

佐渡島特産「おけさ柿」大規模経営へのスマート農業技術体系の導入実証 (株)JAファーム佐渡(新潟県佐渡市)

背景及び取組概要

<経営概要 44.5ha(水稲38ha、果樹6ha、野菜0.5ha) うち実証面積: 0.55ha(柿)>

- 果樹産地の急速な高齢化の進展と担い手への園地集積に対応するため、果樹生産における「AR技術を活用した熟練者の管理技術の見える化と新規参入者等への指導書作成」および「最新の機械化・無人化技術の導入による生産の省力化」を実現する。
 - ① 「ジョイント栽培」導入によるせん定の簡易化、栽培管理の省力・効率化
 - ② 「遠隔業務支援システム」導入による熟練栽培技術の「見える化」と新規参入者等への実践支援
 - ③ 「作業ロボット」や「作業支援ロボット」等の導入による中間管理および収穫作業の無人化または速度向上
 - ④ 「環境モニタリングシステム」導入によるほ場環境の「見える化」、および気象・病害リスクの予測と対応

導入技術

- ① ジョイント栽培
➢ 作業動線の単純化



- ② スマートグラス
➢ 遠隔業務支援



- ③ ロボット草刈機
➢ 作業時間軽減



- ④ 自走式運搬車
➢ 収穫・せん定作業の速度向上



- ⑤ アシストスーツ
➢ 労働時間・負担軽減



- ⑥ 環境モニタリングシステム
➢ 気象・病害リスクの予測



実証課題の達成目標

- ジョイント栽培およびスマート農業技術を組み合わせ、県指標値に対し、10a当たりの作業労働時間を45%削減
- 10a当たりの収量を慣行栽培成園並みの2トン確保

目標に対する達成状況

- 慣行体系10a当たりの作業労働時間162.5時間に対し、実証体系労働時間は85.4時間であり、77.1時間(47%)削減できたことから、目標を上回った。
- 実証区の換算収量は10a当たり1.3トンとなった。
[※慣行栽培の収量も1.5トンで2トンに達しておらず、5月以降の低温が影響したと考えられる。
また、ジョイント栽培では樹齢が若いため生育にばらつきが生じた。]

(実証項目別成果①) 「ジョイント栽培」導入によるせん定の簡易化、栽培管理の省力・効率化

取組概要

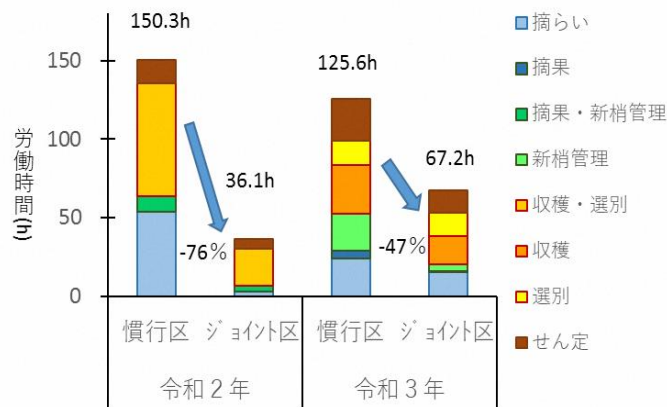
- ジョイント栽培を導入し、慣行栽培では技術や経験が必要なせん定作業を単純化し、後継者や新たな担い手が取り組みやすい環境を作った。
- 着花(果)位置を下げ、脚立等を使った作業を削減し、作業動線を一直線にすることで、摘らい・摘果・収穫・せん定作業時間を短縮することとした。



実証面積: 55a

実証結果

- ジョイント栽培の収量は1,289kg/10aにとどまった(目標2トン)。なお、慣行栽培でも収量が1,492kg/10aで、5月以降の低温が影響したと考えられた。
- 栽培管理に関する主要作業(摘らい・摘果、芽かき・新梢管理、収穫、せん定)の合計時間はジョイント栽培で慣行栽培に比べ58.4時間少なく(削減効果47%)、目標(55.5時間削減)を達成した。



今後の課題(と対応)

結果母枝の配置や、生理落果を防ぐための樹勢の調節方法、側枝の適切な更新時期について検討し、収量を確保する。

(実証項目別成果②) 「遠隔業務支援システム」導入による新規参入者等への熟練栽培技術の習熟促進

取組概要

- 遠隔支援システム及び動画マニュアルの作成・活用による未習熟者の技術習得効果を確認。
 - ・動画マニュアルを活用した未習熟者への技術指導
 - ・スマートグラスによる作業動画撮影、及び作業分析・動作最適化ソフトウェアによる動作解析
- スマートグラス・アプリケーションの改良。
 - ・スマートグラスの表示特性をふまえたマニュアルの作成及び操作性の確認
 - ・作業ミス防止に有効なチェックリストの作成と運用
- せん定作業の学習効果を評価するための新たな指標を考案。
 - ・作業完成度 = (習熟者せん定時間 - 未習熟者せん定作業後の習熟者手直し時間) / 習熟者せん定時間

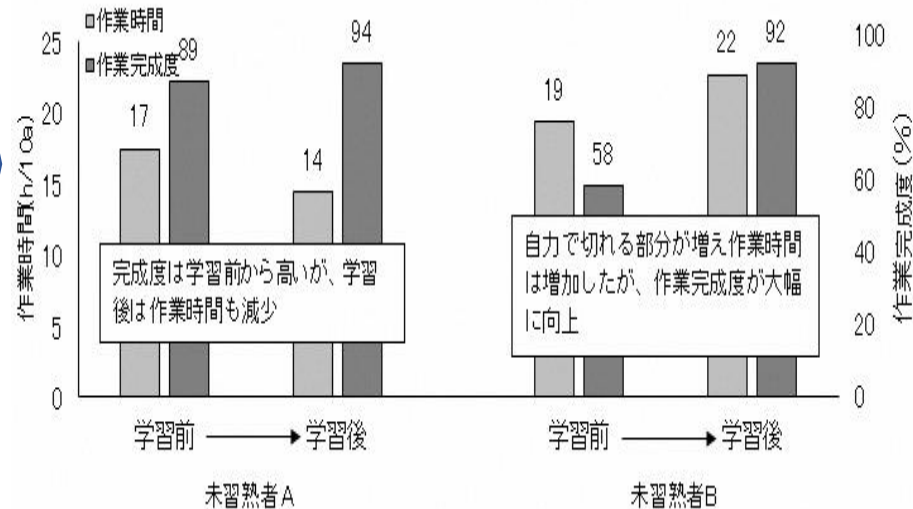
[使用機器] スマートグラス
動作解析ソフト



作業チェックリストイメージ

実証結果

- スマートグラス装着者が動画マニュアルや作業チェックリストを活用した遠隔指導を受けることにより、せん定時間が14%削減した。
- 学習後に作業完成度が上昇した。学習を重ねることにより作業時間も減少すると考えられた。



今後の課題（と対応）

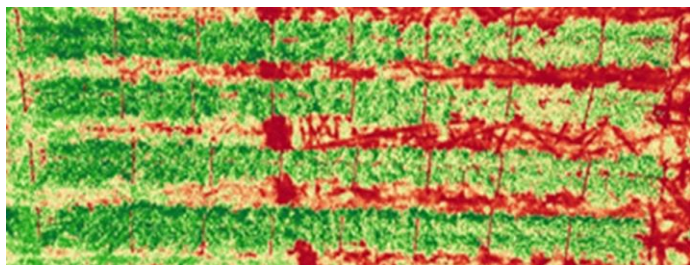
高温時や雨天時のスマートグラスの使用方法について検討する。また、導入コストの低減のため、地域や産地単位でのシェアリングについても検討する。

(実証項目別成果③) 「作業ロボット」や「作業支援ロボット」の導入による 中間管理及び収穫作業の無人化または速度向上 (1) 自走式草刈機による除草

取組概要

- 草丈が低い時期から開始し、長期間、園地の草刈り作業を行い、人による草刈り作業に対する作業時間削減効果を確認した。
- ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラにより、除草期間中の刈り取り面積割合を画像で計測することにより、正確な効果を判定した(実証開始から3週間おきに実施)。

[使用機器] ロボット草刈機
[実証面積] 0.55ha

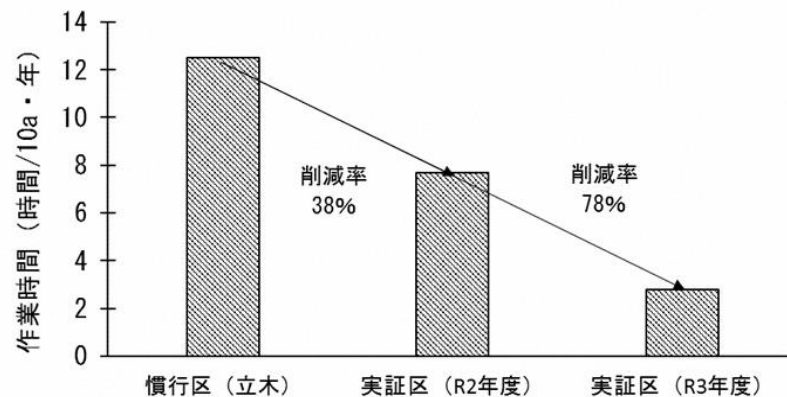


<ドローンに搭載したマルチスペクトルカメラによる草刈り状況の評価>

画像の各色部分は赤：草刈部分(草丈5cm未満)、黄：叢生部分(草丈10cm以上)、緑：ジョイント樹列部分

実証結果

- 刈り刃高さを地上から5cm、実働5時間/日に設定し、雨天を除き毎日稼働することで、人手による除草がほとんど不要となることを確認。
- 慣行区に比べ除草時間を78%削減。



今後の課題 (と対応)

さらなる労力軽減のため株元除草を自走式草刈機で実施することを想定した場合、主幹間伐により樹間を現行の約1mから2mへと拡大した際の生育・収量等への影響を検討する。

(実証項目別成果④) 「作業ロボット」や「作業支援ロボット」の導入による 中間管理及び収穫作業の無人化または速度向上 (3)(5)クローラー型モビリティロボットによる作業支援

取組概要

- 自動運搬走行の適用範囲の拡大
 - ・果実の集積所への自動運搬や空き車両の収穫場所への呼び寄せを遠隔から指示できるようにした。
 - ・作業を効率化するため、スマホアプリで走行経路を指示し、ロボットを作業場所、集積所、格納庫などへ自律走行できるように設定した。
- 作業者追従走行機能の改善
 - ・ロボットと作業者の距離を短くし作業を効率化するため、枝葉などの障害物を見分ける精度を向上させ、誤認識による一時停止回数を減少し、よりスムーズに追従走行できるようにした。

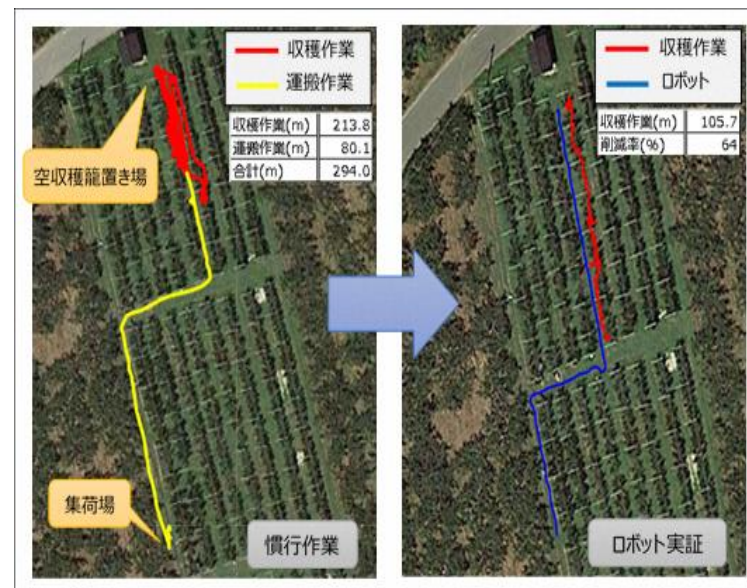
[使用機器]クローラー型モビリティロボット
[実証面積]0.55ha



せんだ時に作業者に追従

実証結果

- 走行経路を指示できる機能の追加により、収穫作業やせんだ作業時間を23%削減し、目標(収穫作業で12%削減、せんだ作業で15%削減)を達成した。



今後の課題 (と対応)

ジョイント栽培ほ場では太陽光の映り込みや反射がセンシングに与える影響が想定以上に大きいことが判明し、現行のセンサでは人物認識が困難になりスムーズに作業者追従ができない場合があるため、センサを再選定し、改善効果を検討する。

(実証項目別成果⑤) 「作業ロボット」や「作業支援ロボット」の導入による 中間管理及び収穫作業の無人化または速度向上 (4) アシストスーツによる収穫物積載作業の負荷軽減

取組概要

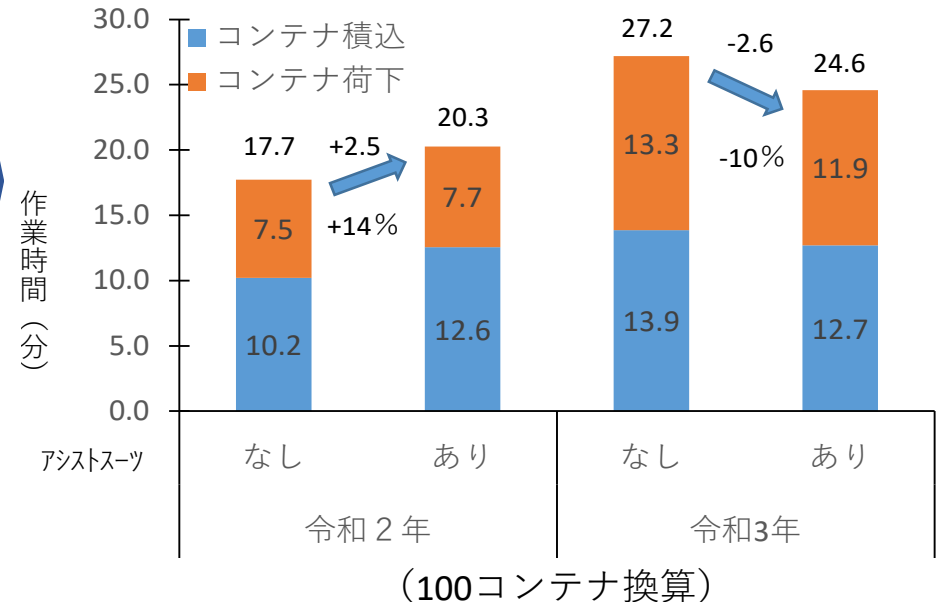
○「アシストスーツ」を導入し、収穫物積載作業の省力効果を確認した。

[使用機器] マッスルスーツ



実証結果

○高い位置の積み上げ・荷下げ作業(令和2年)では作業時間削減効果がなかったが、低い位置での持ち上げ・荷下げ作業(令和3年)では効果が認められた。



今後の課題 (と対応)

コンテナを積み込む場面は5~6段程度の高い位置の場合もあり、そうした状況での作業の軽労化を図るための使用方法や環境整備について検討する。

(実証項目別成果⑥) 「環境モニタリングシステム」導入によるほ場環境の「見える化」と気象・病害リスクの予測と対応

取組概要

- 実証圃場に環境モニタリングシステムを設置し、気温、降水量、湿度等を10分間隔で測定し、以下の実証に取り組んだ。
 - ・モニタリングデータによる発芽、展葉、開花時期の予測
 - ・モニタリングデータによる円星落葉病の孢子飛散予測
- 発芽、展葉、開花予測法
2月1日を起算日として、日最高気温、日最低気温と発育下限温度設定を用いた三角法による積算値で予測した。
- 円星落葉病孢子飛散予測法
2月1日を起算日として平均気温積算値で、孢子飛散開始時期と飛散盛期を予測した。

[使用機器] 環境モニタリングシステム



実証結果

- 観測データに基づいた生育予測情報をホームページに掲載。高い精度の予測情報を管理作業スケジュールに反映し、適期に栽培管理作業を行うことができ、農場運営の効率化を実現した。

おけさ柿の生育予測情報

環境モニタリングシステムの観測データに基づき、おけさ柿の生育予測情報を作成しています。

5月10日現在

佐渡市新穂	最早日	予測中心日	最遅日
発芽期	3月19日	3月26日	3月31日
展葉期	4月3日	4月11日	4月17日
開花始	5月24日	5月28日	6月1日
満開期	5月27日	5月31日	6月3日

※開花予測は5月10日現在の観測データで終了します。

2003～2019年までの
生育要期平均値

佐渡市新穂	観測日
発芽期	4月7日
展葉期	4月24日
開花始	6月2日
満開期	6月4日

今後の課題（と対応）

かきの生育データと環境モニタリングデータ蓄積を継続することで、さらなる生産性の向上を図るとともに、霜害回避など持続性の高い生産基盤の維持を図る。そのため、本システムの地域や産地単位でのシェアリングについても検討する。

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

実証項目	作業内容	機械・技術名 (型式等)	技術的な課題
①	栽培管理	ジョイント栽培	品種に応じた樹勢の制御及び施肥体系の検討
②	技術習熟促進	スマートグラス 動作解析ソフト	スマートグラスの屋外での視認性(日差しの反射や色の判別)の改善及び高温環境下での動作安定
③	除草	ロボット草刈機	動作不良時のアラーム送信機能の追加、敷設ワイヤー切断防止策の検討、充電装置等への避雷針設置
—	防除	農業用無人車両 (UGV)	特になし
④	収穫	アシストスーツ	アシストスーツが有効活用できる作業環境づくり
⑤	収穫・せん定	自走式運搬車 (クローラ型モビリティロボット)	慣行樹園地での動作安定
⑥	気象・病害リスク予測	環境モニタリングシステム	センサー類の切断事故(除草作業及び獣害)防止策の検討

2. その他

- ・ドローンを活用した薬剤防除
- ・スマートグラス単独で習得できるせん定技術

(実証成果 (全体)) 4. 実証課題で取り組んだスマート農業技術を普及するための今後の取組・考え方

○ 実証課題で取り組んだスマート農業技術を普及するための今後の取組・考え方

- ①実証成果は、県農林水産部農産園芸課が「果樹栽培のスマート農業技術体系」として取りまとめ、コンソーシアム構成機関のほか、技術供給企業や12(佐渡を除く)の県普及指導機関により、佐渡市をはじめ、県内全域の果樹産地・農業者へ取組紹介および技術提案し、普及を図っていく。
- ②全国に向けても広く情報を発信し、要請があれば、事例紹介や視察対応等、技術の普及に努める。
- ③県普及指導機関により、各要素技術のその他品目(各地域の主要生産品目等)への適応性について実証を行い、取組成果の拡大を図る。
- ④県農業総合研究所園芸研究センターおよび同佐渡農業技術センターが、各要素技術の高度化に向けた研究の課題化を図り、残された問題点の解消を目指す。

(担当者) 齊藤 由紀子

(所属) 新潟県農林水産部農産園芸課園芸拡大推進室

(電話番号) 025-280-5297

(メールアドレス) ngt060030@pref.niigata.lg.jp

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/>