

平成30年度
「大規模林野火災におけるドローンとリアルタイム GIS 活用による
対応の効率化と安全性の向上」
研究成果 付録

ドローン導入の手引き

はじめに

近年、消防活動におけるドローン利活用の期待は高まり、実際に導入を開始している消防署も多い。本研究で道内を中心とした複数の消防関係者にヒアリングを行った際も、最も導入意欲が高いのはドローンであった¹。これに対して平成 29 年 6 月の時点でドローンの消防本部の保有率は、16%（導入 116 機関/全国 728 機関）である²。また、実際の使用実績があるのは、うち 41 機関となり、5.6%となる。

これらの、決して高いとは言えない数値の背景には、具体的な導入手順や運用方法が分からないという状況があるのではないかと考え、ドローン導入における計画策定や意思決定の一助となることを願って、本研究を通じて得られた知見を整理して、導入への手引きとして次の構成でまとめた。

- 1 ドローンの活用方法についての概観
- 2 ドローン導入にあたって必要とされる条件と市販品の機能及び性能
- 3 実際の導入プラン

この手引きが火災初期から火災後期までの情報収集体系の効率化に資することができれば幸いである。

なお、平成 30 年 1 月に、消防組織法第 37 条の規定にもとづき、消防消第 13 号「消防防災分野における無人航空機の活用に関する資料」として手引きが公開されている。維持管理や事故対応、法令上の取扱いや運用人員・体制から活用事例まで、幅広く網羅された内容となっているので、詳細なマニュアルとしてはそちらを参照されたい。

¹ 他の選択候補はハンディな双方向位置情報等伝達システムや各種情報を一覧できる GIS システムであった

² 総務省消防庁（2018）.消防防災分野における無人航空機の活用について. 消防の動き：2018 年 12 月号

目次

1	ドローンの活用方法についての概観.....	1
2	ドローン導入にあたって必要とされる条件と市販品の機能及び性能	4
3	ドローン導入プラン	7
	[ドローンの導入ステップ].....	7
	[ドローンの小規模導入 / 試験的導入].....	7
	[ドローン飛行に関する法令].....	8
	[ドローンの飛行].....	10
	(参考例) 操縦トレーニングシート	12
	その他参考資料	14
	(参考資料) 小規模な組織でのドローン導入シナリオ	16
	最後に.....	17

1 ドローンの活用方法についての概観

ドローンを導入・運用するにあたっては機種選定や運用体制の整備、法令への対応など、いくつかの分野での検討、合意形成が必要になってくる。

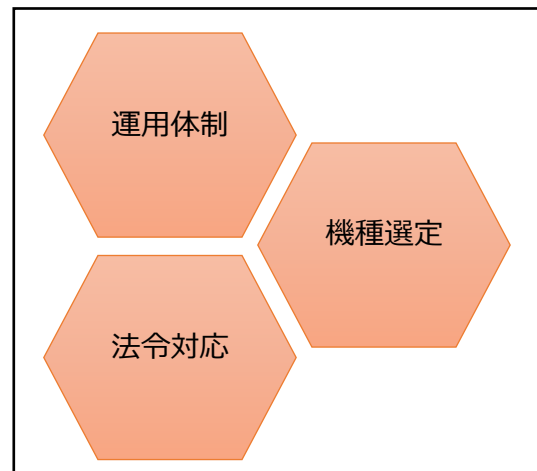


図 1 ドローン導入に必要な対応

ここでは、これらの具体的なドローン運用に向けた手順に入る前に、消防活動において、ドローンがどのように位置づけられるのかについて述べる。ドローン導入は段階を踏んで行っていくことが求められるが、ドローンを活用する場面が、どのような段階に関連付けられるかについての見通しを持つておくことにより、より具体的なイメージを持つことができる。

ドローンの活用場面について、本研究を通じて関係消防機関から集約した項目は、以下の通りである。

- ・日常業務への利用 （警防活動、取水位置の確認、アクセス場所の確認など）
- ・災害時情報収集 （道路通行の可否、煙の観測、残火確認など）
- ・活動状況の把握 （隊員の活動状況）
- ・訓練後の振り返り （訓練時の活動状況の撮影、学習教材としての利用など）
- ・情報の伝達 （現場の映像・画像の伝送）
- ・座標値の取得 （直下、斜下座標値の取得）
- ・面積の計測 （原因調査など）
- ・搜索、誘導 （自動航行、河川・山地・平野での搜索など。）
- ・救助活動の補助 （浮き輪や救急品の運搬など）
- ・消火活動の補助 （消火剤の散布や放水）

ドローンに対する要望や想定は種々あると思われるが、集約した上記を整理し、3つのステージに大きく分類した。また、各ステージにおいて想定されるドローンの器材規模も対比させた。

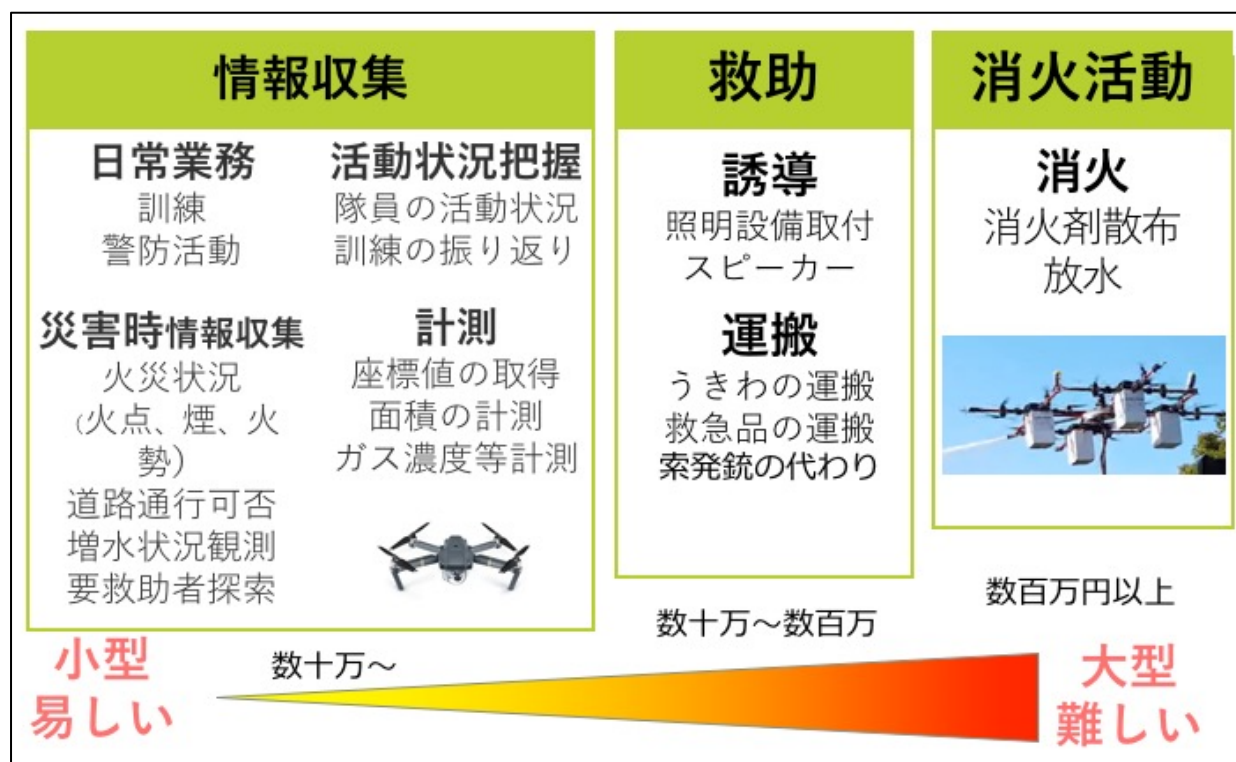


図 2 ドローンの運用ステージ

器材規模に対応する具体的なドローンの機種については次章で紹介するが、焼津市防災航空隊では、ドローンの活用にあたり、次のような条件を挙げている。

- 1・効率よく情報収集ができ接触や墜落を避けることにつながる高倍率カメラ
- 2・搜索・消火活動に役立つ熱赤外カメラ
- 3・天候を選ばない耐候性（災害対応には不可欠）

いずれも消防業務においては不可欠な条件であるが、3に対応できるような、耐候性のある（具体的には防水性のある）ドローンになると機体価格も高価になるため、導入がこれからの場合は上記の 1、2 から始めるのが適当である。

なお、2 について、本研究においても大きな要素であり、経験も蓄積した熱赤外カメラについて以下、詳述する。

搜索の場面で熱赤外カメラを使用しても、日光によって暖められた樹木の葉や岩などが、人と近い温度として表示されてしまい、判別は容易ではない。他方、樹木が落葉している、あるいは曇天時であれば、周囲と人体との温度差が大きくなるため発見しやすい。なお、熱源が動く場合は定点撮影でも判別しやすく、熱源が動かない場合はドローンを移動させながら探索すると判別が容易になる。

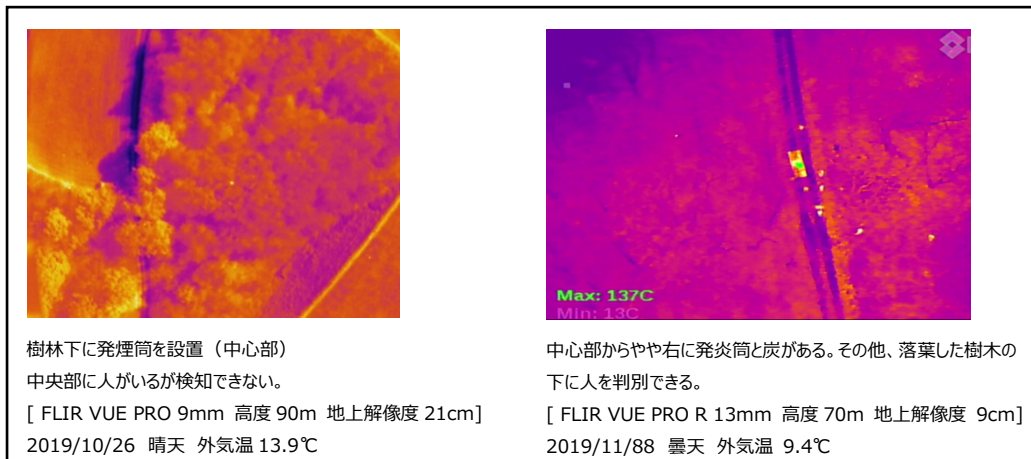


図 3 熱赤外カメラで撮影した画像例(1)

熱赤外カメラについては、近年、比較的安価なモデル（20～30 万円程度）も流通し始めてはいるが、画素数が 160×120 程度であり、地上解像度が低くなるため、判別能力は落ちる。上記の画像のように 100 万程度の小型熱赤外カメラであれば、解像度が高く判読しやすい。

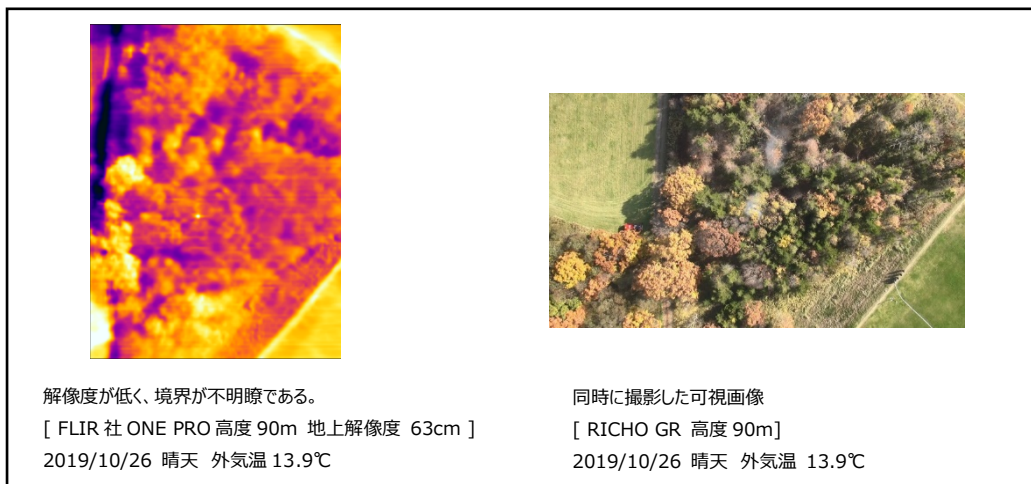


図 4 熱赤外カメラで撮影した画像例(2)

2 ドローン導入にあたって必要とされる条件と市販品の機能及び性能

ドローンに必要とされる条件と、市販品の機能及び性能をまとめた。

購入規模		共通		小規模 (職員数 100 名未満)		
主な目的		室内練習用	簡易撮影 200g 以下	情報収集 主に撮影機器を用いる		
機種	機種名	Parrot 社 manbo	Zetech 社 Dobby	DJI 社 spark	DJI 社 mavic pro	DJI 社 Phantom4pro
	機体価格(参考)	2 万	5 万	5 万	12 万	20 万
機体 の 特 徴	特徴	200g 屋内用	機体重 200g 以下のため、航空法の適応外。高度 10-20 程度での簡易撮影が可能	DJI 社の中では、低価格。持ち運びが容易だが、風に弱い	携帯性に優れており、飛行時間も比較的長い	消防機関に多く導入されている。衝突センサーなどを無効にできるため、練習にも適している
用途・機能	室内練習用	○		△	△	
	撮影および映像伝送	○	○	○	○	○
	呼びかけ(スピーカー)					
	捜索(自動航行)				○	○
	座標表示				○サードパーティーアプリ	○サードパーティーアプリ
	夜間飛行(ライト取付可)			可能(要申請)	可能(要申請)	可能(要申請)
搭載可能機器	雨天時飛行(防水)					
	ズームカメラ					
	熱赤外カメラ					
	ライト				○サードパーティ品	○サードパーティ品
	ビーコン					
	スピーカー					
性能	物件投下装置					○サードパーティ 250g まで
	有線給電 (長時間飛行用)					
	最大風圧抵抗		8m /s	未公表	8-10m/s	10m/s
	最大飛行時間		9 分	16 分	27 分	30 分
	通信距離		100m	500m	4Km	4Km

表 1 ドローンに必要とされる条件及び市販品の機能及び性能(1)

購入規模		中規模 (職員数 100～200 名)			大規模 (職員数 200 名以上)			
主な目的		情報収集 (一部、防水機能、物件投下機能(軽量))			高度な情報収集・救助 (高倍率ズームカメラ、防水、物件投下、一部カスタマイズ可)			
機種	機種名	DJI 社 Mavic Enterprise	DJI 社 Mavic Enterprise Dual	SwellPro 社 Splash Drone 3 +	DJI 社 inspire-2	エンルート社 CH940	DJI 社 matrice200 シリーズ	Aeryon Lab 社 Sky Ranger
機体価格(参考)		30 万	30 万	30 万	40 万	150 万以上	200 万	1600 万以上
機体 の 特徴	特徴	ライト、ビー コン、スピー カーを取 付可能	ライト、ビー コン、スピー カーを取 付可能。さら に解像度は低 いが熱赤外 カメラを搭載	防水ドローン の中では最も 低価格。第三 級陸上特殊 無線技士が 必要	別途カメラ が必要。 中型機改 造により、 物件投下 も可能	別途カメラ が必要。オ プションで防 滴仕様もある	別途カメラが 必要。防水機 能あり。100 倍ズームカメ ラ、熱赤外カ メラを搭載可 能	各種カメラを 取付できる。 防水且つ長 時間飛行が 可能
用途・ 機能	室内練習用							
	撮影および映像伝送	○	○	○	○	○	○	○
	呼びかけ (スピーカー)	○	○	○				
	搜索(自動航行)	○	○		○	○	○	○
	座標表示	○	○	○	○サード パーティー アプリ	○	○	○
	夜間飛行 (ライト取付可) 雨天時飛行 (防水)	可能 (要申請)	可能 (要申請)	可能 (要申請) ○防水	可能 (要申請)	可能 (要申請) △防滴	可能 (要申請) ○防水	可能 (要申請) ○防水
搭載 可 能 機 器	ズームカメラ	2 倍	2 倍		3 倍	コンデジ 搭載可	30 倍	30 倍
	熱赤外カメラ		○(解像度 160X120)				○(解像度 640X512)	○(解像度 640X512)
	ライト	○純正品	○純正品		○サード パーティー 一品			
	ビーコン	○約 5km から 目視可能	○約 5km から 目視可能					
	スピーカー	○	○					
	物件投下装置			○純正品 1kg まで	○(要改 造)			○
性能	有線給電 (長時間飛行用)				○サード パーティー 一品		○サードパ ーティー品	
	最大風圧抵抗	8-10m/s	8-10m/s	8m /s 突風 12m/s	10m/s	10m/s	12m/s	18m/s 突風 25m/s
	最大飛行時間	29 分	29 分	16 分	27 分	15 分	38 分	50 分
通信距離		5km	5km	1.3km	4km	1km	5km	500m～3km

表 2 ドローンに必要とされる条件及び市販品の機能及び性能(2)

積載オプションや耐候性のある機種価格帯、加えて飛行時間や風圧抵抗を記載し、運用計画を策定するにあたって注意すべき点についても示唆を得られるようにまとめた。規模や目的をもとに機種選定の参考としていただきたいが、これらのデータは参考であるため、購入時には諸元を確認することが求められるのは言うまでもない。また、記載した機種は2019年の市販品について整理したものである。現在のドローンの製品サイクルは1年～2年であるため、規模、目的、用途に応じて適宜、修正を行うことが求められる。

また、消防組織で導入されているドローンを、自治体・人口と共に一覧化した。なお、赤字部は本研究の共同研究者である。

規模	組織名	職員数	人口	機体	寄贈の有無
超大規模	神戸市消防局	1,545	1,541,080	協定	
300人以上	さいたま市消防局	1,379	1,284,937	エンルート機	
	千葉市消防局	1,009	966,154	エンルート機	
	川口市消防局	546	82,469	エンルート機	
	つくば市消防本部	315	226,781	エンルート機	
大規模	筑西広域市町村圏事務組合消防本部	298	202,369	Phantom 3+ FL IR	
200人以上	静岡県焼津市	254	287,094	Phantom、Inspire	
	神奈川県大和市消防本部	245	100,412	マビック複数台	
	上伊那広域消防本部	205	185,941	Phantom 3	寄贈
中規模	福井県敦賀美方消防組合消防本部	153	89,195	Phantom	
100人以上	和歌山県田辺市	150	91,507	エンルート機	
	岩手県久慈市 久慈広域連合消防本部	139	60,406	Phantom	
	江別市消防本部	130	118,784	Phantom ×2	寄贈1台
	大分県中津市消防本部	120	84,539	エンルート機	寄贈
小規模	茨城県 常陸大宮市消防本部	80	43,264	Phantom	
100人以下	日高西部消防組合	78	17,550	マビック複数台	
	岐阜県飛騨市消防本部	75	24,975	Phantom	

表 3 自治体規模別導入ドローン

3 ドローン導入プラン

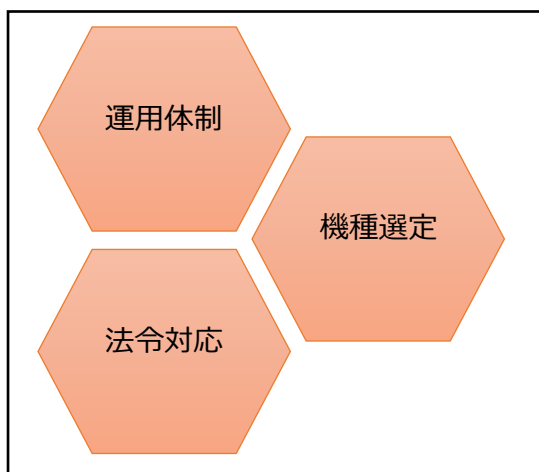
[ドローンの導入ステップ]

ドローンの導入に際しては、機器など、ハードウェアの選定に加え、運用等、ソフトウェア面での検討も必要となるため、協力機関に実際にドローンを使用していただき、ヒアリングを行った。その結果、ドローンの運用を進めるためには、以下のよう、人的負担が少ない場面から導入し、段階的に発展させていくのがよいとの結果であった。



図 5 ドローンの導入ステップ(消火活動への必要人員が少ない順)

実際は、「振り返りを目的として訓練での使用」の前段階として、小型のドローンを導入して、実際の消火活動に組み



込む前に検証を行ってもよい。試験飛行などを積み重ねて、見通しを得るに従って、どのような場面での活用を目指すのかについての協議を組織内部で行い、具体的な本格運用のための機種選定という手順を追うのが順当である。

ただし、小規模からの試験的開始であっても、ドローンを運用するにあたっては法令や事故対応については対応する必要がある。また、ドローンの操縦者のみならず、保管責任者や保守担当者等、運用体制についても策定が必要になってくる。大別して、左図の3つの分野を視野に入れることに留意されたい。

図 6 ドローン導入で必要な対応

[ドローンの小規模導入 / 試験的導入]

実際のトレーニングや運用を行なうにあたっては、国土地理院がドローンを活用した災害対応現場の実例を、現場での作業の様子や平時の訓練の様子も含めて紹介しているものが参考になる。

最終的には大規模なステージを志向するとしても、ドローンの習熟には段階を追っていく必要がある。この資料の中で

も言及されている通り、初期練習用には 50g 程度の玩具の小型マルチコプタからでもよい。寄贈などの都合で、最初から高価なドローンが配備されることもあるが、たとえ保険をかけていたとしても、習熟していないうちは墜落による破壊などをおそれ、操縦者が萎縮してしまうことがあるため、最初は小型のものから習熟していくことが望ましい。



図 7 国土地理院基本図情報部「無人航空機(UAV)を活用した国土地理院の災害対応」より

出展：国土地理院基本図情報部

「無人航空機（UAV）を活用した国土地理院の災害対応」P35 より

1. 無人航空機（UAV）の概要
2. 国土地理院ランドバードの発足
3. UAV を課長した災害調査
4. 安全基準の整備、平時からの訓練
5. 今後の課題とまとめ

<http://www.gsi.go.jp/common/000150883.pdf>

[ドローン飛行に関する法令]

ドローンの飛行により人が載っている航空機の安全が損なわれたり、地上の人や建物・車両に危害が及ぶことがないよう航空法等により飛行ルールが定められている。ドローンの飛行にあたっては法令を遵守し、さらには住民に対する配慮も必要になる。詳細は、以下に記した資料などで確認する必要があるが、基本的な考え方として、航空機に衝突するおそれや、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域でドローンを飛行させることは、原則として禁止されている。活動上、やむを得ず、そのような空域でドローンを飛行させようとする場合には、安全面の措置をした上で、国土交通大臣 の許可を受ける必要がある。

以下、先行事例として幾つかの自治体での運用規定と、法令に関する資料を以下にまとめた。

・運用規定の参考資料

湖南省ドローン運用規定

https://www.city.konan.shiga.jp/reiki_int/reiki_honbun/r041RG00001353.html

湖南省小型無人航空機庁内管理運用規程	
平成28年11月1日 訓令第20号 (平成28年11月1日施行)	○湖南省小型無人航空機庁内管理運用規程
平成28年11月1日 訓令第20号	
条項目次 沿革	
本則	
第1条(趣旨)	(趣旨)
第2条(定義)	第1条 この訓令は、湖南省が所有する小型無人航空機の安全で効果的な利活用を図るため、航空法(昭和27年法律第231号)、電波法(昭和25年法律第131号)、道路交通法(昭和35年法律第105号)、民法(明治29年法律第89号)その他関係法令に定めるもののほか、全庁的な管理運用に関し必要な事項を定めるものとする。
第3条(運用の範囲)	(定義)
第4条(事前協議)	第2条 この訓令において、小型無人航空機(以下「ドローン」という。)とは、航空法に定義される無人航空機のうち、カメラを搭載し映像転送機能を活用した空撮や物資運搬等の運用が可能なるものをいう。ただし、カメラを搭載しないもので機体の重量(機体本体の重量及びバッテリー重量の合計)が200グラム未満のものは除く。
第5条(利活用申請)	(運用の範囲)
第6条(飛行の場所)	第3条 ドローンは、広報誌又はインターネット等を利用して市の魅力を発信すること並びに防災及び減災、災害発生時の被災状況把握及びインフラ状況把握等を目的として運用する。ただし、市長が特に必要と認めるときは、その必要と認める範囲内で運用することができるものとする。
第7条(運航の条件)	(事前協議)
第8条(映像)	第4条 ドローンを利活用しようとする職員は、ドローンを利活用しようとする日の30日前までに、あらかじめ飛行日時及び場所、事業目的、飛行経路等についてドローンを所有する部署(以下「ドローン所有部署」という。)と協議をしなければならない。ただし、災害等緊急やむを得ない事情があると認めるときは、この限りでない。
第9条(貸出)	(利活用申請)
第10条(その他)	第5条 ドローンを利活用しようとする職員は、 <u>前条</u> の規定による事前協議後、ドローン所有部署に対して、小型無人航空機利活用申請書兼飛行計画書(別記様式)により申請するものとする。ただし、緊急時は口頭での申請により、これに代えるものとする。
附則	2 前項ただし書の場合において、ドローンの利活用を行った職員は、事後、小型無人航空機利活用申請書兼飛行計画書を速やかにドローン所有部署に提出しなければならない。
別記様式(第5条関係)	3 小型無人航空機利活用申請書兼飛行計画書の作成にあたっては、飛行実施場所の周辺住民及びその財産に被害を及ぼさないよう、十分な検討を行わなければならない。
	また、必要に応じて、周辺住民に対するドローン飛行についての事前周知及び当日の周知を行うものとする。
	4 ドローン所有部署は、 <u>第1項</u> の申請があったときは、その内容を審査し、支障がないと認めたときは、利活用を認めるものとする。
	(飛行の場所)
	第6条 ドローンは、 <u>次の各号</u> に掲げる場所では飛行してはならない。
	(1) 電線又は樹木等操縦の妨げになる構造物がある場所
	(2) 鉄道又は道路等交通を妨げるおそれがある場所
	(3) 住民等のプライバシーを侵害するおそれがある場所
	(4) 他者に危害を加えるおそれがある場所
	(5) 電波の状態が不安定になるおそれがある場所
	(6) <u>前各号</u> に掲げるもののほか、安全の確保が困難である場所
	(運航の条件)

図 8 湖南省ドローン運用規定の公開サイト画面

北栄町ドローン運用規定

http://www2.e-hokuei.net/reiki_int/reiki_honbun/r246RG00000897.html

東近江市ドローン運用規定

https://www.city.higashiomi.shiga.jp/reiki_int/reiki_honbun/r151RG00001761.html

前橋市ドローン等運用ガイドライン

<https://www.city.maebashi.gunma.jp/material/files/group/4/guide.pdf>

・法令に関する資料

国土交通省交通局

「航空法第 132 条の 3 の適用を受け無人航空機を飛行させる場合の運用ガイドライン」

<http://www.mlit.go.jp/common/001110204.pdf>

「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>

「無人航空機ガイドライン」

<http://www.mlit.go.jp/common/001202589.pdf>

＜承認が必要となる飛行の方法＞



図 9 航空局標準マニュアル 01 P7 (2)飛行の方法より

「航空局標準マニュアル 01 (制限表面・150m 以上・DID・夜間・目視外・30m・催し・危険物・物件投下) 場所を特定した申請について適用」

<http://www.mlit.go.jp/common/001218179.pdf>

「航空局標準マニュアル 02 (DID・夜間・目視外・30m・危険物・物件投下)」場所を特定しない申請について適用

<http://www.mlit.go.jp/common/001218180.pdf>

[ドローンの飛行]

屋内などで小型のドローンを試験的に飛行させる段階を超えて、実際に屋外で飛行させるにあたっては、これまで述べたような法令について把握した上で、具体的な飛行計画を立てて実行する必要がある。

屋外でのドローン飛行は十分な訓練をしたものが行うのはもちろんであるが、補助する者の役割も重要である。人数的にも余裕をもった体制で実施することが事故のリスクを低減することになる。屋外飛行が初期段階の試験的なものであっても、最低でも 2 名以上で実施することを強く推奨する。このことはまた、ドローン飛行についての経験や知見を組織内で共有していくという観点からも重要である。

なお、ドローン飛行において、直面することが多いであろう障害要素について、以下に列挙する。

1. バッテリー切れ

冬期の低温時や風の強い時期に飛行すると、通常よりもバッテリーの消耗が早くなる。例えば、ドローンの飛行時間が諸元として 30 分であれば、20 分程度で帰還させるような注意が必要になる。

また、急発進や急停止などの操作は、制御するためのモーターの回転数が増大するため、消費電力も増大する。バッテリー残量が少ない時に、そのような操作を行うと、瞬間的に電圧が低下し、バッテリーの回路制御プログラムが電池を使い切ったと判断して電力供給が遮断されることがある。飛行中にドローンを停止させる際、コントローラーのレバーから指を

離してバネの力で停止位置に戻したり、発進させる際、レバーをいきなり最大出力にするような操作は避け、レバー操作は常にゆっくりと行うことを心がけることを推奨する。

2. 磁気干渉バッテリー切れ

ドローンに搭載されている電子コンパスは磁気干渉を受けると誤作動を起こすことがある。変電所、発電所（風発電タービンを含む）、高圧線、ポンプ施設などの強磁場を形成している施設近辺でのドローン飛行は避ける。

電子コンパスが誤作動すると、GPS モードになっているドローンは操縦者が意図しない方向に飛び始めるので、そのような場合には GPS モードを切って操縦を行う。コンパスが誤作動すると、自動的に GPS モードを切る仕様のドローンもある。

3. 電波干渉

複数のドローンを同時に飛ばすと、互いの操縦用電波が干渉して操縦不能になることがある。上で述べた強磁場を形成している施設近辺でも同様の現象を起こすことがある。

4. 上昇時の事故

森林地帯でドローンを離陸させるような状況においては、離陸場所の地面が開けていても、上昇中に、上空で突き出ている木の枝に接触することがないよう、上方の上昇ルートの確認にも注意を払う必要がある。

5. 自動帰還時の事故

目視外飛行でドローンを自動帰還させる際に、送電線などの障害物に接触する可能性があるため、飛行ルート周辺の障害物を事前に調べておく。また、自動帰還にあたって高度を設定できるので、周囲の樹木より高い高度に設定しておく。

6. 鳥類

鳥類（ワシ・タカ類）がドローンを攻撃する例が多数報告されている。ワシ・タカ類の生息地域近辺での飛行にも注意が必要である。

なお、本研究を通じて、ドローンの飛行を実施するにあたっては、技能のチェックや飛行前後の備品点検などのノウハウを蓄積した。参考までに以下に掲載するが、このようなチェックリストは必ず組織内で、実情に合わせて作成することを強く推奨する。

(参考例) 操縦トレーニングシート

ドローン 操縦トレーニングシート (酪農大試作版ver.1)

年 月 日

操 縦 者 :

※枠内には、操縦時間を記入する

項目	内容	1	2	3	4	5	合計時間	備考
飛行前点検	プロペラ、バッテリー他の確認							準備、点検、運用、後片付け
基本操縦 (屋内) 60分	飛行モード (P/A)							Pモードで慣れたのち、Aモードで行う。
	1.離陸着陸 (5回) (ヘリパット内)							(P : ポジショニングモード、 A : マニュアルモード)
	2.ホバリング (1m以内) (正面、右、対面、左) 10秒ずつ							距離感を養う
	3.回転 (90° ずつ) 右回り2周、左回り2周							10m程度離してコーンを置き、目印とする。
	4.水平移動 (前後、左右 5往復)							プロボの操作による機体の動き方を把握する。
	5.四点を四角く移動 (右回り2周、左回り2周)							補助者を設け、操縦者に指示をすると実施しやすい。
	6.四角移動 (右向き、左向き、対面、進行方向) 1周							
	7.離れた地点に着陸							
	8.8の字							※別途、DJIのテキスト等で、座学を行うこと
撮影練習 (屋内) 60分	被写体を4方向及び真上から							被写体までの高度、距離は、練習環境による
	被写体を横から撮影							操縦者と被写体の間に遮蔽物を置く
	ついたての奥から、被写体と操縦者を撮影							操縦者と被写体の間についたてを設置する
	4方向及び真上より、被写体を撮影する							
	それぞれ接近して撮影する							
	上部が空いた箱の中を撮影(人形、車を置く)							補助者がリアルタイムに撮影画像を確認
	高度、距離の判読 (画面から) 補助者向け							
基本操縦 (屋外) 60分	屋内と同じもの							
撮影練習 (屋外) 60分	※30m四方の空間が必要							補助者を設け、操縦者に指示をすると実施しやすい。
	高度別の撮影 (50m、100m、145m)							どの高度でどのように見えるのか認識する。
	被写体を4方向プラス真上から撮影							
	被写体を横から撮影							操縦者と被写体の間に遮蔽物を置く
	遮蔽物の奥から、被写体と操縦者を撮影							操縦者と被写体の間に遮蔽物を置く
	横と、下と、被写体をすべて写す							
	5m接近して、各方向から撮影する							
応用操縦 (屋外) 60分	※200m~300mまで飛行できる空間が必要。							距離別にどのようにドローンが目視できるか確認
								危険を感じる場合は、飛行距離を200m程度までとする
	100m、200m、300mまで飛行。							
	Go Home							自動帰還の挙動を確認する
	強風時							安全を確保したうえで、風速5m/s以上で飛行させる。
	逆光							操縦位置を検討するための練習
	撮影練習							平面図としての利用、撮影アングル、範囲を試す
	情報収集							火勢の状況、人、建物、地形、道路 (通行可否)、風向、植生、水利を画像から読みとめるかどうか。上空から、100m先の人数、車の台数を数えるなど、課題を設定して飛行練習を行う。

上記内容を組み合わせて、訓練を行う。

一通り操縦ができるようになり、「訓練の撮影」、「火災後の現地調査」から活用を始めることを目指す。

項目	内容	1	2	3	4	5	合計時間	備考
応用操縦2	※場面を想定し、河川、山、街などで操縦訓練を行う。							
その他	パノラマ撮影							
	座標値の取得							
	距離を測る							
	自動航行							

その他、目的に応じて訓練場所や内容をカスタマイズして実施する。

(参考例) トレーニングシート (屋外用)

ドローン トレーニングシート (酪農大試作版ver.1)

年 月 日

操縦者:

補助者:

映像確認者:

項目	担当	内容	チェック	コメント
飛行前点検	操縦者	プロペラ、バッテリー他の確認		
基本操縦	操縦者	コーン①まで移動し、消防署を 高度50m、100mで撮影		
操縦者と補助者の連携	補助者の指示	上昇、下降 右回転、左回転 右移動、左移動 チルト		
	補助者	高度の伝達		
	補助者	機体との距離		
	補助者	向きの確認		
	補助者	電池残量、飛行可能時間		
	補助者	風向		
	補助者の指示	コーン②まで移動し、 高度50mから操縦者、学校を撮影		
画像からの情報収集	映像確認者	高度別の見える範囲の確認 (高度50m、100mにて実施) ※下記参照		
	【車の台数】	高度50m、100mから実施	高度〇mなら物が見えるか	
		小学校前 (距離100m)	台	
		消防署の裏 (距離100m)	台	
		ホーマック駐車場 (距離250m)	台	
	【人数】	宿舎跡地	名	
		消防署屋上	名	
パノラマ撮影	補助者	高度100mから消防署をパノラマ撮影		
印刷	補助者	データのダウンロード		
	補助者	印刷		

その他参考資料

1) 消防庁「消防防災分野における無人航空機の活用に関する資料」

http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3001/pdf/300130_syo13.pdf

※平成30年1月に、消防組織法第37条の規定にもとづき、消防消第13号「消防防災分野における無人航空機の活用に関する資料」として公開されていたもの。維持管理や事故対応、法令上の取扱いや運用人員・体制から活用事例まで、幅広く網羅された内容となっている。

2) 「ドローン活用ガイド」(書籍)

<https://www.tokyo-horei.co.jp/shop/goods/index.php?13178>

※消防の活用事例が掲載されている。

3) 東京消防庁 消防技術安全所報

・無人航空機の導入に関する基礎的検証 53号(平成28年)

<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-gijyutuka/shyohou2/53/53-5.pdf>

・無人航空機による資機材搬送等に関する検証 54号(平成29年)

<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-gijyutuka/shyohou2/54/54-4.pdf>

4) DJI JAPAN 特別講演レポート

焼津市防災航空隊 山下 晃氏「消防防災分野におけるドローンの活用実績」

<https://www.youtube.com/watch?v=ywkIkLDbnXg&list=PLA0KLDsZILv0qjR6yLoIIe4M6sDZFL1F1&index=7&t=207s>

5) ドローンを用いた被災状況動画撮影のポイント集

(一社)建設コンサルタンツ協会東北支部 他

<http://drone-enquete.jp/>

資料のほか、ドローンの動画も閲覧できる。

6) ドローンによる山岳遭難捜索技術開発報告書

公益社団法人東京都山岳連盟救助隊、日本山岳救助機構合同会社

<https://www.sangakujro.com/wp-content/uploads/2016/05/20160526171317.pdf>

<資料紹介ページ>

<https://www.sangakujro.com/%E6%96%B0%E6%8A%80%E8%A1%93%E9%96%8B%E7%99%BA%E3%8>

0%8C%E5%B1%B1%E5%B2%B3%E9%81%AD%E9%9B%A3%E8%80%85%E3%82%92%E3%83%89%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%83%B3%E3%81%A7%E6%8D%9C%E7%B4%A2%E3%80%8D/

山岳救助での活用事例が記載されている。

7) UAV による河川調査・管理への活用の手引き（案）

国土交通省 東北地方整備局

<http://www.thr.mlit.go.jp/tougi/kensetsu/hozen/uav.html>

河川を対象として、平常時と災害時の調査方法について、記載されている。

8) 国土地理院における基本図測量での UAV の活用

国土地理院

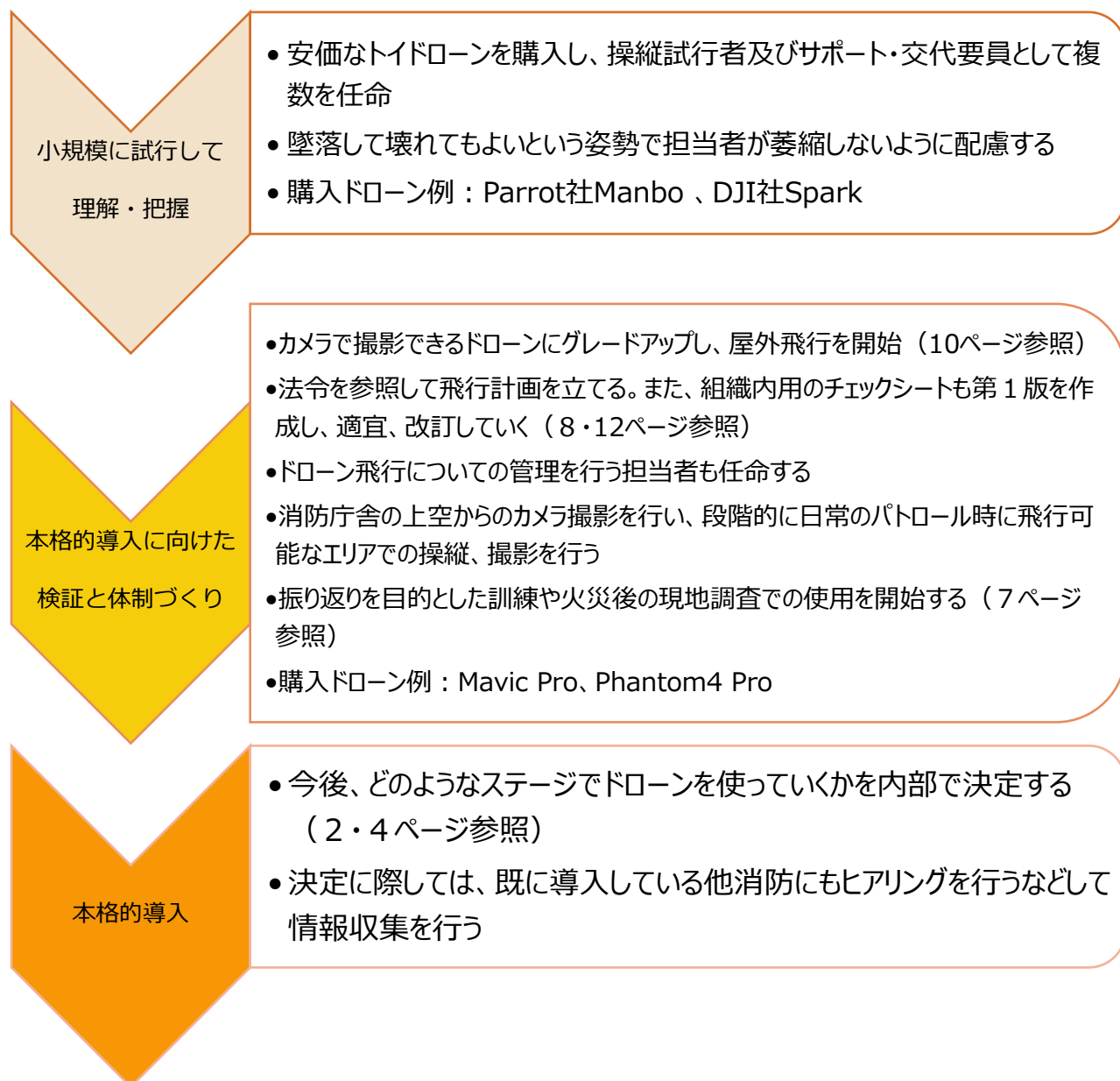
<http://www.gsi.go.jp/common/000188685.pdf>

<http://www.gsi.go.jp/REPORT/HAPPY/OU/main46.html>

国土地理院における災害時の利用例、運用例。

(参考資料) 小規模な組織でのドローン導入シナリオ

本研究の関係者はほとんどが北海道在住ということもあり、道内の消防組織の多くが小規模であるという認識を持っている。ここでは、そのような小規模な消防組織において、ドローンを導入する際のステップを簡単なシナリオとしてまとめた。購入ドローン例はあくまでも本研究において使用し、動作について把握しているため、参考として記載した。



最後に

[周囲との連携の検討]

近年では、ネットを中心に、消防活動におけるドローンの活用については多くの先行事例や資料を入手することができる。これは消防活動におけるドローンの活用が普及しつつあることを示すものであるが、地方の小規模な消防組織においては、財源や人的資源の制約から、導入のハードルが高いという状況はまだ多々あると思われる。

本研究でヒアリングにうかがった道内のある消防組織では、内部でのドローン運用は実現できていないが、自治体が保有しているドローンに応援を依頼する連携で、消防活動への取り込みを図っている組織があった。また、消防団や学校などの連携も選択肢に入れることは有効であると思われる。



図 10 ドローンの運用ステージ

この図の中で「情報収集」の段階の幾つかの要素であれば、外部連携でのドローン活用は可能である。

[IT の周辺技術との連携の検討]

ドローンとは、機体本体の精密制御は言うまでもないが、IT と GIS 技術が高度に融合した技術である。このため、ドローンが処理するデジタルデータは様々な形で活用ができる。本研究においてインターネット上の地図画面に情報を重ね合わせるなどといった活用によって、情報の収集・把握・共有のプロセスを短縮できる。それを可能にするためには、技術の最新動向を把握する等の努力は大前提であるが、本研究に携わった大学などの研究機関と連携することも有効な選択肢である。ネットワークの力によって、より高効率の消防活動を実現されることを願ってやまない。