

スマート農業の推進

— ICT・ロボット等を活用した農業の取組 —

農林水産委員会調査室 天野 英二郎

1. はじめに

本稿は、ICT（Information and Communication Technology）やロボット等を活用した農業である「スマート農業」を紹介するものである。本稿ではまず、我が国の農業をめぐる状況を概観した上でスマート農業の意義と課題を明らかにする。次にスマート農業に関する事業・予算を説明し、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下「農研機構」という。）における研究・開発事例を取り上げ、スマート農業の政策上の課題についてまとめることとする。

2. 我が国の農業をめぐる状況

スマート農業とは、農林水産省の『「スマート農業の実現に向けた研究会」検討結果の中間取りまとめ』（平成26年3月公表。以下、「中間取りまとめ」という。）の定義によれば、「ロボット技術やICT等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業」である。近年、スマート農業は、農業関係者だけでなく他産業関係者や消費者の注目を集めている。この背景には、我が国の農業をめぐる状況と、技術進歩の状況を挙げることができる。

（1）農業者の減少・高齢化

我が国の農業では、農業者の減少と高齢化の進行が水路等の農業生産基盤の維持を困難にし、耕作放棄地の拡大が進む要因の一つとなっている。また、熟練農業者の経験と勘に基づく農業生産技術が喪失してしまう危機を迎えている。

我が国の基幹的農業従事者¹の数は174万人（平成25年）であり、昭和35年の1,175万人をピークとして減少傾向が続いている。また、基幹的農業従事者のうち、65歳以上が107万人（61%）であるのに比べ、40代以下は18万人（10%）にとどまっており、高齢者の割合が著しく高まっている。さらに、新規就農者数は5万6千人（24年）であるが、そのうち39歳以下は前年に比べ6%増加したものの1万5千人に過ぎず、経済上の理由等から数年で離農するケースも多くなっている。

引退する高齢農業者が増えることに伴い、土地持ち非農家が年々増加しており、農地の継承がうまくいかずに耕作放棄地となってしまうケースも多いとみられている。実際、近年伸びが鈍化傾向にあるものの、耕作放棄地面積はほぼ滋賀県の面積に相当する39.6万

¹ 基幹的農業従事者とは、自営農業に主として従事した世帯員（農業就業人口）のうち、ふだんの主な状態が「主に仕事（農業）」である者を指す。

ha、耕作放棄地面積率は 10.6%（平成 22 年）にまで増えている。また、農業用水路、農道、ため池等の農業生産基盤は、地域の重要な産業である農業を維持し、様々な多面的機能の発揮に役立ってきた。しかし、農業生産基盤の維持に中心的な役割を果たしてきた農業者の減少により、その維持は困難となり、農村地域の活力がそがれることにつながっている。

また、我が国は多様な気候や土壌をもち、その特性に応じた様々な農業が行われてきたが、我が国の農業では、これまで各地域の熟練した農業者の持つ経験や勘が重要な役割を果たしてきた。実際、マニュアルに基づき同様な農業生産活動を行った場合であっても、一般農業者と熟練農業者の間には、収量や品質に大きな差を生じることがあると言われている²。しかし、熟練農業者の持つ経験や勘は「暗黙知」であるがゆえに、次代の農業者に引き継がれなければ失われてしまう性質のものである。

（２）農政改革の推進

先に述べた農業者の減少・高齢化に基づく課題等、我が国の農林水産業・農山漁村を取り巻く状況を克服し、「強い農林水産業」と「美しく活力ある農山漁村」を創り上げるため、政府は平成 25 年 12 月に「農林水産業・地域の活力創造プラン」を策定し³、これに基づき農地中間管理機構の創設や経営所得安定対策の見直しなど、一連の農政改革を着手した⁴。

また、政府の成長戦略である「日本再興戦略⁵」では、農業が 10 年後に目指す姿として、①担い手が利用する農地面積を全農地の 8 割（現状 5 割）に拡大、②担い手のコメの生産コストを現状全国平均比 4 割に削減、③法人経営体を 5 万法人（現状 12,500 法人）に拡大とすること等を掲げている。

このように担い手への農地の集積の進行、新規就農者の増加、法人経営体の増加に伴い、農業生産活動において、作業の効率化・低コスト化、作業の標準化、有効な最新技術の導入等の一層の推進が求められている。

3. スマート農業の位置付けと現状

スマート農業は、このような農業をめぐる状況を踏まえ、従来からの農業技術と連携することで、更なる生産の効率化や農産物の高付加価値化を目指すものである。農林水産業・地域の活力創造プランでは、「異業種連携による他業種に蓄積された技術・知見の活用、ロボット技術や I C T を活用したスマート農業の推進、新たな品種や技術の開発・普及、知的財産の総合的な活用、生産・流通システムの高度化等により、農業にイノベーションを起こす」としている。例えば、スマート農業により、収量増加等のための化学肥料の投入

² 『A I 農業の取組について』（平 24.5）（農林水産省）

³ 平成 26 年 6 月に改訂が行われている。

⁴ この詳細については、西村尚敏「「担い手」への農地集積による農業の競争力強化に向けて― 農地中間管理機構の創設 ―」『立法と調査』No. 346、山下慶洋「経営所得安定対策の見直し ― 担い手経営安定法改正案 ―」『立法と調査』No. 352 及び天野英二郎・山下慶洋「経営所得安定対策の確立及び日本型直接支払制度の法制化 ― 農政改革 2 法案をめぐる論議 ―」『立法と調査』No. 355 を参照されたい。

⁵ 平成 25 年 6 月に策定され、26 年 6 月に改訂されている。

や農薬の散布は、土壌や作物の状況に応じて最適に調整することができ⁶、大規模生産のためのトラクター等の農業機械は、GPS等により自動運転の実用化が期待されている⁷。さらに、センサー等により得たビッグデータを解析することで、熟練農業者が行ってきた技術の再現や、病虫害の発生予測⁸といった、まったく新たな可能性も期待される。

スマート農業では、AI (Agri-Informatics) 農業や精密農業といった新たな農業手法や、ネットワーク、情報端末、クラウドコンピューティング、リモートセンシング、ロボット等の他の分野とも共通する汎用的なハードウェア・ソフトウェア技術を活用している。

また、スマート農業が解決を目指す目的として、中間取りまとめでは、①超省力・大規模生産の実現、②作物の能力の最大限の発揮、③きつい作業、危険な作業からの解放、④誰もが取り組みやすい農業の実現、⑤消費者・実需者への安心と信頼の提供を挙げている(図表1参照)。

(1) AI 農業

AI 農業とは、「今後急速に失われていく可能性のある篤農家の「匠の技」(暗黙知)を、IT技術を用いて「形式知」化し、他の農業者や新規参入者等に継承していく新しい農業⁹」のことである。具体的には、フィールドサーバ¹⁰に搭載されたセンサーや、篤農家が装着したウェアラブル端末¹¹等によるモニタリングで自動取得した大量のデータを分析し、システム化することで、篤農家のような高度な生産・経営の実現を目指そうとするものである。食料・農業・農村基本計画では、「篤農家の暗黙知であるノウハウを、農業者等が活用可能な形に置き換える世界最先端のAI (アグリインフォマティクス) システムを開発し、提供する体制を整備する。その際、知的財産としての管理手法等の検討を行う」としている。

国のIT戦略である「世界最先端IT国家創造宣言¹²」や、農業情報の標準化や取扱い等の基本的考え方を整理した「農業情報創成・流通戦略¹³」では、農業情報の創成・流通促進による、①農業の産業競争力向上、②関連産業の高度化、③市場開拓・販売力の強化を進めるとしており、①や②においてAI 農業の取組を活用することを求めている。

⁶ 農業情報学会編『スマート農業 ―農業・農村のイノベーションとサステナビリティ―』(農林統計出版 平成26年) 40頁

⁷ 同上 276～278頁

⁸ 「中間取りまとめ」別添 スマート農業の実現に向けたロードマップ 5頁

⁹ 『AI (アグリ・インフォマティクス) 農業について』(農林水産省)

<<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sosyutu/sosyutu/aisystem/aisystem.html>>

¹⁰ Webサーバ、複数のセンサー、ネットワークカメラ、無線LAN通信モジュール、超高輝度LED照明など様々な電子機器を搭載し、フィールド(圃場)に長期間設置して、環境の計測、動植物のモニタリング、農園の監視等を行う超分散モニタリングデバイスをいう(『フィールドサーバ』(独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター)

<<http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/default.htm>>。

¹¹ 例えば、JAふくおか八女では、アイカメラや位置情報・動作センサーを装着して得られた篤農家の視線データや動作データを蓄積し、タブレット端末等で新規就農者等にデータを参照し、学習してもらう実証事業を平成24年度から行っている。

¹² 平成25年6月14日に閣議決定され、26年6月24日に改訂された。

¹³ 平成26年6月3日に閣議決定された。

図表 1 スマート農業の将来像



土地利用型農業
○ 自動走行システム等の導入によるトラクター等農業機械の夜間・複数台同時走行・自動走行のほか、除草作業や水管理の自動化により、従来の規模の限界を打破し、これまでにない効率の良い大規模生産、低コスト化が可能に。 ○ センシング技術を活用した、ほ場間やほ場内の土壌や水温、作物生育などの「ばらつき」を精確に把握し、きめ細かく対応することにより、作物の能力を最大限に引き出して品質や収量の高位安定化を実現。 ○ これらにより、労働時間にゆとりが生じ、担い手は新商品開発や販路拡大等による6次産業化を積極的に展開。

園芸
○ センシング技術等によりデータに基づく的確な営農が可能となり、品質に直接結びつく糖度や酸度等の成分のばらつきを小さくする等、園芸作物の持つ能力を最大限活かした生産が可能に。 ○ パワーアシストスーツや収穫・運搬機の自動化により、負担の大きい作業を省力化。 ○ 非破壊分析の高度化やクラウドを活用した消費者・実需者のニーズの把握等により、品質・数量両面でのマッチングが容易になるとともに、消費者・実需者の安心と信頼を獲得。 ○ 省力化やICTを活用した品質管理・情報化等をベースに、6次産業化の取組を推進。

畜産
○ 家畜個体ごとの生育状況や健康状態のセンシング、摂食量情報等により、給餌量調整や乳房炎等の異常の早期発見、生産性の向上や資材費の削減が可能に。 ○ また、パワースーツの活用、自動ふん尿管理システムの導入等により、長時間の搾乳作業や大家畜の飼養管理等の負担の大きい作業が大幅に省力化。女性や高齢者、雇用者でも作業可能になり、担い手は6次産業化の展開も可能に。 ○ 既存データの統合・活用により、各農場ごとの経営改善、外部からの技術指導などを効率的・効果的に実施し、生産性や品質のさらなる向上を実現。 ○ 口蹄疫、豚コレラ、高病原性鳥インフルエンザ、ニューカッスル病等の重大な伝染病の早期発見・早期対応が可能に。

ICTが拓く新たな可能性
○ 「匠の技」のデータ化・形式知化や病害の発生予測システムなどの活用により、経験の浅い若者や女性などでも農作業が可能に。 ○ 規模拡大が進む中で、ほ場や従業員が増えても、適期に効率的な作業が可能に。 ○ 食品情報のクラウドシステム等の導入により、生産の詳しい情報を消費者・実需者にダイレクトに繋げ、安心と信頼を届ける取組などが実現。

(出所) 農林水産省『「スマート農業の実現に向けた研究会」検討結果の中間取りまとめ』別添資料を基に筆者が一部作成

（２）精密農業

精密農業は、「農地・農作物の状態を良く観察し、きめ細かく制御し、その結果に基づき次年度の計画を立てる一連の農業管理手法であり、農作物の収量及び品質の向上¹⁴」を目指す農業システムである。精密農業では、その作業サイクルを支援するツールにＩＣＴやロボット技術が活用されている。

（３）ネットワーク

ネットワークについては、光ファイバーによる固定回線網に加え、３ＧやＬＴＥといった規格のモバイル通信網や無線ＬＡＮ環境が広く普及し、常時接続のブロードバンドサービスが一般的となった。このため、野外のほ場等においても、スマートフォンやタブレット端末等を使ってインターネットへ接続し、気温・湿度等の気象情報や生育状況の画像情報などの閲覧、システムへのデータ登録等を行うことが可能になっている。

また、カメラ付きフィールドサーバ、無人航空機（ＵＡＶ）、ウェアラブル端末等を使った作物の生育状況等のモニタリングでは、画像や動画等の大容量データの送信も可能になっている。

（４）情報端末

情報端末については、野外のほ場等でも使用可能な防じん・防水機能や、指などによる簡便なタッチ操作を可能とするスマートフォンやタブレット等が普及してきており、急速に利便性が高まっている。また、最近ではウェアラブル端末など新たな端末も登場してきており、新たなサービスが生まれる可能性もある。

（５）クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティング（以下「クラウド」という。）とは、インターネットの技術をベースとして、サーバやストレージ¹⁵、アプリケーション等の資源を利用する形態を指している¹⁶。クラウドによるメリットとして、端末へのソフトウェア導入や修正版適用等の管理作業が不要であること、利用期間や利用者数の変動に柔軟に対応できること等がある。一方、デメリットとしては、情報流出等のセキュリティ上のリスクがあること、ソフトウェアに対する利用者独自の仕様変更が困難であること等がある。

農業関係のアプリケーションは、他分野のアプリケーションと同様に、クラウドベースへの移行が進んでおり、近年、クラウドベースの農業関係のアプリケーションによるサービスを提供する民間企業が増加している。

（６）リモートセンシング

¹⁴ 『農林水産研究開発レポート No. 24 「日本型精密農業を目指した技術開発」 ポイント』（農林水産技術会議）

¹⁵ データを保存するための外部記憶装置。

¹⁶ クラウドにはインターネットをして電子メール等のソフトウェアを提供するＳaaS、アプリケーションのプラットフォームを提供するPaaS、ハードウェアを提供するHaaS等がある。また、特定範囲の利用者のみを対象とするプライベートクラウドと、不特定多数の利用者が対象となるパブリッククラウドがある。

リモートセンシングとは、センサーを用いて対象を遠隔から計測する手法を指している。農業では、フィールドサーバ等による地上からの計測、無人航空機（UAV）による空中からの計測、人工衛星による宇宙からの計測等が、従来から利用されてきている。

将来的には、あらゆるモノがインターネットに接続するモノのインターネット（IoT；Internet of Things）の実現により、通信機能を有するセンサー等の機器どうしの通信（M2M；Machine to Machine）から得られたビッグデータの解析結果を、農業へ活用することも期待される。

（7）ロボット

産業用ロボットは、製造業の製造ラインのほか、農業分野においても、農業従事者の高齢化・減少傾向や過酷労働軽減の必要性等から、その重要性を増している¹⁷。農業分野で使われるロボットでは、GPSや各種センサーによる高精度の位置・姿勢制御や障害物回避を可能にするとともに、センサー等の要素技術の共通化し、複数種類のロボットへ搭載することでコスト削減も期待されている。

実際の研究・開発事例としては、ほ場におけるロボットトラクター、ロボット田植え機、ロボットコンバイン、アシストスーツ¹⁸、植物工場における収穫ロボット、運搬ロボット、牛舎における搾乳ロボット等がある¹⁹。

また、例えば現在開発中であるトラクター等の自動運転技術については、自動車の自動運転技術の開発状況を参考にするなど、異分野における開発の動向を参考にすることも可能と思われる。

4. スマート農業に関する事業・予算

スマート農業については、農林水産省の平成 27 年度予算概算要求「先端ロボットなど革新的技術の開発・普及」〔新規〕（51 億 9,500 万円）において、ロボット技術関連で①革新的技術創造促進事業（ロボット革命実現化事業）と②農林水産業におけるロボット革命の実現に向けた導入実証事業、③果樹・飼料生産の戦略的開発関連で生産現場強化のための研究開発（委託プロジェクト研究）、④スマート農業の検討等関連でスマートで安全な農業確立総合対策事業などを要求している（図表 2、3 及び 4 参照）。

具体的には、①はロボット技術の農業等への適用・事業化の研究開発や異分野との共同研究の支援、②はロボット技術の生産性向上を確認する大規模実証事業の実施や低コスト化・安全性確保などの課題解決への支援、標準化すべき規格や安全性確保のルールづくりの支援、③は果実や飼料生産研究の戦略的な推進、④はスマート農業の検討やロボット技術向け通信インフラのモデル的導入、ICTによる産地技術の高位平準化のための実証支援等を内容とするものである。

¹⁷ 『「日本再興戦略」改訂 2014』では 2020 年までにロボット市場を非製造分野で 20 倍に拡大するとしている。

¹⁸ 収穫物の積み下ろしなどの農業者が行う作業を軽労化するロボット。

¹⁹ 農業情報学会編『スマート農業 ―農業・農村のイノベーションとサステナビリティ―』（農林統計出版 平成 26 年）271～293 頁、近藤直ほか編著『生物生産工学概論 ―これからの農業を支える工学技術―』（朝倉書店 平成 24 年）87～102 頁

図表 2 農林水産省の平成 27 年度予算概算要求における主な ICT・ロボット関係事業

		※（ ）内は平成 26 年度当初予算額
○ 農業農村整備事業（公共）	337,109（268,928）百万円	
1. 農業競争力強化対策	142,929（106,425）百万円	
大区画化・汎用化等の基盤整備を実施し、農地中間管理機構とも連携した担い手への農地集積・集約化や農業の高付加価値化を推進。また、草地基盤整備を実施し、離農農家の草地の円滑な継承を図る。パイプライン化や ICT の導入等により、水管理の省力化と担い手の多様な水利用への対応を実現する新たな農業水利システムを構築し、農地集積の加速化を推進。		
○ 次世代施設園芸導入加速化支援事業	6,291（2,008）百万円	
1. 次世代施設園芸推進に必要な環境整備		
民間企業や生産者をはじめ、地方自治体や研究機関等が構成員となるコンソーシアム（協議会）で運営方針等を協議し、異業種連携・直接流通等の差別化販売のためのマッチング等の取組を支援。また、次世代施設園芸拠点整備の全国展開を加速化するため、取組意向のある産地に対する計画策定の支援、導入コスト低減に向けた施設・設備の標準化の検討等。		
2. 次世代施設園芸拠点の整備		
次世代施設園芸拠点の中核施設となる木質バイオマス等の地域の未利用資源を活用するエネルギー供給センター、完全人工光型植物工場を活用した種苗供給センター、高度な環境制御を行う温室、集出荷施設等の整備を支援。		
3. 次世代施設園芸推進に必要な技術実証の推進		
生産コスト縮減のための新技術実証や野菜の機能性等を向上させる生産技術実証、未利用資源・エネルギーの活用に係る実証等の取組を支援。		
○ 農業界と経済界の連携による先端モデル農業確立実証事業	391（250）百万円	
農業界と経済界が連携して行う、低コスト生産技術体系の確立、ICT を活用した効率的生産体制の確立、低コストの農業機械開発、農業経営における新しいビジネスモデルの開発など、先端モデル農業の確立に向けた取組を支援。		
○ 産地活性化総合対策事業	3,211（2,882）百万円	
2. 生産システム革新推進事業		
ICT 等の先端技術の活用によるスマート農業を展開するため、効率的かつ安全な農業の実現に向けた検討や、そのために必要となる通信環境を整備する実証等を支援。また、収穫期等の繁忙期における労働力（援農隊）を確保するための取組や、輸出を目指した GAP の普及に向けた取組等を支援。		
○ 畜産・酪農の生産力強化	3,258（－）百万円	
1. 畜産・酪農生産力強化緊急対策事業		
（2）肉用牛繁殖性向上緊急対策		
和牛繁殖経営における ICT 等の新技術を活用した繁殖性の向上等を図るための取組（発情発見装置の導入等）を支援。		
○ 先端ロボットなど革新的技術の開発・普及	5,195（－）百万円	
I ロボット技術の研究開発及び導入実証		
1. 革新的技術創造促進事業（ロボット革命実現化事業）	800（－）百万円	
農林水産業・産業界の技術開発ニーズ等を把握し、ロボット技術の農林水産業・食品産業現場への適用や事業化に向けた研究開発を支援するとともに、ロボット工学などの異分野との産		

学の共同研究を支援。

2. 農林水産業におけるロボット革命の実現に向けた導入実証事業 2,230 (一) 百万円

(1) 大規模導入実証

農林水産分野において実用化・量産化の手前で足踏みしているロボット技術について、まとまった規模・地区での導入を支援し、生産性向上等のメリットを実証するほか、ロボットを導入した技術体系の確立、低コスト化、安全性の確保など、実用化・量産化に向けた課題の解決を進める。

(2) 実用化・量産化に向けた標準化や安全対策等の検討

農林水産分野でのロボット技術の実用化の促進に向けて、標準化すべき規格や安全性の確保のためのルールづくり等に関する検討を支援。

II 革新的技術の開発・普及

1. 生産現場強化のための研究開発 (委託プロジェクト研究) 2,000 (一) 百万円

農業の生産現場を強化するため、現場のニーズを吸い上げつつ、果樹の省力・機械化など生産システムを革新する技術や、栄養収量の高い国産飼料の低コスト生産など収益力を向上させる技術の研究開発を戦略的に推進。

2. スマートで安全な農業確立総合対策事業 165 (一) 百万円

I C Tを活用して超省力・高品質生産を図る農業 (スマート農業) の実現に向けた検討を行うほか、ロボット技術の活用にあ資する通信インフラのモデル的な導入や、I C T導入による産地技術の高位平準化に必要な実証に対する支援。

(出所) 農林水産省「平成 27 年度農林水産予算概算要求の概要」から筆者作成。

図表 3 「先端ロボットなど革新的技術の開発・普及」参考資料



(出所) 農林水産省「平成 27 年度農林水産予算概算要求の概要」

図表 4 農研機構における研究・開発（事例）

筆者は平成 26 年 9 月、つくば市にある「農研機構」を訪問する機会を得た。その際、本稿に関係する内容として、「農業の IT 化について」、「水田輪作システム及び農作業ロボットについて」の取組の説明を受け、モデルハウス型植物工場実証拠点の見学を行った。以下にその概要を紹介する。

①農業の IT 化についての説明（中央農業総合研究センター）

我が国では管理すべきほ場が分散しており、多くのほ場で複数の品種の作付、様々な作業の管理等、営農における情報管理を行うのは非常に大変である。そこで、これをデジタル化し、様々なデータを入力することで、ほ場ごとに管理することができる「多数圃場営農管理システム」を開発中である。気象情報、リモートセンサーなど個別データの統合管理が重要となる。ただ、こうしたシステムは、かなり費用がかかる。

このほか、気象庁の気象データを基に、水稻等作物の生育予測などを行えるシステム（全国版水稻早期警戒・栽培支援システム）を構築中である。これは、冷害による水稻の生育不良や、最近大きな問題となっている高温による米の白濁等を防ぐためのものである。

こうした取組における問題の一つは、各種データを統合させようとするときの情報交換ができないことである。我々としても、「農業情報創成・流通促進戦略」を踏まえて、農業情報の相互運用性等の確保のため、「共通化」や「標準化」に取り組んでいく。特に農業用語・コンテンツの整理が重要と考えている。併せて、農業のオープンデータ化も進めていく考えである。

②水田輪作システム及び農作業ロボットについての説明（中央農業総合研究センター）

輪作体系は地域により異なっており、また、土壌も地域によってかなり違うことを踏まえて、地域の特性に応じた輪作システムと必要な農業機械の開発を行っている。関東では不耕起播種機、北陸では耕うん同時畝立て播種作業機という具合である。

次に農作業ロボットについてであるが、高齢化や農家人口の減少で省力生産を行うことができ、少ない人員で可能な生産技術としてロボット農作業体系が必要になる。

担い手へ農地が集積される一方で、そのほ場は分散している。そこで、既存の機械に GPS を搭載することで、あらかじめ設定した経路を無人で動かす等の省力化を研究している。例えば、トラクターと作業機をネットワークで連携させることで、作業員 1 名で 2 台同時に作業を進めることができる。コンバインロボットは、軽トラを併走させることで収穫した麦を人手により積み替える手間を省くものである。

これらの実用化に向けては農作業ロボットの安全性確保が重要となる。まずは、こうしたロボットについての周知を行うほか、法制度や保険制度も含めた社会システムの構築が必要となろう。

①及び②に関連する質疑・応答

Q カメラ付きフィールドサーバは 40 万円程度とのことであるが、分散したほ場に設置する場合、どの程度の台数を設置するものか。また、リースと買取りのどちらが多いのか。

A まだコストの問題もあって、付けている農家でも 1～2 台というところがほとんどである。普及に向けては、気象や生育状況等トータルを管理するものではなく、水位管理だけ、カメラのみなど目的に特化したものを低価格で広く提供するなども検討している。リース、買取りなどいろいろなものがあるようだが、いずれにしても価格がもう少し下がらないと普及は難しい。

Q 農作業ロボットの普及はコスト削減の面、農業者の農作業事故の低減の面からも期待される取組だが、一方で、農作業ロボットにも安全性の観点からまだ課題があるという。実用化の具体的な目標時期等は設定しているか。

A これまでは本機構のみでの研究であったが、各農機メーカーや保険会社等含めた検討を始めているので、少しずつだが進んでいるところである。

③野菜茶業研究所つくば野菜研究拠点における植物工場の視察

農研機構では、野菜茶業研究所つくば実証拠点及び九州沖縄農業研究センター九州実証拠点において、モデルハウス型植物工場実証・展示・研修事業に取り組んでいる。このうちつくば実証拠点

では、企業、研究機関、生産法人等からなるコンソーシアム方式により、太陽光利用型植物工場において、トマト・キュウリ・パプリカの周年多収生産の実証展示や研修を行っている。

当施設の特長は、「苗テラス」という設備により、人工光を使用した苗生産を行っていることである。生産環境を制御し色々と変えることで、作物がよく採れる環境を研究している。重要なのは溶液栽培に適した品種を生み出すことであるが、開発に目途がついた。

トマト栽培施設では周年栽培を行っているが、多段栽培となり背丈が高くなるため、収穫作業には高所作業台車が必要となる。また、夏季には気温が著しく高くなるため、細霧冷房（霧状の水蒸気を吹き掛けて気化熱で温度を下げる）により温度管理を行っている。当施設での生産量は現在、周年で 41 トン／10a であり、通常の畑に比べ約 8 倍の生産性がある。品種変更で更に 1.5 倍に増産できる予定であり、生産効率を通常の畑の約 12 倍に上げる見込みがついた。これにより、オランダの水準に追い付いてきたと考えている。

一方、収量の増加に伴い、自動運搬車の開発が重要となる。開発中の自動運搬車は磁気テープのレール上を動く。その開発に当たっては、果実を傷つけないこと、効率的な運搬ができることを目指している。そのほか、収穫作業を行うロボットを開発している。このロボットには暑い中で行う収穫作業の省力化や、多くの人を雇うためのコスト削減の両面から期待が掛けられている。なお、自動運搬車には前方にセンサーが付いており、安全性を確認しながら動く仕組みとなっている。収穫・運搬・管理の自動化によって、労働力は半分程度に省力化されることが考えられる。

なお、我が国はオランダと気候条件等も異なり、例えば細霧冷房設備等はオランダにはない。こうした点を考慮すれば、単にオランダのシステムを導入するだけでは適当ではなく、その良いところを学びつつ、我が国独自のシステムを構築していく必要がある。

レール上を動く開発中の自動運搬車



(出所) 筆者撮影

主な質疑・応答

Q 近年、異業種企業の農業への参入が相次いでおり、特に植物工場が多いと聞いている。IT 企業等は工場で品質管理を行っており、閉鎖環境の完全人工光型植物工場ではノウハウがいけると考えられる。一方、太陽光利用型植物工場のメリットは何であると考えるか。

A 太陽光利用型は技術が実証されており、経営も黒字になりやすく、現実的と考える。完全人工光型は初期投資・ランニングコストが高いため、黒字になっているのは 1 割程度と聞いている。

IT 企業等は広域の施設を対象としたクラウドのシステム開発などで実績を上げている。

Q 植物工場での栽培は葉物野菜が中心であり、野菜により向き不向きがあると聞く。当施設がトマト、キュウリ、パプリカを実証研究の対象とした理由は何か。

A 第 1 に生産額が高いこと（トマト 1 位、キュウリ 3 位）、第 2 に消費者の人気の高いこと（各種調査によれば、パプリカは輸入が多いが、国産品があれば買いたい消費者が 8 割）、第 3 に太陽光利用型植物工場であるため強い光で育つ作物を選択していることである。

Q 低カリウム・レタスなど機能性に着目した研究は行っているのか。

A 指摘の低カリウム・レタスも共同で研究している。そのほか、高リコピン・トマト、衛生面で有利な表面がツルツルのキュウリ、野菜の抗酸化作用に関する研究等を行っている。

Q 当施設では、エネルギー利用の効率化の観点から、どのような取組を行っているか。

A 施設園芸、植物工場にとって非常に重要な問題と考えている。例えば 100g のトマト 1 個を作るのに 100ml の石油を使用すると言われている。プロジェクトの一つとして取り組んでいるのは地中熱の利用であり、どの程度の暖房削減効果があるか研究を行っている。そのほか、ペレット暖房や局所冷暖房の利用の研究により、石油消費量を現状の半分程度にできると見込んでいる。

また、スマート農業に関する研究開発については、農林水産省だけではなく、府省の枠を超えた横断的な取組も始まっている。

平成 25 年 6 月に閣議決定された「日本再興戦略」と「科学技術イノベーション総合戦略」に基づき、「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）」が創設された。S I P とは、「総合科学技術・イノベーション会議」が司令塔機能を発揮し、府省の枠を超え、基礎研究から実用化・事業化までを見据えた研究開発を推進し、イノベーションの実現を目指すものである。26 年 5 月、同年度に着手する S I P の対象課題の一つとして、「次世代農林水産業創造技術」（配分額 35 億円）が選定され、研究開発計画が承認された。この研究開発内容の一つとして、「農業のスマート化を実現する革新的な生産システム」（26～30 年度）がある。具体的には、①高品質・省力化を同時に達成するシステム（26 年度 8.5 億円）、②収量や成分を自在にコントロールできる太陽光型植物工場（26 年度 3.8 億円）に関する研究開発である。

5. スマート農業推進における課題

（1）コスト面の問題

スマート農業には、コスト面の問題として、経済性を評価する仕組みが整っていないこと、農業機械市場が小さく規模の経済が働きにくいいため農業機械の価格が下がりにくい可能性があることが挙げられる。

農業分野における I C T やロボットの利活用は始まったばかりで、経験が少ないこともあり、経済性を正しく評価する仕組みが整っていないという指摘がある²⁰。そのため、費用対効果の見通しが不透明であり、農業者が導入をちゅうちょすることになる。また、機械の導入資金の調達も困難となる可能性がある。スマート農業の推進に当たっては、同時に経済性の検証を進め、その成果に基づき、農業者に対し具体的に費用対効果を提示することが求められる。

農業は他産業と比べ産業の規模が小さいため、農業機械市場は他産業の機械市場に比べて小さい。そのため、I C T を活用したサービスの提供や、農業用センサー・ロボット等の新規開発等を行った場合、製品価格を下げにくく、その結果導入が進みにくくなることが予想される。農業者の多くは小規模・零細であり、投資余力は限られているため、開発に当たっては、官民連携してでき得る限り標準化を進め、既存技術・部品の活用等により、開発コストの削減につながる努力が必要と考えられる。

（2）機械・システムの導入・改修・保守等の作業

スマート農業は、多くの農業機械、センサー、システム等を I C T によって相互連携させることで、高度な機能を提供するものであるため、その導入・改修作業に加え、故障等に伴う保守作業量の増加により、本来の農作業に支障を与える可能性が懸念される。また、導入・改修・保守等のコストが農業者の負担になる可能性が考えられる。農業機械等の開

²⁰ 野口伸「ロボット農業実用化に向けての課題は何か」『AFC Forum』（2012. 6）

発に当たっては、安定性・耐障害性を確保する一方、できる限り既存の部品を活用することなどでコスト削減を図る必要があるだろう。

（３）サポート体制の強化

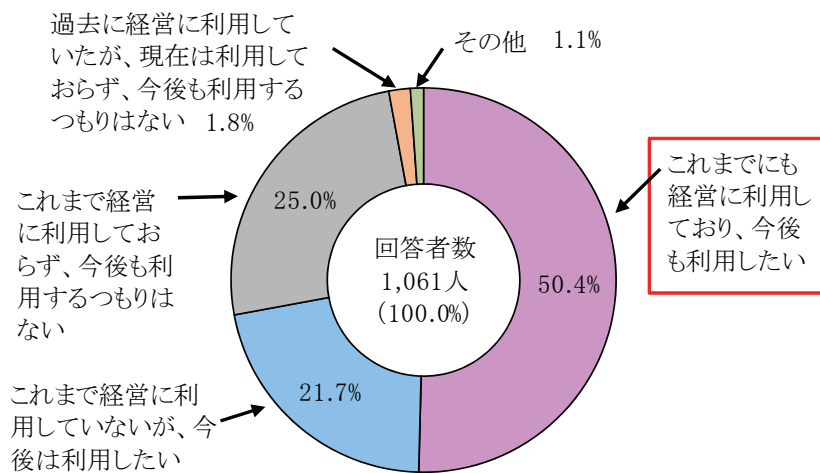
農業におけるＩＣＴの利活用を推進するに当たっては、ユーザーである農業者をサポートする体制を一層強化する必要がある。

もともと農業は、他の産業分野と比較して、必ずしもＩＣＴの活用が進んでいるとは言えない状況にある。農林水産省が平成 24 年に農業者に行った意識・意向調査では、ＩＴ機器等を「これまでも経営に利用しており、今後も利用したい」とする割合は 50.4%であり、調査時点で実際に利用していた農業者は半数程度にとどまっている（図表 5 参照）。

こうこうした中、農業者が求めるＩＴの利活用を促進するための取組では、「地域において農業分野におけるＩＴ利活用に精通したサポート人材の充実」の割合が 60.2%と最も高くなっている（図表 6 参照）。

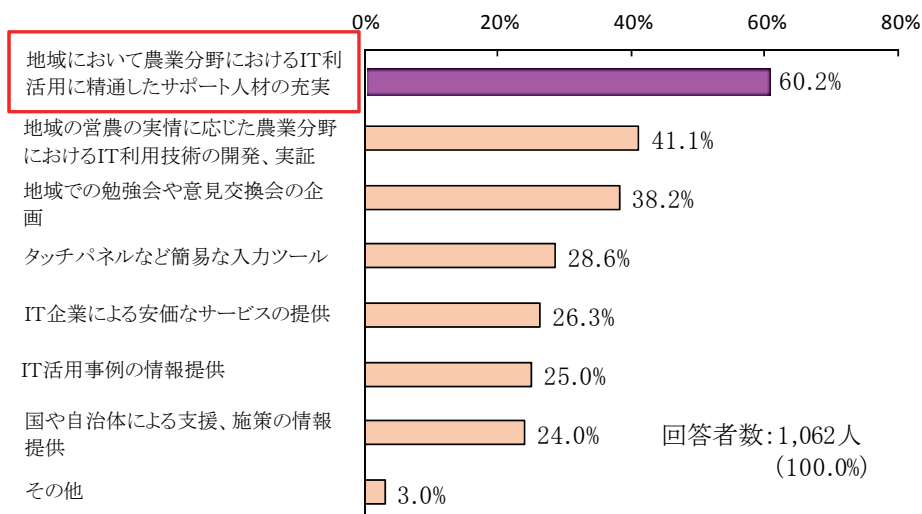
農業者に対しては、農業普及活動等を通じたサポートが求められると考えられる。

図表 5 ＩＴ機器等の今後の経営への利用意向



（出所）農林水産省「農業分野におけるＩＴ利活用に関する意識・意向調査結果」
（平成 24 年 9 月 28 日）より筆者作成

図表6 農林水産分野においてITの利活用を促進するための
取組（3つ回答）



（出所）農林水産省「農業分野におけるIT利活用に関する意識・意向調査結果」
（平成24年9月28日）より筆者作成

（４）ICTにおけるセキュリティの確保

農業分野におけるネットワークやクラウドの活用が進むにつれ、情報漏えい等のセキュリティリスクに備える必要が出てくると予想される。特に将来的にAI農業が実現し、篤農家の「匠の技」を取り込むことができた場合、こうした「匠の技」は知的財産であり、その管理手法を構築し、制度的にも守っていく必要があるだろう。

（５）ロボットにおける安全性の確保

農業用ロボットは農業者の労力を大幅に軽減し、複数同時稼働や夜間稼働等により飛躍的な生産性の向上をもたらす可能性がある。しかし、農業用ロボットの実用化に向けては、安全技術の開発、安全性を評価する仕組みの構築、安全基準の策定・規格化が必要である。農林水産省の平成27年度予算概算要求の「農林水産業におけるロボット革命の実現に向けた導入実証事業」（22億3,000万円）では、ロボットの安全性の確保等の課題解決、標準化すべき規格や安全性の確保のためのルールづくり等に関する検討を支援としている。こうした実証事業を通じて、農業用ロボットの安全性が担保され、その市場形成が図られるとともに、国民のコンセンサスが形成されることが望まれる。

（６）データの標準化

農業関連データの利活用を進めるには、その標準化を進め利便性を高める必要がある。農業関連データの利活用は、他分野と比べて遅れていたが、農業関連サービスを提供する民間企業の増加等により、今後拡大が見込まれる。しかし、個々の企業が、自社のシステムにおいて、独自形式で農業関連データを取り扱った場合、相互運用性と可搬性が犠牲に

なり、データ利活用の広がりが増害されるおそれが生じる。農業関連データの利活用を図る上で、「世界最先端 I T 国家創造宣言」と「農業情報創成・流通促進戦略」で打ち出されたデータ利活用の基本方針である「相互運用性／移植性」と「可搬性／自主運用性」の確保が重要であり、今後策定される見通しの「農業情報創成・流通促進戦略」に基づくガイドラインを通じ、官民をあげてデータ標準化の推進を図る必要があるだろう。

【参考文献】

農業情報学会編『スマート農業 ―農業・農村のイノベーションとサステナビリティ―』（農林統計出版 平成 26 年）

財団法人社会開発研究センター『図解 よくわかる農業技術イノベーション ―農業はここまで工業化・ I T 化できる―』（日刊工業新聞社 平成 23 年）

近藤直ほか編著『生物生産工学概論 ―これからの農業を支える工学技術―』（朝倉書店 平成 24 年）

（あまの えいじろう）