

2018年 TASK HCD講演資料

ドローンの活用・課題と 今後について

1985年3月 工学部通信工学科
松尾研卒業 花坂 弘之

2018年11月3日

UAV概要



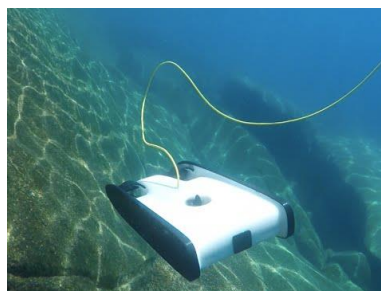
ドローンと呼ばれるもの

現在注目を集めているドローンですが、空中を飛行するだけではなく水中ドローンも登場するなど、無人で移動する機械を幅広く呼称するようになっていきます。

一般的にドローンとは飛行するタイプを指します。



出典：DRONE MEDIA



出典：GIZMODE

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

3

航空法におけるドローンの扱い

一般的に目にする空を飛ぶタイプのドローンは、航空法では「無人航空機」に分類されます。無人航空機は英語で Unmanned aerial vehicle と表記され、この略称から UAV と呼びます。

航空法では無人航空機(UAV)を次の様に定義しています。

- 「人が乗ることができない飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの」と定義されており、いわゆるドローン（マルチコプター）、ラジコン機、農薬散布用ヘリコプター等が該当します。
- ただし、マルチコプターやラジコン機等であっても、重量（機体本体の重量とバッテリーの重量の合計）200グラム未満のものは、無人航空機ではなく「模型航空機」に分類されます。
- また、航空機から改造されたもの等、無人機であっても航空機に近い構造、性能・能力を有している場合、航空法上の航空機に該当する可能性があります。そのような場合には個別にご相談ください。

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

4

その他の呼称

ドローンは、以下の名称でも呼ばれることがあります。

- UAS: Unmanned Aircraft Systems
 - 機体以外も含めたシステムとして扱う呼称
- マルチコプター(多翼式ヘリコプター)
 - 回転翼型の主翼枚数による区分け

この他に、無人搬送車:AGV(Automated guided vehicle)なども含め、無人で動く移動体も幅広くはドローンの仲間です



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

5

UAV(ドローン)の種類



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

6

トイドローン、セルフードローン



HiTECH社 AIR DANCER X350

対象:個人

価格:数千円~10万円

重量:数十g~1Kg



ZEROTECH社 DOBBY DORONE



G Force社 PXY CAM

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

7

民生用ドローン(空撮用)



DJI社 Phantom 4 Pro

対象:個人、企業、自治体

価格:10万円~100万円

重量:700g~5Kg



DJI社 MAVIC Pro



DJI社 Inspire 2

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

8

産業用ドローン



エンルート社 Zion AC HexaCopter

対象:企業、自治体

価格:100万円～1500万円

重量:10Kg～



プロドローン社 PD6B-AW (全天候型)

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

9

ドローンの市場動向



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

10

日本国内におけるドローンの市場規模

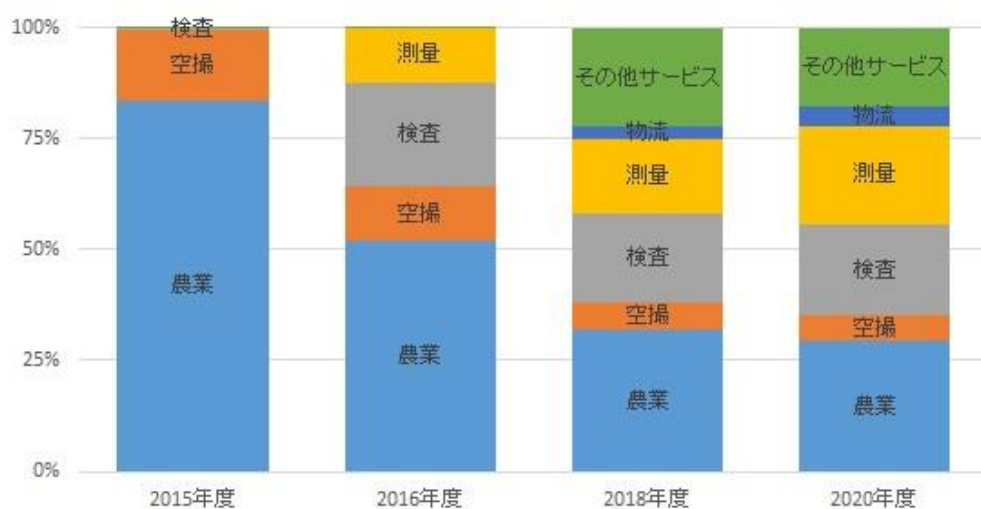


2016年3月29日 インプレス提供

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

11

ドローンビジネス市場規模における分野別内訳



2016年3月29日 インプレス提供

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

12

ドローンの活用領域

基本は撮影



13

今後のドローン市場について

- ・ドローンを活用したビジネスは拡大すると予測される
- ・日本は民間の機体市場においては後塵を拝している
- ・確実に仕事になっているのは、建設業と空撮
- ・調査、点検、防災、災害対策の需要拡大が見込める



建設業がドローンを活用する場面が拡大
安全運行がさらに求められる

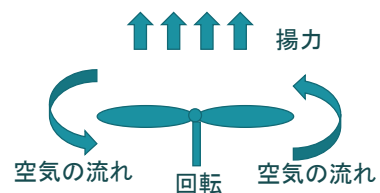
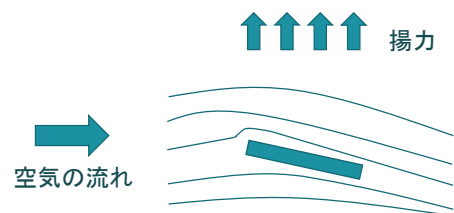
14

UAVの仕組み

15

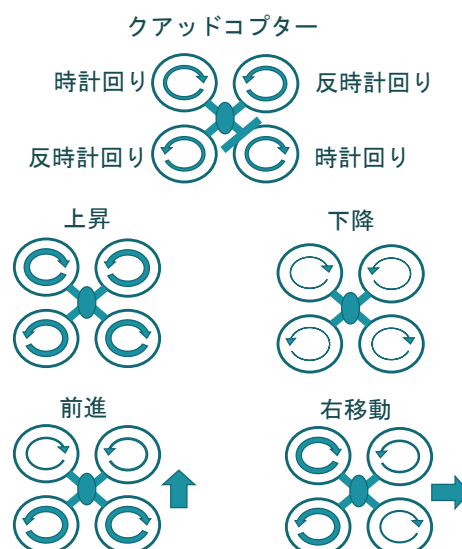
揚力と飛行原理

- 飛行機(固定翼)の飛行原理
 - 平らな板が傾いた状態の時、空気の流れを受けると、流れに対して垂直方向に力が働く。この力の事を揚力と呼び、機体重量を上回る揚力が上向きに発生した場合、機体は上昇し飛行する。
- 回転翼の飛行原理
 - 角度がついた回転翼(ローター)が回転することで、空気の流れが発生し、回転翼の垂直方向に揚力が発生する。



ドローン(マルチコプター)の飛行原理

- 3つ以上のローター(回転翼)を同時に回転させ飛行する。
- ローターの数によって呼び方が異なる
 - ローター4枚 クアッドコプター
 - ローター6枚 ヘキサコプター
 - ローター8枚 オクタコプター
- ローターの回転方向は時計回り(Clock Wise)と反時計回り(Counter Clock Wise)のものを組み合わせ、反トルクを打ち消しあう
- ローターの回転数をコントロールすることで進行方向を制御する。進行方向にあたるローターの回転数を下げ、反対側のローターの回転数を上げることで目的の方向に移動する。



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

17

ドローン(マルチコプター)の構成要素

- ① フレーム
- ② アーム
- ③ ESC
- ④ モーター
- ⑤ プロペラ
- ⑥ GPS/コンパス
- ⑦ MC
- ⑧ PMU/LEDモジュール
- ⑨ リポバッテリー
- ⑩ スキッド
- ⑪ プロポ(送信機/受信機)

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

18

ドローン(マルチコプター)の構成要素

① フレーム

機体の各パーツをつなぎ合わせている構造体。メインの回路基板もフレーム上に搭載。

② アーム

フレームとモーター、プロペラを繋いでいる構造体。

③ ESC(Electric Speed Controller)

モーターの回転数をコントロールする装置。

④ モーター

ローター(回転翼、プロペラ)を回転させる装置。ドローンではトルクが協力的なブラシレスモーターが使用される。

⑤ プロペラ

揚力を発生させる回転翼。

⑥ GNSS/コンパス

機体の位置や向いている方向を知るための装置。GNSSは、米国のGPSなど人工衛星からの電波で機体の地球上での位置情報を知る装置。

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

19

ドローン(マルチコプター)の構成要素

⑦ MC/IMU

MC(Main Controller):GPSなどセンサーからの情報とコントローラーからの操作命令に基づいてドローンの飛行を司るドローンの頭脳。

IMU(Inertial Measurement Unit):慣性計測装置。ジャイロ、加速度センサー、高度センサーの情報を元に機体の移動量を計測する装置。

⑧ PMU/LEDモジュール

PMU(Power Management Unit):電源管理装置

LEDモジュール:機体位置を示すためのLED

⑨ リチウムポリマー-バッテリー

ドローンに電源を供給するバッテリー。大容量かつ大電流がひつようであるため、リチウムポリマーというタイプのバッテリーが使用される。

⑩ スキッド

ドローンを離着陸時に支える脚。

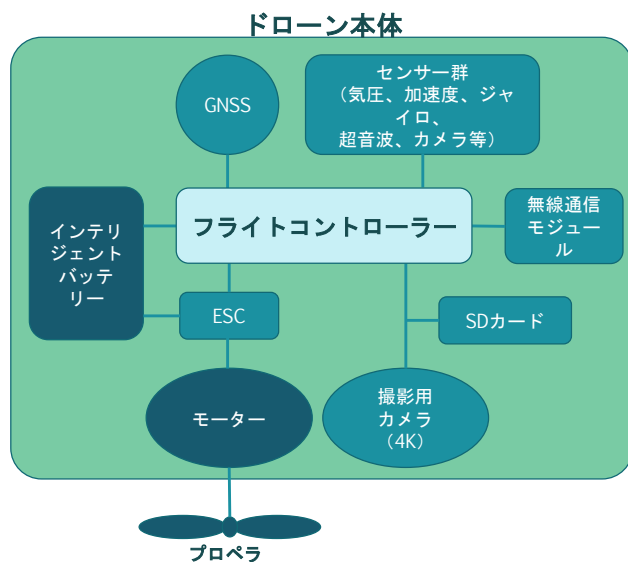
⑪ プロポ(送信機/受信機)

ドローンを操縦するためのコントローラー。

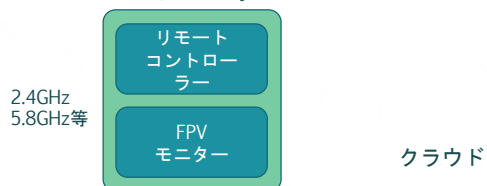
©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

20

ドローンの構造



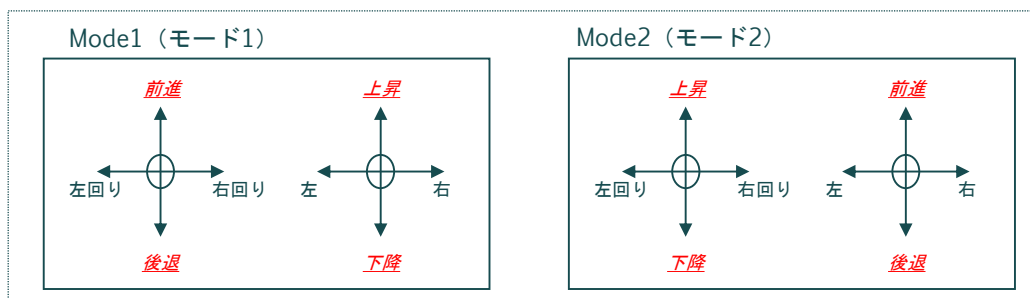
コントローラー



ドローンはIT機器
データが重用

UAVの操縦方法

- ・ コントローラーのスティックで操作
- ・ スティックの割り当て(モード)は、代表的なものは2つある。
 - Mode1: 日本国内で一般的に使われるモード
 - Mode2: 外国で一般的に使われているモード



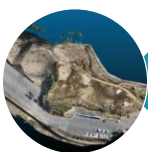
- ・ 測量等では自動飛行させることが多いが、万が一に備えマニュアルでの操作技術は必要



建設業におけるドローンの活用

23

建設業におけるドローンの活用



i-Constructionにおける
起工測量、出来形管理



建築物の調査・点検業務



工事現場の現状確認、記録

24

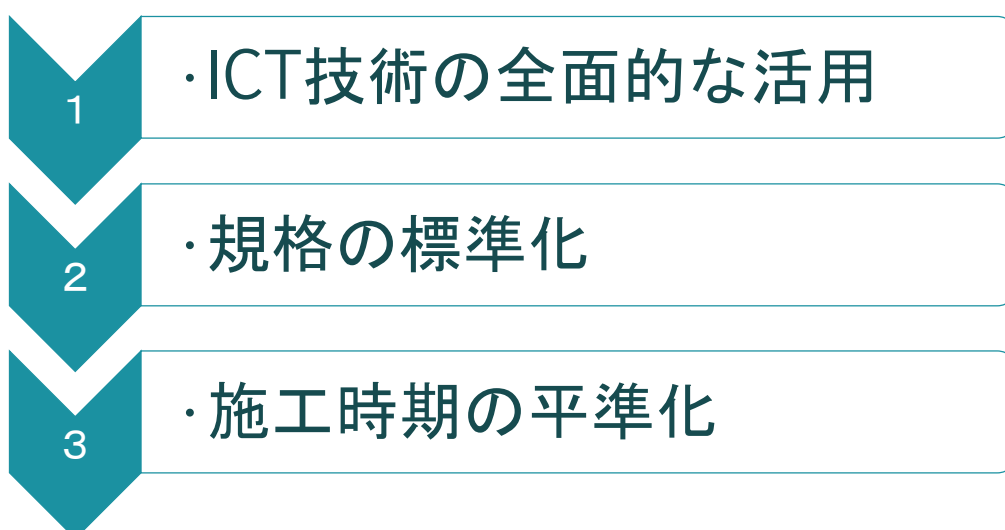
i-Constructionとは

- ・国土交通省が「建設現場の生産性向上」を目的として推進
- ・ICT技術の全面的な活用、規格の標準化、施工時期の平準化などの取り組み
- ・2016年度の国土交通省直轄工事のうち、予定価格3億円以上の土工案件でICT施工を標準化
- ・今後地方自治体の工事でも増加

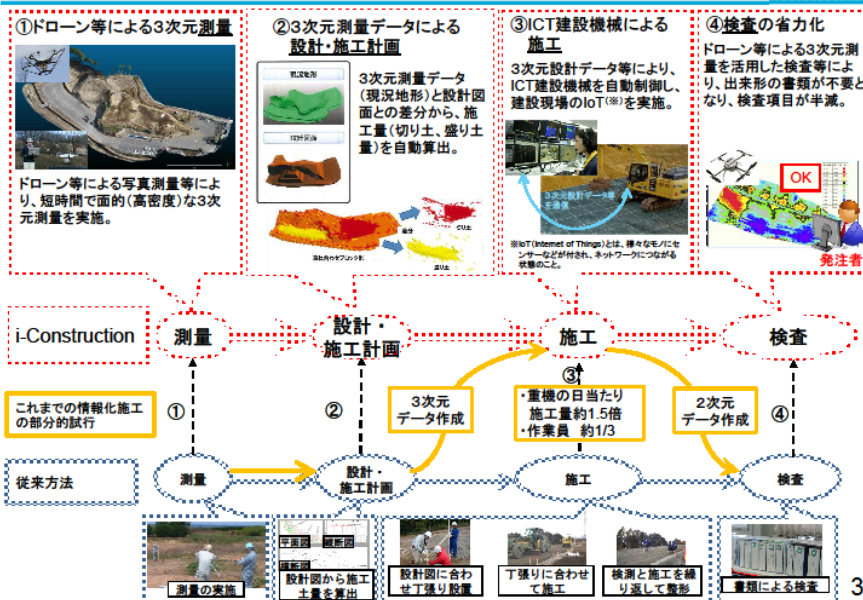
	発注者指定型	施工者希望Ⅰ型	施工者希望Ⅱ型	合計
公告済み	65	297	740	1,102
うち、契約済み	40	178	440	658
うち、ICT土工を実施	40	131	140	311
年間公告件数 （予定を含む）	約70	約350	約810	約1,230

i-Construction対応工事件数（出典：建設通信新聞）
25

i-Construction 3つの柱



ICT技術の全面的な活用(土工)



27

建築物の調査・点検

ビル、マンション、団地

- ・ コンクリートの亀裂、剥落、漏水、壁面材の浮き、膨れ
- ・ ガラスの破損、傷

一般住宅

- ・ 屋根・壁材の破損、亀裂、剥落、漏水、浮き、膨れ

コンクリート橋梁

- ・ コンクリートの亀裂、剥落、鉄筋のさび

鉄橋、鉄塔

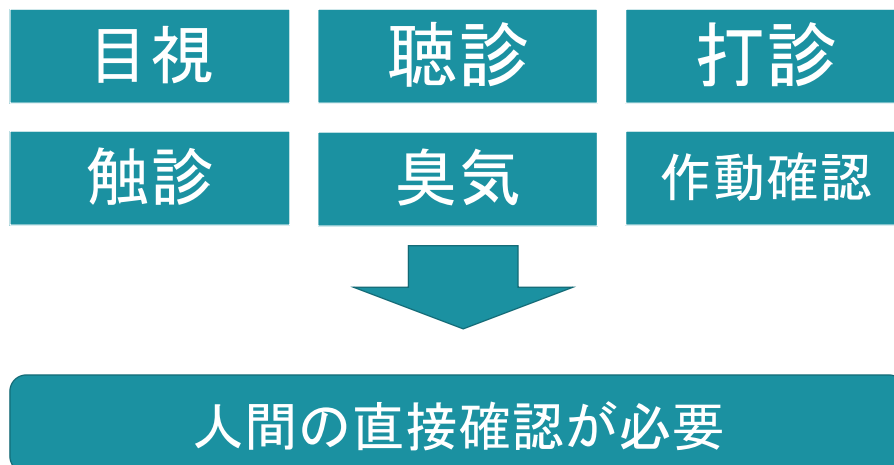
- ・ 塗装面の浮き、はがれ、さび、腐食、ボルトの破損

トンネル

- ・ 壁面のひび割れ、天井のはがれ、照明装置の異常

28

現在の点検基準



参考:建設物点検マニュアル(国土交通省大臣官房官庁営繕部計画課保全指導室)

29

点検業務におけるドローンの活用

- ・ 法制度の課題はあるが、研究段階から実用化へ
- ・ 安全の確保が重要
- ・ 危険地域では実用化



道路橋点検用ドローン
(NEXCO中日本)



ドローン衝突防護装置
(PAUI株式会社)

30

人間の感覚をドローンに搭載



- 多彩なカメラが搭載可能なドローン



- ドローン搭載型打音検査装置(NEC)

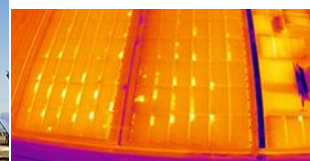
31

人間の感覚以上の能力をドローンに搭載

- 望遠カメラ
 - 接近が難しい構造物を望遠カメラで調査・点検
- リアルタイム映像中継装置
 - ドローンで撮影している映像を、リアルタイムで中継。遠隔地にいる専門家の判断を仰いだり、危険箇所を現場と役所で共有するといった利用が可能
- 赤外線カメラ
 - 熱画像を撮影し、周囲との温度変化で人間の目では見えない事象を捉える。



送電鉄塔の点検



太陽光パネルの点検

32

新しい機能を持ったドローン



ロボットアーム搭載ドローン
(プロドローン)



バルーン型ドローン「エアコクーン」
(ドローンワークス)

33

今後の展開

- ドローン+IoT
- ドローンは機動力はあるが航続時間が短い
- IoT(センサーネットワーク)とドローン(機動力)の組み合わせで、人口減少が進む地方のインフラの維持管理や防災、鳥獣被害対策、農業、林業への貢献が期待されている
- 安全運航の為に知識と技能を持つ人材の育成が重要

34



ドローンの課題

35

ドローンの課題

- 長時間飛行ができない
 - バッテリー駆動の電動マルチコプターの場合、20~40分程度が限界
- 対応策
 - 固定翼タイプ
 - 長時間長距離飛行が可能(数100km、数10時間)
 - 垂直離着陸可能なものも
 - ハイブリッドエンジンタイプ
 - 数時間飛行可能、重量物搭載可能
- 現時点でバッテリー駆動のマルチコプタータイプに比べて高価格だが、用途によっては普及の可能性は高い



36

ドローンの課題

落ちる！



どこかに飛んで行ってしまう！



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

37

ドローンの事故



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

38

対応策

- 落ちても安全な場所で飛行させる
- 安全運航のためのルール策定
- 安全運航のための運行システムの構築
- 安全運航のための教育プログラム
- できるだけ墜落しにくいドローン
- 落ちても安全なドローン

39

その他のドローンの課題

- 飛ばす場所がない
- 正しい飛ばし方がわからない
- 飛ばせるだけでは仕事にならない

40

UAVの安全運用



41

安全確保

• UAV運用の基本

- 無人地帯で飛行させる
- 万が一の場合、人、モノが何も無いところに墜落させる
- 自動航行中でも手動操縦に切り替えられるようにする

※無人地帯の定義と飛行領域



©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

42

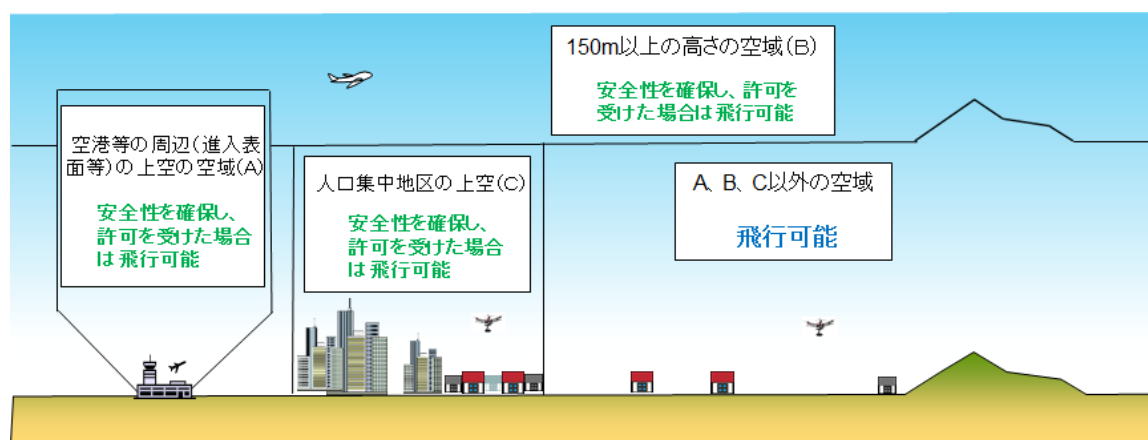
ドローンに関連する法律、知識

- ドローンが関係する法律は多岐にわたる
 - 航空法、航空法施行規則、小型無人機等飛行禁止法、道路交通法、道路運送法、電波法、民法、個人情報保護法、外為法、廃掃法、刑法、地方公共団体の条例
- 使用する機材によっては電波法により免許が必要なものもある
 - 第4級アマチュア無線技士、第3級陸上特殊無線技士
- 様々な分野の学問、技術に関する知識が必要
 - 航空力学、無線通信、位置情報(GPS)、機体制御、バッテリー、カメラ
 - 気象、法規

43

無人航空機(ドローン)が飛ばせる場所

- 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域



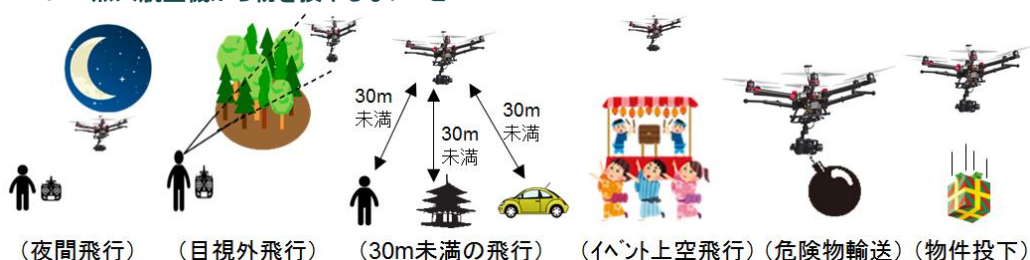
飛行許可申請を出すことで、A,B,Cの空域も飛行可能となる。

(空域の形状はイメージ)

44

無人航空機を飛行させる場合のルール(飛行方法)

1. 日中(日出から日没まで)に飛行させること
2. 目視(直接肉眼による)範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること
3. 人(第三者)又は物件(第三者の建物、自動車など)との間に30m以上の距離を保って飛行させること
4. 祭礼、縁日など多数の人が集まる催しの上空で飛行させないこと
5. 爆発物など危険物を輸送しないこと
6. 無人航空機から物を投下しないこと



飛行許可申請を出すことで、これらの飛ばし方が可能となる。

45

飛行させる場合の許可申請について

- 前出の(A)～(C)の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、地方航空局長の許可を受ける必要があります。
- 前出の飛行ルールによらずに無人航空機を飛行させようとする場合には、あらかじめ、地方航空局長の承認を受ける必要があります。



許可、承認を受けることで、様々な場所、飛ばし方が可能
申請に際しては、飛行実績、技能について記載が必要
民間資格を活用し、審査の簡素化が開始されている

46

その他ドローン運用に必要な知識

- ・ 気象関係
 - 風の吹くメカニズム、強風事例、積乱雲、台風情報、気象予測データ
- ・ 無線関係
 - 周波数帯、無線の特性、通信距離、チャンネル、アンテナ、感度抑圧
- ・ バッテリー関係
 - リチウムポリマーバッテリーの特性、危険性、取扱い方法、廃棄
- ・ 操縦方法
 - マニュアル(手動)飛行、プログラム(自動)飛行、緊急時の操作
- ・ 運用時の確認事項
 - フライト前点検、フライト中のモニタリング、フライト後点検
- ・ 安全対策
 - 安全運用体制、事故対応、機体の安全機能

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

47

ドローンの安全運航について

・ 日本初の人身事故

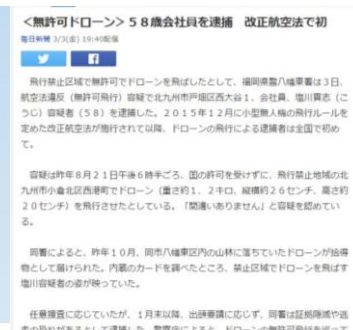
・ 日本初の逮捕者



出典：読売新聞



出典：TBS



出典：毎日新聞、Yahoo

正しい知識があれば防げた可能性はある

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

48

ドローンの主な事故原因

- バッテリーのトラブル
 - 気温変化などによる電圧低下の予見不足
 - オペレーション時のバッテリー残量不足
- 電波のトラブル
 - 電波が切れる原因の理解不足
 - 干渉、信号強度低下、感度抑圧、フレネルゾーン、アンテナの特性などの知識不足
- フェイルセーフ機能の理解不足
 - ドローン自体のフェイルセーフ機能の設定間違い
 - 現場の状況に応じた正しい設定が必要
- 人為的な操作ミス
 - 目測の誤り
 - スピードの出しすぎ

49

ドローンの安全運航のためには

- ドローンに関する正しい知識
 - 機体、通信、気象、法規、飛行現場
- 十分な操縦技能
 - 万が一の場合の回避方法、自動飛行方法、安全に飛ばすための技術
- 十分な運用体制
 - 操縦者、運航管理責任者、安全確保のための補助者
- 国土交通省への許可申請
 - 飛行許可申請、飛行計画の提出



技能者教育が重要

50



51

ドローンの今後

- 長時間飛行対応
- 自動飛行、目視外飛行
- UTM(管制システム)
- 落ちても安全なドローン
- 群知能による運航の全体最適化

長時間飛行対応

- 長時間持つエネルギーの実用化
 - 燃料電池
 - ハイブリッド
 - 全固体電池
- 長時間飛行可能な機体
 - 固定翼機
 - STOL
 - VTOL

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

53

無人航空機管制システム

- 高度150m以下の空域において、無人航空機が円滑に飛行できることを目的とした管制システム
- 米国ではNASAなどが中心となり、UTM(Unmanned Aerial System Traffic Management)が活動
- 日本では、JUTM:Japan Unmanned System Traffic & Radio Management Consortium(日本無人機運行管理コンソーシアム)が活動しており、陸海空無人機でかつ電波管理も含む検討を行っている

©2017 All Rights Reserved. Copyright Japan Multimedia Equipment, Inc.

54