

2.3 各手法の比較分析

【各手法の比較分析の概要(検討手法の比較分析)】

手法調査のうち、『システム構成』に着目し、電波不感地帯における目視外飛行に適した手法のメリット・デメリットについて、評価視点(『安全性』、『効率性』、『迅速性』、『調達性』、『コスト』等)を設定し、検討手法の比較分析を行った。検討結果は、検討手法の比較分析(メリット・デメリット)一覧表にとりまとめた。

分類	電波中継による通信			衛星通信	
システム名称	『コマンドホッパー』マルチホップ中継制御通信技術	ドローン中継システム	小型公共BB無線システム	衛星通信システム	『Satellite Mobile Link』Starlinkを活用したauエリア構築ソリューション
会社名	NICT (国立研究開発法人情報通信研究機構)	株式会社ACSL	株式会社国際電気	ヤマハ発動機株式会社	KDDIスマートドローン株式会社 KDDI株式会社
システム概念図					
システム利用上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> ◆ドローン制御情報(169MHz帯)の双方向通信用無線システムであり、映像情報(5.7GHz帯)は別の市販システムと併用する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ドローン制御情報(920MHz帯)と映像情報(5.7GHz帯)の2つの無線機を利用したシステムである ◆指向性アンテナを利用しているため、撮影ドローンの移動に伴い、電波通信状態が不安定になる場合がある(全方位アンテナの利用により改善可能) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆主に映像情報(200MHz帯)を受送信するシステムであり、ドローン制御情報は伝送できない ◆地上利用の公共BB装置(背負子型)は、市場導入されており、多段中継機能にファームウェアをアップデートすれば連携が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ドローン制御情報と映像情報を通信衛星(インマルサット)を使って受送信するシステムである ◆衛星通信による受送信情報の時間遅れ(約3~4秒程度)に留意が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ◆電波不感地帯であっても、スターリンク衛星をau基地局に接続し、モバイル通信・Wi-Fi環境を構築できる ◆長期利用の場合は固定局タイプ、短期利用の場合は可搬局タイプが利用可能 ◆Satellite Mobile Linkを増設すれば、基地局間でLTEが連続利用可能
適用場面【実績】	【砂防】 山間部_平常時_巡視_定期点検	【砂防】 山間部_平常時_巡視_定期点検	【砂防】 山間部_緊急時_臨時点検	【砂防】 山間部_緊急時_臨時点検 【物資輸送】 離島_平常時_日用品・食品	【ダム】 山間部_平常時_巡視_定期点検 【物資輸送】 山間部_緊急時_救援物資
適用条件【通信距離】【機体】	<p>【通信距離】直線見通し_最大20km(実績10km程度)、最大3ホップ(中継機2機+撮影機)まで対応可能</p> <p>【機体】制限有り(‘ヘイロード’機種)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆中継装置(約2.5kg)の‘ヘイロード’に対応可能なドローンの選択が必要 ◆日本製ドローンに多く利用されているフライトコントローラ(Pixhawk)に対応しており、DJI製には非対応 	<p>【通信距離】直線見通し_最大4km(実績約3km程度)</p> <p>【機体】制限有り(機種)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ACSL社製ドローン(ACSL-PF2)に限定した中継装置 	<p>【通信距離】直線見通し_最大約30km(実績約3km程度)</p> <p>【機体】制限有り(‘ヘイロード’)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆中継装置(約7.5kg)の‘ヘイロード’に対応可能なドローンの選択が必要 	<p>【通信距離】制限無し(実績:静岡⇄奈良_約200km程度、奄美離島約18km程度)</p> <p>【機体】制限有り(機種)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ヤマハ社製ドローン(Fazer_R_G2)に限定した衛星通信システム ◆衛星通信の時間遅れがあるため飛行可能な場所が限定される(道路等の人の横断確認がリアルタイムで出来ない) 	<p>【通信距離】直線見通し_最大半径2km、使用する周波数(800MHz帯)は、ある程度の遮蔽物に対しても電波の回り込みが期待できる(事前確認が必要)</p> <p>【機体】制限有り(通信方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆LTE通信機能を有するドローン

(凡例: 主なメリット_赤字、デメリット_青字)

2.3 各手法の比較分析

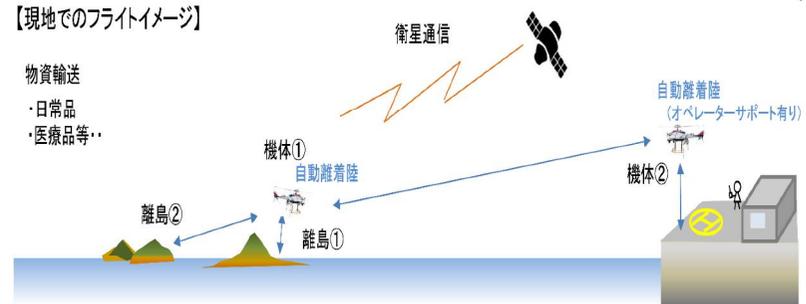
分類		電波中継による通信			衛星通信	
システム名称	『コマンドホッパー』 マルチホップ中継制御通信技術	ドローン中継システム	小型公共BB無線システム	衛星通信システム	『Satellite Mobile Link』Starlinkを活用したauエリア構築ソリューション	
会社名	NICT (国立研究開発法人情報通信研究機構)	株式会社ACSL	株式会社国際電気	ヤマハ発動機株式会社	KDDIスマートドローン株式会社 KDDI株式会社	
評価項目	安全性	◆電波中継により、通信装置間で直線見通しが確保できると、離着陸地点から見通し外でも制御・映像情報の通信が可能	◆電波中継により、通信装置間で直線見通しが確保できると、離着陸地点から見通し外でも制御・映像情報の通信が可能	◆電波中継により、通信装置間で直線見通しが確保できると、離着陸地点から見通し外でも映像情報の通信が可能	◆衛星通信により、地形や通信距離の制約は無く、離着陸地点から見通し外でも制御・映像情報の通信が可能	◆衛星通信とau基地局を接続し4G LTE回線を構築することにより、離着陸地点から見通し外でも制御・映像情報の通信が可能
	効率性	◆中継機の使用により、離着陸地点から見通し外または携帯電話圏外でも長距離飛行が可能 ◆使用機体は、電動:マルチロータであり、エンジン:シングルロータに比べて飛行時間が短い(実証実験:飛行時間_約10分程度)	◆中継機の使用により、離着陸地点から見通し外または携帯電話圏外でも長距離飛行が可能 ◆使用機体は、ACSLの「PF2」(電動:マルチロータ)であり、エンジン:シングルロータに比べて飛行時間が短い(実証実験:飛行時間_約15分程度)	◆中継機の使用により、離着陸地点から見通し外または携帯電話圏外でも長距離映像伝送が可能 ◆使用機体は、電動:マルチロータであり、エンジン:シングルロータに比べて飛行時間が短い(実証実験:飛行時間_約15分程度)	◆衛星通信により、離着陸地点から見通し外または携帯電話圏外でも長距離飛行が可能 ◆使用機体は、ヤマハの「FAZER R G2」(エンジン:シングルロータ)であり、長時間飛行が可能(約100分)(実証実験:飛行時間_約50分程度、離島の物資輸送:飛行時間_約30分程度)	◆複数の基地局を連携(4G LTE回線エリア増設)させることにより、携帯電話圏外でも長距離飛行が可能 ◆使用機体は、電動:マルチロータであり、エンジン:シングルロータに比べて飛行時間が短い
	迅速性	◆コマンドホッパーは、日本製ドローンのフライトコントローラに対応しており、適用可能な機体の種類が多く、調達にかかる時間が短い ◆実証実験を目的とした中継装置を利用することが可能	◆ACSLの「PF2等」に機体が限定され、調達に時間を要する ◆中継装置の組み立てが必要であり、調達・現地準備(現場調整)に時間を要する	◆小型公共BB無線機が搭載可能な機種は限定されないものの、ペイロード性能の高い大型ドローンが必要となるため、調達に時間を要する ※公共BB無線機をドローンに搭載した事例も1事例と少ない	◆ヤマハの「FAZER R G2」に機体が限定され、特別仕様(国内流通:機体数が少ない)となっているため、調達に時間を要する	◆Satellite Mobile Link(4G LTE回線)に接続できる機体が多く、調達にかかる時間が短い ◆基地局の設置より、任意地点でauエリア構築が可能であるため、現地準備が容易
	調達性	◆中継装置の搭載が可能な機体が多く、比較的調達しやすい ◆実証実験段階ではあるが、製品化(予定あり)されれば、調達が容易となる	◆ACSLの「PF2」に機体が限定され、比較的調達しにくい ◆実証実験段階であり、製品化予定もないため、中継装置の調達が困難	◆ペイロード性能(約7.5kg)の高い大型ドローンが必要となるため、比較的調達しにくい	◆ヤマハの「FAZER R G2」に機体が限定され、比較的調達しにくい	◆Satellite Mobile Link(4G LTE回線)に接続できる機体が多く、比較的調達しやすい
	導入費用	【機体】E6106FLMP:約400万円(例) 【機器搭載】見積対応 【中継装置】制御用コマンドホッパー:未定 映像用MPU5:約300万円/個	【機体】ACSL-PF2:約500万円 【機器搭載】見積対応 【中継装置】製品化の予定無し(実証実験のため未定)	【機体】ALTA X:約500万円 【中継装置】小型公共BB:約500万円/台、アンテナ他(周辺装置):約100万円	【機体】FAZER R G2:約4,500万円 ※(1機体:3000万円、1基地局:1500万円) 【衛星通信システム】約1000~1500万円 ※コブハム社のUAV200(イギリス製)	【機体】DJI FlyCart30:約650万円、G6.0& NEST:販売終了、SkydioX10:約400万円 【システム】一括購入:無し(サービス提供のみ)
コスト	【機体】E6106FLMP:約100万円/年 【中継装置】不要	【機体】ACSL-PF2:約100万円/年 【中継装置】-	【機体】ALTA X:約100万円/年 【中継装置】小型公共BB:約50万円 ※中継装置は1回の点検作業を想定	【機体】FAZER R G2:約160万円/年 【衛星通信】インマルサット:8万円/hr ※搭載カメラの画像を衛星通信で伝送する場合 ※画像伝送せずにデータ通信(操縦系データ)のみ:約5,000円/hr ※衛星通信:月額固定費(約7万円/月~) 【LTE通信費】基本料金:5万円(20GB)	【機体】DJI FlyCart30:約16万円/年、SkydioX10:約20万円/年 【システム】無し	
その他	【レンタル】機体(見積対応)、中継装置(無し) 【請負対応】見積対応	【レンタル】機体(見積対応)中継装置(無し) 【請負対応】見積対応	【レンタル】機体(見積対応)、中継装置(通常対応なし_要相談) 【請負対応】見積対応	【短期レンタル】無し 【長期レンタル】オペレーター育成を含めて対応可能 【請負対応】見積対応	【レンタル】30~50万円/月(固定局タイプ:契約期間48ヶ月)、30~40万円/月(可搬局タイプ:契約期間12ヶ月) 【請負対応】見積対応(250~350万円程度)	
備考(出典)	https://www.nict.go.jp/press/2024/01/25-1.html	UAVの自律飛行による天然ダムおよび砂防関係施設の点検・調査業務(R2年度)	紀伊山系河道閉塞部のUAV点検監視技術調査業務(R4年度)	山間地域におけるUAV等による自動巡回・画像取得技術検討業務(R元年度)他	https://biz.kddi.com/topics/2024/news/012/	

(凡例: 主なメリット_赤字、デメリット_青字)

2.3 各手法の比較分析(ユースケース:物資輸送)

【各手法の比較分析の概要(ユースケースの検討)】

資料収集整理や手法調査を踏まえ、『物資輸送』、『送電線』、『河川』、『ダム』、『砂防』について、適用場面(巡視・点検シナリオ(案))の設定、適用条件の設定を行い、代表的なユースケースについて検討した。

項目	離島		山間部		
	平常時	緊急時	平常時	緊急時	
従来手法	内容	【輸送方法】海上輸送(フェリー)、航空輸送(有人ヘリ)等 【輸送物】日用品・食品、医薬品等	【輸送方法】海上輸送(フェリー)、航空輸送(有人ヘリ)等 【輸送物】救援物資	【輸送方法】陸上輸送(トラック)等 【輸送物】日用品・食品、医薬品等	【輸送方法】陸上輸送(トラック)等 【輸送物】救援物資
	現状	①過疎地では物流需要が少ない ②自動車免許返納や店舗撤退による買物困難 ③地域医療の担い手の減少による医療アクセスの減少		①～③離島と同様 ④道路渋滞や交通規制の影響で物資輸送が長期化する	①～③離島と同様 ④山間部の平常時と同様 ⑤災害発生時の道路寸断の影響で物資輸送が長期化する
	課題	①ドローン物流により輸配送の効率化・迅速化を図る必要がある ②買物支援が必要である ③医療アクセスの向上を図る必要がある		①～③離島と同様 ④道路渋滞や交通規制の影響を受けずに迅速に配送することが必要である	①～③離島と同様 ⑤災害発生時の道路寸断の影響を受けずに迅速に配送することが必要である
ドローン活用手法 (現状:LTE通信環境下)	内容	【輸送方法】LTE通信によるドローン物流 【輸送物】日用品・食品、医薬品等	【輸送方法】LTE通信によるドローン物流 【輸送物】救援物資	【輸送方法】LTE通信によるドローン物流 【輸送物】日用品・食品、医薬品等	【輸送方法】LTE通信によるドローン物流 【輸送物】救援物資
	現状	LTE通信が微弱もしくは入らない場合、ドローン活用が限定される			
ドローン活用手法	課題	LTE通信が確保可能な飛行範囲・ルートを設定する必要がある 電波不感地帯で通信手段を確保することが必要である			
	適用場面				
	離島における日用品・食品の輸送 離島における医薬品の輸送	離島における災害発生時の孤立集落への救援物資の輸送	山間部における日用品・食品の輸送 山間部における医薬品の輸送	山間部における災害発生時の孤立集落への救援物資の輸送	
適用条件	【機体】 ・最大ペイロードは、物資重量以上であること ※ガイドラインの事例集より、1.0kg程度の日用品・食品(飲料水)を輸送した実績あり 【飛行方法】 ・離島や山間部では長距離輸送が求められるため、目視内飛行に加えて目視外飛行ができること ・機体に搭載したカメラにより、周囲に航空機等が飛行していないかを確認できること/飛行経路下における第三者の有無および飛行ルート全体の障害物の有無を確認できること 【システム構成】 ・LTE通信に加えて、離島や山間部の電波不感地帯でも通信確保が可能な手法を活用できること 【安全を確保するための必要な措置等】 ・離着陸場所は、視界を遮るものや障害物のない落下リスクが低い場所に設置できること ・飛行ルートは、機体落下時のリスクが小さい場所(海上、山林等)の上空にルート設定できること(リスクが高い民家・道路等は極力避ける) ・レベル3飛行の場合は、立入管理区画に第三者の立入りが生じていないことを確認できること(補助者の配置等)				

※出典:「ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドライン Ver. 4.0 2023年3月 国土交通省」、<https://kddi.smartdrone.co.jp/release/7198/>

2.3 各手法の比較分析(ユースケース:送電線)

項目	山間部		緊急時
	平常時	点検	災害対応
従来手法	<p>【巡視箇所】 鉄塔、がいし、架空線および周辺状況等</p> <p>【巡視内容】 目視で判断可能な設備の異常、周辺状況の変化(植生の接近や、地盤の緩み等)の有無を確認、道路状況等により立入りが困難な区域(例:舗装路から鉄塔近傍までの未舗装路等)の状況を確認(2回/年)</p>	<p>【点検箇所】 鉄塔、がいし、架空線等</p> <p>【点検内容】 昇塔や宙乗りを行い、鉄塔の損傷、架空線の素線切れ・わらい、電線の圧縮接続管における過熱等の異常(巡視で見えない)を発見する(1回/10年)</p>	<p>【点検箇所】 鉄塔、がいし、架空線および周辺状況等</p> <p>【点検内容】 大雨や地震等の災害発生時では、自治体からの情報提供(停電情報、気象データ、被害状況)により巡視範囲を設定し、車両やヘリ等で巡視を行い、設備の健全性確認や異常箇所の特定を行う</p>
	<p>従来の巡視・点検業務のイメージ</p>	<p>大雨や地震等の自然災害発生時の対応例</p>	
現状	①山間部等の地上巡視の場合、徒歩での長時間移動により労力を要する	②山間部等の鉄塔・電柱への昇塔点検・電線宙乗り点検等の場合、移動・作業の時間と労力を要する	④災害が激甚化、広域化することで二次災害リスク(土砂崩壊に巻き込まれる等)が高くなる
課題	①山間部等の地上巡視等の作業負荷軽減を図る必要がある	③高所・充電部近接での作業となり、墜落や感電など人身災害の危険を伴う	⑤天候不良や通行止め等により、設備の被害状況の把握が長期化する
ドローン活用手法	<p>山間部における送電設備(鉄塔、送電線等)・配電設備の巡視</p>	<p>山間部における送電設備(鉄塔、送電線等)・配電設備の点検</p>	<p>山間部における災害発生時の被害状況把握(立入り困難地区等)</p>
	適用条件	<p>【機体】・使用機体が普通自動車等で運搬可能な大きさであること/長距離飛行・長時間飛行ができること(飛行距離:最低50km、飛行時間:最低3時間)/使用機体が帯電界性能、帯磁界性能があること/搭載カメラで30m以上離れた場所でも異常箇所の判別ができること</p> <p>【飛行方法】・自律飛行、目視外飛行ができること</p> <p>【システム構成】・50km離れた場所でも制御指示等が実施できること/遮蔽物等があっても利用できること</p> <p>【安全を確保するための必要な措置等】・電磁界の影響により、送電線に対して一定の離隔距離を保って安定に飛行できること</p>	

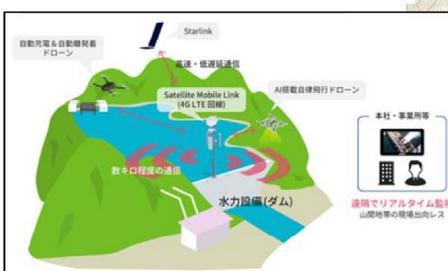
※出典:「第4回 送配電網投資・運用効率化委員会 一般送配電事業者における保全高度化の取組みについて」、「第5回 秩父市未来技術社会実装協議会 ドローンの社会実装に向けた取組について」、「平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業(送電線点検等におけるドローン等技術活用可能性検討事業)平成31年3月 みずほ情報総研」

2.3 各手法の比較分析(ユースケース:河川)

項目	山間部		
	平常時	点検	緊急時
内容	<p>巡視</p> <p>【巡視項目】河道、河川管理施設及び許可工作物の状況の把握、河川区域内における不法行為の発見、河川空間の利用に関する情報収集及び河川の自然環境に関する情報収集等</p> <p>【巡視内容】定期的・計画的に河川を巡回し、その異常及び変化等を概括的に把握する</p> <p>人の動き 2名体制(巡視現場)</p> <p>河川監理員 河川巡視員 運転者</p> <p>河川巡視員を指揮監督</p> <p>許可工作物(橋台・橋脚) 堤防天端・高水敷等 接近困難箇所 樹木繁茂 河岸浸食・沈積 砂州消長 不法投棄</p> <p>一連区間における日々の車両巡視(パト車)</p> <p>※ 異常を確認した場合、下車してデジカメ撮影/記録(必要に応じ計測・注意喚起措置など)</p> <p>出張所</p>	<p>点検</p> <p>【点検項目】河川管理施設及び許可工作物の状況の把握</p> <p>【点検内容】一つ一つの河川管理施設の治水上の機能について異常及び変化等を発見・観察・計測等する</p> <p>10cm程度 20cm~30cm</p> <p>2cmが目安 2cmが目安</p>	<p>緊急時</p> <p>出水後点検</p> <p>【点検項目】河川巡視と同様</p> <p>【点検項目】河川ごとに予め設定した出水規模を上回る出水があった場合に実施する</p> <p>※出水規模の設定：氾濫注意水位(警戒水位)を超える出水(高潮区間では顕著な高潮の発生時)を基本とする</p>
現状	<p>①人為主体、少人数体制等に起因し、時間と労力を要する</p> <p>②危険を伴う接近困難箇所での対応等に時間を費やす</p> <p>③目視主体であり、微細変状、河岸状態、河道動態(洗堀・堆積、再繁茂など)の把握が困難</p>	①~②巡視と同様	①~③巡視と同様
課題	<p>①②巡視の作業負荷軽減を図る必要がある</p> <p>②危険を伴う接近困難箇所での対応の代替、安全性向上を図る必要がある</p> <p>③微細変状、河岸状態、河道動態(洗堀・堆積、再繁茂など)を把握する必要がある</p>	①~②巡視と同様	①~③巡視と同様
適用場面	<p>レベル3.5→レベル4飛行→リアルタイムクラウド保存→AI異常抽出(通報)→自動帳票</p> <p>2時間 1時間</p> <p>カメラ・センサー類の動き</p> <p>レベル3.5飛行 レベル4飛行</p> <p>通信設備 Smart River Spot</p> <p>要請を踏まえた局所の車両巡視(パト車)</p> <p>※ 異常を確認した場合、下車してデジカメ撮影/記録(必要に応じ計測・注意喚起措置など)</p> <p>※ 可搬UAV等を活用し、記録作成や報告をサポート(危険箇所への接近・撮影、遠隔現場等)</p> <p>人の動き</p> <p>離発着操作 データ確認 対応検討 →必要な場合 出動要請</p> <p>河川巡視員 出動頻度の軽減、省力化等 運転者</p> <p>AI異常抽出</p> <p>堤防・河道の上空 離発着・自動航行</p> <p>不法投棄</p> <p>要請に応じた巡回</p> <p>巡視区間 (L=約40km/日)</p> <p>出張所等</p> <p>山間部における河道・河川管理施設・許可工作物の巡視</p>	<p>対地高度を上げて詳細に点検</p> <p>140m 100m 50m</p> <p>飛行高度150m 飛行高度100m 飛行高度50m</p> <p>撮影範囲イメージ</p> <p>山間部における河道・河川管理施設・許可工作物の点検</p>	<p>ドローン飛行範囲</p> <p>山間部における河道・河川管理施設・許可工作物の出水後点検</p> <p>山間部における河道・河川管理施設・許可工作物の点検</p>
適用条件	<p>【機体】・長距離区間を概括的に把握するために約40km以上の連続飛行ができること(カメラ搭載で40分以上)／高速飛行(11~17m/s)できること／使用機体が垂直離着陸できること／通常車両で運搬できる大きさであること／搭載カメラの画素数が1,200万以上であること</p> <p>【飛行方法】・自律飛行、目視外飛行ができること</p> <p>【システム構成】・LTE通信等を用いた飛行によって目視外飛行ができること</p> <p>※電波不感地帯の場合は通信確保が可能な手法を活用</p> <p>【安全を確保するための必要な措置等】・堤外地や堤防、植生と十分な隔離を確保してドローン運航ができること／電波環境、気象条件に影響されことなく安全に運航管理ができること／3名以上の体制(操縦者1名、監視員2名以上)で飛行できること</p>	<p>【機体】</p> <p>・注目箇所を詳細に点検するためにレーザや赤外カメラ等の高性能センサを複数搭載できること／使用機体が垂直離着陸できること／通常車両で運搬できる大きさであること</p> <p>【飛行方法】・巡視と同様</p> <p>【システム構成】・巡視と同様</p> <p>【安全を確保するための必要な措置等】・巡視と同様</p>	<p>・巡視と同様</p>

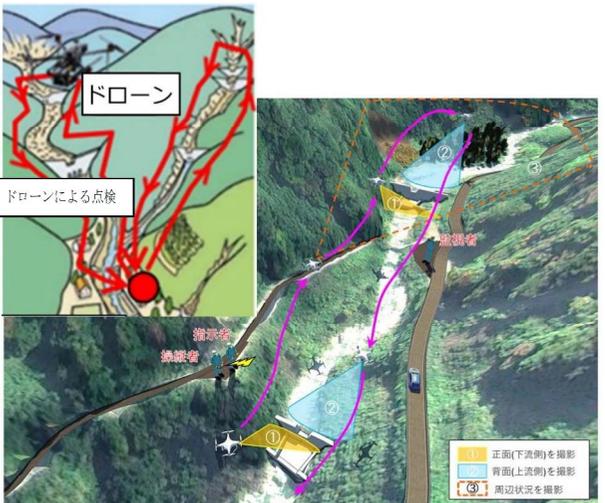
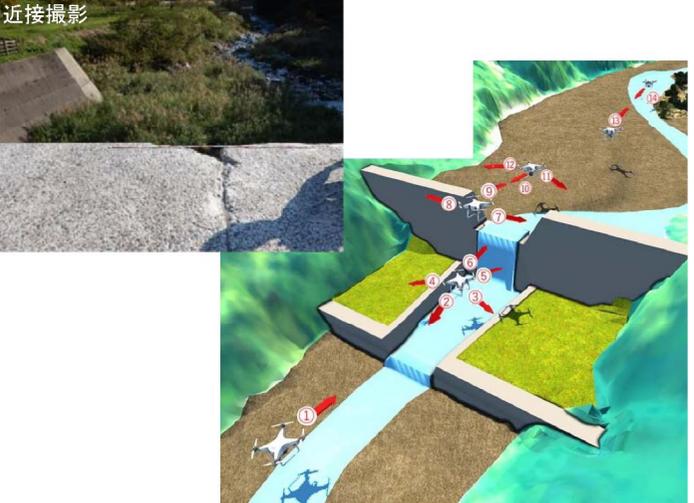
※出典：「ドローンを活用した河川巡視・点検への適用検討会」、「UAV等を活用した河川巡視の手引き(案)令和4年3月 水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室」、「堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領 令和5年3月 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課」

2.3 各手法の比較分析(ユースケース:ダム)

項目	山間部		
	平常時 巡視・日常点検	緊急時 臨時点検	緊急時 臨時点検
従来手法	<p>【点検箇所】 土木構造物、機械設備、貯水池周辺斜面等 【点検内容】 車両及び船舶等により目視で実施 (1回/週) ※長島ダムの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 土木構造物: ダムの安全性及び機能に影響を及ぼすようなコンクリートの劣化・損傷等 機械設備: 網場設備の異状 貯水池斜面: 斜面对策工の劣化・損傷等、地山の状態の異状 	<p>法面崩壊・倒木状況を確認</p>  <p>平常時(網場)</p> 	<p>【点検箇所】 巡視・日常点検と同様 【点検内容】 一定規模以上の地震・洪水・降雨発生後に、点検実施者の安全に十分留意しつつ、ダム施設の異状の有無を確認する</p> 
現状	車両及び船舶等により目視で週1回実施しているため、人為主体等に起因し、時間と労力を要する		
課題	巡視・日常点検の作業負荷軽減を図る必要がある		
適用場面	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>【飛行ルート案】 総飛行水平距離:約28.5km</p> <p>貯水池全体に異常がないかを確認・撮影</p>  </div> <div style="width: 65%;"> <p>別紙2</p> <p>長島ダム ドローン飛行ルート案及び 巡視対象物撮影イメージ (拡大図1/2) ①右岸</p> <p>貯水池全体に異常がないかを確認・撮影</p>  </div> </div>		
適用条件	<p>山間部の土木構造物・機械設備・貯水池周辺斜面の巡視・日常点検/臨時点検</p> <p>【機体】・貯水池全体を把握するために、使用機体が長距離飛行できること (飛行距離:30km程度 ※長島ダムの場合) /搭載カメラで異常個所の判別ができること</p> <p>【飛行方法】・自律飛行、目視外飛行ができること/機体に搭載したカメラにより、飛行経路下における第三者の有無 (公園等河川敷利用者、水面利用者等) および飛行ルート全体の障害物の有無を確認できること</p> <p>【システム構成】・電波不感地帯における遠隔制御や映像のリアルタイム伝送ができること/衛星通信を活用したドローンの自律飛行・映像伝送ができること/管理用光ファイバーを活用 (増設を含む) した自営通信網を設置による遠隔操作、映像伝送ができること</p> <p>【安全を確保するための必要な措置等】・道路や橋梁等の河川横断構造物を特定飛行で横断する場合、飛行経路下への第三者立入りを確認したときは、飛行の停止、飛行経路の変更、着陸等の措置を講じることができること</p>		

※出典:「国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編 (ダム編)」、 「中部地方整備局ドローン公募 https://www.cbr.mlit.go.jp/construction/pdf/20240130_kisha.pdf」、 「<https://kddi.smartdrone.co.jp/case/006/>」、 「<https://kddi.smartdrone.co.jp/release/7066/>」

2.3 各手法の比較分析(ユースケース:砂防)

項目	山間部		
	平常時	定期点検	緊急時
従来手法	<p>巡視</p> <p>【巡視箇所】砂防施設およびその周辺 【巡視内容】維持管理のために日常的な見回りを実施</p>  <p>点検者 点検箇所までの移動 危険な点検作業 人力による点検作業</p>	<p>定期点検</p> <p>【点検箇所】砂防施設およびその周辺 【点検内容】定期点検：漏水・湧水・洗掘・亀裂・破損・地すべり等の有無などの施設状況及び施設に直接影響を与える周辺状況について点検する</p> 	<p>臨時点検</p> <p>【点検箇所】砂防施設およびその周辺 【点検内容】臨時点検：出水や地震時などによる砂防関係施設の損傷の有無や程度及び施設に直接影響を与える周辺状況を把握、確認する</p>  <p>臨時点検時の二次災害</p>
	<p>現状</p> <p>①徒歩による点検が中心であり、時間・労力を費やす／②点検員の高齢化や担い手が不足している／③徒歩で急斜面を移動するため危険を伴う／④巡視・点検するにあたって装備品（急傾斜でロープによるルート確保、危険生物（熊、蛇、蜂等）への準備・措置等）が多くなる／⑤山間部では電波が届かない地帯が多く、インターネット等の通信ができない（連絡や現場確認の時間やコストがかかる、緊急時の連絡が速やかにとれない、IT技術が活用困難）</p>	<p>課題</p> <p>①②④巡視・点検の作業負荷軽減を図る必要がある／③斜面移動・作業の代替、安全性向上を図る必要がある／⑤コストが少なく、多くのデータを送受信できるシステムが必要である（通信環境の整備：光ファイバー敷設・通信基地局設置、静止軌道衛星通信サービス）</p>	<p>①～⑤平常時と同様 ⑥二次災害リスクが高くなる</p> <p>①～⑤平常時と同様 ⑥安全性向上を図る必要がある</p>
ドローン活用手法	 <p>ドローンによる点検 山間部の砂防施設・施設周辺の状況についての巡視</p>	 <p>近接撮影 山間部の砂防施設・施設周辺の状況についての定期点検</p>	 <p>ドローンで施設点検 ドローンで被災状況調査 山間部の砂防施設・施設周辺の被災状況についての臨時点検</p>
適用条件	<p>【機体】・使用機体が飛行時間：15分以上、耐風速性能：10m/s以上であること／2000万画素以上の解像度のカメラを搭載できること 【飛行方法】・自律飛行ができること（但し、事前調査により、周辺状況を確認） 【システム構成】・LTE通信によって、目視外飛行や自動運航による長距離飛行でもシームレスな飛行ができること※電波不感地帯の場合は通信確保が可能な手法を活用 【安全を確保するための必要な措置等】 ・3名以上の体制（操縦者1名、点検者1名、監視者1名）で飛行できること／特定飛行を行う場合、飛行経路下への第三者立入りを確認したときは、飛行の停止、飛行経路の変更、着陸等の措置を講じることができること</p>		

※出典：「砂防関係施設点検要領（案）令和4年3月国土交通省砂防部保全課」、「UAVの自律飛行による砂防関係施設の自動巡視・点検に関する手引き 令和5年5月国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター」、「UAV利活用研究会説明資料 ドローン等を活用した砂防施設点検の作業効率化の実現を目指すための取り組み」、「UAVによる砂防関係施設点検要領（案）令和2年3月北陸地方整備局河川部」