



基  
般

# ICT 利用で精密農業が身近になる

澁澤 栄 (東京農工大学)



## 農業への ICT の利用

農業は、植物の営みである光合成を利用して人々に有用な資材を生産する業である。また農業は、農場から食卓まで、そして生産者から消費者までの生産供給の仕組みを対象にし、生産物では穀物や畜産製品から繊維や燃料まで多岐にわたる。ここに ICT (情報通信技術) の技術革新が波及し農業が変貌しつつある。

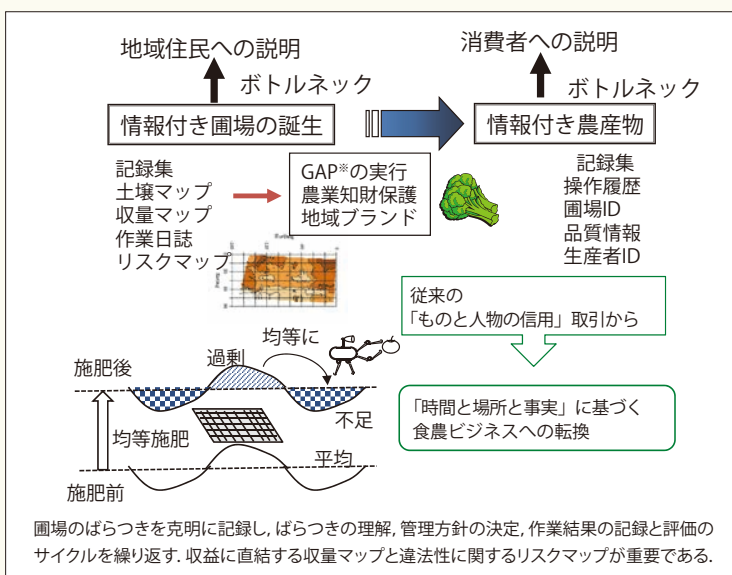
ICT が農場管理の基本ツールとして位置づけられたのは精密農業 (Precision Agriculture) である<sup>1)</sup>。精密農業とは、情報技術を駆使して作物生産にかかわる多数の要因から空間的にも時間的にも高解像のデータを取得・解析し、複雑な要因間の関係性を科学的に解明しながら意思決定を支援する営農戦略体系である。日本では、複雑で多様なばらつきのある

農場に対し、事実の記録に基づくきめ細かなばらつき管理をして、地力維持や収量と品質の向上および環境負荷軽減などを総合的に達成しようという農場管理戦略と理解している<sup>2)</sup>。精密農業の技術要素は、圃場 (ほじょう：田畑、農場) センシング・マッピング技術、可変作業技術、意思決定支援システムであり<sup>3)</sup>、最近では、センシングと判断と作業の融合技術に着目して、精密農業の技術的側面をスマート農業や AI 農業などと呼んでいる。

精密農業の様子を図-1 に示す。まず、圃場の空間的ばらつきの克明な記録からはじまる。土壌や雑草あるいは病害虫発生のばらつきである。続いて過去の蓄積されたデータを参照しながら、圃場ばらつきに対応した栽培作物や管理法あるいは作業内容を決定する。作業サイクルの最後は農産物の収量と品質のばらつきの観測である。収量モニタ付きコンバインや選果選別ロボットは作業をしながら収量マップや品質マップを提供する。このような管理作業が一巡すると、「情報付き圃場」と「情報付き農産物」を手にすることができる。これが、農業者同士や他産業あるいは市場関係者と会話するときの強力な道具になる。

では精密農業の役割を考えてみよう。

過去 40 年間の世界の穀物生産を見ると生産量は継続的に増加しているが、耕地面積は漸減なので、この間の食料増産は単収増大技術に支えられたものだった。単収増加の構成要素は、品種改良、肥料・植物保護、作業の機械化であり、増加率の飽和が危惧され始めている。一方、1人



圃場のばらつきを克明に記録し、ばらつきの理解、管理方針の決定、作業結果の記録と評価のサイクルを繰り返す。収益に直結する収量マップと違法性に関するリスクマップが重要である。

\* Good Agricultural Practices

図-1 精密農業の考え方

あたりの収穫面積が急速に減少し、限界面積といわれる10アールに到達した。限界面積とは、1人の人間を養うに必要な食料を生産するための農地の広さである。試算方法により推定値は異なるものの、人口増の圧力が世界の食料需給バランスを急速に変えることが現実になりつつある。日本は、世界の中でも優れて単収増大技術が蓄積されてきた農業を抱えており、注目と期待が集まりつつある。

日本の農業技術を支えた農業者に着目すると、2000年に389万人いた農業就業者が2016年には半分の192万人に減少した。現在、50歳以下の農業者が17万人であるので、いまから10年後には20万人規模の農業者になる。事実、土地利用型農業では、農地の32%が経営体シェア2%である20ha以上の経営体に集積しており、経営体数にしてみれば140万戸のうちの3万戸にあたる。しかし、日本の自然条件を活かすには小規模分散圃場が適しており、一つひとつの経営体が大規模になってもこの自然条件に変化はない。したがって、日本に適した小規模分散圃場の農業を、現在の10%の数の経営体で、単収を維持向上させながら継続するという歴史的事業に取り組まなければならない。ここにICTを利用した精密農業への強い期待がある。

2016年1月、政府は第5期科学技術基本計画を閣議決定し、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）とを融合させた取り組みによる、人々に豊かさをもたらす「超スマート社会 Society 5.0」の創造を提起した。Society 5.0は11のサブシステムから構成され、その中にスマート・フードチェーンシステムとスマート生産システムが位置づけられた。特に、スマート・フードチェーンシステムでは、育種・生産・加工・流通・外食・消費という農産物流通の

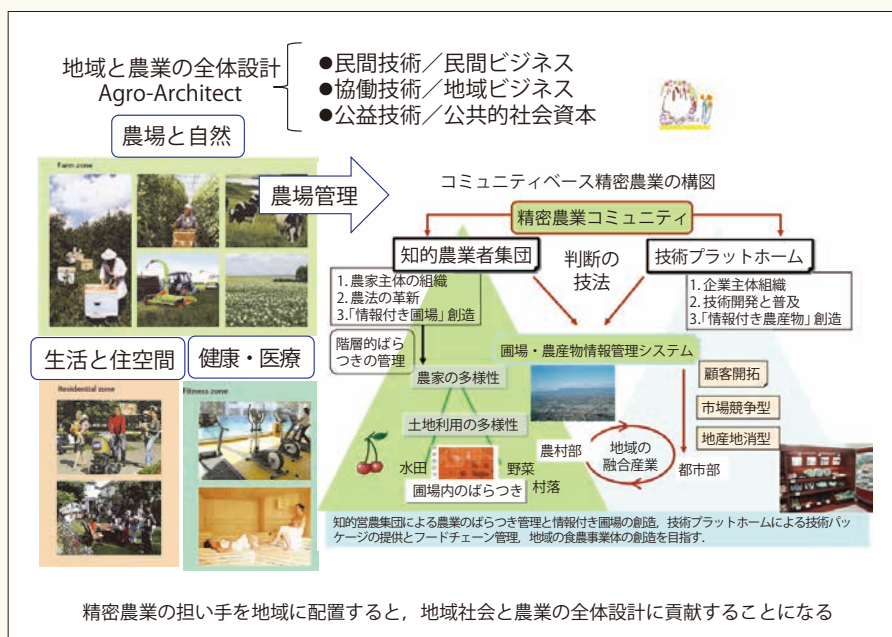


図-2 コミュニティベース精密農業

システム全体を対象にしたシステムイノベーションに資する基盤技術の強化を謳っており、政府全体で精密農業を推進する環境が整いつつある。

## 15年前の予想：ある農業者の1日

2002年に、架空の農業者たちを想定して、精密農業を導入したらどうなるのか予想してみた<sup>3)</sup>。フィクションではあるが、現在ではかなり現実味を持ちはじめたので、**図-2**を見ながら読んでほしい。

**【場面設定】**日本のある地域の精密農業を導入した農業者グループ（知的農業者集団）のリーダーが主人公である。知的農業者集団は15の農業法人から構成され、地域の農地2,000haを管理している。そのうちの100haを、市民農園や体験学習の場として提供し、500人の市民や団体が利用している。小売や製造関係の地元企業からなる技術プラットフォームは、農業法人のための技術開発から物流と販売まで担当している。

### 【事件発生】フェロモントラップからの警報

ハルは精密農業を地域ぐるみで推進している知的農業者集団のリーダーである。ある大学の農学部を卒業後、就農を希望してアグリビジネスの専門職大学

院に進み、農業法人「けやき」に就職して5年になる。農業法人の専務取締役として活躍している。

初夏のある夕刻、圃場の異常を告げるアラームが携帯電話に入った。携帯電話の画面を覗くと、それは地域全体に張り巡らせたフェロモントラップネットワークからの警報であった。パソコンのスイッチを入れ、壁の大きな画面に注目した。

フェロモントラップとは、揮発性物質を利用して害虫のオスを誘因駆除するための仕掛けで、近年開発された害虫数の自動計測センサを取り付け、そのセンサ群を無線ネットワークで接続してある。害虫発生数の地域分布が一目瞭然となり、最小限の農薬で効果的な害虫防除を行うことができる。

#### 【対策】 ネット会議

ハルは、表示画面を覗きながら、害虫発生数が異常に増えたのは高速道路沿いのA地区で、水田と露地野菜の畑があることを確認した。そこで知的農業者集団の事務窓口を担当しているナツに連絡を入れ、行動を開始した。ナツは大学の農学部を卒業したばかりで、農業法人「楓」に就職し、精密農業に意欲を燃やしている。

ハルはまず、技術プラットフォームの事務局長をしているアキの携帯端末にメールを入れ、翌日早朝にA地区で発生している害虫の種類と農薬リストおよび可能な防除方法のリストを揃えるように指示した。続いて、A地区に関する最近の行事などを地域ネットワークで調査した。すると、高速道路沿いの草刈りが1週間前に行われたこと、イネの枝分かれが盛んになりつつあること、野菜の移植が行われたこと、などがリストに挙がった。また翌日と明後日は曇りで風速1メートル以下であり、居住区からも離れているので、空中散布が可能であることを確認し、これらの資料をナツにメールした。

一方、ナツは、A地区で耕作している農業法人経営者のフユとユキに連絡を入れ、PFネット会議をしていた。PFネット会議は、パスワードを入れるだけで、参加する農業法人のデータベースを共有できる。現在成育中の作物マップ、土壌肥沃度マップ、過去の収量と品質のマップなどを調査しながら、

害虫の異常発生したところは、昨年と同じ時期に異常発生したこと、作物の草丈が高くまた葉緑素含量が高いこと、土壌窒素が数年間常に高めであることなどをつきとめた。作物はひよろ長く伸びすぎである。そこで、フユとユキはA地区の追肥窒素を50%減らすことなど、今後の作業計画を一部変更することにした。

#### 【判断と実行】

翌日の昼前には、アキからハルに現地調査の結果がもたらされた。害虫はイネとキャベツに被害を与えていること、その規模は約1haで圃場3枚分であること、対応農薬リスト、必要ならば、農薬散布サービスと費用のリストも付けてあった。ハルはナツや圃場主であるフユとユキに連絡をいれ、意思決定を待った。ナツと2人の経営者は、近くに無農薬栽培圃場はなく、また幼稚園や小学校の遠足もないことから、最も低コストの無人ヘリコプタによる農薬散布を決断した。さらに、害虫の数だけでなく、その種類と年齢まで計測できるセンサが必要であることを確認した。

その決定を受け、ハルは無農薬ヘリコプタサービス会社に農薬散布の発注をした。圃場の緯度経度、農薬の種類と散布密度、また散布後の圃場写真を要求した。地域ネットワークのWebページには農薬散布の時間と場所を掲示し、アキにもこの決定を報告した。

#### 【消費者への報告】

アキの所属する技術プラットフォームは、精密農業に必要な技術開発、営農情報サービス、流通・消費者サービスなどを行う企業集団の組織で、知的農業者集団と参加企業を結ぶPFネットの管理をしている。

報告を受けたアキは、A地区から生産される農産物の履歴欄に農薬散布の項を設けた。翌日にはハルから結果報告があるので、履歴欄の空白を埋めて流通業者と消費者へ情報発信する。さらに流通業者や消費者から依頼があれば、農産物の栽培履歴も調べて、翌日には配信できる。同時に、ナツらから依頼のあったセンサ開発につき、技術プラットフォームに登録されている技術者や研究者へ連絡し、研究開



発プロジェクトの結成を促した。センサ開発企業の技術者であるキリが手を挙げ、研究開発計画書の作成に着手した。

## 【営農知識バンク】

フェロモントラップネットワークの警報から局所的な農薬散布の決断と実行およびその評価にかかわる一連の作業は、ナツらが管理する営農知識バンクに登録される。営農知識バンクのデータと情報は、知的農業者集団が共有して利用することができる。また、その一部は技術プラットフォームが管理する技術データバンクにも登録される。技術データバンクは、技術プラットフォームの参加企業が共有して利用できる。営農知識バンクが充実すると、ナツのような新卒であっても、技術普及の有力な専門職として活躍することができる。ナツとユキは手分けして初老の篤農家にこれら一連の意思決定に関するコメントをもらい、営農知識バンクを豊かにしている。

## コミュニティベース精密農業

前出のフィクションは、コミュニティベース精密農業を担う人々を描いたものであった。

改めて日本の農業の特徴を眺めると、品質が価格に直結する食品需要の存在、大消費地にきわめて近いところに生産の場が存在すること、生産の場は小規模で多様な圃場群を基礎に高品位で多彩な農産物を生産していること、大半の耕作者（所有者）はコストより売上を重視した経営志向であること、などである。このような、国際的にもまれな特徴を有利に活用するモデルとして、コミュニティベース精密農業が提案された<sup>4)</sup> (図-2)。

まず、「圃場内のばらつき」と「圃場間の地域的ばらつき」および「農家の間のばらつき」という「階層的ばらつき」を管理する主体として、知的農業者集団の組織化を求めている。階層的ばらつきとは、観測単位を変えることで見えてくる特徴的なばらつきを意味し、作物個体を単位にした圃場内のばらつき、1枚の畑を単位にした地域農地のばらつき、1人の農家を単位にした農業集団のばらつきに着目

している。知的農業者集団は、情報通信技術を駆使する農業者からなる学習集団であり、農法の5大要素（作物、圃場、技術、地域システム、動機）を再編構成し、農家の組織化やJA（農業協同組合）あるいは自治体との共同作業の中核を担う。知的農業者集団は、精密農業の作業サイクルを実行することにより、「情報付き圃場」を創造することができる。

もう1つは、技術プラットフォームである。技術プラットフォームは、精密農業の3要素技術（マッピング技術、可変作業技術、意思決定支援システム）を地域のニーズにあわせて開発導入する企業および農産物のマーケティングを担う企業などから構成される。知的農業者集団と協力することにより、「情報付き圃場」とリンクした「情報付き農産物」を供給する。知的農業者集団と技術プラットフォームにより形成される精密農業コミュニティが、現在進行している農業の構造変化の担い手として注目されるのはそう遅くないであろう。

本稿の目的は農業ICTの現状を総括することにあつた。ICTの利活用場面をひもといて農業技術の核心に迫っていくと、「農作業判断」という技術要素に突き当たった。そこで判断プロセスがICTによりどのような変化するのかを描くのが良いだろうと、フィクションを交えて解説した次第である。読者の参考になれば幸いである。

## 参考文献

- 1) National Research Council (NRC) : Precision Agriculture in the 21st Century, National Academy Press, Washington, D. C., p.149 (1997).
- 2) 農林水産術会議：日本型精密農業を目指した技術開発，農林水産研究開発レポート，No.24, p.18 (2008).
- 3) 澁澤 栄：精密農業，朝倉書店，p.199 (2006).
- 4) 澁澤 栄：第5世代の精密農業—日本から発信するコミュニティベース精密農業，特技懇，No.256, pp.31-37 (2010).  
(2017年5月15日受付)

澁澤 栄 ■ sshibu@cc.tuat.ac.jp

1953年生。東京農工大学大学院農学研究院教授。1979年京都大学大学院農学研究科修士課程修了，1984年京都大学農学博士。1993年よりICTを活用したコミュニティベース精密農業の研究を進めている。

