

無人航空機の活用と安全な飛行のポイント

ドローンの活用範囲の拡大に向けて

金山 直司 Tadashi Kanayama

リスクマネジメント事業本部

BCM コンサルティング事業部

上級コンサルタント

新藤 淳 Jun Shindo

リスクマネジメント事業本部

BCM コンサルティング事業部

上席コンサルタント

松本 聡子 Satoko Matsumoto

リスクマネジメント事業本部

BCM コンサルティング事業部

主任コンサルタント

北郷 陽子 Yoko Kitago

リスクマネジメント事業本部

BCM コンサルティング事業部

主任コンサルタント



はじめに

新技術である無人航空機（以下、「ドローン」という。）は数年前までは一部の愛好家のものであったが、近年では様々な事業分野において利活用が拡大している。その一方、ドローンの安全飛行に関する技術的な特性や関連法規制の意図等が十分に浸透していないことによるとみられる事件・事故も多数報告されている。

本稿ではドローンを適切に飛行させるため、現状の法規制を整理するとともに、安全な飛行のための対策事例を紹介する。

1. ドローンの普及状況とドローンに関連した事故

1.1. ドローンの普及状況

近年、ドローンは低価格化や操縦の容易化に伴い、急速に普及している。日本国内の普及状況に関する公的な統計資料はないが、アメリカ連邦航空局の調べによれば、アメリカ国内における2017年時点の商用ドローンの普及状況は約10万台であり、2021年までに約42万台にまで増加すると予測している（図1）。また、

小型のホビードローンについて、2017年時点の普及状況は約215万台であり、2021年までに約355万台にまで増加すると予測している。

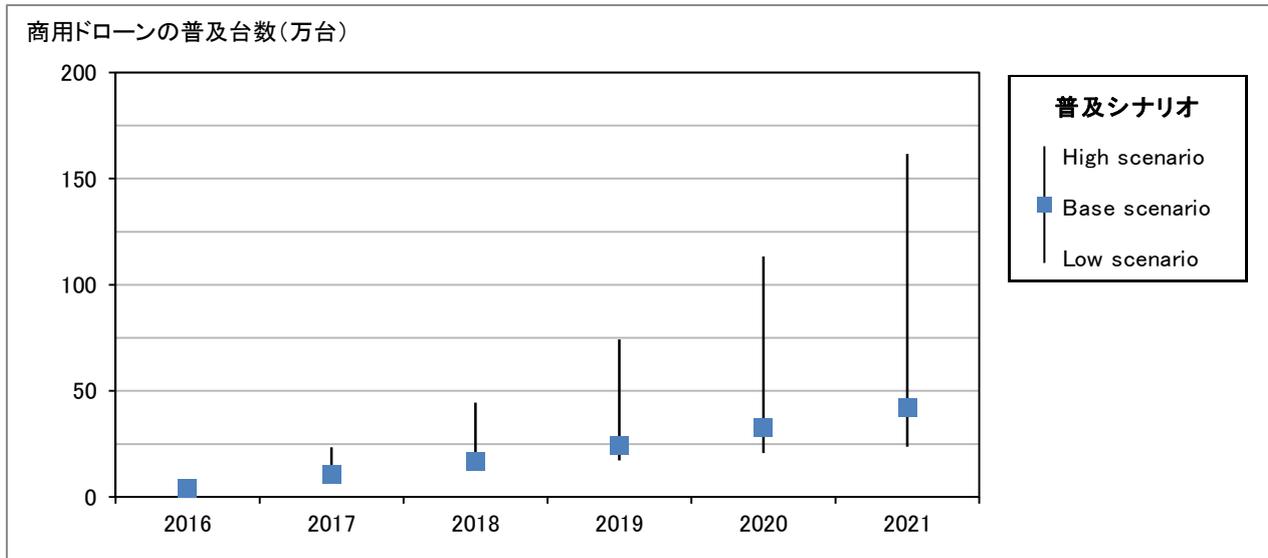


図 1 アメリカにおけるドローンの普及状況¹

1.2. ドローンの活用分野

政府は2015年に「小型無人機に関する関係府省庁連絡会議」を設置するとともに、その下部組織として「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」を開催し、官民連携のもとで総合的かつ効果的な推進を図っている。また、民間企業は、ドローンの可能性に着目し、さまざまな分野での活用を検討している（表1）。

表 1 ドローンの活用分野²

| 分野 | 活用方法 |
|-------|--|
| 放送 | ◆映画、コマーシャル、報道等の映像コンテンツ撮影 |
| 計測・測量 | ◆橋梁等のインフラ点検 ◆工事現場の3次元測量データの作成 ◆メガソーラ発電設備のパネル点検サービス |
| 監視・警備 | ◆自律型飛行監視ロボットの導入 |
| 農業 | ◆ドローンを用いた画像取得・解析による精密農業 ◆生育状況の把握 |
| 物流 | ◆高層マンションや離島における宅配サービス |
| 通信 | ◆災害時における通信中継、携帯電話中継 |
| 環境 | ◆被災地画像の取得、火山観測・火山ガス計測等 ◆放射線モニタリング |

¹ Federal Aviation Administration. “Unmanned Aircraft Systems”. https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/Unmanned_Aircraft_Systems.pdf. (アクセス日：2018年2月1日)をもとに当社作成

² 総務省 電波政策2020懇談会 サービスワーキンググループ ワイヤレスビジネスタスクフォース（第2回）. “ドローンの現状について”. http://www.soumu.go.jp/main_content/000401647.pdf. P8. (アクセス日：2018年2月1日)をもとに当社作成

1.3. ドローンが関連した事故

急速なドローンの普及に伴い、ドローンが関連する事件・事故も多く発生している（表2）。2015年4月に首相官邸の屋上でドローンが発見され、操縦者は威力業務妨害で逮捕された。2017年2月には、日本で初めて人身事故が発生したほか、同年11月にはイベント開催中にドローンが落下し6人が軽傷を負う事故が発生した。

表2 最近のドローンが関連した主な事件・事故³

| 年 | 月 | 事件・事故の内容 |
|-------|-----|--|
| 2015年 | 4月 | 首相官邸の屋上でドローンが発見。 |
| 2016年 | 11月 | 姫路城の大天守に、ドローンが衝突して落下。 |
| 2017年 | 2月 | 建築現場の撮影中にドローンがクレーンに衝突し落下。下にいた男性作業員が負傷。 |
| | 2月 | 高さ制限を超えてドローンを飛行させたとして操縦者を検挙。 |
| | 6月 | 漁船上から撮影のために飛ばしたドローンが誤って男性に接触し負傷。 |
| | 8月 | 海上で鳥とドローンが衝突し、ドローンは海に落下。 |
| | 10月 | 空港内でドローンとみられる物体が接近し、航空機が着陸をやり直し。 |
| | 10月 | 警察のヘリコプターとドローンがニアミス。約100メートルまで接近。 |
| | 11月 | イベント中に菓子をまいていたドローンが落下。6人が軽傷。 |

また、国土交通省に報告された無人航空機に係る事故等について、2015年度は12件であったが、2017年度は48件に増加している（2018年2月1日現在）（図2）。また、2017年度の48件の報告について、事故原因を整理したところ、最も多い要因は電波障害であり、具体的にはドローンが建物や樹木等の陰に入ることによるGPSの受信可能な衛星数の減少や、付近を飛行する無人航空機の操縦に同じ周波数帯が使用されることによる電波干渉、鉄塔や鉄橋等の金属製の構造物の付近を飛行することによる送信機（プロポ）からの電波強度の減衰等であった。

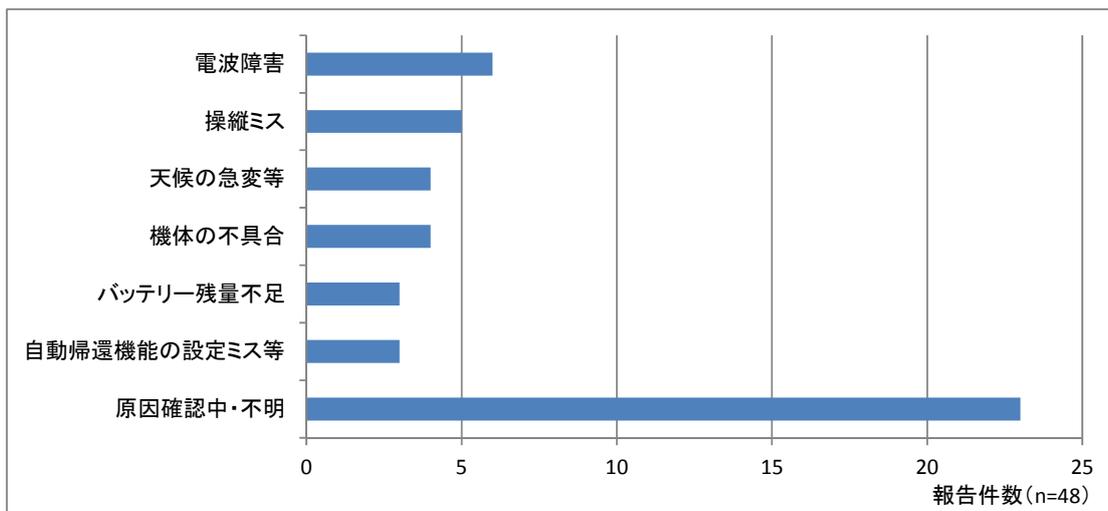


図2 ドローンに係る事故の原因⁴

³ 新聞記事をもとに当社作成

⁴ 国土交通省航空局，“平成29年度 無人航空機に係る事故等の一覧（国土交通省に報告のあったもの）”。<http://www.mlit.go.jp/common/001219305.pdf>。（アクセス日：2018年2月1日）をもとに当社作成

2. ドローンの飛行にあたっての規制

このような事件・事故の増加を受け、国土交通省航空局（以下、「航空局」という。）では「無人航空機に係る規制の運用における解釈について」（2015年11月）や、「無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」（2017年9月）を公表し、ドローンの飛行ルールを定めた。主な内容は以下のとおりである。

2.1. 無人航空機の定義

航空法では、「航空の用に供することができる飛行機 ～略～ であつ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 ～略～ をいう。」とされている。よって、いわゆるドローンや、旧来からのラジコン機、農業散布用ヘリコプターも対象に含まれる。なお、重量が200グラム未満のものは無人航空機の対象からは除外される。ここで、「重量」とは、無人航空機本体の重量及びバッテリーの重量の合計を指しているため、注意が必要である。

2.2. 飛行の禁止空域

航空局は、有人の航空機に衝突するおそれがある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれがある空域を飛行禁止空域に指定している（図3、図4）。以下の（A）～（C）の空域に該当する場合には、公有地や私有地を問わず国土交通大臣の許可を受ける必要がある。

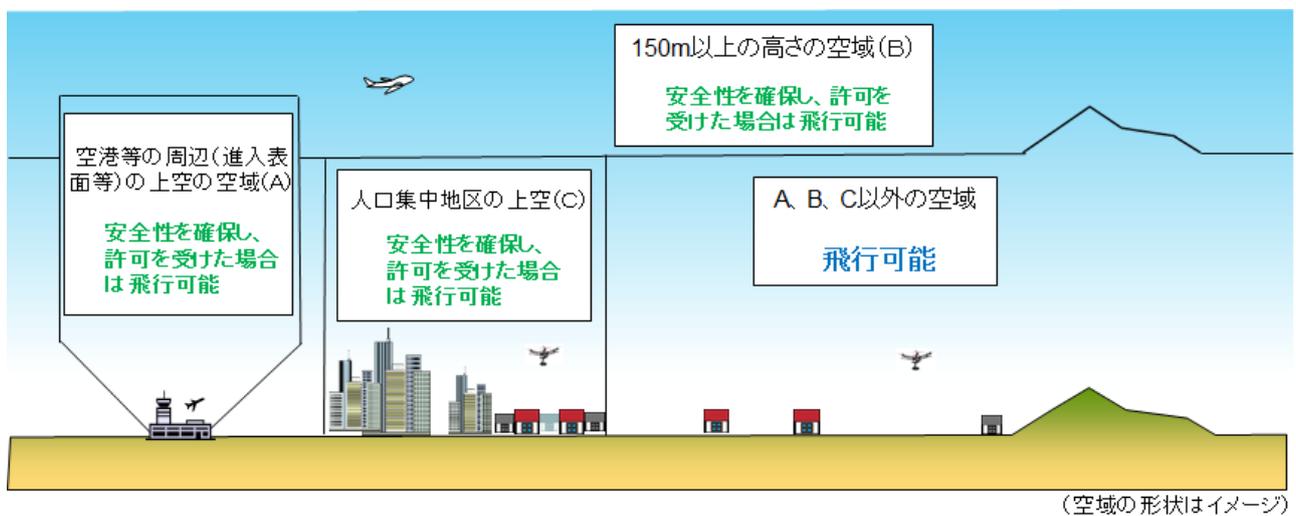


図3 ドローンの飛行禁止空域⁵

上記（A）～（C）の大まかな位置については、国土地理院「地理院地図」から確認することが可能である。

⁵ 国土交通省航空局。「無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」。 <http://www.mlit.go.jp/common/001202589.pdf>.（アクセス日：2018年2月1日）

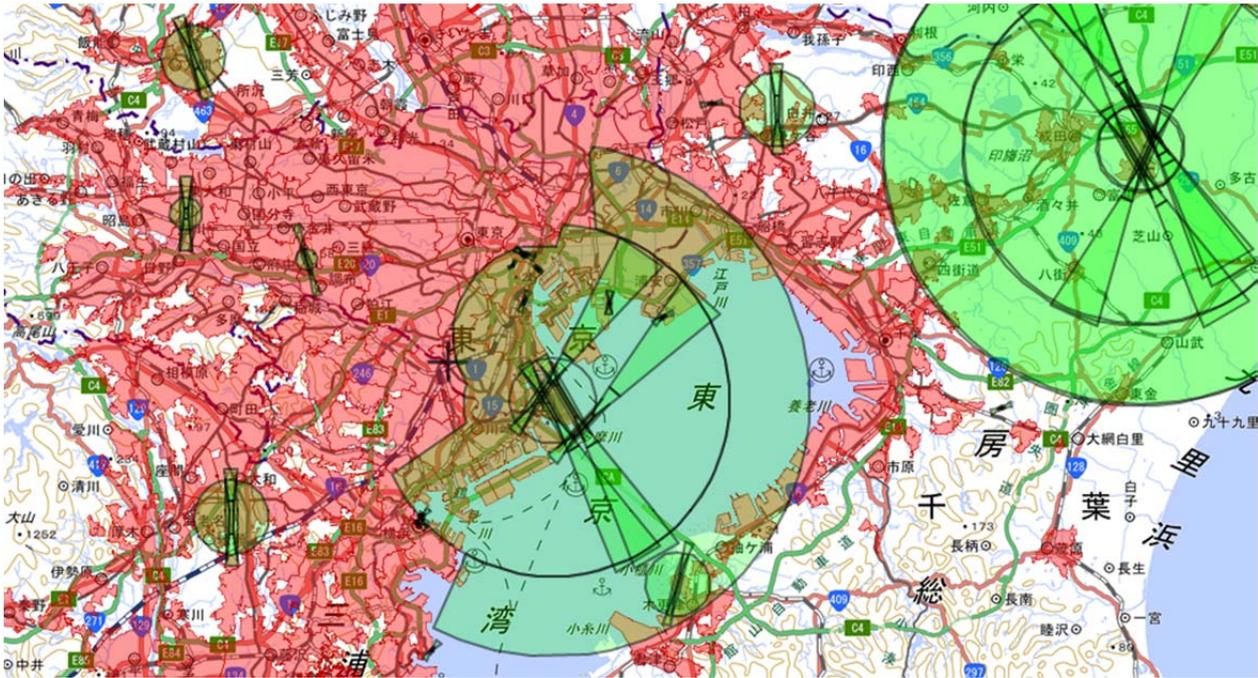


図 4 ドローンの飛行禁止空域（イメージ）⁶

2.3. 飛行方法

航空法第 132 条の 2 では、ドローンの適切な飛行に関して、以下の 6 項目が定められている（表 3）。

表 3 ドローンの飛行方法⁷

| 飛行方法 | 解説 |
|------------------------------|--|
| 日中における飛行 | 夜間はドローンや周囲の障害物等の把握が困難となるため、飛行は日出から日没までの間に限定される。 ここで、「日出から日没までの間」とは、国立天文台が発表する日の出の時刻から日の入りの時刻までの間をいい、地域に応じて時刻が異なる。 |
| 目視の範囲内での飛行 | ドローンや周囲の人および障害物の確実な確認のため、目視による常時監視による飛行に限定される。 ここで、「目視」とは操縦者本人の目で見えることをいい、モニターを活用すること（FPV：First Person Vies、一人称視点）や、双眼鏡等を用いること、補助員による目視は、 <u>目視外飛行</u> となる。 |
| 地上又は水上の人又は物件との間に一定の距離を確保した飛行 | ドローンが地上又は水上の人又は物件と衝突することを防止するために一定の距離（30m）を確保して飛行させることが求められている。 |
| 多数の者の集合する催し場所上空以外の空域での飛行 | ドローンが故障等で落下した場合、多数の者の集合する催し（以下、「イベント」という。）が行われている場所の上空においては、人に危害を及ぼす蓋然性が高いことから、イベント場所以外の空域での飛行に限定されている。 なお、自然発生的なもの（混雑による人混み、信号待ち等）は、イベントには該当しない。 |

⁶ 国土地理院。“地理院地図”。<http://maps.gsi.go.jp/#8/35.561926/140.337103/&base=std&ls=std%7Cdid2015%7Ckokuarea&blend=0&disp=111&lcd=kokuarea&vs=c1j010u0t0z0r0f0&d=1>（アクセス日：2018年2月1日）

⁷ 国土交通省航空局。“無人航空機に係る規制の運用における解釈について”。<http://www.mlit.go.jp/common/001110203.pdf>。（アクセス日：2018年2月1日）をもとに当社作成

| 飛行方法 | 解説 |
|-----------|--|
| 危険物の輸送の禁止 | 危険物を搭載したドローンが落下した場合や、危険物が飛行中に漏出した場合、人への危害や他の物件への損傷が発生するおそれがあるため、ドローンによる危険物の輸送は禁止されている。 なお、常に機体と一体となって輸送されるもの（ドローンやカメラの電池等）は、輸送が禁止されている物件には含まれない。 |
| 物件投下の禁止 | 飛行中のドローンから物件を投下した場合、地上の人等に危害をもたらすおそれがあるとともに、物件投下により機体のバランスを崩し適切な飛行に支障をきたすおそれがあるため、物件の投下は禁止されている。 ここで、水や農薬等の液体を散布する行為は物件投下に該当する。なお、輸送した物件を地表に置く行為は物件投下には該当しない。 |

2.4. 航空局への申請

航空法において無人航空機に該当するドローンを飛行禁止空域で飛行させる場合、もしくは定められた飛行方法以外で飛行させる場合、国土交通省への事前申請が義務付けられている。申請の可否の判定を以下のフローで示す（図5）。なお、航空法以外の法令や条例等において飛行が規制されている場合があるため（次節参照）、関係機関への確認が必要である。

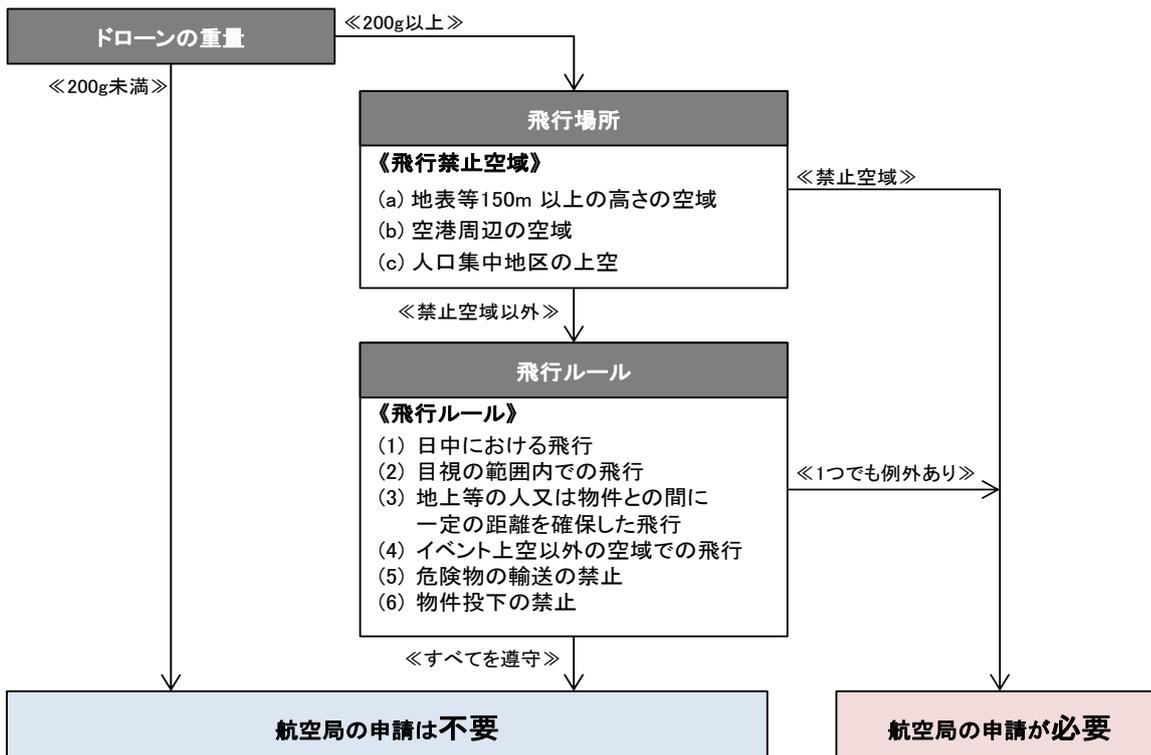


図5 航空局への申請の可否の判断フロー⁸

2017年11月4日の落下事故を受け、国土交通省は航空局への申請における審査基準を明確化した。申請の理由が最も多いと推測される人口集中地区の上空を飛行するための飛行条件の概要は次のとおりである（表4）。

⁸ 国土交通省航空局. “無人航空機に係る規制の運用における解釈について”. <http://www.mlit.go.jp/common/001110203.pdf>. (アクセス日: 2018年2月1日) をもとに当社作成

表 4 人口集中地区の上空を飛行するための飛行方法と飛行条件の関係⁹

| 飛行方法 | 第三者の上空での飛行 | なし | あり | |
|--------|---|------------------------------------|---|---------------------------------|
| | 最大離陸重量 | — | 25kg 未満 | 25kg 以上 |
| 飛行条件 | 被害軽減措置 | 第三者及び物件に接触した際の危害軽減構造 ^{※1} | | — |
| | 機体性能 | — | 飛行の継続が困難となった場合に機体が直ちに落下することのない安全機能 ^{※2} | 耐空類別がN類 ^{※4} に相当する耐空性能 |
| | | | 飛行させようとする空域を限定させる機能 ^{※3} | |
| | 無人航空機を飛行させる者 | — | 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こと | |
| | | | 不測の事態において、安全に着陸させるための対処方法に関する知識を有し、適切に対応できること 使用する機体について、過去 90 日までの間に、1 時間以上の飛行を行った経験を有すること。 | |
| 安全確保体制 | 補助者の配置 〔補助者の主な役割〕 ①無人航空機の飛行状況の監視 ②周囲の気象状況の変化の監視 ③周辺に第三者が立ち入らないように注意喚起 | — | ④不測の事態が発生した際の避難誘導 | |
| | | — | できる限り、第三者の上空を飛行させないような経路を特定 | |
| | | — | | |

※1：例) プロペラガード、緩衝材の装着 等

※2：例) バッテリーの並列化、GPS が受信できなくなった場合の対応、機体が直ちに落下しないための措置 等

※3：例) ジオ・フェンス機能、係留装置 等

※4：最大離陸重量 5,700kg 以下の飛行機であって、普通の飛行（60°バンクを超えない旋回及び失速（ヒップストールを除く。）を含む。）に適するもの

2.5. 航空法以外の関連法令

ドローンの飛行にあたっては、前述の航空法以外にも関連する法令があるため、注意が必要である。以下に代表的な法令を示す(表5)。政府としても関係法令を整理しドローンの活用に向けた環境整備が望まれる。

表 5 ドローンの関係法令（一例）¹⁰

| 法令 | 内容 |
|-------------|---|
| 小型無人機等飛行禁止法 | 国会議事堂、内閣総理大臣官邸、対象危機管理行政機関の庁舎などの区域およびその周囲おおむね 300m の地域の上空においては、無人航空機の飛行を禁止 |
| 道路交通法 | 道路から離発着した場合や道路上を飛行した場合、道路交通法の禁止行為に抵触するおそれ |
| 河川法 | 河川管理者が河川ごとに河川敷に利用に関するルールを規定 |
| 電波法 | 操縦や画像伝送に関する周波数や無線設備の技術基準を規定 |
| 個人情報保護法 | 個人情報取扱事業者による撮影の場合には、無断での撮影行為は不正の手段による個人情報の取得に抵触するおそれ |

⁹ 国土交通省航空局. “無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領”. <http://www.mlit.go.jp/common/001220061.pdf>. (アクセス日: 2018年2月6日) をもとに当社作成

¹⁰ 当社作成

3. 安全なドローンの飛行にあたって

ドローンの飛行にあたっては、フライトコントローラ¹¹の高度化に伴い、安全性や信頼性が格段に向上してきている。しかし、事件事例において示した通り、現状では不確定な要素も多い技術であることもあり、「墜落しない」と言い切ることはできない。そこで、「墜落する可能性がある」との前提に立ち、飛行前や飛行中においては、国土交通省やメーカーが公表しているチェックリストに従い確実に点検を実施し、墜落リスクを少しでも低減する必要がある。

安全確保の実施方法のイメージを醸成していただくため、当社が実証実験の企画・運営を行い、ドローンの飛行の安全対策にも携わった「ドローンを用いた情報収集及び滞留者誘導実証実験」(2017年12月実施)¹²における安全対策の一部を紹介する。

3.1. 実験概要

3.1.1. 目的

日本有数の人口密集地かつ超高層ビル街である新宿西口エリアにおいて、西口現地本部を中心とする災害時の情報収集及び滞留者誘導、新宿区災害対策本部との情報共有にドローンを活用することに関して、実効性及び課題の検証を目的とした。

3.1.2. 検証事項

以下の3項目を実証実験における検証事項とした。

- ①TV会議システムを活用した拠点間での情報共有
- ②遠隔拠点におけるドローンを活用した情報収集
- ③遠隔拠点からの滞留者への情報伝達

3.2. 安全確保のための対策

3.2.1. 離発着

新宿中央公園内の水の広場に離着陸エリアを設定した(図6)。水の広場内の離着陸エリアは、パイロン、トラバー等で区画し、実証実験関係者以外の立ち入りができないようにした。また、公園内に看板及び注意喚起要員等を設置し、実証実験中であることを明示した。

¹¹ GPSやジャイロ、加速度、磁気等の様々なセンサーで構成され、ドローンの飛行を支援する機器

¹² 実施主体は「チーム・新宿」。「チーム・新宿」は工学院大学、損害保険ジャパン日本興亜株式会社、SOMPOリスクケアマネジメント株式会社、株式会社理経及び新宿区で構成。本実証実験は上記メンバーの他、新宿駅周辺防災対策協議会、株式会社NSi真岡、アイベックステクノロジー株式会社、日東通信株式会社、株式会社ブイキューブロボティクス、一般財団法人公園財団、株式会社システムファイブ、日本電気株式会社の協力を得て実施。

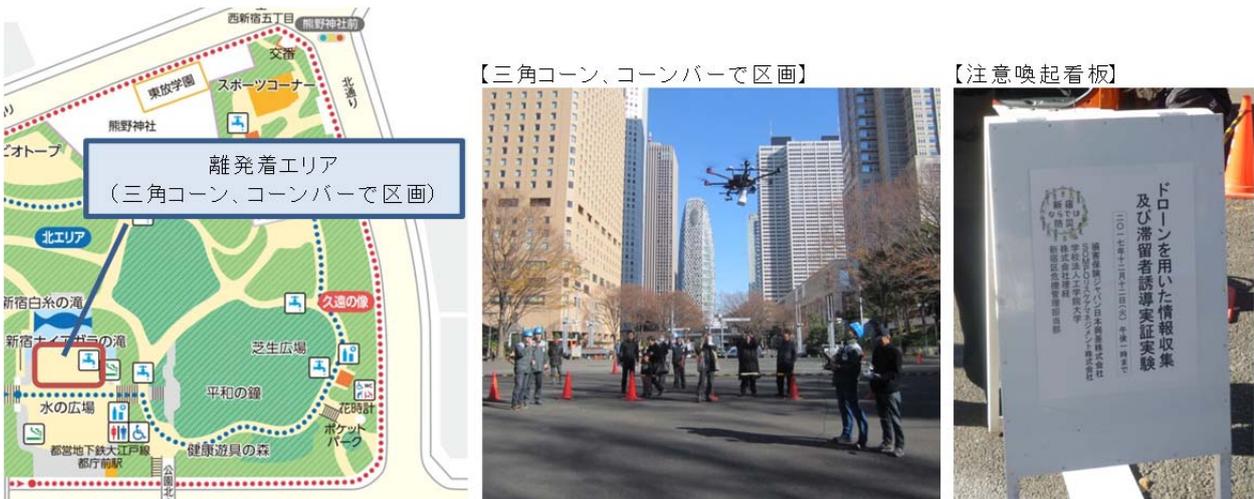


図 6 離発着における安全確保例¹³

3.2.2. 飛行ルート

飛行ルートは、人の入らない植込み上空を基本とした (図 7)。また、飛行の前にルートに沿って地上でドローンを移動させ、実機のフライトコントローラにより GPS 感度等に問題がないことを予め確認した。

実際の飛行に際しては、通路を横切る地点付近に最低 1 人の注意喚起要員を配置 (図 7 の○印の位置) し、ドローンが接近した場合に来園者に注意を促した。



図 7 飛行ルートにおける安全確保例¹⁴

おわりに

ドローンは、空撮や測量を代表として多種多様な用途で用いられ始めている。現状においては飛行に関する規制は多いものの、今後は機体の低価格化、操縦のさらなる容易化、関連技術 (例えば画像処理技術等) の発展および法整備が期待され、使用範囲はさらに拡大すると予想される。今まさにイノベーションの真っただ中にあると言えるドローンの活用は、新たなビジネスの創造や既存ビジネスの生産性拡大には不可欠である。本稿が、ドローンの積極的な活用を検討する方々の、飛行の安全性考慮の一助となれば幸いである。

¹³ チーム・新宿による実証実験で撮影した写真および新宿中央公園 HP で使用されている地図 (<http://parks.pr.fj.or.jp/shinjuku/wp-content/uploads/sites/3/2015/01/map.jpg> (アクセス日: 2018年2月6日)) をもとに当社作成

¹⁴ チーム・新宿による実証実験で撮影した写真および新宿中央公園 HP で使用されている地図 (<http://parks.pr.fj.or.jp/shinjuku/wp-content/uploads/sites/3/2015/01/map.jpg> (アクセス日: 2018年2月6日)) をもとに当社作成

参考文献

- 首相官邸. “小型無人機に関する関係府省庁連絡会議”. <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/>.
 (アクセス日: 2018年2月6日)
- 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.
 (アクセス日: 2018年2月8日)
- 独立行政法人国民生活センター. “ドローンと法規制”. http://www.kokusen.go.jp/wko/pdf/wko-201801_05.pdf.
 (アクセス日: 2018年2月6日)
- 中村健太郎. “UAVに関する法規制の現状”. リモートセンシング学会. Vol.36 No.2(2016)pp.122-125
- 総務省. “「ドローン」による撮影映像等のインターネット上での取扱いに係るガイドライン(案)について”. 平成27年8月7日. <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/dai4/siryou2.pdf>. (アクセス日: 2018年2月6日)
- 国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所. “川の利用案内”. <http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/edogawa00108.html>.
 (アクセス日: 2018年2月6日)
- DJI JAPAN 株式会社. “安全飛行点検項目”. <https://www.dji.com/jp/flysafe/check>. (アクセス日: 2018年2月6日)
- 国土交通省 東北地方整備局. “UAV 運航点検 チェックシート”. http://www.thr.mlit.go.jp/tougi/kensetsu/hozen/pdf/uav_unkoutenken.xls. (アクセス日: 2018年2月6日)
- 村上正浩、新藤 淳. “新宿駅周辺地域への実装を見据えた災害対応へのドローン活用に関する検証実験 その1 新宿駅周辺地域の震災対応の考え方と実験の想定”. 日本建築学会 2017年度大会. pp.455-456. 2017.
- 新藤 淳、村上正浩. “新宿駅周辺地域への実装を見据えた災害対応へのドローン活用に関する検証実験 その2 ドローンをを用いた情報収集・発信実証実験の概要”. 日本建築学会 2017年度大会. pp.457-458. 2017.

執筆者紹介

金山 直司 Tadashi Kanayama

リスクマネジメント事業本部 BCM コンサルティング事業部
 上級コンサルタント
 専門は BCP・BCM、自然災害リスク評価

新藤 淳 Jun Shindo

リスクマネジメント事業本部 BCM コンサルティング事業部
 上席コンサルタント
 専門は BCP・BCM

松本 聡子 Satoko Matsumoto

リスクマネジメント事業本部 BCM コンサルティング事業部
 主任コンサルタント
 専門は自然災害リスク評価

北郷 陽子 Yoko Kitago

リスクマネジメント事業本部 BCM コンサルティング事業部
 主任コンサルタント
 専門は BCP・BCM

SOMPO リスクアマネジメントについて

SOMPO リスクアマネジメント株式会社は、損害保険ジャパン日本興亜株式会社を中核とする SOMPO ホールディングスのグループ会社です。「リスクマネジメント事業」「健康指導・相談事業」「メンタルヘルスケア事業」を展開し、全社的リスクマネジメント(ERM)、事業継続(BCM・BCP)、健康経営推進支援、特定保健指導・健康相談、メンタルヘルス対策などのソリューション・サービスを提供しています。

本レポートに関するお問い合わせ先

SOMPO リスクアマネジメント株式会社

経営企画部 広報担当

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-24-1 エステック情報ビル

TEL : 03-3349-5468 (直通)