

平成30年2月23日
ドローン活用事例に学ぶ中国地方の課題解決
ドローン利活用セミナー2018



ドローンの活用事例と将来展望

オーム社刊「ドローン産業応用のすべて」からのご紹介

(一社)日本ドローンコンソーシアム会長
千葉大学名誉教授

野波 健蔵

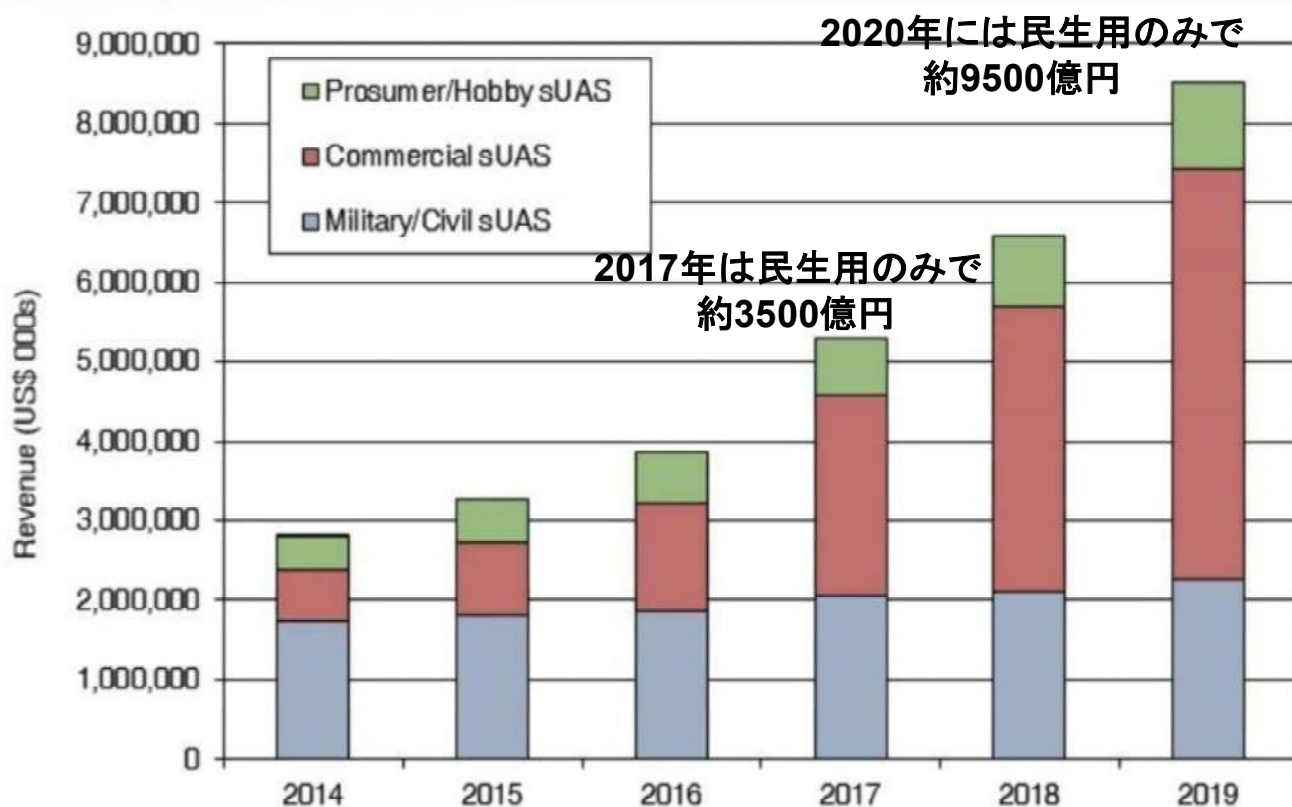
<http://jdc.co.jp/>
nonami@faculty.chiba-u.jp

ACSL 1

講演内容



1. 空の産業革命はどこまで進んでいるか？
2. 空の産業革命を加速するロードマップ
3. ドローン利活用最前線
各分野における利活用最前線
4. ドローンの課題と展望



Source: ABI Research

世界のドローン市場予測2014-2019 ドイツDrone Industry Insight社2016年調査

表 I・1・1 世界のホビー用および産業用ドローン販売数予測⁽³⁾

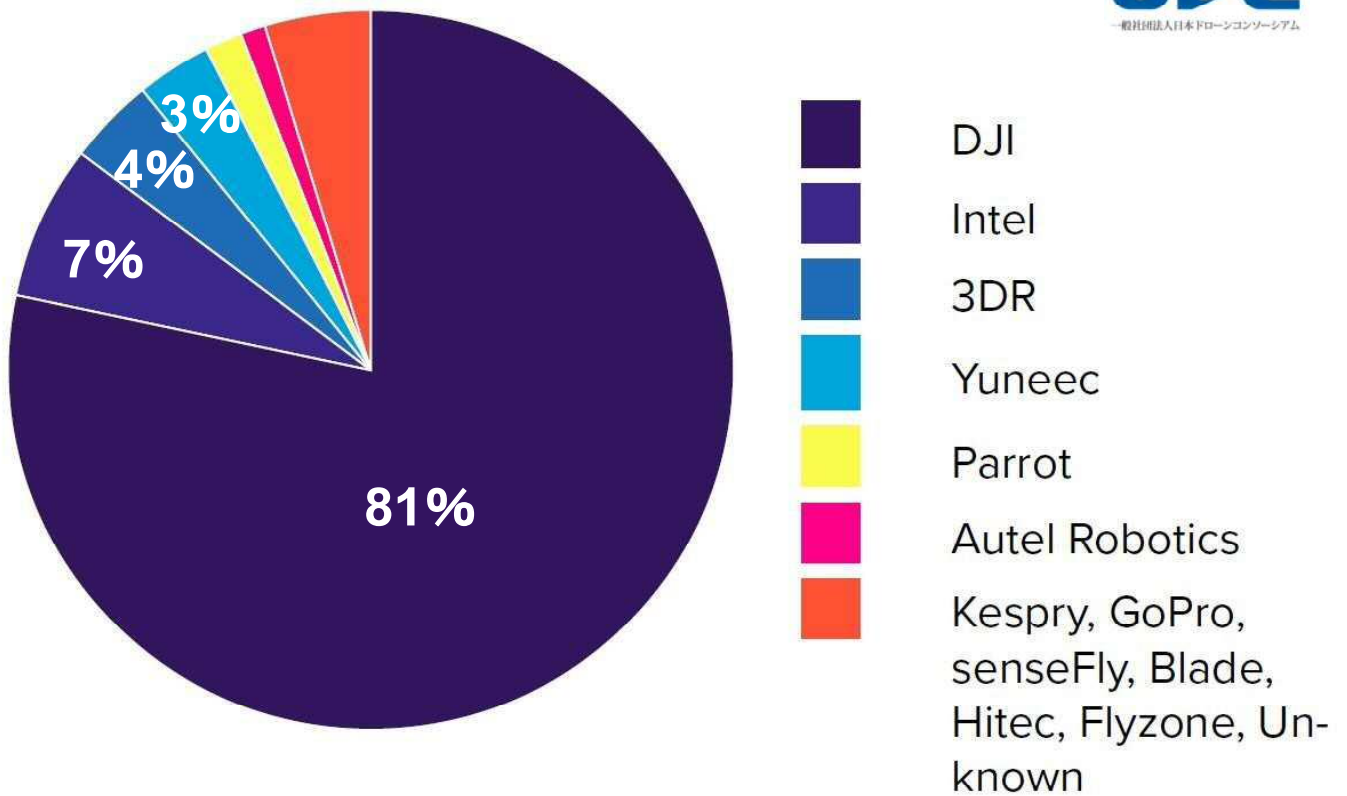
	2016年	2017年
ホビー用ドローン	204.2万台	281.7万台
産業用ドローン	11.0万台	17.4万台
総数	215.2万台	299.1万台
総数増加率	60.3%	39.0%

(3) <https://www.gartner.com/newsroom/id/3602317>

表 I・1・2 2017年10月31日までにアメリカ連邦航空局 (FAA) に登録された機体数⁽⁴⁾

	総登録数	ホビー用	産業用
合衆国と米国領地域	929,406台	823,600台	105,806台
海外	14,129台	13,196台	933台
総数	943,535台	836,796台	106,739台

(4) <http://dronecenter.bard.edu/files/2017/11/Drone-Registrations-Web-.pdf>



米国の産業用ドローンにおけるメーカー別占有率

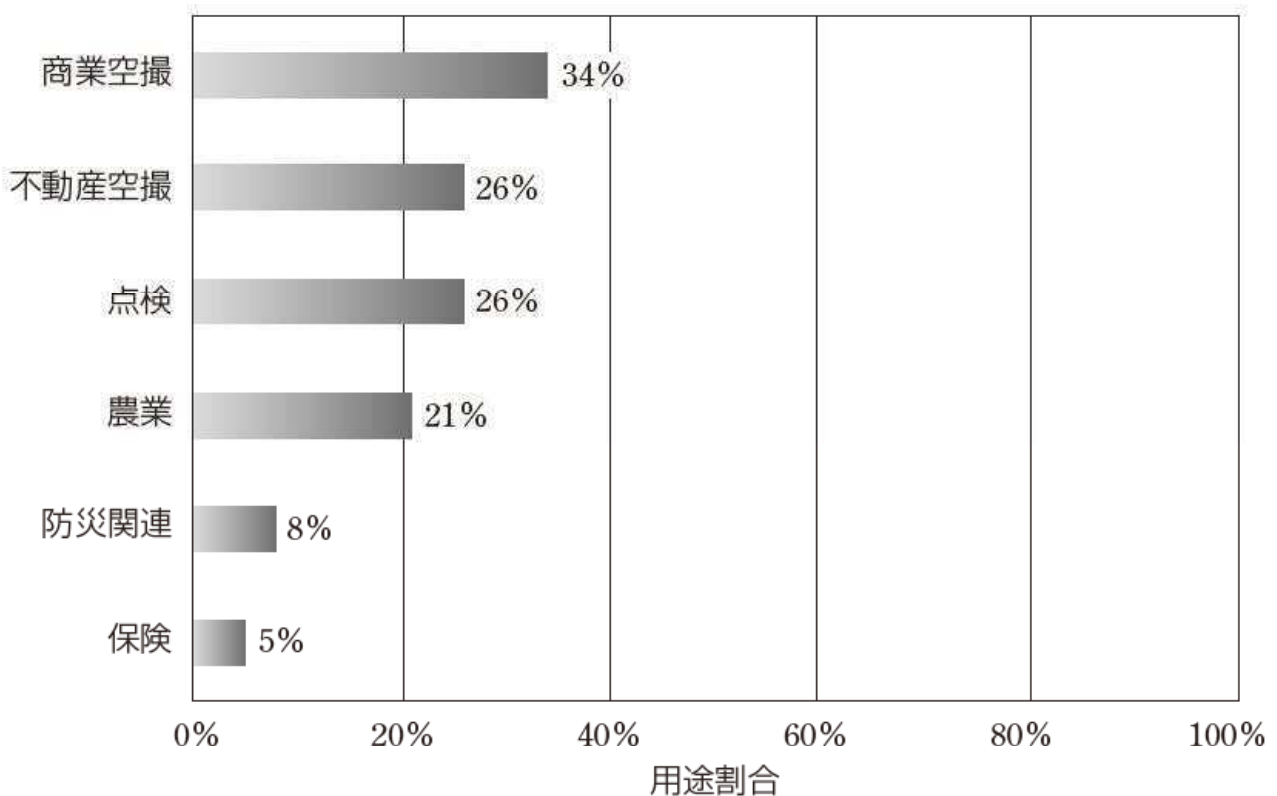
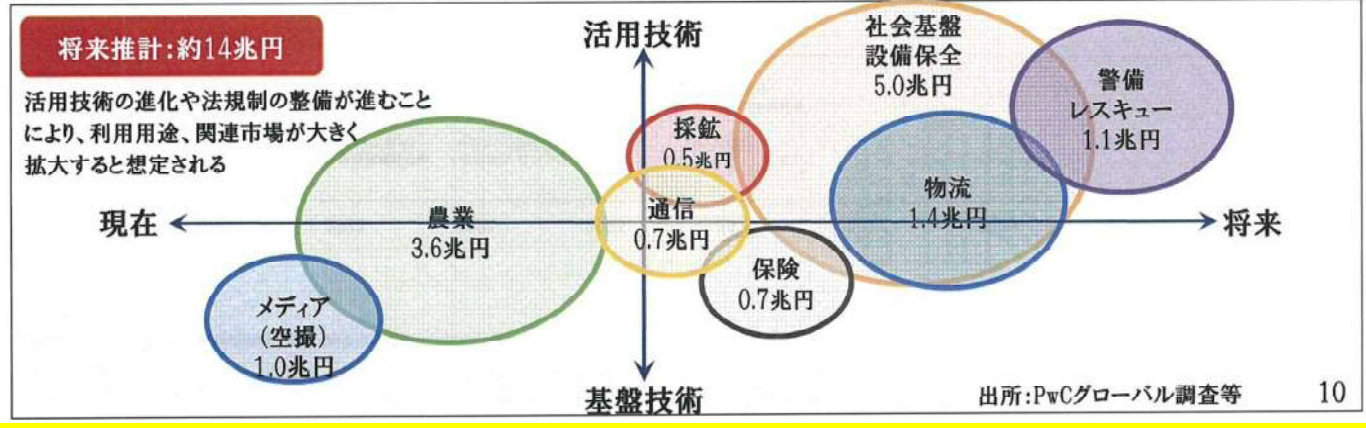
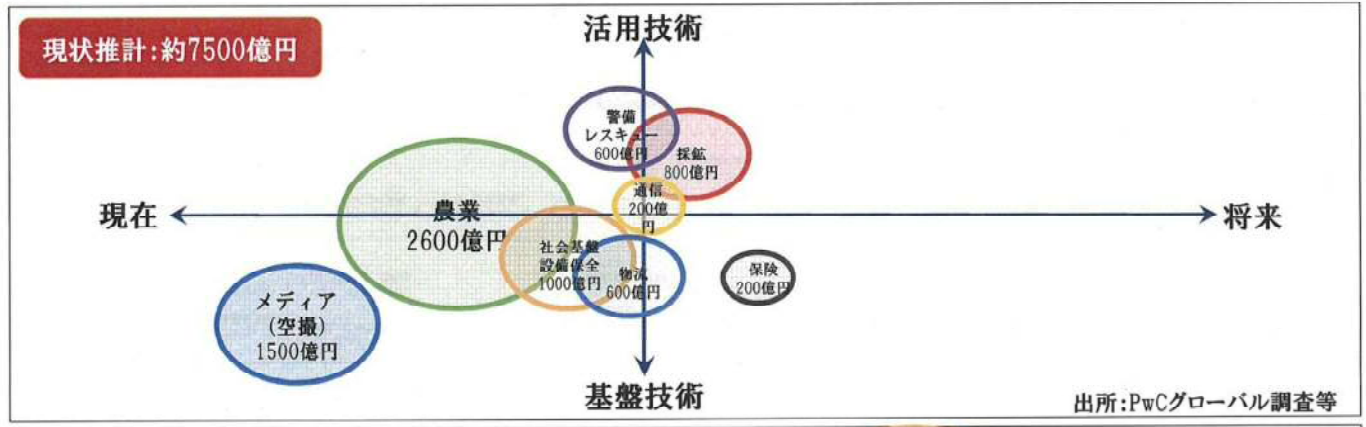


図 I・1・3 アメリカの産業用ドローンの現在の利用用途⁽⁵⁾

(5) 田中 亘・春原久徳、ドローンビジネス調査報告書2018[海外動向編]、インプレス、2017年12月

- 技術・法規制 想定イベント
- ✓ドローン実用化
- ✓飛行安定技術の高度化
- ✓一般空域自律飛行可能
- ✓多数機管理型 物流UTM実用化
- ✓最大積載量100kg以上のドローン実用レベル
- ✓無線給電実用化
- ✓用途を限定して人の輸送が可能(非常時等)
- ✓連続飛行時間3時間以上



現在から将来への市場規模推移(推定) 出展: PwC資料

出典) 国土交通省:「改正航空法の現状と今後の制度設計の方向性」、(一社)ミニサーベイヤーコンソーシアムのドローンワークショップ、平成28年12月16日講演資料

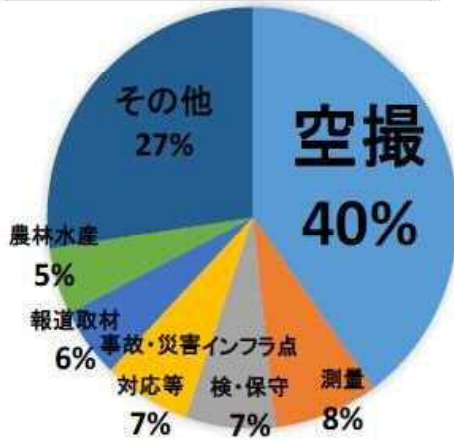
項目別許可承認状況



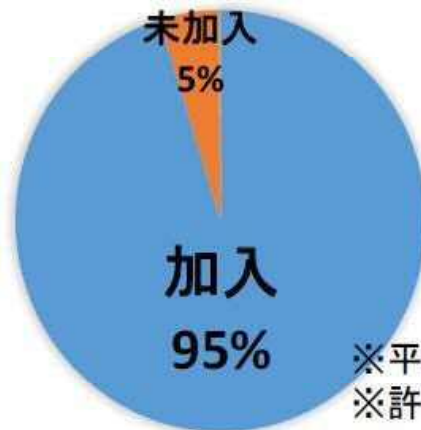
国土交通省の項目別許可承認状況(12,300件申請,10,210件承認)

出典)国土交通省:「改正航空法の現状と今後の制度設計の方向性」、(一社)ミニサーベイヤーコンソーシアムのドローンワークショップ、平成28年12月16日講演資料

目的別許可承認状況



保険加入状況

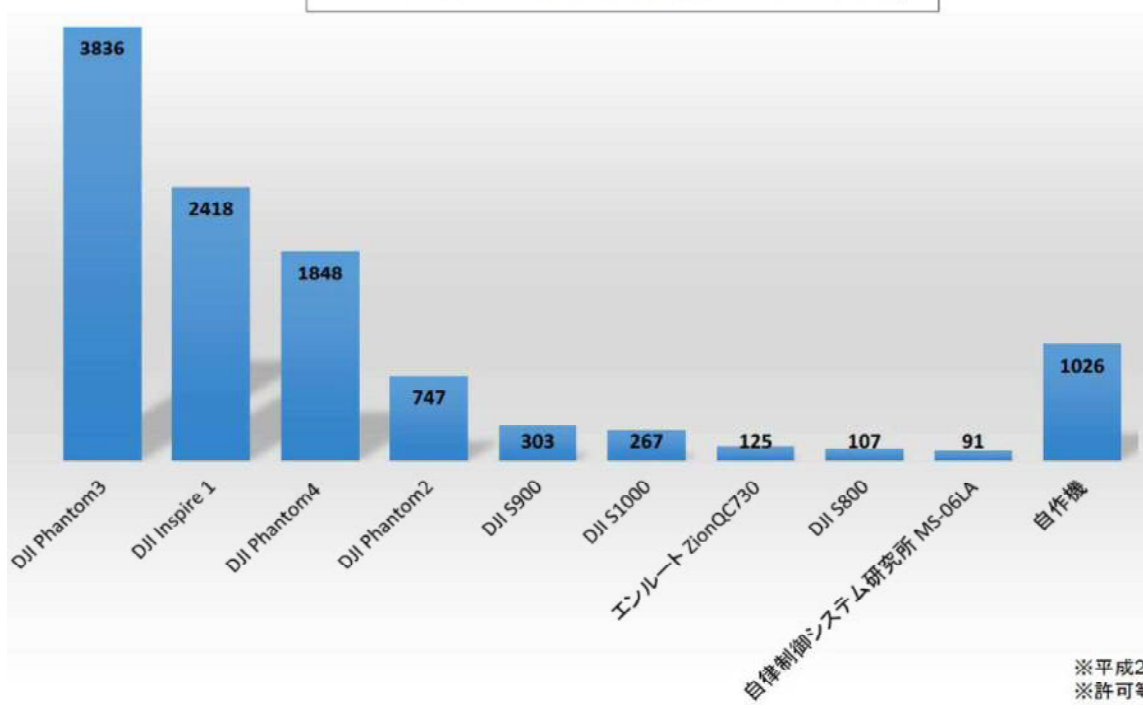


※平成28年12月9日現在
※許可等の際に確認したもの

国土交通省の項目別許可承認状況と保険加入状況

出典)国土交通省:「改正航空法の現状と今後の制度設計の方向性」、(一社)ミニサーベイヤーコンソーシアムのドローンワークショップ、平成28年12月16日講演資料

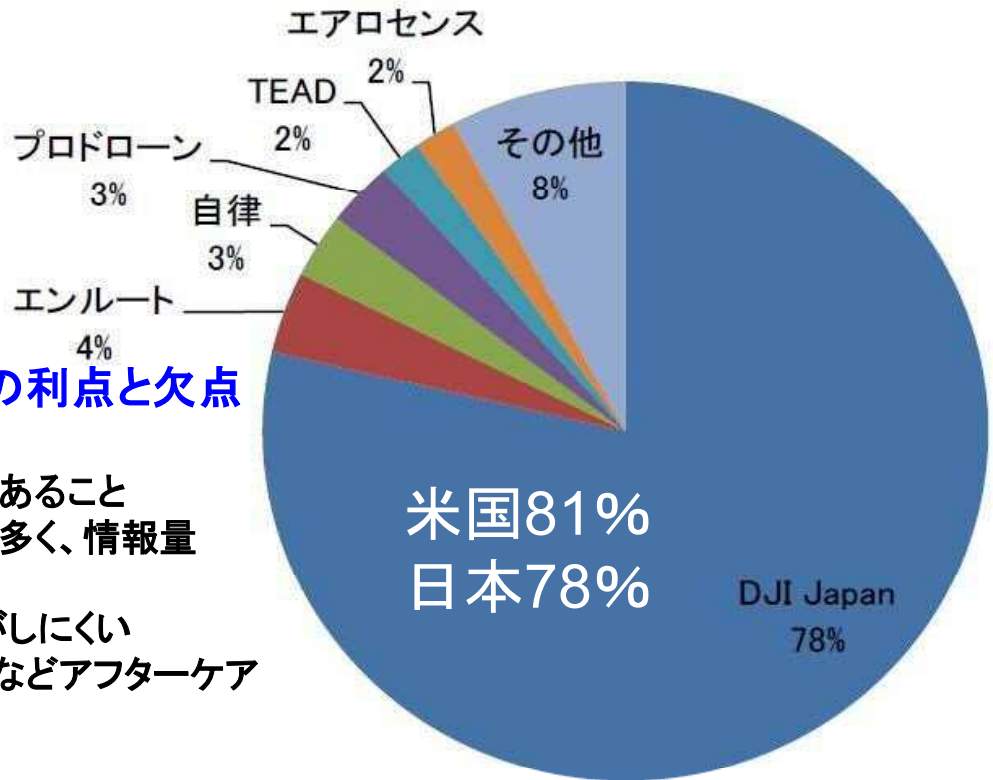
型式別許可承認状況(TOP10)



※平成28年12月9日現在
※許可等の際に確認したもの

国土交通省の型式別許可承認状況

出典)国土交通省:「改正航空法の現状と今後の制度設計の方向性」、(一社)ミニサーベイヤーコンソーシアムのドローンワークショップ、平成28年12月16日講演資料

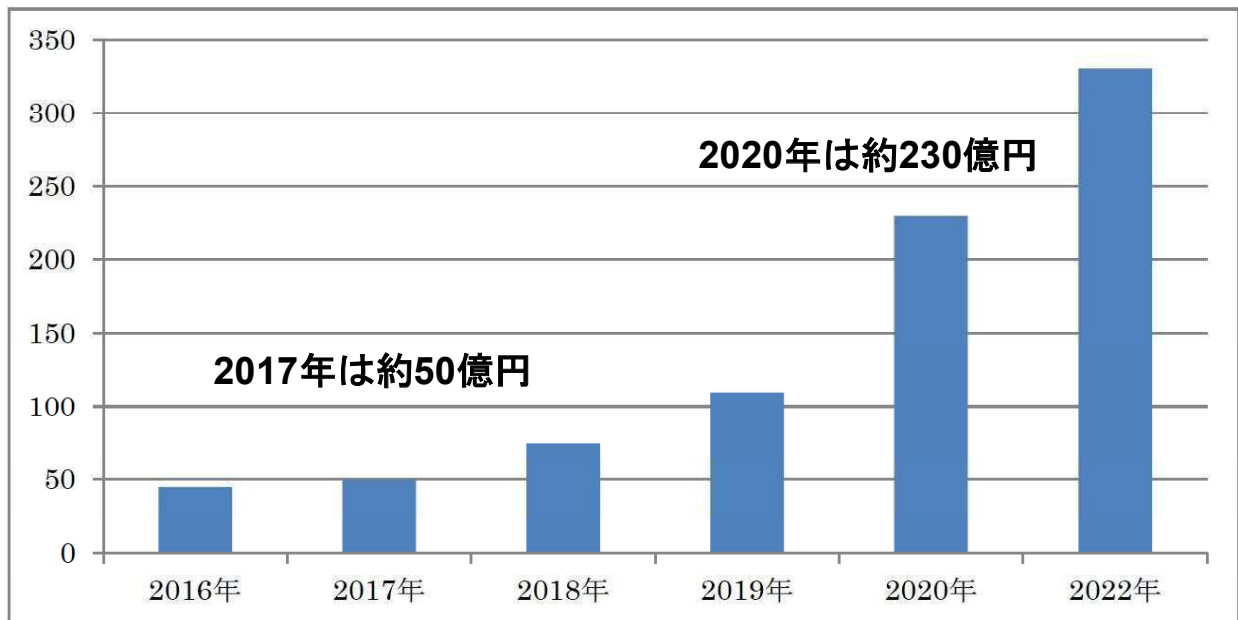


DJI社の機体の利点と欠点

1. 機体が安価であること
2. ユーザー数が多く、情報量が多いこと
3. カスタマイズがしにくい
4. 保守サービスなどアフターケアに課題が多い

日本国内におけるメーカー別機体占有率 自律:ACSL

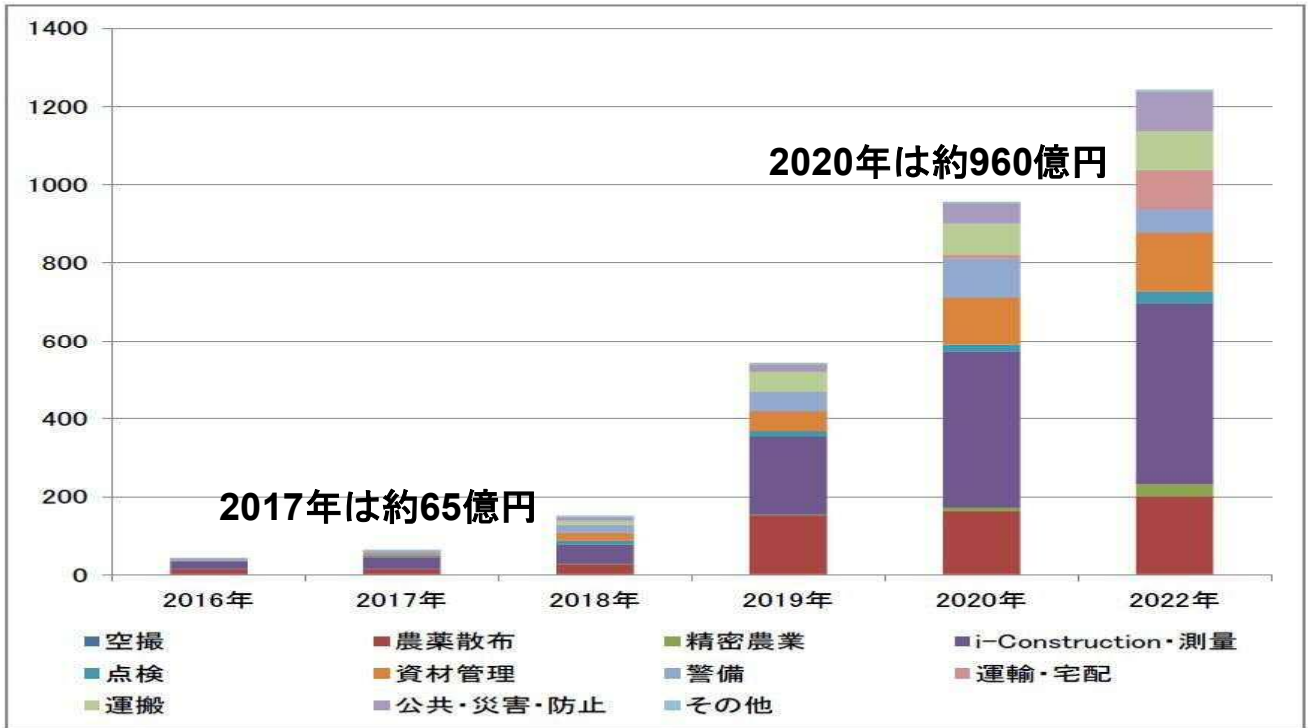
単位:億円



2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2022年
45	50	75	110	230	330

機体販売市場の実績と予測値 シードプランニング「2017年版産業用無人機の市場動向」2017.9.21発行資料

単位:億円



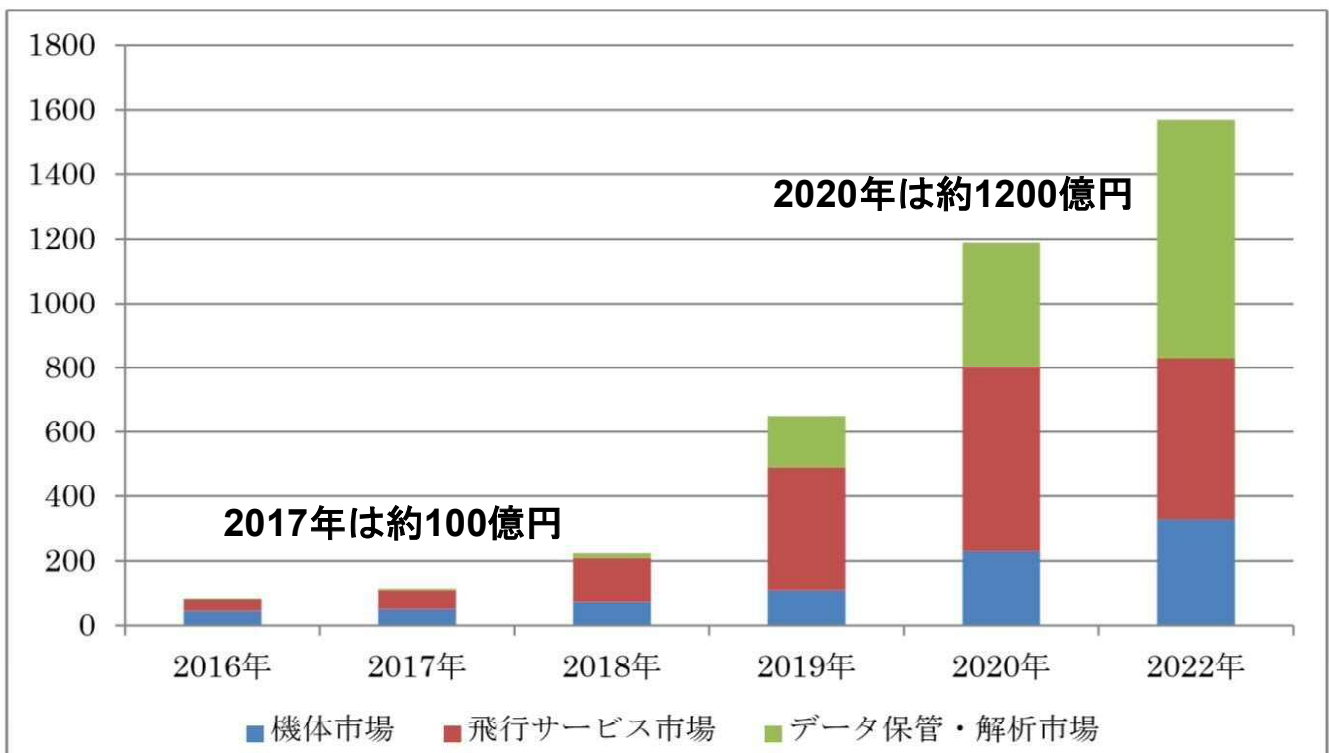
2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2022年
40	65	150	540	960	1,240

飛行サービス市場の用途別シェア予測
 シードプランニング「2017年版産業用無人機の市場動向」 2017.9.21発行資料

■ドローンビジネス全体の市場規模予測



単位:億円



2017年版産業用無人機の市場動向と関連周辺ビジネス
 シードプランニング「2017年版産業用無人機の市場動向」 2017.9.21発行資料

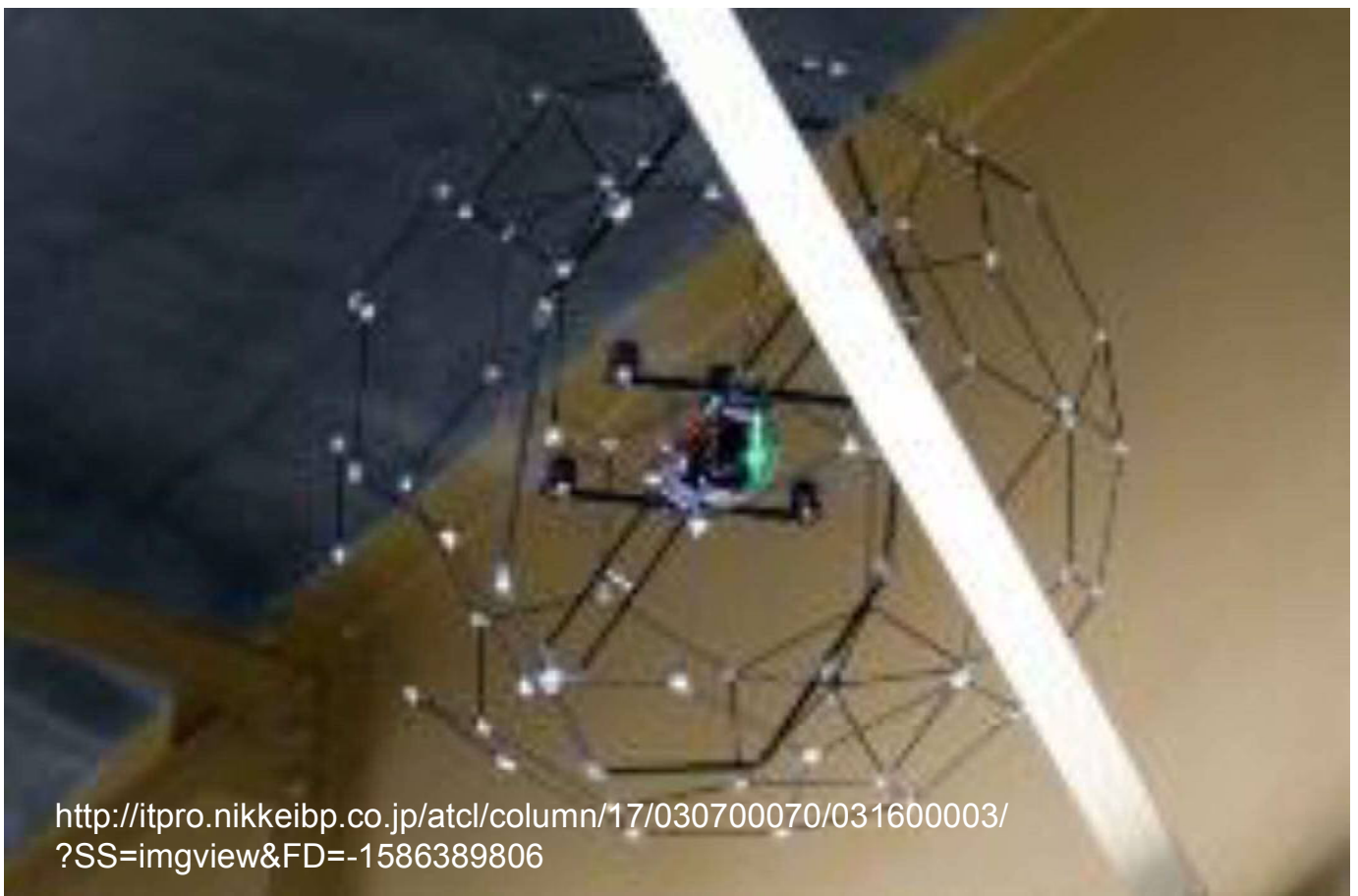
長距離は飛べない、重いものは運べない、
それなのになぜドローンは注目されるか？

それは、人に代わって様々な仕事をこなすから。



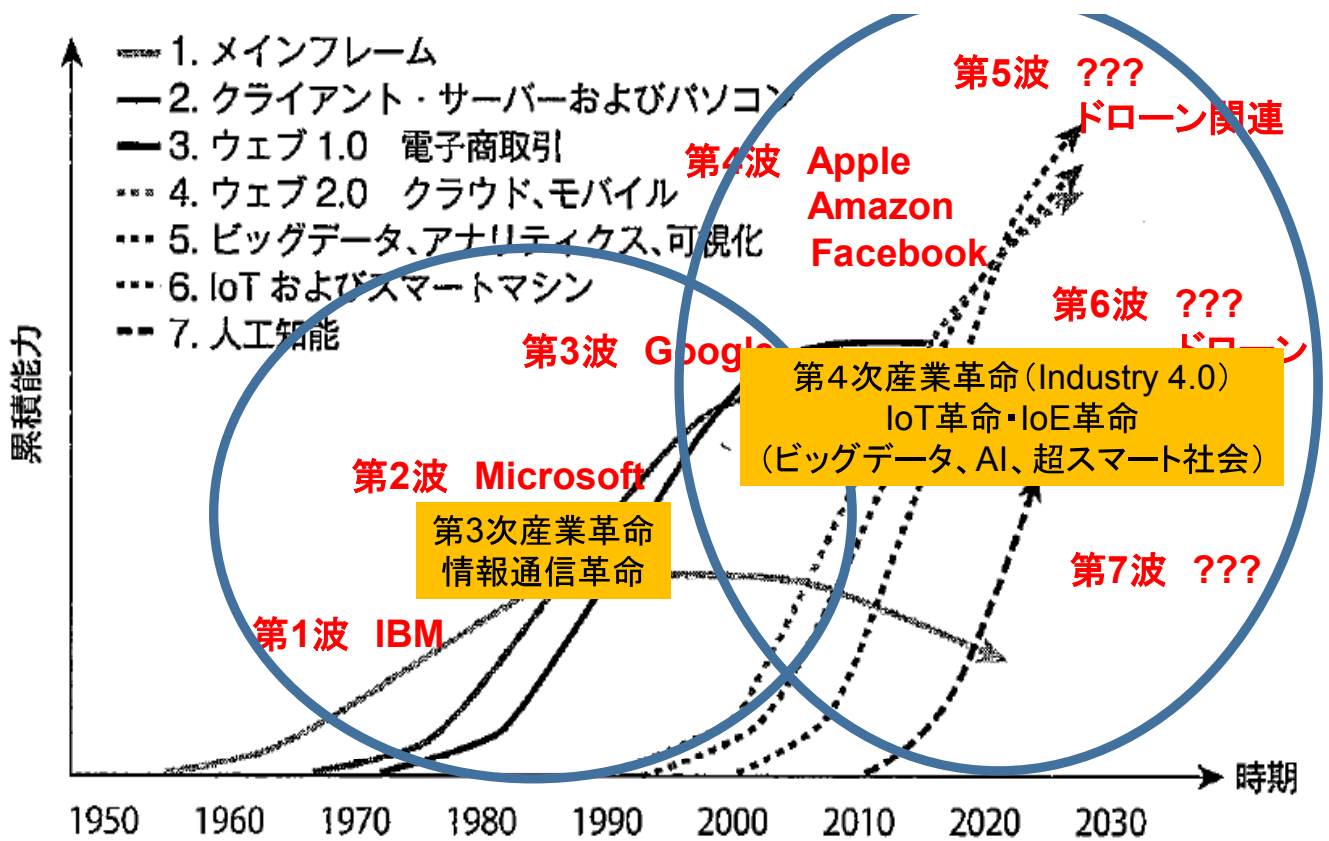
<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/17/030700070/032100005/?SS=imgview&FD=-1589128593>

山を切り崩して平地を造成している現場を3次元モデリングで描写
3次元座標データがドットの正体で、3次元空間にプロットして実際の画像データから着色した



<http://itpro.nikkeibp.co.jp/atcl/column/17/030700070/031600003/?SS=imgview&FD=-1586389806>

インフラ点検ドローン 衝突時の衝撃を緩和する「球殻ドローン」
リコー、東北大、千代田コンサルタント、航空宇宙技術振興財団、東急建設



出典：Accenture; World Economic Forum

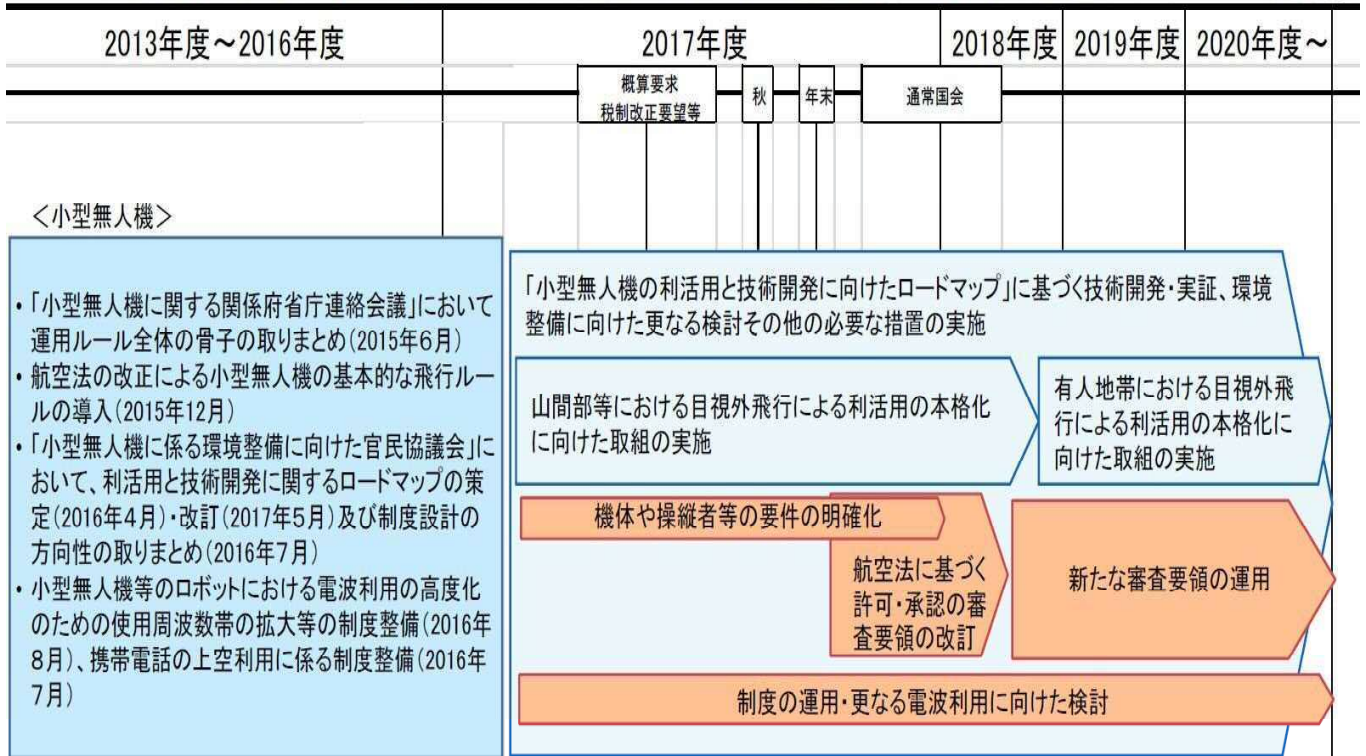
新技術の台頭：世界を劇的に変え、ライフスタイルを変えてきた波

Society 5.0 (超スマート社会) 第5期科学技術基本計画(2016~2020)



未来投資戦略2017 (Society5.0に向けた改革)の ドローン関連工程表

中短期工程表「移動サービスの高度化、「移動弱者」の解消、物流革命の実現」⑤



https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisai/pdf/miraitousi2017_t.pdf

ACSL 19

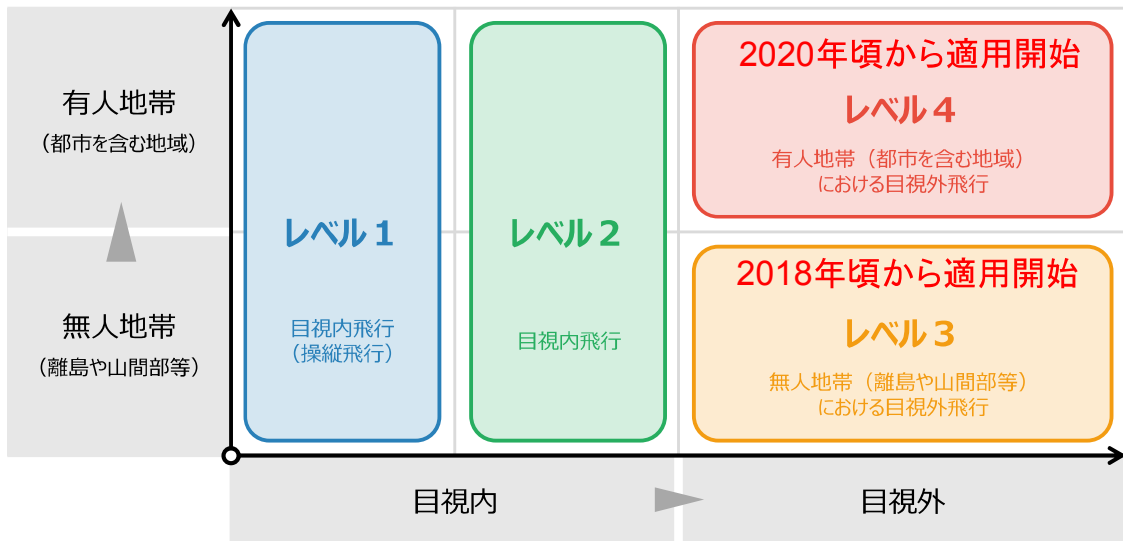


講演内容

1. 空の産業革命はどこまで進んでいるか？
2. 「空の産業革命」を加速するロードマップ
3. ドローン利活用最前線
各分野における利活用最前線
4. ドローンの課題と展望

小型無人機（ドローン）の飛行レベル

- 「小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ」（平成28年4月28日 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会）では、小型無人機（ドローン）の飛行レベルを下図のように整理した。



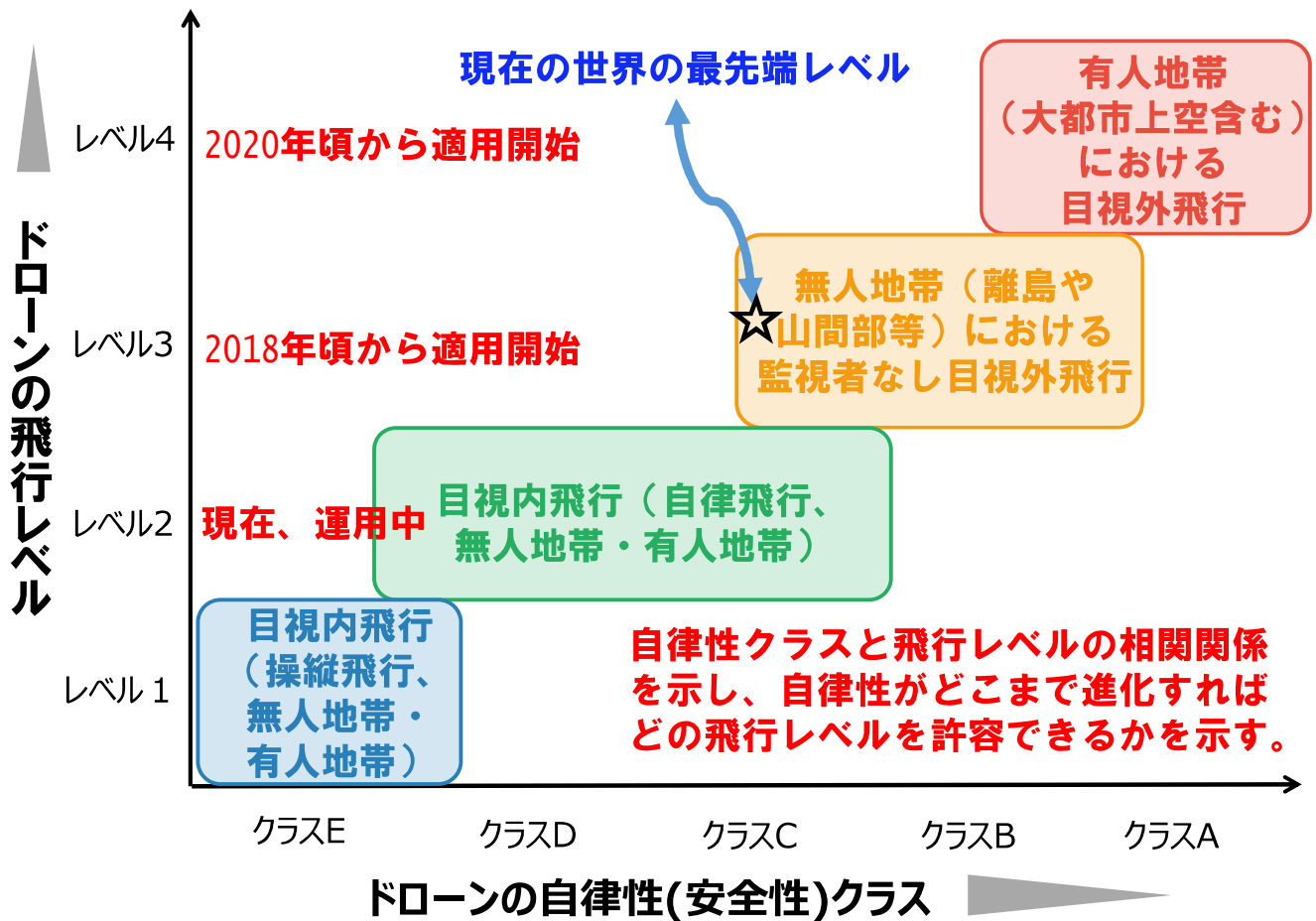
◆小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ（平成28年4月28日 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会）
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/pdf/shiryou6.pdf>

出典： 第6回官民協議会 平成29年5月19日 ロードマップ資料

ドローンの自律性クラス(安全性)と展望 (クラスA~E)

クラス	概念	ガイダンス (知能・意思決定)	ナビゲーション (計測・誘導)	コントロール (制御)	シナリオ (物流等の長距離飛行を想定)
A 2020年代	ビジョンのみでも目的地まで飛行できる 生物型飛行	危険回避、実時間経路計画と再計画、イベント駆動型の決定。 FTA(fault tree analysis)と危機管理能力、AI学習による知能型飛行	気象や電波を含む3次元環境変化の瞬時認知可能、リアルタイムマッピングに対する 瞬時認知能力と正確な自己位置瞬時認知	正確で頑強な3D軌道追従・最適化能力。 広域高速Visual SLAM標準装備	GPSを用いなくても、地上支援システム(UTM)などとカメラ等のみを使用して長距離を飛行し、目的地に高精度で着陸可能。 ランドマークを目印に鳥のような飛行が可能
B 2019年	フォールトトレランス/フェールセーフ/ 墜落しない飛行	ドローン飛行中の異常診断が可能で、環境適応性を有り。 ミッション継続・中止の判断可能。SAA (Sense & Avoid)可能	異常発生時にドローン自身の異常状態がどのレベルの危険度を認知して、制御構造などを変更可能	頑強なフライトコントローラ。あらゆる障害を補うための再構成可能または適応可能。 最悪でも墜落しない制御系構築	機体の異常診断結果から、障害が発生した理由を分析することが可能、 飛行継続の有無の自律的判断能力。 パラシュートやエアバッグ、オートローテーションの自律的起動能力で 不時着はするが、墜落しないドローンの実現
C 2017年	自律飛行(非GPS環境での自律飛行)	クラスDのプログラム飛行について、GPSを用いないオンボードカメラ等による自律飛行可能。	すべてのセンシングおよび状態推定可能。飛行中の機体の異常診断機能も一部可能。	クラスDのプログラム飛行について、 Visual SLAM 、オプティカルフロー標準装備	GPSなしで、ホバリング、着陸、軌道追従飛行をカメラにより実行。さらに、通信障害、センサ障害、推進システム障害など、一般的な障害を飛行中に報告することが可能
D 2015年	自律飛行(GPS環境での自律飛行)	ウェイポイント飛行、軌道追従飛行などのプログラム飛行可能。地上局を用いた熟練者による飛行計画、飛行分析、ガイダンス。	センシングと状態推定ほぼ可能、および簡単な機体の異常有無判断が可能。熟練者によるすべての計測と状況認知	制御コマンドは、オンボードマイコンやPCにより計算される。制御にオペレータは介在しない。	GPSを使用して軌道追従制御、離着陸やホバリングが可能。また、通信障害、GPSおよび電子コンパスの障害、またはバッテリー電力の低下なども検出可能。
E 2013年	遠隔操縦	すべての意思決定(ガイダンス機能)は、熟練した操縦者によって行われる。	すべての計測と認知(ナビゲーション機能)は、熟練した操縦者によって行われる。	すべての制御(姿勢制御を含むコントロール)は、熟練した操縦者により行われる。	すべての制御、ホバリング、離着陸、目標軌道追従は熟練した操縦者によって実行される。

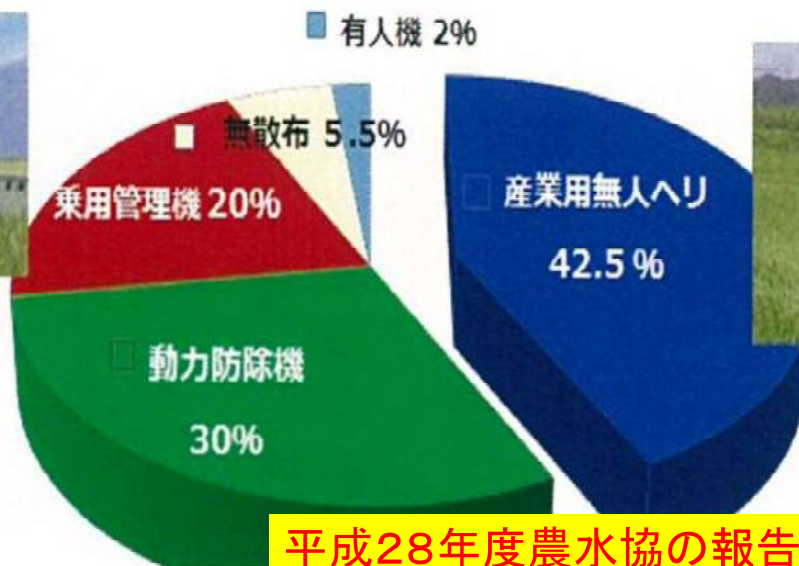
小型無人機（ドローン）の飛行レベルとドローンの自律性(安全性)クラス



講演内容



1. 空の産業革命はどこまで進んでいるか？
2. 空の産業革命を加速するロードマップ
3. ドローン利活用最前線
農林水産業分野の利活用最前線
4. ドローンの課題と展望



平成28年度農水協の報告書：
3045機の無人ヘリが活用
操縦者は11,418名
水稲作付面積の30%

水稲防除における防除機械の利用状況

出典：オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.99（ヤマハ発動機）

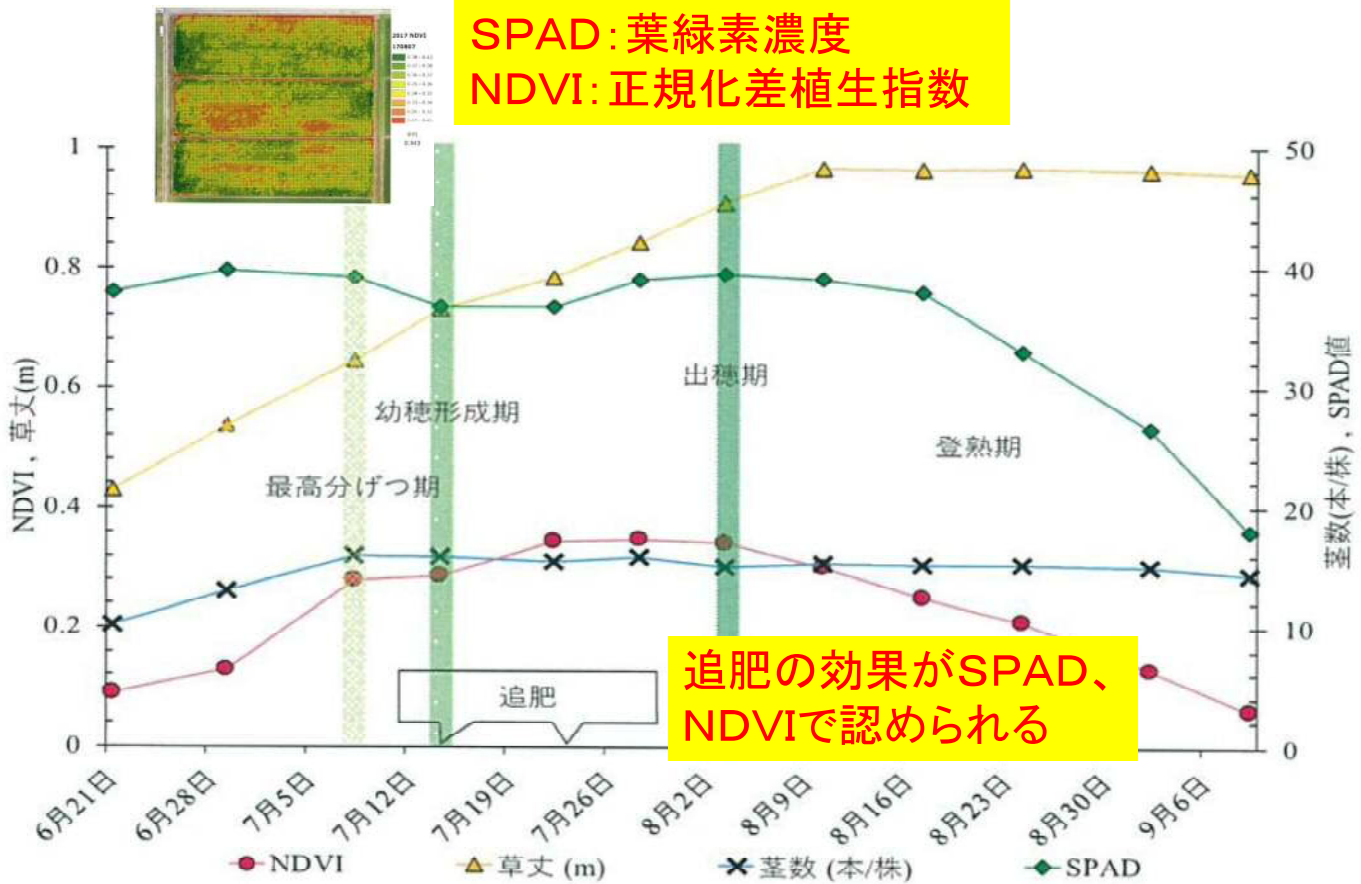


りんごの生育状況のAIによる把握、害虫の有無、病気の有無の判定をクラウドと繋げて行い、新しいスマート&IT農業革命の実現

ドローンAI技術と農業 学習用クラウドサービス

出典：オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.104（エンルートラボ）

SPAD: 葉緑素濃度
NDVI: 正規化差植生指数



コシヒカリにおける生育初期から成熟期までのNDVI, 草丈、茎数、SPAD, 出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.109(金井度量衡)

確立する技術体系

- ① 有人ヘリコプター同等の飛行性能 (探索時間・探索範囲) を有し、漁船から制御可能なドローンの開発
- ② かつお魚群の指標となる鳥群及びその海面情報をリアルタイムで伝達・漁場構成の解析支援システムの開発



生産現場での実証 当該研究の目標: 償却前利益10%増

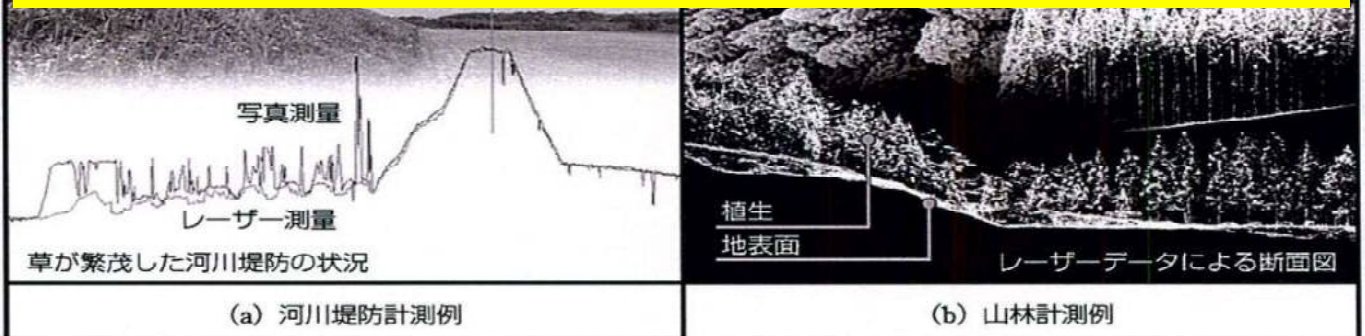
我が国のかつお漁船の生産性向上・国際競争力強化に貢献!!

ドローンを利用した高効率魚群探索システムの開発概要
 出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.127(海洋水産システム協会)

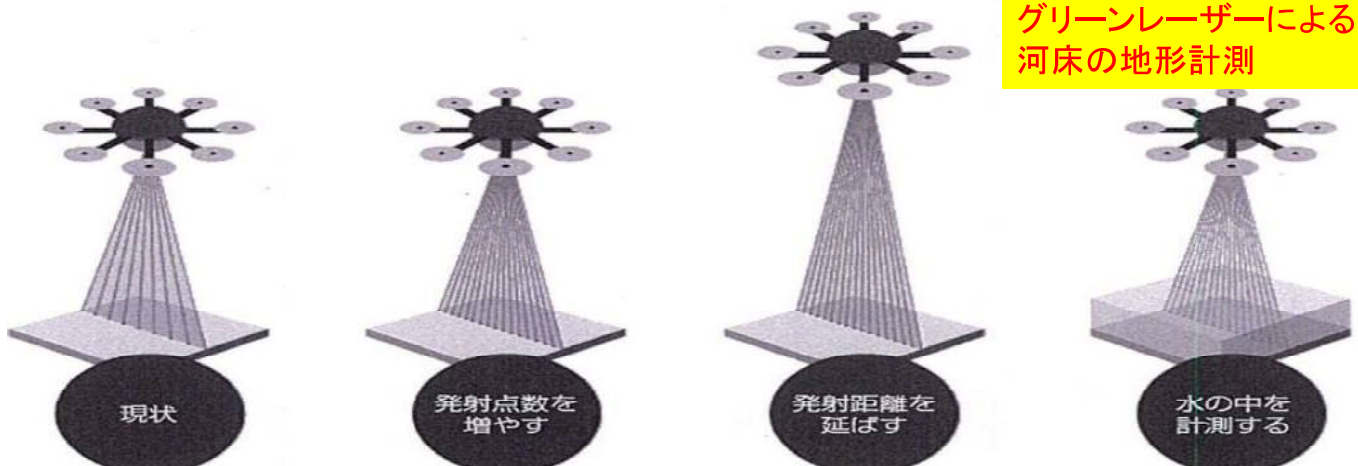
講演内容

1. 空の産業革命はどこまで進んでいるか？
2. 空の産業革命を加速するロードマップ
3. ドローン利活用最前線
- 測量・点検分野の利活用最前線**
4. ドローンの課題と展望

1. 山林や植生に覆われている地表面の計測にはレーザー測量が適している
2. 写真測量は後処理に時間がかかるが、レーザー測量は短時間ですむ

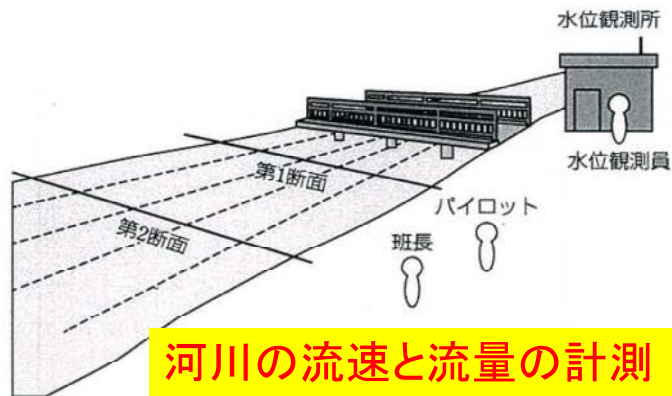
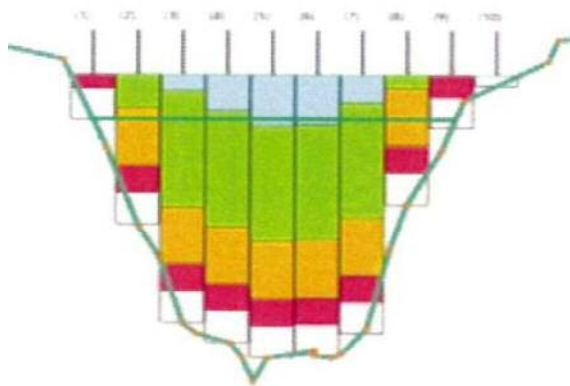


グリーンレーザーによる河床の地形計測

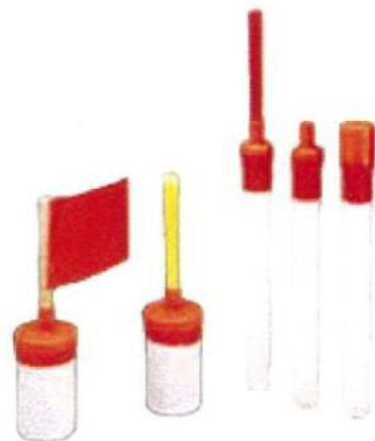


ドローンによるレーザー測量と進化

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.129 (アミューズワンセルフ)

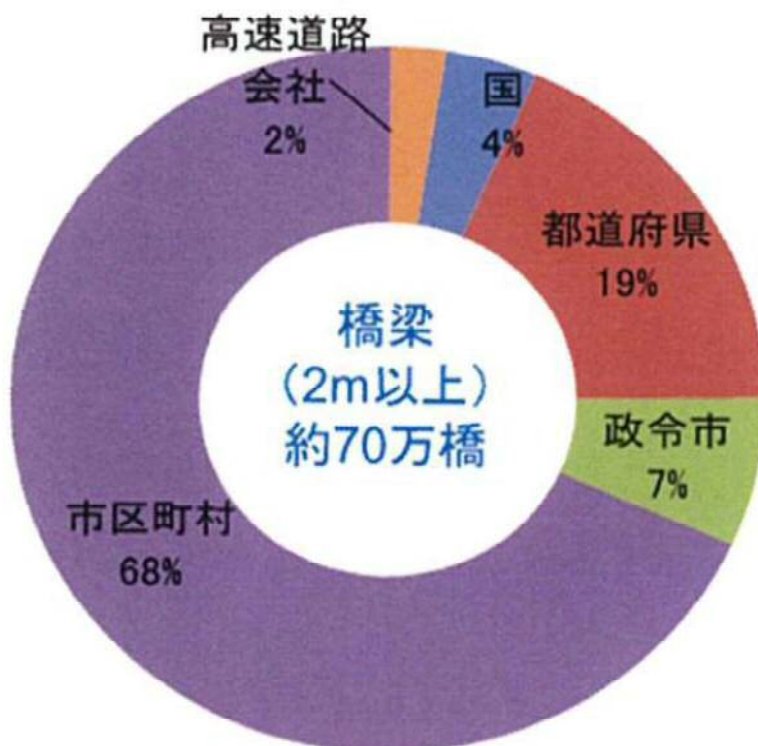


河川の流速と流量の計測



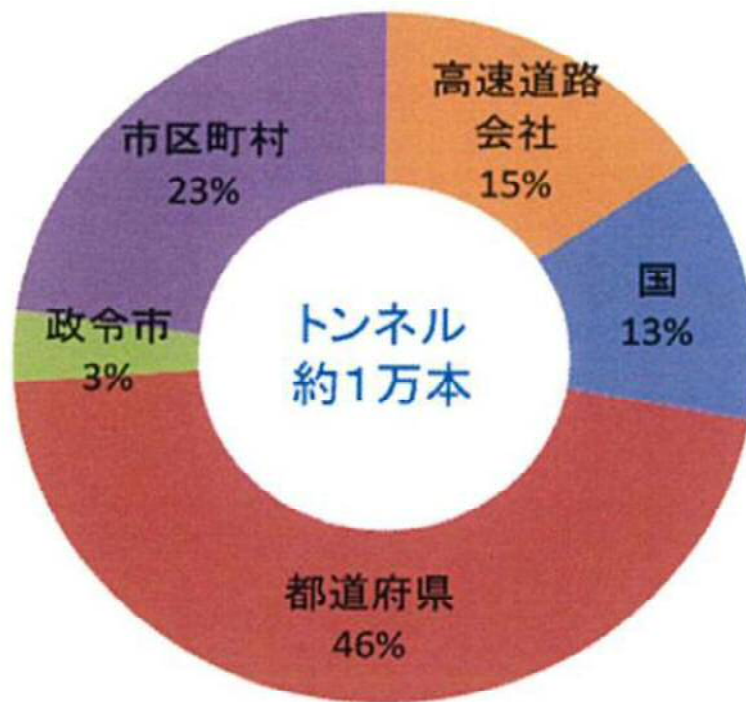
流量計測用浮子法専用投下型ドローンDEF (Drone Flow type-Fushi)
 出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.138 (タイプエス)

道路管理者別ごとの施設数



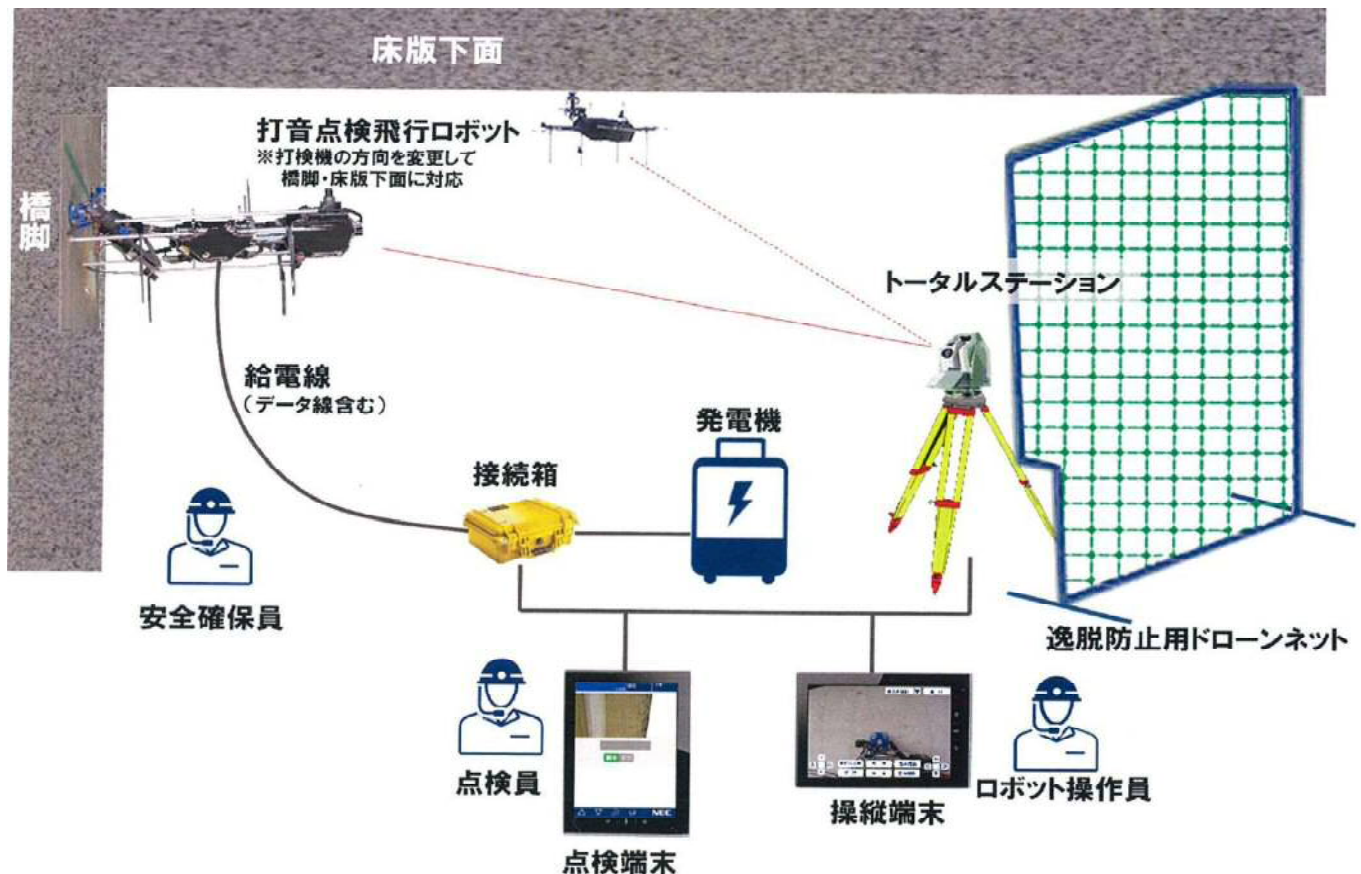
橋梁の道路管理者別ごとの施設数
 出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.150 (NEC)

道路管理者別ごとの施設数



トンネルの道路管理者別ごとの施設数

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.150 (NEC)

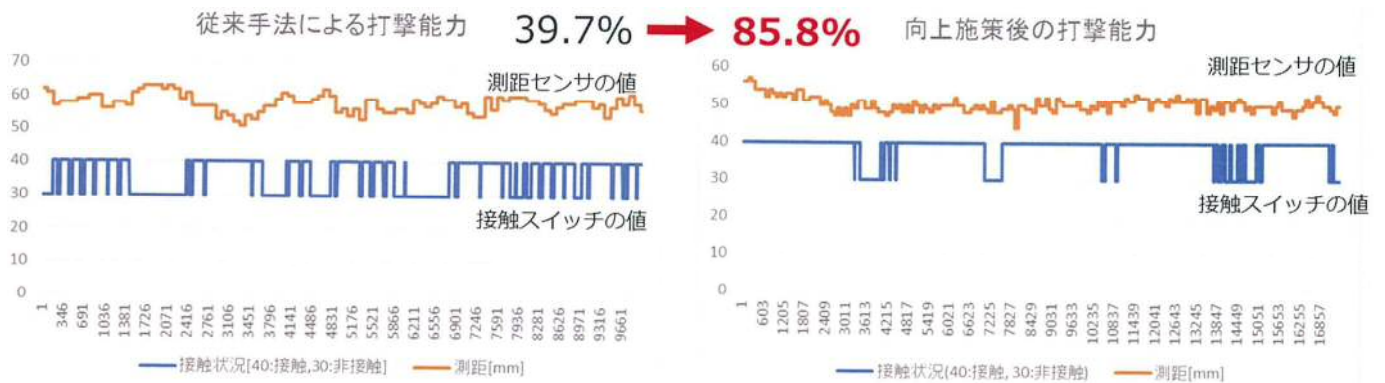


打音検査用飛行ロボットシステムの構成と運用イメージ

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.152 (NEC)



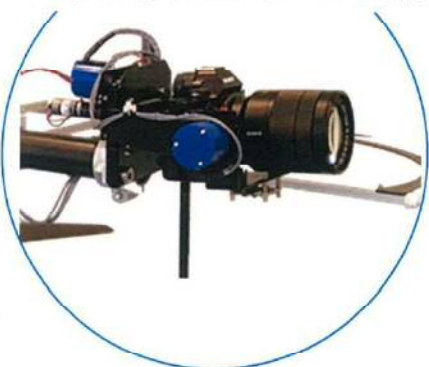
打音検査用飛行ロボット(ドローン)の外観
 出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.153 (NEC)



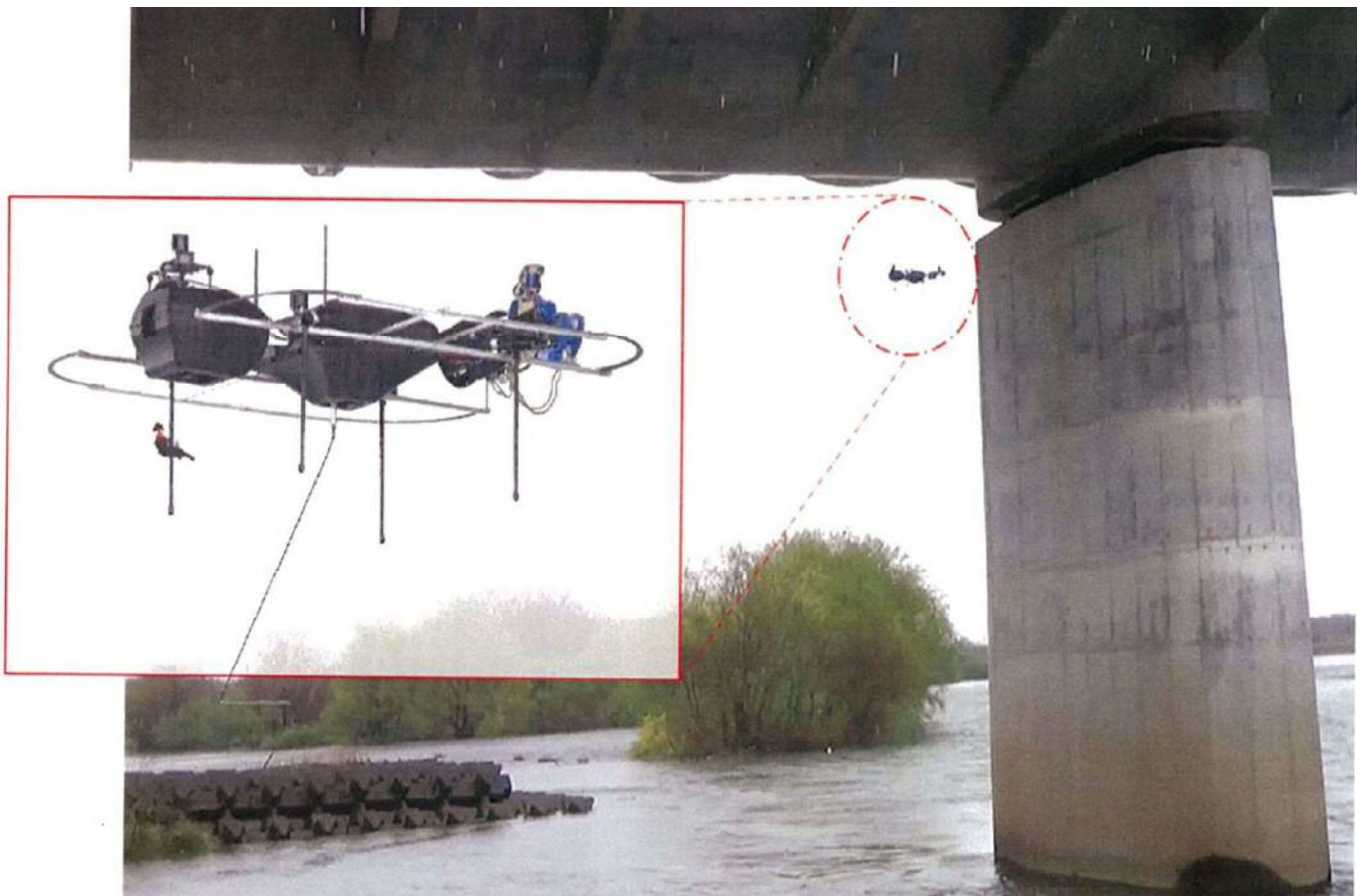
打検機搭載時の機体構成



目視点検用カメラへの交換時

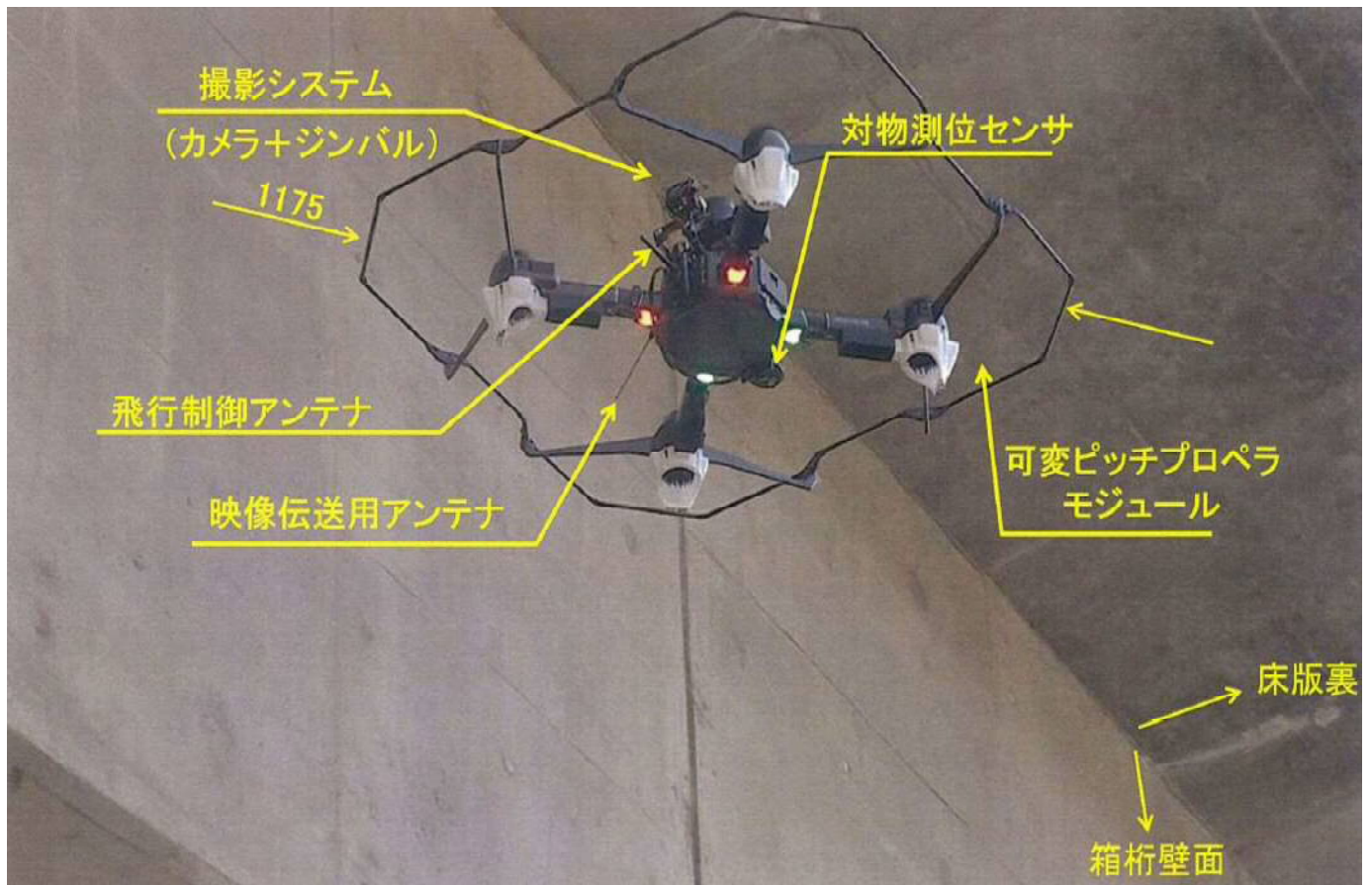


搭載ペイロードの交換による点検作業への対応
 出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.155 (NEC)



現場実証(河川での橋梁の点検)

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.159 (NEC)

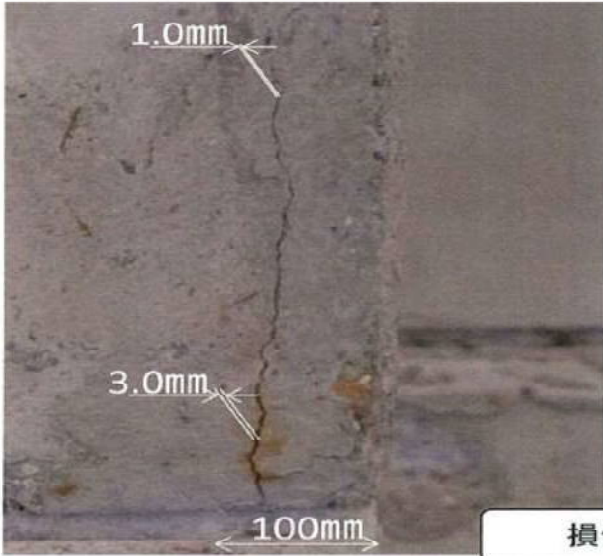


インフラ点検UAV(HDC01)の外観

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.165 (デンソー)



近接撮影の様子

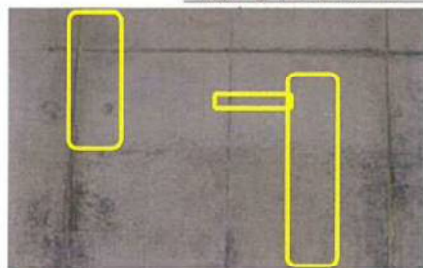


損傷写真

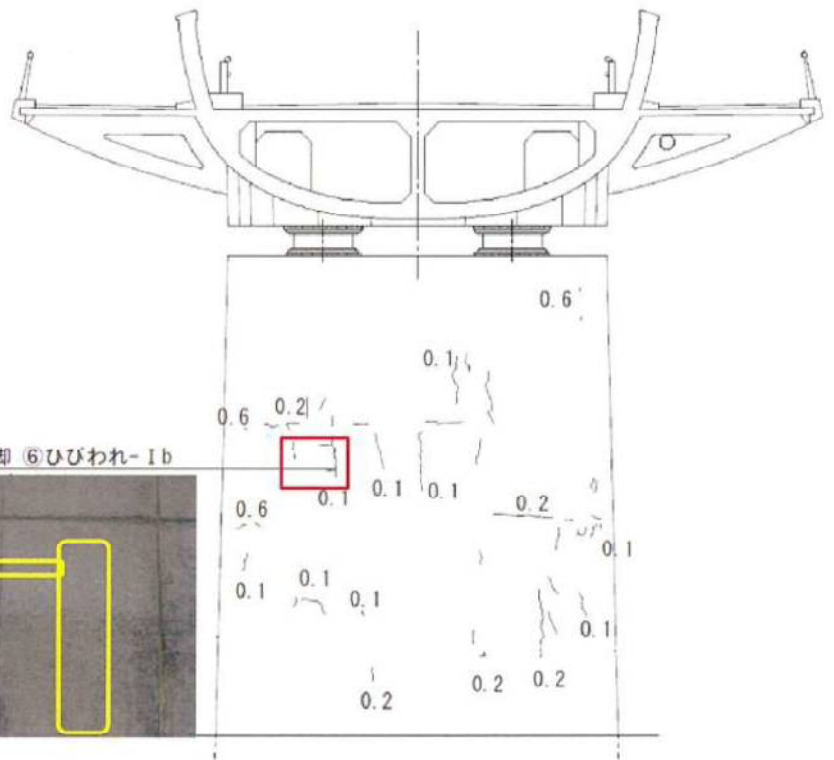
インフラ点検UAV(HDC01)による橋天井の自動撮影写真
出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.168 (デンソー)



UAVの軌跡

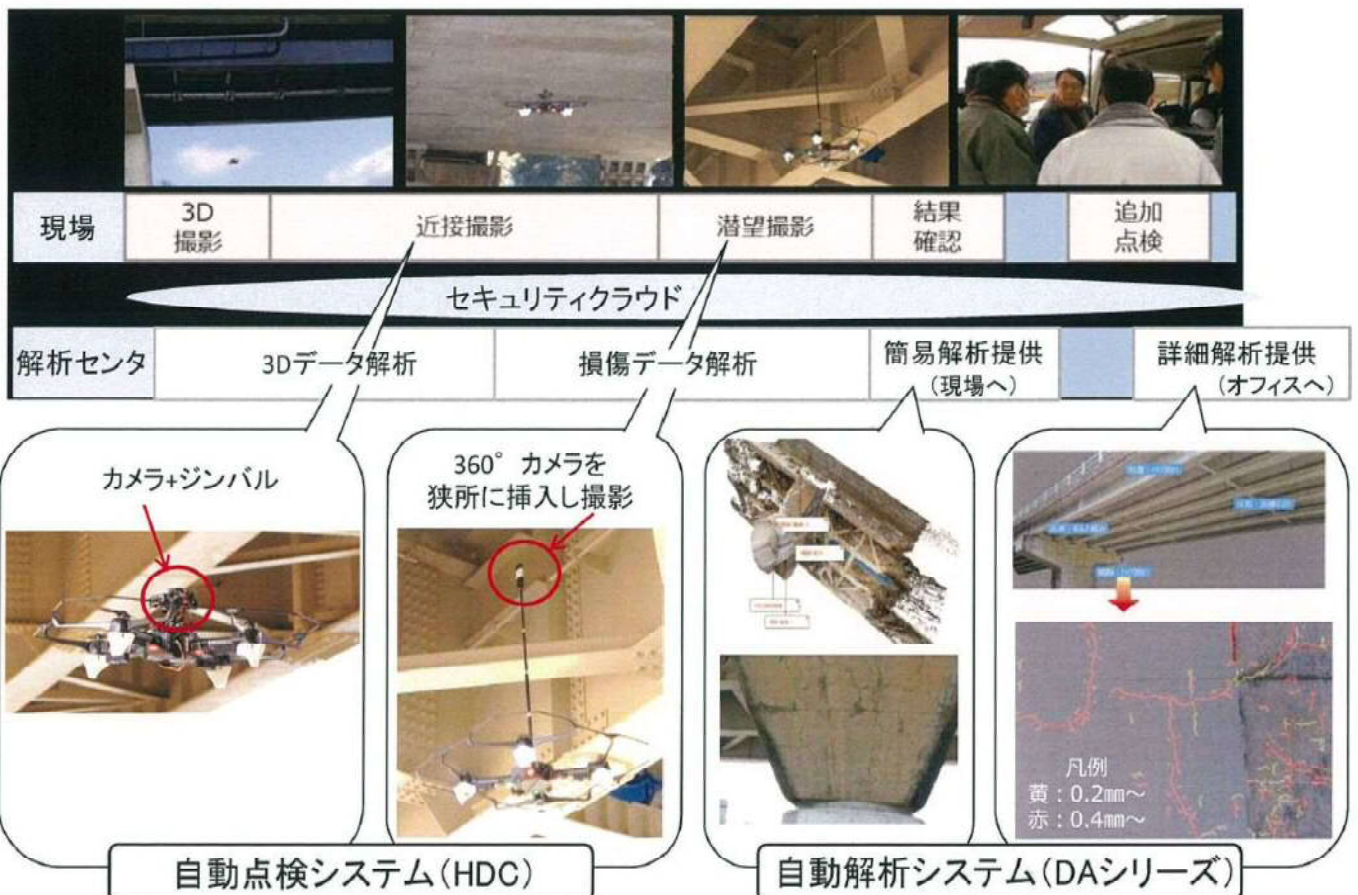


橋脚壁面写真



ひび割れ展開図

インフラ点検用ドローン HDC01W 橋脚の点検結果
出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.168 (デンソー)



ドローンによるインフラ点検システム

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.169 (デンソー)



ドローン点検の適応が進んでいるもの

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.170 (日立システムズ)

ドローン映像共有による点検、リアルタイム映像共有ソリューション



【ドローン活用の利点】

- ・ 空撮現場と会議室で映像をリアルタイム共有、双方向の音声やり取りが可能
- ・ 会議室から、空撮現場への画角、撮影指示が可能
- ・ 災害時、上空から避難誘導する事が可能

リアルタイム映像伝送

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.172 (日立システムズ)

自動劣化診断と3D画像へのロケーションマッピング



3次元台帳管理システム

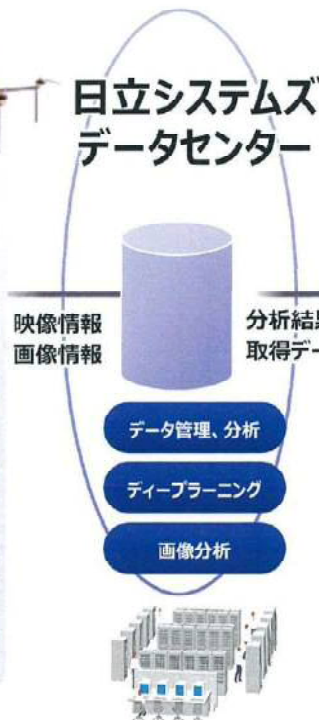
出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.173 (日立システムズ)

将来構想

ドローンがAIと連携し、新たなITサービスを展開

ドローン（高度な画像分析）

- ・ナノドローンによる点検
- ・大型ドローンによる運搬
- ・完全自動自律飛行
- ・大量ドローン編隊飛行
- ・センサー機能の多様化



- ・設備管理システム
- ・物流管理システム
- ・地図システム
- ・消防システム
- ・進捗管理システム
- ・損害調査システム
- 等

- ・精密農業
- ・老朽化予測
- ・気象予測
- 事故解析
- ・災害予測
- ・工事の効率化
- 等

将来動向、ドローンがAIと連携し、新たなITサービスを展開
出典:オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.173 (日立システムズ)

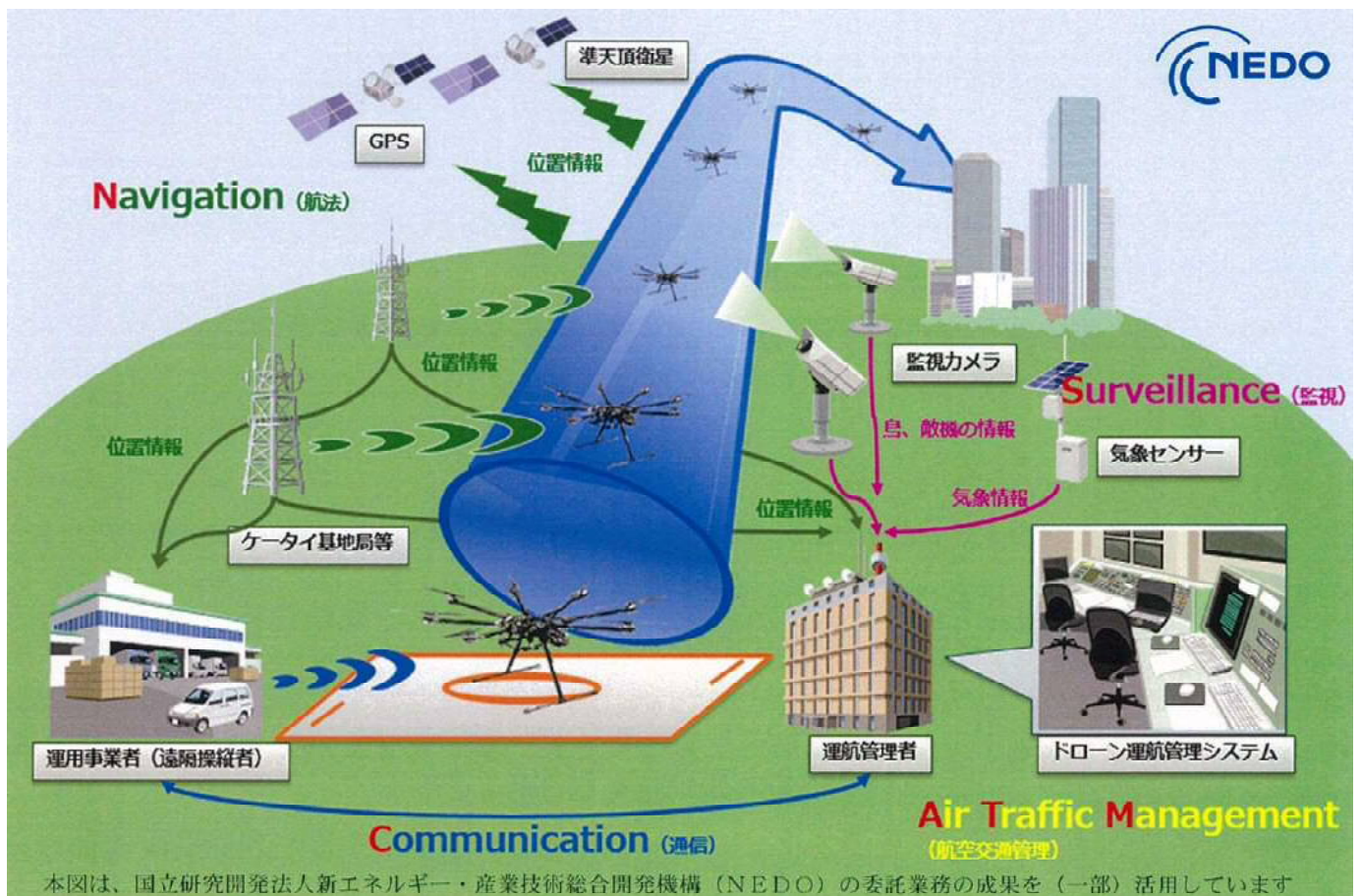


講演内容

1. 空の産業革命はどこまで進んでいるか？
2. 空の産業革命を加速するロードマップ
3. ドローン利活用最前線

物流分野の利活用最前線

4. ドローンの課題と展望



ドローン運航管理システムイメージ

出典: オーム社「ドローン産業応用のすべて」 p.223 (NEC)

救急ドローンによるAED搬送 スウェーデン・カロリンスカ研究所

- ◆ 緊急携帯電話から数分以内対応
- ◆ 携帯電話のGPS位置から目標確定
- ◆ 半径2~3kmのエリアをカバー
- ◆ 時速100km/時で救急ドローン飛行
- ◆ 生存率8%から80%へ改善
- ◆ 本システムの導入経費、約200万円



最大2kgペイロード、20km飛行距離、速度70km/時
輸血用血液や医薬品、医療器具を病院間の輸送
医療機関のみで一般用ではない 米 Matternet社

スイス、2017年9月20日から世界初の実証試験および実用化へ



講演内容

1. 空の産業革命はどこまで進んでいるか？
2. 空の産業革命を加速するロードマップ
3. ドローン利活用最前線
各分野における利活用最前線
4. ドローンの課題と展望

ドローンの高性能化・タフネス化



1. 耐自然環境(気温、風速、雨、雪、雷等)
2. 耐GPSロスト環境(非GPS環境下)
3. 耐機体トラブル(信頼性、耐久性、安全性)
4. 耐基地局トラブル(実時間飛行状態管理下)
5. 耐通信トラブル(ジャミング、ハッキング)
6. 飛行航路・空域での衝突回避(SAA)
7. 飛行性能1(長距離、長時間、高速飛行)
8. 飛行性能2(離発着性能)
9. 飛行性能3(搬送重量の増加)

日本のドローンビジネス戦略と展望



- 戦略1: ホビー用・産業用ドローンの違いと
これからのドローンの進化
- 戦略2: ドローン部品と次世代型産業用ドローン
というこれからのドローンの進化
- 戦略3: 産業用ドローンとはソリューション産業
- 戦略4: IOT、ビッグデータ、クラウド、AIとドローン
- 戦略5: トータルシステムとしてのドローンシティ・
スマートシティ
- 戦略6: 国主導の一枚岩の取組みでグローバル
競争の先頭へ