国土管理・コンサル部会　UAV技術WG活動報告 UAVの活用と課題について

技術委員会　副委員長　田中　善治

1. はじめに

高度成長期に整備された膨大な量の社会インフラが更新期を迎え、効率的かつ適切に老朽化の進展状況を把握し、維持管理更新を実施するための新技術の活用が望まれています。

UAVはマルチローター（3つ以上のローターを搭載した回転翼機）タイプの出現により、空間情報の取得が盛んになってきており、安全面等の課題はあるものの、社会インフラの点検、測量、災害調査、施工管理など利用分野の広がりに可能性と期待が高まっています。

こうした背景のもと、技術委員会では平成26年度に最新のUAVの動向、搭載するセンサの動向、計測方法、処理技術、応用分野等を研究することを目的として、「UAV技術WG」を設置し、自主研究活動として取り組みをはじめました。

UAVへの関心は高く会員企業のうち30社45名の参加応募があり、平成26年度はUAVに関わる法規制とUAV活用事例の調査を中心に4回のWGを開催しました。

2. UAVに関わる法規制

2.1　航空法

航空法の第99条の2に航空機の飛行に影響を及ぼすおそれのある行為が示されており、UAVを使用する場合は、その行為の中にある「模型航空機」に位置付けて航空法を運用しているのが実態と言えます。

UAVの飛行が可能な空域としては、航空法の空域区分から制限表面（航空機の安全な航行を目的として飛行場の周辺空間に設定される面）を除く、航空路内の地表又は水面から150m以下の高さの空域と航空路外の地表又は水面から250m以下の高さの空域となります。

しかし、その空域は航空機が飛行しない訳ではなく、場外離着陸場付近におけるヘリコプターの飛行（ドクターヘリ等）、低空申請によるヘリコプターの飛行など航空機が飛行する可能性があるため、UAVを飛行させる場合には最寄りの空港事務所に相談するなど十分に注意する必要があります。

2.2　電波法

UAVは免許を有しない無線局であるラジコン用周波数（産業用）と小電力データ通信システムを利用して操縦又は自律飛行させていますが（図1参照）、通信可能距離（数km）が限定されること、他の電波と干渉して操縦不能になる事例もあることから、万が一に備えてUAVを使用する区域の周辺状況を確認したうえで運

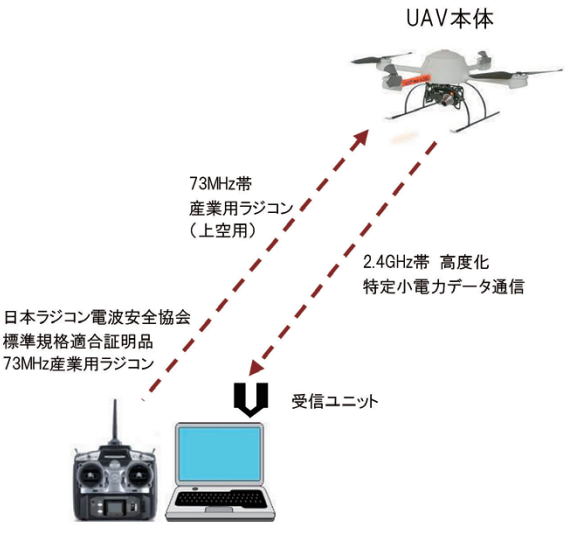

図1　UAV操縦イメージ

用することが事業者には求められます。

また、UAVは海外製品が多くありますが、その中には、日本で認められない35、45、49及び75MHz帯等を使用した製品もあり、これを使用した場合には不法運用となり、電波法による罰則が適用されるためUAVを導入する場合には注意する必要があります。

3. UAVの活用事例調査

活用事例調査として、活用実績11事例と提案事例32事例の43事例を対象に目的、活用分野、UAVのタイプと搭載センサ、実施内容（提案内容）等の調査を行いました。

活用実績はWGの参加企業の実績、収集事例(学会発表等)から11事例を対象としました。

提案事例は国土交通省のホームページで公表されている「次世代インフラ用ロボット技術・ロボットシステム」及び「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発」の採択案件からUAVを使用している32事例を対象としました。

3.1 UAVのタイプと搭載センサ

活用実績、提案事例で使用されているUAVのタイプは、マルチローター、回転翼型（無人ヘリコプター)、固定翼型の3つに分かれます。（表1参照）

各々の長所として、マルチローターは持ち運びやすく、小回りが利き、取扱いやく、導入しやすい。回転翼型は既に農薬散布等で使用実績が多く、ペイロードが大きい。固定翼型は飛行時間が長く、それによって飛行範囲も大きいところが上げられます。

搭載センサについては、活用実績で使われている搭載センサはほとんどがカメラ、ビデオカメラでした。

提案事例の中には、これから取り組む予定のセンサも提案されており、画像系以外では、レーザ計測を計画している事例や、超音波検査装置（開発中）によるトンネル壁面の打音検査を提案している事例がありました。

3.2 活用場面と分野

UAVが活用されている場面は表2に示すように、インフラ管理、災害調査、測量となっています。

インフラ管理では橋梁分野が最も多く、道路斜面、河川、トンネル、ダムの5分野で活用（予定）されています。災害調査はほとんどが砂防分野で土砂災害と火山災害を対象とした事例となっています。測量ではUAVの空中写真測量への適用、SfMで解析した結果と実測の比較

UAV機種	マルチローター	回転翼型	固定翼型
飛行時間	8～50分	1時間	50分～5時間
飛行範囲	500m～1.5km	有視界　5kmまで 自律航行　30～40km	～800km
ペイロード	0.3～6.0kg	5.0～16kg	6.0kg
自律航行	可	可	可

表1　活用されているUAVのタイプ

活用場面		マルチローター	回転翼型	固定翼型	合計
インフラ管理	橋梁	14			21
	道路斜面	1			
	河川	3			
	トンネル	2			
	ダム	1			
災害調査	砂防	12	3	2	20
	トンネル	1			
	道路	1		1	
測量		3		1	4
合計		38	3	4	45

表２　UAVの活用場面・分野

等を行っている事例となっています。

UAVのタイプ別に見てみると、マルチローターは導入しやすいこともあり、活用実績、提案事例が最も多く43事例のうち38事例で使用されています。飛行時間は短いものの小回りが利くこともあり、インフラ管理の21事例は全てマルチローターを使用した事例となっています。

インフラ管理では、目視点検の代替えとして、人が行けない、行きづらい場所等の目視点検での活用実績、提案事例が多く、これにより作業従事者の安全確保、負荷軽減、点検作業そのものの効率化と省力化、点検結果の品質向上を期待しています。

回転翼型の事例は全て砂防分野における災害調査で、土砂災害２事例、火山災害１事例（レーザ計測を予定）となっています。

マルチローターよりも、飛行時間が長くペイロードが大きい回転翼型を使用することで、比較的広範囲の災害調査、発災直後など範囲が特定出来ない場所の災害調査、レーザ計測による地形データの取得を期待した事例となっています。

固定翼型の場合、離着陸場所としてある程度のスペースが必要となるものの、飛行時間が長く広範囲の調査が可能になります。事例としては、西之島の撮影や東日本大震災後の原発による制限区域内の撮影があり、人の立ち入りが困難な場所や規制されている広範囲の調査等で活用されています。

3.3　実施内容

活用実績の11事例の実施内容は、UAVを使って画像と映像の撮影までを実施している場合、撮影した画像・映像を３次元化まで実施している場合、更に現地での標定等、精度検証までを行っている場合の概ね３つに分類出来ます。

インフラ管理や災害調査において、目視点検、状況把握を目的とした場合には、画像や映像の撮影に留まっており（図２参照）、起きている事象の規模の把握（変状の形状・寸法、土量算出ほか）を目的とした場合には３次元データ

図2　UAV撮影画像による目視点検

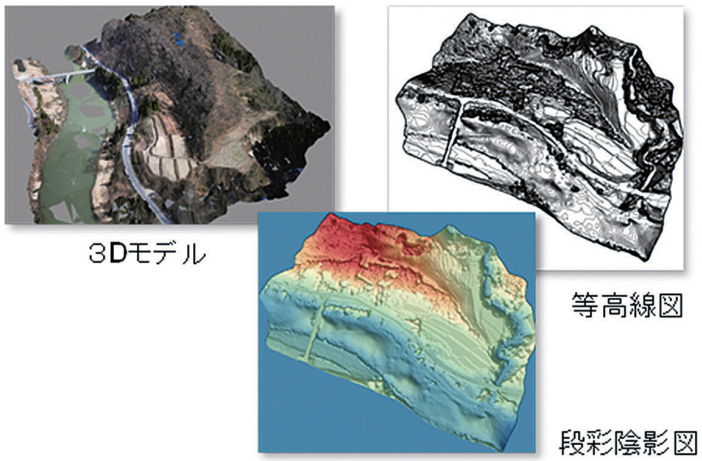

図3　UAV撮影画像から3次元化

の作成まで行っており（図3参照）、更にその後の利用、災害対策における応急復旧対策の設計、定期的なモニタリング、測量成果としての活用を目的とした場合には、現地での標定などの精度検証を行っています。

また、今回調査した活用実績では、UAVで撮影した画像、映像から3次元データを作成する場合に、ほとんどの事例がSfM（Structure from Motion）の技術を利用しており、実用化が可能な精度を持つことが学会等で報告されています。

4. 課題

4.1　法規制から見えた課題

関係する法規制として、航空法、電波法について整理しましたが、現在はUAVの使用者やそのユーザーが使用場所の状況（規制）を確認・判断して運用しているのが実態であり、「無条件で飛行できる空域」と解釈出来ても有人機が飛行しない訳でないことや、制御不能になったUAVが第三者に危険を及ぼすなどのリスクがあります。

このように国等の安全基準が未整備の現状において、UAVの安全運航は事業者の責務であり、大きな課題です

平成27年4月の首相官邸屋上でドローンが見つかった事件以降、議員立法による政府等の重要施設の上空の飛行禁止、地方条例で定めた場所の飛行禁止（東京都ほか）などUAVの飛行に関わる規制の動きがあり、7月14日には航空法の一部改正が閣議決定されました。

事業者は外部環境の変化を把握し、自主的に安全基準を定めUAVの安全運航に留意することが求められます。

4.2　活用事例から見えた課題

調査した事例において、橋梁の下部工などのGPSが使えない（受信が不安定）場所、災害直後など調査対象範囲が特定出来ない場所は、UAVの自律航行が出来ない又は不向きな場所であることから、UAVの操作技術が課題として上がっていました。操縦者の教育訓練計画、使用場所の現場条件を踏まえた作業計画の立案など、安全運航と同様に事業者において自主的な安全基準を定めることが必要と考えます。

また、UAVを使用して撮影・解析したデータは、測量技術として実用可能な測量精度を持つことが学会等で多く報告されていますが、撮影方法、解析方法、精度検証等は標準化されていないため、UAVが測量調査技術として発展・普及するためには、標準的な作業方法等が定められるとともに多くの活用実績（事例）

の積み上げによるノウハウの蓄積が必要です。

5. おわりに

ＵＡＶは機能面の充実化、性能の向上等、技術開発が進んでおり、搭載センサも赤外カメラ、ハイパースペクトルカメラ、レーザ等があり、小型化・軽量化も進んでいるため、測量調査技術として活用分野の拡がりが大いに期待できます。

平成 27 年度のWGでは、UAV、搭載センサ、解析技術等の最新動向や活用事例を収集しつつ、技術的課題と運用上の課題を整理するとともにその他の応用分野について検討を行い、UAVの活用事例集として成果をとりまとめる予定です。

最後に本WGへの参画、平成 26 年度成果のとりまとめにご協力いただいた参加企業の皆様に改めて御礼申し上げます。

■参加企業（アイウエオ順）

朝日航洋株式会社
アジア航測株式会社
株式会社アスコ
株式会社荒谷建設コンサルタント
株式会社イメージワン
株式会社ウエスコ
株式会社エイテック
ESRI ジャパン株式会社
技研コンサル株式会社
株式会社北日本ジオグラフィ
国際航業株式会社
株式会社ジェノバ
株式会社シン技術コンサル
第一航業株式会社
大成ジオテック株式会社
玉野総合コンサルタント株式会社
株式会社テイコク
東亜建設技術株式会社
東京カートグラフィック株式会社
内外エンジニアリング株式会社
中日本航空株式会社
株式会社中庭測量コンサルタント
ナカシャクリエイテブ株式会社
株式会社ナカノアイシステム
株式会社ニコン・トリンブル
株式会社パスコ
株式会社八州
株式会社フジヤマ
復建調査設計株式会社
ライカジオシステムズ株式会社