

背景及び取組概要

< 5.80ha(ピーマン、キュウリ)うち実証面積ピーマン512.8a、きゅうり68a >

宮崎県はきゅうりの生産量が全国1位、ピーマンが全国2位の県であり、新富町は県内有数のピーマン・きゅうりの産地である。

しかしながら、深刻な担い手の減少や少子高齢化による人手不足により経営規模の拡大が進まない状況である。農業経営の効率化を図り、規模拡大できる農業経営の在り方の改善が急務である。

【取組概要】

自動収穫ロボットとデータ解析を軸とした5つの取り組みを行う。

- ① 自動収穫機活用による人手不足の解消
- ② 画像解析による病害虫の早期発見
- ③ 気象データ等を踏まえた収量統計解析・収量計画を基にした経営分析および経営力の向上
- ④ 自動収穫機を活用した場合の経営分析
- ⑤ 自動収穫機を用いた生産管理体制の構築

導入技術

- ①自動収穫ロボット ②AI画像解析データ処理 ③データ収集と経営分析 ④経営デジタル基盤サービス



(実証項目別成果②) 目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

全体目標: 実証農場農家における収量の増加を図る(10a当たり)

- ① 収穫作業時間の20%削減
- ② 反収の10%増加
- ③ M玉率(ピーマン)およびA品率(きゅうり)の20%増加
- ④ 生産者所得の10%増加の達成を目標とする。

各研究項目の現在の達成状況

- ① 収穫作業時間の20%削減: **20%削減相当の自動収穫能力**
- ② 反収の10%増加: **5%増加**
- ③ M玉率(ピーマン)およびA品率(きゅうり)の20%増加: **ピーマンM玉率 20%以上増加**
- ④ 生産者所得の10%増加の達成: **11%増加**

実際の農場での実証を行うにあたり、これまで開発を行ってきた環境との違いに対応するために自動収穫機の開発・改良が必要であり、ピーマンやきゅうりの栽培現場での実証を同時に行うことが出来なかった。そのため、将来の自動収穫機導入による日当たり収穫量を想定し、自動収穫機が行う収穫と同等量の作業を人力で行うことで、ピーマン果実の品質や単収の増加、生産者所得の向上等の影響を推定した。

(令和3年度成果①) 自動収穫機活用による人手不足の解消

(1)自動収穫機の活用 (2)自動収穫機の改良(随時)

取組概要

自動収穫機を導入し、収穫作業効率化の実現可能性を検証する。

自動収穫機については、農業者の声を反映した、『安価で故障が少なく普及が簡単』な収穫機を実現し、低コスト化を図る。

複数の農場で検証を行い随時ロボットを改良する。

収穫作業を20%削減できる性能の自動収穫機を目指す

【実証場所】

新富町内の4軒のピーマン農家と2軒のきゅうり農家の圃場で検証



実証結果

R2年度: 複数のハウスで検証し収穫機の課題を抽出

R3年度: 11月まで改良し、100時間の稼働実証を実施

- ・収穫速度の向上: 当初から2倍程度に向上
- ・収穫可能範囲の最適化: ワイヤー付近まで収穫可能に
- ・ピーマン果柄の2度切りの成功率と質を向上

- ・収穫作業20%相当の自動収穫能力を達成
(年間3.9t収穫) ※枝葉の剪定など環境を整える必要あり



実証方法

手順

- ・協力農家ハウスの任意の1列(約50m)に1本ワイヤーを設置する。
- ・当該の列に存在する果実の数を人がカウントする(収穫サイズに達した果実のみ)。
- ・自動収穫機を稼働させ、1列を収穫し終えるまでの時間と収穫数を記録する。

集計方法

- ・自動収穫機を使用できる期間を7ヶ月間(210日)とする。
- ・自動収穫機の1日あたりの稼働時間を12時間とする。
- ・ピーマン1個あたりの重量を一律40gとする。
- ・記録した時間と収穫数を上記集計条件に当てはめて年間収穫量を算出する。



(令和3年度成果①) 自動収穫機活用による人手不足の解消

(1)自動収穫機の活用 (2)自動収穫機の改良(随時)

実証の様子



(令和3年度成果①) 自動収穫機活用による人手不足の解消

(1)自動収穫機の活用 (2)自動収穫機の改良(随時)

実証結果

- ・収穫作業20%に相当する自動収穫能力(年間3.2t以上)を達成した
- ・ロボットを導入する上で最適な条件(枝葉の剪定具合、通路幅)の方針を定めることができた

収穫量

| | |
|-----------------------------|---------|
| 収穫数 | 117 |
| 収穫に要した時間(分) | 181 |
| 1分あたりの収穫数 | 0.65 |
| 同ペースで12時間収穫した場合の収穫数 | 465.4 |
| 30g/個の場合の1日(12時間)あたり収穫量(kg) | 14.0 |
| 40g/個の場合の1日(12時間)あたり収穫量(kg) | 18.6 |
| 12時間210日(7か月)収穫した場合の収穫数 | 97737.0 |
| 30g/個の場合の7か月収穫量(トン) | 2.9 |
| 40g/個の場合の7か月収穫量(トン) | 3.9 |



実証ハウスの様子
(ロボットに適した状態)



ロボットに不適な状態

きゅうり自動収穫機

- ・ピーマン自動収穫機の基本構成を踏襲し自動収穫機を構築
- ・きゅうり用の収穫ハンドを開発
(きゅうり果実の重量に対応・ピーマンに比べて短い果柄でもカットできるような薄型化)
- ・自動収穫に成功

きゅうり自動収穫機



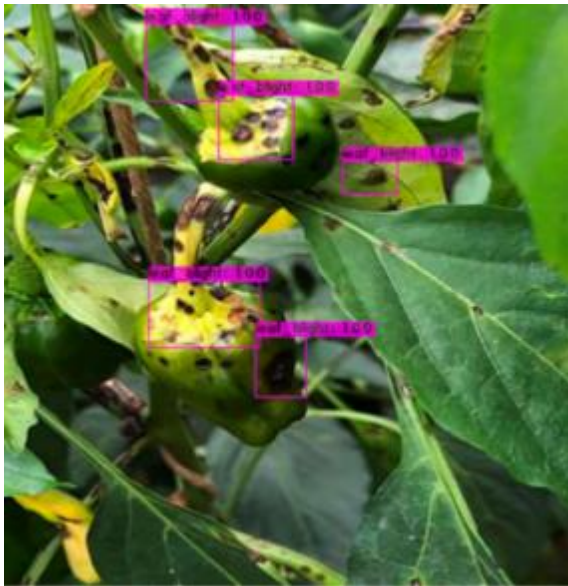
きゅうり用認識モデルの構築



取組概要

ハウス内を巡回する自動収穫機が取得する画像を解析することによって病害虫の早期発見が可能か検証を行う。

- 病害虫画像の収集
- 解析AIモデルの構築
- 解析のテスト、実証



実証結果

- 黒枯病のピーマン画像を基に、機械学習のモデル構築を行った。
- 上記の機械学習モデルに対し、黒枯病のピーマン画像データを入力し、認識することに成功した。
- 画像収集用のロボットを別途構築した。
- 画像解析で認識できる程度まで病気が進行しているは手遅れであるとの意見を農家より得た。
→より早期に発見できる可能性がある代替手段として、ロボットが農場全体を移動しながら、結果数や花芽の数などの生育経過をカメラで計測・記録し、これらを農場全体で比較することで異常傾向のあるエリアを早期に発見する手段を検討した。

(令和3年度成果③)

3. 気象データ等を踏まえた収量統計解析・収量計画を基にした経営分析および経営力の向上
(1) データを活用した収穫モデル・計画の作成および検証 (2) 自動収穫機とRightARMとのAPI連携
(3) 生育調査による対照区との比較検証と新たな肥培管理技術の確立 (4) 営農研究会による経営力の向上

取組概要

(1) データを活用した収穫モデル・計画の作成および検証

・今期のロボットによる収穫実証試験結果と昨期の人によるロボット様収穫試験の同等性を検証した。

(2) 自動収穫機とRightARMとのデータ連携

・ロボットからの収穫データを農業データ分析基盤RightARMへの取り込みを実証した。

(3) 生育調査による対照区との比較検証と新たな肥培管理技術の確立

(4) 営農研究会による経営力の向上

・生産者圃場において、慣行の収穫時間を20%減らした収穫作業を適用した上で、自動収穫機の収穫スピードと同等の収穫作業を追加する試験区を設定し、模擬的に、年間収穫労働時間を20%削減する収穫モデルを構築、シミュレーション結果が得られた。

・ピーマンにおいて、試験区の反収は対照区より5%多く、M玉率は30-40%多く推移した(図1)。

・きゅうりにおいて、対照区と試験区との等級別割合に差はないものの、試験区の収量は対照区より約5%多く推移した(図2)。

実証結果

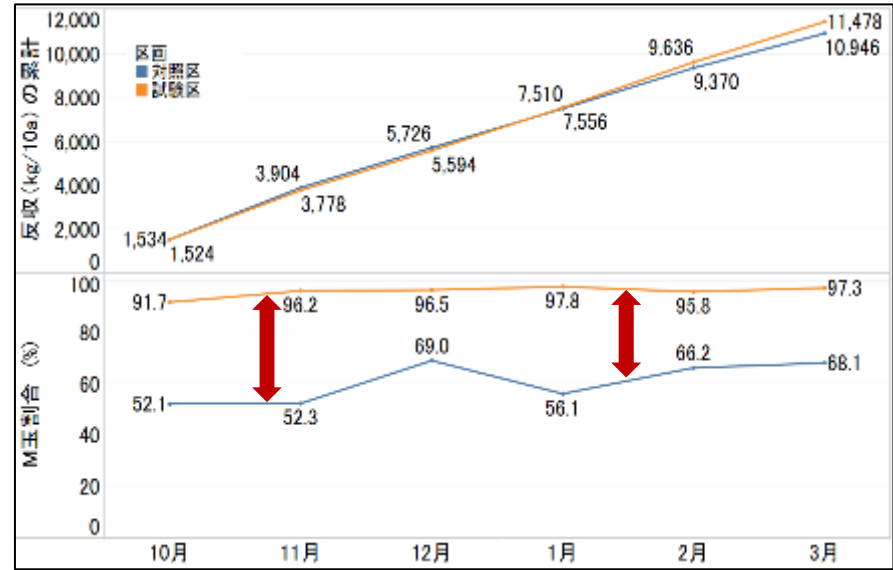


図1 ピーマン圃場試験における反収と階級割合の推移

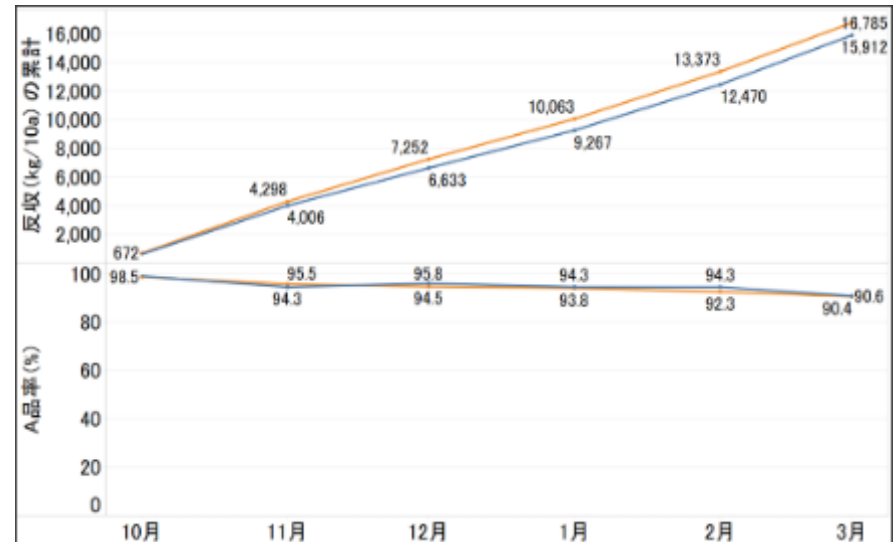


図2 きゅうり圃場試験における反収と階級割合の推移

取組概要

(1) 収穫量および販売量の分析
 (2) 収穫コスト(時間・金額)の分析

収穫量、作業コストに関するデータをRightARMに集約した。集約したデータを、テラスマイルが持つ独自のフレームワークにより様々な切り口で比較分析を行った。分析の結果として、自動収穫機を活用した場合にどのような経営改善が見込まれるか、定量的なアウトプットを生産者に提示した。大規模から小規模までの様々な経営形態でのロボット導入における経営シミュレーションを行った。

- 収穫量、作業コスト等のデータをRightARMに集約することで、自動収穫機導入の経営効果を見える化して、生産者の理解を深めることができた。
- 売上 = 収量 × 等級ごとの平均単価(過去5年分の市況より)という計算から、自動収穫機導入の効果をシミュレーションし、反当り売り上げが、ピーマンで11%増(図1)、きゅうりで6%増(図2)と、収入増加する結果が得られた。

実証結果

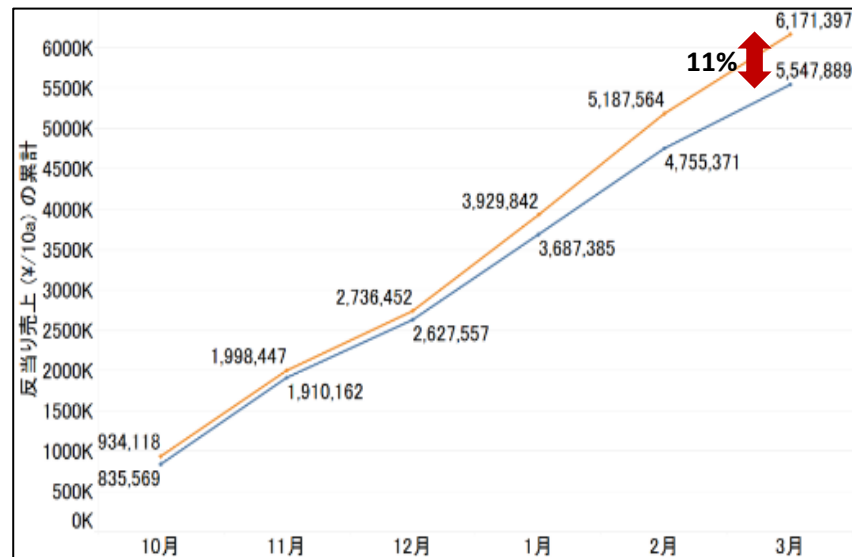


図1 ピーマン圃場試験における反当り売上の推移

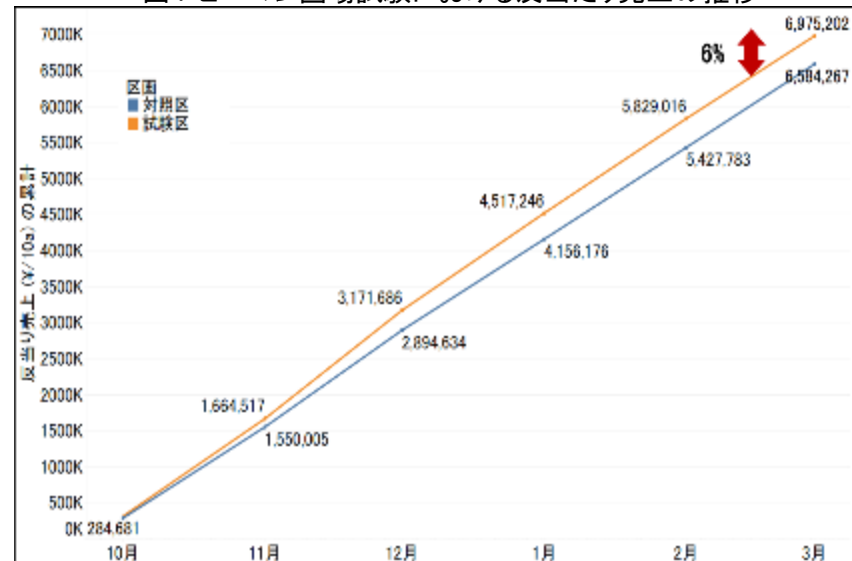


図2 きゅうり圃場試験における反当り売上の推移

取組概要

- (1) 自動収穫機に適した栽培体系および経営指針の構築
- (2) 栽培面積を30%増加した経営モデルの構築

実証項目③および④のデータに加えて、タイムカードからの労働時間算出、施肥やハウス管理など作業コストに関するデータを収集した。ついで、自動収穫機の導入コストや手数料を加味した経営診断を、テラスマイルが持つ独自のフレームワークRightARMにより比較分析を行った。

実証結果

- 当事業実施前の青色申告データなどから分析した経営状況に、実証項目番号③④の結果から得られた売上11%増、人件費20%削減のデータを入力し、ついで、自動収穫機を導入した場合の減価償却費(償却費375,000円: 1,500,000円(初期費用)÷4(耐用年数))や自動収穫機の利用手数料(自動収穫機による収穫量×ピーマン平均単価414円×10%)を加算して経営指標を試算したところ、農業所得は5.3%向上する結果となった。
- 営農研究会でこれらの分析結果を生産者と共有し、生産者の農業経営診断力の向上を図った(図1)。

| | 2019 | | | | 2020 | | | | 増減 | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-----------|
| | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | | |
| 平均/定植単収(トン) | 37% | 37% | 41% | 41% | 50% | 50% | 56% | 60% | 23% | 63% |
| 販売 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 0 | 11,300 |
| 売上 | 19,426 | 19,426 | 19,426 | 19,426 | 19,426 | 19,426 | 19,426 | 19,426 | 0 | 3,515,261 |
| 労働手数料 | 6,791 | 6,791 | 6,791 | 6,791 | 6,791 | 6,791 | 6,791 | 6,791 | 0 | 48,208 |
| 減価償却費 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 0 | 29,107 |
| 出荷手数料 | 4,311 | 4,311 | 4,311 | 4,311 | 4,311 | 4,311 | 4,311 | 4,311 | 0 | 225,603 |
| 手数料計 | 13,402 | 13,402 | 13,402 | 13,402 | 13,402 | 13,402 | 13,402 | 13,402 | 0 | 1,048,066 |
| | | | | | | | | | | 5,284,815 |
| 増減 | 2,116 | 2,116 | 2,116 | 2,116 | 2,116 | 2,116 | 2,116 | 2,116 | 0 | 170,000 |
| 肥料 | 2,984 | 2,984 | 2,984 | 2,984 | 2,984 | 2,984 | 2,984 | 2,984 | 0 | 30,000 |
| 農業 | 1,741 | 1,741 | 1,741 | 1,741 | 1,741 | 1,741 | 1,741 | 1,741 | 0 | 145,000 |
| 賃付 | 6,382 | 6,382 | 6,382 | 6,382 | 6,382 | 6,382 | 6,382 | 6,382 | 0 | 500,000 |
| 動力費(運賃) | 11,432 | 11,432 | 11,432 | 11,432 | 11,432 | 11,432 | 11,432 | 11,432 | 0 | 922,000 |
| 労務 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 746 | 0 | 60,000 |
| 燃料 | 997 | 997 | 997 | 997 | 997 | 997 | 997 | 997 | 0 | 80,000 |
| 固定資産費 | 2,311 | 2,311 | 2,311 | 2,311 | 2,311 | 2,311 | 2,311 | 2,311 | 0 | 185,000 |
| 固定資産費+運賃 | 4,353 | 4,353 | 4,353 | 4,353 | 4,353 | 4,353 | 4,353 | 4,353 | 0 | 350,000 |
| 設備減価 | 13,076 | 13,076 | 13,076 | 13,076 | 13,076 | 13,076 | 13,076 | 13,076 | 0 | 1,050,000 |
| 経費 | 45,389 | 45,389 | 45,389 | 45,389 | 45,389 | 45,389 | 45,389 | 45,389 | 0 | 3,535,000 |
| | | | | | | | | | | 2,334,815 |
| 増減 | | | | | | | | | | 1,948,000 |
| 総増減 | | | | | | | | | | 1,500,000 |

図1 営農研究会で用いた農業経営シミュレーションの1例

実証を通じて生じた課題

1. 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

| | 作業内容 | 機械・技術名 | 技術的な課題 |
|---|------|-----------|--|
| 1 | 収穫 | ピーマン自動収穫機 | <ul style="list-style-type: none">・ピーマンに対する安全性の確保 枝や誘引系の誤切断の防止 切断刃を介しての病気の媒介への対策・稼働時間の延長 消費電力の低減とバッテリー容量の増大 |

2. その他

・枝葉の剪定度合いの推奨値を設定

枝葉の剪定具合や仕立て方によって収穫能力が大きく左右されることがわかった。

内容への問合せ先

○こゆ地域づくり推進機構

高橋邦男

0983-32-1082

k.takahashi@koyu.miyazaki.jp

○テラスマイル株式会社

林戸宏之

0985-65-9196

hi.hayashido@terasuma.jp

○AGRIST株式会社

R2年度スマート農業実証事業担当: 秦 裕貴

070-4062-8607

info@agrist.com

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>