

研究制度評価個票（終了時評価）

研究制度名	農林水産業におけるロボット技術 研究開発事業	担当開発官等名	研究推進課
		連携する行政部局	大臣官房政策課技術政策室 (技術企画班)
研究期間	H26～H27 (2年間)	関連する研究基本 計画の重点目標	重点目標 1、2、5、6、7、8、9、14、15、24
総事業費	11.1億円		

研究制度の概要

「日本再興戦略2014(平成26年6月24日閣議決定)」において、ロボット技術の導入により様々な分野における人材不足の解消、生産性の向上などの課題解決に向けた方向性が示され、特に、担い手の確保などが課題である農林水産分野でのロボット技術の導入が課題となっている。

そのため、農林水産業・産業界等の技術開発ニーズを把握し、ロボット技術の農林水産業・食品産業現場への適用や実用化に向けたロボット研究開発について、研究実施機関を公募し、補助事業による研究を実施する。

1. 研究制度の最終の到達目標（アウトプット目標）

① 研究開発をしたロボット機種数 [17機種]

2. 事後に測定可能な研究制度のアウトカム目標（H32年）

① 農林水産分野において省力化などに貢献する新たなロボットを20機種以上導入。(実証事業含む。)

【項目別評価】

1. 研究制度の意義

ランク：A

① 研究制度の科学的・技術的、社会・経済的意義

「日本再興戦略2014(平成26年6月24日閣議決定)」では、ロボットによる新たな産業革命の実現として、農業分野等の人材不足分野における働き手の確保など、ロボット技術の活用による生産性の向上、実現のための「ロボット革命実現会議」の立ち上げが明記されている。

また、ロボット革命実現会議が立ち上げされた後に、「ロボット新戦略（平成27年1月23日）」が取りまとめられ、農林水産業・食品産業分野において直面する労働力不足等の課題を解決する革新的技術の開発・普及を目指すこととされている。さらに、この中で「目標達成に向けた施策」として本事業が位置づけられており、本事業は国の戦略や行政施策等と密接な関係性を有している。

特に本事業は、農林水産分野・食品産業分野において、労働力の確保を図るとともに飛躍的な生産性を図る観点から、ロボット開発を加速化するため、人手に頼っている重労働の機械化・自動化として、収穫物の積み下ろし等を軽労化するアシストスーツの開発、除草ロボット、弁当盛り付けロボット、自動搾乳システムなど、幅広い課題に対応した研究開発を進めており、技術的、社会的意義は極めて高いと考える。

[日本再興戦略改定2014（平成26年6月24日閣議決定）]

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/honbun2JP.pdf>

[ロボット新戦略（平成27年1月23日）ロボット革命実現会議]

<http://www.meti.go.jp/press/2014/01/20150123004/20150123004b.pdf>

2. 研究制度の目標（アウトプット目標）の達成度

ランク：A

① 最終の到達目標に対する達成度

本事業では、研究制度の目標（アウトプット目標）として設定した「研究開発をしたロボット機種数 [17機種]」についてすべて開発及び試作機を作成した。

② 最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

既に事業終了しているため①と同じ。

3. 研究制度が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性

ランク：A

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本事業では、「研究開発をしたロボット機種数 [17機種]」について開発及び試作機を作成した。

また、各課題における評価として、本年6月に外部有識者等による評価検討会を開催しており、その評価結果は以下のとおり。

評価の結果、3：目標どおり（標準）以上の成果を得たとされる課題は、17課題中15課題（88.2%）となった。なお、標準を下回った課題についても実現可能性を有しており、評価検討会による助言等により今後の社会実装に向けた加速化が期待されている。

[評価結果]

総合評価	1:目標の達成が不十分	2:目標の一部は達成	3:目標どおり（標準）	4:目標を上回った	5:目標を大きく上回った。
課題数	0	2	8	5	2

本研究は、ロボットの研究開発を行うことを目標としており、現段階では試作機にとどまっているものが大半であるが、以下の理由により、殆どの課題について、平成32年までに社会実装される可能性が極めて高いと考える。

- ・ 課題の設定が、担い手や労働力の高齢化等、農林水産業及び食品産業において極めて深刻かつ喫緊の課題である労働力不足を背景として行われていること
- ・ 既述のとおり、5段階のうち「3」以上の成果を得た課題は17課題中15課題（88.2%）と、殆どの課題について目標どおり（標準）又はそれ以上の成果を出していると評価されていること
- ・ 本事業が終了した28年度においても、7課題が「革新的技術開発・緊急展開事業」により継続的に研究を行っているほか、他の課題についても、国の研究資金に応募中若しくは自己資金により研究を継続することとしており、全ての課題が、本事業による研究成果を弾みに次のステップの研究に移行していること

なお、本事業での研究成果の例は以下のとおり。

[農林水産分野]

- ・ レタスについては、10a当たりの収穫時間を40時間から12.5時間に短縮するなどの自動収穫技術を開発しており、今後、開発した技術をベースに実用化を進め、将来的には、10a当たり6時間で自動収穫を目指している。
- ・ トマトについては、自動で圃場内を移動し、果実を収穫するとともに収穫したものをかごへ収納した後、満杯のかごは自動交換するなど、一連の収穫技術を開発している。
- ・ 茶については、既存の乗用型摘採機に各種センサーを装着することで、無人で茶を自動収穫する技術を開発している。

[食品分野]

- ・ 真鯛の「三枚下ろしフィレ加工」については、胴・頭・カマ・尻尾に分割し内蔵を除去する加工を複数人の分担作業して行っていたものを、一連の流れで加工でき、併せて、作業者による処理数や品質に差が生じていたものを安定的に加工できる技術を開発している。
- ・ 弁当等の仕分けについては、製品の特性分析や把持形状・把持力・把持位置などのデータ収集を行い柔軟物でも対応できるロボットアームを開発し、併せて、店舗発注データから仕分けコンテナに効率性の良い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出荷コンテナに商品を実装する技術を開発している。

② アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

「ロボット新戦略」に基づく農林水産業・食品産業分野における課題等から17課題を抽出した上で、研究開発を進め、本年6月には、各課題における目標達成状況を確認するため評価検討会を実施し、事業における技術開発の成果だけでなく将来的な社会実装に向けての課題抽出や助言なども含め議論し、今後の研究推進のための具体的な構想についても確認した。

また、アウトリーチ活動の一環として、研究開発中の実機をアグリビジネス創出フェア（平成27年11月）に出展させた他、平成28年度の経産省等が主催する「第7回ロボット大賞」への応募を呼びかけ、8の研究コンソーシアムが応募した。

さらに、本事業により得られた研究成果については、これを広く周知し、次の研究ステージにつなげ社会実装を加速化させるという観点から、農林水産省ホームページにおいて紹介している。

これらのことから、研究成果が様々な場面で活用されるよう、研究コンソーシアムへの助言とともに、効果的な情報発信のための様々な方策を講じており、取組内容の妥当性は高いと考える。

4. 研究制度運営方法の妥当性**ランク：A****① 制度目標達成に向けた進行管理のために実施した具体的な取組内容の妥当性**

上述したように、本研究課題の選定に当たっては、「ロボット新戦略」に基づく国の戦略等に即したのものとなっている。

また、研究実施機関の選定については、外部有識者等で構成される選考・評価委員会により、公正かつ客観的な審査を実施した。

さらに、研究の進捗状況の把握に当たっては、期間中に、計画に対する進捗状況や今後の予定を整理した事業実施状況報告を提出させるとともに、行政担当官が自ら現地に赴き、現地調査・現地検討会を開催するなど、研究開発の進捗管理を適切に行った。

これらのことから、行政施策の推進に資する成果が得られるよう研究推進体制、進捗状況を適時に把握しつつ進めることができたことと認識しており、研究制度目標達成に向けた進行管理の妥当性は高いと考える。

② 制度目標達成に向けた研究予算の配分の最適化及び効果的な活用のために実施した取組内容の妥当性

事業の実施に当たっては、事前に事業実施計画書を提出させ、事業内容の精査を行うとともに取組内容との整合性を審査するなど、適正な研究予算の配分に努めた。

また、事業実績報告時には、支払経費毎の内訳がわかる帳簿等の写しを提出させ、計画にそぐわない支出を補助対象から外すなど、計画との整合性等を厳しくチェックした。

これらのことから、必要な研究に予算を配分し、徹底的に無駄を排除していると認識しており、研究予算の配分の適正化及び効果的な活用に向けた取組内容の妥当性は高いと考える。

【総括評価】**ランク：A****1. 研究制度全体の実績に関する所見**

・ロボット技術の導入により、様々な分野における人材不足の解消、生産性の向上を図ることは急務となっており、本研究制度の科学的・技術的、社会・経済的意義は高く、短い事業期間に着実にロボット技術開発の成果を創出していることを評価する。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

・アウトカム指標としてロボット機種数が記載されているが、最終的な効果が見えてくるよう、経済的な指標などの定量的記述を加えるとよりわかりやすい。

・ロボット開発と併せて、ロボット開発を活かす農産物の品種改良、人材育成、制度整備などを、今後、総合的に検討していくことが必要である。

先端ロボットの開発・普及

【3, 100百万円】

対策のポイント

ロボット技術の導入により生産性の飛躍的な向上を実現するため、ロボット産業等と連携した研究開発、導入実証等を支援します。

<背景／課題>

- ・「日本再興戦略」において、ロボット技術の導入により様々な分野における人手不足の解消、生産性の向上などの課題解決に向けて、国を挙げて取り組む方向性が示されました。特に、担い手の確保などが課題である農林水産分野でのロボット技術の導入は急務となっています。
- ・一方で、ロボット関連企業は農林水産業に関する知見が乏しく、また、市場の不確実性が非常に高いために、民間企業の参入が進まず、結果として農林水産分野でのロボット技術の導入は遅れているのが実情です。
- ・こうした問題を解決し、農林水産業の現場にとって使いやすいロボット技術の開発等を支援し、民間企業による実用化・量産化を促進させることが課題となっています。

政策目標

農林水産分野におけるロボット技術の導入拡大

<主な内容>

農林水産業におけるロボット技術開発実証事業

(1) 研究開発

1, 150百万円

農林水産業・産業界の技術開発ニーズ等を把握し、ロボット技術の農林水産業・食品産業現場への適用や実用化に向けたロボット工学など異分野との連携による研究開発を支援します。

補助率：定額
事業実施主体：民間団体等

(2) 大規模導入実証

1, 950百万円

農林水産分野において実用化・量産化の手前で足踏みしているロボット技術について、まとまった規模・地区での導入を支援し、生産性向上等のメリットを実証するほか、ロボットを導入した技術体系の確立、低コスト化、安全性の確保など、実用化・量産化に向けた課題の解決を進めます。

また、農林水産分野でのロボット技術の実用化の促進に向けて、標準化すべき規格や安全性の確保のためのルールづくり等に関する検討を支援します。

補助率：定額、2/3、1/2
事業実施主体：民間団体等

お問い合わせ先：

- 1の事業 技術会議事務局研究推進課産学連携室(03-3502-5530)
2の事業 大臣官房政策課技術調整室 (03-3502-5524)

農林水産業・食品産業におけるロボット革命の実現

ロボット技術など革新的技術の導入により生産性の飛躍的な向上を実現するため、ロボット産業等と連携した研究開発、導入実証等を支援。

日本再興戦略

ロボットによる新たな産業革命の実現

- ◆ 日本の英知を結集した「ロボット革命実現会議」の立ち上げ
- ◆ 人材不足で働き手の確保が課題となる農林水産分野でのロボット技術の活用による生産性向上
- ◆ 農業を含む非製造業でのロボット市場を2020年までに20倍に拡大

農林水産業・食品産業におけるロボット革命



作業ピーク時の**夜間作業**や**複数台同時走行**を実現するGPS自動走行システム



収穫物の積み下ろしなど作業を軽労化するアシストスーツ



中山間地で**除草**や**水管理**などの作業を軽労化するロボット



枝肉等の形状等を判別し、**自動で食肉処理・加工**を行うロボット



弁当の盛付などの繰り返し作業を**自動で行う**ロボット



苗木と雑草を見分けて**自動で下刈り**するロボット



養殖いけす網等の維持管理コストや労力を軽減する**養殖網等清掃**ロボット

研究開発

ロボット技術のシーズと農業等の現場のニーズのマッチングによりブレークスルーを生み出す

- ロボット産業等の民間企業、大学など**異分野の力を活用して新たな発想で**現場の問題解決につながる**農林水産業・食品産業向けのロボット開発を推進**



導入実証

現場での導入実証、導入するための環境づくりを進め実用化・量産化を可能にする

- **まとまった規模・地区での導入を支援**し、生産性向上等のロボット導入によるメリットを実証するほか、ロボットを導入した技術体系の確立、低コスト化、安全性の確保など、**実用化・量産化に向けた課題の解決を推進**
- **標準化すべき規格や安全性確保のためのルールづくり**

26年度補正予算「農林水産業におけるロボット技術研究開発事業」採択一覧

研究計画名	代表研究機関
中山間の急傾斜法面に対応した小型除草ロボット開発	国立研究開発法人 農研機構近畿中国四国農業研究センター
農業用アシストスーツの用途拡大・高度化（操作性、装着性の向上、軽量化）	国立大学法人 和歌山大学
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	国立研究開発法人 農研機構畜産草地研究所
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	国立大学法人 宇都宮大学
結球葉菜類の自動収穫ロボットシステム研究開発	国立大学法人 信州大学
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	国立大学法人 山梨大学
球根植込・収穫作業用ロボット開発 ～球根植込・収穫機のロボット化及び球根搬入搬出ロボットの開発～	富山県花卉球根農業協同組合
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研究開発(太陽光利用型大規模植物工場)	特定非営利活動法人 植物工場研究会
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	ヤンマー株式会社
生産コスト削減・規模拡大を支える無人茶摘採機の開発	宮崎県総合農業試験場
3Dセンサを応用したトマト収穫ロボットの開発	パナソニック株式会社
弁当の包装・梱包行程における仕分けロボット技術開発（様々な容器形状、軟包材を取り扱い可能へ）	株式会社武蔵野
弁当配膳（盛りつけ）行程におけるロボット技術開発	株式会社武蔵野
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	国立研究開発法人 森林総合研究所
造林作業の負担軽減のためのアシストスーツの研究開発（傾斜地・不整地での安全歩行・作業等を支援）	住友林業株式会社
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	国立研究開発法人 水産総合研究センター
鯛分割機（三枚おろしを自動化するとともに歩留まりを向上）	株式会社タダシ製作所

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
〔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

〔研究代表機関〕
信州大学

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認し、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

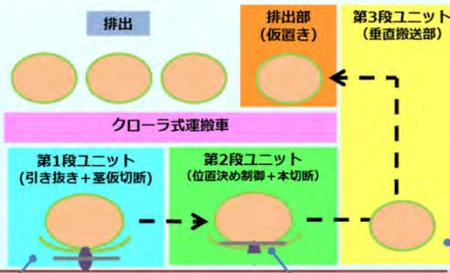
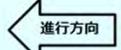


地表面位置のセンシング
収穫先端部の自動制御

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

クローラによる走行



第3段ユニット
(垂直搬送+排出)



第2段ユニット
(位置決め制御
による茎切断)

第1段ユニット
(茎引抜き+切断)

(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做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。

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

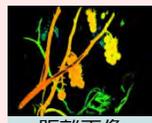
新開発の距離画像センサと画像処理アルゴリズムで色、形、場所を正確に判断



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】

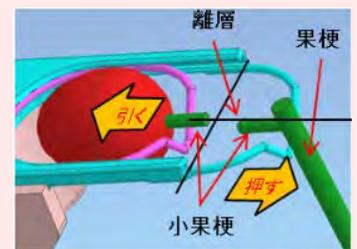


トマト収穫ロボット

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



- 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

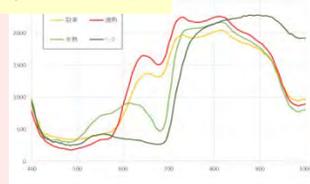
③ 画像エッジを利用した裂開果部検出

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%）



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

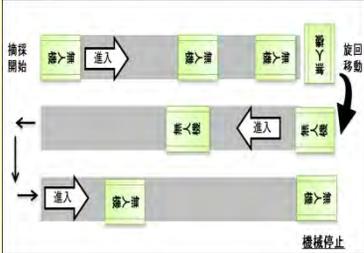
【無人摘採機の概要】

- ・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

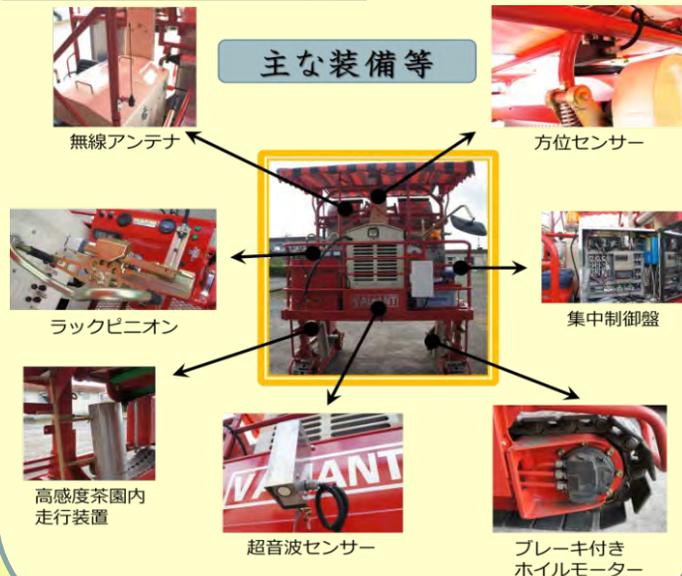
【研究成果】

- ・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 ★★

問い合わせ先: 宮崎県総合農業試験場 茶業支場 TEL:0983-27-0355

『鯛分割機』の研究開発

[研究機関名及び研究代表機関]
株式会社タダシ製作所

[共同研究機関名]
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)
120匹/時間

・装置(1人作業当り) : 480匹/時間

- 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

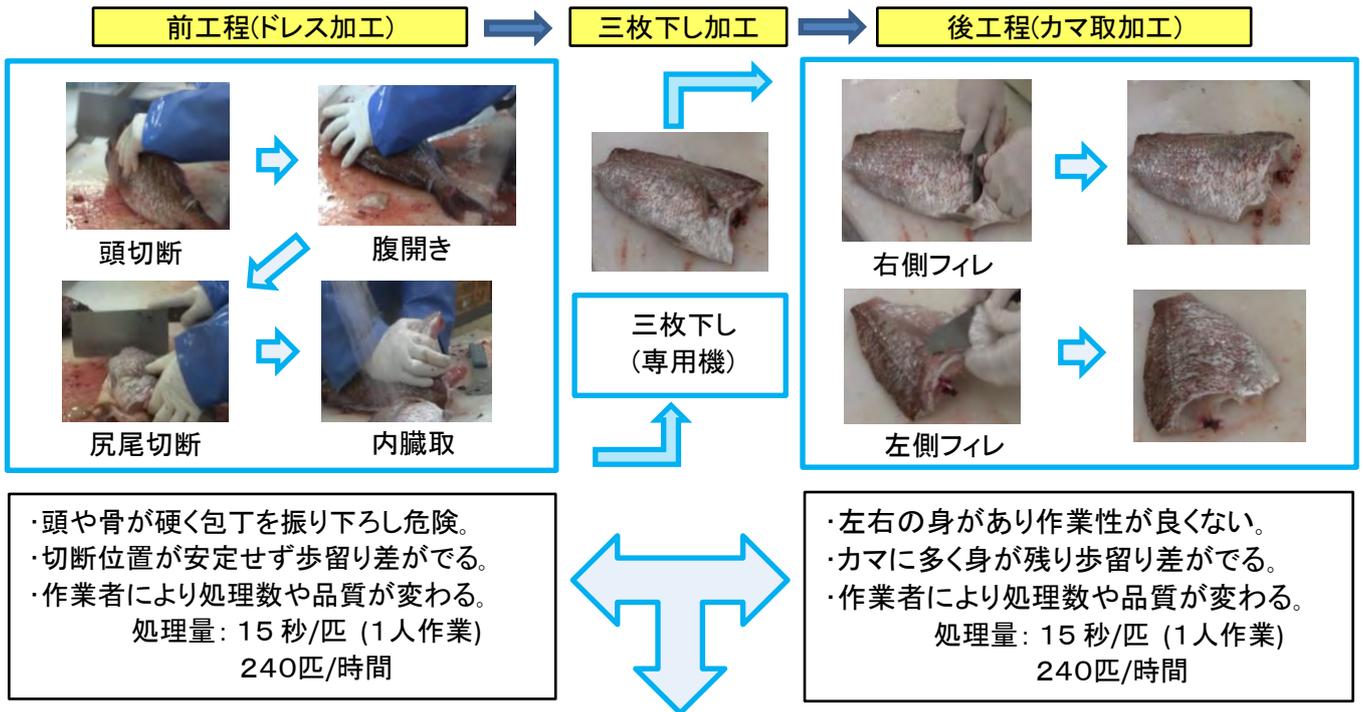
	ドレス加工	フィレ加工
手切り	59.5 %	39.5 %
装置切り	61.5 %	41.5 %
差	+2.0 %	+2.0 %

- 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)

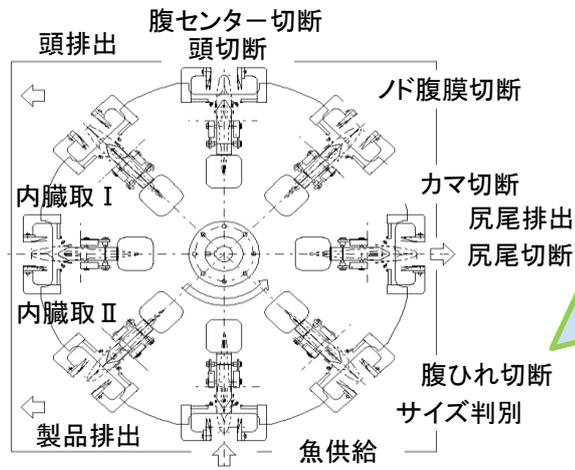
- ④ 刃物を使わず安全な作業ができる。

・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)



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不要になった。

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



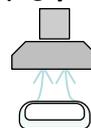
現状の仕分け工程

■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

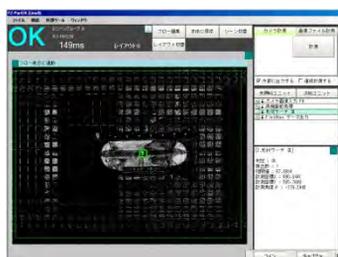


製品搬送の高速化と可搬重量の向上



- 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

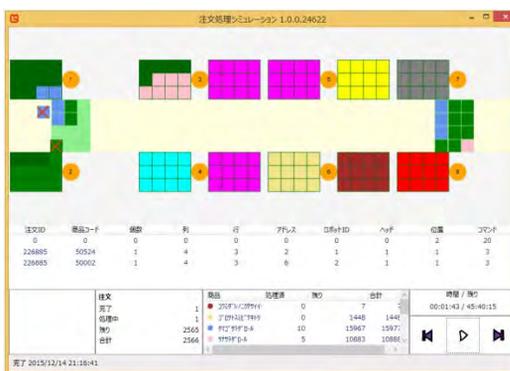
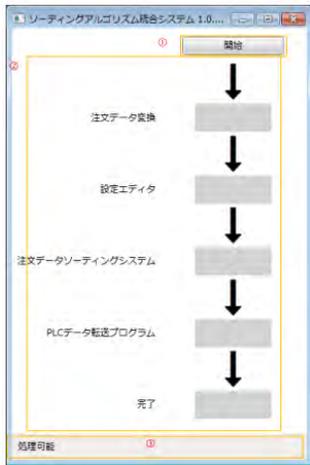
移動する商品のカメラ認識とロボットアームとの連携



- 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

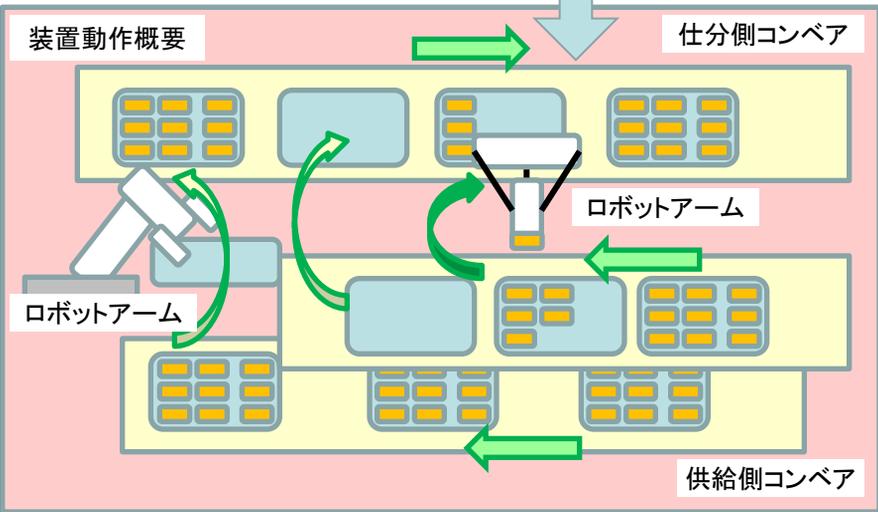
研究課題名・・・弁当の包装・梱包工程における仕分けロボット技術開発

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