



農業特許・注目技術の目利き

監修・アグリ創研株式会社 代表取締役 浅野 卓

第21回



浅野 卓 知的財産アナリスト（特許／コンテンツ）
一級知的財産管理技能士（ブランド／特許／コンテンツ）

専門は知財戦略、ブランド戦略、事業モデル構築。アグリ創研株式会社代表取締役、浅野国際特許事務所附属研究所副所長として、全国段階・地域のJAの顧問、農林水産省国立研究開発法人審議会専門委員、特許庁地域団体商標普及啓発事業外部委員・座長、東京都立大学大学院兼任講師、6次産業化プランナー（中央）、知財経営モデル支援専門家（関東経済産業局）を務める。主著に『実践知的財産法』。

第21回 先端農業技術の現在 地と未来展望

これまで二〇回にわたり最新の農業発明を紹介してきました。本連載の開始後、大規模展示会でも「特許製品」というカテゴリーが現れたり、本連載に多くの支持をいただいているなかではありますが、次回（本連載で取り上げた発明の表彰を行います）を区切りとして、ひとまず完結したいと思います。そこで今回は、本連載で取り上げ、または取り上げたかった発明とともに、農業技術の現在地と未来展望をお話しします（図表1）。

1 スマート農業

スマート農業（アグリテック）分野の技術には、①あらゆるモノがインターネットにつながる「IoT（モノのインターネット）」、②膨大なデジタルデータの蓄積である「ビッグデータ」、③「AI（人工知能）」があり、

④それらの出力装置として、「ロボット」や「XR（クロスリアリティ）」等があります。

(1) IoTの現在地
IoTの普及に伴い、圃場に設置したセンサー等により、居ながらにして農作物の生育や圃場の状況を管理できるようになりました。

IoTの発展として、デジタル空間に現実の設備を丸ごと「複製」し、シミュレーションや訓練ができる「デジタルツイン」も普及してきました。デジタルツインにより圃場や設備を「複製」し、生産効率化のシミュレーションや、稼働を止めない設備のメンテナンスに活用できると考えます。また、リアルなコメ作りを追求した「天穂のサクナヒメ」という農業ゲームが大ヒットしたように、デジタルツインによる世界中からの体験農業も可能でしょう。

(2) ビッグデータの現在地

ビッグデータは、民間企業にとつて、自社の商品・サービスに顧客を囲い込むための重要な

〇頁）を取り上げました。

また、出力装置としては、XRデバイスもあります。XRは、①VR（仮想現実）、②AR（拡張現実）、③MR（複合現実）の総称で、例えば、AIと連動させた眼鏡型XRデバイスで、理想的な樹形に向けて剪定すべき枝や、摘果すべき実を把握するなどができます。

(5) 未来展望

ズバリ、農業の完全自動化・無人化が実現し、農業者自身の選択により、高い付加価値を生み出す作業・想像力を発揮できる作業のみを人間が行うということが可能となるでしょう。農業の中心は、どのように農産物を作るかという「生産」から、どんな農産物を作るかという「企画」に移行すると考えます。

また、スマート農業で緻密な工程管理・リスク管理が可能になり、「異種類の多品種」少量生産から「同種類の多品種」少量生産への移行が進むでしょう。通常の政策よりも大型の「国家の基幹戦略」は、大きな予算

武器となっています。

ご承知のように、「WAGRI（農業データ連携基盤）」という、農業に関する官民のデータを蓄積し、データの連携・共

【図表1】フードチェーンと農業技術の分野

	育種	生産	加工	産品	流通	消費・提供
国家の基幹戦略に関するもの	スマート農業 ゲノム編集 食品	スマート農業・力触覚 再現 生物機能	スマート農業・力触覚 再現		スマート農業	スマート農業
国際潮流に関するもの		ハイドロポニックス	代替食品	バイオマス 固有の品質		
農家の普遍的課題に関するもの		作業負担軽減 減 熟度判定	除菌・滅菌	6次産業化	鮮度保持	

がつくため、研究開発が加速度的に進みます。スマート農業は、

① Society5.0（仮想空間と現実空間の融合社会）、②ムーンショット型研究開発制度（困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等に対する挑戦的研究開発）、③SIP2（戦略的イノベーション創造プログラム第二期）、④PRISM（官民研究開発投資拡大プログラム）といった国家の基幹戦略に位置づけられています。

2 ハイドロポニックス

(1) ハイドロポニックスの現在地
スマート農業と親和性が高い技術として、「ハイドロポニックス（養液栽培…いわゆる水耕栽培）」があります。ハイドロポニックスの進歩により、植物工場や垂直農場（屋上農場・ビル内農場）が広がりをみせています。本連載でも、大浩研熱社の「町田式新農法」（一株から六〇個のメロンを実らせることも可能にした水耕栽培。本誌六〇八号四二頁）を取り上げました。

有・提供を行う、国によるプラットフォームも二〇一九年四月から商用運用が始まっています。

(3) AIの現在地
AIに関する分析技術として、①「マシナリーニング（機械学習）」があり、②機械学習の一つとして「ディープラーニング（深層学習）」があります。本連載で取り上げた、ボッシュ社の「プランテクト」（ハウス内環境のモニタリングおよび病害予測。本誌六〇二号三八頁）は①に当たり、農研機構の農業用ドローンに係る技術群（本誌六〇三号二八頁）や、オプティム社のピンポイント農業散布に係る技術（本誌六〇七号三八頁）は②に当たります。

AIと聞いてイメージしやすいのが、画像認識（深層学習）や農機の自動運転ですが、衛星で撮影した画像データの活用がすでに視野に入っており、農機の自動運転も三段階のうちのレベル2（圃場内や圃場周辺からの監視下での、無人状態での自動走行）まで実現しています（ク

ボタ社など）。また、「第九回ロボット大賞」で優秀賞を受賞したトプコン社の農機向け後付け式の自動操舵システム（特開2019-041729）は、本連載で取り上げたかった発明です。

他方、育種から消費までのフードチェーンの各段階のデータを連携させ、AI等により、各段階の高度化・最適化や産品の付加価値向上を実現する「スマートフードチェーン」は、研究開発段階にとどまっています。

(4) ロボット等の現在地
ビッグデータやAIは、人間の「頭脳」作業の代替や補助であり、それらの出力装置として、「ロボット」があります。

この点、ロボットによる完全自動化・無人化の一方で、人がいない現場では高い付加価値のあるものは作れないという考えから、「協働型ロボット」も求められています。人機協働の場面では、ロボットに力触覚を実装することが重要で、本連載でも、慶應義塾大学の「リアルハプティクス」（本誌六一八号五

植物工場については、温湿度・CO₂の濃度・紫外線の照度など、露地栽培よりも最適な環境に管理することによって、機能的成分を多く含む農作物を生産する研究がされています（千葉大学、カゴメなど）。

また、独インファーム社は、JR東日本やサミットストアと組み、都市近郊の拠点で苗まで育て、店内で収穫まで栽培し販売するという事業モデルを展開しています。苗のほうが収穫物より輸送コストや、輸送時のCO₂の排出量を削減でき、店舗での廃棄ロスも削減できます。

(2) 陸上養殖の現在地

農地転用の課題があるものの、陸上養殖・農地養殖も注目されています。国内ではサーモンの閉鎖循環式陸上養殖が知られています（FRDジャパン社、ソウルオブジャパン社など）。本連載でも、国際農研の世界初の陸上屋内型エビ淡水養殖法（本誌六〇五号三〇頁）を取り上げました。陸上養殖は、ハイドロポニックスと組み合わせる

ことで、「アクアポニックス」（水耕栽培と水産養殖を組み合わせた循環型農業）を実現できます。

(3) 未来展望

ズバリ、施設園芸の立体化（複層化・空中化）が進み、多収性・多様性が増すでしょう。

ハイドロポニックスは、スマート農業と組み合わせることで農業用水の使用量を大幅に削減できるため、SDGs（持続可能な開発目標）の観点からも利点があります。アクアポニックスも水を循環利用するので、環境負荷が低いと言われています。そのため、ハイドロポニックスになじみ、かつ、①周年栽培される農作物や、②機能的成分などの付加価値を付けたい農作物では、ハイドロポニックスの普及が進み、コストが下がるでしょう。とりわけ、葉物野菜のように鮮度が重要なものは、消費地で生産されるか、コンテナ車両型の植物工場による、言うなれば「コンテナ・オンデマンド」になると考えます。その結果、フードマイレージ

（食料の輸送距離）の観点から拡大の動きがあったアーバンアグリカルチャー（都市型農業）がより拡大し、地方部（果樹、畜産など）・都市近郊部（苗、代替食品など）・都市部（葉物野菜など）で、栽培品目の明確な棲み分けが起ると考えます。

3 生物機能

近年、生物機能の開発が進んでいます。私は生物機能分野の技術を、①植物に本来備わっている機能を活性化する「バイオステイミュラント（生物刺激）」、②機能的な生物を活用する「生物利用・代替生物」、③生物の生得的行動（本能行動）を利用する「生態利用」、④生物の優れた機能や構造を模倣する「バイオミメティクス（生物模倣）」に整理しています。

(1) バイオステイミュラントの現在地

このうち、バイオステイミュラントは最も新しい技術分野で、本連載でも、アクプランタ社の植物の乾燥耐性を強化する

「スキーボン」（本誌五九八・五九九号五四頁）や、アサヒバイオサイクル社の植物の病原菌への抵抗力を高めるビール酵母細胞壁分解物（本誌六〇九号三八頁）、D&Tファーム社の植物の種子を緩慢凍結し有利な形質を発現させる「凍結解凍覚醒法」（本誌六一五号四二頁）を取り上げました。

(2) 生物利用・代替生物の現在地
生物利用は「生物農薬」だけではなく、本連載では、ムスカ社のイエバエ幼虫により有機廃棄物から飼料と肥料を同時生産するシステム（本誌六一〇号三八頁）を取り上げました。

また、特許出願が見当たらなかったため、本連載では取り上げませんでしたが、ジャパンマゴットカンパニー社の「ビーフライ」（ミツバチに代わるポリネーター（授粉者）としてのヒロズキンバエ）や、Ciamo社の「くまレッド」（焼酎粕を好む菌種を単離し、価格を一〇分の一にした光合成細菌）にも注目していました。

(3) 生態利用の現在地

本連載では、小泉製麻社の太陽光を背に飛翔する虫の習性を利用した「虫フラックとネット」（本誌六一二号三八頁）を取り上げました。

本連載で特に取り上げたかったのは、森林研究・整備機構による、言うなれば「振動防除」という、コナジラミ類・アブラムシ類・カミキリムシ類・チャバネアオカメムシなどの新たな防除法です（特許第6849186号、特許第6991488号、特開2021-129540）。

(4) バイオミメティクスの現在地

オナモミの実から着想を得た面ファスナーが有名ですが、世界中でクモ糸の人工合成の研究が進んでいます（Spider社など）。この点、生物利用とも関係しますが、農研機構の「ミノムシシルク」に係る技術群（特開2018-197415、特許第6960660号、特許第6963765号、特許第6990413号など）は、本連載で特に取り上げたかった発明です。ミノムシの糸

は、最強の天然繊維といわれていたオニゲモの糸より、弾性率・破断強度・タフネス・耐熱性のすべてで上回ります。ミノムシの糸のタンパク質の秩序性階層構造も解明されているので、養殖だけでなく人工合成による量産化の道も拓かれています。

(5) 未来展望

ズバリ、植物工場だけでなく露地栽培や施設栽培でも、化学農薬・化学肥料の使用がゼロまたは大幅に減るでしょう。生物機能は、①ムーンショット型研究開発制度、②SIP2といった国家の基幹戦略に位置づけられています。

4 バイオマス

(1) 現在地

バイオマスとは、生物由来の有機性資源で、①廃棄物系バイオマス、②未利用バイオマス（稲殻など）、③資源作物に分類されます。そして、バイオマスの利用方法には価格の高い順に、**①医薬品原料、化粧品原料、機能性食品素材、②食品（調味料**

など）、**③工業原料（プラスチックなど）、④飼料、⑤肥料、⑥燃料、発電・熱利用**があります。

本連載では、バイオマス利用の普及に不可欠な高水分乾燥機（本誌六一三号五〇頁）を取り上げました。北陸テクノ社のもみ殻処理炉（特開2019-020022・取下擬制）を中心とした、富山県射水市「もみ殻循環プロジェクト」にも注目していました。当該プロジェクトは、もみ殻から「非晶質シリカ」を生産し、ハウス加温、肥料にとどまらず、コンクリートやゴムマット、化粧品などを展開しています。

また、つばめHHB社のエレクトライド触媒を用いたアンモニアの小型プラント（特許第6675619号など）は、本連載で取り上げたかった発明です。

(2) 未来展望

ズバリ、バイオマスが資源の柱の一つになるでしょう。そして、バイオマスプラントは大型大量生産から、小型オンデマンド生産になり、地域ごとのバイオマスの特徴を生かした「バイ

オマスの地産地消」になると考えます。

現在は、バイオマスの利用の多くが、前記**⑥**のエネルギー利用にとどまっていますが、バイオマスは、SDGs、ESG（環境・社会・企業統治）、みどりの食料システム戦略（食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現するという政策）に位置づけられており、民間投資を集めやすいため、社会実装が進むと考えます。また、ムーンショット型研究開発制度にも関係します。

5 ゲノム編集食品

(1) 現在地

品種改良技術には古い順に、**①変異体の選抜、②交雑または交配、③放射線・化学物質による変異誘発、④GM（遺伝子組換え）、⑤ゲノム編集**があります。二〇二二年に「クリスパー・キャス9」（二〇二〇年ノーベル化学賞）という手法が登場し、ゲノム編集食品の開発が加速度的に進みました。

GMは、“外来の遺伝子”を組み込むため、安全性や環境への影響が懸念されています。一方、ゲノム編集には、①DNA切断等に伴う塩基の欠失、数塩基の置換、挿入の場合（届出のみ。表示も任意）、②DNA切断部位に1〜数塩基の変異が挿入される結果となる場合（届出のみ。表示も任意）、③DNA切断部位に“外来の遺伝子およびその一部”を含む場合（GMに該当し、安全性審査が必要。表示も必要）があります。①②は、安全性も従来の品種改良と同程度とされていますが、多くの消費者は区別できていません。連載開始時には、ゲノム編集食品の届出案件がなかったため、本連載では取り上げませんでした。農業分野では現在、機能性成分GABAの含有量を五〜六倍に高めたトマト（筑波大学発のサナテックシード社）が一般販売されています。また、収穫量を二割程度増やしたイネ（農研機構）、ソラニンを大幅に減らしたジャガイモ（理化学研

究所、大阪大学）、卵アレルギーでも食べられる鶏卵（産業技術総合研究所）、単為結果するトマト（筑波大学）、雨による品質劣化がしにくい小麦（岡山大学）などが開発されています。

(2) 未来展望

ズバリ、新品種の種苗が、スマートフードチェーンの「手段」とどまらず、「起点」となり、農業分野の国際競争のカギとなるでしょう。農家が育種の“企画”をして、ゲノム編集の会社に育種を請け負ってもらう形も考えられます。ゲノム編集により育種が圧倒的に短期間で、比較的容易にできるようになったため、ゲノム編集の請負会社も増えると思います。

の上位五社のうち、四社（二〇一七年）または三社（二〇一九年）は、農業・種子メジャーであることに気づきます（図表2）。実は、二〇一七年から二〇一九年にかけて、業界の大再編がありました。再編を仕掛けたのは、すべて化学会社である、①シンジェンタを買収したケムチャイナ、②デュボンとダウ・ケミカルが合併したコルテバ・アグリサイエンス、③モンサントを買収したバイエル、④モンサント買収にあたり、バイエルが種子事業の大部分を売却したBASFです。農業と種子を組み合わせた知財戦略は儲かると考えたのでしょうか。

【図表2】世界的な種子会社の売上高ランキング

	2017年	2019年	2021年
1	モンサント（米国）	イースト・ウエスト・シード（タイ）	バイエル（ドイツ）★
2	コルテバ・アグリサイエンス★（米国）	バイエル（ドイツ）★	アドヴァンタ（アラブ首長国連邦）
3	シンジェンタ（スイス）★	シンジェンタ★（スイス、ケムチャイナ傘下）	イースト・ウエスト・シード（タイ）
4	リマグラン（フランス）	アドヴァンタ（アラブ首長国連邦）	ノヴァライアンス・グループ（フランス）
5	バイエル（ドイツ）★	コルテバ・アグリサイエンス（米国）★	バリュー・シーズ（ナイジェリア）

（出所）Marketing & Sales（Access to Seeds Index2017, 2019）および Marketing & Sales（Access to Seeds Index2021 of World Benchmarking Alliance）のデータから浅野作成。
（注）★の三社に独BASFを加え、農業・種子のビッグ4と呼ぶ。再編前は★の三社に、米ダウ・ケミカルおよび米デュボン（後のダウ・デュボン）、米モンサント、独BASFを加え、農業・種子のビッグ6と呼ばれていた。

種子会社の売上高ランキング

一方、モンサント社などが行なっていた、除草剤と当該除草剤に耐性をもつGM種子をセットで販売する事業モデルは終焉を迎えるでしょう。

種子会社の売上高ランキング

使用がゼロまたは大幅に減ると考えられます。実際、種子会社の二〇二一年の売上高ランキングの上位五社に残っている農業・種子メジャーは一社のみで、その兆しがみ取れます。

（あさの たかし）