

# 先端技術導入による中山間地域の特産品生産スマート化への展開 (農) 赤松ハウス柿生産組合ほか (奈良県五條市、下市町)

## 背景及び取組概要

<経営概要 5.5 ha(露地柿 3.8 ha、ハウス柿 1.7 ha) うち実証面積 2.0 ha(露地柿 0.3 ha、ハウス柿 1.7 ha)>

- 柿の露地栽培およびハウス栽培を対象として、
  - ① 最新機能を実装した除草機・運搬機・スピードスプレーヤーやアシストスーツ導入による作業省力化および安全化の実証。
  - ② 気象情報や土壌水分量などのデータをAIによって解析することによる肥培・消毒・灌水・(ハウスにおける)温度などの管理の自動化および最適化するツール、および経営効率を高めるシステムの構築。

## 導入技術

### 遠隔制御除草機

・作業能率を向上させることで、作業時間を削減

### スピードスプレーヤー(SS)

・作業能率および安全性の向上

### 環境モニタリング

・環境因子をモニタリングすることによる肥培管理の数値化

### 環境制御

・AIの判断を基とした灌水およびハウス内温度調整

### アシストスーツ・運搬機

・作業能率を向上させることで、収穫作業時間を削減



雑草管理

防除

栽培管理システム

収穫

## 実証課題の達成目標

- 作業時間や作業の軽減による労働力の15%程度の節減
- 品質向上および出荷時期の調整により品質・規格を安定させ、良品質柿の収量を3～8%向上

## 各研究項目の現在の達成状況

- ① ハウス栽培では、栽培管理システムの導入により、作業時間を約27%削減できた(347時間/10a → 254時間/10a、栽培管理様式の違いも含む数値)。
- ② ハウス栽培の品質および収量は、環境モニタリングの結果、収穫の約半年前の気温管理、灌水頻度の管理が出荷時期・出荷量の調整に繋がる可能性が示唆された。
- ③ 露地栽培では、スマート農機の使用による時間短縮効果により、作業時間は6%削減された(263時間/10a → 247時間/10a)。
- ④ 露地栽培の品質および収量は、主にスピードスプレーヤーの導入で良品質柿の収量が10%(収入換算では17%)向上した。

# 成果① 遠隔制御除草機の実証（露地）

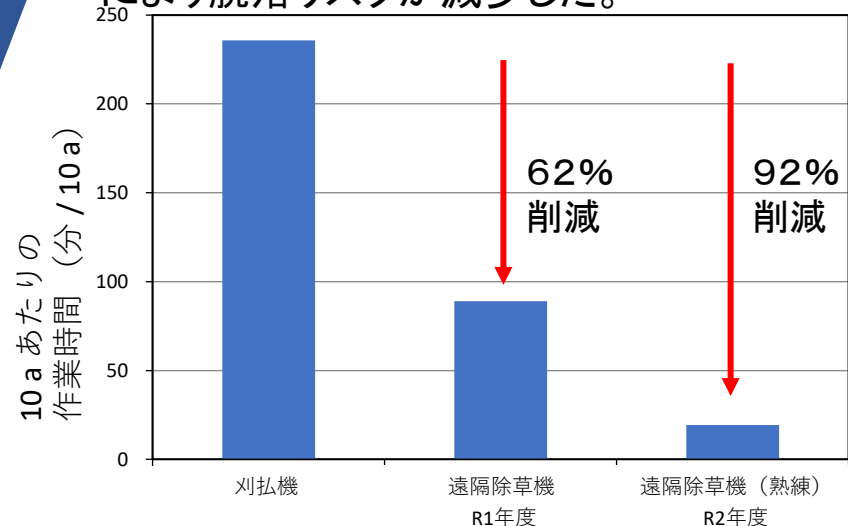
## 取組概要

- 地域に典型的なカキ圃場に遠隔制御除草機を導入し、現在の除草で主に使われている刈払機による除草と比較して、作業時間、身体負荷、および必要人員数等の省力化効果を検証した。
- 実証方法やデータの取り扱いは近畿大学農学部倫理規定(承認番号 2019-8)に従った。
- 実証圃場の傾斜は約17度。

## 実証結果

- 一人当たりの作業時間はR1年度、  
慣行法 235.7分/10 a  
遠隔制御除草機 89.0分/10 a  
であり、約62%作業時間が削減された。  
更にR2年度、遠隔制御除草機に熟練すると、  
19.4分/10a  
となり、約92%の削減効果があった。

- 圃場内にある小石との接触や振動で刃が脱落する不具合はあったが、製造元で刃の固定バンドを金属製に変更することにより脱落リスクが減少した。



# 成果② スピードスプレーヤーの実証（露地、ハウス）

## 取組概要

- 動力噴霧器による手散布をスピードスプレーヤーによる散布に変更し、作業時間および果実品質への影響を評価した。
- 実証方法やデータの取り扱いは近畿大学農学部倫理規定(承認番号 2019-8)に従った。

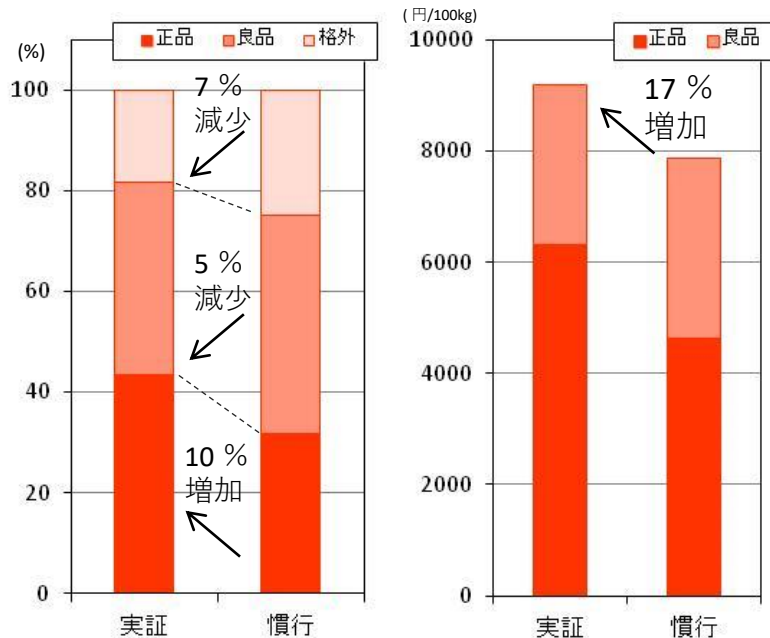


図2 果実品質の向上と収入への影響（露地）

収入は可販果である正品と良品について、品質の変化に基づいて100kg中の割合を算出し、品質ごとのキロ単価を掛けた金額を積算したものの。

## 実証結果

- 露地栽培では、薬剤散布時間は1/4に短縮(図1)。43.7分/10a → 11.1分/10a（75%の削減）
- ハウス栽培では、スピードスプレーヤーの導入により薬剤散布作業時間を約1/3に短縮(図1)。69.9分/10a → 19.3分/10a（72%の削減）
- 必要人員は露地栽培では1/3に(3人→1人)。ハウス栽培では半減(2人→1人)。
- 露地栽培では最も品質が良い正品が約10%増加し、それ以下の品質の果実が減少。これにより、収益は17%増加(図2)。

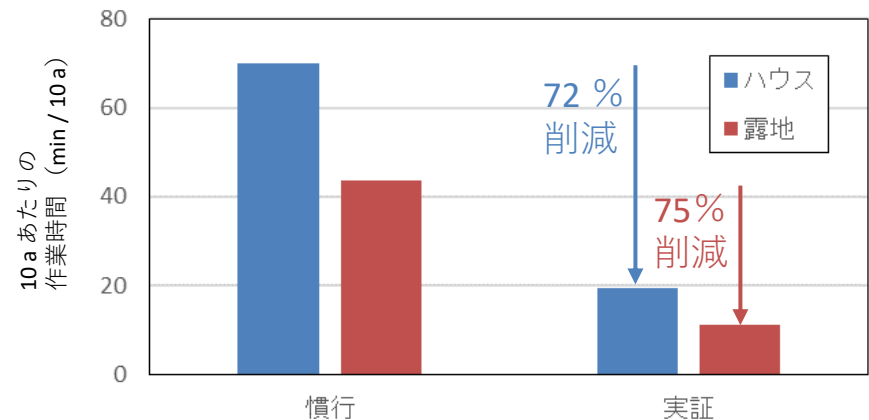


図1 作業時間の削減効果



# 成果③ アシストスーツの実証（露地）

## 取組概要

- 模擬作業を実施し、アシストスーツ使用時と非使用時を比較。作業時間、身体的負荷の軽減効果について身体負荷評価シートを使用(加藤・大久保, 1999)して検証した。
- 収穫作業時にアシストスーツを使用し、模擬作業と同様に作業時間、身体的負荷について検証した。
- 実験やデータの取り扱いには近畿大学農学部倫理規定(承認番号 2019-8)に従った。



## 実証結果

- 操作の習熟によって作業時間は素手での作業と同程度まで速くなる。
- 長時間の作業では、作業後半での作業速度の低下を抑える。
- 腕・手のひらへの負荷が減少し、太ももへの負荷が増加する。
- 導入する場合は目的や方法、使用場所の最適化が必要。

使用時 2.15 ± 0.55  
未使用時 3.46 ± 1.33

使用時 2.00 ± 0  
未使用時 3.00 ± 1.22



使用時 3.46 ± 1.27  
未使用時 2.46 ± 0.97

使用時 2.00 ± 0  
未使用時 2.77 ± 1.09

使用時 2.15 ± 0.55  
未使用時 3.08 ± 1.32

使用時 3.46 ± 1.27  
未使用時 2.38 ± 0.96

使用時と未使用時の間で有意差あり

 有意に負荷減少  
 有意に負荷増加

アンケート評価点  
ふつう：2  
ややきつい：3  
きつい：4  
非常にきつい：5

前面

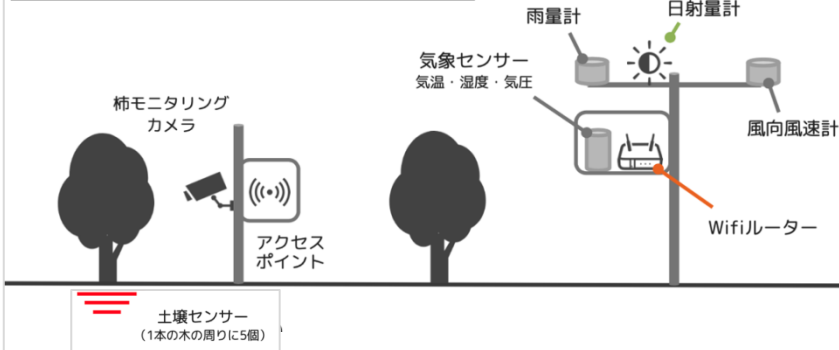
Mann-Whitney test,  $p < 0.05$

# 成果④ 栽培管理システムの設置と検証（露地・ハウス）

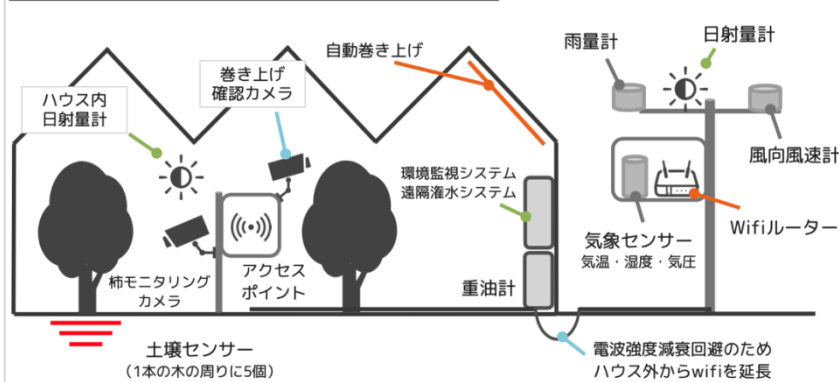
## 取組概要

○ 露地およびハウスの環境モニタリングシステムを構築し、可視化。作業回数や作業時間の削減による労働時間・労務費の削減効果を検証。

### 露地モニタリングシステム概要



### ハウスモニタリングシステム概要



センサー：気温・湿度・気圧・風向風速・雨量・日射量・

土壌水分・土壌温度・EC・重油流量

カメラ：成熟度判定用・巻き上げ確認用

遠隔栽培管理システム：灌水、加温、内張り開閉

## 実証結果

スマートフォンによる利用を想定：

- ・ 良く見る項目の現在値を数値で表示
- ・ グラフと数値の同時表示
- ・ ヒヤリングを通して改善



### 【システム導入による効果】

○ 作期全体で平均作業時間が347時間/10aから254時間/10aに約27%削減。  
(ハウス、その他の作業時間の差も含む)

栽培管理システムによる労力削減の例：

自動灌水装置 1棟あたり約52時間削減

内張り自動開閉・消費油量遠隔監視

1棟あたり約23時間削減

→理論値では36時間/10aの削減(10~12%に相当)

○ 降水量・土壌水分量を可視化(露地・ハウス)  
→灌水頻度の調整による品質向上に繋げる

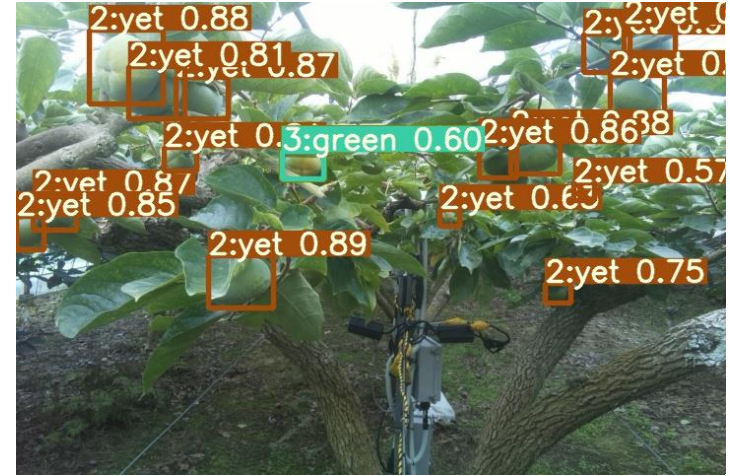
# 成果⑤ 栽培経理管理システムの開発と検証（露地、ハウス）

## 取組概要

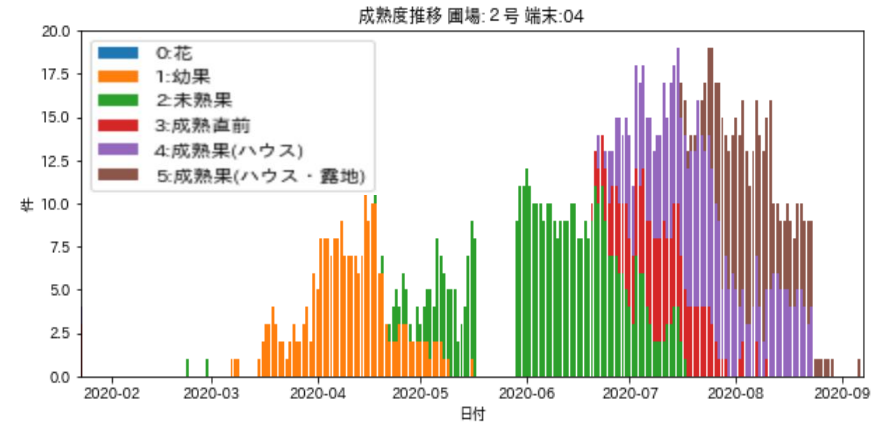
- モニタリングシステムで取得したデータを活用し、AIを活用して可視化・分析することにより栽培管理の最適化による経費節減や品質向上の可能性を検証。
- ハウスと露地の両方に対応した汎用性の高い成熟度判定モデルの構築。
  - ① ハウス収穫期
  - ② 露地収穫期に対応した6クラスに果実の成熟度を分類
- 定点カメラによる同一アングルの経時撮影  
→機械学習のためのラベル付けを実施  
(約2,600枚をラベル付し、学習に使用)

➡ 成熟度判定モデル構築

## 実証結果



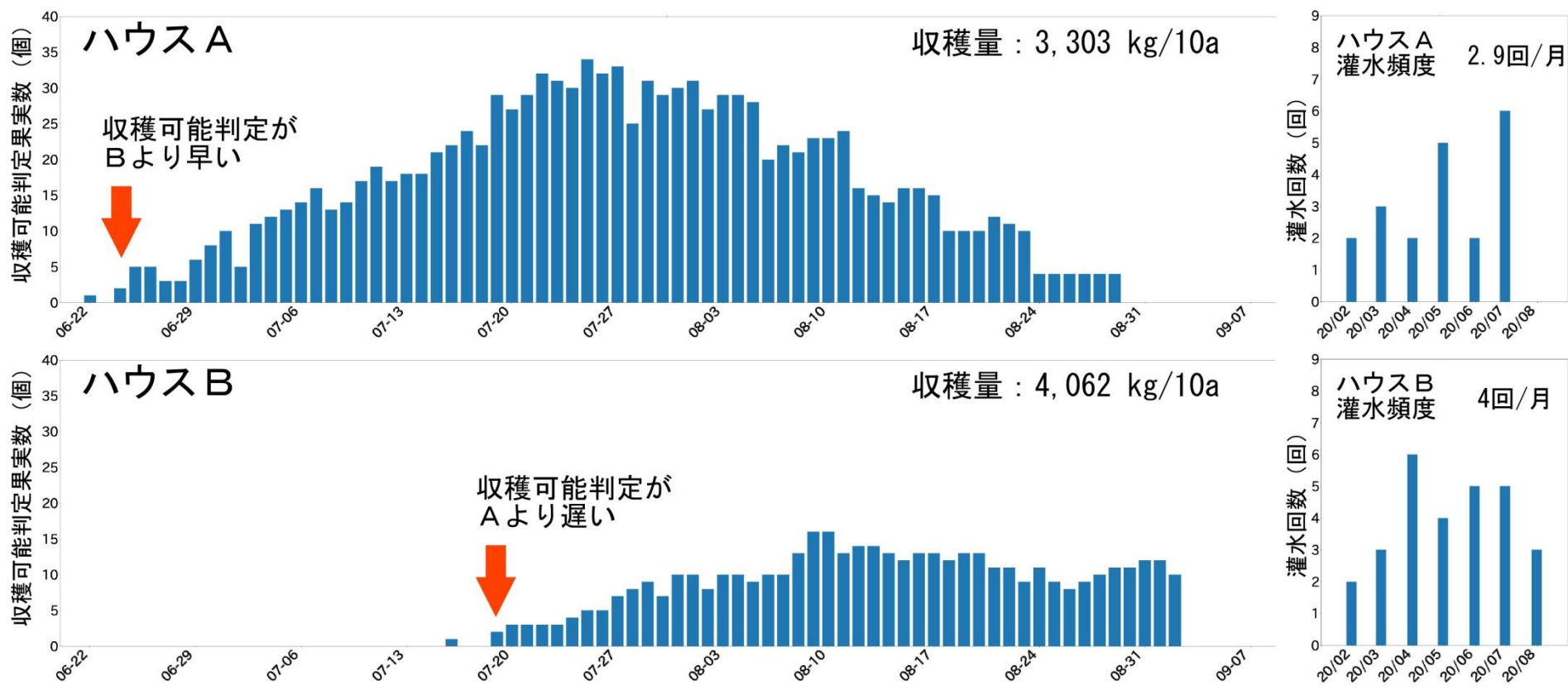
学習済み判定AIによる画像判定



圃場ごとの成熟度分布を構築

出荷時期（価格）と出荷品質を予測することによる収益の最大化を狙える

# 成果⑥ 栽培管理の自動化、収穫時期・収穫量の予測に向けて



※収穫可能判定果実数は定点カメラの撮影範囲内の果実について成熟度判定AIで画像判定した結果得られた数値。収穫量は定点カメラの撮影範囲外も含むハウス1棟の数値。

プロジェクト終了後もデータを蓄積し、

- ・ 加温開始時期や加温期の設定温度などとの関係进行分析 (ハウス)
- ・ 果実成熟度の経時変化についての予測精度を高める (露地・ハウス)



# 実証を通じて生じた課題

## 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	雑草防除（露地）	遠隔制御除草機	機械の耐久性に問題があり、現状では一応の解決が見られるが、今後の検証が必要。
2	農薬散布（露地、ハウス）	スピードスプレーヤー（SS）	機械の進入に適した圃場整備が課題。
3	収穫（露地）	アシストスーツ	作業空間の確保等の他、操作の習熟に時間が必要であり、導入当初は作業時間が増加する点が課題である。
4	運搬	遠隔制御運搬機	手押し型の動力運搬機にある変速機能がないため、操作に熟練しても作業速度が頭打ちになる。
5	栽培管理（露地）	栽培管理システム1	防水防塵対応ケースを用いたカメラであっても防除の薬液が中に侵入する場合があります、防水防塵ケースにも対策を施す必要がある。
6	栽培管理（ハウス）	栽培管理システム2	電源やWi-Fiをハウス内に導入するには、外から中への引き込みに大掛かりな作業が必要になる。また、コネクタ部などの防水処理を適切に行う必要がある。
7	栽培経費管理（露地、ハウス）	柿栽培経費管理システム	天候等によりWi-FiやLTEの接続が不安定化し、データが届かない。

### 2. その他

現状入手できるIoT製品は耐環境性能が乏しいものが多く、防水、防滴、紫外線対策等の工夫を凝らさなければ使用できない。それらの工夫を凝らしても、定期的な確認、コネクタ部の腐食への対応など、定期的なメンテナンスが不可欠である。

## ○ 問い合わせ先

技術導入した機器について:五條吉野土地改良区 (Tel:0747-22-0007、e-mail:gy-tochi@khaki.plala.or.jp)

事業全般について:近畿大学 松野 裕 (e-mail:matsuno@nara.kindai.ac.jp)