

実証技術等導入計画書

- 実績のご報告 -



2023年5月19日

2023年11月17日 (抜粋)

2023年12月8日 (再)

2024年1月31日

2024年3月15日

NTTコミュニケーションズ SM本部 事業推進部 事業戦略部門

実証テーマ・目的

実証テーマ

ぐんま名産をより多く効率的に生産する仕組み作り
～群馬ブランドとして確立し普及させるため～

群馬県の課題

(新・群馬県総合計画より引用)

農業者の大幅な減少や農業生産力の低下

生産性や収益性をさらに向上させることが必要

国内外の産地間競争が激化

現場の声

商品開発の
オファーがあるが
応じられない



沼田市

PRしたいが、
供給量が少ない

①供給量が少ない

生産量拡大が急務

熟練者にしか
実施できない作業
(摘果・剪定) がある



農園

経験や勘に頼り収穫を実施
適切な収穫タイミングに使用する
気象データの取得ができていない

②栽培作業での複数の課題

課題を解決することで生産量拡大に繋がる

目指す姿

- ① **農園全体の作業効率化**を図り、**収穫量増加**ひいては**収益・利益向上**を目指す
 - ② **経験が少ない生産者でも収穫期を判断できる環境を整備し、蜜入り度合の高いりんごの収穫率向上**、ひいては**収益・利益向上**を目指す
- ※霜の影響で、例年より2023年度は収穫量は少ない見込み

摘果・収穫・剪定 概要

<摘果>



- 3～5株に1つだけ実をならせ、あとはすべて取ってしまう作業のこと。
- りんごは1株に5つくらい花が咲き、実を付けるが、これら全部が果実するとそれぞれのりんごの実への栄養が足りなくなり、1つ1つが小さなりんごになってしまうため摘果を行う。
- どの実を残すべきかは熟練者が経験をもとに判断する。
- 現在原田農園では、熟練者しか実施していない。

<収穫>



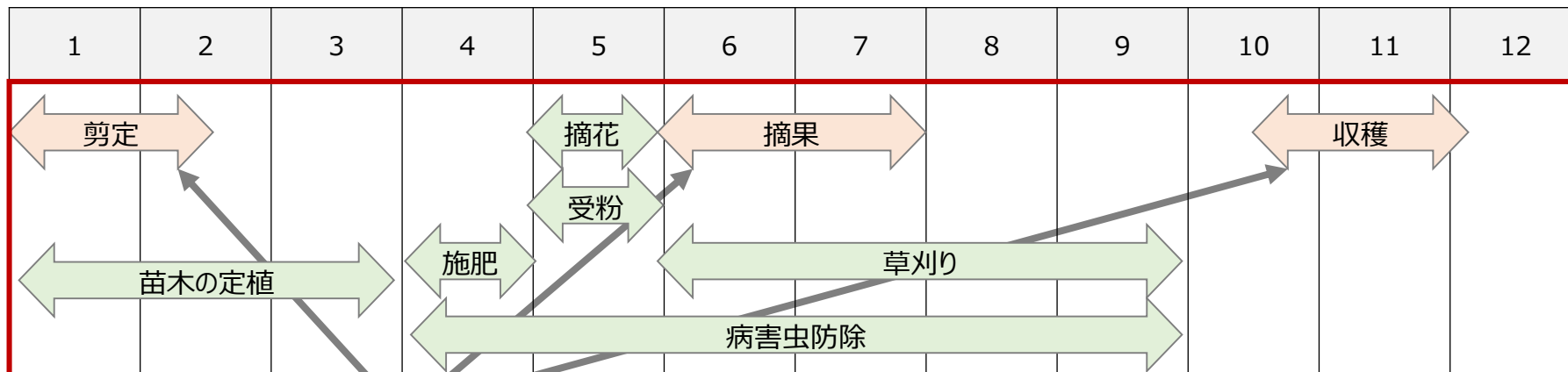
- 収穫適期のりんご（蜜が入っている）を熟練の経験をもとに収穫時期を判断し、熟練・新人問わず収穫を実施。
- 収穫時期の判断の際には、霜がおりたタイミングや寒暖差が重要とされている。

<剪定>



- 樹の中まで日光が当たるようにし、良いりんごが実るように樹の形を整える作業のこと。
- 樹全体の栄養の行き渡りを見極め、二年枝の長さに応じて剪定を実施する。
- 現在原田農園では、熟練者しか実施していない。

一般的な
りんご栽培の
フロー



実証概要
(詳細は次項以降)

実証A : スマートグラスを活用した作業支援

- 作成したマニュアル（摘果・剪定）をスマートグラスに投影して、マニュアルを見ながら作業
- 収穫適期を判断するカラーチャートをスマートグラスに投影してりんごを収穫
- スマートグラスを活用して、ベテランが遠隔地から新人を指導

実証B : IoTセンサーを活用した気象データの形式知化

- 農業用IoTセンサー（MIHARAS）を圃場に設置する
- 雨量や風速、照度など気象データを集計・把握し、そのデータから、りんご栽培において重要と言われる寒暖差などを分析する

※実証期間に該当しないため、今回の実証では「摘花」は実施しない

実証A：スマートグラスを活用した作業支援

目的 農園全体の作業効率化を図り、収穫量増加ひいては収益・利益向上を目指す

スマートグラスにマニュアル・カラーチャート表示

グラス上にマニュアルを表示して
剪定・摘果作業などを実施

グラス上にカラーチャートを表示して
収穫作業を実施



スマートグラスで遠隔指示



イメージ

概要

- 新人がスマートグラスを着用し、スマートグラスに表示されたマニュアルに従って剪定や摘果など、ベテランしかできない難しい作業を実施
- 新人がスマートグラスを装着し、PC画面より、マニュアル機能でスマートグラスに表示されたカラーチャートと実際のリンゴで色合いを比較して、収穫作業を実施
- 遠隔にいる熟練者が新人の手元の映像をみながら作業指示を出し、りんごの摘果・剪定・収穫の作業指導を実施
- 新人は熟練者の指示に基づいて作業を行い、フィードバックを得ながら技術を習得

実施場所：原田農園内、2反の圃場 実施人数：3名（熟練者1名、新人2名）

実施期間：●摘果 7月20日から/8日間/2時間 ●収穫 11月/5日間/2時間 ●剪定 1月/3日間/2時間

実証A：結果と効果について

実証Aを通して得られた結果と課題に対して改善後に見込まれる効果は以下の通りです。

	育成の効率化	作業の効率化	作業品質の向上
作業	摘果・収穫・剪定	摘果・剪定	収穫
結果			
改善の声 / 課題	<ul style="list-style-type: none"> ・スコープ内のマニュアル情報が多い（小さくて見えない） ・作業の基本知識が無いと難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ・機器操作に一定の慣れが必要 ・同時に会話すると作業がストップする 	<ul style="list-style-type: none"> ・指示を仰ぐだけでなく理由やその背景があると理解しやすい
改善点	<ul style="list-style-type: none"> ・必要最低限の情報に特化する ・なるべくイメージ表示にする ・熟練者目線の動画撮影（剪定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・指導者側の声を優先するルール ・「YES」 or 「NO」で指導者が答えられる質問を作業者は行う 	<ul style="list-style-type: none"> ・指導者側からの「指示」+「その理由」で運用
改善後			
今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> ・熟練者目線の作業動画を解説付で教材にすると効果的 	<ul style="list-style-type: none"> ・機器操作に精通すれば利用可能性は広がる 	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔地からの収穫作業指示に活用できる

※ 天気マークで結果イメージを表示しています

実証実験A：実施結果（摘果作業）

7/20、8/10にて実証実験Aの摘果作業を実施。

●実証実験A：摘果作業

	日程	作業内容
第1回	2023/7/20	実の選定作業
第2回	2023/8/10	選定された実のさらなる絞り込み作業

【実施内容】

- ・ 検証実施時間 2 時間を想定し、グラス上への「マニュアル表示あり」「マニュアル表示なし」の 2 パターンにて実証を行う
- ・ 熟練者側から指示を出し、新人はその指示に従って作業を行う

【実施結果】

- ・ 指導者 1 名、新人 2 名（グラス装着）マニュアル表示（約30分）、マニュアル非表示（約30分）
- ・ 各新人 作業内にて平均 5 個のりんごを摘果（1名 約 5 個 × 2 = 約10個）

※各 1 回の実証で約10個 × 2 回 = 20個摘果

- ・ グラスに投影する「マニュアル表示」に工夫が必要（画面が小さいため、必要最低限の情報の表示に限定する必要性あり）
- ・ 効果的な運用方法に気づき、修正を行った（指導者側の指示を優先、新人側は対象物を片手にとり、カメラに写し判断を仰ぐスタンスで進める。
- ・ 機器操作の不慣れからスムーズなやりとりになるには事前習熟が必要（装備、機能的な課題も明らかになった）

実証実験A：実施結果（収穫作業）

10/25、10/31、11/16 にて実証実験Aの収穫作業を実施。

●実証実験A：収穫作業

	日程	作業内容／結果（成功）	
第1回	2023/10/25	実の収穫作業	11個（7個）
第2回	2023/10/27	中止※	—
第3回	2023/10/30	中止※	—
第4回	2023/10/31	実の収穫作業	8個（7個）
第5回	2023/11/16	実の収穫作業	9個（7個）

※第2回10/27、第3回10/30の実施は、収穫時期が適していないという農園様の判断のもと リスケジュールとなりました

【実施内容】

- ・ 検証実施時間 2 時間を想定し、グラス上への「マニュアル表示あり」「マニュアル表示なし」の 2 パターンにて実証を行う
- ・ 熟練者側から指示を出し、新人はその指示に従って作業を行う（新人側は対象物を片手にとり、カメラに個体を写し指示を待つ）

【実施結果】

- ・ 指導者 1 名、新人 2 名（グラス装着）マニュアル表示（約30分）、マニュアル非表示（約30分）
- ・ 各新人 作業内にて平均 5 個のりんごを摘果（1名 約 5 個 × 2 = 約10個）

※各 1 回の実証で約10個 × 3 回実施 = 30個収穫（内 約8割成功）

実証実験A：実施結果（剪定作業）

2/16、3/4 にて実証実験Aの剪定作業を実施。

●実証実験A：剪定作業

	日程	作業内容／結果（成功）
第1回	2024/1月 2週予定	延期（天候） —
第2回	2024/2月16日	剪定作業 —
第3回	2024/3月4日	剪定作業

※第1回 1月 2週実施予定は、悪天候（雪）と農園様の稼働状況の判断のもと リスケジュールとなりました

※**剪定作業は、重要ノウハウと専門器具が必要のため、実証の形態ではなくベテランが行う作業の録画形式に変更**

【実施内容】

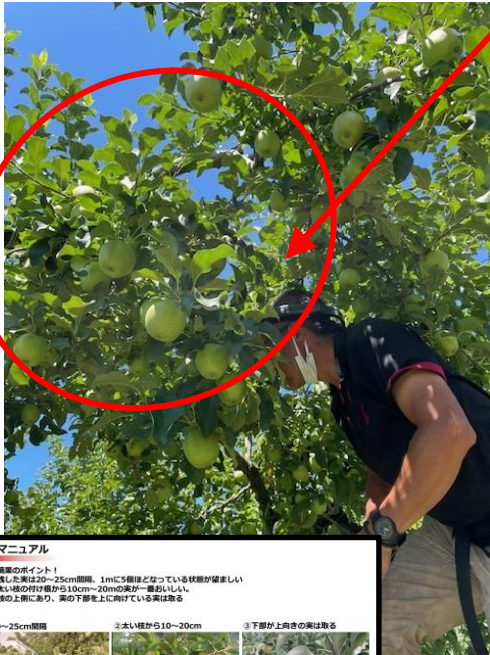
- ・ 熟練者がグラスを装着し、主な作業を解説をしながら剪定作業を実施。その様子を録画する。
- ・ 熟練者目線での作業状況がわかる映像になるようにPC側から画像確認および指示を行う。

【実施結果】

- ・ 熟練者 1名（グラス装着）
- ・ 作業内にて 計 **4本**の剪定 1本×約1h

実証実験A：実施結果（摘果・収穫）

【実証模様】摘果



摘果作業は、葉や実が入り組んでおり、グラスを通して状況から指導者が指示するも、意思の伝達が難しい
例)
「奥の2つ並んだリンゴの右側」と指示があっても特定しにくい



←グラスに投影したマニュアル（摘果ポイント抜粋）



【実証模様】収穫



←グラスに投影したマニュアル（カラーチャート）



収穫作業では、新人が対象りんごを手にとり、そのりんごを「収穫してよいか？」
→「YES or NO」
で指導者が回答できるシンプルな運用で実施（＝非常にわかりやすい）

【農園様のお声】

- ・ 摘果は作業自体が難しいが、遠隔で指示が出せることに効果がある。作業によってはより効果的な工程があるのでは。
- ・ 足や身体が不自由で、大切に育て上げたりんごを収穫できない農園もある。このようなケースでは、この仕組みで収穫をサポートするには非常に効果的。
- ・ 指示だけでなく、“指導をしながら”作業をすることに大変効果的。
例：『このりんごを収穫する（挽ぐ）のはカラーチャート6番の色だからOK』と“指導しながら”指示が可能

実証実験A：実施結果（剪定）

【作業模様】剪定



剪定作業は、その木毎に応じた対応も必要であるため形式化が難しいが基本となる作業に特化して熟練者目線での動画撮影を行った



熟練者の作業目線カメラでの動画により、自身がどの目線で作業を行えばよいか、何を注意するか等を学習するツールとする



↑ 剪定後のリンゴの木

【農園様のお声】

- ・ 剪定作業はその木毎の対応が必要であり 判断も難しいため、遠隔指示を仰ぎながら作業するにはあまり適さない。
- ・ 熟練者目線での動画で、「何に気を付けるのか」「このケースではこのように判断する」を学習するツールとなるのはありがたい。
- ・ 剪定作業は、作業の良し悪しの結果が出るのは半年～1年（花芽をつけたときや、実をつけたとき）と時間がかかるため、単に「作業」の動画だけでなく、「なぜこの作業をするのか」「この作業をすることで、今後こうなる」という解説付きであることが大変効果的。（※スマートグラスではカメラとマイクがあり、作業をしながら解説を行う動画撮影が可能）

実証B：IoTセンサーを活用した気象データの形式知化

目的

経験が少ない生産者でも収穫期を判断できる環境を整備し、蜜入り度合の高いりんごの収穫率向上、ひいては収益・利益向上を目指す

圃場の気象データの取得

イメージ






概要

- 農業用IoTセンサー（MIHARAS）を圃場に設置する
- 雨量や風速、照度など気象データを集計・把握し、そのデータから、りんご栽培において重要と言われる寒暖差などを分析する
- LTEネットワークを活用し、センサーから取得したデータをクラウド上で管理・見える化
- PC・スマートフォン・タブレットなどの端末で遠隔で圃場の状況を確認（監視）

実施場所：原田農園内、2反の圃場 実施期間：2023年6月21日～2024年2月 24時間

実証B：結果と効果について

実証Bを通して得られた結果と課題に対して、今後期待する効果は以下の通りです。

	収穫適期の判断	ダメージの事前予測	作業タイミング認知
判断例	蜜の入った収穫適期等	霜が下りる時期等	総降雨量の消毒時期等
	寒暖差があるうえに、最低気温が5℃前後（冷え込む）だと りんごに蜜が入る	10℃以下になり霜が下りると、花や実がダメージを受けるため 事前に予測し霜対策を講じる	累積降水量が200mlを超えたら、消毒する目安としている
結果			

※ 天気マークで結果イメージを表示しています

期待できる効果	<ul style="list-style-type: none"> 紙ベースの日誌をデジタル化し、気象データと合わせることでより予測可能なデータとなる 遠隔地（自宅や離れた圃場、事務所）からも 対象圃場の気象データを確認できる 摘花、摘果、収穫等の作業結果と気象データを照会することで 次期作業の改善や成功法を導く
農園の声	<ul style="list-style-type: none"> このようなデータは少なくとも3年間くらい取得し蓄積することでデータとして精度が増し、意味を成すと考える（異常気象の年や、“失敗”があった年も 複数年の蓄積データから成功を導くことができると考える） 現在気づけていない留意点や、とるべきアクションの発見や予測検知につながるかもしれない
今後の展望	<ul style="list-style-type: none"> 1年目の集積気象データに加え、今後もデータを集積することでより精度の高いデータとすることができる 既存のデータとの融合 温度管理を必要とする他作物への応用と、さらに品質を高めるためのアクションへの

実証実験B：実施状況

現在、圃場の「気温」「湿度」「風向」「風速」「雨量」「照度」のデータを継続して取得中



イベント表示

表示

気温最高

気温平均

気温最低



【仮説例】

- ・ 10°C以下になり霜が下りると、花や実がダメージを受けるため 事前に予測し霜対策を講じる目安とする
- ・ 寒暖差があるうえに、最低気温が5°C前後（冷え込む）だと りんごに蜜が入る
- ・ 累積降水量が200mlを超えたら、消毒する目安としている
- ・ 15°C以下が累積2000h（時間）くらいになるとりんごに蜜がのる

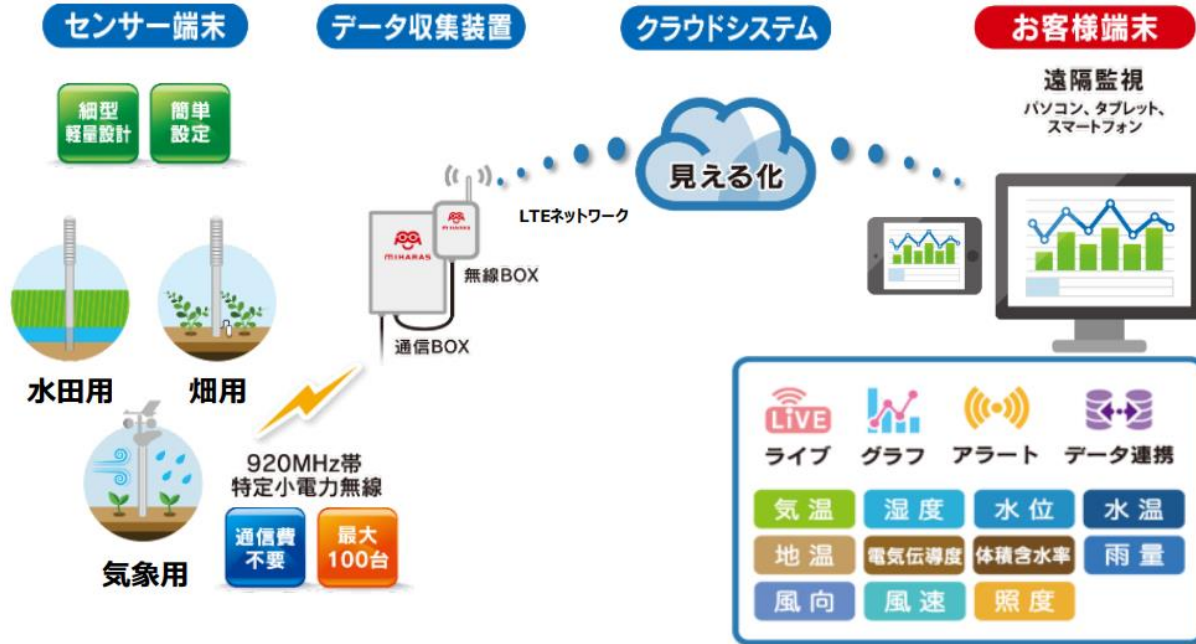
【農園様（原田社長）のお声】

- ・ このデータを特に温度管理が重要な他の果物にも応用、活用したい。
- ・ このようなデータは複数年（最低3年）取得することで精度が増すと考える（毎年状況が違うが失敗時データを積み重ねることに意味がある）

利用ツール：農業ITセンサー MIHARAS

MIHARASは農家の皆様に以下2つの価値を提供いたします。

- 圃場データの見える化により農家の皆様に生産性の向上
- アラート機能の活用により見回り省力化



提供する価値



農業ITセンサー MIHARAS 製品仕様

農業ITセンサー「MIHARAS」の製品仕様をご説明します。MIHARASはセンサーとなっているため、データを取得したい圃場にMIHARAS本体の設置が必要となります。

気象用MIHARAS

項目	内容
構造	ポール取付型
外形寸法	幅:200mm、奥行:480mm、長さ:2370mm
質量	17kg以下(蓄電池含まず)
電源	太陽光による自立電源
▼アータテクノロジー株式会社 製品名:SenSu-1502	
風向	測定範囲: 0~359°(1° Step) 測定精度: ±12.5°
風速	測定範囲: 0~50m/s 測定精度: ±1m/s(5m/s未満)、±10%(5m/s以上)
雨量	測定範囲: 0~200mm/h 測定精度: ±10%
照度	測定範囲: 0~300Kルクス 測定精度: ±15%
気温	測定範囲: -20~60°C 測定精度: ±1°C
湿度	測定範囲: 20~90% 測定精度: ±5%

● 特許第6216402号 データ取得および送信のための端末



製品仕様 データ収集装置

無線BOX

項目	内容
通信	920MHz帯特定小電力無線
構造	防水・防塵ボックス
外形寸法	幅x奥x高=110x150x40mm (突起物、付属品は含まず)
質量	0.5kg以下
動作環境	温度: -10°C~50°C 湿度: 20~90%RH

通信BOX

項目	内容
通信	3G・LTE
構造	防水・防塵 開閉式プラボックス
外形寸法	幅x奥x高=190x280x141mm (突起物、付属品は含まず)
質量	3.0kg以下
電源	AC100V±10% (50/60Hz) 1φ
消費電力	5W以下
動作環境	温度: -10°C~50°C 湿度: 20~90%RH



利用ツール：農業ITセンサー MIWATASU

「MIWATASU」は、農業センサー「MIHARAS」と併用し、MIHARASで取得したデータを加工・分析することで生産者様の栽培作業判断に活用頂ける栽培支援のビューワーサービスです。

農業センサー：MIHARAS



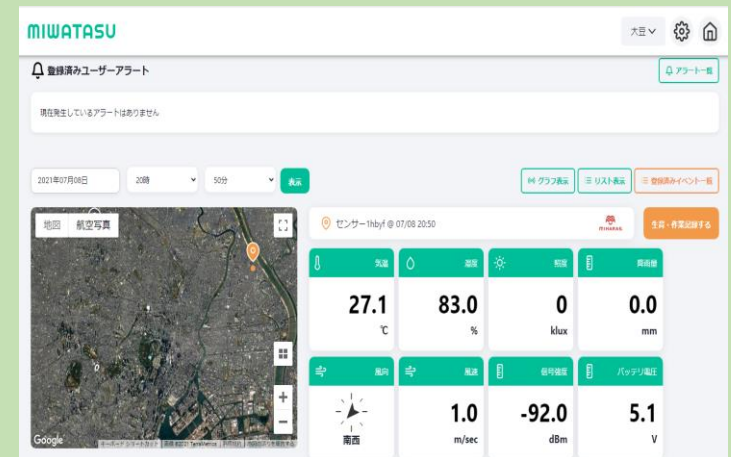
- MIHARAS用ビューワーでデータ閲覧
- 取得データはそのまま表示
- データ保管期間は2年間



クラウドから
データを取得

栽培支援ビューワー：MIWATASU

MIWATASU



- MIWATASUビューワーで閲覧
- 取得データの表示だけでなく、加工・分析も可能
- データ保管期間は制限なし

実証を通してお聞きできた声



摘果は作業自体が難しいが、遠隔で指示が出せることに効果があることはわかった。
作業によってはより効果的な工程があるのではないかと。

足や身体が不自由で、大切に育て上げたりんごを収穫できない農園もある。
このようなケースでは、この仕組みで収穫をサポートするには非常に効果的。

指示だけでなく、“指導をしながら”作業をすることに大変効果的。
例：『このリンゴを収穫する（挽ぐ）のはカラーチャート6番の色だからOK』と
“指導しながら”指示 が可能



熟練者目線での動画で、「何に気を付けるのか」「このケースではこのように判断する」を
学習するツールとなるのはありがたい。

剪定作業は、作業の良し悪しの結果が出るのは半年～1年と時間がかかるため、
「なぜこの作業をするのか」・「この作業をすることで、今後こうなる」という解説付きであることが大変効果的。



このようなデータは少なくとも3年間くらい取得し蓄積することでデータとして精度が増し、意味を成すと考える
(異常気象の年や、“失敗”があった年も 複数年の蓄積データから成功を導くことができると考える)

現在気づけていない留意点や、とるべきアクションの発見や予測検知につながるかもしれない

このデータを特に温度管理が重要な他の果物にも応用、活用したい。



考察

- 「作業効率」の向上は機器のスペック上からも難しかったが、「**育成の効率**」「**作業品質の向上**」には**使い方次第で貢献ができる**。
- 遠隔指示をできることが大きなメリット。全作業で捉えるのではなく、「**遠隔指示が可能な作業**」に**特化**することでさらに高い効果を得られるのではないか。
- 「**動画教材**」「**動画マニュアル**」の**作成（動画元データの取得）**という点では効果的に活用が可能。

改善し効果を高めるには

- 作業における**一定の基礎知識の事前習得は必要**である
→ 教材やマニュアルにて事前に学習し、研修会・講習会を通して理解を深めておくことより効果的ではないか。
- **機器の操作性は作業において大きく左右**するため、事前に慣れておく必要がある。

今後の展望

【実証A】

- ・ 現場に向かえない状況において、遠隔地から指示を出しながら、『YES』 or 『NO』で答えられる作業は高い効果を見出せる。
※足や身体の不自由な農家では、遠隔から指示を出してでも収穫作業をお願いしたいケースは実際にある。

【実証B】

- ・ 1年目の集積気象データに加え、今後もデータを集積し また、既存のデータとの融合を図ることでより精度の高いデータとすることができる。
このデータと「果実の出来」に直結するイベントとの因果関係を探ることで『品質向上・生産向上』につなげることができる。
- ・ 温度管理を必要とする他作物への応用にもつなげていきたい。 例：イチゴ
- ・ データを応用活用することで、現在紙で管理している営業日誌のデジタル化やデータベース化につなげ業務効率化への可能性も探れるのではないか。

実際に原田農園様との実証（農作業）を通じ、農業のDX化（高齢化・就業人口対策等）の範囲と効果は大きいと感じました。同時にDX機器の理解や操作、そしてデータの有効活用を含め、農業業界にもDX人材の育成、確保が近々の課題となることも実感しました。

【Point】

1. 多様なスケジューリングと複数の代替案の必要性

- 1) 天候の良し悪しだけでなく農園側の稼働配分（栽培戦略）を理解した臨機応変なスケジューリング
- 2) 果物栽培特有の工程や判断基準などの前提スキルの事前理解



2. 経営者、作業従事者（高齢者、若手）のDX化の「理解」と「慣れ」

- 1) DX機器だけでなく将来（理想）の農作業について、関わるメンバー全員の理解
- 2) 音声認識や自動設定などの利用者目線での更なるUIの向上
- 3) パソコン操作から直感的なVR機器などでのセンター側機器の見直し（例：Apple Vision Proなど）



3. データ（気候データ、作業映像など）の蓄積化とAI活用

- 1) 気象データだけでなく作業動画や色味画像などの通年でのデータベース化
- 2) 「勘所」・「経験則」・「熟練度」などの見える化（数値化）のためのAI活用
- 3) AIドローンの自動巡回機能と撮影機能などの新たな自動化、利用方法の適用



4. 今後について（投資効果など）

- 1) 現状、農業へのDX化の普及は、費用面、操作面含めサポート無しでの広がりハードルは高い
- 2) 単一品目毎の作業やデータ化の共通領域の整理 ⇒ 単一品種から品種共有化 ⇒ 規模によるビジネスライン化
- 3) 規模、収益別のソリューション選定またサブスク・シェアモデルなどの可能性の探求



今回の実証実験の結果より、農作業の工程の更なる理解と機器のUIを含めた操作性の向上・簡易化への取り組み、また農業のDX化を進めるための人材育成やサポートサービスのビジネス化の可能性をドコモグループで継続して検討してまいります。

