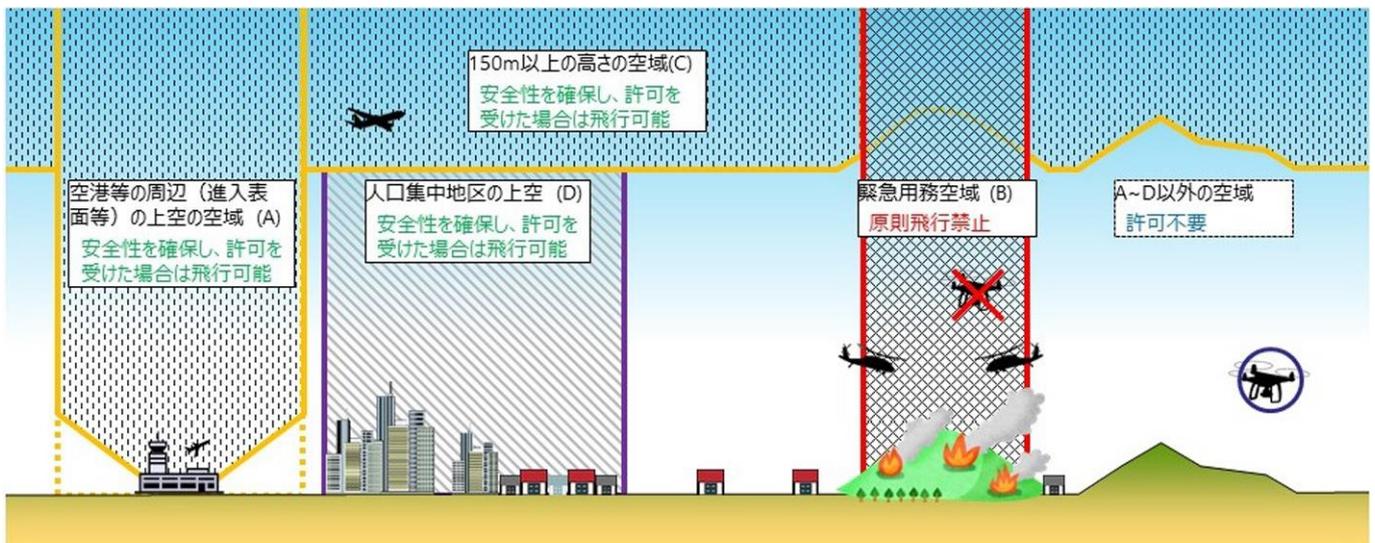




セーフティドローンパイロットを目指して・・・

マルチローター実地テキスト



アイラップ
DRONE SCHOOL

マルチローター実地テキスト

目 次

はじめに	3
第1段階 基本操作	4
1 マルチローターが操縦できるしくみ	4
2 フライトシミュレータの活用	7
第2段階 飛行の前に	8
1 飛行環境の確認	8
2 飛行前のチェック	8
3 飛行に適さない条件の時は飛ばさない	8
4 飛行制限空域での飛行	8
5 機体登録の確認	8
6 リモートID機能の実装	8
7 飛行計画の通報	8
8 飛行日誌の携行、記入	9
9 国土交通省の飛行に係る許可・承認	9
第3段階 初めての浮上	10
1 浮上寸前までの操作	10
2 5～10cmまでの浮上操作	10
3 ホバリング	10
4 離着陸	10
第4段階 フライトトレーニング	11
1 前後方向の移動	11
2 左右方向の移動	11
3 横向ホバリング	12
4 対面ホバリング	12
5 ホバリングL	13
6 ピルエット	13
7 8の字旋回（動演技）	14
8 上空場周飛行（動演技）	15
9 物件投下	16
10 スクエア飛行	17
11 8の字飛行（静演技）	17
12 ノーズインサークル（動演技）	18
13 目視外飛行	20
14 夜間飛行	20

第5段階	自動操縦等	21
1	自動着陸	21
2	自動帰還	21
第6段階	実地試験の合格要件	22
1	実技試験の減点適用基準	22
2	合格の要件（1等基本）	25
3	合格の要件（1等目視外）	29
4	合格の要件（1等夜間）	31
5	合格の要件（1等25kg以上）	33
6	合格の要件（2等基本）	36
7	合格の要件（2等目視外）	38
8	合格の要件（2等夜間）	40
9	合格の要件（2等25kg以上）	42

はじめに

マルチローターは、ラジコンで操縦する飛行機やヘリコプターとよく似ています。どちらも、プロポのスティックでコントロールし、空を自由自在に飛び回ることができます。

しかし、決定的に違うところがあります。それは、操縦を練習する期間が非常に短くても、安定して空中に浮かべさせることができるということです。

飛行機の場合は、飛び立ったあとは必ず地上に降ろさなければならないため、着陸を覚えないことには、その先の操縦練習が前に進みません。着陸は一つの壁ですが、まず、この着陸の技量習得に情熱エネルギーと時間を費やします。

ヘリコプターの場合は、ホバリングを覚えないことには、操縦練習が前に進みません。壊さないで着陸させるためには、ホバリング状態でゆっくり降下、接地させる必要があるからです。

しかし、マルチローターは、センサーとマイコンの組み合わせで、飛行後、自動着陸します。ホバリングも、やはりセンサーとマイコンとGPSが定位置を維持するようにコントロールします。

飛行機やヘリの場合は、基本的に手動コントロールであるため、上空に上げた後の着陸を習得するまでに、ラジコンクラブの先輩や同好の士、あるいは、専門誌やネット等から、それまでの自分が知らなかった知識やマナーを会得するプロセスを経た上で、習熟していつているものと思われま

しかし、マルチローターの場合は、この着陸技術を習得するプロセスがなくても、空に浮かべ、壊さずに降ろすことができるため、離着陸の技量習得にたくさんの時間をかけることは、もはや必須では無くなってきています。空中に浮かべるだけでできる仕事であれば、ほとんど飛行練習をしていない状態でもこなせるほどに、自動制御技術が進んできています。

この特徴によってマルチローターは、今後、産業界の様々な分野で益々利活用されていくものと期待されていますが、一方では、自動制御に不具合が生じた時は思い通りのコントロールが出来ないばかりか、墜落の恐れがあり、大変に危険な事態となります。

我が国において、新しい国家資格として無人航空機の免許制度が整備されて来ていますが、その試験内容には、異常事態での飛行も含まれています。

このテキストでは、マルチローターに初めて触れる人が、自動制御だけに頼ることなく、異常事態にも対処できるしっかりとした操縦技量を身に付けた上で無人航空機操縦士免許が取得できるよう、初めての浮上から、実技試験に合格するまでの工程を段階的に上達していけるようまとめました。

マルチローターは、漫然と浮かべているだけでは、いつまでたっても技量は上達しませんが、飛ばそうと考えるパターンを目印を配置し、その目印上空を通過するよう意識して飛ばすことに加え、演技の区切りごとに若干の静止時間をはさみこむことで、最も効果的な訓練方法となり、確実に格段のスピードで上達していきます。

正しい練習方法でどんどん上達し、自動制御の異常時にも対応できる。そんなセーフティドローンパイロットとなっていていただくことを、こころより願うものです。

IRAP ドローンスクール
つがる校管理者 太田徳次

第1段階 基本操作

1 マルチローターが操縦できるしくみ

マルチローターの実物を初めて目にしたとき、どちらが前で、どんなふう
に飛ぶものなのか、多くの人は、疑問を持つのではないのでしょうか。

左右対称、前後もほぼ対称な形状ですが、しばらく観察すると、カメラが向
いている方向に気づくのではないかと思います。

もう一つ、舵に相当する可動翼が見当たらないのに、どうやって機体を
操縦しているのかも疑問です。

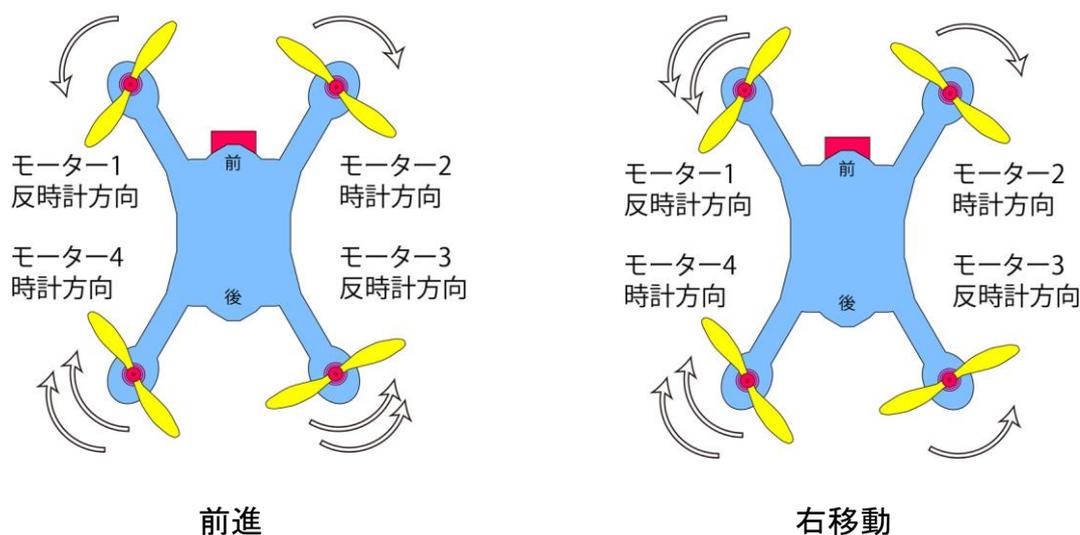


図 - 1

操縦は、上昇/下降、前進/後進、右移動/左移動、右回転/左回転の組み合わせで
行い、複数あるモーターの回転数を変えることで実現しています。

空中で静止している状態（以降、ホバリングと言う。）から前進させるときは、
後側モーターの回転数を上げて、前傾させます。

右移動するときには、左側モーターの回転数を上げて、右傾させます。

上昇させるときは、すべてのモーターの回転数を上げます。

では、機体を右回転させるときにはどうしましょう。

前進の図でモーター1・3とモーター2・4の回転方向が違っていることに注目
しましょう。

実験のため、時計方向に回るモーター2・4のリード線を外し、モーター1・3の
回転数を浮上する寸前まで上げると、機体は右回転しようとしています。

回転は、このプロペラ回転方向の反対方向に機体が回るという反動トルクの性質を
利用して行っています。

隣り合うモーターの回転方向が反対なのは、それぞれの反動トルクを打ち消し
合うためでもあります。

また、機体内部には、受信機、フライトコントローラー(以降、F Cと言う。)、モーター、プロペラ、モーターの回転数を加減する ESC、モーターの回転を許可する安全スイッチ、バッテリー、GPS アンテナ等が組み込まれています。



受信機



F C



モーター



プロペラ



ESC



安全スイッチ



バッテリー



GPS アンテナ

写真-1 機体内部に組み込まれている主なもの

この中のF Cがマルチローターの制御をつかさどっています。F Cは、マイクロコンピュータとセンサーを内蔵していて、概略的に言うと、受信機から入力された操作信号に基づいて、モーター回転数をコントロールしています。

一例として、操縦者が機体を右に傾けるためにプロポのスティックを右に倒した時、機体左側モーターの回転数が上がりますが、その時の信号の流れは、図-2 のようになっていると思われます。

プロポ右傾出力 ⇒ 受信機右傾出力 ⇒ FCモーター1・4回転数増出力
 ⇒ アンプモーター回転数増出力 ⇒ モーター回転数増 ⇒ 機体右傾



プロポ右傾出力



右傾入力／右傾出力



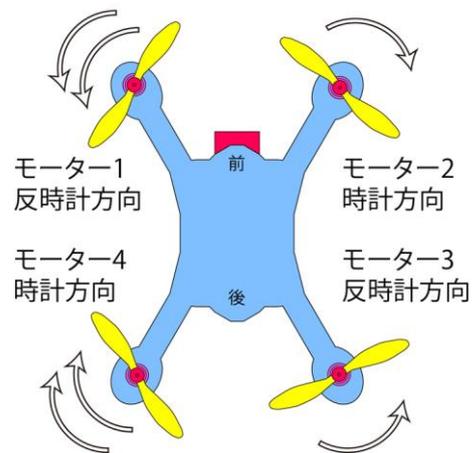
右傾入力／モーター1・4
 回転増出力



モーター1・4回転増入力
 ／モーター1・4回転増出力



モーター1・4回転増入力
 ／モーター1・4回転増



機体右傾

図 - 2

FCは傾きの程度を知るセンサーを内蔵し、GPSからの信号を受入れることで、操作無しで、空中の一点に水平状態で留まる機能を持つものが多くあります。

2 フライトシミュレータの活用

マルチローターの操縦は、上昇/下降、前進/後進、右移動/左移動、右回転/左回転を組み合わせて行うことは、前述したとおりですが、具体的には、プロポの左右2本のスティックを以下のように傾けることによって、操縦します。

- (1) 上昇/下降は、スロットルスティックで操作する
- (2) 前進/後進は、エレベータスティックで操作する
- (3) 左右移動は、エルロンスティックで操作する
- (4) 回転は、ラダースティックで操作する

この操作は、飛行機の場合と違っています。

スロットルは、どちらもモーターの回転数を増減させますが、飛行機はプロペラが前を向いているため、前進スピードを増減させ、マルチローターは、プロペラが上を向いているため、上昇スピードを増減させます。エレベータは、どちらも機体を前後に傾けますが、飛行機は、前進しているのが普通の状態なので、機体を上昇/下降させ、マルチローターは、静止しているのが普通の状態なので、機体を前進/後進させます。

ゆっくり時間をかけて考えると、よくわかるのですが、一旦上に上げてしまうと、考えている時間的余裕は、あまりありません。

身体で覚える、あるいは、指先で覚えるということが、上達につながります。フライトシミュレータは、この指先で覚える感覚を養うのに、絶大な効果がありますので、ぜひ有効に活用しましょう。

プロポのスティックはマルチローターを図-3のようにコントロールします。



図 - 3 プロポのスティック操作 モード1

第2段階 飛行の前に

1 飛行環境の確認

- (1) 安全に飛ばすことができるよう、飛行しようとする空間を確認する
- (2) 風の強さ、向きを確認する
- (3) 飛ぶ機体が良く見えるよう、太陽の位置を確認する

2 飛行前のチェック

- (1) フライトタイマーを設定する
- (2) バッテリーの残量を確認する
- (3) 人物、建物等の位置を確認する
- (4) 安全監視員を配置する



写真 - 2 バッテリーチェッカー

3 飛行に適さない条件の時は、飛ばさない

- (1) 風速10m/sを超えているときや
雨天時は、飛ばさない
- (2) GPS信号を受信できないときは飛ばさない
- (3) 悪条件では飛行を控え、条件が整うまで待つ

4 飛行制限空域での飛行

- (1) 緊急用務空域を飛行させることはできない
- (2) 小型無人機等飛行禁止空域を飛行させることはできない

5 機体登録の確認

所有機体の登録は、航空法に定められた義務。

対象となる機体重量 100g 以上のドローン所有者は、氏名や住所、機種などを国交省に申請し、個別の登録記号 (ID) の通知を受ける必要がある。

ID は飛行時に機体にシールなどで表示する義務がある。

機体登録せずに飛行を行った場合、50 万円以下の罰金又は 1 年以下の懲役が科せられる。(登録記号の表示をしなかった場合、50 万円以下の罰金)

6 リモート ID 機能の実装

リモート ID 機能の実装は、航空法に定められた義務。

対象となる機体重量 100g 以上のドローンは、基本的にリモート ID 機能を備えていなければ飛行させることができない。

リモート ID は静的情報として、無人航空機の製造番号および登録記号、動的情報として、位置、速度、高度、時刻などを 1 秒に 1 回以上発信する。

リモート ID 機能の実装をせずに飛行を行った場合、50 万円以下の罰金が科せられる。

7 飛行計画の通報

飛行計画の通報は、航空法に定められた義務。

対象となる機体重量 100g 以上のドローンを特定飛行させる者は、事前に当該飛行の日時、経路などの事項を記載した飛行計画を国土交通大臣に通報する必要がある。飛行計画の通報をせずに特定飛行を行った場合、30 万円以下の罰金が科せられる。

8 飛行日誌の携行

飛行日誌への記載は、航空法に定められた義務。

対象となる機体重量 100g 以上のドローンを特定飛行させる者は、飛行・整備・改造などの情報を遅滞なく飛行日誌に記載する必要がある。

特定飛行を行う際に飛行日誌を備えない、飛行日誌に記載すべき事項を記載しない、又は虚偽の記載を行った場合、10 万円以下の罰金が科せられる。

9 国土交通省の飛行に係る許可・承認

物件投下及び危険物の輸送、並びに150m以上の飛行等は、カテゴリーIIA 飛行に分類されるので無人航空機操縦者技能証明を取得し、かつ機体認証を取得している場合であっても、国土交通省の承認が必要である。

機体承認(写真-3)を取得せずに飛行を行った場合、50万円以下の罰金又は1年以下の懲役が科せられる。

東空運航第 8214 号

無人航空機の飛行に係る承認書

岩木山ラジコン空港株式会社 太田 徳次 殿

令和 4 年 5 月 27 日付をもって申請のあった無人航空機を飛行の方法によらず飛行させることについては、航空法第 132 条の 2 第 2 項第 2 号の規定により、下記の無人航空機を飛行させる者が下記のとおり飛行させることについて、申請書のとおり承認する。

記

承認事項： 航空法第 132 条の 2 第 1 項第 9 号及び第 10 号

承認の期間： 令和 4 年 6 月 8 日から令和 5 年 6 月 7 日

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

登録記号：

無人航空機： 岩木山ラジコン空港株式会社製 あおぞら 6

無人航空機を飛行させる者： 太田 徳次、太田 浩一郎

条件：

- ・申請書に記載のあった飛行の方法、条件等及び申請書に添付された飛行マニュアルを遵守して飛行させること。また、飛行の際の周囲の状況、天候等に応じて、必要な安全対策を講じ、飛行の安全に万全を期すこと。
- ・航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全に影響を及ぼすような重要な事情の変化があった場合は、許可等を取り消し、又は新たに条件を付すことがある。
- ・飛行実績の報告を求められた場合は、速やかに報告すること。
- ・令和 4 年 6 月 20 日からの無人航空機の登録義務化以前に許可・承認を受けた申請のうち、登録記号がない許可書等を所持している場合は、別途送付される登録記号等の通知を本許可書等と併せて飛行の際に携行すること。

令和 4 年 6 月 8 日

東京航空局長 藤田 礼子



写真 - 3 飛行許可書

第3段階 初めての浮上

1 浮上寸前までの操作

スロットルスティックを浮上寸前まで徐々に上げ、最スローに戻す。

2 5～10cmまでの浮上操作

スロットルスティックを高度5～10cmまで徐々にあげる。

浮上すると、機体が勝手に漂う動きをしますので、エルロン、エレベータで修正することにも慣れておきます。

着陸は、スロットルを少しずつ下げ、穏やかに接地させます。

(※離陸が自動となっている機種は、トレーナーケーブル付き送信機で経験者に浮上操作をしてもらい、その後、操縦を引き継ぐことで、安全に初めての浮上をします。)



図 - 4 初めての浮上

3 高度1.5mでのホバリング

高度5～10cmから徐々に高度を上げ、高度1.5mでホバリングする。その後、半径1mの範囲内に2秒間とどまれるよう、訓練を繰り返す。

着陸は、ハードランディングとならないよう、スロットルを少しずつ下げて、接地させる。



図 - 5 離着陸

4 離着陸

操縦者から6.5m前方で離陸、高度1.5mまで上昇後2秒静止し、離陸した位置に接地時のショックが無いように着陸する。

この飛行を2回連続して安定して行うことができるよう訓練する。

(※接地直前にスロットルをほんの少し上げると良い。この操作は、機体を上昇させるため無く、降下速度を1段遅くするために行うものです。)

第4段階 フライトトレーニング

1 前後方向の移動

離陸後、高度1.5mまで上昇し、2秒静止後、10m前進し、2秒静止後、後進し、2秒静止後、着陸する。

この飛行を2回連続して安定して着陸できるよう訓練する。

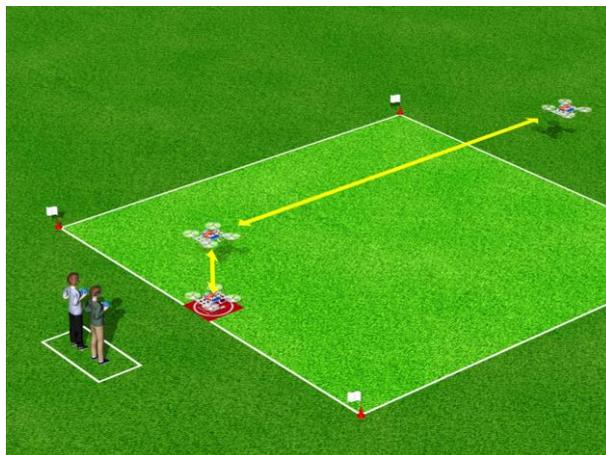


図 - 6 前後方向の移動

2 左右方向の移動

離陸後、高度1.5mまで上昇し、2秒静止後、左に10m移動し、2秒静止後、右に10m移動し、2秒静止後、着陸する。

この飛行を2回連続して安定して着陸できるよう訓練する
反対方向への横移動もできるよう、訓練を繰り返す。



図 - 7 左右方向の移動

3 横ホバリング

離陸後、機首を前方に向けたまま、高度1.5mまで垂直に上昇し、2秒静止後、右90度のヨー軸回転をし、横向きの状態となり、2秒間、半径1mの範囲内にとどまれるよう訓練する。

その後、機首を前方に向け、2秒静止後、ソフトランディングする。反対方向の横向きホバリングもできるように、訓練する。



図 - 8 横ホバリング

4 対面ホバリング

(1) 機首を前方に向けたまま、高度1.5mまで垂直に上昇し、2秒静止後、機首をゆっくり180度回転し、対面の姿勢で2秒間、半径1mの範囲内にとどまることができるよう訓練する。

その後、機首を前に向け、2秒静止後、ソフトランディングする。

反対方向からの回転もできるように訓練する。

最初は、機首の回転角度と静止時間は、できる範囲で行う。

訓練当初は、上半身を機首と同じ向きに振じて操縦すると舵を迷わない。

(2) 対面状態で、左右方向の移動、前後方向の移動もできるように繰り返し、訓練する。

※正面（せいめん）の時に比べ、エルロン逆方向、エレベータ逆方向、ラダー同方向の操縦感覚に慣れる。



図 - 9 対面ホバリング

5 ホバリングL

操縦者から6. 5m前方で離陸、機首を前方に向けたまま高度1. 5mまで垂直に上昇し、2秒静止後、10m前進、ポイント上で2秒静止。その後、左に10m横移動、ポイント上で2秒静止後、右に10m横移動、ポイント上で2秒静止後、10m後進、2秒静止後、ソフトランディングする。

この飛行を2回連続して安定して行うことができるよう訓練する。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 上昇、下降の速度を一定に保つ
- (2) 上昇、下降の経路を地表と垂直にする
- (3) 移動中、機首方向を常に前方に向ける
- (4) 移動中、機体を揺れさせない
- (5) 移動中、飛行高度を一定に保つ
- (6) 移動中、飛行速度を一定に保つ
- (7) 移動中の飛行経路を直線に保つ

反対方向の横移動もできるように訓練する。

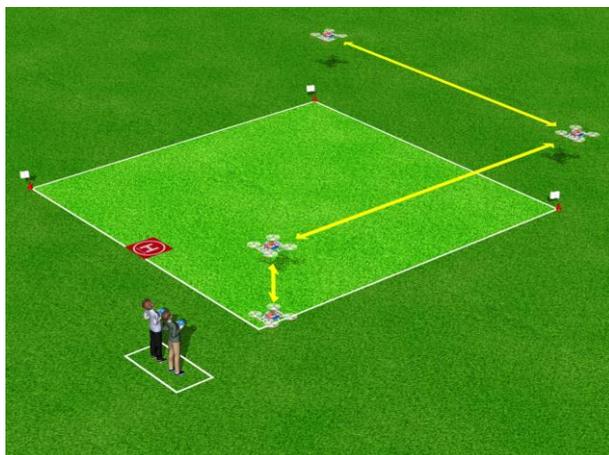


図 - 10 ホバリングL

6 ピルエット

操縦者から8. 5m前方で離陸、機首を前方に向けたまま高度3. 5mまで垂直に上昇し、2秒静止後、右または左に20秒間で1回転の回転速度でピルエットを行う。2秒静止後、ソフトランディングする。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) ピルエット中、高度を一定に保つ
- (2) ピルエット中、回転速度を一定に保つ
- (3) ピルエットの中心線を移動させない。

反対方向のピルエットもできるように、訓練する。



図 - 11 ピルエット

7 8の字旋回（動演技）

機首を前方に向けたまま高度1.5mまで垂直に上昇し、2秒静止後、左前方へ向けて、緩やかにカーブしながら高度3.5mまで前進上昇する。

高度3.5mを維持したまま、8の字旋回を2回行う。

8の字旋回終了後、離陸ポイントへ戻り、機首を前方に向け2秒静止後、ソフトランディングする。

左右の旋回ポイントを2回ずつ回る。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 上昇、下降の速度を一定に保つ
- (2) 上昇、下降の経路を地表と垂直にする
- (3) 2秒静止中の高度1.5mを維持する
- (4) 移動中、機体を揺れさせない
- (5) 8の字旋回中、飛行高度を一定に保つ
- (6) 8の字旋回中、飛行速度を一定に保つ
- (7) 8の字旋回中、左右の旋回半径を一定に保つ
- (8) 8の字旋回中、進行方向に対し機首を常に前方に向ける
- (9) 8の字演技開始時は、「8の字スタート」、終了時は、「フィニッシュ」をコールし、演技の入りと終りを明確にする。

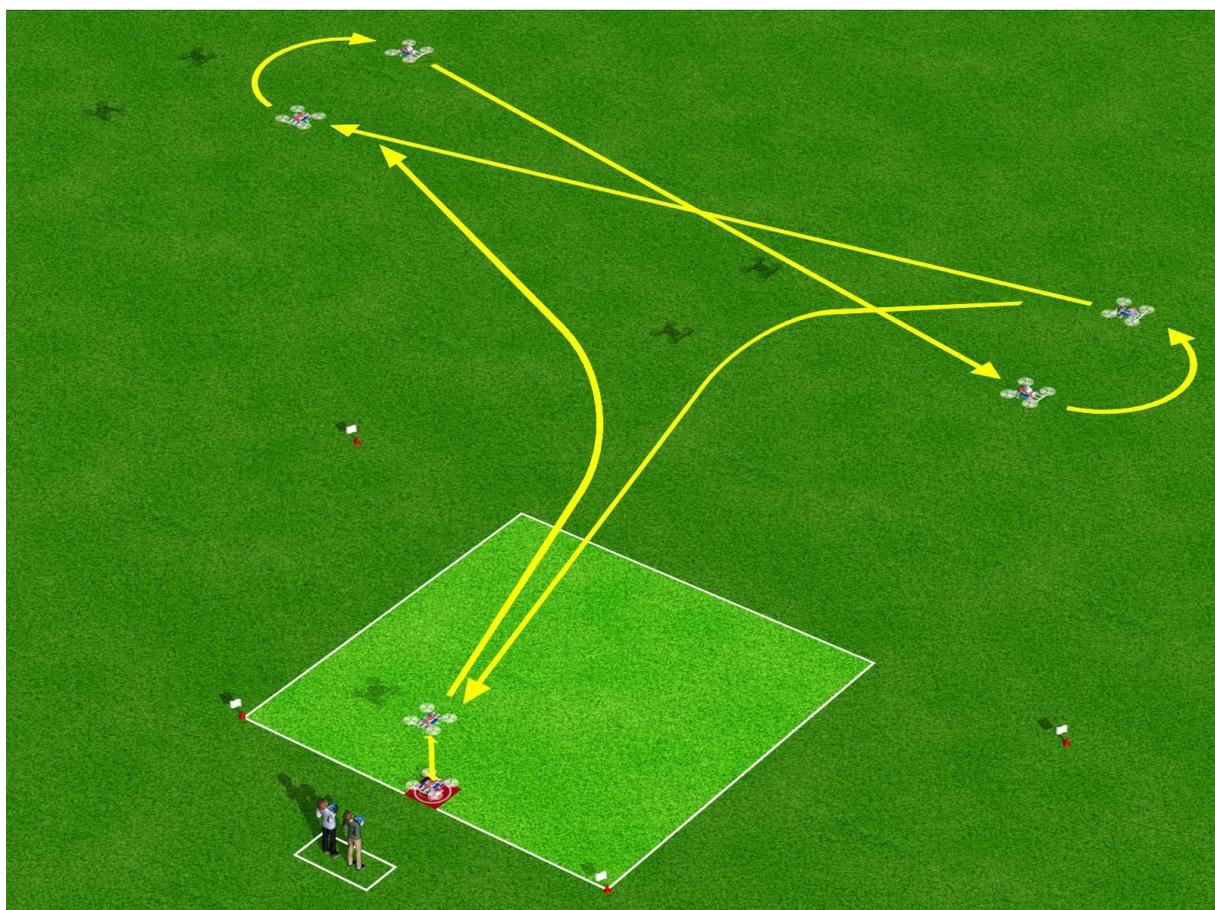


図 - 12 8の字旋回

8 上空場周飛行（動演技）

機首を前方に向けたまま高度1.5mまで垂直に上昇し、2秒静止後、左前方へ向けて、緩やかにカーブしながら高度3.5mまで前進上昇する。

若干の前進を続け、センターから左15mほどの位置で瞬間停止後、右90度のヨー軸回転をし、10m前進後、瞬間停止し、さらに右90度のヨー軸回転をする。

30m前進後、瞬間停止し、さらに90度ヨー軸回転し、対面で10m進行後、瞬間停止し、右90度のヨー軸回転後、離陸地点に向けて、緩やかにカーブしながら前進降下し、離陸地点上空で瞬間停止後、機首を前方に向けた後、ソフトランディングする。

この飛行を2回連続して安定して行うことができるよう訓練する。操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 場周飛行中、飛行高度を一定に保つ
- (2) 場周飛行中、飛行速度を一定に保つ
- (3) スムーズで安定した飛行をする
- (4) 飛行パターンどおり、正確に飛行する
- (5) 上空飛行演技開始時は、「上空飛行スタート」、終了時は、「フィニッシュ」をコールし、演技の入りと終りを明確にする。

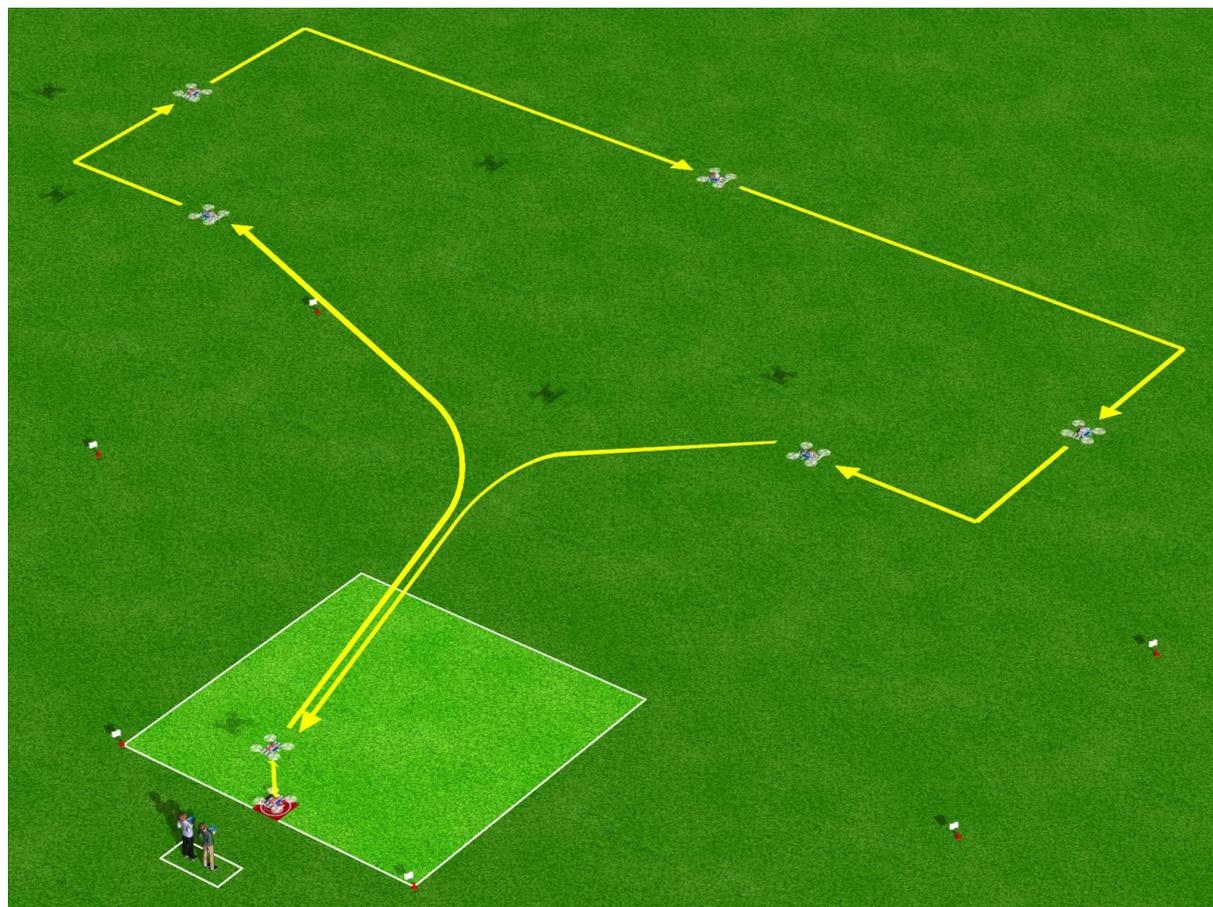


図 - 13 上空場周飛行

9 物件投下

物件投下の訓練をするに当たっては、写真-4のような物件投下装置を装備した訓練用マルチローターを使用すると良い。

写真-4のマルチローターは、プロポに設けられている物件投下スイッチを操作することで、タンク底面のシャッターが開き、収納されているピンポン玉を投下する機構を備えている。

前述のパターンを描きながら、飛行状態で10回以上の物件投下訓練を行う。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 物件投下訓練開始時は、「物件投下スタート」、終了時は、「フィニッシュ」をコールし、訓練の入りと終りを明確にする。



物件投下訓練用マルチローター
(岩木山ラジコン空港(株)製)



プロポ (物件投下スイッチ装備)



物件投下機構
(岩木山ラジコン空港(株)製)

写真 - 4

1 0 スクエア飛行

スクエア飛行は、高度 3.5 メートルで、地上におかれた三角コーン等の目印上空を通ることに注意し、訓練当初は、エレベータ、エルロン、ラダー、スロットルの個別操舵をし、慣れるに従い同時操舵に進む。

訓練初期は、1 種類の舵に集中する。この時、他の 3 種類の舵は、講師がアシストする。上達するに従い、操作する舵の種類を増やしていく。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 操縦者は、ヘリパッド中心から 8.5 メートル離れた地点に位置し、機体をヘリパッド上に置く。
- (2) 離陸後、高度 3.5 メートルを維持し、5 秒ホバリング後、エレベータで、前進 2.5 メートル (2 秒静止) 後、後進 5 メートル (2 秒静止)、前進 5 メートル (2 秒静止) を 3 回繰り返す、その後、ヘリパッド上空でホバリングする。
- (3) ラダーで、3 時 (2 秒静止)、1 2 時、9 時 (2 秒静止)、1 2 時の回転を 3 回繰り返す。その後、操縦者位置から前方 6 メートルの位置でホバリングする。
- (4) エルロンで、右 6.5 メートル (2 秒静止) 後、左 13 メートル (2 秒静止)、右 13 メートル (2 秒静止) を 3 回繰り返す。その後、ヘリパッドに着陸する。
- (6) 図-27 のコースで、規定パターンを描くよう訓練する。
- (7) スクエア演技開始時は、「スクエアスタート」、終了時は、「フィニッシュ」をコールし、演技の入りと終りを明確にする。

1 1 8 の字飛行 (静演技)

8 の字飛行は、高度 1.5 メートルで、地上におかれた三角コーン等の目印上空を通ることに注意し、訓練当初は、エレベータ、ラダー、スロットルの同時操舵をし、慣れるに従い、エルロンも同時操舵に加える。

前進速度一定、回転角速度一定、高度一定、三角コーン上空通過となる様、意識して飛行させる。

意識して飛ばすのと、意識しないで飛ばすのでは、上達のスピードが大きく異なるので、集中力を切らさないよう、細かい操舵を続ける。

訓練初期は、円周パターンとなる様飛行し、上達するにつれ、反対周りの円周パターンも訓練する。飛行スピードが速くなるに従い、エルロンによるバンク角度も強くする必要がある。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 操縦者は、ヘリパッド中心から 6.5 メートル離れた地点に位置し、機体をヘリパッド上に置く。
- (2) 離陸後、高度 1.5 メートルを維持し、5 秒ホバリング後、エレベータ、ラダー、スロットルの同時操舵で、ヘリパッド右側で直径 5 メートルの円周飛行をする。
飛行の際は、地面に設置した三角コーン等の上を通る様にする。
- (3) 前進速度一定、回転角速度一定、機首は常に進行方向となる様、また、12 時、3 時、6 時、9 時の時点で機首が円の接線方向を向くように細かく操舵する。
- (4) 慣れるに従い、エルロンの操舵も加え、飛行速度に応じたバンク角度とする。

- (5) ヘリパッド左側で直径5メートルの円周飛行をする。
飛行の際は、地面に設置した三角コーン等の上を通る様にする。
- (6) 図-28のコースで、規定パターンを2周描くよう訓練する。
- (7) 8の字演技開始時は、「8の字スタート」、終了時は、「フィニッシュ」をコールし、演技の入りと終りを明確にする。

1.2 ノーズインサークル（動演技）

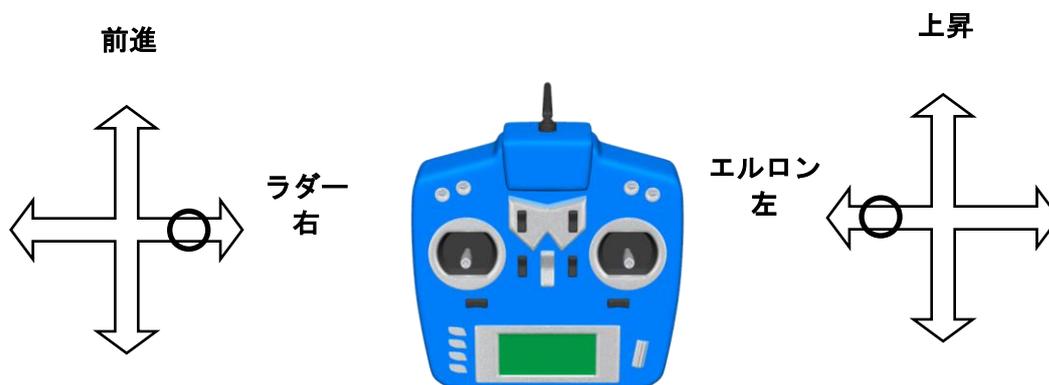
動画撮影においては、撮影対象物の周囲を回りながら対象を捉え続ける映像が良いシーンとなる場合が多い。

飛行技術的にはノーズインサークルを習得する必要があり、操縦にあたっては、以下について注意する。

- (1) 機首向こう向き（機体正面 きたいせいめん）で練習
 - ①スティック位置は、図-14 左旋回時の舵、エルロン舵角固定、ラダーを細かく動かし円弧がスムーズになるようにする。
最初は大きな円弧が良い。
機首は円の中心（撮影対象物と仮定）を向くように心がける。
 - ②右端まで行ったらスティック位置は図-15 右旋回時の舵とし、移動スピードに応じて、ラダー舵角を変える必要があることを知る。左端まで行ったら、舵を反転する
 - ③ ①と②を繰り返し、徐々に回転半径を小さくしていく。
- (2) 機種こちら向き（機体対面 きたいたいめん）で練習
 - ①機体を前方に離し、対面姿勢とする。スティック位置は、図-14 左旋回時の舵、対面では、エルロン舵で機体は反対に動き、ラダー舵は正常に動くことを知る。
自分が機体に乗って操縦している感覚であることを知る。
 - ②左端まで行ったらスティック位置は図-15 右旋回時の舵、移動スピードに応じて、ラダー舵角を変える必要があることを知る。右端まで行ったら、舵を反転する
 - ③ ①と②を繰り返し、徐々に回転半径を小さくしていく。
- (3) 正面、対面を合体させ、1周連続で左旋回、及び右旋回をする。
旋回半径を小さくしたり、大きくしたりを練習する。
エルロンの舵角を一定にし、ラダーで3時、12時、9時、6時の位置で中心を向くように補正し、回転半径、移動スピードが一定であるよう、細かく調整する。
- (4) 出来上がった動画の映像画面が急に変わらないよう、機体の姿勢を緩やかに変化させることをイメージし、エルロン、ラダー、エレベータは、急激に動かさないようにする。（練習量が少ない程難しい。）
風等の影響で機体が常に動かされようとしているにも関わらず、意図しない機体の姿勢変化がなるべく無いよう、少ない舵角で連続的に修正舵を打っているのが上手い人たちの技量である。
技量が上達していく目安の一つとして、いかに早く意図しない姿勢の変化に気づき、いかに早く修正舵が打てるかが有る。
操縦の上手な人ほど、早く気づき、大きく姿勢を崩す前に修正舵を打っている。
舵角一定では不十分で、向かい風、追い風、横風の強さに応じて細かく修正舵を打って行く必要が有る。



図 - 14 左旋回時の舵



○ : スティック操作位置

図 - 15 右旋回時の舵

1 3 目視外飛行

目視外飛行においても、無人航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人および物件の安全を図ることが出来るよう、モニター画面を見ながら飛行訓練する。

操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 操縦者は、ヘリパッド中心から8.5メートル離れた地点に位置し、機体を操縦者前方6メートルの位置に置く。
- (2) 離陸後、高度3.5メートルを維持し、2秒静止後、目視でヘリパッド上空まで直進し、カメラを90度下向きにして、モニターでヘリパッドの映り具合を確認する。
移動の際は基本的にエレベータ、ラダーで機体をコントロールする
- (3) 目視で見る機体の位置とカメラ&モニターを通して見るヘリパッドを対比し、目視外飛行の感覚になじむ。
- (4) ヘリパッド直上に機体がある状態で、体を180度回転し、5秒ホバリング後、エレベータで、ヘリパッド前方2.5メートル、後方2.5メートルの区間で移動を3回繰り返す。この時、講師は機体と操縦者の離隔距離も観察し、近すぎる時は、操縦者に機体が近いことを伝える。操縦者は、機体に自分が乗っている感覚で操縦すると良い。その後、機体をヘリパッド直上に戻す。
- (5) カメラを斜め45度下向きとし、ラダーで、12時、3時(2秒静止)、12時、9時(2秒静止)の回転を3回繰り返す。その後、カメラを下向き90度とし、機体をヘリパッド直上に戻す。
- (6) エルロンで、ヘリパッド右方1メートル(2秒静止)、左方1メートル(2秒静止)の区間で移動を3回繰り返す。その後、機体をヘリパッド直上に戻し、5秒ホバリング後着陸する。
- (7) 図-30のコースで、規定パターンを描くよう訓練する。

1 4 夜間飛行

夜間飛行は、無人航空機の位置・姿勢、周囲の障害物等の把握が困難となり、無人航空機の適切な制御が難しくなる。

夜間においても、意図した飛行経路を維持しながら無人航空機を飛行させることができるよう、照度の低い空間、又は黒色サングラスにさらに、黒色半透明のプラスチック板を重ねた視認性の劣る夜間訓練用サングラスをかけて訓練する。

飛行前に機体の灯火、点滅の具合、発光色をよく見て、前後左右の取り付け位置を覚えておき、操縦に際しては、以下について注意する。

- (1) 操縦者は、ヘリパッド中心から8.5メートル離れた地点に位置し、機体を操縦者前方6メートルの位置に置く。
- (2) 離陸後、高度3.5メートルを維持し、5秒ホバリング後、エレベータで、ヘリパッド前方2.5メートル(2秒静止)、後方2.5メートル(2秒静止)の区間で移動を3回繰り返す。その後、機体をヘリパッド直上に戻す。
- (3) エルロンで、ヘリパッド右方2.5メートル(2秒静止)、左方2.5メートル(2秒静止)の区間で移動を3回繰り返す。
- (4) ラダーで、12時、3時(2秒静止)、12時、9時(2秒静止)の回転を3回繰り返す。

その後、機体をヘリパッド直上に戻し、5秒ホバリング後着陸する。
(5) 図-32のコースで、規定パターンを描くよう訓練する。

第5段階 自動操縦等

1 自動着陸

G P S装置、加速度センサー、方位センサー、および距離センサーを装備している機体では、飛行している自機の位置、重力方向に対する傾き角、北に対する方位角、地面からの距離がわかることから、自動着陸できるものが多くある。

この自動着陸モードでは、操縦の必要は無く、マルチローターに内臓のセンサーとマイコンにより、ソフトランディングするようにプログラムされている。

なお、屋内では、G P S電波は利用できないが、他のセンサーは機能するので、自動着陸できるものが多くある。

注意点として、着陸する場所が水平であって、障害物が無いことを確認してから自動着陸モードに入れる。

2 自動帰還

前項記載のセンサー類で、飛行している自機の位置、重力方向に対する傾き角、北に対する方位角、地面からの距離がわかることから、離陸地点に自動帰還できるものが多くある。

このモードでは、操縦の必要は無く、マルチローターに内臓のセンサーとマイコンにより、自動帰還するようにプログラムされている。

自動帰還中の高度が30mに設定されている状態で自動帰還モードに入れた場合、いきなり30mまで上昇するので、始めはびっくりするが、機体は、プログラムどおりに飛行しているのだと理解する。

注意点として、付近の木々や建物の高さを考慮し、衝突しない程度の高度設定であることを確認してから自動帰還モードに入れる。

第6段階 実地試験の合格要件

無人航空機の操縦に際して令和4年12月5日より国家資格としての免許制度が導入された。免許の取得には、学科試験、実地試験共、一定水準以上の知識、操縦能力を体得していることが要求される。

このうち、実地試験については、机上試験、口述試験（飛行前）、実技試験、口述試験（飛行後）の構成となっている。

ここでは、実地試験の合格要件について、まとめる。

1 実技試験の減点適用基準

- ① 表-1 に掲げる基準を標準として、実技試験の減点を行うこととする。
- ② 適用事項に記載がない場合でも、減点細目に該当する事項が生じた場合は、試験員の判断により減点細目に応じた減点数の減点を行うこととする。
- ③ 適用事項に該当するが、受験者に起因しない事由により生じた事項については、減点の対象としないこととする。
- ④ 減点数欄の「不」と記載された適用事項が生じた場合は、実地試験を中止し、受験者を不合格とする。
- ⑤ 実技試験では、減点区画に機体の半分以上が進入した場合は、減点対象となる。ただし、移動開始地点から移動完了地点への飛行区画ごとの初回の進入については、試験員補助員が進入を知らせた後、速やかに飛行経路に復帰した場合は、減点を行わない。
- ⑥ 不合格区画に機体の半分以上が進入した場合は、試験を中止し、受験者を不合格とする。
- ⑦ 制限時間の対象は、各試験科目において、試験員が受験者に離陸を指示した時刻から、機体が着陸した時刻までの時間とする。

減点細目	減点数	適用事項
航空法等の違反	不	<ul style="list-style-type: none"> ・ 受験者が、アルコール又は薬物の影響により当該無人航空機の正常な飛行ができないおそれがあると試験員が判断したとき ・ 受験者が必要な機材、機体及び試験場を準備する場合に屋外での試験について次に掲げる事項が判明したとき <ol style="list-style-type: none"> i 飛行させる無人航空機の登録を受けていない ii 飛行させる無人航空機に登録記号の表示又は登録記号を識別するための措置を講じていない iii 受験者が飛行に必要な法第132条の85第2項又は法第132条の86第3項若しくは第5項第2号に規定された国土交通大臣による許可又は承認を取得していない又は技能証明及び機体認証を得ていない。(ただし、国土交通省航空局安全部無人航空機安全課長が認めた場合を除く。)
危険な飛行	不	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危険な速度（おおむね5m/s以上）で機体を飛行させたとき ・ 試験員、試験員補助員、受験者、その他の者又は物件に向けて、飛行中の機体を試験員が危険と判断する距離まで接近させたとき ・ 合理的な理由なく、飛行中に操縦装置を両手で保持しなかったとき ・ 機体を制御不能に陥らせたとき ・ 8の字飛行又は円周飛行において、設定された円形の飛行経路中心より手前で周回させたとき

墜落、損傷、 制御不能	不	<ul style="list-style-type: none"> ・機体を墜落させたとき ・機体をパイロン、旗、壁、ネット等の物件に衝突させたとき ・機体を損傷させたとき
飛行空域逸脱 (不合格区画)	不	<ul style="list-style-type: none"> ・機体の半分以上を不合格区画に進入させたとき
制限時間超過	不	<ul style="list-style-type: none"> ・各試験科目で設定している制限時間を超過したとき
操作介入	不	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性を確保するために、試験員等が受験者に代わり操縦を行ったとき
不正行為	不	<ul style="list-style-type: none"> ・受験者が他の者から助言又は補助を受けたとき、その他不正の行為があったとき ・受験者が試験の円滑な実施を妨げる行為を行ったとき ・目視内飛行の限定変更において、試験員の指示がないにもかかわらず、目視外飛行中に機体を視認したとき
飛行経路逸脱	5	<ul style="list-style-type: none"> ・機体の半分以上を減点区画に進入させたとき（注1） ・ホバリング（ピルエットホバリング及び目視内飛行の限定変更に係る実地試験での異常事態における飛行を除く）及び着陸時において、機体の半分を定められた区画から逸脱させたとき（注2）
指示と異なる飛行	5	<ul style="list-style-type: none"> ・試験員の指示と異なる手順で飛行させたとき ・試験員の指示と異なる方向に機体を移動させたとき又は指示と異なる機体の姿勢変化をさせたとき ・次の移動地点まで継続的に機首が試験員の指示と異なる方向を向いた状態で飛行させたとき（注3） ・試験員の指示を受ける前に機体の移動又は姿勢変化をさせたとき ・機体の半分以上を減点区画に進入させたにも関わらず、機体を速やかに飛行経路に復帰させなかったとき（注4） ・ピルエットホバリングにおいて機体を一回転させる時間が、16秒未満又は26秒以上であったとき
離着陸不良	5	<ul style="list-style-type: none"> ・接地時に機体に強い衝撃を加えたとき ・離着陸時に機体を転倒させたとき（注5）
監視不足	5	<ul style="list-style-type: none"> ・目視内飛行にてカメラ画像を注視する等、合理的な理由なく飛行中の機体及び周囲の状況を十分に監視していなかったとき ・合理的な理由なく、目視外飛行にてカメラ画像を注視していない等、飛行中の機体及び周囲の状況を十分に監視していなかったとき
安全確認不足（注6）	5	<ul style="list-style-type: none"> ・目視外飛行にてカメラ画像で移動先及び周囲の安全を確認しないまま移動させたとき ・離陸前に飛行空域及び気象状況に安全上の問題がないことを確認せずに離陸させたとき ・着陸前に着陸地点及び周囲の状況に安全上の問題がないことを確認せずに着陸させたとき
ふらつき（注7）	1	<ul style="list-style-type: none"> ・試験員から指示のあった飛行経路及び高度において機体を大きくふらつかせたとき ・着陸時に機体を大きくふらつかせたとき又は機体の姿勢を大きく変化させたとき ・着陸時に機体を滑らせながら接地させたとき

不円滑 (注8)	1	<ul style="list-style-type: none"> 合理的な理由なく、機体を急に加減速させた又は機体に急な旋回をさせたとき 合理的な理由なく、機体を急停止させたとき
不円滑 (注7)	1	<ul style="list-style-type: none"> 合理的な理由なく、機体の速度を安定させることができなかつたとき 高度変化を伴う試験科目において、合理的な理由なく、機体の高度を一定の割合でなく急に变化させたとき
機首方向不良	1	<ul style="list-style-type: none"> 一時的に機首が試験員の指示と異なる方向を向いた状態で飛行させたとき(注8) 機首方向を大きくふらつかせたとき

注1 減点区画への移動開始地点から移動完了地点への飛行区画ごとの初回の進入については、試験員補助員が進入を知らせた後、機体を速やかに飛行経路に復帰させた場合は、減点を行わない。

注2 定められた区画は、各試験科目において示された、離着陸地点中心から直径2メートル(最大離陸重量 25kg 未満の限定変更に係る実地試験以外)又は直径5メートル(最大離陸重量 25kg 未満の限定変更に係る実地試験)の円状の区画とする。

注3 8の字飛行及び円周飛行においては、四分円にわたって継続的に機首が試験員の指示と異なる方向を向いた状態で飛行させたときとする。

注4 減点区画への移動開始地点から移動完了地点への飛行区画ごとの初回の進入を除くこととする。

注5 機体が損傷した場合は、「墜落、損傷、制御不能」の減点細目に該当することとする。

注6 試験員に安全確認を行った旨を伝えなかった場合は、安全確認を行っていないものとみなす。

注7 突風等の影響により、一時的に機体のふらつき又は不円滑な飛行が生じた場合でも、受験者が速やかに適切な操作を行い、試験員が機体を制御できていると判断する場合は、減点の対象外とする。

注8 次の移動地点まで継続的に機首が試験員の指示と異なる方向を向いた状態で飛行させたときは、減点細目「指示と異なる飛行」とする。

表 - 1

2 合格の要件（1等基本）

① 机上試験

i 飛行計画の作成、制限時間10分【不正解は1問5点減点】

飛行計画の作成において、昼間の目視内のとき、留意が必要な事項について質問を行い、答えさせる。出題数5問

〈留意が必要な事項の例〉

- (1) 航空法等の法令遵守
- (2) 緊急用務空域設定の確認
- (3) 安全確保、事故の予防、緊急時の対応
- (4) 機体の使用条件、限界事項
- (5) 自動飛行機能の設定（自動飛行する経路、危機回避機能の設定等）

② 口述試験（飛行前点検）

i 飛行空域及びその他の確認【不正解は1問10点減点】

飛行空域及びその他の確認事項を示し、結果を答えさせる。

〈確認事項の例〉

- (1) 飛行空域及びその周辺の状況に問題はないか。
- (2) 航空法等の違反はないか。
- (3) 必要な許可証、承認証、技能証明証等を携帯しているか。
- (4) 操縦者の体調等に問題はないか。
- (5) 気象状況に問題はないか。

ii 作動前点検【不正解は1問10点減点】

- 無人航空機の日常点検記録の様式を受験者に提供し、試験員の指示に従って点検をさせる。

点検結果を日常点検記録の様式に記載させる。

〈点検項目例〉

- (1) 各機器が確実に取り付けられているか。（ネジ、コネクタ等の脱落やゆるみ等）
- (2) 機体（ローター/プロペラ、フレーム、機体識別票等）及び操縦装置に外観の異常、損傷又はゆがみ等がないか

- 機体及び操縦装置を作動させて、試験員の指示に従って点検をさせる。点検結果を日常点検記録の様式に記載させる。

〈作動点検例〉

- (1) 電源系統（機体及び操縦装置の電源を投入した際の状態等）は正常か。
- (2) 通信系統（機体と操縦装置の通信、GNSSの通信等）は正常か。
- (3) 燃料の搭載量又はバッテリーの残量は十分か。
- (4) リモートID機能の作動が正常であるか（リモートID非搭載機の場合は、リモートIDが正常に作動していると仮定し、リモートIDが正常に作動している旨の点呼を行う。）
- (5) 推進系統（発動機又はモーター等）は正常か。
- (6) 自動制御系統及び操縦系統は正常か。
- (7) 機体を離陸地点直上でホバリングさせた状態で、各操縦系統の操作を行い、機体及び操縦装置が意図通りに作動するか。
※作動点検に関する事項の確認後、機体を着陸させる。

③ 実技試験

i 高度変化を伴うスクエア飛行 (図 - 16)、80点以上、制限時間6分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 1.5メートルまで上昇して5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動をする。
B地点とC地点の間及びE地点とD地点の間の移動は、1.5メートルから3.5メートルまでの高度変化を伴う。
- (3) 移動完了後、着陸を行う。

ii ピルエットホバリング (図 - 17)、80点以上、制限時間3分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 3.5メートルまで上昇して、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 離陸地点にて、試験員の指示する方向に20秒間程度で一回転する速度で回転を行う。
- (3) 一回転後、着陸を行う。

iii 緊急着陸を伴う8の字飛行 (図 - 18)、80点以上、制限時間5分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 1.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 機体の機首を進行方向に向けた状態での8の字飛行を、連続して行う。
- (3) 試験員からの緊急着陸を行う旨の口頭指示があり次第、8の字飛行を中断し、最短のルートで指定された着陸地点に着陸を行う。
※円直径は約5メートルとする。

④ 口述試験 (飛行後の点検及び記録)

i 飛行後点検 【不正解は1問5点減点】

試験員の指示に従って飛行後の点検をさせ、日常点検記録の様式に記載させる。

〈 点検項目例 〉

- (1) 各機器が確実に取り付けられているか (ネジ、コネクタの脱落やゆるみ等)
- (2) 機体 (ローター/プロペラ、フレーム、機体識別票等) の外観、損傷、ゆがみ等がないか。
- (3) 各機器の異常な発熱はないか。
- (4) 機体へのゴミ等の付着はないか。

ii 飛行後の記録 【不正解は1問10点減点】

飛行記録の様式を提供し、実施した飛行を記録させる。

飛行時に異常が認められた場合は、当該様式に不具合事項を記載する。

⑤ 口述試験 (事故、重大インシデントの報告及びその対応)

i 事故又は重大インシデントの説明、制限時間3分【不正解は1問5点減点】

事故又は重大インシデントのどちらかについて、該当する事態の3つを口頭で答えさせる。又は用意された様式に記入させる。

〈 事故の例 〉

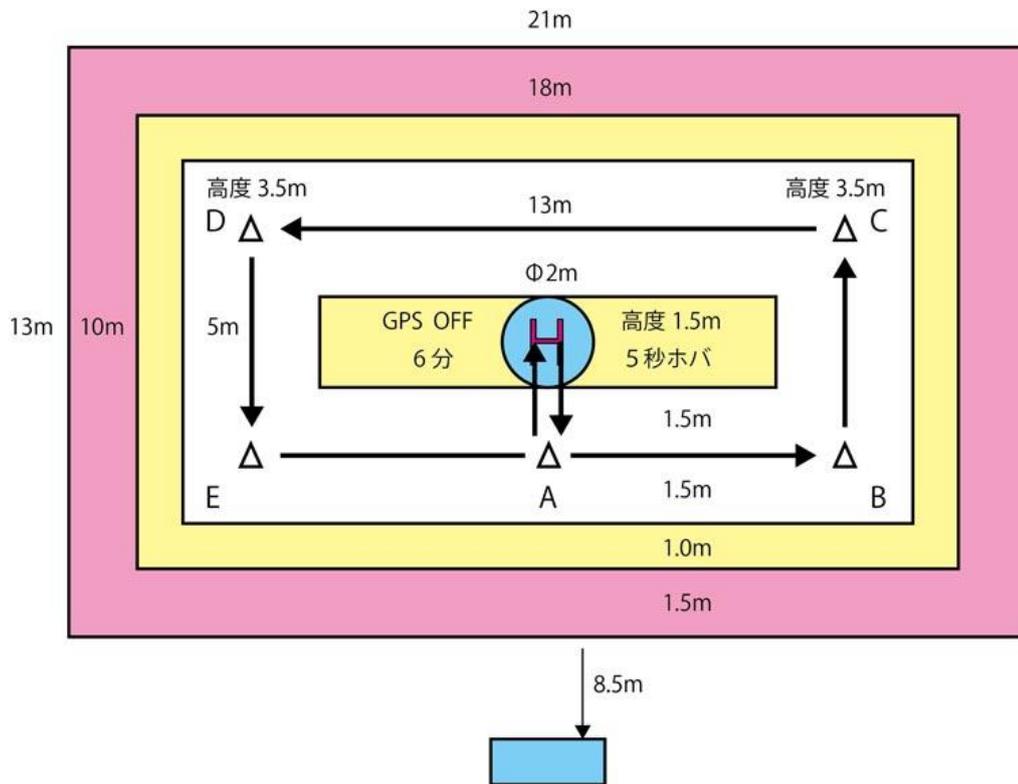
- (1)機体が墜落し、発火した。
- (2)フライトコントローラーが故障し、第三者に激突した。
- (3)バッテリー切れで墜落し、民家に激突した
- (4)鳥と空中衝突してノーコンになり電力線を切った。

ii 事故等発生時の処置の説明、制限時間 3 分【不正解は 1 問 5 点減点】

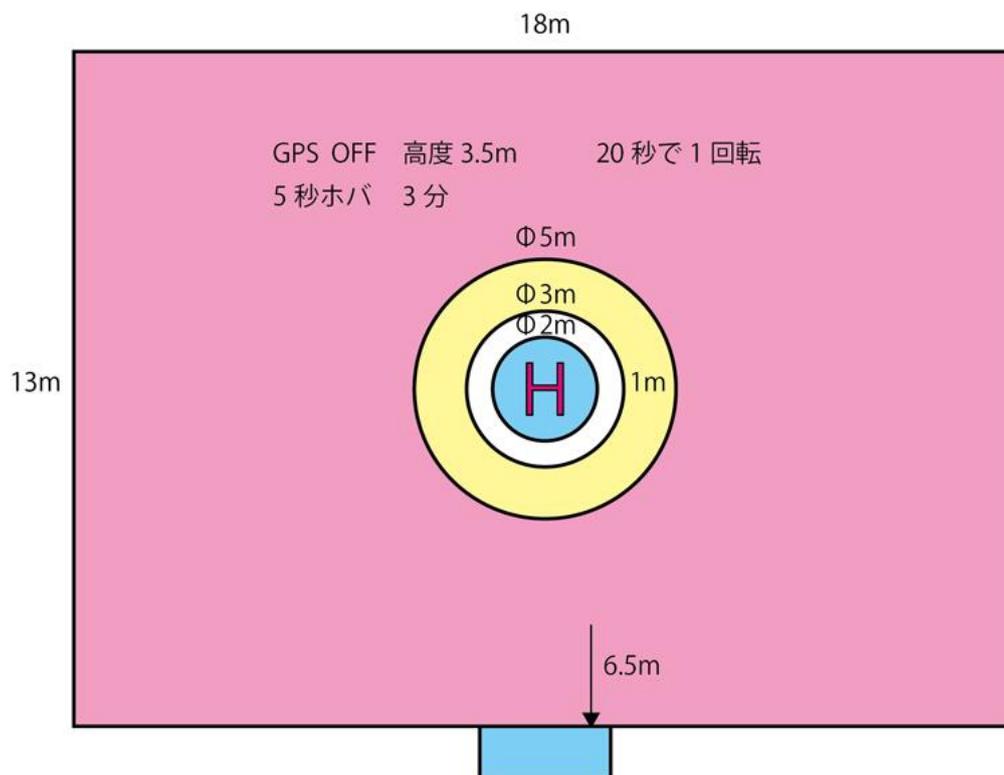
事故等が発生した際の適切な処置について受験者が理解しているかどうかを判定可能な質問を行い、口頭で答えさせる。又は用意された様式に記入させる。出題数は、1 問とする。

〈 適切な処置の例 〉

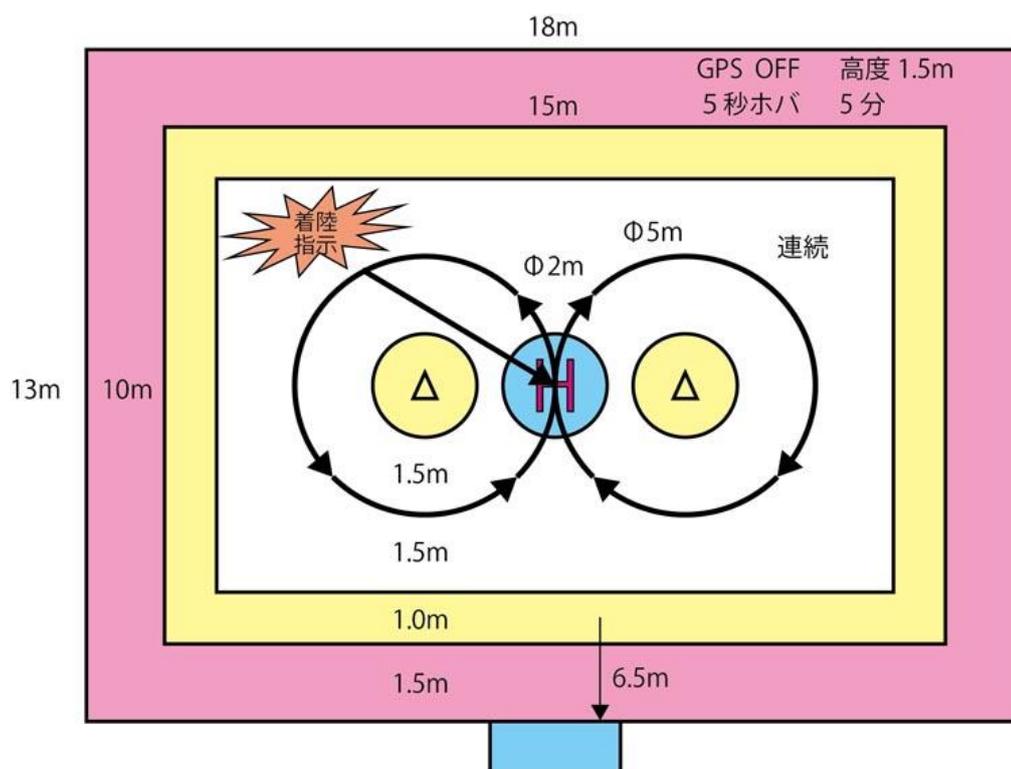
運航者は、事故発生時においては、直ちに無人航空機の飛行を中止するとともに、負傷者がいる場合には、第一にその負傷者の救護及び緊急通報、事故等の状況に応じた警察への通報、火災が発生している場合の消防への通報など、危険を防止するための必要な措置を講じ、次に当該事故が発生した日時及び場所等の必要事項を国土交通大臣に報告する。



(図 - 16 1 等基本スクエア)



(図 - 17 1等基本ピルエット)



(図 - 18 1等基本8の字緊急帰還着陸)

3 合格の要件（1等目視外）

① 机上試験

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

② 口述試験（飛行前点検）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

③ 実技試験

i 高度変化を伴うスクエア飛行（図 - 19）、80点以上、制限時間9分

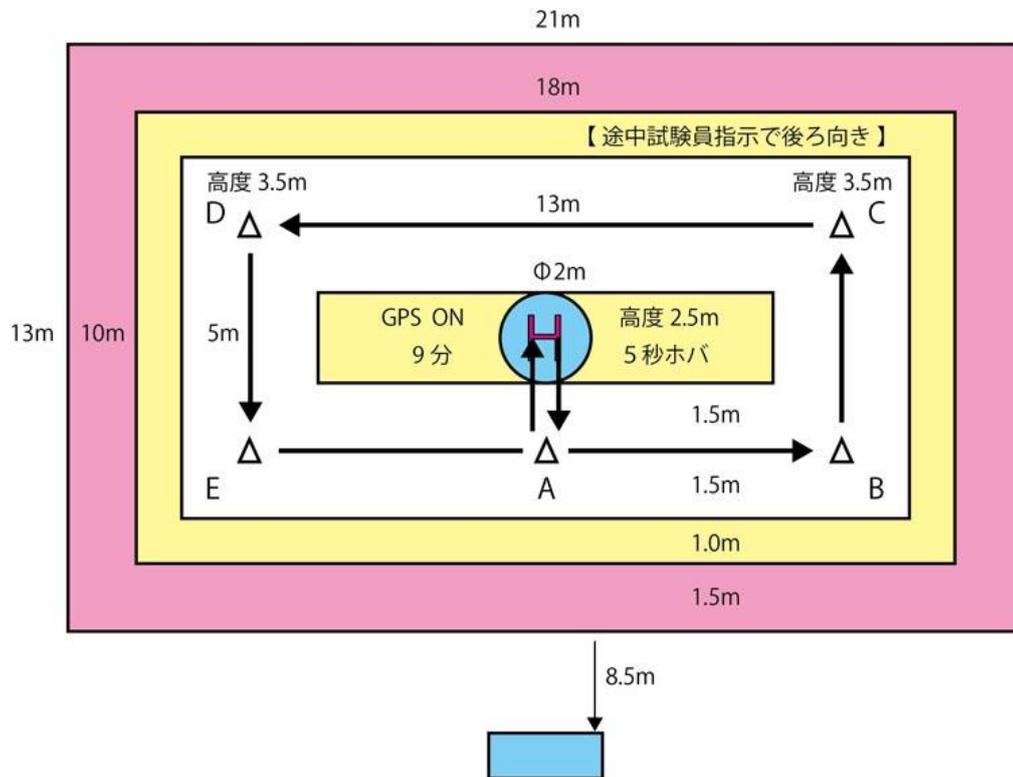
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 ON の状態で、目視内で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 2.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員の指示で、受験者は機体が見えないようにする。
- (3) 受験者は、カメラ画像のみで試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動をする。B地点とC地点の間及びE地点とD地点の間の移動は、2.5mから3.5mまでの高度変化を伴う
- (4) 移動完了後、着陸を行う。

ii 異常事態における飛行、80点以上、制限時間5分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で、目視内で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 3.5メートルまで上昇し、ホバリングを行う。（図 - 20）
- (2) ホバリング中に、離着陸地点をカメラで確認できるようにする。
- (3) 受験者はカメラ操作完了を試験員に伝達する。
- (4) 試験員の指示で、受験者は機体が見えないようにする。
- (5) 10秒間目視外でホバリングを行う。
- (6) ホバリング完了後、受験者は、試験員から伝えられた緊急着陸地点をカメラで確認し、緊急着陸地点までの経路に障害物がないことを確認した上で、緊急着陸地点に移動する。（図 - 21）
- (7) 緊急着陸地点への移動完了後、緊急着陸地点の障害物の問題がないことを確認した後、着陸を行う。

④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）

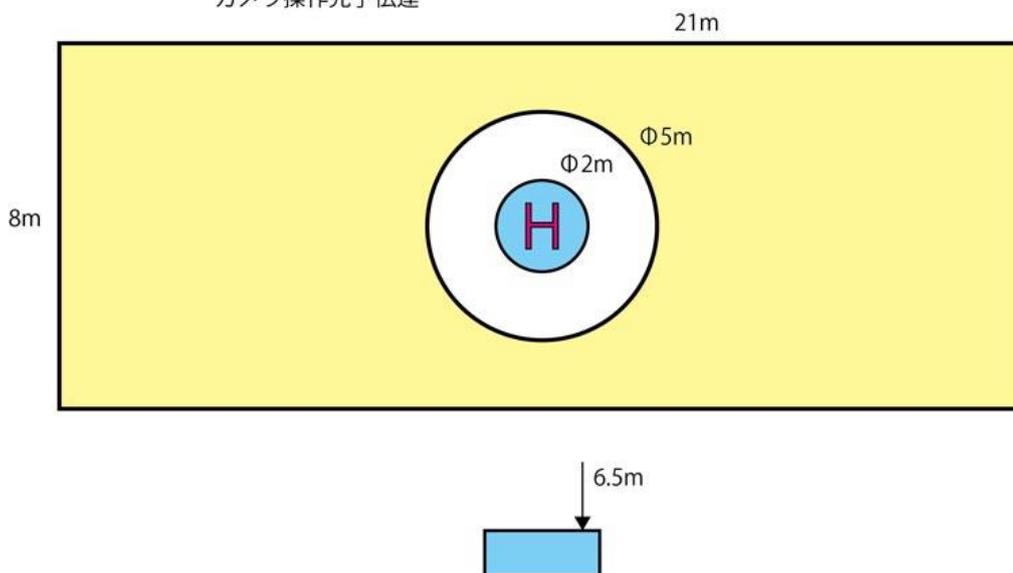
第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 19 1等目視外スクエア)

手順 1 【途中試験員の指示有り】

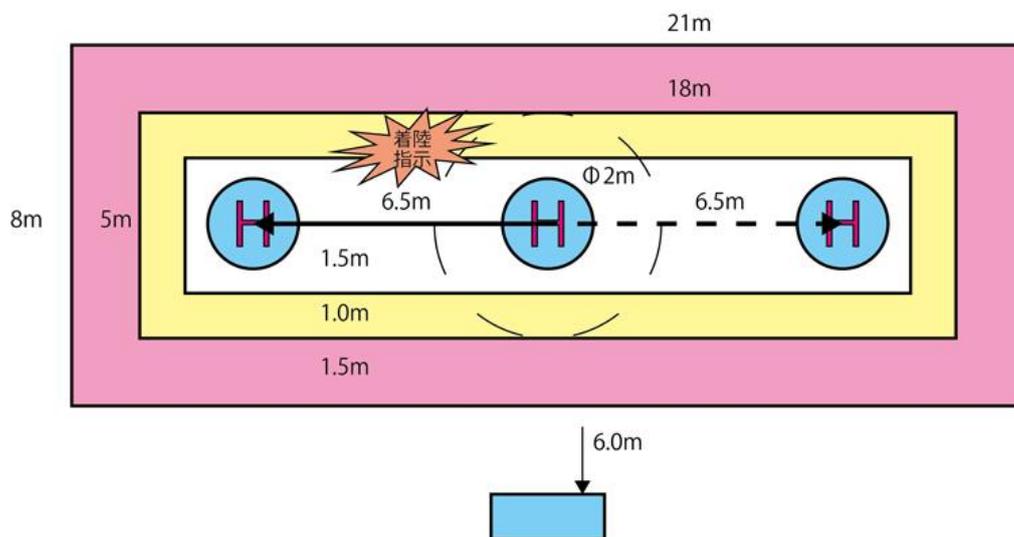
GPS OFF	高度 3.5m		試験員指示で後ろ向き
目視内	ホバ	⇒	目視外
5分	カメラ操作可を確認		10秒ホバ
	カメラ操作完了伝達		



(図 - 20 1等目視外ホバリング)

手順 2 【途中試験員の指示有り】

- | | |
|----------------|-------------------|
| ①試験員より緊急着陸地点指示 | ④緊急着陸地点まで移動 |
| ②緊急着陸地点をカメラで確認 | ⑤緊急着陸地点障害物異常無しを確認 |
| ③経路に障害物無しを確認 | ⑥着陸 |



(図 - 21 1等目視外緊急その場着陸)

4 合格の要件 (1等夜間)

① 机上試験

第6段階2合格の要件 (1等基本) のとおり

② 口述試験 (飛行前点検)

第6段階2合格の要件 (1等基本) のとおり

③ 実技試験

i 高度変化を伴うスクエア飛行 (図 - 22)、80点以上、制限時間6分

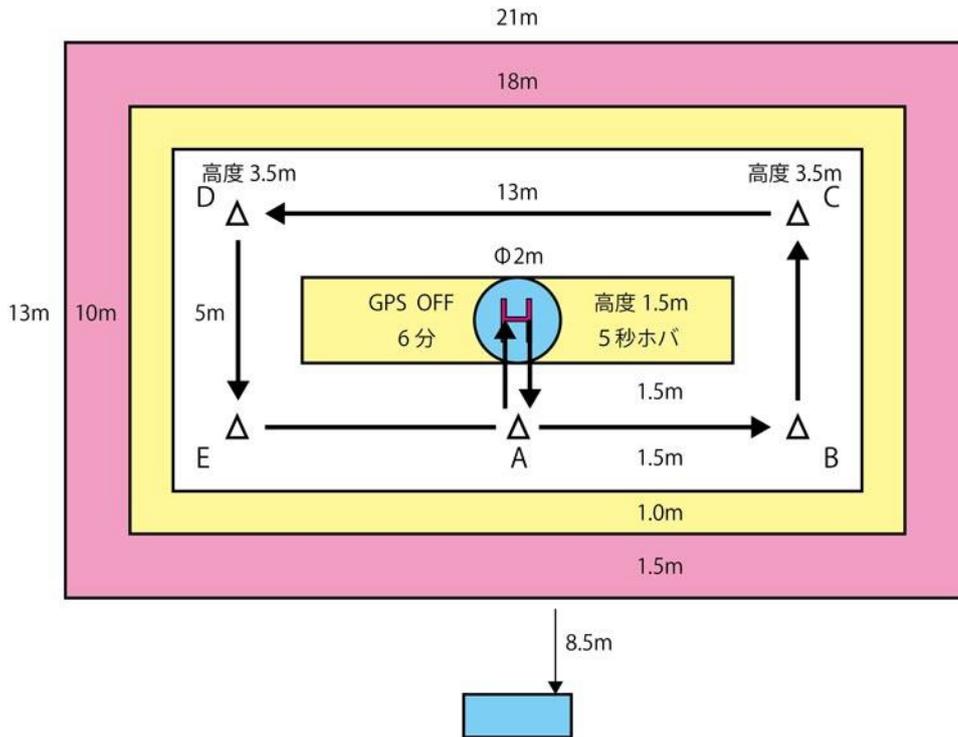
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度1.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。
機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動する。
B地点とC地点の間及びE地点とD地点の間の移動は、1.5メートルから3.5メートルまでの高度変化を伴う。
- (3) 移動完了後、着陸を行う。

ii 緊急着陸を伴う8の字飛行 (図 - 23)、80点以上、制限時間5分

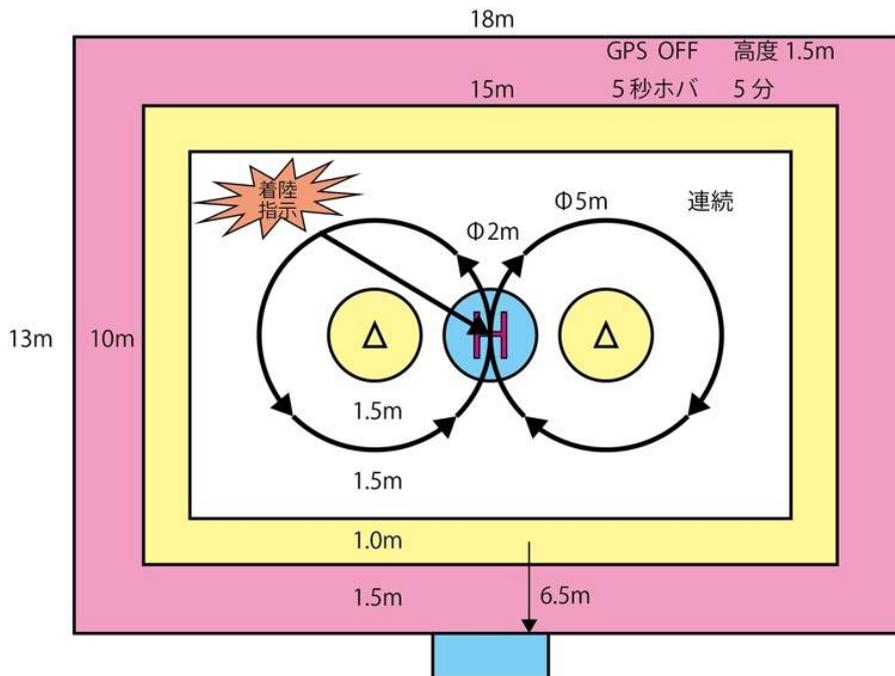
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度1.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 機体の機首を進行方向に向けた状態の8の字飛行を、連続して行う。
- (3) 試験員からの緊急着陸を行う旨の口頭指示があり次第、8の字飛行を中断し、最短のルートで指定された着陸地点への着陸を行う。

※円直径は約5メートルとする。

- ④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）
第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 22 1等夜間スクエア)



(図 - 23 1等夜間8の字緊急帰還着陸)

5 合格の要件（1等25kg以上）

① 机上試験

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

② 口述試験（飛行前点検）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

③ 実技試験（最大離陸重量25kg以上のマルチローターで行う。）

i 高度変化を伴うスクエア飛行（図 - 24）、80点以上、制限時間8分

(1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能OFFの状態では機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度5メートルまで上昇して、5秒間ホバリングを行う。

(2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。

機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動をする。

B地点とC地点の間及びD地点とE地点の間の移動は、飛行経路は5mから10mまでの高度変化を伴う。

(3) 移動完了後、着陸を行う。

ii ピルエットホバリング（図 - 25）、80点以上、制限時間3分

(1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能OFFの状態では機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度5メートルまで上昇して、5秒間ホバリングを行う。

(2) 離陸地点にて、試験員の指示する方向に、20秒間程度で一回転する回転速度で回転を行う。

(3) 一回転後、着陸を行う。

iii 緊急着陸を伴う円周飛行（図 - 26）、80点以上、制限時間8分

(1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能OFFの状態では機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。

(2) 機体の機首を進行方向に向けた状態の円周飛行を、連続し2周行う。

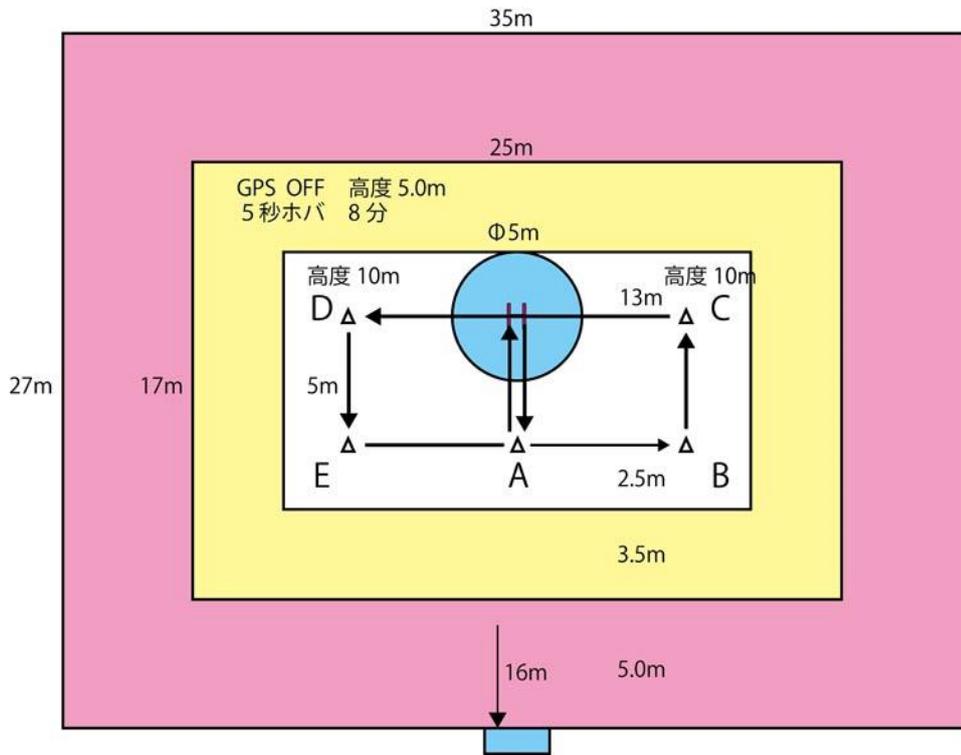
(3) 機首を(2)と逆方向に向け、逆方向の円周飛行を連続して行う。

(4) 試験員からの緊急着陸を行う旨の口頭指示があり次第、円周飛行を中断し、最短のルートで指定された着陸地点への着陸を行う。

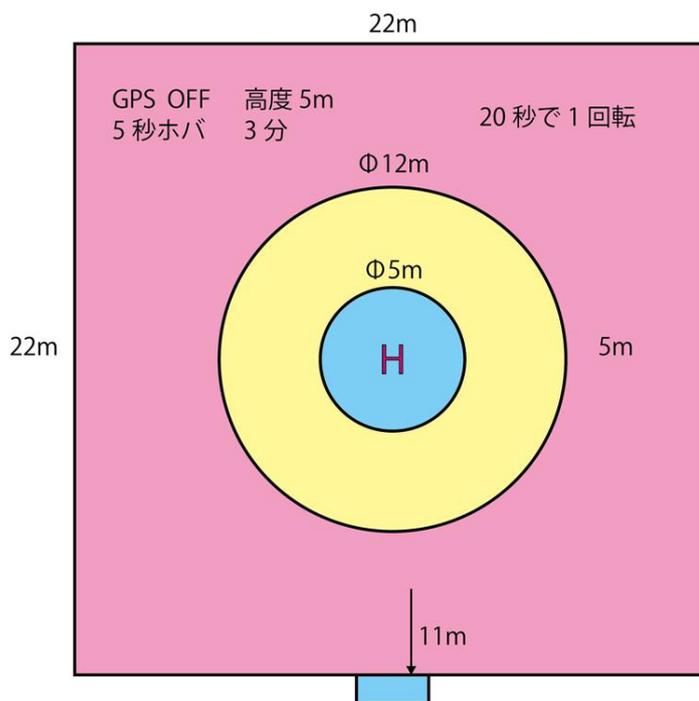
※円直径は約10メートルとする。

④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）

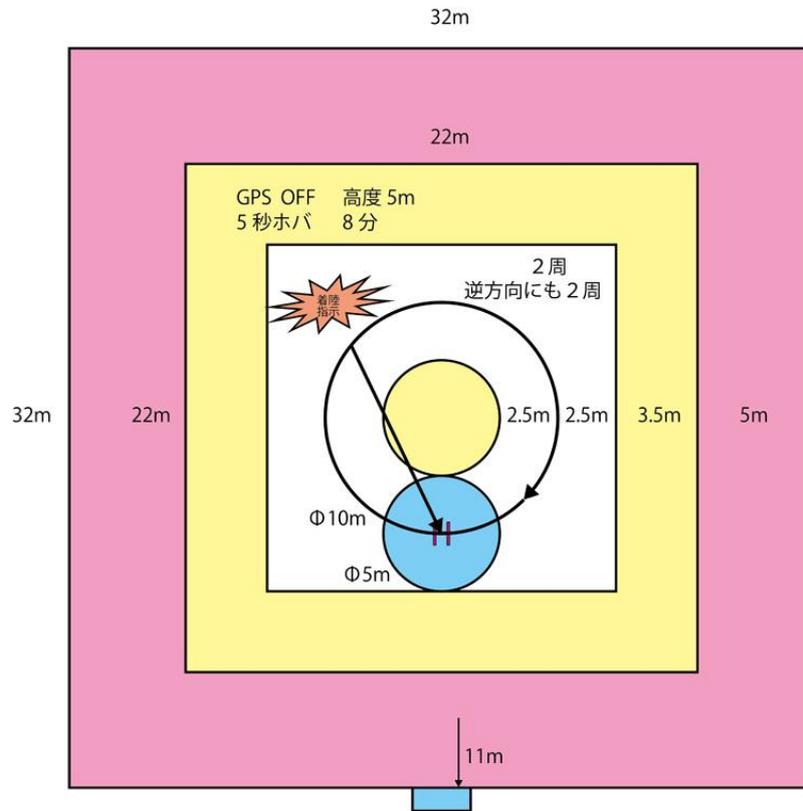
第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 24 1等 25 kgスクエア)



(図 - 25 1等 25 kgピルエット)



(図 - 26 1等 25 kg円周緊急帰還着陸)

6 合格の要件（2等基本）

① 机上試験

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

② 口述試験（飛行前点検）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

③ 実地試験

i スクエア飛行（図 - 27）、70点以上、制限時間8分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 ON の状態で、機首を受験者から見て前方にむけて離陸を行い、高度 3.5 メートルまで上昇し、5 秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動をする。
- (3) 移動完了後、着陸を行う。

ii 8の字飛行（図 - 28）、70点以上、制限時間8分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 ON の状態で、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 1.5 メートルまで上昇し、5 秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で、機体の機首を進行方向に向けた状態での8の字飛行を、連続して二周行う。
- (3) 8の字飛行完了後、着陸を行う。
※円直径は約5メートルとする。

iii 異常事態における飛行（図 - 29）、70点以上、制限時間6分

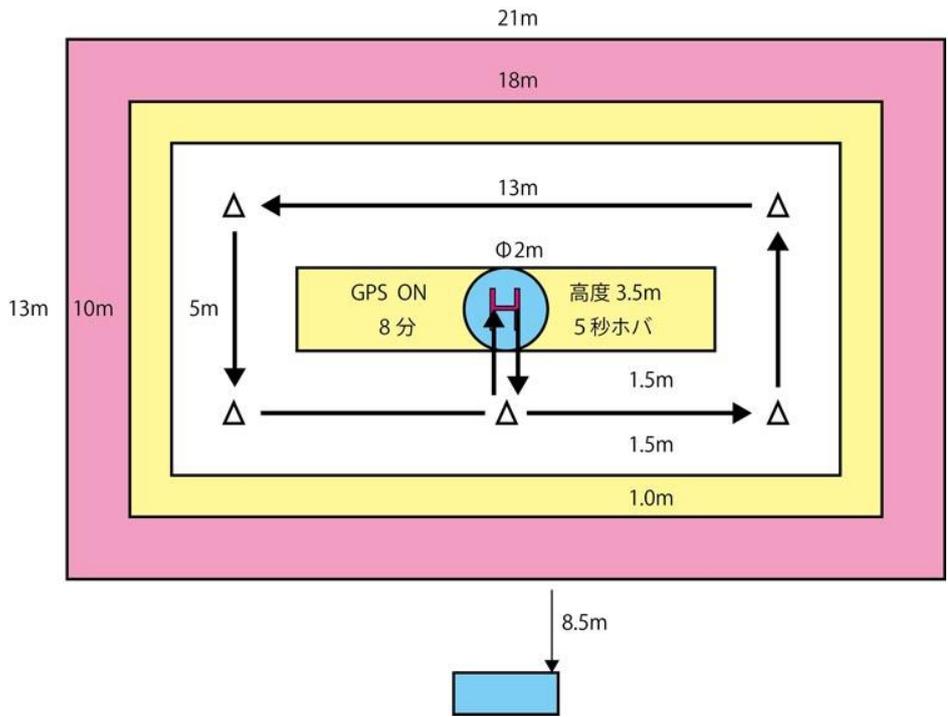
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 3.5 メートルまで上昇し、5 秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機首を常に受験者から見て前方に向けた状態で側方へ移動し続ける。
- (3) 試験員からの緊急着陸を行う旨の口頭指示があり次第、最短の飛行経路で指定された緊急着陸地点に着陸を行う。

④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）

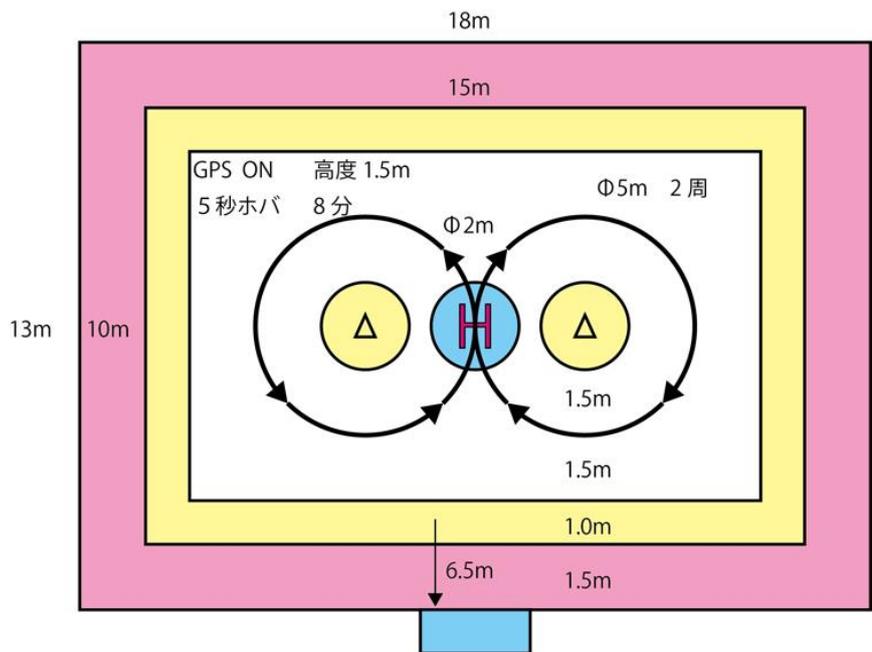
第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

⑤ 口述試験（事故、重大インシデントの報告及びその対応）

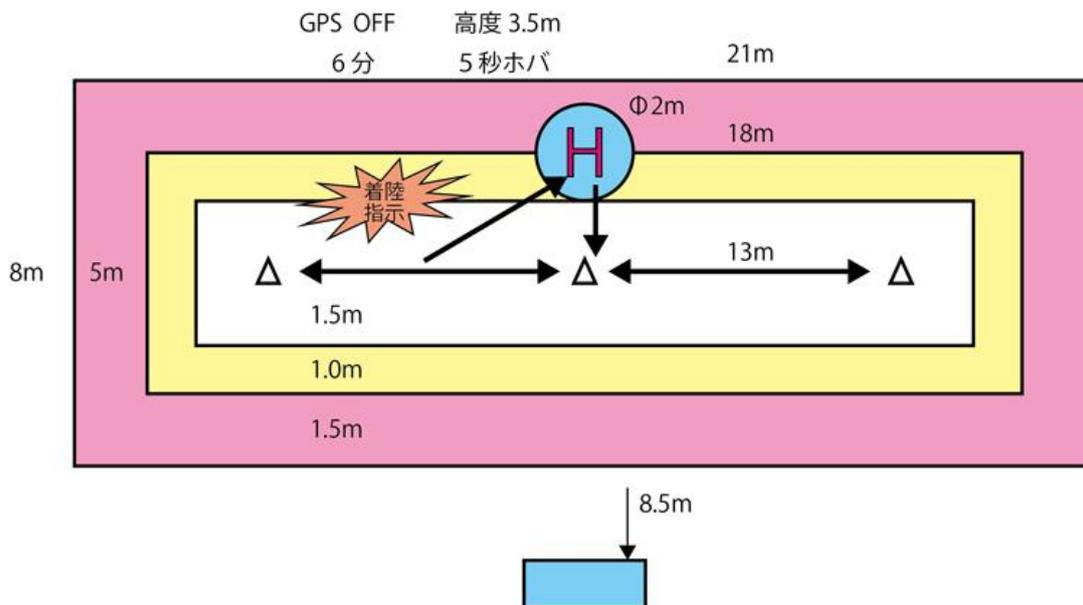
第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 27 2等基本スクエア)



(図 - 28 2等基本8の字)



(図 - 29 2等基本緊急帰還着陸)

7 合格の要件（2等目視外）

① 机上試験

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

② 口述試験（飛行前点検）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

③ 実地試験

i スクエア飛行（図 - 30）、70点以上、制限時間9分

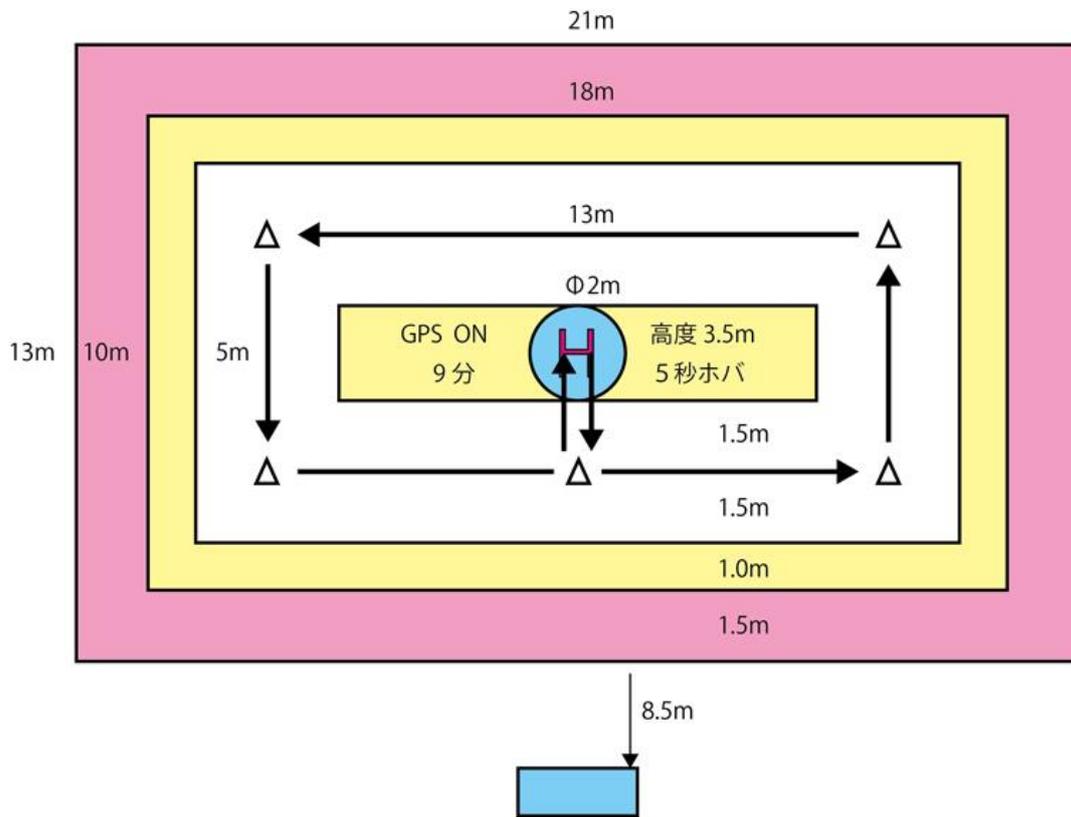
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 ON の状態で、目視内で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 3.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員の指示で、受験者は機体が見えないようにする。
- (3) 受験者は、カメラ画像のみで試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動をする。
- (4) 移動完了後、着陸を行う。

ii 異常事態における飛行、70点以上、制限時間5分

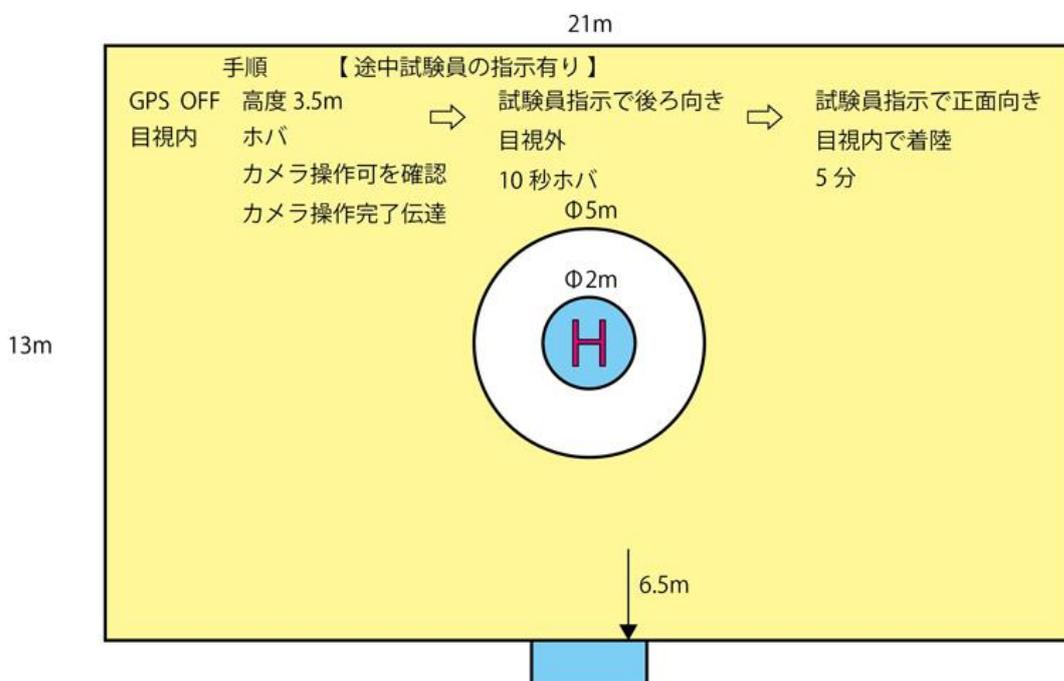
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で、目視内で機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度 3.5メートルまで上昇し、ホバリングを行う。
- (2) ホバリング中に、離着陸地点をカメラで確認できるようにする。
- (3) 受験者はカメラ操作完了を試験員に伝達する。
- (4) 試験員の指示で、受験者は機体が見えないようにする。
- (5) 10秒間目視外でホバリングを行う。（図 - 31）
- (6) 試験員の指示でホバリングを完了し、機体を目視できる状態に戻り、目視内で着陸を行う。

④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 30 2等目視外スクエア)



(図 - 31 2等目視外ホバリング緊急着陸)

8 合格の要件（2等夜間）

① 机上試験

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

② 口述試験（飛行前点検）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

③ 実地試験

i スクエア飛行（図 - 32）、70点以上、制限時間9分

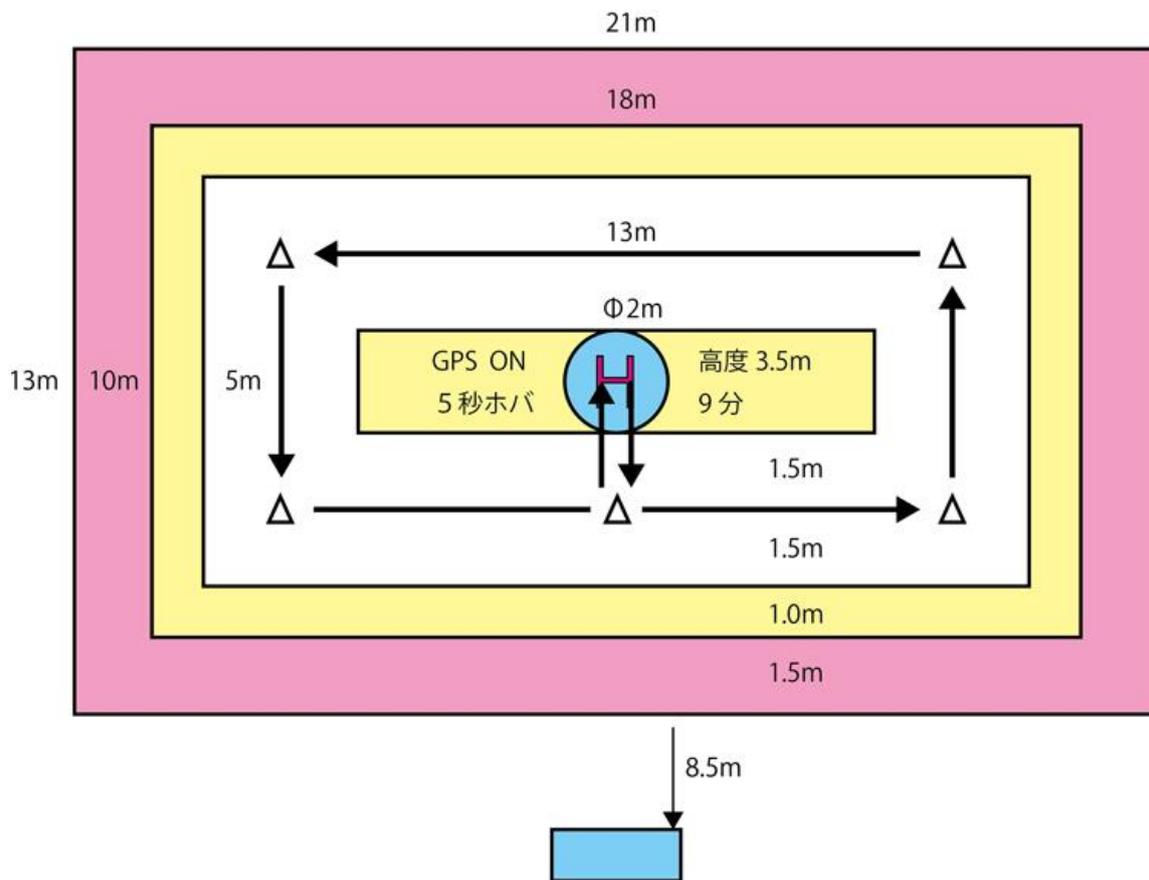
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能ONの状態、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度3.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動する。
- (3) 移動完了後、着陸を行う。

ii 異常事態における飛行、（図 - 33）、70点以上、制限時間5分

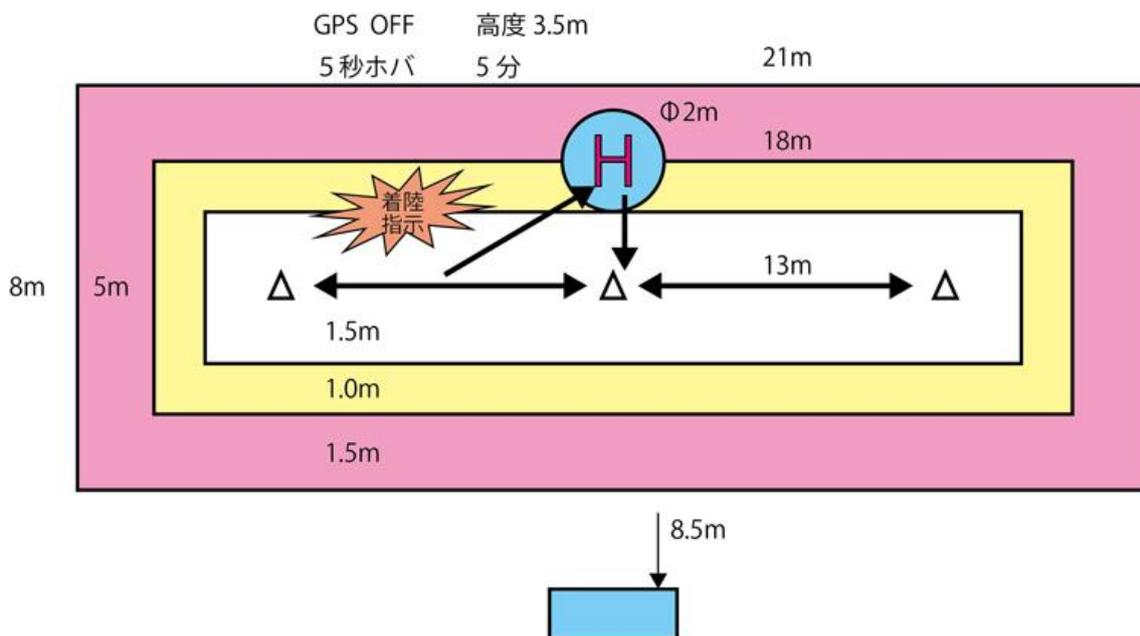
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能OFFの状態、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度3.5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機首を常に受験者から見て前方に向けた状態で側方へ移動し続ける。
- (3) 試験員からの緊急着陸を行う旨の口頭指示があり次第、最短の飛行経路で指定された緊急着陸地点に着陸を行う。

④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 32 2等夜間スクエア)



(図 - 33 2等夜間緊急帰還着陸)

9 合格の要件（2等 25kg 以上）

① 机上試験

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

② 口述試験（飛行前点検）

第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり

③ 実地試験（最大離陸重量 25kg 以上のマルチローターで行う。）

i スクエア飛行（図 - 34）、70点以上、制限時間8分

- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 ON の状態で、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機体の機首を常に進行方向に向けた状態で移動をする。
- (3) 移動完了後、着陸を行う。

ii 円周飛行（図 - 35）、70点以上、制限時間8分

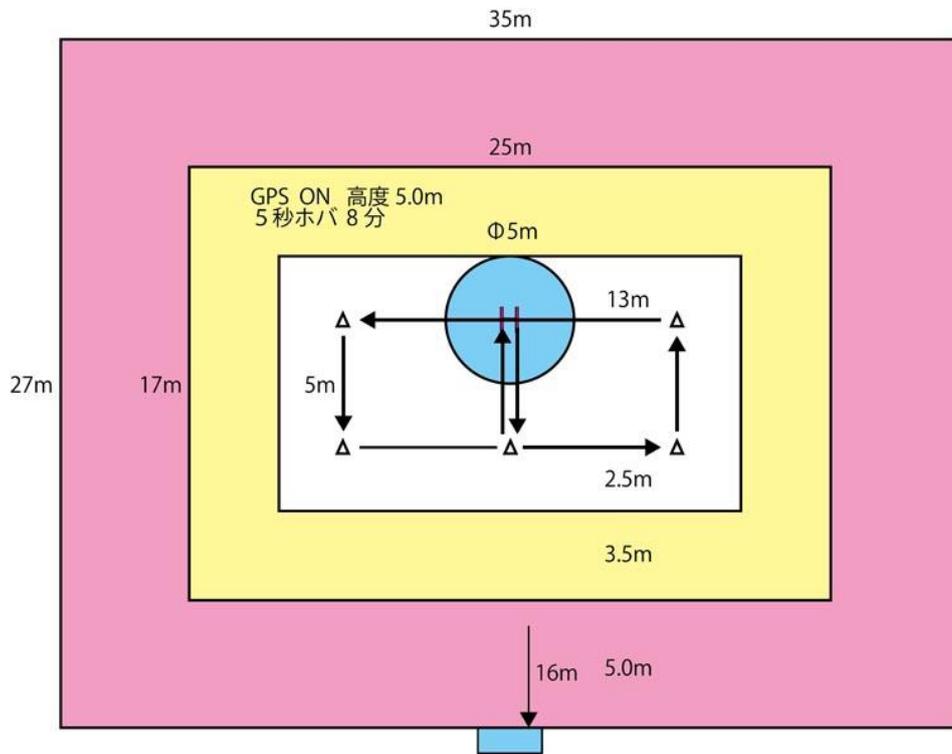
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 ON の状態で、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 機体の機首を進行方向に向けた状態の円周飛行を、連続して二周行う。
- (3) 機首を（2）と逆方向に向け、逆方向の円周飛行を連続して二周行う。
- (4) 完了後、着陸を行う。
※円直径は約 10メートルとする。

iii 異常事態における飛行（図 - 36）、70点以上、制限時間5分

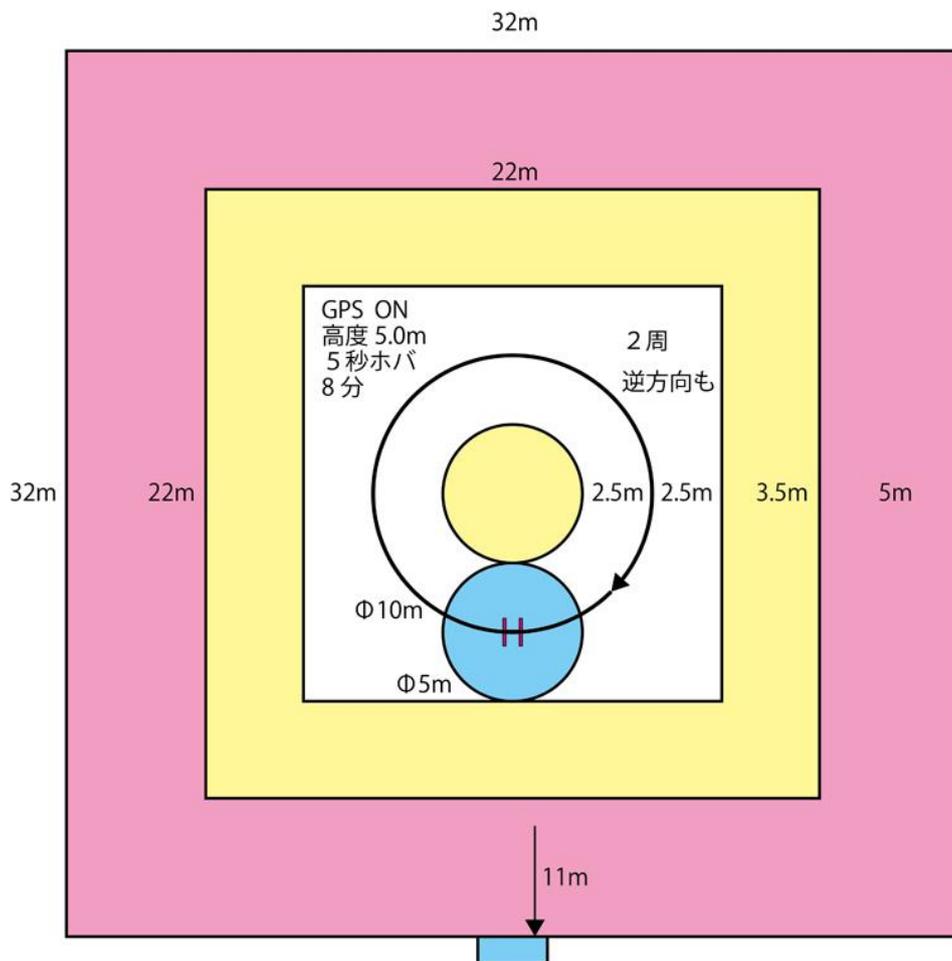
- (1) GNSS、ビジョンセンサー等の水平方向の位置安定機能 OFF の状態で、機首を受験者から見て前方に向けて離陸を行い、高度5メートルまで上昇し、5秒間ホバリングを行う。
- (2) 試験員が口頭で指示する飛行経路及び手順で直線上に飛行する。機首を受験者から見て常に前方に向けた状態で側方へ移動し続ける。
- (3) 試験員からの緊急着陸を行う旨の口頭指示があり次第、最短の飛行経路で指定された緊急着陸地点に着陸を行う。

④ 口述試験（飛行後の点検及び記録）

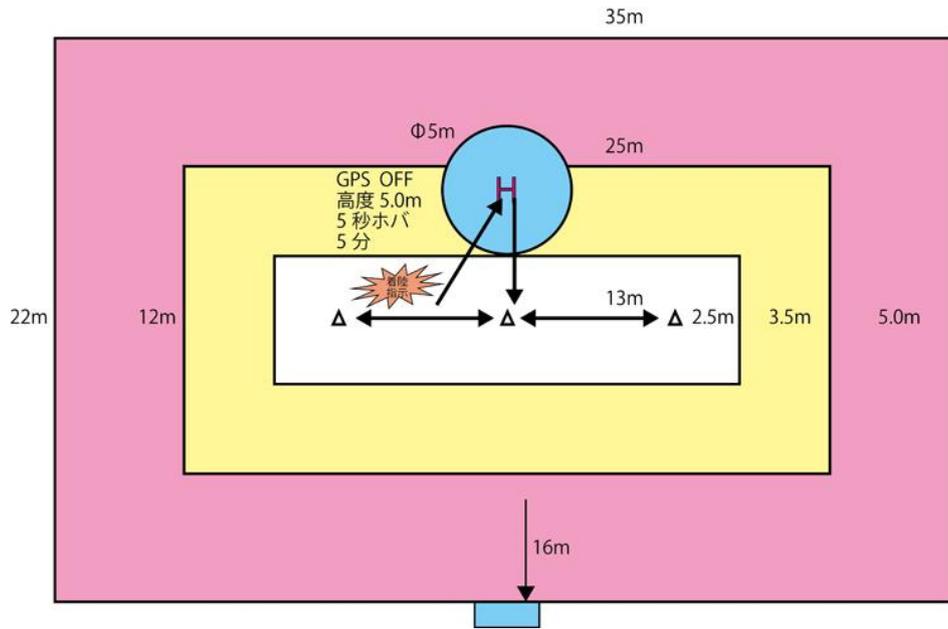
第6段階2合格の要件（1等基本）のとおり



(図 - 34 2等 25 kgスクエア)



(図 - 35 2等 25 kg円周)



(図 - 36 2等 25 kg緊急帰還着陸)