

(34) 防災システムへの利用のための小型UAV技術

齋藤 修¹

¹正会員 茨城大学工学部防災セキュリティ教育研究センター（〒316-8511茨城県日立市中成沢町4-12-1）

E-mail: o-saitou@mx.ibaraki.ac.jp

2011年3月11日に突如発生した東北地方太平洋沖地震は未曾有の複合災害を人々に与えた。東日本各地を襲った津波の航空機映像は大災害の非情さを伝え、様々な分野の技術者や研究者にショックを与えた。また、これらの地震災害や、近年の気候変化による極端気象が起こす自然災害時には迅速な現地状況把握が必要である。しかし、道路・交通を含めた生活・情報インフラの遮断が発生すれば現地への移動が困難である。このため、災害直後の初動の情報収集において、簡便な手段によって現地の情報がリアルタイムに把握できる防災システムのニーズが高まっている。今回、UAVを用いた防災システムについてその可能性を検討した。

Key Words :UAV, disaster prevention, aerial photography, multicopter

1. はじめに

20 世紀以降で現代の産業革命ともいえるものが、パーソナルコンピュータ、いわゆるパソコンの発明、そしてインターネットである。1980 年代当初、さほど普及していなかったにもかかわらず、パソコンはハードウェアの小型化、低価格化、高性能化、OS を含めたシステムの使いやすさの追求で、またたくまに普及し IT 社会を牽引し成熟させてきた。現在ではスマートフォンに代表される情報端末にボタンタッチされ手のひらで必要な情報がだれでもどこでもいつでも使えるものに進化している。

これらを受けて、近未来社会のニーズは進化した情報

処理手段を用いた堅牢な情報環境可視化社会の構築である。これは安心・安全そして快適な社会の実現を目指すものに他ならない。この社会の実現にはシームレスなセンシングネットワーク基盤が必要不可欠である。次世代IT社会は自給自足の電力供給によるスマートシティの中で環境情報可視化のための低廉で多目的なセンサが自然に生活にかかわりさまざまな情報を収集し、またそれを理解し状況判断を行い、快適な環境を構築するネットワーク社会である(図-1参照)¹⁾。しかし、実際の日本の国土は、その3割が、沿岸域の沖積層や洪積層などの軟弱地盤上に生活圏があり、また、国土が狭いために埋め立てや沿岸域の開発を行い、社会を構築せざるを得ない事情がある。そして2011年3月11日を向かえ、我々のネットワーク社会は根底から覆されたわけである。その反省を含めて大災害が発生しても途切れない情報を確保する仕組み作りが検討されている。その有効なツールの一つとして、近年、様々なところで注目されているのが UAV である。

2. UAVとは

UAVとはUnmanned Aerial Vehicleの略称である。無人で飛行する航空機の総称である。無線操縦の小型模型航空機はUAVと分類され、近年、機体素材の軽量化や通信

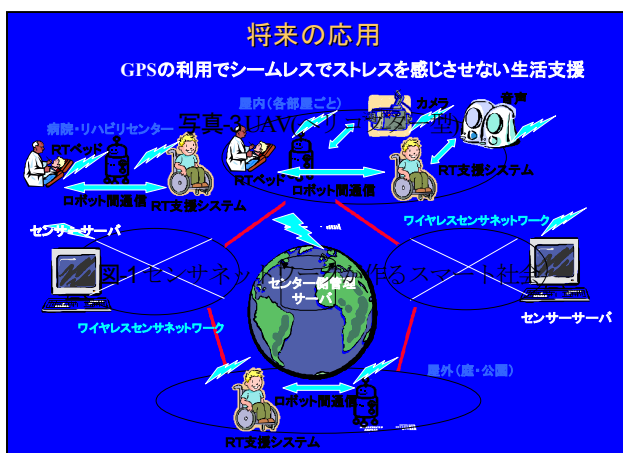


図-1 センサネットワークが作るスマート社会



写真-1 UAV(マルチコプター型)



写真-4 クアッドコプター(DJI 社 Phantom2)



写真-2 UAV(有翼型)



写真-5 ローターマルチコプター(DJI 社 F550)



写真-3 UAV(ヘリコプター型)

系の電子装置の高機能化と低格により、さまざまな分野で利用が進んでいる。また、GPSの利用や、飛行時間が数10分ではあるが、電動を推進力とした飛行も可能になり、手軽に利用できる環境が整ってきた²⁾。

(1) UAVの種類

UAVの種類としてはマルチロータ型(写真-1参照)、有翼機(写真-2参照)、ヘリコプター(写真-3参照)、飛行船な

どがある。GPSを利用した自動飛行も可能になっている。たとえば農薬散布用のヘリコプターを例に挙げると大きなペイロードを持ち価格帯は数百万円といったところで専用のオペレータが必要な場合もある。もし墜落等があった場合、修理や機体の買い替えなどを考えるとこれも多大な費用が必要となる。

(2) マルチコプター

最近、UAVの一種であるマルチコプター（マルチロータヘリコプター）が急速に進化した³⁾。小型UAVの主流と言っても過言ではない。本体価格10万円以内のマルチコプターでは、4枚のローターを持つクアッドコプターが一般的である。ローター数が多ければペイロードが大きく、安定した飛行が出来るが高価になる。今回、筆者らはクアッドコプターに注目し、その中でも完成度の高いDJI社のPhantom2(写真-4参照)を標準機体として選択した。MEMS加速度センサ、ジャイロやGPS内蔵で安定した飛行が可能である。また、一眼レフ等の高性能カメラの搭載も考え、大型のマルチコプターとして6枚ローターのDJI社のF550(写真-5参照)も検討することとした。

(3) 小型UAVの基本仕様と基本機能

表-1 に本体価格が 10 万円以内の代表的なマルチコプターである DJI 社 Phantom2 の基本仕様を示す。注目すべきは飛行時間である。このクラスの一般的なクアッドコプターは 10 分以内の飛行時間であるが、Phantom2 は公称 30分(インテリジェントバッテリー使用時)の飛行が可能である。積載重量に注目すると一般的な小型デジタルカメラやデジタルビデオが搭載可能である。実用上昇高度 300m(アシスタントソフトウェアではオートドライブによるが 1000m 以上の高度パラメータ入力が可能)である。しかし、現実には航空法に従うことになる。

(4) 拡張機能 (カメラ)

UAVによる利点の第一はコンパクトデジタルカメラ等の撮影機材を搭載して行う空撮である。静止画で空撮を行う時に重要なデジカメの機能は軽量、高解像度そして重要なのがインターバル撮影機能である。カメラが軽量で有ればバッテリーの消耗を抑えられ飛行時間が稼げる。インターバル静止画撮影機能が有れば一定時間間隔で連続的に写真を撮り続けることが出来、シャッターを押すための送受信機の1ch分の機能を省けるわけである。メモリーカードの大容量化がこのような撮影を可能にした。今回、筆者はGoPro HERO3+(写真-6参照)を利用しているが、地形モデリング等を目的とした空撮を行う場合は、それに適したモデルの選択が必要である。

(5) 拡張機能 (ジンバル)

UAVで空撮を行う場合に問題になるのが駆動モーターによる振動である。マルチコプターのモーターは 10,000rpm程度で回転しており、機体は振動を起こす。完全にカメラを機体に固定してしまうと機体の振動がカメラに直接伝わって撮影された画像は品質低下を起こす。これを防ぐためには、モーターによる振動を吸収するために、機体とカメラのマウントの間にゴム製のダンパーを取り付ける。また、機体の傾きがもう一つの問題である。マルチコプターの機体は進行方向に、停止時には逆方向に傾き。風の影響があれば更に傾く。飛行時の機体の傾きはカメラの傾きとなり、ジャイロセンサーを内蔵した能動的なジンバルで補正する必要がある。現状のラジコン空撮用のジンバルは、ブラシレスモーターで制御(写真-6参照)するのが一般的である³⁾。

(6) 拡張機能 (FPV)

FPVとはFirst Person View(一人称視点)の略でマルチコプターに搭載したカメラの映像を地上で受信するシステムである。マルチコプターで空撮した映像を後から確認すると、地上からの視点で意図した映像と全く違う映像が撮影されていることがある。マルチコプターの視点で操作

表-1 DJI 社 Phantom2 仕様(メーカー報告)

機体仕様	
全長	390mm
ローター直径	203mm
重量(飛行時)	1000g
動作温度	-10°C-50°C
消費電力	3.12W
ホバリング精度	垂直 ±0.8m
	水平 ±2.5m
最大ヨー角	200度
最大傾斜角	45度
積載重量	約400g
最大飛行速度	垂直 6m/s
	水平 10m/s
実用上昇高度	300m
飛行時間	約25分
通信仕様	
動作周波数	2.4GHz
制御チャンネル	6CH
通信距離	300m(遮蔽無し)



写真-6 ブラシレスジンバルとデジタルカメラ(Gopro HERO3+)を取り付けた Phantom2

ができれば操作性が非常に向上する。ただし、映像の送信周波数に多くのメーカーが5.8GHz帯域を使用するため日本国内での使用は出来ない。しかし、DJI社の7月以降発売予定のPhantom2Vision+では日本技術適合認証済で機体操作には周波数920MHzを使用し映像伝送に2.4GHzを用いて国内でのFPVが可能になる⁴⁾。

(7) 拡張機能 (オートパイロット・データリンク)

オートパイロット機能や飛行高度・速度・位置情報・バッテリー消耗度などのデータを操縦者に知らせるデータリンク機能は防災にUAVを利用する観点では是非必要な機能である。既製品のシステムが販売されていて、GoogleMapで飛行ルートを指定すると、そのルートに基



写真-7 UAVによる空撮例

(宮城県女川町2014年6月27日撮影)



写真-8 UAVによる空撮例

(宮城県女川町2014年6月27日撮影)



写真-9 UAVによる空撮例

(宮城県女川町2014年6月27日撮影)

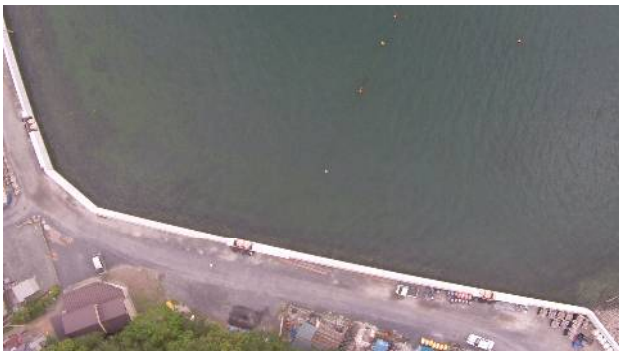


写真-10 UAVによる空撮例

(宮城県石巻市渡波地区2014年6月27日撮影)

づいて、離陸し目的地を経由し指定地に着陸する製品も存在する³⁾。筆者は未だそれらの製品を検討していない

ため、今後の技術として項目を列挙するのみとした。

3. 防災システムへの利用

以上のように、空撮を可能にする技術を搭載したUAVは、災害地での災害現場確認等、人の立ち入れない現場での利用が可能である。また、土砂崩れや河川氾濫時の人命救助にも側面支援が可能であると考え(写真-7,8,9,10参照)。想定される地盤災害である地震や降雨、洪水による斜面崩壊、地震による液状化等、社会基盤施設、土構造物、地盤構造物に対する被害の、災害発生前後の防災・減災に運用検討は必要であるがUAVを用いることは有効であると考え。また都市計画や交通計画にもUAVから取得する情報は有効と考えられる。

4. 問題点と今後の課題

UAVを飛行させるときには安全に注意することは言うまでも無い。飛行高度は航空法により制限される。航空法第81条を参考にすれば、地上から150m以下の範囲を、また都市部などでは300m以下となる。実際に災害現場で飛行させる場合は、関連団体や、自治体等に確認する必要がある。飛行の安全を確保するためであり、UAV利用の可否を仰ぐことになる。飛行時には周辺の状況をよく把握しておく必要がある。特に高圧線や高層建築物、電柱、住宅や山の高さや樹木に注意する必要がある。安全に飛行できる空間と高度を保つことが必要で、突発の障害物や不具合に対応するように常に飛行訓練を行うことも大切である。利用するUAVの癖や個体差を体験しておくことも必要である。

最近、UAVの利用が多くなることとともにそのルール作りが急務である。防災や研究に利用する際に、あまりに足かせにならないように慎重な検討も大切である。

参考文献

- 1) 齋藤 修, 安原一哉: 防災・減災を実現するスマートシティとセンシングネットワーク(3.11を振り返って), 計測と制御, Vol.52, No.11, pp.1009-1014, 2013
- 2) 熊田貴之, 宇多高明, 鈴木真二, 酒井和也, 野田保仁, 森田 学, 柄沢研治: 無人飛行機(UAV)による新しい海岸モニタリング手法, pp.1167-1171, 海洋開発論文集第26巻, 2010
- 3) 独立行政法人防災科学技術研究所研究報告 第81号抜刷, 2014
- 4) DJI社ホームページ(参照: 2014.06.17)
<http://www.dji.com/ja/product/phantom-2-vision-plus>