

1等無人航空機学科試験；三者択一70問、試験時間75分（1問当たり64秒）

2等無人航空機学科試験；三者択一50問、試験時間30分（1問当たり36秒）

時間に余裕はありません。

解る問題を確実に解答し、迷ったらすぐに次の問題に進まないといけません。

### 無人航空機操縦者の心得（3）

#### ポイント 無人航空機操縦者の役割と責任

- ① 操縦者としての自覚を持ち、あらゆる状況下で、常に人の安全を守ることを第一に考えること。
- ② 飛行させる場所ごとのルールや遵守事項に従い、一般社会通念上のマナーを守るとともに、モラルのある飛行を行うこと。
- ③ 操縦者は、衝突や墜落により死傷者が発生した場合、事故の内容により「業務上過失致死傷」などの刑事責任（懲役、罰金等）を負う場合がある。被害者に対して民法に基づく「損害賠償責任」を負う場合がある。

#### ポイント 安全な飛行の確保

- ① 計画は、ドローン情報基盤システム（飛行計画通報機能）に事前に通報する。ただし、あらかじめ通報することが困難な場合には事後に通報してもよい。
- ② 飛行の際には、携帯電話（通話可能範囲を確認しておく）等により関係機関（空港事務所等）と常に連絡がとれる体制を確保する。
- ③ 特定飛行（航空法において規制の対象となる空域における飛行又は規制の対象となる方法による飛行）を行う際には、許可書又は承認書の原本又は写し（口頭により許可等を受け、まだ許可書又は承認書の交付を受けていない場合は許可等の年月及び番号を回答できるようにしておく。）、技能証明書（技能証明を受けている場合に限り。）、飛行日誌を携帯する。

#### ポイント 事故が起きた時の対応

- ① 慌てず落ち着いて、ケガの有無や、ケガの程度など、人の安全確認を第一に行う。
- ② 無人航空機の飛行による人の死傷、第三者の物件の損傷、飛行時における機体の紛失又は航空機との衝突若しくは接近事案が発生した場合には、事故の内容に応じ、直ちに警察署、消防署、その他必要な機関等へ連絡するとともに、国土交通省に報告する。
- ③ 無人航空機の保険は、車の自動車損害賠償責任保険（自賠責）のような強制保険はなく、すべて任意保険であるが、万一の場合の金銭的負担が大きいため、保険に加入しておくといよい。無人航空機の保険には、機体に対する保険、賠償責任保険などいろいろな種類や組合せがあるので自機の使用実態に即した保険に加入することが推奨される。

## 無人航空機に関する規則（18）

### 航空法全般

#### ポイント 航空法上「無人航空機」

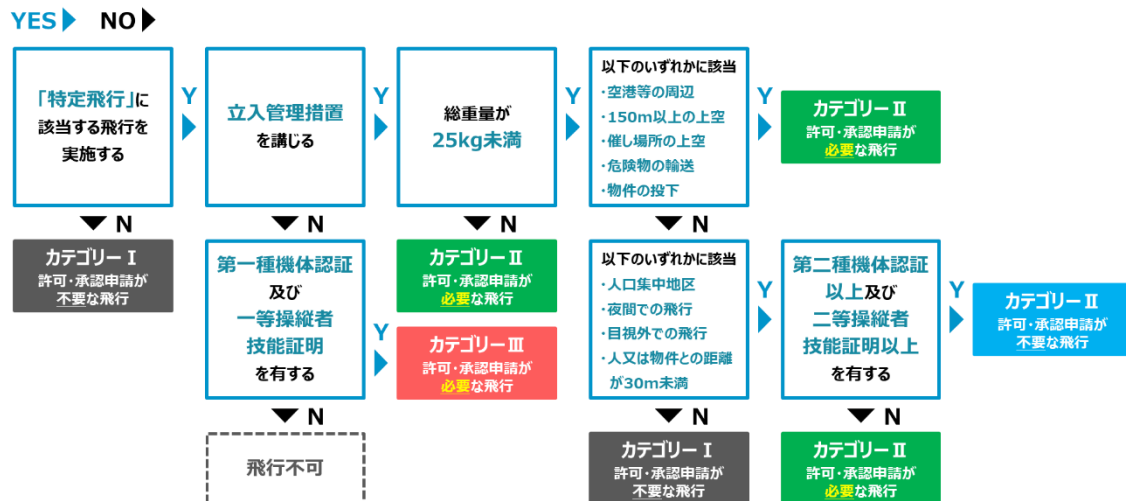
- ① 航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機及び飛行船であって構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦（プログラムにより自動的に操縦を行うことをいう。）により飛行させることができるものであり、重量が100グラム以上のものが乗ることができない飛行機
- ② 航空機とは、人が乗って航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機及び飛行船を対象としているため、人が乗り組まないで操縦できる機器であっても、航空機を改造したものなど、航空機に近い構造、性能等を有している場合には、無人航空機ではなく、航空機に分類される。このように操縦者が乗り組まないで飛行することができる装置を有する航空機を「無操縦者航空機」という。
- ③ 飛行機、回転翼航空機、滑空機及び飛行船のいずれにも該当しない気球やロケットなどは航空機や無人航空機には該当しない。

#### ポイント 無人航空機の登録。

- ① 全ての無人航空機（重量が100グラム未満のものは除く。）は、国の登録を受けたものでなければ、原則として航空の用に供することができない。
- ② 登録の有効期間は3年である。
- ③ 無人航空機を識別するための登録記号を表示し、一部の例外を除きリモート ID 機能を備えなければならない。
- ④ 登録記号は、無人航空機の容易に取り外しができない外部から確認しやすい箇所に耐久性のある方法で鮮明に表示しなければならない。登録記号の文字は機体の重量区分に応じて次の高さとし、表示する地色と鮮明に判別できる色で表示しなければならない。  
(ア) 最大離陸重量 25kg 以上の機体は 25mm 以上  
(イ) 最大離陸重量 25kg 未満の機体は 3mm 以上
- ⑤ 所有者又は使用者の氏名や住所などに変更があった場合には、登録事項の変更の届出をしなければならない。3年の有効期間毎に更新を受けなければ、登録の効力を失う。

<b>カテゴリーⅢ</b>	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）
<b>カテゴリーⅡ</b>	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） 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、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
<b>カテゴリーⅠ</b>	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。

飛行カテゴリー決定のフロー図



ポイント 特定飛行における無人航空機の飛行は、以下の場合に限られます。

- 機体認証・技能証明による飛行
- 安全を確保することができる飛行
- 国土交通大臣の許可・承認による飛行

特定飛行とは、以下の空域における飛行または以下の方法による飛行のことをいう

ポイント 特定飛行の空域。

- ① 空港等の周辺の上空の空域
- ② 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必要がある空域（緊急用務空域）
- ③ 地表又は水面から150メートル以上の高さの空域
- ④ 国勢調査の結果を受け設定されている人口集中地区の上空

ポイント 特定飛行の飛行方法

- ① 夜間飛行（日没後から日出まで）
- ② 操縦者の目視外での飛行（目視外飛行）
- ③ 第三者又は第三者の物件との間の距離が30メートル未満での飛行
- ④ 祭礼、縁日、展示会など多数の者の集合する催しが行われている場所の上空での飛行
- ⑤ 爆発物など危険物の輸送
- ⑥ 無人航空機からの物件の投下

ポイント 無人航空機の飛行形態の分類（カテゴリーⅠ～Ⅲ）

- ① 特定飛行に該当しない飛行を「カテゴリーⅠ飛行」という。この場合には、航空法上は特段の手続きは不要で飛行可能である。
- ② 特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において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（以下「第三者」という。）の立入りを管理する措置（以下「立入管理措置」という。）を講じたうえで行うものを「カテゴリーⅡ飛行」という。  
カテゴリーⅡ飛行のうち、
  - ③ 特に、以下の6飛行形態をリスクの高いものとして、「カテゴリーⅡA飛行」という  
空港周辺、  
緊急用務空域  
高度150m以上、  
催し場所上空、  
危険物輸送  
物件投下  
その他のカテゴリーⅡ飛行の以下の4飛行形態を「カテゴリーⅡB飛行」という。  
人口集中地区の上空、  
夜間飛行、  
目視外飛行、  
距離が30メートル未満での飛行
- ④ 特定飛行のうち立入管理措置を講じないで行うもの、すなわち第三者上空における特定飛行を「カテゴリーⅢ飛行」といい、最もリスクの高い飛行となることから、その安全

を確保するために最も厳格な手続き等が必要となる。

#### ポイント 機体認証及び無人航空機操縦者技能証明

- ① 特定飛行については、航空機の航行の安全への影響や地上及び水上の人及び物件への危害を及ぼすおそれがあることから、①使用する機体、②操縦する者の技能及び③運航管理の方法の適格性を担保し、飛行の安全を確保する必要がある。このうち、①使用する機体及び②操縦する者の技能について、国があらかじめ基準に適合していることを確認したことを証明する「機体認証」及び「技能証明」に関する制度が設けられている。機体認証及び技能証明については、無人航空機の飛行形態のリスクに応じ、**カテゴリーⅢ飛行に対応した第一種機体認証及び一等無人航空機操縦士**、**カテゴリーⅡ飛行に対応した第二種機体認証及び二等無人航空機操縦士**と区分されている。
- ② 機体認証のための検査は、国又は国が登録した民間の検査機関（以下「登録検査機関」という。）が実施し、**機体認証の有効期間は、第一種は1年、第二種は3年**である。
- ③ 技能証明のための試験は、国が指定した民間の試験機関（以下「指定試験機関」という。）が実施し、**技能証明の有効期間は、一等及び二等ともに3年**である。
- ④ 特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において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（以下「第三者」という。）の立入りを管理する措置（以下「立入管理措置」という。）を講じたうえで行うものを「カテゴリーⅡ飛行」という。なお、カテゴリーⅡA飛行及びカテゴリーⅡB飛行はともに、機体認証及び技能証明の両方又はいずれかを有していない場合であっても、あらかじめ①使用する機体、②操縦する者の技能及び③運航管理の方法について国土交通大臣の審査を受け、飛行の許可・承認を受けることによっても可能となる。
- ⑤ カテゴリーⅢ飛行に関しては、最もリスクの高い飛行となることから、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ことが求められることに加え、あらかじめ③運航管理の方法について国土交通大臣の審査を受け、飛行の許可・承認を受けることにより可能となる。

#### ポイント 特定飛行を行う場合の航空法上の手続き

- ① 特定飛行に該当しない飛行を**カテゴリーⅠ飛行**という。この場合には、航空法上は特段の手続きは不要で飛行可能である。
- ② カテゴリーⅡB飛行に関しては、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には、特段の手続き等なく飛行可能である。この場合、国土交通省令で定める飛行の安全を確保するための措置（以下「安全確保措置」という。）として飛行マニュアルを作成し遵守しなければならない。
- ③ カテゴリーⅡA飛行に関しては、カテゴリーⅡB飛行に比べてリスクが高いことから、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であっても、あらかじめ③運航管理の方法について国土交通大臣の審査を受け、飛行の許可・承認を受け

ることにより可能となる。

- ④ なお、カテゴリⅡA飛行及びカテゴリⅡB飛行はともに、機体認証及び技能証明の両方又はいずれかを有していない場合であっても、あらかじめ①使用する機体、②操縦する者の技能及び③運航管理の方法について国土交通大臣の審査を受け、飛行の許可・承認を受けることによっても可能となる。
- ⑤ カテゴリⅢ飛行に関しては、最もリスクの高い飛行となることから、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ことが求められることに加え、あらかじめ③運航管理の方法について国土交通大臣の審査を受け、飛行の許可・承認を受けることにより可能となる。

#### ポイント 航空機の運航ルール

- ① 航空機の航行安全は、人の生命や身体に直接かかわるものとして最大限優先すべきものであること
- ② 航空機の速度や無人航空機の大きさから、航空機側から無人航空機の機体を視認し回避することが困難であること
- ③ 無人航空機は航空機と比較して一般的には機動性が高いと考えられることから、航空機と無人航空機間で飛行の進路が交差し、又は接近する場合には、航空機の航行の安全を確保するためにも、無人航空機側が回避することが妥当であり、航空機は、無人航空機に対して進路権を有するとされている。
- ④ 無人航空機の操縦者は、(a)国が提供している「ドローン情報基盤システム（飛行計画通報機能）」などを通じて飛行情報を共有し、(b)飛行前に航行中の航空機を確認した場合には飛行させないなどして航空機と無人航空機の接近を事前に回避するとともに、(c)飛行中に航行中の航空機を確認した場合には無人航空機を地上に降下させることその他適当な方法を講じることが求められている。

#### ポイント 航空機の空域の特徴や注意点

- ① **航空交通管制業務を実施する区域（管制区域）を設定している（管制区域以外の空域を非管制区域という）。地表又は水面から200メートル以上の高さの空域のうち国が指定した空域**であり、計器飛行方式により飛行する航空機は航空交通管制機関と常時連絡を取り、飛行の方法等についての指示に従って飛行を行わなければならない。また、航空交通管制圏は、航空機の離着陸が頻繁に実施される空港等及びその周辺の空域であり、全ての航空機が航空交通管制機関と連絡を取り、飛行の方法や離着陸の順序等の指示に従って飛行を行わなければならない。
- ② 航空機が安全に離着陸するためには、空港周辺の一定の空間を障害物が無い状態にしておく必要があるため、航空法において、次のような制限表面を設定している。
  - (ア) 全ての空港に設定するもの
  - (イ) 東京・成田・中部・関西国際空港及び政令空港において指定することができるもの

ポイント 模型航空機に対する規制

- ① 航空交通管制圏、航空交通情報圏、航空交通管制区内の特別管制空域等における模型航空機の飛行は禁止されている。また、国土交通省が災害等の発生時に後述の緊急用務空域を設定した場合には、当該空域における飛行も禁止される。
- ② ①の空域以外のうち、空港等の周辺、航空路内の空域（高度150メートル以上）、高度250メートル以上の空域において、模型航空機を飛行させる場合には、国土交通省への事前の届出が必要となる。

ポイント 規制対象となる飛行の空域及び方法の例外

- ① 煙突や鉄塔などの高層の構造物の周辺は、航空機の飛行が想定されないことから、高度150メートル以上の空域であっても、当該構造物から30メートル以内の空域については、無人航空機の飛行禁止空域から除外されている。
- ② 当該構造物の関係者による飛行を除き、第三者又は第三者の物件から30メートル以内の飛行に該当することから、当該飛行の方法に関する手続き等は必要となる。
- ③ 十分な強度を有する紐（ひも）等（30メートル以下）で係留し、飛行可能な範囲内への第三者の立入管理等の措置を講じて無人航空機を飛行させる場合は、人口集中地区、夜間飛行、目視外飛行、第三者から30メートル以内の飛行及び物件投下に係る手続き等が不要である。

ポイント 第三者の定義

「第三者」とは、無人航空機の飛行に直接又は間接的に関与していない者をいう。

次に掲げる者は「第三者」には該当しない。

- (a) 無人航空機の飛行に直接関与している者、直接関与している者とは、操縦者、現に操縦はしていないが操縦する可能性のある者、補助者等無人航空機の飛行の安全確保に必要な要員とする。
- (b) 無人航空機の飛行に間接的に関与している者、間接的に関与している者（以下「間接関与者」という。）とは、飛行目的について無人航空機を飛行させる者と共通の認識を持ち、次のいずれにも該当する者とする。
  - ① 無人航空機を飛行させる者が、間接関与者について無人航空機の飛行の目的の全部又は一部に関与していると判断している。
  - ② 間接関与者が、無人航空機を飛行させる者から、無人航空機が計画外の挙動を示した場合に従うべき明確な指示と安全上の注意を受けている。なお、間接関与者は当該指示と安全上の注意に従うことが期待され、無人航空機を飛行させる者は、指示と安全上の注意が適切に理解されていることを確認する必要がある。
  - ③ 間接関与者が、無人航空機の飛行目的の全部又は一部に関与するかどうかを自ら決定することができる。

ポイント 立入管理措置

- ① 特定飛行に関しては、無人航空機の飛行経路下において第三者の立入りを管理する措置（立入管理措置）を講ずるか否かにより、カテゴリーⅡ飛行とカテゴリーⅢ飛行に区分され、必要となる手続き等が異なる。
- ② 立入管理措置の内容は、第三者の立入りを制限する区画（立入管理区画）を設定し、当該区画の範囲を明示するために必要な標識の設置等としており、例えば、関係者以外の立入りを制限する旨の看板、コーン等による表示、補助者による監視及び口頭警告などが該当する。

ポイント 無人航空機の操縦者が遵守する必要がある運航ルール

- ① アルコール又は薬物の影響下での飛行禁止
- ② 飛行前の確認
- ③ 航空機又は他の無人航空機との衝突防止
- ④ 他人に迷惑を及ぼす方法での飛行禁止
- ⑤ 使用者の整備及び改造の義務
- ⑥ 事故等の場合の措置
  - ア) 事故の場合の措置
  - イ) 重大インシデントの報告

ポイント 特定飛行をする場合に遵守する必要がある運航ルール

- a. 飛行計画の通報等
- b. 飛行日誌の携行及び記載

ポイント 機体認証を受けた無人航空機を飛行させる者が遵守する必要がある運航ルール

- ① 使用の条件の遵守
- ② 必要な整備の義務



ポイント 罰則

違反行為	罰則
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 事故が発生した場合に飛行を中止し負傷者を救護するなどの危険を防止するための措置を講じなかったとき</li> </ul>	2年以下の懲役又は100万円以下の罰金
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 登録を受けていない無人航空機を飛行させたとき</li> </ul>	1年以下の懲役又は50万円以下の罰金
<ul style="list-style-type: none"> <li>● アルコール又は薬物の影響下で無人航空機を飛行させたとき</li> </ul>	1年以下の懲役又は30万円以下の罰金
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 登録記号の表示又はリモートIDの搭載をせずに飛行させたとき</li> <li>● 規制対象となる飛行の区域又は方法に違反して飛行させたとき</li> <li>● 飛行前の確認をせずに飛行させたとき</li> <li>● 航空機又は他の無人航空機との衝突防止をしなかったとき</li> <li>● 他人に迷惑を及ぼす飛行を行ったとき</li> <li>● 機体認証で指定された使用の条件の範囲を超えて特定飛行をおこなったとき等</li> </ul>	50万円以下の罰金
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 飛行計画を通報せずに特定飛行を行ったとき</li> <li>● 事故が発生した場合に報告をせず、又は虚偽の報告をしたとき等</li> </ul>	30万円以下の罰金
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技能証明を携帯せずに特定飛行を行ったとき</li> <li>● 飛行日誌を備えずに特定飛行を行ったとき</li> <li>● 飛行日誌に記載せず、又は虚偽の記載をしたとき</li> </ul>	10万円以下の罰金

ポイント 技能証明の資格要件

- ① 次に掲げる項目のいずれかに該当する場合には、技能証明の申請をすることができない。
  - a. 16歳に満たない者
  - b. 航空法の規定に基づき技能証明を拒否された日から1年以内の者又は技能証明を保留されている者（航空法等に違反する行為をした場合や無人航空機の飛行に当たり非行又は重大な過失があった場合に係るものに限る。）
  - c. 航空法の規定に基づき技能証明を取り消された日から2年以内の者又は技能証明の効力を停止されている者（航空法等に違反する行為をした場合や無人航空機の飛行に当たり非行又は重大な過失があった場合に係るものに限る。）
- ② 次に掲げる項目のいずれかに該当する場合には、技能証明試験に合格した者であっても技能証明を拒否又は保留することができる。
  - a. てんかんや認知症等の無人航空機の飛行に支障を及ぼすおそれがある病気にかかっている者
  - b. アルコールや大麻、覚せい剤等の中毒者
  - c. 航空法等に違反する行為をした者
  - d. 無人航空機の飛行に当たり非行又は重大な過失があった者

### 航空法以外の法令（3）

ポイント 小型無人機等飛行禁止法「国会議事堂、内閣総理大臣官邸その他の国の重要な施設等、外国公館等及び原子力事業所の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律」

- ① 小型無人機等飛行禁止法により、重要施設の敷地・区域の上空（レッド・ゾーン）及びその周囲おおむね300mの上空（イエロー・ゾーン）においては小型無人機等を飛行させることはできない。
- ② 航空法の「無人航空機」と異なり、「小型無人機」は大きさや重さにかかわらず対象となり、100グラム未満のものも含まれる。
- ③ 「特定航空用機器」とは航空機以外の航空の用に供することができる機器であって、当該機器を用いて人が飛行することができるものと定義されており、気球、ハンググライダー及びパラグライダー等が該当する。

ポイント 飛行禁止の対象となる重要施設

- ① 国の重要な施設等
  - 国会議事堂、内閣総理大臣官邸、最高裁判所、皇居等
  - 危機管理行政機関の庁舎
  - 対象政党事務所
- ② 外国公館等（外務大臣指定）
- ③ 防衛関係施設（防衛大臣指定）
  - 自衛隊施設
  - 在日米軍施設
- ④ 空港（国土交通大臣指定）
  - 新千歳空港、成田国際空港、東京国際空港、中部国際空港、大阪国際空港、関西国際空港、福岡空港、那覇空港
- ⑤ 原子力事業所（国家公安委員会指定）

ポイント 違反に対する措置

対象施設の敷地・区域の上空（レッド・ゾーン）で小型無人機等の飛行を行った者及び警察官等の命令に違反した者は、1年以下の懲役又は50万円以下の罰金に処せられる。

ポイント 電波法

- ① 空中線電力が1W以下で、特定の用途に使用される一定の技術基準が定められた無線局については、免許又は登録が不要である。例えば、WiFiやBluetooth等の小電力データ通信システムの無線局等が該当する。これらの小電力の無線局は、無線局免許や無線従事者資格が不要だが、技術基準適合証明等を受けた適合表示無線設備でなければならない。具体的には、以下の技適マークにより確認すること。



R (番号)

- ② その他の法令等又は地方公共団体が定める条例に基づき、無人航空機の利用方法が制限されたり、都市公園や施設の上空など特定の場所において、無人航空機の飛行が制限されたりする場合がある。

## 無人航空機のシステム（6）

### ポイント 無人航空機の機体の特徴（機体種類別）

- ① 回転翼航空機（マルチローター）及び回転翼航空機（ヘリコプター）は、垂直離着陸や空中でのホバリングが可能という特徴がある。
- ② 回転翼航空機（マルチローター）を操縦する際に、機体の動きを指示するために用いられる用語として以下のものがある。
  - スロットル：上昇・降下
  - ラダー：機首方向の旋回
  - エルロン：左右移動
  - **エレベーター：前後移動**
- ③ 回転翼航空機（ヘリコプター）は、
  - ローターの回転面を傾けたり（機体を前後左右に運動させる場合）、ローターピッチ角を変えたり（上昇・降下させる場合）するために必要な機構（スワッシュプレート等）
  - ローターの反トルクを打ち消したり、向き（ヨー方向）を変える操縦に用いたりするテールローター
- ④ 飛行機は、垂直離着陸やホバリングはできないが、回転翼航空機に比べ、飛行速度が速く、エネルギー効率がいため、長距離・長時間の飛行が可能という特徴がある。
  - (a) エレベーター（上下ピッチ方向）、エルロン（左右ロール方向）、ラダー（左右ヨー方向）、スロットル（推進パワー）の複合的な操縦で飛行する。
  - (b) 離着陸には機体のサイズに合わせた滑走路が必要となる。滑空するため墜落、不時着する場合の落下地点を狭い範囲に抑えることができない。推力により前進し空気を掴み揚力が生まれるので、回転翼航空機とは違いホバリングや後退、横移動はできない。
  - (c) 横方向の移動はバンクターン（旋回）で行う。姿勢安定装置を使用しない場合はバンクターンの操作はエルロンとエレベーターの複合である。
- ⑤ 回転翼航空機のように垂直離着陸が可能で、巡行中は飛行機のように前進飛行が可能となる、両方の特徴を組み合わせたパワードリフト機（Powered lift）もある。

### ポイント 無人航空機の機体の特徴（飛行方法別）

- ① **夜間飛行**では機体の姿勢や進行方向が視認できないため、**灯火を搭載した機体**が必要であり、さらに操縦者の手元で**位置、高度、速度等の情報が把握できる送信機**を使用することが望ましい。地形や人工物等の障害物も視認できないため、離着陸地点や計画的に用意する緊急着陸地点、飛行経路中の回避すべき障害物も視認できるように**地上照明**を当てる。
- ② 機体に搭載されたビジョンセンサーが夜間に対応していない場合は、衝突回避・姿勢安定などの安全機能が使用できない可能性があることに注意が必要である。

- ③ 目視外飛行では機体の状況や、障害物、他の航空機等の周囲の状況を直接肉眼で確認することができないので、機体に設置されたカメラや機体の位置、速度、異常等が状態を把握することが必要である。

ポイント 無人航空機が飛行するためには、重力に対抗する上向きの力を必要とする。

- ① 飛行機では主翼に発生する揚力で重力に対抗する。一方、飛行機には飛行速度と逆向きに空気抵抗である抗力が働くが、それに抗するために回転翼であるプロペラ等による推力が必要である。
- ② 一方、回転翼航空機（ヘリコプター）及び回転翼航空機（マルチローター）においては、重力に対抗する上向きの力はプロペラ（ローター）による推力によって生み出される。機体が運動すると、機体には飛行機と同様に抗力も作用するが、推力の大きさを重力以上にし、機体姿勢を変化させてこれに抗する。
- ③ これら機体に働く力が釣り合ったとき、機体は速度と姿勢を一定とする定常飛行（釣り合い飛行）を行う。

## ポイント 機体の構成

種類	機能・特徴
GNSS (Global Navigation Satellite System)	人工衛星の電波を受信し、機体の地球上での位置・高度を取得するデバイス。(GPS (Global Positioning System)等)
ジャイロセンサ	回転角速度を測定するデバイス。
加速度センサ	加速度を測定するデバイス。
IMU (Inertial Measurement Unit)	3軸のジャイロセンサと3方向の加速度センサ等によって3次元の角速度と加速度を検出する装置。また、メーカーによっては気圧センサを含む場合もある。
地磁気センサ	機体が向いている方向を地磁気を用いて取得するデバイス。
高度センサ	レーザーや気圧センサなどを用い地上からの高度を取得するデバイス。
メインコントローラー	GPSなどの各種センサの情報と送信機の指令をもとに、機体の姿勢を制御するデバイス。
送信機	操作の指令を機体へ送信する、又は機体情報を受信するデバイス。
レシーバー	送信機の情報を受け取る受信機又は送受信機。

- ① **フライトコントローラー**は、搭載されている各種センサ(GPS、ジャイロ、加速度、方位、高度等からの情報や送信機から発信された情報を処理し機体を制御するための信号を送るシステムである。
- ② 無人航空機への指令は送信機から機体へ送られる。機体では、受信機が指令を受け取り**メインコントローラー**からモーター又はサーボを駆動させ機体を操縦している。

## ポイント 機体以外の要素技術

- ① 2.4GHzの電波は回折しにくく直進性が高いため障害物の影響を受けやすくなる。
- ② 送信アンテナから放射された電波が山や建物などによる反射、屈折等により複数の経路を通過して伝搬される現象を**マルチパス**という。反射屈折した電波は、到達するまでにわずかな遅れを生じ、一時的に操縦不能になる要因の一つとなっている。マルチパスによって電波が弱くなり一時的に操縦不能になった場合は送信機をできるだけ高い位置に持ちアンテナの向きを変えて操縦の復帰を試みる。
- ③ **フレネルゾーン**とは無線通信などで、電力損失をすることなく電波が到達するために必要とする領域のことをいう。無線通信での「見通しが良い」という表現は、フレネルゾーンがしっかり確保されている状態であることを意味する。フレネルゾーンは、送信と受信のアンテナ間の最短距離を中心とした楕円体の空間で、この空間は無限に広がるが、電波伝搬で重要なのは第1フレネルゾーンと呼ばれる部分である。このフレネルゾーン

内に壁や建物などの障害物があると、受信電界強度が確保されず通信エラーが起こり、障害物がない状態に比べて通信距離が短くなる。このフレネルゾーンの半径は周波数が高く（波長が短く）又はお互いの距離が短くなればなるほど小さくなる（2.4GHz 帯、5.7GHz 帯の場合、2 地点が 100m 離れたケースでは 2m 以下）。地面も障害物となるため、フレネルゾーンの半径を考慮してアンテナの高さを十分に確保する必要がある。

#### ポイント 機体の整備・点検・保管・交換・廃棄

リチウムポリマーバッテリーの保管方法における主な留意点は以下のとおり。

- ① バッテリーの劣化を遅らせるため、**長期間使用しない時は充電 60%**を目安に保管すること。
- ② **満充電の状態での保管又は飛行後の放電状態での保管は、電池の劣化が進みやすく電池が膨らみ、使用不可になることが多いので行わないこと。**
- ③ 短絡すると発火する危険があるため、バッテリー端子が短絡しないように細心の注意を払うこと。
- ④ 機体コネクタとバッテリーを接続したままにしないこと。
- ⑤ 万が一発火しても安全を保てる不燃性のケースに入れ、突起物が当たってバッテリーを傷つけない状態で保管すること。
- ⑥ 落下させるなど衝撃を与えないこと。
- ⑦ 水に濡らさないこと。
- ⑧ バッテリーを高温(35° c 超)になる環境で保管しないこと。
- ⑨ 無人航空機の運航で生じる廃棄物は、各地方自治体のルールに従って廃棄しなければならない。事業で用いたリチウムポリマーバッテリーを廃棄する場合は、法律に則り「**産業廃棄物**」として廃棄する。



## 無人航空機の操縦者及び運航体制（7）

### ポイント 運航時の点検及び確認事項

- ① 安全に運航するために点検プロセスを定め、そのプロセスごとに点検項目を設定する。
- ② 点検プロセスは機体メーカーの指示する内容に従って実施すること。
- ③ 運航する無人航空機の特性やその運航方法によって、必要な点検などを追加で行う必要がある。

### ポイント 回転翼航空機（マルチローター）に関する操縦

- ① 回転翼航空機（マルチローター）はコントローラー等によるスロットル操作によって高速に回転する翼から発生される揚力が重力を上回ることにより離陸する。離陸直後から対地高度1m程度までの間は、回転翼から発生される吹きおろしの気流が地面付近で滞留し、揚力が増す現象「地面効果」が起こりやすくなる。
- ② ホバリング中 GNSS 受信機能を無効にすると、機体周辺の気流の影響で水平位置が不安定となるためエレベーター操作及びエルロン操作により水平位置を安定させホバリング飛行を維持させる。
- ③ 機体を垂直降下させる時に発生する「ボルテックス・リング・ステート」や、「地面効果」を抑制するために、細かくエレベーター又はエルロン操作などを行いながら、機体を着地させ着陸を完了させる。

### ポイント 回転翼航空機（ヘリコプター）に関する操縦

- ① 回転翼航空機（ヘリコプター）はローター半径以下の高度では、地面効果の影響が顕著となり、機体が不安定になる。離陸後は速やかに地面効果外まで機体を上昇させること。
- ② 地面に近づくとつれ、降下速度を遅くし、着陸による衝撃を抑えること。衝撃が大きい場合、脚部が変形又は破損するおそれがある。
- ③ 接地後、ローターが停止するまで、機体に近づかないこと。

### ポイント 飛行機に関する操縦

- ① 飛行機の離着陸は風向が重要である。離着陸の方向は向かい風を選ぶのが原則である。横風であってもできる限り向かい風方向を選択する。追い風で行うと失速の危険性が生じ、失速しない速度にすると滑走路を逸脱する危険が生じる。
- ② 風速を考慮し適切なパワーをかけてエレベーターによる上昇角度をとり離陸する。上昇角度は失速しないように設定する。安全な高度まで機体を上昇させる。
- ③ 地面に近づくとつれ、降下速度を遅くし、滑空着陸による衝撃を抑えること。衝撃が大きい場合、脚部が変形又は破損するおそれがある。

### ポイント 無人航空機は、送信機のスティックを操作して、機体の重心を中心とする3軸の回転（ピッチ（機首を上下する回転）、ロール（機体を左右に傾ける回転）、ヨー（機首の左右への旋回））

やローターの推力の増減といった機体の動きの制御を行う。

①回転翼航空機の場合

(a) スロットル：ローターの推力（揚力）の増減（機体の上昇・降下）

（モード1）右側スティックの上下操作

（モード2）左側スティックの上下操作

(b) エレベーター：ピッチ方向の操作（機体の前後移動）

（モード1）左側スティックの上下操作

（モード2）右側スティックの上下操作

(c) エルロン：ロール方向の操作（機体の左右移動）

（モード1/モード2）右側スティックの左右操作

(d) ラダー：ヨー方向の操作（機首の左右旋回）

（モード1/モード2）左側スティックの左右操作

②飛行機の場合

(a) スロットル：プロペラの推力の増減（機体の前後移動）

（モード1）右側スティックの上下操作

（モード2）左側スティックの上下操作

(b) エレベーター：ピッチ方向の操作（機体の上昇・降下）

（モード1）左側スティックの上下操作

（モード2）右側スティックの上下操作

(c) エルロン：ロール方向の操作

（モード1/モード2）右側スティックの左右操作

(d) ラダー：ヨー方向の操作

（モード1/モード2）左側スティックの左右操作

名称	機能	回転翼航空機	飛行機
スロットル	ローターの推力（揚力）の増減	機体の上昇・降下	機体の前後移動
エレベーター	ピッチ方向の操作	機体の前後移動	機体の上昇・降下
エルロン	ロール方向の操作	機体の左右移動	
ラダー	ヨー方向の操作	機首の左右旋回	

ポイント 操縦者のパフォーマンス。

- ① 操縦者は疲労を感じても飛行を継続してしまう傾向にあるため、適切に飛行時間を管理する必要がある。
- ② 操縦者が高いストレスを抱えている状態は安全な飛行を妨げる要因となるため、操縦者との適切なコミュニケーションを運航の計画に組み込む等ストレス軽減を図る必要がある。
- ③ 前夜に飲酒した場合でも、翌日の操縦時までアルコールの影響を受けている可能性があることに注意が必要であり、アルコール検知器を活用することも有用である。

ポイント CRM (Crew Resource Management)

- ① 事故等の防止のためには、操縦技量（テクニカルスキル）の向上は有効な対策だが、これだけでは人間の特性や能力の限界（ヒューマンファクター）の観点からヒューマンエラーを完全になくすことはできない。
- ② 「スレット」は「エラー」を誘発する要因であり、操縦者だけではスレットやエラーの発生状況を把握することが困難な場合があり、この場合適切な対処がとれず事故等につながるおそれがある。このため、補助者や関係者との相互監視・確認、機体や送信機の警報、飛行空域周辺状況に関する最新情報の入手など、全ての利用可能なリソースを活用し、エラーにつながりかねないスレット（気象の変化、疲労、機材不具合など）の発生状況を早期に把握・管理し、万一エラーが発生しても事故等に至らないように適切に対処しようとする手法である。
- ③ CRM を効果的に機能させるための能力は、状況認識、意思決定、ワークロード管理、チームの体制構築、コミュニケーションといったノンテクニカルスキルである。

## 運航上のリスク管理（12）

ポイント 飛行を行う際は、原則として飛行空域に安全マージンを加えた範囲で実施する。

- ① 飛行経路を考慮し、周辺及び上方に障害物がない水平な場所を離着陸場所と設定する。
- ② 緊急時などに一時的な着陸が可能なスペースを、前もって確認・確保しておく。
- ③ 飛行領域に危険半径（高度と同じ数値又は30mのいずれか長い方）を加えた範囲を、立入管理措置を講じて無人地帯とした後、飛行する。

ポイント 飛行計画策定

- ① 飛行の逸脱を防止するためには、ジオフェンス機能を使用することにより、飛行禁止空域を設定する。
- ② 離着陸場は人の立ち入りや騒音、コンパスエラーの原因となる構造物がないかなどに留意する。
- ③ 飛行経路の設定は高圧電線などの電力施設が近くにならないか、緊急用務空域に当たらないか、ドクターヘリなどの航空機の往来がないかなどを考慮に入れる必要がある。

ポイント 無人航空機の運航におけるハザードとリスク

- ① 無人航空機の運航において、「ハザード」は事故等につながる可能性のある危険要素（潜在的なものを含む。）をいう。
- ② 「リスク」は無人航空機の運航の安全に影響を与える何らかの事象が発生する可能性をいう。
- ③ 発生事象のリスクは、予測される頻度（被害の発生確率）と結果の重大性（被害の大きさ）により計量する。無人航空機の飛行にあたって、リスク評価とその結果に基づくリスク軽減策の検討は安全確保上非常に重要である。
- ④ 運航形態に応じ、事故等につながりかねない具体的な「ハザード」を可能な限り多く特定し、それによって生じる「リスク」を評価したうえで、リスクを許容可能な程度まで低減する。
- ⑤ リスクを低減するためには、a.事象の発生確率を低減するか、b.事象発生による被害を軽減するか、の両方を検討したうえで必要な対策をとる。
- ⑥ リスクの評価、軽減、管理方法については、代表的なものとしてICAO（国際民間航空機関）の Safety Management Manual (Doc9859) や Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems (JARUS) の Specific Operations Risk Assessment (SORA) 等がある。

ポイント 安全な飛行を実施するためには、まず一般的な天気予報だけではなく、どのような気象情報や予報が提供されているかを理解する必要がある。そして、自らの作業内容、時間、環境に応じて、雲や視程障害、風向風速及び降水等、自ら行う飛行に影響する気象情報を適切に入手、分析して、離陸から着陸に至るまで支障のある気象状況にならないことを確認した後に飛行

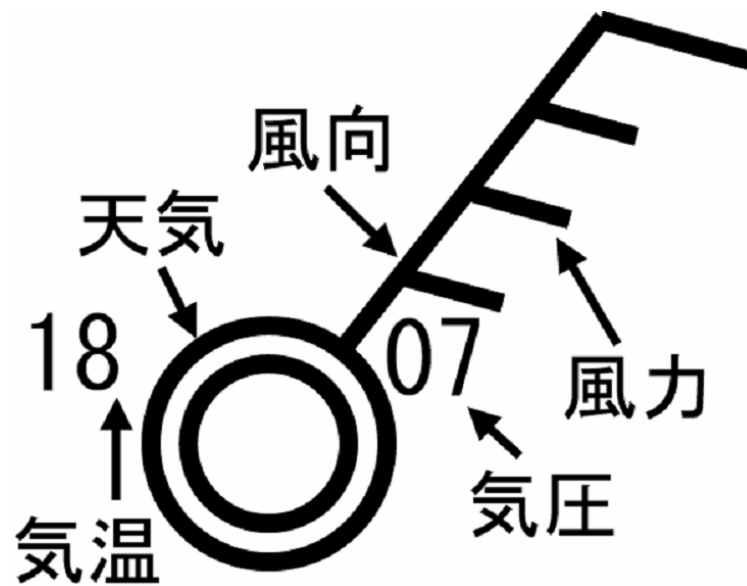
を開始しなければならない。

参考となる気象情報には、以下が挙げられる。

- ① アメダス
- ② 気象レーダー
- ③ 実況天気図、予報天気図、悪天解析図

インターネットを活用した気象情報の入手も有効である。

#### ポイント 天気記号



#### ポイント 海陸風

- ① 日差しの強い夏の沿岸部で顕著に見られる。地表付近において、日中は、暖まりやすい陸上に向かって風が吹き、夜間は、冷めにくい海上に向かって風が吹く。風が入れ替わるときには、ほぼ無風状態になり、「朝凧」「夕凧」と呼ばれる。
- ② 山岳地帯に現れる風の一種。昼間は、日射で暖められた空気が谷を這い上がる谷風が吹き、夜間は冷えた空気が山から降りる山風が吹く。
- ③ 積乱雲や積雲内に発生する強烈な下降流が地表にぶつかり、水平方向にドーナツ状に渦を巻きながら四方に広がってゆく状態をいう。

#### ポイント 突風とビル風

- ① 低気圧が接近すると、寒冷前線付近の上昇気流によって発達した積乱雲により、強い雨や雷とともに突風が発生することがある。日本付近では、天気は西から東に変わるため、西から寒冷前線を伴う低気圧が接近するときは、突風が発生する時間帯を予測することができる。
- ② 高層ビルや容積の大きい建物などが数多く近接している場所及び周辺に発生する風で、

強さや建物周辺に流れる風の特徴により分類される（剥離流、吹き降ろし、逆流、谷間風、街路風などがある）。

- ③ ビル風は周辺の風より風速が速く継続して吹いていて、その建物群の配置や構成によって吹く風の種類が異なる。

#### ポイント 夜間飛行

- ① 夜間飛行は、機体の姿勢及び方向の視認、周囲の安全確認が日中と比較し困難となる。
- ② 夜間飛行においては、原則として目視外飛行は実施せず、機体の向きを視認できる灯火が装備された機体を使用する。
- ③ 操縦者は事前に第三者の立入りの無い安全な場所で、訓練を実施すること。
- ④ 離着陸地点を含め、回避すべき障害物などには、安全確保のため**照明が必要**である。

#### ポイント 目視外飛行

##### 補助者を配置する場合

目視外飛行の運航は、機体の状況や障害物等の周囲の状況を直接肉眼で確認することができない。飛行経路全体を把握し、安全が確認できる双眼鏡等を有する補助者の配置を推奨する。

目視外飛行においては、次に掲げる機能を装備した無人航空機を使用すること。

- ① 自動操縦システムを装備し、機体に設置したカメラ等により機体の外の様子が監視できる。
- ② 地上において、無人航空機の位置及び異常の有無を把握できる（不具合発生時に不時着した場合を含む）。
- ③ 不具合発生時にフェールセーフ機能が正常に作動する。

当該機能の例は、以下のとおり。

- (a) 電波断絶の場合に、離陸地点まで自動的に戻る機能又は電波が復帰するまでの間、空中で位置を継続的に維持する機能
- (b) GNSS の電波に異常が見られる場合に、その機能が復帰するまでの間、空中で位置を継続的に維持する機能、安全な自動着陸を可能とする機能又は GNSS 等以外により位置情報を取得できる機能
- (c) 電池の電圧、容量又は温度等に異常が発生した場合に、発煙及び発火を防止する機能並びに離陸地点まで自動的に戻る機能又は安全な自動着陸を可能とする機能

##### 補助者を配置しない場合

補助者を配置しない場合は、無人航空機に求められる要件が追加されることに注意が必要である。

追加される要件を次に掲げる。

- ① 航空機からの視認をできる限り容易にするため、灯火を装備する。または飛行時に機体を認識しやすい塗色を行う。

- ② 地上において、機体や地上に設置されたカメラ等により飛行経路全体の航空機の状況が常に確認できる。
- ③ 第三者に危害を加えないことを、製造事業者等が証明した機能を有する。ただし立入管理区画（第三者の立入りを制限する区画）を設定し、第三者が立ち入らないための対策を行う場合、又は機体や地上に設置されたカメラ等により進行方向直下及びその周辺への第三者の立入りの有無を常に監視できる場合は除く。
- ④ 地上において、機体の針路、姿勢、高度、速度及び周辺の気象状況等を把握できる。
- ⑤ 地上において、計画上の飛行経路と飛行中の機体の位置の差を把握できる。
- ⑥ 想定される運用に基づき、十分な飛行実績を有する機体を使用すること。この実績は、機体の初期故障期間を超えていること。