



自動・自律化したドローンによる 業務効率化事例の分析



目次

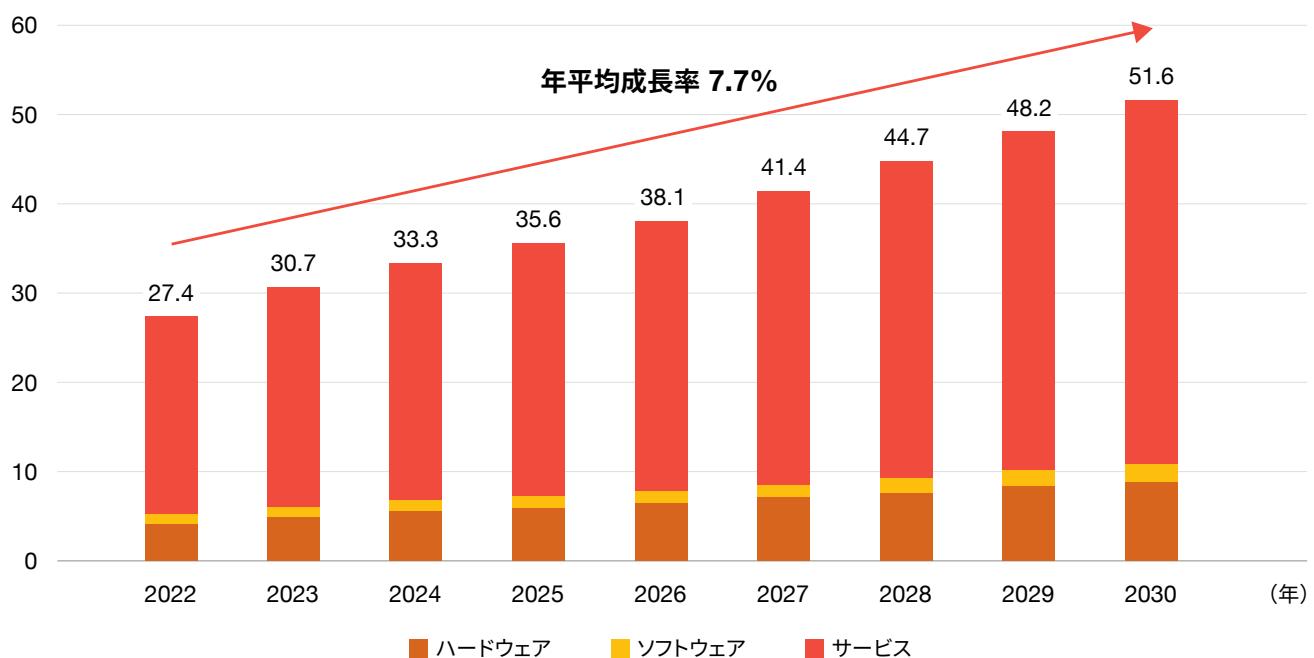
I. 背景と目的	3
II. 国内外における先進事例	5
1. 農業	5
・ 営農管理ソフトの生育マップを活用したドローンによる可変施肥(追肥) ・ ドローンを使用した作付け状況確認による現地確認業務の効率化	
2. 点検	9
・ 自律航法ソフトウェアを活用したドローンによる送電線点検	
3. 消防	12
・ 消防・救急の初動対応でのドローン活用	
III. まとめ	15

I. 背景と目的

世界の商用ドローン市場は、サービス市場が成長をけん引すると予測されている。Dronellの予測では、サービス市場は2025年に282億米ドル、2030年には407億米ドルに達する（図表1。ここでいうサービス市場は、ドローン運航をはじめ、システム開発・運用、教育・シミュレーションなどで構成される）。

図表1：世界のドローンサービス市場規模予測

（単位：10 億米ドル）



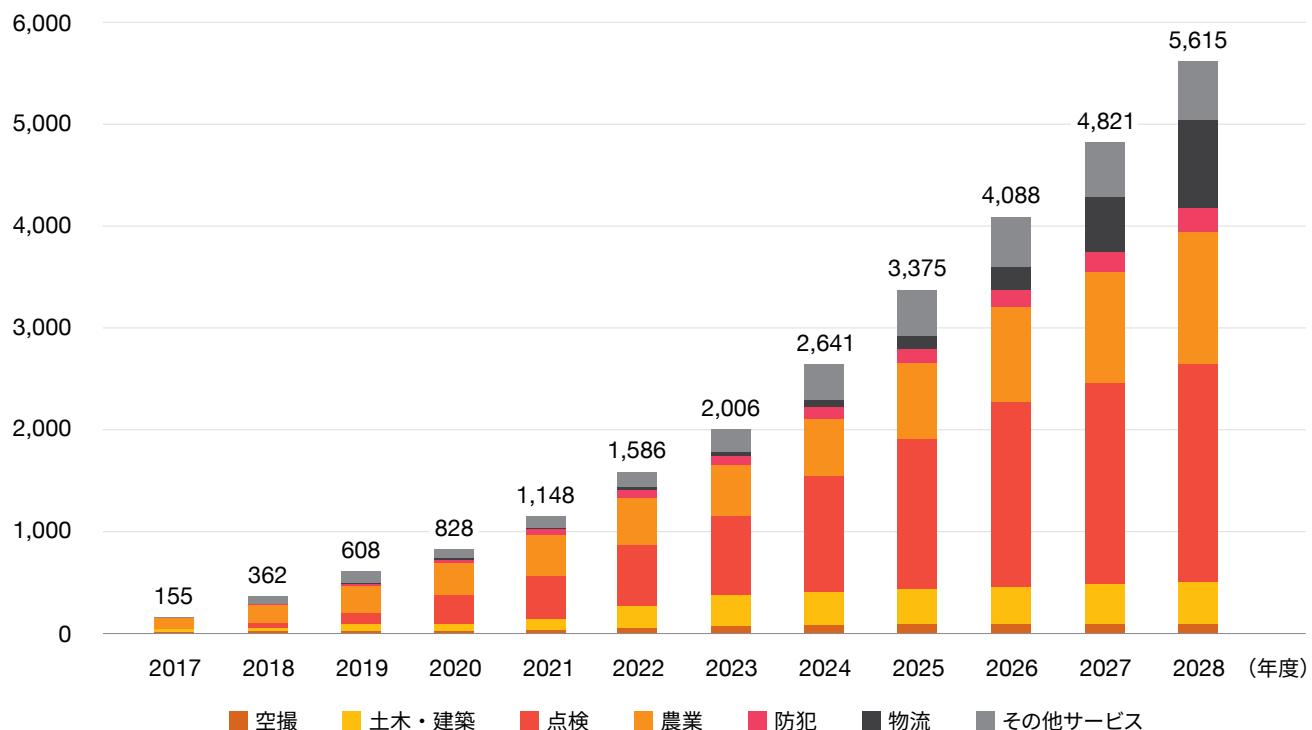
出所：Dronell 資料を基に PwC 作成

日本でもドローンサービス(ドローンを活用した業務の提供)市場が成長をけん引する。インプレス総合研究所によれば、2025年度に3,000億円を突破し、2028年度には5,000億円を上回ると考えられる(図表2)。

ドローンサービス市場を分野別にみると、農業、点検、土木・建築分野の割合が大きい。中でも点検分野は、太陽光パネル、送電線、基地局・通信鉄塔、橋梁、屋根、工場や建築物の設備など、さまざまなインフラや設備の点検で実用化が進んでいる。農業分野では農薬散布が堅調である他、林業でも資材や苗木の運搬、森林の調査などで活用が広がっている。

図表2：国内ドローンサービス市場の分野別市場規模

(単位：億円)



出所：インプレス総合研究所「ドローンビジネス調査報告書 2023」を基にPwC作成

こうした市場の成長を後押しする要因の1つにドローンの自動・自律化がある。自機の異常への対応や空中・地上リスクの緩和措置を機体の判断で実施できるようになってきている。

さらに、そうしたドローンが収集したデータを自動で共有・解析できるようになり、業務効率化や付加価値向上、安全性向上に寄与し始めている。

自動・自律化したドローンを業務で容易に活用できるようになると、エンドユーザーの導入に対する技術的ハーダルが下がり、費用対効果が向上し、最終的にはドローンサービス市場の成長に繋がる。

本レポートでは、自動・自律化したドローンが取得したデータを業務で活用し、効果を発揮した先進的な事例を紹介した上で、取り組みにおける課題や今後の展望を考察する。類似の取り組みが増加すると同時に、さらなる効果の向上に向けた課題解決が進展する一助となることを目的としている。

II. 国内外における先進事例

1. 農業

営農管理ソフトの生育マップを活用したドローンによる可変施肥(追肥)

・サービス概要

BASF ジャパン株式会社は、ドローンを活用した可変施肥(追肥)により、収量の増加、作物品質の向上、肥料の削減、作業員の業務負担軽減や安全性確保に貢献している。

同社では「xarvio FIELD MANAGER」(以下、xarvio) という営農管理ソフトを展開しており、主な機能として過去の複数年の衛星画像を解析し、ほ場ごとの地力マップと生育マップ(地力の強弱や生育状況ごとに5段階で色分け、ゾーニングして表示)を作成することができる。作成した地力マップは元肥の設計に、生育マップは生育確認や追肥の計画策定などに利用可能であり、USBでマップなどを農機に連携して可変施肥を行うことができる。

・ドローン導入の背景

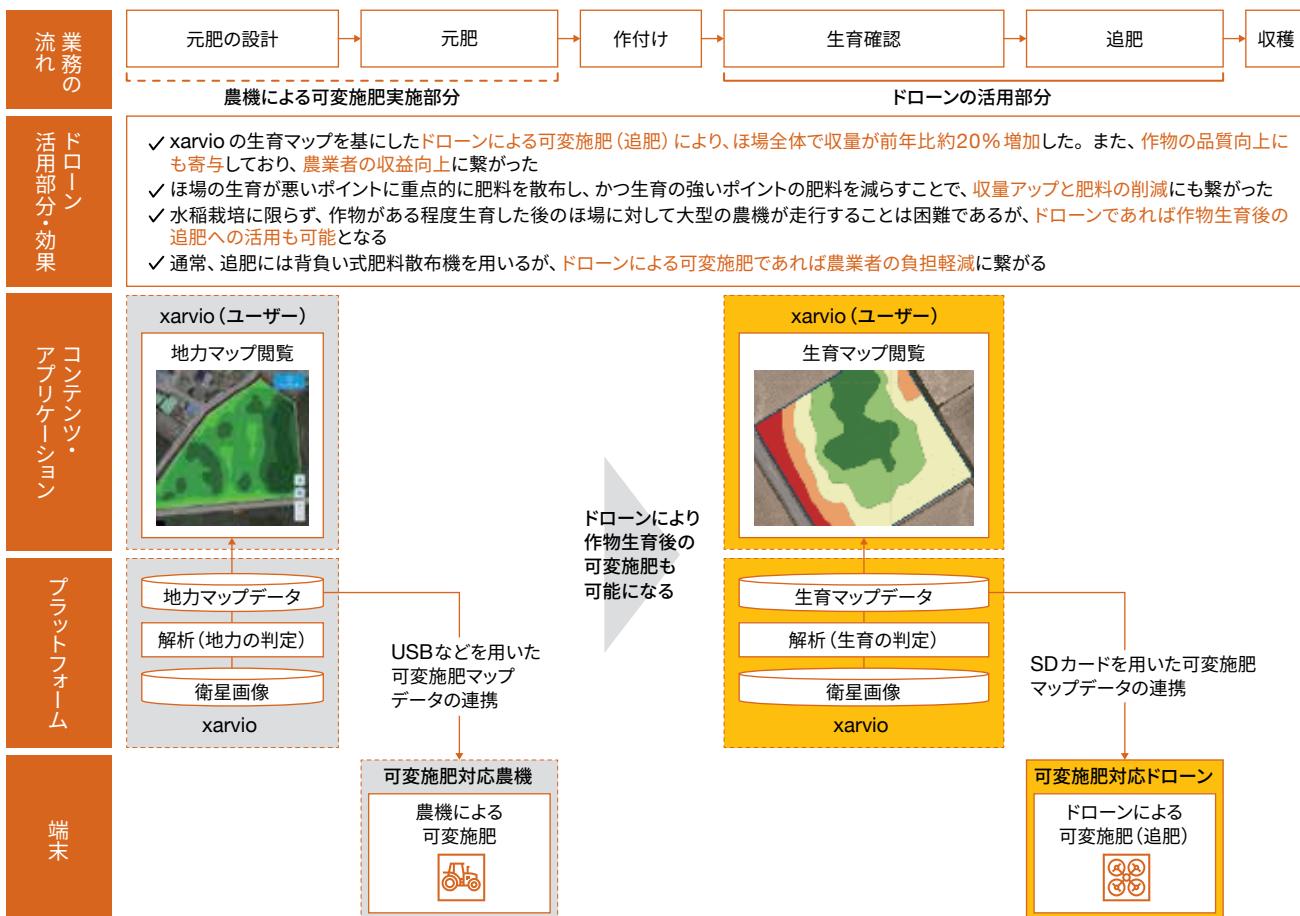
同社は近年、ドローンを活用した可変施肥(追肥)の取り組みを開始している。xarvio の生育マップが連携可能な大型農

機は、作物の生育前の段階であればほ場内を走行可能であるが、作物がある程度生育した後のは場では走行が困難である。ドローンを使用することで、作物生育後のほ場に対しても可変施肥を行うことができるようになり、可変施肥マップの元肥への活用にとどまらず、追肥への活用も可能となった。

・ドローンの導入効果

国内の水稻栽培において、xarvio の生育マップを活用したドローンの可変施肥(追肥)に取り組んだある事例では、ほ場内の生育が悪いポイントに重点的に肥料を散布することで、収量がほ場全体で前年比約20% 増加した。加えて、生育がよいポイントには少なく散布することで、倒伏を防ぐと同時に肥料の削減効果が確認できた。また、通常、背負い式肥料散布機を用いて追肥を行うところ、ドローンによる可変施肥であれば、農業者の負担を軽減する効果も期待できる。

図表3：生育マップを活用したドローンによる可変施肥(追肥)



出所：BASF ジャパン資料を基にPwC作成、画像はBASF ジャパン提供

・課題

課題としては大きく2点ある。

1点目は、可変施肥の精度が、連携先の機体や機体に搭載する肥料の形状に左右される点である。前述のとおりxarvioは過去複数年の衛星画像を基に高頻度で高精度のマップを作成できるが、役割としては散布箇所の提示にとどまる。一方で、実際の施肥はドローンが行うため、マップ連携先の機体や搭載する肥料が収量増加の重要なファクターとなる。特に、肥料の形状は農薬と比較して形状がまばらであるケースが多い。また、BB肥料(さまざまな粒状の肥料原料を混ぜ合わせた肥料)は、散布が均一にならない場合もあり、可変散布の難易度は上がる。機体側の散布精度の向上も欠かせない。そのため、ドローンによる高精度な可変施肥の実現にはドローンの機体メーカー、肥料メーカーとの綿密な連携が必要となる。

2点目は、農業現場ではデータ連携が行われていない点である。農業現場においては土づくり、育苗、播種、施肥、防除、水管理、収穫、出荷など多様な業務が存在しており、農業者としてもデータに基づいて営農のPDCAサイクルを回して収量増加、作物の品質向上に繋げたいというニーズがある。しかし、日本国内において使用されているさまざまな農機、ドローン、営農管理ソフト、その他ITツールでは、データフォーマットが統一されていない。さらに保有するデータを外部連携する機運が低いため、農業者による一元的なデータ分析が行える環境が整備されていない。欧州ではデータフォーマットの統一・一元的なデータ分析環境が整備され始めており、日本においてもさまざまな農業関連システムのステークホルダーが連携して一元的なデータ連携・データ分析が行える環境を整備することが必要である。

・ドローン活用の将来像

本事例で紹介したxarvioの生育マップを活用したドローンによる可変施肥(追肥)は農業現場におけるドローンの活用方法の優良事例である。課題欄で言及したように、国内において農業関連システムの一元的なデータ連携環境を整備することができれば、例えばUSBを介さないドローン機体への生育マップの自動的な連携などが実現する可能性もある。また、衛星データを基にほ場のセンシングを行うことが難しいケースでは、センシング用ドローンを用いたほ場センシングを行い、その結果を散布用ドローンに自動連携して施肥などの農作業を行うなど、センシング⇒データ連携⇒散布までの一連の流れをドローンにより自動化することも考えられる。

ドローンを使用した作付け状況確認による現地確認業務の効率化

・既存業務の流れ

株式会社スカイマティクスは、ドローンを活用した作付け状況の確認により、市町村職員(以下、市町村)および地域農業再生協議会職員(以下、再生協議会)による現地確認業務の業務効率化に貢献している。

農林水産省が所管する交付金制度に、農業者の経営の安定を図ることを目的とした経営所得安定対策制度がある。この制度では毎年6月頃を目途に農業者から当該年度の作付け計画を記載した営農計画書が提出され、市町村および再生協議会は計画書に記載された農地ごとの作付け計画を書面で確認している。

交付金の金額は作物の種別ごとに単価が異なるため、交付金支給の透明性を担保するために、市町村および再生協議会が現地のほ場に赴いて、申請作物と実際に作付けされている作物の整合性を確認する必要がある。制度の運用における業務課題は、この現地確認業務に多大な工数がかかっていることである。

・サービス概要

同社は「くみきMapper」(旧名称:いろはMapper)という自治体向け農業管理DXソリューションを開発しており、主な機能にドローン画像を活用したAI解析による作物判定の機能がある。具体的にはドローンが撮影したセンシング画像をAIで解析し、AIによる作付け作物の自動判定結果と申請作物をくみきMapperの画面上で比較することで、PCなどで現地確認業務を行うことができる。また、撮影したドローン画像は高解像度であるため、仮にAI判定が難しい農地が存在した場合は、くみきMapper上でドローン画像の目視による作物判定が可能である。さらに、現地確認の結果はCSV形式で出力でき、システム入力などの煩雑な確認結果の取りまとめ作業も省力化される。なお、AI解析による作物判定が可能な作物は、水稻類、麦類、大豆類に加えて、そば、なたね、ネギ、玉ねぎ、ブロッコリー、キャベツである。また、近年ではドローン画像だけではなく衛星画像の活用ニーズもユーザーから高まっており、衛星画像利活用への対応も進めている。

・ドローンの導入効果

ドローンの導入効果は以下4点である。

① 現地確認業務に要していた市町村／再生協議会の業務量や業務コストの大幅な削減

同社が過去に参画した実証実験では、ドローン画像を活用した水稻のAI判定において、複数市町村の平均値として、90%以上の精度で判定が可能であった。また、天候や地理的特徴などの諸条件により解析が困難な農地は、高解像度のドローン画像を用いて目視により作物の確認ができるから、AI解析および目視確認により大幅に現地確認業務に係る業務量、業務コストの削減が実現できる¹。

- ② 酷暑による調査員の身体的負担の軽減および安全性確保

当該制度の現地確認業務は夏場に実施しているため、酷暑による調査員の身体的負担が課題である。加えて、地域内ほぼ全域が現地確認対象となるケースが多く、細い農道や鳥獣の生息エリアであっても現地確認を行う必要があり、特に中山間地における現地確認には危険が伴う。ドローン画像を活用することにより、PCなどでの現地確認が可能になるため、調査員の身体的負担の軽減や、危険なエリアでの現地確認工数の削減による安全性確保などにも大きく貢献できる。

③ 現地確認の際の調査基準の統一化

現地確認は、調査員を複数人確保した上でエリア別に各々で行うケースが多い。しかし、調査員ごとに調査基準が異なる場合や経験の浅い職員の場合、作物判別が困難なケースがあり、調査基準のばらつきの発生や判断不可能な農地を再度複数人で現地確認するといった手間が発生することも課題である。撮影したドローン画像をPCなどで自視確認することにより、調査

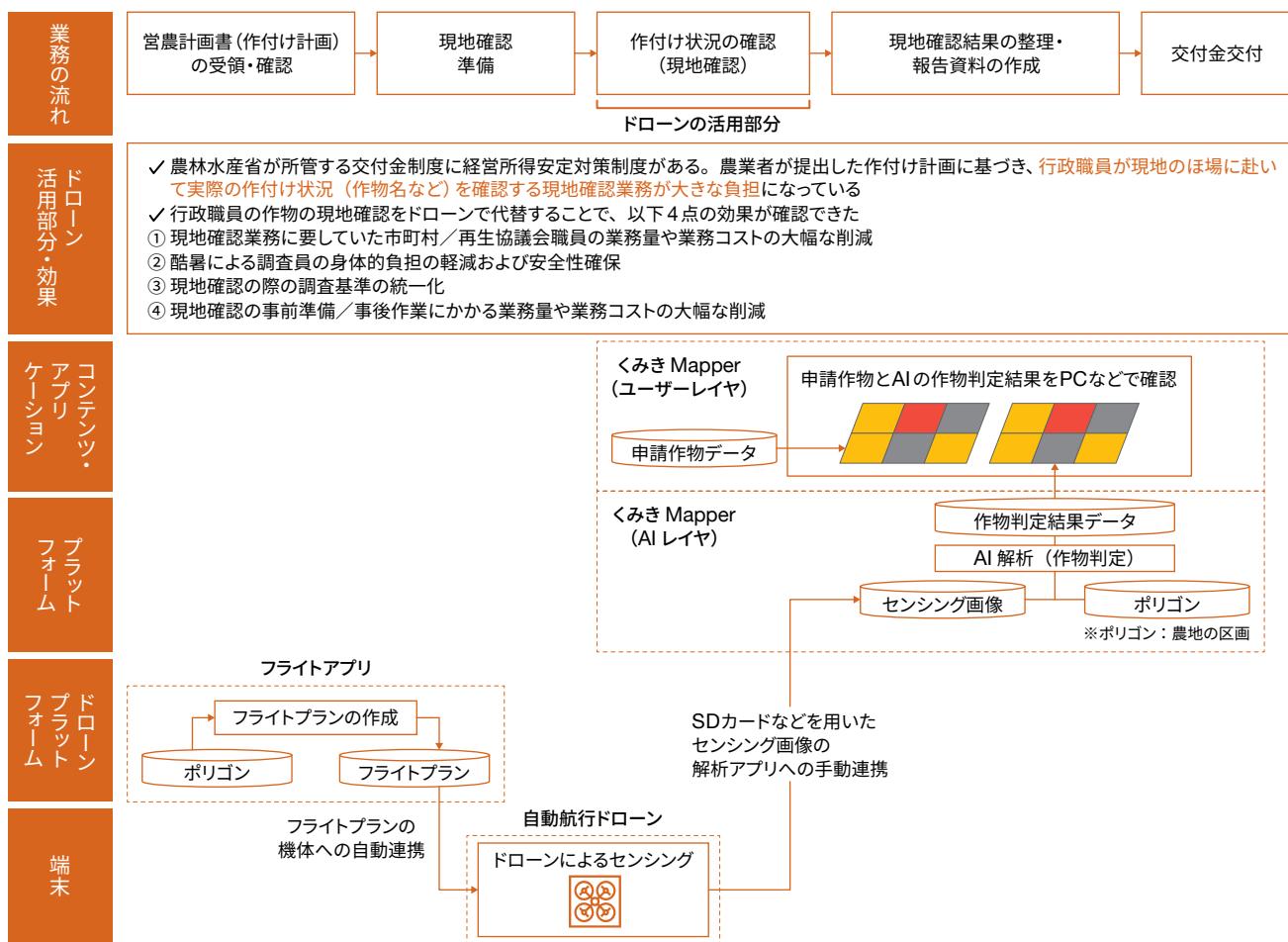
基準を統一した上での現地確認の実施ができ、さらに複数回現地確認を行う手間の削減が実現する。

- ④ 現地確認の事前準備／事後作業にかかる業務量や業務コストの大幅な削減

現地確認の前には、ほ場の位置を特定するための紙地図や確認結果記入用の野帳の印刷、調査員の確保、農業者側では場に設置するための立札(目印)の印刷・郵送・設置など、さまざまな事前準備が発生し、市町村と再生協議会の負担は大きい。くみきMapperの導入により現地確認自体がPCなどで概ね代替可能となるため、事前準備にかかる業務量や業務コストの大幅な削減に繋がる。

また、現地確認実施後には紙の野帳に記載した確認結果を独自のシステムなどに手打ちで入力し、各種報告資料を作成する必要があるが、CSV出力機能を利用することで、確認結果の取りまとめに係る煩雑な作業が省力化される。

図表4: ドローンを使用した作付け状況確認による現地確認業務の効率化



出所：スカイマティクス資料を基にPwC作成

¹ 同社が過去に参画した実証実験では、一部の市町村において現地確認に係る業務量が約260人日、コストが約320万円かかっており、水稻のAI判定精度は約96%であった。市内全域が水稻ではないが、仮に他作物でも同様の精度で解析可能であった場合、AI解析機能のみの活用でも約250人日、約310万円の業務量・コストの削減が可能となる。なお、こちらの数値は市町村や再生協議会の業務量やコストであり、その他現地確認に同行する農業者などに係る業務量や業務コストは算出できていないが、当該の市町村の場合は200人以上の農業者が同行しており、農業者の負担軽減の効果も考慮するとさらに業務量・コストの削減効果は高くなると想定する。

・課題

課題としては大きく4点ある。

1点目は、ドローン画像を用いたAIによる解析精度を100%にするには、現時点で技術的なハードルが存在する点である。本事例のように、高解像度のドローン画像を目視で確認してAIでは判定不可能だった農地の判定結果を補完することが現時点で取り得る最適な解決策であるが、将来的なドローンの航行技術やカメラ性能の向上、AIアルゴリズムのさらなるアップデートなどにより、AIの解析結果を100%の精度に近づけることが今後求められるだろう。

2点目は、ドローン画像の撮影費用は衛星画像などの他のセンシング画像と比較すると、面積当たりの調達コストが比較的高額になる点である。農業分野におけるセンシング画像は撮影対象が広域になることもあり、ドローン画像の調達コストが高くなる可能性がある。調達コストを抑えるためには以下のような対応が想定される。

- ・経営所得安定対策制度以外の農林水産省の所管制度（農地利用状況調査、農業共済制度、日本型直接支払3制度）でも同様に現地確認業務を実施しているため、撮影したドローン画像を共同利用することで1ユースケース単位でのドローン画像の調達コスト低減を図る
- ・近隣の市町村と共同でドローン画像を撮影し、撮影1回あたりのエリアを拡大し、市町村単位での撮影費用の負担額を下げる

3点目は、フライトプランの作成⇒フライトプランの機体への連携⇒ドローンによるセンシング⇒センシング画像の解析アプリへの連携まで、一連のデータ連携が完全に自動化できない点である。本事例においてはフライトプランの機体への連携やドローンの航行は自動で行われるもの、センシング画像の解析アプリへの連携にはSDカードなどを用いるため、人手を介在する必要があり、人件費の増大に繋がっている。そのため、ドローンのセンシングに係る一連の流れを機械的にデータ連携する仕組みが将来的に求められる。

4点目は、データ収集・補正における課題である。一般的に、農業関連のデジタルサービスでは、PCなどの画面上に農地の区画情報を表示し、農地の属性情報ごとに色分け表示する機能や、属性情報を用いた解析機能などを搭載している。本事例においても同様であり、サービスを利用する前に農地の区画情報と属性情報（本事例の場合、営農計画書）を収集する必要がある。しかし、市町村／再生協議会によっては営農計画書をデータではなく紙で保有しているケースがあり、そもそもサービス利用が困難な場合がある。この課題に対しては、電子申請の普及により市町村、再生協議会内で保有しているデータが電子化されることが求められる。また、農地の区画情報と営農計画書のデータを収集した後は、地名地番などのキーデータを用

いて両データを突合することでサービスが利用できるが、キーデータの表記揺れにより区画情報と属性情報が突合できず、サービス利用ができないというケースもある。この課題に対しては農地ごとに一意に定まるコードの保有などデータ整備のルール化・標準化が求められる。

・ドローン活用の将来像

本事例で紹介したドローン画像を活用した作付け作物の現地確認業務の効率化は、農業行政におけるドローンの活用方法の優良事例である。課題欄で言及したように、経営所得安定対策制度を担当する市町村、再生協議会のみに限定したドローン画像の利用は高いコストメリットが期待できない。そのため、先述のような農林水産省が所管する別制度における画像の共同利用・調達に加えて、農政業務以外の行政上のドローン活用用途（空き家検知など）や、行政に限らない地域全体でのドローンの活用用途（学校教育での地理必修化に伴う、GISソフトおよびドローン画像の利用など）の検討が求められる。その結果、1ユースケースあたりのドローン画像の撮影コスト低減に繋がり、農政業務を中心とした自治体全体、地域全体でのドローン活用が促進されると考えられる。

こうしたドローンの自治体・地域全体での活用に加えて、ドローンのセンシングに係る一連の流れを機械的にデータ連携する仕組みが実現すれば、ドローンの利用希望者がオペレーターの保有するドローンに航行の指示を送信、ドローンはフライトプランを基にドローンポートから自動で撮影エリアに赴き、対象エリアを撮影し、センシング画像を後続のアプリケーションに送付するといったことが実現可能となり、官民によるドローンの活用促進に繋がるだろう。

2. 点検

自律航法ソフトウェアを活用したドローンによる送電線点検

・サービス概要

英国政府は、ドローンや次世代航空モビリティの市場導入を加速するために必要なエコシステムの発展を目的として、2019年に Future Flight Challenge (FFC) を開始し、これまで計78のプロジェクトを採択した(図表5)。その1つである「Atypical Airspace BVLOS solution」では、ドローンクラウドを開発するsees.ai社(英国)が、2022年から2024年にかけて英国の大手エネルギー事業者が管理する送電線をドローンで巡視する実証を行っている。

実証の目的は、以下の取り組みによって非定常空域(AA: Atypical Airspace)において目視外飛行(BVLOS: Beyond Visual Line of Sight)で公共アセットの検査を行うことである。

- ・DAA(Detect and Avoid)システムの能力向上により、地上の車両や人、接近する航空機を探知すること
- ・UTM(ドローン運航管理)システムの統合により、事業をより広範な航空エコシステムに組み込むこと
- ・4G/5Gのカバレッジが低いまたはない地域でも、ドローンと操縦士間の通信を提供できるシステムを開発すること
- ・空間認識を活用し、AA-BVLOSの世界初の認可を取得できるような運用コンセプトを作成すること
- ・操縦士が複数のドローンを制御できるようにすること

図表5: 英国 Future Flight Challenge の概要

期間	2019年～2025年3月
予算規模	1.25億ポンド
実施主体	Innovate UK(英国のイノベーション推進を目的とした技術研究開発と商業化支援を行う公的助成機関) Economic and Social Research Council(資金配分機関)
プロジェクト	COVID-19プロジェクト (2020～2022年) 14の短期プロジェクト。 コロナ禍において、ドローンを使って健康、社会、経済、文化、環境へのインパクトを与える。
	Phase 2プロジェクト (2020～2022年) 34のプロジェクト。 統合された航空システム、新しい機体技術、またはその両方の組み合わせを設計・開発する。
	Phase 3プロジェクト (2022～2024年) 17のプロジェクト。 新しい航空機とシステムのさまざまな側面を実証し、これらの新しい輸送手段が英国の旅行業界と航空業界をどのようにサポートできるかを実証する。
	Closing the skills gapプロジェクト (2023～2024年) STEMキャリアの促進、英国の航空労働力のスキルアップ、Future Flight 部門に対する認識向上により、英国の人材と訓練能力のギャップを埋める。

出所: 英国政府資料を基にPwC作成

・ドローン導入の背景

インフラに接近して行う精密点検は、総点検業務の約50%を占め、うち約90%は現在ヘリコプターで実施している。実証先のエネルギー事業者では、毎年3,650本の鉄塔の点検において、ヘリコプターや手動操縦するドローンを使用し、高精度のカラー静止画像を撮影した後、検査員が手動で画像データを処理している。ヘリコプターによる点検は運航に時間要し、低高度で対象物に接近するため、費用と危険性が高い。ドローンの自律的な飛行によるデータ収集とデータの自動処理を組み合わせることにより、手作業の削減、ヒューマンエラーの回避、データの品質向上が可能となる。

・ドローンの導入効果

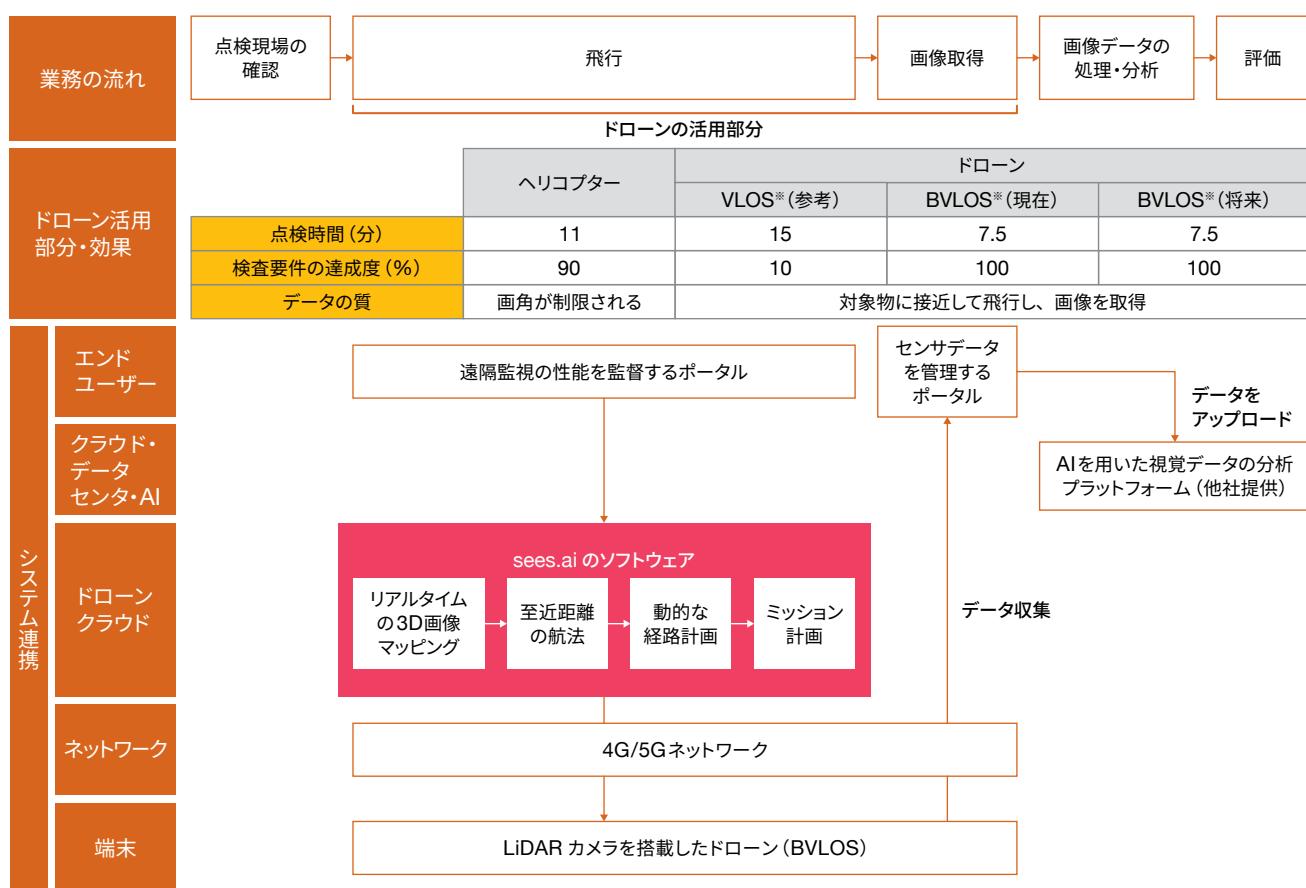
ヘリコプターからドローンへの移行に伴う定量的な効果として、ハードウェアにかかる費用の削減とともに、システム性能の向上による検査の高速化、検査時間の短縮が見込まれる。さらに、より高度な運航に対する飛行許可を取得し、飛行範囲を拡大できれば、操縦士1名で複数のドローンを管理でき、スケールメリットが生まれる。

他方、定性的な効果としては、ヘリコプターの場合、対象物を見下ろす角度か水平方向での撮影に限定されるため、発見できる異常箇所が限定されるのに対し、ドローンは対象物に接近してさまざまな角度で画像を取得できる。

sees.aiのクラウドプラットフォームでは、ドローンが点検場所まで自律的にBVLOS飛行を行う。ドローンに搭載されたLiDAR(レーザーレーダー)とカメラを使用して飛行環境を撮影し、その画像を3Dでマッピング、3Dマップをリアルタイムで操縦士に送信、対象物付近まで自律飛行を行う。3Dのデジタルツイン環境を作成することで、複雑な接近飛行やデータ取得、GNSS(全球測位衛星システム)ロストや電磁干渉への対処が可能となる。

加えて、sees.aiは、AIを用いた視覚データの分析プラットフォーム(他社提供)と連携して2D・3D画像を分析することで、異常の自動検知や点検スケジュールの最適化、点検作業指示書の作成の効率化を実現している。

図表6：自律航法ソフトウェアを活用したドローンによる送電線点検



出所：sees.ai社資料を基にPwC作成

※VLOS: Visual Line of Sight

※BVLOS: Beyond Visual Line of Sight

・課題

課題の1つは、BVLOS飛行で点検を行う機体やペイロード、ドローンポート、ソフトウェアが相互に接続できない点である。特に広範な地域に点検を拡大する場合には、異なるタイプの機体、ドローンポート、ドローンクラウド、画像分析ツールを使用する可能性がある。エンドユーザーである電力事業者側がニーズに即した機体、ポート、クラウド、画像分析ツールを選択できるように、インターフェースを共通化しておくことが求められる。

さらに、ドローンで取得した画像から異常を検知する技術は、ツールによって精度にばらつきがある点も課題といえる。大規模な点検を行うにあたっては、一社単独ではなく複数の事業者で異常な画像や映像データを共有する体制が求められる。複数の事業者が異なる地域で点検作業を実施した場合にも画像や映像の精度を担保するために、どのくらいの距離で画像を取得するか、どの程度の誤差が許容されるかといった基準を設けておく必要がある。

また、異なる画像分析ツールを使用して異常を検知する際に、ツールによって異常の判断基準やデータでの表現方法が揃っていない点も課題である。どのような状態を腐食・劣化と定義するか、腐食・劣化の状態をどのようにレベル分けするかが分析ツール間で一致していなければ、電力事業者側での情報の突合に時間を要するため、画像データの判断基準や表現方法を標準化する必要がある。

・ドローン活用の将来像

本事例で紹介した自律航法ソフトウェアを活用した送電線の点検は、インフラ点検におけるドローンの活用方法の優良事例である。日本でも、送電網点検においてドローンを活用する事例が増加している。点検業務の中でも、台風などの災害時に道路が寸断されている場合や、山岳部などの車両や人の立ち入りが困難な地域において、BVLOS飛行によるドローンの映像取得とその分析に対するニーズが高い。機体、ポート、クラウド、画像分析ツール間のインターフェースの共通化や、画像を取得する際の精度やデータの表現方法の標準化ができれば、BVLOSによる点検をスケールアップさせることができる。

現在、経済産業省の中小企業イノベーション創出推進事業(SBIR)では、空撮・点検・測量向けのドローン機体開発がテーマの1つとなっている。今後、BVLOSでの点検事業をスケールアップさせるためには、点検業務に最適化したドローンの量産化だけでなく、ドローンクラウドやアプリケーションレイヤーとも連携するモデルを構築することが重要である。複数の事業者が連携してサービス・ソリューションの展開を進めるためには、英国のFFCのように連携促進に対する政府の後押しが重要と考えられる。



3. 消防

消防・救急の初動対応でのドローン活用

・サービス概要

FlytBase社のドローン自動航行プラットフォーム「Drone-in-a-Box Systems」は、ベルギーの緊急対応サービスで採用されている。ベルギーの通信会社であるCitymesh社は、70台のドローン自動航行プラットフォームを全土に展開し、緊急通報入電後からドローンの自動離陸、自律航行での災害発生地点への到着、現場から災害状況のライブストリーミング映像を提供することで緊急対応チームの状況把握の改善と即応性向上を実現している。全国5カ所のリモート・オペレーション・センターより、パイロットが24時間体制でフライトを監視しており、消防隊、救急隊が適切な画像を適切なタイミングで入手できるよう調整を行っている。

・ドローン導入の背景

ベルギーの緊急センターには年間200万件以上の通報があるが、通報者との通話内容のみでは正確な状況把握が難しいこともあり、まずは初動隊が現場確認し、災害種別の特定や要員・機材などの追加出動判断を行っており、緊急対応に時間を要していた。

ベルギーの公用語はオランダ語、フランス語、ドイツ語の3言語であり、それぞれの言語話者が地域別に居住している。消防・救急および地域警察は各地域行政府の管轄であり、当該地域に紐づく言語話者が現場担当者であることが多い。このため、複数地域にまたがる事案発生時には、異なる言語地域の緊急チームとの連携に支障が生じていた。

欧州では2015年以降テロ事件が頻発しており、ベルギーでも2016年3月に連続テロ事件が発生し、緊急時の警察や消防、救急の対応能力の改善や連携が喫緊の課題となった。事件当時、当局の緊急通信が急増したことで一般向け回線が輻輳するなど、通信インフラの脆弱性も露呈した。このような経緯により2018年以降、5Gをはじめとした情報通信技術や消防ドローンなどの先進技術の利活用に向けたパイロットプロジェクトが各地で実施され、2023年に全国展開が実現した。

・ドローンの導入効果

FlytBase社のプラットフォームは、APIとワークフローモジュールにより、消防システムやアプリケーション、飛行禁止空域の地理情報、機体などを統合した運航管理を可能にしている。

ドローンの導入により、緊急センターでは災害種別や被害状況に応じた出動隊の編成指示をより迅速に行えるようになった。具体的には、従来は入電から初動隊の到着まで15~20分程度要していたが、ドローン導入により入電からライブストリーミング映像の送信開始まで3~5分程度に短縮された。

導入前、現場の目撃者からの通報または自動火災報知機の作動では、状況を十分に把握できないケースや誤報も多かった。しかし緊急対応としては、通報に基づいた出動隊の編成・出動を行い、実際に現場に到着してから状況に応じた再編成をせざるを得なかった。また目視飛行のドローンの場合、現場まで車両で出向いた上で、状況に応じてドローンを飛行させる必要があった。

導入後は、ドローンのライブストリーミング映像により、状況把握が改善された。映像はドローンが搭載する4Kカメラと赤外線カメラで撮影され、災害モデルを学習した画像認識AIにより画像処理される。火災であれば火災種別の特定、火元と思しき熱源や延焼範囲の特定、被災建物の危険箇所や避難経路、倒壊した建物の下敷きになった人の捜索など、隊員の安全確保に加えて効果的な消火戦術の検討が可能となった。映像は消防の指揮官および緊急センターなどにリアルタイムで提供されるため、迅速かつ的確な出動指令が実現した。

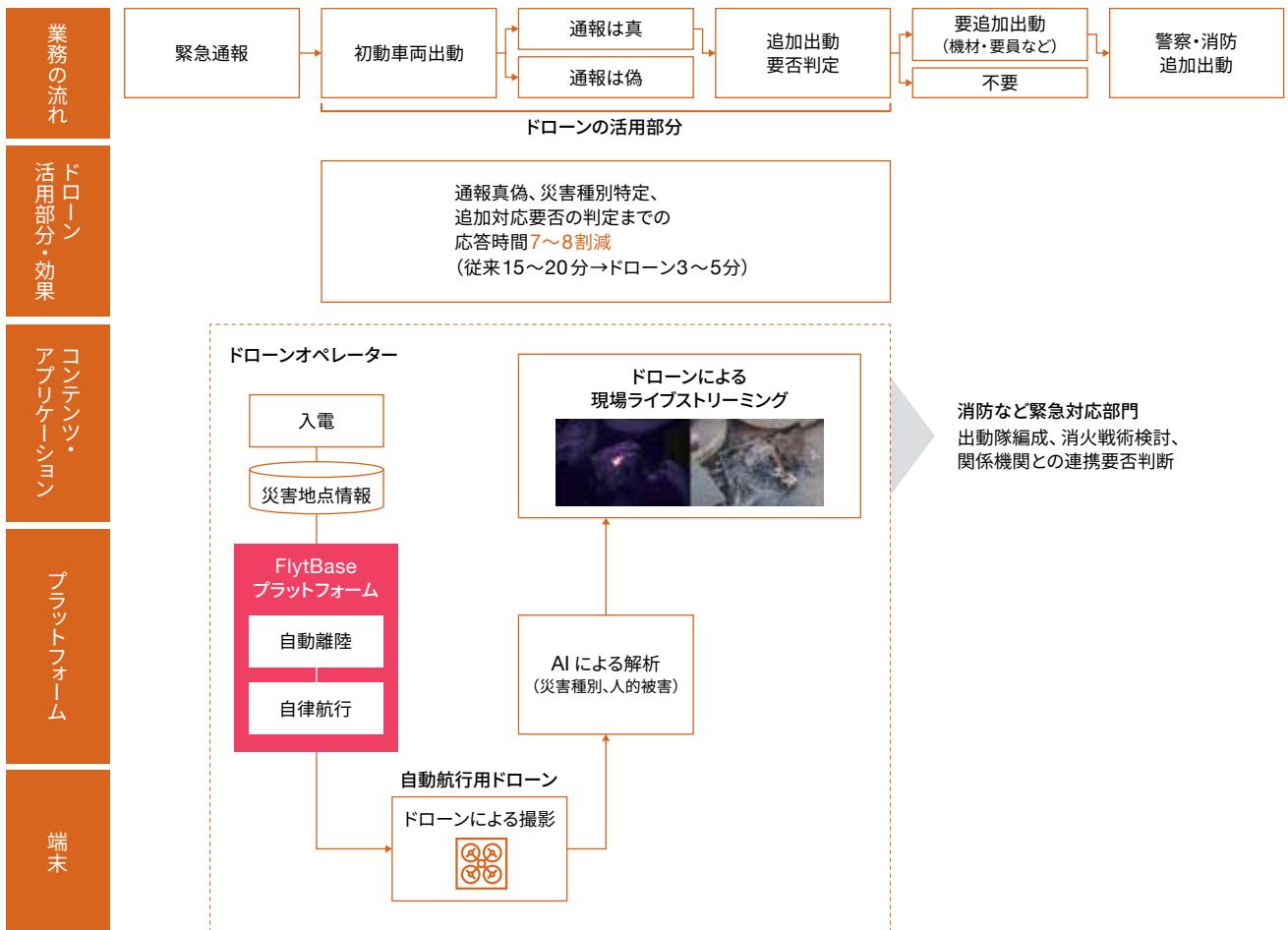
また出動隊員や消火・救助作業員は、現場への移動中もライブストリーミング映像でタイムリーに状況変化を把握することにより、火災であれば出火元や建物の倒壊危険箇所を事前に特定し、隊員の安全を確保しながら効果的な消火活動を行うことができるようになった。

従来は、火災現場における煙や障害物のため、火災の程度、対処方法などをその場で判断することは難しかった。また人間が操縦するドローンでは、刻一刻と変化する火災現場の環境に対応し続けることには限界があった。

ドローンが提供する映像は、消防インシデント・マネジメント・システムおよび警察、救急などの関係機関とシームレスに連携され、組織横断での対応が必要なケースでの意思決定に貢献している。現場地域の消防署員とドローンチームに加えて、現場の状況に応じて、警察、救急などの複数の専門部隊がリアルタイムで状況把握することで、効率的な緊急対応を行うことができるようになった(例:消火活動の支援のため、警察は交通規制を実施、救急隊は負傷者搬送の車両と受入機関の確保など)。

ドローンの映像は災害コミュニケーションの円滑化に加えて、事案対応後の分析や訓練にも活用されている。緊急対応の振り返りやアプローチの改善、将来的な訓練プログラムの構築にも貢献している。

図表7：消防・救急の初動対応でのドローン活用



出所：FlytBase社資料を基にPwC作成、画像はFlytBase社提供

・課題

① データ連携

日本では高所監視カメラや消防ヘリコプターが空からのセンシング手段として活用されてきた。近年では、消防分野のDX推進の一環として、通常の撮影が可能なカメラを搭載したドローンに加え、被害状況の把握や活動場所の優先順位判断が可能なハイスペックドローンの導入も進められている。2024年には防災基本計画が修正され、収集された情報は新たな防災情報システム(SOBO-WEB)に集約されることになった。機動的な情報収集活動を行うための手段としてドローンを含む多様な情報収集手段の活用推進も明記されるなど、データ連携のプラットフォームの整備が始まっている。効果的なドローンの活用とデータの信頼性確保の観点からも、災害現場における情報収集などの役割分担と、プラットフォームを通じた情報連携に向けたガイドラインの整備、平時からの運用体制の確保が急務である。

② 人材

消防などの緊急対応分野におけるドローン活用の大きな課題の1つは、人材の不足である。ドローンの操作やデータ解析、AIの利用など、緊急対応要員のスキルアップが必要だが、人材の育成には相応の時間とコストが必要となる。目視外飛行に不可欠なライセンス保有人材の確保も急務である。ドローン操縦の国家資格制度は2022年12月に開始され、2024年3月末時点で一等ライセンスは1,157件、二等ライセンスは9,088件交付されている。全国の消防本部、地域の消防団などで目視外飛行を行うには、ライセンス保有者の育成・確保が必要となる。

③ 通信インフラ

もう1つの課題として、通信インフラが挙げられる。ベルギーの事例では、ドローンが撮影した現場映像は、5G ネットワークを通じてセキュアな高画質映像としてリアルタイムで伝送される。日本でも電波の上空利用が段階的に許可されているため、消防ドローンのリアルタイムでの映像伝送は技術的には可能だが、リアルタイムでは画質が低下し、高画質での映像確認のためには、着陸した機体から記録媒体を取り出して再生しなければならない場合もある。政府は、さらなる上空利用および携帯電話や無線 LAN などの周波数利用拡大に向けた検討に着手しており、積極的な利用拡大の許認可が期待される。

④ 社会受容性

4つ目の課題としては、社会受容性が挙げられる。消防ドローンの撮影フライトに対して、まだ日本社会では十分に受け入れられているとは言い難い状況にある。ドローンの飛行経路近隣の住民は、墜落の危険、騒音、プライバシーの侵害などを懸念している。2024年の能登半島地震では、ドローンが被害状況の撮影や物資輸送などの被災地への支援で活用され、その有用性が再認識されたところであるが、大規模災害の発生時のみならず平時からの備えとしてのドローンの有用性について、地域社会の理解を促す取り組みを継続する必要がある。

・ドローン活用の将来像

日本における消防などの緊急対応分野でのドローンの導入に向けた取り組みは緒に就いたばかりだが、着実に活用は進んでおり、既に5割以上の消防本部で運用されている²。

今後は、ベルギーの事例のように有人地帯上空での目視外飛行を実現できるかどうかがドローン導入の効果を大きく左右する。例えば地域の消防本部屋上や駐車場にドローンポートを設置し、通報を受けると現場の状況をリアルタイム共有する仕組みや体制を実現しなければならない。平時からこうした運用を行うことは、災害時の状況把握の迅速化にも繋がるため、官民の積極的な連携を期待したい。

² 消防庁“消防本部における災害対応ドローンの更なる活用推進について” 2022年 https://www.fdma.go.jp/publication/ugoki/items/rei_0410_05.pdf

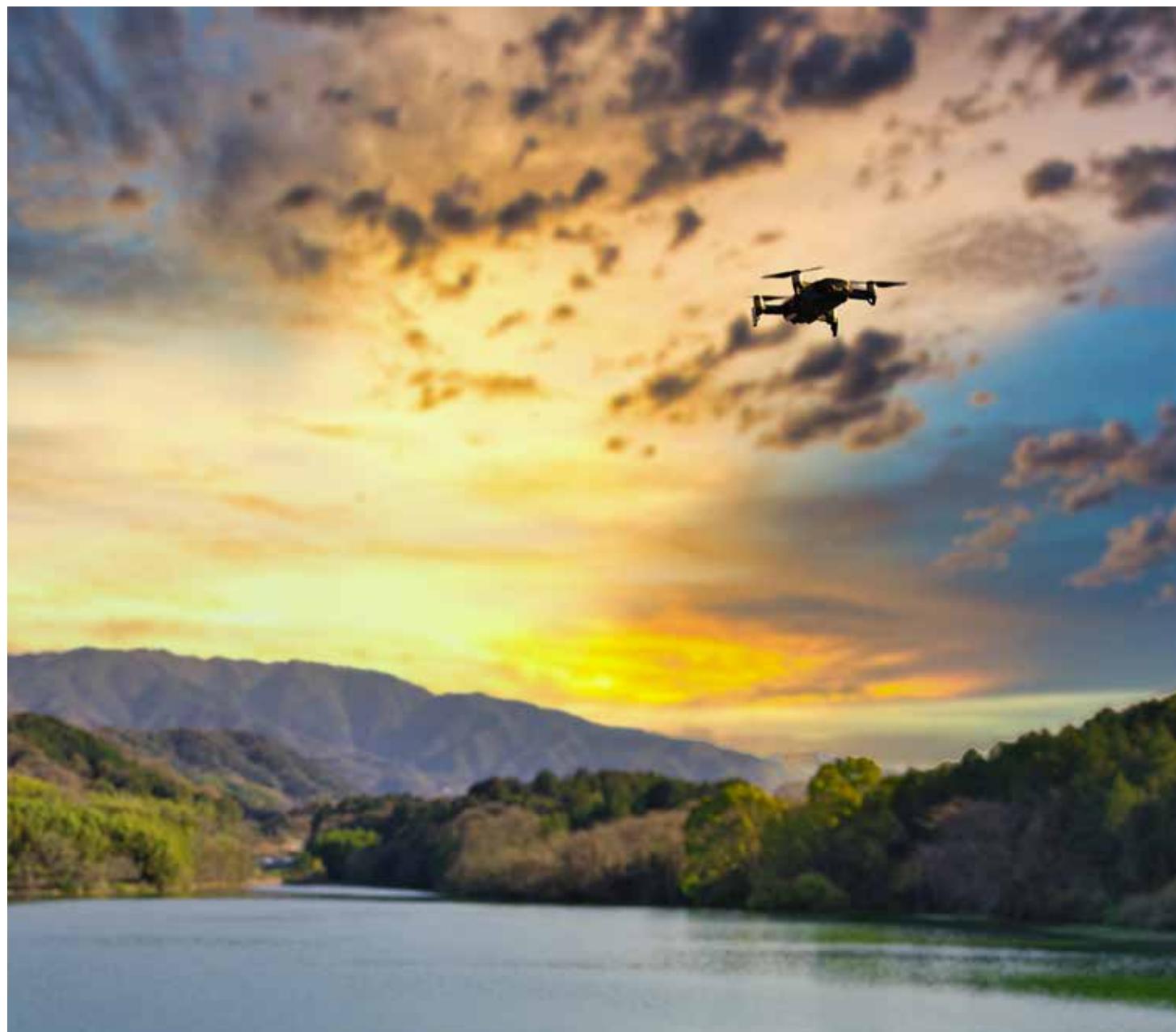


III. まとめ

本レポートでは、農業、点検、消防という異なる分野で自動・自律化したドローンが業務効率化に貢献した事例を紹介した。いずれも、ドローンを他のシステムと連携させることで収集したデータを活用している。こうした取り組みは世界各地で増加しており、ドローンが業務を自動化するツールの1つとして組み込まれようとしている。

一方で、課題も残っている。農業の事例では肥料の形状の均一性向上やデータフォーマットのばらつき、AIの精度改善などが挙げられる。点検では、インターフェース共通化や異常分析レベルの標準化が該当する。消防では、平時からの運用体制整備や社会受容性の担保が必要とされる。

解決するためには、ドローンメーカーだけではなく、ユーザーやデータ分析サービス提供者、オペレーター、通信事業者などが連携して一気通貫のサービス体制を構築していかなければならない。産官学の協力により、そうした体制構築が加速されることを願う。



お問い合わせ先

PwC Japanグループ
<https://www.pwc.com/jp/ja/contact.html>



www.pwc.com/jp

PwC Japanグループは、日本におけるPwCグローバルネットワークのメンバーファームおよびそれらの関連会社 (PwC Japan 有限責任監査法人、PwCコンサルティング合同会社、PwCアドバイザリー合同会社、PwC税理士法人、PwC弁護士法人を含む) の総称です。各法人は独立した別法人として事業を行っています。

複雑化・多様化する企業の経営課題に対し、PwC Japanグループでは、監査およびプローダーアシュアランスサービス、コンサルティング、ディールアドバイザリー、税務、そして法務における卓越した専門性を結集し、それらを有機的に協働させる体制を整えています。また、公認会計士、税理士、弁護士、その他専門スタッフ約12,700人を擁するプロフェッショナル・サービス・ネットワークとして、クライアントニーズにより的確に対応したサービスの提供に努めています。

PwCは、クライアントが複雑性を競争優位性へと転換できるよう、信頼の構築と変革を支援します。私たちは、テクノロジーを駆使し、人材を重視したネットワークとして、世界149カ国に370,000人以上のスタッフを擁しています。監査・保証、税務・法務、アドバイザリーサービスなど、多岐にわたる分野で、クライアントが変革の推進力を生み出し、加速し、維持できるよう支援します。詳細は www.pwc.com をご覧ください。

電子版はこちらからダウンロードできます。 www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership.html

発刊年月：2025年5月 管理番号：I202406-15

© 2025 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details. This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.