

無人航空機の導入に関する基礎的検証

山越 靖之^{*}，木田 哲夫^{**}，町井 雄一郎^{**}

概 要

近年、小型で手軽に操縦できる「ドローン」という無人航空機が、運送、空撮、警備等に活用され、消防防災分野においても有効利用の方法が模索されている。消防技術安全所では、無人航空機の消防活動における活用を検討するため、基礎的な性能検証を行った。

本検証では、GPS及びカメラを搭載した市販の無人航空機を用いて、消防隊員が容易に立ち入れない災害現場を想定し、遠隔操縦性能、事前に設定した経路に沿った自動航行の航路追従性能、リアルタイムで伝送された映像の鮮明性等を確認した。

その結果、遠隔操縦性能及び自動航行の航路追従性能については、概ね良好であり、消防活動での活用が見込めるものであった。一方、伝送された映像は、不鮮明であり、要救助者の捜索等の消防活動には、より鮮明な映像の伝送が必要であることが分かった。

1 はじめに

近年、小型の無人航空機が、運送、空撮、警備等に活用され、消防防災分野においても有効利用の方法が模索されている。これまでも、当庁において、消防隊員が容易に近づくことができない災害現場での活動では、消防隊員に代わって活動するロボットに関心を寄せ、いくつかのロボットを試験的に制作または実際に運用している。

本検証では、災害現場における無人航空機の活用を検討するため、市販の無人航空機を用いて遠隔操縦性能、事前に設定した経路に沿った自動航行の航路追従性能、リアルタイムで伝送された映像の鮮明性等の基礎的な性能を確認することを目的とした。

また、今回、検証用無人航空機の選定にあたり、消防隊員及び関係部署に無人航空機の活用方法、性能、搭載機器等について、アンケート調査を行った。

2 実験場所及び実験期間

実験は、第三者に対する安全面に配慮し、人又は家屋の密集している地域（人口集中地区）を避けた以下の場所を選定して行った。

- (1) 東京消防庁第九消防方面本部消防救助機動部隊敷地（八王子市鎌水）（写真1）
平成28年2月
- (2) 明星大学青梅キャンパス（青梅市長淵）（写真2）
平成28年3月



写真1 第九消防方面本部消防救助機動部隊敷地

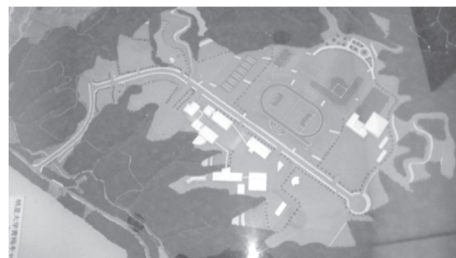


写真2 明星大学（青梅キャンパス）

3 検証用無人航空機の概要

(1) 無人航空機の仕様

無人航空機の仕様について、表1に示す。また、無人航空機、プロポ（無人航空機の操縦端末）、映像撮影部、映像表示部、操縦状況、パソコン設置状況、自動航行中のパソコン画面について、それぞれ写真3から写真9に示す。

* 本田消防署 ** 装備安全課

表 1 無人航空機の仕様

無人航空機 本体	制御部	3Dロボティクス社PIXHAWK GPSを利用可能
	回転翼	4枚
	回転翼用モーター	4個
	映像撮影部	GoProHero4、動画撮影可能（4K、30fps）
		静止画撮影可能（1200万画素以上）
		2軸のジンバル機能有
	保護枠	大きさ：800mm×800mm×200mm
	伝送映像部	電波到達距離200m（見通し距離、電波良好時）
		画像遅れ2秒以内、2.4GHz、デジタル信号、FHSS
	ペイロード（最大積載荷重）	約2kg（バッテリーを含む。）
	飛行可能風速	5m/s以下
	飛行可能時間	約10分（バッテリー1本）
バッテリー	LiPo、6セル、99Wh	
プロポ	電波到達距離300m～400m フェールセーフ機能として、無人航空機本体バッテリーが規定値以下になった場合、バイブレーション作動	
映像表示部	10インチモニター、三脚、映像表示部用バッテリー、充電器	

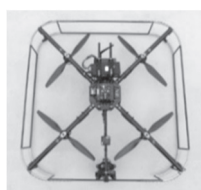


写真3 無人航空機本体



写真4 プロポ



写真5 映像撮影部



写真6 映像表示部



写真7 操縦状況



写真8 パソコン設置状況



写真9 自動航行中のパソコン画面

(2) システム構成

図1に無人航空機に関するシステム構成の概要を示す。システムは、無人航空機と無人航空機を操縦するプロポ及び映像送信部と映像受信部が、それぞれ無線によって接続されている。自動航行の航路の設定、飛行履歴の取得、航行中の無人航空機とのテレメトリー（無人航空機の高度、速度、位置等の情報を無人航空機から地上のPCに無線伝送すること。以下同じ。）等を行う場合は、専用ソフトをインストールしたPCと無人航空機を接続して行う。

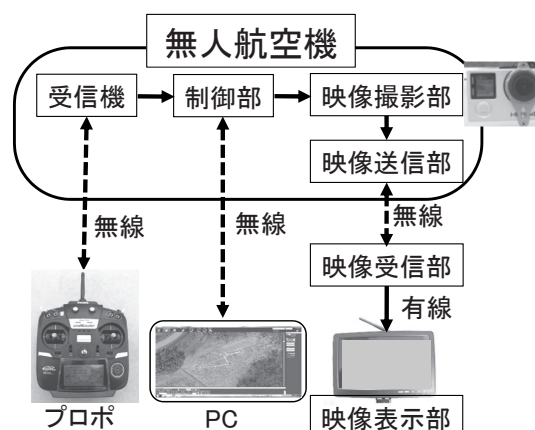


図1 システム構成

4 アンケート調査

無人航空機の活用方法、性能、搭載機器等について、関係する部署等に対してアンケート調査を行い、その調査結果を整理することで、検証用無人航空機選定の際の参考とした。

(1) アンケート調査対象

アンケート調査は、以下に示す部署の担当者に対して行った。

- ・警防課
- ・特殊災害課
- ・第九消防方面本部消防救助機動部隊

(2) アンケート調査項目

アンケート項目を以下に示す。

- ア 無人航空機の活用場面
- イ 無人航空機の活用方法
- ウ 無人航空機の活用による効果
- エ 無人航空機に必要な機体性能
- オ 無人航空機に必要な機能
- カ 無人航空機に搭載する機器

(3) アンケート調査結果

アンケート調査の結果から、活用場面を大きく3つの災害(①山林・河川での災害、②NBC災害、③市街地での災害)に分類し、活用場面ごとに必要な機能等について表2に示した。また、3つの活用場面に共通する回答については、表2中に下線で示した。

(4) 検証用無人航空機の選定

前(3)の結果から、活用場面ごとに考えられる機体には、「山林・河川での災害には、長距離飛行のため軽量であること」、「NBC災害には、様々な測定器等を搭載させるためのペイロードがあること」、「市街地災害には、周囲に対する安全面が確保できること。」といったそれぞれ異なる様々な機能が必要であると提案されたが、一つの機体ですべての機能を有するものは現時点で市販には存在しないため、活用場面に共通の機能を有する機体を選定することとした。

活用場面に共通する機能のうち、「防じん性能、防水性能、耐熱性能」、「熱画像」等のように、ペイロードの条件を満たせば搭載することができるもの、及び搭載する製品個々の性能によるものについては、検証に必要な

機能から除外することとした。

以上のことから、上空からの情報収集を目的とした「カメラによる映像の取得」、「取得した映像のリアルタイム伝送」、「事前に設定した経路の自動航行」を検証に必要な機能とし、それらを有する機体を選定した。

5 実験方法、実験結果、考察

実験は、以下の5項目について行った。

- ・遠隔操縦の安定性〔実験1〕
- ・自動航行の正確性〔実験2〕
- ・伝送映像の安定性・鮮明性〔実験3〕
- ・建物内の人形の識別〔実験4〕
- ・無人航空機の作動音〔実験5〕

(1) 遠隔操縦の安定性〔実験1〕

ア 実験目的

(7) 電波途絶時の動作

プロポの電波が途絶した場合、設定どおりに無人航空機が動作するか確認する。

(4) 無線到達状況

a 見通しが良い場合の無線の最大到達距離を直線道路で測定する。

b 無人航空機とプロポの間に5階建耐火造建物を挟んだ場合のプロポ無線の接続状況を確認する。

イ 実験方法

(7) 電波途絶時の動作

電波途絶時の動作は、以下の4種類を設定し、航行中にプロポの電源を切断して確認した。

- ・何も制御を入れない。
- ・その場で着陸する。
- ・Armed(起動操作。以下同じ。)した場所に戻る。
- ・自動航行中以外は、Armedした場所に戻る。

表2 アンケート調査結果

活用場面	活用方法	活用の効果	必要な機体性能	必要な機能	搭載機器
①山林・河川での災害 (一般人は少ない)	<u>上空からの情報収集</u> 物資の搬送	<u>活動の効率化</u> <u>二次災害の防止</u>	<u>防じん</u> <u>防水</u> <u>耐熱</u>	長距離飛行 <u>自動航行</u> <u>伝送映像</u> 物品搬送・投下	<u>カメラ</u> <u>赤外カメラ(熱画像・暗視検索)</u>
②NBC災害 (一般人は少ない)	<u>上空からの情報収集</u> 危険要因の測定	<u>活動の効率化</u> <u>二次災害の防止</u>	<u>防じん</u> <u>防水</u> <u>耐熱、防爆</u> <u>耐放射線</u>	長距離飛行 <u>自動航行</u> <u>伝送映像</u> 測定データ転送	<u>カメラ</u> 測定器 <u>赤外カメラ(熱画像・暗視検索)</u>
③市街地での災害 (一般人は多い)	<u>上空からの情報収集</u>	<u>活動の効率化</u> <u>二次災害の防止</u>	<u>防じん</u> <u>防水</u> <u>耐熱</u>	<u>自動航行</u> <u>伝送映像</u> 定点長時間	<u>カメラ</u> <u>赤外カメラ(熱画像・暗視検索)</u>

(4) 無線到達状況

a 見通しが良い場合の無線到達距離

無人航空機の設定を電波が途絶した場合「Armedした場所に戻る。」とし、図2中の丸印の高度50mで無人航空機をホバリングさせ、図2中の矢印の方向にプロポを移動させた。無線が切断した場合は、無人航空機がArmedした場所に戻る（着陸）動作を開始するため、その時の距離を無線到達距離の最大値とした。

併せて、無線の状態の確認として、無線が切断した場合は、バッテリー残量のプロポ画面表示が消えることから、プロポ画面表示も随時確認することとした。

b 建物を挟んだ場合の無線の接続状況

図3に示すグラウンドの丸印の位置で無人航空機をホバリングさせた状態で、プロポを図3に示す矢印先端まで移動させる。その際、プロポの操縦とおりに無人航空機が動作するかについて、ヨー（左右方向回転）の動きにより確認する。



図2 実験場所



図3 実験場所

ウ 実験結果

(7) 電波途絶時の動作

すべての実験で、設定したとおりに動作したことを確認した。

「何も制御を入れない。」設定時は、プロポの電源を切断すると、無人航空機はその直前の動きを続けた。例えば、切断直前にLoiter（高度を気圧センサ、位置情報をGPSにより制御される。以下同じ。）モードで空中にホバリングしている場合、ホバリングを継続した。同様に、前方に移動中に切断した場合、前方への移動を継続した。

「その場で着陸する。」設定時は、プロポの電源を切断すると、切断した時点で着陸した。

「Armedした場所に戻る。」設定時は、プロポの電源を切断すると、切断した時点でRTL（起動した場所に自動で帰還する。以下同じ。）を開始した。

「自動航行中以外は、Armedした場所に戻る。」設定時は、プロポの電源を切断しても自動航行中は自動航行を継続した。

(4) 無線到達状況

a 無線到達距離

無人航空機からプロポの水平距離が508mで電波途絶となり、無人航空機は着陸動作を開始した。ピタゴラスの定理から障害物のない場合の無線到達距離は、約510mとなった。

また、着陸動作の開始は、バッテリー残量のプロポ表示が点滅後に消灯した約5秒後であった。

b 建物を挟んだ場合の無線の接続状況

無人航空機はプロポ操縦のとおり動作することが確認できた。

エ 考察

(7) 電波途絶時の動作

4種類の電波途絶時の動作は、設定したとおりに安定して行われ、飛行目的に合わせた有効活用が期待できる。

「何も制御を入れない。」設定は、手動操縦する場合は電波途絶後に操縦できなくなるため、GPS取得が困難な屋内等で飛行させる場合を除き、特に設定するメリットがないと考える。

「その場で着陸する。」設定は、着陸場所の状況によっては無人航空機と障害物との接触による損傷のおそれがあるため、着陸場所に障害物がないことを確認できないのであれば設定するべきではないと考えられる。

「Armedした場所に戻る。」及び「自動航行以外はArmedした場所に戻る。」設定は、プロポの電源を遮断させることで自動で帰還するため、操縦に自信がない練習時や手動操縦が混乱した場合の緊急帰還等に有効に活用できると考えられる。

(4) 無線到達状況

目視による無人航空機の前後左右の向きの確認は、最大無線到達距離に達する前にすでに困難であったことから、手動操縦する場合は無線到達距離としては十分な距離であると考えられる。一方、最大無線到達距離を超えて自動航行させる場合は、カメラの向きの調整、及びヨー（左右方向回転）の動きができなくなるため、カメラの向きを撮影したい対象物の方向に事前に設定しておく必要があると考えられる。

無線が途絶していないかの判断は、着陸動作の開始がバッテリー残量のプロポ表示が点滅した後、表示が消えた約5秒後であったことから、バッテリー残量のプロポ表示からも無線の状態が判断できると考えられる。

また、建物を挟んだ場合の無線状況は、本実験では良好な結果となったが、実際は建物の大きさや建物と無人航空機との位置関係によっても無線状況が変わってくることを考慮し、飛行させる必要があると考えられる。

(2) 自動航行の正確性〔実験2〕

ア 実験目的

自動航行させた場合、事前に設定した飛行経路と実際の飛行経路の間に、どの程度のズレが生じるかについて確認する。

イ 実験方法

無風時に写真10に示す事前に設定した直線距離80mの飛行経路を自動航行させ、PC画面上で事前設定した飛行経路と飛行履歴を重ね合わせ、そのズレから自動航行の正確性を確認する。

ウ 実験結果

実験時（風向：北、風速：0.5m/s）の飛行経路について写真11に示す。

事前に設定した飛行経路と実験時の飛行経路との間で左右方向に1m以上のズレが生じたのは、飛行距離の1.9%（飛行距離80m中、1.52m）であった。

また、すべてのズレは、左右方向に3m以下であった。

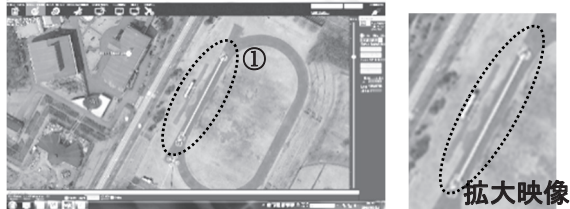


写真10 事前に設定した飛行経路 (1)

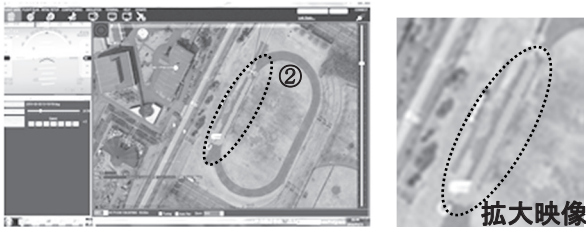


写真11 実験時の飛行経路 (2)

エ 考察

山林や河川などGPS電波取得の障害になるおそれがある障害物が周囲にない場所では、自動航行の正確性は、消防隊員が進入できないNBC災害現場でのガス測定や要救助者の捜索、山林や河川での要救助者の捜索、水難救助現場での救命浮環等の資機材搬送に十分活用が見込めると考えられる。

(3) 伝送映像の安定性・鮮明性〔実験3〕

ア 実験目的

(7) 林中の人形の識別

林中の人形を無人航空機からの伝送映像によりモニターで識別できるか確認する。

(4) 飛行高度ごとの伝送映像状況、テレメトリーの電波状況

飛行高度ごとに伝送映像の安定性・鮮明性、テレメトリー電波の安定性を確認する。

イ 実験方法

(7) 林中の人形の識別

林中の斜面に設置した写真12に示す人形の上空を無人航空機で航行し、人形の撮影を行った。人形は、写真13に示すように上空から撮影した際に枝葉に隠れない位置に設置した。

無人航空機の航行状況は、図4に示す位置に設置した観測カメラにより撮影した。

(4) 飛行高度ごとの伝送映像状況、テレメトリーの電波状況

無人航空機を自動航行で高度50m、100m、150mでホバリングさせ、その時の伝送映像をモニターで確認した。同様に、テレメトリーの受信状況をPCの画面表示で確認した。

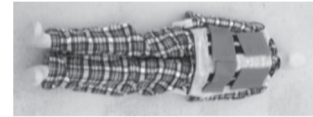


写真12 人形 (身長160cm)



写真13 人形設置状況

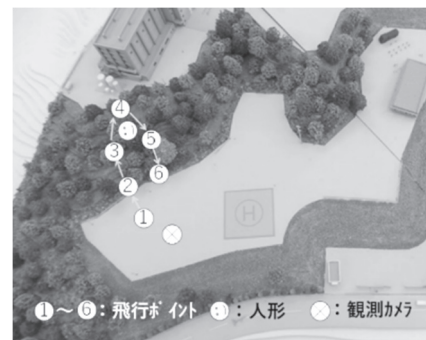


図4 林中の人形、観測カメラ、飛行ポイントの位置

ウ 実験結果

(7) 林中の人形の識別











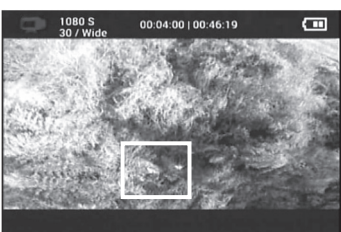
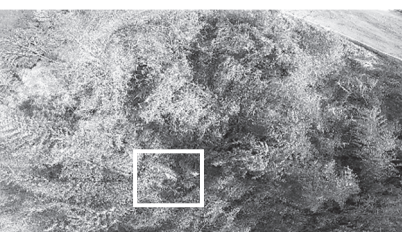

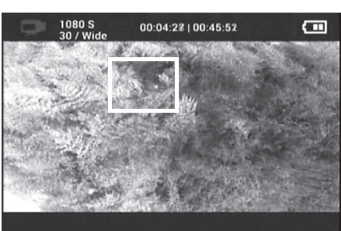
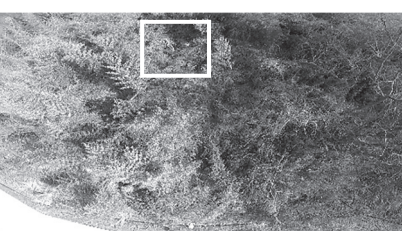


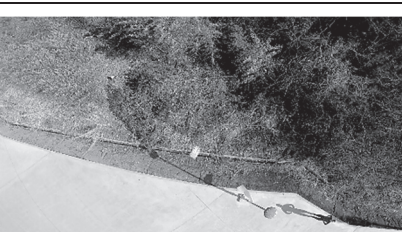
表3に上空から林中を撮影した際の、観測カメラの映像、伝送映像、映像撮影部の内部メモリの記録映像を示す。また、上空から撮影した林中の人形の伝送映像と記録映像を写真14及び写真15に示す。

実験では、モニターに表示された伝送映像は途絶することはなかったが、伝送映像は、林中の人形を識別するには鮮明性が不十分であり、林中の人形を無人航空機からの伝送映像によりモニターで識別することは困難であった。

一方、内部メモリの記録映像は、無人航空機の帰還後に確認したところ、伝送映像よりも鮮明性が高く、林中の人形の識別が可能であった。

また、伝送映像、記録映像ともに実験時の映像撮影部の設定では、晴天時は、木々の葉が明るく見える反面、影が濃くなってしまい人形を識別しにくくなり、一方、曇天時は、晴天時と比較し林中の人形を識別しやすい傾向があった。

表3 伝送映像と記録映像の違い

	観測カメラ	伝送映像	記録映像
飛行ポイント①			
飛行ポイント②			
飛行ポイント③			
飛行ポイント④			
飛行ポイント⑤			
飛行ポイント⑥			

※ 上表中の飛行ポイント番号の位置を図4に示す。また、林中の人影を上表中に四角で、無人航空機を丸で示す。

(4) 飛行高度ごとの伝送映像状況、テレメトリーの電波状況

無人航空機をホバリングさせた場合の伝送映像は、高度150mまでは途絶することなくモニターで映像を確認することができた。しかし、テレメトリー電波は、高度50m以上では、途切れることが多く、常に機体の状況をPC画面で確認することはできなかった。

また、無人航空機本体の高度は、Armedした時点で0mと表示されるべきであるところ、状況により2～3mと本来の高度とは異なる値が表示されることがあった。

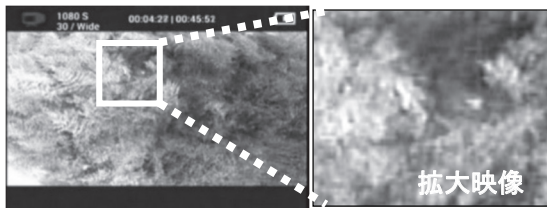


写真14 人形の識別状況（伝送映像）

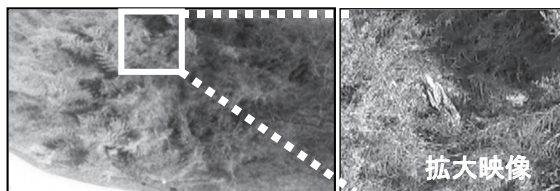


写真15 人形の識別状況（記録映像）

エ 考察

(7) 林中の人形の識別

無人航空機の帰還後に林中の人形の識別を確認したところ、内部メモリの記録映像は、伝送映像よりも鮮明性が高く、林中の人形の識別が可能であったが、内部メモリの記録映像は、無人航空機の帰還後の確認となるため、人形の発見時の航行位置を特定できないおそれがある。このことから、山林での要救助者の捜索には、伝送映像の鮮明性の向上が必要であり、さる製品個々の性能によるものについては、検証に必要なならに、伝送映像により発見した場所で発信器（ビーコン）を投下させる機能を持たせる等、地上から要救助者に接触する精度を向上させる方策が必要であると考えられる。

また、実験では伝送映像、記録映像ともに、晴天時は、木々の影になる位置の人形は識別しにくくなり、曇天時のほうが林中の人形を識別しやすい傾向があったことから、要救助者の捜索等には、映像撮影部を自動露出から手動露出に切替える等、日照状況に左右されない設定にする必要があると考えられる。

(4) 飛行高度ごとの伝送映像状況、テレメトリーの電波状況

テレメトリーが途絶した場合は、リアルタイムで無人航空機の飛行高度、対地速度、垂直速度、地図上の飛行位置等の情報が得られない、及び伝送映像と撮影位置の

関係を把握できない等の不都合が発生するため、活用の際にはテレメトリー電波の強化が必要と考えられる。

機体の高度がArmedの時点で2～3mの誤差が生じていたのは、気圧センサで高度を測定しているため、その時の大気圧や風の影響を受けたことが原因と考えられる。飛行の際は、状況により3m前後の誤差は生じるものと考え、障害物がある場合は余裕を持った高度で飛行させる必要があると考えられる。

仮に、構造物等に接近して飛行させる場合は、高度計の精度の向上や新たに衝突回避センサ機能を搭載することが必要になると考えられる。

(4) 建物内の人形の識別〔実験4〕

ア 実験目的

建物の室内の状況について、無人航空機から撮影により識別できるか確認する。

イ 実験方法

5階建て建物の5階室内のベランダに面した窓付近に写真12に示した人形を設置する。当該窓から水平距離約5m付近を建物壁面に沿って、無人航空機を自動航行させ、室内を撮影した。

ウ 実験結果

室内を撮影した際の伝送映像を写真16、記録映像を写真17に示す。伝送映像からは、室内の人形を識別することは困難であったが、記録映像からは、居室内の人形を識別することができた。

また、自動航行は、事前に設定した飛行経路を、建物との間に一定の距離を保ちながら自動航行することができた。



写真16 人形の識別状況（伝送映像）

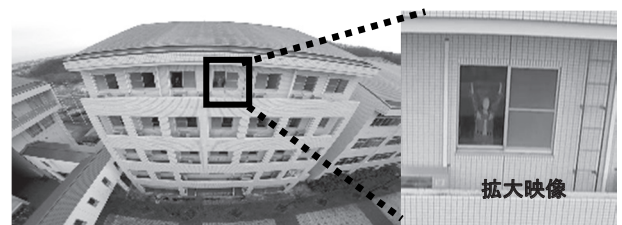


写真17 人形の識別状況（記録映像）

エ 考察

建物周囲の自動航行は、壁面に沿って安定した飛行ができたことから、伝送映像の鮮明性が向上すれば、外部

からの建物内の要救助者等の把握に活用が十分に見込めると考えられる。

(5) 無人航空機の作動音〔実験5〕

ア 実験目的

無人航空機を飛行させる際の発生音を計測し、計測距離と音の大きさの関係について確認する。

イ 実験方法

ホバリング地点の地上50cmの位置において、自動航行で無人航空機を高度5m、10m、50m、100m、150mで30秒間ホバリングさせた際の作動音をデジタル騒音計で測定した。デジタル騒音計の仕様について、表4に示す。

表4 デジタル騒音計の仕様

周波数帯：31.5～8kHz	扶桑理化製品
測定レンジ：32～130dB	株式会社製
表示分解能：0.1dB	品番SD-2200

ウ 実験結果

無人航空機の高度と測定値について、表5に示す。無人航空機の作動前の値（暗騒音）は、42dBであった。測定値は、最大80dB～50dBの間で推移し、高度が高くなるにつれ値が小さくなる結果となった。

表5 無人航空機の高度と作動音の測定値

高度[m]	5	10	50	100	150
測定値[dB]	80	75	60	52.5	50

エ 考察

日常生活での音の代表例について、表6に示す。実験の結果、特に、高度50m以下でホバリングした場合は、地上では騒々しいと感じられる程度の騒音が発生しているため、仮に、無人航空機に取り付けたマイクで地上の人間の声等を集音しようとする場合や無人航空機から地上の人間に対してスピーカー等で呼びかける場合は、無人航空機から発生する音で掻き消されてしまうおそれがあると考えられる。

このことから、要救助者と消防隊との間の連絡に活用する場合、無人航空機に連絡装置を搬送・投下させること等が必要と考えられる。

表6 日常生活での音の代表例

音[dB]	代表的な日常生活場面
90	騒々しい工場の中
80	電車の車内
70	電話のベル、騒々しい事務所の中
60	普通の会話
50	静かな事務所
40	図書館
※デジタル騒音計に付属の取扱説明書より抜粋	

6 導入に当たってのその他の課題等

(1) 飛行準備

無人航空機を自動航行させるには、始めに、PCをインターネット環境に接続し、2(1)、(2)に示す飛行場所の地図データを専用ソフトを使ってPCにダウンロードさせた後、飛行経路をソフト上で作成して、入力する必要がある。実験当初は、一連の設定に1時間以上を要したことから、急な飛行要請に対応するには、定期的な飛行経路の入力訓練の必要がある。

なお、ダウンロード先の地図データの更新状況の関係で飛行当日の状況と異なる場合があり、位置を推測して飛行経路を作成する必要が生じる。

また、新たな飛行経路を随時作成したり、数多く飛行させたりする場合は、PCやバッテリー充電器に電源を供給するための発動発電機及び燃料の用意が必要になる。

(2) 保護枠

屋内での操縦訓練中、無人航空機の保護枠に突起物が突き刺さり、脱出することができず、モーターやプロペラ等の損傷事案が発生した。

保護枠は、プロペラの接触を防止する安全上有効な装置であるが、保護枠の内側に障害物が突き刺さった場合、機体の損傷につながるおそれがあるため、障害物の上空を飛行する場合、保護枠には、メッシュカバーの取り付けを検討する必要がある。

(3) バッテリーの特性

バッテリー残量が設定した値以下に低下した場合、操縦者は、アラーム鳴動、プロポの振動により確認することが可能であり、プロポのバッテリー表示で残量を確認することができる。しかし、帰還後もプロペラの回転が停止するまで完全放電させた場合は、バッテリーの特性上再充電ができなくなるおそれがあるため、完全放電させない機構が必要であると考えられる。

7 まとめ

本検証では、消防活動での無人航空機の活用を検討するにあたり、アンケート調査から検証用機種を選定し、基礎的な性能について実験を行った。

その結果、いくつかの課題点が抽出されたが、これらの課題点を改善することでより効果的な無人航空機の活用が期待される。

(1) 遠隔操縦の安定性〔実験1〕

「何も制御を入れない。」「その場で着陸する。」「Armedした場所に戻る。」「自動航行時以外は、Armedした場所に戻る。」の4種類の電波途絶時の動作は、無人航空機に事前に設定することで安定して動作することが確認された。

プロポの電波到達距離は、仕様の300m～400mを超え約510mであり、目視により手動操縦する場合に対して、十分な無線到達距離であることを確認した。

高さ5階建耐火造建物を間に挟んだ状態でもプロポの電波は無人航空機に到達し、操縦することができた。

(2) 自動航行の正確性〔実験2〕

自動航行の正確性は、様々な災害活動に対して活用が見込めるものであることが分かった。

(3) 伝送映像の安定性・鮮明性〔実験3〕

山林中の要救助者は、伝送映像は不鮮明であるため識別できなかったが、記録映像は鮮明性が高く識別が可能であることが分かった。

映像撮影部は、伝送映像の鮮明性の向上、及び発信器（ビーコン）の投下機能等、発見した要救助者に早期に接触するための方策が必要と考えられる。また、日照状況に左右されずに撮影できることも求められる。

高度50m以上を飛行させた場合に、テレメトリー電波の途絶が多く生じた。伝送映像と撮影した位置関係が把握できない等の不都合が生じるため、活用にはテレメトリー電波の強化が求められる。

また、高度計には2～3m程度の誤差が発生する場合があるため、高度に余裕をみて飛行させる必要があることが分かった。構造物等に接近して飛行させる場合は、高度計の精度の向上や衝突回避センサ機能が求められる。

(4) 建物内の人形の識別〔実験4〕

建物周囲の自動航行は、接触しない距離を保ちながら安定して飛行することができ、伝送映像の鮮明性が向上すれば、外部からの建物内の要救助者等の把握に活用が十分に見込めることが分かった。

(5) 無人航空機の作動音〔実験5〕

無人航空機の作動音は、高度150mでは静かな事務所程度の音量であるが、高度が低下するにつれて上昇し、高度5mでは電車の車内程度の音量となることが分かった。要救助者と消防隊との間の連絡には、無人航空機から投下できる連絡装置の搬送等が求められる。

(6) その他の課題等

無人航空機を自動航行させる場合、飛行エリアの地図のダウンロード、飛行経路の作成、無人航空機への入力に1時間前後は要することから、定期的な訓練が必要である。

無人航空機の活用方法によっては、現場で発動発電機等によるPCや充電器への電源供給が求められる。

飛行場所の状況により、保護柵へのメッシュカバーの取り付けを検討する必要がある。

バッテリー特性上、再充電できなくなるおそれがあることから、完全放電させない仕組みが必要となる。

8 おわりに

本検証では、消防活動での無人航空機の活用を検討し、基礎的な性能について実験を行った。

その結果いくつかの課題点が抽出されたが、これらの課題点の改善と合わせて、“測定データ転送”、“物品搬

送・投下”、“暗視検索”などの災害現場に必要な機能を新たに付加することで、より効果的な無人航空機の活用が期待される。

Basic Study on the Use of Drones

Yasuyuki YAMAKOSHI*, Tetsuo KIDA**, Yuuichirou MACHII**

Abstract

In recent years, the possibility of using drones, the small and easily controllable unmanned aerial vehicles, have been investigated in the fields of shipping, aerial surveillance, security, and so forth, and some have already been utilized. Since the effective use of drones is also considered in the field of fire protection and disaster preparedness, the Fire Technology and Safety Laboratory conducted a basic study to examine whether they are useful in firefighting activities.

In the reproduced incident scene that firefighters cannot enter easily, the Fire Technology and Safety Laboratory examined the performance of commercially available drones equipped with GPS and a camera, for example performance of the remote control system, reliability of the auto drive system that navigates the drones along the predetermined route, and clarity of the real time transmitted images.

The result shows that the remote control system and the auto drive system are fairly satisfactory and can be used in firefighting operations. Meanwhile, the transmitted images were unclear. The system that can transmit clearer images is necessary for the search and rescue and other fire service operations.