

小型無人機の機能及び性能の 安全性確保策等に関する取組について

【第1分冊】

第3回 小型無人機の更なる安全確保のための
制度設計に関する分科会

<目次>

【第1分冊】

○一般財団法人JAREX	・・・P	1
○一般財団法人日本ラジコン電波安全協会	・・・P	9
○一般社団法人新経済連盟	・・・P	20
○一般社団法人日本マルチコプター安全推進協会	・・・P	22
○一般社団法人日本UAS産業振興協議会	・・・P	78
○一般社団法人農林水産航空協会	・・・P	84
○エアロセンス株式会社	・・・P	107

【第2分冊】

○株式会社プロドローン	・・・P	1
○公益財団法人日本測量調査技術協会	・・・P	19
○国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構	・・・P	21
○一般社団法人全日本航空事業連合会・公益社団法人日本航空機操縦士協会	・・・P	22
○産業競争力懇談会	・・・P	25
○DJI JAPAN株式会社	・・・P	28
○日本産業用無人航空機協会	・・・P	29
○日本模型航空連盟	・・・P	57
○フジ・インバック株式会社	・・・P	61
○ミニサーベイヤーコンソーシアムNEXT	・・・P	67



一般財団法人JAREX

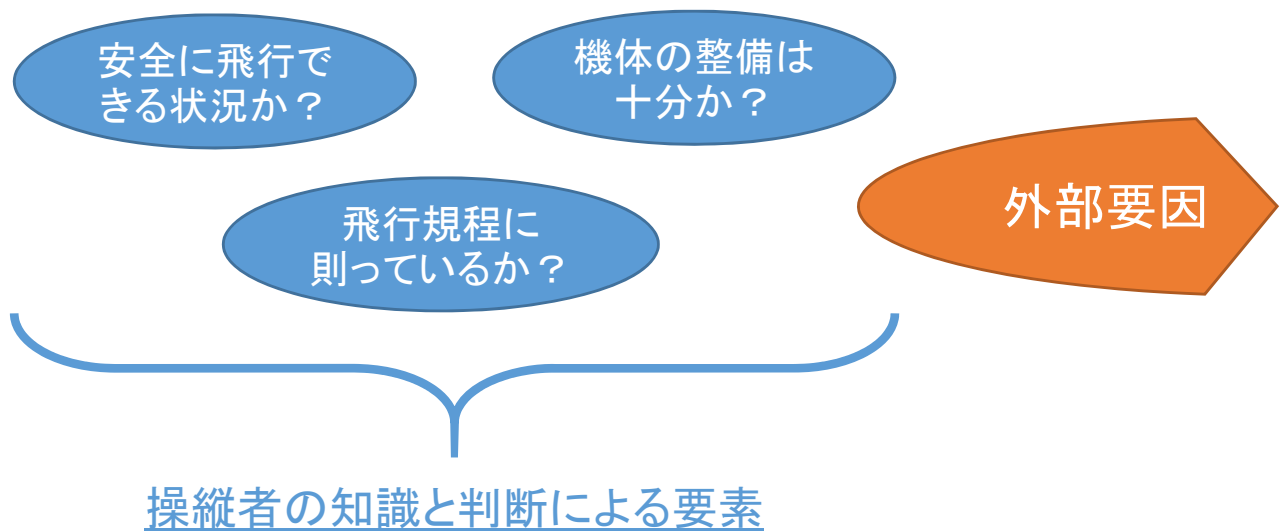
一般財団法人JAREX

無人航空機の安全な活用を推進するための
民間団体としての活動報告

技術研究員 山下 壱平

無人航空機の安全な運航 (操縦者に求められるもの)

- 無人航空機の自動(姿勢)制御技術は日進月歩で向上しています。
 - 機体の飛行性能及び自動姿勢制御性能が向上するなかで、トラブルの発生率を左右する要素は何か？



トラブルとその原因の例)

- 安全に飛行できる状況かどうかの判断
 - 機体が風にあおられて墜落
 - 飛行時の気象条件の把握ミス、機体特性に関する知識の欠如
 - 飛行中にペアリングが切れて制御不能になる
 - 電波に影響を及ぼす要素に関する知識の欠如
- 機体の整備に関する知識
 - 飛行中にブレードが脱落し墜落
 - 飛行前の点検ミス、点検項目の不備
 - ボルト固定された構造体が破損し飛行が不安定になる
 - 締め付けトルクの実測ミス(整備不良)
- 飛行規程に則った操縦
 - 動力バッテリーの残量が低下したことによる墜落
 - 飛行可能時間(限界)に関する知識の欠如と判断ミス
 - 失速やボルテックスリングステートの発生によって制御不能になる
 - 最大(最低)対気速度に関する知識の欠如、最大降下率の判断ミス など

操縦者への(知識的)教育と
経験により防げるトラブル

無人航空機の安全な運航 (関係法令の周知)

- 航空法をはじめとした無人航空機に関係する法令を遵守することによって重大な事故を未然に防げます。
 - ホビークラスを含むすべての無人航空機取扱者に周知徹底を図ることが重要です。
- 操縦者だけではなく無人航空機を取り扱うすべての人が関係法令の内容を把握しておくことが理想です。
 - 技能講習会などに参加しない人にも、教育の機会が得られる環境づくりが必要です。

書籍等を普及することによって
法令周知を図る

無人航空機の安全な運航 (技術的経験)

- 十分な知識と事前の準備があっても発生してしまう偶発的な事態に陥っても、被害を最小限に抑えることができる操縦技量が求められます。
 - 無人航空機を安全に運航するために必要な知識と、整備やフライトプランの計画といった事前の準備が十分に行われていたとしても、予知不能なあらゆる外部要因や、機体の故障、制御プログラムのバグなどによって、トラブルが生じる場合があります。操縦者は、このような不測の事態が生じて、被害を最小限に留める技量が求められます。

技能講習等の実施によって
技術的経験の慣熟を図る

安全確保に向けた 民間団体としての活動

無人航空機に関する
知識の習得



 **ドローン検定**
DRONE KENTEI

ドローン検定協会と協力して
全国で筆記試験を実施

(無人航空従事者試験)

受験者数は、回を重ねるごとに増加しており、操縦者だけでなく、無人航空機に関わる多くの方が高い志で挑まれています。

無人航空機に関する
法令の周知



書籍の発刊と流通

書籍をアマゾンや書店
で誰でも購入できるよう
供給することで、法
令などの周知を図れ
ています。

ここまでは、知識教育の領域

不測の事態が発生しても対応できる
技術的経験の向上

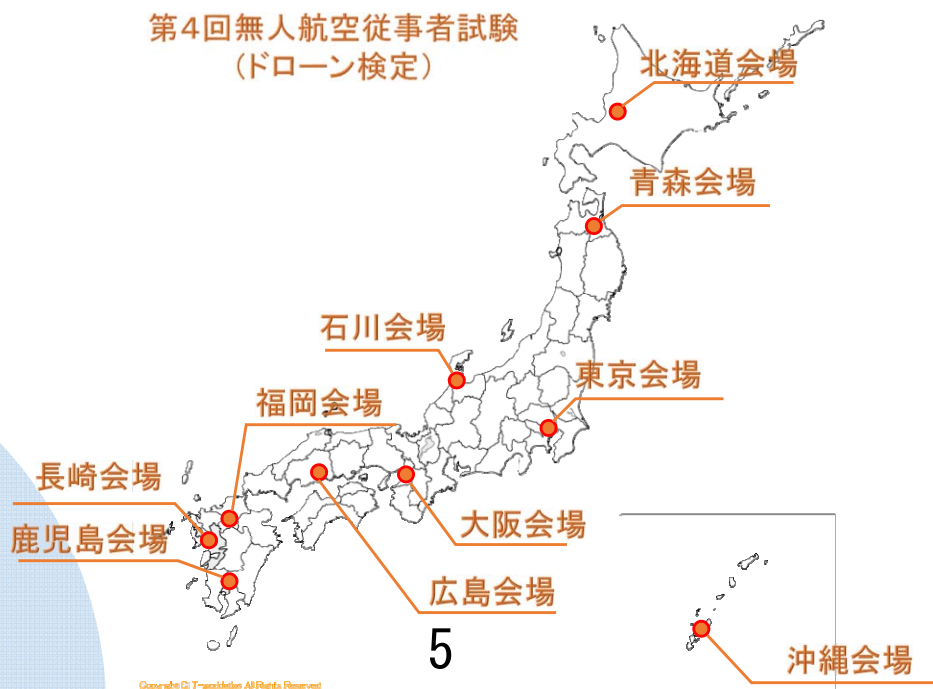
技能講習会の実施

JAREXでは、屋内施設にて、GPSによる制御ができない状況を再現したり、機体に異常が生じた際の適切な対処方法を講習します。



無人航空従事者試験(通称:ドローン検定)

- 4級～1級に階級を分けて、筆記にて、無人航空機に関わる知識を問う試験を実施しています。
 - 出題項目は、階級ごとに異なり、無人航空機を安全に運航するために必要な基礎的知識、気象、電気電子工学、電磁気学、力学、飛行特性、関連法令等に関する問題で構成されています。
 - 無人航空従事者試験は、マルチコプターに関する出題のみならず、固定翼機やヘリコプターといった(現航空法における無人航空機の定義に該当する)機体全般に関する問題が出題されます。(ただし1級を除く)
 - 試験はマークシート方式で、全範囲から合わせて50問出題されます。
 - 80点以上で合格としています。
- まずは筆記試験、そして技能講習という流れで安全な運航に必要な操縦者としての能力を確保しています。
- 筆記試験は、できるだけ多くの方が受験できるように、全国各地で同時開催しています。
 - 平成28年3月21日に実施される第4回試験は、全国11都道府県にて同時に試験を実施します。地方にお住いの方も受験が可能です。





一般財団法人JAREX

全国各地で 技能講習を受講できる体制づくり (民間団体としての取り組み)

無人航空機に関する技能講習を全国にあるそれぞれの団体で実施しています。

各団体が独自に達成目標を定め、独自のカリキュラムを進めるなかで、統一的な技能水準を満たすように講習会を実施しています。

どの講習会を受講すればよいか分からず、受講希望者に混乱が生じている。

連携する団体のどの講習会を受講しても、一定の技能水準を満たすことができるように制度化することで、受講希望者の選択肢が広がります。

KDA(九州ドローンアソシエーション)



一般社団法人日本ドローン協会

一般財団法人
熊本県ドローン技術振興協会



ドローンパイロットアカデミー



ドローン検定
DRONE KENTEI

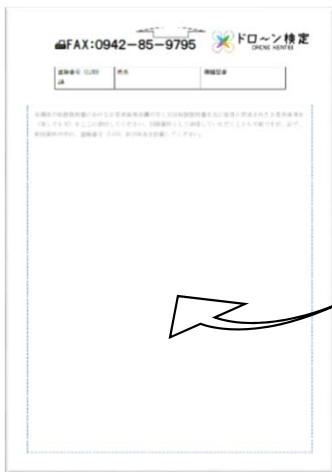
ドローン検定協会

連携団体で受講履歴に関する情報を共有できるよう独自のシステムを運用しています。これによって、受講者は、どの団体の講習を受けても知識や技能に関する証明を取得できるようになっています。

無人航空機に関する 飛行経歴・知識・能力を有することの 証明書の発行

無人航空従事者試験2級合格のみ

無人航空従事者試験(筆記)に合格した場合は、証明書の「知識」に関する項目が認定されます。



機体の点検などに関する知識の証明は、機体の説明書に記載された点検内容やスペック又は、自身で作成された点検項目表の写しをFAXにて送信してもらうことで認定しています。

無人航空機に関する
飛行経歴・知識・能力を有することの証明書

登録番号 JA000123456789	氏名 検定 太郎	生年月日 1990年7月22日
飛行経歴	無人航空機の種類別に、10時間以上の飛行経歴を有している。	-
知識	法令及び安全飛行に関する知識を有している。 機体等の点検に関する知識を有している。	認 認 無人航空従事者試験2級合格 特任機体整備能力(DIYプログラム)
能力	飛行前の安全確認に関する能力を有している。 GPS等の機能を利用せずに安定した離着陸及び飛行を行う能力を有している。 自動操縦システムにおいて適切な飛行経路を設定する能力を有している。 自動飛行中の有事に際して、適切に操作介入する能力を有している。	認 - - - 無人航空従事者試験2級合格 無人航空従事者試験2級合格 認定団体名「JAREX」所属 認定団体名「JAREX」所属 認定団体名「JAREX」所属

「認」認定項目 「-」未審査項目 「不」不可項目

※本証明書は、ドローン検定会が定める適合基準に該当することを証明するものです。
※本証明書の発行によって許可申請等における審査が免除されるものではありません。
※許可・承認申請の際には、本証明書と別に「無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書」も提出する必要があります。

証明書発行日：
証明する者：ドローン検定会株式会社
代表取締役 会長 田中 克之
本件に関する問い合わせ先 0942-85-9735

無人航空従事者試験2級合格 + 連携団体が実施する講習会受講

能力(技術的)に関する証明は、連携する団体が実施する講習会等を受講するか、各団体が実施する技能試験に合格することで認定しています。

無人航空機に関する
飛行経歴・知識・能力を有することの証明書

登録番号 JA000123456789	氏名 検定 太郎	生年月日 1990年7月22日
飛行経歴	無人航空機の種類別に、10時間以上の飛行経歴を有している。	-
知識	法令及び安全飛行に関する知識を有している。 機体等の点検に関する知識を有している。	認 認 無人航空従事者試験2級合格 特任機体整備能力(DIYプログラム)
能力	飛行前の安全確認に関する能力を有している。 GPS等の機能を利用せずに安定した離着陸及び飛行を行う能力を有している。 自動操縦システムにおいて適切な飛行経路を設定する能力を有している。 自動飛行中の有事に際して、適切に操作介入する能力を有している。	認 認 認定団体名「JAREX」所属 認定団体名「JAREX」所属 認定団体名「JAREX」所属 認定団体名「JAREX」所属

「認」認定項目 「-」未審査項目 「不」不可項目

※本証明書は、ドローン検定会が定める適合基準に該当することを証明するものです。
※本証明書の発行によって許可申請等における審査が免除されるものではありません。
※許可・承認申請の際には、本証明書と別に「無人航空機を飛行させる者に関する飛行経歴・知識・能力確認書」も提出する必要があります。

証明書発行日：
証明する者：ドローン検定会株式会社
代表取締役 会長 田中 克之
本件に関する問い合わせ先 0942-85-9735

民間の団体が連携することで、
全国で統一された能力証明ができる

今後の課題（JAREXとしての提案）

- 民間団体が実施する各種認定試験や技能講習会における認定水準をどう定めるか。
 - 他の資格試験や講習会（例えば、特定操縦技能審査など）を参考に民間レベルで実施できる水準を定める
- 民間団体が実施する講習会などに法的根拠を定めるべきではないか。
 - 現状では、講習会参加などへの法的根拠がないため、かならずしも、すべての無人航空機操縦者が第三者からの指導を受けていない可能性がある。
- 飛行経験の認定をどう進めるべきか。
 - 飛行経験10時間に含まれる具体的な内容を定める必要がある。今後は、フライトログが根拠になると思われるが、（許可承認申請において）いつごろからフライトログの提出を求める予定か公示すべき。
- 事故に関する情報の共有を行うべきではないか。
 - 事故情報を共有することで、操縦者への（同様の事故が起こらないように）注意喚起ができ、無人航空機取扱者の能力向上につながると思われる。この実現に向けて、事故発生時の調査および報告を徹底させ、その窓口やサポートを充実させるべきだと考える。

民間で行える事項を精査明確化し
民間事業を活発化させることが重要

■ラジコン協会の取組（事業概要）

1. ラジコン用発振器の標準規格適合証明事業（認定事業）

昭和60年（1985年）ラジコン専用電波の割当に合わせて協会を設立
40MHz帯、72・73MHz帯プロポについて、協会の標準規格に適合している
ことを確認した機種に対して、証明シールを発給

2. ラジコン用装置（2.4GHz帯）の登録事業

平成20年（2008年）開始 認証済み2.4GHz帯プロポを登録（共存調査）

3. ラジコン操縦士登録事業（ラジコン保険）

昭和60年（1985年）開始 ラジコン操縦士の登録制度（ラジコン保険）

4. ラジコンインストラクター・安全指導員認定事業

平成17年（2005年）開始 ラジコン初心者やラジコンクラブ内の指導体制の
確立、認定試験に併せて講習会を開催

■ラジコン協会の取組（認定事業）

1. ラジコン用発振器（プロポ）の認定事業

ラジコン用周波数の使用基準

ホビー用									産業用			
27MHz帯 昭和32年8月3日			40MHz帯 昭和59年11月24日			72MHz帯 平成7年2月28日			73MHz帯 平成7年2月28日			
周波数 (MHz)	バンド 番号	用途	周波数 (MHz)	バンド 番号	用途	周波数 (MHz)	バンド 番号	用途	周波数 (MHz)	用途		
26.975	01	地上用 水上用	40.61	61	地上用 水上用	72.13	17	上空用	73.22	地上用 水上用		
26.995	02		40.63	63		72.15	18		*73.23			
27.025	03		40.65	65		72.17	19		73.24			
27.045	04		40.67	67		72.19	20		73.26	上空用		
27.075	05		40.69	69		72.21	21		*73.27			
27.095	06		40.71	71		72.79	50		73.28			
27.125	07		40.73	73		72.81	51		*73.29			
27.145	08		40.75	75		72.83	52		73.30			
27.175	09		40.77	77		72.85	53		*73.31			
27.195	10		40.79	79		72.87	54		73.32			
27.225	11		上空用	40.81		81	(注)産業用ラジコン周波数 * 印の産業用周波数は、 平成16年3月26日増波割当て					
27.255	12			40.83		83						
		40.85		85								

(注)27MHz帯プロポの認定事業は、日本ラジコン模型工業会が実施

■ラジコン協会の取組（認定事業）

1. ラジコン用発振器（プロポ）の認定事業

ラジコン専用電波（40MHz帯と72MHz帯・73MHz帯）のラジコン用発振器が協会の標準規格に適合していることを証明し、認定機種にシールを発給

認定証明シールの例



第1種（上空用）



第2種（上空用）

産業用



第1種（上空用）



第2種（上空用）

ホビー用

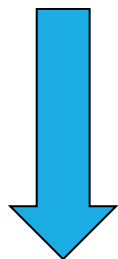
ホビー用：上空用	第1種（AX）、	第2種（BX）、	第3種（CX）
地上・水上用	第1種（AY）、	第2種（BY）、	第3種（CY）
産業用：上空用	第1種（AS）、	第2種（BS）、	第3種（CS）
地上・水上用	第1種（AG）、	第2種（BG）、	第3種（CG）

■ラジコン協会の取組（登録事業）

2. ラジコン用装置（2.4GHz帯プロポ）の登録事業

2.4GHz帯プロポは、工事設計認証があれば、無線局免許不要で使用可能
混信に強い変調方式を採用（従来のバンド管理の手間が不要）

⇒ 平成20年頃から急速に普及



メーカー、機種によって制御チャンネル数や変調方式が異なることから、当初、機種によって電源が入らなかったり、ホールド（不動作や遅延）などの現象が発生

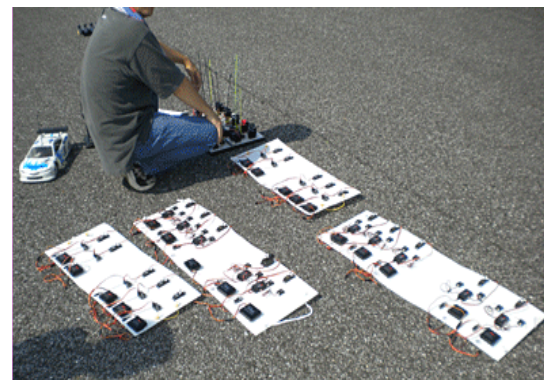
認証を得たプロポについて、各メーカーの理解と協力を得て

協会では、プロポ全体の操作性や動作の確認のほか、複数台を同時に運用した場合の共存性について調査を実施し、合格した機種に登録シールを発給して、協会の推奨機種として普及を図っている。

■ラジコン協会の取組（登録事業：共存調査）

2. ラジコン用装置（2.4GHz帯プロポ）の登録事業

2.4GHz帯プロポの認証を前提として、（一財）日本ラジコン電波安全協会がラジコンの安全運用確保のために、共存調査を実施。



登録機種にシールを発給（認証と共存調査実施済みの証）。

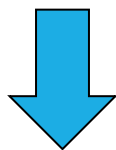


■ラジコン協会の取組（ラジコン操縦士登録事業）

3. ラジコン操縦士登録事業

- ラジコン用電波の利用状況の把握管理
- ラジコン運用者としての責任の自覚
- 安全対策としてのラジコン保険加入
- ラジコンの健全な普及発展

→ 協会設立当初から取り組み、操縦士登録管理用システムを開発して昭和60年度（1985年度）から導入



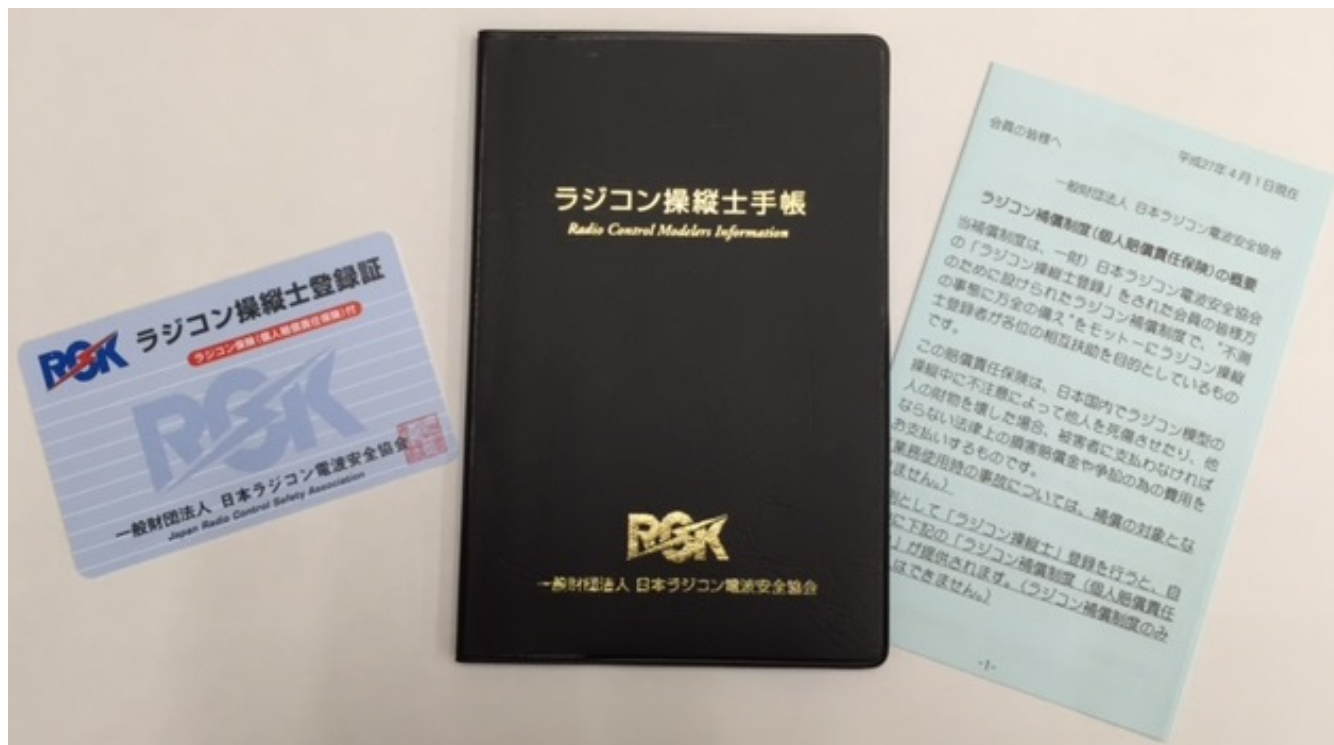
現在、約2万人が登録

※ 操縦士登録料は、ラジコン保険料込みで2年間4,500円

■ラジコン協会の取組（ラジコン操縦士登録事業）

3. ラジコン操縦士登録事業

登録者には、ラジコン操縦士登録カードとラジコン操縦士手帳、ラジコン補償制度（個人賠償責任保険）の概要チラシを送付。



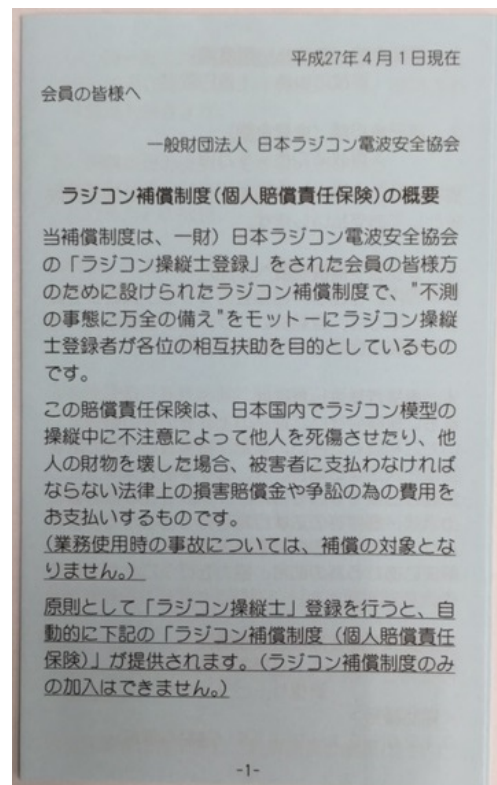
■ラジコン協会の取組（ラジコン操縦士登録事業）

3. ラジコン操縦士登録事業

ラジコン操縦士登録を行うと、ラジコン保険（AIU損害保険）に加入可能。

ラジコン保険の概要

- 保険金額（限度額）
対人・対物損害
1事故につき 1億円
- 自己負担額（免責金額）
1事故につき 5万円
- 保険期間
2年間（操縦士登録と同じ）



※ 多くのラジコン競技会で、協会認定・登録プロポの使用と保険加入が参加条件。

■ラジコン協会の取組（インストラクター制度）

4. ラジコンインストラクター・安全指導員認定制度

ラジコンインストラクター：

ラジコン入門者に、ラジコンに関するルール・マナー、電波及び模型の知識、安全な操縦技術等を指導

→ ラジコンの適正かつ安全な運用確保と健全な普及発展

ラジコン安全指導員：

ラジコン用電波に関する正しい知識等の周知啓発

ラジコン模型の安全指導

ラジコン模型のトラブルに関する調整と混信・妨害の調査

→ ラジコンクラブにおけるラジコンの安全運用

■ラジコン協会の取組（インストラクター制度）

4. ラジコンインストラクター・安全指導員認定制度

資格と要件

資格の種類 飛行機(P)、グライダー(G)、ヘリコプター(H)の3種目

認定要件


- ・ラジコンに関する知識と操縦技術に優れた者
- ・ラジコンクラブ(と登録模型店)の推薦を受けた健全な人格者
- ・指導する飛行場が確保できる者
- ・ラジコン操縦士登録者
- ・ラジコン保険加入者
- ・認定試験に合格し当協会の理事長が認定した者

操縦技術
(目安)

- ・(P) 日本無線航空会「スポーツマン級」程度
- ・(G) 日本RCグライダー協会「滑空記章C章」程度
- ・(H) 日本模型航空連盟「C級」程度

■ラジコン協会の取組（インストラクター制度）

4. ラジコンインストラクター・安全指導員認定制度

平成17年度から認定試験を実施  延べ531名が合格
(延べ176名が登録)

実施時期 毎年4月～11月

実施場所 全国 8～9カ所（模型店やラジコンクラブの飛行場を借用）

インストラクター認定試験と同じ会場で、講習会を実施

- ・インストラクターが初心者に指導する際の指導要領を詳細に説明
（上達に向けた指導手順や初心者が陥りやすい事故などの注意点）
 - ・ラジコン模型に関する最新情報
2. 4GHz帯プロポの注意点、リポバッテリーの注意点
昨年は、ドローンに関する法令、運用上の注意点など
- ※ この講習会は、インストラクター以外も無料で受講可能

自律飛行型ドローンにおける操縦者の資格について

プロポ等を用いたマニュアルによるドローンには厳格な操縦資格が課されるべき。
他方、**自律飛行を実現した商業ドローンサービスに厳格な操縦資格は不要**

オペレーションの流れ

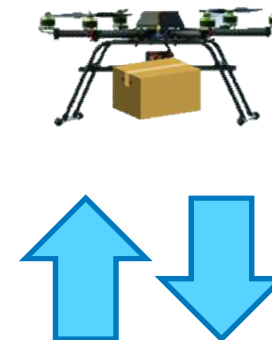
Ex. デリバリー



オペレーターが荷物を積み、ドローンに取り付ける



オペレーターがアプリで配達場所指定・離陸指示



ドローンが自律飛行により配達実施・帰還

➤ 自律飛行(※)のドローンのオペレーターに操縦資格は不要にすべき

⇒ 自律飛行の場合は操縦技術を問われる状況には直面しない

⇒ ドローンを活用したサービスの速やかな普及を妨げないようにする必要

※本件で定義する自律飛行とは、離陸から着陸まで人のプロポを使った操縦を介さず、基本的にはオペレーターが障害物の無い航路を事前に設定し、ドローンがその設定された航路に従って自動で飛行することを想定している。

自律飛行型ドローンにおける安全性の担保について

安全性の担保は極めて重要であり、操縦資格を不要とする前提として、商業ドローンサービスの実施にあたっては、①機体の認証(運用目的に応じて)、②適切な運用体制の構築、③オペレーターに対する必要な教育等を義務化

運用目的によって、求められる機体の安全性能は異なると考えられる。

例:(人が近づけない)火山の調査、限定された私有地内での物品輸送、住居密集地域における配送 等

操縦資格不要の前提条件

①機体の認証

- 運用目的に応じた安全性が認証された商用ドローンの使用
- フェールセーフの徹底
 - パラシュート
 - 離陸地点への自動帰還システム
 - 位置制御演算プログラムの複合アルゴリズムの搭載



Source: <http://www.skyfallx.com/>

②適切な運用体制の構築

- 適切な整備の実施
- 整備記録の保存
- 運行中のモニター監視



③オペレーターに対する教育

- 操縦及び、外部要因を含めた飛行の可否を判断するにあたって必要となる基礎知識についてE-learningを義務化

具体例: 気象情報等

(悪天候の際に飛行させない等の判断が必要)





ガイドラインや自主規制に基づく取り組み

一般社団法人

日本マルチコプター安全推進協会

1	小型無人機の機能及び性能の安全確保策	1. 団体による機能・性能の安全性確認	対象となる機体	業務利用を行う総重量 20kg 以下の電動マルチコプター型 UAV
			安全基準の内容	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全講習にて安全確保の考え方を教育 ● 機体を預かり下記のサービスを行う（予定） ● 電波法の観点での適法検査サービス ● メーカーが準備する点検手順書に沿った点検のサービス（特定モデル） ● 安全基準を満たすと判断した機種には認定を行う（予定）
			立会による実機の検証の有無及び方法	無し
		2. 団体による点検・整備に係る確認制度	点検整備の方法（項目）	機体メーカーの推奨する点検方法の遵守を指導する
			点検整備の時期	機体メーカーの指示に加え、下記の点検を行うように指導する <ul style="list-style-type: none"> ● 定期点検 ● 現場出発前（前日）点検 ● 現場でのフライト前点検 ● 現場でのフライト後点検
			点検整備の記録の作成方法	点検記録簿をつけるように指導 会員向けに提供するウェブシステムにて、点検管理をサポート
		3. 安全性向上に向けた装備や機能		市場にある安全技術を普及・啓発 <ul style="list-style-type: none"> ● FailSafe 思想（例：バッテリーセル、電波圏外の自動帰還など） ● 冗長性設計（例：基板多重化、プロペラ枚数、バッテリー二重化） ● 対環境設計（耐候性、耐塵性、対温度性能） ● 安全装備（例：プロペラガード、パラシュート※1、簡易操縦機能※2）
2	小型無人機を飛行させる者の知識及び技能等の確保策	1. 講習制度	2016 年 4 月より合宿型の安全講習を開校。全国 8 地域で定期的開催	
		2. 知識・記号等の教習・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ● 実務での安全運用実績のある具体的、現実的な安全運用ノウハウをベースにした講習 ● 実技（2 日）、座学（安全運用 1.5 日） ● 座学（電波法関連 0.5 日）、試験（0.5 日） 	
		3. 知識（学科）・技能（実技）等の確認制度	メーカーの異なる 2 機種での実技訓練。手動飛行および自動飛行ルート計画作成技術インストラクターによる技能確認（実技）、テストによる評価（座学）	

小型無人機の 機能及び性能の 安全確保策

1. 飛行前の安全確認の方法	定期点検	<ul style="list-style-type: none"> ● メーカー指定の点検 ● 適法検査
	事前計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 関連法規の確認と、許認可の確認 ● 地形の把握 ● 消耗品の寿命確認 ● 積荷に重量確認（積載能力、運動能力、バッテリー消費率実験・確認作業） ● 操縦者訓練 ● 飛行距離・時間シミュレーション ● 保険の加入 ● 飛行計画の作成 ● 必要なバッテリー本数の確認
	出発前点検（現場へ行く前）	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業時間帯の GNSS（GPS）状態の確認 ● 気象予報確認 ● バッテリーの充電 ● 万一の事故時の連絡先確認、印刷して持参する
	飛行前点検（現場）	<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽嵐の警報が出ていないか確認 ● 現地の地形の確認 ● 周囲の安全確保 ● 安全で水平な離着陸場所確保 ● 気温、温度差（結露）、地上および上空の風速確認 ● 違法電波など電波状況の確認 ● 機体の動作チェック
	飛行中の注意事項	<ul style="list-style-type: none"> ● 低空および上空でのホバリングチェック ● 補助者によるテレメトリー値読み上げ ● 補助者による周囲の安全確保 ● 補助者による操縦者の安全確認
2. 安全飛行管理者、補助者の選定等の安全管理体制		<ul style="list-style-type: none"> ● 補助者は操縦者の代替でもあるので、基本的に操縦者と同等の技能を持つもの ● 操縦者は安全飛行管理の知識を持つべきとの考えから、操縦者＝管理者
3. その他飛行させる者の遵守することを求めている次項	禁止事項	<ul style="list-style-type: none"> ● 補助者無しの単独運用の禁止 ● アルコールや薬物影響下での運用 ● 体調不良時の運用の禁止
	その他	<p>「下山する勇気」</p> <p>機体、操縦者、環境に異常がある際には適切に中止や延期の判断ができる体制の確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 現場で中止の判断権限のある人間がいること ● 中止や延期しても、現場の人間に不利益にならない制度 ● 延期等を見越し、時間的・料金的に十分に余裕のある計画・料金設定 <p>→これらが揃って初めて「適切な中止判断」が可能</p>

機能・性能の安全性確保策

対象となる機体の種類

業務利用を行う総重量 20kg 以下の電動マルチコプター型 UAV

安全基準の内容

安全講習にて
安全確保の考え方を教育



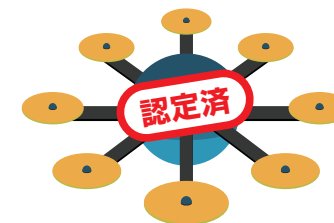
機体を預かり
サービスの提供 予定

電波法の観点での
適法検査サービス

メーカーが準備する
点検手順書に沿った
点検のサービス
(特定モデル)



安全基準を満たすと
判断した機種には認定 予定



立ち合いによる実機の検証等基準適合の確認の有無及び方法

上記の機体の点検（預り）のみの予定

点検・整備にかかる確認制度

点検整備の方法

機体メーカーの推奨する点検方法の遵守を指導

点検整備の時期

機体メーカーの指示に加え、下記の点検を行うように指導

定期点検

現場出発前（前日）点検

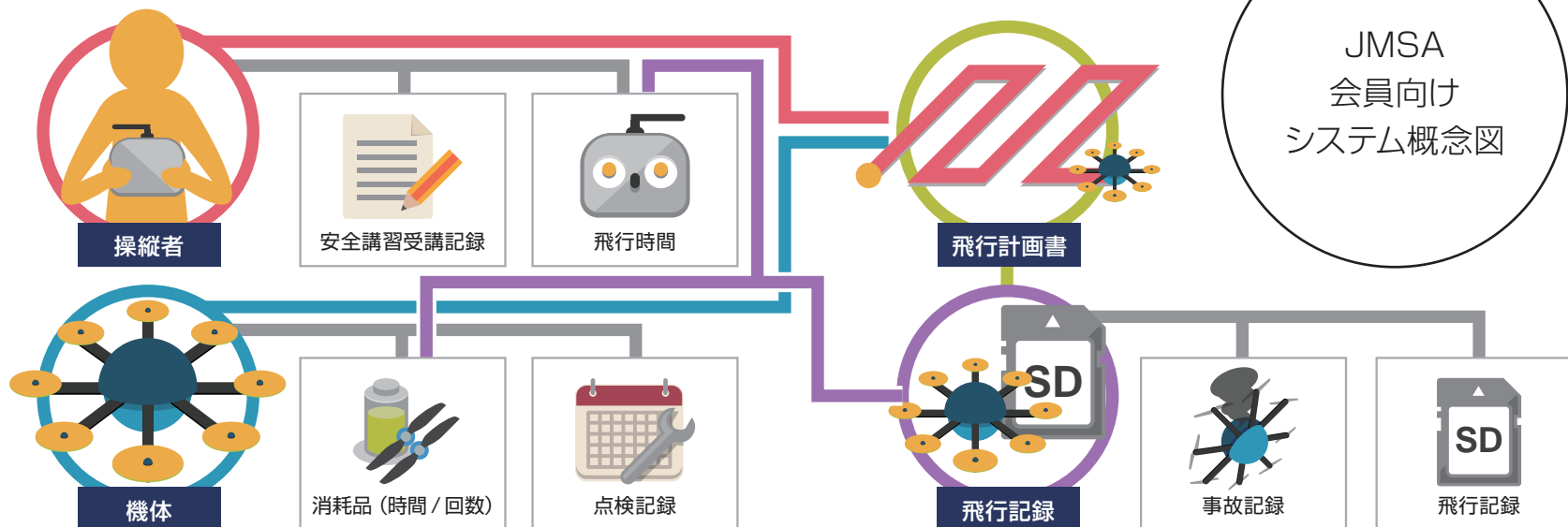
現場でのフライト前点検

現場でのフライト後点検

点検整備の記録の作成方法

点検記録簿をつけるように指導

会員向けに提供するウェブシステムにて、点検管理をサポート



安全性向上に向けた装備や機能

安全技術の紹介・普及・啓発

既に市場にある安全技術を、講演、会報誌、展示会、WEB サイト等のメディアを通じ、広く社会に紹介する

会報マルチコプタープラスレポート



安全装備や機能をメーカーやユーザーに「推奨」

フェイルセーフ思想

- バッテリーセル
- 電波圏外の自動帰還 など

冗長性設計

- 基板多重化
- プロペラ枚数
- バッテリー二重化

対環境設計

- 耐候性
- 耐塵性
- 対温度性能

安全装備

- プロペラガード
- パラシュート（※1）
- 簡易操縦機能（※2）

※1：パラシュートは最低高度、流されるリスクも要考慮

※2：簡易操縦機能は GPS が不安定な時は逆にリスクになりうる

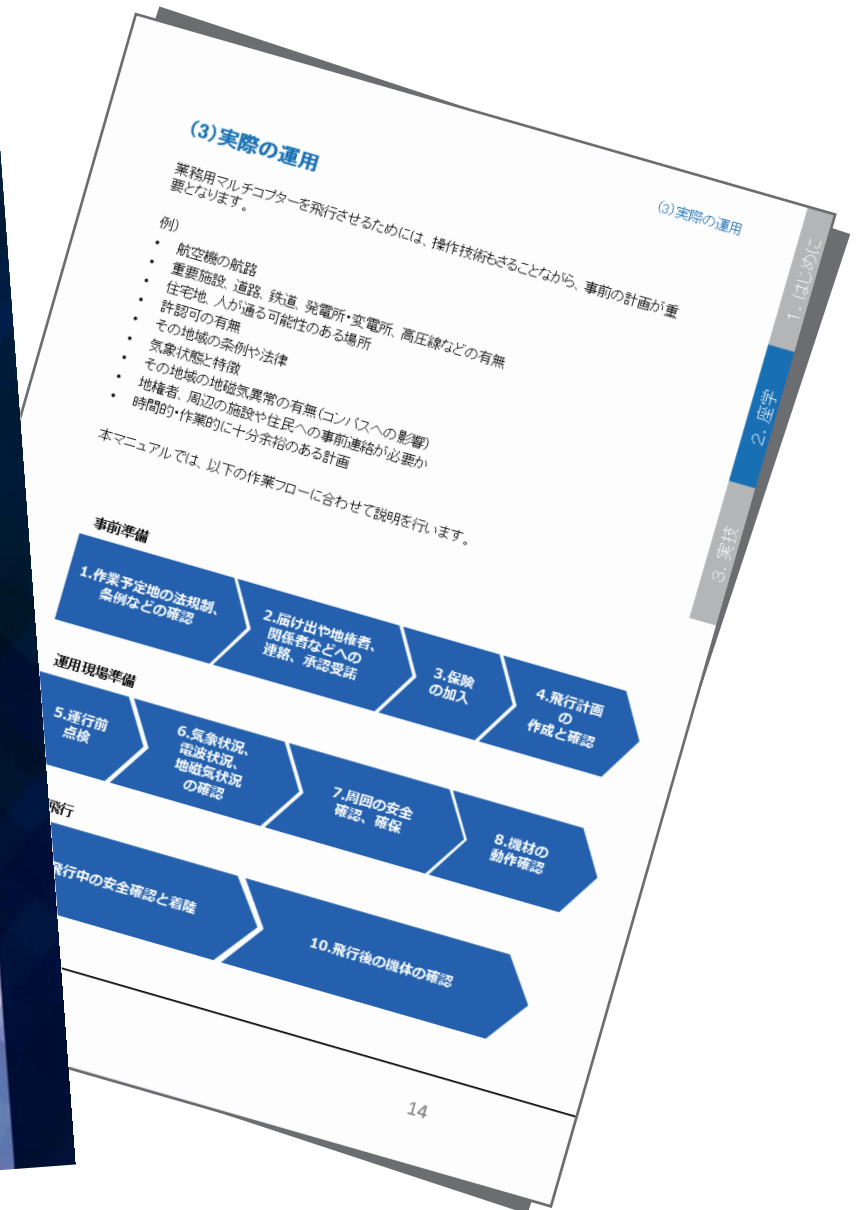
1 講習制度の概要

2016年4月より、全国主要8地域で安全講習を開始
初回は群馬県藤岡市にて開催予定

対 象	>	小型～中型の電動マルチコプターを業務利用する個人または法人
内 容	>	実技（2日）+座学（1.5日）+電波法（0.5日）+試験（0.5日） 試験を行い、合格者には認定書発行
特 徴	>	操縦技術のみでなく、危険予測や運用手順を重視
更 新	>	1年更新時に、更新時講習を実施し、最新情報を伝達



2 知識・技能等の教育・訓練



2 知識・技能等の教育・訓練

1 一般教養

マルチコプター産業インフラの課題
マルチコプターの機体の種類と用途

2 業務用マルチコプターの運用

所有者の心得と準備
人間の能力と操縦
適正と教育

3 実際の運用

事前準備

作業予定地の法規制、条例などの確認
届け出や地権者、関係者などへの連絡、承認受諾
保険の加入
飛行計画の作成と確認

運用現場準備

運行前点検
気象状況、電波状況、地磁気状況の確認
周囲の安全確認、確保
機材の動作確認

運用現場準備

飛行中の安全確認と着陸
飛行後の機体の確認

2 知識・技能等の教育・訓練

電波法関連知識

電波の基本と小型無人機の導入・更新に関する電波法関係の許認可を対象とし、適用の可能性のある許認可事項について、実際の運用に際してその申請・届出等の適否判断ができることが目標

以下、電波法（許認可）教本の目次より抜粋

許認可対応編

法令許認可についての基本事項
小型無人機用無線局の新設・変更

無線申請等許認可対応編※

無線申請許認可に関する基本事項
無線局の免許及び登録
無線設備と技術的具備条件
無線局の検査
無線従事者
無線局の運用・その他

※無線申請等許認可対応編の教本は、ほぼ電波法の構成に従って記載

座学終了後、理解度チェックを実施



知識（学科）・技能（実技）等の確認制度

複数メーカー、複数モデルでの実習

（パニックを回避するため）十分な危険予測訓練と、計器を常に確認する習慣を身に付ける

以下、実技教本の目次より抜粋

実習① 運行前チェック・離陸・着陸

環境チェック
機体の確認
電源確認・接続
プロポの起動
コンパスキャリブレーション
離陸
最終確認
着陸

実習② 前後移動、左右移動

離陸・ホバリング
前進
後退・着陸
実習② 四角飛行（マニュアル操縦機）
実習② 円形飛行
実習③ 自動航行（自動航行機）
フライトプラン確認
WayPoint までの移動・自動航行開始
自動航行終了・着陸



JMSA の安全講習で会員に義務づけ、 もしくは強く推奨している内容（抜粋）

定期点検

メンテナンスと適法検査

事前計画

関連法規の確認と、許認可の確認

地形の把握

消耗品の寿命確認

積荷に重量確認（積載能力、運動能力、バッテリー消費率実験・確認作業）

操縦者訓練

飛行距離・時間シュミレーション

保険の加入

飛行計画の作成

必要なバッテリー本数の確認

出発前点検（現場へ行く前）

作業時間帯の GNSS（GPS）状態の確認

気象予報確認

バッテリーの充電

万一の事故時の連絡先確認、印刷して持参

飛行前点検（現場）

太陽嵐の警報が出ていないか確認

現地の地形の確認

周囲の安全確保

安全で水平な離着陸場所確保

気温、温度差（結露）、地上および上空の風速確認

違法電波など電波状況の確認

機体の動作チェック

飛行後点検（現場）

飛行記録の徹底

消耗品の使用回数・時間確認

飛行中の注意事項

低空および上空でのホバリングチェック

補助者によるテレメトリー値読み上げ

補助者による周囲の安全確保

補助者による操縦者の安全確認

禁止事項

補助者無しの単独運用の禁止

アルコールや薬物影響下での運用

体調不良時の運用の禁止

補助者選定基準

補助者は操縦者の代替でもあるので、基本的に操縦者と同等の技能を持つ者

安全飛行管理者

操縦者は安全飛行管理の知識を持つべきとの考えから、操縦者＝管理者

その他

「下山する勇氣」

機体、操縦者、環境に異常がある際には適切に中止や延期の判断ができる体制の確保

- 現場で中止の判断権限のある人間がいること
- 中止の判断が担当者の不利益にならない制度
- 延期等を見越し、時間的・料金的に十分に余裕のある計画・料金設定



JMSA の基本理念

マルチコプター事故原因の大半は、
整備ミス、準備不足、機器選定ミスなどの
ヒューマンエラー

適切な知識と慎重な運用で、
事故の多くは防ぐことが可能

そのため、小規模事業者でも現実的に運用可能で
十分に安全を担保できる講習を広く提供

添付資料

JMSAの協力会社(知見や事例の提供)でドローン開発会社である
amuse oneself 社による、ドローンの安全設計について資料
「DRONE PROJECT」



AMUSE ONESELF
DRONE PROJECT



真の安全対策とは何か

マルチコプター（ドローン）は、GPS（GNSS）、3軸の加速度計、磁気ジャイロなど、最新のセンサーによって、安定した飛行が可能である。飛行中は機体の姿勢、位置の保持など、秒間に数十から数百回の制御が行われるので、安定性という意味ではマニュアル操作と比較にならない。しかしながら安定と安全はイコールではないので、想定されるトラブルに対する対策を考えておかねばならない。

安全という面で真っ先に言われるのはプロペラガードやパラシュートである。プロペラガードは構造物への接触時、プロペラの破損を避けるためのものであり、人を傷つけない為のものではない。ホビーには有効かもしれないが業務用での有効性は疑問である。パラシュートについても、周囲の状況によっては風に流されるなど、かえって危険な場合がある。

社会の中で飛ばす以上、落ちた時の対策ばかりを考えるのではなく、いかに落ちないかを追求するのが必要だと考える。

INDEX

—————	01 冗長性（飛行耐性）	002
	基板類の故障に対する対策	003
	モーターやプロペラの破損に対する対策	004
	通信障害（混線や外乱）に対する対策	005
	バッテリーの故障に対する対策	006
	GPS（GNSS）の乱れに対する対策	007
	テレメトリー（機体の位置や状態、バッテリー残量を知る為の通信）情報の確実な取得	008
	誤った飛行ルートを入力してしまうことに対する対策	009
—————	02 ドローンカテゴリー分類	010
	タイプ → 用途	011
	墜落時のサイズ・重量による被害 → 操作	012
	飛行時間 → 制限	013
—————	03 ドローンに必要な性能	014
	利用のしやすさ	015
	すぐに落ちない	028
	性能	033

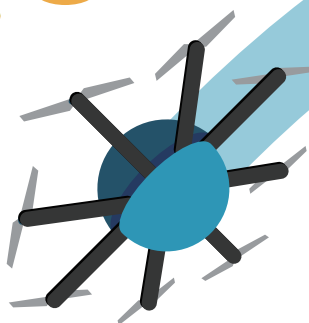
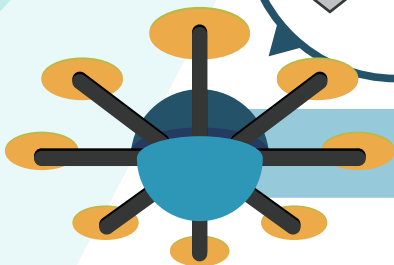
冗長性 (飛行耐性)

01

01

冗長性（飛行耐性）

基板故障でも飛行可能



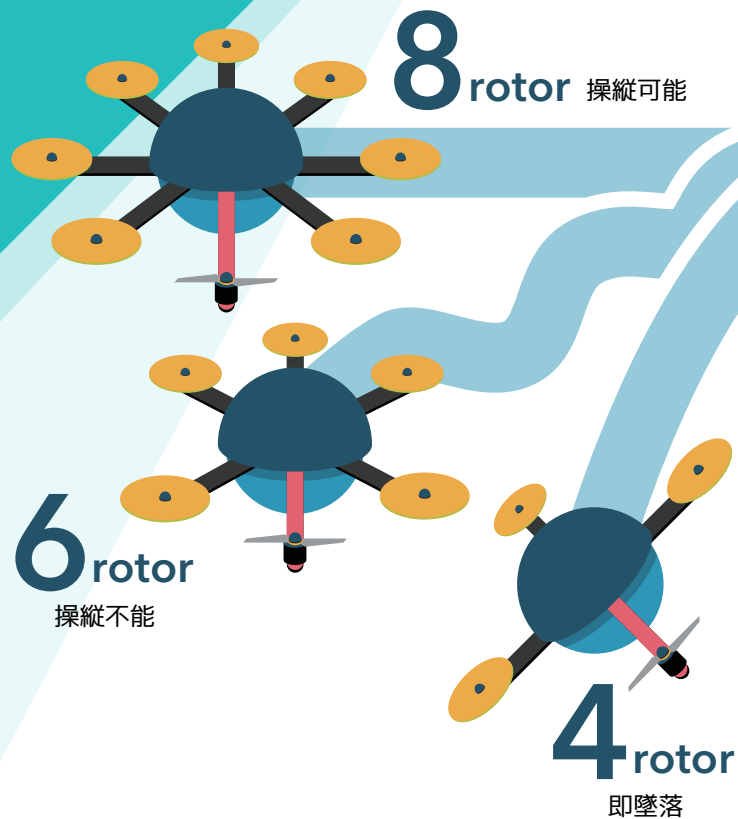
基板故障で即墜落

基板類の故障に対する対策

マルチコプターには GPS (GNSS) 基板、モーターの制御基板、フライトコントローラ基板などがある。いずれも故障した時点で安定した飛行は望めないため、それぞれ 2 枚ずつ搭載する、いわゆる冗長化は必須である。メインユニットが故障した時点で瞬時にサブユニットが起動することにより事故を防ぐ。

01

冗長性（飛行耐性）

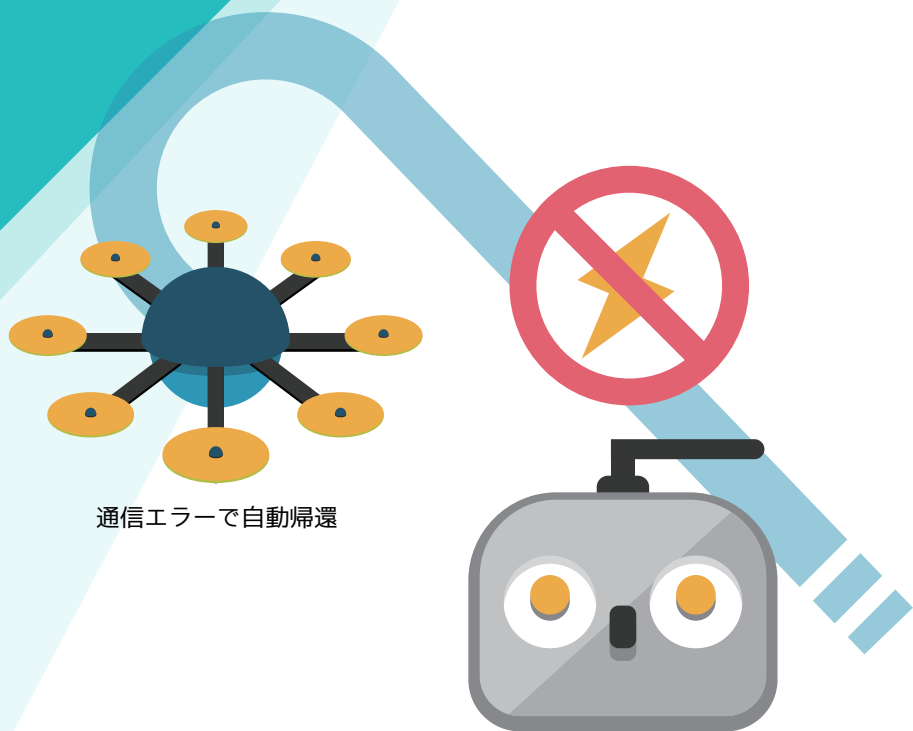


モーターやプロペラの 破損に対する対策

基本的に8組のモーターとプロペラを持ったオクトコプターが必要であると考えます。4組の場合、1組のトラブルで即墜落につながる。6組の場合、即座に墜落事故とはならないが、安定した帰還をさせるのには不安定である。その点、8組の場合は1組、組合せによって2組にトラブルがあっても問題なく帰還させることが可能となる。

01

冗長性（飛行耐性）



通信エラーで自動帰還

通信障害（混線や外乱）に対する対策

通信障害が起きた時、フェールセーフにより自動帰還させる機能は必須である。また外乱ノイズによる障害や、見通しができない場合も同様の機構により安定した帰還が行える必要がある。

01

冗長性（飛行耐性）



並列
デュアルバッテリーで
飛行可能



直列
シングルバッテリーは
即墜落

バッテリーの故障に対する対策

マルチコプターで使用されるバッテリーは基本的にリチウムポリマー電池となる。セル単位での故障やバッテリーそのものの故障が考えられるので内部の駆動電圧に対し入力可能な電圧幅を大きく設けておくことや、バッテリーを複数本並列して使用するのが必須となる。

01

冗長性（飛行耐性）



GPS（GNSS）の乱れに対する対策

GPS（GNSS）の捕捉数によっては安定した位置の算出が不可能となる。この場合、GPS（GNSS）に頼った飛行はかえって危険なので、操縦者にその旨を伝え自動的にマニュアル操作に切り替える必要がある。

01

冗長性（飛行耐性）

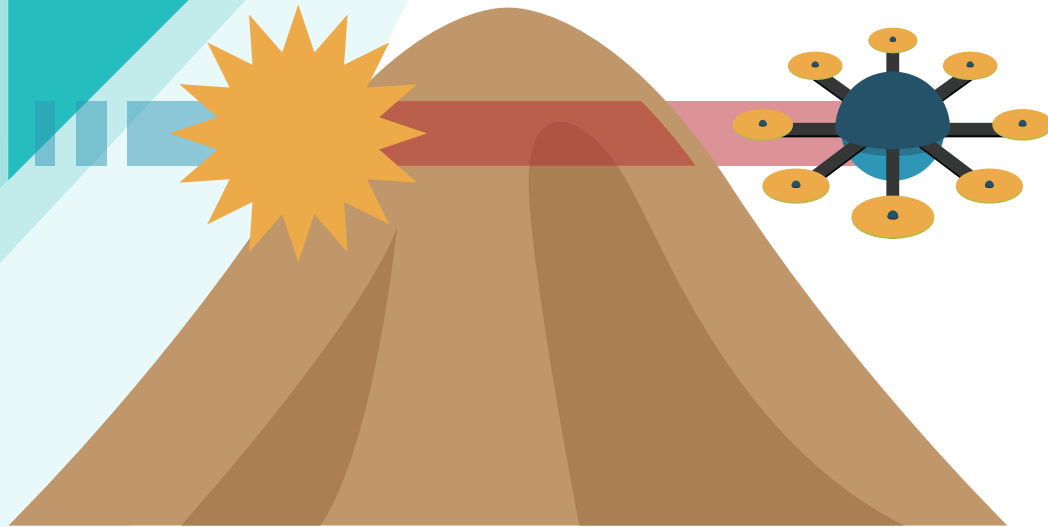


テレメトリー（機体の位置や状態、
バッテリー残量を知る為の通信）
情報の確実な取得

飛行している位置や機体の状態、バッテリーの残量など、常に地上のオペレーターが把握できる必要がある。PC 上に表示された地図上に現在の位置をグラフィカルに表示すると同時に機体の状態が視覚的にわかりやすいよう工夫が必要。

01

冗長性（飛行耐性）



激突など危険なルートを防止する

誤った飛行ルートを入力してしまうことに対する対策

マルチコプターはあらかじめ入力されたルート情報に基づき正確に飛行するが、誤った入力データの場合に於いて基本的に回避機構がないことから、確実なフライトプランが作成できるツールが必要である。PC 内にあらかじめ全国の航空写真や地図情報を保存しておき、カーナビゲーションのように電源 ON で現在位置の表示。画面のタッチパネル操作によりフライト範囲を自動作成するなどの仕組みが必要。また国土地理院の DEM(高さ) データも同時に保存しておき、地表面から設定した離隔をもった飛行ルートを設定されるようにしておかないと衝突事故に繋がる。

ドローンカテゴリー分類

02

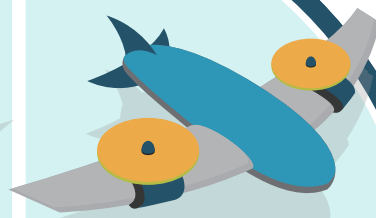
02

カテゴリー分類

タイプ



Fixed Wing
固定翼機



VTOL
垂直離陸機



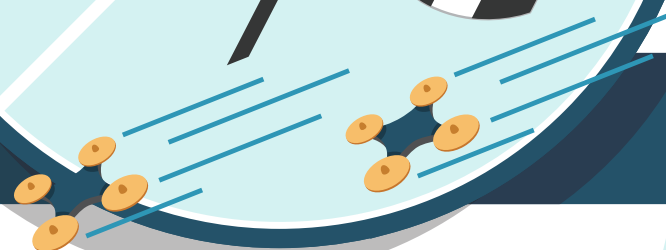
Multicopter
マルチコプター

用途



Business
業務利用

Hobby
趣味



02

カテゴリー分類

墜落時のサイズ・重量による被害



操作



02

カテゴリー分類

飛行時間

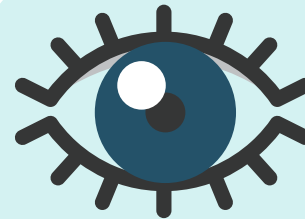


**30 minutes
or less**
30 分以下



**30 minutes
or more**
30 分以上

制限



Visual Flight
有視界飛行

**Out of
Visual Sight**
有視界外飛行



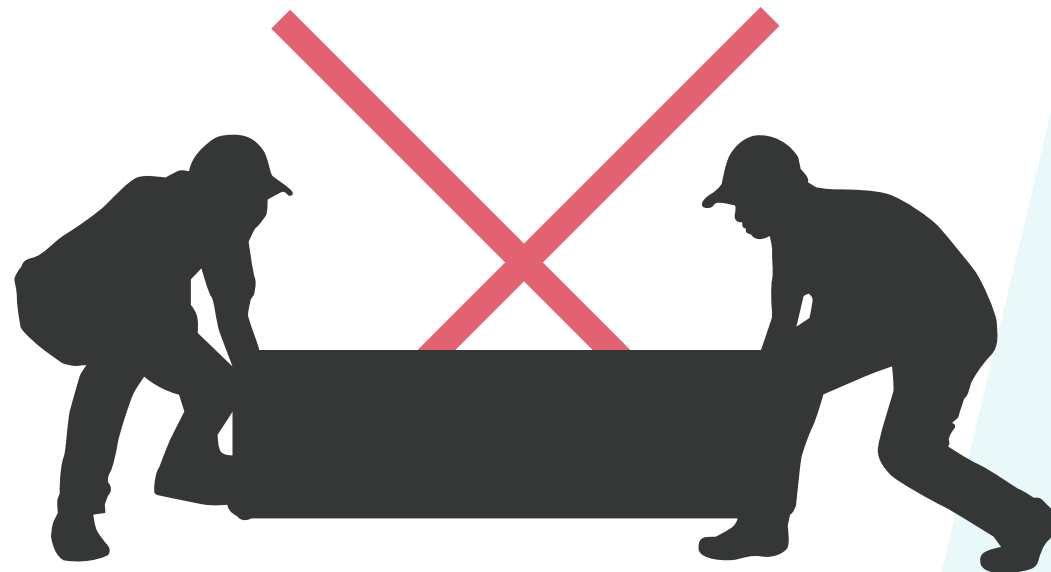
ドローンに必要な性能

03

03

必要な性能

利用のしやすさ



ひとりでの運搬が可能

重量の重いものを運ぶために、大型化機種の開発も進んでいます。

しかし、ひとりで持ち運ぶことが困難なドローンは、利便性や俊敏さを求められる場面で極端に勝手が悪くなります。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



ワンタッチ接続



工具で組立て

本体の組立てやカメラの取付に工具が不要

現地での組立てやカメラ取付けに工具を使用して時間を費やしてしまう機体は災害時など緊急時に向きません。

また、取付けミスが発生する可能性があります。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



現場到着後10分以内にフライトを開始できる

現場に到着後迅速に組立て、バッテリー装着、キャリブレーション、フライトプランの送信、離陸という一連の流れを時間を短縮できる仕組みが必要です。

機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮 (山間部等)
- 空撮 (市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



自動航行の設定が簡単にできる(ネット環境が不要)

災害地や山奥など、ネット環境がない場合が多くあります。

ネット環境に頼らない仕組みと直感的で確実にプランを作成できるアプリケーションが必要です。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



概ね7.5キログラム／1×1m程度の大きさで万が一墜落しても被害が少ない

総重量10kgや1mを超える機体は万が一の墜落時、屋根を突き破ったり、死亡事故につながったりと、飛ばすだけで危険がつきまといます。

被害を軽減する工夫を考慮した機体が必要です。

機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮(山間部等)
- 空撮(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



飛行機にも手荷物として預けることができる

輸送手段の選択肢が多いほど利便性は増します。

移動スピードの一番早い、飛行機に預けることができるサイズの機体はフットワークがよく業務において有利に働きます。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

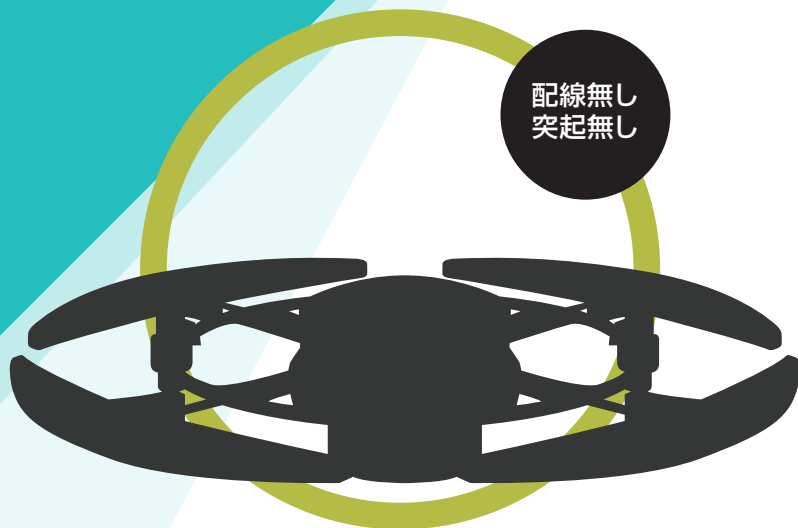
空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



配線無し
突起無し



配線有り
突起有り

配線がむき出し、突起物がある等、見た目に危険なものではない

配線のむき出しは断線や漏電の危険性があります。

突起物は接触時の被害につながります。配線は表には出さず、突起物は無くす機体デザインが必要です。

機能が必要なロケーション



緊急時



被災地の
調査



日常の
調査・測量



空撮
(山間部等)

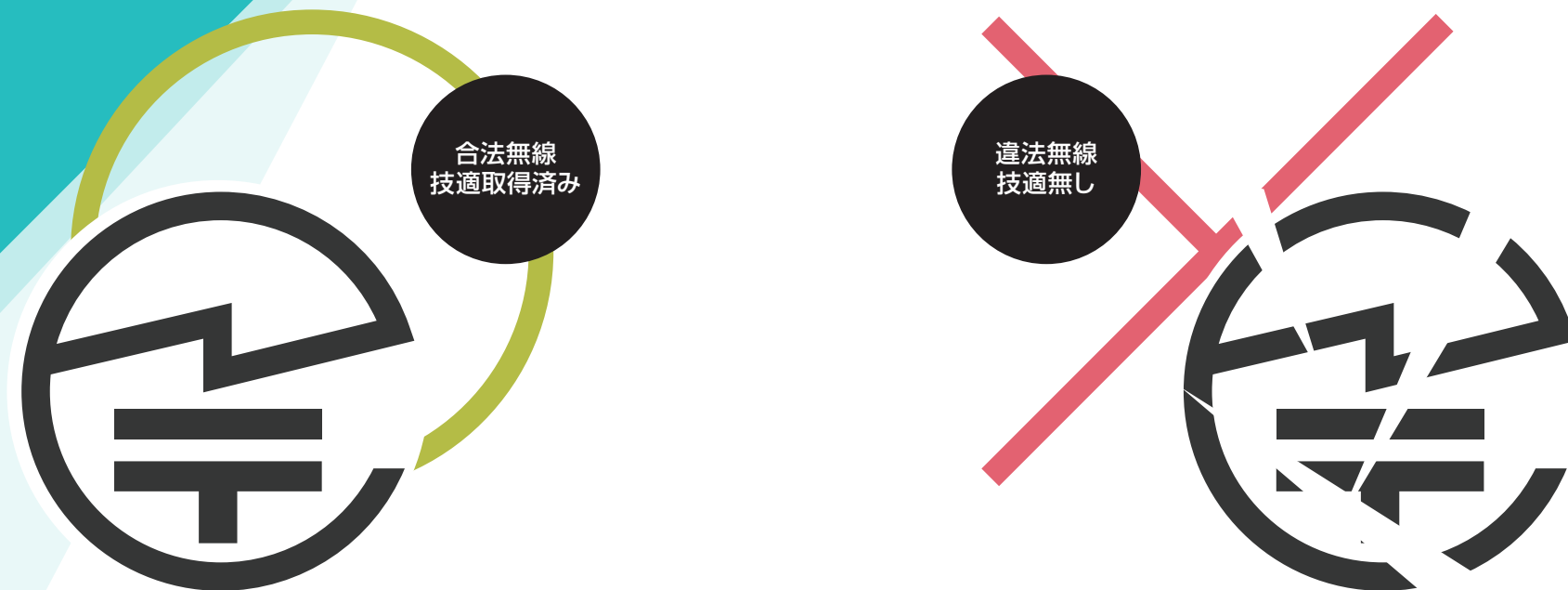


空撮
(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



全ての無線機器が合法で技適が取得されている

無線免許の無いものが特定周波数の無線を使用したり、画像伝送などで技適の取れていない機材を平然と使用し、法律を侵害しているユーザーも存在します。技適取得済みの機材であることは必須です。

機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮 (山間部等)
- 空撮 (市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



サポート体制がある

海外製品の転売やカスタム販売を行っているメーカーには、十分なサポート体制がない場合があります。サポートの無い機体は万が一のトラブルがおきても修理が行えず、解析による機体アップデートができません。問題のある機体が問題のあるまま飛行を続けることは大きな問題です。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の調査

日常の調査・測量

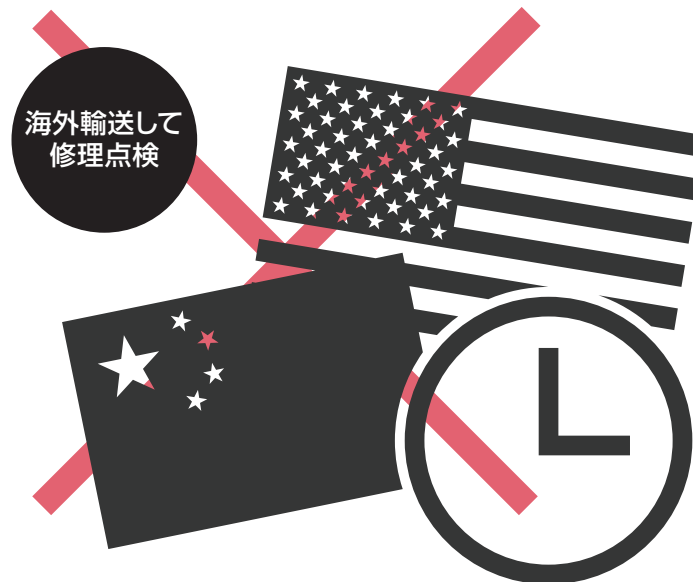
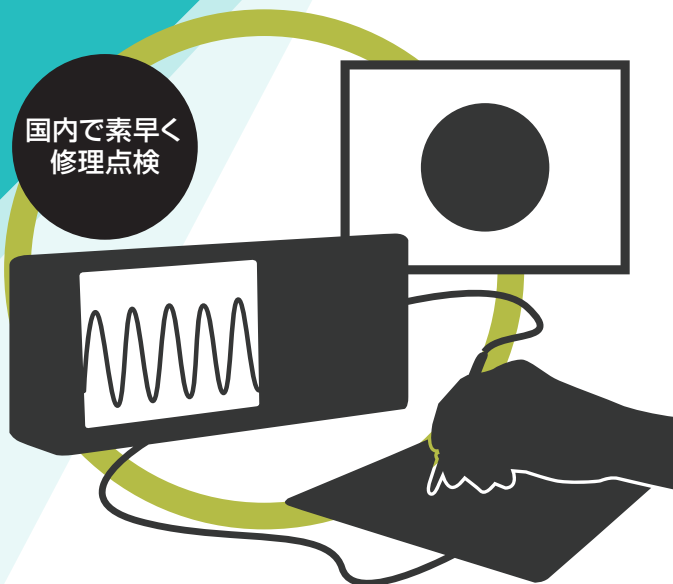
空撮(山間部等)

空撮(市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



修理点検などが国内で行える

海外製品の転売や海外線品のカスタム販売の場合、メカニカルな部分がすべて海外メーカーに依存します。

国内での整備点検が難しくトラブル時の修理にも膨大な時間が必要となります。

技術の進歩と安定した供給のためにも国内で修理点検が行える機体である必要があります。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の調査

日常の調査・測量

空撮(山間部等)

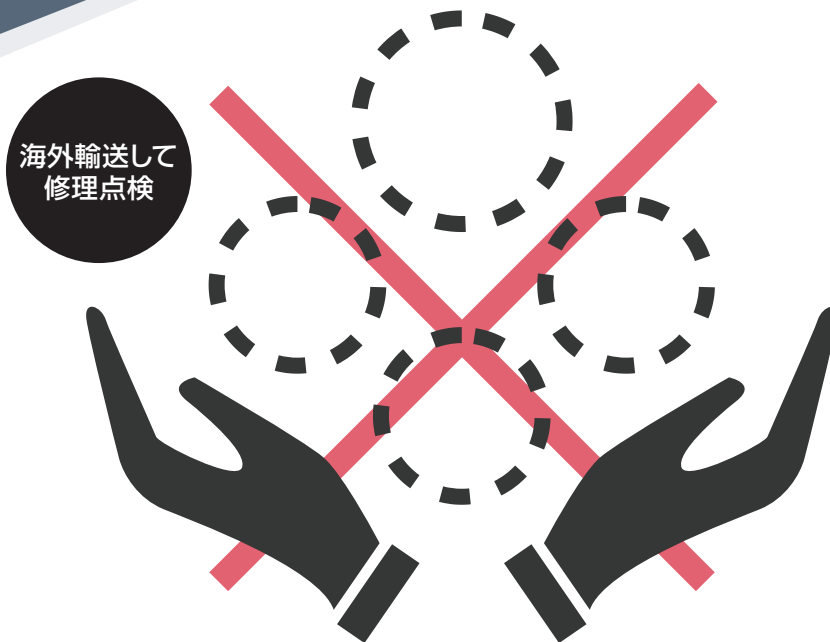
空撮(市街地)

03

必要な性能



利用のしやすさ



対人対物保険や動産保険が適切な金額で加入できる

対人対物保険や動産保険が高すぎる場合、未加入のまま飛行させる業者が横行し、墜落時の補償が一切なく、世間一般のドローンに対する印象が著しく悪い評価になりかねません。意識を高く保つためにも保険は必須となり、負担にならないだけの適切な料金形態で運営していける仕組みが必要です。

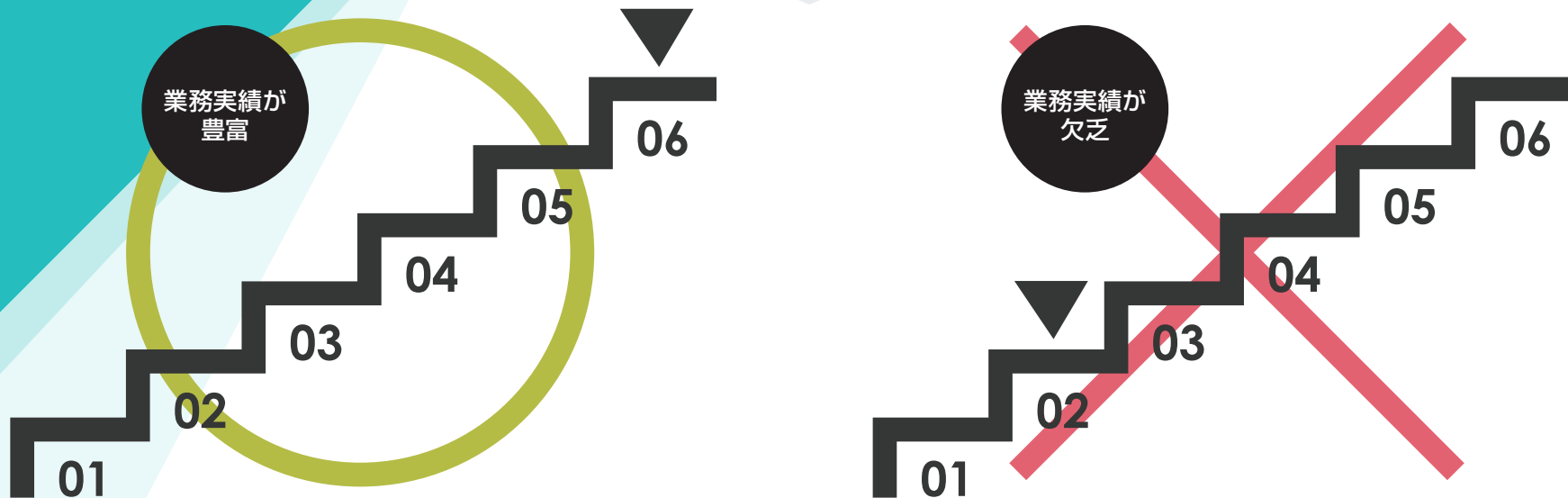
機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮 (山間部等)
- 空撮 (市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ



公的機関からの業務の実績が多数ある機体

安定した機体でなければ技師の育成や成果物のクオリティ向上にはつながりません。
玩具的機体ではなく、公的機関の評価テストに積極的に参加し、かつ一定の評価を得、
さらに、実際の業務面でも多数の実績がある機体である必要があります。

機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮 (山間部等)
- 空撮 (市街地)

03

必要な性能

利用のしやすさ

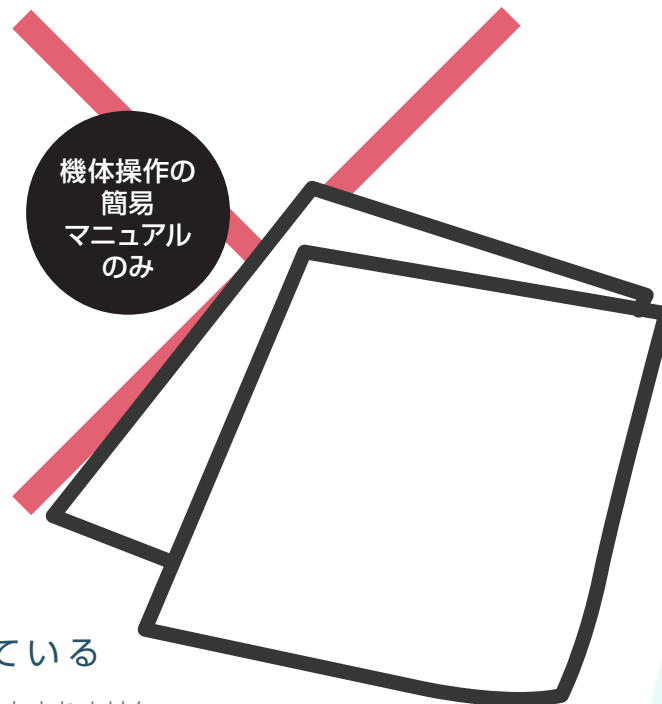
業務に関する
一連の
マニュアルが
ある



詳細なマニュアルが用意されている

市販品の場合、機体の簡易操縦程度のマニュアルしかありません。

機体操作の
簡易
マニュアル
のみ



スキルアップのためにも、フライトプランの組立て方、機体の操作、カメラの設定、データの解析と、業務で運用するための一連のマニュアルが必要不可欠です。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

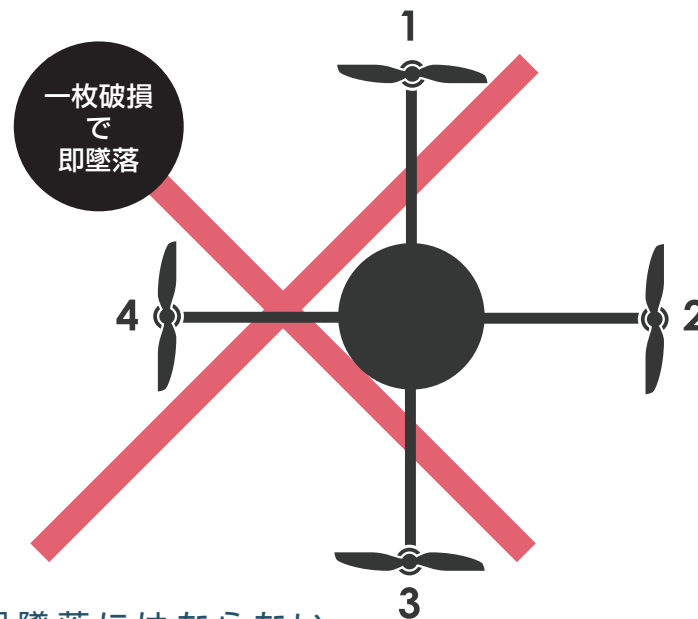
空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

すぐに落ちない



6枚以上のプロペラで1つが破損しても即墜落にはならない

プロペラの生み出す推進力で飛行するドローン。プロペラ枚数の差は墜落のリスクに大きくかわります。

4枚が最低限のバランスを維持できる枚数であり、3枚になるとバランスを崩し、即墜落となります。

したがって4枚のプロペラで飛行しているドローンは冗長性が無く大変危険です。

安全性を高めるためにも6枚以上（可能な限り8枚以上）のプロペラで飛行するドローンを推奨していく必要があります。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の調査

日常の調査・測量

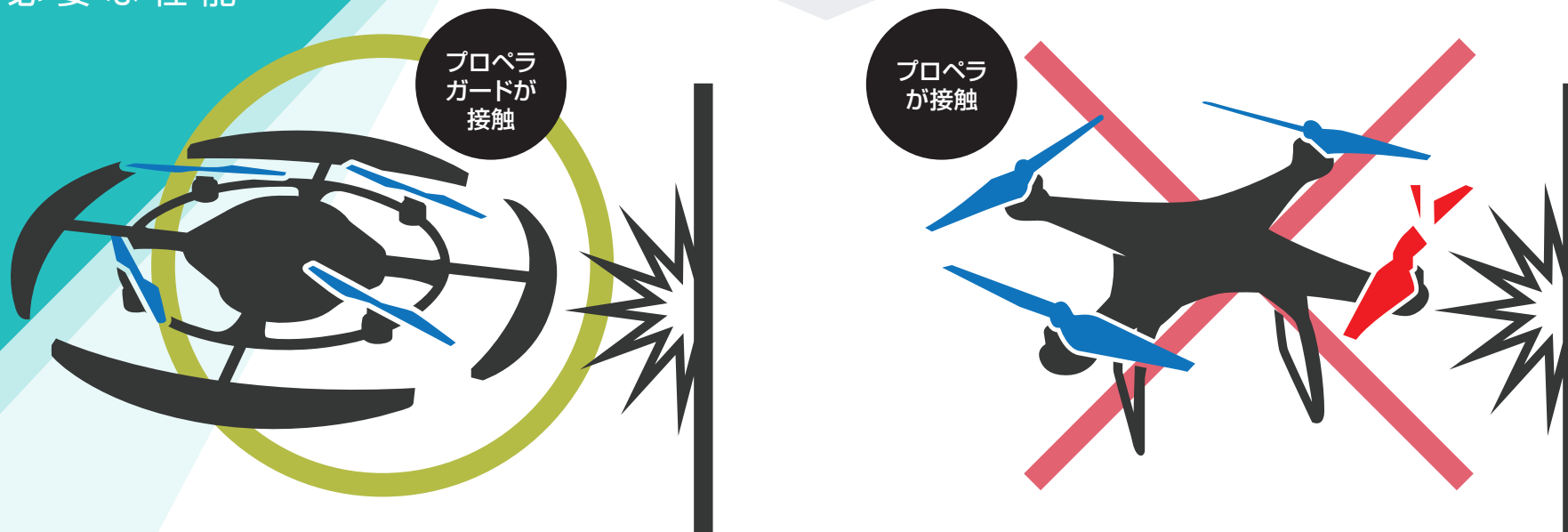
空撮（山間部等）

空撮（市街地）

03

必要な性能

すぐに落ちない



プロペラガードを備え、万が一の壁面、接触時にも即墜落とはならない

プロペラの破損はドローンにとって致命傷となります。

何かの間を飛行させたり、壁面の傍を飛行させると、操作ミスで壁面に接触し、重大な事故につながる可能性があります。

障害物付近の飛行の場合はプロペラを守るガードの装着を義務付ける必要があります。

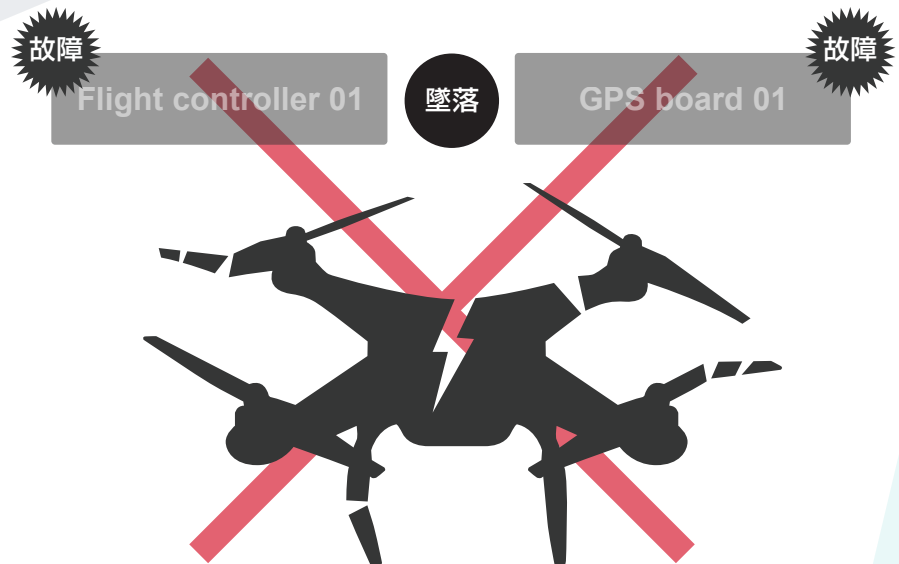
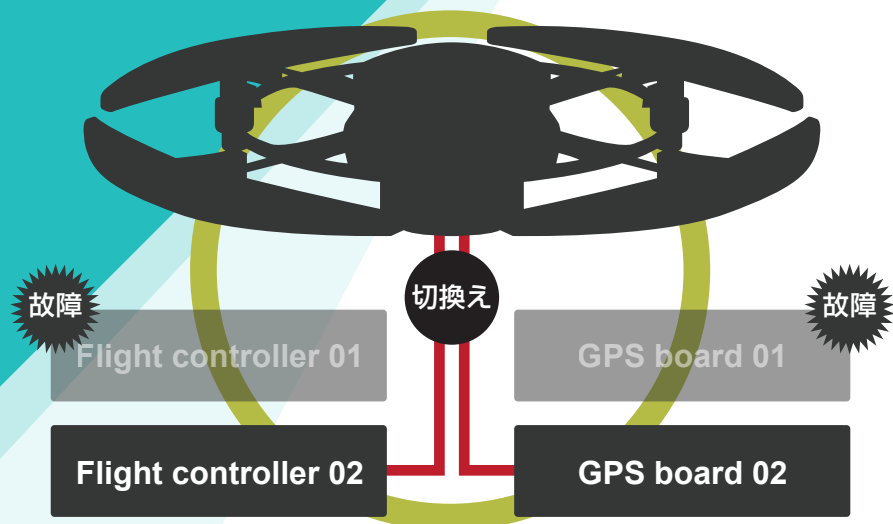
機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮 (山間部等)
- 空撮 (市街地)

03

必要な性能

すぐに落ちない



制御系の基盤やコントローラーが全て2重に搭載されている

基盤の故障やエラーは予告なく突然起こります。

制御系基盤であるフライトコントローラーの故障は操縦不能となり墜落はまぬがれません。

制御系基盤はすべて2重化し片方がエラーを起こした場合、もう片方が補うことで即墜落となることを阻止できます。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の調査

日常の調査・測量

空撮(山間部等)

空撮(市街地)

03

必要な性能



離陸地点に
自動帰還

すぐに落ちない



操作不能
消息不明



安全機構により自動的に帰還する(バッテリー切れ、通信切れ)

通信が途切れた場合やバッテリー電圧の低下、内部回路の故障時など、機体の自己判断により自動的に帰還するフェールセーフ機能は必須です。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

すぐに落ちない



パラシュートなどが装着できる（電力消失時も稼働）

特定の状況下においてはパラシュートの装着は有効です。

機能が必要なロケーション



03

必要な性能

性能



専門職でなくても、フライトや解析処理ができる

これまでのドローンはラジコンに関するの知識や経験がないと飛ばすことが困難でした。
また自動航行のフライトプラン作成についても、ある程度の経験がないと安全なプランを立てることすらできませんでした。
フライトから解析にかかるすべての作業を簡略化し、直感的で簡単に操縦や解析処理が行えるようにする必要があります。

機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮(山間部等)
- 空撮(市街地)

03

必要な性能

性能



最低限のカメラ搭載で概ね30分以上のフライトができる

総フライト可能時間が長ければ長いほど余裕のあるフライト作業ができるようになります。
短時間しか飛ばせない機体はそれだけバッテリー切れによる墜落のリスクが増すので危険です。
1フライト最低30分以上は飛行できる機体が必要だと考えます。

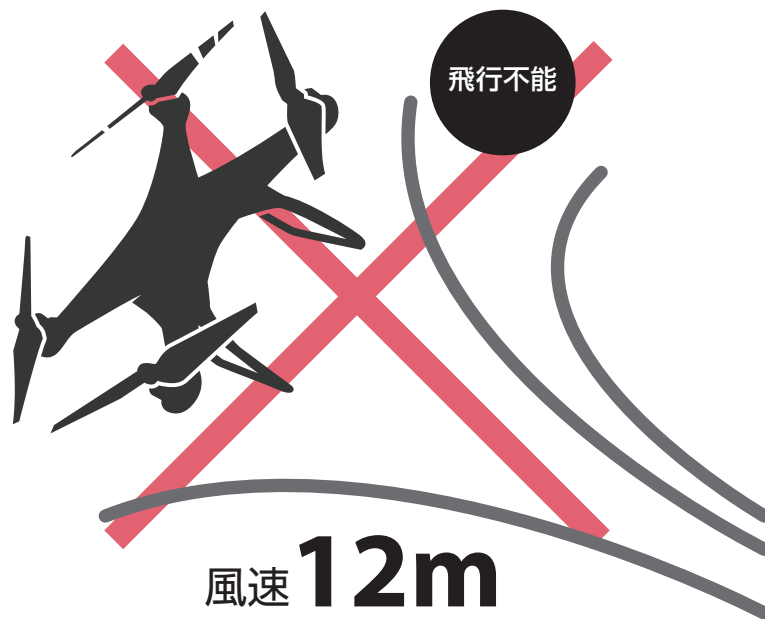
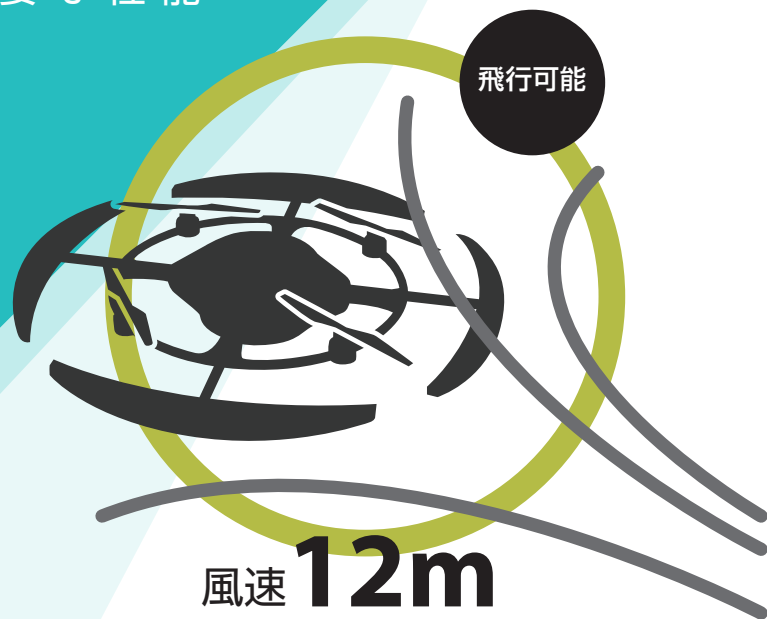
機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮(山間部等)
- 空撮(市街地)

03

必要な性能

性能



風速 12m 以上でもフライトが可能 (万が一の時を想定)

ある程度、強風の中でもフライトが遂行できる機体でないと万が一の緊急事態に対応できません。

もしもの突風に流されてしまう事態も想定されます。風速 12m 程度の環境時も飛行可能なパワフルな機体が必要です。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の調査

日常の調査・測量

空撮 (山間部等)

空撮 (市街地)

03

必要な性能

性能



噴火による災害時など4キロ程度離れた場所の調査も可能

通信距離の長い性能を持つ機体（システム）は、立入規制エリア外からのフライトが可能となり2時災害を防ぐことができます。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の調査

日常の調査・測量

空撮（山間部等）

空撮（市街地）

03

必要な性能

性能



ペイロードに十分な余裕があり（概ね3キロ程度）様々なセンサーが搭載可能

ペイロード（搭載可能重量）が小さい機体では使用できる機材が制限されます。

ペイロードに余裕がないと高性能なカメラやマルチスペクトルカメラ、3D レーザースキャナなど様々なセンサーを搭載することができません。

第一線で活躍できるよう余裕あるペイロードが必要です。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

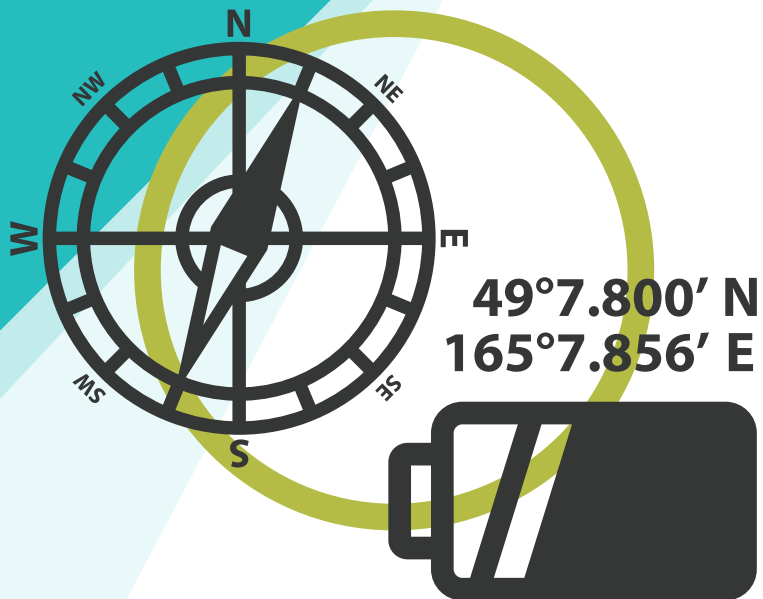
空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能

性能



現在のフライト状況(位置とバッテリー使用量)が常に監視できる

フライト中の位置情報、バッテリー使用量、GPS 補足数、高度や速度など機体の状況を常に監視できなければ
安全なフライトは不可能です。

機能が必要なロケーション

- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮(山間部等)
- 空撮(市街地)

03

必要な性能

性能

飛ばすだけ



別途
測量が必要



飛ばすだけで測量座標系に基づいた成果が取得でき、別途、測量作業が不要

飛ばすだけで測量座標系に基づいた成果（オルソ、3Dモデル、3D点群）が取得でき、

別途測量作業を行わなくても成果物の精度を保つことができる機体が望ましい。

機能が必要なロケーション

緊急時

被災地の
調査

日常の
調査・測量

空撮
(山間部等)

空撮
(市街地)

03

必要な性能



性能



フライトレコーダーを備え、万が一の事故の原因究明ができる

空を飛ぶものであり、業務で使う以上、どのような飛行を行ったのかという記録の取得とその解析が行えなければフライト技術の向上につなげることができないばかりか、万が一の事故時に事故原因の特定ができません。フライトログの取得は必須です。

機能が必要なロケーション

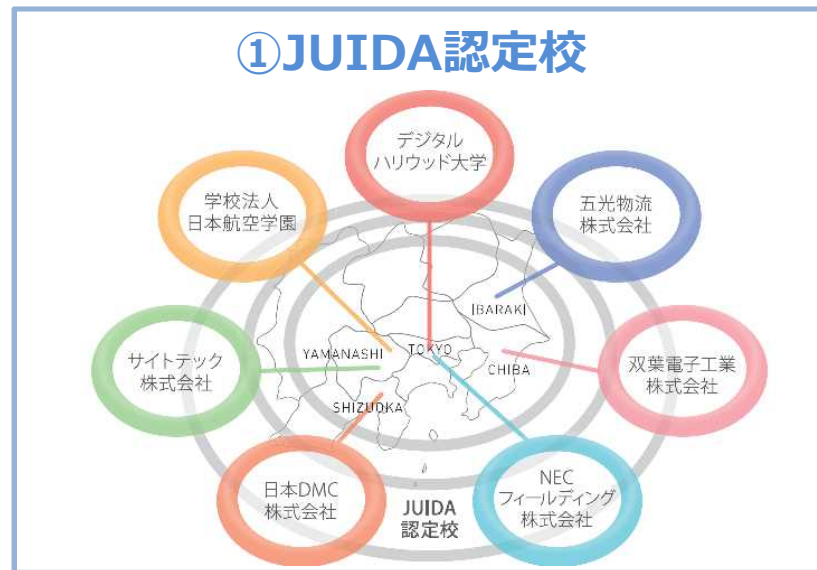
- 緊急時
- 被災地の調査
- 日常の調査・測量
- 空撮 (山間部等)
- 空撮 (市街地)

第3回 官民協議会分科会 資料

一般社団法人 日本UAS産業振興協議会 編

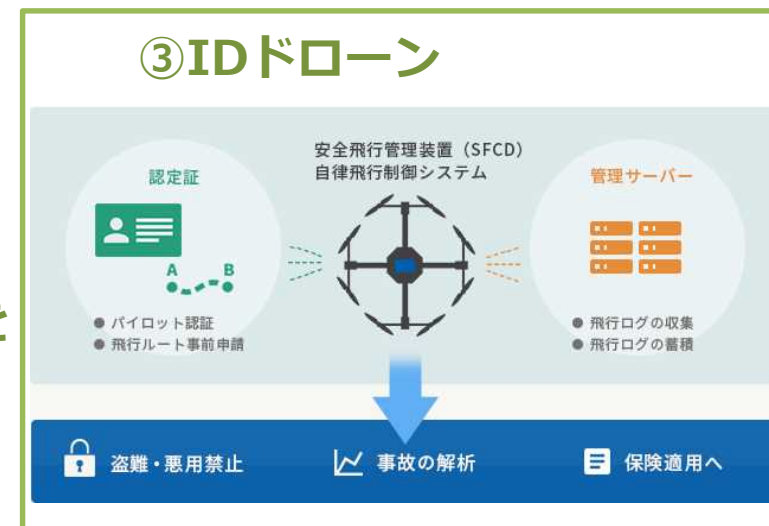


JUIDAの取り組み



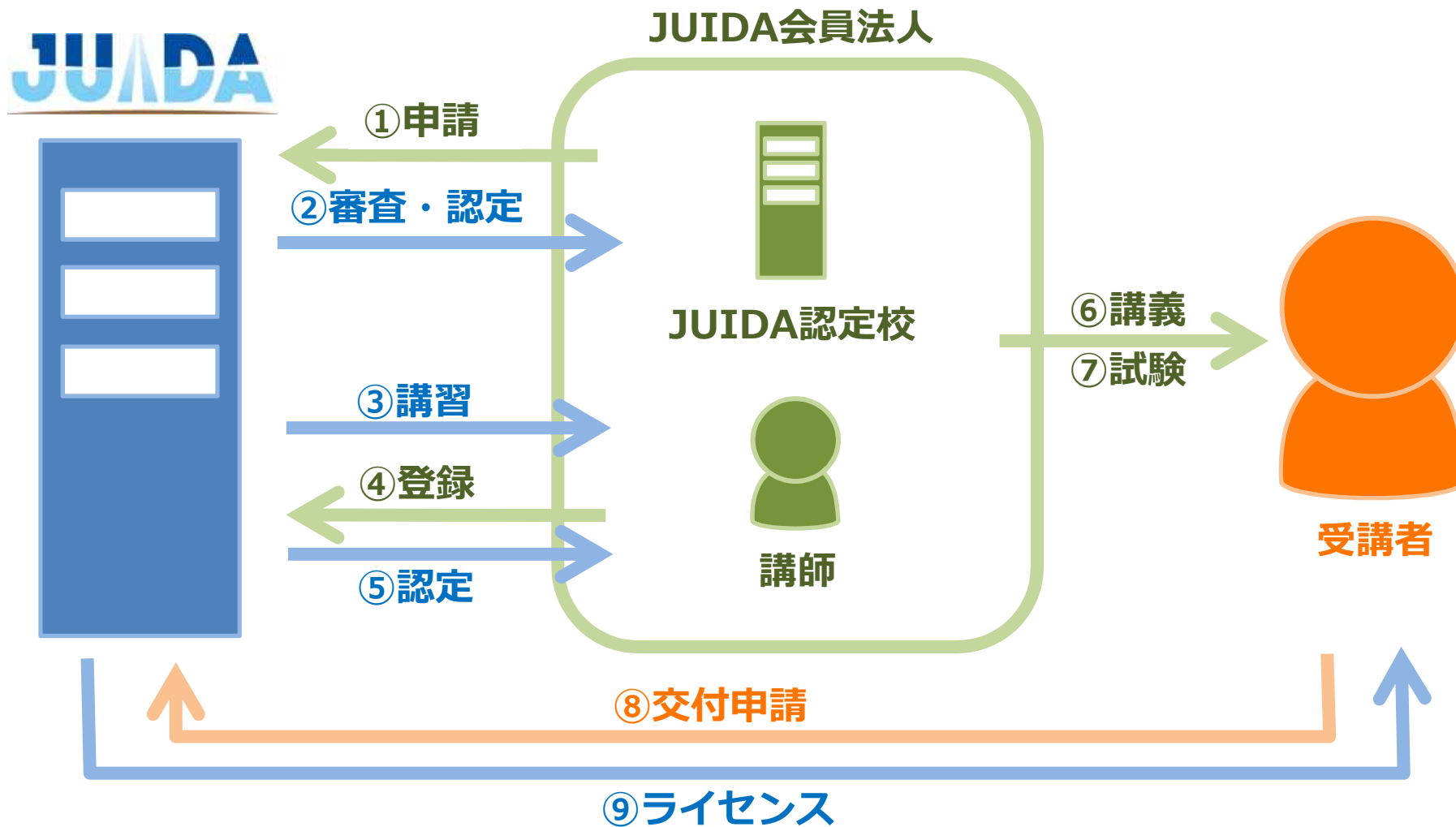
飛行ログで総飛行時間10時間以上を証明

実技で使える練習機



IDと飛行ログをアップロード

① JUIDA認定スクール 及び操縦技能・安全運航管理者資格制度



①-2 JUADA認定スクールの講義

操縦者になるためには

操縦技能（座学）



- ① UAS 概論（歴史・機種・原理、他）
- ② 法律・ルール
- ③ 自然科学（気象・電磁波）
- ④ 技術（構造・制御、他）
- ⑤ 運用（安全・禁止、他）

+

修了試験



操縦技能（技能）



- ① 点検
- ② 手動操縦
- ③ 自動航行

合計 飛行時間 10 時間以上

+

修了試験



安全運航管理者になるためには

安全運航管理者



- ① 安全管理の考え方
- ② 機体・操縦・運用体制の安全
- ③ リスクアセスメント、ハザード

+

JUADA
操縦技能
証明

+

飛行実務の経験

② ドローン専用 飛行支援地図サービス

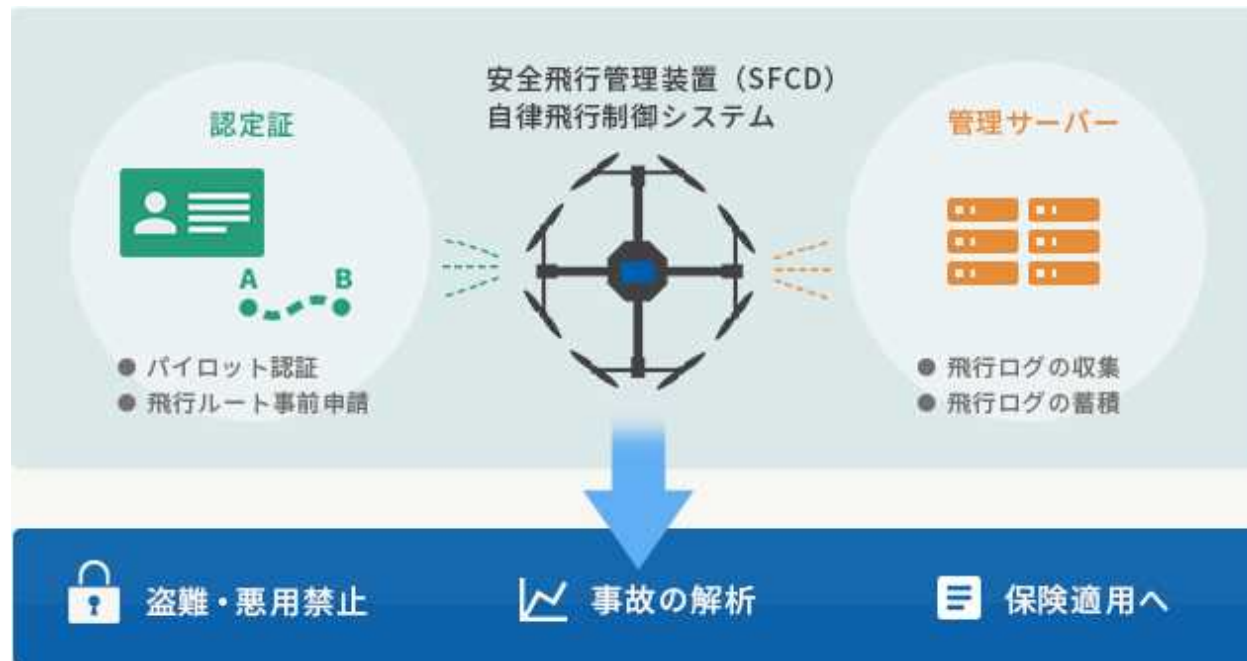
飛行禁止エリア等を表示、日本初のドローン専用地図サービス
JUADA、ゼンリン、ブルーイノベーションの共同開発



実証実験期間：2016年1月26日～2016年3月中旬
サービス開始：2016年4月以降

③安全飛行管理装置（JU/DA推奨）

課題	管理の未整備	・ 操縦者のライセンス、機体認証、飛行ログ管理が未整備。
解決	IDドローン	・ ドローンに搭載可能な安全飛行管理システム ・ 操縦者ライセンス（ICチップカード）をかざす事で、ドローンが起動する鍵の役割を果たし、盗難防止、悪用防止。



(一社)農林水産航空協会の無人 航空機に関する安全確保策の現状

1 小型無人機の機能及び性能の安全確保策

①協会による機能・性能の安全性確認1

○ 対象となる機体の種類

重量区分	翼の種類等	操作方法	メーカーの限定等
制限なし	無人ヘリコプター	遠隔操作	限定なし

①協会による機能・性能の安全性確認2

✓ 機体・散布装置の性能確認(型式認定)

* 新規開発した機体・散布装置の認定

農林水産航空技術企画委員会の審議を経て協会長が認定

* 協会長は、認定を受けた機体について登録

* 登録した機体に「登録番号」を表示

✓ 無人ヘリコプターは毎年定期点検を義務づけ

* 整備事業所の認定:協会長が審査して認定

* 整備士の認定:整備責任者の推薦を受けて協会長が認定

* 定期点検を受けた機体に「定期点検済票」の貼付

①協会による機能・性能の安全性確認3

○基準適合の確認の方法

✓ 製造者立会のもと、協会検査員によるに基づく検査の実施

* 無人ヘリコプター及び散布装置性能確認基準

* 無人ヘリコプター及び散布装置の性能確認検査項目

- ・機体寸法、重量測定検査
- ・離陸性能、着陸性能試験
- ・操作及び運動性確認試験
- ・最大誘導範囲確認試験
- ・電波障害時安全機構確認試験
- ・散布装置落下分散性能確認試験 他

無人ヘリコプターの実施基準

(空中散布等における無人航空機利用技術指導指針)

適用機種：RMAX、RMAX Type II、RMAX Type II G、YH300、AYH-3、FAZER、YF390

適用作物	作業名	散布方法	散布装置の方式	速度(時速)	高度(m)	間隔(m)	使用上の注意事項
水稲、麦類、大豆、かぼちゃ	病害虫防除	液剤少量散布	アトマイザー 又はノズル	10 ～ 20	3～ 4	5又は 7.5	
		液剤散布					
以下略							

機体登録番号の表示



②協会による点検・整備の確認

点検・整備方法	点検整備時期	記録作成方法
<p>認定整備事業所にて製造者指定の点検・整備方法により実施</p> <p>注：認定整備事業所は、製造者指定の整備事業所でもある</p>	<ul style="list-style-type: none">・機体：1年に1回・装備品：整備マニュアルに指定された時間で交換	<p>所定の記録様式に記録の上整備事業者にて保存</p> <p>定期点検実施後「定期点検済票（協会発行）」を機体に貼付</p> <p>定期点検実施状況を毎月協会へ報告</p>

無人ヘリコプターに貼付する証票

産業用無人ヘリコプター 性能確認票

機 体 型 式	
製 造 番 号	
発 行 年 月	年 月
初回定期点検年月	年 月

一般社団法人 農林水産航空協会

産業用無人ヘリコプター 散布装置性能確認票

機 体 型 式	
製 造 番 号	
発 行 年 月	年 月
初回定期点検年月	年 月

一般社団法人 農林水産航空協会

平成 年度

産業用無人ヘリコプター 定期点検済票

有効期限	年 月
------	-----

一般社団法人 農林水産航空協会

平成 年度

産業用無人ヘリコプター 用散布装置定期点検済票

有効期限	年 月
------	-----

一般社団法人 農林水産航空協会

認定整備事業所の表示



③安全性向上に向けた装備・機能

✓フェイルセーフ機能

* 電波障害時ホバリング状態にした後自動的にゆっくり降下。不時着10秒後にエンジン停止

✓速度維持飛行(オートクルーズ)

一定速度を維持して飛行

2 協会によるオペレーターの知識・技能確保策

①教習制度の概要(無人ヘリコプター)1

✓ 教習施設の指定

* 学科教習・実技教習(長辺100^{メートル}以上)の場所、
教習機材の整備]

* 管理責任者、技能認定・管理体制の整備

* 教官の選任

✓ 教官の認定

* 学科指導教官、実技指導教官の別に認定

* 要件を満たす者を施設管理責任者が推薦、協会
長が認定

①教習制度の概要(無人ヘリコプター)2

✓産業用無人ヘリコプター技能認定基準
(通常の教習期間は2週間程度)

* 学科教習

(航空法・農薬取締法等関係法令、無人ヘリコプター利用技術、農薬の安全使用、無人ヘリコプター機体の管理・安全対策等)

* 実技教習

(機体・散布装置の飛行前安全確認、安全な離着陸・ホバリング、安定飛行)

指定教習施設の表示



②知識・技能の教習・訓練

✓ 基本カリキュラムの提示

(通常の教習期間は2週間程度)

* 学科教習

(航空法・農薬取締法等関係法令、無人ヘリコプター利用技術、農薬の安全使用、無人ヘリコプター機体の管理・安全対策等)

* 実技教習

(無人ヘリコプター・散布装置の飛行前安全確認、安全な離着陸・ホバリング、安定飛行)


③知識・技能等の確認

- ✓ 学科教習、操作実技教習の成績が判定基準を上回っている者を施設管理責任者が協会長に推薦
- ✓ 協会長は、第3者の意見を聞いた上でオペレーターとして認定、認定証を交付
- ✓ 有効期間を5年と制限、更新には更新研修の受講を義務づけ

無人ヘリコプターオペレーター技能認定証

産業用無人ヘリコプターオペレーター技能認定証

氏名: 農林太郎 . . . 生
住所:
認定証番号: 0000-0000 一般社団法人 農林水産航空協会
交付年月日: H. . . .
有効期限 年 月 日
技能区分・
操作機種:




注 意 事 項

1. 無人ヘリを操作するときは、認定証を携帯して下さい。
2. 認定証の有効期限の2年前から更新研修を受けることができます。
3. 操作機種が登録抹消された機種での更新はできません。継続するときは、機種拡張して下さい。

産業用無人ヘリコプターオペレーター指導員認定証

氏名: 無人太郎 . . . 生
住所:
認定証番号: 0000-0000 一般社団法人 農林水産航空協会
交付年月日: H. . . .
有効期限 年 月 日
技能区分・操作機種



注 意 事 項

1. 無人ヘリを操作するときは、認定証を携帯して下さい。
2. 認定証の有効期限の2年前から更新研修を受けることができます。
3. 操作機種が登録抹消された機種での更新はできません。継続するときは、機種拡張して下さい。

3 飛行の安全確保体制・運用等

① 飛行前の安全確認

- ✓ 機体・散布装置の動作確認・調整
- ✓ 同一地区内の無人ヘリコプターの使用電波の調整
- ✓ ヘルメット、マスク等保護具の装着
- ✓ ナビゲーターとの連絡調整方法
- ✓ 休息時間の確保

②安全管理体制

- ✓ シーズン前に、オペレーター等を対象に安全研修を実施
- ✓ シーズン前に慣熟飛行を実施
- ✓ 飛行時にはナビゲーターを必ず配置、ナビゲーター用マニュアルを作成配布
- ✓ 飛行前日に障害物、公共機関等、散布に当たり注意すべき場所等をチェック、また、関係者、関係機関等で打合せ

③その他の遵守事項1

- ✓ 航空法に基づく許可・承認の申請
- ✓ 技能認定証、許可・承認書の携行
- ✓ 体調不良のときは散布業務に従事しない
- ✓ 慣熟飛行の実施
- ✓ 労災保険及び損害賠償責任保険への加入促進
- ✓ 空中散布等の実施に関する事前周知
- ✓ 散布地区の地図の作成と事前確認(現地調査)関係者間で情報の共有
- ✓ 危被害防止対策の徹底

③その他の遵守事項2

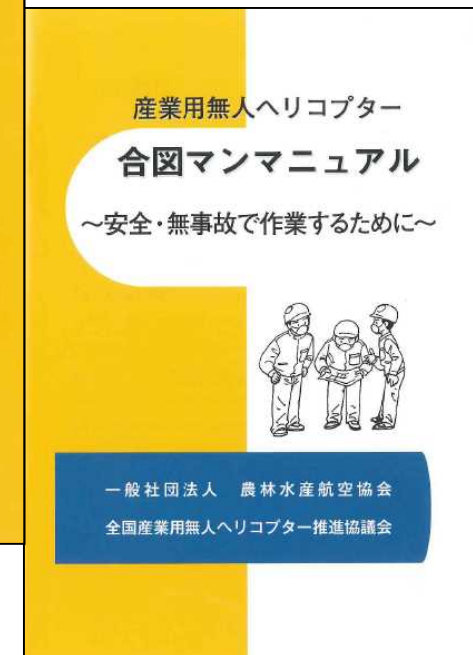
- ✓ 操作技量を見極め散布区域を選定
- ✓ 電線、支線、障害物へ向っての飛行の禁止（これらの場所では平行散布）
- ✓ 悪天候、予測時は飛行を行なわない
- ✓ オペレーター、作業者等と機体の距離は20m
- ✓ 機体とオペレーターとの最大距離は150m
- ✓ 散布しながらの機体引き起し、旋回の禁止
- ✓ オペレーターは農薬取締法上「農薬使用者」、農薬の適正使用を遵守

③その他の遵守事項3

- ✓ 周辺作物等への飛散低減対策の徹底
- ✓ 散布装置洗浄の徹底
- ✓ 農薬使用者は、散布作業内容を記帳し記録
- ✓ 同一地区で複数機を飛行させる際の電波調整
- ✓ 機体、操縦に不具合が発生した場合は安全地帯に降下させる
- ✓ 機体の地上移動時には、機体に衝撃を与えない
- ✓ 機体と送信機を分離し、施錠保管
- ✓ 事故発生時は事故状況に応じて関係機関に報告

○ 「安全対策マニュアル」の活用 (産業用無人ヘリコプターによる病害虫防除実施者のための安全対策マニュアル)

- 1 作業前の安全チェック
- 2 散布飛行の基本
- 3 緊急時の操作
- 4 散布区域の確認と標識
- 5 散布飛行で注意する場所
- 6 2機以上同時に飛行させる時
- 7 合図マン・マニュアル
- 8 無人ヘリの積載能力
- 9 ヘリポートの設置と安全対策
- 10 農薬等資材の選択と安全使用
- 11 散布対象以外の作物や動植物の危被害防止
- 12 自動車の塗装等の危被害防止
- 13 無人ヘリ「安全チェック票」



(合図マンマニュアル・・・安全・無事故で作業するために～)

(参考)

ドローン(マルチローター式無人機)への対応

- ✓ 最近の農業分野へのドローン利用の状況を踏まえ、協会に「新たな農林水産業用回転翼無人航空機の利用に関する検討会」を設置、昨年12月に中間取りまとめ。
- ✓ 農林水産省からの受託事業の一環として、実地試験等の実施と併せて「マルチローター式小型無人機の暫定運行基準案策定検討会」を開催、3月3日(木)に取りまとめ。3月9日(水)に説明会を予定。

安全確保のために行っている自主的取組みのご紹介

取締役（事業推進担当） 嶋田 悟



2016年1月5日

エアロセンス株式会社
Aerosense Inc. 107

1. 機体の機能・性能による安全確保の例

- ① 完全自律飛行（=操縦者不要）
- ② Fail Safe 機能：自動帰還・着陸
- ③ Fail Safe 機能：ジオフェンス
- ④ Fail Safe 機能：着陸地点補正
- ⑤ 簡易マニュアル操作

2. オペレーション管理による安全確保の例

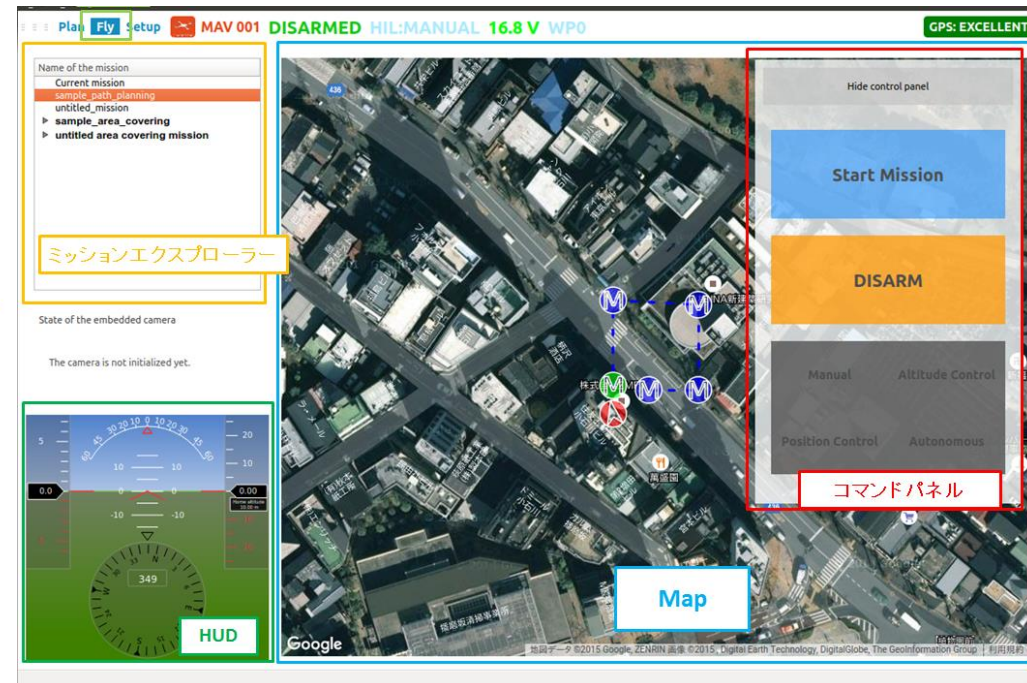
- ① ミッション管理機能
- ② No Fly Zone 設定
- ③ 機能 Disable 設定
- ④ 自動チェック機能
- ⑤ 自社 UAV 管制システム

1-① 完全自律飛行（＝操縦者不要）

◆ GPSセンサ、IMU（慣性計測）センサ、画像センサ等を用いて、完全自律飛行。

AS-MC01-P 各部の名称

制御基地局の管理画面



1-② Fail Safe 機能：自動帰還・着陸

◆ 完全自律飛行中に下記の現象が生じた場合、自動で検知し、自動帰還・着陸。

➤ 無線切断時

- 無線通信が切断された状態が30秒間続いた場合は、通信が接続状態に戻るまで自動的に離陸地点に帰還。
- 無線通信が再接続されると、設定した飛行経路に戻る。

➤ GPS異常検出時

- GPSに異常が発生し、GPSデータが取れなくなった場合は、まず慣性センサによる自己位置推定により数秒間、位置と姿勢を維持。
- その後、GPSデータが取得できなければ、水平位置と姿勢を維持しながらゆっくりと下降し着陸。

➤ バッテリー低下時

- バッテリー電圧が低下し、残量電圧が25%(設定可能)を下回った場合は、機体は離陸地点に帰還し着陸。また、離陸地点の上空に達していない状態で残量電圧が10%(設定可能)以下になった場合は、その位置で着陸。

1-③ Fail Safe 機能 : ジオフェンス

◆ 完全自律飛行中に下記の現象が生じた場合、自動で検知し、空域侵入を防止。

➤ 設定飛行禁止領域内に侵入した場合

- 飛行経路作成時に飛行禁止領域を指定することが可能。
- 機体が飛行中に、設定した飛行禁止領域内への侵入を検知すると、機体はマニュアル操作モードに移行しその場にとどまり続ける。
- マニュアル操作によって機体が飛行禁止領域外へ移動したことが確認できたら、再び自律飛行モードに移行し飛行経路への追従を再開。



1-④ Fail Safe 機能：着陸地点補正

◆ 完全自律飛行中に下記の現象を抑えたい場合、着陸地点を画像認識し、自動補正。

➤ 着陸地点のズレを抑えたい場合

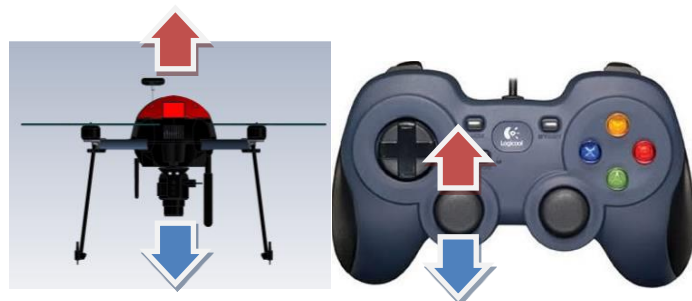
- GPSのズレによる着陸地点のズレを抑えるために、目標着陸地点を画像認識し、自己位置を調整しながら着陸することも可能



1-⑤ 簡易マニュアル操作

◆ 完全自律飛行中に下記の現象が生じた場合、緊急処置として簡易マニュアルで操作。

- 着陸地点に障害物が存在する場合
- 進入禁止エリアに機体が侵入した場合
- 飛行経路上に侵入してきた物体に衝突する危険がある場合



1. 機体の機能・性能による安全確保の例

- ① 完全自律飛行（=操縦者不要）
- ② Fail Safe 機能：自動帰還・着陸
- ③ Fail Safe 機能：ジオフェンス
- ④ Fail Safe 機能：着陸地点補正
- ⑤ 簡易マニュアル操作

2. オペレーション管理による安全確保の例

- ① ミッション管理機能
- ② No Fly Zone 設定
- ③ 機能 Disable 設定
- ④ 自動チェック機能
- ⑤ 自社 UAV 管制システム

2-① ミッション管理機能

◆ 予めフライトパスを生成・登録し、それに基づいて完全自律飛行させることが可能。

Path Planning

Area Covering

Plan Fly Analyse Setup MAV 001 DISARMED HIL:MANUAL 16.8 V WPO GPS: EXCELLENT

Name of the mission
sample_path_planning
untitled_mission
▶ sample_area_covering

Duplicate mission Delete current mission

Path planning +

Hide Center map on drone

untitled_mission

ミッションエクスプローラー

ツールバー

Map

Hide Center map on drone

untitled_mission

ミッションエディター

Clear mission items Indoor mission Set altitude for all mission items 30.00 Set Drone speed 3.00 m/s Save mission

Plan Fly Setup MAV 001 DISARMED HIL:MANUAL 16.8 V WPO GPS: EXCELLENT

Name of the mission
sample_path_planning
untitled_mission
▶ sample_area_covering mission

Duplicate mission Delete current mission

Area covering +

Hide Center map on drone

untitled area covering mission

Altitude: 30 meter(s) Flight time: 12 minute(s) Use speed limit: 6.00 meters / second

More settings Save and create missions

1 2 3 4 5 6 7 8 9

2-② No Fly Zone 設定

- ◆ 当初目的以外の空域を全て飛ばせないように、設定（変更不可）することも可能。



2-③ 機能 Disable 設定

◆ “Plan”を無効化し、全てミッション通りの飛行しかできないようにすることも可能。

“Plan”
無効化



The screenshot displays the MAVLink ground station interface. At the top, the status bar shows: Plan (highlighted), Fly, Setup, MAV 001, DISARMED, HIL:MANUAL, 0%, 16.8 V, WP1, [mav] HIL_freq=199.600, and GPS: EXCELLENT. On the left, a list of mission names is shown, with 'untitled area covering mission' selected. A callout box points to this list with the text '既存ミッションの呼び出し' (Call existing mission). Below the list, the camera status is shown as 'The camera is not initialized yet.' At the bottom left is a 3D attitude indicator. The central map shows a mission path with waypoints marked 'G' and 'M'. A red box labeled '目標の位置' (Target position) points to a specific 'M' waypoint, and another red box labeled '機体の位置' (Drone position) points to the drone's current location. On the right, a control panel is visible with buttons for 'Start Mission' (blue), 'DISARM' (orange), and a greyed-out section for 'Manual', 'Altitude Control', 'Position Control', and 'Autonomous'. A 'Hide control panel' button is at the top of this panel.

既存ミッションの呼び出し

目標の位置

機体の位置

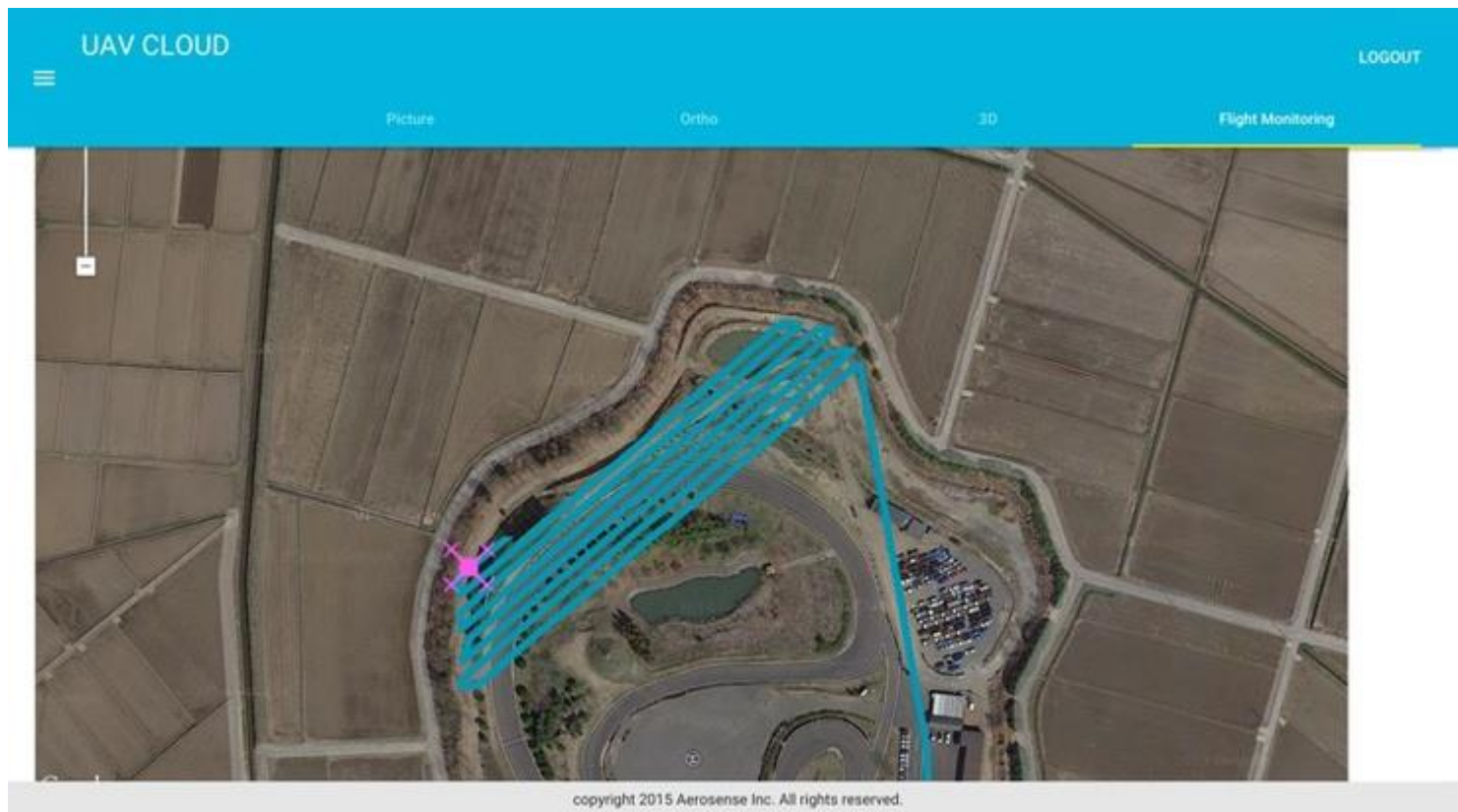
2-④ 自動チェック機能

◆ 安全な飛行を担保するために、機体や周囲状況の自動チェック機能も搭載。



2-⑤ 自社 UAV 管制システム

- ◆ 完全自律飛行中にリアルタイムで、小石川オフィスにて飛行状況をモニタリング。



私たちは、自律型無人航空機(UAV)とクラウドサービスを
組み合わせた産業用ソリューションの提供を通じて、
より効率的な観察、測量、管理、物流等を実現し、
環境に配慮した安心して暮らせる社会の実現に貢献していきます。

AeroSense

<http://www.aerosense.co.jp>

120