

# サービス提供型ビジネスの 競争優位性とその源泉を保護する 特許戦略に関する一考察



栗田工業株式会社 イノベーション本部 IM 部門 知的財産部  
会員・金沢工業大学 (KIT) 大学院イノベーションマネジメント研究科 教授

松本 克美  
加藤 浩一郎

## 要 約

現在、製造業において単に製品を販売するビジネスから顧客に価値を提供するサービス提供型ビジネスへの移行が進んでいるが、その先行事例として、農業機械メーカーが進めているスマート農業に着目し、スマート農業の競争優位性とその競争力の源泉を保護する特許戦略を調査した。その結果、1) 日本の主要農業機械メーカーであるクボタ、ヤンマー、井関農機はスマート農業の構築と拡販を積極的に進めている 2) 農業機械メーカーが進めているスマート農業は、一連の農業サイクルを ICT・GIS を活用して全体を最適化するシステムである 3) 3 社のうちクボタのスマート農業の競争優位性が高く、特にその源泉はクボタのみが実装している「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」であると思われる 4) クボタは「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」について、技術特許とビジネスモデル特許からなる特許網を構築することで参入障壁を築き、競合他社が同様の技術を実装することを防いでいることがわかった。

## 目次

1. はじめに
  1. 1 本論文の背景
  1. 2 本論文の目的
  1. 3 先行研究
  1. 4 リサーチクエスチョン (RQ)
2. RQ1 の検証
  2. 1 日本の農業機械市場と主要農業機械メーカー
  2. 2 クボタの事業動向
  2. 3 ヤンマーの事業動向
  2. 4 井関農機の事業動向
  2. 5 クボタ、ヤンマー、井関農機のスマート農業の比較
  2. 6 RQ1 のまとめ
3. RQ2 の検証
  3. 1 サービス提供型ビジネスの特許保護の仮説
  3. 2 日本の農業機械メーカー 3 社の特許出願動向
  3. 3 日本の農業機械メーカー 3 社の出願特許の国際特許分類 (IPC)
  3. 4 クボタの競争優位性の源泉である「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」に関する特許
  3. 5 RQ2 のまとめ
4. 結論

## 1. はじめに

### 1. 1 本論文の背景

#### (1) 製造業におけるサービス提供型ビジネスの拡大

現在、製造業においてサービス提供型ビジネスへの移行が拡大しており、様々な事例が研究されている。コワルスキーらは、「製造業のサービス化は何を意味するのか」「なぜ製造業がサービス化に移行すべきなのか？」の研究を行い、ゼロックス、ユニカムノルタ、IBM、コマツなどの世界中の数多くの製造業がサービス提供型ビジネスへ移行したプロセスを包括的に整理しており<sup>(1)</sup>、大変興味深い。しかし、コワルスキーらの研究においては、従来型ビジネスからサービス提供型ビジネスへの移行プロセスに焦点が当てられており、知的財産についての言及は行われていない。また、他の研究においてもサービス提供型ビジネスのビジネス変革に焦点があてられているものが多く、サービス提供型ビジネスを知的財産面から考察することは意義があると考えられる。

## (2) 日本の製造業におけるサービス提供型ビジネス

日本の製造業においてもサービス提供型ビジネスへの移行は拡大しており、既に事業展開されている著名なサービス提供型ビジネスとしては、コマツの施行ソリューション「スマートコンストラクション（登録商標）」<sup>(2)</sup>、ブリヂストンの運送ソリューション<sup>(3)</sup>などがある。

多くの従来型の製造業においては、市場が成熟し、長年にわたって基本技術は確立され、斬新的な技術改良は起こっているが根本的な技術革新は起こりにくく、技術面のみでの差別化は難しい状況となってきた。この状況下では、製品に焦点をあてるよりも顧客ニーズに焦点をあてる方が顧客に貢献できるため、製品販売から顧客に価値を提供するサービス提供型ビジネスへの移行が進んでいると考えられる。

## (3) 農業分野におけるサービス提供型ビジネスの拡大

従来型の製造業でありながら、サービス提供型ビジネスへの移行が積極的に進められている分野として農業分野がある。農業分野のうち、特に、農業機械メーカーは従来型ビジネスからサービス提供型ビジネスへの移行に注力しており、先行事例として本論文における研究対象とした。農業分野におけるサービス提供型ビジネスはスマート農業と呼ばれており、以下、農業分野のサービス提供型ビジネスをスマート農業と記載する。

### 1. 2 本論文の目的

数多くの製造業でサービス提供型ビジネスへの移行が進んでいるが、サービス提供型ビジネスをいかに特許で保護するかについての研究は少ないため、サービス提供型ビジネスの競争優位性をいかに特許で保護するかを研究のテーマとした。

研究対象は、従来型の製造業でありながら、サービス提供型ビジネスへの移行を強力に進めている農業機械メーカーによるスマート農業を先行事例として取り上げた。スマート農業の競争優位性および競争優位性の源泉をいかに特許で保護しているかについて考察し、サービス提供型ビジネスを保護する特許戦略についての示唆を得ることを本論文の目的とする。

### 1. 3 先行研究

特許庁によりスマート農業に関する特許出願技術動向調査が実施されており、スマート農業を、農機やロボット、施設などから構成されるフィジカル空間と、収集されたデータを基に管理最適化・新たなサービスの創出等を行うサイバー空間からなる枠組みとして捉え、これらに関する分野を対象とした調査結果が報告されているが、スマート農業の競争優位性を特許でどのように保護しているかについては言及されていない<sup>(4)</sup>。ただし、日本企業の強みおよび日本企業が取るべき知財戦略について次の2点が指摘されていることは、本論文にも関連があり、大変興味深い。

① 「日本の特許出願件数が多い項目は、作物情報に寄与する項目のうち「味」、「香り」、「組成」であり、日本は農作物の成分測定に代表されるセンシング技術に強く、高付加価値化につながる新たなセンサーの開発等により、世界をリードできる可能性がある。」

② 「日本は、農機の自動化技術及び農作物の成分測定等に代表されるセンシング関連技術の特許出願が他国よりも相対的に優位な状況にあることを鑑みれば、フィジカル空間にかかわる技術は日本の強みであるといえる。」

本論文においては、上述の「日本の強みであるフィジカル空間にかかわる技術」の詳細を調査し、農業機械メーカーが進めているスマート農業の競争優位性および競争優位性の源泉を保護する特許戦略について考察する。

### 1. 4 リサーチクエスチョン (RQ)

本論文は上記目的を達成するために、次の2つをリサーチクエスチョンとした。

RQ1：『日本の農業機械メーカーが進めているスマート農業の競争優位性は何か？』

日本の主要な農業機械メーカーは従来型ビジネスからスマート農業への移行を積極的に進めている。各社のスマート農業の概要、構成要素を比較することで、それぞれのスマート農業の競争優位性および競争優位性の源泉を把握する。

RQ2：『スマート農業の競争優位性の源泉をいかに特許で保護しているか？』

RQ1において特定したスマート農業の競争優位性の源泉に関する特許出願状況と特許内容を調査し、競

競争優位性の源泉をどのような特許網で保護しているかを把握することで、サービス提供型ビジネスを保護する特許戦略についての示唆を得る。

## 2. RQ1の検証

RQ1：『日本の農業機械メーカーが進めているスマート農業の競争優位性は何か？』

### 2.1 日本の農業機械市場と主要農業機械メーカー

農林水産省の発表によると、日本における農業機械の国内出荷額は2844億円となっている<sup>6)</sup>。日本の主要な農業機械メーカーはクボタ、ヤンマー、井関農機の3社であり、クボタのシェアは35% (995億円)、ヤンマーのシェアは21% (597億円)、井関農機のシェアは20% (567億円)と推測される。本研究においては、日本の主要な農業機械メーカーであるクボタ、ヤンマー、井関農機を研究対象とした。

### 2.2 クボタの事業動向

#### (1) クボタの業績推移 (表1)

農業・エンジン事業の売上は2020年度1兆2188億円で近年増加している。全社売上に占める農業・エンジン事業の比率は約65%である。全社営業利益率は2020年度9.5%、農業・エンジン事業が含まれる機械部門セグメント利益率は2020年度11.9%と収益性は高いが、近年低下している。

#### (2) クボタの長期ビジョン

クボタは長期ビジョン2030を策定し、従来のように単に製品を販売するだけでなく、お客様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こと

を目標としている<sup>6)</sup>。具体的には、農家の高齢化・担い手不足が深刻化するなか、農業経営のサポートと製品価値の優れた作物生産を目指し、ICTと農業の融合を推進することを事業戦略としている。

#### (3) クボタのスマート農業の概要

従来より、トラクターや田植機などの農業機械を販売していたが、2014年6月、データ活用に基づく新しい営農支援システム「Kubota Smart Agri System (以下、KSAS (登録商標)と記載する)」の販売を開始した。KSASは農業機械とICTを利用して、作業・作物情報(食味・水分・収量)を収集・活用し、「儲かる農業」を実現するシステムである。また、クボタにとって初めてのサービス提供型ビジネスであり、現在、全社を挙げて展開している。

KSASは、「土づくり⇒播種・移植⇒中間管理⇒収穫⇒乾燥・調整」の一連の農業サイクルを、ICT・GISを活用して統合的に管理して全体を最適化するシステムである。KSASを中心として、トラクター、田植機、圃場(ほじょう)水管理、ドローン、コンバイン(稲や麦を刈り取りながら脱穀できる農業機械)、乾燥機、圃場地図の連携を図ることで、作業・作物情報の見える化を図り、データに基づく「儲かる農業」を実現することを目的としている。

#### (4) クボタのスマート農業(KSAS)の3つの構成要素

① KSASとの連携が可能な「KSAS対応農機」(詳細は(5)項に記載)

トラクター、田植機、コンバイン、乾燥機、圃場水管理システム、ドローンがあり、KSASと対応することで、農機稼働情報、農作物情報を収集することができる。

表1 クボタの業績推移

(単位：億円)

年度	連結	機械部門セグメント	売上				地域別連結					連結営業利益	営業利益率(%)	機械セグメント利益	機械セグメント利益率(%)
			農機・エンジン	農機・エンジン率(%)	農機・エンジン(国内)	農機・エンジン(海外)	日本	日本比率(%)	北米	欧州	アジア				
2015	16886	13409					5804	34.4				2229	13.2	2216	16.5
2016	15961	12726	11525	72.2	2341	9185	5514	34.5	4799	1925	3060	1888	11.8	1850	14.5
2017	17510	14368	11789	67.3	2592	9197	5638	32.2	5460	2267	3429	2000	11.4	2007	14.0
2018	18503	15279	12379	66.9	2716	9663	5773	31.2	6126	2563	3349	1893	10.2	2009	13.1
2019	19200	15588	12466	64.9	2686	9780	6254	32.6	6791	2396	3220	2017	10.5	2031	13.0
2020	18532	15090	12188	65.8	2561	9628	5952	32.1	6472	2177	3342	1753	9.5	1796	11.9

(機械セグメント：トラクタ、作業機、エンジン、建機、金融収益、その他より構成)



図1 KSASの概要<sup>(7)</sup>

② 情報の送受信を担う「KSAS モバイル」

KSAS モバイル（スマートフォン）とKSASを連携することにより、圃場での作業状況を記憶・確認できる。

③ KSASの基幹となる「KSAS クラウド環境」

情報の蓄積と分析を行うことができる。

(5) KSAS 対応農機

1) 農機の自動化レベル

農機の自動化のレベルは1~3まで定義されているが<sup>(9)</sup>、現在、レベル2まで製品化されている。

自動化レベル1：使用者が搭乗した状態での自動化

自動化レベル2：圃場内や圃場周辺からの監視下での無人状態での自動走行

自動化レベル3：遠隔監視下での無人状態での自動走行

2) トラクター

① 自動化レベル1のオートステアトラクター。高精度GPS装置を利用した自動操舵のトラクターである。

② 自動化レベル2のアグリロボトラクター。高精度GPSを内蔵することで、無人機1台での自動運転

作業、無人機と有人機による2台協調作業を可能としている。

③ 自動化レベル3の到達を現在目指しているが、遠隔監視のための圃場基盤・農道の整備等が必要な状況である。

3) 田植機

自動化レベル1の直線キープ機能付き田植機。

4) リアルタイムセンシング機能付きコンバイン

2014年、業界初となる食味・水分・収量センサー搭載コンバイン「ダイナマックスレボ」の製品化を実現した。食味センサーは、近赤外線波長を用いて食味の主要な代用特性であるタンパク質含有率及び水分をリアルタイムで測定している。この食味のリアルタイム測定は競合他社は実装しておらず、クボタの競争優位性の源泉となっていると推測される（詳細は(7)項に記載）。

5) 自動運転アシスト機能付きコンバイン

自動化レベル1のコンバイン。特徴は、収量センサーでタンクが満タンになることを予測し、最適なタイミングで事前に登録しておいた排出ポイント（運送用トラック）付近まで自動で移動することである<sup>(10)</sup>。

6) KSAS 乾燥システム

規模の大きい農家が自ら建設する乾燥調節施設（ミニライスセンター）向けの乾燥システム。特徴は、離れた場所にある圃場とミニライスセンターをつなぐことで作業の効率化を図り収益改善につなげることである。

7) 圃場水管理システム（WATARAS（登録商標））

田んぼの水位をスマホで管理するサービス。田んぼに設置したセンサーで測定した水位データ、水温データ、気象予測データなどをクラウドに送り、ユーザーがアプリケーションソフトを活用してモバイル端末等で給水バルブ・落水口を遠隔または自動で制御できる。水管理にかかる労働時間を8割削減できる。

8) ドローン

ドローンや衛星を活用したセンシングにより葉色や近赤外線画像（タンパク質含有率）等のデータにより収穫物の生育を診断する。食味・収量コンバインで測定した収穫物のタンパク質含有率や収量と組み合わせて圃場の施肥状況を診断し、トラクターや田植機、無人ヘリで適切な施肥を実施する。これにより、圃場ごとの収量のバラつきを平準化できる。

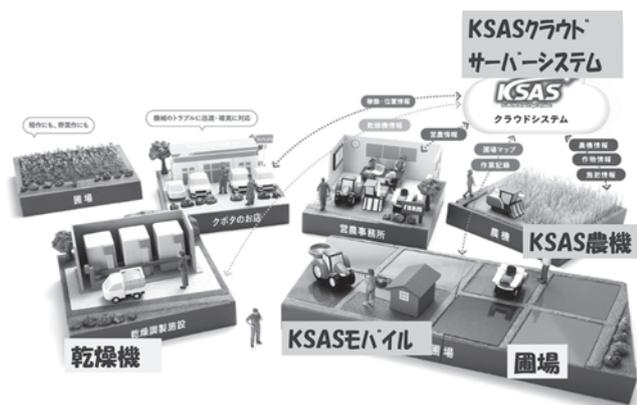


図2 KSASの構成要素<sup>(8)</sup>

## (6) クボタのスマート農業 (KSAS) の拡販状況

2014年6月 サービス開始

2020年3月 KSAS会員は8600人。このうち、営農・支援システムを活用している会員は1900人。全体で8万1000haが対象となっている。これは日本全国の水田圃場の約5%を占めているという<sup>(11)</sup>。KSASを活用している会員数は、国内全農家の約0.2%であるが、国内の総稲作付面積の約5%をKSASで管理している状況となっており、大口農家がターゲットと推測される。

2021年9月 利用会員数15000件超え<sup>(12)</sup>

KSASの契約料金は2000円/月であり、日本におけるKSAS市場規模は2000円/月×100万戸=240億円/年と試算され、日本の全農家がKSASと契約しても、クボタの売上の1.3%に過ぎない。KSAS対応農機は、センサーや自動運転装置が搭載されているため、従来型農機の1.4倍程度の価格と推測され<sup>(13)</sup>、KSAS契約を通して農家を囲い込み、KSAS対応農機の購入を含めた継続的な売上拡大を目指していると推測される。高価なKSAS対応農機を農家に購入してもらうためには、KSASと契約するメリット((8)項に記載)を明確にして農家に提示する必要がある、スマート農業の展開には、顧客に提供する価値を測定するセンシング技術が重要になると考えられる。

## (7) クボタのスマート農業 (KSAS) の競争優位性の源泉

(5)項に記載したKSAS対応農機のうち、食味・水分・収量センサー搭載コンバイン以外は競合他社であるヤンマー・井関農機も実装しており、性能の程度に差異はある可能性はあるが、同様のサービスを提供している。

リアルタイムセンシング機能付きコンバインに関して、ヤンマーと井関農機は「収量」と「水分」をリアルタイムで測定できるが、「食味」「水分」「収量」のリアルタイム測定はクボタのみが実装している。農作物を収穫すると同時に、「食味」「水分」「収量」をリアルタイムで測定できることが、クボタの競争優位性の源泉であると推測される。

## (8) KSASによる顧客提供価値

### 1) 顧客提供価値

KSASは顧客に3つの価値を提供することで、儲か

る農業を実現する。

- ① 高収量・良食味米作り
- ② 安心安全な農作物作り
- ③ 農業経営基盤の強化

「データ収集⇒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、施肥量や作業人数を適正化し、農業経営を改善し続けることが可能となる。

### 2) ヤンマー・井関農機は有していないKSAS独自の顧客提供価値

KSASの競争優位性の源泉である「食味」のリアルタイム測定データを活用することで、ヤンマー・井関農機にはない次の3つの価値を提供できており、クボタのスマート農業はヤンマー・井関農機のスマート農業よりも顧客ニーズをより満たす価値を農家に提供できていると推測される。

- ① 田んぼ1枚を刈り取る毎に測定した「食味」「水分」「収量」データは、コンバインの稼働データとともにKSASモバイルを通じてKSASクラウドへ送信され、刈り入れ直後に圃場ごとの「食味」「水分」「収量」のバラつきを把握でき、「食味」の近い米を同じ乾燥機に投入して「食味」の良い米のみを選別することで米の販売価格を高くすることが可能となる。
- ② 「食味」「収量」データを翌年の田植えに活用し、「食味」の低かった圃場では肥料を多く、高かった圃場では少なくするなど、圃場一枚ごとの施肥量調整や土壌改良を行うことにより、生産性向上を図ることができる。
- ③ ドローンや衛星を活用して測定した収穫物の育成状況と「食味」「水分」「収量」データを組合わせて圃場の施肥状況を診断し、トラクターや田植機、無人ヘリで適切な施肥を実施することで、圃場ごとの収量のバラつきを平準化できる。

## 2.3 ヤンマーの事業動向

### (1) ヤンマーの業績推移 (表2)

農業機械事業が含まれる産業機械セグメントの売上は年々増加しており、2020年度4898億円、全社売上に占める比率は約60%である。全社営業利益率、産業機械セグメント利益率は2020年度2.8%とクボタに比べて収益性は低い。

表2 ヤンマーの業績推移

年度	売上									連結 営業 利益	営業 利益率 (%)	産業機 械セグ メント 利益	セグメ ント 利益率 (%)
	連結	産業機 械セグ メント	産業機 械セグ メント 率 (%)	地域別連結									
				日本	日本 比率 (%)	米国	欧州	アジア	その他				
2015	7039	4216	59.9	3729	53.0	1076	694	1352	188	250	3.5	78	1.8
2016	7494	4425	59.0	3671	49.0	1089	933	1558	243	92	1.2	3	0.1
2017	7662	4569	59.6	3757	49.0	1145	1049	1488	222	121	1.6	51	1.1
2018	7966	4558	57.2	3815	47.9	1231	1150	1515	256	81	1.0	22	0.5
2019	7955	4671	58.7	3972	49.9	1299	1025	1411	253	137	1.7	8	0.2
2020	7824	4898	62.6	3875	49.5	1170	964	1531	283	216	2.8	135	2.8

(産業機械セグメント：農業機械、建設機械、ガスタービン、常用・非常用発電機により構成)

(2) ヤンマーのスマート農業「スマートアシスト」の概要

ヤンマーのスマート農業「スマートアシスト（登録商標）」の概要を図3に示す。図3より、「スマートアシスト」は、クボタのKSASと同様、「土づくり⇒播種・移植⇒中間管理⇒収穫⇒乾燥・調整」の一連の農業サイクルを統合的に管理し、全体を最適化するシステムであることがわかる。

(3) ヤンマーのスマート農業の構成要素

- GNSS ガイダンスシステム・自動操舵システム<sup>(15)</sup>  
トラクターに後付けするだけで自動運転ができるシステム。自動化レベル1のトラクター。
- オートトラクター／ロボットトラクター<sup>(16)</sup>  
オートトラクターは自動化レベル1のトラクターであり、有人での自動作業・自動旋回ができる。ロボットトラクターは自動化レベル2のトラクターであり、自動作業・自動旋回を無人で実行できる。
- 直進アシスト田植機・可変施肥仕様<sup>(17)</sup>  
植付け時は自動で直進し、旋回時にハンドル操作のみを行い、旋回後は自動で直進開始する自動化レベル1の田植機である。

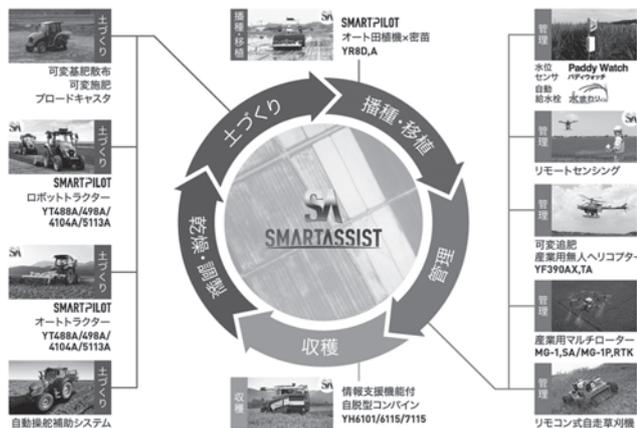


図3 スマートアシストの概要<sup>(14)</sup>

4) オート田植機<sup>(18)</sup>

直進も旋回もフルオートの自動化レベル1の田植機である。

5) 情報支援機能付コンバイン<sup>(19)</sup>

収穫しながら収量を測定し、Webサイトで収量分析ができる。さらに、業界初のヤンマーだけの「自動ロス制御機能」によりロスの少ない収穫ができる。「自動ロス制御機能」は選別・送塵・車速・風量を自動で調整する。収穫量とロスをリアルタイムで表示する。

6) スマートアシストリモート乾燥機連携ユニット<sup>(20)</sup>

乾燥機連携ユニットを装着することで、「乾燥機」と「スマートアシスト」が連携し、乾燥機の稼働状況を見える化できる。刈取り作業者と乾燥機管理者の間で、必要な情報が共有可能になることで適切な作業管理ができ、乾燥調整作業の効率化・省力化が図れる。コンバインは、収穫量・水分量の測定および収穫量のマップ化が可能である。

7) リモートセンシング<sup>(21)</sup>

ドローンを用いて圃場全体を空撮し、生育のバラつきを解析レポートにして見える化することで（色の違いで生育のバラつきがわかる）、圃場の健康状態がわかるサービス。生育の悪い部分を把握することで、施肥設計などの処方が行える。

8) 可変施肥ブロードキャスト<sup>(22)</sup>

リモートセンシングのマップデータに基づき、追肥マップ・基肥マップを作成する。追肥施肥は無人ヘリで、基肥施肥はブロードキャストで、生育状態に応じて施肥することで、適正な量の施肥が可能となり、生育のバラつきを改善する。

9) 水田管理省力化システム<sup>(23)</sup>

水田の水位・水温・土壌温度をモニタリングし、パイプライン水路およびオープン水路の水田水管理を自動化する。

10) 「密苗+感度アシスト技術」

ヤンマーのスマート農業の中で、密苗技術および「密苗+感度アシスト」技術に関連するニュースリリースが多く、注力していると推測される。密苗技術は、高密度に播種した苗を田植機で高精度に掻き取ることで、単位面積当たりの使用苗マット数を減らす、新しい栽培技術である。苗マットの消費量を1/2~1/3に抑制することができ、これにより、資材費の削減、育苗・運搬・苗補給の手間を減らし省力化が可能となる。密苗は1株の大きさが慣行苗の1/2~1/3であり軽いため、植付け深さが不安定であると浮苗や転び苗となり欠株につながりやすい。そのため、植付け深さを機械で自動調整する「感度アシスト機能」を搭載した田植機を開発・上市している<sup>(24)</sup>。

ただし、クボタも同様の技術である「高密度播種苗移植栽培 密播（みっば）」を上市している。「密播苗移植」は、密播苗と少量かき取りを組み合わせることにより、苗箱の数を約半分に減らすことができる技術であり、費用削減、軽労化を図ることができる。また、ヤンマーの「感度アシスト」技術に対して、クボタは、密播苗対応の「クボタニューきんば播種機」および「高精度密播を実現するための株間キープ機能&条間アシスト機能付田植機（NAVIWEL<sup>(25)</sup>）」を上市している<sup>(26)</sup>。

(4) ヤンマーのスマート農業の競争優位性

ヤンマーはスマート農業において、特に、「密苗+感度アシスト」技術に注力している。しかし、クボタは、「密苗+感度アシスト」技術を含めて、ヤンマーのスマート農業の全構成要素について同様の技術を上市しており、性能に多少の差はある可能性はあるが、ヤンマーはクボタが有していない差別化技術に基づく競争優位性はないと推測される。

2. 4 井関農機の事業動向

(1) 井関農機の業績推移（表 3）

連結売上は2020年度1493億円であり、近年、売上は横ばいである。営業利益率は2020年度1.4%でありクボタに比べ収益性は低い。

(2) 井関農機のスマート農業の概要

井関農機のスマート農業「AGRISUPPORT」の概要を図4に示す。図4より、「AGRISUPPORT」は、クボタ「KSAS」およびヤンマー「スマートアシスト」と同様、一連の農業サイクルを統合的に分析・管理し、全体を最適化するシステムであることがわかる。

(3) 井関農機のスマート農業の構成要素

1) 自動操舵装置<sup>(28)</sup>

トラクターや田植機に、アンテナ、モニター、電動ハンドルをつけ、測位衛星の情報をういて自動でハンドルを動かす自動操舵システム。自動化レベル1の装置と推測される。

2) 直進アシストシステム オペレスタ搭載トラクター<sup>(29)</sup>

誰が乗ってもまっすぐに進むトラクター。自動化レベル1のトラクターと推測される。

3) ロボットトラクター TJV（登録商標）シリーズ<sup>(30)</sup>

GNSS（全球測位衛星システム）を活用した井関農機の自動操舵技術である「ISEKI DREAM PILOT



図4 「AGRISUPPORT」の概要<sup>(27)</sup>

表 3 井関農機の業績推移

(単位：億円)

年度	売上								営業利益	営業利益率 (%)	経常利益
	連結	国内	国内比率 (%)	海外							
				海外計	北米	欧州	アジア	その他			
2015	1452	1225	84.4	227					4.6	0.3	9.5
2016	1531	1210	79.0	321					24.7	1.6	16.4
2017	1584	1231	77.7	353					39.5	2.5	42.5
2018	1560	1228	78.7	332					31.8	2.0	26.3
2019	1499	1177	78.5	321	132	128	55	5	27.5	1.8	11.1
2020	1493	1159	77.6	333	128	139	62	3	20.8	1.4	17.0

(登録商標)」により、オペレーターが監視・遠隔操作することで、安全性を確保しながらトラクターでの無人作業を可能とした。自動化レベル2のトラクターと推測される。

#### 4) 直進&旋回アシストシステム搭載田植機<sup>(31)</sup>

植付け中の直進および旋回のハンドル操作を田植機がアシスト。

#### 5) 土壌センサー搭載型 可変施肥田植機<sup>(32)</sup>

田植機に搭載した土壌診断センサーが、作土深(作土層の深さ)と土壌肥沃度を田植え時にリアルタイムで検知し、施肥量を自動制御する。

#### 6) 収量コンバイン<sup>(33)</sup>

収穫作業と同時に、籾の収穫・水分計測が可能。計測データをもとに、乾燥作業などの後工程作業や、翌年の施肥計画などの計画を効率的にたてられる。

#### 7) 乾燥機アグリサポート<sup>(34)</sup>

乾燥情報を保存し、わかりやすく表示することで、効率的かつ理想的な乾燥状態をサポート。また、スマートフォンなどに自動で乾燥機の状態をメール通知する。

#### 8) スマート追肥システム<sup>(35)</sup>

TOPCON社のレーザー式生育センサー「CropSpec(登録商標)」をスマート追肥システムの機体前方に搭載して、生育状況のデータを取得する。「CropSpec」は作物にレーザー光を照射して、生育状況をリアルタイムに計測するセンサーである。「CropSpec」で得られたデータに基づき、最適な追肥量をリアルタイムで算出し、ブームタブラーで散布量を可変施肥する。散布作業前に設定する生育状況と、散布量のパラメータにより、作物の生育に合わせた最適量の追肥を行うことができる。施肥量を制御することで1枚の圃場の生育を平準化し、稲を倒伏軽減し、品質安定化と収量向上を図ることができる。

### (4) 井関農機のスマート農業の競争優位性

井関農機のスマート農業の構成要素のうち、クボタおよびヤンマーが実装していない製品は、「土壌センサー搭載型 可変施肥田植機」および「TOPCON社のレーザー式生育センサー」であると推測される。「土壌センサー搭載型 可変施肥田植機」は、2種類のセンサーを用いることが特徴であり、作土深センサー(超音波センサー)は、枕地や硬盤の凹んだ箇所を判定し、作土深の深い場所の施肥量を抑制する。また、

土壌センサー(電極センサー)は圃場内で土壌肥沃度の高い場所を検知し、施肥量を抑制する。2つのセンサーを用いることで、施肥量を自動制御し、一枚の圃場の稲の生育を標準化できる。また、「TOPCON社のレーザー式生育センサー」は生育状況をリアルタイムに計測し、追肥量の制御に活用している。

ただし、クボタもヤンマーもドローンを使って作物の生育状態を空から見える化し、そのマップデータに基づき施肥量制御を行っており、井関農機の「土壌センサー搭載型 可変施肥田植機」「TOPCON社のレーザー式生育センサー」は大きな競争優位にはなっていないと推測される。

## 2. 5 クボタ、ヤンマー、井関農機のスマート農業の比較

クボタ、ヤンマー、井関農機のスマート農業の比較表を表4に示す。

- 1) スマート農業の導入時期はヤンマーが早い、早期上市が大きな競争優位の獲得につながっていないと推測される。
- 2) 契約料金はほぼ同額である。
- 3) 技術面・システム面において、3社のスマート農業は、「土づくり⇒播種・移植⇒中間管理⇒収穫⇒乾燥・調整」の一連の農業サイクルを統合的に管理し、全体を最適化するシステムである点は同様である。また、3社のスマート農業の構成要素はほぼ同じである。
- 4) ヤンマーは、「密苗+感度アシスト」技術に注力しているが、クボタも同様の技術を保有しており、競争優位につながっていないと推測される。
- 5) 井関農機は、独自技術である「土壌センサー」「TOPCON社レーザー式生育センサー」を用いる可変施肥を展開しているが、クボタとヤンマーはドローン活用による可変施肥を展開しており、大きな競争優位を獲得できていないと推測される。
- 6) クボタのみ、収穫物の「食味」「水分」「収量」のリアルタイム測定を実装できており、収穫物である米の食味を収穫中にリアルタイムで測定できる点がクボタの競争優位性の源泉であると推測される。農家の最大ニーズは「美味しいお米をたくさん収穫する」ことであり、クボタのスマート農業は、「美味しいお米」ができていのかどうかを収穫中にリアルタイムで把握することにより、儲かる農業の実現に

表4 クボタ、ヤンマー、井関農機のスマート農業の比較

	クボタ	ヤンマー	井関農機
サービス名称	KSAS (クボタスマートアグリシステム)	スマートアシスト	AGRISUPPORT
料金	2000円/月～ 無料期間あり	22000円/年 農機所有は無料期間あり	基本ツールのみは無料 クラウド利用の場合、36000円/年
導入年月日	2014年6月	2013年1月	2014/6/1 ※クラウドのみ 2018年4月農機の稼働情報対応
トラクター (自動化レベル1)	○ (販売中)	○ (販売中)	○ (販売中)
トラクター (自動化レベル2)	○ (販売中)	○ (販売中)	○ (販売中)
トラクター (自動化レベル3)	開発中	開発中	開発中
田植機 (自動化レベル1)	○ (販売中)	○ (販売中)	○ (販売中)
コンバイン (自動化レベル1)	○ (販売中)	○ (販売中)	○ (販売中)
コンバイン (収穫物センサー)	◎ (食味センサ・収量・水分量)	○ (収量・水分量)	○ (収量・水分量)
乾燥機連携	○	○	○
可変施肥	○	○	○
密苗技術	○	○	×
水田管理システム	○	○	×
作物の生育状況センシング	○ (ドローン)	○ (ドローン)	○ (レーザー式)

つなげることができる。この点において、クボタはヤンマー・井関農機と比較して、農家の最大ニーズに直結する価値を提供できていると考えられる。

- 7) 従来型ビジネスが製品を販売することに対して、サービス提供型ビジネスにおいては顧客が期待する価値を提供することが必要となる。そのため、1) 「顧客に提供する価値は何か？」 2) 「価値をいかに顧客に提供するか (ビジネスモデル)」が重要になると考えられる。

顧客に提供する価値については、価値が何であるかを設定し、測定して顧客に報告する必要がある。そのため、顧客価値につながる要素を測定するためのセンシング技術がコア技術として重要となり、競争優位性の源泉となる場合が多い。例えば、コマツの施行ソリューション「スマートコンストラクション」の場合、ドローンで現場の様子を撮影して立体的な3Dデータで表し、このデータを基に作成された設計図面をICT建機に登録することで施行作業自体を自動化できる仕組みとしている。工事現場における作業工程も3Dデータを軸に「見える化」することで、全体の作業効率を高めており、従来の平面的な2Dデータと比べて、工事現場全体の生産性改善という顧客価値の提供につなげている<sup>(36)</sup>。ブリヂストンの運送ソリューションの場合、タイヤ内部に小型センサーを貼り、タイヤの内圧や熱などのデータをリアルタイムに測定し、整備スタッフが取得する摩耗具合などの従来データと組み合わせてタイヤ状況を分析し<sup>(37)</sup>、最適なメンテナンスやローテーションを顧客価値として提供している。従来のタイヤ摩耗状況は一定期間毎に測定されていたが、

小型センサーを用いたタイヤ状況のリアルタイムセンシングが競争優位性の源泉と推測される。

- 8) クボタ、ヤンマー、井関農機は、3社とも、独自技術としてセンシング技術に注力している。ヤンマーの注力している「密苗+感度アシスト」技術は、コスト低減・省力化・軽労化の顧客価値を提供でき、井関農機の注力している「土壌センサー」「レーザー式育成センサー」は、施肥量制御による生産性向上の顧客価値を提供できるが、いずれも従来の顧客価値を改善したものである。一方、クボタの「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」は、従来は収穫中にはわからなかった「美味しいお米ができていかどうか」を収穫中に見える化することにより、「美味しいお米をたくさん収穫する」という農家にとっての最大ニーズに直結する価値を提供できている。クボタの顧客提供価値は農家の最大のニーズに直結しており、ヤンマー・井関農機が提供する顧客価値よりも、一段高いレベルにあると考えられる。

## 2.6 RQ1のまとめ

『RQ1：日本の農業機械メーカーが進めているスマート農業の競争優位性は何か？』

RQ1の調査を行った結果、日本の農業機械メーカーのうち、クボタのスマート農業の競争優位性が高く、その競争優位性の源泉は、クボタのみが実装している「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」技術であり、農家の最大ニーズに直結する価値（高収量・良食味米作り）を提供できていることがわかった。

### 3. RQ2の検証

RQ2：『スマート農業の競争優位性の源泉をいかに特許で保護しているか?』

RQ2については、まず、クボタ、ヤンマー、井関農機の特許出願数推移と国際特許分類（IPC）項目別の出願動向を調査し比較を行った。次いで、RQ1で把握したクボタのスマート農業の競争優位性に関する特許を抽出し、競争優位性の源泉をどのような特許で保護しているかの研究を行った。

#### 3. 1 サービス提供型ビジネスの特許保護の仮説

2.5項に記載したように、サービス提供型ビジネスの場合、1) 顧客価値を測定するセンシング技術 2) 顧客価値を提供するビジネスモデルが重要となるため、『顧客価値を測定するセンシング技術特許+顧客価値の提供に関するビジネスモデル特許』から構成される特許網で競争優位性を保護することが有効であるとの仮説をたて、クボタが競争優位性の源泉である「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」をどのように特許で保護しているかを調査した。

#### 3. 2 日本の農業機械メーカー3社の特許出願動向

##### (1) クボタの特許出願動向（特許調査日2021年9月1日）

クボタの特許出願動向を表5に示す（表5の件数は2018年までは確定しているが、2019年以降は未公開分もあるため、確定数字ではない）。

1) 2010～2016年まで、400～600件/年程度、特許を出願しており、2017年以降は特許出願数が増加している。2010～2018年までの平均特許出願数は

表5 クボタの特許出願動向

出願日(週及)	権利継続	審査中	出願のみ	取下げ	拒絶	失効	合計
2010	299	2		77	37	33	448
2011	406			68	52	23	549
2012	338			145	49	21	553
2013	393	7		96	45	14	555
2014	406	12		47	39	5	509
2015	490	8		57	44		599
2016	418	52		41	29		540
2017	559	233		51	19		862
2018	51	810	55	23			939
2019	25	323	523				871
2020	8		52				60
計	3,393	1,447	630	605	314	96	6,485
比率	52.3%	22.3%	9.7%	9.3%	4.8%	1.5%	100.0%

617件/年である。

2) 「取下げ+拒絶+失効」=15.7%と少ない。特に拒絶は4.8%と少ない。

##### (2) ヤンマーの特許出願動向（特許調査日2021年9月1日）

ヤンマーの特許出願動向を表6に示す（表6の件数は2018年までは確定しているが、2019年以降は未公開分もあるため、確定数字ではない）。

1) 2010～2016年まで、300～650件/年、特許を出願しており、2017年以降、特許出願数は減少傾向である。2010～2018年の平均特許出願数は392件/年である。

2) 「取下げ+拒絶+失効」=33.3%であり、クボタの2倍以上である。

##### (3) 井関農機の特許出願動向（特許調査日2021年9月1日）

井関農機の特許出願動向を表7に示す（表7の件数は2018年までは確定しているが、2019年以降は未公開分もあるため、確定数字ではない）。

1) 2010～2014年まで、400～500件/年、特許を出願していたが、2015年以降、特許出願数は減少傾向である。2010～2018年の平均特許出願数は417件/年である。

2) 「取下げ」の比率が45.4%と非常に高く、そのため拒絶の比率が低いと推測される。

##### (4) クボタ・ヤンマー・井関農機の特許出願動向の比較

1) 2010～2018年の平均特許出願数はクボタが617

表6 ヤンマーの特許出願動向

出願日(週及)	権利継続	審査中	出願のみ	取下げ	拒絶	失効	合計
2010	242	1		109	72	37	461
2011	226			67	62	18	373
2012	185			85	71	3	344
2013	223			90	128	4	445
2014	363	3		59	181	4	610
2015	226	9		24	104		363
2016	243	57		36	45		381
2017	172	100		18	10		300
2018	61	158	23	8	2		252
2019		74	107				181
2020	1		3				4
計	1,942	402	133	496	675	66	3,714
比率	52.3%	10.8%	3.6%	13.4%	18.2%	1.8%	100.0%

表7 井関農機の特許出願動向

出願日 (週及)	権利継 続	審査中	出願 のみ	取下げ	拒絶	失効	合計
2010	165			296	2	25	488
2011	153			283	1	24	461
2012	159			252	2	26	439
2013	207			212		29	448
2014	264	2		182	3	7	458
2015	161	1		216	5	1	384
2016	160	8		192	2		362
2017	176	55		158	2		391
2018	81	97	106	37	1		322
2019	30	64	177				271
2020	1						1
計	1,557	227	283	1,828	18	112	4,025
比率	38.7%	5.6%	7.0%	45.4%	0.4%	2.8%	100.0%

件/年と最も多く、次いで井関農機が417件/年、ヤンマー392件/年である。

- 2) クボタは、全出願数に対する「取下げ+拒絶+失効」数の比率が15.7%と3社の中で最も低い。拒絶率も4.8%と低く、特許性の高い発明が多いと推測される。
  - 3) ヤンマーは、全出願数に対する「取下げ+拒絶+失効」数の比率が33.3%であり、クボタの2倍以上である。拒絶率は18.2%であり、クボタの3倍以上である。
  - 4) 井関農機は、取下げ率が45.4%と突出して高い。そのため、拒絶率は0.4%と低いが、全出願数に対する特許査定率は低い。
- 1)~4)より、次のことが考察される。
- ① 売上に関し、ヤンマーはクボタの約40%、井関農機はクボタの約8%の規模であるが、特許出願数に関しては、ヤンマーはクボタの64%、井関農機はクボタの68%であり、売上規模と比較してヤン

マーと井関農機の特許出願数は多い。競合する農業機械メーカーとして特許出願数を意識した出願活動を行っているとは推測される。

- ② クボタは売上規模のわりに特許出願数は少ないが、「取下げ+拒絶+失効」数の比率は最も低く、特許性の高い発明に絞って出願していることが示唆される。

### 3. 3 日本の農業機械メーカー3社の出願特許の国際特許分類 (IPC)

前項において、3社の特許出願動向の比較を行ったが、どの分野に注力して出願しているかわからないため、3社の2010~2020年の出願特許について、国際特許分類 (IPC) 別に出願数の多い項目の整理を行った (表8~10)。

#### (1) IPC 項目別のクボタの出願特許 (表8)

クボタのIPC項目の上位は農業機械に関する特許が多い。スマート農業に関しては、太字で示した「農業機械の操向の制御」および「ビジネス関連発明」の特許が多く、出願数が増加している。また、表中には示していないが、スマート農業に関連する「位置・進路等の制御」に関する特許も増加している。

#### (2) IPC 項目別のヤンマーの出願特許 (表9)

ヤンマーのIPC項目の上位は農業機械に関する特許が多い。スマート農業に関しては太字で示した「位置・進路等の制御」「農業機械の操向の制御」の特許が多く、出願数が増加している。また、表中には示していないが、「ビジネス関連発明」に関する特許も増

表8 IPC項目別のクボタ出願特許

出願日 (週及)	A01F 12 脱穀機の 部分 or 細部	A01C 11 移植機械	A01B 69 農業機械 の操向の 制御	E02F 9 掘削機ま たは土砂 移送機 械の部 品	A01D 41 コンバイン	A01D 34 刈取機	A01D 67 収穫機ま たは刈取 機に特 に適合 した機 台	F01N 3 排気の清 浄・無 害化、 排気 もしくは 消音装 置	A01D 69 収穫機の 駆動機 構	G06Q 50 ビジネス 関連関 連発 明	特許数 合計
2010	36	21		7	7	16	22	14	11	7	448
2011	35	26	1	23	12	17	16	19	15	3	549
2012	51	41	3	11	16	12	21	19	10	8	553
2013	30	29	8	13	13	23	27	19	15	47	555
2014	28	32	28	16	21	19	10	15	7	6	509
2015	32	37	6	48	14	14	8	11	3	11	599
2016	32	14	33	33	11	11	9	10	6	4	540
2017	41	38	95	35	31	33	22	16	23	23	862
2018	59	55	81	33	40	19	21	11	32	10	939
2019	29	48	61	55	36	25	22	6	16	16	871
2020	1	6	21	2							60
計	374	347	337	276	201	189	178	140	138	135	6,485

加している。

(3) IPC 項目別の井関農機の出願特許 (表 10)

井関農機の IPC 項目の上位は農業機械に関する特許が多い。スマート農業に関しては、太字で示した「農業機械の操向の制御」が多く、出願数が増加している。また、表中には示していないが、「位置、進路等の制御」「ビジネス関連発明」に関する特許も増加している。

(4) クボタ・ヤンマー・井関農機の IPC 項目別の特許出願動向の比較

- 1) 3社とも、農業機械のハードに関する特許出願が最も多い。
- 2) 3社とも、スマート農業に関する特許出願を増加させている。特に、「農業機械の操向の制御」「位置、進路などの制御」に関する特許出願を増加させており、農業機械の自動走行に関する発明に注力し

ていると推測される。

3) 3社とも、ビジネスモデルに関する特許 (ビジネス関連発明) の出願数を増加させているが、特にクボタは 2010~2020 年の間に 135 件と数多く出願しており (ヤンマー 48 件、井関農機 19 件)、注力していると推測される。

4) スマート農業に関する出願数 (「農業機械の操向の制御」+「位置、進路等の制御」+「ビジネス関連発明」) の全特許出願に対する比率は、クボタ 8.5%、ヤンマー 9.3%、井関農機 4.9%であり、クボタとヤンマーはスマート農業に関する特許に注力していると推測される。

1)~4) より、クボタ、ヤンマー、井関農機は、程度に多少の差はあるが、いずれもスマート農業に関する特許出願を増加させていること、および IPC 項目別の出願動向はほぼ同様であることがわかった。

表 9 IPC 項目別のヤンマー出願特許

出願日 (週及)	F01N 3 排気の清浄・無害化、排気もしくは消音装置	A01C 11 移植機械	A01F 12 脱穀機の部分 or 細部	G05D 1 位置、進路等の制御 (自動操縦等)	A01B 69 農業機械の操向の制御	E02F 9 掘削機または土砂移送機械の部品	A01D 69 収穫機の駆動機構	A01D 41 コンバイン	A01B 63 農業機械を昇降する装置	A01D 34 刈取機	特許数合計
2010	50	29	30		4	8	18	5	3	29	461
2011	8	40	35	1	4	9	13	5	5	15	373
2012	17	12	23		1	21	11	14	5	7	344
2013	76	38	16	4	1	8	15	22	6	7	445
2014	51	23	21	14	20	4	13	13	23	3	610
2015	20	12	20	14	2	7	17	16	8		363
2016	7	23	18	51	16	8	12	8	8	4	381
2017	10	22	9	32	23	14	7	2	3	1	300
2018	3	5	8	29	33	23		6	4		252
2019	4	4	3	16	31	10	1	1	5	1	181
2020		1			1						4
計	246	209	183	161	136	112	107	92	70	67	3,714

表 10 IPC 項目別の井関農機の出願特許

出願日 (週及)	A01C 11 移植機械	A01F 12 脱穀機の部分 or 細部	A01D 41 コンバイン	A01D 34 刈取機	A01B 69 農業機械の操向の制御	B02B 7 補助装置	A01D 69 収穫機の駆動機構	A01M 7 液体散布機の特種な適用	A01C 15 肥料散布機	A01D 57 収穫機の送込機構	特許出願数合計
2010	87	49	15	28	5	27	14	14	6	20	488
2011	79	63	12	17	8	19	9	8	9	16	461
2012	86	60	23	22	1	24	12	13	8	15	439
2013	84	51	30	33	2	13	5	13	14	6	448
2014	80	71	12	12	8	7	24	16	14	3	458
2015	46	60	15	10	9	12	21	9	17	4	384
2016	43	34	23	12	15	13	16	15	12	8	362
2017	62	36	39	14	38	13	13	15	10	7	391
2018	51	18	27	10	36	15	12	8	4	6	322
2019	41	16	11	8	34	7	8	6	7	1	271
2020											1
合計	659	458	207	166	156	150	134	117	101	86	4,025

### 3. 4 クボタの競争優位性の源泉である「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」に関する特許

IPC 項目別の特許出願動向調査では、クボタの競争優位性の源泉である「食味のリアルタイムセンシング」をどのように特許で保護しているかはわからないため、クボタは自社のスマート農業の競争優位性の源泉である「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」をどのように特許で保護しているかについて、調査を行った。

#### (1) 食味の分析方法

米の食味を近赤外線分光分析装置で測定する方法は1980年代から公知であり、クボタは米の食味を非破壊で測る『味選人』や青果物の糖度を測る『フルーツセレクター』という製品を販売していた。特許についても、サタケは1987年2月17日に「米の食味評価装置」として出願し登録されていた。

米を収穫しながらリアルタイムに米の食味を測定するためには、公知技術であった近赤外分光分析法で米の食味を測定する方法を応用し、農作業につきものの振動・水・熱・塵埃による悪影響から精密センサーである近赤外分光分析装置を守る必要があった。また、コンバイン搭載に耐えうる強度も必要であった<sup>(38)</sup>。これらの問題を解決し、コンバイン搭載食味センサーを開発したところがクボタの工夫点である。

#### (2) 特許調査方法

次の検索式で特許調査を行った結果、94件がヒットした(特許調査日:2021年5月24日)。

検索式:「クボタ」×「たんぱく+タンパク+蛋白」×「分光」×登録特許

ヒットした94件の登録特許の概要を確認したところ、

ろ、食味のリアルタイムセンシングに関連する登録特許は46件あり、次の3種類の特許群に大別された。

- 1) 近赤外光測定に関する登録特許 13件
- 2) リアルタイム食味センサー搭載コンバインに関する登録特許 26件
- 3) ビジネスモデル系登録特許 7件

#### (3) 近赤外光測定に関する登録特許13件の概要

13件の登録特許の出願年度は次の通りである。

- 1) 1990~1994年出願 6件
- 2) 1997年出願 2件
- 3) 2009年出願 2件
- 4) 2014~2017年出願 3件

1990~1994年の間に近赤外線測定に関する特許は活発に出願されており(18件出願)、そのうち、6件が登録特許となっている。1990~1994年に提出された18件の特許概要を表11に示す。表11より、KSASを上市する2014年の20年以上前に、近赤外分光装置を用いて米の食味を測定する際に生じる様々な問題に対して、研究を活発に行っていることがわかる。これらの研究を通し、米の食味をリアルタイムで測定する際に必要となる次のような様々な基礎的な知見・ノウハウを獲得したことが、食味のリアルタイムセンシングの開発成功につながったと推測される。

- ① 短時間、簡単、正確な測定法
- ② 光源の熱エネルギーに影響されない測定法
- ③ 異なった品種の多数の試料に対応できる測定法
- ④ 環境条件の変化にも対応できる測定法
- ⑤ 試料の含水量の変化に対応できる測定法
- ⑥ 白度の異なる試料に対応できる測定法
- ⑦ 波長校正を短時間に行う測定法
- ⑧ 試料の大きさ・形状の変化に対応できる測定法
- ⑨ 実際の食味官能検査値に近い測定法

表11 1990~1994年に出願された近赤外光測定に関する特許の概要

No.	出願日	公開番号	登録番号	発明の名称	特許の概要
1	1990/09/25	特開平4-132939	拒絶査定	光学式穀粒分析装置	分光分析装置の構成を工夫し、多量の穀粒全体の品質測定を短時間で正確に行える。
2	1990/09/25	特開平4-132940	未請求	穀粒分析装置	受光部に、二次元方向に多数の受光素子を並設した面光検出体を設け、投光部からの照射光の光路にほぼ直交する面に沿わせてある点が特徴。各穀粒の外形、一粒の穀粒内での水分・澱粉・蛋白等の成分含有量の分布、各穀粒間における外形・成分含量のバラツキ等に関する情報が得られ、穀粒の品質管理等を簡単かつ正確に行えるようになった。
3	1991/04/10	特開平4-310848	2644098号	分光分析装置	従来技術では資料の作成に時間がかかるばかりでなく、正確性に欠ける欠点があった。本発明は、分光分析装置の構造を工夫することで、収穫後の試料に対して、何ら加工工程を経ることなく直に成分分析できるので、作業工程が簡素化され、短時間で正確な測定ができる。

4	1991/04/10	特開平 4-310849	2644099 号	分光分析装置	従来技術では試料の作成に時間がかかるばかりでなく、正確性に欠ける欠点があった。本発明は、分光分析装置の構造を工夫することで、収穫後の試料に対して、何ら加工工程を経ることなく直に成分分析できるので、 <b>作業工程が簡素化され、短時間で正確な測定ができる</b> 。また、乾燥工程に入る前に、収穫後集荷された生籾を直ちに品質に応じて分類できる。
5	1991/04/10	特開平 4-310846	未請求	光分析装置	従来は、投光部から照射された測定光を受光部で受光して、光透過度を算出する算出部があるだけであったが、本発明は、品質特性値を算出する算出部を設けることにより、光透過度のみならず、光反射度等の複数種の品質特性値によって、 <b>より正確で多くの品質評価が容易に行えるようになった</b> 。
6	1992/02/10	特開平 5-223731	276140 号	分光分析装置	従来技術では、測定の都度、測定モードを切替えたり、頻繁にサンプル容器を清掃する必要がある作業に手間取るという欠点があった。本発明は、分光分析装置の構造を工夫することで、サンプル測定モードとレファレンス測定モードを交互に切り替えることを容易に実現しながら <b>複数のサンプル群に対して連続的に測定を行うことができる</b> 。
7	1992/03/02	特開平 5-240781	未請求	分光分析装置	従来技術では、照射光によりサンプルが加熱される結果、サンプルの成分量が変化して正確な成分含有量が測定できない、また作業に手間取るという欠点があった。本発明は、光源からの熱エネルギーに影響されない構造にすることにより、 <b>サンプルが加熱されることがなく正確な成分含有量データを測定できる</b> 。また、 <b>容易な操作で測定できる</b> 。
8	1993/02/19	特開平 6-241988	未請求	穀物成分分析装置	従来技術では、試料が2種類以上ある場合、あるいは複数の品種を取扱う場合、品種の変化に対応して検量線を変える必要があり、操作は煩雑という欠点があった。本発明は、各穀物種別の標準スペクトル関連情報を記憶し、その関連情報から資料の穀物種別を選択することにより、 <b>異なった品種の穀物の試料が提供された場合にも、これらの変化に対応して、誤りなく、迅速に穀物の成分分析を行うことができる</b> 。さらに、 <b>装置の小型、低コスト、高性能化が図れる</b> 。
9	1993/06/28	特開平 7-12719	未請求	分光分析装置	従来技術では、試料が2種類以上ある場合、あるいは複数の品種を取扱う場合、品種の変化に対応して検量線を変える必要があり、操作は煩雑という欠点があった。本発明は、各穀物種別の標準スペクトル関連情報を記憶し、その関連情報から資料の穀物種別を選択することにより、 <b>異なった品種の穀物の試料が提供された場合にも、これらの変化に対応して、誤りなく、迅速に穀物の成分分析を行うことができる</b> 。さらに、 <b>装置の小型、低コスト、高性能化が図れる</b> 。
10	1993/07/07	特開平 7-20042	未請求	分光分析装置	従来技術では、分析装置が配設される場所の雰囲気温度等の環境条件が急激に変動する場合、波長校正を適時行えないため測定精度の確保に問題があった。本発明は、各サンプルの測定毎に分光分析の精度に最も影響する波長校正を行うことで、 <b>雰囲気温度等の変化に対しても十分に測定精度を確保でき、自動化ラインに配設した場合でも精度良い分析ができる</b> 。
11	1994/01/14	特開平 7-209179	2989459 号	分光分析装置	従来技術では、分析対象の水分量が大きく変動する場合（小麦の場合は10-40%まで変動）、信頼性のある分析結果を得ることができないという問題があった。本発明は、アレイ型受光素子の電荷蓄積時間を変更可能にして制御することにより、 <b>分析対象の含水量の変動に係わらず適切な測定を行うことができる</b> 。
12	1994/02/08	特開平 7-218441	未請求	分光分析装置	従来技術では、測定サンプルの穀物の精白度合い（白度）は一定として定量を行っていたため、白度が異なるサンプルにおいては信頼性の高い成分量が得られないという問題があった。本発明は、測定用光線束のスペクトルによりサンプルの白度を求める白度定量手段を備えることにより、 <b>白度の異なった試料に対して、白度の影響を受けずに信頼性の高い成分分析を行うことができる</b> 。
13	1994/03/02	特開平 6-313754	未請求	成分定量分析装置及び食味評価装置	従来技術では、試料を無粉碎状態で測定しようとする試料に含まれる水分の影響により成分分析できないという問題があった。本発明は、光学検出系側を固定型の構成とし、検出波長域の選択、透過位置変更手段を設けることにより、 <b>水分をある程度含んだ試料に対しても、無粉碎状態で分析することが可能となり、食味評価値を得ることができる</b> 。
14	1994/06/16	特開平 8-5550	3140297 号	分光分析装置	従来技術では、波長校正を行う場合、電源投入後、数時間のウォーミングアップをマニュアルで実施していたため機器としての実用性に欠けるという問題があった。本発明は、波長校正部を設け、波長校正を行うながら分光分析を行うことにより、 <b>分光分析の精度に最も影響する波長校正を、確実かつ短時間で行うことができ、測定精度を向上できる</b> 。
15	1994/07/15	特開平 8-29333	未請求	分光分析装置	従来技術では、照射部と受光部の間隔を一定にした状態で固定していたため、試料の大きさや形状が異なる場合、照射部と受光部の間隔に合わせて試料を切断等により形成する必要があり非常に面倒であるという問題があった。本発明は、照射部と受光部の間隔を変更する間隔変更手段と間隔測定手段を設け、測定した間隔に基づき成分を補正することにより、 <b>試料の大きさや形状が異なっても、簡単に試料に含まれる成分を求めることができる</b> 。
16	1994/07/15	特開平 8-29335	未請求	米の分析評価装置	従来技術では、タンパク質等の成分分析値と食味値との相関関係式から食味値を求めていたため、食味値が明らかに異なる試料米に対しても、成分分析値が同一である場合は食味値は同一と推定されるという問題があった。本発明は、食味値に対する食味値関連特定波長と食味値回帰式を記憶させ、評価値の種別に従って、回帰式を変えて食味値を導出することにより、 <b>実際の米飯の食味官能検査の評価値に近く、現実的な食味値を測定できる</b> 。

17	1994/07/15	特開平 8-29336	未請求	食味値測定装置	従来技術では、タンパク質等の成分分析値と食味値との相関関係式から食味値を求めていたため、食味値が明らかに異なる試料米に対しても、成分分析値が同一である場合は食味値は同一と推定される場合があるという問題があった。本発明は、成分含有率等の成分値を求めることなく、吸光度スペクトルより直接食味値を求めることにより、正確な波長対応のとれたスペクトル情報に基づき、 <b>米飯の食味官能検査の評価値に最も近く、現実的な食味値を測定できる。</b>
18	1994/07/15	特開平 8-29412	3017639 号	食味値測定装置	従来技術では、古米と新米とは食味値は異なるが、古米と新米との判別は困難であり食味値の差が生じ難いという問題があった。本発明は、試料米から発生する匂いを検出する匂い検出手段を設け、匂い情報に従って食味値に補正を加えることにより、 <b>古米と新米との識別が可能で、実際の食味官能検査の評価値に近い食味値を測定できる。</b>

(4) リアルタイム食味センサー搭載コンバインに関する 26 件の登録特許の概要

26 件の登録特許の出願年度は次の通りである

- 1) 1997 年 1 件出願
- 2) 2011 年 4 件出願
- 3) 2012 年 10 件出願
- 4) 2013 年 5 件出願
- 5) 2015～2018 年 6 件出願

KSAS 上市 (2014 年) 直前の 2011～2013 年の 3 年間で集中的に特許出願を行い、19 件の登録特許を保有することで、2014 年の KSAS 上市時にはリアルタイム食味センサー搭載コンバインの特許保護が図れていたと考えられる。

2011～2013 年に出願した 19 件の特許概要を表 12 に示す。表 12 より、公知技術である近赤外分光測定をコンバインに搭載する際に起こる様々な問題に対して、次のような改善技術に関する特許出願を行い、権利化できていることがわかる。これらの登録特許群が

クボタの競争優位性の源泉である食味のリアルタイムセンシングを権利保護できている最大の要因と推測される。

- ① ワラ屑や粉塵等の計測に与える悪影響を抑制するコンバイン
- ② 穀粒を測定後、穀粒を戻すことで無駄にしないコンバイン
- ③ メンテナンス性を向上させたコンバイン
- ④ 設計上の自由度を向上させたコンバイン
- ⑤ 内部計測器の温度上昇を防止できるコンバイン
- ⑥ 小型な内部品質計測装置で精度高く計測できるコンバイン
- ⑦ 製造コストが抑制される光学式穀物評価装置
- ⑧ 食味・収量を測定しながら収穫作業を進めることができるコンバイン
- ⑨ 各区画の食味・収量の収穫評価を正確に行うことができるコンバイン

表 12 リアルタイム食味センサー搭載コンバインに関する 19 件の登録特許の概要

No	出願日	公開番号	登録番号	発明の名称	特許の概要
1	2011.12.08	特開 2016-93189	特許第 6312721 号	コンバイン	穀粒の内部品質を測定後、貯留タンクに戻すことで計測対象の穀粒を無駄にすることのないコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
2	2011.12.08	特開 2016-63829	特許第 6181780 号	コンバイン	穀粒の内部品質を精度よく測定できるコンバイン (塵埃の影響を抑制)。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
3	2011.12.08	特開 2013-118857	特許第 5869330 号	コンバイン	刈取作業の実行中に、穀粒の内部品質を測定後、貯留場所に戻すことで計測対象の穀粒を無駄にしないコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
4	2011.12.08	特開 2013-118856	特許第 5869329 号	コンバイン	刈取作業の実行中に内部品質計測手段による穀粒の内部品質を精度よく計測できるコンバイン。穀粒タンクの外部に品質計測手段を設置するという登録特許。オンライン計測の最初の登録特許と思われる。
5	2012.09.26	特開 2015-142580	特許第 6126151 号	コンバイン	穀物重量の検出精度を向上させたコンバイン。
6	2012.09.26	特開 2014-64534	特許第 5840099 号	コンバイン	コンバインについて、設計上の自由度を向上させた登録特許。
7	2012.09.27	特開 2017-79783	特許第 6346313 号	コンバイン	内部品質計測装置の温度上昇を防止できるコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
8	2012.09.27	特開 2017-162	特許第 6338628 号	コンバイン	穀粒の内部品質を測定後、貯留タンクに戻すことで計測対象の穀粒を無駄にすることのないコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。

9	2012.09.27	特開 2015-204834	特許第 6169132 号	コンバイン	内部品質計測装置の塵埃付着や破損などを回避し易いコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
10	2012.09.27	特開 2015-156863	特許第 6006365 号	コンバイン	小型な内部品質計測装置で検出精度を高くできるコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
11	2012.09.27	特開 2015-128451	特許第 6073956 号	コンバイン	内部品質計測装置の温度上昇を防止できるコンバイン。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用して、水分、タンパク質、アミロース等の成分量を計測する。
12	2012.09.27	特開 2014-68562	特許第 5732445 号	コンバイン	小型な内部品質計測装置を用い、かつ検出精度を高くできるコンバインについての登録特許。内部品質計測装置は、近赤外光の吸収スペクトルを利用した成分分析方法を用いて内部品質を計測するもの。
13	2012.09.27	特開 2014-68561	特許第 5732444 号	コンバイン	コンバインについて、内部品質計測装置を穀粒タンクの前部に配備しながら、計測装置の温度上昇を防止できる登録特許。
14	2012.09.27	特開 2014-68560	特許第 5770700 号	コンバイン	コンバインについて、内部品質計測装置の塵埃付着を回避しやすい構造の登録特許。穀粒タンク内部に計測室を設ける。
15	2013.03.26	特開 2017-136064	特許第 6735690 号	穀粒収穫機	収穫された穀粒の収量や食味を即座に評価しながら、収穫作業を進めることができる穀粒収穫機。食味センサは、分光法を用いて穀粒の水分やタンパク質を測定する光学式非接触センサ。
16	2013.03.26	特開 2014-187909	特許第 6088880 号	穀粒収穫機	本特許は、リアルタイム食味センサーに関する初めてのビジネスモデル登録特許と思われる。収穫された穀粒の収量や食味などを即座に評価しながら、収穫作業を進めることができる穀粒収穫機。
17	2013.04.26	特開 2014-212749	特許第 5980162 号	コンバイン	請求項 1 は、穀粒の単位走行当たりの収量を算定。請求項 2 は、収量に加えて、穀粒の食味値を測定する食味測定部が備えられているコンバイン。圃場における各区画の収穫評価を正確に行うことができるコンバイン。
18	2013.09.11	特開 2015-55537	特許第 5973400 号	光学式穀粒評価装置及び光学式穀粒評価装置を装備したコンバイン	光学式穀物評価装置を装備したコンバインの改良についての登録特許(コンパクト化)。
19	2013.09.11	特開 2015-55536	特許第 5973399 号	光学式穀粒評価装置及び光学式穀粒評価装置を装備したコンバイン	光学式穀物評価装置を装備したコンバインの改良についての登録特許(製造コスト抑制)。

### (5) ビジネスモデル系登録特許 7 件の概要

7 件の登録特許の出願年度は次の通りである

- ① 2013 年 2 件出願
- ② 2015 年 1 件出願
- ③ 2017 年 2 件出願
- ④ 2018 年 2 件出願

KSAS 上市 (2014 年) 後に積極的にビジネスモデル系特許を出願しており、実際に適用した後の工夫点を順次出願していると推測される。

7 件の登録特許は次の 3 つに大別される。

- ① 乾燥機と食味の連携
- ② 精度の高い成分値を用いるシステム
- ③ 食味・収量のデータを活用して付加価値を提供するシステム

食味データと乾燥機との連携など、食味のリアルタイムセンシングを構成要素とするビジネスモデル特許を出願することで、競争優位性の源泉である食味のリアルタイムセンシングに関する特許群の排他性を強化していると推測される。

### 3. 5 RQ2 のまとめ

RQ2 の調査を行った結果、次のことがわかった。

『RQ2: スマート農業の競争優位性の源泉をいかに特許で保護しているか?』

- 1) クボタ、ヤンマー、井関農機の特許出願動向を比較した結果、ヤンマーと井関農機は売上規模と比較して特許出願数は多い。クボタは売上規模の比率ほど特許出願数は多くなく、特許性の高い発明に絞って出願していることが示唆される。
- 2) クボタ、ヤンマー、井関農機ともに、スマート農業に関する特許出願を増加させている。特に、「農業機械の操向の制御」「位置、進路などの制御」に関する特許出願を増加させており、農業機械の自動走行に関する発明に注力していると推測される。また、3 社とも、ビジネスモデルに関する特許出願を増加させているが、特にクボタはビジネスモデル特許に注力している。
- 3) クボタのスマート農業の競争優位性の源泉である「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」に関する特許調査を行った結果、次のことがわかった。
  - ① 「食味のリアルタイムセンシング」に関する登録

特許は、3種類の特許群に大別される。

- ・「近赤外光測定」に関する登録特許
  - ・「リアルタイム食味センサー搭載コンバイン」に関する登録特許
  - ・「ビジネスモデル系」登録特許
- ② 「近赤外光測定」に関する特許は、1990～1994年に活発に出願されており、KSASを上市する2014年の20年以上前に、近赤外分光装置を用いて米の食味を測定する際に生じる様々な問題に対して、クボタは研究を活発に行っていた。これらの研究を通し、米の食味をリアルタイムで測定する際に必要となる様々な基礎的な知見・ノウハウを獲得し、食味のリアルタイムセンシングの開発成功につながったと推測される。
- ③ 「リアルタイム食味センサー搭載コンバイン」に関する特許は、KSAS上市直前の2011～2013年の3年間で集中的に出願され、KSAS上市時には「リアルタイム食味センサー搭載コンバイン」の特許保護が図れていたと考えられる。これらの特許は、公知技術である近赤外分光測定をコンバインに搭載する際に起こる様々な問題に対する改善の発明である。これらの登録特許群がクボタの競争優位性の源泉である「食味のリアルタイムセンシング」を権利保護できている最大の要因と推測される。
- ④ 「ビジネスモデル系」に関する特許は、KSAS上市後に積極的に出願されており、KSASを実際に適用した後の工夫点を順次出願していると推測される。特許概要は、食味のリアルタイムデータと乾燥機を連携する内容が最も多く、「食味のリアルタイムセンシング」を構成要素とするビジネスモデル系特許を出願することで、競争優位性の源泉である「食味のリアルタイムセンシング」に関する特許網の排他性を強化していると推測される。

## 4. 結論

### (1) 本論文のまとめ

- 1) 日本の主要農業機械メーカーであるクボタ、ヤンマー、井関農機は、3社ともスマート農業の構築と拡販を積極的に進めている。3社のスマート農業は、一連の農業サイクルをICT・GISを活用して全体を最適化するシステムである点は同様であり、顧客提供価値もほぼ同様であるが、クボタのスマート農業の競争優位性が高く、その競争優位性の源泉は、ク

ボタのみが実装している「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」技術であると考えられる。

- 2) サービス提供型ビジネスにおいては、顧客価値を測定し報告する必要があるため、顧客価値に係わるセンシング技術の重要性が高い。クボタ、ヤンマー、井関農機が注力しているセンシング技術のうち、クボタのみが実装している「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」は、従来は収穫中にはわからなかった「美味しいお米ができていますかどうか」を収穫中に見える化することにより、「美味しいお米をたくさん収穫する」という農家の最大ニーズに直結する価値（高収量・良食味米作り）を提供できている。
- 3) クボタのスマート農業の競争優位性の源泉である「収穫物の食味のリアルタイムセンシング」に関して、クボタは、次の3種類の特許群からなる特許網を構築することで参入障壁を築き、競合他社が同様の技術を実装することを防いでいる。
- ① 「近赤外光測定」に関する技術系特許群
  - ② 「リアルタイム食味センサー搭載コンバイン」に関する技術系特許群
  - ③ 「食味のリアルタイムセンシング」を構成要素とする「ビジネスモデル系」特許群
- 4) サービス提供型ビジネスの場合、顧客価値を測定するセンシング技術と顧客価値を提供するビジネスモデルが重要となり、顧客価値を測定するセンシング技術が競争優位性の源泉となることが多いため、『センシング技術特許+ビジネスモデル特許』から構成される特許網を構築することで参入障壁を築き、競合他社の参入を防ぐことが有効な特許戦略であると考えられる。センシング技術に関しては、クボタの事例のように、公知技術である既存の測定方法に、リアルタイム性を付加するなどの改良を加えることが、顧客提供価値を高める有効な方法の一つであると考えられる。

### (2) 今後の課題

今回、時間の制約のため、欧米の農業機械メーカーのスマート農業についての調査はできなかった。欧米の農業機械メーカーのスマート農業を事業面および特許面から俯瞰し、その競争優位性および競争優位性の源泉をどのように特許で保護しているかを把握することで、日本の農業機械メーカーとの違いを把握できる。欧米の農業機械メーカーのスマート農業に関する

調査が今後の課題である。

(注)

- (1) C. コワルスキーら「B2Bのサービス化戦略 製造業のチャレンジ」東洋経済新報社（2020年）
- (2) 日経ビジネス 2019年1月14日号 56-60頁
- (3) 日経ビジネス 2020年3月23日号 66-70頁
- (4) 特許庁「令和2年度 特許出願技術動向調査 結果概要 スマート農業」令和3年2月16, 19, 20頁  
[https://www.jpno.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/2020\\_01.pdf](https://www.jpno.go.jp/resources/report/gidou-houkoku/tokkyo/document/index/2020_01.pdf)
- (5) 農林水産省「農業機械をめぐる情勢」平成28年3月5-7頁
- (6) 「長期ビジョン GMB2030」<https://www.kubota.co.jp/corporate/vision/index.html>
- (7) 「クボタスマート農業ビレッジ」<https://www.jnouki.kubota.co.jp/product/smart-agriculture/> 『図1「KSAS」のロゴマークは登録商標である。』
- (8) 「KSAS 営農コースとは」[https://ksas.kubota.co.jp/farming\\_course/](https://ksas.kubota.co.jp/farming_course/)
- (9) 農林水産省 農村振興局 農地資源課「自動走行農機等に対応した農地整備の手引きについて」令和2年2月3頁
- (10) 「自動運転アシストコンバイン WRH1200A の開発」クボタ技法 No.53 2020年1月14-19頁
- (11) 「大河原克行の NewsInsight (51) 下町ロケットの自動運転トラクタで見た夢、スマート農業を具現化するクボタ」  
<https://news.mynavi.jp/article/newsinsight-51/>
- (12) 日経ビジネス 2021年11月29日号 37-38頁
- (13) 農林水産省「スマート農林水産業の展開について」2021年4月11頁
- (14) 「営農情報 スマート農業、本格始動！ヤンマースマート農業」  
[https://www.yanmar.com/jp/agri/agri\\_plus/information/100\\_2.html](https://www.yanmar.com/jp/agri/agri_plus/information/100_2.html) 『図3「SMARTASSIST」のロゴマークは登録商標である。』
- (15) 「GNSS ガイダンスシステム・自動操舵システム」[https://www.yanmar.com/jp/agri/products/self\\_driving/guidance/](https://www.yanmar.com/jp/agri/products/self_driving/guidance/)
- (16) 「ロボットトラクター／オートトラクター」  
[https://www.yanmar.com/jp/agri/products/tractor/yt488a\\_yt498a\\_yt4104a\\_yt5113a\\_ra/](https://www.yanmar.com/jp/agri/products/tractor/yt488a_yt498a_yt4104a_yt5113a_ra/)
- (17) 「乗用田植機 YR 6DA / 8DA」[https://www.yanmar.com/jp/agri/products/riceplanter/riceplanter/yr5da\\_yr6da\\_yr7da\\_yr8da/](https://www.yanmar.com/jp/agri/products/riceplanter/riceplanter/yr5da_yr6da_yr7da_yr8da/)
- (18) 「オート田植機 YR8D」<https://www.yanmar.com/jp/agri/products/riceplanter/riceplanter/yr8da/>
- (19) 「コンバイン YH」[https://www.yanmar.com/jp/agri/products/harvest/combine/yh6101\\_yh6115\\_yh7115/](https://www.yanmar.com/jp/agri/products/harvest/combine/yh6101_yh6115_yh7115/)
- (20) 「スマートアシスト 乾燥機連携ユニット」<https://www.yanmar.com/jp/agri/support/smartassist/option.html>
- (21) 「リモートセンシング」<https://www.yanmar.com/jp/agri/support/remortsensing/>
- (22) 「可変施肥ブロードキャスト」[https://www.yanmar.com/jp/agri/products/dairy\\_farming/implement/mgc-pn-wn/](https://www.yanmar.com/jp/agri/products/dairy_farming/implement/mgc-pn-wn/)
- (23) 「水田管理省力化システム」<https://www.yanmar.com/jp/agri/products/irrigation/>
- (24) ヤンマーテクニカルレビュー「密苗＋感覚アシストによる田植作業の革新的省力・低コスト化技術」  
[https://www.yanmar.com/jp/about/technology/technical\\_review/2018/0413\\_4.html](https://www.yanmar.com/jp/about/technology/technical_review/2018/0413_4.html)
- (25) 「ナビウェル／NAVIWEL」は登録商標である
- (26) 「高密度播種苗移植栽培」[https://agriculture.kubota.co.jp/product/taueki/tetsuko\\_mippa/mippa.html](https://agriculture.kubota.co.jp/product/taueki/tetsuko_mippa/mippa.html)
- (27) 「ISEKI アグリサポート」<https://products.iseki.co.jp/sentan/sentan-01/> 『図4「AGRISUPPORT」のロゴマークは登録商標である。』
- (28) 「自動操舵装置」<https://products.iseki.co.jp/sentan/auto/>
- (29) 「直進アシストシステム オペレスタ搭載 RTS」<https://products.iseki.co.jp/tractor/rts/>
- (30) 「ロボットトラクター TJV シリーズ」<https://products.iseki.co.jp/tractor/trac-robot/>
- (31) 「直進&旋回アシストシステム」<https://products.iseki.co.jp/taueki/taue-001/technology/>
- (32) 「土壌センサ搭載型 可変施肥田植機」<https://products.iseki.co.jp/sentan/sentan-01/#anc01>
- (33) 「収量コンバイン」<https://products.iseki.co.jp/sentan/sentan-01/#anc01>
- (34) 「乾燥機アグリサポート」<https://products.iseki.co.jp/sentan/sentan-01/#anc01>
- (35) 「スマート追肥システム」<https://products.iseki.co.jp/sentan/fertilizer/>
- (36) 日経ビジネス 2019年1月14日号 56-60頁
- (37) 日経ビジネス 2020年3月23日号 69-70頁
- (38) 「この地球で人と食が豊かであるために。クボタが切り拓く未来農業」  
<https://www.kubota.co.jp/rd/our-stories/future-agriculture.html>

(原稿受領 2022.7.8)