

## 持続可能な食農のためのイノベーション

### ◆12のイノベーションが、2050年の98億人の食糧を支える

2020年11月、世界経済フォーラム（WEF）の主宰による「Bold Actions for Food as a Force for Good」が開催された。21年9月の「国連食糧システムサミット」の先行企画として国際機関やビジネスリーダーが集い、食農の未来が協議された。「世界人口は2050年に98億人に到達する。年間10億トンの食糧ロスを削減し、炭素フットプリントを半減し、次の30年間で生産量を1.5倍とする」、これが討議の課題である。WEFは、食糧システムを変革する12のイノベーションを提言した。それによれば、食糧需要の姿の革新、バリューチェーンの強化、そして、安全で効率的な食糧生産が必要である、とされている（下図：WEFより）。



### ◆ナノバイオティクスが、植物を土壤モニターに変える

20年11月、米国のマサチューセッツ工科大学の研究グループが、植物を利用して畑の有害重金属をリアルタイムで計測する手法を論文発表した。近赤外蛍光を発するナノ物質を植物の細胞組織に投与すると植物自身が土壤から吸収するヒ素などの重金属をナノ物質が補足・濃縮し、投与部位の蛍光強度を観察するだけで重金属濃度をモニターできる。コメ、ハウレン草、シダなどのヒ素を吸収しやすい農作物で実験を行った結果、従来法の検出限界が10ppbで



ナノバイオティクス処理されたシダの葉をスマホで撮影。土壤中のヒ素が濃縮された部位が着色されている。（Lew et al. Adv. Mater.より引用）

あるのに対して、0.6から0.2ppbの低濃度での検出を検証できた。特段の分析機器は不要であり、市販のスマホカメラが使えることが最大の特徴である（右上図）。ヒ素汚染は、コメ、野菜、茶葉の耕作地に共通する課題であり、世界各地での展開が期待される。

◆合成生物学が、食糧生産のための農地・水・肥料の利用を削減する

21年1月、米国のAir Proteinが、Googleを含むベンチャー投資会社から3,500万ドルの資金を獲得した。同社は、水素酸化細菌の持つ炭酸同化作用を利用し、CO<sub>2</sub>、酸素、窒素、および、水から直接にタンパク質を合成する技術を持つ。従来の水素酸化細菌の利用検討においては、エタノールや糖などの低分子量化合物が限界であったが、それらを超えて、単細胞生物によるタンパク質の合成を目指す。この微生物は水溶液中で培養でき、伝統的農業の35倍の効率でタンパク質、必須アミノ酸、植物油を合成できる。大気中のCO<sub>2</sub>を直接に削減できる利点もあり、室内で作物を育てる「垂直農法」に応用すれば、農地も不要だ。この技術が評価され、同社は、20年10月に合成生物学会（SynBioBeta）の技術賞を受賞した。

米国のInariは、「CRISPER-Cas9」（20年のノーベル賞授与の対象であるゲノム編集技術）を利用し、過酷な農地条件にも適合し、少量の水や肥料でも育成可能な農作物種子を開発するベンチャー企業である。各地の農地条件にチューニングされた種子を3年間で開発できることが特徴だ。同社は、CRISPER-Cas9の発明者であるDoudna氏を科学戦略役員として招聘し、20年4月に累計で1.3億ドルの投融資を獲得した。種苗産業の規模は550億ドルであるが、農業利用される水や肥料を併せると3,000億ドルに上る。開発された種子の販売にあたって、それらの投資削減を収益原資とすることが、ビジネスモデルである。

やはり米国のベンチャーである、Benson Hill Biosystemsは、ゲノム編集技術で改良された農作物種子を、AI学習で効率的に育成する開発基盤を特徴とする。既存の種苗産業の50%の開発期間、ならびに、25%の費用で品種を改良できる。20年3月に発表された実証結果によれば、大豆のタンパク質を通常品種の31%から51%に増加できた。すなわち、同一の耕作面積におけるタンパク質の収穫量あたりの水や肥料を大幅に削減できる。

◆DX技術が、食肉のFarm-to-Forkの環境インパクトを最小限にする

20年12月、ドイツの化学企業BASFとIT企業Adifo Softwareが、畜産農業のバリューチェーンのDX技術に関する協業を発表した。BASFは、家畜の育成からタンパク質の生産の過程における環境フットプリントの評価法を持つ。Adifoは、家畜の飼育を最適化するための飼料や栄養素の配合計算ツールの事業を有する。両

者の統合によって、環境インパクトを最小限にしつつ、飼育と経費の最適解を与えるITツールを畜産家に提供できる、と両社トップは語る。

例えば、ブタの飼育から食肉までのバリューチェーンにおける環境インパクトの49%が、飼料と栄養素に由来する。最適条件の提供が、Farm-to-Fork（農場から食卓まで）を持続可能にする。ITツールの製品として、まずは、ブタ飼育から提供を始め、ニワトリ、乳・肉牛のモジュールが追加される。現在、パイロット開発の最終調整を行っており、21年初期に、完成品が市場に投入される。

#### ◆農地と再エネの共存が、日本を持続可能な農業国家とする

20年12月、日本の内閣府が、「再生可能エネルギーの促進に向けた農地の利用について」と題する会議を開催した。日本の2050年の炭素中立の実現には、従来計画以上の再エネ発電の設置が必要であり、農林漁業用地の積極的な活用が期待されている。そこで、経産省と農林水産省が協業し、内閣府の仲立ちで各省庁、有識者、民間当事者が協議を行い、規制の総点検を開始した。

会議報告によれば、再生利用が困難な荒廃農地（19万ha）の全てに太陽光発電を設置すると、年間1,400億kWhの発電量のポテンシャルがある。しかし、過去6年間で再エネが設置された農地は1万ha強に過ぎない。農業用地を発電事業に転用・兼用するにあたっての規制が制約となるためだ（「営農型再エネ設備の転用許可」など）。再エネ導入を進める「農山漁村再エネ法」が13年に制定されたが、実行のための基本計画を策定したのは、20年3月末時点で68の市町村に留まる。

国内の農業従事者の高齢化が進むなか、確かに、荒廃農地の再エネ転用はキャッシュを生む。他方、不適切な発電事業を増やしたままで安易に手放した農地は元に戻らない、との懸念もある。「農業は食糧を作る営みであり、持続可能であるべき。農地で再エネを発電して農作業を電化し、余剰電力を都市に売ること、農家は食糧とエネルギーの2つの資源の供給者となれる」、と自営農場でソーラーシェアリングの事業開発を行う、千葉エコ・エネルギーの馬上社長は述べる。

欧州連合は、30年までに農薬使用を50%削減し、有機農地を25%に拡大する。米国は、50年までに農業生産性を40%向上し、環境フットプリントを半減する。日本の農業就業人口の平均年齢は66.7歳であり、世代交代の時期にある。世代交代と炭素中立の転機は、持続可能な農業国家となる機会でもある。 【酒向謙太郎】