

農業の Society 5.0 に向けた技術開発

R&Ds for Society 5.0 in Agriculture

白谷 栄作*
(SHIRATANI Eisaku)

I. はじめに

未来投資戦略 2018¹⁾では、2023 年までに全農地面積の 8 割が担い手によって利用され、2025 年までにその担い手のほとんどがデータ駆動型の農業を行うことを目標としている。この達成のため、国その他研究機関は ICT、AI 等の先端技術を活用した農業技術の開発や実証事業を進めており、多様な事業者がデータを共有・活用できる環境も整いつつある。

(国研)農業・食品産業技術総合研究機構(以下、「農研機構」という)は、2018 年度から「農業・食品分野に係る Society 5.0 の早期実現」を組織目標に掲げ、データ駆動型スマート農業の創出、人工知能・データ連携基盤・ロボット技術等の先端基盤技術などを重点化し研究開発を推進している。Society 5.0 が想定する大規模経営体による農業を実現するための技術の多くは、すでに、戦略的イノベーション創造プログラム(以下、「SIP」という)で 2014~2018 年度に開発が進められた。SIP で開発されたロボットトラクタ、ICT 水管理技術、データ連携基盤等の農作業の省力化・効率化やデータ駆動型農業に必要な基盤技術は、2019 年度から農林水産省が進めるスマート農業加速化実証事業において実用化に向けた導入が開始されている。

本報では、農業の Society 5.0 の具体化に向けた技術開発の現状を概観し、おわりにその実現のためのインフラ整備の重要性を述べる。

II. 農業の Society 5.0 に向けた動き

ドイツの「インダストリー 4.0」、米国の「先進製造パートナーシップ」、中国の「中国製造 2025」など、世界はいわゆる第 4 次産業革命により、IoT、ロボット、AI、ビッグデータ等の技術の社会実装が進んでいる。日本では、第 5 期科学技術基本計画²⁾において、超スマート社会の実現を目指す Society 5.0 の概念が提唱された。Society 5.0 は、サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることにより、すべての人とモ

ノが IoT でつながり、社会で創造、蓄積される多様な知識や情報がインターネット上で共有され、これらのビッグデータから新たな価値やサービスを生み出されることで、経済的發展と社会の複雑な課題の解決を両立し、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることのできる人間中心の社会とされる。Society 5.0 は、産業だけでなく社会全体を改革する、第 4 次産業革命を超え世界に先駆けた概念である。

具体的に、農業の Society 5.0 では、現今の食料自給率の低下、担い手不足と超高齢化、地方の人口減少と衰退などの問題が、AI、IoT 等の先端技術とビッグデータの活用によって解消され、大規模、高生産性の農業と安全・安心な食料が少ないフードロスで国内外に届けられる加工・流通体系が構築された社会が想定される。

国内の先進的な生産現場では、ロボット、ICT や AI などを活用した先端技術の導入が始まっている。また、これらデータ駆動型農業の基盤となる情報プラットフォームの整備も進められている。

そして、農業の Society 5.0 を実現するための強力な施策の一つが、農林水産省が 2019~2020 年度で実施している「スマート農業加速化実証プロジェクト」である。スマート農業とは、ロボット、AI、IoT 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新たな農業のことである。そこに SIP で開発された先端的な農機その他の機器が投入され、それらの活用を前提にした生産から出荷までの最適な技術体系の確立を目指している。2019 年度から全国 69 地区でこの事業が開始されている。

III. Society 5.0 における農業技術

1. ロボットの導入によって農作業が省力化

小人数が大面積または多数の圃場を耕作する時代が到来すると、農作業時間の削減が必須の課題となり、生産現場での農作業を効率化・省力化することが重要になる。松井³⁾の農業法人を対象にした調査結果によ

*農業・食品産業技術総合研究機構



人工知能、ICT、データ駆動型農業、WAGRI、ドローン、直播栽培

れば、規模の大きい法人ほど経営規模拡大に対する要望が強く、水田作ではコスト削減を経営の重点としている法人が多い。2017年のコメの生産費⁴⁾は、個別経営に対して組織法人経営ではその約4割であるものの労働費の占める割合が最も大きい。

図-1には、2016年度の稲作における農作業ごとの労働時間を経営規模別に示している。そのなかでは機械化が遅れている水管理や畦畔除草などの管理に要する比率が最も大きい。このため、水管理作業の省力化について、農研機構や民間企業によって遠隔監視・操作または自動化の技術が実用化し、大幅な労力削減を達成している（たとえば、若杉⁶⁾の研究）。

また、耕起・整地（トラクタ）、田植え（田植え機）、刈取り・脱穀（コンバイン）などのこれまでに機械化されている作業についても、更なる経営規模の拡大に対応するために、それぞれのロボット化が進められてきた。現在市販化されているロボットトラクタは、人の搭乗または監視下で単独での自動作業または複数台のトラクタによる協調による自動作業が可能になっている。現在、圃場間移動を含む遠隔監視による無人自動走行システムを2020年までに実現することを目標¹⁾に技術開発が進められている。

これら農作業のロボット化が進むことによって、作業の最適化、省力化、夜間作業が可能になり、労働力を大幅に削減することが可能になる。

2. 水稲の直播栽培によって省力化

一方、図-1によれば、10 haを超えると、育苗と田植えに係る時間が最も比率が大きくなる。このため、農地の担い手集積が進んだ稲作では、育苗・田植えの手間を省略した直播栽培を主体にしたものになることが予想される。農林水産省の調査⁷⁾によれば、水稲の直播栽培は、移植栽培に比べて労働時間で約25%削減、生産コストで11%削減となっている。また、水稲の直播栽培は、稲作の省力・低コスト化だけでなく、

栽培体系と収穫期の変化により春・秋の労働力を平準化する効果も期待されることから、一層の経営規模拡大やその他の複合経営への展開が可能になる。

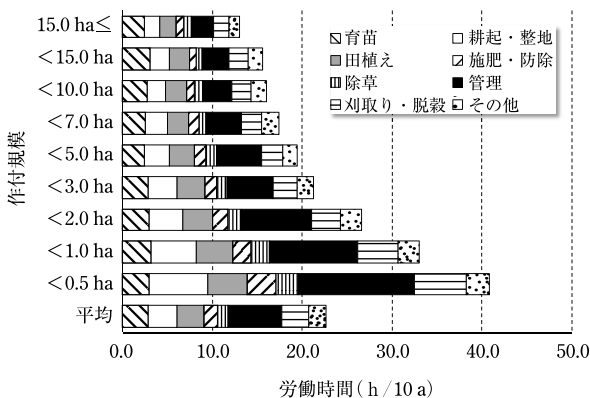
水稲の直播栽培の面積は、図-2に示すように、この10年で約2倍（2009年/2019年）に増加しており、2017年には全水稲作付面積の約2.3%（約33.4千ha）となっている。その伸びは、特に北海道と東北でそれぞれ7.9倍、3.4倍と大きく、近畿、中国・四国および九州ではほとんど増加していない。また、近年は乾田直播に比べて、特別な機械体系を要せず、比較的天候に影響されにくく水田の雑草防除体系の適用が可能な湛水直播の面積の増加が大きい。

一方、この調査では、直播の水稲収量は7%減少となっている。直播は、出芽・苗立ちが不安定になりやすいことや倒伏しやすいこと（特に、湛水直播）、雑草対策の必要性（特に、乾田直播）などの課題があり、安定した収量・品質を得るためには高い技術力を要する。

今後の経営規模拡大を考えると、近年の面積拡大が小さい乾田直播は、レーザーレベラなどによる均平や減水深の抑制など特別な機械が必要となるものの、機械体系の畑作への汎用性のほか、代かきが不要で播種速度が速く、大区画圃場への適用性が高いという利点もあり、拡大が期待される技術である。愛知県のV溝直播⁸⁾や農研機構のプラウ耕・グレーンドリル播種体系⁹⁾などの技術が開発され、東日本では乾田直播面積が拡大している。さらに九州では、二毛作（麦作後）に対応した乾田直播技術¹⁰⁾が開発されている。全国で乾田直播を普及させるため、引続き地域や作付体系にあわせた乾田直播技術が改良・開発されていくと考えられる。

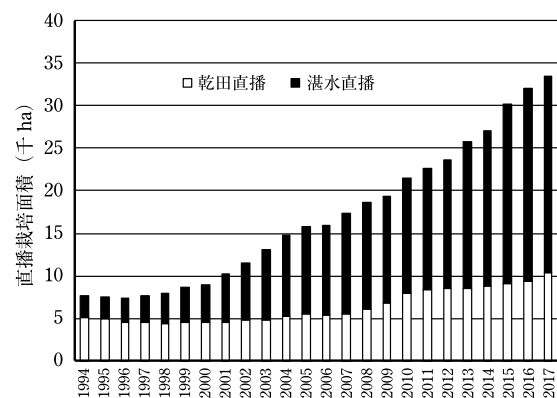
3. AI・IoTの活用により生育予測、病害虫の自動診断・発生予察が迅速・高精度化

松井³⁾によれば、農業法人の経営上の重点項目は、



注) 引用文献⁵⁾をもとに作成。

図-1 作付け規模別の稲作労働時間



注) 引用文献⁷⁾をもとに作成。

図-2 水稲の直播栽培面積の推移

水田、畑地ともに品質向上が上位にある。気象、作物生育、土壌、水利等の農業に関わる情報が ICT でつながり、さらに IoT によって市場や労働力などの経済社会へとつながる相手が広がることで、農作業を効率化し、生産物を高品質化する技術やサービスが生まれる。

(1) **生育予測による栽培管理** 農研機構の中川らのグループは、気象情報を利用して農業気象災害対策や適期管理に貢献する栽培管理支援情報を生産者に届ける情報システム「栽培管理支援システム¹¹⁾」を開発している。本システムは、作物生育モデル、病害発生予測モデルと栽培技術情報で構成され、利用者が入力する作付けや生育状況に関する情報から、生育・収穫適期、病害発生予測等の栽培管理を支援する情報や高温、低温等の早期警戒情報を出力し提供する。本システムは、水稻、小麦および大豆の主要な品種に対応しており、生産者等は、予測情報に基づき、可能な限り作業スケジュールや労働力の配置を作物生育上の最適管理に対応させることにより、高品質で高収量の生産につなげることができる。

現在、生産者、普及機関などでの直接利用が拡大中であり、今後さらにこのシステムのコンテンツと外部コンテンツを統合した新たなサービスに展開する可能性もある。

(2) **迅速・高精度の診断と発生予察** 効率的な病害虫防除のためには、病害虫の発生予察の精度を向上させることが重要になる。発生予察では、病害虫の発生状況、気象、農作物の生育状況などから、周囲の病害虫の発生を予測する。そのため、高精度の発生予察のためには、迅速で正確な病害虫の診断とともに発生条件との関連づけた分析が不可欠となる。

現在、民間企業からは、スマートフォンなどで撮影した病害虫・雑草の画像から AI が病害虫・雑草の同定を行うサービスが試行的に提供されている¹²⁾。

今後の高精度の診断手法の開発においては、農研機構に蓄積されている、昆虫標本(約 135 万点)や DNA 抽出用の液浸標本¹³⁾、植物病に関する病名、微生物遺伝資源等の効果的な活用が期待される。また、病害虫の高精度な診断手法に加え、農林水産省の発生予察事業に基づき蓄積された病害虫の発生、気象、農作物の生育等の情報を AI などによって総合的に解析した高精度な発生予察技術の開発が期待される。

(3) **UAV の活用** 農業での UAV (Unmanned Aerial Vehicle, 無人航空機またはドローン) の活用は一層進むことが予想される。UAV の主な役割は、上空からの観測・センシング、散布、運搬などである。農業農村整備事業の現場では、UAV によって地形や構造物の測量や変状検知¹⁴⁾はすでに多くの現場で導入

されている。また、生産現場では、人工衛星やドローンから撮影した圃場の画像を解析し、作物のいくつかの植生指数から生育状況を診断し提供するサービスも複数社で開始されている。現在、UAV からの多時期の可視画像とマルチスペクトル画像から、作物の成長速度や病害発生を検出する技術の開発が進められている¹⁵⁾。さらに、圃場の撮影画像から生育状況と病虫害を診断し、圃場内のばらつきに応じた施肥や農薬散布する技術の実用化も進められている。

今後、UAV の機体、運航技術、センシング技術、データ解析技術、散布技術の進歩が加速することが予想される。

(4) **ビッグデータの活用** 以上で個別に述べてきた技術は、それぞれつながることによって、さらに効果的な技術や新たなサービスに発展できる。気象、営農、市場等の数値、文字、画像、アプリケーション等の情報を、ビッグデータとして相互に連携・統合させ、データの活用やアプリケーションの開発によってサービスを提供するためのデータ基盤が必要になる。

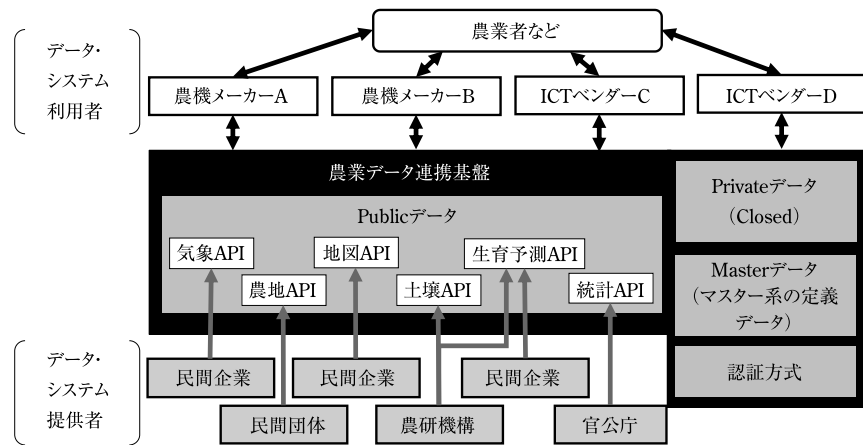
農研機構は SIP において、データ連携・共有・提供機能を有するデータプラットフォームである農業データ連携基盤 (WAGRI) を構築し、2019 年度から本格運用している。WAGRI は、図-3 のように民間企業、団体から官公庁まで気象や土地、地図情報に関するさまざまなデータを提供し、IT ベンダーやメーカーはデータを取得し、生産から流通、消費までの新たなサービスなどに活かすことが可能になる¹⁷⁾。

IV. おわりに

—スマート農業を支えるインフラ整備¹⁸⁾

スマート農業を実現し期待される効果を発揮させるためには、水利インフラ、情報インフラおよび社会インフラの整備が不可欠となる。

Society 5.0 に向かうなか、農業構造の変革や技術イノベーションなど今後の数十年を予想することは難しい。数十年以上の使用を前提に整備される基幹的水利施設は、これらの変化を吸収できるよう計画・設計、整備についての新たな考え方が求められる。情報基盤については、データ連携基盤の整備などが進められているが、データ駆動型イノベーションに向けたより戦略的なプラットフォームの構築とデータ・情報を分析し活用する人材(データサイエンティスト)の育成を急ぐ必要がある。また、スマート農業や次世代型水管理の実施が、現行の制度や慣習によって制約を受ける場合がある。無人農機が公道を通行や横断すること、水利慣行によらない配水などは、制約を受ける。超スマート社会の姿が見えてきた今、これらの課題を



注) 農林水産省の資料¹⁶⁾から作成。

図-3 農業データ連携基盤の概要

共有し産学官による解決の道筋を早急に描くことが必要である。

引用文献

- 1) 内閣府：未来投資戦略2018—「Society 5.0」「データ駆動型社会」への変革— (2018)
- 2) 内閣府：科学技術基本計画 (2016)
- 3) 松井俊英：農業法人の営農展開方向と農業基盤整備に対する要望調査, 水土の知 87(6), pp.21~24 (2019)
- 4) 農林水産省：農業経営統計調査平成29年産米生産費 (2019), http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_nousan/index.html (参照2019年6月9日)
- 5) 農林水産省：農業経営統計調査平成28年産米及び麦類の生産費 (2018), http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/seisanhi_nousan/ (参照2019年6月9日)
- 6) 若杉晃介, 鈴木 翔：ICTを用いて省力・最適化を実現する圃場水管理システムの開発, 水土の知 85(1), pp.11~14 (2017)
- 7) 農林水産省：水稲直播栽培の現状について (2017), http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/zikamaki/z_genzyo/index.html (参照2019年6月9日)
- 8) 愛知県農業総合試験場：不耕起V溝直播栽培の手引き (改訂第4版) (2007)
- 9) 農研機構東北農業研究センター：乾田直播栽培技術マニュアル Ver.3.1—プラウ耕・グレーンドリル播種体系— (2018)
- 10) 北部九州低コスト水田輪作体系実証コンソーシアム：

水稲乾田直播を核としたアップカットロータリの汎用利用による稲・麦・大豆輪作技術マニュアル (2016)

- 11) 農研機構農業環境変動研究センター：栽培管理支援システム Ver.1.0 利用マニュアル (2019)
- 12) NTT データ, NTT データ CCS: AI と画像解析技術を活用した「生育診断」および「病害虫・雑草診断」ソリューションの試行サービス開始 (2019), <https://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2019/040901/> (参照2019年6月9日)
- 13) 中谷至伸, 吉松慎一, 吉武 啓：昆虫標本館の現状と取り組み, インベントリー 13, pp.33~35 (2016)
- 14) 水上幸治, 白谷栄作, 桐 博英, 関島建志, 金子俊幸, 大石 哲, 豊福恒平：UAVによる海岸堤防の点検効率化のための変状自動抽出手法, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 74(2), pp. I_1435~I_1440 (2018)
- 15) 杉浦 綾：ドローンによる圃場作物の生育診断, アグリバイオ 1(2), pp.19~24 (2017)
- 16) 農林水産省技術政策室：農業データ連携基盤の構築について—「農業データ連携基盤」(WAGRI)— (2018)
- 17) 農業データ連携基盤協議会：WAGRI, <https://wagri.net/> (参照2019年6月9日)
- 18) 白谷栄作：スマート農業を支えるインフラ整備, 日本農業アカデミー会報 30, pp.14~18 (2018)

[2019.7.24.受理]

白谷 栄作 (正会員)



略 歴

1960年 福岡県に生まれる
 1983年 九州大学農学部卒業
 九州農業試験場, 九州農政局, 農村工学研究所, 農村振興局を経て
 2018年 農業・食品産業技術総合研究機構理事
 現在に至る