

精密農業進化で医療問題へ迫る

正確な記録とデータの蓄積、これに基づく確度の高い判断と作業をITやロボット活用によって管理する精密農業は、他産業との連携による価値創造を容易にする。克服は農業課題にとどまらない。わが国を悩ます医療問題へも切り込める大きな注目分野だ。

医農連携による生産期待

農場の新しい管理戦略として登場した「精密農業」(Precision agriculture)は、多方面に波及効果を与え始めている。

これは複雑で多様なばらつきのある農場に対し、事実の記録に基づくきめ細かな管理をして、地力維持や収量と品質の向上および環境負荷軽減などを総合的に達成しようというものだ。ほ場状態と作業履歴の克明な記録を手にすることができ、生産現場のトレーサビリティが実現できる。

精密農業の進展は、医療分野との連携も可能にしている。「アグロメディカルフーズ」(Agro-Medical Foods: 以下、AMF)とは、疾病予防や健康維持・増進効果が、ヒト介入試験あるいは長年にわたる地域食文化の経験事実(広い意味での疫学調査に

相当)などにより、科学的事実として証明された機能性成分を含む食材をいう。内閣府外局の消費者庁が認める機能性表示食品や特定保健用食品(トクホ)などもAMFの範疇に含まれる(図1)。この構想は、「農学」と「医学」が実生活の課題を研究対象に取り上げることにより生まれたものである。

AMFの生産で最も重要な課題は、農産物の熱量や繊維分、および、栄養分や機能性が期待通りの水準を安定して維持されることである。最終産物である農産物の機能性を評価指標にして生産プロセスの全てが管理されるという、いわば高度なデザイン・イン型生産システムが要求されることになる。

そのためには、農業生産の現場から最終消費地までの生産流通プロセスが、時間と場所と事実の

記録に基づいて管理される必要がある。このようなシステムの管理は、農場管理を主体にしてきた従来の農学だけでは対応できない。そこで必要とされるのが、新育種技術、土壌・環境・作物の高度なモニター技術と高度な栽培技術に支えられた精密農業である。

精密農業の具体的な姿を理解するには、その作業サイクルを見るとよい(図2)。まず、ほ場の空間的ばらつきの克明な記録から始まる。土壌や雑草あるいは病害虫発生のばらつきである。続いて過去の蓄積されたデータを参照しながら、ほ場のばらつきに対応した栽培作物や管理法あるいは作業内容を決定する。作業サイクルの最後は農産物の収量と品質のばらつきの観測である。作業結果の評価指標には、当該年の収量や収益性のみならず長期的な地力維持や農作業の安全性あるい

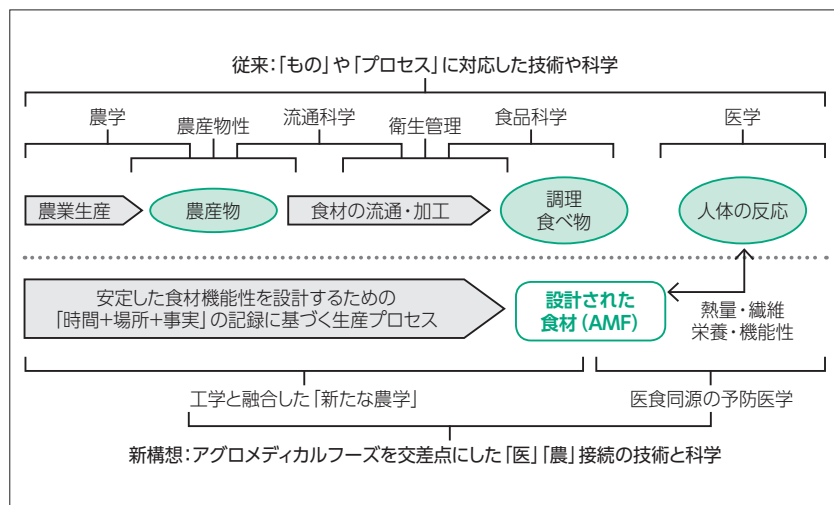


東京農工大学大学院農学研究院 教授

澁澤 栄 Sakae Shibusawa

しぶさわ さかえ
1953年群馬県生まれ。79年京都大学大学院農学研究科修士課程修了。農学博士。2001年より現職。コミュニティベース精密農業、アグロメディカルフーズ生産構想に従事。日本学術会議会員。著書に『精密農業』(朝倉書店)

図1 アグロメディカルフーズの生産構想



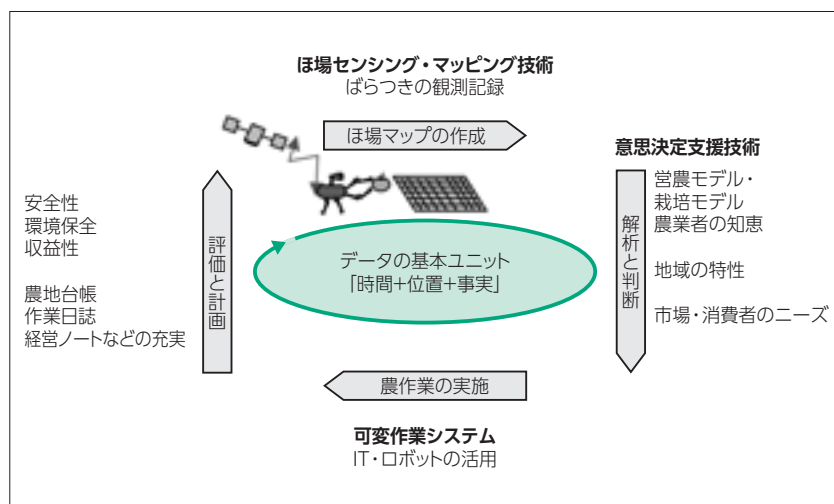
は環境保全効果なども重要になる。
 このようなほ場管理作業が一巡すると、「情報付きほ場」と「情報付き農産物」を手にすることができる。

精密農業の三要素技術とは

このサイクルを支える技術を整理すると、「ほ場センシング・マッピング技術」「意思決定支援技術」「可変作業システム」であり、精密農業の三要素技術と呼ぶ。

ほ場センシング・マッピング技術は、作物と土壌

図2 精密農業のコンセプトと農場管理サイクル



の測定を行い、生育環境の詳細なほ場マップを作成することが目的である。このうち作物計測では、GPS、および収量センサを装着した収穫機械が技術の中心となり、収量マップを作成する。対象は、米・麦・大豆などの穀物、トマトなどの果菜類、飼料作物などである。その有力な補完技術として衛星・航空・小型無人飛行体によるリモートセンシングがあり、作物の光合成活性や収量が予測される。また土壌計測では、土壌サンプリングと室内分析による土壌マッピングが実用上の主流である。現在、複数土壌成分の自動計測装置が開発

されており、特にトラクター搭載型の土壌分析システムは二〇項目以上の土壌成分測定を可能にした。

意思決定支援技術は、環境制約の下で収益向上と生産力を維持するための、農業者判断を支援する情報解析システムである。従来は、可変作業などの農作業判断の効率化という意味で意思決定支援技術を扱っていたが、最近では、膨大な気候変動情報と作物・ほ場情報を対象にして、ビッグデータ解析や人工知能解析あるいはディープラーニングによる経験知や科学的知見の探索、人材養成のための教育プログラムが注目の研究対象になっている。

可変作業システムは、環境制約の下で作物生育と収量の向上に直結する技術であり、可変施肥技術と可変防除技術が注目されている。可変施肥の対象は窒素とリン酸であり、土壌成分マップと作物吸収収量の見積もり、および肥料効率の予測により、場所ごと、あるいは作物個体ごとの施肥量を計算して散布する自動機械システムが開発されている。収量維持で施肥量二割削減が一般的である。

可変防除では、除草剤散布が実用技術になっている。注目する雑草のみに除草剤を散布することにより、散布量の五割削減が一般的であり、雑草の葉齢や種類を判別することで八割削減も可能である。

病害虫防除では、時間と場所の発生予測がいまだ困難であることから、病害虫の生活史研究と精密な兆候測定技術および統計的発生予測による総合的有害生物管理 (Integrated Pesticide

Management: IPM)の機械化実現へ研究が進められている。

「コミュニティベース精密農業」

さて、わが国の農業の特徴は、品質が価格に直結する農産物需要が存在すること、大消費地に極めて近いところに生産の場が存在すること、小規模で多様なほ場群を基礎に高品質で多彩な農産物を生産していること、大半の耕作者(所有者)はコストより売り上げを重視した経営志向であること、などである。このような特徴を活用する都市型農業モデルが、「コミュニティベース精密農業」である。これは精密農業を志向する農家集団である「知的農業者集団」と技術開発を行う企業など「技術プラットフォーム」が共同して精密農業を実施するというモデルである。

知的農業者集団は、情報技術を駆使する農業者から成る学習集団であり、後述する農法の五大要素を再編構成し、農家の組織化や自治体との共同作業の中核を担う。「ほ場内のばらつき」と「ほ場間の地域的ばらつき」および「農家の間のばらつき」という多様な「階層的ばらつき」を管理し精密農業の作業サイクルを実行することにより、「情報付きほ場」を創造する。

技術プラットフォームは、前述した精密農業の三要素技術を地域のニーズにあわせて開発導入する企業、および、農産物のマーケティングを担う企業などから構成される。知的農業者集団と協力することにより、「情報付きほ場」と接続した「情報付き農産物」を創造する。これが、農業者同士や他産業あるいは市場関係者と会話をするときの

強力な道具になる。

コミュニティベース精密農業の試みは二〇〇〇年代初頭に各地で始まり、およそ一五年を経過した。現在、情報通信技術の発達の影響を受け、さまざまな形態の農業スタイルが登場するに至った。例えば、埼玉県北部の本庄精密農法研究会では、地域のエコファーマーが集い学習会を重ねながら「本庄のトキメキ野菜」のブランドを創造した。知的農業者集団である研究会の技術導入を支援する地元企業が組織化し、技術プラットフォームの役割を担っている。地域の垣根を越えた取り組みも登場しつつある。全国の農業法人四社が組織した農匠ナビ株式会社は実証するスマート水田農業の技術普及を目的の一つに挙げている。知的農業者手である農匠ナビと大学やIT企業による技術プラットフォームがコミュニティを組成している。

今後は知的農業者集団を組織しない精密農業モデルが出現してくるであろう。経営体数が激減する中で一経営体が多数の小規模ほ場群を管理する状況が出てくるからである。これに対応するためには、例えば、多数のほ場群と雇用者を管理できる経営人材、大小規模に柔軟に対応できる技術システムとその運用方法、そしてリスク管理などの国際標準の導入などが求められる。

農業発展へ生産知財対策

農業の大規模な構造変化には高度な経営判断が必要であり、これに直結するのが複雑で多様な大規模農業情報の利用である。農業情報は、地力維持と農業生産性の発展を軸にした作業体系、すなわち農法を構成する次に挙げる五つの要素に

係る情報だ。

一つ目が、作物品種だ。ゲノム配列と表現型で特徴付けられる品種特性は栽培様式を決定する。早晩性とか耐病性あるいは多肥多収性、市場性など、農法を構築する際の基本要素である。

二つ目は、ほ場だ。場所(気象条件など)、土壌の性質、水利条件、ほ場の形やサイズ、分散状態や利用形態など、作物品種や技術の選択に制約を与える。

三つ目は、栽培方法などのソフト技術と農業機械などのハード技術だ。ハード技術が簡単に変更できず農法変革の障害となる場合もあれば、逆に農法革新を決定付ける場合もある。

四つ目は、生産者の動機だ。気分や感情、嗜好、家系、経営戦略などの生産者個人あるいは生産組織の特性であり、農法を決定し運用する主体である。

最後は、地域システムだ。農業政策、農協などの団体、市場へのアクセス方法、技術普及システムなど、農法を維持・普及するための仕組みであり、産地間競争を支配する要素である。

近年では、農業機械が情報通信技術と接続することにより、今まで個々に計測処理されてきた作物やほ場、および、気象などに関する情報が、農業プロセスの中で一挙に集積あるいは統合する条件が現れ、ビッグデータ解析などの手法も利用可能になった。

一方、特定の利害関係者による情報の囲い込みや独占による農業の健全な発展を阻害する危険性が表面化したため、農業情報に関する非競争領域あるいは協調領域における共有化・標準化のた

表 アグロメディカルフーズの研究開発例

農産物	機能的な医学的検証				分析評価技術		精密農業・農産物の供給		
	ヒト (疫学調査)	ヒト (介入試験)	動物	細胞	農産物・食品	生体試料	精密育種	精密栽培	加工・調理
タマネギ	△メタボリック シンドローム	△非アルコール性 脂肪肝 △メタボリック シンドローム △認知症 ○ドライマウス ○ドライアイ	○メタボリック シンドローム ○認知症 ○加齢黄斑変性 ○ドライアイ	○メタボリック シンドローム ○認知症 ○ドライアイ	○ケルセチン	○ケルセチン	○ケルセチン	○ケルセチン	○ケルセチン
ダイズ	○メタボリック シンドローム	△非アルコール性 脂肪肝 ○骨粗鬆症 ○更年期障害 ○ドライマウス ○ドライアイ ○加齢黄斑変性	○メタボリック シンドローム ○骨粗鬆症 ○加齢黄斑変性 ○ドライマウス ○ドライアイ	○骨粗鬆症 ○ドライマウス	○イソフラボン		○イソフラボン	○イソフラボン	

注：○は解析、△は検討中を示す
資料：アグロ・メディカル・イニシアティブシンポジウム2012.11.28より

めに、政府は「農業情報創成・流通促進戦略」を
出した。

二〇一六年三月には、IT総合戦略本部で、「農
業情報創成・流通促進戦略に係る標準化ロード
マップ」と「農業ITサービス標準利用規約ガイ
ド」を、農林水産省は「農作物の名称に関する個別
ガイドライン」と「農業ICT 知的財産活用ガイ
ドライン」を、総務省は「農業ITシステムで用い
る環境情報のデータ項目に関する個別ガイドラ
イン」と「農業情報のデータ交換のインターフェー
スに関する個別ガイドライン」を発出した。

これらのガイドラインは農法の五大要素全て
に同時に関わり、本戦略の実行は、農業現場の構
造変革を促進する役割を持っている。

課題としては、農業情報が従来の枠組みを超え
て利用されるための官民データオープン化の推
進、国際標準を視野においた市町村自治体や農業
組織および関連業界の連携協力、そして生産組織
を支援する知的財産戦略の再構成である。

特に、一六年に成立した官民データ活用推進基
本法に基づいて農業分野におけるオープンデー
タ化の施策が取り組まれつつあり、関連組織の利
害関係を越えた共通利用データ領域の拡大が望
まれる。また、今年の種子法廃止に伴う公共財の
特性を持つ地域特産品種や、農業データの所有権
と共通利用の取り扱いなど、農業の知的財産に関
わる新たなルールが必要である。

医療費などの問題解決へ

話を戻そう。日本ではコミュニケーションベースでの
発展が注目され、今後の大規模情報活用に課題を

残す精密農業だが、医療との連携によりその農産
物をAMFとして活用することが可能となる。

そのためには、人体の調節機能への効果が細胞
レベル、動物レベル、人体介入、疫学の医学的方法
で確認され、機能性に関する成分の分析方法、
機能性物質の高含有な作物品種や栽培技術、そし
て機能性を保持する食材調理方法が確立してい
ることが必要になる。整理すると表のマトリック
スが出来る。これらの研究を背景に、最近で
は、生活習慣病予防に効果のある温州みかんやオ
ムギなどが開発されている。

わが国社会は、急速な高齢化の進行や食生活の
変化による生活習慣病の増加、また、環境汚染や
食の安全・安心を脅かす社会問題の頻発など、日
本人の健康を取り巻く環境が危機的な状況にあ
る。

医療費は四一兆円を超え、そのうち糖尿病や脳
血管疾患などの生活習慣病関連が三五%を占め
るに至った。医療費の抑制は、根本的解決が求め
られる優先度の大変高い社会問題となっている。

農業は、高齢化の進行と後継者の減少、市場競
争力の低下、適切な保護政策の欠如などにより、
崩壊の危機に瀕している。自給率は三八%（カロ
リーベース）に落ち、毎年一五万人に及ぶ離農を
新規就農で補えず、耕作放棄地が全耕地の一〇%
にまで増加している。

期待すべきことは、上記二つの深刻な課題が医
と農の最先端研究・技術を連携・融合することに
より、同時に解決できる可能性を見いだしたこと
である。AMFの生産・流通に関する農業ビッグ
データ解析技術の開発が注目される。



畜産経営を変えるIoTサービスの可能性

発情や繁殖、治療の状態、移動や肥育実績など牛個々の煩雑な記録をスマートフォンやタブレットのタッチに置き換え、個体情報を収集管理する。データは牛群管理の見える化を可能にし、省力化など経費削減につながる。特に畜産経営で重要な確な発情状況の効率化を実現。畜産の最新現場レポート。

牛群管理の見える化を実現

ITやAIが農業にもたらすのは、第一に生産性の向上である。さらにデータそのものは安全・安心のエビデンスになり得る。また、科学とテクノロジーに裏打ちされた生産技術は農産物の付加価値を生み出し、新たな生産組織を構築するのに役立つ。企業化・大規模化が急速に進む畜産業界でもITやAIを活用した多様なサービスの普及が始まっている。

農業ITベンチャーの株式会社ファームノート（以下、ファームノート「代表取締役・小林晋也さん」）が開発した牛群を管理するためのクラウド型支援サービス「Farmnote」は、二〇一四年一月の発売開始からわずか三年にして一八万頭（農家数一八〇〇戸）にまで普及した。これは全国で

飼育される牛の四％近くに及ぶ数字だ。

一般的に畜産農家は牛群を管理するに当たり、一頭ごとの健康状態や治療歴などをノートに手書きしている。牛舎を見回りながら、気になる牛が見つければ、事務所に戻ってノートからその牛の過去の履歴を調べなければならない。全国で畜産経営が大規模化する中、この作業は煩雑化している。二戸の農家が飼っている牛の平均頭数は増えており、一五年二月一日現在で乳用牛は七七・五頭、肉用牛は四五・八頭となっている。その分だけ記録する負担は増え、ノートの保管は煩雑になる。こうした手間や面倒を軽減し、牛一頭ごとの履歴を「見える化」したのが「Farmnote」だ。

利用者は、スマートフォンやタブレットをタッチ操作しながら、個々の牛の発情や繁殖、治療の状態、移動や肥育の実績を記録していく。一連の記



農業ジャーナリスト

窪田 新之助 Shinnosuke Kubota

くぼた しんのすけ
経団連のシンクタンク「21世紀政策研究所」研究委員、ロボットビジネスを支援するNPO法人Robizyアドバイザー。著書に『日本発「ロボットAI農業」の凄い未来』（講談社+α新書）など。「日経産業新聞」コラムなど多数連載。

録を基にして、繁殖の予定時期や牛群の移動履歴、預託状況、血統などの個体情報を把握できるようになる。タッチ操作するだけで牛の個体データに簡単にアクセスでき、牛群を管理する手間がかなり省ける。中でも役立つのは発情時期の予想。牛は平均して二二日周期で発情する。といっても個体差があるため、畜産農家では従業員が発情の兆候を丁寧に観察して、ノートにそれを記している。ただ、そのノートに記載したことを忘れたり、他の従業員が見逃したりすると、種付けするタイミングを失ってしまう。その結果、次の発情まで二二日間程度、待たねばならない。それが「Farmnote」を使えば、過去の履歴から発情だけでなく、分娩（ぶんべん）や乾乳（かんにゅう）の時期まで予想してくれるのだ。

顧客からの要望に沿って機能のアップデートをするのは毎月数回に及ぶ。あらゆるデバイスに



農家の操作性に配慮された「Farmnote」のデザイン

対応しており、利用料は二〇〇頭までは無料、二〇一頭以上二〇〇頭未満は一頭当たり月額四〇円掛かる。二〇〇頭以上は応相談となっている。

センサーで発情兆候を把握

「モノのインターネット」と呼ばれるIoT（Internet of Thingsの略）と共に、このサービスはさらに進化している。ファームノートは一六年八月、「Farmnote」と連携した「IoA」による新たな営農支援ツール「Farmnote Color」を発売した。「IoA」というのは同社の造語で、「Internet of Animals」の頭文字三つを並べたもの。「IoA」の「I」の「Things＝モノ」を「Animals＝動物」に置き換えたわけである。牛にセンサーを内蔵した

首輪を取り付けることで、畜産農家はタブレットやスマートフォンを通じて、その牛の発情や疾病の兆候を知ることができる。どういう仕組みかといえ、そのセンサーで牛の活動量を計測する。牛は発情すると運動量が増える。このデータを随時計測していけば、人工授精するタイミングがより的確に把握できる。

当たり前だが、雌牛が妊娠しないと乳が搾れなくなってしまう。また病気にかかると、逆に運動量は減ってしまう。出産時疾病という症状があった、これにかかると母牛は反芻（はんそう）する回数を減らし、そのせいで栄養を十分に吸収できなくなってしまう。畜産農家にとって、発情のタイミングや反芻回数の減少を見逃さないことは、乳量を増やす



AIが個体情報を収集、分析して発情予測

のにとっても大事だ。そのために開発したのが

「Farmnote Color」なのだ。これには人工知能（AI: Artificial Intelligenceの略）も備わっている。ここでいうAIとは機械学習を指す。特定の計算処理にのっとって活動量を分析することで、発情や疾病の兆候を早い段階で知ることができる。人工知能は収集するデータを基に牛の個体ごとに学習するので、データをためるほどに分析の精度は上がっていく。「Farmnote Color」は「Farmnote」と連携している。このため、利用者がスマートフォンやタブレットを牛に近づければ、牛の首輪に内蔵したセンサーに反応し「Farmnote」が自動的に起動して、その牛の個体情報が表示されるようになっていく。日々の記録である「Farmnote」と組み合わせることで、より精度の高い牛群管理ができる。

発情発見率が三倍に向上

では、一連のサービスを導入することで、畜産経営には具体的にどんな効果が生まれているのか。ファームノートのホームページにユーザーの声が載っているのを、紹介したい。

鹿児島県さつま町の有限会社福永畜産は二〇〇頭（繁殖牛一五〇頭、自家産子牛七〇頭、肥育牛八八〇頭）で肉牛一貫経営をしており、二〇一三年には全国肉用牛枝肉共励会で最高賞を受賞しているほどの優秀な畜産農家だ。

ところが驚くことに「Farmnote」や「Farmnote Color」を導入したところ、発情発見率が二〜三倍に向上した、という。

「牛に装着して初めてわかったことなんです、

私たちの牧場の牛は、半数近く夜中に発情していました。つまり今まで半数近く発情を見逃していたんです。夜中に牛舎に行くことはほぼ無いので、二四時間牛の活動量を分析し発情兆候を通知してくれる『Farmnote Color』で、発情発見の可能性が大きく広がりました」と導入成果をホームページで述べている。

「Farmnote Color」には発情の開始時刻と終了時刻を予測する「発情グラフ」という機能が備わっている。人工授精をするには発情が終わってから五〜八時間が理想とされているので、両方の時刻が分かるのは重要な。福永畜産では発情グラフから発情が長過ぎる牛を見つけることができたという。「牛の発情は二日周期で、諸説ありますが発情は約八〜二時間ほどとされています。発情が二四時間以上続く牛は子宮囊腫や卵胞囊腫、子宮萎縮など疾病の疑いがあります。『Farmnote Color』を取り付けて現在で一カ月ほどですが、五〜一〇頭ほど異常を見つけることができ驚いています。発情兆候の通知が長期に渡って届くのでおかしいな？ と思い直腸を触ると、子宮や卵胞に囊腫ができていました。頭数が多いと目視だけでは異常を見逃してしまうこともあるので、通知やグラフでの見える化で、異常に気がつきやすくしてくれる『Farmnote Color』の機能はとても有効と感じました」（いずれのコメントもファームノートのホームページより抜粋）

米国に肩を並べる生産性

この他、小林さんによると「Farmnote Color」ユーザーのある酪農家は、飼育している牛群の平均的な妊娠率（分娩後の一定期間において妊娠している牛の頭数の割合）を一五％から二五％にまで高め、その結果として純利益が二〇〇万円増えた。「妊娠率が一五％というのは平均的だが、二五％は達人の域」だそうだ。

別の和牛農家は妊娠率を五〇％から九〇％に増やすことに成功した。「和牛農家は発情をあまり気にしないから、とりわけ効果が高い」と、小林さん。ただし、もともと研究熱心な篤農家については「改善は数％にとどまる」と明かす。

牛の首に取り付けるセンサーを使った牛群の管理は欧米では一般的で、畜産農家は日本よりも高い生産性を保っている。小林さんは日本がアメリカの生産性と同等になった場合の経済効果を試算したところ、六〇〇億円増えるという。畜産農家一戸に換算すると二〇〇万円だそうである。

欧米のセンサーは日本でも複数のメーカーの製品が普及している。それらと比べてファームノートの優位はどこにあるのか。「いずれの海外の製品と比べても、発情の発見率が数％高い。それからクラウド上にアルゴリズム（計算処理）があるので、いつでも変更できる。また、新機能を追加した際にはセンサーの交換なしにアプリを追加できる。逆に劣位を挙げれば、価格が高いこと。これは発売したのが今年一月なので台数が出ていないからだ」と、小林さんは語る。

価格については今後下がっていくだろう。というのも、これまで販売は自社でこなしてきた。ただ今年三月に全国農業協同組合連合会（ＪＡ全農）と農林中央金庫、住友商事、産業革新機構から五億円の資金を調達。同時にＪＡ全農とＮＴＴド

コモとは国内における販売促進で、住友商事とは海外展開で業務提携を結んだ。これにより販売台数が急速に増え、価格を下げられるに違いない。普及件数の目標は掲げているが、「秘密」とのこと。ただ、一部報道では、業務提携の発表時からの向こう二年間で畜産農家一〇〇〇戸に普及すると出ている。小林さんは「業界一を目指す」と意気込む。

開発に問われるユーザー視点

それにしても「Farmnote」や「Farmnote Color」が人気の理由はどこにあるのだろうか。発情や疾病の発見や予測などで目立った効果があるのはもちろんだが、それだけではユーザーは使い続けない。これにはユーザーの使い勝手を考慮したデザインになっていることが大きい。小林さんは「わが社の製品はスマホで使うことをベースにデザインしている。なぜなら、農業ＩＴのユーザーが使うのはパソコンではなくスマホだから」と説明する。ウェブアプリケーションの稼働も相当速い。

使い勝手の良いデザインに仕上がっているのは、社員がユーザー体験をしていることが大きい。社員は一定期間、酪農家で研修を受けながら自社製品を使うことで、その使い勝手を確かめている。研修期間は会社設立初期には最大で半年に及び、今でも一〜二週間を設けている。小林さん自身もさまざまな畜産経営を分析し、普段の農作業のどこを改善すれば、決算書のどの科目にインパクトを与えるのか、それが畜産農家の収益確保や経営発展にどのようにつながっていくのかを突き止めていった。それが製品開発に活かされている。

これには玉石混交になっている農業ＩＴサービ



スマートフォンを近づけるだけで、その牛の個体情報が一目瞭然

スへの批判も込められている。「多くの製品が出ていなければならないが、ほとんどが使いにくい。それはメーカーの担当者が農家になりきれていないから。経営者じゃないのに経営を理解したふりをしていふのと同じ。最近分かってきたのは、開発において『効率と効果』を取り違えないことがすごく大事だということ。メーカーは『効率』を上げる製品を作ろうとするけれども、農家が何に困っているかといった事実に沿っていないから、独り善がりなものができてしまう。結果、農家はそれを使っても農業経営で『効果』を出せない」と小林さんは語る。同時にファームノートはユーザーの声も取り入れ、製品の改良に活かすことに積極的だ。そのために会社の理念を共有するユーザーを「アンバ

サダー」(Ambassador)と呼び、サービスに対する彼らの意見を聞く場として「ファームノートキャンプ」を全国各地で開催している。加えて、アグリテック(農業[Agriculture]に技術[Technology]を組み合わせることで、生産性を上げることが目的とするもの)のベンチャーや農業経営者を招いてのシンポジウムを開くほか、アンバサダーと交流する「ファームノートサミット」を毎年催している。そこで共有するのは自社のビジョンだ。

他産業との融合が地方変える

「ITメーカーはみんなモノを売りたいが、僕は、僕はモノを売るといふよりビジョンを共有することに重点を置いている。そのためにはアンバサダーとどれだけコミュニケーションを取れるかが大事。ビジョンを共有できて初めて、わが社はアンバサダーのために、アンバサダーはわが社のために頑張ろうという気持ちになれる」と、小林さんは言い切る。そのビジョンとは畜産経営の効率化と思いきや、「もっと大きくて、二〇五〇年の地球をどう持続可能なものとするか」だという。持続可能性という観点から地球を見た場合、温暖化や生物種の絶滅、水質汚染、食糧危機などの問題を抱えているとされる。

翻って農業に置き換えた場合、「畜産では世界の穀物の四割を使用しているが、残念なことに牛は産まれる前後から肉牛として出荷されるまでに約九%が死んでいる。死んでしまえば、食べさせた餌がすべて無駄になる。死亡率を減らすだけでも、穀物の無駄はかなり減らせる」と、小林さんは語る。「Farmnote」と「Farmnote Color」はそん

なビジョンを負っている。

大きなビジョンを掲げるファームノートのミッションは「世界の農業の頭脳」になること。そうである以上、サービスを提供する対象は畜産だけではなく、二〇一六年には、畜産分野で培った人工知能とIoTのノウハウを耕種農業でも活用していく「Farmnote Lab」を、グループ会社の株式会社スカイアーク(北海道帯広市)と設立した。さまざまな企業や大学などと連携しながら、規模の拡大が進む農家のために経営の合理化を図るサポートもしていく。さらに、農協・大規模農家の生産性向上のためのシステム開発を請け負う予定だ。スマート農業向けの共同研究・受託研究を広く受け付け、さまざまな企業・研究機関と連携して研究し、その成果を還元することで農業に貢献する。ファームノートは、ビッグデータ分析により農業経営に新たなサービスを提供することで生産性を飛躍的に高め、高度な次元に経営を導く可能性を開いた、と言えよう。ITやAIにより、農業と他の産業との融合が図られることで、農業だけにとどまらない地方の復活につながる兆しが見えてくる。

■株式会社ファームノートの会社概要

二〇一三年に創業した酪農・畜産向けクラウドサービスのITベンチャー。本社所在地は北海道帯広市。「牧場を、手のひらに。」をビジョンに掲げ、いつでもどこでも牧場経営ができることを目指している。クラウド型牛群管理システム「Farmnote」を開発・提供しているほか、センシング技術の開発や人工知能の活用にも取り組む。

スマート農業へ突っ走る稲作経営者

GPS（全地球測位システム）やICT（情報通信技術）、ドローンを活用したスマート農業によって、情報を分析し高品質の農産物生産のみならず、効率かつ機能的な農業が可能になってきた。生産者にとっての便利な技術で終わるのはもったいない。消費者の共感にも可能性が広がる。

スマート農業の一端に驚き

広島県の北部、庄原市東城町の水稻生産者で組織する私たち「粟田川流域の農地・水・環境を守る会」は春と夏に、その名も「次世代稲作研修会」を開催してきました。これは、JAや、各農業資材

メーカーや、農機具メーカー、そして行政も巻き込んで「この地域に合った米作りを見つけよう」と、約一五年前から実施しているものです。今年

は一一ほ場、約三・三（三分）で、種まき、田植えなど同一条件の元で大小問わず複数のメーカーの農業技術で生育調査を行いました。六枚羽根のドローンによる農薬散布のデモンストレーションもありました。安定した飛行に、五〇人の参加者から感嘆の声が上がりました。

振り返れば二〇一〇年、農業技術はすさまじい

進歩を遂げています。農薬や肥料は、よりまきやすく安全で効果の高いものがどんどん生まれています。田植え機も大型化、高速作業、疎植、直播などの新農法に対応できる機能や、箱施用剤や除草剤の田植え同時施用が生まれました。

もうこれ以上、新機能はないだろうと思っていたが、昨年田植えをしながら田んぼの肥料分を計測し、減肥することで均一に肥料をまく可変施肥田植え機が試験田に登場し、今年は素人でも手放しでもまっすぐ植えられる直進式田植え機がお目見えしました。私は果てしない技術の進化に驚きました。これらの機能はGPSとクラウドデータを活用し、作業データを蓄積してその後の管理に活かすことができます。農業技術は、従来の操作性の向上という域を超えて思考する機械へと進化してきたのです。私たちの地域にも「ス

マート農業」技術の普及がすぐそこに来ていると実感しました。

さて、昔から農業は「見て習え・体で覚えろ」の職人仕事、体力勝負でした。二〇年前に就農した私の場合、三年目で作業の流れを知って、体が慣れるのに五年、生産の技術が身に付くのに一〇年以上かかりました。今でもその時の苦労は現在の営農に活かされています。トラクターの傾斜をお尻で測り、削度の深さを音で知り、ハンドルに来る振動で土の粘度を知る、そんな技術を体で覚え営農に活かすようになるまでには労力と時間がかかりました。

そういったベテランと若手の能力の差を埋めるのが、メーカーが心血を注いできた農業技術の進歩です。農業機械の大型化、近代化は農業の効率化に大きく貢献します。農家をより楽に、若い



株式会社藤本農園 代表取締役

藤本 聡 Satoshi Fujimoto

ふじもと さとし
1978年広島県生まれ。97年広島県立農業技術大学卒業後、親元就農。2009年家族で株式会社藤本農園を設立。アイガモ農法と消費者交流に長年取り組み、最先端の技術をスマートに使いこなせないかを研究している。

人をもっと参入させやすくするはずですが。にもかかわらず、いまだに農家は楽とはいえず若手は増えています。これは、なぜでしょうか？

一つ目の理由は、導入コストの増加です。例えば、一昔前のトラクターの価格は一馬力当たり一〇万円程度でしたが、最近のカタログを見ると倍の値段です。どんどん進化するトラクターですが、その都度購入することはできません。また、精密な機能は壊れた時、地元の修理士さんでは難しい場合が多く、メーカー修理をお願いすることになります。それには時間がかかり修理費も高くなります。

二つ目の理由は、農作業の表現が曖昧で情報の伝達・技術の伝承が難しいことが挙げられます。農家の勘に任されてきた農業技術の表現は、例えば「田んぼの水の張り方一つにしても」「なみ」「か」「なみなみ」「か、田んぼの乾いているのが」「カラカラ」なのか「湿ってカラカラ」なのか「割れてカラカラ」なのか、客観的な表現に乏しく、伝わりにくいのです。また、ほ場ごとにも癖があり、そのうえ枚数が多くなる山間棚田の情報を共有化するために莫大な労力が必要です。

情報の伝達は書面によるものが良いと分かっているのですが、農家にとって「ペンはクワより重たし」で、ましてや、ほ場の現場にあっては紙より口頭の方が早く、農業技術もほぼ口伝によるものです。言われた内容を踏み込んで知ろうとすると「うるさい、解^{わか}れ」と叱られてしまうこともあります。

これらの理由を克服してくれるものとして私が期待しているものが、いわゆるスマート農業で

す。高価な農機であってもIoTにより生産や作業データが蓄積され次の生産機会の生産性向上につながるならば、コストの負担感が軽減されるでしょう。ドローンやウェアラブル端末が農家の目となりデータが蓄積され、重たいペンがタブレットに替わることでベテランの技を伝えるツールになるのではないかと考えています。

問題もある注目のドローン

スマート農業の実践ツールの一つとしてドローンが注目されています。そこで私の体験からドローンの課題などを述べたいと思います。
ドローンが官邸に落ちる以前の二〇一四年、私は一五万円という巨費を投じて一台のドローンを購入しました。

栗田地区は、村の中央に水源となる栗田川を挟んで棚田が広がる緑豊かな里山です。昔から稲作と和牛飼育が盛んで、山やあぜの草を牛に与えて、そのフンを田んぼに戻す循環型農業を行っていました。私たちには豊かな自然を守っているという自負があります。そして、厳しい作業の中で見る四季折々の美しい風景は癒やしと喜びを与えてくれます。

しかし今や、その棚田は非効率の象徴であり、攻めの農業に反した守りの農業をせざるを得ない条件不利地域となっています。そのような状況に負けまいと空から自分たちの耕しているほ場を映し、そして、商品のバックヤードにあるこの美しい景色を消費者にお伝えしたい、そんな私の想いを乗せてドローンは初飛行を迎えました。

撮影した映像は、早速、加工して商談会のプレ

ゼンツールとして利用し、大いに注目を集めました。当時、空撮の映像は珍しく、棚田をドラマティックに映し出したドローンの映像を見て、取引先から「産地の風景が分かりやすい、店頭でもこの映像を流したい」などと言ってもらえました。また、ベテランの農家さんが「ここは草が多い」「ここは葉の色が濃いな」と画像に食い入るようにして分析し話す様子から、農家の目の代わりとなることを発見しました。わが社で管理するほ場は四〇畝、筆数は三五〇枚を超え、それを四人で管理していたのですが、田んぼの水の見回りには二時間かかります。そこで、空撮映像がリアルタイムで届けば、コースを絞ってほ場管理ができると考えました。

同年、広島のJA大会で事例発表を行い、当社のドローンの映像を上映するとともに、ドローン活用の可能性について、「農薬や、資材をスロットでまく」「生育の状態や、水を確認する」「合鴨農法や放牧の牛などの監視に使う」「近づきにくい水路や崖の管理調査に使う」「里山の景色を消費者に伝える」という五点を提案しました。これら提案に対して会場の反響は大きく、ドローンが農業で普及すれば農業が変わるかもしれない、と私は期待しました。

しかし現在、産業用ドローンは国土交通省の管轄で多くの規制の対象となっています。飛行の範囲は直接肉眼による目視範囲内で、空撮業務を行うときは少しでも画面を見る必要から目視外になるため補助者に画面を見てもらう必要があります。

農薬散布は現在、登録認定等機関である農林

水産航空協会の認定を受けたドローンのみ散布が可能です。危険物とされる農薬散布は物件投下の承認申請が必要です。散布する際は、操縦者の他、田畑を挟み操縦者の反対に立ち伝達を行うナビゲーターが必要です。

また、カメラを備え付けられる仕様になっていないため映像が記録できません。これでは、ドローンからの映像では場を確認しながらスポットで農薬をまくことは不可能です。農薬散布用と映像記録用のドローンの二台を導入するにはコストもかかります。

このように現状ではドローンは省力化、低コストとはかけ離れたものとなっています。扱いやすさが売りのドローンなのに農業においてはハードルが高くなってしまう。この広い空は、まだ私たちに開かれていないと感じさせられます。

海外ではドローンの性能も運用方法も大きく進化し続けています。規制にとらわれている間に、日本の農業用ドローンの技術は、生産技術も運用技術も大きく後れを取るでしょう。

映像とIoT活用で効率化

現在の規制下でも農薬散布にこだわらなければ低コスト化、省力化に活かすことは可能です。当社では管理のばらつきと漏れを防ぐため、水管理を一人に集約させ白地図に記録し、他の作業内容は社員分まで一覧できるようにしています。この作業の延長に、ドローンでの映像を分析、ほ場と作業の情報を社員と共有できれば、条件不利地域のは場でも管理の目が届き、作業のクオリティも上がるのではないかと考えます。例えば、

水田の雑草は全面に生えるわけではありません。種類も色々です。そこでドローンで雑草の発生した箇所を早期に発見し、人間が田に入って除草します。これで相当の省力化ができるようになるのです。

もう一つ、スマート農業のツールとして注目されるのはIoTを活用した農機です。昨年の次世代稲作研修会でクボタの「K S A S」というIoTシステムが紹介されました。K S A Sは、ほ場のベースとなる管理システムをコンピュータで作成し、タブレットで栽培管理をするもので、対応する田植え機やコンバインなどの農機を導入すれば現場で製品のデータをリンクさせ、集めたデータから次期の栽培に活かすこともできる、複数の技術が融合したIoTシステムです。

そのシステムに驚いたのですがコスト面から私は導入を見送っています。そこで、現状の農機でなんとかしてみようとトラクターにタブレットを持ちこみました。恐ろしくローテクですが、トラクターの振動が少ないサンバイザーに固定しました。オペレーター（作業者）はGPS機能でどのほ場にいるかという位置情報を確認し、作業内容やほ場の状態、時間を記録していきます。こうすることで後の生育状況や病害虫などの因果関係まで推測しやすくなります。

これにIoTを組み込むと、作業の進捗状況がリアルタイムで見られるので事務所にいながらにして作業工程の把握と指示を出すことができそうです。さらにウェアラブルカメラを組み込み、作業者の視線を介してほ場の管理をすれば、情報の収集と分析が可能になります。指導に活用でき

ば、短期間で高度なオペレーターの育成につながることもできます。合わせてドローンで総合的な情報を取り入れて、個々のタブレット端末などの画面で確認、共有できれば、作業指示の曖昧さを減らし、よりよい製品づくりにつながります。さらに、成果を見える化すれば、作業従事者のやる気の向上につながります。そしてやがては、消費者の利益にもつながると考えています。

ただし、このようなスマート農業の導入には課題があります。一つ目はやはり機器・機械のコストの問題、二つ目は多くのシステムが開発、発展途中なので導入タイミングが難しいこと、三つ目はタブレットなどの操作に慣れない農業者が多いこと、四つ目は農業現場で作業するには端末の強度に不安があり操作性も良いとは言えないこと、五つ目として現状は草刈りの作業中などに画面で作業指示を受ける場合作業者は手を止める必要があり煩わしく感じられることです。

課題は山積ですが、やがては導入されるでしょう。未来の農業者は、ヘルメットにウェアラブルカメラ、指示用のイヤホンとピンマイク、目の保護にサングラス、服は冷却機能のある服で、タブレット端末を肩に乗せて、長ズボンに安全靴、まるで海兵隊のような姿になっているかもしれません。

スマート農業により短期間で高度な能力を身に付け実践できる人材。それは農業にとって理想の戦士かもしれません。ですが、それは最終的に若い農業者が目指す姿に沿っているのでしょうか。

私が所属する広島県の農業青年の会では、新規就農者の歓迎会やワークショップを開いていま



「次世代稲作研究会」でのデモンストレーション。ドローンに注目する参加者(左上) ドローン農業散布(右上) リモコン操作する除草機。急なのり面も自走し、中山間での活用に期待(下)

す。ワークショップで彼らの夢を聞いたり、農業に対する姿勢やITに対する興味などを知るにつけ①若い農業経営者型、②プロの生産技術者型、③自家栽培の直接販売型、④田舎暮らし型という四つのカテゴリーに分けられることに気が付きました。

①や②は法人が欲している人材で、他業種からの就農者も多く、スマート農業のけん引役となるでしょう。農業をあくまで経済として考えるので大規模化を目指しGAPの導入や活用に関心が高いです。栽培管理のためにIoTの導入にも積極的です。③や④は親元もしくは孫就農が多く、人によっては考えの甘さが目立ち二、三年で辞める人も少なくありません。

しかし、③や④を目指す人は「農業が好き」という視点からスタートしているの、(あくまで自活できる生活力、意欲があるのが前提ですが)マメに発信力を活かせばITの活用で顧客をつかむ人材になるかもしれません。

スマート農業の目指すもの

このように全ての若者がスマート農業の戦士ではありませんが、若い人には技術に興味をもってもらい、それぞれのスタイルに合ったやり方でITを使って上手に発信してほしいと思います。さて、今後、IoTやドローンに関心の高い農業者によってスマート農業が普及すれば、そこで蓄積されたデータはバイヤーだけでなく消費者に

対しても、信頼される情報資源になります。命を育む水が張られた田んぼや、広がる青葉、夕日になびく稲穂など、農業をしていてよかったと思える風景を、瞬間を、SNSなどでリアルタイムで発信し消費者と共有すれば「あなたのためのオンラインワン商品である」とアピールでき訴求力の高い商品となります。

スマート農業は大きく農家の助けになります。が、農家だけのものにしては成長しません。常にお客さまにとって有益な情報か、お客さまの声を反映できるか、お客さまの生活に添っているか、そして何より自分たちがワクワクしているか、なくてはならない。それが高い投資コストをかけても導入後、継続して運用できる原動力になるはず。これは、勘の農業から情報分析の農業へ移行しなければいけません。そして中山間地においては、そこだからこそできる高品質な商品にストーリーを乗せて、さらにターゲットを絞って発信することが重要です。そうすることで私たち中山間の農業者は人と自然をつなぐ先導者となり、日本の食文化をけん引することができるようになるでしょう。

最後に、機関ごとに紙媒体で行っている水稻共済や補助金、農地バンクなどの申請を、ほ場マップに入れたデータを活用することで、共通して電子申請できるようにしてほしいと進言します。米生産調整関連の大きな制度変更や、農地・水・環境保全関連の制度変更など、制度が変わる都度膨大な作業があり、多くの時間を費やしています。農業者と関係機関の省力化のためにも重要であり、スマート農業の普及にも役立ちます。

最先端技術を追う

ドローンが 翔ぶ 農業の、いま

農業用に開発されたドローンが、広い畑の中で病害虫の発生場所を特定し、ピンポイントで農薬を散布する。IT(情報技術)を活用した農業の実証実験が佐賀県で進められている。いま話題の画期的な最先端技術をレポートする。

く使われている。農業に活用すれば、農場の作物の生育状況を簡単に確認できる。畑の中を人が歩いて生育状況を調べるのと比べ、時間が大幅に短縮できる上、精度が格段に高くなる。

オプティムの場合、単なる空撮にとどまらず、さらにAI(人工知能)を活用したプラスアルファの機能を持たせることで、ドローンの長所を引き出している。

ピンポイント防除可能

まず、アグリドローンは農場の隅から隅まで飛ぶように飛行ルートを設定できるようにした。自動運転が可能なのである。赤外線や紫外線など非可視光線を読み取れる特殊なマルチスペクトルカメラを積み込むことで、畑の作物の生育状況を把握することができる。

また、高精細画質の4Kカメラで撮影した画像を解析すれば、作物のどの株が病害虫の被害に遭っているか個別に識別できる。ドローンには農薬の貯蔵タンクや散布ノズルも積めるので、病害虫の発生している箇所にピンポイントで農薬を散布でき、これまでものように、畑全体に農薬をまく必要がない。農薬の使用量が少なくて済みコストが抑えられる上、農薬の使用量を大幅に減らした作物を育てられ

る。

オプティムなど三者は、佐賀大学の付属農場の大豆畑で実証実験をして、その有効性を確認している。アグリドローンに積んだ4Kカメラが上空から大豆の葉をくまなく撮影し、害虫であるハスモンヨトウの幼虫に食われている葉を検出する。害虫の被害があると認識した箇所ですぐドローンは静かに下降し、被害のある葉をめがけて農薬をピンポイントで散布する。

さらに、夜に誘蛾灯^{ゆうがとう}をつり下げて飛行させることも可能だ。誘蛾灯は夜にコンビニの店外で見掛ける青い電灯である。夜行性の虫が光に集まる習性を利用して感電死させる。誘蛾灯を使えば、畑で農薬を使わずに害虫を駆除できる。

ディープラーニング活用

これらの作業は、人が操縦して行うわけではない。蓄えた豊富なデータを分析し、最適なパターンを導き出して、ドローンが自動的に作業しているのだ。

それを可能にしたのがディープラーニングだ。翻訳すると「深層学習」だが、日本語に訳しても、分かりにくい。AIの応用といえばイメージがつかめるだろうか。米国のグーグルが開発したコンピューター囲碁プログラム

まず、なぜ佐賀からIT農業の最先端技術が生まれようとしているのか。

株式会社オプティム(以下、オプティム)は佐賀市内に本店を置くIT農業に取り組みベンチャー企業である。その代表取締役社長の菅合俊二さんは佐賀大学農学部出身で、この外、佐賀の農業発展に思い入れが強いからだ。

オプティムは二〇一五年八月、佐賀県や佐賀大学とIT農業について三者連携協定を結び、これまでにさまざま

な研究開発に取り組んできた。今年一〇月には本店を佐賀大学のキャンパス内に移転した。東証第一部上場企業の本店が国立大学の構内にあるのは初めてのこと。「佐賀県をIT農業における世界ナンバーワンにする」と、オプティムの佐賀本店マネージャーの瀬戸恒太郎さんは意気込む。

三者連携の成果の一つが、農業用に開発された「アグリドローン」だ。四つの回転翼を持つドローンは、上空から手軽に撮影できるため、産業用に幅広

「AlphaGO」(アルファ碁)が、世界最強のプロ棋士を破ったが、そのプログラムがAIである。

ディープラーニングにはいくつもの手法があるが、畑を撮影し、葉の形や色を解析して病害虫の被害があるかどうか判別するのは、AIの画像解析技術だ。それには、コンピュータが判断する根拠となる大量のデータを蓄積しておく必要がある。そのビッグデータを収集し、学術的な知見を補うため、オプティムは佐賀県(農業試験場)や佐賀大学と連携することにしたのである。

佐賀県内にある連携先の七つの農場で、稲、大豆、タマネギ、アスパラガス、ミカンなど二七作物について、データを集めている。

「第四次産業革命でAIを活用すれば、農業は一変します。農業生産が最適化、効率化されるからです。佐賀から農業の第四次産業革命を起こそうと三者で取り組んでいるのです」と、瀬戸さんは熱く語る。

さらに広がる応用技術

ドローンといえば、四つの回転翼を持つヘリコプター型(アグリドローン)が主流だが、飛行機型の「アグリホーク」もオプティムにはある。ヘリコプター型より長距離を飛べるので、

ノリの養殖の盛んな有明海では、ノリの病害や赤潮の発生予測などに活用している。

上空から撮影のできないハウス内では、4Kカメラを積んだ自動走行型の「アグリクローラー」が活躍する。AIの画像解析技術により、トマトやイチゴの成熟具合が分かるので収穫作業を効率化できる。



誘蛾灯をつり下げて
畑の上を飛行する
ドローン

また、眼鏡型の「スマートグラス」を使えば、作業者が見ているのと同じ画像を、遠くにいる専門家も見られるので、まるでそばにいるかのように指示を仰げる。

例えば、果樹の剪定(せんてい)の際、どの枝を切つていいのか教えてもらえる。また、牛などの家畜の出産時にやるべき作業を遠隔地の獣医から指示してもら

える。普及指導員や獣医師の数は限られているので、指導する側、指導される側ともにメリットが大きい。

IT農業で生産すると、栽培過程がコンピューターに記録され、可視化できる。そうして生産された野菜を「スマートやさい」と名付けた。農作物の袋に付けたQRコード(バーコード)をスマートフォンなどで読み取れば、

作物の植え付けから農薬の使用などの生育管理、収穫までの情報を消費者は確認できる。

GAP(農業生産工程管理)などの認証を得るにはきちんとした栽培記録が不可欠だが、IT農業で生産すれば、記録はたやすく引き出せる。タマネギや大豆などで試行しているが、今年には米の生産にも乗り出した。佐賀県

の千拓地で作ったスマート米を「シギの恩返し米」として販売する。

飛行ルールに悩ましい規制

いいことづくめのドローンの農業への活用だが、課題もある。まず、導入費用が農業者にとつては検討課題となる。ドローンを使うことで生産コストが三割カットできるという試算もあるが、ある程度の経営面積でないと採算が合わない。オプティムによれば、アグリドローンの場合、利用する機能によつて費用は異なるが、本体にオプションを付けて一〇〇〜二〇〇万円になるという。

また、航空法による飛行ルール(規制)が、導入の障害となる可能性がある。「人口の密集地では飛ばせない」が、農業用では農業地域で使うのでまず問題はない。

しかし、「日の出から日没までの日中に、目視できる範囲内で飛ばす」という規制が悩ましい。誘蛾灯を使う場合、夕方はいいが深夜に使う場合には国土交通大臣の承認が必要だ。「目視できる範囲」という規制は、常にオペレーターが立ち会わないといけないということだから、無人による自動飛行は難しい。規制の見直しが課題となる。

(ジャーナリスト 村田 泰夫)

