

## 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

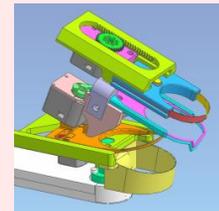


【距離画像センサ】

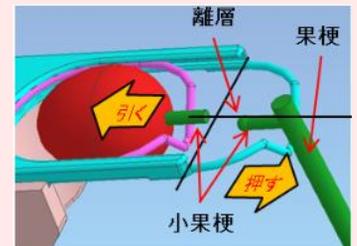


トマト収穫ロボット

### 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



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

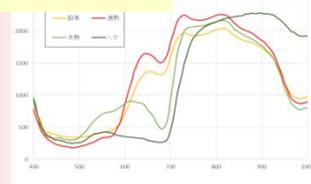
### ③ 画像エッジを利用した裂開果部検出

果肉部の画像エッジを裂開果と判定

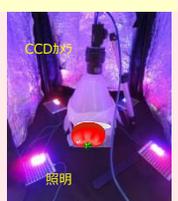
### ④ ハレーション、映りこみの低減（撮影環境）

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%）

