 土木・建設 (建機, ダンプ, インフラ保全, ドローン測量)
- 農林水産業 (トラクタ, 収穫機, ドローン農薬散布)
- 航空・宇宙 (ドローン, 探査機)
- レスキュー, 消防, 警備 (探索, 作業支援)

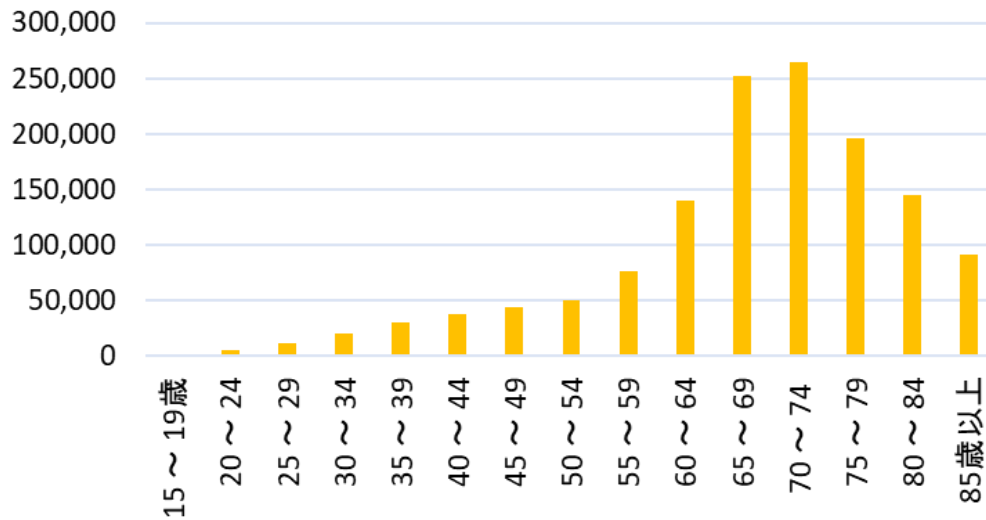
- 市場

- 経済性向上のためのフィールドロボット: 生産性
- 危険回避のためのフィールドロボット: 災害
- 社会創造のためのフィールドロボット: 高齢化

日本の農業における大き過ぎる課題

農業就業者数の減少・高齢化

年齢階層別基幹的農業従事者数(2020年)



農林水産省:農林水産統計

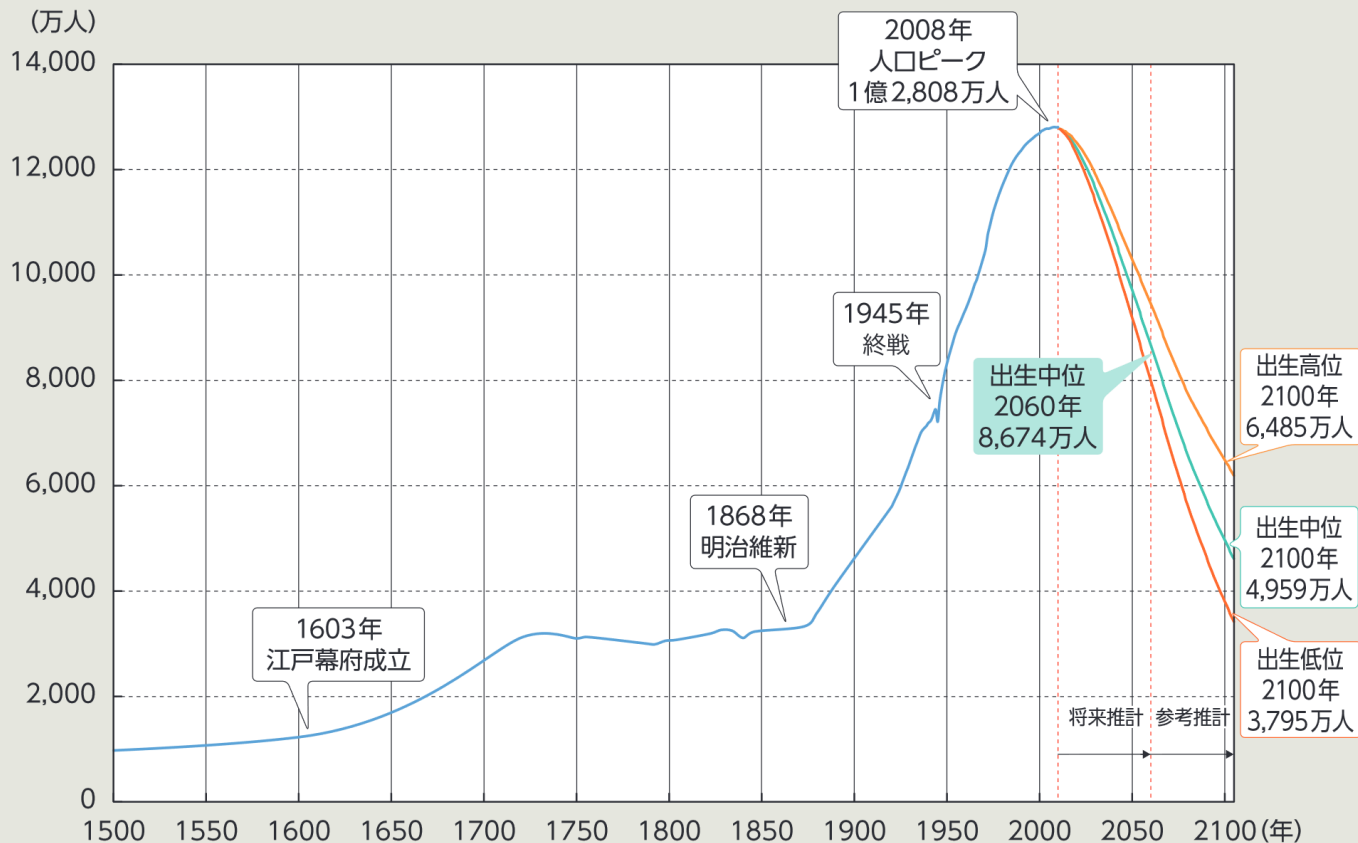
- 技能実習生に頼る現状(約3.3万人)
- 他産業でも人手不足は深刻

日本の地域の維持にも
非常に大きな課題

- 2050年には、2020年比で
- ✓ 経営体数は84%減
 - ✓ 経営耕地面積は50%減
 - ✓ 生産額は52%減
- ※日本の人口は約25.5%減(9,515万人)

- 基幹的農業従事者の約70%が65歳以上。
⇒ 新規従事者の取り込みや生産性の革新的向上が必要

日本の人口推移予測



資料：1920年より前：鬼頭宏「人口から読む日本の歴史」

1920～2010年：総務省統計局「国勢調査」、「人口推計」

2011年以降：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成24年1月推計)」 出生3仮定・死亡中位仮定

一定の地域を含まないことがある。

そこで、先導プロ・AIプロが開始(2016)

自動車の自動運転から
農業トラクタの自動運転、
そして

野菜・果実生産のロボット化・自動化へ

農作業のロボット化・自動化によって

- 労働集約的作業（収穫，運搬，調製等）の効率化
 - 作業負荷の**時期による偏り**が大きい
 - 特に収穫時期の人手不足が深刻（継続雇用，3K）
 - 作業機械の熟練オペレータ不足
- **労働ピーク低減による，作業時間の平準化**
- **経営規模の拡大による経営コスト削減・生産性向上**

作業のロボット化・自動化による省力体系の構築

- ロボットは人ほどの柔軟性はないため，**育種・栽培**の工夫
さらに，**運搬・経営・流通・販売の連携**による再構築

- ◆ **ロボット化・自動化による農業の大きな変革**
 - 新規就農者増
 - 地域を支える産業としての農業の復興

発展目覚ましいロボティクス技術

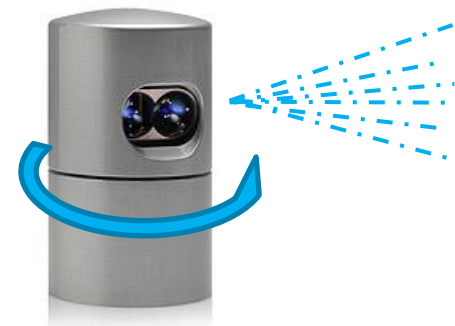
■ 人工知能, 機械学習, コンピュータビジョン, 制御

□ 認識, 判断, 行動

➤ カメラ画像・ディープラーニング: 認識, 判断

➤ LiDAR: 物体認識, 自己位置推定 (SLAM)

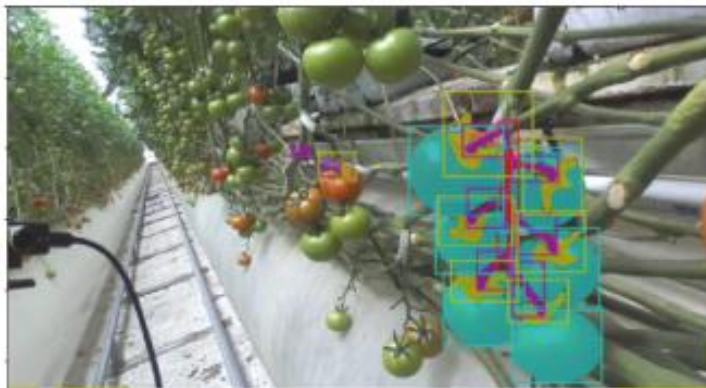
➤ 制御: ロバスト性 (凹凸, 環境変動)



施設栽培トマトの自動収穫



房取りトマト



共同研究: デンソー

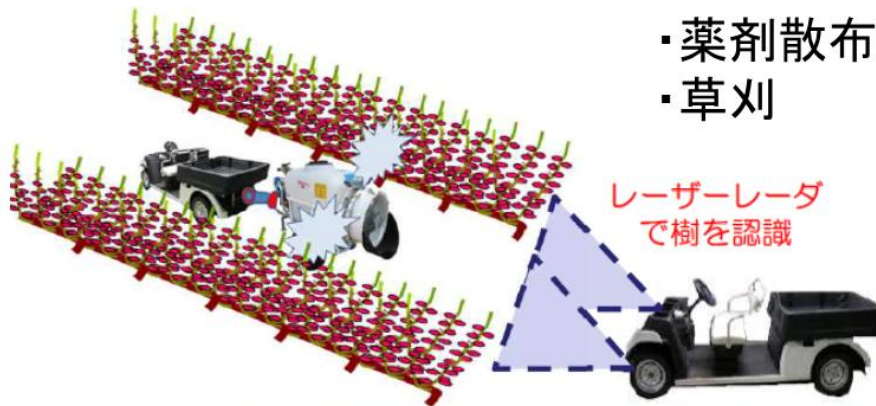


大玉・中玉トマト

施設栽培トマトの自動収穫



果実生産の大幅な省力化に向けた作業用機械の 自動化・ロボット化と機械化樹形の開発



日本の果樹栽培を支える
農業試験場が10か所以上
参加し、ロボット化に適した
樹形・栽培方法を開発

達成目標:
労働時間30%以上削減

(国研)農研機構 生研支援センター ・ 2017~2020年度
革新的技術開発・緊急展開事業(うち人工知能未来農業創造プロジェクト)

2アーム式 果実自動収穫ロボット



ニホンナシ（幸水）の収穫

2020年8月 神奈川県農業技術センター

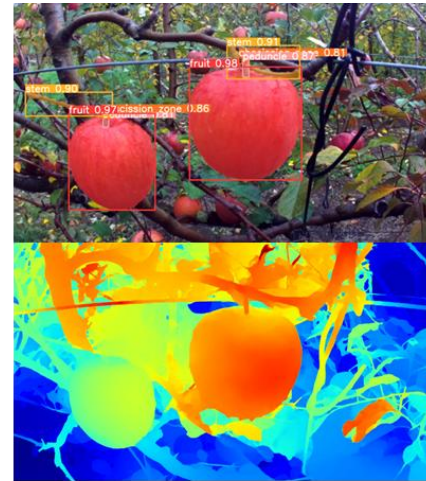
共同担当：デンソー

リンゴの対象樹形

- 果樹用の機械, ロボットを販売する場合, **対応可能な樹形が多く栽培**されている必要がある. (販売数の確保のため)
- リンゴはジョイントV字樹形が広がっていない.



トールスピンドル樹



収穫時の認識



摘果時の認識

現在, 摘果, 葉摘み, 収穫, 剪定作業が可能なロボットや技術を開発中.
今年度から「スマート農業技術の開発・供給に関する事業」(R7~R9)で,
特にトールスピンドルに対して, 摘果・収穫が可能なロボットを開発.

ヤンマーホールディングス株式会社の開発供給実施計画の概要

リンゴの摘果・収穫作業の自動化ロボット

2025年5月認定

<取組概要>

リンゴの高密度植栽培等の園地に対応できるよう、高さ方向に複数のロボットアームを配置することで、摘果・収穫作業を自動化するロボットの開発及び供給

<申請者名（代表者）>

ヤンマーホールディングス株式会社

<計画の実施期間>

5年間

<本技術による生産性向上の効果>

- ・「果樹・茶作」の「栽培管理」のうち「自動収穫機の汎用化を通じた受粉、摘果、摘粒、摘葉、ジベレリン処理、剪定、剪枝、整枝、被覆等の省力化に係る技術」により労働時間60%削減に資する技術
- ・「果樹・茶作」の「収穫及び運搬」のうち「自動収穫機や台車ロボット等による収穫又は運搬作業の省力化に係る技術」により労働時間60%削減に資する技術

リンゴの摘果、収穫作業の労働時間の削減

<開発技術のイメージ>



※高密度植栽培の園地と画像認識（上段）
自動走行車両と効率的なもぎ取りが可能なアクチュエータ（下段）

ブドウ自動収穫ロボット



ジベレリン処理

房検出 (YOLO)



房・穂軸認識

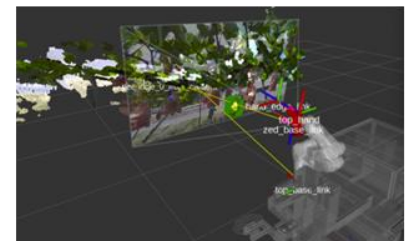
(セマンティックセグメンテーション+ステレオカメラ)



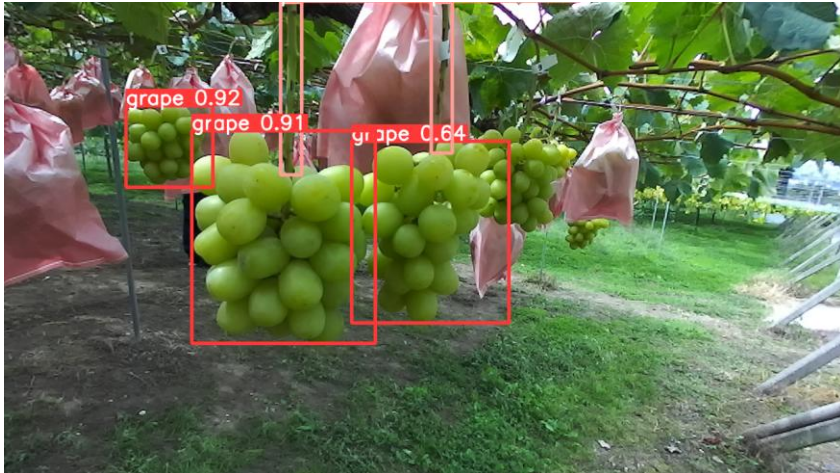
距離計測



ロボット収穫



ブドウの自動作業のためのAI

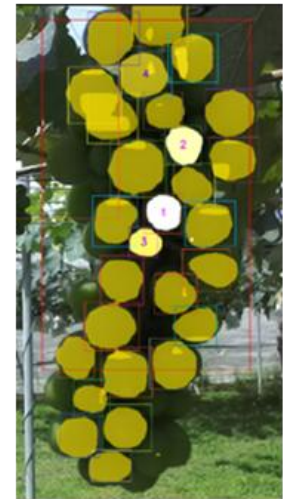


学習のためのCGモデル

認識



摘粒順位



インスタンスセグメンテーションによる粒認識

株式会社デンソーの開発供給実施計画の概要

ブドウの栽培管理作業や収穫・運搬作業が可能な作業支援ロボット

2025年5月認定

<取組概要>

ジベレリン処理、**摘粒** 袋掛けといった複数のブドウ栽培管理作業や収穫・運搬作業が可能な、AIによる果樹環境認識技術・ロボット制御技術を搭載したブドウ作業支援ロボットの開発及び供給

<申請者名（代表者）>

株式会社デンソー

<計画の実施期間>

5年間

<本技術による生産性向上の効果>

- ・「果樹・茶作」の「栽培管理」のうち「自動収穫機の汎用化を通じた受粉、摘果、摘粒、摘葉、ジベレリン処理、剪定、剪枝、整枝、被覆等の省力化に係る技術」により労働時間60%削減に資する技術
- ・「果樹・茶作」の「収穫及び運搬」のうち「自動収穫機や台車ロボット等による収穫又は運搬作業の省力化に係る技術」により労働時間60%削減に資する技術

〔ブドウの栽培管理、収穫及び運搬の労働時間の削減〕

<開発技術のイメージ>



※ブドウ作業支援ロボットによる収穫の様子

カンキツ(不知火など)の自動収穫ロボット



- 方式を少し変更して継続開発中
- 摘果ロボットも絶賛開発中
- 温州みかん用も開発中

- 4 自動飛行ドローンの開発
- 5 栽培支援システムの開発

防除



人工知能による作物認識機能を持った大型ドローンが低空を高精度に飛行し、精密防除を行うシステム開発とドローンの撮影画像の連携による野菜の生育予測・病害虫予防のための栽培支援システムの開発

- 1 キャベツ自動収穫機の開発
- 2 タマネギ自動収穫機の開発

収穫



収穫機の自動走行や収穫・調製の自動化システムを、画像やレーダ等の計測装置と人工知能手法を用いての開発と搬出用無人運搬台車の開発



タマネギ収穫機の根切り・掘上げ深さ制御等を人工知能手法を用いての開発と収穫機の自動化や複数コンテナシステムを牽引する自動伴走トラクタの開発

- 3 自動フォークリフトの開発

運搬・集荷



圃場だけではなく集荷場など、屋内外でシームレスに自動走行が可能、かつ大型コンテナの積み下ろし・運搬が迅速にできるシステムを人工知能手法などにより開発

達成目標:

- ・野菜露地栽培における防除・収穫・運搬・集荷等の労働集約的作業のロボット化・自動化による省力体系の構築
- ・令和5年度までに、開発した機械・ロボットの利用により、経営体の収益性を2倍以上向上

(国研)農研機構 生研支援センター ・ 2017~2020年度
革新的技術開発・緊急展開事業(うち人工知能未来農業創造プロジェクト)

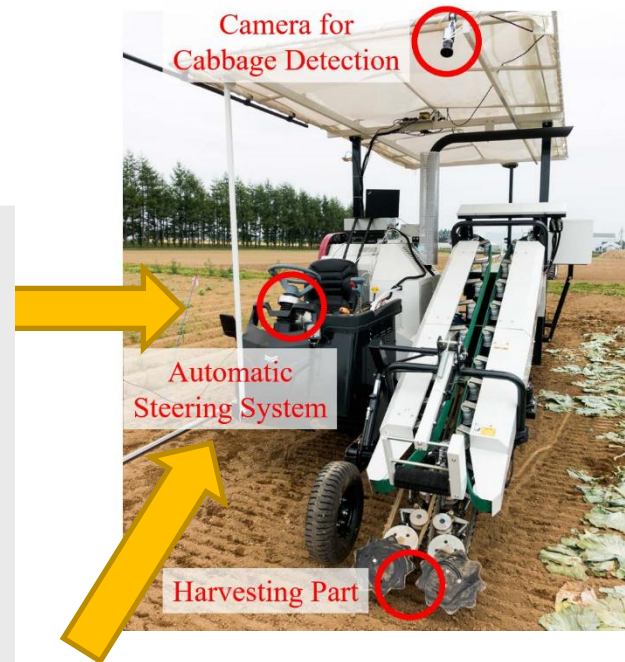
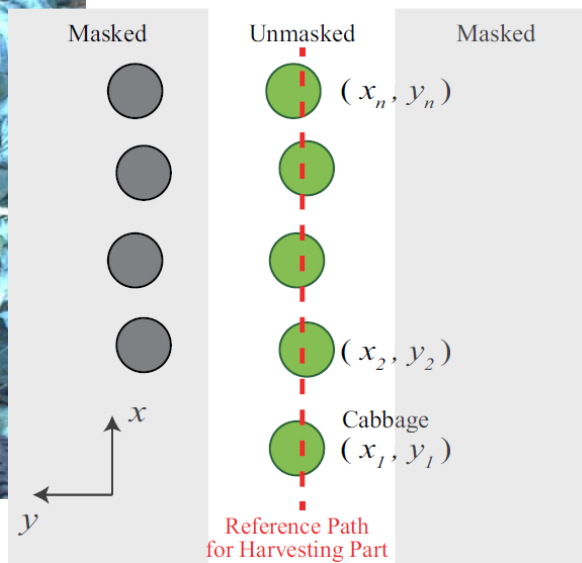
キャベツの自動収穫



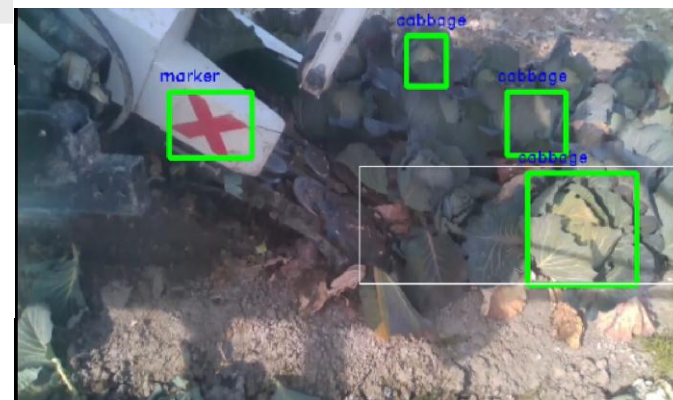
共同担当:オサダ農機

@鹿追町

キャベツの自動収穫



1. ディープラーニングによるキャベツ検出
2. 収穫のための経路生成・経路追従制御
3. 収穫部高さ制御



スマート農業実証プロジェクト(キャベツ)

滋賀県(彦根市)・静岡県(浜松市)

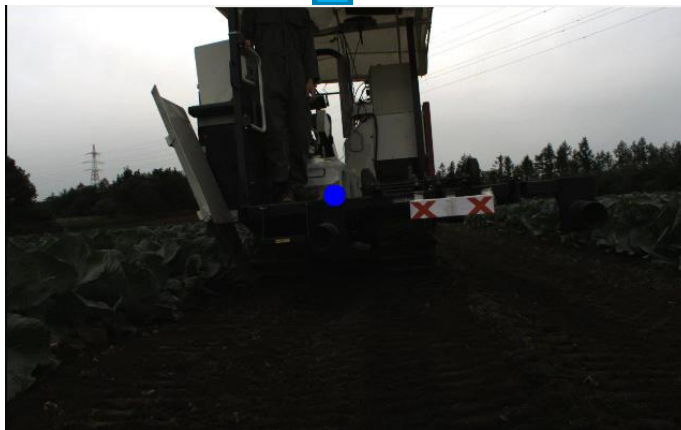
- 高畝 (畝間が深い) ⇒ クローラがはまって動きにくい
- 雨などの後の土壌条件 ⇒ クローラが思い通り動かない
- 2条植え ⇒ 隣のキャベツを認識ミス
- 東西列 ⇒ 夕日の影響が強い
- キャベツの種類 ⇒ 認識を間違えることも
- 雪の後 ⇒ 葉が縮む



コンテナの自動運搬



- RTK-GNSS 3基
- ・3次元位置
 - ・姿勢
 - ロール角
 - ピッチ角
 - ヨー角(方位角)



ディープラーニングによる検出と
RTK-GNSSによる位置・姿勢角と
油圧アクチュエータの制御による
自動ドッキング

複数収穫機・運搬車の協調作業体系



生研支援センター「戦略的スマート農業技術等の開発・改良」(2022～2024年度)

キャベツ栽培の自動化一貫体系の確立に向けた研究開発



開発した自動農機を令和7年に開発地区での社会実装

コミュニティが担う農産物の生産能力の維持・拡大と生産性向上、他作物への展開

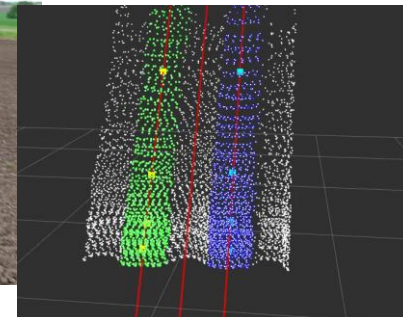
発展：栽培作業のほぼ全自動化 (耕起・施肥・畝立・移植・除草・防除・収穫)



ロボットトラクタによるプラウとロータリ同時作業



LiDARによる自動移植



ロボットトラクタによる施肥と畝立の同時作業



キャベツの外葉除去



ロボットトラクタによるブームスプレーヤの無人散布

農研機構「戦略的スマート農業技術等の開発・改良」
東京大学・ヤンマー・帯広畜産大・オサダ農機・JA鹿追町
(2022-2024)

現在、「スマート生産方式SOP(スマート農業技術導入・運用手順書)作成研究」(R7～R8)にて、キャベツ自動収穫機を全国に広げる土壤づくりを実施中。

本年6月26日(金)につくば市「つくば良農」にて、自動移植・自動収穫デモを予定

ヤンマーアグリ株式会社の開発供給実施計画の概要

運転及び収穫操作を自動化するキャベツ自動収穫機

2025年4月認定

<取組概要>

従来より更に少ない人手での自動収穫を可能とする、自動操舵システムや掻き込み部の自動高さ調整機能を搭載したキャベツ収穫機の開発及び供給

<申請者名(代表者)>

ヤンマーアグリ株式会社

<計画の実施期間>

5年間

<本技術による生産性向上の効果>

- ・「露地野菜・花き作」の「収穫及び運搬」のうち「自動収穫機や台車ロボット等による収穫又は運搬作業の省力化に係る技術」により労働時間80%削減に資する技術

〔キャベツの収穫作業に係る労働時間の削減〕

<開発技術のイメージ>



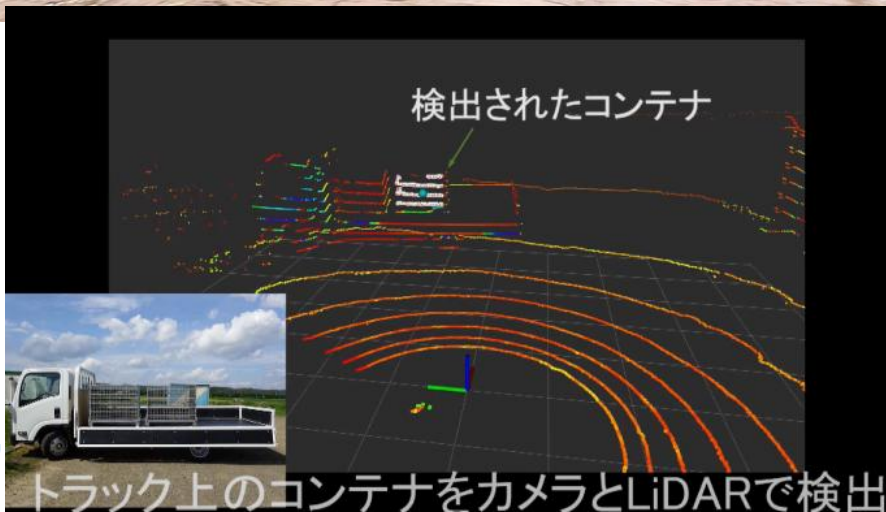
※自動操舵システムと掻き込み部の自動高さ調整が可能なキャベツ収穫機

自動フォークリフトによる運搬

- ・LiDAR x1
- ・RGB-D Cam x5
- ・RTK-GNSS x3



共同担当：豊田自動織機



多段積み



共同担当：豊田自動織機

タマネギの自動収穫

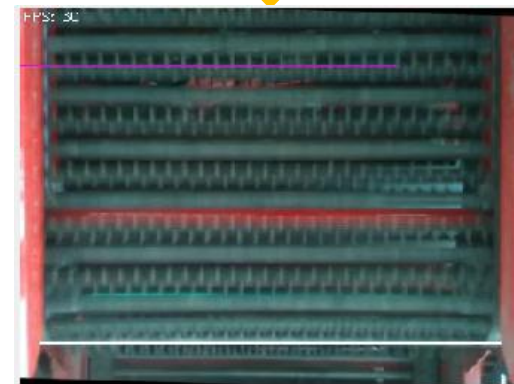
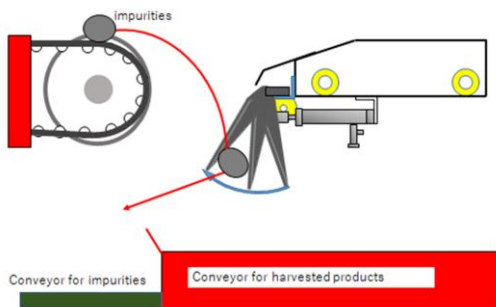


共同担当：訓子府機械工業

バレイショ収穫機上の自動選別(夾雑物除去)



・バレイショ収穫機上に4名の作業者が必要
⇒ 夾雑物(土塊, 雑草など)の自動除去



戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期/スマートバイオ産業・農業基盤技術 (2018-2022)
「生産から流通・消費までのデータ連携により最適化を可能とするスマートフードチェーンの構築」

消化液の濃縮・自動散布



- 持続可能な農業
- 運搬の効率化のための濃縮



家畜糞尿

バイオマス
ガスプラント

自動散布車両

消化液濃縮

濃縮消化液
自動散布

農研機構 スマート農業実証プロジェクト(R3~R4)
「畜産バイオガスシステムの自動化実証プロジェクト」

無人運転トラックによる運搬



野菜・米・果実
などの収穫物

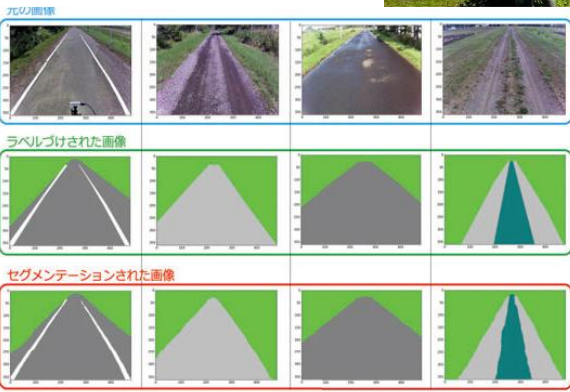


軽トラベース
コンテナ積載

スズキ

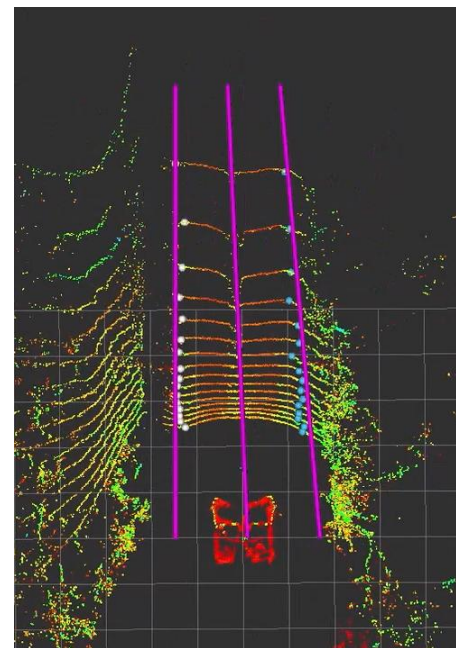


集荷場・選果場に



戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／スマートバイオ産業・農業基盤技術 (2018-2022)
「生産から流通・消費までのデータ連携により最適化を可能とするスマートフードチェーンの構築」
担当: 東京大学, 立命館大学, スズキ, 北農研, JA鹿追町

走行に安全な路面検出



直進路 分岐路 草地 溝 その他

走行可能な路面

走行不可能な領域

農道での軽トラの自動運転



季節の環境変化や
環境に依存し過ぎない
(事前地図等に頼り過ぎない)
ことが重要

@農研機構 那須塩原研究拠点
SIP⇒F-REI(福島国際研究教育機構)

さらなる物流革新が必要



集荷場・選果場



高速IC・ターミナルまで(手動/自動)

新幹線が札幌まで通ると
貨物列車の本数減
(2038年度開通予定)

自動隊列走行@高速道路
⇒ 貨物フェリー利用？
(本州行)



さらに、野菜工場の自動化・省力化

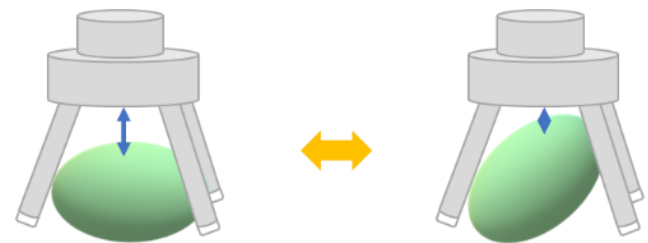
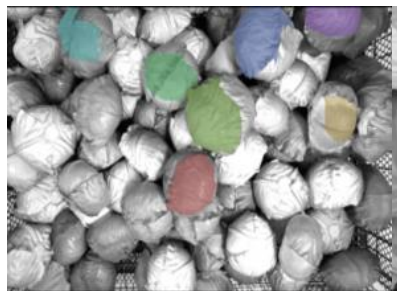
- 国際競争力強化技術開発プロジェクト(R3～R5)

農作物に適したロボットアーム等を活用した農作業自動化技術の開発

重量野菜ハンドリングロボット(集荷場や野菜工場で利用可能)

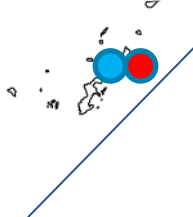


100倍速

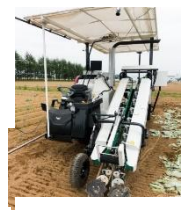


実験 フィールド

軽トラ
自動運転



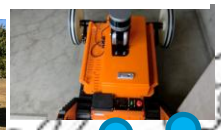
キャベツ収穫



果樹UGV



消防ロボ



消化液
濃縮・散布

飛行船



トマト収穫



自動運転



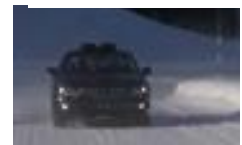
フォークリフト



タマネギ収穫



自動運転



キャベツ収穫・フォークリフト



バレイショ収穫



ヨウナシ
収穫



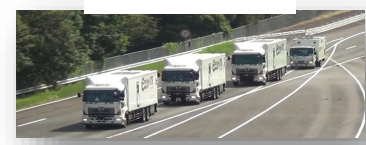
飛行船・ドローン



リンゴ収穫



隊列走行



軽トラ
自動運転



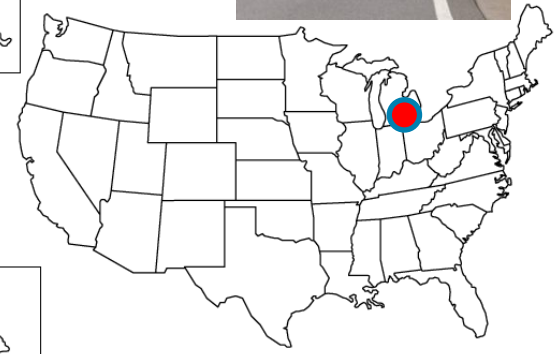
ナシ収穫



自動運転



隊列走行



AIロボットの社会実装を進める上での課題

- **過剰品質** ⇒ ロボット化のコスト
 - 収穫物の品質とコストのバランスを考えた栽培(消費者・流通)
 - 汎用的な安価なヒューマノイドロボットの可能性?(少ない生産量の作物)
- **人材不足(研究者・技術者・先導者)** ⇒ 開発・実装・導入スピード
 - 研究開発機関(農研機構, 大学), 予算の出し方
 - AI利用製品化可能な**メーカ**不足(企業, ベンチャー)
 - 地域(職員, JA, 農家など)
 - ✓ 農業においては, 育種や栽培方法の改良も重要であり,
「**人工知能・計測・制御・機械・農学の融合**」が求められる
- **法規** ⇒ 導入スピード

農水省「スマート農業技術活用促進法」
令和6年10月1日に施行

自動化機械やロボットの導入過程

- まだ(自動化)機械やロボットがない, あるいは限られた作物を対象
 - 最近のAI利用の上でも, 知識の偏在, ネットには情報がない
 - 品種の多様さ, 環境の変動, 気候・天候の影響などへの対応の困難さ
 - 野菜と果実, 露地栽培と施設栽培では, 機械化やロボット化の実現方法が異なる
- 耕作放棄地は多く出ており, 一旦放棄されると再開には時間と労力を要する
- 製品を出す側と使う側の連携が重要で, 機械やロボットを使える十分な下地
 - 多くの利用者がいれば製品化しやすい
- 生産者の地域単位での集団化, あるいは大規模化
 - 効率的に, かつ長期間, 機械やロボットを利用. 予備(余裕)も持てる
- 中長期的に見れる若手人材, 新規就農者の育成やそのシステム化
 - 地域特性を活かした代表的な手段の提示(機械・ロボットへの移行も含めて)
- 農業大学校, 各都道府県・市町村, JA等の団体の役割
- 地域経済への波及と循環

農作業の自動化・ロボット化により 何をを目指すのか

農作業の自動化・ロボット化による超省力体系

- ◆ 育種・栽培・運搬・経営・流通・販売で連携
- 技能実習生や臨時雇用がなくても成立
- 労働負荷減と収入増による新規就農者確保

地方から人口増を目指せないか

- ✓ 栽培計画・販売含め、**地域単位でのまとまりと地域連携**
- ✓ 地域計画として、居住地、商業地、教育
- ✓ 地域経済は、**農業が地域を支え**、牽引する
- ◆ 農業の魅力 **時間的・精神的豊かさ** を活かす