



図 1-1 農業の三種の神器「トラクタ」「コンバイン」「田植機」

稲作に欠かせないものとなっています。これらの機械化により、稲作に要する10a(1000㎡×1000㎡)当たりの労働時間は1965年に200時間あまりであったものが、半世紀で20時間(2015年)となり、10分の1になりました。

一方で、自給率の観点からみると、米の自給率が97%であるのに対し、小麦は16%、大豆は6%にとどまります。また、食生活の面では国民一人当たりの米の消費量は1962年の118.3kgをピークに2020年には50.7kgまで減少しました。小麦や大豆はほぼ変わっていません。したがって、主に稲作を行ってきた水田において、小麦や大豆を作ることが国から奨励されてきました。さらに10a当たりの労働時間は小麦で約5時間、大豆で約10時間であることから、省力性の面では、これまで生産していた農作物とは違う種類の農作物を生産する転作が進むはずですが、実態として稲作中心の状況は大きく変わっていません。これは、日本においては、春先や梅雨時の比較的降雨が多い時期に、小麦は収穫、大豆は種子を播く(播種)作業を行わなくてはならないからです。小麦は収穫前の穂上の種子が発芽してしまったり、カビが生えてしまったりして収穫量が減ったり、品質が低下したりしやすく、大豆は播いた種子の出芽・苗立ちが低下するだけでなく、播種そのものを適切な時期に行えないことがあります。したがって、収益が安定せず



# スマート農業とは

## 1.1 日本の農業の現状と問題点

農業は、穀物や野菜などを育て私たちに必要な食料の供給をはじめ、農村の文化・伝統の継承、地域振興などの役割を持っています。長い年月を経て農業の形態は変化し、現代の農業は、高齢化による人手不足、離農などにより農業従事者の減少、自給率の低下など様々な問題を抱えています。

日本の農業生産は、第二次世界大戦後の食料難を経て、水稻を中心とした生産性・自給率向上の一環として機械化が進んできました。トラクタ、コンバイン、田植機が農業機械のいわゆる「三種の神器」とされ、20世紀中に基本的な仕様は完成に至っています。特に、欧米にはない田植機と刈取り、脱穀、選別まで行うことができる自脱型コンバインについては、それぞれ稲作に特化した苗の植付けと収穫を行う機械であり、「戦後日本のイノベーション100選」にも選出されています。1960年代後半にリリースされ、現状では日本の農家の約8割が田植機を所有し、コンバインも約6割で使われ、日本の



表 1-1 スマート農業略年表

- 2013年 農林水産省「スマート農業実現に向けた研究会」
- 2014年 内閣府 SIP「次世代農林水産業創造技術（～2018年）」研究開始
- 2017年 農林水産省「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」公表
- 2018年 内閣府 SIP「スマートバイオ産業・農業基盤技術」研究開始
- 2019年 農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」事業開始
- 2020年 政府目標「ほ場間での移動を含む遠隔監視下での無人走行の実現」
- 2020年 農林水産省「農業分野におけるAI・データに関する契約ガイドライン」公表
- 2021年 農林水産省「みどりの食料システム戦略」公表
- 2025年 政府目標「農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践」
- 2030年 スマート農業関連国内市場規模 1,000 億円超に（富士経済 2019 年）

※ SIP Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program、「戦略的イノベーション創造プログラム」の略称



図 1-2 無人で自動運転が可能なロボットトラクタ（前）

出典：<https://e-nenpi.com/article/detail/295541>

儲けが少ないことが転作の進まない要因となっています。

さらに、農業従事者の減少は高齢化による離農や、新規就農者の伸び悩みにより進行しています。2020年には過去5年間で42万人減少して152万人、平均年齢は67.8歳で高齢化の傾向にあり、新規就農者は5.5万人の水準にとどまっています。今後担い手として活躍が期待される49歳以下の農業従事者も5年間で8.5万人減少している実態があります。

日本の農業生産で自給率の向上を目指すにあたっては、生産基盤が脆弱で、産業として十分な収益を上げられない経営体を減らす必要があります。その解決策として期待されるのがICT（情報通信技術）を活かしたロボット技術などを活用して効率的な生産を実現する「スマート農業」です。スマート農業は、導入にコストをかけても儲けを得られる技術開発が求められる段階です。日本の農政は、2019年からスマート農業実証事業を推進するなど、スマート農業技術を身近で見ることができるよう環境が増えてきたものの、まだまだ手軽に利用できるという段階には至っていません。

2018年、首相官邸に設けられた未来投資会議において「2025年までに農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践」というスマート農業関係の政府目標が掲げられました。達成させるには、農業生産に関係する各種データの使い勝手をさらに良くする工夫が必要です。データ活用は難しいと思われていることの敷居をいかに低くするかが問題ですが、その解決策のひとつが携帯端末の普及と活用にあるとみています。スマートフォン の普及は飛躍的に進み、さまざまなアプリを使うことで無意識にデータの活用が行われています。農業場面でも、園芸用ハウス内の温湿度環境のモニタリングなどで使われ始めました。農業従事者が栽培管理の判断に活用していくためには、処理結果をグラフやマッ



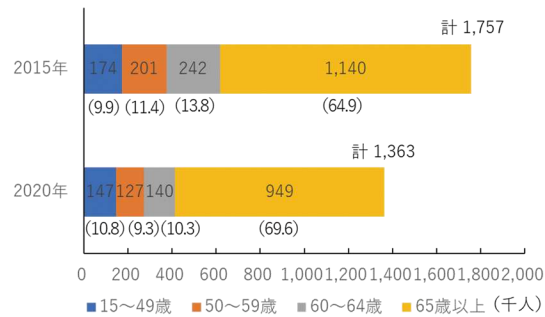


図 1-3 年齢別基幹的農業従事者数（個人経営体）の構成（全国）

注：( ) 内の数値は、基幹的農業従事者に占める割合 (%)

プで表示させたり、植物の生育を予測し、栽培管理のための最適な時期を示す「栽培暦」などと連携させてアドバイス情報として出力させたり、最終的には月次、年次報告として情報をまとめたりする機能を直感的に使えるようにしていくことも重要です。

また、スマート農業関連機器の導入コストは慣行に比べて高いとされています。ロボットトラクタは同じ出力のトラクタに比べて30%ほど高価であり、導入による労力削減効果と相殺しても割高感や品質の向上を図り、栽培面積を増やして収入増につなげることに加えて、関連機器メーカーが更なる低廉化を図ることが重要です。

世界の人口は、2050年には86億人に至るとされ(図1-4)、2010年の66億人に比べて1.3倍となります。食料需要量は2050年には58億トンに達すると見込まれ(図1-4)、2010年の34億トンに比べて1.7倍必要となります。食料需要量は2050年には58億トンに達すると見込まれ(図1-4)、2010年の34億トンに比べて1.7倍必要となります。一方で農業従事者は、世界的にも2010年から2050年の間に約20%が減少すると見込まれています。また、温暖化の進行などにより農地面積の拡大は期待できず、作物の生育に必要な土壌の劣化や水資源確保の問題があることから、限られた資源を有効活用して生産性を上げる必要があります。それを実現するための手段としてもスマート農業が注目されています。

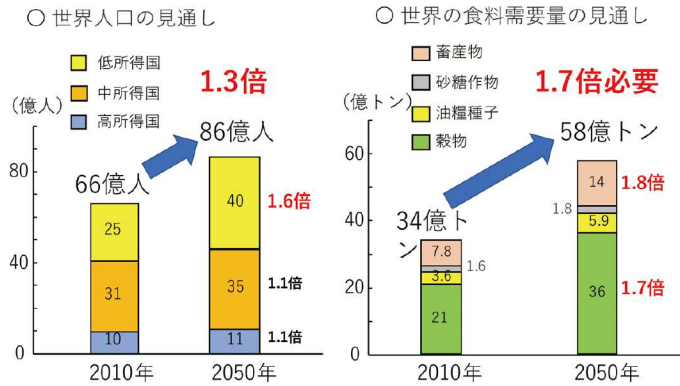


図 1-4 2050年の世界の人口と食料需要量の見通し

出典：2050年における世界の食料需給見通し（農林水産省）を引用し改変





## コラム① スマート農業とスマートOo

スマート農業以外にも「スマート」がつく言葉が数多くあります。一般に「賢い」ということを示す言葉として使われており、スマートフォンがその代表格ですが、もう少し広い概念的に使用されている言葉について解説します（林業や水産業関係はコラム②の農林水産業のスマート化で詳しく説明）。

たとえば「スマートシティ」は、トヨタ自動車が2020年1月に公表した「ワーゲン・シティ（Woven City）」構想が有名です。静岡県裾野市にあった工場跡地を活用し、将来的には2000人規模の街づくりを行うプロジェクトで、あらゆるモノやサービスがつながる「ネクティッド・シティを自指しています」。

1969年から本格造成を開始し、筑波大学や国の研究機関の移転を1980年までに完了させ、1985年には科学万博が開催された筑波研究学園都市は国の事業として実施されましたが、スマートシティの先駆けはこのような「計画都市」にあるともいえます。海外では、アメリカのワシントンD.C.をはじめ、ブラジルのブラジリアやオーストラリアのキャンベラなど首都機能に特化した計画都市が建設された例がありますが、現在は国家プロジェクトで新たな都市を作る取組みが新興国を中心に多く計画されています。一方で先進国では、老朽化したインフラを改善する一環として、ICTやエネルギーマネジメントシステムの導入を図ることでスマート化を図る取組みが一部民間主導で行われるケースがあります。世界的には都市人口が増える傾向に変わりはなく、都市住民の高齢化はより顕著になってくることから、高齢者にも使いやすいインフラ、移動手段などのスマート化が必要になります。

エネルギーマネジメントの関係では、「スマートグリッド」という言葉があります。次世代送電網とも呼ばれ、通信とネットワーク技術と蓄電技術の進化による分散管理によって電力供給の強靱化を図る取組みとして行われています。再生可能エネルギーの普及が進み、従来の火力、水力、原子力発電による大規模系統以外の電気が流通するようになり、送電コストの削減や地域内での電力融通の最適化を図るためにもスマートグリッドの取組みが必要とされています。電気を使う側では、通信機能を持った電力量計であるスマートメーターの導入が進んでいます。これは単純に毎月の検針業務の簡素化につながるだけではなく、ピーク時の電力消費量を抑えることにも活用できる仕組みを構築することができます。

家の中に入ると、「スマートホーム」に関係するさまざまな機器に囲まれていることに気づきます。住宅内の室温や照明、セキュリティのほか、エンターテインメントに関する機能もスマートフォンなどを利用して一元的に操作できるものです。最も広く使用されているものはスマートスピーカーですが、IoT（Internet of Things）に対応したスマート家電が増えてきており、これらをつなぐハブとしての機能も有しているものが主流となっています。あらゆる家電がネットワークにつながるようになることから、セキュリティを確保して、誤作動の防止や個人情報保護の保護にも留意する必要があります。

農業以外の産業では、工場のスマート化である「スマートファクトリー」があります。高精度センサーで得られたデータをもとに、製造ラインの異常検知などをリアルタイムで把握できます。迅速な保守が行えるだけではなく、協調ロボットとの連動で安全な作業を遂行できるなどの特長があります。拡張現実（AR）を使用して異常の発生した装置の遠隔地からの保守指導なども可能になりつつあります。製造装置としては、今後は顧客のニーズに合わせてカスタマイズされた製品の製造を行える3Dプリンターの利用が





図 1-5 世界の多くの高収量品種の親となった「農林 10 号」

1935年に育成された小麦品種で、世界の多くの短稈品種の親となった「農林 10 号」

出典：農研機構作物研究部門 農研機構 Web 作物見本園

これらに化学農薬も加えて、近代農業は世界中で展開されましたが、その限界を2018年の国連で採択された「小農の権利宣言」の中で垣間見ることができます。生物多様性の保全とその持続可能な利用が権利として示されており、それをイノベーション（技術革新）で対応することにも触れています。世界は、経済効率一辺倒の農業開発から、環境保全・持続型農業の考えにシフトしているともみられます。身近でも環境に留意した農業が注目され、減農薬栽培で生産された野菜などが多くあります。病虫害を防ぐための手間はかかりますが、早期発見と最小限の防除に使える支援ツールも登場しています。ともすれば、スマート農業は大規模農業向けとらえられることが多いですが、スマートフォンのアプ

の大量合成が有名です。これら化学肥料の発明と技術の革新は、第一次世界大戦後の人口増加にともなう食料増産の動きに対応し、その後の高収量品種の導入と合わせて1940年代以降のいわゆる「緑の革命」を支えるものとなりました。「緑の革命」とは、1940年代から60年代にかけて、トウモロコシ、小麦や稲の品種改良により発展途上国の農業生産性が向上し、穀物の収量が飛躍的に増加した一連の改革をさします。

### 環境保全・持続型農業の観点から

農業は、植物の光合成と水や窒素・炭素などの物質循環を利用して生産を行っています。化学肥料・農薬等によって環境に与える影響の軽減、環境保全機能の向上を図る環境保全・持続型農業の展開が必要になってきています。欧米諸国が熱帯・亜熱帯地域を植民地化し、豊富な資金で大規模農業として展開した地域では化学肥料に依存していることも多くあります。植物が生育するためには、窒素、リン酸、カリの肥料の3要素が不可欠です。それを効率的に供給するという観点から化学肥料が発明され、特に空気中の窒素と水素から肥料の原料となるアンモニアを合成する「ハーバー・ボッシュ法」による窒素

拡大していくものとみられます。

農業や工業で作られたモノが消費者に届くまでは、消費地への輸送や保管、最終的に消費者の手元に届けられる配送までを物流が担っています。物流自体が事業として行われている場合は、商流とも呼ばれますが、この一連の流れの改善・効率化を図ることを「スマート物流」としてさまざまな取組みがなされています。

まずは、流通における受注や発注のほか、出荷から納品、最終的に請求書を発行して支払いまでの電子化については、徐々にリアルタイムかつ低コストでデータのやりとりが行えるようになってきており、ここにもスマートフォンの普及が貢献しています。一方で、ネットショッピングの拡大などにより物流にかかる負荷は増大しており、保管倉庫からのピッキングに搬送ロボットが活用されたり、最終的な配送でドローンの活用が模索されたり、さらなるスマート化の取組みが求められている領域になっています。







図 1-6 日本発の Society5.0 の概念について

出典：内閣府作成の資料を加筆修正

をつけることが重要とされています。食品関係では品質・表示の信頼性を確保するトレーサビリティ（追跡可能性）という形で運用されています。

日本でトレーサビリティが注目されたのは、2001年に牛のBSE（牛海綿状脳症、狂牛病とも呼ばれる）の発生が初めて報告され、牛肉の消費が大きく減少したときです。国内のすべての牛に個体識別のための「耳標」を装着し、精肉として店頭に並ぶまで個体識別番号の形で管理する体制が構築された頃にはさかのぼります。国産牛肉については生年月日、性別、種別、飼養地や管理者などの情報を記録することが法的な義務として位置づけられ、使用した飼料や動物用医薬品の情報も付け加えて公表される、生産情報公表JAS規格も整備されています。ちなみにJASは「日本農林規格」のことであり、農林水産品の品質や仕様を一定の範囲でそろえるための基準として定着していますが、これに加えて事業者や産地の差別化にJASを活用する取組みや、世界共通の規格として標準化を



りとして使える支援ツールのようなものもあることから、小農におけるイノベーションを実現するために有効に活用してもらいたいものです。

### 日本が提唱する Society5.0 と海外への展開

日本におけるイノベーションの考え方としては、2016年に策定された「第5期科学技術基本計画」で日本が目指す未来社会像として提唱された「Society5.0」を知る必要があります。「誰一人取り残さない」として提唱されたSDGsの実現に向けて、人工知能（AI）の役割を示しながら構想されたものです。狩猟社会を1・0とした場合に、2・0が農耕社会、3・0が工業社会、4・0が情報社会と続き、5・0は「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（超スマート社会）」とされています。超スマート社会の中の農業・食品産業では、スマートフードチェーン（SFC）の構築が必要です。

SFCは、新たな品種開発や生産資材等の調達から、スマート農業による生産の展開、さらには合理的な加工・流通を経て、安全・安心な食料を消費者に供給する流れで説明されることが多いですが、近年は物流DX（デジタルトランスフォーメーション）という言葉に代表されるように、在庫や運行管理のデジタル化が進みつつあり、SFCの川下側に当たる農産物の流通・消費に関するデータの取り扱いに注目が集まっています。これらの流れに乗ったデータを自動的に収集して連携させる仕組み（農業データ連携基盤）と、AIによる解析を高度に組み合わせることで農産物のほか、生産そのものに付加価値