令和4年度みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業費補助金等の
うちスマート農業の総合推進対策

データ駆動型農業の実践・展開支援事業のうち
スマートグリーンハウス展開推進

事業報告書（別冊 2）

スマートグリーンハウス転換の手引き

～導入のポイントと実践の事例～

令和 5 年 3 月

一般社団法人日本施設園芸協会

はじめに

各種データ（需要、環境、植物生育、作業、収量、販売等）を活用し、自動化や省力化も進め、生産性や収益性の向上を目指す施設園芸をスマートグリーンハウスと呼びます。

各種データの有効な活用のためには、データを正しく収集・蓄積し、経営向上に役立てるための分析が不可欠です。今後はデータの収集分析の手法やノウハウを整理し、既存のハウスを活用したスマートグリーンハウスへの転換が求められます。あわせて適正な投資のもとでの自動化や省力化と労働生産性の向上も不可欠となります。

本手引きでは、スマートグリーンハウスへの転換事例を全国 8 箇所について紹介し、それぞれの経営概要、データ活用の手法、利用状況について取りまとめました。本年度は、新規就農者や新規参入法人の取組み事例や、スタディクラブ活動での新規就農者への支援事例などを取り上げました。また、今後の転換への参考となるよう、本事業の専門委員会委員等による考察を行いました。スマートグリーンハウスへの転換推進の参考情報として、本手引きをご活用ください。

本手引きは、下記の専門家による調査、指導のもとに作成されました。

農研機構野菜花き研究部門　研究推進部長　東出　忠桐氏

（スマートグリーンハウス検討専門委員会　委員長）

オイシックス・ラ・大地（株）戦略調達セクション　ファウンダー　阪下　利久氏

（スマートグリーンハウス検討専門委員会　委員）

東海大学名誉教授　林　真紀夫氏

（スマートグリーンハウス検討専門委員会　委員）

農研機構企画戦略本部　スマート農業事業推進室　兼務　農業経営戦略部　営農支援ユニット　上級研究員　田口　光弘氏

（スマートグリーンハウス検討専門委員会　委員）

大阪公立大学大学院現代社会システム科学研究科　教授　大山　克己氏

（専門委員）

岡山大学学術研究院環境生命科学学域　教授　安場　健一郎氏

（専門委員）

（株）三菱総合研究所　地域イノベーション本部　事業創造グループ　主任研究員

水野　友美氏

（専門委員）

目次

はじめに 2

1. スマートグリーンハウス導入のポイントと展開への考察

1.1 スマートグリーンハウスの基本 7

1.2 スマートグリーンハウスに関する機器・サービスの選定、導入 ～主として、環境モニタリングについて～ 12

1.3 生産者による機器の開発とデータ駆動型農業への展開 19

1.4 経済環境激変へ対応した販売事例 ～2022 年のスマートグリーンハウス全国事例調査からわかったこと～ 23

1.5 産地におけるスマートグリーンハウス導入のポイント 37

1.6 行政・試験研究機関・JA との連携のポイント 46

2.スマートグリーンハウスへの転換事例

2.1 宮城県とのウイークリーレポートを活用した栽培管理の改善 ～（株）みちさき （宮城県仙台市宮城野区）～ 54

2.2 データ共有と現地研修の継続によるスタディクラブの運営 ～節なり会 （群馬県館林市・板倉町など）～ 59

2.3 トマト・イチゴ栽培におけるデータ活用と人材育成 ～（株）東馬場農園（兵庫県神戸市）～ 65

2.4 新規就農からのデータ活用と、環境制御システム開発から BCP への展開 ～木下農園 木下良一氏（岡山県倉敷市）～ 72

2.5 高知県 IoP クラウドによるデータ活用の取組み ～JA 高知県高知地区春野胡瓜部会（高知県高知市）～ 88

2.6 安芸市でのナス栽培のスタディクラブの活動経緯と発展について ～分ち合ふ農園 宮﨑武士氏（高知県安芸市）～ 99

2.7 新規就農によるキュウリ栽培での規模拡大、データ活用、部会勉強会の活動 ～Ever Green 中山道徳氏（佐賀県伊万里市）～ 107

2.8 スタディクラブ活動の活動経緯と今後の展開について ～ラプター会（宮崎県宮崎市）～ 121

１．スマートグリーンハウス導入のポイントと展開への考察

1.1 スマートグリーンハウスの基本

農研機構 野菜花き研究部門 東出 忠桐

(1)はじめに

我が国の施設園芸では、経験豊富で栽培センスのよい生産者が篤農家とされ、「経験と勘」が重視されてきた。この時代には、経験がなければ失敗のリスクが大きく、成功するにはかなりの年数が必要であったと思われる。経験も勘も持たず、就農して間もない者が成功するとは考え難いともいえたであろう。以前は、このような考え方が主流であったが、これが少なからず施設園芸の発展を阻害してきたのではないかと考える。収量においても労働生産性においても、オランダと比べて大きな差があるのが我が国の現状である。トマトを 1 トン作るのにオランダでは 15 時間働けばよいのに対し、日本では 110 時間以上も働かなければならない。

しかしながら、近年は、後継者の不在や労働力の不足から産地の存続が危ぶまれたり、エネルギーや各種資源の高騰だけでなく入手が困難となったり、温暖化による異常気象が多発したりと**数々の問題が顕著化**している。これらの問題に対して**経験と勘だけでは不十分**なことを多くの施設園芸関係者が感じているところである。そこで期待されているのが**スマートグリーンハウス**である。**「経験と勘」を「データ(数値)と科学技術」に置き換え**ることで、長年かかった**技術取得が短縮**でき、さらに**経験のない領域まで応用**できる可能性を持つ。

(2)スマートグリーンハウスとは

本事業では、スマートグリーンハウスについて、各種データ(需要、環境、植物生育、作業、収量、販売等)を活用し、自動化や省力化を進めて生産性や収益性の向上を目指す施設園芸と定義している。一言でいえば、**「データを科学的に利用する園芸施設」がスマートグリーンハウスである**といえる。データやサイエンスの利用目的は、作物の栽培だけでなく作業や出荷等も含めた経営のどの場面でもよい。データを得るためには**センサ等の計測設備**が必要であり、必然的にこれらを備えた施設がスマートグリーンハウスとなる。センサ等から得たデータとその結果との因果関係を利用することがスマートハウスの目標となる。しかし、データ利用の効果は容易に得られるものではなく、現状では、データ利用の効果の大小は問わず、データ利用を掲げていればスマートグリーンハウスであるというべきであろう。また、センサや制御機器をたくさん備えているかは問題ではなく、少数のセンサや機器であっても、データを有効に利用していればスマートグリーンハウスであるといえる。例えば、温度調節機器のない雨よけ施設であっても、継続的に温度を計測し、それに基づいて計画的な出荷や作業が組まれている場合はスマートグリーンハウスといってよい。

科学的にデータを利用するのがスマートグリーンハウスであるが、科学的に解明されている部分は多くはない。このため裏付けのないことでも、それらしいストーリーで解釈されて広く信じられていることも多い。信頼できる専門家の意見等を取り入れて生産者間で情報を交換することによって、正しい情報を取り入れることが重要である。スマートグリーンハウスとして**重要な点は、科学的裏付けがあることはそれを利用**することである。すでにわかっていることを取り入れず、自分の憶測で進めることは、経験と勘にだけ頼る従来の姿勢に逆戻りとなってしまうといえる。一方、専門家であっても**わからないことはたくさんある**し、複数の要素に対して**厳密な栽培管理を行うことは困難**である。実際の生産現場では、科学的裏付けがなくても何かしらの対応に迫られることが多い。このような場合、研究者となったつもりで観察と記録を進めるのもよいが、**無理をする必要はなく、わからないままでよい**と考えればよい。データ利用では、できることや結果が得られそうなことから始めることが成功する秘訣であると考える。

（3）環境制御の基本

スマートグリーンハウスのデータ利用の目的として、最も関心が高いのが環境制御であろう。環境制御の対象となる環境要素としては、①光、②CO_2濃度、③温度、④湿度がある。作物の光合成に**好適な環境を与えることが環境制御のひとつの目的**である。この光合成の最大化だけが環境制御の目的であると捉える場合が多いが、**環境制御はこれ以外にも大きな役割を持つ**。スマートグリーンハウスの生産者としては、環境に対する作物の反応のうち重要な特性を理解しておくべきである。例えば、受光量の増加が収量増加に重要な役割を持つが、温度管理がこれに関係することまで理解されているかは疑問である。以下に環境制御の基本となる要素ごとの特徴や作物への影響を記載する（Higashide, 2022）。

①光

光は、天候に大きく左右され、日により季節により増減が大きい要素である。日積算日射が 20MJ/m^2 以上となる晴天日もあれば、その 1/10 以下となる雨天日もあり、太陽光を制御することは難しい。しかし、光は作物の収量に直結する最も重要な要素である。ポイントは、作物にいかに多くの光を吸収させるかである。遮光カーテンによって光を制御する場合には、外部日射が一定以上の場合のみ利用し、外部日射が低下したらカーテンを開放すべきである。作物に到達する光の減少を最小限にすることが重要である。作物による光吸収を増やすには、作物の葉面積を適正（少なすぎず多すぎず）に管理することも重要である。

②CO_2濃度

光の次に収量への影響が大きい要素が、CO_2である。昼間の施設内では、作物による光合成によって CO_2 が消費されるため CO_2 濃度は低下する。CO_2 施用する場合、CO_2 濃度をセン

サで常時、計測し、設定値以下になった場合に供給して不足分を補う。冬季のように換気窓が閉まっている状態では内部の CO_2 濃度だけを考えて CO_2 施用機を制御すればよい。一方、換気窓を利用する時期には、外部への CO_2 流出を考慮する必要がある。窓開度や稼働頻度に応じて設定濃度を変更して効率的に CO_2 を施用する。

③温度

温度制御の主役は換気窓である。換気窓でコントロールできない場合に暖房機やヒートポンプによって温度制御を行う。通常、暖房機、ヒートポンプおよび保温カーテンは換気窓を閉めた状態のときに稼働させる。

適正範囲であれば、温度は作物の収量にはあまり影響しない。トマトの場合、我が国で商業的な生産が可能な温度範囲は日平均気温で 18～26℃である。温度管理としては、まず、日平均気温を目安に考え、最高気温や最低気温が多少、増減しても神経質になる必要はない。一方、温度制御により作物の生育スピードがコントロール可能である。葉の展開を温度制御により促進させて受光量を増やせば、間接的に収量増加を狙うことができる。生育スピードのコントロールには高度な知識と技術が必要であるが、この技術を駆使すれば、栽培管理や経営の大きな武器となる。

④湿度

園芸施設では、昼間は低湿度、夜間は高湿度となることが多い。昼間に低湿度となるのは、日射によって施設内の気温が外気よりも高くなりやすく、それを換気窓で調節するためである。昼間には、相対湿度が 30%以下となる場合も頻繁に起こり、作物が萎れる場合もある。湿度センサにより連続的に計測を行い、設定以下になったときに細霧システムを利用することで湿度を制御することができる。最近では、飽差を目安として湿度制御を行う場合も多い。相対湿度であっても飽差であっても、作物ごとに適正範囲を理解し、その範囲になるように制御する。

しかしながら、作物の生育や収量に対する湿度、飽差の影響については、十分に定量化されてはいない。現時点では、相対湿度や飽差をどう管理したら収量にどう反映されるかを把握することは難しく、湿度制御の効果が必ずしもみられるわけではない（東出ら、2022）。

（4）環境データの活用

前段で述べた環境要素を**すべて厳密に管理するのは困難**であり、やろうとしても長続きしない。まず、その時点で**最も制限要因となる要素を中心に**環境制御や栽培管理を始めることを推奨する（図 1）。環境データの活用は、次の 3 つステップで考えればよい。①**現時点の環境**が適正に管理できているかを**確認**する。②環境データを**適正な範囲内にするため機器の設**

定を変更する。③現在の環境が**将来、どのように生育や収量に影響するか**を考え、それに応じた対応を取る。

①現在の環境データの確認

まず、**前日や先週の環境データを確認し、適正範囲に収まっているかを確認**すればよい。この段階では、センサとモニタリングのシステムがあればよく、制御機器はなくてもよい。データを確認する際にはグラフで1日のデータ推移をみるとよい。日平均気温が適正であっても、朝夕に急激な温度や湿度の変化がみられる施設はよくある。施設ではカーテンや換気窓の設定を昼と夜で切り替えるのが通常であり、日の出・日の入りのタイミングを考慮していないと、急激な環境の変化が起こりやすい。急激な温湿度の変化は、植物にダメージを与えたり結露によって病害発生の原因になったりする。

②環境制御機器の設定

環境データが**適正範囲でない場合は、換気窓等の環境制御機器の設定を変更**する。季節、地域、備えられた施設・機器によっては、環境データを適正範囲内にすることは難しい場合も多いが、**可能な限り対処**を試みる。先に述べた朝夕の急激な環境変化は、換気窓やカーテンが稼働する温度や時間を日の出・日の入り時刻に合わせて変化させることで解消できることが多い。適正範囲内に温度管理ができていれば光合成や収量については問題はない。一方、高度な知識や技術が必要ではあるが、生育や出荷を調節したい場合には、温度設定を変更することで作物の生育スピードをコントルールできる。この場合も日平均気温を目安にして換気窓の設定温度・時刻を変更することから始める。

③生育や収量を考えた環境制御

①②では、その時点の環境の良し悪しを判断するだけなので、考え方としては比較的容易である。一方、**生育や収量を考える場合**、2週間後、1か月後、3か月後のように**時間的に異なる局面を対象**に考えねばならない。これには生育と環境の紐づけが必要となり、そのためには生育データが必要である。これには生育調査が必要であるが、最初から**たくさんの項目を調査するのは推奨しない**。生育調査にはかなりの労力が必要であるが、データが多ければ解析もたいへんになる。しかしながら、環境要素は複数あり、いつの時点のどの要素がその後の生育や収量に影響したか、どれが主要因であったか等をデータから把握するのはかなり難しい。多くの場合、よくわからないといった結果に終わり、データが貯まっていく一方となるか、調査中止になりがちである。少数の項目に絞って生育調査を始め、植物生理学的に因果関係のはっきりしているもの、例えば、気温と葉の展開等のようなものから現象を確認するこ

とを推奨する。現在、環境から生育や収量を計算できるソフトウェアの開発が進んでいる（農研機構、2018、2022）。将来、これらのソフトウェアを活用することで生育に対する環境の影響がきちんと計算できれば、日本の施設園芸のレベルは大幅に上がるものと期待する。

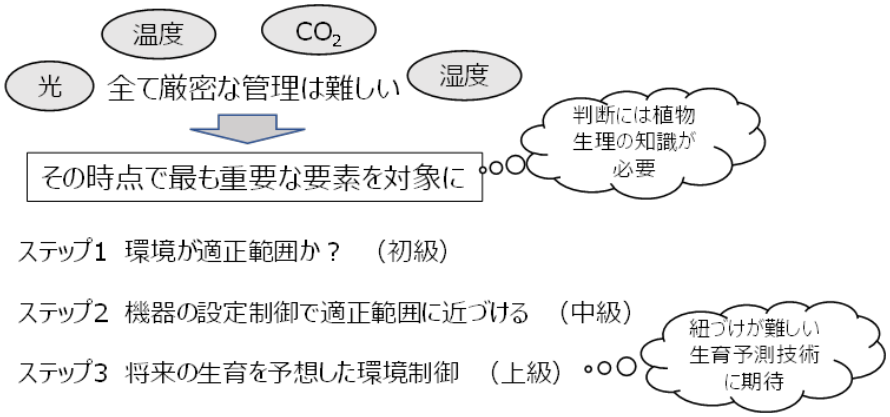

図１ 環境制御におけるデータ活用のポイントと手順

引用文献

・ Higashide, T. 2022. Review of dry matter production and growth modelling for yield improvement of greenhouse tomatoes. Hort. J. 91:247-266. https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-R019

・東出忠桐・小田 篤・安 東赫・後藤一郎・藤尾拓也・鵜生川雅己・椙山幹司・山﨑浩実. 2022. 環境制御下のキュウリの短期栽培における収量に対する気象要素の影響. 園学研. 21(1), 17－25.

・農研機構. 2018. 重点普及成果 施設園芸作物の生育・収量予測ツール. https://www.naro.go.jp/project/results/juten_fukyu/2018/juten06.html

・農研機構. 2022. 収量予測 API：GetYieldPrediction. https://wagri.net/ja-jp/wagriapi/methodinfo/23c82953-9bcb-47ac-9d88-4d33bd2b0668

1.2 スマートグリーンハウスに関する機器・サービスの選定、導入

～主として、環境モニタリングについて～

東海大学名誉教授　林 真紀夫

（1）はじめに

作物の成育に影響を与える地上部の主要な環境要因は、光（強度、波長、日長）、温度、湿度（相対湿度、飽差）、CO_2 濃度、気流速などであり、地下部の主要な環境要因は培地水分、地温、pH、EC などである。これらのうち、人間の五感によってある程度感知できるものと、できないものがある。光強度や気温は前者であるが、正確な値は測器を使わない限り知り得ない。また、CO_2 濃度、pH、EC などは後者であり、人間が感知することはできず、測器を使わない限り知りえない。

施設栽培において、収量や品質の管理、あるいは収穫時期の調整には、適切な環境管理が求められる。さらに、省力化、エネルギーや農薬の節減にも環境管理が係わる。適切な環境管理のためには、各種環境データを正確にかつ連続的に把握することが重要であり、環境モニタリング装置はその助けとなる。

最近では、実用性の高い環境モニタリング装置が複数のメーカーによって販売され、生産現場で広く活用されるようになりつつある。さらに高度なものとして、作物群落の光合成速度や蒸散速度、クロロフィル蛍光画像などの生体情報モニタリング装置も試験導入されている。

ただし、得られるモニタリングデータをどう管理に活かすかは、介在する管理者（グロワーなど）の判断に頼るところが大きい。すなわち、管理者の知見や経験がなければ、生産管理（環境管理や作業管理など）に適切に反映できない。特に環境と光合成・作物成育の関係を見るうえでは、植物生理についての知識が不可欠であり、その基礎的知識を習得していることが望ましい。

モニタリング機能だけの装置のほかに、環境制御装置（コントローラ）は、環境計測値を制御にフィードバックするので、高位な装置はモニタリング機能を兼ね備えている。

生産管理には、環境データだけではなく、成育データ（茎径、伸長量、葉数、葉長、花数、着果数、着果節位、LAI、収量、サイズ・等級など）も大事である。しかし、現状ではデータ収集が手作業に頼る部分が多く、測定が面倒であることから、目視による草姿・草勢などの評価にとどめることも多い。測定する場合も、サンプル株を対象に最低限必要な測定項目に絞ることが多い。

先進的な生産者は、環境データおよび成育データを記録として残し、過去データと比較するなど継続的な評価や改善を進めることで、生産・収益のレベルアップにつなげている。今

後、スマートグリーンハウス化を進めるうえで、特に環境モニタリング装置の活用が注目できる。以下では、主として環境モニタリングに関して触れる。

（2）環境モニタリング機器の選定と設置

1.環境モニタリング装置

環境計測やデータ蓄積機能を備えた環境モニタリング装置（プロファインダー：（株）誠和。、あぐりログ：（株）IT 工房 Z、はかる蔵：リバティポートジャパン（株）、みどりクラウド：（株）セラク、Thinking Farm：（株）ダブルエム、アグリネット：ネポン（株）、アイファーム・クラウド：（株）ニッポーなど）、およびモニタリング機能を有した環境制御装置（ハウスナビ・アドバンス：（株）ニッポー、プロファーム：（株）デンソー、AERO BEAT：イノチオアグリ（株）、プロファインダーNext80：（株）誠和。など）が販売されている。装置価格や計測項目の種類・計測点数、記録・表示機能、クラウドサービス提供の有無、クラウドサービス利用料金などが異なり、それぞれ特徴が異なるので、選択に迷うことが多い。費用対効果を考慮し、使い勝手も含め、利用要件に見合った装置の選択がポイントとなる。産地の部会や生産グループでは、データ共有しやすいように、同一機種を導入する事例が多い。

最近の環境モニタリング装置や環境制御装置は、通信機能を備えているものが大半である。自宅などハウス以外の場所からスマートフォンでハウス内環境を確認し、環境設定値の変更が可能である。また、異常値警報通知機能も備えており、監視カメラを付けていれば、内部の様子をどこからでも常に監視できる。ハウス外のどこにいても管理できることは、省力化にもつながり、管理者の負担を軽減させることから大きな利点といえる。

モニタリング装置メーカーの中には、生産者が起業し、自ら製作した装置に改良を加えて製品化し、販売につなげている事例もある。また、メーカーがユーザーの意見を聞きつつ、改良を加えて性能のバージョンアップを図っている事例が多い。

このほか、経費を抑えた簡易な計測を目的とする場合は、データ記録機能を備えた温湿度計 （おんどとり：（株）ティアンドディなど）や CO_2 濃度計などの利用もある。

2.機能・サービス内容

モニタリング装置の機能・サービスは機種によって異なり、表1の項目のうちのいくつかのサービス内容を含む。環境データ以外に、成育データや作業管理データ、気象予報など、複数のサービスを総合的に提供するシステムも出来ている。

モニタリング装置メーカーの多くはクラウドサービスを提供しており、基本サービスとオプションサービスに分けて、利用料金に差をつけているものもある。ユーザーが契約したサービスメニューのうち、利用したいサービスを選択して利用する。多くは、専用アプリを利用して、パ

ソコン画面やスマートフォン画面でデータを見ることができる。ユーザーが知りたい内容を見やすいように、モニタリング画面上の表示形態をカスタマイズできる機種もある。

表1　モニタリング装置または総合的システムの機能・サービス提供内容（今後追加が予想される内容を含む）

〇環境測定データの数値：現在あるいは過去の環境測定データを数値化して表示。瞬時値のほかに、最高値、最低値、平均値、積算値などを表示。
〇環境測定データのグラフ化：指定した期間の環境測定データをグラフ化して表示。
〇警報機能：設定した閾値を超えた場合に、画面表示やメールなどで通報。
〇ハウス内画像：監視カメラによるハウス内画像の提供。
〇成育調査データ表示：入力記録した、または自動計測した成育データの表示
〇病虫害防除データ表示：入力記録した防除データの表示。
〇生体情報データ表示：光合成速度・蒸散速度データ（実測または環境データから推定）、クロロフィル蛍光画像など表示。
〇気象予報：天気、気温、風速などの予報。
〇収量予測：計測データ、気象予報データなどから収量の未来予測。
〇収量・選果データ：本人やグループ内の収量や等級データ、成績順位などの表示。
〇市況データ表示：主要な市場の市況データ表示。
〇作業管理データ：作業者の端末入力による作業の進捗状況を表示
〇管理アドバイス機能：環境データや成育データなどから、設定値（室温、潅水量など）や管理内容などのアドバイスを提示。

3.計測センサー

a.種類

環境モニタリングのための計測センサーを表2に示す。経費負担になることから、生産管理上必須な計測センサーを選択することになる。※印を付したセンサーは、優先順位の高い基本センサーといえる。

適切な栽培管理を行うには、環境値が正確に計測されていることが前提となるので、そのための配慮が必要である。環境計測や制御に使われるセンサーは多種あり、それぞれ精度や価格が異なるとともに、経年劣化がある。できるだけ安価で高精度を維持できるセンサーを選択したいところだが、販売されている環境制御装置や環境モニタリング装置は、既定のセンサーがセットになっていることが多いので、その場合はそれを使うことになる。

また、湿度センサーや CO_2 センサーは誤差を生じやすいので、定期的（1～2か月）に検定・校正し、一定の精度を維持することが重要である。CO_2 センサーの校正は外気で行うのが簡便であり、センサー部分が取り外せて、簡単に屋外に持ちだして校正できるよう配線上の工夫がされていると便利である。

温度センサーや湿度センサーは、センサーそのものの精度が高くても、センサーに直射が当たると大きな誤差を生むので、通風装置を使った測定（図1）が基本である。

表2　主な環境計測センサー類（※基本センサー）

室内地上部	温度センサー※
	湿度センサー（または湿球温度センサー）※
	CO_2 センサー※
	日射量（または PPFD）センサー
	監視カメラ
室内根圏部	温度センサー
	水分センサー
	EC センサー
	pH センサー
屋外	温度センサー※
	湿度センサー（または湿球温度センサー）※
	日射量センサー※
	風向・風速センサー
	感雨センサー※

図1　通風装置による測定（左）、直射よけの日傘を温度センサーに取り付け（右）

b.センサー設置場所

ハウス内にセンサーを設置する場合、センサーの適切な配置場所の選定が大事である。ハウス内では環境ムラが生じていることが多いので、それらの抑制対策をとることが成育差を小さくするうえでも重要である。そのうえで、ハウス全体の平均的な値が得られる位置を選定し、そこにセンサーを設置することになる。気温分布を測定して、センサー設置位置を決めている熱心な生産者もいる。大型ハウスの場合、区画を設けての区画ごとのセンサー設置となる。

設置高さについては、どの高さが最適との答えがあるわけではないが、作物群落高さの中間点付近あるいは成長点に近い箇所とするのが無難であろう。ただし、成育ステージによって草丈が変化し、ステージごとに設置高さを変えるのが面倒な場合は、最終草丈の中間点付近とするのでよいだろう。

生産者間でデータ共有する場合は、相互のデータを比較できるよう、センサー設置位置や高さをあらかじめ統一しておくと都合よい。

c.クラウドサービスの選定

市販のモニタリング装置の多くは、データの保存管理などにクラウドサービスを提供している。機種によってクラウド提供内容がセットになっているので、自動的にそれを使用することになる。使用料を無料としている機種もあるが、多くは有料で、月額使用料は、数千円（1,000～4,000 円位）程度のものが多い。

データ共有

クラウド利用ではデータ共有をしやすい利点がある。調査事例では、データ共有で成果を上げている事例が複数ある。データ共有の範囲は、少人数の生産者仲間から、数名～十数名の勉強会グループ、十数名～数十名の産地部会など様々である。共有メンバーには、生産者のみではなく、普及センター普及指導員、JA 営農指導員、行政関係者などが含まれていることが多い。データ共有化には、生産者主導の事例もあるが、普及センターや JA、行政機関が主導している事例もみられる。

現状で共有されているデータの種類は、環境データ、生育データ、収量・出荷データなどが中心である。これらは、個人データでもあるので、どのデータまで共有するかの合意が必要となる。少人数グループで、環境モニタリング装置の販売会社が管理するクラウドサービス利用の例では、データ共有の承認を相互に口頭やメールなど、簡易な方法で行っている事例もある。

効果

データ共有によって、単収の高い優秀な生産者が現在どのような管理をしているか、他の生産者が即時に学ぶことができ、改善の参考にできる。さらに、データ共有は、メンバー間の

交流機会を増やすことになり、仲間意識と同時に、互いの競争意欲や生産意欲も高まり、モチベーション維持の効果もあるように思われる。

データ共有を含めたデータ活用により収益性が高まれば、新規就農の促進や後継者維持にもつながり、産地維持や産地振興にも役立つであろう。

（4）データ分析の自動化省力化

モニタリング装置を利用したデータ活用は、概ね次のような手順になるだろう。

①データの収集・記録→②データの見える化→③データの解析→④生産管理へ反映

①データの収集・記録： 測定・収集・記録は、モニタリング装置の利用でほぼ自動化できる。

②データの見える化： データ活用に当たっては、収集した多数のデータの中から必要なデータを抽出してグラフ化し、あるいは集計して、利用しやすい形に加工する必要がある。いわゆるデータの見える化を図る必要がある。環境モニタリング装置や統合環境制御装置などでは、環境計測値のグラフ化機能あるいは図表示機能を備えているので、それらを利用できる。さらに必要なデータの抽出や見える化には、汎用の BI ツール（ビジネスインテリジェンスツール）などの活用がある。

③データの解析： 最も重要なのは、見える化したデータを解析し、それを生産管理の改善に反映させることである。この過程において、重要なカギとなるデータ解析や改善点の抽出は、現状では人に頼るところが大きく、知識や経験、知見などを持った人の判断が必要となる。それらを生産者が担っているが、改良普及員・試験場研究員・営農指導員などが解析し、生産者にフィードバックしている事例も見られる。

将来的には、AI 技術等を利用したデータ解析で、適切なアドバイスを提供してくれる実用性の高いアドバイスツールの利用が進むであろう。そうなれば、データ活用効果が高まり、データ活用の裾野が広まると期待する。

④生産管理へ反映： 解析結果を、環境設定値の変更や、管理作業（葉かき、整枝、誘因など）など、生産管理へ反映することで、収益性を高められる。

（5）環境制御装置の自作事例

複合環境制御システムを生産者が自作し、栽培管理に利用している事例がある。この事例の生産者（スイートピー栽培）は、化学メーカーから転職し、退職後に2年間の農家研修を経て、約20年前に新規就農している。

効率的かつ正確に管理したいことから、環境制御システムの導入を当初考えたが、販売製品が高価であることから、自作に踏み切ったとのことである。自作のための専門知識や技術を、通信講座や研修セミナー、専門書などで学習して身に付けており、素人が容易にでき

ることではないが、経費を少なく生産者の望む独自のシステムに仕上げることができる利点がある。

制御盤（PLC：プログラマブルロジックコントローラ）やプログラムもすべて自作である。制御システムのみならず、ハウス建設やハウス内設備の導入などについても自力で行い、電気工事士やガス溶接などの資格も取得している。

自作装置により、生育状況やハウス内外の環境データに応じて、潅水施肥（点滴潅水）、および各種設備（換気装置、炭酸ガス発生機、カーテン、燃油暖房機、ヒートポンプなど）の自動制御と制御記録を管理している。また計測したハウス内環境（温度、湿度、CO_2 濃度、土壌水分、地温、EC など）、ハウス外環境（気温、風向・風速、降水量など）のみならず、各設備の消費電力などのデータをコンピュータに取り込み履歴保存できるようにしている。

自作であるがために、自分が望むアルゴリズムでの制御プログラムをくむことができ、必要に応じてプログラムの変更や改良、センサーの追加などができる利点がある。また、大量の保存データから、自分が必要とするデータを抽出し、見やすい形（グラフ、加工数値、図など）に見える化し、モニター画面上に表示できるように工夫がなされている。環境履歴を残すことで、過去のデータとの比較を容易にし、例えば複数年の同時期の日射量を視覚的に比較することができ、これら環境データと成育データを結び付けて解析し、成育管理や成育予測などに活用し、高品質な切り花の安定出荷を目指している。

このような自作の取り組みは、誰にでも真似できることではなく、前向きなチャレンジ精神と知的探求心、それに加えて新知識に対する理解力・吸収力がなければなし得ないことであり、稀有な事例といえる。

このほかにも、転職就農者で、前職（パソコンショップ）の経験を活かし、安価な環境計測機器を自作し、副業として電子デバイス事業を立ち上げ、製品として販売を始めた事例がある。夏場の閑散期にパート従業員のハウス作業がないため、夏場のパート従業員の仕事を用意し、年間の作業量の平準化を図る目的にも電子デバイス事業を利用している。

（6）おわりに

近年の ICT 技術や AI 技術の進展にはめまぐるしいものがあり、環境制御装置や環境モニタリング装置ついてのハードおよびソフト面の進展も日進月歩である。現在、生産者の知見や経験に頼っているデータ解析についても、今後は、AI 技術などを取り入れた解析ツールや各種アドバイスツールなどの活用が進むであろう。それにより、生産性向上や省力化、エネルギーや農薬使用の低減なども促進され、スマートグリーンハ ウスへの転換も進展するものと期待する。

1.3 生産者による機器の開発とデータ駆動型農業への展開

大阪公立大学　大山 克己

（1）はじめに

最近、生産者が自身の施設において利用する計測機器や制御機器を開発する事例が増えてきている。また、その一部は、販売されてもいる。生産者が開発していることから、実際の生産現場で利用しやすく設計されており、汎用性も高いという特徴を有する。現在、本稿で紹介するような取り組みは始まったばかりではあるが、将来、発展していく可能性を秘めている。とくに、データ駆動型農業が普及していく上で、生産者自身の手による機器開発とその普及は、今後、重要となっていく可能性が高い。

生産者が計測機器や制御機器を開発できるようになったのは、開発をしやすい環境や部品類が安価に整えられるようになったことが理由としてあげられる。たとえば、Arduino や Raspberry Pi など、小型の汎用シングルボードコンピュータが入手しやすくなったこと、また、C や Python といった比較的取り組みやすい言語を利用して開発をおこなえること、が具体例として考えられる。以前と比べて、最近では、特殊な環境や高価な機器を用意しなくても、これまでと同等、もしくはそれ以上の機能を有する計測機器や制御機器を、生産者は開発できるようになってきた。

本稿では、栃木県でウォーターカーテンを利用してトマトを生産している絹島グラベル長嶋氏が設立した合同会社ノートク・バンガードデバイスの設立経緯と実施した機器の開発事例とを紹介する。なお、長嶋氏は、これまでに PC ショップ勤務などの経験によって、機器開発のために必要なハードウエアおよびソフトウエア双方の知識を有していたことを記しておく。

（2）合同会社ノートク・バンガードデバイス設立の経緯

前述したように、絹島グラベルの代表を務める長嶋氏は、栃木県でウォーターカーテンを利用して、越冬栽培（10 月中旬～翌 6 月上旬）を中心にトマトを生産している（図 1）。その作型ゆえ、一定の雇用者を確保し続けようとする場合、夏季においては人手に余剰が生じやすくなる。この余剰を機器作成に充てることによって、雇用を一定に維持することを目指し、合同会社ノートク・バンガードデバイスは設立された。

現状では、通常はハウスでトマト栽培にあたっている絹島グラベルのパート従業員に、組み立てやはんだ付けなどの機器の作成にあたる作業を教えながら実施という状態ではある。ただし、将来的には、機器の製作にあたる合同会社ノートク・バンガードデバイスが中心で、時期によってトマト生産を補助するという形態の雇用者を採用することを予定している。

図 1　絹島グラベルの施設外観と生産物（提供：長嶋智久氏）

（3）開発事例

1.環境計測機器

園芸施設内の気温、相対湿度および CO_2 濃度を計測するために、センシリオン社製のセンサ（SCD30）を採用した農業用環境計測機を開発し、販売を開始している（図 2）。現在、土壌 EC センサや日射センサも接続できるようにすることを検討している。

農業用環境計測機は、複数の単棟の園芸施設を有する生産者に向けた製品である。それぞれの単棟に設置した子機で得た環境計測データを、親機を介してクラウド上にアップロードできる。親機には、最大で 32 台の子機を接続可能である。また、親機とクラウドの間の通信には、LAN、または、4G 回線（SIM を利用）を利用する。クラウド上にアップロードされたデータは、Web アプリ上で閲覧可能である。それゆえ、データの閲覧は、OS に依存しない。

図 2　ノートク・バンガードデバイスで開発した環境計測機をトマト温室に設置したときの様子。温湿度および CO_2 濃度の計測が可能である（提供:長嶋智久氏）。

2.施設園芸用 PC

近年、園芸施設において、環境計測・制御だけではなく、様々な日常業務のために、PC が利用されることが多くなってきている。園芸施設内は、屋外の環境に近く、とくに、夜間は高湿度となる。そのために、通常の PC では、マザーボードなどの基板上の素子が劣化しやすく、それゆえ、通常の屋内と比べて、故障が発生しやすい。PC の故障頻度を低減させるために、株式会社ノートク・バンガードデバイスでは、基板上の素子が劣化しにくくなるような特殊な加工を実施した PC を開発し、販売している（図 3）。

図 3　ノートク・バンガードデバイスで開発した施設園芸用 PC の外観。高湿度となる施設内における利用にも耐えられるよう、様々な工夫が凝らされている（長嶋智久氏ご提供）。

（4）おわりに

データ駆動型の農業を実践するためには、まず、データを取得する必要があり、そのための入手しやすい安価でかつ正確な計測をおこなえる機器の開発が望まれる。冒頭で述べたように、現在、本稿で紹介した取り組みは始まったばかりではある。将来、生産者が機器を開発していくことがより普遍的となれば、これまでよりも実際の生産現場において利用しやすい機器がより安価に入手できるようになる可能性があり、それにともなって、大規模な施設だけではなく、中小規模の施設においても、データ駆動型農業のさらなる推進が期待される。

参考文献

1. 日本施設園芸協会（2022）、スマートグリーンハウス転換の手引き～データ活用と実践の事例～、p26-34。
   https://jgha.com/wp-content/uploads/2021/03/TM06-02-bessatsu2.pdf
2. SCD30 センサモジュールデータシート
   https://sensirion.com/media/documents/4EAF6AF8/61652C3C/Sensirion_CO2_Sensors_SCD30_Datasheet.pdf

1.4 経済環境激変へ対応した販売事例

～2022 年のスマートグリーンハウス全国事例調査からわかったこと～

オイシックス・ラ・大地株式会社　阪下　利久

（1）はじめに

本年度の調査でわかったことは、急激な経済的生産環境の悪化を受け、園芸従事者は対応を迫られた年であったことだ。その中でも、スマートグリーンハウス転換で合理化を図りながら、直接消費者の期待に応えることで、成長を試みる先行事例も見られた。

そこで

（2）経済的環境悪化の概況

（3）調査事例に見られる増収とコストダウンの打ち手

（4）新たな付加価値となりうる、消費者の期待に応える先進的事例

と順番に述べ、今後どのような園芸生産環境を整えていくべきか検討する上で役立てていただきたいと思う。

（2）経済的環境悪化の概況

まず生産コストは昨年から急激に上昇している。（図1）は国内企業物価指数の推移だが、2021 年当初から急激に上昇しており、2020 年と比較して、17%上昇している。

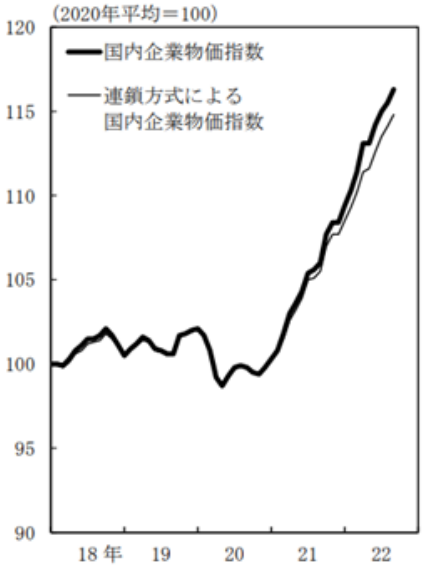

図 1　国内企業物価総合指数（日本銀行 2022 年 9 月）

中でも輸入物価は上昇しており、その指数（図2）は、2020 年比で 190%とほぼ 2 倍にまで上昇している。これはコロナ下の財政出動で 2021 年には全般的にインフレ基調となり、2020 年は低金利の日本から利上げに踏み切った米国へ投資が流れ、円安へ大きく振れたことで、輸入品の価格が上昇し、全体的な物価上昇加速したと推測される。とりわけ園芸資材は肥料やハウス部材、エネルギーに至るまで輸入にほとんど頼っている現状があり、輸入物価倍増の影響が直撃していると考えられる。

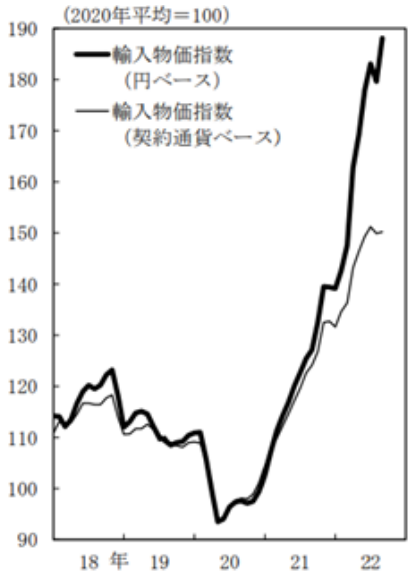

図 2 輸入物価指数（日本銀行 2022 年 9 月）

一方、円安は輸出のチャンスであり、輸出物価指数は 130%とかなり有利になっている（図3）。しかしながら、コロナ禍で国際輸送自体に支障が出ており、かつ航空貨物運賃はエネルギー価格の影響を受けるため、従前の 2 倍以上に上昇し(図 4)、円安のメリットは相殺された。小職の在籍する会社でも、いまのところ輸出の増加まで至っていない。かつ園芸品目は生鮮食品であるがゆえ、単価の高い空輸になることが多く、2022 年 10 月の千葉→香港間のスポット運賃は、1kg あたり 1,536 円であった。この単価に見合う品目はイチゴや高級ブドウぐらいである状況に変化はなかった。

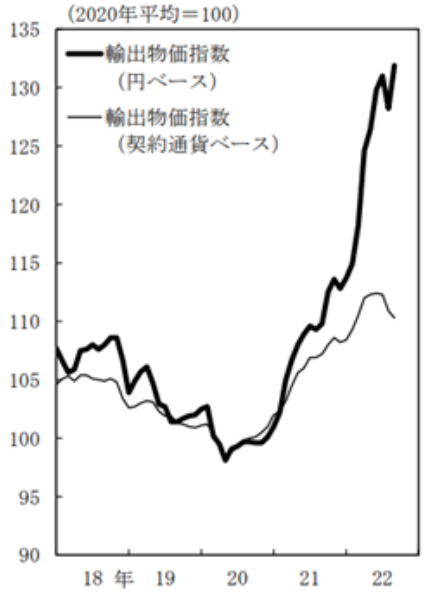

図 3　輸出物価指数（日本銀行 2022 年 9 月）

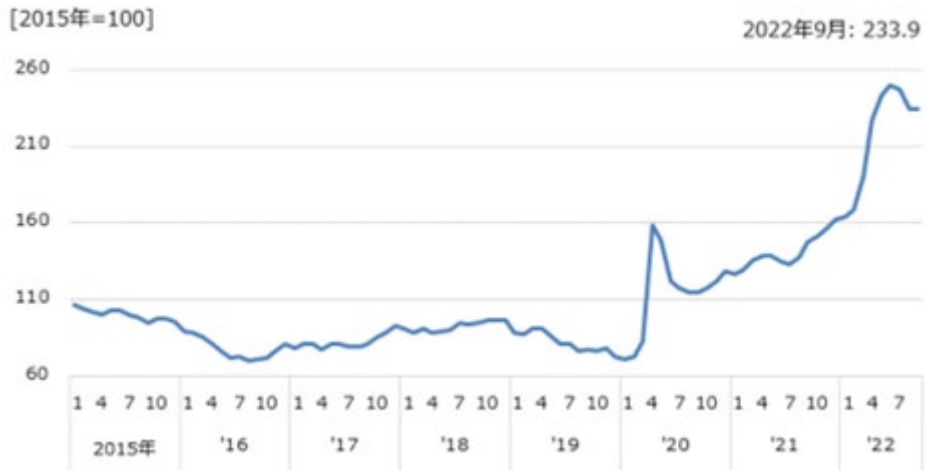

図 4　月次(税込) 国際航空貨物輸送の価格指数の推移（日本銀行 2022 年 9 月）

つぎに、消費者側のコストを見てみる。これは 103 と月を追うごとに上昇してきている(図 5)。

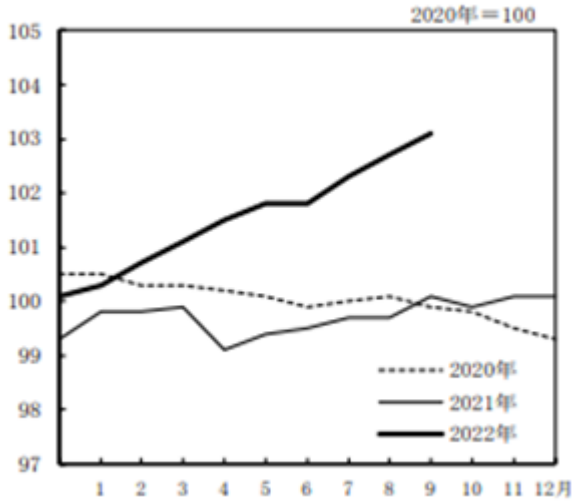

図 5　消費者物価総合指数（総務庁 2022 年 9 月）

一方、消費者物価の中から、生鮮食品とエネルギーを除いた指数を見ると、101～102 とやや上昇しているにとどまっている。園芸品目は生鮮食品であるので、取引額がもっとも多いトマトをみてみると、市場価格（図 7）と店頭価格(図 8)ともに、は過去 2 年と比較して単価の上昇は見られず、平均的な単価で推移した。つまり、

・消費者物価の上昇は、エネルギー価格の上昇の比率が大きい

と考えられる。

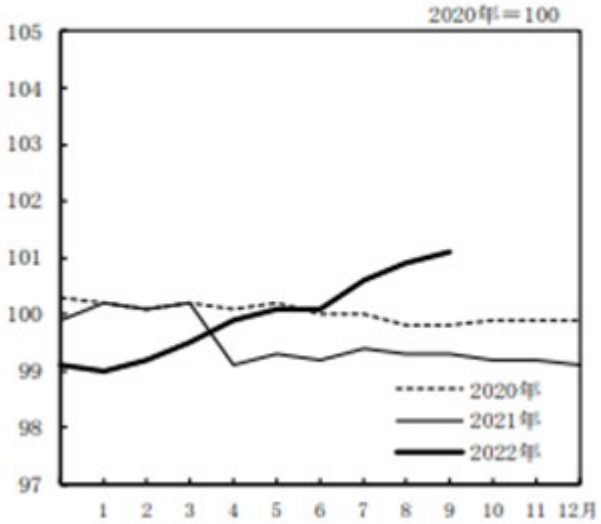

図 6　エネルギーと生鮮食品を除く消費者物価総合指数（総務庁 2022 年 9 月）

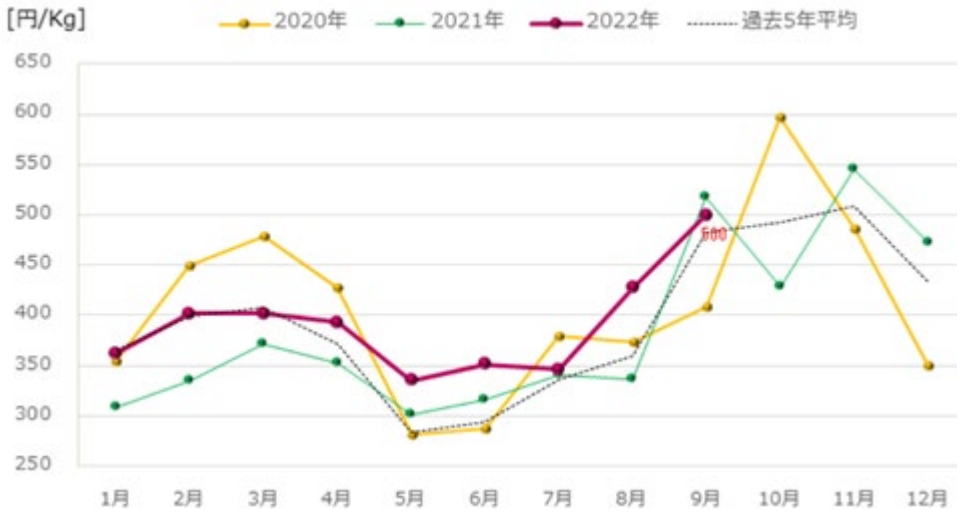

図 7　大田市場のトマトの市況（東京都　中央卸売市場日報 2022 年 9 月まで）

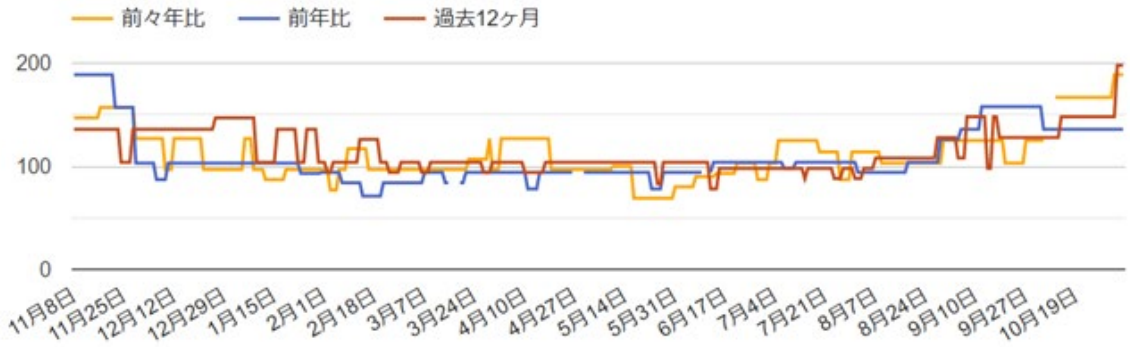

図 8　トマト・1 コの過去 12 ヶ月の価格推移【縦軸単位：円】（西友　2022 年 10 月まで）

最後に消費者のマインドをみてみる。消費者態度指数（図 9）はリーマンショック時とコロナ禍当初の2つの谷に比べると深くはないが、2022 年に入って悪化の一途であり、最も深い谷の中間まで逓減してきている状況である。エネルギー価格が上昇する限り、消費者の態度は冷え込む一方であるようだ。

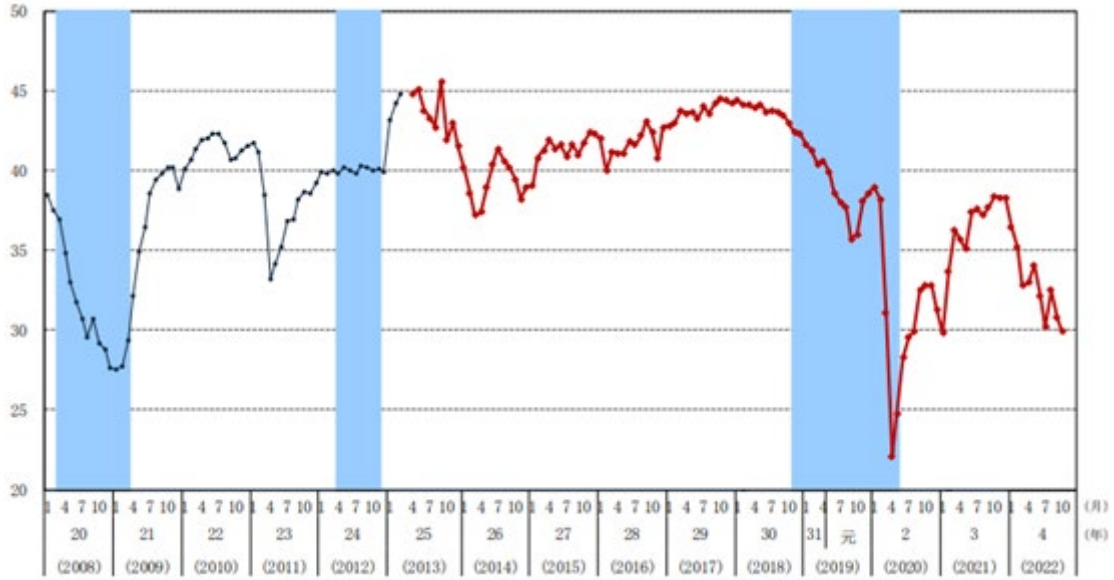

図 9　消費者態度指数（内閣府 2022 年 10 月）※シャドー部分は景気後退期を示す。

ここまでをまとめてみる。

・園芸生産者は総合的にコストが上がる一方、取引単価が上がらず、利益を出しづらくなっていること

・園芸品目は生産が激減しない限り、消費者価格は上がらない状況なこと

・エネルギー価格安定の見通しがたたないかぎり、消費者態度は冷え込む一方な状況なこと

（3）コストダウンおよび増収の打ち手

①有利な取引先変更による単価向上と増収

調査先の多くはスマートグリーンハウスであり、取引先が大手の外食チェーンや流通業者であることが多かった。取引先はコロナ禍による客数の低下と、物価上昇、人手不足を補う合理化すなわちIT投資額の増大から企業業績が悪化し、原料の調達コストダウンを迫られている。本年はとくに契約価格を引き下げる動きが目立った。具体的には、夏秋期トマトの取引単価が昨年 1kg あたり 305 円であったものが、本年は 285 円へ切り下げられたケースなどである。市場価格自体も上昇しないため飲まざるをえないケースが目立った。そこで農場の営業担当者は、取引価格を高値で据え置いている有利な取引先を探し、契約に結び付ける動きを活発化させた。物流コストや鮮度の優位性を考えると、地元への供給と消費喚起を行うことでコストが下げられ、鮮度面の消費者メリットをアピールすることでリピーターの囲い込みができる。結果として、健康志向の付加価値づけを長年行ってきたハンバーガーチェーンや生協・ス

ーパー・ネット通販へ乗り換えるデータ活用型施設園芸農場が目立った。たとえば宮城県の複数の農場は、コロナ禍の影響でケータリングが好調なモスバーガーの「宮城県産トマトフェスタ」に参加することで消費者へのアピールに成功した。

図 10　県産野菜フェスタの告知チラシ（モスバーガー）

②多収品種への変更による増収

西南暖地に限らず東北地方まで、トマトのスマートグリーンハウスを導入した生産者の中には、創業3年以内であっても、オランダからさまざまな品種を取り寄せて試験栽培から選抜することで、国内トップの反収を誇る生産性の高さを達成する農場が出てきている。ポイントは品種で、中でも「富丸ムーチョ」へ切り替える生産者の成績がよい。この品種は店頭販売による生食メインより、外食やケータリングで使われるサラダやハンバーガーと組み合わせることで美味しく食せる品種が多く、ゼリーがすくないのが特徴である。果実の外皮は固いものの、決して水分が多いわけではないため、乾物重自体の向上が求められる。こういった品種は、どのハウスでも対応できるが、スマートグリーンハウスを導入してこそ、栽培および労務管理が明確になり、高収量を達成できる。

図 11　ゼリーが少なく外食向きで、かつ日本人の嗜好に合う「富丸ムーチョ（トミタテクノロジー）」

③商品規格緩和によるコストダウン（フードロス削減）

フードロス削減が叫ばれる中、契約単価の低減と引き換えに、規格を緩和するケースが目立っているのも本年の特徴であった。具体的には、サイズの幅と拡げ、外皮のキズや形の基準を緩和することで、５～１０％以上のロスが削減されるケースが見られた。これは生産者よりはむしろ外食産業を中心とした流通主導で行われた。最終形態も「くし形」や「輪切り」ではなく、「ダイスカット」で供することで、外見に囚われる要素を極力排除している。例として 25g のトマトの場合、「輪切り」の場合は 1 枚 45 円要していた提供コストが、「ダイスカット」では 15 円まで抑えることができる。またチーズなど他の部材と組み合わせることで、安価であっても、本格的な食のシーンを消費者に提供し、好評を得ている。この外食チェーンではメニューを最小限に厳選した上で、セントラルキッチンを設置し、必要なときに必要な分だけトマトを調整・袋詰めして、農場から店舗まで一貫したコールドチェーンを管理することで、極限まで歩留まりを高めることに成功した優れた事例と言える。スーパーで販売されている家庭向けのカット野菜や調理キットも消費者は袋から取り出すだけであり同じで、流通側はトータルでムダがないものを開発して消費者のニーズを捉えている。つまり、品種の再選択と食の提案次第で、フードロスは削減できるのである。

図 12　規格外ピーマンを有効活用した調理キット（オイシックス）

④物流合理化によるコストダウン

さまざまな拠点や人の手を介するより、なるべく短距離かつ直線的な経路で消費者の食卓へ届けることは大きなコストダウンにつながる。経由地が多いと、手数料だけでなく、品質劣化のロスも大きくなり、ひどいケースでは供給量の半分が需要者側で使用できないといった「品質ロス問題」も生じてくる。

そこで高知県の「ベストグロウ」等カゴメの契約農場や、宮城県の「みちさき」をはじめとした外食・コンビニ等大手流通業と協業する多くのスマートグリーンハウスでは、web 上で収量見込みと発注データをリンクさせ、農場に選別からパッキングまでを一括して行うラインを構築している。農場からは外食や宅配業の物流センターまでリターナブルコンテナで輸送し、直接店舗や消費者の自宅までコールドチェーンを構築してきているのだ。この試みは、多くのスマートグリーンハウスが参画しており、ますます重要になっていくだろう。

図 13　トマトの選別・計量・パッキングを同時に行うライン

（4）経済環境悪化を超えて、消費者の期待に応える先進的事例紹介

①直売化と 6 次産業化による利益率向上

都市近郊の農場を中心に、直売所の設置は当然であるが、加工まで手掛ける農場も増えている。たとえば、神奈川県の「井出トマト農園」では、トマトソースが本格的との声が高まって消費者の人気が高く、リピーターが増え、農場の直売所だけでなく、自前の web サイトでよく売れている。「本格的なおいしさ」が真似のできない付加価値となった事例であり、これを優れた「加工レシピ」で達成している。また、Web 通販は世界的に Amazon・楽天などの大手ポータルサイトから、個人運営のサイトへ比重が高まっており、とくにコロナ禍以降顕著である。この傾向はスマートフォンの普及に加え、「BASE」「Shopify」などの簡便に販売を支援する仕組みの活用とその普及がカギになった。兵庫県の介護施設・社会福祉法人が運営する「あかね農園」の事例は、直売に加え、農福連携と組み合わせた点で注目に値する。この農場らか使用する「Shopify」はサイト構築が簡単で、誰でもスマホひとつで簡単に出店でき、消費者との決済を代行してくれるだけでなく、手数料は月額固定 5 千円程度と、とても安いのが特徴だ。物流はヤマト運輸ともアプリで連携しており、農場への集荷手配も可能な上、全国一律運賃で使いやすいのも特徴である。Web 直売は、離島を除き、場所による条件はないため、条件不利地ほど早く取り入れたほうがよく、各府県も助成金を交付して支援しているケースも見られた。また、「ふるさと納税返礼品」の市場規模はコロナ禍で急激に拡大し、荷量ベースでお歳暮市場を超えたと考えられており、有利販売を志す施設園芸従事者は、地元自治体と連携してぜひ取り組むべきである。

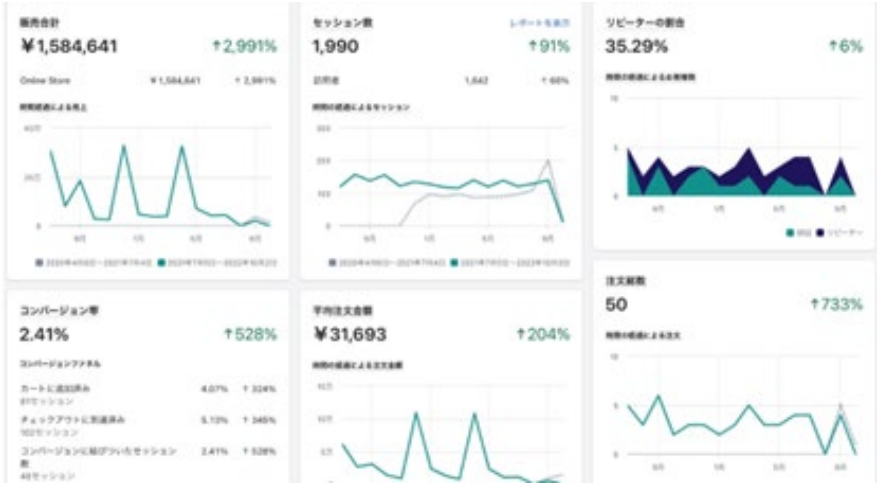

図 14 「Shopify」のストア分析画面（上）と、同システムを活用した、介護施設併設型「あかね農園（兵庫県）」の web 通販サイト（下）
（ https://akanefarm.jp/ ）

また消費者の多い地域に農地を求めて観光農園を設置した事例もある。宮城県山元町の農業生産法人「一苺一笑」は、もともとのイチゴ生産団地に立地し、東日本大震災で壊滅的な被害を被った復興地区でスマートグリーンハウスを導入して創業した。しかしながら過疎化の克服までは難しく、雇用に難があるだけでなく、園芸団地の主出荷市場は遠方の北海道中心であり、出荷コストが非常にかかる立地である。当農場ではコストダウンと合理化のため、観光農園化を考えたが、既に周囲には多くの観光農園が存在しており、激しい競争が予想された。そこで観光農場として第二農場を作るにあたり、山元町の園芸団地内ではなく、消費者のアクセスがよく、周囲に競合農場のない仙台市内のニュータウン地区に設けることにした。この第二農場では熟練者がいなくとも、第一農場と同じスマートグリーンハウスにすることで、

データをノウハウとして活かせるので、失敗する可能性は低いと考えた。むしろスタッフは顧客目線で考えることができる点を最重要視し、未経験の若い女性のみで運営することにした。結果としてプランは営業面で大きな成果を上げ、シーズン中は駐車場が満車になるほど地域の人気スポットになっている。

同時に販売は市場出荷ではなく、通販をはじめとした直売に注力した。販売面でもITを駆使した受発注・作業管理システムを開発することで、リアルタイムで2農場の収量見込みと作業シフトを連動させ、全くチャンスロスのない有利な出荷を達成している。この農場はソフト・ハード両面で見習う点が多く、今後さらなる発展が見込まれる。

図 15　人口の多い地域で新規オープンした「一苺一笑松森農場（仙台市泉区）」

②「地域の憩いの場」の提供

宮城県北上市の農業生産法人「デ・リーフデ北上」は、トマトとパプリカの大規模なスマートグリーンハウスで、単収と従業員一人当たりの収穫量が全国でトップクラス、取引先は大手外食産業が中心で、彼らからの品質評価も高い非常に優秀な農場である。農場は東日本大震災で悲劇的な被害を受けた大川小学校跡から北上川を挟んで対岸の、河口まではすぐの海岸に立地しており、生産性と品質の高さを強みにして、2021 年には第二農場として大川小学校跡に隣接した「デ・リーフデ大川」をオープンした。

この地域は以前園芸地帯ではなかったが、気候データ上は北国にあって冬季温暖・夏季冷涼かつ周年多くの日照と園芸に向いていた。しかしながら、地域の人口は津波の被害もあって非常に少なくなっており、農場の従業員の多くは 20km 離れた石巻市周辺から車で通勤していた。また周囲には小売店やコンビニは一つもなく、10km ほど走らないと飲食店すらない状況で、その食堂も大変混雑しており、従業員たちはランチにも困る有様であった。そこでデ・

リーフデ北上では事務所棟を建てるにあたり、また国の補助事業を使ってトマトのロスを使用した加工施設を立てるにあたり、直売所とカフェを併設し、食に不便な地域の役に立てることにした。

こうして建ったのが「リーフデ・テラス」である。周囲には本当に何もないところなので、カフェと直売所の営業は上手くいくか不安であったが、収穫後のロスを使用した自慢のトマトソースをふんだんに使ったピザやパスタが人気となり、SNS で評判が拡がって、多くの顧客を集めるに至っている。実際、筆者も平日の昼間に訪問したが、満席であった。顧客層は観光客というわけではなく、この地域に従事する方々や主婦が中心であって、まさに地域のオアシスのような憩いの場になっているだけでなく、農場の従業員も自ら多く利用している。さらにこの農場は熱源エネルギーの一部にバイオマス（ウッドチップ）を利用するなど、まさに食とエネルギーを自給する一大拠点となっており、持続可能な「村」のモデルとして、非常に先進的な取り組みと言える。

図 16　農業生産法人の運営する「リーフデ・テラス（宮城県北上市）」

（5）まとめ

2022 年に入り、日本の園芸を取り巻く経済環境は、エネルギーの高騰と円安に伴う資材費高騰により、急激に悪化している。しかしながら、調査したスマートグリーンハウスでは、同じように経済環境に苦しむ外食をはじめとした流通企業と協業することで、サプライチェーンのムダを排除してコストダウンを図ると同時に、増収を図る事例が多く見られた。さらに抜本的な付加価値の向上を目指して6次産業化や web 直売への取り組む動きが活発化している。

また、より先進的な事例では、高齢化および過疎化のデメリットを、競合がいないメリットと捉え、農場を食と職を通じた地域の憩いの場・人気スポットと位置付けて活性化する取り組みが見られた。そもそも日本の園芸地帯の多くは、過疎化と高齢化の進行する地域にあるが、園芸立地の大多数は太陽や水、地熱、バイオマスなどエネルギー資源が豊富である一方で、地域のエネルギー消費自体は非常に少ない。今後園芸地帯では、福祉施設併設型でかつ地域自給エネルギーの供給拠点を兼ねた農場など、令和の時代にマッチした園芸農場が多く立案され、国や自治体が積極的に支援できる仕組みづくりが希求されているように思われる。

1.5　産地におけるスマートグリーンハウス導入のポイント

農研機構　　田口　光弘

（1）はじめに

本稿では、産地におけるスマートグリーンハウス導入のポイントについて、先行事例調査を基に解明する。本稿では、産地を、JA の品目別部会あるいは部会内の任意組織（同一の環境モニタリング装置を保有するグループなど）と限定する。

本項で取り上げる先行事例は、JA 西三河きゅうり部会と JA ながさき西海いちご部会である。これら 2 つの部会を取り上げる理由は、部会員数が減少し、産地としての維持が困難となる中で、各種のデータを部会員間で共有し、さらに勉強会活動を始めて部会員間で切磋琢磨することで、単収を増加させ、それにより部会の販売金額を維持する、また後継者や新規就農者の増加により部会員の減少に歯止めをかけるなどの成果を出しているからである。

（2）事例紹介：JA 西三河きゅうり部会

1.部会の概要

JA 西三河きゅうり部会（以下、きゅうり部会と表記）は、愛知県西尾市のきゅうり生産者 40 名で構成され、栽培面積は計 11.5ha、会員別栽培面積は平均 29a である。部会員の多くは長期 1 作型（10 月上旬定植～6 月末まで収穫）で、つる下げ栽培を行っている。出荷量は約 3,000 トン、販売金額は約 9 億 5 千万円である。

平成 16 年以前は、部会員の高齢化が進み、さらに選果機の老朽化も相まって、産地の衰退の危機にあった。しかしながら、平成 17 年に選果機の更新を契機に、組織改革を実行することにした。

この組織改革の主たる内容は、支部制から委員会制への移行であり、これまでは地区別の支部が 4 つあり、各支部で選出された支部長・副支部長が部会の役員を務めることとしていた。役員の任期は 1 年であることから、大きな検討課題は翌年の役員に引き継がれることが多く、継続的な議論がしにくい状況にあった。そのため、栽培、選果、販売と 3 つの委員会を設立し、部会の役員は、これら 3 つの委員会における委員長・副委員長と、部会長・副部会長による計 8 名で構成されることとした。各委員会は 5～6 名で構成され、4 年程度はメンバーとして在籍することから、栽培、選果、販売の 3 つのカテゴリーにおける重要な課題を継続して検討できる体制となった。このような組織改革により、皆で継続的に議論できる風土が形成されたことが、後のデータ活用とグループ勉強活動につながっている。

2.部会内における収集データの内容と収集方法

きゅうり部会における部会内でのデータ活用は、平成 26 年に行われた選果機における選果データの蓄積、およびその選果データを部会員がスマホ等から閲覧可能とするシステム構築が端緒と言える。さらに、同じく平成 26 年に、富士通の Akisai を部会に導入し、潅水、施肥、防除等の作業履歴データも現場で入力し、各自、利活用できる環境が整備された。

そして、平成 27 年に「あぐりログ」の導入が始まった。あぐりログは、当初は試験的に部会員 17 名で導入され、ハウス内環境に適するよう改良をメーカーと進めた。その後は平成 28～29 年度に実施された「あいち型植物工場推進事業」において、全県的に導入が進められた。あぐりログはインターネット上のサーバーを通じ、自身のハウス環境の現在および過去の推移を見られることに加え、グループ内でのデータ共有も行えることが特徴である。

令和 4 年時点で、部会として入力・収集しているデータをまとめれば、表 1 のとおりである。また、部会におけるデータ活用を時系列でまとめると、表 2 のとおりである。

表 1　JA 西三河きゅうり部会における入力・収集データ

環境（あぐりログ）	温湿度、CO_2 濃度、日射量、外気温、外気湿度、地温、水分率、EC
作業（Akisai）	灌水記録、施肥・防除記録
選果（選果機）	収量、形状

表 2　JA 西三河きゅうり部会におけるデータ活用の沿革

H17 年	選果機の更新
H23 年	環境測定器（温湿度、CO_2 濃度、日射量）導入 ミスト、CO_2 施用の実証試験

H24 年	環境測定データを用いたグループ活動を実施
H26 年	選果データを部会員がスマホ等から閲覧可能とするシステムを構築 富士通の Akisai 導入 統合環境制御（デンソープロファーム）を下村氏農場にて試験導入
H27 年	あぐりログ試験導入（17 名） 養液栽培による長期一作の実証試験
H28 年	「あいち型植物工場推進事業」により、あぐりログの普及拡大

3.グループ勉強活動の実態

以上のように、きゅうり部会では、様々なデータを蓄積して、各自が利活用できる環境を整えてきた。そして、それらのデータをもとに、有志による勉強会を 3 つのグループに分けてシーズン中にそれぞれ 3 回開催している。グループは、ハウスの構造と経営者の年齢から、A：丸型ハウス、B：屋根型ハウス・50 代前半まで、C：屋根型ハウス・50 代後半以上の 3 つに分かれているが、希望すれば、本来自身が属さないグループにも参加可能とし、また議論の活性化のために、各グループの一部のメンバーを時々配置換えして勉強会を開催している。勉強会には、部会員以外に、JA の栽培委員会担当者と普及指導員も参加している。

勉強会でグループごとに共有する情報は、次のとおりである。①今作の各自の栽培設備に関する情報：ハウス、環境モニタリング装置、環境制御機器、ミスト、暖房、灌水。②栽培に関する情報：品種、仕立て方法、病害虫の現状など。③各自の環境データ。④土壌診断の結果。

上記の情報をもとに、今後の生育ステージでの環境制御の方針などについて意見交換を行うが、勉強会は 1 回当たり 4～5 時間ほど要している。JA 西三河きゅうり部会改革プロジェクトサブリーダーの下村堅二氏によれば、データを共有し互いに比較して意見を出し合う勉強会においては、その場をリードする人材が必要であるとしている。具体的には、データを見たり比較する際の着眼点を理解し、それを他のメンバーに教えることができる人材である。きゅ

うり部会では、勉強会を毎年継続的に実施していくことで、このような人材も部会内で育ってきている。

4.データ活用の成果

以上のような取組みにより、栽培面積と生産者が減少する中で、単収が増加することで、部会としての売上額は横ばいとなっている（図 1、2）。令和 3 年度に採択された農林水産省スマート農業実証プロジェクトでは、きゅうり包装機の高度化として、収量や収穫形状情報を栽培管理にフィードバックすることに加え、消費者が生産者情報を知ることができる QR コードを商品に貼付する実証試験を行っている。今後は、各種データを販売面にも活用することで、産地としての生産力向上とともに、販売力向上に努めていく。

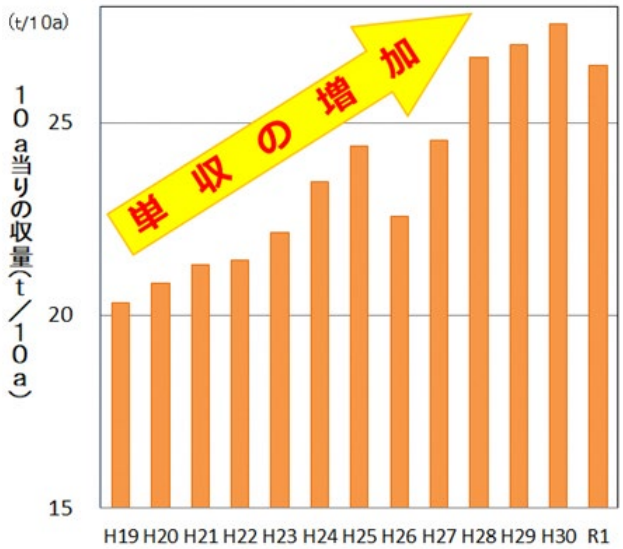

図 1　JA 西三河きゅうり部会における平均単収の推移

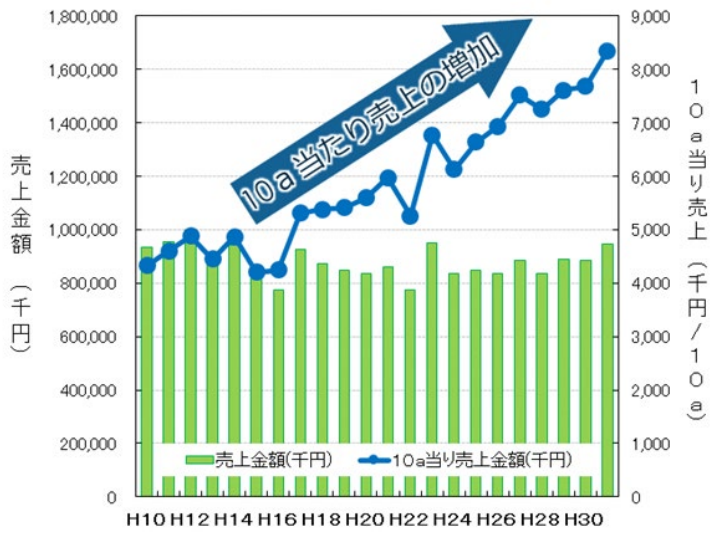

図 2　JA 西三河きゅうり部会における売上総額および 10a 当たり売上の推移

（3）事例紹介：JA ながさき西海いちご部会

1.部会の概要

JA ながさき西海いちご部会（以下、いちご部会と表記）は、長崎県北部の 3 市 1 町（佐世保市、平戸市、松浦市、北松浦郡佐々町）のいちご生産者 69 戸で構成され、栽培面積は計 11.5ha である（令和 2 年時点、図 3）。単収は、図 4 のように、平成 29 年までは 3 トン台を推移していたが、後述する勉強会活動を平成 29 年に始めたことで、平成 30 年以降は 4 トン台に増加し、県平均単収を上回っている。

勉強会活動を開始した経緯であるが、各部会員の後継者の有無などを調査した結果、平成 29 年時点で令和 4 年における 40 代以下の部会員割合予測値は 11%と推計された。このような 40 代以下の部会員割合が低い状況では、産地の維持が今後困難であることから、JA や普及指導機関、部会員が一体となって強い危機感のもと「産地振興方針」およびそれを具体化した「産地振興計画」を策定した。そして、その取組の一つとして、「環境制御技術勉強会（通称：きゃもん会。以下、きゃもん会と表記）」の活動が開始された。以下では、きゃもん会のメンバーで共有しているデータおよび勉強会活動の内容と、その成果について詳述する。

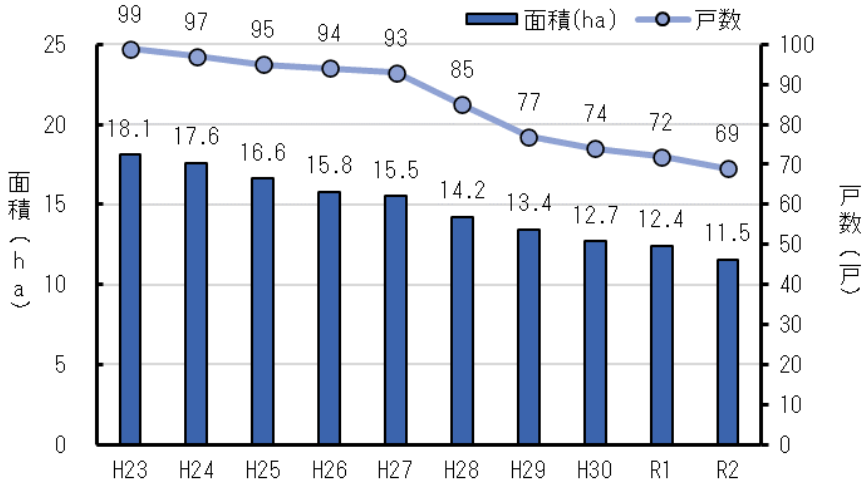

図 3　JA ながさき西海いちご部会における戸数および栽培面積の推移

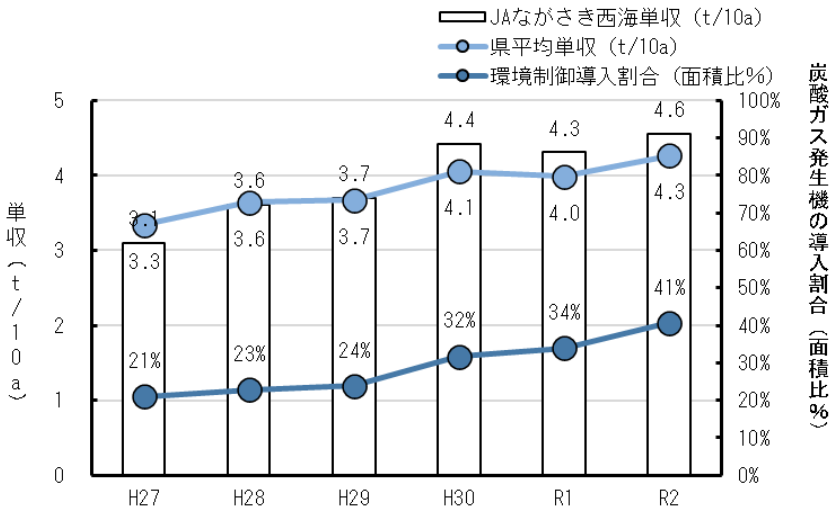

図 4　JA ながさき西海いちご部会における単収(t/10a)の推移

2.勉強会活動における収集データの内容と収集方法

勉強会活動において収集・活用しているデータのうち、まず、環境データについては、当初はさまざまな環境モニタリング機器が部会内で使用されていたが、大分県のイチゴ生産者が立ち上げた会社が開発した「はかる蔵」が平成 30 年に試験的に導入された。そして、価格・機能面での優位性が確認できたこと、メーカーが機能改善などに協力的であることから、その後部会内では「はかる蔵」への統一化が図られた。

「はかる蔵」は、温湿度、地温、日照、CO_2 濃度、土壌水分(pF 値)を計測でき、PC やスマホ

専用アプリでこれらデータを閲覧できる。また、アプリの日誌機能により、生育調査記録や作業記録、出荷実績記録なども入力可能である。さらに、農場の担当者同士でのデータ共有や、普及指導員など外部機関とのデータ共有も簡便に行うことができるのが特徴である。

次に、生育調査については、生産者自身が 1～2 週間に 1 回程度行っている。調査においては、草高、第一葉の草高・小葉長・葉柄長・葉色、展開葉数、頂花房と第二花房の花・果実数などを 6 株分調査し、その結果は「はかる蔵」に直接入力したり、もしくは統一的に設定している生育調査用紙に記入している。なお、生育調査のデータの整理やフィードバックは担当の普及指導員が行っている。

以上、令和 4 年時点で、勉強会活動において収集・活用しているデータをまとめれば、表 3 のとおりである。

表 3　JA ながさき西海いちご部会「きゃもん会」における入力・収集データ

環境（はかる蔵）	温湿度、地温、日射量、CO_2 濃度、土壌水分（pF 値）
生育調査	草高、第一葉の草高・小葉長・葉柄長・葉色、展開葉数、頂花房と第二花房の花・果実数（注：令和 4 年度からは、草高、第一葉の草高、展開葉数の 3 項目に限定し省力化している）

3.グループ勉強活動の実態

平成 29 年に、勉強会活動「きゃもん会」が組織化され、定期的な勉強会が開始された。勉強会活動では、前述の環境モニタリング装置と生育調査から得られたデータをメンバー全員で共有し、肥培管理、潅水管理、換気装置、加温機の設定（日中加温を含む）、CO_2 施用等について意見交換を行っている。

参加メンバーは、開始された平成 29 年時点では、普及指導機関などの関係機関が選定した平戸市 1 名、佐世保市 4 名の計 5 名と少数精鋭で開始した。そして、定期的にメンバー同士の環境データや生育データを見ながら意見交換を行う形式で、勉強会は進められた。

その後、参加者は増加し、令和 2 年時点で、平戸地区で 11 名、佐世保地区で 12 名の計 23 名が参加している。勉強会の年間スケジュールは、11 月に環境制御の基礎や「はかる蔵」の使い方に関する研修会を開催（平戸と佐世保でリモートで同時開催）し、12 月から 2 月までは隔週で、地区別に圃場にて勉強会を開催している。そして、7 月に、作の振り返りとして

成績検討会を開催している。

地区別の勉強会では、「はかる蔵」によって得られたモニタリングデータ（温度、湿度、飽差、CO_2濃度など）を普及指導員がグラフ化し、過去データと比較できる形式で配布している。生育調査のデータも同様に、過去の同時期と比較できる資料を普及指導員が作成・配布している。勉強会では、自身の過去データとの比較に加え、他の生産者とのデータの見比べや意見交換をオープンに行っている。

このような勉強会を通じて、過去の状況や他者の状況を参照しながら、現在の問題点の抽出や対策の検討を各自行っている。勉強会の成果の一例として、勉強会開始前は、頂花房開花から 2 番花開花までの期間が空くことが多く、2 月までの収穫量が低い状態が続いていたが、生育調査データと環境データを確認しながら改善策を検討した結果、草高を一定に保ち収穫の波を抑えることや、展開速度を速め 2 番花開花を早めることなどに取り組んだことで、2 月までの収穫量増加を達成している。

4.データ活用の成果

前述した頂花房開花から 2 番花開花までの期間の空きも解消されたことで、きゃもん会のメンバーの平均単収は平成 29 年の 4.9t/10a から令和 2 年には 6.1t/10a に増加している（図 5）。あわせて、単価の高い 2 月までの出荷量が増加したことで、所得増加も達成されている。

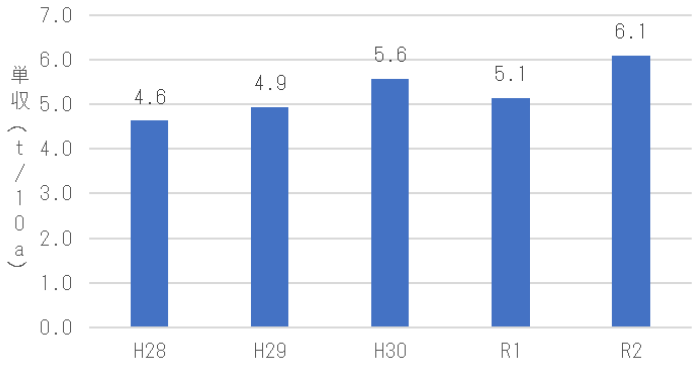

図 5　きゃもん会 H29 期における単収（t/10a）の推移

このような所得増加を背景に、地区外で働いていた農家子弟が後継者として戻るケースも見られようになった。また、新規就農者が選択する品目としてこれまではアスパラガスが主として選択されていたが、イチゴを選択するケースが増えてきており、その結果、令和 2 年時点で、令和 4 年における 40 代以下の部会員割合予測値は 32%と、当初の予測値 11%よりも大きく改善した。

所得増加により、規模拡大を希望する生産者も出てきている中で、今後の部会としての課題は、パッケージセンターにおける選果員の増強など出荷体制の強化が求められてきている。また、新規就農者の増加を見据え、JA リースハウス事業の導入など、新規就農者の負担軽減を進めていくこととしている。このように、産地の維持が危惧された状況から改善され、今後は生産量が増加した下で出荷・販売面の強化に取り組んでいる。

（4）おわりに：産地におけるスマートグリーンハウス導入のポイント

以上、本稿では、部会員数と出荷額が減少し産地としての維持・存続に危機感を覚える中で、環境データ等の部会員間での共有および勉強会活動により、単収増加を達成して、出荷額や部会員数の減少に歯止めをかけた 2 つの部会の取り組み内容について詳述した。部会員間でのデータ共有および勉強会活動に関して、これら 2 つの成功事例に共通する事項としては、次の 4 点が挙げられる。

まず、データ共有については、①単収などの栽培成績や、販売金額、経費など経営収支にかかわる以外のデータは、可能な範囲でメンバー間で共有しているという点である。一般的な傾向として、同一部会と言えども、他の部会員はライバルであるため、自身の栽培管理や環境制御に関わる情報は共有することに抵抗を感じるものである。しかしながら、これら 2 事例においては、産地としての生き残りに危機感を覚え、むしろデータを共有してお互いに学びあいながら切磋琢磨する道を選択し、産地としての問題解決を図っている。

次に、勉強会活動においては、②資料作成など、JA の担当者や普及指導員もきちんと関与し、地域全体の問題として勉強会活動を行っている点が挙げられる。さらに、③勉強会は一部会で一グループとせず、同質の属性を有する複数のグループに分けて行っている点も 2 つの事例に共通する事項と言える。JA 西三河キュウリ部会では、ハウスの構造と経営者の年齢でグループ分けをし、一方、JA ながさき西海いちご部会では、地区別にグループ分けを行っている。そして、④勉強会創設期のメンバーなどが、データを見る際の着眼点を勉強会を通じて参加者に教示し、議論を繰り返す中で、部会内での人材育成を図っている点も、勉強会活動の継続性と発展性のためには重要である。

※謝辞：本稿の作成においては、JA 西三河きゅうり部会　下村堅二氏、長崎県県北振興局農林部北部地域普及課　松本尚之氏から、多くのご協力をいただきました。ここに記して、感謝申し上げます。

行政・試験研究機関・JA との連携のポイント

株式会社三菱総合研究所　水野友美

（1）はじめに

施設園芸の分野ではデータ活用による生産性向上、品質向上の取組みが進みつつある。農林水産省が進める本事業では、従来の勘と経験に基づく施設園芸から環境制御型の施設園芸への展開と共に規模拡大を図っており、今回の事例もその動きに沿った先進的な取組みを紹介している。

各産地、グループごとに栽培規模、取得データ、データ共有の方法は異なるが、それぞれ行政や試験研究機関、JA 等地域資源を活用した実証を通して成果を出しており、わが国の施設園芸全体の生産力向上に向けてこのような取組みの拡がりが期待されている。

（2）宮城県の取組み

宮城県では、東日本大震災からの施設園芸の復旧から創造的復興へ加速化することを目的として、2016 年に「みやぎ園芸特産振興戦略プラン」を策定した。そのなかで、「先進的技術を導入した施設園芸」をあるべき姿と設定し、県内の複数の大規模施設園芸事業者に対して環境測定機器や高度環境制御システムの導入を支援するとともに、農業・園芸総合研究所（以下、農園研）の先進的園芸経営体支援チームによる支援を開始した。

2018 年からは県園芸振興室先進的園芸推進班が主体となって、先進技術の早期定着と普及拡大、経営の安定化に向け、生産事業者や研究機関等との連携を進めている。なかでも、トマト、イチゴ、キュウリは重点振興品目として設定し、これらの品目を大規模施設で栽培している事業者について、高度な環境制御技術による生育管理、適切な労務管理等により収益性の高い園芸経営を実現するための「次世代施設園芸」モデルとして、成果の普及に努めてきた。

また、2021 年には「みやぎ園芸特産振興戦略プラン」を見直し、「先進技術を駆使した全国トップレベルの施設園芸」をあるべき姿として、事業者への支援を強化するためのネットワーク構築や生産から流通、販売まで生産者・関連企業との連携を進める体制を強化している。

その動きの一つとして、みやぎ環境制御技術交流ネットワークを設置し、それまでの取組みの普及を目指し、栽培管理者同士をつなげ、成功や失敗の共有や技術向上や知見取得、意見交換ができる場の提供を行っている。

担い手の確保については、認定新規就農者の規模拡大に向けて施設や機械等の導入支援を行っているほか、新規就農者向けの情報提供、技術・経営面の研修等の支援メニューを

整備している。20 代から 40 代の比較的若い世代が新規に就農しており、若い世代ほど雇用就農の割合が多い。

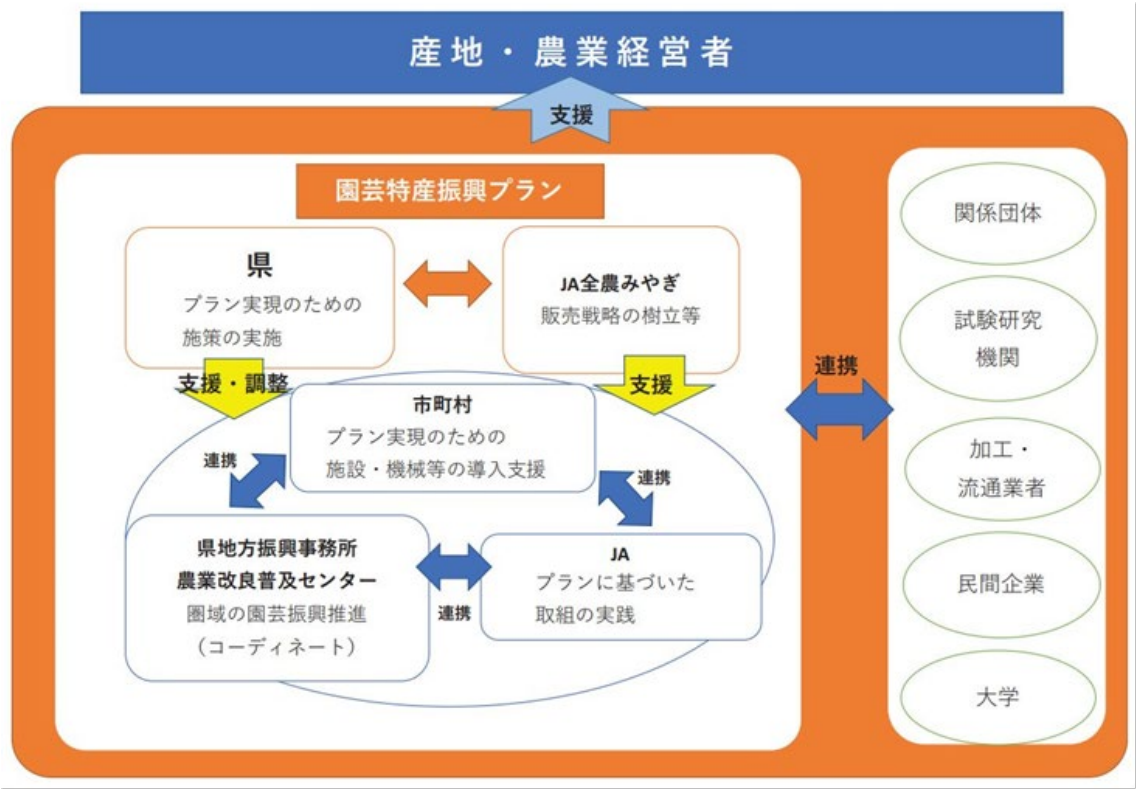

図1　みやぎ園芸特産振興戦略プランの推進体制

出典：宮城県農政部園芸推進課「みやぎ園芸特産振興戦略プラン令和 3～7 年度」2021 年 4 月

今回事例として取り上げたみちさきは、地元の農業生産法人等により設立され、仙台市沿岸の津波による塩害対策に伴い、2013 年より大規模施設でのトマトの生産を開始した。当初は暖房機の能力不足等によりトマトの単収は 20t/10a 程度で病害も多く発生していたが、自社で作業工程、環境計測、生育調査などを行い、生産管理の基本となるデータを積み重ねて基準策定の基礎としつつ、宮城県と農研機構が進める ICT を活用したトマト生産者ネットワークに参加し、環境データと生育調査データの集計分析の指導を受けた。

それにより地域の他の法人とのデータの共有や比較も進めることができ、参考になる点を取り入れて生産基準を確立し、その後単収も 42t/10a に伸びている。

現在、普及センターとは数カ月に一度ミーティングを行い、ウイークリーレポートを利用したディスカッションも行っており、農園研による分析や質問へのコメントがフィードバックされることで、生産技術の向上、改善につなげてきた。

（3）高知県の取組み

高知県では、2018 年に「地方大学・地域産業創出交付金」を活用して開始された IoP プロジェクト（オランダの最先端技術を取り入れた次世代型施設園芸システムの導入による農家所得向上につなげるプロジェクト）において、高知大学など地元の大学との画像解析や光合成速度の解析などの研究が進み、2022 年からは農業データ連携基盤 SAWACHI によるほ場環境、出荷量、気象などのデータ提供が始まった。

2022 年 11 月時点で SAWACHI 接続数は 310 戸で、出荷データの提供同意数は 2,000 戸と活用が広まりつつある。高知県では、5 年後までに県内すべてのハウスに接続することを目指しており、作物の状態を把握する生理生態 AI やデータに基づくハウスの自動制御の技術の開発中である。

それとともに、プロジェクト推進のための組織として IoP 農業研究会を 2022 年に設立。プロジェクト自体を推進する IoP 共創センターのほか、県、JA、農業者、企業等が参加して、SAWACHI の機能強化、その活用による農業の自律的進化を目指し、研究成果や意見交換を行っている。

2022 年には環境制御やデータ駆動型農業に関心を寄せる 17 の自治体とともに IoP サミットを開催し、農業におけるデジタル技術の実装に関する現状や課題、今後の展開等について共有した。これは、高知県での取組みを全国に展開し、全国各地で普及している機器類・アプリケーション等との連携の検討、さらなる付加価値創出、参画する機関や生産者の幅や数が拡がることでのスケールメリットを図るための一歩であり、より一層の研究開発、SAWACHI の機能向上を目指すものである。

新規就農者には、高知県の普及指導員や、JA の営農指導員によるサポートも行っている。

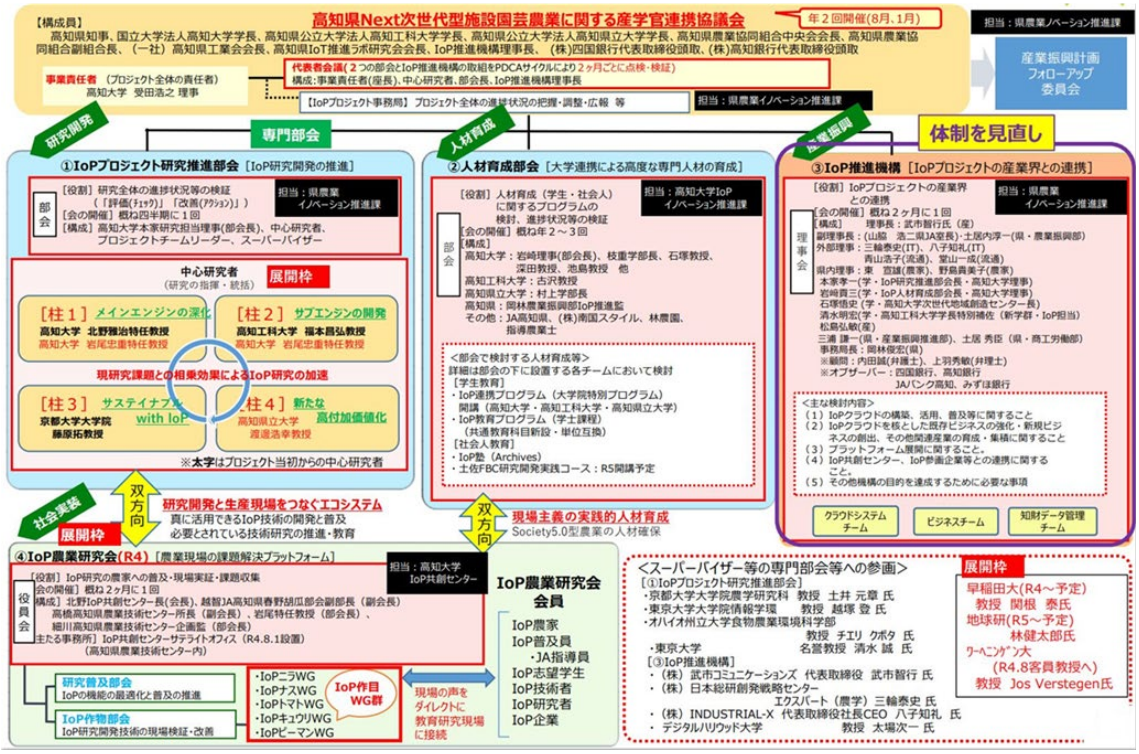

図2 IoP プロジェクトの今後の展開に向けた推進体制

出典：高知県農業振興部 IoP 推進室「第 10 回 IoP 推進機構理事会資料 2023 年 1 月 12 日」より抜粋

JA 高知県高知地区春野胡瓜部会は、生産者 212 名（平均年齢 65 歳）から成る部会で、総栽培面積 46.2ha、生産量 10,361 トンと高知県でも最大のキュウリ産地である。JA 高知県春野支所から営農指導、高知県中央西農業振興センター及び高知農業改良普及所から普及指導を受け、環境制御技術の導入による病害抑制と単収 30t の実現を目指しているが、60 代以上の生産者の導入状況は芳しくなく、JA では普及率向上に向けたアクションプランを立案し、目標の明確化、意識の共有を図っている。

高知県の IoP プロジェクトには、既に環境測定装置を導入済みの実証圃場 16 戸のほか、部会費で新たに測定装置を導入した農家 25 戸が参加している。導入後も、スマホの使い方やパソコンの操作が分からないという人が多かったため、JA では生産者に「はるかぜ便り」という1週間分の導入先と高収量モデルの環境データが比較できるシートを作成し、営農指導員が生産者に直接手渡ししている。

これにより導入した生産者は栽培を見直すきっかけとなり、営農指導員側もほ場データを正確に把握できたことで、生産者と具体的な話をできるようになった。

これらの一連の取組みにより、異動も多く、実績が少なかった、JA の若い営農指導員にとってはスキルアップにもつながるとともに、新たに参加した 25 戸中 12 戸で収量増となり、生産者と営農指導員の双方に成果があった。

（4）佐賀県の取組み

佐賀県では、2018 年度から、2028（令和 10）年度を達成目標として県内の園芸産出額 888 億円を目指すさが園芸 888 運動を進めている。生産者や JA、行政等関係機関が連携し、各種支援対策を通じて稼げる農家の増加、新規就農者（就農後5年以内）による面積の拡大が目標として位置付けられており、新規就農者向けには施設及び機械等主にハード面での導入支援やトレーニングファームでの栽培技術の習得を支援している。トレーニングファームは、ホウレンソウ（佐賀市）、キュウリ（武雄市）、トマト（鹿嶋市）、イチゴ（白石町）と 4 か所で県や市町、JA、地元農家が協力して運営し、これまでに 2 年間の研修を修了した 32 名が県内で就農している。

また、担い手への農地の集約や園芸団地の整備を重点項目としており、市町、農業委員会、JA 等と連携し、優良農地のゾーニングや農地中間管理事業を活用した農地の交換などにより、生産性向上のため農地の大区画化に向けた取組等を推進している。

今回事例として取り上げた中山氏は、2011 年に新規就農でキュウリ栽培を始めた。所属した JA 伊万里きゅうり部会の会員の平均収量が 18t/10a 程度であったところ、初年度に 30t/10a を達成した。その後も栽培規模を順次広げるとともに、それまでのベテラン生産者から技術を学ぶだけでなく、環境制御装置の導入、科学的データに基づく改善を行い、現在県内トップクラスの収量を誇る。

JA 伊万里きゅうり部会（部会員約 70 名）には、後継者を育成する「胡青会（きゅうせいかい）」という青年部会組織が以前からあった。中山氏の出した結果を見て、その後若手の新規就農者の参入によって世代は若返り、現在 30 代を中心に約 20 数名が参加している。

胡青会では、奇数月に集まり、互いのハウスの視察、講師やメーカーを招いた勉強会、外部視察などを行っている。メンバー間で新たな技術の情報やデータ共有も行っていることで、新人の育成や産地のレベルアップにつながっている。

図3 さが園芸 888 運動の推進体制

出典：佐賀県農林水産部園芸農産課 HP「さが園芸 888 運動を展開しています」
https://www.pref.saga.lg.jp/kiji00381751/index.html 2022 年 12 月 23 日閲覧

（5）行政・試験研究機関・JA との連携のポイント

宮城県、高知県、佐賀県は、農業のなかでも施設園芸に重点を置く地域であり、振興計画に基づく支援施策を提供するとともに、それらが実践的に活用され、生産者の技術・収入の向上、産地の強化につながるためのきめ細やかな働きかけを行っている。

事例の一つとして取り上げた節なり会を支援する群馬県館林地区農業指導センターの普及指導員も、栽培技術の向上に苦労していた新規就農の若手生産者のニーズに沿った情報提供や勉強会の開催支援をするなど、担い手や生産量が減少する産地の巻き返しに熱い思いをもって取り組んでいる。

新規就農者が新たに行政と連携していこうというなかでは、その地域でどのような品目が戦略的品目（維持もしくは拡大すべき品目）とされているかを確認するとともに、行政の計画として施設園芸がどのような具体策によって振興されようとしているかを見極めることも重要である。

例えば宮城県の取組みのように、農研機構等の試験研究機関とのデータ分析及びそれに伴う栽培指導は、環境データ（温度、相対湿度、CO_2濃度等）や生育データ、収量等を品目別グループ内で共有し、それぞれの生産者の栽培管理技術向上を狙うもので、取得すべきデ

ータの特定、その取得方法の共通化、見えるかのための各種ツールの提供など多岐にわたるもので、参加する生産者は一定程度の栽培規模があり、環境測定ができることが条件となる。

また、高知県は地元の大学を中心に、農業データ連携基盤 SAWACHI を開発するともに、地域内外の研究機関や民間企業の研究や既存関連製品とのマッシュアップによる一層の機能向上、展開を計画しており、多くの生産者の参加が期待されており、データ活用のスタートとしては参加しやすいプロジェクトになっていると思われる。

高知県はもとより園芸作物の強い産地であるが、このような動きを活用して、JA としても一層の栽培技術の底上げ、施設の高度化による品質向上、ブランド化、販売強化に向けた積極的展開を目指し、課題解決プラットフォームの一員として協力し、営農指導員のスキルアップにもつなげている。

行政、試験研究機関、JA 等の連携による大きなプロジェクトは、生産者としてデータを提供するだけに留まらず、それをどう活用して自分の栽培技術にフィードバックするのかを意識しながら、データ分析の仕方、作業へ落とし込む方法等、関係者を活用して自分のものとすることが必要である。

また、今回取り上げた生産者の勉強会である群馬県の節なり会からは、長年支援を担当している普及指導員の異動がなかったことも継続的な活動の基盤になっているとの発言あった。

（6）まとめ

いずれの地域もこの 10 年ほどの新たな取組みではあるが、それまでの取組み実績を基として産地力の向上を図るものであり、行政、試験研究機関、JA はデータの取得・分析に留まらない具体策に関する提案、助言を行っていることを改めて確認できた。

行政や JA など地域によって方針、影響力は異なるが、今回の調査先からは、行政や JA の目指す姿を横目に見ながら、生産者が自分のありたい姿、それを実現するためのステップを設定するとともに、勉強会等仲間との情報共有、忌憚のない意見交換の場を活用して新たな技術や知見を得て、実践するという姿勢が重要であることも得られた。

参考文献

宮城県農政部園芸推進課「みやぎ園芸特産振興戦略プラン令和 3～7 年度」2021 年 4 月
宮城県農政部農業振興課「令和 3 年度新規就農者の動向について」2022 年 9 月
高知県農業振興部 IoP 推進室「第 10 回 IoP 推進機構理事会資料 2023 年 1 月 12 日」
佐賀県農林水産部園芸農産課「さが園芸 888 運動による農業振興について」2022 年 11 月

2. スマートグリーンハウスへの転換事例

2.1 宮城県とのウイークリーレポートを活用した栽培管理の改善

～（株）みちさき （宮城県仙台市宮城野区）～

（1）概要

・東日本大震災後、2012 年に設立、養液栽培による野菜生産施設（トマト 1.2ha、葉菜 1.05ha、他 0.55ha、計 2.8ha)を建設。葉菜類では、G.GAP を取得。
・トマト栽培施設は軒高 5m のフェンローハウス（図 1）、外張被覆資材はフッ素樹脂フィルムで骨材が少なく採光性が高い（図 2）。

図 1 トマト栽培施設

図 2 骨材の少ないハウス屋根面

・当初の設備には CO_2 施用装置が無く、また暖房能力も不足しており低収量が続いた。

・その後、宮城県による支援が始まり、4 年前に設備も増強し、単収は 25t/10a→36t/10a→39t/10a→42t/10a と年々伸びる。社員 5 名、パート従業員 15 名程度で運営中。
・トマト栽培は、栽植本数 27,500 株、自根苗、増枝無しのハイワイヤー栽培（図 3）。品種は赤系大玉のエンデバー（ライクズワーン社）が中心。

図 3　大玉トマトのハイワイヤー栽培

図 4　中央通路に置かれたコンテナ類

・出荷先は外食産業で、通いコンテナ 5kg 入りにバラ詰め出荷を行う（図 5）。パレット積み（15 段×6 列）し、チャーター便で隣県に出荷。

図 5　通いコンテナによる出荷状況

（2）宮城県の支援とウイークリーレポート活用

・2016 年に宮城県農業・園芸総合研究所（以下、農園研）の先進的園芸経営体支援チームによる支援が開始。当初は暖房機能力不足等により単収は 20t/10a 程度で、病害も多く発生していた。
・県の重点支援対象として、特に立ち上げ時の問題解決のための支援が始まり、3 年間毎週の訪問が行われた。
・普及センターによる毎週の巡回指導も開始され、栽培状況や消毒状況の確認も行われた。
・数カ月に一度、みちさきと普及側のミーティングを行い、ウイークリーレポート（以下 WR)を利用したディスカッションがされた。
・WR は毎週水曜日の生育調査などをもとに作られ（図 6）、そのたびに農園研による分析や質問へのコメント送付がされた。

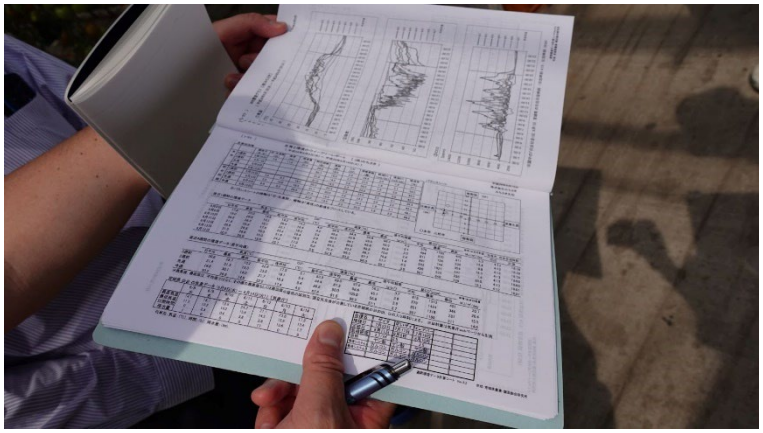

図 6　ウイークリーレポートによる栽培環境や生育調査の記録

・WR の蓄積によって、前年度のデータとの比較も可能になり、トマトの状態を目視イメージだけでなくデータで管理するようになる。またグラフ化することで、異常などにすぐに気付くようになる。着果数を揃えることなど、指標化も進む。

・以下は参考文献からの引用で、WR を中心とした宮城県による指導内容等について。
「初期は基本的な生育データ、環境データのみの検討であったが、支援チームで月に一度、葉面積指数を調査したり、調査方法を見直すなど項目を定めていった。そして、これらの巡回を通してデータに基づいた適切な栽培管理を考えるよう誘導した。例えば、毎週の巡回時に葉枚数や葉面積について生産者の考えている目標値と現状について、その理由や対策などを丁寧に確認することで、生産者と普及センターや支援チームとの認識の差を埋めていく作業を行った。これらの作業はウイークリーレポートをもとに茎径や温湿度管理についても同様に行い、関係者の間で疑問が残らないように努めた。
さらに普及センターが中心となり栽培開始の前後で振返り検討会等を行い、密な情報交換を進めた。これらの中で、試験場が作成中であった収量シミュレーションプログラムなども活用しながら、栽培計画等を検討した。また、葉面積指数の簡易推定方法を考案し、葉面積指数が容易に推定できるようにするなど、調査方法も改善した。なお、現在では栽培が安定したため毎週の巡回は行ってはいないが、毎週、葉面積指数およびウイークリーレポートを共有し関係機関で情報共有を行っている。」

・その後 WR は、県内の大規模トマト生産者間のネットワークでもメンバー間での比較が行われるようになり、相互のスキル向上に役立っている。
・現在は LAI（葉面積指数）も指標のひとつに用いている。当初は葉かきを 8～10 枚程度残して行っており、LAI の値も小さかった。また品種により葉面積が異なることなどから、葉数は指標にはならなかった。そのためサンプル 10 株について、10 枚目から下の中庸な葉の葉長と葉幅を測定し、簡易的に LAI を求めるツールを導入、指標として用いた。その後は適正な LAI となるよう栽培管理を行い、着果数も安定し増収につながっている。

図 7　大玉トマトの着果の様子

（3）作業管理の概要

・作業はレーンを時計回りに順に移動する形でシンプルに進めている。
・トマトの管理では葉の枚数を指示している。摘果数は品種や樹勢により調整しているが、担当する社員間での引継での間違いが無いよう、気をつけている。
・着色状況は出荷先からの指示に基づいている。
・繁忙期には、農業サポーター制度を利用し、週 3 日など臨時雇用を行い、収穫、葉かき、選別作業を行っている。

（4）今後の課題

・収量のブレがあり安定化を図ること。収量予測も着色が進みそうな果実数を数えるなどしているが、精度を高める必要がある。
・今作（令和 4 年夏定植）では単収 48t/10a を目標にしている。

参考文献

・金子壮・神崎正明、ウイークリーレポートを中心としたデータ活用による大規模施設園芸の支援、スマートグリーンハウス転換の手引き(2022)　P20-32

2.2 データ共有と現地研修の継続によるスタディクラブの運営

～節なり会　（群馬県館林市・板倉町など）～

（1）概要

・平成 30 年に設立。キュウリ生産者が中心となり、JA 部会組織などから独立した運営を行っている。
・JA 邑楽館林管内のキュウリ産地（館林市・板倉町など）に会のメンバーの多くがいる。産地のキュウリ生産者は 500 戸で平均規模は約 15a、平均出荷量は約 30t（約 20t/10a）である。生産者は個別選果による系統出荷を行い、キュウリ年 2 作型と水稲の複合経営が多い。生産者の約 60%が 65 歳以上である。
・産地維持と収量向上を目的に、環境制御技術（環境モニタリング、CO_2施用）の導入が平成 26 年頃より始まったが、効果は安定せず技術の再現性が課題となっていた。
・平成 29 年に普及指導員の祖父江氏（現群馬県館林地区農業指導センター主任）が宮崎県のスタディクラブ（JA 宮崎中央田野支所胡瓜部会　ラプター会）を視察、その後クラウドを活用したデータ共有を開始した。
・摘心栽培によるキュウリ産地の中で、更新つるおろし栽培に会として取り組み、現在は会のメンバー全員が同栽培を行っている。
・メンバーの平均年齢は 30 代前半で、新規就農者も多く、メンバーの圃場巡回による現地研修（図1）や視察研修の回数を重ねることでベテラン生産者の技術や視点を学ぶ機会としている。メンバーの平均単収は 30t/10a 弱程度を産地平均より高い。

図1　メンバーの圃場巡回による現地研修の様子

（2）運営内容

・有料の正会員（15 名）と無料会員に分け、有料会員には視察研修への参加など学ぶ機会を多く設けている。
・会の参加対象は広く、隣県のキュウリ生産者や資材業者、LINE グループによる遠方からの参加者などもある。
・現在の主要な活動は、クラウドによるデータ共有（図 2）、月 2 回の現地研修、先進地等への視察研修などである。

図 2　クラウドを活用したデータのリアルタイム共有（環境データの例）

・初代会長で新規就農者であった永田氏、2 代目会長の秋山氏、3 代目の現会長の川島氏とも、JA 管内のキュウリ生産者である。祖父江氏が当初より運営をサポートしている。
・会の活動と実績が積み重なり、視察研修先へのアポイントなど JA など関係機関の支援も得られるようになっている。

（3）運営での特徴

・当初よりラプター会を参考にクラウドを活用したリアルタイムでのデータ共有を行った。Google Spreadsheet による出荷データ（図 3）、プロファインダークラウドによる環境データの共有によって、自分の立ち位置を確認し、高収量生産者など自分の目標を持つようにした。

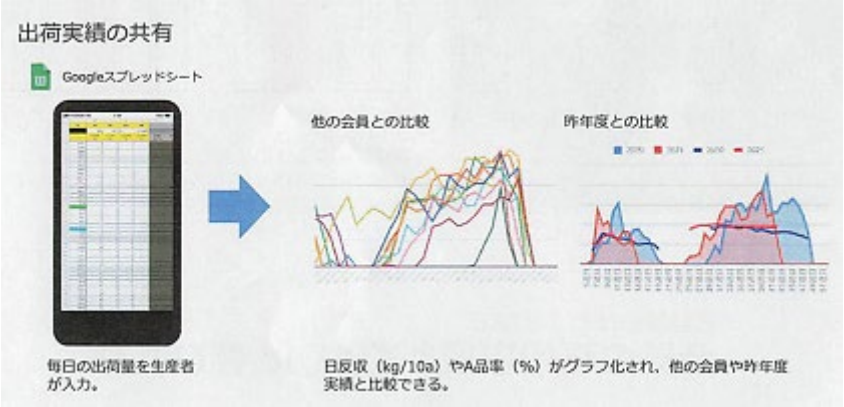

図 3　クラウドを活用したデータのリアルタイム共有（出荷データの例）

・データは作物の反応を確認しやすい週単位で見ることを基本とした。また出荷データの入力は毎日メンバーが自分で行うこととした。出荷データは日単収(kg/10a）や A 品率がグラフ化され、他のメンバーや昨年実績との比較が可能となっている。

・ラプター会では仕立て方や品種が揃っていたが、メンバー間では仕立て方、品種、作型も異なりハウス仕様も様々で、共通に調査ができない、データの比較が難しい問題が当初よりあった。結果的に現地研修でキュウリの樹姿を目で見て確認し、良し悪しを判断するのが近道となり、2 年間ほどかけて運営を活性化して来た。

・現地研修では「心理的安全性※」の向上（図 4）を心がけた運営を行っている。新規就農者などが何を発言しても、質問をしても許されるような雰囲気を保ち、積極的なコミュニケーションをはかっている。そのことでベテラン生産者からの知識獲得や視点の共有などを促進している。

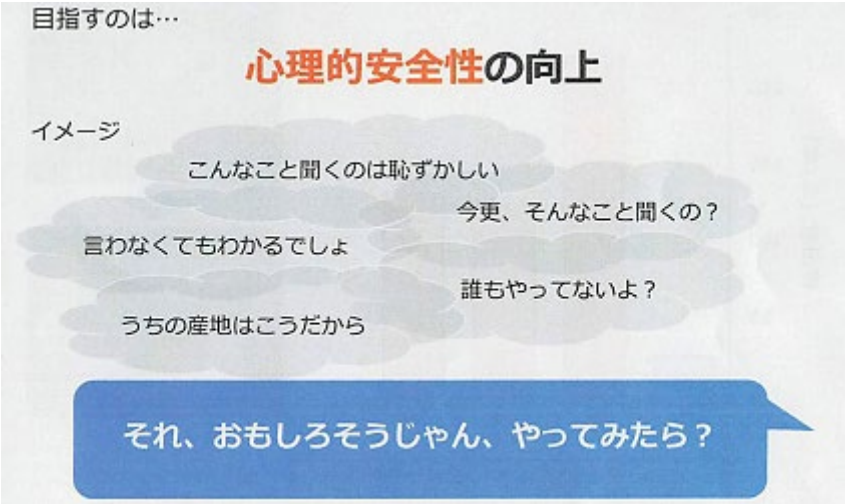

図 4　心理的安全性の向上

※心理的安全性：アイデア、質問、懸念、または間違いを率直に述べても、罰せられたり屈辱を与えられたりしないという信念のこと。

・現地研修を頻繁に行い、年間で延べ 120 箇所の圃場を巡回し、新規就農者も短期間に経験値を高められるようにしている。1 回の研修で 5～7 箇所を巡回するため、1 箇所当たり 15 分程度の滞在時間の中で樹勢など生育状態を見極め、ポイントについて意見交換を行うようにしている。また前回巡回時の記憶が消えないよう、同じ圃場を毎月 1 回は巡回している。

・現地研修の場でベテラン生産者のキュウリに対する視点も共有され、メンバーのキュウリの樹姿への評価能力も向上している。現地研修中に Google フォームによるアンケートを行い、終了後にアンケート結果を見ながらの振り返りも行っている（図 5）。データ化が難しい樹姿についてアンケート結果をもとにメンバーの気付きや判断の共有をはかっている（図 6）。

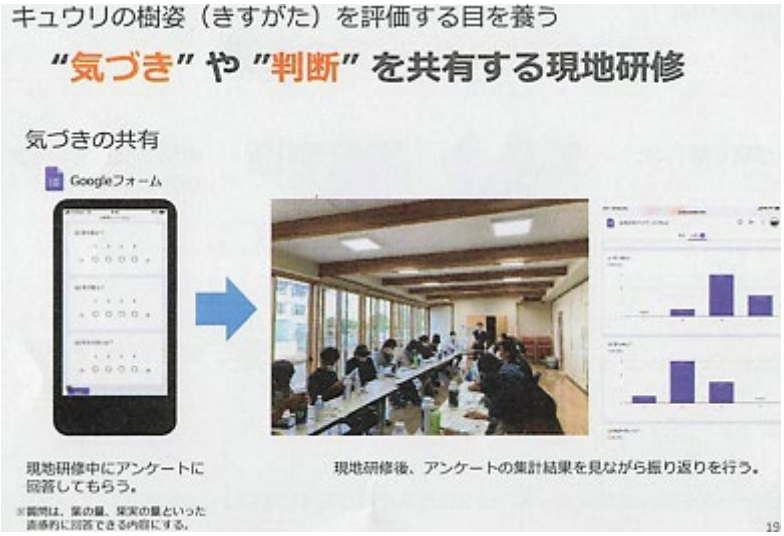

図 5　現地研修でのアンケートによる振り返り

図 6　環境データ、生産量データと現地研修でのアンケート結果と気付きの共有

・視察研修はメンバーの希望をもとに選定され、JA や関係機関の協力により行われている。
・情報をオープンにし、価値観も統一しない運営を行っている。技術を突き詰めるというより、年齢など垣根もなく悩みを共有するようなサロンを当初目指していた。
・会に賛同する高収量（平均単収の 2 倍程度）のメンバーが加わり、影響力が出たのがターニングポイントになる。そこからは活動が活発となり、データの蓄積や成果の発信も広まり、会も運営もまわるようになった。
・スタディクラブ活動の成果として、環境制御技術導入とあわせ当初より出荷量が平均で約 30%増加している（図 7）。

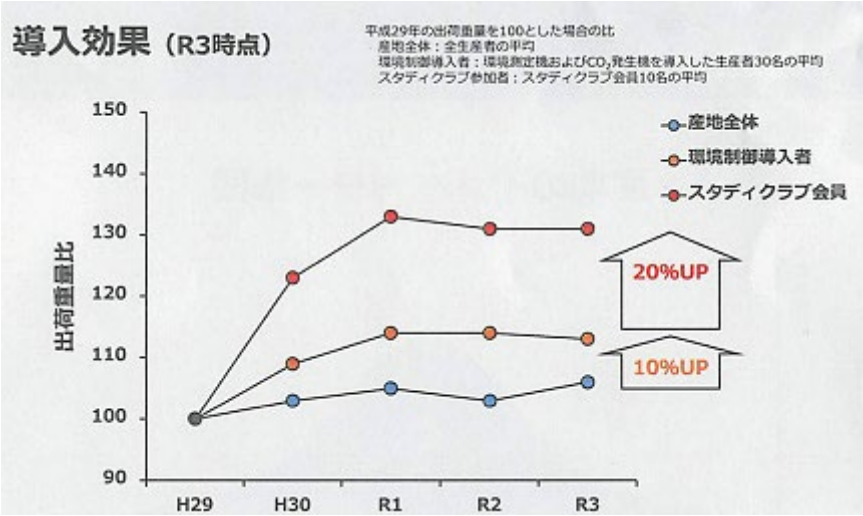

図 7　環境制御技術の導入とスタディクラブ活動による出荷量の推移

（4）現会長の川島氏圃場

・JA 管内では唯一の高軒高ハウス（約 300 坪、間口 6.3m、軒高 3.5m、両天窓）、外張被覆資材：散乱光フッ素樹脂フィルム、二層カーテン、統合環境制御装置、日射比例潅水装置、養液土耕栽培、循環扇無し（温風暖房機 2 台の送風ダクトによる送風）。猛暑期でも蒸散による気化冷却効果と高い換気性能により、ハウス内気温は外気温より数℃低下するとのこと。
・年 2 作型の更新つるおろし栽培中で、将来は規模拡大と雇用型経営を目指しハイワイヤー栽培や隔離栽培（養液栽培）を指向している。
・父親が 500 坪の従来型ハウスでの土耕栽培を行い、作型をずらし合わせての周年出荷を行っている。

図 8　節なり会川島会長の圃場の様子

2.3 トマト・イチゴ栽培におけるデータ活用と人材育成

～（株）東馬場農園（兵庫県神戸市）～

（1）年譜と経営概要

・代表取締役　東馬場怜司氏の生家は、祖父の代からカーネーション栽培農家。
・大学で養液栽培を学ぶ。
・2007 年～　（株）誠和にて、養液栽培関連技術を担当し、トマト栽培技術を習得。
・2012 年 1 月　独立して就農、事業開始。ビニールハウス（20a）を建設し、トマト栽培開始。（売上 2000 万円程度からスタート）
・2014 年 3 月　法人化し、（株）東馬場農園設立。資本金 100 万円。兵庫ネクストファーム（次世代施設園芸施設兵庫拠点）の運営に参画（現在は自社の経営に注力）。
・2014 年 12 月　フェンロー型ハウス（40a）増設。環境モニタリング、データ（温度、二酸化炭素濃度、湿度など）を記録し、自動環境制御によりトマト栽培。（売上 7000 万円程度。）
・2019 年　イチゴ栽培ハウス（20a）増設、イチゴ栽培開始。（環境制御に「エアロビート」、潅水制御に「アクアビート」使用）
・2021 年　売上 12,900 万円、従業員数 18 名（うち社員 4 名）
・2022 年　観光イチゴハウス（20a）増設し栽培開始、2023 年 5 月ごろまで栽培予定。
・現在の事業内容は、トマト、イチゴの生産および販売が中心、トマト栽培のコンサルティングやハウス関連施工業務を請け負う。栽培面積：100a（トマト 60a、イチゴ 40a）。

図 1　東馬場農園のフェンロー型トマトハウスと従業員の方々

（2）経営における課題と方針

1.都市近郊農業へのシフト

・トマトの 5 年ごとにみた生産量は、冬春トマトでは熊本県産が急速に増えており、シェアも急増している。夏秋トマトでは北海道産が同様に増えている。
・西南暖地は暖かく、年間暖房燃油使用料は熊本県では 4kL/10a 程度だが、当農場のある神戸北区は気温が低く 10kL/10a 以上になり、生産原価のベースがかなり異なるため、西南暖地の産地とは異なった都市近郊型農業に取り組んでいる。
・そのためトマト販売を市場出荷ではなく、自ら価格設定ができる近隣 10km 圏のスーパーとの契約や直売を中心に行っている。他の地域圏への出荷では、熊本県産などと生産原価の面で不利になる。

図 2　近隣のスーパー店舗での自社商品の販売スペース

2.イチゴ生産の開始

・トマトは、「うれしおとまと」の名で販売。「うれしい」と「おいしい」、地域の名の「塩田」の「しお」より命名。地下水に塩分が含まれており、この地下水を栽培に利用。
・将来の経営を見据えて、2019 年ごろから、イチゴ生産を始めた。経営全体での経費管理ではなく、この頃から部門別会計を始めた。イチゴもライバルが少ない関西圏で販売しており、完熟でおいしい状態で出荷でき、都市近郊農業の良さが活かされている。また鮮度保持期間が短い青果物のイチゴでは、小規模での生産も成り立つ。
・現在はイチゴ生産でのライバルは地域にはないが、数ヘクタール規模のイチゴ生産施設も作られている。経営強化のため、観光いちご園をオープンし、地域活性や地域循環など地域と関わる農業へ転換している。

図 3　イチゴ生産ハウスと商品

3.部門別収支の把握と確保

・ハウスや品目が細分化する中で、データはますます重要性を増す。部門別（ハウスごと）に売上や経費を算出し、それぞれの収支が分かるようにしている。
・収量増は、出荷経費増、収穫などの管理経費増、エネルギー経費増に紐づくので、収益を上げるためには、これらのバランスを見る必要がある。また資材費の値上がりもあり、さらに人口変動などでも農作物の受給バランスや単価も変わるため、経営的に深く考える必要がある。

4.データ活用の考え方

・環境データ（地上部・地下部）・収量・品質データ、生育データを重視し、積極的に取得、考察を重ねている。収量や品質を上げることが重要で、勘から脱却し、事実を積み重ね、データと根拠をもとに改善することが重要と考えている。これらデータは研究開発の面でも重要である。生育データの取得は、現状では手動で行っているが、今後、スマート化が進み、データ取得が楽になるとともに、精度も上がっていくだろうと考えている。
・今後は個人の経営体と大規模経営体の二極化が進むと考えられ、そのなかで生き残りを考えなければならない。データをしっかり活用することで可能性は広がると考える。

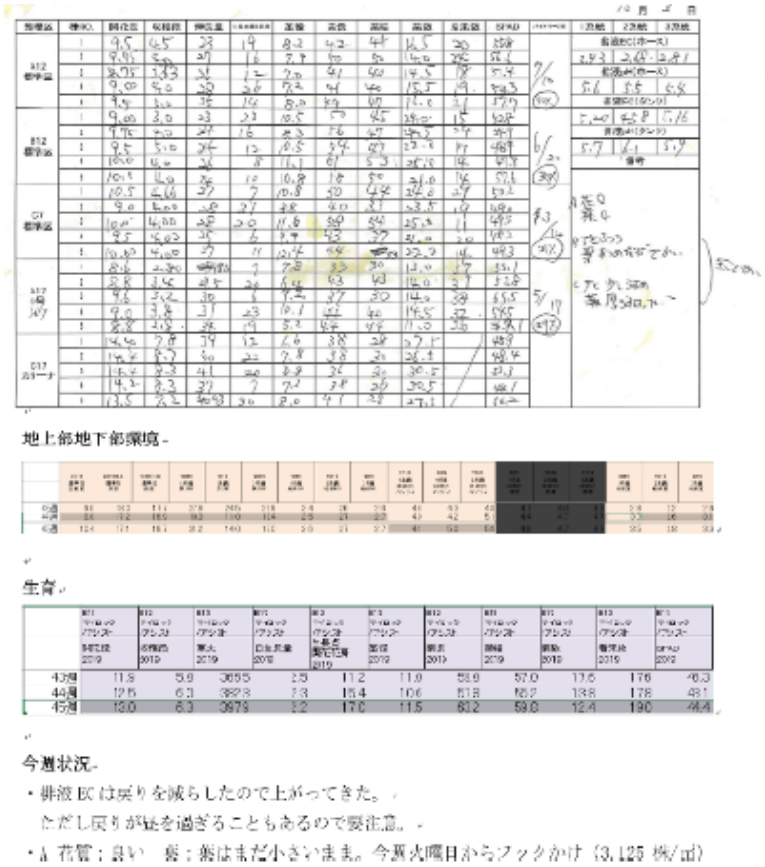

表１　生育調査で得られたトマトの生育データ（上半分）と週間の検討会での検討されるデータ等

（3）経営上の課題とデータ活用

1.法人化での事業計画

・創業時、栽培技術はあったが、経営面では不十分な点があった。スタート時の事業計画での収支計算はしたが、目の前の作業に追われ常に内容をチェックする時間も取れないこともあった。

・法人化に際し、雇用者の人件費や将来の給料上昇などを想定し、収益が上がるよう改めて事業計画を立て、販売単価を決めた。

2.人件費の増加と作業データ取得による分析

・その後、規模拡大をした 2015 年～17 年頃に、売り上げに変化がない中、人件費が増え利益が減少する時期があり、人件費の増加要因を知る必要があった。そのため、①品目別の作業効率（作業速度）、②個人ごとの作業効率、③ハウス別の人件費、④品目別の人件費の各データを取得した。これらのデータを分析することで、作業遅れがあった場合などに原因を特定し、新たな目標を立て改善に取り組むことができるようになった。
・労務管理にエクセルを利用したり、市販ソフトも利用したが、最終的に自社で使いやすい労務管理システム（Microsoft office Access 利用）を作成した。これにより、列ごと、個人ごとなどの作業効率が簡単に分かるようになっている（詳細は次章）。

（4）オリジナル開発の労務管理システム

・開発の経緯：既存の作業管理システムを試用する中で、自社の施設に合わない点があり、カスタマイズの必要性を感じる。
・設計方針として、ハウスや列を指定すると内容（列長、品種）がマスターから自動で割り振られる機能を組み込む。中小規模では、ハウスごとに列長や品種がバラバラで、それらに対応が求められた。
・既存システムでは欲しいデータが取れない問題もあり、システムに合わせて作業を変更することに。そのため作業内容に合わせたシステム開発を行う。
・パート従業員が使いやすい形とし、PC 画面でハウスと作業列を指定し開始と終了の入力だけで終わる仕様に。高齢の従業員一人だけが使えなかったものの、他の従業員の助けで使えるようになる。
・作業量、作業速度の集計を行っている。経営全体で人件費の変動があった場合に、何が原因なのかを究明するために必要。また作業上のボトルネックの解明にも使う。目標作業時間（レーン当たり）も策定済み。
・従業員の評価には使わない。
・パート従業員数：20 人弱、うち繁忙期のみは 4～5 人。
・研修生が毎年最低 1 人は入る。人の入れ替わりによってデータがかわることが多い。

自社製労務管理ソフトを作成（Microsoft Office Access利用）

図 4　自社製の労務管理ソフト画面（左：メインメニュー、右：植物管理作業入力画面）

（5）検討会と勉強会の開催

・各種データについて週の検討会で、社員や研修生で共有する。大きな失敗も無く、大玉トマトで単収 40t/台をキープするようになっている。
・勉強会で、植物生理、環境制御、設備などについて、講師より学ぶ。勉強会は年 10 回閑散期の毎週木曜日に開始。講師は藤﨑農場長で手作りの資料を配布、植物のどんな点を観察するかについてポイントを学ぶように。
・勉強会では、ビデオによりお互いの作業を見合うようにしている。

（6）イチゴ栽培でのデータ活用

・トマトでは生育調査と検討会でデータを管理している。
・イチゴでも生育調査を行っているが、トマトのようなわかりやすい指標となるものはまだない。現在は週 1 回の調査で、草丈、着果数、葉枚数、葉芯長など調査を行う。
・イチゴ栽培での標準作業時間については、今後確立する予定である。
・従来の葉かきを重視したイチゴ栽培では LAI が不足していると考え、草勢を強くする管理を行っている。単収は 8t/10a 程度となっている。
・イチゴ栽培のデータは過去 3 年分の蓄積があり、新たにイチゴ栽培を担当する際にはそれらデータを見ながら、パイプハウスでの栽培から始めている。

（7）今後の展開

・今年度より各ハウス 1 名のパートリーダーを配置、責任感を持ち、社員との連絡係りの役割も担っている。

2.4 新規就農からのデータ活用と、環境制御システム開発から BCP への展開

～木下農園　木下良一氏（岡山県倉敷市）～

・木下良一氏は化学メーカーを退職後に新規就農をした。岡山県倉敷市船穂町でスイートピー栽培を 25a のハウスで行っている。栽培に適した土地が非常に少なく、規模拡大も困難なため、限られた面積で収益向上に取り組む必要があった。
・農業経験が無い中での新規参入で、施設園芸の優位性を活かすためにデータの記録や自動制御機器が必要と考え、25 年ほど前に千葉県の幕張メッセで行われた展示会（施設園芸技術展）に参加した。一般の生産者が使うような機器の展示はなく、大規模向けや研究用途のものばかりであった。見積を依頼したところ大変高価であったため、自作をすることにした。本稿では、新規就農からのデータ活用と、環境制御システム等の自作による開発、および BCP への展開について紹介する。

図1　木下農園の自作ハウス（島根型）

（1）概要

1.経営ビジョン

・木下農園の経営ビジョンとして、下記の2つをあげている。
・「魅力的で高品質なスイートピーを安定的に出荷することにより人々の豊かな生活の一助となる」
・「1 本当たりのエネルギーや農薬を低減して働きやすく環境負荷の少ない生産を目指す」

・スマート農業やデータ活用については、これらのビジョンを実現するための手段として考えており、それ自体を目的とはしていない。

2.栽培概要

・スイートピーはアクセル(栄養生長)とブレーキ(生殖生長)を調整しながらの管理が重要である。
・スイートピーの品質は栽培環境と適切な生育管理で決まる。
・播種時期:9 月上旬、出荷期間:11～4 月上旬の半年間 (加温期間:11～3 月)。
・栽培方法:点滴チューブによる溶液での土耕栽培(一般の養液土耕栽培とは管理が異なる)。
・品種:8 品種栽培 (2022 年作)、育成 3 品種、植え付け株数:25000 株(25a)。
・労働力:本人、妻、パート 6 名(10～4 月)。
・ハウス環境:昼間 20℃、夜間 5℃で管理(比較的低温での管理)、灌水区画割:18 区画。

図 2 スイートピー栽培の様子

3.施設概要

・栽培面積:25a、30 連棟パイプハウス (自家建設)
(以下、主要生産設備)
・環境制御システム 1 式 (自作)
・自動灌水システム 1 式 (自作)
・自動遮光カーテン 1 式 (自作)
・重油加温機 3 台
・ヒートポンプ 5 台
・炭酸ガス発生機 2 台
・非常用発電機(BCP) 2 台
・独立太陽光発電(BCP) 1 台 (自作)

（2） 各種機器の自作とデータの把握

1.ハウスの建設

・当地ではブドウの加温ハウス栽培が盛んで、土地が狭く、業者に施工を依頼することも難しく、ハウスを自分で建てることは普通であった。
・ハウスを建てる時は方位、生産レイアウトを考慮することが重要である。畝と作業通路のレイアウトとバランス、ハウス間口の長さを決めることで、全体の栽植本数や収量と収益の計算が出来るが、ハウスを一度建てるとレイアウトの変更は難しいため、充分な検討が必要である。
・ハウスの出入り口の位置決めも様々な影響がある。トラクターの出入りと動線を考慮した位置や、作業者の作業動線を考慮した位置など、後々の生産性にも影響する。

2.おんどとりによるハウス内温度分布の把握

・研修の時ハウスの気温湿度を把握するために、ハンディタイプの温度記録計のおんどとりを設置した。
・ハウスの気温ムラを把握するため、定点との各地点の温度差を順に計測し、温度等高地図を作って、気温ムラ対策に活用した。

3.気温計測用センサーの選定と設置

・ハウス内環境計測用に通風式ユニットを自作し、測温白金抵抗体センサーを入れ、ガーゼによる乾湿球計として利用している。

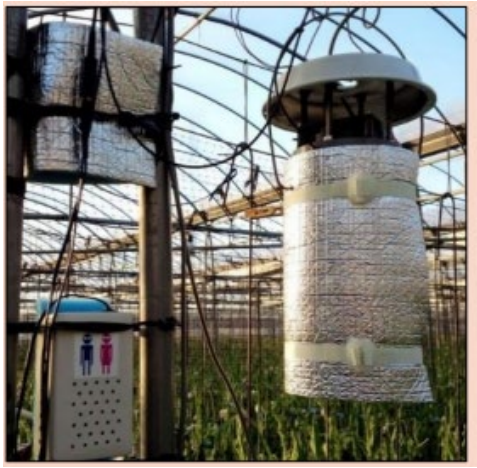

図 3　通風式の乾湿球計

・通信用の UECS の WIFI ノード、UECS CCM の Bluetooth ノード、UECS 制御ノードを自作した。
・屋外環境計測ユニットを設置した。
・地下部環境計測ユニットを自作、土壌水分率、土壌温度、土壌 EC を計測している。
・PLC 制御盤を累計 3 台自作し、環境制御に利用している。

・植物の環境指標として最も重要な温度センサーについて、各種の比較を行った。
・測温白金抵抗体は、価格は高いが、精度、耐久性も高く、センサーから入力機器に延長しても精度が変わらない特徴がある。
・サーミスターは一般に広く使われ、価格も安いが、精度は低い。
・IC 温度センサーは価格が安く、様々なタイプで精度も様々で湿度測定可能なものもあるが、揮発性有機化合物に弱く、センサーから入力機器の距離が短い。実際に通風センサーユニットに半年設置した IC 温湿度センサーでは計測値に大きな個体差が生じた。

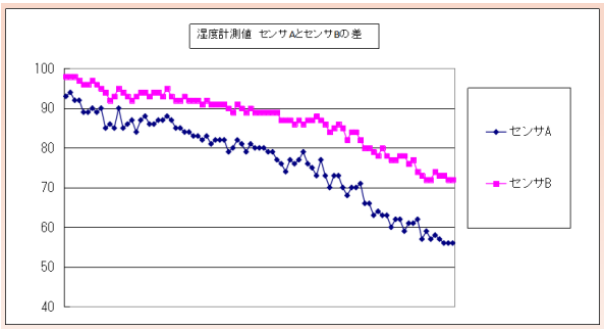

図 4　湿度センサーの比較

・実際のセンサーの設置場所は、高さや施設での位置により計測値に差が出るため、比較する場合には明確に場所を決める必要があることに注意した。産地での統一や、研究機関などで決めごとにすることなどが求められると考える。
・センサーには日射の影響を防ぐための通風装置が最低でも必要で、外部の影響を緩和するための断熱も求められる。
・毎日のスイートピーの伸長量を計測し、平均温度との関連を見ると、平均温度が 0.5℃違うと伸長度には 4%の差が出ることが分かった。仮に売上が1千万円ある場合には、平均気温 0.5℃の差が売上で 40 万円の差になり、年月が立つほど差は拡大する。そのため、センサーの精度と価格について良く考えて導入すべきと考える。

4.土壌水分の把握

・暗黙知を形式知に変えた研修中の出来事として、潅水量の把握がある。

・研修先圃場の形状、面積、植え付け株数を調査し、灌水日の記録を行った。さらに、どんな風に灌水したかたずねたところ、「さらっと、しっかり、走るように」といった返答であった。
・それらの暗黙知を形式知としてデータ化するためパルス式水量計による潅水量の把握を行った。水やり開始と終了時のメーター値を読み取り、水やりごとの潅水量を求めた。それらの値から、「さらっと、しっかり、走るように」ごとに実際の潅水量を形式知として把握した。

図 5　潅水量の把握に用いたパルス出力水量計

・以上のように土壌水分を測定する前に、潅水量を把握することが有効と考えた。土壌水分計による潅水の管理は簡単ではないと考えたためである。
・その後、良い土壌水分計を見つけ、性能を確認する試験を行った。まずバケツに土壌を入れセンサーを挿し、給水することで水分率が正しいかをチェックし、精度を把握した。

図 6　土壌水分センサーの性能試験

・さらにオフシーズンにハウス土壌の各箇所に挿して土壌水分率を確認した。また実際に潅水を行ってセンサーのデータを見ると潅水量とリニアに変化があって驚いた。

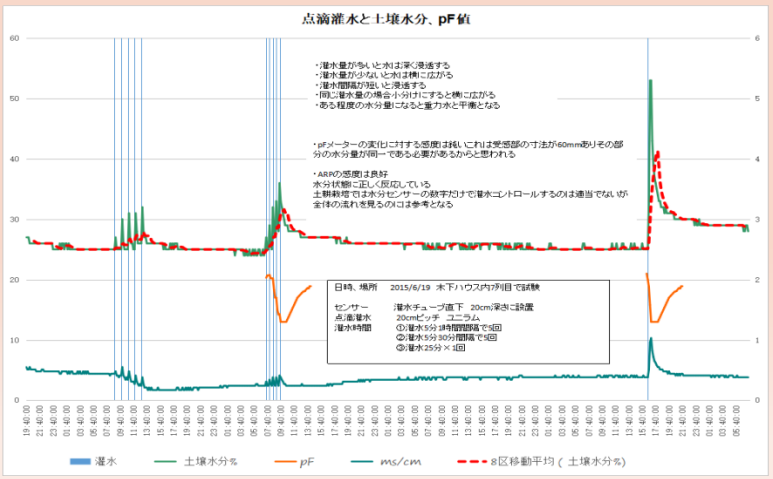

図 7　点滴潅水における土壌水分と pF 値の推移

・土壌水分を把握する場合、センサーのデータだけでなく、潅水の仕方（一度に潅水する、少しずつ潅水する、間をあけて潅水するなど）による土壌水分率の変化を見ることも重要である。さらにデータだけでなく、土壌を手で触った感触とも関連づけ、感覚と合わせて把握することも必要である。

・土壌水分計の落とし穴として、センサーを挿した位置に根が張っているかどうかで、実際の潅水管理に使えるかどうかが決まることがある。根の位置とセンサー位置について検証が必要となる。

・また土壌水分計のデータが正しいとしても、点滴チューブの精度が悪ければ潅水量のばらつきによって正確な潅水が出来ない問題も生じる。そのため、水量計で潅水量を把握することや、潅水チューブの各所で点滴をカップなどで受けて潅水量のばらつきを確認することも必要になる。

6. CO_2 濃度の把握

・施設栽培での収量や品質の向上には CO_2 制御が有力な手段であり、そのため CO_2 濃度の把握は重要になる。CO_2 センサーには各種のものがあり、それらのテストも行い長所や短所を見極めた。特に、計測値にドリフトが発生しないか、そのための補正が必要か、また実際に補正は可能かなど確認した。補正には外気をポンプに取り込んで、校正に用いる仕組みもある。正しい値を把握でき、その値が補償されることが大切であり、現在は自動校正機能がついた正確な値のセンサーを使用している。

7. 使用電力の把握

・ヒートポンプや加温機の使用電力計測を行い、運転状況を把握している。センサーによる計測を行う前に電力メーターの値を記録して確認をし、計測に意味があることを認識した。高価な電力計測機器を用いず、クランプ型電力センサーを Arduino に接続し電力計を自作した。待機電力までは測れないが、精度も検証し稼働時の使用電力は正確に把握できている。

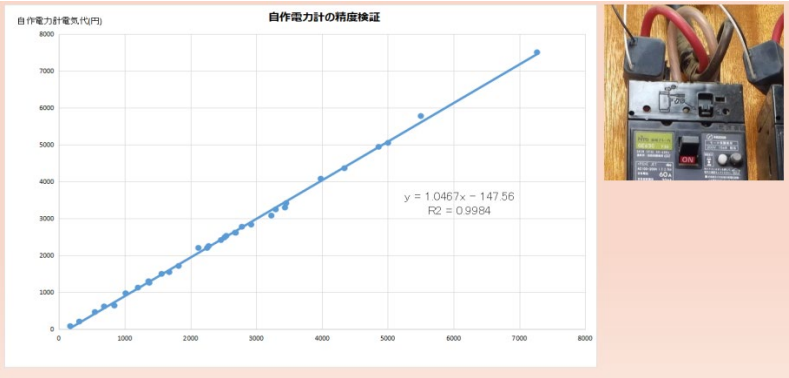

図 8　自作電力形の精度検証

・各種センサーの選定について、経年変化の少ないもの、精度と価格のバランスがとれたものを基準としている。また設置場所が重要であり、さらにセンサの値と自分の感覚値を関連付けることも大切である。また使用に当たっては定期的なメンテナンスで精度を維持することが重要である。

8. 計測ノードの自作

・選定したセンサーを使い、Arduino、ESP32、Raspberry Pi といった汎用マイコンを利用した計測ノードの自作を行った。
・これらの計測ノードをハウス内で利用する際に、WiFi や Bluetooth による通信には注意が必要で、周波数帯域により植物の水分に電波が吸収され通信が遮られる場合もある。鉢物栽培など見通しが良いハウス内では問題がないが、植物群落が見通しを遮るような環境では注意が必要になる。その他にもハウスや屋外で安定して使用するには、様々なノウハウが必要になる。
・Arduino を使った UECS 計測や制御ノードの作製とプログラムの作成には、研究者による検証がされ信頼性もある UECS 研究会ホームページの情報をまず参考にすると良い。さらに改良をしたい場合は、プログラム入門の書籍などを参考にやりたい箇所だけを改良すると良い。

図 9　自作した計測ノード

9.PLC を用いた配電盤、制御盤の自作

・工業用の PLC を使った配電盤、制御盤の自作を行った。未経験の分野のため、メーカーによる 3 研修をいくつか受講し、やりたいことが出来るように少しずつ積み重ねをした。

図 10　自作した配電制御盤

10.選別機の改造

・選別機の改造を行い、選別本数カウントや時間当たりの処理量の表示が行えるようにした。自動選別によるあふれが起こらないよう、量の多い等級に多くの区画を割り当てるよう工夫もした。

図 11　改造した選別機

11. 太陽光発電装置による停電対策

・環境制御機器類は 100V 電源により稼働しているが、停電の際にはすべての制御が停止する問題がある。そのため BCP の一環として太陽光発電装置を設置しバッテリーによる充電を行い、DC 電源から AC100V への変換と停電の電源自動切換えを行って、自動復旧が可能としている。

図 12　太陽光発電装置とバッテリーによる停電対策

12.自家施工のための資格や工具

・実際に自分で設備機器の施工を行う際に必要な資格（電気工事士、電気溶接、ガス溶接）も取得し、また必要な電動工具や専用工具類も揃えている。

・設備機器を運用していると様々なトラブルが発生するため自分で対処する必要がある。昆虫類や小動物の進入と基盤上でのショートや、ブレーカー切断なども多い。通常は基盤の全交換になる対応であっても、自分で見つけて対処可能なものも多い。トラブルの多くはブレーカーや電源の抜けなどである。
・最近はゲリラ豪雨時に感雨計の不感知トラブルがみられる。原因は良くわかっていない。

13.情報の集積と解析

・自作環境制御システムの概要として、センサー類による計測と制御、生育調査や出荷、作業データの取得、それらのデータベース化があり、全体を組み合わせた分析が重要である。

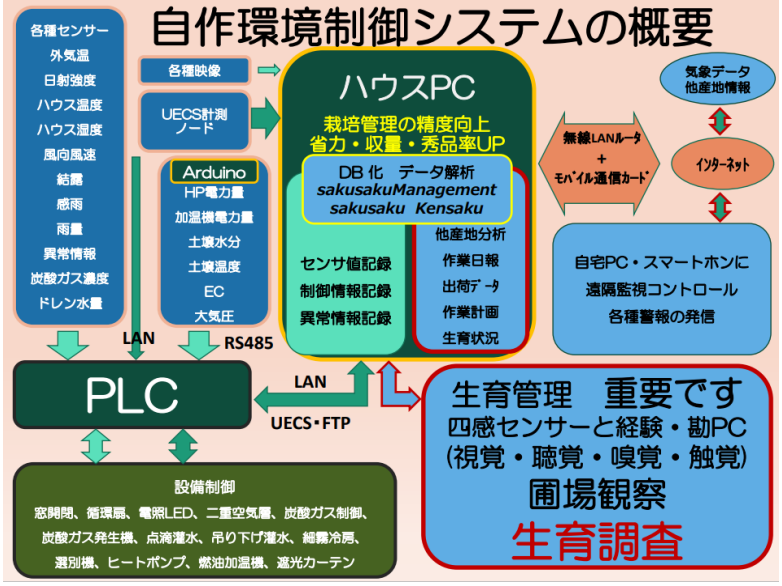

図 13　自作環境制御システムの概要

・各種の経営課題（栽培、生産、設備、環境、雇用）に対し課題解決の計画を策定し、それに対して必要な情報を選定しデータ取りとデータベース化やその他の方法で蓄積を行う。さらに各種の表示や解析の手法によって課題解決を行う。成果は標準化し、マニュアル化、プログラム変更、標準化によって定着を図る。こうしたサイクルを常に進めている。

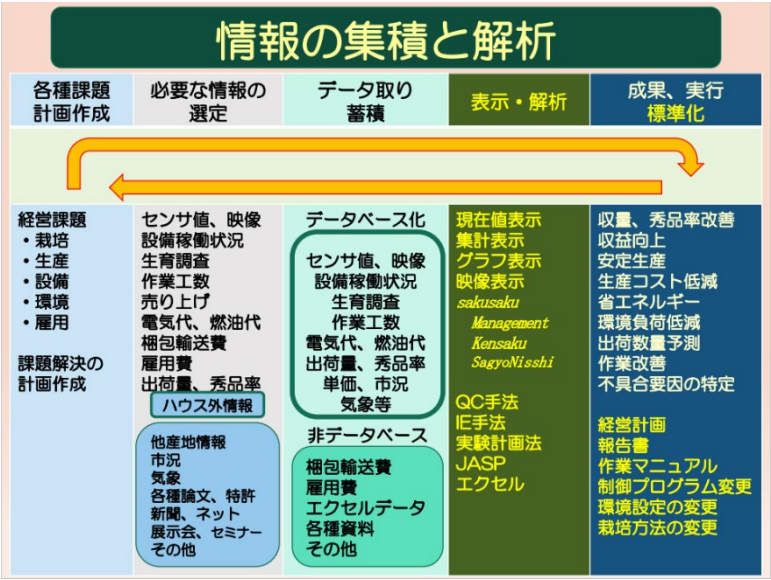

図 14　情報の集積と解析のサイクル

・計測データは大量に生まれ、データベース化により検索や分析が可能である。Excel では大量のデータ処理は難しい。

・データ解析の手法については、基礎知識を学ぶ必要がある。統計の基礎知識は gacco®による無料のオンライン講座があり、Excel の統計分析ツールも利用できる。QC や IE の手法は、農業の現場でもっと広まると良いと考える。元々農業の場面で始まった実験計画法は、資材の有効性の評価などにも使える。

・データの表現方法によっては、同じデータであっても理解が深まったり、問題点を見つけやすくなる。文章での表現、表による表現、グラフ化、チャート化など見せ方の工夫が必要。

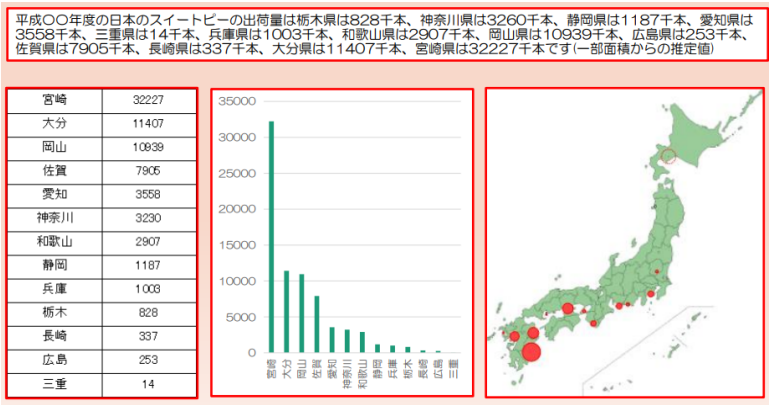

図 15　同じデータの様々な表現方法

14.データ取りと見える化

・データ取りの目的は「今の状態を把握し振り返り未来を予想し、そしてその先に収益向上（もうける）、省力化（らくする）、標準化（だれでも）、生産性向上（ゆとり）を見出すこと」である。データを取る作業は余分な作業でなく手入れ作業、収穫、出荷等と同様の価値がある。
・環境データも生育データ以外にも、農業では生産に関わるすべてがデータ取りの対象になる。例えば効率良く作業する人の分析によりムリムダを減らし生産性を改善するため、各作業の工数を調査するなどである。
・データとして栽培作物の状態、ハウス地上部の環境、ハウス地下部の環境、・灌水施肥（炭酸ガス）、販売（出荷データ）、・消費動向、他産地の動向、作業工数、経理、リスク管理といったものがあり、すべてが一元管理されるのが理想であるが、実際は一元化までは至っていない。
・植物の顔を見ろと言われても、注意深く観察を重ね植物の顔を見ての判断は難しく、その代わりに植物の生育調査による数値化が必要となる。
・実際の生育調査部位は8箇所で、研究例がほとんどないスイートピーでは自分で選び決めるしかなかった。調査の目的には品質の把握があり、重要な出荷品質であるステム長を出荷前に前もって把握することも可能である。

	頻度・時期	項目	内容
1	生育初期(全数)	発芽率	発芽率、生育不良、調査
2	生育初期(0～14日)	形状	播種から初期の標準形状(図)との比較
3	播種～栽培終了まで	形状	カメラによる自動記録
4	10月より毎日	生長度	生長点の伸び (各品種n=1)
5	10月より節毎3～5日毎	葉長	草勢把握 (各品種n=1)
6	10月より節毎3～5日毎	節間	草勢把握 (各品種n=1)
7	10月より節毎3～5日毎	ステム太さ	草勢把握 (各品種n=1)
8	作1～2回程度	葉長	郡内バラツキ、調査株の適正調査

図 16　スイートピーの生育調査項目と内容

15.統合環境制御システムでの一覧表示

・統合環境制御システムⅢでは、様々な計測値と設備状態を１つの画面で一覧表示をしている。そこでは機器動作が分かりやすいよう、例えば巻上げ装置の動きを矢印の方向（↑など）で示している。また潅水の系統ごとの動作について、系統番号の他に植えられている品種名も表示して分かりやすくする工夫もしている。

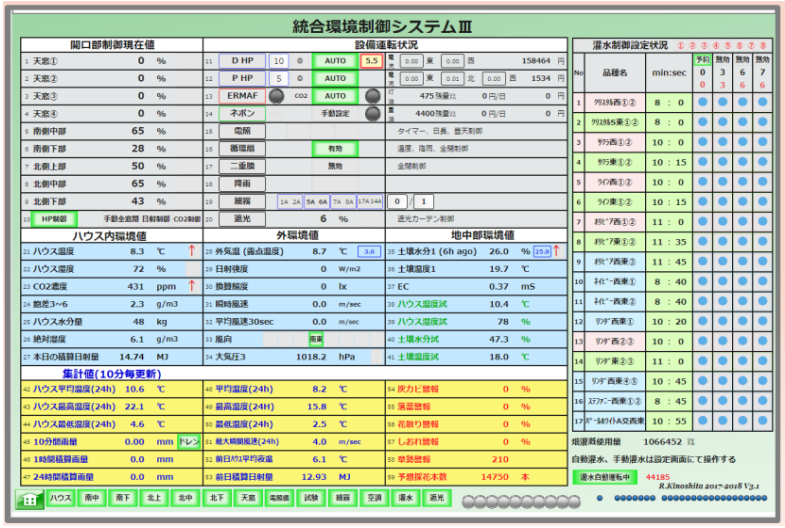

図 17　統合環境制御システムⅢの表示画面

・機器の動作異常について通報メールを発信する設定がある。

16.各種データのグラフ化

・計測値と設備状態のグラフ化では、1 画面に2つのグラフを並べて表示し、各グラフの表示期間も変えることができる。期間を広くとってまず全体を俯瞰し、気になる部分を拡大し確認することができる。

・1 株当たりの潅水量と土壌水分量のグラフを並べ、原因と結果の関係を見ることができるが、時間差で結果が現れることもあり、グラフをさかのぼり表示して検証を行う。

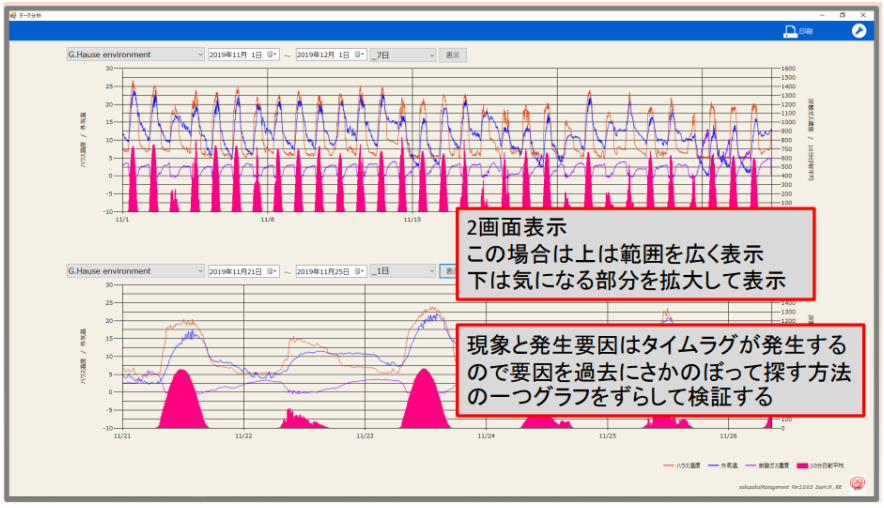

図 18 グラフの 2 画面表示による検証

・過去の雨量計データをグラフ化し、豪雨時など周辺で土砂崩れなどが発生したかを確認し、地域の災害対策に活かすこともできる。
・縦軸にスイートピーの生育期間（10 月～3 月）、横軸に年を取り、日別に積算日射量を色分け表示することで、近年の日射量の傾向を感覚的につかむことができる。2013～14 年にかけての傾向に変化が読み取れる。

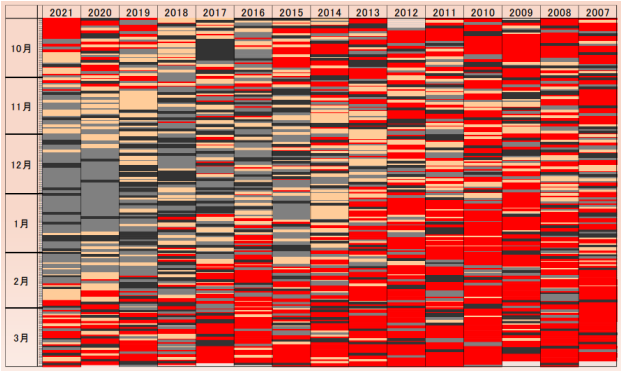

図 19　過去 14 年間の積算日射量の色分けグラフ

・データ解析事例として、種子冷蔵処理の均一化への利用がある。種子冷蔵工程で発根のバラツキがあり、種子のバラツキ（大きさ、採取のタイミング等）、吸水時の水温など原因を探ったところ、冷蔵中の種子温度については、冷蔵庫の設定温度と実際の温度は必ずしも一致していないことがわかり改善を図った。

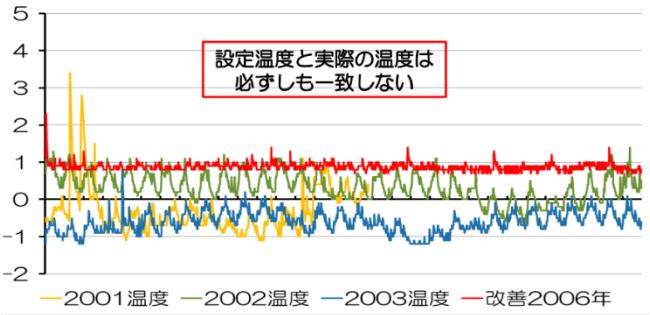

図 20　冷蔵処理中の種子温度の 1 か月間の変化

・データの解析事例として、ハウス側面の二重化（空気膜）による隙間換気での損失改善効果の確認がある。加温機の稼働時間と平均外気温の関係をグラフ化し、通常の 1 重フィルムの箇所と比較したところ、二重化による稼働時間の短縮が確認できた。

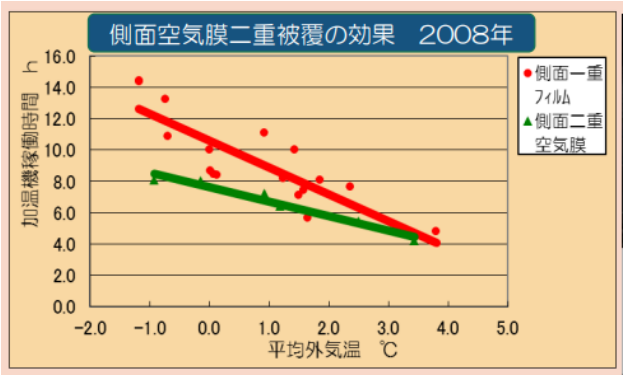

図 21　側面空気膜二重被覆の効果

(3)BCP の取り組み

・令和 3 年度に岡山県で BCP 認証制度が始まった。農業分野からの応募は想定されていなかったが、農業は自然災害のリスクが高く、温暖化や高温の影響を受けやすい産業であり、安定出荷のためのリスク管理や防災の観点から応募を行い認定がされた。

図 22　岡山県 BCP 認定制度による認定

・BCP の具体的な取り組みは、前述の太陽光発電による環境制御装置の停電時自動復旧の仕組み作りになる。

(4)まとめ

・データの活用は他の作業と同等以上の価値を生む重要な作業の一つである。
・環境制御は収益向上の一つの手段、導入しただけでは効果は見込めないデータ分析し適切に管理してこそ収量、秀品率の改善、高品質、省力化がはかれ環境負荷低減やゆとりある労働環境が期待できる。
・自然災害のリスクが大きい農業分野だからこそ BCP の取組が重要である。

※本稿は 2022 年 8 月 30 日に開催されたスマートグリーンハウスセミナーでの木下良一氏の発表内容を掲載したものである。

2.5 高知県 IoP クラウドによるデータ活用の取組み

～JA 高知県高知地区春野胡瓜部会（高知県高知市）～

（1）産地概要

・生産者 212 名（平均年齢 65 歳）。
・栽培面積 46.2ha、生産量 10,361 トン（令和 4 年度実績）。県内 1 位のキュウリ産地。西日本最大のキュウリの選果場、自動箱詰装置がある。
・平均単収 20～21t（県平均約 18t）
・作型等：9 月定植～6 月収穫終了、つるおろし栽培、・品種：常翔、勇翔、千秀 2 号など
・営農指導体制（JA 高知県春野支所）：5 名、・普及指導体制（高知県中央西農業振興センター　高知農業改良普及所）：3 名
・産地への指導目標：環境制御技術（環境測定装置、CO_2施用による増収、温湿度管理等による病害抑制（つるがれ病等））の導入促進と単収 30t の実現（現状は数名程度）。

（2）胡瓜部会の課題と環境制御装置等の導入

1.胡瓜部会の状況

・部会では生産者数が減っている。平成 30 年度 224 名が令和 5 年度は 197 名で、約 30 名の減少。農協独自のアンケートからは、今後 10 年以内に 50～70 名程度の減少、栽培面積は約 9ha の減少が見込まれる結果であり、深刻な状態。

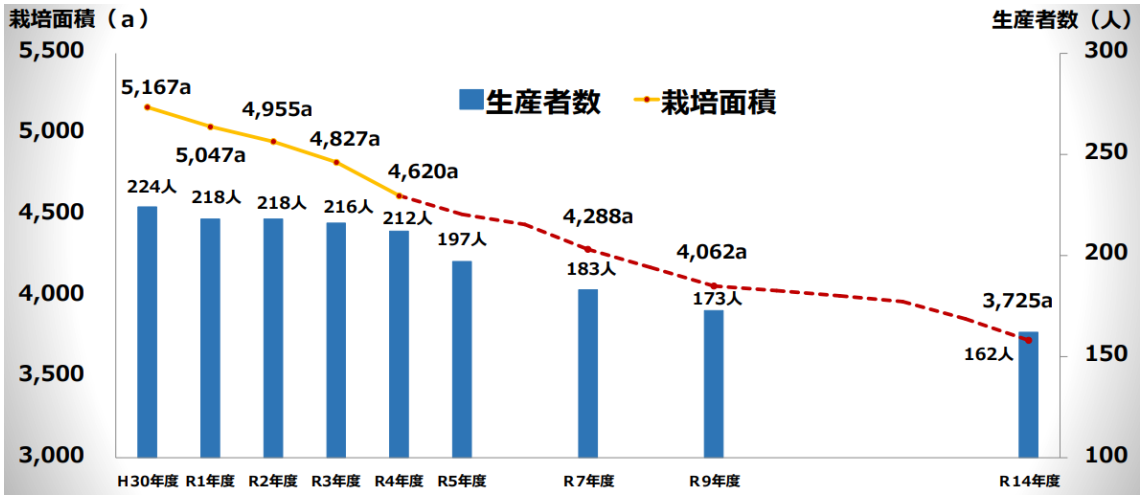

図 1　JA 高知県高知地区春野胡瓜部会での生産者数・栽培面積の推移

・そのため、JA では収穫量増や省力化のための自動天窓や潅水設備の推進普及に取り組んできた。毎年計画的に推進してきたが、春野では一定以上の推進には至らなかった。

2.指導上の課題

・環境制御技術の新規導入の伸び悩み（現状は 60 戸程度）と、導入先と未導入先の較差が発生している。
・環境制御普及率は、当初は右肩上がりで普及したが、途中で頭打ちになり、令和 4 年の導入率は 38%。7 割程度は、温度計を見て人手で天窓を開けたり、潅水をしている。

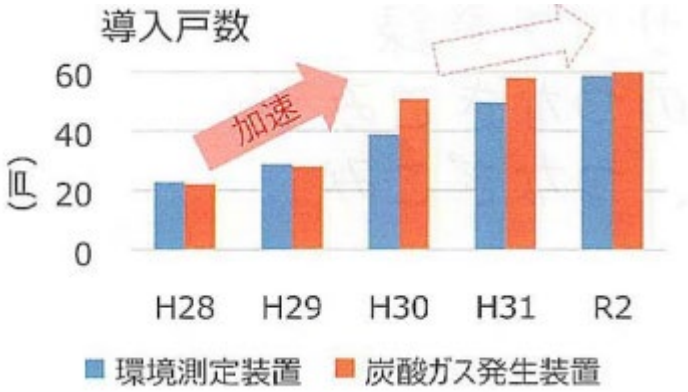

図 2　JA 高知県春野胡瓜部会での環境制御技術の導入推移

・環境制御装置の導入割合は、20～50 代では半数を超えるが、60 代になると一気に下がり 23%、70 代では 16%。高齢になると、使うことに拒否反応を示す人が多い。また、自分には関係ないという人も多い。
・環境制御技術の指導対象は 50 代以下が中心で、未導入先はその半数程度で、導入拡大の余地有り。今後はデータを読めるよう栽培指導を行うこと。
・JA 営農指導員：異動が頻繁で未経験者や若手も多いこと。
・県普及指導員：30 代以下の若手が多く、40 代が極端に少ない（50 代も多い）こと。

3.環境制御装置導入のアクションプラン

・JA で普及率向上に向けたアクションプランを立案。目標を明確にし、取り組みや内容の意識共有を図ることにし、実際の推進方法やタイムスケジュールの設定を行った。
・環境制御機器の導入目標として、JA 高知県の県域キュウリ部会（高知県全体の部会）で明示されている、50 歳代の生産者の 50%、40 歳代の生産者の 70%に設定。これにより、生産者部会にも取り組みを明確に説明した。

・アクションプランは、推進機器の選定、目的意識を持った推進対象者の選定、お返しシートの作成、の 3 本柱とした。
・胡瓜部会長と、面積が減って部会として成り立たなくなるという話をし、その結果部会発展のために、部会費で測定機器を買うことになり、通信費も部会が負担することになった。「1 年間無償で測定器に触れてみませんか」という取り組みを部会との連携で行うことができた。

4.**高知県での IoP プロジェクトと SAWACHI の県内生産者への導入**

・県、JA グループ高知、県内大学、企業が参画した「IoP プロジェクト」で、2018 年からデータ連携基盤『IoP クラウド（SAWACHI：サワチ）』の構築をスタート。2022 年 9 月 21 日、SAWACHI の本格運用開始。データを集積し、データの可視化、データ共有などができる。
・SAWACHI で生産者が入手できる情報は、全国の市況・値動き、県内 203 か所の気象情報、現在のハウス環境・ハウス画像、生産・出荷状況、営農情報（SAWACHI ニュース）、作物の生理・生体状況（光合成量、葉面積指数、蒸散量）など。
・令和 4 年 11 月現在、600 戸が SAWACHI 接続。使用料は無料。7 社の環境モニタリング装置の接続が可能。
・2,000 戸が出荷データの蓄積を許諾している。営農指導員や普及員はこのデータを見ることができる。
・SAWACHI に蓄積されたデータを県と JA が連携し、データ駆動型の営農指導に活用する。
・県内で主要 7 品目の環境制御技術の導入は 1,500 戸で、導入面積率（令和 4 年 3 月末）は 58.7%（ナス 66.2%、ピーマン 69.9%、トマト 97.9%、シシトウ 44.9%、キュウリ 37.4%、ミョウガ 49.8%、ニラ 45.7%）。

5.IoP プロジェクトと胡瓜部会での取組み内容

・既存実証圃場 16 戸（環境測定装置導入）に加え、部会費で新たに測定装置未導入農家 25 戸に環境測定装置を新規導入（ミオコーポレーション製、1 セット 7 万円程度、月額利用料千円程度も部会が負担）。
・約 200 名の部会員の中から、普及所や県の担当者とも相談し、目的意識をもった生産者を選定し 25 台を導入した。
・導入先 25 名は環境制御技術未導入（高収量モデル生産者にも一部導入）で、10 年後に部会の中心となる 50 歳代を中心とした。25 名の半分は環境制御に興味の高い人、残り半分は興味のない人でも、環境制御に触れ少しでも取り組んで欲しいとの思いからの導入であった。また、旗振り役になりそうな人も対象とした。

図 3　IoP クラウドに接続の環境測定装置

・環境測定装置を SAWACHI に接続し 2021 年 11 月より利用開始。
・導入目的：モニタリングによりハウス内環境の状態を知ってもらうこと、従来は夜間にハウスを見回って暖房設定等を行っていたことをモニタリングによって楽に行えるようになること。先々の環境制御装置の導入（県補助 1/2、制御可能な機器として潅水装置など広範囲にしている）につなげる考え。

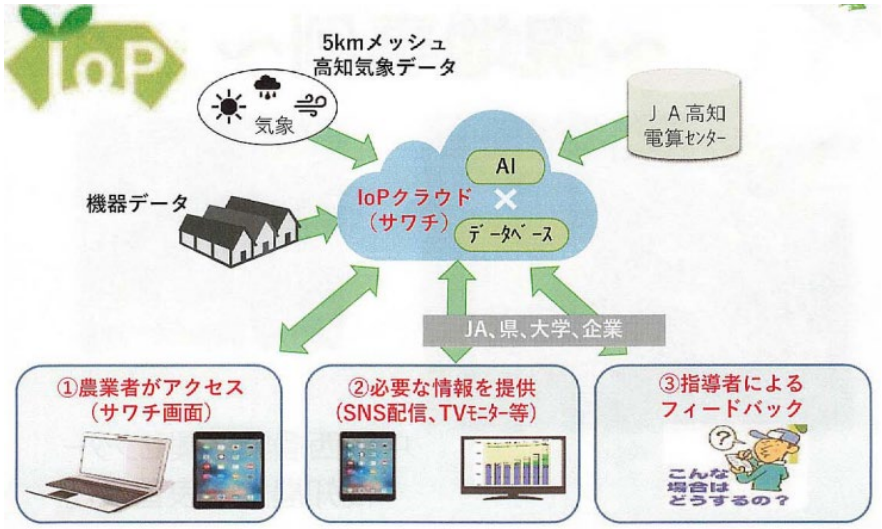

図 4　高知県における IoP プロジェクトの推進

IoP クラウドには環境計測、環境制御機器メーカー7 社の製品が接続可能。生産者圃場の計測制御機器からのモニタリングデータやポンプ・ボイラー・CO_2 発生装置等の稼働状況や燃油使用量、気象庁のメッシュ気象データ、JA 電算センターを経由した選果場出荷データ等が収集され、生産者向けサービス（SAWACHI）より情報提供がされる。

・参考：日々の出荷データ（等階級別出荷量、ヤンマー製選果装置での選果基準データ（太さ、長さ、曲がり、太さの差）、部会内平均出荷量、部会内順位等）の日報は、元々SAWACHI とは別に部会員に提供されている。精算金額入り月報も毎月提供されている。

6.取り組み内容と成果

・当初は SAWACHI とつなげてグラフ化したデータをみてもらう予定だったが、スマホの使い方やパソコンの操作が分からないという人が多かった。そこで、JA と生産者を結び付ける「お返しシート」を作成することにした。BI ツール（Tableau）を用い、お返しシートとして「はるかぜ便り（データシート）」（A4 紙裏表）を作成し、週 1 回配布した。
・誰でも見てくれるようデザインを重視し、簡単でやさしい表現にした。表面では用語に「飽差」は使わないで「湿度」とし、対象生産者ハウスの温度や湿度の 1 週間データを示した。
・生産者は、高収量の生産者がどんなふうにしているか関心が高いので、高収量生産者のハウスデータも併せて示した。裏面はやや環境制御に踏み込んだ内容とし、飽差（指針の 4～6g/㎥の帯掛けをした）や CO_2 濃度、日平均温度、夜間温度、天気予報（温度、湿度、降雨量などマークで示す）を示した。
・興味ない生産者にも見てもらうために、ポストに投函するのではなく、営農指導員が興味を引く話をしつつ生産者に直接手渡しするようにした（毎週 30 名くらいに配布）。
・生育調査も毎週行った。結果を口頭で伝えるのではなく、その場でタブレットに入力し、グラフ化して視覚的に示すようにし、指導員と生産者がデータ共有し、栽培管理の改善につなげた。
・上記の活動で、生産者にとっては、高収量農家との違いを知ることができ、自分の栽培を見直すきっかけとなった。営農指導員にとっても、圃場データを正確に知ることができるようになり、生産者と具体的な話をできるようになった。特に若手営農指導員にとってスキルアップにつながり、生産者と営農指導員の双方にメリットがみられた。
・収量実績で、25 名中 12 名に収量増があり、平均で 10%の収量増、32%収量増の生産者もいた。収量増は、栽培意識の変化により実現したと思われる。

7.IoP プロジェクトと高知農業改良普及所での取り組み内容

・「はるかぜ便り」を導入先に毎週月曜日に発行。
・便りには、導入先と高収量モデルの 1 週間の環境データグラフを掲載し、あわせてコメントを記載。モデル生産者名は非表示。

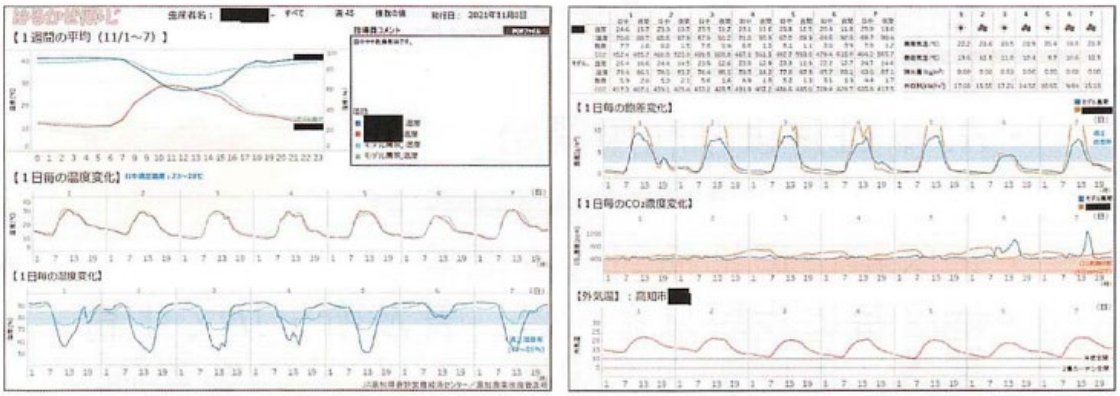

図 5 「はるかぜ便り」に掲載される生産者の環境データ

・データの編集、コメントのプルダウンメニューからの選択などは、BI（Business Intelligence）ツールの Tableau を利用し、全 30 戸分の便りを 1 時間で作成している。
・コメントは若手普及指導員の担当者がデータを確認し選択しているが、実際の栽培状況は JA 営農指導員が把握し、便りには営農指導員によるコメント欄（手書き）もある。
・便りに掲載するデータは、SAWACHI 経由で BI ツールに取り込まれている。
・経験の少ない普及指導員でも BI ツールにより便りの作成が容易になっている。
・既存実証圃場 16 戸にはカメラ 3 台ずつ設置され、SAWACHI 経由で生育状態や天窓開閉状態などの確認に利用されている。

図 6　圃場設置カメラによる天窓開閉状況確認

カメラ画像は 24 時間撮影され、10 分置きに保存される。

図 7　圃場設置カメラによるキュウリのつるおろし前の生長点の様子
夜間の撮影画像は鮮明で、生育状態の把握に利用される。

8.今後の取り組みについて

・今年度も新たに機器を増加購入し、普及推進を図る。次年度は、取り組み生産者を 5 名追加する予定。
・「はるかぜ便り」は週 1 回 30 戸くらいに配布したが、今年度から、2 週間に 1 回全戸配布の生育診断シート「はるむすび」を作成した。機器を導入していない生産者も対象になるため、高収量生産者の生育調査データをグラフ化して配布し、生産者自身の生育調査データを書き込めるシートを作成した。これにより、キュウリの状態の違いを比較できるようにし、改善につながるようにした。

（3）現地実証圃場について

・川島寛明氏（高知県担い手農業育成センターで研修後、親元就農）16a。
・品種：勇翔（埼玉原種育成会）、今作定植日：2021 年 9 月 25 日。
・環境計測装置：プロファインダー、IoP 環境測定装置（ミオコーポレーション）等を設置。

・環境制御装置：UECS による天窓開閉制御（WABIT）、暖房機用 4 段変温サーモ（Nippo）。
・SAWACHI の利用状況：収量データ、自分のハウス環境データのモニタリング、それらを画面で重ねて確認するなど。
・生育調査：JA と普及指導員により 5 株サンプリングし実施中。

図 8　川島寛明氏ハウス

図 9　キュウリつるおろし栽培

図 10　キュウリつるおろし栽培

図 11　IoP クラウドに接続される環境モニタリング用センサーボックス

（4）胡瓜部会副部会長（越智史雄氏）と部会での取り組み

1.経営概要

・越智史雄氏（55 歳）、春野胡瓜部会副会長。IT 企業を退職し、8 年前に新規就農。
・ハウス面積 21a（丸屋根ハウス 12a、丸屋根ハウス 9a）。
・作物：キュウリ（品種：ニーナZ、（株）埼玉原種育成会）。
・従事者：2,3 人（本人、妻、アルバイト）
・就農前は規模拡大し雇用経営を考えていたが、現在は 21a で経営し、規模拡大は考えていない。
・産地でも高齢化が進み、所得率が低下し経営を逼迫し、離農していく生産者が増えている。産地が弱体化していくので、個人的にも地域全体にとっても悩みである。家族経営が多く、それで成り立つ経営モデルの検討を普及所センターとの勉強会を通して行っている。

2.栽培方法の改良

・高知県はつる下ろし栽培がメインだが、4 年ぐらい前から摘芯しながらつる下ろしをする栽培方法（更新つる下し栽培）を取り入れている。5 節ごとに止めるとそこに 5 個果実がつく。この方法だと一作で一枝 50 節まで行くが、販売できる果実が 8 割以上収穫できる。つる下ろし栽培だと一作での節数は 100 節程度まで増えるが成長点を伸ばす栄養が常に必要で、とれない果実（死果）もあり、無駄が多い。
・更新つる下し栽培では果実数も限定されているので CO_2 施用量も以前より減らせるのではないかと考え、昨年から試験を行っている。従来は、400ppm 以下での日中施用をしていたが、今は午前中 2 時間だけの施用にしている。50 節だと収量が上がらないのではとの声があるが、一株から取る枝数を増やすことにより昨年は反収で 30t/10a 以上取れることを実証できた。無駄を省いて、このような栽培を普及させようと、JA などと検討している。

3.流量計の活用

・SAWACHI の機能の一つとして、暖房機（A 重油）と CO_2 発生装置（灯油）にセンサーが取り付けてあり、各機器の ON 時間から燃費計算をして単位時間当たりの燃料消費量を求めている。CO_2 発生装置についても同様。1 日や 1 シーズンの重油使用量・灯油使用量が分かり、前年との比較などができる。越智氏は暖房燃料使用量を参考に、夜温を見て暖房設定温度を調整している。また、病気が出ないよう夜間何度か稼働するようにし、早朝も稼働させている。
・潅水ラインに流量計（（株）キーエンスのパイプ外周に取り付けるタイプ）取り付けて単位時間の流量をあらかじめ把握しておくことで、SAWACHI のセンサーでポンプの稼働時間を測り単位時間当たりの潅水量も求めている。流量を把握していない生産者もおり、生産者によって潅水管理がまちまちであるため、今後は他の部会員でも上記の流量計を使って流量を測定することで時間単位の 1 株あたりの潅水量を把握し、管理できるようにしていきたい。

今年、潅水量が足りなくて、その影響がでた生産者がいた。（越智氏は、流量計で潅水量を把握したうえで、日射比例制御ではなく、天候をみてタイマー設定値を変える管理をしている。）

4.IoP プロジェクトと SAWACHI とのかかわり

・SAWACHI のベースシステムを変更していく過程で、越智氏をはじめ、春野胡瓜部会の何人かが修正の意見を県に出すなどして改良に関わり、要望が取り入れられてきた。プロトタイプが出来る前に要望を出し、出荷量の生産者ランキングなどが見られる機能を入れた。他の生産者のデータを見て比較することもできるようになった。
・現在、越智氏は SAWACHI に蓄積されたデータをみて、普及所から回ってくる生育調査データと突き合わせて、来期どうしたらよいか検討している。毎日のデータよりも集まったデータをどう使うかが重要である。
・パソコンやスマホの画面で、室内環境（温度、湿度、日射量など）の現在値やグラフ、5km メッシュの天気予報、機器の稼働状況、重油・灯油使用料などが見られ、必要に応じ確認している。

5.生育調査データの活用と部会全体の引き上げ

・生育調査（摘芯間隔、節数、着果数など）は、毎週同じ曜日の同じ時間に普及員がハウスに出向いて行っている。タブレット入力で、BI ツールを用いて自動集計させている。今年は 14 か所（各 8 株）で行っており、そのうち 3 か所が更新つる下ろし栽培である。1 か所の調査は 10～15 分で済む。
・今までは高収量生産者（モデル農家）のデータ取りが多かったが、昨年頃からいろいろな生産者も含め、減収があった際の要因を調べ、収量の引き上げにつなげたいと普及所では考えている。全員のデータを比較して、改善点が分かる場合はフィードバックできるが、わからないことも多い。
・10 月初めから 6 月までの栽培で、部会の平均反収は 20t/10a（最高は 30～35t/10a）だが、平均を 23t/10a まで上げるのが部会の動きである。高収量を上げるよりは、ボトムを引き上げる必要があり、収量の多い生産者、少ない生産者について普及所が調査している。昨年、部会で環境測定機器 25 台をいろいろな生産者にいれて、データが取れてきている。来年さらに増やして別の生産者にも入れたい。

参考文献

・ビジネスインテリジェンスおよび分析ソフトウェア：Tableau　https://www.tableau.com/ja-jp

2.6 安芸市でのナス栽培のスタディクラブの活動経緯と発展について

～分ち合ふ農園　宮﨑武士氏（高知県安芸市）～

高知県安芸市は施設園芸の集積地帯でナス、ピーマンなど果菜類生産が盛んである。意欲ある施設園芸生産者が県や JA の支援によりスタディクラブ活動を行い、早い時期より環境制御技術の導入を進めている。近年はクラウドデータの活用など、活動も次のステップに進み、新たな展開と発展が期待されている。安芸市の施設ナス生産者の宮﨑武士氏（分ち合ふ農園　代表）に、自身の取組み、およびこれらの活動の経緯や今後の発展について年代ごとに伺った。

（1）地域での環境モニタリング装置、CO_2施用器の導入

2011 年

・安芸市では、ピーマン栽培を行う尾原農園の尾原由章氏が最初に環境モニタリング装置のプロファインダーを導入、モニタリングや CO_2施用により増収となった。収量や売上の増加について、尾原氏より話を聴く。
・施設園芸メーカーによる講演会が安芸市内で開催され参加。プロファインダーⅡが新たに発売。講演会では参加者に環境モニタリングの勧めがあった。当時は高知県内でも尾原氏の他には誰も環境モニタリングを行っていなかった。
・普及センターでは、簡易な CO_2センサー（データロガー）を生産者のハウスに設置し、CO_2濃度低下の状況を確認していた。宮﨑氏のハウスに置かせてほしいと普及員から申し出があり、確認したところ冬期の CO_2濃度が 400ppm を切っていた。
・宮﨑氏は、自己資金でプロファインダーⅡと CO_2施用器（ホットガン：コンクリートを乾かす機械で、板金塗装の乾燥用などに使われていた。15-6 万円程度。灯油燃焼型温風送風機器）を導入したのが、環境制御技術導入のスタートであった（設備投資額：約 50 万円）。

図 1　環境モニタリング装置の設置

（2）安芸市での勉強会の取り組み

・愛知県豊橋市のアクセル会（スタディクラブの先例）の事例の紹介を受け、アクセル会でもホットガンを使っていたことを聞く。当時は新規就農者への補助金（年間 150 万円×3 年間）があった。その後、尾原氏他、安芸市内の生産者とつながり、勉強会（土佐あき新施設園芸勉強会）が立ち上げられた（4，5 人の有志の集まり）。CO_2施用の目安とするための環境モニタリング装置には、プロファインダーやハッピーマインダーなどが使われ始めた。安芸市赤野地区では、宮﨑氏の他に 1 人（30 代）のメンバーと始めた。

・尾原氏がリーダー格となり、高知県の A 氏（安芸農業改良普及センター）などの支援で、立ち上げから営農指導員も入り、JA が事務局となり開催された。県内で IPM が定着し始めた頃で、チャレンジの雰囲気があった。

・勉強会では、ナス、ピーマン、ミョウガについて、まず環境モニタリングによりCO_2の濃度低下を確認し、その後 CO_2施用して濃度上昇を確認、実際に灯油がどの程度燃焼するかも確認した。施用濃度などについて、メーカーの技術者などに勉強会への講師を依頼もした。勉強会活動は県内でも初めての取り組みだった。A 氏は各地の状況などを調査し、アクセル会の産地視察や、アクセル会メンバーを呼んでの講演も行った。

図 2　勉強会による先進地視察

・勉強会は月 1 回程度行われた。機械の操作法、CO_2ダクトの配置や孔開けの方法、作物が焼けないような施用方法など、わからないことだらけの状態から始まった。当初は操作の不慣れから、ホットガンの不着火や、ダクトを溶かすこともあった。
・プロファンダーで CO_2濃度を見ながら、ホットガンの動作開始から何分程度で目標濃度まで上がるかをチェックした。当時は濃度制御ができず、タイマー制御を行っていたため、タイマー設定値の確認のためのチェックであった。あわせて温度の上がり過ぎなども確認した。できること、できないことがわかってきた。
・当時のナスの栽培管理では、下級品の青い果実が出ないよう、冬に温度を上げ過ぎないようにしていた。自動天窓装置も少なく、温度センサーも裸の状態で設置され、全体的に低温管理になっていた。そのため生育速度が遅く収量も低かった。
・環境モニタリングで、通風状態で温度を計測すると設定値（25℃）より低く、最大で 5℃も差があった。管理温度が低いことに気付き、午後の温度を 27℃程度に上げるよう設定値を調整した。その結果、収量は増えたが青い果実も増えた。色々と設定を調整しながら試行錯誤を行い、勉強会でも新田氏を交え議論をした。5 月に CO_2施用を行うと室温が高くなるが、施用をやめると樹勢が落ちることもわかった。また天窓や側窓サイドが開いた状態での CO_2施用を行うため、株元ダクトによる株元施用が導入された。数年間の議論を重ねながら 1 作ごとに改善を繰り返した。当初は機械操作について、次に CO_2施用量の調整、その後は環境制御に対する潅水量の調整といった改善が行われた。

図 3　炭酸ガス施用のダクト配管

・株元ダクトの孔ピッチの議論から、地元の資材メーカーへ特注でハウスに合うダクト制作を依頼した。日射比例潅水装置のプロトタイプも地元資材メーカーが開発し、白石裕二氏が導入し、製品化につながった。

(3)ナスのスタディクラブの発足と環境制御の取組み

2013 年

・勉強会が「土佐あき新施設園芸システム勉強会」となり、会費性を取り入れ、意見発表会や講演会の開催、先進地視察等を行い、月 1 回の研究会(図 4)では生育調査によるバランスシート作りや、それに基づく環境制御についての報告など、PDCA サイクルを意識した活用が行われていた。

図 4 土佐あき新施設園芸システム勉強会での活動

・資材メーカーによる生育調査についての勉強会が開催され。トマトにおける栄養成長と生殖成長について学ぶ機会となった。ナスへの適用について、A 氏を中心に過去データでの相関なども調べ、生育調査項目を検討(茎径、葉長、伸長量、開花花房から生長点の距離、着果数、開花数など)した。
・生育調査データをもとにナスにおけるスタディクラブが開催されるようになる。生育調査項目の見直し、週 1 回の調査と圃場巡回、データを確認しての翌週の管理の確認など、2 年間継続した(図 5)。

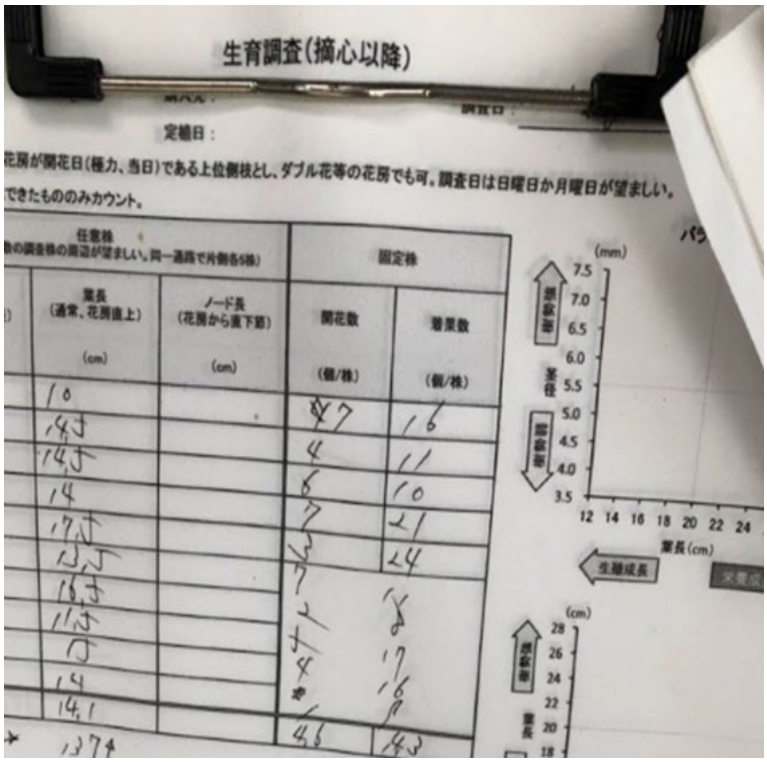

図 5 スタディクラブ活動での生育調査シート

・白石裕二氏（スタディクラブのリーダー、高知県芸西村、ナス新規就農者、宮崎氏の 1 年後にハウス建設）は、生育調査から作物の状態を徹底的に調べ、管理を考えていた。スタディクラブでの生育調査項目以上の調査を行って、仮説を立てながら管理を行っていた（例：午前昇温速度による樹勢への影響、24 時間平均気温の生育への影響など）。芸西村ではトップの収量で、夫婦二人で経営し忙しく、作業も重視していた。

・またメンバーの各ハウスの設備上のボトルネックも明らかになり、施設設備の見直しも必要になった。遮光部分が多いカーテン装置を補修したり、この頃から始まった県単補助事業（2/3 補助）の利用もあり、CO_2発生器と制御装置（ニッポー）による濃度制御に向かった。その結果、収量もじわじわと上がり、活動を面白く感じるようになった。

・地元資材メーカーによる日射比例潅水装置も導入し、潅水資材も従来の潅水パイプから潅水チューブに変わった（※現状でも、多くの施設はパイプハウス、片カーテン、手動開閉で、最近になり自動天窓の導入が進んでいる。）

（4）スタディクラブの発展的解散

2015 年

・収量があがるにつれ、作業も忙しくなり、スタディクラブのメンバー内で意見が異なることが出始める。雇用を導入し規模拡大へ向かうのか、家族経営のままでいるのか、という選択があった。忙しくなり栽培面積を減らすメンバーもいた。空いたハウスは貸す、栽培をやめるなどがあった。
・栽培技術の勉強から経営者を指向し経営の勉強に興味を持つメンバー（尾原氏、宮﨑氏）と、従来のままを指向するメンバーに別れてきた。
・経営を勉強するには、経営の数字をつかむ必要があり、自分で Excel を操作して集計や分析を行う必要があったが、多くの生産者はどんぶり勘定のままであった。CO_2を利用する際のコストも把握する必要があった。
・CO_2施用など環境制御や生育調査について、メンバーには周知できたと考え、スタディクラブは発展的に解散をした。その後、宮﨑氏は尾原氏などと中小企業同友会の活動に参画している。
・宮﨑氏は高知県によるオランダ視察に参加した。

（5）新たな勉強会活動の開始

2022 年

・地区に若い生産者（20～30 代）が増え、高知県や高知大学が立ち上げた生産者向けのポータルサイト SAWACHI 上で相互にデータを検討する活動を開始し、初回はメンバーのハウスを巡回した。2 回目は光量子計を持ち、各ハウスの光環境（透過率）を比較した。フィルムの種類や経過年数による違いについて、意見交換をしている。そうしたリアルな情報にはメンバーも興味を持つ。
・メンバーは宮﨑氏の他に 50 代のリーダー、以前のスタディクラブにも参加していた 30 代の若手生産者など。30 代以下の生産者は親の世代の力がまだ強く、主体的な活動に至るには時間を要する模様である。
・9 月からの SAWACHI 稼働開始に伴い、過去は地区でのスタディクラブ活動がオンラインでの活動に変化（クラウドによる情報共有サービスの slack を用いる）している。生理生態情報を計測している生産者、高知大、県農技センター、県イノベーション課等と随時議論し、現場で欲しい情報を精査中である。

（6）IoP プロジェクトへの参画

・高知県、高知大学が主導する IoP プロジェクトにより様々なデータが収集され、画像解析や光合成速度の解析など研究も進み、SAWACHI によりデータの提供が始まっている。一方で

有料化も検討されており、生産者が得られるメリットは何かが課題となっている。生産者の意見が取り入れられるよう、宮崎氏は IoP 農業研究会にも参画している。

・同研究会内では品目ワーキンググループが立ち上げられており、計測データから推定できる光合成速度や蒸散量、炭素収支等の項目を追加中している（生理生態丸見えダッシュボード、図 6）。宮崎氏のハウスには、LAI（葉面積指数）や果実数を測定するセンサー類も設置され、それらの実測も行われている。宮崎氏は、SAWACHI の他にも、環境モニタリングにより光合成速度や蒸散速度を推定するサービス（図 7）も導入し、それらのメカニズムについても専門家による勉強会に参加することで、理解を深めている。

図 6　SAWACHI に実装された生理生態丸見えダッシュボード

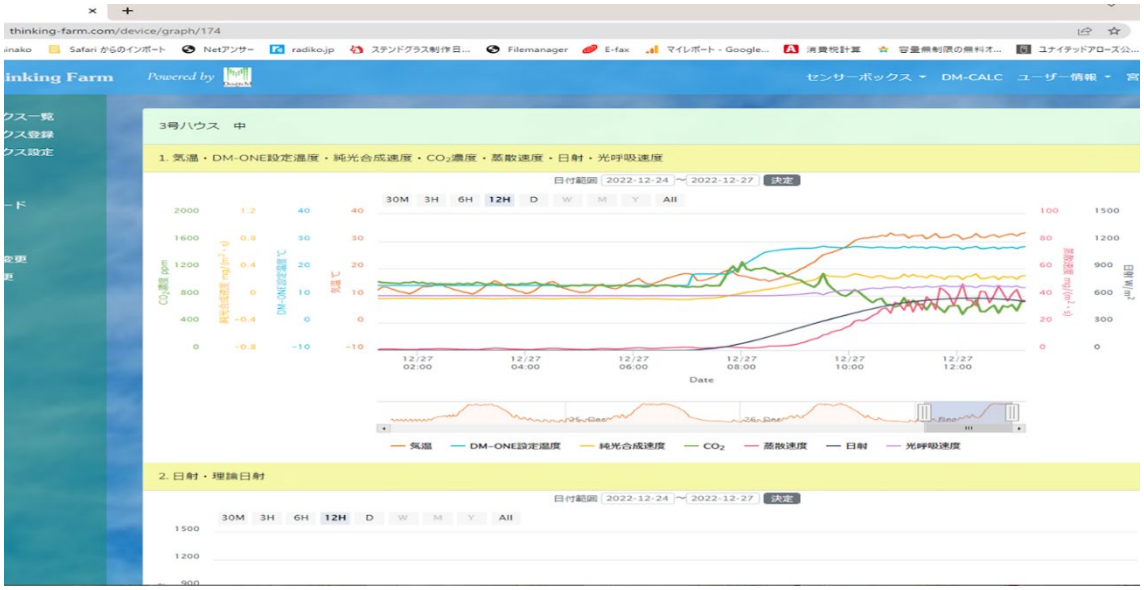

図 7　環境モニタリングにより光合成速度や蒸散速度を推定するサービス（Thinking Farm）の画面例

参考文献

1. スマートグリーンハウス AWARD2022 大賞受賞者について　宮﨑武士氏（分ち合ふ農園　代表、高知県安芸市）　https://jgha.com/news/sgh_award2022-2/
2. 尾原由章，環境制御技術への取組，ハイドロポニックス　31(2)
3. IoP 農業研究会，高知大学 IoP 共創センター　https://www.kochi-u.ac.jp/iopc3/nouken.html?fbclid=IwAR323x0_A5Kwns601KJmmtwx5gEnMbzTD_2P3PVkdVaOzEHiHxmo6rpZSK8

※本稿は、宮﨑氏への聞き取り調査に、2023 年 1 月 31 日に開催されたスマートグリーンハウスシンポジウムでの宮﨑氏の講演内容を加えたものである。

2.7 新規就農によるキュウリ栽培での規模拡大、データ活用、部会勉強会の活動

～Ever Green　中山道徳氏（佐賀県伊万里市）～

中山道徳氏は、2011 年に 23 歳で新規就農し、キュウリ栽培を開始した。就農前は、愛知県で大手自動車ディーラーの自動車整備士をしていた。伊万里市でナシ栽培をしていた父親が、キュウリ栽培を開始した直後に体調を崩し、その折りに父親の勧めがあり、脱サラして親元就農した。10a のハウス面積で栽培を開始し、当初より高収量を達成した。その後ハウスを増設して、県内のキュウリ栽培では初の固形培地（ヤシガラ培地）による隔離養液栽培を取り入れ、雇用経営に転換した。2023 年には 32a 増設予定で、完成すると合計 92a のハウス規模になる（図1）。その間、環境制御装置の導入やデータ活用、仲間での情報共有による経営や栽培管理の改善を積極的に進めてきた。ベテラン生産者の技術を学ぶだけでなく、新しい技術の導入にチャレンジし、科学的データに基づく改善を行った。収量は県内トップクラスである。

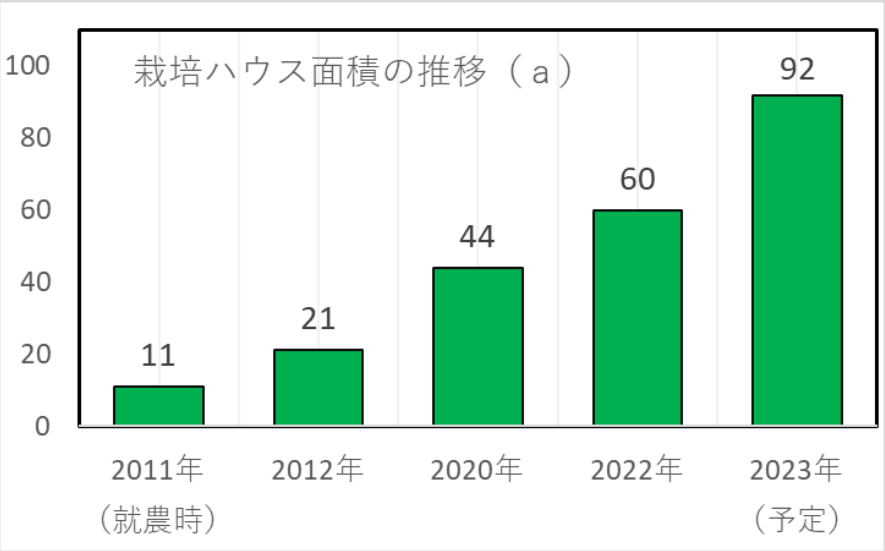

図1　中山道徳氏の栽培ハウス面積の推移

高齢化による離農が進む生産部会内にあって、若手の勉強会の活動を通じて、新技術の導入によるレベルアップや新人の教育など、産地の維持にも取り組んでいる。また、新規就農希望の研修生を受け入れ、研修指導も行っている。それら概要について紹介する。

なお、中山氏は上記の取り組みにより、2017 年には佐賀県主催の「第 44 回佐賀農業賞」受賞しており、佐賀県の農業をけん引する若手生産者として注目されている。

（1）ハウス規模の変遷と取り組み概要

一年間研修した後、2011 年に新規就農し、JA 伊万里きゅうり部会に属して、パイプハウス 10a でキュウリ栽培（土耕、無加温の摘芯栽培）を開始した。翌年の 2012 年に、丸屋根ハウス 11a（軒高 2.4m）を増設し、暖房機を導入して周年栽培を開始した（図 2）。その後、10 年間ぐらいは、合計 21a で栽培を続けた。

図 2　就農翌年（2012 年）に増設した 11a の 2 連棟丸屋根ハウス（軒高 2.4m）
暖房機を導入して周年栽培を開始

就農当時、部会の土耕栽培での平均収量は 18t/10a 程度であったが、就農初期に 30t/10a の高収量を達成した。キュウリは儲からないとの声もあったが、中山氏の成果を見て、2, 3 年後より若手の新規就農者が少しずつ出始め、その後かなり増えた。部会員はすべて JA へ出荷し、共選共販で、関西市場を中心に出荷している。売り先が共通で、収益が上がったことが認知され、新規就農増加につながったとみられる。

2014 年ごろより、環境制御装置、CO_2 施用装置、細霧装置などの導入を検討し、その後導入した（図 3）。ベテラン生産者の技術を取り入れるだけでなく、データの見える化を図り、データに基づく環境制御を取り入れ、反収 40t/10a 超え（最高 44t/10a）を達成している。

図 3　丸屋根ハウスの統合環境制御装置

2018～2019 年頃、反収が 1,000 万円を超えるくらいになったことから、規模拡大による雇用経営への切り替えを考え、経験が求められる摘芯栽培から、省力的で管理がし易い更新つる下ろし栽培に転換した。また、土耕栽培は、夏の暑い時期での太陽熱消毒や土づくりが重労働であることから、労力負荷の軽減や連作障害の回避などをねらい、固形培地（ヤシガラ培地）による養液栽培を導入した（図 4, 図 5）。当時、県内のキュウリ栽培で養液栽培は中山氏のみであり、ひとつのチャレンジであった。近々、若手就農者が 50a の養液栽培を導入予定とのことである。養液栽培になって、潅水量、排液量、培地重量、pH、EC などが見える化でき、確認できるようになったことで、管理がし易くなった。

図 4　丸屋根ハウスの隔離固形培地（ヤシガラ）による養液栽培

温風暖房機、CO_2 発生装置、細霧装置（中央カーテン下に細霧ノズル）を装備

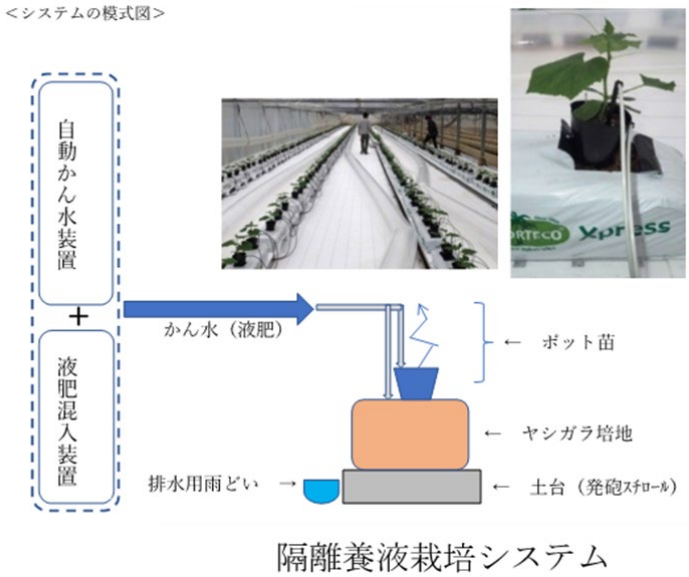

図 5　固形培地養液栽培システムの模式図（佐賀県「重点プロジェクト」資料より引用）

2020 年には、フェンロー型ハウス 23a（軒高 4m）を増設し、栽培（ヤシガラ培地隔離養液栽培、更新つる下ろし栽培）を開始した（図 6）。現在、若手部会員はほとんどが、更新つる下ろし栽培に置き換わっている。高齢部会員は、従来からの摘芯栽培が多い。

図 6　2022 年に増設した 23aのフェンロー型ハウス（軒高 4m）
養液栽培がし易いように 2 屋根間口を 9m にした

2022 年春からは、梨ハウスを転用した 16a の AP ハウス（土耕栽培、無加温）を増やした。この時点での栽培面積は、土耕 26a（AP ハウス 10a+ AP ハウス 16a）、養液栽培 34a(丸屋根型ハウス 11a＋フェンロー型ハウス 23a)の計 60a である。

2023 年には、ハウス 32a（養液栽培）を増設予定である。20～30a の経営規模は非効率で、1ha 規模がよいとの考えにより増設をしている。増設により合計 5 棟になり、ハウス合計面積は 92a（養液栽培 66a、土耕栽培 26a）になる。

現在の従事者は計 8 名で、内訳は、本人、常時雇用 2 名、パート 3 名（うち 1 名は母親）、研修生 2 名（1名地元、1名岐阜県より）である。

（2）新設ハウス（フェンロー型 23a）の管理事例

1. 栽培管理概要

2020 年に完成したフェンロー型ハウス 23a（軒高 4m、養液栽培がし易いように間口は 9m）での事例を紹介する（図 7～10）。2022 年 5 月時点で、5 作目のキュウリ栽培（品種：マリン、栽植密度：2,800 本/10a）がおこなわれている。定植は 3 月 4 日で、6 月下旬まで収穫し、6 月末より次作を開始する年 2 作の栽培形態である。ヤシガラ培地を使った養液栽培で、パート従業員でも管理しやすい更新つる下ろし栽培を採用している。

図 7 フェンロー型温室（23a）の内部の様子
右側が園主の中山道徳氏

図 8　固形培地（ヤシガラ）による養液栽培

JA 伊万里キュウリ部会での養液栽培は中山氏のみ

図 9　ベッド下秤でベッド重量を測定する装置

図 10　軌道移動のコンテナ運搬車
中央通路部分で方向転換できる

給液管理は自動化（養液王　700：日本オペレーター（株））しており、朝方はタイマーで数回給液し、その後、日射比例制御に移行する。1 日の給液量 3t/10a 程度で、排液率 20～30%程度（土耕だと給液量 6t/10a 程度で、排液率 50%程度）である。養液栽培の方が土耕栽培よりは給液量が少ない分、水や肥料代などのコスト安につながる。

CO_2 施用装置は、灯油燃焼式で、栽培ベッド下のポリダクトにより配風する（図　11）。濃度制御をしているが、灯油が高騰していることがあり、濃度設定値を以前より下げている（冬季は 380ppm を切ったら施用し、春先は施用しない。以前は天窓が閉まったら 600ppm まで上げて、開いたら 380ppm に設定変更）。

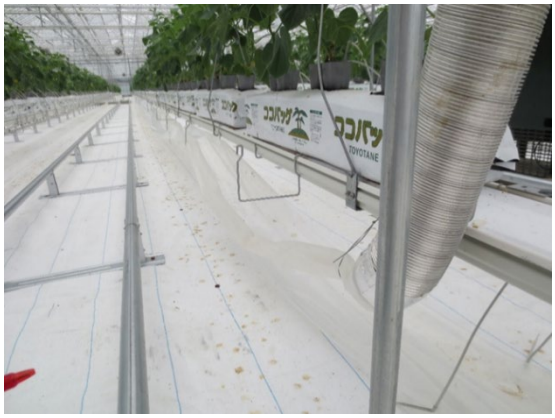

図 11　CO_2 施用装置
【左写真】の手前の CO_2 発生機（灯油燃焼式）で発生した燃焼空気を奥のファンで吸い込み、【右写真】のベッド下に設置してある透明ポリダクトの開口穴より吹き出して CO_2 施用

細霧装置がついており、飽差制御をしている。時期によって使い分け、通常は 10g/㎥以下だが、夏場は蒸すので 15g/㎥程度に飽差を上げている。光の反射と暑さ対策で、ハウス鉄骨材はホワイトコーティングしてある（図 12）。

図 12　白色コーティングしてある構造骨材
光反射による光の有効利用と骨材の高温化の抑制のため

害虫防除に天敵昆虫（スワルスキーカブリダニ）も放飼し、薬剤散布を減らすようにしている。佐賀県はキュウリ産地の宮崎県と日照量が違うため、燃油の使用量も多い。生産技術を上げながら燃油も使って収量を上げてきたが、小さい経営体がほとんどなので、燃油の高騰は経営に厳しい。燃油高騰（今季 100～110 円/L 位）により、燃油使用料を減らしている。燃油価格や資材費が高騰しており、反収を上げることよりは、燃油使用料を抑えて、収益の確保に努めている。2021 年1～12 月の収量（養液栽培）は 36t/10a 位で秀品率は 95%であった。

2. 環境制御とデータ活用

環境制御装置は 2 台入っており、1台（ハウスナビ・アドバンス：（株）ニッポー）で制御を行っている（図 13～14）。もう1台（AnesysQ2600：（有）イチカワ）は、次の増設事業（32a）で使う予定で入れており、現在、環境モニタリングに使用している。「Anesys」は制御盤がなくパソコン上で設定する（図 15）。モニタリングデータを見える化（グラフ化）し、それを解析して管理に反映している（図 16）。メーカーに変更要望点を電話で伝えると、ハウス内の Wi-Fi を経由して、外部からパソコン操作してシステムを切り替えてくれるので便利である（大手だと、このような細かな対応は難しい）。現在、「Anesys」を使用しているのは、伊万里では中山氏のみだが、伊万里の次の事業では入る予定とのことである。

図 13　管理室内に設置された環境制御機器および環境モニター類

図 14　左写真：統合環境制御装置、右写真：室内センサー類を接続する環境測定センサーユニット

図 15　環境制御装置（AnesysQ2600）の構成図（（有）イチカワのホームページより引用）

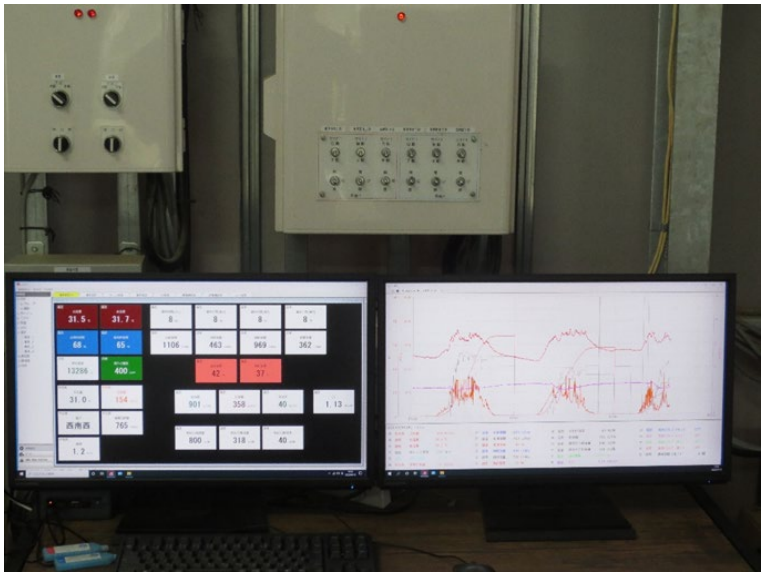

図 16　環境制御装置（Anesys）のモニター画面
左側：現在値表示、右側：グラフ表示

小型ハウスに比べ大型ハウスの方が環境のち密な制御（窓の細かな開度調整など）はしなくてよくなるので、高性能な制御装置でなくてもよくなるとのである。

成育観察（葉長、節間長、葉色など）は毎日行い、成育管理に反映している。特定の株を対象とした調査ではなく、ハウス全体の平均をみるようにしている。

（3）若手生産者グループ（胡青会）の勉強会活動

JA 伊万里きゅうり部会（部会員 70 名弱）のなかに後継者育成の「胡青会（きゅうせいかい）」という青年部会組織が以前からあり、活動をしてきた。中山氏が入会した 11 年前は高齢化により 50～60 代が占めていたが、その後、若手の新規就農者の参入により若返りが図られ、現在では 30 代が中心の若手約 20 数名が参加している（図 17）。中山氏は、同会のリーダー的存在である。

図 17　JA 伊万里きゅうり部会内の若手の集まりの胡青（きゅうせい）会
（伊万里西松浦農業改良委員会パンフレットより引用）

奇数月に会を開催し、巡繰のハウス視察、講師やメーカーを招いた勉強会、外部視察などを行っている。部会の研修会とは違い、将来を見据えてこれからの新しい技術の情報収集など、より入り込んだ活動をしている。メンバー間での情報やデータ共有も行い、聞かれたら答えることでお互いの情報交換を図り、新人の育成や産地のレベルアップにつなげている。胡青会メンバーの環境制御装置の導入割合は、部会のそれよりも高い（図 18）。

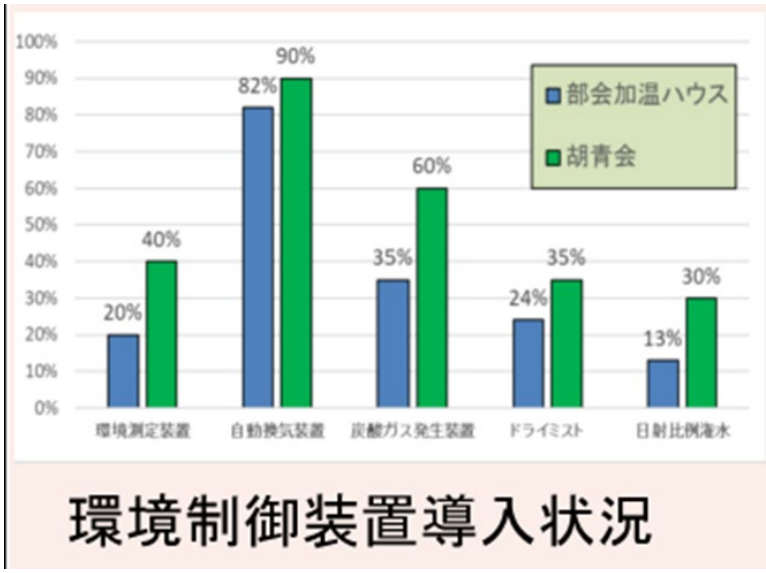

図 18　部会と胡青会の環境制御装置の導入状況（佐賀県「重点プロジェクト」資料より引用）

部会の売り上げが落ち込んだ時期があり、中山氏が就農した 11 年前の部会の売上額は 3.8 億円くらいだったのが、現在は 7 億円くらいに復活している。部会員がそんなに増加したわけではなく、反収が上がったことが理由である。特に若手の反収が高く、30t/10a 取りが多くいる。

高齢者が辞めていく中で、生産者数を増やすのは難しいので、産地の売上額を維持していくには、若手が頑張って売り上げを伸ばしていくしかない。販売を増やすことによって、市場の信頼も得られる。販売を有利にするためには、産地の維持拡大が不可欠である。中山氏は、産地全体の発展をさせたいとの意欲を持っている。

胡青会メンバーのほとんどは、他業種から参入した新規就農者が占め、JA や木材関係会社などからの転職や、梨栽培や花き栽培からの転向などいろいろである。伊万里にはトレーニングファームのようなものがないので他県からの参入はなく、ほとんどが地元出身者である。ここ数年、毎年若干名の新規就農があり、栽培戸数は横ばいに近い（図 19）。

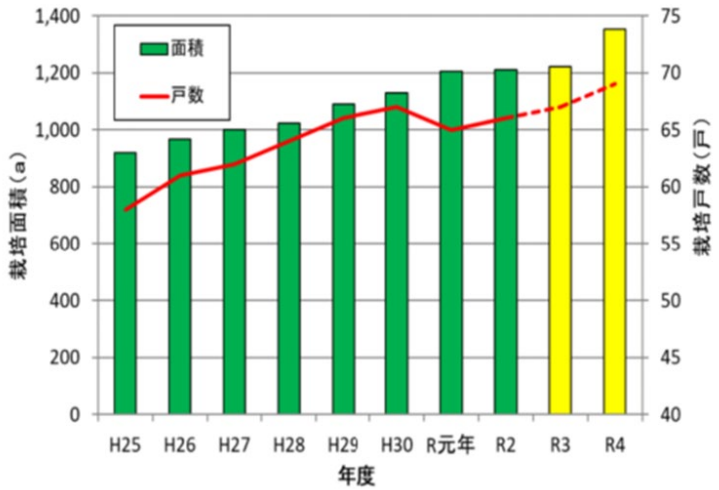

図 19 きゅうり部会の栽培戸数と栽培面積（加温＋無加温）の推移
（佐賀県「重点プロジェクト」資料より引用）

（4）新規就農支援

現在佐賀県は、「さが園芸生産 888 億円推進事業（新たな園芸農業者育成対策）」により、農業経営開始後 5 年以内の認定新規就農者に対する県単独補助があり、施設や機械導入に利用できる。補助率 60%（県費 50%、市町費 10%）で、上限 3,000 万円。産地なので補助事業に取り組みやすく、生産者も実績を上げている（図 20）。

図 20　新規就農のキュウリ栽培を促すパンフレット
（伊万里西松浦農業改良委員会パンフレットより引用）

就農希望者は、遊休ハウスを借りるなどして１～２年試して見て、それでもやりたければ県の補助を受けて独立する。そこで胡青会での活動が活きてくる。新規就農の場合、土地探しが意外と難しい点が課題になっている。

新規就農により、段階的に経営のレベルアップを図るキュウリ栽培経営モデルが、県によって示されている（図 21）。

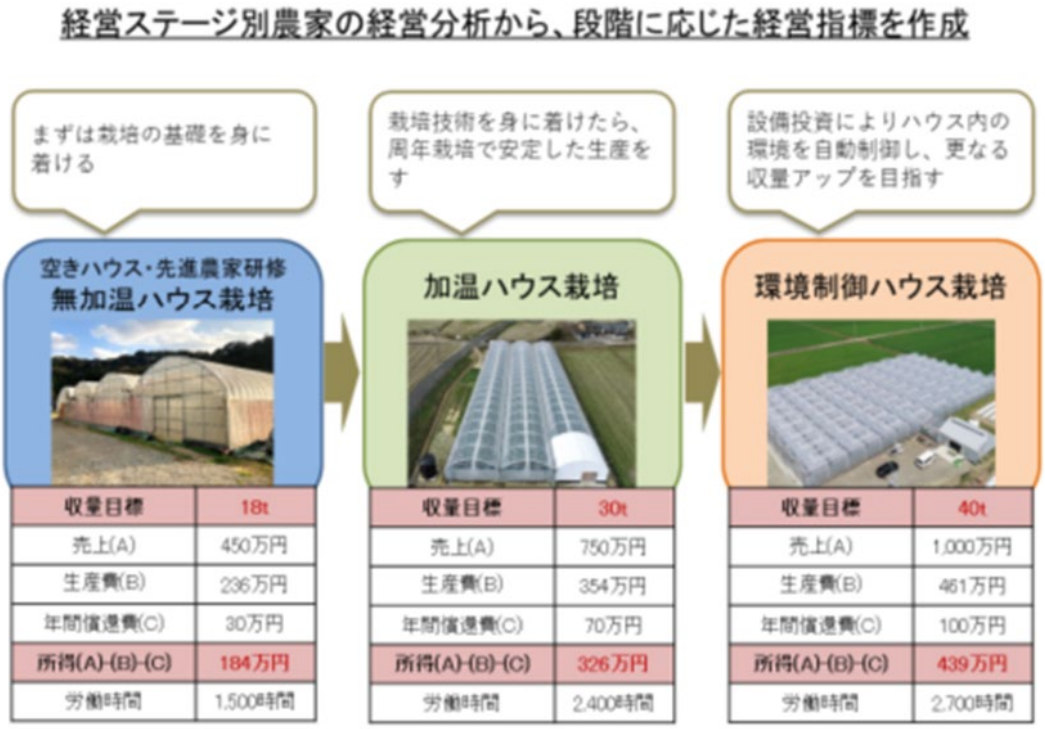

図 21　JA 伊万里のキュウリ栽培経営モデル（佐賀県「重点プロジェクト」資料より引用）

中山氏は、新規就農は、20 代か 30 歳位までに独立するのが望ましいと考えている。中山氏は 23 才で就農の機会を得て、良かったと感じている。現在、原材料費などあらゆる経費が上昇しており、これからの就農は、今までよりも難しくなるのではないかとの危惧がある。

引用資料

・佐賀県重点プロジェクト計画、キュウリの栽培技術支援と経営の安定（活動期間：平成 30 年度～令和 2 年度）、佐賀県
・伊万里・有田でキュウリ栽培始めませんか？、伊万里西松浦農業改良委員会

※本稿は林委員の執筆による。

2.8 スタディクラブ活動の活動経緯と今後の展開について

～ラプター会（宮崎県宮崎市）～

JA 宮崎中央田野支店胡瓜部会におけるスタディクラブ「ラプター会」について、設立前から今日に至るまでの活動経緯と今後の展開について設立者で現会長の山ノ上慎吾氏に伺った。

（1）基礎的な勉強会の開始

2010 年

ラプター会の前身となる勉強会活動を月 1 回のペースで開始し、1 年間継続した。農業の基礎の基礎から自主的に勉強をする集まりで、胡瓜部会若手生産者 4 名（部会員 26 名）で始めた。若手が増える中で先輩の生産者が開催し、自分も分からない中で参加した。基礎的な知識が不足しているという意識もあり、自分たちで肥料や温度の管理をするための一般的な知識が必要と感じた。新規就農者には普及センターが場を提供することもあるが、当時は勉強する方法もわからなかった。山ノ上氏自身も農業に関する知識も足りず、家業として継いだ中で栽培に関する興味もあまり無く、失敗の連続であった。当時は親が経営主であったが、キュウリの栽培管理は任されていたため、知識の必要性を感じていた。

（2）福岡県、佐賀県への視察

佐賀県の篤農家である山口仁司氏とのつながりがあった先輩が音頭をとり、青年部の助成金も使い、福岡県朝倉町と佐賀県武雄市のキュウリ生産者と視察を総勢 10 名で行った。すでに導入されていた CO_2 施用について聞いたところ、農業資材メーカーからの情報提供をもとにしたとのことだった。当時はネット環境も SNS も盛んではなく、宮崎にはあまり情報がなかった。

（3）環境計測・CO_2 発生器の導入とデータ分析の開始

2011 年

田野支店で農業資材メーカーによる説明会が開催された。キュウリ生産者が 20 名以上集まり、うち 2 名が自己資金で環境モニタリング装置を導入し、営農指導員が分析を担当した。

CO_2施用を行うハウスと行わないハウスでの収量差について、環境データと収量データをもとに分析を行った。

すでにベテランのキュウリ生産者が厳寒期に CO_2施用をして 3 割収量アップ（従来は月 2t/10a が 3t/10a に向上）した事例もあり、環境モニタリング装置や CO_2発生器の導入が進み始め、各地の農業資材メーカーの勉強会へも若手生産者が参加し始めた。勉強会の内容はトマトが中心で、自分たちでキュウリに落とし込む必要があったが、それはチャレンジであった。

（4）産地での品目転換と施設設備の導入

2014 年

産地での露地野菜や葉タバコからキュウリへの品目転換があり、世代交代と重なり合った。担当の JA 営農指導員を中心にハウス新設や付帯施設の導入がさらに進められた。ハウス新設は事業活用、既存ハウスへの付帯設備導入は自己資金（環境モニタリング装置 20 万円、CO_2発生器 30 万円）で行われた。当時は販売単価もよく 1 年で投資が回収できた。部会員の 8 割が環境モニタリング装置と CO_2発生装置の導入を行った。

（5）スタディクラブに関するセミナーへの参加

2015 年

農業資材メーカー主催の環境制御のセミナーが夏に熊本で開催され、山ノ上氏などが参加した。オランダのスタディクラブについての紹介があり、環境制御の次のステップとしてスタディクラブ活動が推奨された。愛知県のアクセル会の活動紹介もあったが、キュウリでの活動はない様子だった。そこでキュウリにおけるスタディクラブを全国に先駆けて立ち上げることを思い立った。前年までの CO_2施用の導入効果などについて本質的なことを改めて勉強しデータの分析も行う必要性を感じ、またさらにレベルを上げるよう産地として検証しながら徐々に技術を広げることを考えた。

（6）ラプター会の設立と活動開始

10 月にメンバーに声掛けし、11 人が集まった。普及センターと JA の担当者の協力も得て、11 月の栽培開始とともにラプター会としての活動を開始した。環境モニタリング装置の導入、週に 1 回の生育調査、月に 2 回の生育調査会開催を取り決めた。忙しくても集まることにした。

メンバーは、3 名がベテラン農家の跡継ぎ、3 名は CO_2 施用をすでに行っており、2 名は 1 年前にキュウリ栽培を始めた初心者で、残りがラプター会結成とともにキュウリ栽培を開始していた。技術レベルはバラついていたが、品種もほぼ揃い、定植時期も近く、全量 JA 出荷のため活動はしやすかった。会の規約も当初より作った。

普及指導員と営農指導員がハウスを 1 棟ずつ巡回して、環境モニタリング装置のデータを吸い上げ、持ち帰りデータを整理し資料を作成した。データをもとに多収事例とそうでない事例について、勉強会での検討を開始した。データの分析と比較検討について、営農指導員および宮崎県総合農業試験場の研究員によるサポートが行われた。

一方で、ラプター会の運営については、山ノ上氏が担っていた。生産者自らが活動することが重要と考え、自分たちでできないデータの分析は外部にまかせながら、会をまとめるのは生産者が率先して行うようにした。山ノ上氏は就農前に福岡市内で働きながらバンド活動を行っており、マネージャーもいない中で、会場手配や集客などすべてをバンドメンバーが行う必要があった。そうした経験をもとに、当事者自身がやる気を出して自らが行う重要性を認識していた。ラプター会の活動もバンド活動と同様な楽しさを感じ始めていた。スタディクラブの運営のポイントは斉藤氏の講演内容から学んだが、実際の運営は自分ですべて行い、しかも結果が収入につながりまったく苦にならなかった。さらに自分の成長よりも他のメンバーの成長が楽しみに思えた。

2017 年

生産者が率先して活動を行うラプター会が、3 年で順調に実績を積み上げ、メンバーの返金収量が 19t/10a から 25t/10a に伸びたことが、評価されるようになる。その結果、胡瓜部会が農林水産大臣特別賞を受賞した。

2018 年

当初は収量を紙に記帳し、それを職員が手入力していた。会員相互のデータ共有のため、Google spreadsheet の利用が進み、オンラインでのデータ共有が可能となった。

2019 年

2019 年 8 月 7 日に千葉県旭市で開催された施設園芸新技術セミナー・機器資材展にて、山ノ上氏が「きゅうり栽培における日本一のスタディクラブを目指して」をテーマに講演を行った。

2020 年

ラプター会の活動開始から 4,5 年がたち、様々な課題がみられた。具体的には以下のようである。
・メンバーの収量実績が固定化された。
・宮崎県の事業で IT 企業との連携を図ったが良い効果が生まれなかった。
・担当する県職員の人事異動や、JA 営農指導員からの資料提供も少なくなったことなどについて、メンバーから不満が出るようになった。
・コロナ禍による単価下落や、燃料資材高騰などによる経営への不安が生まれた。
こうした課題に対し、グループの活動を細分化して小グループ制にし、少人数での課題設定とディスカッションを行う運営を始めた。各グループの成果はラプター会の全体会合で共有し、そのことで取り組みの幅が広がってきた。

2021 年

山ノ上氏が clubhouse を利用し、全国の施設園芸生産者との交流を活発に行うようになる。
（株）ダブルエムの狩野敦氏による「生物環境物理の基礎」をテキストとした勉強会に山ノ上氏が参加。Thinking Farm（環境モニタリングをもとに光合成速度や蒸散速度を推定するサービス）を導入し、キュウリ栽培における光合成速度、蒸散速度などのデータを取得し、栽培管理、環境管理に活用中。
山ノ上氏が、令和 3 年度農機 API 共通化コンソーシアム事業検討委員会外部委員の委嘱を、農研機構より受ける。

（7）小グループ活動でのクラウド上のデータ共有と利活用

2022 年

ラプター会の活動 8 年目でメンバーは現在 12 名になる。全員がプロファインダーにより環境データを取得し、プロファインダークラウドにより共有を行う。また日収量や毎週の生育調査など栽培の記録を Google drive などで共有する。Google spreadsheet を用い、収量、潅水量、CO_2濃度、病害、メモといった情報をメンバーが個別に入力し共有、分析する仕組みを作っている（図 1）。

日付	週数	ワンタッチ収量(kg)	その他収量(kg)	合計(kg)	10aあたり収量(kg)	全体灌水量(L)	10aあたり灌水量(L)	1株あたり灌水量(L)	CO2施用時間(h)	灯油使用量(L)	灯油使用積算(L)	病気発生	病気発生	対策	メモ
2022/02/27	10	180	73	253	177.5		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/02/28	10	170	55	225	157.9		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/01	10	180	83	263	184.6		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/02	10	155	49	204	143.2		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/03	10	170	65	235	164.9		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/04	10	185	102	287	201.4		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/05	10	200	95	295	207.0		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/06	11	195	95	290	203.5		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/07	11	200	65	265	186.0		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/08	11	160	41	201	141.1		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/09	11	195	69	264	185.3		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/10	11	220	85	305	214.0		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/11	11	240	117	357	250.5		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/12	11	245	115	360	252.6		0.0	0.00		0.0	29.6	乾ベト			
2022/03/13	12	269	144	413	289.8		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/14	12	250	140	390	273.7		0.0	0.00		0.0	29.6	うどんこ			
2022/03/15	12	235	190	425	298.2		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/16	12	210	140	350	245.6		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/17	12	190	146	336	235.8		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/18	12	180	123	303	212.6		0.0	0.00		0.0	29.6				乾燥ベト　原因　根の根量が少な
2022/03/19	12	140	70	210	147.4		0.0	0.00		0.0	29.6	つる枯れ			1本発見
2022/03/20	13	150	68	218	153.0		0.0	0.00		0.0	29.6				べとの原因は暖房が足りず北側が
2022/03/21	13	135	71	206	144.6		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/22	13	130	125	255	178.9		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/23	13	120	54	174	122.1		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/24	13	120	50	170	119.3		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/25	13	155	67	222	155.8		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/26	13	170	123	293	205.6		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/27	14	145	61	206	144.6		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/28	14	180	147	327	229.5		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/29	14	140	53	193	135.4		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/30	14	100	46	146	102.5		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/03/31	14	95	55	150	105.3		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/01	14	85	83	168	117.9		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/02	14	70	50	120	84.2		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/03	15	70	57	127	89.1		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/04	15	65	48	113	79.3		0.0	0.00		0.0	29.6				病気葉の位置で流れ果実多数
2022/04/05	15	85	63	148	103.9		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/06	15	110	140	250	175.4		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/07	15	110	122	232	162.8		0.0	0.00		0.0	29.6				
2022/04/08	15	135	136	271	190.2		0.0	0.00		0.0	29.6				

設定　毎日入力　週間値　月間値　生育調査2　灌水　生育調査平均 のコピー

図 1　Google spreadsheet によるデータ共有

※項目は収量、10a あたり収量、潅水量、10a あたり潅水量、1 株あたり潅水量、CO_2 施用時間、灯油使用量、病気発生、対策など

また売上と経費を集計するシートに日々の収量を反映している（図 2）。売上に対する経費率や、1 本あたり経費などを算出し、また販売単価の低下や経費の上昇に対しての見直し、収量増に向けた損益分岐点の計算を行っている。現状把握を常に行えるよう、これらのシートを活用している。

		2022年				2022年								シーズン計
		9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	
売上		0	88,250	1,623,000	5,652,200	673,467	0	0	0	0	0	0	0	8,294,917
	買入金額													0
	収穫量		299	6,492	12,516	2,781								22,094
	単価		250	250	450	350								335
	10aあたり収量		59	1,443	2,781	1,489								5,772
売上原価		380,000	500,000	1,440,000	2,218,000	2,580,000	790,000	790,000	790,000	580,000	580,000	280,000	280,000	11,150,000
月累計利益		-380,000	-813,750	-630,750	2,791,450	1,294,917	424,917	-356,083	-1,136,083	-1,716,083	-2,296,083	-2,576,083	-2,856,083	
経費割合	人件費（専従者）	73.68%	58.00%	19.44%	12.67%	18.94%	35.90%	35.90%	35.90%	48.28%	48.28%	100.00%	100.00%	30.13%
	人件費（パート）	0.00%	12.00%	8.33%	13.57%	11.72%	38.46%	38.46%	38.46%	51.72%	51.72%	0.00%	0.00%	20.46%
	生産資材費	0.00%	12.00%	5.94%	5.43%	4.50%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.59%
	梱包資材費	0.00%	0.00%	6.25%	7.24%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.68%
	燃料費（重油）	0.00%	0.00%	34.72%	27.15%	46.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.83%
	燃料費（灯油）	0.00%	0.00%	13.89%	9.05%	11.72%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.29%
	電気料	26.32%	20.00%	10.42%	6.89%	7.81%	25.64%	25.64%	25.64%	34.48%	34.48%	35.71%	35.71%	16.89%
	雑費	0.00%	0.00%	0.00%	19.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.77%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

図 2　売上と経費の月次集計シート

※項目は月別の売上（収量、単価、10a あたり収量）、経費割合（専従者人件費、パート人件費、生産資材費、梱包資材費、重油代、灯油代、電気量などの対売上比）、売上原価、利益

（8）小グループ活動の推進

小グループは、施設の仕様によりエフクリーングループ、ポリグループ、ポリ・ビニルグループとして、おのおの課題として CO_2 高濃度施用、データ整理の仕組み、収穫予測を設けている。各グループの活動のスピードは様々である。

山ノ上氏が所属するエフクリーングループでは、Excel のパワークエリーを用いてプロファインダークラウドのデータを保存できるようにし、過去の環境データを Excel 上から閲覧できるようにした（図 3）。これにより個人ごとやグループ内での環境データの比較が簡単に行えるようになった。

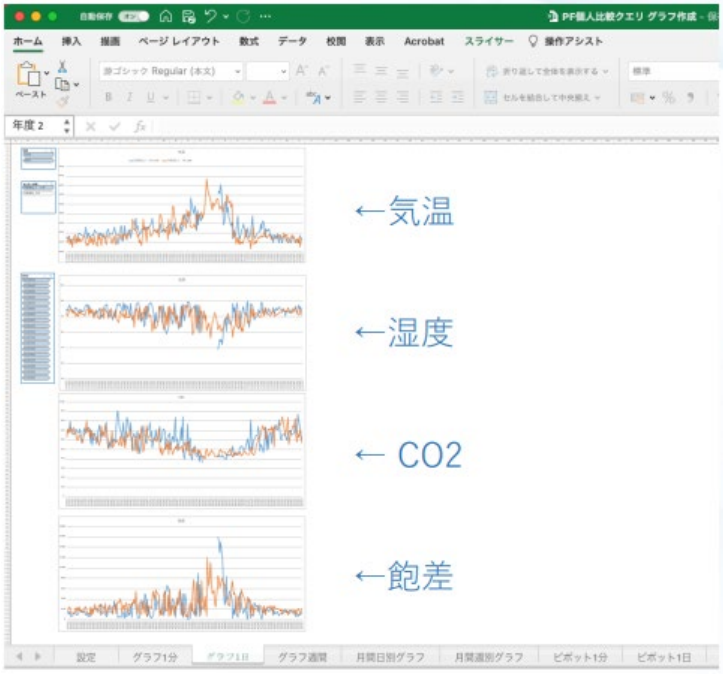

図 3　Excel パワークエリーによる環境データ取得

プロファインダークラウドからの CSV ファイルをドラックすることで簡単にグラフ化が行える。

さらにそのデータを用いて、光合成速度や蒸散速度の計算値をグラフ化（図 4）することに取り組んでいる。それにより過去の収量の多少などについて、その時期の光合成速度などから要因を読み取ることも考えられる。また病気が発生した時期に、さかのぼってどんな管理をしたかを調べることも考えられる。また平均気温と成長速度の関係を求め、節数の増加や果実の肥大速度などを求め、収量予測にも結び付けている。

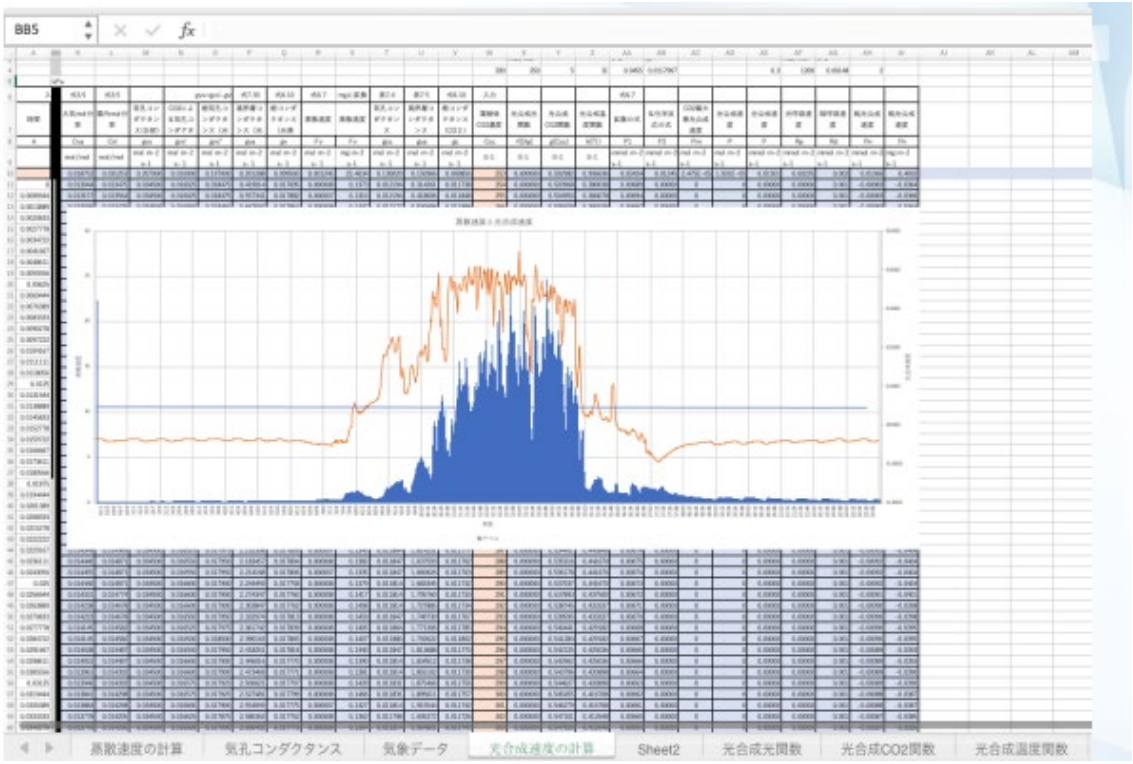

図 4　光合成速度と蒸散速度の計算結果のグラフ

（9）光合成速度の算出と温度管理への活用

山ノ上氏のハウスでは、Thinking Farm（クラウド上の農業情報サービス、環境データと植物生理モデルから各種生育パラメータを計算する）を用い光合成速度などを算出、プロファインダークラウドのデータより光合成速度に対する実際の平均気温が適正だったかを判断している。そのため、Excel とプロファインダークラウドにより過去のデータを揃え、クエリーでデータを検索できるようにしている。また小グループのメンバー内では Excel シートも共有している。

今後の方向として山ノ上氏は以下をあげている。「DMCALC（光合成速度などの算出アプリ）のように、ハウスのスペックなどを入力し、光線透過率による光合成速度の違いなどをメンバー内で比較を行いたい。またキュウリの基底温度（発達が停止する下限の温度）や平均気温などの過去データから、伸長速度などを割り出したい。」

また課題として山ノ上氏は以下をあげている。「過去の生育調査データは全部で 150 セットあり、まとめるのは容易ではない。過去の環境データも残されているか不明。今後は生育調査データも自動集計し、基底温度から伸長量を求めるように考えている。」

（10）山ノ上会長のデータによる管理と会の運営

会長の山ノ上氏自身は、ここ数年の経営実績が良好ではなかったが、前作（令和 3 年作）では、Thinking Farm のデータを参考に環境制御を行い、鉄骨ハウスの単収が 30t/10a と上向いた。現在のテーマは、メンバーに光合成について興味を持ってもらうことである。会自体の存在は大事にしているが、会の意味を忘れたままの活動では衰退すると考えている。皆で収量を伸ばすこと、自分たちで勉強しレベルを高めることが大切だと考えている。

山ノ上氏は、キュウリでの目安となる光合成速度（0.3mgl/m^2sec）を聞き、それを基準に管理をしている。フッ素フィルムを展張した高軒高の鉄骨ハウスでの収量を高めることが当面の目的で、そこでは日射量も多く光合成速度が高いこともわかった。古い低軒高の PO 展張のハウスはハウススペックが低く光合成速度も低下しているため、それに応じた温度管理（平均温度を下げるなど）を考えている。

従来は定植時期を早めて初期収量をあげていたが、そのあとに乾燥によるベト病が必ず発生した。定植後は夜温が高く、日中は換気窓も開き、CO_2濃度も上がらなかった。これはあまり光合成をしていないのに転流を促進した状況で、根などに光合成産物が転流していないことで病気も出やすかったと考えられる。今作は 10 月前後の定植時期に遅らせている。

光合成速度と転流の調整を行ってからのプロセスとして、栄養成長と生殖成長のバランス調整を行うようにしている。それは葉の大きさの管理、果実に光をあてる管理などによる。1 節の伸長に（積算温度で）20℃必要、果実 100g に 70℃必要で、それらは基底温度から考えている。葉の成長速度や果実の肥大速度を管理することで、2 月の芯どまりを防ぐことになる。今作でそれらの結果が出れば次作では会のメンバーとも共有したい。生育調査のデータにより計算結果の確認が出来るようにもなる。

（11）今後のグループ活動

山ノ上氏は、今後のグループ活動について、以下のように考えている。市場との交渉材料とするよう、品種について環境条件、管理や時期に応じた収量を計算したい。他の産地の気象を参考に収量を調整し、取引先とのやりとりにも活かしたい。こうした取り組みが他県でも進む動きもあり、そうなると宮崎県への影響も大きいと考えている。

今後は目標収量～光合成量の目標～平均気温の管理指標という流れで計算が可能になると考えている。その結果、暖房コストなどが見える化されれば、自分の経営管理のため作成している CF 計算書に落とし込むことができる。平均気温と重油使用量から暖房コストの計算もしやすくなり、経営上の失敗のリスクも抑えることができるだろう。

この 2 年くらいは、メンバーのコスト意識が高まっており、JA みやざき中央田野支店胡瓜部会の副会長 2 名が毎月のコスト計算と燃油使用量記録をしている。販売単価と利益を整理し、市場側に提示したら驚かれたこともある。

以上のように、これまで蓄積してきた環境・生育調査の整理の仕方のめどは立ったが、整理や分析にかける時間が少ないので、普及センターや JA 営農指導員に再度協力をお願いして、上手に役割分担をしたいと考えている。

2023 年

2023 年 2 月 10 日に施設園芸総合セミナー・機器資材展にて、「計算できるきゅうりの生産管理を目指して～スタディクラブ活動紹介～」として山ノ上氏が講演を行う。そこではラプター会の中長期展望を以下のように述べた。

・各種データを収集、分析し、それを役に立つようアウトプットする仕組みを、数年かけて構築したい。またメンバー全員でその仕組みを共有し理解を深めたい。
・メンバーの平均収量を 5 年以内に 27t/10a に伸ばしたい。また良い品質のキュウリを安定生産することで、販売に有利な産地づくりに取り組みたい。そしてデータの分析結果についても、JA の販売のツールとして利用してほしいと考えている。

令和4年度みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業費補助金等のうちスマート農業の総合推進対策（データ駆動型農業の実践・展開支援事業のうちスマートグリーンハウス展開推進）
事業報告書（別冊2）
スマートグリーンハウス転換の手引き　～導入のポイントと実践の事例～

令和 5 年 3 月
一般社団法人日本施設園芸協会
〒103-0004　東京都中央区東日本橋 3-6-17 山一ビル 4 階