交流のひろば/agora — crosstalking



# ICT・IoT による 次世代農業への取り組み

## 飯 田 聡

日本農業は、高齢化による就農者の大幅な減少、農作物輸入の自由化などにより大きな転換点を迎えている。このような状況下で日本農業を発展させていくためには、それを支える担い手にとって儲かる魅力的なビジネスに変えていく必要がある。このためクボタは、次世代農業として ICT(Information and Communication Technology)や IoT(Internet of Things)を活用したスマート農業(①データ活用による精密化、②自動化による超省力化)の研究開発とその普及を進めている。

クボタはこれまで、①精密化については KSAS(Kubota Smart Agri System)を、②超省力化については直進キープ田植機や自動運転トラクタ(アグリロボトラクタ SL60A)を上市してきたが、本稿ではこれらに取り組んできた狙いと研究開発の状況を述べる。

更に、①②を連携させたスマート農業トータルソリューションの将来構想、その実現と普及に向けてクリアしなければならない課題を述べるとともに、海外展開の考え方を示す。

キーワード: ICT, IoT, スマート農機, 精密農業, 自動・無人化農機

#### 1. はじめに

現在クボタは、中長期目標としてグローバル・メジャー・ブランドになることを標榜している。これは、最も多くのお客さまに信頼されるブランドになるということであり、このためには、今までのように単に製品を販売するだけではなく、お客さまに製品を核とする新しいソリューションを提供、更には未だ見ぬ新しい価値を創造していく企業に成長させていく必要がある(図一1)。

近年、ICT や IoT 技術をテコに新たなビジネスモデルを構築して事業を成長させる企業が見られるが、 クボタにとっても、ICT・IoT は注力している研究開発分野の1つである。



図―1 クボタの成長の方向性

本稿では、ICT·IoT 技術を活用する次世代のスマート農業への取り組み状況や目指すべきビジョンについて報告する。

#### 2. クボタが次世代農業に取り組む意義

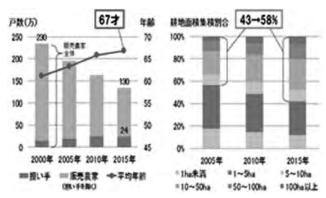
#### (1) 日本農業の現状と課題

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。農業政策としても、『規模を拡大し生産の効率化』を促進するため、企業の農業参入の容易化や農地バンク設置などの施策を打ち出しており、2023年に担い手が占める農地の割合は、現状の56%から80%に達するとしている。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せまられている(図-2)。

この状況において、クボタとしては、

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



図一2 就農人口及び担い手が占める農地の割合

- 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
- のための支援が重要な課題であると考えている。

#### (2) 担い手農家の課題とクボタの取り組み

日本農業を支える土地利用型の担い手農家や営農組合は、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
  - 1) 増加する作業者管理の問題
  - 2) 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
- ④人材育成 (ノウハウの伝授)
- ⑤販路開拓·拡大

これらの課題解決のため、クボタでは次のような取り組みを進めている。

#### 【担い手に対する取り組み】

- ①高性能・高耐久農機及び低価格農機の開発とサービス体制の充実
- ②営農ソリューションの提案強化
  - 1) 鉄コーティング直播+密播疎植栽培 による低コスト化
  - 2) 畑作・野菜作の機械化一貫体系構築 など
- ③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6次産業化による販売支援

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) 日本農業の進化のステップ

図一3は、日本農業の進化のステップを示している。 クボタは1947年に耕うん機の製造・販売で農機市 場に本格参入して以来、農家の困りごとに着目してイ ノベーションを生み出しながら日本農業の機械化一貫 体系の構築に邁進してきた。そして現在、次世代農業 を支える①データ活用による精密化、②自動化による 超省力化を軸とするスマート農業について、2010年 頃から本格的な研究開発を進めている。



図-3 日本農業の進化のステップ

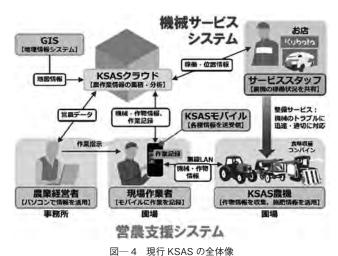
#### 3. データ活用による精密化

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

スマート農業に本格的に取り組むにあたり、多くの担い手農家にヒアリングし、現場の実際の課題や悩みの把握を行った。「日本の田んぼは平均 0.2 ~ 0.3 ha/枚と非常に狭い。そのため、例えば 40 ha の稲作農家は 200 枚以上の田んぼを抱え、それぞれに異なる耕うん・田植えから収穫に至る一連の栽培プロセスの管理に追われている。更に、規模拡大で増加した作業者の管理の問題も発生している。その結果、収量や品質が低下し、かけた労力と結果が釣り合わない場合がある。」このような現場の生の意見をベースに議論を重ねた結果、当時既に存在した作業記録を目的としたソフトウェアを改良するのではなく、農機のセンサで情報を収集し有効活用することで PDCA 型の精密農業を行うという、それまでの日本にはない新しいシステムの開発への挑戦を決めた。

こうして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―4に示す通り無線LAN通信機能を搭載した『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)
- 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枚を刈り取る毎に、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(図一5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、作業者のモバイルを介し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、百枚以上の田んぼでも間違いなく



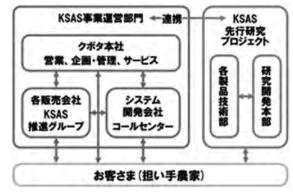
図-5 KSASのPDCA サイクル

施肥を行うことができる。

このように、データ収集とそれを基にした作業計画 →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—5)。

新潟県などでの3年間の実証テストでは、食味(たんぱく含有率)の改善・安定化とともに15%の収量増加を確認している。これは40ha規模で換算すると約30トン以上の増収が期待できることになる。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。

なお、この KSAS の開発は、図―6に示す通りトラクタ・田植機・コンバイン等の製品開発を担当する製品技術部と GPS や計測・制御技術など各種要素技術に取り組む研究開発本部、そして営業やサービス部門も含めた部門横断の全社プロジェクトを編成して進めている。



図一6 KSAS プロジェクトの体制概要

また、KSAS は、クボタにとって初の B to C 製品 (システム) であり、ビジネスとしても新たな挑戦が必要であった。このため、クボタ本体の事業推進部門に加え各販社の KSAS 推進グループ、システム開発会社 (クボタシステムズ) 等で事業運営組織を構築し、地域ご

とのキャラバン活動や教育研修会開催などの普及活動 に取り組んできた。

このような ICT・IoT 技術を活用したシステムを担い手農家や営農法人に使用してもらうにあたっては、想定以上の時間と労力を要している。ただ、上記のような地道な活動により、2014年6月のサービス開始から約4年間で営農システムでは約1,500軒、サービスシステムを含む全軒数では5,300軒以上の契約を結べている。登録圃場面積は55,000 ha(平均36 ha)、枚数では25万枚(平均170枚)になり、大規模な担い手を中心に「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。

#### (2) KSAS の進化の方向性

図一7には、KSASの進化の方向性を示している。 Step.1 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、開発完了に向かいつつある。また、更に Step.2、3 と進化させるべく研究開発を進めている。

#### 【Step.1】機械化一貫体系とのデータ連携の拡張

- ①ポストハーベスト機器や中間管理機(乾燥システム:2017年6月に本格販売,中間管理機:2017年1月からモニタ販売),更に農薬散布用ドローンとのデータ連携を進めている。
- ②水田稲作から麦・大豆など畑作にも展開中である。 【Step.2】日本型精密農業の確立
  - ①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。この要求に対応 するため、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、更に精緻な可変

施肥・施薬ができる農業機械システムの開発に取り組んでいる。つまり、地図・地番情報(GIS)を基に、農機やフィールドサーバでセンシングした圃場環境情報、ドローンや衛星でのリモートセンシングによる生育情報、水管理情報に、気象や種苗、肥料・農薬等資材情報などの外部データを結び付けレイヤマップとして整理し、これらの蓄積されたビッグデータを解析・活用することで可変施肥や施薬を可能とすべく研究を進めている(図一8)。

②また、レイヤマップの情報を基に、品種毎の生育 予測や病害虫発生予測を行いながら、外部環境の 変化に合わせて作業計画や水管理計画の修正・活 用ができるシステムの構築を目指している。

#### 【Step.3】高度営農支援システムの構築

- ① 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、流通網や金融機関など市況情報等外部データ、更には圃場水管理システムなどと連携し、これらから得られるビッグデータを AI で分析・処理することで、土地利用型農家の利益が最大\*となる事業計画や作付計画の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。
  - \*\*コストの最小化, 栽培サイクルの最適化(土地利用の極大化), 作業の平準化, 等を考慮
- ②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と考えている。

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、



①ポストハーベスト機器や中間管理機等とのデータ連携 ②稲作 → 畑作・野菜作への展開

Step 2: 日本型精密農業の確立

・生育、圃場環境、気象情報などビッグデータの活用による栽培プロセスの効率化(精密施肥・施薬、水管理)

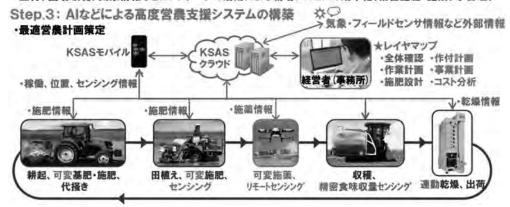
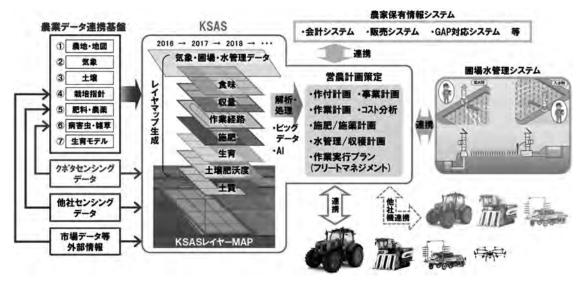


図-7 KSAS の進化の方向性



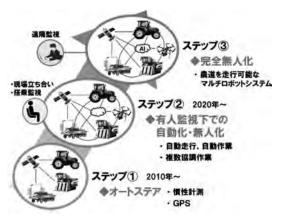
図―8 クボタのスマート農業トータルソリューションの将来構想とレイヤマップ

気象、土壌、生育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。ただ、データ連携やシステム連携はクボタ単独では進められないため、農業データ連携基盤協議会(WAGRI)に参画することにより、農業データ共通基盤の整備にも取り組んでいる。

## 4. 自動化による超省力化

# (1) 自動化・無人化農機

ICT・IoT 技術を用いたデータの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機械化済みの作業の効率を更に引上げ、超省力で精密な作業を実現するため、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。この自動化・無人化のレベルは、農水省の定義としては3段階あり(図一9)、クボタとしても市場の要求を喚起すべく次のようなテーマに取り組んでいる。



図―9 農業機械の自動化・無人化のステップ

レベル①のオートステアは、高精度 GPS 装置を利用した自動操舵の技術である。スマート農業で先行する欧米では 2000 年頃に大型トラクタで実用化されており、既にポピュラーな技術である。

クボタでは2015年春にリリースした、日本メーカ 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を採用している。欧米では後発の本格畑作トラクタとなるが、直線だけでなく曲線経路も自動操舵できるオートステアの性能の良さや、畑作トラクタ特有の大型インプルメントの複雑な制御をシンプルに操作できるターミナルの開発などにより高い支持を得ている。

また、2015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ため、安価なサブ m 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システムを実現した (価格上昇 10%)。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。

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。このレベルは、システム体系が完成すると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確認できており、現在、国内外の産官学で活発に研究開発が進められている。

クボタでも KSAS と同様に関連部門で自動農機開発プロジェクトを組織し、トラクタ、田植機、コンバインが1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いる。

その第一弾として、2017年秋から自動運転トラクタ (アグリロボトラクタ SL60A) のモニタ販売を開始した (図―10中央)。高精度 GPS である RTK-GPS を内作することで、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。安全機能については、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及び現在検討中の ISO の安全基準に適合させている。今後は本格販売に向けて改良を進めるとともに、自動運転コンバイン・田植機も市場に投入していく予定である (図―10)。



図-10 自動運転トラクタ・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②の完成を目指している。具体的には、先行するトラクタだけでなく、コンバイン・田植機・草刈り機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傾斜地での畑作対応など圃場内作業の更なる自動化を進めている。ただし、あらゆる農地への対応は困難で、自動化用に圃場基盤の整備やレベル

③のための特区の設定を行政に働きかけている。

合わせて、GNSS(全球測位衛星システム)や安全 関連システムの VE(Value Engineering)も進めて いる。また、内閣府が戦略的イノベーション創造プロ グラム(SIP)で進める準天頂衛星システムへの対応 も推進中である。

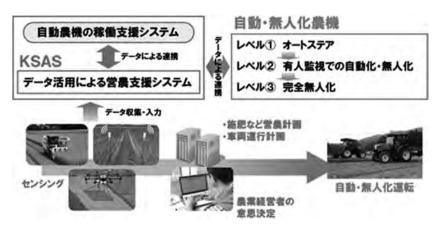
次に、レベル③遠隔監視による完全無人化では、農道を走行し、複数の圃場での無人作業を実現する必要がある。これには、3Dダイナミックマップの活用など自動車メーカの技術を取り入れること、無人農機の異常復帰機能など安全システムの更なる高度化や監視・制御の高速化のための5Gなど農業用高速通信インフラの整備が必要となる。なお、トラクタであればインプルメント装着状態での自動走行には道路交通法の緩和が必要であり、技術開発以外の課題もある。このように、レベル③の実現には、研究開発のみならず政府や業界団体と協力して規格やインフラを整備する必要があるなど、かなり高いハードルがある。

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、現在クボタでは、完全自動ではない農機も含む複数農機の最適な運用・管理ができるよう、図—11に示す通り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、自動農機の情報を収集しモニタリング・活用できる仕組みの構築を進めている。

#### (3) 農作業の更なる省力化・軽労化

日本農業がこれからも継続していくためには、女性・ 高齢者の力が不可欠であり、そのためには農作業の更 なる省力化・軽労化が必要である。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 も進めている。

まず第一弾として、2013年に棚下作業向けに「ラ



図─ 11 KSAS と自動・無人化農機の連携

クベスト」をリリースした。開発の狙い通り、果樹園 を中心に普及が進んでいる。

また、第二弾として、野菜用・果樹用のコンテナなどの運搬作業向けにクボタオリジナルのウィンチ型パワーアシストスーツ「WIN1」を開発し、2017年1月からモニタ販売を行っている。ジャガイモ農家などから高い評価を得ており、現在は工場や物流業界など一般産業用としての用途開拓も進めている(図―12)。

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する予定である。

#### アシストスーツ (商品名:ラクベスト)



・「競上げ作業」の軽労化に特化・低価格化、耐久性向上、

本体重量低減(3.5kg) ・単3電池4本で8時間使用可

#### ウインチ型 パワーアシストスーツ



・典家がよく扱うコンテナ (~20kg) に限定することで、操作性を 向上

・本体重量を低減し稼働時間増

図―12 アシストスーツ

#### 5. おわりに

今回報告したスマート農業は、ICT・IoTを用いて 農業を変革するものである。その狙いは、図—13に 示す通りであり、国内農業の課題解決と発展のため、 これからも業界をリードしていきたいと考えている。

# 1. 儲かる農業の実現 → 所得倍増

(2) 低コスト化

① 地具無して規模拡大 ―― ◆作付面積 30~50%UP 2データに基づく施配設計、精密施配 ―― ◆肥料・桑菜削減

# 2. 環境負荷削減 📦 (1) 精行

(1) 耕作放棄地の活用

# 3. 農業の多面的な機能の発現・維持

(1) 中山間地域の農業の活性化

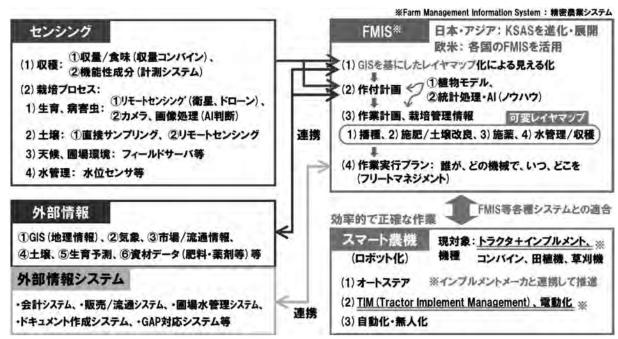


(3) 伝統産業の継承

図―13 クボタが目指す次世代農業のビジョン

なお、クボタは明治〜昭和の水道鉄管敷設を推進した国内最大の水道管メーカであるとともに、香川県豊島の産業廃棄物不法投棄問題を解決まで導いた唯一の環境プラント企業である。この領域においても、ICT・IoTにより水環境分野の施設や設備を安価に遠隔監視・診断できる共通プラットフォームである KSIS (Kubota Smart Infrastructure System) を開発し、実案件への適用を進めている。今後、この KSIS を基に農業用水管理システムを構築し、KSAS と連携させることで、より効率的な農業システムを提供していく予定である。

一方、海外については、アジアでは稲作地域や大規 模畑作地帯を中心に KSAS を展開していくことを検 討している。欧米については、各国の FMIS (精密農



図―14 スマート農業の構成概略とクボタの取り組み

業システム) に適合するスマート農機 (トラクタ+インプルメント) を開発することで,世界農業の課題解決にも貢献していくことを考えている (図―14)。

スマート農業の社会実装をクボタ単独で進めていくことはできない。このため、NTTグループとの連携やデータ連携基盤協議会への参画など、オープンイノベーション体制で研究開発と普及を進めている。クボタは、これからも次世代農業の実現に向けて尽力する所存である。今一層の応援を頂ければ幸いである。

#### 謝辞

この報告は、クボタ技報第51号(2018年1月)に 特集論文として掲載したものである。伝統ある「建設 機械施工」にあらためて掲載させて頂けることに深く 感謝申し上げます。

J C M A

#### 《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/)



[筆者紹介] 飯田 聡 (いいだ さとし) ㈱クボタ 特別技術顧問, 工学博士

