

2021年度活動方針

本年度も昨年度に引き続き、「栽培環境コントロール型の植物工場を基軸とした都市型施設園芸の高度化による食料および環境問題の解消に貢献する」という中長期ビジョンの達成に向けて、PFCとコンソーシアムが協働しながら、以下4項目のミッションの推進に向けて、事業を推進していく予定です。（文責：北宅）

I 研究開発

PFC研究室の設置による教員主導型の研究、並びに、コンソーシアム、C22棟運営事業者及びフィールドとの協働による技術集積の推進

- PFC研究室の活動推進
- PFC第二研究所の活動推進
- 新設研究室の設置依頼
- ① 環境制御
- ② マーケティング
- ③ 植物の機能性
- ④ エネルギー源対策

II 人材育成

学生・社会人に対する教育システムの整備、並びに、人材育成事業を通じた新たなPFC機能の拡大と企業とのネットワーク強化

- 体系的な編成による社会人教育の継続
- 人材育成カリキュラムの更新
- 若手研究者の育成
- 大学間連携の推進

III 普及啓発

積極的な広報活動の充実と普及啓発活動の推進

- 戦略的広報活動の
- ① ホームページ及びパンフレットの充実、更新
- ② コンソーシアムだよりの内容の強化
- ③ 各展示会出展、並びに講演会への登壇
- ④ レシピコンテストとレシピイベントの開催（市大との共同推進）
- 関連学協会との連携
- 子ども向け体験型プログラムの開発
- 見学プログラムの充実

IV 現場支援

生産現場における諸課題の研究面からの支援を通じた地域貢献

- 国内外の植物工場動向の調査・把握
- 地産地消を中心とした流通と販売の推進並びに学習機会の充実
- 植物工場に関する技術相談や起業支援

PFC

- PFCのミッション達成のための設備更新と事業の適切な進行管理
- ① センター長、副センター長3名体制（2015.4月～）
- ② 植物工場を主体的に進める専任教員及び事務員の配置
- ③ PFCマネジメント会議の推進による組織的なガバナンスの確立
- ④ PFC経営計画の試行（スペースチャージ継続等）
- ⑤ 共同研究支援体制の継続

コンソーシアム

- コンソーシアムのガバナンスの確立と事業の適切な進行管理
- ① コンソーシアム活動を通じた共同研究の促進
- ② コンソーシアムの効果的な情報発信
- ③ コンソーシアム運営体制の強化
- ④ 運営協議会とPFCの連携機能の強化
- ⑤ 企業間連携の強化

”光と空気と水を生かす“ダイダンの取り組み ダイダン株式会社 仲井章一

当社は1903年創業の総合設備業の老舗で、この3月で118年を迎えることができました。当社は建築物（病院、工場、研究所、公共建物、商業施設など）の電気・通信、空気調和、水道衛生、防災設備の設計・施工を行っており、植物工場の施工実績もごございます。なお、PFC企業コンソーシアムへは2012年より参加しております。

私たちが手掛ける建築設備には同じものではなく、建物、利用用途、ニーズにより柔軟な対応力が必要となります。お客さまの想いを丁寧にお聞きし、長年培った設計提案力、施工技術力に加え、設計から施工までダイダン一丸となり総合エンジニアリング力により想いを形に変えています。

また、近年はお客さまのニーズも高度化、多様化しており、持続可能な社会の発展に貢献すべく、新たな価値を創造・提供するためのイノベーション活動も行っています。その一例で、廃棄物削減の新たな事業として超臨界CO₂によるエアフィルタの再生サービスを行っています。繰り返してエアフィルタを再利用でき、SDGsへの貢献やESG投資への対応を推進している企業さまから高く評価されています。

総合設備業者として常に新たな価値の創造に挑戦し、より良い地球環境の実現と社会の発展に貢献できるよう、人がより安全で快適に暮らせる環境をこれからも提供し続けてまいります。

今後ともダイダンの企業活動に一層のご理解とご協力を賜りますよう、お願いいたします。



超臨界CO₂洗浄再生装置

「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」報告（令和3年3月発行）その1

一般社団法人日本施設園芸協会から、標記の報告が発信されました。ここではその内容を、日本施設園芸協会の許可を頂いて、数回に渡って連載します。

1. はじめに

1. 1. 調査の背景

我が国の農業産出額の約4割を占める施設園芸は、1年を通じて新鮮な野菜を消費者に供給するために必要不可欠なものとなっている。しかし、近年施設園芸の農家数は、高齢化の進展などにより平成12年から平成27年にかけて226千戸から168千戸に減少しているほか、温室の設置面積も同時期で45,083haから35,185haに減少している。¹⁾

今後、実需者ニーズを踏まえた野菜などの周年安定供給を保持するためには、生産性向上と所得の向上に向けた取組を推進し、魅力ある農業として確立する必要がある。

農林水産省では、昨年まで「次世代施設園芸地域展開促進事業」を通して、ICTなどを活用した高度な環境制御装置を備え、地域資源エネルギーの利用や施設の集積による施設園芸の大規模化と生産性の向上を図ってきた。

今年度からは、このような大規模施設園芸を展開するトップランナーの育成に加え、データ駆動型農業を実践した施設園芸の全国展開をより一層促進する取り組みを開始した。それが、「次世代につなぐ営農体系確立支援事業のうちデータ駆動型農業（スマートグリーンハウス展開推進）」である。

この事業は、高度環境制御装置を取り入れた施設の面積を、事業実施年度を基準として翌々年度までに3%以上増加させることを成果目標としている。

1. 2. 調査の目的

この調査の目的は、スマートグリーンハウスの展開推進に向けて、「データ駆動型の栽培体系の確立」の観点から、スマート化システムの導入・活用状況、及びそれに伴う労働生産性や収益性との関連について、実態調査・分析を行うものである。

全国実態調査は、環境制御技術が導入された概ね1ha以上の施設園芸や人工光型植物工場の事業者の数や収益、課題などについて把握、整理するもので、事例調査は、先進的な施設園芸や植物工場の事業者、その支援を行っている自治体に対してヒアリング調査を行い、その創意工夫について取りまとめたものである。

いずれの調査においても、生産面及び経営面で直面する課題の克服や目標の達成に向けて挑戦を続けている姿が見える

ものであり、この結果が今後スマートグリーンハウスに関する取り組みに向かおうと考えている農業者や事業者、地方公共団体など、施設園芸の関係者の参考になれば幸いである。

なお、本調査は、株式会社三菱総合研究所により行われた。各事例に記載されている内容は取材時点のものであり、その後、新たな取り組みが行われている場合もあり得ることを申し添える。

1. 3. 環境制御施設及び植物工場とは

環境制御をしている施設園芸及び植物工場とは、施設内で植物の生育環境（光、温度、湿度、CO₂濃度、養分、水分など）を制御して栽培を行う施設園芸のうち、一定の気密性を保持した施設内で、環境及び生育のモニタリングに基づく高度な環境制御と生育予測を行うことにより、季節や天候に左右されずに野菜などの植物を計画的かつ安定的に生産できる栽培施設のことである。

本報告では、これらの栽培施設を太陽光型、太陽光・人工光併用型、人工光型と分類している

●太陽光型

温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、環境を高度に制御して周年・計画生産を行う施設で、人工光による補光をしていない施設。なお、本調査では栽培施設面積が概ね1ha以上の太陽光型の施設を調査対象としている。

●太陽光・人工光併用型（以下、併用型という。）

温室などの半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、環境を高度に制御して周年・計画生産を行う施設で、特に人工光によって夜間など一定期間補光している施設。

●人工光型

太陽光を使わずに閉鎖された施設で人工光を利用し、高度に環境を制御して周年・計画生産を行う施設。

2. 大規模施設園芸及び植物工場の全国実態調査

2. 1. 調査の概要

(1) 調査・分析の視点

本調査は、全国の施設園芸・植物工場における経営の実態を明らかにするとともに、生産管理や労働生産性、コスト構造、従業員の労働時間に関する実態及び販路確保の状況に関して実態を整理した。

収支分析やコスト構造分析においては、栽培規模や労働生産性、販路等の実態がどのような影響をもたらしているか、クロス集計による要因分析も行った。

(2) 実施方法

調査票配布先は、各種新聞やニュースリリースで得た情報のほか、一般社団法人日本施設園芸協会、農林水産省地方農政局及び内閣府沖縄総合事務局農林水産部、都道府県の協力を得て収集した情報をもとに、調査対象とする事業者を抽出し、計403票の調査票を郵送またはメール添付で配布し、103票を回収（回収率25.4%）、94票の有効回答（有効回答率23.2%）を得た。

なお、各設問は当該質問への有効回答をもとに集計しているため、設問ごとに集計母数（以下、N値）が異なる。また、回答割合は、小数点以下を四捨五入しているため、合計が100%にならない場合がある。

図表1 回収結果

対象	全国の植物工場及び大規模施設園芸事業者
調査期間	令和2年9月から12月
発送数	406票
回収数	103票（うち集計対象外4票、太陽光概ね1ha未満5票）
回収率	25.4%
有効回答数	94票
有効回答率	23.2%

(3) 留意事項

本調査は、上記実施方法に基づき、日本施設園芸協会が毎年見直している配布先リストにある事業者調査票を配布している。しかし、回答者は毎年同じではないため、データの継続性はなく、調査結果はその年ごとの回答者の実態を反映したものである。

また、回収数からもわかる通り、その年ごとに調査に協力をいただいた事業者の状況を取りまとめた結果であり、全植物工場、施設園芸の実態を必ずしも正確に把握できていない可能性がある。本調査結果は、参考値として活用いただくことを推奨する。

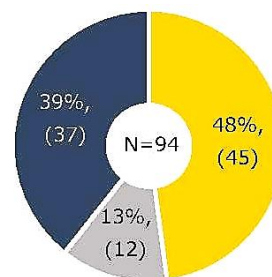
2. 2. 結果の概要

(1) 回答事業者の施設及び組織について

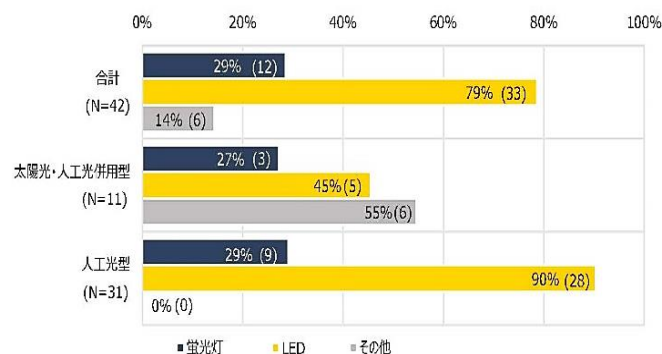
①施設の栽培形態

回答者の栽培形態の分布をみると、太陽光型、人工光型がそれぞれ48%、39%となっており、両タイプを合計すると栽培形態の大半を占める。

また、太陽光・人工光併用型（以下、「併用型」という。）及び人工光型について、導入している光源をみると、79%がLEDを導入しており、特に人工光型では90%に及ぶ。その他として内訳の回答があったのは、併用型での導入率は36%となっている。



図表2 栽培形態



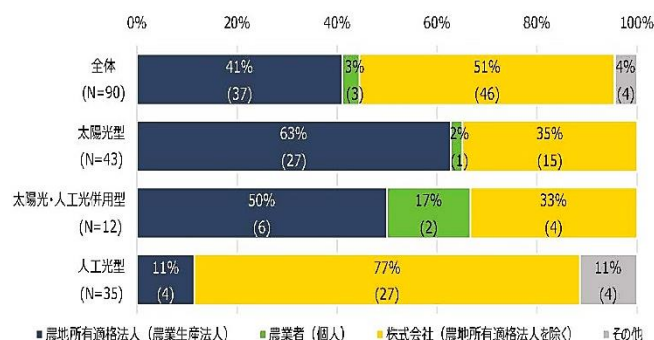
図表3 光源（太陽光・人工光併用型、人工光型のみ）

②組織形態

組織形態は、全体では株式会社（農地所有適格法人を除く。）が51%で最も多く、次いで農地所有適格法人が41%となっている。

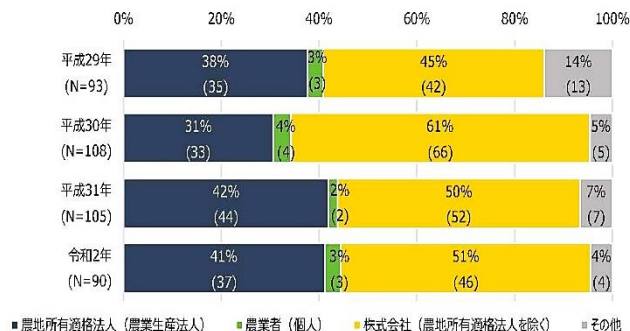
栽培形態ごとにみると、太陽光型では農地所有適格法人が63%を占め、次いで株式会社が35%を占めている。太陽光型で農業者等の割合が高いのは、農地に立地していることが多く、元々その土地の農業者が主体となっていることによるものと推測される。

一方で、人工光型についてみると、株式会社の割合が77%と高い。これは、人工光型に関しては農地以外に立地する事例も多く、農業以外の企業が参入しやすいことによると考えられる。



図表4 組織形態

直近3年との比較では、回答者のうち農業者等（農地所有適格法人と農業者）と株式会社では農業者等の割合が低めであったが、近年はそれぞれ半数程度となっている。

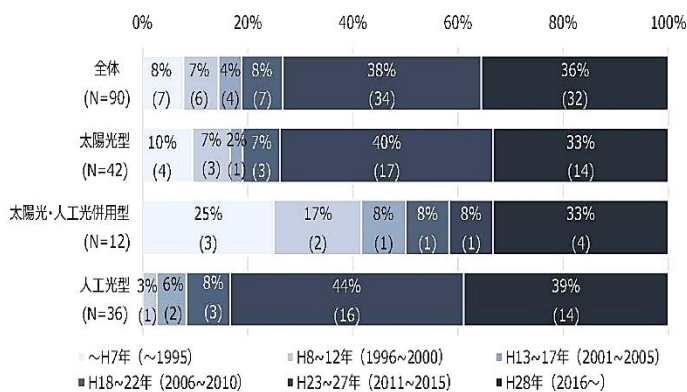


図表 5 組織形態の時系列比較

③ 栽培開始年

栽培開始年は、全体では平成28年（2016年）以降が36%を占めている。平成23～27年（2011～2015年）が38%と、近年の参入者の増加がうかがえる。

栽培形態別にみると、太陽光型では平成28年（2016年）以降が33%と多く、平成23～27年（2011～2015年）が40%であり、8割強が平成23年（2011年）以降の参入である。また、人工光型では、平成23～27年（2011～2015年）の栽培開始が44%と多く、次いで平成28年（2016年）以降が39%と、8割超が平成23年（2011年）以降の参入である。



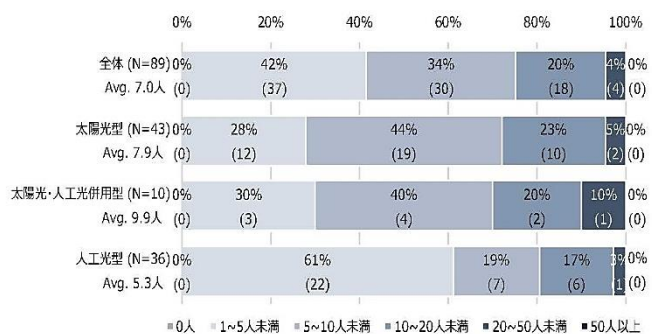
図表 6 栽培開始年

④ 雇用者数

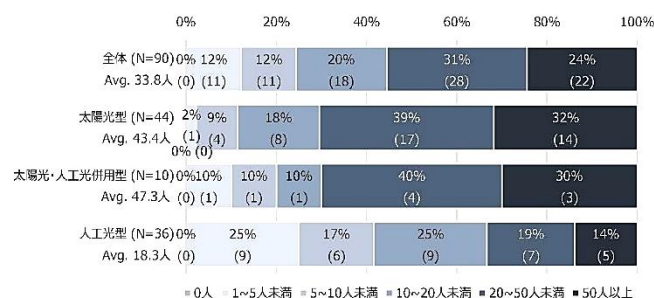
施設における平均雇用者数²⁾をみると、通年（正規）の雇用者は、全体では1～5人未満が42%と最も多い。栽培形態別にみると、併用型、太陽光型、人工光型の順に正規雇用者が少なくなる傾向にあり、施設当たり正規雇用者数の平均はそれぞれ9.9人、7.9人、5.3人であった。

非正規・パートの通年雇用者は、全体では20～50人未満が31%と最も多い。施設当たりパート雇用者数の平均は、太陽光型で43.4人、併用型で47.3人、人工光型で18.3人

であり、特に太陽光型では、20～50人未満が39%、50人以上が32%と高くなっている。



図表 7 雇用者数 (通年：正規)

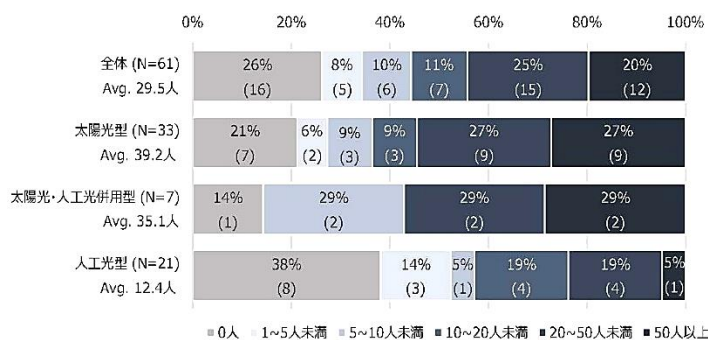


図表 8 雇用者数 (通年：非正規・パート)

一方、ピーク時の期間雇用者数をみると、雇っていないという事業者を除き、全体では20～50人未満が25%で最も多かった。

栽培形態別に施設当たり期間雇用者数の平均をみると、太陽光型で39.2人、併用型で35.1人、人工光型で12.4人であった。

定植や収穫など季節によって繁忙の波の大きい太陽光型、併用型では期間雇用の人数が多く、一方で作業を通年で平準化している人工光型では期間雇用者数は比較的少ないことがわかる。

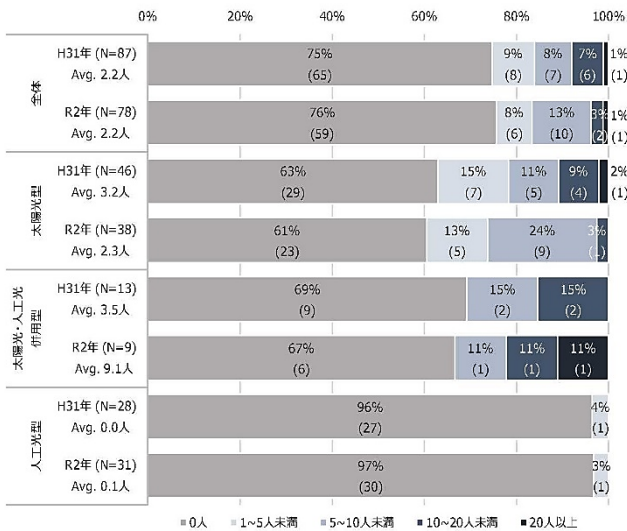


図表 9 期間雇用者数 (ピーク時)

太陽光型や併用型では、施設面積が大きく、栽培管理の作業は施設一棟ごとの条件や日照時間に応じた対応が必要で、人員が多く求められる。

一方、人工光型では、施設面積が小さく、多段式での栽培が一般的で作業の動線が短いこと、栽培のサイクルが短く、年間を通して作業が平準化されていることなどが、栽培管理の人員の抑制に影響していると考えられる。

外国人実習生を受け入れていると回答した事業者は全体で24%となっている。栽培形態別にみると、太陽光型での割合が高く、39%で外国人実習生を受け入れている。また、昨年度と比較したところ、太陽光型では平均人数が減っており、新型コロナウイルスによる交流阻害の影響は太陽光型には若干見られるが、その他の形態では影響がない。



図表 10 外国人実習生数

障害者を雇用していると回答した事業者は全体で32%となっている。障害者を雇用している事業者の組織形態は、農地所有適格法人45%、株式会社50%が大半を占める。

障害者雇用促進法では、従業員が一定規模以上の事業者は、一定割合の障害者雇用が義務付けられている。³⁾

⑤栽培用施設面積・栽培実面積

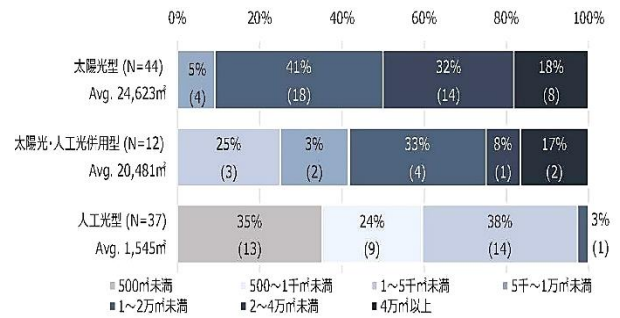
栽培用施設面積の割合をみると、太陽光型では1~2万㎡が41%を占め最も多い。⁴⁾

また、人工光型では、1,000㎡以上の栽培用施設を持つ施設の割合が41%を占める。

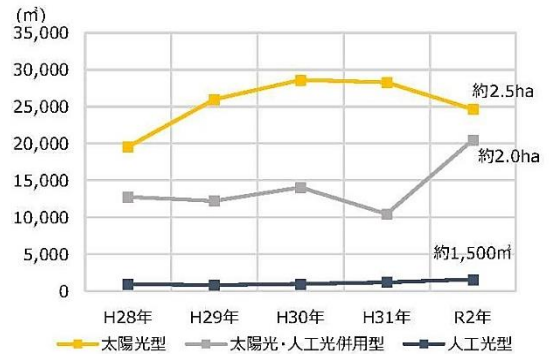
栽培形態ごとに見た栽培用施設面積の平均は、太陽光型が約2.5ha、併用型は約2.0ha、人工光型は約1.5千㎡であった。

回答者の入れ替えがあるため、データの継続性はないものの、栽培用施設面積の平均値の推移をみると、人工光型はほぼ横ばいが続くが、昨年度まで拡大傾向にあった太陽光型からの回答は縮小傾向にある。これは昨年度まで大規模施設園芸事業者の回答が増えていたが、今年度は回答が得られな

った事業者がいるためと思われる。



図表 12 栽培用施設面積

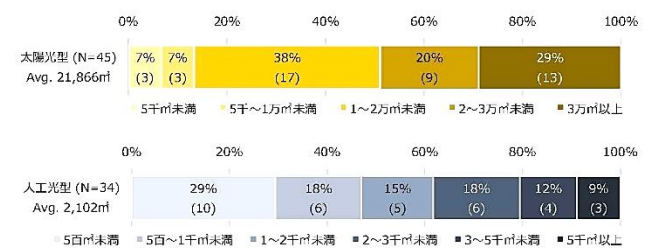


図表 13 平均栽培用施設面積の推移

事業者によっては、複数の品目を栽培しているが、そのうち最も栽培実面積（実際に栽培している区画の合計面積）が大きい主要品目について、集計したものが下図である。

栽培形態ごとの主要品目の栽培実面積の平均をとると、太陽光型が約2.2ha、人工光型は約2,100㎡であった。

なお、太陽光型の栽培実面積は施設全体の面積より小さくなるが、人工光型の場合は多段式で栽培していることが多いため、栽培実面積の平均は、施設面積の平均より大きい。



図表 14 主要品目における栽培実面積

- 1) 農林水産省「農林業センサス」
- 2) 正規雇用の従業員は、「通年：正規」とし、非正規雇用のうち定常的に勤務している従業員は、「通年：非正規・パート」とした。また、非正規雇用のうち収穫期間など、繁忙期に臨時で勤務する従業員は、「期間雇用（ピーク時）」と表記して、3つに分類して調査・集計を行っている。
- 3) 障害者雇用促進法では、2018年4月に対象となる民間事業者の範囲が、従来の従業員50人以上から45.5人以上に拡大され、法定雇用率も2%から2.2%に引き上げられた。2021年4月からは、民間企業の法定雇用率が2.3%に引き上げられる見込みである。
- 4) 太陽光型は調査対象をおおむね10,000㎡以上として調査しているため、5,000㎡未満の施設はサンプルに含まれていない。

～次号に続く～

概日時計制御技術の高度化研究

大阪府立大学大学院工学研究科 教授 福田弘和

最近耳にするバイオ DX や AI ロボットは、要は生物統計解析と作業の機械化であり、植物工場研究におけるこれまでの取り組みと同じである。ただ、この最新トレンドは、従来と比べ、そのデータ密度と計算パワーが桁違いであることに大きな特徴があると言える。植物工場研究もこの点を意識することで、桁違いな技術の開発を目指し、国際的イニシアティブを再考することが望まれる。

本記事では、PFC 設立時から 10 年以上にわたって研究してきた概日時計の制御技術を紹介したい。概日時計の重要性は 2017 年にノーベル医学・生理学賞が贈られたことから広く世に知られている。しかし、その制御技術は未だ研究開発の途上にある。概日時計の制御とは、光や温度などの刺激を用いて、概日時計の内部時刻（位相）やリズム強度（振幅）を操作することである。入力と出力の関係に規則的な応答性があり、これは「位相応答曲線（PRC）」として求められる。PRC が求めれば、数式を用いて概日時計の位相と振幅を自在に計算し操ることができるため、PRC は制御工学の観点から重要である。ただし、PRC は刺激の種類によって変わるため、あらゆる入力（光質、温度、化学物質などとそれらの組み合わせ）に対する PRC を求める努力が必要とされる。

図 1 は、PRC の同定技術に対する同定効率を示したものである。伝統的な手法である Single Pulse-PRC

（SP-PRC）法に対し、2017 年に当研究室で発表した Multiple Pulses-PRC（MP-PRC）法は約 2.5 倍の効率であったが¹⁾、2021 年に発表した Singularity Response-PRC（SR-PRC）法は約 100 倍に到達した²⁾。これは 1 年間で取得できる PRC が 1200 個となり得ることを意味し、全ての入力に対する PRC を網羅的に解明できる可能性をもつ。現在、継続的にこの技術開発を進めている。将来、あらゆる入力に対する概日時計の動作が正確に予測できるようになれば、環境設計の最適化や AI 栽培ロボットによる作業時刻の最適化など、植物工場システムの高度化に貢献できると考えている^{3, 4)}

- 1) Masuda, et al., Sci. Adv. 2017. 2) Masuda, et al. Nat. Commun. 2021. 3) 福田, 植物環境工学, 2019. 4) JST-CRDS, 研究開発の俯瞰報告書（ライフサイエンス・臨床医学分野）, 2021.

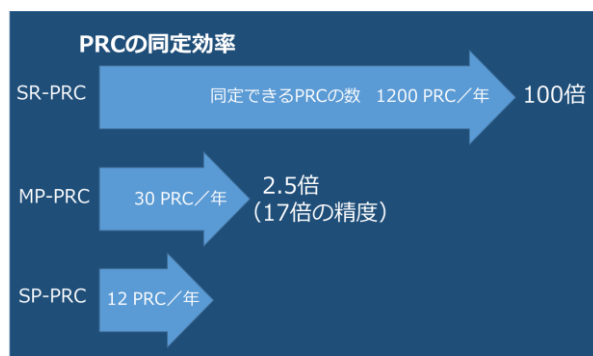


図 1 概日時計の位相応答同定法の効率

第 56 回コンソーシアム研修会「企業研究関連シーズ発表会」開催予定

日 時：2021 年 8 月中旬

開催方法：オンライン開催（Zoom）

参加資格：どなたさまでも参加できます。

申込方法：7 月上旬よりセンターHP にて受付致します。



植替作業を省力化！人材不足解消のニーズにお応えします！

MOVIE

NPA 自動移植機

育苗パネルから、定植用のパネルへと苗を移植する機械です。これまで困難だった穴ピッチの異なる栽培パネルへの移植が可能です。
※20穴パネル1枚…30秒

MOVIE

GFM 自動定植機

育苗用のパネルに、緑化（発芽）工程終了後のウレタンマットを定植する機械です。
※120穴パネル1枚…30秒

三進金属工業株式会社
http://www.sanshinkinzoku.co.jp

サイエンス事業部
 □ 東京支店 03-5825-7411 □ 中部支店 0568-75-2181
 □ 近畿支店 075-693-7635 □ 九州営業所 092-925-4200