

次世代の防災指令室 ～リアルタイム映像を活用した迅速な意思決定 を目指して～

大橋 豊和

中部地方整備局 防災室 (〒460-8514 愛知県名古屋市中三の丸2-5-1)

災害時において中部地整備局の防災対応の司令塔となる災害対策本部は、発生予測が難しい地震や風水害等に対して即応性と迅速性が求められる。このため、防災ヘリコプターのカメラに災害対策本部からの遠隔操作機能を導入することで、より迅速かつ的確な被災調査が可能となり、災害対策本部において現地に即し、地域全体を俯瞰した戦略的な意思決定が可能となったことについて報告する。

キーワード 防災, ヘリ映像

1. はじめに

我が国は、風水害や地震といった自然災害が多発する地理的条件下にあり、近年では気候変動の影響により気象災害の激甚化・頻発化が進行し、災害リスクは一層高まっている。加えて、2024年8月には南海トラフ地震臨時情報が発表され、同地震の発生可能性が相対的に高まったと評価されるなど、大規模地震への備えの重要性が改めて認識される状況となっている。

このような状況のもと、中部地方整備局は広域災害対応の司令塔として、関係機関と連携しながら戦略的な意思決定を行う役割を担っている。しかしながら、その意思決定の質および速度は収集される情報の量と質に大きく依存しており、現地の状況をいかに迅速かつ正確に把握するかが重要な課題となっている。本稿では、中部地方整備局の司令塔となる災害対策本部における災害対応の即応性と迅速化を図るために行った取り組みについて報告する。

2. これまでの取り組み

(1) Car-SATの導入

a) Car-SATについて

移動型の衛星通信車であるCar-SAT（以下、Car-SATという。）は、災害発生時や通信インフラが被害を受けた状況下においても、走行しながら情報収集および通信確保を

行うことを目的とした災害対策車両である。Car-SATには、地上回線が断絶した環境下でも通信を維持するため、追尾型の車載衛星アンテナが搭載されている。

さらに、可動式の高解像度カメラやGPS等の情報収集機器を備えており、被災状況および車両位置をリアルタイムで把握することが可能である。これらの機器により取得された映像および各データは、走行中であっても伝送可能であり、被災地への移動段階から情報共有を開始できる点に特徴がある。

b) Car-SATの連携運用

加えて、Car-SATは、単体での運用にとどまらずドローンとの連携運用にも対応している。ドローンにより取得された映像は、衛星通信回線を介して遠隔地へ伝送され、通信環境が著しく制約される災害現場においても、継続的な情報共有を可能とする。これにより、複数の情報取得手段を組み合わせることで、広域かつ立体的な被災状況の把握が実現されている。

以上のように、Car-SATは現地で取得した映像・音声・各種データを自治体や災害対策本部へ即時に共有することにより、迅速かつ的確な意思決定を支援する指揮・連携機能を有している。初動対応の迅速化、現場状況の可視化および通信手段の確保を同時に実現する重要な災害対応インフラとして位置付けられる。

(2) 防災ヘリコプター映像共有

a) 防災ヘリコプターの役割

南海トラフ地震等の大規模地震発生時には、被災範囲が広域に及ぶことが想定されるため、発災直後の限られた時間の中で、被害の全体像をいかに迅速かつ正確に把握するかが極めて重要である。特に、道路・通信網の寸断により地上からの情報収集が困難となる状況においては、上空から広範囲を一度に確認できる防災ヘリコプター等の活用が重要な役割を果たす。

b) 東日本大震災による課題

東日本大震災（2011年3月11日）においては、これらの航空機による被災状況の把握が、津波被害の全容把握や救助活動の優先順位の決定において非常に有効であったことが確認された。一方で、各機関が個別に情報収集を実施したことにより、収集した情報の共有や統合が十分に行われない場面も見られ、効率的な連携体制の必要性が課題として顕在化した。

c) ヘリワーキング設立

このような教訓を踏まえ、南海トラフ地震等の大規模地震発生時には、早期に広範な被災状況を正確に把握するとともに、関係機関が収集した情報を迅速かつ効率的に共有することが不可欠である。そのため、防災ヘリコプター等を保有する関係機関（自治体、警察、海上保安庁、自衛隊等）が相互に連携し、情報収集および情報共有を行う体制の構築が求められることとなった。

こうした背景を踏まえ、2014年10月28日、中部地方整備局は関係機関と連携し、「大規模地震発生初動時（発災後概ね24時間以内）」における効果的な情報収集・情報共有のあり方を検討するワーキング（以下、「ヘリワーキング」という。）を設立した。本ワーキングでは、広域的な被災情報の迅速な把握と関係機関間の連携強化を目的として、具体的な運用ルールや情報共有手法の検討が行われた。

d) 映像情報共有による協定

まずは、関係機関が保有するヘリコプター映像を共有するための体制構築が検討された。

その結果、各機関のヘリコプター映像を中部地方整備局に集約し、同局から関係機関へ配信する仕組みを構築した。これにより、ヘリワーキングに参加する各機関が相互に映像情報を共有できる体制が確立された。（図-1）

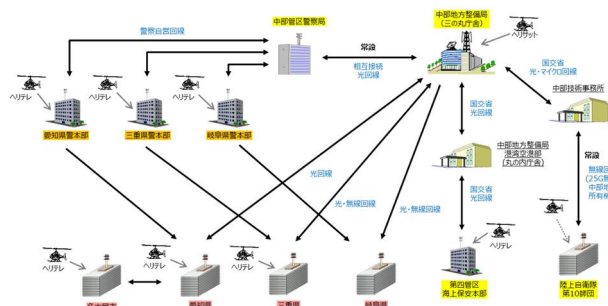


図-1 ヘリ映像の共有体制

さらに、ヘリワーキングに参加機関間において「災害時における映像情報の共有に関する協定」を2024年3月に締結し、平時からの連帯体制および運用ルールを明確にした。

また、災害時の安全かつ円滑な航空活動を確保する観点から、ヘリコプター間の相互通信を可能とする通信周波数の設定や、災害空域における飛行統制に関する取り決めに整備した。

以上の取り組みにより、防災ヘリコプターによる情報収集の効率化と、関係機関間における情報共有体制の強化が図られ、広域災害時における初動対応の高度化に寄与する基盤が整備された。

これらの取り組みにより、迅速かつ効率的な映像共有体制を構築したが、別の観点からの課題も確認された。

3. 現状の課題

(1) まんなか号のカメラ操作

特に中部地方整備局で保有している防災ヘリコプター「まんなか号」の搭載されたカメラの操作は機内の搭乗員に依存しており、操縦・カメラ操作・災害対策本部との調整といった複数の任務が同時に要求される環境下では、搭乗員の負担が大きいという課題があった。

また、災害発生時の緊急離陸においては、カメラ操作要員の搭乗を確実に確保できない場合もあり映像操作に制約が生じる可能性もあった。

(2) 民間ヘリコプターの活用

さらに、災害時の情報収集体制を強化するため、民間が保有するヘリコプターの活用も進めている。災害時に、保有ヘリコプターが機体点検・整備等により使用出来ない場合に備え、民間事業者と連携し、複数機による同時運用を行うことで、迅速な情報収集体制を構築している。

これにより、発災直後から被災状況を迅速に把握できるとともに、高性能な撮影機器を活用した多様な観測が可能となり、情報収集能力の向上が図られている。しかしながら、民間ヘリコプターには必ずしも高性能なカメラやリアルタイム映像伝送機能が備わっているとは限らず、取得した映像を即時に共有できない場合がある。このため、災害対策本部における迅速な状況把握や意思決定に十分に活用できないという課題が残されている。

4. 課題解決に向けた今回の取り組み

(1) まんなか号のカメラ遠隔操作

2025年5月 まんなか号更新に伴い同機の運用において

課題となっていた搭乗員の負担や人員確保の問題を解消するため、地上からヘリコプターのカメラを遠隔操作できる仕組みを導入した。遠隔操作化により、搭乗員は操縦や安全確保に専念することが可能となり、従来のように複数の任務を同時に担うことによる負担が軽減された。

また、カメラ操作要員の搭乗の有無に左右されことなく、必要な視点での映像をリアルタイムに取得することが可能となり、運用の柔軟性が向上した。

さらに、地上の災害対策本部が映像を確認しながら直接カメラ操作を行うことで、現地の状況に応じた撮影指示を即時に反映できるようになり、よりの確な情報収集が実現された。

この結果、災害対策本部において迅速かつ精度の高い状況把握が可能となり、意思決定に資する情報の即時取得が実現した。

(2) リアルタイム映像伝送システムの活用

民間ヘリコプターの運用時に課題となるリアルタイム映像伝送については、リアルタイム映像伝送システム（以下、「Zao-X」という。）を導入した。本システムの導入により、民間ヘリコプターによる情報収集結果を災害対策本部へ即時に共有できる環境を構築した。

※Zao-Xとは、株式会社ソリトンシステムズが開発したモバイル通信回線を活用して映像をリアルタイムに伝送するシステムであり、複数回線の活用等により、高画質かつ低遅延で安定した映像共有を可能とするものである。

5-1. まんなか号のカメラ遠隔操作

(1) 実働概要

2025年7月30日8時24分頃、カムチャツカ半島付近を震源とするマグニチュード8.8の地震が発生した。同日9時40分には津波警報が発令され、愛知県、静岡県および三重県（中部地方整備局管内）を含む広範な沿岸地域が対象となった。

これを受け、被害状況の迅速な把握を目的として、同日12時45分に航空機「まんなか号」が県営名古屋空港を離陸した。離陸後、静岡県方面上空において被災状況の調査を実施し、15時00分に静岡ヘリポートへ着陸した。

その後、16時00分に給油を完了した後再離陸し、海岸線に沿って西方向へ飛行した。渥美半島から伊勢半島にかけて調査を実施し、三重県上空を経由して最終的に県営名古屋空港へ帰投した。

なお、本飛行の詳細な飛行ルートについては図-2に示す。

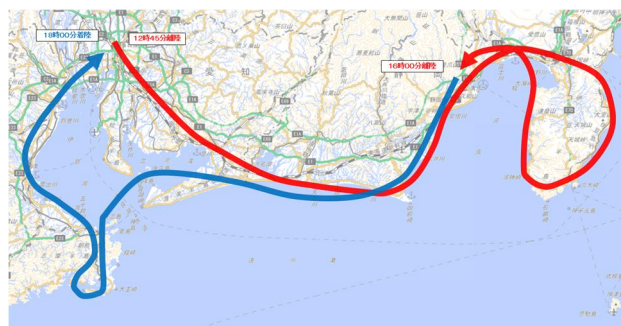


図-2 飛行ルート

(2) 実施方法

本飛行では、まんなか号に操縦士1名、整備士1名及び撮影技師1名の計3名が搭乗し、被災状況の把握を目的としてヘリサットを利用したカメラの遠隔操作を実施した。

カメラ遠隔操作は、機体に搭載された高精度カメラを地上の操作端末から制御するものであり、パン（左右方向の回転）、チルト（上下方向の回転）及びズーム（拡大・縮小）の各機能を用いて対象区域の詳細な映像を取得する仕組みである。

取得された映像はヘリサット通信回線を介してリアルタイムに地上局へ伝送される。地上局では受信映像を確認しながら撮影箇所の指示や再撮影を行い、効率的かつ的確に被災状況の把握を行った。

(3) 実施結果

本取り組みにより、現地へ職員を直接派遣することなく、安全かつ迅速に被災状況を把握できることを確認した。特に、リアルタイム映像の共有により、関係機関間で即時に情報共有が可能となり、初動対応に有効であると考えられる。

一方で、遠隔操作においては操作レスポンスの低下が課題として確認された。これは、通信遅延および映像処理遅延が複合的に影響しているためである。

まず、地上局からヘリコプターへの制御コマンドは衛星通信回線を経由するため、物理的な伝搬距離に起因する遅延が発生する。特に静止衛星を利用する場合、往復通信における遅延は不可避である。

さらに、カメラ映像の伝送においても、ヘリコプターから地上局への通信遅延に加え、エンコード（圧縮）、デコード（復元）、配信システムでの中継・表示処理に時間を要する。このため、操作者が確認する映像は実際より遅延した状態となる。

その結果、操作者は遅れた映像を見ながら操作することとなり、入力（操作）と結果（映像）に時間差が生じる。このフィードバック遅延により、パン・チルト・ズーム操作の応答性が低下し、微細な調整や迅速な目標追従が困難となる。

これらの遅延は、衛星回線および映像処理を含むシステム構成に起因するものであり、現行の技術条件下では構造的に回避が困難である。

5-2. リアルタイム映像伝送システムによる映像共有

(1) 訓練目的

本訓練は、Zao-Xを用いて民間ヘリコプターから撮影された映像を災害対策本部の大型モニターに表示し、現地の災害状況をリアルタイムで共有することを目的として実施したものである。中部地方整備局の災害対策本部と連携し、実災害時の運用を想定した通信訓練として実施した。これにより、映像伝送の安定性および情報共有体制の有効性について検証を行った。

(2) 訓練内容

Zao-Xは複数の通信回線を同時に利用するマルチリンク機能を有している。本訓練では、この機能を活用し、キャリアの異なる2社のSIMを使用することで、市街地、山間部および海岸沿いといった多様な通信環境下において安定した映像配信が可能であるかを検証した。(写真-1)

さらに、災害対策本部と民間ヘリコプターとの円滑な意思疎通を図るため、Microsoft Teamsのチャット機能を用いた相互連絡を実施した。これにより、災害対策本部からの飛行指示をリアルタイムで伝達しながら運用を行い、実災害時を想定した円滑な情報伝達体制の確立について確認を行った。

訓練では、民間ヘリコプター機体は、エアバス・ヘリコプター製As350B3eであり操縦士1名、整備士1名及び職員2名の計4名が搭乗した。飛行ルートは図-3のとおり、名古屋市街地から三重県周辺海岸沿いを設定し2026年5月14日に実施訓練を行った。なお飛行高度は、1500フィートとして飛行した。



写真-1 民間ヘリからのZao-Xによる配信



図-3 飛行ルート

a) 使用機材

本訓練では以下の機材をヘリコプターに持ち込み使用した。(写真-2)

- 1 Zao-X 1台 (SIM: 上空プランdocomo, KDDI各1個)
- 2 バッテリー 4000mAh 1個
- 3 デジタルカメラ HD-X2000 1台
- 4 iPad 1台 (SIM: 上空プランdocomo)

今回実施した映像伝送システム構成図は図-4のとおり。

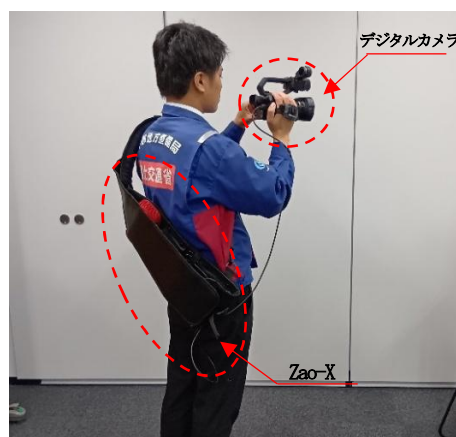


写真-2 使用機材



図-4 システム構成図

(3) 訓練結果

民間ヘリコプターから撮影された映像は災害対策本部の大型モニターにて確認したが名古屋市街地においては映像の乱れやフレームの欠落が見られた。(写真-3) この乱れ具合は、建物の状態を判別するのが難しいものであった。

また、三重県の沿岸部においては若干フレームの欠落があるものの良好な画質であり、建物の状態判別が可能であった。(写真-4)

Teamsチャットによる相互連絡については、Zao-Xの配信状態と連動して通信状態の変動が見られた。その結果、名古屋市街地では通信状態が不安定であった一方、三重県の沿岸部では通信状態が安定していることが確認された。通信が安定状態であれば災害対策本部との相互連絡も支障なく行えることが確認された。



写真-3 Zao-X配信映像（映像乱れあり）



写真-4 Zao-X配信映像

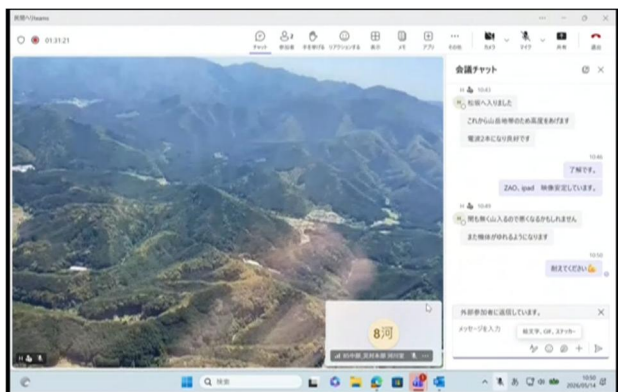


写真-5 iPadカメラTeams映像配信映像（おまけ）

ただし、市街地において、ヘリコプターからZao-Xを用いた通信を実施する場合、通信の乱れが大きくなる要因として、都市特有の電波伝搬環境が挙げられる。具体的には、建物の密集により電波が反射・回折・遮蔽されることで、同一信号が複数の経路を経て受信されるマルチパス現象が発生する。この結果、信号同士が強め合う、あるいは打ち消し合う干渉が生じ、受信品質が不安定となると考えられる。

また、ヘリコプターの高速移動に伴い受信環境が急激に変化することに加え、周辺システムとの電波干渉やドップラー効果の影響も重畳する。これらの複合的要因により、映像の乱れやフレームの欠落といった現象が発生しやすい状況となったものと想定される。

以上のように、本問題は運用環境に起因する影響が大きく、決定的な対策を講じることは困難である。

6. まとめ

まんなか号のカメラ遠隔操作においては、前述のとおり操作に遅延はあるものの、カメラの遠隔操作を導入したことで、迅速かつ精度の高い状況把握が可能となり、意思決定に資する情報を即時に取得できることが確認されたが一方で、遅延の短縮に向けた検討が引き続き必要である。

また、Zao-X導入による配信においては、ヘリコプターから取得した映像と通信状況のデータを継続的に蓄積・分析することにより、電波伝送環境の特性を把握することが可能となる。これに基づき、遮蔽物の少ない飛行ルートを選定や、適切な高度の確保等の運用上の工夫を講じることで、通信の安定性を一定程度向上させることが期待される。