



技術解説書

簡 単 ・ 早 わ か り

ドローン活用 お役立ち情報



2021年3月31日

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
ワイヤレスシステム活用委員会
ドローンWG



はじめに

コロナで加速する遠隔や省力化サービス活用時代
その省力化やプロセス革新に役立つドローン活用
それに役立つお役立ち情報をお届けします

直感的に、With コロナ時代の働き方に関して ICT 活用や IoT 活用という声がよく聞こえてくるようになりました。

その両方に属するドローン（無人機：組込みシステム技術協会“JASA^{*}”の説明では動く IoT）活用にも、期待がかかっています。

実際、空だけでなく、水中ドローン、屋内ドローンという言葉も飛び交うようになりました。そのドローンに関して、MCPC のメンバーにこんなことを整理したらと話し合い、その成果を JASA 様にも持ち込み、多くの方の知恵を頂きつつ本冊子を整理しました。その整理に当たり、ドローンに関してこれからという人でも役立つようにしました。

この内容が、お役に立てば幸いです。

モバイルコンピューティング推進コンソーシアム（MCPC）

ワイヤレスシステム活用委員会 委員長

小林 佳和

JASA^{*} Japan Embedded Systems Technology Association
（一般社団法人 組込みシステム技術協会）



目次

1・ドローンの広がり	1
地上、空、水中・水上等に広がる	
2・空飛ぶドローンの分類	2
マルチコプター、ヘリ、固定翼、等	
3・航路の考え方	3
都市域など地域での規制	
4・空飛ぶドローンと目視運転	4
目視内飛行、目視外飛行	
5・空飛ぶドローンのバッテリー扱い術	5
保存 活用温度 交換バッテリー	
6・空飛ぶドローンと通信	6
制御系からアプリの活用まで	
7・広がる広義のドローン連携に対する期待	7
物流等での陸・空・屋内連携、飛行のレベル1～4	
8・一次産業での広義のドローン	8
農薬散布やセンサー活用、作業補助	
9・ドローンと車	9
空飛ぶタクシー地上自動運転車、運搬 / 受付	
10・政策的検討と私たちの未来	10
未来へのロードマップ	

ドローンの広がり

地上、空、水中・水上等に広がる



航空ドローン
(無人航空機)

様々なドローンが活躍



水中ドローン
(無人潜水機)



水上ドローン
(無人船舶)



車両ドローン
(無人車両)

...

(屋内ドローン他)

ドローンは、無人機（自律型、遠隔操縦型など）を指します（例：国立研究開発法人 建築研究所 の定義）。それら略して、英文字の頭文字で呼び分けたりします。その例が下記です。

無人航空機	UAV	(Unmanned Aerial Vehicle)
無人潜水機	UUV	(Unmanned Underwater Vehicle)
無人船舶	USV	(Unmanned Surface Vehicle)
無人車両	UGV	(Unmanned Ground Vehicle)

英文字 3 文字の最後にある V は、器機を指します。V を S にすると、システムの意味になります。UAV を UAS にすると、無人航空システム (Unmanned Aerial System) になります。

空飛ぶドローンの分類

マルチコプター、ヘリ、固定翼、等



航空ドローン
(無人航空機)

空飛ぶドローンにも、幾つかの分類がある



マルチコプター
(マルチロータ)



ヘリ型
(シングルロータ)



固定翼
(翼で飛ぶ)



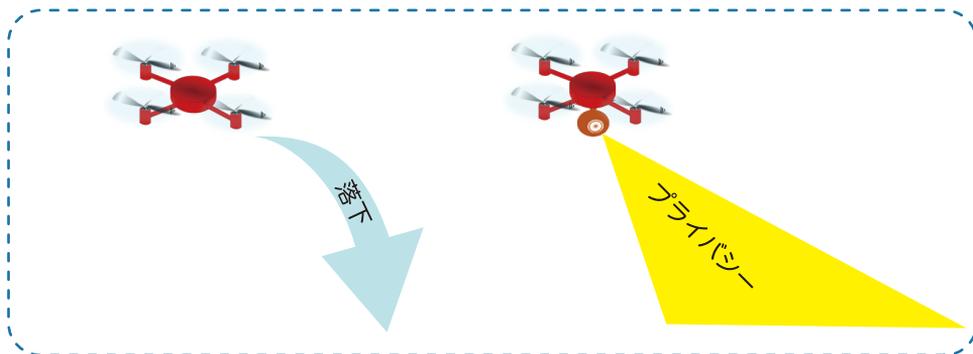
VTOL
(固定翼+マルチコプタ)

...

航空ドローン（無人航空機）にも、色々なタイプがあります。ロータが複数あるマルチコプターは、浮力自体もプロペラの回転に頼りますが、固定翼では浮力を翼で得られます。浮力が得られる分、固定翼の方が風に強く、移動にかかるエネルギーを抑えられます。ただ上空での静止ができません。そこで、固定翼とマルチコプターの複合型なども登場してきています。

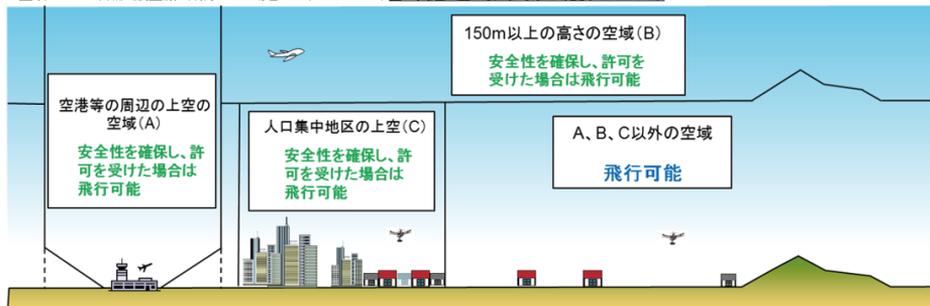
航路の考え方

都市域など地域での規制



無人飛行機の飛行許可が必要となる空域がある

以下の(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、国土交通大臣の許可を受ける必要があります。



出典：航空：無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール - 国土交通省 (mit.go.jp)
https://www.mit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html#a



“落下 / 従来航空機との衝突” や “プライバシー / 機密保護” の観点で、小型無人航空機に属するドローンの飛行エリアには制限があります。

ドローンを飛ばして良いという許可が取れている場所、あるいは個別に認可を取っての飛行に限定する必要があります。

また、小型無人機飛行禁止法は重量やホビー用などに関係なくすべてのドローンに適用されます。なので全ての無人航空機で、東京オリンピック・パラリンピック競技大会や、防衛関連、重要施設関連の上空や近辺の飛行が制限されます。

空飛ぶドローンと目視運転

目視内飛行、目視外飛行

クルマは走れる道路が規定されている。さらに、運転者の操作にも規定がある。



飲酒運転禁止

ドローンも運転者の操作 / 飛行のさせかたに規定がある

- ①アルコール又は薬物等の影響下で飛行させない
- ②飛行前確認を行う
- ③航空機又は他の無人航空機との衝突を予防するよう飛行
- ④他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させない
- ⑤日中（日出から日没まで）に飛行させる
- ⑥目視範囲内で周囲を常時監視して飛行させる
- ⑦人又は物件との間に 30m 以上の距離を保つ
- ⑧祭礼、縁日など多数の人が集まる所の上空で飛行させない
- ⑨爆発物など危険物を輸送しない
- ⑩無人航空機から物を投下しない

<承認が必要となる飛行の方法>



(飲酒時の飛行禁止)



(飛行前確認)



(衝突予防)



(危険な飛行の禁止)



(イベント上空飛行) (危険物輸送) (物件投下)

https://www.mft.go.jp/koku/koku_tk10_000003.htm#

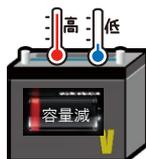
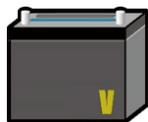


ドローンを飛行させて良い場所でも、運転者（操作者）の注意が必要です。自動車の様に、飲酒運転は禁止です。迷惑走行禁止に相当する、他人に迷惑を及ぼすような飛行も禁止。さらに、自動車の車間距離に相当する、色々なものから 30m 以上の離れた飛行にすること。ただ、編隊を組んだ飛行で 30m を下回ることが禁止されると課題が生じるので承認を得るなどの対応が可能になっています。目での確認が難しい起伏や距離のある山間部の作業も承認を受けての対応が可能になっています。

空飛ぶドローンのバッテリー扱い術

保存 活用温度 交換バッテリー

高温化、低温化では、バッテリーの性能が制限される。



お替りの用意

注：ドローンの制御をするスマホ等のバッテリーにも、同様の注意が必要です。

<https://www.mcpc-ip.org/charge/dl/guideline.pdf>



iPadを使っている人は、寒冷地での充電や夏の砂浜での充電に苦労した経験を持つ人も多いでしょう。マルチコプター型ドローンの多くは、危険物であるリポバッテリー（リチウムイオンポリマーバッテリー）を使います。これも、温度管理や衝撃に注意が必要です。保存時の温度、活用時の温度が自分の使うドローンでどうなっているか確認しつつ使しましょう。

また十数分程度でバッテリーが少なるような大飯ぐらいなので、飛行させたい時間に配慮したバッテリーを持っていく必要があります。その運搬には、衝撃を与えない、難燃性バッグに入れて運ぶ、などの配慮が必要です。飛行機で運ぶ場合には、その航空会社毎のルールに注意が必要です。

空飛ぶドローンと通信

制御系からアプリの活用まで

ドローン



飛行制御通信



アプリ通信



空撮 赤外、可視光写真 センサー / IoT 機器

生存情報、エラーログ テレメトリー



用途に合わせた“通信バンド&通信方式を選択
ドローン使用できる主な電波帯

無線システム名称 /無線局種	周波数帯	送信出力	伝送速度	利用形態	無線局 免許
ラジコン操縦用微動無線	73MHz帯等	※1	5kbps	操縦	不要
無人移動体画像伝送システム	169MHz帯	10mW	～数百kbps	操縦 画像伝送 データ伝送	要
特定小電力無線局	920MHz帯	20mW	～1Mbps	操縦	不要 ※2
携帯局	1.2GHz帯	1W	(7FDG方式)	画像伝送	要
小電力データ通信システム	2.4GHz帯 (2400～5483.5MHz)	10mW/MHz (FH方式は 30W/MHz)	200k～ 54Mbps	操縦 画像伝送 データ伝送	不要 ※2
無人移動体画像伝送システム	2.4GHz帯 (2403.5～2484MHz)	1W	～数十Mbps	操縦 画像伝送 データ伝送	要
無人移動体画像伝送システム	5.7GHz帯	1W	数十Mbps	操縦 画像伝送 データ伝送	要

携帯電話の通信活用

隣接基地局への干渉低減に活用できる

- ・ドローン端末特定
- ・干渉可能性検出
- ・上り信号パワー制御

と
・飛行台数制限
を、検討中

Wi-Fi の屋外（上空）活用

使用可否	2.4GHz帯	5.2GHz帯	5.3GHz帯	5.8GHz帯
	○	×	×	×

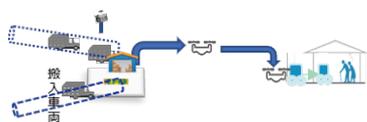
空飛ぶドローンからの通信として、相互のやり取りで通信する飛行制御と、アプリ通信、一方的なドローンからの送信でもいい生存情報の通信などがあります。距離を延ばす通信としては携帯電話の通信利用や低い周波数の利用に期待がかかり、携帯電話の通信方式は、ドローンからの送信電力を地上の基地局からの制御で最適化しつつ使う方式の検証が進んでいます。映像通信では、高速な通信が必要で、Wi-Fi や 5GHz 帯無人移動体映像伝送システムの利用が増えようとしています。5GHz 帯のドローン向け利用では、開局が必要です。5.7GHz 帯では第3級陸上特殊無線技士、5.8GHz 帯では第4級アマチュア無線技士の資格が必要です。

広がる広義のドローン連携に対する期待

物流等での陸・空・屋内連携、飛行のレベル1～4

ドローン活用の期待分野

物流



農林水産業



インフラ維持管理・防災



警備業



レベル4 有人地帯（第三者上空）での目視外飛行



レベル3 無人地帯での目視外飛行



レベル2 目視内での自動・自律飛行



レベル1 目視内での操縦飛行



ドローン活用で期待のかかる分野は、物流や農林水産省（一次産業）、インフラ維持・防災、警備、等の遠隔支援や無人稼働です。

無人稼働の状態は、操作者が見えている範囲で自動飛行すると、レベル2になります。操作者から見えなく無人の地域（人がほとんど立ち入らない所）での自動飛行だと、レベル3になります。人がいる所でも安全にセンシングしながら自動飛行する状態がレベル4です。より高いレベルをめざしての開発が、省力化のために進んでいます。

一次産業での広義のドローン

農薬散布やセンサー活用、作業補助

一次産業での期待

運搬



観察



薬品・水管理



...

ドローンでの農薬散布

- ・国交省「航空法」
- ・農林水産省「**空中散布等における無人航空機利用技術指導指針**」
操縦者の他に補助者を配置する義務、定期点検と専用の免許

簡略化
(2019年7月)

『国交省へ許可・承認』
でOKへ

一次産業での空飛ぶドローンは、観察や農薬散布などで、有人ヘリをチャーターするより安価で期待がかかっていました。ただ、厳密な運用ルールを「**空中散布等における無人航空機利用技術指導指針**」に従って守る必要があり、その負担が課題となっていました。その負担軽減のため、その指針が廃止になり、今後の利用拡大が期待されています。

ドローンと車

空飛ぶタクシー・地上自動運転車、運搬 / 受付

平常時の物流、移動支援



災害時の救助



車の自動運転レベル

- レベル 5 場所の限定なく全てを自動操作
- レベル 4 特定の場所で全てを自動操作
- レベル 3 特定の場所で全てを自動操作
緊急時はドライバーが操作
- レベル 2 ステアリング操作、加減速の両方をサポート
- レベル 1 ステアリング操作、加減速のどちらかをサポート
- レベル 0 すべて、ドライバーの操作

空飛ぶドローンは、無人で人を運ぶ能力の検討へと話が進んでいます。有人のヘリより増産性やコストに優れるなら、最近増えた災害時の救出にも使えるかもしれません。ただ、マルチコプター型では、重いものを長距離運ぶことに課題があります。

地上を走る自動運転との連携などでの効率的搬送がのぞまれています。ドローンの自動運転と同じく、車にも自動運転のレベルが1～5で規定され、ドローンと車の連携での災害対応や通常時のサービス拡充が望まれています。

政策的検討と私たちの未来

未来へのロードマップ

「空の産業革命に向けたロードマップ 2020」 経済産業省 2020年7月公開

<https://uas-japan.org/news/%E7%9C%81%E5%BA%81%E3%81%8B%E3%82%89%E3%81%A%E3%81%8A%E7%9F%A5%E3%82%89%E3%81%8B/5819/>



車の識別子 ID
(ナンバープレート)
交通管理に有効

ID

空の産業革命に向けたロードマップ2020

技術項目

運航管理システム(UTMS) API運用による多数事業者の相互接続
リモートID
衝突回避等技術
機体性能評価
国際標準(ISO等)化



空の産業革命に向けたロードマップ 2020 の基本コンセプト

無人航空機のレベル4の実現のための新たな制度検討進展
“IDの活用、運行管理”などで、より高度な自律運転を目指す

機体認証

- 国が機体の安全性を認証する制度(機体認証)を創設
- 型式について認証(型式認証)を受けた無人航空機について、機体認証の手続きを簡素化
- 使用者に対し機体の整備を義務付け、安全基準に適合しない場合には国から整備命令
- 設計不具合時における製造者から国への報告義務
- 国の登録を受けた民間検査機関による検査事務の実施を可能とする など

操縦ライセンス

- 国が試験(学科及び実地)を実施し、操縦者の技能証明を行う制度を創設
- 一等資格(第三者上空飛行に対応)及び二等資格に区分し、機体の種類(固定翼、回転翼等)や飛行方法(目視外飛行、夜間飛行等)に応じて限定を付す
- 国の指定を受けた民間試験機関による試験事務の実施を可能とする
- 国の登録を受けた民間講習機関が実施する講習を修了した場合は、試験の一部又は全部を免除 など

運航管理のルール

- 第三者上空飛行の運航管理の方法等は個別に確認
- 無人航空機を飛行させる者に対し、
 - ✓ 飛行計画の通報
 - ✓ 飛行日誌の記録
 - ✓ 事故発生時の国への報告を義務化 など

所有者の把握 航空法改正済み

- 無人航空機の所有者・使用者の登録制度を創設
 - 所有者の氏名、住所、機体の情報(型式、製造番号)を登録、機体への登録記号の表示を義務化
 - 安全上問題のある機体の登録拒否、更新登録 など
- ※飛行にむけて登録・許可承認の対象となる無人航空機の重量は100g(現行200g)以上1kg未満



運行管理

ドローンでも

UTM
(Unmanned Traffic Management)
= 自動運行管理システム

出典
<https://www.kantei.go.jp/p/sngi/kogatamuirki/dai11/sryou2.pdf>



空飛ぶドローンの、認証ID活用が具体化している点が2020年版の特徴です。機器のIDを交換しつつ、譲り合いや協調した自動運転の研究が進んでゆくことでしょう。携帯電話を昭和30年代の人は、夢だと思っていたことでしょう。それが今では当たり前使える時代となりました。車の自動運転も、空飛ぶドローンの自動運転も、20年先では当たり前になり、その基礎技術を作った国は産業革新に貢献することでしょう。

終わりに

今回の技術解説書は、入門編としての整理を心掛けました。まだ私たちも勉強中で、かつ、技術も発展中です。その発展を追い掛ける上で、ドローンの英字 3 文字での略語記載に、勉強の出だしでつまずき、その 3 文字をわかっている前提でどどどん話が進んで面食らう等の意見が有り、出だしはその情報整理を記載しました。

また、ドローンを使う上で、バッテリーの扱い課題に直面する経験者が多く、その内容も記載しました。高温化、低温化でのバッテリー課題や、消費が早くて想定した時間以下しか飛べないようなことになると、有効活用できるドローンでの業務がもたないこととなります。

最後には、自動車のナンバープレートのようにドローンに ID をつけて相互に連携しつつ協調飛行に応用できるように検討が進んでいることも紹介しました。ID 連携は空だけでなく、地上での受け渡しの地上ドローンとの連携などにも広がるのが可能で、幅広いドローンが生活を支援してくれるようになるでしょう。

ここまでの整理で、JASA 様はじめ、お世話になりました皆様に感謝申し上げます。

一読後での、さらに進んだ検討に役立つ URL (参考)

ドローンで使える Wi-Fi の電波帯

https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/wlan_outdoor/index.htm

無人航空機における携帯電話等の利用の試験的導入

https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/wlan_outdoor/index.htm

経産省のドローンとりまとめページ

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/robot/drone.html

農林水産省 農業用ドローンの普及拡大に向けた官民協議会

<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/drone.html>

新型コロナウイルス感染症対策の補助金情報 (内閣府)

https://www.cao.go.jp/cool_japan/corona/corona.html

警察庁からのドローン情報

小型無人機等飛行禁止法関係 | 警察庁 Web サイト (npa.go.jp)

ドローン時代の共創・自宅学習 お役立ち情報 - Microsoft at Life

https://www.microsoft.com/ja-jp/atlife/useful-for-home-and-family.aspx?WT.mc_id=M365-MVP-38619

https://docs.microsoft.com/ja-jp/MicrosoftTeams/support-remote-work-with-teams?WT.mc_id=M365-MVP-38619

ICT 活用での上手な時短のコツ

https://www.microsoft.com/ja-jp/office/homeuse/office-tips-jitan.aspx?WT.mc_id=M365-MVP-38619

リモートワークへのお役立ち

https://docs.microsoft.com/ja-jp/MicrosoftTeams/teams-overview?WT.mc_id=M365-MVP-38619

ドローンセキュリティ 情報 (内閣官房)

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/dai10/siryou1.pdf>

<企画・編集メンバー>

ワイヤレスシステム活用委員長	小林 佳和	日本電気株式会社 / NEC ネットエスアイ株式会社 / 山形大学客員教授 (執筆、作図、校正)
学校自治体ネットワーク WG 主査	樋口 昌代	日本電気株式会社 (参画)
学校自治体ネットワーク WG 副主査	西尾 由起	株式会社東陽テクニカ (参画、校正)
	松村 淳	IoT-EX 株式会社 (参画)
	沢田 健介	富士通株式会社 (参画)
	藤井 新吾	KDDI 株式会社 (参画)
ドローン WG 主査	小林 佳和	日本電気株式会社 / NEC ネットエスアイ株式会社 / 山形大学客員教授
ドローン WG 副主査	田部 尚志	日本電気株式会社 (参画)
	濱田 圭	富士通クライアントコンピューティング株式会社 (参画)
	光井 隆浩	スキルマネージメント協会 (参画)
	氏家 正伸	アルプスアルパイン株式会社 (参画)
相互会員	竹田 彰彦	一般社団法人組込みシステム技術協会 IoT 技術高度化委員会 委員長
	小林 康博	一般社団法人組込みシステム技術協会 IoT 技術高度化委員会 ドローンWG 主査
	樋口 慧	一般社団法人組込みシステム技術協会 事務局
事務局	前島 幸仁	MCPC (参画、校正)

※企画・編集メンバーは 2021 年 3 月現在のメンバーです。

【MCPC について】

ワイヤレスデータ通信とコンピューティングシステム（モバイルシステム）の普及を促進するために、1997 年にわが国を代表する移動体通信会社、コンピューターハードウェア/ソフトウェアメーカー、携帯電話、システムインテグレータなどにより組織化された。現在、モバイル利活用の IoT/AI 市場の発展・拡大実現に向かって活動しており、そのための技術課題への対応、運用課題の調査・研究、開発の推進、標準化、相互接続性検証、普及啓発活動、人材育成などの活動を行っている。さらには、米国姉妹組織の WTA(Wireless Technologies Association)、USB-IF、Bluetooth SIG、IEEE などと連携を図りながら、モバイル利活用の IoT/AI ソリューションの市場の形成拡大と、利用環境の高度化に努めている。

(2021 年 3 月現在 会員会社数 184 社)

5G & L5Gで飛躍する MCPC

技術解説書

「ドローンお役立ち情報」
～ 簡単・早わかり ～

発行元 モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC)
発行日 2021年3月31日
製作/編集 MCPCワイヤレスシステム活用委員会
ドローンWG

問い合わせ先：MCPC事務局
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-12 長谷川グリーンビル2階
TEL：03-5401-1935 FAX：03-5401-1937
E-mail：office@mcpc-jp.org URL：<http://www.mcpc-jp.org/>



本冊子の一部あるいは全部について、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC) から文書による承諾を得ることなしに、いかなる方法においても無断で複写・複製・転載することを禁じます。