

細胞性食品の現状と社会実装・普及に向けた展望

社会システムコンサルティング部 シニアコンサルタント 間島 大介

1 はじめに

タンパク質は生命維持に欠かせない三大栄養素の一つであり、健康寿命の延伸や高齢化社会におけるフレイル^{*1}予防の観点から、その重要性がさらに高まっている。日本では、厚生労働省が「日本人の食事摂取基準（2025年版）」においてタンパク質目標摂取量を引き上げるなど、その役割は一層大きくなっている。

一方、環境汚染、気候変動・生産適地の制約といった供給側のリスクに加え、水資源の偏在、世界人口の増加、新興国の経済成長・肉食の拡大、消費者ニーズの多様化、動物福祉の重視といった需要側の環境変化を背景とし、近年、世界では「プロテインクライシス^{*2}」の可能性が声高に叫ばれている。

NRIの独自推計では、世界的な人口爆発に加え、新興国の経済成長に伴う1人あたりタンパク質摂取量の増加により、2050年には18年の世界総タンパク質摂取量の約1.5倍の3.4億トンものタンパク質需要に達することが予見される。同様に、タンパク質供給量については、50年には世界の供給量が約3.2億トンとなり、約0.2億トンのタンパク質不足、特に動物性タンパク質（牛・豚・鶏・羊・乳製品・水産品・その他動物由来）については約0.6億トンもの不足が生じると推計される。その対応策として植物性・動物性タンパク質双方の生産効率向上、フードロス削減、新たなタンパク源の開発など、さまざまな解決策が模索されている。しかし、動物性タンパク質の生産・消費形態を維持した場合、温室効果ガス排出、土地利用、水資源の利用、土壤汚染など

の環境負荷問題の抜本的な解決には至らない。持続可能な食料システムの構築には、従来の枠組みを超えた新たな技術と発想が求められている。

そこで、いわゆる培養肉と呼ばれる細胞性食品がプロテインクライシス対策の新たな選択肢として台頭している。細胞性食品は、動物や魚、植物などの細胞を培養したものもしくはそれを原料とする食品を指すが、従来の飼育を伴わずにタンパク質を生産できる点が特徴である。

世界では、シンガポール、米国を筆頭に細胞性食品の販売が始まり、各国で規制やルール形成の議論が進展している。日本国内でも2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）で一般来場者向けに牛の細胞性食品の匂い体験が実施されるほか消費者庁によるルール形成の動きが加速するなど活発な動きがみられる。一方で技術的な課題、コスト、消費者受容性、既存産業との関係など、社会実装に向けて乗り越えるべき壁は依然として多い。

本稿では、細胞性食品の市場投入の現状を踏まえて業界内外で社会実装・普及に向けてどのようなエコシステム形成が鍵となるかを紹介する。

*1 高齢者の心身の活力が低下し、健康障害や要介護状態に陥りやすくなる状態

*2 世界的なタンパク質供給不足の危機。人口増加や食生活の変化により、タンパク質需要が供給を上回る状況

2 進展する細胞性食品の市場投入

1) 細胞性食品業界の変遷

細胞性食品の産業は、長年にわたる基礎研究と技術開発の積み重ねの上に成り立っている。2000年代初頭から再生医療や細胞培養技術の進展を背景に、細胞を用いた食品生産の可能性が模索されてきた。13年にはオランダ・マーストリヒト大学のマーク・ポスト教授が世界初の細胞性食品を使用したハンバーガーを発表し、以降、細胞性食品は「未来の食」として注目を集めようになった。19年以降、世界的なプロテインクライシスへの危機感の高まりやESG^{※3}投資の拡大を追い風に、スタートアップ企業を中心とした新規参入や大手企業による出資・新規事業としての研究開発が急増し、米国、欧州、アジアを中心に今では200社を超える企業が細胞性食品の開発・関連事業に乗り出している。ただし、21年をピークにスタートアップにおける資金調達環境は急速に厳しくなり、シリーズA以降の大型ラウンドが減少、シード・アーリーステージでも調達難が顕著となっている。

このような流れを受け、着実に技術開発、規制対応を進めてきた企業を中心に買収・提携などの業界再編の動きが活発化している。例えば、米国の細胞性食品スタートアップである UPSIDE Foods 社は、2022年に培養ロブスターなど甲殻類の細胞性食品を開発する米国の Cultured Decadence 社を買収した。また、シンガポールの細胞性食品スタートアップである Umami Bioworks 社と、細胞性エビなど甲殻類の開発で知られる同じくシンガポール拠点の Shiok Meats 社は、24年に合併した。さらに、フランスでフォアグラの細胞性食品を開発する Gourmey 社は、25年10月に鶏肉の細胞性食品を手掛けるフランスの Vital Meat 社を買収し、PARIMA 社という新会社を設立した。これにより、培養アヒル肉や鶏肉などの製品開発を強化し、グローバル市場への展開を目指している。これらの動きは、商業化・量産体制の確立を見据えた戦略的提

携・統合の一環であり業界発展に向けた必要な淘汰(とうた)のプロセスが進展しているといえる。

また、細胞性食品はスタートアップ中心の新興分野という段階を越え、大手企業が参入をしかける「スケールアップ競争」のフェーズに入っている。食品加工機械の世界的大手であるドイツの GEA 社は、バイオリアクター^{※4}など細胞性食品の量産プロセスに必要な機器をワンストップで提供し始めている。同社は米国に「New Food Application and Technology Center of Excellence (ATC)」を開設し、細胞性鶏肉を開発する Believer Meats 社との協業を通じて生産効率とコスト削減に取り組んでいる。さらにスイスでも、食品リテール最大手の Migros 社、香料・味覚大手の Givaudan 社、機械装置大手の Bühler Group が共同出資事業「The Cultured Hub」としてスケールアップを支援するサービス提供を開始し、細胞性牛肉を開発するイスラエルの Aleph Farms 社と連携を進めている。

2) 加速する細胞性食品の市場投入

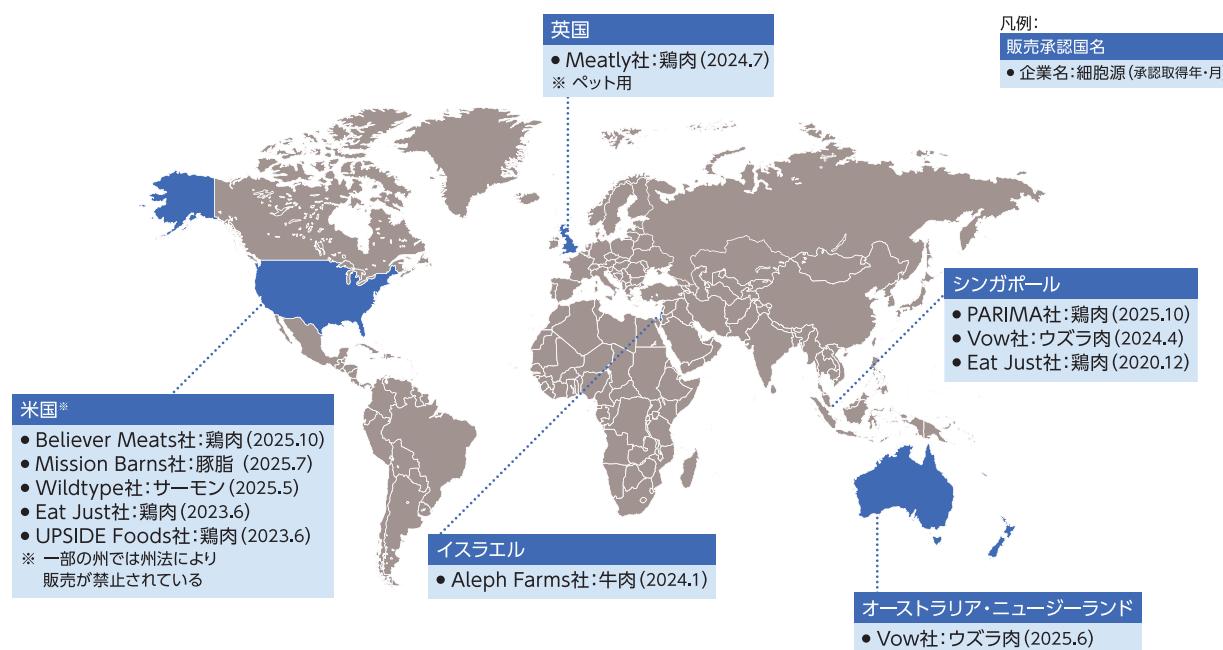
こうした中で、細胞性食品の市場投入に向けて最も肝要なステップの一つとなるのが、政府からの販売承認の取得である。細胞性食品は従来の食品とは異なる新技術に基づくため、シンガポール、米国などの各国政府は安全性、表示などに関する厳格な審査・評価体制を構築している。企業は、製品ごとに科学的根拠に基づいた安全性データや製造工程の詳細を提出し、規制当局による審査を経て初めて市場での販売が可能となる。日本でも現在、消費者庁の食品衛生基準審議会新開発食品調査部会において安全な細胞性食品の流通に向けたガイドラインや仕組みの検討が進められている。

世界各国を見渡すとここ数年で販売承認を取得し

※3 持続可能な世界の実現のための、企業の長期的成長に重要な環境(Environment)、社会(Social)、ガバナンス(Governance)の三つの観点

※4 細胞や微生物を大量に培養するための装置。温度、pH、酸素濃度などの環境条件を厳密に制御できる

図表 1 細胞性食品の販売承認取得状況（2025年11月現在）



出所) NRI 作成

市場投入が可能になった企業が増加し、いよいよ細胞性食品が消費者の手に届く時代になりつつある（図表1）。米国では、2025年に入り、Believer Meats社（25年10月承認取得）や細胞性豚脂を開発するMission Barns社（25年7月承認取得）や細胞性サーモンを開発するWildtype社（25年5月承認取得）が承認を取得するなど牛肉、鶏肉、魚介類、脂肪など多様な細胞性食品の販売が承認されつつある。承認された商品については、一部は既に一般流通を開始している。例えば、シンガポールで細胞性ウズラを提供するVow社（オーストラリア）は、高級レストランでペースト状の細胞性ウズラ肉を使った料理を提供している。また、細胞性鶏肉を提供するEat Just社の子会社であるGOOD Meat社は、植物性タンパク質とのハイブリッド商品として、細胞性鶏肉が3%含まれる「GOOD Meat 3」をシンガポールの精肉店で販売している。商品イメージについては、シンガポールのAgri-Food Tech Expo Asiaと呼ばれる食品展示会にて試食で提供された図表2を参照されたし。Vow社の細胞性ウズラ肉は図表2左上部のピンク色のペーストである。また、GOOD Meat社の細胞性鶏肉は、

図表2 Vow社の細胞性ウズラ肉（左）およびGOOD Meat社の細胞性鶏肉（右）



出所) NRI撮影

図表2右上部の鶏肉形状の商品である。

3) 細胞性食品の製品開発の現在およびこれから

このように一般消費者も細胞性食品を手に取ることができるようにになった一方で、現在市場に流通している細胞性食品の多くは、細胞由来成分の含有率が100%には至っておらず植物性タンパク質などの原材料とのハイブリッド商品であることが実情である。また、現時点では細胞性食品のみでステーキ用の牛サーロインや鶏もも肉のような厚みと纖維感

を持つ「塊肉」を再現することは技術的に難しく、ナゲットやパテ、ミンチ状など、加工食品としての提供が主流となっている。今後、細胞性食品の含有率向上や肉様の構造再現技術の進展が見込まれるが、「本物の肉」と同等の食体験にはまだ距離があるのが現状である。

細胞性食品の製品開発の方向性は、大きく分けて「ミンチ状製品」と「組織化された塊肉製品」の二つの方向性で進展しており、それぞれ異なる市場ニーズと戦略を持って製品開発を目指している。

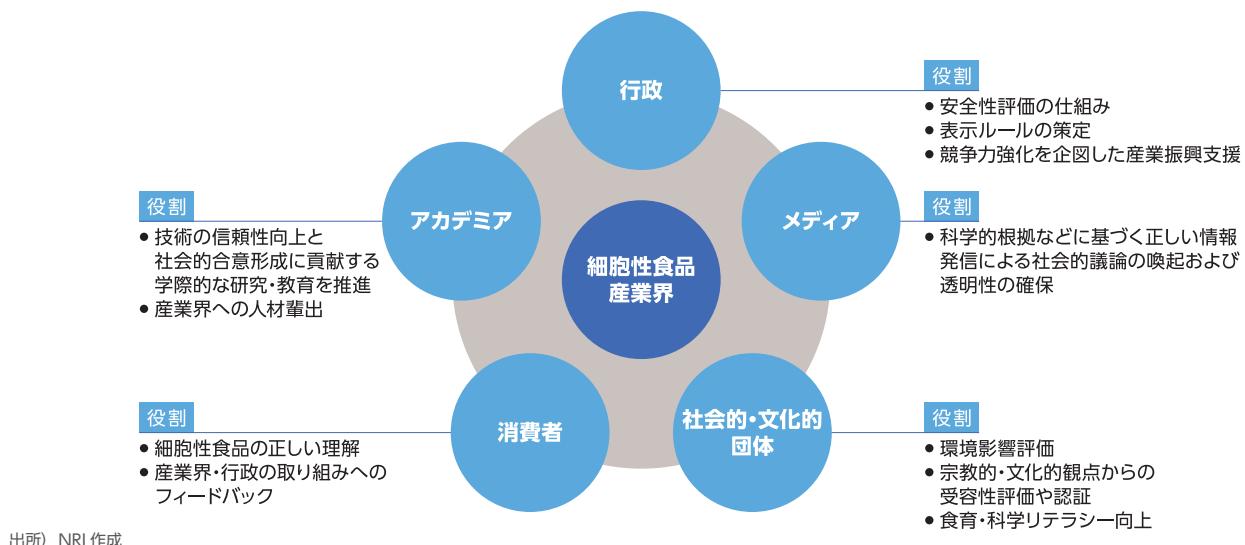
まず、ミンチ状製品は、主に加工食品の安価な原材料としての普及が期待されている。新興国を中心とした人口増加に伴う食肉需要増大に伴い、安価なタンパク質がより手に入りにくくなることが予想される。そうなると今まで安価に供給できていたシーマイやハンバーグのミンチ肉などの安価な加工食品向け部材の供給が追い付かなくなることが予想される。従来は、このようなニーズを豆腐ハンバーグの豆腐などで満たしていたものの細胞性食品を活用することでより安定的な供給でかつ食肉らしい味やジューシーさを実現できる可能性がある。例えば、米国の Mission Barns 社は、細胞性豚脂を開発し、これを植物性タンパク質と組み合わせることで、風味やジューシーさを補完するベーコン、ミートボール、ソーセージなどのハイブリッド製品の提供を予定している。このタイプの製品が広く普及するためには、従来商品のような安価な価格帯で提供することが今後の技術革新により望まれる。環境負荷低減や動物倫理への意識の高まりはあるものの、消費者が日常的に選択する上で価格は依然として大きな要因となるため、コスト競争力を確立することで、既存の畜産物などと価格帯で差別化を図り、補完関係を築くことが可能となる。これにより、タンパク質市場全体の供給量を増やし、プロテインクライシスの一助となりうる。

一方、組織化された塊肉製品の開発は、より高度な技術を要し、より高い付加価値の創造を目指して

いる。これは、筋肉、脂肪、血管といった複雑な組織構造を再現し、ステーキ用の牛サーロインや鶏もも肉のような「塊肉」としての食感や風味を目指すものである。例えば、大阪大学の松崎典弥教授らの研究グループは、3D プリンター技術を応用し、牛の霜降り肉を再現する細胞性食品の開発を進めている。筋肉、脂肪などの細胞をそれぞれ培養・増殖させ、繊維状に成形した後、これらを束ねることでサシの入った牛肉の構造を再現することを目指している。このような組織化された製品は、製造コストが高くなる傾向にあるため、既存の畜産物などと比較した際に相対的に単価が高くなることが予想される。そのため、単なる代替品としてではなく「ストーリー」や「体験」といった付加価値が重視される。将来的には、ハイエンドなレストランや特定の食体験を求める消費者層を主なターゲットとし、既存の畜肉製品とは異なる市場を形成する可能性がある。

このように、細胞性食品の製品開発は、安価な加工食品原料としての普及を目指すミンチ状製品と、高度な技術で「塊肉」を再現し、新たな食体験を創造する組織化された塊肉製品という二つの方向性で進展している。これら異なるアプローチの製品が市場に投入されることで、多様なニーズに応え、既存の農畜産物と補完し合いながら、持続可能な食料供給システム構築に貢献していくことを目指す。オランダでは、既に畜産農家と細胞性食品事業者が連携し、細胞性食品生産を農場に直接統合することを目指す CRAFT コンソーシアムとよばれる世界初の細胞性食品農場を建設するプロジェクトが進められている。欧州イノベーション・技術機構 (EIT) が設立したナレッジ・イノベーション・コミュニティー (KIC) の一つである EIT Food からも出資を受け、RespectFarms 社、ワーゲニングセン大学・研究センター、Mosa Meat 社などが参加している。既存の畜産農家においても安定的なタンパク質供給および事業の多様化に向けて細胞性食品を活用した取り組みが始まりつつある。

図表3 細胞性食品の社会実装・普及に向けたステークホルダー連携と役割分担



3 細胞性食品の社会実装・普及に向けたエコシステム構築

1) 幅広いステークホルダーの連携と役割分担

細胞性食品が持つ多様な価値を社会に実装し、持続可能な食料供給システムの一翼を担うためには、技術開発だけでなく、社会全体を巻き込んだエコシステムの構築が不可欠である。社会実装・普及に向けて乗り越えるべき壁は多岐にわたるがこれらの課題は、単一のプレーヤーによる取り組みでは解決が困難であり、幅広いステークホルダーの連携と役割分担が求められる。

社会実装の加速には、産業界のほか、行政（政府・自治体）、アカデミア（大学・研究機関）、消費者、投資家、メディア、国際機関、そして社会的・文化的団体（消費者団体、環境保護団体・NPO、宗教・文化団体、教育機関など）など、多様な主体がそれぞれの立場から積極的に関与し、相互に補完し合うエコシステムの形成が期待される（図表3）。

行政は、消費者が安全・安心に細胞性食品を食することができるよう、科学的根拠に基づく安全性評価の仕組みを構築することが欠かせない。これは、未知のリスクや新技術に対する社会的不安を払拭（ふっしょく）し、消費者の健康を守るためにある。また、表示ルールの策定は、消費者が商品を正しく

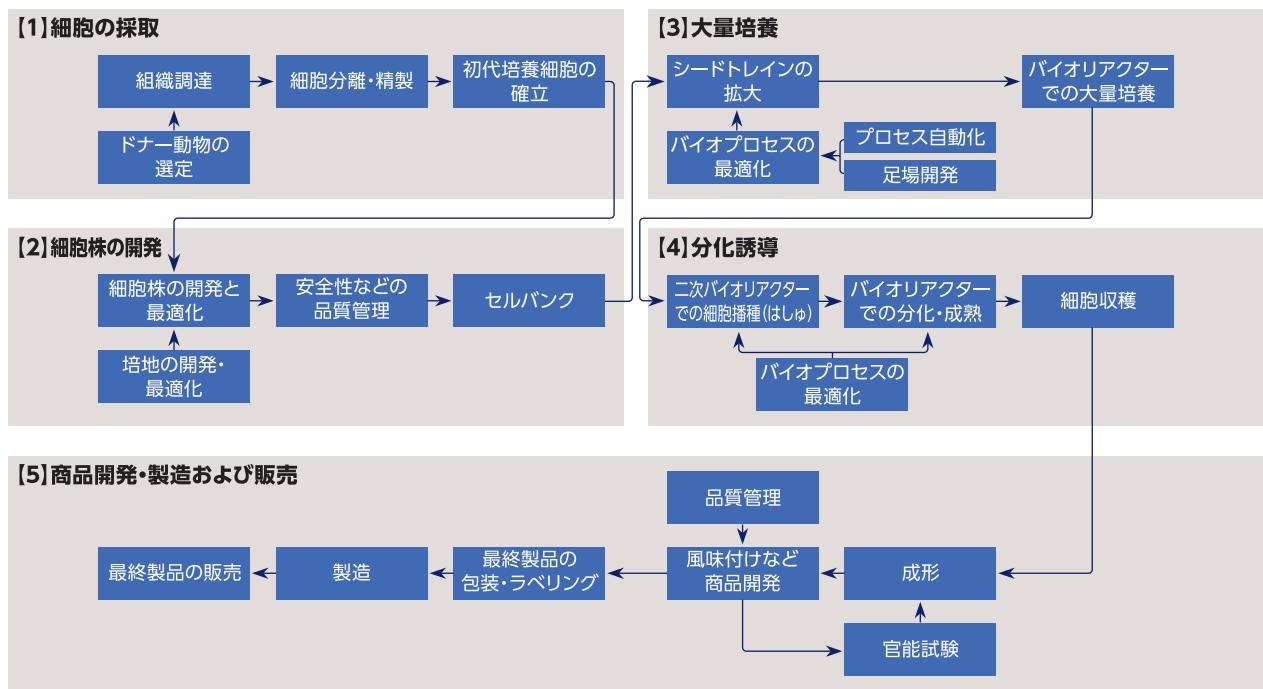
理解し、適切に選択できる環境を整えるために肝要である。また、バイオ業界の特性から社会実装まで多くの時間を要しつつクロスボーダーでのサプライチェーンを構築する可能性がある細胞性食品においては、国内産業の競争力強化を企図した産業のインフラとなりうるハード／ソフト整備や国際的なルール形成や他国との規制調和を見据えた制度設計なども重要である。

アカデミアは、細胞培養技術や食品科学、リスク評価、社会的影響分析など、学際的な研究・教育を推進することで、技術の信頼性向上と社会的合意形成に貢献する。これは、科学的根拠に基づく知見の蓄積と、社会に対する正確な情報発信を通じて、消費者や政策立案者が合理的な判断を下せるようにするためである。また、産業界の発展に向けた次世代の人材育成・輩出は、持続的な技術発展と産業基盤の強化に不可欠である。

消費者は、細胞性食品の新しさや価値を正しく理解し、受容を選択することで市場形成に寄与する。消費者の声は、製品開発や政策形成にフィードバックされるべき中心的な要素であり、社会的合意形成や需要創出の原動力となる。消費者の積極的な関与は、技術の普及と社会的受容性の向上に一役買う。

社会的・文化的団体は、細胞性食品の環境影響評

図表4 細胞性食品のバリューチェーンマップ



出所) GFI_Value-Chain-Map_Cultivated Meat より NRI 作成

価、宗教的・文化的観点からの受容性評価や認証、次世代への食育・科学リテラシー向上などを担う。これらは、社会的公正や多様性の確保、環境負荷低減、倫理的・文化的価値の尊重、持続可能な社会の実現に向けて必要な役割である。

メディアは、細胞性食品の科学的根拠や社会的意義、倫理的・文化的論点を正確かつバランスよく発信し、社会的議論の喚起と透明性確保の役割を果たす。これは、誤情報や偏見の拡散を防ぎ、社会的理解と信頼の醸成、健全な市場形成を促進するために重要である。

今後は、これら多様な担い手が細胞性食品の特色を十分に理解し、自らの役割を認識しながら、相互に補完し合い、社会的課題の解決と持続可能な食料供給システムの構築に向けたエコシステムを形成していくことが、細胞性食品の普及と価値最大化の鍵となる。社会実装の過程で新たな受益者や担い手も巻き込みつつ、オープンで協調的な産業・社会基盤の構築が求められる。

4 細胞性食品業界への関与モデル

1) 細胞性食品事業への関わり方

細胞性食品業界は、従来の食品産業と比較して、多くの工程が存在し、多様なプレーヤーが関与する点に特徴がある。細胞性食品のバリューチェーンは、原料となる細胞の採取から、細胞株^{*5}の開発、大量培養、分化誘導、商品開発・製造および販売に至るまで、複数の工程で構成されている（図表4）。工程ごとに高度な専門性が求められ、従来の食品産業ではみられなかった新たな役割が数多く登場している。このような細胞性食品のバリューチェーンが成立・発展するためには、単一業界の枠を超えた異業種連携が求められる。バイオ技術、食品科学、機械・自動化、IT・デジタル、流通・サービスなど、各分野の専門性が組み合わさることで、安定した生産体制や品質管理、コスト削減、消費者への新しい価値提供が実現する。特に、量産化やコストダウン、品質・安全性の担保、消費者への新しい食体験の提供

*5 生体から分離し、安定的に増殖することができる細胞集団。この細胞株を大量培養することで細胞性食品を生産

図表5 細胞性食品業界への関与モデル

戦略の方向性		取り得るオプション
①エコシステムパートナー	・細胞性食品エコシステムに参画し、情報収集やエコシステムの発展に向けた支援を実施	・業界団体(細胞農業研究機構など)への参画 ・細胞性食品スタートアップへの投資・融資など
②テクノロジープロバイダー	・技術的に課題がある領域について、技術や資材などの開発・提供	・共同研究・ジョイントベンチャー ・バイオ人材の派遣・出向 ・培地などの資材提供など
③サプライチェーンビルダー	・産業化に向けて細胞性食品のサプライチェーン構築に必要な要素を補填(ほてん)	・企業連携支援 ・海外展開支援・物流網の構築 ・量産化支援 ・販売・マーケティング支援など
④テクノロジーユーザー	・細胞性食品関連技術を活用して、新たな製品やサービスを研究・開発	・共同研究・ジョイントベンチャー ・技術・ライセンス活用など

出所) NRI 作成

には、機能ごとに高度な技術とノウハウが求められるため、異業種間の協業・連携が業界発展の鍵となる。

多くの企業においてこのような先端技術領域への関与は「リスクが高いか、関係ないか」の2択になりがちである。しかし実際には関与の形は段階的かつ多様であり「細胞性食品を製造し、販売する」とだけが関与の手段ではない。研究開発から実証支援、市場形成、横展開までを含む多層構造となっており、企業ごとに強みを生かせる「戦略的なポジション」を柔軟に取ることが可能である。

本節では、このような複雑で多岐にわたる細胞性食品産業において企業が取り得るこの領域への関与モデルをオプション四つに整理した(図表5)。

一つ目の関与モデルは「エコシステムパートナー」である。1企業が単独で技術開発や事業化を進めるのではなく、研究機関・大学・スタートアップ・政府機関などと連携し、細胞性食品領域の産業エコシステムそのものの形成・発展に貢献するモデルである。情報収集やネットワーキングに加え、規制整備(安全性評価、表示ルールなど)、正しい知識の情報発信、人材育成といった周辺領域での支援活動を通じて、エコシステムの土壤づくりに関与する。

二つ目は「テクノロジープロバイダー」である。自社の保有するコア技術を、細胞性食品領域に転用・応用する形で、既存プロジェクトやスタートアップに対して直接的な技術提供を行うモデルである。細

胞培養技術、バイオリアクター、培地^{*6}開発／分析、食品分析・評価技術などの資材単位の供給、技術ライセンス、試験支援など、多様な関与スタイルが可能である。細胞性食品という最先端かつ厳しい技術要求(安全性、コストダウン、スケールアップ、食感再現など)に応える中で、自社技術の性能や信頼性が一段と高まり、その成果がほかの産業分野(医療、化粧品、創薬、再生医療など)への応用につながる可能性もある。また、スタートアップや大学との共同研究を通じて、将来的な商業製品化を視野に入れた試作・検証を行うことも可能であり、研究開発型企業にとっては新規市場の先物買いとしても有効である。

三つ目は「サプライチェーンビルダー」である。細胞性食品の生産設備の建設・運用を前提とした体制の整備を通じて、食料インフラとしての社会実装を下支えする役割を担うモデルである。食品メーカーや商社にとっては、国内外の調達・販売網、品質保証スキームなどのノウハウを生かしやすく、実証プラント・量産プラントの建設プロジェクト段階での参画が期待される。現在の段階から海外スタートアップや大学プロジェクトと連携し、主要資材(培地、バイオリアクターなど)のサプライヤー開拓や将来的な量産・販売網の優位性確保にも直結する。

*6 細胞を培養する際に必要な栄養分を整えてつくられた基質または液体

四つ目は「テクノロジーユーザー」である。細胞性食品技術で培われた先端的な要素技術を、自社の製品・サービス開発に活用するモデルである。細胞培養技術、組織工学、バイオプロセス最適化、品質管理技術、細胞分離・精製技術などの細胞性食品で活用される技術は、再生医療、バイオ医薬品、化粧品など、多様な分野への転用が期待される。スタートアップや研究機関との共同研究やジョイントベンチャー設立、技術ライセンスの獲得などを通じて、細胞性食品で生まれた技術を自社の他事業に組み込むアプローチが想定される。技術の出口としての機能を担うとともに新市場創出の起点となる可能性もあり、細胞性食品が単なる食品製造技術にとどまらないことを体現する立ち位置である。

さらに、この先端技術領域にはもう一つ重要な特徴がある。それは、有望視されていた技術方式が最終的に商業化に至らなかったとしても、その過程で培われた要素技術・部品・人材が、ほかのプロジェクトや異分野へと転用可能である点である。

この「技術の横展開可能性」は、単一の出口を目指すことが多いほかの技術領域と異なり、この分野ならではのスケーラビリティーといえる。研究や実証の過程自体が資産化され、結果的に異業種への波及や新市場創出につながる構造が形成されやすい。

つまり、この先端技術領域では「失敗するリスク」だけでなく「その過程で得られた成果から出口を確保するチャンス」も同時に存在し、リスクとリターンの非対称性という稀有（けう）な構造がある。この構造は、長期開発や高リスクという側面を補完するものであり、戦略的な関与の方策を設計することによってその特徴を十分に生かすことができる。

5 おわりに

本稿では、細胞性食品の市場投入の現状、将来的な提供価値、社会実装・普及に向けたエコシステムや細胞性食品業界への関わり方について整理した。

世界的なプロテインクライシスや環境負荷の高まり、消費者ニーズの多様化といった背景のもと、細胞性食品は持続可能な食料供給の新たな選択肢として着実に歩みを進めている。

一方で、細胞性食品の社会実装・普及には、技術的・経済的な壁だけでなく、消費者受容性、規制・ルール形成、流通インフラ、倫理・文化的課題など、乗り越えるべき多くの論点が残されている。これらの課題は、単一のプレーヤーによる取り組みでは解決が困難であり、行政、アカデミア、既存の農畜産家や細胞性食品に関わりのある産業界、消費者、投資家、メディア、国際機関、社会的・文化的団体など、多様な主体がそれぞれの立場から積極的に関与し、相互に補完し合うエコシステムの形成が期待される。また、細胞性食品のバリューチェーン構築には、異業種の企業が多様な関わり方により参入し、従来の食品産業を超えた広範な産業エコシステムの形成が求められる。

細胞性食品は、単なる新しいタンパク源の創出にとどまらず、食料供給の安定化をはじめとした従来の食料システムでは解決が難しかった多様な社会課題に対して新たな価値を提供しうる技術である。細胞性食品の未来は、まだ始まったばかりである。今後、技術開発と社会実装が進展することで、これらの価値がより広く社会に浸透し、従来の生産方法を互いに補完しつつ持続可能な食料供給システムの実現に寄与することが求められる。

（監修：駒村 和彦）

筆者



間島 大介（しまま だいすけ）

株式会社 野村総合研究所

社会システムコンサルティング部

シニアコンサルタント

専門は、細胞性食品をはじめとしたフードテック／農林水産分野およびイノベーション／スタートアップ支援の政策立案・新規事業開発支援
E-mail: d-mashima@nri.co.jp