

スマート農業の現状と今後の展開

株式会社クボタ 特別技術顧問 工学博士 **飯田 聡**



1. はじめに

世界農業は、気象変動や土壌劣化による耕作地の減少、更に農業従事者の減少、特に熟練者の人材不足など多くの共通課題に直面している。その中で生産性の向上のみならず、安全、安心で環境負荷が少なく、持続的な食料生産が求められている。そのため、欧米では1990年代より精密農業が盛んに研究されている。例えば、衛星測位技術（GNSS）を用いたオートステア装置や収量コンバインによる収量マップの活用、更に衛星画像による土壌や生育の分析・予測などが行われており、生産者が利益を上げるための必須技術になりつつある。

日本農業においても同様の課題に直面しており、クボタでは、その解決のために次世代農業技術としてICTやIoTを活用したスマート農業技術（データ駆動の日本型精密農業と超省力化のための農業機械の自動化・無人化）の開発を進めている。これにより単に農業機械を販売しサービスするだけでなく、バリューチェーンまで含めたトータルソリューションの提供を目指している。

本稿では、クボタでのスマート農業への取組状況やビジョンについて述べるとともに、更なる高度化を目指し、ビッグデータ解析とAIの活用の可能性について述べる。

2. クボタがスマート農業に取り組む意義

(1) 日本農業の現状と課題

今、日本農業は多くの課題を抱えており、大きな転換期を迎えている。例えば、2000年に230万戸あった販売農家が2015年には130万戸とほぼ半減している。日本農家の平均年齢は67歳以上と超高齢化しており、今後10年で更に半減するとの予測もある。

一方で、農業を主業とする担い手農家（プロ農家）や営農集団が増えており、離農農家の農地委託等によりその規模を拡大している。政府は、2023年に担い手が占める農地の割合を現状の56%から80%にすべく様々な施策を打っている。また、2018年からはこれまで長年続いてきた減反政策も廃止され、日本の農家はいよいよ自立を迫られている。

この状況において、クボタとしては、下記のための支援が重要な課題であると考えている。

- ①日本農業が儲かる魅力的なビジネスとして独り立ちすること。
- ②中山間地を含む農村の活性化及び農業の多面的な機能の発現・維持。

(2) 担い手農家の課題とクボタの取組み

日本農業を支える土地利用型の担い手農家や営農法人は、その規模拡大とともに次のような多くの課題に直面している。

【担い手の課題】

- ①多数圃場管理の問題
 - イ) 増加する作業管理の問題
 - ロ) 収量、品質低下の問題
- ②省力化・軽労化、生産コストの削減
- ③生産品の高付加価値化（ブランド化）
- ④人材育成（ノウハウの伝授）
- ⑤販路開拓・拡大

日本農業を魅力ある儲かるビジネスに変えていくためには、これらに加えて農業システム全体を見る化し、フードバリューチェーンの中で『市場に求められる作物を、求められる時期に、求められる量だけ（廃棄の極小化）』作る仕組みを構築すること、すなわちICT・IoT技術を活用したスマート農業システムの開発と普及が不可欠である。

3. データ活用による精密化

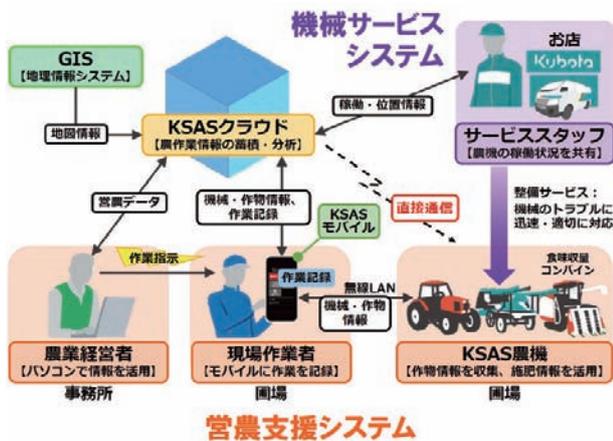
(1) 営農支援システム KSAS (Kubota Smart Agri System)

クボタが独自に開発した営農・サービス支援システムKSASは、農業機械とICTを利用して作業・作物情報（収量、食味）を収集し活用することで、「儲かるPDCA型農業」を実現する新しいソリューションである。全体構成は、図1に示すとおり無線LANや直接通信ユニットを搭載した『KSAS農機』、作業者が作業記録と情報の中継を行う『KSASモバイル』、情報の蓄積と分析を行う『KSASクラウドサーバシステム』で構成されている。

この上で営農支援システムと機械サービスシステムが稼働しており、それぞれ次のような価値の提供を狙いとしている。

【営農支援システム】

- ①高収量・良食味米（作物）づくり
- ②安心安全な農作物づくり（トレーサビリティ確保）



■図1. 現行KSASの全体像

③農業経営基盤の強化（コスト分析と低減）

【機械サービスシステム】

・迅速で適切なサービスの提供によるダウンタイムの低減

【データに基づくPDCA型農業】

現行KSASの核となる食味収量コンバインは、グレンタンク内のみ重量と食味の主要な代用特性であるタンパク含有率及び水分をリアルタイムに計測するセンサ（ロードセル及び近赤外分光分析センサ）を搭載しており、計測データは、田んぼ1枚を刈り取るごとに、コンバインの稼働データとともにKSASモバイルを通じて（2019年から直接通信により）クラウドサーバに送られる。

担い手は、事務所のパソコンからクラウドサーバに蓄積された作業日誌や圃場1枚ごとの収量・食味のばらつき（図2左側参照）を一目で把握することができる。そのため、土壌分析と合わせることで圃場1枚ごとの特性に合わせた土壌改善や翌年の施肥設計が可能となる。また、その設計した肥料の散布量データを、作業員のモバイルを介しKSAS対応の施肥田植機やトラクタに送信できる。受信したKSAS農機は散布量を自動で調量する機能を持っているため、農業初心者でも簡単に、100枚以上の田んぼでも間違いなく施肥を行うことができる。



■図2. KSASのPDCAサイクル

このように、データ収集とそれを基に作業計画→栽培・収穫→データ収集…というサイクルを回すことで収量や食味を上げるとともに、施肥量や作業人数・時間を適正化し農業経営を改善し続ける。これが、これまでの日本農業にはなかった『データに基づくPDCA型農業』である（図2）。

新潟県などでの3年間の実証テストでは、食味の改善・安定化とともに15%の収量増加を確認している。また、食味値による米の仕分で美味しい米を高い価格で販売することや、水分による乾燥機の仕分での品質の安定化と乾燥コストの低減が可能である。

現在、このKSASの使用者から「圃場管理の効率が上がった」「米の収量・品質が上がった」と高評価を得ている。2014年6月のサービス開始から約5年間で営農システムでは約1,820軒、サービスシステムを含む全軒数では7,250軒以上の契約を結んでおり、登録圃場面積は7.4万ha（平均40ha）、枚数では34万枚（平均180枚）となった。

(2) KSASの進化の方向性（AIの可能性）

Step.1（図3）は、稲作機械化一貫体系の中で各農機とのデータ連携によるPDCA型農業を実現することであり、更にStep.2、3と進化させるべく研究開発を進めている。

稲作機械化一貫体系とのデータ連携による日本型精密農業の実現

- ①圃場地図と連携した栽培支援システムの構築（基本コース）
- ②コンバイン、田植機、乾燥機等との連携によるPDCA農業実現（本格コース）
- ③稲作 → 畑作・野菜作へ展開



■図3. KSAS現在サービスを開始しているStep.1の取組み

今後も圃場の基盤整備（合筆など）が進み圃場1枚の面積が拡大すると、圃場1枚の中でのバラツキの管理がますます重要になる。そこでStep.2では、圃場内での土壌や生育環境、生育情報、収量のバラツキをセンシングし、更に精緻な栽培が可能となる以下のような農業機械システムの開発に取り組んでいる。（図4参照）

①の精密食味・収量コンバインは2018年4月より普通型コンバインWRH1200を発売、2019年1月から自脱型コンバインDRシリーズを発売。

②のリモートセンシングは、2019年全国各地でモニター試験を実施中。

③の圃場水管理システムWATARASは、2018年に発売。



■図4. KSAS Step.2の主要取組み

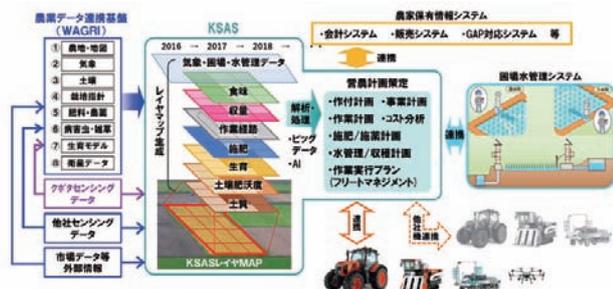
今後、KSASと連携予定。

④については、農業データ連携基盤（WAGRI）との連携予定。

上記の取組みの中で、現状、各センシングデータとお客様の経験に基づいて行われる施肥設計にAI活用の可能性がある。例えば、食味・収量コンビンで得られた食味・収量データから施肥の量をAIにより提案することや、リモートセンシング等の画像から生育ステージの判断や追肥の量やタイミングをAIが提示することも可能となる。さらに、気象予測を加えることで、AIによる水管理の自動化や最適な収穫時期の予測にも適用できる。

Step.3では、高度営農支援システムの構築を目指して、Step.2の機能に加えて、会計システムや販売システムなど農家が用いる情報システム、流通網や市況情報等外部データと連携し、これらのビッグデータをAIで分析・処理することで、土地利用型農家の利益が最大となる事業計画や適地適作の作付計画作成を支援できる高度営農シミュレータに進化させていく予定である。また、何時、どこで、誰が、どの機械で作業すると効率的か、最適な作業実行プランの作成を支援できるようにしたい。（図5）

クボタはKSASを農家にとって真に有益なシステムにすることで、より多くの農業関係者に使用してもらうことを目指している。そのためには、農地・地図、気象、土壌、生育



■図5. クボタのスマート農業トータルソリューションの将来構想とレイヤマップ

モデルなど蓄積された官民データの活用・連携が必須であり、他社農機や情報システムとの連携も重要である。そのため、農業データ連携基盤協議会（WAGRI）に参画し、農業データ共通基盤の整備にも取り組んでおり、WAGRIを通して農研機構などの研究機関の知見（AI技術による病害虫予測等）を活用できることを期待している。

4. 自動化による超省力化

(1) 自動・無人化農機

データ活用により栽培プロセス管理や農業経営を効率化するKSASに加えて、耕うんや刈取りなど、既に機械化された作業の効率を更に引き上げ、超省力で精密な作業の実現を目指して、ロボット技術による農機の自動化・無人化の研究開発も進めている。この自動・無人化のレベルは、農水省の定義としては3段階あり（図6）、クボタとしても次のようなテーマに取り組んでいる。



■図6. 農機の自動・無人化のステップ

レベルIのオートステアは、GNSSを利用した自動操舵の技術である。クボタでは2015年春にリリースした日本メーカー初の本格畑作市場向け大型（130-170馬力）トラクタM7シリーズからオートステア機能（RTK-GNSS）を採用している。

また、2016年秋からは直線キープ機能付き田植機を販売している。既存のオートステアリング装置は大型で高額であったが、安価なサブm級GPS（D-GPS）とIMU（慣性計測装置）を組み合わせた独自の制御方式を開発することで、小型で安価なオートステアシステムを実現した。結果、初心者でもベテランのような高精度の田植えができ、ストレスが大幅に軽減されるということで、購入者のみならず「日経優秀製品・サービス賞 最優秀賞」や「十大新製品賞」を受賞するなど、各方面から高い評価を得ている。この機能は、小型・中型トラクタへも展開中である。さらに、2018年12月から自動運転アシスト機能付きコンバイン（WRH1200A）の販売も開始した。



レベルⅡは、有人監視下での自動化・無人化であり、無人走行機と有人監視機の複数機による協調作業も含まれる。このレベルの自動化・無人化により作業効率が従来比で1.3~1.5倍に向上することが実証試験で示されている。クボタでは、業界に先駆けて、2017年秋にレベルⅡ自動運転トラクタ（アグリロボトラクタSL60A）のモニター販売を開始した（図7中央）。高精度GNSSであるRTK-GNSSを内蔵し、無人機1台での自動運転作業、無人機と有人機による2台協調運転作業、有人でのオートステアを可能とした。安全機能として、レーザスキャナや超音波ソナーを活用して人や障害物を高精度に検知し確実に自動停止する機構、4台のカメラで周囲を常時監視できるシステムを搭載し、農水省で新たに策定された自動運転トラクタの安全ガイドラインに適合させている。今後は上位馬力のトラクタや田植機も市場に投入していく予定である。



■ 図7. 自動トラクタ・田植機・コンバイン

(2) 自動・無人化農機の進化の方向性

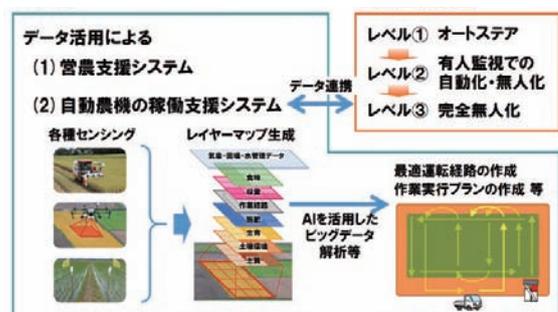
自動・無人化農機の進化については、先ずレベルⅡの完成を目指している。先行するトラクタだけでなく、コンバイン・田植機等の自動化を進めるとともに、制御システムを高度化し、外周作業の無人化や適用インプラメント（トラクタ用作業機）の拡大など圃場内作業の更なる自動化を進めている。その際、安全認識が重要で、作物中の人や動物の識別や暗闇の中での障害物検出、境界の認識などにAIの活用がポイントとなると考えている。

併せて、政府が進める準天頂衛星システムへの対応も推進中である。準天頂衛星システムは、基地局なしで誤差5~6cmの実質精度の確保と受信機の低価格化が進めば活用が広がると考えている。

次に、レベルⅢ遠隔監視による完全無人化では、農道走行を含む、複数の圃場での無人作業が望まれている。これには、農道を含む圃場の基盤整備や安全システムの更なる高度化、監視・制御の高速化のための高速通信インフラ（5Gなど）の整備が必要となる。また、トラクタの完全無

人化には、インプラメント装着状態での道路走行が必須で、それには道路交通法の緩和等、技術開発以外の課題もある。このように、レベルⅢの実現には、研究開発のみならず政府や業界団体と協力して規格やインフラを整備する必要がある。

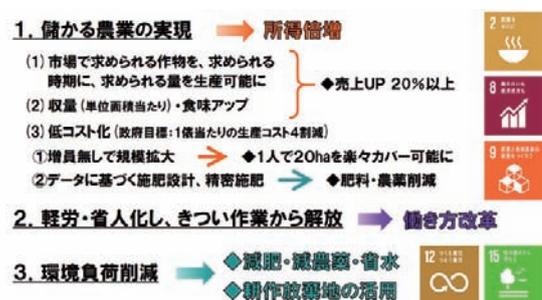
なお、自動・無人化農機は、単体運用ではその効果は限定的である。このため、クボタでは、完全自動ではない農機も含む複数農機の最適運用・管理ができるよう、図8に示すとおりKSASに連携する自動農機の稼働支援システムを構築し、複数農機における最適走行ルートの作成を支援するとともに、自動農機の情報収集・モニタリング・活用できる仕組みの構築を進めている。



■ 図8. KSASと自動・無人化農機の連携

5. おわりに

今回報告したスマート農業の狙いは、図9に示すとおりであり、今後も国内農業の課題解決に取り組んでいきたい。またアジアでの稲作地域や大規模畑作地帯を中心にKSASを展開していくことで、世界農業の課題解決にも貢献していきたい。



■ 図9. スマート農業におけるクボタの狙い

参考文献

- ・2015年農林業センサス（農林水産省）、2016年・2017年
- ・スマート農業の実現に向けた研究会ウェブページ (http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/)
- ・農業データ連携基盤協議会（WAGRI）ウェブページ (<https://wagri.net/>)