



防災・災害把握へのドローンの利用

伊 東 明 彦

ドローンの登場は、「空の産業革命」と言われ注目を浴びている。近年、経済界のニュースでは毎日のようにドローンの話題が提供され、多くの分野でドローンの導入が検討され始めている。国内の技術系の展示会では、ドローンの新機種が紹介され、2016年10月19日・20日に開催された危機管理産業展においても、ドローンが集中展示された。近年、多発する災害においても、ドローンの活躍が紹介され、撮影された映像が公開されつつある。ドローンは、災害時における有力なツールであることが実証されつつあり、更なる利用範囲の拡大が期待されている。本稿では、実災害におけるドローンの利用実績を紹介するとともに、防災・災害把握へのドローンの利用可能性・技術課題・技術開発に向けたロードマップを紹介する。

キーワード：ドローン、防災・災害把握、リモートセンシング、小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会、D-NET、D-NET2

1. はじめに

近年、毎年のように大規模災害が発生しており、その度にドローンの活躍が紹介されている。複数の学会で構成されている地球惑星科学連合では、毎年のように大規模災害の特別セッションが企画され、ドローンの活用事例が多く紹介されている。ドローンの種類は、固定翼、マルチロータ型など多岐にわたり、用途毎に新たな機種が開発されつつある。本稿では、実災害におけるドローンの利用実績を紹介するとともに、防災・災害把握へのドローンの利用可能性・技術課題・技術開発に向けたロードマップを紹介する。



写真—1 (株)エア・フォート・サービスの機体

2. 近年における災害把握への利用事例

近年の大規模災害におけるドローンの利用事例を紹介する。

(1) 東日本大震災における福島第一原発事故の状況把握

2011年の東日本大震災は、近年で最も大規模な災害であり、国内の大規模災害においてドローンが利用され始めた最初の事例とも言える。福島第一原発事故の直後、事故現場に近づくことができない状況下で、(株)エア・フォート・サービス¹⁾(新潟県妙高市)の固定翼の機体(写真—1)が3月20日と24日に事故現

場周辺を撮影した。エア・フォート・サービスの機体は、飛行時間が4.5時間であり、飛行距離は500 kmまで及ぶ。往復の飛行で計算すると、250 km離れた場所から、目的地まで飛行し、災害エリアの状況を撮影することができる性能である。新潟市と東京が直線距離で、大よそ250 kmであることから、東京で直下型地震が発生しインフラがダウンしたとしても、新潟市からその災害の状況を把握できる計算である。機体が固定翼のため滑走路が必要、飛行高度が150 mを超えるため事前の飛行申請が必要、飛行ルートを空港事務所と調整する必要がある等の課題はあるが、災害時の状況把握のための強力なツールであることには間違いがない。

(2) 御嶽山の火山災害

2014年9月27日に発生した御嶽山噴火では、9月29日に既設砂防堰堤の状況確認や立入規制区域を含めた調査に利用された²⁾。調査は国際航業(株)が実施し、機体は(株)エンルートの機体が利用された。この体制は、その後の御嶽山の継続的な調査にも、採用されている。また、北海道大学理学研究院、東京大学理学系研究科、東京工業大学火山流体研究センター、富士山科学研究所、産業技術総合研究所等は、科学研究費補助金(特別研究促進費)の「2014年御嶽山火山噴火に関する総合調査」において、ドローンを利用し、火山ガス観測、赤外映像観測、噴煙中微粒子の採用に取り組んでいる³⁾。御嶽山の火山災害では、58人が犠牲となり未だ5人が見つかっていないため、不明者の家族からの依頼により、サイトテック(株)が立ち入り禁止エリアの空撮も実施している。御嶽山の火山噴火は、ドローンが降灰範囲の把握、火山ガス調査、搜索といった幅広い用途で利用された事例と言える。

(3) 西之島の噴火

2013年11月から噴火が始まった西之島では、新島の出現が確認されて以降、噴火と溶岩の流出が継続していたことから、上空からの観測に頼らざるをえない状況が続いた。国土地理院では、定期的に測量用航空機である「くにかぜⅢ」やドローンを利用し、面積・標高・新たに噴出した溶岩堆積を計測している^{4), 5)}。ドローンは、前述した(株)エア・フォート・サービスの固定翼の機体が採用された。固定翼の機体は、離着陸に滑走路が必要といった制約があるため、西之島から130km離れている小笠原村父島のヘリポートが利用された。撮影された画像からは、オルソモザイク画像、標高データ、地形判読図、立体図(図—1)が作成されており、時系列的な変化把握に利用されている。国土地理院の取組みは、既存の測量用航空機とドローンが併用された事例として貴重であり、有用な成果と考えている。

また、NHKでは「日本列島誕生～大絶景に超低空



図—1 西之島のドローンを利用した立体図

で肉薄～」と「NHKスペシャル 新島誕生 西之島～大地創生の謎に迫る～」の番組制作の一環で、ヤマハ発動機(株)の産業用無人ヘリコプター(RMAX G1)と(株)エンルートのマルチロータ型ヘリコプターが、新島の溶岩採取や生態系の把握に利用された。

(4) 平成27年9月関東・東北豪雨

2015年9月9日から11日にかけて発生した豪雨災害であり、関東では10日に鬼怒川が決壊し、茨城県常総市周辺では多くの地域で浸水被害が発生した。ドローンの利用は、国土地理院が、鬼怒川が決壊した同日の9月10日の夕方から撮影を始めており、貴重な映像を残している⁶⁾。航空機による撮影が9月11日から開始されていることから、ドローンの特長である機敏性が活かされた事例と言える。撮影された映像は、国土地理院がYouTubeで積極的に公開している(図—2)。また、その後の鬼怒川での水害を想定した防災訓練では、ドローンが利用され、行政・消防・警察・国土地理院の職員が待機する対策本部に、飛行中のドローンの映像がWeb会議システムの画面で出力された。ドローンの映像は、河川の様子や水位を撮影し、対策立案の効用が検証されている。



図—2 平成27年9月関東・東北豪雨におけるYouTubeでの公開映像

(5) 平成28年熊本地震

2016年4月14日と16日に発生した震度7クラスの地震であり、比較的、倒壊家屋が多い災害となった。ドローンの撮影は16日から開始されており、土砂災害の状況把握を目的に撮影されている。また、ドローンの撮影画像からは亀裂も多く確認され、亀裂分布図も作成されている(図—3)⁷⁾。また、平成28年熊本



図一3 平成28年熊本地震のドローン利用事例（対象地域：南阿蘇村）⁷⁾（左：断層を撮影した動画の静止画，右：動画から判読した亀裂）

地震では、熊本城の石垣崩落も確認され、復旧支援を目的に5月12日に撮影されている。これらの映像は、(4)と同様にYouTubeで公開されている。平成28年熊本地震は、前述したように家屋の倒壊が多かったため、復旧過程の瓦礫のボリューム把握や、通信事業者によるインフラ復興にドローンが利用された。

3. 利活用と技術開発のロードマップ

ドローンは、新たな産業・サービスの創出や国民生活の利便・質の向上に資することが期待されるが、一方で内閣総理大臣官邸屋上にドローンが発見された事実に見られるように、国民の安全に影響を与えることも考えられる。このような状況下、「第2回未来投資に向けた官民対話」において、「早ければ3年以内に、ドローンを使った荷物配送を可能とすることを目標

す」こと、また「利用者と関係府省庁等が制度の具体的な在り方を協議する『官民協議会』を立ち上げること」が指示された。これを受け、小型無人機の更なる安全確保に向けた制度設計の方向性、利用促進、技術開発等の諸課題について、利用者と関係府省庁等が一体となって協議する「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」（以下、官民協議会という）が立ち上がっている。本項では、官民協議会で提示されている内容を紹介すると共に、技術面での諸課題を紹介する。

(1) 飛行レベルについて

官民協議会では、ドローンの飛行形態を目視内／外、有人／無人地帯などの4段階に分け、それぞれのレベルに応じて求められる技術課題や環境整備を整理している（図一4）⁸⁾。レベル1は「目視内（操縦飛行）」



図一4 災害対応分野におけるロードマップ⁸⁾

であり、マニュアル操作を前提とした目視内飛行である。レベル2は「目視内」の運用であり、自律制御による運用が含まれる。現在、レベル1は達成されており、レベル2の段階の位置付けとなっている。レベル3は「目視外・無人地帯」であり、風雨等の環境変化への耐性の飛躍的向上や、他の飛行体（有人機・無人機）や障害物との衝突を回避する機能、目視外飛行における離着陸時の安全確保が求められる。レベル3は2018年頃からの開始が求められている。レベル4は「目視外・有人地帯」であり、運航管理システムや諸突回避等の技術によって他の有人機・無人機等を避けながら飛行するなど有人地帯を目視外飛行するのに十分な性能を備えた状態の飛行を示す。レベル4は2020年代以降からの実現が期待されている。

(2) 利用形態に応じた災害時の利用

飛行レベル2における災害時の対応としては、災害時の情報収集としての空撮や計測の利用が期待される。目視内飛行が前提となるため、操縦者が待機している基地局から、機体の状態が確認できる範囲での運用となり、災害時の斜面崩壊の状態確認や倒壊家屋の調査といった平成28年熊本災害での利用事例が典型的な事例となる。飛行レベル3における災害時の対応としては、無人地帯に近い環境下における災害現場の搜索・救助支援が挙げられる。飛行レベル4における災害時の対応は、発災直後における有人・過酷環境下における飛行であり、多数機の出動を想定している。このように、災害時におけるドローンの利用方法は、技術開発の進展によって拡大されていくことが期待される。

(3) 利用形態に応じた技術開発

利用形態に応じた技術開発の必要性については、耐環境性、運航管理・衝突回避、操用性・整備性、情報収集の4つに分けて整理されている。耐環境性については、災害現場の過酷環境（風雨、降雪、温度、夜間、高度等）への耐性向上が挙げられている。降雨、降雪への対応については、現在、複数の機体メーカーが防水性能を高めた機体の販売を始めていることから、解決できる見込みがある。また、温度については、飛行時間に影響するバッテリーが、気温が低いと性能が低下するため、改良が必要である。運航管理・衝突回避は、レベル2の期間においては、有人機と無人機との情報共有による衝突回避や運航情報の共有システムの技術開発が求められ、官民協議会で検討が始まっている。また、レベル3以降では、他のドローンや有人

機、地形や構造物、悪天候等を検知し回避するDAA機能（Detect and Avoid）の強化や運航管理システムの導入・高度化が求められる。運航管理システムとは、ドローンの機体や操縦者等の登録・管理に加えて、空域や電波の共用を効率的に行うための地上支援システムである。運航管理システムでは、ドローンの飛行計画やリアルタイムの飛行データをもとに空域や飛行経路を割り当てて安全間隔を確保することが期待される。操用性・整備性では、現在、採用されているドローンのガイドラインでは、2～3名による運用体制が推奨されているが、短時間・少人数運用技術に必要な技術開発が求められる。また、情報収集では、災害現場の効率的な情報取得技術の開発や実証が求められ、ドローンにより収集されるデータを地上側で即座、もしくはリアルタイムに確認できる技術開発が求められている。

ドローンに係る技術開発については、機体側の開発だけに留まらず、撮影した画像・映像に対して目的とする情報を高速かつ高精度に抽出する処理技術の開発、救助に必要なアプリケーション側の技術開発も必要である。

(4) 利用形態に応じた環境整備

環境整備については、運用ルールと性能評価基準の整備が必要とされている。運用ルールについては、近年の大災害において積極的にドローンが利用され始めており、多くの用途で利用できることが分かってきたことから、これらの実績・経験をもとに災害時におけるドローン活用のルールを策定する必要がある。性能評価基準は、分野毎の性能を評価するための基準である。災害時に性能を満たしていないドローンが運用された場合、2次災害が発生する可能性があり、性能の見える化が求められている。

4. 災害時における改正航空法における対処

2015年12月10日の航空法の改正（以降、改正航空法と言う）後、改正航空法の申請が必要な空域や飛行方法を行う場合、事前の許可が必要となる。飛行許可申請の調整には、相応の日数を要するため、災害時の飛行は特例扱いとなる。国、地方公共団体又はこれらの依頼を受けた事業者は、事故・災害に際し、搜索、救助のためにドローンを飛行させる場合、航空法第132条（飛行の禁止空域）及び第132条の2（飛行の方法）の規定が適用されない。この特例は、搜索、救助だけでなく、災害時における被害状況調査も該当と

なる。一方、上記の特例が適用された場合であっても、航空機の航行の安全や地上の人等の安全が損なわれないう、必要な安全確保を自主的に行う必要がある。国土交通省では、安全確保のための運用ガイドラインを定めていることから、この運用ガイドラインを参照しつつ、必要な安全確保を行う必要がある⁹⁾。

5. 災害協定について

災害時におけるドローンの有効性が実証される度に、多くの地方自治体が災害時のドローン利用について災害協定を締結しつつある。私が所属している（一社）ミニサーベイヤークンソーシアムも、会津若松市と災害協定を締結している。災害協定している事業者は、前述した改正航空法の特例に従い、災害時に円滑にドローンを利用した捜索・救助・調査が可能となる。国土交通省においても、中国地方、四国地方、九州地方では、地方局ごとに災害協定を締結しており、ドローンの活躍が期待されている。

6. D-NET と D-NET2

地震などの大規模災害が発生すると、全国から多数のヘリコプターが被災地に集結し、情報収集、救急・救助、人員・物資輸送などの救援活動を行う。そこで、宇宙航空研究開発機構（以降、JAXA という）は、データ通信や情報処理技術等を活用して、各機体の機能や性能に適した任務を迅速に割り当てることによって、航空機による救援活動をより効率的かつ安全に実施す

るための「災害救援航空機情報共有ネットワーク」（以降、D-NET という）を開発した（図—5）。D-NET は、全国から被災地に集結する航空機に対して、最適なルートを設定したり、被災地内で活動する航空機に関しては、離着陸や給油の順番待ちなどの無駄時間の最小化、空中衝突の危険性を低減させる最適運航管理を行う機能を有している。D-NET は、平成 28 年熊本地震においても活用され、救援活動を支援した。

現在は、ヘリコプター等の航空機、ドローン、人工衛星の統合的な運用による災害情報の収集・共有化及び災害救援航空機による効率的かつ安全な救援活動を支援する「災害救援航空機統合運用システム（以降、D-NET2 という）」の開発が進められ、将来起こりうる大規模災害に向けて、機能強化が図られている。

7. おわりに

本稿で説明したように、実災害時においてドローンの有効性が示されつつあると共に、技術課題と取り組むべきロードマップが示されている。大規模災害が発生した際、捜索・救助・調査の分野で、我々は空を有効活用するドローンという新たな手段を手に入れつつある。ドローンのメーカーが急増していることは言うまでもないが、ドローンを利用したサービス事業者や操縦者も急増しており、ドローンに関するコミュニティは地域の協議会も含めると 100 を超えると言われている。ドローンを社会実装していくためには、技術開発の必要性は言うまでもないが、利用者もリテラシーの向上が求められており、業界全体として成長・



図—5 災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）の概要

成熟していく必要がある。ドローン産業の成長が、防災・災害時への対応力向上に繋がることを願う。

J C M A

《参考文献》

- 1) ㈱エアフォートサービス
<http://www.yamazaki-k.co.jp/airphoto/concept.html>
- 2) 国土交通省中部地方整備局 御嶽山噴火対応状況（第7報）
- 3) ㈱アミューズワンセルフ マルチコプター型無人機を利用した御嶽山の噴煙観測
<http://amuse-oneself.com/interview/vol05>
- 4) 国土地理院 西之島に関する最新の計測結果（平成28年3月現在）を公開
<http://www.gsi.go.jp/kanri/kanri60007.html>
- 5) 無人航空機による西之島空中写真の撮影とその分析：飛田幹男，神谷泉，岩崎純子，中埜貴元，国土地理院時報125，pp145-154，2014年
- 6) 国土地理院 平成27年9月関東・東北豪雨の情報

- <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>
- 7) 国土地理院 平成28年熊本地震に関する情報
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html#aa>
- 8) 小型無人機に関する関係府省庁連絡会議
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/>
- 9) 無人航空機の飛行ルール 搜索又は救助のための特例
http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

【筆者紹介】

伊東 明彦（いとう あきひこ）
（一社）ミニサーベイヤーコンソーシアム
理事
宇宙技術開発㈱
営業本部企画営業部
リーダー

