

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

国土交通省 国土地理院

目次

1. はじめに	1
2. 安全基準（案）の対象	3
2－1. 対象の作業、目的	
2－2. 対象の UAV の種類	
2－3. 対象の UAV の運航方法、運航条件	
3. 使用する UAV の機体等の条件	8
3－1. 対象の UAV の種類	
3－2. UAV の性能、外観	
3－3. UAV に実装が求められる機能	
3－4. UAV の整備及び点検	
3－5. バッテリー	
4. UAV の運航に当たっての体制整備	14
4－1. 管理者の配置	
4－2. 現場における作業体制	
4－3. 操縦者	
4－4. 整備者	
5. UAV の使用や運航に関する記録や管理	19
5－1. 運航実績の記録、管理	
5－2. 事故等の記録、管理	
5－3. 機体の点検・整備の記録、管理	
5－4. バッテリー使用状況の記録、管理	
6. あらかじめ作成や実施が必要な事項	22
6－1. 事故対応マニュアルの作成	
6－2. 全ての作業従事者等に対する教育、周知	
6－3. 専門技術者の確保・育成	
7. 運航に当たって事前に行う事項	24
7－1. 全体計画の作成	
7－2. 運航計画の作成	
7－3. 居住者等への対応	
7－4. プライバシー保護の取組	
7－5. 保険の加入	
7－6. 現地調査の実施	
7－7. 必要な装備、備品等の準備	
7－8. 必要な届出等	
8. 現場における運航に当たっての留意事項	30
8－1. 機体の運航前点検	
8－2. 運航計画の最終確認と登録	
8－3. 作業体制の確認	
8－4. 慣らし運転	
8－5. 運航中止の条件	
8－6. 運航終了後の対応	
8－7. 事故発生時の対応	
(参考 1) 用語集	35
(参考 2) 関係資料リンク集	37

1. はじめに

近年、小型無人航空機(以下「UAV」という。)に注目が集まっており、これを使用した様々な業務の可能性が検討されています。測量分野においても、UAV を用いることで、比較的容易かつ安価に空中写真撮影などを行うことができ、数値地形モデルの作成など、測量成果を効率的に整備することが期待されています。今後、公共測量においても多くの場面で UAV が使用されることが考えられますが、測量作業機関である測量事業者に対しては、UAV を安全に運航して公共測量を円滑に実施することが求められます。

この安全基準(案)は、UAV を公共測量で安全に使用する上で、測量作業機関が遵守すべき一定のルールについて示したものです。UAV を使用した公共測量を実施する場合において、事故等の発生にいたる事象を減らすことや、かつ、万が一事故が発生した場合に生じる損害などを軽減することを目的に作成したものです。

一方で、この安全基準(案)に沿って UAV を使用して公共測量作業を行ったからといって、事故などが一切発生しないということではありません。また、UAV に関する技術は日々進歩しており、社会情勢も変化を続ける中にあることは、安全確保の方法や社会が求める安全レベルなどは今後変化することが想定されます。このため、この安全基準(案)で定めている事項には一定の不確実性が含まれていることを、測量作業機関は十分に認識した上で作業を行うことが必要です。また、この安全基準(案)のみを過信することなく、使用する UAV の機体の状況や使用環境、関係者の技量などを踏まえて、これらに柔軟に対応しつつ、適切かつ安全に作業を行うための最善の策を講じ、測量作業を行うことが必要です。

また、この安全基準(案)は、UAV を使用する上で安全を確保するための考え方の1つであり、その内容等が確立された標準的なものではありません。このため、測量作業機関がこの安全基準(案)を適用する際には、測量計画機関の最終的な了解が必要となります。

UAV は新たな、そして非常に便利な道具であり、今後も利用分野が拡大することが考えられます。一方で、現在も開発が続けられている技術であり、現時点の状況の中では、UAV を使用した場合に、絶対的な安全確保は不可能です。このため、UAV を使用した公共測量を行う測量作業機関には、公衆の安全を全てに優先させて測量作業を実施し、社会の信頼に答えられるようにすることが求められます。多くの測量作業機関における安全な UAV の使用の実績を積み重ねることで、公共測量作業における UAV の使用に対する社会の信頼や安心感を得ることが可能となります。

なお、公共測量において UAV を使用する測量作業機関は、航空法その他の UAV の運航に関わる法律、条例、規制などについても、それらの理念を十分に理

解し、遵守し、UAV を安全に運航するよう努める必要があります。例えば、国土交通省航空局が示している UAV の飛行ルールや必要な手続き等に関する Web ページ (http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html) や、UAV の安全飛行のためのガイドライン (<http://www.mlit.go.jp/common/001110370.pdf>)、他の関係団体が整備しているガイドラインについても参照してください。（「参考 2. 関係資料リンク集」を参照。）また、この安全基準(案)は、新たな技術開発の状況や、社会情勢の変化、対象とする要件の見直しなどを踏まえ、今後も予告なく見直しが行われる可能性があります。測量作業機関は、常に最新の情報を収集し、安全な測量作業の実施に努めてください。



画像出典：(株)セキド ホームページ
(<http://www.sekido-rc.com/>)

2. 安全基準（案）の対象

2-1. 対象の作業、目的

この安全基準（案）が対象とする作業は、UAV を公共測量作業において使用し、測量に用いるための空中写真の撮影や、地形モデル作成のためのデータ取得（レーザ測量等）を行う作業です。

UAV を公共測量で使用する際の技術的な基準（マニュアル）については、別途策定しているところですが、空中写真撮影の場合であれば、基本的には、撮影予定範囲の上を一定の（30m 以上を想定。）高度を保ちながら複数のコースで UAV を運航させ、一定の間隔で空中写真の撮影等を行います。（運航高度やコースの間隔、撮影間隔等は、作成する数値地形データの精度や使用するカメラの性能等によります。）この安全基準（案）は、こうした利用を行うことを前提とした基準となっています。

なお、公共測量以外の測量作業など、同様の条件下において UAV を使用する場合には、この安全基準（案）を準用することが可能です。一方で、例えば公共施設の管理や災害状況の把握など、その他の目的や作業において UAV を使用する場合には、UAV の運航方法や、使用する UAV の種類、運航条件などが大きく異なる場合もあることから、利用目的に応じて、各測量作業機関においてそれぞれ安全確保のための基準を検討し、定める必要があります。

2-2. 対象の UAV の種類

この安全基準（案）が対象とする UAV は、バッテリーで駆動する中・小型のマルチコプター（複数の回転翼により運航する UAV）で、測量機器等を搭載した運航時の総重量（UAV の機体やバッテリー、カメラ等の測量機器を全て含む離陸時の全重量をいいます。）が 25 kg 未満のものとしています。マルチコプターの回転翼の数（ローターの数）については制限していません。固定翼の UAV や機体重量が 25 kg 以上の UAV などについては、運航方法や求める安全レベルなどが異なるため、この安全基準（案）の対象とはしていません。この安全基準（案）の対象外の UAV を公共測量で使用する場合には、その特性などを踏まえて、各測量作業機関においてそれぞれ安全確保のための基準を検討し、定める必要があります。

2-3. 対象の UAV の運航方法、運航条件

- 空港周辺の空域以外における運航
- 高度 150m 未満の空域における運航
- 日中(日出～日没)の時間帯における運航
- 地上の構造物等から一定の(30m 以上の)距離を確保した運航

この安全基準(案)は、航空法に基づく国土交通大臣の許可や承認を得る必要がないこれらの空域及び運航方法での UAV の使用を原則としています。また、航空法に基づく国土交通大臣の承認を得ることが必要な運航方法のうち、「催し場所の上空での運航」、「危険物の輸送」、「物件の投下」については、公共測量における使用では想定されない UAV の運航方法であることから、この安全基準(案)では対象外としています。

(参考)改正航空法における UAV の運航ルールについて(国土交通省)

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の安全な飛行に向けて！

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

★飛行禁止空域

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



★飛行の方法

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



● 作業員の目視下での運航

この安全基準(案)は、UAV を運航する際に、作業現場に配置する監視員等の作業員が常に UAV の機体を目視して監視することを原則としています。FPV やモニタを使用して、作業員の監視できる範囲外で運航する方法については、この安全基準(案)の対象外としています。

航空法では、操縦者が肉眼で目視できる範囲内での運航に限り、国土交通大臣の承認を得る必要がないものとしています。しかしながら、公共測量で UAV を使用する際には、運航範囲がある程度広くなることや、地形や建物の影響が生じることも想定されることから、必ずしも操縦者が常に機体を肉眼で目視できる状況にあるとは限りません。このため、この安全基準(案)は、操縦者以外の現場の作業員(機体監視者等)が監視(望遠鏡等を用いて監視する場合を含む。)することとも想定しています。(作業員の監視範囲の目安については、「4-2. 現場における作業体制」の機体監視者の項目を参照。)

操縦者が肉眼で目視できる範囲を超えて UAV の運航を行う場合には、必要な機体監視員を配置することが必要です。また、安全面の措置をした上で、航空法に基づく国土交通大臣の承認を得ることが必要となります。運航を行う場合は十分留意が必要です。

● 自動運航による運航(離着陸時を除く)

公共測量において UAV を使用する際には、使用する環境や、安全を確保する目的を達成するため、離着陸時を除き自動運航を行うことを原則とします。自動運航とは、操縦者がコントローラを用いて UAV の操縦を行いながら運航するものではなく、UAV に搭載された GNSS 等を使用して位置情報などを取得し、あらかじめ計画したルートに従って UAV が自律的に運航すること(機能)をいいます。公共測量において利用する場合には、測量に必要な情報を一定の精度で取得することが求められることから、あらかじめ空中写真の撮影ポイントなどが計画されており、これに従って UAV を運航することが必要となります。操縦者の技能の影響が少なくなるという利点も含め、公共測量における UAV の利用の際には自動運航を行うことを、この安全基準(案)では原則としています。

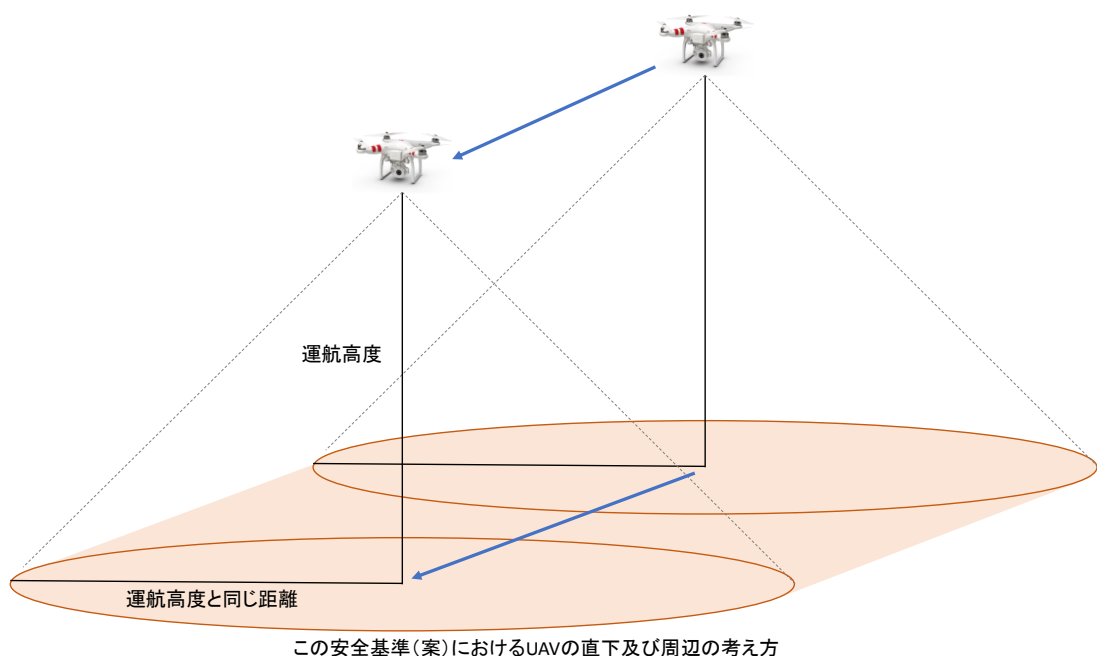
● 運航範囲の直下及び周辺に、不特定の第三者が存在しない

公共測量において UAV を運航する場合、その範囲の直下及び周辺に、不特定の第三者が存在しないことを原則とします。これは、UAV の運航中に機体が故障するなどのトラブルが発生し、機体が落下する事態が万が一発生した際に、上空を UAV が運航していることを把握していない地上にいる者に影響を与えないためです。

「運航する範囲」とは、測量のための空中写真撮影などを行う範囲に加え、UAV

が離陸してから着陸するまでの間の全ての運航範囲をいいます。「直下及び周辺」とは、UAV のルートから一定の範囲をいいます。具体的には、UAV の運航高度に合わせ、その運航高度に比例した距離範囲を対象とします。例えば 100m 上空を運航する UAV の場合であれば、その UAV の直下の地点から半径 100m の範囲を対象とします。また、「不特定の第三者」とは、UAV の運航範囲内に居住している者などのあらかじめ UAV が上空を運航することを周知できる者以外の者をいいます。例えば、一般的な通行人や通行車両（中に人が存在することが想定されるもの）などが該当します。

改正された航空法では、「人家の密集地域」として、DID（人口集中地区）で UAV を運航する場合には、国土交通大臣による許可となっています。この安全基準（案）は、DID 上空での運航についても対象としていますが、DID 上空で運航する場合には、UAV の運航ルートの直下及び周辺に不特定の第三者が存在する可能性が高くなることから、より一層安全確保に留意して作業を行うことが必要です。また、DID 上空で運航を計画する場合は、あらかじめ国土交通大臣による許可を得ることが不可欠ですが、許可を得るには、使用する機体や操縦者等に対するより高度な安全性が求められます。こうしたことも踏まえ、運航の可否を検討することが必要です。なお、運航予定地域が DID の範囲内であるかどうかについては、地理院地図 (<http://maps.gsi.go.jp/?z=9&ls=did2010>) で確認することが可能です。



● 上記以外の場合

この安全基準(案)は、これらの運航方法や運航条件下で UAV を運航することを前提に定めたものです。これら以外の条件下で UAV を運航する場合は、事故等が発生する可能性や、事故等が発生した場合の被害が大きくなる恐れがあり、さらなる安全の確保が求められます。このため、それぞれの運航条件に応じて、安全確保のための基準を検討し、個別に定める必要があります。また、基準を定める際には、あらかじめ測量計画機関に意見を求め、承認を得る必要があります。さらに、例えば操縦者の目視可能な範囲を超えた運航や DID の上空での運航等、UAV の運航方法、運航条件によっては、航空法に基づき、国土交通大臣や空港事務所長の許可や承認を得て作業を行う必要があります。



画像出典：(株)エンルート ホームページ
(<http://www.enroute.co.jp/>)

3. 使用する UAV の機体等の条件

3-1. 対象の UAV の種類

この安全基準(案)は、「2-2. 対象の UAV の種類」に示したように、バッテリーで駆動する中・小型のマルチコプターで、総重量(UAV の機体やバッテリー、カメラ等の測量機器を全て含む離陸時の全重量)が 25 kg 未満のものが対象です。いわゆる産業用の機体に加え、ホビー用の機体についても一定の要件を満たす場合であれば対象としています。

なお、25kg 未満の機体であっても、重量が大きいほど事故や墜落の際に生じる被害は大きくなります。特に 10kg を超える重量の UAV を使用する場合には、操縦者の十分な技量が安全確保には重要な要素となります。こうした点に留意して、使用する UAV を決定することが必要です。

3-2. UAV の性能、外観

使用する UAV は、安全確保の観点から、以下の全ての性能、外観を有することを原則とします。ただし、測量計画機関(発注元)と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

- **十分かつ安定した運航性能を持つ機体であって、その性能が明らかであること**

UAV を適切かつ安全に運航させるためには、UAV が十分な運航性能を有していることに加え、その性能があらかじめ明らかであることが不可欠です。運航のための計画を作成する上でも、使用する UAV の性能を踏まえることが必要です。このため、例えば UAV の最大運航重量(運航可能重量)、連続航続可能時間、最高運航速度、運航可能最大風速、UAV の機体とコントローラやモニタ等との間の無線の到達範囲などが明らかな UAV を使用することが必要です。自作した UAV などを使用する場合には、そうした運航性能を客観的に証明できることが求められます。

- **機体に鋭利な突起物がない構造であること**

UAV を使用した測量作業を行う者や、運航中の UAV が誤って落下した場合に運航ルート下にいる者に対して危害を加える恐れを減らすため、UAV の機体には鋭利な突起物がない構造であることが必要です。特に回転翼(ロータ)は、運航中高速で回転しており、直接人が触れると大きな事故となる危険性が高いです。このため、必要に応じてプロペラガードを装着するなど、安全性を高めるための装備を行うことが必要です。

- 機体を空中で認識しやすい色や模様であること
- 灯火や表示など、空中で機体の位置及び向きを正確に視認できるための装備があること

UAV を使用する際は、地上から機体を目視しながら運航させることが必要となります。このため、UAV の機体の色や模様は、空中で認識しやすいものであることが求められます。例えば白色、黒色等が考えられます。また、UAV の状態を適切に視認できるよう、灯火や表示を機体に装備することが必要です。

- 機体を識別できる情報が機体に記載されていること

UAV の運航中に機体を見失い、第三者が機体を発見することも考えられます。こうした事態が発生した際に、UAV の所有者等を明らかにするために、機体には UAV の保有者、識別番号等を記載することが求められます。識別番号については、機体を適切に管理し、運航実績や整備履歴等を記録する際にも活用できます。

- 電波法に適合した無線装置を使用していること

UAV の機体を操縦したり、UAV の機体の状態を地上側で把握したりする際には、機体とコントローラ、モニタ等の間で無線通信が使用されます。こうした際に使用する無線装置は、電波法に適合した装置であることが必要です。また、こうした装置を使用する際には、電波法を遵守することが求められます。機材によっては、必要な資格保有者の立会いが求められる場合もあります。

3－3．UAV に実装が求められる機能

使用する UAV は、安全確保の観点から、以下の全ての機能を有することを原則とします。ただし、測量計画機関（発注元）と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

- 自動運航機能

UAV が機体に搭載された GNSS を利用して位置情報等を把握し、あらかじめ計画されたルートに従って、自律的に運航を行う機能をいいます。

公共測量で UAV を使用する場合は、あらかじめ定められたコースに従って UAV を運航させ、適切な箇所で空中写真の撮影や地形データ等の取得を行うことが必要です。計画に基づいて適切に UAV を運航させるために、この安全基準（案）に基づいて UAV を公共測量で使用する際には、UAV は離着陸時等を除き、

自動運航させることを原則としています。また、自動運航機能を使用することで、操縦者の関与を極力少なくすることができ、結果的に操縦者に対する負担を減少させることが可能となります。これにより、操縦者に対し非常に高度な技能を求めることを避けるようにしています。

なお、自動運航機能には、運航中に機体に不具合が発生した場合や、建築物等に異常に接近した場合など、自動運航を緊急に中止等させる必要がある際に強制的に介入（解除）し、操縦者が手動で機体を操作（着陸等）することができる機能を持っていることも必要です。

● モニタ監視機能

UAV の機体の位置や搭載された機器等の状態、バッテリー残量などを、地上にあるモニタを用いて、リアルタイムで監視できる機能をいいます。機体とモニタの間は無線通信等で情報をやりとりします。

この安全基準（案）に基づいて UAV を運航させる場合は、原則として UAV は常に作業員に監視されていることが必要となっています。しかし、UAV の機体の状態について、目視で確認することに加え、その状態を数値等、客観的な情報で常に把握を続けることが不可欠です。こうしたことから、この安全基準（案）では、モニタ監視機能を装備することを原則としています。

また、モニタ監視機能は、UAV の運航中に、万が一視認できなくなる事態が発生した場合でも、その位置や状態を把握することが期待できます。安全性を高める上でモニタ監視機能は必要といえます。

● フェイルセーフ機能

機体に異常が生じた場合など、UAV の運航を継続することが適切ではない事態が発生した場合に、直ちに運航を中止させる機能です。中止した場合には、機体はあらかじめ指定された場所に戻るか、その場でゆっくりと降下することが必要です。この機能は、以下のような場合に動作するものとします。

- ✓ 地上にあるモニタ、コントローラ等からの指示があった場合。
- ✓ あらかじめ指定された空域を逸脱して運航した場合（ジオフェンス機能）。
- ✓ GNSS 信号を正常に受信できなくなった場合。
- ✓ 地上にあるモニタ、コントローラ等との無線通信等が遮断した場合。
- ✓ バッテリー残量が指定値を下回った場合。
- ✓ その他、機体に異常が生じ、安定した運航を継続できなくなった場合。

機体の種類や、搭載しているプログラム、機能等により、フェイルセーフ機能の発動方法や、UAV の対応方法が異なります。フェイルセーフ機能は、安全性を高めるための機能であり、各機体の特性も踏まえ、適切な運用ができることが求めら

れます。

● フライトログ記録機能

UAV の運航位置や搭載された機器の状態等(フライトログ)を記録する機能です。フライトログは、UAV の機体で記録する場合と、モニタ、コントローラ等の地上にある機器で記録する場合が考えられます。

万が一事故等が発生した場合に、フライトログを使用することで、その原因等を把握することが容易になることが期待されます。フライトログの記録、保管期間等の詳細については、この安全基準(案)では特別の定めはしていませんが、安全な運航のために適切な運用ができることが求められます。

3－4．UAV の整備及び点検

使用する UAV は、安全確保の観点から、以下の方法に基づき、整備や点検を行うことを原則とします。ただし、測量計画機関(発注元)と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

● 定期点検の実施

UAV は、機体の製造元の推奨する期間毎に、特に定めが無い場合は1年又は合計 100 時間の運航を目途に、機体の定期的な点検を、専門の第三者機関や機体の製造元等で実施することが必要です。

● 日頃からの整備の実施

UAV の運航前後には、必ず適切に整備や点検を行うとともに、必要な部品の交換などの整備が必要です。整備は一定の技能や経験を有する整備者が行うことが必要です。ただし、メンテナンスフリーな機体については、無理な機体の分解等は行わず、機体に不具合等が生じた場合には、機体の製造元や専門の事業者等で整備を行ってください。

● 整備や点検の記録

UAV の整備や点検の状況は、適切に記録し、必要に応じて第三者に対しても開示できるよう準備することが求められます。機体の整備、点検の状況の記録は、整備管理者が責任を持って行います。(整備管理者については、「4－1. 管理者の配置」を参照。)

● 事故等の過度な衝撃への対応

UAV を運航中に墜落や衝突させるなど、UAV に対して過度な衝撃が与えられた場合は、定期点検と同様に、専門の第三者機関や機体の製造元等での点検を実施することが必要です。

● ファームウェア等のアップデート

UAV で使用しているファームウェア等については、安全性を高めるためアップデートが行われることがあります。現在使用しているファームウェアの安全性に問題がある場合には、適切にアップデートを行うことが必要です。ファームウェアの状況、最新のファームウェアが公開されているか等については、機体の製造元に確認が必要です。

ファームウェア等をアップデートする場合は、専門の第三者機関や機体の製造元に確認の上、安全性が確認できたものに限り実施してください。作業は、一定の技能や経験を有する整備者が整備管理者の指示のもとで行うことが必要です。

3－5．バッテリー

UAV で使用するバッテリーは、安全確保の観点から、以下のとおり取り扱うことを原則とします。ただし、測量計画機関（発注元）と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

● 使用するバッテリーの条件等

UAV で使用するバッテリーは、UAV の機体の製造元の指定するものを使用することとし、その他のバッテリーは使用してはいけません。また、バッテリーの取扱い方法については、基本的に、製造元の指定する方法に従って、適切に行うことが必要です。

● バッテリーの管理

バッテリーには、個々のバッテリーを識別できる番号等を付与し、管理を行うことが必要です。その上で、それぞれのバッテリーの充電、使用状況について、適切に記録することが必要です。

● バッテリーの充電

バッテリーの充電は、製造元の指定する充電器を使用して、製造元の指定する方法に従って行ってください。バッテリーは可燃物ですので、充電作業は、周囲に可燃物がない場所で、様子を適切に監視しながら行うことが必要です。

万が一、充電中にバッテリーから煙が出る、バッテリーが膨らむ等の異常が見られた場合には、直ちに充電を中止し、当該バッテリーは廃棄することが必要です。

適切に充電されたバッテリーを安全に使用するために、バッテリーの充電は、使用する当日又はその直前に行うことを原則とします。

● バッテリーの保管

バッテリーの保管は、製造元が指定する環境下で行う必要があります。保管時には、強い衝撃をバッテリーに与えないよう、留意が必要です。また、バッテリーの過充電や過放電を避けるため、バッテリーを充電させた状態又は接続した状態のまま1週間以上保管せず、保管に適切な電圧まで放電した上で保管する必要があります。

● バッテリーの廃棄

以下の場合には、バッテリーを廃棄する必要があります。なお、バッテリーの廃棄の方法及び手順は、製造元の指定する方法等に従い、廃棄により生じるゴミ等は、適切に処分する必要があります。

- ✓ バッテリーの性能が一定以上低下した場合
- ✓ バッテリーの外見に異常が見られた場合
- ✓ バッテリーの使用回数がメーカーの指定する限度回数を超えた場合
- ✓ バッテリーの使用期限を過ぎた場合



画像出典：(株)エンルート ホームページ
(<http://www.enroute.co.jp/>)

4. UAV の運航に当たっての体制整備

UAV を使用して公共測量作業を行う測量作業機関は、あらかじめ、以下の体制を整備することを原則とします。

4-1. 管理者の配置

UAV を適切かつ安全に運航するために、測量作業機関は、以下に示す3つの管理者を配置することを原則とします。なお、同一の者が複数の管理者を兼ねることができるものとしますが、業務の状況を踏まえて、過度な負担とならないよう、測量作業機関は適切に配慮することが必要です。また、機体の運航や整備等について、測量作業機関が自社以外の専門業者等に委託する場合には、これらの管理者が担う役割についても委託し、専門業者等において各管理者を配置することも可能です。

● 運航管理者

運航管理者は、UAV の運航全般を管理する責任者として、以下の作業について実施又はその責任を負うものとします。

- ✓ UAV の運航に当たっての計画(全体計画、運航計画)の作成
(詳細は「7-1. 全体計画の作成」及び「7-2. 運航計画の作成」を参照。)
- ✓ UAV の運航実績の記録及び管理
(詳細は「5-1. 運航実績の記録、管理」を参照。)

● 安全管理者

安全管理者は、UAV を安全に運航させる上での安全管理に関する責任者として、以下の作業について実施又はその責任を負うものとします。

- ✓ 事故対応マニュアル等の整備及び周知
(詳細は「6-1. 事故対応マニュアルの作成」を参照。)
- ✓ 事故等の記録及び管理
(詳細は「5-2. 事故等の記録、管理」を参照。)

● 整備管理者

整備管理者は、使用する UAV の機器の状態や、点検、整備を管理する責任者として、以下の作業について実施又はその責任を負うものとします。

- ✓ UAV の機体及びバッテリーの使用状況等の記録及び管理
(詳細は「5-3. 機体の点検・整備の記録、管理」及び「5-4. バッテリー使用状況の記録、管理」を参照。)

- ✓ UAV の点検、整備等の管理
（詳細は「3-4. UAV の整備及び点検」を参照。）

4-2. 現場における作業体制

UAV を使用した公共測量作業を行う際の現場での体制として、以下の役割を担う者で構成する体制を構築することを原則とします。なお、役割の内容によっては、同一の者が複数の役割を担うことができます。例えば、作業現場の状況によっては、現場班長と操縦者の2名のみで作業を行うことも可能です。また、「4-1. 管理者の配置」で示す各管理者が、現場での作業員となることも可能です。ただし、作業者に過度な負担とならないよう、測量作業機関は適切に配慮することが必要です。

● 現場班長

現場班長は、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、操縦者を含めた他の作業員に対し、指示を行います。

現場班長は、現場の作業員の作業内容、配置状況について適切に把握し、その場の状況に応じた必要な指示や対応を行うことが求められます。また、UAV を運航中には、その状況に応じて運航の中止等を操縦者に対して指示することとなります。このため現場班長は、UAV に関する技術を一定程度把握し、UAV を使用した公共測量作業について精通している者であることが求められます。また、測量作業の現場責任者として、測量士又は測量士補を有する技術者であることが推奨されます。

● 操縦者

操縦者は、現場班長の指示に従い、UAV の操縦や運航を行います。また、UAV を運航させる前には、現場班長等とともに、UAV の自動運航に必要な情報の入力及び確認を行います。

なお、この安全基準(案)で示す基本的な UAV の運航方法は自動運航のため、操縦者が実際に操縦を行う場面としては、離着陸時及び緊急時のみ対応することが考えられます。

操縦者に対しては、一定の技能や知識、経験を有することが求められます。一方で、UAV の操縦に関する技能等を有していれば、測量士、測量士補等の資格を必ずしも有していなくてもかまいません。（詳細は「4-3. 操縦者」を参照。）

● 整備者

整備者は、UAV の運航前後の機体の整備や、必要に応じた部品の交換等の

作業を行います。運航中は、他の役割を担うことが可能です。

整備者に対しては、一定の技能や知識、経験を有することが求められます。（詳細は「4-4. 整備者」を参照。）

● モニタ監視者

モニタ監視者は、運航中にモニタを使用して UAV の状態を常に監視し、必要に応じてその情報を現場班長や操縦者に伝える作業を行います。例えば、UAV の運航位置、回転翼（ロータ）の状態、バッテリーの残量、GNSS 信号の受信状況等について異常がないかを監視します。

なお、使用する機体によっては、UAV の状態等の情報を示すモニタが、操縦者が使用するコントローラ（プロポ）と一体となっている場合があります。こうした機体の場合は、モニタ監視者を操縦者が兼務することができます。ただし、操縦者は基本的には機体の状態を目視しつづけることが求められますので、可能な限りモニタ監視者と操縦者は別の作業者が担当することを推奨します。

● 機体監視者

機体監視者は、運航中、常に機体及び天候を監視し、異常等が発生した場合には、速やかに現場班長や操縦者に伝える作業を行います。また、万が一機体が墜落等した場合には、機体の搜索と回収、火災の発生等への初期対応を行います。機体監視者は、UAV の運航範囲の広さや地形の状況等を踏まえて、必要な人数を、適切に配置することが必要です。地形や建築物の影響で、UAV を視認できなくなる恐れがあることから、あらかじめ現地調査を行い、必要な人数の機体監視者をあらかじめ確保することが必要です。（現地調査については「7-6. 現地調査の実施」を参照。）

なお、操縦者も UAV の運航中は機体を目視していますが、操縦者は機体の操縦など他の業務を行うことが必要です。このため、安全に運航させるために、操縦者が目視できる範囲内でのみ UAV を運航する場合であっても、操縦者以外に機体を常に監視できる者を1名以上配置することが必要です。

なお、この安全基準（案）における機体監視者が UAV を視認できる範囲の基準（目安）は、以下のとおりとします。ただし、これらは、日中の晴天時において視認できる範囲の基準であり、気象条件等により、適宜対応が必要となります。

- ✓ UAV の監視に望遠鏡を用いない場合は、機体の色に関わらず 100m。
- ✓ UAV の監視に望遠鏡を用いる場合であって、白色の機体を用いる場合は 300m。ただし、背景が山林の場合は、500m。
- ✓ UAV の監視に望遠鏡を用いる場合であって、黒色の機体を用いる場合は 500m。ただし、背景が山林の場合は 100m。

● 保安員

この安全基準(案)に基づく UAV の運航では、UAV の運航ルートの下及び周辺には、不特定の第三者が存在しないことを原則としています。このため、不特定の第三者が運航範囲に侵入する恐れがある場合には、現地に保安員を配置し、第三者が運航中に運航範囲内に進入することがないように阻止するための適切な対応をとることが必要となります。

保安員は、作業範囲の状況に応じて、適切な人数を配置します。立ち入りが物理的に制限されている現場など、作業範囲に不特定の第三者が立ち入らないことが明らかな場合には、保安員を配置しないことも考えられます。なお、保安員は、地上の通行者等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は困難です。このため、基本的には保安員が機体監視者を兼ねることはできないものとします。

4－3．操縦者

測量作業機関は専門的な技能や経験を有する専門技術者として、UAV の操縦を行う操縦者を確保することが必要です。

操縦者は、UAV の操縦に関して一定の知識と技能、経験を有する者であることが必要です。また、これらの知識や技能、経験については、民間資格や第三者機関により証明されるか、測量作業機関における実績の記録等で明らかになっているなど、客観的に示すことができるものである必要があります。

この他、公共測量において使用する機体への経験として、以下の要件を満たすことを原則とします。ただし、測量計画機関(発注元)と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

- ✓ 測量作業において使用する機体と同じモデルの機種を対象に、一定時間以上(3時間以上)の操縦経験を有していること。
- ✓ 測量作業において使用する前の一定期間(90 日)内に、使用する機体と同じモデルの機種の操縦を 1 時間以上行っていること。
- ✓ 測量作業において使用する機体と同じモデルの機種で、自動運航を行った経験を有すること。

ここでいう操縦時間とは、UAV を手動(マニュアル操作)で操縦させている時間のことをいい、自動運航を行っている時間は含まないものとします。また、測量作業における操縦に加え、訓練や他の業務における操縦の時間も含むものとします。

なお、例えば操縦者の目視範囲外での運航や DID における運航など、運航に当たって国土交通大臣の許可又は承認が必要な場合には、その許可、承認条件の1つとして、操縦者には 10 時間以上の操縦経験(自動運航を除く。)が求められる

ています。この安全基準(案)は、こうした許可又は承認の必要がない場合においても、3 時間以上の操縦経験を求めるものとしていますが、安全性向上のため、操縦者は可能な限り多くの操縦経験を積んでいることが推奨されます。

これらに加え操縦者に対しては、UAV に関する技術は日々進化していることから、常に操縦に関する知識や技能の維持向上に努めることが求められます。

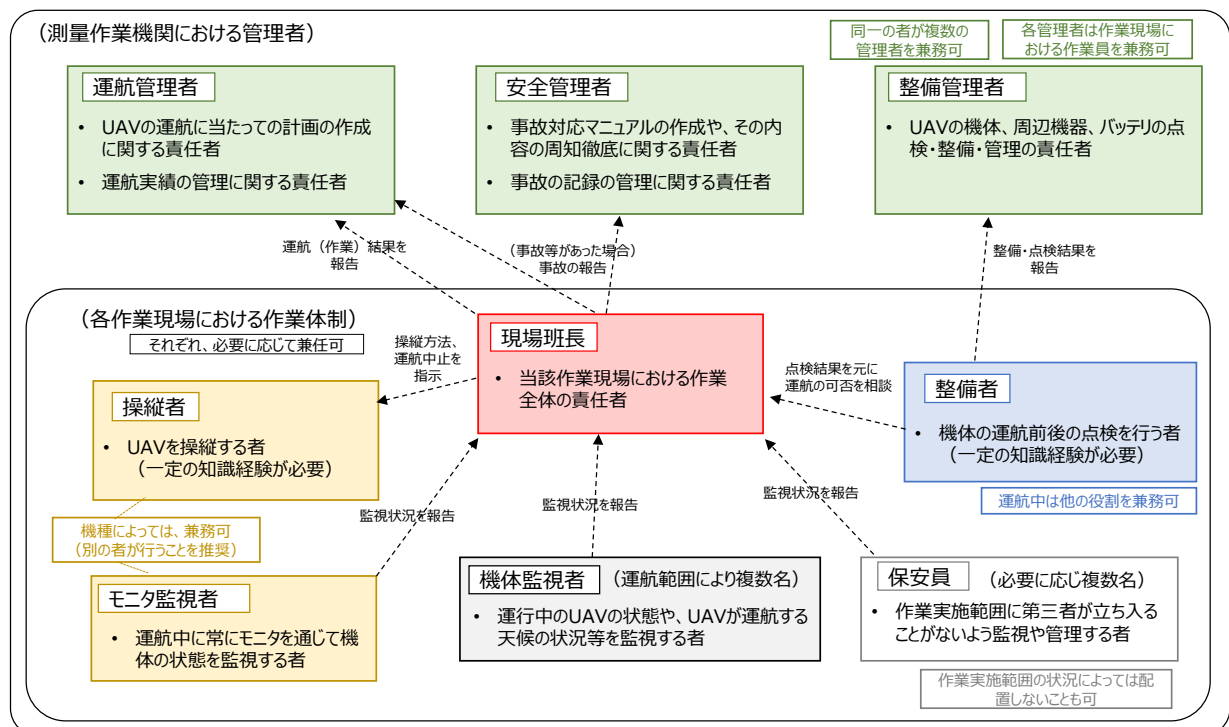
4-4. 整備者

測量作業機関は専門的な技能や経験を有する専門技術者として、UAV の整備を行う整備者を確保することが必要です。

整備者は、UAV の構造や整備方法などに関して一定の知識と技能、経験を有する者であることが必要です。また、これらの知識や技能、経験については、民間資格や第三者機関により証明されるか、測量作業機関における実績の記録等で明らかになっているなど、客観的に示すことができるものである必要があります。

なお、UAV に関する技術は日々進化していることから、整備者には、常に UAV の構造や整備方法に関する知識や技能の維持向上に努めることが求められます。

UAV を使用して公共測量作業を行う際の体制と役割のイメージは、図のとおりです。



5. UAV の使用や運航に関する記録や管理

UAV を使用した測量作業に関する測量作業機関や従事した作業員の実績を把握するため、また、万が一事故等が発生した場合にその原因等を適切に把握するため、測量作業機関は、UAV を使用した状況や実績について、適切に記録し、その記録を管理することが必要です。

5-1. 運航実績の記録、管理

測量作業機関は、使用する UAV の機体ごとに、運航実績を記録し、その記録を適切に管理する必要があります。記録等を行う運航実績は、測量作業において UAV を使用した場合に限らず、訓練も含めた全ての運航を対象に作成することが必要です。運航実績の記録や管理は、運航管理者が責任を持って行います。

運航実績としては、以下の事項を基本として記録を行います。

- ✓ 運航年月日、離着陸時刻、運航時間（自動運航を行った時間等）
- ✓ 運航場所
- ✓ 運航目的
- ✓ 運航に従事した者（従事した現場班長、操縦者、整備者等の名前）
- ✓ 運航条件、運航状況（運航方法、気象条件（天候、風速）等）
- ✓ 使用したバッテリーの識別番号等
- ✓ 測量計画機関の名称（公共測量作業で使用了した場合）
- ✓ 事故、異常等の有無

運航実績の記録は、操縦者等の運航経験を示す客観的な資料として使用されることが考えられます。また、万が一事故等が発生した場合には、過去の運航実績等を参照することが必要となることも考えられます。このため、運航実績の記録は、第三者からの求めに対して開示できるように、適切に作成し、管理することが求められます。

5-2. 事故等の記録、管理

測量作業機関は、UAV を使用して発生した事故及び事故につながる恐れが生じる事案（いわゆるヒヤリ・ハット事案）について記録し、その記録を適切に管理する必要があります。記録等を行う事故等は、測量作業において UAV を使用した場合に限らず、訓練も含めた全ての運航を対象に作成することが必要です。事故等の記録や管理は、安全管理者が責任を持って行います。

事故等の記録としては、以下の事項を基本として記録を行います。

- ✓ 運航年月日、離着陸時刻
- ✓ 運航場所
- ✓ 運航目的
- ✓ 使用した機体の識別番号等
- ✓ 運航に従事した者（従事した現場班長、操縦者、整備者等の名前）
- ✓ 運航条件、運航状況（運航方法、気象条件等）
- ✓ 事故等の発生状況
 - 発生日時
 - 発生場所
 - 事故等の内容
 - 被害の様子、状況
- ✓ 事故等への対応状況、経緯
- ✓ 事故等が発生した原因

事故等の記録は、事故等の原因を調査するために使用されることも考えられます。また、安全に対する意識を高めるための取組を行う際にも参照されることが考えられます。このため、事故等の記録は、第三者からの求めに対して開示できるように、適切に作成し、管理することが求められます。

5－3．機体の点検・整備の記録、管理

測量作業機関は、使用する UAV の点検・整備の状況を記録し、その記録を適切に管理する必要があります。記録等を行う点検・整備は、定期点検、運航前後の点検に加え、通常実施している必要な部品の交換、修理、ファームウェア等のアップデートなど、UAV の機体及び関連機器に対する全ての作業が対象です。機体の点検・整備の記録や管理は、整備管理者が責任を持って行います。

機体の点検・整備の記録としては、以下の事項を基本として記録を行います。

- ✓ 機体の識別番号等
- ✓ 点検・整備の日付
- ✓ 点検・整備の実施者（整備者）
- ✓ 点検・整備の内容
- ✓ 機体の部品の交換を行った場合は、交換した部品の位置や数

点検・整備の記録は、整備者の実績を示すために使用されるほか、万が一事故等が発生した場合に、その機体に対して問題がなかったかどうかを検証する際にも使用されることが考えられます。このため、点検・整備の記録は、第三者から

の求めに対して開示できるように、適切に作成し、管理することが求められます。

5－4．バッテリー使用状況の記録、管理

測量作業機関は、バッテリーごとに使用や充電の状況について記録し、その記録を適切に管理する必要があります。バッテリー使用状況の記録や管理は、整備管理者が責任を持って行います。

バッテリーの使用状況の記録についても、機体の整備・点検の記録と同様に、第三者からの求めに対して開示できるように、適切に作成し、管理することが求められます。



画像出典：(株)セキド ホームページ
(<http://www.sekido-rc.com/>)

6. あらかじめ作成や実施が必要な事項

UAV を使用した公共測量を実施するに当たり、測量作業機関は、これまでに示した体制等を整備するほかに、次の事項について作成や取組を行うことが必要です。

6-1. 事故対応マニュアルの作成

作業中に事故等が発生した場合に、管理者や、現場で作業に従事している作業員がどのような対応を行うべきかを示した事故対応マニュアルを、測量作業機関はあらかじめ作成することが必要です。マニュアルの作成は、安全管理者が責任を持って行います。

マニュアルには、以下のような事項を記述することが必要です。

- ✓ 事故等が発生した際の一般的な対応手順及び対応方法
- ✓ 緊急連絡体制及び緊急連絡先

事故等が発生した際の一般的な対応については、以下のような事項を順に行うことが求められます。作業員等がそれぞれどのような行動を、どのような順序でとるべきか、事故対応マニュアルでは具体的な対応方法について示すことが必要です。

- ✓ （負傷者等が発生した場合）被災者の救出、応急措置
- ✓ 二次災害の発生の防止
- ✓ 警察、消防等の緊急通報受理機関への連絡
- ✓ 事故等の発生現場、状況の確認、情報収集、保存（現場への立入りの規制、モニタ等の情報の収集や保存、目撃者の確認など）
- ✓ 測量計画機関等の関係機関、関係者への連絡

緊急連絡体制や緊急連絡先については、実際の現場ごとに連絡先が異なります。このため、実際の現場での作業を行う前に、現地調査を行い、情報の更新を行うことが必要となります。（現地調査については、「7-6. 現地調査の実施」を参照。）

国土交通省では、今後の UAV に関する制度の検討を行う上での参考とするため、UAV を運航させる者に対し、UAV による事故等が発生した場合は、情報提供をお願いしています。万が一 UAV による人の死傷、第三者の物件の損傷、機体の紛失、有人航空機との衝突や接近事案が発生した場合には、航空法等の法令違反の有無に関わらず、国土交通省（空港事務所）に対し、情報提供をお願いします。情報提供の方法は、航空局の Web ページ「無人航空機（ドローン・ラジコン

機等)の飛行ルール」(http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html)に掲載されています。

6－2．全ての作業従事者等に対する教育、周知

UAVを使用した測量作業は、通常の測量作業とは異なる対応が必要となります。このため測量作業機関は、各管理者や UAV を使用する測量作業に従事する全ての作業員に対し、UAV を使用する作業の特徴や留意事項などを、作業着手前にあらかじめ教育することが必要です。例えば、UAV の基本的な仕組みや性能、UAV の運航に関する各種法令の概要、UAV を用いた測量の原理や方法、UAV を使用している際の安全確保の方法や事故等が発生した際の基本的な対応方針などを、教育することが求められます。

このほか、「6－1. 事故対応マニュアルの作成」で作成した事故対応マニュアルの内容についても、作業実施前にあらかじめ作業員等に対し周知し、事故の予防に向けて関係者の意識を高めるための取組を行うことが必要です。事故対応マニュアルの周知は、安全管理者が責任を持って行うことが求められます。

6－3．専門技術者の確保・育成

測量作業機関は、UAV を安全に使用した測量作業を行う上で欠かせない、UAV に関する専門技術者(操縦者及び整備者)について確保に努めなければなりません。また、こうした専門技術者が持つ操縦や整備の知識及び能力の維持、向上を行うため、測量作業機関は必要な研修、訓練等を行うことが必要です。自社で研修、訓練等を行うことが困難な場合は、専門の第三者が主催する講習会等を利用することも考えられます。

7. 運航に当たって事前に行う事項

UAV を使用した公共測量を実施する場合は、実際の運航を行う前に、以下の事項を行う必要があります。

7-1. 全体計画の作成

UAV を測量作業で使用する場合、測量作業機関は、どのように UAV を使用するのかをあらかじめ示した全体計画を作成する必要があります。

全体計画は運航管理者が中心となって作成します。作成を運航管理者以外の者（現場班長等）が行う場合には、運航管理者の承諾を得る必要があります。全体計画には、以下のような事項を記載します。

- ✓ 運航予定日時
- ✓ 運航予定範囲（測量作業範囲、UAV 離着陸場等）
- ✓ 運航目的
- ✓ 作業方法（UAV の運航方法、測量方法等）
- ✓ 使用する UAV の種類、識別番号等
- ✓ 運航に当たっての体制（現場班長、操縦者等）
- ✓ 運航の継続又は中止を判断する基準
- ✓ 問い合わせ先、連絡先

運航の継続又は中止を判断する基準については、使用する UAV の性能や、使用環境、操縦者の技能等を踏まえ、特に以下のような事項について、作業毎にあらかじめ定める必要があります。

- ✓ 運航継続又は中止を判断する降雨や降雪の基準
（機体の性能等を踏まえ、運航中止の基準となる降雨や降雪の量や状況を定める。）
- ✓ 運航継続又は中止を判断する風の強さの基準
（機体の性能や操縦者の技能等を踏まえ、運航中止の基準となる平均風速、最大風速等を定める。）
- ✓ 運航継続又は中止を判断するバッテリー残量の基準
（機体の性能や運航範囲の広さ、運航方法、運航時の現地の風速等を踏まえ、運航中止や離着陸場への帰還の基準となるバッテリーの状況（電圧、残量等）を定める。）

作成した全体計画は、あらかじめ測量計画機関に提出し、承認を得ることが求められます。作成した計画に変更があった場合も同様です。

また、全体計画は、運航予定範囲内の居住者等に対して、事前に説明を行う際にも活用することが考えられます。このため全体計画は、第三者からの求めに対して開示できるように、適切に作成する必要があります。

7-2. 運航計画の作成

運航計画は、UAV が具体的にどのようなルートで運航し、測量を行うのかを計画したものです。このため、運航計画には、UAV が離陸してから着陸するまでの全ての運航ルートや、ルート上における空中写真の撮影地点等を示すことが必要となります。

運航計画は、運航管理者が中心となって作成します。作成を運航管理者以外の者（現場班長等）が行う場合には、運航管理者の承諾を得ることが必要です。また、測量精度の確保の観点から、運航計画の作成には、測量士が1名以上必ず関与することが必要です。

運航計画は、以下の事項を踏まえた上で作成することが必要です。

- ✓ 測量において求める精度と、これに必要な諸条件（運航高度、運航ルート間の間隔等）
- ✓ 予定範囲の地形や、範囲内に存在する構造物の位置及び高さ
- ✓ 使用する UAV の性能や操縦者の技能、作業体制
- ✓ 作業を行う日時及び当該日時における気象等の条件
- ✓ 離着陸場の場所及びその周辺の環境
- ✓ 航空法その他関連法令で運航が禁止又は制限されている場所
- ✓ プライバシーの配慮（「7-4. プライバシー保護の取組」参照。）

運航計画を立案する際には、使用する UAV の性能について十分配慮することが求められます。特に、測量に必要な情報を取得するために必要となる運航ルートと、実際の UAV の性能（特に、運航速度や連続運航可能時間等）を考慮して、無理のない計画を策定することが必要です。一般には、1 回の運航範囲（UAV が離陸してから着陸するまでの運航範囲）は、0.3km²（30ha）以下とすることが望ましいと考えられます。

● UAV を運航させない場所、施設

運航計画を作成する際には、UAV の運航ルートの直下及び周辺に、以下の施設等が存在することがないように、計画を定めることを原則とします。ただし、測量計画機関（発注元）と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

- ✓ 空港関連施設、発電関連施設、防衛施設等
- ✓ 通行制限等の管理を行うことができない道路、鉄道、河川等
- ✓ 不特定の第三者が自由に立ち入ることができる場所であって、立ち入りに
ついて制限や管理を行うことができない場所

空港関連施設については、改正航空法においても、進入表面等よりも下側の空域で運航することが定められています。空港周辺は有人航空機の離着陸が行われるエリアであり、万が一進入表面等の上を UAV が運航した場合には、大きな事故につながる恐れがあります。また、進入表面等の設定や保護空域を持たない飛行場、ヘリポート等も多数あります。このため、空港関連施設の周辺では、極力 UAV の運航は行わないよう、配慮が必要です。なお、一般的な空港では、空港等から概ね 6km の範囲で進入表面等は設定されています。

道路、鉄道等の上空の運航も、十分な配慮が必要です。道路、鉄道を高速で通行する車両に対し、万が一 UAV が墜落、衝突した場合には大きな事故を招く恐れがあります。このため、この安全基準(案)では、通行制限等の何らかの規制や管理を行うことができる箇所の道路、鉄道に限り、上空を UAV が運航することができるものとします。道路、鉄道の上空の運航が必要な場合は、それぞれの施設管理者と十分協議の上、必要な措置(道路封鎖等)を行うことが必要です。

● 一定の距離を確保する場所、施設

運航計画を作成する際には、以下の施設等から UAV の運航ルートまでの間に一定の距離を保つことができるよう、計画を定めることを原則とします。ただし、測量計画機関(発注元)や施設管理者等と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

- ✓ 送電施設(鉄塔、高圧送電線)、強い電波を送受信する施設からは 50m
- ✓ その他の施設や構造物、第三者からは 30m

● 離着陸場

UAV の離着陸を行う場所は、UAV の性能や操縦者の技能を踏まえ、平坦で十分な広さを確保できる場所を選定することが求められます。また、離着陸を行う土地の占有者に対しては、あらかじめ土地の使用について許可を得ることが必要です。また、UAV の離着陸場から UAV の撮影範囲までの間の運航ルートについては、ルート直下に家屋等ができるだけ存在しないよう、運航ルートを計画することが求められます。

7－3．居住者等への対応

運航予定範囲（運航ルートの直下及び周辺の範囲）の中には、私有地や家屋等が存在する場合があります。測量作業機関は、UAV を使用した測量作業を行う前に、以下の対応を行うことを原則とします。ただし、測量計画機関（発注元）と協議の上、一部の条件を変更することができるものとします。

● 運航予定範囲内の土地の占有者に対する対応

運航予定範囲内の土地の占有者に対しては、測量作業中に土地の上空で UAV が運航する（立ち入る）ことが想定されることから、測量法第 15 条の規定に基づき、あらかじめ通知することが必要です。

なお、土地の占有者に対し通知を行った際に土地への立ち入りや上空での UAV の運航を拒否された場合や、土地の占有者が看板等を用いてあらかじめ土地の上空での UAV の運航を禁止する旨の表示等を行っている場合には、測量計画機関（発注元）と協議の上、対応を検討することが必要です。

● 運航予定範囲内の居住者に対する対応

運航予定範囲内の居住者に対しては、万が一事故等が発生した場合には UAV が居住者の近くに落下等する可能性があることから、安全確保のため、運航予定日時、運航目的、運航方法等の実施内容を、全体計画等を用いてあらかじめ適切に説明し、運航の許可を得ることを原則とします。この際、居住者から明確に UAV の上空での運航を拒否された場合には、測量計画機関（発注元）と協議の上、対応を検討することが必要です。

また、居住者に対しては、UAV を運航する日時には危難が及ぶことがないように上空に注意するよう喚起したり、場合によっては屋内での待機を求めたり、知人等が運航予定範囲内に進入しないよう依頼したりすることが考えられます。

7－4．プライバシー保護の取組

測量作業機関は、UAV を用いた空中写真の撮影等を行うことで、個人を特定する情報や、プライバシーを侵害する情報が写りこまない（例えば、家の表札や車のナンバープレート等の情報や文字が写りこむ画像や、敷地内に干してある洗濯物が識別できる画像、撮影された個々人の識別が可能な画像等を撮影しない）ようにする措置を講じることが必要です。こうした観点も踏まえ、運航計画を作成することが必要です。

測量での必要から、やむを得ずこうした情報を取得する場合には、取得した情報については慎重に取り扱い、適切な情報管理や処理を行うことが必要です。

また、運航予定範囲内の居住者に対し、あらかじめ、撮影の日時や範囲、方法、取得した画像の使用方法、画像の公開の有無等について明らかにし、居住者からの要請があった場合には、該当部分を秘匿する等の情報の修正を行うことが必要です。

7－5．保険の加入

測量作業機関は、UAV を用いた測量作業における万が一の事故に対応できるよう、保険への加入等の相互扶助の仕組みによって補償の備えをすることが必要です。この場合、保険による補償額は、事故が発生した場合の損害を賄えるものであることが求められます。

保険に加入している事実や、その内容については、運航管理者、安全管理者及び現場班長は、作業前にあらかじめ十分に把握しておくことが必要です。また、加入している保険の内容等については、測量計画機関に対し、あらかじめ通知しておくことが必要です。

7－6．現地調査の実施

測量作業機関は、全体計画や運航計画を作成するに当たり、作業地域の地形や構造物等の状況について把握し、離着陸を行う場所や運航予定範囲を決定するため、あらかじめ現地調査等を行うことが必要です。

また、現地調査の際は、安全管理上関係する周囲の公共施設等（警察、消防、病院等）について、その場所や連絡先を把握し、全体計画や事故対応マニュアル等に適宜反映させることも行ってください。

7－7．必要な装備、備品等の準備

その他、UAV を使用した公共測量を行う際の安全の確保に向けて必要となる装備を、測量作業機関は適宜準備します。準備することが必要と考えられる装備等としては、消火設備、救急救命用品、通信機器等があります。作業体制や状況に応じて、適切に準備が必要です。消火設備については、UAV が墜落等した際に生じる火災への対応として準備しますが、発火したバッテリー本体に対しては、水を使用した消火はできません。このため専用の消火剤や消火クロス等を準備し携行することが求められます。

また、緊急時など作業者が私有地等に立ち入る場合も考えられることから、UAV を使用した測量作業を行う際には、測量作業機関は作業を行う全ての関係

者に対し、測量計画機関の発効する身分証明書を携帯させることが必要です。

7－8．必要な届出等

航空法に定められたルールによらずに UAV を運航させる場合には、安全面の措置をしたうえで国土交通大臣の許可や承認を得ることが必要です。作成する全体計画等を元に、運航する空域（空港周辺ではないか、DID の上空ではないか等）、運航する方法（運航時間帯が日中か、操縦者の目視範囲内かどうか等）について再確認し、許可や承認を受けることが必要な場合には、適切に申請を行うことが必要です。申請は、国土交通省又は各空港事務所に対し、運航させる 10 日前（土日祝日等を除く。）までに行うことが求められます。申請書や申請の方法などについては、航空局の Web ページを参照してください。なお、上記申請により、UAV の運航の許可や承認を得た場合であっても、UAV を運航させる予定の空域を占有できるということではありません。運航させる際には、有人航空機を含む他の航空機や地上の物件等と接近することがないように、十分に留意することが必要です。

例えば道路における車両等の通行を規制したり、一部を占有したりして作業を行う場合には、道路管理者は地元警察署等に対して、必要な届出を行うことが必要です。この他、UAV を使用した公共測量作業を実施する上で必要となる届出等については、作業を開始する前に適切に行うことが必要です。

8. 現場における運航に当たっての留意事項

測量作業現場において UAV を運航させる場合の留意事項は以下のとおりです。現場での作業は、現場班長の指示に従い行います。

8-1. 機体の運航前点検

測量作業現場において整備者は、UAV を運航させる直前に、使用する UAV の機体の状態について点検を行うことが必要です。運航前点検では、機体の外観に加え、ネジの締付状態、バッテリーの状態、送信機の状態等を確認します。また、測量に必要な機材（カメラ、記録媒体等）についても、適切に装着されているか、正常に稼動するかどうかを確認します。

運航前点検の段階で異常が発見された場合は、適切な整備、機器の交換等を行います。それでも異常を修復できず、正常で安全な運航ができないと判断される場合には、現場班長は整備者と相談の上、運航の中止を決定しなければなりません。

この他、運航前には必要に応じて機体の航法用センサ等のキャリブレーション（イニシャライズ、初期化）を行います。キャリブレーションは、例えば鉄板の上では行わないなど、各機体の製造元が指定する方法に従って適切に行うことが必要です。また、キャリブレーションが必要な機体においてキャリブレーションを適切に行うことができない場合には、現場班長は整備者と相談の上、運航の中止を決定しなければなりません。

なお、運航前点検の結果は、整備者が適切に記録し、作業後に整備管理者に報告することが必要です。

8-2. 運航計画の最終確認と登録

実際の運航は、基本的には、あらかじめ作成した運航計画に基づいて UAV の運航を行うことが求められますが、運航を行う当日の現場の状況（気象状況、イベント等の実施状況等）によって、計画の変更が必要となる場合があります。このため、現場班長は、作業現場周辺の気象情報を収集するとともに、作業現場周辺における作業当日の状況（運航予定範囲の電波や地磁気の状態、イベントの有無、道路等における交通状況、周辺への第三者の立ち入りの状況等）について確認することが必要です。

気象情報としては、天候、気温、風速、日出・日没時刻、気象警報等の有無等をあらかじめ収集するとともに、現場における実際の天候、降雨や降雪の有無、最大風速等を把握することが求められます。あらかじめ策定した全体計画に示した

運航中止の判断基準に基づき、降雨や降雪、風の状況を踏まえ、運航の継続又は中止を判断することが必要です。風の状況について適切に把握するためには、必要に応じて風速計等を使用することも考えられます。

電波の状況に関しては、運航予定範囲内及びその周辺に電波を発する施設等があるなど電波干渉の可能性がある場合には、電波の状態を調査することが推奨されます。電波の状態の調査は、スペクトラムアナライザ等を用いて行うことができますので、電波干渉が発生する心配のある場所において UAV の運航を計画する場合は、必要な機器等の準備が求められます。調査の結果、UAV の安全な運航に支障を及ぼすと考えられる場合には、当該要因を排除するか、運航を中止することが必要です。

これらの情報を参考に、現場班長は運航計画の妥当性について運航直前に最終確認を行い、作業の実施の有無や運航計画の必要性の有無について判断することが必要です。運航計画の変更が必要と判断した場合には、運航管理者と相談の上、適切な計画へと修正することが必要です。この際、あらかじめ作成した運航計画を超える範囲、時刻の運航を行うことは認められません。また、測量の精度を確保する観点から、運航計画の変更に当たっても測量士が関与することが必要です。

その上で、UAV による自動運航を行うため、最終的な運航計画に基づく運航コースに関する情報について機器に登録を行います。また、フェイルセーフ機能を発動する上で必要となる運航範囲、運航高度等の情報についても登録を行います。これらの情報の登録及び登録された情報の内容の確認は、現場班長、操縦者等の複数の者で行い、必ずダブルチェックを行います。

8－3．作業体制の確認

● 運航計画の説明と把握

現場班長は、作業に従事する全ての者（機体監視者、保安員を含む。）に対し、最終的な運航計画（運航範囲、運航ルート等）を運航前に説明することが必要です。作業に従事する全ての者は、運航計画について適切に把握し、それぞれの役割に従って作業を行うことが求められます。

● 居住者に対する最終案内

運航予定範囲内の居住者に対しては、「7－3. 居住者等への対応」のように、あらかじめ計画を伝え、運航の許可を得ているところですが、実際の運航の直前には、今から運航を実施することを再度連絡し、運航中には上空の UAV への注意等の協力を依頼することが必要です。

- **必要な装備等の着用**

作業に従事する全ての者は、ヘルメット等を着用し、身の安全を守ることが必要です。また、作業に従事する全ての者は、情報共有用の通信機器やホイッスル、拡声器等を着用することが必要です。

- **作業員相互の意思疎通について**

UAV の運航中は、運航状況等について作業に従事する全ての者で情報を共有するため、通信機器等を用いて、常に相互の意思の疎通を図ることが必要です。また、モニタ監視者、機体監視者及び保安員は、運航中、機体及び周辺の監視を常に行い、万が一異常が発生した場合には、通信機器等を用いて、現場班長又は操縦者に対し、早急にその旨を伝えることが必要です。

- **体制の最終確認**

現場班長は、現場における作業員の配置状況等を確認した上で、運航の開始を指示しなければなりません。

8－4．慣らし運転

作業体制が整い、運航計画に基づく運航を行う直前に、操縦者は UAV の慣らし運転を行い、機体の調子を確認することが必要です。

慣らし運転では、3m 程度の高度まで UAV を上昇させ、安定してホバリングできるかどうか、異常な動作及び異常音は無いか、GNSS の信号を適切に受信できているか、バッテリー残量の表示を含め、モニタに表示される情報が適切であるか、コントローラの操作に対し正常に動作するかを確認します。

慣らし運転において UAV に異常が見つかった場合は、再度整備を行うことが必要ですが、整備によっても異常を修復できず、正常で安全な運航ができないと判断される場合には、現場班長は整備者と相談の上、運航の中止を決定しなければなりません。

8－5．運航中止の条件

UAV の運航中に以下の状況が発生した場合には、現場班長は操縦者に対し運航を中止するよう指示を出し、操縦者は直ちに運航を中止しなければなりません。運航を中止する場合は、離着陸場又はあらかじめ定められた場所に戻るか、その場でゆっくりと降下することが必要です。

- ✓ 天候、気象条件が急変した場合

- 雷鳴が聞こえた場合
- 降雨又は降雪の状況があらかじめ定めた基準を超えた場合
- 風の状況があらかじめ定めた基準を超えた場合
- その他、霧の発生等 UAV の運航及び監視に影響を及ぼす気象条件が発生した場合
- ✓ 有人航空機、別の UAV、凧、鳥類など他の運航体が接近した場合
- ✓ 地上の構造物(建物、鉄塔、電線等)に対し接近した場合
- ✓ 運航中の機体の部品の一部が破損し、又は落下した場合
- ✓ 運航中の機体が異常動作し、又は異常音が発生した場合
- ✓ バッテリー容量が減少しあらかじめ定めた基準を下回った場合
- ✓ GNSS 信号を正常に受信できなくなった場合
- ✓ 機体とモニタ間の無線通信が遮断され、機体の状況を監視できなくなった場合
- ✓ 無線が混信する等、正常な無線通信が行われない恐れが生じた場合
- ✓ 事故の発生その他緊急に運航を中止する必要が生じた場合

8－6．運航終了後の対応

運航終了後、現場班長は、当該運航の状況について適切に記録し、運航管理者に報告することが必要です。万が一運航中に事故又はこれにつながる恐れのある事案が生じた場合には、現場班長はこれを適切に記録し、運航管理者及び安全管理者に報告することが必要です。

このほか、整備者は、運航終了後に UAV の機体の点検を行い、異常がないかを確認・記録し、運航前点検の記録と合わせ、整備管理者に報告することが必要です。

8－7．事故発生時の対応

万が一事故が発生した場合には、作業現場にいる全ての作業者は、事故対応マニュアルに従い協力して速やかに対応を行い、被害を最小限にとどめるよう努めなければなりません。また、事故の発生状況について現場班長は正確に把握し、記録するとともに、第三者による客観的な検証や原因の究明が可能となるよう、現場や機体の保全、機体の位置や状態に関する情報の保全等に努めることが必要です。

事故対応マニュアルに従い、測量計画機関等の関係機関に対しても適切に通知を行うことが必要です。さらに、運航範囲内の居住者に対しても、適切に情報の

提供を行うことが求められます。

なお、UAV に搭載されているバッテリーは、墜落や衝突による衝撃を受けて発火する恐れがあります。このため、監視者等作業現場にいる関係者が UAV の機体を視認できなくなり見失った場合には、機体が完全に水没し安全上回収不可能であることを確認できた場合を除き、機体の搜索や回収を確実に行う必要があります。



（参考 1）用語集

● UAV(無人航空機、Unmanned Aerial Vehicle)

無人で運航する航空機の総称。航空法では「人が乗ることができない飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であつて、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」とされており、重量(機体の全重量)が 200g 以上のものとしている。

● コントローラ

UAV を遠隔操作する際に使用する機器(端末)。送受信機、プロポとも呼ばれる。

● モニタ

UAV の状態(運航位置や機体の動作状況、バッテリーの状況等)に関する情報を UAV の機体から受信し表示する機器(端末)。コントローラと一体となっている機器もある。テレメトリとも呼ばれる。

● マルチコプター

複数の回転翼を有する UAV。4 枚の回転翼を持つ機体が多いが、3 枚翼、6 枚翼、8 枚翼の機体など、様々なものが存在している。

● フェイルセーフ(機能)

UAV の動作が不良となったり、事故等が発生した場合など、予期せぬ事態が発生した際に、自動的に UAV の動作を中止したり、一定の動作を行うことで、安全の確保を行うこと、またその機能。

● ジオフェンス(機能)

あらかじめ指定した空域(水平方向、高さ方向とも)を超えて UAV が運航しようとした場合に、それを防ぐための仕組み(機能)。ジオフェンス機能を活用するには、UAV が GNSS 信号等を正常に受信して、自らの位置情報を正確に得ることができていることが必要となる。

● フライトログ

UAV の運航の状態(運航位置、機器等の動作状況等)を自動的にかつ定期的に記録したもの。

- ファームウェア

UAV の機器に組み込まれたソフトウェアの一種で、UAV の基本的な制御等を司る機能を持ったもの。UAV に関する技術開発が進む中で、より適切かつ安全な UAV の運航が行えるよう、ファームウェアはアップデート(更新)されることがある。

- バッテリー

UAV の動力源となる電源を格納するための装置。UAV では、小型で大容量のバッテリーが求められることから、多くの機体ではリポ(リチウムポリマー、Li-Po)バッテリーが使用されている。

- DID(人口集中地区、Densely Inhabited District)

市区町村の区域内で人口密度が 4,000 人/km²以上の基本単位区が互いに隣接して人口が 5,000 人以上となる地区で、国勢調査の結果を元に設定される。

- FPV(ファースト・パーソン・ビュー、First Person View)

UAV に装備されたカメラで撮影した映像を、リアルタイムで地上の端末で確認することができる装置。

- GNSS(全地球航法衛星システム、Global Navigation Satellite System)

人工衛星からの信号を受信して、位置を正確に求める仕組み。アメリカの GPS や日本の準天頂衛星などが使用される。

（参考 2）関係資料リンク集

- 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール

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

国土交通省航空局の Web ページ。無人航空機に関する説明、ルール、許可・承認の申請手続きの方法などが記述されている。

- 無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の安全な飛行のためのガイドライン

<http://www.mlit.go.jp/common/001110370.pdf>

国土交通省航空局が示す、安全な運航のための基本的なガイドライン

- 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領

<http://www.mlit.go.jp/common/001110202.pdf>

国土交通省航空局による、航空法に基づいて国土交通大臣の許可や承認を得る際の申請方法や申請書の記述内容、許可等を得る条件等を示した審査要領。

- 無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の飛行に関する Q&A

<http://www.mlit.go.jp/common/001110417.pdf>

国土交通省航空局が示す、無人航空機の飛行に関する Q&A。用語や条件の定義や内容、遵守が必要な事項等が示されている。

- 産業用無人航空機安全基準「小型固定翼機・無人地帯用【電動用】」

http://www.juav.org/menu02/anzenkijun_kogatakoteiyoku.pdf

日本産業用無人航空機協会(JUAV)が定めた安全基準。

- 測量調査に供する小型無人航空機を安全に運航するための手引き

<http://www.jsprs.jp/pdf/UAV20150525.pdf>

一般社団法人日本写真測量学会が取りまとめた安全運航のための手引き。

- 地理院地図

<http://maps.gsi.go.jp/?z=9&ls=did2010>

国土地理院が提供する地図サービス(地理院地図)で、DID の範囲を表示可能。

- ドローン専用飛行支援地図サービス

<http://uas-japan.org/mapservice/>

一般社団法人日本 UAS 産業振興協議会(JUIDA)が提供する、UAV の運航に関する様々な情報提供、Web サービス。