

## 「第49回コンソーシアム研修会」現地見学会

11月9日(金) 大分県玖珠郡

第49回コンソーシアム研修会では、先進的な生産現場における最新情報を入手するために、大分県九重町でパプリカを栽培している株式会社タカヒコアグロビジネス「愛彩ファーム九重」を訪問しました。「愛彩ファーム九重」は、農林水産省次世代施設園芸導入加速化支援事業の一環で整備された3ha(栽培温室2.4ha、育苗施設0.3ha、出荷場0.2ha)の広大な施設です。大分自動車道「湯布院IC」から車で15分ほどの山間(標高:700m)にあり、夏の冷涼な気候と冬の温泉熱による暖房を利用して、赤、黄、オレンジ色の3品種のパプリカを周年栽培しています。販売面も順調で、現在、全国で約180社と契約しているとのことでした。また、オランダの生産法人等と業務提携し、事業展開も視野に入れています。生産管理面でも改善を図り、Global GAPを取得しているとのことでした。



株式会社タカヒコアグロビジネス提供

この「愛彩ファーム九重」では、複数の設備を同時に制御して作物の生育に合わせた環境を実現する統合環境制御装置の導入された軒高5.5mのフェンロー型ガラス施設(オランダ型の採光性の高い施設)を利用しています。この施設の最大の特徴は、温泉熱の暖房への利用です。暖房装置は、独自に開発し、特許を取得している熱交換器により、温泉と施設内を循環する水を熱交換します。これにより、化石燃料(重油など)を利用せずに、施設内を冬季の夜間でもパプリカが必要とする気温を維持できます。一方、夏季は冷涼であるものの、高温になる場合には、細霧装置を利用した冷房を実施しています。他にも、CO<sub>2</sub>を適切に施用することにより、作物の生育を促進しているとのことでした。なお、温泉熱を利用した地熱発電も施設に併設されています。

栽培品目としてパプリカを選択した理由は、地域農業との競合がなく、高付加価値化の可能性を考えてのことです。また、生産量は年間400tを超えています。1作あたり4万粒の種子を播種し、人工光型育苗装置にて10~21日間、若苗に育てます。次に、プールベンチを利用した二次育苗で、夏季1か月、冬季1.5か月かけて中苗になるまで育てます。ハウスに2か所ある栽培室では、ヤシがらのスラブとロック

ウールキューブを利用して、ハイワイヤー方式で栽培しています。草丈5mのパプリカが林立している姿は圧巻でした。

「愛彩ファーム九重」では、幅広い年齢層の従業員が働いており、とくに、若い従業員が多い印象を受けました。また、生き生きと笑顔で挨拶をしてくれる従業員の方々の対応が気持ちよく感じられました。夢のある職場をモットーにしていると同時に、年2回の社内リクリエーションを実施するなど、職場環境をよりよくする工夫がされていました。また、明るく開放感のあるおしゃれな作業場や従業員のアイデアによるユニフォームにもそのことが表れていました。

続いて、玖珠町にある、家族経営で鉢花生産をしている有限会社サザンガーデンを視察しました。サザンガーデンは、大分県の中西部にあります。穴井重利氏(現会長)が平成4年に葉タバコ生産から作目転換し、300坪のガラス温室でシクラメン等の鉢花生産を開始しました。平成27年に御子息の亮輔氏に経営が引き継がれ、生産規模を徐々に拡大し、現在はガラス温室0.8haと露地0.2haの合計約1haの規模で、年60万鉢、200種類以上の花きを生産しています。訪問時には、温室内にポインセチアやベゴニア、シクラメンが色鮮やかに広がっていました。とくに、シクラメンの花の甘い香りがたちこめていたのが印象的でした。



栽培現場では直接販売されており、売上全体の2~3割を占め、経営上重要となっています。日田市や九重町の方々だけでなく、別府への立ち寄りでも訪問される方もいるとのことでした。花き市場や量販店、専門店にも出荷しており、九州内で8割、関西圏で2割流通しているとのことでした。

統合環境制御装置は導入されていないものの、様々な工夫により温室内の環境を制御していました。シクラメンは底面給水方式が取り入れられ、作業環境が整備されています。一方、ベゴニアとポインセチアは、手作業で灌水していました。開花時期の調整が非常に重要で、3重の暗幕や人工光源を利用して日長コントロールを実施していますが、夏季の高温下での作業は困難を伴います。高温対策としては換気の促進や水管理により行われているものの、最近の気候変動により高温が続くことに頭を悩ませています。冬季の暖房は18℃と高めに設定しているため、最近の原油高の影響を受けてしまうことも問題視されていました。病虫害防除と矮化剤を週に1度噴霧する作業にも負荷がかかっています。(文責:青木歩)

## 2018年10月にElsevierから出版された人工光型の植物工場に関する本、 「Plant Factory Using Artificial Light」editors; M. Anpo, H. Fukuda, T. Wada の紹介 安部 正一(元 大阪府立大学理事・副学長・植物工場研究センター長 現 福州大学 特聘教授・国際顧問(前国際学院長))

機会を頂きましたので、10月にElsevier から出版された本「Plant Factory Using Artificial Light」editors; Masakazu ANPO, Hirokazu FUKUDA, Teruo WADAに付いて少し経緯や内容に関し紹介させて頂く。

この本は、世界に先駆けて完全人工光型植物工場を完成し実用化まで展開した大阪府立大学の植物工場研究センターでセンターの一員として基礎から実用化まで熱心に取り組んで頂いた先生方の日々の奮闘の成果を世界にアピールする形で英語本として残したく思い企画した。その線に沿って、協力頂いた先生方の研究成果を中心に、それに2014年に大阪府立大学で開催した植物工場に関する一日国際会議に駆けつけて頂き興味深い講演をして頂いた世界各地の先生方にも参加頂き構成したものである。残念ながら忙しく執筆を断念された先生方もおられたが、可能な限り協力を頂いた先生方の研究成果を網羅している。執筆頂いた先生方や院生、研究者は、日本からは大阪府立大学植物工場研究センター関係、京都大学、筑波大学、三重大学、神戸大学、東京海洋科学技術大学、エスベック(株)、伊東電機(株)、未来(株)、三進金属工業(株)と海外からはブリストール大学(イギリス)、HAS大学(オランダ)、国立台湾大学(台湾)、工業技術研究院(台湾)、リュージュ大学(ベルギー)、オハイオ州立大学(アメリカ)、アリゾナ大学(アメリカ)、ボルドスター州立大学(アメリカ)、福建農林大学(中国)、福州大学(中国)、フィリップス社(オランダ)とその関連会社からの全50名に執筆頂いている。

簡単に内容を紹介しますと、最初に序章として、地球環境の悪化や地球規模の温暖化等による農作物の安定供給への不安を和らげる補償する意味での人工光型植物工場の意義

と重要性にふれ、実用化に至るまでの開発の簡単な歴史と植物工場に欠かせない基礎的要素技術の紹介、植物工場での技術が今後の農業の工業化への糸口として重要になることも予測している。第1章では、野菜の生産性と質の向上への効率的効果的な野菜育成技術として、育成技術の基礎と実用、植物生育を制御する先端技術、植物工場での収穫野菜の安全と安心性と栄養評価について述べている。第2章では、低いコストでの野菜生産と制御システムの新しい科学技術として、先端工学技術の紹介とIT技術を用いた新しい技術展開について述べている。第3章では、実用レベルでの植物工場展開への種々の技術的アプローチとビジネス戦略として、種々の先端技術の紹介、植物工場の広がりに向けての種々のアプローチ、世界の最近の植物工場の状況、植物工場に期待される展開および植物工場と再生可能エネルギー技術の関連について述べている。

最後に、9月12-14日の間、厦門(Xiamen)において先端材料に関する国際会議が開催され、招待され光触媒による水からの水素製造と植物工場の融合についての講演を行った。基調講演として青色LEDの発明でノーベル物理学賞(2014年)を受賞された中村修二先生(カリフォルニア大学)がLEDの利用について講演され、その中で人工光型植物工場の可能性についてスライド3枚分のお話をされました。その夜のバンケットで中村先生に大阪府立大学で実用化した人工光型植物工場とそれをベースにした本をElsevierから出版することを伝えた。先生は、“えーもうそこまで進んでいますか”と言われました。先日この本を紹介したElsevierのパンフレットを中村先生にお送りした。今後、先生の講演の中で大阪府立大学の植物工場の話が出てくるかも知れないと期待していることを紹介してこの記事を終える。

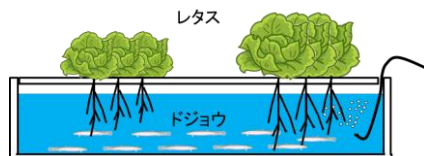
## 専門は野菜園芸学です 和田光生(大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

専門は?と聞かれたときは、「野菜園芸学です」と答えています。ある著名な先生がおっしゃった言葉があります。「漢字は違うけど、園芸は演芸なんだから人を笑わせないといけない。人を笑顔にするのが園芸という学問なんですよ」。この言葉を胸に、養液栽培技術を中心に植物工場や施設栽培において、現場の方が笑顔になれる技術開発を目指しています。現在の研究テーマは次のようなものです。

- ・物質循環型野菜生産技術の開発：北宅善昭先生とともに植物工場研究センターで実施しているプロジェクトで、ドジョウを用いたアクアポニックスの研究をしています。
- ・植物工場における栽培環境の最適化：培養液管理技術の高度化や生育促進のための最適栽培環境の探索、特性の成分含量を制御する技術の開発などを研究しています。
- ・青果物貯蔵への水素水の活用：水素水を処理すると果実の軟化抑制、低温障害の抑制、切り花の日持ち性向上など

が見られます。ミスト状水素水処理装置の開発や水素水の効果の検証を行っています。

- ・ハウスでの実験：トマト果実の尻腐れ症発生機構の解明や夏季における一季成りイチゴ生産技術の確立などを行っています。





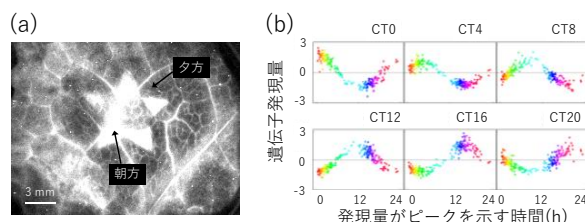
## 日本生物環境工学会 学術賞 福田弘和(大阪府立大学大学院工学研究科)

9月19日、「植物工場における概日時計の計測と制御に関する基盤的研究」について日本生物環境工学会より学術賞を受賞した。概日時計は、24時間周期の昼夜サイクルと生体内の活動リズムを同期させ、生物の諸活動を最適化する重要な基礎生理機構である。植物の概日時計は1990年代以降、欧米を中心に研究が進められ、これまで「時計遺伝子」の同定と計測、全遺伝子発現における概日リズムの評価、概日時計の制御による成長制御などが明らかにされてきた。しかしながら、植物生産への応用、特に生体情報に基づいた高度な生体制御（いわゆるSpeaking Plant Approach (SPA)）に関する研究は国内外ともにほとんどなかった。

このような背景のもと、本研究では、①概日リズムの基礎となる細胞集団の数理モデルを構築し（2007）、②概日時計の制御において重要な位相応答関数を導出し（2008）、③その応答関数を利用した概日リズムの精密制御を開発し（2013）、④位相応答関数の精密計測法の開発に成功している（2017）。また、植物工場における研究開発として、⑤時計遺伝子の発現活性による苗の優秀性評価について研究を行い（2011）、⑥レタスにおける概日リズムの精密計測に成功（2012、2014）、⑦大阪府立大学大規模植物工場

(C22棟)にてハイスループット優良苗診断システム（処理能力7,200株/日）を開発し（2014）、⑧その成果を国際学術誌において発表している（2016）。さらに、オミクス研究にも取り組み、⑨人工光型植物工場レタスの概日リズム解析（2016、2018）ならびに⑩愛媛大学との共同研究において太陽光植物工場トマトにおける概日リズム解析を行った（2015、2016）。

以上のように、受賞の対象となった研究は、植物工場における概日時計の計測と制御に関する一連の基盤的研究である。現在、植物工場における根本的な技術課題は「生産安定化」「成長予測」「環境最適化」とされているが、本研究はこれらの技術課題を解決するための基礎として期待されている。



レタスの葉における細胞レベルの概日時計制御 (a) と概日リズム表示遺伝子配列215個の発現プロファイル (b)

## 日本生物環境工学会 植物工場貢献賞を受賞して

綾木光弘(大阪府立大学URAセンター、元植物工場研究センター)

この度、上記学会にて、植物工場貢献賞をいただき、東京農工大学で9月中旬に開催された学会年次大会の中で、表彰を受けました。私の受賞理由は、府大で長く続けている、植物工場関係の社会人講座の運営にさせていただいたものです。数ある大学の中でも、社会人向け講座の府大での充実ぶりが、学会で認められたものと認識しております。植物工場研究センターの皆様の日頃の努力が実ったものということで、関係各位の皆様に、感謝と御礼を申し上げます。

小倉東一(三進金属工業株式会社テクニカルアドバイザー)

上海万博展示・コンソーシアムや共同研究の立ち上げ・C20・C21建設・見学対応・C22予算獲得・建設と多忙な2010年2月～2017年3月の7年間。賞状には「大阪府立大学植物工場研究センター」の運営により植物工場の普及・拡大に貢献してと記載されている。「業界発展のためにはこういう施設が絶対必要だし、かつ大阪府大のポテンシャル発揮の場と必ずなりうる」とやってきた事が評価されました。これは一緒に汗を流した皆さんを代表して受け取ったもので、それらの人々と共に喜びたいと思います。

Made in Japan



POINT

- ①400～800nmの全波長を含む白色光
- ②防塵・防水保護等級 I P66
- ③ケーブル付きなので、設置が簡単
- ④PSEマークつき

東神電気株式会社 <http://tec-led.jp/>

大阪市淀川区新高1-3-8 TEL 06-6393-7174

『新鮮』を運ぶために

窒素ガスを手軽に精製!



空気 → 窒素ガス

NS Series

CKD

CKD株式会社

本社・工場 〒485-8551 愛知県小牧市応時2-250

<https://www.ckd.co.jp>

TEL(0568)77-1111 FAX(0568)77-1123

## PFCセミナー I「はじめのいっぽ栽培研修」報告

PFCセミナーI「はじめのいっぽ栽培研修」では、タイトルに「はじめのいっぽ」という言葉が含まれていることが示すように、栽培を開始する前の準備から終わりまで、必要とされる知識、技術の基礎を取得できるようにカリキュラムを組んでいる。初回では、セミナー全体の流れを示すオリエンテーションとともに、実際に播種（種をまくこと）を研修生に体験してもらった。その後の回では、養液の原液（100倍濃厚原液）を作成するとともに、実際にそれを希釈して養液を作成する体験をしてもらった。あわせて、どのようにレタスが成長していくかを体験するとともに、栽培の過程の中で移植や定植、収穫といった作業を体験してもらった。この作業の中では、作業を実施する際に必要なコツを吸収できるよう、情報提供に努めた。また、単なる技術取得だけではなく、その背後にある学術的な知識（たとえば、植物生理、養液栽培、環境計測）に関しても各回それぞれ1時間程度開催したワークショップの中で情報提供し、技術と知識との融合が進むように配慮した。

今年度開講したPFCセミナーIでは、合計15名の研修生が受講した。第1回目では8名の、また、第2回目では7名の受講生が、それぞれ参加した。全8回の研修すべてに参加することはなかなか難しい状況の中で、多くの受講生が高い出

席率となっていた。少人数であることから、質疑応答では自由な意見が飛び交うなど、他のPFCセミナーIIやIIIよりも密度の高い情報のやり取りを実施できた。その結果、講義終了後のアンケートでは、高い満足度を得ていた。今回実施したPFCセミナーIを受講しただけでは栽培のすべてを理解し、実践するには不十分であるかもしれない。しかし、そのきっかけとなる場を提供できたことは、今後の植物工場を担う人材のすそ野を広げる上で貢献するのではないかと考えている。（文責：大山）



PFCセミナーIの様子

## PFCセミナーIII「人工光型植物工場用光源の開発ポイントと今後の展望」報告

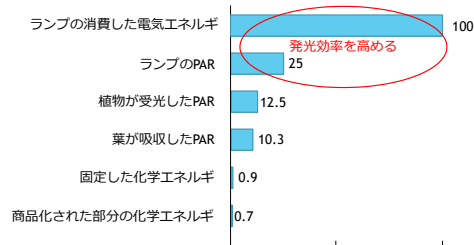
現在、人工光型植物工場用の光源として、様々なLEDランプが開発され、販売されている。それぞれの製品には利点や欠点があり、利用者はその得失を判断して導入するLEDランプを選択する必要がある。ここでは、人工光型植物工場をこれから建設する方々、現在操業中ではあるがLEDランプの更新を考えている方々、その他植物工場向けのLEDランプに関する情報を収集している方々を対象として、「人工光型植物工場用光源の開発ポイントと今後の展望」と題したセミナーを開催した。まず、青と赤のLEDを組み合わせて、それぞれの色のLEDを調光できるという特徴があるランプを販売しているウシオ電機株式会社の久綱氏にご講演いただいた。次に、照射される光の均一性を高めるために平面パネル（導光板）を利用しているという特徴があるLEDランプを提供している共立電照株式会社の佐藤氏にご講演いただいた。さらに、白色LEDランプを主力として販売し、多くの大型人工光型植物工場での納入実績のあるマイクロテック株式会社の内藤氏にご講演いただいた。最後に、パネルディスカッションを開催し、増田センター長、当方とともにLEDランプの開発ポイントや今後の展望を取りまとめた。

現在も、今回話題をご提供いただいた各社だけではなく、ほかのLEDランプを製造・販売している企業でも、それぞ

れの有する技術や特徴を生かした製品の開発が盛んにおこなわれている。そのために、LEDランプの技術革新は著しく、数年たつと情報が古くなってしまいう場合もある。会場には3社のほかにもLEDを販売している企業の方々が多数参加していた。そのために、会場からは熱心な技術的質問が相次いだ。定員の30名には満たなかったものの、逆にそれが密なやり取りを生む結果となった。今後も数年に一度のペースで同様のセミナーを開催することで、人工光型植物工場向けのLEDランプの進化が明確にとらえられるようになるかもしれない。（文責：大山）

▶ 光子1 molあたりの価格

$$= \frac{(\text{ランプの価格})}{(\text{発光効率}) \times (\text{消費電力}) \times (\text{寿命})}$$



(大山・古在, 2001を改変)

人工光源下におけるエネルギーの変換過程の例