

小型無人機の産業応用と将来性

徳島大学大学院

ソシオテクノサイエンス研究部

三輪 昌史

無人機(無人航空機)

- 略称 UAV
 - Unmanned Air Vehicle の略
- 固定翼機



無人機(無人航空機)

- 略称 UAV
 - Unmanned Air Vehicle の略
- 固定翼機
- 回転翼機



MQ-8 ファイアスカウト



YAMAHA R-MAX

無人機(無人航空機)

- 略称 UAV
 - Unmanned Air Vehicle の略
- 固定翼機
- 回転翼機
- その他の形式の機体もある
- 人が搭乗していない航空機
- 実際に飛行できる模型飛行機

無人機(無人航空機)



- ラジコン飛行機、ラジコンヘリコプタも広い意味でUAV

無人機(無人航空機)



- ラジコンをベースに、コンピュータとセンサで自律化・自動化したもの

→狭い意味でのUAV



- 姿勢や位置をセンサで検出し、自動制御で姿勢を安定化
- GPSを用いて自動航行

ドローンとは？

- 無人機 (UAV) などや地上の車両を含む無人機を指す名称。自動操縦及び遠隔操縦を含む。
- 1939年に販売されたデニー模型飛行機をアメリカ陸軍が標的機ターゲットドローンとして採用。
この時からドローンという名称がつかわれ始める。
- もともと英語で雄の蜂や蜂の発する音を指す言葉。
模型飛行機の音からか？

ドローンとは？



無人機とドローン

ドローン

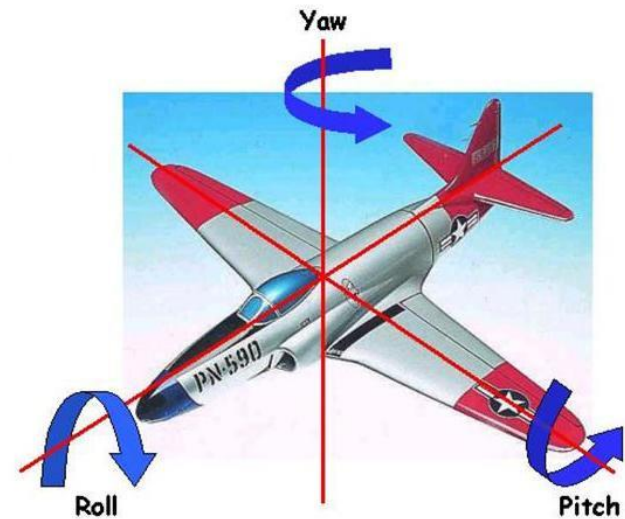
無人機



無人機の制御

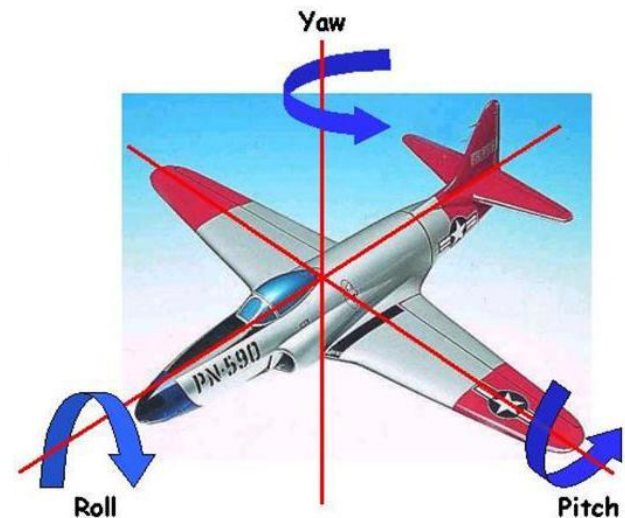
無人機の制御

- 航空機の座標系



無人機の制御

- 基本は姿勢制御
 - 水平を維持すると直進飛行
 - 機首を上げると上昇
 - 機首を下げると下降
 - 右に傾くと右旋回
 - 左に傾くと左旋回



無人機の制御

- 基本は姿勢制御
 - 水平を維持すると、その場でホバリング
 - 機首を上げると後退
 - 機首を下げると前進
 - 右に傾くと右にスライド
 - 左に傾くと左にスライド



マルチコプタシステム



小型無人機

- 航空法では、最大離陸重量25kg以上の無人航空機については、別途に航空機相当の耐空性や信頼性が求められており、航空法施行規則附属書第1及び関連通達に準じた構造、強度及び性能等の基準に適合する必要がある。
- 最大離陸重量25kg未満が、小型無人機
- 一般に販売されている機体は、ほぼ小型無人機

小型無人機の例



無人機の運用に関する法律

関連するのは・・・

- 航空法
- 電波法
- 道路交通法
- 民法
- ほかに、地上自治体の条例など

航空法の改正

- 航空法が改正され、新たに“無人航空機“に関する規定ができました。
- 詳しい情報は国土交通省のHPで公開されています。

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

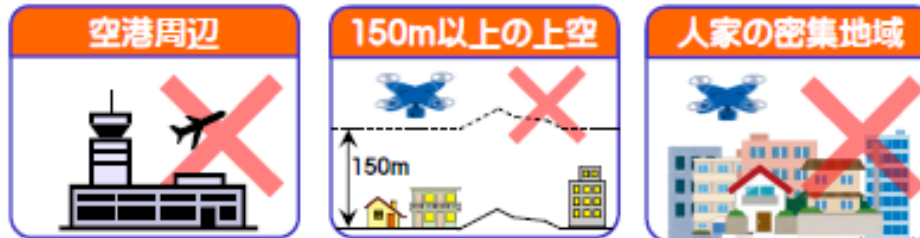
※200g未満の機体は“模型航空機”となり、無人航空機からは、外れます。

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の安全な飛行に向けて！

航空法が改正され、2015年12月10日に、無人航空機を飛行させる際の飛行ルールが施行されます。

★飛行禁止空域

次の場所では、無人航空機の飛行は禁止されていますので、ご注意ください！飛行させたい場合には、国土交通大臣による許可が必要です。所定の手続きを行ってください。



★飛行の方法

無人航空機を飛行させる際には、次の方法に従って飛行させましょう！これらの方法によらずに飛行させたい場合には、国土交通大臣による承認が必要です。所定の手続きを行ってください。



航空法改正の詳細や申請の方法についてはhttp://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.htmlをご参照下さい。不明な点等ございましたら、以下の問い合わせ窓口までご相談下さい。

【国土交通省 航空局 安全部 無人航空機窓口】

電話 : 03-5253-8111(国土交通省代表)

内線 : 48696, 48693, 50157, 50158, 48182, 48303

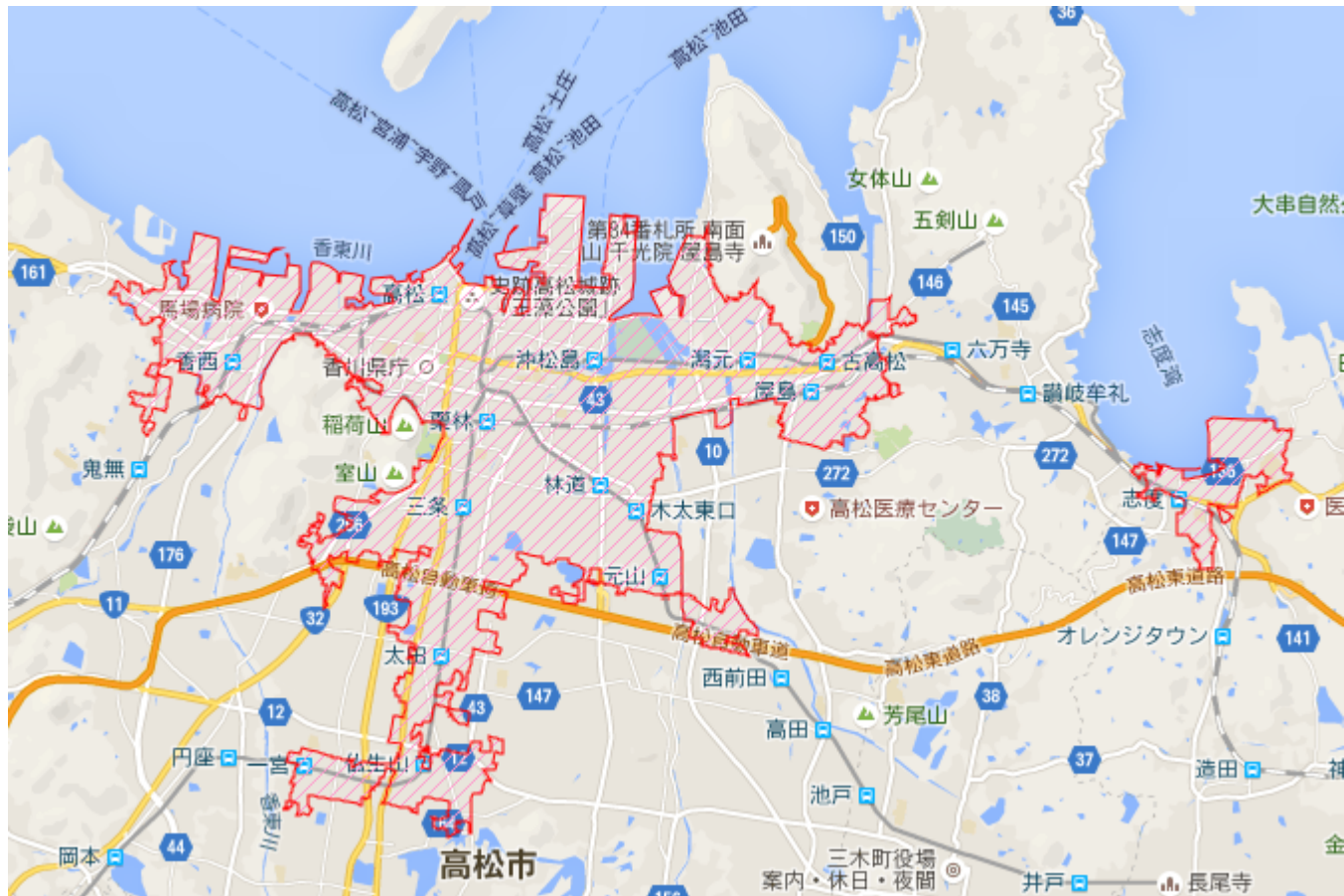
直通 : 03-5253-8737, 03-5253-8696

E-mail : hqt-jcab.muji@ml.mlit.go.jp

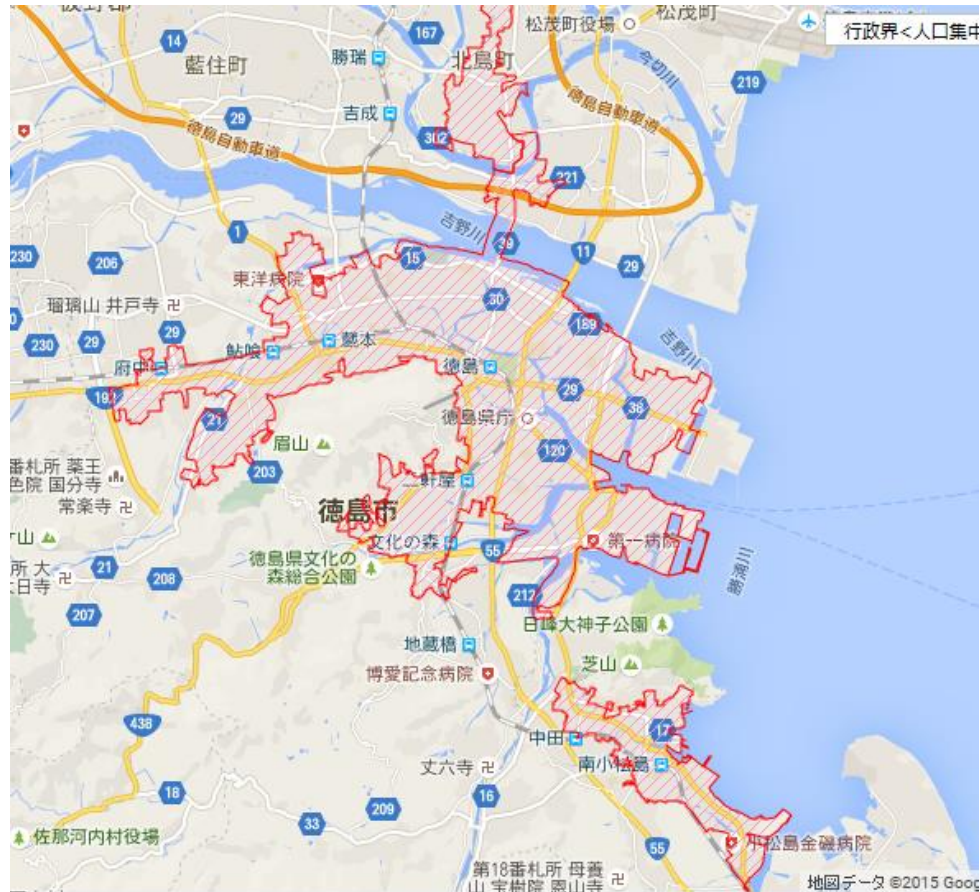
四国で許可がいたるところ



高松市の場合



徳島市の場合



参考資料

- http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html
- https://jstatmap.e-stat.go.jp/gis/nstac/index.html?force_top=true
- ※航空法に定めるルールに違反した場合には、50万円以下の罰金が科せられますので、ご注意ください。

電波法による規制

無線操縦用電波

周波数帯	送信出力	伝送速度	通信距離	無線局免許	備考
73MHz	※	5kbps	1～5km	不要	ラジコン専用波
350MHz	1W	5kbps	2～10km	登録	簡易無線局
400MHz	10mW	5kbps	500m～3km	不要	特定小電力無線
920MHz	20mW	～1Mbps	1～3km	不要	特定小電力無線
1.2GHz	10mW	20kbps	500m～2km	不要	特定小電力無線
2.4GHz	10mW/MHz	200kbps	500m～3km	不要	小電力データ通信システム
150MHz	50W	9.6kbps	～10km以上	要	携帯局(狭帯域デジタル無線)
400MHz	50W	9.6kbps	～10km以上	要	携帯局(狭帯域デジタル無線)

※500mの距離において、電界強度が $200\mu\text{V/m}$ 以下

電波法による規制

データ通信(画像、センサ出力)

業務に使用できるもの。

5.8GHzはアマチュア無線のため、業務に使えない。

周波数帯域	送信出力	伝送速度	通信距離	無線局免許	備考
200MHz	5W以下		~10km	要	陸上移動局
1.2GHz	1W	アナログ	1~3km	要	携帯局
2.4GHz	10mW/MHz	3Mbps	~300m	不要	小電力データ通信システム
50GHz	30mW	アナログ	1~5km	要	簡易無線局

注意事項！

無人航空機のリスク

空を飛ぶものは、落ちます。

落ちる前に降ろすから安全。

落ちても問題ない場所なら安全(?)

無人航空機も同じです。

保険

- 趣味なら
 - ラジコン保険
 - 基本的にラジコン飛行場で飛ばしているの事故が前提
 - 状況によっては出ないこともある
- 業務なら
 - 損害賠償保険
 - 産業用無人ヘリコプター総合保険
 - 東京海上日動火災保険4月から発売

墜落例



モータとアンプの適合性

モータの要求電流に対しアンプが対応できなかった。

FETの破損・発火を防ぐために停止→墜落のコンボ

マルチコプタ運用での問題点

マルチコプタ用FCの高性能化、低価格

操縦が簡単になったため、
経験・知識・技量がなくても運用可能に



無茶な飛行が増加

- 名古屋でのテレビ塔付近での空撮と墜落
- お台場 観光客頭上でのガンダム空撮
- 吉野川花火大会での花火開花半径内での空撮
- マラソン大会空撮での墜落

産業応用例

無人ヘリコプタの産業応用

農場での農薬散布

環境センシング

自然災害時の航空調査

パイロットロープの敷設 など



無人ヘリコプタの産業応用

農場での農薬散布

環境センシング

自然災害時の航空調査

パイロットロープの敷設 など



KSエアロサービス



ミニサーベイヤーコンソーシアム

日本国内での産業用無人機

農薬散布

- 機体 2346機
- オペレータ14163名
 - 北海道 267機1981名
 - 東北 582機3871名
 - 関東 380機1971名
 - 北陸 334機1658名
 - 東海 92機 715名
 - 関西 193機 748名
 - 中四国 158機1051名
 - 九州 340機2159名
 - 沖縄 9名

平成22年度

一般社団法人 農林水産航空協会

そのほかに

- 航空撮影
- 電線敷設
- 環境調査
- 物資輸送

などに使われている

日本産業用無人航空機協会

農薬散布



農業利用：農薬散布



空撮



エアロサービス T.K.Factory

農業利用：排水準備



林業への応用 索道のパイロットロープ敷設



橋梁検査



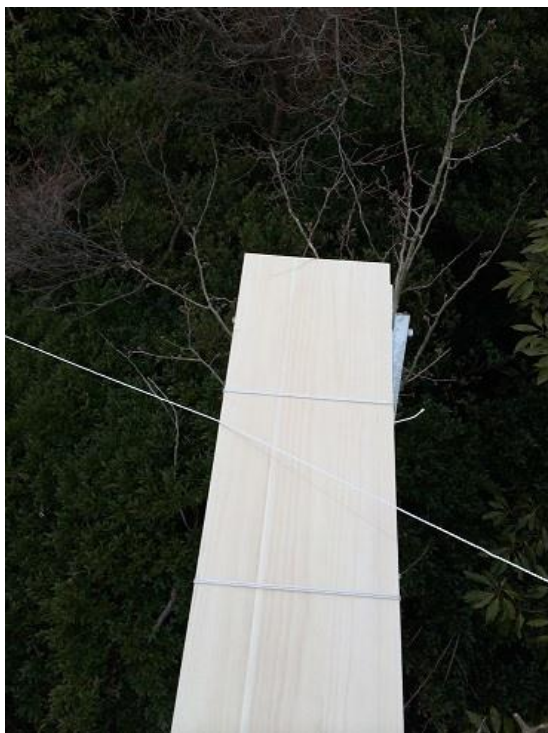
エアロサービス T.K.Factory

光ファイバーケーブル敷設



写真提供 ; 株式会社空撮技研

光ファイバーケーブル敷設



写真提供;株式会社空撮技研

望遠撮影・救難活動

マルチコプタラボの活動

<http://multicopterlabo.com/>

<http://www.tonichi.net/news/index.php?id=46749>

<http://www.asahi.com/articles/ASH91470FH91OIPE00S.html>

<http://www.asahi.com/articles/ASH7Z4GRCH7ZOIPE016.html>

人命救助マルチコプター

救急担架搭載機

<https://www.youtube.com/watch?v=mD7gy7VVm1o>

愛知県警防災訓練

<https://www.youtube.com/watch?v=oFafpaUfojY>

ドローン活用救急システムの構築

<http://www.hecatoncheir.com/>



次世代インフラによる医療物資搬送

(3) 早い心肺蘇生と
除細動（一次救命処置）



AEDがない
管理がない



→位置情報覚知が
屋外なら直近、屋内なら庭へ

→AEDの小型化
機体の高性能化

→現場画像情報の取得
FACEtoFACEの口頭指示



ドローン活用救急システムの構築

救急浮き輪の投下

https://www.youtube.com/watch?v=N_hBxWFITMQ

遭難車の発見

<https://www.youtube.com/watch?v=0FDXM5dB7B0>

災害調査：トンネル災害調査のテスト



まとめ

- 日本では、小型無人機はラジコン飛行機・ヘリコプタをベースに発展してきました。
- マルチコプタ型は、特に操縦が楽なので、最近急速に広まってきました。
 - 基本的にコンピュータによる制御下にあるから。
- 空中を3次元的に機動できることが小型無人機の最大の特徴です。
 - 飛行することで可能になった作業があります。

まとめ

- 各種センサやネットワークとつなげることで、
応用分野の拡大が見込めます。
 - 建築物の点検
 - 災害時の状況調査
 - レスキューの補助
 - 物資の運搬
 - Etc.

まとめ

- 小型無人機にも長所と欠点があります。
- 長所と欠点を理解した運用が大事です。