

事業区分	連携プロジェクト研究	研究期間	平成19年度～平成21年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	全自動収穫ロボットシステムの開発				
(副題)	(アスパラガスを対象とした収穫ロボットの開発)				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	工業技術センター 機械システム科 田口喜祥			

### <県長期構想等での位置づけ>

ながさき夢・元気づくりプラン (長崎県長期総合計画後期5か年計画)	重点目標: II 競争力のあるたくましい産業の育成 重点プロジェクト: 5 明日を拓く産業育成プロジェクト 主要事業: ③ 産学官連携による共同研究と事業化の推進 重点プロジェクト: 6 農林水産業いきいき再生プロジェクト 主要事業: ② 農林業の生産性・収益性の向上
長崎県科学技術振興ビジョン	(2) 活力ある産業社会の実現のための科学技術振興
長崎県新産業創造構想	V 集中プロジェクト 3. 水工・農工連携の推進による農林水産業・食品産業の高度化 ④ 高精度な技術による生産・品質管理

### 1 研究の概要(100文字)

農工連携による技術開発により、全自動収穫ロボットシステムを開発する。モデルケースとして、アスパラガスを対象とした自動収穫ロボットシステムを農林技術開発センターと工業技術センターが連携して開発する。	
研究項目	①アスパラガス認識装置の開発 ②収穫用ロボットハンドの開発 ③ロボット用圃場の開発

### 2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ 本県において、一般高齢者(65歳以上)の人口は、平成12年に約31万人、平成32年には、約40万人に達し、人口比率で約30%を占めると予測されている。全国的にみても高齢化が早く進む状況にあり、農家においても高齢化による労働力不足が発生し、引退や離農の増加が他県より著しくなることが懸念される。本県において、労働力不足による農作物の生産力の低下は大きな問題となっている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性 収穫ロボットとしては、トマトやイチゴの収穫ロボットはすでに試作研究されているが商品化されたものはまだない。アスパラガス収穫ロボットへの取組は本研究開発が全国初である。

### 3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標	H					単位	
			19	20	21	22	23		
①	アスパラガス認識装置の試作	試作装置開発数	目標	1	1	1	/	/	台
		実績	1	1	1	/	/		
②	ロボットハンドの試作	試作装置開発数	目標	1	1		/	/	台
		実績	1	1		/	/		
③	栽培試験	栽培試験数	目標	1	1	2	/	/	圃場
		実績	1	1	2	/	/		
						/	/		
						/	/		

1) 参加研究機関等の役割分担

工業技術センター:アスパラガス自動収穫ロボットの開発  
 農林技術開発センター:アスパラガス萌芽位置制御技術の開発  
 長崎大学工学部:ロボット制御、設計に関する指導  
 京都大学農学研究科:収穫ロボット用マシンビジョンの開発

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	84,746	48,893	35,853				
19年度	32,996	21,526	11,470				
20年度	26,272	13,772	12,500				
21年度	25,478	13,59	11,883				
22年度							
23年度							

※ 過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案  
 ※ 人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

- 平成20年度から昼間にアスパラガスを認識するセンサを開発するために京都大学農学研究科と共同研究を開始

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H					得られる成果の補足説明等
				19	20	21	22	23	
①	計測精度	25mm以下	5mm	5		5	/	/	H19では夜間での位置計測精度。H21は昼夜通しての位置計測精度。
②	収穫速度	10.8秒以下	8.5秒	14.7		8.5	/	/	1日6000本のアスパラガスを18時間で収穫できる速度は1本当たり10.8秒。
③	収穫可能な場所へ萌芽する確率	80%以上	80%	66		77	/	/	指定範囲への萌芽確率。80%は春芽、夏芽を合わせた確率。
							/	/	
							/	/	

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

イチゴやトマトを対象とした収穫ロボットはすでに提案されているが、アスパラガスを対象とした収穫ロボットの開発は本研究開発が初めてである。従来提案されている収穫ロボットは電池による駆動が多く、駆動時間に制約があるが、本研究で開発したロボットは有索式であるため駆動時間の制限が無く毎日長時間動かすことが可能である。また、認識装置、ロボット用圃場と移動機構、ロボットハンドに関して合計3件の特許を出願済み。

2) 成果の普及

■研究成果の社会・経済への還元シナリオ

今後、収穫ロボットの実証試験、昼夜兼用センサーによる収穫実験やロボット用圃場におけるアスパラガスの生産性が高くなる3年生以降の栽培技術実証試験など残された課題解決を図りながら、システムの実用化とともに民間へ技術移転しコスト低減を図り、干拓地等における企業的施設園芸農家、規模拡大志向農家など大規模経営を対象に普及を目指す。

■研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

経済効果：植物工場などへの応用展開が可能であり、波及効果は大きい。また、本研究で開発したロボット関連技術は農業用ロボットだけでなく、工場などへも応用可能であり、波及効果はさらに大きくなる。

- 経済効果:約 2億円 (移動台車 50万円×300台=15,000千円  
 収穫ロボット 500万円×10台=5,000千円)
- アスパラガスの栽培面積拡大

(研究開発の途中で見直した事項)

- 収穫速度の目標位置をひと1人の収穫量を実現できる速度 21.6秒/本以下からひと3人の収穫量を実現できる速度 10.8秒/本以下へ見直し
- 指定範囲への萌芽確率の目標値を夏芽のみ60%以上から春芽と夏芽を合わせて80%以上へ見直し

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(18年度) 評価結果 (総合評価段階: 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 県農政ビジョンでは、収益性の高いアスパラガスを戦略品目と位置づけている。作付面積の拡大には収穫作業の労働負荷軽減が課題になっており、この課題解決には、新しい栽培技術の確立と収穫ロボットの開発が必要である。</li> <li>・効率性 総合農林試験場と工業技術センターがそれぞれに保有する技術ポテンシャルを用いて、総合農林試験場が新しい栽培技術を開発し、工業技術センターがロボットシステムを開発することにより効率的な開発を行うことができる。</li> <li>・有効性 アスパラガス収穫ロボットシステムの開発は、収穫作業の労働負荷の大幅な軽減につながり、作付面積の拡大が期待できる。</li> <li>・総合評価 アスパラガス収穫ロボットシステムが開発されると、農業分野では大規模農業への展開、工業分野では収穫ロボットの製品化が期待できることから、取り組むべき研究課題である。</li> </ul>	<p>(18年度) 評価結果 (総合評価段階: 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 農業従事者の負担軽減は理解できるが、ロボット技術開発の効果や県内製造業への波及効果を明確にして取り組む必要あり。</li> <li>・効率性 栽培技術の開発プロセスやロボット開発の現状を明確にし、収穫速度を上げるべき。 コストや市場ニーズを明確にして、商品化までの開発期間を短縮すべき。</li> <li>・有効性 商品化では農業現場での価値を見極め、実効ある導入への働きかけを行うこと。 栽培技術開発とロボット技術開発がかみ合うように計画の充実を図る。また、汎用性や商品化展開に関する検証が必要である。</li> <li>・総合評価 農業へのロボット技術の導入は必要であるが、アスパラガス生産の省力化以外への応用や波及も検討すること。 本技術開発は、計画や目標の逐次見直しなど柔軟な取り組みにより、技術課題の克服やスピードアップを図っていく必要がある。</li> </ul>
対応	対応	対応
途中	<p>(20年度) 評価結果 A (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 収穫作業が重労働であるため栽培面積を増やせないアスパラガスの栽培面積を増やすためには必要な技術開発である。</li> <li>・効率性 収穫ロボット、ロボット用栽培技術のそれぞれの開発について、予定した研究内容を実施した。また、より効率的に研究を行うため平成20年度より京都大学との共同研究を実施することとなった。</li> <li>・有効性 収穫ロボット及びロボット用栽培技術に関して予定していた試作は全て完了し、要求性能も満足している。また、予定していた特許1件も出願できたので当初計画した成果が得られる見通しである。</li> <li>・総合評価 アスパラガス認識装置、ロボットハンド、移動台車、ロボット</li> </ul>	<p>(20年度) 評価結果 B (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 A 長崎県戦略品目であるアスパラガスの収穫を軽労化する研究として必要性を認める。投資効果など経済性の検討や今後の普及のために行政機関と一体となって、普及シナリオを作成することも必要と思われる。</li> <li>・効率性 A 特許出願など成果目標は達成している。しかし目標の達成には、画像認識において技術的課題が残っており、解決を要する。また作業速度など目標水準以上の成果を期待したい。</li> <li>・有効性 B ロボットの収穫能力やほ場における刈取り可能な面積の割合といった目標を引き上げるための方策を検討する必要がある。また技術を導入する農家像を明確にする必要がある。</li> <li>・総合評価 B</li> </ul>

	<p>用圃場の製作など概ね計画通りに進捗している。</p>	<p>開発したロボットが農業者に導入意欲を抱かせるものになり得るかが重要である。そのためにはロボットの能力や、ロボット化に適した栽培技術、イニシャルランニングコストなど研究目標の見直しが必要と思われる。</p> <p>他県が取り組んでいない分野であり研究方向の修正により、優れた成果が得られることを期待したい。</p>
	<p>対応</p>	<p>対応</p> <p>アスパラガス生産農家が十分な収入を得るために必要な栽培面積を考慮して、収穫ロボットの収穫性能の目標を当初の3倍である(6000本/日=3人相当)に変更する。また、栽培技術に関して、収穫可能な場所への発芽確率を、春芽、夏芽を合計して80%以上に変更し開発を行う。</p>
<p>事後</p>	<p>(22年度) 評価結果 A (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 農業の軽労化、機械化を推進するため、長崎県戦略品目であるアスパラガスの収穫を対象とした収穫ロボットシステムを開発する研究であり、必要性がある。</li> <li>・効率性 農林技術センターでロボット用圃場及び栽培技術の開発、工業技術センターで収穫ロボットシステムの開発、京都大学で昼用認識センサの開発、長崎大学でロボットシステム設計に関するアドバイスをうける体制で研究開発を行い、効率的に開発を行えた。</li> <li>・有効性 中間評価でのご指摘に従い、当初目標の3倍の収穫速度に近いロボットシステムを開発できた。また、特許も計画通り3件出願済みであり、有効性は高い。</li> <li>・総合評価 収穫速度は中間評価後に修正した速度を達成できなかったが、昼夜使用できる認識センサやアスパラガスの栽培技術に関しては中間評価後上方修正した目標値を達成した。今後アスパラガスの継続的な栽培による評価や実証試験が必要である。</li> </ul>	<p>(22年度) 評価結果 B (総合評価段階: )</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・必要性 A 高齢化や規模拡大など研究の必要性は理解でき、業際開発に取り組んだ意欲は評価できる。しかし開発した技術の必要性と研究方向が一致しなかったように思える。</li> <li>・効率性 A 計画どおりの成果を得、計画時に設定した目標は概ねクリアしていると言える。</li> <li>・有効性 B 信頼性の検討がほとんどなされておらず、ロボットの精度向上を図る必要がある。成果として試作品を作り上げたことを評価できるが、実用化の見通しがついていない点に問題があった。事前、途中評価の過程で何度も指摘されており、十分な検討を行うべきだったと言える。</li> <li>・総合評価 B 新たな分野への有意義な取り組みであり、一定の成果が得られたと考えるが、実用化に向けての道筋が明確になっていない点で、現場に有効な技術となり得ていないと思われる。コストダウンや耐久性など課題解決に向けた地道な努力をし、投資効果が発揮されることを期待したい。</li> </ul>
	<p>対応</p>	<p>対応</p>

## ■総合評価の段階

### 平成20年度以降

#### (事前評価)

- S=積極的に推進すべきである
- A=概ね妥当である
- B=計画の再検討が必要である
- C=不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S=計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A=計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B=研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究を中止すべきである

#### (事後評価)

- S=計画以上の成果をあげた
- A=概ね計画を達成した
- B=一部に成果があった
- C=成果が認められなかった

### 平成19年度

#### (事前評価)

- S=着実に実施すべき研究
- A=問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B=研究内容、計画、推進体制等の見直しが求められる研究
- C=不相当であり採択すべきでない

#### (途中評価)

- S=計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A=計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B=研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C=研究費の減額又は停止が適当である

#### (事後評価)

- S=計画以上の研究の進展があった
- A=計画どおり研究が進展した
- B=計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C=十分な進展があったとは言い難い

### 平成18年度

#### (事前評価)

- 1:不相当であり採択すべきでない。
- 2:大幅な見直しが必要である。
- 3:一部見直しが必要である。
- 4:概ね適当であり採択してよい。
- 5:適当であり是非採択すべきである。

#### (途中評価)

- 1:全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2:一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3:一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4:概ね計画どおりであり、このまま推進。
- 5:計画以上の進捗状況であり、このまま推進。

#### (事後評価)

- 1:計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2:計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3:計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4:概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的課題の検討も可。
- 5:計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。