

産業用途におけるメタバースとドローンの活用事例
および
セキュリティの重要性

セキュアドローン協議会 代表理事
ドローン・ジャパン株式会社 CEO
春原久徳

目次

1. ドローンビジネスの市場環境
2. ドローンの技術概要
3. ドローンの活用実践例
4. DXとメタバースの連携
5. ドローンのセキュリティ

1. ドローンビジネスの市場環境

ドローンビジネスの構造

ドローン業務活用ユーザー

(空撮・測量・農業・検査・物流・その他)

ハードウェア	サービス・ソフトウェア	ドローン関連ビジネス (基盤)
<ul style="list-style-type: none">・機体メーカー・機体制御センサー機器メーカー・データ取得機器メーカー・周辺機器・部品メーカー	<ul style="list-style-type: none">・サービス提供企業 (ソリューション提供企業)・ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none">・スクール・ドローン練習場/飛行場・保険・セキュリティサービス提供企業・管制システム・業界団体

国内ドローンビジネスの市場規模

(億円)

8,000

6,000

4,000

2,000

0

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度
合計	353	503	931	1,409	1,841	2,308	3,099	3,822	4,875	5,861	6,967	7,933
■ 周辺サービス	65	138	224	326	405	468	540	632	731	831	907	998
■ サービス	154	155	362	609	828	1,147	1,726	2,168	2,948	3,640	4,476	5,147
■ 機体	134	210	346	475	607	693	833	1,021	1,197	1,390	1,584	1,788

出所：インプレス総合研究所作成

国内ドローンビジネスの市場規模

全体

2021年度の日本国内のドローンビジネスの市場規模は2308億円、2020年度の1841億円から467億円増加（前年度比25.4%増）

2022年度には前年度比34.3%増の3099億円に拡大し、2027年度には7933億円に達すると見込み
年間平均成長率（2021年度～2027年度）に換算すると、年22.8%増加（2021年度比3.4倍）

分野別

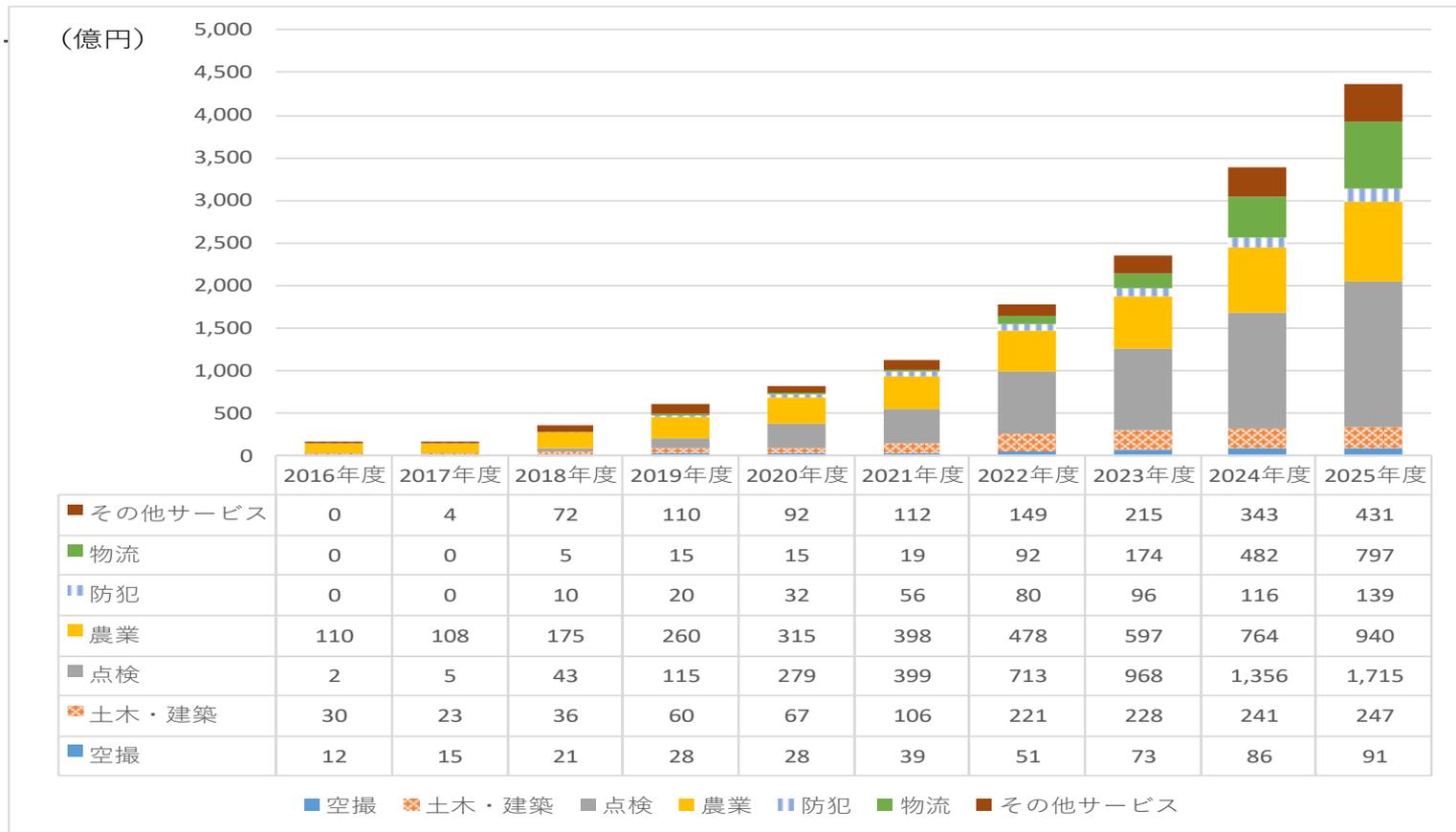
2021年度

- サービス市場が1147億円（前年比38.5%増）
- 機体市場が693億円（前年比14.1%）
- 周辺サービス市場が468億円（前年比15.6%）

2027年度の見込み

- サービス市場が5,147億円（2021年度～2027年度の年間平均成長率28.4%増）
- 機体市場が1788億円（同年間平均成長率17.1%増）
- 周辺サービス市場が998億円（同年間平均成長率13.5%増）

国内ドローンビジネスのサービス別市場規模



出所: インプレス総合研究所作成

各分野の状況

農林水産業

- 「スマート農業実証化プロジェクト」に加え、2022年度より開始される「みどりの食料システム戦略」でのドローン活用の検討され、農薬散布機や農業リモートセンシング機体の導入が引き続き進む
- 農薬散布やセンシングに関して、シェアリングサービスの検証も進んできている。
- SDGsの関連もあり、全国森林調査に関する予算が付き始めている。

土木・建築

- 「i-construction」における土木工事におけるドローン測量は定着
- 土木DX・建設DXの構築に向けたドローンの活用拡大

点検

- メガソーラー点検、屋根点検は本格活用
- 公共インフラ点検（橋梁）、プラント点検はガイドラインに準拠する形で部分的な実用化が進んできている。
- 構造物点検や屋内点検に関しては、技術検証が進み、実用検証の段階に入ってきている。
- 点検DX・プラントDXの構築に向けたドローンの活用拡大

物流

- まだ通信やGNSSなどの関係で時折不安定にはなるものの、安定的な航行が可能になってきたが、ビジネスモデルの構築には、苦慮しているが、医薬品などの軽量で付加価値が高いものに関しては見通しが出てきた。

2022年度の状況

- 国プロの予算が、中大型ドローンや空飛ぶクルマへ
 - 通常ドローンの実証実験予算の縮小
- ドローンサービス会社での売上格差の拡大
 - 既に実用サービスを展開している分野や業種が関連する企業の売上は上がっているが、実証実験段階の分野や業種に関連する企業の売上は急速に減ってきている。

2. ドローンの技術概要

ドローンの技術概要

産業・業務活用の場合

ドローンは目的を達成するための手段

ドローンの役割

1. 作業の代替

運搬

散布

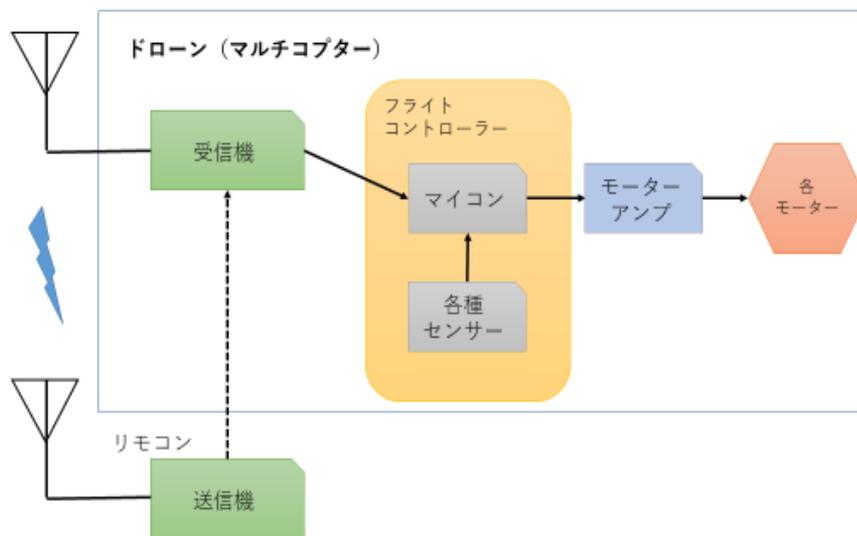
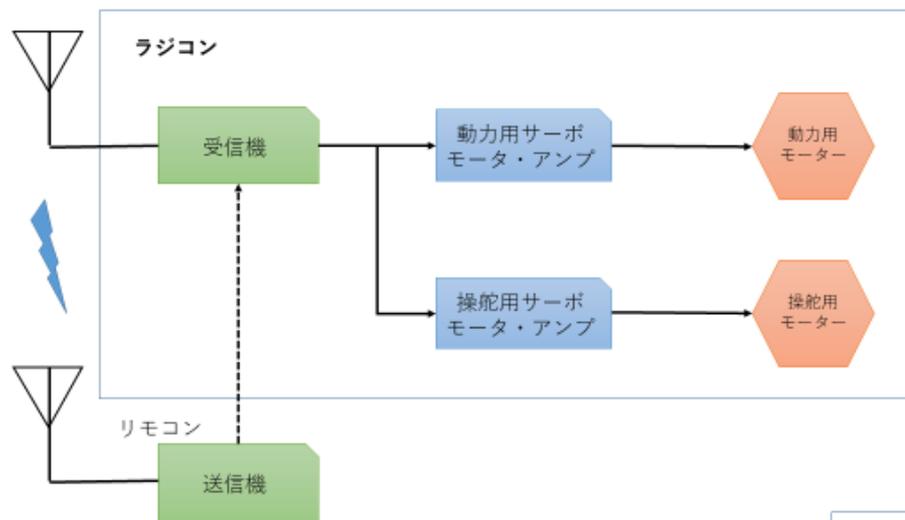
採取

2. 情報収集

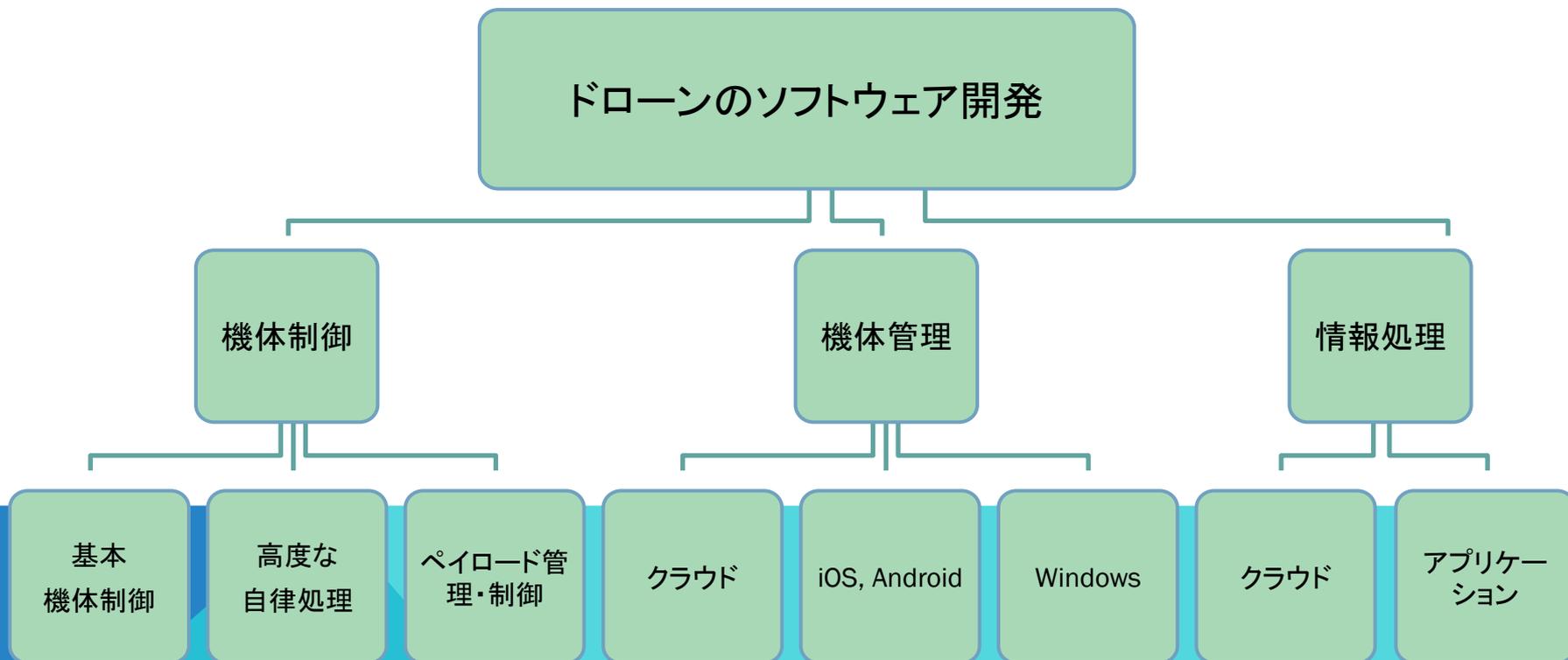
加工、分析するための情報収集



ラジコンとドローンの違い



ドローンのソフトウェア



ドローンのソフトウェア開発の内容

機体制御	基本機体制御	<ul style="list-style-type: none">・特殊なフレーム・安定的な航行・強風対策
	高度な自律処理 (Companion Computing)	<ul style="list-style-type: none">・衝突回避・室内航行・群制御
	ペイロード管理・制御	<ul style="list-style-type: none">・カメラ制御・搬送用リール制御・散布制御
機体管理	自動航行アプリケーション	
	航行管理	
	飛行ログ解析	
情報処理	画像合成、画像処理	
	画像転送	
	IoT連携	

空撮機と産業機、固定翼、VTOL

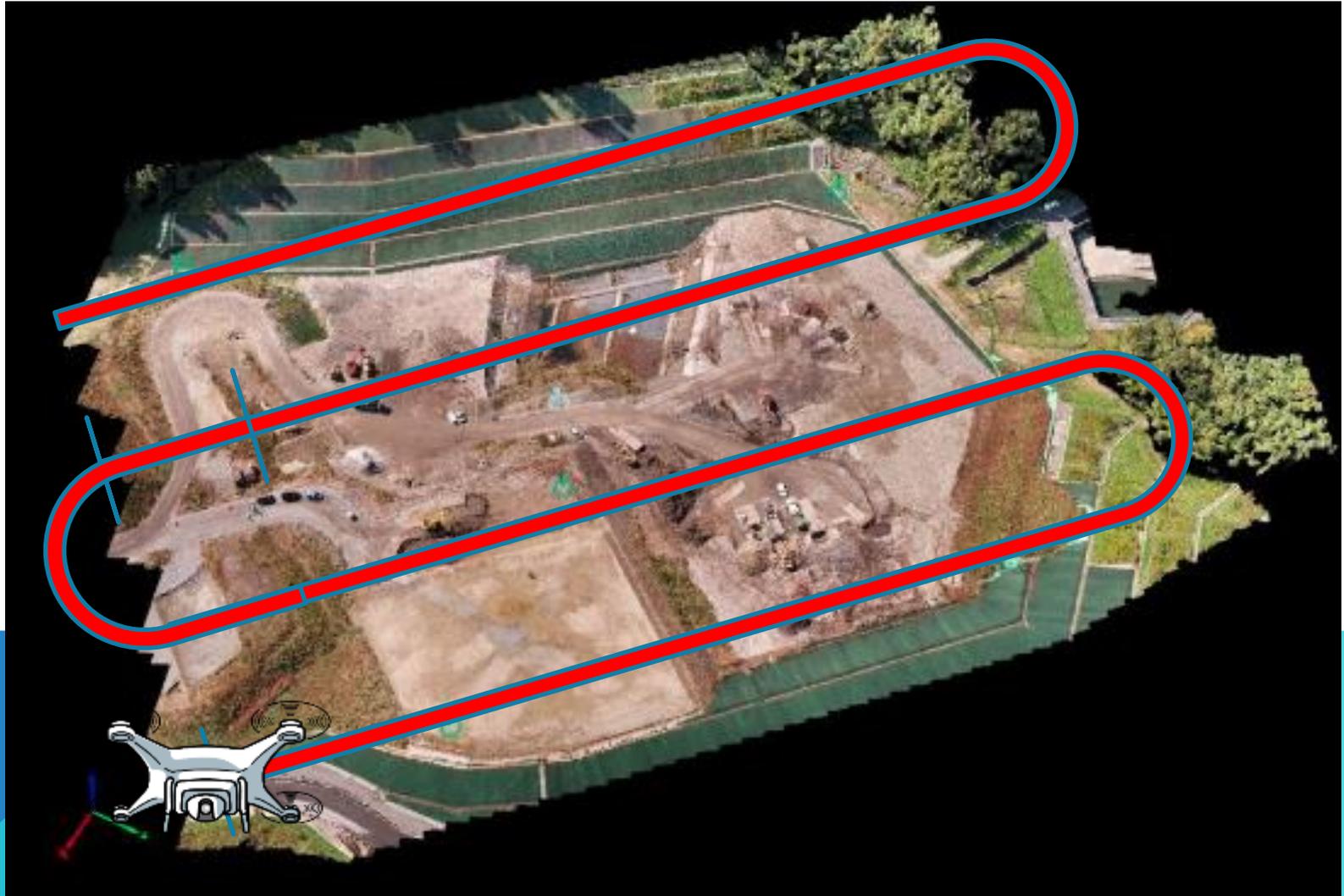


空だけでなく、陸上、水上、水中へ



3. ドローンの活用実践例

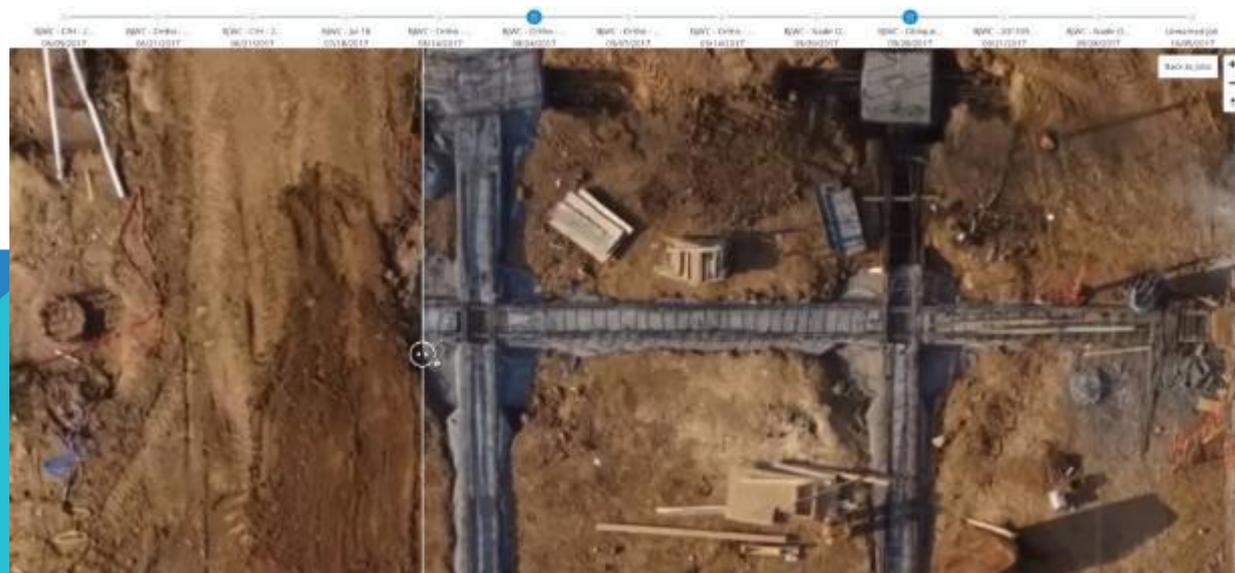
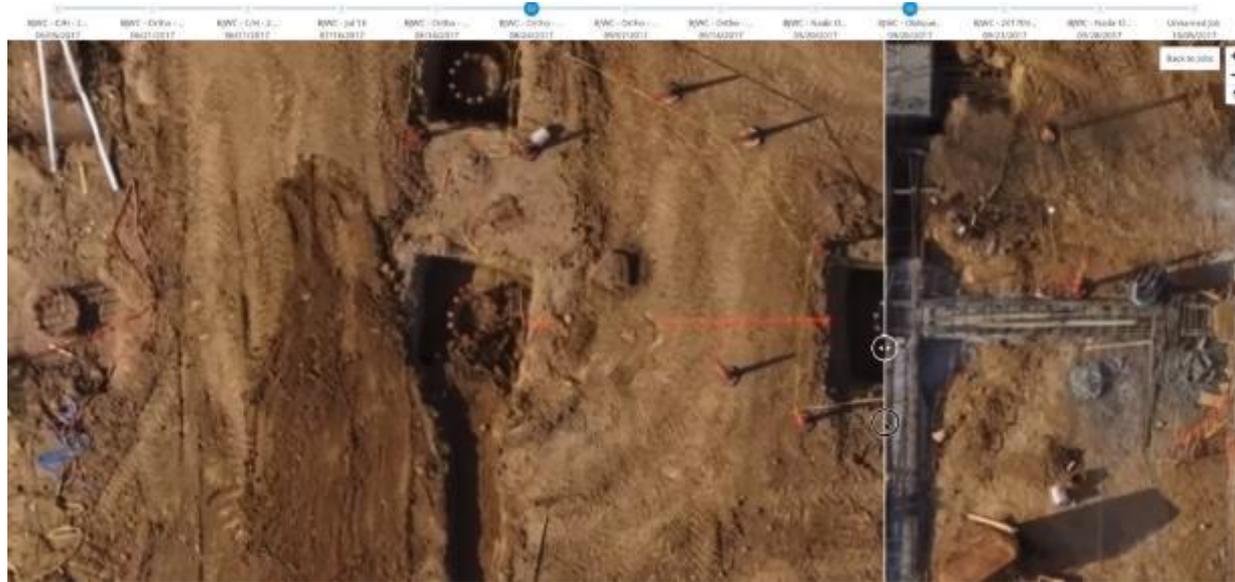
土木現場の3次元化



農地の植生指数化



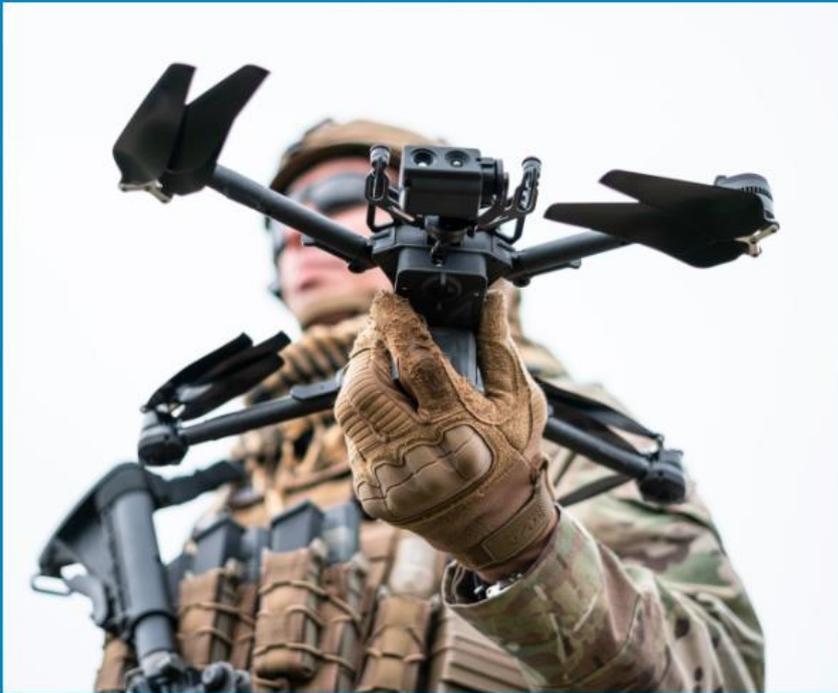
3DRのSITE SCAN



2つのトレンド

- 中国機体(DJI)から、欧米機体・国産機体へのシフトが加速
- LTE搭載のドローンによるドローン活用の高度化

米国におけるオープンソースを活用した ドローンのエコシステムの構築



AUTONOMY PORTFOLIO

Blue sUAS

Providing secure, trusted, small unmanned aerial systems capability to the U.S. government.

Altavian、Parrot、Skydio、Teal、Vantage Robotics、
Free Fly、Ascent、Wingtra、senseFly、BLUE HALO、
INSPIRED FLIGHT、Easy Aerial、HARRIS Aerial

<https://www.diu.mil/blue-uas-cleared-list>

携帯電話の上空利用時の送信電力制御機能（パワーコントロール）に関する国際標準※

※ 3GPP Release 15 (2018.6)

標準化のポイント：隣接基地局への干渉低減

- 隣接基地局への干渉低減に活用出来る以下の3つの取組を標準化
- 本技術標準で隣接基地局への干渉を皆無にできるわけでは無く、飛行台数の制限は必要

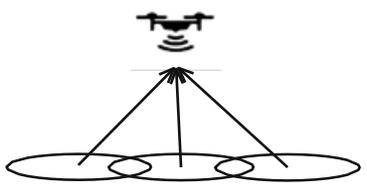
① ドローン端末の特定

携帯電話事業者のデータベースで「ドローン」としての契約を区別するなど、ドローンの端末を把握できるようにする



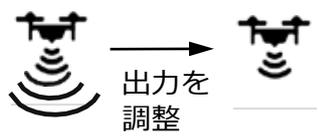
② 干渉可能性の検出

ドローンの端末は各基地局からの信号を測定し、飛行高度情報と合わせて、基地局に干渉可能性を検知・報告



③ 上り信号パワー制御

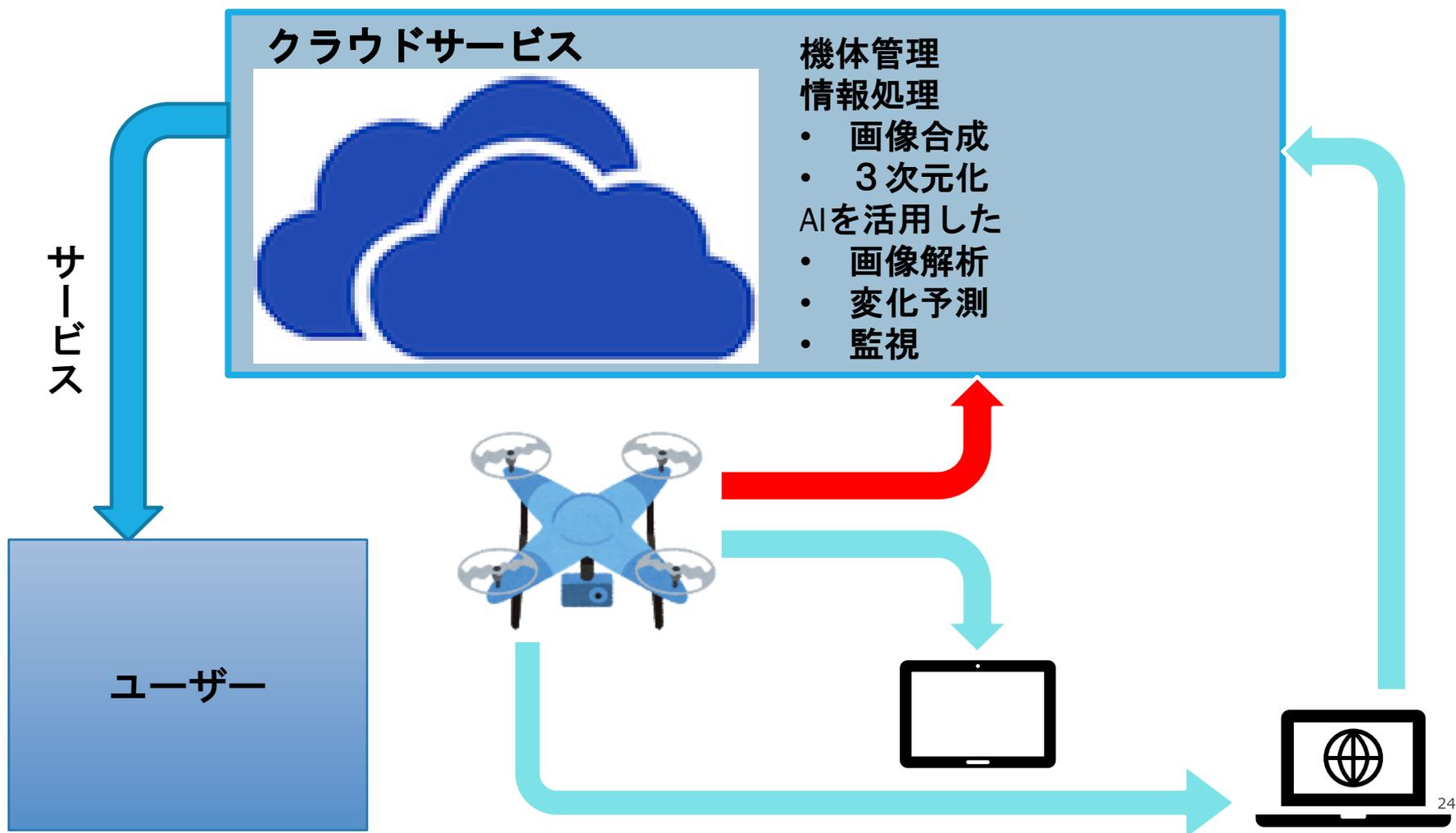
基地局からドローンの端末へ出力の変更を指示。上り（ドローン等→基地局向け通信）の出力制御を実施し、隣接基地局への干渉を低減



• その他、基地局から基地局への「ハンドオーバー」制御の最適化のため、携帯電話ネットワーク側での飛行ルート把握機能も標準化された。

• 3GPP Release 15 対応端末の普及時期は2020年後半以降と想定される

モバイルネットワークでの大きな変化



ドローンのLTE搭載の注目点

Level3、4にむけて(目視外飛行での必須項目)

■テレメトリーのクラウド送信

- 遠距離でのドローン状態把握

- 遠距離ドローンに対してのコマンド送信<RTHやLANDなど>

■FPVの映像・画像のクラウド送信

- 遠距離でのドローンの環境把握

→遠隔地でドローンの状態や環境把握が可能に
(実用化に向けた機体管理として、必ず必要に)

→取得データの送信が可能になることで、オンタイムでの解析が可能に

LTE搭載ドローンは2、3年の間に当たり前の世界になっていく

4. DXとメタバースの連携

たとえば
点検DXとは？

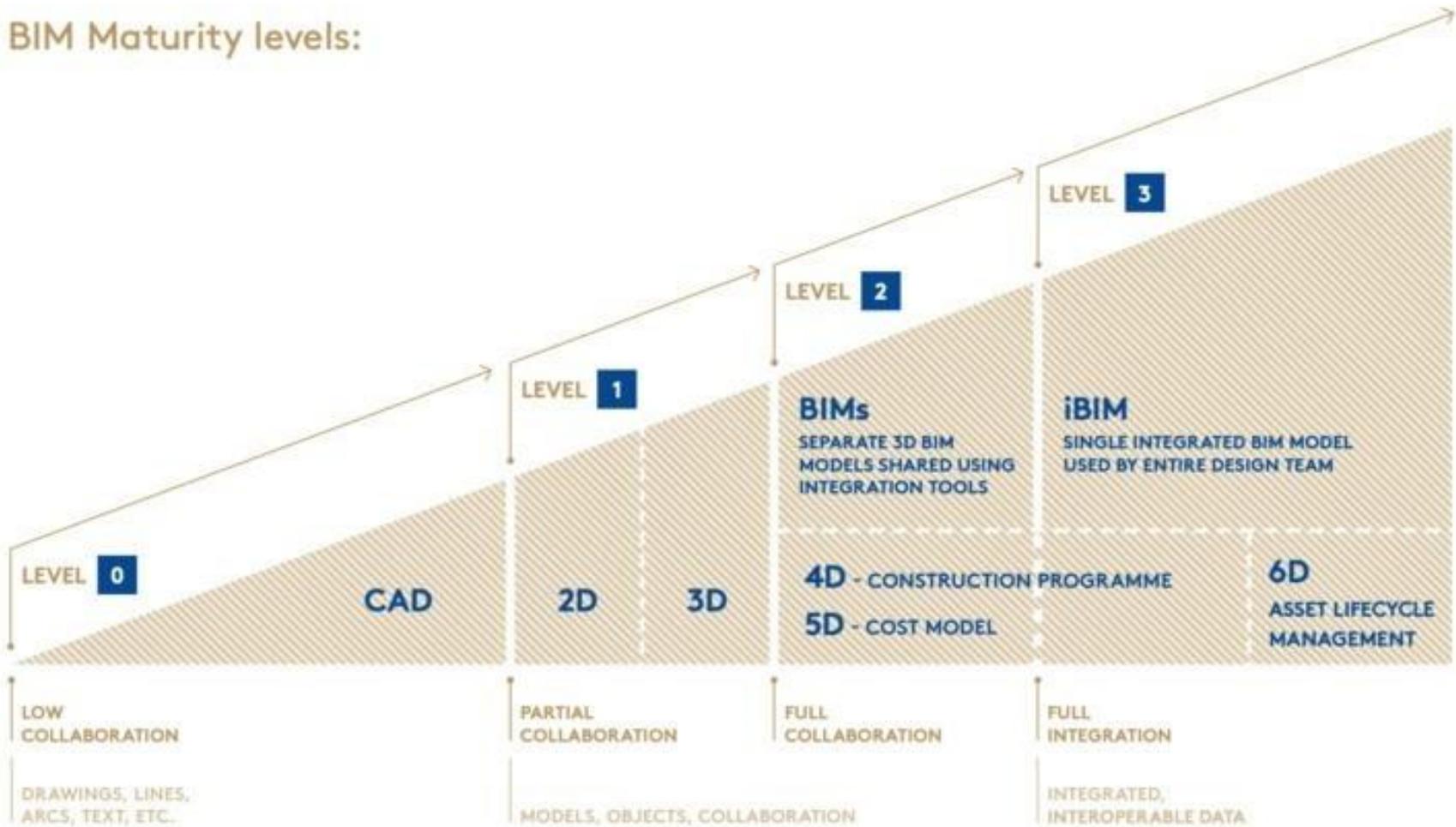
構造物やインフラの維持管理をDXの手法を用い、
継続的に戦略性の高い維持管理を行い、人手不
足や管理コスト増加などの課題解決に寄与し、ま
た、適正なリスク管理を実施していくこと

点検DXの成功にむけて

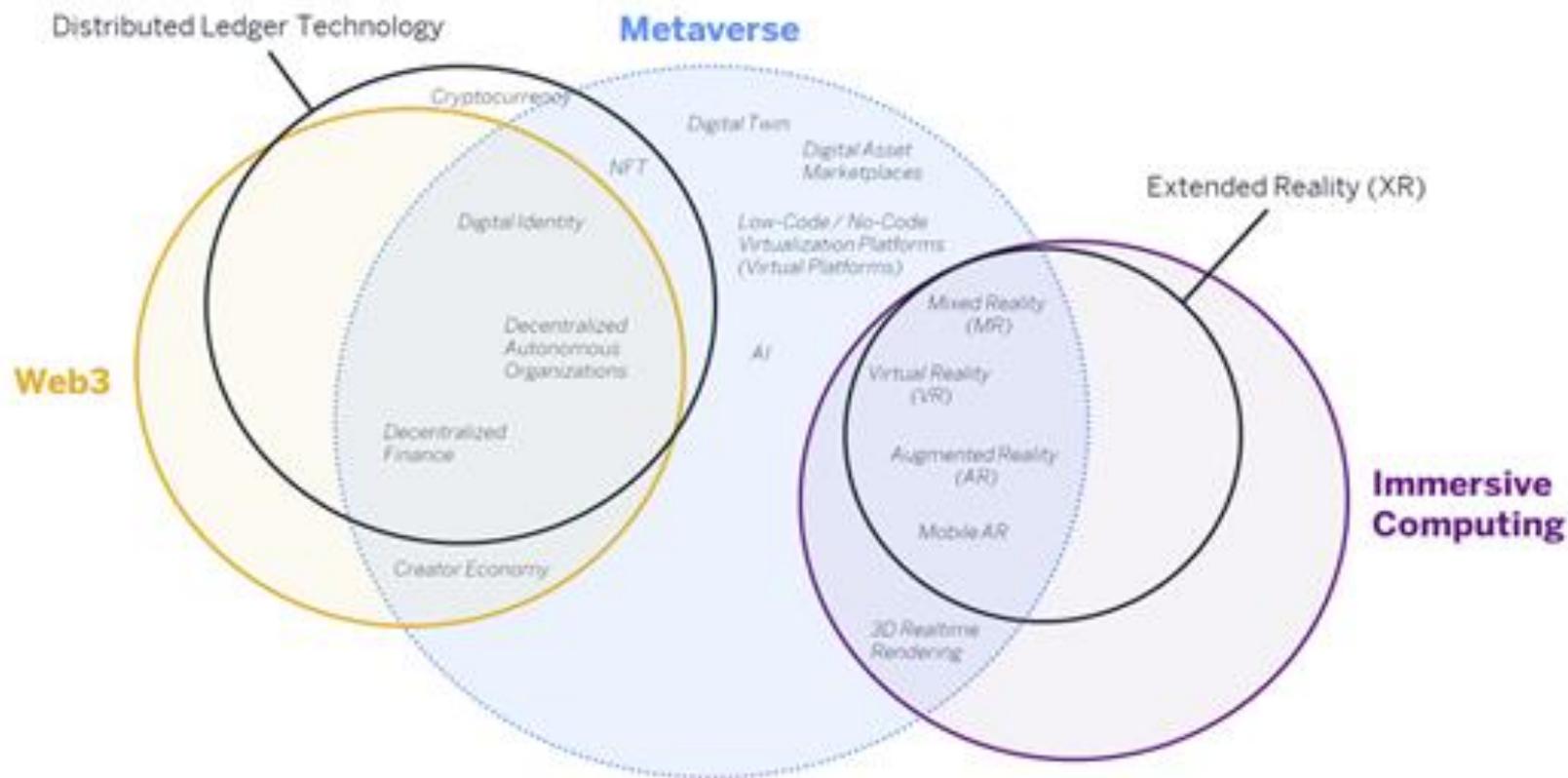
1. 点検DXに向けた戦略策定
2. 以下項目を理解できる人材の育成
 - デジタルでの管理
 - AIなどの解析
 - ロボティクスなどの連携 ←ドローンが寄与
3. 構造物やインフラのデジタル台帳の作成
4. 各種デジタルデータの取得 ←ドローンが寄与
5. 管理手法の確立

建設業界でのDXに向けた新たな試み1

BIM Maturity levels:



建設業界でのDXに向けた新たな試み 2



建設業界でのDXに向けた新たな試み 4

SAP's Clover



5. ドローンのセキュリティ

ドローンに関するセキュリティリスクへの対応について

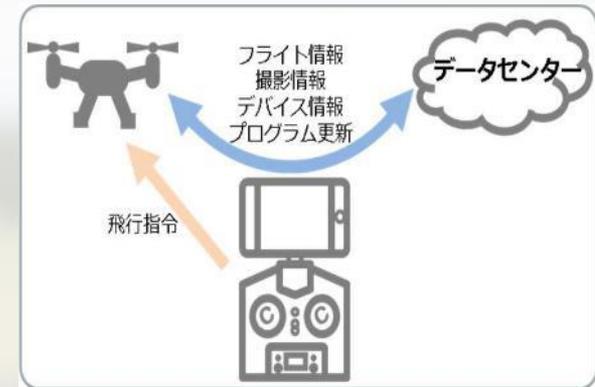
1. 背景

- ドローンの中には、スマートフォン等を介し外部データセンターとの飛行・撮影情報のやり取りや、プログラム更新を行う機種が存在。また、一般的に無線回線で機体を制御。



- ユーザーが意図しないプログラム更新や飛行・撮影情報の外部漏洩、他人による機体 制御乗っ取り等のリスクが指摘されている。

ドローンの運用システム（コネクテッド）



2. 対応（案）

以下の業務に用いられるドローンについては、来年度以降その新規調達に当たり、サプライチェーンリスクの少ない製品を採用すべく、「IT調達に係る国等の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ（令和2年6月30日一部改正）」と同様の措置を講ずることとし、セキュリティ上のリスク及びユースケースに係る評価等について総合的に判断するため、必要に応じて内閣官房により助言を行うものとする。

(1) 撮影データや飛行記録の窃取により、活動内容が推測され、公共安全と秩序維持に関する業務の円滑な遂行に支障が生じるおそれがある業務

- ① 我が国の防衛、② 領土・領海保全、③ 犯罪捜査・警備 等

(2) 撮影データの窃取により、公共安全と秩序維持等に支障が生じるおそれがある業務

- ① 重要インフラの脆弱性に関する情報を収集する業務（点検等）
- ② その他機密性の高い情報を取り扱う業務（詳細な3D地図の作成のための測量業務）

なお、上記措置に加え、各省庁等においては、以下のドローンについて情報流出防止策を講ずる。

- ① 現在保有しているドローンのうち、上記（1）～（3）に使用しているもの（速やかな置き換えを進めることを前提とする）。
- ② 上記（1）～（3）以外の業務に使用するドローンのうち、取り扱う情報の機微性が高いもの。
- ③ 業務委託した民間企業等が使用するドローンであって、①又は②に該当するもの。

ドローンセキュリティリスクの高まり

■ 実証実験フェイズから社会実装へ

- 今までの実証実験のフェイズから

実運用の最初の段階へ

■ 上空LTEサービスの開始

- ドローンがインターネット接続の端末に（ドローンのIoT化）

実証実験フェイズから社会実装へ

悪意ある第三者の攻撃対策

ドローンのリスク分析

	ドローンの状態	人の状態	ケース
1	正しい	正規	通常の活用
2	異常	正規	ドローンのトラブル
3	正しい	悪意ある第三者	ドローンの乗っ取り
4	不正	悪意ある第三者	不正ドローンでの攻撃

ドローンのセキュリティリスクは？

ソフトウェアバグ／脆弱性



ウイルス／マルウェア



通信ジャック、通信妨害



貨物・データの掠め取り



リスク

墜落

攻撃

窃盗
悪用

ドローン活用のリスク

- 法令順守（コンプライアンス）
 - 関連する法令
 - 航空法、道路交通法、電波法、民法などの関連法だけでなく、各業種業態に関連する法律
 - ブランドイメージ
 - 事故・事件発生時の直接的な被害と間接的な被害
 - メディアへの露出
 - 機密データの漏洩
 - ドローン取得データの悪用。
- 上記事象のリスクが各ドローン活用企業に晒されている

防衛対象となるコアシステム

- **フライトコントローラー（機体制御の心臓部）**
 - 姿勢制御、自動操縦を行うための**フライトコントローラー**
 - GPS、風速、高度等の飛行環境測定、衝突防止検知など
- **コンパニオンコンピュータ（より高度な制御やパイロードを制御するコンピュータ）**
 - 各種センサーや映像データの収集、記録、所定の位置でモノを投下するための制御等
- **グランドコンピュータ（地上側のコンピュータ）**
 - **プロポ**（操縦用コントローラ）や**トランスミッター**（送信機）等の遠隔操縦装置
 - **グランドコントロールステーション**：ドローンからフライトログを受信しバッテリー残量等、機体状態をテレメトリー（測定）するソフトウェアとパソコン、タブレット、スマホなど
- **クラウド**
 - ドローンに取り付けた**各種センサーのデータ**の蓄積・解析
 - 飛行ルート設定用空域情報や気象情報の提供
 - フライト用ファームウェアの管理

ドローンのセキュリティ対策の考え方

- **機体制御**

- **機体本体**
- ハッキング、乗っ取り、故意の墜落など
- 機体メーカー主体

- **機体管理**

- **プロポ**（操縦用コントローラ）や**タブレットやスマホ、PC、クラウド**
- 機器と人の認証、マルウェア、ウィルス、遠隔からの妨害など
- 機体メーカーやドローンサービス企業主体

- **情報処理**

- **PCやクラウド**
- ドローンに取り付けた**カメラやセンサーのデータ**の不正利用、データの盗難
- ドローンサービス企業やユーザー企業主体

The background is a vertical gradient from light blue at the top to dark blue at the bottom. It features several faint white circular patterns, including a large scale on the right side with numbers from 0 to 200 and arrows, and smaller circular motifs in the corners.

DRONE TAKES YOUR BUSINESS TO THE NEXT STEP