

スマート農業導入の手引き イチゴ編

イチゴ環境制御による生産性向上実証事例

～収量向上のために、データを活用して

ハウス環境と栽培管理の最適化を目指しましょう～



2026年3月

茨城県いちご次世代施設園芸コンソーシアム

はじめに

施設園芸経営において、面積当たりの収量の向上を目指すためには、スマート機器を活用した環境制御が有効です。

茨城県では、令和4年度より、イチゴにおいて環境制御装置の導入を支援し、儲かる園芸経営の実現のため、データに基づいた生産技術や経営管理を推進してきました。

具体的には、イチゴ栽培において環境データに基づく環境制御装置等を装備した実証ハウスを設置し、「データ駆動型農業」による生産性・収益性の向上効果を検証しました。

今後、スマート機器を活用したハウス内環境と栽培管理の最適化を目指していただくため、当手引きを作成しましたので、活用いただければ幸いです。

目次

【基礎編】

1	スマート農業導入のメリット	.....	1
2	スマート農業導入のステップ	.....	2
3	生育診断とデータ活用のフロー	.....	3
4	スマート農業導入前のチェックポイント	.....	4

【実践編】

イチゴ編

1	生育診断とデータ活用	.....	6
2	現地実証事例	.....	11
	① 直売イチゴ経営におけるスマート農業技術による高収益経営体系の実証		
	② エアコン夜冷とクラウン冷却を組み合わせた晩生品種「やよいひめ」の早期出荷・安定生産の実証		
	③ 環境測定・制御装置を活用したハウス管理作業自動化の実証		
	④ アシストスーツ導入による作業負荷軽減		
3	参考	.....	25
	① 「いばらキッス」における生育診断と管理目安		
	② 高需要期 収量安定のための夜冷育苗栽培での「クラウン冷却技術」の活用		
	③ 「いばらキッス」における県園芸研究所での管理目安		

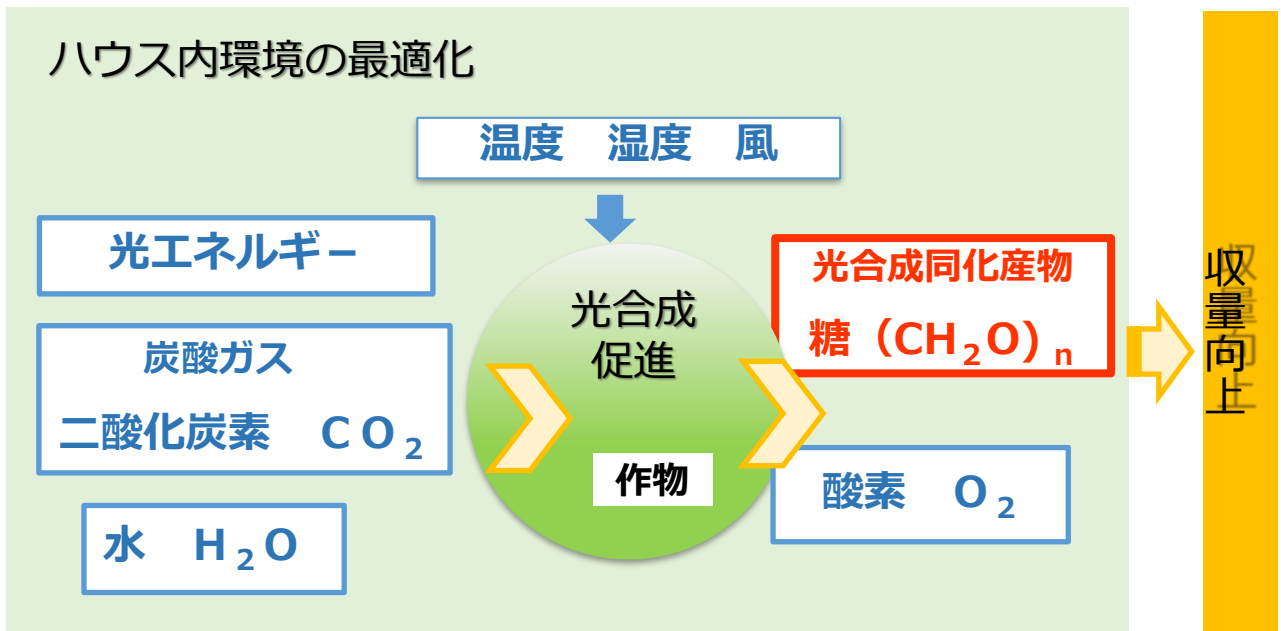
【共通参考資料】

I	植物生理	.....	30
II	設備と機能	.....	33

1 スマート農業導入のメリット

導入のメリット

- スマート機器を活用して（光を最大限に活用できるよう）**「光合成」に最適な環境を作ること**で、収量向上が期待できます。
- 収量向上には植物生理を理解した環境制御が必要です。



導入に当たっての注意点

- 併せて、以下に取り組むことが重要です。
 - ・ **収穫期間の長期化**
 - ・ **栽植密度の最適化**
 - ・ **病害虫の予防・初期防除**
 - ・ **適切な肥培管理**
- 増収に伴い、管理・収穫に係る労力が增大するため、**労働力の確保**を計画しましょう。

2 スマート農業導入のステップ

◎植物生理をよく理解し、最適な生育環境のイメージを持った上で、実際のハウス内環境を測定するところから始めましょう。



環境測定器の設置

STEP1

環境モニタリング「ハウス内環境の見える化」

環境を測定し問題点を把握



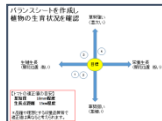
環境データで問題点を確認

STEP 1～3の
繰り返してハウス内
環境を最適化
→収量品質向上

STEP3

生育・収量への影響確認

自ら生育や収量への影響を確認

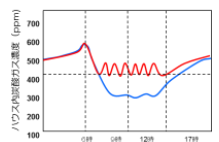


自ら生育調査・生育診断
「生育の見える化」

STEP2

ハウス内環境改善

炭酸ガス発生装置導入、
温湿度管理改善、光環境改善



炭酸ガス施用 → 外気濃度並み
400ppm以上確保

◎導入に当たっては、事前に経営試算を行い、経営改善効果の検討を十分に行うことが大切です。

作物の生理生態を把握し、機器を使いこなすことも成功の秘訣です。

【現地実証事例 (p.11)】

現況

(10aあたり)
収量 4.2t
(単価1,700円/kg)
売上 714万円
費用 466万円
所得 248万円

収量 36%増
所得 47%増

導入後

(10aあたり)
収量 5.7t
(単価1,700円/kg)
売上 969万円
費用 605万円
所得 364万円

費用増減の内訳 計136万円

減価償却費 68万円
動力光熱費 13万円
諸材料費他 33万円
出荷経費 28万円
雇用費 19万円
肥料費 (※) -25万円

(※) 肥料費は、養液土耕導入により施肥を見直した結果、費用が減少

3 生育診断とデータ活用のフロー

生育診断と環境データの確認により、栽培管理の検証・改善を繰り返しましょう

データ（生育・収量・環境・ランニングコスト・管理作業）から、定期的（1～2週間）に栽培中の問題点を把握し、管理改善に活用します。

毎年のデータの積み重ねや、生産者間でデータを共有することにより、より効果的にデータを活用することも可能になります。

手順① 生育データの確認

- ・草高
- ・葉長
- ・着果数
- ・各花房の開花時期
- ・花房間葉数

手順② 生育診断

- ・草勢
- ・栄養成長と生殖成長のバランス
- ・葉色・新葉の状態

※日々の観察により把握

手順③ 収量データの確認

- ・時期別の収量
- ・規格外品の発生程度

毎日

手順④ 環境データの確認

- ・気温
- ・湿度
- ・日射量
- ・炭酸ガス濃度
- ・土壌水分
- 等

【ランニングコスト】

- ・燃油
- ・電気、ガス等

【管理・作業の記録】

- ・かん水（量、回数、時間）
- ・施肥、葉かき、誘引 等

【天気予報】

- ・気温
- ・日射 等



翌週・季節の変わり目（厳寒期→暖候期）・翌シーズン

手順⑤ 管理改善の検討・実践

手順②～④に基づき、今後の管理方針を見直す

- ・栽培管理（葉かき・芽数管理）
- ・環境条件（日射量、気温、炭酸ガス濃度、かん水、追肥）
- ・作付計画（作期・栽植本数・基肥量・環境設定）

手順⑥ 手順①～⑤の繰り返し

当年の経過分析・過去データとの比較・生産者間でのデータ共有

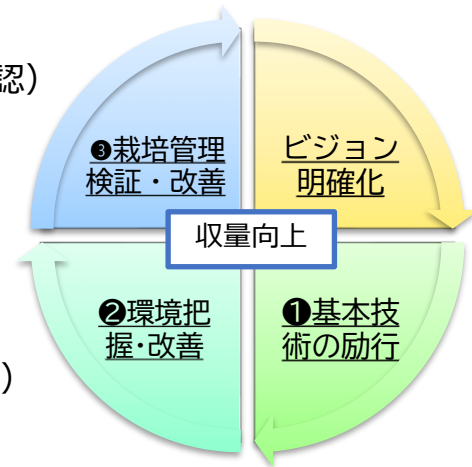
↓
残りの作期及び翌シーズンの栽培管理の改善
【PDCAサイクルの実施】

4 スマート農業導入前のチェックポイント

ステップ1 基本技術を励行しましょう

▶技術的な問題点を把握して、順調な生育のための基本対策を講じてますか？

- 適期管理の励行（作業管理台帳・履歴の確認）
- 品種特性に合わせた栽培管理
- 病害虫対策の徹底（予防・初期防除の徹底）
- 適正な土壌改良と施肥
（土壌診断・生育診断に基づく肥培管理）
- 栽植株数や収穫期間の適正化
（施設・環境・品種に対して適正ですか？）



ステップ2 環境を把握し、環境の改善をしましょう

▶環境（日射量、炭酸ガス、給水量、温度、湿度等）診断を行い、問題点を確認しましょう。

- 「光合成に好適な条件かどうか」の確認
➡時期別（厳寒期、暖候期）に環境データを確認します。
- 問題点と対策の検討

▶環境を改善するための導入機器・設備の検討をしましょう。

- ハウス内環境の把握、改善策を検討したい ➡環境測定器
- 炭酸ガス濃度が低い ➡炭酸ガス発生装置
- 晴天時の湿度低下or高温 ➡ミスト発生装置、遮光・遮熱資材
- 複数の環境要因を自動制御したい ➡環境制御機器
- 養水分を自動で制御したい ➡養液土耕システム(AI、日射比例等)
- 光環境を改善したい ➡被覆資材の張替え、汚れの確認

ポイント1 環境データと生育診断により、栽培管理の検証・改善を繰り返します

➡定期的に各データ（環境・生育・収量・ランニングコスト）を検証し、栽培管理や機器設定の改善を行います。

ポイント2 植物生理と環境制御に必要な知識を備えましょう

例) ①収量・品質向上の植物生理

②データ（環境・生育・収量）の活用法

③作物の生育評価方法

- ・着花や数は安定している？
- ・花のサイズ、果形は適正？
- ・樹勢は維持されている？
- ・栄養成長と生殖成長のバランスは？

④施設機器の校正や操作法

実践編

【目的】 草勢および生育のバランスを適正に保つ

➔草勢を維持し、花芽分化を促進しながら、連続的な着果により、シンク（果実）に糖を転流させる（要因：温度 日照等）

【草勢】

- 草高が高いほど ⇒草勢が強い
- " 低いほど ⇒草勢が弱い

【生育バランス】

- 花房間葉数が多いほど ⇒栄養成長に傾く
- " 少ないほど ⇒生殖成長に傾く

* 条件（品種や目標収量・品質）で適正值は異なる

- ・ **栄養成長**：葉や茎などを形成し、植物体を大きくする。
 ※栄養成長を促進させすぎると、葉や茎を生産するのに糖が使われ、着果や果実の肥大が抑制される。
- ・ **生殖成長**：花や果実などの生殖器官を形成する。
 ※生殖成長に傾きすぎると、一時的に開花や収穫が早まっても、葉の面積が増えないため、株あたりの純光合成速度¹⁾を高く保てず、結果、収量が低下する。
 1) 純光合成速度：植物が光合成で吸収したCO₂量から呼吸で放出されたCO₂量を差し引いた、実質的なCO₂吸収速度

<目標>

草高（収穫開始時期）：
 いばらキッス 15～20cm
 とちおとめ 20cm

<目標>

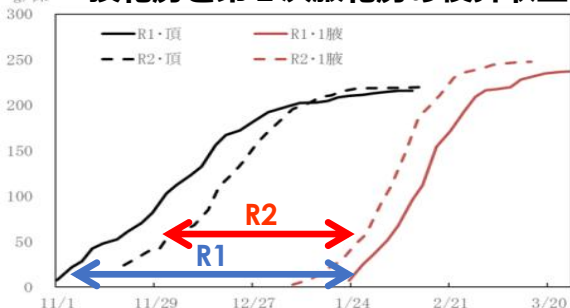
花房間葉数：4～5枚

※花房間葉数は、定植時期によって変動があります。また、花房間葉数が少なすぎる場合は芯止まりの危険があるため、注意が必要です。

生育指標（草高）の活用方法：（例）頂花房と第1次腋花房の収穫間隔と温度の関係

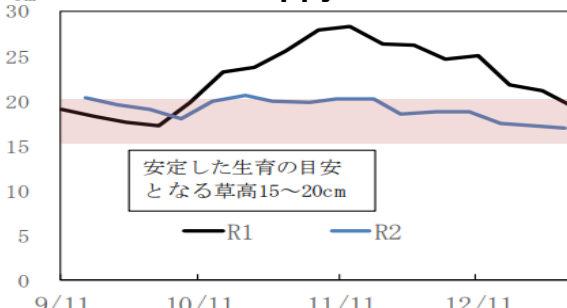
品種：「いばらキッス」 定植日：R1 9/5、R2 9/7 （出典：R3年園芸研究所 研究主要成果）

頂花房と第1次腋花房の積算収量



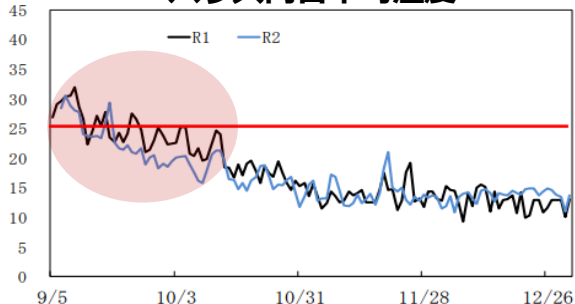
令和2年作では頂花房と第一次腋花房間の収穫間隔が令和元年作より短く、連続的に収穫された。

草高



令和2年作は、「いばらキッス」の管理目標（15～20cm）の範囲内で概ね推移した。令和元年作は、管理目標より高く推移した。

ハウス内日平均温度



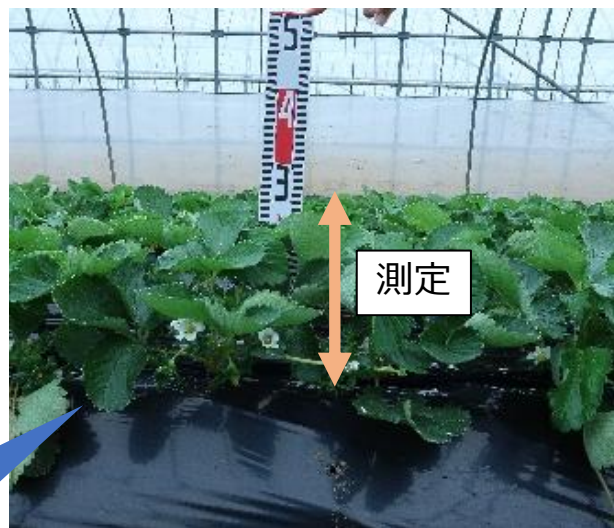
令和2年作は令和元年作より、定植～10月中旬までのハウス内日平均気温は低く推移しており、花芽分化を阻害する25℃を概ね下回っている。

※定植後1か月の気温は、第1次腋花房の花芽分化に強く影響を及ぼす

◆調査方法（草高）

【草勢をチェック】

測定項目：株の地上部の高さ
（メジャーで測定）



草高が高いほど ⇒草勢が**強い**
低いほど ⇒草勢が**弱い**

草丈の目安（収穫開始時期）

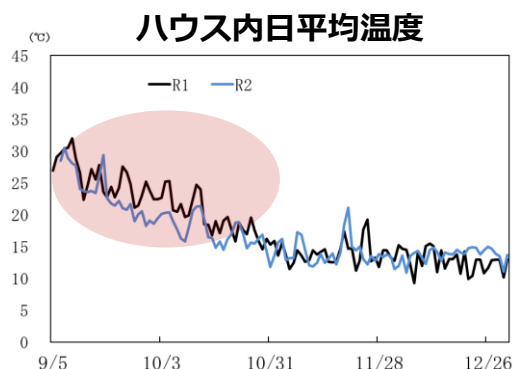
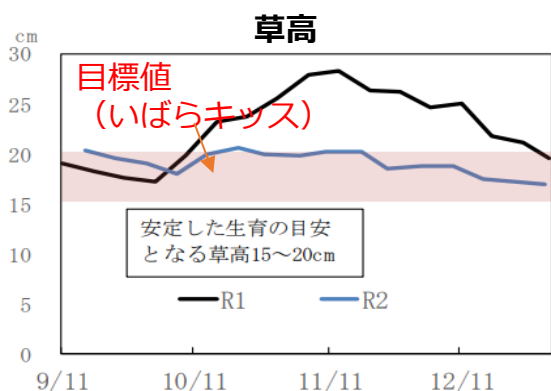
いばらキッス 15～20cm
とちおとめ 20cm

◆生育データの確認

目標値を参考に、現在の草勢や開花・着果状況を確認し、暖候期や次年度の管理方針の参考にします。特に変化があった場合は原因を検証し、対策を考えます。

- 調査値は折れ線グラフにし、目標値に対して変化があるか確認します。
- 生育データは、ハウス内環境と栽培管理を反映して変化します。
- ➡生育データを環境データ・収量データとつぎ合わせて確認します。
- ※環境データは、気温のほか、肥料や灌水データも確認すると、より詳細な分析が可能になります。

【例】草高とハウス内平均気温との関連を分析してみると...



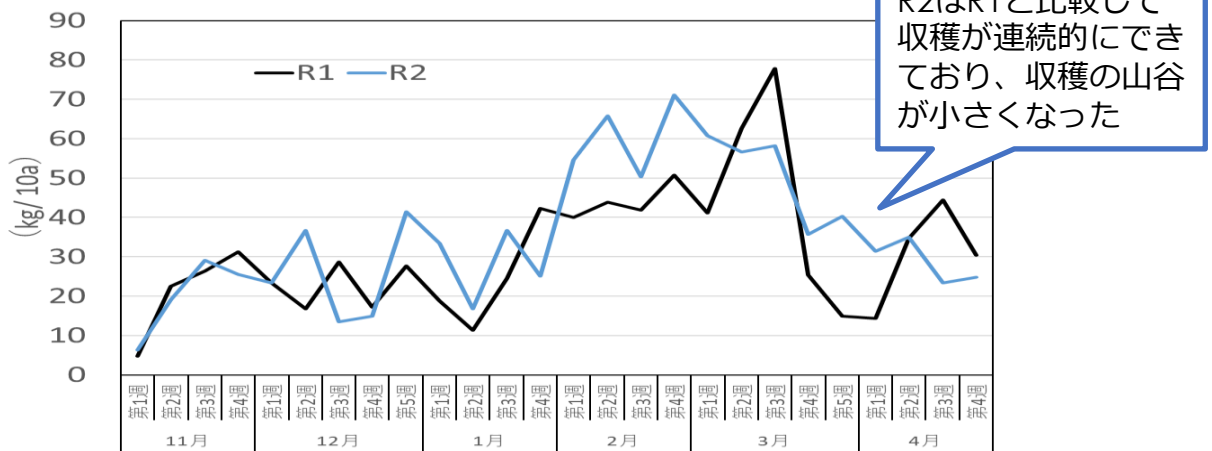
R1は9月～10月の平均気温が25℃以上と高く推移した。その結果、第1次腋花房の分化の遅れや草高が高く推移し、積算奇形果の増加も見られた。R2は温度の低下により、収量品質が改善された。

◆収量データの確認

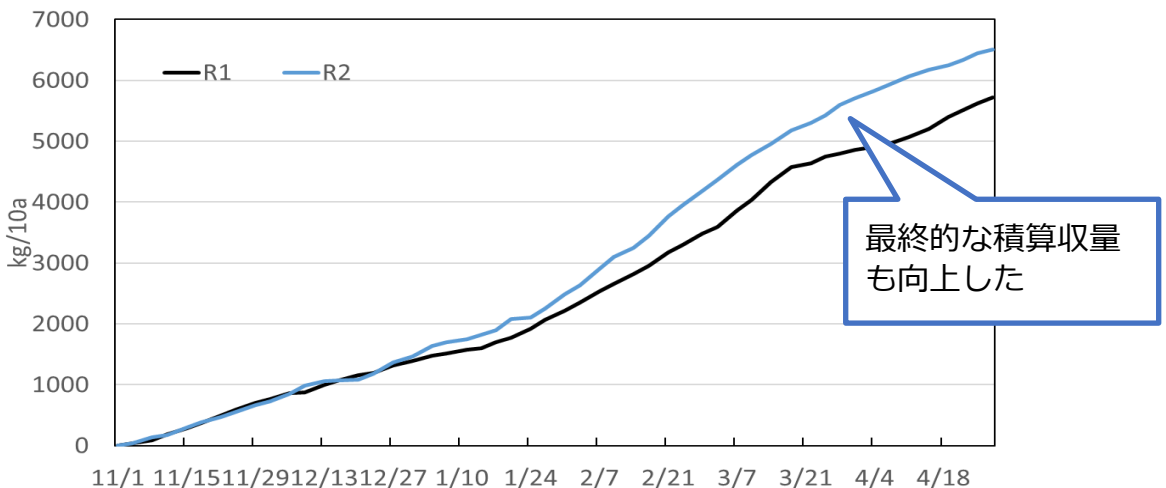
過去のデータや目標と比較し、収量の増減の要因を検証し、今後の管理方針を立てます。

- 毎週、1株あたりまたは10aあたりの収量を確認します。ハウス全体の出荷量を定植株数で割り戻しをしても確認できます。
- できれば可販果率（または廃棄果率）を調査し、品質を評価し問題があれば、要因を検証します。
- 昨年と比較し、どの時期が、どう変化したか（時期別収量）、目標に対してどのように推移しているか（積算収量）を確認します。

10aあたりの時期別収量



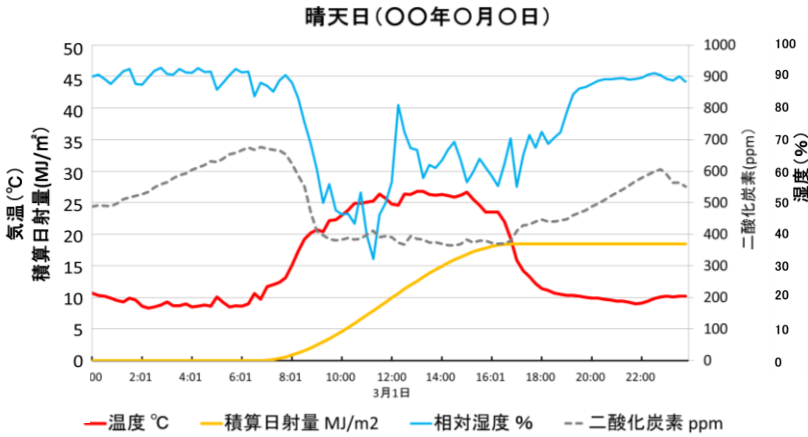
10aあたりの積算収量



◆環境データの確認

24時間（1日）、1週間、シーズン単位の変化を確認し、生育・収量データと合わせて検証します。日射量の異なる日（晴天日や曇雨天日）で目標とする管理ができているかを確認します。

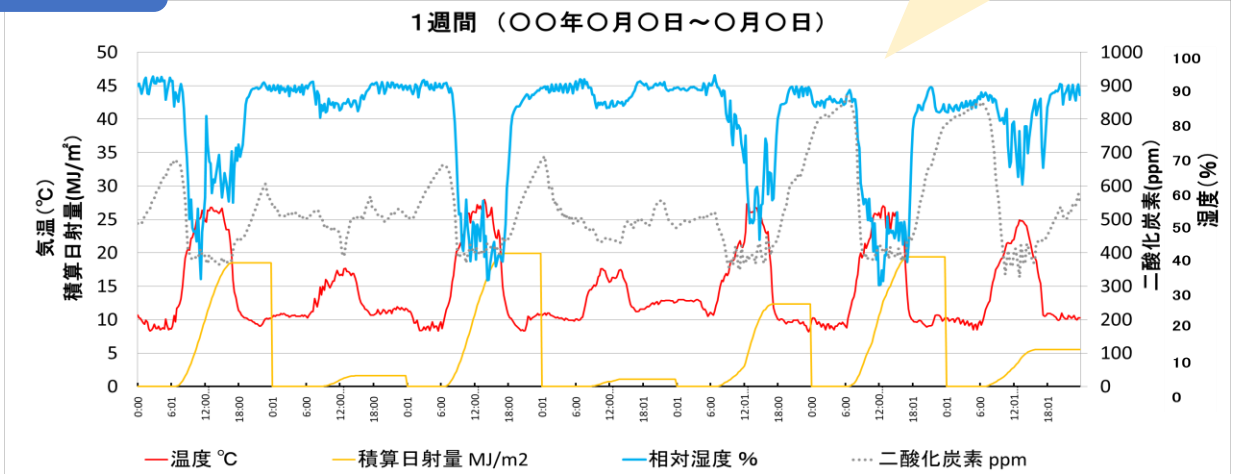
日単位（晴天日）



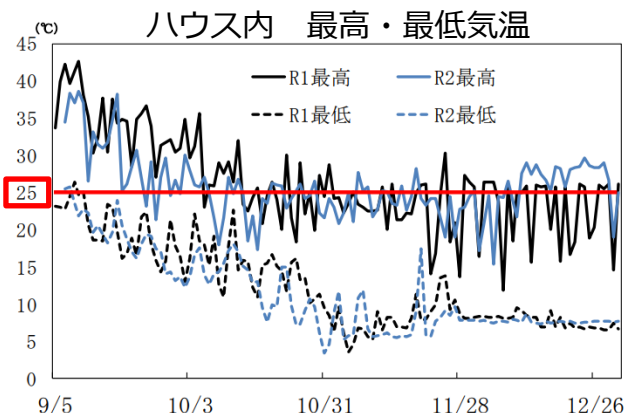
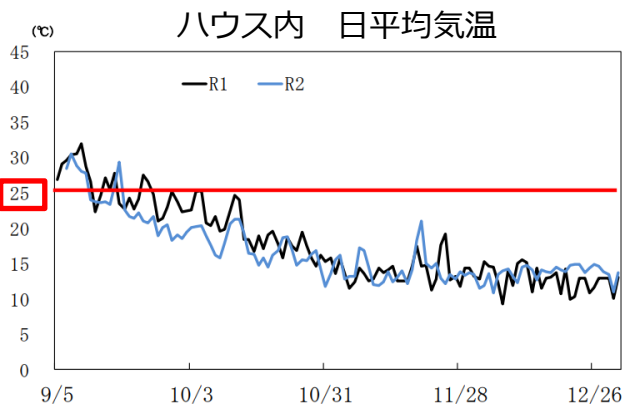
炭酸ガスは目標の400ppmを維持。
日中の気温、夜温も目標の温度を推移できている。

晴天日は目標の管理できている。曇雨天日（気温・日射が低い日）も問題ない管理ができている。

1週間単位



平均気温・最高最低気温等



※概ね25°C（赤線）以上は花芽分化を阻害する

【草勢のコントロール】

項目		草勢を弱める	草勢を強める
24時間平均温度	(秋・春)	上げる	下げる
	(厳寒期)	下げる	上げる
炭酸ガス濃度		下げる	上げる
かん水量・頻度		少なくする	多くする
窒素施用量		少なくする	多くする

(参考1) 生育ステージごとの環境要因

項目	日長・温度の条件
花芽の分化 " 发育	短日・低温 (+ 低窒素) 長日・高温
休眠の開始 " 打破 " 打破後の生育	短日・低温 低温 長日・高温
果実の肥大 " 成熟	低温 高温 (+ 強日照)

(参考2) 生育に必要な温度条件

項目	
生育	光合成適温 22~28℃ (※炭酸ガス濃度が高いほど適温は高い) 最低温度 約6℃、これ未満の温度ではほぼ成長しない
地温 (地表15cm)	水分吸収 9℃以上、適温18~21℃、25℃未満 肥料吸収 12℃以上、適温18~21℃、25℃未満
花芽分化	20℃以下で分化しやすく、25℃以上で分化しにくい
果実の肥大	昼温：10℃以上、適温20~24℃、限界35℃ 夜温：0℃以上、6~10℃、14℃
果実の成熟	6℃以上、最適16~20℃
休眠打破	5℃以下の遭遇時間 品種により異なる
低温の障害	氷点下で形成中花粉に障害発生しやすい

* 条件 (品種や目標収量・品質) で適正値は異なる

【直売イチゴ経営におけるスマート農業技術による高収益経営体系の実証】

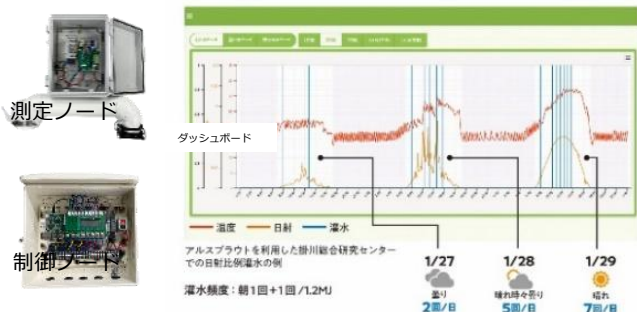


【ねらい】

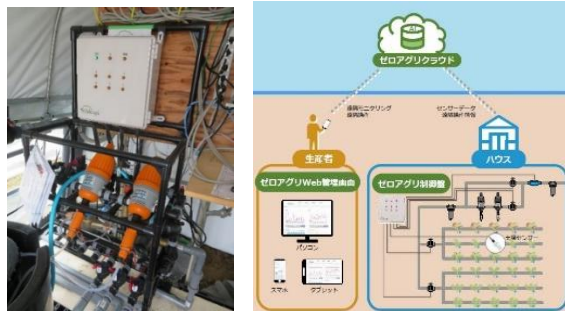
直売型イチゴ経営において、費用対効果の高い環境制御システムの実証を目指しました。導入コストが低いユビキタス環境システムを活用し、必要部分のみを自動化することで中規模施設との親和性を高めました。

取組の特徴および導入技術

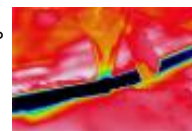
① 中小規模ハウスに適した環境制御装置 (アルスプラウト)



② AI養液土耕装置 (ゼロアグリ)

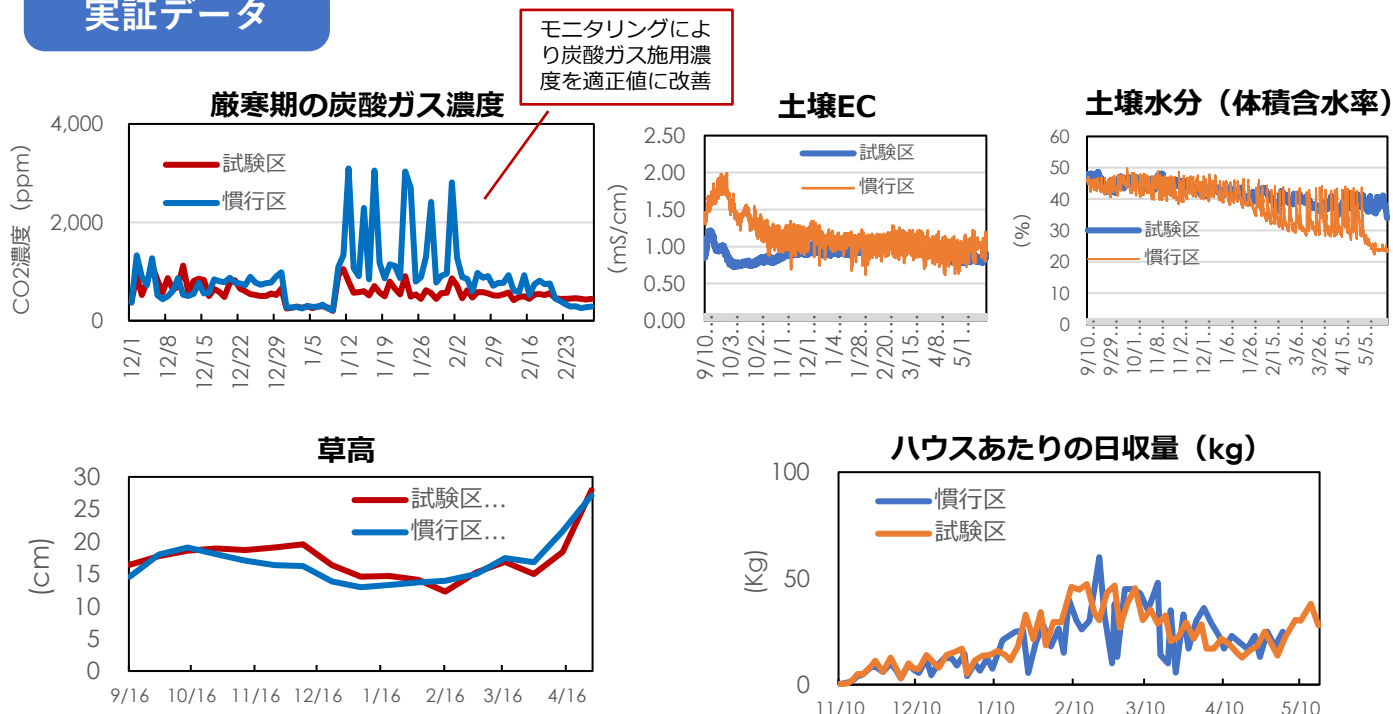


① 制御は、ハウスの自動換気、炭酸ガス施用、地下水利用のクラウン冷却を実施。同時に、ハウス内気温、湿度、炭酸ガス濃度、日射量などのハウス内環境のモニタリングを実施した。(使用機器 アルスプラウト)



② 従来は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養液土耕装置の導入により土壌水分データに基づいた高精度な給液・肥培管理を行った。(使用機器ゼロアグリ)

実証データ

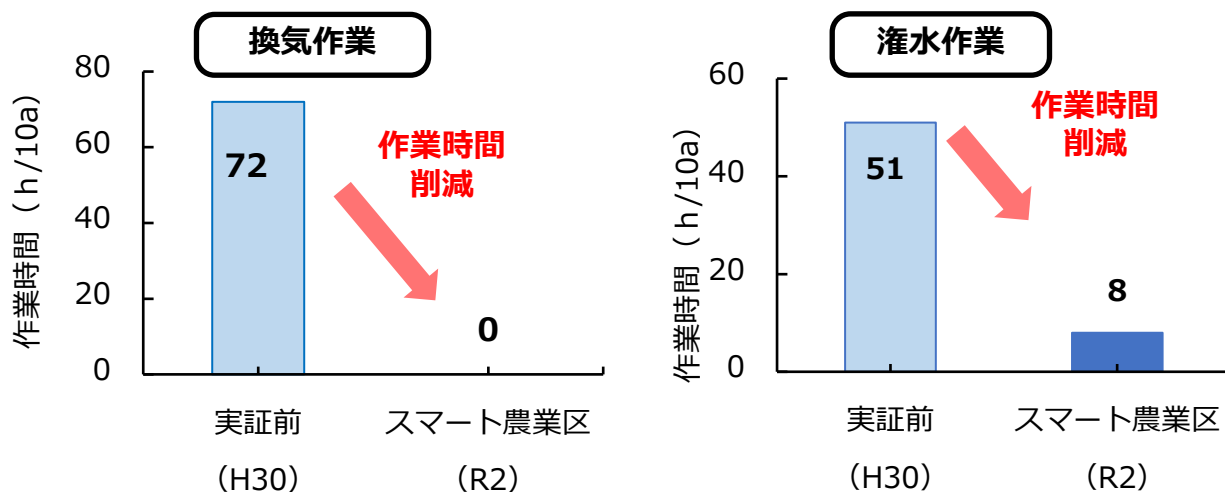


経営の概要

- ・経営面積：32a
- ・実証面積：10a
- ・施設：5.4m間口 パイプハウス
- ・品種：いばらキッス
- ・栽植株数 6,400株/10a
- ・保温：ウオーターカーテン
- ・労力：8名（うち雇用：6名）
- ・炭酸ガス施用：ランタンさん
- ・目標収量：実証前より収量3割増
- ・作型：夜冷育苗栽培 ※定植後クラウン冷却処理

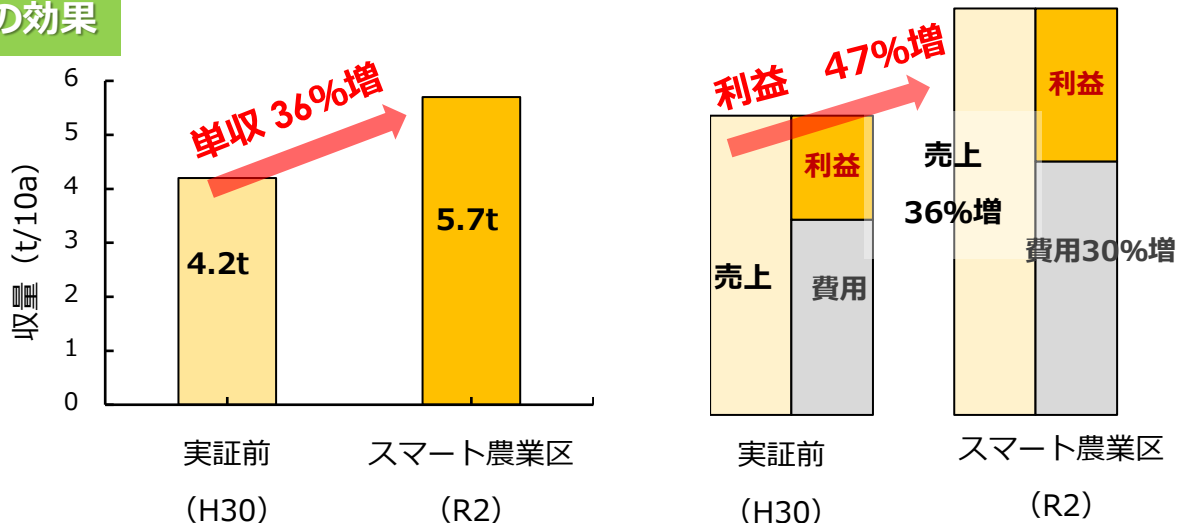
実証結果

作業時間削減



- ・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72時間/10aとなった。
- ・灌水作業の自動化により、作業時間削減が43時間/10aとなった。

増収の効果



- ・スマート機器の活用により、収量は取組開始後から4.2t→5.7tと36%増加した。
- ・経費は30%増加したものの、利益（農業所得）は47%増加した。

生産者の声

- * 地上部環境をアルスプラウトで、地下部をゼロアグリで自動制御を行うことで、管理作業の省力化につながった。
- * ハウス内環境は日々タブレットで確認し、必要に応じて制御条件を手軽に変更することができた。
- * イチゴの生育（新葉の伸長、葉色）、着果量、食味を確認しながら、天気に応じて環境条件を設定した。食味を重視し、収量アップにつなげることができた。



【エアコン夜冷とクラウン冷却を組み合わせた 晩生品種「やよいひめ」の早期出荷・安定生産の実証】

【ねらい】

「やよいひめ」は収量性が高く、優れた食味で果皮がしっかりした品種で、近年銚田市内において作付面積が増加傾向にあります。一方、「とちおとめ」や「いばらキッス」と比較して収穫開始時期が遅く、定植時期や気候によっては腋果房の分化が遅れることがあり、特に近年は高温の影響で出荷時期が不安定になっていることが栽培上の課題となっています。

そこで、育苗中のエアコン夜冷処理（①）で頂果房の分化を促進し、かつ本ぽでクラウン冷却処理（②）を行い一次腋果房の分化を促進することで、早期出荷と安定生産を実現しイチゴ経営における所得向上に繋げることを目指しました。

取組における導入技術と処理方法

①頂果房の分化促進のための短日夜冷処理用エアコン

（使用機器・資材）「ダイキン工業（株）中温用パッケージエアコンLSDYP10F」、「送風用ダクト」



エアコン（室内ユニット）



育苗ベンチとダクト



遮光フィルム

【処理方法】育苗用パイプハウス内の内張上に遮光フィルムを展張し短日処理を行うとともに、内張内へエアコンで冷却した風をダクトを用いて送風することで気温を低下させた。

- ・処理期間：8月23日～9月23日
- ・エアコン設定温度：10℃（最低設定）
- ・エアコン稼動および短日処理時間：16時～翌日8時

②第一次腋果房の分化を促進するためのクラウン冷却処理

（使用資材）「恵水クーリングチューブ」（穴が開いていない硬質性のかん水チューブ）
「配管用資材」（塩ビ管、接ぎ手、エルボ等）



ハウス外へ排水

【処理方法】地下水をポンプでくみ上げ、イチゴのクラウン部へ密着するように設置した無穴の硬質チューブへ通水させることでクラウン部の温度を低下させた。

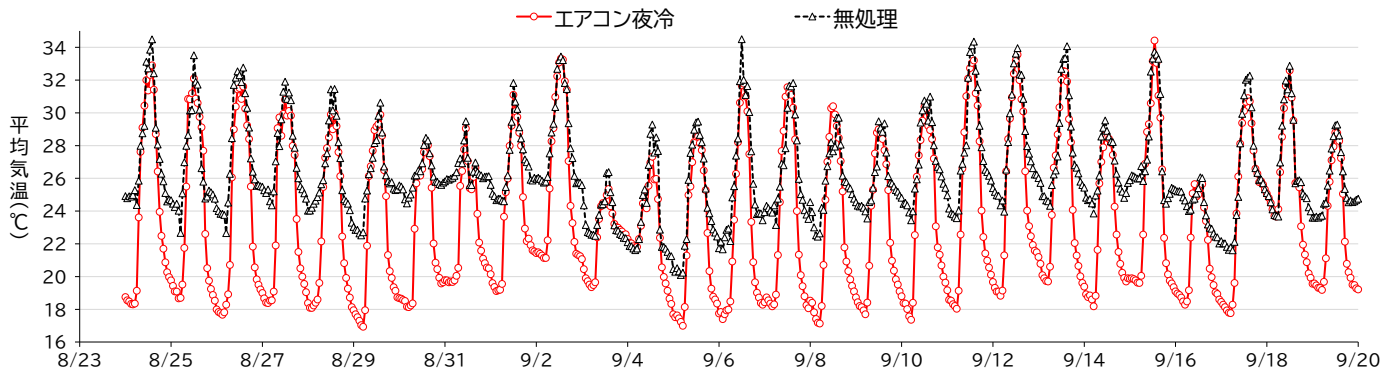
- ・処理期間：9月25日～10月21日（26日間、分化確認まで）
- ・地下水温度：約16℃

経営概要

- ・経営面積：140a
- ・実証面積：10a
- ・施設：5.4m間口パイプハウス
- ・栽植株数：7,100株/10a
- ・保温：ウォーターカーテン
- ・炭酸ガス施用：カンプロ・ダクト局所施用
- ・目標収量：6.6 t /10a

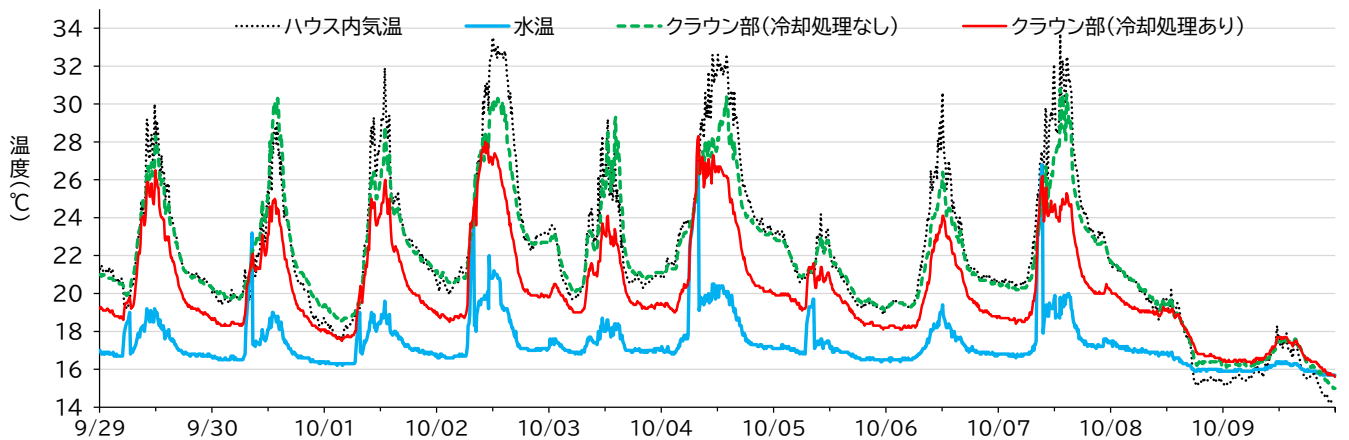
実証結果① ハウス内環境

①育苗中のハウス内気温の推移



- ・エアコン夜冷の実施ハウスでは、夜間の気温が18℃程度まで低下した。

②ク라운冷却処理中のク라운部温度および冷却水温度（排水部分）の推移



- ・冷却処理により日中のク라운部の温度が最大で3～5℃程度低下した。
- ・排水の水温は日中にやや高くなったものの、花芽分化に寄与する20℃以下を概ね維持できた。



(写真) サーモカメラを用いて測定したク라운冷却処理時の表面温度

実証結果② 収穫開始日および収量

③ 収穫開始日および果房間葉数

区	定植日 (月/日)	収穫開始日			果房間葉数	
		頂果房	一次腋果房	二次腋果房	頂果房/一次腋果房間	一次腋果房/二次腋果房間
		(月/日)	(月/日)	(月/日)	(枚/果房間)	(枚/果房間)
エアコン夜冷+クラウン冷却	9/25	12/16	2/15	3/22	4.4	2.6
エアコン夜冷のみ	9/25	12/16	3/2	4/1	5.6	3.2
対照区	10/4	12/27	2/28	3/29	4.6	3.2

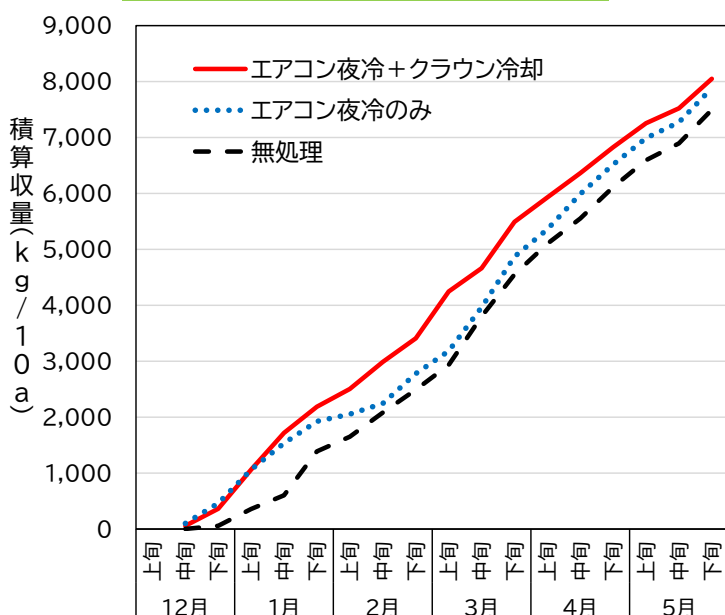
- ・ エアコン夜冷処理により花芽分化が促進され、**頂果房の収穫開始日が11日早まった。**
- ・ エアコン夜冷を行ったのちにクラウン冷却を行ったことで、頂果と一次腋果の果房間葉数は1.2枚少ない4.4枚となった。**一次腋果房の収穫開始日が15日早まり、中休みの軽減に有効であることが実証された。**

④ 時期別収量の推移 (kg/10a)

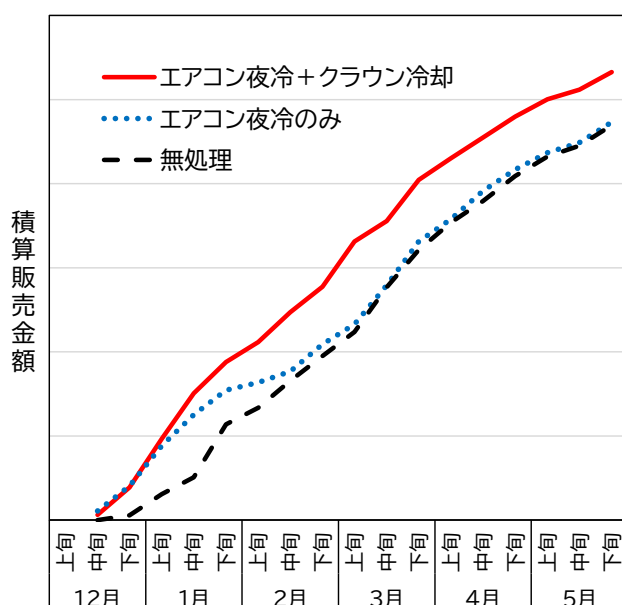
	12月			1月			2月			3月			4月			5月			合計
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
	エアコン夜冷+クラウン冷却	0	57	306	697	658	466	317	485	422	838	417	826	437	433	465	428	267		528	8,047
エアコン夜冷のみ	0	100	360	599	473	392	126	194	533	402	783	904	489	632	527	475	283	606	7,878
無処理	0	0	54	304	244	785	263	430	408	444	867	750	550	450	560	481	300	604	7,495
	363			1,821			1,224			2,080			1,335			1,223			
	460			1,464			853			2,089			1,648			1,365			
	54			1,333			1,101			2,061			1,560			1,385			

- ・ エアコン夜冷を行うことで1月中旬までの収量が大幅に増加した。
- ・ エアコン夜冷のみでは2月に収量が減少したのに対して、クラウン冷却を行ったことで2月も安定した収量が確保できた。

⑤ 積算収量の推移 (kg/10a)



⑥ 積算販売額の推移



- ・ 3月までは「エアコン夜冷+クラウン冷却」の収量が多く、5月末では差が小さくなった。
- ・ 積算販売金額は、単価が高い12月~2月の収量が多かった「エアコン夜冷+クラウン冷却」で高かったが、「エアコン夜冷のみ」は2月の収量が落ち込んだため「無処理」と同等だった。

⑦夜冷処理およびクラウン冷却処理の導入費用（目安）

・実証試験で用いた各種機器の育苗ハウス1棟分（長さ50m、作付面積15a分（12,000本）あたりの機器導入費用（目安）は次の通り

①夜冷処理用エアコン：約230万円※

（※取付・電気工事費用、ダクト等を含むが、実際の工事費用は圃場条件等で異なる）

②短日処理用遮光フィルム：約15万円

③クラウン冷却用チューブ：約3万円

経費合計：約250万円/10a

⑧夜冷処理およびクラウン冷却処理の収益性に係る試算

（単位：千円/10a）

区	販売金額 増加額※ 1	出荷経費 増減額 ※2	①エアコン夜冷			処理② クラウン冷却				費用計	販売所得 増減額 ※1
			エアコン 導入費※3	エアコン 電気代※4	計	チューブ 費用※5	設置 労力※6	電気 料金※7	計		
	a	b	c	d	c+d	e	f	g	e+f+g	c~g	a-(c~g)
エアコン夜冷+ クラウン冷却	1,191	101	251	67	318	9	24	59	92	511	680

※1 販売金額の増減額は慣行区（無処理）との差額により算出した

※2 茨城県作物別経営指標より、1kgあたりの出荷手数料を183.7円として算出

※3 エアコンの導入費は2,300,000円（耐用年数7年）、遮光フィルムは145,500円（耐用年数3年）、15a分の苗を処理可能として算出。

※4 エアコンによる夜冷処理に必要な電気代は1台当たり100,000円（聞き取り）、15a分の苗を処理可能として算出。

※5 耐用年数3年として算出。

※6 チューブの設置に要する作業時間は16時間（聞き取り）、時給1,500円として算出

※7 クラウン冷却処理に用いる地下水くみ上げポンプの電力使用量をメーターから算出し、電気料金単価を31円/kwhとして算出。

- ・R6-7年作における実証試験では、「エアコン夜冷+クラウン冷却」により販売金額が約119万円/10a増加した。
- ・必要経費を基に収益性を試算した結果、「エアコン夜冷+クラウン冷却」は販売金額が大きく増加したことで、経費増加分を考慮しても所得の増加に繋がった。（R6-7年作における実証試験では、約68万円/10a増加）
- ・「エアコン夜冷」のみを行った場合、販売金額は無処理と同等だったが、エアコン夜冷処理に要する費用の分だけ所得が減少した。

⑨生産者の声

- * やよいひめの出荷開始は、例年、年明け以降が主であったが、エアコン夜冷育苗を行うことで、実需者からのニーズが高い年内から確実に出荷を行うことができるようになった。
- * エアコン夜冷育苗のみの時は、中休みの発生が課題となっていたが、クラウン冷却によりシーズンを通して安定的に出荷を行うことができるようになった。
- * 夜冷処理を行う場合、十分な生育期間が確保できるように育苗スケジュールを立て、夜冷開始の1か月程度前を目安に親株から切り離しを行うようにする必要がある。
- * クラウン冷却処理を行う際の留意点としては、排水が大量に発生する（R6-7作の試験における使用水量は1,455m³/10a）ため、処理に用いる地下水の排出場所の確保することが必要。また、チューブがクラウン部に接触するように設置することが重要。
- * 出荷時期が早まることで厳寒期に着果負担がかかるため、充実した苗を育成するとともに、草勢を極端に低下させないように適切な温度管理と十分な追肥をおこなう。また、アザミウマ類や灰色かび病といった病害虫の発生時期も早まるため、防除にも注意が必要。



【ねらい】

イチゴ栽培が盛んな銚田市では、環境測定装置を用いて気温や炭酸ガス濃度などのハウス内環境データを「見える化」し、最適な管理を行うことで高い生産性を実現する生産者がいます。一方で、環境・生育データの十分な蓄積や分析までには至っておらず、細やかな管理の多くは手作業で行われており、更なる生産性の向上に向けた省力化が課題となっています。

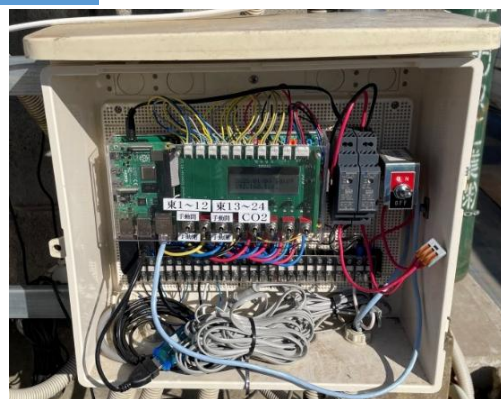
そこで、環境測定・制御装置「アルスプラウト」(①)でハウス内の環境測定を行い、自動換気装置(②)および炭酸ガス発生装置(③)を制御することで、環境データを蓄積し分析を進めながら、換気や炭酸ガス施用を自動制御することにより、高い生産性を維持しながら省力化を図る管理技術の実証を目指しました。

取り組みにおける導入技術と処理方法

①環境測定・環境制御装置「アルスプラウト」



「アルスプラウト」内気象ノード



「アルスプラウト」制御ノード

- ①「アルスプラウト」(サカタのタネ)：必要な機能や項目のみを選択して測定と制御が可能。他の機種より導入コストを抑えられるため、低コスト施設のパイプハウス栽培との親和性が高い。
【測定項目】：気温、炭酸ガス濃度、飽差、相対湿度、日射強度

②自動換気装置「電動カンキット」、③炭酸ガス発生装置「グロウエア」



②「電動カンキット」



③「グロウエア」

- ②「電動カンキット」(東都興業)：ハウスの奥行き最長100m、開口幅は最大1mまで対応。
③「グロウエア」(ネポン)：CO₂発生量3.1kg/h、LPガス燃焼式
【処理方法】：「アルスプラウト」の「内気象ノード」による測定値に基づき、「制御ノード」により自動換気装置、炭酸ガス発生装置を動作させてハウス内環境を制御する。

目的および目標

10aあたり8t以上の高収量を実現している生産者ハウスにおいて、内気象ノードと環境制御ノードを組合わせて、換気と炭酸ガス施用の自動化により省力化を図るとともに、ハウス内環境の最適化により慣行と同等以上の高い収量を得る。

経営の概要

- ・経営面積：88a ・実証面積：10a ・施設：5.4m間口×奥行50mパイプハウス
- ・品種：「とちおとめ」 ・保温方法：ウォーターカーテン

試験区における取組の概要

実施期間：令和4年9月～令和7年5月 ○実施場所：鉾田市

実施内容：必要な機能や項目のみを選択して測定と制御が可能で、導入コストを抑えられることから中小規模施設との親和性が高い「アルスプラウト」による環境測定と環境制御を実施。

制御内容：ハウス外張（東側サイドのみ）の自動換気、炭酸ガス濃度に基づく自動施用

測定項目：ハウス内気温、湿度（飽差）、炭酸ガス濃度、日射強度

温度管理：【試験区】温度管理は図1に記載の設定を基本の目標温度とし、気象や生育状況に応じて随時調整。

【対照区】目標管理温度は図1と同様、温度や天気を見ながら手動で開閉（日中に3回程度、換気幅を調整して温度管理）

炭酸ガス施用：【共通】施用時期：11月～3月、処理時間：日の出～日の入り60分前

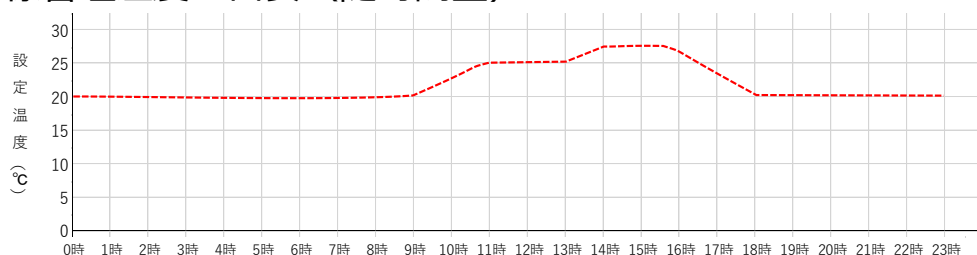
【試験区】LPガス燃烧式（グローウェア）400ppm以下で作動、450ppm以上で停止。

【対照区】生ガス式（炭酸マスター）、400ppm維持。

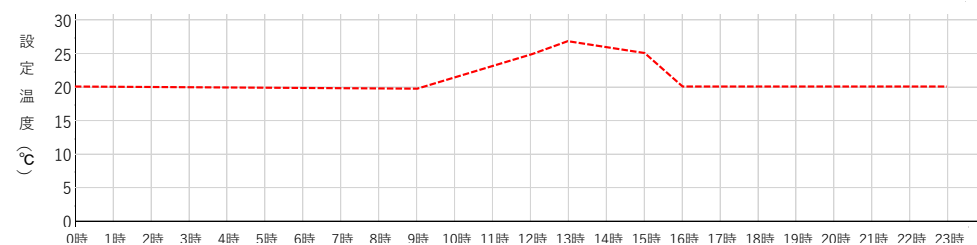
（但し、管理作業時間の試算は地域慣行である手付コンロと比較）

【図1】 時期別の目標管理温度の目安（随時調整）

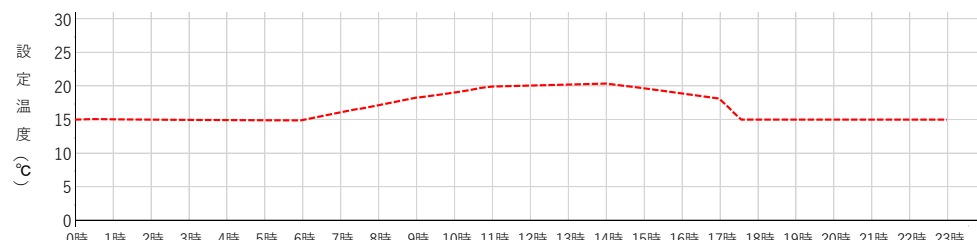
設定例①
時期（目安）
12月～1月



設定例②
時期（目安）
1月～2月



設定例③
時期（目安）
2月下旬～



制御設定方法（標準設定の場合）

アルスプラウトのダッシュボード画面上での温度制御設定

パソコンやタブレット上で時間帯ごとの管理目標温度を設定すると、設定温度の推移がグラフとして表示される。実際の温度と見比べながら温度設定を調整することができる。
 （日射強度や風速、降雨の有無等を条件付けるなど、より緻密な制御設定をすることも可能）

制御ノード
 ☉ 6:38 ☾ 17:09 [19:07:01]

名称*
 気温制御(簡単設定)1~12

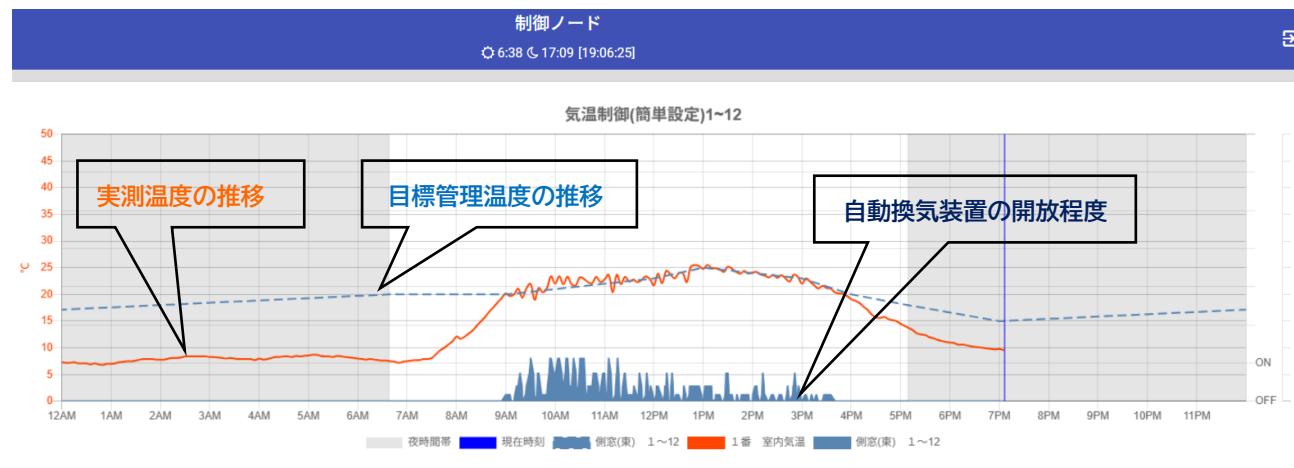
制御間隔(秒)*
 10

動作温度 温度補正-1 温度補正-2 開度制限(時間帯) 開度制限(降雨) 開度制限(風) 警報動作

気温センサー
 [1-11-1] 1番 室内気温[°C]

各時間帯ごとに目標管理温度を設定。各動作設定時間帯間は直線で結ばれる。(最大8つの時間帯)

アクチュエータ	日出時刻	固定時刻	固定時刻	固定時刻	固定時刻	固定時刻	日入時刻	固定時刻	感度
[1-61-2] 側窓(東) 1~1...	0 [分]	09:00 [°C]	12:00 [°C]	13:00 [°C]	15:00 [°C]	16:00 [°C]	0 [分]	19:00 [°C]	0.5 [°C]



アルスプラウト上における炭酸ガス施用の設定画面

ハウス内の炭酸ガス濃度（実測値）に基づいた濃度制御や、施用する時間帯の条件付けを行うことで、効果的な炭酸ガス施用ができる。

制御ノード
 ☉ 6:38 ☾ 17:09 [19:20:56]

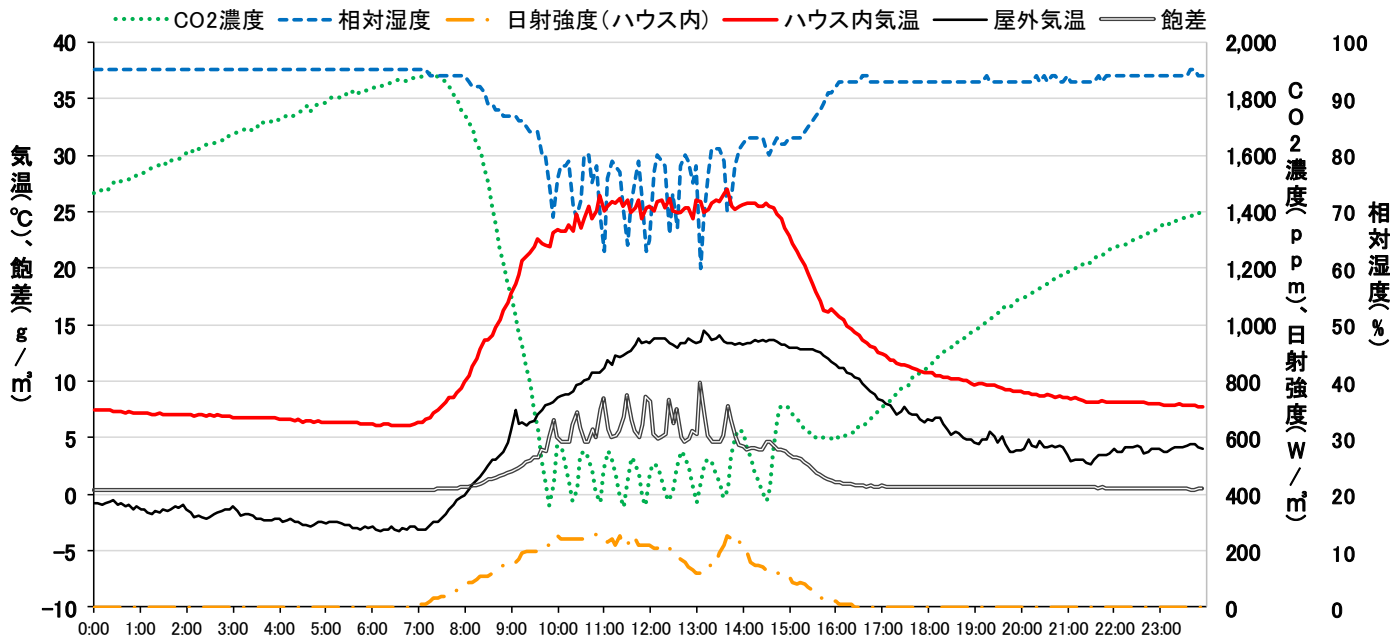
CO2設定

■ 夜時間帯 ■ 現在時刻 ■ 制御

No.	名称	開始	終了	条件	動作
1	日中400ppm以下でON	日出[+0分]	日入[-60分]	[AND] (現在値) ≤ [400]	ON
2	日中450ppm以上でOFF	日出[+0分]	日入[-60分]	[AND] (現在値) ≥ [450]	OFF
3	夜間オフ	日入[+0分]	日出[+0分]	[AND]	OFF

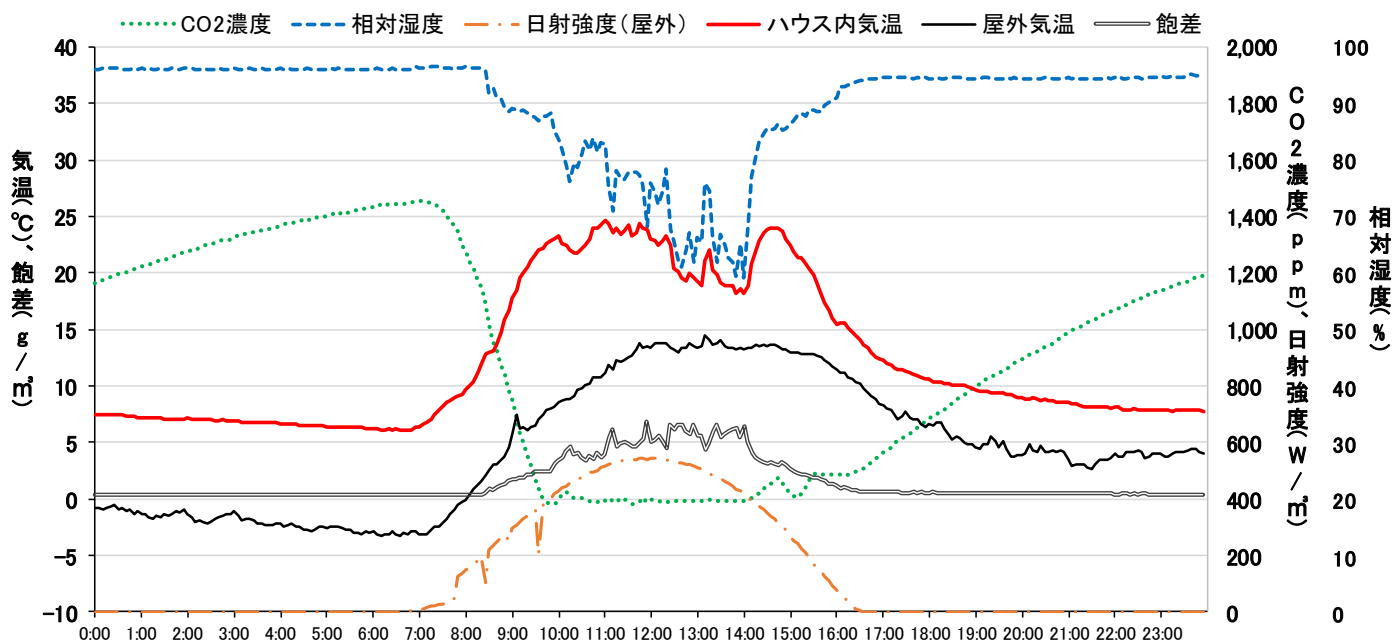
実証結果① ハウス内環境の比較

① 【試験区】 12月下旬(12/29)における環境測定値の推移



- ・ 設定どおり午前中の温度上昇が緩やかに進み、日中のハウス内気温は設定温度の25℃が維持された。
- ・ 炭酸ガス濃度も設定どおり400ppm以下で供給が開始された。

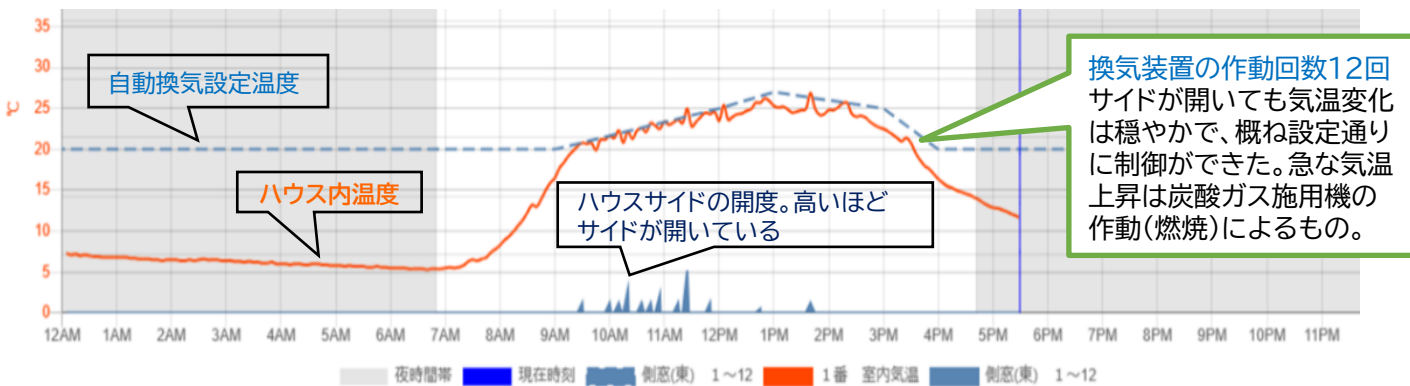
② 【対照区】 12月下旬(12/29)における環境測定値の推移



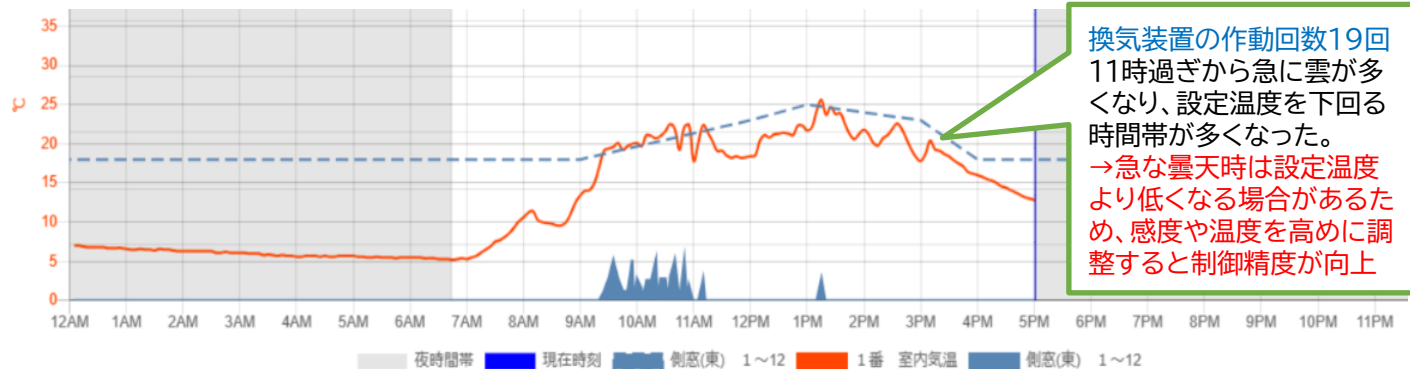
- ・ 午前中の温度は緩やか上昇したが、12時以降は目標温度よりやや低かった。
- ・ 炭酸ガス濃度は設定どおりに日中400ppmが維持された。

実証結果② 試験区の設定温度と実際の気温の比較および換気の開閉状況

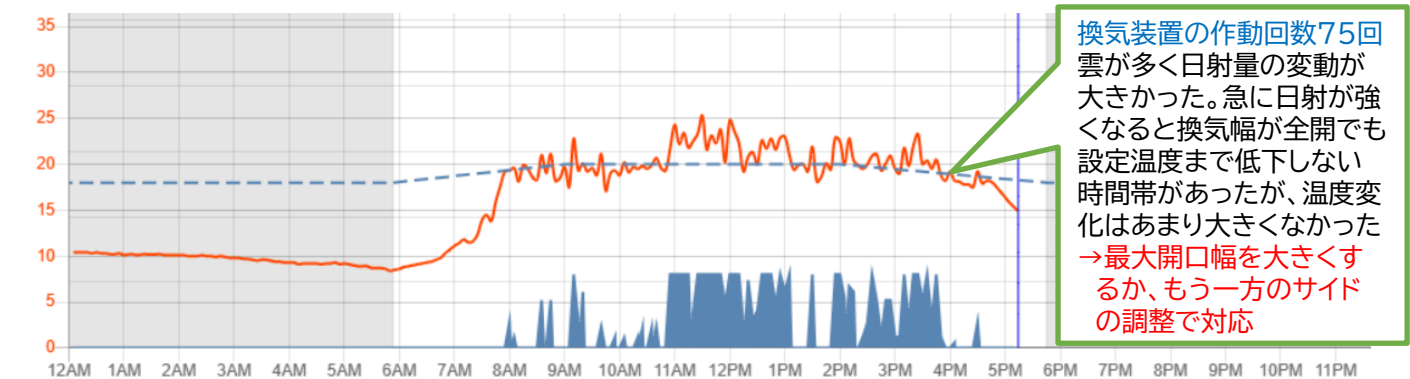
③ 厳寒期A 試験区 (1月19日 最高気温11.9℃、快晴、弱風)



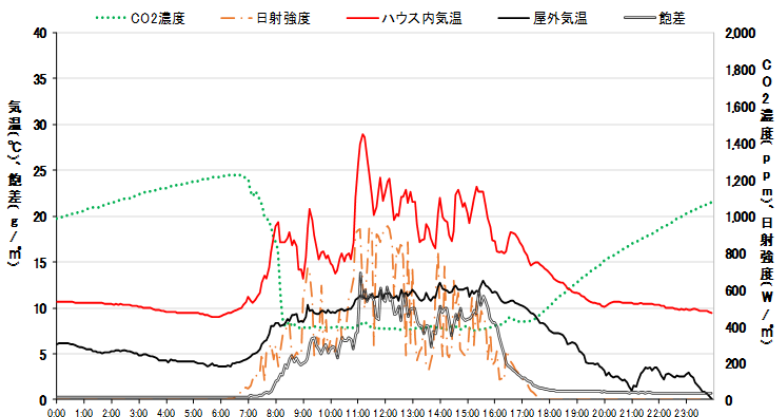
④ 厳寒期B 試験区 (1月27日 最高気温9.5℃、晴れのち曇り、弱風)



⑤ 暖候期 試験区 (3月13日 最高気温13.9℃、晴れ時々曇り、弱風)

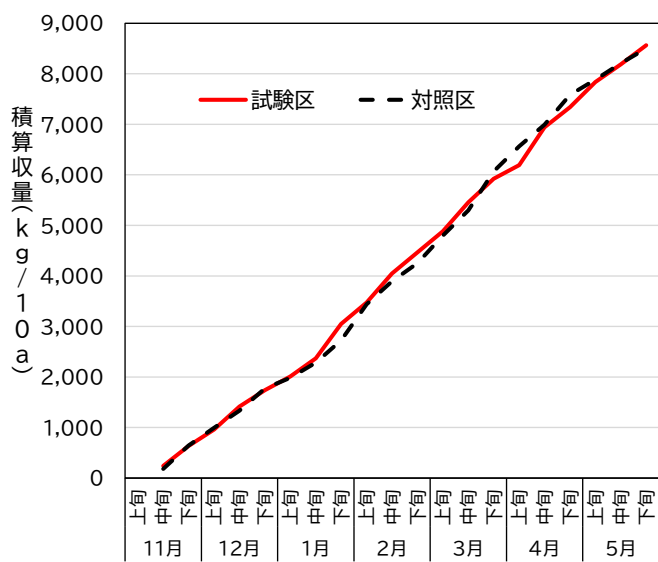


【比較】 暖候期① (3月13日) 対照区における気温等

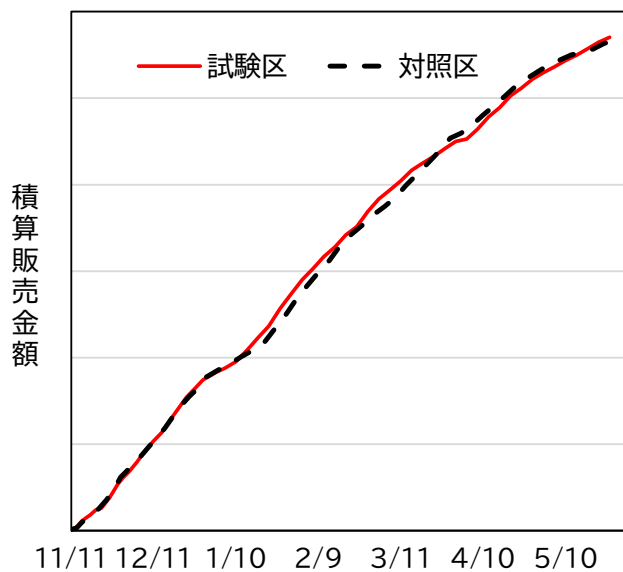


- ・日射量や風の強さ等の気象条件によって違いがあるものの、晴天日においては、概ね設定どおりの精密な温度管理が実現出来た。
- ・雲が多く日射量の変動が大きい日や、強風の日には換気装置の作動回数が増え、設定温度を外れる時間帯も見られた。
- ・暖候期は手動換気の場合、急な日射があると急激に温度が上昇したが、試験区では急な温度の上昇が抑えられ、安定した管理が出来た。

⑥ 積算収量の推移



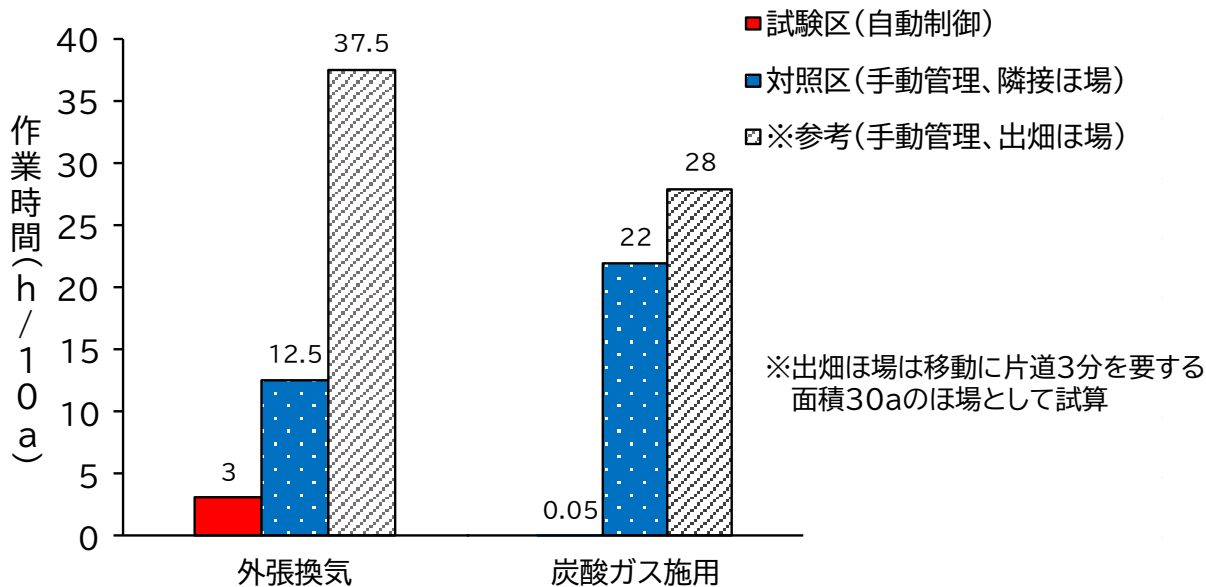
⑦ 積算販売金額 (試算) の推移



- ・積算収量は試験区と対照区いずれも約8.5t/10aと高く、同程度だった。
- ・時期別収量と管内出荷団体の時期別販売単価から販売金額を試算した結果、試験区が対照区を6.7万円上回った。

→ ハウス管理作業を自動化しても高い生産性を維持することが出来た

⑧ 外張りの開閉および炭酸ガス施用の自動化により期待できる管理作業時間の削減



- ・管理を自動化することで期待できる管理作業の削減時間は外張換気が9.5時間/10a、炭酸ガス施用が21.95時間/10aと試算された。
- ・圃場が自宅や作業場から遠い出畑（移動に時間を要するほ場）の場合、作業時間の削減効果はさらに大きくなると考えられた。
- ・自動換気装置は、設置作業やアルスプラウト上での設定、開閉状況の定期的な調整や確認に3時間/10a程度を要した。
- ・炭酸ガス施用については、施用開始日と施用終了日にアルスプラウトで設定を行う必要があるが、所要時間は0.05時間/10aとわずかであった。

実証結果④ 導入費用等のコスト試算

⑨環境測定、環境制御機器の導入費用（目安）

- ・実証試験で用いた各種機器の10aあたりの導入費用※は次の通り

※別途、電気工事費用が発生。実際の費用はハウスの条件や導入する面積で大きく異なる。

①環境測定・環境制御装置の導入費用：約70万円（測定項目によって変動）

（内気象ノード：約20万円、制御ノード：約30万円、簡易外気象センサ：約10万円、モバイルルーターセット：約5万円）

②自動換気装置の導入に必要な費用：約60万円

③炭酸ガス発生装置の導入に必要な費用：約100万円

合計導入費用：約230万円/10a

⑩環境制御装置および炭酸ガス発生装置導入および運用に係る収益性に係る試算

（単位：千円/10a）

区	販売金額 増加額※1	①環境制御装置導入費用			②ランニングコスト※3		費用 合計	労働費 削減額 ※5	収益 増減額
		環境測定・ 制御装置※2	自動換気 装置※2	炭酸ガス 発生装置※2	クラウド料金※4				
	a	b	c	d	e	b~e	f	a-(b~f)	
試験区	67	100	85	140	15	340	-47	-226	
（参考）出畑圃場 ※6の場合	67	100	85	140	15	340	-98	-175	

※1 実証ほにおける試験区と対照区の収量から算出した。

※2 耐用年数7年として算出。

※3 その他のランニングコストとして、炭酸ガス施用時のLPガス費用が10aあたり60千円程度を要する。

※4 1契約につき20a分利用可能とし、12か月全ての期間料金を支払うものとして算出

※5 1時間当たりの賃金1,500円として、換気作業の自動化により10aあたり9.5時間、炭酸ガス施用の自動化により21.95時間作業時間が削減可能として算出。

※6 出畑ほ場は移動に片道3分を要する面積30aのほ場の場合で試算

- ・環境制御機器の導入により、販売金額の向上や作業時間の削減が出来たが、導入コストが高価なため、収益全体で見ると減少する結果となった。しかしながら、環境の最適化による販売金額の更なる増加や、より遠方のハウスへ導入した場合には、移動時間の削減効果も加わり、導入効果が高まると考えられる。

⑪生産者の声

* 品質を重視したイチゴづくりを目指しており、低温でじっくり成熟させる管理を心がけている。気象条件やイチゴの生育状況を考慮しながら設定を調整することで、概ね狙い通りとなり、**自動換気装置ならではの緻密な温度管理をすることが出来た**と考えている。

* 気象やイチゴの生育を見ながら時期ごとに設定を調整していくことが重要だが、温度の制御設定の操作が簡単で、直感的に設定できるので使い易かった。

* **出先でも確認や調整が可能なので、責任者としては安心感がある。**

* **注意点としては、雷や漏電による電気系統のトラブルや、自動換気装置の巻き上げ時に、ビニールの破損など、制御装置が正常に作動しないことがあったため、異常を知らせるアラート機能の利用や、雷、漏電への対策は必須だと感じた。**

* 正しく動作すれば自動で制御してくれるが、トラブルに備えて、定期的に見回りをして確認することが重要。

【ねらい】

イチゴ経営では、定植や収穫作業等、中腰の体勢を維持した状態で行う作業が多く、作業負荷軽減が求められています。そこで、アシストスーツを活用した作業負荷軽減を目指して実証を行いました。

取組における導入技術と取り組みの特徴

【導入機器】「マッスルスーツEvery」(株)イノフィス
(1台：約15万円)

【機器の特徴】

- 空気で動作、電力不要
 - ・悪天候時の屋外作業でも安心して利用できる。
 - ・動作時間を気にせずご利用できる。
- 中腰姿勢で一定期間同じ作業が続くシーンで活用事例がある。



経営の概要

- ・栽培品目：イチゴ
- ・作付面積：32a
- ・労力：6名
- ・農業従事の人材不足のため、雇用の安定確保が課題。
- ・中腰姿勢の負荷による作業員や従業員の慢性的な腰痛が問題。

実証結果

定植作業



作業時間 17%削減

マルチ張り



作業時間 16%削減

収穫作業



作業時間 8%削減

【作業負荷軽減】 作業後の腰痛軽減効果が認められ、労働環境改善、雇用の安定につながると評価された。

【年間作業時間】 5.17%減 10aあたり130時間短縮 (R2-3年度作)
*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)」において作業時間が短縮できた。

【経済性効果】 費用8.3万円の削減
(内訳) 減価償却費：4.7万円増加、雇用費：13万円削減)

生産者の声

- * 作業途中の「腰伸ばし」が減り、作業効率が良い。
- * 一定の姿勢、ペースで作業できる。
- * 当日や翌日に腰痛や疲労感を持ち越さないで済む。
- * 湿布などのアフターケアの必要がない。

➡ 効率化

➡ 負担軽減

【いばらキッスにおける生育診断と管理目安】

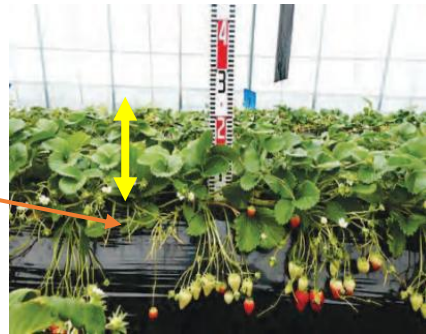
【栽培のポイント】

- ①定植～収穫開始期：第1次腋花房の分化促進、A品率向上のため、草勢を旺盛にしすぎない。
- ②厳寒期：草勢を抑えすぎず、適正に維持する。
- ③暖候期：生育旺盛となるため、肥切れ・かん水不足に注意。温度を高めすぎない。

目標とする草姿

(収穫開始時期 目安)

草高15～20cmを維持



温度管理

「定植」～「12月中旬まで」、「2月中旬～」は低温にする。
 「厳寒期（12月下旬～1月）」は草勢を見ながら少し高める。

時期	日中の温度	最低夜温	備考
～10月		7℃	可能な限りハウスを開放
保温開始～12月下旬	20～23℃	7℃	ハウス内気温の急上昇回避
12月下旬～1月下旬	25～28℃	8℃	少し高めて、生育停滞回避
1月下旬～2月下旬	23～25℃	7℃	昼夜の温度をやや下げる
2月下旬～3月下旬	20～23℃	5℃	低温管理で生育抑えめに

(年内と2月以降は、「とちおとめ」の目標日中温度25℃、最低夜温7～8℃より低めに管理)

かん水管理

生育状態を見ながら少量多灌水（pF測定：土深15cm）

時期	かん水開始点(pF)	備考
活着後～出蕾	2.0	土壌水分で生育をコントロール
出蕾～12月下旬	1.9	不足するとがく焼けを生じる
12月下旬～2月下旬	2.0	食味向上のため灌水量を制限
2月下旬～3月下旬	1.9	暖候期の著しい灌水不足に注意

(「とちおとめ」目標pF1.8より、高め=やや乾燥気味に管理)

炭酸ガス施用

厳寒期は日中400ppmを維持する

厳寒期はハウス内の炭酸ガス濃度が低下しやすいため、施用効果が高い。
 2月以降の増収効果が顕著となる。肥切れ、かん水不足に注意する。

- 管理目標濃度：ハウスが閉まっている時間帯 700ppm
 換気を行っている時間帯 400ppm

イチゴ編 3参考②【高需要期 収量安定のための 夜冷育苗栽培での「クラウン冷却技術」の活用】

技術の概要

生長点のあるクラウン部は、特に花芽分化への温度影響の高い部位であり、クラウン部の温度制御は、草勢と花芽分化のコントロールに有効な技術である。

夜冷育苗栽培において、定植後から概ね1か月間の高温期にクラウン部を局所的に冷やすことにより、第一次腋花房の花芽分化の促進効果が期待できる。

園芸研究所 実証結果(R4~R6) ※いばらキッス夜冷育苗栽培 9月上旬定植
定植後から第一次腋花房の花芽分化期まで遮光とクラウン冷却を組み合わせることで、第1次腋花房の開花促進効果が高まる。

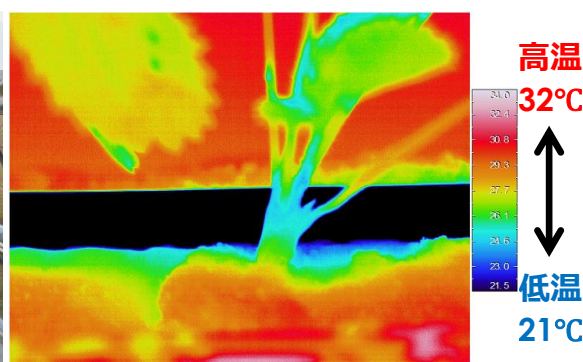
資材および設置方法

【資材】

- 冷水源 地下水(目標温度：水温15~18℃程度)
- チューブ
恵水クーリングチューブ（穴の開いていない灌水チューブ）
- 配管資材（例）
水源分岐からハウス：
三方弁・耐水ホース・ゲートバルブ等
ハウス内：塩ビ管・継ぎ手資材等

【設置方法】

- ①チューブがクラウン部に確実に接触するように設置する（1株ごとにランナーピンでとめるとずれにくい）。
- ②ハウス内気温が高いときに、通水する。
（定植後から約1か月間、気温20℃以上、クラウン部冷却温度目標 約20℃）
- ③第一次腋花房が確実に分化したことを確認し、通水を完了する。



サーモカメラによるクラウン冷却中のイチゴ植物体の温度（9月中旬）

実証結果

①冷却温度

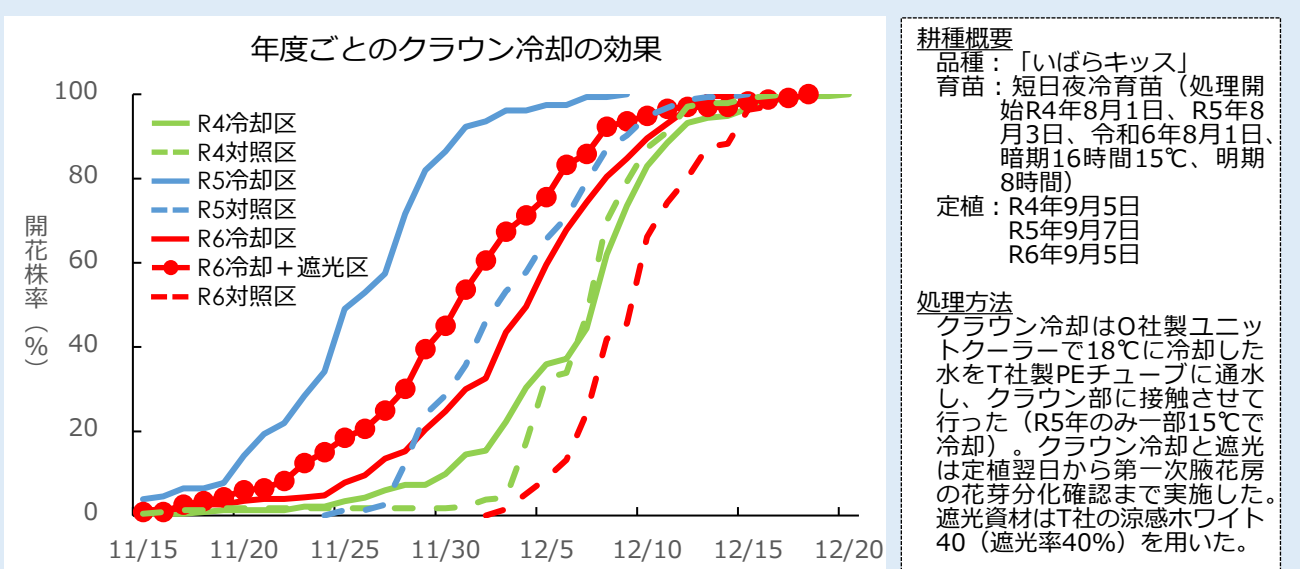
クラウン冷却による第一次腋花房の開花前進化効果は、冷却水温と遮光の影響を受ける。冷却水温は18℃と比較して15℃で開花前進化効果が高く、対照と比較して10日開花が早まる（表1）。

表1 クラウン冷却温度及び遮光による開花日の違い

処理区	開花日	対照との差	花房間葉数
18℃冷却	11/25	-8日	4.9
18℃冷却+遮光	11/23	-10日	4.4
15℃冷却	11/23	-10日	4.5
15℃冷却+遮光	11/21	-12日	3.8
遮光	12/2	-1日	5.8
対照	12/3	0日	6.6

②遮光を併用した場合の効果

クラウン冷却と遮光を組み合わせることにより開花前進化効果は高まり、15℃冷却+遮光で対照より12日開花が早まる。開花の前進化は、花房間葉数の減少によるものである。



※クラウン冷却実証の年次差について

- ・クラウン冷却による第一次腋花房の開花前進化効果は10月上中旬の気温の影響を受け、効果の高い年は10月上中旬のハウス内最低気温が比較的低温が推移する。
- ・遮光との組み合わせによる第一次腋花房の開花前進化効果は、栽培年が異なっても認められる。

導入上の留意点

- クラウン冷却の効果を得るには、定植後ただちに処理を開始し、検鏡により第一次腋花房の花芽分化が確認されるまで継続する必要がある。
- クラウン冷却の処理期間中は、冷却チューブがクラウン部に接触していることを日々確認する必要がある。
- 遮光処理はクラウン冷却の処理期間中のみ行う。本成果はT社の涼感ホワイト40（遮光率40%）を用いて行った結果であり、過度な遮光は生産性の低下を招くので留意する。
- 地下水を利用したクラウン冷却を行う際は、事前に水温を確認し、適水温（15～18℃）であることを確認する必要がある。また、大量の排水が出るため、排水先を確保する必要がある。
- 生育後半の収量安定のために、収穫期である12月以降の肥培管理や温度、炭酸ガスを適正に管理し、草勢が低下しないよう注意する。

【県園芸研究所におけるいばらキッスの栽培環境の管理目安】

農業総合センター園芸研究所（R3年度試験結果）

- 【品種】 「いばらキッス」
- 【作型】 定植 9月上旬 収穫期間 11月上旬～4月下旬
- 【収量】 7t/10a
- 【夜冷処理】 8月上旬から夜温15℃、明期8時間、暗期16時間で定植当日まで処理
- 【栽植株数】 6,667株/10a
- 【栽植密度】 株間 25cm 条間30cm、2条千鳥植え
- 【施肥】 基肥：窒素-リン酸-カリ 各10kg/10a、追肥：10月下旬～、
窒素総量13kg/10a
- 【施設種類】 パイプハウス（間口5.4m）

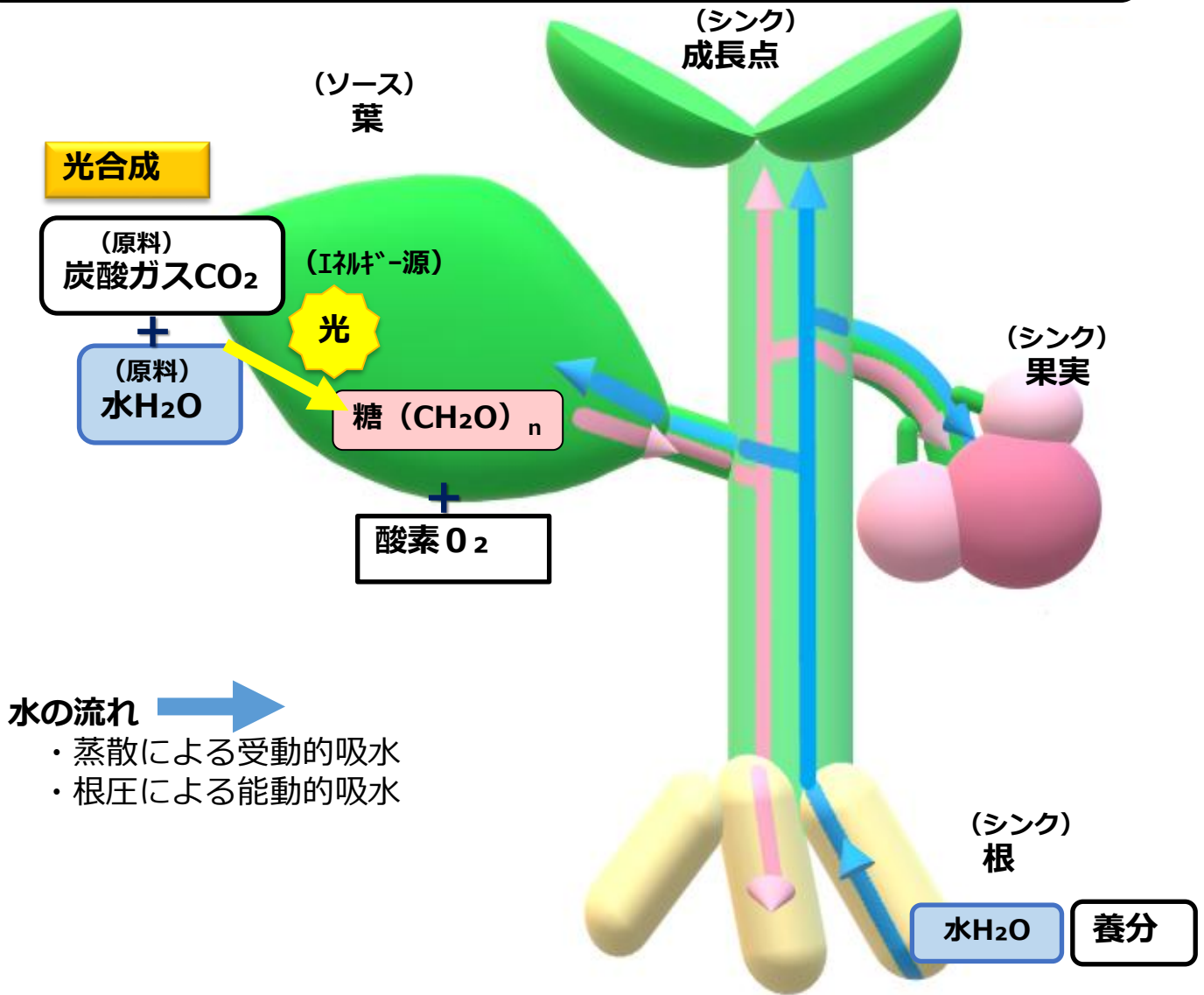
作型	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
促成（夜冷育苗）		夜冷	○	定植	*マルチング							収穫
促成（ポット育苗）				○	定植	*マルチング						収穫

時期別の栽培環境の管理目安

時期		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
温度（℃）	最高	30	20～23		25～28		23～25	20～23	25	30	-
	最低	20	6		8		7	6	5		-
日中湿度（%RH）		-	60～70						-		
CO2（ppm）	時刻	-		7～16時						-	
	設定濃度	-		400	700		600	400		-	
	（換気時）	-		400						-	
遮光	遮光率	30～40									
土壌水分	土壌 pF	pF1.8～2.0（草勢と食味を見ながら調整）									

共通参考資料

- その1 **光合成を促進させる**
➔ 光合成同化産物（糖）の生産力向上をめざす



- その2 **光合成の同化産物（糖）を果実に転流させる**
 - ・作物は光合成と同時に、シンク（果実・生長点・根）に糖を転流させる
 - ・光合成で生産された糖を効率的に、**果実に転流**させ、収量や品質向上をめざす。

糖の転流 ➔ 「ソース（葉）」から「シンク（果実、成長点、根）」へ※

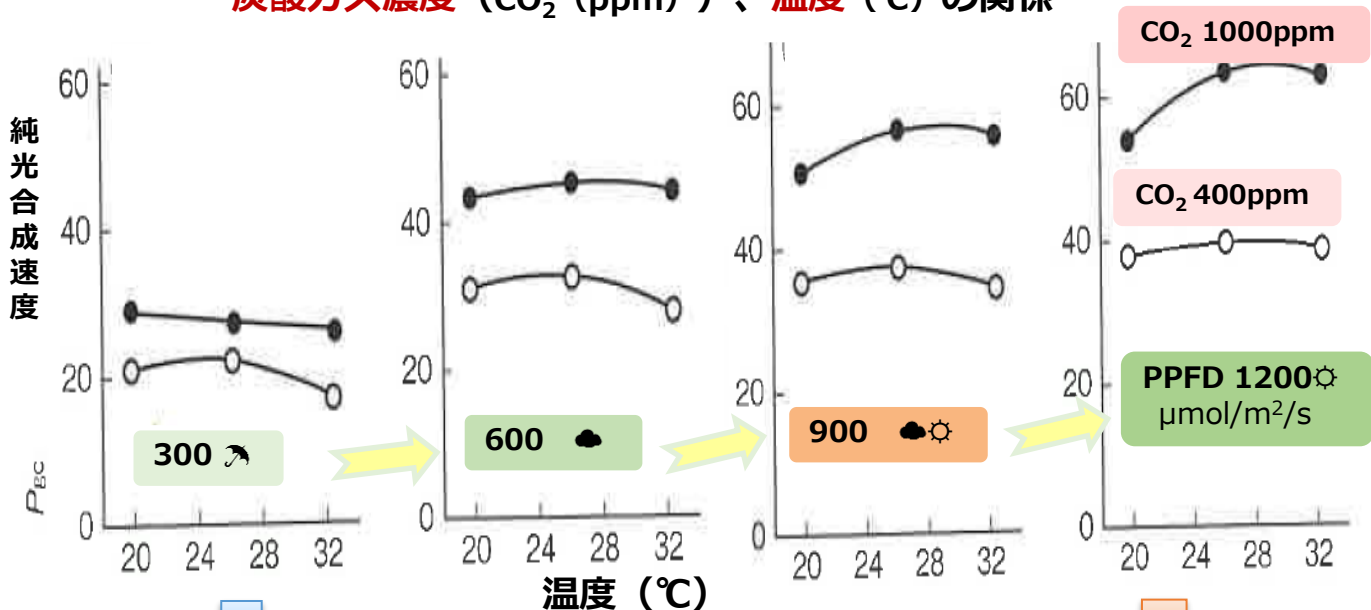
※果実数が多いほど・果実が大きいほど、糖を引きつける力（=シンク強度）は強く、糖が分配されやすいと考えられています。

※適正な着果をしたトマト栽培では、転流される糖の約2/3が果実へ分配されます。

◆光合成を促進させる環境要因

光の強さup > 炭酸ガス濃度up > 温度up

【トマト例】 群落の純光合成速度（=光合成速度-呼吸速度）と
 光の強さ（光合成有効光量子束密度 PPFD ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)）、
 炭酸ガス濃度 (CO_2 (ppm))、温度 ($^{\circ}\text{C}$) の関係



<光が弱い場合>

曇雨天日 ☁️🌧️

⇒ 光合成速度は制限される

- 炭酸ガス施用効果は小さい
- 温度が高いと、呼吸が増え、作物内の光合成同化産物（糖）の消費が増えるため、**温度は晴天時より、低めが良い**

<光が強い場合>

晴天日 ☀️

⇒ 光合成速度は環境の最適化により、高めることができる

- 大気濃度400ppmより、1000ppmの方が施用効果は高い※
- **炭酸ガス濃度と温度（適正範囲内）が高い条件下では、光合成は一層促進する**

※ 整枝法・仕立て方による群落条件によって、効果の高い濃度は異なる

◆糖の転流を促進させる環境要因

温度 up

転流は光合成よりも、高い温度で促進されるため、
 日射量が多い条件下では、**温度をやや高め**に管理するとよい
 （特に光が強い11時～日没前30分まで）

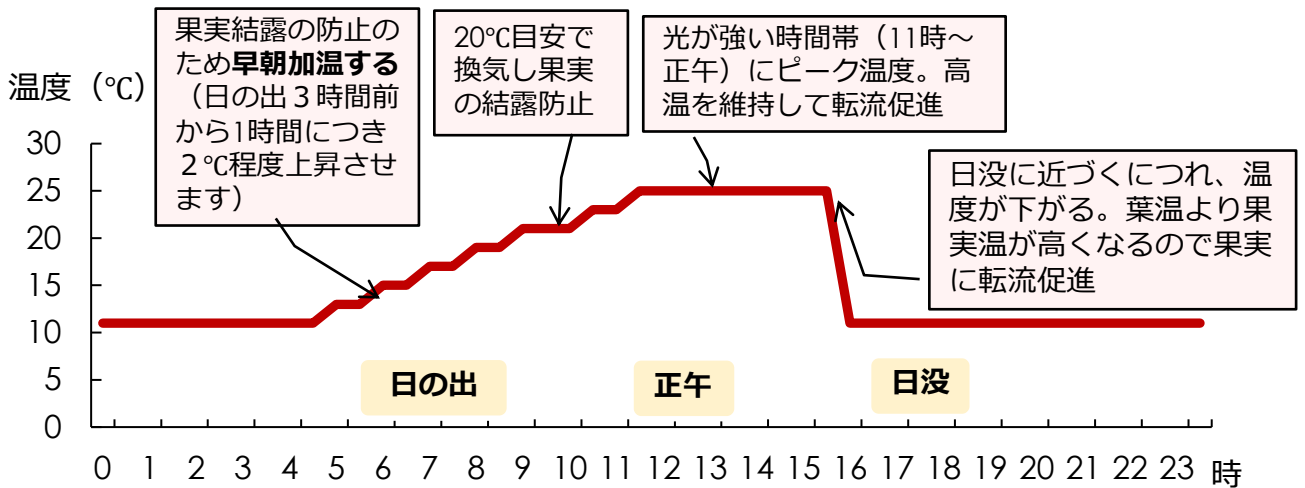
※光合成が活発に行われても、葉内に光合成同化産物（糖）が蓄積すると、光合成速度は徐々に低下します。より一層、光合成促進をねらう場合、光合成と同時に転流促進を意識した温度管理が必要です。

※光合成が活発に行われすぎた場合は、草勢が強くなりやすいので、平均温度を高めます。

◆光合成と転流を促進させるための温度管理 パターン

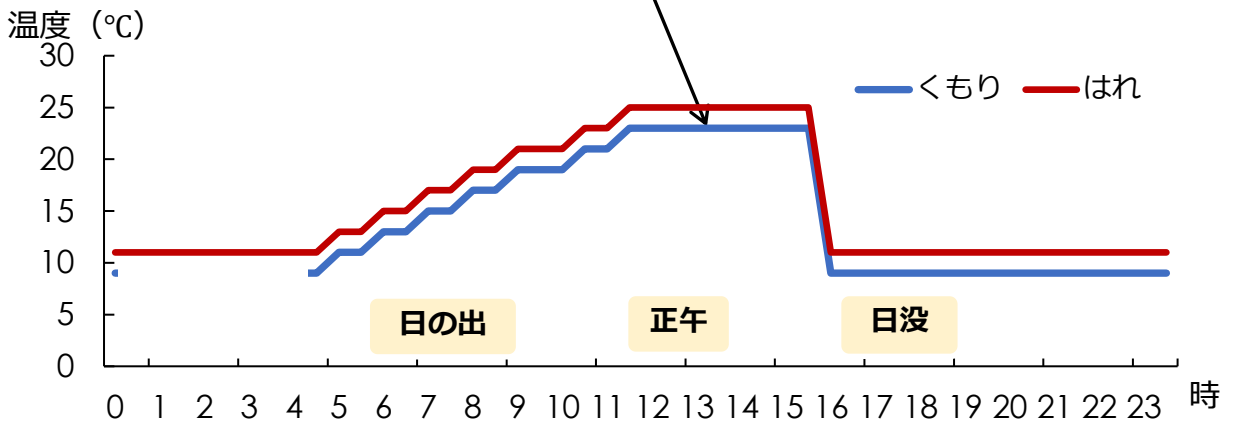
晴天日 ☀️

日中に炭酸ガス施用ができれば、さらに高めの温度管理をします
⇒光合成促進と転流促進 ⇒果実の肥大促進・茎葉の生育促進



曇雨天日 ☁️🌧️

曇雨天時は、呼吸抑制のため管理温度を低くします
日没後も晴天時より温度をやや下げます⇒呼吸による糖の消費抑制



☞光合成を促進させるためのポイント

1 群落の光環境を改良する

・被覆資材の透光性を改善 ・最適な誘引・摘葉管理

2 炭酸ガス濃度を高める（大気400ppm以上に）

湿度を適切に保ち、空気の流れをつくる（微風）

3 生育適温内に保つ

湿度低下と生育バランスにも注意する

II 設備と機能 【環境測定器】

○ハウス内の環境（温度、湿度、日射量、風速、二酸化炭素濃度等）を各種センサーで自動測定できます。また、過去のデータを確認することもできます。

○ハウスから離れた場所でも、P C、スマートフォンなどからハウス内環境をリアルタイムで確認できます。

【導入費用】

※参考価格は税抜です。

機種名	あぐりログ	プロファイダーⅣ	ファーモ
イメージ			
参考価格	ログBOX（基本機器一部込）約15～20万円	測定器 約20万円	本体価格 約5.6万円～23万円
その他・手数料他	初期手数料 5,000円	メーカー会員加入料 1.2万円/年	エリア外の場合の通信機器代：約6万円～16.5万円
利用料金	約3.1万円/年	2,500円/月	なし
温度/湿度（飽差）	○	○	○
炭酸ガス濃度	○	○	○
光	○（オプション）	○	○
露点	○	○	×
土壌EC・水分	○（オプション）	○（オプション）	○
地温	○（オプション）	○（オプション）	○

【留意点】

○センサーは作物の群落内中央部に設置します。

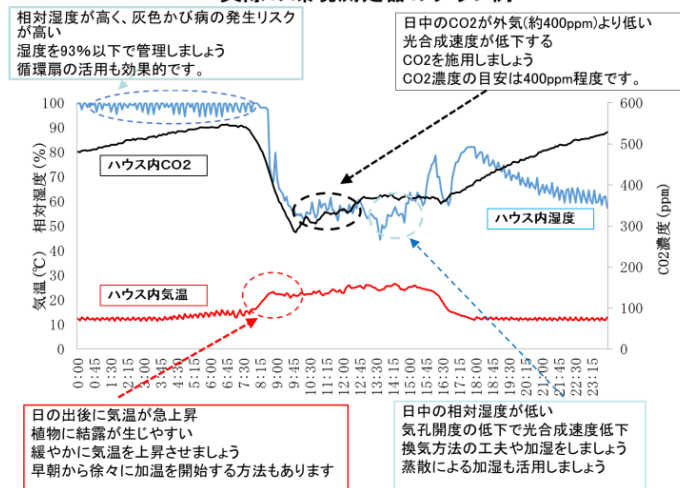
○センサーの校正を必ず行ってから設置します。

○適正に動作しているかを定期的に確認します。



群落内にセンサー設置

実際の環境測定器のグラフ例



Ⅱ 設備と機能 【炭酸ガス発生装置①】

○ハウス内の炭酸ガス濃度をモニタリングし、外気濃度（400ppm）より低くなった場合に、炭酸ガスを施用することで光合成を促進させ、収量増加や品質安定が可能になります。

※特に厳寒期は換気量が少ないため、光合成の盛んな日中はハウス内の炭酸ガス濃度が低くなりやすく、施用効果が高いです。

○作物の群落内に施用する局所施用は、天窓が開いている時に、効率的に作物に吸収されやすい施用方法です。ただし、局所施用のためのダクトやチューブ等の配管が必要です。


○全層施用をする場合は、循環扇を使って、ハウス内の炭酸ガス濃度のムラを少なくすることが重要です。

【導入費用】

◆炭酸ガス発生装置本体

機種名	グロウエア	光合成促進装置 みのるくん	光合成促進機 ZOさん	真呼吸
				
参考価格 (税抜)	約36万円	約13万円 (ファンなし) 約57万円 (ファン・コントローラ内臓)	約40万円 (灯油) 約57万円 (LPG) ※濃度コントローラ内臓	約180万円 (規模10~20a) ※オイルタンク・ダクトファン込み
機能	8.07kg/時間	0.75kg/時間 (ファンなし) 5.0kg/時間 (ファン付き)	7.10kg/時間 (灯油) 5.43kg/時間 (LPG)	低温炭酸ガス局所施用 (プロファイnderⅣと連動必要)
燃料	灯油、LPG	LPG	灯油、LPG	灯油

◆炭酸ガス送風装置 (本体と連携して局所施用に用いる)

機種名	ダクトファン
	
参考価格	約11万円
施用手段	ポリダクト他

※参考価格は税抜です。また、別途工事費が必要となります。

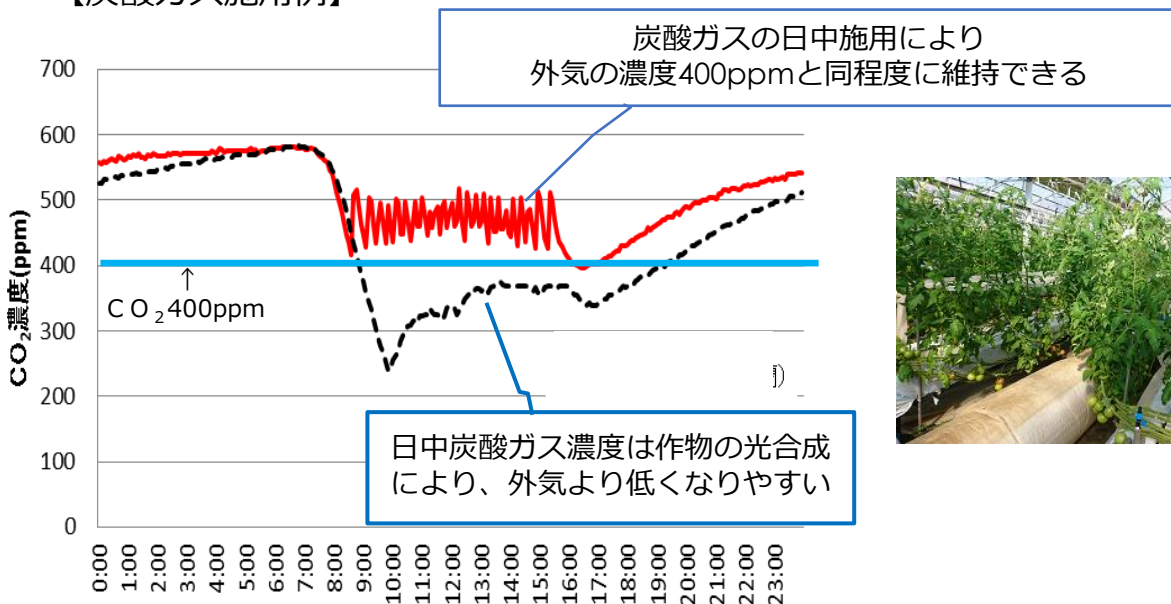
II 設備と機能 【炭酸ガス発生装置②】

◆炭酸ガス制御盤 (炭酸ガス施用の濃度制御に必須)

機種名	CO ₂ 指南盤	炭酸マスター	CO ₂ NAVI ADVANCE
イメージ			
参考価格	約11万円	約22万円	約32万円
設定濃度	200~2,500ppm	0~5,000ppm 生ガス・燃焼両方制御 (特許取得)	0~5,000ppm

※参考価格は税抜です。また、別途工事費が必要となります。

【炭酸ガス施用例】




【留意点】

- 土壌の有機物からも炭酸ガスは供給されるため、発生装置がなくても目的とする濃度の炭酸ガス濃度が得られている場合もあります。炭酸ガス発生装置の導入前に、炭酸ガス濃度の推移を確認し、導入の可否を検討します。
- 炭酸ガスの施用により増収するため、収穫作業の労力増加により、管理作用が遅れ、減収する事例があります。労力の確保を計画します。
- 日射量に応じた濃度設定、湿度または飽差を適正に管理することで、作物の炭酸ガス利用効率を高めることができます。
- 燃焼式は不完全燃焼への注意や定期的なメンテナンスが必要です。

II 設備と機能 【統合・複合環境制御装置】

【導入費用】 ◆中小規模パイプハウス向き

機種名	Arsprout (アルスプラウト) ※UECS
イメージ	
参考価格	約70万円 (基本機器一部込)
利用料金	約3万円/年 (ハウス自動換気装置と連動)
カーテン開閉	○
換気開度	○
灌水	○
液肥混入率調整	—
炭酸ガス施用	○
暖房稼働	○
コスト	低 (規模・用途に応じて拡張可能)
使用の難易	中

【DIYが可能、
取扱説明書を見ながら組立作業】



制御ノードの内部

※参考価格は税抜です。

【アルスプラウト (UECS) の環境データ】



【留意点】

- 導入コストと機能の多様性に応じて導入設備を選択します。
- 機種によっては、ハウス自動開閉装置、暖房機等の既存付帯設備と接続できない場合があるので、導入前に機種の適合性の確認が必要です。

II 設備と機能 【AI 灌水施肥システム】

- 生産者による土質と作物の生育ステージに応じた設定に基づき、日射量、土壤水分値と土壤ECに対応した灌水・施肥管理を自動で行うことができ、土壤中の養水分条件を適正に維持することができます。
- クラウド管理により施肥・灌水量がスマホやPCでいつでも見える化でき、灌水・施肥量の過不足による生育速度低下のリスク低減、灌水・施肥作業の労働時間の削減が期待できます。

【導入費用（参考価格は税抜）】

機種名	ゼロアグリ (standard)	ゼロアグリLite
参考価格	約150万円~/台 (※1)	約90万円~/台 (※2)
制御内容	予報日射と土壤センサーによる土壤水分値・土壤EC値制御	予報日射制御 (土壤センサーレス)
特徴	タイマー式や日射比例式よりも高精度な灌水施肥が可能	遠隔による自動灌水が可能 (※センサーはモニタリング目的で後付け可)

※1 ライセンス料、灌水施肥システム資材、設置工事費除く
 ※2 Liteからゼロアグリstandardにアップグレードも可能

【ゼロアグリによる地下部の環境データ】



ゼロアグリ本体



【実際の供給履歴画面】

灌水時間 (秒) ・ 量
窒素量 (g)

時間	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
合計	561	4.86 g	474	4.11 g	451	4.11 g
6時台	38 L		39 L	3.2 L	3.91 g	3.2 L
7時台	109	0.94	115	1.00	110	0.95
8時台	110	0.95	117	1.01	111	0.95
9時台	114	0.99	122	1.06	116	1.01
10時台	114	0.99	120	1.04	114	0.99
11時台	114	0.99	120	1.04	115	1.00
12時台	227	1.97	241	2.09	230	1.00
13時台	113	0.49	120	0.00	114	0.49
14時台	114	0.49	120	1.04	115	0.50

灌水液肥システム

灌水施肥実績

灌水施肥予定

【留意点】

- 水源の水量が十分であること、水質が安定していること、水圧の確保が必要となり、導入前の確認が必要です。
- 自分の圃場・作物の生育に適した施肥量・灌水量、灌水タイミングなどを検討し、指標を作っていく必要があります。

※ 各現地実証事例は、以下の現地実証成果（関係生産者及び関係機関による調査結果）に基づきまとめたものである。

農林水産省「スマート農業技術の開発・実証プロジェクト（令和2～3年度）」による
「新しい時代を切り開く直売型スマートイチゴ生産・経営モデル実証コンソーシアム現地実証圃」

農林水産省「データ駆動型農業の実践・展開支援事業（令和4～6年度）」による
「いばらきの儲かる園芸経営体モデル育成事業 現地実証圃」

【当手引きに関する問合せ先】

茨城県農業総合センター 専門技術指導員室

TEL：0299-45-8322

FAX：0299-45-8350

E mail：nogyosogo@pref.ibarafki.lg.jp