

■ R3 東北ハイテク研究会セミナー 報告  
「中小規模施設に適応した複合環境制御盤の  
開発と導入効果」

岩手県農業研究センター 山田修

2021.9.9

# ■ 環境制御技術に関連した研究

食料生産地域再生のための先端技術展開事業  
(H25～29、H30～R2 通称「先端プロ」)

## 研究成果

- ◆ 低圧細霧を用いた**多段階飽差制御法** (H27)
- ◆ パイプハウスを用いた**トマト**多収化モデル (H28)
- ◆ ハウス**ミニトマト**栽培における多収化モデル技術の導入効果 (H29)
- ◆ 小規模パイプハウスを想定した**きゅうり**の環境制御機器導入効果 (R2)
- ◆ **複合制御盤FARMATE**の開発と導入効果 (準備中)

# ■ 環境制御導入モデル(H25～29先端プロ)

## 寒冷地型多収化モデル



×



**総収量 41t/10a**  
**可販収量 29t/10a**

**販売額 1千万円**  
**所得 2倍**

寒冷地の既存パイプハウスであっても多収生産は可能

生産現場の意識改革にはつながったが普及はこれから

# ■環境制御技術の導入を後押しする施策(補助事業)

●次世代施設園芸拡大支援事業(国庫定額、1/2)  
(スマート農業総合推進対策事業)

+

いわて型野菜トップモデル産地創造事業(H30-R2)  
(県、市町村計1/4)



県内で5つのモデル経営体に導入

# ■ 環境制御技術普及における現地生産者の声

## ・ 導入コスト

- ・ 良いのは分かるが、投資額が高い
- ・ どれか1種類の制御機器から導入して始めたい

## ・ 不安感

- ・ 良いのは分かったが、技術を全て理解できていない
- ・ 投資に見合っているか分からない
- ・ どの複合制御盤、制御機器を使えばよいか分からない

## ・ 耐久性・信頼性

- ・ 安いけれどすぐ壊れる(特にモニタリング装置)

技術への関心は高まってきている  
一方で、慎重論もあり導入を見送る事例も散見

## ■ 環境制御は普及の壁に近づきつつある

	H28		H30	
	導入面積(ha)	普及率	導入面積(ha)	普及率
複合制御盤	655	1.4%	952	2.2%
炭酸ガス発生機	1,448	3.1%	1,404	3.2%
養液栽培施設	1,848	4.0%	1,826	4.2%
加温設備	20,002	43.1%	17,406	40.3%
温室全体	46,449	-	43,232	-

農林水産省 施設園芸をめぐる情勢

- ・ 施設園芸では普及率3~5%のところに普及の壁？(キャズム)
- ・ 普及対象は「アーリーマジョリティ層」
  - ・ 実利主義者で比較的慎重に価値や使い勝手を見極める傾向がある

# ■ 地域への適応性

## 低コスト複合制御盤の仕様策定

共同研究：岡山大学

協力機関：三基計装(株)、(株)ワビット

## ■ YoshiMaxの普及

- **低コスト導入できるYoshiMax**
  - 実証試験で導入→機能がシンプルで分かりやすい
  - 現地・試験場などへ導入(R2現在23台)
- **品目はキュウリ・ミニトマト・大玉トマト**
  - 好評の一方で機能改善の要望もでてきた
  - 夏秋期メインの作型に合わせて、改良が必要となった



## ■ 現場からのニーズ

### ・ 生産者(5戸)へ要望調査

- ・ 時間帯の拡充 6時間帯→**8時間帯**
- ・ カーテン、CO2制御ロジックの大幅見直し
- ・ 加温除湿制御ロジックの追加
- ・ 汎用ネットワーク機器への対応、UIの改良など

### ・ 生産者・普及組織による使用感

- ・ 設定値通り**素直に動作するのでわかりやすい**。他社製品も使っているが、環境値などから自動で判断して機器を動作させる仕様のため、想定していない機器が動作したりと困っている。
- ・ 設定項目が少なくわかりやすく、**習得が容易**。
- ・ 現場では、**様々な制御盤が乱立してきて普及組織が技術指導に苦慮**している。県としては、複合環境制御盤を統一していくことで指導体制を強化していきたい。

## ■ 実装機能(最終版)

制御対象	出力点数	主な設定項目
(共通)8時間帯		固定時刻・日出日入時刻設定、 <b>8時間帯</b>
換気窓	4系統	雨・風速連動、開度制限、開度同期、不感温度
カーテン(遮光)	1系統	<b>時間帯別に遮光・保温・強制開・強制閉から選択</b> 2段階開閉、日射制御、閉度制限(すき間換気)、開度同期
カーテン(保温)	1系統	<b>時間帯別に遮光・保温・強制開・強制閉から選択</b> 3段階開閉、開度同期
暖房機	1系統	加温、 <b>加温除湿</b>
炭酸ガス発生機	1系統	日射制御、換気窓連動、暖房利用
ミスト	1系統	3段階飽差制御、 <b>換気窓連動</b>
かん水	1系統	間欠タイマ＋日射比例かん水、固定時刻・日出日入時刻設定
UECS 日平均気温		<b>日別移動平均気温のCCM送信</b>

# ■ 装置構成

## 基本システム構成



複合制御盤



UECS-IF盤



温湿度センサ



日射センサ



主電源盤

時間帯	日出・日入制御	時刻
第1時間帯	日出(前)制御 ▼	日出0 分前
第2時間帯	日出(後)制御 ▼	日出90 分後
第3時間帯	実施しない	10 : 0
第4時間帯	実施しない	13 : 0
第5時間帯	日入(前)制御 ▼	日入90 分前
第6時間帯	日入(後)制御 ▼	日入0 分後

管理画面(Web)



CO2センサ



外気温センサ

## 推奨オプション



感雨センサ



風向風速センサ

基本パッケージで120万円(税別・施工費別)  
 →達成目標:導入コスト4割達成(普及機250万円)  
 製品名「FARMATE(ファーマイト)」

# ■ 活用マニュアル

FARMATE 

## スタートアップガイド

Ver 1.0

はじめにお読みください

令和3年3月

岩手県農業研究センター

岡山大学

### 目次

1 複合環境制御盤FARMATEの概要 .....	1
2 各部の名称と働き .....	1
3 Uモードエラー時の自律制御機能 .....	3
4 導入後に自分で設定値の調整が必要となること .....	5
5 こんなときは .....	5
5 基本的な使い方 .....	6
6 実際に使ってみよう .....	7
6-1 8時間帯の割り当て .....	9
6-2 換気の設定(天窓1・2、側窓1・2) .....	10
6-3 換気扇の設定 .....	13
6-4 暖房の設定 .....	14
6-5 ヒートポンプ(HP)の設定 .....	16
6-6 カーテン(保温・遮光)の設定 .....	18
6-7 炭酸ガス発生機の設定 .....	22
6-8 加湿機(ミスト)の設定 .....	25
6-9 かん水の設定 .....	27
7 センサ設定 .....	29
8 アクチュエーター設定 .....	29
9 ネットワーク機能 .....	30
10 CCM一覧 .....	31
11 状態ログ .....	32
12 UECSの概要 .....	33
13 モニタリングソフトの活用 .....	34
14 複数台導入した場合のネットワーク構築(参考) .....	35
15-1 季節に応じた設定のポイント(春) .....	36
15-2 季節に応じた設定のポイント(夏) .....	37
15-3 季節に応じた設定のポイント(秋) .....	38
15-4 季節に応じた設定のポイント(冬) .....	39
(参考)設定控 .....	40

## 岩手県HPで公開中

トップページ > 産業・雇用 > 農業 > 農政に関する出先機関 > 岩手県農業研究センター > マニュアル・報告書・各種資料 > 成果マニュアル・報告書 > 「食料生産地域再生のための先端技術展開事業(先端プロ)」(後期:平成30年度～令和2年度)成果マニュアル

# ■ 活用マニュアル

## 8時間帯の割り当て

時間帯	時間帯の割り当て	主な管理目標
第1	日の出前	果実結露の回避、除湿
第2	日の出後	光合成促進、緩やかな昇温と湿度変化
第3	午前1	光合成促進、急激な昇温抑制
第4	午前2	光合成促進
第5	午後1	光合成・転流促進、平均気温の確保
第6	日の入前	呼吸抑制・省エネ
第7	日の入後・前夜半	転流促進、平均気温の確保
第8	後夜半	呼吸抑制・省エネ

○日出・日入制御を使わない場合(固定時刻)

時間帯	日出・日入制御 ①	時刻 ①
第1時間帯	実施しない ▼	7 : 2
第2時間帯	実施しない ▼	8 : 32
第3時間帯	実施しない	9 : 0
第4時間帯	実施しない	10 : 0
第5時間帯	実施しない	13 : 0
第6時間帯	実施しない ▼	15 : 55
第7時間帯	実施しない ▼	17 : 25
第8時間帯	実施しない	1 : 0

●日出・日入制御を使う場合

時間帯	日出・日入制御 ①	時刻 ①
第1時間帯	日出(前)制御 ▼	日出 60 分前
第2時間帯	日出(後)制御 ▼	日出 90 分後
第3時間帯	実施しない	9 : 0
第4時間帯	実施しない	10 : 0
第5時間帯	実施しない	13 : 0
第6時間帯	日入(前)制御 ▼	日入 60 分前
第7時間帯	日入(後)制御 ▼	日入 0 分後
第8時間帯	実施しない	1 : 0

# ■ 活用マニュアル

## 炭酸ガス施用

炭酸ガス発生機	
CO2施肥 ①	暖房利用 ①
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	13.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	15.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	18.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	18.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	18.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	15.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	15.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF
<input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF	13.0 ℃ <input checked="" type="radio"/> ON <input type="radio"/> OFF

### CO2施用

CO2施用日射(曇) ①	0.2 kW/m2		
CO2施用濃度(曇) ①	450 ppm	動作インターバル(曇) ①	ON 300 / OFF 0 秒
CO2施用日射(晴) ①	0.3 kW/m2	CO2施用窓開度[換気大] ①	30 %
CO2施用濃度(晴)[換気大] ①	450 ppm	動作インターバル(晴)[換気大] ①	ON 900 / OFF 900 秒
CO2施用濃度(晴)[換気小] ①	600 ppm	動作インターバル(晴)[換気小] ①	ON 600 / OFF 600 秒
CO2施用濃度(晴)[無換気] ①	800 ppm	動作インターバル(晴)[無換気] ①	ON 300 / OFF 0 秒
CO2施用限界高濃度 ①	2000 ppm		

# ■ 活用マニュアル

## 春の設定例

時間帯	日出・日入	時刻・分	天窓 1	天窓 2	側窓 1	側窓 2	換気扇	暖房機	
								暖房	加温除湿
1	日出前	60	24	24	28	28	32	14	ON
2	日出後	90	25	25	28	28	32	16	OFF
3	実施しない	9:00	26	26	30	30	35	17	OFF
4	実施しない	10:00	28	28	32	32	35	17	OFF
5	実施しない	13:00	30	30	32	32	35	17	OFF
6	日入前	90	25	25	28	28	30	17	ON
7	日入後	0	24	24	28	28	32	15	ON
8	実施しない	1:00	24	24	28	28	32	12	ON

風の強い時期なので、風上側を詳細設定で開度制限して換気しすぎないようにした方が、気温変化が緩やかになる場合があります。換気扇を優先して動かす場合は、換気窓と換気扇の設定を入れ替えて下さい。

時間帯	保温カーテン			遮光カーテン			CO2 施肥			加湿
	動作	閉温度	閉日射	動作	閉温度	閉日射	濃度制御	暖房利用		
1	保温	24	1.2	保温	24	1.0	ON	ON	15	OFF
2	保温	24	1.2	保温	22	1.0	ON	ON	17	ON
3	保温	24	1.2	保温	18	1.0	ON	ON	18	ON
4	保温	24	1.2	保温	18	1.0	ON	ON	18	ON
5	保温	24	1.2	保温	18	1.0	ON	ON	18	ON
6	保温	24	1.2	保温	18	1.0	ON	ON	18	OFF
7	保温	24	1.2	保温	24	1.0	ON	ON	15	OFF
8	保温	24	1.2	保温	24	1.0	ON	ON	13	OFF

■ **現地実証による評価**  
**低コスト複合制御盤の現地実証**  
**(H30～R2 先端プロ)**

## ■ 実証経営体の概要

- ・ 株式会社oi Line(オーアイ ライン)
  - ・ 代表取締役 及川徹さん(奥州市江刺区田原)
- ・ 栽培体系
  - ・ キュウリ加温促成(3~7月)、加温抑制(7~11月)
  - ・ キュウリ無加温半促成長期どり(4~11月)
- ・ 実証技術 従来の加温栽培と複合環境制御との比較



加温促成(3~6月)+加温抑制(7~11月)

①A棟 2.5間×16間×6連棟 235坪(実証施設)

②B棟 2.5間×30間×4連棟 295坪

無加温半促成(4~7月)、無加温抑制(7~11月)

③ 2.5間×30間 88坪

無加温半促成長期どり(4~11月)

④C棟 2.5間×18間×3連棟 133坪

⑤D棟 2.5間×18間×3連棟 133坪

(対照施設、1区画を隔離床にして対照区とした)

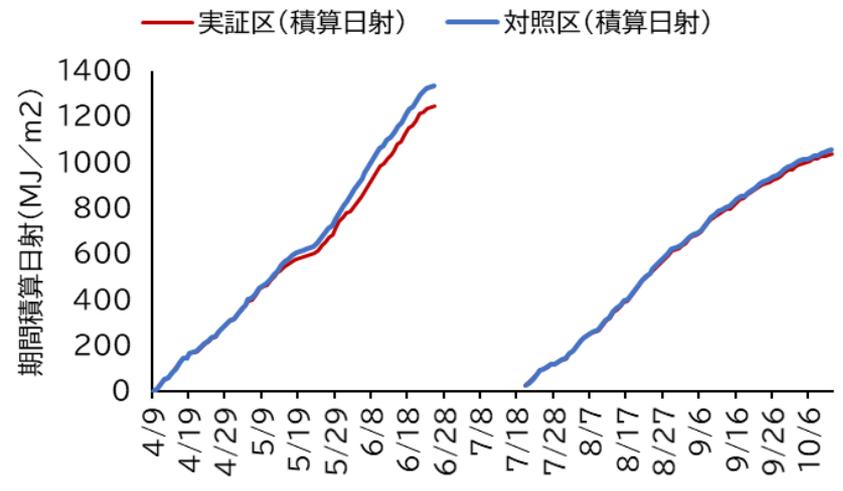
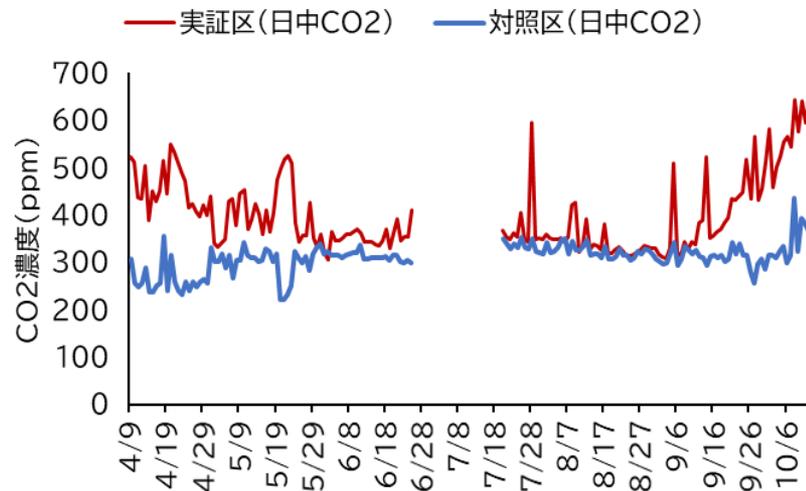
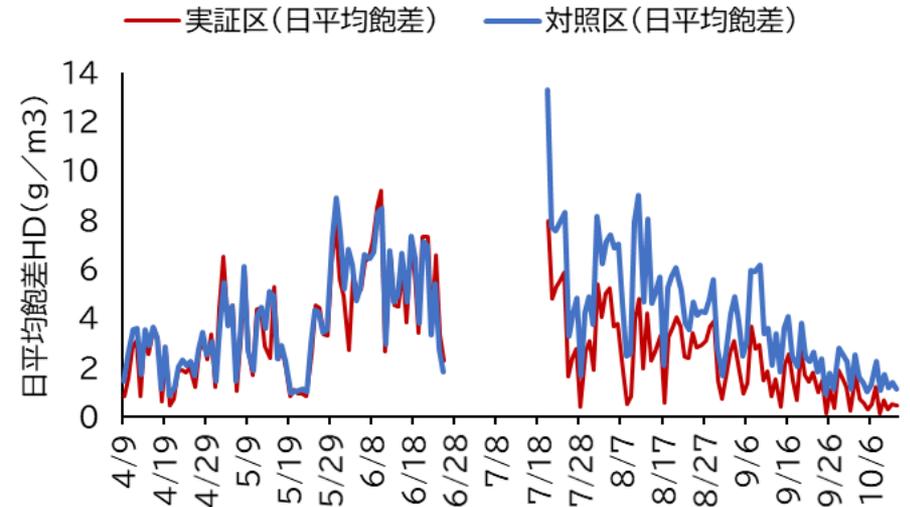
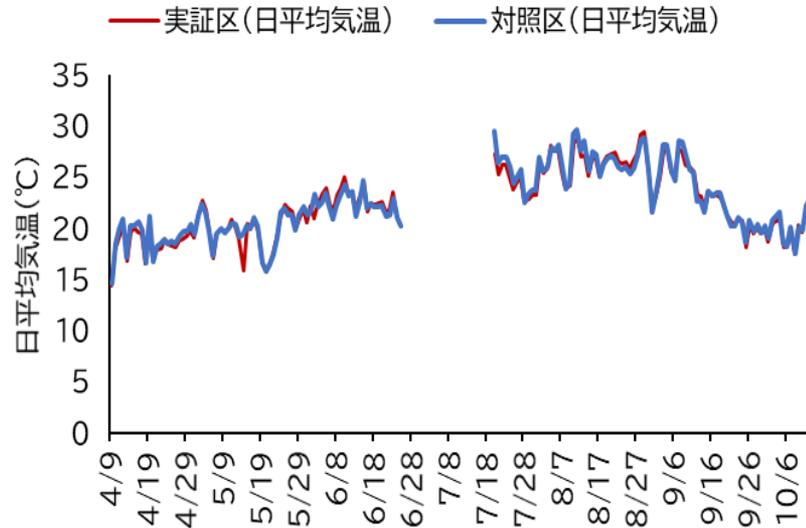
⑥E棟 2.5間×24間×3連棟 177坪

経営規模 1,061坪(約30a)

## ■ 実証試験区の構成

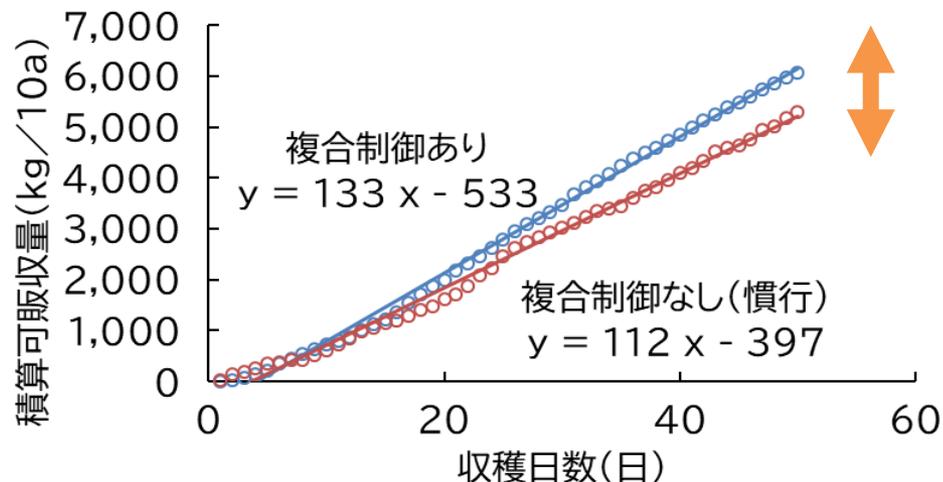
	実証区(複合制御+隔離床) (Aハウス全6区画)	対照区(加温+隔離床) (Dハウス:1区画)
作型	加温半促成(3月上~6月下旬) 加温抑制(7月中~11月中)	加温半促成(3月上~7月上) 加温抑制(7月下~11月下)
制御盤	試作複合制御盤(FARMATE)	同左
換気窓	片谷換気、側窓	同左
内部カーテン	一層巻き上げ(南面のみ自動)	一層固定張り(手動)
暖房機	温風暖房機	同左
炭酸ガス発生機	半促成:株元局所施用 抑制:群落内施用	無し
加湿機(ミスト)	多段階飽差制御	無し
隔離床	据置型隔離床(ゆめ果菜恵・サン ポリ)、培地:混合有機質培地隔 離床専用培土(三研ソイル)	同左
かん水施肥	養液栽培 (タンクミックスF・B)	同左

# 環境推移



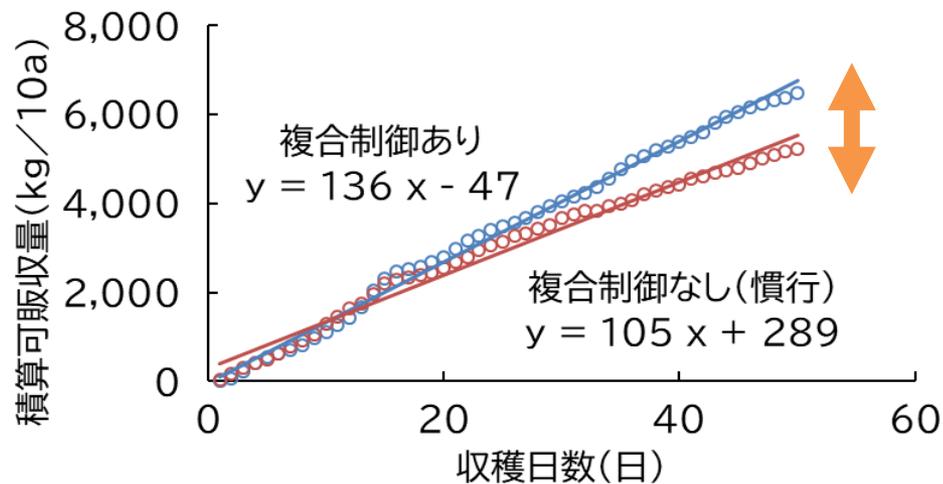
# ■ 増収効果

増収効果は線形回帰の傾きの差(比率)で評価



加温促成作

$133/112 = \underline{19\%}$ 増収



加温抑制作

$136/105 = \underline{33\%}$ 増収

## ■ 収益性評価(導入モデル)

		単位	導入モデル (複合制御)	従来モデル (温度制御)	増減率 (実証/従来)
<b>A 収入</b>	<b>販売額</b>	<b>千円</b>	<b>7,273</b>	<b>5,905</b>	<b>23.2</b>
(内訳)	栽培面積	a	10	10	-
	収量	kg	23.5	19.1	23.2
	単価	円/kg	310	310	-
<b>B 変動費計</b>	<b>小計</b>	<b>千円</b>	<b>4,133</b>	<b>3,465</b>	<b>19.3</b>
(内訳)	栽培経費	千円	987	948	4.1
	光熱費	千円	965	746	29.3
	流通経費	A×0.3	2,182	1,771	23.2
<b>C 固定費計</b>	<b>小計</b>	<b>千円</b>	<b>1,225</b>	<b>979</b>	<b>25.1</b>
(内訳)	施設費	千円	1,193	947	26.0
	農機具費	千円	32	32	0
<b>D 雇用費</b>	<b>小計</b>	<b>千円</b>	<b>1,074</b>	<b>947</b>	<b>13.5</b>
(内訳)	時間	時間/10a	1,355	1,194	13.5
	時給	円/時間	793	793	-
<b>E 収益(A-B-C-D)</b>	<b>千円</b>	<b>840</b>	<b>513</b>	<b>63.6</b>	
<b>E' 収益(雇用費除く)</b>	<b>千円</b>	<b>1,914</b>	<b>1,460</b>	<b>31.1</b>	

※経営規模30a想定 10aの連棟ハウス1棟あたりの試算

雇用費も含めた場合の収益は6割、雇用費を除いた場合は3割増益が見込まれた

## ■ まとめ

- 開発機の導入により増収益につながった
- R3年度の製品化と、スタートアップガイドを整備
- 複合制御盤や環境制御技術を導入すると、比較的簡単に増収できる一方で、増収分を見越した雇用確保の想定が必要(求人見通し)
- 制御盤の機能開発は、ユーザーとメーカーとの間に仲介役がいる方が良い場合がある
  - ユーザーが欲しい機能を直接反映すると汎用性が失われる(特定ユーザーの専用機)
  - メーカーが考える機能がユーザーには分かりにくい場合がある

## ■ 製品化

### 複合制御盤FARMATEの開発と導入効果

#### 【成果】

県内の中小規模施設では、低コストで信頼性や耐久性の高い複合制御盤「YoshiMax-i」が導入されているが、本県の多くを占める夏秋作型（換気の多い作型）では制御性に課題がある。そのため、「YoshiMax-i」を改良を行い、本県に適した複合制御盤FARMATEを開発した

#### 【改良点】

- ① 8時間帯制御が可能で、各時間帯で制御機器の動作を設定できる
- ② 降雨や強風高温となった場合、隙間換気ができる
- ③ 1層カーテンで遮光保温兼用動作ができる
- ④ 暖房機による加温除湿制御ができる
- ⑤ 炭酸ガス発生機を日射と換気窓に連動して制御ができる
- ⑥ 多段階飽差制御ロジックを改良し、換気窓連動で制御できる
- ⑦ 日射比例と間欠タイマによる効率的なかん水ができる

#### 【現地実証結果】

ハウスきゅうりの加温半促成で19%、加温抑制で33%の増収効果が認められ、所得3割向上が可能である

# ■ 岩手県内の環境制御装置等導入状況

## 環境計測機器の導入状況

制御盤	経営体数	面積
アルスプラウト	10戸	45a
おんどとりシリーズ	7戸	29a
プロファインダー	2戸	28a
サンワサプライ	3戸	23a
みどりクラウド	1戸	18a
ボッシュ	3戸	8a
合計		150a

## 複合制御盤の導入状況

制御盤	経営体数	面積
FARMATE	5戸	94a
ネクスト80	4戸	86a
マキシマイザー	2戸	220a
ウルトラエース	2戸	55a
その他	4戸	75a
合計		530a

農業革新支援担当まとめ（R2.8.21現在）

上記の機器以外でも、様々な**炭酸ガス発生機**、**ミスト装置**が導入。

# 果菜類における環境制御技術の導入モデル

## 低コスト環境制御技術

パイプハウス（100坪程度）での  
初期ツールとして導入を想定



炭酸ガス発生機  
(サンポット社製)



低コストミスト装置  
(プラントミスト)



自動換気装置を組み  
合わせる場合もあり



環境計測装置アルスプラウト

上記、環境制御機器を**単独制御**で運用

きゅうり、トマト、ミニトマト、ピーマンで現地  
実証を開始

## 複合環境制御技術

(みなし) 連棟ハウスや高規格ハウス  
での導入を想定



炭酸ガス発生機



ミスト装置



自動換気装置



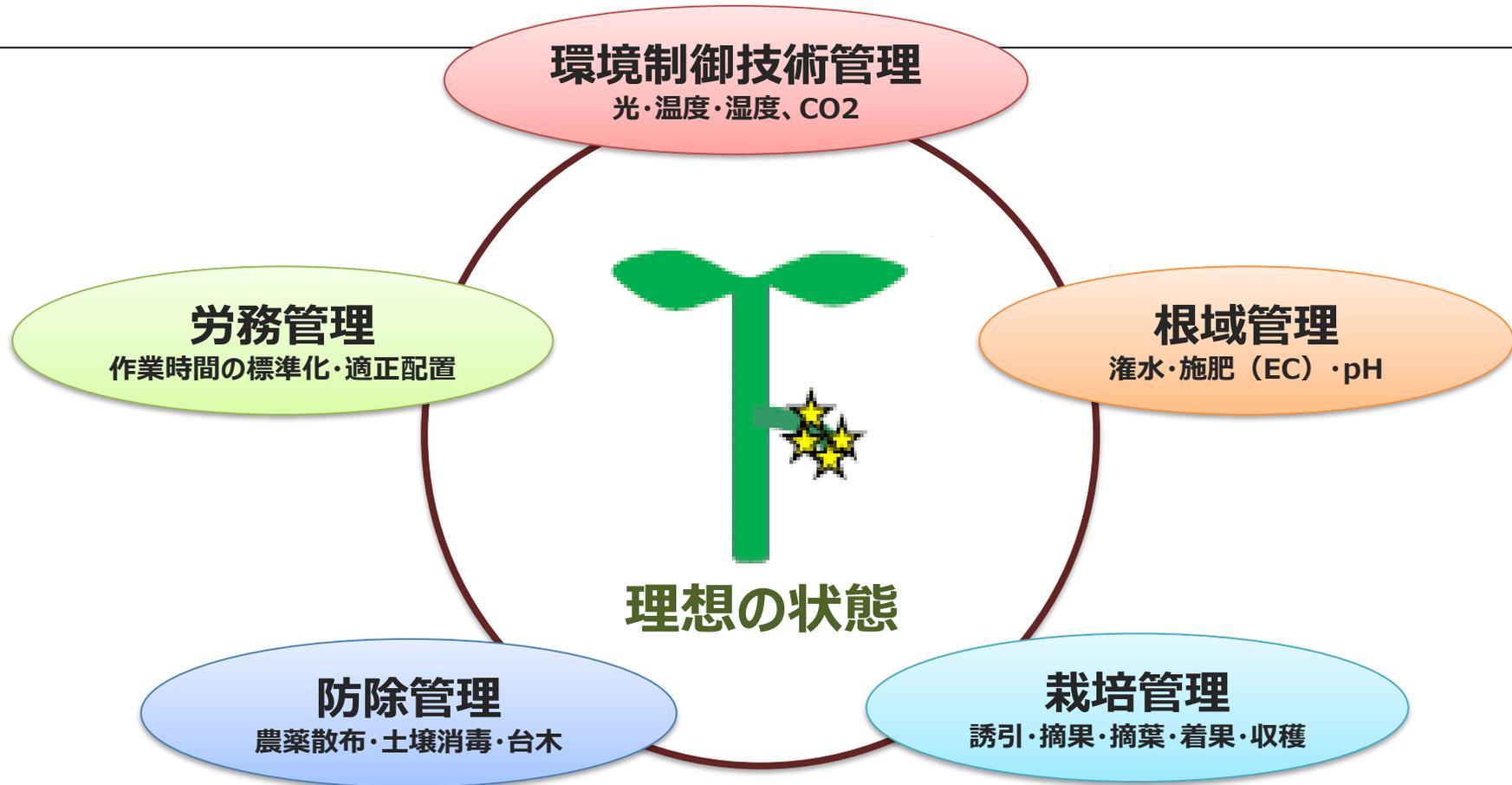
複合制御盤FARMATE

※その他、遮光幕を組み合わせる場合もあり

上記、環境制御機器を**複合制御**で運用

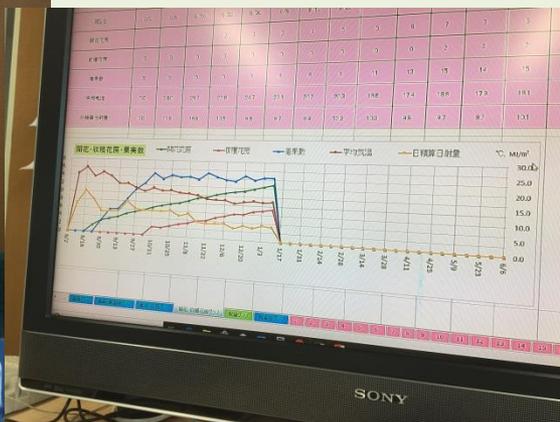
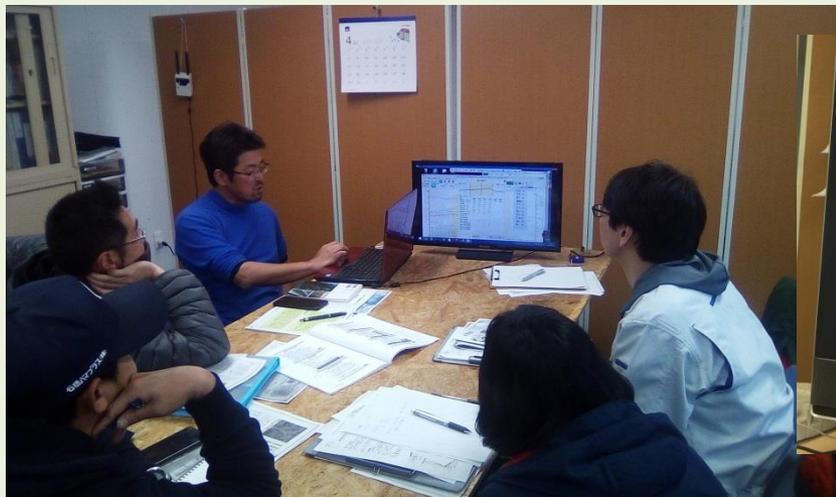
現在、きゅうり、トマト、ミニトマトで現地実  
証中

# 環境制御技術導入を契機とした経営の高度化



環境制御技術の運用には  
**知識、意欲、経験、共有**が必要

# 経営体と農業普及員による定例ミーティング



★PCの画面で計測データを確認  
★画面が小さいと複数での確認  
が難しい



## ■ 謝辞

- 本成果は、H30～R2食料生産地域再生のための先端技術展開事業(JPJ000418)で行ったものです

以下の皆様のご指導、ご協力により得られた成果です

実証経営体：株式会社oi Line



三基計装株式会社

