

連携記事

農業ICTの取り組み

Our Approach to Agricultural ICT

高橋 努

Tsutomu Takahashi

井関農機株式会社
先端技術部 副部長

1 はじめに

井関グループは1926年の創業以来90年にわたり、創業者の「農家を過酷な労働から解放したい」という熱い思いを企業の原点に、農業機械の総合専門メーカーとして数々の農業機械を開発し、市場に供給してきました。

現在、日本の農業を取り巻く環境は大きく変化しており、農業就業人口の減少と高齢化への対応、大規模化に伴う省力化、また高品質な農産物を得るための手段としてスマート農業への期待は大きくなってきております。スマート農業とは、ロボット技術やICT等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業と定義されており、①自動走行システムにより超省力・大規模生産を実現、②データに基づく精密農業により、多収・高品質を実現、③アシスト装置により高精度の作業が可能となるほか、ノウハウをデータ化することで誰もが取り組みやすい農業を実現すること等を目的としています。

弊社は、トラクタによるほ場（作物をつくる田や畑）造りにはじまり、田植機による移植・施肥作業、乗用管理機による防除や追肥作業、コンバインによる収穫、そして、乾燥調製と各工程の機械を一貫体系（図1）で供給するとともに、これらの課題に対応するために、ロボット技術やICTを活用したスマート農機の開発に取り組んでいます。また、農業機械が行なう作業に関し、機械情報や営農情報を見える化し、省力化・低コスト化・高品質をサポートするため、Androidの無料アプリ「ISEKI アグリサポート」を提供しております。さらにスマート農機を提供するだけでなく、スマート農機やICT技術を最大限に活用する栽培技術の実証・普及・情報発信を行なう場所として、夢ある農業総合研究所を2015年に設立しました。夢ある農業総合研究所では、大規模経営に適合する低コストで省力化された水稻栽培技術や、高収益型農業が可能となる野菜や転作作物の栽培技術を実証ほ場で実

証を行い、最新の栽培技術やスマート農業を普及させるための情報発信を行なっています。

日本の農業が抱える課題を解決し、「夢ある農業」を実現するために、弊社は、これらのハードとソフトの技術力とサポート力で対応を行なっています。

本稿では、弊社が提供しているロボット技術やICTを活用したスマート農機とサービスの一部をご紹介します。

2 スマート農機

2.1 土壌センサ搭載型可変施肥田植機

近年の田植え作業は苗の植え付けと同時に苗の側方に肥料を施用していく側条施肥田植機が主流となっています。側条施肥田植機では一枚のほ場単位で均一の施肥量で作業を行なうため、土壌が深いところや肥沃度が高い場所では過剰の肥料により稲が育ちすぎてしまい、その結果、秋の収穫時期に稲が倒れることがあります。稲が倒れると、品質や食味の低



図1 稲作作業体系

下の原因になるほか、コンバインでの収穫作業においては作業能率を下げ、故障の原因にもなります。

1つのほ場でも、場所によってほ場の条件は一樣ではありません。旋回が多い場所では深さにムラができ、堆肥の散布ムラや転作作物などが原因で肥沃度にもムラができます。(図2) また、大規模化のために複数のほ場を1枚のほ場に整備を行なった場合には、深さと肥沃度にムラができます。これまでは、ほ場の状態に合わせて適量の施肥を行なうことはできませんでした。弊社は田植機に土壤センサを搭載することで、田植えと同時に土壌の状態(深さと肥沃度)を計測し、植え付け箇所毎に自動で施肥を低減させる業界初の可変施肥田植機を開発しました。(図3)

この田植機には2種類のセンサを搭載しています。1つ目は土壌の深さを測る超音波センサです。機体前方部の左右に配置した超音波センサが田面までの距離を計測し、土壌の深さを測ります。2つ目は土壌の肥沃度を測る電極センサです。前輪の内側に配置した左右の電極センサ間に電流を流して土壌肥沃度(SFV: Soil Fertility Value)を測定します。これら2つのセンサでほ場の状態を測定し、田植えを行ないながらリアルタイムに肥料の量を自動で調整を行ないます。また、

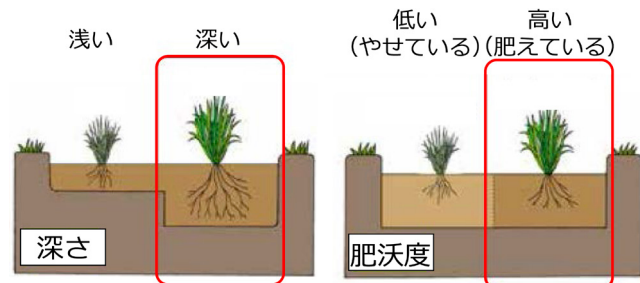


図2 圃場の状態

これらの作業を行なった結果は、GNSS (Global Navigation Satellite System/全球測位衛星システム) の位置情報と紐付けされたデータとしてほ場別に記録されます。施肥の総量やほ場の条件に応じて肥料を減らした量などが、タブレット端末に表示されると共に記録として残ります。(図4)

土壤センサ搭載型可変施肥田植機は、農機単体で田植えにおける施肥作業を最適化することができるシステムであり、これまで農家の経験や勘に頼っていた農業から、誰もができる農業へステージを進めることができました。未熟練者でも生産性を確保し、肥料の削減にも繋がるこの技術が評価され2016年には第7回ロボット大賞優秀賞を受賞しております。

2.2 直進アシスト田植機

直進アシスト田植機は、土壤センサ搭載型可変施肥田植機に次ぐ先端技術を活用したスマート田植機の第二弾となる商品です。田植え作業では、苗を真っ直ぐ正確に植え付けを行なうことが求められ、特に熟練した操作が必要とされます。

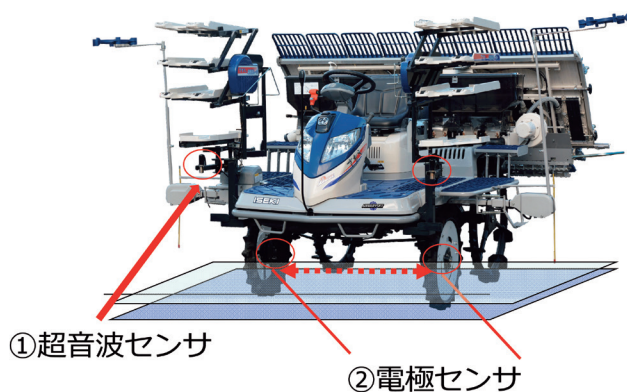


図3 土壤センサ搭載型可変施肥田植機



図4 圃場マップ

苗を真っ直ぐに植えることで、苗の生長が均一になること、田植え後の管理作業（草取りや防除作業）やコンバインでの刈取作業が効率的に行なえることから、田植えの精度は重要な要素となっています。

これまで熟練者であっても長時間の田植え作業はストレスのかかる作業であり、疲労軽減が課題となっていました。また、経営規模を拡大していく中で、新規就農者や機械に不慣れな従業員が増加しており、運転技術の習熟には多くの時間が必要なことから、効率化が進まず経営の負担になっていました。

直進アシスト田植機は、田植え作業の開始時に直線の基準線を設定しておくだけで、田植機が基準線に対して並行に走行し植え付け作業を行なうので、オペレータの疲労軽減や機械操作に不慣れな方でも簡単に田植えを行なうことができます。

構成はGNSSとIMU (Inertial Measurement Unit／慣性計測装置)・ステアリングモータで構成される「直進アシスト機構」により、直進作業をアシストします。(図5) 弊社の直進アシスト田植機では、オペレータが簡単に直進作業を行なえるよう、ハンドルを握りながらも操作が可能な位置に直進アシストレバーを設け、このレバー操作により基準線の登録を行ないます。植え付けの開始点と終了点をレバーを操作し設定するだけで、2点間を結ぶ直線が基準線として登録されます。また、作業中でも視線をそらさずに直進アシスト作業が一目で確認できるモニタをハンドルの前方に配置しています。旋回後の植え付け開始位置を合わせる際に、モニタランプの点滅により左右方向を誘導するので簡単に位置合わせをすることができます。さらに、安全・安心の装備として、ほ場の終端が近づくと警告音で知らせたり、GNSSが測位できなくなった場合には、機体が自動で減速・停車する機能を装備しており、誰もが安心して作業が行なえる機能を有しています。

2017年は全国でモニタ試験を行い、「こんなに真っ直ぐ走るとは思わなかった」、「操作方法が簡単で使いやすい」などお客様から高い評価を頂いています。直進アシスト田植機

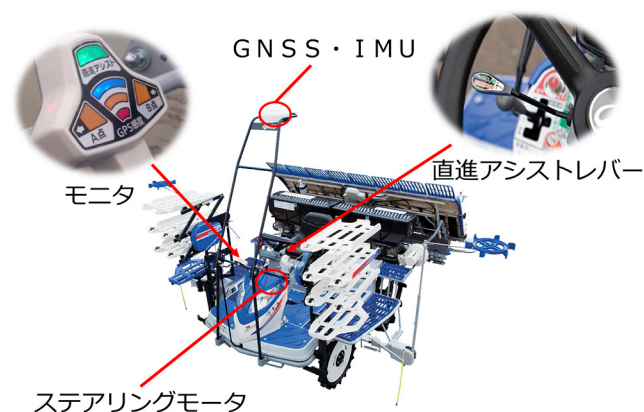


図5 直進アシスト田植機

は、2017年12月に発売を開始しており、作業の効率化や省力化が実現できる農機として期待されています。

2.3 収量コンバイン

コンバインとは、稲や麦を刈取・脱穀・収穀といった収穫の複数の機械を合体 (combine) させた機械で、収穫の様々なプロセスを同時に行なう農業機械です。春の田植機と同様に、秋の収穫時にコンバインは欠かせない機械となっています。弊社は1966年に世界で初めて量産自脱型コンバインを発表して以来、50年に渡り次々と新しい機構を開発し、より快適に・より便利に機能を進化させてきました。そして、スマート農機の第一弾として土壤センサ搭載型可変施肥田植機と共に発表したのが、データを使った農業経営を行なうために重要な要素となる収穫情報を、取得することができる収量コンバインです。

コンバインによる収穫作業では、グレンタンク（収穫した稲麦を貯めるタンク）の容量に限度があることから、1つのほ場を一度に収穫することができません。グレンタンクが満量となる毎に収穫した稲麦を一旦排出する必要があるため、1つのほ場であっても複数回に分けて収穫と排出を繰り返す必要があります。収穫された稲麦は排出の都度、トラックなどで乾燥機へと搬送され長期間保存が可能な水分まで乾燥されます。これまでは複数のほ場で同時に収穫作業が進むと、乾燥機で受け入れをするまで収穫量が判らないため、乾燥機の効率的な運用ができていませんでした。また、ほ場別の収穫量を把握するためには受け入れ時に収穫量を測定する機器が必要であり、大型の乾燥施設にしかそれらの機器は普及していませんでした。一般の農家の方が、ほ場別の収穫量を把握するためには、ほ場別に乾燥を行い、乾燥後の籾から収穫量を把握するしかなく、非効率であることから実際に行なわれることはありませんでした。収量コンバインが登場するまでは、土作りに始まり、田植えや追肥作業など様々な作業を行ない栽培した結果である収穫量が正確に把握できないことから、これらの作業を振り返って評価することが困難でした。

収量コンバインは、機体の後方に収穫した穀物の水分を測定する水分計を配置し、グレンタンクの重量を測定するロードセル（重量計）を本機に配置することで、収穫作業と同時に、刈取った稲麦の重量と水分を測定することができます。これらの収穫情報はほ場別に自動で集計され、タブレット端末へ記録されていくシステムとなっています。(図6) 収穫と同時に水分と収穫量が把握できることから、受け入れを行なう前に乾燥施設の運転計画を立てることができ、効率的に施設を運用することが可能となります。そして、最大のメリットは、ほ場別に収穫量の記録が残るため、ほ場に対して行なってきた年間の作業の評価を、データに基づいて行なうこ



図6 収量コンバイン

とが可能となることです。データを使った農業経営を行なうことで、最適な栽培管理を導き出すことができようになり、経験や勘に頼っていた農作業を、見える化するために欠かせない農業機械となっています。

2.4 有人監視型ロボットトラクタ

大規模化を進める担い手農家への農地の集積が急速に進むなか、農業就業人口の減少と高齢化によりオペレータ不足は深刻な状況となっています。この課題を解決するための手段として、現在、GNSSによる高精度な位置情報とロボット技術を活用したロボットトラクタの開発に取り組んでいます。作業を効率化するための手段として、一人のオペレータが無人のトラクタを監視しながら同時に作業を行なう、有人・無人協調作業システムや、監視者が複数の無人トラクタの作業の監視を行なうシステムの開発に取り組んでいます。(図7)

有人・無人協調作業システムでは、無人のロボットトラクタが先行して整地作業を行ない、その後方から有人のトラクタが追従して整地作業や播種作業を行ないます。無人のロボットトラクタの精度は数センチ以下の誤差で作業が行なわれるため、オペレータはその作業跡に沿って作業を行なえばよいので作業負荷が軽減されますが、ロボットトラクタの監視も行いながらの作業となります。監視者が複数の無人トラクタの監視を行なうシステムでは、無人のロボットトラクタを隣り合うほ場に入れ、同時に無人運転をさせます。ロボットトラクタはあらかじめ設定した走行経路で整地作業を行ない、監視者は、ほ場の端からの目視とトラクタに搭載したカメラの映像で運転状況を監視します。弊社は、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「次世代農林水産創造技術」や福島イノベーション・コースト構想に参画しながら、これらのロボットトラクタの開発を進めています。いずれのシステムにおいても、安全を確保するために有人の監視下で作業が行なわれることがポイントとなっています。

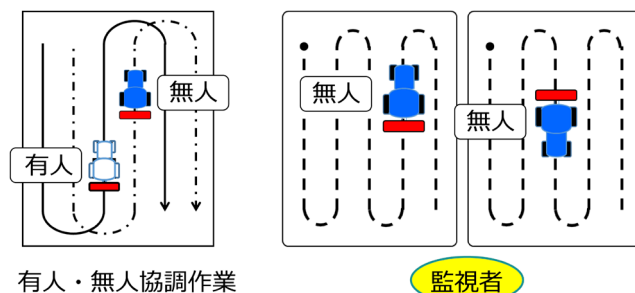


図7 ロボットトラクタの作業例

ロボット農機の実現目標は完全自動運転ですが、現時点では安全性への課題が残されています。現法律下では、道路走行に関する法制化が未完了であるため、無人の機械が公道を走行することができません。したがって、ほ場までの移動や、ほ場間の移動はオペレータが実施する必要があります。また、ほ場内であっても完全無人とするためには、高精度の人や障害物を検出するセンサが必要となり、その信頼度向上や低価格化が課題となっています。そのような中で、2017年3月に農林水産省は安全性確保のためメーカや使用者など関係者の役割や順守すべき事項等を定めた「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」を策定し公表しました。このガイドラインの対象となるのが、ロボット農機の利用者がほ場内やほ場周辺から監視しながら、ロボット農機を無人で自動走行させる方法となります。ロボット農機が人や障害物を検出し、安全に停止する機能を装備すると同時に、有人による監視が求められています。弊社を含め農機メーカは、このガイドラインに合わせたロボットトラクタの開発を進めており、2018年の販売開始を目指しています。

ロボットトラクタの構成は、GNSSとIMU・ステアリングモータといった本体を制御する機器と、障害物センサ・監視用カメラ・警告表示装置・遠隔操作装置といった安全のための機器で構成されています。(図8) これらの機器は、精度や信頼度によりまだまだ高額ですが、ロボットトラクタを導入した際にできる作業の種類や作業の効率化と、導入価格のバランスが取れた商品を市場展開することが重要と考え開発に取り組んでいます。

ロボットトラクタを初め、ロボット農機が市場で活躍する時代が間近に迫っています。ロボット農機を活用することで少人数であっても大規模経営が可能となり、また、経験の浅いオペレータであっても高精度の作業が可能となります。ロボット農機には従来の農業の限界を越える可能性が広がっており、日本が抱える農業問題を解決するために不可欠なものとして重要な要素となることから、早期の商品化が望まれています。

3 ISEKI アグリサポート

弊社は、農業機械を提供するだけでなく農業機械が行なう作業に関し、機械情報や営農情報が見える化し、省力化・低コスト化・高品質をサポートするためのツールとしてISEKI アグリサポートを提供しています。ISEKI アグリサポートはAndroid対応の無料アプリであり、スマートフォンやタブレットといったスマートデバイスに機械情報を収集し、データの蓄積や分析を行なうツールで、手軽に導入ができるサービスです。(図9)

システム構成は、農業機械のエンジンやステアリング制御といったコントローラをつなぐCAN (Controller Area Network/車載ネットワークの1つ) に流れている情報をアグリサポートコントローラに集約します。そして、集約した機械情報はスマートデバイスにBluetoothを用い、情報通信を行います。GNSSアンテナを搭載していない農業機械からの情報は、スマートデバイスに搭載されたGNSS情報を取得し、機械情報と位置情報の紐付けを行ないます。



図8 ロボットトラクタ

アプリでどのほ場でどのような作業を実施したか、日々の作業から生まれる作業実績を見える形で蓄積することができるので1年を振り返って作業を分析することができます。また、レバーやペダル操作、どのスイッチを使用したかといった操作分析や燃料消費量、作業効率などといった、作業ノウハウを蓄積することができるので技術の継承や作業の効率化を支援することができます。機械管理ではバッテリー電圧やエンジン冷却水温の状態など、様々な機械情報が確認できるので、農機の状態を一目で把握することができます。また、アラート情報も漏らさず、表示・記録されることから、これらに事前対処することで、万一の故障を防ぐことができます。(図10) 前述した土壌センサ搭載型可変施肥田植機から得られる施肥量やほ場の記録と、収量コンバインから得られる収穫量や作業時間などの記録を、ISEKI アグリサポートを用いて比較・分析することで営農サイクルを回すことができるようになります。収穫量が少なければ、次年度の田植えの際の施肥量を増やす計画が立てられます。ほ場の深さが極端にあり、収穫時間が多く掛かっている場合は、ほ場を均平にする



図10 アグリサポートで出来ること



図9 ISEKI アグリサポート



図11 GPS ガイダンス「リードアイ」

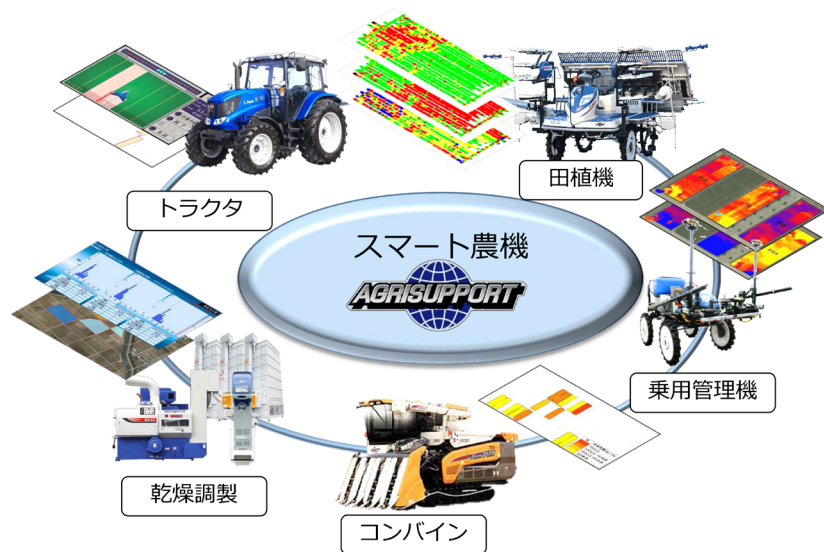


図12 スマート農機の日タ連携

整備を行なう計画を立てるなど、データに基づく農業経営を行なうことができるのです。

ISEKI アグリサポートは機械情報や作業情報を見える化することで、作業効率を向上させ、コスト削減や品質向上・収量アップに繋げることができるツールとなっています。

また、拡張機能としてトラクタや乗用管理機の走行経路を誘導するGPSガイダンスアプリ「リードアイ」を提供しています。(図11)

カーナビと同様に、走行経路を画面表示し最適な走行経路を誘導するアプリです。水を張った田植え前のほ場を均平にする代掻き作業や、散布幅が広い肥料散布・農薬散布などでは作業モレや作業ムラを少なくすることができるので、作業を効率よく行なうことができます。また、視認性の悪い夜間での作業も可能となることから、作業の効率化、省力化、低コスト化を実現することができます。通常のアプリと異なる点は、「リードアイ」には精度の高いGNSSアンテナが必要であるということです。ほ場には、道路のように白線もなければ目印となるものもないため、GNSSによる高精度な位置情報が必要となります。

ISEKI アグリサポートは、拡張機能も含め対応する製品や

機能を拡げています。スマート農機の開発と同時に、ICTを活用し判りやすく営農・機械管理が行なえるツールを提供することで農家の皆様をサポートしています。

4 まとめ

様々な農作業に対応する新しいセンシング技術やICT技術を搭載したスマート農機が、市場に普及していくことで、年間を通して行われる農作業がデータで繋がっていきます(図12)。

一つ一つのほ場で行なわれた作業がデータとして記録され、これまで培われてきた知識や技術をノウハウとして残し、データに基づく栽培管理により、多収量や高品質な農作物を作ることが可能となります。

我々はスマート農機の開発や、それらを繋ぐサービスの提供を通じて、スマート農業が目指す新しい日本の農業が実現するよう貢献していきます。今、日本の農業が抱える課題はスマート農機や農業ICTが普及することで解決し、そこには「夢ある農業」が実現できると考えております。

(2017年9月26日受付)