



産業用ドローンの基礎知識



System Communication 株式会社 草野測器社

ドローンとは



ドローン(drone): 英語でオスのミツバチの意味



無人で遠隔操作や自動制御によって
飛行できる航空機の総称

ドローンの種類

ホビー

※200g以下

軽量・スマホ操作・自撮り

産業・商業用

GPS制御・自動帰還・障害物検知
自律飛行

軍用

無人偵察、等



産業用ドローン運用にあたっての 基礎知識

・マルチコプターはどのように飛ぶのか

マルチコプターはローターそれぞれが独立しており
回転数の制御で上下左右自在に飛行が可能です。
隣り合うローター同士が異方向での回転するのも
特徴です。



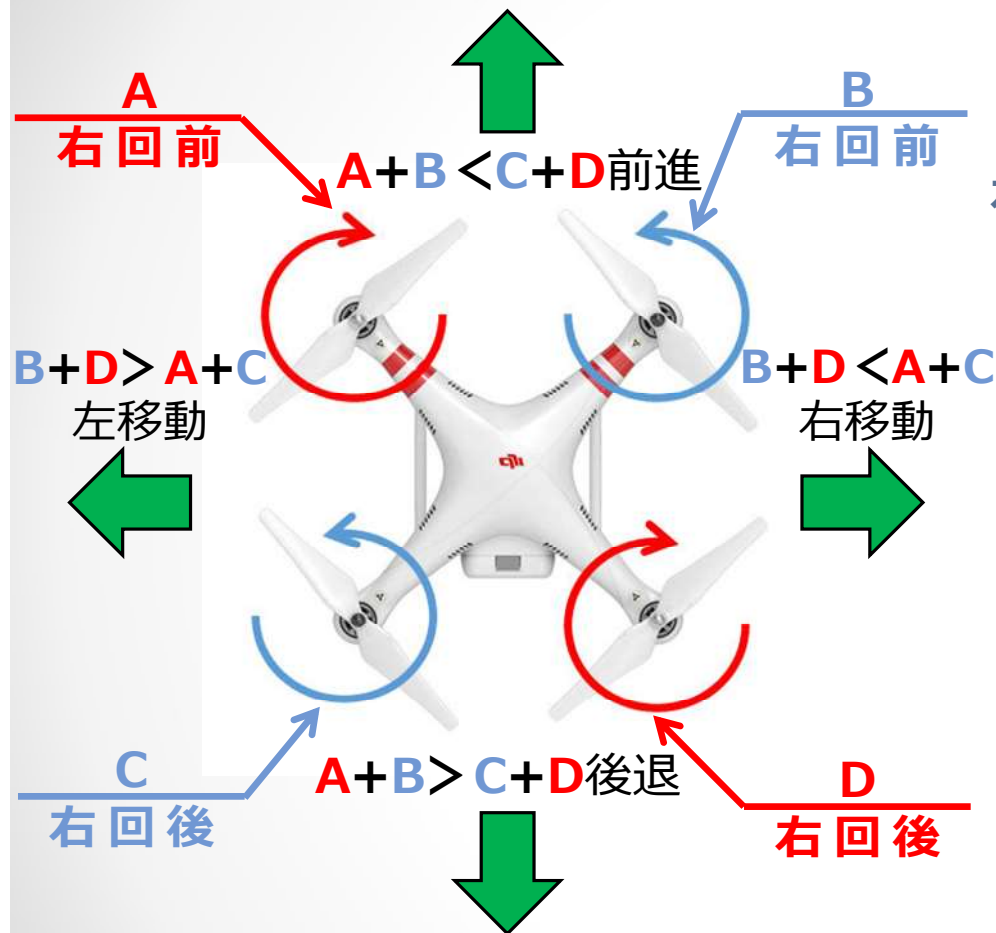
プロペラの回転方向

 C W (クロックワイズ／時計回り)

 C C W (カウナークロックワイズ／反時計回り)



・モーター制御によるマルチコプターの動作



マルチコプターを前後左右に移動させる場合進行に対して前方モニター＜動力差にて移動します



マルチコプターはモーター回転数を制御することにより、機体中心でその場での回転が可能です。



・機体制御

G N S S ※ G P S ・ G L O N A S S 受信

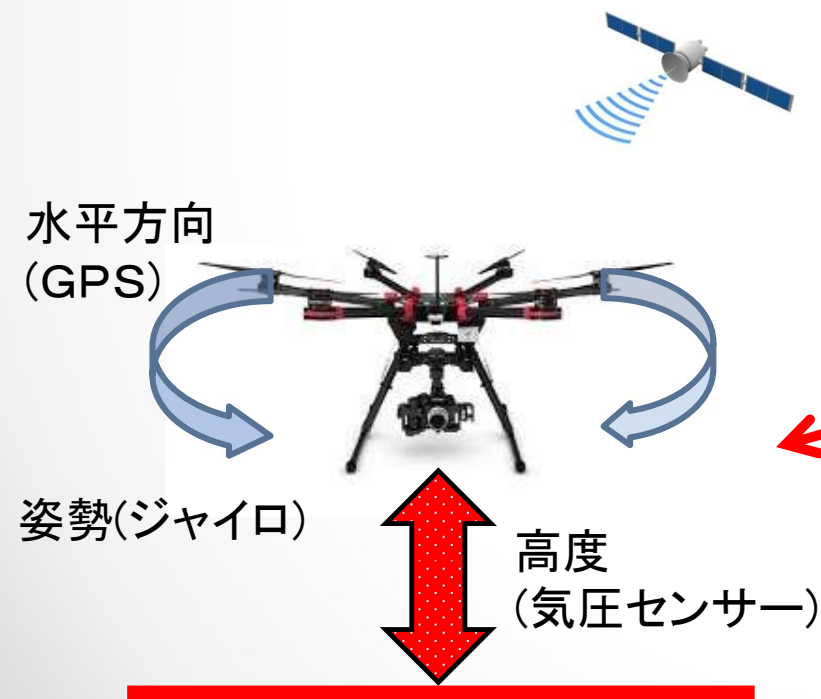
水平方向(X Y 軸)

気圧センサー

高度(Z 軸)

ジャイロ

姿勢



・安全に配慮した機能

フェールセーフ

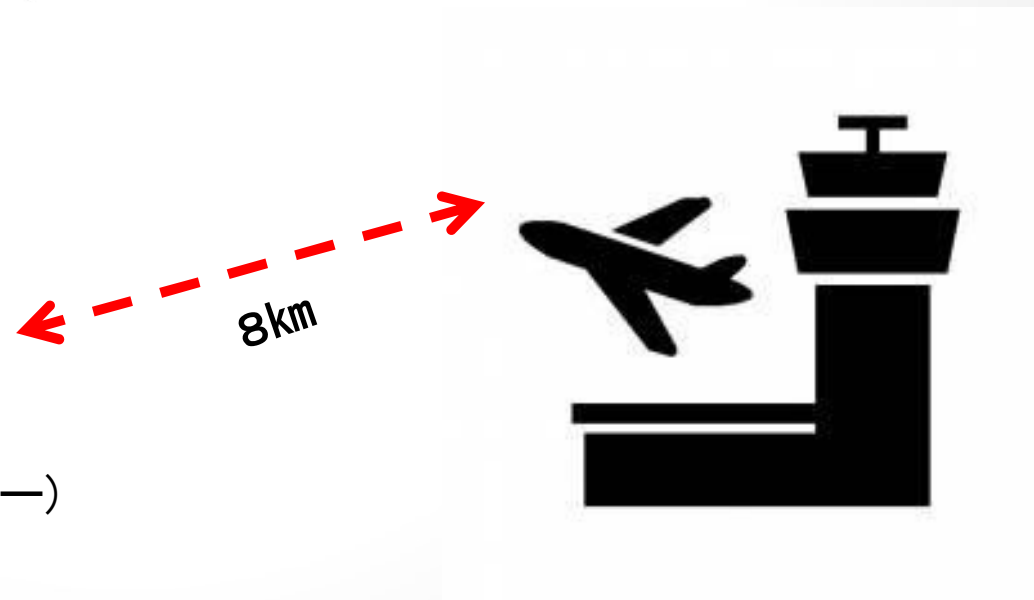
プロポとの通信が切れた場合設定した高度まで上昇後離陸ポイント(ホーム)へ着陸します。

バッテリーLow時の自動着陸

設定している値になるとその場に強制着陸

I O C (方向制御)

方向を維持したまま飛行が可能



・機体が搭載している装置、周辺機器、安全装置

○機体に搭載されている装置

機体制御装置 (A3)

フライトコントローラ

IMUが内蔵されており
各センサーを制御



GPS-CompassPro

GPS衛星の受信



LED

機体情報の確認



PMU

電圧などパラメータ管理

IMU(Pro用)

機体姿勢の感知・制御

PC通信モジュール DATALINK PRO

機体へPCからの命令
(Waypoint
等)を送る機能
を持つ機体のリ
アルタイムで情
報の確認も可
能です



・機体が搭載している装置、周辺機器、安全装置

○機体に搭載されている装置

機体制御装置 (A2)



IMU

機体姿勢の感知・制御

MainComputer

機体の心臓部12の出力チャンネルプロポ (Futaba製)と通信が可能



PMU

GPSや電圧などパラメーター管理



LED

機体情報の確認



GPS

GPS衛星の受信

機体集約装置

IOSD Mark II



システム情報等を集約して分配するシステムハブおよび情報を記録する役割も持ちます

PC通信モジュール

DATALINK PRO



機体へPCからの命令 (Waypoint等)を送る機能を持つ機体のリアルタイムで情報の確認も可能です



・機体が搭載している装置、周辺機器、安全装置

○機体に搭載されている装置

機体制御装置 (Wookong M)

IMU

機体姿勢の感知・制御

MainComputer

機体の心臓部12の出力チャンネルプロポ (Futaba製)と通信が可能



LED

機体情報の確認

GPS

GPS衛星の受信



機体集約装置

IOSD Mark II



システム情報等を集約して分配するシステムハブおよび情報を記録する役割も持ちます

PC通信モジュール

DATALINK PRO



機体へPCからの命令 (Waypoint等)を送る機能を持つ機体のリアルタイムで情報の確認も可能です



・機体が搭載している装置、周辺機器、安全装置

○機体に搭載されている装置

カメラジンバル



2 軸ジンバル

機体に対して正面と真下(90度)の範囲で動作が可能です。(傾き補正あり)



3 軸ジンバル

機体に対して360度自由に回転して撮影が可能。操作には別途専用プロポが必要。機体操作は2オペレータになり、搭載可能。カメラに制限があります

映像転送装置 Lightbridge2



2.4GHz Full HDの映像伝送が可能です、タブレット・HDMI機器で機体に取り付けたカメラ映像と機体情報を確認できます



映像表示装置 Android・iOSタブレット DJI-GO



・機体が搭載している装置、周辺機器、安全装置

○機体に搭載されている装置

プロポ



機体制御用

機体を操作するために使用
2軸と3軸で割り当てている
機能が違います。

通信距離：条件により変動します。
標準バッテリー最低電圧：5.6V

※バッテリーは標準添付以外使用
する場合は、専用の充電器が必要

3軸ジンバル用

3軸ジンバルを操作時
に使用します。

自動制御用PC Ground station Ground stationPro

機体へ自動飛行経路
(WayPoint)の登録と機体情報
の確認が可能

カメラ



機体へPCからの命令
(Waypoint等)を送る機能を持
つ機体のリアルタイムで情報の確
認も可能です



・機体の運用によるリスク

ドローンには常に「**落ちる**」リスクがつきまといます
地上にある物はトラブル時、止まることで安全を確保できるが上空にある物は着陸が必要です
安定したフライト性能や安全機能はついているものの、破損・脱落・衝突事故が100%ないという保証はありません

但し、しっかりとした運用を行うことによってこのリスクは相当軽減されるともいえます

①入念な準備

飛行ルートの確認、飛行前のバッテリーチェックなど

②時間や装備に余裕を持ったフライトプランの作成

バッテリー要領の過信による飛行

③現場での手順の確認(あわてない)

G P S の受信状況や天候など正規の手順作業

④飛行時の周囲の状況判断

飛行ルートの確認と、周囲の安全確保、磁場のチェック

⑤機体捜査側とパソコン監視側の綿密な情報のやり取りなど

プロポ操作とP Cでバッテリー・ルートチェックする監視で常に情報の共有

過去の破損事故の多くは人的ミス(操作ミス・状況判断ミス)や外的要因によるものが多く
機体そのものの不具合が原因での事故は少ないです



・機体を送受信する電波と留意すべき注意点

○電波2.4Ghz

電波の特性

電波に回折性がないため機体プロポの操縦者飛行している機体が絶えず視認できる状況で飛行させなければなりません※電波に指向性があります

万が一飛行中に視認の確保が難しくなった場合、次の対応を行ってください

- 機体の移動をその場で止める ・自動飛行時は中止してプロポ操作が可能な状態にします
- 操縦者がプロポを持ったまま機体が見える位置まで移動して視認の状態を確保する

機体と通信用のプロポが通信遮断された場合フェイルセーフが発動されるため極力その状態になることを避ける必要があります



フタバの受信機を使用している場合は
およそ800mは通信ができますが、
Lightbridgeなど映像転送する装置
との兼用では通信距離は短くなります



・機体を送受信する電波と留意すべき注意点

○電波2.4Ghz

通信遮断される恐れがある状況（一例）

①防災無線・携帯電話基地局

アンテナの向きと飛行予定ルートが重なる場合は注意を要しますGPSが遮断される場合があります、機体のコントロールを失ってしまう場合があります。近くにこれらが無いことを確認した上でルート作成をする必要があります。



②市街地・・・

街中ではWi-Fiや無線の電波など2.4GHzの電波が交差しています。市街地での飛行は事故防止の面から極力避けた方がいいですが、どうしても必要な場合は飛行計画を通常にも増して入念に行い、飛行高度と周辺に注意が必要です



③送電線・・・

鉄塔の近くでプロポの操作をしている状況で送電線との機体が延長線上に並んだ時にフェールセーフが発動される場合があります



航空法

平成27年12月10日より航空法の一部が改正され、新たに無人航空機の飛行ルールが導入されました

第九章 無人航空機

（飛行の禁止空域）

第百三十二条 何人も、次に掲げる空域においては、無人航空機を飛行させてはならない。ただし、国土交通大臣がその飛行により航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全が損なわれるおそれがないと認めて許可した場合においては、この限りでない。

一 無人航空機の飛行により航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがあるものとして国土交通省令で定める空域

二 前号に掲げる空域以外の空域であつて、国土交通省令で定める人又は家屋の密集している地域の上空

（飛行の方法）

第百三十二条の二 無人航空機を飛行させる者は、次に掲げる方法によりこれを飛行させなければならない。ただし、国土交通省令で定めるところにより、あらかじめ、次の各号に掲げる方法のいずれかによらずに飛行させることが航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を損なうおそれがないことについて国土交通大臣の承認を受けたときは、その承認を受けたところに従い、これを飛行させることができる。

一 日出から日没までの間において飛行させること。

二 当該無人航空機及びその周囲の状況を目視により常時監視して飛行させること。

三 当該無人航空機と地上又は水上の人又は物件との間に国土交通省令で定める距離を保つて飛行させること。

四 祭礼、縁日、展示会その他の多数の者の集合する催しが行われている場所の上空以外の空域において飛行させること。

五 当該無人航空機により爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件で国土交通省令で定めるものを輸送しないこと。

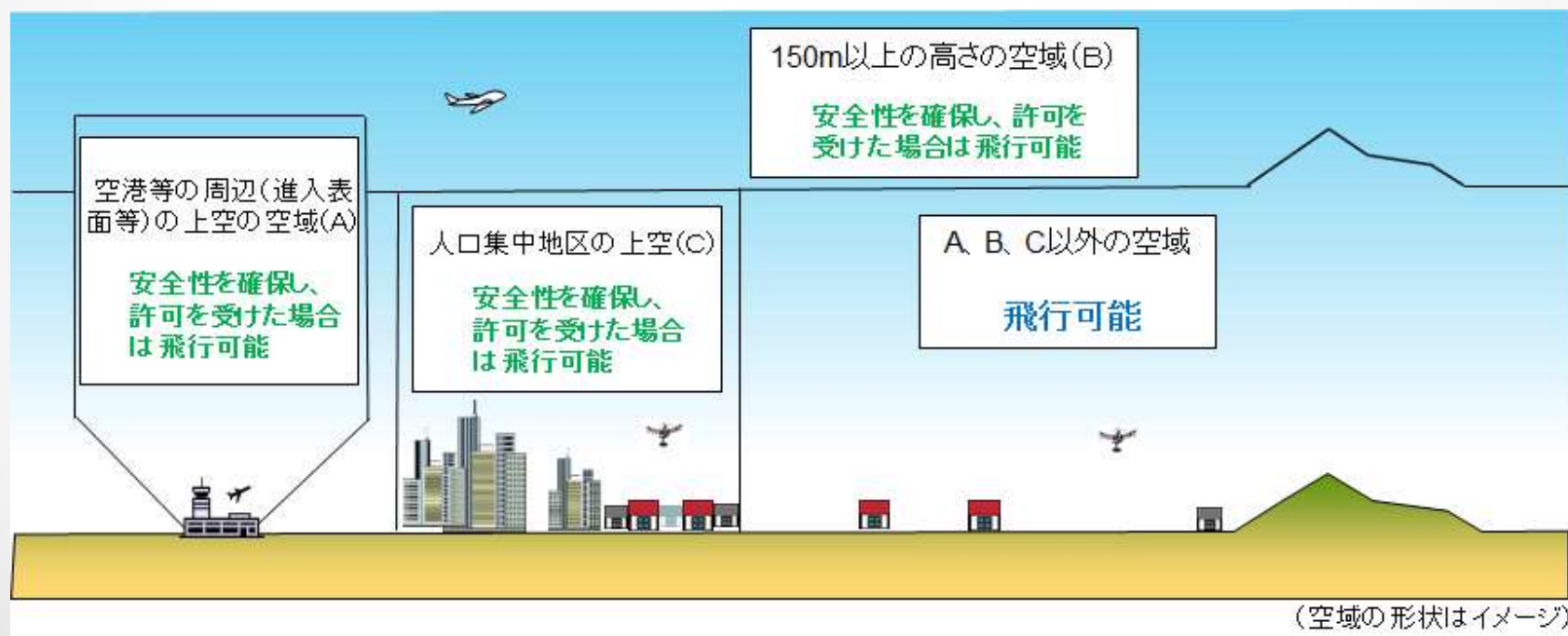
六 地上又は水上の人又は物件に危害を与え、又は損傷を及ぼすおそれがないものとして国土交通省令で定める場合を除き、当該無人航空機から物件を投下しないこと。

（捜索、救助等の特例）



概要

- (1)無人航空機の飛行にあたり許可を必要とする空域以下の空域においては、国土交通大臣の許可を受けなければ、無人航空機を飛行させてはならないこととする
- ①空港周辺など、航空機の航行の安全に影響を及ぼす恐れがある空域
 - ②人または家屋の密集している地域の上空



上記、国土交通省のHPより抜粋



空港周辺での高度制限について

進入表面

着陸帯の短辺に接続し、且つ、水平面に対し上方へ五十分の一の勾配を有する平面であり、その投影面が進入区域と一致するものをいいます。（関係法令：航空法第2条 第8項）

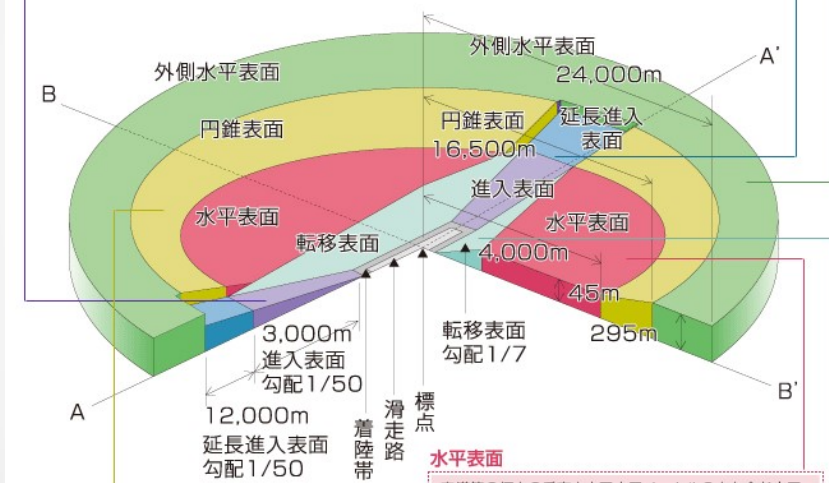
「進入区域」とは着陸帯の短辺の両端及びこれと同じ側における着陸帯の中心線の延長三千メートルの点において中心線と直角をなす一直線上におけるこの点から六百メートルの距離を有する二点を結んで得た平面をいいます。（関係法令：航空法第2条 第7項）

外側水平表面

円錐表面の上縁を含む水平面であり、その投影面が空港の標点を中心として二万四千メートルの半径で水平に描いた円周で囲まれるもの（投影面が水平表面又は円錐表面の投影面と一致する部分を除く。）のうち、航空機の離陸及び着陸の安全を確保するために必要な部分をいいます。（関係法令：航空法第56条第4項、航空法施行規則第96条の2）

延長進入表面

進入表面を含む平面のうち、進入表面の外側底辺、進入表面の斜辺の外側上方への延長線及び当該底辺に平行な直線でその進入表面の内側底辺からの水平距離が一萬五千メートルであるものにより囲まれる部分をいいます。（関係法令：航空法第56条 第2項）



円錐表面

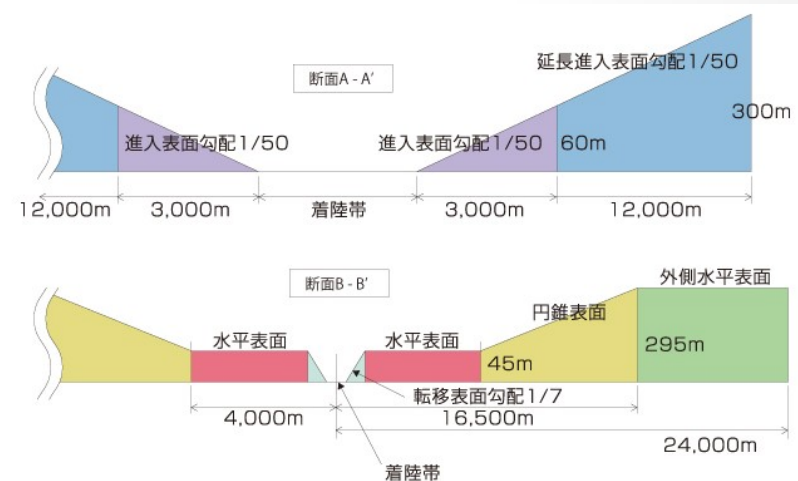
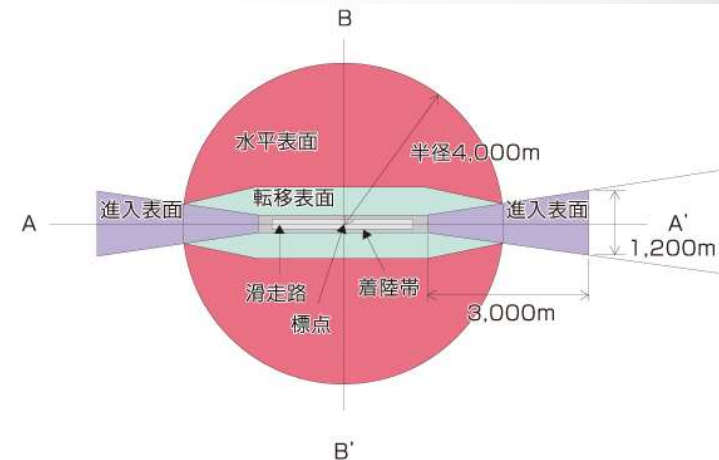
水平表面の外縁に接続し、且つ、空港の標点を含む鉛直面との交線が水平面に対し外側上方へ五十分の一の勾配を有する円錐面であり、その投影面が当該標点を中心として一萬六千五百メートルの半径で水平に描いた円周で囲まれるもののうち、航空機の離陸の安全を確保するために必要な部分をいいます。（関係法令：航空法第56条 第3項、航空法施行規則第96条）

水平表面

空港等の標点の垂直上方四十五メートルの点を含む水平面のうち、この点を中心として四千メートルの半径で描いた円周で囲まれた部分をいいます。（関係法令：航空法第2条 第9項）

転移表面

進入表面の斜辺を含む平面及び着陸帯の長辺を含む平面であり、着陸帯の中心線を含む鉛直面に直角な鉛直面との交線の水平面に対する勾配が進入表面又は着陸帯の外側上方へ七分の一であるもののうち、進入表面の斜辺を含むものと当該斜辺に接する着陸帯の長辺を含むものととの交線、これらの平面と水平表面を含む平面との交線及び進入表面の斜辺又は着陸帯の長辺により囲まれる部分をいいます。（関係法令：航空法第2条 第10項）



上記、国土交通省のHPより抜粋



System Communication 株式会社 草野測器社

空港周辺での高度制限について

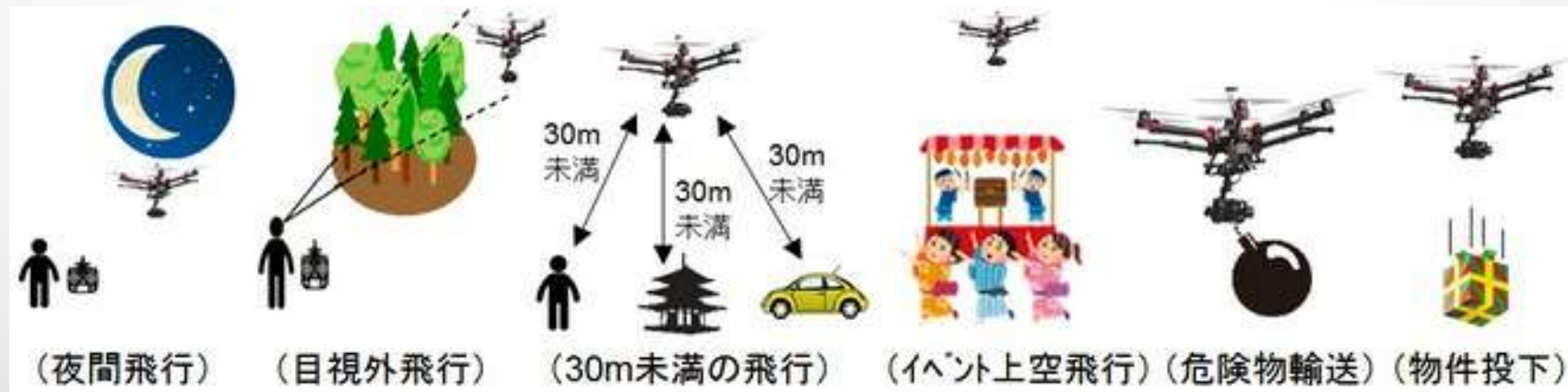
概要

(2)無人航空機を飛行させる際は、国土交通省令で定めるところにより、あらかじめ、次の各号に掲げる方法のいずれかによらずに飛行させることが航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を損なうおそれがないことについて国土交通大臣の承認を受けたときは、その承認を受けたところに従い、これを飛行させることができる。

- ① 日出から日没までの間において飛行させること
- ② 当該無人航空機及びその周囲の状況を目視により常時監視して飛行させること
- ③ 当該無人航空機と地上又は水上の人又は物件との間に国土交通省令で定める距離を保つ
- ④ 祭礼、縁日、展示会等の多くの人の集まる催しが行われている場所の上空以外の空域を飛行させる事

(3)その他

- ① 事故や災害時の公共機関などによる捜索・救助などの場合は、(1)(2)を適用除外とする
- ② (1)(2)に違反した場合には、罰金を科す



上記、国土交通省のHPより抜粋

申請

・手続

飛行予定日の10開庁日前までに提出

※緊急を要するものについては、区分により電子メール、ファクシミリ又は電話により申請させることができます

・申請書の記載事項

一括(一個の機体に対して複数の許可)

・包括(反復して飛行)申請が可能

(1)氏名及び住所

(2)無人航空機の特徴

(3)飛行の目的、日時、経路及び高度

(4)飛行の禁止空域を飛行させる理由又は

飛行の方法によることができない理由

(5)無人航空機の機能及び性能に関する事項

(6)操縦者の飛行経験、技能等に関する事項

(7)安全確保のための対策に関する事項

(8)その他の参考となる事項

(様式1)

平成 年 月 日

無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書

機

氏 名
及び住所
(連絡先)

印

航空法(昭和27年法律第231号)第132条ただし書の規定による許可及び同法第132条の2ただし書の規定による承認を受けたいので、下記のとおり申請します。

飛行の目的	☐ 空撮 ☐ 報道取材 ☐ 警備 ☐ 農林水産業 ☐ 測量 ☐ 環境調査 ☐ 設備メンテナンス ☐ インフラ点検・保守 ☐ 資材管理 ☐ 輸送・宅配 ☐ 自然観察 ☐ 事故・災害対応等 ☐ 趣味 ☐ その他()
飛行の日時	
飛行の経路	
飛行の高度	地表等からの高度 m 海拔高度 m
飛行禁止空域を飛行させる理由	☐ 進入表面、転移表面若しくは水平表面又は延長進入表面、円錐表面若しくは外側水平表面の上空の空域(空港等名称) ☐ 地表又は水面から150m以上の高さの空域 ☐ 人又は家屋の密集している地域の上空 (理由)
第132条の2各号に掲げる方法によらずに飛行させる理由	☐ 夜間飛行 ☐ 目視外飛行 ☐ 人又は物件から30m以上の距離が確保できない飛行 ☐ 催し場所上空の飛行 ☐ 危険物の輸送 ☐ 物件投下 (理由)

(注)氏名を記載し、押印することに代えて、署名することができる。

(次頁に続く)



・申請手続きに必要な書類

- ①無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書(※ 1)
- ②無人航空機の機能・性能に関する基準適合確認書(※ 1)
- ③無人航空機を飛行させる者に関する経歴・知識能力確認書(※ 1)
- ④飛行の経路地図
- ⑤無人航空機及び操縦装置の仕様が分かる設計図又は写真(多方面)(※ 2、※ 3)

※1：改正航空法ホームページの「無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書(様式)」からダウンロード可能

※2：自作機であって趣味目的で飛行させる無人航空機の場合には、資料の添付を省略することが可能

※3：飛行させる機体が、改正航空法ホームページ上の「資料の一部を省略することができる無人航空機」に該当する場合には省略可能

上記、国土交通省のHPより抜粋



⑥無人航空機の運用限界(最高速度、最高到達高度、電波到達距離、飛行可能風速、最大搭載可能重量、最大使用可能時間等)及び無人航空機を飛行させる方法(点検・整備の方法を含む)が記載された取扱説明書等の該当部分の写し

⑦操縦者の過去飛行実績又は訓練などを記載した資料

⑧許可などが必要な内容に応じた追加基準への適合性を示した資料

⑨飛行マニュアル

**自社独自の
マニュアルを作成**

**独自の様式を作成
運用・管理が必要**

・申請書の提出先

国土交通省 (本省運行安全課)

〒100-8918

東京都千代田区霞が関2-1-3

国土交通省 航空局 安全部 運航安全課

●電話番号 03-5253-8111 (内線 50136)

●FAX番号 03-5253-1661

●電子メール hqt-gino-shinsa@ml.mlit.go.jp



小型無人機等飛行禁止法

禁止法について 概要

平成28年5月23日から対象施設の敷地又は区域及び周囲おおむね300mの地域の上空においては、小型無人機などの飛行を禁止されています。

警察官などは、本法の規定に違反して小型無人機などの飛行を行う者に対し、機器の退去その他の必要な措置を取ることが命ずることができます。

また、一定の場合には、小型無人機などの飛行の妨害、破損その他の必要な措置を取ることができます。

上記に違反して、

- ・対象施設及びその指定敷地などの上空で小型無人機などの飛行を行った者
- ・法第9条第1項による警察官の命令に違反した者

は「1年以下の懲役又は50日以下の罰金」に処せられます。



ただし

- ① 対象施設の管理者又はその同意を得た者が当該対象施設に係る対象施設周辺地域の上空において行う小型無人機などの飛行
- ② 土地の所有者もしくは占有者(正当な権限を有する者に限る)又はその同意を得た者が当該土地の上空において行う小型無人機などの飛行
- ③ 国又は地方公共団体の業務を実施するために行う小型無人機等の飛行については適用されません。

この場合、小型無人機等の飛行を行おうとする者は、国家公安委員会規則で定めるところにより、あらかじめ、その旨を当該小型無人機等の飛行に係る対象施設周辺地域を管轄する警察署を経由して都道府県公安委員会に通報する必要があります。



対象

- 国会議事堂、議員会館並びに衆議院議長及び参議院議長の公邸その他国会におかれる機関の庁舎であって東京都千代田区永田町 1 丁目又は 2 丁目に所在するもの
衆議院/参議院
- 内閣総理大臣官邸並びに内閣総理大臣及び内閣官房長官の公邸
- 内閣官房対象危機管理行政機関の庁舎
内閣官房/内閣府/国家公安委員会(警察庁)/総務省/法務省
外務省/財務省/文部科学省/厚生労働省/農林水産省/経済産業省
国土交通省/環境省/防衛省
- 最高裁判所の庁舎であって東京都千代田区隼町に所在するもの
最高裁判所
- 皇居及び御所であって東京都港区元赤坂 2 丁目に所在するもの
宮内庁
- 対象政党事務所として指定された施設
総務省

※以上、管轄は警察庁



○対象原子力事業所として指定された施設

北海道（泊発電所）

青森県（東通原子力発電所、再処理事業所）

宮城県（女川原子力発電所）

福島県（福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所）

茨城県（東海第二発電所、核燃料サイクル工学研究所、
大洗研究開発センター）

新潟県（柏崎刈羽原子力発電所）

静岡県（浜岡原子力発電所）

石川県（志賀原子力発電所）

福井県（美浜発電所、高浜発電所、大飯発電所、敦賀発電所、
高速増殖原型炉もんじゅ、原子炉廃止措置研究開発センター）

島根県（島根原子力発電所）

愛媛県（伊方発電所）

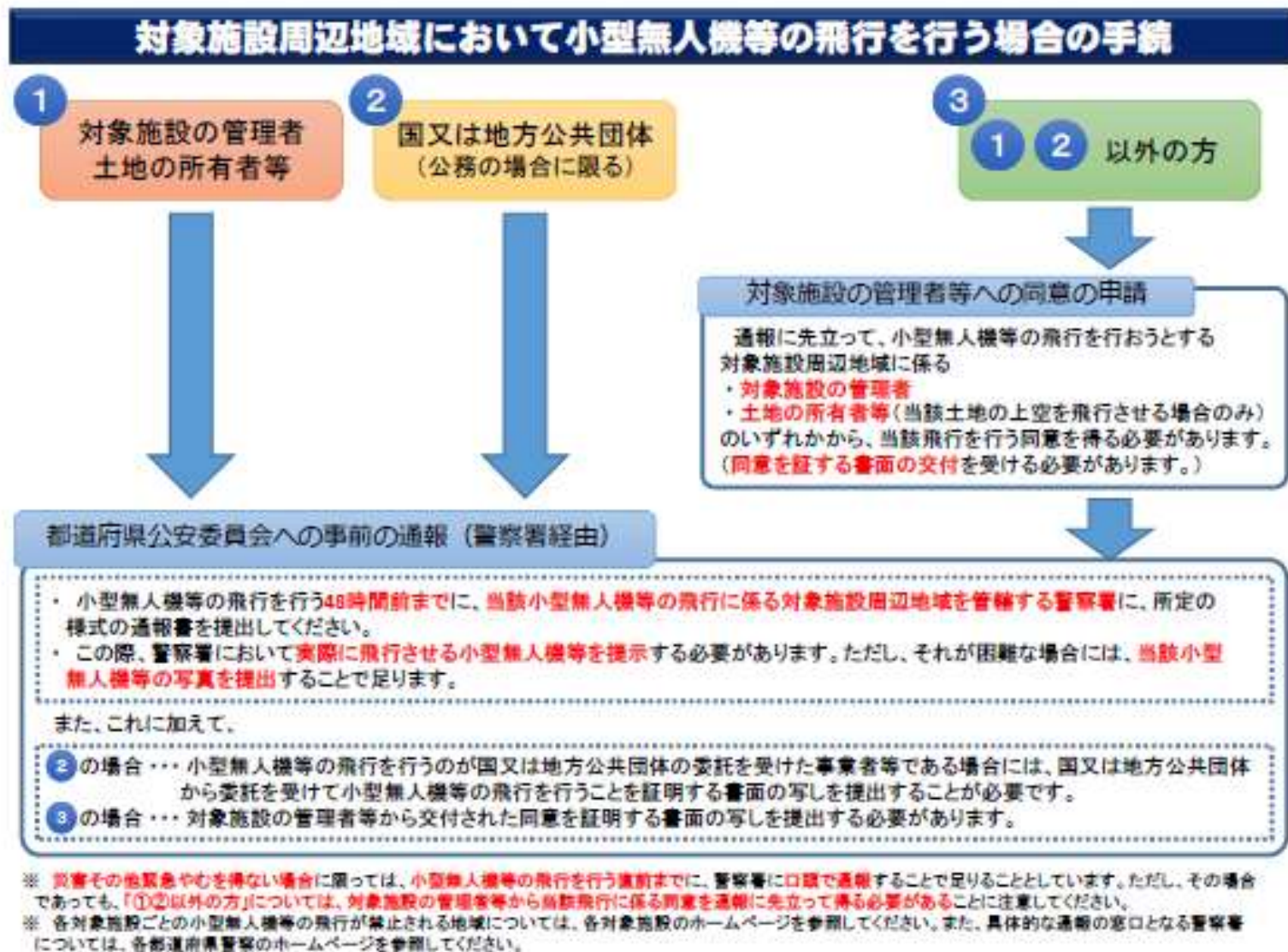
佐賀県（玄海原子力発電所）

鹿児島県（川内原子力発電所）

※以上、管轄は各都道府県の警察署になります



申請の手続き

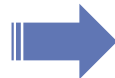


ドローン活用について

ニーズの変化

従 来

空撮（静止画、動画）



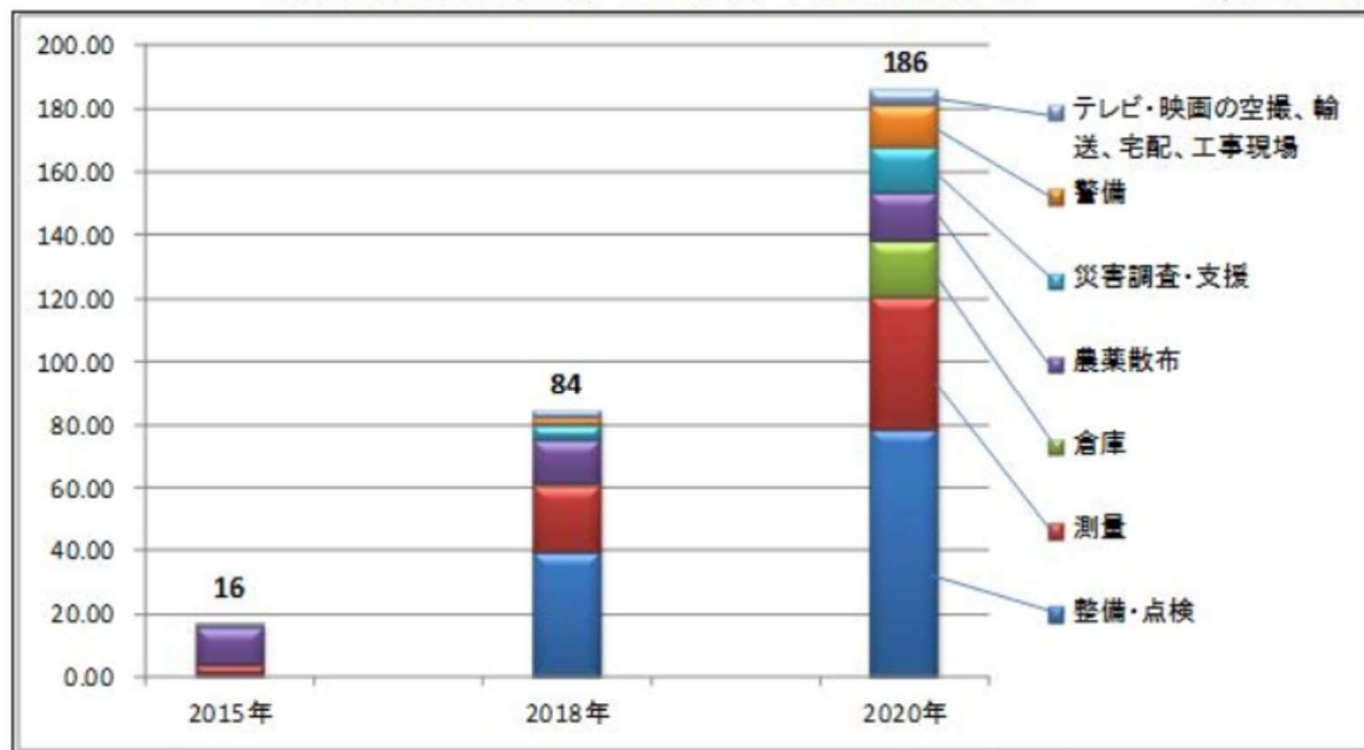
今 後 予 測

データ分析へ

- ・測量分野
- ・空からの点検業務

国内の産業用無人飛行機・ヘリコプターの用途別市場予測

（単位：億円）



（シード・プランニング作成）



System Communication 株式会社 草野測器社

測量分野について

国土地理院にて

無人航空機（UAV）を用いた公共測量マニュアル（案）を作成

平成28年(2016年)3月30日公表

平成29年(2017年)3月31日改定

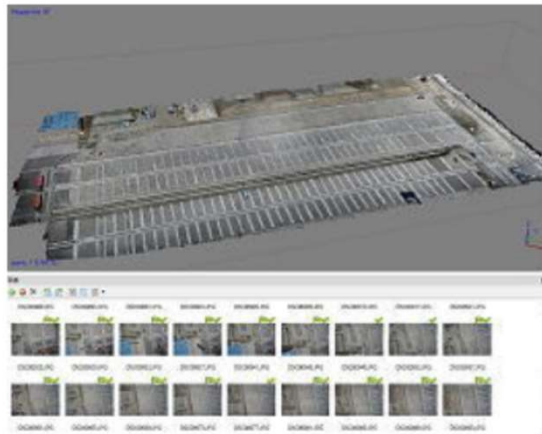


これらの取組は、ICT土工を推進する国土交通省の
i-Constructionの取り組みの一環

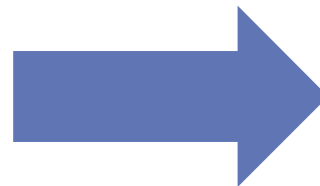
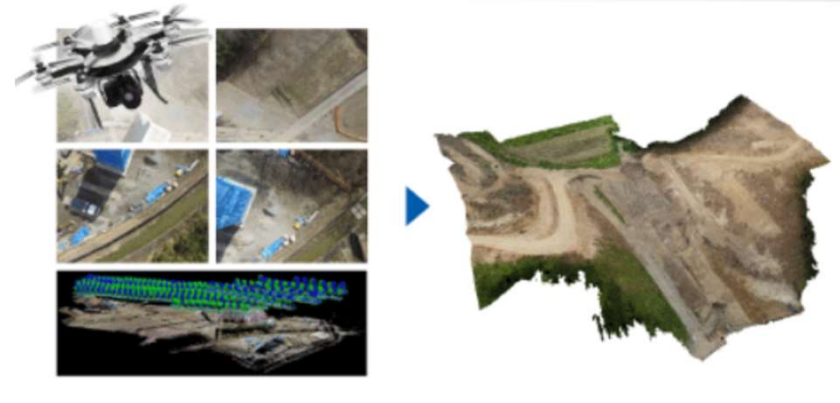
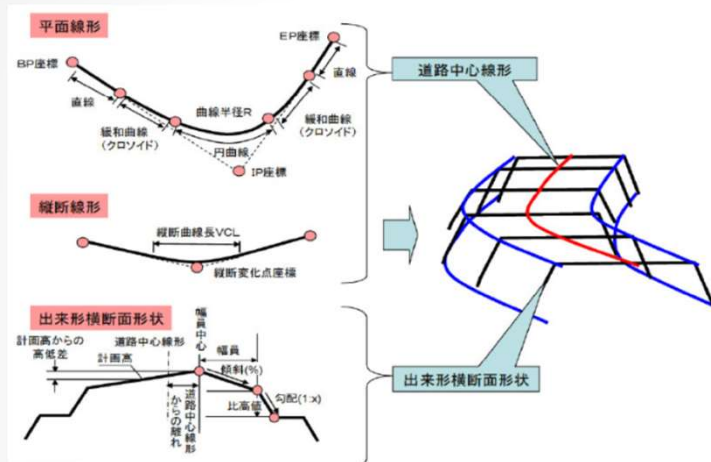


ドローン測量の流れ

ドローン空撮 ⇒ 写真結合、点群化 ⇒ 点群処理、断面作成



2次元から3次元へ (見える化)



仕事の
効率up ↑



最後に



ドローン技術は常に進化しており私達をより豊かにしてくれる事は間違いありません！

仕事道具の選択肢としてドローンを活用はいかがでしょうか。

お問い合わせ先

株式会社草野測器社

TEL 024-554-2221(代表)

【本社】〒960-0102 福島市鎌田字卸町23-16

【営業担当】 佐藤 まで



System Communication 株式会社 草野測器社