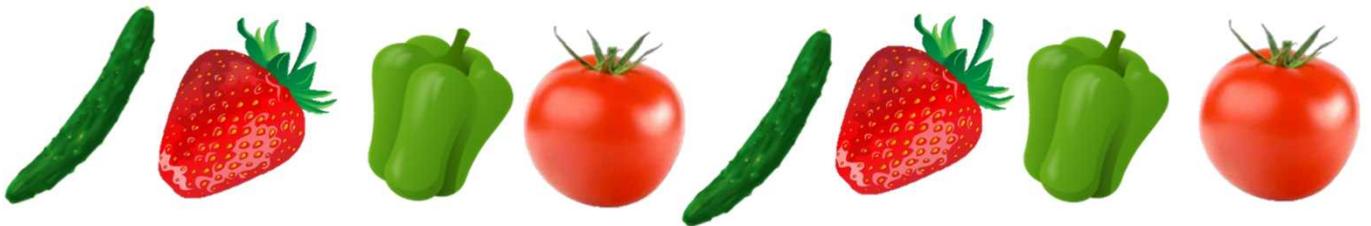


# スマート農業導入の手引き 施設野菜編

～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～



2022年3月

茨城県農業総合センター

# 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。

導入に当たっては、光合成などに係る植物生理を理解したうえで、目標収量に応じた機器を導入することが必要です。

今回、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に、当手引きを作成しました。活用いただければ幸いです。

(本書は、2021年度発行版に目次項目「2～7、10」、特に「4」「10」を中心に追録し、改訂しました。)

## 目 次

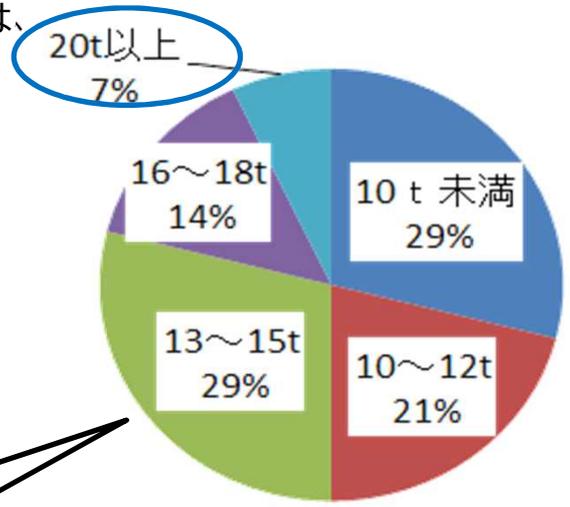
1	本県の現状とスマート機器の導入状況	1
2	スマート農業導入のメリット	2
3	スマート農業導入のステップ	3
4	植物生理に基づいた収量の最大化	4
5	データ駆動型環境制御の流れ	7
6	生育診断	8
7	環境管理事例	15
8	導入シミュレーション	16
9	設備と機能	17
10	実証事例 ※	24
11	参考資料	29

※ 事例（現地実証）は、茨城県次世代施設園芸コンソーシアムによる「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（R1年～R3年）」実績（現地生産者及び管轄普及センターによる調査）に基づくものです。

# 1 本県の現状とスマート機器導入状況

○トマト（冬春 収穫期12～6月）の平均収量は、全国平均9.9t/10aに対し、6.8t/10aと低い  
です（R2年産野菜生産出荷統計より）。

○県内生産者アンケート結果では、  
促成長期どりトマト（収穫期10～6月）  
の収量は、平均 13t/10a に留まります(図)。



20t以上の生産者は7%と低い。まずは、目標20tに向けた収量向上による所得安定が課題。

図 トマト（促成長期どり）  
平均10a当たり収量  
(H29年県内生産者アンケート結果より  
: 対象47名)

表 施設野菜におけるスマート機器の導入状況（R3年：普及センター調査）

	トマト		キュウリ		イチゴ		ピーマン		ミニトマト		その他		計	
	戸数	面積 (a)	戸数	面積 (a)	戸数	面積 (a)	戸数	面積 (a)	戸数	面積 (a)	戸数	面積 (a)	戸数	面積 (a)
環境測定器	25	562	22	860	30	1,434	17	288	6	643	19	1,325	119	5,112
環境制御装置	11	364	5	130	4	86	0	0	6	509	4	588	30	1,676
炭酸ガス発生装置	36	886	27	1,001	54	1,953	23	404	6	637	12	1,180	158	6,061
ミスト発生装置	4	103	3	106	2	39	1	20	4	206	4	632	18	1,106

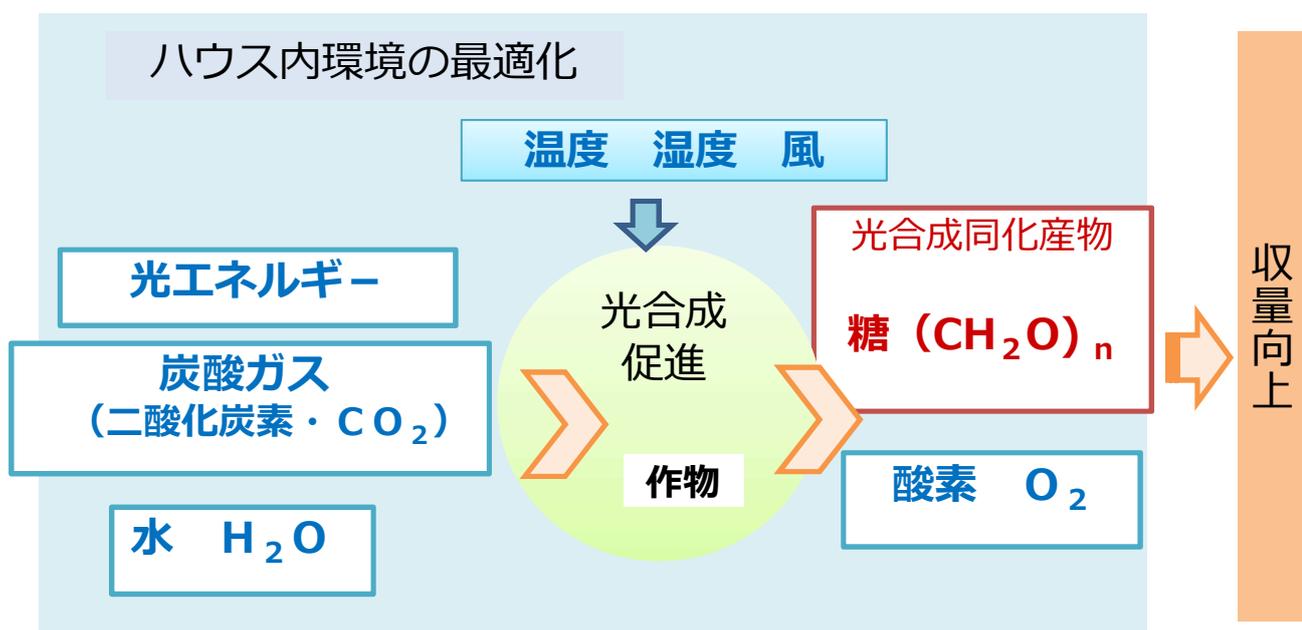
○本県のスマート機器導入は炭酸ガス発生装置、環境測定器、  
環境制御装置、ミスト発生装置の順で導入が進んでいます（表）。

○導入が進んでいる環境測定器の普及面積率は、イチゴ、トマト、  
キュウリでも、県作付面積の10%以下と低い状況です。  
(R2年作付面積 トマト冬春137ha、キュウリ冬春148ha、イチゴ235ha)

## 2 スマート農業導入のメリット

### 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、労力が增大するため**収穫の労力確保**を計画しましょう。

# 3 スマート農業導入のステップ

## 【導入事例】 促成トマトの場合

環境測定器 + 炭酸ガス発生装置 を導入した場合

※植物生理の知識を習得し、最適環境のイメージをもつ

### ① 環境モニタリング「ハウス環境の見える化」

環境測定し問題点を把握 → 炭酸ガス不足



環境測定器  
設置



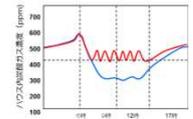
⇒環境データで  
問題点を確認

### ② スマート機器を導入

炭酸ガス発生装置導入 → 環境を改善



炭酸ガス  
施用



⇒外気濃度並み  
400ppm以上確保

### ③ 生育診断「生育の見える化」

自ら生育調査・診断→環境・栽培管理の最適化



生育診断結果  
と環境データ  
を比較



⇒翌週の環境  
と管理の改善

収量向上・品質安定

## 【試算例】 促成トマトの場合

現況

(10aあたり)  
**収量 13t**  
 (単価300円/kg)  
**売上 390万円**  
**費用 250万円**  
**所得 140万円**

収量 **1.5倍**  
 所得 **1.65倍**

導入後

(10aあたり)  
**収量 20t**  
 (単価300円/kg)  
**売上 600万円**  
**費用 368万円**  
**所得 232万円**

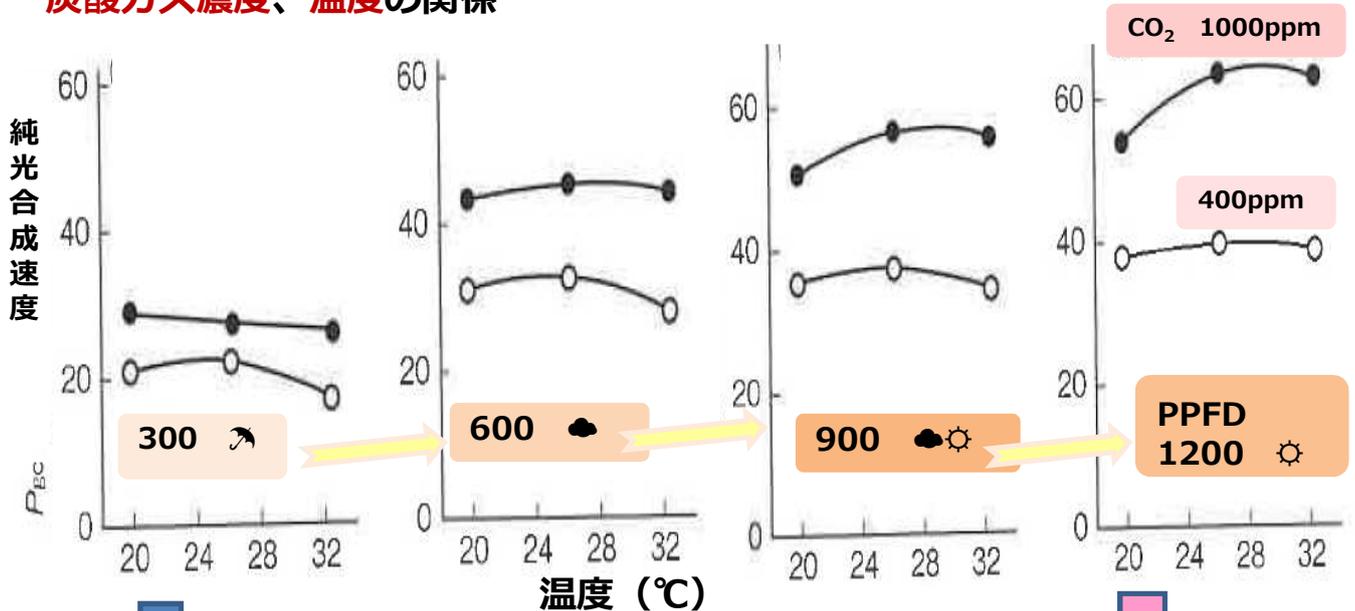
**費用増加の内訳** 計118万円  
 減価償却費 17万円  
 動力光熱費 8万円  
 通信料 4万円  
 出荷経費 46万円  
 雇用費 43万円



## 4 植物生理 光合成・転流②

### ◆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 PPF<sub>D</sub> ( $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )、  
**炭酸ガス濃度、温度**の関係



#### <光が弱いとき>

⇒光合成速度が制限される

- 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**

#### <光が強いとき>

⇒光合成速度を高められる

- 炭酸ガス施用効果は高い  
外気濃度400ppmより1000ppmの方が施用効果が高い
- 炭酸ガス濃度と温度が高い条件下では、一層光合成は促進する**

### ◆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**  
 （特に日射量の高い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。

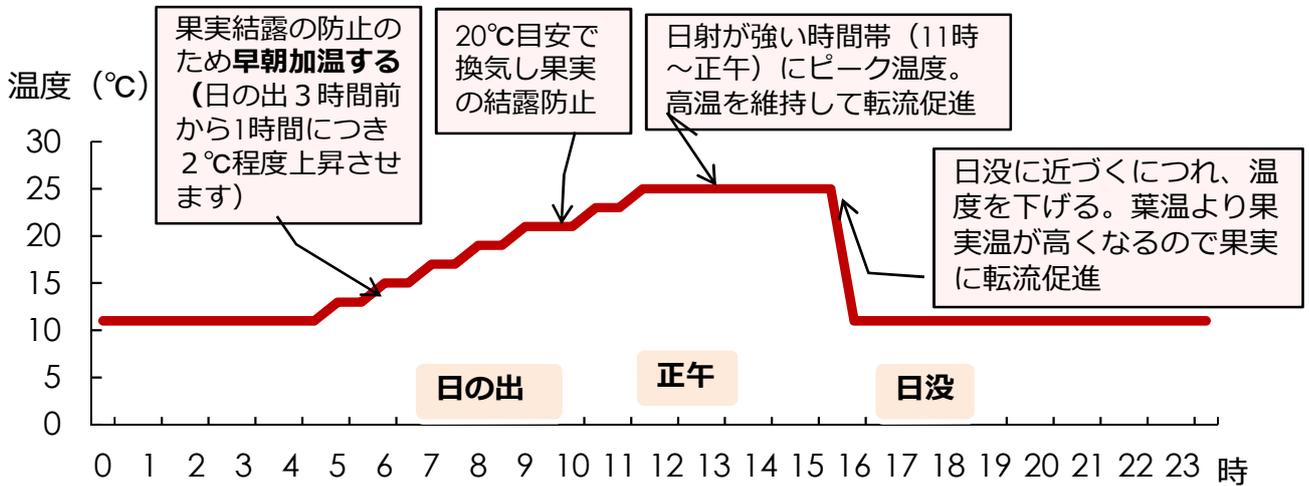
※光合成が活発に行われすぎた場合は、草勢が強くなりやすいので、平均温度を高めます。

## 4 植物生理 温度 光合成・転流③

### ◆光合成と転流を促進させるための温度管理 パターン

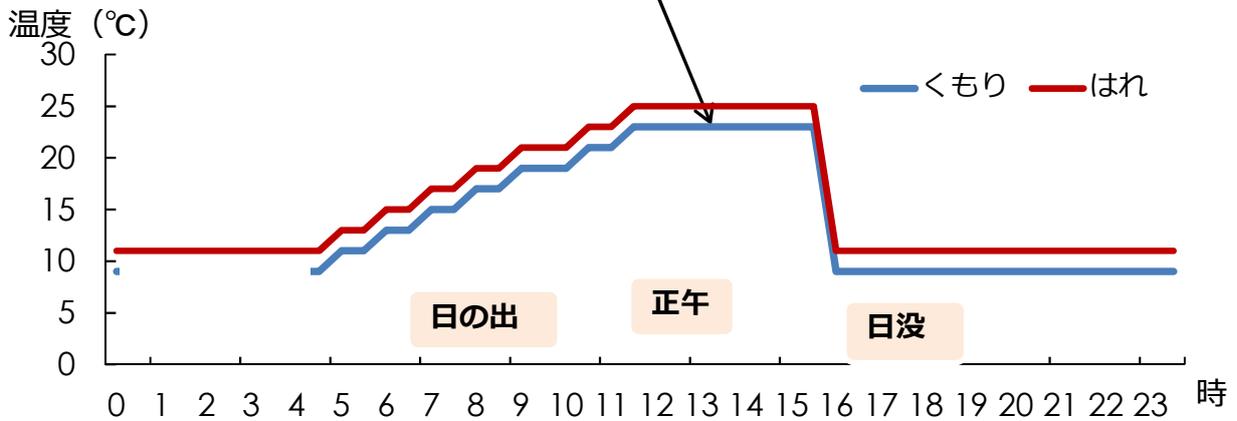
晴天日 ☀

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)

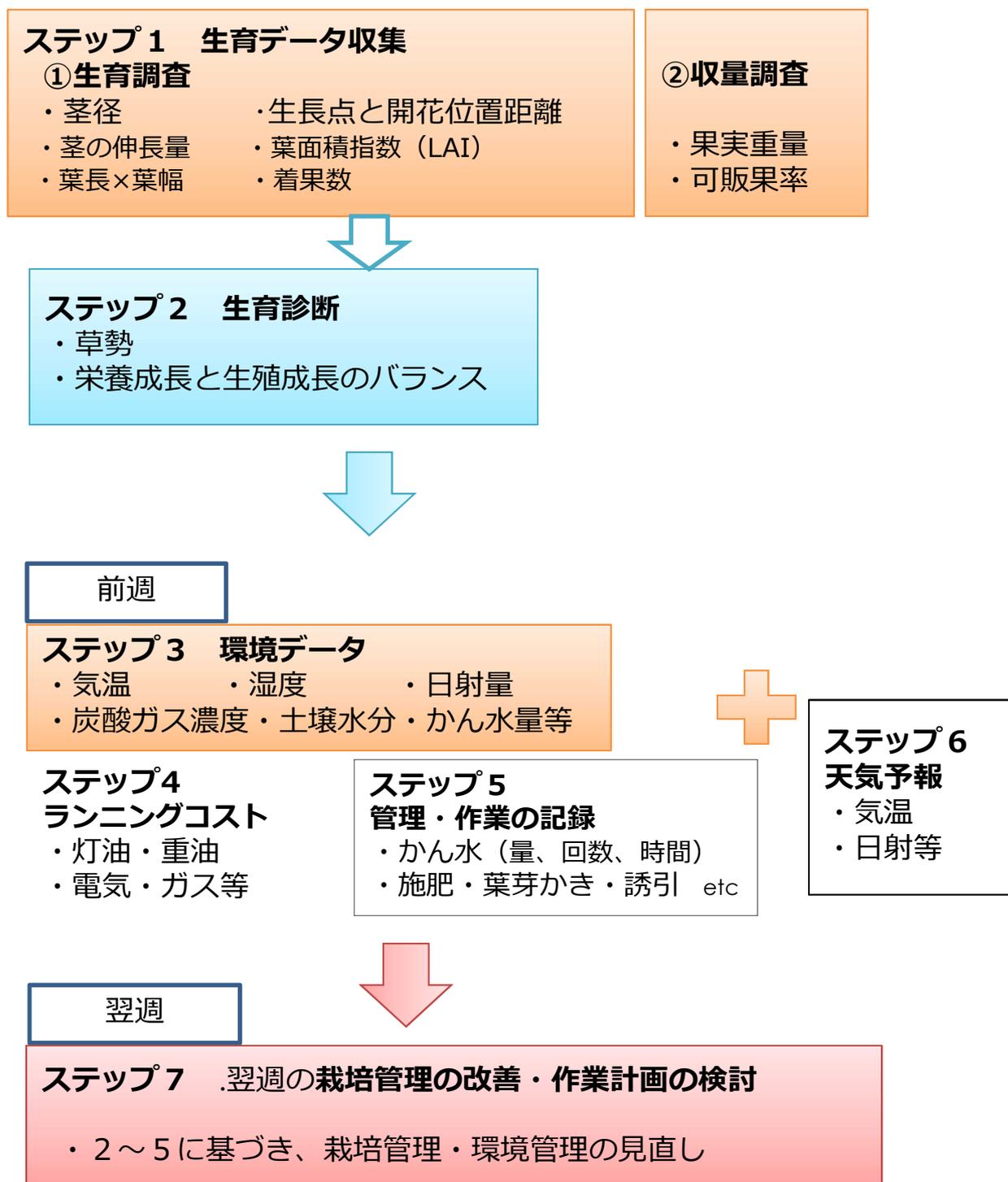
#### ③生育適温内に保つ

湿度低下と生育バランスにも注意する

## 5 データ駆動型環境制御技術の流れ

### 生育診断と環境データより、栽培管理の検証・改善を繰り返す

データ（環境・生育・収量・ランニングコスト）から、定期的（1週間ごと）に栽培中の問題点を知り、栽培管理や機器設定、環境管理の改善に活用する



（参考「富山スマートアグリ次世代施設園芸拠点大規模施設園芸導入・運営マニュアル」）

## 6 生育診断 ①生育指標

目的 **草勢および生育のバランスを適正に保つ**  
着花を維持し、糖を転流するシンク（果実）を確保する  
要因：温度 等

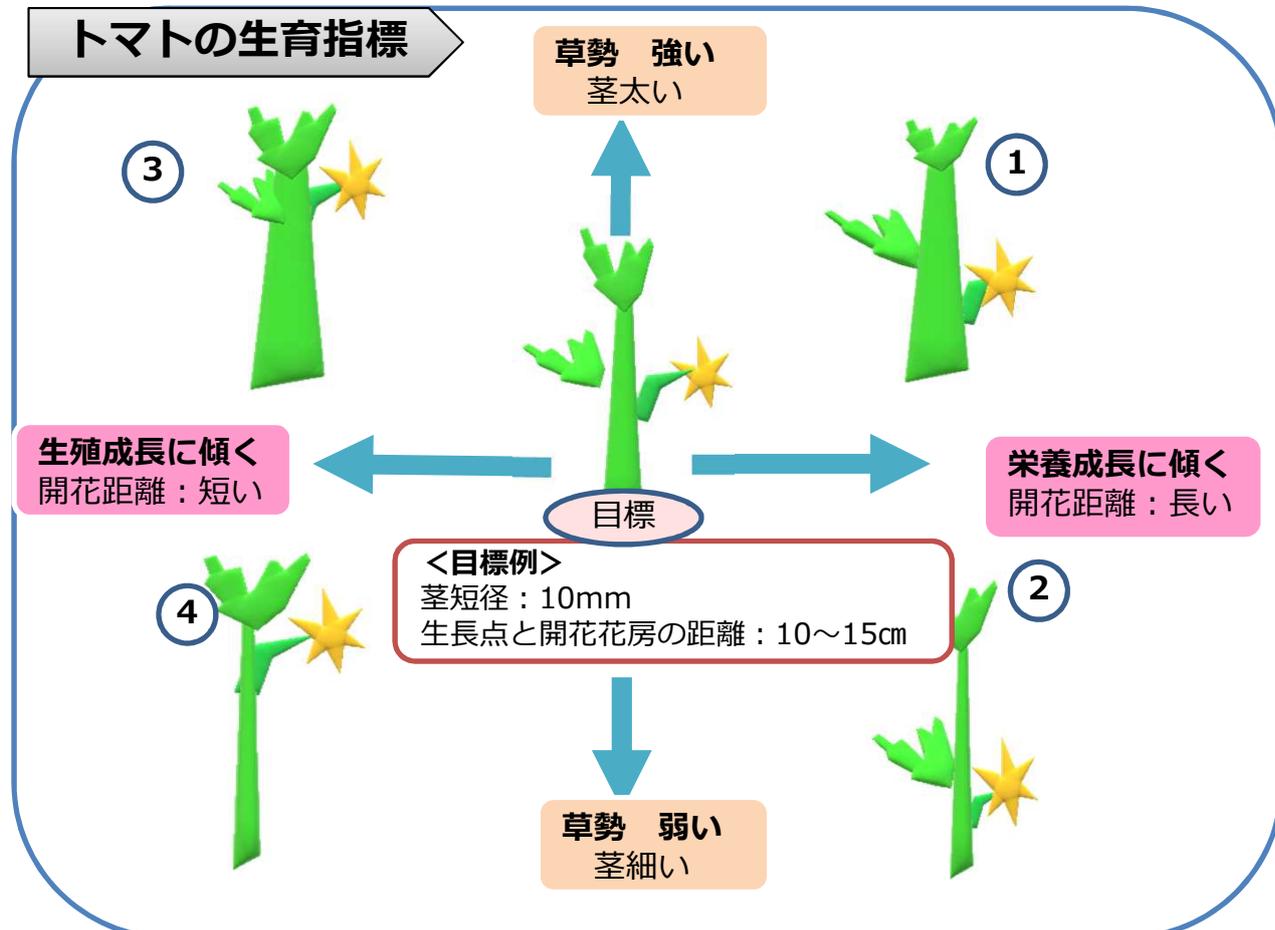
### 【草勢】

- 茎径が太いほど⇒草勢が強い（下図①③）
- // 細いほど⇒草勢が弱い（下図②④）

### 【生育バランス】

- 生長点から開花花房までの距離が長いほど⇒栄養成長（下図①②）
- // 短いほど⇒生殖成長（下図③④）

- ・ **栄養成長**：葉や茎などを形成し、作物体を大きくする。  
※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果実肥大は良くなっても、ソースである葉の面積が増えないため、株あたりの純光合成速度を高く保てず、結果、収量が低下する。



\* 条件（品種や目標収量・品質）で適正值は異なります。

## 6 生育診断 ②生育調査

### ◆調査方法 茎短径 (mm)

#### 【草勢をチェック】

- 茎径が太いほど⇒草勢が**強い**
- // 細いほど⇒草勢が**弱い**

適正な目安 大玉トマト10mm程度

調査方法：生長点下15cmの  
茎の短径（細い方）  
を測る

使用器具：ノギス



### ◆調査方法 生長点と最上位開花花房までの距離(cm)

#### 【成長のバランスをチェック】

開花花房までの距離が

- 長いほど ⇒**栄養成長**
- 短いほど ⇒**生殖成長**

適正な目安 15cm程度

※この値は花の開花タイミングによつて変動する

調査方法：生長点と最上位  
開花花房の距離を測る

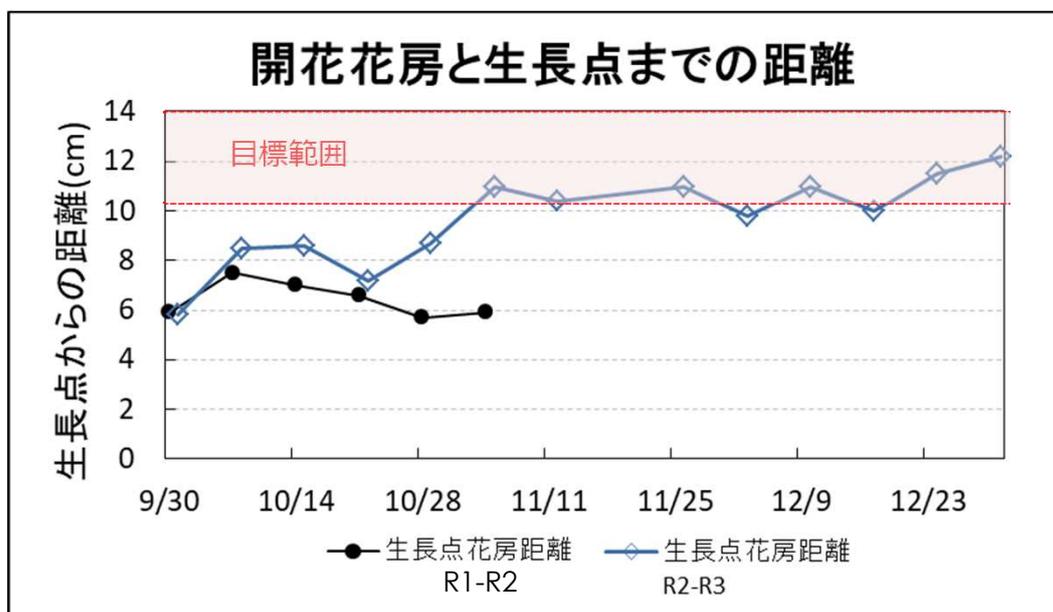
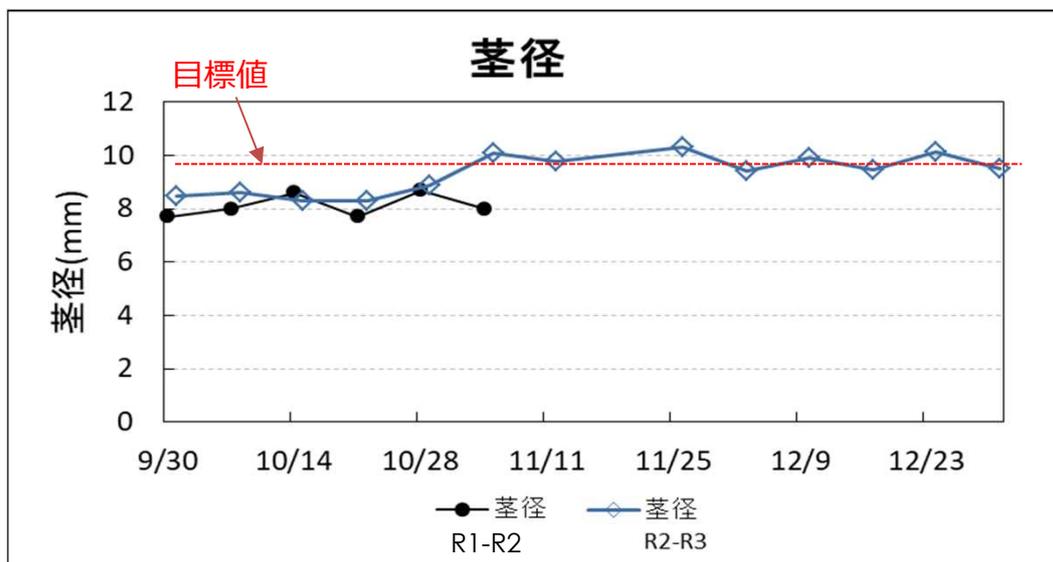
使用器具：テープメジャー



## 6 生育診断 ③生育データ確認

### 生育データ

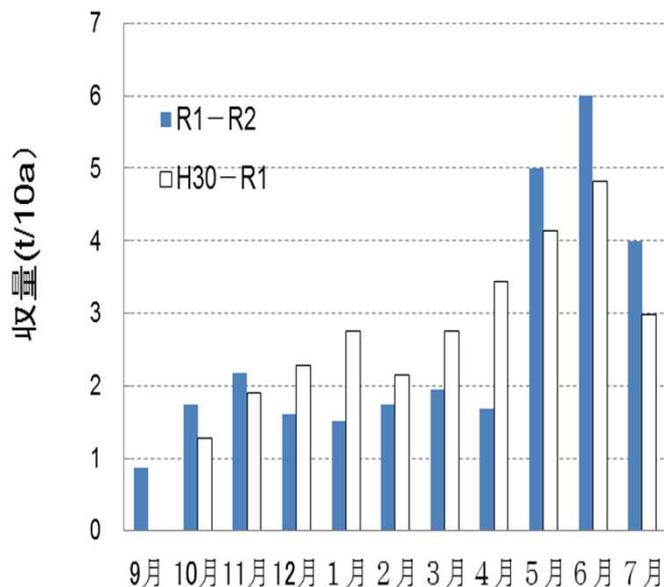
目標値を参考に、現在の草勢、生育バランスを確認し、今後の管理方針を立てます。特に変化があった場合は原因を検証し、対策を考えます。



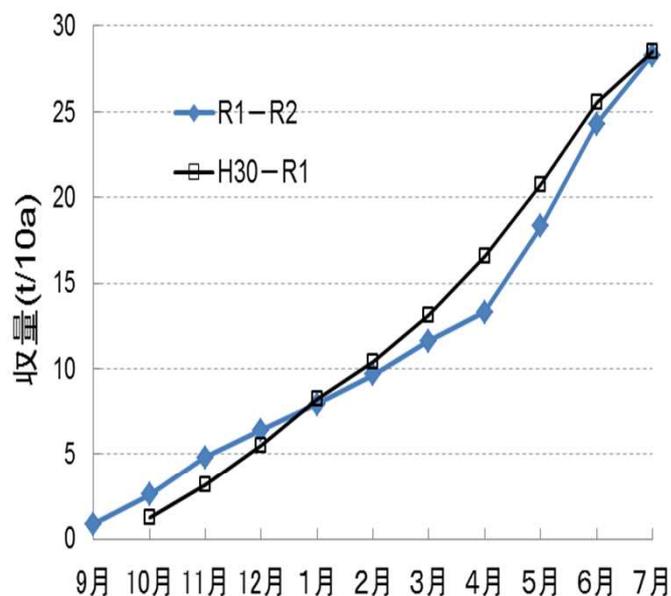
- ・調査値は折れ線グラフに示して、時系列で変化があるかどうかを確認します。
- ・生育データの変化は過去のハウス内環境と栽培管理の結果です。生育データを環境データ・収量データとともにリアルタイムで確認します。

## 収量データ

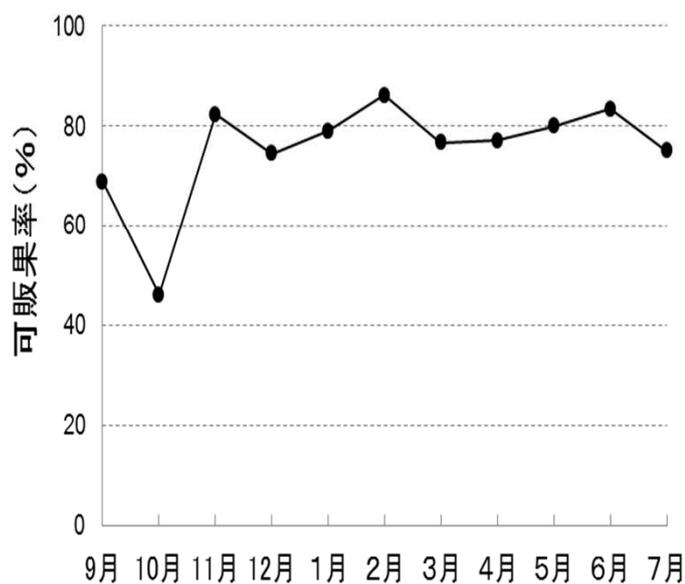
過去のデータや目標と比較し、収量の増減の要因を検証し、今後の管理方針を立てます。



10aあたり 月別収量



10aあたり積算収量



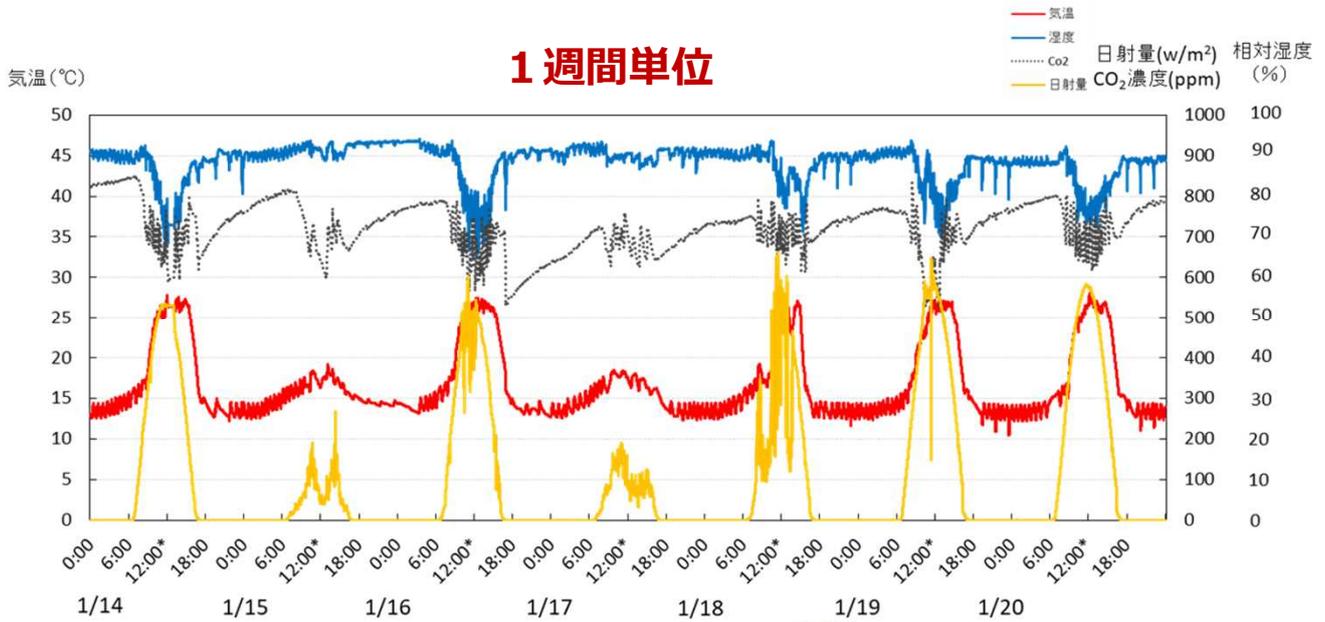
可販果率

- ・毎週、1株当たりの収量を確認します。ハウス全体の出荷量から合計株数での割り戻しがよいです。
- ・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）、目標に対しどのように推移しているか（積算収量）を確認します。

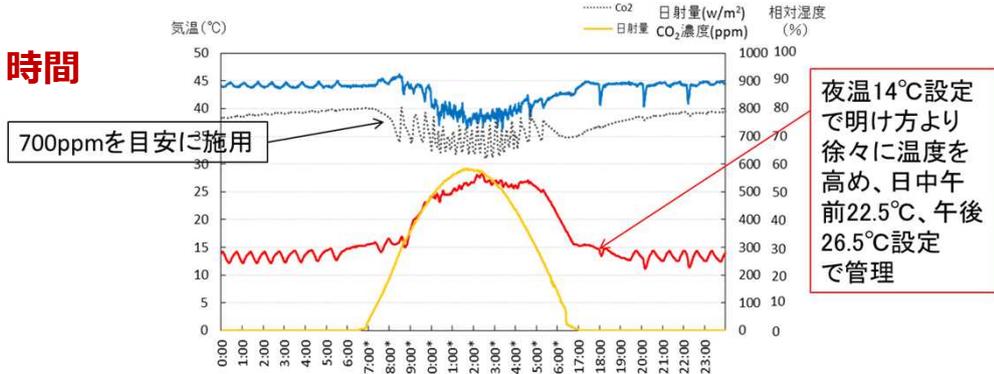
# 6 生育診断 ⑤環境データ確認

## 環境データ

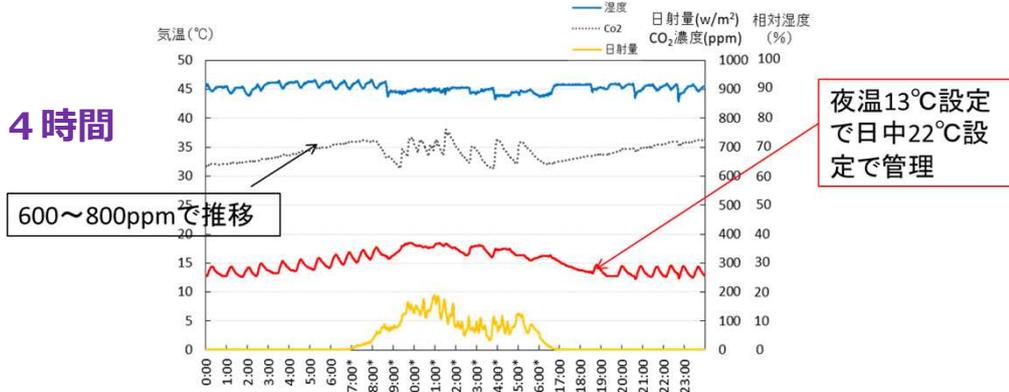
1週間と24時間（1日）の変化を確認し、生育データ・収量データと比較します。日射量の異なる晴天日や曇雨天日で目標とする管理ができているかを確認します。



### 晴天日 24時間



### 曇天日 24時間

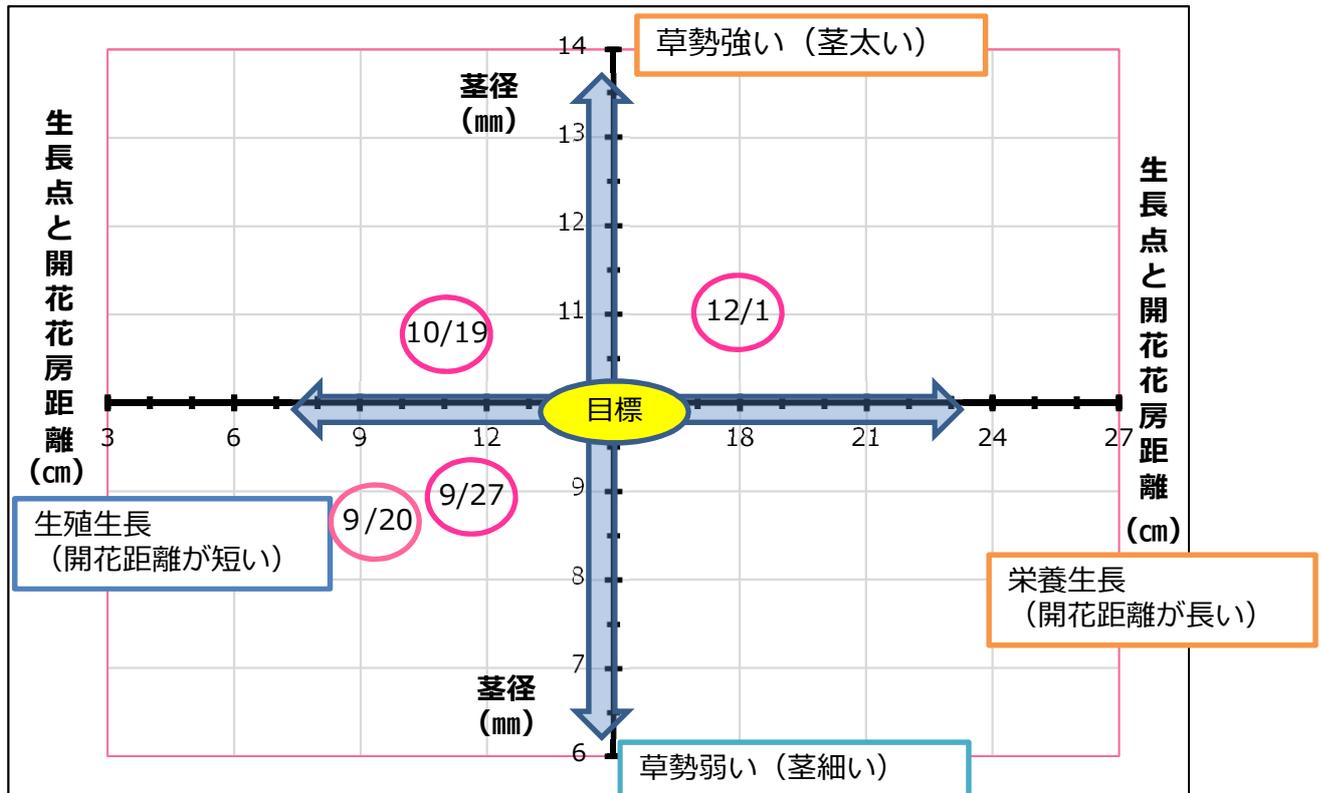


気温 相対湿度（または飽差）	<span style="color: red;">—</span> <span style="color: blue;">—</span>	日射量 炭酸ガス濃度	<span style="color: yellow;">—</span> ●●●●●●	など
-------------------	---	---------------	---	----

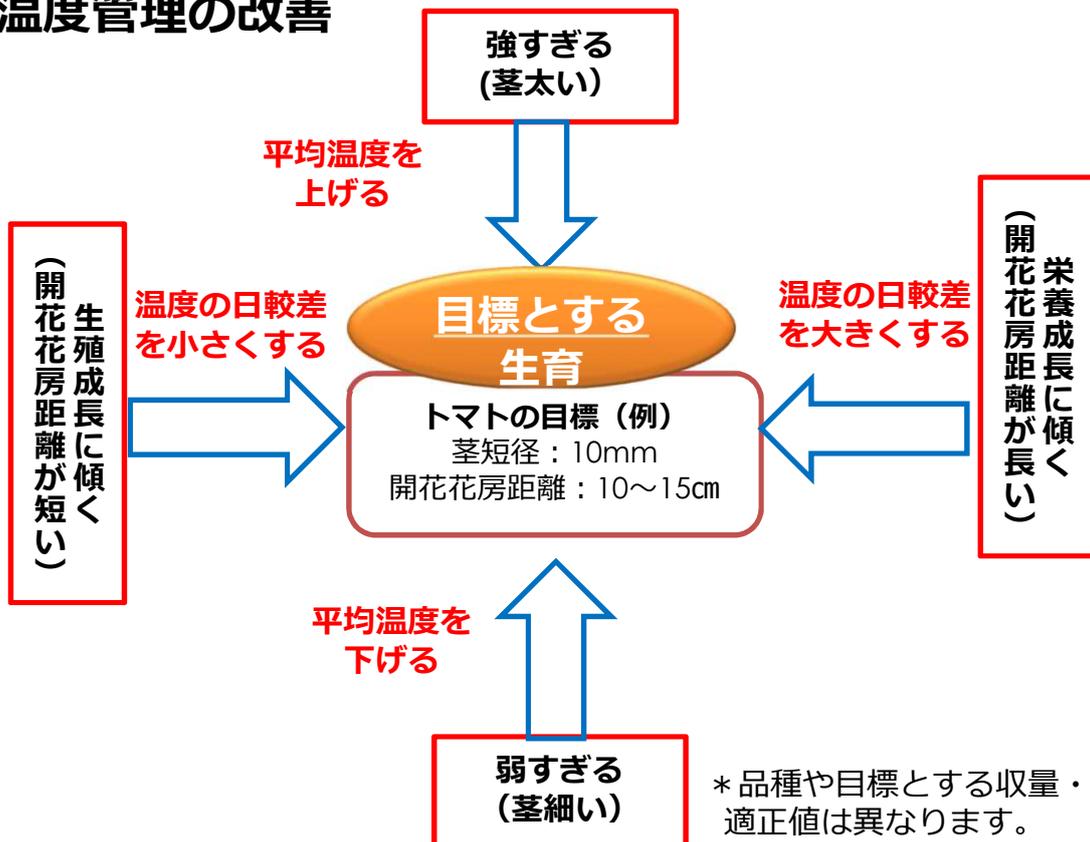
↑ グラフの線の色を、直感的に分かりやすい色に統一し、データを比較します。

## 6 生育診断 ⑥-1改善方法（温度管理）

### ◆ バランスシートを作成し、生育状況の変化を確認



### ◆ 温度管理の改善



## 6 生育診断 ⑥-2改善方法（その他管理）

### ◆環境制御や管理による 草勢のコントロールと生育バランス

#### 【草勢のコントロール】

項目	草勢を弱める	草勢を強める
24時間の平均温度	上げる	下げる
午後温度	上げる	下げる
かん水EC	低くする	高くする
着果負担	大きくする	小さくする
葉の枚数	少なくする	多くする

#### 【生育バランス】

管理	項目	栄養生長に向ける	生殖生長に向ける
環境	昼夜温度差	小さくする	大きくする
	湿度	高くする	低くする
	飽差	下げる	上げる
	CO2濃度	上げる	下げる
養水分	EC	下げる	上げる
	かん水量・頻度	少量多頻度	多量少頻度
作業	葉かき	少ない/低頻度	多い/高頻度
	収穫頻度	多くする	少なくする

（参考「富山スマートアグリ次世代施設園芸拠点大規模施設園芸導入・運営マニュアル」）

## 7 環境管理事例 トマト編

農業総合センター園芸研究所 H29年度研究結果より

【作型】 定植 8月下旬 収穫期間 10月上旬～6月  
 【収量】 43.2t/10a  
 【栽植株数】 2,877株/10a 【栽植密度】 株間 22cm うね間 158cm  
 【品種】 穂木「風林火山」 台木「グリーンガード」  
 【施設種類】 高軒高鉄骨ハウス（軒高4.2m）

時期	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
栽培 管理	○ —		————— 収穫									
	定植											摘芯

### 【管理基準】

時期		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
温度 (°C)	最高	27~30	27~30	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	最低	-	-	12	12	12	12	12	12	12	12	-
	平均	-	-	23~19	19~18	18~17	17~16	17~18	18~19	19~20	20~21	20~21
日中湿度 (%RH)		-	-	75~80	75~80	75~80	75~80	75~80	75~80	75~80	75~80	75~80
日中飽差 (g/m <sup>3</sup> )		-	-	3~7	3~7	3~7	3~7	3~7	3~7	3~7	3~7	3~7
CO <sub>2</sub> (ppm)	時刻	-	-	6~15時		7~15時			6~15時			
	設定濃度	-	-	400~450	500~600							
	(換気時)	-	-	400								
ミスト 噴霧	始動温度	28°C以上										
	始動湿度	75%RH以下										
	噴霧方法	60秒 噴霧 30秒 休止	20秒噴霧20秒休止									
遮光	遮光率	30~50%	30%	-							30~50%	
	(晴天時)											
	日射条件	晴天時	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天	晴天
	設定気温	30°C以上		-							30°C以上	
施肥管理	土壌EC	0.7~1.0			0.8~1.3				0.7~1.0	0.5~0.8		0.5
	1株N量 (mg/株・日)	~10	10~30	30~50	70~100							50
土壌水分	pF値	pF 1.8~2.2										

## 8 導入シミュレーション：トマト

目標収量に応じた導入機器と経営モデル【栽培面積 40a 自家労力 3名】

	現況 (収量 13t)	【目標収量 20t】	【目標収量 30t】	【目標収量 35t】
環境測定器 (300,000円)		←→ ハウス内環境の測定 (温度、湿度、炭酸ガス、日射量等)		
炭酸ガス発生装置 (1,000,000円)		←→ 炭酸ガスの補給による光合成量の増加		
統合環境制御装置 (3,000,000円)		←→ 各種機器を制御して植物に生育に最適な環境を整える		
ミスト発生装置 (3,000,000円)		←→ ハウス内湿度を最適に維持する		
AI養液土耕システム (2,000,000円)		←→ 植物の生育に応じた効率的な施肥を行う		
カーテンのかさ上げ (8,000,000円)		←→ 光環境を改善し、光合成を促進する		
課題	・環境モニタリングに基づく適正管理	・炭酸ガス施用による生産性強化	・複合環境制御 ・ハウス内湿度の適正化	・AI養液土耕システムによる養水分制御 ・光環境の抜本的改善
期待される経営改善効果 (費用対効果)	・販売金額1,560万円 ・経費合計1,245万円 =所得314万円	・販売金額2,400万円 ・経費合計1,693万円 =所得707万円 所得上昇率225%	・販売金額3,600万円 ・経費合計2,454万円 =所得1,146万円 所得上昇率364%	・販売金額4,200万円 ・経費合計2,900万円 =所得1,299万円 所得上昇率413%
労力	自家労働3人	自家労働3人 +雇用568時間 (臨時1名)	自家労働3人 +雇用2,181時間 (臨時3名)	自家労働3人 +雇用3,067時間 (臨時4名)
10aあたり所得 (万円)	79	177	287	325
10aあたり収量 (kg)	13,000	20,000	30,000	35,000
販売価格 (円/kg)	300	300	300	300
10aあたり粗収入 (万円)	390	600	900	1,050
10aあたり費用 (万円)	311	423	613	725
〃 内減価償却費	55	59	81	116
所得率 (%)	20	29	32	31
10aあたり労働時間	1,114	1,519	2,044	2,305

※導入機器・施設の価格は参考価格です (工事費込み)。

## 9 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、PC、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】

機種名	あぐりログ	プロファイダーⅣ	アグリネット
メーカー	(株) IT工房Z	(株) 誠和	ネポン (株)
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 通信Box 約9万円	センサーセット 14.8万円
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	加入料158,000円
利用料金	約3.1万円/年	2,500円/月	2,980円/月
温度/湿度 (飽差)	○	○	○
CO2 濃度	○	○	○ (オプション)
光	○ (オプション)	○	○ (オプション)
露点	○	○	○ (オプション)
土壌EC・水分	○ (オプション)	○ (オプション)	○ (オプション)
地温	○ (オプション)	○ (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。

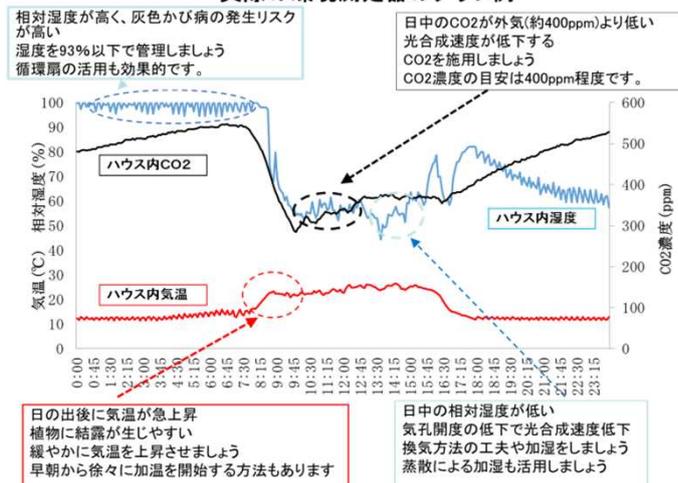


群落内に  
センサー設置

○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を確認します。

実際の環境測定器のグラフ例



## 9 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	タンセラ	光合成促進機 ZOさん	真呼吸
メーカー	ネポン（株）	（株）バリテック新潟	フルタ電機（株）	（株）誠和
				
参考価格 (10a)	約36万円	約25万円	約32万円	約150万円 (規模10～20a) ※オイルタンク・ダクトファン込み
機能	8.07kg/時間	7.5kg/時間	3.62kg/時間	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	灯油

※別途工事費が必要となります。

#### ◆炭酸ガス送風装置（本体と連携して局所施用に用いる）

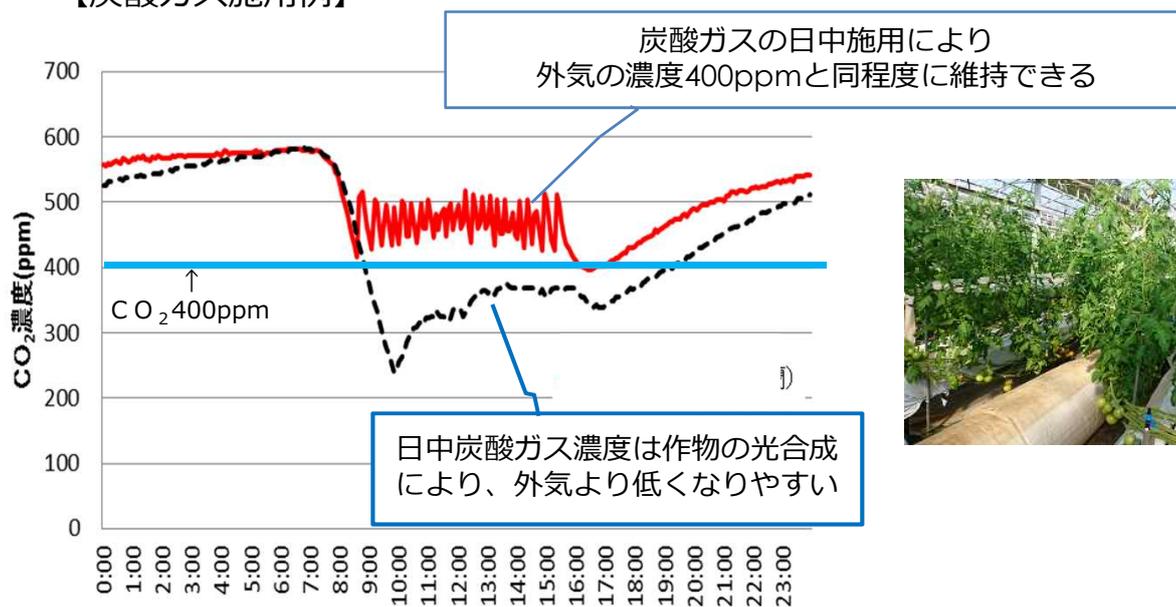
機種名	ダクトファン	タンセラ用 局所施用機
メーカー	ネポン（株）	（株）バリテック 新潟
		
参考価格	約40万円	約60万円
施用手段	ポリダクト他	灌水チューブ

## 9 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 <sub>2</sub> 指南盤	FK-4CS	CO <sub>2</sub> NAVI ADVANCE
メーカー	ネポン (株)	(株) バリテック新潟	(株) ニッポー
			
参考価格	約11万円	約14万円	約15万円
設定濃度	200~2500ppm	0~3000ppm	0~5000ppm

### 【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、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。
- 不完全燃焼には注意が必要です。定期的なメンテナンスを行います。

## 9 設備と機能 統合・複合環境制御装置①

- 生産者による設定で、日射強度に応じた温度、湿度、炭酸ガス濃度などの環境要因を複合的に最適になるよう組み合わせることができます。具体的には、自動で天窓の開閉や暖房・炭酸ガス発生装置・灌水等の動作を行うことが可能です。
- データに基づく栽培により、ハウス内環境を適正に保ち、収量増加や品質安定が可能となります。

### 【導入費用】

#### ◆大規模 鉄骨ハウス 向き

機種名	マキシマイザー	プロファイnderNext80	MC-6001
メーカー	プリバ社	(株) 誠和	ネポン (株)
			
参考価格	約500万円/台	約130万円/台	約45万円/台
1台の適用範囲	1ha	40a	40a
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	高	中	低
使用の難易	高	中	易

※別途工事費が必要となります。

## 9 設備と機能 統合・複合環境制御装置②

【導入費用】 ◆中小規模パイプハウス 向き

機種名	Arsprout (アルspraut) ※UECS
メーカー	(株) サカタのタネ
	
参考価格	約50万円 (基本機器一部込)
利用料金	約 3.1万円/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



【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。

## 9 設備と機能 ミスト発生装置 + 飽差制御盤

- ハウス内湿度（飽差）を適正に維持することで、葉の気孔開度が安定し、炭酸ガス吸収も安定します。結果、光合成促進による収量増加や品質安定が可能となります。
- 高温期のハウス内気温の低下に利用することで、高温障害の軽減が可能となります。
- 炭酸ガス施用を併用することで、炭酸ガス吸収が安定し、光合成促進効果が高まります。

### ◆ ミスト発生装置本体

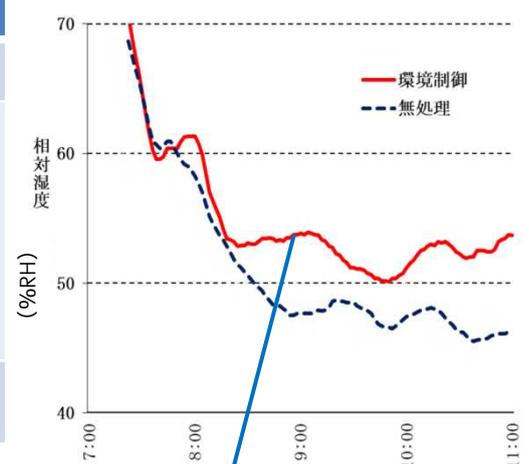
機種名	イノチオミストシステム	クールペスコンCH	クールネットプロ
メーカー	イノチオアグリ (株)	(株) いけうち	ネタフィルム
			
機能	ミスト径約30 $\mu$ m 45ml/分 飛距離 3 m	ミスト径10~100 $\mu$ m	ミスト径約65 $\mu$ m 低水圧タイプ 夏場細霧冷房可能

### ◆ 飽差制御盤

機種名	飽差制御盤	飽差+
メーカー	イノチオアグリ (株)	(株) ニッポー
		
機能	飽差感度 0.1g/m <sup>3</sup>	設定範囲0.0~20g/m <sup>3</sup> (0.1g/m <sup>3</sup> 単位)

※別途工事費が必要となります。

【ミスト施用例】



日中の湿度低下時に、ミスト施用を行い、湿度を維持できる  
(例：50%RH維持)

### 【留意点】

- 高湿度条件下では病害発生を助長する可能性があるため、防除に留意します。

## 9 設備と機能 AI 養液土耕システム

- 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に対応した施肥・かん水管理を行うことができ、土壤中の養水分条件を適正に維持することができます。
- 施肥・かん水量の見える化、施肥・かん水量の過不足による生育速度低下のリスク低減、施肥・かん水作業の労働時間の削減が期待できます。

### 【導入費用】

機種名	ゼロアグリ
メーカー	(株) ルートレック・ネットワークス
参考価格	約200万円/台
制御内容	土壤水分率・土壤EC ※養液土耕システム

※別途工事費が必要となります。

### 【ゼロアグリ本体（上） 液肥混入タンク（下）】



### 【ゼロアグリによる地下部の環境データ】



### 【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肥量・かん水量、かん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。

# 10 実証事例



## スマート農業技術のステップアップ導入による増収

### 経営の概要

- ・品目：促成トマト（養液栽培）
- ・品種：「かれん」
- ・作付面積：32a
- ・労力：8名（うち雇用：5名）
- ・目標単収：30t/10a

時期	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
栽培管理		● 定植	— 収穫									摘芯

### 導入設備

- ・環境測定器
- ・炭酸ガス発生装置
- ・ハウスカートン位置のかさ上げ工事（誘引高220cm→280cm）
- ・環境制御装置
- ・ミスト発生装置
- \* 施設：鉄骨ハウス（軒高3m）、養液装置

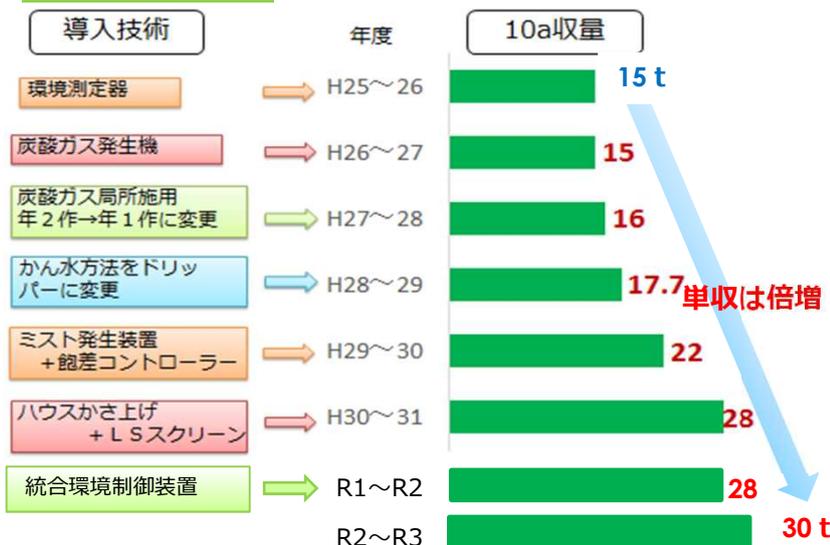


ハウスカートン位置をかさ上げすることによる光環境改善

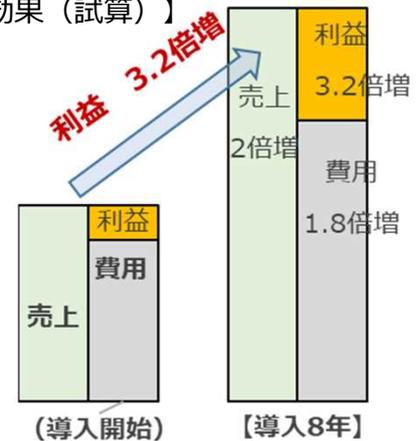
### 取組の特徴

- ・はじめに、環境測定器でハウス内環境を見える化し、改善すべき点を把握した。
- ・週1回の生育調査結果（茎伸長量、開花花房距離、茎径、LAI）により、**茎径9~10mm**を目標に、適正な環境制御や養液管理を目指している。
- ・炭酸ガス発生装置やミスト発生装置の導入、ハウスカートン位置のかさ上げ等により、ハウス内の光環境を改善するなど、段階的にハウス内環境の改善に取り組んだ。
- ・統合環境制御装置を導入し、日射量に応じて炭酸ガス濃度や温度設定を変える等複合的な制御を行った。（炭酸ガス施用濃度：冬季：400~700ppm、春・秋季：400ppm）
- ・収量増加によって、新たな販路を開拓したり、雇用を増やした。

### 増収の効果



### 【経営効果（試算）】



- ・スマート機器の段階的な導入により、収量は取組開始後から15→30tに**倍増**した。費用は1.8倍に増加したものの、**利益は3.2倍に増加**した。

### 生産者の声

- ・複合的に環境を適正化することで、収量増加・品質の向上、管理の省力効果を実感しました。収量は年々増加し、取組開始後8年間で30t/10aを達成、今後は単収35tを目指したいです。
- ・スマート機器を活用して効果をあげるには、植物生理を理解し、また環境と作物をよく観察して管理することが重要です。

# 10 実証事例



## データ活用で管理力up+炭酸ガス施用で収量向上

### 経営の概要

- ・品目：促成トマト(土耕栽培)
- ・品種：「CFハウス桃太郎」
- ・作付面積：63a
- ・労力：13人（うち雇用：10名）
- ・目標単収：30t/10a ・目標糖度：6%(Brix)

時期	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
栽培管理		○	→ 収穫									
	定植											摘芯

### 導入設備

- ・環境測定器 ・環境制御装置
- ・炭酸ガス発生装置（+外気導入）
- ・ハウス軒上げ工事
- \*施設：鉄骨ハウス（軒高3.0m）



ダクトを利用した炭酸ガスの効率的な局所施用

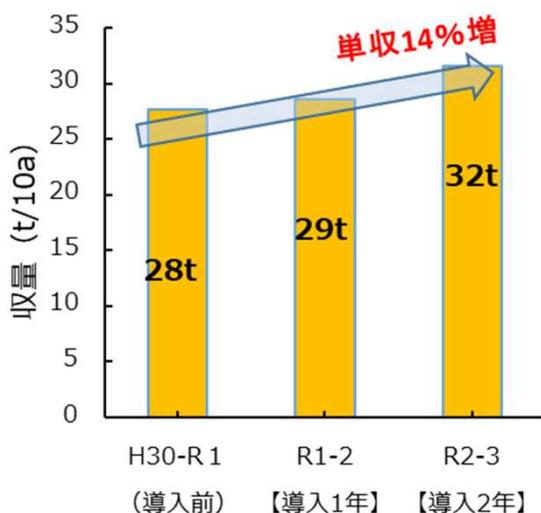
### 取組の特徴

- ・経験豊富な篤農家技術に、1歩でも早く近づくために、データを活用した環境制御により、収量と果実品質の向上を目指した。
- ・生育調査のデータを活用して、**茎径8mm程度**を目標に、環境データをモニタリングしながら、外気中炭酸ガス濃度（400ppm）を下回らないようにする等、環境改善や養水分管理を行った。

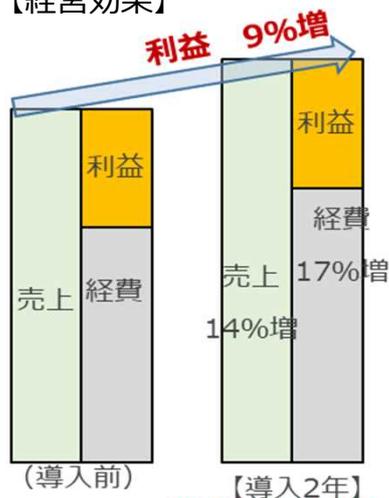


外気導入を行い、24時間通風を実施（炭酸ガス施用のダクト併用）

### 増収の効果



### 【経営効果】



- ・導入前より単収は、**単収は14%増**、目標30tを達成。収穫段数も1段増加した。
- ・環境制御装置や炭酸ガス発生装置の導入により、費用は17%増加したものの、**利益は9%増加**した。

### 生産者の声

- ・ハウス内環境データを見ることで、リアルタイムの管理に役立ちました。また、過去の環境データと生育データを合わせ確認することで、管理の振り返り・改善を行えました。
- ・炭酸ガスの局所施用により草勢・果実肥大が良くなり、空洞果が減って果実品質は向上しました。
- ・外気導入を炭酸ガス施用ダクトを活用して通風させ、通気性が改善され、病害が減少しました。

# 10 実証事例

## 高糖度栽培における高温期の環境制御による収量安定



### 経営の概要

- 品目：長期夏越しミニトマト  
(樽・養液栽培)
- 品種：「サマー千果」
- 作付面積：36a
- 目標収量：12t/10a
- 労力：7人 (うち雇用：4名)
- 目標糖度：8~10%(Brix)

時期	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
栽培管理	○	—	■ 収穫								
	定植									摘芯	

### 導入設備

- 環境測定器
- 環境制御装置
- 外気導入装置
- \*施設：鉄骨ハウス (軒高3.0m)

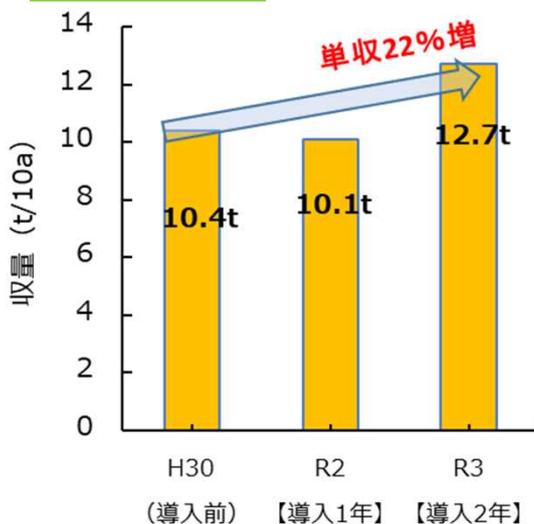
### 取組の特徴

- 夏越し作型における果実の高糖度と収量安定を目指し、データ (環境・生育・収量) を確認し、環境制御及び摘葉・摘果量の調整を行った。
- 品種比較調査を行い、適正品種を選定した。
- 毎週生育調査を行い、管理指標として茎径6.0~6.5mmを目安とした。
- 天気予報を確認しながら、日射量に応じて灌水や液肥濃度、遮光タイミングを日々調整し、高温期の草勢を維持した。
- 株元への外気導入による通風により病害の出にくい環境を目指した。

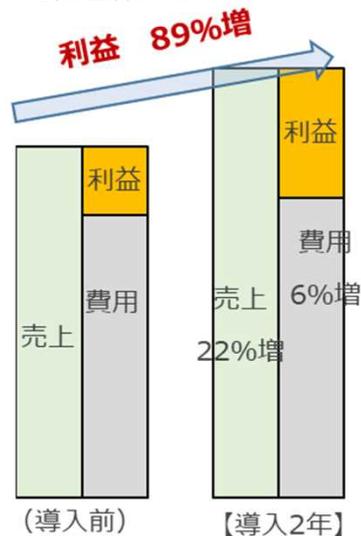


樽栽培の様子と  
子ダクトでの外気導入の様子

### 増収の効果



### 【経営効果】



- 高温期に草勢維持や着果数の確保ができるようになり、糖度を維持しながら、単収は目標12tを達成。導入前より22%増加した。
- 環境制御装置や外気導入装置を導入して、費用は6%増加したものの、利益は89%増加した。

### 生産者の声

- ハウス内環境が数値で見えるようになり、栽培管理がしやすくなりました。
- 日射比例灌水にすることで、収量向上の効果のみでなく、肥料費の削減及び省力化につながり、利益向上につながりました。
- 株元への外気導入や株間の拡大により、通気性が改善し病害の発生を減少させることができました。

# 10 実証事例



## 高濃度炭酸ガス施用と環境制御による収量向上（2経営体）

### 経営体Ⅰ

- ・品目：促成キュウリ（土耕）
- ・品種：「ニーナZ」
- ・作付面積：27a
- ・労力：6名（うち雇用：4名）
- ・目標単収：30t/10a



### 経営体Ⅱ

- ・品目 促成キュウリ（土耕）
- ・品種：「ニーナZ」
- ・作付面積：26a
- ・労力：3名（雇用無し）
- ・目標単収：30t/10a



### 導入設備

- ・環境測定器
- ・炭酸ガス発生装置
- ・ヒートポンプ
- \*施設：鉄骨ハウス（軒高2m）
- ・環境制御装置
- ・養液土耕装置



- ・環境測定器
- ・炭酸ガス発生装置
- ・ヒートポンプ
- \*施設：鉄骨ハウス（軒高2m）
- ・環境制御装置
- ・養液土耕装置



### 取組の特徴

- ・環境測定器導入により、ハウス内環境を見える化し、改善すべき点を把握した。
- ・環境制御装置を活用し、日射量に応じて炭酸ガス濃度や灌水量を変え、光合成効率を高めるようにした。

日射量	1~2月	3~6月
200w以上	400ppm	400ppm
400w以上	800~900ppm	700ppm

- ・遮光カーテンや遮熱剤の併用による遮熱対策を実施した。
- ・収量増加に対応するため雇用を増やした。

- ・環境制御装置を導入して、ハウス内環境を遠隔で制御できるようになり、管理が効率的になった。
- ・生育調査（草丈・葉数・葉面積指数）を行い、日々の環境制御や養液管理に活かしている。
- ・日中のハウス内炭酸ガス濃度を高め光合成の促進を図っている。

炭酸ガス施用濃度（厳寒期）

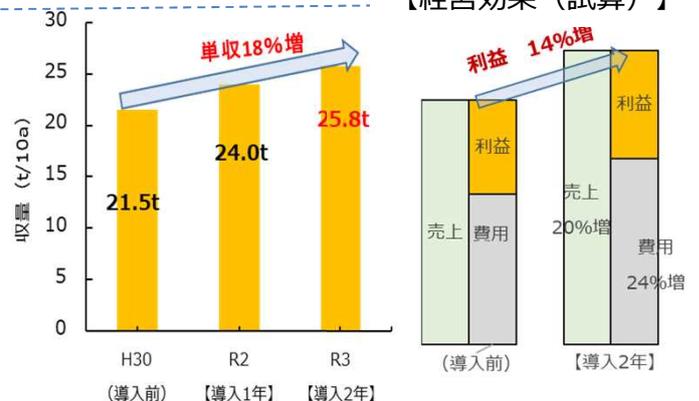
9-12時：700ppm 12-15時：600ppm

### 増収の効果

【経営効果（試算）】



【経営効果（試算）】



### 生産者の声

- ・光合成の大切さを認識して、管理作業を重視するようになりました。収量の増加とともに、品質の向上も目指します。
- ・従業員の労務管理を向上し、働きやすい職場環境を作っていきたいです。

- ・ハウスの状況がいつでも確認できるので生活にゆとりができました。
- ・環境制御により年々収量が増加しています。研修会や検討会等で情報収集し、さらに技術を高め30t/10aを目指したいです。

# 研究事例 飛躍的な増収のための「高軒高ハウス」の活用

## 【特徴】

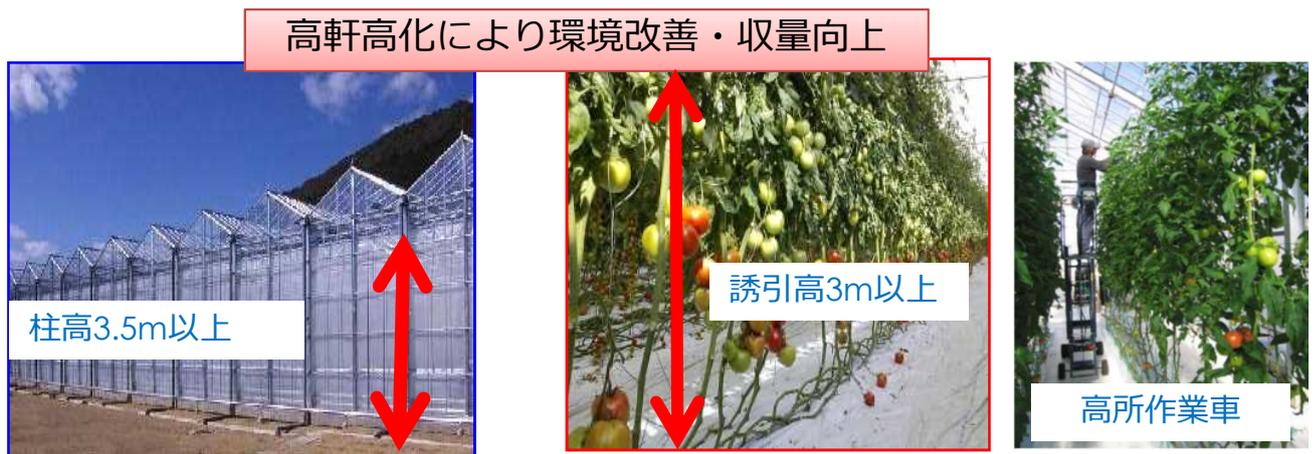
高軒高ハウスは、軒高を約3.5m以上と高くし、誘引高を高めたり、容積を増やすことができます。ハイワイヤー誘引を導入することで、作物にストレスの少ない誘引が可能となります。併せて、採光性が向上するため、一層の収量向上を目指す上で有効な施設です。

## 【導入のメリット】

- ・空間の容積が増大するため、環境の急激な変化が少なく夏期の高温を緩和できる。
- ・上部スペースが確保できるため、養液栽培装置、ミスト発生装置を導入しやすい。  
⇒高温期の生産安定・収穫期延長
- ・採光性が優れるため、光環境が改善できる。 ⇒光合成促進
- ・誘引高が高くなるため、誘引作業を省力化できる。 ⇒省力化

## 【留意点】

- ・構造部材の耐候性をより強化する必要があるため、コスト高となる。
- ・施設に適する付帯設備（カーテン、各装置）を選択・設置する必要がある。
- ・高所作業車での作業に慣れるまで、作業者の労働時間を多く要する。



## 園芸研究所 高軒高ハウス多収技術 実証試験結果 (H28年度)

### 高軒高ハウス (柱高4.2m 誘引高 3.4m)

#### 環境制御なし

#### 【慣行誘引】

誘引高190cm

⇒収量30t/10a  
所得268万円/10a



収量1.43倍  
所得1.36倍

#### 環境制御+ハイワイヤー誘引

(炭酸ガス施用・温度制御)

#### 【ハイワイヤー誘引】

誘引高340cm

⇒収量43t/10a  
所得367万円/10a

品質 平均糖度5% (Brix)、A品率60%以上

\* 品種: 「風林火山」 栽植株数: 2,877株/10a

収穫期間: H28年10月11日~H29年6月30日

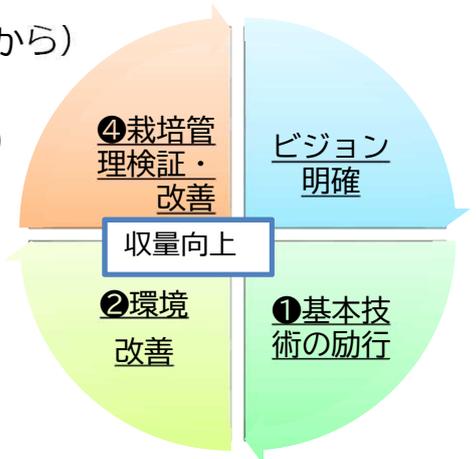
\* 高軒高ハウスの取得価格4000万円/10a (1/2補助事業活用) により試算。

# 11 参考資料 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？

- 管理の適期励行（作業管理台帳・履歴確認から）
- 適正品種の選定
- 病害虫対策の徹底（予防策と対応策の検討）
- 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）
- 栽植本数や収穫期間は、栽培条件  
（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

☞環境診断（光強度、炭酸ガス、給水量、温度、湿度等）をし、問題点を確認しましょう。

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

☞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。

- 環境モニタリング →環境測定器
- CO<sub>2</sub>不足 →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、遮光資材
- 複数の環境要因を自動制御 →環境制御機器
- 養水分の自動制御 →養液土耕システム(AI、日射比例等)
- 光環境改善 →施設軒上げ（高軒高ハウス導入）

## ステップ3 環境データと生育診断により、栽培管理を検証・改善を繰り返します

各データ（環境・生育・収量・ランニングコスト）から、定期的に栽培中の問題点を見つけ、栽培管理や機器設定の改善を行います。

### ポイント 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 作物が順調に生育しているか確認
- ・着花や数は安定している？
  - ・花のサイズ、色、果形は適正？
  - ・樹勢は維持されている？
  - ・生育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の確認