

5. 食料資源を取り巻く環境変化と新たな取り組みとしての代替食・植物工場

【要約】

- ◆ 食料資源を取り巻く環境変化を考察するにあたり、2050年の食料需給を見ると、需要の増加に加えて供給面での気候変動等のリスク要因もあり、中長期的な需給逼迫懸念には留意が必要である。日本においても調達リスクに直面する可能性は排除できない中、官民一体で一次産業の高度化や食品ロス削減等も進められつつある。消費者のサステナビリティ意識の向上や企業としてのSDGs達成に向けた取り組みの必要性も高まる中、本章では食料資源に係る課題解決手段として期待される「新たな素材や加工技術の開発・活用」として「代替食」、「新たな生産手法の確立・拡大」として「植物工場」について考察する。
- ◆ 代替食は食料資源の効率的な活用という観点で有効な打ち手となり、健康志向とサステナビリティへの意識の高まりを受け、日本企業にとってビジネスチャンスになる。国内では商品開発、マーケティング、販路拡充面での戦略が求められ、海外では代替食企業との連携が有効である。原料調達や安全性の訴求といった課題に留意しつつ、代替食分野への日本企業の取り組みが期待される。
- ◆ 次に、植物工場は気候変動の影響を受けない栽培方法であり、野菜の安定調達ニーズの高まり等を受けて市場が拡大傾向にある。植物工場事業者には、野菜の調達側である川下企業やコスト削減に資する異業種とのwin-winのビジネスモデル構築が求められる。また、栽培技術を高めつつ、海外展開に向けて、テクノロジー活用による味や栄養のローカライズや海外植物工場事業者と付加価値の訴求に向けた取り組みも期待される。
- ◆ 日本の食品業界は将来も高品質かつ多様な食料の安定供給という役割を果たすため、市場の拡大、技術力や効率的な資源の活用という面でビジネス機会が高まり、ポテンシャルを有する代替食や植物工場等、新たな分野への積極的な取り組みが望まれる。

1. 食料資源を取り巻く事業環境の変化を受けた日本企業の新たな事業機会

(1) 食料資源制約の可能性

持続可能な食料
生産への議論の
高まり

国連が定めたSDGs(持続可能な開発目標)達成に向けた機運が高まる中、食品業界においては、水や土地といった資源の制約、環境負荷の軽減を前提として、人々の食料需要を持続的に満たしていくための生産のあり方について、議論が高まりつつある。この背景の一つとして、FAO(国際連合食糧農業機関)による報告書“The future of food and agriculture”では、気候変動等のリスク要因が食料需給に負の影響を与える可能性について警鐘が鳴らされている。

世界人口の増加
や所得増加等を
背景に需要が拡大し、生産量の
増産が必要

上記報告書によると、2050年の食料需要は2012年対比で約50%増加すると推計されている。増産を必要とする要因として、世界人口の増加、所得増加に伴う新興国を中心とした食肉需要の増加、また食肉需要に伴う飼料を含めた穀物需要の増加等が挙げられており、つまり、生産量も約50%の増産が必要となる。

気候変動が供給面への大きなリスク要因に

供給面についてはいくつかのリスク要因が指摘されている。中でも、気候変動が大きなリスク要因になると予想される。IPCC¹の「1.5℃特別報告書」(2018年)による分析では、産業革命時の世界平均気温から1.5℃上昇した場合、小麦等の穀物の減収や、栄養成分の低下が起り、もしこれが2℃に達した場合には、更に負の影響が大きくなると予測されている。一方、気温上昇の見通しについて、IPCCはCO2排出量削減等温暖化対策に十分取り組んだ場合でも、2050年までに1.5℃上昇する可能性が高いとしている(【図表1】)。実際、気候変動により2030~2049年の作物収量が減少すると予測する研究数の割合が70%を超える等、中長期的には、食料供給へのマイナス影響増大が懸念される状況にある(【図表2】)。

水資源や土地の制約も食料供給へのリスク要因

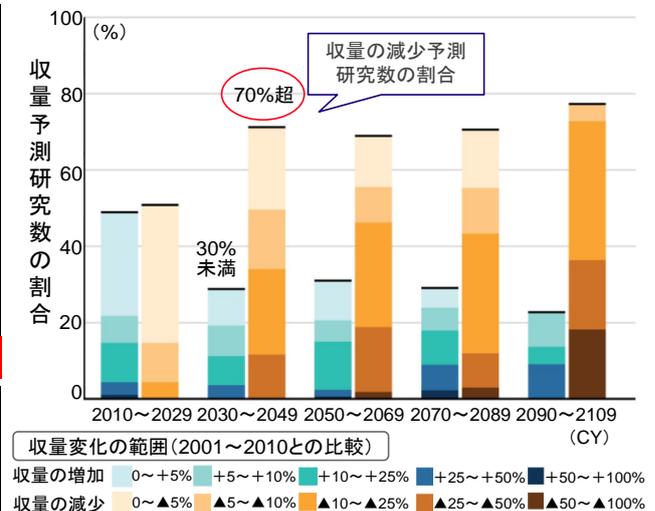
気候変動以外のリスク要因として、食料生産の基盤である水資源と土地の制約が挙げられる。OECDの推計によれば、2050年の世界の水需要は、2000年対比で約1.5倍に達する見込みである。こうした需要の拡大は、地域によって深刻な水不足を引き起こし、農業生産にとって脅威となり得る。次に土地については、耕作可能地の伸び悩みと土壌劣化が懸念されている。開発途上国の工業化や砂漠化の進行を要因とした耕作可能地の拡大鈍化や、長期的な化学肥料や農薬の投入と気候変動を背景に進行する土壌劣化による単収の伸び悩みが懸念され、食料需給へ負の影響を及ぼす可能性が指摘されている。以上の通り、食料供給に関連するリスク要因の顕在化が懸念される中、中長期的な視点で、食料生産の増大に資する取り組みの必要性が高まりつつあると言えよう。

【図表1】気候変動による気温と収量への影響

年	シナリオ① 温暖化対策に 十分取り組んだケース (基準年からの上昇気温)	シナリオ② 温暖化対策に 取り組まなかったケース (基準年からの上昇気温)
1850~1900 (基準年)	0.00℃	
1986~2005	+0.61℃	
2006~2015	+0.97℃	+0.98℃
2016~2025	+1.16℃	+1.27℃
2026~2035	+1.35℃	+1.55℃
2036~2045	+1.49℃	+1.90℃
2046~2055	+1.55℃	+2.31℃
生産物	1.5℃温暖化	2.0℃温暖化
イネ トウモロコシ 小麦	減収、栄養成分低下	減収・栄養成分低下 の程度がより大きい

(出所) IPCC「第5次評価報告書」、
「1.5℃特別報告書」より、
みずほ銀行産業調査部作成

【図表2】気候変動による作物収量の変化



(出所) IPCC「第5次評価報告書」より

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change (気候変動に関する政府間パネル)の略称で国際的な専門家による地球温暖化についての科学的な研究の収集、整理のための政府間機構。

(2) 事業環境の変化を受けた日本企業の対応と新たな事業機会

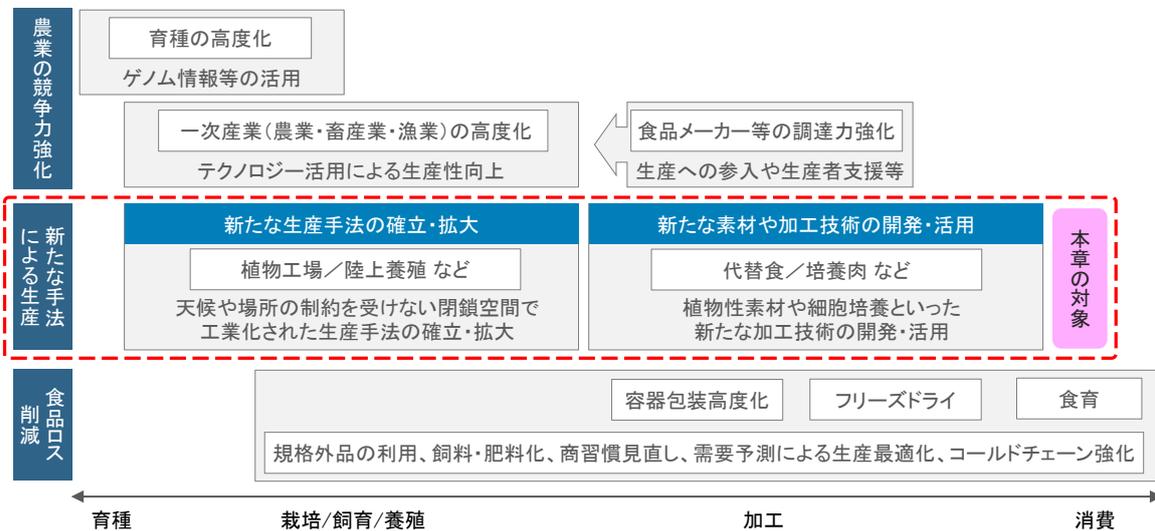
日本が調達リスクに直面する可能性は今後、一段と高まる可能性

国内では、人口減少に伴い食料需要の頭打ちが想定されるものの、担い手不足や担い手の高齢化に伴う供給制約は需要の減少以上に深刻と言える。また、食料需給の逼迫・調達リスクは既に国内において顕在化した事例が存在する。例えば、1993年の冷夏の影響で農作物の生産に影響が生じ、緊急の輸入が進められた。2006年から2008年にかけては穀物等の国際価格の急騰を受けて、食料物価の大幅な上昇に見舞われた。2019年に入ると、豚コレラの発生により中国が欧米産豚肉の調達を急増させ、日本においても調達価格の上昇という影響を受けている。新興国の食料調達拡大や気候変動による不作等に伴い、日本が調達リスクに直面する可能性は今後、一段と高まる可能性がある。日本のみならず、グローバルにおいて食料の安定調達や国内生産増強の必要性は高まっていくと考えられよう。

「育種の高度化」、「一次産業の高度化」や「食品ロス削減」といった取り組みが進展しつつある

このようなリスクを踏まえ、現在、日本では食料の自給率向上を目的に、官民一体で農業の競争力強化に向けた取り組みが進められている。具体的には、ゲノム情報等の活用による新たな育種技術の開発・高度化を通じた「育種の高度化」や、ICTや各種センサーによる計測、データやAI、精密制御可能な各種デバイス導入等のテクノロジー活用を通じた「一次産業の高度化」に向けた動きが進展しつつある(【図表3】)。同時に農産品や食品の有効活用の観点から、規格外品の利用や商習慣の見直し、消費者向けの食育強化等といった「食品ロス削減」に向けた取り組みについても、サプライチェーン全体で開始されつつある。

【図表3】 食料資源を取り巻く事業環境の変化を踏まえた対応



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

日本企業は長年調達力強化に向けた取り組みに注力してきた

日本の食品メーカー等においては、長年、調達力強化に向けて、自社または食品卸や商社等と原材料の安定調達網を築くとともに、生産への参入や生産者支援に取り組んできた。将来の原材料調達網の維持、強化に向けて、食品メーカー等は他社と共同での生産者支援や調達も進めていくと考えられる。

日本企業は調達面でリスクが高まり、先行きを見据えた打ち手が必要に

しかしながら、前述の通り、中長期的な食料供給リスクの顕在化に対する懸念が広がり、今後、食料需給の逼迫に係る議論が高まっていく可能性が高い。日本の食料自給率(カロリーベース)は過去最低の37%へ落ち込み、海外からの輸入に依存する日本企業は、調達面でのリスクが高まる可能性が潜在的に高いと言える。更に、食品ロスや脱プラスチックに関する情報や企業の取り組みが浸透することで、消費者の食品購買におけるサステナビリティ意識の向上が見込まれる。同時に、企業としてSDGs達成に向けた取り組みの必要性も高まりつつある中、先行きを見据えた打ち手が必要となつてこよう。

「新たな素材や加工技術の開発・活用」、「新たな生産手法の確立・拡大」に向けた取り組みが重要性を増していく

食料自給という点で相対的に劣後している日本において、弱みを強みに変えていくためのイノベーションとして「新たな素材や加工技術の開発・活用」と「新たな生産手法の確立・拡大」に向けた取り組みが、農業の競争力強化とともに、重要性を増していくと考える(再掲【図表3】)。これらは気候変動や異常気象の影響、食料生産の基盤である水資源や耕作可能地の制約を受ける従来型の一次産業に対して、工場等の閉鎖空間における工業化された加工や栽培方法であり、持続性の高い新たな取り組みとして有効と思われる。

代替食、植物工場について考察

「新たな素材や加工技術の開発・活用」、「新たな生産手法の確立・拡大」のいずれにおいても様々な取り組みが図られている。次節以降で、それぞれ代表的な取り組みとして、日本の市場においては黎明期の段階だが、健康志向等の高まりを受けて市場拡大のポテンシャルが大きい「代替食」、安定調達ニーズを捉え市場拡大のステージにあり、かつ豊富な工場運営経験やノウハウを有する「植物工場」を採り上げ、ビジネスモデルや戦略について考察する。両者とも、食料資源への対応に資するという点に加え、近年における消費者ニーズの変化を捉えることができるという点からグローバルでポテンシャルが大きく、生産性向上の面からも注目度が高い。日本企業にとっては、環境変化を受けたリスクへの対応とビジネスチャンスの獲得の両立に繋がる分野と言えよう。

2. 代替食

(1) 代替食への関心の高まりと市場のポテンシャル

代替食とは従来と異なる素材で代替して作られた食品をいう

代替食とは、環境への配慮や健康志向の高まりといった観点から、従来とは異なる素材で代替して作られた食品のことをいう。代替食には、穀物や野菜といった植物性(欧米ではプラントベース/Plant Basedと呼ばれる)の素材を使った「肉代替品」や「乳代替品」に加えて、従来の畜産に代替して牛から採取した細胞を培養して作られる「培養肉」等が含まれ、近年欧米を中心に商品開発が活発化している。

代替食は食料需給対応の解決策となる

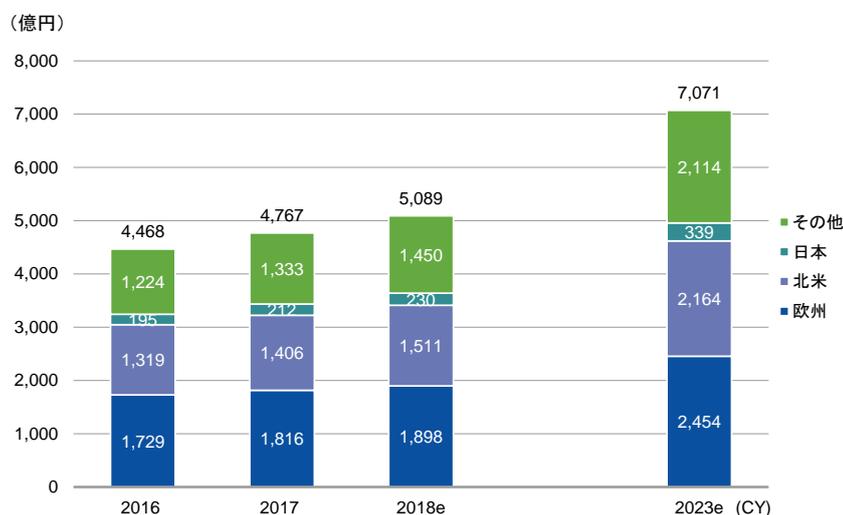
代替食への関心が高まる第一の理由は、製造段階での資源使用量や環境負荷が小さく、食料資源への対応、持続可能な生産という観点で有効な打ち手の一つとなるためである。畜産物を1kg生産するためには、その何倍もの飼料穀物を使用する必要がある。例えば農林水産省の試算では、とうもろこし換算で、牛肉1kgを生産するにあたり11kg、豚肉で7kg、鶏肉で4kgが必要である。新興国における人口増加と食肉需要の拡大を背景として、畜産用の飼料穀物の需要量はますます拡大する見込みであり、食料需給を逼迫させないためには、穀物利用量をいかに抑えられるかが重要となる。また、畜産は生産段

階において、家畜から温室効果ガスが排出され、かつ多くの水や土地を利用するという環境負荷も生じる。他方、肉や乳製品を植物性素材で代替する代替食、細胞から培養して作られる培養肉は、環境負荷低減の効果が大きい。ミシガン大学の試算によると、2019年5月にナスダックに上場した代替食メーカーBeyond Meatのえんどう豆由来の代替肉製造に係る資源使用量は、一般的な畜産に対して、CO2排出量を90%、水資源を99%、土地利用を93%、エネルギー使用量を46%削減できるという。また、培養肉についても、研究所で細胞から培養するという新たな技術を使うことで、畜産と比較して水や土地の使用量が少なく済むと指摘されている。このように、増大する食需要を賅いつつ、サステナブルな食料生産を行うために、代替食や培養肉がソリューションの一つとして期待されている。

健康志向の高まりを受け、代替食市場は欧米中心に拡大

代替食への関心が高まる第二の理由は、健康志向の高まりである。従来ベジタリアン層が相応に存在した欧米では、彼らのニーズに応えるために、スーパーにベジタリアンコーナーが設けられ、様々な植物性素材を活用した商品の開発が行われてきた経緯があり、代替食へのエントリー層としてベジタリアンが重要な役割を果たしてきた。近年は、ベジタリアンに加えて、自身の健康の観点から代替食の消費に積極的なフレキシタリアン層²を新たなターゲットとすることで、代替食市場は拡大傾向にある。例えば、調査会社Markets and Marketsの試算によると、世界全体で代替肉市場は2017年から2023年までに1.4倍に拡大し、7,000億円に達する見込みである(【図表4】)。世界の加工肉市場はEuromonitorによると2023年に20兆円超となる見通しであり、全体に占める割合は小さいものの、高い成長性には期待が集まっている。

【図表4】代替肉の市場規模の推移



(出所) Markets and Markets, Meat Substitutes Market – Global Forecast to 2023 より、みずほ銀行産業調査部作成

大手も参入して競争が激化

大量生産技術の確立や環境負荷低減への貢献には時間を要し、本格的な代替食市場の拡大については長期的な目線が必要である。しかし、一定の需要や生産技術の確立により、ベンチャーだけでなく大手企業の参入が見られるようになってきたことは、近年の特筆すべき動向と言えよう(【図表5】)。例えば

² ベジタリアンではないが、健康に配慮してベジタリアン風の食事を週に一度摂取するといった形で菜食を実践する層のことで、欧米ではミレニアル世代を中心に拡大している。

ダノン は 2017 年にプラントベースミルク企業の WhiteWave Foods を買収して以降、コア事業を“Essential Dairy and Plant Based Products”と位置づけ、欧米中心にプラントベース食品事業を展開している。また、ネスレやユニリーバも、2017 年と 2018 年にそれぞれ代替肉ブランドを買収し、自ら市場に参入した。こうした企業の狙いは、消費者の多様化するニーズを捉えるために、商品ポートフォリオを拡充することにあると考えられる。代替食のムーブメントは小売サイドでも既に起こっており、欧米の大手食品スーパーではプラントベース食品専用コーナーが設置されて広く販売されていることに加え、小売企業によっては独自のプライベートブランドを設立してプラントベース食品を製造・販売するケースもある。欧米の代替食市場は、ニッチ市場から多くの企業が入り混じった競争市場へと成長しつつあると言えるであろう。

【図表 5】代替食関連の買収・出資事例

時期	ターゲット企業			買い手/出資企業	形態	金額
	企業名	国	コアビジネス			
2018/12	The Vegetarian Butcher	オランダ	植物性食品(肉代替)	Unilever	買収	非公表
2018/4	Ojah BV	オランダ	植物性食品(肉代替)	Kerry Group	買収	USD\$24.6Mn
2018/2	Terrafertil	エクアドル	植物性、オーガニック食品	Nestlé	出資	非公表
2018/1	BC Bio	フランス	オーガニック食品	大塚製薬/ Nutrition & Santé	買収	非公表
2017/12	Pacific Foods	アメリカ	植物性、オーガニック食品	Campbell Soup	買収	USD\$700Mn
2017/9	Sweet Earth Natural Foods	アメリカ	植物性食品(肉代替)	Nestlé	買収	非公表
2017/8	Impossible Foods	アメリカ	植物性食品(肉代替)	Bill Gates, Khosla Ventures, Horizon Ventures 等	出資	USD\$75Mn
2017/8	Memphis Meat	アメリカ	植物性食品(肉代替)	DJF, Bill Gates, Richard Branson, Cargill 等	出資	USD\$17Mn (Series A)
2017/7	Daiya Foods	カナダ	植物性食品(乳代替)	大塚製薬	買収	CAD\$405Mn
2017/4	WhiteWave Foods	アメリカ	植物性食品(乳代替)	Danone	買収	USD\$12.5Bn
2017/3	Lightlife Foods	アメリカ	植物性食品(肉代替)	Maple Leaf Foods	買収	USD\$140Mn
2016/12	Oatly	スウェーデン	植物性飲料(乳代替)	Verinvest & China Resources	出資	非公表
2016/10	Beyond Meat	アメリカ	植物性食品(肉代替)	Tyson Foods, Leonardo Wilhelm DiCaprio, 三井物産 等	出資	非公表
2015/9	Quorn Foods	イギリス	肉代替	Monde Nissin	買収	GBP550Mn
2014/11	Gardein Protein International	カナダ	植物性食品(肉代替)	Pinnacle Foods	買収	CAD\$175Mn
2014/2	Just	アメリカ	植物性食品	Li Ka-Shing, Jerry Yang, 三井物産 等	出資	USD\$23Mn (Series B)

(出所) 公開情報等より、みずほ銀行産業調査部作成

日本は欧米とは代替食の発展経路が異なる

一方、日本国内での需要は未だ小さい。ベジタリアンを一つの起点として成長してきた欧米の代替食市場に対して、日本での発展経路が異なるためと考えられる。日本では、大豆等の植物性たんぱく質を消費する食文化が従前から根付いており、動物性たんぱく質中心の欧米諸国と比較して、植物性たんぱく質への代替というムーブメントがそれほど起こってこなかった経緯がある。

日本では健康志向とサステナビリティへの意識の高まりが代替食市場の拡大要因になる

しかしながら、日本においても、近年の健康志向の高まりによって、今後代替食需要が拡大する可能性があると考えられる。欧米では、ナチュラル・オーガニックなものが健康とされることが多いのに対して、日本では食品の栄養面や機能性が重視される傾向にある。詳細は後述するが、日本企業は大豆等の加工技術や機能性訴求の強みを発揮することで、健康志向の高まりを受けた市場拡大の後押しが可能である。また、健康志向に加え、食品ロスや脱プラスチック

チックに対する取り組み強化を受け、将来的に消費者のサステナビリティへの意識が日本でも高まることで、食品の購買にも影響を与える可能性がある。こうした消費者ニーズの変化によって、日本の代替食市場の発展が期待される。

(2) 代替食市場におけるビジネスチャンスを取り込むための打ち手と課題

チャンスを取り込むための打ち手

日本企業には、国内外でポテンシャルのある代替食市場におけるビジネスチャンスを取り込むために、市場ステージの違いを踏まえた打ち手が必要となる。欧米では、ベンチャーや大手企業が代替食ブランドを持ち、商品を製造・販売していることに加え、小売企業もプライベートブランド商品を開発・販売して市場に参入している。更に、それを支える受託製造企業の存在もあり、競争環境が構築されている。一方、日本では、肉代替や乳代替の商品開発に携わる事業者は未だ少数で、大豆肉ブランド「ゼロミート」を生産する大塚食品や、大豆たんぱく質素材を提供する不二製油等、限られた企業による市場という位置づけである。実際、【図表 4】で示したように、日本の足下の代替肉市場規模は 200 億円程度と、欧米に対して乖離があるのが現状である。

日本国内における打ち手

未だアーリーステージにある国内においては、食品企業自らが市場を創っていく動きが必要になる。具体的には、国内では、①「商品開発」と②「マーケティング」、及び③「販路開拓」において、効果的な取り組みが求められよう。

①商品開発面で日本企業の強みである食品加工技術の活用

第一に、商品開発については、味・食感と、健康機能の両面での研究が必要であり、これに対して日本企業の強みである食品加工技術を活かすことで、よりおいしく、消費者に受け入れられやすい商品の開発が実現できる可能性がある。例えば、不二製油は 50 年以上大豆たんぱくを取り扱ってきた実績を活かし、多様な大豆肉素材を取り扱っているほか、味の素の取り扱う食品加工用酵素等の素材を、植物性食品の加工に活用できる可能性があると考えられる。

商品開発においては原料調達課題となり得る

代替食の商品開発にあたっては、原料調達が課題となることが想定される。代替食の原料として使われているのは、大豆、えんどう豆、ナッツ、アーモンド、ココナッツ、小麦、米、ひよこ豆等、多くの種類があり、複数を組み合わせる商品が製造されることが多い。代替食市場が拡大していくにつれて、こうした原料の調達網確保の状況が競争力を左右する可能性がある。

自給率の高い原料や新たな素材の活用が有効

日本企業の対応として、国内自給率が比較的高い原料をうまく活用し、日本ならではの代替食製造を行っていくといった強みを活かす取り組みが期待される。例えば、亀田製菓傘下で玄米製品を取り扱うマイセンは、玄米と大豆を組み合わせたベジタリアンミートを製造・販売している。また、欧米では大豆離れ(ソイフリー)の流れも進展しつつあるため、大豆以外の素材を使った代替食開発にもポテンシャルがあると想定される。

培養肉も将来的にソリューションになり得る

更に、穀物等の原料調達に依存しないモデルとして、培養肉の研究が将来的に進むことが期待される。培養肉は研究所で牛や豚の細胞を培養してミンチ肉やステーキ肉を作り出すもので、究極的には穀物等の原料調達に依存しないビジネスモデルを実現できる。グローバルで見ても未だ研究段階にあり、商用化には至っていない技術であるが、日清食品ホールディングスやインテグリカルチャー等、既に培養肉研究を開始している国内事業者も存在する。今後食料需給へのソリューションとして実用化が期待される分野である。

②マーケティング面では「健康」を切り口とした認知向上が打ち手となる

食の安全性の訴求も必要

各種制度を活用した情報発信が求められる

③販路開拓面で、日本企業は海外先行企業のように多様な販路開拓が求められる

中食や介護食分野でも展開可能性あり

海外では日本企業の強みを活かした代替食企業との連携スキームの構築が求められる

第二に、日本では、高齢化の進展や消費者の健康志向の高まりを捉え、機能性に着目したマーケティングが有効と考えられる。既に、大豆たんぱく質の機能性に着目し、機能性表示食品やトクホ商品が開発された実績がある。コレステロールを抑える等、機能性を表示して消費者にマーケティングしていくことでより認知度を高め、リピート層を増やしていくことが可能になる。

加えて、消費者への浸透のためには、安全性の訴求も必要となるであろう。代替食や培養肉は、新しい食のカテゴリであり、消費者が安心して食べられることをメーカー側が発信していくことが求められる。

例えば Impossible Foods は、植物素材で肉のうまみを再現するために、大豆等から抽出された化合物ヘムを使用している。当社は米食品医薬品局の基準をクリアすることで、世間にその安全性について発信している。日本企業が自ら代替食や培養肉を開発していく際にも、認証制度や、機能性表示といった健康食品制度を活用し、消費者の認知向上を図っていく必要がある。

第三に、代替食の多様な販路開拓が求められる。Beyond Meat や Impossible Foods はバーガーチェーンと連携し、外食シーンで植物肉バーガーを販売している。また、オートミルク最大手の Oatly は、スターバックス等コーヒーチェーンへの売り込みによって新市場を開拓し、販路を拡大させてきた。日本企業も、多様な販売ルートを用いて、消費者の受容性を高めていく施策が必要となるであろう。

日本においては、欧米のような外食チェーンでの展開のみならず、中食や介護食分野等、日本の人口動態や社会構造に合わせた展開方法も検討し得るであろう。おいしさと栄養面の両方を訴求した植物性食品の需要が、様々な食事シーンや場所で高まることが期待される。

最後に、日本企業が海外のマーケットへ進出していく場合には、海外企業との柔軟な連携戦略を取っていくことが有効と考えられる。マーケティングを自社で担い商品の製造は現地企業と連携する、研究開発面で協働する等の方法が考えられ、日本企業は自身の強みを活かして、バリューチェーンの一部を担っていくことが有効な選択肢になり得る。例えば、研究開発面での強みを活かした連携事例として、不二製油が 2019 年 5 月に発表した、チーズ代替品の製造に係るコンソーシアム設立が挙げられる。これは、蘭食品研究企業 NIZO、蘭 HAS 応用科学大学、蘭乳業メーカー Royal Bel Leerdammer、植物性食品メーカー Daiya Foods、不二製油の 5 社が、より高品質な植物性たんぱく質ベースのチーズ代替品を製造することを目的としたもので、各社は植物性食品に係る専門家としての知見や設備を提供し合い、革新的な商品開発を進めるとしている。この事例のように、日本企業には、自社の強みを活かして、海外事業者との連携スキームを柔軟に構築していくことが求められるであろう。

3. 完全人工光型植物工場

(1) 植物工場事業への関心の高まりとポテンシャル

植物工場は野菜の周年・計画生産が可能な施設であり、「新たな生産手法」として期待される

完全人工光型植物工場(以下、植物工場)は、施設内で作物の生育環境(光・温度・湿度・CO₂・養分等)を完全に制御するとともに、生育予測を行う施設園芸で、野菜等の周年・計画生産が可能な栽培施設である。従来の生産と異なり、栽培の場所や天候、土壌の性質に左右されない「新たな生産手法」による栽培方法であり、食料資源への対応や持続可能な生産という観点でも有効な打ち手と考えられる。太陽光を利用した太陽光型植物工場も存在するが、人工光を使用し環境を完全に制御できる点において、打ち手としてのポテンシャルが大きく異なっている。

植物工場は生産性向上、CO₂削減、水資源の有効活用、土地の効率的な活用等、様々な資源制約に係る課題の解決手段に

資源制約に係る課題解決という観点から見た植物工場の主な特徴は以下の四点が挙げられる。一点目は、植物の生育に適した環境に制御可能で、縦方向に栽培設備を積み上げる多段式が採用可能なため、単位面積当たりの収量が高まり、生産性が向上する点である。二点目は、グローバルで都市化が進む中、都市近郊での栽培が可能となり、輸送に伴い排出されるCO₂の削減等、フードマイレージ³の問題を解決する手段になり得る点である。三点目は、水のリサイクル技術を高めることで、水の使用量を露地栽培の9割以上削減可能な点である。四点目は、閉鎖空間での栽培で、気候変動に伴う収穫の影響を受けない結果、栽培の場所を選ばず、新たな農地開拓も必要が無いため、環境負荷の軽減が期待される点にある。

国内のみではなくグローバルで、植物工場は市場拡大のポテンシャルを有している

国内に限らず、海外においても、異常気象が増加傾向にあることに加え、食料需要の拡大、経済発展に伴う食の欧米化の進展や健康志向の高まりにより、先進国・新興国双方で、無農薬栽培による安全で新鮮な野菜の供給システムとして植物工場が注目されつつある。現在、米国においては9割以上のレタスを西海岸のカリフォルニア州やアリゾナ州で栽培し、大消費地である東海岸に輸送する中、フードマイレージの問題を契機とした地産地消ニーズを捉え、現地スタートアップ企業中心に植物工場事業者が工場の展開を進めている。加えて、食の安心・安全ニーズの高まりや都市拡大に伴い農地の遠隔地化が進み、物流コストが問題視される中国、気候や水不足により食料の輸入に依存する中東等、植物工場市場拡大のポテンシャルを有している地域は多いと考えられる。

(2) 国内における植物工場ビジネスの課題と事業環境変化

採算で苦しむ植物工場事業者が多い

これまで多くの事業者が国内において植物工場事業に参入してきたものの、過去に市場をけん引してきたベンチャー企業の倒産や、大手企業も採算を確保できず撤退する等、苦戦を強いられているケースが多い。植物工場事業者の収支状況に係る調査結果では、黒字を確保しているプレイヤーは2割にとどまっている(【図表6】)。

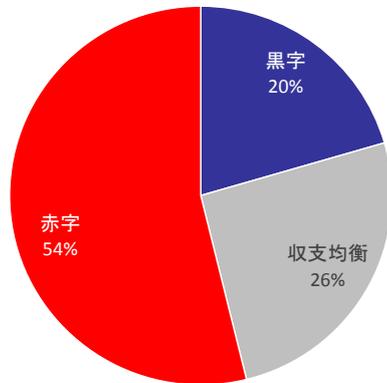
背景として、コスト面、販売面、生産技術面で課題を抱える

採算性が厳しい背景には、建物や設備投資に伴う初期投資の大きさに加え、エネルギーコストを始めとするランニングコスト高を背景とする高コスト体質、販路確保の難しさや歩留率の低さ、生産可能品種がレタス等の葉物野菜中心に限定される点にあると言える(【図表7】)。また、生産コスト高を背景に、植物

³ 食材が産地から消費地へ運ばれるまでの、輸送に要する燃料やCO₂排出量をその距離と重量で数値化した指標。

工場野菜の販売価格が露地野菜に比して高価格となることから、販売面で伸び悩み、採算確保が難しいビジネスと言われてきた。

【図表 6】植物工場の収支状況(2017年調査)



(出所) 日本施設園芸協会「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 7】植物工場の課題

コスト面	・建物や設備投資に伴い初期コスト大 ・ランニングコスト大(エネルギーコスト、人件費等)
販売面	・不十分な自社販路や取引先開拓 ・工場野菜への消費者の認知の低さ
生産技術面	・品質・生産の安定化(歩留率) ・生産可能品種の拡大

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

足下で大規模に展開し、黒字を確保する植物工場事業者が出現

全体的に見て、苦戦するプレイヤーが多いものの、足下で大規模に展開し黒字を確保する植物工場事業者が出現しつつある。現在の植物工場ビジネスにおけるトレンドとして、「①大規模化」、「②業務用ニーズの獲得」、「③テクノロジーの活用」が挙げられる。

①「大規模化」について、足下でスケールメリットの享受を目的に、大型な植物工場が拡大傾向

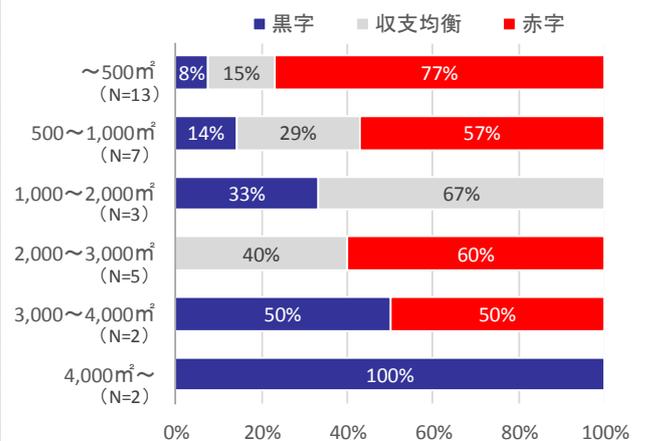
現在の植物工場の生産能力ランキングを見ると、2017年以降稼動したものが上位を占め、今後も日産で3万株以上の大規模な工場が計画されている(【図表 8】)。植物工場はコスト構造上、水道光熱費、減価償却費、人件費、その他がそれぞれ約4分の1を占めるが、減価償却費や人件費は、工場の大規模化を進めることでスケールメリットが効き、黒字化や収支均衡を達成しやすくなる特徴を有する(【図表 9】)。但し、生産量を拡大すれば、それに見合った売り先の確保が必要になるという点で、販売力がより重要となつてこよう。

【図表 8】植物工場の生産能力ランキング(株数ベース)

順位	事業主	日産(株)	稼動時期
1	彩菜生活(東京電力エナジーパートナー他)	(注)40,000	2020年予
2	MGCファーマックス(三菱ガス化学)	32,000	2019年予
3	スプレッド	30,000	2018年
4	プライムデリカ	(注)30,000	2019年
5	Jリーフ(JX ANCH他)	30,000	2020年予
6	ベジノーバ(東芝プラントシステム)	(注)30,000	2020年予
7	福井和郷	27,000	2018年
8	スプレッド	21,000	2007年
9	パイテックベジタブルファクトリー	17,000	2017年
10	パイテックベジタブルファクトリー	17,000	2018年
11	セイノーホールディングス	16,000	2019年予
12	晃商	15,000	2017年
13	パイテックベジタブルファクトリー	15,000	2017年
14	イノベタス	12,420	2015年
15	平和ハウジング	12,000	2018年

(注) 重量ベースでの開示は1株を100g換算し順位付け
(出所) 各社ホームページより、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 9】面積別の収支状況(2017年調査)



(出所) 日本施設園芸協会「大規模施設園芸・植物工場実態調査・事例調査」より、みずほ銀行産業調査部作成

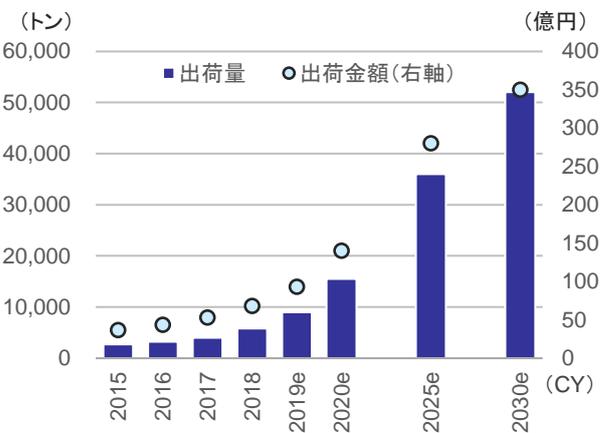
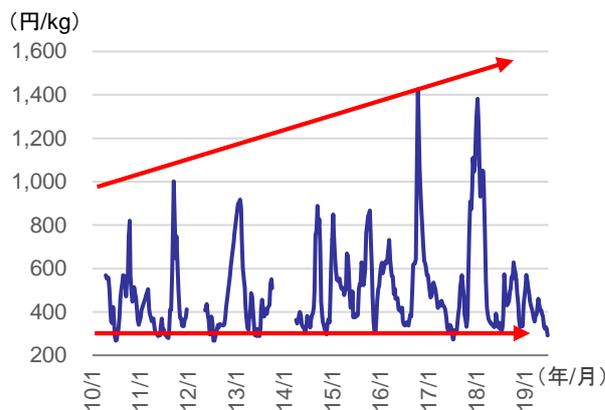
②「業務用ニーズの獲得」は、川下サイドの植物工場野菜に対する安定調達ニーズが高まり進展

国内においては、近年の天候不順や異常気象による野菜価格のボラティリティ上昇を受けて、川下サイドの定時・定量・定質・定価での安定調達ニーズが高まりつつある(【図表 10】)。加えて、植物工場野菜は衛生面で優れた閉鎖環境での水耕栽培によって、無農薬栽培が可能となるとともに菌数が抑制され、保存性が向上している。そのような付加価値の訴求を通じて、販売先は従来のスーパーを中心とする小売用に加え、中食・外食等の業務用へ広がりつつある。2018年にファミリーマートが植物工場からの調達拡大を公表し、今後全国へ展開していく方針である。また、プリマム系列のプライムデリカがセブン-イレブン・ジャパン専用の植物工場を稼働させる等、大きな需要先であるコンビニエンスストア業界が、サラダやサンドウィッチ向けに取り扱いを決断した。

植物工場野菜は主力のレタスでもシェア 1%程度に過ぎず、市場拡大のポテンシャルを有している

既に述べたように植物工場の主力生産品であるレタスについて見ると、国内全体の需要は、サラダの喫食機会の高まり等を背景に拡大し、足下で約 55 万トンとなっている。植物工場からの出荷量は大型の工場建設が続くものの、現在は 1 万トン未満と市場シェアは 1%程度に過ぎない(【図表 11】)。天候不順等によるレタスの需給逼迫を受けた価格の高騰も見られ、特にメニューやレシピに組み込まれるため、欠品が許容されにくい業務用において市場拡大のポテンシャルが高いと考えられる。将来的に、大規模化の進展によるコスト競争力強化を受け、2030 年頃に 5 万トンを超え、レタス需要の 10%を代替すると予想されている。

【図表 10】日本のレタス価格の推移(小売価格) 【図表 11】植物工場レタスの出荷量・金額の推移と見通し



(注) データ制約上、一部不連続となっている。

(出所) 富士経済「農林水産ビジネスの最前線と将来展望

(出所) 農林水産省資料より、みずほ銀行産業調査部作成

2019」等より、みずほ銀行産業調査部作成

食品メーカーも植物工場に関心を高めている状況

また、食品メーカーにおいても、キューピーが植物工場事業に参入している。加えて、2019年にハウス食品グループは、植物工場事業者のファームシップとの業務提携やグループのファンドからの出資を通じて、ハーブを始めとする農作物の安定生産、新たな市場創出に向けた研究開発を目指す等、植物工場への関心を高めている。

③テクノロジーの活用について、各種データの分析や、機械化・自動化を進め、生産性を向上

そして、テクノロジーの進歩とその活用が挙げられる。足下の植物工場では、栽培棚に LED 照明や各種バロメーターのセンサー等、様々なデバイスからデータを収集の上、栽培環境と収穫量を分析し、生産性向上に取り組んでいる。加えて、植物工場の大規模化と歩調を合わせ、一部のプレイヤーで工場の機械化・自動化を進めつつある。例えば、植物工場事業者であるスプレッドは、2018 年秋に稼働させた新工場で、栽培工程について苗の育成から収穫まで

のフェーズを自動化し、人件費の抑制を通じて、価格競争力の向上を目指している。

(3) 植物工場ビジネスの普及に向けた異業種連携のあり方

植物工場のビジネスの普及に向けて、異業種との協業が求められる

ビジネスモデルとして、川下側の調達力強化を目的とした植物工場野菜の共同調達

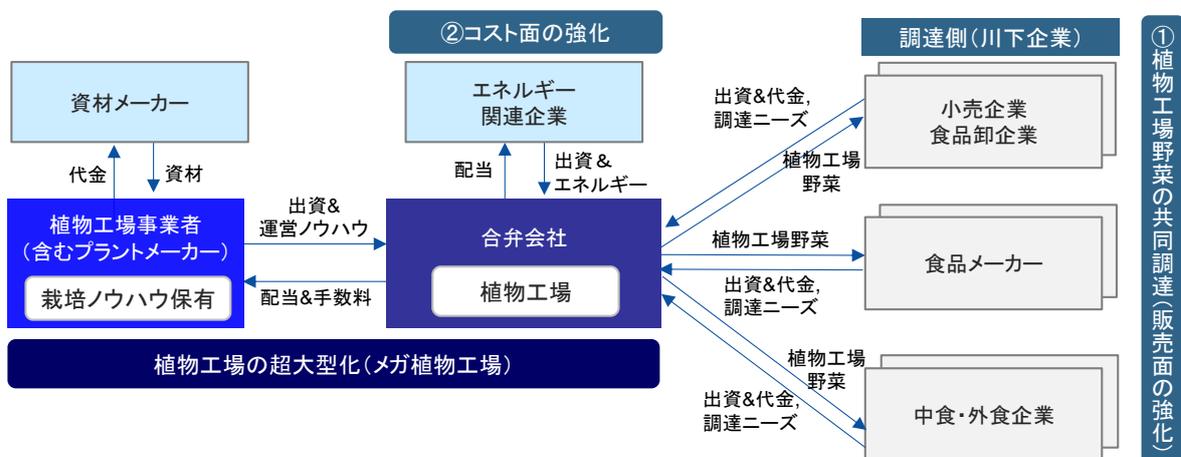
ランニングコスト削減に向けたエネルギー関連企業との協業も有効

以上の通り、植物工場ビジネスを取り巻く事業環境の変化が追い風となっている。更に、今後国内では競合となる露地栽培の担い手減少も見込まれる中、ビジネス機会は高まると考える。前述の課題について一部で克服しつつあるが、①販売面、②コスト面の強化を通じた植物工場ビジネスの普及に向けて、植物工場事業者は、win-winの関係を構築可能な異業種との連携が必要となる。

まず、①販売面の強化に向けては、食品メーカー等の安定調達ニーズに応えることが有効であろう。調達側の食品メーカーや中食・外食企業の目線に立つと、現状は個社毎に原材料を調達の上、商品やサービスの差別化を図っている。しかしながら、今後、国内でも農産品の安定調達リスクの高まりが懸念される中、調達力強化を目的とした「植物工場野菜の共同調達」のニーズが高まると考えられる(【図表 12】)。食品メーカー等では、将来的に他社との協調領域の見極めが事業戦略において重要性を増し、調達面では協調領域として検討の余地があると思われる。植物工場では、汎用的な作物の大量生産と共に、個社のこだわりの作物を栽培レシピ毎にスペースを分けて栽培する等の対応も可能であろう。

また、②コスト面の強化を目指し、電力費用を始めとするランニングコスト削減に向けて、省エネ技術やコスト削減に資する設備運用ノウハウに長けたエネルギー関連企業との協業も考えられよう。エネルギー関連企業側からすると、自社のエネルギー需要拡大、遊休地の活用、インフラ企業としての地域活性化への貢献といったメリットが期待できる。以上の通り、植物工場事業者側からすると、「異業種と協働によるメガ植物工場」の展開がビジネスモデルとして考えられる。

【図表 12】 植物工場の発展に向けたビジネスモデル(異業種との協働によるメガ植物工場)



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

本ビジネスモデルによる超大型化を通じて植物工場事業者側、調達側の双方にメリット

本ビジネスモデルはフードバリューチェーン強化に向けたクロスセクターでの取り組みであり、調達側では出資割合に応じて調達量を決定する等のスキームを検討できよう。植物工場事業者側として、作物の販売の安定化に繋がり、日産 10 万株超といった超大型化(メガ植物工場)や、調達資金の活用による機械化・自動化も期待可能と見る。それらを通じて、コスト競争力を高められる結果、植物工場事業者側、調達側の双方がメリットを享受できる仕組みである。

海外市場の取り込みを目指すにあたり、コスト削減に資する業種や販路を有する川下企業との連携が必要

販路となる調達側やコスト削減に資する異業種との連携を目的としたビジネスモデルは、植物工場事業者がグローバル展開を目指すにあたっても有効と考えられる。海外において、自社が主となり植物工場の運営を担うのか、現地企業に対し植物工場や栽培ノウハウを提供するのかは、自社の体制や経営資源の状況、現地企業の意向等に応じて異なるものの、いずれのケースも規模拡大に繋がる現地での安定的な販路の確保が重要となる。日本の川下企業の現地需要のみでは大規模な工場建設は難しく、販路となる現地川下企業との協業が求められる。同時に、植物工場事業者は、国内での量産化を通して培った栽培技術の標準化によるコスト削減、蓄積されたデータによる更なる生産性向上を通じて、植物工場の輸出、展開がビジネス機会として期待されよう。

(4) 植物工場ビジネスの更なる発展に向けて

植物工場ビジネスの更なる発展に向けて、品種の拡大が期待される

前述の植物工場の課題のうち、コスト面や販売面については「異業種との協働によるメガ植物工場」の展開により、競争力が高まろう。植物工場ビジネスの更なる発展に向けて、生産技術面での課題として挙げた植物工場野菜の生産可能品種の拡大が重要な論点となる。植物工場事業者にとっては、川下企業の調達力強化に向けて、ニーズを踏まえた作物の品種拡大、量産化技術確立が求められる。現在の技術では、人工光は太陽光と比較し光量が弱いいため、人工光でも生育が早く、かつ可食部が多いレタスを中心とする葉物野菜が中心になっている。今後、一部生産は開始されているものの、イチゴ・トマト等の果菜類、根菜類等への展開・量産化が必須である。

品種の拡大に向けて種苗メーカーとの連携が不可欠

品種の拡大を目指すにあたり、植物工場専用の種子の開発が必要不可欠である。現状、植物工場野菜は市場規模が小さく、種苗メーカーに植物工場を想定した研究設備等が不十分なため、植物工場事業者が露地用の種子から植物工場野菜に適したものを選択し、栽培している。前述のメガ植物工場構想を通じたマーケット拡大に加え、植物工場での通年栽培を通じた収穫、つまりデータ取得機会の多さや環境制御が可能という強みを活かし、調達側のニーズを踏まえた種子の開発、品種の拡大が期待される。

植物工場市場はグローバルで競争が激しくなりつつある

次の論点として、植物工場事業者が海外展開で成功を収めるための方策を見ていく。日本の植物工場分野は工場稼働数が世界で最も多い等、研究及び商業化の面においてグローバルでリードしてきたと言われている。しかしながら、海外企業を見ると、米国ではスタートアップ企業である Plenty、AeroFarms や Bowery Farming 等が、大規模な資金調達を実行し、ソフトウェアエンジニアの雇用やテクノロジー企業、大学、研究機関との連携を進めている。中国でも LED 関連企業の中科三安が中国国内の研究機関と協業し大型の植物工場を稼働させ、米国ラスベガスに進出を果たす等、グローバルでの競争が激しくなりつつある。

海外展開にあたり、異業種連携やテクノロジー活用により強みを発掘・強化していく必要

日本の植物工場事業者も、海外進出を進めているものの実証レベルの植物工場が多い。豊富な工場運営経験を活かした良質な栽培データや運営ノウハウが強みと考えられるが、海外企業も多額の資金を調達の上で大規模化に組みつつあり、差別化が困難な方向にあると思われる。今後、AIを活用した栽培レシピ探求、環境制御、工場レイアウト設計や工場の自動化が期待される中、AI人材の確保や精密機械メーカー等との更なる連携が不可避である。また、海外では国ごとに味や栄養のローカライズが求められる中、前述の栽培可能な品種の拡大に加え、植物工場事業者同士、あるいは国や大学等を含めた産官学一体でのマーケティング、研究・開発を通じて、精緻に味や栄養をコントロールすることが可能となれば、海外進出の強みとなる。

国やグローバルでの連携による植物工場野菜の付加価値の訴求も必要であろう

海外展開にあたっては、政策面での後押しも進みつつある。現在、国内外で植物工場の栽培環境能力を適切に評価する規格・基準が無い中、農林水産省では日本農林規格(JAS)を制定し、調達側での取引判断材料としての活用を目指している。植物工場の海外展開に際しても支援材料となることが期待されるが、国としてJASの有用性を海外に向けて訴求していくことが重要となる。また、海外ではオーガニック認証を受けた作物がプレゼンスを築いている。国内に加え海外の植物工場事業者とも連携し、新鮮でおいしいことに加え、サステナブルな栽培かつ無農薬といった植物工場野菜の付加価値について、マーケット創造を目指して訴求していく取り組みも求められよう。

4. おわりに

食品産業の役割は食料の安定的な供給

日本の食品産業は、消費者が「食」を通じて豊かな生活を享受するために、長年にわたり、高品質かつ多様な食料の安定的供給という役割を果たし続けてきた。しかしながら、これまで考察してきた外部環境の変化を踏まえると、日本企業にとって調達面でのリスクが潜在的に高まる懸念があり、こうした役割を将来にわたって持続的に担い続けるためには、新たな取り組みが求められる状況にある。

食品関連企業はビジネス機会としてのポテンシャルを有する新たな分野への積極的な取り組みが望まれる

本章では、食品業界にとって先行きを見据えた「新たな素材や加工技術の開発・活用」として「代替食」、「新たな生産手法の確立・拡大」として「植物工場」を代表例として採り上げた。代替食は欧米の大手プレイヤーが取り組みを積極化させるとともに、植物工場もプレイヤーによる資金調達が活発化する等、グローバルの潮流として注目が高まっている。これらは市場拡大が期待されるとともに、技術や資源の効率的な活用という面で日本の食品関連企業にもビジネス機会としてのポテンシャルがある。また、メインストリームとなることで、従来のサプライチェーンが置き換わるリスクも有しており、変化への対応の巧拙が事業の明暗を分けると考えられる。サステナビリティ分野への取り組みが他社との差別化に繋がる可能性も有する中、自ら、または他社との提携・アライアンスを通じた積極的な取り組みが望まれる。

みずほ銀行産業調査部
流通・食品チーム 加古 惇也
日高 大輔
鷹嘴 直子
junya.kako@mizuho-bk.co.jp

©2019 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。