

## 中山間の急傾斜法面に対応した小型除草ロボット開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

小型除草ロボット開発コンソーシアム

〔共同研究機関〕

(国研)農研機構 農村工学研究部門、(公財)新産業創造研究機構、  
明興産業株式会社、株式会社ニツカリ、株式会社福本ボデー

〔研究代表機関〕

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

西日本農業研究センター

キーワード 中山間地域、急傾斜法面、除草、遠隔操作

### 1 研究の背景・目的・目標

畦畔管理で行われている除草作業は重労働であり、特に、中山間地域においては高齢化や担い手不足のため省力・軽労化が求められている。このため、遠隔操作による小型の除草ロボットを開発し、実用化へ向けた取り組みを進める。開発する小型除草ロボットは、最大45度の急傾斜法面に対応し、速度0.5m/s以上で走行するクローラ式であり、刈残しが生じない高精度な草刈部、簡易な操作性を備えたものとし、人力の2倍以上の作業能率を有するものとする。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①ホイールインモータを駆動源とした最大傾斜45度の法面に対応し、0.7m/s以上で走行可能な走行部を開発。
- ②3枚の刈刃を一つのエンジンで駆動、同期させることにより、刈残しのない高精度な草刈り作業を実現。これにより、従来の除草ロボットの2倍以上の作業能率で草刈り作業が可能。
- ③専用の送信機を開発し、除草ロボット前方の状況をオペレータにリアルタイムで表示可能とし、ワンスティックでの走行操作など操作の簡易化を実現。
- ④ロボットの傾斜角度を検出し、傾斜角度に応じて左右のクローラを制御することにより、急傾斜法面での等高線方向への直進走行の半自動化技術を開発。



### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①平成27年度に試作機の開発終了後、平成28年度に通年の運用試験を実施し、問題点の改良を行う。(1~2年間を想定)
- ②開発した要素技術は、実用機開発に活用する。
- ③生産現場での実証試験等を実施し、生産者が利用する際のユーザビリティの改善を図る。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①慣行の人手による作業能率の2倍以上での草刈り作業を可能とした。
- ②除草ロボットのオペレータは、急傾斜法面を歩行する必要がなくなることから、大幅な軽労化が図れるとともに、農作業事故の防止に有効である。

# 中山間の急傾斜法面に対応した小型除草ロボット開発

- 畦畔管理で行われている除草作業の多くは刈払機を用いた人力により行われている。
- 刈払機による作業は、身体への負担が大きく、農作業事故の発生も多い。



- H22-26の農水省委託プロジェクトにおいて、小型畦畔除草ロボットを開発。
- 実証試験の結果、傾斜40度程度の法面において刈払機による人力作業の2倍程度の能率で作業が可能であり、実用水準であることを明らかにした。

## プロトタイプの問題を解決して実用化を加速

### 草刈部

刈刃間に刈残しが生じる



3枚の刈刃を同期させ刈残しを解消



ナイロンコードカッターから金属刃に変更し、切断性能が向上



傾斜40度の法面でも大丈夫

### 主要諸元

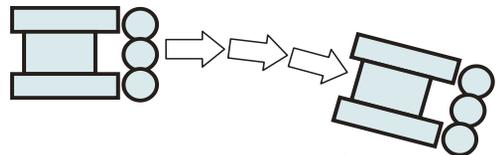
全長	1780~1850mm	走行用モーター出力	ホイールインモーター 500W×2個
全幅	1260mm	走行用バッテリー	リチウムイオン 24V37.8Ah×2個
全高	650mm	連続走行時間	約3時間
質量	215kg		

### 走行部

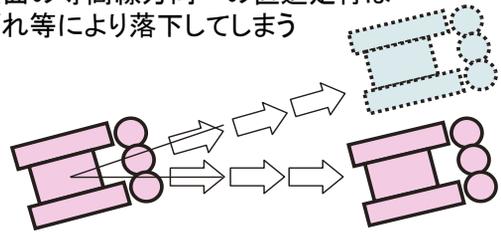
ホイールインモーターを利用することにより簡素な構造を実現



### 直進走行支援



法面の等高線方向への直進走行は  
ずれ等により落下してしまう



ロボットの傾斜角に応じてクローラの回転を制御し、直進走行をアシスト

### 操作用送信機



ロボットに搭載したカメラにより前方の状況をオペレータに提示可能

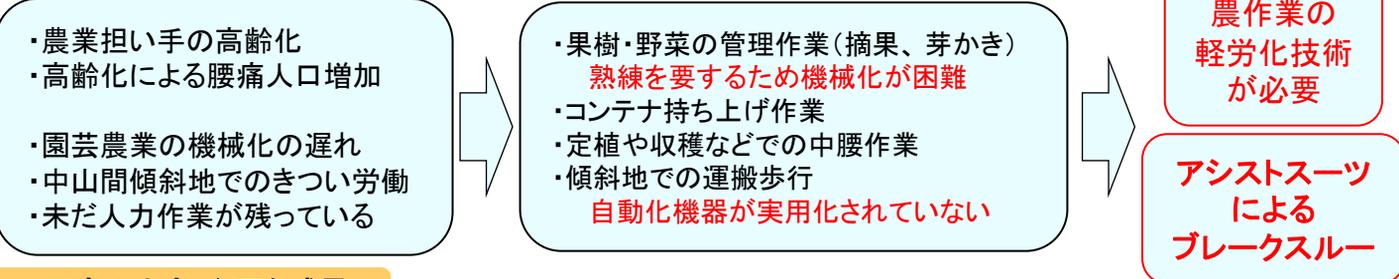
速度0.7m/sで走行し、刈残しのない草刈部を開発し、慣行の2倍以上の作業能率を実現

# 農業用アシストスーツの用途拡大・高度化

〔研究グループ名〕 農業用アシストスーツ開発グループ  
 〔研究代表機関〕 和歌山大学  
 〔共同研究機関〕 株式会社ニッカリ  
 〔委託研究機関〕 神奈川県農業技術センター・和歌山県果樹試験場・徳島県農林水産技術支援センター・香川県農業試験場・山口県農林水産総合技術センター・大分県農林水産研究指導センター

キーワード : アシストスーツ、パワーアシストロボット、ウェアラブルロボット、装着型ロボット

## 1 研究の背景・目的・目標



## 2 研究の内容・主要な成果

- ① 軽量コンパクト化し実用化間近な農業用アシストスーツを開発。
  - ・ 胸パッドなどの形状や柔軟性を向上し装着性を向上。
  - ・ アルミフレームをカーボン樹脂化し、電動モータを軽量化して、アシストスーツ本体を7kgから5kgに軽量化。(バッテリー0.8kg)
  - ・ 中腰姿勢の保持や持ち下げ時のブレーキ等アシスト制御を向上。
  - ・ 電動モータの持ち上げ力を10kgから15kgにアップし、モータ横幅を1.4cm扁平化。
  - ・ ポケットに入る簡単な操作ボックスにより操作性向上。
  - ・ バッテリーに充放電保護回路組み込み安全化し小型充電器を開発。
- ② 神奈川県・和歌山県・香川県・徳島県・山口県・大分県にて、現地実証試験を実施。



開発したアシストスーツ



小型操作ボックス

小型充電器

バッテリー



現地実証試験例:ダイコンの収穫 ・温州ミカンの収穫 ・急傾斜地農業研修 ・原木シイタケのほだ木運搬

## 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ① 神奈川県・徳島県・大分県・長崎県において、来年度実証試験を予定。
- ② 展示会に出展しプレス発表して、来年度も引き続き普及活動を推進。
- ③ 100万円/台で100台、来年度販売の予定。

## 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ① 20kgの持ち上げ作業において、背筋の活動量の半減により半分くらいの力で済み、呼気ガス分析によるエネルギー消費量が20~30%減少することから、軽労化効果を確認。心拍数の減少からも、軽労化 効果確認。
- ② 軽労化効果により、農業従事者の労働寿命が延びるとともに、力の弱い若者や女性の農業への参入増加や生産効率の向上も期待できる。

# 農業用アシストスーツの用途拡大・高度化

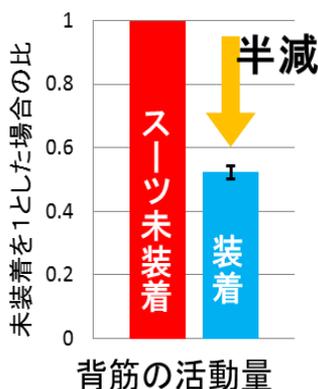
## 目標

- ・機械化が困難で人力に頼っている農作業をアシストするスーツを開発し、農作業を軽労化することにより、高齢者や女性、若者の就農を支援。
- ・収穫物コンテナなどを短い期間で大量に運搬する作業では、さまざまな厳しい作業姿勢や素早い動作が必要とされますので、これらに対応できるアシストスーツを開発。



## アシストスーツの特徴

- ①スーツ質量は、本体5.0kg(バッテリー0.8kg)に軽量化。
- ②1回の充電で約2~3時間稼働。
- ③屋外作業を想定、IP3相当の防水(生活防水)。
- ④持ち上げのアシストは、素早い持ち上げアシスト。
- ⑤中腰作業のアシストは、姿勢の保持アシスト。
- ⑥歩行のアシストは、角度信号を用いて、足の振り上げや踏ん張りをアシスト。
- ⑦電動モータの出力を制限し、意図に反した動作に対して装着者が逆回転できる。
- ⑧転倒防止の面から膝下部をフリーにする等、安全面に配慮。



20kgの持ち上げ作業にて、背筋の活動量の半減により、半分くらいの力で済んでいることを確認。

また20kgの持ち上げ作業にて、呼気ガス分析によるエネルギー消費量が20~30%減少により、軽労化効果を確認。心拍数の減少からも、軽労化効果を確認。

## 成果

- ・10~30kgの収穫物コンテナや米袋等の持ち上げ作業にて、負荷の半分程度をアシスト。
- ・畑作物の収穫等における中腰作業において、作業姿勢の保持をアシスト。
- ・傾斜農地での歩行や収穫物コンテナなど重量物の運搬作業における歩行をアシスト。
- ・神奈川県ではキャベツの収穫箱や玄米袋の積み上げ作業、和歌山県ではミカンの収穫コンテナの積み上げや積み下ろし作業、香川県ではミカンやキウイの収穫コンテナの積み上げや積み下ろし作業、徳島県ではレンコンや甘藷や人参の収穫コンテナの積み上げや積み下ろし作業、山口県ではミカンやレンコンの収穫コンテナの積み上げや積み下ろし作業、大分県では原木シイタケの栽培などの農作業において、軽労化などアシスト効果を確認。

## 栄養生理機能マルチセンシングによる搾乳ロボットを用いた精密飼養管理システムの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
搾乳ロボット精密管理コンソーシアム

〔研究代表機関〕  
農研機構

〔共同研究機関〕

広島大学、帯広畜産大学、宇都宮大学  
神戸大学、鹿児島大学、酪農学園大学  
広島県立総合技術研究所、  
岡山県農林水産総合センター、  
群馬県畜産試験場

キーワード 搾乳ロボット、精密栄養管理、授精適期判定、ボディコンディショニングスコア(BCS)、動線管理

### 1 研究の背景・目的・目標

搾乳ロボットの導入により期待される効果としては、搾乳作業から開放され、労働時間の短縮が図れるほか、多回搾乳が可能となり乳量増が期待できること、個体情報の把握が容易となり、その情報を利用した高度な飼養管理が可能になることである。搾乳ロボットの稼働率を高め、導入効果を最大限発揮させるためには、わが国の現場ニーズに対応した搾乳ロボットを基軸とした新たな飼養システムの構築と普及は緊急性・重要性が極めて高い。

このため、1)搾乳ロボットに対応した新たな栄養管理システムの開発、  
2)搾乳ロボットによる省力的管理技術の開発、  
3)搾乳ロボットの導入・普及を支援するための研究開発、を行う。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①搾乳回数ごとの精密な代謝試験を行うとともに、搾乳ロボット内で与える濃厚飼料の給与方法・給与水準の検討し、フリーストール内で与える混合飼料メニュー作り着手し、濃厚飼料と混合飼料のメニューを提示。
- ②搾乳ロボットからの牛乳の採取方法、採取回数の検討等を行うとともに、授精適期判定用の近赤外装置の小型化に取り組み試作機の試作、3D解析による牛のBCSの評価のための機器を開発。
- ③搾乳ロボット設置農家における牛舎設計ごとの動線解析、搾乳ロボットへの進入回数の解析を進め、搾乳ロボットに適した牛の選抜のための判別式とフローチャートを作成した。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①本事業の1年あまりのデータを基礎として、不足する部分については、データを蓄積し、次のステップとして、農家現場レベルに導入に向けた取り組みをしていく。
- ②機器等の開発も継続し、こちらも現場で使えるものとしていく取り組みを進める。
- ③研究内容の公表を進めていく。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①搾乳ロボット導入農家で問題となっている牛の栄養状態の管理が可能となる。
- ②今後の技術開発により、微弱な発情の牛においての授精適期を判定するツールが得られる。
- ③搾乳ロボット導入時の動線管理についての最適な方法を示すことができる。

# 栄養生理機能マルチセンシングによる搾乳ロボットを用いた 精密飼養管理システムの開発

搾乳ロボット導入時の配合飼料給与量、  
その後の増給量については経験的な指標  
しかなかった。

- ①体重コントロールの難しさ
- ②次の産次への影響
- ③搾乳回数増加、不定期搾乳  
への対応

広島大学  
広島県  
岡山県  
群馬県



搾乳ロボットを利用した飼養技術の高度化

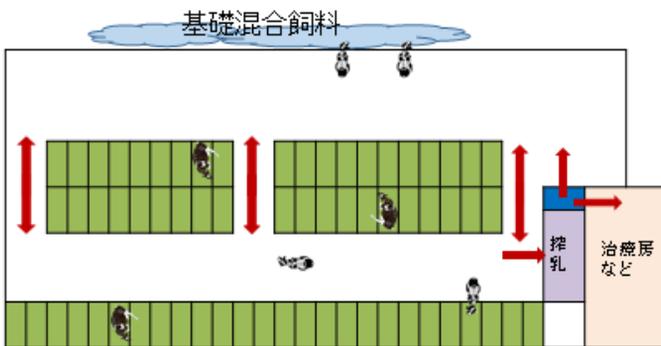
発情兆候の微弱な牛の増加により、  
分娩間隔の延長により効率低下

近赤外による牛乳からの授精適期  
の小型装置を試作

神戸大学



↑従来機 の小型化の試み



フリーカウトラフィック型 (FC)  
自由往来・双方向移動

搾乳機1台あたりの合計搾乳量に、  
移動方式による差はない。  
ロボット1台2000kg搾乳が目安

、  
1頭あたりの侵入回数を増やす  
管理がポイント  
同じ方式でも農家の成績に差異  
→さらなる詳細な検討が必要

酪農学園大学

# イチゴの高品質出荷を実現する分散協働型収穫ロボットシステムの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

ニッポンブランドイチゴ輸出戦略コンソーシアム

〔研究代表機関〕

国立大学法人 宇都宮大学

〔共同研究機関〕

日本電気株式会社

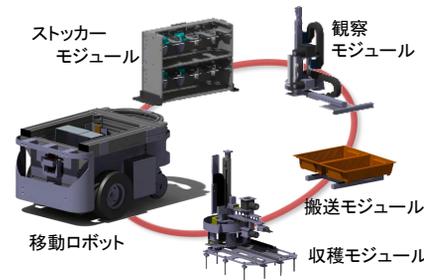
キーワード 移動ロボット、モジュール組合せ、分散協働型ロボットシステム、  
高精細色彩カメラによる成長観察、成長モデル

## 1 研究の背景・目的・目標

収穫作業の省力化が強く求められているが、ロボット化の初期投資がコスト的に見合うものかどうか判断が難しい。そこで、段階的に機能の追加・拡張ができるようなロボットシステムを提案する。たとえば、初期段階では搬送ロボットだけを投入し、最終的には収穫ロボットを追加できるようなシステムの実現を目指す。目標は次のとおりである。①分散協働型ロボットシステムとして、移動ロボット、観察モジュール、収穫モジュール等の試作。②高精細色彩カメラによる評価システムの開発。③クラウドサーバと成長モデルの構築。

## 2 研究の内容・主要な成果

- ① イチゴ圃場内における自律移動が可能な汎用小型移動ロボットをプラットフォームとして試作した。さらに右図のように移動ロボットにモジュールを追加することでロボットの機能を拡張できるロボットシステムを試作した。ロボットの寸法は幅60×長さ90×高さ48cmで、高設ベンチ間の通路を自由に移動できる。ロボットの可搬重量は約100kgで、重量物の搬送や収穫ジュール(マニピュレータ)が搭載可能。
- ② 収穫モジュール(マニピュレータ)を新たに新規開発した。協働動作では側方のベンチからイチゴを把持し、それを前後のロボットに引き渡さなければならない。すなわち長いリーチが必要だが、一般的なマニピュレータは肘が側方の植生に衝突してしまう。そこで、動作解析を駆使し、リーチが長く、肘が衝突しない収穫モジュールを開発した[特許出願中]。
- ③ 高精細色彩カメラ画像をクラウドサーバに蓄積。これによりイチゴの成長の過程を知ることができる(成長モデルの構築)。



## 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

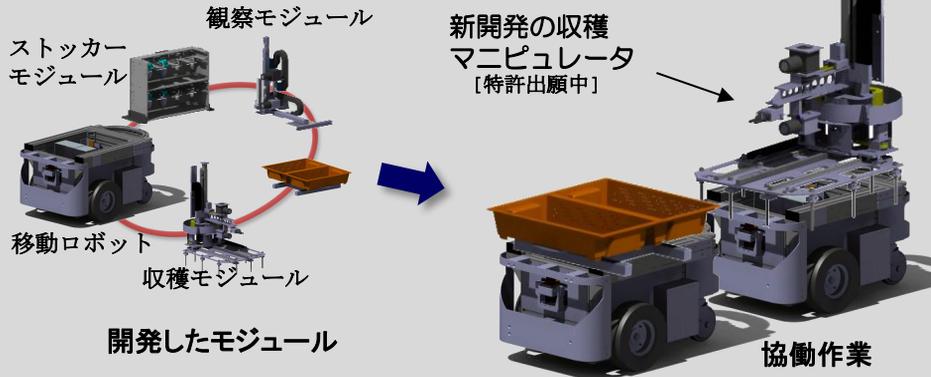
- ① 高設ベンチ方式の実際の生産農家において実証試験を継続的に実施し、安全性試験を継続して行い、実用化・商品化を進める。さらにロボット摘みイチゴをブランド化し、超高級イチゴの海外販売を実施する。
- ② 観察ロボットとクラウドサーバによるイチゴの生産管理を実施し、効率的な生産戦略を構築する。
- ③ 移動ロボットの一部は共有化が可能となっている(類似プラットフォーム車両他に5台)。基本フレームの量産化による低価格化を評価する。さらに、構成部品を見直し、さらなる低価格化の戦略を構築する。
- ④ 本ロボットと生産方式をパッケージ化し、ロボットの実証拠点を構築する。また、大学発ベンチャー(株)アイ・イート及び連携企業と共同でロボット導入を実現するための啓蒙活動を開始する。

## 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ① 将来的には、イチゴ個別包装容器フレシエル®への自動装填が可能となり、その労力が大幅に軽減されるだけでなく、数分かかっている手動装填が大幅に短縮される。
- ② 一般に1ハウス(栃木平均27a)あたり、2人以上で収穫作業に従事している。その内1名が主に搬送作業を担当しているとすれば、1/2~1/3人程度の省人化が達成される。(人とロボットとの協働作業の実現)
- ③ クラウドサーバによってイチゴの育成状態を把握することができる。すなわち、摘むべきイチゴの位置が事前にわかっていることでイチゴ収穫作業の大幅な効率化が可能。大幅な作業時間の短縮が可能となる。

# イチゴの高品質出荷を実現する分散協働型収穫ロボットシステムの開発

## 高精細彩色カメラによるイチゴ評価システムの開発

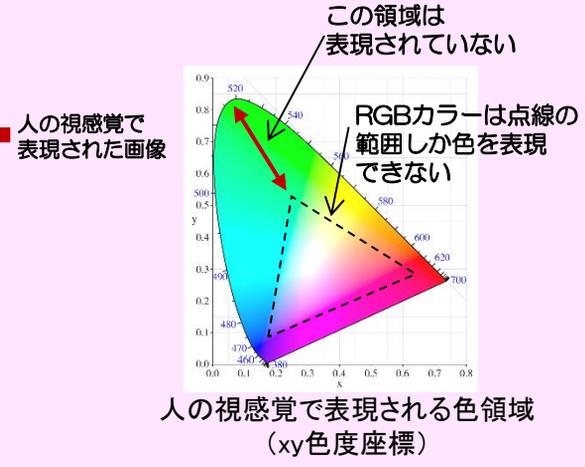
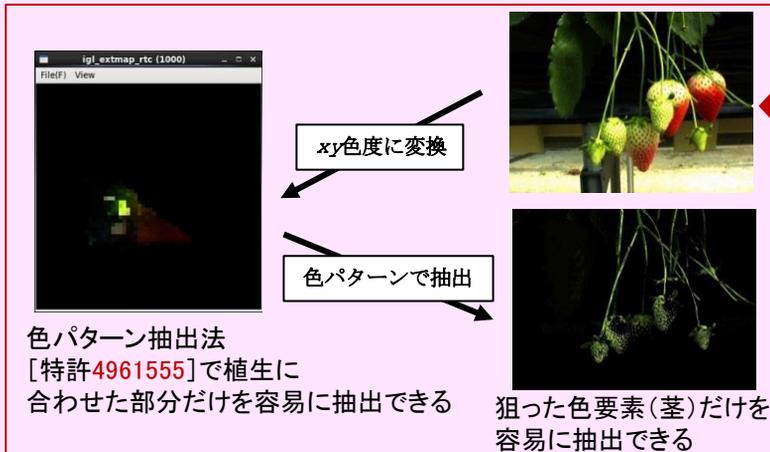


### 搬送モジュールの仕様

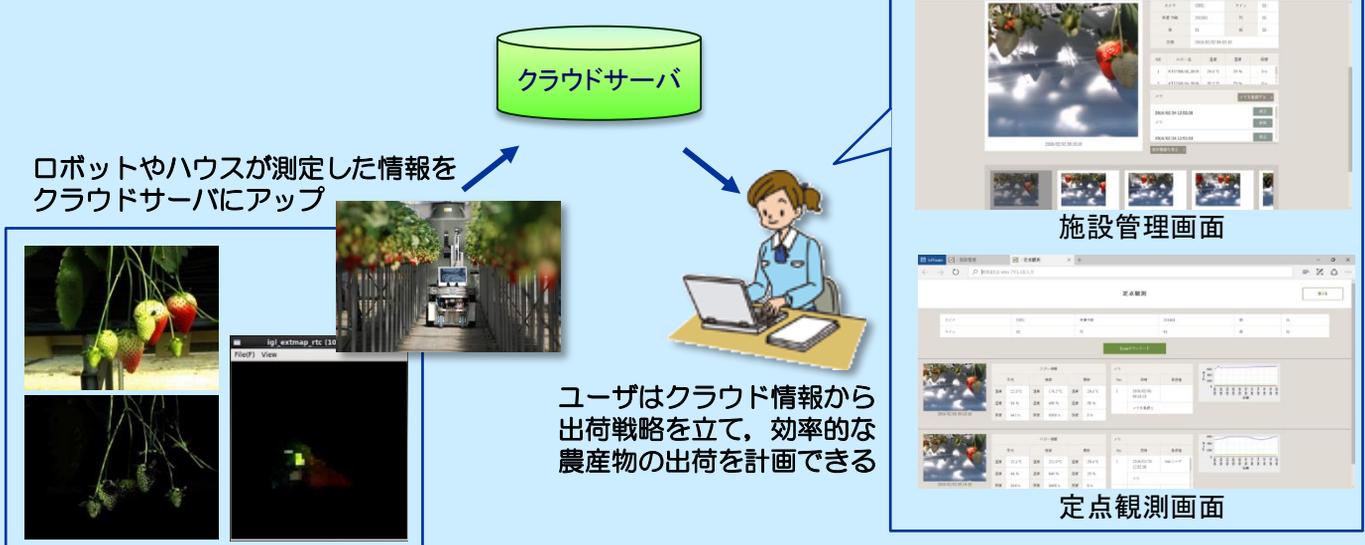
寸法	W60 × L90 × H48cm
構成	駆動輪2, 従動輪2
動力源	鉛蓄電池 最大 24V 76Ah
出力	200W × 2輪
速度	農場設置速度0.5m/秒 最大2m/秒
積載重量	100kg
駆動時間	76Ah時 8時間
重量	76Ah時 156kg



## 高精細彩色カメラによるイチゴ評価システムの開発



## クラウドサーバと成長モデルによる出荷戦略の構築



## 結球葉菜類の自動収穫ロボットシステム研究開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
革新的野菜収穫ロボット研究開発コンソーシアム

〔研究代表機関〕  
信州大学

〔共同研究機関〕  
不二越機械工業株式会社  
〔研究協力機関〕  
長野県野菜花き試験場

キーワード 自動収穫ロボット、結球葉菜類、地表面位置センシング、姿勢制御、画像処理

### 1 研究の背景・目的・目標

- ① 農業従事者の減少および高齢化問題の深刻化と生産性向上のニーズ
- ② 安定的生産のニーズ(キャベツやレタス等結球野菜は生産量全体の1/4を占める)
- ③ 野菜を傷めない、切り損じのないキャベツ、レタス向け機械収穫技術のニーズ

→ **野菜を傷めず、切り損じのない機械収穫技術の構築と自動収穫ロボットの開発**

### 2 研究の内容・主要な成果

- ① 地表面位置を非接触センサでセンシングし、自動収穫装置先端部分を地表面に倣って進行させる技術の開発した。これにより、**マルチシートを傷つけることなくレタス等の野菜を自動収穫可能とした。**
- ② 機械振動の活用により、姿勢の傾いたキャベツにおいても、その姿勢を自動的に回復させつつ自動収穫する技術を開発した。それにより、**茎の切り損じのない自動収穫が可能となった。**
- ③ レタスの場合には茎切断後に乳液が染み出る。**従前の水洗いによる方法では無く、2、3秒の短時間での処理により、乳液を停止させる技術を開発した。**
- ④ 自動収穫ロボットは3つのユニットに分割した形で実現し、圃場実験により性能評価試験を実施した。その場合の収穫成功率：**キャベツ：100% (13/13)、レタス：85% (12/14)**

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ① 本年度に開発した自動収穫技術をベースとして、実用化レベルでの技術としての確立、および安全性等を考慮した機械設計を行う予定。さらに、プロトタイプ機の開発終了後、実証試験を通じた改良に取り組む。(2～3年間を想定)
- ② 開発した技術のうち、地表面位置のセンシングと先端部の適切な制御技術など、基礎的な機能を組み込んだ自動収穫装置の早期実用化を目指す。(1～2年後の実用化を想定)
- ③ 機構の改良による収穫速度の向上、および多条同時収穫技術開発などについても継続実施する。
- ④ アグリビジネス創出フェアへの出展、「知」の集積と活用場の場などの活用により、より早く、かつ広範囲への普及を目指した活動を行う。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ① 現状での収穫速度はキャベツ2.4cm/s、レタス4.8cm/sであるため、10aあたりの収穫時間は、それぞれ25時間、12.5時間である。茎切機構部の改良などによって、さらなる改善が必要である。開発した自動収穫技術を確立し、目標速度(10cm/s)を達成することが出来れば、10aあたり約40時間要していた作業を6時間で実現できる。

# 結球葉菜類の自動収穫ロボットシステム研究開発

## 研究の背景と目的

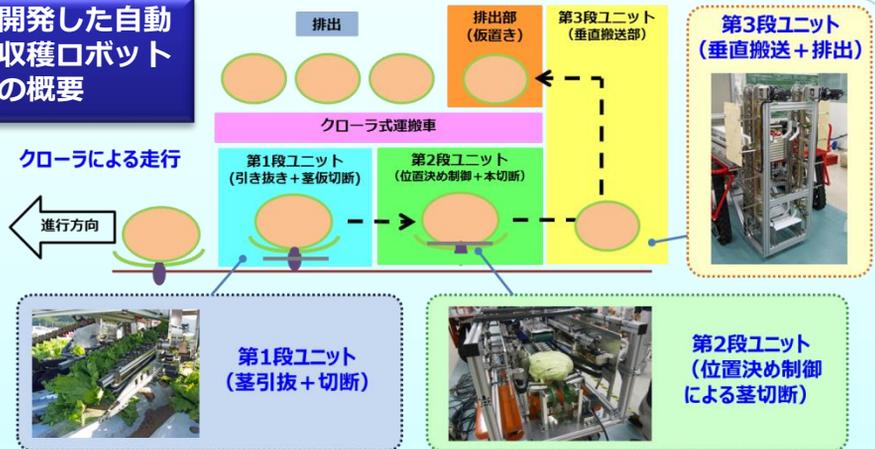
- ✓ 農業従事者の減少および高齢化問題の深刻化と生産性向上のニーズ
- ✓ 安定的生産のニーズ（結球野菜）
- ✓ 野菜を傷めない、切り損じのない機械収穫技術のニーズ



地表面位置のセンシング  
収穫先端部の自動制御

キャベツ、レタス等の野菜を傷めず、  
切り損じのない機械収穫技術の構築  
と自動収穫ロボットの開発

## 開発した自動 収穫ロボットの 概要



(ロボットの概要) 外寸: 1,650mm × 2,320mm × 1,540mm, 質量: 910kg,  
速度: 4.8cm/s, 動力源: エンジン+発電機+バッテリー(5H)

## レタスの自動収穫技術と性能



レタスの試験圃場  
(全マル方式)



### レタスの自動収穫の様子

(センサで地表面位置を検知し、収穫装置先端部位置を自動制御することで野菜を傷つけず、マルチを傷つけずに自動収穫を可能としている。)



茎切断3分後に  
水洗浄



開発中の方法  
(2秒間の処理)

開発した方法による乳液処理の比較  
(処理後1日経過後の状態)

### ← 自動収穫後のマルチシート

(センサでマルチシート位置をセンシングしているため、収穫装置先端部を地表面をやって進行させることが出来、シートを傷つけない)

## キャベツの自動収穫技術と性能



収穫前のキャベツ  
(非直線的、姿勢が傾いている)



キャベツ自動収穫の様子 (圃場試験)



### 自動収穫後のキャベツ

(センサで地表面位置をセンシングし、収穫装置先端部分を自動的に位置制御しているため切り損じがない)



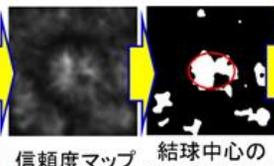
傾いたキャベツも収穫可能  
(自動的に姿勢を整える機能を備える)



自動収穫後に地中に  
残されたキャベツの茎



エッジ検出と中心方向への投票



信頼度マップ 結球中心の候補領域抽出



結球中心の検出結果

画像情報による結球中心位置推定の結果

## 今後の展開と省力効果

開発した技術をベースに実用化検討を継続。10aを6時間で自動収穫する効率の実現へ。

## モモにおけるモモシンクイガ被害果の検出システムの研究開発

### 〔研究機関名〕

モモにおけるモモシンクイガ被害果の検出システム共同研究機関

### 〔研究代表機関〕

山梨大学

### 〔共同研究機関〕

・山梨県農政部、山梨県果樹試験場、サイエナジー株式会社

キーワード: モモシンクイガ被害果、X線、画像認識、柔軟物のハンドリング

### 1 研究の背景・目的・目標

台湾向け輸出果実は、国内向けより単価の上積みが可能で安定した収入増加を見込むことができるが、台湾の輸入検疫で、モモシンクイガの被害果が1個でも見つかりと輸出が禁止される。現在は目視検査を行っているが、目視では食入痕が小さいため100%の検出が困難であり、ルーペ等を用いた過酷な検査となっている。X線を利用して、果実内のモモシンクイガ食害痕を自動検出することで果実収穫期の多忙な時期の農家に対する過酷な全数検査の負担を大幅に軽減するとともに、台湾の検疫における不合格事例をゼロにすることを目的とする。

### 2 研究の内容・主要な成果

①モモシンクイガの被害果を自動検出できるX線を利用したロボットシステムの研究開発

一般のモモ選果場で使用することを想定した大きさ、価格、性能で実現

②柔らかく傷みやすいモモ果実を傷めずにハンドリングするハンドリングロボットの研究開発

従来のロボットハンドでは押し付け圧で傷めていたモモの取り扱いをシートで包むことで実現

③1果実当りの検査処理時間30秒以内

従来の人による目視検査に要する時間(60秒)を半分に短縮

④モモシンクイガ被害果(老齢幼虫)の100%の検出率

目視検査では100%の検出が不可能な検出をX線画像をデジタル画像処理することで実現

柔軟物のハンドリング技術: 特願2013-013019、特願2013-028884

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

①本年度に試作機の開発終了後、来年度実証試験を行い、操作性の改善、安全性等の改良に取り組む(3年間を想定)。

山梨県内JA、福島県JA、岡山県生産団体を想定

②本年度に試作機の開発終了後、来年度、他の果実(リンゴ、梨、スモモ)への水平展開。

③平成28年11月のアグリビジネス創出フェアに出展してマッチングへの取り組み。

④モモシンクイガの老齢幼虫だけでなく、食害痕がより小さな若齢幼虫の検出の取り組み

3次元外形形状測定装置データとX線画像データを融合した検出アルゴリズムの考案

⑤モモシンクイガの老齢幼虫だけでなく、サイズが非常に小さいモモシンクイガの卵の検出の取り組み

複数光源と可視光画像処理技術の組み合わせによる穴検出アルゴリズムの考案

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

①モモシンクイガの食入痕は、極めて小さく(直径約0.2mm)、果実の肥大とともに、ふさがる場合もあるため、100%の検出が不可能であったが、このロボットを使用することで100%の検出が可能である。

②熟練の目視検査作業者が60秒要していた果実検査を、このロボットは30秒で検査終了する。

# モモにおけるモモシクイガ被害果の検出システムの研究開発

## 概要

目的: **日本からの果実の輸出振興**

従来の課題: 目視検査ではモモ被害果の100%の検出は不可能

研究目標: **不可能を可能に**

- 1) X線を利用してモモ果実を複数方向から撮影
- 2) 果実を傷めずに保持・回転させるハンドリングロボット

波及効果: **日本の農業の活性化、輸出振興**

- 1) 台湾向けモモ輸出金額の増加: 自動検査による高速化
- 2) 他の果実への適用: リンゴ、梨、スモモ
- 3) 他の地域、各国への展開: 中国、ヨーロッパ、香港、ロシア



図1: 上: モモシクイガ成虫  
中: モモシクイガ卵  
下: モモシクイガ幼虫

## ロボットシステム

システムのサイズ: W280cm、H172cm、D84cm

電源: 家庭用AC100V電源で動作可能

ハンドリングロボット部: モモを緩衝シートで保持

画像認識部: GPU付高性能コンピュータ

GUI部: タッチパネルによる操作

DB部: 過去の発生状況、モモ種別を可視化



図2: 研究開発したロボットシステム全体構成

## 今後の展開、省力効果

1. 山梨県内JAにて実証試験(3年間)を予定  
操作性、安全性、検出性能を実証試験
2. 現在の目視作業による検査時間60秒  
試作機では、30秒を実現
3. JA単位で購入が出来る目標価格  
1,000万円未満
4. 他の果実への適用

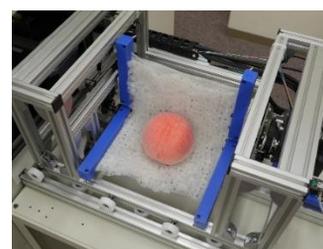


図3: ハンドリングロボット



図4: 複数方向から撮影したモモシクイガ被害果

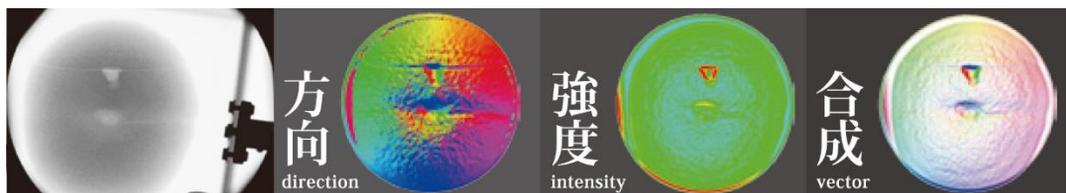


図5: デジタル画像処理による被害果の自動検出

問い合わせ先: 山梨大学工学部 小谷信司 TEL: 055-220-8469

## 球根植込・収穫作業用ロボットの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
チューリップ球根ネット栽培機械開発委員会  
〔共同研究機関〕

・富山県花卉球根農業協同組合・砺波市球根組合・トナミ球根研究会  
・(株)キセキ北陸・(株)富山クボタ・(有)コバヤシ  
・富山県・砺波市

キーワード:チューリップ、植込み作業、収穫作業、ロボット、省力化

〔研究代表機関〕  
富山県花卉球根農業協同組合



### 1 研究の背景・目的・目標

チューリップ球根生産は、植込みや収穫作業に多くの労力を要し(植込:18時間/10a・収穫:32時間/10a)、作業強度も高いことから、生産コスト削減や作付規模拡大の制限要因となっている。そこで、オランダで超省力化が実現しているネット栽培機械化体系を水田転換畑用に確立するため、平成26年度から球根植込・収穫機の開発に着手した。

しかし、開発した機械は、作業中に植込量・植込深さを常に確認・調整しなければならない手動型のため、操作には卓越した技術が必要なため、自動制御の付与等により操作性・作業精度・安全性の向上を図った。

### 2 研究の内容・主要な成果

○球根植込・収穫機のロボット化による操作性・作業精度・安全性の向上

(1)GPSを活用した運転支援により操作性が向上した。

(2)球根カウンター等の搭載によるほ場マッピング(植込品種名・球数の記録)システム、ネットや球根の植込量を自動調整し、栽植密度や植込深さを均一化する車速連動植込システムにより、作業精度が向上した。

(3)ネット自動切断接合システムを開発した。

○現地実証ほの設置による球根植込・収穫ロボットの性能確認

(1)作業の効率化の検証

異なるほ場条件で球根植込・収穫ロボットを稼働させ、動作確認、作業時間を調査し、作業時間の短縮効果を検証した。

(2)オペレーター研修の実施

球根植込・収穫ロボットの操作習得のための研修会を開催した。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

○アグリビジネス創出フェアへ出展し、球根植込・収穫ロボットを広くPRした。

○実演会や実証試験を実施し、本機オペレーターの育成及び運用計画を策定するとともに、球根ネット栽培技術を確立し、生産現場への普及を図る予定。

○本機の開発終了後も小区画ほ場にも対応できるよう、小型化等に向けた改良に取り組み(3年間を想定)、ネット栽培の普及面積の拡大を図る予定。

○ロボットにより大量に収穫される球根を効率的に調製・選別するシステムの開発を検討し、ネット栽培機械化体系の確立を目指す。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

①自動操舵、高精度自動植込、ネット自動切断等の性能を有する国内初のネット栽培専用植込・収穫ロボットを製作した。

②本機の活用により、これまでの球根植込み・収穫作業が

球根植込作業 現状:18時間/10a(3時間/人×6人)→3時間/10a(1時間/人×3人)

球根収穫作業 現状:32時間/10a(4時間/人×8人)→4.5時間/10a(1.5時間/人×3人)へ短縮できる。

③ネット栽培は他作物では導入されていないことから、省力化を図るためにも今後注目される栽培方法と考えられる。

更に改良を加えることでチューリップのように増殖するニンニクやスイセンなどユリ科作物等での活用も期待でき、国産球根類の生産体系が劇的に変化する可能性を秘めている。

# 球根植込・収穫作業用ロボットの開発

～日本一のチューリップ球根出荷産地の挑戦～

## 背景

### 球根生産の革新技術！！

チューリップネット栽培とは…



- ①土がほとんど付かず、収穫球の洗浄作業が不要
- ②地引網方式で小球も残さず全て収納
- ③機械開発により植込・収穫作業が大幅に省力化できる

現在の機械化体系では…

植込みや収穫作業が短期集中

- ・多くの作業補助員を要し、中腰姿勢での手作業
- ・作業補助員の高齢化とリタイア



作業の大幅な省力化と軽労化を目指して  
水田転換畑仕様の

### 球根植込・収穫機を開発！



ところが…機械操作に卓越した技術と  
複数の作業補助員が必要



## 球根植込・収穫機のロボット化

### (1) 操作性の向上



直進性向上  
3分/100mで植込

### (3) 安全性の向上

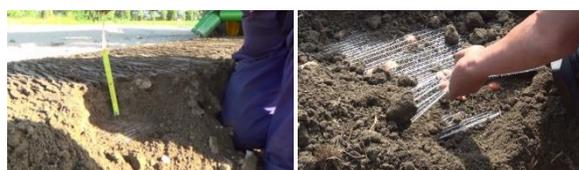


- コンピューターの搭載で操作の集中管理
- GPSの搭載で直進走行性向上・ほ場マッピング

- ネットの切断・縫合の自動化

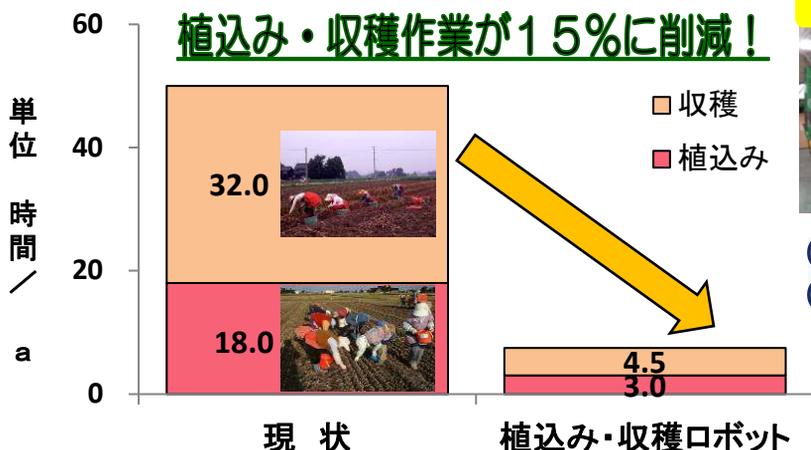
### (2) 作業精度の向上

- センサーの設置で植込み深さ・ネットの位置を自動制御
- エンコーダー等の搭載で植込みを車速連動させ、均一な植栽



畝高25cm(覆土10~13cm)

### 植込み・収穫作業が15%に削減！



### 堀取りユニット装着時



ネット栽培球根

- 雇用労力の大幅削減
- 球根洗浄が不要→腐敗しにくく品質・出荷率向上



生産性・所得の向上で魅力ある産業へ

# 統合環境制御を行い成長速度を最大化させる速度制御ロボットの基礎開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

状態変数から速度変数化とする施設園芸研究会

〔研究代表機関〕

特定非営利活動法人 植物工場研究会

〔共同研究機関〕

国立大学法人 千葉大学、国立大学法人 愛媛大学、日本電気株式会社

三菱樹脂アグリドリーム株式会社、イワタニアグリグリーン株式会社、株式会社タツノ

キーワード 1. 正味光合成速度制御ロボット 2. 植物工場 3. 統合環境制御 4. 施設園芸 5. 収益向上

## 1 研究の背景・目的・目標

【光合成速度を最大化させる新たな速度制御ロボット(施設園芸用統合環境制御システム)開発へ向けた基礎研究を行う】

- ・ 群落に対する正味光合成速度・蒸散速度のリアルタイム計測技術の開発
- ・ データマイニング技術を使った正味光合成速度の予測技術の開発
- ・ 各種速度変数値と環境値の可視化
- ・ 各種速度変数の計測、制御するための各種計測システムの研究開発
- ・ 画像解析による植物生育状況の計測技術

## 2 研究の内容・主要な成果

【当初の研究計画は、概ね達成できた。正味光合成速度の可視化をリアルタイムで実現し、速度制御ロボット(施設園芸用統合環境制御システム)の開発へ向けた基礎を確立した】

- ①各種速度変数の制御計画を自動的に立案する頭脳型ロボットの基礎技術を開発した
- ②定時・定点移動計測システムとデータアップロードシステムの構築、クロロフィル蛍光画像による成長速度計測システムの構築、時間相関カメラにより植物体のワンフレーム法線ベクトルの検出に成功
- ③培養液計測の試験システムを開発し、連続稼働試験を行い、培養液環境計測制御の実証を行った
- ④マルチゲートウェイによる接続(IEEE1888)を通じて、実証するコアシステムに各種の流量のリアルタイムデータの提供を可能にした

## 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①本年度の開発成果をもとに正味光合成速度制御ロボットの実用モデル開発を進める。(2~3年後に実用化)
- ②今後の実用モデル開発へ向けて本年度の成果の一つである「光合成速度の可視化」を実際の農業生産者に対してモニター募集を行い、実証データの継続的収集と、農業生産者の要望などを引き出す。
- ③実用モデル完成後の実用モデルの普及、販売へ向けたビジネス体制の検討、調整を進める。
- ④特定非営利活動法人 植物工場研究会が開催する勉強会、研修、各種展示会出展、等を通じて本事業の成果の説明を行い、ロボット型施設園芸用統合環境制御システムの普及へ向けた環境醸成を行う。

## 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

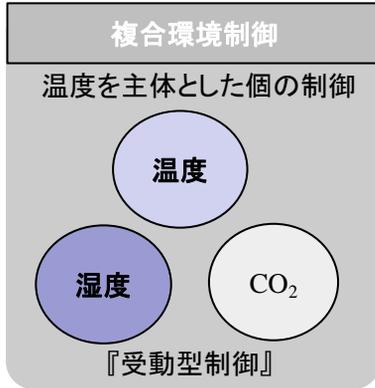
【本事業の成果を基にしたロボット型施設園芸用環境制御統合システムの完成によって、下記の効果を得ることが可能になる】

- ①慣行システムと比較し、生産コスト30%減、収量50%増、コスト・パフォーマンス2倍化が期待出来る。
- ②本システムは施設園芸の高度人材育成を形成する研修等に有効活用が可能で、日本農業のレベル向上に貢献できる。

# 統合環境制御を行い成長速度を最大化させる速度制御ロボットの基礎開発

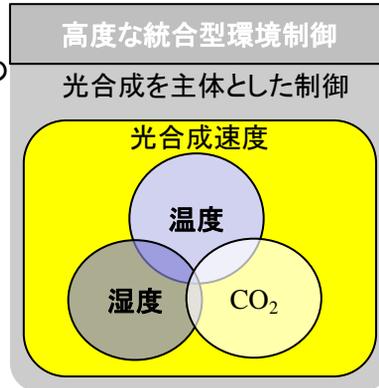
**背景** 農業生産者へ慣行システムを超える光合成速度制御ロボットにより収量増、コスト減を提供

## 【現在主流の制御】



【複合環境制御】  
閾値制御、「IF THEN」の組み合わせ、設定値のオーバーシュート

## 【光合成制御ロボット】



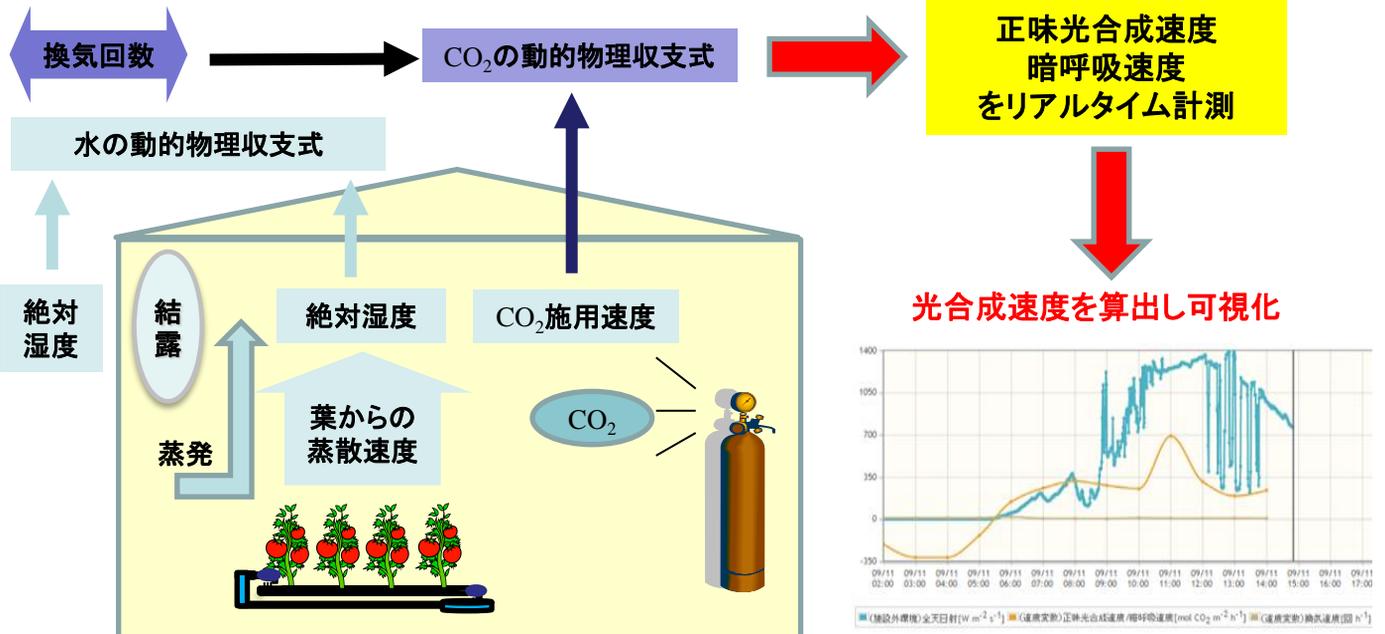
【光合成制御】  
光合成最大化、3要素同時、予測式に基づく先回り制御、ソフトランディング

## 研究内容

- ① 群落に対する正味光合成速度・蒸散速度のリアルタイム計測技術の開発
- ② データマイニング技術を使った正味光合成速度の予測
- ③ 各種速度変数値と環境値の可視化
- ④ 各種速度変数の計測、制御するための各種計測システムの研究開発
- ⑤ 画像解析による植物生育状況の計測技術

## 主たる研究成果

植物工場内群落の正味光合成速度を計測し可視化し、制御への基礎確立



## その効果

- 光合成速度制御ロボット開発の基礎技術を確立
- リアルタイムで正味光合成速度の可視化を実現
- 各種速度変数値と環境値、各種アクチュエータの動作状況もリアルタイムに可視化

## 農業者の経験を反映させた作業分担型ロボットトラクタの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

ヤンマー株式会社

〔共同研究機関〕

なし

〔研究代表機関〕

ヤンマー株式会社

キーワード 「ロボットトラクタ」「ロボットトラクタにおける安全性確保」「操作性の良いデバイス開発」

### 1 研究の背景・目的・目標

背景: 就農者の高齢化・就農者数の減少・担い手不足の対策として、農作業を支援するロボット化が急務である。実証試験を行っている随伴型ロボットトラクタより更なる作業効率向上を図り、低コスト農業への対応を図る必要性がある。

目的: 農家の熟練の経験による技術を新規就農者や農業未経験者でも簡単に導入できるシステムを搭載したロボットトラクタを開発する。また人間が作業するよりも正確に速く安全に作業が可能なロボット化技術を構築する。

目標: 作業時の安全性確保を推奨するための通信機能を有したデバイス開発や、初めて操作する方も使いやすいヒューマンインターフェイス開発を行う。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ① 農業者の経験を活用して、圃場を効率良く作業できる走行経路を構築可能なシステムを搭載したロボットトラクタを開発。
- ② 防塵、防水性能が求められる農業機械に搭載でき、安全視認可能なカメラ入力を前後2系統入力可能な無線CAN(車載ネットワーク)通信デバイスを開発。
- ③ 操作性を重視し、初心者でも直感的に操作できるヒューマンマシンインターフェイス画面を構築。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ① 本年度に試作機の開発終了後、来年度実証試験を行い、安全性等の改良に取り組む。  
(平成28年～平成30年度を想定。その後に商品化を予定)
- ② 開発したデバイス及びヒューマンインターフェイスについては、H28年度から北海道において実機に装着した実証試験を予定し、H30年度の実用試験へと展開した後、商品化に取り組む。
- ③ 実証試験において多くの農業者に利用して頂くことで早期に要望を織込み、ロボットトラクタ普及に向けた取り組みを行う。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ① 研究開発を行ったデバイスをロボットトラクタに搭載することで、作業を遠隔で監視することが可能なため耕起作業などの作業を分担することで作業時間が50%以上短縮できる。
- ② 今まで1人で行っていた作業が、このロボットトラクタを用いることで同じ作業や別の作業を2台のトラクタを1人で監視可能となり、またロボットトラクタ1台でも作業が可能なため労働費が50%以上削減できる。

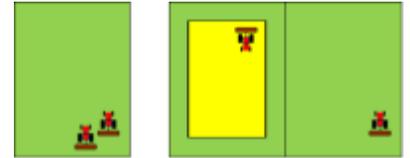
# 農業者の経験を反映させた作業分担型ロボットトラクタの開発

背景：就農者の高齢化・就農者数の減少・担い手不足の対策として、農作業を支援するロボット化が急務であり  
随伴型ロボットトラクタより更なる作業効率改善が必要である。  
TPP対策として、作業効率を向上させて低コスト農業への対応を図る必要がある。



随伴型ロボットトラクタ  
(大規模区画の効率化)  
の技術

- ・農業者の作業技術を織り込んだソフト開発
- ・安全性を高める技術



作業を分担して2台が同時に別々の圃場で作業を可能にする技術

## 随伴型ロボットトラクタ

- さらなる作業能率向上
- 安全性の確保が課題

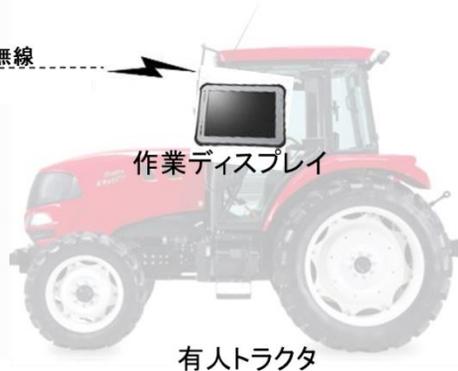
## 作業分担型ロボットトラクタ

- 1ha以上の大規模圃場だけでなく、1ha以下の中規模圃場へも展開可能なので様々な地域にも対応可能。
- 作業分担や農業者の作業技術を織り込むことで農業経験のない女性や新規就農者などの新たな雇用が可能。

- ・双方向で通信可能
- ・2系統の入力機能搭載



無線



- ・直感的に操作しやすいヒューマンマシンインターフェイスソフトウェアを開発

作業ディスプレイによって、作業者が無人トラクタ側の前後の映像を監視でき、安全な作業が可能。

更なる作業効率向上のため、1人で複数のトラクタ監視や無人での完全自律走行への展開を図る。

## 生産コスト削減・規模拡大を支える無人摘採機の開発

〔研究グループ名〕

ICTを活用した茶管理作業ロボット実用化研究コンソーシアム

〔共同研究機関〕

鹿児島県農業開発総合センター茶業部 佐賀県茶業試験場  
株式会社日本計器鹿児島製作所 松元機工株式会社

〔研究代表機関〕

宮崎県総合農業試験場 茶業支場

キーワード チャ、摘採機、無人化、省力化

### 1 研究の背景・目的・目標

茶業の経営体は、家族経営から雇用型の大型法人経営まで多岐にわたっているが、その就業者の多くは中・高齢者や雇用労働者が主体となっており、担い手の減少による労働力不足が深刻化している。

そこで、多大な労力を要し、自動化が遅れている茶園の管理作業、特に短期集中で収益を左右する摘採作業の労働力不足解消のために、茶摘採機の無人化技術を開発する。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①乗用型摘採機に装着した方位センサーや超音波センサー等から得られる情報を解析し、摘採機周辺の情報を把握しながら走行速度の変更や枕地での旋回、摘採刃の操作等を無人で行えるシステムを開発した。
- ②うね幅が180cmに固定されている平坦地茶園では、摘採作業を始める際に手動で摘採する高さやうね数等の基本設定をするだけで、有人摘採に比べて時間を要するものの、概ね無人での摘採作業が可能である。
- ③茶生産者が保有する乗用型摘採機を無人化するために必要な経費(摘採機本体の改良やセンサー類の装着、制御装置の搭載等)は、現時点では200万円程度と試算される。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①本事業で開発した無人機を活用し、来年度以降、「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)」(平成27年度補正)において実証試験を継続し、さらなる摘採精度の向上や安全対策の確立等に取り組む(3年間を想定)。
- ②茶関係のイベント等で試作機を展示・実演し、本事業の研究成果について広くPRするとともに、他の機械メーカー等とのマッチングを図る。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①茶生産者が保有している松元式乗用型摘採機を改良するだけでよく、低コストでの無人化が可能である。
- ②今まで有人で実施していた摘採作業が、この無人摘採機1台で対応可能となる。
- ③無人摘採機が摘採作業をしている間、茶生産者は、摘採機の作業を監視しながら他の茶園管理作業を行うことができ、人員の削減と作業の効率化を図ることができる。

# 生産コスト削減・規模拡大を支える無人摘採機の開発

## 背景

- 茶業の経営における就業者の多くは中・高齢者や雇用労働者が主体
- 製茶機械については自動化が進んでいるが、茶園管理機の自動化は進んでいない  
⇒ 担い手の減少による労働力不足が深刻化

無人摘採機(現有機に搭載できる制御装置)を開発し、摘採(収穫)作業の大幅な省力化を図る

## 研究内容・研究成果

### ◆◆ 無人摘採機・制御技術の開発 ◆◆

松元機工株式会社  
株式会社日本計器鹿児島製作所

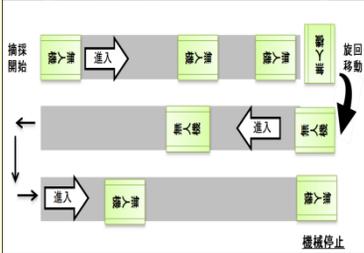
#### 【無人摘採機の概要】

- ・幅 : 2400mm (作業時)
- ・長さ : 3380mm (作業時)
- ・高さ : 2860mm
- ・重量 : 1850kg
- ・摘採速度 : 時速2km

#### 【制御フロー】



#### 【自動走行のイメージ】



### ◆◆ 現地実証試験 ◆◆

宮崎県総合農業試験場茶業支場  
鹿児島県農業開発総合センター茶業部  
佐賀県茶業試験場

10aあたりの摘採時間の比較(分)

	無人摘採	有人摘採	差
	37.7	21.3	16.4

摘採高の左右較差

	入口	中央	出口
無人摘採	15.4a	3.6a	6.5a
有人摘採	2.5b	1.4b	1.9b
効果の判定	*	*	*

無人で摘採した場合のうね幅の違う茶園における摘採高の左右較差(mm)

茶園のうね幅	うねの入口からの距離		
	5m	10m	15m
180cm	9.8 mm	7.7 mm	5.8 mm
170cm	6.6 mm	4.8 mm	7.1 mm
160cm	25.0 mm	18.0 mm	14.6 mm

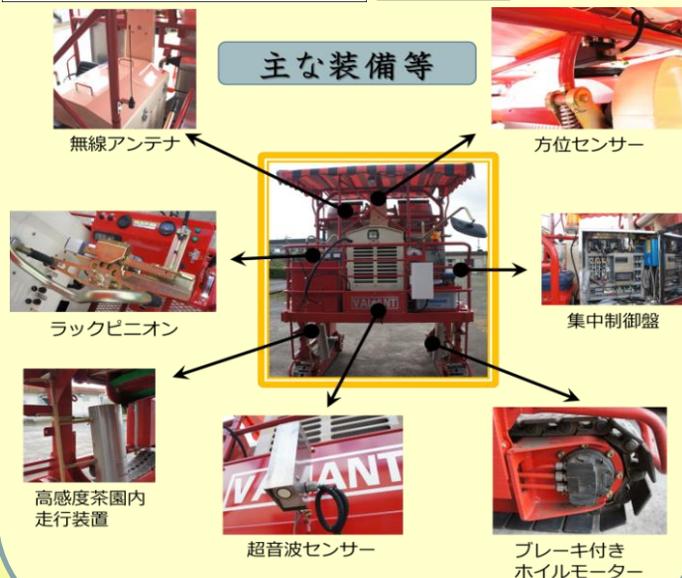
#### 【研究成果】

- ・茶生産者が保有している松元式乗用型摘採機を改良するだけでなく、低コストでの無人化が可能である。
- ・うね幅が一定(180cm)の平坦地の茶園では、摘採作業を始める際に手動で摘採する高さやうね数等の基本設定をするだけで有人摘採に比べて時間を要するものの、概ね無人での摘採作業が可能である。

#### 【今後の課題と研究方向】

- ・摘採精度の更なる向上。
- ・うね幅が異なる茶園や傾斜地茶園で制御可能な無人摘採機の開発。
- ・今回開発した無人化技術を他の茶園管理機に応用し、茶園管理全体の大幅な省力化を図る。
- ・安全対策の検討。

#### 主な装備等



★★ 摘採(収穫)作業の大幅な省力化が可能となり、規模拡大にも貢献 ★★

## 3Dセンサを応用したトマト収穫ロボットの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
パナソニック株式会社

〔研究代表機関〕

〔共同研究機関〕

キーワード ロボット、3Dセンサ、収穫、無線、裂開果

### 1 研究の背景・目的・目標

果実収穫作業は、労働集約型であり、特に今後の農業における労働力不足を考慮すると積極的な自動化が望まれる。農園現場で活用できるコスト性を考慮して、安全で実用的な速度、量でトマトの収穫、蓄積、評価の一連の作業が遂行できる高機能な技術を開発、実際に農園現場で駆動できるロボット及び裂開果判定／無線システムを試作し、その検証を完了する。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①3Dセンサ、画像処理等のロボット技術を応用したトマト収穫ロボットを開発。  
連続安定収穫(200個以上)を実現
- ②圃場における無線通信性能の最大通信速度 300Mbpsを実現
- ③選別に効果的な照明波長をトマトの反射分光特性から同定し、これら波長の照明光下で撮影した画像から、裂果特有の画像特徴を精度良く抽出。その結果、裂果の判別精度は95%以上を達成。
- ④ダメージレスで収穫するハンド部、及び制御機能で傷つけずに収穫 95%以上を達成(特許申請中)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①収穫ロボットでは、本年度開発した試作機を用い、引き続き、畝一巡の連続安定動作、収穫率向上、動作速度向上に取り組む。また裂開果判定機能も含め、コスト、信頼性、安全性の両立を考慮して、実用化に向けて開発を進める。
- ②無線ネットワーク化においては、畝の育成状況により無線の遮蔽が発生するため、今後は圃場内で安定したスループットが出せる無線技術や無線方式の研究開発を推進する。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①連続自動動作(8時間以上)、複数品種対応可能な収穫ロボットで収穫ピーク時の代替で収量の50%以上を達成する。
- ②圃場内無線ネットワーク化により、リアルタイムな収穫情報をホスト側に通知することが出来、ロボットのメンテナンス情報や異常情報などを遠隔から収集／監視することが可能となる。

# 3Dセンサを応用したトマト収穫ロボットの開発（トマト収穫ロボット）

## 背景

- 市場課題  
少子高齢化に伴う人手不足 → 『自動化への高い要求』
- 技術課題  
自然環境下でも安定した収穫 ⇒ 対象物のロバストな三次元位置認識  
収穫ミス（傷つき等）のない動作 ⇒ ダメージレスハンドによる収穫

独自のロボット技術を活かし、高度な収穫作業を自動化

## 研究内容

### 収穫ロボットの諸元

寸法：950mm(W) × 2850mm(D) × 1250mm(H)  
重量：約150kg  
連続運転時間：約10時間 ※ 使用方法・環境による  
走行速度：max 0.3m/sec



トマト収穫ロボット

### トマトを選別して収穫

新開発の距離画像センサと画像処理アルゴリズムで色、形、場所を正確に判断



カラー画像  
房、果実検出



赤外画像  
果実、果梗検出

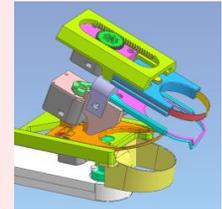


距離画像  
正確な位置取得

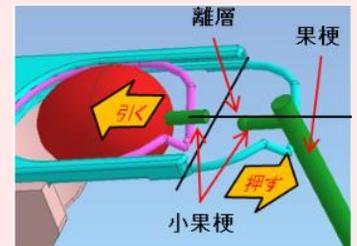


【距離画像センサ】

### 傷つけずに収穫



＜収穫用エンドエフェクタ＞



果実と果梗を引き離し、離層で分離

### 自動で収穫からかご収納まで



収穫データ蓄積



- ① 自動で畝を移動し、トマトを収穫
- ② 収穫したトマトはかごへ収納
- ③ 満杯のかごと空かごを自動で交換

## 研究成果

- 連続自動収穫（200個以上）を実現
- 傷つけずに果実を収穫：95%以上

## 今後は

- 畝一巡連続動作、複数品種の対応
- よりロバスト（環境、生り方）な収穫

# 3 Dセンサを応用したトマト収穫ロボットの開発（裂開果判定）

## 背景

- 市場課題（農園ヒヤリングより）：  
少子高齢化に伴う人手不足 → 『自動化への高い要求』
- 技術課題（弊社調査より）：  
人による収穫 ⇒ 収穫と同時に（ある程度の）選果も可能  
従来の収穫ロボット ⇒ 収穫だけで、選果は後工程

収穫ロボットの普及には、**高度な品質評価システム**の実現も重要

## 研究内容

- 画像処理により果実の品質評価を行うシステム開発において、特に混入により他の果実の汚染に繋がる裂開果の判別を目的とする。
- 裂開果部分を精度良く検出するために、複数波長の照明を効果的に使い、且つ95%以上の正答率を実現できる裂果判別アルゴリズムを開発。

### ① 照明波長の選定

注目部位の抽出に好適な波長を分光分析で同定。

### ② 果肉部とヘタの分離・抽出

色情報を元に注目部位を個別に分離

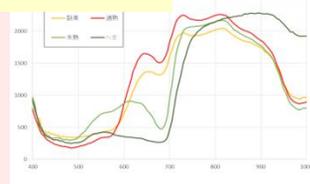
### ③ 画像エッジを利用した裂開果部検出

果肉部の画像エッジを裂開果と判定

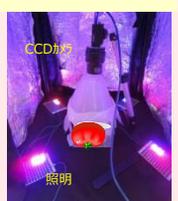
### ④ ハレーション、映りこみの低減（撮影環境）

デフューザー、反射板を最適配置し、誤検出の原因となるハレーション等を低減

### ① 照明波長



### ④ 撮影環境



### ② 果肉部とヘタの分離



### ③ 裂開果の検出



## 研究成果

- 複数波長の照明光下で撮影した画像から、果実の部位を効果的に分離・抽出し、果肉部の画像エッジを元に、裂開果を精度良く抽出。
- 裂果の判別精度 96.7%を達成（期初目標は95%）



# 弁当の包装・梱包工程における仕分けロボット技術開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
武蔵野50プロジェクト

〔研究代表機関〕  
株式会社武蔵野

〔共同研究機関〕  
株式会社武蔵野SQUSE、スキューズ株式会社

キーワード ①仕分け作業のアルゴリズム ②柔軟物把持方法 ③処理速度 ④人との共働 ⑤画像処理技術

## 1 研究の背景・目的・目標

製造されたお弁当やパンを種類ごと配達先ごと仕分けする必要がある、自動化は難しいと考えられていた。しかしながら少子高齢化の流れを受けて、慢性的な人手不足は否めず、人の手を介さない装置の開発が望まれている。そこで「様々な形状をハンドリング出来る装置」「人と共働出来るロボットアーム」「様々な形状のお弁当箱やパンを認識出来る画像処理装置(センサ)」「お弁当やパンを仕分けしコンテナに投入する装置」「各種装置を統合する制御ソフト」で構成されるロボットを現場のニーズを踏まえながら開発する。

## 2 研究の内容・主要な成果

- ①製品の特性分析、製品ごとの把持形状・把持力・把持位置のデータ収集を行い、ハンドリング装置の実現方法を検討、柔軟物(軟包材製品)の把持方法の確立
- ②製品搬送の高速化を図ることができ、約1.5秒での製品搬送(吸着～吸着破壊までは約1.3秒)が可能となった。また可搬重量は最大2kgに向上したため、500g程度の製品であれば搬送可能となった。
- ③移動する商品をカメラ認識してロボットアームに座標を送信することができた。画像処理速度は平均0.14秒であり、ロボットアームの処理速度が平均1.5秒に対して十分な処理速度と言える。
- ④店舗受注データから、仕分コンテナに効率の良い製品の配置パターンを生成するソフトウェアを開発した。ソフトウェアと装置間でデータ通信する事により装置でのデータ入力が必要なくなった。

## 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①実用化を目指し、引き続き抽出課題に対する技術開発を継続する
- ②現場実証フィールドとして、実現場での検証タイミングでは、フィールド提供とテスト実施を行う
- ③弊社その他ロボットの取り組み(平成26年度補正ロボット導入実証事業)や、その中から出てくる技術を、本取り組みへ展開、応用していく

## 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①ロボット1台で1～2名作業の代替となるため、仕分けラインの最大効率での効果試算は以下の通り  
 $1.5名 \times 1000円/h \times 12h \times 365日 \times 8台 = 52,560千円/年$ の人件費削減効果
- ②作業確保(求人)に掛かるコストと時間(教育)の低減
- ③仕分け作業の標準化により、人手作業でのバラツキ抑制
- ④他業種(ロジスティクス)への応用展開が可能

# 研究課題名・・・弁当の包装・梱包工程における仕分けロボット技術開発

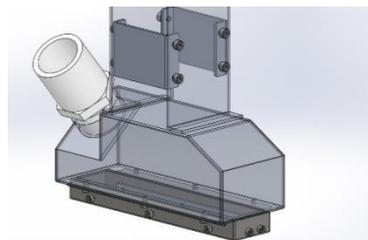
## ■研究内容

- ①柔軟物(軟包材製品)の把持方法の確立
- ②製品搬送の高速化と可搬重量の向上
- ③移動する商品のカメラ認識とロボットアームとの連携
- ④店舗受注データから、仕分コンテナに効率の良い製品の配置パターンを生成するソフトウェアの開発と配置パターンに従ってコンテナに商品を移載する装置の開発

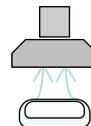


## ■研究成果

### 柔軟物の把持方法の確立



- ブローを使用した、商品を押しさえ付けないハンドを開発  
110g程度の軟包材の製品を離れた位置から吸着する事が可能



### 製品搬送の高速化と可搬重量の向上



- OMRON社製のロボットアーム (YD11A4A)を導入する事により  
最大搬送速度 : 1.5Sec  
最大可搬重量 : 700g(ハンド除く)  
の搬送能力を実現

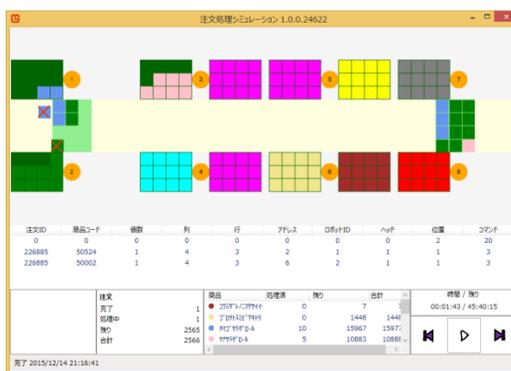
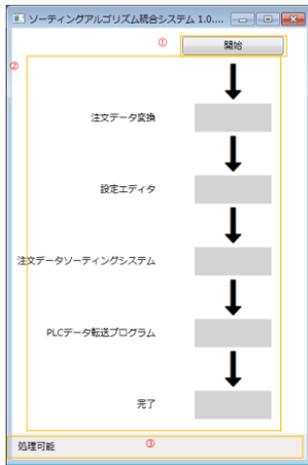
### 移動する商品のカメラ認識とロボットアームとの連携



- 移動するコンテナ内の製品の位置ずれをカメラで認識し、ロボットアームでずれを補正してハンドリングを行うシステムを開発  
移動体の速度80mm/Sec  
画像処理速度0.14Secでの処理が可能

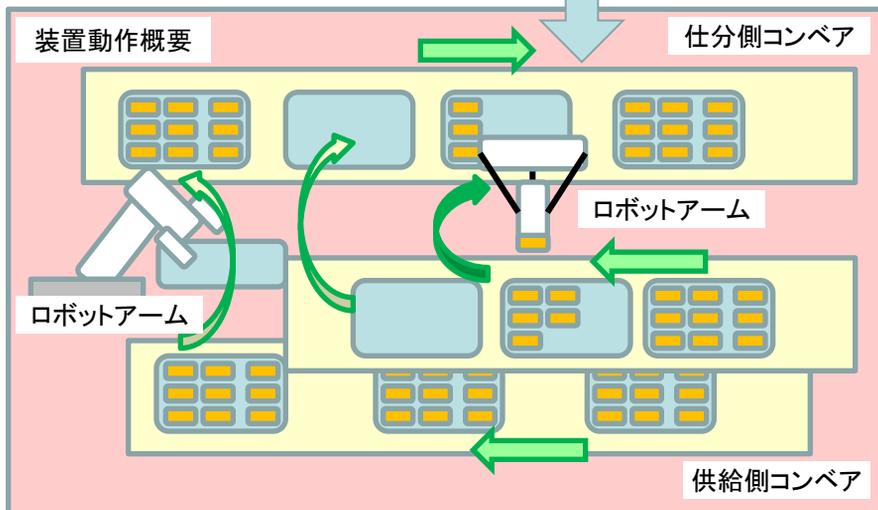
# 研究課題名・・・弁当の包装・梱包工程における仕分けロボット技術開発

店舗受注データから、仕分コンテナに効率の良い製品の配置パターンを生成するソフトウェアの開発と配置パターンに従ってコンテナに商品を移載する装置の開発



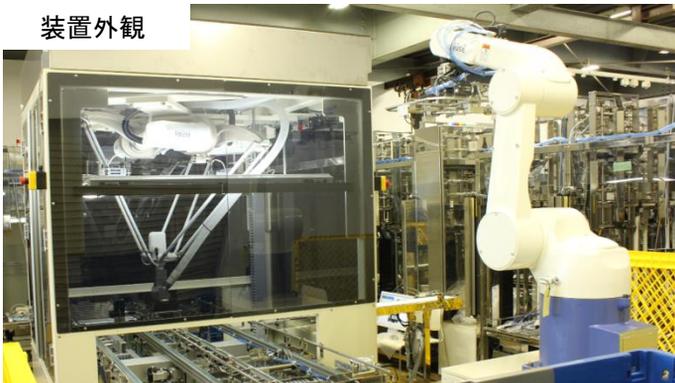
- 簡単な操作系で店舗受注データを加工し、装置に配置パターンを送信する事が可能
- 配置パターンのシミュレーションをアニメーションで表示することで装置へ送信するデータの見える化を実現

配置パターンを送信



- 供給側のコンベアを2段にして製品搬送の回数を削減  
上段: 製品を仕分コンテナに供給する  
下段: 配置パターンがN個以上や最大入数の場合はコンテナをそのまま仕分コンベアに移載し、製品を抜き取る
- コンテナの移載はDENSO社のロボット(VM60)を使用

装置外観



- 装置サイズ:  
幅4500x奥行3700x高さ2300mm
- 動力源:  
200V(50/60Hz)
- 使用ロボット:  
VM-060(DENSO製)、  
YD11A(OMRON製)

## ■今後の取り組み

- ①実用化を目指し、引き続き抽出課題に対する技術開発を継続する
- ②現場実証フィールドとして、実現現場での検証タイミングでは、フィールド提供とテスト実施を行う
- ③弊社その他ロボットの取り組み(平成26年度補正ロボット導入実証事業)や、その中から出てくる技術を、本取り組みへ展開、応用していく

## 弁当配膳(盛りつけ)工程におけるロボット技術開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
武蔵野50プロジェクト

〔研究代表機関〕  
株式会社武蔵野

〔共同研究機関〕  
株式会社武蔵野SQUSE、スキューズ株式会社

キーワード ①盛りつけ(見た目含み) ②柔軟物ハンドリング ③不定形物の把持  
④具材認識画像処理技術 ⑤処理速度

### 1 研究の背景・目的・目標

食品産業のうち中食と呼ばれる産業では、人の手による作業が数多くを占める。特に弁当製造の工程では、盛りつける具材が柔軟物である為、自動化は難しく長らく人の手による作業に頼ってきた。しかしながら少子高齢化の流れを受けて、慢性的な人手不足は否めず、人の手を介さない装置の開発が望まれている。そこで「柔軟物ハンドリング装置」「人と共働出来るロボットアーム」「様々な具材を認識出来る画像処理装置(センサ)」「具材とお弁当を搬送する装置」「各種装置を統合する制御ソフト」で構成される盛りつけロボットを現場のニーズを踏まえながら開発する。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①ハンドリング装置開発において、(1)不定形具材の把持形を制御するためのプログラム(2)柔軟具材の把持力制御の方法について(3)食品や人との協働作業の可能な構造の要素技術開発を行った
- ②ロボットアームについては、目標達成のための最適なロボットの選定
- ③画像認識技術として、(1)具材のばら積み状況に応じた位置認識(2)具材を盛り付ける容器の位置認識を新規開発した
- ④各研究開発要素を組み合わせと具材を盛り付ける制御ソフトの開発により、盛り付け作業の自動化の実現  
(■タクトタイム5.6秒)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①平成29年度の実用化を目指し、引き続き抽出課題に対する技術開発を継続する
- ②現場実証フィールドとして、実現場での検証タイミングでは、フィールド提供とテスト実施を行う
- ③弊社その他ロボットの取り組み(平成26年度補正ロボット導入実証事業)や、その中から出てくる技術を、本取り組みへ展開、応用していく

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①1人作業の代替となるため、@1000円/h×16h×365日=5,840千円×導入台数
- ②作業確保(求人)に掛かるコストと時間(教育)の低減
- ③人による細菌汚染の低減による商品安全性の向上
- ④コスト低減により、経営基盤の強化並びに、新たな付加価値への投資原資の創出

# 研究課題名・・・弁当配膳(盛りつけ)工程におけるロボット技術開発

## 背景

食品産業のうち中食と呼ばれる産業では、人の手による作業が数多くを占める。特に弁当製造の工程では、盛りつける具材が柔軟物である為、自動化は難しく長らく人の手による作業に頼ってきた。しかしながら少子高齢化の流れを受けて、慢性的な人手不足は否めず、人の手を介さない装置の開発が望まれている。

## 研究内容

- ・柔軟物ハンドリング装置
- ・様々な具材を認識出来る画像処理装置(センサ)
- ・具材とお弁当を搬送する装置
- ・人と共働出来るロボットアーム
- ・各種装置を統合する制御ソフト

## 研究成果



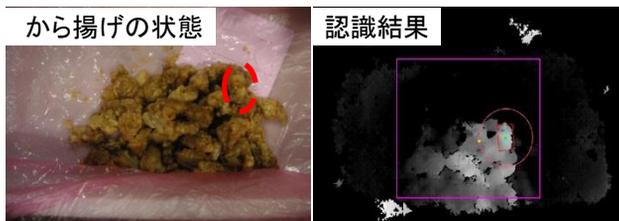
現状の弁当製造工程

### 1) 柔軟物ハンドリング装置



- マッキベン方式の空気圧アクチュエータを駆動源とする3指ハンドを開発
- ・ 指の角度を検出するセンサ、20gから掴み力を検出できるセンサを搭載
- ・ 柔らかいから揚げやコロッケを把持することが可能
- ・ 作業者と同じグローブの着用が可能
- リファレンスとしてコアンダー方式の吸着パッドを採用

### 2) 様々な具材を認識出来る画像処理装置



- 具材のばら積み状況に応じた位置認識
- ・ 把持するための隙間の存在を認識させ、把持に適した具材を選定する機能を開発
- ・ ある程度の効果はみられるが、様々なばら積み状態には柔軟に対応できていない。
- 具材を盛付ける容器の位置認識を開発
- ・ 容器の位置・角度を求めることが可能
- 但し、容器の色によって認識可否の差が大きい

### 3) 具材とお弁当を搬送する装置、(人と共働出来るロボットアーム、各種装置を統合する制御ソフトを有す)

盛付ロボット



盛付前



盛付後



	平置き	から揚げ	ばら積み	コロッケ
盛付成功率【ハンド】	—	26%	74%	—
タクトタイム	—	7.8秒	7.8秒	—
盛付成功率【吸着】	76%	22%	90%	—
タクトタイム	5.7秒	5.7秒	5.7秒	—

- 各研究開発要素を組合せ、盛付作業の自動化の実現
- ・ 装置サイズ : 幅800x奥行1620x高さ805 mm(コンベア幅含む)
- ・ 動力源 : 200V 50/60Hz
- ・ 使用ロボット : VS-087(DENSO製)
- ・ 人と共働作業をするために、ライトカーテンを設置

## 今後の展開

- ① 平成29年度の実用化を目指し、引き続き抽出課題に対する技術開発を継続する
- ② 現場実証フィールドとして、実現場での検証タイミングでは、フィールド提供とテスト実施を行う
- ③ 弊社その他ロボットの取り組み(平成26年度補正ロボット導入実証事業)や、その中から出てくる技術を、本取り組みへ展開、応用していく

問い合わせ先：株式会社武蔵野 小林 TEL: 048-487-6003

## 原木品質判定機能付きハーベスタと情報共有システムの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

原木品質判定共同事業機関

〔共同研究機関〕

広島県立総合技術研究所 林業技術センター

株式会社南星機械

〔研究代表機関〕

森林総合研究所

キーワード ハーベスタ、直材判定、原木強度判定、ヤング係数区分、情報共有

### 1 研究の背景・目的・目標

これまで、原木の生産現場で仕分けられる品質については、末口径と、直材かどうか、腐り等大きな欠点があるかどうか等、目視による形状評価が判定材料となっており、機械のオペレータが余分な時間と労力を要して原木を区分している。また、木材の強度等級区分に有効なヤング係数は、素材の日本農林規格(JAS)において縦振動ヤング係数区分が規定されているが、原木の生産現場において林業機械により測定された事例はこれまでに皆無である。現状の原木売買では、ヤング係数がばらついているのが前提条件であり、原木の価格もそれを見越して決定されている。

原木生産時に直材の判定と原木のヤング係数の判定を同時に実施することにより、原木の生産現場において形状とヤング係数に基づいた品質による仕分けを合理的に行うことが目的である。さらに、小型情報端末による現場での情報管理と、ICTによる木材生産現場と需要側間等の情報共有の高度化を目指す。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①原木の強度と曲がりを判定可能なハーベスタ作業機を開発。
- ②2台のビデオカメラ映像から中曲がり(矢高5cm以上)の曲がりを持つ原木を自動で判定可能なシステムを開発した。
- ③これまで利用されてこなかったハーベスタが取得するデータを、小型情報端末で集計閲覧可能なアプリケーションを開発した。
- ④造材作業中にセンサーを打ち込み、ヤング係数区分に基づく原木内部の品質を判定する機構を開発した。(特許出願予定)

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①本年度に試作機の開発終了後、来年度実証試験を行い、実用機に向けた改良に取り組む。(5年間を想定)
- ②開発したハーベスタ作業機については熊本県において実証試験を予定。
- ③「革新的技術開発・緊急展開事業」に応募し測定精度の向上や実用化に向けた取り組みを行う。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①画像解析による直材判定により、判定に要する作業時間の短縮が見込まれ生産性が向上する。
- ②原木生産時にヤング係数を評価し日本農林規格(JAS)に基づく等級区分を実施することにより、新たな販路の開拓と販売価格の差別化が期待できる。

# 原木品質判定機能付きハーベスタと情報共有システムの開発

## 研究の背景・目的

- 原木の生産現場で仕分けられる品質については、目視による形状評価が判定材料となっており、機械のオペレータが余分な時間と労力を要して原木を区分している。
- 原木の強度についてJASにおいて縦振動ヤング係数区分が規定されているが活用されていない。
- 原木売買では、強度がばらついているのが前提条件であり、価格もそれを見越して決定されている。
- 原木生産時に直材の判定と原木のヤング係数の判定を同時に実施することにより、原木の生産現場において形状とヤング係数に基づいた品質による仕分けを合理的に行うことが目的。
- 小型情報端末による現場での情報管理と、ICTによる木材生産現場と需要側間等の情報共有の高度化を目指す。

## 研究の内容・成果

- ①原木の強度と曲がりを判定可能なハーベスタ作業機を開発。
- ②中曲がり(矢高5cm以上)の曲がりを持つ原木を自動で判定可能。
- ③ハーベスタが取得する未利用データを、小型情報端末で集計閲覧可能なアプリケーションを開発した。
- ④造材作業中にセンサーを打ち込み、ヤング係数区分に基づく原木内部の品質を判定する機構を開発した。  
(特許出願手続き中)



## 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①画像解析による直材判定により、判定に要する作業時間の短縮が見込まれ生産性が向上する。
- ②原木生産時にヤング係数を評価しJASに基づく等級区分を実施することにより、新たな販路の開拓と販売価格の差別化が期待できる。

## 造林作業の負荷軽減のためのアシストスーツの研究開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

林業用アシストスーツの研究開発コンソーシアム

〔研究代表機関〕

住友林業株式会社

〔共同研究機関〕

(研)森林総合研究所、アクティブリンク株式会社、

(国)奈良先端科学技術大学院大学

キーワード : アシストスーツ、林業、造林作業、労働負担軽減、傾斜地

### 1 研究の背景・目的・目標

戦後造成した人工林が利用期を迎える中、主伐面積の増加とともに再造林面積も増加している。地拵え・植付等の造林作業現場は、機械化を進めることが非常に難しく、そのほとんどを人力に頼っている。その一方、林業従事者数の減少・高齢化は進んでおり、限られた労働力で効率的に造林作業を実施するとともに、労働負担の軽減が必要である。このため、主伐後の着実な再造林を進めるため、斜面の移動における造林作業者の身体負担の軽減を目指した林業用アシストスーツの開発を目的とした。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①林内作業道などの不整地でも可能なアシスト方法であり、かつ傾斜角度に応じたアシスト方法の開発。  
また、降坂時のアシスト機構を開発。
- ③林業現場における移動方向のGPSデータの取得・林業作業員へのアンケートにより、「斜め移動」等への歩行アシスト及び携帯荷物の負荷軽減の必要性を明らかにした。
- ②筋電センサ等を用いて、傾斜地の登坂・降坂時における歩行周期と筋活動量との関係を明らかにした。
- ④無線化した人体動作計測システムを開発し、使用者の姿勢・運動の計測及び関節トルクの推定法を実現。  
また、動力学人体シミュレーションにより、力学的な運動情報の解析によるアシストスーツの評価方法を提案。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①林業現場での実用化を目指し、「上り」「下り」の歩行アシストの更なる改良(2~3年間を想定)。
- ②林業作業の労働負担の現状把握に基づいて、急傾斜かつ不整地である林業現場における「水平方向」等への移動アシスト機能及び携帯荷物の重量軽減機能などの追加(2~3年間を想定)。
- ③改良された試作機により現場実証を重ねることにより、アシスト効果や安全性の評価を行う予定。

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①機械化を進めることが難しい造林作業において、作業者の労働負担軽減や林業労働力の減少等へ対応し、限られた人員で効率的に作業を実施することが可能となる。
- ②林業作業の基本的な作業要素である不整地斜面の移動が確立できれば、造林作業以外の林業の様々な作業の省力化や作業能率の向上に寄与できる。

# 造林作業の負荷軽減のためのアシストスーツの研究開発

**目標** 斜面移動における造林作業者の身体負担の軽減を目指した林業用アシストスーツを開発

## 林業現場の実態把握

- ▶ 林業作業の移動に関するGPSデータ調査
- ▶ 林業作業員へのアンケート調査

(作業中の移動データ)



(コンテナ苗植栽作業)

## 林業作業中の身体負荷の把握及び評価

- ▶ 筋電計による筋肉活動量の評価
- ▶ 心拍数の計測による評価



(筋肉活動量調査)

## 定量的なアシスト機能評価

- ▶ モーションセンサーによる姿勢の分析
- ▶ 関節レベルによるアシスト機能の評価

(モーションセンサーによる姿勢分析)

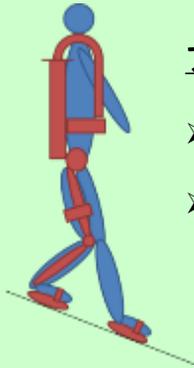
(装着時) (非装着時)



(評価シミュレーション)

## アシストスーツの改良

- ▶ 不整地・傾斜角度に応じたアシスト方法の開発
- ▶ 下り坂での歩行における体重を支えるブレーキ機構を開発



## 試作機の概要

大きさ	400 × 300 × 1500 (mm)
重さ	12kg
速度	時速5km迄
動力源	モーター
持続時間	3時間

(現地試験：奈良県十津川村)



## 主な成果

- ▶ 下りの歩行アシスト機構を備えた試作機による歩行試験を実施。(室内試験、屋外試験、現地試験(2箇所))
- ▶ 登坂・降坂時における歩行周期と筋活動量との関係を明らかにした。
- ▶ 無線化した人体動作計測システムによる姿勢・運動の計測及び関節トルクの推定法を実現。

## 今後の展開方向

- ▶ 実用化に向けた「上り」「下り」歩行アシストの更なる改良。
- ▶ 「斜め移動」等への歩行アシスト及び携帯荷物の負荷軽減の必要性。

(現地試験：京都府井手町)



## ロボット漁船を開発するための安全・省エネ自動操縦システムの開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕

ロボット漁船を開発するための安全・省エネ自動操縦システムの開発共同研究機関

〔研究代表機関〕

国立研究開発法人水産総合研究センター水産工学研究所

〔共同研究機関〕

神戸大学海事科学研究科

キーワード 安全、省エネ、衝突防止、模型実験

### 1 研究の背景・目的・目標

イージス艦と漁船が衝突する事故が2008年に発生した。また、2009年に135トン型旋網漁船が、2010年には113トン型底引き網漁船が航行中に沈没している。このような海難事故をなくすことは喫緊の課題である。また、漁船の燃油経費支出の削減、さらには、地球環境保全の観点からも燃油消費量の削減、すなわち、省エネ化が強く求められている。

そこで本研究では、まず、漁場へ向かう漁船が安全かつ省エネで航行できる安全省エネ航路算定手法を確立する。航路算定手法については、日本近海の短期航海にも対応して最適航路を求めることができ、船長が採用する航路と同等以上に安全で省エネとなる航路を算出することを目標とする。また、AIS情報などを基に他船との衝突を防止するシステム(自動避航システム)を構築することにより、自律型安全・省エネ自動操縦システムを開発する。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ①安全かつ省エネで航行できる航路を漁船の波浪中の航行性能や天気予報、波浪予報、潮流予報などを元に算定する技術を確立した。
- ②長澤モデルと言われる避航アルゴリズムを世界で初めて模型船を用いた水槽試験で検証し、その有効性と問題点の洗い出しを行った。
- ③長澤モデルの問題点を改良したアルゴリズムを開発し、世界で初めて4隻の模型船を用いて自動航行が行えることを示した。

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ①安全かつ省エネで航行できる航路を算定するシステムを実際に漁船に搭載し、仕様を行ってもらうことを検討中。
- ②避航アルゴリズムのうち、衝突危険度について衝突警報装置などへの組み込みを検討中。
- ③今回確立した複数の模型船を用いた模型実験の技術を使い、さらに高度な避航アルゴリズムの開発へ取り組み(3~5年程度)

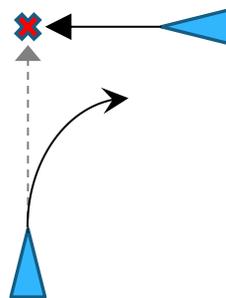
### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ①安全かつ省エネで航行できる航路を算定するシステムをカーナビの渋滞回避機能付きルート案内のように利用することで、安全で省エネな運航が可能となる。(燃油削減料数%~10%程度と想定)
- ②避航アルゴリズムのうち、衝突危険度について「衝突警報装置」への適用を行うことで、衝突の危険性を漁業者に知らせることが出来、漁船事故の大きな割合を占めている衝突事故を減らすことが期待できる。
- ③避航アルゴリズムのうち、壁・島などの回避機能を「乗り上げ警報装置」へ適用することで、乗り上げの危険が発生したときに漁業者へ警報を発することが出来るため、乗り上げ事故を減らすことが期待できる。
- ④国際海事機関で検討される予定の自動航行船舶の規則が発効した場合、自動的に漁場へ航行し、漁労作業後自動的に帰港するロボット漁船の実用化が期待できる。

# ロボット漁船を開発するための安全・省エネ自動操縦システムの開発

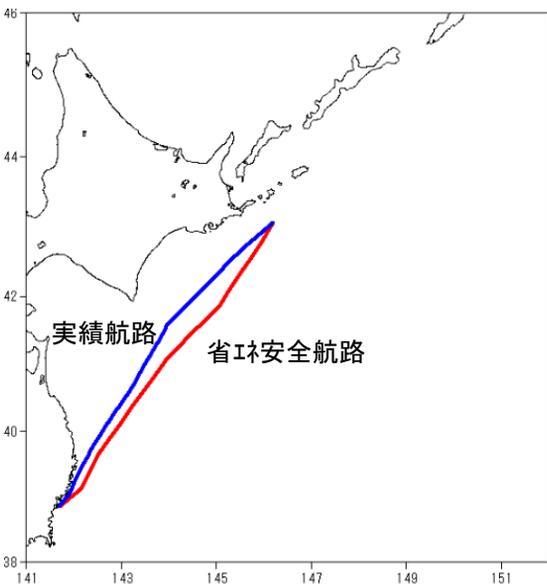
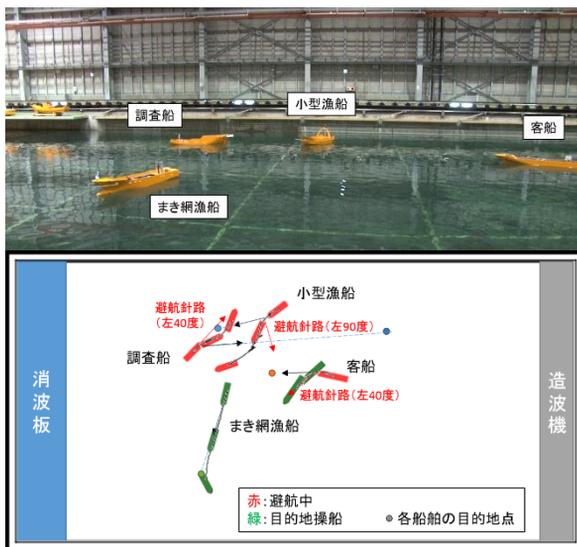
- 安全かつ省エネな航路を漁船の性能や気象海象情報を元に選定し自動的に航行する漁船の要素技術を確認した。
- 航路選定手法はカーナビのルート案内のように、今すぐに実用化が可能。
- 避航操船は国際海事機関で検討が始まろうとしている自動運航船の規則が発効すれば実用化する可能性が高い。

## AISデータを利用した自動避航操船法の開発

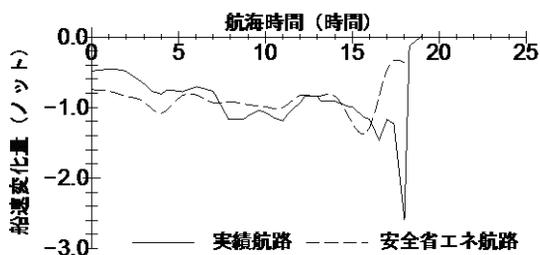


船の大きさと現在位置・進む方向・速力をAISデータから取り出し、交通法規に則して自動で他船を避けることのできるアルゴリズムを開発

## 模型実験による自動避航操船法の検証



航跡の比較 (平成27年8月22日～8月23日)



風・波影響の比較 (平成27年8月22日～8月23日)

燃料消費量比較 (平成27年8月22日～8月23日)

	実績航路	安全省エネ航路	差
航海距離(マイル)	327.46	327.46	0.00
燃料消費量(kL)	6.09	6.03	-0.06

4隻の模型船を用いた模型実験において安全に航行できることを確認

## 『鯛分割機』の研究開発

〔研究グループ名(又は研究機関名)〕  
鯛分割機研究開発コンソーシアム

〔研究代表機関〕  
株式会社 タダシ製作所

〔共同研究機関〕  
ニチモウ株式会社

### 1 研究の背景・目的・目標

水産加工業において魚の処理現場では人材不足による人手確保が困難になっています。加工作業では特殊技能が必要であり、また、使用する刃物での事故を防止するために自動化への要望が多くあります。真鯛を三枚下し加工する工程でも同様に自動化が求められており、胴、頭、カマ、尻尾に分割し内臓を除去する作業工程があります。これらの分割作業を自動で行う機械装置の実用化に向けた実証機を開発設計/製作し工法や正確性、信頼性、有効性を検証します。

### 2 研究の内容・主要な成果

- ① 真鯛三枚下し加工での製品品質/処理能力を満足できる工法を確立
- ② ロボット制御により真鯛を分割できる実証機を設計開発し製作
- ③ 実証機による省人省力化及び製品品質向上を実現
- ④ 実証機にて量産ラインでの実用試験を実施

### 3 開発した技術・成果の実用化・普及に向けた取り組み

- ① 実証機にて量産ラインでの実用試験を継続し安全性/耐久性などの検証を続けて改良を進める
- ② 実用化に向けて装置の価格低減やコンパクト化を検討する
- ③ 実証機は多種の加工に対応できる装置であるが、少機能装置への展開を行う
- ④ 『FOOMA JAPAN 2016』(国際食品工業展)にて資料展示

### 4 開発した技術・成果の普及により得られる効果

- ① 複数人の分担で行っていた加工内容を作業員1人で行う事ができるようになり、また、大幅な加工時間の短縮ができる。

・手切り(1人作業当り)	:	240匹/時間(ドレス加工)+240匹/時間(両身カマ取)
		<u>120匹/時間</u>
・装置(1人作業当り)	:	<u>480匹/時間</u>

- ② 作業員に関係なく安定した形状で歩留りの良い製品が加工される。

・歩留り比較

	ドレス加工	フィレ加工
手切り	59.5 %	39.5 %
装置切り	61.5 %	41.5 %
差	+2.0 %	+2.0 %

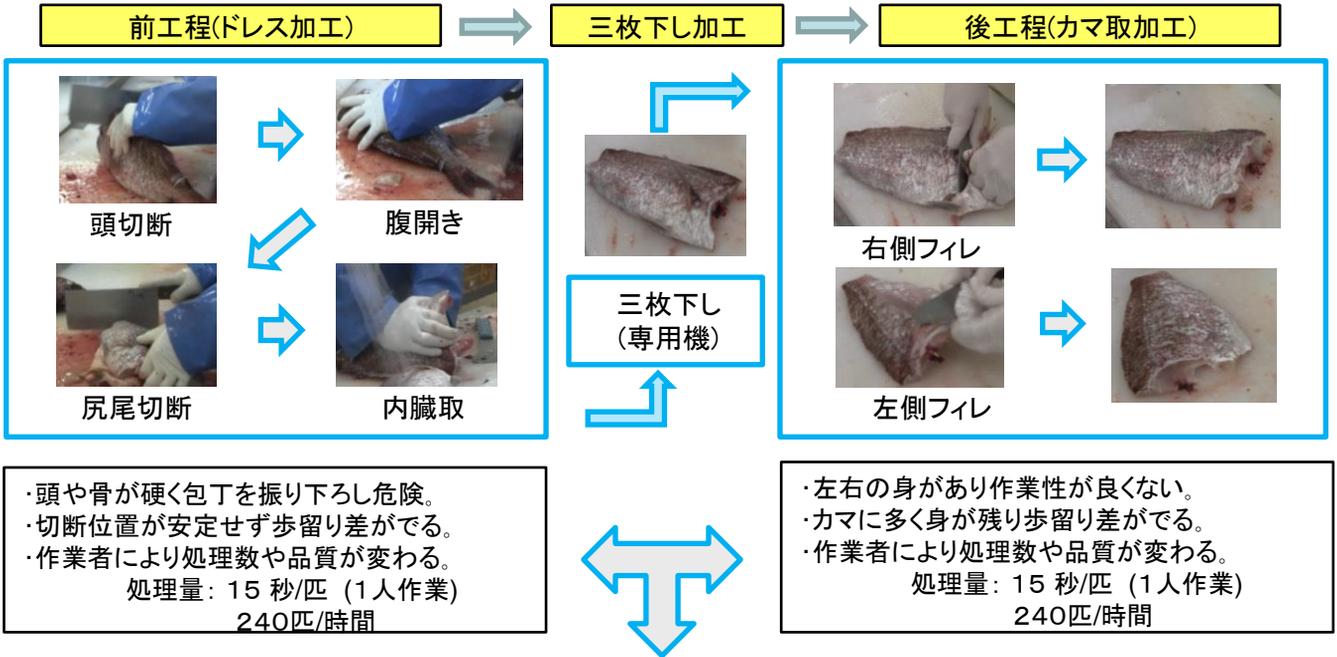
- ③ 魚体の大きさを自動判別するため機械調整が不要で、水揚げサイズを気にせず加工ができる。

(実証機の加工範囲: 1200~2500g)

- ④ 刃物を使わず安全な作業ができる。

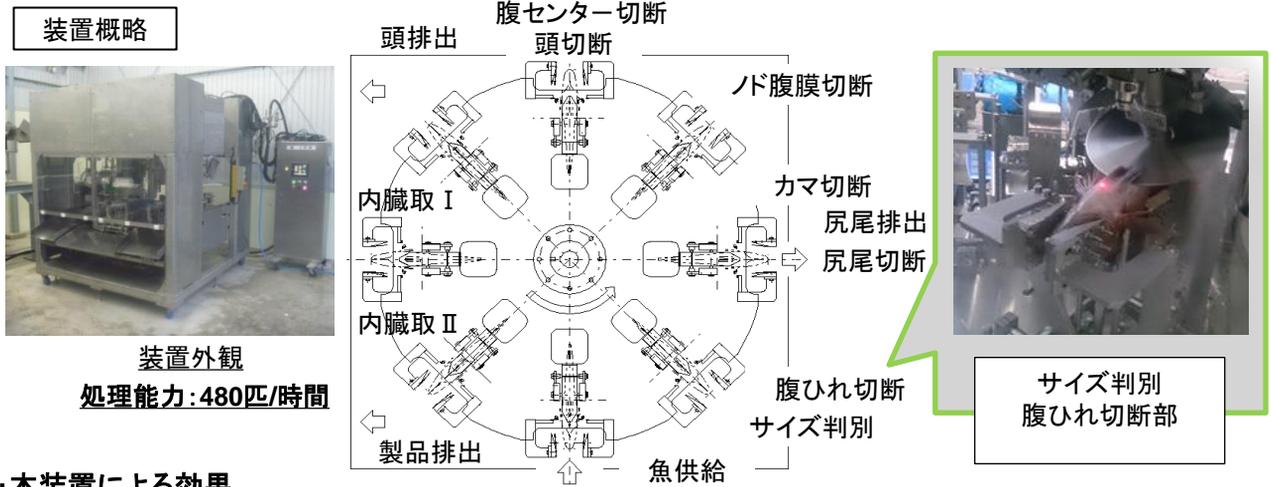
# 『鯛分割機』の研究開発

## ・真鯛の三枚下しフィレ加工



## 歩留りよく適正な形状で安定した加工を自動装置化

### ・真鯛を供給後、各加工ステージに移動し製品を排出する実証機を開発



### ・本装置による効果

- ・カマ取作業が削減され1人で加工ができる。
  - ・歩留りが向上する。
  - ・作業者に関係なく安定した製品を加工できる。
  - ・刃物を使う作業がなく安全である。
- ①加工方法及び処理能力による効果  
カマを頭部に残すことで、カマ取作業の削減と装置処理能力により、  
120⇒480匹/時間・人  
(前後工程を1人作業として比較)
- ②歩留りによる効果  
フィレ歩留り1.5～2.0%の向上により、  
生産量：2400匹×2000g=4.8 ton (5Hr当り)  
歩留り：4.8ton×1.5%=72Kg (UP)

