農業農村整備における

ＵＡＶ　活　用　の　手　引　き

令和５年１２月

関東農政局　利根川水系土地改良調査管理事務所

農業農村整備における UAV 活用の手引き

目　次

１．　はじめに 1
１.１ 手引きの構成 1
１.２ 農村地域の現状と課題（背景） 2
１.３ UAV とは 2
１.４ 新技術への期待 3
１.５ 目　的 3
１.６ 手引きの利用にあたって 4
１.７ 関連図書について 4
１.８ カメラ用語の解説 5
２．　UAV の活用事例 6
２.１ 活用事例の分類区分について 6
２.２ 公共測量における活用 7
２.３ 工事の施工状況管理への活用 9
２.４ 施設の点検・水需要把握への活用 10
２.５ 機能診断調査への活用 12
２.６ 災害や突発事故への活用 13
２.７ 農業用水管理への活用 14
２.８ 営農調査への活用 15
２.９ 広報活動・情報発信における活用 18
２.10 鳥獣害対策への活用 19
３．　UAV の概要 20
３.１ 機種の選定 20
３.２ UAV 情勢 20
３.３ 使用するデジタルカメラ 21
３.４ パソコンについて 22
３.５ ソフトウェアについて 23
３.５.１ 映像編集ソフト 23
３.５.２ SfM 23
３.６ 導入コストについて 24
３.７ 飛行に要するコスト（参考値） 25
４．　飛行までの準備 26
４.１ 飛行規制・飛行申請 26
４.１.１ 飛行許可申請 26
４.１.２ 無人航空機の飛行形態 28
４.１.３ ドローン情報基盤システム（DIPS2.0） 31
４.１.４ 機体登録手続き 32

４.1.5 機体認証手続き 32
４.1.4 包括申請 33
４.2 保険への加入 34
４.3 インターネット環境整備 34
４.4 その他、準備品 35
５. UAV 飛行技術 37
５.1 免許、資格 38
５.2 技能講習会 39
６. UAV 飛行 40
６.1 目的別作業フロー 40
６.2 手動飛行による撮影 42
６.3 自律飛行による撮影 43
６.4 UAV 飛行時の実施体制 47
６.5 UAV フライト 49
６.6 機体の点検 50
６.7 飛行計画の通報と飛行日誌の作成 54
６.8 現地における確認事項 58
６.8 事故発生時の報告と対応 59
６.9 連絡体制 60
７. 動画編集・写真画像処理 61
７.1 写真の合成 61
８. 用語集 62
９. 参考図書 64

1． はじめに

1.1 手引きの構成

本手引きの構成は、「表 1.1-1」に示すとおりです。

表 1.1-1 手引きの構成

項	頁	主な内容
1. はじめに	1～	概要（背景） 目的 利用時の留意点など
2. UAV の活用事例	6～	UAV の活用事例
3. UAV の概要	20～	UAV 機種、カメラ パソコン ソフトウェア
4. 飛行までの準備	26～	飛行規制 申請手続き 保険 インターネット環境 その他、準備品
5. UAV 飛行技術	32～	免許、資格 技能講習会
6. UAV 飛行	34～	手動飛行、自律飛行 飛行時の実施体制 機体の点検 現地における確認事項 事故対応
7. 動画編集・ 写真画像処理	52～	動画編集、写真の合成
8. 用語集	53～	用語集
9. 参考図書	55～	参考図書

知りたいこと

- ●手引きの概要
- ●カメラ用語
- ●UAV で出来ること（事例）
- ●機体やカメラほか、準備するもの
- ●法令関係
- ●飛行申請
- ●保険
- ●その他準備品
- ●免許や資格
- ●技能講習会
- ●UAV 飛行
- ●点検・確認事項
- ●事故時の対応
- ●撮影後の処理

1.2　農村地域の現状と課題（背景）

中山間地域を始めとする農村地域では、急速な人口減少に伴う農業従事者の減少と高齢化に加え、深刻な鳥獣被害などの課題が山積しています。また、耕作放棄などにより再生不能な荒廃農地の割合が増えることによる農地の減少、さらに、農業水利施設の多くは老朽化が進行しており、日常点検や診断により施設の機能を保全し、次世代の管理者へ引き継ぐことが重要な課題となっています。しかし、施設を管理する土地改良区の組合員数も減少傾向で推移しており、今後は膨大な既存ストックの維持・更新を適切かつ効果的に実施するための**機能診断の省人化・省力化などの管理体制の見直しが急務**となっています。

また、一方では近年の台風や集中豪雨、地震等の自然災害の発生増加かつ激甚化傾向に対する被災リスクの高まりにより、都市住民の安全・安心や環境保全に対する農村地域への期待の高まりに応えることも重要となっています。

〈農村地域が抱える課題〉

- 農業人口の減少
- 混住化及び高齢化の進行
- 鳥獣被害
- 荒廃農地・耕作放棄地の増加による農地の減少
- 農業水利施設の老朽化
- 頻発化・激甚化する災害対応、ほか

1.3　UAV とは

UAV（無人航空機：unmanned aerial vehicle）とは、操縦者が搭乗することなく遠隔操作を基本とした小型の無人航空機の全般を指します。いわゆるドローン、ラジコン機、農薬散布用の小型ヘリコプターなどが該当し、それらは、固定翼型と回転翼型の機体に大別されます。

なお、航空法において「無人航空機」とは、「航空機の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船その他政令で定める機器であって構造上人が乗ることができないもののうち、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」と定義されています。

また、航空法で定める“飛行ルールの対象となる機体”において、100g 未満の重量（機体本体の重量とバッテリーの重量の合計）のものを除く、とされています。しかし、一般的には 100g 未満の機体も含め、無線による電波を利用して遠隔操作しなくても、自律飛行させることができる機器のことをドローン（UAV）と呼ぶことが多くなっています。

〈UAV とは〉

- 操縦者が搭乗することなく遠隔操作を基本とした小型無人航空機の総称
- 固定翼型と回転翼型の機体とに大別
- 機体本体の重量とバッテリーの重量との合計が 100g 未満のものを除く
  ※”自律飛行”及び後述の”手動飛行”については、「6. UAV 飛行」にて、詳述

1.4　新技術への期待

UAV を利用すれば、誰もが比較的容易かつ安価に空中から写真や動画撮影を行うことが可能となり、様々な分野でその利便性や機動力を生かした利活用が検討されています。

農業農村整備においても、UAV 機体の性能向上と関連技術の開発があいまって、多方面で新技術活用への期待が高まっています。

〈UAV の活用例〉

- 報道
- 災害救助
- 輸送物流
- 各種インフラ点検
- 生態系調査
- 警備・セキュリティ
- 不動産物件などの販売促進、ほか

1.5　目　的

本手引きは、国、都道府県、市町村並びに土地改良区などの土地改良従事者が、農業農村整備において、あるいは、農村地域が抱える様々な課題解決に向けた取り組みを実施するにあたり、近年急速に普及した **UAV の新技術を安全かつ効果的に運用するための入門書**です。

そのため、本書では準備が必要な機体やソフトウェア類並びに UAV を飛行させるためのルールや申請手続きなどの基本的な事項に加え、活用検討時の参考となるよう UAV の活用事例を整理し、農村地域における UAV の導入と活用を支援することを目的としています。

〈本書作成の目的〉

- UAV の導入促進・活用支援
- UAV 利用や取り組み時の参考

1.6　手引きの利用にあたって

UAV の新技術はその大半が発展途上であるため、どの技術をどのように適用するかは未だ画一されておらず、UAV を活用する現場の条件などに応じて、数多くの新技術の導入が模索されているのが現状です。同様に、本手引きに掲載している UAV 機体並びにデジタルカメラなどについても、何れもが日々進歩を遂げています。そのため、活用に際してはインターネットや関連図書を通じ最新の情報を確認してください。なお、本手引きに掲載している URL は変更される場合があります。

〈本書利用時の留意点〉

- UAV の新技術は発展途上の新技術であり、一定の不確実性が含まれる
- UAV の活用に際しては、インターネット等により最新情報を確認する
- 技術開発の状況及び社会情勢の変化に合わせ、適宜改訂する方針

1.7　関連図書について

本手引きは、別冊の**「農業農村整備における UAV 活用事例集」とセット**です。また、既に発行されている「UAV を活用した機能診断調査マニュアル（案）」と構成されており、必要に応じてそれらの図書を適用してください。

〈関連図書〉

- UAV を活用した機能診断調査マニュアル（案）
- 農業農村整備における UAV 活用の手引き
  - 「農業農村整備における UAV 活用事例集」

1.8　カメラ用語の解説

UAV の新技術の多くは、空中写真測量を応用したものです。本手引きの説明の中でもカメラ用語が度々用いられていますので、本項で基本的なカメラ用語を解説します「表 1.8-1」。

表 1.8-1　カメラ用語の解説

用　語	解　説
イメージセンサ	イメージセンサとは、レンズから入った光を電気信号に変換する半導体(撮像素子)のことで、人間の眼でいえば網膜に相当し、その性能がデジタルカメラで撮る写真の画質を大きく左右する。 イメージセンサにはいくつかの種類があり、現在では「CMOS」という方式が主流で、ほとんどのスマートフォンやコンパクトデジタルカメラが採用している。一方、デジタル一眼レフカメラなど高級機には「CCD」という方式のイメージセンサが多く採用されている。
有効画素数	有効画素数とは、デジタルカメラにおいて、カメラに搭載されているイメージセンサの画素のうち、実際に撮影に使用される画素の数である。多くの場合、有効画素数は画像データとして出力される画素数（記録画素数）に等しい。
カメラレンズのキャリブレーション	カメラレンズのキャリブレーションとは、レンズ並びにイメージセンサ、又はビデオカメラのイメージセンサのパラメータを推定することで、これらのパラメータを使用して、レンズ歪みの修正やサイズ測定、撮影時のカメラ位置の判定等を実行する。
画　角	画角とは、カメラで撮影される写真に写される光景の範囲を角度で表したものである。
カメラレンズの焦点距離	カメラレンズの焦点距離は、ピントを合わせたときのレンズから撮像素子までの距離である。一般的に 28mm、50mm、100mm などといった数値で表され、ズームレンズの場合は、18-55mm というように焦点距離の両端の数字で表す。
画像解像度（dpi）	画像解像度とは、写真を印刷する際に、その密度を表す数字のことで、1 インチの中にいくつのピクセル（画素）が並んでいるのかを表している。 1 インチ当たりのピクセル数を表す単位が「dpi」で、数字が多いほど画像解像度が高くなる。

2. UAV の活用事例

2.1 活用事例の分類区分について

UAV の活用事例は、本書の利用者が UAV 利用を始めるにあたり、活用時のヒントとなるよう実際に行った事例も含め、活用が見込まれる様々な事例を幅広く紹介しています。

一方、「農業農村整備における UAV 活用事例集」では、実例から得られた作業の体制、規模、時間、使用機材と費用、作業における利点や留意点、課題などの詳細な情報を取りまとめています。

なお、2 つの事例集はともに、「表 2.1-1」の UAV 活用事例区分表で示す大分類・中分類により区分し、取りまとめています。

表 2.1-1 UAV 活用事例区分表

大分類	中分類	手引き	事例集
調査・計画段階	受益地調査		●
	施設調査		●
工事段階	測量	●	
	施工・進捗管理	●	●
管理段階	変状調査	●	●
	貯留・流況状況の把握	●	
	施設管理		●
災害時	災害状況確認	●	●
	災害査定資料作成		●
営農	営農状況調査	●	●
その他	広報資料作成	●	●
	鳥獣害対策	●	
	日本型直接支払		●
	研修・技術者育成		●

2.2　公共測量における活用

国土地理院が、UAV を活用した公共測量実施の促進に向けて 2016 年 3 月に「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）」（以下、「マニュアル（案）」という）」並びに「公共測量における UAV の使用に関する安全基準（案）」（以下、「安全基準（案）という」を公表しました。なお、マニュアル（案）は、2017 年 3 月末の改正に伴い、測量条件が見直され UAV の現状に即した内容に改編されました。

【工事段階】　（測量）

公表されたマニュアル（案）及び安全基準（案）は、公共測量だけでなく、i-Construction に係る測量作業においても適用することを前提としており、測量精度確保のための基準や手順を定め、測量従事者が円滑かつ安全に UAV による測量を実施できる環境を整え、また、建設現場における生産性の向上に貢献するものとしています。

この測量マニュアルは、“UAV による空中写真を用いた数値地形図作成”と、”UAV による空中写真を用いた三次元点群データ作成”の二部構成であり、数値地形図作成は空中写真を撮影して地形図を作る手法について記載されおり、地図情報レベル 250 から 500 までの数値地形図作成の手順書となっています。

※　下線の用語については、巻末の用語集にて解説

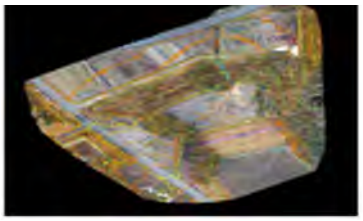
公共測量における活用事例（地形図データ、三次元点群データ）

〈UAV による空中写真を用いた数値地形図作成〉

(ア)航空写真測量及び地形測量を行うためのマニュアル

(イ)地図情報レベル 250 から 500 までの数値地形図データ整備が目的

〈数値地形図＋オルソ画像〉



〈UAV による空中写真を用いた三次元点群作成〉

(ア)応用測量を行うためのマニュアル

(イ)三次元点群データ作成が対象

(ウ)工事測量にも活用可能

(エ)土木工事現場での土量管理に必要となる測量にも適用可能

〈三次元点群データ〉

【工事段階】　（測量）

貯水量及び堆砂量調査

ダムやため池の堆砂は、有効貯水量の減少に加え、流入水位の上昇による上流端での浸水被害を誘発するなど、管理上の大きな問題です。そのため、ダムやため池の機能保全のためには、貯水量及び堆砂量の把握は不可欠であり、UAV はそのための有効な調査手段となりえます。

なお、現地に測量標（永久標）を設けることで、過年度と同一基準による対比が可能です。

- 手　　法：自律飛行による写真撮影
- 利 用 者：ダム・ため池管理者
- 地区・対象：ダム・ため池
- 留 意 点：三次元データ作成に対応した撮影を実施しなければならない
  三次元データ作成に対応した撮影方法については、
  6.3 自律飛行による撮影にて、詳述
- 課 題 等：事前の水抜き作業が必要
  堆砂量を求めるには、建設当時の設計資料などが必要

堆砂量調査における活用事例

〈貯水時の撮影〉	〈水抜き後の撮影〉

2.3　工事の施工状況管理への活用

空中から UAV を用いて、ほ場整備工事や農業水利施設の建設工事の状況などを写真、あるいは動画を撮影して逐次記録することで、適切な工事の施工状況管理が可能となります。

【工事段階】　**（施工・進捗管理）**

工事の進捗管理、工事状況の記録

UAV を利用して自ら撮影を行うことにより、アングルや撮影範囲が自由に選べるため、従来のセスナ機やヘリコプターを利用した写真撮影に比べてはるかに安価です。

撮影した写真や動画は、住民説明や関係者会議の資料としても利用が可能です。また、記録として保管することで、万一、工事中に何らかのトラブルが発生した場合において、その原因解明の判断材料となるケースもあります。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：主に工事関係者
- 地区・対象：ほ場
- 留　意　点：施工業者、工事目的物やその仮設設備並びに工事車両等に配慮
- 課　題　等：撮影高度の制限により、広範囲をカバーする斜め写真撮影は困難

工事の施工状況・進捗管理での活用事例

〈工事の施工状況の記録〉

〈住民説明資料〉

2.4　施設の点検・水需要把握への活用

UAV による調査は、空撮した写真や動画の画像から、求める情報を短時間に得ることができるため、広範囲に及ぶ農業水利施設の点検や水需要把握において特に有効です。

【管理段階】　（変状調査）

(1) 施設の点検及び変状調査

UAV を活用して施設管理者が、自ら日常的な点検や変状調査を行うには、UAV に関する知識を十分理解のうえ、安全に飛行させなければなりません。

定点で撮影することにより変状の進行性を把握しやすくなりますが、そのための撮影は、対象施設までの安全な距離を一定に保った状態での自律飛行が条件となり、高度な飛行技術と写真測量の専門知識を必要とします。そのため、初回の調査飛行及び自律飛行のための飛行計画を専門の作業機関に委託することで、それ以降の点検や変状調査をスムーズに実施できるものと考えられます。

UAV を施設の機能診断並びに保全対策に活用できれば、施設の経年的な劣化並びに災害等による偶発的な損傷を早期に把握することが可能となります。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：主に市町村、土地改良区
- 地区・対象：農業水利施設
- 留　意　点：手動飛行は、飛行訓練による技術習得が必要
- 課　題　等：施設の形状に沿った撮影計画が必要

施設の点検・変状調査での活用事例

〈頭首工の点検〉	〈ポンプ施設の点検〉

【管理段階】　（貯留・流況状況の把握）

(2)用水状況の把握

UAV を活用して地域全体の水利施設の状況を調査し、水需要を把握することで渇水時等における用水配分が適切に実施できると考えられます。

- 手　　法：手動飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：主に市町村、土地改良区
- 地区・対象：農業水利施設、ほ場
- 留　意　点：施設への車両や第三者の立ち入り等に注意する
- 課　題　等：施設の形状に応じた撮影計画が必要

水需要把握・用水配分での活用事例

〈ため池の状況〉

〈調整池の状況〉

〈頭首工の状況〉

〈取水施設の状況〉

〈幹線水路の状況〉

〈ほ場の状況〉

2.5　機能診断調査への活用

UAV を活用した機能診断調査は、容易に立ち入ることができない箇所や足場などの仮設が必要な現場において、作業の効率化や費用の軽減を図ることができるものと期待されています。なお、UAV を活用した機能診断については、「UAV を活用した機能診断調査マニュアル（案）」において具体的な手法を詳しく取りまとめています。

【管理段階】　（変状調査）

(1) 機能診断調査

農業水利施設の機能診断調査においては、人による近接目視が主体ですが、調査箇所に容易に立ち入れない場合や近寄れない場合も多く、そのため施設の状態を十分に把握できないことがあります。UAV を利用すれば高所や立入りが困難な箇所でも近接調査が実施でき、施設の状態を細かく記録することで、より適切に施設の健全度を評価することが可能です。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：主に市町村、土地改良区
- 地区・対象：農業水利施設
- 留　意　点：調査目的にあった撮影を実施する
- 課　題　等：施設に接近させる手動飛行は、高度な飛行技術が伴う

機能診断調査での活用事例

〈水管橋の塗装劣化状況〉

〈歩廊下部のひび割れ・折出物の状況〉

〈建屋のひび割れの状況〉

2.6　災害や突発事故への活用

大抵の場合、自然災害や突発事故の現場に近づくことは、多くの危険を伴いかつ道路の寸断などによって困難な状況に陥ります。

UAV を活用した空撮であれば、迅速に被災や事故の状況を把握することができ、それにより、適切な初動対応の実施が可能となります。そのためには、非常時に備え、災害や事故現場に即応できる UAV の運用技能の習得と非常時の体制作りへの組織的な取組が重要です。

【災害時】　**（災害状況確認）**

(1) 自然災害

UAV を活用した空撮は、地震や台風などの自然災害などの非常時に、被災現場に容易に近づけない場合や広範囲に及んだ被災状況を短時間で把握する必要がある場合に、特に有効な調査手段です。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：国、都道府県、市町村、土地改良区
- 地区・対象：被災施設、被災地区
- 留　意　点：被災地のため危険が伴う
- 課　題　等：手動飛行は、飛行訓練による技術習得が必要

自然災害における活用事例

〈被災直後の森田頭首工周辺の状況〉

〈揚水機場の被災状況〉

〈頭首工の被災状況〉

2.7　農業用水管理への活用

近年、大型台風の到来や集中豪雨などによる水害リスクが増す中、農業生産力を支える“水”の安定供給は、農業水利施設の管理者にとって大変重要な役割となっています。その調査において UAV を活用することで、適切な農業用水の管理、並びに管理コストの縮減につながるものと期待されています。

【災害時】　**（災害状況確認）**

(1) ダム・ため池の被災状況の把握

UAV を自律飛行させて地震などの災害発生後に実施している巡視艇からの土木構造物や地すべりなどの変状調査を実施できると、危険箇所に近づくことなく状況確認ができるとともに、災害直後の状況を記録として残すことができます。

- 手　　法：自律飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：ダム・ため池管理者
- 地区・対象：農業用ダム・ため池
- 留　意　点：事前に飛行ルートを計画し、プログラミングしておくことが必要
- 課　題　等：変状を判断するための写真判読技術が必要

農業用ダムにおける法面変状調査での活用事例

〈地すべりの兆候〉

〈吹き付け護岸の変状（ひび割れ）〉

2.8　営農調査への活用

空中から通常の可視カメラを用いて写真並びに動画を撮影することで、山肌にある田畑や広範囲に広がる農地の営農状況、あるいはアクセス困難な中山間地域の耕作放棄地の状況を確認することが比較的容易にできます。それとは別に UAV 搭載型の赤外線サーモカメラやマルチスペクトルセンサを使用することで、農作物の成長度合いや病害虫の発生状況についても調査が可能であると考えられており、各方面で活用が検討されています。

【営農】　（営農状況調査）

(1) 高収益作物の生育状況の記録

農業を営むうえで大切なその時々の作付け範囲や収益性の高い農作物の営農状況などを撮影し、記録することができます。

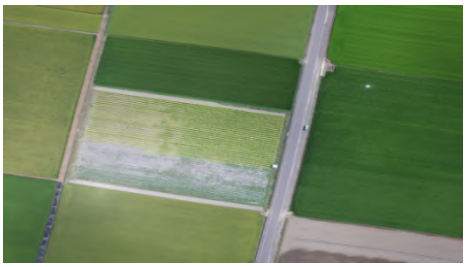
- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利 用 者：土地改良区並びに農業従事者
- 地区・対象：農用地
- 留 意 点：気象条件（飛行に支障を与える降雨や風等）並びに送電線などの障害物
- 課 題 等：営農状況の確認は、写真判読による

営農状況調査への活用事例

〈営農状況〉

〈畑作の状況〉

〈稲の生育状況〉



〈果樹栽培の状況（急傾斜地）〉

【営農】　（営農状況調査）

(2) 農作物の育成状況調査

ドローンなどを使ってキャベツの生産効率化を図る実証実験が、板倉町にある農業法人「ジャパン・ミネラル・ファーム」の畑であった。

農業法人が東京農業大や、システム開発を手掛けるシステムデザイン開発（札幌市）などとの産学協同事業として 3 月から始めた。1.5ha の畑では、温度や湿度、土中の養分量などを自動計測する機器を設置し、データを蓄積した。合わせてドローンを飛ばし、上空から生育状況を観察。

キャベツの生育状況とデータの関連性などを調べる。農作物の効率的な育て方は、従来、農業者の経験則や勘に頼る傾向が多かったが、データを分析することでマニュアル化できる。

※　2019 年 7 月 8 日付け、東京新聞の記事より引用

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真撮影
- 利　用　者：大学関係者と民間企業との連携（同システムが普及すれば自治体においても利活用が可能）
- 地区・対象：農用地
- 留　意　点：計画を立て、定期的に撮影を実施する
- 課　題　等：農業経験者の理解とデータ収集が必要

営農状況把握への活用事例

〈農作物育成調査の状況〉

（資料提供：東京農業大学）

【営農】　（営農状況調査）

(3) 土地利用状況の調査

UAV による空撮成果を利用し、広範囲に点在する荒廃農地の確認やアクセス困難な中山間地域における耕作放棄地の現状調査を行うことで、関係者間の情報共有が可能となり、荒廃農地の再生利用に向けた施策、並びに耕作放棄地の発生予防策の検討が効果的に実施できます。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利 用 者：市町村、農業委員会など
- 地区・対象：荒廃農地・中山間地域における耕作放棄地
- 留 意 点：目視が可能な範囲で撮影
- 課 題 等：目視可能な範囲での撮影となるため、中山間地域での利用には限界がある

荒廃農地・耕作放棄地調査での活用事例

〈荒廃農地の状況〉	〈耕作放棄地の状況〉

2.9　広報活動・情報発信における活用

各種事業の広報活動やイベントなどの情報発信において、UAV による鳥瞰的な撮影成果を活用することは、事業内容や開催状況のイメージを関係者に伝えやすく効果的です。

【その他】　**（広報資料作成）**

(1) 広報活動・情報発信

UAV によって撮影した写真や動画を事業の広報やイベント PR に活用する。又は、ホームページに掲載して活動状況を地域住民に広く知らせるなど、広報活動や情報発信の手段としても見る人たちにインパクトを与え、効果的です。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利　用　者：国、都道府県、市町村、土地改良区
- 地区・対象：事業地区、イベント会場
- 留　意　点：イベント開催中の上空を飛行させる場合は、国土交通省の許可が必要。また、プライバシー侵害の可能性に留意
- 課　題　等：情報公開には、被撮影者の同意が必要

イベントにおける活用事例

〈イベント情報の発信〉

〈自治体向けの UAV 研修風景〉

2.10　鳥獣害対策への活用

近年、多発する鳥獣害対策に多くの手間や費用が発生しています。しかし、農業人口の減少と高齢化により人手や手間の掛かる対策を講じることは困難であることから、鳥獣害対策の省人化・省力化が急務となっています。

【その他】　（鳥獣害対策）

(1) 鳥獣害対策

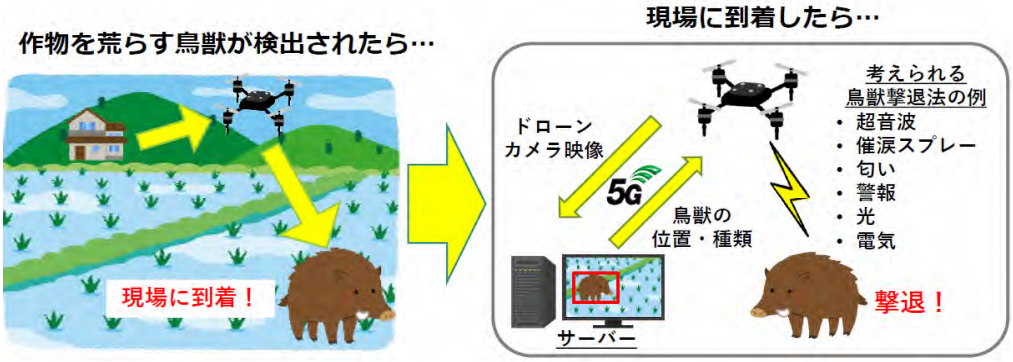
UAV に搭載した赤外線サーモカメラを使えば、鹿やイノシシなので個体と獣道が可視化され、生育場所や行動範囲を把握することが可能となります。この調査を実施することで、捕獲効率が高い場所への罠の設置も可能となり、鳥獣害対策において効果が期待されます。ほかにも、可視カメラ付き UAV を飛行させ、現場の映像に基づき鳥獣をリアルタイムに追跡・追撃する対策方法も検討されています。

- 手　　法：手動あるいは自律飛行による写真又は動画撮影
- 利 用 者：主に市町村
- 地区・対象：耕作地周辺
- 留 意 点：調査目的にあった撮影を実施する
- 課 題 等：赤外線サーモカメラの使用は、専用の機材が必要

鳥獣害対策における活用事例

〈赤外線サーモカメラを用いた鳥獣害対策における生育実態調査〉

〈ドローン（UAV）を活用した鳥獣駆除システム〉



出典：「画像認識技術とドローンを活用した鳥獣駆除システム（岩手県立大学）」

3. UAV の概要

3.1 機種の選定

一口に UAV と言っても、その種類はホビー機から農薬散布用の産業機まで多種多様であり、性能や価格も大きく異なります。そのため、UAV 導入に際しては、主に撮影した画像を見る、あるいは画像を解析して量的なデータを抽出するなど、その利用目的を十分に考慮して機種を選定することが大変重要です。

通常、一定の大きさを有する UAV の方が、小型の UAV に比べ安定した長い時間の飛行が可能かつ積載能力に余裕があるため、搭載できるデバイスが変更できるなど適用範囲は広くなります。現状の UAV 市場は、海外メーカーが主流ですが、知名度では低いものの国産の UAV メーカーもあります「表 3.2-1」。

なお、本手引きにおける UAV は、普及促進及び安全面の観点から、モータを動力とする回転翼型のマルチコプタ型に限定するものとします。

表 3.2-1 国産の UAV メーカー

製造者	所在地	ホームページ：URL	名称（形式）	代表的な UAV 機体
（株）NTT e-Drone Technology	埼玉県 朝霞市	https://www.nttedt.co.jp/	AC101	
（株） ACSL	東京都 江戸川区	https://www.acsl.co.jp/special.php	PF2-AE	

3.2 UAV 情勢

無人航空機の飛行の安全を確保し、その利活用拡大を図るため、航空法では、無人航空機の飛行の許可・承認制度（平成 27 年改正）、登録制度（令和 2 年改正）など、段階的に環境整備を進めてきました。

「有人地帯（第三者上空） での補助者なし目視外飛行」（レベル４飛行）を 2022 年度に実現しました。

レベル１：目視内での操縦飛行
レベル２：目視内飛行（自動／自律飛行）
レベル３：無人地帯における目視外飛行
レベル４：有人地帯における目視外飛行

3.3　使用するデジタルカメラ

撮影に使用するデジタルカメラは、機体と一体型のカメラが一般的ですが、ジンバル（手振れを補正するカメラ用架台）「図 3.3-1」を使用することで、市販のコンパクトデジタルカメラや一眼レフカメラも搭載することが可能です。

なお、ジンバルは安定飛行のための重量バランスなどを考慮して設計されています。また、カメラ機能と飛行プログラムが連動しており、UAV 一体型のカメラと同様の操作で写真や動画撮影が可能です。搭載可能な市販のデジタルカメラの一例を「表 3.3-1」に示します。

図 3.3-1 ジンバルにカメラを搭載した UAV

表 3.3-1　UAV 使用カメラ例

No.1	A 社（一眼レフ）	
	重量	626g（本体）
	イメージセンサ	CMOS 35mm 4.5μ（画素サイズ）
	静止画像解像度	7952×5304 （35mm フルサイズ）
	有効画素数	4,240 万画素
	画像フォーマット	JPEG・RAW（14bit）
	参考価格（税別）	**230** 千円（カメラ本体） **80** 千円（レンズ）
No.2	**B 社（中判カメラ）**	
	重量	930g（本体） 1,400g（80mm レンズ搭載）
	イメージセンサ	CMOS
	静止画像解像度	11608×8708
	有効画素数	1 億画素
	画像フォーマット	RAW（14bit）
	参考価格（税別）	**7,000** 千円

3.4 パソコンについて

農業農村整備において UAV を活用する場合、飛行計画や画像再生はもとより、撮影した動画や写真画像の編集、データ処理並びに解析など、様々な用途でパソコンを使用します。取扱うデータ量や処理の内容によって、必要となるパソコンの性能は異なりますが、ここでは参考までに通常作業を実施するためのベーシック構成と、SfM を使用するなどの高度な作業を実施するためのアドバンス構成の二通りについて、推奨スペックを下表「表 3.4-1」にて示します。

※ SfM については、3.5.2 SfM にて、詳述

表 3.4-1 パソコンの性能例

項目	ベーシック構成	アドバンス構成
用途	写真や動画を直接見る。あるいは画像編集や動画編集及び写真画像の処理を行うなどの用途で使用	撮影した写真を SfM により三次元データに加工したり、オルソ画像を作成するなどの高度な用途で使用
OS	Windows10 Home 64bit （将来の拡張のため Pro を推奨）	Windows 11 Pro 64bit
CPU	Intel Core i7（8 コア）	Intel Core i9
メモリ	16GB×2（32GB）～ 16GB×8（128GB）	16GB×4（64GB）～ 16GB×8（128GB）
グラフィックボード	GTX1050～GTX2070	RTX2060～RTX2080Ti
参考価格	約 30 万円	約 60 万円

(1) パソコンの性能

災害などの緊急時においては、データ処理に時間を要すると、それだけ初動対応に遅れが生じます。なお、通常作業においてもパソコンの性能が作業効率に及ぼす影響が大きいため、予算が許す範囲内で、できるだけ高スペックのパソコンを準備することをお薦めします。また、通常販売されているパソコンで求めるスペックが得られなければ、カスタマイズ、あるいはオーダーメイドすることもできます。

(2) ディスプレイモニタ

UAV で撮影した動画や静止画像を通じて、現場の状況や施設の状態を確認するうえで、ディスプレイモニタの性能は大変重要です。なぜなら、撮影されたオリジナル画像が高解像（例えば、4K 画像）であっても、それを映し出すディスプレイモニタの性能が低ければ高解像度で再生できないためです。また、同様にモニタサイズも設置場所の制約がなければ 27 インチ、できれば 32 インチを選択することをお薦めします。

3.5 ソフトウェアについて

3.5.1 映像編集ソフト

動画を撮影しそのまま流したのでは、単調で何を伝えたいのか撮影目的がぼやけてしまいます。そのため、第三者の視聴や提供を前提とするのであれば、動画編集は欠かせない作業です。

Windows・Mac などパソコン向けの動画編集用の映像編集ソフトは、プロも使っているモデルから初心者でも使いやすい簡単なインターフェイスのものまで数多く市販されています。まずは、いずれかを使用して編集作業に慣れることが先決で、高度な編集を行うのであれば、その後で用途に合わせたものを準備すると良いでしょう。

3.5.2 SfM

UAV にて撮影した動画や写真を直接使用する以外に、SfM (Structure from Motion)を利用し、三次元データを作成することで、より高度な分析や長さ・面積などの定量的な測定が可能となります。

SfM とは、ある対象物を撮影した複数枚の写真から対象物の形状を復元する技術であり、複数の写真に写り込んだ写真内の位置を特定することができる”特徴点”を自動抽出し、写真を撮影した位置や姿勢の関係を求める技術です。代表的な SfM を「表 3.5-1」に示します。

表 3.5-1 代表的な SfM

製品名	Pix4DMapper	ContextCapture （旧 Smart3DCapture）
メーカー	Pix4D 社	BentleySystems 社 （旧 Accute3D 社）
開発国	スイス	アメリカ （旧フランス）
特　徴	撮影画像を用いた精細なキャリブレーション補正で極めて高精度。 国内及び欧米で実績が多い。	カメラレンズのキャリブレーション補正を解析処理時に同時に行わない。 画像マッチングに特化している。
参考価格	800 千円 （要、問合せ）	800 千円 （要、問合せ）

注）・ライセンス数などの使用条件によって、価格は異なる。
・ライセンス料の他に保守料金が掛かる。
・市販のソフトの他、オープンソースからも入手可能である。

3.6 導入コストについて

UAV の導入から運用までに必要なコストは、おおむね下表「表 3.6-1」のとおりです。このほかにもデータ記録用の SD カードや状況によっては、野外で作業を行うためのタブレットカバー、簡易テント並びにテーブルなどについても準備しておいた方が便利な場合があります。

なお、UAV 撮影を代行する民間企業は多数ありますが、UAV 撮影は天候に左右されやすいことから、余裕を持った日程調整が必要です。また、事前の準備や機材の搬送も含め、特に遠方での撮影、又は遠方からの出張を伴う撮影では、撮影費の他に旅費・交通費や宿泊費といった費用も必要となります。

表 3.6-1 UAV 導入時のコスト

(1) 導入時の初期費用 （千円）

機器・機材	小型汎用機	産業用大型機
・UAV 本体 （コントローラなど、付属部品含む）	190	1,000
・搭載用デジタルカメラ （ミラーレス、一眼レフ・広角レンズ）	UAV 本体に含まれます	310
・運航モニタ用タブレット端末	40	300
・デジタル風速計	20	20
・予備バッテリー（小型 5 個、大型 12 個）	125	225
計	375	1,855

(2) パソコン及びディスプレイモニタ（データ処理用） （千円）

機器・機材	ベーシック構成	アドバンス構成
・パソコン	300	600
・ディスプレイモニタ （4K、32 インチ）	50	50
計	350	650

(3) 維持費用 （千円）

機器・機材	小型汎用機	産業用大型機
・予備バッテリー（小型 5 個、大型 12 個）	125	225
・ドローン賠償責任保険（1 年間） （3 億円まで補償）	18	18
・ドローン機体保険（1 年間）	14	70
・点検・部品交換（プロペラなど）	30	100
計	187	413

※ 費用については、参考価格、税別としている。

※ ドローン賠償責任保険、機体保険については、「4.2 保険への加入」にて、詳述

3.7　飛行に要するコスト（参考値）

UAV 飛行を実施する場合の概算費用は、下表「表 3.7-1」のとおりです。

表 3.7-1　UAV 飛行の概算費用

作業内容	単位	数量	人工	
			内業	外業
1. 現地踏査	Ha	20.0		0.5
2. 飛行計画及び飛行のための準備	ha	20.0	0.5	
3. UAV 飛行	ha	20.0		1.5
4. 写真処理または動画編集	式	20.0	0.5	
計			1.0	2.0
合計				3.0

令和 5 年度測量技師人件費単価：44 千円　　132 千円

撮影条件及び作業規模
(ア)撮影面積（ほ場）：20ha 程度
(イ)飛行方法：自律飛行
(ウ)撮影目的：営農実態調査

4. 飛行までの準備

UAV の機体や使用するハードウェア・ソフトウェアの機材の準備とは別に、実際に UAV を飛行させるまでには、様々な準備が必要です。

操縦者並びに運航管理者の技能講習会などへの参加による技術習得や飛行訓練によるフライト経験が、UAV 飛行時の安全確保には欠かせません。また、飛行計画が法令に抵触していないかの確認や、次項に該当する場合には飛行のための許可申請並びに万一の事故に備えた保険への加入等の検討も必要です。

4.1 飛行規制・飛行申請

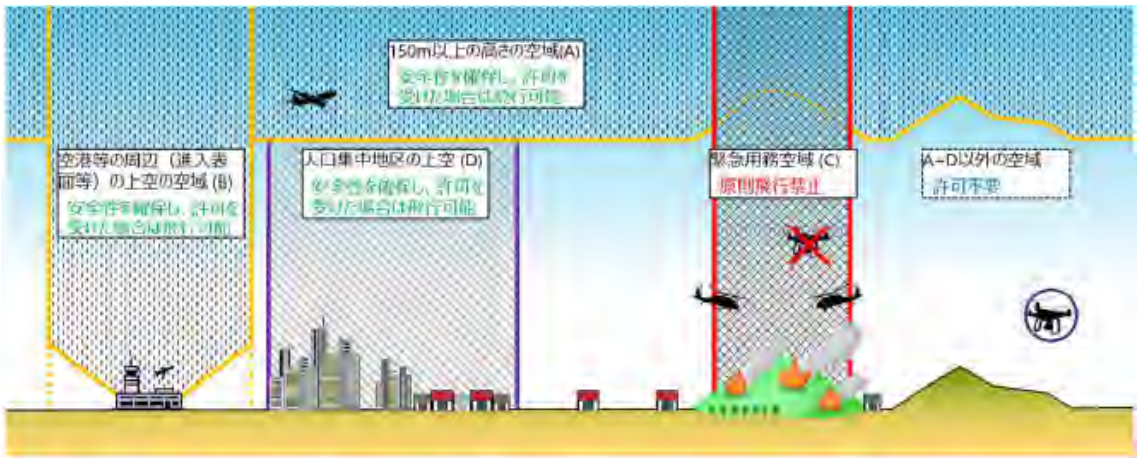
国内で 100g 以上の UAV を飛行させる場合には、「無人航空機の飛行に関する関連法令・制約条件等」の法令を遵守しなければなりません。そのほかにも河川法、港則法、港湾法、自然公園法並びに土地所有権などが関わってくる可能性があります。また、原則として飛行の際はその都度、個別に管理者に対して事前の相談と確認を行わなければなりません。さらに、法令の遵守以外に「マナー」を守ることも求められ、第三者への配慮を怠らないようにしなければなりません。

※ 法令等の文書を記載する場合は、「ドローン」又は「無人航空機」と記す

4.1.1 飛行許可申請

航空法において、国土交通大臣の許可や承認が必要となる空域及び方法での飛行を特定飛行と呼びます。具体的には以下の飛行が該当します。

（A） 空港等の周辺の上空の空域
（B） 地表又は水面から 150m 以上の高さの空域
（C） 緊急用務空域
（D） 人口集中地区の上空



国土交通省（無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について）URL：
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000041.html

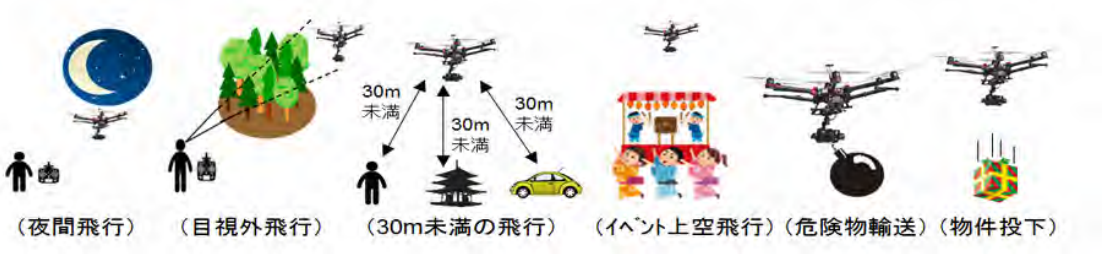
特定飛行の飛行許可申請には、飛行経路と期日を指定して申請する「個別申請」と飛行経路も期日も特定しない「包括申請」の二つの形態があります。また、飛行場所に関わらず、無人航空機を飛行させる場合には、以下のルールを守る必要があります。

(ア) アルコール等を摂取した状態では飛行させないこと
(イ) 飛行に必要な準備が整っていることを確認した後に飛行させること
(ウ) 航空機や他の無人航空機と衝突しそうな場合には、地上に降下等させること
(エ) 不必要に騒音を発するなど他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させないこと
(オ) 日中（日出から日没まで）に飛行させること
(カ) 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
(キ) 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
(ク) 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
(ケ) 爆発物など危険物を輸送しないこと
(コ) 無人航空機から物を投下しないこと

＜遵守事項となる飛行の方法＞

上記（オ）～（コ）の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。

＜承認が必要となる飛行の方法＞



国土交通省（無人航空機の飛行の方法）URL：

https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html#a

＜緊急用務空域について＞

令和３年２月に足利市で発生した林野火災の消火活動中、無人航空機の飛行が目撃されたことから消防防災ヘリの活動が一時中断されました。
そのため、消防、救助、警察業務その他の緊急用務を行うための航空機の飛行の安全を確保するべく、航空法施行規則を改正し、緊急用務を行う航空機が飛行する空域（緊急用務空域）を指定しました。

無人航空機を飛行させる場合は、飛行を開始する前に、当該空域が緊急用務空域に該当するか否かの別を確認することが義務付けられます。

国土交通省（無人航空機の飛行の方法）URL：
https://www.mlit.go.jp/report/press/content/pr20210510_cabksj_01.pdf

4.1.2　無人航空機の飛行形態

改正航空法及び、後述のドローン情報基盤システム（DIPS2.0）の導入に伴い、リスクに応じたカテゴリー判定が導入されました。

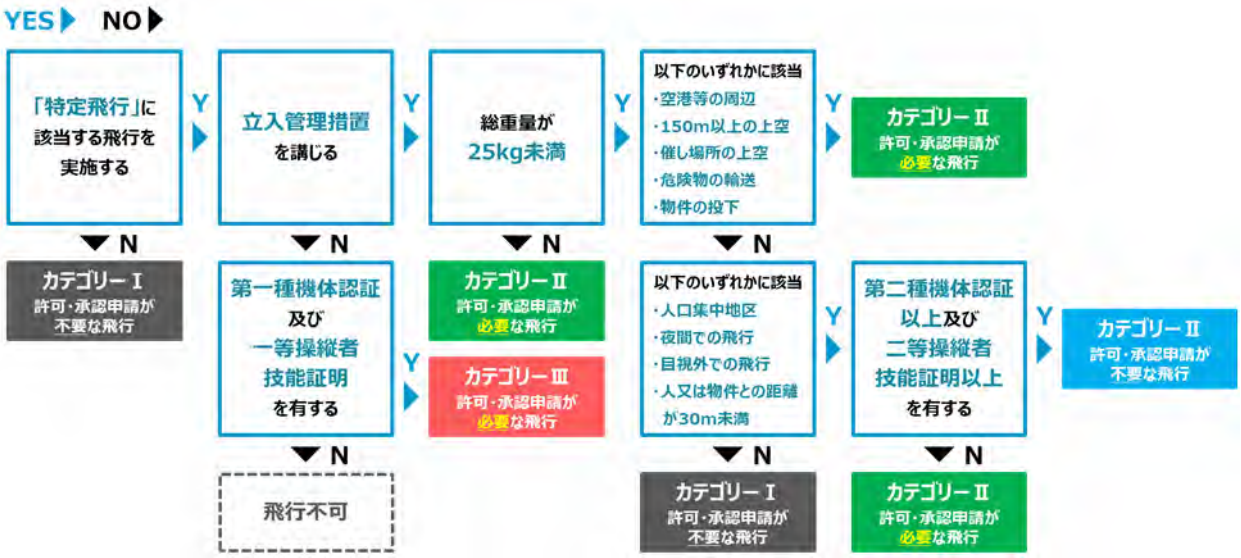
この無人航空機の飛行形態については、リスクに応じた下記 3 つのカテゴリー（リスクの高いものからカテゴリーⅢ、Ⅱ、Ⅰ）に分類され、該当するカテゴリーに応じて手続きの要否が異なります。

カテゴリーⅢ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行。（＝第三者の上空で特定飛行を行う）
カテゴリーⅡ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。（＝第三者の上空を飛行しない）
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。 航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。

注釈 1：立入管理措置とは、無人航空機の飛行経路下において、第三者（無人航空機を飛行させる者及びこれを補助する者以外の者）の立入りを制限することを指します。
注釈 2：機体認証及び操縦者技能証明の取得により、カテゴリーⅡ飛行のうち一部の飛行許可・承認手続が不要になる場合があります。

＜飛行カテゴリー決定のフロー＞

飛行カテゴリー決定のフロー図を以下に示します。



① カテゴリーⅠ飛行

特定飛行に該当しないため、飛行許可や飛行申請は不要です。

② カテゴリーⅡ飛行

- 特定飛行のうち空港等周辺、150m 以上の上空、催し場所上空、危険物輸送及び物件投下に係る飛行並びに最大離陸重量 25kg 以上の無人航空機の飛行（カテゴリーⅡ［飛行許可・承認申請が必要な飛行］）については、立入管理措置を講じた上で、無人航空機操縦士の技能証明や機体認証の有無を問わず、個別に許可・承認を受ける必要があります。
- 特定飛行のうち上記の場合以外（DID 上空、夜間、目視外、人又は物件から 30m の距離を取らない飛行であって、飛行させる無人航空機の最大離陸重量が 25kg 未満の場合）については、立入管理措置を講じます。その上で、無人航空機操縦士の技能証明を受けた者が機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合は、飛行マニュアルの作成等無人航空機の飛行の安全を確保するために必要な措置を講じることにより、許可・承認を不要とすることができます（カテゴリーⅡ［飛行許可・承認申請が不要な飛行］）。

  ※この飛行マニュアルは、無人航空機を飛行させる者が安全の確保に必要な事項を盛り込み、その内容や形式は、飛行の実態に即して作成し、これを遵守する必要があります。
- これら以外の場合の飛行は、個別に許可・承認を受ける必要があります（カテゴリーⅡ［飛行許可・承認申請が必要な飛行］）

③ カテゴリーⅢ飛行

- レベル４飛行（有人地帯における補助者なし目視外飛行）を含むカテゴリーⅢ飛行は、一等無人航空機操縦士の技能証明を受けた者が第一種機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合であって、飛行の形態に応じたリスク評価結果に基づく飛行マニュアルの作成を含め、運航の管理が適切に行われていることを確認して許可・承認を受けた場合に限ります。

飛行する空域や飛行方法および各カテゴリー区分で求められる機体認証や操縦者技能証明等については、国土交通省の「無人航空機を屋外で飛行させるための手続きについて https://www.mlit.go.jp/common/001579420.pdf」を参照ください。

カテゴリ区分	第三者上空	飛行区分・方法 ①	飛行区分・方法 ②	機体認証	操縦者技能証明	許可承認申請	飛行計画通報	飛行日誌作成	事故等の報告
Ⅲ	飛行する	●	●	第一種	一等	必要	必要	必要	必要
	飛行する	●	×	第一種	一等	必要	必要	必要	必要
	飛行する	×	●	第一種	一等	必要	必要	必要	必要
Ⅱ	飛行しない	●	●	なし	なし	必要	必要	必要	必要
	飛行しない	●	●	第二種以上	二等以上	必要	必要	必要	必要
	飛行しない	●	×	なし	なし	必要	必要	必要	必要
	飛行しない	●	×	第二種以上	二等以上	必要	必要	必要	必要
	飛行しない	×	●	なし	なし	必要	必要	必要	必要
	飛行しない	×	●	第二種以上	二等以上	不要	必要	必要	必要
Ⅰ	飛行しない	×	×	-	-	不要	推奨	推奨	必要

飛行区分・方法
①：空港周辺の空域、150m以上の空域、催し場所の上空、危険物の輸送、物件投下、総重量25kg以上
②：人口集中地区、夜間飛行、目視外飛行、人又は物件との距離30m未満の飛行

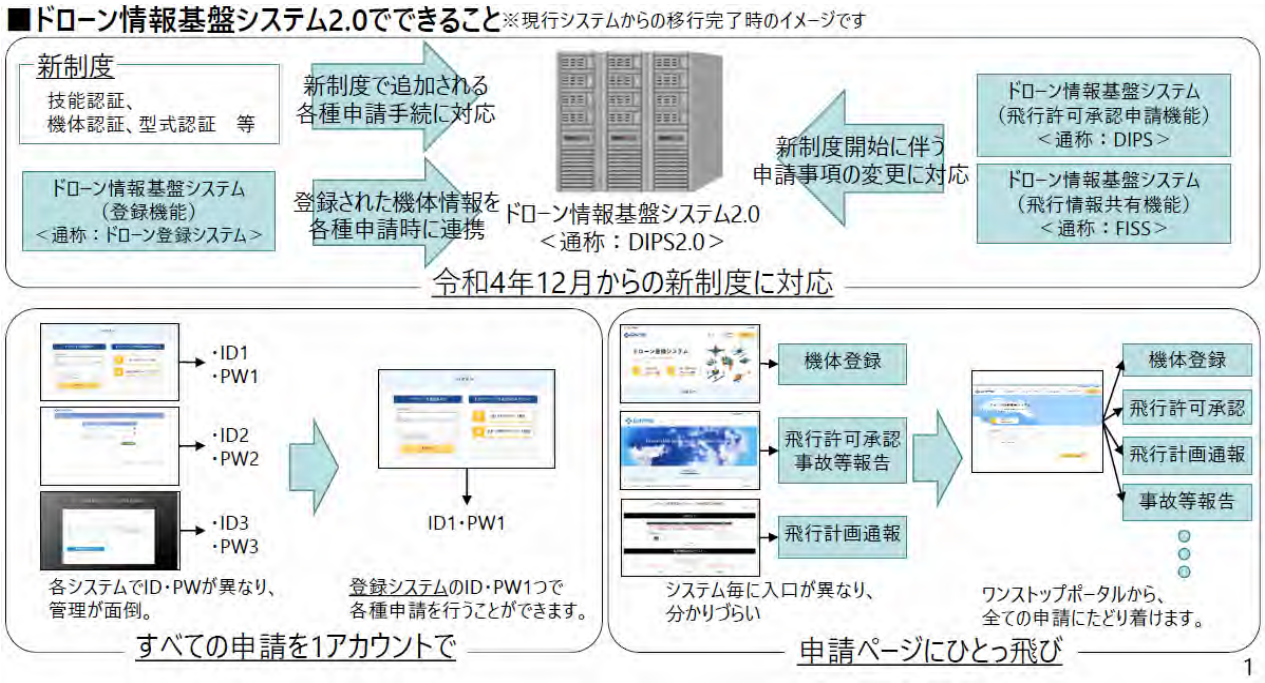
国土交通省　無人航空機を屋外で飛行させるための手続きについての URL：
https://www.mlit.go.jp/common/001579420.pdf

4.1.3　ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）

無人航空機の許可・承認制度のオンライン受付を行っていた「ドローン情報基盤システム（飛行許可申請機能）（DIPS　：Drone/UAS Information Platform System）」、飛行計画通報のオンライン受付を行っていた「ドローン情報共有機能（飛行情報共有機能）（FISS）」及び無人航空機の登録制度のオンライン受付を行っていた「ドローン情報基盤システム（登録機能）（DRS）」が令和 4 年 12 月にドローン情報基盤システム 2.0（飛行許可申請機能）（DIPS2.0）へ統合し、各種手続きの簡略化が図られました。

ドローン情報基盤システム 2.0（DIPS2.0）への移行により、以下のメリットが生まれます。

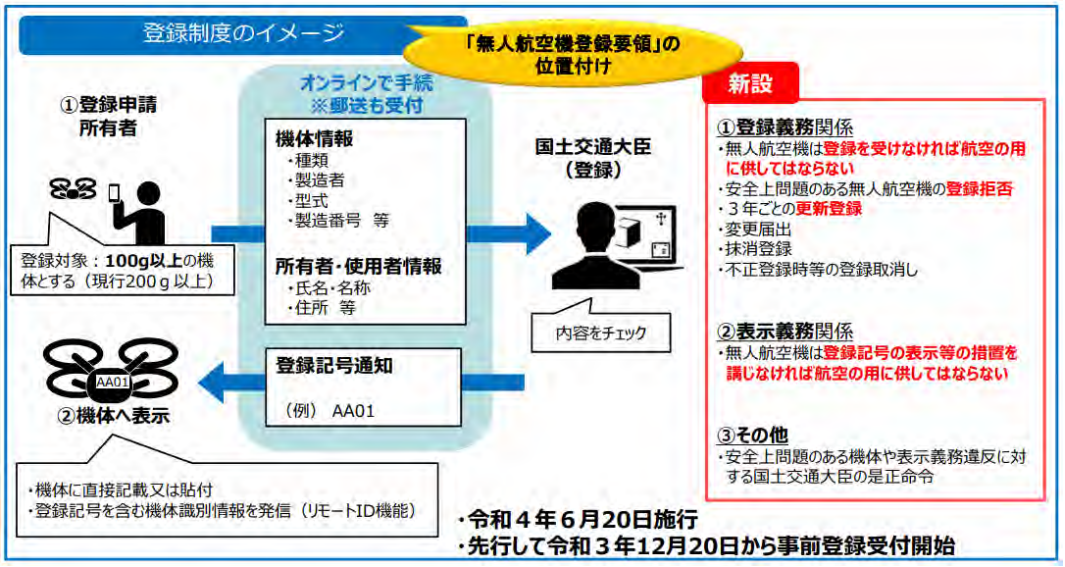
(ア) 新制度で追加される各種手続への対応
(イ) 登録された機体情報を各種申請時に連携
(ウ) 新制度に伴う申請事項の変更に対応
(エ) 全ての申請を 1 つのアカウントで対応可能
(オ) 申請ページへのワンストップサービスを実現



国土交通省　DIPS2.0 の URL：https://www.ossportal.dips.mlit.go.jp/portal/top/

4.1.4 機体登録手続き

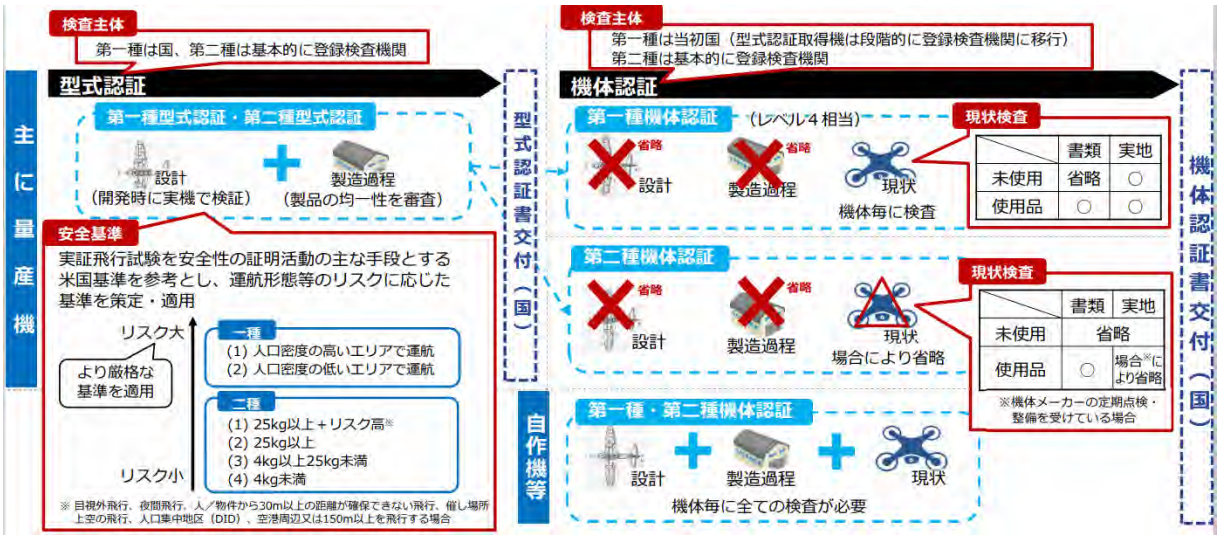
令和２年６月に公布された改正航空法に基づき、無人航空機の機体の登録制度が創設されました。これは所有者等の把握や、危険性を有する機体の排除等を通じ無人航空機の飛行の安全の更なる向上を図ることを目的としています。令和４年６月に無人航空機の登録が義務化され、登録対象 100g 以上の機体の登録が対象となり、航空局から発行される登録記号を機体に貼付することが求められます。また、登録記号を含む機体識別情報（リモート ID 機能）の発信が必要になります。



国土交通省　無人航空機の登録制度の創設、https://www.mlit.go.jp/koku/content/001443264.pdf

4.1.5 機体認証手続き

機体認証制度は、無人航空機の安全基準への適合性（設計、製造過程、現状）について検査するため創設されました。形式認証を受けた機体（主に量産機）については、機体毎に行う機体認証の検査の全部又は一部が省略されます。機体認証・型式認証は、第一種（レベル 4 相当）と第二種に区分され、有効期間は 3 年（第一種機体認証は 1 年）です。



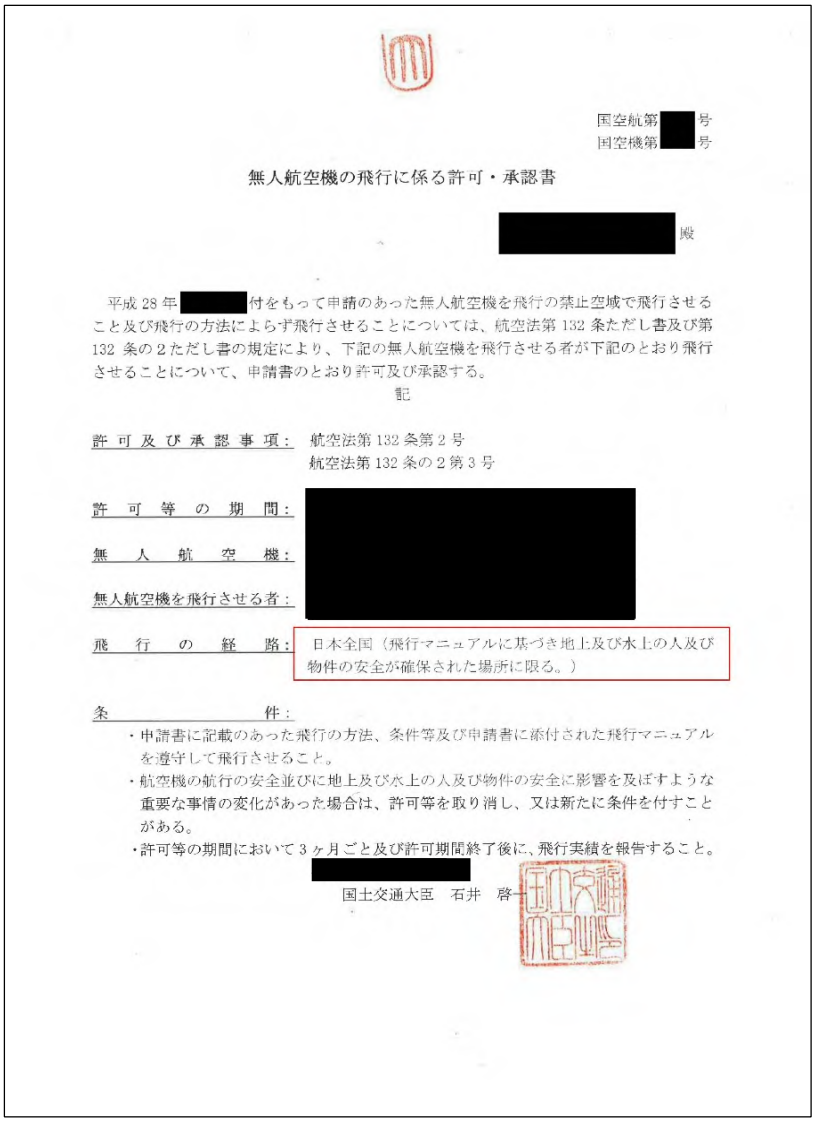
国土交通省　レベル 4 飛行実現に向けた新たな制度認証、https://www.mlit.go.jp/koku/content/001443264.pdf

4.1.6 包括申請

同じ技術者が一定期間内に繰り返し UAV を飛行させたり、異なる複数の場所で飛行させたりする場合、操縦者や機体の詳細、撮影体制などを決めておくことで、包括してドローンの飛行申請「図 4.1-1」を行うことができます。これにより、UAV を飛ばす度に申請する必要がなくなります。

包括申請は、①DID 地区、②夜間飛行、③人並びに物件から 30 メートル離すことのできない飛行、④目視外飛行の 4 つをセットにし、これを飛行経路と期日を指定しない形で申請することが一般的です。なお、飛行場所を日本全域などと広範囲を指定すると、飛行実績や安全対策の審査が厳しくなるため留意が必要です。

国土交通省の定めでは、許可される期間は原則として 3 ヶ月以内ですが、継続して UAV を飛行することが明白な場合には、その期間を 1 年まで延長することができます。なお、包括申請では 3 ヶ月ごとに飛行実績報告の義務が生じます。



国空航第[redacted]号
国空機第[redacted]号

無人航空機の飛行に係る許可・承認書

[redacted] 殿

平成 28 年[redacted]付をもって申請のあった無人航空機を飛行の禁止空域で飛行させること及び飛行の方法によらず飛行させることについては、航空法第 132 条ただし書及び第 132 条の 2 ただし書の規定により、下記の無人航空機を飛行させる者が下記のとおり飛行させることについて、申請書のとおり許可及び承認する。

記

許可及び承認事項：航空法第 132 条第 2 号
航空法第 132 条の 2 第 3 号

許可等の期間：[redacted]

無人航空機：[redacted]

無人航空機を飛行させる者：[redacted]

飛行の経路：日本全国（飛行マニュアルに基づき地上及び水上の人及び物件の安全が確保された場所に限る。）

条件：

・申請書に記載のあった飛行の方法、条件等及び申請書に添付された飛行マニュアルを遵守して飛行させること。
・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に影響を及ぼすような重要な事情の変化があった場合は、許可等を取り消し、又は新たに条件を付すことがある。
・許可等の期間において 3 ヶ月ごと及び許可期間終了後に、飛行実績を報告すること。

[redacted]
国土交通大臣　石井　啓一

図 4.1-1　無人航空機の飛行に係る許可・承認書（包括申請例）

4.2 保険への加入

飛行体である UAV の操縦には墜落や故障のリスクが常に伴います。それによる第三者への損害のおそれや機体の修理代金が高額に及ぶこともあることから、それらのリスクに備えて保険の加入について検討する必要があります。

なお、通常 UAV の保険には UAV の所有・使用に伴い、人や所有物、公共物を破損させてしまった際に適用される**賠償保険**と、機体そのものの破損に備えた**機体保険（動産保険）**があります。

金額や補償範囲などの保険についての詳細内容は保険会社によって異なるため、下記 URL 等でお調べください。または UAV 保険を取り扱っている保険会社や UAV 販売店などに問合せてください。

※ FLIGHTS 提供の無料オンライン講座受講者向け保険
https://drone-hoken.jp/
※ （一社）日本ドローン協会 事業者会員用保険
https://alldrones.org/member-corporate/
※ DJI 無償付帯賠償責任保険
https://drone.aeroentry.jp/

4.3 インターネット環境整備

インターネットを通じて無人航空機の飛行許可申請を行う手順については、さきで説明したとおりです。また、実飛行において UAV を自動的に帰還させるシステムや自律航行などは Web 上の地図情報を使用することから、インターネットへの接続が必須となります。さらに、UAV の専用アプリのダウンロードやファームウェアのアップデートを受けるときにもインターネットへの接続が必要です。このように、UAV の運用においてはインターネット環境は切り離すことができません。そのため、インターネットへの接続等について、事前に所属組織内の担当部局と調整が必要です。

(1) 専用アプリのダウンロード

UAV の飛行計画などで使用する専用アプリは、タブレット端末やスマートフォンの iOS 及び Android の環境下で使用することが一般的で、必要なバージョンが確保されていないと正常に動作しない場合があります。

(2) ファームウェアのアップデート

UAV 購入後、ユーザー登録を行ってアカウントを作成することにより、機体及び送信機（プロポ：プロポーショナル・システム）のアプリの不具合修正や新機能追加のためのファームウェアのアップデートを受けることができます。

4.4　その他、準備品

これまで UAV を実際に飛行させるまでの準備について説明してきましたが、以下のものについては、飛行時の安全確保や作業効率の面から、必要に応じて準備することをお薦めします。

（A） サンシェード

現場で UAV に搭載されているカメラのシャッターを切る際、日射しによって、スマートフォンやタブレットの画面がとても見にくくなります。そのため、送信機などに取付けられるサンシェードがあると便利です。

（B） 離発着マット

UAV を離陸、足場が良くて着陸させるために適した平坦な場所がないことが多々あります。離発着の際に砂埃の巻き上げ防止の意味合いからも、離発着用のマットを準備すると安心です。

（C） 飛行申請許可証等の原本又は写し

UAV の飛行許可等を受けている作業においては、無人航空機を飛行させる者は許可書又は承認書の原本又は写しを携行する必要があります。さらに、国土交通省認定のライセンスも合わせて準備しておくと万全と言えます。

（D） 飛行日誌

UAV の飛行許可等を受けている作業においては、無人航空機を飛行させる者は、飛行申請許可書等の他、飛行日誌を携行する必要があります。

（E） サングラス・双眼鏡

UAV を飛行させる場合、飛行ポイントによっては太陽で UAV を見失う恐れがあることから、サングラスや双眼鏡を準備しておくと安心です。

（F） レジャーシート、キャンプ用テーブル・椅子

機体の準備や点検、撮影後に行うパソコンによる画像の確認などの際に、レジャーシート、キャンプ用テーブル・椅子があると大変重宝します。

（G） カーチャージャー

車両に積んで UAV を運搬し、遠隔地で作業を行う場合、車で充電するためのカーチャージャーがあると便利です。

（H） 予備のバッテリー

長距離・長時間のフライトを予定する場合は、1 日のフライト数に応じて予備バッテリーを準備しておくと安心です。

（I） 予備のプロペラ

万が一 UAV のプロペラが破損する場合を考慮して、予備のプロペラを準備しておくと安心です。

（J） データ保存メディア（MicroSD カード等）

UAV による撮影画像や動画等を保存するため、MicroSD カード等のデータ保存メディアを準備しておくと安心です。

（K） 簡易風速計

UAV を飛行させる場合、地上の風速によってフライトの可否が決まるため、地上風速を確認に使用する簡易風速計があると便利です。

（L） トランシーバー・インカム

UAV の飛行時に操縦者と監督者の円滑な意思疎通を図るため、トランシーバーやインカムを準備しておくと安心です。

（M） 無線 Wi-Fi 機器

山間部等の通信状況が不安定な場所で作業を行う場合は、無線 Wi-Fi 機器を準備しておくと安心です。

5． UAV 飛行技術

農業農村整備において UAV の活用促進を図るには、UAV を事故なく安全に運用することが求められます。それには、日頃の機器点検に加え、現地における確認等に細心の注意を払う必要があります。

UAV の運用において安全を確保するには、天気や風などの気象条件、現地の状況、撮影計画、人員配置並びに操縦者の技量などを総合的に判断することが求められます。また、定期的なメンテナンスとともに、飛行前と飛行後に必要な項目についての点検を実施し、その内容を記録・保管することで、機体の不具合の対応に備えることが大切です。

Point !

2018 年度において国土交通省へ報告された UAV の落下事故原因の 1 位は「操縦者の技術力不足」、次が「機体の不具合」であり、機体の整備不良が原因とされています。続く 3 位が「電波障害」、4 位は「天候の急変」、5 位は「バッテリーの残量不足」の順となっています。

一見「電波障害」や「天候の急変」などは、不慮の事故のようにも思えますが、それらについての関連知識を十分に有し、適切な飛行計画が立案できていれば避けられた事故であったかもしれません。このように **UAV の安全な運用に関しては、技術習得・飛行訓練、日常点検及び飛行前と飛行後の点検が、いかに大切**かが分かります。

令和 4 年 11 月に航空法が改定され、無人航空機の事故等の報告及び負債者救護が義務付けられました。これは、無人航空機に関する事故及び重大インシデントの報告に関して、具体的な報告の対象、事項及び方法を定めることにより、適切かる確実な報告が速やかになされることを目的としています。

詳しくは「6.9 節　事故発生時の報告と対応」及び、以下の国土交通省のホームページを参照してください。

「無人航空機の事故等の報告及び負債者救護義務（国土交通省）」の URL：
https://www.mlit.go.jp/koku/accident_report.html

5.1　免許、資格

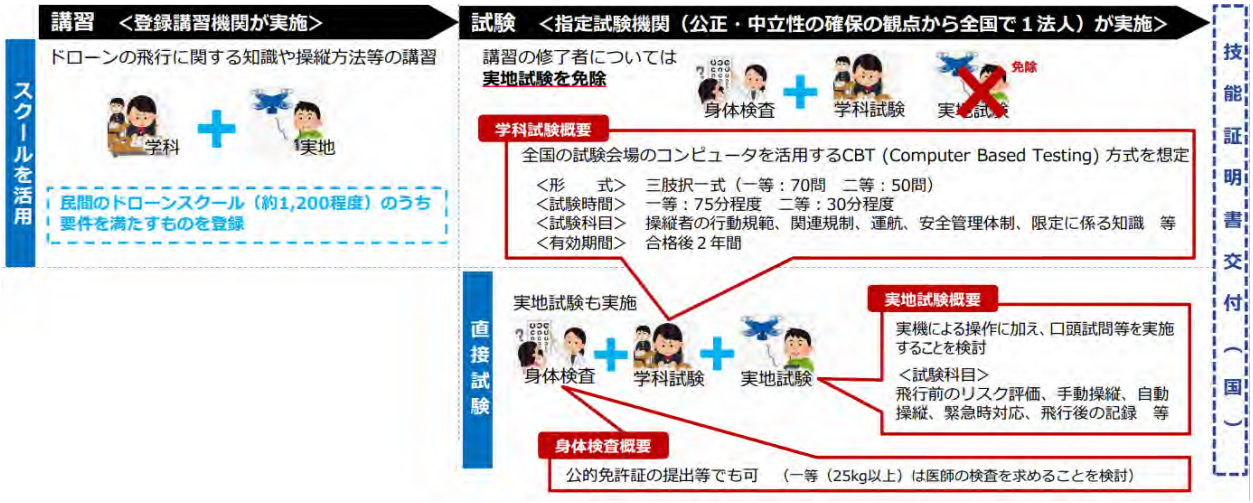
令和 4 年 12 月、無人航空機を飛行させるために必要な知識及び能力を有することを証明する制度（技能証明）が創設されました。

現行の法令では、一部の特定飛行以外は取得及び習得が義務付けられている免許、資格は無く、UAV を飛行させることができます。しかし、それはあくまでも「飛行させるため」の免許や資格であり、誰もが「好き勝手に」、「どこでも」飛行させてよい訳ではありません。前述のとおり、UAV 飛行は、航空法あるいは各自治体が定めている条例によって規制されているため、飛行させる前に、関連する法令を十分理解しておかなければなりません。

＜操縦ライセンス制度の概要＞

技能証明の試験は、国が指定する者（指定試験期間）が行います。また、国の登録を受けた講習期間の講習を修了した場合は実施試験が免除されます。

技能証明は一等（レベル 4 相当）及び二等に区分し、有効期間は 3 年となります。なお、技能証明を取得した場合、飛行許可・承認申請が不要となる場合があります。



国土交通省　レベル 4 飛行実現に向けた新たな制度認証、
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001478580.pdf

5.2 技能講習会

各種団体が講習会を開催し、主に「ドローン（UAV）の基礎知識」、「法令や気象などに関する基礎知識」、「ドローン（UAV）の操縦技術」、「安全に飛行させるための知識」などを認定しており、それらの**技能講習会に参加することが、UAV の飛行技術や基礎知識を習得する近道**だと考えられます。大抵の場合、講習会終了時に技能認証が発行され、飛行許可申請の承認時に、この認証の提出を求められる場合があります。なお、国土交通省のホームページにて「無人航空機の講習団体及び管理団体一覧」が掲載され適時更新されていますので、講習会参加時の参考とすると良いでしょう。

国土交通省のホームページの URL：
https://www.mlit.go.jp/koku/license.html

(1) 技能の維持・継承

いったん身に付いた技能であっても、継続的に UAV を飛行させ経験を積み重ねて技術向上に努めていかなければ、緊急時等の咄嗟の対応は難しいものです。したがって、そのための**練習場所を確保し、担当部局においてルールを定めて定期的に UAV の飛行訓練を実施する体制作りが必要**です。

定期的な飛行訓練の実施に併せて、機体などの点検を行うことは無論ですが、担当部局の講習会や勉強会を通して、複数の職員が UAV の取扱いができるよう計画的な教育・訓練と技術継承を実施することにより、職員の異動などに備え、継続して操縦者を育成しておくことも重要な取組みです。

Point !

- UAV 練習場所の確保
- 定期的な飛行訓練の実施
- 計画的な教育・訓練と技術継承

6. UAV 飛行

UAV の飛行方法には、目視しながら操縦者が無線操作して飛行させる方法と、あらかじめプログラミングした飛行コースを GNSS（GPS）信号により自動飛行させる方法との二通りがあり、本手引きでは、前者を「手動飛行」、後者を「自律飛行」と呼んでいます。農業農村整備における UAV の活用では、撮影目的によっていずれかの方法により UAV を飛行させることとなります。

6.1 目的別作業フロー

UAV 撮影成果の利用目的別の基本的な作業フローを「図 6.1-1」に示します。

現地踏査では、UAV 飛行による安全かつ適切な成果が得られるよう現場に出向いて、飛行に関する制約条件並びに飛行時や成果に影響を及ぼす障害物等の有無について確認します。簡易な撮影や撮影現場が遠方の場合には、事前に周辺地図やインターネット地図を利用して十分に状況を確認することで、現地踏査を省略することもできます。

次に、現地踏査結果を踏まえ、最適な飛行計画を立案するとともに、飛行のための準備を進め、その準備が整った段階で飛行計画に基づき UAV を飛行させて写真や動画の撮影（UAV 撮影）を実施します。その撮影成果をパソコンに取り込み、必要な動画編集、写真処理及び SfM による画像処理などの作業を実施して目的の成果物を作成します。

なお、4.1 項にて説明したとおり「飛行許可申請」が必要なエリアで UAV を飛行させる場合には、所定の飛行申請により国土交通大臣の許可を受けなければなりません。

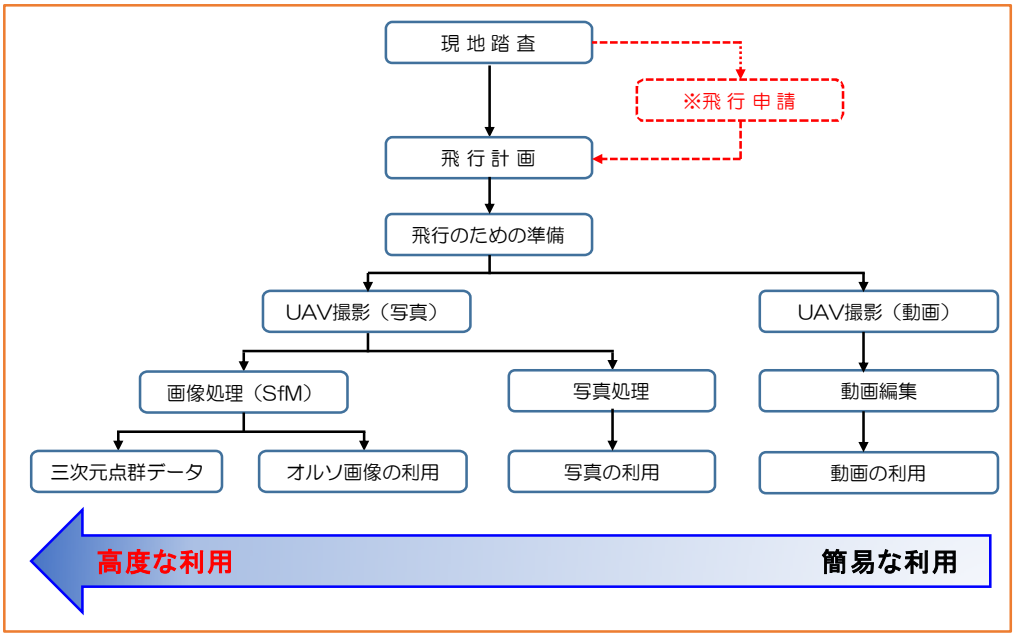


図 6.1-1　目的別作業フロー図

(1) 実施事項、留意点

（A） 現地踏査

(ア) UAV 飛行の支障となる障害物の確認を行う。
(イ) 撮影目的に沿った撮影条件の確認を行う。
(ウ) 離発着場所の確認を行う。なお、公道からの離発着は、道路使用許可申請が必要である。
(エ) 鉄塔や架線、送電線、電波塔、Wi-Fi 基地局、大規模工場、大規模な鉄骨構造物など、強力な磁力の発生や電波を反射する施設の有無を確認する。

(オ) 撮影が広範囲に及ぶ場合は、見張り員の配置場所を確認する。
(カ) 第三者の立入りについて確認する。
(キ) ビル風などの影響について確認する。
(ク) 事前に自然環境調査資料より、鳥類（特に猛禽類）の分布を確認する。

（B） 飛行計画及び飛行のための準備

(ア) 高低差が大きい現場では、撮影高度が地表面より 150m 以上の空域とならないよう留意する。
(イ) 撮影当日、祭礼や縁日、イベントなど、人が多く集まる催しの予定がないか、確認する。
(ウ) 作業体制に不備がないか確認する。

（C） UAV 撮影（画像・動画）

(ア) 撮影作業は、日没までに完了する計画で実施する。
(イ) 天気予報により、撮影当日の気象条件が撮影に支障の無いことを確認する。
(ウ) 鉄道並びにその周辺では、列車が走行していない時間帯に撮影を実施する。
(エ) 交通事故を誘発するおそれがある場所での撮影は避ける。

6.2　手動飛行による撮影

手動飛行は、自律飛行では撮影できない場所、あるいは事前の撮影計画の立案が困難な場合などに実施します。

高さのある建物や水槽などの高所の点検や営農状況の確認調査などでは、UAV を手動飛行させ写真あるいは動画撮影を行い、撮影画像を見て直接必要な情報を得ます。

「図 6.2-1」に示すように、ほ場などの地表面に向けた撮影を①鉛直方向の撮影、建物の外壁や水槽の壁面に向けた撮影を②垂直方向の撮影と呼びます。そのほかに、カメラアングルを斜め方向に向けて撮影する斜め写真も場合によっては有効です。なお、垂直方向の撮影では、施設及びその他の障害物に UAV を衝突させないよう細心の注意を払う必要があります。

Point !

- 機体と操縦者との距離が離れると遠近感が曖昧となり、被写体や障害物との距離が不明瞭となる
- 被写体と対峙する方向の飛行も同様に距離感がなくなるので避けるか、あるいは機体監視者（見張員）を配置して撮影を実施する

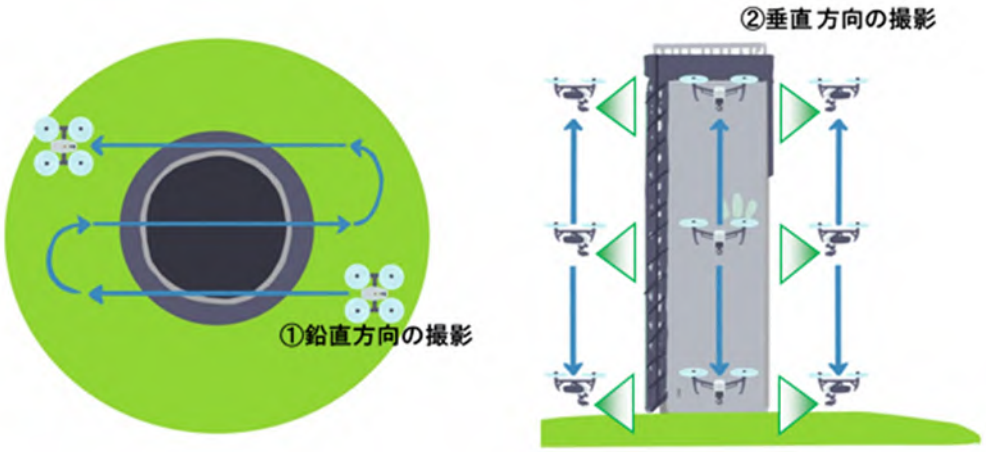


図 6.2-1　UAV の撮影ルート例

6.3 自律飛行による撮影

自律飛行は、あらかじめ飛行コース、飛行高度並びにカメラのシャッター間隔などの設定ができ、適切に飛行計画を行うことで撮影漏れが防止できるとともに、目的にかなった撮影成果を安全に得ることが可能です。

オルソ画像や三次元データ作成を目的として、自律飛行により UAV 撮影を実施する場合は、撮影諸元（地上解像度、撮影距離、画像間の重複など）を決定し、撮影範囲をカバーする飛行コースを設定します。なお、撮影計画は、通常 UAV に付属されている専用ソフトを用いて実施します。

(1) イメージセンサと画素数

CCD や CMOS センサなどのイメージセンサは、以前のフィルムに代わって画像を取り込むデジタルカメラの部品「図 6.3-1」で、センササイズが大きくなると光の取り込む量が増え「高画質」、「高精細」、「画角が広い」という特徴があり、調査においても優位となります。一方、カメラ単体の重量が増えるため、搭載するには、相応の大型 UAV が必要となります。

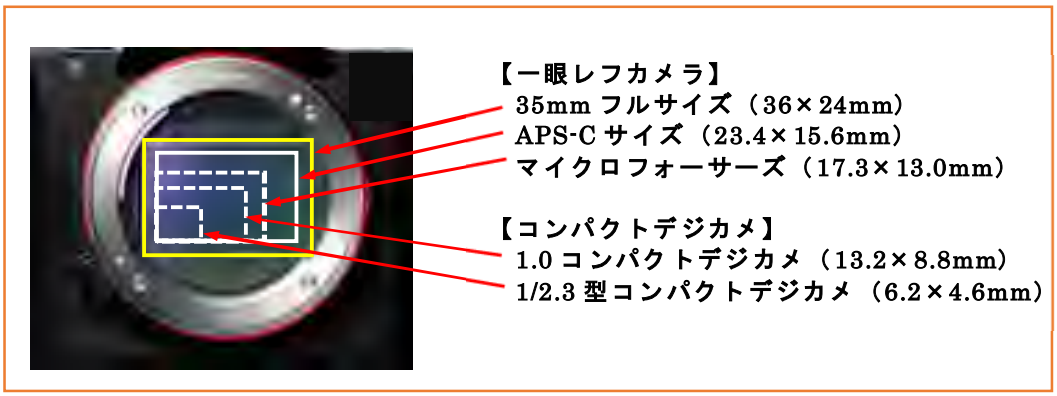


図 6.3-1　イメージセンササイズのイメージ図

(2) 地上解像度

撮影される被写体の地上解像度（GSD）は、UAV に搭載されたデジタルカメラの諸元（イメージセンササイズ、有効画素数、焦点距離など）と被写体までの撮影距離によって決定されます。例えば、GSD が 50mm とは、画像上の 1 つの画素（ピクセル）が地上では 50mm 幅であることを意味しています。

(3) 地上解像度に対する撮影距離と撮影範囲の関係

「図 6.3-2」の市販の一眼レフデジタルカメラ（有効画素数：4,240 万画素）を使用した場合の地上解像度に対する撮影距離と撮影範囲の関係を「表 6.3-1」に示します。

図 6.3-2 市販の一眼レフデジタルカメラ

地上解像度を細かくすると撮影距離が近くなり、撮影範囲は狭くなります。逆に、撮影距離を長くするほど地上解像度は粗くなりますが、撮影範囲が広がり写真枚数が減るため撮影に要する時間が短縮されます。それにより、データ容量が小さくなり、撮影に要する時間も含めてデータ処理作業の時間が短くなるため、作業全体の効率が良くなります。

なお、地上解像度は写真の使用目的によって設定します。例えば、コンクリート構造物のひび割れなどの劣化状況を確認するための撮影では、1/10mm 単位で設定する場合もあります。

表 6.3-1 地上解像度と撮影距離及び撮影範囲との関係

焦点距離	地上解像度	撮影距離	写真縮尺	1 画素の大きさ	撮影範囲			
					写真長辺（横）		写真短辺（縦）	
					画素数	撮影範囲	画素数	撮影範囲
50mm	1mm	11.1m	1:208	4.5μm	7,952	約 7.9m	5,304	約 5.3m
	5mm	55.4m	1:1,083			約 39.7m		約 26.5m
	10mm	110.8m	1:2,208			約 79.5m		約 53.0m
	11mm	121.5m	1:2,430			約 87.5m		約 58.3m
	100mm	1107.5m	1:22,208			約 795.2m		約 530.4m

35mm フルサイズ デジタルカメラ［縦横比 2:3］

(4) イメージセンササイズと撮影距離・撮影範囲の関係

地上解像度や地上における撮影範囲は、UAV に搭載されたデジタルカメラのイメージセンササイズと焦点距離及び撮影距離によって決定されます。前頁のデジタルカメラを用い「表 6.3-1」で示す地上解像度を 11mm に設定した場合の撮影距離、写真の範囲等の関係について「図 6.3-3」で説明します。

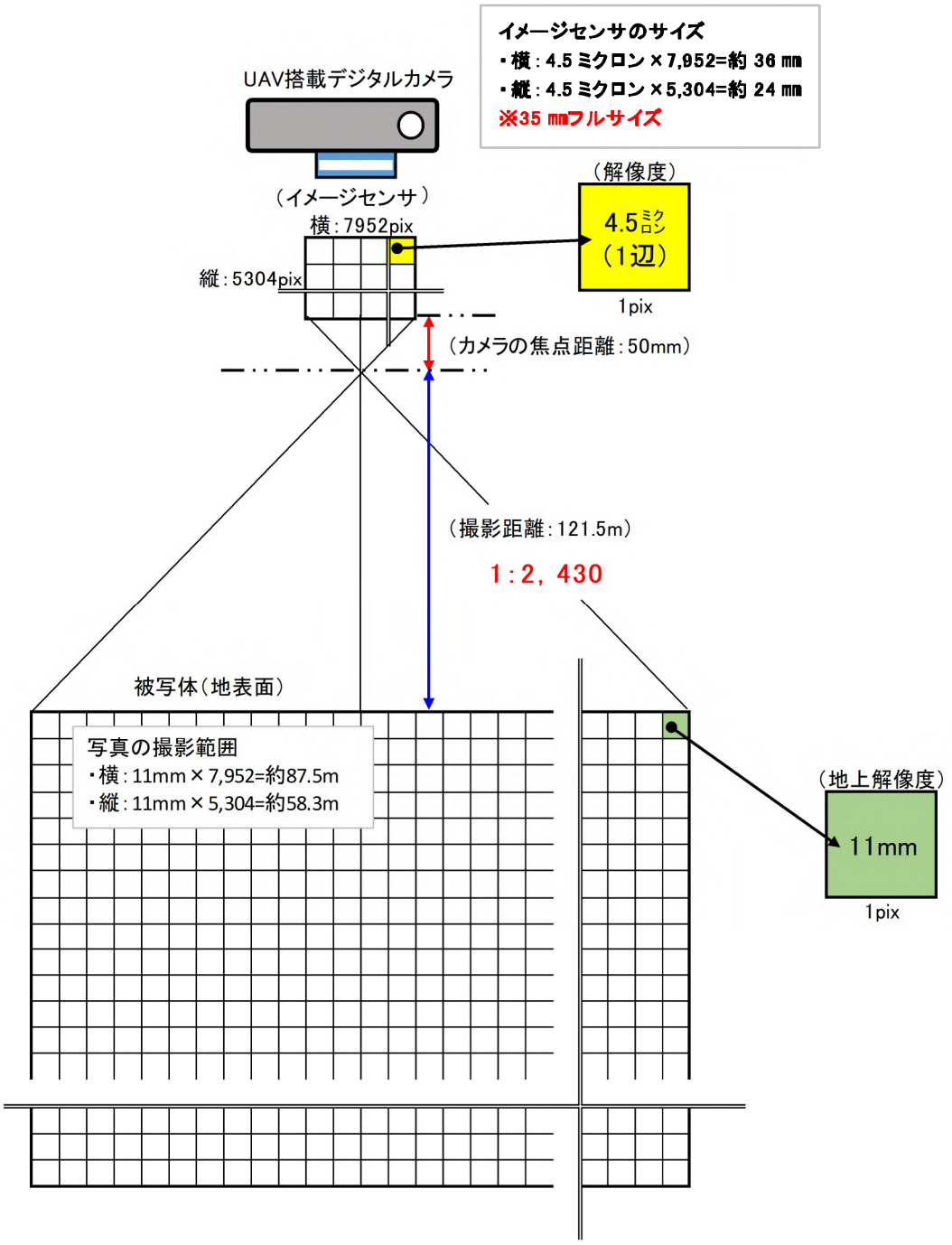


図 6.3-3　イメージセンササイズと撮影距離・撮影範囲の関係

(5) 写真画像の重複度について

オルソ画像や三次元データの作成を目的に写真撮影を実施する場合、撮影する写真画像を重複（ラップ）させる必要があります。写真画像の重複には、UAV の進行方向に対するオーバーラップと飛行コース間に対するサイドラップとがあります「図 6.3-4」。

撮影した写真を SfM ソフトにより画像処理を行う場合、画像間の重複度が大きいほど作成されるオルソ画像や三次元データの精度は高くなります。そのため、オーバーラップ率：80%以上、サイドラップ率：60%以上を基本に撮影を計画することが一般的です。

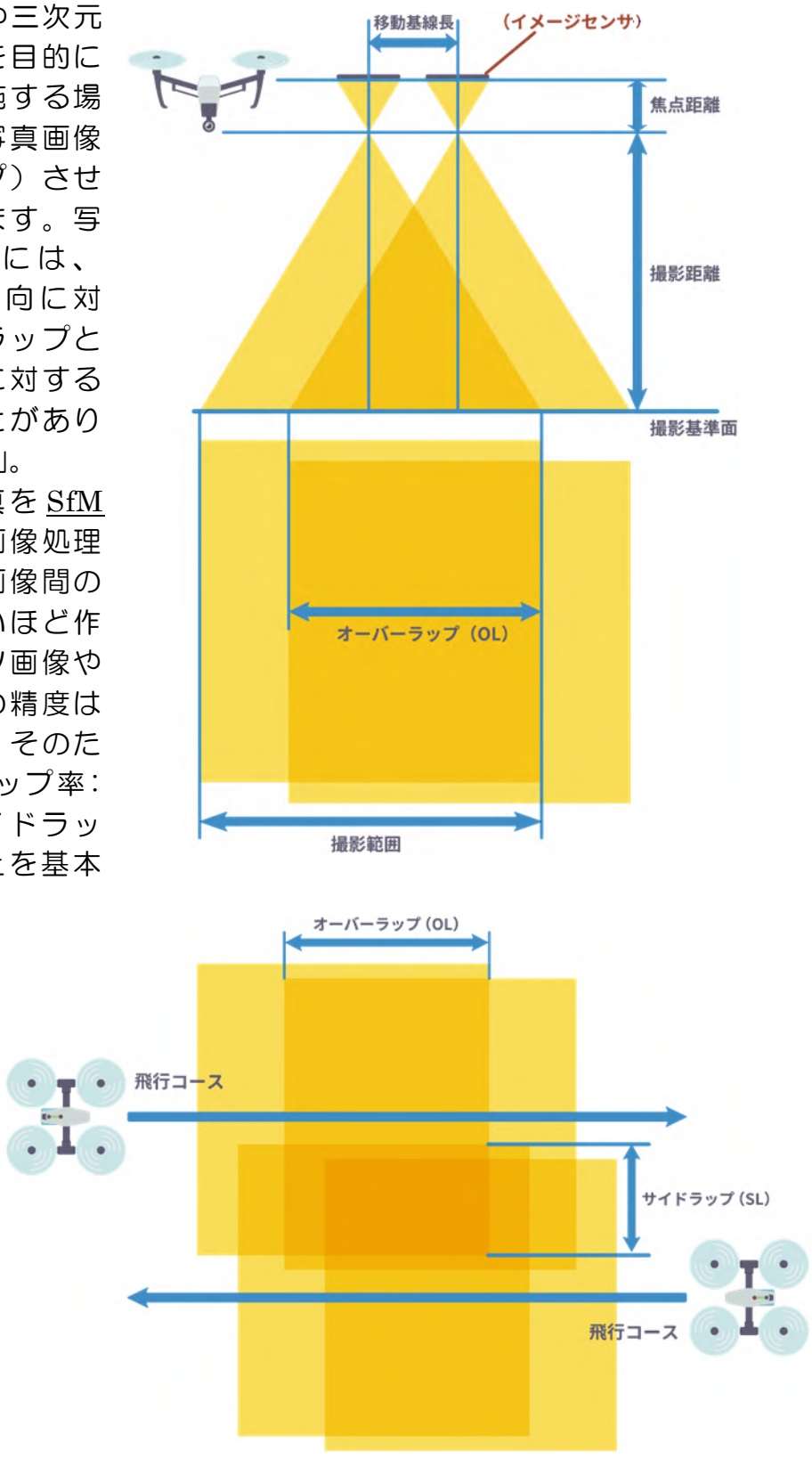


図 6.3-4　写真画像の重複度

(6) 飛行計画

撮影の目的、撮影範囲並びに地上解像度といった撮影諸元の決定を行い、それらの基本条件に基づき、専用ソフトを用いて UAV 飛行の計画を行います。なお、飛行計画は通常 UAV の付属の専用ソフトをパソコンにインストールし、地図画面と入力指示に従って撮影諸元やカメラ情報などの基本設定をして実施します「図 6.3-5」。

飛行計画を実施するソフトの操作は、UAV 機器により異なりますので、詳しくは、それぞれの付属マニュアルの説明に従って実施してください。

図 6.3-5　飛行計画（例）

6.4　UAV 飛行時の実施体制

UAV 飛行を実施するにあたり、必要となる役割を明確にして一つの役割に専従できる次頁の「表 6.4-1」に示す作業体制作りが重要です。なお、**使用する UAV の種類や安全確保が担保できる現場であれば、操縦者と機体監視者の最低 2 名でも UAV 飛行を実施することは可能**です。

ただし、車両や人の往来があるような現場で UAV を安全に飛行させるためには、「周辺状況・気象の影響による安全確認」、「機体の操縦」、「機器状態のモニタ」を同時並行で行う必要があるため、次頁の「図 6.4-1」を標準とする作業実施体制を整える必要があります。

表 6.4-1　UAV 飛行時の作業実施体制

作業者	主な役割
現場班長 （作業責任者）	当該現場における作業責任者として、UAV の運航に関する全ての責任を持ち、ほかの作業員に対して指示を行う。
操縦者 －必須－	現場班長の指示に従い、UAV の操縦や運航を行う。
整備者	UAV 運航前後の機体の整備や、必要に応じた部品の交換などを行う。飛行中は他の役割を担うことが可能。
モニタ監視者 （撮影者）	モニタを使用して UAV の状態を監視し、必要な情報を現場班長や操縦者に伝える。モニタと送信機（プロポ）が一体となっている機体の場合は、操縦者が兼務することができる。
機体監視者 （見張員） －必須－	運航中、機体並びに天候を監視し、異常等が発生した場合に現場班長や操縦者に伝える。 操縦者が目視できる範囲での運航であっても、操縦者以外に機体を常に監視できる者を１名以上配置する必要がある。
保安員	不特定の第三者が運航範囲に進入することがなきよう、適切な対応をとる。地上の通行者などへの対応が主な用務であり、運航中の UAV を常に監視することが難しいため、基本的に保安員が機体監視者を兼ねることはできない。作業範囲に第三者が立入らないことが明らかな場合には、保安員配置の必要は無い。

図 6.4-1　UAV 飛行時の作業実施体制図

6.5　UAV フライト

前項までの UAV 飛行に関する準備が整えば、撮影現場に出向き、実際に UAV をフライトさせて写真や動画の撮影を実施します。下図「図 6.5-1」は、6.3 項にて説明した写真撮影のための UAV フライトのイメージ図です。

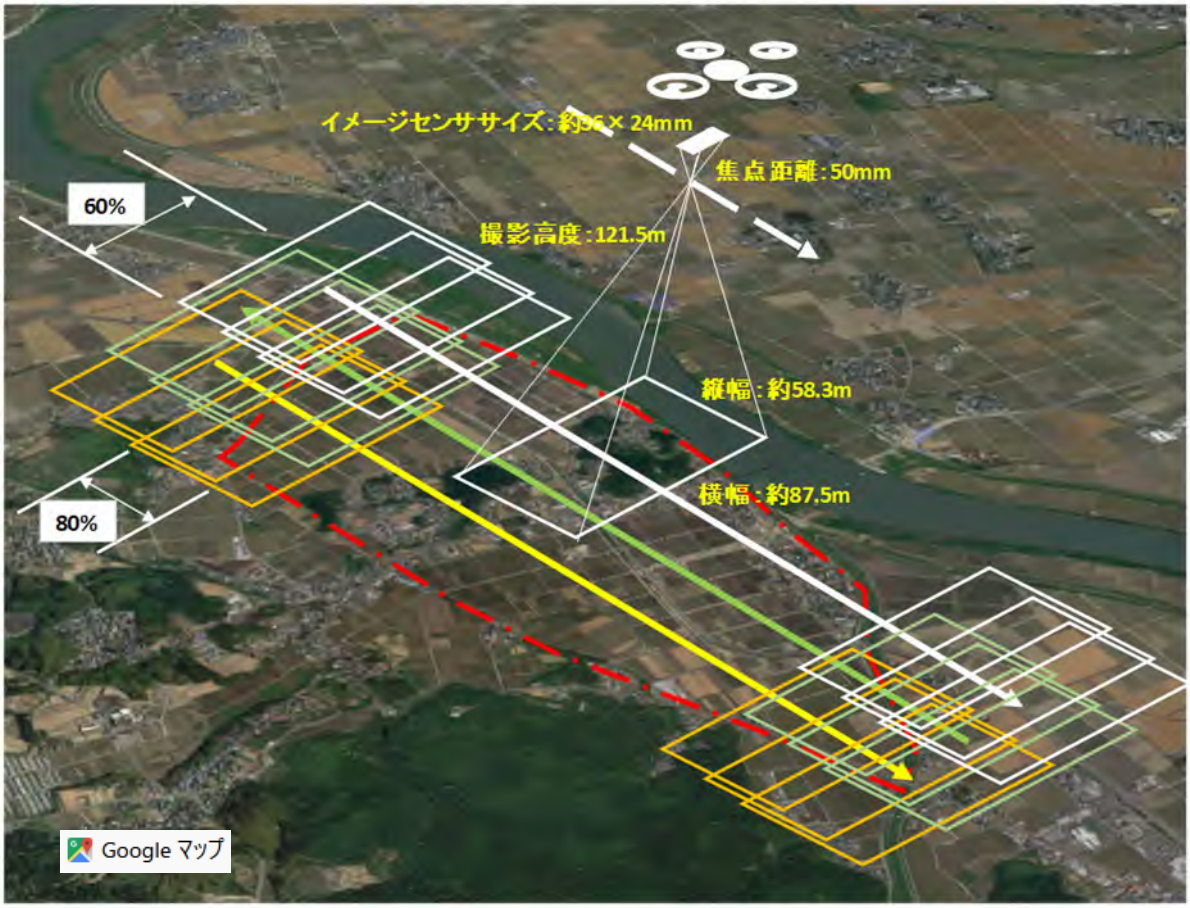


図 6.5-1　UAV フライト実施イメージ図

6.6　機体の点検

UAV を安全に運用するためには機器の点検は大変重要です。よって、日頃からメンテナンスを実施するとともに、飛行前、飛行後に以下の項目について確実に確認を行います。また、事故予防のためにメーカーが定めた飛行回数、又は飛行時間のいずれかに達した場合は、バッテリーやプロペラなどの消耗品については交換が必要です。詳しくは、メーカーの説明書を確認してください。

Point !

遠方先にて UAV を飛行させる場合には、予備バッテリーやバッテリーを充電するための蓄電器並びに万一の機体不調に備え、予備機を準備すると良いでしょう。

（A） 飛行前

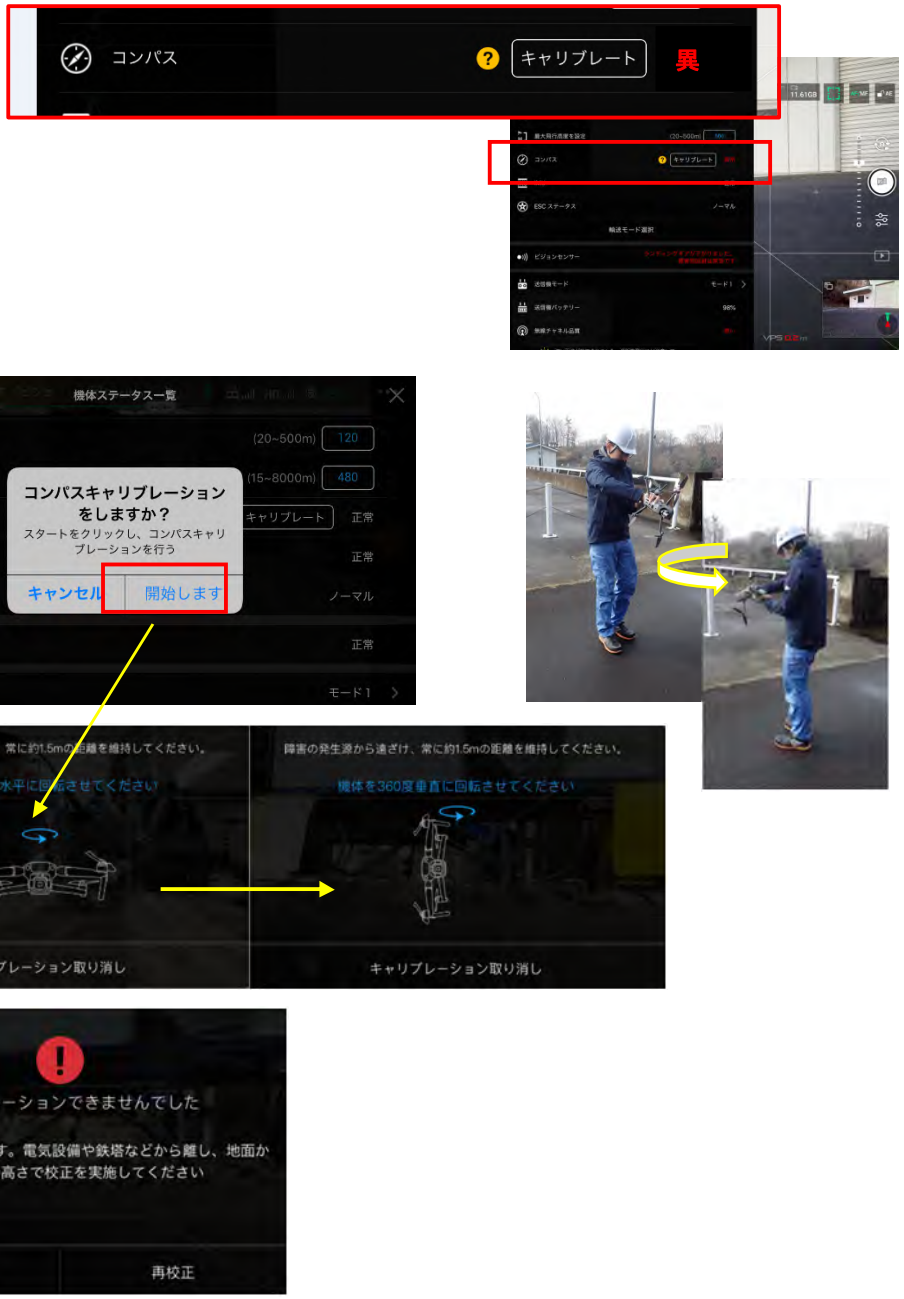
(ア) 機体、プロペラ、ケーブルなどの外観に損傷、歪み、脱落などの異常はないか。
(イ) 各機器（バッテリー、プロペラ、ジンバル・カメラなど）は、確実に取付けられているか。
(ウ) プロペラを外した状態で、モータの音、発熱、回転速度、臭いなどの異常がないか。
(エ) 送信機と機体のバッテリーは、十分に充電されているか。また、予備も含めバッテリーの数は足りているか。

（B） 飛行直前

(ア) 各機器は安全に取付けられているか。ネジ類に緩みはないか。
(イ) LED の点灯は正常か。
(ウ) モータに異音はないか。
(エ) プロペラに傷や摩耗はないか。
(オ) バッテリーは満充電となっているか。
(カ) 積載重量は適正範囲内か。
(キ) 送信機との通信、撮影計画ソフトとの連動は問題ないか。
(ク) 天候、風速などの気象条件に問題はないか。
(ケ) 周囲に電線や樹木等の安全飛行に障害を与える物がないか。
(コ) 安全飛行に影響を及ぼす物が確認された場合には、十分な距離を保って飛行させることが可能か。
(サ) 周囲に鉄板など、コンパスエラーが起こりやすい場所や物はないか。
(シ) 高度制限、距離制限、障害物検知機能などの設定が正常であるか。
(ス) 第三者が周囲にいたり、立入ったりしていないか。第三者からは 30m 以上の距離を保って飛行できるか。

Point !

コンパスが、「異常」のまま UAV を飛行させると、真っ直ぐに飛ばなかったり、斜めに飛んだりと、正常に飛行させることはできません。それにより、思わぬ事故やアクシデントにつながるおそれがあることから、適時、コンパスキャリブレーションを行うことを心掛けてください「図 6.6-1」。



※ 「キャリブレーションできませんでした」というメッセージが表示された場合、再度キャリブレーションを実施する

図 6.6-1　コンパスキャリブレーション実施風景

（C） 飛行中

(ア) 離陸、着陸共に姿勢は安定しているか。
(イ) ホバリングや飛行は安定しているか。
(ウ) GNSS（GPS）の感度は安定しているか。
(エ) 機体全体の動きは正常か。
(オ) プロペラは正常に回転しているか。
(カ) ステータスに異常はないか。
(キ) 機体が障害物や第三者に近づいたり、鳥などが近づいたりしていないか。
(ク) バッテリー残量が十分に帰還できる状態であるか（＊逆風などを考慮する）。
(ケ) 気象や風量に変化はないか。

（D） 飛行後

(ア) 機体に塵、ゴミは付着していないか。
(イ) 発熱している機器はないか。
(ウ) プロペラに亀裂や欠けなどの損傷はないか。
(エ) モータやバッテリーに異常な発熱はないか。
※（A）飛行前のチェック項目へ

（E） その他、確認事項

(ア) バッテリーは冬季の屋外など、気温によって能力が著しく低下し、本来の性能を発揮できなくなる。その対策として保温バッグを利用するなどして事前に暖めておく。
(イ) デバイスの OS、アプリ、機体、送信機並びにバッテリーのバージョンが最新かどうかを確認する。
(ウ) 飛行場所を変えた場合や飛行が安定しない場合には、再度コンパスキャリブレーションを行う。
(エ) 20 時間の飛行毎に以下の事項について無人航空機の点検を実施する。
・交換の必要な部品はあるか
・各機器は確実に取り付けられているか（ネジの脱落やゆるみ等）
・機体（プロペラ、フレーム等）に損傷やゆがみはないか
・通信系統、推進系統、電源系統及び自動制御系統は正常に作動するか
(オ) UAV を安全に運航させるため、UAV を飛行させる前に必ず機体の安全管理を実施する。
次頁の「表 6.6-1」にチェックシートのサンプルを示します。なお、この様式は、関東農政局のホームページを通じて、ダウンロードすることができます。

表 6.6-1　チェックシートサンプル

【 UAV運航点検　チェックシート 】

日　時:	平成　年　月　日　:			操縦者:	
場　所:	人口密集地に該当　□する　□しない			補助者:	
目　的:					

※飛行対象機種について該当項目を確認し、安全飛行に影響がないことを確認したものに☑マークを記入する。該当しない項目には☒を記入する。

① 事前準備	制御ソフト	□最新版のソフトウェア(OS,オペレーションソフトなど)			
	GPS	□飛行予定日のGPS情報(衛星情報の事前確認)			
	フェイルセーフ	□フェイルセーフ動作の事前設定と動作確認			
	プロポ	□プロポのキャリブレーション(レバー操作と、制御ソフトの正常な連動)			
	飛行計画	総飛行予定時間　分			
		撮影条件			
	バッテリー	必要電源容量		□耐熱,耐火運搬用具の準備	
② 現地確認	気象条件現地実測	天気	気温　℃	気圧　hpa	※2分間観測値 瞬間最大風速10m/s以上は飛行禁止
		風向　度	風速　平均　m/s	最大瞬間　m/s	
	障害物の確認	□障害物の確認 無線局アンテナ,電波塔,鉄塔,鉄道架線,テレビ・ラジオ放送局など		電波状況の確認	□電波状況の確認 スペクトルアナライザーなどによる電波状況確認
	役割分担	□操縦者　□運行管理者(時間・風速など)　□撮影者　□誘導員		安全掲示	□第三者へ明示資料の掲示(看板など)
③ 電源OFF 機体準備	機　体	□ネジ類の緩み	□プロペラの固定	□プロペラのキズや摩耗	□フレームのガタツキ
		□手動回転によるモーターの異音、ザラつき		□コネクター部の腐食	□配線ケーブルの損傷
		□計器類の固定(GPSマスト,フライトコントローラー,電源系ケーブルなど)			
	ジンバルカメラ	□機体とジンバルの固定	□ジンバルとカメラの固定		
		□ケーブル類の接続	□ケーブル類の適度なたるみや緊張		
		□撮影予定枚数(保存容量)　枚　GB			
	バッテリー	□バッテリーID			
		□バッテリーセル数	□容量　mAh		
		□実測電圧　最大値　V　最小値　V　(最大-最小の差が0.03V以内が安全利用の目安)			
		□バッテリーの固定	□バッテリーの接続	□飛行時間の目安　分	
	バランス	□総重量	□重心		
	プロポ	□スロットル"ゼロ"	□スロットルの物理的破損	□レバーの方向	
		□モード確認			
	その他	□不要なモバイル機器の電源OFF			
④ 電源ON 離陸前確認	時　間	起動開始時間　時　分			
	コンパス	□コンパスキャリブレーション			
	バッテリー	□バッテリー残量			
	機　体	□プロペラの正常な回転	□プロペラ回転時の異常な振動や音		
		□駆動系の異常	□LEDライト(警告灯などの状態)		
		□計器類のセンサー異常(GPSマスト,フライトコントローラーなど)			
		□計器類の異常な振動(GPSマスト,フライトコントローラー,電源系ケーブルなど)			
	ジンバルカメラ	□ジンバル・カメラの異常			
		□シャッターの制御	□ジンバルの制御	□画像転送	
	プロポ	□電波状態	□バッテリー残量		
	オペレーションソフト	□飛行計画の確認　□フェールセーフの設定			
		□機体,カメラ,プロポ等との連動、機体情報の正常な受信			
	その他	□離陸方向の確認(風上順守)	□操縦者以外の人と機体との距離(30m以上順守)		
		□周囲の確認, 第三者の接近			
⑤ 電源ON 離陸後確認	安定性操作性	□ホバリングの安定性　地上(3～5m目安)			
		□プロペラやモーターの音			
		□プロポ操作との連動性			
		★動作確認　□前後移動　□左右移動　□左旋回・右旋回			
	機体情報	□HDOP感度(GPS)の状態	□高度情報	□距離情報	□バッテリー残量
⑥ 着陸後確認	目視確認	□プロペラの亀裂や破損			
		□機材やバッテリーの異常な発熱			
		□ジンバル・カメラの破損			

バッテリー交換毎に、②→③→④→⑤を必ず実施する。　ver.04

□・・チェック箇所　　・・記入箇所

関東農政局「とねちょう独自の取組」ホームページの URL：
https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kokuei/tonecho/challenge/01.html

6.7　飛行計画の通報と飛行日誌の作成

ドローンの飛行に当たっては特定飛行の場合、飛行計画の通報と飛行日誌の作成が義務付けられています。

特定飛行に当たらない場合でも飛行計画の通報と飛行日誌の作成は推奨されています。

6.7.1　飛行計画の通報

飛行計画の通報は以下の観点から無人航空機同士の衝突を未然に防止することを目的としています。

- 各々操縦者が無人航空機を飛行させるに当たって、自らの飛行計画が他の無人航空機の飛行計画と重複しないよう事前に飛行に関する情報を共有する
- 他の無人航空機の飛行の状況等を把握する

(3) 飛行計画

飛行計画の通報は、ドローン情報基盤システム（DIPS）における飛行計画通報機能（以下、通報システムという）を用いて電磁的に行います。

(4) 飛行計画の通報事項

通報システムを用いて、次の事項を（通報事項）を明らかにする必要があります。

① 当該特定飛行の日時、経路
② 無人航空機の登録記号及び種類（試験飛行機等で登録記号を受けていない場合は、当該試験飛行に係る届出番号）
③ 無人航空機の型式（型式認証を受けた型式の無人航空機に限る）
④ 操縦者の氏名
⑤ 操縦者の無人航空機操縦者技能証明書番号（無人航空機操縦者技能証明書の交付を受けている場合に限る）
⑥ 許可又は承認（法第 132 条の 85 第２項若しくは第４項第２号の許可又は法第 132 条の 86 第３項若しくは第５項第２号の承認）の番号（許可又は承認を受けている場合に限る）
⑦ 飛行の目的、高度及び速度
⑧ 飛行させる飛行禁止空域及び飛行の方法
⑨ 出発地
⑩ 目的地
⑪ 目的地に到着するまでの所要時間
⑫ 立入管理措置の有無及びその内容
⑬ 無人航空機の事故等により支払うことのある損害賠償のための保険契約の有無及びその内容
⑭ その他参考となる事項

6.7.2 飛行日誌の作成

飛行日誌に関して、具体的な記載事項及び方法等を定めることにより、適切な記録がなされることを目的としています。

なお、飛行日誌による飛行、点検及び整備状況の記録は、無人航空機の飛行に係る不安全事象が発生した場合の原因特定、要因分析等に活用することができるなど、飛行の安全に資するものであるため、特定飛行でない場合でも飛行日誌による記録を行うことは推奨されています。

飛行日誌は、以下の 3 点で構成されています。

① 飛行記録
② 日常点検記録
③ 点検整備記録

(1) 飛行記録

飛行記録の作成においては次の事項に留意してください。なお、無人航空機の飛行記録の様式を下表に示します。

A) 無人航空機を飛行させた都度記載する
B) 直近の整備以降の飛行記録を携行する

表 6.7-1 無人航空機の飛行記録

無人航空機の登録記号 REGISTRATION ID OF UAS		無人航空機の飛行記録 JOURNEY LOG OF UAS							(NR.)
飛行年月日 FLIGHT DATE	飛行させた者の氏名 NAME OF PILOT	飛行概要 NATURE OF FLIGHT	離陸場所 FROM	着陸場所 TO	離陸時刻 OFF TIME	着陸時刻 ON TIME	飛行時間 FLIGHT TIME	総飛行時間 TOTAL FLIGHT TIME	飛行の安全に影響のあった事項 MATTERS AFFECTED FLIGHT SAFETY

記事 REPORT	発生年月日 SQUAWK DATE	不具合事項 FLIGHT SQUAWK	処置年月日 ACTION DATE	処置その他 CORRECTIVE ACTION	確認者 CONFIRMER

国土交通省（無人航空機の飛行日誌の取扱要領） ホームページの URL：
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001574394.pdf

(2) 日常点検記録

日常点検記録の作成においては次の事項に留意してください。なお、無人航空機の日常点検記録の様式を下表に示します。

A) 無人航空機を飛行させた都度記載する

B) 無人航空機の設計製造者が指定する日常点検様式がある場合は、下表に代えて日常点検記録とすることが可能である

C) 紙媒体で日常点検記録を作成・管理する場合は、操縦者は無人航空機の飛行にあたり、直近の日常点検記録を携行する

表 6.7-2　無人航空機の日常点検記録

無人航空機の登録記号 REGISTRATION ID OF UAS	

無人航空機の日常点検記録
DAILY INSPECTION RECORD OF UAS

(NR.　　)

点検項目 INSPECTION ITEMS		結果 RESULT	備考 REMARKS
機体全般 UAS GENERAL	機器の取り付け状態（ネジ、コネクタ、ケーブル等）		
プロペラ PROPELLER(S)	外観、損傷、ゆがみ		
フレーム FLAME	外観、損傷、ゆがみ		
通信系統 COMMUNICATION SYSTEM	機体と操縦装置の通信品質の健全性		
推進系統 PROPULSION SYSTEM	モーター又は発動機の健全性		
電源系統 POWER SYSTEM	機体及び操縦装置の電源の健全性		
自動制御系統 AUTOMATIC CONTROL SYSTEM	飛行制御装置の健全性		
操縦装置 FLIGHT CONTROL SYSTEM	外観、スティックの健全性、スイッチの健全性		
バッテリー、燃料 BATTERY, FUEL	バッテリーの充電状況、残燃料表示機能の健全性		
特記事項 NOTES			

実施場所 PLACE	実施年月日 DATE	実施者 INSPECTOR

国土交通省（無人航空機の飛行日誌の取扱要領）　ホームページの URL：
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001574394.pdf

(3) 点検整備記録

点検整備記録の作成においては次の事項に留意してください。なお、無人航空機の日常点検記録の様式を下表に示します。

A) 無人航空機を飛行させた都度記載する

B) 無人航空機の故障等の不具合に起因する故障探求、是正処置等に関する整備作業の実施状況を記載する

C) 操縦者は無人航空機の飛行にあたり、全ての点検整備記録を携行する。

D) 無人航空機の設計製造者等により点検整備等が行われ、専用の様式に点検整備の記録が記載された場合には、下表に代えて日常点検記録とすることが可能である

表 6.7-3　無人航空機の点検記整備記録

無人航空機の登録記号 REGISTRATION ID OF UAS	

無人航空機の点検整備記録
INSPECTION AND MAINTENANCE RECORD OF UAS

(NR.　　)

実施年月日 DATE	総飛行時間※ TOTAL FLIGHT TIME	点検、修理、改造及び整備の内容 DETAIL	実施理由 REASON	実施場所 PLACE	実施者 ENGINEER	備考 REMARKS

※前回の機体認証を受検するにあたり実施した点検整備以降の総飛行時間を記入する。機体認証を受けていない無人航空機は、点検整備作業を実施した時点での総飛行時間を記入するものとする。

国土交通省（無人航空機の飛行日誌の取扱要領）　ホームページの URL：
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001574394.pdf

6.8 現地における確認事項

UAV を実際に飛行させる現地において確認すべき事項を以下に記載します。これらの**確認を怠ると、重大な事故などにつながるおそれがある**ため、確実に実施しなければなりません。

（A） 天候

急激な天候の変化がないことを、現地飛行予定時間の気象情報によって確認します。飛行に適している天候は「晴れ」もしくは「曇り」ですが、快晴で光量が多すぎるとハレーションが起こり、少ないと撮影画像が暗くなるため注意が必要です。

一般的にドローンは、降水時に飛行させると雨水やごみがモータ等の機体内部に入り込み、故障の原因となります。最悪の場合は墜落の恐れがあるため、降雨時の飛行は取りやめてください。また、雷が聞こえたら、速やかに飛行を中止してください。

（B） 風速

UAV の機体性能には風速にどの程度耐えられるかが記載されていますが、安全面を考慮すると地上風速 10m/s 以上の場合は原則として飛行を中止すべきです。なぜなら、一般的に上空では地上よりも風速が強く、UAV の安全飛行が困難な場合が多々あるためです。また、急な気象の変化・突風などが起きる可能性は常にあるため、一時中断のための判断を下せるよう必要時には風速計を用いて、風速や風向きを確認してください。

図 6.8-1 風速計による測定風景

（C） UAV 撮影計画と現地の整合性

作成した飛行ルートは撮影諸元どおりであるか確認してください。また、作成した飛行ルート上に自動航行を妨げる障害物（樹木・電線等）はないか等、撮影計画との整合性を現地において最終確認が必要です。

6.9 事故発生時の報告と対応

6.9.1 事故発生時の報告と対応

国土交通省では、UAV の飛行による人の死傷、第三者の物件への損傷、飛行時における機体の損失、又は航空機との衝突もしくは接近事故が発生した場合の情報提供を求めており、**事故が発生した場合には、直ちに事態の詳細を国土交通大臣へ報告しなければなりません**。

UAV を飛行させる場合は、事故などの非常時に備えて事前に土地管理者や土地所有者などの連絡先を把握しておく必要があります。万一、UAV の飛行による事故等が発生し負傷者がでた場合には、その救済を第一に優先させ、二次災害が起こらないよう十分に注意を払って、以下の順序で行動してください。

(ア) 負傷者の救護（救急車の要請含む）
(イ) 事故の続発防止措置（安全のため機体からバッテリーやプロペラを外す）
(ウ) 消防への連絡や消火活動
(エ) 警察への通報（墜落して見失った場合、遺失物届を提出）
(オ) 関連各所への連絡（施設管理者、土地所有者、保険会社、国土交通省等）

6.9.2 事故・重大インシデントの報告

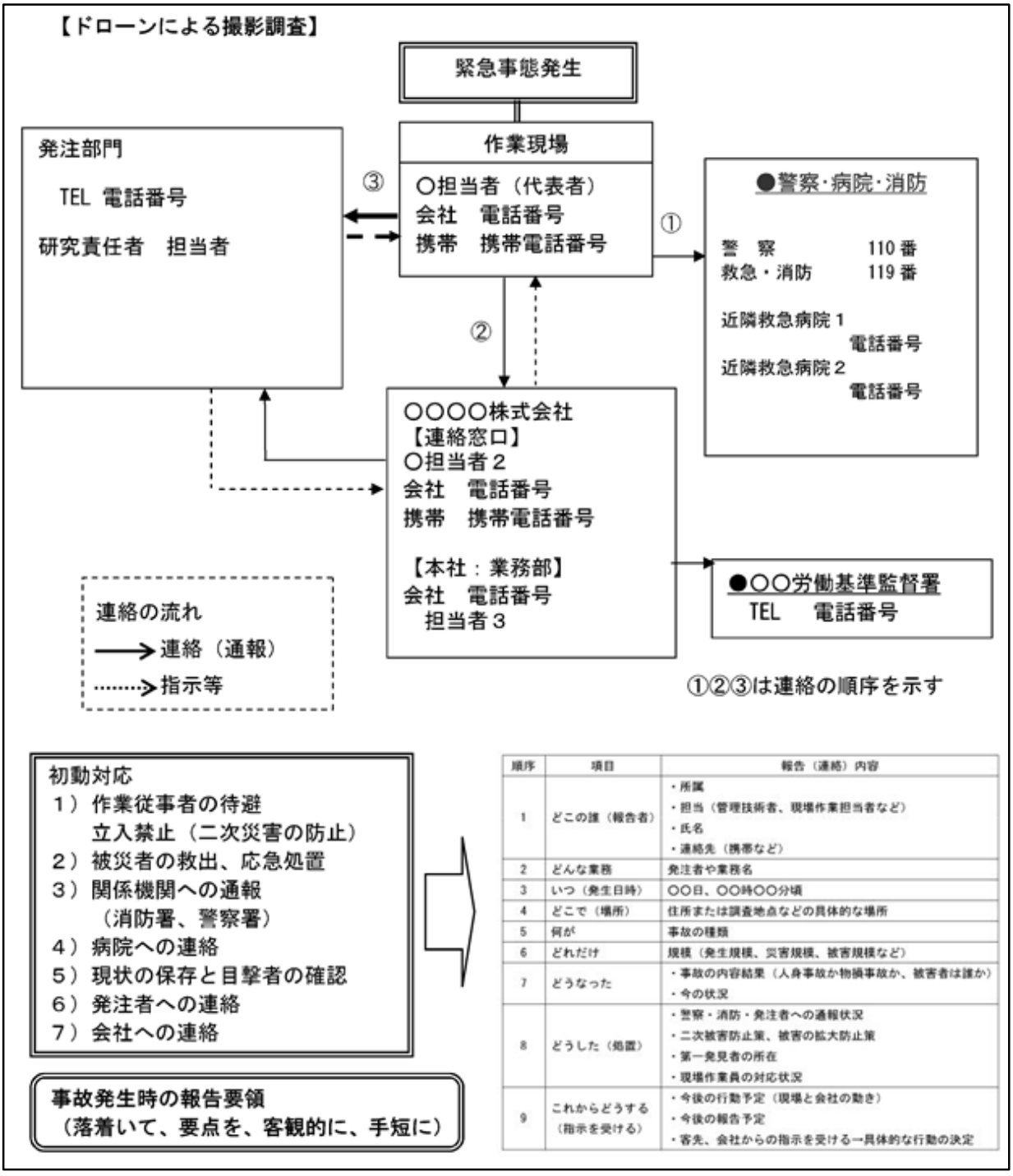
無人航空機に関する事故または重大インシデントに該当する事態が発生した場合は、ドローン情報基盤システム(DIPS 2.0)の事故等報告機能を用いて、報告先官署宛てに速やかに報告を行う必要があります。

(ア) 事故
- 無人航空機による人の死傷（重傷以上の場合）
- 第三者の所有する物件の損壊
- 航空機との衝突又は接触

(イ) 重大インシデント
- 航空機との衝突又は接触のおそれがあったと認められるもの
- 無人航空機による人の負傷（軽傷の場合）
- 無人航空機の制御が不能となった事態
- 無人航空機が発火した事態（飛行中に発生したものに限る）

6.10　連絡体制

現地作業時に事故・災害が発生した場合には、被害を最小限にとどめるように適切な措置を講じるとともに、「図 6.10 -1」に従って、速やかに関係各所に連絡してください。



順序	項目	報告（連絡）内容
1	どこの誰（報告者）	・所属 ・担当（管理技術者、現場作業担当者など） ・氏名 ・連絡先（携帯など）
2	どんな業務	発注者や業務名
3	いつ（発生日時）	○○日、○○時○○分頃
4	どこで（場所）	住所または調査地点などの具体的な場所
5	何が	事故の種類
6	どれだけ	規模（発生規模、災害規模、被害規模など）
7	どうなった	・事故の内容結果（人身事故か物損事故か、被害者は誰か） ・今の状況
8	どうした（処置）	・警察・消防・発注者への通報状況 ・二次被害防止策、被害の拡大防止策 ・第一発見者の所在 ・現場作業員の対応状況
9	これからどうする（指示を受ける）	・今後の行動予定（現場と会社の動き） ・今後の報告予定 ・客先、会社からの指示を受ける一具体的な行動の決定

図 6.10-1　緊急時の連絡体制図の例（参考）

7． 動画編集・写真画像処理

UAV で撮影した**動画は編集することで、より伝えたい部分を強調することができます**。また、複数の写真を合成することで、ほ場全体を確認することができるなど、その利用範囲が広がります。そのため、動画編集や写真の画像処理は、農業農村整備における UAV の活用において大切な作業だと言えます。

なお、写真画像の高度な利用方法として、撮影した写真を SfM ソフトによる画像処理を行うことで得られるオルソ画像、あるいは三次元点群データなどから情報を得る方法があります。それら高度な利用方法については、別途「UAV を活用した機能診断調査マニュアル（案）」にて詳しく説明していますので、参照してください。

7.1 写真の合成

撮影された写真は 1 カットの単写真として利用する以外に次のアプリを使用すると、正確な縮尺は伴わないものの、複数の写真を合成して 1 枚の画像として利用することができます。「図 7.1-1」でその一例を示します。

Image Composite Editor

「Image Composite Editor（ICE）」は、Microsoft の研究機関 Microsoft Research によって開発されたパノラマ写真の合成ツールです。特定の地点から撮影した複数の画像をうまくつなぎ合わせ、自然なパノラマ写真を作成することができます。画面の案内に従い、画像を選択する“Import”、画像をつなぎ合わせる“Stitch”、画像を切り抜いて形を整える“Crop”、ファイルを出力する“Export”という 4 つの工程を順に処理していくことで、パノラマ写真を作成できるようになっています。

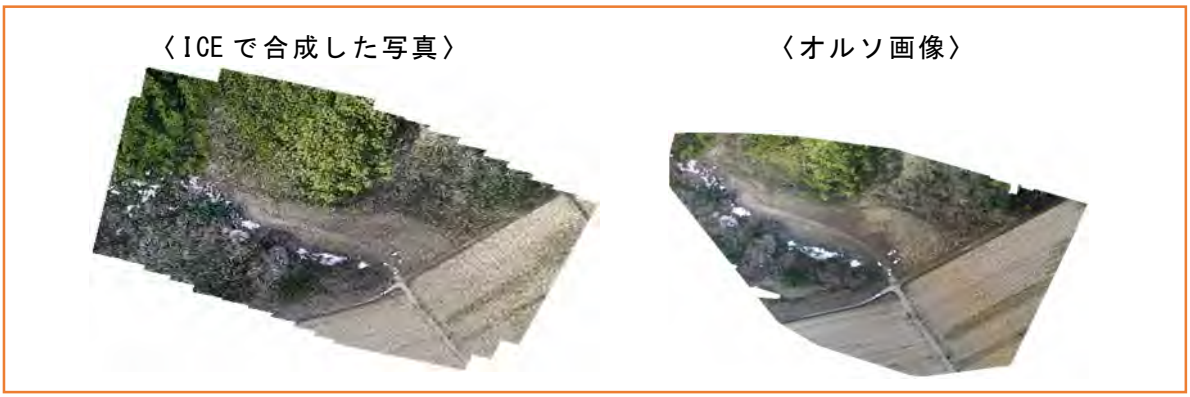


図 7.1-1 ICE で合成したパノラマ写真・SfM 処理したオルソ画像

ICE 公式サイトの URL：https://www.microsoft.com/en-us/research/product/computational-photography-applications/image-composite-editor/

8. 用語集

【あ】

• i-Construction（あい-こんとらくしょん）
　アイ・コンストラクションとは、国土交通省が提唱する、「ICT の全面的な活用（ICT 土工）」などの施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、それによって魅力ある建設現場を目指す取り組みである。

• SfM：Structure from Motion（えす・えふ・えむ）
　SfM は、移動するカメラから撮影された複数の写真画像から撮影時のカメラの位置と傾きを推測して、被写体の三次元モデルを生成する技術である。SfM によってオルソ画像や三次元点群データが自動的に簡単に得られるようになり、UAV（写真測量）の利活用が広がった。

• オルソ画像（おるそがぞう）
　中心投影された写真画像は、写真の中心から外周に行くに従って、構造物に傾きや歪みが生じる。この歪みを修正し、平面図と同じく正射投影することをオルソ補正といい、この補正をかけた写真画像のことをオルソ画像という。

• オープンソース：Open Source（おーぷんそーす）
　プログラミング言語で書かれたコンピュータプログラムであるソースコードを広く一般に公開し、誰でも自由に扱ってよいとする考え方で、そのような考えに基づいて公開されたソフトウェアのことをいう。

【か】

• 可視カメラ（かしかめら）
　広義の「光」は、紫外、可視、赤外に分けられ、可視とはその文字が示すとおり、「見ることができる」という意味で、可視カメラとは、人の肉眼で見ることができる範囲を撮影するカメラである。

【さ】

• 三次元点群データ（さんじげんてんぐんでーた）
　三次元座標を持つ点の集合体のことで、UAV による写真測量やレーザースキャナ計測により作成される。

• GNSS：Global Navigation Satellite System（じぃ・えぬ・えす・えす）
　GNSS(全球測位衛星システム)は、アメリカの軍事衛星のみを使用していた GPS に GLONASS、Galileo、準天頂衛星（QZSS）など加えた衛星測位システムの総称である。

• ジンバル（じんばる）
　ジンバルとは、枠と同一平面内に回転軸を設けた装置。円環状の枠であれば、その直径方向を回転軸とし、通常、軸が直交するように二つの円環状の枠を組み合わせたもので、本書においては、UAV のカメラなどの取り付け架台を指す。

• 赤外線サーモカメラ（せきがいせんさーもかめら）
　絶対零度以上の物質はすべて赤外線を放出しており、赤外線サーモカメラは、対象物から放射される赤外線エネルギーをカメラのレンズで結像することで、対象の温度を可視化する。

【た】

• 地図情報レベル（ちずじょうほうれべる）
　地図情報レベルは、数値地形図の精度を示すために使われ、紙地図の縮尺と同義である。

【ま】

• マルチスペクトルセンサ（まるちすぺくとるせんさ）
　マルチスペクトルセンサを使えば、光の波長成分（スペクトル）をさらに細かく分析でき、マルチスペクトル画像は、複数の波長帯を観測しているので、波長帯ごとに画像が得られる。

9. 参考図書

(1) 参考図書

本書の作成にあたっては、以下の資料を参考にしました。

① 農林水産省　農村振興局「農業水利施設の機能保全の手引き」
（令和 5 年 4 月）

② 国土交通省　国土地理院　UAV を用いた公共測量マニュアル（案）
（平成 29 年 3 月）

③ 国土交通省　国土地理院　公共測量における UAV の使用に関する安全基準（案）（平成 28 年 3 月）

④ 国土交通省　東北地方整備局　UAV による河川調査･管理への活用の手引き（案）【改訂版】（平成 28 年 3 月）

⑤ 国際航業株式会社・農研機構・ 公立大学法人 秋田県立大学
官民連携新技術研究開発事業 農業水利施設及び海岸保全施設のストックマネジメントのための無人航空機（UAV）の活用の手引き（案）
（平成 29 年 3 月）

⑥ 国土交通省　北陸地方整備局河川部　砂防設備点検における UAV 活用の手引き（案）（令和 2 年 3 月）

⑦ 国際航業株式会社・国立研究開発法人・農研機構
UAV 計測点検手法の手引き（案）（令和 3 年 3 月）

⑧ 国土交通省　空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）（令和 4 年 3 月）

⑨ 全国土地改良事業団体連合会（全国水土里ネット）　ドローンを活用した農業水利施設管理の手引き（令和 5 年 3 月）

(2) 関係法令集

① 国土交通省　ドローン情報基盤システム
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_ua_dips.html

② 国土交通省　無人航空機安全な飛行のためのガイドライン
https://www.mlit.go.jp/common/001303818.pdf

③ 国土交通省　ドローン飛行ルール
https://www.mlit.go.jp/koku/content/001465741.pdf

④ 国土交通省　飛行禁止空域、緊急用務空域の図解
https://www.mlit.go.jp/common/001406479.pdf

⑤ 国土交通省　無人航空機を屋外で飛行させるために必要な手続きフロー
https://www.mlit.go.jp/common/001485447.pdf

⑥ 国土交通省　無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール
https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html