

食・農分野における ICT の利活用

Application of ICT for Agriculture Field

北 栄輔

Abstract

和食を支える日本の農業分野においては、後継者不足、国内市場の縮小、揺らぐ食への信頼など、解決すべき問題がある。このような問題を解決するために ICT の活用が広く検討されている。政府の諸施策の後押しもあり、市場規模は今後大幅に拡大すると見込まれている。本稿では、日本の農業を取り巻く状況について述べた後、農業用 ICT 分野から、特にセンサネットワーク分野とクラウドサービス分野について紹介する。

キーワード：農業，ICT，センサネットワーク

1. はじめに

和食は、平成 25 年 12 月にユネスコ無形文化遺産に登録された⁽¹⁾。これは、「自然を尊ぶ」という日本人の気質に基づいた「食」に関する「習わし」が和食と題して登録されたからであるとされている。これまでも、食に関する無形文化遺産としては、2010 年にフランスの美食術、メキシコの伝統料理、地中海料理などが登録されていた。これらに加えて、今回和食が登録されたことの重要性は非常に大きなものがある。和食という文化は、四季が明確な日本の自然環境、そこから得られる種々の食材との関わりなくして語ることはできない。これまで、日本人が用いる食材の多くは、日本人らしい丁寧な栽培を行う篤農家と呼ばれる農業従事者によって生産されてきた。しかし、高齢化によって多くの篤農家が今後引退する可能性が高いことを考えると、和食を支える伝統的な日本農業の在り方は岐路に立っていると言える。そのほかにも、気候変動による農作物の生育環境の変化によって、経験や勘だけではこれまでのような品質の農産物を供給できなくなっていることの影響も大きい。一方で、食品の偽装問題や東日本大震災における原子力発電所の災害による食材の安全性に対する信頼の間

題など解決すべき問題は多い。

このような中、政府が進めている世界最先端 IT (ICT) 国家創造宣言⁽²⁾において、農業分野でもデータ利活用のみならず篤農家のノウハウのデータ化など ICT の利活用により周辺産業も含めた産業全体の知識産業化を図り、国際競争力の強化を図ることの重要性が指摘されている。

そこで、本稿では、農業分野において情報技術が求められている背景を政府の施策と関連付けながら紹介し、農業用 ICT 分野で今後重要性が増していくセンサネットワーク分野と農業用クラウドサービス分野の事例について紹介していくこととする。

2. 農業 ICT が求められる背景

和食という文化は、四季が明確な日本の自然環境、そこから得られる種々の食材との関わりなくして語ることはできない。これまで、日本人が用いる食材の多くは、篤農家と呼ばれる農業従事者によって生産されてきた。しかし、篤農家の高齢化によって日本農業は岐路に立っている (図 1)⁽³⁾。1970 年代に 700 万人を数えた農業従事者は、2000 年代に 300 万人を切るまでになった。その間、新規就業者は減少し続けた結果、農業従事者における 65 歳以上の高齢者の割合は、60% ほどまで増加している。この間、農産物輸入額は 1 兆円から 6 兆円まで増大し、食糧自給率は徐々に低下している⁽⁴⁾。これまで、食糧自給率の低下は、日本人の食文化の変化、とり

北 栄輔 正員 名古屋大学大学院情報科学研究科複雑系科学専攻
Eisuke KITA, Member (Graduate School of Information Science, Nagoya University, Nagoya-shi, 464-8601 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.99 No.2 pp.98-103 2016 年 2 月
©電子情報通信学会 2016

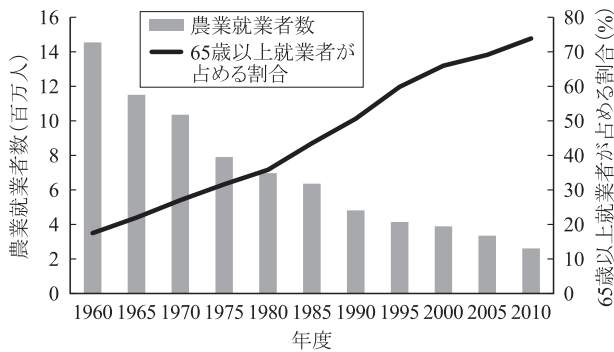


図1 農業従事者数の推移⁽³⁾

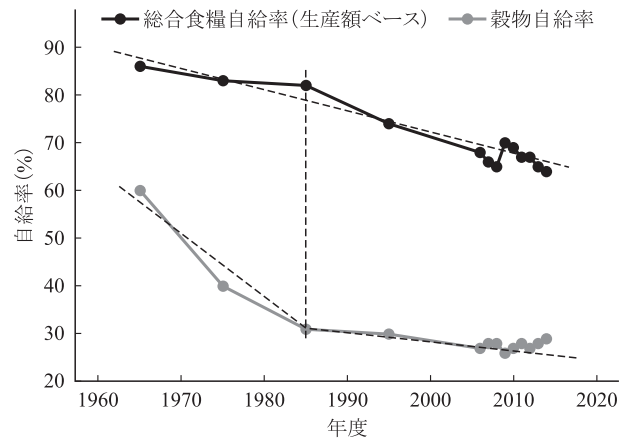


図2 食糧自給率の推移⁽⁴⁾

わけ欧米化による米食の減少と関連付けて語られることが多かった。しかし、その内実はもう少し複雑である。食糧自給率の推移を図2に示す。これによれば、穀物自給率は1960年代から1980年代にかけて一定の割合で減少しているが、1980年代を境に減少率は低下している。それにもかかわらず、食糧自給率は減少している。ここで、農作物ごとの日本人一人当たり消費量の推移を図3に示す。これより、1980年代まで米の消費量は確かに低下しているのだけでも、農業従事者の方でも、その対応として、小麦、野菜、果実などほかの作物に切り替えていくことによって経営を成り立たせてきたと想像される。しかし、1990年頃から、切り替えた作物の消費量自体が横ばい若しくは減少に転じている⁽⁵⁾。このように、日本の農業には従事者の高齢化、国内消費の低下など解決すべき問題が幾つかある。

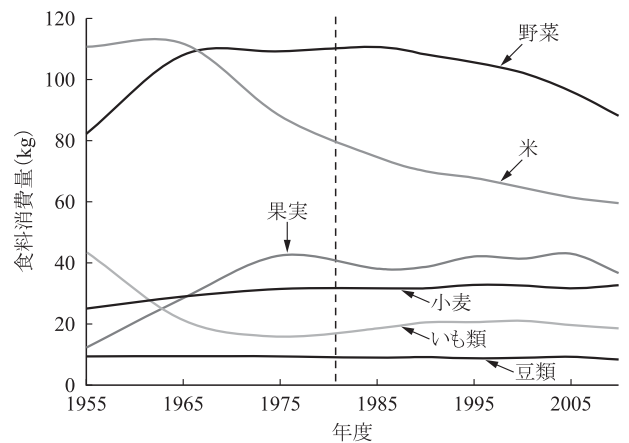


図3 農作物消費量の推移⁽⁵⁾

この中で、政府においては、世界最先端 IT (ICT) 国家創造宣言⁽²⁾を策定している。ICTは、あらゆる領域に活用される万能ツールとして、イノベーションを誘発する力を有していることがうたわれており、その中で農業分野においても、データ利活用のみならず篤農家のノウハウのデータ化など ICT の利活用により周辺産業も含めた産業全体の知識産業化を図り、国際競争力の強化を図ることの重要性が指摘されている。世界最先端 IT (ICT) 国家創造宣言で農業分野について述べられているのは以下の3項目である。

(1) 農業の産業競争力向上（農業情報を活用したビジネスモデル構築・知識産業化）

これは三つの段階から成っている。第1は、篤農家の知恵を含む農業現場の各種情報を高度に利活用する「AI（アグリインフォマティクス）農業」の取組みである。第2は、これらのデータを解析して、そのノウハウを後継者育成や小規模農家も含む多数の経営体で共有・活用することによって全体として収益向上を図ることである。第3に、そのノウハウを新たなビジネスモデルとして国内外に展開することで、農業の知識産業化を図る

ことである。

(2) 関連産業の高度化（情報・ノウハウ等を活用した複合的な資材・サービスの提供）

これは、農業そのものだけでなく、農業関連の周辺産業におけるスマート農業化を推進し、多種多様な農業関連の流通情報・ノウハウの利活用によるソリューション展開を意味している。

(3) 市場開拓・販売力の強化（情報流通によるバリューチェーンの構築）

農場から食卓までをデータでつないで農作物のトレーサビリティを図るシステム、農作物の付加情報によって農産物の付加価値を進めること、生産者の出荷情報等による生産者や生産組織の客観的な評価基準の構築とその利活用等を促進することである。

これらの目標を実現するために、内閣府、総務省、農林水産省等が様々な施策を実施している。

3. 農業 ICT の市場

政府の後押しもあり、農業 ICT 分野の市場規模は今後大幅に拡大すると見込まれている。(株)シード・プランニングの調査によれば、2013 年の推定市場規模 66 億円から、2020 年には 600 億円にまで拡大すると予想されている⁽⁶⁾。この中で、農業 ICT 分野を農業機械の GPS ガイダンス、センサネットワーク／環境制御装置、農作業ロボット、直売所 POS システム、農業クラウドサービスなどに分けて分析している。

(1) GPS ガイダンス

GPS ガイダンスとは、全地球測位システム (GPS: Global Positioning System) を用いて農業機械のガイドや自動操縦を行うシステムのことであり、畑作などの土地集約型農業においては、省力化のために GPS ガイダンス機能を有する農業機械は重要となっている。市場規模は、2020 年で 15 億円前後と予想されている。

(2) センサネットワーク／環境制御装置

センサネットワークを用いて圃場やビニルハウスなどの栽培施設の温度や湿度、養分、土壌、水温などの環境情報を取得することと、特にビニルハウス等の植物工場において作物の生育に最適な環境を自動的に制御することが、既に実現されている。このようなシステムを用いることで、自宅にいながら管理や制御を行えるほか、より精密な栽培管理が可能となる。累計市場規模は 2012 年で 10～11 億円程度であるが、2020 年には 35 億円前後に拡大すると予想されている。今後は、農作業従事者の行動管理などにもセンサが利用され、そのような情報を基に農業のより効率的な企業経営が可能となる。また、農作物の非破壊検査のためにもセンサが必要であり、今後一層研究開発が進むと予想されている。

(3) 農作業ロボット

農作業は労働集約的な作業を必要とするため、自動選別装置などに代表される農作業自動化装置やパワーアシストスーツなどが研究されている。先の調査においては、2020 年の市場規模は 50 億円前後と予測されている。

(4) 直売所 POS システム

直売所 POS (Points of Sales, 販売時点情報管理) システムは、農作物の直売における集出荷の管理、会計管理を行うことを目的としている。直売所施設や道の駅は順調に増加しており、サービスも多様化している。今後

飽和状態に近づくことが予想されるが、付加価値サービスを提供できる新たなシステムの導入も予想されることから、2020 年の市場規模は 55 億円程度と予想されている。

(5) 農業クラウドサービス

農業用クラウドサービスは、センサネットワーク／環境制御装置と組み合わせることで精密な栽培管理・栽培計画・出荷計画等を実現する。圃場や農作物の情報をオンラインで自宅にいる農業従事者に届けるとともに、経営分析や生産技術、販売、物流などの情報を農産物生産者へ提供する。また、生産履歴を保存して、次年度以降の栽培計画に役立てるためにも有効である。今後 200～250 億円の市場が形成されると予想されている。

4. 農業用センサとクラウドサービス

近年の異常気象など気候変動の農業現場への影響は極めて大きい。高温によって雑草や病害虫が増加するだけでなく、気温や降水量などの環境要因の変化は農作物の生育・品質に大きな影響を与えている。これまでは、篤農家はその知識と経験を基に農作業を行っていたが、環境要因の急激な変化によりこれまでの経験だけでは十分な品質と収量を上げることが困難となっている。このような状況に鑑み、自宅にいながら圃場の環境情報や農作物の情報を入手し、そのデータを分析して適切な農作業をガイダンスするシステムが求められている。このために重要な役割を担うのが、農業用センサと農業用クラウドサービスである^{(7)～(9)}。

(1) 農業用センサネットワーク

異常気象など気候変動の影響を避けるために、圃場における各種情報を正確に入手することが求められている。これまで、圃場の気温・降水量などの環境情報、農作物の生育情報は、圃場において農業従事者が入手していたが、農業用センサを用いれば、圃場や農作物などの情報を自宅にいながら入手することができる。しかし、農業用センサを利用することで正確な情報を得ることはできるが、厳しい圃場の環境下で各種センサを利用することは農業従事者にとって負担が大きい。そこで、負担を小さくするために、各種センサを一つにまとめたセンサノードを設計し、それを WiFi 等のワイヤレスネットワークで接続したセンサネットワークが開発されている。しかし、圃場で用いられるセンサネットワークには、工業用のセンサネットワークとは異なる設計要求がある。

- ① 夏期の高温時や台風時などでも利用可能な耐候性があり、長期間・安定的に計測できること。

- ② 農業従事者のコスト負担に応じた安価で簡便なシステムであること。
- ③ 農作物の生育状況を確認できる精細な画像情報が扱えること。
- ④ 気温、日射量、降水量等の様々な気象計測が可能であること。
- ⑤ 広い圃場に分散設置することから、無線 LAN 通信機能を有すること。
- ⑥ 圃場の状況によっては外部電源の利用が難しい場合もあるので、バッテリーまたは太陽電池パネルなどが設置可能であること。
- ⑦ 遠隔地からの管理・アクセスを可能とすること。

これらの機能を満たし、圃場（フィールド）に長期間設置して利用できるセンサシステムはフィールドサーバと呼ばれ、イーラボエクスペリエンス⁽¹⁰⁾、次世代技術⁽¹¹⁾、PS ソリューションズ⁽¹²⁾、クロスアビリティ⁽¹³⁾など幾つかの企業により提供されている。これらについて、HP 等で公開されている機能をまとめると表 1 のようになる。気温、湿度、日射量などの各種の気候データを入手するセンサを有しているのに加えて、農作物の生育状況が監視できるように、比較的画素数の大きい画像センサを備えていることが分かる。また、設置場所が圃場で通信範囲が広いことから、各種の無線通信機能を有している。WiFi や Bluetooth だけでなく、携帯無線網を利用しているところに特徴がある。これは、WiFi や Bluetooth だけではカバーできない範囲にセンサを配置する必要があるからである。

様々なフィールドセンサが提供されているが、農業従事者が自身の管理している各圃場の一つずつ設置して利用することを考えると、これらのシステムはまだコスト

的に高価である。そこで、Arduino（アルドゥイーノ）などの安価なハードウェアの利用やフリーの SNS サービスである twitter（ツイッター）や flickr（フリッカー）を利用することで、サーバ自体の価格を下げるとともにライフサイクルコストを低減することが提案されている^{(7),(9)}。

今後は、圃場と農作物だけでなく、農作物の非破壊検査や農業従事者の作業状況のセンシングなどのためにセンサが必要となると予想され、それらの研究開発が行われている。

（2）農業用クラウドサービス

農業用クラウドサービスは、農業用センサシステムを経由して得られた情報と、アメダスの気象情報、市況情報などの情報を総合し、圃場管理や農作物の栽培のみならず、生産物の流通や農業経営における意思決定に対して効果的なアドバイスを与えることを目的としている。富士通⁽¹⁴⁾、NEC⁽¹⁵⁾、クボタ⁽¹⁶⁾、NTT ファシリティーズ⁽¹⁷⁾、日立ソリューションズ^{(18),(19)}、アグリコンパス⁽²⁰⁾などの主要なベンダに加えて、中小のベンダもサービスを提供しているほか^{(21),(22)}、他分野からの参入も増えている。

主な農業用クラウドサービスの特徴について、インターネット上の情報をまとめたのが表 2 である。提供されている機能を環境情報機能、栽培管理機能、生産管理機能、経営支援機能に分類している。

① 環境情報機能

環境情報機能は、センサネットワークから情報を取り込むとともに、その情報を分かりやすい形で表示する機能である。

表 1 市販された主なセンサネットワーク

会社	通信プロトコル	標準センサ	オプションセンサ
イーラボエクスペリエンス FS-V/FP ⁽¹⁰⁾	HTTP, XML, 独自	カメラ (33 万画素) 日射 温度 湿度	温度 (-50~+150) 土壌温度 土壌水分 葉面濡れ 外部日射
次世代技術 アグリサーバ ⁽¹¹⁾	FTTH ADSL CATV WiFi 携帯電話網	気温 相対湿度 日射量 気圧	各種気象センサ 土壌水分センサ カメラ (カメラ選択可)
PS ソリューションズ e 案山子 ⁽¹²⁾	アドホックネットワーク 920 MHz 3G 携帯電話網	温度 湿度 土壌水分量 日射量 多点温度 (4 点) CO ₂ 濃度	EC pH 風速
クロスアビリティ FieldRouter TM ⁽¹³⁾	Bluetooth 携帯電話網	カメラ (130 画素) ほか	

表2 主な農業用クラウドサービスとその機能

機能	環境情報	栽培管理	生産管理	経営支援
富士通 Akisai ⁽¹⁴⁾	センサデータ 気象データ	作業実績 栽培暦・作付 生育予測	作業記録 収穫計画	出荷計画 コスト計算 生産加工管理 販売管理
NEC 農業 ICT ソリューション ⁽¹⁵⁾	環境センサ	圃場状況 栽培計画作成 圃場制御	営農日誌 農業散布記録簿	コスト計算 出荷計画 直売所支援
クボタ KSAS ⁽¹⁶⁾		作付計画 作業指示	農業管理 肥料管理	コスト計算 売上集計
NTT ファシリティーズ agRemoni ⁽¹⁷⁾	環境センサ	栽培管理	栽培記録管理	データ分析 流通データ
日立ソリューションズ agriSUITE ⁽¹⁸⁾	画像	生産計画	蓄積データ	販売計画 出荷計画 コスト計算
日立ソリューションズ GeoMation Farm ⁽¹⁹⁾		圃場管理 農作業管理 施肥設計	農業履歴記帳 営農支援	生産利益管理
アグリコンパス ⁽²⁰⁾	画像センサ	履歴管理		生産管理 物流管理
ソリマチ facefarm ⁽²¹⁾		圃場管理	生産履歴 栽培履歴	経営分析
クリエイトシステム クラウド農業生産管理システム ⁽²²⁾		圃場管理	農業日誌	売上・原価計算 出荷管理 直売所

② 栽培管理機能

栽培管理機能は、圃場のモニタリング、栽培計画、作付計画、施肥計画、栽培スケジュール管理、ビニルハウスなどの環境制御を含んでいる。施肥計画や作付計画は栽培計画に含まれる場合が多いが、作付けなどは大規模農場においては一度に全て行えるわけではなく、出荷計画等とも関連することから、大規模農家ほど緻密な制御が必要とされるので、別機能として挙げられている。

③ 生産管理機能

生産管理機能は、営農日誌や農業散布記録など農作業を記録する機能である。農業において、作業記録を整理して次年度以降の生産に活用することは非常に重要なことである。また、農作物の付加価値となる“減農薬野菜”、“有機栽培”などの証明を修得するためには、営農日誌や農業散布記録が重要となる。

④ 経営支援機能

経営支援機能には収穫計画、出荷計画のほか、生産加工管理、流通管理、販売管理、栽培や流通などのコスト計算が含まれている。そして、それらを総合した調達マネジメントや経営分析の機能までを提供している。生産管理機能が農作業に関わる機能であるのに対して、経営支援機能は企業としての農業経営をサポートする。

このように、農業クラウドサービスに求められる機能は多岐にわたっているが、特に経営支援機能や生産管理機能などは製造業などで培われたノウハウが利用できる

分野である。そこで、近年では製造業など異分野からこの分野へ参入するケースも増えている。

5. ま と め

現在、農業用 ICT 分野は注目を浴びている。本稿では、その理由について、まず、社会的背景や政府施策などの面から紹介した。続いて、農業用 ICT の分野において、今後ますます重要となってくるであろう、センサネットワークと農業用クラウドサービスの分野について、既に提供されているサービスを中心に説明した。センサネットワークは、異常気象など気候変動の影響を避けるために圃場における各種情報を正確に入手することを目的としており、農業従事者の負担を軽減するとともに、精密な農業経営のために必要な情報を得ることができる。工業用のものと比べると扱う情報の種類、利用環境等で注意が必要であるが、これまで工業用において培ってきた技術が適用可能である。一方、農業用クラウドサービス分野は環境情報機能、栽培管理機能、生産管理機能、経営支援機能等から成って、環境情報や市況情報などを総合して、農業経営に必要となる情報を提供し、意思決定を支援することを目的としている。これまで企業などで用いられてきた ERP (Enterprise Resource Planning) の技術が適用しやすい分野といえるだろう。

文 献

- (1) UNESCO, "Washoku, traditional dietary cultures of the Japanese, notably for the celebration of New Year," <http://www.unesco.org/culture/ich/ril/00869>
- (2) 世界最先端 IT 国家創造宣言, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/decision.html>
- (3) 農林水産省, 農業就業者の動向, http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h23_h/trend/part1/chap3/c3_3_02.html
- (4) 農林水産省, 食糧自給率とは, http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/011.html
- (5) 生源寺眞一, "日本農業の現状と課題, 国・政府のあり方に関する懇談会," 2013, http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kataro_mirai/JPN/dai3/siryou6.pdf
- (6) (株)シード・プランニング, 農業 IT 化の市場規模予測.
- (7) 亀岡孝治, "農業の現在と未来を考える中での IT・センシングの有効利用," 情報学コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM) 研報, vol. 2014, no. 11, pp. 1-14, 2014.
- (8) 戸上 崇, 伊藤良栄, 橋本 篤, 亀岡孝治, "高品質ミカン生産を目的とするセンサーネットワークを利用した圃場環境計測," 農業情報研究, vol. 20, no. 3, pp. 110-121, 2011.
- (9) 平藤雅之, 世一秀雄, 三木悠吾, 木浦卓治, 深津時広, 田中慶, 松本恵子, 星 典宏, 根角博久, 澁谷幸憲, 伊藤淳士, 二宮正士, J. Adinarayana, D. Sudharsan, 齊藤保典, 小林一樹, 鈴木剛伸, "オープン・フィールドサーバ及びセンサクラウド・システムの開発," 農業情報研究, vol. 22, no. 1, pp. 60-70, 2013.
- (10) (株)イーラボエクスベリエンス, "FieldServer," <http://www.elab-experience.com/fieldserver>
- (11) (合)次世代技術, "アグリサーバ," <http://www.jisedaitech.com/html/ict.html>
- (12) PS ソリューション株式会社, "e-案山子," <https://www.e-kaka-shi.com/>
- (13) (株)クロスアビリティ, "フィールドルータ TM," <http://x-ability.jp/xasensor.html>
- (14) 富士通株式会社, "Akisai," <http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/agri/>
- (15) NEC 株式会社, "農業 ICT ソリューション," <http://jpn.nec.com/solution/agri/>
- (16) (株)クボタ, "KSAS," <https://ksas.kubota.co.jp/>
- (17) (株)NTT ファシリティーズ, "agRemoni," https://www.ntt-f.co.jp/service/products_service/agremoni/
- (18) (株)日立ソリューションズ東日本, "agriSUITE," <http://www.hitachi-solutions-east.co.jp/products/agri/>
- (19) (株)日立ソリューションズ, "GeoMation Farm," http://www.hitachi-solutions.co.jp/geomation_farm/
- (20) アグリコンパス, <http://www.agricompass.co.jp/>
- (21) ソリマチ, "facefarm," <http://facefarm.jp/>
- (22) クリエイトシステム(合), "クラウド農業生産管理システム," <http://agri-s.com/>

(平成 27 年 8 月 30 日受付 平成 27 年 9 月 6 日最終受付)



北 栄輔 (正員)

平 3 名大大学院工学研究科博士後期課程機械工学専攻了, 博士 (工学). 現在, 名大大学院情報科学研究科教授. バイズ推定, 株価予測, 隊列走行シミュレーション, 進化的計算, 境界要素法等の研究に従事. 著書「基礎から学ぶ C 言語プログラミング」, 「Excel によるセルオートマトン」, 「Trefftz 法入門」など.