

## ICT 等情報の高度化による野菜のスマート生産技術

安 東 赫\*

〔キーワード〕: 施設園芸, 生産性向上, 環境制御,  
収量予測, WAGRI

## 1. はじめに

近年, 農業分野は, 担い手減少および生産年齢の上昇によって国内の安定生産および技術継承のリスクが高まっている. 生産効率の面から見ると, 施設園芸の先進国であるオランダと比べて, トマトの場合, 10a 当たり平均収量は 10.1t とオランダ (65 トン) の 1/6 の水準であるにも関わらず, 10a 当たり平均労働時間は 1,154 時間とオランダ (785 時間) に比べて多い. トマト 1t を生産するための労働時間に換算すると, オランダの 12.1 時間の約 10 倍の 114 時間にもなる (農水省, 2021). すなわち, 国内の施設生産では労働生産性が低いことが課題であり, 収量を増やすと同時に, 労働時間を削減することによる大幅な生産効率向上が必要である. 一方, ICT, IoT, ロボット, AI, センシング技術など, 他産業の技術が急速に進歩しており, 農業分野での活用が期待されている. データ駆動型農業が推奨されており, Society 5.0 の実現に向けて農業分野でもこれらの先端技術の迅速な適用が求められている.

本稿では, 今までの経験と勘による生産から, データに基づいたスマート生産への転換に関する取り組みや, 野菜生産における情報を活用した生産技術について紹介する.

## 2. スマート農業への進化

野菜生産において生育や収量を向上するための研究は多いが, 新たな技術の導入による生産現場での収量向上の代表的な事例としては, 養液栽培の普及があげられる. これは養水分管理の自動化を利用し地下部環境の改善によるものであった. その後, 光合成の重要性が認識され, CO<sub>2</sub> 施用や温湿度の自動制御など, 地上部環境の改善による大幅な収量向上事例が見られるようになった. 環境制御の高度化

による周年・計画生産技術である植物工場が言われるようになったのは, 約 10 年前のことである. その後, 施設園芸分野では企業による参入や法人経営による大規模化も増え, ヘクタール規模の施設生産が多くみられるようになったため, 今まで以上に, 環境制御の高度化や計画生産, 生産効率向上が重要視されるようになった. 環境・生育情報の収集・制御技術や作業の自動化など, いわゆる「スマート技術」は施設生産にとって必須になりつつある. 近年, ICT やロボット技術を活用した新たな農業の実現を目指し, スマート農業を推進するプロジェクトも多く実施されている.

## 3. 環境の見える化 (環境計測技術)

日本では「グリーンハウス」を「温室」と言うように, 生産施設は主に温度を調節するものであった. そのため, 温度センサによる換気窓の開閉や暖房機, カーテンの操作など, 温度調整だけは古くから自動化が進んでいる. しかし, 多くの生産者はデータの確認や分析ができておらず, 安定した生産を実現するためには, 長年の試行錯誤が必要であった. 環境制御技術も, その効果を定量的に評価することができず, 普及が困難であった. 施設栽培において生産性を向上させるためには, まず, 生産環境条件がどうなっているか, いわゆる「環境の見える化」が必須であり, 適切な解析による改善が伴うべきである.

近年, 施設生産において環境モニタリングシステムの導入事例が増え, クラウドサービスを利用する生産者も多くなっている. ICT 技術の進歩により, 遠隔から生産環境の確認や環境設定の変更, 情報の共有などが可能になっている. 生産性の高い生産者の場合, 常に施設の環境条件を確認し, 設定を調節する, 収集されたデータを分析するなどの共通点がある. さらに, クラウドサービスツールを用いて他の生産者と情報共有しながら改善を図るところも多くなっている. これらは環境の見える化なしでは

できなかったことである。

#### 4. 生産の見える化（生育・収量予測技術）

施設生産では、施設の構造や立地条件、品種、作型など、生産条件が多様であるため、同じ設定でも、環境や生育は設定値通りにはならない。また、生育状況によって好適とされる環境条件は変動するため、完全に密閉された環境下で人工的に同じ条件を作らない限り、再現はできない。環境条件に加え、作物の応答を定量的に捉える必要がある。計画生産を実現するためには、生育や収量を正確に予測し、適切にコントロールすることが重要である。生育・収量予測が可能になると、生産管理、労務管理、販売・流通管理の戦略が立てやすく、収益向上につながる。

最近では、画像解析や AI を活用した予測技術の開発が活発になっており、生産の見える化を可能にする取り組みが多くみられる。農研機構では環境情報および生体情報から生育や収量を予測する技術を開発した。本技術は生理学に基づいた生育モデルを使用しているため、環境条件や管理方法による生育・収量の変動を定量的に評価することができる。現在、トマト、パプリカおよびキュウリの予測を可能にしているが、実際に、この技術によって生育・収量の見える化を可能にし、大規模生産法人を含む実証試験で、全国平均を大きく上回る高品質多収生

産を実現している（図1）。

#### 5. 施設生産における自動化技術

他産業に比べると、農業分野での自動化技術の進歩はかなり遅れている。中小規模の生産が多く、生産環境の多様性や過酷さによって機械化や自動化が困難であることがその背景にある。複雑な環境下でのセンシングや処理能力の限界も重要な要因であった。しかし、コンピューター・センシング技術の発展や ICT・AI 技術の進歩により、処理能力が著しく向上したため、ロボット化への期待が高まっている。露地生産ではドローンの活用技術開発が急増しており、施設生産では、接ぎ木ロボットや収穫ロボット、摘葉ロボット、自動運搬ロボット、センシングロボットの開発が急ピッチで進んでいる。また、選果ロボットについては、重量やサイズだけではなく、品質の選別も可能となっており、付加価値の向上に活用されている。

#### 6. 農業データ連携基盤（WAGRI）およびアプリケーション活用

農業分野での ICT 化が進んでいる中、様々なシステムが開発されている。しかし、それぞれ独自の規格で開発されているため、製造元が異なる製品から得られたデータの共有は困難である。例えば、環境計測装置は、異なるメーカーの制御システムには使え

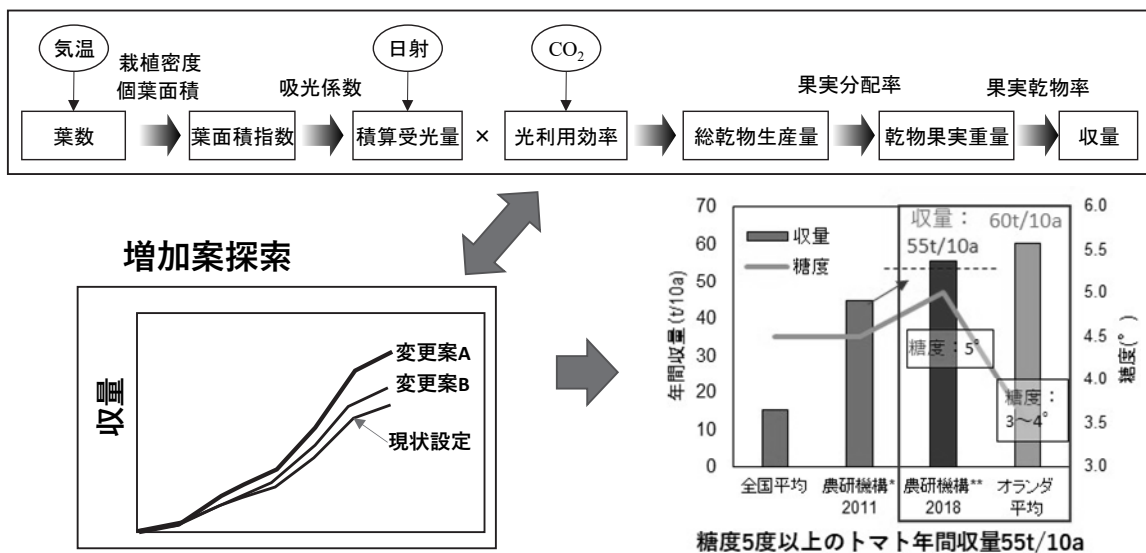


図1 生育・収量予測技術を活用した生産性向上

出展： [https://www.naro.go.jp/project/results/juten\\_fukyu/2018/juten06.html](https://www.naro.go.jp/project/results/juten_fukyu/2018/juten06.html)

ない場合が多い。制御装置間の互換性がなく、制御情報が共有できず、それぞれのセンサや制御盤を使用するケースも多い。クラウドサービス情報を共有・利用するためにも、メーカーごとに指定された規格に合わせる必要がある。

近年、データプラットフォームを構築し、データの連携・共有・提供が可能にする仕組みとして「農業データ連携基盤(WAGRI)」が提案された(図2)。今後、気象・地図・統計・作物情報など農業に係るデータの連携が期待されている。

前述した農研機構の生育・収量予測技術も API 化し、WAGRI を介して計算結果を提供できるようになっている(図3)。生産者はサービス提供者からのアプリを利用し予測情報を得ることができる。

ICT ベンダーのようなサービス提供者は、研究開発側と契約し、新たなコンテンツとしてサービス展開ができる。様々なサービス提供者が多様な方法で予測技術をサービス化することもメリットである。生産現場で得られる環境データと生育調査データを入力すると、生育モデルによって計算された生育・収量の予測情報が出力され、アプリに表示される仕組みである。今後、色んな研究成果の API 化が予定されており、生産現場での新技術利用が簡便になることが期待できる。

### 7. これからの施設園芸

施設園芸では、農業分野の中で環境制御といった自動化技術活用が先行したものの、コンピューター

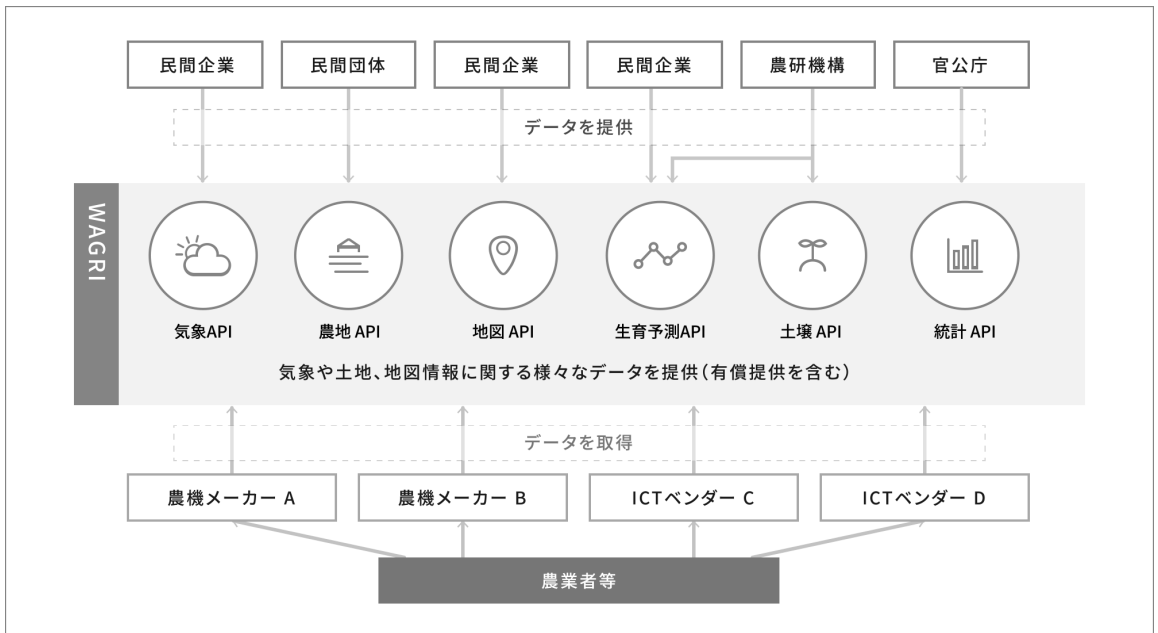


図2 農業データ連携基盤におけるデータフロー  
出典：https://wagri.nct/ja-jp/wagriapi/aboutwagri

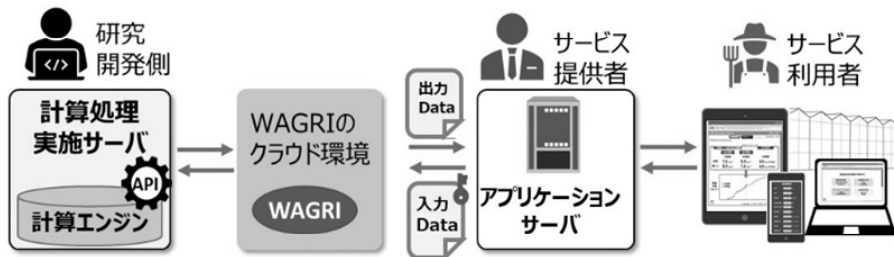


図3 WAGRI を介した開発技術のサービス提供

に接続されたセンサから得られた情報を基に、内蔵された専用のプログラムの計算結果によって制御される。そのため、高度な制御を行うためには、高価な製品の利用が必要であり、製造元の改良なしでは新たな技術の導入は困難であった。センシング技術や ICT の発展に伴い、様々な情報の利用が簡便になっている。特に、予測情報を基に制御することで、これまでできなかった新たな制御が可能である。研究開発された技術は API 化を通じて単独、あるいは API 間の連携により、その相乗効果は極めて大きい。また、様々な場面で収集されたデータは AI などによって解析され、新技術として適用されていく (図 4)。今後、施設生産では、計画から生産、販売・流通まで、一連の工程がスマート化され、真のデータ駆動型農業による生産性の最大化が実現できる日は、それほど遠い未来のことではなくなった。

## 8. さいごに

ICT 技術を含め、様々な先端技術の開発によってデータが自動で収集されるようになり、ビックデータ解析や AI 活用など、データ活用に関する期待が高まっている。しかし、実際にはデータのほとんどは環境データであり、肝心の作物の生育データが圧倒的に不足している。莫大な環境データがあっても生育データが 1 つであれば、データセットの数は 1 つにすぎない。そのため、生体情報のセンシング技術の発展に期待したい。なお、データ駆動型スマート農業の発展には、データの信頼性維持が最も重要であり、正しいデータ収集やクレンジング手法の確立が並行して行う必要がある。

施設園芸分野のみならず、農業分野においてハードウェアの発展は著しい。スマート農業の発展においてソフトウェアの部分がボトルネックにならないようにすることが重要である。

### 参考文献

農林水産省, 2021, 施設園芸をめぐる情勢.

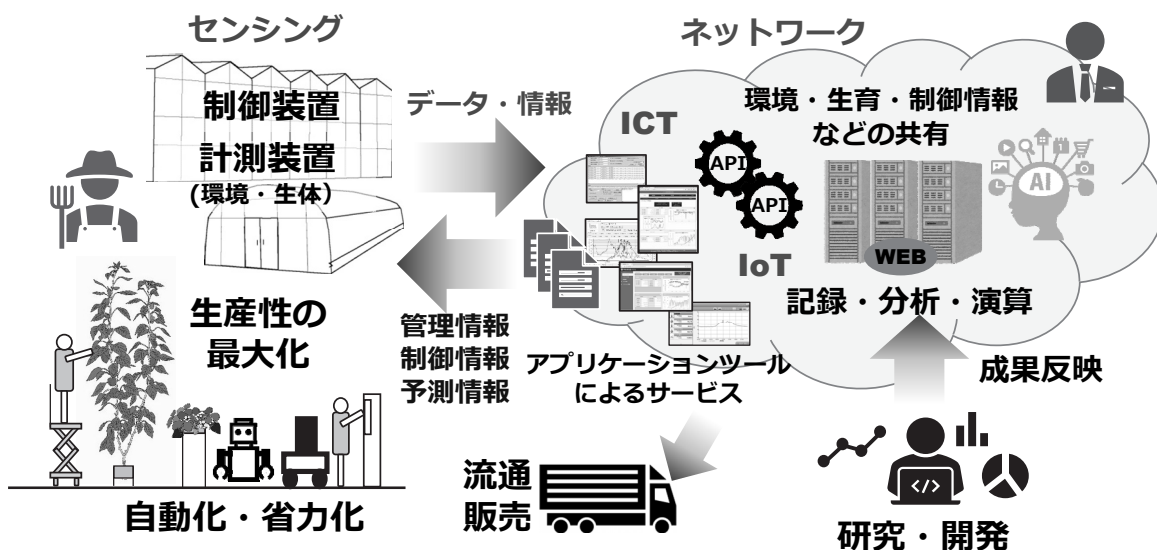


図 4 先端技術を活用したスマート生産