

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

特 許 庁

問い合わせ先
特許庁総務部企画調査課 知財動向班
電話：０３－３５８１－１１０１（内線２１５５）

令和 2 年度特許出願技術動向調査

－ スマート農業 －

はじめに

2016 年 1 月に第 5 期科学技術基本計画が閣議決定され、その中で、我が国が目指すべき未来社会の姿として Society 5.0 のコンセプトが示された。Society 5.0 は、狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指しており、スマート農業は、農業・食品分野におけるこの Society 5.0 実現の基盤として重要なシステムの一つに位置付けられている。スマート農業では、ロボット技術や ICT（情報通信技術）、AI（人工知能）、IoT、リモートセンシング技術等を活用し、従来に比較して飛躍的な農作業の省力化や、栽培技術の高精度化が図られ、低コストで高品質な農作物の生産が可能となる新しい営農の有り様が示されている。

本調査では、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、これらに関連する分野を調査対象とした。

尚、本調査における特許調査範囲について、畜産業、水産業、及びアシストスーツは対象としていない。

①調査範囲

・ 特許文献

出願年（優先権主張年）：2010 年～2018 年

出願先国（地域）：日本、米国、欧州、中国、韓国、ドイツ、フランス、スペイン、オランダ、カナダ、イスラエル、オーストラリア、インド、ASEAN の 14 か国・地域

使用した商用データベース：Derwent World Patents Index (DWPI)

（キャメロット ユーケイ ビットコ・リミテッドの登録商標、Clarivate Analytics 社提供）

・ 非特許文献

発行年：2010 年～2019 年

使用した商用データベース：SCOPUS

（エルゼビア ビービーの登録商標、Elsevier 社提供）

②調査手法

出願人国籍・地域別件数は、公報に記載されている筆頭出願人の住所を出願人の国籍とした。また、米国公開公報に多く見られる出願人の記載のない公報については、パテントファミリー情報から出願人が判明した場合はその国籍を、それ以外は筆頭発明者の住所を出願人の国籍とした。

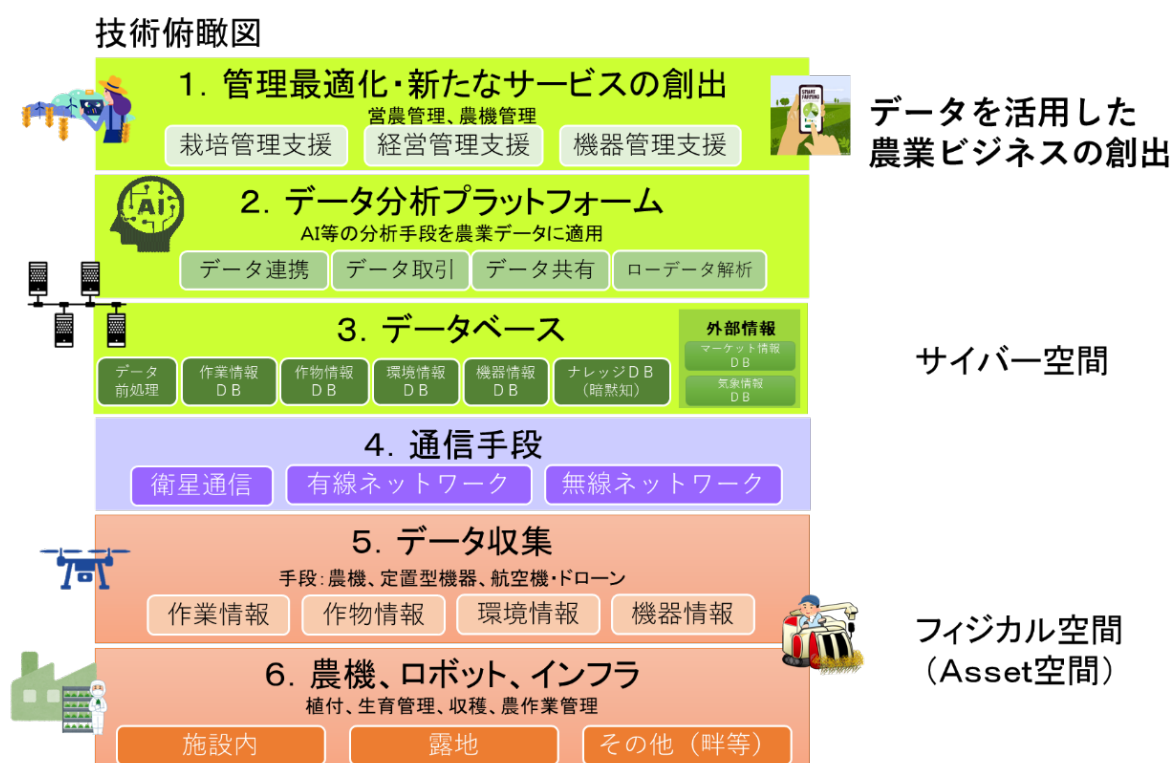
また、出願人別の出願・登録件数上位ランキングについては、複数の出願人による共同出願の場合は、筆頭出願人のみをカウントした。また、出願人の属性で、「大学」、「研究機関」は、その知的財産管理・技術移転機関（TL0 等）を含む。

③スマート農業の概要

スマート農業は、フィジカル空間を構成する圃場（露地）や施設において、植付、生育管理、収穫、ポストハーベスト等の農作業が行われ、各段階でセンシング技術により収集された各種情報はビッグデータとしてサイバー空間におけるプラットフォームを通して共有され、AI 等の最新の技術を駆使して解析されることで、より生産性の高い、付加価値の高い農業生産を目指すものである。本調査ではこれらを6つのレイヤーに分け、サイバー空間からフィジカル空間に亘って、「1. 管理最適化・新たなサービスの創出」、「2. データ分析プラットフォーム」、「3. データベース」、「4. 通信手段」、「5. データ収集」、「6. 農機、ロボット、インフラ」に分類した。

「スマート農業」の技術俯瞰図を以下に示す（図1）。

図1 技術俯瞰図



1. 本調査の結果概要

- (1) 出願人国籍・地域別出願ファミリー一件数の合計（2010 年～2018 年）は 14,476 件で、このうち出願人国籍・地域別で最も多いのは中国籍の 7,626 件で全体の 52.7%を占めていた。次いで、日本国籍が 2,195 件（15.2%）、米国籍が 1,824 件（12.6%）、欧州国籍が 1,280 件（8.8%）と続いた。
- (2) 自国・地域が主要な出願先となっている国・地域が多いが、カナダとイスラエルは、米国が主要な出願先であった。中国、韓国及びインド国籍出願人は自国への出願が、それぞれ 99%、95%、74%と高い。日本国籍出願人の自国への出願割合は 68%であった。
- (3) 日本国籍出願人は、調査期間の前半、後半とも上位 5 者のうち 3 者を占めていた。2010～2014 年では上位 8 位までを農機会社が占めていたが、2015～2018 年では、データ解析（Grow Solutions Tech、IBM）や植物工場（深圳春沐源）に関連した企業が上位にランクインした。
- (4) 特許出願を上記 6 つのレイヤー別に分類したところ、各出願人がサイバー空間とフィジカル空間のどちらに軸足を置いているかが明らかとなった。
- (5) 「AI（人工知能）」が付与された特許を分析したところ、サイバー空間に軸足を置く企業である Climate は、特に、経営管理支援の「出荷・販売予測」に関する特許出願が多かった。サイバー空間に軸足を置く企業は、アプリケーションを使った計画策定や工程管理などの営農管理に注力していると考えられる。
- (6) 各国籍出願人の出願内容が概念的であるか具体的であるかという観点で比較を行うために、分類付与項目の区分 4 に付与される項目の数を平均化し、比較した。その結果、要素技術のうち、区分 1「農機、ロボット、インフラ」における区分 2「種類」の区分 3「車両型ロボット」、及び区分 1「データ収集」における区分 2「データ情報種類」の区分 3「機器情報」及び「データ収集時期」で最も出願の多い中国籍出願人の平均値を 1.0 とした場合、日本国籍出願人の数値は大きいところで 1.8 を示した。このことから、日本国籍出願人の特許は、車両型ロボットやそれらからのデータ取得に強みがあることを示唆された。
- (7) 分類付与項目の階層の内、区分 3（作物情報）に寄与している区分 4（情報収集の対象）の項目を比較し、センシングに関する日本の強みを分析した。その結果、要素技術（データ収集）別ファミリー一件数の区分 2「データ情報種類」の区分 3「作物情報」に寄与する項目で、日本の件数が多い項目は、「味」、「香り」、「組成」であることが分かった。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の開発等により、世界をリードできる可能性がある。
- (8) 論文発表件数（2,987 件）のうち研究者所属機関国籍・地域で最も多いのは中国籍の 671 件で全体の 22.5%を占めていた。次いで、米国籍が 404 件（13.5%）、スペイン国籍が 206 件（6.5%）、インド国籍が 167 件（5.6%）、ASEAN 各国の国籍が 143 件（4.8%）、ドイツ国籍が 114 件（3.8%）、フランス国籍が 73 件（2.4%）と続いた。日本国籍は 87 件（2.9%）であった。欧州国籍でまとめて比較すると、中国籍、米国籍を抜いて 1 位であった。

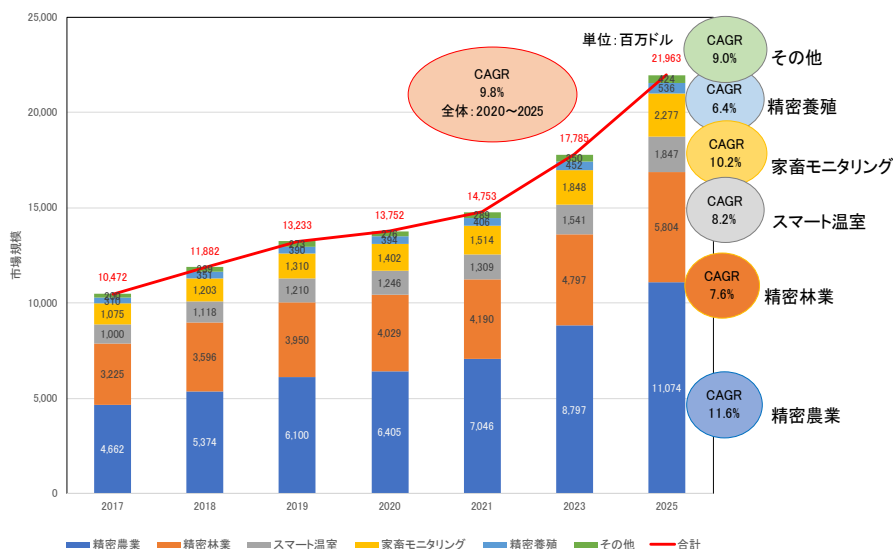
(9) 論文発表件数のうち、「AI（人工知能）」に関する論文発表件数は、中国籍（138 件）、欧州国籍（132 件）、米国籍（55 件）、インド国籍（50 件）、スペイン国籍（35 件）と続き、日本は 13 件であった。「画像認識」は、欧州国籍（420 件）、中国籍（362 件）、米国籍（195 件）、スペイン国籍（100 件）、ドイツ国籍（58 件）、インド国籍（57 件）と続き、日本国籍は 44 件であった。「推論・予測」は、欧州国籍（286 件）、中国籍（189 件）、米国籍（127 件）、インド国籍（63 件）、スペイン国籍（61 件）と続き、日本は 30 件であった。

2. 市場動向

(1) スマート農業の市場

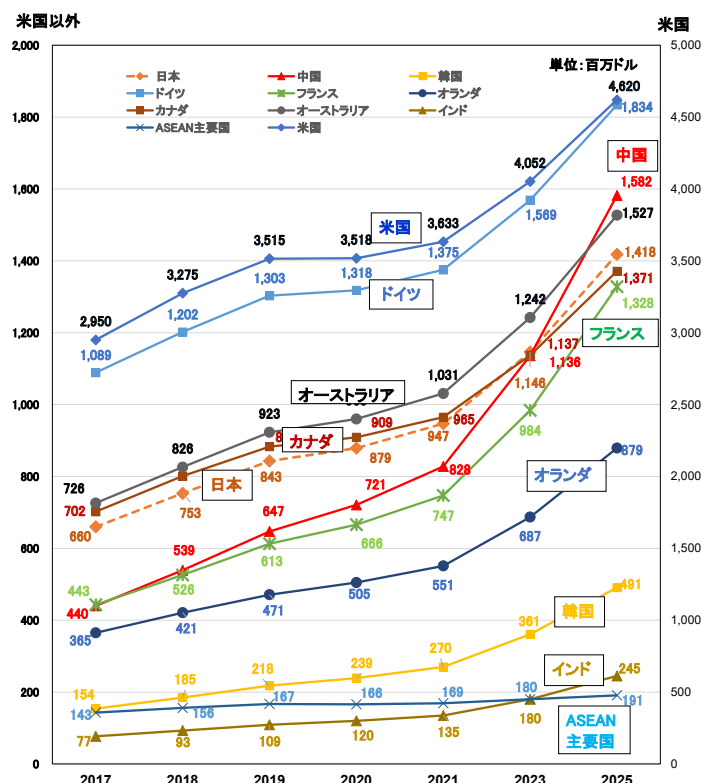
- **スマート農業の市場予測：**スマート農業を精密農業、精密林業、スマート温室、家畜モニタリング、精密養殖、その他の6つに分類した要素別市場を、2020 年から 2025 年の年成長率（CAGR）とともに示した（図 2）。スマート農業市場は、2019 年は約 132 億ドルであるが、2025 年には約 220 億ドルになるとされている。要素別に見ると、精密農業市場は、2019 年は約 61 億ドルであるが、2025 年には約 110 億ドルになると予測されている。CAGR 値は、スマート農業全体では 9.8%、要素別では、精密農業が 11.6%と最も大きく、次いで家畜モニタリングの 10.2%である。
- **スマート農業市場の国別推移：**スマート農業市場の年次推移（国別）を示した（図 3）。日本のスマート農業市場は、2019 年は約 8 億ドルで、2025 年は約 14 億ドルと予測されている。最大の市場は米国で、2019 年は約 35 億ドルで世界市場の約 27%、2025 年は約 46 億ドルで世界市場の約 21%を占めると予測されている。第 2 位はドイツで、2019 年は約 13 億ドル、2025 年は約 18 億ドルである。市場の伸びを見ると、中国とフランスの伸びが大きく、2025 年には中国が約 16 億ドル、フランスが約 13 億ドルと予測されている。

図 2 スマート農業の市場予測



出典: Smart Agriculture Market Globalforecast to 2025 (M&M) より三菱ケミカルリサーチにて作成

図3 スマート農業市場の国別推移

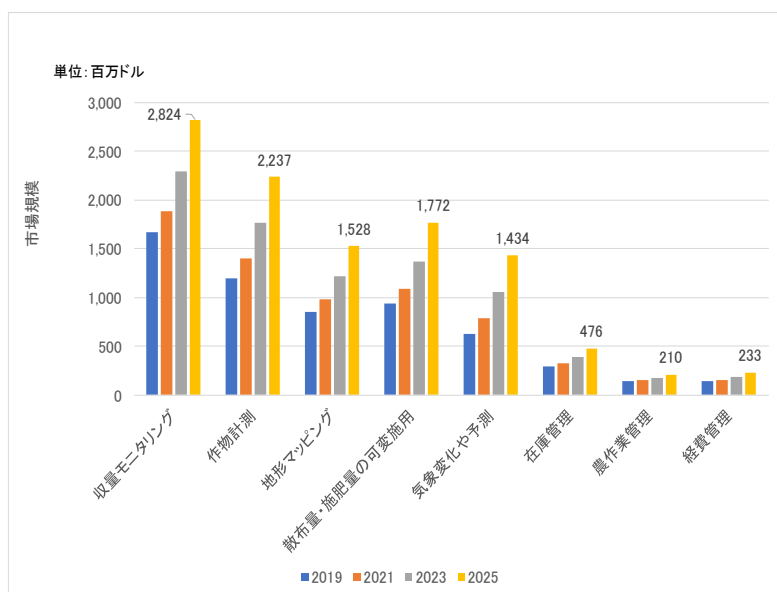


出典：Smart Agriculture Market Globalforecast to 2025 (M&M) より三菱ケミカルリサーチにて作成

(2) 分野別の市場予測

2025 年までにおける分野別の精密農業の市場予測を示した（図 4）。最も大きな市場は、収量のモニタリングや作物の生育度や病害虫被害状況などを計測する装置の市場である。

図4 分野別の精密農業の市場予測



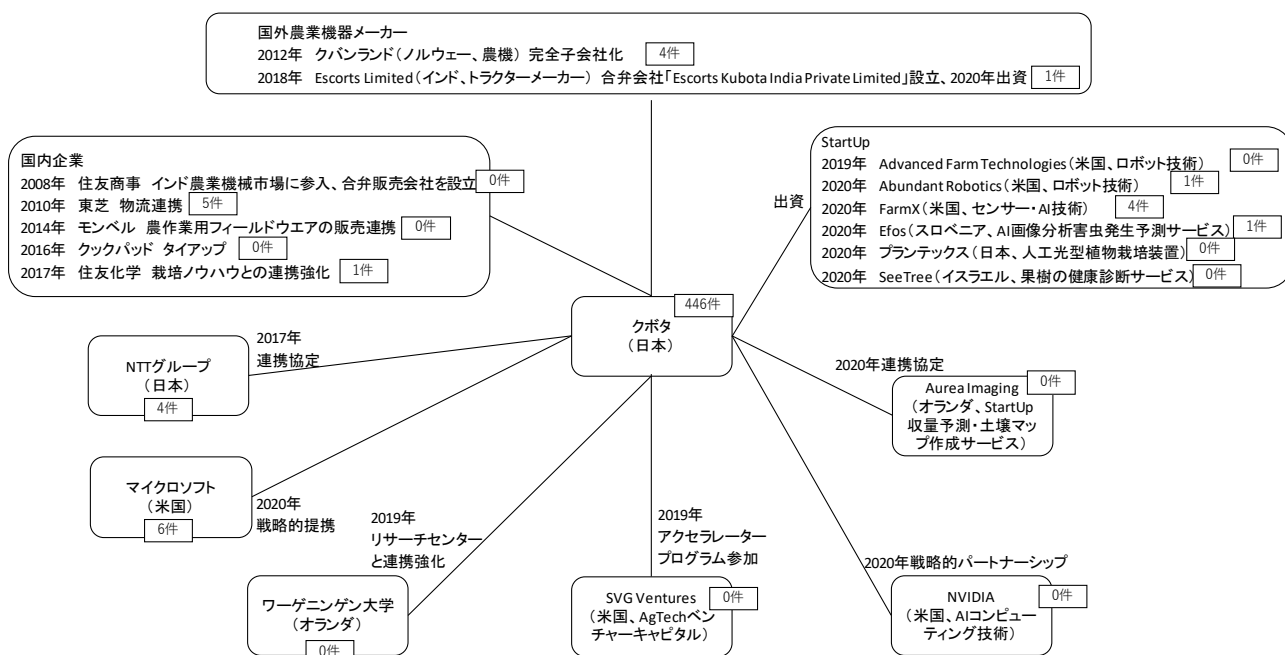
出典：Smart Agriculture Market Globalforecast to 2025 (M&M) より三菱ケミカルリサーチにて作成

(3) 農機会社の連携

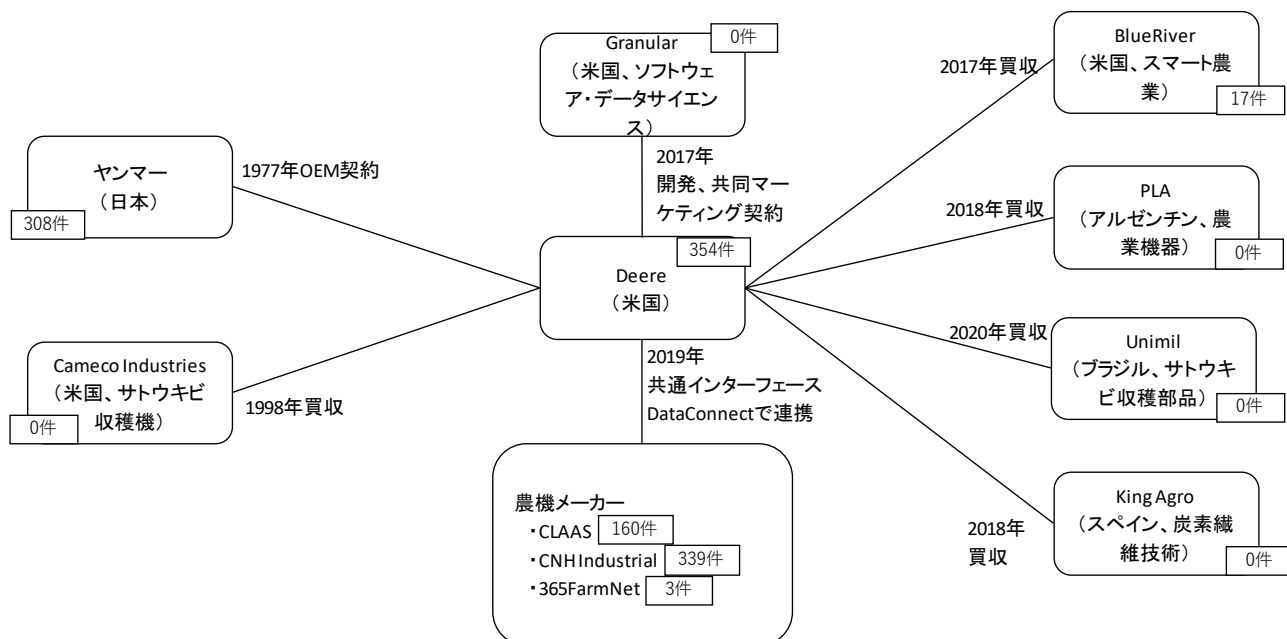
2018 年の農機会社の売上ランキングは、1 位が米国の Deere、2 位がオランダの CNH、3 位が日本のクボタであった。

また、図 5 に示すとおり、農機会社は、既存の企業同士の連携だけでなく、ソフトウェア企業との連携やベンチャー企業への出資を行っていることが確認された。

図 5 農機会社の相関図（クボタ、Deere）



出典：クボタ HP より三菱ケミカルリサーチにて作成



出典：Deere HP より三菱ケミカルリサーチにて作成

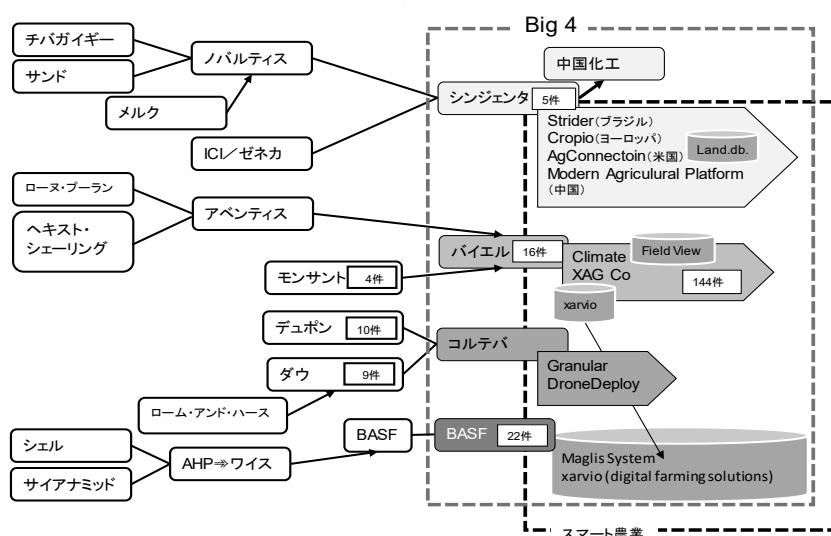
(4) 種苗会社とスマート農業

大手アグリバイオ企業（ビッグ4）は、デジタルソリューションを農家に提供することで、存在価値を高めている（表1、図6）。Monsanto（現 Bayer）は、2013年に、デジタルツールを活用して農業支援を行う Climate を買収した。Corteva も、2017年にデジタルデータサービスの Granular を傘下に迎え、精密農業のためのデータサービスを実施している。Syngenta は、管理ソフトウェア Land.db. を展開している。BASF は、独自の Smart Farming 事業を展開していたが、2018年 Bayer から xarvio を買収し、デジタル農業プラットフォームを強化している。

表1 種苗会社のスマート農業

企業	スマート農業関連情報
Bayer	✓ 中国のドローン企業 XAG（広州極飛科技有限公司、本社：中国・広州）との共同プロジェクトでドローンによる農薬散布試験を実施。 ✓ 子会社の Climate による気象情報を組み合わせたデータサービスを実施。
Corteva	✓ スマートフォン向けアプリケーションなどを通じた、◇天候の予測◇農薬散布や収穫の最適なタイミングの算出◇病害発生の予測◇画像認識による病害の診断などの技術を開発予定。 ✓ 2017年にデジタルデータサービスの Granular を傘下に迎え、精密農業のためのデータサービスを開始。 ✓ 2018年、中国 Drone Deploy とパートナーシップ提携。
Syngenta	✓ 2015年に Ag Connection を買収。管理ソフトウェア Land.db. を展開。 ✓ 2018年にブラジルのアグリテック企業 Strider を買収。また、欧州のモバイルアプリケーション企業である Cropio も買収し、アグリデジタルサービスを実施。そのほかにも 10 余りのベンチャーにも投資してデジタル農業を加速化。
BASF	✓ 2016年に Maglis（Market, Growth, Life, and Smart）（BASF の登録商標）を立ち上げた。Maglis は、農家に、穀物生産のためのより良い判断を提供するオンラインプラットフォームであり、新しい洞察と展望により、農家を作業計画から収穫、マーケティングまでガイドするもの。2018年 Bayer から xarvio を買収し、デジタル農業プラットフォームを強化。

図6 種苗会社のスマート農業



出典：三菱ケミカルリサーチにて作成

3. 政策動向

(1) 日本

農業 ICT の抱える課題を解決し、農業の担い手がデータを使って生産性向上や経営改善に挑戦できる環境を生み出すためのデータ連携・共有・提供機能を有するデータプラットフォームとして、内閣府が実施する第 1 期戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の「次世代農林水産業創造技術」において、「農業データ連携基盤 (WAGRI)」の開発が 2017 年 4 月に開始された。2017 年 8 月、WAGRI の取組に広く様々な主体からの参画を得て WAGRI の普及・推進に寄与するため、農業データ連携基盤協議会が設立され、2019 年 4 月には農研機構農業情報研究センターを運営主体として WAGRI の本格運用が開始されている。また、農林水産省は、農業データの利活用による生産性や品質の向上を実現する必要性から、農業分野の特殊性を踏まえたデータの利活用促進とノウハウ保護に関するルールづくりのため、2020 年 3 月に「農業分野における AI・データに関する契約ガイドライン」を策定した。

(2) 海外

米国

農業 ICT の標準化に関する取り組みは、非営利の業界団体である AgGateway により主導されている。AgGateway はオープンソースの ADAPT (Agricultural Data Application Programming Toolkit) を ISO 11783 と補完し合う業界標準として提供するとともに、業界共通のデータベース・システムとして Ag Industry Identification System (AGIIS) を提供している。また、Deere 等の農機会社 4 社は、各ブランドの農機プラットフォーム間でデータ交換を可能にする、メーカーに依存しない共通のインターフェースである DataConnect を、2020 年後半に公開予定としている。

欧州

中期成長戦略「欧州 2020」の旗艦イニシアチブにおける「Innovation Union」に関連したヨーロッパイノベーションパートナーシップ (EIP) の一つである「EIP-AGRI」の農業、林業、農村開発関連の「マルチアクタープロジェクト」に、「Horizon 2020 (2014-2020)」から 7 年間で約 10 億ユーロが割り当てられた。欧州の全市民、企業のデータ主権とデータの利用可能性を保証するデータインフラストラクチャ構築を目指すドイツとフランスの共同プロジェクトとして GAIA-X が欧州各国 300 以上の組織の参加のもとで行われており (2019 年 10 月公開)、ユースケースの一つとして農業も検討されている (Agri-GAIA)。

中国

「国家中長期科学技術発展計画綱要 (2006-2020)」に基づく「国家「十三五」科学技術発展計画 (2016-2020 年)」の農業重点分野の農業情報化に関して、①農業生産、経営、管理とサービス情報化全体水準の向上、②農業情報化データ標準と技術標準体系の構築、③農業 IoT 国産プロセッサチップとセンサ主要部品の市場シェア 30%以上獲得がコア指標とされている。国家重点研究開発計画において、2016 年度から 2018 年度まででスマート農機装備分野に 223 億円を投入し、49 プロジェクトが実施された。

韓国

2020 年 7 月に国家発展戦略として「韓国版ニューディール」構想が発表され、「デジタルニューディール」と「グリーンニューディール」を二軸とし、2025 年までに 160 兆ウォンを投じて新たに 190 万人の雇用創出を目指すとされた。「デジタルニューディール」政策としては、公共データ 14 万件の公開による「データダム」の構築、5G と AI 基盤の智能型政府（AI 政府）等が、また、「セーフティネット強化」の政策として、農漁村地域のデジタルアクセス改善が主なプロジェクトとして挙げられている。

カナダ

連邦政府は 2014 年 4 月、国家デジタル戦略である「Digital Canada 150」を発表した。2015 年 6 月には「Digital Canada 150 2.0」が発表され、これまでの成果の概説と目的を達成するための新たな取組みが提示された。2016 年から、5G の実装に向けた実証実験も進んでいる、主要都市での試験を含む 5G 対応技術開発計画を発表している。農業分野では、作物の生育管理、土壌管理や農薬の効率的な散布や農機の自動運転など、5G 応用分野の技術開発が進められている。

イスラエル

OECD 国と比べ財政的サポートが少なく、政府の農業への主要なサポートは研究開発の奨励に向けられている。「スマート農業」はイスラエル農業が直面している制約を乗り越えるために不可欠である。従来の、過酷かつ信頼性に欠け、時間の掛かる農業技術は、効率の良い、信頼性・持続性のあるスマート農業に取って代わられている。科学技術はイスラエルの農業産業の不可欠な部分になりつつある。

オーストラリア

2020 年までに世界を主導するデジタル経済国家となることを目指し、「国家デジタル経済戦略」を 2011 年に発表し、2013 年に改訂版を出した。目標達成に向け、電子政府、保健及び高齢者ケア、教育等の利活用サービス及び認証方法やセキュリティ、デジタル産業の資金調達等に関する 24 のアクションプランが示されている。2018 年には、世界をリードするデジタル政府になるための取り組みの方向性を示した「デジタル戦略(2020-2025)」が出されている。

インド

「2018 年国家デジタル通信政策」において、デジタル社会経済への移行を支援するため、全ての国民にブロードバンドを提供する、インドのデジタル主権を保証する等が骨子として挙げられている。政府は、2022 年までに農家世帯の収入を 2 倍にすることを目指し、データ活用型のスマート農業管理システムである「土壌健康カードスキーム」を 2015 年から、オンラインでの流通を可能にするプラットフォームである「電子国営農業市場」を 2016 年から実施している。衛星画像解析を活用した初の本格的な農業 IT 化のプロジェクトが 2017 年からグジャラート州で進められており、2020 年にシステム全体が完成予定である。

ASEAN

ASEAN 経済共同体(AEC)の包括ビジョンとして「ASEAN 経済共同体(AEC)Blueprint 2025」(2015 年)、及びそれを実行するための「Consolidated Strategic Action Plan」(2018 年

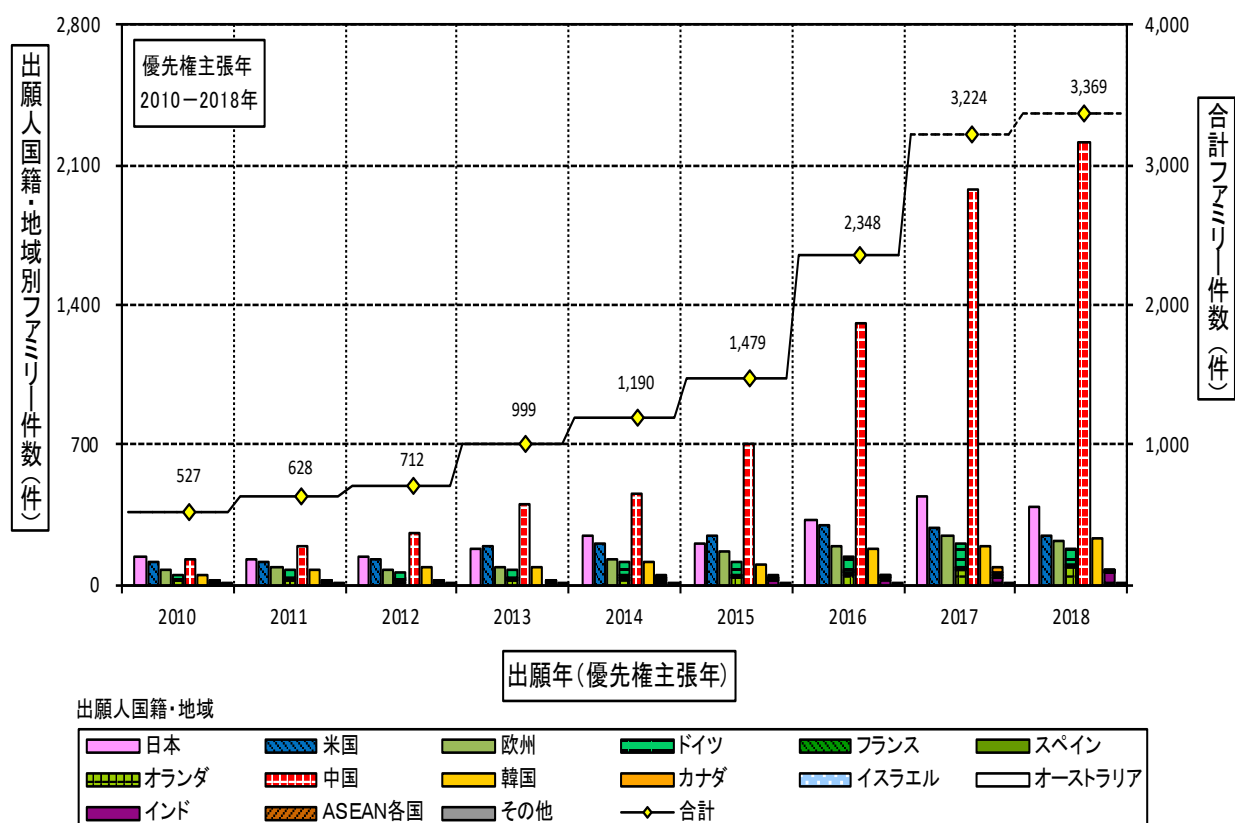
更新版)、ASEAN 全体の ICT 総合戦略として「ASEAN ICT マスタープラン 2020」(2015 年)が公表されている。また、ASEAN の食料安全保障については、「ASEAN 統合食料安全保障(AIFS) フレームワークと食料安全保障に関する戦略的行動計画 (SPA-FS) (2015-2020)」、「食糧・農業・林業における ASEAN 協力のためのビジョンと戦略計画 (2016-2025)」の 2 つの戦略文書に示されている。ただし、これらのいずれの文書にも、スマート農業に関する記載は見当たらない。

4. 特許出願動向

(1) 出願人国籍別の出願動向

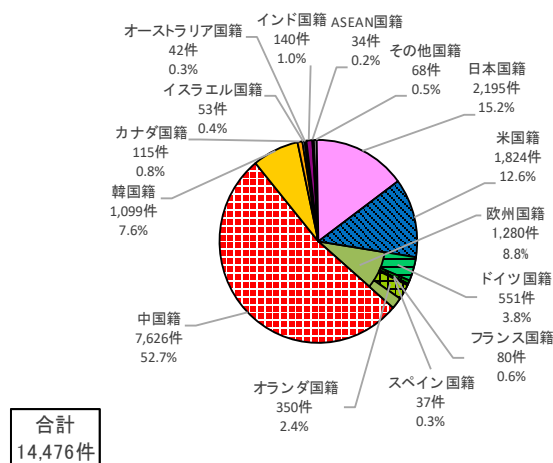
出願人国籍・地域別で最も多いのは中国籍の 7,626 件で全体の 52.7%を占めている。次いで、日本国籍が 2,195 件 (15.2%)、米国籍が 1,824 件 (12.6%)、欧州国籍が 1,280 件 (8.8%) と続く。中国籍出願人のファミリー件数の近年の伸びは顕著である。日本国籍出願人のファミリー件数も近年増加傾向である (図 7)。

図 7 出願人国籍・地域別のファミリー件数推移及びファミリー件数比率



(出願先 : 日米欧中韓独仏西蘭加以豪印 ASEAN、

出願年 (優先権主張年) : 2010-2018 年)



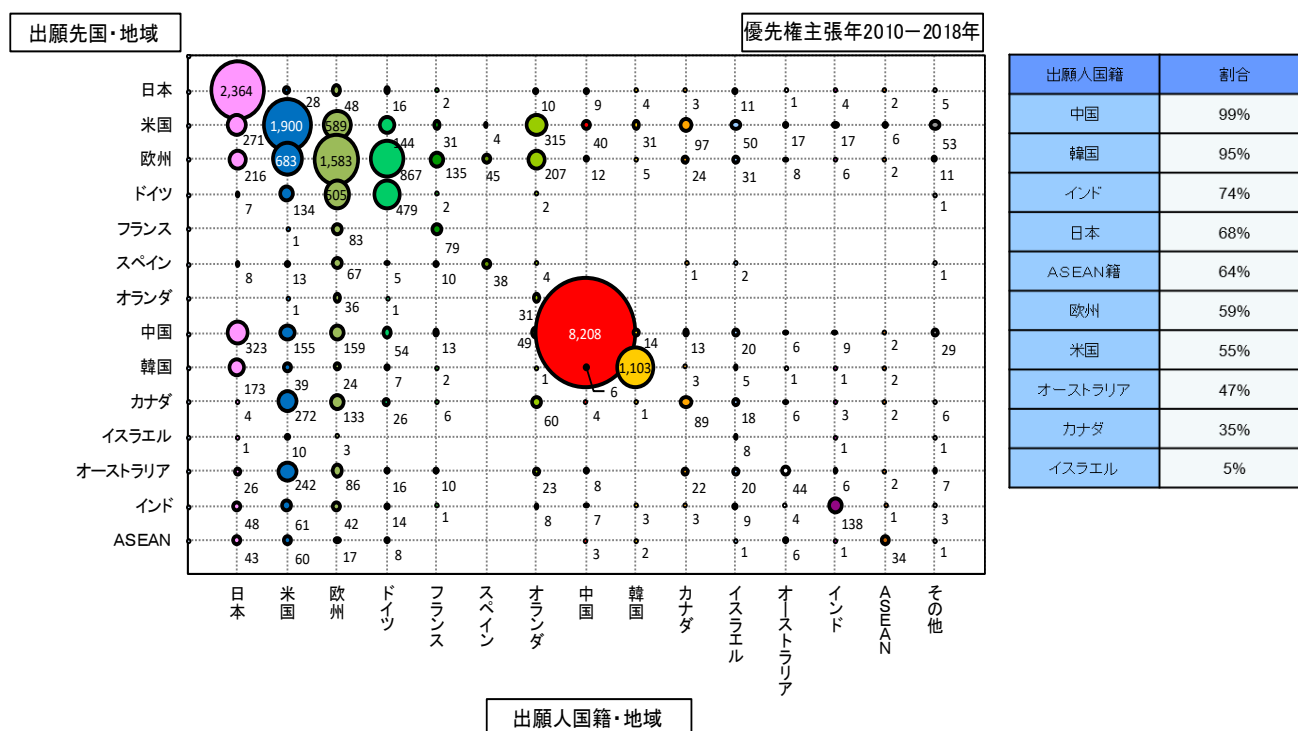
注1：2017年以降はデータベース収録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれ等で、全データを反映していない可能性がある

注2：「ファミリー件数」とは、同じ発明を複数の国へ特許出願する場合、各国（自国も含む）へ特許出願した「特許出願のまとまり」を「パテントファミリー」と呼び、このファミリーを1件とカウントした

(2) 出願先国・地域別一出願人国籍・地域別出願件数

自国・地域が主要な出願先となっている国・地域が多いが、カナダとイスラエルは、米国が主要な出願先となっている。中国、韓国及びインド国籍出願人は自国への出願が、それぞれ99%、95%、74%と高い。日本国籍出願人の自国への出願割合は68%であった（図8）。

図8 出願先国・地域別一出願人国籍・地域別出願件数及び自国・地域への出願割合

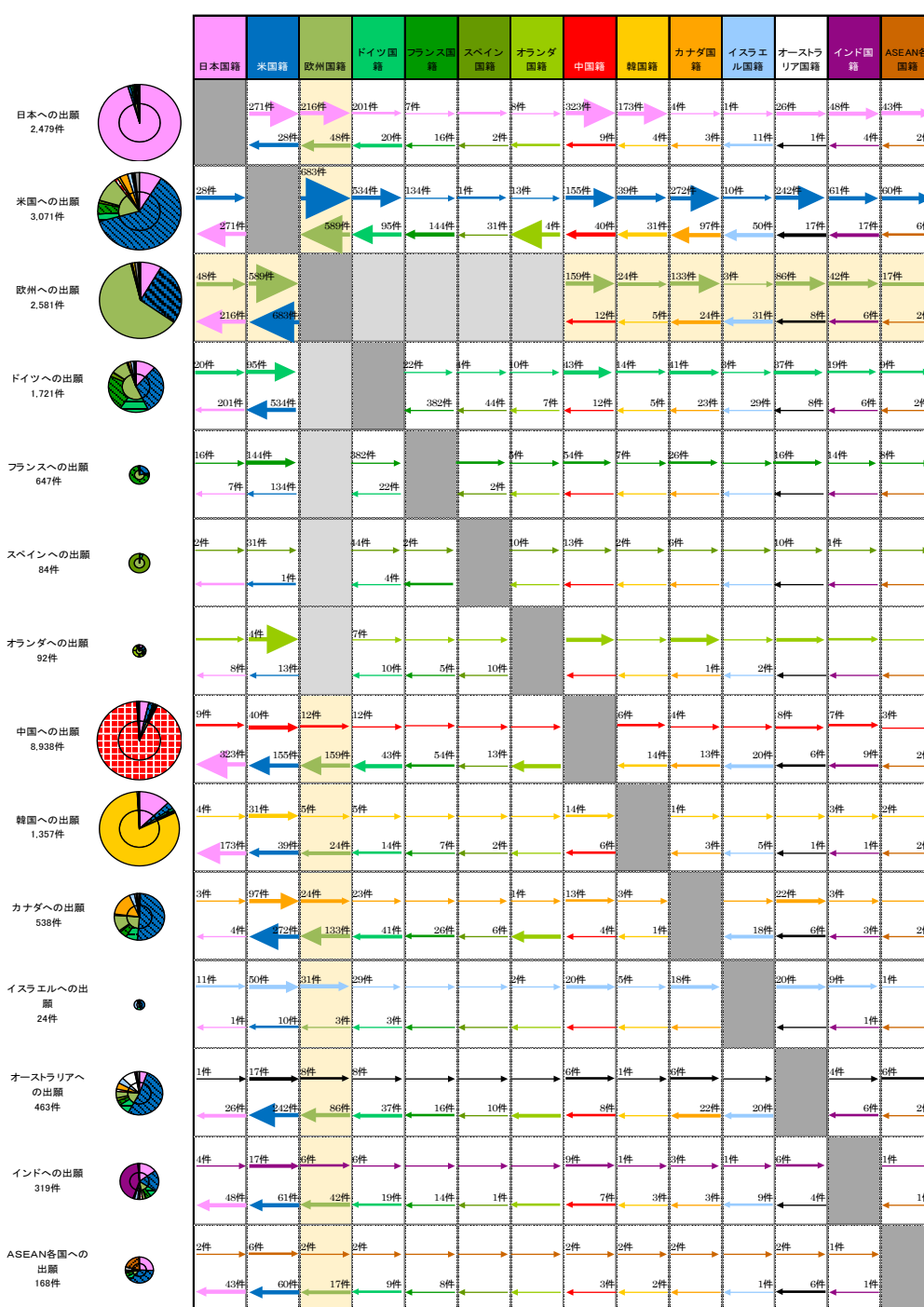


（出願先：日米欧中韓独仏西蘭加以豪印 ASEAN、出願年（優先権主張年）：2010-2018年）

(3) 日米欧中韓等における出願収支

日本への出願は日本国籍出願人が 95%と多い。中国も中国籍出願人からの出願が 92%と多い。一方、米国や欧州は、海外からの出願が約 40%となっている。米国から欧州への出願が最も多く（683 件）、次に欧州から米国への出願が続く（589 件）。我が国は、比較的多方面へ特許出願を実施している。特に中国への特許出願が 323 件で、米国や欧州より多い。その他、オランダからアメリカへの出願が多い（図 9）。

図 9 出願収支（出願先：日米欧中韓独仏西蘭加以豪印 ASEAN、出願年（優先権主張年）：2010-2018 年）



(4) 出願先国・地域別－出願人国籍別出願件数ランキング

全体の出願人別ファミリー件数上位ランキングを、前半(2010-2014年)と後半(2015-2019年)の期間に分けて表2に示す。前後半で上位5者にクボタ、井関農機、Deere(米国)、ヤンマー、CNH(オランダ)が入っている点は変わらないが、後半では、中国の大学、研究機関、企業が上位に入るとともに、Climate(米国)、Grow Solutions Tech(米国)、IBM(米国)などのデータ解析に関連した企業が上位に入っている。

表2 出願人別ファミリー件数上位ランキング(全体)、期間別(出願先：日米欧中韓独仏西蘭加以豪印ASEAN、出願年(優先権主張年)：2010-2018年)

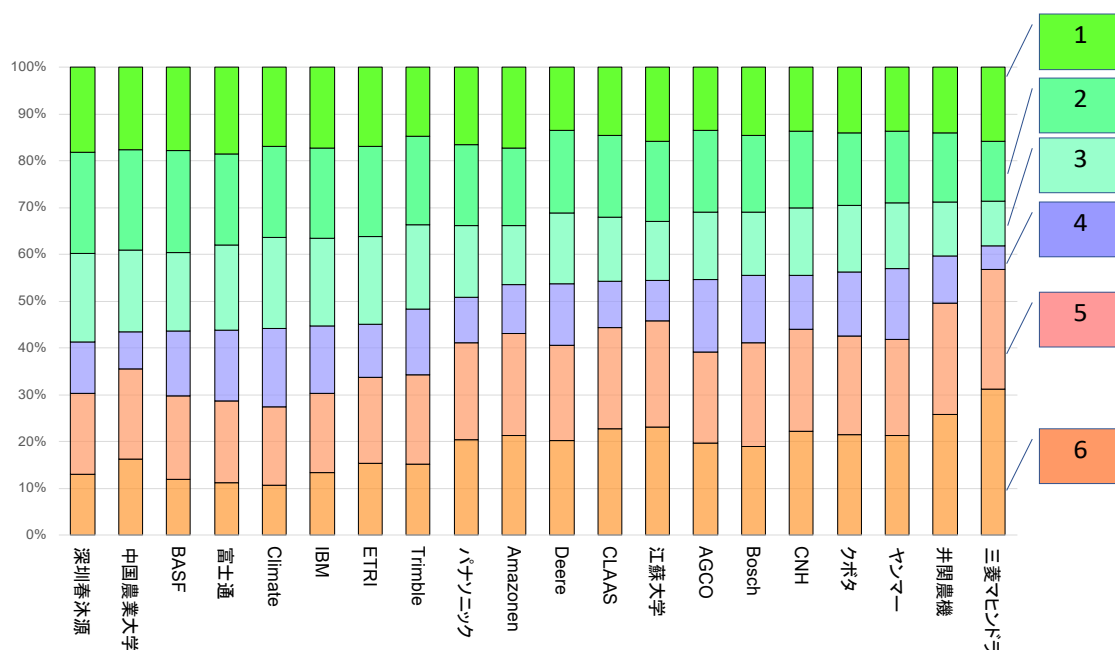
全体					
2010~2014年			2015~2018年		
順位	出願人名称	ファミリー件数	順位	出願人名称	ファミリー件数
1	クボタ	135	1	クボタ	296
2	井関農機	128	2	井関農機	213
3	Deere(米国)	125	3	CNH(オランダ)	212
4	ヤンマー	97	4	Deere(米国)	208
5	CNH(オランダ)	84	5	ヤンマー	200
6	CLAAS(ドイツ)	65	6	深圳春沐源(中国)	98
7	AGCO(米国)	51	7	中国農業大学(中国)	97
8	Amazonen(ドイツ)	47	8	Climate(米国)	95
9	中国農業大学(中国)	46	9	CLAAS(ドイツ)	94
10	富士通	40	10	江蘇大学(中国)	90
11	北京農業信息技術研究中心(中国)	38	11	Amazonen(ドイツ)	74
12	江蘇大学(中国)	37	12	西北農林科技大学(中国)	73
13	三菱マヒンドラ農機	31	13	中国農業科学院(CAAS)(中国)	71
13	ETRI(韓国)	31	14	中国科学院(CAS)(中国)	57
15	パナソニック	29	15	Bosch(ドイツ)	52
16	Climate(米国)	27	16	三菱マヒンドラ農機	50
16	Trimble(米国)	27	17	山東農業大学(中国)	47
16	西北農林科技大学(中国)	27	18	ハルビン派騰農業科技(中国)	44
19	中国農業科学院(CAAS)(中国)	25	19	華南農業大学(中国)	38
19	浙江大学(中国)	25	20	Grow Solutions Tech(米国)	35
			20	IBM(米国)	35
			20	浙江大学(中国)	35

(5) 注目出願人

特許出願件数が多い出願人に加え、ICT関連企業等から選定した出願人を注目出願人として、注目出願人による特許出願の上記6つのレイヤー別比率を示す(図10)。

ICT関連企業、植物工場や農薬関連企業は、レイヤー1~3の占める割合が高い傾向にあることから、サイバー空間に軸足を置いていることが明らかとなった一方、農機会社は、レイヤー1~3の占める割合が低い傾向にあった。

図 10 注目出願人のレイヤー別分類

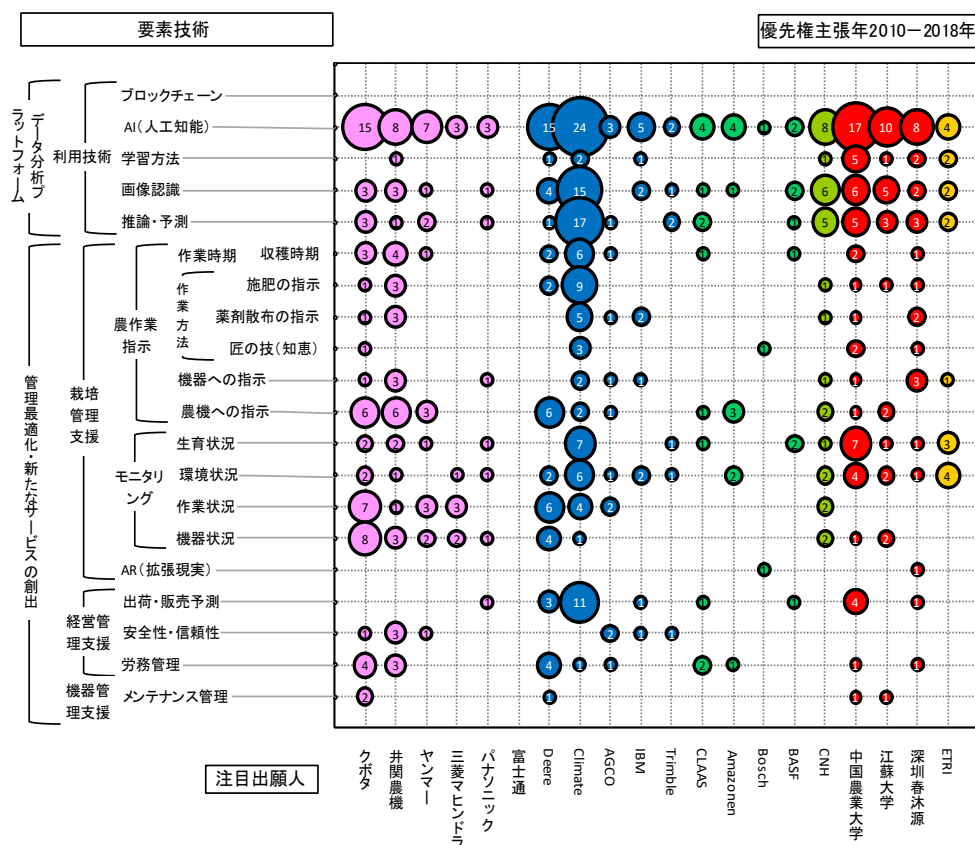


■ 1：管理最適化・新たなサービスの創出 ■ 2：データ分析プラットフォーム ■ 3：データベース ■ 4：通信手段 ■ 5：データ収集 ■ 6：農機、ロボット、インフラ
レイヤーの 1+2+3 の割合が多いものから順番に並べた。

(6) 提言・示唆に向けた特許動向分析

「AI（人工知能）」が付与された特許の出願傾向を注目出願人の間で比較した（図 11）。

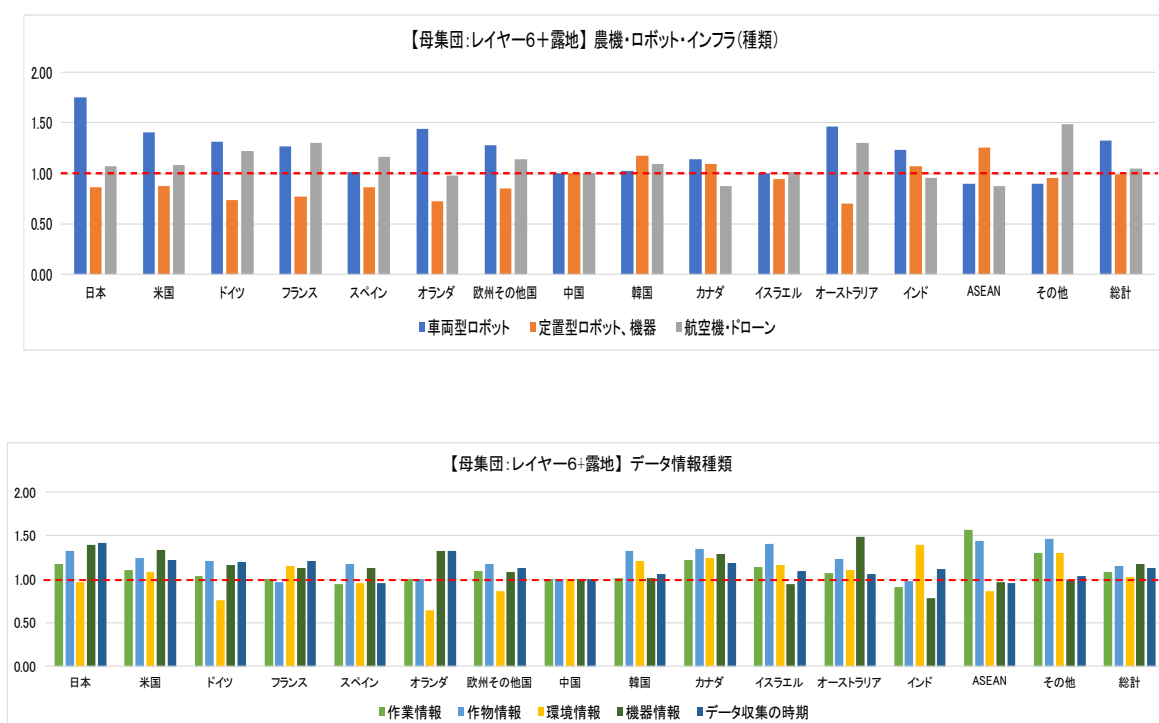
図 11 「AI（人工知能）」が付与された特許の出願傾向



サイバー空間に軸足を置く企業である Climate は、特に、経営管理支援の「出荷・販売予測」に関する特許出願が多かった。サイバー空間に軸足を置く企業は、アプリケーションを使った計画策定や工程管理などの営農管理に注力していると考えられる。

また、各国籍出願人の出願内容が概念的であるか具体的であるかという観点で比較を行った。母集団を「農機、ロボット、インフラ」及び「露地」が付与された特許出願とした。分類付与項目の階層の内、区分3に寄与している区分4に付与される項目の数を平均化し、調査国間で比較した（具体的には、区分3の下位にある区分4に付与される特許1件あたりの数の平均値を求めて比較を行った。）（図12）。

図12 農機、ロボット、インフラ、及びデータ収集種類の分析

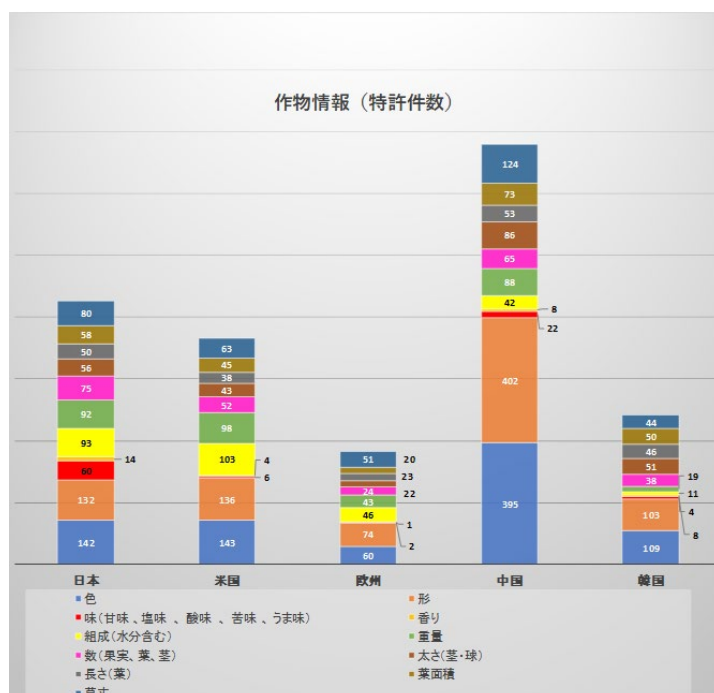


その結果、要素技術のうち、区分1「農機、ロボット、インフラ」における区分2「種類」の区分3「車両型ロボット」、及び区分1「データ収集」における区分2「データ情報種類」の区分3「機器情報」及び「データ収集時期」で中国籍出願人の平均値を1.0とした場合、日本国籍出願人の数値は大きいところで1.8を示した。日本が車両型ロボットやそれらからのデータ取得に強みがあることが示唆された。

さらに、データ収集のうち作物情報に着目することで、各国・地域におけるセンシング技術の動向を確認した。

分類付与項目の階層の内、区分3（作物情報）に寄与している区分4（情報収集の対象）の項目を比較した（図13）。

図 13 作物情報



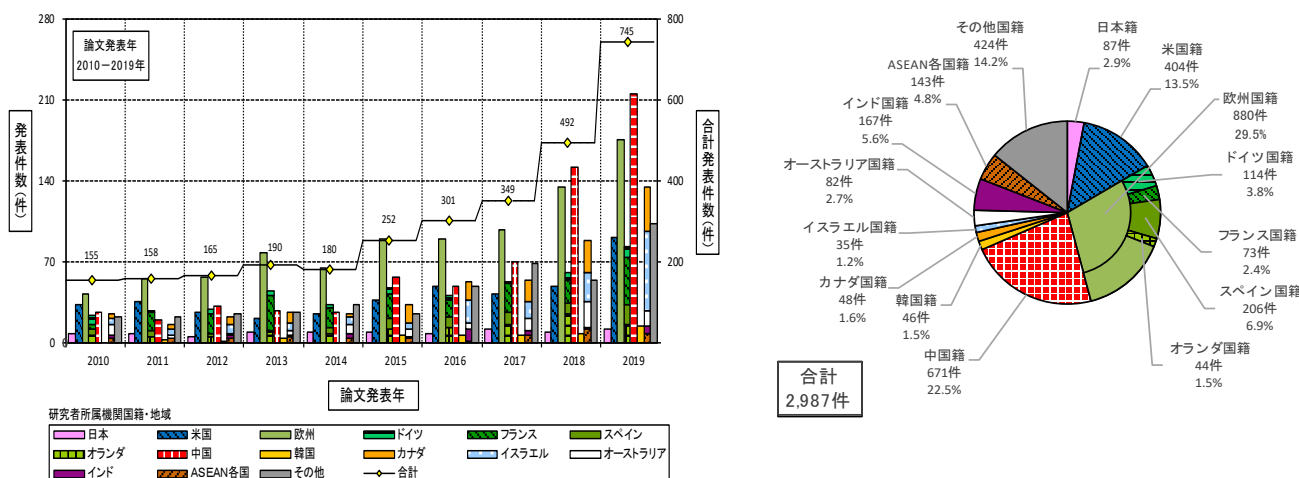
その結果、要素技術(データ収集)別ファミリー件数の区分2「データ情報種類」の区分3「作物情報」に寄与する項目で、日本の件数が多い項目は、「味」、「香り」、「組成」であることが分かった。日本は農作物の成分測定に代表されるセンシング技術に強く、高付加価値化につながる新たなセンサの開発等により、世界をリードできる可能性がある。

5. 研究開発動向

(1) 研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率（論文発表年：2010-2019 年）

論文発表件数（2,987 件）のうち研究者所属機関国籍・地域で最も多いのは中国籍の 671 件で全体の 22.5%を占めている。次いで、米国籍が 404 件（13.5%）、スペイン国籍が 206 件（6.5%）、インド国籍が 167 件（5.6%）、ASEAN 各国の国籍が 143 件（4.8%）、ドイツ国籍が 114 件（3.8%）、フランス国籍が 73 件（2.4%）と続き、日本国籍は 87 件（2.9%）であり、欧州国籍と比較すると、中国籍、米国籍よりも多い。欧州では特にスペイン国籍研究者所属機関の割合が大きい（図 14）。

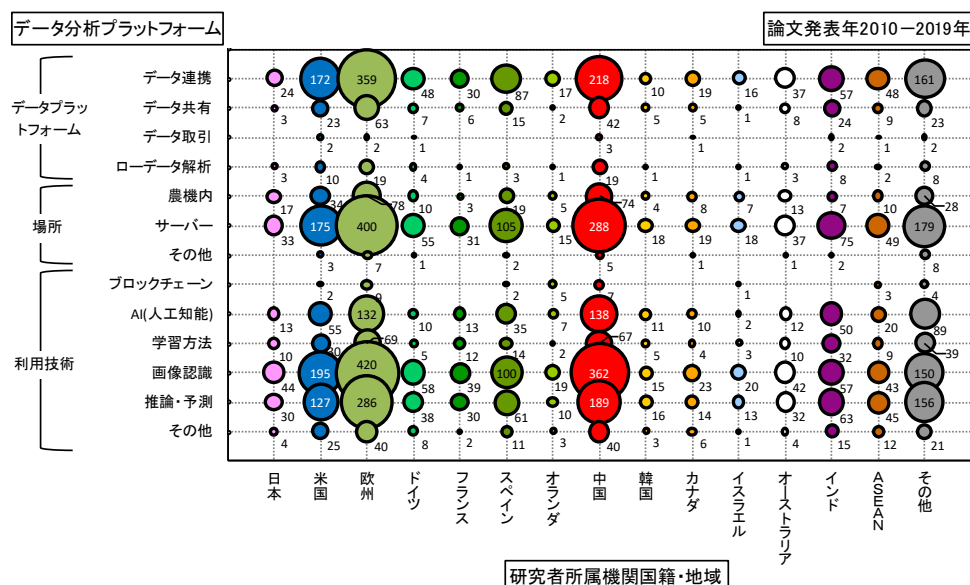
図 14 研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数推移及び論文発表件数比率（論文発表年：2010-2019 年）



(2) 種類別論文発表件数推移

研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数では、欧州の論文発表件数が最も多い要素技術が多く、次いで中国籍の論文発表件数が多い。「データ分析プラットフォーム」に関連する論文発表件数は、スペイン国籍を始めとした欧州国籍が中国籍や米国籍より多い。「AI（人工知能）」は、中国籍（138 件）、欧州（132 件）、米国籍（55 件）、インド国籍（50 件）、スペイン国籍（35 件）と続き、日本国籍は 13 件である。「画像認識」は、欧州（420 件）、中国籍（362 件）、米国籍（195 件）、スペイン国籍（100 件）、ドイツ国籍（58 件）、インド国籍（57 件）と続き、日本国籍は 44 件である。「推論・予測」は、欧州（286 件）、中国籍（189 件）、米国籍（127 件）、インド国籍（63 件）、スペイン国籍（61 件）と続き、日本国籍は 30 件である。アジアでは、インド国籍の論文発表件数が多い（図 15）。

図 15 技術区分別－研究者所属機関国籍・地域別論文発表件数（論文発表年：2010-2019 年、技術区分：データ分析プラットフォーム－区分 3）



(3) 研究者別－論文発表件数上位ランキング

研究者別のランキングでは、上位 10 者のうち、研究者所属機関国籍として、スペインが 5 者、米国が 2 者、中国が 2 者、デンマークが 2 者、日本が 1 者であった（表 3）。

表 3 研究者別－論文発表件数上位ランキング（論文発表年：2010–2019 年）

順位	研究者	研究者所属機関名	論文発表件数
1	Lan YB	South China Agricultural University (中国)	25
2	Ehsani R	University of Florida (米国)	19
3	He Y	Zhejiang University (中国)	18
3	Zhang Q	Washington State University (米国)	18
3	LopezGranados F	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) (スペイン)	18
3	Bochtis DD	Aarhus University (デンマーク)	18
7	Noguchi N	Hokkaido University	15
7	de Castro AI	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) (スペイン)	15
7	Pena JM	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) (スペイン)	15
10	Pajares G	Universidad Complutense de Madrid (スペイン)	14
10	TorresSanchez J	Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC) (スペイン)	14
10	Sorensen CG	Aarhus University (デンマーク)	14

6. 提言・示唆

【1】高齢者や新規就農者を含むすべての農業従事者にとって魅力ある、儲かる農業のための技術開発を進めるべきである。

農業における人手不足や後継者不足を解消するためには、農産物の生産性の向上による収量増や高付加価値化を推進し、高齢者や新規就農者を含む農業従事者にとって魅力ある、儲かる農業にすることが求められている。

そのためには、高齢者や農業に不慣れな新規就農者に対する安全面や使いやすさなどに配慮した、農機の自動運転や遠隔操作、栽培管理や営農管理などを可能とする新しいツールや仕組みの技術開発を進めるべきである。

具体的には、我が国の強みである自動運転農機の技術開発の推進による農機の遠隔監視下での無人化（レベル 3）の実現、収穫用ロボットの実用化、リモートセンシングの技術開発強化等による生産性向上を図り、また、これらの技術や匠の技を活用した減農薬、良食味等による高付加価値化を展開することで、収益の確保や労働時間の削減など農業従事者が働きやすい環境作りに発展させることが求められる。

【2】スマート農業の実現に向けて、WAGRI の仕組みを最大限活用してデータの収集・共有・活用を広く進めるべきである。

スマート農業の実現のためには、フィジカル空間とサイバー空間がつながることが重要である。日本では、両空間がつながり、データの連携、共有、提供を可能とする農業データ連携基盤 WAGRI が運用されている。スマート農業を発展させるために、ベースレジストリを中心としたオープンデータの範囲を拡大し活用を広めながら、WAGRI の仕組みを最大限活用して、データの連携、共有、提供を広く進め、フードバリューチェーンの構築、フードセキュリティの確保とともに、労働力不足、SDGs といった近年直面している新たな社会課題の解決を見据えた新たなサービスの創出などを可能とするソフトウェア関連技術の開発を促進すべきである。

複数の競合する農機会社から提供される農業データ、及び付加価値の高い作物の栽培を可能とする生産者が備える匠の技を広く活用するためには、データの標準化を行うとともに、データの流出や目的外使用などデータ提供者の懸念を払拭することが必要であり、データセキュリティやトレーサビリティ確保のための仕組みを整備し、データ提供者には、適切なインセンティブ付与等の保証される仕組みを構築することで、データの連携、共有、提供を広く進めるべきである。

米欧でも同様に農業データ連携基盤が進みつつある。日本は、良い仕組みは取り入れ、セキュリティを確保しながら他国のデータ連携基盤ともつながる仕組み作りを進めていくべきである。その上で、日本のスマート農業の優位性を確保するために、日本の強みである「農機、ロボット、インフラ」から収集されるデータの取り扱いについて、主導権を確立できる仕組みとするべきである。

【3】スマート農業を通して SDGs に貢献すべきである。

スマート農業を通して、地球環境保全へ貢献できるというコンセプトを広く浸透させることが重要である。持続可能な食料生産、流通、消費や食品ロス抑止のために、スマート農業の技術を活用し、下記に示すような農業に関連した SDGs に貢献すべきである。

①化学肥料及び農薬の精密散布やフェノミクスを利用した窒素利用効率の高い品種、病害虫に強い品種の育成を通して、窒素体や農薬成分の使用量の削減と河川への流出を防止する。

②営農管理システム等による効率的な食品や農作物の流通により輸送で発生する CO₂ を削減する。また、農機の自動化や電動化により、圃場で発生する CO₂ 削減に寄与する。

③需要と供給のバランスをとったマーケットイン型のシステム構築(営農管理システム)により、無駄を省き、食品ロスをなくす。

【4】我が国の強みを活かして「つながる」仕組みを活用した海外展開を進めるべきである。

日本は、北米への農機の輸出を増やしていることや、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に鑑みれば、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。この強みを活かし海外展開を図るためには、地域の実情をよく理解した上で、協業等により技術の補完を行いつつ、サイバー空間とつながる仕組みを活用し、日本の強みであるフィジカル空間から収集されるデータの利活用で主導権を確立することが求められる。

また、米欧の農業では農機の大型化による作業効率向上は限界に達しており、小型の群ロボット導入に関心が高い。また、カンキツ、リンゴ、ブドウなどの果樹では農薬散布などの自動化ニーズが高く、今後日本の中小型の自動運転農機は米欧にも展開できる可能性は十分にある。

さらに、アジアにおいてスマート農業市場の拡大が予測されている。日本の環境と共通点が多いアジアへの農業技術の支援や、WAGRI の横展開等によるアジア各国の実情に合わせた農業データ連携基盤の構築を支援することで、アジアを足掛かりに海外展開を推進し、市場を広げていくことも視野に含めることが求められる。

【5】スマート農業の枠組みをなすサイバー・フィジカル・システム（CPS）で主導権を獲得するための知財戦略を考えるべきである。

日本は、自動運転農機やセンシング技術など、フィジカル空間で優位に立てる農業技術を備えている。したがって、日本は、当該農業技術、及び当該農業技術を介して収集される作業情報・作物情報などのデータをコア領域として、スマート農業の枠組みをなすサイバー・フィジカル・システム（CPS）で主導権を獲得するための知財戦略を考えるべきである。

知財戦略を構成する特許戦略として、これまで日本が研究開発を積み重ねてきた自動運転農機や、今後需要が高まるものと期待されるリモートセンシング技術など、フィジカル空間における農業技術の権利化を継続することに加え、諸外国の主要企業において先行する、例えば、必ずしも日本が強みとする自動運転農機等に限らず農地の環境情報等を起点としたサイバー空間に着目した特許戦略を参考に、フィジカル空間において当該農業技術を介して収集されるデータの分析技術、及びデータの分析結果に基づく自動運転農機の制御技術、匠の技の形式知化、営農管理技術など、日本が強みとするフィジカル空間の農業技術を起点にしたサイバー空間における農業技術の権利化を図ることが求められる。

特に、サイバー空間における農業技術を発展させるにあたり、AI や画像診断技術などの注目技術の適用が鍵となる。それらはオープン化されておりコア領域になり得ない場合もあるため、当該技術をスマート農業の用途に応じて使い分け、独自のビジネス関連発明に発展させた上で権利化を図ることが重要となる。また、当該注目技術に用いられる農業データの前処理方法や学習用データセットの生成方法の権利化を図るといった農業データに着目した特許戦略が重要となる。その際に、データの分析技術のアルゴリズムは権利化を行ったとしても侵害立証が困難である点や、生データが特許法を含む既存の法体系において保護対象とならない点などに十分留意する必要がある。

また、スマート農業は、農機関連企業や種苗関連企業、IoT 関連企業等多様な利害関係者が参画していることから、他社の特許権の侵害やスマート農業に参画する企業を標的にしたパテント・トロールによる特許侵害訴訟、クロスライセンスによるコア領域維持の困難性等に直面する可能性がある。そのため、先行技術調査やクリアランス調査の更なる強化や、他の分野で先行する防衛的パテントプールの構築などを視野に入れた対策を検討することが求められる。

さらに、農業データに着目した知財戦略は特許戦略に限られるものではない。日本が強みとするフィジカル空間の農業技術を起点に収集された農業データをサイバー空間で分析等に供するにあたり、データ提供側の立場の意思を尊重したデータ主権の設定は重要課題である。そのためには、フィジカル空間とサイバー空間との間におけるデータ流路に、データ主権、認証・トラスト、メタデータ、コンプライアンスなどのレギュレーション機能を備えることが求められ、既に 2019 年から本格運用されている農業データの連携や提供を行うオープン・プラットフォームである WAGRI の更なる機能の向上や、2020 年に策定された「農業分野における AI・データに関する契約ガイドライン」に基づいた適正な契約が推進されることが期待される。