

**特集 情報システム**

## 研究ノート

## 大学授業科目「ドローン安全工学」シラバスの提案 — ドローン操縦士及びドローン運行管理士を 目指す人に向けて —

鈴木英男\*

**要旨:** ドローン (マルチコプタ) の安価な入手が可能になり、急速な普及が進むにつれて、ドローンの危険性も危惧されねばならない。そこで本論文では、ドローン操縦士及びドローン運行管理士を目指す人々を対象に、将来ドローンの無事故で安全な飛行や運用を可能にするべく修得すべき項目を1つの授業科目「ドローン安全工学」にまとめ、半年15回分の90分授業シラバスを提案する。本科目で取り上げる内容は、ドローンの飛行原理、ドローン墜落落下時の衝撃力、バッテリーの危険性、操縦練習方法、新しい航空法による規制、保険加入、関連する資格試験、電波法などである。

**キーワード:** ドローン, マルチコプタ, 安全工学

### A Proposal on a Syllabus of “Drone Safety Engineering” in an University Class: Toward Will-be Drone Pilots and Drone Operating Managers

Hideo SUZUKI\*

**Abstract:** In these days, drones or multicopters are readily available at low cost, whereas their risks become big social issues. So in this paper, we provide a proposal of fifteen 90-minute-lectures on “Drone Safety Engineering” as an undergraduate university class towards drone pilots and drone operating managers of the future. The aim of the lectures is to enable will-be drone operators to fly drones safely by providing necessary knowledge from various points of views. The lectures include the following several themes to be learnt: “principle of drone flight”, “impact force of falling drone”, “risk of battery”, “methods of flight practice”, “new Act of Civil Aeronautics”, “insurance”, “related license certification”, “Radio Act”, and so on.

**Keywords:** Drone, Multicopter, Safety engineering

## 1. まえがき

ドローンを飛行させるためには、単なる操縦技術の習得にとどまらず、実は様々な知識が必要とされる。ドローンの飛行原理を知ることに加えて、航空法を理解し遵守すること、必要な資格試験に合格すること、必要に応じて地方航空局に許可を得て、保険加入の必要性を理解することなど、多岐にわたり最低限の知識が不可欠となるのである。

2017年11月、岐阜県大垣市で6人が軽傷を負ったドローン事故が発生した。だが、この事故の加害者は、実は素人ではなく、事前に国土交通省に飛行許可を申請していた業者であった。この事件は、たとえドローン飛行を専門とする業者であっても、安全に対する配慮が足りなければ、いとも簡単にこうした重大事故を起こしてしまいかねないというドローンの危険性を社会に周知し、警鐘を鳴らす事例となった。この例からも分かるように、ドローンは、誰でもがどこでも飛ばして良いものではない。十分に勉強せずに飛行させると必ず事故に繋がりがかねないので注意しなければならない。

昨今、娯楽や趣味の域にとどまらず、社会生活を便利にするためのドローン有効利用に関するニュースを頻繁に目にするようになってきた。それに伴い、消費者向けに様々なドローンが商品化された結果、ドローンを飛ばしてみたいと思えば、簡単に手にはいる時代となった。しかし、知識を持たずに安易に買うのは危険である。ドローンの使用説明書には、危険性は紹介されているが、なぜ危険なのかという理屈や背景は説明されていないことが大半だからである。

実技は含まれないものの、ドローンの基礎知識を自分で学習する最適な機会と言えるのが、無人航空従事者試験（通称：ドローン検定）[1]である。参考書[2][3]が販売されているので、自学自習が可能である。しかし、自学自習では解明しきれぬ箇所については正解が分からぬままになってしまうデメリットがある。かたや、JDC（日本ドローンコンソーシアム）[4]、JUIDA（日本UAS産業振興協議会）[5]などの団体では、技能認定講習会を開催している。これら団体の技能認定講習会は、費用も高額なので、単なる趣味や個人での参加は考えにくい。むしろ企業や団体の一員としてドローン業務に着任した社員

が、ドローン操縦士及びドローン運行管理士を目指すための養成に向けた認定講習会と考えられる。例えば、JUIDAの技能認定講習会は、座学2日間の基礎と安全教育と飛行実技2日間、合計4日間の認定講習である。座学の合計は10.5時間である。座学の所要時間である10.5時間は、十分な安全教育のためにはやや少ないようにも感じられる。だが、認定された者は試験で一定以上の知識と技能が確認されているし、不明点はその後も聞ける環境にあることを考えると、10.5時間でも必要十分と考えられる。

そこで本論文では、ドローン安全運用のためのリスク回避教育の一提案として、大学授業科目「ドローン安全工学」シラバスを提案する。対象とする大学生は、将来職業としてドローン操縦士及びドローン運行管理士を目指す人のみならず、単なるドローンに対する興味から受講する学生をも対象とする。ドローンの安全教育座学のみを全15回にわたり、合計22.5時間講義する授業科目の提案である。

座学のみで全15回、22.5時間も授業を行うことについて、冗長であるかのように感じる方がおられるかもしれない。だが、最新の航空法、航空気象学、バッテリー技術、物理学、電波法、電気回路、無線工学など様々な学問の本質を余すところなく理解し、演習問題に正答できるまで理解修得するには、22.5時間では冗長どころか不足する懸念さえある。日本の他大学での関連授業カリキュラムの現状を調べてみると、測量学、環境学、地理情報学、写真に関する授業で数回のドローン教育を含む授業は多数散見されるが、その内容は安全教育には限られてはいない。一方、本論文で提案する「ドローン飛行前の安全工学教育のみを扱う全15回の授業カリキュラム」は、現状では他大学にはみられない点の特徴であり、本講座を受講した学生が将来ドローンを飛行させることで事故を起こすリスクや確率は大きく低減できると考えている。ドローンの事故を発生させないということは、他人に迷惑をかけないため、そして自身が思わぬ加害者にならないため、という二つの意味で大変重要なことである。

## 2. 15回講義科目のシラバス案

本稿では、15回講義科目のシラバス案として、次の15回分の題目を提案する。

### 1. プライバシー侵害

2. 各種資格試験
3. 安全確保、保険、電波法
4. 航空法
5. 物理学（力学）
6. バッテリ
7. ドローンの構造と飛行原理
8. 飛行練習方法
9. 航空気象学
10. 合法200g未満レース用ドローンの製作
11. 陸上特殊無線技士（1） 電気回路
12. 陸上特殊無線技士（2） 無線工学
13. 陸上特殊無線技士（3） 無線局
14. 陸上特殊無線技士（4） 業務書類
15. まとめ

### 3. 15回授業各回内容の骨子

以下では、15回授業各回内容の骨子を述べる。

#### 3.1 プライバシー侵害

昨今、メディアやウェブサイト上で、従来は不可能だった高度及び角度からドローンにより撮影された動画が数々流されるようになるにつれて、ドローン人気が高まりを見せている。すっかり市民権を得た感のあるドローンは価格もこなれ、気軽な入手が可能になった。だが、ともかく安易に購入することや、すぐに飛行させてみる行為がどれだけ危険なことであるかを、この授業回では理解してもらう。初回の主題は、見落としがちな思わぬプライバシー侵害を認識することである。安価なドローンでも、高性能なカメラやビデオカメラを搭載しているものが多くなってきた。このため、ドローンを飛行させて他人の敷地を撮影したり、大きなプロペラ音のするドローンを民家の近くで飛ばすと、肖像権侵害や騒音によるプライバシー侵害が発生しかねない。

ドローンといえば、4枚プロペラのドローンが有名であるが、ドローン（drone）とは、様々な形をした無人航空機（unmanned aerial vehicle）の総称でUAVとも呼ばれる。よく似た用語で、UAS（unmanned aircraft systems）とは、UAVおよびこれに加えて地上からUAVをコントロールする基地局、さらには通信装置を含めた総体を表す用語であるため、UASはUAVより含意が広い。なお、ドローンのうち、特に複数のプロペラからなるものは「マルチコプタ」と呼ばれる。

#### 3.2 各種資格試験

ドローンの飛行方法には、2種類ある。1つは目視による操作飛行で、LOS（line of site）と呼ばれる操作飛行方法である。もう1つはビデオモニターやゴーグルをつけての操作飛行で、FPV（first person view）と呼ばれる操作飛行方法である。FPVには映像送信機を使用するので、趣味であれば第4級アマチュア無線技士免許を取得し、業務用であれば第3級陸上特殊無線技士免許を取得し、その後いずれの場合にも、FPV無線局の開局申請を総務省に電子申請する必要がある。これら無線技士免許は、取得自体に2週間～4週間がかかり、その後の無線局開局（1ヶ月前後）に必須である。そのため、早めに無線技士免許を取得しておくのがよい[6]。

ドローンのことを深く知るには、無人航空従事者試験（ドローン検定）[1]の受験を勧める。地方航空局に飛行申請を行うときにも、この資格を保持していれば、申請者がドローンに関する十分な知識を持っている証明となるため便利である。1級から4級まであるうち、1級と2級の取得には3級から順次合格を積み重ねる必要がある。3級は4級合格証が無くても受験可能なので、是非3級から挑戦してもらいたい。受験参考書は[3]を推奨する。

その他、JDC（日本ドローンコンソーシアム）[4]やJUIDA（日本UAS産業振興協議会）[5]では、技能認定講習会を開催しているので、気軽な参加をお勧めする。講習会への参加で取得できる認定証は、地方航空局に飛行申請を行う際、申請者がドローンに関する十分な操縦技能を持っている証明になるので便利である。

#### 3.3 安全確保、保険、電波法

2017年11月には岐阜県大垣市で6人が軽傷となるドローン事故が起きた。実はこの事故の加害者は、事前に国土交通省に飛行許可を申請していた業者であり、素人ではなかった。後に、ドローンを操縦した業者が当日飛ばしていた機体は、国土交通省から事前に飛行許可を得たドローンとは別の機体であったことが判明した。この報を受けて国交省は航空法違反の可能性もあるとみて調べている[7]。この事故は、たとえ業者であっても、安全に対する配慮が足りなければいとも簡単に事故を起こしてしまう可能性をはからずも示し、ドローンの危険性を改めて周知させる事例となった。このようにドローンは、



誰でもどこでも飛ばして良いものではない。十分に勉強せずに飛行させると必ず事故が起きるので注意しなければならない。どれだけ安全確保に配慮しても、事故はいつ発生するかが予測不可能であるため、不測の事態に備える必要がある。そのためには、保険への加入も重要となる。

RCK（日本ラジコン電波安全協会）にラジコン操縦士登録を行うと、格安でラジコン保険[8]に加入できるので推奨する。DJI社のドローン製品を買うと1年間の保険が付いてくるので推奨するが、重量200g以上の機体の場合には大変危険なので推奨しない。DJI社製で重量200g未満で損害賠償保険付の機種には、Ryze/DJI Tello[9]がある。2018年現在、最初の1台目として買うならこれを推奨する。

その他、ドローン保険を提供する保険会社や団体には、エアロエントリー[10]、あいおいニッセイ同和損保[11]、損害保険ジャパン日本興亜[12]、三井住友海上[13]、日本ドローン協会[14]などがある。なお、ここであげた[10]-[14]は、いずれも事業者向け保険を提供している。

さて、日本国内で電波を放射する者は日本の電波法を遵守しなければならない。ドローン等に用いられる無線設備について、総務省は場合分けを行い詳細に示している[15]。無線設備には、送信機（プロポ）はもちろんのこと、テレメトリーデータ送信機能付きの受信機を使用する場合も日本の技術適合認定（技適）[16]を受けたものを使用しなければならない。同認定を受けたことを示す印として、技適マークがある。技適マークとは、次の図1である。

したがって、海外から輸入したものは日本の技適



図1 技適マーク[16]

を受けているものか確認する必要がある。こと電波に関しては、各国で電波法が異なるので、使用する国々の電波法を遵守する必要があるためである。日本で技適マークのない無線機を使用すると電波法違反で罰せられる場合がある。せっかく保険に入っても、違法な設備使用で保険が適用されないのでは、本末転倒となりかねない。

### 3.4 航空法

2015年12月10日改正施行された「航空法」により、ドローンをはじめとする小型無人機の飛行ルールが定められることとなった[17]。この改正後の航空法では、200g未満の機体に対しては適用されないが、趣味として200g未満の機体を安全に飛行させる際にも参考となる重要な指針として扱われる。なお、この200gという区切りについては、200g以上の機体を飛行させるときにはより一層重い法的責任を持って、絶対に事故を起こさないための準備や勉強が必要であることを「航空法」は示している。

#### 3.4.1 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域

以下の(A)~(C)の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下

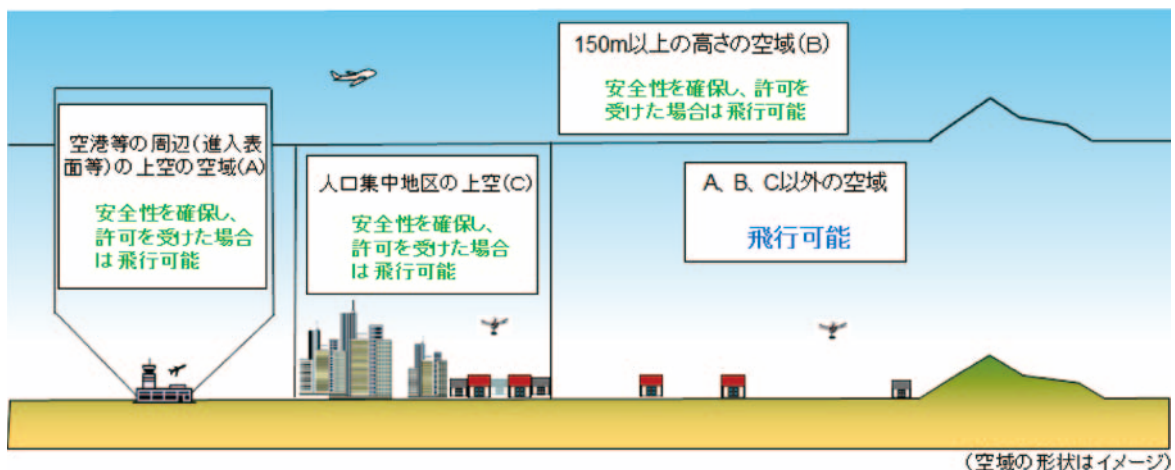


図2 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域[17]

した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通省地方航空局（2018年3月までは国土交通省）の許可を受ける必要がある。

ここで（C）の人口集中地区に該当するかどうかは、国土地理院人口集中地区（DID）地図[18]により容易に確認できる。注意すべきは、（A）～（C）に該当せず許可申請が不要な地域であっても、民家や住民の近くで飛行させないなどの配慮が必要になることである。

### 3.4.2 無人航空機の飛行の方法

航空法では、飛行させる場所がどこであるかに関わらず、無人航空機を飛行させる場合には、以下のルールを守る必要がある[17]。

- [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

### 3.4.3 承認が必要となる無人航空機の飛行の方法

次の図3の場合には、飛行前に承認が必要である[17]。

### 3.4.4 小型無人機等飛行禁止法（警察庁）

2016年3月18日公布された小型無人機等飛行禁止法とは、警察庁が管轄する法律で、正式名称は「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（平成28年法律第9号）」である[19]。簡単に言えば、国の重要施設上空での飛行を禁止するものである。

### 3.4.5 無人航空機の飛行を制限する条例等

条例により、無人航空機の飛行を制限する場合がありますので、無人航空機の飛行を制限する条例等[20]などを定期的にチェックしておく必要がある。

### 3.5 物理学（力学）

この回は、物理学（力学）を用いて、ドローンの落下時の危険性について考察する。重力加速度をここでは $g=9.8$  [m/sec<sup>2</sup>] と仮定する。まず、空気抵抗を考えないものとして計算すると、表1のように、重量を問わず、あらゆる物体は、わずか6 [sec]の間に176.4 [m] も落下してしまうことがわかる。そもそも航空法において、ドローンは150 [m] 以上の上空を飛行させてはいけないと定められている。そこで仮に150 [m] 上空からドローンを落下させた場合、空気抵抗を無視できるほど小さいと仮定して計算すると、わずか6 [sec] でドローンが地上に落下することになる。

表1 時間と落下速度の関係

何秒後 [sec]	落下距離 [m]
1	4.9
2	19.6
3	44.1
4	78.4
5	122.5
6	176.4

この表1の計算は機体重量には無関係である。だが、落下時の危険性は、機体重量に無関係ではなく、

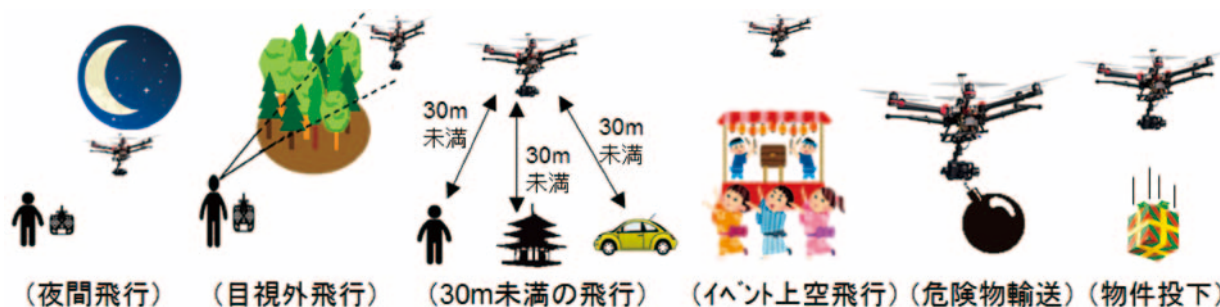


図3 承認が必要となる無人航空機の飛行の方法[17]

重量の増加に比例して衝撃力は増加する。100 [m] 落下するには、4.518 [sec] かかる。すなわち、100 [m] 落下時の機体の落下速度は、44.276 [m/sec] となる。これらの条件下で、機体重量毎の機体落下時の衝撃力を計算すると、表2のようになる。ここで設定した制動距離は3 [cm] である。

表2 機体重量と衝撃力の関係

機体重量 [g]	衝撃力 [t]
200	1.33358
2,000	13.33581

表2より200 [g] の機体の衝撃力は1.3トン強になるのに対し、2,000 [g] の機体の衝撃力は13トン強にもなる。この表の数値を目の当たりにすれば、安易に機体重量200 [g] 以上の機体を飛行させようとは思わなくなるだろう。なお、このような数値を見てもなお危険性が認識できない人は、リスクに対する感受性が弱すぎるのでドローンの取り扱いには向いていないと言えよう。

### 3.6 バッテリー

ドローンの機体重量の危険性はかくも大きなものであるが、ドローンのバッテリーについても危険性は非常に大きいので注意が必要である。ドローンで使用されるバッテリーは、ほとんどの場合LiPo（リチウムポリマー）バッテリーである。このLiPoバッテリーは、発火しやすく、一度発火すると一般に販売されている消火器では火が消せないで危険である。大事故につながりかねない発火を防ぐため、例えばラジコンカー用のサーキットでは、LiPoバッテリーの使用を禁止して、LiFe（リチウム鉄）バッテリーのみの使用を許可しているところが多い。

LiPoバッテリーがそれほど危険であるのに、なぜドローンに使用されているのだろうか。それは、重量あたりのエネルギー蓄積量が大きいためである。例えば、7.4 [v] 2200 [mAh] 30C70Cというバッテリーは、重量にすると110 [g] 程度と軽量であるが、その能力は66 [A] を出力でき、瞬間的には154 [A] もの出力を可能とするものである。ドローン进行設計の際には、バッテリーから出力される予想電流に基づき、電線のAWG値[21]に余裕を持たせなければならない。ドローンのように高電流が要求される電線には、シリコン絶縁被覆電線を使うのが一般的である。

バッテリーの充電は、LiPoバッテリー専用充電器を用いて、セルごとにバランス充電しなければならない。充電中に発火することも考えられるので、充電中は常に目を離さず、バッテリーが異常な高温に達していないかを確認しながら充電する必要がある。温度センサー付きのLiPoバッテリー専用充電器も販売されている。

LiPoバッテリーの保管は、耐火袋や耐火金属箱に入れて保管するのがよい。充電中も万が一の発火に備えて、耐火袋に入れて充電することを推奨する。

### 3.7 ドローンの構造と飛行原理

ドローンの機体は、無人航空機の中の、重航空機の中の、回転翼機に分類される。回転翼機であるドローンは、プロペラ（回転翼）のみの浮力により浮上するので、風の影響を大きく受ける。したがって、風の強い日はドローンを飛行させるべきではない。

次にドローンの飛行原理を解説する。ドローンの動きは、図4のヘリコプタの動きと同じである。前後方向の傾きをピッチ（Pitch）、横方向の傾きをロール（Roll）、機体を上から見た回転方向の傾きをヨー（Yaw）という。図5はPitch軸を下に傾けて機体が前進する状態を、図6はRoll軸を左に傾けて機体が左に進む状態を、図7はYaw軸を右に傾けて機体を時計方向に回転させる状態を表す。

4枚プロペラを持つドローンにおいても、これら

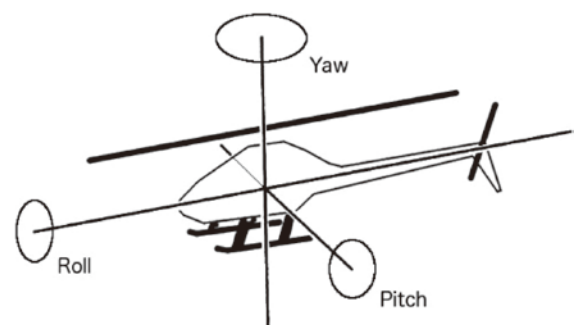


図4 ヘリコプタのPitch, Roll, Yaw軸

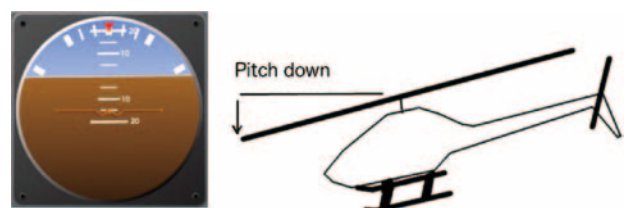


図5 Pitch軸を下に傾けたヘリコプタ



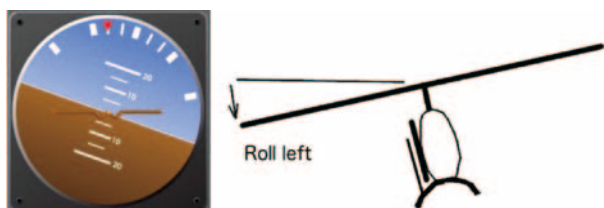


図6 Roll軸を左に傾けたヘリコプタ

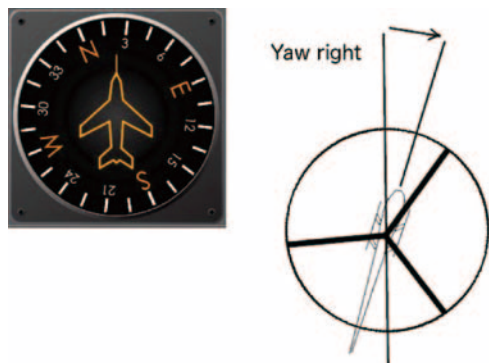


図7 Yaw軸を右に傾けたヘリコプタ

ヘリコプタと全く同じ動きができることを以下に解説する。図8～10のドローンにおいて、「CW (clock wise)」は時計方向に回転するプロペラを、「CCW (counter clock wise)」は反時計方向に回転するプロペラを表す。円状の矢印は、その矢印線の太さによりプロペラの回転力(回転数の高さ)を表現し、上矢印↑は機体の前方を示す。図8のドローンで前2つのプロペラ回転力を弱め、後ろ2つのプロペラ回転力を強めると、図5と同様に前進する。図9のドローンで左2つのプロペラ回転力を弱め、右2つのプロペラ回転力を強めると、図6と同様に左に進

む。図10のドローンで2つのCWプロペラの回転力を弱め、2つのCCWプロペラの回転力を強めると、プロペラの反トルクにより、図7と同様にYaw軸を右に傾けて機体を時計方向に回転させる。これらの動作原理により、ドローンは前後左右任意の方向に3次元を自由自在に飛行できるのである。ドローンは、プロペラにより発生する推進力(風力)のみで浮上し、進みたい方向に進むので、外部の風力の影響を受けやすく、簡単に安定性を失うという欠点がある。したがって、風の強い日は危険なので飛行させてはいけないことに注意しなければならない。また、地上で風速が弱くても、上空では風速が強いこともありうるので、その点を考慮して飛行の是非を判断すべきである。

### 3.8 飛行練習方法

ドローンの飛行練習は、第1にシミュレータによる練習、第2に初心者用練習機へと段階的に順次進めてゆくことを推奨する。ドローンのシミュレータ飛行練習ができるスマホアプリが多数存在するので、まずはこれらが便利に利用できるだろう。そのうち実機を操縦してみたいことだろうが、推奨する初心者用練習機は毎年変わるので、授業の時点でどの機種を選べばよいかを詳しく解説する。注意点は、200 [g] 未満の機種にすべきことである。

シミュレータであっても実機でも、ドローンの送信機には、理論的にはMODE 1～MODE 4の4種類が存在する。日本ではMODE 1(スロットルが右縦レバー)が主流で、海外ではMODE 2(スロットルが左縦レバー)が主流である。日本でMODE 2を、海外でMODE 1を使用することも可能であ

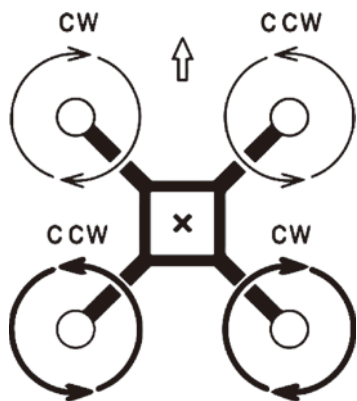


図8 前進するドローン

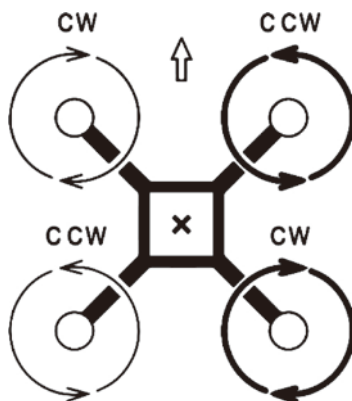


図9 左に進むドローン

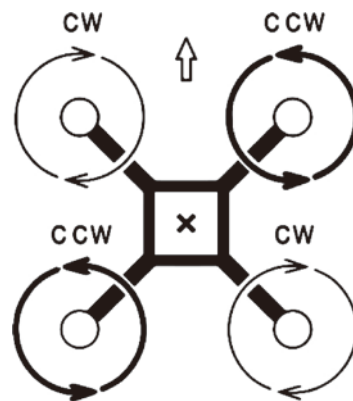


図10 時計方向に回転するドローン

る。一度操作に慣れてしまうと、後に操作MODEを変更するのは容易いことではない。ドローンが異常な動きを見せ緊急着陸させるのが最善の状態のときに、MODE 1に慣れた人がMODE 2を操作する場合、スロットルを最も下げて緊急着陸動作を行う方法を取りがちであるが、その場合猛スピードでドローンがバックしてくることとなり非常に危険である。その逆に、MODE 2に慣れた人がMODE 1を操作しても同様で、非常に危険な状況になりかねない。文献[22]では、2018年現在日本で販売されているドローンのほとんどを網羅しているが、日本で販売されているドローンの機種のうち、過半数はMODE 1の送信機を持つドローンである。海外から輸入されたもので初期設定がMODE 2の機種でも、簡単な操作でMODE 1に変更できる機種も多いので、シミュレータの段階から意図的にMODE 1の操作方法に慣れておくことをお勧めする。

### 3.9 航空気象学

航空気象学を理解すると、地上からの高さが上がるにつれて、温度が100 [m] あたり0.65 [°C] 下降していくのがわかる。温度が変化するということが風が発生するということでもある。ドローンを飛行させる上で、必要な気象学を学ぶ。

### 3.10 合法200g未満レース用ドローンの製作

現在、巷では、「Tiny Whoop」と呼ばれるマイクロドローンレースが流行している。「Tiny Whoop」とは、機体重量約30 [g]、縦横約8 [cm] の大きさで、飛行時間は1～3分である。具体的な機体製作方法を理解し、どのような部品で機体が構成されているのかを学ぶ。

### 3.11 陸上特殊無線技士

第11～14回目の授業では、業務用ドローンで必要となってくる陸上特殊無線技士の受験対策を4回(1)電気回路、(2)無線工学、(3)無線局、(4)業務書類、に分けて学ぶ。

## 4. むすび

本論文で取り上げた「ドローン安全工学」の講義シラバス案では、今後ドローンを手に入れて活用したい人に必要不可欠とされる知識の概要およびドローン取り扱いに潜む種々の危険性について理解してもらうことが目的である。紙幅の都合で詳述できなかった項目も多かったが、第2章のシラバス案15

回題目を見ていただければ、必要最低限の重要項目が網羅されている。これから趣味あるいは職業としてドローンを活用する人の参考になれば幸いである。

### 【引用文献】

- [1] 無人航空従事者試験 (ドローン検定), <https://drone-kentei.com/>, (2018年5月2日閲覧)
- [2] 山下壱平・寶金敏明, 『ドローンの教科書 標準テキスト—無人航空従事者試験 (ドローン検定) 3級4級対応 改正航空法・完全対応版, 第3版』, デジテックブックス, (2016)
- [3] 山下壱平, 『ドローンの教科書 上級テキスト—無人航空従事者試験 (ドローン検定) 2級対応 改正航空法・小型無人機等飛行禁止法・完全対応版, 第1版』, デジテックブックス, (2018)
- [4] (一社) 日本ドローンコンソーシアム (JDC), <http://www.jdc.or.jp/>, (2018年5月2日閲覧)
- [5] (一社) 日本UAS産業振興協議会 (JUIDA), <https://uas-japan.org/>, (2018年5月2日閲覧)
- [6] [BD] FPVドローンレースまでのステップ, BE INTO DRONE [ドローンメディア], <http://drone.beinto.xyz/drone-race/get-amateur-4class-radio-operation/>, (2018年5月2日閲覧)
- [7] 産経WEST 2017.11.14記事『岐阜・大垣のドローン落下事故 許可得たのとは別の機体飛ばしていた……』 <http://www.sankei.com/west/news/171114/wst1711140051-n1.html>, (2018年5月2日閲覧)
- [8] (一社) 日本ラジコン電波安全協会, ラジコン保険 (個人賠償責任保険) について, <https://www.rck.or.jp/faq/faq02.html>, (2018年5月2日閲覧)
- [9] (株) セキド, Tello トイドローン (損害賠償保険付), <https://www.sekido-rc.com/?pid=127057564>, (2018年5月2日閲覧)
- [10] エアロエントリー (株), <https://aeroentry.co.jp/>, (2018年5月2日閲覧)
- [11] あいおいニッセイ同和損害保険 (株), <https://www.aioinissaydowa.co.jp/>, (2018年5月2日閲覧)
- [12] 損害保険ジャパン日本興亜 (株), <https://www.sjnk.co.jp/>, (2018年5月2日閲覧)
- [13] 三井住友海上火災保険 (株), <http://www.ms-ins.com/>, (2018年5月2日閲覧)
- [14] (一社) 日本ドローン協会 (JDA), <http://alldrone.org/member/private.html>, (2018年5月2日閲覧)
- [15] 総務省, 電波利用ホームページ, ドローン等に用いられる無線設備について, <http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/drone/>, (2018年5月2日閲覧)
- [16] 総務省, 電波利用ホームページ, 技適マーク, 無線



機の購入・使用に関すること, [http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/summary/qa/giteki\\_mark/](http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/monitoring/summary/qa/giteki_mark/), (2018年5月2日閲覧)

- [17] 国土交通省, 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール, [http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000003.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html), (2018年5月2日閲覧)
- [18] 国土交通省, 国土地理院人口集中地区(DID)平成27年, <http://www.gsi.go.jp/chizujoho/h27did.html>, (2018年5月2日閲覧)
- [19] 警察庁, 小型無人機等飛行禁止法関係, 小型無人機等飛行禁止法について, <https://www.npa.go.jp/bureau/security/kogatamujinki/index.html>, (2018年5月2日閲覧)
- [20] 国土交通省, 無人航空機の飛行を制限する条例等, <http://www.mlit.go.jp/common/001228076.pdf>, (2018年5月2日閲覧)
- [21] BATTERY SPACE, AWG 導線のサイズと許容電流について, <http://www.batteryspace.jp/html/page28.html>, (2018年5月2日閲覧)
- [22] コスミック出版編集部, 『最新ドローン完全攻略4』, コスミック出版, (2018)