

# ドローン利用の具体的方策を米国と比較する研究

## Effective Measures to Use Drones Based on Comparison with the U. S. Instances

加藤慎也(大阪市立大学大学院都市経営研究科都市経営専攻都市行政コース)  
Shinya KATO (Master's Degree Finished from Graduate School of Urban Management, Osaka City University)

□今、世界中において、小型無人航空機（以下ドローン）の活用が注目を集めている。普及のきっかけとしては、主に大容量リチウムイオンバッテリーの開発を嚆矢とする技術革新が挙げられるが、飛行のための制度構築も無視できない議論である。

しかしながら、2021年の現時点においては、ドローンは日本で十分に活用されていないのが現状である。果たして、その要因はどこにあるのであろうか。

一つは法的な問題である。ドローンの飛行は、既存の飛行機やヘリコプターと同じく、航空法並びにそれに関する法令によって規制されるが、その飛行範囲が強く限定されている。たとえば、人の頭上は飛行が禁止されていたり、目視外の飛行が不可能であったりする点がそれである。物流に従事させる以上、町中の飛行は想定されて然るべきであるし、プログラミングによって自律飛行するからこそ、ドローンは真価を發揮するのである。したがって、現在の制度は商業利用を前提にしていまいと言わざるを得ない。

もう一つは、世論の理解不足である。たとえ上記の条件をクリアした前提で、ドローンの飛行許可を事業者が得たとしても、発着点となる土地の所有者がそれを許すかは別問題である。例えば、公園にある（ドローン飛行禁止）の立て看板等がその典型と言えよう。ドローンの規制が強化された原因は、これを悪用する事件の多発に求められる。とは言っても、ドローンの有用性をなおざりにし、悪印象を引き摺ったままでは、社会発展の機会損失に繋がりがかねない。

もちろん、政府や業界団体も手をこまねいてばかりではない。「小型無人機に係る観光整備に向けた官民協議会」は2017年に、『空の産業革命に向けたロードマップ2020』を制定した。これは平たく言えば、2022年以降のビジョンが盛り込まれた、ドローン活用のための計画案である。

そして、本計画を見れば、これまでドローン産業のための法整備を中心に、様々な検証が行われていたことが明らかであるし、ドローンの活用段階は徐々に進んでいることが理解できる。

本論では、飛行ライセンスの在り方を、現行の制度と比較して模索していくものとする。

**キーワード:** ドローン、安全、ライセンス

**Keywords:** Drone, Safe, License

## 1. ドローンを普及させるための課題

ドローンを利用することによって得られる利益は計り知れない。たとえば、極端な危険性を孕んでいるが故に、有人航空機では近づけない地域への調査などの利用がその典型例であろう。また、それほど危険な場所ではなくとも、橋桁やビル外壁など従来の手段では物理的に人間が近づき難い場所を点検することも、ドローンを用いれば容易となる。

そもそも、ドローンは本質的にはロボットであるので、その運用とトライアンドエラーが航空機のみならず、社会全体のより高度なオートメーション化に貢献することは明らかである。すなわち、既に利益衡量を議論する段階は過ぎており、世界中で積極的な活用を模索している状況と言える。

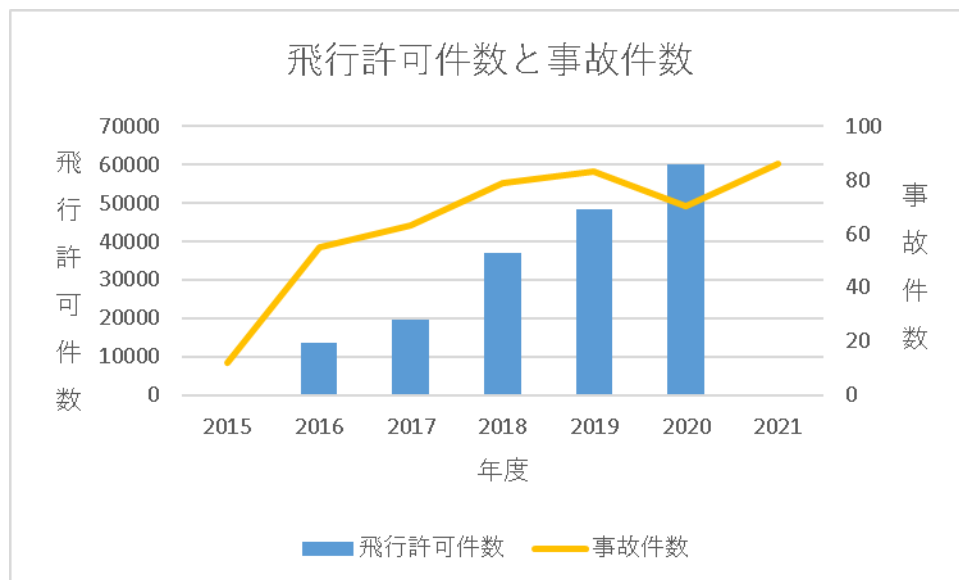
わが国において、どのようなドローンの活用が現実的かを模索することは、航空機の飛行に関する制度研究と共に、大変意義深いことなのである。

ドローン利用を活性化させるための課題としては、究極的には、(1)安全性の確保、(2)法制度の充実の2点に集約されると本論では考える。

## (1) 安全性の確保

一口に安全性と言っても、その意義は大変に広い。そこで本論では、①事故・危害の抑制と、②事故・危害前提の対応の二つに分けて考える。

### ①事故・危害の抑制



(図1) 国土交通省 無人航空機による事故等の情報提供

([https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_ua\\_houkoku.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_ua_houkoku.html)) 2022.1.4 閲覧より引用して加藤作成

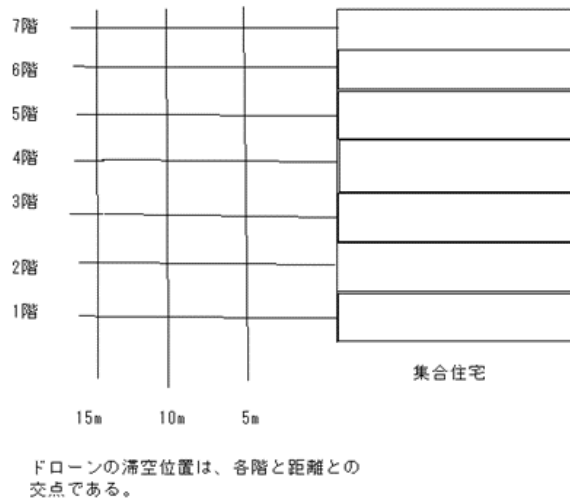
上記のグラフは、飛行許可件数と事故件数を2015年から2021年までの期間で、本論で独自に追跡したものである（空欄の箇所が存在する理由は、データが出揃っていないためである）。これを見るに、飛行許可件数と事故件数は相関性が見られるものの、事故率は0.01%から0.4%に収まっており、ドローンに使われる技術が社会に許容される程度には発展していることを示唆している。

物理的損害はともかく、ドローン飛行時の騒音についてはどうだろうか。本論で参考にした実験では、集合住宅の1階から7階までの各階の高さでドローンを滞空（ホバリング）させ、当該階に位置する居室にマイクを設置し、水平方向15メートルから5メートル刻みごとにドローンを近づけて騒音を調査したものがあ

る。

ちなみに実験の概略図は、以下のようになっている。

## ドローン騒音実験



(図2) 一般財団法人日本建築防災協会『建築防災 2019.11』p.13 より引用して加藤作成

実験で使用したドローンは、①重量 4800 グラムの産業用ドローン、②重量 1 3 8 8 グラムの汎用ドローン、③重量 743 グラムの小型ドローンの 3 機種であり、いずれもトイドローンではなく航空法上飛行許可の必要なものであることから、騒音調査には非常に適した機体と言える。

実験の結果、居室からの水平方向に応じて、①の重量 4800 グラムに達する産業用ドローンでは、最低 42.6db から最大 51.8db の騒音が室内で確認された。これが室外であれば、最低で 63.8db、最大で 72.8db である。これが③の重量 743 グラムにすぎない小型ドローンだと一気に数値が下がり、室内で 35.2db~39.4db、室外で 56.8db~60.9db となる。参考までに付言すると、②の汎用ドローンだと、室内では 37.3db~45.2db、室外では 59.0db~67.0db である。

ちなみに、環境基本法第 16 条 1 項に基づき環境基準は以下のように定義されている。

(表 1) 環境基準 (騒音)

地域の類型	基準値	
	昼間	夜間
AA	50デシベル以下	40デシベル以下
A 及び B	55デシベル以下	45デシベル以下
B	60デシベル以下	50デシベル以下

環境省 騒音に係る基準について (<https://www.env.go.jp/kijun/oto1-1.html>)  
 得て掲載

2022.1.19 閲覧 より許可を

加えて、騒音規制法、航空機騒音に係る基準から鑑みても、概ね 60db 以下の音量であれば、一般的には許容されそうであり、ドローンを空撮に用いるにおいては、騒音は問題になりえないと言えよう。

以上の事から、ドローンは技術的に見て、事故や危害を最小限に抑えながらの普及が可能と考えられる。しかしながら、事故を100%阻止することは不可能であるので、その点についても備えねばならない。それが「事故・危害前提の対応」である。

## ②事故・危害発生前提の対応

一口に言えば、これはリスクマネジメントである。ドローンに限らず、機械を扱う以上事故は付き物であるが、問題は発生した際の物理的な安全装置や治療のスキーム、さらには金銭的補償である。

特定非営利活動法人安全工学会で行われた、人間の手を成功に模した模型をドローンのプロペラに接触させる実験では、手袋を被せていない状態では、骨格に至るまでの損傷が確認された。この意味するところは、生身の手であれば、指の切断すら起こり得るということである。この結果はホームセンターなどで市販されている対切創手袋をつけても大して変わらず、より対切創性の高い特殊な手袋が求められることが明らかとなった。

また、手指の切創事故のみがドローン飛行時のリスクではなく、頭部への墜落、飛び散ったプロペラ片による眼球の負傷なども考慮されねばならない。

これらのリスクを低減する物としては、①ヘルメット、②専用の対切創手袋、③ゴーグルの3点が挙げられる。

さらに言えば、ドローンの機体本体にプロペラガードを装着し直接的な接触を予防することや、万が一墜落した場合の落下地点を予測して、当該地点に建築工事中用シート（以下メッシュシート）を設置しておくことも有効である。なお、JIS規格（JIS A 8952-1995）のメッシュシートを用いた実験の結果では、シート自体に大きなダメージを与えず、ドローンを受け止め得ることが判明した。

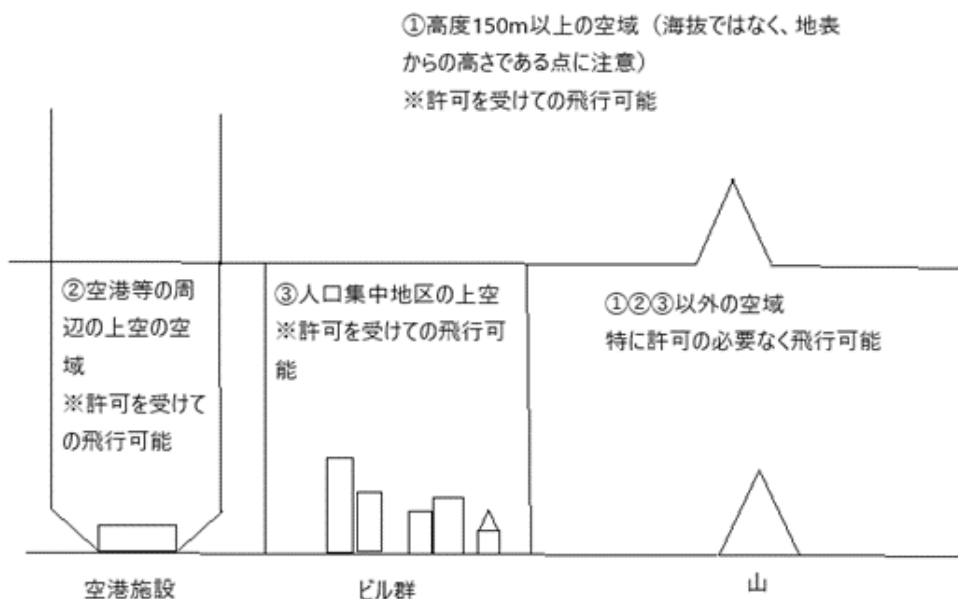
以上のことより、例えば自動二輪車の運転手にヘルメットの着用が義務付けられているように、ドローンの操縦者にも先述①、②、③のような保護具の着用を義務付ける等、何らかの安全策を法令で定めることや、そのような強制でなくとも、何らかのコンセンサスとして社会に浸透させる必要であるように思われる。

続いて、受傷した後に行う迅速な治療体制も構築すべきと言えるが、そうとなると今度は金銭的補償、すなわち「賠償責任保険」も勘案されて然るべきである。もともと、空中撮影が出来るというドローンの特性上、故意や過失で他人のプライバシーが撮影されてしまった場合もドローンの保険では補償されねばならない。2021年現時点では、わが国のドローン保険でも、人格権を侵害した際の補償が盛り込まれていることをここに付言しておく。

## （2）法制度の充実

2021年現時点の法制度下では、機体重量200グラム以上のドローンを飛行させるためには、以下のような空域ごとに、飛行の度行政の許可を得なければならない。

## ドローン飛行区域



(図3)

つまり、従来までのわが国では、ドローンを操縦するための公的な操縦ライセンスは存在しなかったのである。とは言え、各種民間団体が発行するライセンスは存在しており、行政はドローン運用者がそういった民間団体の操縦ライセンスを有しているか否かを、飛行許可を与える際の目安としていたのである。もっとも、民間団体のライセンスだけでは、操縦技能の根拠としては弱いことは明白である。試験内容の透明性も不明であるし、そもそも民間団体自体が乱立しているので至極当然と言えよう。

こういった問題を解決するべく、公的な操縦ライセンス制度の創設が望まれていたのである。2021年現在、「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」は、ドローン飛行レベル4（人口集中地区目視外飛行）の解禁と合わせて、以下のような公的な操縦ライセンス制度の創設を目指して航空法改正に向けた協議を始めているのである。

(表2)

ドローン操縦ライセンスの取得方法				
方法／時系列	①	②	③	④
スクール活用	ドローンスクールでの講習	医師の診断書 ＋ 学科・実地試験	技能証明書交付	3年ごとの更新
独学		医師の診断書 ＋ 学科・実地試験	技能証明書交付	3年ごとの更新

## 2. ドローン利用における今後の展望

以上のことを総合的に考量すると、ドローンの存在が一般市民の目線から見て、今後より身近になることは確実である。飛行に関しては年々規制が強化され、個人の趣味に用いる飛行は抑圧されつつあるものの、操縦ライセンス制の導入、機体認証制度、各種の研究成果から導き出されるリスクマネジメントの検証などを鑑みるに、わが国でも洗練されたドローン運用体制が整いつつある点は喜ばしいことかもしれない。

しかしながら、ドローンという概念が独り歩きし、とりわけマルチコプター型の航空機全般が、いたずらに持て囃されている面があることもまた事実である。特に貨物運送に関しては、世界中が積極的な姿勢を見せていて、わが国もそれは例外ではないものの、この点に関して諸手を挙げて賛同してよいかは甚だ疑問である。

それと言うのも、市場に出回っているドローンのほとんどが、そもそも貨物運送を想定しておらず、リスクを勘案するためのデータが出揃っていないからである。

そもそも、貨物運送を既存の飛行機やヘリコプター等の有人航空機に代わって、ドローンに任せるメリットはどこにあるのであろうか。有人航空機の歴史は100年以上もの長きに渡っており、運用の積み重ねによって裏打ちされた安全対策は、非常に洗練されていると言っても過言ではない。例えば、固定翼の飛行機を一例に挙げてみたい。飛行機はエンジンが停止に陥っても、一つでも無事なエンジンがあれば飛行できるように設計されている。たとえエンジンが全部停止したとしても、グライダーと同様滑空という手段によって、比較的安全に不時着することが可能である。ドローンに近い回転翼機であるヘリコプターでもそれは同じことで、回転翼を自由回転させて着陸するオートローテーションという技術が存在する。こういった技能はパイロットライセンスの取得課程で履修が義務付けられており、有人航空機が安全と言える所以でもある。一部でパラシュートを備えたドローンは存在するものの、別段法律で備えることが義務付けられていない上、もとよりパラシュートでの安全確保には重量制限がある。要するに、普通の航空機では当たり前のフェイルセーフやフォールトトレラントといった信頼性設計が、ドローンでは確立されていないのである。基本的な構造として、ドローンの回転翼はクラッチを介さずモーターと直結している。この意味するところは、モーターや回転翼、さらには電気系統に異常が発生すれば、すぐに回転翼が停止し墜落に繋がるということである。また、飛行機のようにモーターもとい回転翼が生き残っている状態で、ドローンの飛行が可能な状況は、現在では非常に限られた環境でしかない。現状は回転翼を4枚有するドローンが広く普及しているが、こういうクワッドコプター型のドローンでは、たとえ3つの回転翼が生き残っていたとしても、1枚の回転翼が故障ただけでバランスを崩し墜落してしまう。本論で独自に匿名希望の運用者に調査したところ、信頼性設計を考慮するのなら、最低6枚の回転翼を備えたドローンを用いれば、回転翼1枚の故障程度には対応可能とのことである。もっとも、故障が許容できる回転翼の枚数は限定的になってしまう（当然回転翼の枚数が増加すれば、故障が許容できる回転翼も増加する）ことに変わりはない。飛行機は一つのエンジンさえ生きていれば飛行可能なので、ドローンとは対称的と言える現象である。また、大元の電源が停止すれば成す術がないことは言うまでもない。これもまた、飛行機とは対称的である。

付け加えると、自律飛行と無線操縦とを併用して運用するので、電波の混線やハッキング等意図的な第三者の妨害に対して、ドローンは非常に脆弱である。

つまるところ、不透明な将来性と機械的信頼性の不足から、ドローンによる貨物運送はやはり時期尚早と言えるのである。

ところで、現在のわが国では、行政や「空の移動革命に向けた官民協議会」が中心となって、空飛ぶクルマ」という航空機がにわかに脚光を浴びている。この『空飛ぶクルマ』であるが、2025年の大阪・関西万博の移動手段として活用すべく、実用化を目指した動きが活発化している点は注目に値しよう。スカイドライブ社の機体に至っては、航空機として飛行させるための型式証明まで申請されており、ドローンの開発で培われた自動制御技術は航空機の操縦の易化であることを鑑みると、実用化に関して現実味がないとは言い切れない。

しかしながら、現状出てくる空飛ぶクルマのアイデアは、マルチコプター型のドローンに人間を乗せたような代物である。こういった航空機に関しては、マルチコプター型航空機特有の低い信頼性の他に、EV航空機そのものが実用化されていない以上、普及を急ぐことには、やはり懸念を抱かざるを得ない。そもそも、ヘリコプターと比較してのメリットが明確にされていない上、本論で既に述べたように、無人のドローンでさえ運用者や周囲の人間の安全性が担保されていない点を考慮すると、空飛ぶクルマの実現性は低いと言えよう。

したがって、ドローンの現実的な活用方法を敢えて挙げるのならば、それは貨物運送や人員の移送などではない。もし、そういった用途に用いるとしても、例えば僻地への緊急的な物資輸送などドローンを使用せざるを得ない状況下に限定すべきであろう。

そういう理由で、飛行レベル4や操縦ライセンス制が確立しても、ドローンの本分は空撮にあると本論では考えるものである。

#### 【参考文献】

公益社団法人計測自動制御学会『計測と制御（2017）』p.12

安全工学会『安全工学通巻344号（2021）』p.349-352

弥永真生・宍戸常寿『ロボット・AIと法』有斐閣

稲垣 俊之「自動運転は何をもたらし、何を求めるのか？」『安全工学 54(3)（2015）』p.159

J A F 自動運転レベル (<https://jaf.or.jp/common/kuruma-qa/category-construction/subcategory-structure/faq083>)  
2021.5.27 閲覧

林 浩美「ドローンと法制度」『NBL 1163（2020.2.1）』商事法務 p.63

国土交通省 航空身体検査基準 (<https://www.mlit.go.jp/common/001023037.pdf>) 2022.1.21 閲覧

Federal Aviation Administration Download, Print, or View the Complete AME Guide

([https://www.faa.gov/about/office\\_org/headquarters\\_offices/avs/offices/aam/ame/guide/media/guide.pdf](https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/aam/ame/guide/media/guide.pdf)) 2022.1.21  
閲覧

一般財団法人運輸総合研究所「運輸政策研究（2021）」p.153

国土交通省 無人航空機の飛行禁止空域と飛行の方法 ([https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_fr10\\_000041.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000041.html))  
2022.1.7

国土交通省 飛行ルール・ガイドライン・審査要領等 許可承認の審査要領（R3.12月）  
(<https://www.mlit.go.jp/common/001254115.pdf>) 2021.12.31 閲覧

国土交通省 報道・広報 ([https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku02\\_hh\\_000149.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/kouku02_hh_000149.html)) 2021.6.10 閲覧

公益財団法人 損害保険事業総合研究所「損保総研レポート（2016）」p.10

東京海上日動 ドローン保険 (<https://drone-hoken.jp/>) 2021.6.10 閲覧

国土交通省 無人航空機による事故等の情報提供 ([https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_ua\\_houkoku.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_ua_houkoku.html))

#### 2022.1.4 閲覧

一般財団法人日本建築防災協会『建築防災 2019.11』 p.13-14

環境省 騒音に係る基準について (<https://www.env.go.jp/kijun/oto1-1.html>) 2022.1.19 閲覧

環境省 騒音規制法の概要 (<https://www.env.go.jp/air/noise/souonkiseih-pamphlet.pdf>) 2022.1.19 閲覧

国土交通省 無人航空機による事故等の情報提供 (<https://www.mlit.go.jp/common/001408112.pdf>) 2022.1.2 閲覧

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所

([https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail\\_mag/2019/132-column-1.html](https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2019/132-column-1.html)) 2022.1.2 閲覧

首相官邸 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会 配布資料

([https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/kanminkyougi\\_dai16/siryou1.pdf](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/kanminkyougi_dai16/siryou1.pdf)) 2022年1月22日閲覧

国土交通省 空の移動革命に向けた官民協議会([https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk2\\_000007.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk2_000007.html)) 2022.1.21

夢洲で空飛ぶクルマ夢じゃない. 朝日新聞. 2021-9-15、夕刊、p.1