

Title	閉鎖系農林水産漁場のビジネスモデル論：用途開発フレームワークと新規市場開発に関する一考察
Author(s)	川村，兼司；妹尾，堅一郎
Citation	年次学術大会講演要旨集，28：487-490
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11763
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

閉鎖系農林水産漁場のビジネスモデル論 ～ 用途開発フレームワークと新規市場開発に関する一考察～

○川村兼司、妹尾堅一郎（産学連携推進機構）

代表的な閉鎖系農林漁場である植物工場は、従来、工場規模や光源の種類、栽培品種といった工学的・農学的分類が行われてきた。しかしながら、これらの分類は、その活用の際には、既存の農林水産サプライチェーンと既存消費者市場との接続が前提になって議論が展開されがちであり、また、植物工場ビジネスについては、既存市場を前提にしていかに普及させるか、という「既存パイプライン」モデルが主体になっている。しかしながら、既存市場前提に立つと、一般的な露地物に比べコスト面で不利になりやすく、一部の産物を除いて厳しい価格競争にさらされてしまう。そこで、本報告では、閉鎖系農林漁場について健康志向用途や病院用途などの新規領域・特定用途を想定した用途開発のフレームワークと市場開発の可能性を探索し、新しいビジネスモデルについて考察する。なお、この植物工場に関する議論は、農業に限らず林業や水産業における同様の閉鎖系工場の在り方について示唆を与えてくれるものである点についても指摘したい。

キーワード: 閉鎖系農林漁場、植物工場、ビジネスモデル、産学官連携、事業業態

1. 植物工場についての既存の分類

閉鎖系農林漁場を代表する植物工場について、農業技術的視点からの既存分類によると、準閉鎖系で栽培を行う太陽光利用型植物工場^[1]と、完全に閉鎖した空間で人工光のみを用いて栽培を行う完全制御型植物工場に大別出来る^[2]。また育成床についても日本で広く普及しているかけ流し式を含む狭義の水耕栽培と、ロックウールなどを用いた固形培地耕に大別できる。これらは一般的に、植物工場における育成品種の特徴、エネルギー利用効率と栽培効率のバランスおよび育成種の病虫害耐性を考慮して選択される。

また形態による分類もされており、温室を用いた施設園芸型の太陽光利用型植物工場^[3]と、独立した建物かビルなどの建築物内部に造り込まれた完全閉鎖型植物工場^[4]に分ける事ができる。

これらの形状による分類は、工学的または農業的観点からは重要な意味を持つが、ビジネスモデルから見た植物工場自体の価値形成という点では未だ十分に議論されていない。このことは植物工場では品質に優れた作物を生産できたとしても、最終消費者に直接的な商品価値を訴求しづらく、露地栽培野菜と売り場で容易に比較され、消費者に割高な印象を持たれかねない。これらは植物工場で生産した野菜のメリットを十分に訴求できていないというマーケティングだけの問題ではなく、植物工場のビジネスモデルを考える上で、その価値形成をどのようにして行うのかという疑問を呈している。

2. 植物工場という価値形成

植物工場は露地栽培に比べ外的環境の影響を受けにくく、農薬を殆ど使わずに栽培できることから、露地栽培された作物以上に食品の安全性を確保しやすい。この農薬を極力減じるか、もしくは全く使用しない点において、葉物野菜の中でも特にベビーリーフにみられるように、洗わずに食べられることで消費者が台所で準備する手間を省き、更に水洗いでリーフの香りを逃さないという特徴を打ち出した商品が販売されている。また植物工場では栽培された野菜は、付着細菌数が少なく冷蔵庫での日持ちが長いという特徴があり、また LED で栽培した野菜は栄養価が高くなるとも言われている^[2]。

また多くのハウス栽培で今も行われているように、露地栽培と収穫時期をずらすことで、従来の露地栽培では提供できなかったシーズンに販売することで、消費者に対して商品価値を訴求する方法も行われてきた。これは植物工場での栽培は天候と場所に依存せず常時安定して供給可能な利点を活かし、特殊な保存技術を利用しなくとも、周年栽培を行うことで野菜を一年中店頭に並べることが可能になり、新しい商品価値を提供することができるものである。しかしながら、これらの販売方法は既存露地栽培物野菜の「代替」であり、現状の流通ルートで販売する場合は、将来的には消費規模の拡大が期待できるものの、現在はまだ露地栽培野菜のシーズンに厳しい価格競争にさらされるので、十分な普及拡大には至っていない。

これら 2 つの価値形成は、既存の市場をターゲットにし、植物工場で生産した商品を既存流通チャンネルに乗せて販売するという点で、従前のビジネスモデルと同じである。

一方で、商品作物ではなく、植物工場が持つ特徴そのものに目を向けてみると、作物を人工的に創り出した環境下で栽培するので、作物に選択的に栄養を与えることができる。これは、特定の有効成分を多く含むようにした作物や、反対に特定疾病者の健康に配慮した、特定成分が極端に少ない野菜を生産できることを意味する。具体的には有効成分を含むという点では、植物工場での甘草栽培^[5]やハーブ野菜などが挙げられ、反対に意図的に成分を抑制した例では腎臓病患者向けの低カリウム野菜を栽培する例や、特徴を味覚に訴求した一般消費者向けの苦みが少ないレタス^[6]などが挙げられる。

さらに健康志向ニーズをターゲットにし、薬効成分などの機能性素材を多く含む薬草など、最初から機能性素材を含む付加価値作物栽培し、特定マーケットを狙った展開も考えられる。例えば、遺伝子組み換えによって作られたインターフェロン入りイチゴなどである。遺伝子組み換え作物を植物工場で栽培することは、従来の作物を外界から守るという一方向的な目的以外に、外への流出を防ぐ事もできるので、遺伝子組み換え品種の花粉流出による事故防止が可能で、新しい植物工場の利用形態のひとつといえる。今後は、遺伝子組み換え作物について、完全閉鎖型植物工場での栽培研究が行われれば、特定の人工的生育環境下での成長に特化した植物工場専用品種の開発の道も開かれるであろう。

3. 閉鎖系農林漁場における商品形態

閉鎖系農林漁場の代表である人工光利用型閉鎖系植物工場では、人工的に最適環境条件が作り出せることから、外乱や異物混入を最小にすることで外敵病害虫からの影響を抑制することができ、高品質で安全な生産物が安定的、計画的に得られる^[6]。また農薬を使わずに物理的に外界との間に境界を設ける事で、洗わずに食べる事ができる野菜などが植物工場野菜として販売されている。

また消費者を意識した品種開発として、家庭での消費行動にあわせ 1 週間のうちウィークデーの 5 日間で消費しきる、一房に 5 個の実がなるトマトなどの品種も開発されている。今後は、実の数や調理を容易にする目的でのミニチュア野菜の普及など、使いやすくなるような消費喚起型の商品設計が、植物工場ビジネスにとって重要となる。

閉鎖系循環式養殖場においては、植物工場のそれとは少し異なる。養殖場の場合、各個体は同じ養殖水内を泳ぐので、水を媒介して病気が蔓延しやすく個体が疾病に感染するリスクが高い。また餌は魚が泳ぐ水槽内に直接投入されるので、餌による病原菌の持ち込みを防がなければならず、別の閉鎖型循環養殖場で生産された餌が必要になる。また新たに飼育する稚魚による病原菌の持ち込みを防ぐためには、健康で安全な稚魚が必要となる。その為には閉鎖型循環式養殖場で健康な成魚を飼育する必要があるが、安全なエサと同じく安全な稚魚も、閉鎖型循環式養殖ビジネスの商品形態のひとつである。

4. 用途開発についてのフレームワーク

閉鎖系植物工場では、閉鎖空間内での完全な環境コントロールが可能で、かつ栽培密度を高くできる事から、種からの発芽と苗を育てる育苗工程を、専用的に担う事も行われている^[7]。特に植物工場において、良質の種苗は、高価な一粒の種または一本の苗から効率良く実を収穫するために重要である^[8]。単位収率の向上は作物生産コストに占める原料コスト部分を圧縮し、リターンを最大化するためにも重要な課題である。

その為、一般的に露地栽培より高いランニングコストがかかる植物工場にとって、育成途中で

の失敗が少ない品質に優れた種苗の選定は重要な役割を担っており、種苗育成専用の完全閉鎖型植物工場に関する技術開発が、植物工場ビジネス全体の発展にとって今後ますます重要となるであろう。

他方、植物工場の運営事業者を顧客として見た場合に、種苗類は商品に位置付けられる。特に発芽率が高

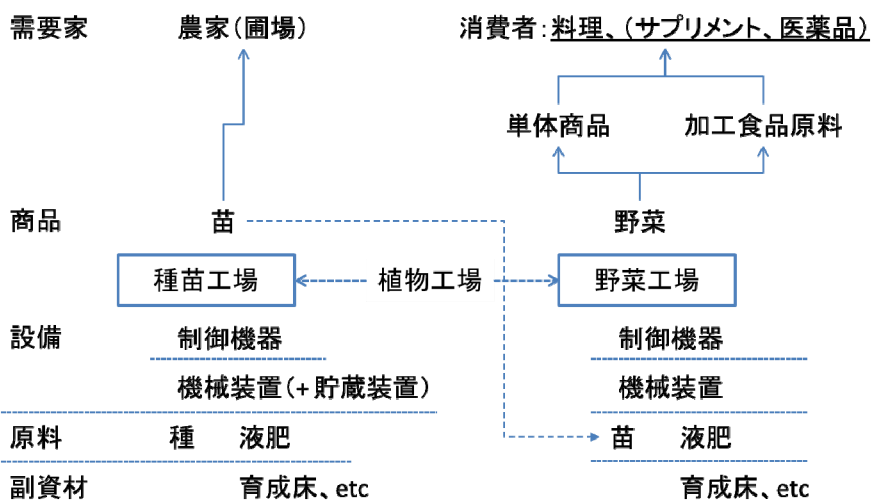


図 植物工場をとりまく構成要素についてのレイヤー構造

く、また着床における失敗が少なくかつ作物収率の良い種苗入手は、食用作物を生産する植物工場事業者にとって必須である。適正な種の選定を行い、確実に発芽させ育苗する工程は、完全制御された閉鎖系植物工場にこそ適しており、植物工場を利用することで開放系での発芽・育苗以上の成果が期待できる。

完全制御された閉鎖系植物工場は、その構造から作物についての防犯効果を期待できることから、特定医薬品原材料などを栽培、育成する事も適しているといえる。この点については、すでに米国では州によって法的に認可された医療用大麻が植物工場で栽培されており、保安維持と流出防止の面で植物工場が役立っている。

5.工場生産を前提とした知財マネジメント

新しく発明された技術の特許化して権利保護することは広く産業一般において利用されているが、長期的にみた事業競争力の強化という面において、特許による権利化と技術情報の公開のバランスを考慮し、戦略的に権利化が行われているとはいえない^[9]。産業用製造装置ビジネスにおいて、製造装置そのものを販売した場合、機械部分については形状を見てとれるので、単純な構造であるほど複製されやすく、また複製物を工場内部に限定して使用された場合には権利侵害について知る術がない。特に植物工場では形状を外観から知ることができる上に、構造が比較的シンプルな為に複製されやすく、代替機械による置き換えも考えられる。また植物工場においては育成ノウハウなどの一部を除くと、環境制御装置や育成床、種、ハウス、水耕栽培装置などを設備メーカーから購入することが可能で、特許化による技術の囲い込みは現実的に難しい。

一方で、製造装置の頭脳部分に相当する制御系は、プログラム化されたアルゴリズムを用い、コンピューターを伴って製造装置を制御する事が普通となっている。このプログラムにプロテクトがかけられた場合には容易に外部から見て取ることはできない。またこのプロテクトを利用することで、ユーザーによる無断でのプログラム改版を防ぎ、製造元からのアフターサービスとして、更新版へ誘導販売することが可能である^[10]。

これらの点において、植物工場ビジネスにおいて、最も支配的なのは環境制御装置に代表される制御レイヤー部分^[11]であり、製造装置そのものの機械部分は制御装置の従属的關係にある^[12]。このことは既にロボット化が進んだ一般工場製品生産工場に見てとることができる。

ロボット化した機械の特徴の第一は、ロボット機械全体を上位で制御する機能、すなわちハードウェアを制御するソフトウェア側に先導的な価値が形成されることが挙げられよう。これは機械の価値形成において大きな意味を持つはずであり、事業競争力の根源を変えてしまう可能性がある。従来の機械における競争力は、製品それ自体の性能の高度性と品質の安定性に求められてきていた。つまり、最高性能の設計品質の製品(部材)を、バラツキのないように生産し、安定的に供給することが肝要であった。しかし、ロボット化した機械は、たとえ普通の性能の製品が多少のバラツキをもった部材によって製作されたとしても、上位の制御系によって、全体として安定した機能発揮を可能にしてしまうだろうと言われている^[10]。

他方、今日の多くの植物工場は、製造装置機械部分と制御部分が垂直統合されており、セット販売されることが多かった。しかしながら、巨大化と多様化が進む今日の植物工場のニーズに対して、従来の垂直統合型設備で対応するだけでは不十分である。制御装置部分のインターフェースを他社製造装置と接続できるように一定範囲で技術情報を公開した、汎用性の高い、同時複数制御型の制御装置の提供が始まっている。

これらは、制御装置の心臓部分のみをクローズ化し、センサー及びインターフェース部分を他社装置とすり合わせを行うことで、ユーザーのニーズに応じた植物工場を、栽培作物や用途に応じてカスタマイズすることができる。このような装置では、自社の機械設備以外に他社の機械設備を接続できるようにしたオープン戦略であり、その汎用性から制御装置部分の拡大普及において制御装置市場でのシェア拡大が予想される。

この様に、今後は極端な植物工場の大規模化や一工場多品種生産化など、ユーザーニーズに綿密かつ柔軟に対応するために、インターフェース部分に汎用性を持たせ^{[13][14]}、制御装置の重要部分をクローズにした植物工場設備の普及が加速すると考えられ、戦略を伴った知財マネジメントがますます重要になる。

6.閉鎖系養殖場と閉鎖系植物工場の比較

閉鎖系循環式養殖漁場は、閉鎖系植物工場と同じく外界からの影響を最小限に抑えた養殖方法である。共に人工的に創り出した閉鎖空間の中で、病虫害予防を目的とした薬品類等を用いないことで、食品安全性に優れた商品を作り出すことができる。しかしながら疾病、病虫害予防の点からこのふたつを見てみると、異なる点がある。植物工場の場合、種は感染源になることは少なく、また植物は他の株と空間を共有しても病原媒体となる昆虫類の侵入を防ぐことができれば、他株への蔓延を予防できる。また水耕栽培における栄養液、水についても人工的に調製されたものを用いるので、これらによる疾病原因の持ち込みを未然に防ぐことはそれほど難しくはない。

しかしながら、先に述べたように閉鎖系循環式養殖ビジネスでは植物工場とすこし異なる。循環する限られた

水の中で高密度に飼育するので、水による病原菌の蔓延を防ぐ必要があり、投入される餌と稚魚の両方についても閉鎖型循環式養殖場の中で飼育され、安全性が担保される必要がある。

このように閉鎖型農林漁場の中でも、植物工場と養殖漁場では疾病リスク予防の為に要求される役割が異なり、閉鎖型循環式養殖場の方が、設備が大掛かりになる。

一方で飼育または栽培するにあたり、病虫害のリスクを低減出来ている場合は、農薬や殺菌剤などの使用を控えることができ、オーガニックに近い状態にすることが可能で、食品安全性の面で類似の効果が期待できる。

7.閉鎖系農林漁場の新しいビジネスモデル

閉鎖系農林漁場の代表例として植物工場自体の運営ビジネスに視座を置いた場合、高付加価値栽培作物を栽培しその栽培ノウハウをクローズド化することが重要である^[15]ことは言うまでもないが、露地栽培作物と競合しては商品価値の訴求が不十分であると言わざるを得ない。非常に栽培難易度が高いか、天然には多く自生しない、または特殊な環境下でしか栽培できない作物の場合、植物工場の中での栽培が適している。具体的には、健康志向野菜や薬草などの栽培が挙げられる。

また一方で、植物工場運営者を顧客としてみた場合には、種、苗は重要な購入商品であり、安定飼育可能な種苗を植物工場で専門的に育苗することで、より付加価値の高い商品を提供することが可能となる。この点は閉鎖型循環式養殖場における、稚魚飼育および飼料飼育においても同様のモデルが考えられる。

他方植物工場の設備そのものに目を向けると、巨大化と多品種同時栽培という多様化が進む中で、設備間でのインターフェースを標準化し、外側を汎用化した制御装置が他機械装置を従属させることになるであろう。これらはさらに植物工場が住居やオフィスビルと組み合わせさせた時には、統合的空間制御装置となり、広い汎用性を武器により支配的な制御機器として利用されるようになって考えられる。

8.むすび

閉鎖系農林水産漁場について植物工場を中心に論じたが、閉鎖系循環式陸上養殖場にも共通しているメリットとして、農薬類を極力使わずに食品の安全性を確保できるという点がある。これは今日の消費者の健康志向や、さらには病院向け用途において安全な食品という強みを訴求できるポテンシャルがある事を意味し、専門的農業従事者以外に、消費者以外にも給食ビジネス事業者や病院事業者自身が、閉鎖系農林水産漁場の運営事業に閉鎖系農林水産漁場ビジネスへ進出する道を開くものである。

【参考文献】

- 【1】食品工業編集部 編纂 “植物工場 第3次ブームにおける施工事例と新技術” 光琳(2010)。
- 【2】高辻正基、森康裕 “LED 植物工場” 日刊工業新聞社(2011)。
- 【3】古在豊樹 編著 “太陽光型植物工場” オーム社(2009)。
- 【4】ディクソン・デポエミ “垂直農場” NTT 出版(2011)。
- 【5】陽捷行 “現代社会における食・環境・健康” 養賢堂(2006)。
- 【6】森康裕、高辻正基 “LED 植物工場の立ち上げ方・進め方” 日刊工業新聞社(2013)。
- 【7】橋本康 ほか “植物種苗工場” 川島書店(1993)。
- 【8】ロイヤル・ハインズほか “セル成形苗の貯蔵技術 低温弱光による品質保持” 農文協(1995)
- 【9】経済産業省・特許庁『事業戦略と知的財産マネジメント』発明協会、2010 年。
- 【10】妹尾堅一郎『技術力で勝る日本が、なぜ事業で負けるのか』ダイヤモンド社(2009)。
- 【11】妹尾堅一郎「機械の価値は情報系との関係がカギに」、週刊東洋経済、2012 年 7 月 14 日号。
- 【12】妹尾堅一郎「『機械はロボット化する』制御系を握る者が勝つ」週刊東洋経済、2012 年 7 月 07 日号。
- 【13】小川紘一『国際標準化と事業戦略』白桃書房 2009 年。
- 【14】妹尾堅一郎「単体・単層から複合体・複層へ～<iPod>にみるアウトサイドモデルの価値形成～」、および「ロボット機械としての電気自動車～機械世代論から見た次世代自動車の価値形成～」渡部俊也編『東京大学知的資産経営総括寄附講座シリーズ ビジネスモデルイノベーション』第1巻(白桃書房、2011 年)。
- 【15】妹尾堅一郎「サービスとモノづくりの関係性の変容と多様化」、第 26 回年次学術大会、研究・技術計画学 2012 年。