

自動化・無人化。次世代農業技術開発

就農者の高齢化や労働力不足に対応するため、スマート農業化が求められている。具体的には、ICT（情報通信技術）の活用による次世代農業技術の確立である。農業機械メーカーで、スマート農業の技術開発にも力を入れているクボタの取り組みを紹介する。

規模拡大に伴い直面する課題

日本農業は、就農者の超高齢化と減少により転換期を迎えているが、10年後には農家戸数の半減も予測され、食料の安定的な供給や農村の維持も危ぶまれる状況である。

今後、日本農業が持続的に発展していくためには、「農業を儲かる魅力的なビジネスとする」と「農業の働き方改革により若者の参入を促進すること」「匠の技や長年のノウハウの伝承、人材育成」「中山間地を含め農村の活性化と農業の多面的な機能の維持」が必要だ。

クボタでは、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、および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・無人化技術の開発を進めて

いる。これにより単に農業機械を販売しサービ
スするだけではなく、バリエーションまで含
めたトータルソリューションを提供し、日本農
業の持続的発展に寄与することをめざしている。
稲作を中心としてクボタでのスマート農業への
取り組み状況やビジョンについて説明する。

農業を主業とする担い手農家は減少している
が、離農農家の農地を借りるなどして、その経
営規模は拡大している。政府は、2023年に担
い手が占める農地の割合を現状の57%から80%
にすべく、農地バンクの強化などさまざまな施
策を打っている。また、18年からはこれまで長年
続いてきた政府主導による生産調整も廃止され、
日本の農家はいよいよ自立をせまられている。

稲作を中心に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



株式会社クボタ 特別技術顧問

飯田 聡 IIDA Satoshi

いいたさとし
1980年4月久保田鉄工（現・株式会社クボタ）入社。トラクタの基礎研究や大型トラクタおよび建設機械の開発に従事。工学博士。2014年研究開発本部長、16年取締役専務執行役員を経て、18年より現職。ICTを活用したスマート農業技術の研究開発責任者として活躍中。

もに多くの課題に直面しており、次のような要望を持っている。

- ① 多数の圃場^{ほじょう}、多品目の作付け栽培管理が必要で、収量や品質が犠牲になっている。収量や食味、品質のバラツキを極小化して、収量を向上、品質を安定化させたい。気候変動が起きても、多様な土地条件でも収量や品質を安定化させたい。
- ② 労務費や資材費などの生産コストを削減し、できるだけ増員せずに規模を拡大したい。
- ③ マーケットインにより、多彩な販路を確保し、拡大したい。
- ④ トレーサビリティを明確にし、安全・安心な食材を届けたい（GAPへの適合）。
- ⑤ 生産品の高付加価値化によりブランド化をはかりたい。
- ⑥ 重労働や労働環境（3K環境）の改善をはか

図1 水田稲作におけるデータを活用した現在のスマート農業一貫体系

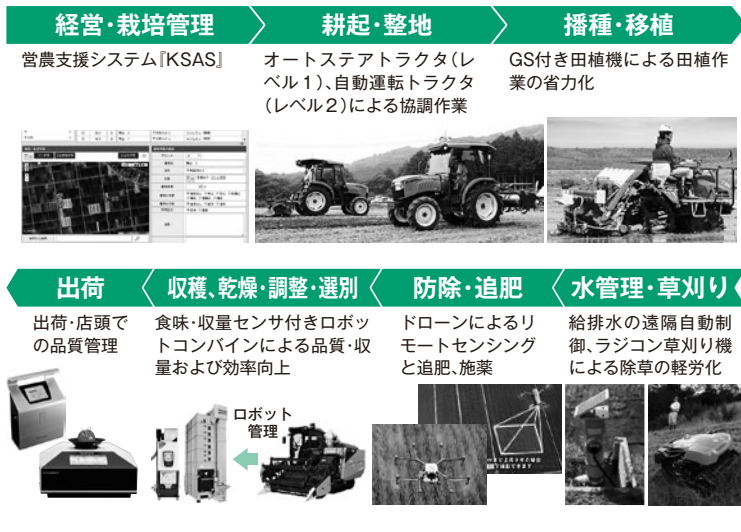


図2 研究開発中のKSAS Step.2の概要

- ①精密食味収量コンバインによる圃場内のバラツキ把握 (メッシュマップ)と可変施肥 ▶ 上市済
- ②リモートセンシングによる生育状況の診断と病害虫発生状況の把握による可変追肥や施肥 ▶ 実証試験中
- ③水管理システム(WATARAS)との連携による効率化 ▶ 上市済
- ④気象情報と生育モデルを活用した早期警戒アラームや最適作業時期の決定 ▶ 研究中



り、年配者でも楽に農業がしたい。誰にでもできる農業にし、働き方改革を実現、若者の新規参入を促したい。

⑦匠の技やノウハウの見える化により後継者や人材の育成をしたい。

このような担い手の課題や要望の解決のため、クボタは、高性能・高耐久農機および低価格農機の開発など稲作・畑作における機械化一貫体系の構築、鉄コーティング直播と密播疎植栽培による低コスト化など営農ソリューションの提案強化、そしてクボタファームの展開、米の輸出や玄米ペースト事業など六次産業化による販売支援などに取り組んできた。

さらに、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える化し、フードバリエーションのなかで「市場に求められる作物を、求められる時期に、求められる量だけつくる仕組み(廃棄の極小化)」が必要である。そこで図1のような稲作・畑作のスマート農業一貫体系の構築を進めてきた。

データに基づくPDCA型農業

クボタが独自に開発した営農・サービス支援システムである「KSAS (Kubota Smart Agriculture System)」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、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蓄積と分析をおこなう「KSASモバイル」、情報の蓄積と分析をおこなう「KSASクラウドサーバーシステム」で構成されている。

このうえ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いる。

営農支援システムでは、高収量・良食味米(作物)づくりや、安心・安全な農作物づくり、農家の栽培ノウハウの伝承と農作業の効率化、農業経営基盤の強化(コスト分析と低減)といった価値を提供している。

また、機械サービスシステムでは、農機の位置、稼働情報、エラー情報に基づく迅速でプロアクティブ(先見的)なサービスの提供によって農繁期のダウンタイム低減が可能となる。

現行のKSASの核となる食味収量コンバインは、グレンタンク内のもみ重量と食味の主要な代用特性であるタンパク含有率、および水分をリアルタイムに計測するセンサ(ロードセル)および近赤外分光分析センサ)を搭載しており、計測データは、田んぼ一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)クラウドサーバーに送られる。

担い手は、事務所のパソコンからクラウドサーバーに蓄積された作業日誌や圃場一枚ごとの収量・食味のばらつき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一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、設計した肥料の散布量データを、作業者のモバイルを介し、K S A S対応の施肥田植機やトラクタに送信できる。受信したK S A S農機は、散布量を自動で調量する機能を持っているため、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することができる。このように、データ収集分析とそれを基に、作業計画↓栽培・収穫↓データ収集分析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P D C A型農業」である。

6年間で1万軒以上が利用開始

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、K S A S乾燥システムとの連携により、収穫から乾燥工程までの見える化、効率的な刈取・乾燥計画の立案、そしてタンパク値、水分値による仕分け乾燥などが可能となる。食味値で米を仕分けることでおい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品質の安定化と乾燥コストの低減が可能となった。

現在、このK S A Sのユーザーから「圃場ごとの圃場管理の効率が上がった」とか、「収量・品質のバラつきがわかり、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地域密着・現場主義で地域別研修会・交流会、ふれあいキャラバンなどの普及活動を進め、約6年間で営農システムでは約2000軒、サービスシステムを含む全軒数では1万軒以上の契約を結んでいる。

これまで述べたことは、稲作機械化一貫体系のなかで各農機とのデータ連携によるP D C A型農業を実現することであり、さらにStep 2、3と進化させるべく研究開発を進めている。

今後も圃場の基盤整備(合筆など)が進み、圃場一枚の面積が拡大すると、圃場一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、生育状況、収量・食味のバラツキをセンシングし、さらに精緻な栽培が可能となる農業機械システムの開発に取り組んでいる。

Step 3では、高度営農支援システムの構築をめざして、Step 2の機能に加えて流通網や市況情報など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け計画作成を支援できる高度営農コンサルティングに進化させていく予定だ。

K S A S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おうことをめざしている。そのために、農地・地図、気象、土壌、生育モデルなど蓄積された官民データの活用が必須であり、他社農機や情報システムとの連携も重要である。このため、「農業データ連携基盤協議会(W A G R I)」に

参画し、農業データ共通基盤の整備にも取り組んでいる。W A G R Iを通して農研機構などの研究機関の知見(生育予測、病害虫診断など)を活用できることを期待している。

自動化・無人化による超省力化

K S A Sに加えて、耕うんや刈取りなど、すでに機械化された作業の効率をさらに引き上げ、超省力で精密な作業の実現をめざし、農機の自動化・無人化の研究開発も進めてきた。

この自動・無人化のレベルは、農林水産省の定義としては3段階ある。レベル1のオートステアリングは、G N S S(衛星測位システム)を利用した自動操舵の技術だ。クボタでは2015年春に発売した日本メーカー初の本格畑作市場向け大型(170馬力)トラクタM7シリーズからオートステアリング機能(R T K I G N S S)を採用している。

また、16年秋からはクボタ独自の直線キープ機能付き田植機を販売した。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、安価なサブメーター級GPS(D-GPS)とIMU(慣性計測装置)を組合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リングシステムを実現した。その結果、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、ユーザーから高い評価を得ている。この技術は、小型・中型トラクタへも展開されている。

18年12月には自動運転アシスト機能付きコンバイン(W R H I 2 0 0 A)の販売も開始した。

図3 モニター販売が開始されたアグリロボットラクタSL60A

2017年9月からモニター販売

RTK-GPS
ユニット



- 第60回十大新製品賞 日本力賞
- 2018年度農業食料工学会「開発賞」
- 2018 FIMA TECHNICAL NOVELTY AWARD(スペイン)



無人機と有人機の2台を使用した
協調作業(ロータリ耕うん)

主な特徴

- 1 RTK-GPSを用いた高精度な無人運転(監視は必要)
- 2 さらに作業者1人で、無人機と有人機を使用した2台協調運転が可能
- 3 オートステアリングも装備しており搭乗時も作業ストレスが少ない
- 4 4台のカメラ、レーザースキャナ、超音波ソナーなどによる多彩な安全機能「農業機械の自動走行に関する安全確保ガイドライン」に対応

このコンバインはRTK-GNSSを搭載し、作業時間が最短になるように刈取経路の計算をおこない、走行、旋回、刈取部の昇降などすべての操作を自動でおこなう。タンクが満杯になるとモミ車位置まで自動で移動し、モミ排出後は自動的に最適経路で復帰し、作業効率の向上と作業労力の軽減が可能となる。

レベル2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1.5倍程度に向上することが実証試験で示されている。クボタでは、トラクタ・田植機・コンバインが一つの

マップを共用し、協調・連携しながら自動運転するシステムの研究を進めており、業界に先駆けて、17年秋にレベル2自動運転トラクタ(アグリロボットラクタSL60A)のモニター販売を開始した(図3)。

このトラクタでは高精度なRTK-GNSSを内作し、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、レーザー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、農林水産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。今年、上位馬力のトラクタを発売し、田植機も市場に投入予定であり、レベル2農機の品揃えをめざしている。

次に、レベル3の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さらなる高度化、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など、技術開発以外の課題もある。このように、レベル3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り、SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)など産官学で研究中である。また、これから農業を継続していくためには、

女性・高齢者の力が不可欠であり、農作業のさらなる省力化・軽労化が必要である。クボタはこの要求に応えるため、ロボット技術を応用したアシストスーツの開発を進め、13年から販売している。さらに、身体的負担の大きい圃場周辺の草刈りや農薬散布作業の軽労化を実現するため、ラジコン草刈り機、農薬散布ドローンの開発を進め、販売を開始した。このような省力・軽労化のための機器は、篤農家からの要望が強く、今後も継続的に開発を進めていく。

スマート農業一貫体系の確立へ

スマート農業の狙いは、稲作のみならず畑作から露地野菜・果樹までスマート農業一貫体系を確立していくことであり、今後も国内農業の課題解決に取り組んでいきたい。またスマート農業技術は大型農家のみならず、中山間地の担い手でも活用され始めているが、今後とも地産地消型の農業に役立つコミュニケーションベースのスマート農業技術の開発をしていく。さらに、市場情報との連携したスマートフードバリュチェーンの構築をめざし、市場で求められる作物を求められる時期に求められる量だけ生産することで、生産サイドでのロスを削減していきたい。

なお、スマート農業の社会実装について、政府から2019年2月に「スマート農業の社会実装に向けた取組み方針」が発表されている。クボタとしても農研機構・大学などの公的機関や各国のIT企業・ベンチャーなどとの連携、WAGRIへの参画など、オープンイノベーションで研究開発と普及を進めていきたい。