

E-520 電気設備点検（ドローン）

ドローンの基礎、屋内での操作編

1. 目的

近年ドローン技術の発展によって、人が簡単に移動することができない高所の撮影をすることがドローン一つで可能となりました。電気業界でもドローン技術は使われており、送電線や建造物の点検に使用され始めています。点検を行うためのドローン操作技術の習得を図るとともに、その結果をもとにした保全の検討の仕方等について習得を図ります。



図 1 上空150mからのセンター全体撮影

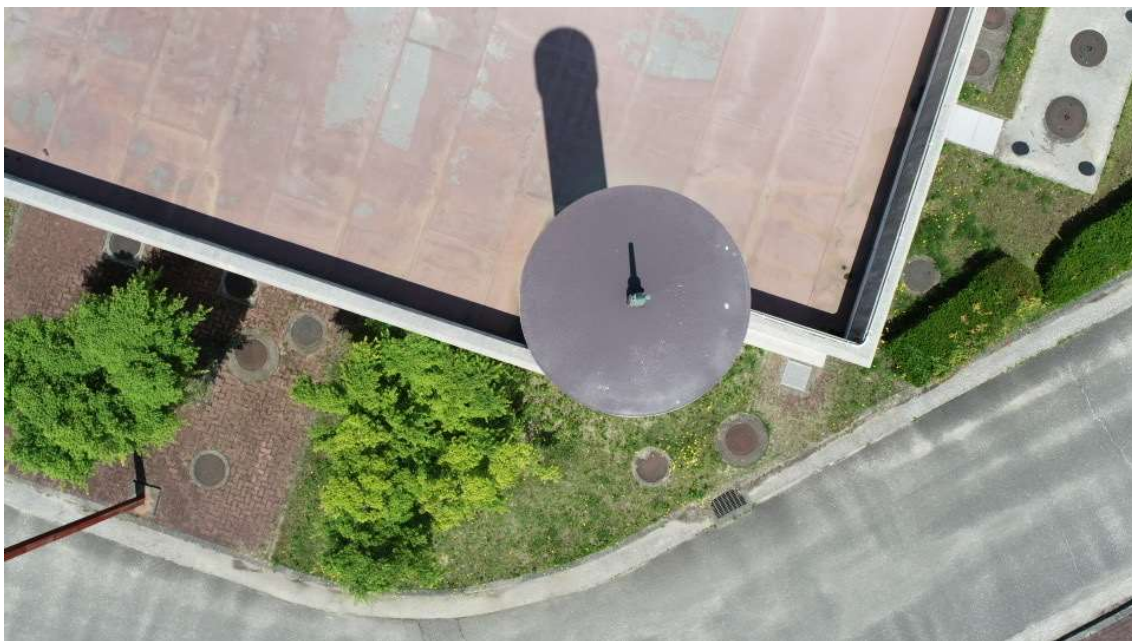


図 2 上空からの鉄塔点検

2. 飛行のルール

「飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって構造上人が乗ることができないものうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの」は航空法第9章の規制対象になるため、ドローンを屋外で飛行させるためにはルールに則って扱う必要があります。

※100g未満の重量（機体本体の重量とバッテリーの重量の合計）のものを除きます

(1) 飛行禁止区域



図3 飛行禁止区域参考

① 150m以上上空（許可が必要）

航空法により、ヘリコプターなどの航空機が飛行できる最も低い高度は150mと定められています。そのため、ドローンは150m以上上空を飛行することは禁止されています。なお、150mはドローンの直下の地表、水面からの距離となります。

② 空港周辺（許可が必要）

空港やヘリポートの周辺は飛行が禁止されています。空港の周囲4kmまたは12km、および進入表面等が禁止されており、空港によって範囲が異なります。

③ 人口集中地区（許可が必要）

人口集中地区は、5年ごとに実施される国勢調査の結果から設定される地域です。都市部だと、ほとんど全域が飛行禁止のエリアとなっています。

④ 特別な施設（許可が必要）

国の重要な施設等、外国公館、防衛関係施設、原子力事業所、これらの周辺は飛行が禁止されています。

⑤ 緊急用務空域（原則禁止）

警察、消防活動等の緊急用務を行うための、航空機の飛行が想定される場合に、無人航空機の飛行を原則禁止する空域です。

(2) 飛行時の遵守事項

飛行させる場所に関わらず、ドローンを飛行させる場合にはルールを守る必要があります。

- ① アルコールまたは薬物等の影響下で飛行させないこと
- ② 飛行前確認をおこなうこと
- ③ 航空機又はほかの無人航空機との衝突を予防するよう飛行させること

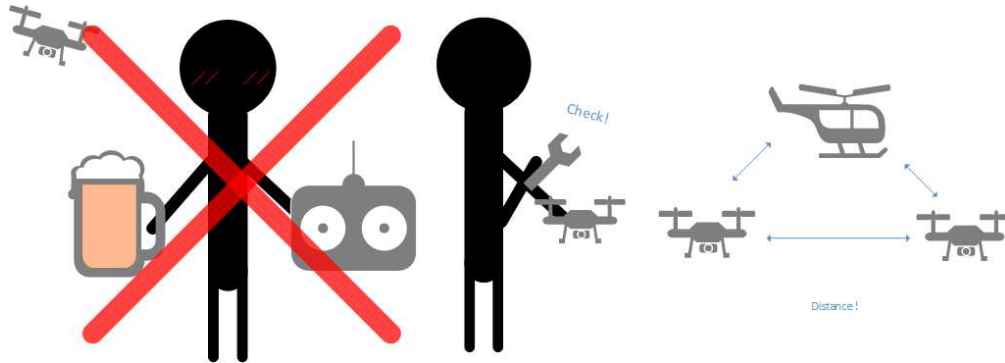


図 4 飛行時の遵守事項①～③

- ④ 他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させないこと
- ⑤ 日中（日出から日没まで）に飛行させること
- ⑥ 目視（直接肉眼による）範囲内で無人航空機とその周辺を常時監視して飛行させること

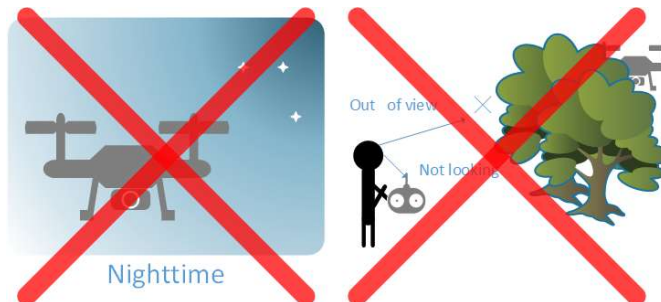


図 5 飛行時の遵守事項④～⑥

- ⑦ 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
- ⑧ 祭日、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
- ⑨ 爆発物など危険物を輸送しないこと
- ⑩ 無人航空機からものを投下しないこと



図 6 飛行時の遵守事項⑦～⑩

(3) 機体の登録

ドローンを新しく購入した場合、機体の登録が必要となります。またリモート ID を機体に備え、識別番号電波で遠隔発信できる必要があります。

(4) 飛行計画の登録

ドローンを飛行させる際には飛行計画を登録することが推奨されています。飛行計画を登録し、登録者の情報を共有しておくことで、空中でのドローン同士の衝突事故を回避しやすくなります。なお(5)の飛行を行う場合は登録が義務付けられています。

(5) 各種届出について

上記(1)～(3)については国土交通省航空局 HP にて確認することができます。ドローンについての制度は比較的新しいため、追加・変更が多々あります。ドローン飛行の際には HP で新しいルール等がないか確認を行ってください。

また、(1)①～④の場所で飛行させたい場合は警察庁等、(2)⑤～⑩の方法で飛行させたい場合は国土交通省に届け出が必要です。

国土交通省 HP URL

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

(6) 航空法以外の飛行時ルール

ドローンを飛行させる際には航空法に記載された事項以外にも民法上のルールや、道路交通法上のルールも注意しなければなりません。

① 民法

他人の所有地でドローンを飛行させる場合、土地の所有者や管理者の承諾を得るのが望ましいです。

一般的に土地の上空300m以内についてまでが土地の所有権範囲といわれています。承諾を取らずに無断で飛行させた場合は不法行為となる場合があります。

② 電波法

使用している電波の周波数帯によっては資格等が必要になります。

日本製ドローンの場合ほとんどの場合問題ありませんが、改造したドローンや、海外製ドローンなどの場合は、使用するために資格等が必要な電波を使っている可能性があります。

③ 道路交通法

道路上を低空飛行や、路肩などでドローンの離着陸を行う場合、道路の使用許可が必要になる場合があります。

道路交通法において、道路で作業や工事をする場合には管轄の警察署に届け出を行い事前に使用許可を得る必要があります。車の通行の障害にならない高さであれば、上空飛行の際に使用許可は不要ですが、電信柱や(3)⑦のルール、万が一落下したことを考えると飛行には十分な注意が必要です。

④ 地域の条例

都道府県や市町村によってはドローンの条例を別途定めている場合があります。定められた条例のほとんどが都市公園においてのドローン飛行を制限するものです。公園で飛行をする場合、地域の条例を確認してください。

(7) 屋内での飛行

全面をネットで覆いドローンが外に飛び出ることのない空間は屋内とみなされます。屋内での飛行は航空法の規制対象外となります。屋内での飛行も天井や壁などの激突や事故が無いように気を付ける必要があります。

3. ドローンの準備

今回の訓練で使用するドローンは「DJI PHANTOM4 PRO V2.0」となります。DJI社は一般向けドローンの市場ではかなりのシェアを占めており、その中でも PHANTOM シリーズは人気が高く、ドローンといえば PHANTOM をイメージする人も多いです。なお現在同ドローンは生産が終了しています。別種のドローンも基本は同じため、基本的な準備を確認、習得してください。

※組立中は電源を入れないでください。

操作方法がわからない場合、思いもよらぬ動作をする可能性があります。



図 7 DJI PHANTOM4 PRO V2.0

(1) 各部品の名称

① 本体

② バッテリー

○のスイッチを1度押すと電池残量が確認できます。

③ プロペラ

2種4本で1セットです。中心にブラックとシルバーの円がマークされています。

④ プロペラガード

プロペラと同様に2種4本で1セットです。付け根辺りにブラックとシルバーの長方形がマークされています。



図 8 各部品①～④

⑤ コントローラー

日本ではプロポ（プロポーションナル・システム）とも呼ばれます。ドローンの操縦に用います。バッテリーと同様に1度押すと電池残量が確認できます。

⑥ タブレット

アプリを利用することでカメラの映像を確認でき、自動制御の操作も可能です。スマートフォンでも代用できます。今回は iPad を使用します。

⑦ 接続ケーブル

コントローラーとタブレットを接続します。

⑧ ネックストラップ

コントローラーを重量があり、常に持って操縦します。落下防止のためネックストラップを使用します。



図 9 各部品⑤～⑧

(2) 部品の取り付け

- ① 本体のストッパーを取り外します。



図 10 部品の取り付け① ストッパーの取り外し

- ② プロペラガードを取り付けます。取り付け箇所にはブラックとシルバー（白）のマークがあるので、対応する部品を取り付けます。

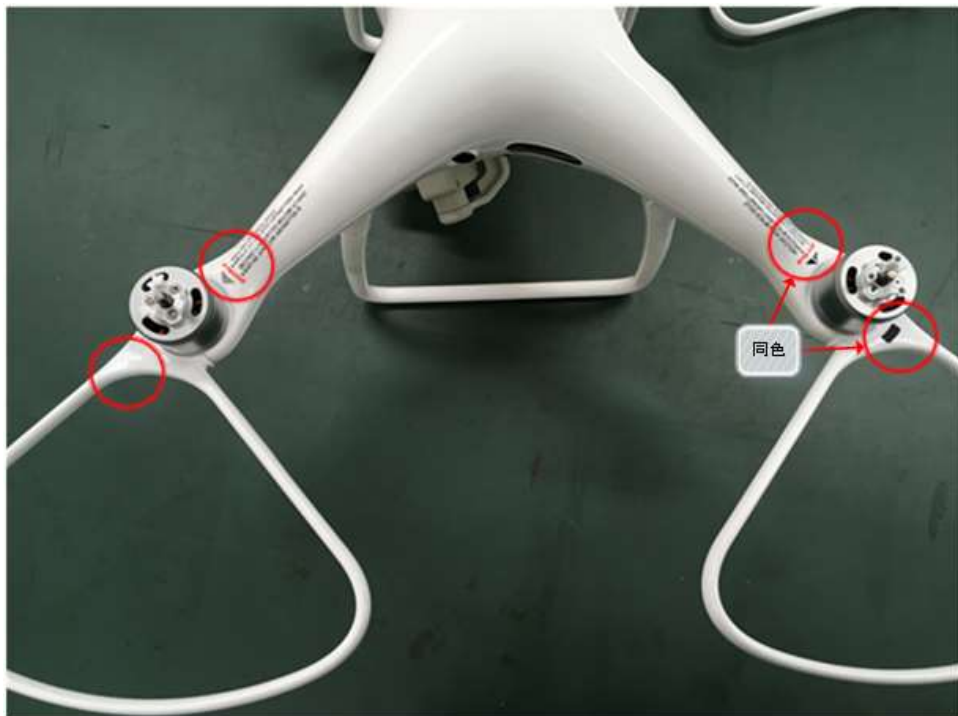


図 11 部品の取り付け② プロペラガード

- ③ プロペラを取り付けます。プロペラガードと同様にマークに対応する部品を取り付けます。



図 12 部品の取り付け③ プロペラ

- ④ バッテリーを挿入します。上下の向きに気を付けてください。



図 13 部品の取り付け④ バッテリー

- ⑤ コントローラーにタブレット、接続ケーブル、ネックストラップを取り付けます。



図 14 部品の取り付け⑤ コントローラー

- ⑥ アンテナの角度を調整します。コントローラーに対して斜めになるようにしてください。

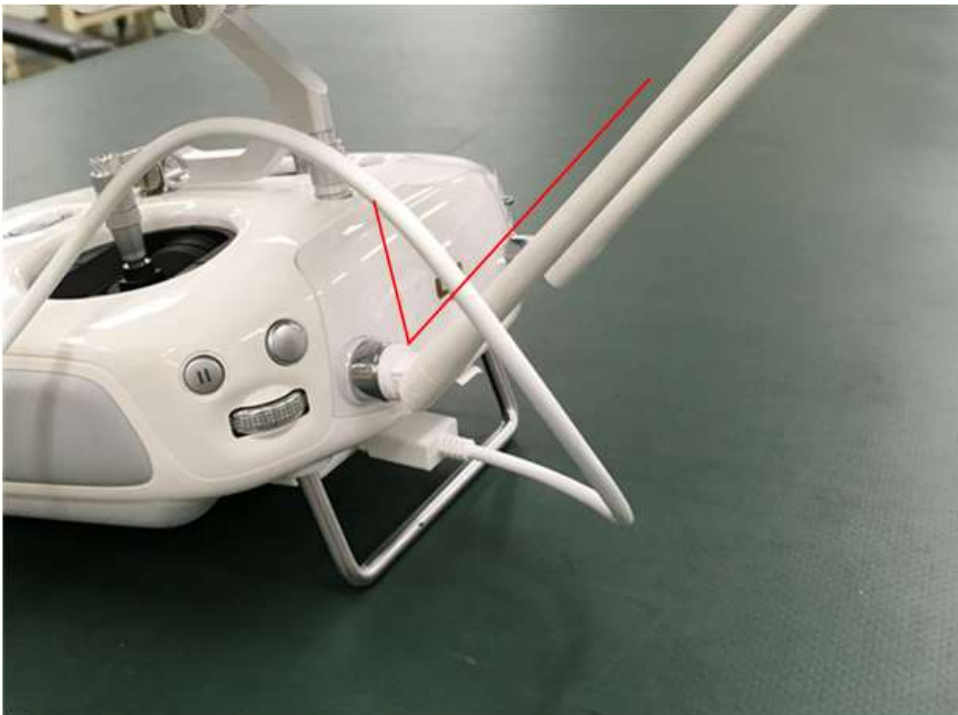


図 15 部品の取り付け⑥ アンテナ

(3) 飛行前の確認

組立後にはドローンの飛行に問題がなさそうか確認をしてください。各項に問題がある場合、突然の落下やドローンが制御不能になる可能性があります。

- ① 本体の外形にひび、破損、汚れなどはないか
- ② プロペラ、プロペラガードの外形にひび、破損、汚れなどはないか
- ③ 本体に取り付けた部品が引っ張るだけでは取り外しされないか
- ④ 本体のストッパーを取り忘れていないか
- ⑤ コントローラー、タブレット、バッテリーの充電は十分か

4. 基本的な操縦方法

ドローンを操縦するためにはコントローラーを使用します。コントローラーには複数の操縦モードがあります。日本産のドローンは「モード1」が主流ですが、海外産は「モード2」が主流となります。現在の日本では海外産ドローンのシェア率が高いため「モード2」を使用します。

(1) スティックの操作

ドローンはスティックを操作することで、上昇下降、左右旋回、前後左右の移動を行うことができます。

① 上昇下降

左スティックを上へ傾けると上昇、下へ傾けると下降します。



図 16 スティック操作① 上昇下降

② 左右旋回

左スティックを右に傾けると右方向に、左に傾けると左方向に旋回します。



図 17 スティック操作② 左右旋回

③ 前後左右の移動

右スティックを前後左右に傾けると、前後左右に移動します。

前方向への移動は、ドローンの正面方向（カメラの向いている方向、赤いランプが点灯している方向）への移動です。

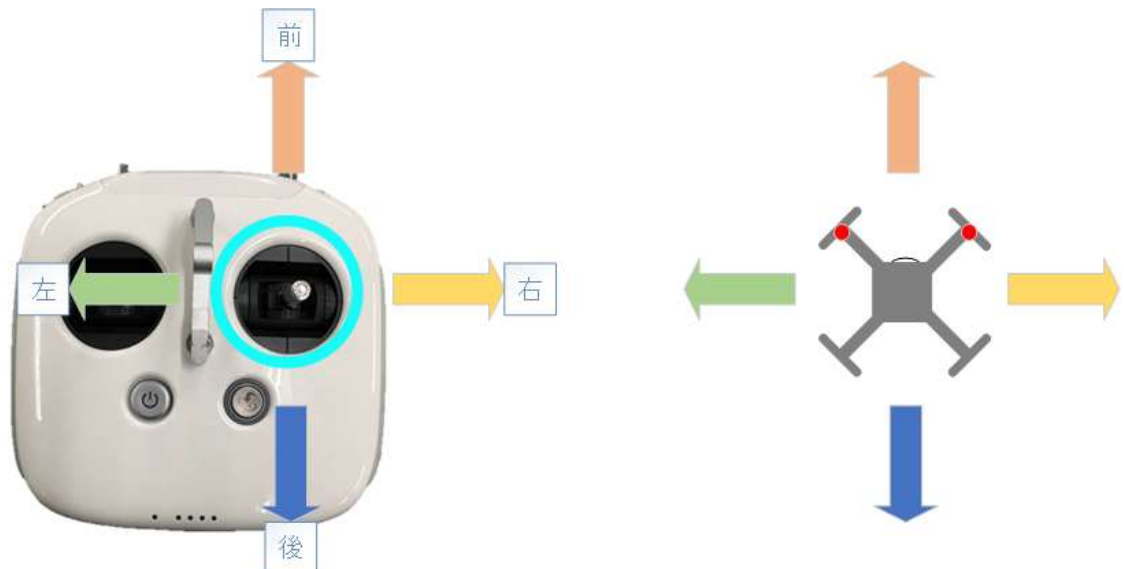


図 18 スティック操作③ 前後左右

(2) 始動方法

左右のスティックを同時に八の字、または逆八の字にするとドローンが始動し、プロペラが回転します。その後ドローンを上昇させることで離陸させることができます。

着陸の際はドローンをプロペラが止まるまで下降させます。

飛行中に始動の操作を行うと、プロペラが停止し落下してしまう可能性があるので注意してください。



図 19 ドローン始動

(3) 電源の ON/OFF

バッテリーとコントローラーの電源は同一の操作で ON、OFF をすることができます。

① 電池残量の確認

電源ボタンを 1 度押すと LED が点滅し電池残量を確認することができます。

② 電源の ON

電源ボタンを 1 度押し、その後すぐに電源ボタンを長押しすると電源を ON にすることができます。

③ 電源の OFF

電源ボタンを長押しすることで電源を OFF にすることができます。



図 20 電源ボタン

5. ドローンの安全機能

ドローンを安全に飛行させるためにセンサー等の機能が搭載されています。「DJI PHANTOM4 PRO V2.0」に搭載されている安全機能の一例について紹介します。

(1) GPS

GPSは「Global Positioning System」の略で、カーナビやスマートフォン等多くの場面で使用されています。GPS衛星から送られてくる信号を受信・解析し、現在位置を正確に特定します。GPSにより下記のような機能を発揮することができます。

① ホバリング

後述のセンサーと合わせて使用し、位置を割り出すことで空中に同じ位置に静止することができます。

② RTH

RTHは「Return To Home」の略です。離陸地点を記録し、その地点まで自動帰還を行います。

③ 自律飛行

あらかじめ設定したルート通りにドローンが自動で飛行します。

(2) GPSの注意点

GPSは屋根の下や障害物が多い場合、正確に信号を受信することができません。GPSの信号を受信できないと「ATTI」モードという手動飛行に切り替わります。操作が難しくなるため、注意が必要です。

(3) センサー

各種センサーによって機体や周囲の状況を読み取ります。

① 障害物センサー

光学センサーによって接近する障害物を感知し、異常がある場合は音と表示で警告があります。接近しすぎた場合は自動で停止します。前後左右下の5方向を検知します。

環境によっては上手く作動しない場合もあるため、自分自身も安全な飛行を心掛ける必要があります。

② 加速度センサー、ジャイロセンサー

ドローンの速さと、傾き方を計測し、安定したホバリングを行うことができます。

(4) 低バッテリーRTH

バッテリーは満充電で約30分間飛行できます。飛行を続けドローンが安全な帰還に影響が出るほど、バッテリーが消耗すると起動します。ドローンを帰還させるか着陸させるよう通知がでるため、バッテリーの残量には注意をしてください。

6. 屋内飛行練習

屋内（体育館）でドローンの飛行練習を行います。屋外と違い航空法は適用されませんが、飛行には事故が無いように十分に気を付ける必要があります。

（1）屋内飛行の準備

下記の通り飛行の準備を行ってください。

- ① 「3. ドローンの準備」に沿ってドローンの準備と飛行前の確認
- ② 飛行場所の安全確保
 - ・ドローンが屋外に出ていかないか
（扉等が開いている場合、閉めるかネットをかけてください）
 - ・周りの人の安全を確保できるか
 - ・その他飛行に障害はないか



図 21 屋外とみなされる状況

（2）基本の飛行

離着陸や移動など基本的な飛行を行います。下記の順番で行い、徐々に慣れていきましょう。操縦方法は「4. 基本的な操縦方法」を確認してください。また、最初のうちはドローンの後ろ側に立って操縦してください。

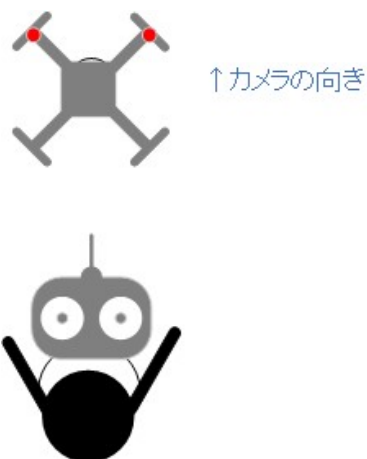


図 22 ドローンとの位置関係

① ドローンの始動

ドローンを始動させてください。4枚のプロペラが回転します。

② 離陸

ドローンを上昇させ、離陸します。

地上約2mの地点でホバリングしてください。

③ 着陸

ドローンを下降させ、着陸させてください。

プロペラの回転が自動で止まるまで、下降を続けてください。

④ 前後左右移動

ドローンを、前後左右に移動してください。

ドローンの向きと前方を向いているため、スティックの倒す向きとドローンの移動方向が同じになっています。

⑤ 旋回

ドローンを左右に旋回させてください。

⑥ 旋回後移動

ドローンの向きを右、左、後方と変えて、前後左右に移動してください。

ドローンの向きが変わっているため、スティックの倒す向きと実際の移動方向が異なります。

⑦ 着陸

離陸位置と同じ位置に戻るように着陸してください。

(3) 障害物センサーの確認

ドローンには障害物センサーが搭載されており、障害物への衝突を避けることができます。下記の動作を行い、センサーの動作を確認してください。

① 壁への接近

壁へゆっくりと接近してください。

センサーの動作確認後は、前後左右4方向に違いがあるかを確認してください。

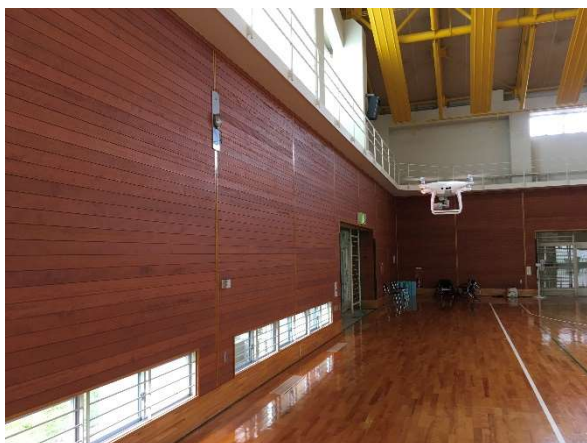


図 24 障害物への接近（正面）



図 23 障害物への接近（側面）

② 下方向障害物への接近

ドローンの下方向に障害物を置き、ドローンを下降させてください。

③ 障害物自体の接近

ドローンを身長程の高さにホバリングさせてください。

ドローンは動かさずに接近してみてください。

※ドローンには触れないこと

(4) 基本の飛行2

指定の番号の上にドローンを移動させてください。ドローンの向き等は指示にしたがってください。

基本は①から順番に時計回り、および反時計回りで練習を行います。慣れてきたらランダムな番号へ移動や、斜め移動を追加します。

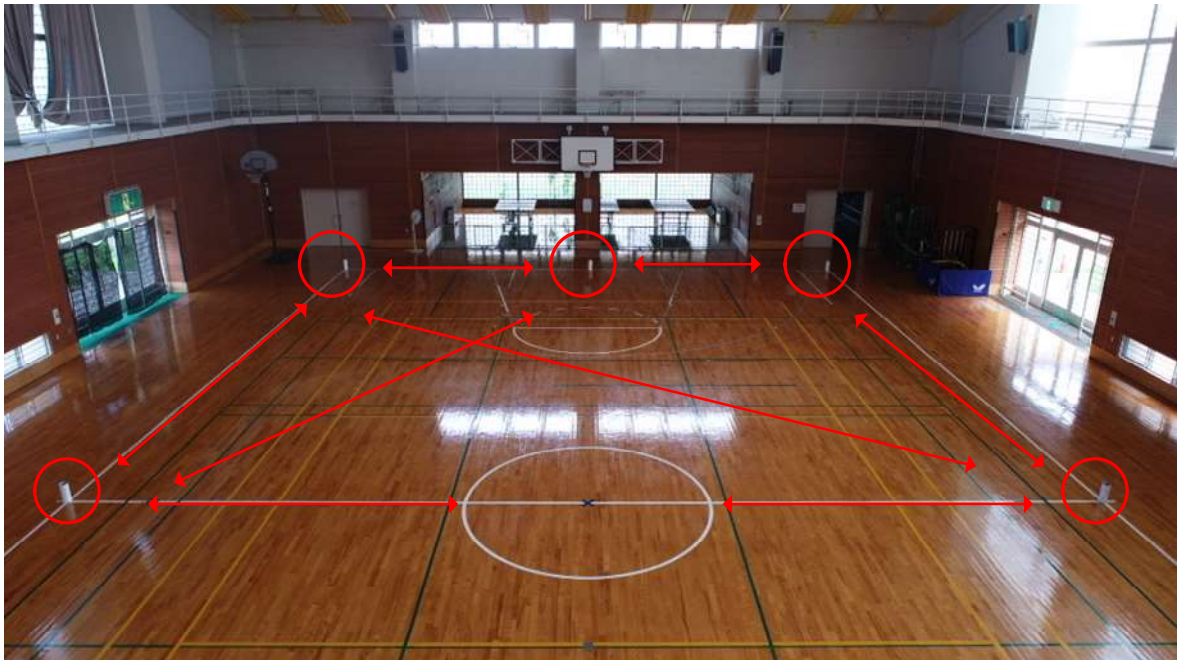


図 25 飛行練習パターン例

① 前後左右移動：旋回なし

ドローンの向きは前方のまま移動します。

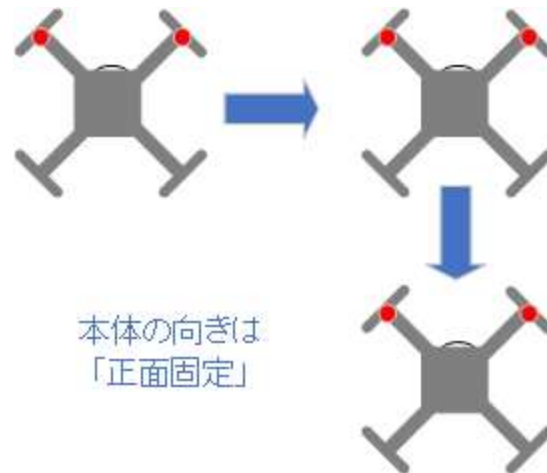


図 26 旋回なし

② 前後左右移動：進行方向にドローンを旋回

ドローンの番号の上で旋回させ、進行方向を向くようにし、移動します。

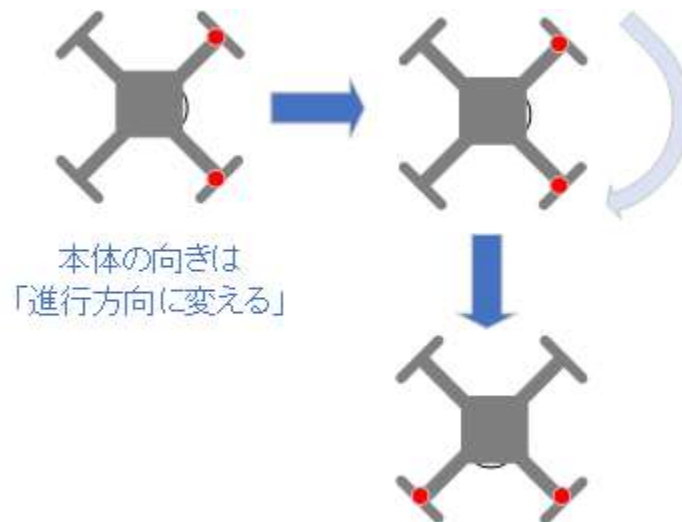


図 27 進行方向にドローンを旋回

- ③ 前後左右移動：常に右（左、後方）に固定
ドローンが右（左、後方）方向を向くように旋回します。
ドローンの方向を固定し、移動します。

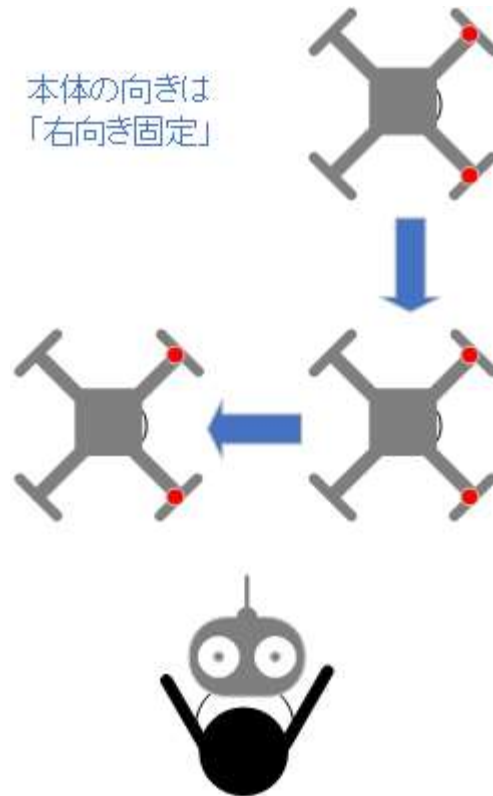


図 28 常に右に固定

(5) 応用飛行

基本的な操縦になれたらより高度な操縦を練習します。最初のうちは「ゆっくり」と操作してください。

① 8の字飛行

ドローンの向きが常に進行方向を向くように8の字に飛行させてください。一定速度で前進、旋回で方向を調整します。

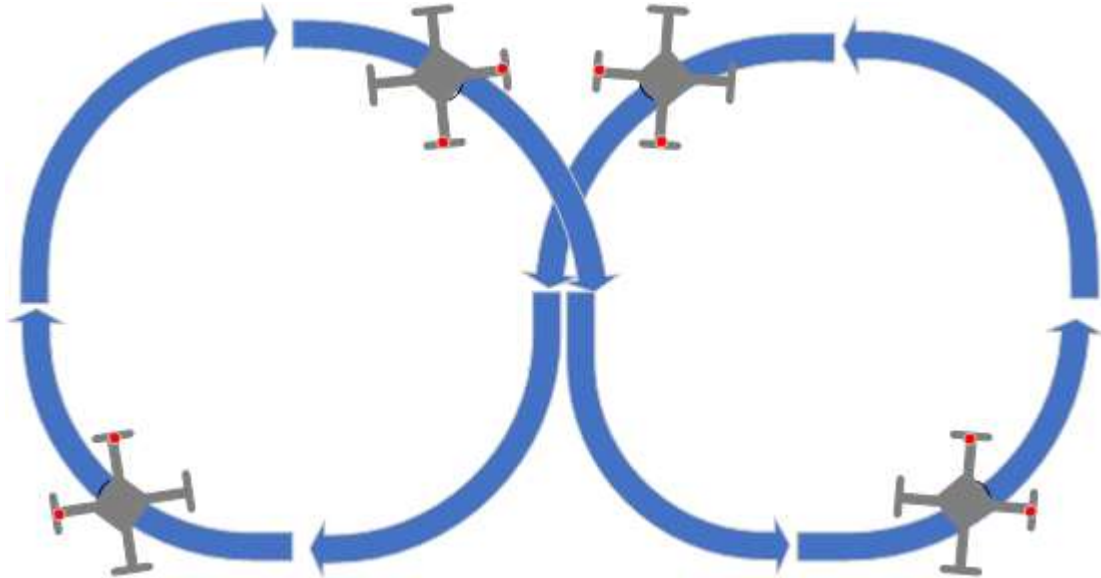


図 29 8の字飛行

② 円飛行

中心を決め、その周りに円を描くように飛行します。ドローンの向きは中心を向くようにします。

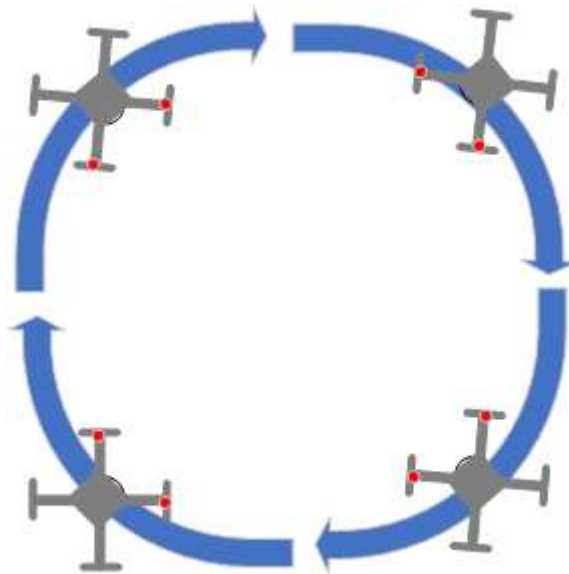


図 30 円飛行

7. ドローンの基本確認

ドローンの基本的ルールの習得状況を確認するための確認テストを行います。

(1) 基本ルール

() に当てはまる言葉を記入してください。

- ・航空法第9章の規制対象になるドローンは、総重量が() g 以上のものである。
- ・ドローンを飛行させて良い高度は一般的に() m以下である。
- ・ドローンの登録や、飛行禁止区域を飛行するための申請先は() である。

下記の問題に○か×でこたえてください。

- () ドローンを飛行させる際は、手元のドローンカメラからの映像か、ドローンを常に確認しなければならない。
- () 飛行禁止区域外で、上空30 m以上150 m以下であればドローンを自由に飛行できる
- () ドローンを飛行させる際は、屋内、屋外問わず同様のルールが適用される。

(2) ドローンの準備

ドローンが飛行できるように準備を行ってください。

「3. ドローンの準備」に沿ってドローンを準備できるか確認を行います。

(3) ドローンの基本飛行

指示に従ってドローンを飛行させてください。

「6. 屋内飛行練習」に沿ってドローンを飛行できるか確認を行います。

※本テキストは「国土交通省 無人航空機の飛行ルール」等をもとに作成されております。

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