

平成 28 年度 地域経済産業活性化対策調査

**植物工場産業の新たな事業展開と
社会的・経済的意義に関する調査事業
報告書**

平成 29 年 2 月

フロンティア・マネジメント株式会社

1. 本調査の要旨	1
2. 本調査の背景と目的	7
2.1. 調査の背景と目的	7
2.2. 調査対象の範囲	8
2.3. 調査の手順	9
3. 人工光型植物工場の社会的・経済的意義	11
4. 人工光型植物工場を取り巻く現状	14
4.1. 人工光型植物工場の現状	14
4.2. 人工光型植物工場をめぐる規制・税制の現状	16
5. 人工光型植物工場の課題	18
5.1. 課題の全体像	18
5.2. 生産における課題	19
5.3. 販売における課題	27
5.4. 経営・財務における課題	30
6. 人工光型植物工場の課題解決の方向性	32
6.1. 生産における課題の真因と課題解決の方向性	32
6.2. 販売における課題の真因と課題解決の方向性	33
6.3. 経営・財務における課題の真因と課題解決の方向性	34
6.4. 課題解決の方向性の全体像	35
6.5. ヒアリングサマリ	36
7. 本調査における提言	40
7.1. 本調査の提言内容	40
7.2. コストシミュレーションによる将来の見通し	51
7.3. 提言まとめ	54
参考資料 1. 本調査におけるヒアリング対象一覧	58
参考資料 2. 研究会の設置・運営	59

1. 本調査の要旨

人工光型植物工場の社会的・経済的意義

- 人工光型植物工場の最大の特長とされる、定時・定量・定価・定質という「4定」生産に加えて、安全・安心という「2安」生産を充足することで、露地栽培とは供給量や価格以外で差別化された社会的・経済的意義を果たすことが期待されている。
- また、人工光型植物工場は高度な環境制御下での栽培が可能であり、露地栽培では栽培困難な高機能な野菜の生産をすること、および生産システムとしての特長を広く活用しバイオ医薬産業の発展に資することを通じて、健康・医療の分野において貢献することが可能である。
- さらに、空き工場や空き倉庫といった地域資源を有効に活用し、産業・雇用を創出することで、地方創生に貢献することも期待されている。
- こうした人工光型植物工場の生産システムを他国に先駆けていち早く確立し、食料生産に不適な海外地域等に対してパッケージとして輸出することで、外貨獲得を通じて日本経済へ貢献することも有望視されている。

人工光型植物工場を取り巻く現状

- 日本国内における人工光型植物工場は2016年時点で191ヶ所¹にまで増加したが、その半数以上は赤字の状況にある。
- また、現状においては野菜生産という点では同じであるにもかかわらず、規制・税制の面で露地栽培と比較して優遇措置が少なく、かつ補助金などの支援も減少傾向にある。
- このように、人工光型植物工場は現在苦境に立たされており、将来的に社会的・経済的意義を実現するためには、人工光型植物工場が抱える課題の背景にある真因を明らかにし、解決方向性を導出したうえで、具体的なアクションにまで踏み込んだ提言が必要である。

¹ 出所: 日本施設園芸協会(2016)「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例集」

人工光型植物工場の課題

人工光型植物工場の抱える課題については、生産、販売、経営・財務の課題が相互に関連しているものの、中でも高コスト構造という生産における根本課題が他の課題に強く影響を与えている。このことから、本調査では生産面を中心にしつつ、販売、経営・財務に関する課題検討を合わせて行っている。

【生産における課題】

- 減価償却費が多額となる要因としては、ハードやソフトが個社ごとにカスタマイズされており初期投資が割高になる、生産が小規模なため設備投資効率が低い、マーケットインの発想が乏しいため生産品目に対し過剰スペックな設備になる、といった課題があげられる。
- 光熱費については、機材が個社ごとにカスタマイズされていることから、他工場の栽培ノウハウを移転することができず効率的な照射・空調の制御方法が未確立、農事用電気料金のような優遇施策がない、といった課題があげられる。
- 人件費については、標準作業工程がなく各作業の見える化がなされていないこと、工場運営ノウハウが不足しているため作業の最適化が図られていないこと、および生産が小規模に留まる工場が多く、作業の自動化が進んでいないことが課題としてあげられる。
- 生産数量については、制御システムや栽培ノウハウが確立しておらず生産が安定していない、あるいは販売先の確保ができていないため稼働率を向上させることができない、といった点が影響し、生産重量の安定的な確保ができていない状況にある。

【販売における課題】

- 小売においては、植物工場野菜の価値を消費者に訴求することが求められるが、価値訴求を有効に行うチャネルや仕組み自体がなく、植物工場野菜のブランド確立ができていないという課題があげられる。
- 外食・中食(加工)においては、植物工場野菜を安心して調達するための品質評価基準がない、人工光型植物工場が安定的な生産を実現できていないために4定条件といったメリットを享受できていない、人工光型植物工場の生産数量が少なく調達量の要求水準に達していない、といった課題があげられる。

【経営・財務における課題】

- 経営戦略や事業計画が疎かになっていることから植物工場野菜の差別化視点が不足している、栽培ノウハウが業界として蓄積されておらず成功事例が少ないため金融機関の投融资が進まない、といった課題があげられる。

人工光型植物工場の課題解決の方向性

課題解決の方向性として以下のような取組みが想定される。

【生産における取組み】

- 人工光型植物工場のハード・ソフトを標準化することで、カスタマイズ仕様のために膨らんでいた初期投資・減価償却費を低減する。
- 生産数量・品目に見合った設備スペックの標準化、設備の価格情報の共有、標準作業工程の明確化など人工光型植物工場を運営する上での基本事項や栽培・工場運営ノウハウをガイドラインとして作成する。
- 日本全体で人工光型植物工場の栽培ノウハウを高めるべく、人工光型植物工場の栽培データを蓄積する仕組みを構築する。
- 栽培・工場運営ノウハウの成功事例をベストプラクティスとして紹介し、生産事業者全体の底上げを図る。

【販売における取組み】

- 他の人工光型植物工場との共同出荷によって販売数量の補填を行い、加工事業者、流通・販売事業者の要求水準量を確保する。
- 植物工場野菜の付加価値を高めるべく、マーケットインの視点からの商品開発を強化する。
- 人工光型植物工場の生産品質を保証する認証の仕組みを作り、品質の見える化を行う。
- 植物工場野菜の価値を消費者に伝えるためのサプライチェーン・仕組みを構築する。

【経営・財務における取組み】

- 経営・財務における成功事例をベストプラクティスとして紹介し、生産事業者の経営能力の底上げを図る。
- 工場運営のアドバイザーやコンサルタントといった外部リソースを活用する。

本調査における提言内容

人工光型植物工場の高コスト構造を解決し、業界全体として黒字化を達成するための取組みを以下に記す。

【提言 1】産業形成の基盤づくり

＜ハード・ソフトの標準化＞

- ハード・ソフト・人材という人工光型植物工場を構成する 3 要素それぞれについて非競争領域を定義し、非競争領域については標準化を推進する。
- 業界団体はハード・ソフトの標準化に向けた事前調査を行い、標準化すべき領域を見極めつつ、生産事業者・機器メーカーを束ねた部会にて検討を行う。標準化を進めていく上では、建築、機械、電気等の分野の業界団体との協力も必要となる。

＜産業知見の蓄積・共有に向けたガイドラインの策定＞

- 非競争領域について、産業知見を蓄積・共有するためのガイドラインの策定を推進する。
- 業界団体はガイドライン作成の事前調査を行い、生産事業者・機器メーカーを束ねた部会にてガイドライン化すべき項目・内容について検討する。

＜統合データベースの構築＞

- 産業全体としての知見を蓄積するため、各社が持つデータを統合し、統合データおよびその分析結果を産業知見として情報提供する仕組みを構築する。
- 業界団体は統合すべきデータ範囲を助言し、統合データベース確立後はデータ分析結果を用いて生産事業者に対して情報提供を行う。
- 政府・研究機関等は統合データベースのプロジェクトを連携して立ち上げ、また予算化し、統合データ確立後は統合データベースの管理を行う。

＜植物工場野菜の品質認証の仕組み＞

- 植物工場野菜の品質や最適な生産プロセスを確保するため、最適な認証の仕組みを検討する。
- 業界団体は、流通・販売事業者をメンバーに巻き込み、植物工場野菜の品質を認証するための新たな JAS 制度や、最適な生産プロセスを認証するための仕組みとして GAP、

HACCP、ISO22000、FSSC22000 等を検討すべく部会を開催・運営する。

【提言 2】バリューチェーン全体における高付加価値化

＜消費者ニーズに即した商品開発＞

- バリューチェーン全体での主要なステークホルダーとの連携を通じ、マーケットインの発想から消費者ニーズに即した商品開発を行うことで高付加価値化を目指す。
- 流通・販売事業者における消費者ニーズの把握、生産事業者へのフィードバックおよび機器・種苗・加工の各工程における高付加価値化の取組み等、バリューチェーン全体でマーケットイン発想からの商品開発を促進する。
- 業界団体は参加メンバーの拡充を図り、高付加価値化に対するニーズの把握や情報提供を支援する。

＜高付加価値証明のための基準作成＞

- 植物工場野菜が露地栽培と比較して高付加価値であることを伝達するために、高付加価値証明のための基準を作成する。
- 生産事業者と流通・販売事業者が連携して独自基準を作成する。確立された独自基準を活用して業界一体となったプロモーションを行う。
- 業界団体は参加メンバーの拡充を図り、高付加価値化を伝える基準の検討や消費者へのコミュニケーションを支援する。

【提言 3】多様な事業者の共存による産業全体の活性化

- 垂直統合型の事業者のみならず、経営・生産・営業など自社の得意領域に特化した多様な事業者が共存する健全な競争環境を整備し、同時に資金調達形態が多様化されたマーケットの形成を促進する。
- 業界団体は参加メンバーの拡充を図り、加盟事業者間の情報共有、マッチングの場の提供、および多様なビジネスモデルの在り方の情報発信等を行う。
- 生産事業者、流通・販売事業者は自らの得意領域に特化し、共存することで、産業全体の活性化を促す。
- 事業機能や経営機能の多様化と産業全体が活性化されると同時に、金融機関・ファンドによる多様な投融資が行われるマーケットを形成する。

上記の取組みを通じて「4定」+「2安」生産を確立することで人工光型植物工場が黒字化を達成できる基盤を形成し、「健康・医療への貢献」、「地方創生への貢献」、および「輸出による外貨獲得への貢献」といった社会的・経済的意義を実現する礎になることを期待したい。

2. 本調査の背景と目的

2.1. 調査の背景と目的

人工光型植物工場は、多くの企業の新規参入等によりその設置数は 191 ヶ所²となり、5 年前の約 3 倍にまで増加している。人工光型植物工場では、食品や農産物の供給において求められる「定時・定量・定価・定質」のいわゆる「4 定条件」に対応することが可能であり、これらのメリットを評価して植物工場野菜を導入する小売・外食産業の事例もあるなど、市場は拡大の可能性を秘めている。また人工光型植物工場は、生育環境の制御による機能性成分含有量の高い野菜や、生薬となる薬用植物、および植物を用いるワクチン素材等の医薬品原材料の生産技術が実証されており、一部商業化もされている。今後は、より一層消費者ニーズに対応可能なマーケットイン型の展開が期待される。

上述のように、企業の新規参入等により人工光型植物工場の数は増加し、安定的な生産や高品質な農産物の生産に対する期待も新たに高まりつつある。一方で、栽培にかかる施設整備の初期投資の問題等から、露地栽培と比較して生産コストが高いという構造的課題をいまだ解消できずにいる。さらに、人工光型植物工場が持つ社会的・経済的意義が消費者や関連産業事業者に十分に浸透しているとは言えず、改めて社会に対して人工光型植物工場の担うべき役割を発信する必要がある。

このため、本調査事業(以下「本調査」という。)では、改めて人工光型植物工場の社会的・経済的意義を示したうえで、高コスト構造を中心とした人工光型植物工場が抱える課題および解決の方向性を、人工光型植物工場を運営する生産事業者の視点に加えて、その他様々なステークホルダーの視点から調査し、人工光型植物工場の事業形態についての現状把握と今後の方向性の検討を行う。これにより、人工光型植物工場を露地生産による農業とともに国内の農産物供給を担う新たな産業として確立・発展させていくことを目指し、今後人工光型植物工場が担うべき役割と目指すべき方向性についての提言をまとめる。

² 出所: 日本施設園芸協会(2016)「大規模施設園芸・植物工場 実態調査・事例集」

2.2. 調査対象の範囲

本調査では、人工光型植物工場を調査の対象とするものとする。

表 2.1 調査対象の範囲

	光	温度	湿度	CO2濃度	養分	水分
人工光型植物工場	◎	◎	◎	◎	◎	◎
太陽光・人工光併用型植物工場	△	○	○	○	◎	◎
太陽光型植物工場	×	○	○	○	◎	◎
もやし(暗室型)工場	-	◎	◎	-	-	◎
温室+農業IT	× or △	△ or ○	△ or ○	△ or ○	○ or ◎	○ or ◎
温室	× or △	△	△	△	○	○
露地+農業IT	×	×	×	×	△	△
従来型露地	×	×	×	×	△	△

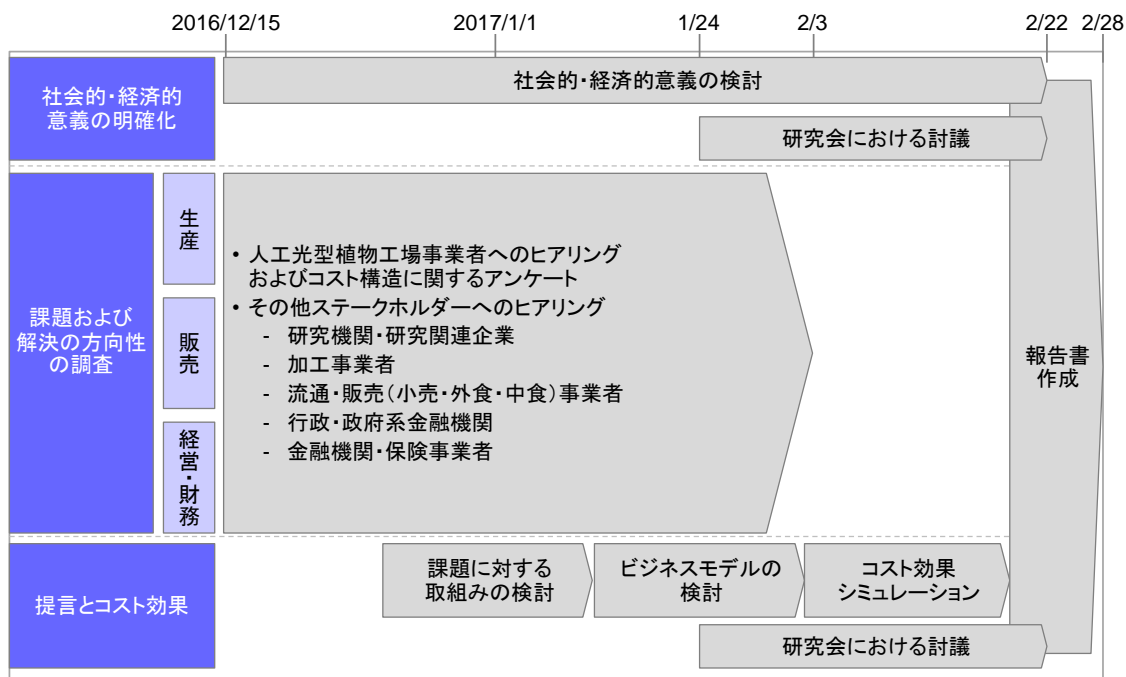
◎:高度な制御可能、○:制御可能、△:操作可能、×:操作不可

出所:各種資料をもとにフロンティア・マネジメント作成

2.3. 調査の手順

本調査の手順は、下図の通りである。本報告書は下記手順と同様の流れで検討を行っている。

図 2.1 調査の手順



「社会的・経済的意義の明確化」では、「課題および解決方向性の調査」でのヒアリングの際、同時に聞き取り調査を行った社会的・経済的意義について整理した。

「課題および解決方向性の調査」では、生産面において主に人工光型植物工場を運営する生産事業者へのヒアリングおよびコスト構造に関するアンケート、ならびに植物工場に関する研究を行っている研究機関・研究関連企業へのヒアリング調査を行った。販売面において主に、加工事業者、流通・販売(小売・外食・中食)事業者等の、生産事業者と直接取引を行っている、または行う可能性のあるステークホルダーへのヒアリング調査を行った。経営・財務面において主に、行政・政府系金融機関、金融機関・保険事業者等の、生産事業者に投融資を行っている、または行う可能性のあるステークホルダーへのヒアリング調査を行った。

「提言とコスト効果」では、「社会的・経済的意義の明確化」および「課題および解決方向性の調査」でのヒアリング内容をもとに、人工光型植物工場の課題および解決の方向性を整理し、今後展開していくべき取組み・ビジネスモデルについての検討を行うとともに、取組みについてはコスト

低減の効果をシミュレーションで算出した。これらを有識者による研究会において討議し、最終的な提言とした。

3. 人工光型植物工場の社会的・経済的意義

本件調査における各ステークホルダーへのヒアリングの結果、人工光型植物工場が担うべき役割は、①「4定(定時・定量・定価・定質)」+「2安(安全・安心)」生産の実現、②健康・医療への貢献、③地方創生への貢献、④インフラ輸出による外貨獲得への貢献、の4つの社会的・経済的意義に集約された。

図 3.1 人工光型植物の社会的・経済的意義

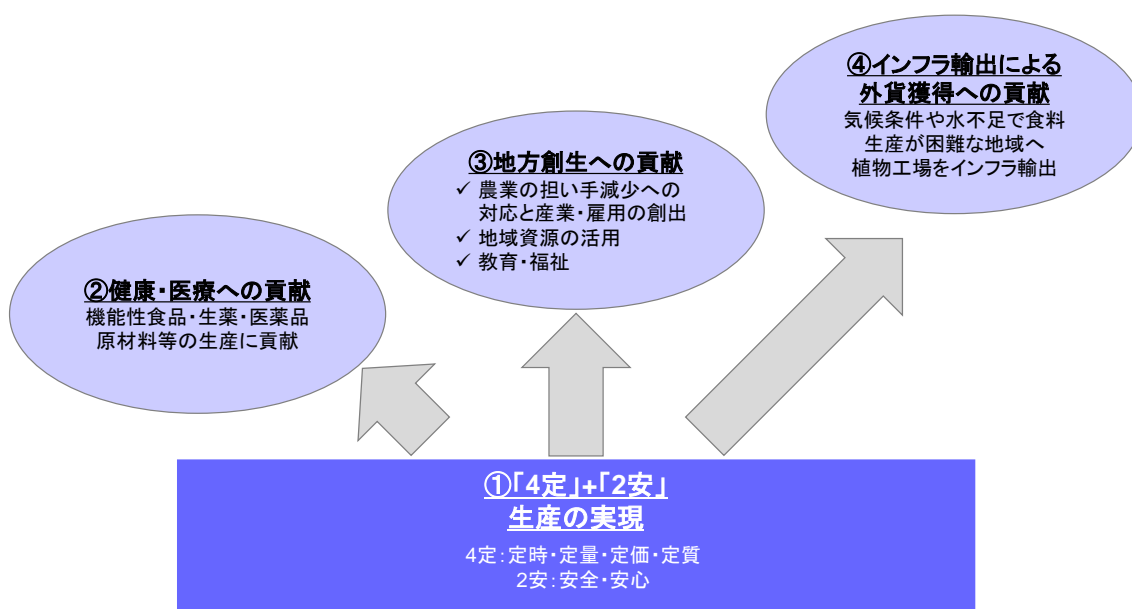


表 3.1 ヒアリングサマリ(社会的・経済的意義)

<p>①「4定」+「2安」 生産の実現</p>	<ul style="list-style-type: none"> 露地栽培は台風等の気象の影響を受けて、供給不足や価格高騰する一方、人工光型植物工場は安定的に供給することができ、販売事業者や一般消費者から支持を得られ始めている(大規模生産事業者、販売事業者) 無農薬かつ、虫や土の混入リスクが無く、洗浄や人手を介した混入除去に掛ける労力を低減することができるメリットを有する(流通事業者)
<p>②健康・医療 への貢献</p>	<ul style="list-style-type: none"> 農業からライフサイエンスへの転換が重要になる。特に、病と健康という分野は、社会的意義を果たすと同時に、採算も見込めるビジネスになる(生産事業者) ワクチンの生産といった形で医療へ貢献できるのではないかと考えている(生産事業者)
<p>③地方創生 への貢献</p>	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場テクノロジーを活用して、例えば苗生産など、耕作放棄地の利用促進や雇用創出等に貢献することができる(金融機関) 人工光型植物工場は、地方における雇用創出といった観点からも有効なのではないか(金融機関)
<p>④インフラ輸出 による外貨獲得 への貢献</p>	<ul style="list-style-type: none"> 農業技術において日本は依然世界トップクラスであり、知的産業として輸出化すべき。特に寒冷地であるロシア、水不足の中東、地下水が枯渇している米国カリフォルニア州で植物工場のニーズが顕在化している(農業系テクノロジー企業) 人口増加や食料危機への備えとして、農産物の供給拡大と安定供給の役割を担う(生産事業者)

①「4定」+「2安」生産の実現

人工光型植物工場は、露地栽培と比較し、台風等の気象条件による供給不足や価格高騰の影響を受けにくく(定時・定量・定価・定質)、無農薬でかつ虫や土の混入リスクもはるかに低い(安全・安心)。こうした人工光型植物工場の最大の特長とされる、定時・定量・定価・定質という「4定」生産や、安全・安心という「2安」生産を充足することで、露地栽培とは供給量や価格以外で差別化された社会的・経済的意義を果たすことが期待されている。

②健康・医療への貢献

高度な環境制御が可能であるという人工光型植物工場の特長を活用し、露地栽培では困難な栽培環境をつくることで機能性の高い野菜の生産を行うこと、および生産システムとしての特長を広く活用しバイオ医薬産業の発展に資することを通じて、健康・医療の分野において貢献することも期待されている。

③地方創生への貢献

気候に左右されず栽培が可能であるという人工光型植物工場の特長を活用して、耕作放棄地のほか空き工場・倉庫といった地域資源を有効に活用した地方での産業・雇用の創出や、教育・福祉への寄与等、地方創生へ貢献することが期待されている。

④インフラ輸出による外貨獲得への貢献

人工光型植物工場の生産システムを他国に先駆けていち早く確立し、食料生産に不適な海外地域を主な対象として、人工光型植物工場をパッケージとして輸出し、外貨獲得を通じて日本経済に対する貢献を図ることも社会的・経済的意義の一つとしてあげられる。

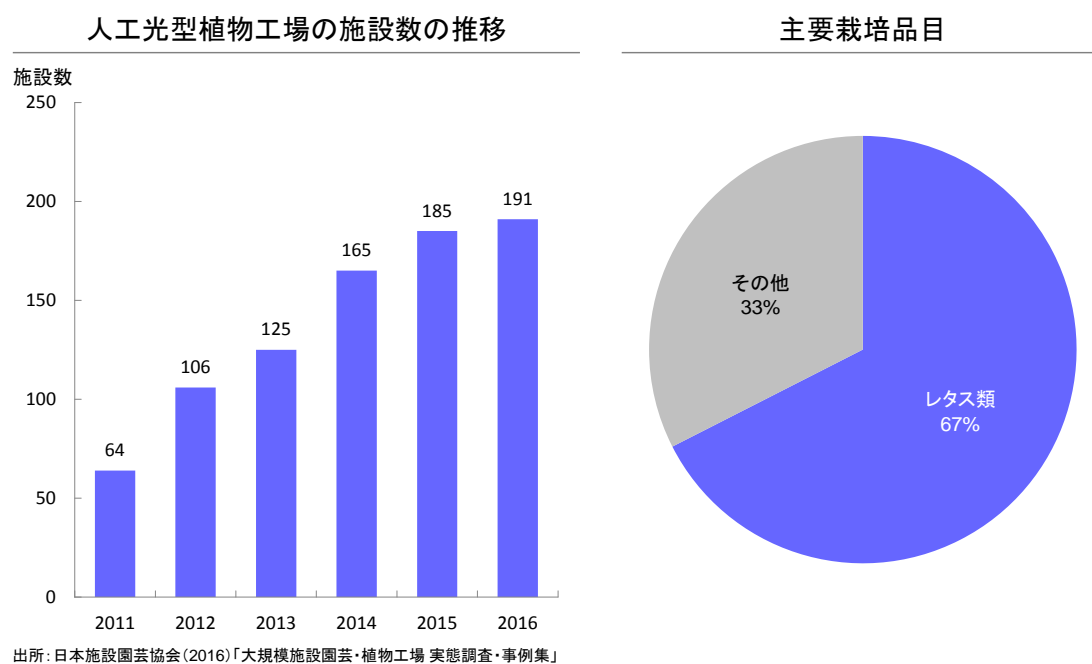
4. 人工光型植物工場を取り巻く現状

4.1. 人工光型植物工場の現状

人工光型植物工場は、高コスト構造という根本課題を抱えるが故に、本来果たすべき社会的・経済的意義を全うできていないが、人工光型植物工場の課題を分析する前に、人工光型植物工場の現状を確認することとしたい。

まず、人工光型植物工場の施設数の推移および工場生産における栽培品目は下図の通りとなっている。

図 4.1 人工光型植物工場の現状

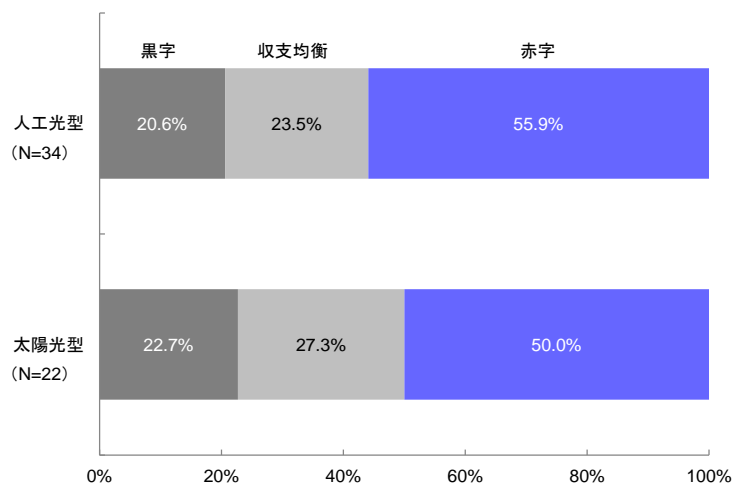


2009 年末から経済産業省および農林水産省による植物工場補助事業が開始されたことにより、人工光型植物工場の施設数は年々増加傾向にあり、2016 年 3 月時点での施設数は 2011 年比の約 3 倍となる 191 ヶ所となっている。

生産事業者の 3 分の 2 はレタス類を主要な栽培品目としている。本調査において、特にコスト構造を把握する際には、レタス類を主要な栽培品目とした生産事業者にアンケート調査を依頼した。

最後に、生産事業者の収支状況は下図の通りである。

図 4.2 生産事業者の収支状況



出所: 日本施設園芸協会(2016)「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例集」

人工光型植物工場は赤字が約 56%と過半を占める。黒字を達成している生産事業者は約 20%にとどまり、その他多くの生産事業者が事業運営に苦難していることが推察される。本調査では、大半が赤字あるいは収支均衡となっているという点を特に課題としてとりあげ、その詳細については第 5 章において検討を行う。

4.2. 人工光型植物工場をめぐる規制・税制の現状

人工光型植物工場に関する主要な規制および税制の状況は下表の通りである。

表 4.1 規制・税制の現状

	植物工場と農地法の関係	植物工場をめぐる税制
定義	<ul style="list-style-type: none"> 農地とは耕作の目的に供される土地をいい、この「耕作」とは、土地に労資を加え肥培管理を行って作物を栽培することを指す 	-
現状	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場を設置すること等により、農地をコンクリート等で地固めし、その土地に労資を加え肥培管理を行うことができなくなる場合は、「農地」に当たらず転用許可が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> 固定資産税の算出基準となる評価額（平成27年度全国平均）は、一般農地と工業地とで大きな差が存在 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 一般の農地：30～100円/㎡ ✓ 工業地：約1万5千～4万円/㎡ ⇒露地栽培で野菜を生産する場合と、植物工場が工業地で野菜を生産する場合とで、固定資産税に差が存在
改正に向けた動き	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート上に屋内で農産物を生産する植物工場を設置した場合に、その土地を農地として認める農地法の改正を検討 16年度内に国家戦略特区内での改正法の導入実証に向けた協議を進め、具体的な内容を詰める予定 <ul style="list-style-type: none"> ⇒農地への植物工場の設置へ向けた動きが推進 	<ul style="list-style-type: none"> 農林水産省は、植物工場向けに農地を売却する農家、植物工場に対する税制優遇措置を導入する方針 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 農家が植物工場に農地を売却する際の所得税軽減 ✓ 植物工場の固定資産税を軽減 与党の税制改正大綱に農村地域工業等導入促進法（農工法）の改正が盛り込まれており、植物工場に関連する税制が改正される可能性もある <ul style="list-style-type: none"> ⇒植物工場の固定資産税軽減に向けた動きが推進

出所：各種新聞記事等よりフロンティア・マネジメント作成

人工光型植物工場は、農地上に建設する場合、転用と見なされ転用許可が必要になる。そのため、同じ植物の栽培であるにもかかわらず、露地による野菜生産の場合と人工光型植物工場による野菜生産の場合では、固定資産税の面積当り評価額が大きく異なるのが現状である。

そのような中、これらの規制および税制について、近年改正の動きが見られる。例えばコンクリート上に屋内で農産物を生産する施設を設置した場合に、その土地が農地として認められること

等を内容とした農地法の改正が検討されている。税制については、植物工場向けに農地を売却する際には所得税を軽減する、植物工場事業者に対する固定資産税を軽減する、といった改正案について、農林水産省主導で検討されている。

なお、国の補助金については、近年、2010年前後から大きく投じられていたハード事業予算に代わり、実証事業といった形で予算の効率的な投入が図られるようになっている。

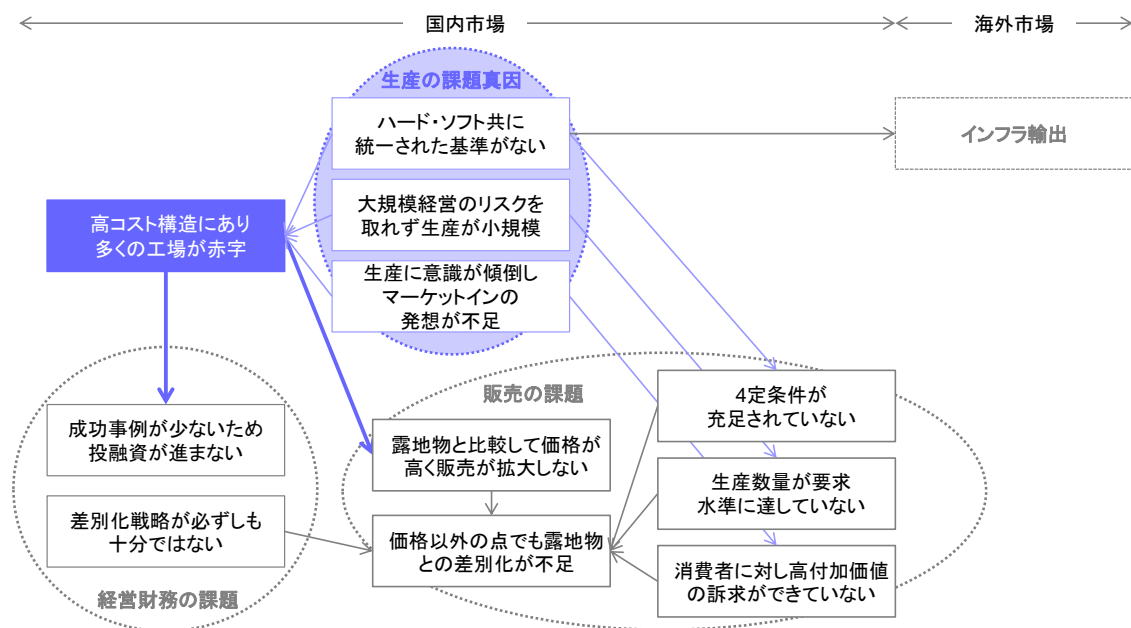
ただし、人工光型植物工場が産業として確立するためには、規制・税制の緩和や補助金の有無にかかわらず、それらに依存することなく自走できる体制を築くことが必要である。

5. 人工光型植物工場の課題

5.1. 課題の全体像

人工光型植物工場における課題の全体像は、下図の通りである。

図 5.1 人工光型植物工場の課題の全体像



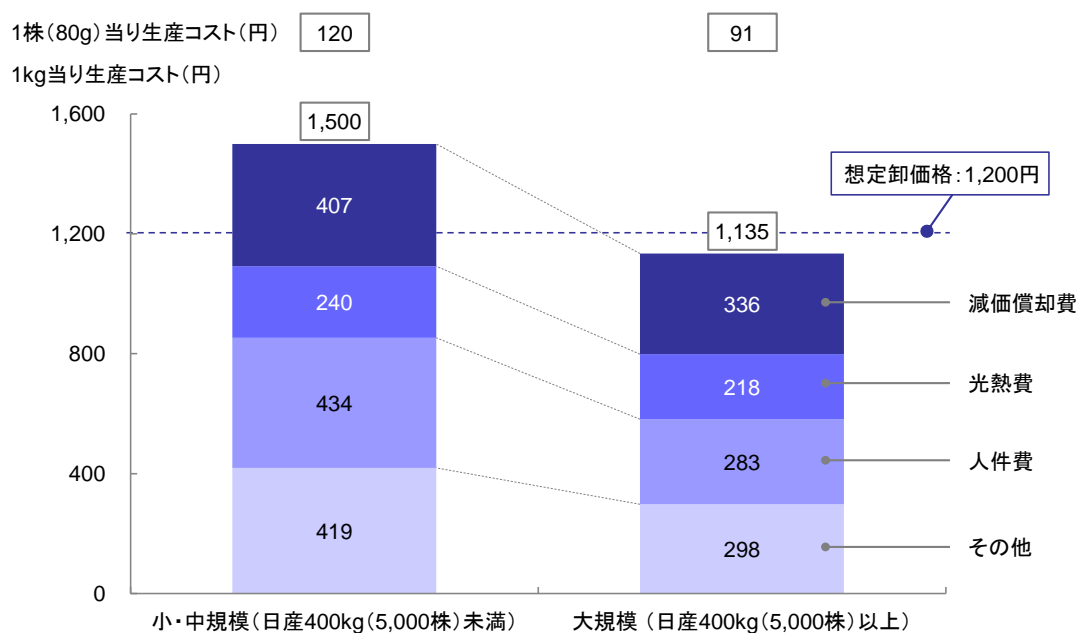
人工光型植物工場は、生産、販売、経営・財務の課題が相互に関連しているものの、中でも高コスト構造という生産における根本課題が販売、経営・財務の課題それぞれに強く影響を与えている。高コスト構造である要因として、主としてハード・ソフトともに統一された基準がない、大規模経営のリスクを取れず生産が小規模、生産に意識が傾倒しマーケットインの発想が不足、という生産における課題の真因があげられる。これらは同時に、4定条件が充足されていない、生産数量が要求水準に達していない、消費者に対し高付加価値の訴求ができていない、という販売における課題の真因にもなっている。さらに、ハード・ソフトともに統一された基準がないことは、将来的な海外進出をにらんだ際に、インフラ輸出の妨げとなり得るものである。以上のことから、高コスト構造という生産における根本課題、およびその真因を解決することが人工光型植物工場産業において喫緊の要請となっている。

5.2. 生産における課題

5.2.1. コスト構造の現状

人工光型植物工場における単体量当り生産コスト構造の現状は下図の通りである。根拠となるデータについては、安定的な生産を実現している複数の生産事業者より提供を受けたものであり、業界水準より優れたコスト構造となっている可能性がある。なお、栽培品目はグリーンリーフ、フリルレタス、ロメインレタス等のレタス類に限り、1株の重量を80gとして計算を行った。

図 5.2 人工光型植物工場のコスト構造の現状



出所: 生産事業者の提供データおよび有識者ヒアリングを基にフロンティア・マネジメント作成

注1: 栽培品目はレタス類(グリーンリーフ、フリルレタス、ロメインレタス等)に限る

注2: 1株当たり重量を80gと想定

注3: 小・中規模は既存施設の改修(減価償却費は7年)、大規模は新設(減価償却費は20年)とし、建屋を除く初期費用は減価償却費7年として計算

注4: その他は種苗・諸材料費、物流資材費、メンテナンス費等を含む

小・中規模(日産400kg未満)の人工光型植物工場における1kg当り生産コストは約1,500円である。最も高い費目は人件費であり、全体の29%を占める。続いて高い費目は減価償却費であり、全体の27%を占める。3番目に高い費目は光熱費であり、全体の16%を占める。残りの費目で全体の28%を占める。

大規模(日産400kg以上)の人工光型植物工場における1kg当り生産コストは1,135円である。

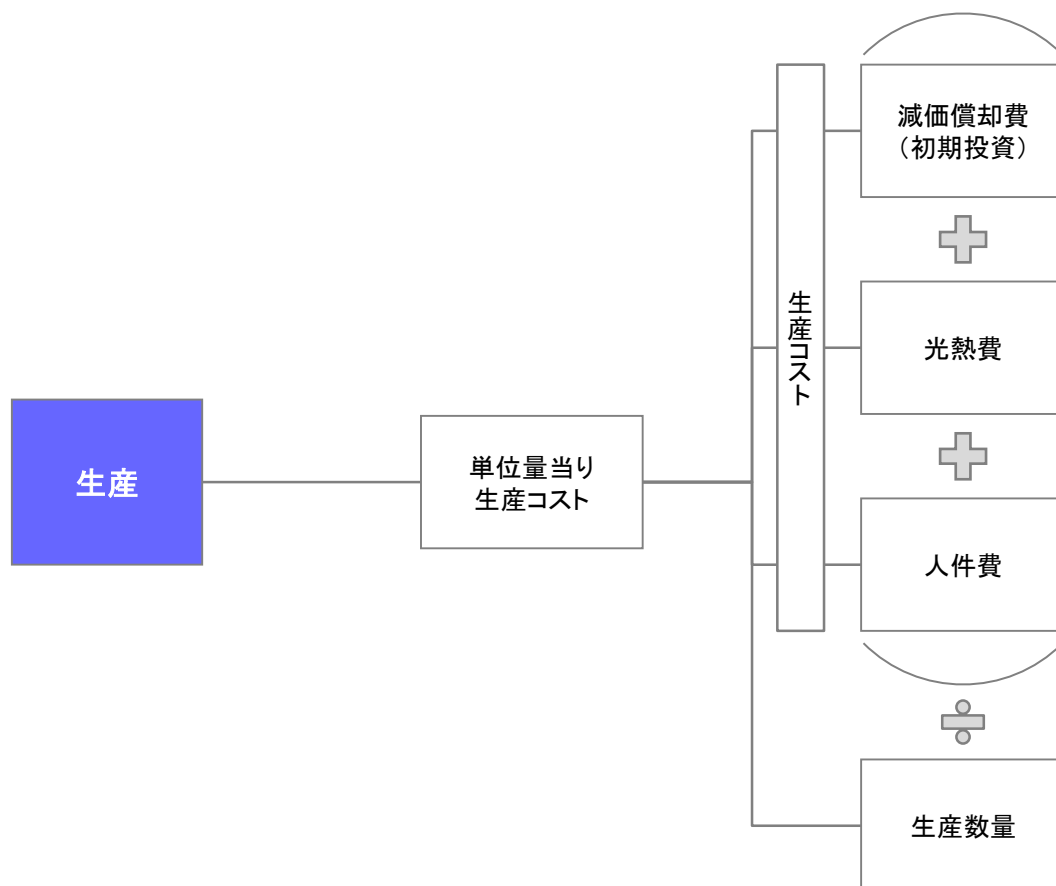
最も高い費目は減価償却費であり、全体の 30%を占める。続いて高い費目は人件費であり、全体の25%を占める。3番目に高い費目は光熱費であり、全体の19%を占める。残りの費目で全体の26%を占める。

大規模の人工光型植物工場は、小・中規模の人工光型植物工場と比較して、いずれの費目も1kg 当りの生産に要するコストが小さい。このことから、生産規模が小さい事業者の方が高コスト構造の課題が大きなハードルになっていることが想定される。

また、生産事業者へのアンケート調査によれば、現在植物工場産レタス類の想定卸価格は1kg 当り 1,200 円程度であり、特に小・中規模の生産事業者においては生産コストの方が想定卸価格よりも上回っている状況にある。

5.2.2. 課題および真因の特定

図 5.3 生産における要素分解



人工光型植物工場の高コスト構造の課題および真因を特定するにあたっては、単体量当り生産コストを明らかにすることが重要である。人工光型植物工場においては、一般的に減価償却費（初期投資）、光熱費、人件費の主要 3 費目で生産コストの約 80%を占めるとされる。単体量当り生産コストは、生産コストを生産数量で除することによって算出される。そこで、生産における課題および真因を特定するにあたって、生産コストの主要 3 費目および生産数量それぞれの項目ごとに課題および真因を抽出することとした。

まず、減価償却費（初期投資）、光熱費、人件費、および生産数量における課題および真因はそれぞれ図 5.4-5.7 の通りである。

図 5.4 減価償却費の課題と真因

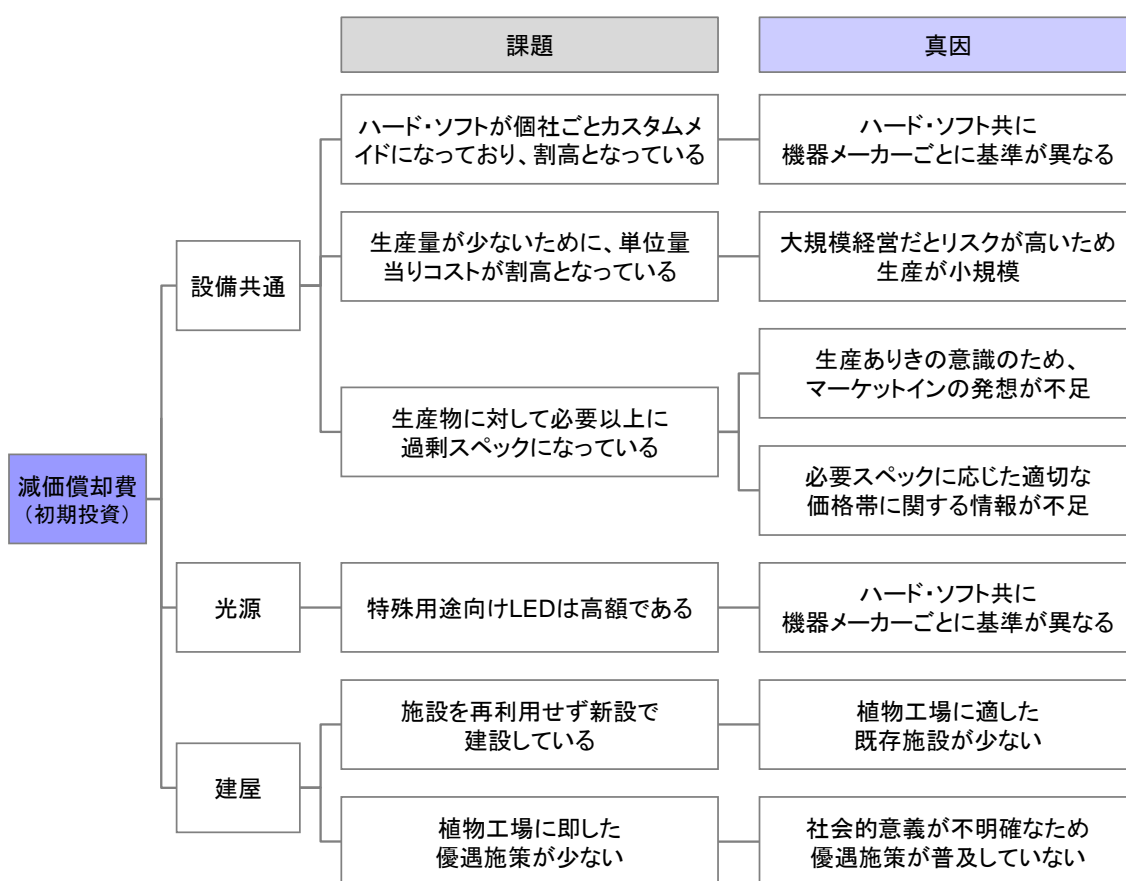


図 5.5 光熱費の課題と真因

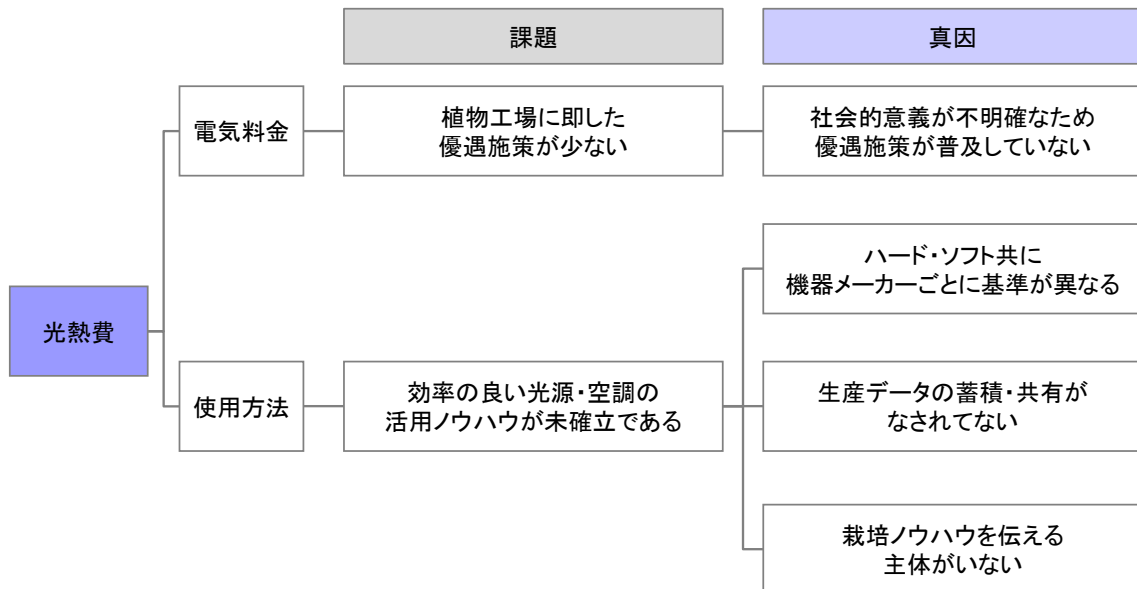


図 5.6 人件費の課題と真因

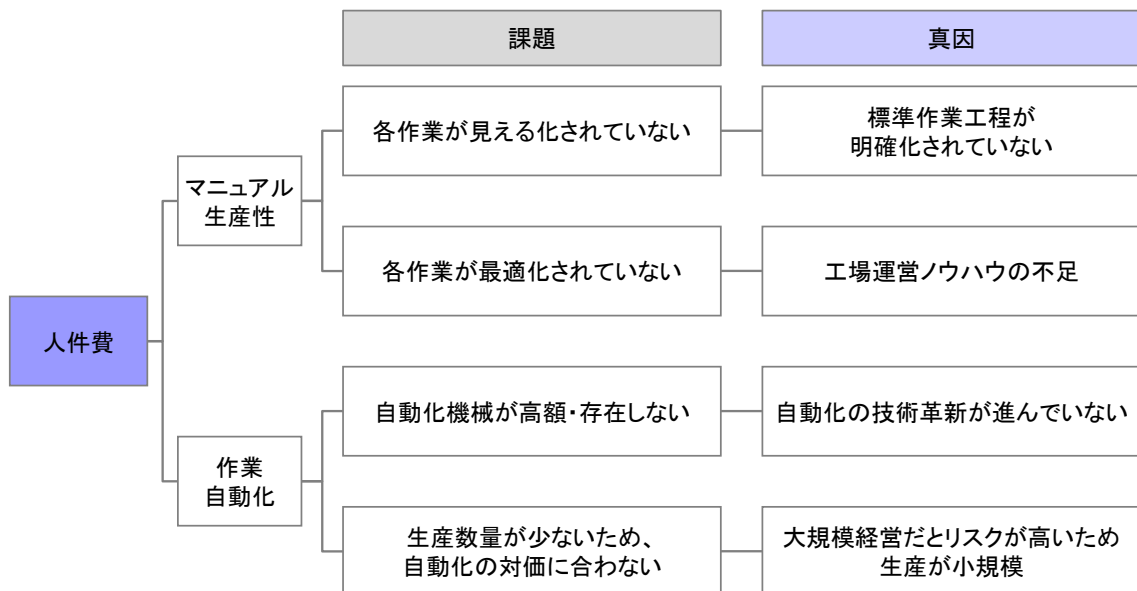
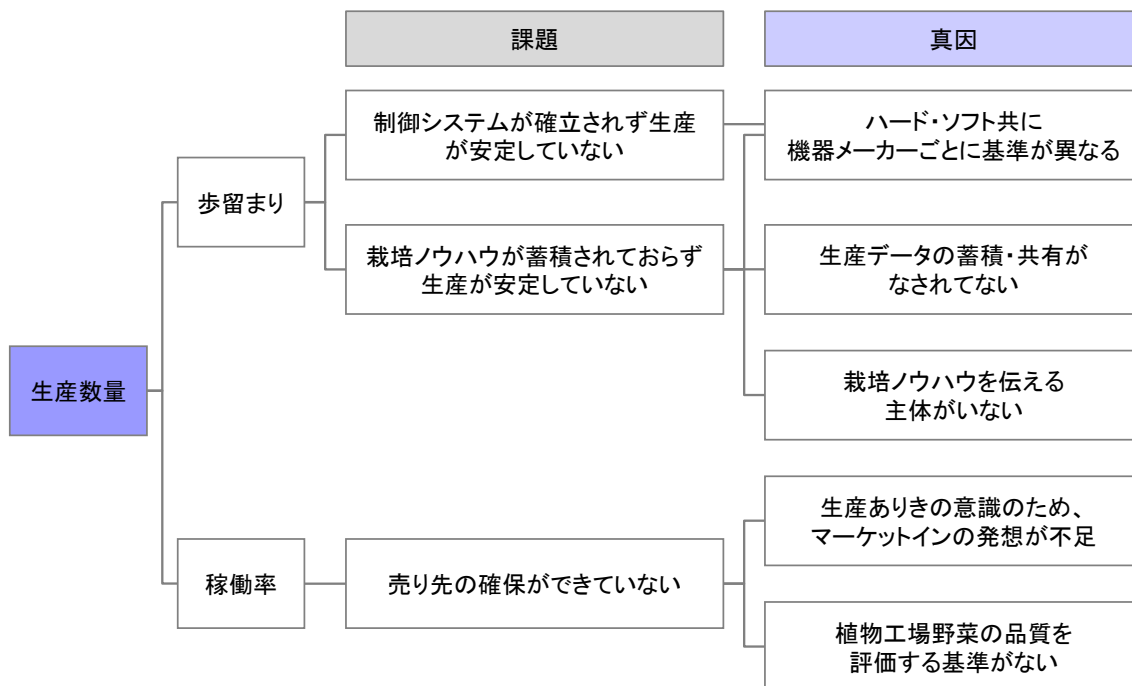


図 5.7 生産数量の課題と真因



生産における課題は、主に以下の 6 つの真因によって引き起こされている。

ハード・ソフト共に機器メーカーごとに基準が異なる

- ・ 当該真因が、設備がカスタムメイドで割高になるという減価償却費の課題、効率の良い光源・空調の活用ノウハウが確立されないという光熱費の課題、制御システムの確立・栽培ノウハウの蓄積がされず生産が安定せず歩留りが悪いという生産数量の課題を生じさせている。

大規模経営だとリスクが高いため生産が小規模

- ・ 当該真因が、単体量当りコストが割高になっているという減価償却費の課題、自動化の対価が合わないという人件費の課題を生じさせている。

生産ありきの意識のため、マーケットインの発想が不足

- ・ 当該真因が、設備が必要以上に過剰スペックになっているという減価償却費の課題、売り先確保ができておらず稼働率が低いという生産数量の課題を生じさせている。

生産データの蓄積・共有がなされていない

- ・当該真因が、効率の良い光源・空調の活用ノウハウが確立されないという光熱費の課題、栽培ノウハウの蓄積がされず生産が安定せず歩留りが悪いという生産数量の課題を生じさせている。

標準作業工程が明確化されていない、工場運営ノウハウが不足

- ・当該真因が、各作業が見える化・最適化されず生産性が低いという人件費の課題を生じさせている。

社会的・経済的意義が不明確で優遇施策が普及していない

- ・当該真因が、建屋コスト・電気料金が低減されないという、減価償却費・光熱費の課題を生じさせている。

5.2.3. ヒアリングサマリ

表 5.1 生産における課題に関するヒアリングサマリ

		生産事業者	研究機関・研究関連企業
減価償却費	設備共通	<ul style="list-style-type: none"> 資材や生産プロセスが標準化されていない点が課題 黒字化の目安は最低日産200kg以上だと思いが、実際には達成できていない 機材メーカーがどの程度の水準の性能があればよいのか分からないことが多いために、過剰品質になっている面がある 他方、断熱性等が過少スペックになっており、生産事業者側が苦勞するというケースもある 	<ul style="list-style-type: none"> 人工光型は、建屋・栽培設備等が統一されていないため、インシヤルコストが割高になっている インシヤルコストとして、建屋、設備、ラックがそれぞれカスタムメイドとなっており調達コストの削減ができていない
	光源	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場用の特殊LEDは高性能であるが、価格も高い 	<ul style="list-style-type: none"> LEDは蛍光灯よりも初期投資が大きい。寿命はLEDの方が長いものの、償却費で考えてもLEDの方が高額。ただし、光熱費はLEDの方が安い
	建屋	<ul style="list-style-type: none"> 施設の再利用について、人工光型植物工場に適した施設が少ない 農地の上に植物工場を建設したときに、工業用地とみなされてしまい、固定資産税などで優遇措置を受けられない 	<ul style="list-style-type: none"> 建屋等のインシヤルコストは、必要以上の投資になっている場合がある。マーケットインの発想で、目標とするプロダクトレベルを予め定めて投資するべきである

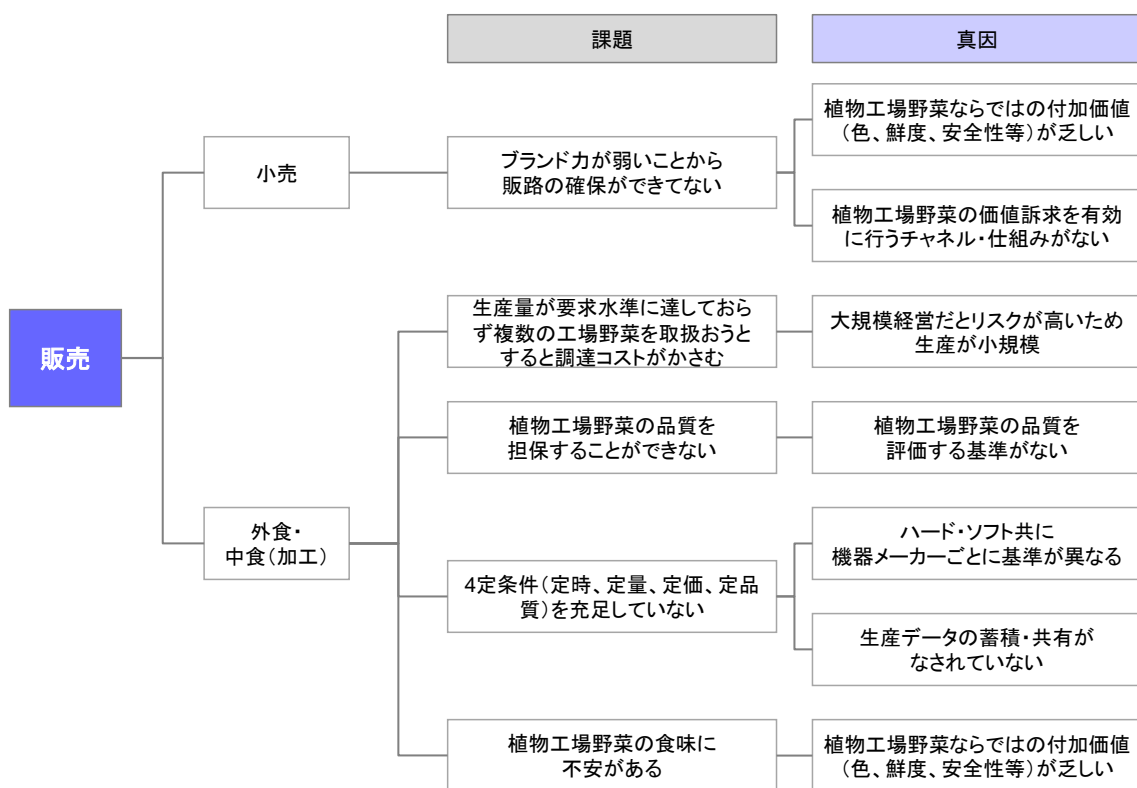
		生産事業者	研究機関・研究関連企業
光熱費		<ul style="list-style-type: none"> 電気代が高いため光熱費が嵩みがち 植物工場固有の、電気代に対する優遇施策が存在しない。深夜電力パックは適用することができるものの、照射時間に比較して適用時間が短い 日本の電気料金体系は高すぎる。韓国やアメリカは安い 大企業は高圧受電の設備を備えているため、電気料金を安くできるが、植物工場の大きさでは高圧受電設備を備えることができない 環境制御技術が確立しておらず、照明・空調効率にムダが生じている 	<ul style="list-style-type: none"> 投入資源のパフォーマンスの見える化がされておらず、照明の利用効率の最適化が図られていないために光熱費の無駄が発生している 光熱費については、LED化以外に、照射量のうち6割程度しか植物に照射されていないという非効率性も課題
	人件費	<ul style="list-style-type: none"> 作業が平準化されておらず、誰がやっても同じという状態になっていない。また、動線確保、無駄やムラの削減が十分できておらず、生産効率が低い 人件費については、動線管理や生産工程管理を徹底することで相当程度削減することができるが、現状できていない 人件費については、人の習熟度を高める余地はまだあると思う 大規模化が進んでおらず、人件費に規模の経済が働いていない 各作業で半自動化を行っている企業はあるが全自動化に至っている企業は多くない 	<ul style="list-style-type: none"> 人件費のランニングコストの削減には、利用効率や投入資源あたりのパフォーマンス等を見える化することが重要だが、現状としてできていない 実態としてはトヨタ方式のような手法を導入している会社はまだ2割もないと思う
生産数量	歩留り	<ul style="list-style-type: none"> 環境制御を行うために求められるパラメータが多く、ノウハウが蓄積されていないために生産がうまくいっていない 生産オペレーションの経験がなく、生産上の不具合に対する原因追究ができない工場が多い 機材やソフトが標準化されていないために、栽培データを共有してノウハウ蓄積することができない 大規模工場になると生産量は増えるが空調面の調整が難しく、品質を一定に保つことが難しい 	<ul style="list-style-type: none"> 重量を稼ごうとして作り急ぎすぎるとチップバーンが発生するリスクが高まってしまう。生産量の確保と質の確保の両立がなかなか難しい
	稼働率	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場は販路の拡大がなければ稼働率が上がらない。基本的には工場稼働からしばらくは販路が不足するため稼働率は低位に留まる 生産だけでなく販売ネットワークも不可欠だが、現状構築できていないため稼働率が低水準にとどまっている 	—

5.3. 販売における課題

5.3.1. 課題および真因の特定

販売における課題および真因は下図の通りである。

図 5.8 販売における課題と真因



課題を引き起こす主な真因は以下の通りである。

植物工場野菜ならではの付加価値(色、鮮度、安全性等)が乏しい

- ・当該真因が、ブランドを訴求できず販路の確保ができていないという小売流通の課題、植物工場野菜の食味に不安があるという外食・中食(加工)の課題を生じさせている。

植物工場野菜の価値訴求を有効に行うチャネル・仕組みがない

- ・当該真因が、ブランドを訴求できず販路の確保ができていないという小売流通の課題を生じさせている。

植物工場野菜の品質を評価する基準がない

- ・当該真因が、生産事業者が植物工場野菜の品質を担保することができず、安心して調達することが困難という外食・中食(加工)流通の課題を生じさせている。

生産における真因に起因

- ・大規模生産ではなく小規模生産に留まることや、ハード・ソフトが機器メーカーごとに多様なこと、生産データが蓄積されていないこと、といった生産における真因は販売にも影響を与えており、付加価値が乏しいため販路の確保ができていない、生産数量が要求水準に達しておらず複数事業者を取扱おうとすると調達側のコストがかさむ、4定条件を充足していないといった課題を生じさせている。

5.3.2. ヒアリングサマリ

表 5.2 販売における課題に関するヒアリングサマリ

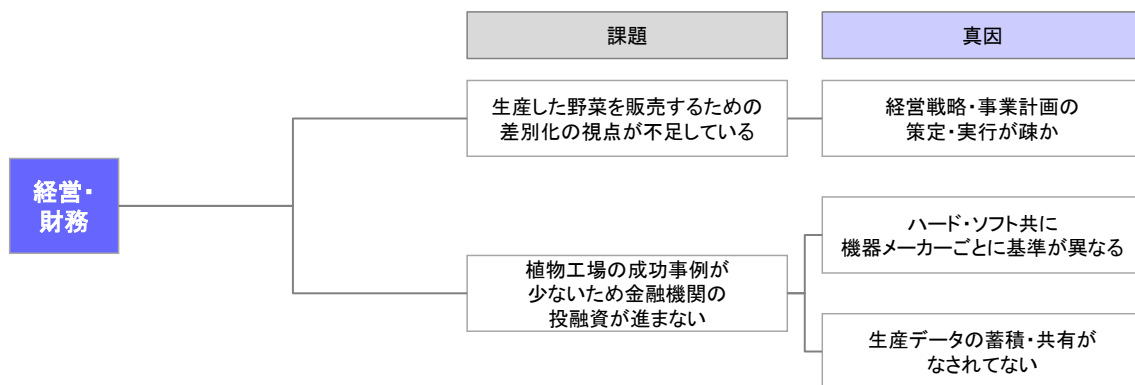
		生産事業者	流通・加工事業者
販売	小売	<ul style="list-style-type: none"> 卸業者と消費者との間に理解のギャップがあると考えている。卸業者からすれば、重量や価格が第一であるが、消費者は品質等に主眼を置く場合もある 現状として、小売に露地物並みに買い叩かれてしまっている ブランド化のためには、ゲノム編集(品種改良)あるいは遺伝子組換えしかないが、日本では規制もあって難しいので緩和すべき 	<ul style="list-style-type: none"> 消費者は野菜に対する価格感応度が高く、価格重視。市場価格が高騰した際には植物工場野菜も売れたが、それ以外で消費者が定着しているとは考えにくい 国内の露地野菜自体、基本的に安全であるため、有機野菜や無菌栽培、無農薬野菜等は人口の多い都心の消費者からしか選択されないのが現状であり、差別化・ブランド化できていない 野菜の品質の見える化(スコアリング)や検査統一が付加価値品には必要 家庭用の場合、価格や味がより重要であり、露地物に対して劣位になってしまう
	外食・中食(加工)	<ul style="list-style-type: none"> 外食からのニーズは高まっている反面、技術的な問題から安定生産できていない部分が課題といえる 	<ul style="list-style-type: none"> 中食向けの場合、一定の供給数量がなければ取引することは難しい 食味の部分に不安や物足りなさを感じる。日光・土耕を用いない短期間の促成栽培であることから、繊維や密度などで差が出てくると考える 植物工場という言葉が独り歩きしてしまっており、各植物工場で安全性等のレベルは異なるため、一部が問題を起こしてしまった際に、植物工場業界全体として風評被害を受けかねない

5.4. 経営・財務における課題

5.4.1. 課題および真因の特定

経営・財務における課題および真因は下図の通りである。

図 5.9 経営・財務における課題と真因



課題を引き起こす主な真因は以下の通りである。

経営戦略・事業計画の策定・実行が疎か

- ・ 当該真因が、生産した野菜を販売するための差別化の視点が不足しているという課題を生じさせている。

生産における真因に起因

- ・ ハード・ソフトが機器メーカーごとに多様なこと、生産データが蓄積されていないこと、といった生産における真因は、経営・財務にも影響を与えており、人工光型植物工場の成功事例が少ないため金融機関の投融資が進まないという課題を生じさせている。

5.4.2. ヒアリングサマリ

表 5.3 経営・財務における課題に関するヒアリングサマリ

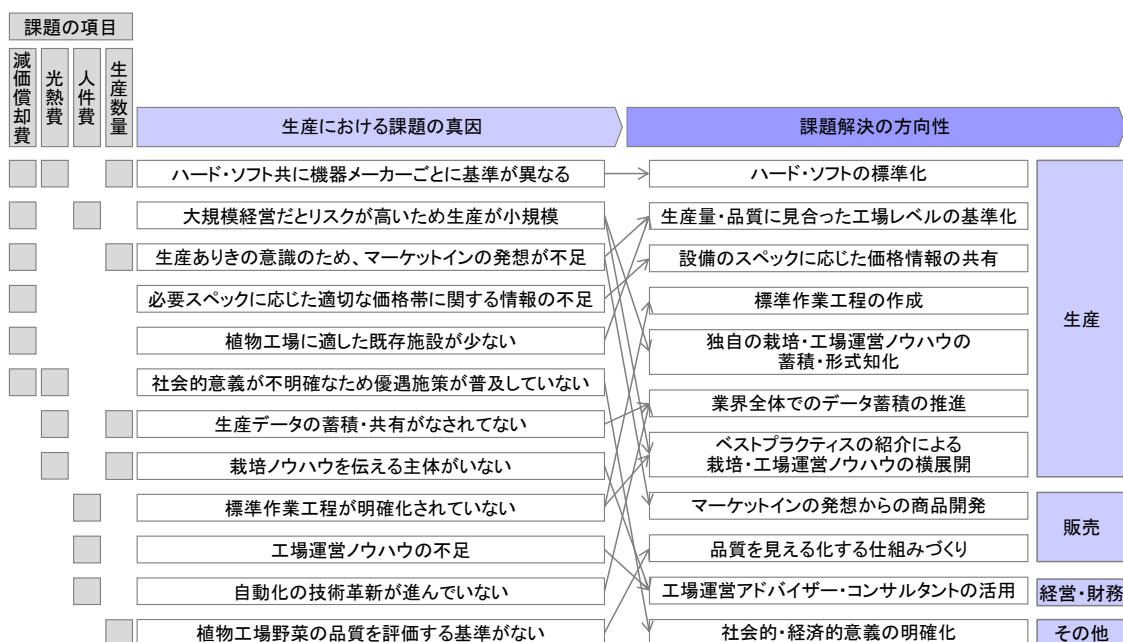
		生産事業者	政府系・民間金融機関
経営・財務	経営	<ul style="list-style-type: none"> • しっかりとした初期投資計画、運営計画、それに基づく予算実績管理、どのような想定外でどの程度ぶれるかという感度分析を可能にする事業計画があまり作られていない • KPIをきちんと理解できる人材が少ない • マーケティングを行う人材を十分確保できていない点も課題 	<ul style="list-style-type: none"> • 露地物と大きな価格差が存在する中で、今後差別化戦略の部分はどうするかが課題 • 人工光型は葉物の生産が中心となっているが、葉物だと差別化が難しいのではないかと考えている
	財務	<ul style="list-style-type: none"> • 自己資金部分を負担しようという投資家層の拡大、借入部分の調達のために金融機関に説明して融資を受け入れる体制整備が不十分 	<ul style="list-style-type: none"> • 技術の専門性が高く、成功事例も少ないことから、金融機関にとっては事業性が見極めが難しい。特に新規事業については、当該技術が理論通りに機能するのかどうかの見極めが極めて困難 • 金融に関しては、融資では対応できていない部分が多い。ただ、投資に関してはかなり制度が整ってきており融資で取ることが難しいリスクをとることが可能

6. 人工光型植物工場の課題解決の方向性

6.1. 生産における課題の真因と課題解決の方向性

人工光型植物工場の抱える課題の真因を踏まえ、課題解決の方向性を下図の通り検討した。

図 6.1 生産における課題の真因と課題解決の方向性



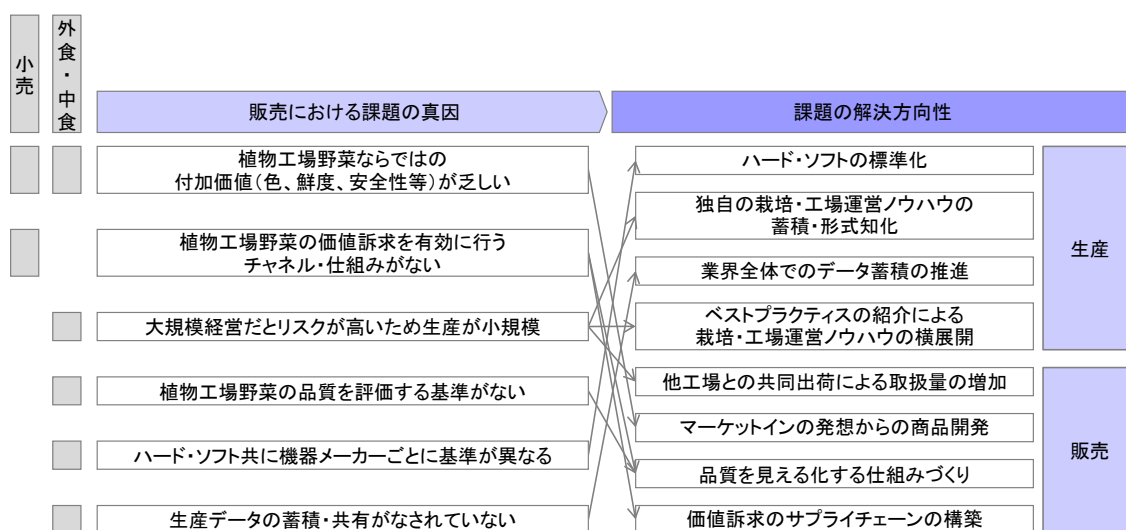
生産における課題の真因の多くは、ハード・ソフトの標準化、業界全体でのデータ蓄積の推進、ベストプラクティスの紹介による栽培・工場運営ノウハウの蓄積・形式知化等、生産そのものにおける課題解決の取組みで対処することができる。

ただし他の真因は、生産における取組みではなく、販売、経営・財務における課題解決の取組みが必要になる。具体的には、販売における課題解決の取組みとして、マーケットインの発想からの商品開発、品質を見える化する仕組みづくりを行うことで、生産ありきの発想からの脱却や、植物工場野菜の品質評価基準が導入されることによる売り先の確保が可能になる。また、経営・財務における課題解決の取組みとして、工場運営アドバイザー・コンサルタントの活用により、工場運営ノウハウが蓄積され、各作業の最適化等が図られる。

6.2. 販売における課題の真因と課題解決の方向性

人工光型植物工場の抱える課題の真因を踏まえ、課題解決の方向性を下図の通り検討した。

図 6.2 販売における課題の真因と課題解決の方向性



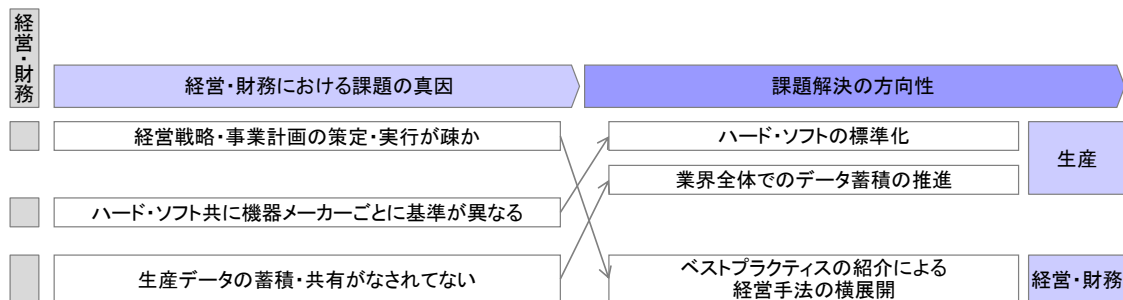
販売における課題の真因の半数は、マーケットインの発想からの商品開発、品質を見える化する仕組みづくり、価値訴求のサプライチェーンの構築等、販売そのものにおける課題解決の取り組みで対処することができる。

ただし他の真因は、販売における取り組みではなく、生産における課題解決の取り組みが必要になる。具体的には、ハード・ソフトの標準化、業界全体でのデータ蓄積の推進、ベストプラクティスの紹介による栽培・工場運営ノウハウの蓄積・形式知化等の取り組みにより、大規模生産事業者の増加や4定条件を支える生産基盤が構築されることが重要である。

6.3. 経営・財務における課題の真因と課題解決の方向性

人工光型植物工場の抱える課題の真因を踏まえ、課題解決の方向性を下図の通り検討した。

図 6.3 経営・財務における課題の真因と課題解決の方向性



経営戦略・事業計画の策定・実行が疎かであるという経営・財務における課題の真因は、ベストプラクティスの紹介による経営手法の横展開という、経営・財務そのものにおける課題解決の取組みで対処することができる。

ただし他の真因は、経営・財務における取組みではなく、生産における課題解決の取組みが必要になる。具体的には、ハード・ソフトの標準化、業界全体でのデータ蓄積の推進といった取組みにより、人工光型植物工場の成功事例が蓄積され、金融機関の投融資促進等につながると想定される。

6.4. 課題解決の方向性の全体像

上述の生産、販売、経営・財務の課題解決の方向性を集約した全体像は下図の通りである。

図 6.4 人工光型植物工場の課題解決の方向性の全体像

課題解決の方向性	
生産	ハード・ソフトの標準化
	生産量・品質に見合った工場レベルの基準化
	設備のスペックに応じた価格情報の共有
	標準作業工程の作成
	独自の栽培・工場運営ノウハウの蓄積・形式知化
	業界全体でのデータ蓄積の推進
	ベストプラクティスの紹介による栽培・工場運営ノウハウの横展開
販売	他工場との共同出荷による取扱量の増加
	マーケットインの発想からの商品開発
	品質を見える化する仕組みづくり
	価値訴求のサプライチェーンの構築
経営・財務	ベストプラクティスの紹介による経営手法の横展開
	工場運営アドバイザー・コンサルタントの活用
その他	社会的・経済的意義の明確化

6.5. ヒアリングサマリ

表 6.1 人工光型植物工場の課題解決方向性のヒアリングサマリ

	生産事業者	研究機関・研究関連企業	加工、流通・販売事業者	金融機関
ハード・ソフトの標準化	<ul style="list-style-type: none"> 栽培ラックのサイズ、建屋の高さ等は標準規格を決めても良いかもしれない 標準化はできる部分とできない部分があるが、LEDやラックのサイズは標準化できる 各工場でパラメーターが共有できることにはメリットがある 	<ul style="list-style-type: none"> 標準化されることで、インシャルコストは下がっていくと思う 	<ul style="list-style-type: none"> 標準化されることで、色々なものが乱立してしまっている状況が解消されると思う 	<ul style="list-style-type: none"> 棚等の資材規格を統一すれば初期投資のコストダウンにつながるのではないかと
生産量・品質に見合った工場のレベルの標準化	<ul style="list-style-type: none"> プラントの性能と価格の見える化を通じて横比較ができるようにしてもらえると良い。業界団体等が、業界全体がわかるガイドラインを出すといった形でも良いかもしれない 	<ul style="list-style-type: none"> マーケットインの発想で、目標とするプロダクトのレベルをあらかじめ定めて投資する必要がある 	-	-
設備のスペックに応じた価格情報の共有	(同上)	<ul style="list-style-type: none"> 設備面等も含めて、植物工場を始める前に読むガイドラインのようなものがあると良いと思う 	-	-
標準作業工程の作成	<ul style="list-style-type: none"> マニュアル化を通じて従業員の習熟度を高められる 作業の平準化や動線管理、工程管理を行うことで生産効率を向上させることは可能 作業工程の見える化・最適化を促すガイドラインを策定することは非常に役に立つ 	<ul style="list-style-type: none"> マニュアル化を進めることで、不要な作業を削減し、必要な作業を定式化・効率化することができる 	-	<ul style="list-style-type: none"> ノウハウは各企業の競争優位性の源泉である一方、公的機関がある程度力を入れて、標準化されたノウハウを開示していくべきであると考える
生産における課題解決の方向性				

	生産事業者	研究機関・研究関連企業	加工、流通・販売事業者	金融機関
<p>独自の栽培・工場運営ノウハウの蓄積・形式知化</p>	<ul style="list-style-type: none"> 独自の栽培ノウハウを持ち合わせる事が黒字化の源泉となる 環境制御に必要な多数のパラメーターを外部の環境に合わせてコントロールできるノウハウが差別化要素となる 	<ul style="list-style-type: none"> 独自の栽培ノウハウを蓄積することが歩留り率の向上につながる 	-	-
<p>業界全体でのデータ蓄積の推進</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国外での競争を考慮すると、データのプラットフォーム化は必要になる 同じ条件での計測が可能になり、パラメーターの共有ができるようになると、ノウハウ伝授も容易になる 	<ul style="list-style-type: none"> 栽培データを共有してノウハウとして蓄積することが、生産コストの低減につながる 	<ul style="list-style-type: none"> データを共有財産として蓄積することで、日本全体として農業レベルを底上げする体制を作るべき 	<ul style="list-style-type: none"> オープンイノベーションのように、皆で知恵を持ち寄って一段高いレベルを目指す姿勢が重要
<p>ベストプラクティスの紹介による栽培・工場運営ノウハウの横展開</p>	<ul style="list-style-type: none"> 同業者同士での情報交換を活発に行うことは有効である 研修等の実施により、門外漢の新規参入であつてもしっかりと基礎・応用知識を習得することが重要 	<ul style="list-style-type: none"> 栽培・工場運営ノウハウを共有する場を設けることは非常に重要 ハード・ソフトが一体となったシステム実現により、横展開が可能になる 	<ul style="list-style-type: none"> 技術革新の真ただ中である今、まずはノウハウの共有により安定生産等の果たすべき役割を担える状態を作り出していくべき 	<ul style="list-style-type: none"> 国の研究機関がスタンダードな育成ノウハウを研究し、普及していくべき ノウハウは各企業の競争優位性の源泉である一方で、公的機関がある程度度力を入れて開示していくべき

生産における課題解決の方向性

	生産事業者	研究機関・研究関連企業	加工・流通・販売事業者	金融機関
他工場との共同出荷による取扱量の増加	<ul style="list-style-type: none"> 複数の生産事業者で協働することで大手卸との交渉力を強化できる 共同物流の実施により取扱量を増加させることでコストを削減できる 	-	<ul style="list-style-type: none"> 野菜の取扱量が比較的多い立場からすると複数拠点から一度に出荷できるよう管理できると良い まとまった仕入れができれば良い。達成には品質評価基準が必要になると考える 	<ul style="list-style-type: none"> 農協における共同出荷のよくなる形で、エリア内で集積しまとめて出荷すればコスト低減できる
マーケットインの商品開発	<ul style="list-style-type: none"> 生産事業者には消費者のこころを考える想像力を備えたマーケティングが重要 消費者ニーズが高いと予想される品種を、種子まで遡って高付加価値化すべき 	<ul style="list-style-type: none"> 中小規模の工場を中心に、「味の良さ」「品質の良さ」といった消費者に理解できる付加価値を高めた商品を作るべき 	<ul style="list-style-type: none"> 人工光型植物工場は、消費者に訴求した高付加価値野菜を栽培すべき 価値が高い商品を生産することは植物工場の1つの方向性 	-
品質を見える化する仕組づくり	<ul style="list-style-type: none"> 消費者に効果的に品質を伝えるスコアリングは必要であり、卸企業との連携を模索している 	<ul style="list-style-type: none"> 東京オリンピックで日本の食料を提供するためにGAP取得の動きが出てきており、植物工場にとってもチャンス 高付加価値を見える化する仕組みは必要 	<ul style="list-style-type: none"> 機能性表示の取得は困難かもしれないが、品質を戻せる仕組を民間で作ろうとしている 	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場野菜の認証の仕組みとしてGAPの取得はありえる。特に輸出を視野に入れた場合、G-GAPは必要
価値訴求のサブライチエーションの構築	<ul style="list-style-type: none"> 販路確保のためにも、販売先と連携した包装や商品表示の方法は重要 流通事業者と組んで、サブライチエーション全体でブランディングを行うことは有効 	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場のバリューチェーン全体を一貫したプロデュースが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 安定供給を確実に行うためにも、販売先に即した植物工場の運営が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 販路を拡大するためのマッチングにより、価値訴求がしやすくなる

販売における課題解決の方向性

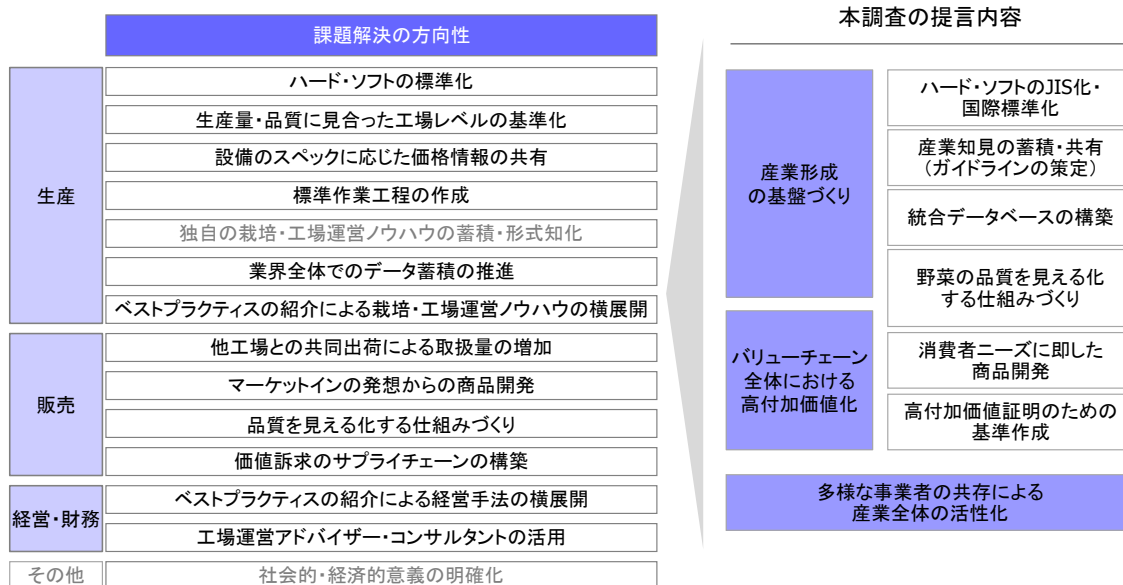
経営・財務、その他における課題解決の方向性	生産事業者	研究機関・研究関連企業	加工、流通・販売事業者	金融機関
ベストプラクティスの紹介による経営手法の横展開	<ul style="list-style-type: none"> 初期投資計画や予算計画など、事業計画シートの活用が普及することが必要 植物工場に適したKPIの考え方を経営手法として理解することは重要 	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場を運営するためのガイドラインがあると有効 	-	<ul style="list-style-type: none"> PE等のファンド出資を活発化させるためには、エグジekut戦略をしっかりと整備することが重要
工場運営・アドバイザー・コンサルタントの活用	<ul style="list-style-type: none"> 他業界の生産管理ノウハウを利用することで、生産性が大きく改善する事例もある 	<ul style="list-style-type: none"> 工場運営のアドバイザーやコンサルタントが確立されることで産業が活性化される 	-	<ul style="list-style-type: none"> 植物工場が今後拡大していくためには、工場運営ノウハウをもった人・企業が複数拠点を展開していくことが求められると思う
社会的・経済的意義の明確化	<ul style="list-style-type: none"> 露地野菜と同様に国・自治体等から補助金を出してもらったために、食料供給の一翼を担う役割を明確に打ち出すことが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 食の安定や食糧自給率アップ等の意義を押し出すことで、電気料金・固定資産税等で優遇を受けられると良い 	<ul style="list-style-type: none"> 社会的意義を明確にすることで、1つ1つの工場の質が上昇し、露地野菜とのバランスが上手く取れるようになり、補助金も有効に活用されることとなる 	-

7. 本調査における提言

7.1. 本調査の提言内容

課題解決の方向性から導かれる、人工光型植物工場の発展に向けた取組みは下図の通りである。なお、独自の栽培・工場運営ノウハウの蓄積・形式知化は個々の生産事業者が取組むべき事項であり、社会的・経済的意義の明確化は人工光型植物工場における課題が解決されることにより達成される事項であるので、本調査における提言の範囲外としている。

図 7.1 本調査の提言の概要



課題解決の方向性から、産業形成の基盤づくり、バリューチェーン全体における高付加価値化、および多様な事業者の共存による産業全体の活性化といった3つの取組みを推し進めていくことが重要と考えられる。

ハード・ソフトのJIS化・国際標準化の推進や、産業知見を蓄積するためのガイドラインの策定、統合データベースの構築といった、低コストかつ安定的な生産が行える基盤を整備し、併せて野菜の品質を見える化するための仕組みづくりにより、加工、流通・販売事業者が調達しやすい環境を整えることが、産業形成の基盤づくりのために求められる。

販売における解決の施策を実行に移す上では、マーケットインの発想を重視し、生産事業者と

流通・販売事業者のみならず、機器メーカー・種苗メーカー・加工メーカーを含めバリューチェーン全体で連携しながら高付加価値化を目指すことが望ましい。高付加価値の野菜は生産するだけでなく、それを消費者に伝えるための仕組みとして高付加価値を証明する基準を作ることも併せて必要となる。

生産・販売の改善の取組みにより、人工光型植物工場が産業として黒字化の目途がついた後、各プレイヤーが自らの得意領域に特化し多様化が進むことで、産業全体としての活性化を実現することが可能となる。

7.1.1. 産業形成の基盤づくり

産業形成の基盤づくりにおいては、ハード・ソフト・人材という人工光型植物工場を構成する 3 要素それぞれについて非競争領域を定義し、JIS 化をはじめとする標準化が推進されることが望まれる。特にハードについては、現状は機器メーカーごと独自の基準に従って設計や栽培方法の検証を行っており、情報の一貫性・透明性が乏しく、標準化の必要性が高い。植物工場の業界団体が、建築、機械、電気等の分野における各業界団体に対して働きかけ、協力を得ながら標準化を促すことが必要となる。

また、それぞれの非競争領域においては、産業知見を蓄積・共有するためのガイドラインの策定が行われることにも期待したい。これらの取組みにより、現状の不透明な調達価格情報の見える化や、機器メーカー選定の判断基準等が産業として共通化されることで、生産事業者の不利益を解消することができる。さらには、一般の露地栽培における農業大学校のように、人工光型植物工場の教育制度の整備が行われることも産業知見の蓄積に向けた中長期的な展望として考えうる。

植物工場野菜が安心して調達されるためには、品質が見える化する仕組み作りが必要であり、生産物の品質の見える化と生産プロセスの見える化の 2 つのアプローチが考えられる。品質の見える化においては、業界団体が中心となって新たな JAS 等を検討していくことが期待される。生産プロセスの見える化においては、GAP、HACCP、ISO22000、FSSC22000 等の認証取得を行い、各工程における食品安全が一定程度担保されていることを見える化することが重要である。

図 7.2 産業形成の基盤づくり①(JIS 化・国際標準化 / ガイドラインの策定 / 品質の見える化)

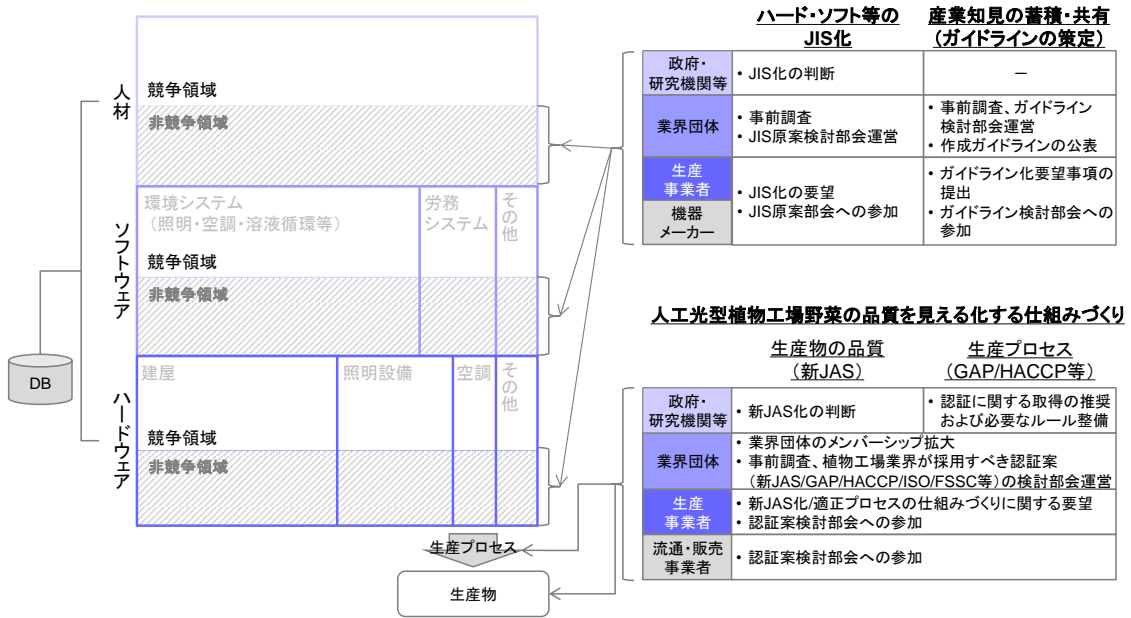


図 7.3 (参考)産業形成の基盤づくり①(現行の規格・認証一覧)

	目的	規格・標準	内容	運用
品質	食品表示	JAS	<ul style="list-style-type: none"> 農・林・水・畜産物およびその加工品の品質保証の規格であり、品位、成分、性能等の品質について定められた基準を満たすことを保証する規格 ✓ JAS法に基づき、表示基準を規定 ✓ 表示にはJAS規格の認定取得が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 生産事業者は、認定取得後、登録認定機関の定期検査を受けながら、食品等にJASマークを付けられる
	農業生産工程管理	GAP (日本: JGAP) (欧州: GLOBALG.A.P.)	<ul style="list-style-type: none"> JGAPは、農場や生産者団体において①食の安全性、②環境保全、③労働安全度を向上するため、農林水産省が推奨する農業生産工程管理手法 GLOBALG.A.P.は、欧州を中心に①食の安全リスクの低減、②労働安全、③環境保全、④生態系の維持の実践を通じて、食の安全と持続可能に取組む生産管理手法 	<ul style="list-style-type: none"> 生産事業者は、JGAP基準書に基づき、認証取得することができる 生産事業者はGLOBALG.A.P.基準文書に基づき、認証取得することができる
生産プロセス	食品安全マネジメント	HACCP	<ul style="list-style-type: none"> HACCPは、食品製造工程の内、微生物汚染や金属混入等の危害要因分析(HA)、危害防止に繋がる重要工程(CCP)を継続的に監視・記録する工程管理システム 	<ul style="list-style-type: none"> 生産事業者は、HACCPによる工程管理を認証取得することができる 運用基準は国により異なる
		ISO22000	<ul style="list-style-type: none"> ISO22000は、食品製造の全過程において食品安全危害分析を行い、食品危害を防ぐマネジメントシステム 	<ul style="list-style-type: none"> 生産事業者は、世界共通の審査基準に基づき、国際認証を取得することができる
	FSSC22000	<ul style="list-style-type: none"> FSSC22000は、ISO22000に食品安全対策(フード・テロ、アレルギー物質管理等)、倉庫管理、製品リコール等の項目を加えた食品安全マネジメントシステム ✓ オランダの食品安全認証団体が開発した国際規格 		
機器	ハード・ソフト認証	JIS	<ul style="list-style-type: none"> 製品の品質、性能、安全性、寸法、試験方法等に関する標準 組織が方針及び目標を定め、その目標を達成するためのマネジメントシステム規格 	<ul style="list-style-type: none"> 製造業者は、JIS規格に基づき、認証取得し、製品等にJISマークを付けられる

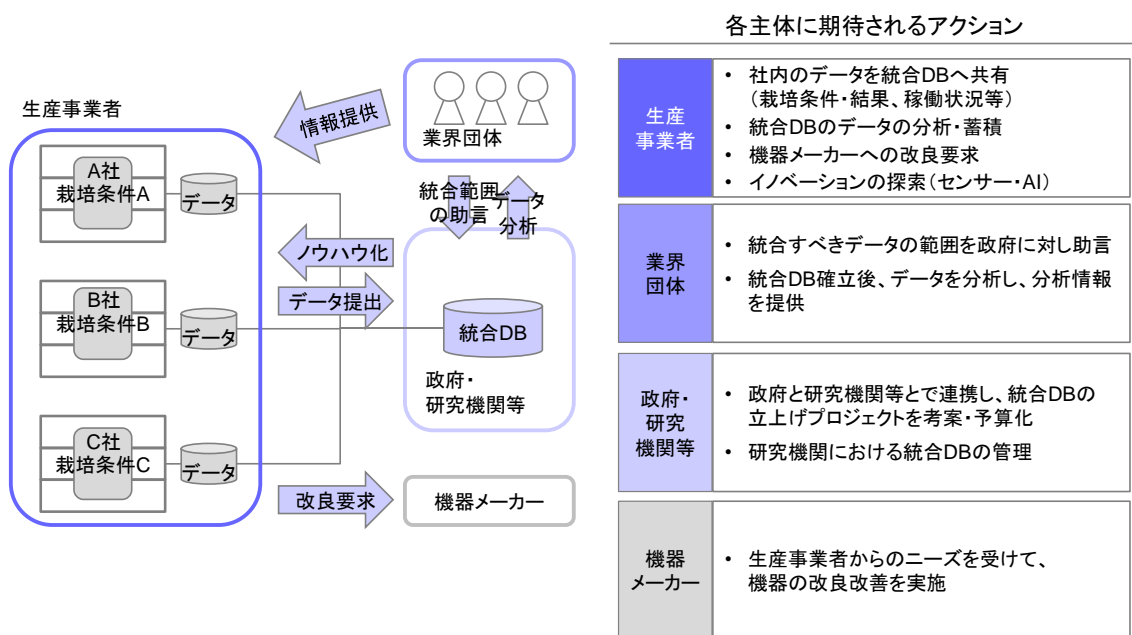
出所: 各種資料よりフロンティア・マネジメント作成

ハード・ソフトの標準化やガイドライン策定などを通じて産業形成の基盤が確立されると、現状の黒字事業者に加え、既存の収支均衡事業者および新規参入事業者の黒字化が見込まれ、業界全体として過半以上の生産事業者の黒字化達成が期待される。

こうした産業の黒字化が達成された後、更なる発展を遂げるためには産業全体として栽培ノウハウ等を知見として蓄積することが有効である。そのためには各社が持つデータを統合し、統合データを業界団体が分析し産業知見として情報提供する仕組みを構築することも中長期的な展望として考える。ただし、データ統合の仕組みを構築する際には、統合範囲を見極め、協力企業が情報を公開することで便益を得られるよう留意する必要がある。

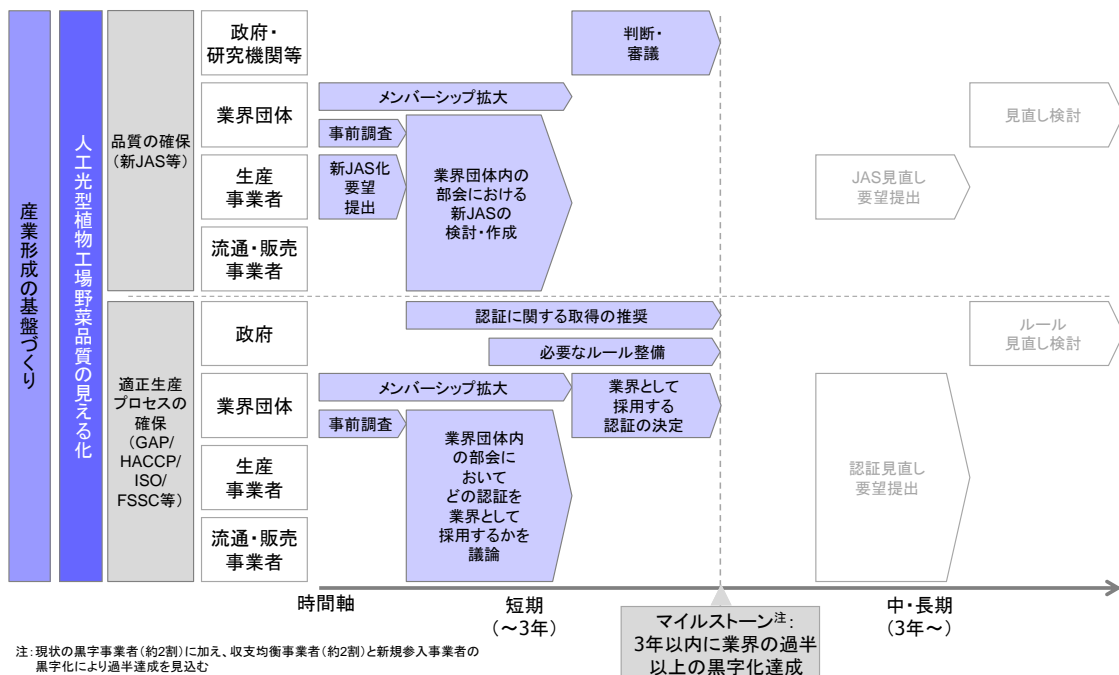
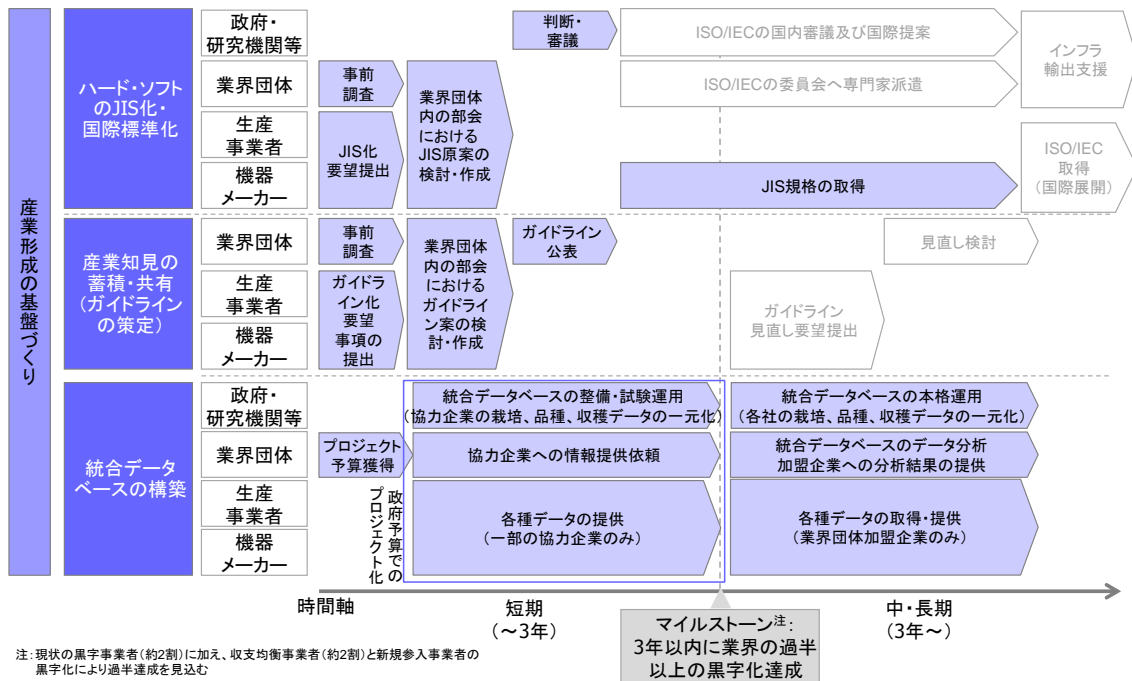
統合データの構築にあたっては、政府と研究機関がデータ統合プロジェクトを立ち上げ、業界団体がデータ統合領域に対する助言を行うことが重要となる。

図 7.4 産業形成の基盤づくり②(統合データベースの構築)



なお、産業形成の基盤づくりにあたっては、以下のような関係者の取組みが想定される。

図 7.5 産業発展に向けたロードマップ(産業形成の基盤づくり)



7.1.2. バリューチェーン全体における高付加価値化

植物工場野菜の高付加価値化を実現するためには、消費者ニーズに合致した高付加価値な商品の開発と、その付加価値の高さを伝える仕組みを作ることが必要となる。

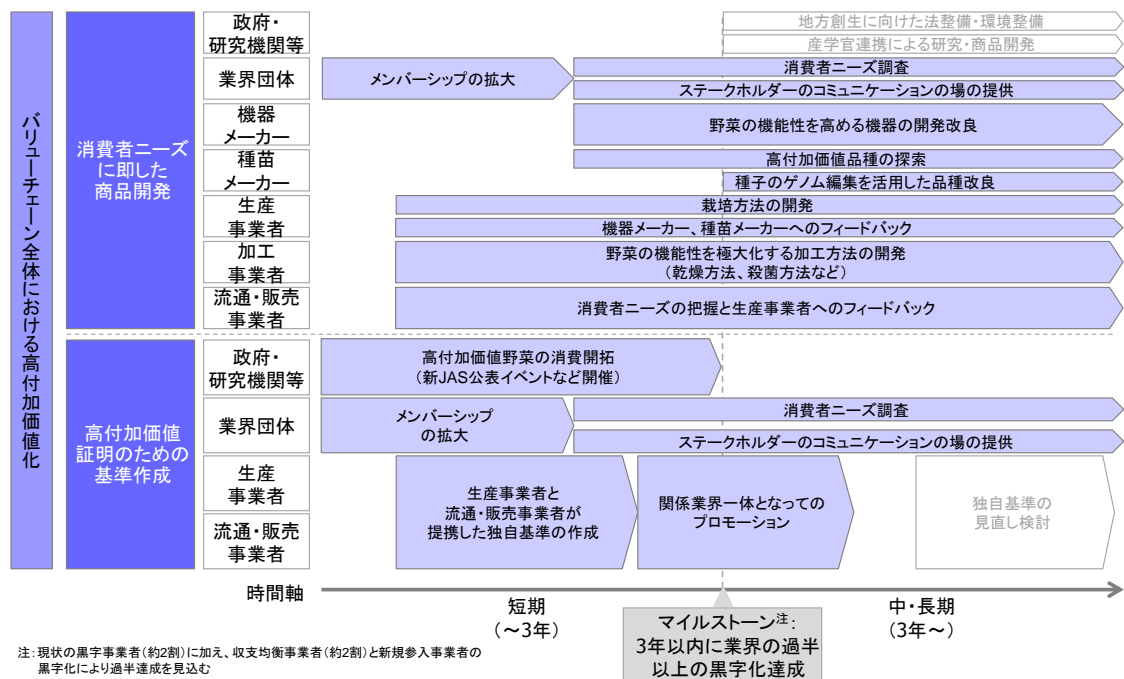
生産事業者の栽培方法での高付加価値化に加え、流通・販売事業者における消費者ニーズの把握と生産事業者へのフィードバック、および機器・種苗・加工の各工程における高付加価値化の取組みなど、バリューチェーン全体が相互に連携することで高付加価値化を実現することができる。高付加価値の方向性としては、消費期限の伸長、食感の改善、市場流通量の少ない品種の生産、栄養・健康機能の追加等が考えられる。

高付加価値商品の開発と同時に、生産事業者と流通・販売事業者は植物工場野菜が露地栽培と比較して付加価値が高いことを伝達することが望ましく、そのためには成分・鮮度・衛生といった評価指標を検討し、その評価指標を普及させていく必要がある。なお、野菜の品質を評価するためには、非破壊検査等の最先端の測定技術を導入していく必要もある。

業界団体は生産事業者のみならず機器、種苗、加工、流通・販売事業者等、参加メンバーの範囲を広げ、情報提供や情報交流が行われる場となることでバリューチェーン全体での高付加価値化の取組みをサポートすることが可能である。また、植物工場のブランド発信に向けて、より消費者にとって親しみやすくなるよう名称を変更することも一案として考えられる。

バリューチェーン全体における高付加価値化については、以下のような関係者の取組みが想定される。

図 7.8 産業発展に向けたロードマップ(バリューチェーン全体における高付加価値化)

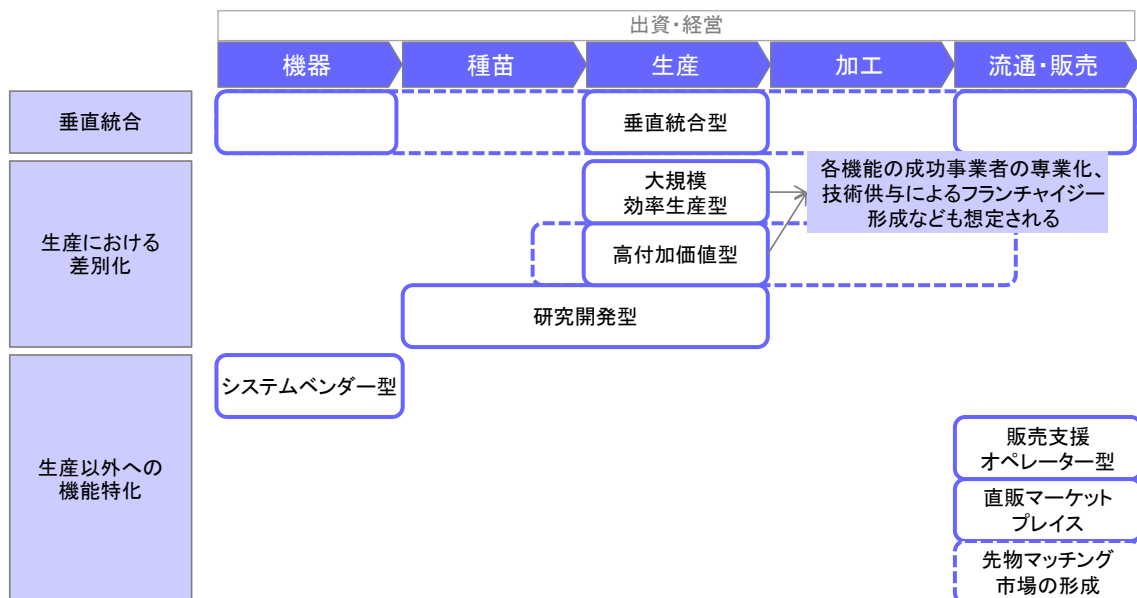


7.1.3. 多様な事業者の共存による産業全体の活性化

人工光型植物工場が産業として発展していくためには、現状の垂直統合型の事業者のみが多数存在するという業界構造よりむしろ、各事業者が自らの得意領域に特化し、生産・営業（販売）・経営などそれぞれの機能ごとに多様な事業者が共存する健全な競争環境が整備されるべきである。

業界団体は参加メンバーの拡充を図り、加盟事業者間の情報共有、マッチングの場の提供、ビジネスモデルの在り方の情報発信等を行うことで、事業機能の多様化を促し産業の活性化を目指すことが望まれる。

図 7.9 多様な事業者の共存による産業全体の活性化(事業)



事業機能や経営機能の多様化が進むと同時に、金融機関のみならず民間投資やファンド投資など資金調達形態の多様化が進むマーケットが形成されることも期待される。経営機能については、現状生産事業者の多くが自身で経営のすべてを担っているものの、経営支援として、経営コンサルタントの活用による事業計画の策定、財務戦略立案の支援、バリューチェーンのコーディネーター活用等が考えられる。また、工場管理・運営アドバイザーなどの専門事業者の知恵を取り入れ、生産工程におけるKPIの設定等を行うことも考えられる。

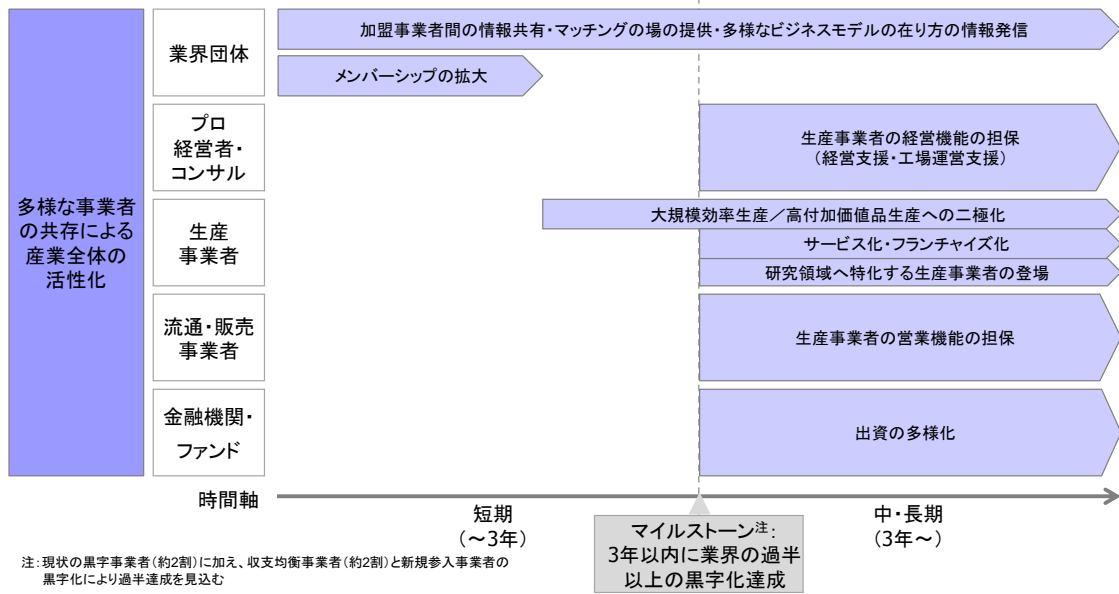
業界団体は出資形態や経営手法の情報を発信し、経営・財務機能の多様化を促す役割を担うことが重要になる。

図 7.10 多様な事業者の共存による産業全体の活性化(経営・財務)



なお、多様な事業者の共存による産業全体の活性化については、以下のような関係者の取組みが想定される。

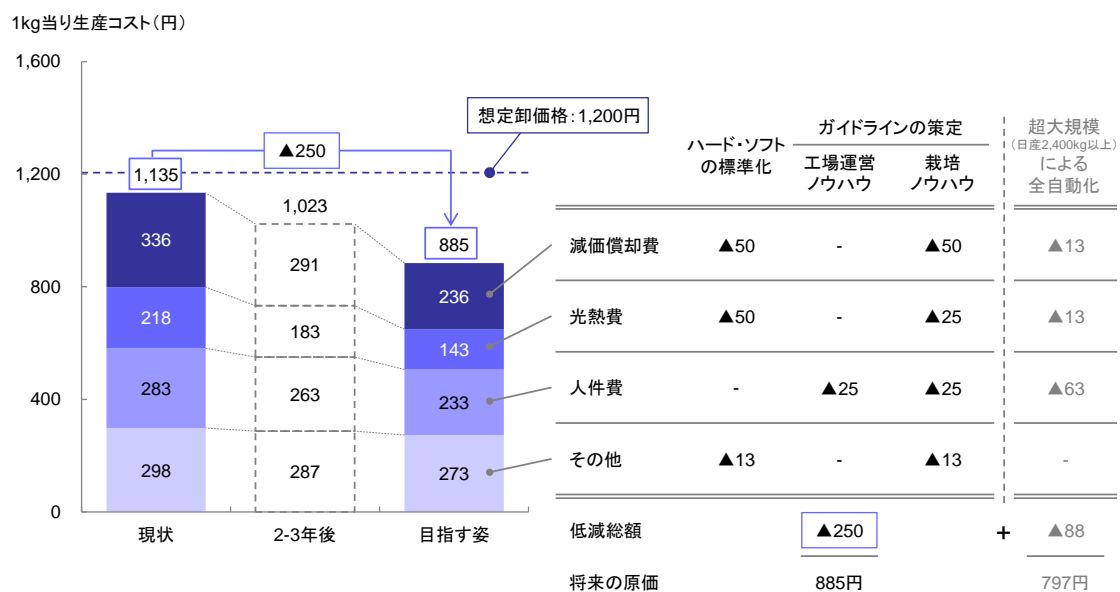
図 7.11 産業発展に向けたロードマップ(多様な事業者の共存による産業全体の活性化)



7.2. コストシミュレーションによる将来の見通し

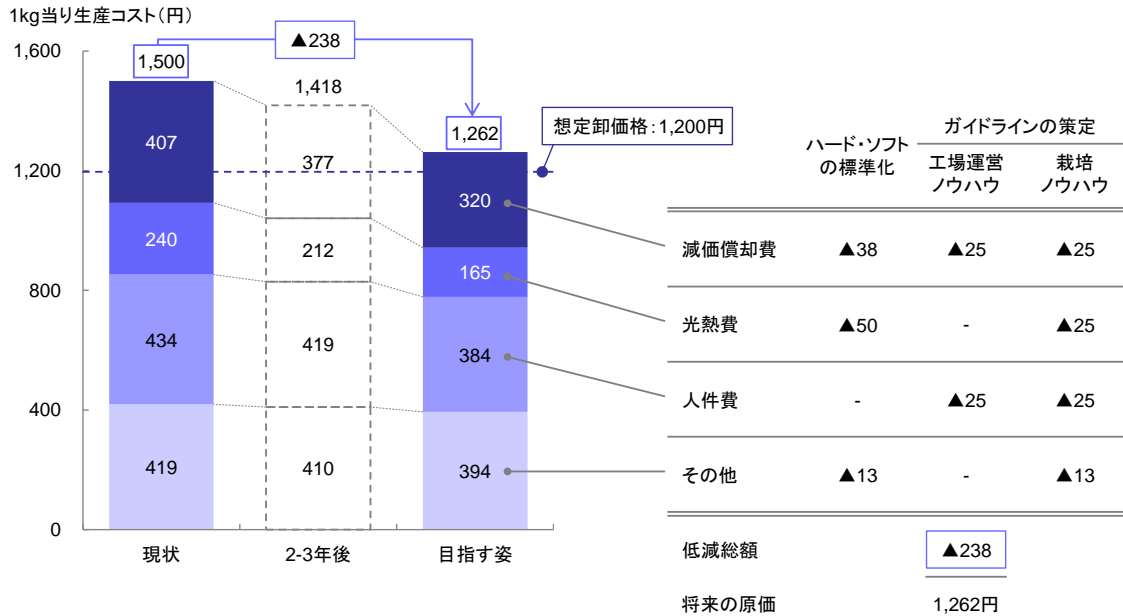
下図の通り、ハード・ソフトの標準化、ガイドラインの策定等の取組みにより相当程度の生産コストの低減が期待される。

図 7.12 人工光型植物工場のコストシミュレーション(大規模の場合)



出所: 生産事業者の提供データおよび有識者ヒアリングを基にフロンティア・マネジメント作成

図 7.13 人工光型植物工場のコストシミュレーション(小・中規模の場合)



出所：生産事業者の提供データおよび有識者ヒアリングを基にフロンティア・マネジメント作成

ハード・ソフトの標準化により、大規模工場における 1kg 当り生産コストは 113 円(減価償却費: 50 円、光熱費: 50 円、その他: 13 円)程度(図 7.12)、小・中規模工場における生産コストは 100 円(減価償却費: 38 円、光熱費: 50 円、その他: 13 円)程度(図 7.13)低減されると見込む。減価償却費については、機器の基礎的な生産コスト低減や、過剰な機器・機能が削がれることによる低減効果が想定される。光熱費については、蛍光灯から LED への変更による消費電力量の低減が想定される。その他については、照明器具や栽培棚等の機器・部材の数量が減少し、メンテナンスの容易性の向上によるコスト低減効果が期待できる。

工場運営ノウハウのガイドライン策定により、大規模工場における 1kg 当り生産コストは 25 円(人件費: 25 円)程度、小・中規模工場における生産コストは 50 円(減価償却費: 25 円、人件費: 25 円)程度低減されると見込む。人件費について、作業の定式化・効率化や、ガイドラインを活用した研修等の活発な開催による熟練工化による生産性の向上が想定される。小・中規模工場においては、栽培棚の適正配置等による施設の空間利用効率向上により、減価償却費の低減も併せて期待される。

栽培ノウハウのガイドライン策定により、大規模工場における 1kg 当り生産コストは 113 円(減価償却費: 50 円、光熱費: 25 円、人件費: 25 円、その他: 13 円)程度、小・中規模工場における生

産コストは 88 円(減価償却費:25 円、光熱費:25 円、人件費:25 円、その他:13 円)程度低減されると見込む。減価償却費については、成長速度の極大化・歩留り率の上昇等により生産性が向上し、単体量当たりの機器・機能関連の初期投資を低減できると期待する。光熱費については、照射法の改善、電力消費量の平準化、夜間電力の活用、ならびに空調の除加湿運転の見直し等によりコスト低減が可能と想定される。人件費については、適した栽培管理手法の導入による作業量軽減が期待できる。

また現在、人工光型植物工場は、多くの作業工程で手作業を要している。これは、自動化機器自体の開発が進んでいないという側面がある一方で、自動化機器を導入して利益を十分に享受できるだけの生産規模の工場がなく、実用化されていないという状況がある。現在国内で最大の人工光型植物工場で、日産 2 万株(1 株当り 80g と想定した場合日産 1,600kg)規模とされるが、作業工程のほぼ全てを自動化する投資を回収できる規模は、日産 3 万株(1 株当り 80g と想定した場合日産 1,600kg)以上と想定されている。この超大規模工場において全自動化を達成した場合、人件費の削減効果が大きく寄与し、1kg 当り生産コストは更に 88 円(減価償却費:13 円、光熱費:13 円、人件費:63 円)程度低減可能であると試算する。

1kg 当り 1,200 円という現状の想定卸価格を考慮すると、上記の生産コストの低減を達成することにより、大規模工場においては十分に利益を得られる水準に達する。一方で、小・中規模工場においては当該コスト低減策のみでは収支均衡に僅かに届かないと試算される。そのため、小・中規模工場は高機能化・高付加価値化等の、売価を引き上げるための差別化戦略が必須となるだろう。

7.3. 提言まとめ

図 7.14 人工光型植物工場の将来の絵姿

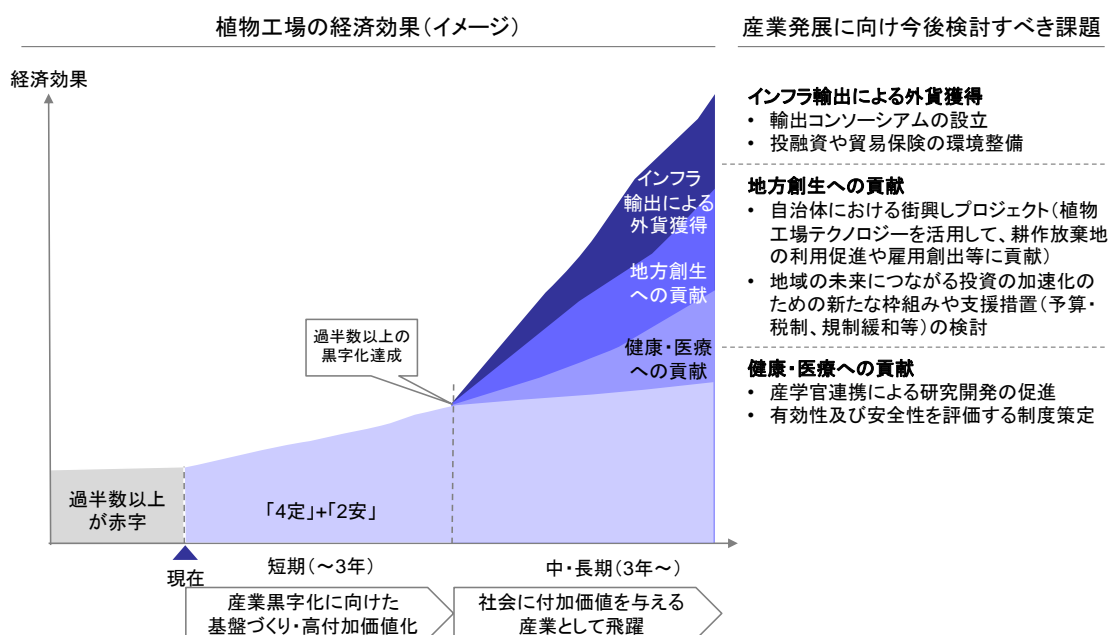


人工光型植物工場を運営する生産事業者および各ステークホルダーは、産業形成の基盤づくり、バリューチェーン全体における高付加価値化、および多様な事業者の共存による産業全体の活性化といった3つの取組みを行うことで、人工光型植物工場の産業黒字化を実現するための基盤を構築し、「4定」および「2安」という社会的・経済的意義を充足することが短期的には求められる。基盤構築により過半の人工光型植物工場を運営する生産事業者の黒字化が達成された後、機能性の高い野菜、薬用植物、および医薬品原材料等となる植物を生産するシステムとして機能することで健康・医療への貢献を果たすことや、地方の福祉雇用や空き地を活用した地方創生への貢献、および生産システムをインフラとして海外に輸出することで外貨獲得に貢献するといった、多様な観点で社会に貢献することが期待される。

すなわち人工光型植物工場は、高齢化に伴う健康意識の高まりや、過疎化の進展に対処するための地方活性化、日本経済の更なる成長に向けた外貨獲得といった社会的な課題および要望に対する処方箋の一つとなる。

ただし、本調査は人工光型植物工場の高コスト構造を中心とした課題および解決方向性の検討を主眼としており、「健康・医療への貢献」、「地方創生への貢献」、および「インフラ輸出による外貨獲得への貢献」といった社会的・経済的意義を実現するためには、本調査では踏み込むに至っていない政策や関係各社の取組進展等に対する、継続的な検討が必要になる。

図 7.15 人工光型植物工場の将来の方向性



健康・医療に貢献するためには、植物自身が有する豊富な代謝系を最大限活用するゲノム編集技術や人工光型植物工場を活用した高効率生産システム技術の開発が重要となる。その後、医薬品等として利用するためには臨床試験等による承認の取得や審査等が必要となる。

また、地方創生に貢献するためには、地域の強みを活かした新たな収益を生み出す事業に投資し、地域経済を牽引する成長エンジンを創出することが重要となる。経済産業省は、地域の中堅企業等による強みを活かした先進的な事業に必要な設備投資(地域未来投資)を減税措置で後押しするため、企業立地促進法の改正を検討している。

さらに、インフラ輸出により外貨を獲得するためには、国内企業各社によるビジネス推進協議会の設置、ビジネスモデルの構築や現地企業との連携が重要となる。一般社団法人産業競争力懇談会(COCN)では、2025年アジアを中心とする植物工場インフラ輸出で5,000億円規模を目

指す提言書をまとめており、2017 年度にプロジェクトを開始する予定である。

これら人工光型植物工場の産業発展に向け、政府や業界団体等が一丸となって、今後も継続的な事業推進や情報共有の場が設けられることを期待する。本報告書が、こうした人工光型植物工場の産業発展に向けた検討の呼び水となることを祈念して総括としたい。

参考資料

参考資料 1. 本調査におけるヒアリング対象一覧

参考資料 2. 研究会の設置・運営

参考資料 1. 本調査におけるヒアリング対象一覧

主な聞き取り事項	ヒアリング対象企業分類	ヒアリング対象企業数
<ul style="list-style-type: none"> 生産、販売、経営・財務における課題および解決策 社会的・経済的意義 コスト構造の実態(一部生産事業者) 	生産事業者	7
	研究機関・研究関連企業	5
<ul style="list-style-type: none"> 販売における課題および解決策 社会的・経済的意義 	加工事業者	2
	流通・販売(小売・外食・中食)事業者	3
<ul style="list-style-type: none"> 経営・財務における課題および解決策 社会的・経済的意義 	行政・政府系金融機関	4
	金融機関	2
	保険事業者	1

参考資料 2. 研究会の設置・運営

1. 研究会の設置

<研究会>

植物工場産業の新たな事業展開と社会的・経済的意義に関する研究会

<座長(敬称略)>

後藤 英司 千葉大学大学院 園芸学研究科 教授

<委員(敬称略)>

有井 雅幸 東京デリカフーズ株式会社 執行役員 経営企画室長

稲田 信二 株式会社スプレッド 代表取締役社長

川野辺 栄一 株式会社三菱東京 UFJ 銀行 コーポレート情報営業部 事業開発グループ
上席調査役

松岡 真宏 フロンティア・マネジメント株式会社 代表取締役

御供 講之 国分グループ本社株式会社 低温フレッシュ・フードサービス統括部
事業開発課長兼フレッシュ課長

<事務局>

フロンティア・マネジメント株式会社

2. 実施概要

研究会を全2回開催した。

2.1. 第一回研究会

① 日時

平成29年1月24日 10:00～12:00

② 場所

経済産業省別館共用第1会議室

③ 議事

A) 開会

研究会立上げの趣旨説明(経済産業省)

研究会委員のご紹介(事務局)・ご挨拶(研究会委員)

B) 事務局説明(調査内容のご報告)

C) 提言の取り纏めに向けた討議

D) 閉会

座長取りまとめ

事務連絡(事務局)

<配布資料>

資料1 議事次第

資料2 研究会委員名簿

資料3-1 事務局補足説明資料(1)

資料3-2 事務局補足説明資料(2)「人工光型植物工場が抱える課題の構造化」

2.2. 第二回研究会

① 日時

平成 29 年 2 月 22 日 10:00～12:00

② 場所

経済産業省別館共用第 1 会議室

③ 議事

A) 開会

第 1 回研究会の振り返り(経済産業省)

B) 事務局説明(調査内容のご報告)

C) 提言の取り纏めに向けた討議

D) 閉会

座長取りまとめ

事務連絡(事務局)

<配布資料>

資料 1 議事次第

資料 2 研究会委員名簿

資料 3 事務局補足説明資料