

第3章 植物工場ビジネス

— 植物工場経営の現状と将来展望 —

取締役 伊地知 宏

1. はじめに

植物工場の歴史をひも解くと、1950年代にデンマークで行われていたスプラウト生産が起源と言われている。わが国では、戦後、養液栽培のはしりとなるハイドロポニック栽培が開発され、1970年代には早くも人工光型植物工場の研究や栽培が開始されるなど、世界的に先行した取り組みが行われてきた。

植物工場は、大きく、「太陽光型」、「人工光型」、「太陽光人工光併用型」の3つに大別される。太陽光人工光併用型は、花き栽培などで採用されている事例が多く見られるが、特殊性が強い。そこで当レポートでは、異業種からの参入事例も多い太陽光型植物工場と人工光型植物工場にフォーカスして、ビジネスとしての可能性を考察する。

太陽光型植物工場はオランダが最も進化している。オランダでは早くから単位面積当たりの収量増加、高付加価値化が意識され、1970年代から施設園芸の大型化・自動化・情報化が進展した。また、1980年代には環境制御システムが進化し、2000年代には農業経営の一層の大型化と高度化を達成した。品目としては、トマト、パプリカ、葉物類が代表的な生産物である。気候や日照時間など栽培環境は決して有利とは言えない国土だが、トマトでは10a(アール)当たりの収量(反収)が100tに達する事例も見られるようである。

一方、人工光型植物工場は、前述のように1970年代以降、技術的には日本が世界のリーダーシップを握っていたが、事業としての件数が拡大したのは2010年以降である。2010年以前は、想定通りの栽培ができるのかを実証するのが目的で、ビジネスとして収益を獲得するモデルに至っていない事業者が多く見られた。しかし、2010年以降は、ビジネスとして収益を獲得することを目的とした取り組みが徐々に増加しているように感じられる。また、収益化を目標としながらも黒字経営に至っていなかった事業者が黒字化を果たす事例も近年では増加している。事業規模でも、2010年頃まではレタス栽培で大規模栽培の一つの目安の日産1万株の事例が希少だったが、2013年以降は日産1万株規模の取り組みが珍しくなくなっている。

最近では異業種から植物工場ビジネスに参入する事例が数多く見られ、注目が高まる植物工場ビジネスだが、採算ベースに乗ったビジネスモデルが確立されているか、疑問を呈する向きもある。異業種から農業参入を検討しているが、植物工場がビジネスとして成り立つかどうか、確信が持てずに二の足を踏んでいる企業は少なからず散見される。農業生産の難易度は、高い順に露地栽培、太陽光型植物工場、人工光型植物工場と一般的には言われているが、植物工場は露地栽培よりも難易度が低いと安易に考えて植物工場事業に参入した挙句、経営に苦慮していると思われる事例も多い。異業種から農業に参入して、成果が挙げがなくて撤退する事例が発生すると、その地域全体へのダメージにもつながる。

一方で、太陽光型、人工光型いずれにも優良経営を行い、利益が上がるビジネスモデルを確立している経営体は少なからず存在しており、それぞれ特色のある経営を行っている。そこで当レポートでは、太陽光型植物工場、人工光型植物工場、それぞれで優良経営をしている事業者の収益費用構造を参考にして、経営面から植物工場の成功モデルを考えてみたい。

なお、現在、太陽光型植物工場で実際に栽培されているのは、主にトマト、パプリカ、葉物類、イチゴ、メロンなどであり、また、人工光型植物工場での栽培品目は、主にレタス、バジル、イチゴなどである。このうち、当レポートでは太陽光型植物工場におけるトマト、人工光型植物工場における(リーフ系)レタスという、それぞれの植物工場の代表的生産物を調査対象に絞って考察を行う。

2. 植物工場の実態

(1) 植物工場の事業者数

植物工場の事業者数の推移が図表1である。傾向として太陽光型、人工光型とも施設数が着実に増加していることが窺える。しかしながら、人工光型に関しては、施設数の伸びが鈍化していることが見て取れる。原因としては、新設施設の増加が鈍化しているのではなく、事業を休止する事業者が漸増していると考えられる。その理由としては、栽培歩留りの低迷など生産技術不足や、コスト低下が十分に図られなかったことによる競争力の低下などがあげられる。特に蛍光灯を使用している事業者の苦戦が伝えられている。

なお、平成28年度の太陽光人工光併用型の施設数が減少しているのは、直近年度の操業が未確認だった事例や補光を実質的に停止している事例があったためである。

図表1 植物工場の施設数の推移(箇所)

調査時期	太陽光型	太陽光 人工光併用型	人工光型
平成29年2月時点	126 ※	31	197
平成28年2月時点	79 ※	36	191
平成27年3月時点	195	33	185
平成26年3月時点	185	33	165
平成25年3月時点	151	28	125
平成24年3月時点	83	21	106
平成23年3月時点	13	16	64

※ 平成27年度以降の「太陽光型」は、施設面積が概ね1ha以上で溶液栽培装置を有する施設(大規模施設園芸)に限る。
(出所)一般社団法人日本施設園芸協会

太陽光型、人工光型ともに参入件数の伸び以上に大規模化の傾向は強まっている。

太陽光型の場合では栽培面積3ha規模、人工光型の場合は日産1万株規模の案件は投資額10億円前後と試算される。その規模の案件は珍しくなくなっているが、それらのケースの年間売上は約3億円であり、他の産業では決して大きい規模ではない。しかしそれらのケースでも、初期投資コストは決して小さくなく、個人経営ではハードルが高い。規模拡大には生産ノウハウの向上とともに、体力のある経営体との連携が重要であり、加えて資金調達が必要な課題となる。異業種からの企業参入も活発化しており、一層の大規模化の可能性は考えられるが、栽培技術の習得と的確な農業経営がポイントになることは疑いない。

(2) 太陽光型植物工場の実態

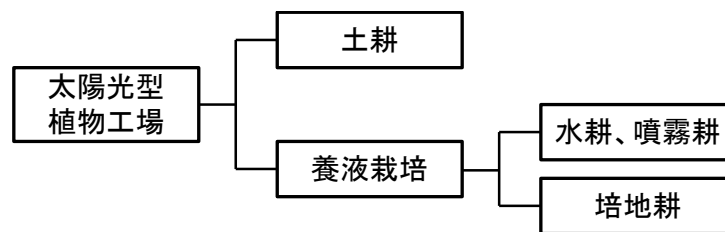
わが国における太陽光型植物工場は、1984年にJFEホールディングスが葉物野菜を栽培した時期を嚆矢とし、2000年前後にはカゴメなどがトマト栽培に注力、1haを超える施設も散見されるようになった。その後、2005年の農地リース方式による株式会社の農業参入の全国展開、2009年の農地法改正による農業生産法人の要件緩和などの規制緩和に加えて、2009年度補正予算での農林水産省、経済産業省からの補助金拠出により、2010年以降増加ペースが加速した。2015年度には農林水産省の肝いりで「次世代施設園芸導入

加速化支援事業」※が開始され、全国 10 カ所で 2～4ha 超の、一段と規模を拡大した太陽光型植物工場が稼働し始めている。

栽培手法では土耕栽培と養液栽培に大別できる(図表 2)。土耕栽培の方が低コストだが、技術的には土耕栽培の方が養液栽培よりも難易度が高い。栽培の安定性は土耕栽培の方が高く、総合的に優劣はつけ難い。リスク対応の観点では、養液栽培の場合は停電などのトラブル対応が困難だが、土耕の場合はある程度の時間持ちこたえることができる。逆にトラブルに見舞われた場合に、(基礎知識は必要だが)養液栽培の場合は制御可能な部分が多いが、土耕栽培の場合は制御が難しい。収量的には土耕栽培よりも養液栽培の方が高い。土耕栽培の場合、10a 当たりの収量(反収)40t が限界に近いと言われている。

養液栽培は、水耕や噴霧耕、培地耕に分類される。栽培方法の中で、現状、最も比率が高いのは培地耕である。培地は、ロックウール、ヤシ殻、ピートモス、砂、礫などが代表的な材料となっている。

図表 2 太陽光型植物工場の栽培方法



(出所) 野村アグリプランニング&アドバイザー作成

代表的な生産物であるトマトの場合、種類が大玉、中玉、ミニに大別される。一般的に単位面積当たりの収量(反収)は大玉が高く、高糖度系(中玉、ミニ)は低くなる。逆に単価は高糖度系が高く、大玉は低くなる。同じ範疇でも品質(糖度)と収量は逆相関の関係で、糖度が高いほど反収は低くなる傾向にある。

わが国でも大玉トマトで反収 70t を超える実績を出している生産者が現われているが、平均的にはオランダの後塵を拝している。日本とオランダでは品種や用途が異なり、大規模化の進展状況も異なるので、単純に比較はできないが、いくつかの問題点が考えられる。

例えば、オランダではメーカーが、栽培ノウハウだけでなく天敵による防除や労働者派遣などまで含めて植物工場の経営全般にわたり総合的にアドバイスを行っているが、日本で同様に総合的にアドバイスできるメーカーやコンサルタントは非常にまれである。また、施設メーカーは自社製品の営業に関わる情報は提供できても、第三者の立場でメーカーの枠組みを超えて施設を設計するコンサルティング機能が十分ではなく、結果として事業者のコスト高につながっている。今後、一層の生産性の向上を図るには、生産地ごとの適性に依じてハード面、ソフト面とも栽培ノウハウを強化することが必要であろう。

※農林水産省が推進する施設園芸拠点整備事業。先端技術と強固な販売力を融合させ、生産から調整・出荷までを一気通貫して行うとともに地域資源を活用したエネルギーを活用することを目指す。一定の事業規模や地域資源エネルギー活用などが要件となっている。

前述の「次世代施設園芸導入加速化支援事業」は、オランダの大規模施設園芸を参考にして、わが国にも同様の取り組みの導入を企図した事業だが、オランダの施設を日本の環境に適した施設にカスタマイズする必要がある。地域ごとに栽培環境は微妙に異なっており、経験豊富な事業者でも新しい環境下での栽培が軌道に乗るまでは試行錯誤が必要となっているのが現状である。植物工場経営においては、「施設の導入はスタート地点」であり、「施設の導入がゴール」と考えたら成功はおぼつかない。

環境変化への対応に関してもオランダに学ぶべき点はある。国内の生産者の中には環境変化にきめ細かく対応ができていない事業者も少なからず見られる。光過剰(高温)ならば遮光カーテン、換気、細霧冷房、逆に光不足ならばガラスやフィルムの洗浄や汚れにくくする対処、などの対応である。諸々の工夫により、オランダの施設の光透過率は70~75%に達しているが、日本では50%程度に止まっている。

ただ近年、大規模施設の増加や施設拡充が活発化しており、大規模施設での経営力は着実に向上している。中核となって栽培を担っている生産者には、新しいノウハウを積極的に取り入れ、環境制御や栽培手法を開発する人材が頭角を現しはじめており、太陽光型植物工場の一層の生産性向上が期待される。

(3) 太陽光型植物工場への参入企業

図表3は、2010年以降に太陽光型植物工場ビジネスに参入した主な上場企業である。

第一の特徴は、農業と直接関係が薄い企業の比率が高いことである。2005年の「農地リース特区の拡大」や2009年の「農業生産法人の要件緩和」といった農地法改正の影響が大きいと思われるが、2010年頃から太陽光型植物工場や露地栽培への異業種からの企業参入が相次いだ。本業との関係は深くないものの、農業に関心を示す企業や企業経営者のすそ野の広さが顕在化した証左と考えられる。

第二の特徴は、相応の規模で取り組む傾向が見られることである。栽培規模としては20~50aが多いが、試験栽培ではなく「事業」として取り組む姿勢が窺える。さらには、エア・ウォーター(約12ha)や東急建設(約2ha)、東海運(2.3ha)のような大型案件も登場し、大規模化に向けた先鞭をつけている。また、「次世代施設園芸導入加速化支援事業」で、大規模な太陽光型植物工場に関与している上場企業として、イオン、ウシオ電機、NTTデータ、カゴメ、関西スーパーマーケット、清水建設、デリカフーズホールディングス、ネポン、富士電機が名を連ねている(関係会社を含む)。

図表4の次世代施設園芸の拠点整備は、「攻めの農林水産業」の大きな柱として位置付けられており、農林水産省は以下のような特色を掲げている。

- ① オランダのような園芸先進国に学ぶところは学びながら、日本の資源や技術を駆使し、これまでにない規模で施設を集積。
- ② 国内に豊富に存在する木質バイオマス等の地域エネルギーの活用により、化石燃料依存からの脱却。
- ③ 周年安定生産のために、コンピューターで環境を制御する生産・流通体制を構築。

規模だけでなく、エネルギーや環境制御にも問題意識を持ち、従前より一歩進んだ取り組みを期待しているようだ。各コンソーシアムには上場企業をはじめとして地域を代表する企業や農協などが参画している。このような取り組みを契機に企業の農業参入が活発化し、農業界全体に好影響を与えることを期待したい。

図表3 太陽光型植物工場ビジネスに参入した主な上場企業(2010年以降)

参入年	企業名	扱い品目	事業内容、特徴
2010年	クボタ	野菜類	農業生産法人「クボタサンベジファーム」を設立。障がい者雇用と遊休農地活用を目指し、水耕栽培等による野菜生産を実施。
	エア・ウォーター	トマト ベビーリーフ など	農業生産法人「エア・ウォーター農園」を設立。北海道千歳市と長野県安曇野市の植物工場でトマトとリーフレタスを生産。栽培面積合計は12haを超える。
	双日	トマト	早稲田大学発ベンチャーのメビオールが開発した特殊フィルムを活用した栽培システム(アイメック栽培システム)を採用。農業組合法人成田ガイヤと共同で事業化。
	中電工	イチゴ	子会社(あぐりこるWEST)を設立し、島根県の事業者と共同で島根県浜田市に観光イチゴ農園を開業。
2011年	大和コンピューター	メロン トマト	静岡県袋井市に2,148㎡のハウスを建設。養液栽培により、メロン、トマトを栽培。生育状態に合わせて養液供給量を制御する「総合環境制御(自社製)」を活用。
	近鉄グループホールディングス	トマト	丸紅、近畿大学と協力し、5,300㎡の太陽光型植物工場で高精度トマトを栽培。
	野村ホールディングス	トマト	千葉県香取市にて2,000㎡の太陽光型植物工場で高精度トマトを栽培開始。2013年には2,000㎡増設。
2012年	東海運	トマト	三重県津市の約3,000㎡の敷地でミニトマトの栽培及び販売を開始。2017年には23,000㎡に拡張。
2013年	平和堂	葉物類	農業生産法人を設立し、彦根市で太陽光型植物工場を建設。ハイポニカ栽培システムを活用し、リーフレタス、セロリ、水菜、菊菜、ネギなどを栽培。
	東急建設	野菜類	子会社で茨城県美浦村の耕作放棄地に約20,640㎡の大型ガラス温室を建設し、パプリカを栽培。大手スーパーや外食産業に販売。
	パローホールディングス	野菜類	2013年にフナシメジ栽培の農業法人を子会社化。2014年には別子会社を設立し、フルーツトマトの自社生産も開始。
	王子ホールディングス	葉物類	三重県の研究所跡地に植物工場を新設。約3億円の投資によりドーム型の植物工場6棟建設。レタス、セロリ、ホワイトアスパラなどを生産。
2014年	センコン物流	葉物類	2014年秋に本社敷地内で植物工場を開始。2015年には、「さんいちファーム」から名取市内の植物工場を買収。
	ネクスグループ	トマト	岩手県花巻本社の遊休地に施設を建設しミニトマトを栽培。化学的土壌マネジメントに基づく多段式ポット栽培を行う。
	サンマルクホールディングス	葉物類	岡山県笠岡市の干拓地に太陽光型植物工場を建設。自社店舗で使用する良質な野菜の安定的確保を図る。
2015年	大林組	トマト	2014年11月に「オーク香取ファーム」を設立。農事組合法人と連携し、千葉県香取市の2,000㎡の施設でミニトマトを栽培。
2016年	イチネンホールディングス	トマト	子会社「イチネン農園」を設立。兵庫県篠山市で25aの土地を借地。水中の酸素濃度を管理するシステムを導入し、ミニトマト「アイコト」を生産。
	タケエイ	トマト	銀座農園㈱と資本提携して、青森県平川市で2,850㎡の太陽光型植物工場を建設。木質バイオマス発電事業で生じる熱エネルギーを利活用。
	フジオフードシステム	葉物類	子会社の㈱フジオファームが鳥取県と連携し、農福連携による農業参入を果たす。パナソニックグループが開発した農業プラントでホウレンソウ、レタスなどを栽培。

(出所)公表資料より野村アグリプランニング&アドバイザー作成

図表4 農林水産省「次世代施設園芸導入加速化支援事業」10 拠点の状況

拠点	所在地	生産者	実需者	品目	施設面積	目標収量 (反収)	完成時期
北海道	苫小牧市	苫東ファーム(清水建設、富士電機、ウシオ電機、金融機関)	銀座コージーコーナー他	イチゴ	4ha	314t (7.5t)	2016年10月
				トマト	1.1ha	352t(32t)	
宮城	石巻市	デ・リーフデ北上	東京デリカフーズ他	パプリカ	1.3ha	260t(20t)	2016年8月
				トマト	3.3ha	990t (30t)	
埼玉	久喜市	イオンアグリ創造	イオンリテール	トマト	3.3ha	990t (30t)	2017年1月
静岡	小山町	サンファーム富士小山	東京青果、静鉄ストア他	高精度トマト	3.2ha	225t(7t)	2016年1月
				高精度ミニトマト	0.8ha	24t(3t)	
富山	富山市	富山環境整備	和郷他	フルーツトマト	2.9ha	505t(17.7t)	2015年6月
				花き(トルコギキョウ等)	1.2ha	143万本	
愛知	豊橋市	イノチオみらい	デュアルバランス、イデアル・アトレ、アスペンフードプランニング、川村商事	ミニトマト	3.6ha	726t (21t)	2017年3月
兵庫	加西市	兵庫ネクストファーム(JA兵庫みらい、サラダボウル、東馬場農園、ハルディン)	関西スーパーマーケット他	トマト	1.8ha	630t(35t)	2015年8月
				ミニトマト	1.8ha	360t(20t)	
高知	四万十町	四万十みはら菜園(カゴメ、旭食品)、ベストグローウ、四万十とまと	カゴメ他	トマト	4.3ha	1,651t (38.4t)	2016年3月
大分	九重町	タカヒコアグロビジネス	新三協食品流通センター	パプリカ	2.4ha	393t (16.3t)	2016年3月
宮崎	国富町	ジェイエイファームみやざき中央	JA宮崎経済連	ピーマン	2.3ha	345t(15t)	2015年7月
				きゅうり	1.8ha	450t(25t)	

(出所)一般社団法人日本施設園芸協会「次世代施設園芸の全国展開」他より野村アグリプランニング&アドバイザー作成

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

(4) 人工光型植物工場の実態

人工光型植物工場の栽培品目はほとんどが葉物である。フリルレタス、グリーンリーフ、ロメインレタス、サンチュ、サラダ菜などのレタス類が主だが(図表 5)、バジル、ハーブ、ベビーリーフ、ルッコラ、水菜なども栽培されている。技術的には結球レタスの栽培も可能になっているが、リーフ系のレタスの方が採算的には優位のようで、事業化にはまだハードルが高そうだ。一方で、イチゴなど果菜類への期待は高まっている。

図表 5 人工光型植物工場の代表的な生産物

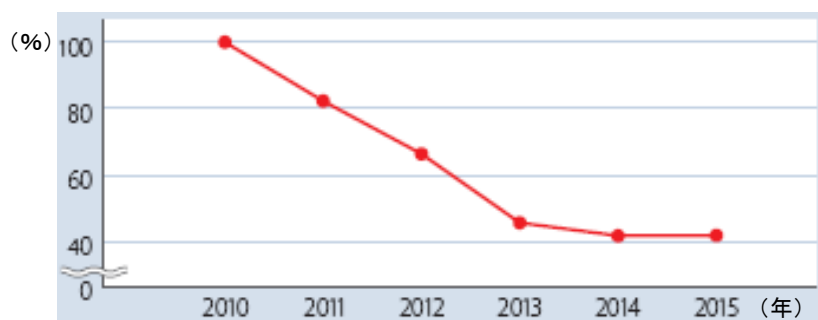


(出所) 農林水産省より野村アグリプランニング&アドバイザー作成

人工光型植物工場では、2000 年頃までは高圧ナトリウムランプが主流だったが、2000 年頃からは蛍光灯の品質が向上し(出力が上昇)、蛍光灯が取って代わっていった。2000 年から 2010 年頃までは蛍光灯が主流だったが、最近では蛍光灯から LED に転換する動きが活発化し、LED に軍配が上がっているようである。

LED がシェアを高めてきた最大の背景は価格低下である(図表 6)。LED が緒についた時期は、ランニングコスト低下効果はあるが、導入コストが高く二の足を踏む傾向にあった。しかし、主要なランニングコストの一つである電気代が 3 割下がると言われていて(5 割との説もある)、加えて生育へのプラス効果もあるとの見方もあり、コスト低下以上の効果の可能性も考えられる。また、国内製品以上に中国製品や台湾製品の導入コストが著しく低下している。両国は主に白色 LED を扱っているが、白色 LED は飛躍的な進歩を見せており、今後も想像以上の価格低下が起こるかもしれない。ただ、両国製品は品質のばらつきが大きくなっており、注意は必要である。

図表 6 国内 LED 照明器具平均単価推移



(出所) 一般社団法人日本照明工業会「照明成長戦略2020」

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

規模の面では2000年以降、日産5,000株以上の事業者が現われはじめたが、日産1万株クラスの取り組みは希少であった。しかし、2013年以降は、日産1万株クラスの取り組みが大きく拡大しており、新規参入でも日産1万株が当たり前のようにになっている。ただ、参入段階で日産2万株以上となると限定的である。

立地条件は、露地や太陽光型に比べて必要な用地が小さくて済むので、消費地近くで敷設し、物流コストを削減するビジネスモデルが有効かと思われた。確かに電鉄会社が高架下に敷設する事例などが見られるが、実態は消費地から遠い地方での開業が多い。補助金の有無が動機になっていることも否めないが、小規模だと採算がとりにくく、相応の規模だと不動産コストが馬鹿にならないという理由が考えられる。一方で、地方で成功している事業者は極めて低い物流コストを実現しており、物流コストへの意識は非常に高い。また、既存の遊休工場や廃校などを活用して建築コストを節減する取り組みも見られる。

一昔前は、人工光型植物工場で生産された生産物に対して、「食味が悪い」、「価格が高い」、「栄養価などが不安」といったイメージがあり、市場拡大の制約要因になっていたが、最近では食味や栄養価に関してネガティブな意見はほとんど聞かれない。価格に関しても、露地ものと遜色ない価格設定になってきている。一方で、露地ものと同程度の小売価格が設定されている場合、「低農薬」・「長い賞味期限」などの長所（高付加価値）があるにもかかわらず、その付加価値が価格に反映されておらず、機会ロスが発生しているとも考えられる。

需要先は、スーパーなど小売の比重が高いが、加工需要が急成長しており、今後も需要の伸び代は大きいであろう。加工用以外のBtoBでも、焼肉レストラン向けやテーマパーク向けなど、見通しは良好である。

(5) 人工光型植物工場への参入企業

図表7は、2010年以降に人工光型植物工場ビジネスに参入した主な上場企業である。

第一の特徴は製造業の参入が多いことである。理由としては、「ものづくり」のノウハウを生かして新事業を検討した場合に高い可能性を認めること、自社工場の敷地や遊休施設の活用、などが挙げられる。参入する企業の業種としては重電、電子部品、半導体などが目立っているが、最近では自動車部品メーカーなどで関心を示す企業も多い。製造業以外で特色があるのは電鉄会社であろう。阪神阪急ホールディングスは鉄道高架下に人工光型植物工場を開設しているが、東京地下鉄（未上場）も同様の取り組みを行っており、他にも検討中の企業も見受けられる。電鉄会社はグループに小売やホテルを有している企業が多く、販路の面からも優位性を有している。

第二の特徴は、低カリウム野菜に取り組んでいる事例が多いことである。品目はほとんどが低カリウムレタスだが、開発を主導した企業が生産・販売事業から撤退するなどの混乱があったものの、事業環境が整ってきたようだ。当初は、腎臓病患者向けや病院食向けの販売を目論んでいたようだが、懐疑的な見方もあった。ふたを開けてみると、当初の目論み先への販売は期待通りとはいかなかったようだが、百貨店やスーパーで高価格を維持した販売が達成されており、業務用でも高価格帯のサンドイッチ用に使用されている。数年間は苦戦したようだが、今後の展開が注目される。高付加価値、高価格を維持できるかがポイントであろう。

今後の注目点は、人工光型植物工場に参入した企業が増設や設備増強を行うか、である。中堅企業で、日産1万株規模の新規参入が散見される中、上場企業には慎重な姿勢が見受けられる。ビジネスとして確信が持てれば、増設や設備増強に踏み切ることが予想されるが、現時点はその一手手前の状況と推察される。逆にビジネスとしての成算が高まれば、人工光型植物工場への投資の拡大ペースが加速することが予想される。

図表7 人工光型植物工場ビジネスに参入した主な上場企業(2010年以降)

参入年	企業名	扱い品目	事業内容、特徴
2010年	日清紡ホールディングス	イチゴ	徳島、藤枝の工場敷地内に植物工場を建設。人工光型植物工場で国内初のイチゴ量産化に成功。自社栽培だけでなく栽培ノウハウの提供も行う。
	大和ハウス工業	葉物類	2012年4月に、「農業の工業化」第一弾商品となる植物工場ユニット「agri-cube(アグリキューブ)」の販売を商業施設向けに開始。
2011年	藤田エンジニアリング	葉物類	2010年より宇都宮大学と連携。自社の設備工事や温度管理等の技術を基に、本社に植物工場の実験棟を建設しノウハウを蓄積。営業活動を本格化。
	東亜合成	葉物類 苗	2011年12月、ブラウン管テレビの部品を検査する高岡工場を利用し、約750㎡に試験プラント(ミズナ、レタス、トマト苗、きゅうり苗等)を設置。
	リンガーハット	葉物類	信州大学と農業ベンチャーのアグリキューブが開発したコンテナ型植物工場を導入。
	近鉄グループホールディングス	葉物類	丸紅、近畿大学と協力し、フリルレタス、グリーンリーフレタス、サラダ菜、ワサビ菜、ラディッシュなどを栽培。
2012年	TDK	葉物類	自社工場を活用して完全制御型植物工場の設備を導入・運営することを発表。既に実績のある横手精工などと連携。工場のある秋田県も支援。
	阪急阪神ホールディングス	葉物類	尼崎市内の鉄道高架下に植物工場を開設。レタスを生産し、阪急阪神グループの小売店などに供給。
	コロワイド	葉物類	自社のセントラルキッチン(MDセンター)に完全制御型植物工場の設備を導入し、パジルを栽培。
2013年	京王電鉄	葉物類	LEDや蛍光灯を光源とする人工光型植物工場を設置。京王栽培研究所にて高付加価値の野菜や果物などの研究・開発データの蓄積を行う。
	富士通	葉物類	福島県会津若松市の半導体工場を植物工場に転換し、低カリウムレタスを生産。自社の農業向けクラウドサービスを活用して生産性向上を図る。
	三協立山	葉物類	富山県高岡市の自社工場に人工光型植物工場を建設。レタス、ハーブ、ホウレンソウなどを栽培。
	西松建設	葉物類	玉川大学と連携。同大構内に完全人工光型植物工場を開設し、リーフレタスを栽培。2014年には相模原市に同様のプラントを建設。生産量は双方とも日産600株。
2014年	ローソン	野菜類	農業生産法人「ローソンファーム秋田」の人工光型植物工場でベビーリーフを栽培。東北、関東のローソン及びローソンストア100にて販売。
	日本山村硝子	葉物類	遊休施設を活用。2014年12月に稼働開始。ケールを主力にハーブなど常時6種類の野菜を1日4,000株生産。ウシオライティングと開発した無線制御のLED照明を活用。
	ローム	野菜、果物	子会社のローム・アポロ(福岡県広川町)のクリーンルーム内に植物工場を設置。農業ビジネスを検討する企業へのソリューション提供の他、自社栽培した野菜などの販売も視野に入れる。
	日伝	葉物類	大阪府立大学と堺市で展開。成長が早い苗を選ぶロボットを世界で初めて導入して生産コストを抑制。日産5,000株のレタスが生産可能。
	東芝	葉物類	閉鎖型植物工場「東芝クリーンルームファーム横須賀」で年間300万株の葉物野菜を生産し、年間3億円の売り上げを目指していたが、2016年12月に閉鎖。
	昭和飛行機工業	葉物類	人工光型植物工場低カリウムレタスを栽培(日産3,200株)。ミニストップがサンドイッチに採用するなど、約1年で1億円の規模に成長。
	沖縄セルラー電話	葉物類	2014年に第1工場、15年12月に第2工場稼働。第2工場は第1工場の2倍の面積で日産600株の能力。県内小売り大手のリウボウストアなどに販売。
	三井不動産	葉物類	植物工場ベンチャーのみらい(千葉)と提携。「柏の葉スマートシティ」の近くに人工光型植物工場を建設。建屋の延べ床面積は1,200㎡。LED照明を使う栽培装置を導入。
	片倉工業	葉物類 きのこ	埼玉県加須市の自動車部品工場の敷地内に完全閉鎖型植物工場を建設し、低カリウム野菜とハナピラダケを生産。
	エージービー	葉物類	子会社のエージービーアグリテック(2016年に吸収合併)が低カリウムレタスを栽培、同じく子会社のドクターベジタブルジャパンが販売を行う。
ナカバヤシ	葉物類	グループ企業が自社工場内にLEDを使用した人工光型植物工場を設置。レタスやサンチュなどの葉物野菜を生産。	
2015年	パナソニック	葉物類	福島市の工場敷地内にLEDを使用した人工光型植物工場を設置し、低カリウムレタスなどを生産。
	日本郵船	葉物類	グループ企業の郵船商事が福井県敦賀市に日産10,000株の人工光型植物工場を建設。主な生産品目は、レタス、リーフレタス、フリルレタス、ロメインレタス。
	資生堂	苗	掛川工場内の植物工場で、化粧品などの原料になるエンメイソウ、ショウガ、ベニバナ、ヨモギ、ドクダミなどの苗を生産。
	バイテックホールディングス	葉物類	秋田県大館市に「バイテックファーム大館」を設立。また、2015年12月には販売会社「バイテックベジタブルファクトリー」を設立。
2016年	四国電力	葉物類	子会社の四国計測工業㈱がドクターベジタブルジャパン㈱とフランチャイズ契約を締結して、低カリウムレタスの生産事業を香川県多度津町で開始。

(出所)公表資料より野村アグリプランニング&アドバイザー作成

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

3. 優良事例にみる太陽光型植物工場の収支状況

(1) 優良事例

太陽光型植物工場の代表的な品目であるトマトについて、7事例を挙げてビジネスモデルを検証する。

トマトの場合、大玉、中玉、ミニに大別され、各々の品目で収量、価格が大きく異なり、様々なビジネスモデルが展開されている。売上は単価と収量の積で表される。高糖度系トマト(中玉、ミニ)は、高単価が期待できるが、収量は大玉に比べると低くなる。糖度が1度高くなると反収は1割低くなると言われている。高糖度だけを希求して高単価を実現したものの、収量が低く、結局売上は伸びなかったというような事例は少なからず見られる。一方で、糖度だけにこだわるのではなく、酸度など総合的に食味を追求し、高付加価値と高収量を両立させ、結果的に高収益を達成している事業者も存在する。大玉で、高単価ではないものの、高収量を達成することで優良経営を達成している事業者も見られ、経営手法は多岐にわたっている。

当レポートでは、経営規模や品目が異なり、それぞれ特色のある7事業者について調査を行った。聞き取り調査に基づいて数字を出しているが、事業者ごとの特殊事情には補正をかけて掲載している。よって、特定企業の経営実態ではなく、調査を基にした仮のモデルとして理解いただきたい。

各事例に関しては、以下のような点に留意して読み進めてほしい。

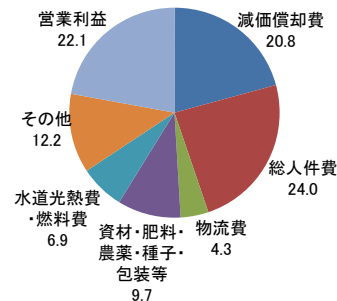
- 実際の事業者の数字を参考にしているが、特殊要因は補正しているため、現実の数字とは異なる部分がある。
- 減価償却は、償却資産を一括りにして13年定額償却で計算しているため、実態と異なる場合がある。実際は建物、設備ごとに償却年数が異なるが、当レポートでは便宜上一体とみなして計算している。
- 経営者(株主)やその家族が従業員を兼ねていて、その報酬が正社員人件費に含まれる場合、妥当と考えられる人件費を超えた部分は営業利益に振り替えている。したがって本データの「営業利益」は、通常の会計上の「営業利益」に「役員報酬」、「役員賞与」、「株主配当金」等を合算した数値となっている。
- 実際に商品として出荷可能な量を収量としているため、生産歩留はすべて100%となっている。
- 品目が複数の場合の販売単価は加重平均によって算出している。
- 販管費の扱いは事業者によってまちまちだったので、「その他」に合算した。
- 販売先の表記は事業者ごとに異なっているが、あえて統一せずに各事業者の表現を用いている。

(事例1)

売上に対する収益費用構造		50a以下
売上	栽培面積(a)	50a以下
	収量(t/10a)	35
	販売単価(円/kg)	447
	生産歩留	100%
	販売歩留	98.5%
費用	年間売上(指数化)	100
	減価償却費(対年間売上)	20.8
	正社員人件費(対年間売上)	10.4
	パート人件費(対年間売上)	13.6
	総人件費(対年間売上)	24.0
	物流費(対年間売上)	4.3
	資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	9.7
	水道光熱費・燃料費(対年間売上)	6.9
	地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.1
	その他(対年間売上)	12.1
	費用計(対年間売上)	77.9
	営業利益(対年間売上)	22.1

10a当たり設備費用:32百万円
(うち補助金):0円

10a当たり売上:1,541万円
栽培品目:大玉トマト
販売先(シェア):スーパー(70%)、直売(20%)、
自社地直売(10%)



【ポイント】

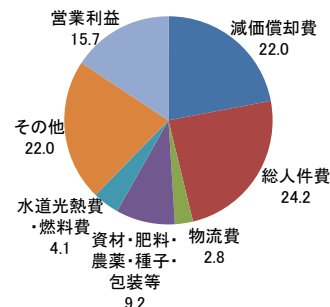
- ① 補助金は使わずに、スーパーL 資金で資金調達。
- ② 10a 当たり売上が 1,541 万円と高水準。
- ③ 自社配送、チャータートラック、近隣の輸送網を活用するなどして輸送費を節減し、物流費を抑えている。
- ④ 農場に隣接して直売所を開設しており、近隣の直売所での販売も含めて直売所の利益率が高い。

(事例2)

売上に対する収益費用構造		50a以下
売上	栽培面積(a)	50a以下
	収量(t/10a)	12
	販売単価(円/kg)	1,600
	生産歩留	100%
	販売歩留	85%
費用	年間売上(指数化)	100
	減価償却費(対年間売上)	22.0
	正社員人件費(対年間売上)	9.0
	パート人件費(対年間売上)	15.2
	総人件費(対年間売上)	24.2
	物流費(対年間売上)	2.8
	資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	9.2
	水道光熱費・燃料費(対年間売上)	4.1
	地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.4
	その他(対年間売上)	21.6
	費用計(対年間売上)	84.3
	営業利益(対年間売上)	15.7

10a当たり設備費用:47百万円
(うち補助金):0円

10a当たり売上:1,632万円
栽培品目:中玉トマト
販売先(シェア):直売(50%)、スーパー・百貨店(50%)



【ポイント】

- ① 異業種の農業参入。
- ② 高糖度中玉トマトを栽培。
- ③ 糖度は 10 度で抑えているが、総合的に食味を追求し、高付加価値を実現している。糖度を抑えた分、収量を意識している。10a 当たり売上は 1,632 万円と高水準(最高単価は 2,000 円/kg を超えている)。
- ④ 食味に応じて価格や販売手法を変えている。
- ⑤ 販売は直売所中心で高価格を実現。スーパー・百貨店向けも高単価を実現できるよう営業を強化。

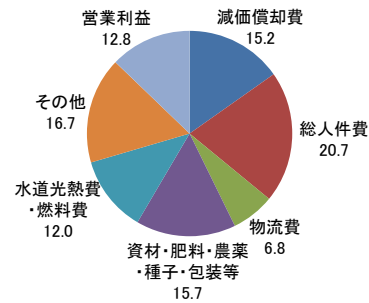
本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

(事例3)

栽培面積(a)		50a超1ha以下
売 上	収量(t/10a)	32
	販売単価(円/kg)	509
	生産歩留	100%
	販売歩留	90%
	年間売上(指数化)	100
費 用	減価償却費(対年間売上)	15.2
	正社員人件費(対年間売上)	10.9
	パート人件費(対年間売上)	9.8
	総人件費(対年間売上)	20.7
	物流費(対年間売上)	6.8
	資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	15.7
	水道光熱費、燃料費(対年間売上)	12.0
	地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.1
	その他(対年間売上)	16.6
	費用計(対年間売上)	87.2
	営業利益(対年間売上)	12.8

10a当たり設備費用:29百万円
(うち補助金):0円

10a当たり売上:1,466万円
栽培品目:中玉トマト
販売先(シェア):商社経由スーパー・百貨店(100%)



【ポイント】

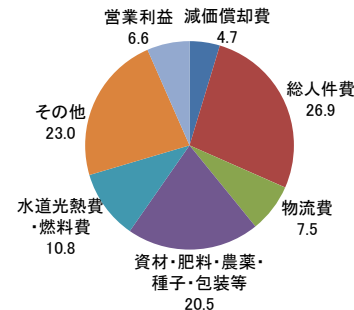
- ① 補助金を活用しなかったが、施設のコストを削減に腐心。例えば、温湯暖房の配管は自ら行った。
- ② 当初、施設メーカーから栽培指導を受けたが、ノウハウを蓄積した結果、栽培品目を変更。
- ③ オランダメーカーの環境制御装置を当初から導入。
- ④ 10a 当たり売上は 1,466 万円と高水準。
- ⑤ 販売は、百貨店や高級スーパーなどを中心に商社経由で行っている。
- ⑥ 一時加工を手掛け、販売も好調だったが、費用対効果を考慮して縮小している。

(事例4)

栽培面積(a)		50a超1ha以下
売 上	収量(t/10a)	33
	販売単価(円/kg)	310
	生産歩留	100%
	販売歩留	100%
	年間売上(指数化)	100
費 用	減価償却費(対年間売上)	4.7
	正社員人件費(対年間売上)	11.7
	パート人件費(対年間売上)	15.2
	総人件費(対年間売上)	26.9
	物流費(対年間売上)	7.5
	資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	20.5
	水道光熱費、燃料費(対年間売上)	10.8
	地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.0
	その他(対年間売上)	23.0
	費用計(対年間売上)	93.4
	営業利益(対年間売上)	6.6

10a当たり設備費用:13百万円
(うち補助金):6百万円

10a当たり売上:1,023万円
栽培品目:大玉トマト
販売先(シェア):JA(100%)



【ポイント】

- ① 土耕栽培。
- ② 「強い農業づくり交付金」を活用。
- ③ オランダメーカーの環境制御装置を活用(施設建設時ではなく途中で導入)。
- ④ 販売はすべて JA 向け。

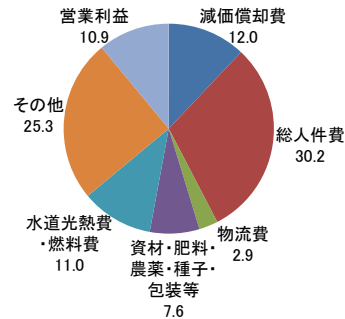
本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザーズ株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

【事例5】

売上に対する収益費用構造	
栽培面積(a)	1ha超
収量(t/10a)	8.6
販売単価(円/kg)	870
生産歩留	100%
販売歩留	100%
年間売上(指数化)	100
減価償却費(対年間売上)	12.0
正社員人件費(対年間売上)	14.2
パート人件費(対年間売上)	16.0
総人件費(対年間売上)	30.2
物流費(対年間売上)	2.9
資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	7.6
水道光熱費、燃料費(対年間売上)	11.0
地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.4
その他(対年間売上)	24.9
費用計(対年間売上)	89.1
営業利益(対年間売上)	10.9

10a当たり設備費用:23百万円
(うち補助金):12百万円

10a当たり売上:748万円
栽培品目:中玉トマト
販売先(シェア):商社(100%)



【ポイント】

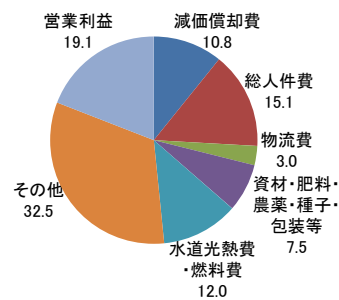
- ① 高精度中玉トマトを栽培。
- ② 施設建設には補助金を活用。
- ③ 販売は商社経由で、スーパー中心。

【事例6】

売上に対する収益費用構造	
栽培面積(a)	1ha超
収量(t/10a)	27
販売単価(円/kg)	800
生産歩留	100%
販売歩留	93%
年間売上(指数化)	100
減価償却費(対年間売上)	10.8
正社員人件費(対年間売上)	5.3
パート人件費(対年間売上)	9.8
総人件費(対年間売上)	15.1
物流費(対年間売上)	3.0
資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	7.5
水道光熱費、燃料費(対年間売上)	12.0
地代家賃、固定資産税(対年間売上)	2.5
その他(対年間売上)	30.0
費用計(対年間売上)	80.9
営業利益(対年間売上)	19.1

10a当たり設備費用:35百万円
(うち補助金):18百万円

10a当たり売上:1,998万円
栽培品目:ミニトマト
販売先(シェア):スーパー(45%)、仲卸経由スーパー(40%)、
ホテル・外食他(15%)



【ポイント】

- ① 一部補助金を活用しているが、補助金なしで採算が合うモデルを目指し、現状は十分達成している。
- ② 10a 当たり売上が 1,998 万円と極めて高水準。
- ③ 関係する数社が連携し、お互いの強みを発揮している。
- ④ 人材育成のためのマニュアル化の徹底。
- ⑤ 複数のオランダメーカーの環境制御装置を活用。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

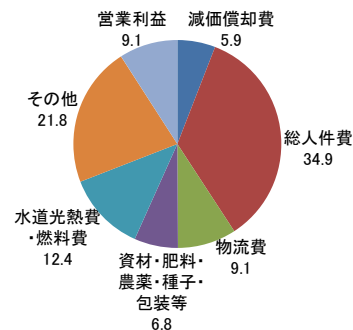
(事例7)

売上に対する収益費用構造	
栽培面積(a)	1ha超
収量(t/10a)	15.6
販売単価(円/kg)	492
生産歩留	100%
販売歩留	92%
年間売上(指数化)	100
減価償却費(対年間売上)	5.9
正社員人件費(対年間売上)	14.2
パート人件費(対年間売上)	20.7
総人件費(対年間売上)	34.9
費用	
物流費(対年間売上)	9.1
資材・肥料・農薬・種子・包装等(対年間売上)	6.8
水道光熱費、燃料費(対年間売上)	12.4
地代家賃、固定資産税(対年間売上)	2.9
その他(対年間売上)	18.9
費用計(対年間売上)	90.9
営業利益(対年間売上)	9.1

10a当たり設備費用:4百万円
(うち補助金):1百万円

10a当たり売上:705万円

栽培品目:大玉トマト、中玉トマト、ミニトマト
販売先(シェア):仲卸(70%)、市場(20%)、産直他(10%)



【ポイント】

- ① 既存施設の買い取り、リースなどを活用して施設コストを抑えている。
- ② 施設によって一部補助金を活用。
- ③ 自社栽培苗と購入苗を併用。
- ④ 品目は大玉、中玉、ミニと幅広く栽培。
- ⑤ 大玉の一部は加工用。

(2)まとめ

太陽光型植物工場の場合、様々なパターンが見られた。

事例1から事例4までの4事例は、実質的に家族数人とパートで運営されている。規模的には、栽培面積1ha程度までは家族経営で運営可能と考えられる。1haを超える規模になると組織的な経営が必要になり、正社員は直接作業に関与するのではなく、マネージャーとしての役割を担い、作業はパートが担当するオペレーションを採用している事業者が大半である。大規模経営の場合、マネージャーの役割が重要であり、ほとんどの事業者が人材育成を重点施策に位置付けている。マネージャーやパートが効果的に機能するために、マニュアルを整備するのは当然であるが、マニュアルを作りっぱなしではなく、実状に応じて適宜改訂することが重要となっている。パートの管理にも配慮がなされていて、パート定着率が高いのも各事例の特長である。

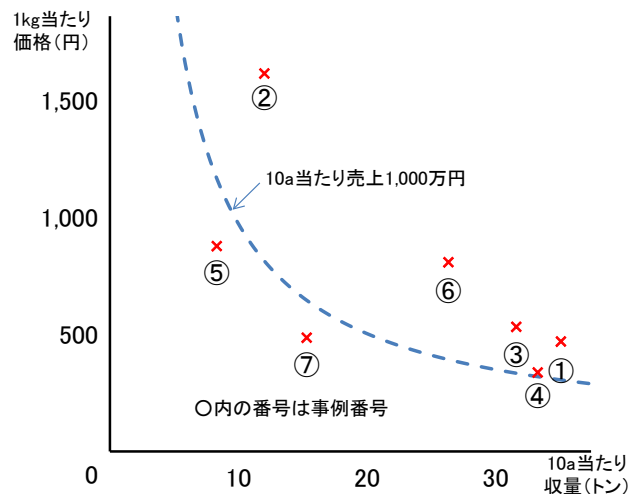
事例1と事例2は栽培面積が50a以下で、規模のメリットが得にくいように見受けられる。この2事例の注目点は、直売所での販売比率が高いことである。直売は、販売価格と運送費の両面から高い利益率が期待される。両事例は外部の直売所だけでなく、農場隣接の自社直売所での販売も相当額に達している。50a以下の規模の場合、直売等での高価格(低コスト)販売が黒字経営の条件とも言えるだろう。

損益分岐点の観点では、10a当たりの売上で1,000万円がひとつの目安と考えられる。図表8は反収と販売価格の相関を表しているが、事例1、事例2、事例3、事例4、事例6が、10a当たり1,000万円の売上を達成している。事例1、事例2、事例3は補助金なしで黒字経営を達成し、事例6は補助金を利用しているものの補助金なしでも利益が出る経営内容である。ただし、5事業者とも10a当たりの売上が1,000万円ならば収支トントンか赤字になってしまう。一方、事例5と事例7は、補助金の活用や既存施設の買い取りなどで施設

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

コストを抑え、10a 当たりの売上が 1,000 万円に届いていなくても黒字経営を実現している。事例 4 も含めて、施設コスト抑制の効果が窺える。特に事例 7 は、既存施設を安価で取得、またはリースを活用して低コスト化を実現している。今後は事業譲渡だけでなく、未活用ハウスを有効活用することで施設のコストを削減する動きが活発化する可能性は大きいと思われる。

図表 8 反収と販売価格の相関図



(出所)野村アグリプランニング&アドバイザー

事例 4、事例 5、事例 7 などの特殊要因を除いて、太陽光型植物工場の経営を考察すると、前述のように売上面からは 10a 当たり売上 1,000 万円が基準になるであろう。補助金なしで安定した利益を確保するには、事例 1、事例 2、事例 3、事例 6 のように、10a 当たり売上 1,500 万円前後以上が望まれる。補助金など有利な条件下でも 10a 当たり売上が 1,000 万円未満ならば、収量の増加や販売価格の向上など改善の余地がある。逆に 10a 当たり売上が 1,000 万円超で赤字ならば、売上増加とともにコスト削減を探るべきであろう。

販売先はスーパーが多い。直接取引も見られるが、商社や仲卸を経由する比率の方が高かった。流通コストを要しても、商社・仲卸経由の方が、取引が円滑に進むと考える事業者が多かった。加工に関しては、加工用を栽培したり、自ら加工品を製造している事業者も見られたが、全体的に加工の比率は少なかった。

環境制御装置は、1ha 以上の規模の事業者はほとんど導入している。プリバ社(Priva、オランダ)の製品が多いが、最近ではデンソー(日本)やホーヘンドールン社(Hoogendoorn、オランダ)の製品を導入している事業者も見られる。活用については、「いかに取りたい情報を絞り込み、作りたい環境につなげられるかが肝要」が事業者の共通認識であり、それぞれ独自性を発揮して運用している。環境制御装置の有効活用は差別化の大きなポイントである。

ただ、すでに成功している事業者でも、別の地域で事業を拡大する場合、同じ県内でも環境は異なり、マネージャーや栽培作業者のスキルも異なるため、最初から有効な運営がなされるとは限らない。経験が豊富な事業者でも、新設地で事業を軌道に乗せるまでは 2~3 年は要するようだ。その過程で発生するトラブルに適切に対応し、再発を起こさないようにオペレーションを行うことが成功の要諦であろう。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

4. 優良事例にみる人工光型植物工場の収支状況

(1) 優良事例

人工光型植物工場の栽培品目としては、一部バジルやイチゴなどが栽培されているが、リーフ系レタスなどの葉物系が圧倒的に多い。そのため、リーフ系レタスについて2事例を挙げてビジネスモデルを検証する。

人工光型植物工場の採算面では、2013年頃までは黒字経営の情報が少なく、撤退する事業者も散見されたため、ビジネスモデルへの信頼度は決して高くなかった。しかし、この数年で環境は大きく変化しているように感じる。各事業者のたゆまぬ努力により、栽培技術が向上し、歩留りが上昇したことが大きな要因であろう。2013年頃までは、それぞれの事業者に確固たるノウハウが確立されておらず、本来ノウハウを提供すべきメーカー側も十分なノウハウ提供ができていなかった。当時は生産歩留り(重量ベース)が50%を下回っていた事業者も散見された。葉物野菜の場合、重量の斉一性が重要であり、同じ生育日数にもかかわらず栽培位置などによって重量にバラツキが生じたりすると、歩留りが大きく悪化してしまう。補助金などの特殊要因がなければ、黒字経営のためには80~90%程度の歩留りが必要と考えられ、下回ると黒字経営はおぼつかない。人工光型植物工場の場合、太陽光型以上に歩留りのボラティリティーが大きいので、経営が悪化した場合の赤字幅の振れ幅も大きくなってしまふ。他の栽培方法に比べて人工光型植物工場経営は、「参入しやすい(技術的ハードルが低い)」と言われることがある。天候に左右されにくい点からは納得できるが、栽培には非常にデリケートな対応が必要である。温度、湿度、照明の光量、水温、養液の養分、室内の風などの管理が重要であり、他の要因も含めて緻密なノウハウが求められる。実績を挙げている事業者は、試行錯誤を繰り返して斉一性や歩留りを向上させ、改善を重ねている。このような取り組みにより、収益力の強化とコスト削減につながっている。人工光型植物工場の場合、太陽光型植物工場や露地栽培よりは栽培のサイクルが短いため、失敗の原因究明や改善への実証を行う機会が多い。逆に言えば、改善への取り組みを適切に行い、ノウハウを蓄積している事業者とそうでない事業者との格差が大きい事業と言えよう。

コスト面では、LEDによるコスト削減を始めとした様々な取り組みにより、この数年で大幅なコスト削減が実現されている。例えば、作業員の労働時間(人件費)の過半を占める移植と収穫作業において、移植の自動化などが進展を見せている。

太陽光型と同様、聞き取り調査に基づいて数字を出しているが、事業者ごとの特殊事情には補正をかけて掲載している。よって、特定企業の経営実態ではなく、調査を基にした仮のモデルとして理解いただきたい。

各事例に関しては、以下のような点に留意して読み進めてほしい。

- 実際の事業者の数字を参考にしているが、特殊要因は補正しているため、現実の数字とは異なる部分がある。
- 減価償却は、償却資産を一括りにして13年定額償却で計算しているため、実態と異なる場合がある。実際は建物、設備ごとに償却年数が異なるが、当レポートでは便宜上一体とみなして計算している。
- 1株当たりの単価に基づいて計算しているが、事業者によって1株当たりの重量は異なる。
- 販管費の扱いは事業者によってまちまちだったので、「その他」に合算した。

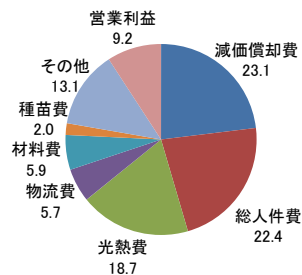
(事例1)

	販売単価(円/株)	
売上	販売単価(円/株)	95
	生産歩留	90%
	販売歩留	95%
	年間売上(指数化)	100
費用	減価償却費(対年間売上)	23.1
	正社員人件費(対年間売上)	8.4
	パート人件費(対年間売上)	14.0
	総人件費(対年間売上)	22.4
	光熱費(対年間売上)	18.7
	水道費(対年間売上)	0.1
	物流費(対年間売上)	5.7
	材料費(対年間売上)	5.9
	種苗費(対年間売上)	2.0
	地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.7
	その他(対年間売上)	12.2
	費用計(対年間売上)	90.8
	営業利益(対年間売上)	9.2

日産1株当たり設備費用: 89千円
(うち補助金): 0円

栽培品目: レタス
販売先(シェア): スーパー小売(60%)、業務用(40%)

	売上	
費用	売上	95.0
	減価償却費	21.9
	総人件費	21.3
	光熱費	17.8
	水道費	0.1
	物流費	5.4
	材料費	5.6
	種苗費	1.9
	地代家賃、固定資産税	0.7
	その他	11.6
費用計(1株当たり原価)	86.3	
営業利益	8.7	



【ポイント】

- ① 基本的にLEDを利用。
- ② 販売先の「業務用」は、スーパーの惣菜向けが多い。
- ③ 栽培に関するトラブルは不可避と考え、適切なトラブル対応を重視。

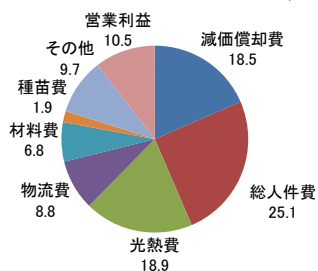
(事例2)

	販売単価(円/株)	
売上	販売単価(円/株)	80
	生産歩留	97%
	販売歩留	100%
	年間売上(指数化)	100
費用	減価償却費(対年間売上)	18.5
	正社員人件費(対年間売上)	10.6
	パート人件費(対年間売上)	14.5
	総人件費(対年間売上)	25.1
	光熱費(対年間売上)	18.9
	水道費(対年間売上)	0.6
	物流費(対年間売上)	8.8
	材料費(対年間売上)	6.8
	種苗費(対年間売上)	1.9
	地代家賃、固定資産税(対年間売上)	0.7
	その他(対年間売上)	8.4
	費用計(対年間売上)	89.5
	営業利益(対年間売上)	10.5

日産1株当たり設備費用: 68千円
(うち補助金): 0円

栽培品目: レタス
販売先(シェア): 量販店(70%)、業務用(30%)

	売上	
費用	売上	80.0
	減価償却費	14.8
	総人件費	20.1
	光熱費	15.1
	水道費	0.5
	物流費	7.0
	材料費	5.4
	種苗費	1.5
	地代家賃、固定資産税	0.5
	その他	6.7
費用計(1株当たり原価)	71.6	
営業利益	8.4	



【ポイント】

- ① 基本的にLEDを利用。
- ② 販売先の「業務用」はサンドイッチ等の用途が多い。
- ③ 混載を活用するなどして輸送コストを削減。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

(2)まとめ

人工光型植物工場は直近数年での収支改善が著しい。2013年頃までは、歩留りの頭打ち、高コスト構造で収支状況が厳しい事業者が多かったようだが、近年は歩留まりの改善に加えて、コスト構造の改善も大きく進んでいる。人工光型植物工場は、長年にわたり露地栽培に比べ生産コストが高いという課題を抱えてきたが、近年のコスト削減効果で露地栽培と遜色ないコスト構造を達成している事業者が現れはじめています。

人工光型植物工場の場合、黎明期(2010年頃まで)は、実験段階で事業化のメドが立っていても、事業として実際に優良経営に至っていた事例はほとんど見られなかった。事業として成り立つ規模で適切に運営するノウハウは、施設メーカーでも十分とは言えず、当初の目論みと実績にかい離が生じる事例が多かった。

事例1、事例2の共通の特色は、当初外部の指導を受けていたが、指導の不十分な部分を認識し、自助努力で独自のノウハウを高めた点である。その過程で、大学との連携やノウハウのある人材の補強などネットワークも広げている。直近数年間で様々な改善を行い、売上の増加とコスト削減を実現し、収益力を強化した。両事例とも、数年間の変化率は目覚ましいものがある。

販売面では、両事例ともスーパー向けが中心だが、業務用(加工向け)の需要が高まっている。事例1はスーパーの惣菜向け、事例2はサンドイッチ用が中心とのことであった。スーパーの惣菜向けは、現場での要望が非常に高く、利用側もある程度のコスト増に許容姿勢を見せているようだ。

販売戦略としては、事例1は人工光型植物工場の特長(安心・安全、低菌数など)を消費者に認識させることによる高付加価値戦略、事例2はコストダウンによる販売価格の低下による市場拡大を目指している。

コスト面では、人件費と物流費が特筆される。売上に対する人件費率は、事例1が22.4%、事例2が25.2%と低く抑えられている。栽培設備の配置改善や作業者のスキルアップ、動線見直しなど様々な工夫の賜物である。物流費は売上に対して、事例1が5.7%、事例2が8.8%となっている。通常ならば15~20%になることもあるようだが、混載を活用するなどしてコスト削減を行っている。光熱費に関しては、今後も削減可能性の余地が大きい見通しである。人工光型植物工場の場合、コスト削減のためには、緻密なデータ収集が必要で、精緻を極めるほど有効な方策を導く可能性が高まるが、一方でデータ収集と対応にコストがかかってしまう。収集すべきデータの絞り込みも重要な要因である。

両事例の場合、損益分岐となる生産歩留りは、費用を一定と仮定すれば、事例1が78%、事例2が87%となる。両事業者は高い栽培ノウハウを有しているため、歩留りが大きく低下する可能性は低いと考えられるが、経験の浅い事業者は歩留り70%程度の可能性は否めない。そのような場合、両事例のようなコスト構造を確立していても赤字の可能性はあることは肝に銘じておくべきであろう。

両事例から与えられる示唆は、①人工光型植物工場で十分に採算が取れるビジネスモデルが可能になっている、②ビジネスモデルの変革スピードは急激に高まっており、今後も一層の生産性向上、コスト削減の可能性はある、③小売だけでなく業務用も併せて需要が拡大している、④事業者間の格差がますます高まり優勝劣敗が明確になる、などである。

5. 植物工場のブレークスルーポイント

(1) 太陽光型植物工場のブレークスルーのポイント

太陽光型植物工場は大規模化が本格的に拡大しはじめている。2000年以降、1ha級の施設栽培での成功事例は各地で見られ、中には2ha級の成功事例も含まれていたが、3ha以上の成功事例は極めて限定的であった。一方近年は、「次世代施設園芸導入加速化支援事業」により2~4haの施設が全国に建設され、加えて他にも相当数の同規模の施設が建設されている。岡山県笠岡市では、事業規模120億円に及ぶ10haを超える大規模施設プロジェクトが推進されるなど、一段と規模拡大した取り組みも始まっている。

大規模化が進展すると、プラントマネジメントができる人材が重要になる。大規模な太陽光型植物工場をマネジメントして成功体験を持っている人材は希少であり、確保や育成は容易ではない。数少ない有為な人材の価値は大きく上昇すると考えられる。しかし実態は、農業試験場などで経験を積んだ人材に活躍の舞台が与えられず、中国など他国に引き抜かれる動きもあるようだ。一方で、プラントマネジメントの実績を積んでいる事業者の中には若手の人材が目立ってきている。中には自社農場だけでなく複数の施設を管理して実績を出している事業者も見られ、今後太陽光型植物工場の業界全体に波及効果をもたらすことが期待される。

産業として競争力を高めるために、ハード面でのブレークスルーポイントとしては以下の3点が考えられる。

① 施設の標準化

海外メーカーは標準化が進んでおり、事業者に合わせて異なる企業の商品を組み合わせる適切なスペックの施設を低コストで調達することが可能となっている。一方、わが国では施設メーカー間で規格が異なっており、標準化が全くと言うほど進んでいない。施設ごとに同一企業の製品を使用するのが一般的であり、部材ごとにカスタマイズする余地が乏しく、結果的にコスト高になっている。

② 制御機器の有効活用

制御機器はプリバ社やホーヘンドールン社などのオランダ企業がリードしているが、日本で導入する場合、日本の環境に合わせてチューンアップが必要であり、日本の環境に適した制御ノウハウの向上で、さらに有効活用できる余地はあると思われる。

③ 環境との調和

エネルギーコストの削減、環境問題への対応は、「次世代施設園芸導入加速化支援事業」でも意識喚起されているが、有効に推進されているとは言い難い。新しいエネルギーの利活用や既存エネルギーの効率的活用手段の開発は今後の大きなテーマとなるだろう。収量増大のためにはCO₂施用が有効だが、施用手法によっては環境負荷が生じる。暖房設備によって発生するCO₂を活用するなど、環境にも配慮した取り組みが今後は必要となろう。

大規模化が進展すると、一事業者だけでは経営資源が十分に賅えなくなってくる。前述のような100億円を超えるプロジェクトになると、資金調達に加えて、全体を統括する経営者、プラントマネジメントの責任者、栽培ノウハウを有する農場管理者、ICT専門家、資金管理責任者などの人材や企業が揃い、それぞれの強みを活かすことが成功の要諦となってくる。太陽光型植物工場が大規模化の新しいステージに入って、一段と進んだ組織の編成が必要となってくるのであろう。一層の大規模化を視野に入れるならば、大規模な事業を展開する

複数の事業者の集積が望まれる。産官学のノウハウを集積するだけでなく、物流をはじめとした諸コストの低減や、販路の拡大にも集積のメリットを発揮できるような仕組みづくりを期待したい。

(2) 人工光型植物工場のブレークスルーのポイント

人工光型植物工場は、生産性向上とコスト削減が一層進み、採算性の向上とともに、事業者間の格差が拡大し、優勝劣敗が鮮明になるであろう。今後、ブレークスルーのポイントとして以下の2点が考えられる。

① 栽培技術の進化

人工光型植物工場の技術進化は緒についたばかりと考えられ、今後の進化の余地は極めて大きいと考えられる。光の照射時間、照射角度、波長形状など無限に近い組み合わせがあるが、最適な組み合わせに関して研究余地は大きい。栽培経過日数に応じた光照射の最適化も改良可能性がある。育苗時は栽培時よりも多い光量が効果的と言われていたが、育苗時と栽培時で最適照射時間が異なるかもしれない。また、黎明期の人工光型植物工場は栽培スペースに隙間が多く光の7~8割は無駄になっていたが、スペーシング技術が進化して無駄が少なくなっている。今後、栽培棚の可動化などにより、葉が重なりそうになると調節して最適スペースで栽培するような進化が考えられる。光以外の要因の影響の究明や対策に関しても、この数年で成果が挙がってきており、今後の可能性は大きい。

② コストの削減

LEDの進化や価格低下も追い風になろう。人工光型植物工場の市場が拡大し、施設数が増加すると、植物工場用のLEDの開発も考えられ、コストパフォーマンスの一層の向上が期待される。

また、自動化の進化により、植え替えや収穫の一部が人手を介さずに可能になってきている。今後、自動化の可能領域が拡大し、コストパフォーマンスが向上すると一層のコスト低下の可能性が高まる。

施設面では、これまでも工場や学校などの既存施設を活用することで設備コストを軽減する取り組みが見られたが、今後はさらに可能性が広がる。農作物栽培に必要な施設で、コンクリート張りの場合、これまでは農地として扱われなかったが、今後は農地扱いになる方向性となったからである。これまで人工光型植物工場用地は農地扱いではなかったため建築基準法が適用されたが、農地扱いになれば制約が緩和され、これまでより簡易な建物での敷設で対応でき、建築コストの低減が可能になる。固定資産税など税金面でもコスト低下につながる。

様々な工夫により、初期コスト、消費電力量、作業時間すべてで一層のコスト削減の可能性がある。一方で、露地ものに比べて価格が高くても植物工場製野菜が選ばれる動きも出てきており、収支双方とも一層の好転の可能性を秘めている。

植物工場の場合、「露地栽培に比べて栄養価が劣る」と考える消費者は依然として少なくない。確かに栄養価を比較すると、旬の時期は露地ものに軍配が上がる。しかし、植物工場の場合、栽培場所の格差はほとんどなく、年間を通すと平均して高い栄養価を実現する可能性が高い。注目される「ミネラル」などの数値を高めるばかりでなく、低カリウム野菜のように特定成分を抑制するような栽培の可能性も拡大している。低カリウム野菜は、機能性が評価されて高付加価値を認められているとは限らないが、今後これまで以上に栄養素が着目され、主要な栄養成分をコントロールする栽培が一層注目される可能性が考えられる。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

6. 今後のロードマップ

(1) 太陽光型植物工場のロードマップ(将来展望)

今後10年から20年でわが国の農業の担い手不足は歴史にない深刻な状況を迎える。農業の成長産業化が重点施策と位置付けられるが、環境は決して楽観視できない。打開策としては様々なイノベーションが必要になるが、植物工場もその一翼を担うことは疑いない。もちろん、大規模化だけがすべてではなく、小規模ゆえの強みを発揮し、高付加価値化を実現できる可能性も当レポートの事例で理解されるであろう。

規模拡大の方向性に鑑みると、「次世代施設園芸導入加速化支援事業」を今後どのように発展させるかが重要であろう。全国10カ所の事業の成否を確認して一区切りをつけるのではなく、今後の試金石と位置付けるべきであろう。データの収集による栽培技術の検証はもちろん必要だが、栽培適地の選定も含めて成功モデルを構築し、適地の1~2カ所は資源を集中して太陽光型植物工場の集積地に発展させることを提案したい。10カ所以外にも適地の候補は考えられるので、全国で3カ所程度の集積地を建設する。集積地のイメージは、1社当たり5~20haの経営面積の事業者10~20社を集め、集積地全体の経営面積が100ha規模である。

2~3ha規模での成功体験のノウハウはかなり汎用性が高いと思われる。そのノウハウを活かして成功モデルを拡大することを目指し、官民を挙げて資源を集中すべきと考える。数ha以上の規模ならば、初期投資は10億円単位になり、単独の事業者では取り組みにくい。一方で、多くの大企業は潤沢なキャッシュを有して農業に高い関心を持っているが、ノウハウが乏しい。大企業が巨額の投資を行って農業参入したもののノウハウ不足で撤退するような事態になれば、地域にとってのダメージは計り知れない。企業の資本力と生産者のノウハウのマッチングは太陽光型植物工場の拡大にとって最重要と思われる。

もちろん、推進するためには、地方自治体が中核となり農地集約や企業誘致を推進することや地域金融機関の支援は不可欠である。植物工場に限らず、農地の集約と担い手の確保は全国的な課題であり、担い手の減少が現実化するタイミングは、逆に言えば集約の大きなチャンスと言えるだろう。

(2) 人工光型植物工場のロードマップ(将来展望)

人工光型植物工場の当面の目標は、日産1万株規模で黒字経営の事業者の件数を増加させることであろう。この規模で適切な運営ができれば、さらなる規模拡大の可能性が広がる。増設も含めて年間10件、10年で100件の事業者が生まれれば、10年後には(リーフ系レタス換算)日産100万株の増産につながる。年間売上に換算すると約300億円になる。現在のレタスの国内市場は約900億円だが、人工光型植物工場の拡大による新しい市場創造の可能性も考えられるので、当面はレタス市場1,000億円、うち人工光型植物工場300億円への拡大が目標となるのではないだろうか。植物工場と露地がシェアを奪い合うのではなく、多彩なラインナップにより国内外で市場拡大することを目指すべきであろう。

栽培品目の拡大の余地もあり、新しいマーケット創造の可能性が広がつつある。ベビーリーフやケールは直播が可能で植え替え不要であり、レタスに比べ低コストでの栽培が可能である。他にも人工光型植物工場ゆえに効率的な品目はあるかもしれない。また、人工光型植物工場に適した専用品種の開発可能性も考えられる。人工光型植物工場用の専用品種に関しては、市場規模が小さかったのでメーカーが及び腰だったが、マーケットの拡大に伴い、事業者からの要望も高まっている。専用品種や新用途の開発は、日本の強みを維持するためにも重要な課題と思われる。

本レポートは、業界に関する情報の提供を目的としたもので、投資判断の参考となる情報提供や投資勧誘を目的としたものではありません。本レポートは野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社が信頼できると判断した情報源から取得した情報に基づいて作成しておりますが、その正確性や完全性を保証するものではありません。本レポートのいかなる部分も、一切の権利は野村アグリプランニング&アドバイザー株式会社に帰属しており、電子的または機械的な方法を問わず、いかなる目的であれ、無断で複製または転送等を行うことを禁止いたします。© Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. 2018

新しい市場創造には、新品目の開発や新しい食べ方の提案などが必要になってくる。新用途としては、カット野菜に加え、ミックス野菜が考えられる。実際にベビーリーフとケールを混合して販売する動きがある。また、ある韓国企業は、顧客の要望に応じて人工光型植物工場、ハウスもの、露地ものをミックスして成功している。このようなオーダーメイド型の商品供給は人工光型植物工場の特長を活かしたビジネスモデルと考えられる。人工光型植物工場の特徴を活かした葉物野菜の新しい食べ方を提案するために、業界を挙げて葉物野菜の活用推進を目指して協議会などの設立することも検討していいのではないかと思われる。

事例で紹介したように、人工光型植物工場で利益が得られる可能性は急速に高まっており、今後もさらなる収益力の向上が見込まれる。

7. おわりに

2017年7月、ソフトバンクグループ系列のファンドが、米国の垂直型植物工場ベンチャーであるPlenty社(Plenty)に2億ドルを投資するとの発表があり、大きな話題になった。エリック・シュミット氏(Google元CEO)、ジェフ・ベソス氏(アマゾン・ドット・コムCEO)が関係する会社なども同社への投資に名を連ね世間を驚かせた。11月にはリクルートホールディングスも投資子会社を通じて同社に投資するなど、多くの企業や投資家に関心を示している。また、中国のLED大手企業は延べ床面積1haの人工光型植物工場を実現し、2年以内に4haに拡大する計画を表明している。投資額2億ドルという数字は、せいぜい10億円程度の日本国内の植物工場事業と比較すると桁違いであり、米国では数百億円から1,000億円を超える投資も現実味を帯びている。人工光型植物工場先進国と思われていたわが国が、時代の流れに取り残されることさえ危惧されるニュースであった。

世界的な人口膨張で、食料不足が懸念され、安心・安全への需要から植物工場へのニーズが高まると予想されているが、環境問題の面からも一層注目される可能性が高い。そもそもオランダで施設園芸が発展した原因のひとつが環境問題であった。1970年代に地下水汚染が問題になり、養液廃棄が禁止され、栽培の高度化がなされたのである。現在、中国をはじめとして世界的に土壌汚染が問題視され、灌漑農業が限界に近づいている可能性がある。これまでは当たり前だった「食」が、質的にも量的にも当たり前でなくなるリスクを内包している。植物工場は、「十分条件」ではなく「必要条件」になってくるのかもしれない。

当レポートで示したロードマップは、わが国の農業界の将来を展望し、ブレークスルーを成就するためには並々ならぬエネルギーが必要と感じ、問題提起の意味も込めて敢えて意欲的な数字を挙げた。わが国の植物工場に関しては、太陽光型はオランダの後塵を拝しているかもしれないが、決して後進国ではなく、他国では真似が難しい栽培や品種開発に成功している。また、人工光型は今のところ、世界のトップランナーとして君臨している。しかしながら、業界の成長可能性や市場規模を的確に認識できなければ、鋭敏な嗅覚を持つ他国に果実を奪われてしまう可能性は決して低くない。半導体やエレクトロニクス業界の二の舞になると悔やんでも悔やみきれないのではないかと思われる。

一方で、当レポートで言及した通り、太陽光型、人工光型ともに事業として成り立つ素地が固まり、今後飛躍する可能性が高まっている。産業として成り立つだけでなく、地域活性化につながる雇用創出にも貢献度は大きい。衆知を結集することにより、業界が存分に発展することを願ってやまない。

最後になるが、調査に協力いただいた事業者の方々には、植物工場業界及び日本の農業界の発展のために、快くご教示をいただいた。末筆ではあるが、心より御礼申し上げます。