

スマート農業推進フォーラム2022 in 関東
令和4年11月22日（火）

直売イチゴ経営におけるスマートフードチェーン構築による データ駆動型高収益経営体系の実証

実施期間 令和2～3年度

参画機関

- 茨城県農業総合センター（代表）
- 茨城県県北農林事務所常陸大宮地域農業改良普及センター
- PwCあらた有限責任監査法人
- (株)サカタのタネ
- (株)ルートレック・ネットワークス
- (株)イノフィス
- つづく農園（実証農場、茨城県常陸大宮市）

直売イチゴ経営におけるスマートフードチェーン構築によるデータ駆動型 高収益経営体系の実証 つづく農園（茨城県常陸大宮市）

背景及び取組概要

<実証面積：10a> <実証品目：イチゴ>

○中山間地における直売型イチゴ経営の発展には、生産から販売まで一貫したスマート営農が有効

- ①生産にかかる環境制御・データ収集は、導入コストが低く中小規模施設との親和性が高いユビキタス環境制御システム（UECS）を用いる。必要な部分のみの自動化により、費用対効果の高いシステムを実証する。
- ②生育データは、AIを利用した画像解析を自動的に行い、環境制御と合わせて生育状況の把握に用いる。
加えて、過去の集客データおよび携帯電話の位置情報等を用いて、直売所と道の駅の販売量を予測する。
- ③イチゴ栽培で問題となる腰痛対策と作業性向上を目的としたアシストスーツの活用を実証する。

導入技術

①ユビキタス環境制御（UECS）、②AI養液土耕、③生育の自動測定、④需要予測、⑤スマートフードチェーン、⑥アシストスーツ

測定ノード
制御ノード

①ユビキタス環境制御

②AI養液土耕装置

検出結果

花(Flower)を検出
果実(Fruit)を検出

③生育の自動測定

⑥アシストスーツ

栽培管理

- ①ユビキタス環境制御（UECS）
- ②AI養液土耕
- ⑥アシストスーツ

生育状況

- ③生育の自動測定
(AIを利用した画像解析)

収穫

- ④需要予測
- ⑥アシストスーツ

販売先の最適化

- ④需要予測
- ⑤スマートフードチェーン

(実証成果) 目標に対する達成状況等

実証課題の技術的達成目標

○中小規模パイプハウスにおける低コスト環境制御により、**収量3割増**

※実証前のH30における実証農場の実績に対する目標値

各研究項目の現在の達成状況

- ① **可販果収量**について、低コスト環境制御装置やAI養液土耕装置による温湿度・養水分等の管理により、R2年度作は慣行区（H30年度作、4.2t/10a）と比較して**36%増加し、目標を達成**できた。R3年度作は17%増加した。
- ② **販売単価の向上**について、出荷量予測と集客予測から需給を把握し販売方法を最適化することによって、R2年度作（スマート農業区を含む全圃場）はH30年度作（慣行区を含む全圃場）対比で**販売単価を22%向上**でき、R3年度作は**30%増加し、目標を達成**できた。
- ③ イチゴ栽培において、「育苗作業」「定植作業」「マルチ張り」「収穫」の作業でアシストスーツが有効であり、**作業時間は慣行区と比較して年間で5.17%（10aあたり130時間）削減**できた。また、作業の負担軽減（腰痛軽減）効果も確認できた。

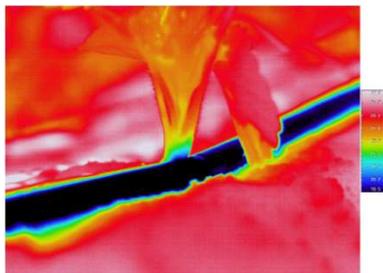
(実証項目別成果①) 中小規模ハウスに適した環境制御装置の実証

取組概要

- 中小規模ハウスと親和性の高いUECS環境制御システムにより、ハウスの自動換気、CO₂施用、地下水利用のクラウン冷却を行うとともに、ハウス内気温、湿度、CO₂濃度、日射量など、栽培に必要な環境データのモニタリングを実施。
- 栽培環境条件の向上による増収と、換気作業の自動化による作業時間削減。
(使用機器) 「アルスプラウト」 (アルスプラウト(株))



UECSによる環境制御・モニタリング画面



クラウン冷却の確認 (熱画像)

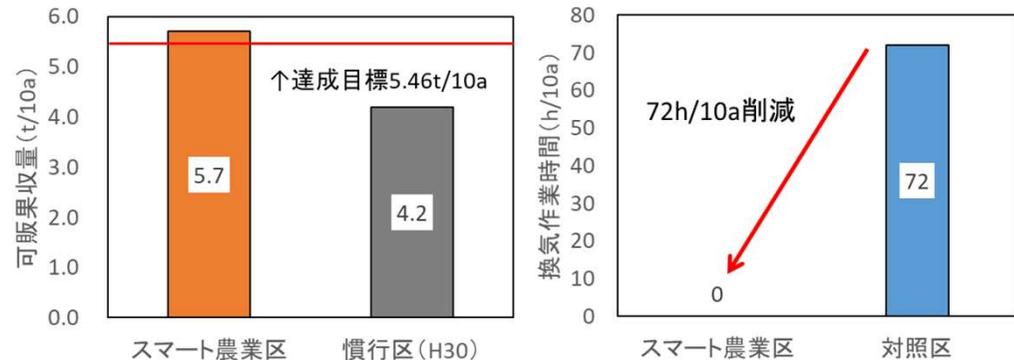


UECSの制御ノード

実証結果

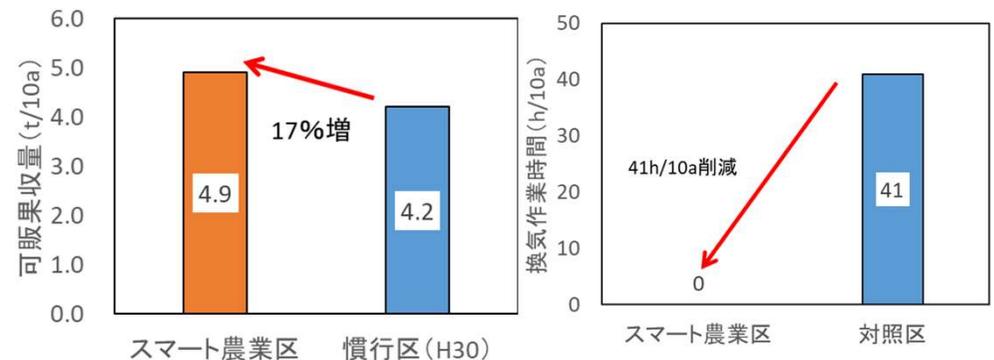
【R2年度作】

- 可販果収量は5.7t/10aとなり、達成目標である慣行区 (H30年) 4.2t/10aの30%増である5.46t/10aを上回った。
- 換気作業がすべて自動化され、一作を通じた作業時間削減は対照区 (同年の非スマート農業区) 対比で72時間となった。



【R3年度作】

- 可販果収量は病害の発生や収穫時期の短縮により、前年度よりも増収率が低下したが、対照区に対して17%増となった。
- 換気作業時間の削減は、41時間/10aとなった。



- 本スマート機器の普及に向けては、機器の設定等に一定程度のハードルがあるため、導入初期にメーカーや指導機関等によるサポートが必要である。

(実証項目別成果②) AI養液土耕装置の実証

取組概要

- 従来手作業によるバルブの開閉によって行っていた灌水作業を、AI養液土耕装置を導入することにより、**土壌データに基づいた高精度な、給液・肥培管理**を行う。
- **灌水作業の自動化により、作業時間を削減する。**
(使用機器)
ゼロアグリ ((株)ルートレック・ネットワークス)



ゼロアグリ本体



ゼロアグリによる土壌環境モニタリング画面

実証結果

- R2年度作は**灌水作業の自動化により、対照区に対する作業時間削減が43時間/10aとなり、目標(42時間/10a)を達成した。**
 - R3年度作は**作業削減時間が63時間/10aとなり目標を達成した。**
- ※R2年度と比較して作業時間の削減量が多い理由は実証農場の灌水管理基準の変更により、対照区では昨年度より一回当たりの灌水量(時間)を増やしたため。

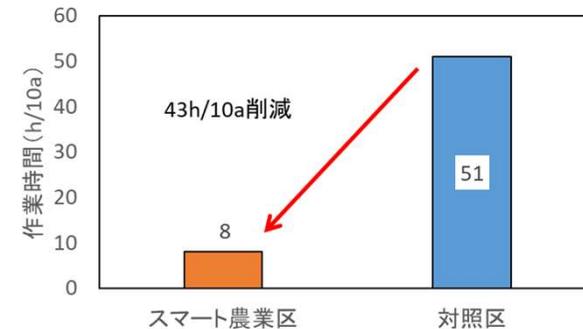


図 R2年度作の灌水作業時間

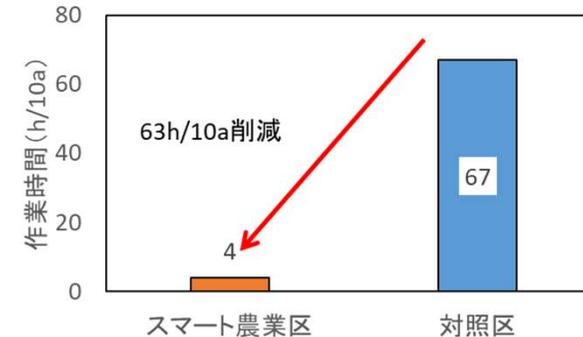


図 R3年度作の灌水作業時間

- 栽培圃場の土質により目標土壌水分値を微調整する必要があるため、導入初年度は装置の稼働状況と生育状況に留意する必要がある。

環境制御やデータの見える化による無駄の削減

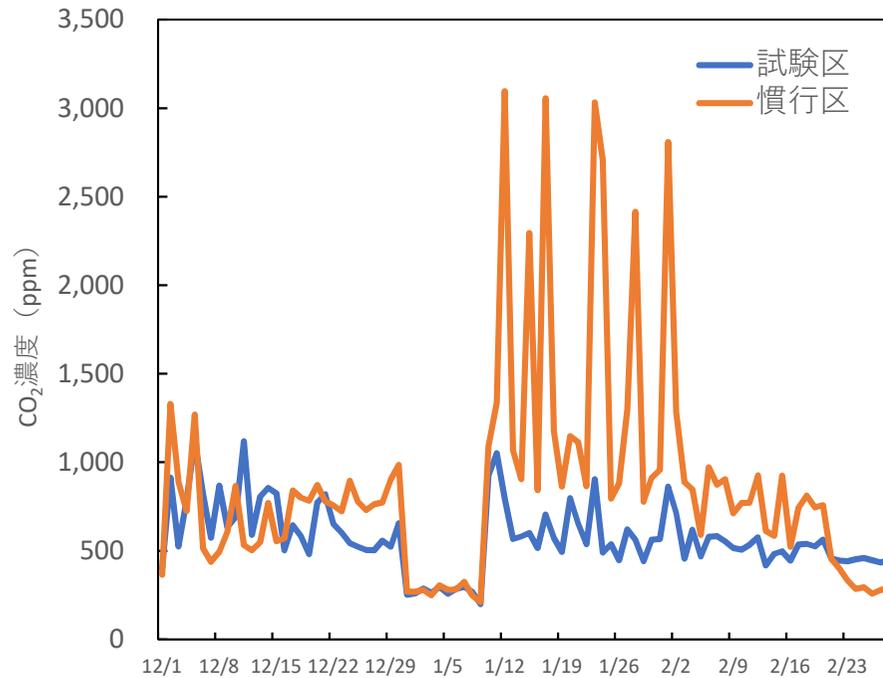


図 厳寒期の日中平均CO₂濃度（8時～15時）
※アルスプラウトで取得したデータを編集

慣行区：タイマー制御のため、無駄な施用が多く、資源（LPガス）が過剰に投入されている。
試験区：濃度に応じた管理のため、施用効率が高い。また、環境データをモニタリングすることにより、LPガス切れに対し、早期に対応可能となった。

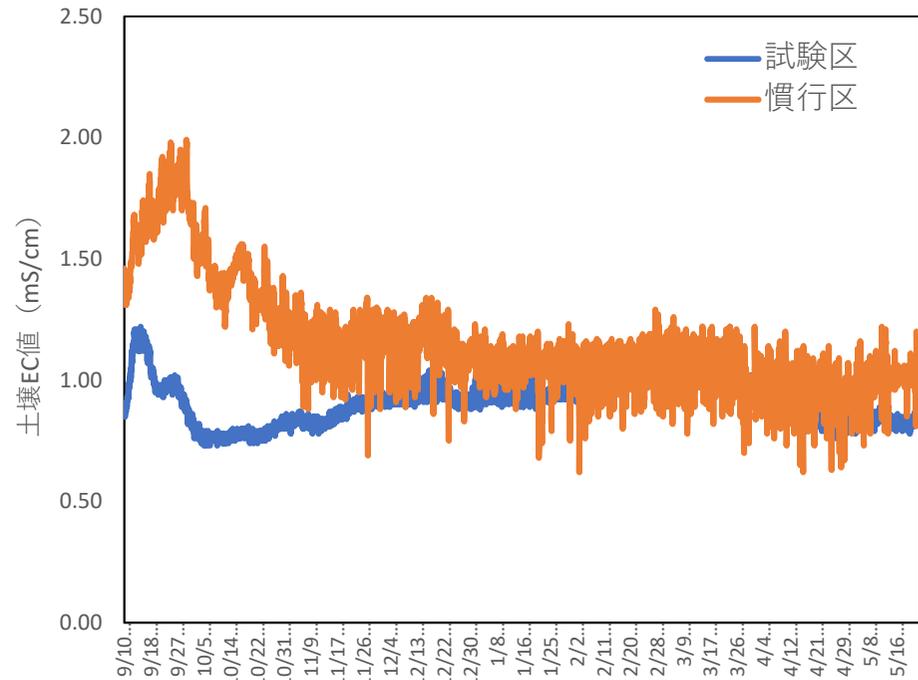


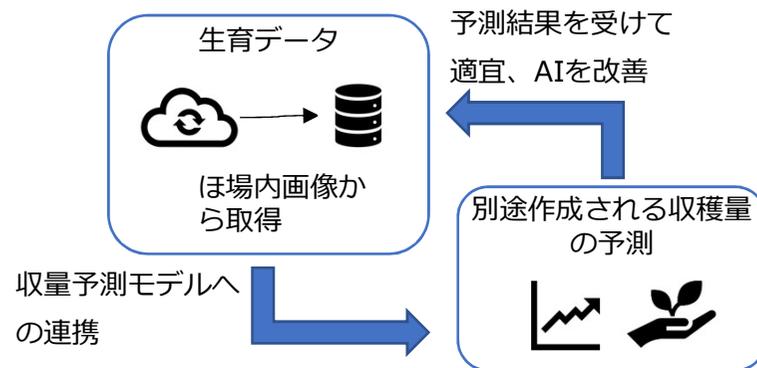
図 栽培期間中における土壌EC値の推移
※ゼロアグリで取得したデータを編集

慣行区：勘に基づく施肥のため、土壌EC値の増減が大きく、無駄な施肥が多いと推察される。
試験区：土壌EC値をモニタリングしているため、無駄な施肥を防ぐことができる。初期は施肥が過剰で土壌EC値の上昇がみられたが、土壌環境が見える化されたことで、その後改善し無駄を防ぐことができた。

(実証項目別成果③) 生育自動測定の実証

取組概要

- AI・画像解析技術を用いた**イチゴの生育指標（着花数、果実数、葉面積）**を日次で自動取得できる体制を構築して、結果を**収量の予測モデルに連携**した。



- **開花日、積算温度、一果重から収量を予測するモデル**を構築した。

実証結果

- 深層学習によって、花・果実を検出するモデルを構築した。mAP90%以上の精度となっている*。
- 検出された花の個数を日次で集計し、花の平均開花期間から、日次の新規開花数を算出した。また、果実の着色程度判定を用いて、日次の着色程度別果実数を算出した。



- 計測された新規開花数のデータを収量予測モデルに適用することで、収量予測を実施した。予測と実測の結果をもとにパラメータのチューニングを行い、精度向上を行った。

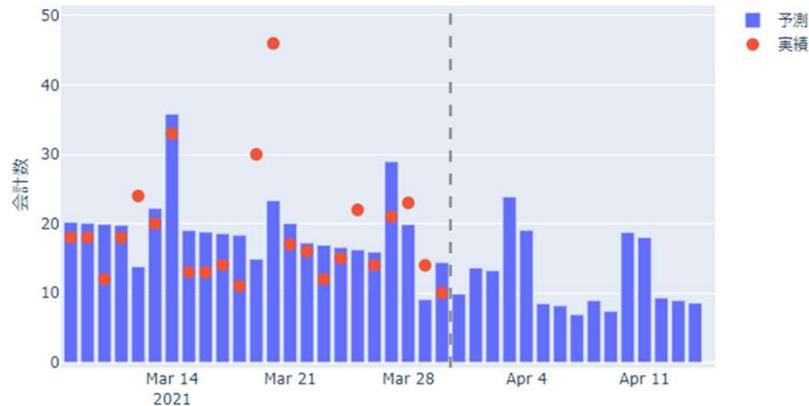
(*) 学習用データ：検証用データ=9：1と分割し、検証用データに対するmAPを用いて精度測定を行った。時系列性のあるデータをランダムサンプリングして検証用データを作成しているため、類似の花・果実が学習用データ、検証用データ双方に入っている。そのため、真の意味での精度に比べて、高めに算出されている恐れがある。

(実証項目別成果④) 集客予測の実証

取組概要

○統計的手法を用いて、集客数に対する季節効果・休日効果・雨の日効果を詳細に推定し、集客予測モデルを構築した。集客予測をレポートとして生産者に提供した。

(R3年3月～5月・R4年1月～、週2回、直売所・道の駅)



過去の予実比較 2週間分の将来予測

図 集客予測レポートの一例
直売所の集客数の予測(青)と実績(赤)

実証結果

○過去の集客数実績データが十分にあった道の駅については、需要予測および出荷の意思決定に活用できる水準の精度を達成できた。

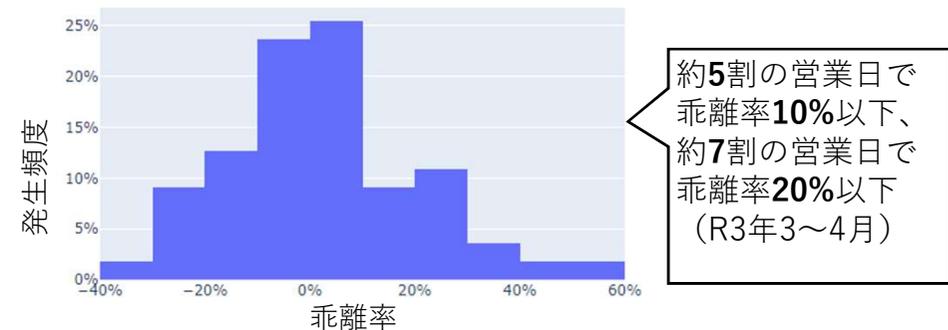


図 地元道の駅レジ通過者数予測の乖離率

○1年分の実績データのみであった庭先直売所については、実績データが緊急事態宣言下であった期間で乖離が目立つ結果となった。

○携帯位置情報データを活用して、新型コロナの影響を居住地(市内・市外・県外)別に補正可能とした。

今後の課題

○庭先直売所におけるR3年4~5月の集客予測については、予測モデル構築の基としたデータが新型コロナウイルス感染症の影響が大きかった前年1年分のみであったため、やや乖離が目立つ結果となった。安定した予測を行うため、データの蓄積を図る必要がある。

(実証項目別成果⑤) スマートフードチェーンの実証

取組概要

- 集客予測に基づく需要予測と、実証項目3の計測結果を用いた収穫量予測（供給予測）を用いて需給ギャップの解析を行った。
- 集客予測を基に需要予測モデルを構築し、**売上数量の予測をレポートとして生産者に提供した。**
(R3年3月～5月・R4年1月～、週2回、直売所・道の駅)

実証結果

- 市場出荷に比べて単価の高い道の駅および直売所での販売数量を最大化するため、向こう3日売上数量の予測を用いて**市場出荷量を決定**し、当日の売上数量の予測を用いて**出荷配分を決定**した。
- 4/10および4/11は道の駅の予測が、生産者の見込みの倍程度となったが、予測に基づいて出荷し完売した。
- **需要予測に基づき単価の高い出荷先への出荷量を増やす**戦略をとることにより、R2年度作（スマート農業区を含む全圃場）はH30年度作（慣行区を含む全圃場）対比で**販売単価が22%向上**、R3年度作で**30%向上**した。

今後の課題

- 需給ギャップ分析に基づく栽培へのフィードバックに関して、検討により可能なアクションの整理を行ったが、実証には至らなかった。一方、集客予測を地域で活用することで、地域の需給安定化につながる事が期待されるため、地域生産者へのレポート配信を試行した。

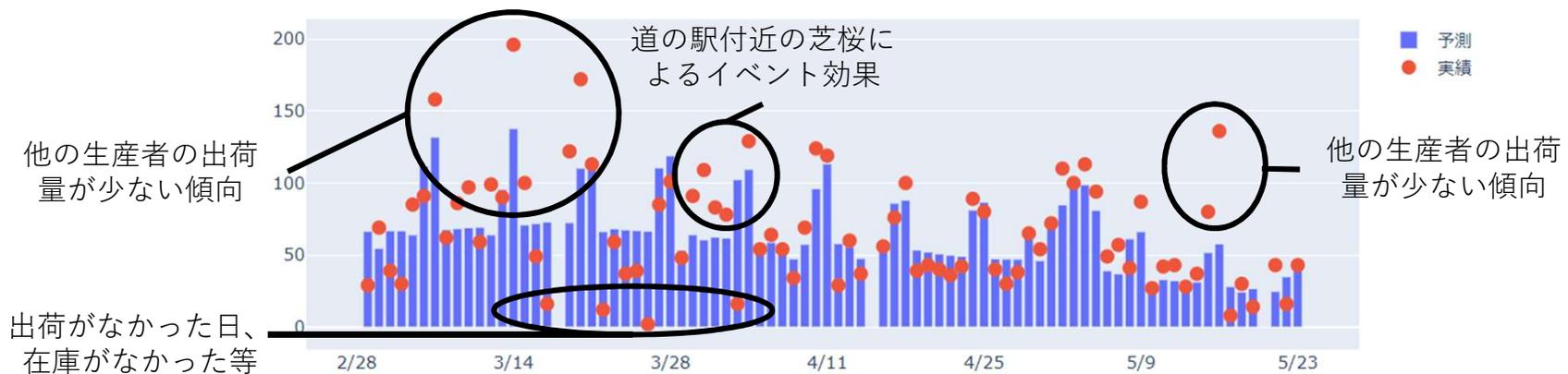


図 道の駅の数量の予測（青）と実績（赤）

(実証項目別成果⑥) アシストスーツの実証

取組概要

- 着用適応性の高い作業をリストアップし、作業の負担軽減と作業時間の短縮を調査および効果検証を行う。
- 今後、一層の作業性向上を目指すため、R2年度の改善案（腰ベルトの高温対策、具体的な着用改善のためポイント解説）への対応を行い、効果確認を継続する。

【実証目標】アシストスーツ導入による作業時間の短縮
年間 6%減 203時間短縮

機種名
「マッスルスーツ Every」



表1 R2年度作 年間作業時間の削減時間と削減率

作業	アグリノート記録より(R2年6月～R3年5月) 1作あたりの作業時間		スマート農業区の 10a削減時間 ※1)	削減率(%) ※2)
	スマート農業区	対照区		
1 育苗管理 (追肥施用)	45	47	2	0.09%
2 定植	25	30	5	0.21%
3 マルチ張り	16	19	3	0.12%
4 収穫	537	656	119	4.76%
合計	2,381	2,510	130	5.17%

※1)アシストスーツに係る作業の10a当たりの削減時間とする

※2)全作業時間(2,510時間)対比

※収穫作業において時間短縮効果を確認した条件は、1人当たりの収穫量が約10kg/1条100m以上となる2月以降であり、これ以前は慣行と同等の作業時間であった。

実証結果

【R2年度作】

アシストスーツ導入による作業時間の短縮
：年間5.17%減 10a当たり130時間短縮（表1参照）

- 作業強度の高い作業4工程「育苗作業」「定植作業」「マルチ張り」「収穫（2月以降）」において作業時間を短縮。要因は作業中の腰伸ばし減少や中腰作業の維持がしやすくなったため。
- 作業の負担軽減効果（作業者全員：3～4名）を確認。作業後の腰痛軽減効果が認められ、労働環境改善につながると評価された。

【R3年度作】

- 一層の作業性向上を目指すため、R2年度の改善案（腰ベルトの高温対策、具体的な着用改善のため動画作成）への対応を行い、効果確認を継続した。
- 作業強度の高い作業4工程（R2年度作同じ）で作業時間を8～20%短縮。

今後の課題

- 調査を継続し、年間作業時間集計により効果判定を行い、高温対策の改善点对応を行う。

🔪作業者の感想

- * 作業途中の「腰伸ばし」が減り、作業効率が良い。
- * 腰の支えがあるため、手に力を入れやすい。 ⇒効率化
- * 一定の姿勢、ペースで作業できる。
- * 安心して中腰姿勢の維持ができる。
- * 当日や翌日に腰痛や疲労感を持ち越さないで済む。 ⇒負担軽減
- * 湿布などのアフターケアの必要がない。

実証を通じて生じた課題

1. 技術的な課題

(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 育苗作業、定植作業、マルチ張り作業、収穫作業
- 機械・技術名（型式等） アシストスーツ（マッスルスーツEvery）
- 技術的な課題

①アシストスーツ着用において、作業者に応じた調整が不十分な場合、着用効果が不安定であった。

→着用のポイントを説明するため動画資料を作成した。

今後、実証農家以外への活用法について検討する。

②アシストスーツ背面のベルト（腰ベルト、下部調整ベルト）が、直射日光の影響を受け高温になり、作業者に負担があった。

→当該部分を冷却シート等で覆うなどの対策を検討する。

2. 制度的な課題

なし

アウトリーチ活動実績

○アウトリーチ活動実績

- ・実証農家SNS（フェイスブック、ツイッター）に実証内容を紹介：15回
- ・月刊誌（農業いばらき）に実証内容の紹介記事を掲載：2回
- ・イチゴ需要予測レポートを奥久慈イチゴ研究会（7名）に提供し、地域に展開
- ・オンラインセミナー（九経連）に参加し、アシストスーツの取り組みを紹介
- ・参画機関（イノフィス）のホームページで、アシストスーツ導入効果を紹介



○見学会等

- ・県内生産者を対象とした個別巡回による技術指導 6回（延べ30名程度）
- ・県内生産者を対象としたオンライン検討会 1回（90名程度）
- ・県内生産者を対象とした現地研修会 2回（延べ150名程度） ※この他にも現地対応を多数実施

○報道実績

- ・県内生産者を対象としたオンライン検討会について取材対応し、2紙（茨城新聞、日本農業新聞）に掲載
- ・JAグループ茨城ホームページで、実証農家での取り組み事例が記事として掲載
- ・JA茨城県中央会が作成した動画（実証農家の取り組み事例）がYouTubeで公開

○資料の作成、技術の普及状況等

- ・アシストスーツの適正な着用方法に関する動画資料 1件
- ・アウトリーチ活動により導入されたアシストスーツ導入戸数 7戸 194a
- ・アウトリーチ活動により実施された技術導入（地下水利用のクラウン冷却） 5事例



(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 新たな実証圃の設置や本コンソ成果の研修会を実施

実証地域(県北地域、奥久慈いちご研究会)や県内各地域イチゴ生産者に対する普及拡大を目指す。

② 県版「スマート農業導入の手引き」を作成

実証成果を確実に農業経営体へ普及するため、経済効果試算を含めた「手引き書」を作成する。農業革新支援専門員が中心となり、県内の各地域普及センターと協同して、スマート農業技術を経営に活かすための活動を行う。

③ スマート農業機器を利用した栽培支援システムの開発

今回実証を行った環境制御装置等の各種スマート農業機器について、その性能を最大限に発揮させるため、県独自の後継研究事業によりイチゴの生産性を向上させる技術開発に取り組む予定。