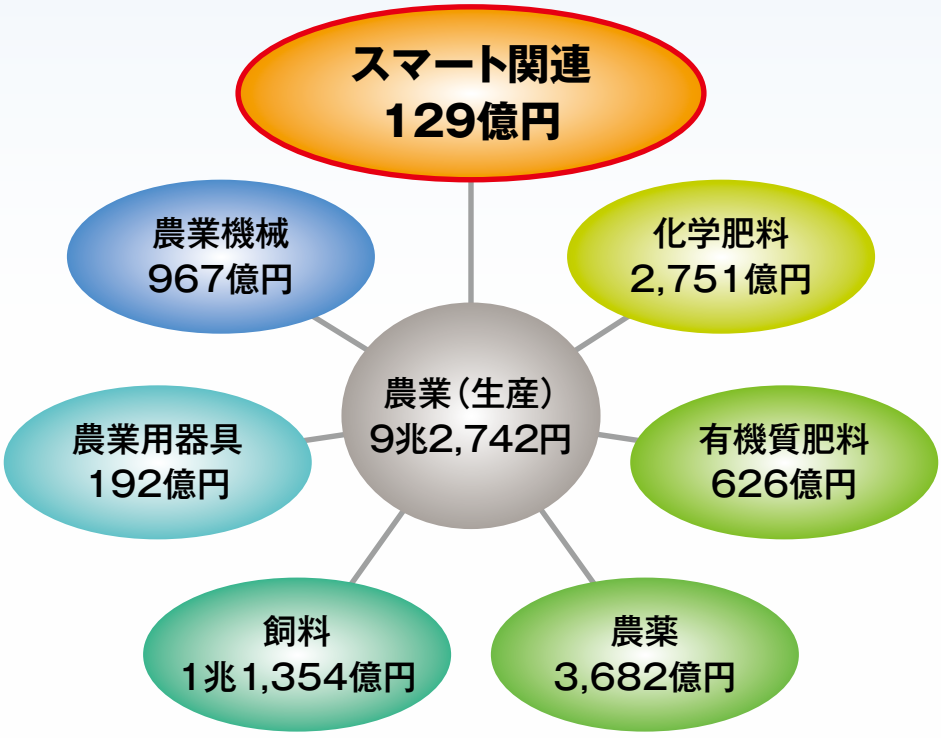
特 集

“スマート農業ブーム”への違和感 前編

最新技術は個々の経営に変革をもたらしているか

近年、農業界を取り巻く人たちの関心を集めている「スマート農業」。市場調査、コンサルティング会社が競うように公表した市場予測では、いずれも数年後にかけて急成長が見込まれている。ブームに乗り遅れるな！とばかりに、関連業界のコマーシャリズムは過熱し、農業経営者の投資意欲を駆り立てているが、農業現場からはこのブームに違和感を感じるという声も聞こえてくる。かつて、トラクターやコンバイン、土耕機などの農業機械が農作業を大きく変えたのは、機械を導入して稼働率を上げれば、利益を確保できたからだ。しかし、スマート農業技術にそれと同じ感覚で投資するのは危ない。稼働率を上げればますますコストがかかり、その費用は回収できない。経営規模が拡大しリスク管理が求められるなか、いくら先端技術を導入しても、経営革新を伴わなければ「スマート農業」にはならないのだ。　（構成・まとめ／加藤祐子）

関連業界の市場規模（2017年）



※数値はそれぞれ、農業生産額は「農業総生産額」（農林水産省）、スマート農業関連は「スマート農業の現状と将来展望（2018年度版）」（㈱矢野経済研究所）、その他の産業は「従業者4人以上の事業所に関する製造品出荷額」（工業統計）による。なお、ここで示したスマート農業市場には、栽培支援・販売支援・経営支援の各ソリューション、精密農業関連、農業ドローン関連（本体を除く）、農業用ロボットを含む

1 スマート農業の概要と関連技術の普及状況

国家レベルで推進するスマート農業

２０１３年11月に農林水産省は「スマート農業の実現に向けた研究会」を立ち上げた。参加メンバーは経済産業省、総務省、内閣府、内閣官房等の複数の省庁と、関連する民間企業、農業者、学者から構成され、17年3月までに6回の審議を重ねて推進方策を練った。審議は、「超省力・大規模生産を実現し、作物の能力を最大限に発揮し、きつい作業、危険な作業からの解放と誰もが取り組みやすい農業を実現し、消費者・実需者に安心と信頼を提供する」という将来像をとりまとめるところからスタートし、「ロボット・ＡＩ（人工知能）・ＩｏＴ（モノのインターネット）等の先端技術を活用して、省力化・精密化や高品質生産を実現する等を実現する新たな農業」と位置付けた（図１）。これまでの「精密農業」の行政施策は、精密農業関連技術に加えて、栽培支援、販売支援、経営支援する商品やサービス、ドローンやロボット等の展開により、新たに「スマート農業」として社会実装の段階に入ったのだ。

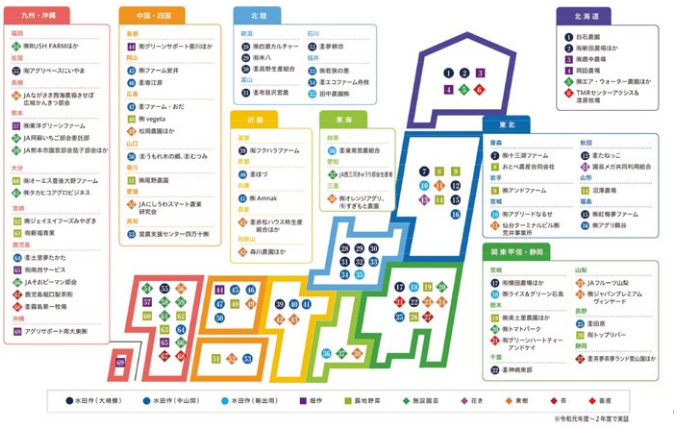
農水省が18年度の第２次補正予算で42億円、19年度予算で5億円余りを投じて推進しているのが、スマート農業実証プロジェクトだ。19年9月時点で、実証圃場は北海道から沖縄まで69件に及ぶ（図２）。農業経営の将来像を営農類型別に示し、６つに分類された37項目の新技術のロードマップでは25年までの実証・市販化・普及を目指している。農業者の取り組み段階を「知る」、「試す」、「導入する」の３段階に分けて環境整備を行なっていくという。

図１：スマート農業のコンセプト



出典：農林水産省『スマート農業の展開について』（2019年７月）

図２：スマート農業実証プロジェクトの実証農場一覧



出典：農林水産省『スマート農業の展開について』（2019年７月）

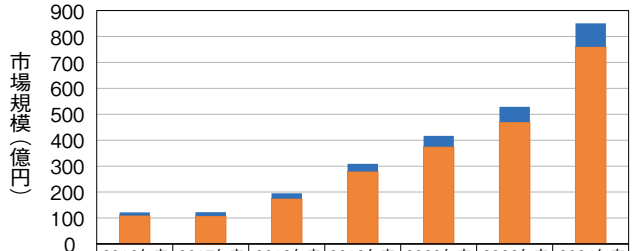
スマート農業の市場規模

17年現在、スマート農業の市場規模は１２３億円とも１２９億円ともいわれている。対象分野の設定によってその数字は異なるが、新製品が次々に発表され、10年前には限られた農業者しか関心を示さなかった技術が、多くの農業現場に導入される段階に到達している。

なかでも、スマート農業技術の先駆け的存在はＧＰＳガイダンスだ。当初はＬＥＤランプが進行方向とのズレを点灯する構造だったが、その後液晶画面が採用され、日本語表示とカラー液晶画面による〝トラクター版のカーナビ〟に進化した時点で、普及が加速した。技術はさらに進化し、ハンドル操作をも自動化する自動操舵装置が登場し、後を追うように導入が進む。作業幅の広い大型トラクターの作業だけでなく、いまでは乗用管理機や田植機など装着する側も多様化している。北海道農政部の調査（図３）によれば、08年から18年までの累計出荷台数は、ＧＰＳガイダンスが１万４６４０台、自動操舵装置が６７００台、調査対象外のツールも含めると、利用者はその数を大幅に超える。

もう一つの注目技術は、ドローンである。航空法では、重量が２００

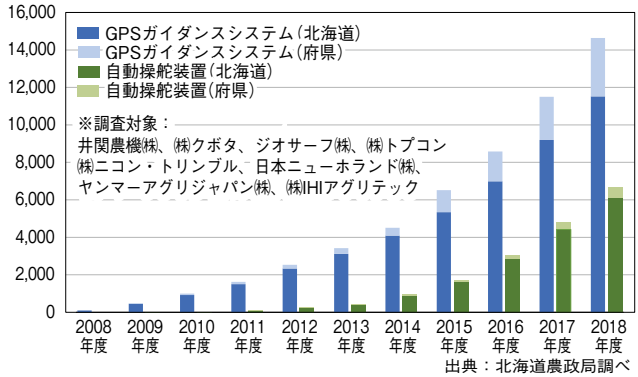
図4：ドローンの市場規模の現状と予測



	2016年度（実績）	2017年度（実績）	2018年度（実績）	2019年度（見込み）	2020年度（予測）	2022年度（予測）	2024年度（予測）
空撮	12	15	21	29	42	59	91
農薬散布	110	108	175	280	375	470	760

※出典：『ドローンビジネス調査報告書2019』（インプレス総合研究所）

図3：GPSガイダンスと自動操舵装置の累計出荷台数の推移（8社）



出典：北海道農政局調べ

表1：開発・販売されているスマート農業の技術・機械

	分類	内容	事例	『スマート農業技術カタログ』掲載数（重複あり）
耕種農業（221件）	経営データ管理	資材や売上、労務等の管理を行なう技術	農場日誌、経営管理システム、圃場管理システムなど	25
	栽培データ活用	気象や熟練農家のノウハウ等の栽培に関するデータを活用する技術	圃場管理システム、病害虫予察、気象データ提供、デジタル土壌図、GAP 認証支援システムなど	39
	環境制御	水田の水管理や畑の灌水、園芸ハウスの温度管理等を行なう技術	圃場（施設内）温湿度モニタリング、窓開閉の遠隔操作、自動灌水、LED 照明、ヒートポンプなど	33
	自動運転／作業軽減	自動で作動するロボットや機械の運転アシスト、農作業の軽労化等を行なう技術	GPS ガイダンス、自動操舵装置、施肥・防除のセクションコントロール、直進アシスト田植機、アシストスーツ、ロボットトラクター、収穫ロボットなど	85
	センシング／リモートセンシング	作物や環境等の状況についてデータを提供する技術	農機稼働情報の収集、食味・収量センサ付きコンバイン、土壌センサー、生育診断、収量・品質の予測など	80
畜産（29件）	センシング／モニタリング	生体データ（繁殖機能や栄養・健康状態等）や飼養環境に関するデータを提供する技術	牛群管理システム、傷病管理システム、個体情報の電子化など	24
	生体データ活用	生体に関するデータをAI（人工知能）等で活用する技術	分娩予知・発情発見、乳牛の妊娠効率化、起立困難検知など	17
	飼養環境データ活用	飼養環境に関するデータをAI等で活用する技術	牛舎管理システム、窓開閉・灌水バルブ等の遠隔操作など	10
	自動運転／作業軽減	自動運転ロボット等の導入により作業の軽労化を図る技術	敷料散布機、自動文字認識	2
	経営データ管理	経営の現状分析、計画作成、進行管理等を行なう技術	経営支援システムなど	4

※農林水産省『スマート農業技術カタログ』（耕種農業：2019年7月更新、畜産：同2月更新）をもとに編集部で集計した

g未満のものは「模型飛行機」に、重量が200g以上で無人で遠隔操作または自動操縦によって飛行させることができるものは「無人航空機」に分類される。無人ヘリコプターに比べて手軽に扱えることから、空撮、土木・建築、点検、防犯、物流などでの活用が広がっている。型式ごとに必要なライセンスの取得、バッテリー等の消耗品や定期メンテナンス、保険等の周辺サービス市場も成長が見込まれ、24年には農業分野で760億円に達すると予想されている。さらに空撮は、リモートセンシングや損害保険の査定などへの需要拡大も必至である。

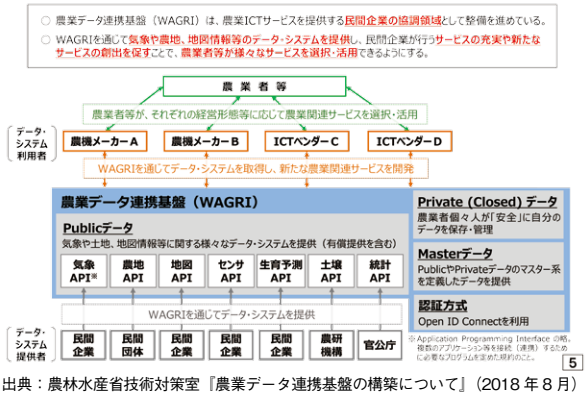
現在、開発・販売されているスマート農業の関連技術は、農水省の『スマート農業技術カタログ』に掲載されているだけで、耕種農業分野で221件、畜産分野で29件ある（表1）。いずれも今後の拡充が見込まれる。

データ連携・相互利用を広げるWAGRI

海外・国内問わず、スマート農業に関わる製品やサービスが拡充してきたことで、新しい問題も生まれつつある。圃場や作物、環境、生産管理、技術ノウハウなどの大量のデータを扱うことを掲げているにもかかわらず、システム間の相互連携がほとんどなく、形式の異なるデータが散在しているのだ。利用者の入力手間が重複したり、他の製品への移行を妨げたりする要因になっていた。

こうした課題を踏まえて、内閣府IT戦略室はデータの連携・共有・提供を行なえる農業データ連携基盤WAGRIを立ち上げて、農業ICTサービスを提供する民間企業との協調を進めている（図5）。データを活用することで、農家が求める新たなサービスを展開でき、農家は種々のデータに基づく戦略的な経営判断が可能になるという。19年4月に本格稼働し、生産現場での活用に加え、流通から消費まで連携を広げようとしている。

図5：農業連携基盤構造 WAGRI の構造



出典：農林水産省技術対策室『農業データ連携基盤の構築について』（2018年8月）

2
識者インタビュー

スマート農業の本質は管理手法
～テクノロジーはその手段に過ぎない～

スマート農業の源流は、2000年代から国内にも広まった精密農業という管理手法である。国内で精密農業研究の第一人者として、日本型コミュニティーベースの精密農業を提唱し、スマート農業の構想段階から専門家として関わってきた東京農工大学の澁澤栄・特任教授に話を聞いた。第四の農業革命と呼ばれる精密農業の源流から、スマート農業に至るまでの経緯、日本ではテクノロジーありきで展開される理由、これからの課題など、スマート農業の裏側はどうなっているのだろうか――。

（聞き手／加藤祐子）

スマート農業の源流は精密農業の取り組み

――農業界の内外から注目を浴びている〝スマート農業ブーム〟をどう見ていらっしゃいますか？

澁澤栄（東京農工大学特任教授） スマート農業の源流にはもともと精密農業という管理手法があります。精密農業の取り組みの導入が世界で始まってから20年以上が経過しましたが、技術の発達によって対応するツールやサービスが出てきて、ようやく日本でも農業経営の現場で取り組めるようになりました。ブームになるのは良いことですから、楽しく見ていますよ。

――農水省はメーカーやマスコミの取り上げ方によっては、あたかも新しい技術を導入すればスマート農業が実現できると思わせるようにも聞こえてきます。

澁澤 とかく無人化して効率化できるとか、逆に過剰投資によるコスト高で成り立たないとか言われていますが、誰が判断するのか、誰が実際の作業をやるのかという部分に踏み込んでいないからでしょう。

――もう少し詳しく伺いたいのですが、まずは精密農業について簡単に解説していただけますか？

澁澤 はい。精密農業は1990年代に提唱された、農耕地の空間的な高解像データを農作業の判断に利用する経営戦略あるいは管理手法です。96年に米国ミネソタ大学で開催された第3回精密農業国際会議で「Precision Agriculture」という用語に統一され、翌97年に21世紀に向けた農業モデルとして米国学術研究会議から提案書が出ました（図1）。

――精密農業は「第四の農業革命」といわれていますね。

澁澤 「第一の農業革命」は狩猟から農耕への転換です。「第二の農業革命」は三圃式輪作による地力増進で、土地生産性が改善されました。「第三の農業革命」は産業革命と連動した農業の機械化で、労働生産性が向上しました。これらの3つの変革に対して、精密農業は膨大なデータや情報を用いた経営革新によって、資本生産性を高めることから「第四の農業革命」といわれています。実際にこの20年間で農学と農業のあり方をがらりと変えてしまいました。

――日本では精密農業という用語で浸透していますが、少しニュアンスが違うように感じます。

澁澤 日本語では「精密」よりも「最適」という言葉のほうが、意味合いが近いかもしれませんね。データに裏付けられた事実や道理に基づいて、正しい判断と行動をとるという考え方ですから。

――精密農業では判断を下すのは農場主の役割と位置づけていますね。

澁澤 その点が最も重要です。収益向上や環境保全など経営改善したい目標に向かって最適な農作業を行なうためには4つのステップを踏みます（図2）。第一段階で、圃場にある作物や土壌の空間的・時間的バラツキを克明に記録してマップにします。次の第二段階は、なぜバラツキが現れたのかを解釈するところです。そのバラツキは無視してよいのか、どんな作業で対応が可能なのかを検討します。そして、第三段階で

図1：米国学術研究会議の提案書『21世紀に向けた農業』（1997年）

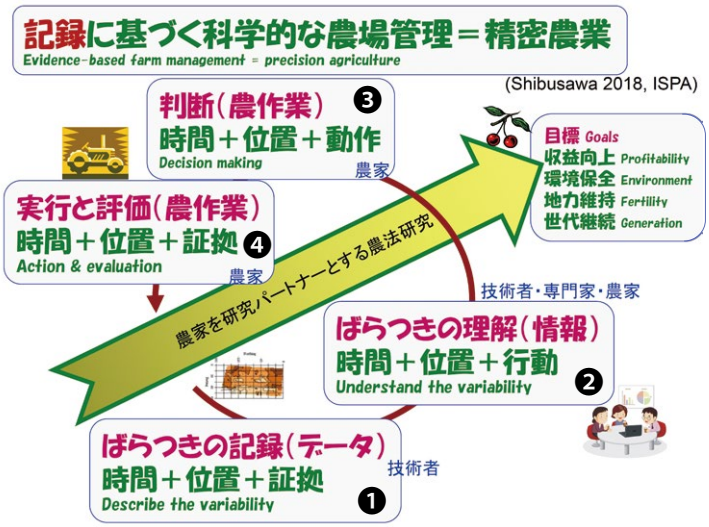


検討した対応策の候補からどの作業を行なうのか判断し、選択します。最後の第四段階では、実際に作業を行ない、その評価をします。

――篤農家と呼ばれる農家は、経験と勘を頼りに、この4つのステップを行なっているわけですね。

澁澤　彼らの観察眼は優れていて、センシング技術がない時代でも気象や土壌、作物の生育情報に合った農作業を選んでいます。新しい技術があったほうが当然、便利に計測や解析ができるようになりますが、本質的な部分を抜きにして、最新の機器やサービスを導入する必要はありません。慣行農法ではバラツキの記録とその解釈の部分が無視されるケースが多く、農業に新規参入する場合には、こうした4つのステップすら知らないまま、最新機器を導入して手詰まりになるケースもあります。

図2：精密農業で農作業を判断・選択する4つのステップ



テクノロジー開発と農法研究

澁澤　精密農業が提唱された時点では、考え方だけが先行していて、技術はまだ追いついていませんでした。手作業で収量を調査して、色鉛筆でマップを作っていても埒が明かないのでどうにかならないかと。もうじきGPSが使えるようになるという時代でしたから、コンバインには収量センサーを入れようとか、肥料を可変散布しようとか、農業機械分野に革命をもたらしたわけです。

――農作業の機械化がある程度解決した状況に打ってつけだったのですね。

澁澤　一般的に、機械はある程度一定の回転速度でコンスタントに仕事をして初めて、故障も少なく、効率良く動きます。それを相手がバラついているからといって、そのバラツキに応じて変動させようとしたら、当然、機械は壊れやすくなります。可変散布機能は、こうした課題を克服した技術なんです。世界中の研究機関が同時に同じ課題に挑戦して、数年に一度、開発状況を持ち寄って、どれが良いか繰り返し検討しました。

――技術が進歩すると、議論も深まりますね。

澁澤　技術がある程度整ってくると、議論も次の段階に移ります。たとえば土壌や作物の生育状況に合わせて施肥量を変えることができる可変施肥機が開発されました。ところが、新しい機械で肥料を可変散布してみると、環境負荷減・コスト減・収量アップを目標に作業したはずが、従来よりも散布量が増えてしまった。地域のどんな圃場でもだいたいその作物が育つために作られた施肥基準を、そのまま当てはめてもうまくいかないというわけです。新たに可変散布に対応できる施肥基準を検討するべきだと、今度は土壌学者に宿題が出ます。技術と農学のどちらかが進歩すると不具合が生じて、こうした議論が交わされました。

――土壌センサーの研究開発に着手されたのはその頃ですか？

澁澤　はい。世界中で圃場から土壌の情報を計測するセンシング技術の開発に手を挙げている研究グループはいましたが、作物の根が張る作土の情報を計測する取り組みは、うまくいっていませんでした。そこで、日本でも取り組むことにしました。

――こうして開発された最先端のデジタルツールを使った展開が米国、欧州では広がっています。日本との違いはどこにあるのでしょうか？

澁澤　米国でも欧州でも農法研究には、10年あるいは30年プロジェクトを立ち上げることが多いのですが、日本には長期的な農法研究がありません。もちろん国や都道府県の試験場では10年以上かけて新しい品種を生み出したり、栽培方法を改善したりという研究も行なわれています。でも、彼らの成果はなかなか日の目を見ません。成果が表れにくいので。どこからか研究資金を都合できれば続けられますが、それができないと潰れてしまいます。

――賢い研究者は、単年度のプロジェクトで予算を回しながら、基礎研究を続けていらっしゃるということでしょうか。

澁澤　そういう研究を続けられる研究者は、農家が見えていますから。何代にもわたる農家の技術開発レベルを上げることに貢献したいと。それよりも致命的なのは、日本では農業経営を研究していないことです。

――農業経営学という分野はありますが、現場の農業経営者の成果分析しかしていないという辛口な評価も耳にします。

澁澤　研究というのはだいたい後ろ向きなのですが、技術革新や経営革新の障害になってしまっては意味がありません。何か新しい技術をやろうとしても、経営組織や経営戦略が変わらないまま、従来の農業簿記やバランスシートに照らしていかにコストダウンしたか、平気で20％とか50％削減という目標を掲げたら締め付けてしまいます。普通に経営努力をしていたら、20％削減、50％削減なんてあり得ない。その根拠になっているのが日本の農業経営学なので、コスト削減という物差しも考え物なんですよ。

テクノロジーありきで経営に触れられない理由

澁澤　米国や欧州でも2000年代に精密農業を展開したのは、農学の研究者でした。農業工学、農業機械の専門家ではありません。土壌学や作物学、農業経済学などの専門家が、その当時のIT（情報工学）、ICT（情報通信技術）のエキスパートと連携して、当然そこにはビジネスコンサルタントも関わって進めるという構図でした。

――経営戦略の最先端のコンセプトとして提唱されたわけですね。

澁澤　そうです。常に土台にあるのは、その時点での〝儲け頭の農業〟で、それは持続的（sustainable）でないといけません。持続的という部分には、環境負荷、人口問題、貿易の問題もあって、一方ではサプライチェーンを理解して小売りや卸の人たちとも直接対峙しなければなりません。しかもそれは国境を越えた問題で、これらの問題を解いていかないと、農業がこれから儲かるという視点で開示できないというのが米国や欧州の農業の道筋です。これを支える哲学であり、管理手法、経営学の柱として提案されたのが精密農業でした。

――その点では、日本で精密農業に関わるのは、農業機械の研究者だけですね。

澁澤　精密農業を日本に導入する際に、米国の土壌学者で精密農業の発案者、ピエール・ロバート氏は、現場で実践する農場主、担い手がいるのかを懸念していました。それはやってみないとわかりません。ただ、私はバイテク以上に農業が革命的に変わるコンセプトだと確信していたので、農林水産省に精密農業のコンセプトと必要とされる技術、その技術を普及した後に担い手やマーケットがどう変わるのかという展望について情報を提供しました。

――政策的に取り組む素地はあったのでしょうか？

澁澤　残念ながら、当時は農村計画などソフトの部分に予算をつけるのが大変で、ロボットを作ったり、新しい技術を研究開発したりするほうが予算を確保しやすかったんでしょうね。すでに世界中で開発されている成果を現場に持ち込んで実証すれば、数年で結果は出たでしょう。それに対して、自国で使いやすい技術を独自に開発すると、15年、20年はかかります。どちらを選びますか？という投げかけに、当時の農水省は結局、自前の技術で精密農業をするという判断をしました。海外に調査に出かけたのは、農業機械の開発担当だけで、農業経営と作物学、土壌学の専門家も参加しませんでした。

――テクノロジーの開発に終始して、農法や農業経営の哲学として導入することはできなかったと。

澁澤　そうです。経営戦略の意識改革が精密農業の世界的潮流でしたが、その波には乗れませんでした。日本人特有の手段を目的にするという能力が十二分に発揮されましたね。

「スマート農業」は行政用語

――ところで、スマート農業に至るまでに、精密農業、IT農業、ICT農業と呼び名が変わりました。

澁澤　行政には、絶対に間違ったことはしないという明治以来の日本の官僚の不文律があります。たとえば予算をつけるときには、大本の研究ではなく、その制度を形にして社会に普及することに力を入れます。「実現する」「実施する」「解決する」ととりあえず書いてしまうので、予算がついてその事業年度が終わるときには、行政上はその目標を達成したことになります。でも実際にはできていないので、積み残した課題や新たに追加した課題に取り組みたくても、同じ事業名ではできません。解決済みとして扱われていますから。そうすると、事業には新しい名前が必要になります。「精密農業」という用語は使い古されて、新しい名称が必要になったということです。

――そのスマート農業の構想段階からの経緯をお話しいただけますか？

澁澤　2000年代の精密農業に始まり、農業へのICTを活用する取り組みが広がってきました。その流れを受けて、農水省の大臣官房でこの先の事業をどう展開していくかを検討した結果、「スマート農業」で進めようという話になったのです。省庁横断で農水省のほかに内閣府・内閣官房決算、総務省、厚生労働省、

国土交通省、農機・肥料・保険・自動車などの関連業界を集めて60～70人規模の研究会を立ち上げて、はじめに将来構想を話しました。

――どんな内容でしょうか？

澁澤　スマート農業とは何か。それは、農家の意志を実現するための作業ツールです。では、農家が何をやりたいと思っているのか。それがわからないと、スマート農業はできませんよ、と。個々の農業経営には、それぞれの「やりたいこと」が当然あるはずです。すべてを取り上げたらキリがないので、その中から5つを将来構想に挙げて、それを実現するための体系がスマート農業だと説明することになりました。

――スマート農業の定義という部分ですね。

澁澤　現実的には、既にある技術に対して予算をつけるわけにはいかないので、何か新しい技術がないか検討しました。たとえば、「長時間運転していると疲れてしまう」という要望には、自動操舵技術が応えるのですが、既にあるので、行き届いていないGPSの基地局がその対象に挙がってきました。そこに内閣府から準天頂衛星「みちびき」の活用も提案されました。米国のGPSやロシアのGLONASSと同じで、本来の軍事研究などの目的以外に、農業機械や建設機械の自動操舵にも活用できるのであれば、公に省庁連携で支援できるという話でした。



東京農工大学 卓越リーダー養成機構
特任教授

澁澤　栄（しぶさわ　さかえ）

1953年群馬県生まれ。1984年に農学博士号を取得。北海道大学農学部助手、島根大学農学部助教授、東京農工大学農学助教授などを経て、01年に同学部教授、04年より同農学研究科教授を務め、2019年3月に退官。同年4月より現職。日本型コミュニティベース精密農業を提案するとともに、リアルタイム土壌センサーの開発、循環型農業の社会実験を手がけ、学習する知的農業者集団の支援している。内閣官房IT総合戦略新戦略推進専門委員、グローバルギャップ国別技術委員会議長。

これからの課題はサイバーセキュリティ

――ロボットトラクターの開発も、その一つですね。実演風景を見ましたが、普及には課題を抱えているように見受けられます。

澁澤　農機の自動運転には機械側の努力に限度もあるでしょう。言葉を選ばないといけませんが、もっと社会の仕組み、道路とか街並みを変える必要があって、現在ある農村システムで自動運転やロボットトラクターが機能するとは思えません。いまある村が消えて、新しい農村ができる、50年、100年スパンの変化が起きたときにようやくロボットトラクターが機能する環境も整うかもしれません。

――まだ人間が必要ですか？

澁澤　いまのところ、自動運転にしても一番大事な判断をする部分は人間がやっているから、システムの不安定性がカバーされています。その人間の機能を過小評価しているので、人間がいなくてもそのシステムが動くと錯覚してしまうんですよ。シンギュラリティ（技術的特異点）の概念だとか、AI（人工知能）が発達したら全部イケると誇張した宣伝も見受けられますから。

――人間の判断が前提にあるということを忘れてはいけないと。

澁澤　そうです。スマート農業は、現場からデータを集めて、大量のデータの中から相関関係を見ながら、農家がどういう判断をするのかという自由度とその判断の精度を高めるために開発されたツールです。スマート農業を始めたからといって、儲かるわけでも美味しいものがとれるわけでもありません。環境保全になるわけでもない。だから、ブームなんですよ！

――〝スマート農業ブーム〟はいつまで続くのでしょうか？

澁澤　そう長くは続かないと思いますよ。スマート農業はそのツールを使う農家が持っている哲学と価値観に基づいて経営の目標をどう設定するか次第です。

――そういう価値観や哲学を持っている農家はどのくらいいますか？

澁澤　1万人くらいでしょうか。現場を知らない学者や行政官が舞台に乗せても「張り子の虎」にしかなりません。だけど、その張り子の虎をつくらないと予算を確保して現場に流すこともできないので、私の仕事も必要でしょう（笑）。

――これからの課題はありますか？

澁澤　海外では、現場から大量のデータを集積できるようになり、そのデータに基づいてリスク管理をするのがグローバルGAP、収益管理をするのが精密農業だと整理されつつあります。そこで話題になっているのがサイバーセキュリティです。スマート農業をやっている経営ほど、サイバーアタックを受けるということで、日本国内でも議論を始めているところです。

――ありがとうございました。