

報告 Report

ドローン利用の基本的要件と建設業界における適用性について

原稿受付 2021年7月20日

ものづくり大学紀要 第11号 (2021) 103~106

立屋敷久志*1, 風間良亜*2, 澤本武博*3

*1 ダイヤリフォーム(ものづくり大学 非常勤講師)

*2 HUB DRONE

*3 ものづくり大学 技能工芸学部 建設学科

キーワード: ドローン, 劣化診断, 実技演習

1. はじめに

ドローンとは無人航空機の総称で、その開発の歴史は古く、1930年代から軍事用途として開始されてきた。型式としては、固定翼型と回転翼型に区分され、固定翼型は軍事用途で、回転翼型は産業用途で使用されることが多い。

近年の IOT の発展に伴い、ドローンの性能も著しく向上し、多様な分野で利用されるようになった。建設業界においてもドローン利用が広まっており、将来的には不可欠な技術になると予想されることから、昨年度、ドローン利用の基本的要件と建設業界における適用性をテーマに授業を行った。

授業はドローンパイロットによるデモ飛行および練習機による実技を組み合わせ、学生自身がドローン利用の可能性を実感することに力点をおいた。ここでは、学習内容について紹介する。

2. ドローンの構造と機能

ドローンは、機体と送信機/プロポ (proportional system) でセットとなる。機体とプロポの部位と名称を図1に示す。

機体は、プロペラ、モータ、カメラ、各種センサー、躯体 (アーム、スキッド等) で構成されている。プロポは、モニターとスティック、アンテナで構成されている。プロポのスティックをゆっくり操作すると機体もゆっくり移動し、素早く操

作すると機体も素早く移動するように、スティックを操作したタイミングと同時に機体の舵の動作も行う比例動作ができるようになっている。

ドローンには、機体の安定飛行を維持するための機能と、目的物を探査するための機能があり、その概略は次のとおりである。

機体の安定飛行のために、周辺物の有無や距離を検出する超音波センサー、現在位置を正確に把握する GPS、機体の姿勢変化を検知するジャイロセンサー、機体の高度を検知する気圧センサーを付帯している。

また、目的物を探査するために、目的物を把握するビジョンセンサー、ビジョンセンサーが機能しない夜間飛行を行うための赤外線センサーを有している。特に、赤外線センサーを搭載したドローンは、断熱性の違いにより温度差を感知して、構造物のクラックや空隙を検知することができる。

3. ドローン飛行における法的要件

200g 以上のドローンを飛行させる場合、航空法に規定されている要件を具備しなければならない。

具体的には、150m 以上の上空、空港周辺および人家等の密集地域は飛行禁止区域と定められ、さらに、ドローンと人や施設とは 30m の距離の確保が規定されている。したがって、ドローンを自由に飛行できるのは、飛行禁止区域外の 30m 以上 150m 未満の間となる。

飛行禁止区域を飛行させる場合、国土交通大臣

による許可または承認が必要となる。さらに、地方公共団体が管理する公園・河川等は各自治体が定める条例・規則に従わなければならない。特に1級河川での許可申請などには時間を要する。

国内で流通しているドローンは海外製も多く、使用している電波帯が電波法に適合していなければならない。さらに、ゴーグルを使用してスピーディな動きをするFPV (First Person View) の場合、アマチュア無線3級以上が必要となる（個人利用の場合は4級で可）。

そのため、ドローンを飛行させる際には、法的要件を理解して、適切な許可申請を行うことが必要となる。

4. 安全に飛行させるための知識

ドローンを安全かつ効率的に飛行させるためには、飛行地域の天気、特に大気の状態を理解することが必要となる。高気圧と低気圧の状態を図2に示す。

高気圧や低気圧の位置をから、飛行区域内での天候の変化を予測することが重要となる。天気図を気圧の変化を立体的にイメージすることで、風や雲の動きが予想できる。高気圧の区域では、時計周りの下方気流が発生するので、ドローンを上昇させる場合、風に逆らった位置で回転数を上げて揚力を高めることが必要となる。一方、低気圧の区域で飛行する場合には、上昇気流中で機体を上昇させようとすると、機体は安定感を失い、操作不能になりやすいため、ゆっくりと操作することが必要となる。

風の影響については、小さいドローンほど風の影響を受けやすく、運転力量に見合った条件で飛行させ、特に、平地と上空での風速が著しく異なる場合など注意が必要となる。

5. 許可・承認の申請方法

申請方法は複数あるが、一定期間内で異なる場所で複数回の飛行を行う場合には包括申請ができる。ただし、同一の申請者でなければならない。

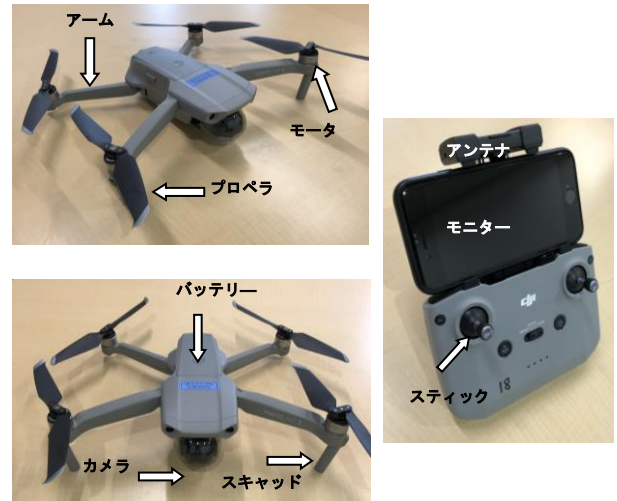


図1 ドローンの構成と名称(MAVIC AIR)

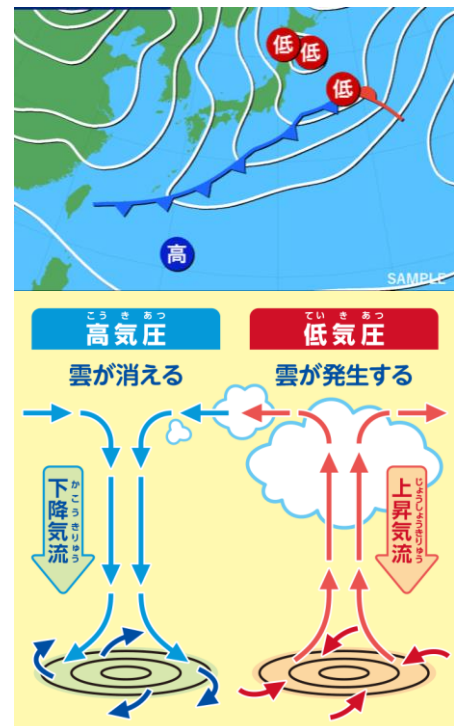


図2 高気圧と低気圧の気流の違い

6. ドローンの授業内容

(1) 授業の構成

2020年12月4日に、180分(90分×2)の授業を行った。受講生は54人で、コロナ感染予防対策として講義は2クラスに分け、実習は1機/3人で行い、密状態を回避した。

スケジュールは次とした。

- ・60分：ドローンの基礎知識の習得
- ・30分：ドローンパイロットによるデモ飛行
- ・90分：体育館にて実技

(2) ドローンに関する基礎知識の習得

前述の内容を中心に講義を行った。ドローンを飛行させた経験者は1,2名で、ほとんどが初めてのドローンを手にする者ばかりであり、講義内容は基礎的ではあったが、学習レベルとしては適正であった。

(3) ドローンパイロットによるデモ飛行

DJI製MAVIC AIRを使用して、学内区域で上空150m以下を飛行させた。当日は少し風もあったが、ホバリングも安定していた。操作状況ならびに映像の一部を写真で示す。なお、ドローンパイロットは15年以上の飛行経験者であった。

①大学構内とその周辺(写真1~4)

校舎間の渡り廊下の下をゆっくりとくぐり、くぐり終えた時点で150mまで急上昇した。大学の全容が上空から確認できた。

次に、実験棟を超えてから建屋高さまで下降し、屋外の実験エリアと実験棟の間の通路にフォーカスしながら進んだ。この時、機体はパイロットの視界から消え、プロポのモニターだけでの操作となった。ドローン操作の初級者にとっては、機体が目視確認できない状態での操作が難しい。

②実験棟内での作業業況(写真5~6)

実験棟内で、開学20周年のモニュメントの製作をしている様子を撮影した。屋外の飛行に比べ、閉じられた空間でのドローンの飛行音は予想より大きかった。

鋼構造の授業を撮影した。鋼材は電波の反射率が高く、高さ方向に回避スペースが少ないことから、機体への反応を確認しながらの慎重な飛行を行った。

(4) 練習機を使用した実技(写真7~8)

練習機(SKY FIGHT)を使用し、体育館で実技演習を行った。プロポが接近し過ぎると干渉して制御できなくなったが、逆に集団にならず、一定間隔を保つことになった。

最初は、上昇下降、直線飛行、回転操作を練習した。



写真1 ドローンパイロットのデモ飛行



写真2 廊下をくぐるドローンからの映像



写真3 上空からの校舎の全容



写真4 モニター画像だけでの操作

機体の進行方向が操作する向きと異なった場合、左右の操作に苦勞していた。最後に、5～6人で1チームをつくり、約30m先においた椅子を回って帰還するリレーを行った。この時点で、数人は椅子のパイプをくぐる程の力量になっており、習得の早さには驚いた。

7. 建設業界におけるドローン利用

建設業界におけるドローンの利用は、測量、資材運搬、警備などで既に利用されている。最近では、マイクロドローンを配管内で飛行させて、配管の不具合や配管に設置された各種センサー類の検査に利用されている。

また、赤外線による壁の浮きや劣化調査を行う従来法では、地上から赤外線を照射している。一方、ドローンを利用した場合、調査対象の構造物と一定間隔を維持して、調査面に垂直に赤外線を照射することで、部位による温度差が明確に把握できるようになった。

現在、開発段階ではあるが、赤外線の吸収スペクトルを用いた成分分析カメラの開発が進んでおり、将来的には、ビジュアルカメラと組合せて、構造物の表面劣化の状態を定量評価できるようになる。

8. まとめ

授業を通して、構造物の検査・管理分野においてドローン技術がさらに発展していくこと、ドローンへの学生の関心も高いことを確認できた。

謝 辞

今回、学内でのドローン飛行の許可を頂き、機材購入の一部に「令和2年度ものづくり大学教育力・研究力強化プロジェクト」を活用させて頂きました。



写真5 記念モニュメントの製作状況



写真6 鋼構造の授業風景



写真7 練習機の機体とプロポ



写真8 体育館での実技の状況