

# ローカル5Gを活用した中山間地域における果樹農園のスマート農業実証

◎ローカル5G 北海道ワイン(株)直轄農場((有)鶴沼ワイナリー、北海道後志ヴィンヤード(株))(浦臼町ほか)

## 背景及び取組概要

<経営概要 (有)鶴沼ワイナリー:184.9ha(醸造用ぶどう113.56ha)うち実証面積2.2ha、北海道後志ヴィンヤード(株):4.2h(醸造用ぶどう2.55ha)うち実証面積1.5ha、余市町生食用ぶどう農家:3.0ha(生食用ぶどう2.2ha)うち実証面積0.2ha>

中山間地の果樹栽培、特に道内各地で展開されている醸造用ぶどう栽培における下記の課題を解決し、生産者の労働負荷軽減、生産性向上を図る。

- ・ 防除、草刈の作業効率化、薬剤吸入による健康リスク軽減
- ・ 新規就農者・臨時雇用者等に対する、営農作業の講習、圃場でのフォロー指導の作業効率化
- ・ IoTセンサーなどを活用した病虫害対策によるロス果減少
- ・ 日報の記入、コンピューターへの日報入力、集計の作業効率化

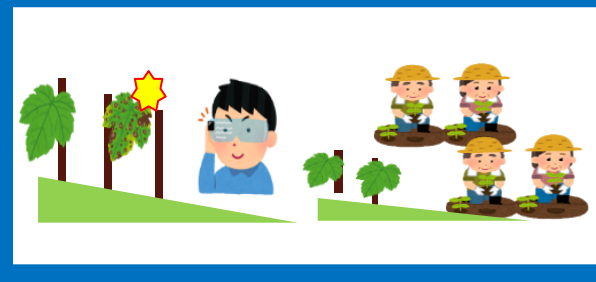
## 導入技術

① EVロボット(防除/草刈自動作業)、② スマートガイドシステム(遠隔営農指導)、③ 栽培管理システム、IoTセンシング

### ①EVロボット(遠隔監視制御)



### ②スマートガイドシステム(遠隔営農指導)



### ③栽培管理システム、IoTセンシング



# 実証課題の達成目標

## 実証課題の達成目標

### 1) ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標

| 項番 | 項目                                                       | 達成目標               |                          |
|----|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 1  | 防除・草刈作業用の遠隔監視制御による無人EVロボット走行による稼働削減                      | 遠隔監視制御のネットワーク往復遅延  | 0.4秒以内                   |
|    |                                                          | 最大帯域(ローカル5Gの1RU当り) | 上り27Mbps以上、下り3Mbps以上     |
| 2  | 果樹営農コミュニケーションによる指導者の稼働削減                                 | 8人同時の遠隔映像指導で映像遅延   | 0.4秒以内                   |
|    |                                                          | 最大帯域(ローカル5Gの1RU当り) | 上り3.68Mbps以上、下り48Mbps以上  |
| 3  | IoTセンシングとAI病虫害判定カメラ活用によるロス果削減・栽培管理システムによるデータ記録・集計作業の稼働削減 | 最大帯域(ローカル5Gの1RU当り) | 上り55Mbps以上、下り0.02Mbps以上  |
| 4  | 1台のローカル5G基地局(RU)配下で①/②/③を同時に接続する場合                       | 最大帯域(ローカル5Gの1RU当り) | 上り85.68Mbps以上、下り51Mbps以上 |

### 2) 生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標

| 項番 | 項目                                           | 達成目標           |       |
|----|----------------------------------------------|----------------|-------|
| 1  | ローカル5Gを用いたEVロボットの遠隔監視制御による無人走行の技術実証          | 防除作業の稼働削減      | 42%削減 |
|    |                                              | 草刈作業の稼働削減      | 55%削減 |
| 2  | スマートガイドシステムによる果樹営農コミュニケーション                  | 指導作業稼働削減       | 50%削減 |
| 3  | 高精細AIカメラによる病虫害判定などのIoTセンシングと栽培管理システムによるデータ活用 | 病虫害によるロス果削減    | 50%削減 |
|    |                                              | 日報データ記録・集計稼働削減 | 80%削減 |

### 3) 生産者の経営全体の改善についての目標

| 項番 | 項目              | 達成目標                                        |
|----|-----------------|---------------------------------------------|
| 1  | 生産者①(実証面積2.2ha) | 慣行収量比 5%増加、営業利益慣行売上比 5%以上改善                 |
| 2  | 生産者③(実証面積0.2ha) | 慣行収量比 5%増加、営業利益慣行売上比10%以上改善 ※農機のシェアリング利用を前提 |

# 目標に対する達成状況等 1

## 目標に対する達成状況

### 1) ローカル5Gを用いることで達成できる技術についての目標に対する達成状況

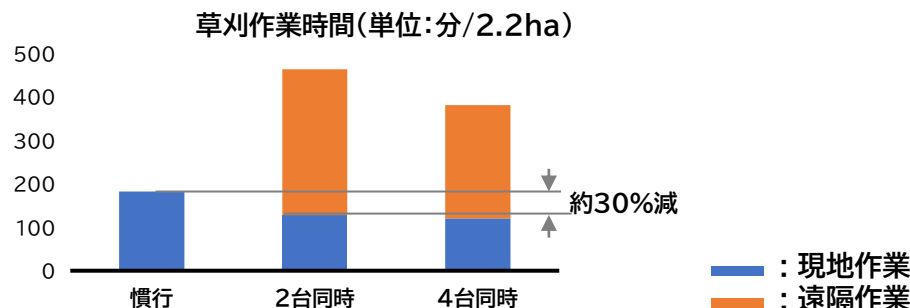
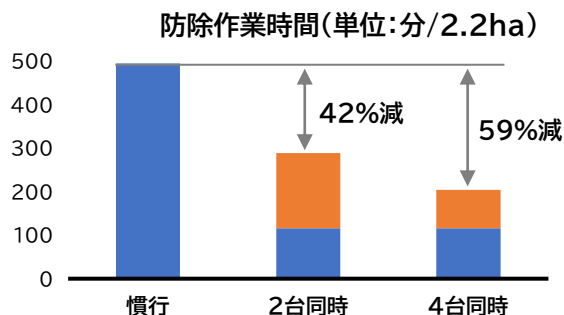
・遅延時間の目標値はいずれも達成しており、キャリアサービスの5Gを使用した構成よりも揺らぎの少ない安定した通信であることが確認できた

| 項番 | 目標値                         | 結果                        |
|----|-----------------------------|---------------------------|
| 1  | 遅延 0.4秒以内                   | 0.39秒                     |
|    | 帯域 上り27Mbps以上、下り3Mbps以上     | 上り 5Mbps 下り 0.4Mbps       |
| 2  | 遅延 0.4秒以内                   | 0.40秒                     |
|    | 帯域 上り3.68Mbps以上、下り48Mbps以上  | 接続状態不安定により計測不可            |
| 3  | 帯域 上り55Mbps以上、下り0.02Mbps以上  | 上り 6.04Mbps 下り 0.01Mbps未滿 |
| 4  | 帯域 上り85.68Mbps以上、下り51Mbps以上 | 接続状態不安定により計測不可            |

### 2)生産者のコスト低減、収量・品質向上等についての目標に対する達成状況

#### 1 ローカル5Gを用いたEVロボットの遠隔監視制御による無人走行の技術実証

- ・防除EVロボット EV2台同時利用時42%、4台同時利用時59%効率化で目標を達成
- ・草刈EVロボット 現地作業について2台同時利用時30%、4台同時利用時34%の効率化(遠隔作業を含んだ場合は2台同時利用時154%増、4台同時利用時109%増)

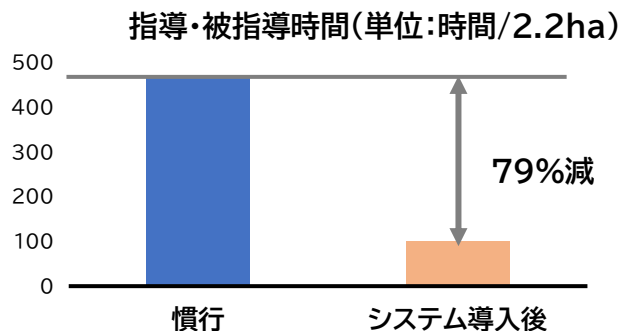


■ : 現地作業  
■ : 遠隔作業

# 目標に対する達成状況等 2

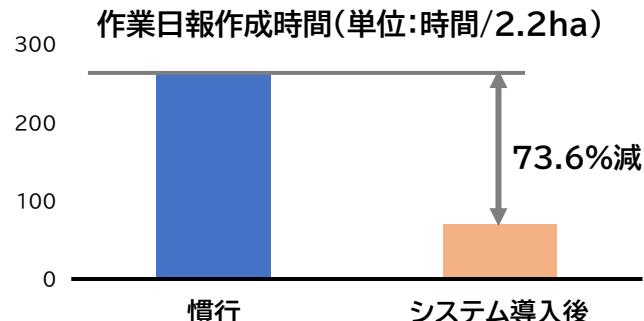
## 2 スマートガイドシステムによる果樹営農コミュニケーション

・映像コンテンツによる自学自習と習熟度確認が、指導作業の効率化に非常に有効であり、79%の効率化で目標を達成



## 3 高精細AIカメラによる病虫害判定などのIoTセンシングと栽培管理システムによるデータ活用

・タブレットによる日報入力を行う事で、集計用に再入力を行う必要がなく、73.6%の効率化で目標を概ね達成



・病気が発生しやすい気候が長期化したため、AI・IoTを活用した部分的な追加防除は効果を発揮できなかったため、ロス果の削減効果は限定的であった

## 3)生産者の経営全体の改善についての目標に対する達成状況

- ・生産者①、③ともに営業利益は慣行比より減額した。
- ・EVロボットによる稼働削減、AI・IoTによるロス果の削減効果は限定的であり、営業利益を向上するためには、システムを運用するための通信費・サービス利用料や減価償却費の負担軽減が必要。

# 実証項目別成果

## 1. 防除・草刈作業用の遠隔監視制御による無人EVロボット走行による稼働削減

### 取組概要

垣根式（醸造用）、棚式（生食用）の栽培方式について、防除・草刈作業をEVロボットで実施した場合の稼働時間を計測

面積

<慣行区：生産者① 1.65ha 生産者② 1.05ha 生産者③ 1.0ha>

<実証区：生産者① 2.2ha 生産者② 1.5ha 生産者③ 0.2ha>

作業機

<慣行区>



生産者②・③ 乗用草刈機



生産者① トラクタ+草刈アタッチメント



生産者②・③ 乗用スピードスプレーヤ



生産者① トラクタ+防除アタッチメント

<実証区>



防除EVロボット



草刈EVロボット

### 実証結果

【目標に対する達成状況】

| 作業 | EV同時<br>利用台数 | 慣行         | EVロボット     |            |               | 作業時間比          |             |
|----|--------------|------------|------------|------------|---------------|----------------|-------------|
|    |              | のべ作業<br>時間 | 現地<br>作業時間 | 遠隔<br>作業時間 | 現地+遠隔<br>作業時間 | EV現地+遠隔<br>/慣行 | EV現地<br>/慣行 |
| 草刈 | 2台           | 182分       | 128分       | 336分       | 464分          | 154% 増         | 30% 減       |
|    | 4台           | 182分       | 120分       | 261分       | 381分          | 109% 増         | 34% 減       |
| 防除 | 2台           | 494分       | 116分       | 172分       | 288分          | 42% 減          | 77% 減       |
|    | 4台           | 494分       | 116分       | 88分        | 204分          | 59% 減          | 77% 減       |

(生産者① 2.2haにおける作業時間)

【目標以外の取組】

(1) 棚式栽培における稼働時間比較

(棚式 防除) 現地+遠隔 22%増 現地 44%減

(棚式 草刈) 現地+遠隔 2%減 現地 73%減

(2) 防除有効性比較

試験紙により有効であることを確認

(3) 夜間遠隔監視時の障害物視認

人物認識距離 25m、障害物認識距離 40m

(65インチモニタ 4分割表示時)

(4) 夜間遠隔監視時の緊急停止距離

ローカル5G使用時 0.57m

キャリア5G使用時 0.64m

(5) 防除作業における被ばくリスクの低減効果

実証区において防除作業無人化により削減される噴霧作業時間

生産者① 24.9時間 生産者② 8.4時間 生産者③ 0.9時間

【継続使用における目標】

防除・草刈EVロボットの継続使用において、実証時には実現できていなかった、倉庫から圃場間の自動走行の動作検証を進め、更なる効率化を図る

### 今後の課題

草刈EV作業機における、刃の切断能力向上、回転軸への草絡まり防止対策実施による作業速度の向上

# 実証項目別成果

## 2. スマートガイドシステムによる果樹営農コミュニケーション

### 取組概要

営農作業の指導に係る、指導者、および被指導者の作業時間について、映像コンテンツを使用した自学自習・遠隔指導による作業時間を慣行と比較

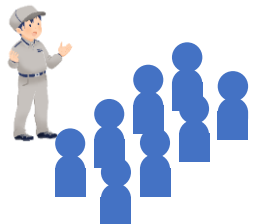
(実証構成での作業内容)

- ① 自学用映像コンテンツの製作
- ② コミュニケーションツールを使用した遠隔指導

(使用機器)

- ① ビデオ撮影機器、映像編集ソフト、自学用PC
- ② 遠隔指導用コミュニケーションツール (スマホ+装着ベスト、スマートグラス、低遅延TV会議システム、指導者用PC)

【慣行】



全体講習



個別指導 (全員)

【実証構成】



自学用映像コンテンツ



遠隔指導  
(自学習熟度把握による対象者のみ)

### 実証結果

【目標に対する達成状況】

映像コンテンツによる自学自習と習熟度確認が、指導作業の効率化に非常に有効であり、79%の効率化で目標を達成  
(次年度以降は映像制作の作業時間17.5時間も削減)

(単位:時間/2.2ha、被指導者30人)

| 作業 | 指導者  |      |      |      | 被指導者 |      |      |      | 合計    | 削減効果  |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|    | 全体講習 | 映像製作 | 指導時間 | 計    | 全体講習 | 事前学習 | 指導時間 | 計    |       |       |
| 慣行 | 5    | -    | 155  | 160  | 150  | -    | 155  | 305  | 465.0 | 79% 減 |
| 実証 | -    | 17.5 | 10.3 | 27.8 | -    | 39.5 | 31   | 70.5 | 98.3  |       |

【目標以外の取組】

スマートデバイスの比較

映像デバイスは、装着した際のケーブル干渉や、映像のぶれやすさから、  
③スマートフォン装着用ベスト+スマートフォンの構成が最も優れていた。  
音声デバイスは標準のスピーカーマイクよりも、ネックスピーカーマイクが優れていることを確認した

(映像デバイス)



- ① スマートグラス  
(音声デバイス)



- ② 小型カメラ



- ③ スマートフォン装着用ベスト※  
+スマートフォン

※スマートフォン装着用ベストは、スマートフォンレンズ部があたる部分を切り取りスマートフォンを装着して使用する



ネックスピーカーマイク

### 今後の課題

高温下における、スマートフォンやタブレットPCへのスマートフォンクーラーの装着等の熱対策による、充電不可や使用不可時間発生への抑止

# 実証項目別成果

## 3. IoTセンシングと栽培管理システム活用によるロス果と稼働削減

### 取組概要

- (1) IoTセンシングとAI病虫害判定カメラ活用によるロス果削減の効果を測定
- (2) タブレットやPCから日報の入力、集計が可能な栽培管理システムを使用し、日報データの記録、集計に係る作業時間を慣行と比較

#### 面積

<慣行区：生産者① 1.65ha 生産者② 1.05ha 生産者③ 1.0ha>  
<実証区：生産者① 2.2ha 生産者② 1.5ha 生産者③ 0.2ha>

#### (実証構成での作業内容)

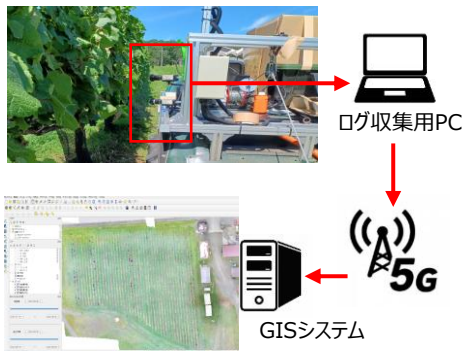
- (1) IoT・AI
  - ・教師データによるAI学習
  - ・IoTデータによる防除時期調整
  - ・病虫害判定による追加防除等の実施

- (2) 栽培管理システム

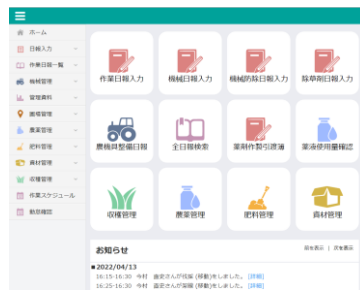
- ・栽培管理システムを使用した日報入力

#### (使用機器)

- (1) IoT・AI
  - ・AIカメラ、GISシステム
  - ・IoTセンサー（本体・受信機）
- (2) 栽培管理システム
  - ・栽培管理システム（クラウドサーバー）



AI病虫害判定概要



栽培管理システム画面例

### 実証結果

#### 【目標に対する達成状況】

##### (1) IoT・AI

実証年度の対象圃場は、例年と異なり病気が発生しやすい状況が長期化する環境であったため、部分的な追加防除は効果を発揮できなかった

| 生産者  | 圃場          | 収量        | ロス量     | ロス果率  | 削減効果 |
|------|-------------|-----------|---------|-------|------|
| 生産者① | 慣行区(1.65ha) | 128.8kg   | 121.2kg | 48.5% | 7%削減 |
|      | 実証区(2.2ha)  | 214.5kg   | 174.5kg | 44.9% |      |
| 生産者③ | 慣行区(1.0ha)  | 1,532.2kg | 18.2kg  | 1.2%  | 6%削減 |
|      | 実証区(0.2ha)  | 1,560.0kg | 17.4kg  | 1.1%  |      |

(表中の数値は10a当たり)

##### (2) 栽培管理システム

タブレットによる日報入力を行う事で、集計用の再入力の必要が無く、データの抽出、比較においても有用であることが確認でき、目標は概ね達成

| 作業   | 用紙記入   | PC登録    | 栽培管理システム入力 | 作業時間計   | 削減効果   |
|------|--------|---------|------------|---------|--------|
| 慣行   | 87.6時間 | 176.2時間 | -          | 263.8時間 | 73.6%減 |
| 実証構成 | -      | -       | 69.7時間     | 69.7時間  |        |

(生産者① 圃場全体60haにおける作業時間)

### 今後の課題

##### (1) IoT・AI

時間帯、天候等による日射条件が異なる学習素材による判定精度の向上

##### (2) 栽培管理システム

圃場での作業直後に現場での日報投入を可能とするためのモバイルネットワーク環境の構築

# 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

| 項番   | 作業内容       | 機械・技術名（型式等）                  | 技術的な課題                                                                                                                                                 |
|------|------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 防除・草刈      | EVロボット<br>EV遠隔監視制御システム       | ・自動走行用PCや前後カメラ、通信機器の動作電源の供給方法の改善（現状は車体とは別のポータブルバッテリー使用）<br>・棚式防除作業時における横方向に広範囲に噴霧可能なノズル位置の変更<br>・棚式圃場の着果時における走行を可能にする車高変更対応<br>・倉庫～圃場間、圃場～圃場間移動の自動走行対応 |
| 2    | 営農作業指導・被指導 | スマートガイドシステム                  | ・被指導者が携帯するスマートフォン、スマートグラス等機材の熱対策                                                                                                                       |
| 3(1) | 病虫害判定      | 高精細カメラAIによる病虫害判定<br>IoTセンシング | ・太陽光、天候等による学習画像と判定画像との乖離時の判定精度向上                                                                                                                       |
| 3(2) | 経営・営農管理    | 栽培管理システム                     | ・圃場作業の現場で日報投入するためのモバイル環境の構築                                                                                                                            |

### 2. その他

| 項番 | 営農上の課題                     | 必要なスマート農業機械・技術                                                                       |
|----|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 剪定作業における、労務費、および作業人員の身体的負担 | ・剪定位置を自動判別し作業する自動走行ロボット<br>・熟練者の作業を学習し、画像認識で剪定位置を判断するAI<br>・剪定位置へ高速に移動し枝を切断するマニピュレータ |
| 2  | 収穫時の運搬作業における、作業人員の身体的負担    | ・ぶどうを収穫したケースを運搬する自動走行車<br>・収穫作業者を認識し、追従・自動停止する画像認識AI                                 |
| 3  | 防除作業時期の集中による対策遅れエリアの発生     | ・より広範囲に防除作業を可能にする作業機                                                                 |
| 4  | 鳥獣による樹体、果実の被害              | ・ドローン等による鳥獣被害の迅速な把握<br>・鳥獣忌避素材等を搭載した自動走行EV、ドローン                                      |



## ○ 問い合わせ先

機関名 : 東日本電信電話(株)北海道事業部 ビジネスイノベーション部

E-mail : r3-kunipro-gm@east.ntt.co.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/>