

農商工連携研究会
植物工場ワーキンググループ報告書

平成21年4月

目次

1 . はじめに	1
2 . 植物工場の現状.....	1
(1) 植物工場とは.....	1
(2) 植物工場の普及状況	2
(3) 植物工場の特徴（利点と可能性）	2
(4) 植物工場への注目の高まり.....	3
3 . 農商工連携のシンボルとしての植物工場.....	4
(1) 園芸農業の更なる発展を促進	4
(2) 農商工連携による地域活性化の促進	5
4 . 植物工場産業の見通し	5
(1) 加工・業務用食材としての需要見通し.....	5
(2) 更なる生産性向上によるコストの大幅な縮減と付加価値の向上.....	6
(3) 地域活性化の一端を担う新産業育成	6
5 . 課題と今後の対応の方向性.....	7
(1) 植物工場産農産物の販路拡大に向けて.....	8
(2) 生産コストの大幅な縮減に向けて	10
(3) 基盤となる事業環境の整備に向けて	11
(4) 新たな事業展開に向けて.....	14
6 . 今後必要となる具体的な取組の提言	15
(1) 国に期待される取組	15
(2) 地方自治体に期待される取組.....	16
(3) 民間事業者に期待される取組.....	17
7 . 参考資料	18
(1) 農商工連携研究会 植物工場ワーキンググループ 委員名簿	18
(2) 検討の経過.....	18

1．はじめに

季節や天候に左右されずに農産物を計画的かつ安定的に生産・供給できる新たな食料生産システムである植物工場は、「新経済成長戦略の改訂とフォローアップ（平成20年9月閣議決定）」において、地域の農業と商工業が連携して新たな事業に取り組む「農商工連携」の新たな切り口のひとつとして、その普及・拡大を図ることとされた。

そこで、農林水産省総合食料局長と経済産業省地域経済産業審議官の私的研究会である「農商工連携研究会」の下に「植物工場ワーキンググループ」を設置し、園芸農業の発展と地域活性化を目指して植物工場の普及・拡大を図る上での課題の整理と、今後の対応の方向性について検討を行った。この報告書は、当ワーキンググループで整理・検討された植物工場に関する基本的な視点及び今後の普及・拡大に向けた具体的な対応方向を提示したものである。

当報告書が、これから植物工場事業に取り組もうとする事業者の方々や事業者を支援する行政機関、実用化に向けた研究開発に取り組む関係機関等にとっての一指針となれば幸いである。

2．植物工場の現状

（1）植物工場とは

植物工場は、施設内で植物の生育環境（光、温度、湿度、二酸化炭素濃度、養分、水分等）を制御して栽培を行う施設園芸のうち、環境及び生育のモニタリングを基礎として、高度な環境制御と生育予測を行うことにより、野菜等の植物の周年・計画生産が可能な栽培施設である。この概念にあてはまる栽培施設として、大きく分けると、閉鎖環境で太陽光を使わずに環境を制御して周年・計画生産を行う「完全人工光型」と、温室等の半閉鎖環境で太陽光の利用を基本として、雨天・曇天時の補光や夏季の高温抑制技術等により周年・計画生産を行う「太陽光利用型」の2類型がある。（以下、太陽光利用型のうち、特に人工光を利用するものについては「太陽光・人工光併用型」とする。）

施設園芸における環境制御技術が、トンネル栽培から雨よけ栽培、パイプハウス、そして鉄骨ハウスと高度化してきた経緯を踏まえると、植物工場は施設園芸の一つの究極の姿といえる。

植物工場の起源は、昭和32年（1957年）にスプラウトの一貫生産を行ったデンマークのクリステンセン農場だと言われる。北欧は日照時間が非常に短い季節があるため、補光型の植物生産が以前から行われ、それを基礎として、オランダ等の欧州各地で高度な施設園芸が発展してきた経緯がある。

(2) 植物工場の普及状況

今回のワーキンググループの開催と並行して、経済産業省の委託事業として、株式会社三菱総合研究所が、国内の完全人工光型及び太陽光・人工光併用型植物工場の実態調査¹を行った。それによれば、現在、野菜及び花き（苗を含む）を生産している施設は全国で50カ所（完全人工光型：34カ所、太陽光・人工光併用型：16カ所）となっている。

生産されている品目は、現状では生育期間が短く、植物体のほぼ全てを商品化できるサラダナ、リーフレタス等のレタス類やハーブ等の葉菜類が中心で、その他では花き、野菜・花卉の苗が見られる。

植物工場を運営する事業者は、完全人工光型では68%が企業、18%が農業生産法人等であるが、太陽光・人工光併用型では56%が農業生産法人等、38%が企業となっている。その他、完全人工光型には社会福祉法人が運営する施設もある。

立地場所については、完全人工光型は工業団地等の工業用地のほか、宅地や雑種地など様々な土地に立地している。一方、太陽光利用型の多くは農地に立地しているが、大手企業が経営するものの中には、農地以外（準工業地域等）に立地している例もある。

植物工場を運営する事業者の代表的な事例として、完全人工光型ではキューピー株式会社、太陽光・人工光併用型ではJFEライフ株式会社がある。キューピー株式会社は、閉鎖環境において、完全人工光で農薬を使用せずにサラダナ、リーフレタス、ハーブ等の養液栽培を行い、自社の野菜販売網を活用して量販店向けに年間を通じて定価で販売している。JFEライフ株式会社は、ガラス温室において太陽光と人工光を併用してリーフレタス等の養液栽培を行い、サラダ、惣菜等の加工業者や高級量販店等と提携して年間を通じて定価で販売している。

また、今回の実態調査には含まれていないが、カゴメ株式会社は、関連の農業生産法人等が人工光を用いない太陽光利用型の施設でトマトの養液栽培を行い、量販店等に販売している。カゴメをはじめとする大規模温室における果菜類の養液栽培では、夏季の高温期の安定生産が課題となっているが、近年、(社)日本施設園芸協会や(独)農業・食品産業技術総合研究機構 野菜・茶業研究所を中心としてトマトの周年・計画生産を視野に入れた技術の開発・実用化が進められており、今後の展開が期待される。

(3) 植物工場の特徴（利点と可能性）

植物工場には、以下のように、多くの利点と可能性がある。

¹ 実態調査では、2の(1)で「完全人工光型」又は「太陽光・人工光併用型」とした植物工場のうち、平成21年4月現在において、国内で販売を目的として運営されている施設を対象とした。公開情報をもとに調査を実施したため、必ずしも全件を把握しているとは限らない。

生産技術	<ul style="list-style-type: none"> ・施設内の快適な環境で、比較的軽労働が中心 ・環境制御で生育や品質を調節 ・生産者の勘と経験だけでなく、環境と生育のモニタリングと生育予測に基づき、計画的・安定的に生産 ・栄養成分、機能性成分の強化 ・農薬や肥料、水分の使用量を低減
販売	<ul style="list-style-type: none"> ・加工・業務用として歩留まりが高く、食品残渣等を縮減 ・虫や異物の混入が少なく、洗浄や調製作業を省けるため、コストの縮減が可能 ・台風等の気象災害時にも定価で安定供給が可能
立地・建築	<ul style="list-style-type: none"> ・立地場所を選ばず、非農地、栽培不適地での農業生産が可能 ・空き店舗、空きオフィス、空き工場、空き倉庫などへの設置も可能（完全人工光型） ・多段化による高度な空間利用（完全人工光型）

（４）植物工場への注目の高まり

植物工場が、日本で初めて注目を集めたのは、昭和 60 年（1985 年）に筑波で開催された国際科学技術博覧会（通称、「科学万博」）において、株式会社日立製作所が完全人工光型植物工場である「回転式レタス生産工場」を展示したことにさかのぼる。同年、株式会社ダイエーが千葉県ショッピングセンターにおいて、完全人工光型の植物工場を設置し、話題となったが、採算性に課題があり、経済的な取組としては持続しなかった。

近年、植物工場に対し、再び大きな関心が集まっている。その理由として、1 つ目には、中国等の外国産食材の安全性に対する不安の高まりを背景として、安全・安心な国産食材を求める消費者意識が高まっていることが挙げられる。実際、農薬を使用しない等、栽培方法に特徴のある農産物については、2 ～ 3 割までであれば割高でも購入したいという調査結果もある。

このような消費者意識の高まりを受け、小売店のみならず、近年、需要が拡大している加工食品や外食を製造・提供する事業者においても、生産履歴が正確に明示できる食材に対するニーズが高まっている。

また、近年、高品質の食材を消費者に提供するため、流通・小売段階でのコールドチェーン化が進展しているが、生産段階については、露地栽培が多いこともあり、この対応が遅れており、サプライチェーン全体で評価した場合、効率性を損なう要因となっている。植物工場の活用に伴い、生産段階からのコールドチェーンへの対応も容易になると期待されている。

植物工場は、閉鎖的な環境において、生産履歴を正確に把握・記録し、農薬を全く使用せずに生産することも可能である。また、適切な温度管理の下での生産・出荷が可能であり、特に完全人工光型植物工場で生産された野菜は、虫や異物の混入が少ないことを特徴としているため、「洗わずに食べられる」ことをセールスポイントにしている事例も見られる。これらの特徴が高く評価され、消費者の積極的な理解も急速に進んでいる。

2 つ目には、食料供給の安定性を高めるという点も理由として挙げられる。野菜の需給

バランスは、短期的な変動が大きいとされるが、台風や水不足等の天候不順によって、露地野菜の価格が高騰した場合でも、植物工場産農産物であれば定価での安定供給が可能であり、例えば、平成 16 年の台風 23 号等の被害によって、レタス等の価格が高騰した際には、大きく需要を伸ばした。

また、中長期的な視点で考えた場合、我が国の農業は、担い手の高齢化や後継者不足、耕作放棄等が進む中で、国産食材のニーズの高まりに必ずしも対応しきれていない。野菜作農業については、専業農家が創意工夫を重ね、他品目と比較して高付加価値な農業経営を実現してきたと言えるが、近年は、農業生産額は減少傾向となり、結果として輸入食材の浸透が進む結果となっている。ニーズの高い国産食材を中長期的に安定供給していくための新たな体制整備が求められており、植物工場はその一翼を担うものと期待されている。これらを踏まえ、国産食材の供給・調達の新たな選択肢として、植物工場への注目と期待が高まっている。

3．農商工連携のシンボルとしての植物工場

農林水産省と経済産業省は、平成 19 年 11 月末に両省共同で「農商工連携促進等による地域経済活性化のための取組みについて」を公表し、これにもとづき農商工連携に関する各種支援施策を展開してきた。また、昨年 9 月に閣議決定された「新経済成長戦略の改訂とフォローアップ(平成 20 年 9 月閣議決定)」では、農商工連携のさらなるの推進に向け、政策展開を進めている。植物工場は、主に二つの面で農商工連携の象徴的な取組と考えられ、大きな意義を有する。

(1) 園芸農業の更なる発展を促進

まず、「工業分野で生まれた先進技術を農業に活用する」面がある。近年、情報通信技術、LED(発光ダイオード)等の新たな人工光源、ロボット技術、ヒートポンプ等の開発や機能向上が進み、農業用途への導入も始まっている。

特に、情報通信技術を活用し、栽培環境と生育のデータの数値化・共有化を進めることにより、例えば篤農家の栽培技術をモデル化し、経験と勘だけに頼らない、いわば「サイエンスに基づく農業」を実現することは、農産物の計画的な安定供給、均一性の高い農産物生産に資すると期待される。

また、省エネルギー化技術や排熱等の未利用エネルギー・再生可能エネルギーを利用した省資源・低炭素型の農業を推進することも可能である。

さらに、農地以外にも立地可能な植物工場は、農業以外の業種からの参入も比較的容易であり、民間企業による農業参入の有力な選択肢の一つとなっている。農業以外の業種からの参入により、例えば、製造業の計画的な生産・品質管理手法等、異業種のノウハウが広く農業に活用されることが期待される。

以上のように、植物工場の展開を図ることで、工業が培ってきた技術やノウハウを導入し、園芸農業の更なる発展を促す効果があると考えられる。

(2) 農商工連携による地域活性化の促進

もう1つは、「農業分野の生産性向上と、その実需者である商業分野・工業分野との緊密な連携により、消費者に対して、付加価値の高い農産物を提供する」面である。

植物工場産農産物は、一般に生産コストが高いとされているが、その中で事業を成功させるためには、安定的な実需者を発掘し、付加価値の高い食材・サービスを提供することが不可欠である。

植物工場に限らず、これまで農業においては、マーケティングや販路開拓といった「商」のスキルの不足が大きな課題となってきた。この課題を克服し、食材の価格決定権を取り戻すことが、植物工場はもとより、農商工連携による地域活性化を成功させる大きな鍵と言える。

付加価値を高め、安定的な売上を確保するには、「できたものを売る(プロダクトアウト)」から「売れるものをつくる(マーケットイン)」へ発想を転換し、顧客のニーズを徹底分析し、潜在的なニーズを掘り起こすべく、積極的に商品を提案していくことが求められる。

例えば、野菜の栽培に留まらず、販売先毎のニーズを踏まえて、洗浄や皮むきなどの下処理(一次加工)や袋詰め等の作業を生産地で行うことにより、大幅に付加価値を高めることが可能となる。植物工場の普及を通じて、このような「マーケットイン」型の農業生産が広がっていくことは、植物工場のみならず、我が国の農業、ひいては、地域活性化に大きな意義を有する。

また、都市化に伴って、農業生産に身近に触れる機会が少なくなっているが、植物工場は、店舗内での野菜生産等を通じて、消費者が身近に「農」に触れる機会の提供につながる。特に人工光利用型であれば、建物内のどこでも栽培が可能であることから、教育・普及啓発施設として柔軟な活用が可能である。例えば、地域内の空き店舗等を活用し、学校給食や病院食等の地域需要を掘り起こし、植物工場を活用した地産地消の取組を行うことも可能と考えられる。

4. 植物工場産業の見通し

(1) 加工・業務用食材としての需要見通し

これまで植物工場産農産物は、百貨店等において生食用の高級食材として扱われることが多かったが、昨今、加工食品や外食の原材料としても有望視されている。近年、食の外部化の進展により、加工食品や外食向けの原材料としての農産物の需要が拡大しているが、これらの加工・業務用需要における国産農産物の割合は低下している。一方で、消費者の間では、安心やおいしさ等を求め、国産の食材に対するニーズと関心が高まっている。

植物工場産農産物を加工・業務用食材に活用する場合、定時・定量・定価・定品質での安定的な供給が可能であること、特に閉鎖環境(完全人工光型植物工場)で生産された野菜は、虫や異物の混入が少ないこと、また、雑菌が少なく日持ちがすること、野菜

では廃棄する外側の葉などのロスが少なく、加工にあたっての歩留まりが高いこと、等の利点がある。これらにより、例えば病院食や学校給食におけるフレッシュサラダへの利用など、新たな需要の拡大も期待される。

(2) 更なる生産性向上によるコストの大幅な縮減と付加価値の向上

施設園芸の先進国であるオランダでは、ロックウールを利用した養液栽培技術の高度化、天然ガスを利用したトリジェネレーション技術の普及等により、飛躍的な生産性の向上を遂げている。同国の植物工場のトマトの10アール当たりの年間収量は平均で60tに達する一方、日本においては養液栽培でも20t程度にとどまっている。日本とオランダでの気候条件の違いなどに留意する必要があるが、日本においても、特に果菜類を中心に太陽光利用型植物工場が普及・拡大すれば、大幅な生産性向上を実現する可能性は十分にある。

また、人工光を利用した植物工場については、光制御により、栄養成分や機能性成分の含有量を安定的に高める等の高度な生産管理機能を活用し、医薬品や機能性食品等の付加価値の高い商品を生産することによる市場拡大も期待されている。

(3) 地域活性化の一端を担う新産業育成

昨年までの景気回復期においても、地域経済の回復の遅れが指摘されてきたところであるが、昨年秋以降の世界的な経済危機により、地域経済の状況は一層深刻化している。これまで、地域経済の回復を牽引してきた自動車、エレクトロニクス等の輸出産業は、急速な景況悪化に伴い、生産調整ないし減産を続けており、工場立地数についても平成14年以来6年ぶりに減少となった。当面の間、輸出型製造業の立地によって地域経済の活性化を図ることは容易ではないと考えられる。

このような状況に対し、植物工場は地域活性化に貢献する新産業に成長するとして期待される。食料品等の生活必需品は、不況期にも需要が底堅いとされる上、前述のとおり、国産農産物の需要が高まっている。また、食料品の国際価格は、中長期的には上昇傾向にあり、今後も引き続き、国産農産物の需要は高まると見られる。

これを踏まえ、都市部と比較して、用地、人件費、水等のインフラに恵まれた地域においては、太陽光利用型を中心とする植物工場の立地が進む潜在性が十分にあると考えられる。また、完全人工光型についても、農地以外にも立地できる長所を活かし、遊休状態となっている工業団地、公共施設、店舗、校舎、倉庫等の地域の既存のインフラをフル活用することによって、立地を推進することが可能である。

これまで、農業は、他産業と比較した所得の低さもさることながら、季節性が強く、雇用が不安定であるため、若年層が就農を敬遠する傾向が強かった。また、重労働なため、高齢者による農作業には大きな負担が伴った。しかしながら、植物工場においては、農作業の平準化が図られるとともに、夏に涼しく、冬に暖かいことから職場環境の快適性が著しく向上する。また、通常は農閑期となる冬季も含めた周年雇用が可能であるとともに、

週休制の導入など定期的な休暇を取ることも可能である。このため、若年層や高齢層の就農により、地域に新たな雇用を生み出す期待が大きい。

さらに、植物工場の展開は、植物工場で栽培される農産物の加工・販売に関わる飲食店、小売店、食品製造業者等の食品関連産業や植物工場向けの部材メーカー、施工業者等へと幅広い波及効果をもたらすことが予想される。

5 . 課題と今後の対応の方向性

以上のような将来性を有する植物工場であるが、今後のさらなる普及・拡大に向けて解決すべき課題も少なくない。以下に、今後解決すべき課題と解決に向けた対応の方向性を指摘する。

生産技術	<ul style="list-style-type: none"> ・生産コストの縮減(生産性の更なる向上、施設の設置コスト・運営コストの縮減) ・経済栽培可能な品目の拡大(特に完全人工光型) 現在、植物工場の取扱い作物は、比較的栽培が容易で収量が安定的なレタス等の葉菜類が多いが、価格低下や需給変動に対応するためにも果菜類や根菜類等の多品目栽培ノウハウの獲得が必要。 ・更なる品質の向上・安定化
人材	<ul style="list-style-type: none"> ・経営面、技術面で植物工場の運営を担う人材の育成・確保 消費者ニーズに合った農産物を安定的に生産するためには、マーケティング・施設管理・人材管理等の経営面の資質に加え、農産物栽培技術に精通した人材の育成が必要。
販売	<ul style="list-style-type: none"> ・安定的な販売先、単価の確保 ・消費者イメージの向上 植物工場で生産された農産物の特徴を販売先・消費者に分かりやすく伝え、購買行動に結びつけるためには、栄養成分や機能性成分を分析し、植物工場産農産物の価値を高めていくことが必要。
立地・建築	<ul style="list-style-type: none"> ・植物工場は、日本標準産業分類上においては、「農業」と定義されるが、農地を使わずに農産物を生産することが可能な「農業」であるため、一般に「農業」であるとの理解が定着しておらず、一般的な農業者(農業生産法人含む)向けの支援制度が受けられないケースがある。また、「農業」を行う「工場」であること(特に完全人工光型)から、自治体が企業誘致や建築確認にあたって対応に迷う場合がある。

(1) 植物工場産農産物の販路拡大に向けて

企業の経営戦略における位置づけの明確化

植物工場の普及・拡大を図るためには、現行の植物工場が直面している課題を整理し、課題ごとに解決していく必要がある。

現行の植物工場について、その経営戦略上の位置づけとしては、次のようなものが想定される。まず、食品製造業者や外食事業者等の食品関連産業にとっては、原料供給の多様化につながるものであるとともに、自ら農産物の生産に携わることにより、企業のブランドイメージの向上にも寄与するものである。また、照明や空調等の機材メーカーにとっては、自社製品の販路開拓等につながる。あるいは、物流倉庫等の遊休施設の活用ということも考えられる。

植物工場を事業として取り組むにあたっては、その事業の経営戦略における位置づけを明確化した上で、最も優先して解決すべき課題を整理することが必要である。

ビジネスモデルの重要性

事業として行う以上、当然に収益の確保を図ることが求められるが、実際にビジネスモデルを構築していく際には、戦略に応じた生産方式、生産規模、生産品目、生産した商品の用途（家計消費用・加工用・業務用等）、価格戦略の明確化を図る必要がある。特に、植物工場産農産物の安定的な販路の確保と適正価格の実現は、きわめて重要である。植物工場産農産物は、一般にコストが高くなる傾向があり、付加価値の高い農産物及びサービスを提供することが不可欠となる。

「安全・安心」であることは、植物工場の大きな強みであるが、これらの価値は消費者にとっては「当たり前」のものとなっており、一般の露地栽培等では実現しにくい、より一層の付加価値の創出を図る必要がある。

例えば、夏季のイチゴ栽培のように、従来の栽培方法では難しい端境期での出荷ができれば、価格競争に巻き込まれにくい。同様に、我が国では露地栽培が難しい熱帯原産の野菜等、一般に普及していない品目を栽培することも考えられる。あるいは、土耕では食味のクセが強すぎるために生食に適さない品目を、養液栽培を行うことにより、アクや苦み等を抑え、生食で提供するといったことも想定される。その他、ミニ野菜や機能性成分の含有量を高めた農産物の生産も有望と考えられる。

消費者の嗜好変化や価格変動を踏まえた経営モデルの追求

消費者の嗜好変化のスピードは早まっており、付加価値を高めるだけでなく、不断に商品設計の見直しを行うことが求められる。実際、高級生鮮食材は、価格変動が激しく、消費者のトレンドの変化や実需者の要求の変化に対応して、生産規模、価格、生産品目を機動的に変更できるよう、栽培品目・品種のラインナップを多様化するとともに、生産、物流、営業体制を整備することが重要である。

実需者との連携強化

植物工場は、生産性が高いが故に、安定的な販路及び販売単価を確保することがきわめて重要である。このため、食品製造業者、外食事業者及び小売業者等の実需者との連携を強化し、川上から川下までの安定的な供給経路（サプライチェーン）を構築したり、実需者と共同で商品開発を行う等の取組を進める必要がある。

生産コスト縮減の重要性

近年、「野菜工場」等の名称で、植物工場産農産物の認知度は高まりつつあるが、現在のところ、割高感が強く、植物工場産農産物の普及は、一定段階で留まっていると評価せざるを得ない。一層の付加価値の訴求と同時に、生産コストの縮減を図ることにより、値頃感を高めることが必要である。

植物工場産農産物の良さをどう伝えるか

植物工場産農産物の消費者にとっての具体的なメリットとしては、カロチン、ビタミン等の栄養価や機能性成分が豊富である、アクや苦味が少ない、農薬使用量が少ない、水や栄養分の効率的利用により環境負荷が小さい等が挙げられる。

これらの良さを消費者に伝えるためには、個々の商品単位で、消費期限の長さや栄養成分の豊富さ、環境負荷の小ささ等をアピールするとともに、植物工場産農産物に対する一般的なイメージを向上させ、理解を深めることが重要である。このため、例えば、植物工場産農産物について、一定以上の品質に対する規格や認証等を構築することは有意義と考えられる。ただし、これらの規格、認証等については、健康な食生活を送りたいといった消費者の潜在的なニーズに応えるものであることが、消費者に十分に理解されなければ、需要にはつながらにくいことに留意する必要がある。また、「野菜工場」等の消費者にイメージされやすく、馴染みやすいネーミングを活用していくことも重要である。さらに、メタボリックシンドローム対策やダイエット対策といったより生活に密着したニーズへの効果が期待できる新たな食べ方を提案する等の積極的な対応は、大きな効果が期待できる。

なお、野菜等の栄養成分や機能性成分の含有量の表示については、「生鮮食品における栄養成分表示について」（厚生労働省・農林水産省）等のガイドラインに沿って、適正な表示による情報提供を積極的に進めていくことが重要である。

また、後述の省エネルギー化や再生可能エネルギー・未利用エネルギーの活用の取組は、コストの縮減のみならず、消費者の理解醸成にも繋がるものであり、カーボンフットプリントによる情報提供も含め、積極的な推進を図る必要がある。

食品製造業者や外食事業者にとってのメリットとしては、定時・定量・定価・定品質での供給に加え、虫や異物の混入が少なく、雑菌が少ないことが挙げられる。特に完全人工光型の場合は、適切な衛生管理を行えば、洗浄工程を省略することも可能となる。

これらのメリットを消費者、食品製造業者、外食事業者等に伝えていくためには、農産物を生産する植物工場の事業者だけに努力を求めるのではなく、流通業者、小売業者等が協力して、植物工場産農産物の情報を発信していくことが求められる。

(2) 生産コストの大幅な縮減に向けて

現状、植物工場産農産物の生産コストは、一般の施設栽培の2倍程度は高いと考えられ、このことは植物工場の普及に向けた最大の課題のひとつとなっている。このため、生産性の向上のほか、施設の設置コスト(イニシャルコスト)と運営コスト(ランニングコスト)の縮減により、総合的に生産コストの縮減を図ることが必要である。

生産性向上と計画・安定生産の実現

前述のように、オランダでは、ロックウール栽培の普及とそれに合わせた高軒高の温室の普及、養液栽培においても生育障害を起こしにくく、また、栄養成長と生殖成長のバランスのとれる品種の育成、コンピュータを利用した精密農業や移動式ベッドを利用した作業の自動化等により、日本と比較しても大幅に高い生産性を実現している。

オランダがこの30年間に大幅な生産性向上を実現できたのは、大規模生産者と民間企業及び試験研究機関が連携して技術開発と技術の普及をスピードアップしたことが大きな要因となっている。

ただし、日本とオランダでは、気候の違い(日本は台風が多く、夏季が高温多湿であるのに対し、オランダは台風がなく、夏季も冷涼低湿)、インフラの違い(オランダは天然ガスのパイプラインが普及)、消費者の嗜好の違い(大玉トマトでは、日本では皮が薄く糖度が高いもの(糖度5~6)が、オランダではさっぱりとした味のもの(糖度3~4)が好まれる)といった前提条件の違いに留意する必要がある。

しかしながら、日本においても、養液栽培に適した品種の育成や、経済栽培可能な品目の拡大、日本独自の環境制御・生育予測プログラムの開発・高度化、ヒートポンプや細霧冷房、遮熱資材の活用等による夏季の高温抑制技術、蛍光灯やLED等の人工光源の活用や植物の光応答反応の解明・利用等により、植物工場における野菜等の生産性を大きく向上させる必要がある。

イニシャルコストの縮減

完全人工光型をはじめとして、現在の植物工場は施設設置コストが大きく、施設の償却費が生産コストの3~4割を占めると推計される。これが、生産物の価格に影響している。今後、植物工場が拡大するためには、品質や特性に頼り、「高くても良い」野菜を求める消費者にのみ訴えることには限界がある。価格をより低減させる努力も併行して進めることが必要。従来、植物工場に使用される施設の多くは、施設の部材メーカーや施工業者が個別に技術開発を行い、半ばオーダーメイドで施設の設計・施工を行っている。今後は、部材や資材の標準化・モジュール化により、製造・改良のコストを縮減することが重要である。

ランニングコストの縮減

完全人工光型においては、照明・空調用の光熱費や水道料金等がランニングコストの約25%を占めている。また、太陽光利用型においても、水道光熱費は、ランニングコストの約15%を占めている。

これらを縮減するためには、省エネルギー化の推進が重要な解決策となる。現在、オランダにおいては、2020年までに温室の化石燃料使用量ゼロ、CO₂排出量の90年比48%減、再生可能エネルギー20%使用といった目標を立て、施策展開を行っている。例えば、天然ガスボイラーによるトリジェネレーションシステム（電気、熱、二酸化炭素の利用）と余剰熱を地中に蓄熱するヒートポンプ設備を地域全体の共通インフラとすることで、高いエネルギー効率を実現している。

我が国においても、個々の事業者において、ヒートポンプやトリジェネレーションシステムの活用といった省エネルギー化を促進するとともに、オランダのように、発電所や工場を中心とした施設園芸団地を形成することで、地域全体で電力・熱供給を一体化し、余剰排熱・冷熱の有効利用を進めることも期待される。

さらに、再生可能エネルギーや未利用エネルギーの活用も重要であり、風力、水力、太陽、地熱、バイオマス等のエネルギーの利用を図るとともに、それら複数のエネルギー源の分散型制御や蓄熱（蓄電）システムの開発等を行い、創エネ（エネルギーの創出）を目指すことも重要と考えられる。

また、完全人工光型、太陽光利用型のいずれの場合においても、人件費がランニングコストの2~3割を占めることを踏まえれば、ロボット技術やセンシング技術の活用を通じて、自動化、省力化を進めることも重要である。

目標コスト

以上のような取組を進めることにより、3年以内に、植物工場における野菜の単位重量当たり生産コストを3割縮減することを目指すこととする。

（3）基盤となる事業環境の整備に向けて

植物工場の持続的な普及・拡大を図るためには、人材供給、事業インフラの確保、資金調達、技術開発等の事業環境を整備していく必要がある。

経営・技術の普及に向けた人材育成

植物工場の運営にあたっては、技術面、経営面等に幅広い知見が求められるため、学際的な見識を有する人材の育成や複数分野の専門家をコーディネートできる人材の確保が求められる。

技術面については、植物の生理・生態への理解や栽培管理ノウハウ等の栽培分野の知見と空調・照明・養液栽培装置等の管理・制御等の工学分野の知見が求められる。植物工場

は、天候等の影響を受けにくい生産方式ではあるが、歩留まりを高め、安定的に収量を確保するには、双方の知見をバランス良く蓄積していくことが不可欠である。実際、これまでの植物工場の取組においては、技術面の知見不足から、生産量が事業当初の想定を下回った例が散見される。

また、事業として成り立たせるためには、経営戦略を明確化し、潜在的な消費者ニーズを見据えた商品開発・マーケティングを進めるとともに、適切な労務管理や資金調達等を進めていくことが必要であり、このような経営ノウハウを蓄積していくことも重要である。

これらの知識・経験を有し、植物工場の運営を担う人材を育成するため、分野横断的な研究開発と教育を行う拠点的な施設が必要である。具体的には、栽培管理技術や施設運営技術に加え、マーケティングや資金調達等の経営手法を身につけるための研修（人材育成センター）や栽培管理をフォローする分析・指導センターの整備等を進める必要がある。

植物工場の立地促進

我が国の限られた国土を有効に活用して、食料の安定供給を図るためには、優良農地を農地として有効活用するとともに、農地以外の用地においても農業生産機能を確保し、食料自給力の強化を図ることが重要である。

同時に、植物工場を活用して行う農業は、地域の新たな雇用創出、地域活性化に十分に貢献すると考えられることから、自動車や総合電機をはじめとする製造業等と同様に、いわば新たな「農業立地」として、立地支援を行っていくことが重要である。

特に、植物工場は、業種としてはあくまで「農業」であるが、農地以外において立地する場合もある。また、特に完全人工光型においては「工場」的な施設で栽培が行われることから、従来は、行政の支援を受けにくい、あるいは、各種手続きにおいても円滑な対応がなされにくい側面があったことも踏まえ、積極的な対応を講じていくべきである。

一方で、植物工場の誘致に積極的な自治体においては、独自の支援施策を講じたり、立地に係る法手続き等の円滑な運用を図るなど、植物工場の立地促進に向けて主導的な役割を果たしている例が見られる。こうした地域では実際に誘致につながっている事例もあり、植物工場の立地促進のためには自治体が核となって各種対応を講じていく必要がある。

立地支援にあたっては、従来の製造業等の企業誘致と同様に、地方自治体において、固定資産税等の税制優遇、土地・設備取得にかかる初期費用の助成、電力・ガス・水道等のインフラ整備等の支援ツールを総合的・戦略的に活用することが有効であり、政府がそうした動きを後押ししていくことが重要である。

具体的に立地を推進するにあたり、工業団地は、用水供給、平坦な用地の確保、電力・熱供給等のインフラが整備されていることから、有望な立地先となりうる。また、完全人工光型については、商店街・オフィス街等の商業地域に立地させることにより、店舗内に植物工場を設置し、店舗内で生産・販売するという、究極の「地産地消」を実現することも可能である。

建築基準法上の扱い

植物工場の立地を進める上で、建築基準法については、以下の点に十分に留意する必要がある。

(a) 建築物に該当するため、建築確認が必要か否か

植物工場が、建築基準法上の建築物として建築確認を要する施設であるか否かは、建築基準法²の規定に則り、都道府県ないし中核市以上の市役所の建築主事が判断することとなっている。中核市以外の市町村であっても都道府県知事の同意があれば建築主事を置くことができる。このうち、完全人工光型植物工場については、建築物と判断されるのが一般的である。

他方、太陽光利用型については、屋根が簡単に取り外し自由であるかどうか等を目安としており、建築物として取り扱われない場合が多い。通常は、内部で植物生産を行うため、光を取り入れる構造である必要がある、内部に入る人が限定され、また常時入っているわけではない、等の特徴を踏まえて作成された「園芸用施設安全構造基準」(社団法人日本施設園芸協会)を満たすことにより、構造強度や耐火・防火性能を確保している例が多い。屋根がガラス板等でできているものは建築物として取り扱われる場合が多いが、自治体によっては柔軟な運用がなされている場合も複数存在する。

一方、植物工場を巡る建築基準法の取扱・適用基準については、自治体によって、必ずしも明確に整理されていない。そのため、新たに太陽光利用型施設を設置する場合、「工場」という名称であることもあり、既存の園芸用施設と比較して、厳しい運用となっている事例もあると指摘されている。この点については、あくまで対象となる建築物の構造によって判断される。

また、上記の論点については、立地する土地の地目(農地であるか否か)に関わらず判断されることとなることにも留意が必要である。したがって、例えば、建築物に該当しないとされた工作物であれば、同様の工作物が農地に立地する場合でも、農地以外の土地に立地する場合でも、建築物に該当しないとされることになる。

(b) 都市計画区域の用途地域ごとの建築制限

都市計画法第8条に規定されている用途地域は、都市の将来像を想定し秩序ある土地利用を行っていくための仕組みの一つである。用途地域は12種類あり(第一種低層住居専用地域、第二種低層住居専用地域、第一種中高層住居専用地域、第二種中高層住居専用地域、第一種住居地域、第二種住居地域、準住居地域、近隣商業地域、商業地域、準工業地域、工業地域及び工業専用地域)用途が定められた地域内においては、それぞれの用途地域の目的に従って、一定の建築物(例えば、住居専用地域における工場、倉庫、劇場等)について建築が禁止されている(建築基準法第48条)。

植物工場を農産物の生産施設ととらえた場合、建築基準法上は、「工場」に当たる可能性が高く、住宅地や商業地等の工場の建築が禁止されている地域においては、植物工場は建設できない(既存施設の多くは、食品等の物流施設や倉庫を利活用したものが多く、「倉庫」となっているものも多く見られる)。

しかし、それぞれの用途地域内において建築禁止とされる建築物であっても、利害関係

² 建築物とは、「土地に定着する工作物のうち、屋根及び柱若しくは壁を有するもの(後略)」を指す。【建築基準法 第2条第1項第1号】

人の出頭を求めて公開による意見の聴取を行い、かつ、建築審査会の同意を得た上で、特定行政庁（都道府県知事等）が住居の環境を害するおそれがない（騒音、車の出入り等）、商業・工業の利便を害するおそれがない等と認めて許可した場合には、建築基準法第 48 条ただし書き規定が適用され、建築できるとされている。

実際に植物工場が工場に該当するか否かの判断は、当該建築物の床面積の大層を占めている用途、作業内容、設置される原動機の性能等によって判断されるが、植物工場は一般の工場に比べて、騒音や車の出入り等が少なく、環境に与える影響も少ないことから、個別の建築物の状況に応じた判断が必要である。

特に完全人工光型植物工場については、消費地近くに立地するという観点から、商店街や住宅地等への立地が増加することが予想されるため、予め十分な配慮が必要である。

消防法関係

建築物については、消防法に基づき、消防用設備の設置が義務づけられているところである。消防用設備（消火設備、避難設備等）については、対象物の位置、構造及び設備の状況から判断して、火災の発生及び延焼のおそれが著しく少なく、かつ、火災等の災害による被害を最小限度に止めることができるとして消防長又は消防署長が認めた場合は、消防法施行令第 32 条の規定により消防用設備等の基準を適用しないことも可能となる。この点についても前項と同様、植物工場の建築実態に応じた基準適用の判断が必要である。

（４）新たな事業展開に向けて

医薬品や機能性食品への展開による新需要創造

植物工場の高度な生産管理技術と遺伝子組換え技術の組合せにより、医薬品や機能性食品等を生産する「アグリ・ヘルス産業」の創出も有望である。例えば、遺伝子組換え技術を利用して、スギ花粉症の原因物質の一部を蓄積したスギ花粉症緩和米を植物工場で生産することが考えられる。さらに、インターフェロン、セラミド、ポリフェノール等を高度に含有する品種を育成し、植物工場で栽培することにより、医薬品や機能性食品等を製造することが考えられる。

輸出の可能性

植物工場をプラントとして海外輸出することも想定される。中長期的に見れば、国際的な食料需給は逼迫する傾向にあり、諸外国では農業生産への投資が活発化している。完全人工光型においては、水分の循環効率を高めることにより、貴重な水資源の有効活用を促進することが可能である。近年、生鮮野菜の需要が高まっている中東や東南アジア地域は、重要な販路となりうる。また、中国においても、生鮮野菜の需要の高まりを踏まえ、園芸施設が急速に普及しており、太陽光利用型施設の輸出にも期待が高まっている。

6．今後必要となる具体的な取組の提言

植物工場が登場してから既に 50 年以上が経過しているが、我が国においては、採算性をはじめとする多くの課題により、その普及は進んでいない。これらの課題を解決し、植物工場の普及・拡大を図るためには、我が国の食料の安定供給と地域活性化の一翼を担う成長産業として、産・学・官が目標を共有し、その普及・拡大に向けて集中的な取組を行うことが重要である。

このため、以下のような取組を速やかに推進することにより、3年後の目標として、植物工場の設置数を現状の約 50 カ所から 150 カ所へ 3 倍増とすることを目指すこととする。

(1) 国に期待される取組

農林水産省、経済産業省を含め、政府は、植物工場の普及・拡大に向けた道筋を示し、速やかに以下のような支援策を講じるべきである。特に、現下の経済情勢を鑑み、一刻も早い対応が期待される。

植物工場における農産物の生産コスト縮減に向けた支援

植物工場における農産物の生産コストを大幅に縮減するためには、生産コスト縮減に向けた技術実証・実用化への支援を行うべきである。また、建物・設備等に関する減価償却費がコストの大きな割合を占めていることから、施設整備に対する助成、融資、税制優遇等の支援措置を検討すべきである。

施設整備への支援については、特に民間事業者による農地以外への植物工場の整備に対する支援策の拡大を検討する必要がある。しかしながら、支援策によって逆に高コスト構造が温存されることのないよう、省エネルギー化等のコスト縮減の取組を推進するインセンティブとなるような仕組みを検討する必要がある。

さらに、植物工場の運営コストの縮減を図るため、省エネルギー化や再生可能エネルギーの利用に向けた設備投資に関する支援や、電力料金の負担軽減と負荷平準化・夜間電力利用の促進を両立する電力料金メニュー等のエネルギー負担軽減策について、その実現可能性を検討すべきである。

安定的な販路の確保・拡大に向けた支援

植物工場産農産物の販路の確保・拡大を図るためには、食品製造業者や外食事業者等の実需者との結びつきを強め、安定的な供給経路（サプライチェーン）を構築する取組や、農商工連携等により新たな付加価値を創造する取組を促す支援策を検討すべきである。

技術開発や人材育成に関する支援

植物工場の持続的な発展を図るためには、生産コストの抜本的な縮減、経済栽培可能な品目・品種の拡大等を達成するための技術開発及び植物工場の運営・技術指導を担う人材育成が不可欠である。このため、植物工場関連技術の開発・実用化及び人材育成に重点的に取り組む拠点の形成や研修プログラムの策定等を支援すべきである。また、民間事業者の取組を進める呼び水として、委託プロジェクト研究での課題化や競争的資金の活用等を検討すべきである。

植物工場及び植物工場産農産物の普及・P R

植物工場及び植物工場産農産物への認知度と理解を高めるため、政府が積極的に普及・P Rを支援すべきである。特に、食品製造業者や外食事業者等の植物工場産農産物の実需者や一般消費者の理解を深め、中長期的な需要開拓を図るべきである。

(2) 地方自治体に期待される取組

植物工場が実際に立地し、持続的な経営を実現するためには、都道府県及び市町村の積極的な取組が不可欠である。農業担当部局と商工担当部局のそれぞれの枠を超えた支援体制を確立し、都市整備部局等の関連部局と密接に連携していくことが求められる。また、こうした取組に対し、政府としても積極的に情報提供等に取り組むことが求められる。

地域毎の特性を踏まえた立地戦略の明確化と部局横断的な対応

日照条件、夏季の気温、消費地との時間距離等の地域の特性を踏まえた植物工場の立地戦略を明確化し、特に農業担当部局と商工担当部局の部局横断的な対応により、事業者が相談・提案しやすい環境を整備すべきである。

企業立地促進施策による支援

地域における企業誘致のランドデザインの中に、植物工場（農業）を明確に位置づけるべきである。具体的には、企業立地促進法に基づく基本計画に集積業種として植物工場（農業）を位置づけることが考えられる。また、これを踏まえ、植物工場（農業）に対して、企業立地にかかる助成、インフラの整備、固定資産税の減免等の支援策を講じるべきである。

建築基準法や消防法等に係る柔軟な運用

地方自治体独自の「植物工場推進特区」等の取組により、植物工場の立地促進を図る地域をあらかじめ指定した上で、建築基準法や消防法等の規制措置について、モデル的に柔軟な運用を図っていくべきである。その際、農業担当部局・商工担当部局と建築・都市整備部局が緊密に連携を図るべきである。

地産地消の推進

給食や病院等公共施設の食堂等での活用を進め、地域産品を地域で生産し、消費する体制づくりも重要である。

(3) 民間事業者に期待される取組

民間事業者こそが、植物工場に係る技術開発及び事業運営の主体であり、技術開発及び事業化を速やかに推進するため、積極的に取組を実施すべきである。

コンソーシアムによる技術開発や実用化の推進

技術開発や事業化を効率的・効果的に推進するための事業者と研究者のコンソーシアムを形成して取組を進めるべきである。具体的には、例えば生産コストの3割削減という共通の目標の達成に向けて、低コスト生産技術の実用化モデルを速やかに確立するため、大学等の試験研究機関と民間企業が複数のグループを形成し、グループ内の連携とグループ間の競争により、関連技術の開発やその実用化の取組を加速化すべきである。また、実用化にあたっては、植物工場向けの部材や資材の製造・改良コストの削減を図るため、業界として標準化・モジュール化を進めるべきである。なお、コンソーシアムによる技術開発や実用化にあたっては、知的財産権の適正な保護と活用に留意する必要がある。

植物工場産農産物の販路の確保・拡大の推進

植物工場を運営する事業者は、食品製造業者や外食事業者及び小売業者等の実需者との連携により、消費者ニーズに的確に対応した商品開発、新たなメニューや食べ方の提案等の取組を進めるとともに、契約に基づく安定的な取引の拡大を図る必要がある。

植物工場産農産物の付加価値向上、差別化の推進

植物工場を運営する事業者は、生産した農産物の差別化を図るため、GAP（農業生産工程管理）、HACCP又はISO9001等、安全の確保や品質の向上に資する工程管理の導入を推進するほか、業界が一体となって、生鮮野菜等の栄養成分、機能性成分の含量について、根拠となるデータを集め、成分表示の取組を進める等、植物工場産農産物のメリット情報の発信に取り組むべきである。

7 . 参考資料

(1) 農商工連携研究会 植物工場ワーキンググループ 委員名簿

(座長)	高辻 正基	東京農業大学客員教授
	池田 英男	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科教授
	九戸 眞樹	青森県商工労働部長
	佐藤 邦昭	株式会社JFE ライフ常務・野菜事業部長
	徳増 秀博	財団法人日本立地センター常務理事
	福井 寛	株式会社ピーコックストア第一MD 統括部・専門部長
	丸尾 達	千葉大学大学院園芸学研究科准教授
	村瀬 治比古	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科教授
	吉岡 宏	社団法人日本施設園芸協会常務理事

(敬称略、所属及び役職は2 1年 1月時点のもの)

(2) 検討の経過

第1回 (平成2 1年 1月 16日)

- ・座長の選任
- ・植物工場の普及・拡大に向けた問題意識

第2回 (平成2 1年 1月 30日)

- ・植物工場の事業展開を巡る現状と課題
- ・植物工場における野菜の生産コスト
- ・植物工場で生産された農産物の販路

第3回 (平成2 1年 3月 2日)

- ・植物工場の生産性向上に向けた技術的な課題
- ・今後の技術開発及び人材育成の方向性

第4回 (平成2 1年 3月 25日)

- ・地方自治体による取組
- ・取りまとめ骨子 (案) について

事務局・お問合せ先

農林水産省生産局生産流通振興課

担当者：清水、伊藤

電話：03 - 6744 - 2113（直通）

経済産業省地域経済産業グループ地域経済産業政策課

担当者：筑紫、細川

電話：03 - 3501 - 1697（直通）