住宅地型産業振興としての新世代農業のあり方
ー企業による農業（植物工場等）を中心としてー

New Generation Agriculture as a Way to Promote Industrial Policy in Residential Cities: In Case of Plant Factories

前田　浩成（都市経済政策研究分野）
Hiroshige, MAEDA（Course of Urban Economic Policy, GSCC）

住宅都市は人口減少社会、老齢化社会を迎え、工業都市でも経験している産業空洞化の流れをうけて税収は減る一方であり、住宅都市における産業振興は曲がり角にきている。そこで、新たな可能性としての「農」に注目できる。現在現れつつある新世代農業は、新しい都市型産業であり、しかも大都市圏郊外の住宅都市にこそふさわしい特質を多くそなえている。本論文は、このような可能性を検討した。２１世紀になって以下のような３つのトレンドがおこった。１）「旧来型農業の問題点と農制度改革」、２）「食の安全問題・地産地消意識の高まりによる農の復権」、３）「ハイテク農業技術の進展」。このようなトレンドによって、これまでの「農家だけの農業」から、「（Ａ）市民参加による農業」と「（Ｂ）企業による農業（高度ハイテク農業）」を含めた農業への変化がある。本研究では、特に後者（Ｂ）企業による農業の都市における成立の可能性を、野菜工場技術を中心に探求した。その結果を筆者の他の（Ａ）市民参加型農業に関する研究（前田浩成［2011］）とともにまとめると以下のようになる。【１】まず、２つの新世代農業の成立可能性について。（Ａ）「市民参加による農業」は、「法による方式（「特定農地貸付法」「市民農園整備法」）」と「法によらない方式（農園利用方式）」に分類された。高槻市の事例を分析した結果、「市民による農業（レジャー型農業）」が成功しているモデルとして、（Ａ１）ＩＣＴの活用ー農の見える化、（Ａ２）農の教育効果、（Ａ３）市民農園をバックアップする農業制度改革の３点が重要であることを明らかにした（前田浩成［2011］）。（Ｂ）「企業による農業（高度ハイテク農業）」の代表である植物工場（野菜工場）については、本研究の結果、「完全人工光型」「太陽光利用型（「太陽光のみを利用するタイプ」）」「太陽光利用型（人工光と併用するタイプ）」に分類された。全国の植物工場の事例について、「キユーピー系列企業」「高松丸亀町商店街」「フェアリーエンジェル」「ベジーワーク」の例を分析した結果、コスト分析から最終価格が通常の野菜の約２．４倍と推計されるので、通常の野菜とまったく同じやり方は依然困難であるが、成功例を観察することにより、「企業による農業（高度ハイテク農業）」が今後成功していく方向性として、（Ｂ１）高付加価値化志向ー漢方など（Ｂ２）、流通・販路の開拓ー川下戦略、（Ｂ３）オランダ方式（施設栽培の高度化）の３点が重要であることを明かにした（本論文）。【２】また、農林水産省ホームページ［2010b］により、２つの新世代農業が都市型（住宅型）にふさわしいかどうかの立地分析を全国でおこなった。（Ａ）「市民参加による農業」の立地分析を、全国でおこなったところ、農業地域類型区分別では「都市的地域」が全体の７割強を占め、ブロック別では、「関東ブロック」が全体の約５割を占めることから、都市型であることがわかった。また、高槻市内においておこなったところ、水系、新幹線、山麓線の住宅地ぞいに立地していることがわかった（前田浩成［2011］）。（Ｂ）「企業による農業（高度ハイテク農業）」の代表である植物工場について、立地分析を、全国でおこなったところ、地目データのある 29 施設のうち、約 76%にあたる 22 施設が「農地以外」、経済産業局区域で括った場合、34 施設のうち約 59%にあたる 20 施設が「関東」「近畿」管内に立地（大都市圏および周辺地域）などのことから、「完全人工光型」は都市型〈住宅地型〉産業であると言える。さらに、よりミクロに見るために、「完全人工光型（全国 34 施設）」及び「太陽光･人工光併用型（全国 16 施設）」について、工場と中心市街地間の道路距離を測定したところ、いずれも中心市街地への距離は近く都市型といえ、「完全人工光型工場」の方がより近い立地であるといえることがわかった。以上から、２つの新世代農業が都市型（住宅型）産業振興に向いていることを確認した（本論文）。

キーワード：産業振興政策、住宅都市、高槻市、植物工場、市民型農業
Keywords*: *Industrial Promotion Policy, Residential Cities, TAKATSUKI City（in Osaka Prefecture）, Plant Factory, Allotment Garden

はじめに

１．自治体の産業政策の転換点ー新たな可能性としての「農」

すでに製造業が立地していた工業都市、工業地区ですら、円高、製造業の海外移転、海外からの安価製品の挑戦などにより急速な空洞化をおこし、既存の企業を留めておくことが難しい状況にある。まして、現在企業がいない地域に、これから企業を誘致する活動が困難になっていることは言うまでもない。

このように、製造業の条件が最悪な中で、都市の活力、雇用や税収の維持を考えるとき、既存の常識にとらわれた産業観ではなく、新しい、これまでにない発想による新産業の振興も着目すべきと思われる。いま、そのようなものとして、農が注目されだしている。このような「農」の新しい動きの背後には、戦後長い時間をかけての農の制度や国の政策の変化があったことは事実である。もともと農業の分野は、第二次世界大戦後ＧＨＱの指令により行われた農地改革以降、その流れをくむ農地法の「自作農主義」が色濃く残った。従って、所有と経営の分離が難しく、新たに農業を志す者がいても容易に参画できない状態にあった。しかしながらその農家自身が、すでにほとんどが第二種兼業農家となっていることは周知の事実である。

２．既存農家の現状

2010（平成 22）年 11 月 26 日付で農林水産省大臣官房統計部より公表された「2010 年世界農林業センサス結果の概要（概数値）（平成 22 年２月１日現在)」（農林水産省ホームページ［2010a］）によると、農業就業人口は 260 万人で、５年前に比べて 75 万人（22.4%）減少した。さらに農家における高齢化はさらに深刻なものがある。「2005 年農林業センサス（農林水産省)」によると、全国の基幹的農業従事者約 224 万人のうち 65 歳以上が約 129 万人と約 57.4%を占め、農業就業人口の平均年齢は、65.8 歳となった。一般の企業ではリタイアしても不思議ではない世代が日本の農業を背負っているのである。こうした状況は、大量の「耕作放棄地」も生み出している。土地持ち非農家分を加えると約 38.6 万ヘクタールであり、この面積は東京都の約 1.8 倍、埼玉県のほぼ総面積に匹敵するものである。最新の概数値（農林水産省ホームページ［2010a］）では約 40 万ヘクタールとなっており、５年前に比べて１万ヘクタール（2.7%）増加している。

３．農業そのものは再評価されつつある

ところが、興味深いことに、このように、これまでの農家が就農活動を低下させている一方で、逆に、農業そのものの価値は高まっているという現実がある。これまで農業に携わってこなかったセクターや、農業から遠かった都市部において「農」が再評価されだしているという動きがある。その流れの根底にあるものが「食の安全」や「地産地消」といった問題への意識の高まりである。近年、食の安全性を脅かす産地偽装、残留農薬、異物混入などが次々に明らかになり、都市住民といえども加工だけではなく原材料に関心を持たざるを得なくなっている。食の安全性が損なわれれば、健康に重大な影響や被害を及ぼす可能性がある。自らが口にする食品は安全性が確保されているものにしたいというのが、消費者の心理として自然だと思われる。究極的には自給自足することになるが、それは都市住民である消費者のライフスタイルを考えると現実的ではない。また、仮に農業経験の無い者が農業をしたいと思っても、農地取得の問題などもあり簡単ではない。消費者の不安感を軽減するには、農産物の生産の場を「見える化」していくことが重要ではないかと考える。

４．食の安全･安心を揺るがす諸問題

さらに農の重要性が高まっている背景に、食の安全の問題がある。

（１）産地･賞味期限などの「偽装表示」問題

2000 年代に入ってから、雪印食品による「雪印牛肉偽装事件」や、中国産・台湾産のウナギを国産と偽って販売する「ウナギ偽装事件」、九州産の牛を但馬牛や三田牛と偽った「船場吉兆偽装事件」など、いわゆる「偽装表示」問題が続々と発覚した。賞味期限の偽装表示問題では、不二家によるシュークリーム・プリンの賞味期限延長表示や期限切れ牛乳の使用事件、石屋製菓による「白い恋人」賞味期限改ざん事件、赤福に

よる製造日・消費期限不正表示事件などが明るみに出た。

（２）中国野菜問題（残留農薬など）

中国産の輸入野菜については「残留農薬」の問題が指摘されている。日本で危険性が大きく報道され始めたのは、2002（平成 14）年に輸入ほうれん草で国際的に農薬としての製造・使用が禁止されている殺虫剤「ディルドリン」が検出されたあたりからである。その後も、丸紅が輸入しローソンで販売していた中国産冷凍ほうれん草で基準値を６倍から 14 倍上回るクロルピリホスが検出され（47ＮＥＷＳ「共同ニュース」ホームページ［2002］）、大手スーパーやファミリーレストランを中心に中国産野菜から国産に切り替える動きが拡がった。

（３）感染症

2001（平成 13）年９月 10 日に千葉県白井市のＢＳＥ（狂牛病）問題があり、続いて、2004（平成 16）年１月 12 日に山口県の養鶏場で約 79 年ぶりに発生が確認され、その後、京都府、茨城県、宮崎県などでも検出された高病原性鳥インフルエンザ、2010（平成 22）年４月 20 日に宮崎県の農家で飼育していた肉牛が感染していることが判明した「口蹄疫」問題がおこった。

農薬の問題や偽装表示の問題は、食料の輸出入を行なう限り、何らかの食卓への影響は今後も起こりうるということを示唆していると言える。これらは「食の安全・安心」を確保するということと、そのコントロールがいかに難しいことなのかを表している。消費者側の防衛策のひとつとして考えられる対応が、「地産地消」であり、農の「見える化」であるとも言えるだろう。

５．農業をめぐるミスマッチの解消が新世代農業を呼ぶ

このように、これまで農業をやってきた農家の就農意欲や能力に限界があり、一方、食の不安も背景に、農業をやってこなかった市民や企業に農業意欲が高まっている。それであるならば、農業を農家のみに任せるのではなく、規制緩和し、意欲にあるセクターに農業を任せようという流れになるのは自然である。こうした傾向は徐々に緩和されつつあったが「2009（平成 21）年農地法改正」により、多様な主体が農業分野の担い手として参入しやすくなったと言われている。また、国においても、農をめぐるビジネスを新産業ととらえ、農商工連携が提唱され、農林漁業と商業・工業の地域資源を活用したビジネス連携を図ろうという動きがある。

６．（住宅）都市型産業としての「農」の可能性

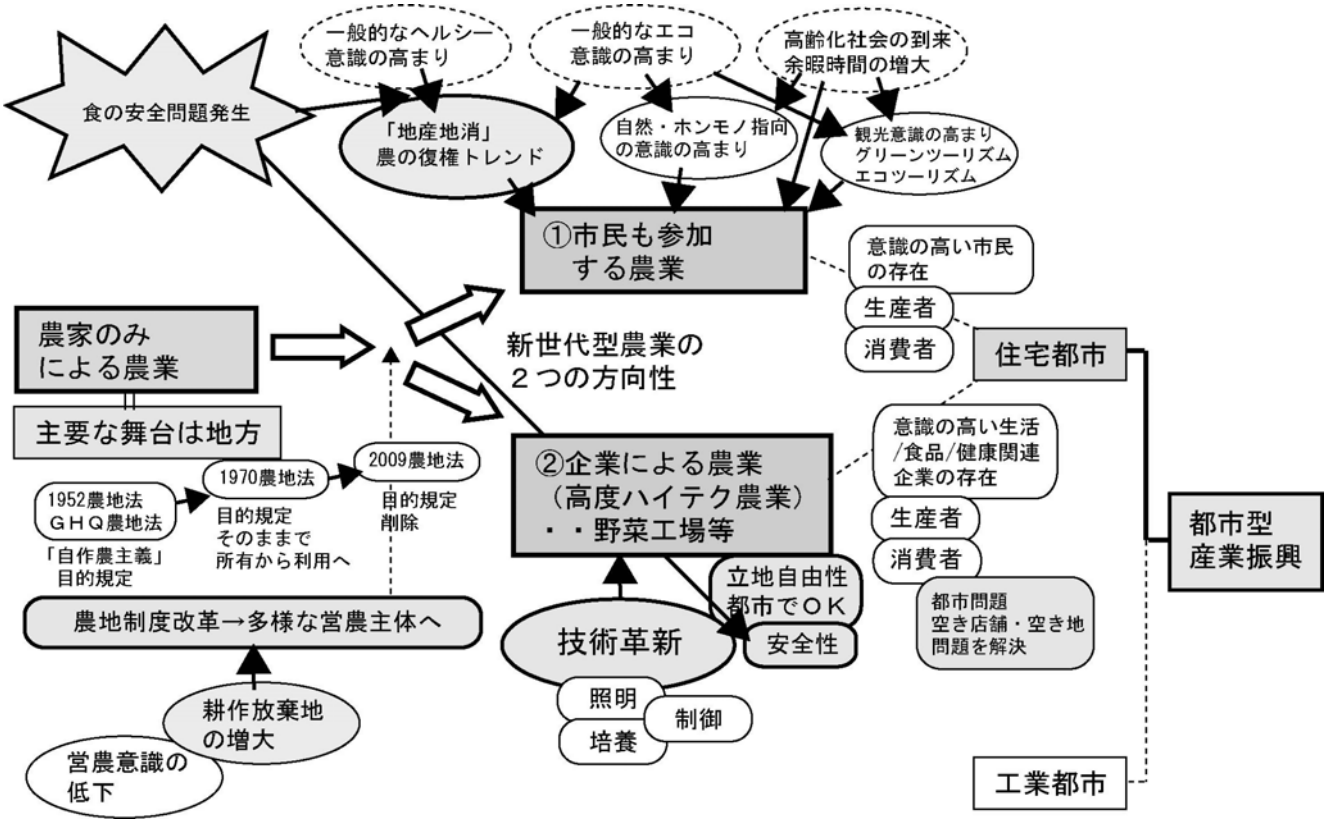
筆者の勤務先でもある高槻市は、平成 12 年の都市計画基礎調査によると、市域総面積１万 531 ヘクタール（大阪府下第４位）のうちの農地の面積は 920 ヘクタールで市域の 8.7%、森林の面積は約 4786 ヘクタールで市域の約 45%、市街地の面積が約 2934 ヘクタールで市域の約 28%という比率である。都市住民の知恵と農山村が有する豊かな資源をつなぐ取組みをすれば、新たな「付加価値創造」「安全・安心の創造」ができるのではないか。そしてそれを「大都市近郊型の新たな産業まちづくりのモデル」とできないかと考えたのが、本テーマを着想したきっかけである。

７．本論文で追求する方向性

このように、本論文で追求する仮説には、大きく、以下の２つの方向がある。**【仮説１】21 世紀に入り、日本では、これまでの「農家による農業」の独占形態から、「市民参加型農業」や「企業による農業」が参加する多様な農業形態へ、という新世代農業革命が起こりつつある。【仮説２】このような新世代農業は、これまでの農業と異なり、都市型（特に住宅地型）の性格を強くもっている。したがって、住宅都市における産業振興政策の有力な対象となりうる可能性がある。**

本研究では、とくに、「企業による農業（高度ハイテク農業）」の新しい方向について、このような問題意

識をもって、様々なデータから、こうした命題の検証を試みることにしたい（市民参加型農業については別稿で論じる)。



【図１：農の消費者主導型・都市型産業革命「農家の農業の拡大ー市民・企業の農業を含む」はなぜ住宅都市に適しているか】

第Ｉ章　住宅都市にふさわしい産業振興とはー住宅・住民と親和性の高い産業とは？

住宅と共存し、住宅都市の価値を引き立てることのできる産業とは何か。まず、住環境にとって「マイナス」となる要素のあるものは難しいだろう。具体的には「煙」「騒音」「異臭」「排水」「大気汚染」のあるものは駄目である。それらの要素が少ないもしくは無い産業が「住宅地型産業」と言える。その点では「都市型産業」といわれる「アート」や「ＩＣＴ」は住宅地にもなじむ産業と言えるだろう。それらは町並みや景観の向上につながったり、利便性の向上につながったりするからである。無機質ではない潤いあるまちにするための要素として、住人の創造性を喚起することも重要である。クリエイティブな活動を起こすきっかけとして、音楽、映像制作などのアート・メディア関連、それらの基礎技術となり表現の幅や発進力を拡げるＩＣＴといったテクノロジーが重要な創造産業となるだろう。また、創造産業は住民が「消費者（受け手)」だけではなく「生産者（送り手)」にもなり得る。例えば、これまでのマスコミを中心とする放送では「送り手」と「受け手」が明確に分別されていた。それがインターネットをはじめとするＩＣＴの発展により、いまやカメラさえあれば誰でも映像が発信できる時代になった。プロでなくてもいい。つまり、送り手と受け手の垣根が消失しつつあるということである。もはやマスプロ的に作られた商品だけでは、多種多様な価値観や幅広い年齢層を抱える住宅都市には対応できない。当たり前の情報や商品では満足できなくなってきている。そして市販されていない自分だけのモノや価値を求める欲求が高まる。ネットオークションが盛況な

のも、市場にはないような限定アイテムや絶版品が手に入る可能性が高いからだ。

特に「食」に関しては、グルメブームや食の安全・安心への関心が高まる昨今では、自分が満足行くものを入手したいという傾向が強いと言えるだろう。しかし、市場にない場合はどうするのか。無ければ、自ら欲しいモノ、自分にとって「本物」と言えるモノを創作しようという傾向につながる。食の分野のものづくり、それが「農業」である。プロの作った見栄えの良い商品よりも、自分にとっての逸品、本物を手に入れたい。自分で作って自分で食べる。それが究極の安全・安心であり、満足感につながる。実際のところ、時間の都合で全ての工程を実施するのが困難な場合はどうするのか。そこを補ってくれるのがＩＣＴである。自分が見えていない部分を見せて欲しい。そんな欲求には「見える化」をＩＣＴが助けてくれる。農産品の場合はトレーサビリティの追跡技術や畑に仕掛けたＷｅｂカメラであったり、生産者との通信であったりするかもしれない。そして、ＩＣＴで見えたものは、宅配便で自宅に居ながらにして手に入れることも可能である。消費者と生産者がコミュニケーションを図りながら、マスプロダクションされたものではなく、「本当に欲しいもの」を創造していく。そこに創意工夫が発生し、新たな付加価値が生まれる。住民自身が消費者であり、また生産者であるというトレンドが勃興している。

第Ⅱ章　植物工場概説

１．植物工場とは

（１）植物工場の定義

経済産業省によると、植物工場とは「施設内で、植物の生育に必要な環境を、ＬＥＤ照明や空調、養液供給等により人工的に制御し、季節を問わず連続的に生産できるシステム」と定義されている。

（２）植物工場の特徴

植物工場（特に、完全人工光型）の特徴は、以下のとおりである。**①安定化＝１年中安定的に生産が可能。②都市型＝工業団地・商店街の空き店舗等農地以外でも設置可能。③かえって安全＝無農薬で安全・安心な農産物の提供が可能。④労働市場を拡大＝作業平準化が容易で農業初心者の雇用が可能。快適な環境により、高齢者や障害者の就労が可能。**つまり、「まちなか」でも展開可能（＝農地いらず）である。すなわち「住宅地型産業」の候補であるといえる。植物工場の売りは「４定」＝「定時・定量・定質・定価格」である。これは、製造業（ものづくり企業）の現場に求められる条件であり、天候依存型で生物を相手にする通常の農業ではなかなか実現困難な条件と言える。その点での不安やリスクは、完全人工光型植物工場の場合、非常に少ないと言える。

（３）国の動向

国は「未来型農業生産システム」として植物工場の普及に力を入れ始めている。背景には、既述のように、地域活性化戦略の一環として、経済産業省が農林水産省と連携し、農業の高度化を産業技術面から支援する「農商工連携」を推進し、各種支援策を進めていることがある。平成 21（2009）年１月から３月には、「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ」を農林水産省及び経済産業省で共同設置し検討した。その結果を報告書としてまとめ、「３年後に国内の植物工場を現在の約 50 か所から 150 か所まで増やす」ことを目標に掲げた。また、高いコスト面については、「植物工場の野菜の重量あたり生産コストを３年後に３割縮減する必要がある」としている。

２．我が国における植物工場の歴史

１）第１次植物工場ブーム（1980 年代）： 植物工場は、研究段階では、高辻正樹氏らの研究グループが、日立製作所中央研究所で 1974（昭和 49）年に始めたのが最初である。アメリカより 10 年以上遅れての研究開始であったが、サラダ菜により植物工場のために必要な基本的なデータ収集などを行なったとのことである。「農業の工業化」を目論んだ実験が行なわれた。その成果をベースとして、高辻氏らは実用化研究に移った。それが、「第１次植物工場ブーム」の導火線となる。筑波で科学万博が開催された 1980 年代である。1985（昭和 60）年に開催された国際科学技術博覧会（科学万博－つくば’85）では、「回転式レタス生産工場」（日立製作所）が出展された。これは、高辻氏らが研究していた人工光併用型（太陽光利用型）実証プラントでの成果を応用したもので、多くの見学者の関心を集めたとのことである。筑波の科学万博では、他にも１本の木から１万 3300 個の実をつけるハイポニカ水気耕栽培装置（協和）などの最新鋭装置が展示された。同じく 1985（昭和 60）年、ダイエーは「バイオファーム」の名称で、千葉県船橋市にある「ららぽーと店」の野菜売り場の奥に植物工場を作った。毎日 100 株ほど産地直売されていた。これが最近ブームになりつつある「店舗型植物工場」の我が国における嚆矢と言える。このシステムは、高辻氏らのグループが人工光併用型（太陽光利用型）と並行して研究していた、完全制御型実証プラントの成果が活かされたものである。この時期には、太陽光利用型では海洋牧場（静岡県）によるカイワレ大根生産工場（1980 年頃）、完全制御型では三浦農園（静岡県）による無農薬レタスの生産（1983 年）が始まり、植物工場実用化の草分けとなった。

カイワレ大根は、それまでもっぱら土壌栽培だったが、これを機に急速に工場生産のものに変化した。しかし、競争が過度になり、１パック 189 円していたものが、数年後にはおよそ半額の 100 円にまで店頭価格が下落してしまった。結局現在では、カイワレ大根の生産者はほんの数社に絞られているということである。三浦農園の場合は、平面式と立体三角形の二つのシステムを開発し、夫婦２人で１日 400 株程度の無農薬レタスを生産していた。販路はスーパー２か所で販売価格は１株 105 円だったが、生産原価は 95 円と採算ギリギリの状況であった。結局約 10 年で終了している。このように、生産にはこぎ着けたものの、販売価格とそれに伴う収益の問題で、第１次植物工場ブームは収束していったのである。

２）第２次植物工場ブーム（1990 年代）： 「第２次植物工場ブーム」は、キユーピーやカゴメなど大手食品メーカーが参入した 1990 年代前半から後半にかけてである。このときは、農林水産省の補助金が導入されたことが大きく、それを活用して、キユーピーなどが植物工場を造り、工場野菜を販売し始めた。また、キユーピーが設計・開発したシステム（ＴＳファーム）を利用した植物工場も、日本各地に作られた。しかし、それらのブームに乗って創業した植物工場の多くは、なかなか軌道に乗せることができず、定着までには至らなかった。現在に至るまで継続操業している植物工場は、キユーピーが支援するＴＳファームなどである。「第２次植物工場ブーム」から継続操業しているキユーピー「ＴＳファーム」は全国に 13 か所（他にＴＳファームの応用型が１か所、実験用プラントが１か所）存在し、廃業したところはない。では、なぜ他の多くの植物工場はブームで終わってしまったのだろうか。

その一つは、植物工場を「農業」という狭い視点で捕らえがちだったということが指摘できる。第１次・第２次のブームでは「生産効率の追求」がメインとなっており、その先でどのように売るのか、どのように消費者に使って欲しいのかといった提案や消費者の立場に立った視点が薄かったと言える。結果として、野菜工場で 365 日途切れなく野菜ができてきても、露地物の野菜と競争となると売れ残ってしまうという状況が起こる。工場の設営に投資した経費をまかなうことすら難しくなり、結局、国の補助金や助成制度などが途切れた段階などで、これ以上傷口を拡大させないために経営を断念するという構図が起こる。さらに当時は、露地物と比較した場合、工場野菜の食味が必ずしも良くないという評判もあった。「価格が高く味が劣る」ということではなかなか消費者に浸透するのが難しかったということも理解がしやすくなるといえるだろう。

３）第３次植物工場ブーム（2009 年～現在）： そして、現在は「第３次植物工場ブーム」といわれている。これは、2008（平成 20）年９月 19 日に閣議決定された「経済成長戦略の改訂とフォローアップ（新経済成長戦略）」に、植物工場が「その普及・拡大を図ること」と位置付けされたことによるものである。これを受けて、経済産業省と農林水産省は、共同で「農商工連携研究会 植物工場ワーキンググループ」を立ち上げた。このワーキンググループでは、植物工場に携わる学識経験者や事業者などが、植物工場の普及・拡大を図る上での課題整理と今後の方向性について検討し、2009（平成 21）年 4 月に「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ報告書」をとりまとめた。経済産業省と農林水産省は公表された「報告書」を受けて、３年後の「植物工場における野菜の重量当たり生産コストの３割縮減」と「植物工場の設置数の３倍増」を目指した支援策を打ち出した。この報告書とそれを受けた支援策の要点は、次のとおりである。

〈１〉課題（「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ報告書」より）：①植物工場産農産物の販路の拡大。②生産コストの大幅な縮減。③高付加価値化と新たな需要創出。④事業環境の整備と立地促進。

〈２〉政策目標： ①３年後の「植物工場における野菜の重量当たり生産コストの３割縮減」。②３年後の「植物工場の設置数を３倍増（50 か所から 150 か所へ）」。

〈３〉支援策（平成 21 年度補正予算）：経済産業省：約 50 億円・農林水産省・約 100 億円 【支援策の内容】経済産業省「基盤技術研究拠点の整備」「植物工場モデル設置事業」。農林水産省「モデルハウス型植物工場実証･展示･研修事業」「リース支援事業」。

これらの支援策等は、専門家によるワーキンググループを「経済産業省と農林水産省が共同で」設置し、検討した結果によるものということがポイントである。それまで農の施策は、農林水産省単独で行われ、「産業振興」といえば、経済産業省が商業・工業を対象に行うことを意味していたが、今回は「農業」も「産業」としての視点を持って捉えられ、「農の６次産業化」が図られている。

第Ⅲ章　植物工場の分析

１．植物工場の分類論

（１）植物工場の２大分類

植物工場は「農業の工業化」を実現するために取り組まれてきた。その方式は、ａ.「完全人工光型（完全制御型）」と、ｂ.「太陽光利用型」の２種類に大きく分けることができる。

マスメディア等で主に取り上げられる植物工場は、高圧ナトリウム灯や蛍光灯などの人工光を利用し、クリーンルームなどの閉鎖環境で温度・湿度・二酸化炭素濃度などを調節する「完全人工光型」をイメージしていることが多いようである。しかし、人工光のみを光源とする植物工場は、イニシャルコストとして発生することになる「設置コスト」が極めて高く、栽培時の電気代などのランニングコストもかなり高い。そのことが植物工場の普及を限定的なものにしてきた側面がある。また、世界的には太陽光を利用する方式（太陽光利用型）が一般的で、人工光の植物工場は少数派（池田英男［2010］）だという状況にある。これまでの日本の施設園芸では、一般的に「温室栽培」という表現がされるように「温度調節のみ」を考えられたものが多かったが、人工光を利用しなくても通常のハウス栽培でありながら湿度や光強度、二酸化炭素濃度を管理するなどし、作物の安定生産や定量出荷、計画生産などがかなりの程度実現されるようになってきている。この項では、施設園芸も加えて、それぞれの方式の特徴についてまとめておきたい。

（２）「完全人工光型」植物工場について

完全人工光型とは、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」施設である。

１）完全人工光型のプラス面： 元々、植物工場は「農業の工業化」を実現するために取り組まれてきた。工業生産の特徴は、(A) 生産プロセスを定量化する (B) 大量生産を行う。ということであるが、これを作物に当てはめると(A)成長を定量化する(B)大幅な成長促進を行う。ということが言える(高辻正基[2010])。それを実現するには完全人工光型に歩がある。完全人工光型のプラス面は、「完全無農薬、清潔、新鮮で栄養価の高い野菜を、天候や場所に左右されずに狭い土地で大量生産ができること」である。クリーンルームという外部から隔離された環境で生産を行なうことにより、細菌数が非常に少ないので、洗わずにそのまま食べることもできる。また、環境条件を適切に制御することによって、味が良く、ビタミンやミネラルの含有量が高い「高付加価値野菜」を作ることが可能となる。さらに容易に「ビル農業」の形にでき、生産調節ができるという意味で「住宅地型産業」「都市型産業」として理想的な植物工場である。例えば、消費地に近いビル、インフラの整った工場団地、積雪地帯などでも展開が可能であり、非農地や栽培不適地における農業生産の確保にも貢献する。既存建物の再生にも応用が可能で、商店街の空きテナントや空き工場、高齢化するニュータウンエリア内の建物活用など、「都市再生」にも効力を発揮する。都市内で生鮮品の収穫拠点が確保できるということでは、産地からのルートが断絶したときなどへの備えとしての食料の安全保障の面でも有利だと言える。

２）完全人工光型のマイナス面： 完全人工光型のマイナス面は、人工光のみを利用するため、レタス類やハーブを始めとする葉菜類など可食部分の大きな作物にしか適用できないことである。技術的にはトマトやイチゴなど果菜類でも十分栽培可能であるが、捨てる部分の多い作物に対してはエネルギーロスが大きく採算に乗らない。課題は設置・運営コストが莫大となることである。特に完全人工光型の場合、環境制御や搬送装置の導入など、施設依存度が高いため、設置コストが大きい。また、運営コスト面でも電気代が多くかかり、栽培資材も高価という点が課題である。オランダモデル（施設の環境管理についてコンピュータ制御を行なう、完全人工光型との中間的な太陽光利用型）が一つの考え方ともいえる。

（３）「太陽光併用型」植物工場について

完全人工光型植物工場は、「クリーンルーム」的な環境で野菜生産を行う。したがって害虫をシャットアウトすることができ、病気の心配もほとんど無い。完全無農薬で高品質な野菜を「安定的」かつ「計画的」に生産できるということが大きなメリットとなる。しかし、高い設置コストや生産コストが課題となっていることについては、先に述べたとおりである。これに対してすべての光源を人工光に頼らずに「太陽光」を利用する形で運用される工場がある。太陽光を利用するため、完全人工光型植物工場のビル農業のような「多段式」での生産は不可能となる。その代わり、背が高くなるような果菜類は「太陽光利用型植物工場」が必須となり、完全人工光型植物工場では生産が困難である。太陽光利用型の植物工場での生産物には、完全人工光型同様の葉物野菜の他に、「いちご」や「トマト」といった果菜類が栽培されている。ｂ．太陽光利用型には、ｂ－１．「太陽光のみを利用するタイプ」、ｂ－２．「人工光と併用するタイプ」、とがある。

１）太陽光のみを利用するタイプ： 前者は、施設栽培が盛んなオランダでも積極的に採用されているもので、日本国内ではカゴメの「こくみトマト」「デリカトマト」の工場（北九州市若松区の「響灘菜園」、和歌山市の「加太菜園」など）がこれにあたる。カゴメはシステム自体もオランダ製のものを使用している。オランダでは１ヘクタール規模の床面積を持つような植物工場が中心となっており、トマトの生産量などを飛躍的に伸ばしている。30 年前のトマト収量は日本・オランダともに 20～25 kg/㎡で差がなかったが、古在豊樹[2009]によると、現在では日本が 20～40 kg/㎡に対しオランダでは 60～90 kg/㎡と約３倍の差が出ている。日本の温室が平均 1000 ㎡程度なので、効率の面からオランダのシステムを導入すれば単純に収量が上がるというわけではないようだが、食品工業編集部［2010］によると、日本でも１ヘクタール以上の太陽光利用型

植物工場のほとんどは、オランダの植物工場システムメーカーが受注し、施設や機器類の多くをオランダ等から輸入しているとのことである。一般的なハウス栽培にＩＣＴなどの技術を導入して、生産性を高める方向性の中から生まれたシステムだといえる。

２）太陽光人工光併用タイプ： 後者の「太陽光人工光併用型」では、完全人工光型と同様に葉物野菜に特化して生産している工場なども見られる。工場建設時のイニシャルコストがクリーンルームに匹敵するような設備を要する完全人工光型に比べて安く付くので、今のところ太陽光利用型の方が実用化も進んでいる。

３）日本の場合の問題点： オランダの場合、ヒートポンプでの蓄熱を活用するなどの方法を用いて生産効率を上げている。日本の場合は夏場の外気温が高く、温室内の気温上昇があるため、換気窓を全開にしたり換気扇をフル運転するなどの対策に追われる。「過高温」を防ぐための遮光カーテン・保温カーテンや、窓を開けた際の防虫網など、完全人工光型（完全閉鎖型）では不要な装置が必要となるため、設備的には必ずしも安いとは言えない。太陽光を利用するため天候にも左右され、完全無農薬栽培も夏場は難しいといえる。また、夏季の高温は室内作業者にとっても快適な環境とは言い難い。

４）太陽光利用型のメリットと今後の課題： 太陽光利用型は「果菜類が生産できる」という点が大きなポイントである。今後はオランダの技術に頼ることの多い制御システムや省エネ技術などを、より良い形で国産化できるかどうかなどが注目されるところである。空調管理や窓の開閉の自動化、作業のロボット化など改善できるような要素は多い。現在は各社各様の規格による温室コンピュータからの複雑な配線に頼っていることが多く、故障のリスクも大きい状況であった。それらを古在豊樹［2009］では「ユビキタス環境制御システム」の考え方を応用することで効率化が図れるのではないかと提唱している。家電やＩＣＴ分野からの技術転用がコストダウンのポイントとなるかもしれない。また、システムの標準化やモジュール化ができれば普及においても大きな弾みとなるであろう。いずれにしても、オランダモデル（施設の環境管理についてコンピュータ制御を行なう、完全人工光型との中間的な太陽光利用型）が一つの考え方ともいえる。

２．植物工場の立地論

（１）植物工場の立地展開

ここで改めて、植物工場のメリット・デメリットを整理しておく。植物工場の特徴は、「１年中安定的に生産ができ一定の大きさや形・品質のものが収穫できること」が特徴である。また、完全人工光型の場合、「無農薬・無洗浄で食べられる」という特徴もあり、加工が容易なことから、外食産業が自社店舗で使う目的などで設置するケースなどもある。植物工場の立地展開において、「太陽光利用型」の場合は、従来の「施設園芸（ビニールハウスなど)」と同様の考え方ができる。太陽光を主光源とする関係上、完全人工光型のように高効率ではなく、周年生産も難しい。そのため施設も大規模化する傾向があり、オランダのように１ヘクタール以上のものも出現する。太陽光による温度上昇対策のため、工場の天井部分を開閉できるシステムとしている。そのため、農薬等も必要となる場合もあるが、基本的には使われていない。一定の要件を満たせば、自治体によっては施設園芸と同様に農業生産の設備として、農地や耕作放棄地に設置することも可能である。

一方、「完全人工光型」の場合であるが、水とエネルギーさえあれば基本的にはどこにでも設置可能である。工場等として農地以外への設置が可能で、工業団地、商店街の空き店舗、社会福祉施設や、小規模なものであれば駅ナカ、空港、飲食店の店頭、オフィス、学校など場所を選ばない。但し、上記のデメリットの部分にあるように、植物工場の社会的位置づけがまだ確定していないので、現行規制への適用が不明確な点がある。植物工場を「農業」を行う「工場」として見た場合、都市計画上の用途地域規制などの関係上、建

てられる場所が制限される可能性がある。また、「建築基準法」や「農地法」「工場立地法」などの規制法との関係もある。植物工場の立地場所が「農地」の場合は、2009 年改正前の農地法の関係で農業生産法人を設立する必要性に迫られたケースなどがある。

（２）植物工場の立地諸条件

次に、植物工場の立地に際しての選定基準と立地するに当たっての規制法をまとめておく。徳増秀博［2009］によると、カゴメがトマト植物工場の事業候補地として、以下の７項目を事業候補地の選定基準としている。トマトは光を多く必要とするため、日射量の豊富なところが産地となる。

【表１：植物工場の立地諸条件】

■植物工場の事業候補地の選定基準（基本事項）	■立地の主な規制法
第1：気候条件が温暖で日射量が豊富な地域。	1．農地規制：農地転用。
第2：大規模展開できる用地があるか。最低でも5ha以上の用地が必要。	2．建築基準法：建ぺい率、建築物の耐震性、建築物自体の安全性、居住環境の向上のため構造的・防火的・衛生安全性等に対する規定。
第3：平坦地の用地形状。	3．消防法：防火貯水槽又は消火栓の設備が必要。
第4：用地の賃貸が前提で安い賃借料。工業団地は賃借料が高いので敬遠。できれば農地で農業従事に支障がない地目。	4．工場立地法：緑地の確保。20%の緑地と5%の環境関連施設等が必要。
第5：大消費地に近い立地条件。	
第6：水の確保ができるかどうか。	
第7：労働力の確保が容易であるかどうか。（100人以上の雇用）	

周辺環境やコスト等の立地要件に行政などの地元の支援や協力などを加味して、立地場所を決定する。太陽光利用型の植物工場などの場合、面積的に大規模となるため、地権者との調整において地元の協力の有無は大きな要素となる。立地場所が農地の場合は「農地法」の制約がある。農地の場合は進出する事業者にとって土地賃借料が安いのが魅力である。また、農業としての支援策もあり、建築規制が少ないので設置コストは安く抑えられる。市街化区域や工業団地などに植物工場を設置する場合、「工業」として捉えられるため、建築基準法や消防法、都市計画法などの規制を受けることになる。それらによる施設設置や耐震性といった過剰投資を強いられるため、コスト増となる。大規模な施設を設置しようとする場合、事業者側は「農業」として捉えようとする傾向が強い。先述したように、地方自治体においては植物工場の位置づけがまだ明確でないこともあり、カゴメの場合農地法の解釈が県と市で異なったため調整に時間が掛かったケースも発生している。国による位置づけの明確化など、ルール作りが求められる。

（３）植物工場の立地による分類

農林水産省・経済産業省［2009a］『植物工場ワーキンググループ報告書』においてデータが公開されている 50 工場について「新しい都市型産業であり、しかも大都市圏郊外の住宅都市にこそふさわしい特質を多くそなえている住宅地型産業である」といえる状況にあるのかどうかを検証する。

１）地域範囲で分析すると、完全人工光型は、都市圏（住宅）型立地

このうち「完全人工光型（全国 34 施設）」に着目して分析したところ、次のことを発見した。（１）地目データのある２９施設のうち、約７６％にあたる２２施設が「農地以外」（非農地：８、工業用地（工業団地）：３、宅地（住居地）：１１）に立地している。（２）地域区分では、３４施設のうち、約３８％にあたる２３施設が首都圏（１都６県）及び近畿圏（２府４県）に立地。（３）経済産業局区域で括った場合、３４施設のうち約５９％にあたる２０施設が「関東」「近畿」管内に立地（大都市圏および周辺地域）。（４）農政局区域で括った場合、３４施設のうち約３５％にあたる 12 施設が「関東」「近畿」管内に立地（大都市圏および周辺地域）している。上記のことから、**「完全人工光型」は都市型〈住宅地型〉産業であると言える。**



【図２：完全人工光型植物工場の地目（「農地以外」が濃い表示）】



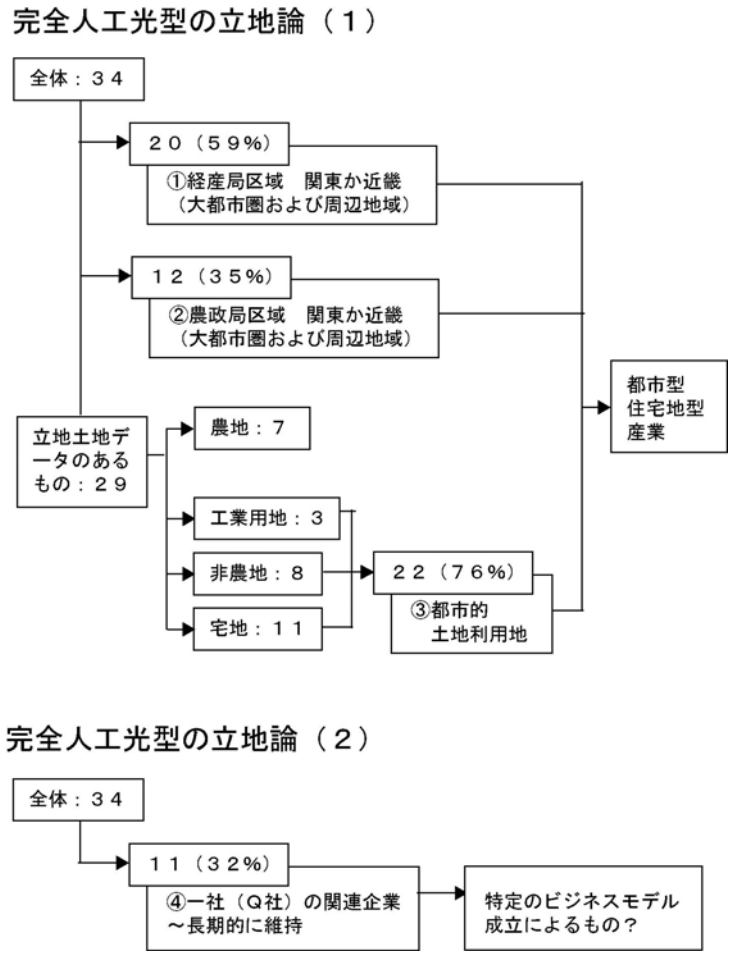
【図３：完全人工光型植物工場の立地（「首都圏および近畿圏」が濃い表示）】



【図４：完全人工光型植物工場の立地（「経済産業局管轄」が濃い表示）】



【図５：太陽光･人工光併用型の立地】



【図６：完全人工光型立地論】

２）ミクロにみると、両者とも中心市街地への道路距離は近い

さらに、よりミクロにみるために、「完全人工光型（全国 34 施設)」及び「太陽光･人工光併用型（全国 16 施設)」について、工場と中心市街地間の道路距離を測定することにより、工場と消費地の立地関係の比較を行った。中心市街地は、植物工場の所在している市町村の役所（役場）とした。それぞれについて平均した結果は次のとおりである。

（１）完全人工光型工場～中心市街地間の距離…６．９ｋｍ

（２）太陽光・人工光併用型工場～中心市街地間の距離…９．０ｋｍ

上記のことから、中心市街地への距離からみると、「完全人工光型工場」「太陽光･人工光併用型」とも、中心市街地への距離は近い、「完全人工光型工場」の方がより近い立地であるといえる。

同時に、工場～最寄りの鉄道駅までの距離も測定したが、これについては大小が逆になるが、ほぼ同じ結果が出ている。

（１）完全人工光型工場～最寄りの鉄道駅間の距離…６．３ｋｍ

（２）太陽光・人工光併用型工場～最寄りの鉄道駅間の距離…５．９ｋｍ

完全人工光型植物工場が実用化の域に達するには、特に「生産コストの削減」が重要な鍵になると思われる。34 か所存在する完全人工光型の工場のうちには試験的な稼働のものも含まれているため、採算ベースに

乗っているものは少ないと予測される。部材のモジュール化や標準化を進めるなど、一層のコストダウンが重要である。

３．植物工場のコスト論

（１）植物工場と従来型施設園芸のコスト比較

そこで、この節では植物工場の「コスト」に注目して分析を行う。農林水産省［2005c］によると、ある植物工場（完全人工光・ＴＳファーム型）の建設費では、通常の大型園芸施設に比べて「17 倍」、運営コスト（光熱費）に至っては「47 倍」もの経費が掛かったとしている。設置コストには、建築、照明設備、電気設備、空調設備、給排水設備、水耕設備、機械装置など、また、それらの工事費、現場経費などの諸経費が含まれる。全設備の中で照明設備コストの占める割合が高く、特に光源にＬＥＤのみを使うと設置コストは膨大になる。生産コストは、電力代や各種設備費、人件費、出荷経費、管理費などの変動費、および設備コストの償却費である。工場野菜の販売収入は、少なくとも変動費、利益を生むためには生産コストを上回る必要がある（高辻正基［2010］）。高辻正基［2010］によると、現在、植物工場産の野菜は（特に完全人工光型の場合）は生産コストが高く、100ｇ程度のレタスを少なくとも 200 円程度で売らないと採算に乗らない状況と言われている。**富山での工場野菜価格の市場調査のデータであるが、これによると、重量あたりの値段では一般野菜のほぼ倍の値段であることが示されている。**

（２）高級百貨店や高級スーパーなどでは工場野菜を非常に高価に売っている例もある。

最近まで工場野菜の製造に取り組んでいたフェアリーエンジェルの「てんしの光やさい」の場合、１袋 120ｇ程度のものを 360 円で販売していた。そこで「生産コストの内訳」について、６月のヒアリングで協力をいただいたフェアリーエンジェルに改めて確認したところ、下記のような回答を得た。【生産コスト内訳】コストを 100%とした場合、電気代＝30%、人件費＝30%、設備償却＝30%、その他＝10%（肥料、種子、包装資材、消耗品など）という結果が得られた。その比率を基にして「（１）植物工場のコスト比較」で、設置コストで１７倍、運営コストで４７倍の差があるとされた「完全人工光型（Ａタイプ）」と「通常のビニールハウス栽培（Ｂタイプ）」でどの程度「最終価格」において価格差が出るのかを独自に試算した。

電気代をｌ、人件費をｈ、設備償却をｆ、その他をＯとする。添え字ａがＡタイプ、添え字ｂをＢタイプとする。ｌａ＝４７×ｌｂ（電気代は４７倍）、ｈａ＝ｈｂ（人件費は同一）、ｆａ＝１７×ｆｂ（設備償却は１７倍）、Ｏａ＝Ｏｂ（その他は同一）と考えられる。ここで、ｌａ＝Ａ×０．３（電気代＝生産コスト全体の 30%）、ｈａ＝Ａ×０．３（人件費＝生産コスト全体の 30%）、ｆａ＝Ａ×０．３（設備償却＝生産コスト全体の 30%）、Ｏａ＝Ａ×０．１（その他＝生産コスト全体の 10%）なので、

Ｂタイプの最終価格　Ｂ＝ｌｂ+ｈｂ+ｆｂ+Ｏｂ＝ｌａ／４７＋ｈａ＋ｆａ／１７＋Ｏａ

＝［１／４７×０．３＋１×０．３＋１／１７×０．３＋１×０．１］×Ａ

＝Ａ×０．４２４となる。　　逆に、Ａ＝Ｂ×**２．３５８である。**

よってＡ【植物工場産野菜】の最終価格はＢ×２．３５８となり、一般的な施設園芸の野菜が１００円とすれば、完全人工光型の植物工場産野菜は２３５円程度の価格で販売すれば良いといえる。

設置コストで１７倍、運営コストで４７倍の差があるとされた「完全人工光型」と「ビニールハウス」であるが、最終価格ではせいぜい２．４倍程度の範囲に収まるのである。この結果から判断すると、上述の富山市内での植物工場野菜の販売価格は、ほぼ妥当な線だと言える。

運営コストはＴＳファーム（高圧ナトリウムランプ使用）タイプで試算しているが、光熱費（電気代）な

どの「運営コスト（ランニングコスト)」は照明へのＬＥＤ高性能化によるコストダウンなど技術革新によって今後は下落していくため、価格差は減少していく。また、この比較も 2005（平成 17）年時点でのものであり、現在では価格差がもっと収縮していると予測される。植物工場野菜の「機能性」やネーミングなどを明確にし、消費者にそれを浸透させることができれば、競争力は確保できるものと考える。

４．植物工場の流通論

（１）これまでの野菜の流通である卸売市場経由のメリット・デメリット

これまでの野菜の流通は、大半が卸売市場経由のルート（セリ売り）で一般的であった。

（メリット）この理由としては、①腐敗しやすく短時間での処理が必要、②全国各地に分散する小規模で多数の生産者（農家）という構造に適していた（商品を集めるには卸売市場が便利)、③消費者の購買行動が数種類・少量の「毎日買い」である、という点から好都合であったと言える。

（デメリット）卸売市場経由のルートの問題点は、①価格形成の過程において「生産者」も「消費者」も参加していない、②決定権者は購入者のみ→市場に類似物がある場合は価格も低下、③卸売市場では生産者の原価主義も成立しないし、消費者サイドに立った競争もない、④かなりの流通マージンが加算され、生産者が出荷する場合でも販売価格の８～10%程度の市場手数料を支払う必要性がある、このルートは、コストが割高な工場野菜を卸売市場に出荷するのは生産者にとって不利といえる。

（２）市場外流通（産直）のメリット・デメリット

一方、市場外流通（産直）の場合のメリットとデメリットは以下のとおりである。

（メリット）①業者との直取引であるため価格決定において生産者が直接交渉できる→実際に生産者がスーパーなどと契約販売をしているケースがある、②生産者にとっては、値段が固定されることによって年収が読めるという安心感がある、

（デメリット）①業者からは値段に付随して、一定の出荷量の確保を求められる場合が多い。②もし、天候不順などで契約数が達成できない場合は、他の生産者から購入してでも出荷量を契約に合わせることを求められる可能性がある。③天候不順などで市場の価格が高騰している場合でも、契約した価格で販売することになる。その場合は利益を損することにもなる。

（３）工場野菜の課題

工場野菜の課題は、①まだブランディングや露地物の野菜との差異化が不十分なため、スーパーなどでは値段をたたかれがちである。②消費者も、どのようにして工場で野菜が作られコストがどのぐらい掛かっているかを知っている人が少ない。③工場野菜に対しての抵抗感は以前に比べて軽減してきているというものの、「ランプと水で育てた野菜は不安だ」「太陽と土で育った野菜が食べたい」という声がある（高辻正基［2010］)。④三菱ＵＦＪリサーチ＆コンサルティングの 2009 年調査結果によると、消費者の植物工場産野菜に対する認知度は「知っていて購入したことがある」がわずか６％にとどまっている。⑤また、「工場野菜の今後の購入希望」について、「購入してみたい」が 70%であったが、その場合、普通のレタスを 100 円としたときの植物工場産レタスの許容する購入価格は 115～160 円となっている。一般消費者の植物工場産野菜に対する認知度はまだまだ低く、店頭では単なる価格競争に陥っていると言えそうである。⑥販売を向上させるには、工場野菜の長所（無農薬、無洗浄、長持ち、栄養素などの機能性が高い、生産物のロスが少ない）などをしっかりアピールし、露地物の野菜との差異化を明確に打ち出していくことが重要であると考える。⑦そのためには、植物工場産野菜に対する認証制度を設けるなど、消費者にもわかりやすい表示制度が必要である。

（４）植物工場野菜販売拡大の可能性

以下、植物工場野菜販売拡大の可能性を検討する。①これから植物工場が着目する販路としては、「中食・外食」向けのルートがある。農林水産省［2005b］によると、農産物が卸売市場経由で販売されるまでに、付加価値の増大は約２倍であるが、外食産業や加工品に向かう場合は 10 倍前後の付加価値増大となっている。②外食産業の場合、「一定の品質のもの」を「一定の価格」で「定時に一定量」納入することを求める。この要求には、一般野菜（露地物など）よりも工場野菜の方が対応しやすい。③一般野菜では国産より輸入野菜の方がはるかにこの要求を満たしてくれるので、外食産業には多量の輸入野菜が入っている。工場野菜は価格が高く、対応できていない。④トレーサビリティや安全・安心の点では工場野菜が十分対応できる可能性を持っている。高機能性などを前面に押し出し、外食産業などと新たなメニュー開発などの段階から消費拡大に向けた試みが求められる。⑤販売価格に限界がある中で、店舗に併設して中小タイプの植物工場を設置し、コストを吸収しようという取組みもなされている。フェアリーエンジェル（現･フェアリープラントテクノロジー）の場合、京都市（北山）と大津市（なぎさ公園）にレストラン「天使のカフェ」を展開し、北山のレストラン地下工場で栽培した野菜を客に提供していた。工場野菜に応じた様々なレシピを考案することで消費者の関心をつかみつつ、「てんしの光やさい」の販路拡大を図っていたと言える。

（５）システムメーカーによるサポート・ネットワーク化（キユーピー）

第２次ブームの時代から操業を継続しているＴＳファームの場合は、キユーピー直営以外の工場もキユーピーが様々な支援をしている。農林水産省・経済産業省［2009b］によると、ＴＳファームのシステムを導入している「東京ドリーム」（東京）の場合、種子や肥料の供給、栽培技術の指導、機械・施設のメンテナンス等は現在もキユーピーが関わっており、販売先の確保にもキユーピーが関わっているという。また、同じくＴＳファームのシステムを導入した「ハイテクファーム」（福井・京都）の場合も、キユーピーから技術指導や販売のノウハウ等の指導を受け連携に取り組んでいるとしており、同社の取引先ネットワークの活用や、営業活動を進めるにあたっての人的支援等、販路先の確保に繋げている。また、天候不順で野菜が急激に品薄になった際は、キユーピーのプラントを導入した他社の工場に野菜を融通してもらうなど、新商品開発や販路開拓などにおいて、全国的な販売網を持つキユーピーの様々な支援が行なわれている（経済産業省ホームページ［2008］、中小企業基盤整備機構ホームページ［2008］）。

第Ⅳ章　植物工場３つのモデル

これまでの植物工場の分析から、以下の３つのポイントを今後の発展可能性モデルとして抽出する。

１．高付加価値化志向－漢方など

野菜工場（植物工場）は現在「第３次ブーム」と言われている。「第３次ブーム」のきっかけは 2009（平成 21）年からスタートした国の「新経済成長戦略」に基づいた支援策の登場である。2009 年には約 150 億円の補正予算も組まれ、積極的な活性化策を実施しているところである。今回の第３次ブームがこれまでの１次や２次ブームと違うのは、経済産業省をはじめとする国も乗り出してきて、日本の工業、農業、さらには商業の良さをうまく生かした「農商工連携」で、新しい産業を創り出さそうという機運が高まってきている点である。

特に今回は、「経済産業省」が前面に出てきていることがポイントで、これまでのように植物工場の位置づけが植物→農業→農林水産行政（農林水産省）というとらえ方ではなく、「工業」や「商業」の視点からも捉えられようとしていることが過去との違いである。これまでのブームの時期の支援策は農林水産省の事業と

して実施をされており、その関係上、どうしてもハウス栽培など「施設園芸」の高度化という発想で取り組まれてきた。そこで目指すものは、どうしても収穫の安定や量の確保という部分に力点が置かれがちになる。

今回、経済産業省が関係することによって、これまでの生産性アップという視点のみではなく、より「消費者の利益」や「マーケティングの発想」が、植物工場にフィードバックされるのではないかという期待が持てる。また、「環境産業」、「サービス業」、「知識産業」、「医療・介護・福祉」を含む「健康産業」などを統合した、「環境健康産業」ともいうべき新しい産業となる可能性が広がっている。既述したように、野菜工場の価格比は現在２．４倍程度であり、採算はなかなか難しい。すなわち、野菜工場が成功するためには、単なる通常野菜の代替ではなく、ブランド化・高付加価値化が重要ということである。

多数の住民が暮らす「住宅地」で産みだす多様な発想が、新たな食や文化を考案する。それが求める新たな野菜の需要は、従来の「少品種大量生産」のマスプロ野菜だけで応えることは不可能である。例えば伝統野菜など、通常の環境では育成することが難しかった品種も、環境を安定させ「最適化」することにより、食卓に上りやすくすることも考えられる。

また、健康産業の点が高付加価値化の最有力候補である。健康長寿社会の実現に「食」の観点は欠かせない。さらには朝鮮人参、ドクダミ、麻黄などといった「第２のレアアース」とも称される「漢方薬の原材料」、あるいはマツタケやモルヒネといった付加価値の高い植物や、病院食や学校給食など、農薬を使いたくない植物の育成も「クリーンルーム」で栽培する完全閉鎖型植物工場での創造性が高いのではないかと考える。健康増進や医食同源の観点からは、大学や製薬企業などとの連携やモニターの確保を図りやすい住宅地近郊の立地が有利に働く。

２．流通・販路の開拓－川下戦略

もう１点、過去のブームと今回の第３次ブームが異なっているのは「見せる」化している点である。また、そもそも販路が開拓されないと成立しないビジネスである。すなわち、植物工場が成功するためには、店舗やホテルでの販売などの川下プロセスの自前化・連携化という川下戦略がカギを握ることになる。

生産過程を見せ、露地栽培と差異化する狙いだ。昨今「食の安全・安心」の問題がクローズアップされていることもあり、消費者に安心感を与える効果もある。植物工場に関するビジネスは、国の平成 21 年度補正予算などの後押しもあって、建設業をはじめとする異業種からの新規参入などが相次ぐなど、今なおブームといえる状況である。一方、ここにきて今回のブーム以前から事業を続けてきた企業には変化の兆しが現れている。

前述のように、単純にブームに乗って異業種から植物工場に転換した企業などは、過去のカイワレ工場と同じような運命をたどる危険性がある。単なる大量生産・安定生産ができるということだけで「売り先」を無視した生産をしてしまうと、結果的に赤字が嵩むだけとなる。

その点で、高松丸亀町商店街やベジーワークでのヒアリングで得られた「まちづくり」からの植物工場の必要性という視点は、非常に新鮮である。地域のレストランで供給する食材について、本当においしくて安心できる安全なものを提供したいという「マーケット・イン」の発想が明快である。要するに需要はすでに見えているのであり、それに合わせて「契約栽培」をするわけである。これまでオーガニック野菜や有機野菜などに頼っていたレストラン側としても、天候不順などの心配をすることもなく、自分の欲しい野菜をいつも安定して調達できるようになる。つまり、消費する側と供給する側が、共に“Ｗｉｎ－Ｗｉｎ”の関係となるわけである。しかも、地元で生産することができれば、それだけ新鮮な野菜が調達でき、フード・マイレージの問題も解消する。おまけに露地物野菜と比較して「可食部分」が多くなるので、その分ゴミの排出量も減らすことができる。地域商店街での「エコ」を推進する上で「植物工場」は大きな力になる可能性

がある。

３．オランダ方式（施設栽培の高度化）

池田英男［2010］によると、施設園芸の先進地とされるオランダでは、10 アール当たりのトマトの収量で比較すると、日本のおよそ６倍となっている。一般的な露地物の栽培（土耕）では、植物は多様なストレスにさらされることになる。例えば春夏秋冬の寒暖や病害虫の攻撃など、様々な要因がある。さらにいえば「土」自体が、植物が水や養分を吸収する上での阻害要因になるのである。

オランダの考え方は、それら多くのストレス要因を解消すれば植物の生育は極めて旺盛になるというものである。そこで土に代わる培地として「ロックウール」を用いた養液栽培とし、水や肥料を十分に与えても栄養を成長に強く偏らない品種を開発してきた。また、光や温度の管理だけではなく、炭酸ガスのコントロールや病害虫の天敵や受粉にマルハナバチを用いるなど、殺虫剤などを用いない方法などの開発も合わせて行なってきている。それらの最適化やコントロールに、ロボット化やコンピュータ化を積極的に行なっており、温度管理にもヒートポンプのシステムを積極的に導入するなど、植物が光合成しやすい環境を創出している。

日本の温室の場合、温度管理などをしていることは多いが、炭酸ガスの管理やコンピュータ化などは進んでおらず、まだまだ手作業での管理が多い。養液栽培も少なく、従来からの土耕が中心となっている。また、日本のトマト栽培の場合は、葉も茎も大きくしないという「ストレスを掛ける」方法が基本である。その点はオランダと全く発想が違うと言える。

それでは、オランダのシステムをそのまま活用できるかといえば簡単ではないようである。カゴメなど一部のトマト農園ではオランダのシステムを活用しているが、オランダのシステムに対応できるような「養液栽培用」という品種はない。日本のトマトはストレス環境でも一定良く育つようにされた品種なので、それを単純に流用すると、葉や茎の生長が良くなり果実収量に結びつかないのである。

単純にオランダのシステムを導入するのは難しいが、いつまでも「勘と経験」に頼る農業では、後継者探しが難しい現状にあっては余り良い方法とは言えない。オランダの発想であるストレスを減らして成長しやすくするにはどうすればいいかという考え方を、日本流にアレンジすることはできないだろうか。土から植物を離してやることによって、オランダのトマト栽培で行なわれる「ハイガター栽培」では、果実を人間が作業しやすい高さに持ってくることができる。それにより作業効率性が上がることにより、ハンディキャップを持った人なども就業できる可能性が出てくるのである。そうすれば、住宅地の農業などにも大いに活用できる。ロボット・コンピューターは本来日本のお家芸と言えるもののはずである。それがまだ、あまり進んでいない。

植物への優しさも重要であるが、「人に優しい」農業、勘に頼らず「見える化」する農業を指向するのも日本の新世代農業や住宅地型産業に重要な視点となるだろう。

【参考文献】

池田英男［2010］『植物工場ビジネス』日本経済新聞出版社。

石川知宏［2010］「農業の６次産業化について（特集 農業の６次産業化）」『Estrela=エストレーラ』統計情報研究開発センター（編）。

イノプレックス［2010a］『植物工場の各技術や経営課題に関する概要について』ＮＰＯ法人イノプレックス。

イノプレックス［2010b］『植物工場ビジネスの将来性「植物工場の６割／収支均衡３割の現状を打破するためには」』ＮＰＯ法人イノプレックス。

大泉一貫［2009］『日本の農業は成長産業に変えられる』洋泉社。
大島七々三［2010］『農業を起業する』アスペクト。
金丸弘美［2010］『「地元」の力　地域力創造　７つの法則』ＮＴＴ出版。
橘川武郎・篠崎恵美子［2010］『地域再生　あなたが主役だ－農商工連携と雇用創出－』日本経済評論社。
キユーピー［2009］「無農薬植物工場【キユーピーＴＳファーム】」（農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ（第２回）資料５（１））キユーピー株式会社。
京都新聞［2010］「植物工場の専門家、育って　フェアリー、４月から人材事業」『京都新聞（2010 年３月 10 日付）』京都新聞社。
古在豊樹［2009］『太陽光型植物工場』オーム社。
後藤光蔵『筑波書房ブックレット：都市農業』筑波書房。
小長谷一之［2005］『都市経済再生のまちづくり』古今書院。
小長谷一之・郷田淳・前田浩成［2010］「クリエイティブでサスティナブルな都市再生とは－高齢化・農再生時代の都市圏」『創造の場と都市再生』晃洋書房。
財団法人日本立地センター［2010］「企業立地の現状と企業誘致の方向」。
塩沢由典・小長谷一之編［2007］『創造都市への戦略』晃洋書房。
塩沢由典・小長谷一之編［2008］『まちづくりと創造都市』晃洋書房。
塩沢由典・小長谷一之編［2009］『まちづくりと創造都市２』晃洋書房。
四国新聞［2006］「厳選野菜を販売－丸亀町商店街に市場」『四国新聞（2006 年９月９日付）』四国新聞社。
四国新聞［2009］「丸亀町商店街Ｂ街区、来月末から順次オープン」『四国新聞（2009 年 11 月 27 日付）』四国新聞社。
四国新聞［2009b］「New Open 高松丸亀町［弐番街］」『四国新聞オアシス【オアシスプラス】2009 年 12 月 12 日付』四国新聞社。
食品工業編集部［2010］『植物工場　第３次ブームにおける施工事例と新技術』光琳。
関満博［2009］『「農」と「食」の農商工連携』新評論。
高槻市［2003］『高槻市産業振興ビジョン』。
高槻市［2005］『高槻市農林業振興ビジョン』。
高槻市［2007］『高槻市の農林業』。
高槻市［2009b］『平成 21 年版 高槻市統計書』。
高辻正基［2010］『図解よくわかる植物工場』日刊工業新聞社。
高松丸亀町まちづくり株式会社［2010］「丸亀町「食プロジェクト」始動。」『高松スタイルあんき』５号。
武田至弘・小長谷一之［2008］「大学発ベンチャーの経済効果」、塩沢由典・小長谷一之編『まちづくりと創造都市』晃洋書房。
武田至弘・村田和繁［2009］「ネットワークと創造都市（１）－新産業振興」、塩沢由典・小長谷一之編『まちづくりと創造都市２』晃洋書房。
田中満［2010］『新鮮・安心・おいしさで食生活を応援！　農産物直売所へ行こう！』ごま書房新社。
中小企業総合研究機構［2009］『事例に見る成功ガイドブック　農商工連携ビジネス』財団法人中小企業総合研究機構。
徳増秀博［2009］「１．５次産業としての植物工場の立地展開」『産業立地』2009 年５月号　財団法人日本立地センター。

日本経済新聞社［2010］「大増殖！植物工場の秘密－工場野菜は食卓の定番になるか」『日経トレンディ』2010年4月号。
日本放送協会［2009］「直売所が農業を変える～大ブームの舞台裏～」『クローズアップ現代』(NO.2820・2009年11月19日放送)。
日本放送協会［2010］「“週末ファーマー”２００万人の可能性」『クローズアップ現代』(NO.2973・2010年12月１日放送)。
農林水産省・経済産業省［2009a］『植物工場ワーキンググループ報告書』。
農林水産省・経済産業省［2009b］『植物工場の事例集』。
農林水産省［2005a］『2005年農林業センサス』。
農林水産省［2005b］『生産から消費に至るフードシステムにおけるコストの削減』。
橋本哲弥［2010］『図解入門ビジネス　最新農業ビジネスがよ～くわかる本』秀和システム。
廻谷義治［2008］『農家と市民でつくる新しい市民農園』農文協。
前田浩成［2010a］「「自産自消」社会実現への取り組み－「株式会社マイファーム」の挑戦」『２１世紀型まちづくり研究０９（２１世紀型まちづくり研究会報告書０９)』大阪市立大学大学院創造都市研究科。
前田浩成［2010b］「都市と田舎をつなぐ取り組み－「高槻とかいなか」からの発信」『２１世紀型まちづくり研究０９（２１世紀型まちづくり研究会報告書０９)』大阪市立大学大学院創造都市研究科。
前田浩成［2011］「住宅地型産業振興としての新世代農業のあり方－市民参加型農業を中心として」『都市経済政策』第７巻。
山下一仁［2010］『企業の知恵で農業革新に挑む！』ダイヤモンド社。
山本雅之［2005］『農ある暮らしで地域再生－アグリ・ルネッサンス－』学芸出版社。
渡邉愛［2010］「持続的成長を目指す植物工場ビジネス～参入企業の動向と成長モデル確立への課題～」『産業イノベーション 2010年夏季号』大和総研。
読売新聞［2010］「ＬＥＤでレタス栽培 高松丸亀町商店街、「植物工場」を展示」『読売新聞（2010年３月16日付)』読売新聞社。
《ウェブサイト》47ＮＥＷＳ「共同ニュース」ホームページ［2002］「中国野菜から基準超す農薬　ローソンが国産に変更（2002年６月５日付)」共同通信社。岩崎吉隆［2010］ブログ「シンプル＆ナチュラルなつぶやき日記」。北九州市産業経済局産業誘致部誘致課ホームページ[2008]「立地企業インタビュー－立地案内－響灘菜園株式会社(12月12日付)」。経済産業省ホームページ［2009］「農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ報告書の公表について」。経済産業省ホームページ［2008］「農商工連携88選」。島根県ホームページ［1999］「平成11年度島根県政世論調査」。高松丸亀町商店街振興組合公式サイト［2010］。中小企業基盤整備機構ホームページ［2008］「農商工連携パーク［農商工連携88選］先行事例」。日刊工業新聞社ホームページ［2010］「植物工場市場、2015年に18億円に拡大、政府の普及支援策の恩恵で、富士経済調べ」『ロボットポータル-ロボナブル-2010.10.25』。日本クラインガルテン協会ホームページ［2010］。農林水産省ホームページ［2010a］「2010年世界農林業センサス」。農林水産省ホームページ［2010b］「市民農園をはじめよう」。株式会社フジワークホームページ［2010］。ブログ「新しい「農」のかたち」［2011］「「農」再生の実現基盤ってなに？～番外編～ ㈱マイファーム代表西辻一真さんにインタビューしてきました！」『新しい「農」のかたち』(2011年1月6日付)。株式会社マイファームホームページ［2011］。