先駆的調査・実証プロジェクト推進事業

「連棟型ビニールハウスを使用した環境制御型農業の担い手育成のための実証調査（伊達市）」

令和７年２月

目次

第１章 本事業の概要 3
１．はじめに 3
(1) 取組の背景 3
(2) 事業の内容 3
２．伊達市環境制御型施設園芸研究会の設置 8
(1) 研究会設置の目的 8
(2) 構成団体 8
(3) 令和５～６年度の取組一覧 8
(4) 取組の概要 9
第２章　施設園芸の実証 11
１．実証内容 11
(1) 外部委託による実証事業 11
２．一作目の営農結果（令和５年度実証） 13
(1) 計画と栽培条件 13
(2) 実証結果 18
(3) 次作に向けた対応 30
３．二作目の営農結果　（令和６年度実証） 34
(1) 計画と栽培条件 34
(2) 実証結果 36
(3) 二作目の振り返り 44
4.　実証中のその他の取組 45
(1) ASIA GAP の取得 45
第３章　営農モデル（収支計画） 46
1.　営農モデルの作成ステップ 46
2.　収支計画の検討 47
(1) 新規就農の前提条件 47
(2) 収支計画の試算結果 49
(3) 営農モデルの課題 50
第４章　研修カリキュラムの構想 51
１．研修カリキュラムの作成について 51
(1) 作成に向けた取組 51
２．カリキュラム案 54
(1) 研修概要 54
(2) マニュアル案 56

第５章　まとめ 59
　１．今後の進め方と課題 59

第１章 本事業の概要

１．はじめに

(1) 取組の背景

伊達市の基幹産業である農業は、野菜を中心とする施設園芸や畑作・酪農を中心に都市近郊型農業として経営されてきた。近年は、地域の温暖な気候条件を生かし栽培した多品種多品目の野菜を「伊達野菜」として PR することで、徐々にその認知度は向上してきており、ブランド形成を通じて高収益につながることが期待されている。

その一方で、担い手の高齢化や離農が進み、新規就農者の確保も難しいなど、基幹産業として維持していくためには大きな課題が残されている。

伊達市の第７次総合計画においては、「地域産業の中核を担う農業の振興」を施策として掲げ、その取り組みとして「農業生産基盤の強化」や「担い手の育成・確保」を掲げている。

本事業は、取組の一環として、気象条件に影響を受けにくく安定的に作物を栽培できるとして注目されている ICT 機器を導入した環境制御型農業を実践する施設園芸を基軸とした新規就農者等の研修体制整備を行うにあたり、調査研究を行うこととしたものである。

(2) 事業の内容

本事業は、喫緊の課題である農業者の高齢化、農業者の減少への対応のため、安定した営農を行うことができる農業の担い手の育成するための研修体制整備のため、以下の二つの調査テーマの実施を目的とする。

・営農モデルと収支計画の検討（カーボンニュートラル型農業含む）

・研修体制整備のためのカリキュラム等の検討

事業の実施にあたっては、令和５年３月に完成した稀府農業研修センターにおいて、統合環境制御を用いた営農を行い、データの蓄積と確保できる収量を明らかにし、環境制御機器導入の有効性の実証し、営農結果を基にした営農計画と収支モデルの作成を行う。

栽培にあたっては、地域資源を活用した「ペレットボイラー」と電熱変換効率がよい「ヒートポンプ」を熱源とし、化石燃料を使わないカーボンニュートラルに資する栽培を実践するとともに、強制換気を含めた統合環境制御システムにより最適制御することで冬季も含めた周年出荷を目指す。

【稀府農業研修センターの概要・特徴】

施設概要

構造　　：鉄骨屋根型プラスチックフィルムハウス

栽培室　：3,024 ㎡

（1,008 ㎡×3 区画）

栽培品目：ミニトマト

機器制御：3 区画 独立制御

特徴①　統合環境制御システム

ハウス内外に設置された各種センサーの情報を活用し、ハウス内栽培環境を 24 時間自動で制御する。栽培に最適な光・水分・CO2・温度・湿度を制御することで、高収量や管理の手間を削減することを目指す。

図 1　統合環境制御システム

特徴②　セミクローズド強制換気ハウス

強制換気方式を採用し、天窓を廃止したセミクローズド型農業ハウスで外気環境に左右されにくくハウス内栽培環境の安定化を目指す。

図 2　強制換気ハウス

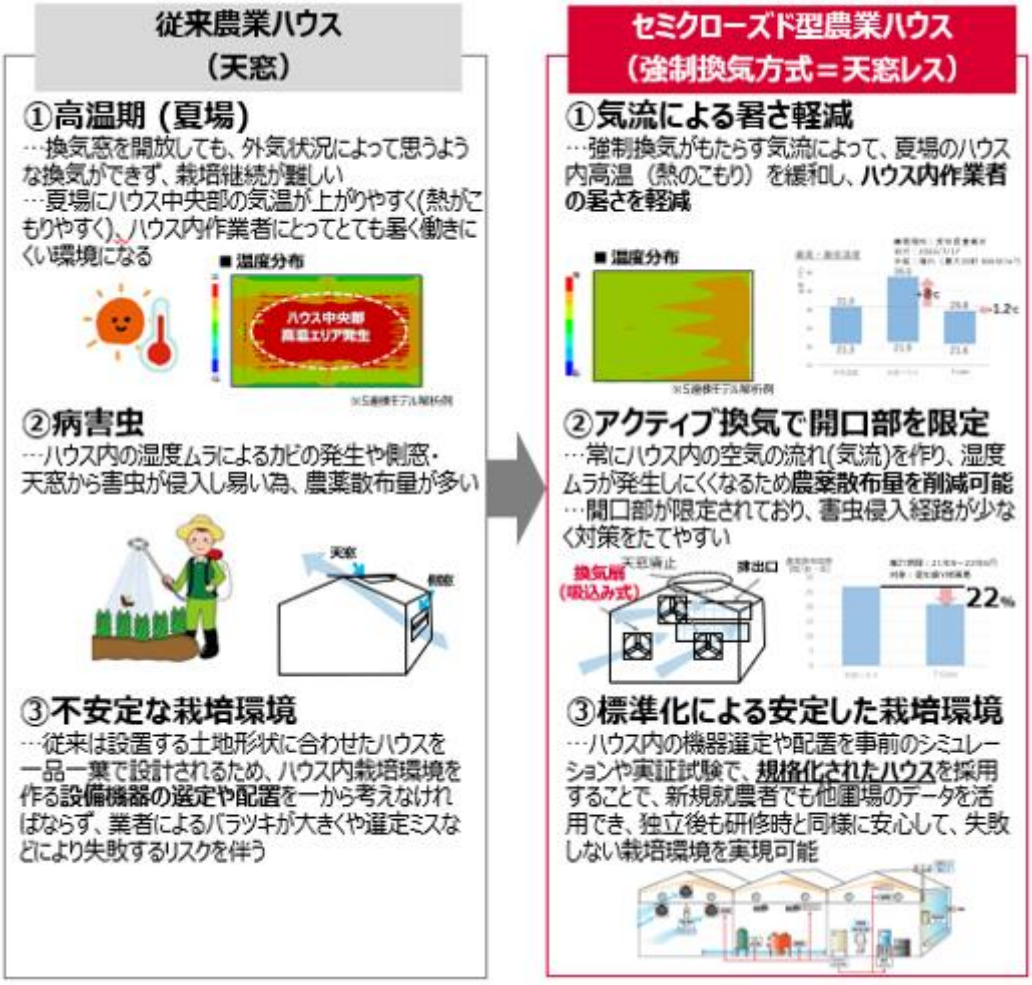


図 3　強制換気ハウスの特徴

特徴③　生産統合管理システム

本システムは、統合環境制御システムから温度などのハウス内環境、ハウス内に設置されたカメラから静止画、及び、モバイル端末からシフト情報や作業実績などを取得し、営農に必要なデータを一元管理する事ができる。

また、取得したデータを元に、作業人員の配置、異常時のメール送信など便利機能が利用できるだけでなく、過去の各種データを用いる事で就農者のスキル把握に役立てる事ができる。

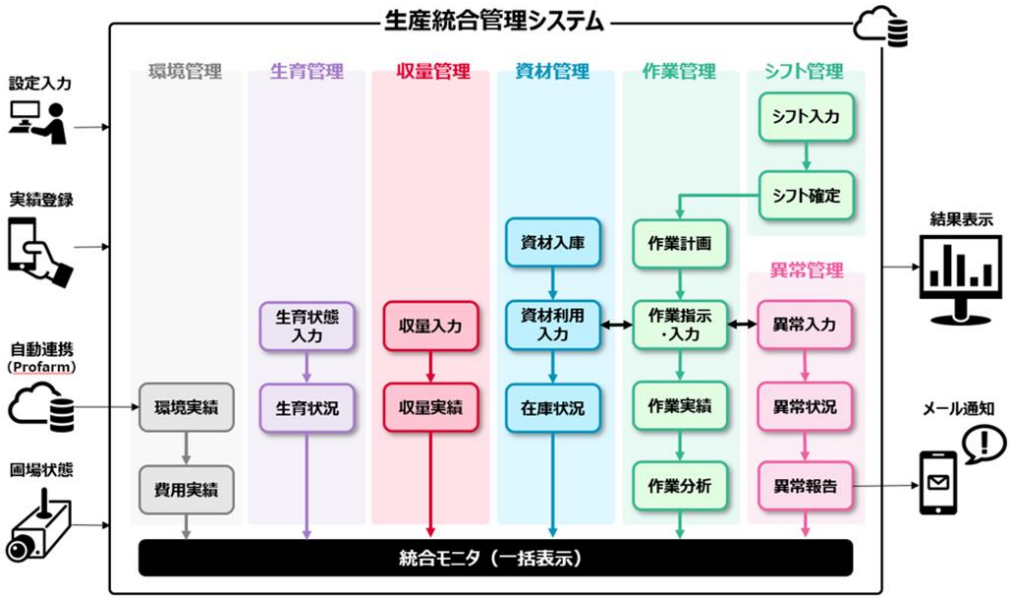


図 4　生産統合管理システムの概要

表 1　生産統合管理システムで管理可能なデータ例

項目	営農に必要なデータ	詳細データ例
環境管理	地上部環境値	・温度 ・飽差 ・CO2濃度 ・日射量
	地下部環境値	・給液量/EC ・排液量/EC
	機器稼働実績	・暖房機稼働状態 ・カーテン稼働率
生育管理	生育実績値	・伸長量 ・茎径 ・果数
	生育画像	・成長点付近画像
収量管理	出荷量	・収穫量 ・廃棄量
資材管理	資材利用結果	・農薬使用量 ・農薬使用タイミング
作業管理	作業計画	・誘引計画 ・収穫計画
	作業結果	・誘引時間 ・収穫時間
シフト管理	シフト結果	・シフト時間
異常管理	異常結果	・異常画像 ・異常種類 ・異常発生箇所 ・異常発生数

特徴④　人材育成

統合環境制御システム、生産統合管理システムを利用することでデータに基づいた定量的な指導が可能となり判断基準、根拠が明確化される。そのため研修生の納得度が上がり、成長促進が期待される。

また、他の研修生や過去のデータと比較することで各研修生の弱点を明確化できる。ICT を活用することで幅広いノウハウを有する人材の育成を目指す。

図 5　システムを利用した研修形態

特徴⑤　カーボンニュートラルの取り組み

化石燃料を使わない熱源システムとして地元熱源の木質ペレットと補助熱源としてヒートポンプを採用した。

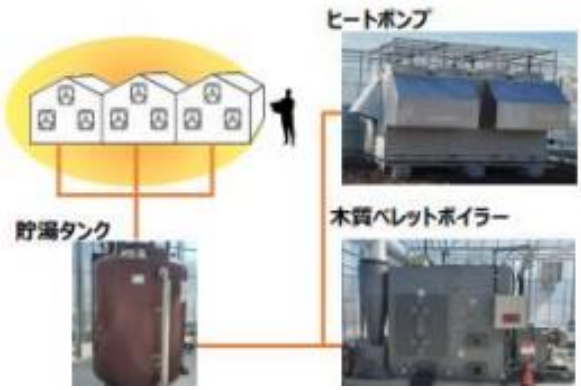


図 6　カーボンニュートラル熱源

２．伊達市環境制御型施設園芸研究会の設置

(1) 研究会設置の目的

実証事業の実施にあたっては、令和５年 10 月 17 日に市内外の農業関係者、学識経験者などで構成された「伊達市環境制御型施設園芸研究会」を調査研究組織として立ち上げ、取組を推進した。

(2) 構成団体

【構成】

会　　長　：伊達市（経済環境部長）
副 会 長　：伊達市農業協同組合（営農指導課長）
事 務 局　：伊達市経済環境部農務課
構成組織　：胆振農業改良普及センター、伊達信用金庫
外部有識者：地方独立行政法人北海道立総合研究機構
　　農業研究本部 花・野菜技術センター
※稀府農業研修センター営農検証業務委託　受託事業者
「稀府農業研修センター営農検証業務委託」受託コンソーシアム
（代表者：株式会社デンソー、株式会社アド・ワン・ファーム）

(3) 令和５～６年度の取組一覧

調査事業の実施に関する事前協議、研究会、その他主な関連取組は下記のとおり。

表 2　研究会取組一覧

No	開催日時	開催場所	協議事項
1	2023/10/17	伊達市役所	研究会の設置
2	2023/11/30	稀府農業研修センター	稀府農業研修センターの営農状況確認(冬季営農状況等)
3	2024/1/31	伊達市役所	令和５年の実証結果について
4	2024/2/19	伊達市役所	研修カリキュラムについて
5	2025/1/9	伊達市役所	二作目の営農結果を含めた研修カリキュラム・マニュアル素案についての内容説明
6	2025/1/27	伊達市役所	営農モデル（収支計画）についての協議
7	2025/2/25	伊達市役所	結果報告に向けた協議、報告 今後の課題・検討事項共有

(4) 取組の概要

本事業では主に、伊達市が外部委託により 2 年間の実証を行うと共に、研究会においてその実績データや報告に基づいた営農モデルと収支計画の検討（カーボンニュートラル型農業含む）や、研修体制整備のためのカリキュラム等の検討を行う。

取組概要を含む、詳細については以下図 7～図 9 参照

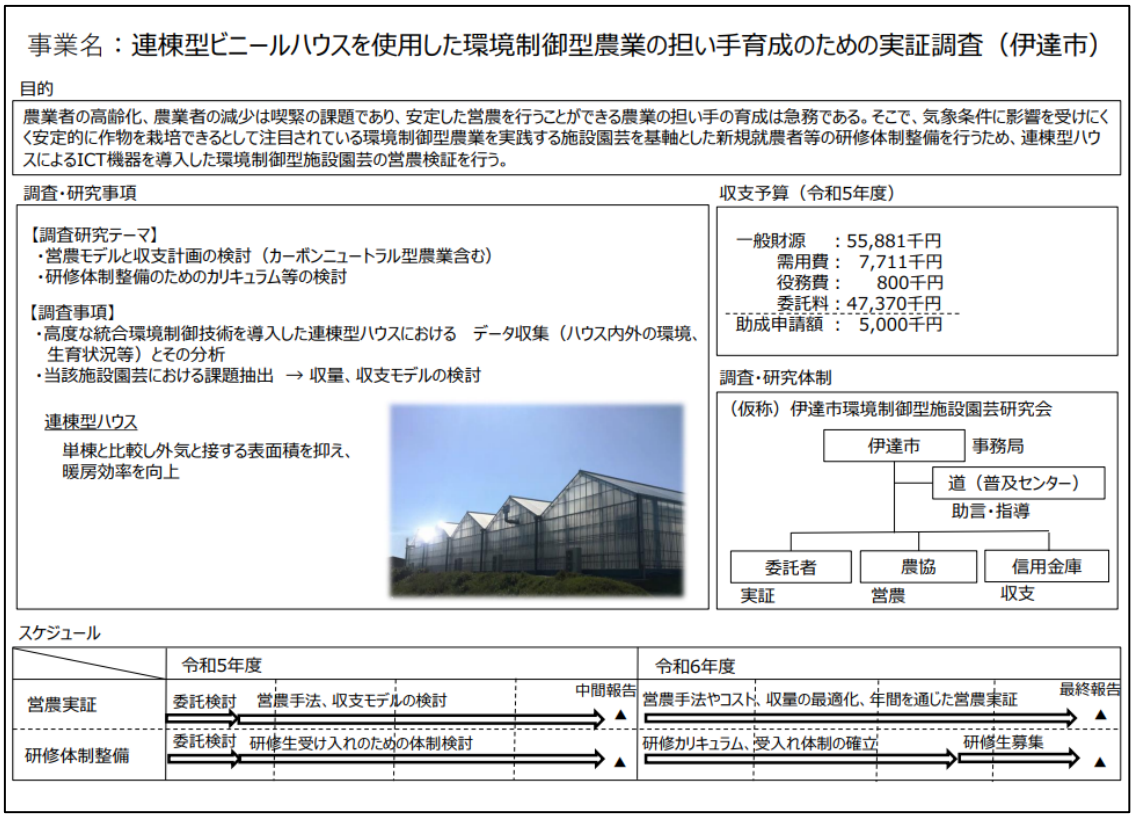


図 7　研究会取組概要

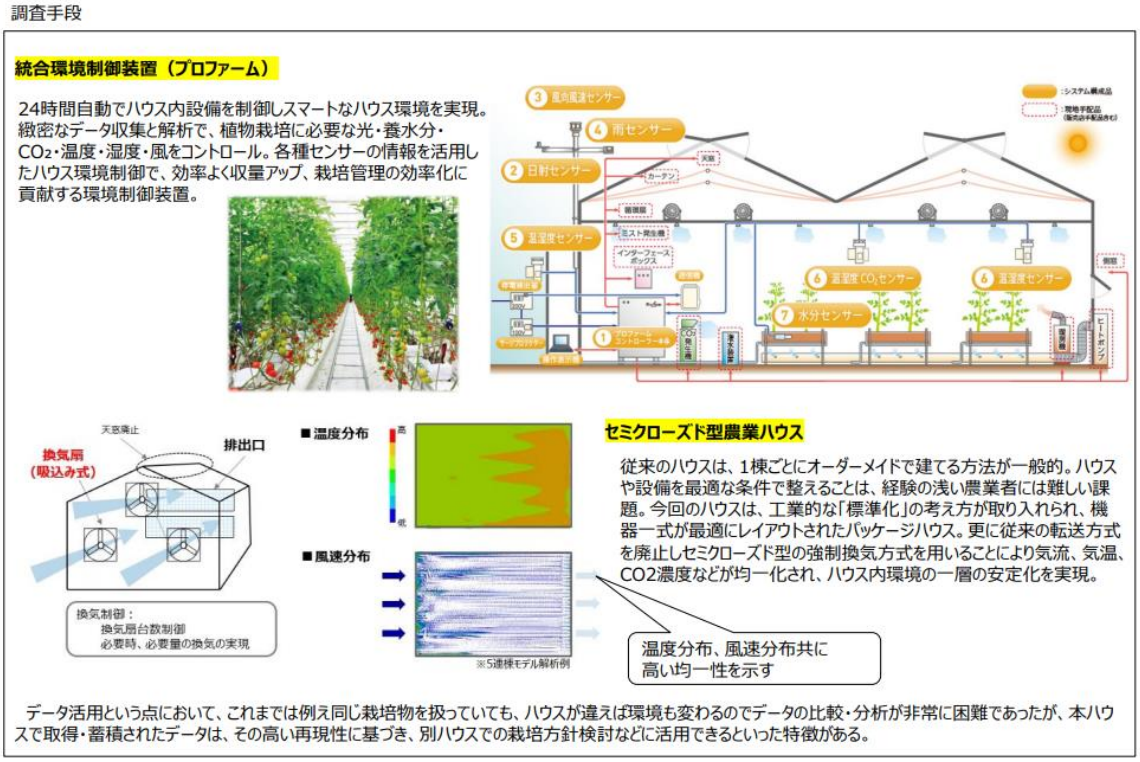


図 8　連棟型ハウスの特徴

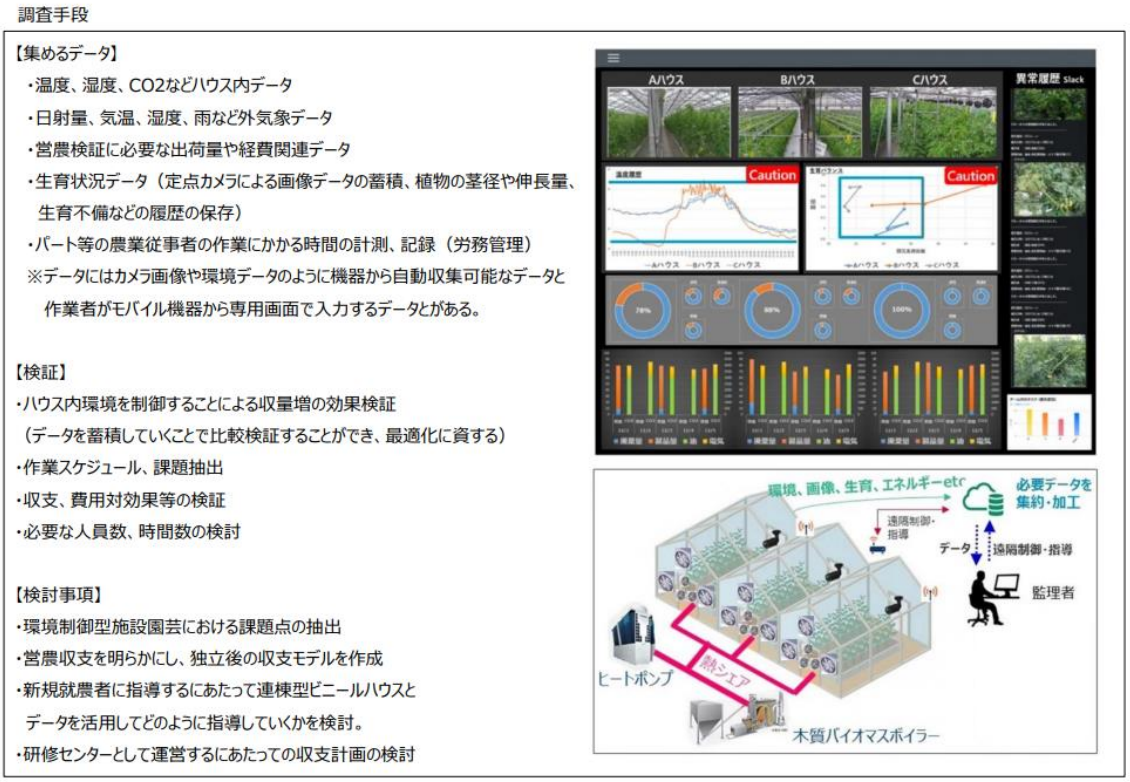


図 9　調査、検討事項

第２章　施設園芸の実証

１．実証内容

(1) 外部委託による実証事業

伊達市では、稀府農業研修センターにおいて、環境制御システムを導入した連棟型ビニールハウスの営農モデルを確立するためのデータ蓄積や収支モデルを検討するため、公募型プロポーザル方式にて「稀府農業研修センター営農検証業務委託」の事業者を選定した。

※受託したコンソーシアムの活動については以下図 10～図 13 参照

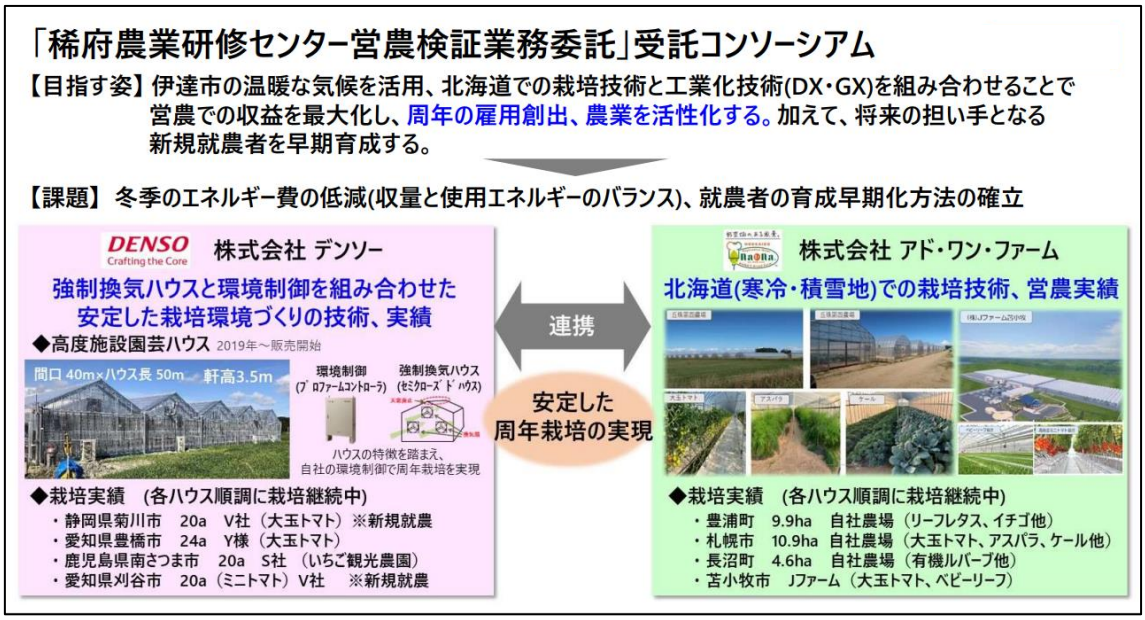


図 10　受託業者提案資料抜粋（1/4）

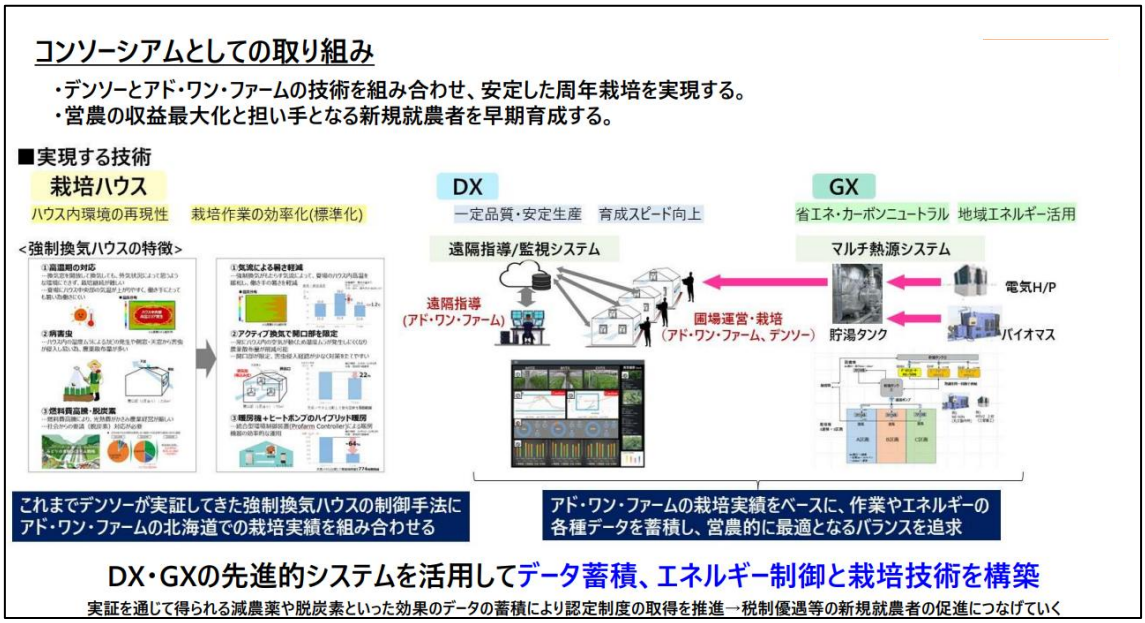


図 11　受託業者提案資料抜粋（2/4）

【目的】
農業研修センターは、伊達市において農業を志す者又は農業を後継しようとする者の就農及び営農する者の技術向上を支援し、
もって地域の農業活性化及び持続可能な農業経営に資するため、農業技術の実証及び研修の場を提供することを目的としている。

・北海道での栽培技術と工業化技術(DX・GX)を組み合わせた先進的な施設園芸により、寒冷地でも年間を通じて収入が得られる魅力ある農業モデルの構築を目指す。実証を通じたデータ蓄積を行い、その後の研修生の早期育成につなげる。

・伊達市の地域資源である木質バイオマスペレットとヒートポンプの熱源を使いこなし、カーボンニュートラル型農業の成立性を検証する。

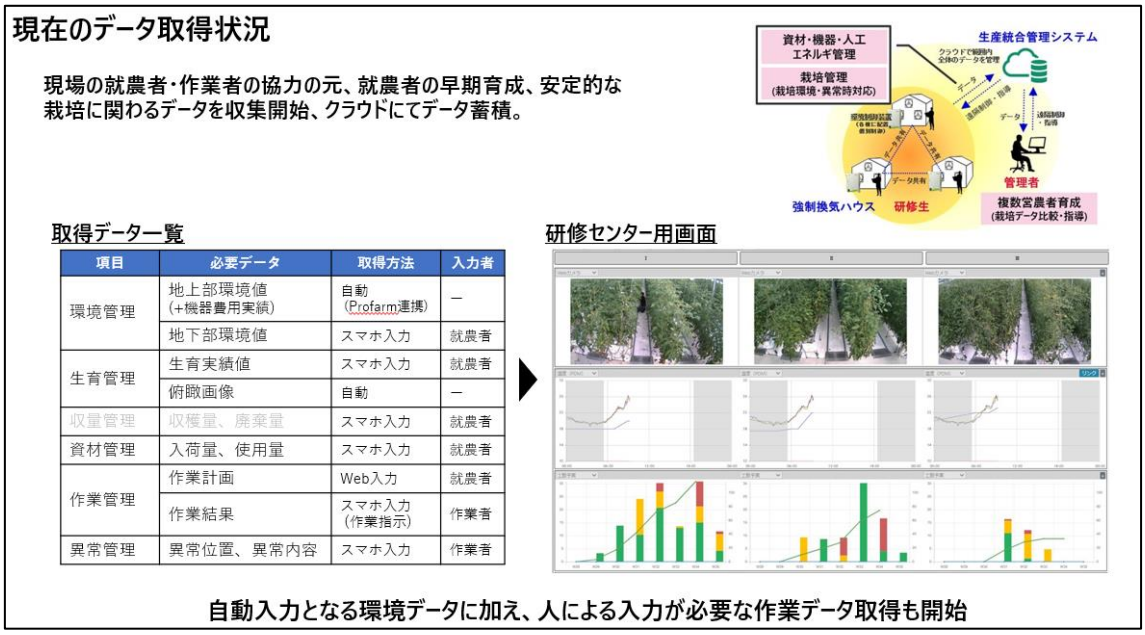
・環境制御型農業の実践にあたっては、栽培、販売、機器の使いこなしといった各専門分野に強み・実績を持つ企業(デンソー、アド・ワン・ファーム)がコンソーシアムを形成し、実証に取り組む。

【目的】
環境制御型農業を実践する施設園芸を基軸とした新規就農者等の研修体制整備を行うため、農業研修センターにおいて営農と
データ集積を行い、センター運営の収支モデルや研修生の独立後の経営収支モデルを検討することを業務の目的とする。

・1年目は栽培に注力し、活動完了の3月まで栽培を続けることで、最大の課題である冬季暖房の必要エネルギーなど実績データを蓄積・分析する。
北海道で実績あるアドワンファームと共にその結果を分析することで、2年目のセンター運営の収支モデルや
研修生独立後の経営収支モデルに繋げる。

・新規就農者の収益性をより高めるべく、安定した高単価販売の実現を目指し、周年での作型を検証する。
（夏季は作物が作れない本州への販売、冬季は道内への販売を狙う）

図 12　受託業者提案資料抜粋（3/4）



項目	必要データ	取得方法	入力者
環境管理	地上部環境値（+機器費用実績）	自動（Profarm連携）	－
	地下部環境値	スマホ入力	就農者
生育管理	生育実績値	スマホ入力	就農者
	俯瞰画像	自動	－
収量管理	収穫量、廃棄量	スマホ入力	就農者
資材管理	入荷量、使用量	スマホ入力	就農者
作業管理	作業計画	Web入力	就農者
	作業結果	スマホ入力（作業指示）	作業者
異常管理	異常位置、異常内容	スマホ入力	作業者

図 13　受託業者提案資料抜粋（4/4）

２．一作目の営農結果（令和５年度実証）

(1) 計画と栽培条件

環境制御システムを導入した連棟型ビニールハウスは、ハウス内の温度や灌水条件を制御することで年間を通して安定した収量や品質を確保することが期待できる。そこで、栽培品種は、高収量を狙えるミニトマト（ダルタリー）を２区画（約 2,000 ㎡）で栽培し、ブランド野菜に繋げる試験品種として、複数の品種で色や形状が異なる野菜を組み合わせて販売することを前提としたスナック野菜（スナックトマト、ミニきゅうり、ミニパプリカ）を 1 区画（約 1,000 ㎡）で栽培することとした。（図 14）

目標収量及び単価は道内の環境制御型ハウス栽培の実績や種苗会社の情報を参考に以下のように決定した（表 3）。ダルタリーの収量は一般的なミニトマト栽培（露地含む）における収量 4.546t[1]と比較して約 4.4 倍の 20t であり、大規模施設園芸でのミニトマトの収量 20～21 t [2]と比較しても同等の水準である。スナック野菜の収量はダルタリーの約 6 割とした。目標単価は委託事業者の販売知見を元に決定した。

---

[1] 令和 4 年度主要野菜作付実態調査　北海道 ミニトマト

[2] 日本施設園芸協会　次世代施設園芸の全国展開

また耕種概要及び制御方法は図 14～表 7 のとおりである。

【栽培品種】
栽培実績を確実にするため高収量ミニトマトを、伊達市のブランド野菜に繋げるため
スナックトマト、ミニきゅうり、ミニパプリカを選定

◆選定品種一覧

	分類	接木	定植数
1	高収量ミニトマト	ダルタリー	2340
		ダルタリー（台木違い）	1170
2	スナックトマト	ルージュジャポネーゼ	117
3		ソラリーノ	117
4		フロランティーノ	117
5		マジノ	117
6		オベリーノ	117
7		テルネット	117
8		グーラミ	117
9		アナマリア	117
10		ブレニー	117
11		クロミス	117
12		シブリー	117
13	ミニきゅうり	クラトリーノ	117
14	ミニパプリカ	レッドタタン	117
15		イエローズッパ	117
16		オレンジタルタ	117

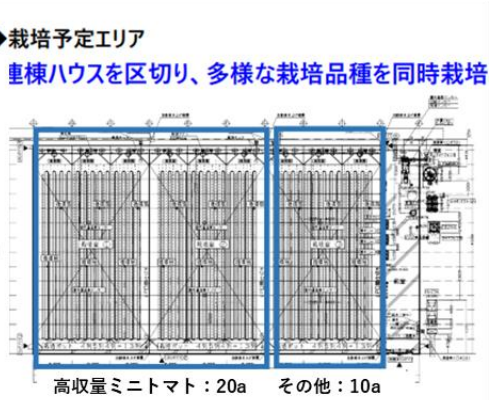


図 14　栽培品種と栽培エリア

表 3　収量計画

	年間想定収量 [t/10a]	今季目標収量 [t/10a]	目標単価 [円/kg]
ダルタリー	20	11.2	550
スナック野菜	12.4	7.9	700

表 4　耕種概要

	定植日	定植時葉数	収穫期間	栽植密度	栽培様式	灌水方法	培地
ダルタリー（区画１）	6/14	3 (2 本仕立て)	8/4 ~12/13	3.5 (ヘッド数で換算)	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ロックウール
ダルタリー（区画２）	6/14	3 (2 本仕立て)	8/4 ~1/15	3.5 (ヘッド数で換算)	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ロックウール
スナックトマト（区画３）	6/14	3 (2 本仕立て)	8/4 ~1/15	3.5(ヘッド数で換算)	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ロックウール
ミニきゅうり（区画３）	6/14	4 ～5	7/4 ~1/15	1.8	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ロックウール
ミニパプリカ（区画３）	6/14	4	8/23 ~1/15	3.5	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ロックウール

※本試験ではベルグアース株式会社の愛媛農場から納入されたポッド苗を使用。日本ロックウール株式会社のキューブに 2 週間仮定植後、ロックウール培地にキューブを設置し本定植した。

表 5　環境制御機器の制御項目

制御項目	環境制御機器　Profarm での制御設定（各時間帯に対応）				
制御期間 （時間帯イメージ）	時期	期間 1 （日の出-正午）	期間 2 （正午-日の入）	期間 3 （日の入後）	期間 4 （夜間）
暖房設定/冷却設定 （℃）	6 月 7 ～8 月 9 月 10 月 11 月～	20/23～25 -/20 15/23～25 18/25～26 20/26	20/23～25 -/20 15/23～25 18/25～26 20/26	15/- -/18 15/18 16/18 16～18/18～20	15/- -/18 15/18 16/18 16～18/18～26
CO2 設定濃度(ppm)*1		400	400	400	400
天井カーテン　(%)*2	6/14~10/20 10/20~	100(700W/m2 以上の時) 100(800W/m2 以上の時)	100(700W/m2 以上の時) 100(800W/m2 以上の時)	100(700W/m2 以上の時) 100(800W/m2 以上の時)	100(700W/m2 以上の時) 100(800W/m2 以上の時)
側窓カーテン　(%)*3	9/16～10/20 10/21～	100 100	0 100	0 100	100 100

*1　強制的に換気を行うハウスの特性上、CO2 濃度は 400ppm の外気相当を基本とした。

*2　使用率で表記し、100%の時全閉状態。天井カーテンは換気 FAN3 台稼働時には機器保護の観点から開度 90%になる。

*3　側窓カーテンのみ手動操作のため、7 時～17 時の間の設定時刻付近に開閉した。

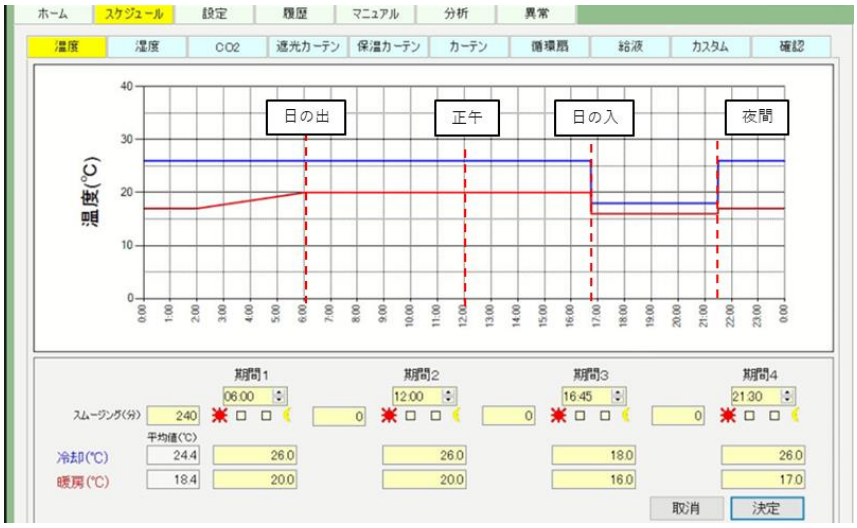


図 15　時間ごとの温度制御設定イメージ

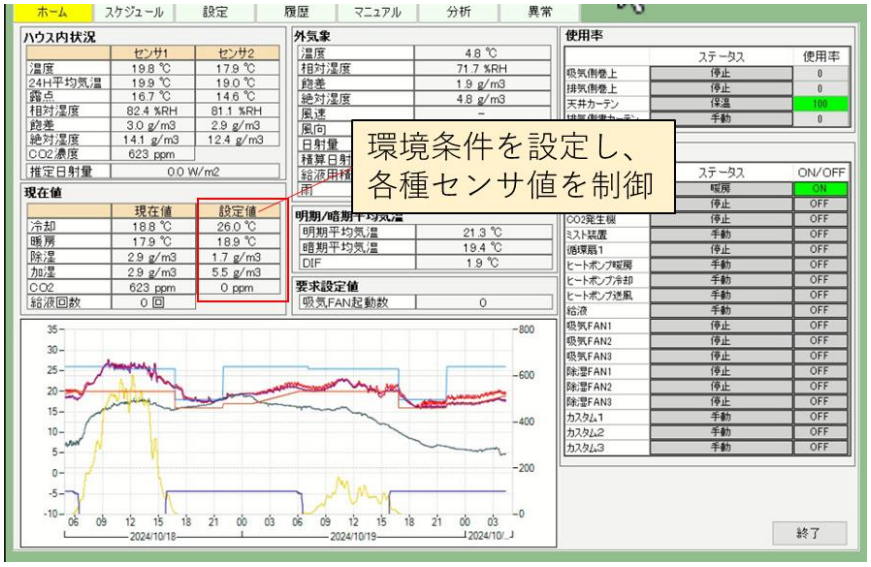


図 16　環境条件設定画面の例

表 6　灌水設定条件

栽培暦																																			
月		6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
旬		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
給液量	ECの目安	4.0																																	
	pHの目標値	5.5～6.2																																	
	給液量	1株当たり1.0～2.5L/日			1株当たり2～2.5L/日																														
	排液EC、pH	EC：給液EC+1.0 pH：6.5～7.2																																	
	排液率	晴天時20～30% 雨天時10～20%																																	

表 7　年間防除計画

	日付	週	殺虫①	殺虫②	ダニ	殺菌①	殺菌②	展着剤	散布水量（ℓ）3エリア合計
1月	12月31日	1							
	1月7日	2							
	1月14日	3							
	1月21日	4	サンクリスタル			ドイツボルドーA			100
	1月28日	5			クムラス			ブレイクスルー	100
2月	2月4日	6	サンクリスタル			ドイツボルドーA			100
	2月11日	7			クムラス			ブレイクスルー	100
	2月18日	8	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	2月25日	9			クムラス			ブレイクスルー	300
3月	3月3日	10	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	3月10日	11			クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
	3月17日	12	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	3月24日	13			クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
	3月31日	14	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
4月	4月7日	15			クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
	4月14日	16	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	4月21日	17			クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
	4月28日	18	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
5月	5月5日	19			クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
	5月12日	20	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	5月19日	21			クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
	5月26日	22	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
6月	6月2日	23		チェス	クムラス			ブレイクスルー	300
	6月9日	24	サンクリスタル			ドイツボルドーA	ランマン		300
	6月16日	25		ディアナSC	クムラス			ブレイクスルー	300
	6月23日	26	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	6月30日	27		コロマイト	クムラス		カリグリーン	ブレイクスルー	300
7月	7月7日	28	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	7月14日	29		トランスフォーム	クムラス			ブレイクスルー	300
	7月21日	30	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カッパーシン		300
	7月28日	31		モベント	クムラス			ブレイクスルー	300
8月	8月4日	32	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	8月11日	33		チェス	クムラス		パレード20	ブレイクスルー	300
	8月18日	34	サンクリスタル			ドイツボルドーA			300
	8月25日	35		ディアナSC	クムラス			ブレイクスルー	300
9月	9月1日	36	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カリグリーン		300
	9月8日	37		コロマイド	クムラス			ブレイクスルー	300
	9月15日	38	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カリグリーン		300
	9月22日	39		トランスフォーム	クムラス			ブレイクスルー	300
	9月29日	40	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カリグリーン		300
10月	10月6日	41		モベント	クムラス			ブレイクスルー	300
	10月13日	42	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カリグリーン		300
	10月20日	43			クムラス			ブレイクスルー	300
	10月27日	44	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カリグリーン		300
11月	11月3日	45			クムラス			ブレイクスルー	300
	11月10日	46	サンクリスタル			ドイツボルドーA	カリグリーン		300
	11月17日	47							
	11月24日	48							
12月	12月1日	49							
	12月8日	50							
	12月15日	51							
	12月22日	52							

(2) 実証結果

前記計画に対する実証試験の売上、費用（表 8）及び収量推移（図 18～図 21）を示す。北海道内でも例が少ない仕様のため、立ち上げに試行錯誤した結果、多くの点で計画との乖離が発生し、売上、労務費、光熱費が目標未達となった。

ミニトマトについては、実証開始のスケジュールの都合上、定植が 6 月中旬、8 月から収穫となったが、8 月下旬に記録的な猛暑を迎えた。市内の全域で高温により大きな影響があった中、環境制御システムにより、温度上昇については比較的軽微であった。定植期のずれにより植物体の体力が十分でない中での異常高温であったことから、着果不良や植物体の体力低下を招き、収量が計画より減となった。

8 月に収穫作業が始まるとミニきゅうりの想定外の収穫作業の増加等によりハウス全体で慢性的な作業の遅れが発生した。ミニトマトも含めて葉かき作業が不足した結果、うどんこ病が蔓延し、成長速度が遅くなるなど、計画に対する収量減が続いた。

光熱費は当初の想定より大きい結果となった。9 月までは想定通りだったが、冬季の暖房費が大きいことが要因だった。

ミニきゅうり、ミニパプリカについては、委託事業者としての栽培実績が乏しいため、手探りでの栽培だった。ミニきゅうりは 9 月まで、ミニパプリカは 11 月まで概ね計画どおりとなったが、収穫等の作業負担が大きく作業遅れ等によるうどんこ病の蔓延が課題だった。

販売単価については通期でダルタリー550 円/kg、スナック野菜 700 円/kgで取引することが出来た。

図 17　栽培状況（ミニトマト・ダルタリー）

① 売上、費用実績

表 8　売上、費用実績

項目	計画	結果
売上（千円）	17,547 （ダルタリー11.2t/10a、 スナック野菜 7.9t/10a）	10, 867 （ダルタリー7.4t/10a、 スナック野菜 3.8t/10a）
労務費（千円）	5,775	5,817
光熱費（千円）	5,731	7,082
資材費（千円）	5,671	4,665
出荷経費（千円）	2,858	670
支出合計（千円）	20,035	18,234

※ 周年出荷の計画は 4 月定植だったが、事業者への委託が 6 月になったため、6 月に定植する前提で計画を立案したことから売上より支出が多い。

② 収量推移

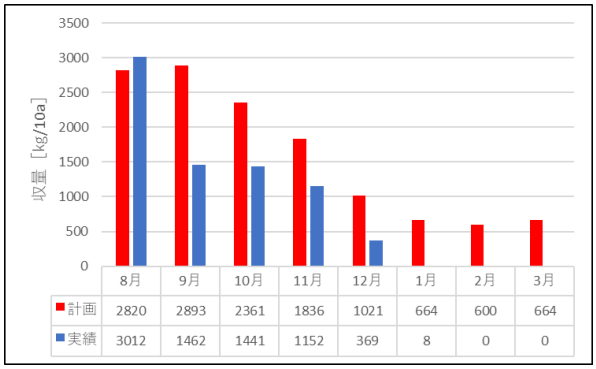


図 18 ダルタリー収量推移

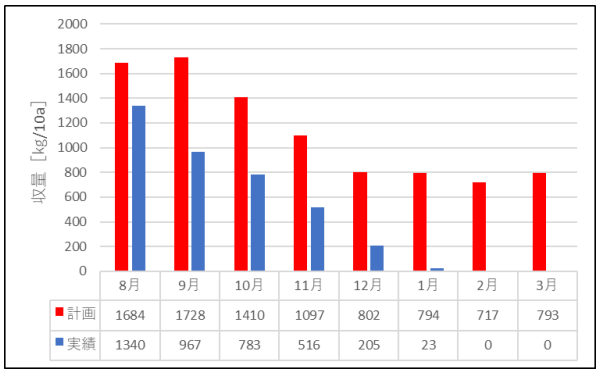


図 19　スナックトマト収量推移

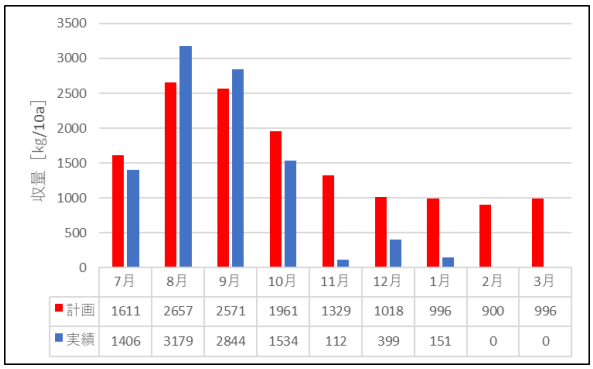


図 20　ミニきゅうり収量推移

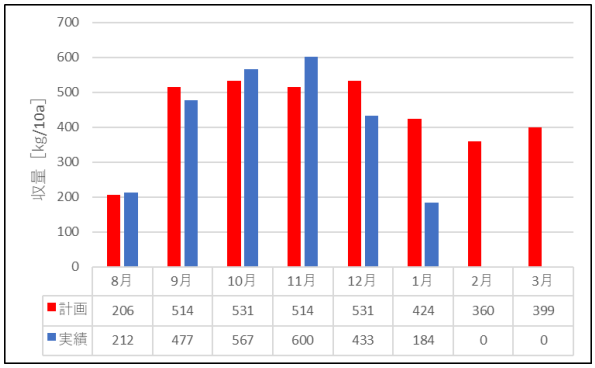


図 21　ミニパプリカ収量推移

③ ハウス内温度の制御結果

文献 3※より一般的なトマトの生育温度は日中 25℃前後、夜間 10～20℃程度が適温で、最高気温が 35℃以上では生理障害が起こると言われている[3]。またトマトは 1 日の平均温度が 18～22℃の範囲だと成長が早いことが知られている[4]。本実証では委託事業者の栽培実績を踏まえて 1 日の平均温度が 20℃になることを目標とした。また、生理障害を抑制するため最高温度が 35℃以下、最低温度が 15℃以上になるように日中、夜間の温度を管理した。

このような管理により 7 月末から 9 月初旬の夏季を除いた大部分の期間で設定通りの温度制御ができた。

夏季は日中、夜間ともに外気温が高いためハウス内の 1 日の平均温度が 20℃を超える日が続いたが、この温度は外気温とほぼ同等であった。一般的な温室ハウスで夏場は最高温度が 40℃を超える暑さとなることがある中で、強制換気ハウスでは外気温とほぼ同等以下の温度まで温度上昇が抑制されていることを確認した。

図 22　ハウス内の日平均温度

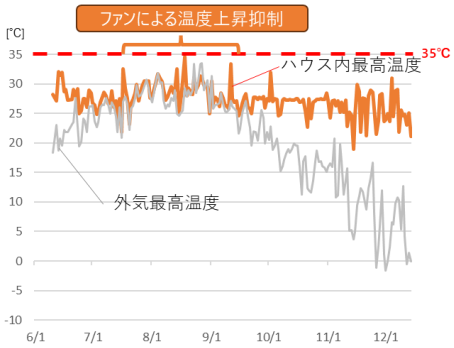


図 23　ハウス内の最高温度

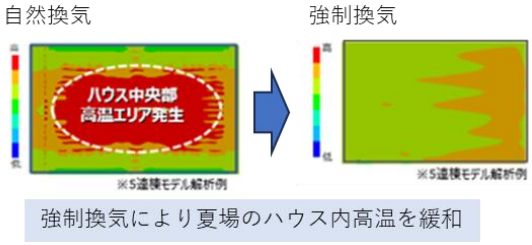


図 24　強制換気による温度上昇抑制イメージ

---

[3] 農研機構　大規模施設園芸生産運営マニュアル

[4] 農研機構　大規模施設園芸・植物工場共通テキスト　植物生理と栽培技術

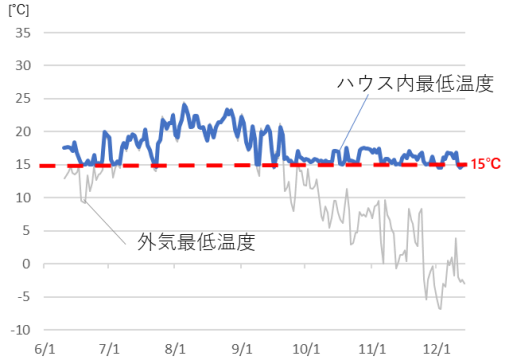


図 25　ハウス内の最低温度

取得データ

図 26 に月ごとの代表的な温度を示す。7 末～9 月初旬は外気温が設定温度（冷却設定値）より高い日が多かったが、強制換気により外気温と同等程度の温度に抑えることが出来た。その他の月は概ね設定した温度通りの推移となった。

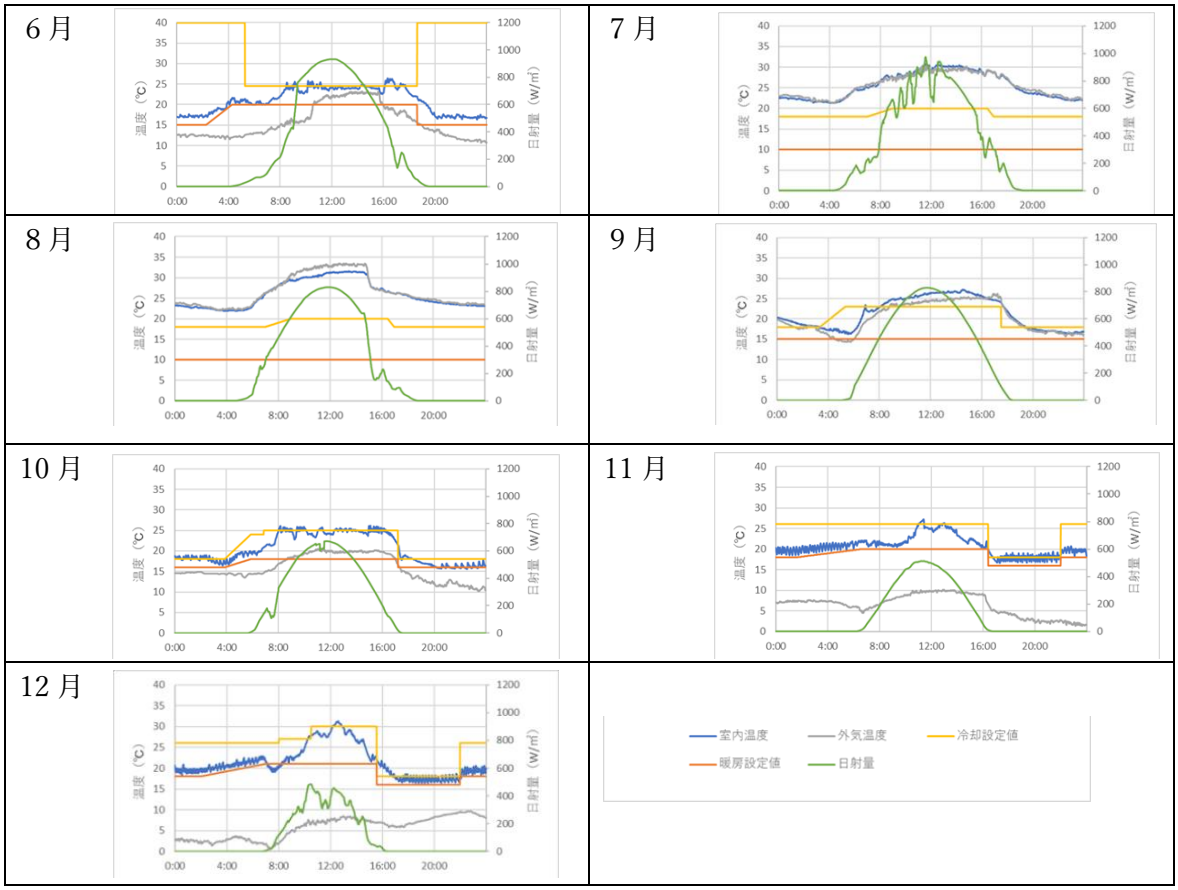


図 26　月ごとの温度（設定温度、外気温度、室内温度）

④ 灌水の制御結果

植物の状態観察とシステムを用いた日射量や環境条件に応じた給液設定をすることで、目標付近の排液率に管理することができた（図 28）。一方で、図の通り排液率が 0 %（排液量 0L/m）となっているデータがあるが、これは排液測定が 0.19 L /m（一区画あたりに換算すると 100 L）を超えないと計測が開始されないためである。栽培期間を通じて生育に大きな影響はなかったが、適切にデータが測定できないのは植物が枯れるリスクにつながるので二作目では改善していくこととした。

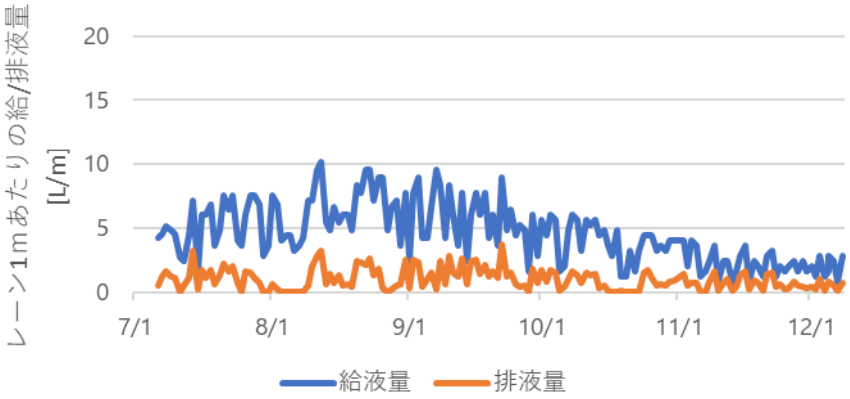


図 27　灌水実績（給液量、排液量）

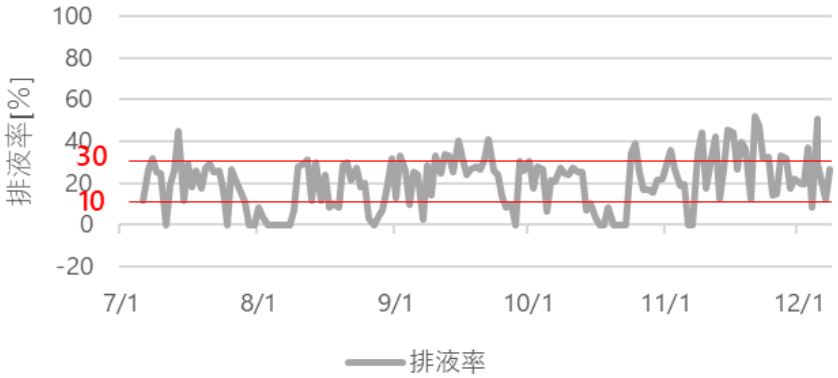


図 28　灌水実績（排液率）

⑤ **収量低下要因**

ア．収量低下時期

図 29～図 31 にダルタリーとスナック野菜の週ごとの収穫量の計画と実績を示す。計画では日射量が多い夏季から徐々に収量が減少することを見込んでおり、8 月中旬までは概ね想定通りだったが、9 月から 10 月にかけてダルタリー、スナックトマトの着果不良が発生し、計画に対して収量実績が低下した。10 月末には計画付近まで回復したが 11 月以降は後述するうどんこ病の蔓延により当初計画から大きく下回った。ミニきゅうり、ミニパプリカは夏季の収量低下は見られなかったがうどんこ病の蔓延による収量低下があった。

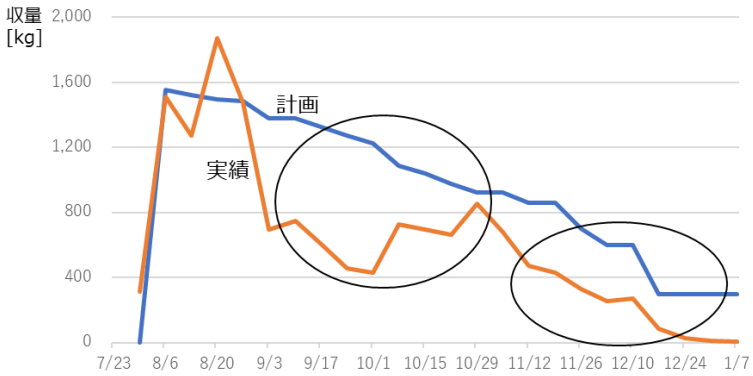


図 29　週ごとの収量計画と実績（ダルタリー）

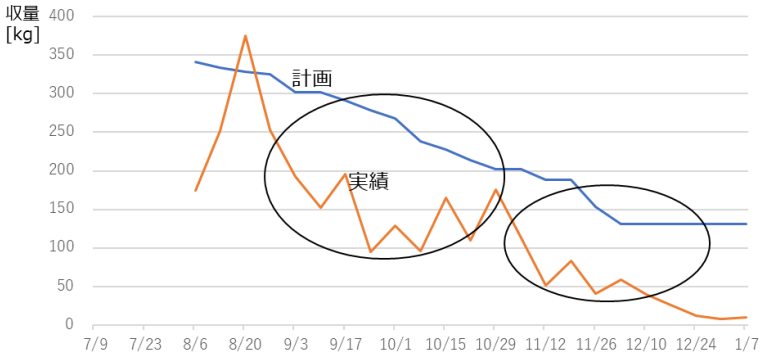


図 30　週ごとの収量計画と実績（スナックトマト）

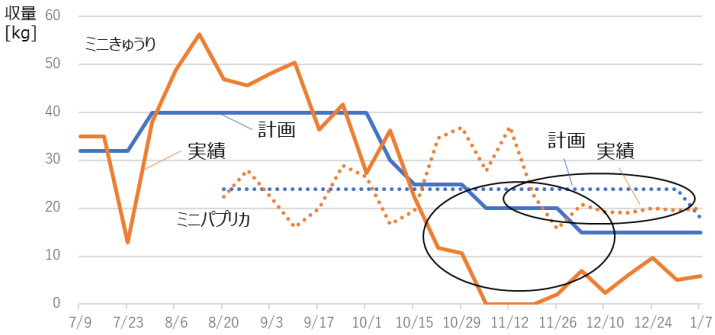


図 31　週ごとの収量計画と実績（ミニきゅうり、ミニパプリカ）

イ．夏季温度と収量

図 32 に最低温度と収量計画、実績を示す。7 月末から 9 月初旬まで着果不良が発生し易い最低温度 20℃を超える環境が連続して発生した。高温の影響を受けて 9 月収穫分が着果不良となり、収量は目標に対して約 4 割にとどまった。9 月に入り最低気温が下がると着果不良は減少し、収量は 10 月から徐々に回復した。10 月末にはほぼ目標通りの収量が得られた。

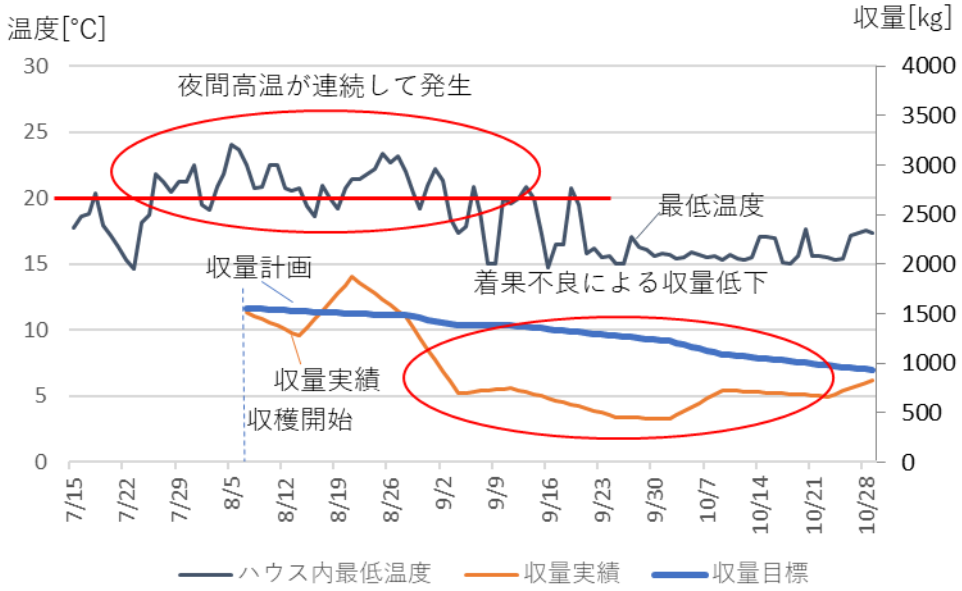


図 32　最低温度と収量

⑥ 作業時間

図 33 に作業人員の計画と実績を、図 34 に生育調査での葉数を示す。

実証開始から 8 月まではパートの必要求人数に対して人が集まらず、人数が少ない中での作業となった。8 月からは収穫作業が始まったが、特にミニきゅうりの収穫作業に時間がかかり、収穫作業の割合が増えた。その結果、葉かきなどの管理作業で慢性的な遅れが発生したことから後述する病害虫の発生につながった。

9 月以降は作業人員を増加し、必要な作業時間を確保した。病害虫の対応のため、計画を超える作業時間がかかった。

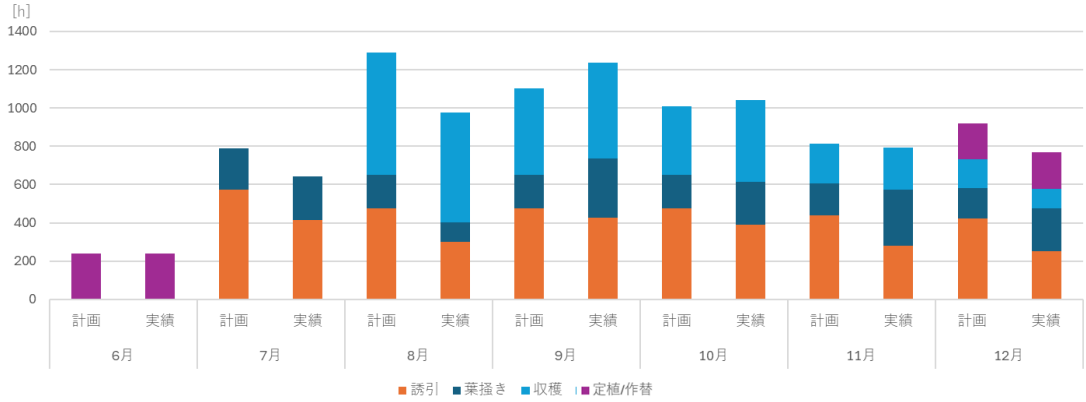


図 33　作業時間の計画と実績

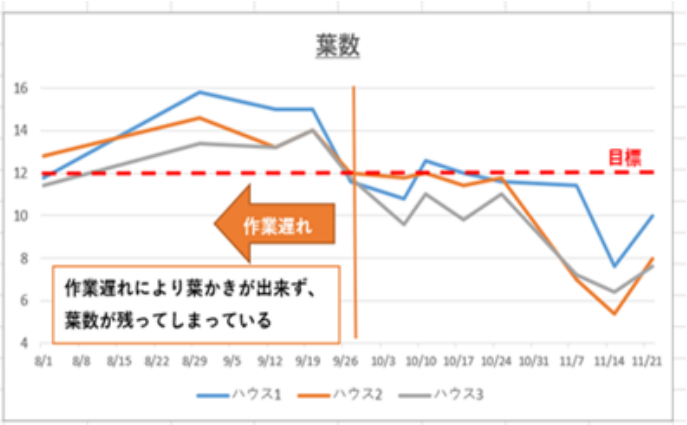


図 34　葉数の管理実績

⑦ 実証期間に発生した病害虫

ア．うどんこ病

圃場全体で葉かきなどの管理作業が遅れたことから、作物の葉が茂り、風通しの悪い環境になった。その結果、9 月中旬に区画 3 のミニきゅうりでうどんこ病が発生した。さらに、区画 3 ではスナックトマト、ミニきゅうり、ミニパプリカを栽培していたが、うどんこ病の進行は早く、適切な時期に管理作業が出来なかった結果、ミニきゅうりだけでなく同区画で栽培していたスナックトマトでもうどんこ病が発生し、生育不良・収量低下につながった。

また区画 1、2 のダルタリーでも同様にうどんこ病が発生し、収量低下が起こった。

図 35　病気の発生（ダルタリーのうどんこ病）

図 36　ハウスの様子（ダルタリー全体）

イ．その他の病害虫

セミクローズド型ハウスは天窓や側窓がなく病害虫が侵入しにくい構造となっており、収量等に影響する害虫被害は確認されなかった。わずかにコナジラミ、アブラムシの発生を確認したが、これらの害虫については異常を発見してすぐに防除対応を実施したため大きな被害には至らなかった（図 37）。

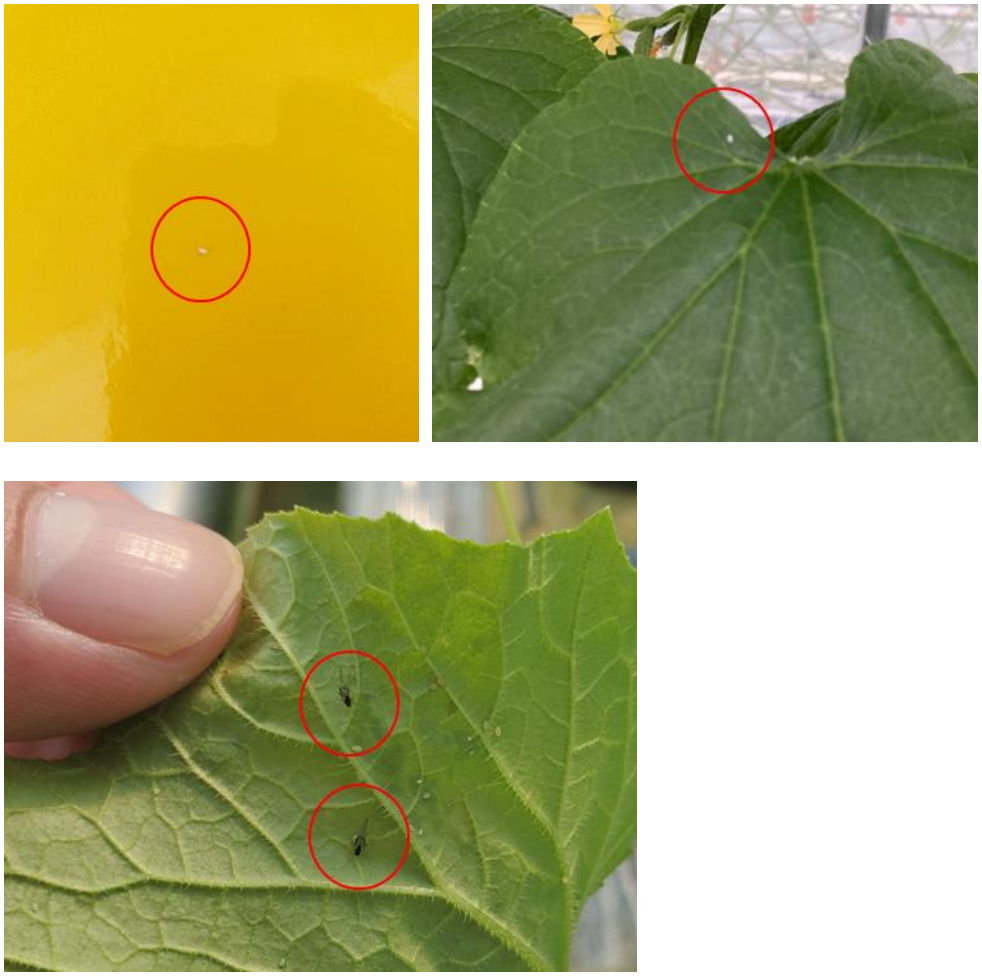


図 37　発生した害虫（上：コナジラミ、下：アブラムシ）

⑧ 光熱費

図 38 に光熱費の計画と実績を示す。9 月までは概ね計画通り、10 月以降の暖房費が要因となる計画との乖離が生じた。

本施設はカーボンニュートラルをコンセプトにしているため暖房システムとしてはペレットボイラーとヒートポンプを併用した構成である。そのため、各熱源からの熱を温水として蓄え、温水から温風に変換して圃場に供給する構成である。

本実証では化石燃料熱源の経験に基づき必要な熱量を試算していたため、熱源からの経路内での放熱や温水から温風への変換損失などを適切に見積もることができなかったことが実績が上振れた一因と考える。

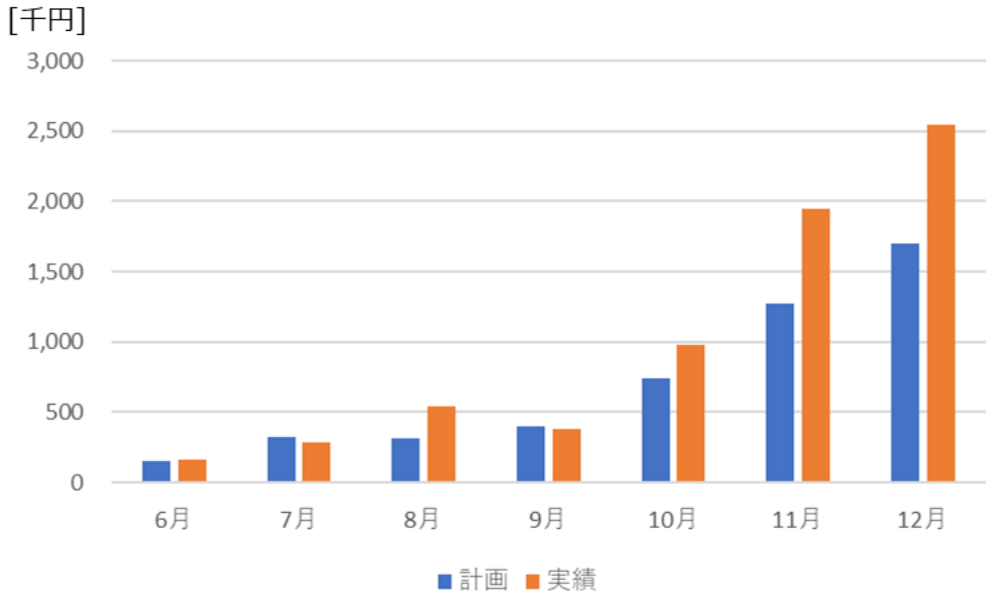


図 38　光熱費の計画と実績

(3) 次作に向けた対応

稀府農業研修センターは、天窓がなく温度管理を強制送風によって行うことやペレットボイラーとヒートポンプを併用した暖房など北海道には事例の少ない仕様であり、委託事業者も初めて利用する設備での営農となることから、試行錯誤しながらの栽培となったが、初年度において比較すべきデータを取得でき、栽培のための課題の明確化が出来た。

一作目で分かった主な課題
・夏季高温による着果不良対策
・作業遅れ要因で発生する病害虫（うどんこ病等）の抑制
・冬季エネルギー費の抑制

次年度は、上記課題に対応すべく以下の 4 点を変更し実証を行うこととした。

① 栽培品種の絞り込み

高収量ミニトマト（ダルタリー）は夏季高温による着果不良、病害による収量低下はあったものの着果不良対策により目標反収 25t 程度が見込める可能性があることから継続して本命品種とした。

高単価を目指したスナック野菜はスナックトマトの中から色の組み合わせ、収量、品質等を総合的に勘案し 4 種類に絞り込み収益性を見極めることとした。

ミニきゅうり、ミニパプリカについては収穫などの作業負担が大きかった。さらに、ミニトマトとの同時栽培では作業の管理が複雑になることから次作では栽培しないこととした。

② 夏季着果不良対応

北海道では外来種であるセイヨウオオマルハナバチやクロマルハナバチを新規に使用することはできないので本施設では手動で振動受粉をしているが、最低気温が高くなると花粉の稔性そのものが低下する。温度を下げる方法としてミストによる水の気化熱を利用した冷却や冷却仕様のヒートポンプによる冷却が考えられるが、導入には初期コストがかかる。そこで、夏季高温時には振動受粉の強化と受粉の代替となるホルモン剤を用いた処理を追加し、着果を促進する。

③ 病害虫抑制に向けた作業計画立案

本作では作業時間不足から初期対応が後手に回ってしまった。今後は定常作業に遅れが出ない様、項目を細分化し、実績を反映した作業時間で計画を立案し管理する。次期作ではピークである夏季に月 1500 時間の作業時間を確保することとした。計画通りに防除し、異常が発生した際は、決められた対応方法を元に確実な対応を行うことを徹底することとした。

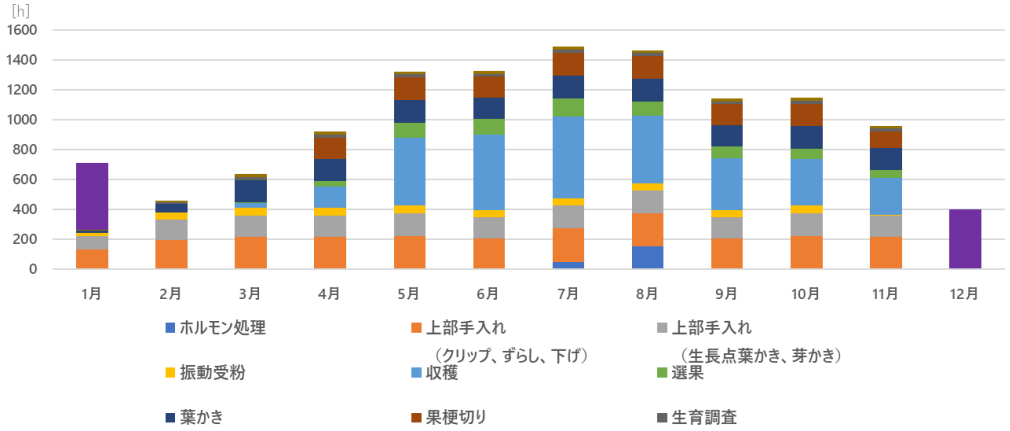


図 39　二作目の作業時間の計画

④ 作型変更

当初は冬季のエネルギー費を削減し、周年出荷を実現することを想定していたが、本施設では冬季のエネルギー費の削減が難しいことから周年出荷より 3 月から出荷（1 月定植）し、11 月末に終了する作型の方が有利であると判断した（図 40～図 41、表 9）。

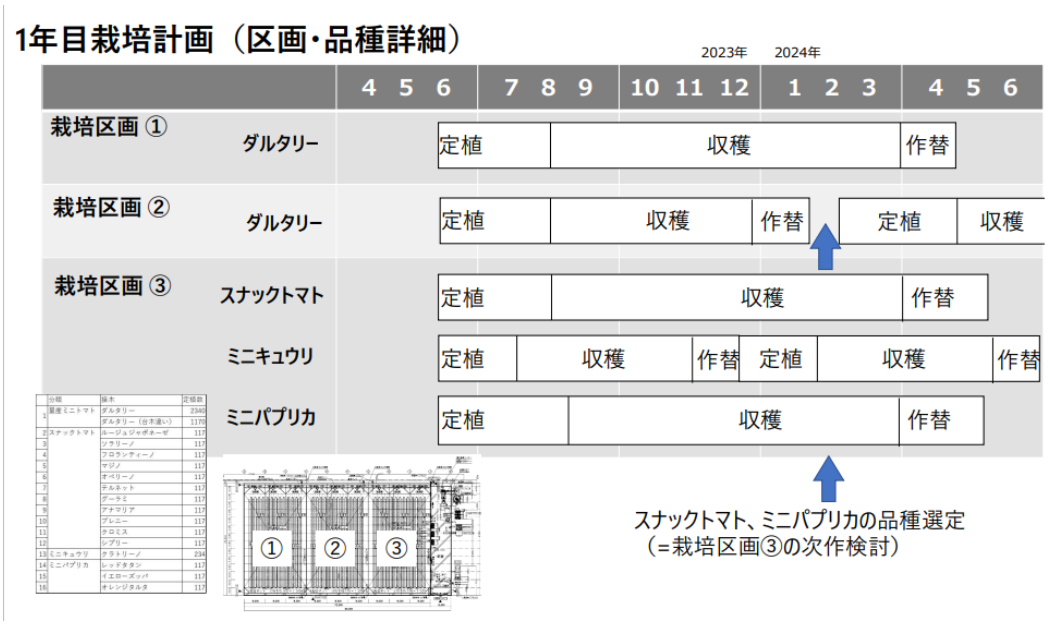


図 40　当初の栽培計画

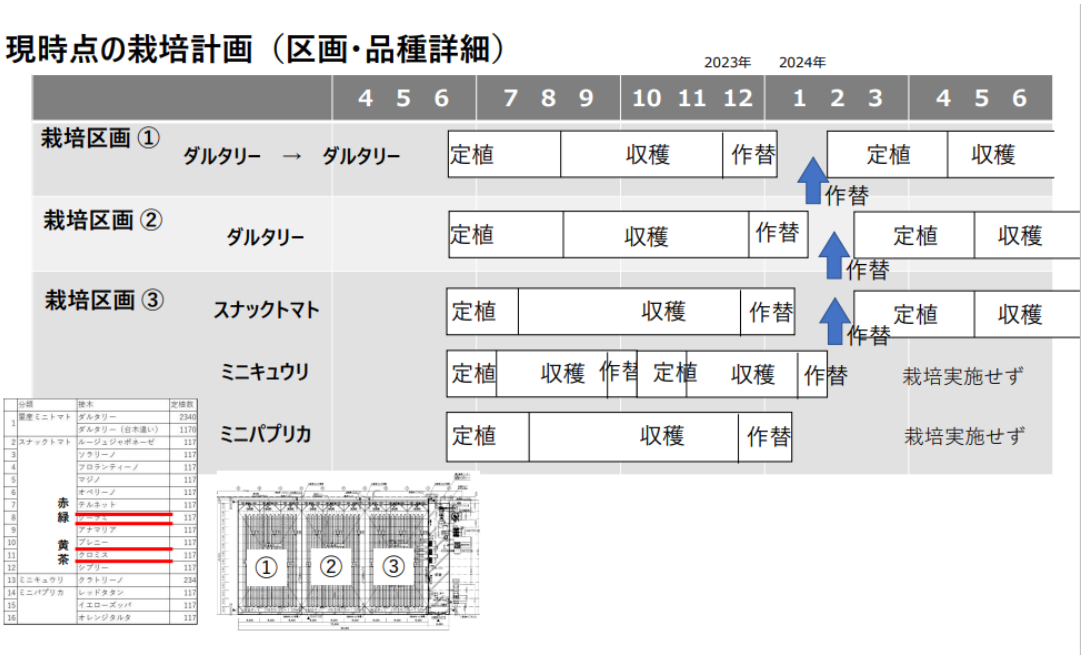


図 41　作型変更を反映した栽培計画

表 9　月別予測収支（年間を通して営農する想定）

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
収入	収量 (kg)	1,200	1,200	3,182	4,964	6,482	9,100	7,366	6,064	6,586	4,026	3,344	1,200
	単価 (円)	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
	売上 (千円)	660	660	1,750	2,730	3,565	5,005	4,051	3,335	3,622	2,214	1,839	660
支出	光熱費 (千円)	1,947	1,527	967	733	425	144	100	207	129	532	804	1,727
	資材 (千円)	36.5	41.6	84	119	117	122	119	120	123	83	47	35
	労務費 (千円)	330	330	610	687	879	1,157	1,059	1,121	1,160	827	582	330
	支出 (千円)	2,314	1,899	1,661	1,539	1,421	1,423	1,278	1,448	1,412	1,442	1,433	2,092
収益（千円）		-1,654	-1,239	89	1,191	2,144	3,582	2,773	1,887	2,210	772	406	-1,432

赤枠：黒字となる期間

３．二作目の営農結果 （令和６年度実証）

(1) 計画と栽培条件

一作目で冬季のエネルギー費の削減が難しいことが分かったため、作型を 1 月定植に変更し、通年での収量の確保を目指した。栽培品種は、一作目に続き高収量を狙えるミニトマト（ダルタリー）を 2 区画（約 2,000 ㎡）で栽培し、ブランド野菜に繋げる試験品種として、スナックトマト 4 品種を 1 区画（約 1,000 ㎡）で栽培することとした（図 42）。年間目標収量は栽培時期を反映し、表 10 のように決定した。目標単価は一作目と同様にダルタリー 550 円/kg、スナックトマト 700 円/kgとしたが、収益性の向上を目指し価格交渉や新規販売先の開拓により販売単価を上げることに取り組んだ。なお、耕種概要及び制御方法は表 11～表 12 のとおりである。

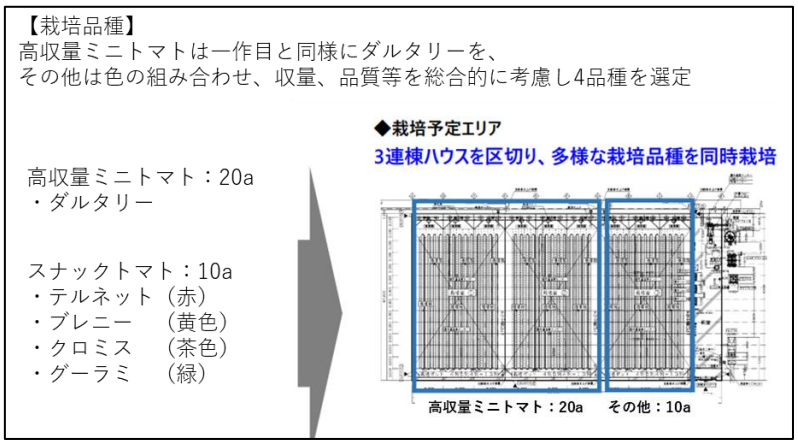


図 42 栽培品種と栽培エリア

表 10 収量、単価計画

	年間想定収量 [t/10a]	今季目標収量 [t/10a]	目標単価 [円/kg]
ダルタリー	25	区画1 25.1 区画2 22.3	550
スナックトマト	15	13.6	700

表 11 耕種概要

	定植日	定植時葉数	収穫期間	栽植密度	栽培様式	灌水方法	培地
ダルタリー（区画１）	1/17	3（2 本仕立て）	3/17 ~12/13	4.0（ヘッド数で換算）	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ヤシ殻培地
ダルタリー（区画２）	2/21	3（2 本仕立て）	4/21 ~12/13	4.0 （ヘッド数で換算）	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ヤシ殻培地
スナックトマト（区画３）	2/21	3（2 本仕立て）	4/21 ~1/15	3.5(ヘッド数で換算)	つるおろし誘引栽培	日射比例灌水	ヤシ殻培地

※本試験ではベルグアース株式会社の愛媛農場から納入されたポッド苗を使用。日本ロックウール株式会社のキューブに 2 週間仮定植後、ヤシ殻培地にキューブを設置し本定植した。

表 12　環境制御機器の制御項目

制御項目	環境制御機器　Profarm での制御設定（各時間帯に対応）				
制御期間 （時間帯イメージ）	時期	期間 1 （日の出-正午）	期間 2 （正午-日の入）	期間 3 （日の入後）	期間 4 （夜間）
暖房設定/冷却設定 （℃）	～5 月 6 月 7～8 月 9 月 10 月～	20～23/27～29 20/23.5 -/23.5 -/23.5～26 18～20/25～26	20～23/27～29 20/23.5 -/23.5 -/23.5～26 18～20/25～26	17/- 17/18～23.5 -/18～23.5 -/18～23.5 16～18/18～20	17/- 17/18～23.5 -/18～23.5 -/18～23.5 16～18/18～26
CO2 設定濃度(ppm)*1	1/17～4/30 5/1～	600 1000	600 400	400 400	400 400
天井カーテン　(%)*2	7/18~9/10	100(700W/m2 以上の時)	100(700W/m2 以上の時)	100(700W/m2 以上の時)	100(700W/m2 以上の時)
	9/11~	100(800W/m2 以上の時)	100(800W/m2 以上の時)	100(800W/m2 以上の時)	100(800W/m2 以上の時)
側窓カーテン　(%)*3	9/11～10/8 10/9～	100 100	0 100	0 100	100 100

*1　強制的に換気を行うハウスの特性上、CO2 濃度は 400ppm の外気相当を基本とした。

ただし、日の出時の光合成促進を目的に、日の出前に高濃度施用を行った。

（温度上昇等で換気ファンが稼働する場合には、施用が OFF されるシステムとなっている。）

*2　使用率で表記し、100%の時全閉状態。天井カーテンは換気 FAN3 台稼働時には機器保護の観点から開度 90%になる。

*3　側窓カーテンのみ手動操作のため、7 時～17 時の間の設定時刻付近に開閉した。

表 13　灌水設定条件

<table>
<tr><td colspan="38">栽培暦</td></tr>
<tr><td colspan="2">月</td><td colspan="3">1月</td><td colspan="3">2月</td><td colspan="3">3月</td><td colspan="3">4月</td><td colspan="3">5月</td><td colspan="3">6月</td><td colspan="3">7月</td><td colspan="3">8月</td><td colspan="3">9月</td><td colspan="3">10月</td><td colspan="3">11月</td><td colspan="3">12月</td></tr>
<tr><td colspan="2">旬</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td><td>上</td><td>中</td><td>下</td></tr>
<tr><td rowspan="5">給液量</td><td>ECの目安</td><td></td><td colspan="32">4</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>pHの目標値</td><td></td><td colspan="32">5.5～6.2</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>給液量</td><td></td><td colspan="3">1株当たり
1.0～2.5L/日</td><td colspan="29">1株当たり2～2.5L/日</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>排液EC、pH</td><td></td><td colspan="32">EC：給液EC+1.0
pH：6.5～7.2</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>排液率</td><td></td><td colspan="32">晴天時20～30%
雨天時10～20%</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

(2) 実証結果

計画に対する実証試験の売上、費用（表 14）及び収量推移（図 43～図 45）を示す。売上は概ね計画通りだったが、費用は光熱費が高い水準だった。

収量は夏季高温時の着果不良対策として振動受粉を強化し、ホルモン剤を散布したことから夏季の収量を 4 割から 7 割に改善出来た。

労務費は詳細な作業計画の作成と作業の効率化により計画以下となった。大きな作業遅れは無く、病害虫の影響も確認されなかった。

光熱費は一作目と同様に高い水準だった。

販売単価は一作目と同様に通期でダルタリーが 550 円/kg、スナックトマトが 700 円kg だった。環境に配慮した栽培手法による価値向上やスナックトマトの複数品種によるパッケージ化のニーズ調査など情報収集を実施したが、単価上昇には繋げられなかった。

① 売上、費用実績

表 14　売上、費用実績

項目	計画	結果
売上（千円）	35,395 （ダルタリー23.7t/10a、 スナックトマト 13.6t/10a）	34,171*1 （ダルタリー23.4t/10a、 スナックトマト 13.6t/10a）
労務費（千円）	13,500	12,897
光熱費（千円）	15,874	16,521
資材費（千円）	7,619	5,091
出荷経費（千円）	1,366	918
支出合計（千円）	38,359	35,427

※ 計画は収量を確保することを優先し、労務費や光熱費は一作目の実績を踏まえて試算した結果、売上に対して支出が上回った。

*1　売上が収量×販売単価に合わないのは出荷後にロスがあったため。

② 収量実績

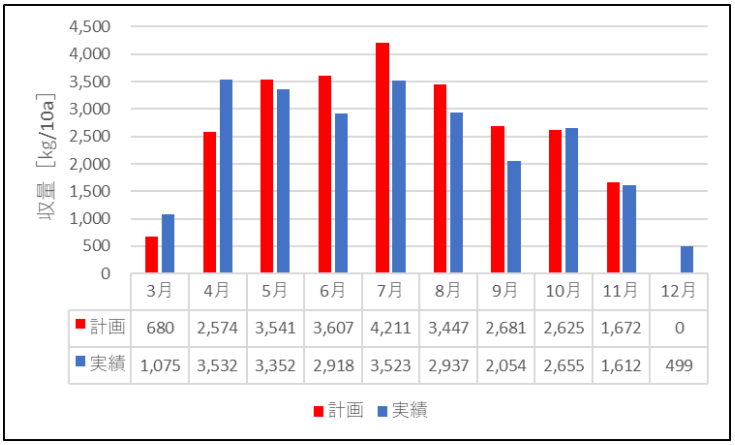


図 43　ダルタリー収量推移（区画 1）

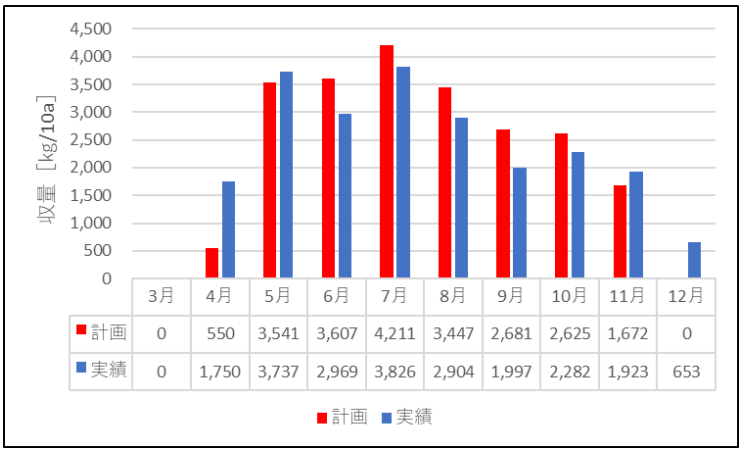


図 44　ダルタリー収量推移（区画 2）

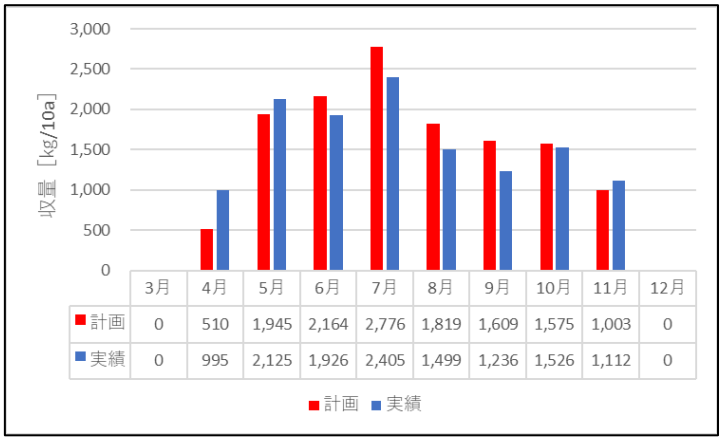


図 45　スナックトマト収量推移（区画 3）

③ ハウス内温度の制御結果

夏季以外は一作目で実証できなかった 1～6 月も含めて概ね想定通りの温度で制御出来ていることを確認した。

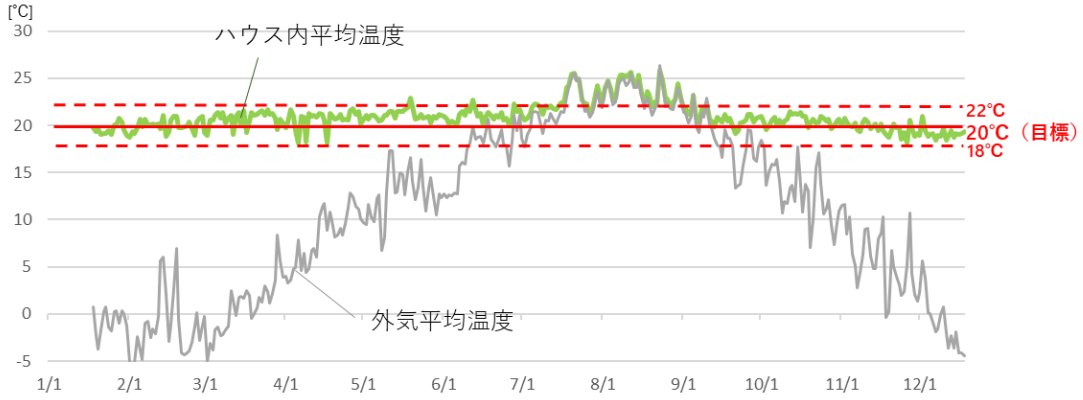


図 46　ハウス内の日平均温度

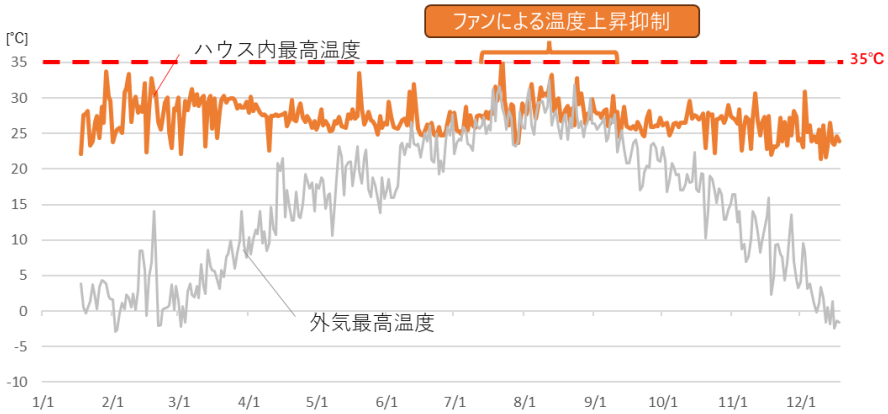


図 47　ハウス内の最高温度

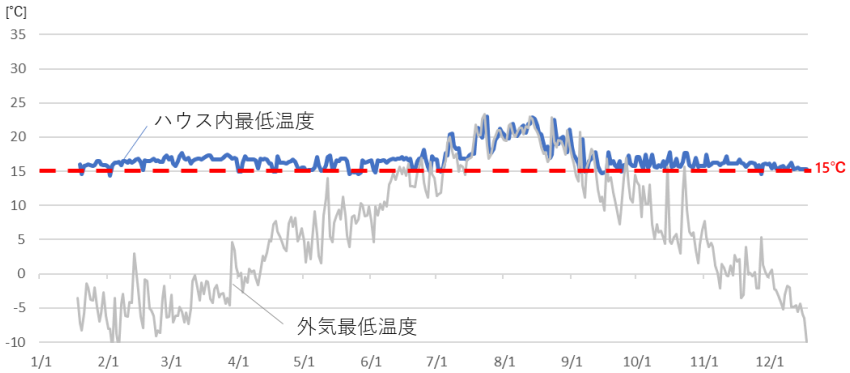


図 48　ハウス内の最低温度

取得データ

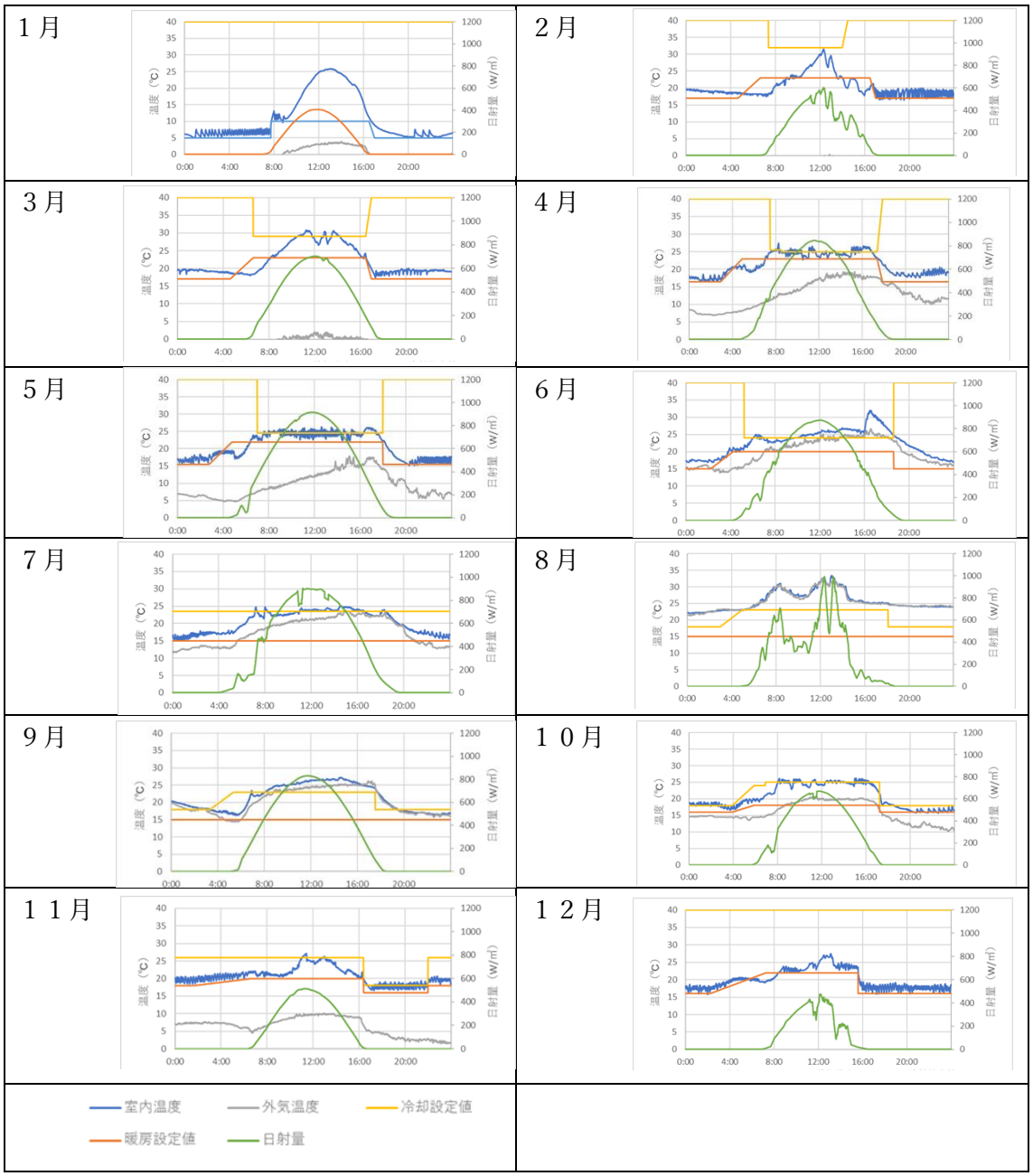


図 49　月ごとの温度（設定温度、外気温度、室内温度）

④ 灌水の制御結果

昨年同様に栽培期間を通じて目標範囲の排液率に制御出来た（一作目の 0.19L/m 以下の排液測定不可については毎日のオペレーションの変更で確実に測定できるように対応した。）（図 50）。

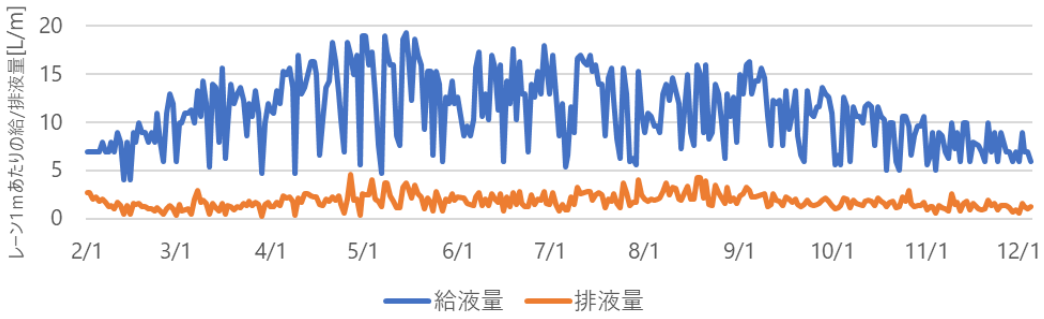


図 50　灌水実績（給液量、排液量）

図 51　灌水実績（排液率）

⑤ 一作目の課題対応

ア.着果不良の抑制

二作目の収量は年間を通して概ね計画通りだった。一作目の課題であった夏季の着果不良については振動受粉の強化とホルモン処理を実施して対応した。その結果、夏季の収量が計画の約 4 割から約 7 割まで改善した。一部着果不良が残っていたため、さらなる収量の向上には、ホルモン処理の条件を早めるなど精査することが必要と考える（図 52）。

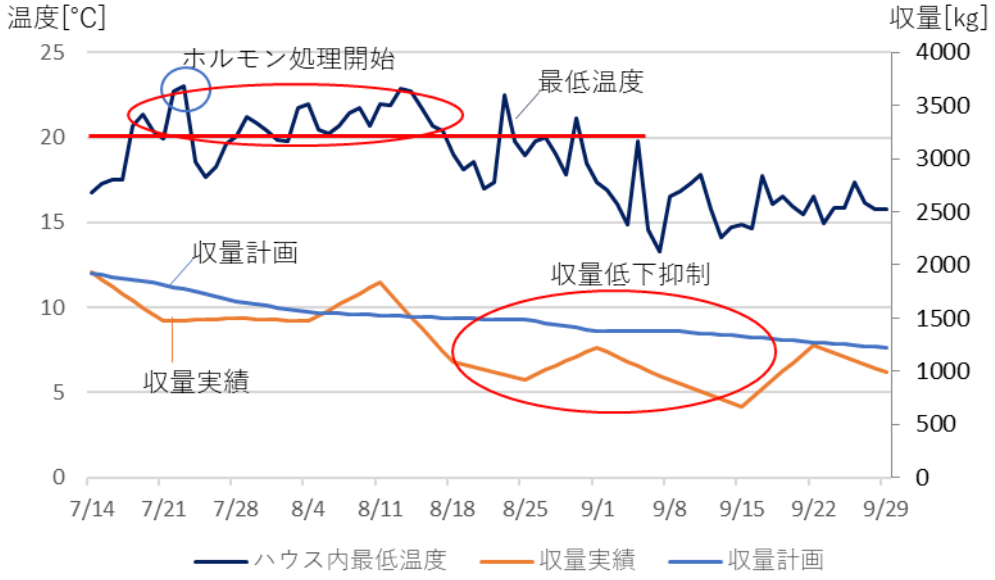


図 52　最低温度と収量

表 15　一作目と二作目の着果不良

	比較時期（5 週）	目標に対する収量
一作目	9/3～10/7	44%
二作目	8/18～9/21	68%

イ.作業時間

概ね想定時間での作業となった（図 53）。収穫は作業方法を工夫するにより時間を短縮出来た。一作目で課題となった葉かきや二作目で計画したホルモン処理についても計画通り実施出来た。

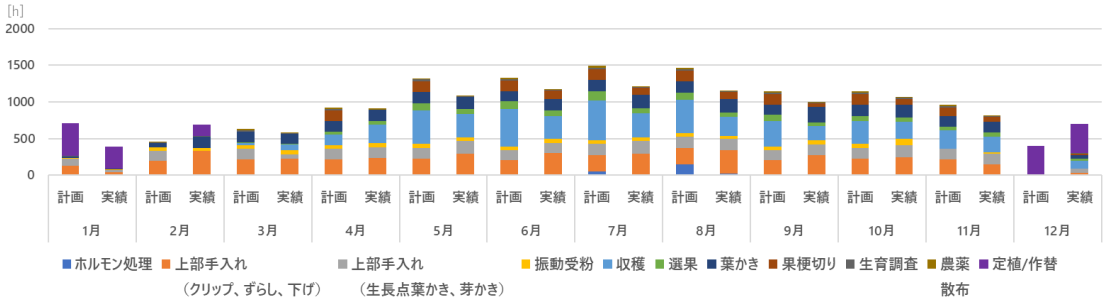


図 53　作業時間の計画と実績

※習熟度に関する考察

作業内容は時期によって異なるため、2 年目で慣れている作業者に対して作業ごと、時期ごとの平均時間を算出し目標とした。目標と個人実績を比較すると、作業ごとに違いがあるものの、新規作業者が平均時間で作業できるようになるまでに概ね 3～6 か月程度の期間を考慮する必要があった。夏季の繁忙期までに作業者を育成するよう労務管理計画のカリキュラムに反映した。

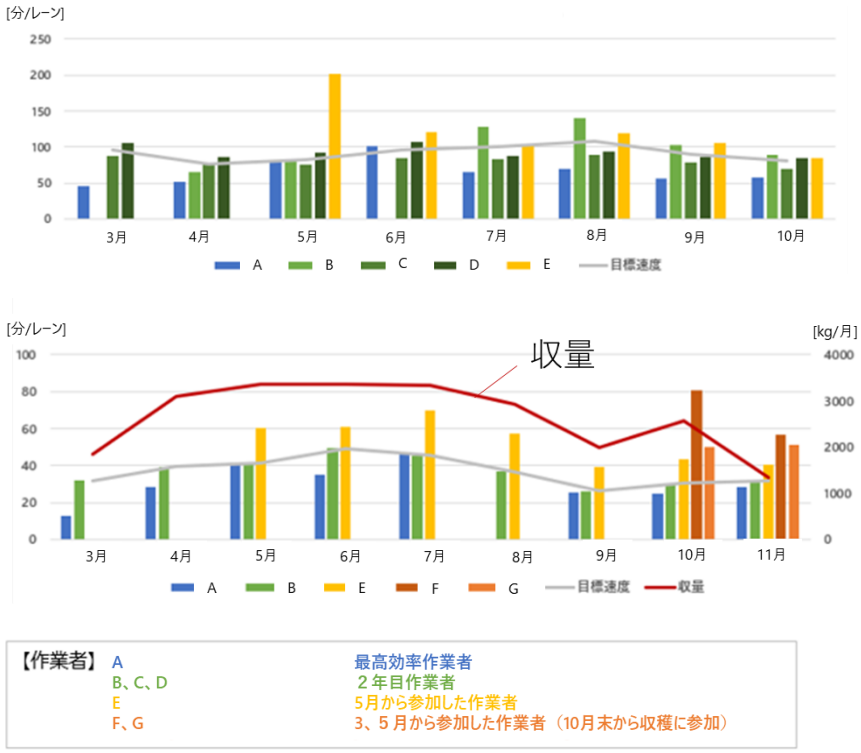


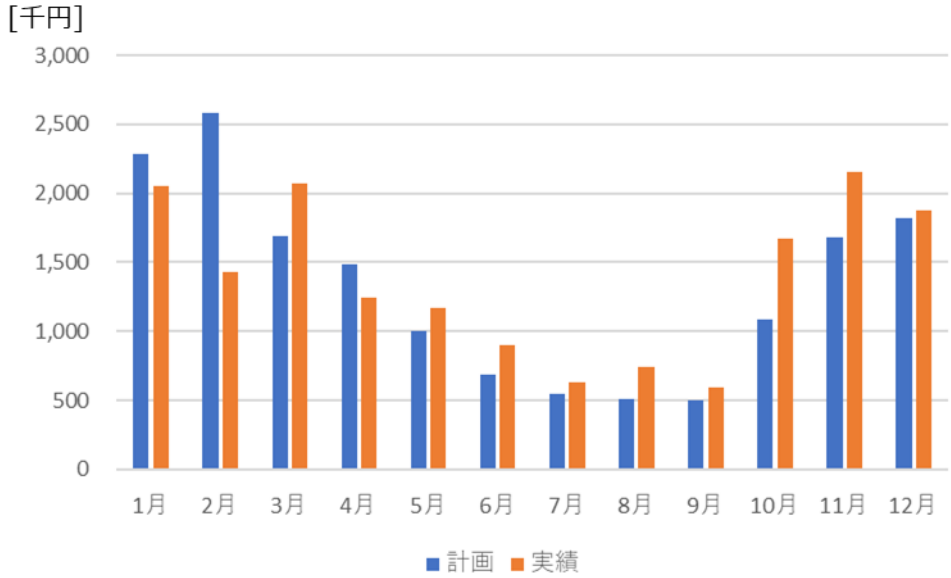
図 54　作業時間比較（上：誘引、下：収穫）

年間計画通り、定期的に農薬を散布することで病害虫の発生を抑制出来た。コナジラミが１件発生したが、追加農薬散布を実施したため収量への影響は確認されなかった（図55）。

図 55　発生した害虫（コナジラミ）

ウ．光熱費

図 56 に月別光熱費の計画と実績を示す。一作目の実績を元に計画を見直したところ、１、２月は計画より低く、３月以降は計画より高い結果だった。1、２月の光熱費が低い要因は、一部の作替え時期がずれ込んだことと、その際に必要に応じて最低限の暖房に抑えるなど省エネを図った効果である。３月以降が全体的に高くなったのは、電気料金の単価見直しなどエネルギー価格の高騰が要因に挙げられる。また、10 月、11 月は夜間の外気温が下がり暖房が必要となった時期に熱源のバランス調整を行い各機器の最適条件を検証したため高くなった。



	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
計画	2,286	2,582	1,686	1,490	1,002	684	542	512	502	1,090	1,678	1,820	**15,874**
実績	2,048	1,428	2,067	1,248	1,172	896	633	740	590	1,674	2,151	1,873	**16,521**

図 56　光熱費の計画と実績

(3) 二作目の振り返り

一作目の課題であった夏季着果不良対策や病害虫対策のための作業計画立案により概ね高収量ミニトマト（ダルタリー）25t/10a、スナックトマト 15t/10a の収量を確保出来た。

夏季の着果不良の対策として振動受粉を強化しホルモン剤を塗布した結果、夏季の収量は目標とする収量の約 4 割から約 7 割まで改善された。ホルモン剤の塗布時期の早期化により更なる改善の可能性はあるものと考える。

葉かき等の詳細な作業計画を立案し、作業時間を管理することで大きな病害虫の発生なく概ね想定通りの収量が得られた。

光熱費は一作目の結果を反映した計画に対して、概ね同程度の水準となった。ただし、計画自体が一作目の光熱費を反映して高い水準であったことから、光熱費の低減が課題として残った。

4.　実証中のその他の取組

(1) ASIA GAP の取得

本実証の中で ASIAGAP の取得を行った。GAP はリスク管理を基本とした経営改善の手法であり、日頃の農業生産における各工程・各作業について、食品安全や環境保全、労働安全等の観点から、危険性や問題点を考え、それぞれに対策を行い、改善していく取組である。研修生が独立した後にも役立つ知識のため、管理の考え方などの概要や GAP の取得ノウハウについて、研修カリキュラムへの反映を検討中である。

※GAP とは Good Agricultural Practices の頭文字を取ったものであり、農畜産物を生産する工程で生産者が守るべき管理基準とその取り組みのことを指し、「良い農業の取り組み」や「農業生産工程管理」などと訳される。農業を続けていくには、人材不足、高齢化、資材コストといった課題や、農業の衛生管理、農薬・動物用医薬品の適切な使用、水の安全性の確保、労働安全の確保など、取り組むべき多くのことがある。GAP は、『持続可能な農業』のために生産者が取り組むことをまとめた基準である。

ASIAGAP は「GAP」のひとつであり、日本で作成された基準である。そのため、国内/アジアに適した内容となっている。

23 年 10 月に ASIAGAP 認証を受審したため、その際にいただいたコメントを記載する。

以下、審査総論（(1)A.経営と管理の基本）より抜粋

「ご参考までに、組織的な特徴を踏まえた今後の GAP の取組みの要点は以下のとおりです。

① センターは市が運営する担い手養成機関。今回の審査対象である園芸施設は実習施設であり、GAP 管理を行うことによって、より有効な実習の場を提供しようとされているものと推察いたします。

② 従って、市（担当課長）が経営者、農場スタッフが従業員、研修生が作業者として見立てた所謂バーチャル農場を構成して GAP 取組を実践する構図となります。

③ この場合、農場が組織としてガバナンスされた状態で GAP 取組みを進展されることが重要です。」

第 3 章　営農モデル（収支計画）

1. 営農モデルの作成ステップ

3 章では営農モデルを作成する。まず、二年間の実証を振り返り、次に伊達市での新規就農者を想定した試算の前提条件を決定する。その後、収支計画を作成し分析する。

以下に収支モデルの元になる実証結果を再掲する。

表 16　売上、費用実績（一作目、再掲）

項目	計画	結果
売上（千円）	17,547 （ダルタリー11.2t/10a、 スナック野菜 7.9t/10a）	10,867 （ダルタリー7.4t/10a、 スナック野菜 3.8t/10a）
労務費（千円）	5,775	5,817
光熱費（千円）	5,731	7,082
資材費（千円）	5,671	4,665
出荷経費（千円）	2,858	670
支出合計（千円）	20,035	18,234

表 17　売上、費用実績（二作目、再掲）

項目	計画	結果
売上（千円）	35,395 （ダルタリー23.7t/10a、 スナックトマト 13.6t/10a）	34,171 （ダルタリー23.4t/10a、 スナックトマト 13.6t/10a）
労務費（千円）	13,500	12,897
光熱費（千円）	15,874	16,521
資材費（千円）	7,619	5,091
出荷経費（千円）	1,366	918
支出合計（千円）	38,359	35,427

2. 収支計画の検討

(1) 新規就農の前提条件

【試算の考え方】

伊達市内に農業用土地、車、ハウス等の資産を保有しない人材が新たに営農を開始する。

【試算前提】

・営農面積についてはハウスを 20a とし、その他周辺設備の設置を考慮したうえで農地取得面積については、30a とした。

・農地価格を 70 万円/10a とし、農地取得価格を 210 万円/30a に含むとした。

・品種は高収量ミニトマト（ダルタリー）とし、25t/10a、単価 550 円/kgとした。

・販路は札幌までの輸送を前提とし、収量は出荷後ロス分 3 %を反映した。

・就農時の労働体制は、夫婦 2 名、パート 3 名を想定した。

・個人事業主を想定した（法人設立は想定しない）。

※初期投資

① ハウス（栽培室に付帯する機械室を含む）、土地（造成を含む）、井戸、施工費、車

② 栽培設備、環境制御装置、培地、栽培資材（台車・農薬散布機等）　※表 18 のとおり

【資金】

・青年等就農資金、経営発展支援金、ＪＡ農業近代化資金を活用

【作型】

・1 月定植で 11 月までの出荷を行う。

図 57　作型

表 18　設備一覧

環境制御機器	統合環境制御	強制換気環境制御システム 室内センサ（温湿度、CO2） 外気象センサ（温湿度、日射、雨滴） 灌水系
データ管理 システム	システム	①web カメラ監視画像 ②ハウス内環境（温度、湿度、CO2）データ ③生育調査データ ④農作業進捗データ

		④ 収穫量データ ⑥ハウス内異常報告
	ハード	Web カメラ
暖房	システム	複数熱源による温湯を用いた暖房・融雪
	栽培室用熱源	【化石燃料による熱源を使用した農法の場合】 重油ボイラー 【カーボンニュートラル型農業の場合】 ペレットボイラー ヒートポンプ
	栽培室用 温湯システム	貯湯タンク＋温湯ラインポンプ エアダクト
CO2	システム	純 CO2 供給管
潅水	タンク	原水 1 基 液肥 2 基、混合 1 基 排液 2 基
	潅水方法	給液ホース点滴方式
栽培設備	栽培ベンチ	標準パイプベンチ(全長 38.5m 程度) 1 区画 3 間口 15 ベンチ設置
	誘引線	高さ約 3m に設置
その他設備	ファン	除湿中型換気ファン 換気大型換気ファン 循環ファン
	電気設備	キュービクル、非常用発電機、コンセント
	井戸	1 本
	高所作業台車	3 台（電動）
	収穫台車	4 台（アルミ製）
	台車用レール	栽培ベッド間レール（温湯管ではない）
	冷蔵庫	庫内温度+ 5 ℃
	培地	ヤシ殻培地

(2) 収支計画の試算結果

結果を元に現時点で想定されるカーボンニュートラル型農業（ペレットボイラー、ヒートポンプを熱源）の収支を試算した。光熱費は当初の想定と比較して複数熱源の構成による放熱や変換損失が大きかったため、伊達市が生産している安価な木質ペレットを用いたとしても高くなった。初期投資は資材費や施工時の人件費の高騰により高くなった。これらの結果、農業所得はマイナスとなった。

また、光熱費、初期投資が比較的小さい化石燃料による熱源を使用した場合についても試算した。この場合、単純な熱源構成のため、カーボンニュートラル型農業と比較して光熱水費が 3 割ほど減少し、また高価なペレットボイラー、ヒートポンプの初期投資負担が減少したため、農業所得が 1,635 千円になった。

表 19　営農収支

	当初想定	ｶｰﾎﾞﾝﾆｭｰﾄﾗﾙ	化石燃料	備考
収量（kg）	50,000	48,500	48,500	20a、 当初想定：25t/10a、 ｶｰﾎﾞﾝﾆｭｰﾄﾗﾙ、化石燃料：25t/10a (実証を元に出荷後ロス３％を考慮)
単価（円/kg）	550	550	550	
粗利益（千円）	27,500	26,675	26,675	
次世代農業資金	1,500	1,500	1,500	
収入合計（千円）	29,000	28,175	28,175	
費目	当初想定	ｶｰﾎﾞﾝﾆｭｰﾄﾗﾙ	化石燃料	
種苗費	1,600	1,602	1,602	購入苗を使用
肥料費	1,000	1,012	1,012	
農薬費	100	110	110	
生産管理資材	500	422	422	軒高3.5mハウスでハイワイヤー誘引
光熱費	7,237	11,818	8,864	CO2施用含む 木質ペレットは伊達市生産品を想定
雑費	500	508	508	
出荷資材・運搬費	680	660	660	
労務費	4,620	5,362	5,362	パート3名を想定。経営者を含まず。
初期投資（15年返済）	6,667	10,000	8,000	
合計	22,904	31,494	26,540	
農業所得	6,096	▲ 3,319	1,635	

⑶ 営農モデルの課題

前記収支モデルでは化石燃料を用いて農業次世代人材投資資金の交付金を含むとしても農業所得が 1,635 千円で施設野菜作の農業所得が 3,595 千円[5]であることを考慮すると十分な所得水準とは言い難い。

収入（26,675 千円）を上げるには収量または販売単価を上げることが想定される。収量を上げるには実証の中で残課題として残った夏季のホルモン処理の強化により一部増加することができる可能性はあるが、多くても数%程度で大幅な向上は見込めない。販売単価も販売先との交渉となるため、需給状況の変化がないと難しい。

費用の中では初期投資（15 年返済、売上比 28%）、光熱費（売上比 32%）、労務費（売上比 19%）が大きいことから、この 3 点を削減することが考えられる。初期費用は人件費や資材価格が高騰している中で大幅に削減することは難しい。光熱費についても熱源の発熱量は燃焼物の成分と量で決まっており、化石燃料ボイラーのような単純な設備の場合、燃焼の効率化や放熱ロスの改善では大きな効果を見込めない。労務費は、作業が少ない冬季作業を経営者が負担しパート費用を圧縮できる可能性があるが、年間を通した雇用でなくなってしまうことから雇用を維持できるか確認していく必要がある。

ペレットボイラーやヒートポンプを用いたカーボンニュートラル型農業の場合は化石燃料を用いた場合と比較して光熱費が 33%、初期投資が 25%増加したため年間所得がマイナスとなりさらに厳しい結果となった。

上記のように環境制御を用いた営農モデルで十分な所得水準を得ることは難しい結果となった。例えば、施設が普及し初期費用が安くなること、光熱費単価が低下することなどの外部環境の変化があれば収支が改善する可能性もあるが、現時点で想定できる要因は見当たらないため、外部環境の変化を待つ必要がある。

---

[5] 農林水産省 令和 5 年農業経営体の経営収支

第４章　研修カリキュラムの構想

１．研修カリキュラムの作成について

(1) 作成に向けた取組

・本章では、実証結果を基に検討した研修カリキュラムについて記載する。

・研究会においては、研修体制の整備についての議論が主となることから、初年度では下記のとおり議論した。

【第１回研究会（11 月)】

実証の目的・概要について現場視察も併せて説明会を開き共通認識を形成

【第２回研究会（1 月)】

実証の結果について、栽培者から説明を受け研修項目について協議

【第３回研究会（2 月)】

研修カリキュラムの素案を基に意見交換を実施

第２回研究会（2024 年 1 月 31 日開催）での意見

意見①：当初計画に対して今回の作型は病害の影響等により途中で終わる形となるが、実証での失敗内容もカリキュラムに含めることが重要。

意見②：実証における栽培者の気付きなどをマニュアルに落とし込むべき

※以下は、第２回研究会での意見をまとめたもの

＜研修生の目標到達点＞

<目的>　研修生（新規就農者）が自立するために必要な知識や技術を研修を通じて獲得し、自立後にスムーズかつ安定した営農を可能とするためのカリキュラムを構築する

<目標>　営農全般の知識、技術の獲得

①１年目の到達点

・コンサルの指示に基づいて対応できる

⇒栽培作業が遅れなくできる
⇒環境設定ができる
⇒栽培データが確認できる
⇒必要な資材の調達ができる（農薬、肥料、資材etc）
⇒パートさんへの指示、やりくりができる（通常、遅れのリカバリー）
⇒病害虫と思われる場合のコンサルへの確認と指示に基づいた対応
⇒機器異常発見時の対応（圃場⇒市⇒DNAGへの連絡）
⇒定期清掃、メンテナンス

②２年目の到達点

・自分で考えて行動できる（指示は最低限）

⇒樹の状態と栽培データを照らし合わせ、必要に応じ管理内容を変更できる（環境、潅水、作業）
⇒病害虫の発見と適切な対処ができる
⇒作業計画を立て、遅れなきよう推進（リカバリーも適宜実施）
⇒年度初めに立てた営農目標に対する結果の把握と改善ができる（独立後を見越した結果の把握）
⇒卒業後の道が決まっている

各年で習得する知識・技術に必要なマニュアルを準備する

第 3 回研究会（2024 年 2 月 19 日開催）では、前回協議内容をまとめた目標到達点から作成したカリキュラムの素案を基にヒアリングした。

意見①：カリキュラムの構成としては問題ないと思う。一旦 2 年となっているが、どの時期を入学タイミングとするかは協議必要。必ずしも定植前から指導開始でなくとも良い。また、研修を受ける側としては随時募集のほうが嬉しいが、指導者側としては時期を合わせないと難しくなるため、なるべく揃えるのが良い。

意見②：指導者や関係機関も含む体制が重要。特に関係機関は通年での指導が必須ではないとも考えられるため、適切なタイミングを考慮する必要がある。

意見③：商流をどうするのかも検討しておく必要がある。研修生が増えていったとしても現在のモデルを踏襲するのかどうか。まずは現在実証中の品種を事例としてモデルケースを構築するという考え方もある。

＜第 3 回研究会の紹介資料データ＞　※実証委託業者からの提供資料

・研修カリキュラム項目

表 20　伊達市研修センターカリキュラム（マニュアル一覧）

段階	やること	目的	マニュアル
栽培前	事前に準備する栽培資材の把握	栽培開始までに必要な資材の調達を完了	必要な資材の一覧リスト
	環境制御機器の使い方	正しい使用方法の理解	機器取り扱いマニュアル
	機器の作動チェック	必要時に問題なく作動することの確認	機器作動チェックマニュアル
	生産統合システムの使い方	正しい使用方法の理解	取り扱いマニュアル
	栽培計画	品種、作型、栽培期間などを決め、 それに合わせた苗、培地準備を行なう	栽培計画表
	防除計画	定期防除計画を立て、農薬の準備を行なう	防除計画表
	アジアGAPの把握	遵守項目の把握と実践	遵守事項リスト
栽培	培地設置、培地水分充填	定植に向け、培地内に水分を供給、 かつ灌水回路の異常有無確認	作業要領書
	栽培（定植～収穫）マニュアル	栽培作業、設定値、観察ポイントを標準化	栽培マニュアル
	栽培データ取得	栽培状況の見える化、光熱費、資材費の把握	操作マニュアル
	生育調査、生育状況観察	栽培方針の指標	調査リスト、操作マニュアル
	作業管理	作業時間、労務費の把握、効率化の指標	操作マニュアル
	収支管理	営農レベルの把握	
	トラブル対応（栽培）	病害虫、生育不良による収益悪化の早期抑制	異常対応マニュアル
	トラブル・メンテナンス（ハウス、機器）	機器作動不良時の早期対応	修理マニュアル
	残渣処置	廃棄方法の決定と日々の対応	処置対応マニュアル
終了後	片付け	残渣処分、培地交換？メンテナンス、部品洗浄	片付け要領
	次作に向けてやること	次作目標、改善点	目標値リスト

2 年目は以下のとおり議論した。

【第 4 回研究会（1 月)】
二作目の営農結果を含めた研修カリキュラム・マニュアル素案についての内容説明
【第 5 回研究会（1 月)】
研修カリキュラム・マニュアル素案についての協議
営農モデル（収支計画）についての協議
【第 6 回研究会（2 月)】
結果報告に向けた協議、報告
今後の課題・検討事項共有

第 4 回研究会（2025 年 1 月 9 日開催）では、研修カリキュラムやマニュアル素案について内容の説明を行い、次回研究会において内容の協議を行うこととした。
意見：研修生が栽培作業に従事することにはなるが、作業だけで終わらないよう労働者や指導者は通常の栽培従事者とは別枠として考えるべき。

第 5 回研究会（2025 年 1 月 27 日開催）では前回共有したカリキュラム、マニュアル素案について内容の検討を行い、栽培関連の項目や留意すべき事項などについての意見交換を行った。（記載の整合性や追記事項についての意見が主だった）
また、2 年間の検証結果について共有し、2 年目においては予定した収量に至ったものの、収支としてはマイナスとなったことについて報告した。
意見①：CO2 の施用など増収や経費削減についての可能性はないのか
意見②：今後の研修センターの運営に資するよう、生育状況などの栽培に関する情報についても、しっかりとまとめる必要がある。

第 6 回研究会（2025 年 2 月 25 日開催）では、前回の意見を反映し、カリキュラム、マニュアルについて作成した。（後述）
ただし、2 年間の営農実証及び営農モデルの試算の結果から、現時点では稀府農業研修センターと同内容の施設ですぐに独立させることは困難との判断に至った。
＜継続協議＞
・収支改善に向けた取り組み（増収、経費削減）
・研修センターとしての位置づけや新規就農者の独立後のあり方

２．カリキュラム案

前記、研究会の活動を反映して具体的なカリキュラム案を作成した。

(1) 研修概要

①　年間計画

研修は定植が始まる１月から開始する２年間の研修を想定した。1 年目は指導者による年間を通した実践教育に加えて、各関係機関の専門的な指導により、新規就農者として必要な幅広いノウハウを習得できる計画とした。２年目はこれらの知識を実践する構成とした。

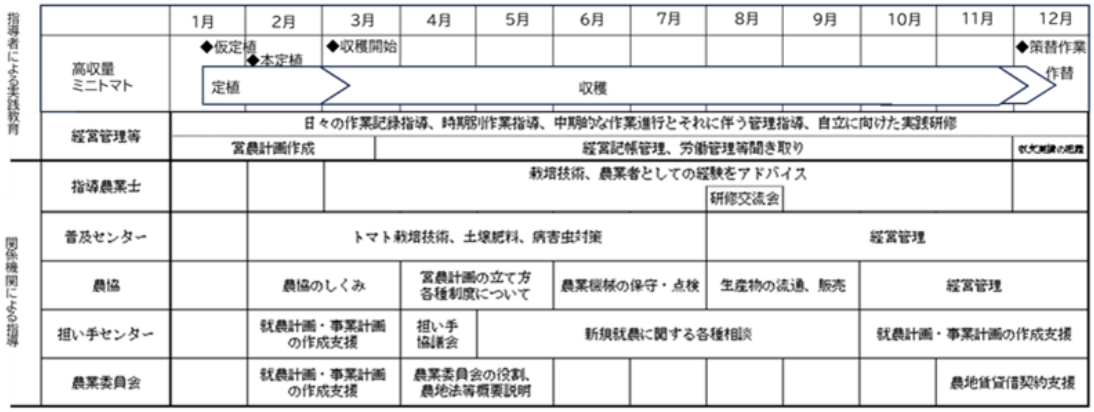
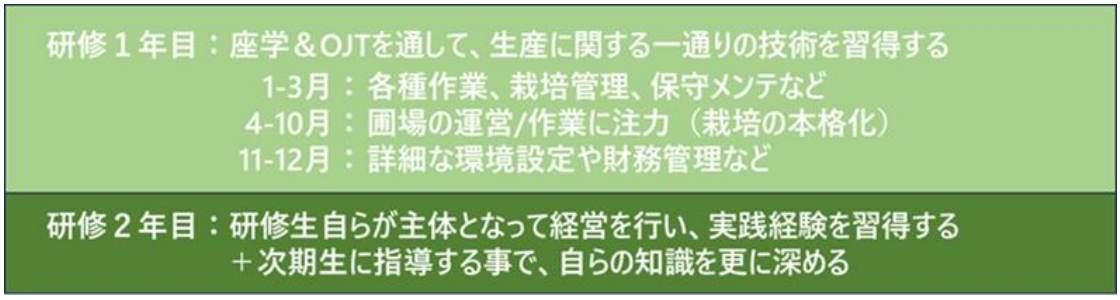


図 58　研修カリキュラムの年間計画

②　研修スケジュール

指導者による実践教育はカリキュラムの中心となる研修である。1 年目は座学と OJT（実務を通じた教育）により一通りの技術を習得することを目的として、1～３月は各種作業、栽培管理、保守メンテナンスなどの基本的な作業を学び、栽培が本格化する４～10 月は圃場の運営、作業を実際に体験し、11～12 月は環境設定や財務管理などを学ぶ順序とした。２年目は研修生自らが主体となり経営を実践することに加えて次期生を指導することにより自らの知識を深める位置づけとした。



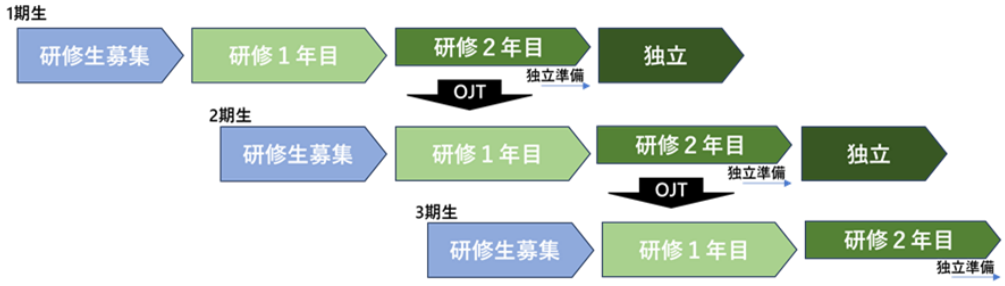


図 59　研修スケジュール

③　座学内容

座学は営農作業が少ない冬季を中心に実施することとした。研修内容は一般的な栽培管理、圃場管理、財務管理に加えて、環境制御で重要になる機器などの環境管理に重点を置いた。営農で必要となる基本的な作業や安全管理を 1～3 月に、詳細な機器の管理や財務管理は 11～12 月に設定し、一部の内容はＯＪＴを組み合わせる構成とした。特に作業が少ない 1 月前半は機器の使用方法を中心とする構成にした。

表 21　研修 1 年目の研修内容

分類		内容	座学	OJT	開始時期	対象マニュアル
栽培管理	農薬	安全な使用方法、散布方法	✓	✓	2月	・栽培関連マニュアル　①栽培管理　A.農薬
	病害虫 生理障害	病害虫の知識	✓		1月	・栽培関連マニュアル　①栽培管理　B.病害虫
		防除/駆除方法	✓		2月	・栽培関連マニュアル　①栽培管理　A.農薬 ・栃府農業研修センター作業マニュアル　10項
		生理障害の原因と対策	✓		1月	・栽培関連マニュアル　①栽培管理　C.生理障害
圃場管理	株管理	各種作業内容	✓	✓	1月/3月 (収穫/出荷)	・栃府農業研修センター作業マニュアル　1～9項
		年間計画の立案	✓	✓	11月	・栽培関連マニュアル　②圃場管理 ・栃府農業研修センター作業マニュアル 参考資料：年間栽培計画.xlsx、年間防除計画.xlsx
	生育環境	生育段階に合わせた温度/水管理	✓	✓	2月	・栽培関連マニュアル　②圃場管理
環境管理	保守・メンテ	機器の使用方法	✓	✓	1月/11月 (簡略)/(詳細)	※次ページ参照
		各種メンテナンス方法	✓	✓	12月	・栽培関連マニュアル　③環境管理　A.保守・メンテ
		停電/台風などへの対応	✓		12月	・栽培関連マニュアル　③環境管理　A.保守・メンテ
	安全衛生	応急処置方法	✓		1月	・栽培関連マニュアル　③環境管理　B.安全衛生
		緊急連絡先	✓		1月	・栽培関連マニュアル　③環境管理　B.安全衛生
財務管理		資金計画など	✓		12月	

座学時の週間スケジュールは以下のように設定した。新しい作業が発生する月曜日の午前に講義を実施し、午後から OJT とした。

表 22　週間スケジュール

	月	火	水	木	金	土	日
AM	講義	作業	作業	作業	作業	作業	休日
PM	OJT						

④　研修体制

研修体制は現場で常に対応できる現地管理者１名の常駐と、専門的な営農の知見を有する遠隔管理者１名の２名体制とすることとした。作業者は研修生の人数に応じてパートや派遣を雇用することとした。

(2) マニュアル案

前記研修で使用するマニュアル案を作成した。一例を下記に示す。

誘引

作業前　作業後

クキロックの取付位置
・花房下には絶対につけない
・花房上にもつけない
・7のクキロックで葉をロック し、上のクキロックは先端が 折れないように支える
・クキロック間20～30cm

5わき芽取り（芽かき）、生長点葉かき（2月中旬～11月末）

(1)主茎と葉の間に生えてくるわき芽を取り除く。小さいものは手で摘み取り、大きく生長したものはハサミで切る。

(2)花房の反対側に生えてくる葉を取り除き、花房間の葉枚数を３枚--2 枚に調整する（葉面積指数を下げる）。そうすることによって効率的に群落全体の光合成量を高めることができる。

(3)誘引同様毎週行う。

6葉かき（2月中旬～11月末）

葉の枚数を減らし光が葉や果実に当たるようにして養分分配をスムーズに行わせる。

(1)生育調査から得られる葉面積指数を参考にその週の葉かき枚数を決定する。葉面積指数の目安は夏3~4、冬2~2.5。

(2)週に３葉切除すれば葉枚数は増えていかず生育遅れにはならない。

(3)葉クズは専用袋に入れ、トラックの荷台又は外で保管し、たい肥センターに運搬する。

(4)葉かき作業は毎週行う

7果梗切り（2月中旬～11月末）

(1)病害発生予防のため果実を取り切った果梗はハサミで切除する。果梗は根元から切り取ることが重要である。少しでも残っていれば、そこにカビが発生する可能性がある。果実がついている果梗は出

9

荷できない果実（小さい、奇形など）であれば切り取り、廃棄する。果梗切り作業の重要度が高いが、緊急度は低い作業になので、他の緊急度の高い誘引や葉かきの作業者が来たら、その際はレーンを譲り別のレーンでの作業に切り替える。

(2)同時に株下部のわき芽も切除する。

(3)２～３週間に１度のペースで作業を行う。

8収穫（3月中旬～11月末）

(1)収穫時期

・ダルタリーは開花後 6 週ぐらいで収穫になる。着色状況等を判断して収穫作業に入る。

・色のりは温度（積算温度 800℃程度）、太陽の当たる所は果実温度も上がる、また、水ストレスでも色のりは進む（初期は潅水ストレスをかけている）。

・収穫はヘタ付きを基本として行う。

・収穫果の果色はその時の指示に従う（カラーチャート表。通常は⑥以上を収穫）

・初期のダルタリーは 4,5 週目からとれる（ストレスによる）。

・ミニトマトでも潅水管理（給液管理）を行うと尻腐れが発生することがある。

① ② ③ ④ ⑤
⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

9選果、箱詰め（3月中旬～11月末）

・選果機はサイズの選別のみ出来るタイプ。

・出荷の基準に合わせてローラー幅を調整し規格内品、規格外品に選別する

・選別後、定められた重さを計量して箱詰めし、蓋とバンドをして予冷庫に保管する

10防除

・日々の目視による病害虫チェックが最重要である。病害虫発生履歴と合わせて予防的防除と早期発見早期対応を行う。

(1) 防除実施の決定

・農薬管理責任者が防除計画、病害虫の発生状況、ドリフトのリスクを検討し防除の可否を決定する

(2) 薬剤の決定

・農薬責任者は以下の点を確認し指示書を作成する

① 総使用回数

10

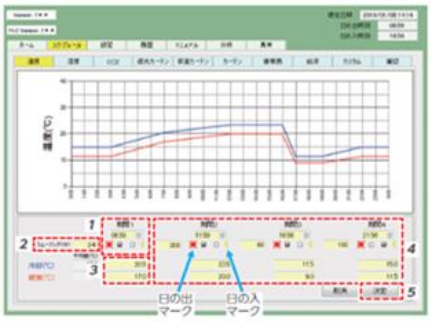
図 60　指導者用マニュアル（栽培に関する）

③環境管理

Profarm(地上部の環境制御装置)は、多くの機能があるため、その中でも特に変更を行う部分について説明を行う。

■Profarmコントローラ　目標温度設定
ハウス内温度が以下、冷却温度～暖房温度の間となるように各種機器を制御する

※設定の基本構想：日平均温度が20°Cを確保しつつ、光合成が可能となる昼間の温度を上昇させる
（30°C以上で高温障害、12°C以下で低温障害が発生するため対策が必要となる）



■伊達市ベース設定

	設定項目				
	時刻	スムージング（分）	連動	冷却温度	暖房温度
期間1	日の出時刻	180分	日の出連動	24.0°C	18.0°C
期間2	日の出時刻の1時間後	0分	日の出連動	25.0°C	18.0°C
期間3	12:00	0分	無し	25.0°C	18.0°C
期間4	日の入時刻	0分	日の入連動	18.0°C	16.0°C

※スムージングとは・・・設定時間をかけて徐々に値を変更させる設定

図 61　機器操作マニュアル

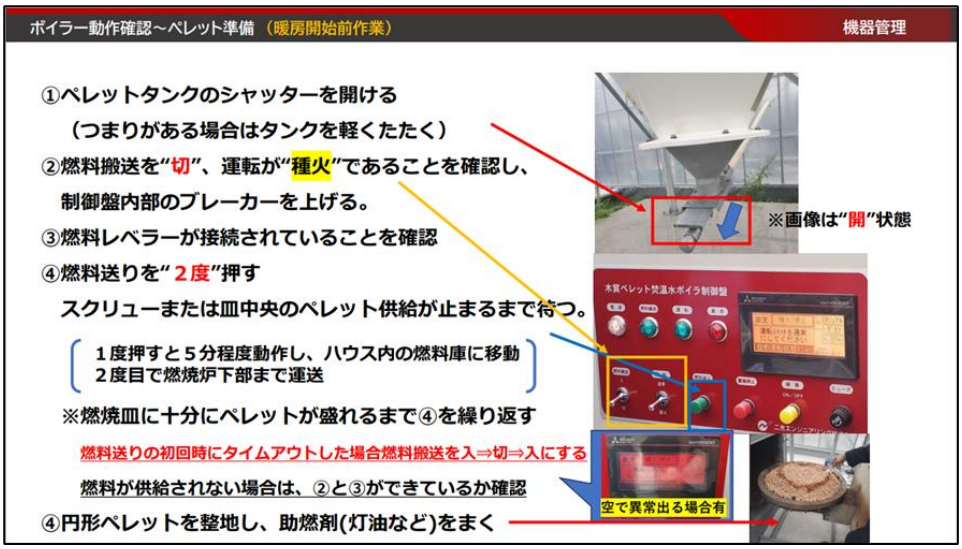


図 62　機器管理マニュアル

③環境管理

■応急処置
・救急箱の保管をわかりやすい場所に設定
・農薬や肥料が目に入った場合は多量の水で１５分以上洗い流す、皮膚に触れた場合は汚染された衣服や靴を脱がせ石鹸水で洗浄し多量の水で洗い流す等の応急処置が必要
（詳しくは、農薬メーカ等から情報収集を行う事）

■緊急連絡網の整備（以下は例として記載）

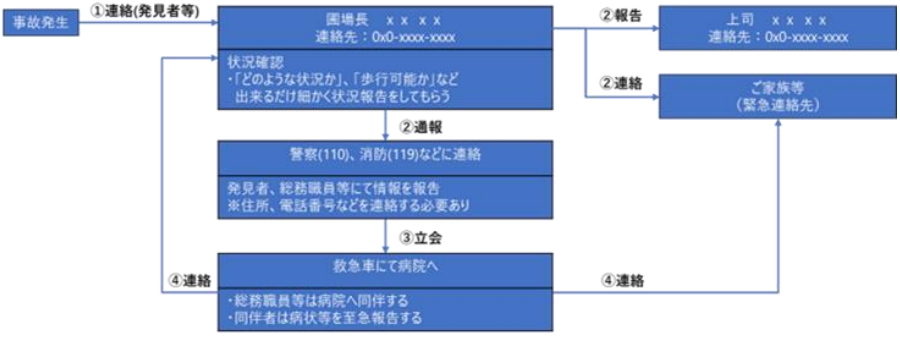


図 63　安全衛生マニュアル

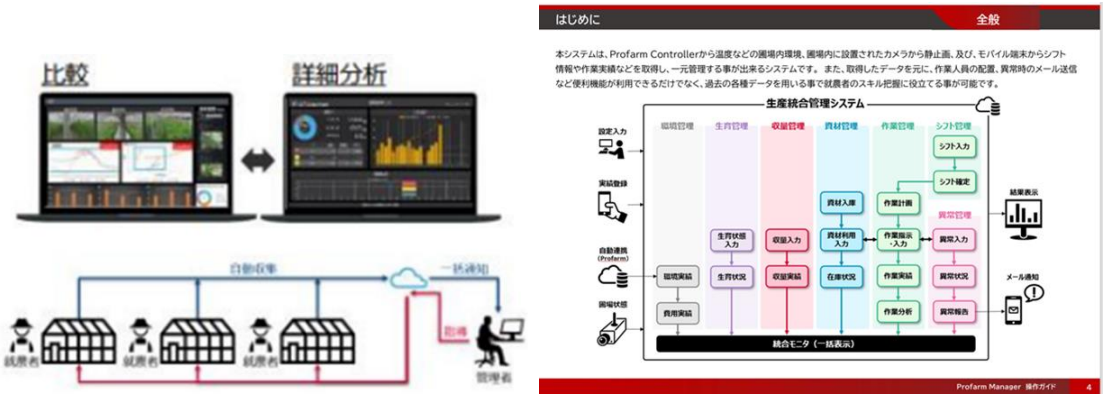


図 64　ICT を活用した施設特有のマニュアル

第５章　まとめ

１．今後の進め方と課題

取組の背景で述べたように、農業の担い手の確保は喫緊の課題であるが、令和５年８月の猛暑に代表される自然災害の増加や温暖化による気候変動は顕著であり、農林水産業はその影響を受けやすい状況にある。

本研究事業は、ICT を活用した環境制御型農業による研修体制とカーボンニュートラル型農業について研究し、従来の熟練者による勘やコツで行ってきた農業から、データを活用できる農業の人材を育成するためのカリキュラムについて検討することで、持続可能な農業に資するものである。

稀府農業研修センターは、天窓がなく温度管理を強制換気によって行うことやペレットボイラーとヒートポンプを併用した化石燃料を使わない暖房方式を用いるなど北海道には事例の少ない仕様であり、委託事業者も初めて利用する設備での営農となることから、試行錯誤しながらの栽培となったが、２年間の実証の中で、伊達市において新規就農する際に必要と考える基本的なデータを取得し、課題となった夏季の着果不良、作業計画立案、病害抑制についての対策と、その効果を検証し、強制換気ハウスでのミニトマト栽培において収量が概ね 25t/10a 確保できることを実証した。

ただし、収支モデルについては、当初想定した売上に対して、初期投資、光熱費の負担が大きく、現時点において経営は難しい状況であることがわかった。道内における同様の施設の普及による初期費用の低下や世界的なエネルギー需給の逼迫状態の解消など外部環境の変化によりこれらの課題が解決されない限り、現時点では稀府農業研修センターと同規模での独立は困難と考えられる。今後、外部環境の変化を把握し、収支の改善要因について継続して調査してゆく必要がある。

研修カリキュラムについては ICT を活用した環境制御型農業の基本的な管理や実証の中で明らかになった課題等について関係各所の協力を得ながらマニュアルに落とし込んだ。本マニュアルは計画時の条件設定や伊達市でミニトマト栽培を行う場合の環境制御で実際に起こった課題や蓄積したデータに基づく作業計画の立案手法等が含まれており再現性が高い安定した農業を早期に習得するための研修に活用できるものを目指して作成した。ただし、収支や独立後の形態などの課題や実際の指導・運用方法の検証が必要であることから関係機関と連携し、研修体制の確立に向けて取り組んでいく。

本報告をまとめるにあたっては研究会を始めとする市内外の広範な関係各所の協力を得ながら実施を進めてきた。営農、特に栽培、環境制御、作業管理等の様々な観点でより深い研究が出来たことに感謝を申し上げたい。

先駆的調査・実証プロジェクト推進事業

「連棟型ビニールハウスを使用した環境制御型農業の

担い手育成のための実証調査（伊達市）」

令和 7 年 2 月 28 日発行

発　行　伊達市

〒052-0024

北海道伊達市鹿島町 20 番地 1

電話　0142-82-3201

この事業は、公益財団法人北海道市町村振興協会（サマージャンボ宝くじの収益金）の助成を受けて作成しています。