

# 食のイノベーションで豊かな未来へ 生産から食卓まで、 健やかで幸せな「食」を次代につなぐ FoodTech



私たちが生きていくうえで必要不可欠な「食」。世界的な人口増やグローバルな食料サプライチェーンの混乱を背景に、持続可能性が危ぶまれるなか、「Food（食料）」と「Technology（技術）」を融合させた「FoodTech（以下、フードテック）」が注目されている。農業や水産業、食品製造業をはじめ、幅広い産業分野に関わる「食の新時代」について、有識者を招いて最先端テクノロジー事情を語っていただいた。

## Commentator

株式会社スマートアグリ・リレーションズ  
社長執行役員 齊藤 三希子 氏



国内Sier、日系シンクタンク、外資系コンサルティングファームを経て現職。地域資源を活用した持続可能な地域モデルの創出や、AgriFoodTech、カーボンニュートラル、サーキュラーエコノミー、バイオエコノミー、サステナビリティトランスフォーメーション(SX)、食料安全保障などの事業創出に従事。『NewsPicks』にて「環境・エネルギー、食・農業」分野のプロピッカーとして活動中。著書に『バイオエコノミーの時代』（きんざい出版）など。

## 世界的な食料不足は、 日本にも深刻な影響を及ぼす

大豆を加工した代替肉や、陸上での魚の養殖、ICTを活用したスマート農業など、先端技術を駆使して食の可能性を拓けるフードテックの取り組みが加速している。

その背景には、農林水産業における労働力不足の深刻化や持続可能性への配慮、消費者の健康意識や食の安全・安心に対する意識の高まり、さらにはフードダイバーシティへの対応など様々な要因が絡み合っているが、「根底にあるのは世界的な人口増と地政学リスクによる食料供給に対する懸念」と齊藤氏は語る。

国連食糧農業機関（FAO）のデータによれば、食料需要は2050年に2010年比で1.7倍、食肉に限れば1.8倍に達する見込みだという。懸念される食料不足を解消するために、より効率的で、かつ環境負荷の少ない食料生産が求められており、その解決策としてフードテックに期待が集まっているのだ。

これまで日本では、そこまで深刻な危機感は見られず、食料自給率の低さを懸念する声はあったものの「海外から輸入すれば良い」との意見が主流を占めてい

た。ところが近年、コロナ禍やウクライナ危機を背景に、供給不足による食料価格の上昇が生活レベルで実感されるようになり、政府も食料安全保障の強化に向けて“農政の憲法”とされる「食料・農業・農村基本法」の見直しに着手するなど、危機意識が急速に高まっている。

改めて日本の食料自給率を確認してみると、農林水産省の発表によれば、令和4年度の自給率は、生産額ベースで63%、カロリーベースで38%となっている。決して安心できる数字ではないが、「実態はより厳しいものがある」と齊藤氏は指摘する。「この数値には野菜の種苗や肥料、エネルギーなどは含まれておらず、それらも含めれば自給率は10%に満たない」というから深刻だ。

加えて、頼みの綱とも言える海外からの輸入も昨今では容易ではなくなっている。「国際的な経済競争力が低下する中、食料輸入を増加させている中国やASEAN諸国に“買い負け”する状況が加速しています。現状のままでは、国内での食料不足や食料価格の上昇が深刻化しかねません」と齊藤氏は警鐘を鳴らす。食料自給率が低迷し、経済力も低下しつつある現状を踏まえれば、フードテックの進化と普及は必然と言えるだろう。

# 1 食料の安定供給を支える 最先端フードテック



## 「タンパク質クライシス」を見据えた 食肉改革

食料の安定供給に関するキーワードの1つに「タンパク質クライシス」がある。人口に対するタンパク質の需給バランスが崩れることを意味しており、2050年には到来する可能性が高いとされている。

なぜ食料の中でも特にタンパク質が取り沙汰されるのか。主要なタンパク源である食肉を得るには、家畜だけでなく飼料となる穀物を育てる必要があり、容易には増産できないという事情があるためだ。

タンパク質クライシスは、食の欧米化により肉の消費量が高まる日本にとっても深刻な課題であり、新たなタンパク源を生み出すフードテックに熱視線が向けられている。いくつか先進事例を紹介しよう。

### 1) 家畜の細胞から育てる「培養肉」

培養肉とは、バイオ技術を駆使して、牛や豚など家畜の細胞を組織培養することで得られる食肉のこと。家畜を飼育・屠殺することなく得られるため持続可能性が高く、感染症などのリスクも回避できる。何より、設備投資によって生産効率を高め、大量生産が可能になるというメリットがある。また、大豆など植物由来の代替肉と異なり、肉そのものの細胞を用いているので、栄養価などは従来の食肉と変わらないのも強みだ。

すでに海外では生産が本格化し始めており、2021年にイスラエルで稼働した培養肉工場では1日500kgの培養肉を生産。従来の畜産と比較して、温室

効果ガス排出量を80%、土地使用量を99%、水使用量を96%削減できるという。市場での販売についても、2020年のシンガポールに続き、2023年6月には米国でも許可が出ている。

日本でも研究開発が加速しているが、「普及に向けた課題は、やはり価格」と齊藤氏は語る。10年前は100g10万円と言われていたものが、最近のシンガポールでは日本円にして5千円程度まで下がっており、今後、市場への普及に伴い大規模生産が可能になれば、より購入しやすい価格になることが期待できる。

もう1つの課題が食感の向上だ。現状の培養肉はミンチ状のものが主流だが、最近では厚みがあって噛み応えのある成形肉にする研究が進められおり、3Dプリンターによる成形など、異分野の技術との組み合わせが注目されている。

「培養肉はもともと再生医療の知見と親和性が高く、異分野との技術交流が期待できます。例えば、より安価で高効率な培養液やバイオリクター（培養装置）の開発が加速すれば、一気に普及が進む可能性もあります」と齊藤氏が語るように、培養肉が一般の食卓に並び日は、そう遠くないかもしれない。

### 2) バイオ技術を駆使した「ゲノム編集肉」

日本が世界をリードする分野の1つがゲノム編集食品。バイオ技術を駆使して、遺伝子に含まれるゲノム情報を狙い通りに改変することで、高付加価値な家畜や農産物を開発するものだ。収穫量の多い稲や栄養価の高い野菜など農業分野の成果が知られているが、最

近では食肉や養殖分野でも研究が進んでいる。ゲノム編集によって成長が早く肉厚な家畜や養殖魚を開発し、生産量を飛躍的に増大させるというわけだ。

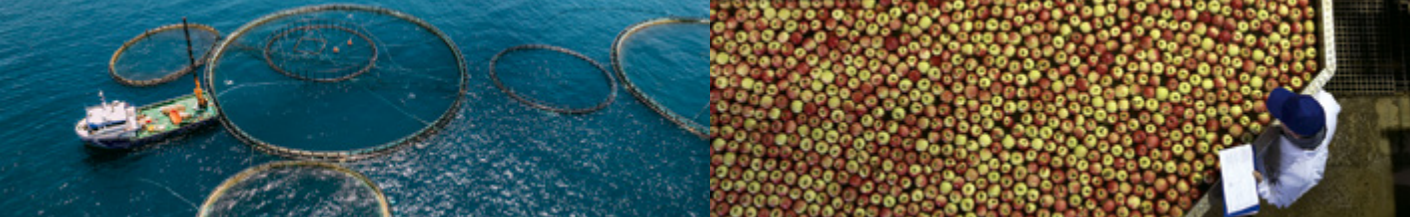
ゲノム編集は、遺伝子組み換えと混同されることがあるが、遺伝子組み換えが異なる生物の遺伝子を組み込んで新たな性質を生み出すのに対して、ゲノム編集は、生物が本来備えている特性のうち、「成長が速い」「肉付きが良い」など、食肉を得るうえで有利なものを発現させるもの。自然に起こりうる「突然変異」を人工的に起こしていると考えれば理解しやすいだろう。このため厚生労働省でも、遺伝子組み換え食品のような安全性審査は必要とせず、事前に届出をするのみで販売可能としている。

「ゲノム編集肉を普及させるには、安全性などを含めた情報を積極的に発信し、消費者の理解と納得を得る必要があります」と齊藤氏が指摘するように、いかに消費者の心理的ハードルを下げるかがカギとなるだろう。

## 労働力不足などを解消する 食料生産現場の改革

食の安定供給に向けて食料自給率を高めていくうえで、大きな課題となるのが労働力不足だ。

日本では、農林水産業の現場で人手不足が深刻化しており、就労環境の改善や外国人技能実習生の受け入れなども進められているが、抜本的な対策となり得るかは未知数だ。そこで新たな可能性として、先端技術による食料生産現場の改革に期待が高まっている。

Topic  
1

## 今こそ見直したい「米」の価値

米と言えば炭水化物のイメージが強いが、タンパク質も含まれており、肉食が一般化するまでは日本人にとって貴重なタンパク供給源であった。含有量は100g当たり2.5gと、そう多くはないものの、近年の研究によって健康に寄与する効果も解明されつつあり、再評価が進んでいる。

糖質制限として米を避ける人も少なくないが、同じ糖質でも、米と砂糖ではその性質は大きく異なる。米に含まれる糖質はデンプンなど多糖類で、体内で分解されるまでに時間がかかるため、血糖値の上昇が緩やかで腹持ちも良いという特徴がある。

何より重要なのが、米は「日本の食料自給の要」だということ。米は国内自給率ほぼ100%を誇っているが、米の消費量が減少を続ければ、休耕地が増えることも懸念される。米を食生活の中心に据えることが、日本の食料安定性を支える有効な手段となるだろう。

今後、普及拡大とともに大規模化やIoTなどデジタル技術による自動化・効率化が進むことが予測されるが、齊藤氏が注目するのがゲノム編集技術との融合だ。「成長が早くて肉厚な魚や養殖に適した攻撃性の低い魚などを生み出すことで、陸上養殖はさらに発展していくのではないかと語るように、各分野のフードテックを融合させることで、食の持続可能性を高めていくことができるだろう。

## 1) ITを駆使した「スマート農業」

ロボットやAI、IoTといった先端技術を活用し、人手に頼っていた農作業を自動化・効率化するスマート農業が脚光を浴びている。農林水産省でも、スマート農業の社会実装に向けたプロジェクトを全国各地で展開するなど、国を挙げて推進している。

中でも期待されているのが農業用ドローンだ。具体的な活用例としては、遠隔操縦による農薬・肥料散布や、カメラを搭載しての生育状況のセンシングなどが挙げられる。特に農薬散布は、従来だと重さ数十kgのタンクを背負って農場を移動しながらの作業となり、非常に負荷が大きかったため、労力軽減の効果が高い。ドローン自体はJAからリースやレンタルで導入でき、数回の講習で操作可能といったハードルの低さも、普及を後押しするはずだ。

一方で、IoTやAIを駆使したデータ活用による効率化については「狭い国土ではメリットが限定的」と齊藤氏は指摘する。これはロボットなどでも同様であり、いかに農業生産を集約化・大規模化できるかがカギに



なるだろう。「例えば農業ロボットでも、自動運転可能な最新機器は高額なため初期投資が大きく、よほどの大規模農業でないと導入しづらいもの。既存の農機に取り付けるアタッチメント型の製品のように、導入コストをいかに下げられるかが問われています」。

## 2) “海の幸”を陸で育てる「陸上養殖」

人手不足は農業分野だけでなく、水産資源を担う漁業・養殖の分野でも深刻だ。かつては「漁業大国」と呼ばれた日本だが、近年では生産量が激減している。もちろん、海洋環境の変化や地政学リスクの高まり、消費者の魚離れといった要因もあるが、主要な担い手である地域漁村では過疎化・高齢化が著しく、危機的な状況と言える。

こうした課題解決に向けて、注目を集めているのが陸上養殖だ。陸上に設けた養殖プラントで、効率的・計画的に魚介類を育てるもので、水産庁も推進を後押ししており、水産事業者だけでなく、水処理事業者などの異業種、ベンチャー企業や研究機関、商社など多様な分野から参入の動きが見られる。

陸上養殖のメリットは、労働環境の改善や人手不足の解消にとどまらない。管理が行き届くため生産効率が高い、トレーサビリティが確保できる、餌の残骸などで海洋を汚染しない、場所を選ばず消費地近くでの生産が可能といった、多くのメリットが考えられる。世界的には、マイクロプラスチックなどによる海洋汚染が懸念される中で、管理された水槽で安全に飼育されるというメリットが重視されている。

## 2 目の前のロスを知恵と科学で循環させる、 食のアップサイクル最新事情

### 放置できないフードロスを テクノロジーで解決

ここまで、食料生産という上流工程の技術トレンドを紹介してきたが、ここからは下流工程、フードロス削減という視点からフードテックを見ていこう。

飲食店での食べ残しや、小売店での消費期限切れなどで廃棄される食品（フードロス）は、世界的な課題となっており、SDGsの目標12「つくる責任、つかう責任」にも「2030年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食品廃棄物を半減させる」と盛り込まれている。特に日本では、年間約612万トンと、東京ドーム約5杯分もの量に達しており（農林水産省調べ）、国民一人当たりで換算すると、毎日お茶碗一杯分の食料を捨てていることになる。

フードロスの削減に向けて、すでに製造から流通、消費まで、各現場で様々な取り組みが推進されているが、中でも「サーキュラーエコノミー（循環型経済）」の視点から注目されているのが食のアップサイクルだ。

アップサイクルとは、廃棄物に付加価値を与えて、新たな商品として生まれ変わらせること。廃棄物の削減につながるのはもちろん、回収して原料に戻すリサイクルと比べても、エネルギー消費を抑制できるメリットがある。利用済みのランドセルを革製品に作り変えたり、木製パレットから家具を作ったりと、近年、様々な分野で広がっているが、食の分野でも多彩なアップサイクルが登場し、フードロス削減に貢献している。

### 1) 食品へのアップサイクル例

果物や野菜などの農産物には、食べるには問題ないものの、サイズや形、色などが規格を外れているため、店頭に並ぶことなく廃棄されてしまう物も少なくない。近年、こうした「規格外品」をスイーツやお酒の原料にする取り組みが広がっており、味や香りなど本来の魅力に加えて、「循環型社会への貢献」という商品コンセプト自体が消費者の興味・関心を引き付ける付加価値となっている。

野菜ジュースの搾りかすを使ったスナック菓子や、パンの耳を材料にしたクラフトビール、食品の製造工程から生じる副産物のアップサイクル例も多い。アイデアと工夫、そして技術力によって、これからも多種多様なアップサイクル食品が生まれてくるだろう。

### 2) 食品以外へのアップサイクル例

日本酒の製造過程で生じる酒粕は、量の多さや保存の難しさから、ほとんどが産業廃棄物として処理されてきた。乾燥させて肥料や飼料にするといった「ダウンサイクル」も模索されてきたが、最近、話題となったのがコスメ商品へのアップサイクルだ。グルコシドやアミノ酸、レジスタントプロテインなど、酒粕に含まれる美容成分を活用した美容液は、「サステナブルコスメアワード」で受賞するなど、高い評価を得ている。

このほかにも、コーヒーの搾りかすを消臭剤として利用したり、果実の搾りかすをオムツの吸収剤に利用したりと、製品本来の機能に加えて「廃棄しやすさ」という価値も備えたアップサイクル例も増えている。



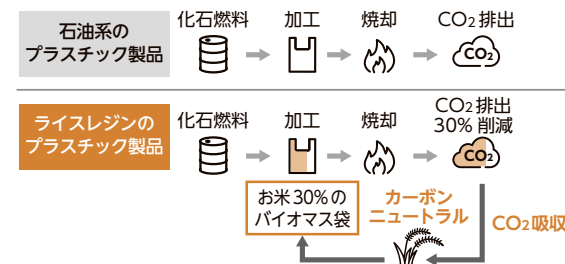
### Topic 2

## 国産米から作るプラスチックの可能性

循環型社会の実現に向けて、化石資源を原料とせず、植物など再生可能な有機資源から作るバイオマスプラスチックに期待が高まっている。バイオマスプラスチックの原料としては、サトウキビやトウモロコシなどが良く知られているが、齊藤氏が属するバイオマスレジンホールディングスグループは、国産米を原料としたバイオマスプラスチック「RiceResin®（以下、ライスレジン）」を開発し、その普及に取り組んでいる。

ライスレジンが原料とするのは、食用に適さない古米や、米菓メーカーなどで発生する破砕米などの非食米。そのままでは廃棄されてしまうこれらの米を、独自の技術力により、石油系プラスチックと同等の品質を持つ製品にアップサイクルしている。通常のプラスチック製品と比較して生産・廃棄に伴うCO<sub>2</sub>排出量を削減でき、また100%国産米を利用しているため安定供給が可能といったメリットもある。加えて、耕作放棄地を活用した原料栽培を開始するなど、農業支援や地域活性化への貢献も期待されている。

### 「ライスレジン」のCO<sub>2</sub>排出削減効果



## 3 豊かな食文化を未来につなぐ 3 サステナブルなフードシステムの実現へ

### お米のプラスチック「ライスレジン」の使用例

ライスレジンとは、エコフレンドリーなバイオマスプラスチックとして認められ、食器・カトラリー、ボトル容器、文房具、おもちゃなど、様々な製品に活用されている。これらの製品を製造、使用することは、持続可能な社会の実現に向けた具体的な施策として注目されている。



おこめのうつわ  
ほわりシリーズ

■ 清水商事株式会社 様

ダイヤブロック®  
OKOMEIROシリーズ

■ 株式会社カワダ 様



お米のボールペン・  
サインペン・定規・  
ピンバッジ・マグネット

■ 株式会社 YSC 様

### フードテックが産業界にもたらす変化

フードテックの発展は、産業界にどのような影響をもたらすだろうか。「特に影響が大きいのが、第一次産業を含めた食品製造業。従来の食品メーカーに加えて、商社や装置産業、外資やベンチャーなど幅広い業界から新規参入があり、業界環境が激変する可能性があります。また、良質な細胞を提供する『細胞バンク』など、これまでになかった新業態が生まれる可能性も高いと見ています」と齊藤氏は分析する。

「そこで課題となるのが、知財やブランディングなど権利関係を保護するための法整備。例えば、国産牛の細胞を海外企業が培養して販売した場合、『和牛』というブランドはどうなるのか、といった問題があります」と齊藤氏は続ける。

新しいビジネス領域において法整備が後追いになるのはやむを得ない面もあるが、生産者の権利を保護し、消費者の誤認や不利益を防止するための仕組みやルールを、産官一体でいかに整備していくかが問われるだろう。

### 食の未来を守るために、 私たち一人ひとりにできること

最後に、本誌読者であるビジネスパーソンに向けて、フードテックがもたらす変化をどう捉えるべきかを齊藤氏に聞いた。

「フードテックは幅広い領域を持つ概念だけに、関

連する業界也多岐にわたります。例えば陸上養殖の規模を拡大するには、養殖事業者だけでなく、ゲノム編集を担うバイオ事業者、ポンプや水処理などの装置メーカー、水槽などに関わる素材メーカー、稚魚や餌などを調達する商社、販路を開拓する小売業など、多種多様な事業者の力が必要になります。国内外の先端事例を敏感にキャッチしながら、自社の蓄積した技術やノウハウを食分野にどう活かせるかを考え、様々な事業者の力を活かすエコシステムを確立することが重要になります」。

フードテックが広げる食の可能性は、幅広い業種業態の事業者にビジネスチャンスをもたらすと同時に、食の持続可能性という社会課題の解決に貢献する機会も与えている。自身や子供たち世代の将来に直接関わる課題だけに、そこに参画する意義は大きなものがあるだろう。

また、フードテックの成果が実際のビジネスとして軌道に乗るためには、製造・販売に携わる事業者の努力だけでなく、実際に購買する消費者の支えが必要となる。「ビジネス面で直接的な関わりはなかったとしても、すべての人々が消費者という側面で関わっており、決して無関係ではられない」と齊藤氏が指摘するように、フードテックは私たち一人ひとりが避けては通れない問題と言える。

まずはフードテックに興味・関心を持ち、その安全性や信頼性なども含めてしっかりと見定めるという姿勢が、日本の食生活の未来を支える第一歩となるのではないだろうか。