

# 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

本手引きは、測量調査に供する小型無人航空機(UAV)を安全に運航するために定めるべき安全基準のひな型を示したもので、小型無人航空機に共通する項目と最も導入が進む回転翼機を安全の確保が割と容易な局地的範囲で運航する際の項目とで構成され、将来的には他の機種や用途への拡張を予定しているものである。

安全の確保は事業者の責務であり、国等の安全基準整備が過渡期の段階では、それぞれの測量会社で自主的に定めておく必要がある。しかしながら、全ての測量会社で適切に対応できるとは限らず、また対応されないまま事故や火災につながれると、業界全体の体質を問われ、当学会の会員の研究や開発にも支障を来しかねない。そのため無人航空機に長けた会員を中心に、その知識や経験に基づき予見可能なものを手引きとして集約したものであり、今後も社会的・技術的動向と合わせて更新する必要があるとともに、利用者においても本手引きを過信せず、機体や技量、利用環境に応じ、最善の対策を採用しなければならないものである。

2015年 5月 25日

2016年 12月23日 改定

一般社団法人 日本写真測量学会

## 必ずお読みください

本手引きは、測量調査に供する小型の無人航空機（UAV, Unmanned Aerial Vehicle）を安全に運航する際に測量会社が自ら定めるべき安全基準のひな型を示したのもので、小型の無人航空機に共通する項目（第1章）と最も導入が進む回転翼機を安全が割と確保しやすい道路工事や区画整理事業等への利用を想定した局地的範囲で運航する際の項目（第2章）とで構成され、将来的には他の機種（固定翼）や用途（調査等）への拡張を予定しているものである。

無人航空機の普及は目覚ましく、簡便なデータ取得手段として測量調査分野の発展にも大きく寄与するものと思われる。この寄与を確かなものにするには無人航空機の運航に携わる者が、無人航空機が飛行体であるということを強く意識し、安全に飛行させる技術を身に付けるとともに、万が一、墜落させても事故や火災にならない運航を行う必要がある。安全の確保は言うまでもなく無人航空機を運航する事業者の責務であり、国等の安全基準整備が過渡期の段階では、測量調査においては測量会社のそれぞれが自主的に定めておく必要がある。

しかしながら、それらの測量会社の全てが適切に対応できるとは限らず、また対応されずに重大な事故や火災につながれると、無人航空機を用いた測量や調査の発展、国際競争力が阻害されかねない。そのため無人航空機に長けた当学会の専門家や関係者で委員会(別紙)を組織して検討を重ね、その知識や経験に基づき予見可能なものを手引きとして集約したものであり、これにより安全が完全に保証されるものではない。今後も社会的・技術的動向と合わせて更新する必要があるとともに、利用者においても本手引きを過信せず、機体や技量、利用環境に応じ、最善の対策を採用しなければならないものである。

本手引きの利用にあたっては、以下の条件に留意して頂きたい。

- ・ 本手引きの内容には一定のリスクや不確実性が含まれている。
- ・ 技術や社会情勢の変革により安全の確保方法が変化し、その変化に応じて対応しなければならない。
- ・ 本手引きを利用した結果に生じた損害に対し、当学会は一切の責任を負わない。
- ・ 利用者の適用される法律に照らし、本手引きの内容が合法であることは保証しない。
- ・ 本手引きの内容は、予告なしに変更することがある。

なお、本手引における無人航空機、飛行禁止空域の定義、電波法施行規則等に係る記

述は、以下の法令等に基づくことを付記しておく。

- 航空法第二条
  - 無人航空機の定義
- 航空法第百三十二条
  - 飛行の禁止空域および大規模事故等における救助・捜索
- 電波法施行規則等の一部を改正する省令（平成 28 年総務省令第 83 号）高出力画像伝送に係る施行規則の改正

## 目次

第1章	総則.....	1	
	第1条	目的	
	第2条	行動規範	
	第3条	運用時の基準策定	
	第4条	法規の遵守	
	第5条	社会安全への備え	
	第6条	安全確保への責務	
	第7条	事故への対応	
	第8条	自己研鑽	
	第9条	操縦者の責務	
	第10条	事故への備え	
	第11条	個人情報やプライバシーへの配慮	
第2章	局地的範囲での回転翼機利用.....	15	
	第1節	通 則 .....	15
		第12条	適用範囲
		第13条	回転翼機
	第2節	利 用 環 境.....	17
		第14条	局地的範囲と回転翼機の運用
		第15条	社会条件への配慮
		第16条	居住者等
	第3節	局地的範囲で使用する回転翼機.....	19
		第17条	機器及び性能
		第18条	バッテリー
		第19条	保守
	第4節	飛 行 .....	26
		第20条	飛行
		第21条	離着陸場
		第22条	操縦方法
		第23条	飛行体制
		第24条	気象及び時刻
		第25条	回転翼機の点検
		第26条	減災への対応
		第27条	複数機での運用
別紙	委員一覧.....	41	

## 第1章 総則

### (目的)

第1条 本手引きは、測量調査に供する小型の無人航空機を、安全に運航するために定めるべき安全基準のひな型を示し、もって各種測量調査の発達に資することを目的とする。

### 【解説】

近年、急速に無人航空機の普及が進み、各種測量調査分野においても利用が試みられている。無人航空機の利用が実用化されれば、写真測量の利用分野は大きく拡大していくものと期待される。しかしながら軽量とはいえ、撮影や観測のための各種機材を搭載すると全離陸重量が数 kg から 25kg にもなる無人航空機が、上空から落下してくれば地上では相当の衝撃となり、場合によっては大きな事故につながりかねない。また、無人航空機の各種測量調査分野への適用は緒に就いたばかりであり、製作、利用、保守、教育、いずれの分野でも体制が整っておらず、危険な状態での利用が進められている。

本手引きは、測量調査分野で空中写真の撮影や各種センサによる観測を行うに当たっての無人航空機による飛行の安全が確保されることを目標に、目標達成に必要となる安全基準のひな型を定めたものであり、無人航空機の飛行に関わる事故やインシデント、さらにはヒヤリハットをなくすための取り組みや事故が起こった場合の対応の枠組みを示したものである。この枠組みにより無人航空機の飛行の安全を実現するには、組織及び個人がそれぞれの立場で安全の確保に取り組んでいかなければならない。

### (行動規範)

第2条 各種測量調査を目的として無人航空機を利用する者は、公衆の安全を全てに優先させて職務を遂行し、社会の信頼に応えられるように努めなければならない。

- 2 本手引きをはじめとする安全に関する基準や指針を過信せず、機体や技量、利用環境に応じ、最善の策を講じなければならない。

### <運用指針>

- 1 所属する組織や関係者の利益あるいは名誉を確保するためにも、公衆の安全は全てに優先しなければならない。
- 2 公衆の安全を全てに優先させるために、次の各号を励行するものとする。
  - 一 関連法規の遵守
  - 二 安全管理規程の整備及び規定項目の励行と記録
  - 三 安全に関わる事象の分析、是正及びそれらの開発、製作、その他の利用者との共有
  - 四 無人航空機の確実な点検、整備
  - 五 緊急時の対応
  - 六 自己研鑽
  - 七 保険への加入
  - 八 個人の情報やプライバシーへの配慮

### 【解説】

本条の理念は、運用指針第2項に規定した各号のとおりである。

本条では、無人航空機を利用した業務において、事故のみでなくインシデント（事故発生一歩手前の状況）も起こさせず、測量業の信頼性を損なわせないことを狙い、その理念を運用指針に

規定している。

運用指針第2項第一号の関連法規の遵守については、第4条に規定している。

同第二号では、無人航空機を飛行する組織は、それぞれの条件に応じて、事故やインシデントのゼロを実現すべく、安全管理規程を整備し、規定された内容を励行するのみだけでなく、点検記録簿（チェックリスト）を用いて確実に励行していることを記録することにより安全へ備えるものである。具体的には、第5条に規定している。

同第三号では、事故やインシデントのみでなく、ヒヤリハットも含め、安全に関わる事象が発生した場合には、それらを分析して再発防止の措置を取るとともに、それらを無人航空機の開発者や製作者、その他の利用者といった第三者とインターネット上で共有する。これらにより安全確保への責務を明確にし、測量業界全体での安全を高めていこうというものである。具体的には、第6条に規定している。

同第四号では、点検・整備自体を自ら担わなければならないとともに、整備の適否が事故ゼロの鍵となることなどを鑑み、点検・整備の重要性を示すものである。具体的には、第19条及び第25条に規定している。

同第五号では、事故が発生したといった緊急時においては、第5条運用指針第1項第三号ハで作成が求められる事故への対応（危機管理マニュアル等）にしたがって行動することを示すものである。具体的には、第7条に規定している。

同第六号では、本手引きで対象とする無人航空機が、研究や趣味の分野から各種測量調査の分野へと急速に拡大し、安全への要求は高まる一方、各種測量調査分野で無人航空機に関する技術を体系的に学べるような教科書、教育機関がないとともに、発展が著しいことを鑑み、自己研鑽の重要性を示したものである。具体的には、第8条及び第9条に規定している。

同第七号では、不測の事態への備えとして保険に加入することを示している。具体的には、第10条に規定している。

同第八号では、個人を特定する情報や個人のプライバシーに関わる情報が判別できる解像度で撮影あるいは観測されていることから、それらへの配慮を示すものである。具体的には、第11条に規定している。

### **（運用時の基準策定）**

第3条 安全基準の策定に当たっては、運用時に必要となる基準を定めなければならない。

2 運用時の基準は、無人航空機による飛行の目的、地区、機体、搭載センサ等の条件を考慮して定めなければならない。

#### **【解説】**

無人航空機の各種測量調査への適用は緒に就いたばかりであること、適用される条件も様々であることから、現状では個々の条件に応じて運用時の基準を整備し、その運用時の基準にしたがって飛行させ、運用時の基準の適否を判断し、改善を図っていく必要がある。つまり、PDCA(Plan, Do, Check, Act)の考え方に基づいて安全性が高まっていくことを期待している。

本手引きでは、Planとして安全管理規程を作成し、Doで運用基準にしたがって運航し、Checkで実行結果を点検して安全報告書に取りまとめ、改善(Act)に繋げていく。また、このような全体的な枠組みに加え、細部のそれぞれの工程においても同様の仕組みによる改善が図られていくことを期待している。

## (法規の遵守)

第4条 無人航空機の運航に関わる法律、条例、規制等の拠って立つ理念を十分に理解し、無人航空機を安全に運航できるように努めなければならない。

### <運用指針>

- 1 無人航空機が使用する周波数帯や電界強度を確認し、電波法及び関連法規に定められた技術基準に適合している機器を使用しなければならない。
- 2 無人航空機を運航させる際には、2015年12月10日に施行された航空法に従い、必要に応じて国土交通大臣への通報等を行わなければならない。
- 3 無人航空機を運航する地域について、環境基本法や民法及びこれらの関連法規に定められた規制等を確認し、必要に応じて関係者の承諾等を得なければならない。
- 4 無人飛行機が道路や河川等を使用もしくは占有する場合は、道路法や河川法等及びこれらの関連法規に基づき、必要な事項を警察署長もしくは管理者に届け出て、必要な許可を得なければならない。
- 5 災害時等における救助・捜索に該当し、航空法の定めるところにより国土交通大臣への飛行許可申請が免ぜられている場合であっても、必要な安全確保を自主的に行い、無人航空機を安全に飛行させなければならない。

### 【解説】

電波法では、電波を使用する場合は、原則、無線局免許の手続きが必要とされている(第4条)。ただし、無線設備から500メートルの距離における電界強度が $200\mu\text{V/m}$ 以下の電波で、周波数等が総務省告示で定められている無線遠隔操縦を行うラジコンやワイヤレスマイク用等の電波(主に2.4Ghz帯が使われる)は、微弱無線局として扱われ、無線局の免許を受ける必要はない(第4条第1号、電波法施行規則第6条第1項)。

海外製品の中には、日本では使用を許可されていない周波数帯を使用するなど、日本の技術基準に適合しない可能性のあるものが存在する。周波数分配のための地域割り当てが国によって異なるからである。したがって、当該製品が技術基準に適合しているかを技術基準適合証明(技適マーク)や性能証明ラベル、あるいは総務省が公示している技術基準適合証明等で確認する必要がある。マークやラベルがない場合は、製作元等に使用周波数帯や電界強度等を問い合わせ、技術基準に適合しているかを確認し、技術基準に適合した製品を使う必要がある。なお、撮影及び観測のための機器についても、データの伝送等に電波を使用しているものがある。そのような機器を使用する場合についても、技術基準に適合した製品を使う必要がある。

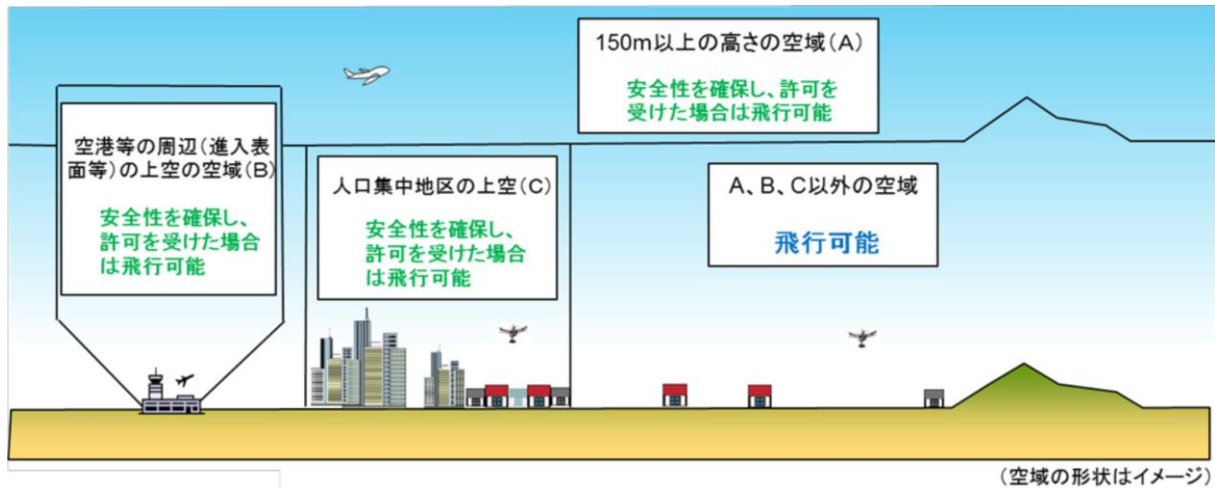
航空法において、「航空機」とは、人が乗って航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船その他政令で定める機器であると定められており、「無人航空機」とは、航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船その他政令で定める機器であって構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦(プログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。)により飛行させることができるもの(その重量その他の事由を勘案してその飛行により航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全が損なわれるおそれがないものとして国土交通省令で定めるもの\*を除く。)と定められている。(航空法第2条)

\*国土交通省令で定める機器は、重量が二百グラム未満のものとする。(航空法施行規則第5条の2)

無人航空機を運航させる際には航空法に則り、次の点に注意して運用を行う必要がある。

### 1. 飛行の禁止空域

有人の航空機に衝突するおそれや、落下した場合に地上の他の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域として、図1に示す A, B, C に該当する空域で無人機を飛行させる場合には、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。



国土交通省航空局「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」より引用

図1 無人航空機の飛行に係る空域の分類

- A. 地表又は水面から150m以上の高さの空域
- B. 空港周辺の空域 (図2参照)
- C. 人口集中地区の上空 (図3参照)

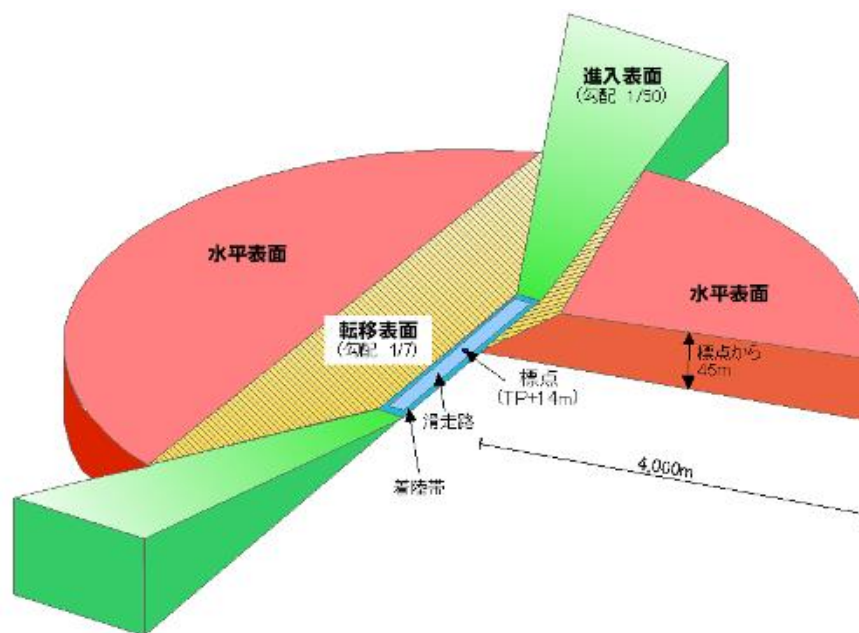


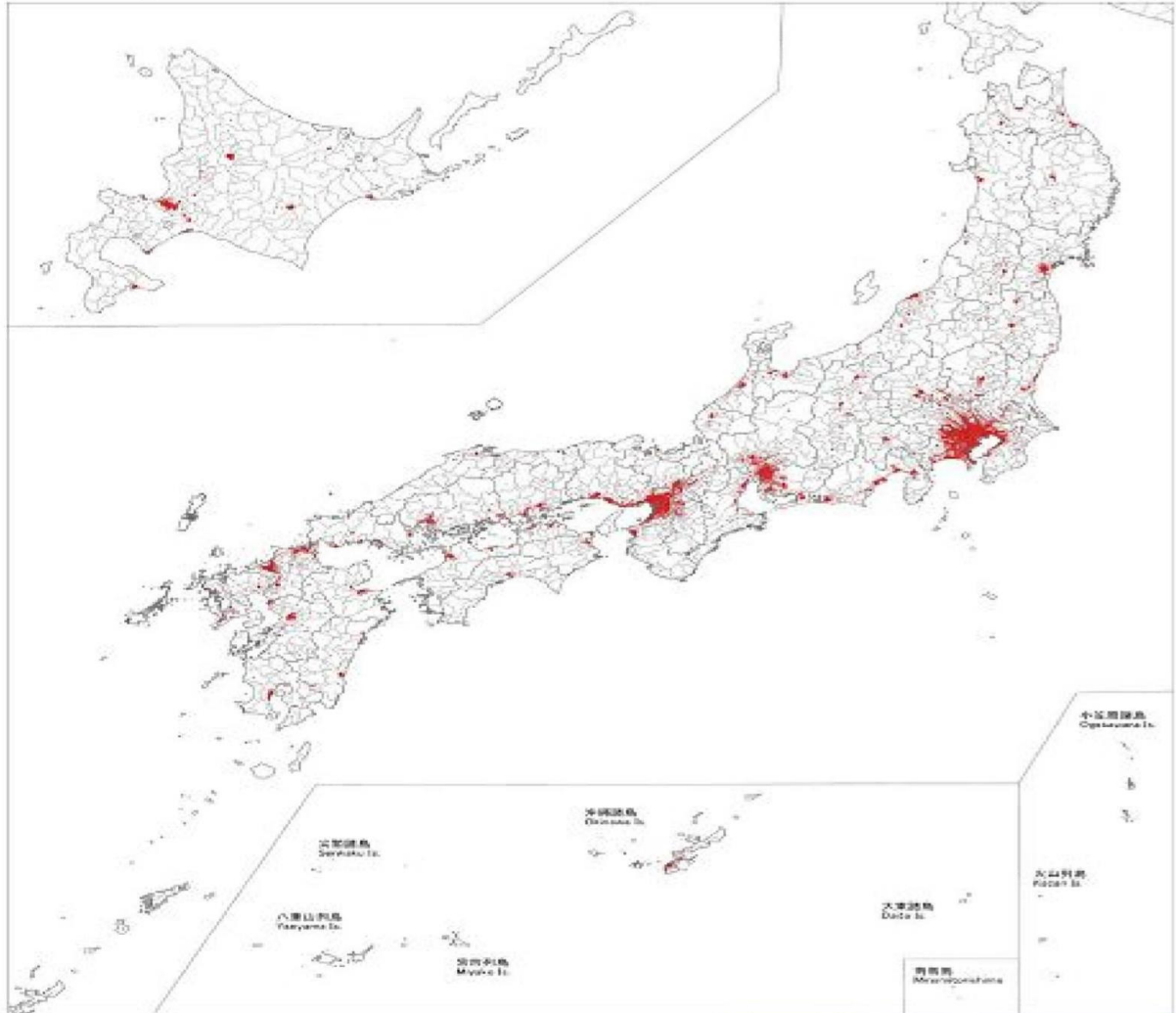
図2 名古屋空港の制限表面

(<http://www.pref.aichi.jp/0000005875.html> より引用)



参考

平成22年国勢調査  
人口集中地区全国図  
DENSELY INHABITED DISTRICTS OF JAPAN  
COMPILED FROM THE RESULTS OF THE 2010 POPULATION CENSUS



総務省統計局（統計調査部地理情報室）

図3 平成22年度国勢調査による人口集中地区

なお、飛行予定地が人口集中地区に該当するかどうかの確認は、政府統計の総合窓口が提供している「地図による小地域分析（jSTAT MAP）」や国土地理院の地理院地図（電子国土 Web）によって確認することが出来る。

- ・ 「地図による小地域分析（jSTAT MAP）」  
<https://jstatmap.e-stat.go.jp/gis/nstac/>
- ・ 地理院地図（電子国土 Web）  
<http://maps.gsi.go.jp>

地理院地図では空港周辺の制限表面の地上投影範囲についての確認も可能である。ただし、制限表面の地上投影範囲には誤差が含まれることがあるので、境界付近での飛行を行う場合には空港管理者に確認する必要がある。

飛行予定空域が空港周辺に含まれる場合、地上から150m以下であっても許可なく飛行できる高度が制限されている場合がある。当該空域で飛行を予定している者は、空港管理者に高度制限について確認する必要がある。飛行予定高度が制限を超える場合は、空港管理者に飛行の了解を得た上で国土交通大臣に対する飛行許可申請を行って許可を取る必要がある。ここでは空港管理者の了解のみではなく、併せて国土交通大臣の許可も必要であることに注意する。

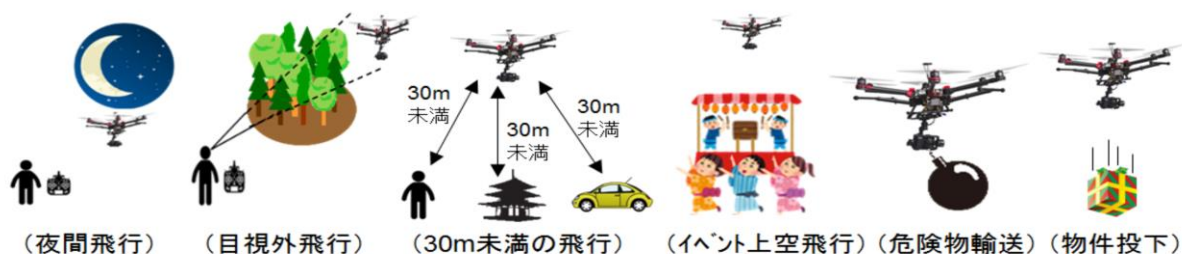
これらの情報の詳細に関しては、国土交通省ホームページ「(1) 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について」および「空港等設置管理者及び空域を管轄する機関の連絡先について」に詳しく紹介されているので参照されたい。

- ・ 国土交通省ホームページ「(1) 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について」  
[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_fr10\\_000041.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000041.html)
- ・ 国土交通省ホームページ「空港等設置管理者及び空域を管轄する機関の連絡先について」
- ・ [http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000004.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000004.html)

## 2. 飛行の方法

飛行させる場所に関わらず、無人航空機を飛行させる場合、以下のルールを遵守しなければならないが、これら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、安全面の措置をした上で、国土交通大臣の承認を受ける必要がある。

- [1] 日中（日出から日没まで）に飛行させること。
- [2] 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。
- [3] 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。
- [4] 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。
- [5] 爆発物など危険物を輸送しないこと。
- [6] 無人航空機から物を投下しないこと。



国土交通省航空局「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール」より引用

図4 国土交通大臣の許可を必要とする飛行の方法

上記のような国土交通大臣の許可を必要とする飛行方法をとる場合は、あらかじめ所定の手

続きによって許可申請を行う必要がある。その方法については国土交通省航空局ホームページ「3. 許可・承認手続きについて」(<http://www.mlit.go.jp/common/001110204.pdf>)で詳しく解説してあるので参照されたい。

なお、許可申請の対象となる期間については、国土交通省の審査要領（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/001110414.pdf>）によれば原則として3ヶ月以内であるが、「申請内容に変更を生ずることなく、継続的に無人航空機を飛行させることが明らかな場合には1年を限度として」許可申請を行うことが可能である。

運用方針5では災害時等における飛行の安全確保について述べている。

航空法では、事故や災害時に「国若しくは地方公共団体又はこれらの者の依頼を受けた者（特例適用者）」が行う捜索・救助のための飛行においては、通常国土交通大臣の許可を必要とする空域の飛行および飛行の方法に対する規定（航空法第132条および第132条の2）の適用が除外されている（第132条の3）。しかし災害時だからといって飛行申請の適用が全面的に除外されるものではない。例えば、災害調査において捜索・救助にあたらぬ場合は航空法による飛行許可申請が必要である。緊急を要する場合は除外されると言われているが、現在法律の運用が始まって時間があまり経っていないこともあり、今後の状況の推移を注意深く見守る必要がある。そのため、災害時において迅速に対応するためには上記のような1年を限度とする継続的な許可申請を行っておくことが好ましい。

なお、国土交通省航空局の運用ガイドラインによれば、許可申請の適用除外を受けた特例適用者であっても、「許可等を受けた場合と同程度の必要な安全確保を自主的に行って、無人航空機を飛行させる必要がある」とされていることに留意しなければならない。

その他、無人航空機を飛行させる際には以下を遵守する必要がある。

騒音に関する規制は、環境基本法（第16条第1項）、騒音規制法や自治体が定める環境条例により定められ、地域・時間帯等によって異なっている。したがって、無人飛行機の運航に当たっては、無人飛行機の発する騒音の大きさをあらかじめ把握しておくとともに、地元自治体に連絡をして当該地区の騒音規制について確認し、制限事項を遵守する必要がある。

また、民法では、土地の所有権は、法令の制限内において、その土地の上下に及ぶとされている（第207条）。したがって、無人飛行機の運航に当たっては、飛行範囲の下方の土地所有者の承諾等を得る必要があると考えられる。

道路交通法では、道路において、測量、測定、交通量調査等を行うあるいは道路上空において、ゴンドラ等を使用して工事を行う等、道路を本来の目的（通行等）以外の方法で使用する場合、「特別な使用行為」とされている。特別な使用行為を行う場合は所轄の警察署長の「道路使用許可」が必要となり、所轄警察署に届出を行う必要がある（第77条第1項）。また、道路を離着陸場とするなど、道路上等に物を設置して継続的に使用する場合には、道路管理者の「道路占用許可」が必要となり、国道、都道府県道、市区町村道の管理課等に届出を行う必要がある。道路使用や占用の許可を取得するためには、定められた様式にしたがい、作業の目的、場所、期間、形態等のほか、作業工程表、緊急連絡表、交通誘導員や安全施設等も記入した見取り図等の添付書類といった必要書類を揃えて、提出する必要がある。

河川法では、河川の洪水を安全に海まで流すこと（治水）、河川の敷地を公共の運動場や広場などに開放し、また水道水などの取水をすること（利水）、自然環境を保全し、生活環境を向上させること（環境）の3つの役割に対し、支障の生じる恐れがある行為について制限をしている。し

たがって、河川敷地の占用（河川の土地を排他・独占的に使用すること）等を行うためには河川管理者の許可が必要となる。

### （社会安全への備え）

第5条 無人航空機を運航するに当たっては、安全に運航ができる十分な備えをもって実施するとともに、不慮の場合に備えた準備も怠ってはならない。

#### <運用指針>

1 社会安全への備えとして、少なくとも次の各号が記載された安全管理規程を作成し、それに基づいて無人航空機を運航するものとする。

一 安全を確保するための事業の運営の方針

イ 経営責任者のコミットメント

ロ 経営責任者の責務

ハ 基本的な方針

ニ 重点施策

ホ 安全に関する目標

ヘ 安全への取り組み計画

二 安全を確保するための事業の実施及び管理の体制

イ 事業の実施及び管理の体制

① 安全統括管理者

② 運航管理者

③ 整備管理者

ロ 管理者の責務と権限

ハ 飛行体制

① 作業班長

② 整備者

③ 操縦者

④ モニター監視者

⑤ 機体監視者

⑥ 保安員

ニ 緊急連絡体制

① 消防署

② 警察

③ 病院

④ 現場責任者

⑤ 作業班長

⑥ 発注者

⑦ 安全統括管理者

⑧ 経営責任者

⑨ 労働基準監督署

三 安全を確保するための事業の実施及び管理の方法

イ 情報伝達及びコミュニケーションの確保

ロ 事故等に関する情報の報告等

ハ 事故への対応

ニ 関連法規の遵守

ホ 教育・訓練

ヘ 内部監査

ト 見直しと継続改善

チ 文章の作成及び管理

リ 情報の公開

ヌ 記録の作成及び維持

2 無人航空機を運航するに当たっては、次の各号の装備を備えるものとする。

一 消火設備

二 救急箱

三 緊急連絡用通信機器

四 安全の備えに必要とする装置

#### 【解説】

事故は、被害者に対して肉体的な苦痛や物理的な損害を与えるだけでなく、加害者も精神的な負担を迫ることになる。また、業務中の事故は、加害者のみの責任ではなく、組織全体の責任として事故による損失だけでなく、組織の社会的信頼性の低下、ひいては業界全体の社会的信頼性の低下を招き、有望な技術の発展を遅れさせたり、利用できなくさせたりすることも考えられる。

無人航空機は墜落というリスクを負う以上、墜落が起きないように措置だけでなく墜落が起き

た場合の措置についても対策を講じておく必要がある。しかしながら無人航空機の各種測量調査への利用は緒に就いたばかりであり、情報も少なく、公的な枠組みも存在しない。したがって、本条では、「運輸の安全性の向上のための鉄道事業法等の一部を改正する法律」（平成18年法律第19号。略称「運輸安全一括法」）で作成及び届出が義務付けられた安全管理規程に規定しなければならない次の事項を規定することとした。

- ① 輸送の安全を確保するための事業の運営の方針に関する事項
- ② 輸送の安全を確保するための事業の実施及びその管理の体制に関する事項
- ③ 輸送の安全を確保するための事業の実施及びその管理の方法に関する事項

具体的には、国土交通省大臣官房輸送監理官が作成した「運輸安全一括法に規定する安全管理プライバシー規程に係るガイドラインの手引き」（[http://www.mlit.go.jp/unyuanzen/pdf/guidance\\_guideline.pdf](http://www.mlit.go.jp/unyuanzen/pdf/guidance_guideline.pdf)）を参考にして規定している。

無人航空機が墜落した場合のリスクがどの程度か計れない現状において、運輸安全一括法で作成及び届出が義務付けられた安全管理規程の規定事項を踏襲することは、妥当な判断と考える。しかしながら運輸安全一括法は、人を運ぶ鉄道や飛行機、自動車、船舶等の事業者を対象としたもので、非常に厳しい規定を要求されるのは当然と考えられる一方、小型の有人航空機に較べても大きさ・重量ともに格段に小さい機体を想定している本手引きでは、過大な負担だという批判もあると思われる。その批判は理解できるところであるが、運輸安全一括法で作成及び届出が義務付けられた安全管理規程の規定事項は、機体の大きさや重量に関わりなく共通の事項であり各種測量調査を目的とする無人航空機の利用に当たっても運輸安全一括法の理念を取り込んでいく必要があると判断した。

また、これにより安全の確保のみでなく品質の向上も図れ、測量業界の発展につながるものと期待される。

運用指針第1項第三号ハで規定されている事故への対応では、安全管理規程の別紙扱いで危機管理マニュアルとしてまとめておいた方がよいであろう。危機管理マニュアルとして独立した書類になっていれば、その部分のみを用いて訓練を行ったり、飛行現場に所持しやすかったりする。

### （安全確保への責務）

第6条 無人航空機の運航に関する安全の確保に当たって、無人航空機の運航実績を客観的に取りまとめ、専門家及び公衆との共有に努めなければならない。

#### <運用指針>

- 1 安全確保の責務とし、事業年度毎に飛行実績証明書及び安全報告書を作成し、インターネット上で公開しなければならない。
- 2 飛行実績証明書は、次の各号に基づいて作成するものとする。
  - 一 飛行実績証明書の対象者

イ 作業班長	ニ モニター監視者
ロ 整備者	ホ 機体監視者
ハ 操縦者	
  - 二 過去五年間の無人航空機を運航した業務又は訓練実績の記載事項

イ 氏名	ニ 業務又は訓練を行った日時
ロ 年齢	ホ 業務又は訓練の名称と目的
ハ 経験年数	ヘ 業務での役割あるいは訓練の内容

- 三 飛行実績証明機関
  - イ 業務の発注機関
  - ロ 第三者認証機関
- 3 安全報告書には、少なくとも次の各号の事項が記載されているものとする。
  - 一 安全を確保するための事業運営の基本的な方針
  - 二 安全を確保するための事業の実施及び管理体制
    - イ 安全確保に関する組織及び人員に関する情報
      - ① 全体及び安全確保に関する組織
      - ② 各組織の機能・役割の概要
      - ③ 各組織における人員数
      - ④ 操縦及び整備に従事する者の数
    - ロ 日常運航の支援体制
      - ① 操縦及び整備者に関わる定期訓練及び審査の内容
      - ② 運航における問題点の把握とその共有、現場での改善体制
      - ③ 安全に関する社内啓発活動等の取り組み
    - ハ 使用している無人航空機に関する情報
      - ① 保有している無人航空機の製作者と名称
      - ② 機体別の構造、主要部品の製作者と製作年月
    - ニ 機体別の運航状況に関する情報
      - ① 運航実績
      - ② 保守履歴
      - ③ 主要部品の使用履歴
  - 三 安全に関する事項（事故、インシデント、ヒヤリハット）
    - イ 過去三年間の安全に関する事項別の件数
    - ロ 安全に関する事項別の概要及び対応状況
- 四 安全を確保するために講じた措置及び講じようとしている措置
  - イ 安全に関する事項の再発防止のために講じた措置又は講じようとする措置
  - ロ 発注機関から受けた注意事項
  - ハ 安全に関する目標の達成率
  - ニ 安全に関する取り組みの実施状況
  - ホ 安全に関する状況の総括的な評価
  - ヘ 翌事業年度の安全目標、具体的な取り組み

**【解説】**

本条は、測量業界全体として無人航空機を利用する際の安全を確保する仕組みが規定されている。その仕組みとは、飛行実績証明書により個々の技術者の技術や自己研鑽の度合を示すこと、安全報告書により無人航空機を運航する法人の姿勢や安全に関する事項を示すこと、さらにはこれらをインターネット上で公開して測量業界全体として共有することにより、より優秀な技術者の活躍する場を増やすとともに、事故やインシデント、ヒヤリハットの再発が防止できることを意図しているものである。

飛行実績証明書は測量継続教育制度（測量系 CPD）を、安全報告書は航空法第 111 条の 6 を参考に規定されている。

使用している無人航空機に関する情報及び機体別の運航状況に関する情報では、測量業界で利用されている無人航空機が趣味として使用されていたものから発達していること、測量調査用としての利用は緒に就いたばかりであること、法律（航空法）で規定され、国家資格を有する人たちによって運航されている有人航空機と異なり、必要とする技術が体系化されておらず、整備や操縦に求められる技術も不明瞭なまま、これらの技術に対しては不慣れな人たちが利用を開始していることを鑑み、主要な部品といった水準まで落とし込んで管理することを規定している。

これらの仕組みは、本来なら公的な仕組みとして公開させる必要があるが、現状では環境が整っていないため個々にインターネット上で公開するという自主的な規程となっている。

安全報告書に記載することを規定した情報には、当事者の信頼を損ねるような情報もあるが、敢えて測量業界全体の技術力及び信頼の向上のために規定しており、これに賛同していただき、健全な発展が実現することを期待するものである。また、発注者側には、安全報告書に記載された安全に関する事項を不利益処分等の根拠として使用するのではなく、健全な発展のための真摯な行動として高い評価をしていただくことを期待するものである。

### （事故への対応）

第7条 無人航空機の運航に携わる者は、事故の予知、予防に努めるとともに、次の各号を励行しなければならない。

- 一 事故が発生した場合の個々が実行しなければならない対応の内容と方法の確認
- 二 予め確認した事故への対応方法にしたがった事故発生時の速やかな行動

#### ＜運用指針＞

- 1 事故への対応を図るため危機管理マニュアルを作成しなければならない。
- 2 危機管理マニュアルの内容を熟読し、熟知することにより、関係者各人の意識を高め、事故を未然に防ぐことを第一としなければならない。
- 3 事故発生時の対応は、次の各号の順で行うことを標準とする。
  - 一 被災者の救出
  - 二 負傷者の応急措置
  - 三 二次災害の防止
  - 四 緊急通報受理機関への連絡
  - 五 現場の保存
  - 六 目撃者の確認
  - 七 関係者・機関への連絡
  - 八 被災者家族への連絡

#### 【解説】

本条で規定する事故への対応は、第5条運用指針第1項第三号ハで求められる事故への対応を規定した危機管理マニュアル等にしたがったものとなる。

事故を起こさないことが最重要であるが、そのためには事故を予知し、予め事故が起きないような措置を取っておく必要がある。

事故を起こさないためには、チェックリストを作成し、それを励行する習慣を身につける必要がある。ただし、チェックリストは安全を保障するものではないため、いつもと異なることに注意を払い、いつもと異なることがあれば作業を中断し、原因を特定する必要がある。

例え事故が起こった場合には、冷静に行動する必要があるが、冷静に行動できるようにするためには危機管理マニュアルの内容を熟読し、熟知することが重要となる。

運用指針第2項に規定してある事故発生時の対応は、標準的な優先順位である。事故の発生が予知できれば事故は回避できるため、実際に起こる事故は予め想定したとおりとはならず、その場

での判断が求められることもある。したがって事故への対応を十二分に熟知し、事故に応じた最善の対応がとれるように自分自身を訓練しておく必要がある。

なお、緊急通報受理機関とは、消防、警察、海上保安庁をいう。

### （自己研鑽）

第8条 無人航空機を使用した空中写真の撮影や各種センサによる観測に携わる者は、自らの意志に基づき、自己の能力の開発、維持、向上に努めなければならない。

#### ＜運用指針＞

- 1 自己の能力の開発、維持、向上に努めるため、次の各号について履修することを原則とする。
  - 一 無人航空機の機構と性能
  - 二 関連法規
  - 三 事故の原因と対策
  - 四 安全を確保するための知識
  - 五 測量調査に関わる知識
  - 六 その他の必要となる知識
- 2 操縦者は、操縦技能についての能力の開発、維持、向上を常に心がけるものとする。

#### 【解説】

本条は、第5条運用規定第1項第二号ハで規定された運航体制に該当する者が、自らの意志で自己研鑽を怠らず、安全に対する高い意識を保つことを要求している。無人航空機の安全運航のためには、広範囲かつ最新の知識をもち、それらを総合して測量調査対象地における安全確保を実践する能力が求められるためである。

使用する無人航空機の機構と性能を熟知することは当然であるが、急速に進化する機器・部品の個々の性能に関する最新の情報に追従するだけでは不十分である。運用する無人航空機の一部の部品を性能の向上した最新のものと交換したときに、既存部品の正常動作を妨げるような干渉をおこして安全運航を阻害する場合がある。したがって無人航空機全体に対する各部品の整合性を総合的に判断できる知識が必要となる。

関連法規とは、測量法、航空法、電波法、道路法、道路交通法、河川法といった法律及びこれらの関連法令、これらに加えて法令ではないが安全運行に関わる自治体の条例等を指す。関連法規を精査し、法規違反となるような運航を計画・実施してはならない。航空法については、2015年12月10日に改正航空法が施行された。改正航空法では無人航空機の法律上の定義が明確にされるとともに、無人航空機の飛行禁止空域が設定され、飛行禁止空域における飛行に関しては国土交通大臣の許可を要することとなった。また、電波法においても2016年8月31日に総務省省令無線設備規則が改正され、2.4GHz帯および5.7GHz帯を画像伝送に使用することが可能となったが、使用に際しては無線局免許の取得および無線従事者の配置が必要となる。これらの法改正や省令改正に伴った関連法規の改正も考えられる。したがって関連法規の変更等も含め、最新の状況を把握しておく必要がある。（航空法については第4条を参照のこと）

事故の原因と対策については、事故のみならず、インシデントやヒヤリハットを含む情報について事例収集する努力を怠らず、同様の状況が発生しないように対策を講じておかなければならない。

安全を確保するための知識とは、事故を誘発する可能性のあるすべての事象及び運航環境に関わる知識を指す。無人航空機による各種測量調査を実施する際には飛行計画を立てる必要がある。その際、対象及びその周辺の環境について考慮すべき事項は、電波環境、地形・地勢、気象、無人航空機の飛行による動揺が懸念される動物・家畜、飛行の妨げとなる鳥類の接近等多岐にわた



る。電波環境では、様々な要因による電波干渉の影響を考慮する必要がある（近隣の建物内外で使用される無線LAN、幹線道路付近における大出力違法無線、携帯電話基地局等）。地上付近の風速が飛行に全く影響しない微風であるにもかかわらず、周辺の地形と風向きによっては計画飛行経路上では飛行に大きく影響するような不規則な風が発生していることは珍しくない。危険を感じないほど遠方で発生している雷が急激に接近することもある。また、縄張り意識が強く攻撃性のある（あるいは子育て期で攻撃的になっている）鳥類が飛行中の無人航空機に接近することがあり、場合によっては接触する可能性もある。これら飛行の安全に対して懸念されるすべての要因は飛行計画策定において検討されるべきであり、安全を確保する適切な計画を策定するためには個々の要因となりうる事象についての知識が要求される。しかし、各種測量調査の実施時において、計画時に予測できなかった天候、大気状態や視程の急変等が発生する可能性は常にあり、その前兆現象を見逃さず、危機的状況に陥る前に飛行中止を判断することが重要である。したがって業務を離れた日常生活においても、周辺環境の急変に遭遇した場合には、その原因の考察や前兆現象と考えられる事象の有無について確認するなどの研鑽が必要である。

各種測量調査に関わる知識の習得は業務上当然であるが、カメラを含む各種センサの機体への取付け方法、センサの発する電磁波（熱を含む）の影響、センサを取り付けることによる機体の重量バランス等は安全確保に直接関係する。したがって、センサの計測器としての性能だけではなく、安全確保に対するインパクトを評価できる知識も必要である。

以上の知識習得及び自己研鑽は運航体制において保安員以外は必須であり、保安員であってもそれらの知識の習得及び自己研鑽の意識をもつことが望ましい。

また、操縦者（第5条運用指針第1項第二号ハ②）に関しては上記に加えて操縦技術の維持、向上を常に心がけることを求められている。

### （操縦者の責務）

第9条 無人航空機を操縦する者は、突発的な状況に陥ったときに適切な対応のできる技量を保持するとともに、その技量を客観的に証明できなければならない。

#### ＜運用指針＞

- 1 適切な技量は、関連する資格や第三者によって証明された実績等によって客観的に証明されるものでなければならない。

#### 【解説】

突発的な状況とは、安全を意図して慎重に作成した飛行計画に沿った飛行にもかかわらず、飛行中に予測できないような飛行環境の急変や機体の不具合（計画時には予想できなかった突風、鳥類の接近、違法無線による電波環境の急変、自動操縦システムの故障等）が発生し、飛行継続が困難になることを指す。このような状況下においては、事故回避のために瞬時に適切な判断を下すことが要求され、多くの場合、作業班長の指示以前に危険回避操作を行う必要が生ずる。その中には危険回避のために意図的な墜落をも瞬時に判断しなければならないこともあり得る。したがって操縦者は飛行中の環境変化の把握にも努め、突発的な状況の発生に備えながら飛行操作を行う技量が要求される。そのためには種々の条件下での飛行操作経験が必要となるとともに身に付けた技量を客観的に証明することが求められる。ただし、現状で本手引きに規定した資格は存在しないため、関連法整備あるいは第三者機関による資格認定制度が開始されるまでの過渡的期間においては第6条運用指針第1項に規定する「飛行実績証明書」をこれに替えることになる。ただ、無人航空機を取り巻く市場は急速に拡大している現状を踏まえると、本手引きで規定して

いる役割を担う第三者機関は、早晚登場するものと推測している。

### **(事故への備え)**

第10条 無人航空機を利用する者は他者の生命や財産への万が一の危害に対し、相互扶助の仕組みによって補償の備えをしておかなければならない。

#### **<運用指針>**

- 1 使用する無人航空機は、生産物賠償責任保険が掛けられたものでなければならない。
- 2 使用する無人航空機は、事故時の損害賠償保険に加入していなければならない。
- 3 保険の保障額は、事故が起きた場合の損害額が賄えるものでなければならない。
- 4 無人航空機を使用した業務に携わる安全統括管理者、運航管理者、整備管理者は、加入している保険の内容と期間を把握しておかなければならない。
- 5 加入している保険の内容と期間は、業務の発注者並びに国土交通省航空局への飛行許可申請時に通知しなければならない。

#### **【解説】**

保険に加入しておくことが必須であることは言を俟たない。また、当然のことながら現在の各種測量調査には保険が掛けられた無人航空機が使用されているものと推測する。昨今、無人航空機に係る各種保険サービスを取り扱う保険会社は増えているが、事故が多発すれば保険料の高騰を招き、無人航空機の各種測量調査への利用に支障を来すことになる。このように無人航空機の利用に当たっては、保険の観点からの行動指針も必要である。

本手引きを履行することにより保険に加入できるだけでなく、掛け金を抑えられることも望まれる。

なお、公益社団法人日本測量協会の会員を対象とした保険を販売している測量共済会では、測量業者総合補償制度の中の測量士職業賠償責任保険を販売している。この保険は、測量法で規定する測量作業で使用していたのであれば、無人航空機により発生させた事故も補償される。また、建設コンサルタント・地質調査業務賠償責任保険や土木構造物点検業務賠償責任保険においても、それぞれが補償される業務において無人航空機による事故は、補償される。ただし、操縦者や身内への障害あるいは無人航空機の損傷に対しては、補償されない。本手引きを利用する各組織は、無人航空機を飛行させる際には、測量共済会、そしてその中のどの保険に加入しているのか、補償内容はどうなっているのかなど、予め確認しておく必要がある。

### **(個人の情報やプライバシーへの配慮)**

第11条 無人航空機からの撮影及び観測においては、予め個人を特定する情報や個人のプライバシーを侵害する情報が写らないような措置をとることを原則とし、やむを得ず個人を特定する情報や個人のプライバシーを侵害する情報が写された場合には、個人情報の保護に関する法律およびプライバシー保護の権利に則り、個人の権利利益の保護に配慮するものとする。

#### **<運用指針>**

- 1 無人航空機からの撮影あるいは観測を行う範囲の居住者および土地占有者に対して、次の各号に示す情報を通知するものとする。
  - 一 運航予定日時、運航目的、運航方法等の実施内容、全体計画等
  - 二 撮影あるいは観測したデータを公開するか否かの取扱い
- 2 無人航空機からの撮影あるいは観測を行う範囲の居住者および土地占有者と個人情報の保護

及びプライバシーの確保、個人情報及びプライバシーに関するものが撮影あるいは観測された場合の措置について協議し、原則合意を得るものとする。

- 3 個人を特定する情報は、居住者との協議によって決定するものとする。
- 4 プライバシーを侵害する情報は、居住者および土地占有者との協議によって決定するものとする。
- 5 個人を特定する情報あるいはプライバシーを侵害する情報が写され、かつ居住者もしくは土地占有者からの要請があった場合は、それらの情報が特定できないように該当部分の画像を修正するものとする。

#### 【解説】

近年、個人情報を特定する情報（個人情報）やプライバシー（私生活）に関する意識が高まっている。無人航空機による撮影あるいは観測では、人の顔や車のナンバープレートといった個人に関する情報や、屋内や洗濯物といったプライバシーに関わる情報が、写り込む可能性がある。個人情報やプライバシーは、無人航空機の飛行に対する安全の確保には関連しないが、無人航空機による撮影や観測には関連することであることを鑑み、本手引きの一条文として規定されている。

また、個人情報の保護に関する法律（略称「個人情報保護法」）及び同施行令では、5,000件以上の個人情報を個人情報データベース等として所持して事業に用いる事業者について個人情報取扱事業者として法律の対象とされている。無人航空機を使用した撮影あるいは観測の発注機関が国もしくは公共団体であれば5,000件以上の個人情報を取り扱っているのは間違いないが、当該業務で得られる写真等が個人情報データベースとして所持されるかは疑問のあるところである。

プライバシーとは私生活や私事に関する事項で、他人の干渉やのぞき見からこれを保護することが日本国憲法第13条（個人の尊重）によって保障されると解釈されている。また、プライバシーを侵害すると、民法第709条（不法行為による損害賠償）の対象となる。

いずれにしても専門的には専門家の判断を仰がなければ判断できないところであるが、昨今の社会通念としては慎重に取り扱う必要のあるものであり、本条でも慎重さを期している。

## 第2章 局地的範囲での回転翼機利用

### 第1節 通 則

#### （適用範囲）

第12条 本章は、回転翼機を局地的範囲での空中写真測量に用いる場合に適用する。

#### <運用指針>

- 1 利用環境については第2節、使用する回転翼機については第3節で説明するものとする。

#### 【解説】

本手引きは、測量のために無人航空機を用いる場合の安全を確保するための安全基準のひな型が規定されている。また、本章では、無人航空機の中でも回転翼機を、測量法で規定するところの公共測量かつ局地的な範囲で使用することに限定して規定している。公共測量を対象として作成される無人航空機の安全基準は、そのひな型が本手引きで初めて示されることから実用的かつ安全を確保しやすい分野として選ばれたものである。

測量法では、第3条（測量）において地図の調整及び測量用写真撮影を含む土地の測量を「測量」

とし、測量のひとつである公共測量については、第5条（公共測量）において次のように規定している。

第五条 この法律において「公共測量」とは、基本測量以外の測量で次に掲げるものをいい、建物に関する測量その他の局地的測量又は小縮尺図の調製その他の高度の精度を必要としない測量で政令で定めるものを除く。

- 一 その実施に要する費用の全部又は一部を国又は公共団体が負担し、又は補助して実施する測量
- 二 基本測量又は前号の測量の測量成果を使用して次に掲げる事業のために実施する測量で国土交通大臣が指定するもの
  - イ 行政庁の許可、認可その他の処分を受けて行われる事業
  - ロ その実施に要する費用の全部又は一部について国又は公共団体の負担又は補助、貸付けその他の助成を受けて行われる事業

空中写真測量は、国土交通省が告示する作業規程の準則の第3編第3章に規定されている測量手法で、回転翼機からの撮影については、これに準じて実施することになる。

本章では、利用環境としては第2節（利用環境）で規定しているように、飛行範囲における第三者の管理が可能で、飛行への障害も少なく、狭い範囲で自動操縦も可能な利用環境を前提としている。

つまり、各種測量調査分野における回転翼機の利用としては、最も安全を確保しやすい利用環境を対象とし、事故を発生させない、万が一事故が発生しても被害をできるだけ抑制できる回転翼機による空中写真測量の実用化を目指している。また、この実績に基づいて、本手引きの運用指針の見直しや局地的範囲での回転翼機利用以外への検討に繋げていくことを想定している。

### （回転翼機）

第13条 本章において回転翼機とは、複数の回転翼を備え、電力で動作し、無人で飛行する軽量の航空機をいう。

#### <運用指針>

- 1 回転翼機の回転翼数は、4枚以上かつ偶数枚を原則とする。
- 2 回転翼機の最大全離陸重量は、25kg未満を原則とする。

#### 【解説】

回転翼機は、回転翼、つまりプロペラの枚数によって特性が異なるため、使用目的に応じて使い分けることが重要となる。一般的には、4枚翼は、軽量で効率の良い飛行が可能である反面、横風には弱い。プロペラが損傷／停止した場合には、即墜落の可能性がある。軽量のため墜落時の衝撃は少なくなる。6枚翼は、バランスのとれた機体構成ではあるが、1つのプロペラが停止したときに機体操作が困難となる場合がある。8枚翼は、消費電力が多く飛行時間は短くなる傾向があるが、積載重量が大きく、安定的で1つのプロペラが停止したときにも安定して操縦できる。

回転翼機の全離陸重量は、撮影機材等を含む飛行時の全重量をいう。全離陸重量が軽量だと飛行が不安定になる一方、重量だと墜落した際の衝撃が大きくなる。本章では、航空法の規定に基づき空中写真測量に適した局地的範囲での回転翼機の最大全離陸重量を、25kg未満を原則としている。最大全離陸重量25kg以上であっても、航空法に定められた無人航空機の範囲内で申請が認められれば飛行可能な場合もあるが、安全に配慮した飛行が求められる。

## 第2節 利 用 環 境

### （局地的範囲と回転翼機の適用）

第14条 局地的範囲とは、回転翼機の安全な飛行が確保される地理的範囲をいい、回転翼機の公共測量における局地的範囲への適用は、社会的条件に配慮して決定するものとする。

#### ＜運用指針＞

1 回転翼機の安全な飛行範囲は、航空法に基づく国土交通大臣の許可/承認を得る必要が無い飛行環境、及び次の各号により決定することを原則とする。

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| 一 回転翼機の機構と性能   | 五 飛行体制            |
| 二 土地の地形的・社会的条件 | 六 視認及び通信可能範囲      |
| 三 自然環境         | 七 その他安全確保に必要となる事象 |
| 四 電波環境         |                   |

2 1以外で申請が必要と認められる飛行範囲に関しては、国土交通省の許可を得て飛行させるものとする。

3 安全な飛行範囲の検討結果は作業計画書に整理するものとする。

#### 【解説】

飛行範囲とは局地的範囲を測量するために必要となる撮影及び離着陸場からの移動のために必要となる飛行経路を覆う範囲をいう。飛行範囲の決定に当たっては、単に回転翼機の性能（形体・構造を含む）だけでなく、土地の地形的・社会的条件、自然環境、電波環境、飛行体制、視認及び通信可能範囲等の条件も含めて総合的に判断しなければならない。

本章では、回転翼機は、その航続距離や安全性といった特性から公共測量に求められる局地的範囲の全域を、常に飛行できるとは想定していない。場合によっては、一部に公共測量の対象となる地物を写すことができない林があったり、集客施設があって安全が確保できなかったりするためである（ちなみにこのような場合は、一般的にはTS測量、GNSS測量、地上レーザーとの組合せで測量が行われる）。また、近くに鳥の営巣地があったり、Wi-Fiの基地局、高圧電線があったりする場合は、鳥との衝突や障害電波による暴走などが危惧されるため、回転翼機が使えない場合も考えられる（ちなみにこのような場合は、全域をTS測量、GNSS測量、地上レーザーで行ったり、有人航空機を用いた空中写真測量で代替される）。あるいは、回転翼機を監視するのに、多くの保安員を必要として回転翼機を利用することが現実的でない場合などが想定される。回転翼機の利用に際しては、このようなことを総合的に判断し、別の手法への代替等も検討したうえで飛行を決定しなければならない。

### （社会的条件への配慮）

第15条 回転翼機を飛行させるに当たっては、その周辺も含め航空法、関連法規及び社会的条件に配慮し、飛行の可否を発注機関と総合的に判断するものとする。

#### ＜運用指針＞

1 社会的条件とは、次の各号をいう。

- 一 航空法で定める航空交通管制
  - 二 第三者の存在
  - 三 接触、墜落により大きな影響が予測される施設
  - 四 飛行を妨げる電波
  - 五 飛行により動揺が予測される生物
  - 六 飛行状況の監視を阻害する要因
- 2 第三者の存在に該当する社会的条件は次の各号により判定するものとする。
- 一 住宅地
  - 二 交通施設
  - 三 観光地
  - 四 集客行事施設や会場
- 3 次の各号に示す施設及びその周辺では、飛行しないことを原則とする。
- 一 空港関連施設
  - 二 場外ヘリポート
  - 三 発電関連施設
  - 四 鉄道
  - 五 高速道路及び幹線道路
  - 六 集客施設
  - 七 防衛施設
  - 八 その他これらに準じる施設
- 4 前項の施設及びその周辺での飛行が必要な場合は、航空法における国土交通大臣の認可と、発注機関との調整の上、次の各号にならって十分な安全対策を図るものとする。
- 一 鉄道及びその周辺では、保安員を配置し、列車が走行していない時間帯に行う。
  - 二 高速道路及びその周辺では、保安員を配置し、車の走行を規制して行う。
  - 三 集客施設及びその周辺で飛行する場合は、保安員を配置し国土交通大臣の承認をとり、安全を確保して飛行を行う。
- 5 局地的範囲及びその周辺には、電磁場に影響を与える次のような障害が予想される飛行範囲内では基本的には飛行してはならない。
- 一 鉄塔
  - 二 架線
  - 三 送電線
  - 四 電波塔
  - 五 Wi-Fi の基地局
  - 六 大規模な工場
  - 七 スクラップ置き場、立体駐車場等の大きな鉄の塊及び大規模な鉄骨構造物
  - 八 強力な磁石
  - 九 電磁波を反射する設備
  - 十 その他これらに準じる施設
- 6 局地的範囲及びその周辺に、安全な飛行を妨げる次のような生物が存在してはならない。
- 一 集団で営巣している鳥類
  - 二 縄張り意識が強い鳥類
  - 三 子育てをしている鳥類
  - 四 飛行により動揺するおそれのある家畜
- 7 局地的範囲には、安全な飛行を妨げたり、飛行状況の監視を妨げたりする障害物があってはならない。

**【解説】**

航空法で定める飛行範囲内に保安員を配置し、安全を確保する事が重要である。

鉄道、高速道路、集客施設等は、事故が起こると甚大な被害となるリスクが高いため、より慎重な対応が求められる。準じる施設には、交通量の多い道路、政府機関、歴史的構造物等が想定される。これらの施設に対する安全対策としては、施設の管理者からの業務ならば走行の規制や施設の閉鎖が可能であるが、発注機関と協議の上飛行を行う。

回転翼機は、送信機により機体を制御したり、GNSS衛星からの電波を受信して制御をしたり、遠隔測定法（テレメトリ）により画像の転送が行われたりする。主に機体との通信に 2.4GHz 帯

を使用していると、同様の帯域を電子レンジや監視カメラ等、多くの製品が利用しており、特にBluetoothや無線LAN接続サービスが急速に拡大している市中では2.4Ghz帯の電波利用が急増していると思われ、これらの電波との干渉が危惧される。また、電波を発信しているものがなくとも、GNSS衛星や送信機からの電波を近くの物体で反射し、制御を乱すこともあると考えられる。電波は目で見ることができないため、地上では電波モニターを使用して計測することはできるが、飛行高度での電波状況を確認することは簡単ではない。強度の強い電波を発する携帯電話等のアンテナが周辺にないかを確認したりすることは有効であるが、常に電波が送信されているわけではない。逆に言えば、突然、強い電波に曝されることもある。日頃より電波障害を受ける可能性があることを意識するとともに、電波障害にあった際には自動帰還機能が動作するように設定がされているかを確認する必要がある。

また、強力な磁石等の磁場を乱す施設があると、磁気センサ等に影響を与え、機体の姿勢を正確には把握しきれなくなり、墜落につながることもある。

### **(居住者等)**

第16条 局地的範囲の居住者等には、その立場に配慮した対応をとるとともに、回転翼機の飛行時には飛行範囲内の全ての居住者等及び居住者等の財産に危難が及ばないような措置をとらなければならない。

#### **<運用指針>**

- 1 居住者等には次の各号を発注機関と協議し周知することを標準とする。
  - 一 飛行の目的
  - 二 回転翼機の仕様
  - 三 撮影の日時
  - 四 飛行範囲
  - 五 搭載するセンサとその用途
  - 六 安全対策
  - 七 個人情報及びプライバシー保護への取り組みと対策
- 2 飛行中は居住者等に危難が及ばないように次の各号の措置をとるものとする。
  - 一 居住者の屋内待避
  - 二 野外活動者への保安
  - 三 第三者の飛行範囲への侵入制止
  - 四 危険箇所への保安
- 3 土地の所有者から土地の上空を飛行する許可を得なければならない。

#### **【解説】**

本条では、居住者や通行者に対する回転翼機の飛行についての周知と措置を規定している。

居住者等への周知は、発注者が行うべきものであるが、資料の準備や配布、説明については受注者側が行うことが多くなるものと思われる。その時、居住者の当該事業に対する考え方は多様と思われるため、居住者の立場に立って行動する必要がある。

又プライバシー保護の観点から撮影した動画、画像に関して住居者の承諾を得ずにインターネット上に公開してはならない。

### 第3節 局地的範囲で使用する回転翼機

## (機器及び性能)

第17条 回転翼機は、空中写真測量を行うための機材を搭載でき、かつ飛行範囲での安全な飛行に適した機構及び性能を有していなければならない。

### <運用指針>

- 1 回転翼機は、次の各号の機器及びその性能、これらの機器の適合性により安全が確保されるものを使用するものとする。
  - 一 推力重量比
  - 二 飛行機能（手動及び自動）
  - 三 自動帰還機能
  - 四 飛行限界機能
  - 五 航続能力
  - 六 耐風性
  - 七 飛行音
  - 八 バッテリ性能
  - 九 アンプ性能
  - 一〇 通信
  - 一一 磁気センサ
- 2 機体には次の各号の装備を備えるものとする。
  - 一 機体番号票
  - 二 フライトレコーダ
  - 三 発信器
- 3 フライトレコーダは、次の各号の情報を記録できるものとする。
  - 一 操縦用送信機の操作情報
  - 二 飛行位置、姿勢情報
  - 三 モータ、アンプの情報
  - 四 電力に関する情報
- 4 機体を構成する部品は、部品毎に使用時間を記録するものとする。
- 5 耐用寿命を越えた部品は、速やかに交換するものとする。
- 6 機体の色あるいは模様は、空や雲との補色関係にある等、飛行方向も含めて空中で認識しやすいものが望ましい。

### 【解説】

現状、回転翼機の機器及び性能を評価する際、最も重要なのは使用されている部品相互の適用性であろう。つまり、バランスである。バランスにもふたつある。ひとつは重量で、もうひとつは性能である。

重量のバランスには、プロペラから測量・観測機器を搭載した状態での機体まで幾つかの評価軸があり、一般的には水平軸では機体全体の中心に、垂直軸ではプロペラより下かつスキッド底面より上方に、重心が来るようになっていなければならない。

性能のバランスは、重量のバランスに較べ、その評価が格段に難しくなる。一部の部品だけが性能が良くても、その性能は効果がないどころか、それと連動する部品に過剰な負荷を与え、故障させてしまうこともあり得る。回転翼機では同一用途の部品が複数個使われることがあるが、同一用途の部品でもその一部の性能が異なってくると、全体でのバランスは確保されなくなる。

例えば、モータはコイルの巻き方に品質のバラツキがあり、個体毎に性能が異なってくる。

モータとアンプのバランスは、耐風性や飛行の安定に影響を与える。モータが必要とする電力に対してアンプが適切に電力を供給できなければ、モータの回転低下やアンプの発熱につながり、飛行性能の低下や機体の墜落につながることもなりかねない。

GNSS アンテナは、機体からのマルチパスを回避するために、高く掲げてあるものもあるが、グランドプレーンを取り付けた方が効果はあるとの意見もある。



磁気センサは、他の部品から磁力の影響を受けないところに取り付けてある必要がある。他の部品には、搭載する測定のための撮影機器も含まれる。

送信機は、操縦用とセンサ操作用とに分け、それぞれ必要最低限の機能しか持たないと操作に間違いが入りにくく確実性が上がり、安全性を高めることもできる。

機体が浮上して安定飛行するためには、機体の全離陸重量に対して推力が十分であるというバランス、つまり推力重量比（推力／全離陸重量）も重要となる。搭載できる機材の重量の目安となる。推力重量比は、使用する部品等によって変わってくるため、メーカーが公表している公称値ではなく実測値を把握しておいた方がよい。推力重量比の算出に使う推力は、プロペラを逆に取って飛行状態で秤に載せ、ひとつひとつのモータの推力まで計測して得られる総推力となるが、専門的であるため保守等の際に専門家に依頼する方がよい。簡易的に確認するには、バネ秤を機体の下に掛け、機体を上昇させて計ることもできる。

航続能力は、飛行時間と飛行範囲の面積とのバランスにより決定される。飛行時間は、離陸、飛行、着陸のそれぞれに要する時間の合計が基準となるが、離着陸場と飛行コースまでの飛行時間、必要な画質が得られる飛行速度、風速・風向といった自然条件、操縦者の技量等の人的要因に起因する時間の浪費も考慮して見積もる必要がある。

耐風性は、安定して飛行できる性能に対する最大風速である。推力が強いほど、強い風速にも耐えられ、高い耐風性があるといえる。耐風性も公称値ではなく、機材を搭載した状態でのものを把握しておくべきである。高い耐風性は飛行の安定性を高めてくれるが、地上の樹木が揺れたりホコリが舞ったりする気象は空中写真測量にとっては好ましくなく、その影響は低空から撮影を行う無人航空機では影響が大きい。安全性とのバランスが重要である。

飛行音は、離着陸を含む飛行時に機体が発する音の大きさである。回転翼機の飛行音は、プロペラの数や形状によって変わるが、一般的には小さく、上昇すれば更に小さくなり、周辺に大きな影響を与えるものではないが、配慮はしておくべきであろう。ちなみに、騒音規制法では、工場及び事業場における事業活動並びに建設工事に伴って発生する相当範囲にわたる騒音について規制しているが、著しい騒音を発する建設工事として定義される特定建設作業では、環境省告示第16号により、その境界線において85dBと告示されている。この85dBを目安とするといいたいであろう。

以上のような回転翼機の部品相互の適用性、つまりバランスを考慮し、本章で規定している空中写真測量を局地的範囲に適用する場合の回転翼機の主要部品であるアンプ、主要機能である推力重量比や航続能力については、次のようにいえる。

アンプ性能は、モータの最大電流の2倍以上を確保されていることが望ましい。

推力重量比は、1.5倍以上を確保されていることが望ましい。

本条は、局地的範囲で回転翼機を使用して空中写真測量を行うことを前提に規定されているため、仮に局地的範囲を500m、対地高度を100mとすると、離陸と着陸を考慮して全体の飛行距離は700mとなる。この距離を速度2m/sで飛行すると、所要時間は350秒（5.8分）となる。これに2分程度の余裕を持たせると、航続能力は最低8分程度が必要となる。

最後に自分で組み立てる場合について記載しておく。無人航空機は、模型店から部品を購入し

て自分で組み立てることも可能であり、自分で組み立てることができれば異常も発見しやすく対応もし易くなるが、航空力学から部品の特性といった技術についても知識を持ち合わせなければならない。安全な場所で、失敗しながら覚えることが可能な趣味での利用と違い、業務での無人航空機利用は、確実な飛行が求められる。慎重に対応すべきで、安く無人航空機を製作できるからといって、安易に自分で組み立てて業務に使用することはお勧めできない。

次に、その他の装置として規定されている装置について解説する。

機体番号票は、機体を特定するための番号であり、測量業界において一括で管理することを想定されている番号である。ただし、そのような仕組みは現状では整備されていないため、任意で取り付け、機体に明記し、作業計画書等で発注機関に知らせておく必要がある。

フライトレコーダは、旅客機に装備されているブラックボックスと同等の機能を持つもので、具体的には運用指針第3項に規定されているものを記録することが規定されている。フライトレコーダで飛行時に各種のデータを記録しておくことにより、事故が発生した場合の原因究明に役立てられるとともに、その情報を共有することにより回転翼機の安全性を高めることが可能となる。

発信器は、機体が暴走して行方不明になったときに捜査を迅速にするための装置である。機体の墜落は、機体のみの損傷に留まらず、バッテリーの発火による建物や山林等への延焼も危惧される。これらを防ぐためには、迅速に機体を発見できる仕組みが必要である。

回転翼機を継続的に利用していくには、機器の性能だけでなく、機器の保守も重要になってくる。それぞれの部品には寿命がある。バッテリー、モータ、アンプは、特に大きな負荷が掛かるため使用時間の管理が重要となる。墜落の可能性がある回転翼機では、故障したら、故障しなくとも調子が悪くなったら取り替えようという考え方は危険である。まだ使えそうな部品であっても、調子が悪くなるのを予測して早めに取り替えていく必要がある。

## (バッテリー)

第18条 回転翼機に装備するバッテリーは、発火防止が講じられているものを使用することを原則とし、発火防止が講じられていないものは発火防止が講じられている機体にしか使用しないものとする。

2 バッテリーの取扱いは適切に行うとともに、危難の場合の措置をとっておくものとする。

### <運用指針>

- 1 バッテリーについての理解及びその技術動向の把握に努めるものとする。
- 2 バッテリーは、次の項目について製品仕様にしたがい適切に利用するものとする。
  - 一 使用時の気温
  - 二 充電時の気温と電圧
  - 三 保管時の温度と充電量
- 3 保管や移動には、防火機能を備えた容器に収め、熱や衝撃が加わらないようにしなければならない。
- 4 充電及び放電には専用の充電器を使用しなければならない。

- 5 発火に備え、適切な消火設備を備えなければならない。
- 6 異常がみられたバッテリーは、再使用せず、適切に処分しなければならない。

**【解説】**

無人航空機に利用されるリチウムポリマーバッテリー(通称、リポあるいはリポバッテリーという。)は、取り扱い方法を間違えると発火したり爆発したりする。可燃性の電解質が使われていたり、加工しやすさを優先して堅ろう性に欠けたりするからである。例えば、炎天下の車内や太陽の陽が当たる窓際への放置が、発火や爆発を生じさせる代表的な間違った取扱いである。発火や爆発をさせないためには、このような取扱いをしないようにするとともに、誤ってこのような取扱いをしても発火や爆発が生じづらい対策が取られた製品を選ぶ必要がある。また、リチウムポリマーバッテリーは製品の組成や安全対策が異なるため、その取扱い、例えば充電時の電圧、保管温度、充電時の温度等は、メーカーの仕様にしたがう必要がある。

リチウムポリマーバッテリーは、近年、急速に発展したバッテリーであり、安全に利用できるようになるには多くの課題が残されている。回転翼機に利用するには、例えば衝撃に対する堅ろう性、電池を蓄えるセル同士のバランス、ケーブルやコネクタの取り付け等に留意して製品を選定する必要がある。

強風を受けたりすると電圧が急速に低下したり、気温が低下してバッテリー内の温度が低下すると、バッテリーの電圧が急速に低下すること等がある。逆に、バッテリー内部の温度が上昇したり、風が弱まるとバッテリーの電圧が上昇することもある。これらのことから、バッテリー電圧の変動には注視する必要があることがわかる。

また、バッテリーの電圧が著しく低下すると自動帰還状態に陥ったり、推力が弱まって墜落したりするなどの危険にさらされることになる。これらはバッテリーの充電の仕方や回数等にも起因するが、バッテリー自体の品質に起因するところもあると考えられる。このようにバッテリーには不安定要因が多く存在するため、バッテリーの購入に当たっては十分に品質を見極める必要がある。

バッテリーに関連する事故では、バッテリーのショートや過充電、過放電が挙げられる。ショートは配線の接触のみならず、バッテリー自体に傷が付くことでも発生する。リチウムポリマーバッテリーは、他のバッテリーに比べ、形状を加工しやすくするため、堅ろう性に欠ける素材で被覆され、破損に弱い。過充電は、リチウムポリマーバッテリー専用でない充電器を使用して充電することにより生じる。

リチウムポリマーバッテリーを充電するには、次のような注意が必要である(東京消防庁 <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-kouhouka/pdf/250523.pdf> より引用)。

- 1 充電中はその場を離れず、充電状況を監視する。充電したまま、就寝や外出をしない。
- 2 充電は近くに燃えやすいものがない安全な場所で行い、自動車等の乗物内では行わない。
- 3 寿命がきたと思われる充電電池、変形している充電電池は使用(充電)しない。
- 4 充電は専用、又は対応型の充電器を使用する。
- 5 充電中に異常(本体の膨れ、匂い等)を確認したら、直ちに充電を中止する。

リチウムポリマーバッテリーが発火した際には、当然のことながら迅速に消火をしなければならないが、消火器で消してもバッテリー内部に電解質が残っていれば再び燃え出すこともある。その

ため消火後直ぐに、水の中に浸ければ酸素が遮断されて気化したガスも燃えず、温度も低下し、やがて発熱や膨張もなくなれば、発火の心配はなくなるともいわれている。消火方法には、砂や消火用布を被せるなども有効である。また、消火と合わせ周辺への延焼対策も重要である。

輸送についても注意を払う必要がある。ここでは航空法で規定されている航空機で運ぶ場合の注意点を記載するが、基本的にはどの交通機関であっても同様に留意して取り扱うべきである。

航空法では、爆発のおそれがあるもの、燃えやすいもの、その他人に危害を与え、または他の物件を損傷するおそれのあるものを「危険物」とし、航空機による輸送を禁止し、適切な梱包、あるいは求められる要件を満たさなければ運べないことになっている。次の枠内の記載は、国土交通省が「機内持ち込み・お預け手荷物における危険物について」と題してホームページ上に掲載している情報である ([http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_fr2\\_000007.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr2_000007.html))。

お客様が旅行の際お持ちになる手荷物は、大きく「機内持ち込み手荷物」と「お預け手荷物」の2種類に分類されます。

「機内持ち込み手荷物」とは、お客様が航空機内に直接お持ちになり、機内において身につけ、又は携帯する手荷物をいい、「お預け手荷物」とは、搭乗前に航空会社のチェックインカウンターにお預けになるスーツケース等の手荷物をいいます。

航空法では爆発のおそれがあるもの、燃えやすいもの、その他人に危害を与え、または他の物件を損傷するおそれのあるものを「危険物」とし、航空機による輸送及び航空機内への持ち込みを禁止しています。そのような危険物の中には、一定の数量制限の下機内持ち込み手荷物かお預け手荷物として運べるものもあります。

また、刃物類等ハイジャック・テロに「凶器」として使用されるおそれがあるという観点から機内持ち込み手荷物として機内への持ち込みができないものもあります。

ここでは、機内に持ち込むことができるか、航空会社にお預けになる事ができるかどうかについて航空会社等に問い合わせの多い品目等について、代表的なものの取扱いを一覧表にして紹介します。ご旅行前に手荷物を準備される際、ご参考にしてください。

各空港におきましては、各航空会社が皆様に安心して航空機をご利用いただけるようご搭乗の前に保安検査を実施しておりますので、ご協力をお願いします。危険物をお持ちの場合は空港カウンターまたは保安検査場にて係員にお申し出ください。

同 URL に掲載されている「機内持ち込み・お預け手荷物における危険物の代表例」からバッテリー部分を転載したのが、表 1 である (<http://www.mlit.go.jp/common/000993849.pdf>)。

表内のワット時定格量の単位 **wh** は、バッテリーのエネルギー容量のことであり、電圧と電流容量（何ミリアンペアの電流を何時間流せるのかという指標）の積によって求められる量である。

短絡防止は、電極の接触防止が想定されていると思われるが、第 18 条運用指針に規定してあるように防火機能を備えた容器に収納したり、熱や衝撃が加わらないようにしておくことも当然の措置である。

表 1 機内持ち込み・お預け手荷物における危険物の代表例(バッテリー)

⑤ 電池・バッテリー a) 携帯用電子機器に使用する電池・バッテリー											
品目(種類)	待込み	お預け	数量		備考	液体物規制対象					
			一箱あたり	1人あたり							
乾電池	○	○				非危険物					
ニッケル水素電池	○	○				非危険物					
ニカド電池(ニッカド電池)	○	○				非危険物					
リチウム金属電池	電子機器(本体)	リチウム含有量2g以下のもの	○	○		お預けの場合は不測の作動を防止するように措置すること。					
		リチウム含有量2gを超えるもの	×	×							
	上記機器の予備電池 (モバイルバッテリー等、他の電子機器に電力を供給する目的のものを含む)	リチウム含有量2g以下のもの	○	×		短絡防止の措置が行われていること					
		リチウム含有量2gを超えるもの	×	×							
	携帯型医療用電子機器(本体) (自動体外式除細動器(AED)、携行型 Neteller)、持続陽圧呼吸療法装置 (CPAP)等)	リチウム含有量2g以下のもの	○	○							
		リチウム含有量2gを超えるもの	×	×							
上記機器の予備電池	リチウム含有量2g以下のもの	○	×								
	リチウム含有量2gを超え8g以下のもの	○	×	2個	短絡防止の措置が行われていること						
						リチウム含有量8gを超えるもの	×	×			
リチウムイオン電池 (リチウムイオンポリマー電池を含む)	電子機器(本体)	ワット定格量160wh以下のもの	○	○		お預けの場合は不測の作動を防止するように措置すること。 ※リチウムイオン電池内蔵のヘアークラマーヘアアイロンは、「その他日用品/ヘアークラマー/ヘアアイロン」参照					
		ワット定格量160whを超えるもの	×	×							
	上記機器の予備電池 (モバイルバッテリー等、他の電子機器に電力を供給する目的のものを含む)	ワット定格量100wh以下のもの	○	×		短絡防止の措置が行われていること					
		ワット定格量100whを超え160wh以下のもの	○	×	2個	短絡防止の措置が行われていること					
	携帯型医療用電子機器(本体) (自動体外式除細動器(AED)、携行型 Neteller)、持続陽圧呼吸療法装置 (CPAP)等)	ワット定格量160wh以下のもの	○	○							
		ワット定格量160whを超えるもの	×	×							
	上記機器の予備電池	ワット定格量100wh以下のもの	○	×							
		ワット定格量100whを超え160wh以下のもの	○	×	2個	短絡防止の措置が行われていること					
							ワット定格量160whを超えるもの	×	×		
	電動自転車、電動の乗り物	本体	×	×							
予備電池		×	×								

## (保守)

第19条 回転翼機は、適切な時期に適切な保守を行い、その結果は記録により証明しなければならない。

### <運用指針>

- 1 回転翼機を構成する部品は、適切な時期に交換するものとする
- 2 部品の適切な交換と性能の保持について定期的に点検を行うものとする。
- 3 定期的な点検は1年を目安に行うものとする。
- 4 過度な衝撃が与えられた場合は、定期的な点検と同等の点検を行うものとする。
- 5 定期的な点検は、第三者機関あるいは機体の製作元で行うものとする。
- 6 定期的な点検を行う者は、点検要領及び点検者の技能証明書を整備し、公表しなければならない。
- 7 フライトコントローラや自動操縦に関するプログラムは、第三者機関または製作元に意見を求めた後に更新するものとする。

### 【解説】

無人航空機では、ひとつひとつの部品が安全の確保に重要な役割を担うため、モータやアンプ、機体フレーム、ネジロック剤といった主要な部品については、使用時間の管理を行い、耐用寿命に応じて交換していく必要がある。

また、一定の間隔で無人航空機に対する専門的知識と技術を保持する第三者機関や製作元に依頼し、主要な部品が適切に交換されているか、所定の性能は維持されているか、全体のバランスは確保されているかといった点検を行ってもらい、必要に応じて部品の交換や機体の調整を行ってもらい必要がある。

定期的な点検の期間は、具体的なデータがないため、公共測量に用いられる作業規程の準則にならない1年としている。各部品の耐用寿命や使用頻度などを考慮しながら見直していく必要がある。

る。

過度な衝撃が無人航空機に与えられた場合は、安全を考慮し、その都度、定期的な点検と同等の点検を行うこととしている。

定期的な点検を担う第三者機関は、機体の製作及び機器性能に精通した機関で、機器の点検結果に対する証明が行える技能を有している組織を想定している。製作元とは、各メーカーのセンサをインテグレートし機体を製作することができる技術を有する企業であり、販売店や代理店とは区別している。これらの第三者機関あるいは製作元は、その専門的な技術を踏まえ、無人航空機に必要な点検項目及び点検方法を点検要領としてまとめ、点検を依頼する者に示すこととしている。また、実際に点検を行う者に対して、その能力を示すことも求めている。ただし、本条の運用指針は点検項目にしたがい点検した結果に対する証明を発行することを要求しているだけで、点検後の安全な飛行を保障させるものではない。安全については飛行させる組織が責任を持たなければならない。定期点検を担えるのは、現在のところ製作元しかない。この製作元も、保守という業務にどれだけ責任を持てるかは不確実である。保守により不良部分を発見するだけでなく、次の定期点検までの間に起こりうる不具合を予測する必要もあり、製作者以上の技術を必要とする。

プログラムについては、その性質上、実用に供された実績が乏しいとバグが残存している可能性が高い。そのバグには、各機体に取り付けられた部品の特性への未対応等も考えられる。プログラムのバグも墜落の要因となるため、慎重に判断する必要がある。

## 第4節 飛行

### (飛行)

第20条 公衆の安全を旨とし、総合的見地からの判断を持ち、危難の場合には安全を第一とする対応を図る強い意志を持って飛行させるものとする。

#### <運用指針>

- 1 飛行を計画するに当たっては、第14条運用指針に規定されている局地的範囲及び回転翼機を適用していなければならない。
- 2 飛行計画は、次の各号に留意して立案するものとする。
  - 一 飛行範囲の妥当性
  - 二 離着陸場の配置
  - イ 飛行範囲の位置決め
  - 三 操縦の方法
  - ロ 計画基図の経年変化
  - 四 飛行体制
  - ハ 飛行距離
  - 五 気象及び時刻
  - ニ 飛行限界

#### 【解説】

飛行計画の多くは、GoogleEarth等のWebMapサービスが利用されるものと思われる。これらのWebMapサービスは、位置を保証しているものではない。一方、本章で対象とする公共測

量では、位置の正確さを求められるとともに、局地的範囲で安全を確保するという観点から正確に局地的範囲内で飛行することが求められる。また、公共測量としての業務の場合、局地的範囲が平面直角座標系で与えられるのが一般的だが、平面直角座標系は平成 14 年（2002 年）に準拠楕円体をベッセル楕円体から GRS80 楕円体に切り替えたり、それまでの地殻変動による歪みを取り除いたりするなどの措置が取られている。また、その後起こった東日本大震災によって生じた歪みも既に取り除かれているが、このような国の施策に対して全ての地方公共団体が対応できているわけではない。さらに標高については、水平位置の誤差に加えて、離散的に計測されたものから内挿により整備されること、GoogleEarth 等では精度の高くない衛星からの計測データを使用していることなどもあり、特に起伏の激しい地形では誤差が大きいことが危惧される。また、ほとんどの GNSS 装置は、WGS84 系の測地系で制御されているが、飛行計画を立案するソフトウェアによっては異なる測地系を採用しているものもあり、飛行計画の座標を GNSS 装置が制御している測地系へ変換することを忘れてしまうと、離陸直後に大きな移動を開始してしまうということになりかねない。このような準拠楕円体や測地系の間違いは多くはないと思われるが、間違った場合の影響は大きいものもあり、安全の確保を考えると無視できない。これらに関する知識を踏まえて安全面から飛行計画の妥当性を評価する必要がある。

地図は、その特性から経年変化により現地と違うことが往々にしてある。また、本章で規定する局地的範囲での回転翼機の利用自体が、新しい地図を作成することを目的としており、新しい地図が必要ということは飛行の計画に使える地図は古く、現地と異なっていることになる。恐らく現地の経年変化は、飛行計画には大きな影響を与えないだろうが、離着陸場の設置や監視者を配置する飛行体制の計画には、大きな影響を与えるものと思われる。したがって、一度現地を確認した上で、飛行体制を含めて計画を立案すべきである。

様々な形状の飛行範囲に対して、どのような飛行コースを計画するかも重要となる。飛行コースを決定する重要な要素は、バッテリー容量となるが、いたずらに容量の大きなバッテリーを装備して長時間飛行させるよりも、一回の飛行距離を短く設定してバッテリーを軽量なものにする方が、墜落時の衝撃や発火という観点からは安全性が高まる。また、バッテリーの消費を少なくする飛行コースについても気を配るべきである。飛行時間が最少になる、あるいは追い風以外は風を受けないといった飛行コースについても検討する。

飛行限界とは、飛行可能な範囲をいい、間違った操縦等により回転翼機が想定外の範囲にまで飛行することを防止する機能である。一般には、特定の地点からの半径で決定され、飛行計画の中で予め設定される。なお、飛行限界は衛星測位による位置制御が機能しているときに機能するもので、過信してはいけない。

暴走防止のために機体にワイヤを取り付け、牽引する方法も考えられるが、割と低空で飛行している場合はともかくとし、ある程度の高さになると墜落した場合にワイヤ自体が事故の原因ともなりかねない。あるいはワイヤ自体が飛行を不安定にする要因になったり、思わず不安定となった機体がワイヤに触れて墜落したりすることにもなりかねない。ワイヤを使用したい場合には、その有効性を慎重に検討して立案すべきである。また、有効と判断した場合でも、それで安全が確保されたとは判断せず、注意して飛行させるべきで、そのことが飛行体制にも伝わるようにし

ておく必要がある。

### （離着陸場）

第21条 離着陸場は、回転翼機の離着陸が行える適切な広さ、地形であるとともに、周辺に障害物がないものとする。

2 離着陸場は、居住者あるいは土地の所有者または管理者に許可を得ることを原則とする。

#### <運用指針>

1 離着陸場は、次の各号について考慮して設定するものとする。

一 運用する無人航空機の性能により、十分な広さを確保可能である。

二 場内地盤は平坦である。

三 無人航空機の飛行に影響を及ぼす施設が近隣にない。

四 離着陸の際に粉じんが発生しないか、発生防止ができる。

2 地上設備は、人の移動の障害にならないような配置で、堅固に設置するものとする。

3 離着陸場の許可は、関係法令にしたがうものとする。

4 作業着手前に居住者へ連絡・通知するものとする。

#### 【解説】

離着陸は、上昇気流や下降気流（大気の流れによるものと自らの回転翼機で発生させるもの双方）によって機体が不安定になることがあるため、斜めあるいは螺旋状の航跡を描くように行われることが多い。そのため、螺旋状に離着陸を行う場合には機体が余裕を持って螺旋を描ける広さが必要であるし、斜めに離着陸を行う場合には離着陸場から撮影開始位置までの間に障害がない場所を選ぶ必要がある。また、GNSS衛星からの電波を捉えて自己位置を確定するのに時間を要して迷走したり、飛行経路の登録に誤りがあると思わぬ方向に、それも高速で飛行し始めたりする場合もある。このような離着陸における無人航空機の動作を考慮して離着陸場の広さ、つまり離着陸に障害がない場所を選定する必要がある。柵や農業用支柱、電柱、電線、あるいは無人航空機を運んできた車等、高さが低いからと注意を怠ると思わぬ事故になりかねないので注意が必要である。

磁気センサは、周囲の環境により磁性体に変化し飛行に影響する。橋梁やコンクリートたたき等を離着陸場を選んだ場合は、それら構造物に含まれる金属、鉄筋等の影響により磁気センサエラーを引き起こすことがある。

離着陸場の小さな起伏、あるいは丈の低い草等も、離着陸が不安定になって接触すると機体に傷を付けたり、草を巻き込んだりし、その後の飛行を更に不安定にする要因にもなりかねない。転倒して機体を傷つけることにもなる。同様なことは、裸地についてもいえる。ほこり等の粉じんを巻き上げると、それがモータをはじめとする機器の内部に入り、障害につながる恐れもある。これらは一見些細なことではあるが、墜落のリスクがある以上、細部まで留意する必要がある。

起伏や草、あるいは粉じん等を避けるためには、台を用意することが考えられるが、離着陸には有効であっても、着陸ではよほど高度な操縦技術がないと、あるいはよほどの大きな台でないと



危険である。シートを敷くことも有効であるが、その場合も回転翼による風だけではなく、気象による風で煽られたりしないようにある程度の重みのある、例えばゴムシートのようなものを用いる方がよいであろう。

着陸では、手で掴むことを勧める人もいるが、多くは非常に小型の無人航空機を想定したものであるとともに、操縦する方も掴む方も高い技量が必要で、掴む方は無人航空機の移動に合わせて掴まなければならないこともあるため、足場もしっかりしている必要がある。これらの状況を踏まえると、お勧めできる方法ではない。

地上設備とは、コンピュータやテーブルなど、飛行に当たって地上に備えなければならない各種資機材をいう。飛行時には、目視にて機体を監視しなければならないが、足下への注意が疎かとなる。また、迅速に移動しなければならない場合も想定される。これらは、作業者と地上設備との接触を誘発し、事故の原因となりやすい。地上設備の設置においては、これらに留意する必要がある。

日本では全ての土地に所有者がいるといえる。民有地の場合は当然、使用許可が取られるだろうが、道路や河川敷についても同様で、道路については警察、河川敷については国土交通省の河川事務所等の河川を管理する事務所に許可を得る必要がある。測量作業では、業務着手時に実施する住民説明会や回覧板などによる作業案内において、無人航空機の飛行に関する案内をすることが合理的である。

### （操縦方法）

第22条 操縦においては、回転翼機の飛行は自動で行うことを原則とし、離陸及び着陸は手動で行うものとする。

#### <運用指針>

- 1 飛行コースの登録は確実にを行うとともに、点検を怠ってはならない。
- 2 飛行に当たっては、次の各号を標準とする慣らし操縦を行い、機体の調子を確認するものとする。
  - 一 低空での揺動
  - 二 飛行高度までの昇降
- 3 着陸は斜め降下を原則とし、離着陸場と飛行コースの間に障害物がないものとする。
- 4 自動帰還は、現場条件に応じて次の各号のいずれかを設定するものとする。
  - 一 最短コースによる帰還
  - 二 垂直上昇後、水平移動による帰還
  - 三 その場でゆっくり降下

#### 【解説】

制御機能の発達や自動操縦等の機能により、無人航空機の操縦は簡単になったといわれるが、これは単純な操作、あるいは定常的な操作で操縦できる範囲である。一度、異常な状態に陥ると、自動帰還の判断や操作方法の切り替え等、異常の症状や周辺の環境等に応じた操作が必要となり、高度な操作能力が問われることになる。したがって、自動操縦で利用できる場合がほとんどで、

手動操縦が介入する場面は少ないのがほとんどであっても、手動で操縦し、緊急時の対応を訓練しておくことが重要である。しかしながら訓練時にも墜落させる可能性があり、このリスクを避けて訓練を怠り、実際の作業時に事故を起こしては本末転倒である。こうならないようにするためには、パソコン上で動くシミュレータや安価な超小型無人航空機を使うことが有効である。

異なる機種種の無人航空機を操縦したり、異なる人が操縦した後の無人航空機を操縦したりする場合には、操縦方法が代わったり、設定が変わったりする。また、慣れてくると操縦方法や設定値の確認を怠ったりしがちである。無人航空機では事故が起こってからでは取り返しがつかなくなることもあるため、思い込みによる間違いが起きないようにチェックリスト等を用意し、必ず確認する癖をつけておくことが重要である。

飛行の開始は、もっとも緊張する場面である。また、機体の調子を確認する最終場面でもある。したがって、飛行を開始するに当たっては、緊張をほぐすとともに、機体の調子の最終確認を行うために、慣らし操縦を行うことが非常に重要となってくる。慣らし操縦は、1から2m程度の高さで機体を左右や前後に振ってみたり、さらには予定されている高度までの昇降を行い、機体のバランスなどを見たり、異音がしないか、電波障害による通信の遮断が起きていないかを確認したりする。また、監視者などに心の準備を促す。

着陸時は、大気の影響による、あるいは自ら発生させる下降気流により機体のバランスが崩れることも多い。これを避けるためには、斜め降下が有効である。ただし、斜行は途中で障害物がないこと、つまりある程度の広さの空間があることが前提となる。また、これが最善ということではない。操縦者の技量や機体の特性によっても変わってくる。垂直に降下させても、ゆっくりとした降下であれば下降気流は抑えられるし、離着陸場にある程度の広さが望まれるが、旋回させながら降下させることも効果はある。

自動帰還中で事故が起きやすいのが、最短コースによる斜行での帰還（高低差が異なる2地点間の直線飛行）である。機体は、最短コース上に障害物があるがなかろうが、飛行する。そのため、高低差がある地形を飛行する場合には、機体を最初に垂直上昇させ、その後に水平移動に移るようなコース設定をするなど、現場条件に合わせた飛行計画を行う必要がある。ただし、垂直移動（特に垂直降下）は、気流の乱れによる墜落のリスクがあるため、降下速度には十分注意する必要がある。

飛行中に外的内的にかかわらず異常が発生した場合には、停止(ホバリング)や上昇、下降、あるいは帰還等の操作が選択されることになる。帰還は、バッテリーの消耗に起因する場合は、着陸場に向かって真っ直ぐに降下させることが、バッテリーを最低限の利用で実行できるが、この方法だと着陸場までの間に障害物があるとぶつかってしまうことになる。これは、高度を維持したまま着陸場の上まで飛行し、それから垂直に下ろす方法でも、同様なことが言える。最も安全なのは、一度障害物がない高度まで上昇させ、その高度を維持して着陸場の上まで飛行させる方法であるが、異常の内容にもよるが、異常時にこのような時間やバッテリーを消費する方法が採用できるかは分からない。異常時の帰還は、基本的には予め設定した方法にしたがい自動で行われることになるため、飛行範囲の状況を踏まえて設定しておくべきである。なお、場合によっては真下に降下させる、表現を変えれば墜落させることも有効であり、どのやり方を採用するかは、予めシミ

ュレーションにより訓練しておくべきである。墜落させることは、暴走させて行方不明にさせたり、管理している範囲外に墜落させて事故を起こさせたりするよりも有効である。

### (飛行体制)

第23条 回転翼機を飛行させるに当たっては、安全を確保するための適切な人員構成による飛行体制を整えなければならない。

2 飛行体制の一員となった者は、回転翼機の飛行時には相互に意思の疎通を図り、飛行状況を把握しなければならない。

#### <運用指針>

- 1 飛行に携わる者は、心身ともに健全であり、適切な判断ができる状態であるものとする。
- 2 飛行体制は、作業班長、整備者、操縦者、モニター監視者、機体監視者、保安員で構成することを原則とする。
- 3 作業班長は、回転翼機の飛行に関する全てに責任を持ち、操縦者に対しては操縦方法を指示できる権限を持つものとする。
- 4 作業班長は整備者及び機体監視者を、整備者はその他の者が、兼ねることができる。
- 5 モニター監視者は、機体の状態を読み取り、作業班長あるいは操縦者に伝えなければならない。
- 6 操縦者及び機体監視者、保安員は、次の各号にしたがうものとする。
  - 一 操縦者は、常に機体を視認しながら操縦を行うものとする。
  - 二 機体監視者は、常に飛行中の機体及び天候を監視するものとする。
  - 三 保安員は、常に飛行範囲への侵入する恐れがある第三者に対して注意を払い、侵入を制止するための適切な対応をとるものとする。
- 7 機体監視者及び保安員は、飛行範囲の状況に合わせ、適切な人数を適切な配置で配備しなければならない。
- 8 相互の意思疎通は、連絡用通信機器等を使用し、それぞれの状況に応じて行い、復唱により飛行状況を共有しなければならない。
- 9 無人航空機を飛行させるに当たっては、安全な運航が遂行できる服装、携行品を装備するものとする。

一 ヘルメット	四 連絡用通信機器
二 安全ベスト	五 ホイッスル
三 サングラス	六 拡声器

#### 【解説】

本条の理念は、運用指針第9項に規定したとおりで、安全な飛行を実施するための体制を規定している。

作業班長、操縦者、モニター監視者、機体監視者が、回転翼機の飛行に関する状況を常に監視すると共に保安員が飛行範囲に侵入する第三者を制止することで、飛行範囲における公衆の安全

の確保に努めることになる。さらに、不測の事態に対し速やかに対応するため、すべての者が連絡用通信機器を携帯し、必要に応じて互いに連絡することで飛行状況に関する状況が共有され、適切な指示を適切な者へ作業班長が指示する体制となっている。

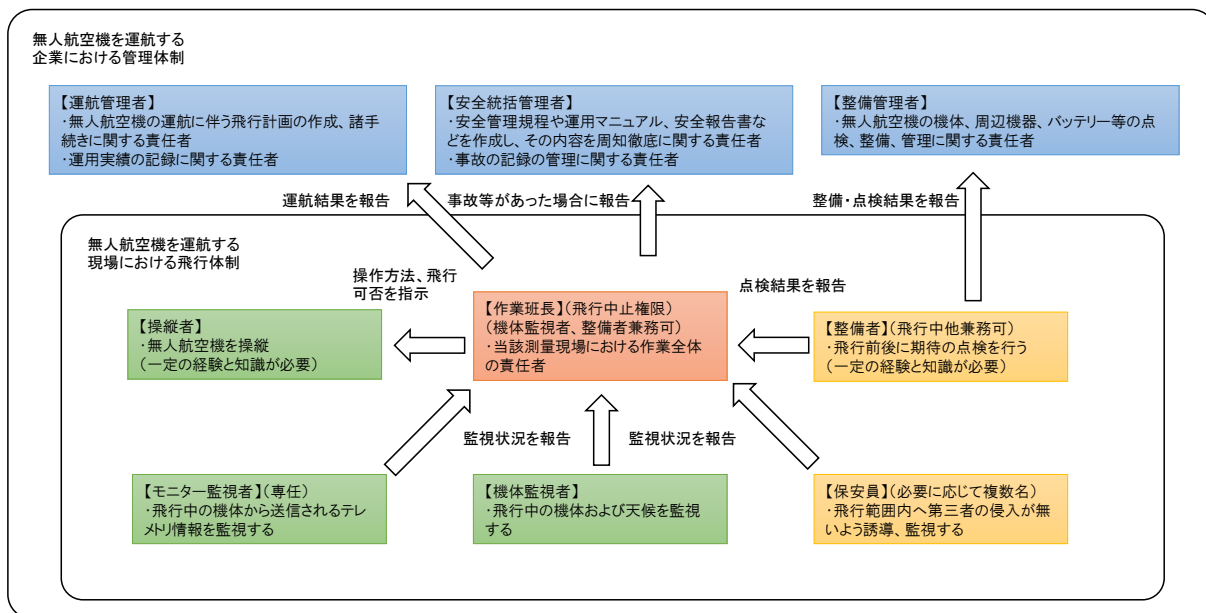
本手引きでは、現在、回転翼機の飛行には不安定要因があることを踏まえ、減災そして事故への対応をとれる十分な体制を要求している。また、本手引きの運用指針では、飛行中の機体は、視認できることを要求している。回転翼機の飛行に対する信頼性が確立しているとは言い難い状況において、公共測量へ利用することを考えた場合には、妥当な規定だと判断した。

ただ、本手引きの運用指針で規定している視認については、機体監視者が十分な視力を備え、機体が見えていればよいという意味ではない。機体の飛行状況がわかるという意味である。例えば機体が、機体監視者の方へ向かっているあるいは機体監視者から遠ざかっている場合には、機体監視者から機体の動向を把握できないため、監視が適切に行えるとはいえない。また、機体監視者は機体の異常を監視しているわけであるが、この異常の中には飛行範囲からの離脱も含まれている。これらを踏まえ、確実に飛行中の機体の視認を行うためには、予め視認できる配置を計画するとともに、計画図面と現地が異なっている場合あるいは高い建造物や植栽がある場合に備え、現地でも飛行コースと監視位置の関係から想定どおりに視認可能か、簡易な測距計等を使って判定しておくことよい。

モニター監視者は、テレメトリにより送られてくる緯度・経度や高度などの情報を逐次読み取って機体に異常が発生していないかを判断し、その結果、機体がどのような状態に遷移していくかを判断しなければならない。非常に重要な役割を担っているといえる。この役割を達成するためにモニター監視者は、テレメトリにより送られてくる情報について熟知するとともに、その変化に異常の兆しがないかを読み取れなければならない。このような能力を所持するには、操縦以上に訓練と経験が必要である。

保安員は、飛行範囲の境界において第三者が侵入する可能性のある場所に立ち、連絡用通信機器から伝達される飛行状況を把握しながら、第三者への対応を図る必要がある。第三者とのトラブルが生じた場合には、その旨を作業班長に連絡し、作業班長が飛行を中止するなどの措置を講じた後に、第三者とのトラブルへ対応することになる。それまでの間は、第三者との関係が悪化しないように、発注機関からの貸与された身分証明書や公共測量のための撮影が行われていることを説明する資料等を使用し、第三者への説明に当たる必要がある。また、運用指針第9項で規定したヘルメットや安全ベストに加え、誘導灯を保持したり、カラーコーンや看板等を設置したりすることも有効である。

以上のような状況を踏まえると、当然ながら監視者は、操縦者も含めて複数名が必要となる。また、飛行に応じて位置を変えたり、飛行毎に配置を変えたりする措置も取らなければならない。



国土地理院 「公共測量における UAV 使用に関する安全基準 (案)」 から引用 (一部改変)

図5 本手引が想定する管理・運用体制

### (気象及び時刻)

第24条 回転翼機の動作や飛行を妨げる気象条件及び回転翼機の視認を妨げる天候・時刻では、回転翼機は飛行させないものとする。

#### <運用指針>

- 1 飛行は、次の各号の天候及び時刻で避けるものとする。
 

一 雨天	五 雷
二 降雪	六 不安定な大気状態
三 強風	七 日没から日の出まで
四 霧	
- 2 飛行は、次の各号の気象条件では留意して行うものとする。
 

一 極度な低温	三 曇天
二 極度な高温	

#### 【解説】

本条では、公衆の安全を第一に考え、事故が発生する可能性のある天候や時刻での飛行を制限している。

雨天及び降雪の天候では、降雨や雪が解けてできた水滴が回転翼機の回路をショート（短絡）させたり誤作動を引き起こしたりする可能性がある。

公共測量では少ないが、高山といった高々度の地形での飛行は、急に霧や雲が発生し、地上に垂れ込めてくることから、それらの中に機体が突入してしまうこともある。

強風下では、飛行の安定性が損なわれ不測の事態を引き起こす危険性が高いだけでなく、測量用の高品質な撮影が困難である。つまり、安全の確保以前に成果の品質確保が困難となるため、自ずと強風下における飛行が意味をなさないのがわかる。

飛行開始前に飛行範囲において霧が存在しなくとも、霧の急な発生や周辺からの霧が流入する

可能性もある。このような天候の場合、回転翼機の監視が困難だけでなく、不測の事態に対して対応が困難になることが予測される。

落雷が発生する気象状態では、雷鳴が飛行範囲から遠くに聞こえていたとしても、次にどこで稲妻が発生するのかを予測することは困難である。地物よりも高い高度を電力で飛行している回転翼機は、高電圧の稲妻に対して危険であるのかは分かっていない。機体によって安全性が異なることも考えられる。また、開けた地域で車や電子機材を近くにおいて操縦や監視を行っている人への落雷も危惧される。雷鳴が聞こえたら早々に飛行を中止し、雷雲が去るまで待避しておくべきである。

大気が不安定な状態では、回転翼機の飛行を困難にする強雨、突風、強風、雷の発生等が発生する可能性がある。

日没から日の出までの時間帯は、回転翼機の監視が困難であり不測の事態への対応が遅れる可能性があるため、回転翼機の飛行を制限している。日の出（早朝）は、影が強かったりするが、気象は安定する時間帯であり、飛行はしやすい。しかし、目視で機体を確実に確認できる明るさになるまで待つ必要がある。

極度な低温下では、回転翼機の電源として多く利用されるリポバッテリーの放電性能が低下するため、常温まで温めるなどの対策を踏まえ、飛行を実施するかを検討すべきである。

極度な高温下では、回転翼機の電源として多く利用されるリポバッテリーから電解質として利用されている有機溶媒が漏れ出して引火する可能性があるため、保管も含め高温下での取り扱いを避け、飛行自体を実施するかを検討すべきである。

曇天下では、回転翼機の機体の色によって視認が悪くなるため緊急事態への対応が遅れる可能性がある。曇天状況と視認性との関係に留意が必要であり、視認性が低い場合には飛行させないなどの対応を取るべきである。

### （回転翼機の点検）

第25条 作業時の回転翼機の点検は、始業前、飛行前、終業後のそれぞれの段階で行うとともに、その結果を記録し、保管するものとする。

#### <運用指針>

- 1 始業点検及び終業点検は、次の各号について行うことを原則とし、回転翼機の種類に応じるものとする。

一 直前の飛行記録、点検結果の確認	六 モータ及びアンプの状態
二 機体の外観	七 送信機のバッテリー状態
三 ネジの締め付け	八 飛行の設定
四 機体のバランス	九 航法用センサ等のキャリブレーション
五 機体のバッテリー状態	
- 2 飛行前点検は、機体の概観とバッテリー状態について行うことを原則とする。
- 3 点検を行う者は、適切な教育及び訓練を受けた者でなければならない。
- 4 各部品に異常がみられた場合は、新しい部品に交換しなければならない。

#### 【解説】

飛行前、飛行後点検とは、飛行毎の点検であり、例えば10回飛行させるのであれば、10+1、つまり11回の点検が行われることになる。

機体の外観では、破損やひび割れ等を詳細に確認する。また、ネジの締め付け、緩みの確認が

必要となるが、プロペラやモータ等の主要部品のネジ部については、所定のトルクで締め付けの確認を行う必要がある。その時、必要以上の締め付けは機体の破損につながるため、必ず所定のトルクを確認して点検する必要がある。

機体のバランスは、使用するバッテリーや搭載するセンサにより機体バランスが崩れないか（重心は機体の真ん中か）、推力は均等かなどを確認する。推力が均等かの確認は、機体の手のひら等に載せてプロペラをゆっくり回転させ、手のひらに振動が伝わって来ないかなどで確認する。振動が伝わってくれば、いずれかのモータに不具合があると思われる。アンプの初期化（キャリブレーション）で回転の調整を行う。それでもバランスが確保できないときは、モータを触ってみる。発熱をしているようであれば無理な力が掛かっていることになり、そのモータかアンプに不具合があるといえる。

バッテリーの状態は、セルのバランス、電圧、抵抗値を確認し購入時の値と比較して異常がないかを判断する。また、バッテリーの形状が変形している場合や大きな傷がある場合等は、安全をみて使用を取りやめるべきである。

飛行時に、外的要因がないにも拘わらず不安定な動作が確認された場合は、直後に不安定さが回復されたとしても、一度帰還して機体の状況を確認した方がよい。バッテリー残量の低下、ボルトの弛み、電気系統等の不具合が顕在化している症状とも考えられる。

作業中は、満充電したバッテリーと使用したバッテリーを明確に区別できるように、テープ等を張る習慣をつけるべきである。リポバッテリーは、満充電や放電状態で保管すると劣化が激しいため、使用後は適切な電圧に放電あるいは充電して保管し、使用時は直前に充電した方がよい。

飛行後点検は、次のフライトにおける重要な記録となるため、正確に記載する必要がある。また、普段と異なる機器の動作があった場合は、必ず関係者で情報を共有することにより安全性を高めるべきである。

強力な磁力の影響を受けた磁気センサは磁性体に異常が生じて正しい方位を示すことができなくなる場合がある。このような異常が生じた場合は、磁性体の較正（キャリブレーション）やメーカーで較正を受ける必要がある。

送信機からの命令が送れないと、機体を制御できなくなるため、送信機にも予備のバッテリーを用意しておく必要がある。

### **（減災への対応）**

第26条 操縦者は、回転翼機の異常や回転翼機への危険を察知した場合には、速やかに帰還あるいは降下の操作をしなければならない。

#### **<運用指針>**

- 1 飛行体制の一員は、回転翼機の異常や回転翼機への危険を察知した場合には、速やかに状況を作業班長へ連絡し、作業班長は、操縦者に回転翼機の操作を指示しなければならない。
- 2 一刻を争う事象が発生した場合は、操縦者は作業班長の指示前に回避操作をとることができる。
- 3 帰還や降下を命令する判断は、次の各号を標準とする。
  - 一 天候の急変
  - 二 凧や他の無人航空機等の接近

三 鳥類の接近

六 バッテリ容量の減少

四 部品の落下及び破損

七 飛行範囲の安全を脅かす事象の発生

五 機体の異常動作

【解説】

本条では、公衆の安全を第一に考え、不測の事態に陥ることを防ぐこと、つまり事故を起こさない（減災）対応を規定している。事故そのものへの対応については第7条に規定しており、本条では回転翼機、そして局地的範囲に限定し、事故が起こらないような対応を求めている。万が一にも事故が起きてしまえば、基本的な対応は共通だが、減災への対応は使用する無人航空機の種類や飛行する場所（社会的・地形的・自然的要因や地理的範囲）によって変わってくる。

局地的範囲での回転翼機の利用では、飛行している機体の下に第三者はいないか、第三者を管理できる状態であることを前提に規定してある。つまり、第5条運用指針第1項第二号ハで規定される飛行体制に必要となる全員により第23条で規定している安全への監視が行われることになる。この体制において、減災への対応（帰還や降下）の判断は、作業班長がすることを原則としている。飛行を迅速に進めていくことと安全を確保することとは、近視眼的には相反する行為となる。そのため「もう少しで予定していた飛行が終わる」といった状況、あるいは想定外の要因で飛行に使える時間が少なくなっている状況では、作業員には「飛行を早く終わらせたい」という強い意識が働きがちである。そのため本条では、作業班長に伝えることによる判断の遅延は発生するが、察知した危険に対して全体の責任を担う作業班長が、帰還や降下の判断をすることを求めている。ただし、帰還や降下につながるような危険な予兆が、大きな危険につながるもの、例えば部品や観測機器が機体から脱落し、コード等により機体に宙づりになった場合等は、一刻を争う状況であり、これらについては操縦者自身が判断することができる（運用指針第2項）。

自動帰還は、多くの送信機で、スイッチひとつで行えるか、簡単な操作で行えるようになってきている。また、送信機の電源を切ることで、自動帰還が命令されるものも多い。しかしながら、とっさの場合には焦ってスイッチの位置を忘れていたり、電源を切ればいいのを忘れていたりすることもある。自動帰還を実行させる方法は、繰り返し復習するとともに、訓練時に試しておくことよい。

具体的な判断基準は、運用指針第3項に規定してあるとおりである。

第一号の天候の急変では、豪雨や雷が想定される。特に雷は、第24条でも規定しているとおり徐々にやってくるというより、瞬時に場所を変えて落ちる性質のものであることを強く意識しておく必要がある。

第二号、第三号の凧や他の無人航空機、鳥類の接近は、割と判断が付きやすいものと思われるが、地上のある一点から監視しているだけでは、飛行させている回転翼機との位置関係を正確に把握することは難しいことを認識しておくべきである。「これくらい離れていれば大丈夫」という認識ではなく、「もしかして見えている状況より実はもっと接近しているのではないか」という意識を持ち、帰還や降下の判断をする必要がある。鳥に関する留意点を表2にまとめたが、実際の飛行に当たっては、それぞれが各自の責任で調査し、対応する必要がある。

表2 鳥に関する留意点

留意すべき鳥の種類	要注意時期	想定される影響	要注意エリア	備考
希少猛禽類 (イヌワシ、)	希少猛禽類の繁殖期（種によっ	機体への接触 繁殖阻害	希少猛禽類の営巣地周辺（樹林、	営巣地防衛のため機体に対して攻撃する可能



クマタカ、オオタカなど	て異なるが概ね 1月～7月)		崖地など)	性がある
	渡りの時期 (9月～10月)	機体への接触	渡りの中継地 (伊良湖岬、白樺峠など)	渡りの観察者に対しても配慮する必要がある
ガン・カモ類、ハクチョウ類 (マガン、オオハクチョウなど)	湖沼を罫や繁殖場所として利用している時期 越冬期 (11月～3月)	機体への接触 繁殖阻害	罫 (ねぐら) や繁殖地周辺 (湖沼周辺など) 集団越冬地周辺 (伊豆沼、八郎潟など)	集団で飛び立った場合に接触する可能性がある 朝の飛び立ちや夕方の罫入りの時間帯は特に注意が必要
一般鳥類 (トビ・ハシブトガラス)	全期	機体への接触	全域	興味を持って近寄ってくる場合がある

第四号及び第五号は、機体監視者と機体との距離によっては、目視では判断できないこともある。双眼鏡等で機体を監視することも考えられるが、当たりとなる目印が少ない状況で、小さな点を把握するのは現実的ではない。また、太陽が機体の背後に来るような状況も考えられるので、双眼鏡等そのものが利用できない状況も考えられる。したがってモニター監視者の役割、モニター上で通常と異なる挙動を見つけ出すことが重要となる。モニター画面には、衛星数、飛行速度、高度、方位など多くの情報が表示され、逐次更新されていく中で、期待される値との相違を見極める必要がある。

第五号の機体の異常動作では、機体内部での異常の他に、大出力違法無線による操縦電波への干渉やGNSS電波の受信障害等が考えられる。大出力違法無線は、トラックやダンプカー等から発生させられるものが多い。局地範囲での回転翼機利用では、離陸あるいは着陸時に手動で行うことを原則としていたため、大出力違法無線の影響を受けることになり、トラックやダンプカー等が往来する幹線道路等では特に注意しておく必要がある。

GNSS電波の受信障害は、捕捉衛星数の減少や送電線等から発せられる電磁波による干渉等が考えられる。上空視界が開けていれば6から10個の衛星が捕捉でき、位置算出に必要となる4個を得ることは容易であることから、捕捉衛星数の減少は尾根や高層構造物による遮蔽が原因となることになる。つまりGNSS電波の遮蔽による障害を、予知することは容易である。外部からの電磁波による干渉は、現場からは近くに走っている送電線や大規模工場から発せられる電磁波、太陽活動 (太陽フレア) により影響等が考えられる。GNSS受信機側でもこれらの障害に対する対応が取られているものもあるとは思われるが、十分ではないものもあるため、メーカーからの情報を過信すべきではない。

具体的な判断基準で最も難しいものが、第六号のその他これらに準じる事象であろう。承知のとおり本手引きで、安全を確保できる全てのものが網羅されているものでもないし、安全基準自体がそのような性質のものでもない。技術は常に進歩し、利用場面も次々と変わっていく。それらの中で新たなリスクが発生してくる。運用基準を守ることも重要であるが、運用基準を単に守るだけでなく、条文の理念を踏まえ、何が安全を脅かすものであるかを予測し、対応を図ることが重要である。

### **(複数機での運用)**

第27条 同一の作業現場においては、複数機体の同時運用を行ってはならない。ただし、災害等の緊急時において止むを得ず複数機体の同時運用の必要があるときは事故発生を抑止する対策を講じなければならない。

#### **<運用指針>**

1. 無人航空機の運用に際しては、原則複数機を同時に飛行させてはならない。異なる事業者による同時飛行についても、これを行ってはならない。
2. 災害や大規模事故等の発生時に、国もしくは地方公共団体によって緊急の飛行を要請された場合においては、上記1を運用方針の範囲外とするが、そのような場合であっても衝突・墜落による二次被害発生を抑止するための十分な安全対策を講じなければならない。以下3から5を緊急時の運用方針として定める。
3. 緊急時においてやむを得ず複数の事業者が同じ現場で作業従事する場合は、業務内容により優先順位を決めて離着陸順番や飛行空域、離発着位置を定めるなど、発注機関を含めて事前調整ならびに現場における調整を行わなければならない。
4. 緊急時において止むを得ず複数の事業者が同じ現場で作業従事する場合は、安全上の観点から業務の発注機関ならびに現場における作業従事者間において使用帯域を互いに申告・確認し、同一現場における電波使用帯域についての情報を共有しなければならない。
5. 緊急時においてやむを得ず複数の事業者が同じ現場で作業従事する場合は、飛行中のみならず、地上作業中においても電波の使用周波数帯域における混信・電波干渉に留意しなければならない。

#### **【解説】**

本条では、事故発生の可能性を高めると考えられる、同一現場における複数機体運用を原則として行わないことを規定している。

同一現場における複数機運用に関しては、一つの事業者が複数機を同時運用する場合と、異なる事業者がそれぞれ単機を運用することで複数機運用になってしまう場合、両者が混在する場合が考えられる。いずれにおいても、災害や大規模事故における緊急要請に基づく運用を除いては、これを禁止している。

災害等の緊急時にこれを禁止することは現状においては現実的ではない。災害時においては、緊急の捜索や被害状況把握などの業務をそれぞれの担当機関が個別に発注するため、複数機を同時に運用しなければならない状況が現実には発生するためである。今後制御技術が発展し複数機による編隊飛行が可能になると思われるが、現在においてまだ現実的ではない。したがって、本来避けるべきではあるが、「緊急時においてやむを得ず複数の事業者が同じ現場で作業従事する場合」について、衝突や電波干渉等による墜落で発生しうる二次被害を抑止するための安全対策を講じることが飛行の前提条件であることを運用指針2において述べている。運用指針3から5については、飛行空域、離発着位置、離発着順、使用電波帯域等の調整の必要性について述べている。

災害時には国、地方公共団体などの複数の発注機関がそれぞれの目的で異なる事業者が発注し、かつ緊急時のため互いの調整無しで運用を開始する事例がしばしば報告されている。また、互いに視認できる現場において他の事業者が飛行準備を行っていれば現場調整の機会もあるが、互い

に視認できない場所から調整せずに運用を開始すれば事故につながる可能性が大きい。

電波干渉の可能性についてもそれぞれの事業者が情報を共有しておくことが必要である。電波の周波数帯域（2.4GHz 帯、1.2GHz 帯など）はそれぞれ有限であり、無制限に使用できるものではない。特に 1.2GHz 帯の混信・電波干渉には十分に留意する必要がある。また、飛行前準備における機材のセットアップなどの地上作業では、電波を発する機器の電源をオフにして作業従事する必要があるなど、電波干渉の問題は飛行時に限ったことではない。さらに、電波法における総務省省令の改正によって、今後 2.4GHz、5.7GHz 帯を用いた高出力画像伝送装置が複数同時に使用されるようになる可能性もある。

発注機関を含めた運用者間で、飛行の優先順位、飛行空域、離発着位置、使用電波帯域等について事前ならびに現場における調整および情報共有を行うことは、二次被害を生む事故を抑止するうえで極めて重要である。

## 2016年12月改定版 策定委員一覧

番号	氏名	所属	備考
1	本多嘉明	国立大学法人 千葉大学	常務理事
2	布施孝志	国立大学法人 東京大学	事務局長
3	長谷川裕 之	国土地理院	
4	村木広和	国際航業株式会社	
5	和久津龍 太	国際航業株式会社	
6	大山 容一	国際航業株式会社	
7	西野克明	株式会社 アスコ	
8	川瀬昭良	三陽技術コンサルタンツ株式会社	
9	本間弘幸	株式会社ナカノアイシステム	
10	遠藤貴宏	一般財団法人 リモート・センシング技術センター	
11	金 宗煥	アジア航測株式会社	
12	山本耕平	株式会社パスコ	
13	吉田貴樹	BIZWORKS株式会社	
14	鵜飼尚弘	株式会社ジェノバ	
15	渡辺 豊	ルーチェサーチ株式会社	
16	大塚達実	株式会社ジーウイング	
17	伊能秀樹	株式会社ジーウイング	
18	細井裕治	共立航空撮影株式会社	
19	田中洋太 郎	共立航空撮影	
20	金子公一	ライカジオシステムズ株式会社	
21	梶原康司	国立大学法人 千葉大学	
22	岡本芳樹	株式会社パスコ	
23	平 武俊	共立航空撮影株式会社	
24	織田和夫	アジア航測株式会社	理事
25	山本 彩	一般財団法人 リモート・センシング技術センター	
26	吉永新一 郎	株式会社パスコ	
27	小玉 哲大	株式会社フォテク	

2015年5月 初版策定委員一覧

番号	氏名	所属	部会	備考
1	本多 嘉明	国立大学法人 千葉大学	委員長	常務理事
2	津留 宏介	公益社団法人 日本測量協会	基準策定	事務局長、部会長
3	梶原 康司	国立大学法人 千葉大学	基準策定	
4	長谷川 裕之	国土地理院	基準策定	
5	村木 広和	国際航業 株式会社	基準策定	
6	大山 容一	国際航業 株式会社	利用環境	部会長、基準策定兼務
7	西野 克明	株式会社 アスコ	利用環境	
8	川瀬 昭良	三陽技術コンサルタンツ 株式会社	利用環境	基準策定兼務
9	根津 克彦	株式会社 ナカノアイシステム	利用環境	
10	遠藤 貴宏	一般財団法人 リモート・センシング技術センター	事故調査	部会長、基準策定兼務
11	沼田 洋一	アジア航測 株式会社	事故調査	
12	山本 耕平	株式会社 パスコ	事故調査	
13	吉田 貴樹	BIZWORKS 株式会社	事故調査	
14	石川紀明	株式会社イメージワン	事故調査	
15	鶴飼 尚弘	株式会社 ジェノバ	機器性能	部会長、基準策定兼務
16	渡辺 豊	ルーチェサーチ 株式会社	機器性能	
17	大塚 達実	株式会社 ジーウイング	機器性能	
18	伊能 秀樹	株式会社 ジーウイング	機器性能	
19	細井 裕治	共立航空撮影 株式会社	機器性能	
20	田中 洋太郎	共立航空撮影 株式会社	機器性能	
21	金子 公一	ライカジオシステムズ 株式会社	機器性能	
22	小玉 哲大	株式会社 フォテック	機器性能	