

次世代農業ビジネスを支える 植物工場生産支援クラウドサービス

清水 俊介
Shimizu Shunsuke

杉原 範彦
Sugihara Norihiko

脇阪 直樹
Wakizaka Naoki

大江 康一
Oe Koichi

勝田 光弘
Katsuta Mitsuhiro

近年、日本においては、農業従事者の減少や食料自給率の低下などが重要な課題となっている。また、世界的にも、人口の増加や異常気象に伴う不作により、食料の需給バランスが崩れつつあることが懸念されている。これらの課題に対する解決策の一つとして、植物工場の

活用に注目が集まっている。日立は、こうした農業分野の新しい流れに対応し、農作物の栽培・生産から販売・流通までトータルに、営農業務の効率化、高度化を支援するソリューション (Intelligent Operations for Agriculture) を提供していく。

1. はじめに

近年、世界では、人口急増のため耕地面積が減少し、加えて地球環境の変化や農業人口の減少と偏在により、食料需給バランスが崩壊する危険があることが懸念される一方で、発展するアジア新興国の富裕層を中心に、安全で高品質な農産物への需要が高まり、世界の食と農業をめぐる動向は大きく変化してきている。また、国内に目を向ければ、日本の農業の構造は大きく変化してきている。農業の国内総産出額は1984年をピークに徐々に減少し、2012年時点で約8兆5,300億円となり、農業従事者の平均年齢も65.8歳と高齢化が進んでいる。そのため、農業従事者の負担の軽減とともに一層の生産性向上が望まれている。また、昨今の農地法改正で企業が農業に参入できるようになり、大手流通、製造業など他業種から新規参入する農業法人が増加し、IT (Information Technology) を活用した効率的で生産性の高い農業を志向している。本稿では、こうした農業分野における新しい流れに呼応する取組みの一つとして、国内の植物工場における事例を紹介する。

2. 日立が考える農業ITサービス事業

2.1 背景

従来の農業 (特に露地栽培) は、気候の影響に左右されるところが大きく、経営的観点で考えると不安定であることは否めない。また、生産者の経験と勘に裏打ちされるところが大きいため、農業分野は若年層の取り込みが難し

く、生産者人口の減少や高齢化、耕作放棄地の増加が起きており、食料自給率の低下につながる社会問題となっている。その解決策の一つとして、現営農者の経験知をデータ化し、農業経営の安定性向上と同時に、新規参入者支援にもつなげることができる仕組みを模索している。

一方、消費者に目を向けると、健康・安全・安心や自給といったさまざまな志向の高まり、多様なライフスタイルや嗜好 (し) 好により、市場の細分化が進んでいる。そうした消費者のニーズに合わせ、営農者も協力・協創の関係づくりの必要性を感じ始めている。そこで、農作物のトレーサビリティ情報や消費者・小売業者が求めている農作物の質・量といった情報を、必要としている人々に伝えられる仕組みを模索している。その取り組みの一つとして、センサネットワークやクラウドなどのITを活用し、さまざまな栽培や環境情報を「収集」、「蓄積」、「分析」、「適用」のサイクルに当てはめてモデル化し、栽培環境までも制御することで、どこでも栽培ができるような植物工場を支援する仕組みをめざす。

2.2 ねらい

植物工場を統合的に管理する仕組みをクラウドサービスとして提供することにより、栽培環境制御の情報が蓄積される。この情報を時系列分析することによって農作物の不作要因が明らかになり、営農者への植物工場運営支援のサービスを行えるようになる。また、消費者、加工・流通

業者、小売業者といった需要者側のさまざまなニーズをタイムリーに収集し、それらの情報を生産者である営農者に伝えることにより、農作物の生産量を増減させたり、味や香りといった品種改良のヒントを得て「売れる農作物」を生産したりできるようになる。つまり、生産者と需要者の間でさまざまな情報を共有することができるようになるIT基盤を構築することで、未来の「食」を担うスマートな産業の形として、国内外を問わず農業の社会インフラ化を進めていくことができる。

3. 植物工場生産支援クラウドサービス

3.1 概要

現在、農産物の安定供給を実現するため、農産物に応じて生育環境を適切に制御し、安定した生産を実現する植物工場の設置が増加している。これに伴い、生育状況や栽培設備の稼働状況を遠隔で監視し、エネルギー制御をはじめとした環境制御の最適化や各種のデータ分析を行うことにより、生産性の向上を支援するサービスが求められている。

植物工場生産支援クラウドサービスは、植物工場内の生育環境のデータや栽培設備の制御データをクラウド環境に集積・管理し、生産者や設備管理者にリアルタイムで管理情報を提供するとともに、生育環境や栽培設備の制御を可能にするサービスである（図1参照）。

3.2 特徴

このサービスは、植物工場内の生育環境を制御することで、生産する植物の高品質化と生産性の向上を支援し、ま

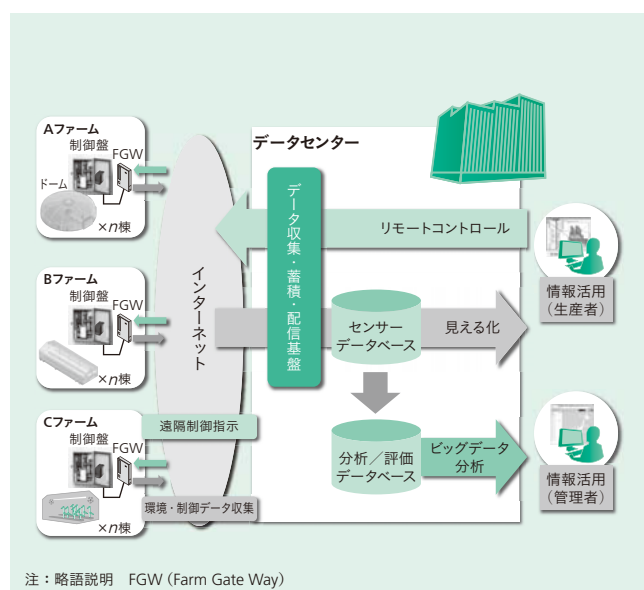


図1 植物工場生産支援クラウドサービスの概略

植物工場内の生育環境のデータ、栽培設備の稼働状況のデータを、各種センサー機器からFGW装置に収集する。それを生産者や設備管理者にリアルタイムで提供するとともに、生育環境や栽培設備の制御を可能にするサービスである。



図2 モニタ画面および設定値指示画面の例

収集されたデータは、データセンター上のデータ収集・蓄積・配信基盤を経由して管理者のモニタ画面に表示される。植物工場にあるセンサー機器や栽培設備の設定値の制御を遠隔で指示することもできる。

た、それに対する各種分析情報を提供する本格的な植物工場向けのサービスである。まず、植物工場内の日射量、温度、湿度、養分、pH、EC（Electrical Conductivity：電気伝導率）^{※1)}などの生育環境のデータ、冷暖房設備や養液ポンプ、遮光カーテンなどの栽培設備の稼働状況のデータを、各種センサー機器から、データ収集・制御装置であるFarm Gate Way装置^{※2)}（以下、「FGW装置」と記す。）に収集する。その後、データセンター上のデータ収集・蓄積・配信基盤を経由し、リアルタイムで管理者のモニタ画面に表示する。また、生育環境のデータを収集するセンサー機器や、栽培設備の設定値の制御を遠隔で指示することができる。さらに、収集したすべてのデータをデータベースに蓄積し、BI（Business Intelligence）^{※3)}ツールを活用して分析・評価することで、生育環境の最適化や経営視点での意思決定支援を実現することが可能である。

モニタ画面および設定値指示画面の例を図2に示す。

3.3 グランパドームでの採用

このサービスは、株式会社グランパが開発した「グラン

※1) 土壌、水溶液中にあるさまざまな物質のイオン濃度の総量。農学分野では、土壌、水溶液中の肥料濃度の目安として、ECの測定値を用いる。

※2) 植物工場内の生育環境のデータや栽培設備の制御データを定期的に収集してデータセンターに送信するとともに、データセンターから指示データを受信し、栽培設備を制御するデータ収集・制御装置。

※3) 企業などの組織の膨大なデータを蓄積・分析・加工することで、経営などの意思決定に活用しようとする手法や技術。



図3 | グランパドームの外観と内部イメージ

植物工場生産支援クラウドサービスは、株式会社グランパが開発した「グランパドーム」に採用されている。

パドーム」※4) (図3参照) に採用されており、各ドームへのサービス提供を順次開始している。

サービス導入前のグランパドームでは、生育環境や栽培設備の稼働状況のデータは、ドーム内に設置した制御盤内に蓄積していた。そのため、データの確認や環境設定の変更はドーム内の制御盤のモニタ画面で直接操作する必要があり、遠隔地にある複数拠点のドームをリアルタイムで監視・制御することは極めて困難であった。このサービスを活用することで、1ドーム当たり約1,000項目の生育環境や栽培設備に関するデータを1分ごとにデータセンターに収集し、遠隔地にある複数拠点のドーム内の情報を本部のモニタ画面からリアルタイムに一括で監視・制御することが可能となり、効率的な稼働状況管理が実現した。

4. 農業クラウドを支える技術

4.1 データ収集・蓄積・配信基盤

植物工場で発生する生育環境のデータや栽培設備の制御データを、植物工場とデータセンターの間で円滑に送受信

※4) 円形水槽の自動スเปーシングシステムを採用した、太陽光を活用するエアドーム型植物工場。

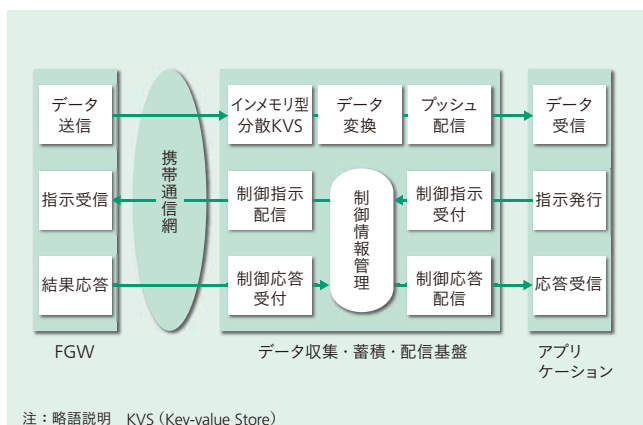


図4 | データ収集・蓄積・配信基盤機能の概略

多数の植物工場から頻繁にデータを受け付ける必要があるため、高速なデータ処理を可能とするインメモリ型分散KVSをデータ受け付け部に配備している。また、GUI (Graphical User Interface) を使用した定義ベースで、バイナリデータをテキストデータに変換可能とするなど、植物工場とデータセンターの間で円滑にデータを送受信するための機能を有している。

するためにデータ収集・蓄積・配信基盤を実装した (図4参照)。

植物工場生産支援クラウドサービスでは、リアルタイムな遠隔監視を実現するため、1分に1回の頻度で植物工場の稼働情報をデータセンターに送信している。データ収集・蓄積・配信基盤では、多数の植物工場から頻繁にデータを受け付ける必要があるため、データをメモリに配置することで、ディスクアクセスのオーバーヘッドを排除し、高速なデータ処理を可能とするインメモリ型分散KVS (Key-value Store) をデータ受け付け部に配備した。また、データの受け付けとアプリケーションへのデータ転送を非同期とし、データ受け付けのスループットを確保するとともに、受け付けたデータはプッシュ配信でアプリケーションに配信することでリアルタイムな稼働監視を実現する。

植物工場の稼働情報は、通信量を極力削減するために、冗長なテキストデータではなく、バイナリデータで送信される。ただし、収集したデータをアプリケーションや人が扱いやすくするためには、バイナリデータをテキストデータに変換する機能が必要となる。データ収集・蓄積・配信基盤では、データ変換をGUI (Graphical User Interface) を使用した定義ベースで可能としており、新たな構造の稼働情報に対応する場合でも新規プログラム開発を必要としない仕組みとしている。

植物工場を遠隔で制御する場合、アプリケーションから植物工場に制御情報を配信するだけでなく、植物工場での制御処理の結果をアプリケーション側で受信する必要がある。この処理を同期処理で実現した場合、通信の問題などで植物工場が結果を返せないと、アプリケーションは結果を待ち続けなければならない。このため、アプリケーションからの制御指示においても、データ収集基盤が中継することによる非同期通信とした。非同期通信を実現するために、データ収集基盤は制御情報の配信状態を管理する仕組みを備えている。植物工場から制御結果の応答があった場合には、その結果をHTTP (Hypertext Transfer Protocol) でアプリケーションにプッシュ配信できる。

4.2 FGW装置

植物工場は、施設内のセンサー情報を収集し、機器を制御するPLC (Programmable Logic Controller) で制御されている。施設の稼働情報は、現地管理者に提供するためにPLCに接続されたデータロガー装置で定期的に収集している。

植物工場の遠隔監視を実現するため、稼働情報をクラウド上のデータ収集基盤に提供し、データ収集基盤からの施設に対する指示を中継するFGW装置を導入した。FGW

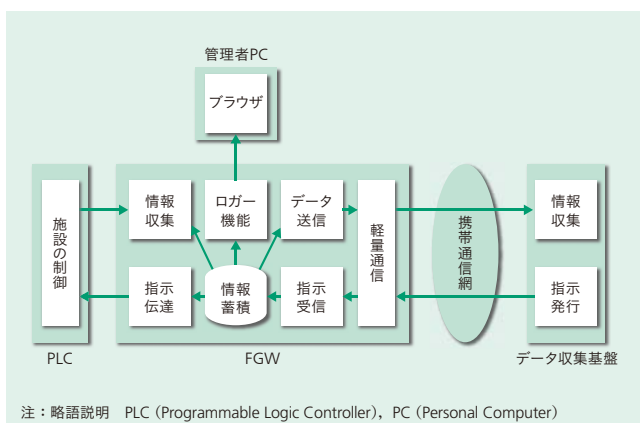


図5 Farm Gate Way機能の概略

Farm Gate Wayの機能は、株式会社日立ソリューションズのパッケージを組み合わせて実現している。

装置は、その導入を新たなコスト増加要因としないため、従来稼働していたデータロガー装置の機能と、クラウドとの接続機能を併せ持つ機器として設計している。この装置の機能は、施設の稼働情報の収集、蓄積、ロガー機能、データ収集基盤への収集データの送信、データ収集基盤からの施設に対する指示の受信、そして施設への指示の伝達である（図5参照）。

植物工場を制御するPLCとのインタフェース部分は、施設の拡張に伴う機器構成の変更にも容易に対応できるOSGi^{※5)}フレームワーク上のバンドルアプリケーションとして実現している。また、収集したデータはFGW装置上に搭載した組込み機器向けデータベースEntierに記録することで大量かつ長期の保管を可能としている。

データ収集基盤とのネットワークには設置場所に対する自由度が高い携帯通信網も使用可能であるが、課題となるデータ通信量の削減は、パケットサイズの小さいプロトコルを採用した軽量通信機能によって実現している。携帯通信網では通信の不安定な状況を考慮する必要があるが、送信データの一次蓄積と再送制御によって解決している。

5. さらなるサービスメニューの拡充に向けて

日立は、スマート情報分野での製品・サービス群をIntelligent Operationsとして体系化しており、新たに開始した植物工場生産支援クラウドサービスを中心に、農業分野向けソリューションであるIntelligent Operations for Agricultureの開発・提供を推進し、農産物生産の安定化や六次産業化³⁾を支援していく。今後、他のクラウドサービスと連携し、生産する農産物の需給シミュレーションの実現、Global Good Agricultural Practices (GLOBAL G.A.P.)⁴⁾の認証取得対応の支援、生育のシミュレーションなどの

※5) OSGiは、米国OSGi Allianceの登録商標である。

サービスを追加していく予定である。また、植物工場だけではなく、中小規模の施設園芸向けのサービスや、これらを海外に展開する企業の支援に向けたサービスを拡充していく予定である。

6. おわりに

ここでは、次世代農業を支えるソリューションの事例として、植物工場の環境データ・制御データを収集してクラウド環境で見える化し、施設管理者、営農者を支援するサービスの概要を述べた。

これまでIT活用が進んでいなかった農業分野においても、IT化による業務改革や効率化が始まっている。今後は、生産者、加工・流通、小売・外食、消費者をITでつなぐ取り組みなどを通じ、社会全体のさらなる利便性向上に寄与していく。

参考文献など

- 1) 農林水産省、平成25年度 食料・農業・農村白書（参考統計表）
- 2) 農林水産省、農林水産基本データ集、農業労働力に関する統計、<http://www.maff.go.jp/j/tokei/sihyo/data/08.html>
- 3) 農林水産省、農山漁村の6次産業化、<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/sanki/6jika.html>
- 4) 農林水産省、農業生産工程管理（GAP）に関する情報、GLOBAL G.A.P.の概要、http://www.maff.go.jp/j/seisan/gizyutu/gap/global_gap.html

執筆者紹介



清水 俊介

日立製作所 情報・通信システム社 スマート情報システム統括本部
スマートビジネス本部 システム部 所属
現在、農業クラウドサービスをはじめとする各システムの開発に従事



杉原 範彦

日立製作所 情報・通信システムグループ 社会イノベーション事業
開発室 事業開発部 所属
現在、農業分野におけるICT (Information and Communication Technology) 事業の立ち上げに従事



脇阪 直樹

日立製作所 情報・通信システム社 ITプラットフォーム事業本部 開発統括本部
ソフトウェア開発本部 ビッグデータソリューション部 所属
現在、社会イノベーション・ビッグデータ事業に従事



大江 康一

株式会社日立ソリューションズ東日本 事業戦略統括本部 ビジネス
イノベーション部 所属
現在、東日本を中心としたアグリビジネスの推進に従事



勝田 光弘

株式会社日立ソリューションズ プラットフォームソリューション事業本部
ITプラットフォーム事業部 社会インフラ基盤本部 第2部 所属
現在、組込みミドルウェアパッケージの開発、M2M (Machine to Machine) /IOT (Internet of Things) ソリューション事業に従事