

# 加温ぶどう栽培における スマート農業技術の実証



出雲加温栽培ぶどうスマート農業実証コンソーシアム

# ハウス環境自動制御による加温栽培ぶどうの栽培・販売体系改善」及び「ぶどう栽培匠の技を次世代に継承するためのVR学習システム開発」の実証

## 背景及び取組概要

＜実証面積：ハウス制御自動化：65.1a VR 学習システム 9a＞ ＜実証品目：ぶどう＞

### 1. 背景

- ・国内最大級の加温ぶどう栽培の産地だが、栽培面積や栽培者数の減少により市場の要求に応えきれていない
- ・本地アーチ形ハウスのスマート化の遅れ、栽培・経営データの電子管理化の遅れ
- ・生産コストの高騰による収益性の低下と加温温度不足による収量・品質の低下
- ・失われつつある栽培技術の継承

### 2. 取組概要

- ・栽培・販売管理システム改良、栽培記録の電子記録化
- ・ハウス内の環境モニタリングとハウス換気及び養液土耕システム機器の自動制御
- ・熟練農業者が蓄積した技術(視線)を見える化したVR教育システムの構築

## 導入技術

- ①スマートファクトリーシステム(改良) ②農業日誌・圃場管理ツール ③ハウスモニタリングシステム  
④自動換気システム ⑤養液土耕システム ⑥VR技術による栽培技術伝承システム(改良)



②農業日誌・圃場管理ツール



③ハウスモニタリングシステム



④自動換気システム



⑤養液土耕システム



⑥VR学習システム

経営管理

生育・環境モニタリング、環境調整、施肥・水分管理

高品質化

## 実証課題の達成目標

### 1. 単収・秀品率・単価の向上、労働時間の削減

①単収10%アップ・秀品率10%アップ ②単価6%アップ ③労働時間13%軽減

### 2. 技術継承学習システムの開発と現場への実装

- ①新規ぶどう就農者の秀品率30%アップ
- ②アグリビジネスでの活用 3回×20人/年
- ③県立出雲農林高校の授業での活用 10回/年
- ④県外UIターンフェア等イベントでの活用 6回/年



## 目標に対する達成状況

### 1. 単収(10%)・秀品率(10%)・単価(6%)の向上、労働時間(13%)の削減

- ・単収: デラ1,265kg → 1,127kg (11%ダウン)、シャイン1,404kg → 1,434kg (2%アップ)
- ・秀品率: デラ65.5% → 65.1% (1%ダウン)、シャイン4.6% → 8.6% (87%アップ)
- ・単価: デラ1,520円 → 1,676円 (11%アップ)、シャイン1,880円 → 3,426円 (82%アップ)
- ・労働時間: 5%増 (デラウェア18%減、シャインマスカット29%増)

### 2. 技術継承学習システムの開発と現場への実装

- ・新規ぶどう就農者の秀品率30%アップ  
秀品率 0% → 0.5% (赤秀品率) ※参考 赤秀品率+青秀品率: 22.1% → 36.4%
- ・アグリビジネススクールでの活用 → 1回×11人/年 (目標3回×20人)
- ・県立出雲農林高校、県立農林大学校の授業での活用 → 4回/年 (目標10回)
- ・県外UIターンフェア等イベントでの活用 → 0回/年 (目標6回)
- ・その他の活用(県農業普及員、JA指導員等) → 3回/年

# スマートファクトリーシステムの改良・実証 (栽培・販売管理システム)

## 取組概要

- PDCAサイクルシステムの構築に向けて、**ぶどうハウス**で収集している**環境データ(e-minori)**、**栽培情報**及び**JAの販売データ**の収集・蓄積機能を構築する。
- 収集したデータの相関性を分析し、**栽培計画に対する実績**を農家へフィードバックし、**翌年の栽培計画に活用する体制**を構築する。
- 出荷時期予測の基礎データとなる**着色始期の見極め**を、**AIで判定するシステム**を完成させたことより、**市場等に提供する精度の高い出荷計画**を作成する。

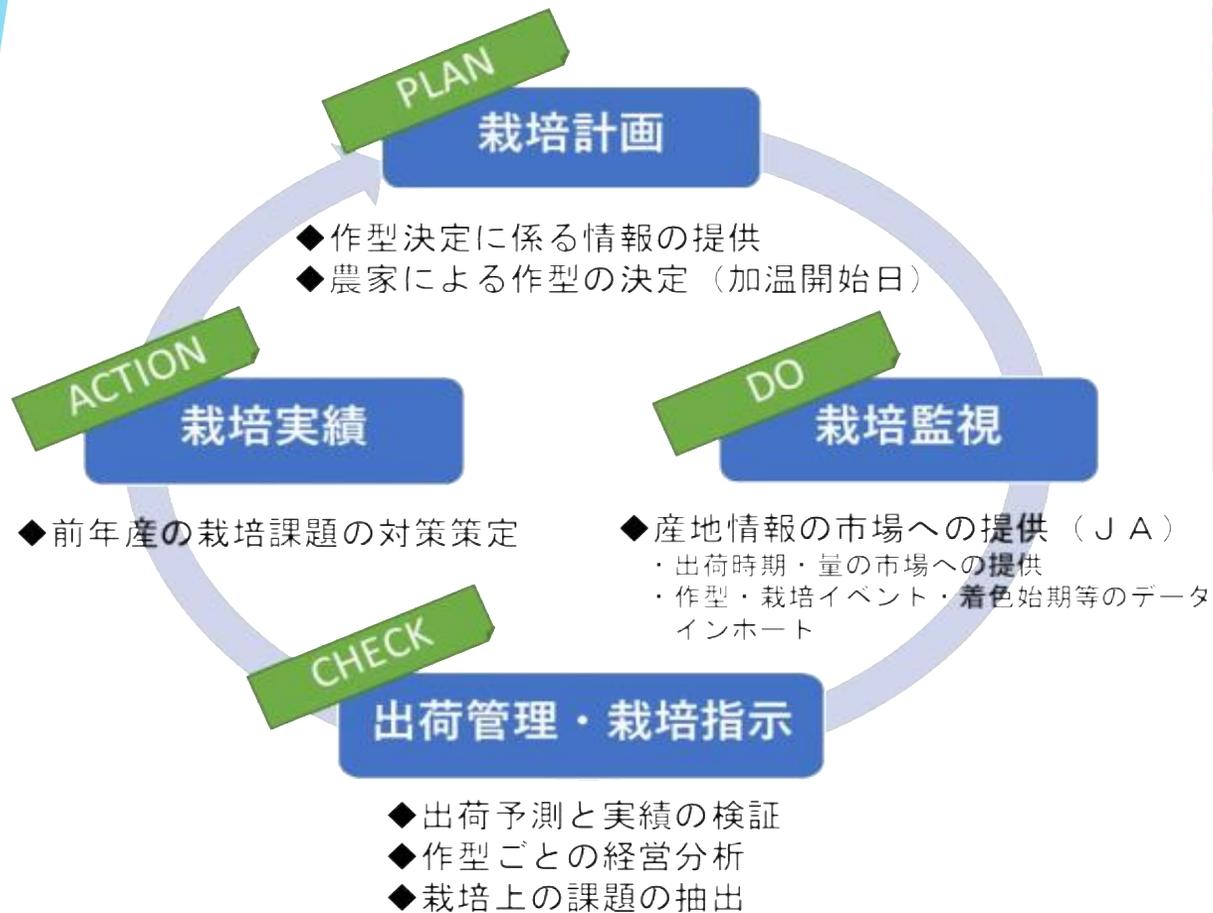
## 実証効果

- 農業者に対し、**収益の最も高い作型の組み合わせの提案**
- 市場等への精度の高い産地情報**(出荷量、出荷時期等)が可能となった。

## 今後の課題

- 令和5年産からPDCAサイクルに基づき、農業者の生産量・品質の向上等による所得、ならびに市場への出荷情報の提供等の効果を検証
- 活用を通じ、整合性や課題点を検証し、必要に応じ改善

# スマートファクトリーシステムの改良・実証 (栽培・販売管理システム)



# 農業日誌・ほ場管理ツールの実証

## 取組概要

- 環境データと出荷実績データとの相関性の分析
- ①作業時間、作業内容：栽培記帳システムの記録から、作業毎の削減率等を算出する。
- ②燃料消費量(加温機)：栽培に要した加温用燃料(重油)の量を計測し算出する。
- ③出荷量、販売量：JAの出荷実績等から算出する。
- ④費用対効果：慣行栽培と比較し算出する。

## 実証効果

- 島根県農業経営指導指針と比較し、より詳細な労働時間データの入手が可能となった。(次頁表参照)
- 今まで経験と勘による繁閑把握程度であったが、管理ツールのデータを活用することで、実態に即した雇用の確保や経営規模拡大した際の試算等を行うことができるようになった。

## 今後の課題

- 用いたソフトは、水稻作に最適化されているため施設園芸では入力に時間がかかるなど、使いにくい状況であった。今後は、施設園芸に適した記帳システムを構築する必要がある。

# 農業日誌・ほ場管理ツールの実証

早期加温における10aあたりの労働時間記録例

鳥根県経営指針に移動時間を加算	
作業項目	労働時間 (h)
施肥・灌水	22.5
休眠打破処理	8.0
整枝・剪定	40.0
被覆・除去、施設整備	88.0
温湿度管理	49.0
新梢管理	40.0
摘房・摘粒	26.0
ジベレリン処理	64.0
防除	17.0
除草	11.0
収穫・出荷	145.0
移動	40.1
その他	18.0
合計	568.6



実証ほ場	
作業項目	労働時間 (h)
施肥及び養液操作	0.8
休眠打破処理	20.3
整枝・剪定	69.2
ビニール外張り	1.5
ビニール内張り	16.5
マルチ張り、除去	6.7
農機・器具・資材の修繕	2.0
機資材設置	12.5
災害対応	2.5
管理作業	31.9
温湿度管理制御	3.5
新梢管理	8.0
摘房・摘粒	21.0
ジベレリン前期処理	65.5
ジベレリン後期処理	11.0
防除	4.5
除草	0.5
収穫	31.1
調整	99.1
出荷	0.9
移動	33.7
経営管理ほか	8.6
合計	451.2

# ハウス環境制御技術体系の確立

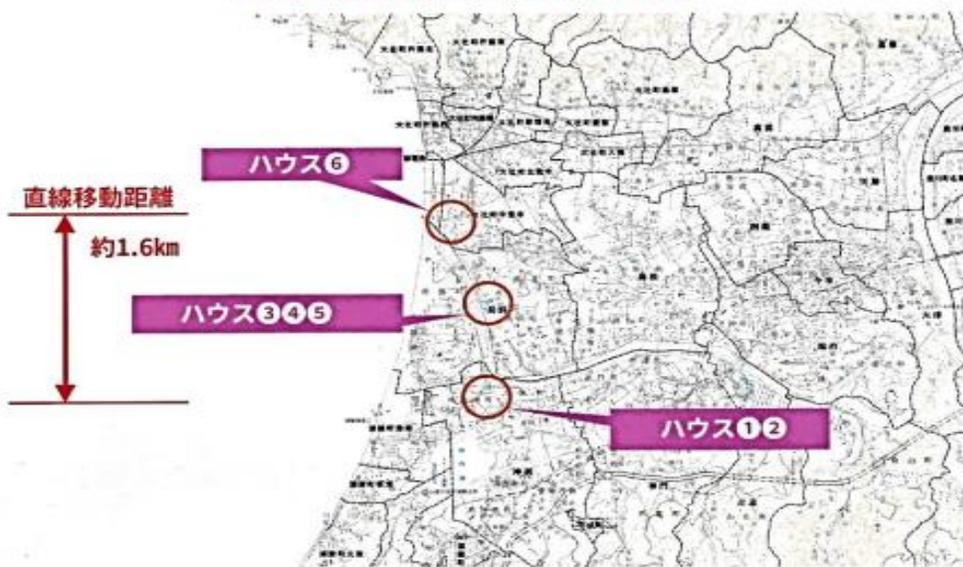
## ハウスのモニタリングと連動した自動換気システム

### 現在の営農体系とその課題

出雲のぶどう栽培における特徴である「加温栽培」を行うと、ビニール被覆後の天候に応じた温度管理（ビニール開閉による換気）が必須の作業となります。

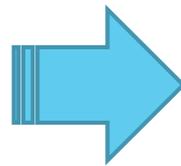
一方で、温度管理を必要とする園地が点在している場合が多く、換気とそれに関わる移動に非常に時間がかかる事が課題となっています。

【ぶどう農家Aさんのハウス配置】



# ハウス環境制御技術体系の確立

ハウスのモニタリングと連動した自動換気システム



# ハウス環境制御技術体系の確立

ハウスのモニタリングと連動した自動換気システム

## ● 実証内容

- ① 移動を含めた時間を慣行と比較した労働時間短縮効果
- ② 日中のハウス内温度を好適な温度に維持した場合の生長促進効果
- ③ ハウス内の温度を適正に保ち（ハウス内温度の変動抑制）、加温燃料の節減（省エネ効果）や積算温度による生育予測

# ハウス環境制御技術体系の確立

ハウスのモニタリングと連動した自動換気システム

## ●効果

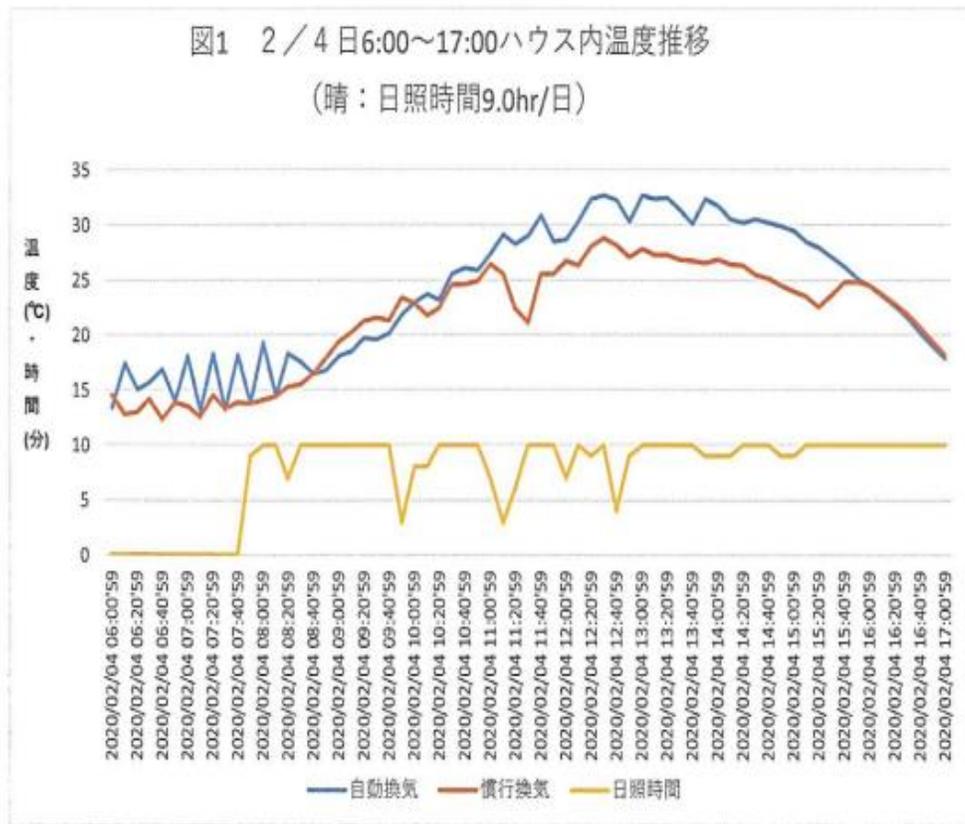
- ・全ての作型において日中のハウス内温度を好適に保つことが可能なり、生育が促進され、計画収穫日より早く収穫できた。
- ・高単価の時期の出荷増加に併せ、ハウスの開閉時間の省力化によって栽培管理に時間を割くことができたことで、高品質果実の生産割合が増加し、デラ、シャインとも単価向上の目標を達成した。
- ・自動化による省力化については、ハウスの開閉作業やこれに伴うほ場間の移動時間など大幅に削減（61.2%）できた。
- ・積算温度と生育ステージの正確な把握による出荷予測では、加温デラウエアにおいて、①加温開始日からの積算温度（690℃）、②満開期からの積算温度（884℃）、③着色始期からの日数（21日）を利用した、精度の高い出荷予測情報を市場等に提供する目処がついた。

# ハウス環境制御技術体系の確立

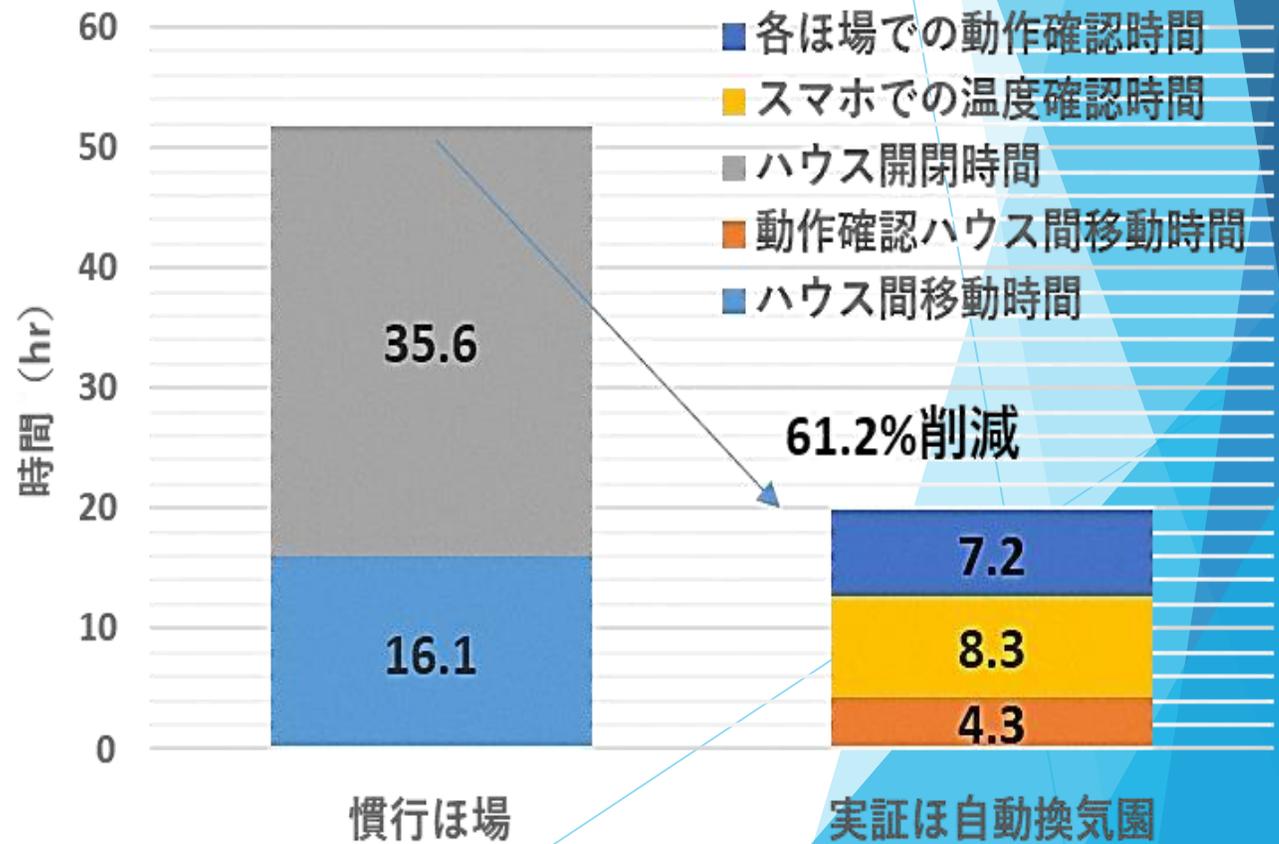
## ハウスのモニタリングと連動した自動換気システム

### 実証圃場における自動換気でのハウス内温度推移

(外張設定温度 28℃、内張設定温度 25℃)



ハウス側窓開閉自動化による省力化





# ハウス環境制御技術体系の確立

## ハウスのモニタリングと連動した養液土耕システムの自動化

The central monitoring screen displays the following information:

自動運転中 2022/09/08 16:43  
手動操作  
次回給液まで 0:17  
運転停止  
ファイル名: NO1

	時間	17:00	--:--	--:--
流量		115 L	115 L	115 L
A倍率		250 倍	0 倍	0 倍
B倍率		0 倍	0 倍	0 倍
2		115 L	142 L	142 L
A倍率		250 倍	0 倍	0 倍
B倍率		0 倍	0 倍	0 倍

- 設定した時間に肥料を溶かした水を自動で散布します。
- 日射量に対応したかん水量の調整を行います。

# ハウス環境制御技術体系の確立

ハウスのモニタリングと連動した養液土耕システムの自動化

## ●実証内容

- ①施肥・かん水時間を慣行管理と比較した場合の**労働時間短縮効果**
- ②**日射量に応じた適切なかん水及び施肥が、樹体生長、収量・品質（単収・秀品率）に及ぼす影響**

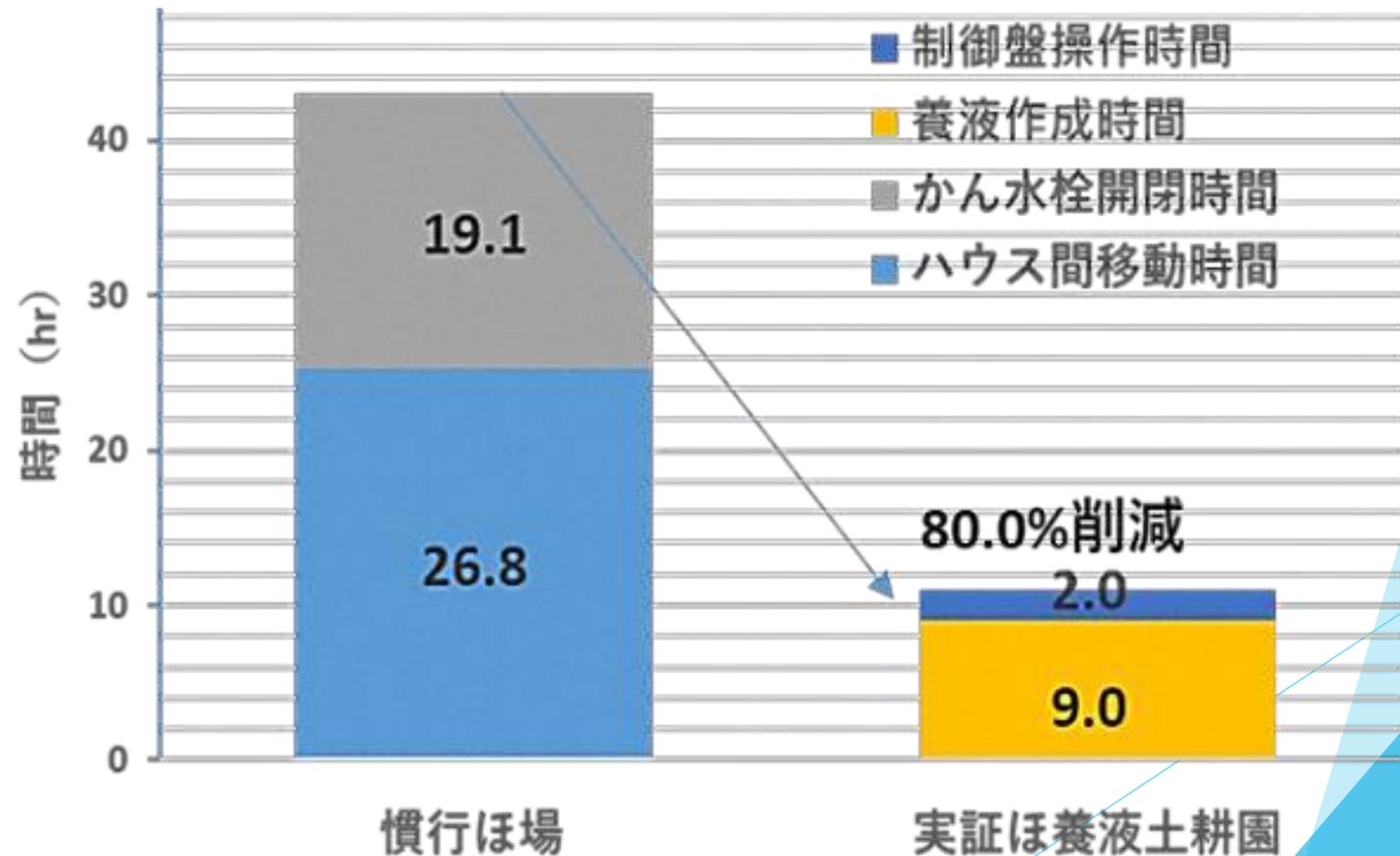
## ●効果

- ・施肥及びかん水の自動化により、**適正に樹勢が維持**されるとともに、**生育の促進**も図られたことから、**収穫が早まった**。
- ・**出荷の前進化**により**高単価で出荷**でき、**デラウエア、シャインマスカット**とも**単価が向上**した。
- ・**かん水作業**や**ほ場間の移動時間**など**大幅に削減（80%）**できた。

# ハウス環境制御技術体系の確立

## ハウスのモニタリングと連動した養液土耕システムの自動化

養液土耕システムによる省力化



# ハウス環境制御技術体系の確立

## 今後の課題

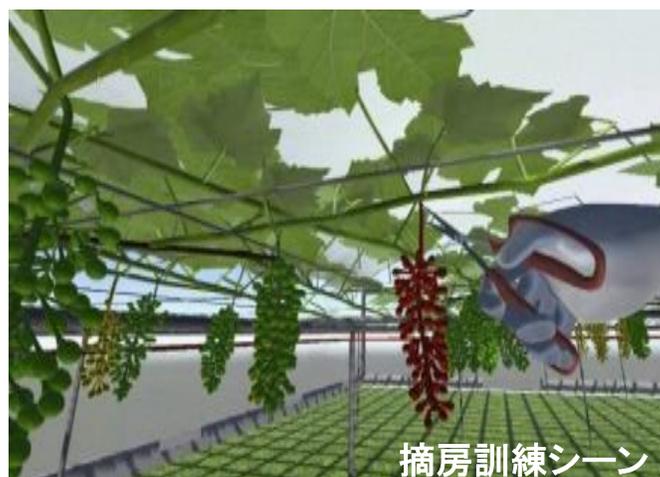
- 想定以上に生育が促進され、ジベレリン処理時期が重なったことから、十分な作業ができない事態が生じた。今後、作型間のジベレリン処理や収穫が近接しないよう、加温開始日の設定をするとともに、その年の気象状況に応じた作型別のハウス内環境を制御することが必要である。
- スマート農機による側窓自動開閉、ハウス間移動、かん水施肥作業は、大幅に削減できるが、経営全体で作業時間の長い収穫、調整、出荷の軽減を併せて考えていく必要がある。
- 側窓自動開閉は期待した重油量の削減につながらなかった。ビニール間に隙間が空いてしまうため、ハウスの密閉度を上げる方策が必要と考えられる。
- 5分間隔のクラウドへの気温データ送信では、ハウスの開閉制御が遅れたため、送信間隔を1分にすることで対応したが、リアルタイムの制御が可能な開閉制御をスタンドアローンとすることも検討が必要がある。

# VR技術を活用した栽培学習システム

## ● 実証内容

産地内の高度な技術を有する**篤農家の技術を仮想現実空間上で「見える化」**するため、製造業で既に導入されている「VRトレーニングシステム」の改良による学習システムを構築した。

**「摘粒」「摘房」「剪定」作業の研修システム**として、学習モード、実践モードで構成され、実践モードでは採点もできるシステムとなった。



# V R 技術を活用した栽培学習システム

## 摘粒の学習 5 パターン



長房



長房



良房



横張房



二股房

# VR技術を活用した栽培学習システム

## ●効果

完成したシステムにより、後継者や新規就農者、雇用労働者の育成のための「アグリビジネススクール」、市内農林高校、県立農林大学校で研修を行い、栽培技術の向上と新規就農者等の育成が図られた。

出雲農林高校での研修の様子



VR学習効果検証結果(100点満点での点数)

研修実施者名	学習項目	1回目 平均点	2回目 平均点	3回目 平均点
出雲農林高校 (12名)	摘粒 (シャインマスカット)	55.0	73.9	79.4
県農林大学校 (7名)	摘粒 (シャインマスカット)	66.0	73.9	—
県農林大学校 (11名)	剪定1年生樹 (デラウェア)	62.2	82.2	—
県農林大学校 (11名)	剪定2年生樹 (デラウェア)	55.0	73.9	—

# VR栽培学習システム 摘粒の実践モード



# VR栽培学習システム 摘粒実践モード採点結果



# 目標に対する達成状況等

## 目標に対する達成状況

### 1. 単収(10%)・秀品率(10%)・単価(6%)の向上、労働時間(13%)の削減

- ・単収: デラ1,265kg → 1,127kg(11%ダウン)、シャイン1,404kg → 1,434kg(2%アップ)
- ・秀品率: デラ65.5% → 65.1%(1%ダウン)、シャイン4.6% → 8.6%(87%アップ)
- ・**単価: デラ1,520円 → 1,676円(11%アップ)、シャイン1,880円 → 3,426円(82%アップ)**
- ・労働時間: 5%増(デラウェア18%減、シャインマスカット29%増)

### 2. 技術継承学習システムの開発と現場への実装

- ・新規ぶどう就農者の秀品率30%アップ  
秀品率 0% → 0.5%(赤秀品率) ※参考 赤秀品率+青秀品率: 22.1% → 36.4%
- ・アグリビジネススクールでの活用 → 1回×11人/年 (目標3回×20人)
- ・県立出雲農林高校、県立農林大学校の授業での活用 → 4回/年 (目標10回)
- ・県外UIターンフェア等イベントでの活用 → 0回/年 (目標6回)
- ・その他の活用(県農業普及員、JA指導員等) → 3回/年

# スマート農業技術を普及するための 今後の取組・考え方

現在、出雲ぶどう部会および関係機関において、**産地再興プロジェクト会議**により、**10年後に向けた産地の維持・活性化の協議**を実施しており、令和4年度にはその方策をまとめていくこととしている。  
その検討の中でも、**スマート農業**による生産性・品質の向上、作業の省力化やコスト削減、技術継承は、**重要な位置づけ**になると考えており、次の取組により普及を図っていく。

- ① 出雲市、島根県東部農林水産振興センター出雲事務所、島根県農業技術センター、JALしまね出雲地区本部が中心となり、JAいずもぶどう部会内の技術部、青年部、女性部と連携しながら普及していく。
- ② 実証農家をモデル園として、スマート機器による自動化のメリット、留意点や管理・操作方法、経営的效果などについて現地学習会を開催する。
- ③ 出雲市農業再生協議会が開校しているアグリビジネススクールのぶどうチャレンジ講座や、県内外で実施している就農フェア、出雲農林高校、農林大学校において、完成したVR学習システムを積極的に活用し、人材育成を進めていく。
- ④ 島根県及びJALしまねと連携し、県内担い手へも積極的に自動換気システム等を紹介し普及に努めるとともに、ぶどう栽培におけるスマート農業実装の加速化に向けて、国や県事業のほか**出雲市の単独事業「新出雲農業チャレンジ事業」**を活用し普及していく。

# 環境にやさしい農業技術の推進

## 国のみどりの食料システム戦略推進交付金を活用して実証試験を実施（R4・R5）

- ☞ 出雲市グリーンなぶどう栽培体系実証協議会を構成し、関係機関が連携して実施
- ☞ 重油加熱機とヒートポンプを組み合わせた加熱技術の実証
- ☞ 燃油削減による温室効果ガスの削減（CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>Oの排出削減）及びコストの削減

島根ぶどうの主要産地として、環境にやさしい取組の実施により、さらなる産地PRにもつながる！！

今お使いのハウスカオンキに取り付けて使えるので、新たに機器設置スペースを設ける必要はありません。(EHP61の場合)送風ファンを共用するので電気代もお得です！

