

災害時のドローン活用に向けて

～能登半島地震と大分県の事例から～

シティ・モビリティグループ 上級研究員 水上 義宣

能登半島地震の応急対策においては、多くの局面でドローンが活用された。一方で、民間ドローンの活用を主導した JUIDA への飛行依頼が震災発生 3 日後になる等、活用に向けた体制づくりの必要性が認識された。本稿では、能登半島地震及び大分豪雨災害の事例から平常時からの体制づくりの重要性を論じる。

1. はじめに

2024 年 1 月 1 日に発生した能登半島地震では、建物内の被害調査から救援物資の輸送に至るまで様々な用途でドローン¹が活用された。一方で、民間ドローンを取りまとめていた日本 UAS 産業振興協議会（以下「JUIDA」）²からは、出動判断が遅れたこと、有人機との接近等があり飛行の見える化や空域調整が十分でなかったこと、公的機関のドローンとの役割分担等の調整が不十分であったこと、通信確保や機体性能等にも課題があったこと等が指摘³されており、今後の災害におけるドローン活用に向けた課題も浮き彫りとなった。

本稿では、災害時のドローン活用について、想定される用途、現状の制度及び能登半島地震で認識された課題を整理し、今後に向けた体制づくりを論じる。

2. 災害時に想定されるドローンの用途

一般に災害対策は、事前の災害予防、発災の予兆から発災後 1 か月程度までの応急対策、それ以降の復旧に分かれる⁴。このうち平常時の通信インフラ等が使用できない、いわゆる「災害時」のイメージにあたるのが応急対策である。応急対策はさらに、警報等の発令から発生直後までの発災期、主に人命救助に当たる発災後 1～3 日目までの初動対策期、避難所への物資供給等が本格的に始まる発災後 1 週間程度までの緊急対策期、支援体制の安定化や仮設住宅建設等がはじまる応急対策期に分けることができる⁵。

ドローンには様々な特性の機体があるが、主に空撮用と物流用に分けられる。空撮用は、カメラやセンサーによって映像や点群データ等を取得し、地形や設備の状況、人の有無等を解析するものである。災害時には立入りが危険な場所の映像やデータを取得し被害状況を迅速に把握できるほか、空撮用機体にスピーカーを搭載すれば安全に避難誘導を行うこともできる。また、赤外線カメラ等の活用や、取得した映像の解析による三次元モデルの生成等、人の目では難しい作業もできる。さらに、空撮用の機体には、天井裏や倒壊家

¹ 本稿では「ドローン」とは航空法第 2 条第 22 項の「無人航空機」の定義に準じ「航空の用に供することができる機器で、構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの」とする。

² JUIDA は日本のドローン産業等の市場創造支援と健全な発展を目的に 2017 年に設立され、ドローンのメーカー、サービス提供者、講習機関、操縦士等 27,000 以上の会員を有する国内最大規模の業界団体。「無人航空機の安全に関するガイドライン」の発行等を行っている。

³ JUIDA（2024 年 4 月 5 日）「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会（第 19 回）資料 7 能登半島地震活動報告」

⁴ 災害対策基本法は災害予防、応急対策、復旧で構成されている。

⁵ 例えば、石川県防災会議（2023 年 5 月 25 日）「石川県地域防災計画 地震災害対策編」p.129 では、発災から 1 日後までを初動対策期、1 週間後までを緊急対策期、1 か月後までを応急対策期としている。本稿では、一般に災害時の生存率が 72 時間後まで高いとされていることから初動対策期を 1～3 日後とした。

屋の中、水道管等の閉鎖空間で使用する屋内用《BOX1》、屋根の点検や土砂崩れ等の俯瞰データを取得する近距離の屋外用、屋外用でも広範囲のデータ取得ができる長距離用の機体がある。屋外用ドローンではドローンへの充電等を自動で行うドローンポートと呼ばれるものも存在している《BOX2》。

もう一つの物流用は、名前のとおり物資輸送に使用する機体で、災害時には孤立集落への医薬品や燃料等の輸送に活用できる。運べる重量と距離は機体によって異なるが、一般的には積載量が大きくなれば飛行距離は短くなる。

なお、これら主な用途の他に、携帯電話や放送の電波を中継し、空飛ぶ基地局として機能する通信用ドローン等も存在する。

応急対策の各段階と、ドローンの用途から考えられる災害時の活用をまとめると《図表 1》となる。

《図表 1》災害時想定されるドローンの用途と能登半島地震での活用

機体の種類		時間経過			
		1～3日後	1週間後	1週間後	
		発災	初動対策期	緊急対策期	応急対策期
空撮	屋内		建物内搜索	建物内被害調査 産業施設等被害調査	建物内被害調査 産業施設等被害調査
	屋外	避難・誘導 発災場所把握	被災状況等把握	土砂崩れ等調査 屋根等被害調査 二次被害予測箇所の観測 警備	仮設住宅予定地等測量 道路・港湾等測量 二次被害予測箇所の観測 警備
	長距離			道路等被害調査 送電線等被害調査	道路等被害調査・測量 送電線等被害調査・測量
物流			血液等輸送	救援物資輸送	救援物資輸送
その他			通信・放送等	通信・放送等	通信・放送等

赤字…能登半島地震での活用があった用途

(出典) 当社作成

《BOX1》屋内用ドローン

屋内用ドローンは天井裏や床下、配管の中等の閉所に特化したドローンである。暗闇でも撮影できたり、壁等に衝突したり粉じんを浴びたりしても飛び続けられたり、姿勢制御に衛星電波を用いなかったりすることが特徴である。能登半島地震では、損傷した建築物の床下や天井裏の状況把握、倒壊家屋内の把握、インフラ設備の点検等に活用された。今後は、初動対策期における倒壊家屋内の搜索等での活用も期待される。

屋内用ドローンと天井裏の点検画像



(出典) Liberaware プレスリリース⁶

⁶ Liberaware (2024年1月11日)「小型ドローン「IBIS」を活用し「令和6年能登半島地震」に対する支援を実施しました」

《BOX2》ドローンポート

ドローンポート、ドローン Dock 等と呼ばれる格納庫を備えたドローンも増えている。ドローンポートにはセルフチェック機能や充電機能等を備えた製品もあり、格納されているドローンを遠隔監視で飛行させることが可能である。

海岸やダム等に設置されていれば、津波や洪水等の際に遠隔からの避難・誘導、被害状況の把握等ができる。また、工場等では巡回警備に活用される場合もある。能登半島地震では、土砂崩れによる河道閉塞によってできた土砂ダムに決壊の恐れがないか、ドローンポートから飛び立ったドローンが定期的に観測を行った。

ドローンポート



(出典) ブルーイノベーションプレスリリース⁷

3. 能登半島地震におけるドローンの活用と課題

(1) 能登半島地震におけるドローンの活用

JUIDA ウェブサイト等⁸を基に、能登半島地震においてドローンの活用が確認できた用途を《図表 1》に赤字で示した。能登半島地震では想定される多くの用途でドローンが活用された。一方、民間ドローンの活用は、主に発災から1週間程度経過以降となっており、一部の行政機関による空撮を除いて初動対策期での活用は確認できなかった。

初動対策期における民間ドローンの活用が難しい理由として、ドローンの用途が十分に知られていないこと、被災地の公共団体と JUIDA 等ドローン業界団体や事業者との間に協定等がなく地方公共団体等からの飛行依頼が遅れたこと、ドローン産業は大企業に乏しく被災地へ向かう準備等が十分でなかったことが挙げられる。

災害が発生した場合、負傷者の搬送や消火活動等のため、多くのヘリコプター等有人機が低空飛行やヘリポート等以外への離発着を行う⁹。こうした有人機の安全を確保するため、ドローンの飛行を禁止する緊急用務空域が指定される。緊急用務空域での飛行は、地方公共団体等もしくはその依頼を受け、救助等のために行われるものと、報道やインフラ点検等の真にやむを得ないもので国土交通大臣の許可を得たものに限られる。このため、地方公共団体等からの飛行依頼がなければ、原則として民間のドローンは飛行できない¹⁰。

⁷ ブルーイノベーション (2024年3月11日)「令和6年能登半島地震 二次災害に備え、ドローンポートシステムを活用した自動監視システムを国内ではじめて実災害現場に導入・社会実装」

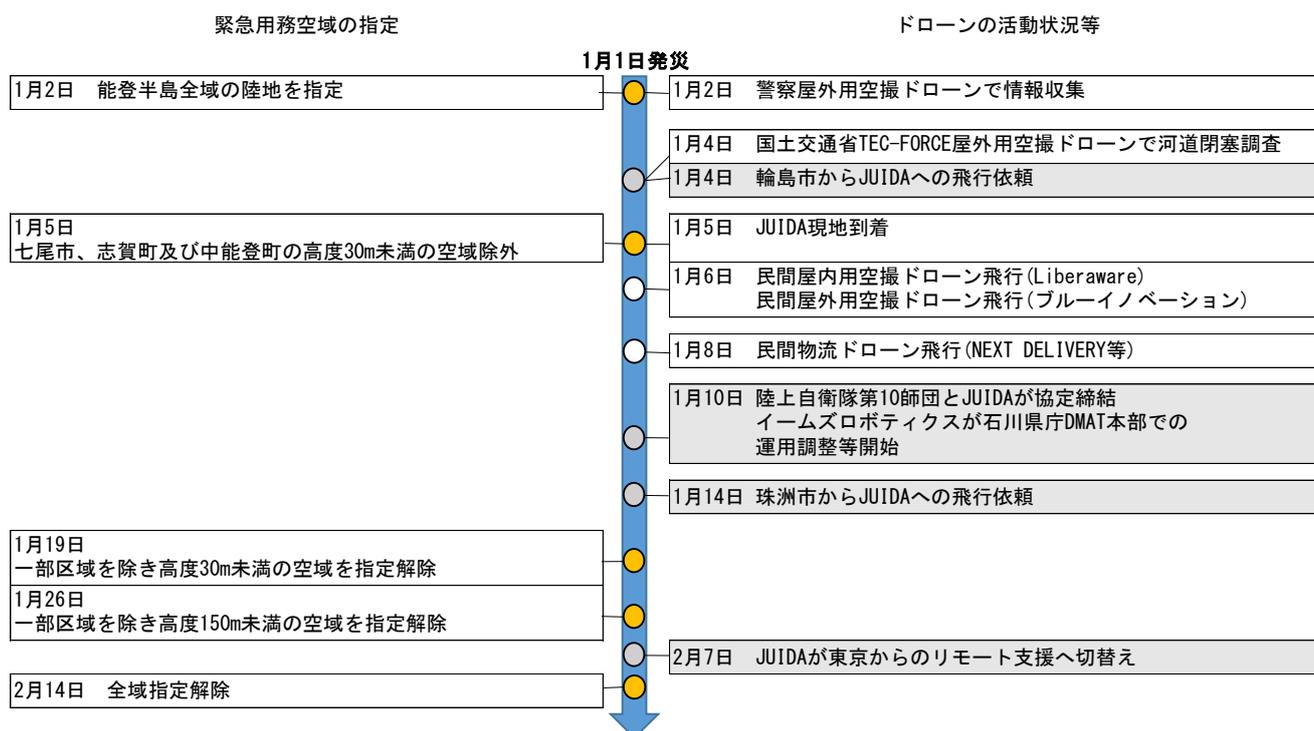
⁸ <https://uas-japan.org/information/information-30794/> (最終閲覧日: 2024年7月1日)、内閣府非常災害対策本部 (2024年7月1日)「令和6年能登半島地震に係る被害状況等について (令和6年7月1日 14:00 現在)」及び国土交通省 (2024年4月5日)「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会 (第19回) 資料 6-3. ドローンの利活用促進・社会実装に向けた取組について 能登半島地震でのドローン活用について」

⁹ 能登半島地震では、自衛隊が救助した人の6割がヘリコプター等で搬送されたと報道されている (読売新聞 (2024年2月20日)「能登半島地震で救助の6割、空から救出…「陸の孤島」ヘリ有効」)。有人機の活動を妨げないことは、ドローン活用の前提である。

¹⁰ 緊急用務空域及び緊急用務空域での飛行についての詳細は、国土交通省「緊急用務空域の設定に関するQ&A」を参照。

今回の能登半島地震における緊急用務空域の指定とドローンの活動状況は《図表 2》のとおりで、民間ドローンへの飛行依頼は発災 3 日後の 1 月 4 日、飛行開始は 5 日後の 1 月 6 日となった。また、実際に現地で活動した Liberaware によると、現地到着後ドローンでできることを説明し、活用ニーズを探り理解を得ることも必要だったという¹³。他方、行政では警察のドローンが 1 月 2 日に情報収集を行っているほか、国土交通省 TEC-FORCE も 1 月 4 日に河道閉塞状況をドローンにより空撮している。能登半島地震では、災害時におけるドローンの有用性が確認されたが、特に民間ドローンについては、災害時に活用できる場面を特定し、飛行依頼を受け、実際の飛行に至る体制をつくる必要性が認識された。

《図表 2》能登半島地震における緊急用務空域の変遷とドローンの活用



(出典) 国土交通省資料¹¹及び JUIDA ウェブサイト等¹²より当社作成

(2) 災害時における運用上の課題

飛行依頼の体制が整い飛行するとしても、災害時の飛行環境は平常時とは異なる。ドローンの運用を飛行経路の確認等の準備段階と実際の運航の二段階に分け、それぞれについて平常時と災害時の違いを確認する《図表 3》。

¹¹ 国土交通省 (2024 年 4 月 5 日) 「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会 (第 19 回) 資料 6 3. ドローンの利活用促進・社会実装に向けた取組について 能登半島地震でのドローン活用について」 p.3

¹² <https://uas-japan.org/information/information-30794/> (最終閲覧日: 2024 年 7 月 1 日)、内閣府非常災害対策本部 (2024 年 7 月 1 日) 「令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について (令和 6 年 7 月 1 日 14:00 現在)」及び国土交通省 (2024 年 4 月 5 日) 「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会 (第 19 回) 資料 6 3. ドローンの利活用促進・社会実装に向けた取組について 能登半島地震でのドローン活用について」

¹³ 当社取材による

＜図表 3＞平常時と災害時におけるドローン運用環境の違い

段階	実施項目	平常時の実施方法	災害時の実施方法・留意点
飛行経路の確認等準備	障害物等の確認	・地図等でおおよその下見が可能 ・手動操縦飛行や地上からの目視で確認	・地形変化等があり地図等では把握困難 ・地上から接近できない場合、ヘリ等も活用
	気象条件の確認	・気象情報や現地での確認で運用制限を検討	・過酷な環境での飛行が必要
	通信環境の確認	・手動操縦飛行等で確認 ・携帯電話網等を活用	・通信混雑等も考慮して確認 ・衛星通信等も活用
	航空法等規制への適合	・ドローン情報基盤システム（DIPS）で申請 ・住民説明等もしておくことが望ましい	・緊急用務空域内での例外的な飛行 （地方公共団体等及びその依頼による飛行又は国土交通大臣からの許可）
運航	操縦者の健康状態等確認		・操縦者の安全・健康を確保
	機体等の飛行前点検整備		・電源・燃料・工具等を確保
	他機の確認	・DIPSでの申請・通知及び目視での確認	・電話で航空局と調整・通知 ・災害対策本部での調整
	運航中の周囲気象の監視		・通信途絶や荒天等の際、的確に飛行可否を判断
	飛行後の点検		
	飛行結果の確認・共有		・空撮データ等は行政機関等と迅速に共有

（出典）当社作成

まず、準備の段階では、平常時には地図等を使った下見や地上からの下見によって飛行経路の障害物等の確認を行う。通信も携帯電話網等を活用することができる。また、気象条件についても十分に調査した上で、強風や降雪時には飛行しないといった条件設定が考えられる。

それに対し、災害時には地形の変化や道路の通行不能等があるため、地図や地上からの確認では十分な下見ができない可能性がある。実際に能登半島地震では物流ドローンの飛行経路について、自衛隊ヘリコプターから通信状況や地形の確認が行われる等の対応が発生¹⁴している。通信も携帯電話網の混雑や不通が考えられ、衛星通信等の活用も必要となってくる。飛行条件も豪雨、降雪、低温、強風等過酷な環境でも飛行が求められることが考えられ、そうした条件に耐えられる機体が必要となる。

次に、実際の運航段階である。災害時には、操縦者の安全や生活環境を確保するとともに、電源・燃料や工具等といった必要な備品を被災地外から持ち込む等の体制を構築しておく必要がある。

飛行にあたっては、他のドローンや有人機の確認を行う。平常時はドローン情報基盤システム（DIPS）を経由して飛行を通知するとともに目視で他機の接近等を確認することになるが、災害時には DIPS による通知と目視だけではなく、航空局や災害対策本部との電話等による緊密な連絡・調整が必要となる。能登半島地震では、イームズロボティクスが石川県庁 DMAT 本部に駐在し、ヘリコプターを運航している自衛隊、警察、消防等との連絡にあたった。イームズロボティクスの宇田氏に取材したところ「千葉北総病院との緊急時ドローン飛行訓練の経験があるイームズロボティクスがその縁でドローンと有人機の連絡調整にあたったが、今後はあらかじめ体制をつくり、組織的に動く必要があると感じた。」との感想が伺えた。

過酷な天候や携帯電話網が使えない環境下での飛行の場合、平常時以上に運用限界を見極め的確に飛行中止等の判断を下す必要がある。また、飛行の終了後は、災害現場の空撮や被災者の確認等が目的の場合は、すみやかにデータを行政機関等に共有できるようにすることが望ましい。警察、消防、自衛隊の保有する情報は、防災科学技術研究所（以下「防災科研」）の災害時情報集約支援チーム（ISUT）が電子化し、ISUT-SITE に集約、共有している。能登半島地震では、防災科研が民間ドローンの映像からオルソ画像¹⁵を生成し、

¹⁴ ドローンジャーナル（2024年2月9日）「能登半島地震、ドローン活用の現在地 - 「いまこそドローンを」 JUIDA 参与の呼びかけ -」

¹⁵ 空撮画像からレンズや地形による歪みを補正し、地図のように平面上に正確に配置した画像

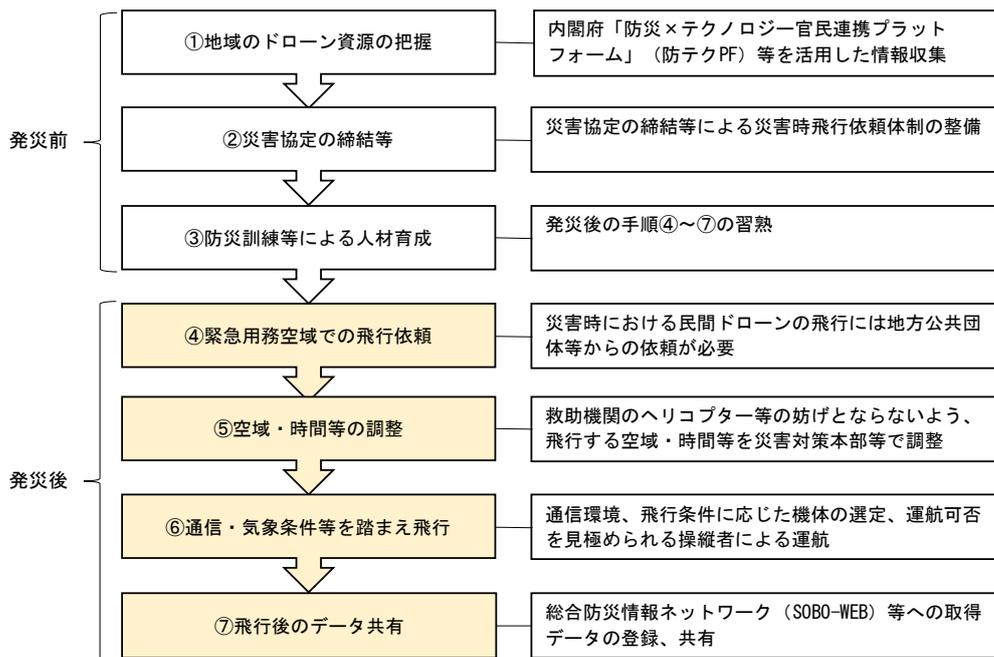
基盤的防災情報流通ネットワーク（SIP4D）に登録するシステムを開発して、1月17日から民間ドローンの取得したデータもSIP4D経由でISUT-SITEに共有されるようになった¹⁶。SIP4D及びISUT-SITEは、2024年度から総合防災情報ネットワーク（SOBO-WEB）に置き換えられ、民間データとの連携が強化されるが、こうしたシステムへの登録手順も訓練しておく必要がある。

以上のとおり、災害時は飛行経路や通信の確認、飛行可否の判断等は平常時より高度なものが要求される¹⁷。また、機体についてもより耐候性が高いものが求められる。緊急用務空域での飛行や運用調整、ドローンの取得したデータの共有といった点についても、災害時に対応した手順を知っておく必要がある。

4. 災害時のドローン活用に向けた準備

災害時にドローン、特に民間ドローンを活用するためには平常時からの備えが重要となる。つまり、①地域の操縦者や機体といったドローン資源を把握し、②必要な事業者や業界団体と災害協定の締結等災害時に飛行依頼ができる体制を整備し、③訓練等を通じて人材の育成を行うことである。また、実際の運用にあたっては、④飛行依頼、⑤他機との空域・時間等の運用調整、⑥通信、気象条件等を踏まえた飛行可否判断、⑦飛行後のデータ共有等が行える必要がある《図表4》。

《図表4》災害時ドローン活用の流れ



（出典）当社作成

ドローン活用に関する体制整備の事例として大分県の取組がある。2017年6月、大分県ではドローン産業の振興を目的に大分県ドローン協議会が設立された。2021年2月には大分県日田市においてドローン物流活用推進事業による物資輸送の実証実験を消防等との訓練形式で行う¹⁸等、防災訓練を兼ねたドローンの実

¹⁶ 防災科学技術研究所（2024年3月5日）「実動機関の情報共有、その効果と課題」p.16

¹⁷ 能登半島地震での運航手順の一例として、無人航空機操縦技能養成センター（2024年6月7日）「災害現場でのドローン飛行：参考情報（航空法132条の92の適用申請）」<https://uavcenter.jp/drone-operations-at-disaster-sites-reference-information-for-mutual-assistance/>（最終閲覧日：2024年7月11日）

¹⁸ 大分県（2021年2月17日）「令和2年7月豪雨で孤立した日田市中津江村でドローンによる救援物資運搬訓練を実施しました」

証実験に取り組んできた。2023年3月9日には大分県と大分県ドローン協議会が「災害時のドローンによる緊急被災状況調査に関する協定」を締結し、31事業者を調査協力者として同年6月1日より実災害時の活動を開始している¹⁹。なお、大分県では協定に基づく出動には必要経費を支払うこととしている。

災害協定の締結、ドローン事業者の登録、防災訓練の実施等が整う中、2023年6月30日に豪雨による土砂崩れ等が大分県で発生した。雨で防災ヘリが飛べない中、大分県では直ちにドローンによる空撮を協力事業者に依頼し、災害現場の俯瞰映像を取得した。土砂崩れによる孤立世帯が発生したことも確認できたことから、物流ドローンの飛行を依頼し、翌7月1日には無線機、飲料水、食料等を孤立世帯に配送している²⁰。

飛行依頼にあたって、県のドローン担当部署である大分県新産業振興室が、大分県防災局防災対策本部と、有人機との空域・時間の調整をしており、事業者は、通信や気象条件を判断してドローンを飛行させた。災害現場の映像は、災害情報プラットフォーム EDiSON を通じて県に送られ、防災対策本部や消防、報道機関等に提供された《図表5》。大分県では2022年度にこれら一連の流れを県内4か所で訓練しており、2023年6月30日の豪雨の際の迅速な対応につながったと考えられる。

《図表5》大分県における災害時ドローン活用の流れ



(出典) 大分県プレスリリース²¹

大分県では県内の企業が、平常時のドローンビジネスマッチングを目的としたドローンプラットフォーム xROSS を展開しており、ドローン事業者が可視化されている。現在 xROSS は、大分の他4県で展開が予定されている。なお、防災に特化したマッチングシステムとしては、内閣府が「防災×テクノロジー官民連携プラットフォーム」(防テク PF) を運用しており、全国で利用できる。

5. おわりに

能登半島地震では、土砂崩れ等の空撮から、建物内の被害調査、孤立した避難所への医薬品等の配送に至るまで様々な用途でドローンが活用され、災害時におけるドローンの有用性が示された。一方で、民間ドローンの飛行は発災5日後になる等、ドローンの活用に至る体制づくりの必要性が認識された。政府は能登半島地震の経験等から、2024年6月28日に防災基本計画を改定し、被災状況把握や救援物資の輸送においてドローンを活用することを明記した。地域防災計画等を通じて、災害時にドローンを活用する体制の整備、行政と民間が保有するドローンの災害時の効率的役割分担が進むことが期待される。

また災害時は、救助等のための有人機の飛行が最優先となる他、行政のドローンも含め様々なドローンが飛行する。ドローン操縦者やヘリコプターの操縦者が、お互いの距離や飛行経路を目視で確認して回避する

¹⁹ 大分県 (2023年6月1日) 「「災害時のドローンによる緊急被災状況調査に関する協定」に基づく活動を開始します」

²⁰ 大分県 (2023年7月18日) 「令和5年6月30日から続いた大雨での災害現場でドローンによる緊急被災状況調査及び救援物資配送を実施しました」

²¹ 大分県 (2023年7月18日) 「令和5年6月30日から続いた大雨での災害現場でドローンによる緊急被災状況調査及び救援物資配送を実施しました」

ことは容易ではない。このため政府は、運航管理システムの開発による空域調整や衝突回避を目指している²²が、現状においては飛行前の通知による空域・時間の調整が重要となっている。能登半島地震では、地方航空局への電話連絡と、石川県庁 DMAT 本部でのイームズロボティクスによる情報共有によって、当事者間の調整が行われた。今後のドローンの活用拡大や災害時の迅速な対応等を考えれば、ドローンの飛行許可・承認を行う地方航空局と救助機関の情報が集まる災害対策本部との間で、ドローンの運航調整を行うリエゾンを設置して情報共有を円滑にする等の体制を検討する必要があると思われる。

災害時のドローンの活用に向けては、事前に地域のドローン資源を把握し、災害協定等を締結して訓練を実施しておくことが重要となる。発災後は、ヘリコプターと行政のドローン、民間のドローンの飛行空域・時間や役割を調整し、効率的かつ安全に運航することが求められる。今後、地域防災計画等を通じて体制づくりが進むことが期待されるとともに、運航管理技術等の開発や、連絡調整の在り方の議論をさらに進める必要があるだろう。

本資料は、情報提供を目的に作成しています。正確な情報を掲載するよう努めていますが、情報の正確性について保証するものではありません。本資料の情報に起因して生じたいかなるトラブル、損失、損害についても、当社および情報提供者は一切の責任を負いません。

²² 国土交通省 無人航空機の見視外及び第三者上空等での飛行に関する検討会 運航管理 WG (2024年3月)「無人航空機の運航管理 (UTM) に関する制度整備の方針」。また、技術開発については新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 「ReAMO ドローン・空飛ぶクルマ・既存航空機がより安全で効率的な飛行を実現できる研究開発」、内閣府・文部科学省 (2022年10月) 「「災害・緊急時等に活用可能な小型無人機を含めた運航安全管理技術」に関する研究開発構想 (プロジェクト型)」等で開発が進められている。