



能登半島地震の災害対応におけるモビリティ活用 調査報告書

(2024年3月29日)

本報告書は、2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震におけるモビリティの活用状況を調査したものである。本書の構成は大きく以下の3つのパートに区分される。

1. 地域防災計画の内容と計画に基づく既存モビリティ（車両、船舶、航空機等）の活用状況と限界
2. 能登半島地震におけるドローンの活用状況（既存モビリティの代替と新たな価値提供）
3. 能登半島地震の事例等から考えられる災害対応におけるドローンの有用性と今後の課題

なお、本調査は2024年3月15日時点の公開情報を基に行った。



TOKIO MARINE

東京海上ディーアール株式会社

はじめに

2024年の元旦に発生した能登半島地震から3か月。被害が特に大きかった奥能登では、いまだに一部で停電や断水が続いている。復旧活動が遅れている背景は、耐震対策が不足する木造住宅の存在や過疎化等様々だが、最も大きな要因となったのが「道路の寸断」である。

能登半島の山間地を結ぶ主要な幹線道路が各地で寸断され、被害状況の確認、支援要員の派遣、救護物資の輸送等、発災直後の救命・復旧活動の大きな障害となった。これまで何度も震度6強以上の大規模地震に見舞われてきた日本だが、今回の能登半島地震は、交通網が遮断されて孤立した被災地に対する復旧・支援活動に大きな課題を残すこととなった。

その一方で、地震による道路寸断は、地域防災計画でも想定されていた事項ともいえる。被害が大きかった奥能登地方の地域防災計画には、航空機等を使った被害状況の把握、物資等の緊急輸送が計画に織り込まれている。実際に今回の地震では、道路の寸断や港の損傷により、トラックや船舶等の輸送手段が制限されたため、ヘリコプターによる救助活動も展開された。ただ、使用を想定していた空港が機能不全に陥る中、地上の甚大な被害は、平地が少ない半島において離着陸のためのヘリポートの確保を一層難しくした。

災害時には、様々なモビリティを活用した復旧・支援活動が行われるが、今回注目を浴びたのがドローンの活用である。ドローンは、「先端技術を活用した進化型の移動手段」である次世代モビリティの一つである。最近では空飛ぶクルマ等も挙げられるが、ドローンは特に災害時の緊急物資輸送手段として、実証実験が進められていた。今次の地震では、実際に被害状況の把握のため、ドローンを使った情報収集活動のほか、医療物資の輸送等が、国内では初めて災害直後の支援活動に活用された。

一方、ドローンを使った災害時の復旧・支援活動の可能性は広がったが、課題もみえてきた。例えば、ドローン1台が運べる容量に限られる等機能上の制約のほか、天候や基地局停波による通信障害といった外的要因に影響されやすいことがある。また、ドローンを飛ばすためには飛行の許可・承認が必要なこと、安全運航のため運航の運航調整や機体又は飛行方法に応じた資格者が必要である等、本格的な実用化に向けてはハードとソフトの両面で更なる整備が求められる。

本書では、今後の災害対応におけるモビリティ活用の在り方を模索すべく、今回の能登半島地震において、陸路・海路・空路ではどのような復旧・支援活動がなされたのかを調査するとともに、災害対応におけるドローンの今後の可能性と課題について検討する。

本書を通して災害時のドローン活用の有用性が知られる契機となり、ドローンをはじめとする次世代モビリティ活用^(注)に対する理解促進と今後の発展に寄与できれば幸いである。

(注) 本書では、次世代モビリティとしてドローンのみを取り扱う。

目次

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1. 能登半島地震におけるモビリティの活用 | 1 |
| (1) 能登半島地震の概要..... | 1 |
| (2) 被災地（奥能登）における災害対応計画..... | 2 |
| (3) 被災地におけるモビリティ活用状況 | 6 |
| (4) 計画の実効性と既存モビリティの限界..... | 10 |
| 2. 災害対応におけるドローンの活用..... | 11 |
| (1) ドローン飛行に関する法規制 | 11 |
| (2) 能登半島地震におけるドローンの災害支援活動の運用体制..... | 13 |
| (3) 能登半島地震におけるドローンの活用事例 | 15 |
| (4) その他の災害におけるドローンの活用事例、実証実験事例..... | 23 |
| 3. 今後の展望 | 28 |
| (1) 災害対応におけるドローンの主な活用場面と有用性 | 28 |
| (2) 一層の活用に向けた課題と提言 | 29 |

1. 能登半島地震におけるモビリティの活用

2024年1月1日16時10分、石川県の能登地方で、深さ16kmを震源とするマグニチュード(M)7.6の地震が発生した。気象庁は、2024年1月1日の最大震度7の地震並びに2020年12月以降石川県能登地方で発生した一連の地震活動について、その名称を「令和6年能登半島地震」(以下、「能登半島地震」という。)と定めた¹。本稿では、被害の大きかった石川県能登地方における被害の概要を取り上げる。

(1) 能登半島地震の概要

能登半島地震では、輪島市や志賀町で最大震度7を観測するなど、能登地方の広い範囲で震度6弱以上の強い揺れが観測された。今次地震では、輪島市西部では最大4m程度の隆起、最大2m程度の西向きの変動が検出されるとともに²、同市皆月湾周辺では約200mにわたり海岸線が変化する等広範囲に陸化した地域が見られた³。

住宅被害は7万棟以上に上り、死因の約40%が建物の下敷きになったこと等による「圧死」であった。今次地震で最も被害棟数の多かった石川県の住宅の耐震化率は75%であり、90%を超えている全国平均と比べて低いことも一因といえる⁴。耐震化の遅れに加え、揺れの周期が低層建物に特に被害をもたらす1～2秒であったこと⁵も重なり、大きな被害につながった。

図1 輪島市河井町の倒壊家屋群



出典：国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所「令和6年(2024年)能登半島地震による木造建築物の被害調査報告(速報)」(2024年2月14日公表)

土砂災害や液状化被害は、石川、新潟、富山県を中心に広い範囲で発生し、土砂災害は400件以上が確認され、液状化による住宅被害は1万件を超えた⁶。

¹ 気象庁「令和6年1月1日16時10分頃の石川県能登地方の地震について(第2報)」(2024年1月1日発表)

² 国土地理院「『だいち2号』観測データの解析による令和6年能登半島地震に伴う地殻変動」(2024年1月19日更新)

³ 国土地理院「『だいち2号』観測データの解析による令和6年能登半島地震に伴う海岸線の変化」(2024年1月11日更新)

⁴ 国土交通省「住宅・建築物の耐震改修の促進について」(資料2)(2023年1月12日)

⁵ 大野晋(東北大学災害科学国際研究所)「令和6年能登半島地震の地震動について」

⁶ 非常災害対策本部「令和6年能登半島地震による被害状況等について」(2024年2月28日発表)、国土交通大臣会見要旨(2024年2月2日)

土地の隆起、家屋倒壊、土砂災害や液状化といったこれらの地震による被害は、二次災害としてライフライン・交通網の寸断をもたらした。さらに大規模火災や津波も発生したことから、支援活動に大きな影響を与える結果となった。

ライフラインは、一部自治体で断水や停電、ガスの供給支障が発生したほか、固定回線、携帯電話回線で障害が発生した。さらに放送所の被災により、輪島市の一部地域で地上デジタル放送（NHK・民放各局）の受信が困難になった。

交通網においては、道路崩落や土砂崩れ、クラック等により、能越道をはじめとする高速道路や国道で通行止めが発生した。鉄道では特に JR 七尾線、のと鉄道七尾線でレール損傷等による被害が大きく、のと鉄道七尾線の一部区間では、2024 年 4 月上旬中の運転再開を目指し、2024 年 3 月末現在も復旧工事が行われている。航空では、能登空港の滑走路に亀裂が生じ、民航機の発着ができない状態となり、運航再開は 1 月 27 日となった。港湾は、能登地域で海底の隆起や岸壁の損傷で被害が大きく、応急工事は概ね完了しているものの、本格復旧には数年かかる見込みとなった。⁷

また、道路の寸断により、最大で 33 地区(3,345 人)の孤立集落が発生した。1 月 19 日に実質的な解消状態となった後、2 月 13 日までに全て解消された⁸が、人員・物資の輸送だけでなく、被害の全容把握にも障壁となった。

火災は、石川、富山、新潟の 3 県で 17 件発生した。大規模な火災が発生した輪島市では、焼損棟数約 240 棟、焼失面積は約 49,000 m²(東京ドーム 1 個分よりやや広い面積)にも及んだ。⁹

津波は、能登半島をはじめとする日本海沿岸の広い地域に到達し、石川県能登町や珠洲市では 4 m 以上の浸水高を観測した¹⁰。石川県の発表では、被害者は 2 名となっているが、その後の調査では更に数十名はいるとの報道もある。

(2) 被災地（奥能登）における災害対応計画

各自治体では、地震をはじめとする各種災害に対して、「地域防災計画」を作成している。石川県は昔から大規模な地震が定期的に発生している地域であり、甚大な被害に見舞われた能登半島地域においても、近年では 1993 年、2007 年、2022 年及び 2023 年に震度 6 強～震度 5 強の地震が発生している。

本項では、かかる状況下、被災地の自治体がどのような被害想定に基づき地域防災計画を策定していたのか、また今次地震でその計画を実行できたのかについて、その実情を考

⁷ 国土交通省「令和 6 年能登半島地震における被害と対応について（第 7 8 報）」（2024 年 2 月 29 日発表）

⁸ 国土交通省「令和 6 年能登半島地震 能登半島 道路の緊急復旧の状況」（2024 年 3 月 19 日発表）

⁹ 総務省消防庁消防研究センター「令和 6 年能登半島地震において発生した輪島市大規模火災における消防庁長官の火災原因調査<速報>」

¹⁰ 気象庁「『令和 6 年能登半島地震』における気象庁機動調査班（JMA-MOT）による津波に関する現地調査の結果について」（2024 年 1 月 26 日発表）

察する。特にモビリティの活用が期待される「被害状況の把握」や「人員及び物資の緊急輸送」等に注目し、計画内容とその活動実態の調査は、被害が特に大きかった珠洲市、輪島市、能登町及び穴水町（以下、「奥能登4自治体」という。）を主な対象地域とする。

① 被害想定

被害想定は、対策を講ずる上での土台となるものである。奥能登4自治体の防災計画は「石川県地震被害想定調査」に基づき、奥能登が被災の中心となる「能登半島北方沖地震」または能登中部地域が中心となる「巴知潟の地震」が被害想定として設定されていた¹¹。各自治体の地域防災計画は、県の計画を基礎資料として作成されており、石川県が採用する上記の調査データは1996年時点のものであり、その後更新がされていなかった。津波については、2014年の国の報告書を踏まえて被害想定の見直しを行っていたものの、地震については国が行う日本海中部海域の長期評価を待つとして、長年見直しに着手してこなかった。

今次の能登半島地震に最も近い被害想定が「能登半島北方沖の地震」であるが、県の地域防災計画では、今後も能登半島北方沖でM7.0の地震が発生する可能性が示されていた。また、地震発生時の問題点として、被災中心域となる輪島市と珠洲市の立地から、情報の収集・整理や効率的な消防活動に課題があること、生活支障が能登半島から金沢市まで広がること等も指摘されていた。その一方で、災害の概況としては「ごく局地的な災害で、災害度は低い」と評価されていた。

県に対しては、以前から地元の研究者などから被害想定の見直しを求める声も上がっていたというが、実際に見直しに着手したのは2023年8月であった。結果として、見直しが完了する前に大規模地震が発生し、規模・被害ともに計画の想定を大きく上回る形となった。（表1）

表1 地域防災計画における被害予測と本地震での実際の被害の比較

| | 建物全壊 | 炎上出火 | 死者数 | 負傷者数 | 避難者数 |
|-------|---------------------|------|-----|-------|----------------------|
| | 棟数 | 件数 | (人) | (人) | (人) |
| 被害予測 | 120 | 4 | 7 | 211 | 2,781 |
| 実際の被害 | 9,101 ^{※1} | 11 | 241 | 1,186 | 32,616 ^{※2} |

※1 非住家被害を除く。

また、現時点で調査中となっている、金沢市、七尾市、津幡町、内灘町、志賀町を除く。

※2 最多となった、1月5日時点。

出典：石川県「石川県地域防災計画 地震災害対策編」、石川県危機管理監室「令和6年能登半島地震による被害状況等について」（2024年2月26日発表）に基づき当社作成

¹¹地震の被害想定は、各々次のとおりである。輪島市：能登半島北方沖の地震、能登町：能登半島北方沖の地震及び巴知潟の地震、穴水町：巴知潟の地震、珠洲市：明記なし。）

② 緊急輸送体制

地震発生直後は、陸路・海路・空路を駆使して、救命、復旧・支援活動が展開される。奥能登4自治体では、ほぼ同内容の「地震災害応急対策計画」が作成されており、いずれも陸路の確保が困難になることを想定して、海路・空路も含めた「緊急輸送体制の整備」及び「輸送手段の確保」が計画されていた。

- 緊急輸送体制の整備

緊急輸送道路ネットワークの整備に加え、ヘリコプターの臨時着陸場の整備、港湾・漁港の整備が計画に盛り込まれている。

- 輸送手段の確保

車両輸送を基本としつつも、陸上輸送が困難な場合は海上輸送、航空輸送を活用している。航空輸送は、県に対してヘリコプターの派遣を要請し、輸送を行う手筈となっている。

輪島市及び穴水町ではヘリコプターの離着陸場適地がリストアップされており、主な適地として、小中学校のグラウンドが挙げられている（下表は輪島市の計画）。

輪島市内の輸送船舶が接岸可能な岸壁

| 岸壁名 | 面積 | 市役所までの距離 |
|-------------|---------------------------------|----------|
| 輪島港マリンタウン岸壁 | 52,000 m ² (緑地含む) | 1,500m |

出典：石川県輪島市「輪島市地域防災計画_地震災害対策編」

輪島市内のヘリコプター離着陸適地名

| ヘリコプター離着陸場適地名 | 面積 | 市役所までの距離 |
|-----------------|-----------------------|----------|
| 輪島高等学校グラウンド | 10,300 m ² | 500 m |
| 旧輪島中学校グラウンド | 13,329 m ² | 700 m |
| 輪島中学校グラウンド | 16,952 m ² | 1,500 m |
| 東陽中学校グラウンド | 8,988 m ² | 20,000 m |
| 旧三井中学校グラウンド | 9,904 m ² | 12,500 m |
| 鳳至小学校舳倉島分校グラウンド | 3,220 m ² | 50,000 m |
| 舳倉島灯台臨時ヘリポート | 1,444 m ² | 50,000 m |
| 旧西保小学校グラウンド | 7,692 m ² | 10,000 m |
| 鳳至小学校グラウンド | 12,017 m ² | 600 m |
| 河井小学校グラウンド | 8,390 m ² | 500 m |
| 旧南志見小学校グラウンド | 3,720 m ² | 16,000 m |
| 町野小学校グラウンド | 7,870 m ² | 20,000 m |
| 三井小学校グラウンド | 4,982 m ² | 12,500 m |
| 輪島市輪島野球場 | 12,000 m ² | 2,400 m |
| 輪島市町野野球場 | 17,992 m ² | 18,000 m |
| 輪島消防署 | 5,625 m ² | 2,000 m |
| 門前中学校グラウンド | 18,127 m ² | 500 m |

| | | |
|----------------|-----------------------|----------|
| 門前高等学校グラウンド | 24,665 m ² | 50 m |
| 輪島市門前総合運動公園 | 52,307 m ² | 700 m |
| 輪島市門前グラウンドゴルフ場 | 33,000 m ² | 3,000 m |
| 旧仁岸小学校グラウンド | 5,242 m ² | 11,200 m |

出典：石川県輪島市「輪島市地域防災計画_地震災害対策編」

③ 防災ヘリコプターの要請

奥能登4自治体では、県との間で「石川県消防防災ヘリコプター支援協定」を締結しており、緊急時には市から県へ派遣の要請がなされる。緊急時における消防防災ヘリコプターの活用は、主に以下の事項が想定されている。

(防災ヘリコプターの主な活用例)

- ・被災状況に関する情報収集
- ・救助活動
- ・負傷者の救急搬送
- ・緊急輸送物資の輸送
- ・人員の輸送

④ 自衛隊の災害派遣要請

災害発生時には、自衛隊法第83条（災害派遣）の規定に基づき、知事等は自衛隊の災害派遣を要請することができる。また、能登半島地震のように大規模災害の場合には、要請を待つことなく、防衛大臣等の判断により自主派遣されるケースもある。

自衛隊の活動は、応急復旧、災害救助から被害状況の把握まで多岐にわたる。奥能登4自治体のうち3自治体（輪島市、穴水町及び珠洲市）の計画では、特に「被害状況の把握」及び「人員及び物資の緊急輸送」において、航空機等も用いる可能性が示されていた。

災害派遣における自衛隊の活動内容（一部抜粋）

| | |
|-------------|--|
| 被害状況の把握 | 知事等から要請があったとき、又は指定部隊等の長が必要と認めるときは、車両、 航空機 等状況に適した手段によって偵察を行って被害の状況を把握する。 |
| 人員及び物資の緊急輸送 | 要請があった場合又は指定部隊等の長が必要と認める場合は、救急患者、医師その他救援活動に必要な人員及び救援物資の緊急輸送を実施する。この場合、 航空機 による輸送は、特に緊急を要すると認められるものについて行う。 |

出典：石川県「石川県地域防災計画 地震災害対策編」より当社作成

(3) 被災地におけるモビリティ活用状況

本項では、上記(2)の計画内容を踏まえ、能登半島地震で実際にどのようにモビリティが活用されたのかを事例をもとに検証する。

計画では、地震発災直後は陸路による活動が制限されることが想定される中、海路・空路を活用することが計画されていた。今次地震では、道路に深刻な被害が発生し、緊急輸送道路ネットワークが機能しなかった中、どのような活動がなされたのか。特に発災直後から1週間程度の初動活動（初動対策期～緊急対策期）（表2参照）を中心に確認する。

表2 地域災害応急対策計画の全体イメージ

| 地域防災計画 | 対策期別 | 対策期別 | 対策項目 | 県民の対応 |
|---------------------|------|--|---|---|
| 地震災害予防対策 | 発災 | 事前対応 | <ul style="list-style-type: none"> ・減災（施設の耐震化等の整備など） ・準備（組織、計画等） | <ul style="list-style-type: none"> ・家の補強 ・防災教育 |
| | | 初動対策期 （救命中心） | <ul style="list-style-type: none"> ・生命の安全確保 ・職員の非常招集 ・災害医療の開始 ・二次災害の防止 ・災害情報の収集・連絡・対応 ・避難場所等の開設 ・情報網の確保 | （3日間） <ul style="list-style-type: none"> ・自主防災 ・備蓄食糧 ・水の消費 |
| 地震災害応急対策 | 1週間 | 緊急対策期 （救援と支援） | <ul style="list-style-type: none"> ・避難所の高機能化 ・緊急支援活動の立ち上げ ・災害医療の継続と救急医療の開始 ・幹線道路の通行確保と流入交通量の制限 | |
| | | 応急対策期 （応急被害復旧の開始、 こころのケア開始） | <ul style="list-style-type: none"> ・緊急支援活動の安定継続 ・社会基盤施設、ライフライン復旧進捗情報の共有化 ・生活支援とボランティア受け入れ環境の整備 ・仮設住宅の建設と入居 ・復旧計画の策定 ・心的外傷後ストレス障害のケア開始 | <ul style="list-style-type: none"> ・ボランティア活動の開始及び受け入れ |
| 地震災害復旧 ・ 復興対策 | 6か月 | 復旧対策期 （復興計画の策定） | <ul style="list-style-type: none"> ・ガレキの処理 ・町づくり組織の形成 ・復興計画の策定 | <ul style="list-style-type: none"> ・都市、町づくりへの参加 |
| | | 復興対策期 （人生・生活・住宅等 町並み再建、都市環境 回復） | <ul style="list-style-type: none"> ・都市機能の回復・強化 ・教訓の整理、防災教育の日常化 ・生活再建及び復興経済 ・都市環境の回復、創造 | |

出典：石川県輪島市「輪島市地域防災計画_地震災害対策編」より当社作成

a. 救助・救急活動

奥能登4自治体の計画では、消防隊員等による救助隊が編成後、救助に必要な車両を調達するとなっている。防衛省によると、今次地震では、道路寸断により孤立した地区が多く、また被災地域が沿岸部に集中していたことから、狭い地域にも着陸ができる中型ヘリコプターが必要とされ、1月8日までに約500名を救出・搬送

したうちの 80%以上がヘリコプターによるものだったことが明らかとなった¹²。今回派遣指示のあった「緊急消防自衛隊」には、悪路でも走行できる小型救助車も配備されていたが、高速道路を使う場合運搬車が必要となること等がネックとなり、救命活動において最も重要とされる 72 時間以内に活用することができなかった¹³。

なお、航空機は直接的な救助活動だけでなく、救助活動を行うための消防車両を輸送することにも使われた。

図 2 自衛隊による消防車両輸送の様子



出典：防衛省統合幕僚監部 活動情報の記事詳細 統合幕僚監部 (左)、八女消防本部ホームページ 総務省消防庁より「小型救助車」を無償貸与 (右)

<課題>

道路寸断に伴い、奥能登 4 自治体では、計画通り、空路を使った活動が行われた。ドクターヘリの稼働が想定をはるかに超える中、時間や人員、機体をやりくりしたが、空路を使った救助・救急活動には以下の点が課題となった。

- ・搬送量の限界

航空機やヘリコプターだけの搜索活動・救助活動、救助できる人数や救助範囲に限界がある。

- ・離着陸適地の確保

計画で記載されていたヘリコプターの離着陸適地の代表地は小中学校であり、災害時は避難所となる。また、離着陸適地か否かの判断を上空から実施することは難しい。(離着陸場所には、ヘリの重さに耐えられ、かつダウンウォッシュと呼ばれるヘリの回転翼が吹き下ろす風によって危害を与える状況がないこと等が求

¹² 防衛省統合幕僚監部報道発表資料「陸上自衛隊UH-60JAヘリコプターの災害派遣任務飛行の実施について」(2024年1月8日)、内閣府「令和6年能登半島地震による被害状況等について」(2024年1月9日)

¹³ 緊急消防自衛隊とは、全国的な消防応援の制度であり、大規模災害等、被災地の消防力のみでは対応困難な場合に派遣される。小型救助車は、21年の静岡県熱海市の土石流災害での教訓をもとに導入され、23年総務省消防庁より全国18か所の消防本部に配備された。緊急消防援助隊車両として登録されていることから、派遣要請を受ければ出動する。

められる。)

図 3 孤立地区からの救助の様子



出典：防衛省「令和6年能登半島地震に係る災害派遣について」（2024年1月6日公表）

b. 消火活動

輪島市の大規模火災は、木造密集地域であったことに加え、断水や津波の影響が消防活動の阻み、被害拡大に繋がった。

具体的には、地震による断水の影響で消火栓が使えなかったこと、道路の破断でポンプ車の到着が遅れたこと、一部の防火水槽が地震で倒れた電柱にふさがれて使えなかったことなどが住民ヒアリングで明らかになっている。加えて、倉庫が壊れてポンプ車を出すのに時間がかかったことや、川が普段の水量の半分くらいしかなく、川の水を自然水利として使うことも困難であった。さらに当日は、地震直後より大津波警報が発表され、海水を使った消火活動にも制限がかかった（当該地区の焼失範囲はほとんどが津波浸水想定区域内で、津波到達時間も0-5分と非常に早いことが予想されていた。）¹⁴

なお、航空機を使った消火活動については、市街地で大量に空から放水することは危険が伴うため、見送られることとなった。

<課題>

計画の想定を超える被害想定により、計画していたいずれの手段も機能しなかった。

c. 被害状況の把握

陸路による被災状況の確認が困難となる中、航空機等を使った情報収集活動が行われた。広域警察航空隊のヘリコプターや自衛隊の航空機等が上空からの情報収集の任にあたった。

¹⁴ 日本火災学会地震火災専門委員会「令和6年能登半島地震における地震火災について」（2024年1月6日発表）他、各種公開情報より

<課題>

本来空路の拠点となるべき能登空港が被災し、滑走路が閉鎖された。また、現地の自治体職員も被災し、県と市・町の連携が取れず、計画が十分に機能しなかった側面もあった。また、日没後の情報収集なども課題となった。

d. 支援物資の輸送

想定を超える甚大な被害により、通行できる道路が限られていただけでなく、道路状況が非常に悪い中の搬送となり、トラック輸送は通常の2-3倍の時間を要した。

海路では、発災初日から海自護衛艦が発災能登半島沖に派遣され、港湾の被災により、大型の船舶や輸送艦での接岸が難しい状況の中、海上拠点として利用された。この海上拠点を起点として、陸自の大型ヘリによる珠洲市・輪島市への物資のピストン輸送が行われたほか、搭載するエアクッション艇(図4参照)で輪島市の砂浜に着岸、道路復旧に必要な重機や物資、携帯電話基地局の車両が陸揚げされた。¹⁵

<課題>

道路寸断により輸送活動が難航する中、計画通り、海路・空路を駆使した活動が行われたものの、以下の点で課題が浮き彫りとなった。

- ・空路：航空機やヘリコプターのみでは、輸送できる支援物資の搬送量に限られる。
- ・海路：港湾の損傷、海底の隆起により海路確保に時間がかかった。

上記事例では海上拠点が利用されたが、そこから各避難所に輸送するには、さらに小型の船舶や航空機が必要となった。

図4 海自輸送艦からの重機陸揚げと物資輸送の様子



出典：(左) 防衛省統合幕僚監部 活動情報の記事詳細 | 統合幕僚監部
(右)防衛省「令和6年能登半島地震に係る災害派遣について」(2024年1月6日公表)

¹⁵ 防衛省 部隊活動「令和6年能登半島地震に係る災害派遣について」

(4) 計画の実効性と既存モビリティの限界

奥能登4自治体の計画では、陸路による活動が制限されるという想定の下、海路・空路を駆使した救助・支援活動が計画どおり実行に移された。

その一方で、実効性という観点では、必ずしも十分とは言えない結果となった。その要因としては、主に以下の2点が考えられる。

- 被害想定が不十分
一番の要因としては、被害想定が不十分であったことが考えられる。計画の想定をはるかに超える被害が発生したことで、海路・空路についても、想定していたような形では機能しなかった。
- 既存モビリティの限界
計画が想定通りには機能しなかったとはいえ、今次地震では陸路・海路・空路を使ったあらゆる災害救助・支援活動が展開された。その一方で、甚大な被害状況に対しては、車両、船舶、航空機といった既存モビリティだけでは対応に限界があることも明らかとなった。

表 3 既存モビリティの活用のメリットとデメリット

| | メリット | デメリット |
|--------------------|---|--|
| 陸路 (車両) | <ul style="list-style-type: none">・ 台数及び運転手の確保が容易。・ 天候の影響をほとんど受けず、稼働できる。 | <ul style="list-style-type: none">・ 災害時は家屋倒壊、土砂災害等道路が不通になるケースが多く、整備されるまで利用できない。 |
| 海路 (船舶) | <ul style="list-style-type: none">・ 搬送できる容量が大きい。・ 道路状況の影響を受けない。 | <ul style="list-style-type: none">・ 港湾が損傷した場合は、応急復旧後の活用となる。・ 運べるのは港までであり、現地までは別途移動手段が必要となる。 |
| 空路 (航空機、ヘリコプター) | <ul style="list-style-type: none">・ 道路状況の影響を受けない。・ 孤立地域にアクセスできる。 | <ul style="list-style-type: none">・ 離着陸のための平地が必要。・ 輸送できる容量が小さい。 |

出典：当社作成

能登半島地震では、県の想定が甘かったことが指摘される一方で、従来の災害救助活動が通用しなかった側面もある。

かかる状況下、今次地震では、被害状況の確認や物資の搬送等、災害直後の支援活動としては初めてドローンが活用されている。次章では次世代モビリティの一つであり、今後の活躍が期待されるドローンの活用について、現状と今後の可能性を考察する。

2. 災害対応におけるドローンの活用

「空の産業革命」とも呼ばれるドローン等の次世代モビリティを活用した交通や物流の変革は、人手不足・少子高齢化といった社会課題の解決や、生産力向上・労力軽減といった新たな価値の創造を実現する手段として期待されており、官民間問わず活用の領域が広がり始めている。

加えて、大規模水害や山火事等が近年多発する中、災害対応の分野でも、ドローンの有用性が改めて認識され始めている。ドローンの活用は、迅速かつ安全な被害状況の把握や、救援物資の輸送、復旧作業、警備対応等、災害対応における様々な場面で重要な役割を担うことが期待されている。

道路の寸断や地盤の隆起などにより災害対応に遅れも生じた能登半島地震においては、前述の様々な場面でドローンが活用された。その活用には、自治体や災害対応機関、ドローン運航に関連する民間事業者等が連携の上展開されているケースも多く、災害対応の新たな在り方を実現する大きな可能性を秘めているといえる。

本章では、まず災害対応に関連したドローンの飛行に関する法規制を紹介するとともに、今次地震で発生した災害対応上の課題に対し、いかにドローンを活用してその解決にあたったのか、実際の活用事例を紹介する。また今次地震の事例の他、国内外における災害対応でのドローンの活用事例や実証実験についても併せて紹介する。

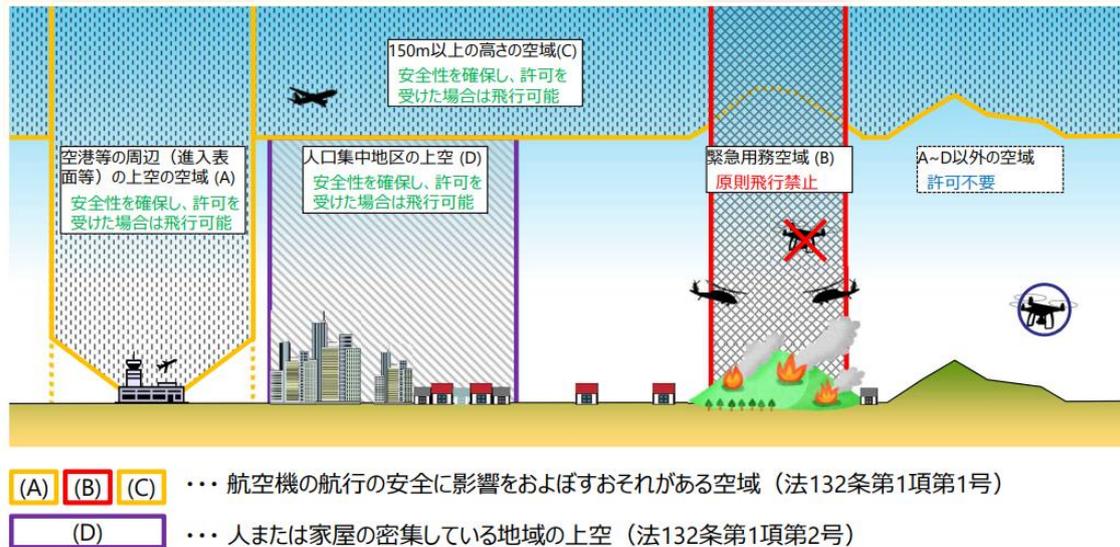
(1) ドローン飛行に関する法規制

① 緊急用務空域の指定

2021年6月1日、事故や災害の発生時の警察や消防等のヘリコプターによる一層迅速な捜索・救助活動を実現すべく、無人航空機の飛行禁止空域に「緊急用務空域」を追加する航空法施行規則改正が施行された。この空域に指定された場合、ドローン操縦ライセンスの有無、特定飛行¹⁶の許可・承認の取得有無、機体の重量等に関わらず、全ての無人航空機の飛行は原則禁止され、当該空域での飛行継続は航空法違反に問われることとなった。

¹⁶ 航空法において、国土交通大臣の許可や承認が必要となる空域及び方法での飛行をいう。

図 5 無人航空機の飛行禁止空域のイメージ



出典：国土交通省「無人航空機の飛行禁止空域」

- ただし、以下の通り、例外的に緊急用務空域内で無人航空機の飛行が可能となる場合がある。¹⁷
 - ・ 航空法第132条の92（捜索、救助等のための特例）により、国・地方公共団体、また、これらの者の依頼を受けた者（特例適用者）が捜索や救助を行うために無人航空機を飛行させる場合
 - ・ 災害等の報道取材やインフラ点検・保守など、「緊急用務空域」の指定の変更又は解除を待たずして飛行させることが真に必要なと認められる飛行であり、新たに国土交通大臣の飛行許可を取得した場合
- ※ 運用にあたっては、「航空法132条の3の適用を受け無人航空機を飛行させる場合の運用ガイドライン」¹⁸を参照

本改正により、国・地方公共団体以外の事業者は、ドローンの飛行にあたり、飛行空域が緊急用務空域に該当するかどうかを確認するとともに、緊急用務空域を飛行させる必要がある場合には、新たに特定飛行許可を得るか、国や地方自治体から明示的に支援要請を受けることが必要となった。

② 能登半島地震における「緊急用務空域」指定の経緯

1月1日に発生した今次地震では、国土交通省は、翌2日には「令和5年度緊急用務空域公示第5号」を発令し、能登半島において北緯37度線以北に位置している空域を緊急用務空域として指定した。

¹⁷ 国土交通省「無人航空機の飛行禁止空域と飛行の方法」https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000041.html#syonin

¹⁸ 国土交通省「航空法第132条の92の適用を受け無人航空機を飛行させる場合の運用ガイドライン」<https://www.mlit.go.jp/common/001110204.pdf>

図 6 令和 5 年度緊急用務空域公示第 5 号の概要 (1 月 2 日 12 時発効)

令和6年1月1日に石川県能登地方で発生した令和6年能登半島地震について、以下のとおり国土交通大臣による航空法第132条の85による無人航空機の飛行禁止空域の指定を行いました。
 なお、航空法第134条の3による航空機の飛行に影響を及ぼすおそれのある行為（凧、気球等）の許可及び通報についても適用になります。

- 公示日時：令和6年1月2日12時00分
- 公示管理者：国土交通省航空局
- 公示管理番号：令和5年度緊急用務空域 公示第5号
- 公示本文：次のとおり航空法第132条の85第1項第1号の規定により令和5年度緊急用務空域第5号を指定する。
- A) 関係都道府県：石川県（E項に詳述）
- B) 開始：令和6年1月2日12時00分
- C) 終了：別途通知するまで
- D) 時間帯：日出 / 日没
- E) 区域：以下の示す範囲
 - ・北緯37度以北の能登半島全域の陸地
 (石川県輪島市、珠洲市、穴水町、能登町、七尾市、志賀町、中能登町)
- F) 下限高度：地上
- G) 上限高度：地上から600m

公示空域（石川県輪島市、珠洲市、穴水町、能登町、七尾市、志賀町、中能登町）

航空法第132条の92の適用を受けて飛行させる場合を除き、当該空域での無人航空機の飛行を原則禁止とします。
 なお、今後の状況に応じ、緊急用務空域を指定する期間・範囲・高度を変更する可能性があります。
 航空局ホームページ等において、最新の情報を確認してください。

出典：国土交通省「令和5年度緊急用務空域 公示第5号」

その後緊急用務空域の指定範囲は3回変更され、一部地域において地上から30m未満の空域が制限から除外される等、徐々に緩和されていった。これにより、特例適用を受けた事業者でなくても、ドローンを用いた調査や輸送等が可能になっていくとともに、最終的に緊急用務空域の指定は、2月14日に全て解除された。

(2) 能登半島地震におけるドローンの災害支援活動の運用体制

今次地震において、災害対応のためのドローンの活用は、被災自治体の要請を受けた①自衛隊、②国土交通省緊急災害対策派遣隊「TEC-FORCE」及び③ドローン運航に関連する民間事業者等によって実践された。以下はその概要である。

① 自衛隊

石川県知事及び富山県知事から災害派遣要請を受け、陸海空自衛隊により編成された統合任務部隊は、人命救助、物資輸送等の支援活動に取り組んだ。主な手段としてはヘリコプターを用いつつ、能登半島の地理的特徴や被害状況を踏まえた上で、ドローンによる捜索活動や被害状況確認も行った。またドローン運航に関連する民間事業者と提携の上、最大搭載量 50kg のドローンの使用を検証しつつ、能登空港から七尾港への物資輸送等を実施した。

② 国土交通省緊急災害対策派遣隊「TEC-FORCE」

TEC-FORCE は、大規模な自然災害が発生した際に、各種災害対応における技術的な支援を円滑かつ迅速に実施するべく、国土交通省に設置される組織である。今次地震が発生した翌日から、全国の TEC-FORCE 職員が被災地に派遣され、ドローンを用いて河川や砂防、道路、港湾等被害状況調査を実施した。収集・整理した情報は、現場での応急対応の他、被災した他の自治体へも共有され、各自治体における復旧計画の策定等にも活用された。なお、TEC-FORCE による広域被災状況調査は2月27日までに終了した。

③ ドローン運航に関連する民間事業者

ドローン運航に関連する民間事業者は、国、地方公共団体、自衛隊等と協力し、情報収集や物資輸送等の業務に当たった。前述の通り、発災後に緊急用務空域が指定された際においても、国や地方公共団体から依頼を受けた事業者であれば、事前の許可や申請を行うことなくドローンによる捜索や救助を行うことが可能となっている。こうした特例措置が、災害現場でのドローンの一層の活用を後押しした。

なお災害対応の現場において、ドローンを活用する上では、自ずと様々な役割や任務が発生する。これらを複数の事業者が携わりながら実践することは非常に難易度が高く、緻密な情報連携や、慎重な運航管理・調整等が必要となる。ここでは、複数の事業者が適切に業務を遂行できる体制を整えた好事例として、日本 UAS 産業振興協議会（JUIDA）のケースを紹介する。

■ 日本 UAS 産業振興協議会（JUIDA）の取組み

JUIDA は1月4日に石川県輪島市から協力要請を受け、ブルーイノベーション、Liberaware、ACSL 他13社の会員企業と連携し、同市内におけるドローンを活用した捜索活動や被災状況の調査、物資輸送等、被災地の初期対応と応急対策を支援した。

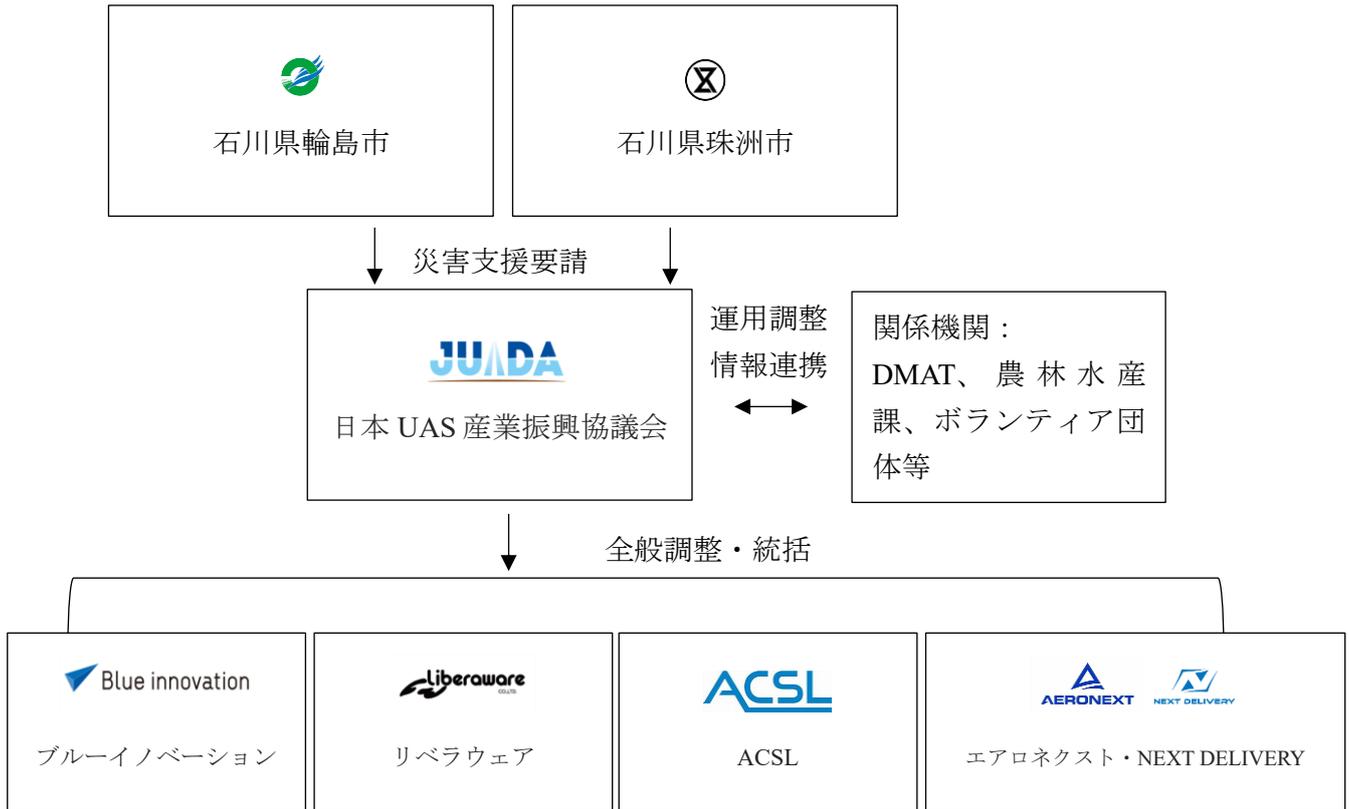
1月14日には、珠洲市からの協力要請を受け、同市内でも被災状況の調査、物資輸送等を行った。

また1月10日には、陸上自衛隊と「災害時連携協定」を締結の上、ドローンを活用した支援活動において協働した。

<JUIDA 関連各社参画の経緯と体制（一部）>

- | | |
|-------|--|
| 1月4日： | 石川県輪島市からの支援要請を受け、JUIDA が運営事務局であるブルーイノベーションへと協力を要請 |
| 1月5日： | ブルーイノベーションより、リベラウェア、ACSL 等各企業へ協力を要請 JUIDA が関係機関との調整、協力各社への指示態勢を構築 |
| 1月6日： | ブルーイノベーションとリベラウェアが支援活動を開始 |
| 1月8日： | ACSL とエアロネクスト・NEXT DELIVERY が支援活動を開始 |

図 7 JUIDA の関わるステークホルダーとの連携体制のイメージ



出典：公開情報をもとに当社作成

災害対応の現場では、ブルーイノベーションが運営事務局として統括役を担い、事業者間の連絡窓口となった。同社が現地でドローンの活動環境の確認、使用ニーズのヒアリング、運用調整等を実施することで、活動内容に適した事業者の割振りが可能となった。各事業者は個別に活動するのではなく、統合的な指揮系統の下で協働した。また、他組織におけるドローンを用いた支援活動に対しても、本連携体制の下サポートにあたった。

なお JUIDA は、2019 年 2 月より陸上自衛隊と「災害時応援に関する協定」を締結しており、過去の災害等に対してもドローンでの状況把握や救助、避難物資の輸送を目的としたパイロット派遣を行った経験がある。

(3) 能登半島地震におけるドローンの活用事例

前述の通り、今次地震では、主要道路の崩壊、液状化、また地盤の隆起等により支援ルートが寸断するとともに、半島という地理的制約から、被害状況の把握、復旧支援活動が困難な状況に陥った。そうした中、自衛隊等の災害対応機関や民間事業者は、被災自治体からの要請に応じ、前記 1 でも紹介した「被害状況の把握」や「人員及び物資の緊急輸送」等を含め、ドローンを用いた様々な災害対応を展開した。

災害対応におけるドローンの具体的なユースケースとしては、被災状況の評価とモニタリ

ング、捜索・救助活動、物資輸送、通信支援、復旧作業の支援等が挙げられる。本項では、これらのユースケースを機能別に大きく「①情報収集・捜索活動」、「②物資輸送」、「③点検・巡視」及び「④サービス提供」の4つに分類し、今次地震におけるドローンの災害支援活動を整理する。

表4 能登半島地震におけるドローン活用事例一覧

| 機能 | 実施例 | ドローン活用の主な背景 | |
|-------------|---|---|---------------------|
| ① 情報収集・捜索活動 | a. 孤立地域の創作活動 b. 仮設住宅設置予定地や避難先候補の状況調査 c. 施設内部や家屋の現状調査 | 道路寸断による孤立地域の発生 | 主に既存モビリティの代替手段として活用 |
| ② 物資輸送 | a. 孤立した避難所への医薬品等の輸送 b. 孤立した牧場への飲用水の輸送 | 道路寸断による孤立地域の発生 | |
| ③ 点検・巡視 | a. 使用中の道路や橋梁の点検 b. 河道閉塞警戒のための巡視 | 道路寸断による交通網の遮断、自治体職員等の被災による人手不足、二次災害の防止等 | 新たな価値提供として利用 |
| ④ サービス提供 | a. 通信ネットワークの確保 b. 復旧工事の支援 c. 画像やデータの解析・情報共有 d. 罹災証明書交付のための被害認定調査 | 道路寸断による交通網の遮断、サービス再開時期の短縮等 | |

出典：当社作成

① 情報収集・捜索活動

輪島市や珠洲市では、建物倒壊、道路の寸断等により、広域にわたり甚大な被害に見舞われた。とりわけ山間部や海岸部、または危険な場所や孤立地域等の人が入りづらい場所における被害状況の確認が課題となっていた。

こうした課題への解決策として、現地の被害状況調査にドローンを活用することで、人による作業の軽減や、迅速な被害状況の把握を実現した。以下はその具体的な事例である。

a. 孤立地域の捜索活動

輪島市光浦町は日本海に面した地域であり、海岸沿いの道路以外には主要な交通手段が存在しない環境にある。今次地震において、当該海岸沿いの道路で土砂崩れが発生したことで、同町内の集落が孤立した。

図8 輪島市光浦町に海岸沿いの孤立集落について



出典：Google Maps をもとに当社作成

この状況に対し、ブルーイノベーションが自衛隊と連携し、寸断された道路の先に孤立者がいないかをドローンで撮影することで、リアルタイムに映像を確認しながら捜索活動を行った。また、孤立者が確認できた場合は、自衛隊員が徒歩で救援活動を行うが、その際にどのような物資が必要となるかについても、ドローンの映像からの判断を可能とした。

b. 仮設住宅設置予定地や避難先候補の状況調査

輪島市と珠洲市では、災害に備え、仮設住宅が設置可能な予定地域を事前に確保していたが、実際の設置にあたっては、地割れなどの被害の有無を広範囲にわたり把握することが必須であった。また避難者数の増加に伴い、新たな避難先地の現状も確認する必要があるがあった。

こうした状況に対し、複数の民間事業者が自治体と連携し、仮設住宅設置予定地や、新たな避難先候補地の周辺をドローンで上空から撮影した。これにより、道路の寸断状況や家屋の倒壊状況、当該地域の使用可否等、現況に基づく判断に必要な情報を収集することを可能とした。

c. 施設内部や家屋の現状調査

輪島市では、後発地震が続く被災地での二次災害防止に向け、倒壊の恐れがある大型商業施設等の被害状況を確認する必要に迫られていたが、施設内部の被害状況を人が立ち入って確認することには危険が伴う。こうした状況に対し、JUIDA に加盟する事業者（Liberaware）は、人の代替として小型のドローン機体を活用し、商業施設や電力設備等において、40cm×40cm程の非常に小さな点検口からドローンを進入させ、屋根裏の

梁や柱に近接飛行し、点検を行った¹⁹。その他、家主の依頼に基づき、ドローンによる家屋内部の被害状況も調査した。

こうした手法により、建屋が大きく損壊を受け、人が立ち入ることが難しい状況であっても、建屋内部や床下の破損状況等を迅速に調査することを可能とした。

② 物資の輸送

今次地震の発生から一定期間が過ぎた被災地への支援としては、孤立した集落や避難所へ、どのように物資を届けるかが喫緊の課題となっていた。

こうした課題への解決策としてもドローンが活用され、迅速な救援物資の輸送活動に貢献した。以下はその具体的な事例である。

a. 孤立した避難所への医薬品等の輸送

輸島市において、JUIDA の統括の下、複数の事業者が連携し、ドローンでの医薬品輸送を実施した。²⁰

輸送にあたっては、被災地で活動する災害時派遣医療チーム（DMAT）や、市内の医療機関・薬局等と連携し、孤立地域の避難所から収集した処方情報に基づき、医薬品をドローンに積載の上患者へと届けた。1月8日～11日にかけては、市の中心部にある文化会館から約3.5km離れた孤立避難所（鶴巣小学校）まで、処方薬の他、紙おむつ、カイロ、歯ブラシなどの生活必需品を含む物資を計6回にわたり輸送した。

それまで当該避難所には、自衛隊員が徒歩で数時間をかけて医療物資を届けていたところ、ドローンの活用により、往復約20分と大幅に時間を短縮することを実現した。

b. 孤立した牧場への牛の飲用水の輸送

能登町の山間部にある牧場では、土砂崩れで道路が寸断され、約100頭の牛が孤立しており、断水の影響で命の危険にさらされていたが、牧場は寸断された道路から森林を挟んだ約1km先の山頂に位置しており、通常のヘリコプターでの物資の輸送が困難な状況であった。こうした状況に対し、同町の救援要請を受けた事業者（埼玉県のNPO法人）は、最大搭載重量25キロの大型林業用ドローンを活用し支援にあたり半日で約960リットルの水を供給した。²¹

¹⁹ 株式会社Liberaware プレスリリース「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」（2024年1月11日）<https://liberaware.co.jp/小型ドローン「ibis」を活用し「令和6年能登半島地震」>

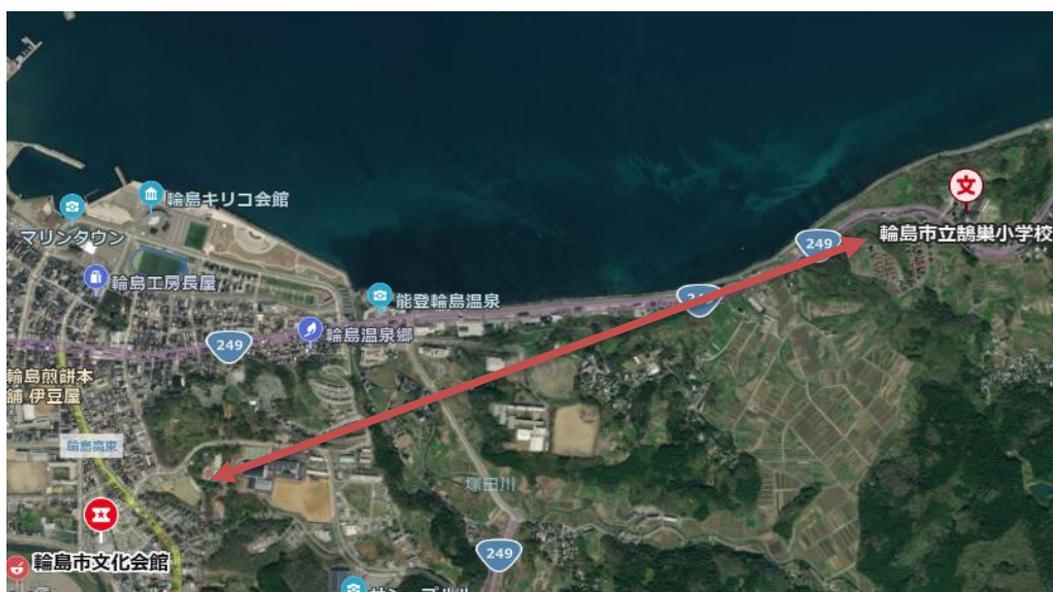
²⁰ 日経メディカル「能登半島地震の被災地でドローンでの医薬品配送を実施」（2024年1月13日）

<https://medical.nikkeibp.co.jp/leaf/all/hotnews/int/202401/582771.html>

²¹ 毎日新聞「能登半島地震 技術進展、被災地にドローン 物資運搬や家屋調査も」（2024年2月27日）

<https://mainichi.jp/articles/20240227/ddm/003/040/053000c>

図 9 輪島市におけるドローンでの医薬品配送のルートについて



出典：Google Maps をもとに当社作成

③ 点検・巡視

今次地震により、石川県では道路の被害や河川の閉塞等に被害に見舞われた。一方で、これらの点検や巡視にあたっては、道路の通行止めや、河川流域へのアプローチが難しいことが課題となっていた。

こうした課題への解決策としてドローンを活用することで、迅速な点検・巡視や、人による作業の軽減を実現した。以下はその具体的な事例である。

a. 使用中の道路や橋梁の点検

石川県内の道路や橋梁のつなぎ目には、地震に伴う地盤隆起の影響により、多数の亀裂や段差が発生した。これらの道路や橋梁は重要な交通手段として欠かせない一方、その点検のための車両が通行できず、復旧が困難な状況に陥った。

こうした状況に対し、輪島市や羽咋市は、複数の事業者にもドローンによる点検を依頼した。ドローンの活用により、狭小空間や、桁下や箱桁などの目視では確認が難しい箇所の損傷状況の迅速な確認を実現するとともに、人が立ち入ることにより発生する二次災害の防止にも貢献した。

b. 河道閉塞警戒のための巡視

国土交通省は、今次地震による被害として、6河川 14 箇所での河道閉塞（土砂ダム）の発生を確認しており（1月 23 日時点）、対策工事や監視カメラを設置する等の対応を進めている。²²

²² 国土交通省「令和 6 年能登半島地震に伴う河道閉塞（土砂ダム）の発生と対策状況について」

それらの対策と並行して、JUIDA は1月30日、鈴屋川の流域にて、専用離着陸設備「ドローンポート（BEP ポート）」を活用したドローンによる災害支援活動を実施した。BEP ポートからドローンを自動的かつ定期的に飛行させ、土砂ダムをリアルタイムで監視することで、決壊の危険性の有無を把握した。

ドローンの活用により、土砂ダムを様々な角度から撮影することで、状況をより正確に把握することを可能としたとともに、調査のための作業に伴うリスクを回避することに寄与した。

④ サービス提供

今次地震では、通信ネットワーク障害の長期化等、ライフラインの被害も発生したが、ドローンを活用したネットワーク環境の構築や、通線の復旧作業を行うことで、代替対応や早期復旧が図られた。

またドローンにより撮影した画像を活用することで、被害状況の詳細の解析や、遠隔地における災害対応も実践された。以下はその具体的な事例である。

a. 通信ネットワークの確保

今次地震では、能登半島の地理的な特徴等に起因し、通信ネットワークの早期復旧が困難な状況に陥った。

こうした状況に対し、大手通信サービス事業者（ソフトバンク）は、通信サービスの早期提供を目指し、石川県内の一部エリアにおいて、ドローンを用いた通信ネットワークの確保を実施した（有線給電ドローン無線中継システム）。

本運用においては、ドローンを上空に停留飛行させることで、迅速に臨時の通信ネットワーク環境を構築することを実現した。また設置のための準備が容易であり、短時間で運用を開始できる他、ドローンの給電用ケーブルを接続した状態で連続100時間（4日間）以上利用可能な点にも特徴があった。²³

b. 復旧工事の支援

物資運搬専門の大型ドローン事業者（やまびこドローン）は、今次地震の発生により断線した光ファイバーや電線等の復旧工事に従事した。通線工事を担う事業者と連携し、電柱間に最初に張る細いロープ（パイロットロープ）をドローンで運搬する作業を行った。²⁴

通線工事の現場は、急斜面や川での作業を余儀なくさる場合もあることから、多くの時間を要したり、作業上の危険も伴う環境にある。こうした状況に対し、ドローンを活用することで、短時間かつ作業の危険性を大幅に低減しながらライフラインを早期に復旧することに貢献した。

²³ ソフトバンクニュース「『被災地に早く“安心”を届けたい』。担当者が見た能登の現状と通信ネットワーク早期復旧への道」（2024年1月12日）https://www.softbank.jp/sbnews/entry/20240112_02

²⁴ 株式会社やまびこドローンプレスリリース「能登半島地震により寸断されたライフラインの復旧を、“運搬ドローン”で強力支援！浜松市のドローン運搬の企業が、光ファイバー・電線の通線工事のサポートを決定」（2024年1月16日）<https://www.yamabiko-drone.com/post/saigaihukkou>

c. 画像やデータの解析・情報共有

レーザースキャナー等を搭載したドローンは、一定の高度・スピードを維持しながら撮影することで、画像や映像のほか、3D点群等のデータを取得・転送することができる。これにより、データによる河道閉塞や海岸隆起等の状況を把握、分析することを可能となる。

今次地震においては、九州地方整備局のTEC—FORCEが、ドローンで取得した360度画像や3D点群データをオンラインで公開している等の取組みが行われた。²⁵

図9 TEC—FORCEによるドローンで取得した被災状況のデータ（一部）

2024年1月19日調査（砂防・河道閉塞）



[【360°画像+点群データ】240119砂防調査・輪島市_市ノ瀬町](#)
点群データのみは[こちら](#)

2024年1月19日調査（砂防・道路被災）



[【360°画像+点群データ】240119砂防・道路調査・珠洲市仁江町～珠洲市清水町](#)
点群データのみは[こちら](#)

2024年1月19日調査（海岸・隆起）



[【360°画像+点群データ】240119海岸調査・珠洲市_長橋漁港](#)
点群データのみは[こちら](#)

出典：国土交通省「令和6年能登半島地震被災状況データ公開ポータルサイト」

また別の取組みとして、データ解析サービス事業者（スカイマティクス）は、国土地理院が撮影した珠洲地区、輪島中地区、穴水地区の航空画像を解析し、空撮画像から3D点群データやオルソ画像などの地形データを自動生成した。加えて、土砂崩れが発生したと推察される候補地を重点的に解析し、関連データをクラウド上で公開した。²⁶それらのデータは、被災状況に関する距離や面積の計測のみならず、GIS（地理情報システム）等と連携しての二次利用により、二次災害の防止対策や復旧計画の立案に活用可能な点に特徴がある。

²⁵ 国土交通省 九州地方整備局「令和6年能登半島地震 被災状況三次元データ公開ポータルサイト、<https://www.qsr.mlit.go.jp/infradx/indexnotoearthquake.html>

²⁶ 株式会社スカイマティクスプレスリリース「令和6年能登半島地震エリア（石川県珠洲地区・輪島中地区・穴水地区）の土砂災害発生候補地の解析データ追加公開」（2024年1月13日）
https://skymatix.co.jp/smx_media/?p=4134 [1](#)

こうした取組みの他、JUIDA の下で協働した事業者等は、内閣府の派遣した災害時情報集約支援チーム（ISUT）と連携の上、専用システムを通じて、被災地で活動している消防、警察、自衛隊など災害対策機関に作成したオルソ画像を共有した。

d. 罹災証明書交付のための被害認定調査

今次地震では、多くの住民が建屋の倒壊等の被害に見舞われた。こうした被災者が各種支援を受けるためには「罹災証明書」が必要となるが、人の立ち入りが困難な地区に対しては、当該証明書発行のための調査人員の確保、調査方法の確立、実際の調査等を行うことが困難な状況に陥った。

こうした状況に対し、大手通信サービス事業者（NTT グループ）は、石川県や熊本市と連携の上、ドローンや 360 度カメラを用いた建屋の被害認定調査を実施した。被害に見舞われた珠洲市の山間部や海岸部を遠隔判定調査エリアとした上で、GIS 技術によるドローンの撮影画像の加工、クラウド上での共有を通じ、熊本市の応援職員が遠隔地（熊本市役所）から建屋被害の認定作業を進める運用を実践した。これらの取組みにより、被災自治体の負担軽減を図るとともに、迅速な罹災証明書の発行を実現した。²⁷

図 10 被害認定調査におけるドローンの活用



出典：内閣府 令和6年能登半島地震復旧・復興支援本部会議（第1回）資料

また今次取組みは、従来からのオルソ写真を用いた全壊のみの限定的な判定ではなく、位置情報付きの斜め写真や、360度写真による全壊以外の全判定区分を網羅的に遠隔地から判定を支援する新しい試みを導入した点にも特徴があった。²⁸

²⁷ NTT 東日本グループプレスリリース「令和6年能登半島地震における石川県珠洲市でのドローンや360度カメラを活用した住家被害認定調査および応援自治体と事業者による遠隔判定および判定支援の実施」（2024年2月21日）
https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20240221_02.html

²⁸ 災害の被害認定基準として、住家の主要な構成要素の経済的被害の住家全体に占める損害割合を算出し、全壊、大規模半壊、中規模半壊などを判定する。出典：災害に係る住家の被害認定：防災情報のページ - 内閣府 (bousai.go.jp)

(4) その他の災害におけるドローンの活用事例、実証実験事例

前項では、能登半島地震において活用されたドローンの事例を、いくつかの分類に基づき紹介したが、災害対応におけるドローンの活用は、その他の各種災害の現場でも確認できる。本項では、それらの災害におけるドローンの活用事例や、平時から行われている実証実験の事例、また海外における災害時の活用に向けたドローンの取組み事例についても紹介する。

① その他災害における活用事例

ドローンの活用は、大規模災害に限らず、恒常的に発生する災害においても増加傾向にある。以下はその事例である。

■土石流災害現場での情報収集・分析（2021年7月：静岡県熱海市）

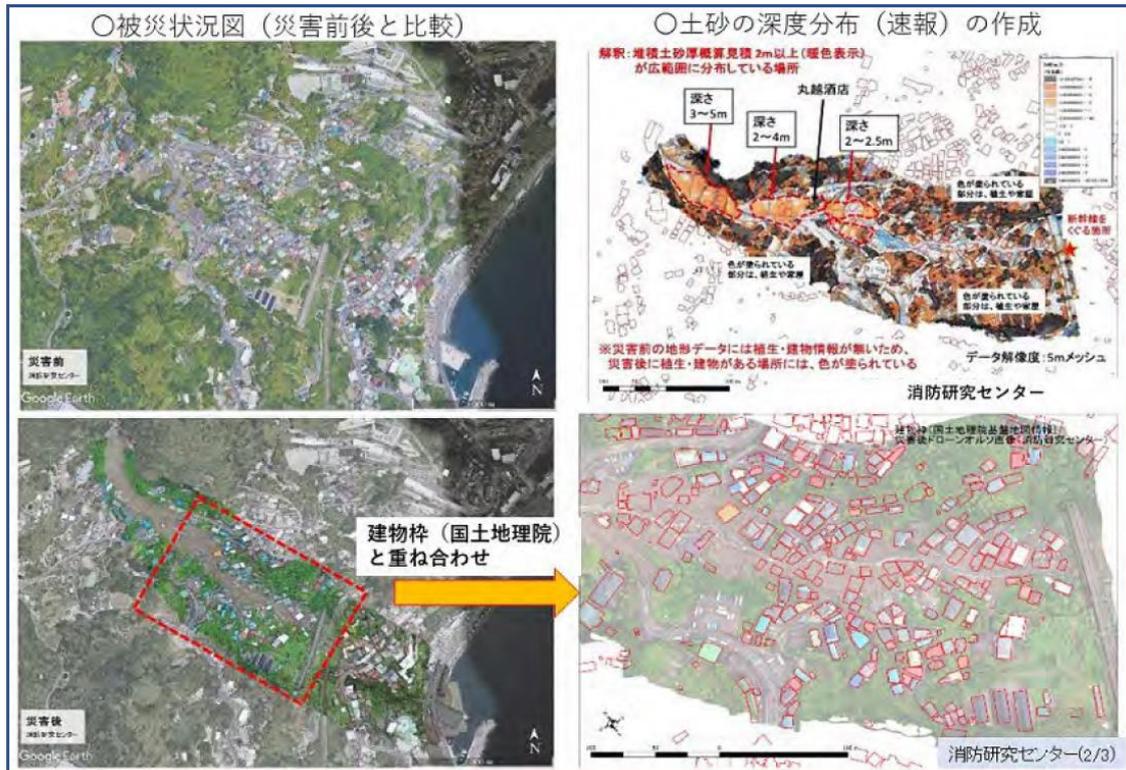
熱海市で発生した土石流災害では、発災翌日から、民間事業者によるドローンを活用した被災現場上空周辺の調査が行われた。発災後、天候不良によりヘリコプターが飛行できなかった環境において、ドローンを用いて上空から被害状況を調査できたことは、災害の全体像を把握する上で効果的であった。

加えて、ドローンで撮影した写真データから加工したオルソ画像を、同地区の被災前の地図と重ね合わせることで、被災状況図や土砂の深度分布図を作成した（図 11 参照）。これらの情報は自治体の災害対策本部や内閣府 ISUT 等に共有されるとともに、自衛隊や警察、消防等が現場で用いる捜索用地図として活用された。²⁹

災害前後の比較は、二次災害の発生危険度の判定や、支援要員の派遣場所の選定等の検討・調整においても効果的であった。

²⁹ 株式会社テラ・ラボ「【2021.7.3.熱海土砂災害_第一報】ドローン空撮「共通状況図（ベースマップ）」を作成、災害対策本部へ提供」（2021年7月8日）<https://terra-labo.jp/eventnews/2572/>

図 11 ドローンで取得した画像から作成された状況図



出典：総務省消防庁「消防防災分野におけるドローン活用の手引き(第2版)」

■ 豪雨災害における通信インフラ復旧作業 (2022年：青森県、千葉県、福島県)

2022年は豪雨災害が相次ぎ、5月には千葉県で土砂崩れ、8月には福島県で河川氾濫、9月には青森県で斜面崩落が発生した。各災害において、被災地では電柱の倒壊や、光ファイバーが断線する等の被害が発生した。途断した通信インフラを早期復旧させるべく、大手通信サービス事業者（NTT）は通線ドローンを出動させた。離着陸のためのスペースが限定的な中、光ファイバーを通線するためのリード線を迅速に運搬し、通信インフラを早期に復旧させることに貢献した。³⁰

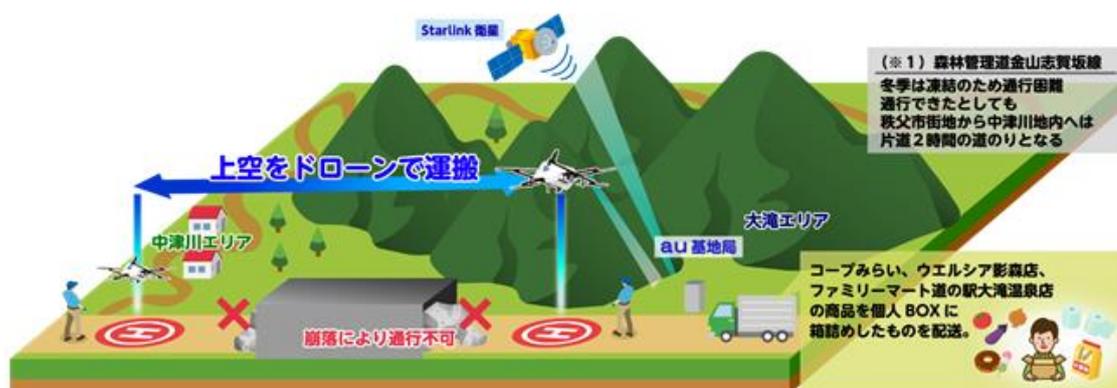
■ 土砂崩れによる孤立集落への物資輸送 (2022年9月：埼玉県秩父市)

2022年9月に発生した土砂崩れにより、埼玉県秩父市内の2集落の生活道路が通行不能となった。孤立した集落へと食料や医薬品を届けるべく、同市はドローンを活用した。なお、山間部は地形の特性上モバイル通信が不安定な環境であり、モバイル通信を利用した従来のドローンでは輸送が困難であったことから、低軌道衛星通信サービス「Starlink」を活用してドローンを飛行させた点に特徴がある。³¹

³⁰ 株式会社NTT e-Drone Technology「通信インフラの早期復旧にむけた通線ドローン派遣@福島県」(2022年8月14日)
<https://www.nttedt.co.jp/post/omakase-cable-20220814>

³¹ 秩父市市長ブログ「中津川地区でドローン定期配送を開始！」(2023年1月27日)
<https://www.city.chichibu.lg.jp/item/25879.html>

図 5 秩父市におけるドローンによる物資輸送のイメージ



出典：秩父市ホームページ「消防防災分野におけるドローン活用の手引き（第2版）」

■ 災害対応におけるドローンの活用傾向（2022年4月：総務省消防庁）

総務省消防庁によると、ドローンを活用する消防本部数は年々増加しており、2022年4月時点で全国に724ある消防本部のうち、ドローンは429本部（全体の59.2%）に計581機が配備されている。静岡県焼津市のように、消防団が「ドローン隊」を組織している自治体もある。³²

消防庁は、全国の消防団にドローンを本格的に導入する方針を固めており、災害対応におけるドローンの活用を推進するべく、ドローン配備に対する補助金の交付や、ドローン運用アドバイザーの育成等の取組みを推進している。

同庁の統計データによると、実際の災害現場でドローンを活用した実績のある消防本部における活用累計件数は下表の通りである。地震のみならず、山林火災や山岳・水難事故等、様々な災害や事故に活用されていることが見てとれる。³³

表 5 災害現場における全国の消防本部でのドローン活用累計件数（2021年6月1日時点）

| | 項目 | 件数 |
|--------|----------------|--------|
| 活用累計件数 | 火災（建物・山林等） | 702件 |
| | 火災原因調査 | 1,896件 |
| | 自然災害（風水害、地震） | 200件 |
| | 救助・捜索（山岳・水難事故） | 861件 |
| | その他 | 392件 |
| | 合計 | 4,051件 |

出典：総務省消防庁「消防防災分野におけるドローン活用の手引き」をもとに当社作成

³² 読売新聞「消防団にドローン本格導入へ、災害被害の早期把握に活用…来年度から操縦方法など各地で講習」（2022年9月17日）<https://www.yomiuri.co.jp/national/20220917-OYT1T50131/>

³³ 総務省 消防庁「消防防災分野におけるドローン活用の手引き」
https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/items/040331_drone.pdf

② 災害時を想定したドローンの実証実験

実際の災害現場でドローンをより活用するべく、各自治体は民間事業者等と連携した実証試験を積極的に行うことで、ドローンの運用の実効性を検証している。とりわけ、今後の活用が期待される、他モビリティとの連携や、先進技術の活用に関する取組み事例を紹介する。

■ 自動配送ロボットとの連携による物資輸送（2023年12月：三重県）

三重県では、ドローンと自動配送ロボットを用いた物資輸送の実証実験が実施された。災害時に孤立する恐れのある離島を想定の上、物資を積載したドローンを海上飛行させた後、着陸後には地上配送ロボットを用いて物資を輸送した。

■ 自律飛行による自動点検（2021年3月：奈良県）

奈良県で行われた実証実験では、国土交通省が、人が立ち入れず電波の届かない山奥でドローンを自律飛行させ、崩壊した斜面などを自動点検する検証がなされた。無線中継用ドローンと調査用ドローンの2機を併用し、通信の安定性を確保しながら、地上に設置したパソコンやモニターなどへ即時に表示することに成功した。

■ 多言語による広域放送（2020年9月：兵庫県）

兵庫県で行われた阪神地域合同防災訓練では、ドローンを用いた多言語の避難広報が実施された。津波の発生等を想定し、屋外環境下で半径約200mまで音声が届くスピーカーを搭載したドローンによるアナウンス対応が検証された。また、市販のAI翻訳機を組み合わせることで、日本語、英語、ポルトガル語等、多言語による避難広報が行われた。

③ 海外における特徴的な取組み

海外でも、豪雨や火災等の災害現場でドローンが活用されるとともに、ドローンで取得したデータの利活用も推進されている。以下では、諸外国ごとの特徴的な取組みについて、その概要を紹介する。

■ 米国

米国には、日本と同様、災害時の空域制限に関する法規制がある。災害時にドローンを含む航空機を被災地で飛行させるには、FAA（米国連邦航空局）に対して特定の運用目的のための許可を申請すること必要がある。

また固有の取組みとして、NASA（アメリカ航空宇宙局）は2020年に Scalable Traffic Management for Emergency Response Operations (STERe0) というプロジェクト

を開始し、災害対応時の運用調整をより効果的に行えるようにするための必要な技術の開発に取り組んでいる。³⁴

■ 欧州

欧州委員会共同研究センターが運営するコペルニクス危機管理サービスは、ドローンや航空機による空撮映像と衛星データを組み合わせたリスクマップやリカバリマップの作成を推進している。ドローンで撮影した高解像度の画像と、災害前後のマッピングデータを比較し、地形や地表の変化を分析することによって、被害状況の把握や復旧作業の追跡を容易にすることが期待されている。なお、スペインとポルトガルで発生した山火事においては、こうした分析結果は人や建物の被害に限らず、生物資源の被害評価にも活用された。³⁵

■ 韓国

韓国では、災害対応を担う消防庁は、政府組織の中で最もドローンを保有している機関とされる。同庁は、災害対応能力向上に向け、ICT 技術が組み込まれたドローンの活用を推進する方針を示している。

民間分野においては、大手航空会社（大韓航空）が開発したハイブリッド動力を用いたドローンは、飛行時間や悪天候に対する機体の耐性が向上しており、済州島の消防隊に捜索救助活動にて活用された。³⁶

■ 中国

中国では、豪雨の影響で通信が途絶された地域で、ドローンが一時的な通信ネットワークを構築することにより、多くの被災者が安否を確認したり、連絡を取り合ったりできる環境を整備した事例が見られる。³⁷

また、土砂災害に関する災害対応においては、山間部での夜間作業に関し、ドローンを用いて上空から照明を提供する等の支援を実施した。³⁸

³⁴ NASA, “Drones for Disaster Response: NASA STEReO Project Kicks Off,” (May 05, 2020)

<https://www.nasa.gov/aeronautics/drones-for-disaster-response-nasa-stereo-project-kicks-off/>

³⁵ EU Science Hub, “Drones and planes: unprecedented imagery resolution supports disaster assessment,” (Sep 25, 2023)

https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/drones-and-planes-unprecedented-imagery-resolution-disaster-assessment-2023-09-25_en

³⁶ Bruce Crumley, “Korean Air supplying new hybrid drones to fire and rescue responders,” *DroneDJ* (Jun 17, 2021)

<https://dronedj.com/2021/06/17/korean-air-supplying-new-hybrid-drones-to-fire-and-rescue-responders/>

³⁷ 王非、刘晔、「洪水中的“救援神器”：无人机、救生机器人、动力舟桥」『澎湃新闻』（2021年7月26日）

https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_13739055

³⁸ 「紧急起飞！无人机在抢险救灾中的应用」『中国日报中文网』（2021年8月10日）

<https://tech.chinadaily.com.cn/a/202108/10/WS6111d9a5a3101e7ce975df3f.html>

3. 今後の展望

前章にて、能登半島地震を含む様々な災害対応におけるドローンの活用事例や、実証実験の事例を紹介した。これらの事例を通じ、情報収集や物資輸送、点検・巡視、サービス提供等、災害対応においてドローンが多様な役割を発揮していることが確認できた。

一方で、災害対応におけるドローンの一層の活用にあたっては、今後の改善を要する課題が存在することもまた事実である。本章では、災害対応におけるドローンの有用性を改めて整理した上で、今後の一層の活用に向けて改善していくべき課題と解決策について、提言する。

(1) 災害対応におけるドローンの主な活用場面と有用性

前章の事例等で紹介してきた通り、災害対応において活用可能なドローンの機能及び場面としては、以下のようなケースが想定できる。

表6 災害対応におけるドローンの主な活用場面

| 機能 | 活用場面 |
|-----------------|--|
| ① 情報収集・ 搜索活動 | <ul style="list-style-type: none">◆ 災害情報の収集・伝達◆ 避難者・遭難者の搜索、救助支援 |
| ② 点検・巡視 | <ul style="list-style-type: none">◆ 道路・橋梁などのインフラ点検◆ 災害警備・監視◆ 地形計測◆ 農業、森林、水産資源等の被害調査・測量◆ 被災建築物応急危険度判定の実施◆ 罹災証明書交付のための被害認定◆ 災害警備活動 |
| ③ 物資輸送 | <ul style="list-style-type: none">◆ 医薬品、バッテリー等緊急物資の輸送◆ 通信インフラ等の復旧工事での機材搬送 |
| ④ サービス 提供 | <ul style="list-style-type: none">◆ 臨時通信エリア・照明の提供◆ 避難広報・誘導 |

出典：NEDO「災害時におけるドローン活用ガイドライン」等を基に当社作成

上記表で示した通り、災害対応におけるドローンの活用場面は様々であるが、その有用性は大きくは下表の通り、3つの観点から整理することができる。

表7 災害対応におけるドローンの有用性

| 有用性 | ポイント |
|--------------------------------|---|
| 迅速な初動対応 | <ul style="list-style-type: none"> ヘリコプター等の有人航空機と比べ、出動準備が短く、迅速な災害対応を行うことが可能 発災後の初期段階において、先行してドローンを投入することで、被害の全体像の把握や、それに基づく活動方針の策定等への活用が可能 離発着場所が限定されない等、小回りが利くため、孤立地域に迅速に到達でき、医薬品等の緊急物資を短期間で届けることが可能 |
| 救援の安全性の確保、二次災害の防止 | <ul style="list-style-type: none"> 人が立ち入ることが難しいような危険な場所に入っていくことで、救援者の安全性の確保や、二次災害の防止に活用することが可能 |
| 多様な情報・データの収集・分析、防災・復旧計画等への二次活用 | <ul style="list-style-type: none"> 人が入りづらい場所や目視で確認できない箇所への侵入や接近が容易となり、被害状況の正確な調査や調査の効率性の向上に役立てることが可能 赤外線画像の撮影等により、目視では確認しづらい被災者の発見や、精度の高い3D画像等の空撮データの収集が可能 取得した3D点群等のデータを基に、ハザードマップやリスクマップを作成することで、災害後の復旧計画、防災対策の立案や災害予測に活用することが可能 |

出典：各種公開情報をもとに当社作成

(2) 一層の活用に向けた課題と提言

前項で示した通り、ドローンは災害対応において多くの有用性を発揮する。一方で、その更なる活用にあたっては、今後一層の改善を要する課題が存在することもまた事実である。本項では、それらの課題を「機能・技術」、「人材育成」、「運航管理」の3つの観点より整理の上、それらの解決に向けた提言を示したい。

① 機能・技術の向上

現行のドローンでは、悪天候下や複雑な環境における対応等、災害現場では必ずしもその機能・技術力を適切に発揮できない場合も存在する。

今次地震において、奥能登の被災地では、厳しい寒さの中、発災後から雪や雨が断続的に降っており、強風も観測される等の悪天候が続いていた。ドローンは雨雪や横風に弱く、また低温によるバッテリーの消耗により飛行時間が短縮してしまう等の状況に陥ることで、適切な飛行が実践できないケースも見受けられた。また広域にわたり通信、電力等のインフラの復旧に時間を要し、それらが発災後の早期の迅速な飛行や、撮影データの伝送・解析等の障害となる状況も発生した。

別の観点では、今次地震の災害支援では、ドローンによる物資輸送は「短距離で重量のあるもの」、または「比較的長距離ではあるが少量のもの」について行われたが、適切な災害対応の実践に向けては、ドローンによる輸送能力は未だ限定的と言わざるをえない。

今後様々な災害現場でのニーズに対応できるようにするためには、機体の耐候性やバッテリーの持続時間の改善、通信環境に左右されない安定的な制御能力の確保、またより重量のある物資を積載して長時間飛行可能な機体の開発等、様々な観点から一層の機能・技術の向上が望まれる。

② 継続的な人材育成

ドローンの適切な飛行にあたっては、専門知識やスキル、操縦ライセンスを保有する操縦士の存在が不可欠である。とりわけ前述の通り、災害発生時には、操縦士には一層厳しい環境下での操縦が求められ、ドローンの安全な離着陸を実現する場所の見極め等、状況に応じて迅速かつ正確な判断を実践するための、通常の飛行とは異なるノウハウや経験が求められる。こうした災害対応の特殊性にも対処できる操縦士の育成にあたっては、様々な状況を想定した教育・訓練の場を重ね、実践力を向上させていくことが重要となる。

また、こうした人材の育成には、国や自治体や、民間事業者間が、それぞれの強みを生かした連携を図っていくことが重要となる。例えば災害派遣の分野では経験が豊富な自衛隊に対し、民間事業者や業界団体は、ドローンの利活用に関する最新の知見においては、より詳しい情報を保持していると考えられる。人材育成の観点では、操縦に関する教育・訓練の他、それぞれの経験や強みを生かした知見・ノウハウの交換も継続的に行われることが望ましい。

なお、ドローンの操縦だけでなく、収集された映像やデータの共有、オルソ画像の作成等を適切に実施するには、一定の資機材や専門的な技能が必要となる。こうした分野についても、関連組織や専門家との協定による対応の他、教育・訓練を通じた知見・ノウハウの習得環境がより整備されると効果的といえよう。

③ 運航管理体制・連携体制の構築

前述の通り、災害時に緊急用務空域が設定された場合、民間事業者がドローンを飛行させ災害活動にあたることには、様々な制限が生じる。中でも、被災現場で活動している有人航空機との空域共存は課題といえる。自衛隊、警察、消防等の防災関係機関の有人航空機の調整や情報共有は、規程上、主に自治体の災害対策本部がその役割を担うが、ドローンの運用調整については明確になっていない。あらゆる航空機が安全かつ効率的に迅速な災害対応を実践するにあたっては、運航主体者が異なる有人航空機またはドローン同士の運航調整について、包括的な対応を可能とする体制を構築することが望まれる。

今次地震の事例としてみられたような、民間事業者によるドローンを活用した災害対

応は、今後一層増加することが想定される。各防災関係機関等との連携不備による、「出勤場所の重複」や「空白地帯の発生」等、運航上の問題が発生しないよう、運航管理体制や連携体制を一層強化することで、各組織の役割・任務の具体化に基づく迅速な災害対応を実現することができよう。

<おわりに>

日本国政府は「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」³⁹において、「環境整備」「技術開発」及び「社会実装」を三本柱とする「空の産業革命に向けたロードマップ」を毎年とりまとめており、官民一体となったドローンの利活用促進に向けた取り組みを推進している。

2022年に策定されたロードマップでは、航空機、空飛ぶクルマ等も含めた一体的な“空”モビリティ施策の発展と強化を目指し、ドローンに係る運用ルールの整備や、運行管理における技術開発等を推進する中で、地域と連携しながら物流や災害対応等の具体の用途に応じたドローンの社会実装を加速させる方針を定めている。⁴⁰

災害対応の分野では、ドローンが空路における従来の支援活動の新たな手段として、幅広く活用されることが期待されている。今後災害対応も見据えた上でドローンを導入・活用していく自治体や防災関係機関、民間事業者においては、その期待される役割を把握しながら、現状の課題の解決に向けた取り組みを推進していくこと求められる。

本稿では、能登半島地震における陸路・海路・空路の活用状況を整理の上、特に注目されているドローンを活用した災害対応の事例と、今後の課題や展望について紹介・考察した。災害対応におけるドローン活用の今後の本格的な実用化に向けては、国や自治体、民間事業者等、幅広いステークホルダーが協働し、技術向上や人材育成、運用体制の構築など、ハードとソフトの両面で更なる対策を講じていくことが望まれる。

(了)

³⁹ 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会の詳細は以下のリンクを参照：

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/index.html>

⁴⁰ 最新の「空の産業革命に向けたロードマップ2022」は令和4年8月3日小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会より公表された。詳細は以下のリンクを参照：

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/kanminkyougi_dai18/siryou4.pdf



TOKIOMARINE

