令和5年11月24日　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

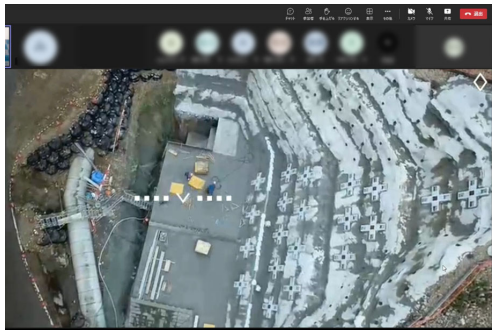
山間部でＤＸ推進！

- 人々の命と暮らしを守る砂防施設の機能維持のために -

- 長時間ドローン等の活用 -

様々な機能をもつドローン

被災現場の３次元モデル



遠隔操作・監視・リアルタイム配信

BIM/CIMを活用した施設配置計画・設計

越美山系砂防事務所

＜本日のご説明内容＞

１．越美山系砂防事務所の事業区域と地域特性

２．砂防施設点検の必要性

３．砂防施設点検の現状と課題

４．ドローンの活用による作業効率化

５．長時間飛行ドローン等を活用した実証実験

６．山間部の通信環境の現状と課題

７．衛星コンステレーションの活用

８．衛星ブロードバンドサービスを用いた通信環境の実証実験

９．ドローンによる砂防施設点検の今後の展望

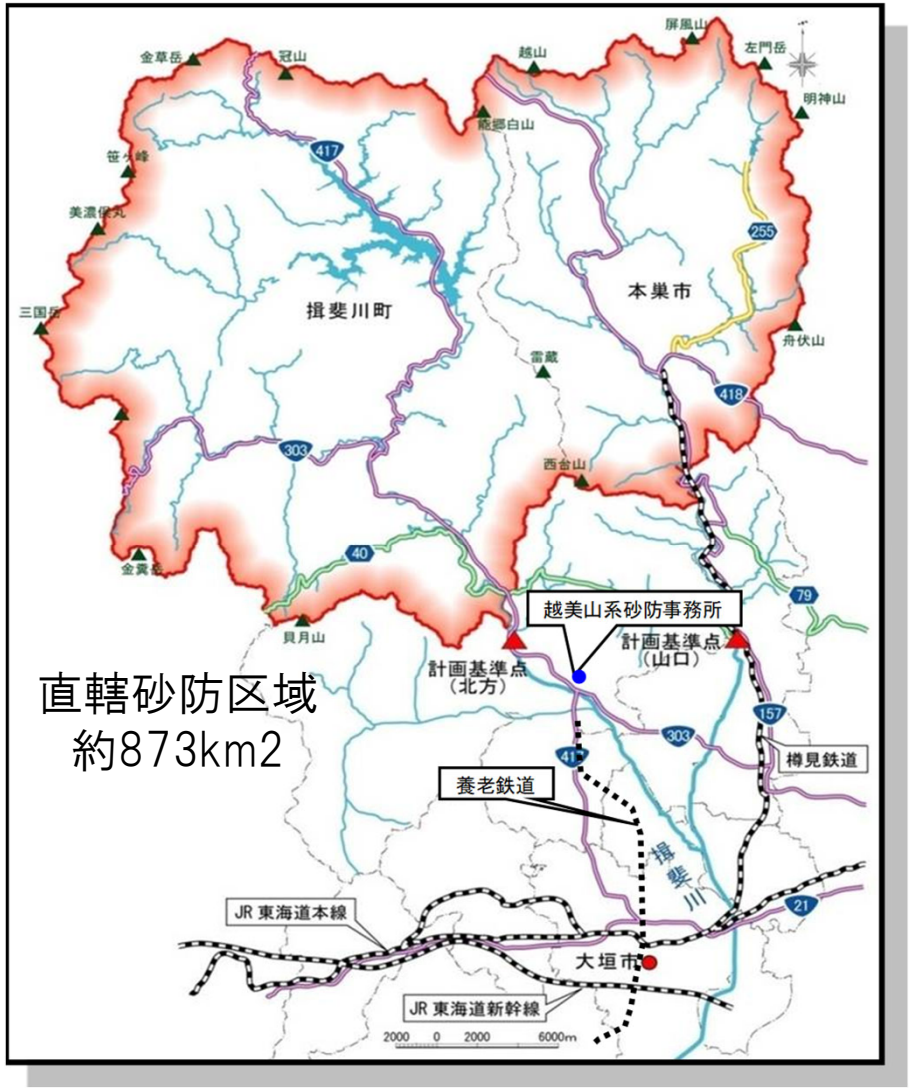
１０．今後のドローンの活用案

○　ドローンによる砂防施設点検をより効率的に行うために

1. 越美山系砂防事務所の事業区域

事業区域図

約200基の砂防堰堤



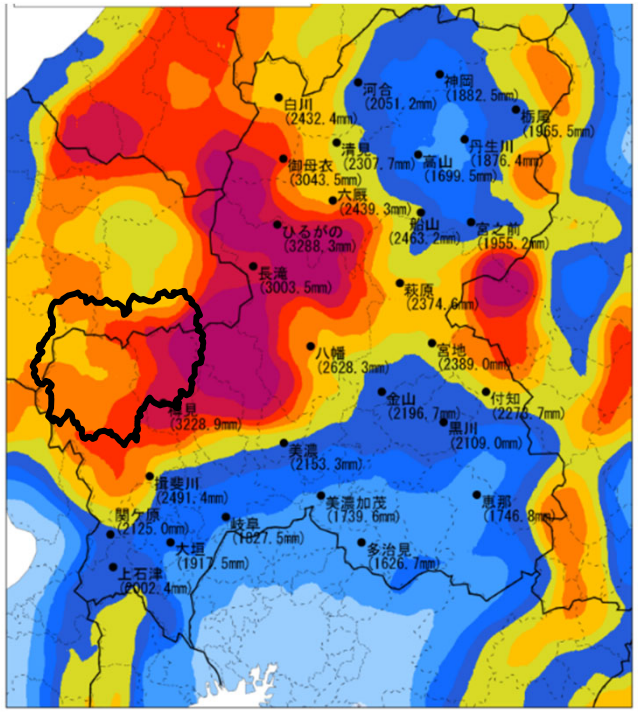
1. 越美山系砂防事務所管内の地域特性

- 年間平均降水量が3,000mmを越える　<u>岐阜県随一の多雨多雪地帯</u>
- 根尾川断層※をはじめとする　<u>活断層による脆弱な地質</u>

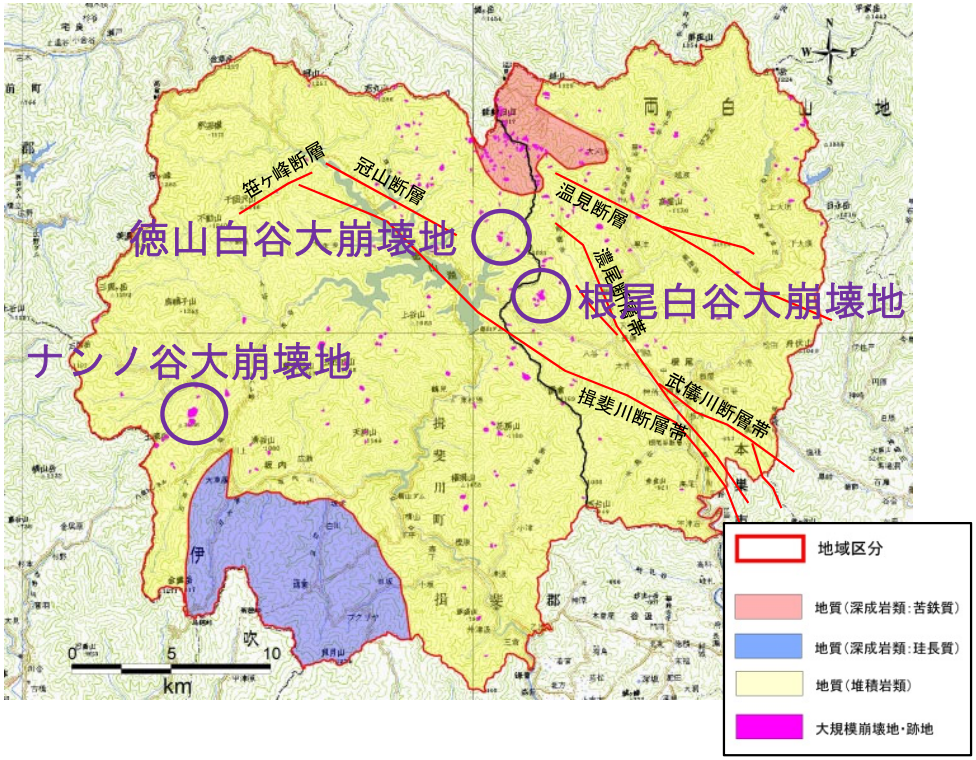
※）明治24年（1891年）、日本最大の内陸型地震「濃尾地震」(M8.0)を起こした断層

深層崩壊（100万m^{3}超）を含む土砂災害が何度も発生

年降水量の平均値分布(1981～2010)
揖斐川：2491.4mm　樽見：3228.9mm



活断層と過去の主な深層崩壊



過去の主な深層崩壊

ナンノ谷大崩壊地
（1985年）

徳山白谷大崩壊地
（1965年）

根尾白谷大崩壊地
（1965年）

1. 越美山系砂防事務所管内の地域特性

国土交通省

近年　管内で発生した土砂災害

平成18年5月　東横山地先地すべり
（ 2006年）　（揖斐川町東横山）

平成20年9月　西濃豪雨　国道303号寸断
（ 2008年）　（揖斐川町東津汲）

平成22年8月　八草川山腹崩壊
（ 2010年）　（揖斐川町坂内川上）

平成23年1月　土石流　本巣市根尾越波）
（ 2011年）

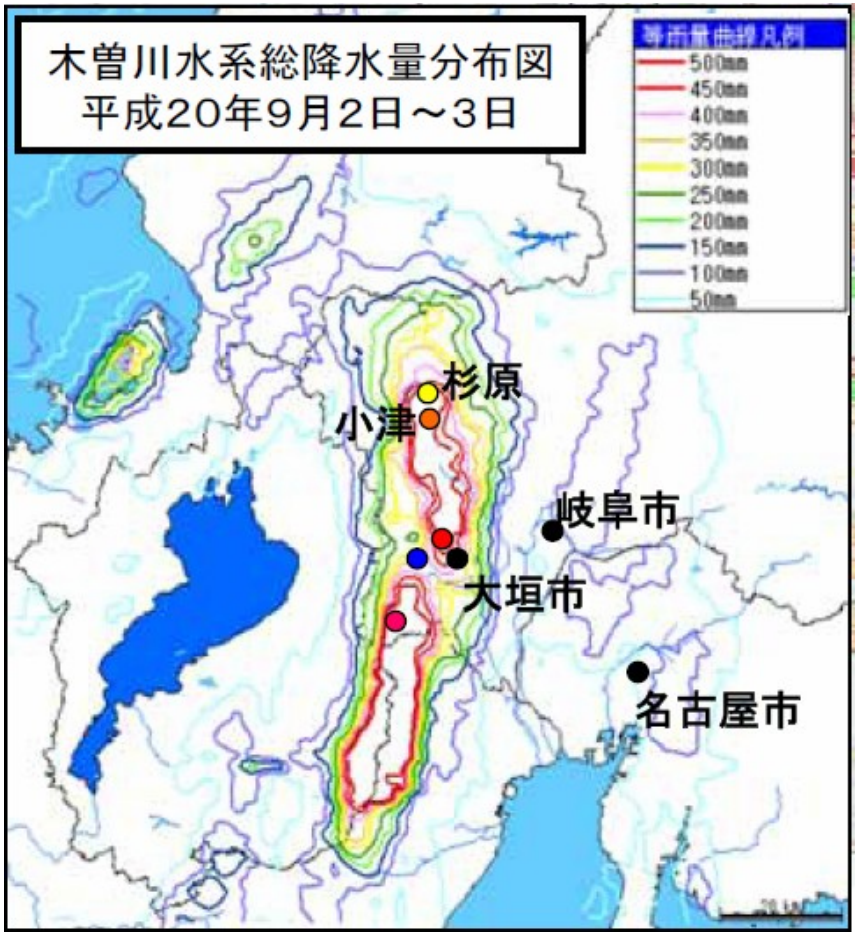
平成24年9月　土石流（揖斐川町坂内坂本）
（ 2012年）

平成26年8月　土石流　国道157号寸断
（ 2014年）　（本巣市根尾大河原）

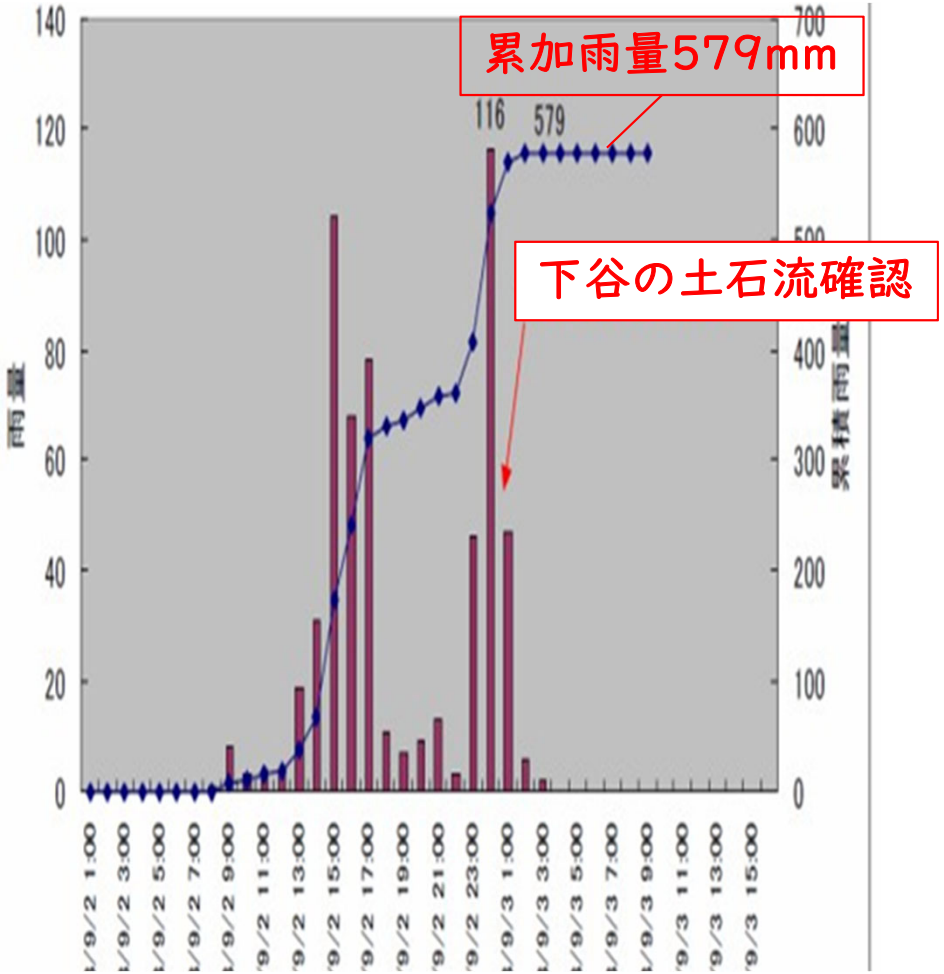
2. 砂防施設点検の必要性　西濃豪雨の雨量

平成20年の西濃豪雨では累加雨量579mmの降雨により地域で多くの災害が発生

Ｈ２０西濃豪雨



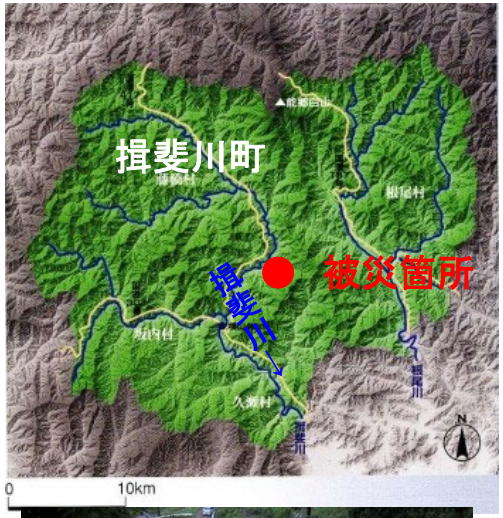
H20西濃豪雨（小津雨量観測所）



2. 砂防施設点検の必要性　西濃豪雨の被害

【平成20年(2008)9月2日～3日（西濃豪雨）】下谷（揖斐川町東津汲）　土石流発生

発生場所：岐阜県揖斐郡揖斐川町東津汲　木曽川水系下谷
発生日時：9月3日午前1時頃 土石流発生
崩壊規模：長さ　約1,100m　移動土塊量　約22,000m3
被害状況：国道303号埋塞、町道崩落、床上家屋1件、床下家屋3件

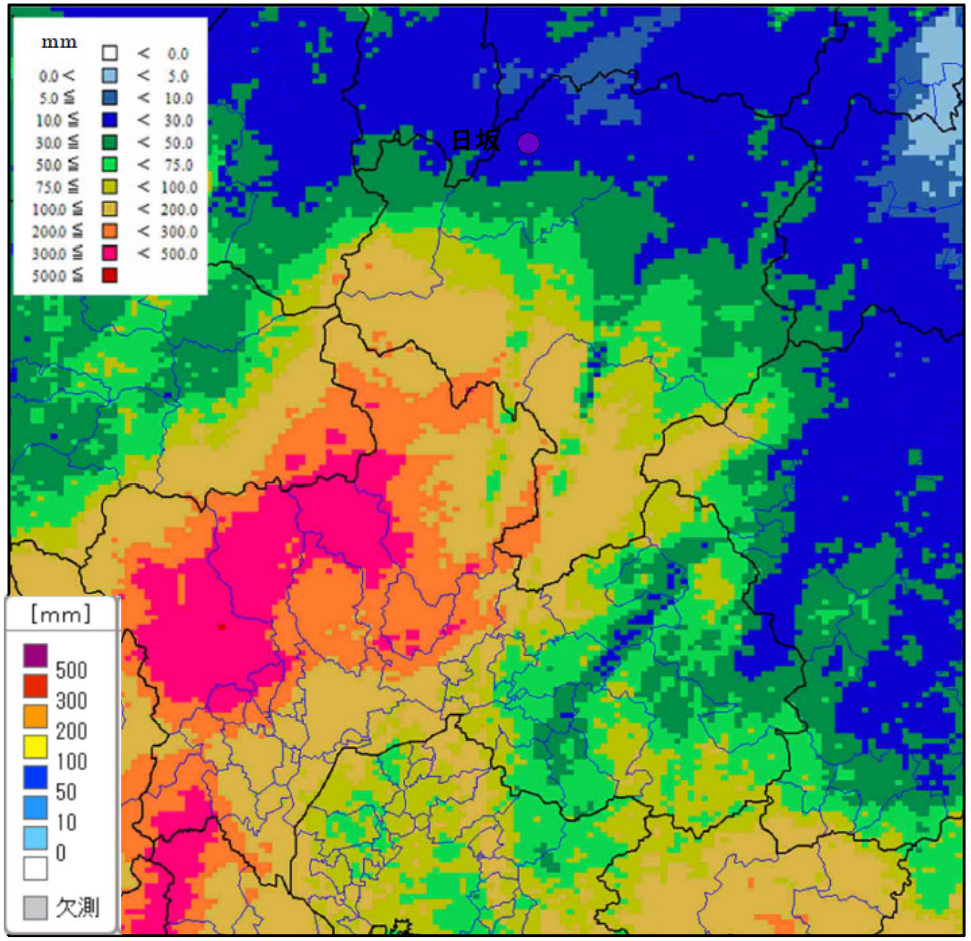


道路管理者と調整を図りつつ、応急対策を実施

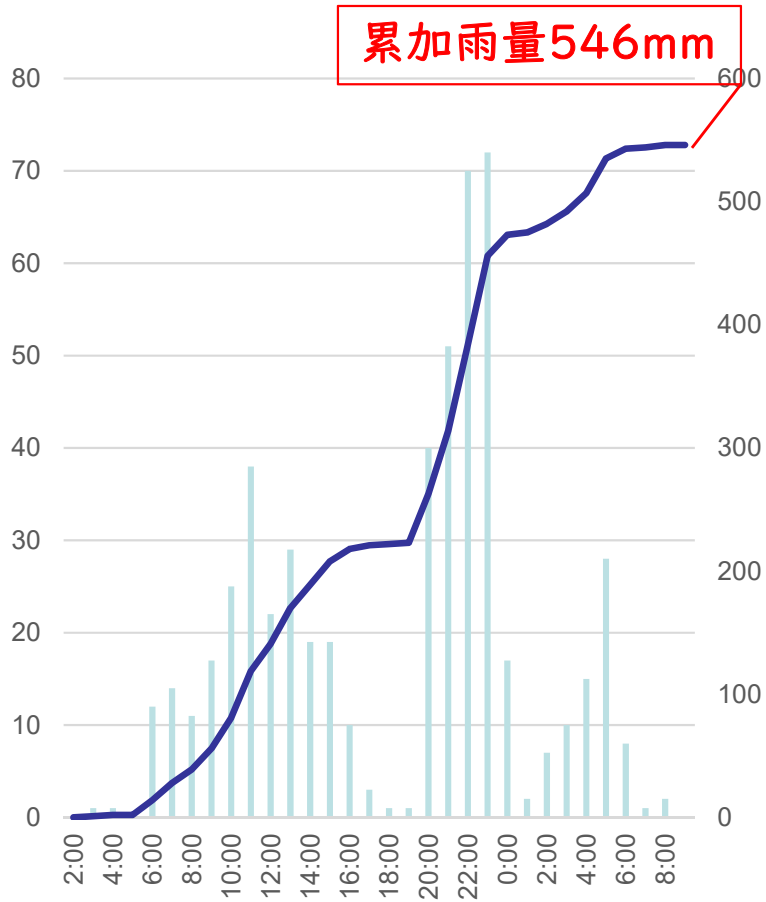
2. 砂防施設点検の必要性　本年も西濃豪雨相当の雨

令和5年の台風7号では累加雨量546mmの降雨

R５台風７号



R5台風７号（日坂雨量観測所）



2. 砂防施設点検の必要性

台風7号　砂防堰堤が土砂や流木を補足し下流への土砂災害を防いだ

砂防施設の機能を維持するために継続的な施設点検が必要！

平常時

台風通過後

揖斐川流域　瀬戸谷第1砂防堰堤の効果事例　詳細は後ほど衛星ブロードバンドでご説明します。

3. 砂防施設点検の現状と課題

砂防施設の機能を維持するため、急峻な山を徒歩で移動し
約2か月もの期間をかけて点検を実施している

〇管内には約200基の砂防施設

〇点検頻度：定期点検（年1回）
　　臨時点検（豪雨・地震時　年３～4回）

〇点検期間：定期点検（４班×2名体制　約２か月）

〇点検内容：目視で把握
・定期点検　摩耗、ひび割れ、洗堀、漏水等
・臨時点検　施設機能の低下の有無

〇危険防止：徒歩による点検中心
・ロープによるルート確保等が必要
・危険生物（熊、蛇、蜂等）への準備・措置
・臨時点検において２次災害防止

〇その他　：点検員の高齢化や担い手不足

点検箇所までの移動

危険な点検作業

臨時点検時の二次災害

3. 砂防施設点検の現状と課題（人力点検の映像）

国土交通省

【映像】現在の砂防施設点検の様子（徒歩移動による点検）

4. ドローンの活用による作業効率化

近年、様々な機能を有したドローンが活用され　省人・省力化が図られている。

現在、人力によって行われている砂防施設の点検等をドローンで行うことで作業効率化が可能となる。

○省人化・省力化

・定期点検期間　人力 2か月　⇒　ドローン1週間＊（目標）

＊目視外の飛行（レベル3飛行等）、機体の機能向上等が必要

○安全性の向上

・危険箇所（急崖地、高所、災害発生箇所）の移動を回避

○ヘリコプター代わる点検が可能

・広域災害時に短期間で被災状況調査、施設点検が可能

○センシング技術の高度利活用

・各種センサー（レーザ計測、赤外線等）による計測・解析

・土量計算など取得三次元データのBIM/CIMへの適用

5. 長時間飛行ドローン等を活用した実証実験（概要）

国土交通省
中部地方整備局
越美山系砂防事務所

開催概要

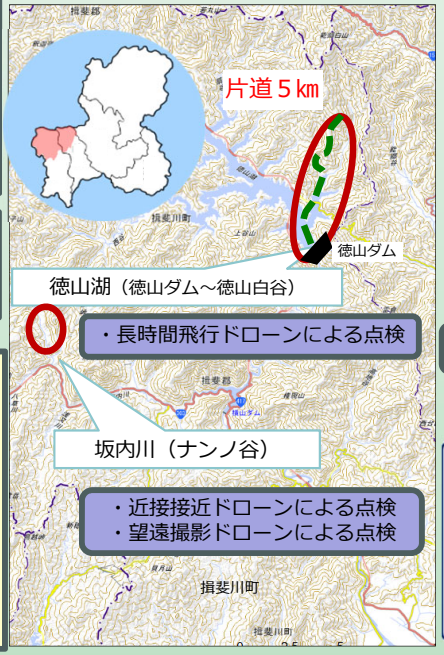
日時：令和5年10月31日(火)　10：00～11：00
場所：徳山ダム管理所（岐阜県揖斐郡揖斐川町開田）
協力：産官学の各機関　12機関
取材機関：ＮＨＫ岐阜、岐阜放送、大垣ケーブルテレビ、中日新聞
　　岐阜新聞、建通新聞社
参加人数：約380人　（実証実験会場 約80人　Web視聴 約300人）

目的

○約２か月もの期間をかけて人力で実施している砂防施設の点検をドローンで行い、作業効率化を目指す

結果

■長時間飛行ドローンによる点検
・約2時間の長時間飛行、往復10km以上の自律飛行・目視外飛行(ﾚﾍﾞﾙ3相当 補助者付)を行い、施設の状況を俯瞰的に確認
■近接撮影ドローンによる点検
・施設に80cm接近し、目視と同等のレベルで摩耗、ひび割れを確認
■望遠撮影ドローンによる点検
・数百m先から施設状況、堆砂状況を俯瞰的に確認
■撮影映像のリアルタイム配信
・携帯電話の不感地帯で衛星コンステレーションを活用しリアルタイム配信

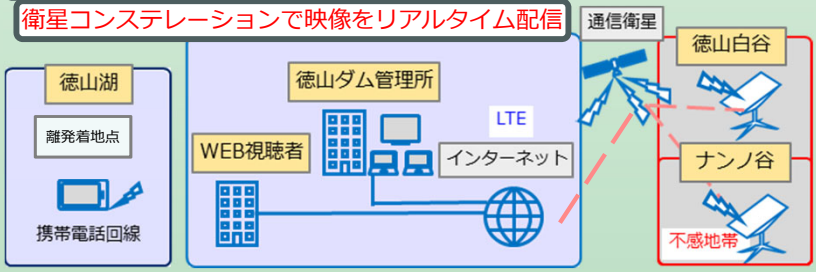


会場

取材状況

配信状況

通信



●長時間飛行ドローンによる点検

・約1時間飛行し、5km先の施設や堆砂状況を俯瞰的に確認

約80名が来場

５km離れた徳山白谷　配信映像

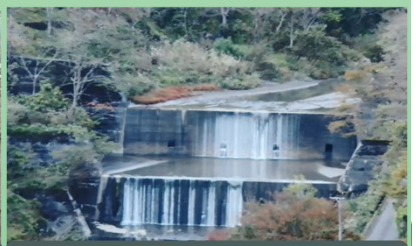
●近接撮影ドローンによる点検

・衝突回避センサーを5m未満に設定し、施設の摩耗、ひび割れを確認

●望遠撮影ドローンによる点検

・望遠ズームで350m,600m先の施設や堆砂状況を俯瞰的に確認

ナンノ谷砂防ダム３号（350m先）


ナンノ谷第１砂防堰堤（600m先）

5. 長時間飛行ドローン等を活用した実証実験（使用機体）

３種類のドローンを使用し砂防施設点検の実証実験を実施

徳山湖（徳山ダム～徳山白谷）

【長時間飛行ドローン】

・長時間飛行による施設を俯瞰的に確認
・国土交通省　長時間飛行ドローンの開発公募　技術仕様適合機

目視外飛行：レベル３相当、補助員付

ナンノ谷

【近接撮影ドローン】

・近接撮影により目視と同等の撮影・点検

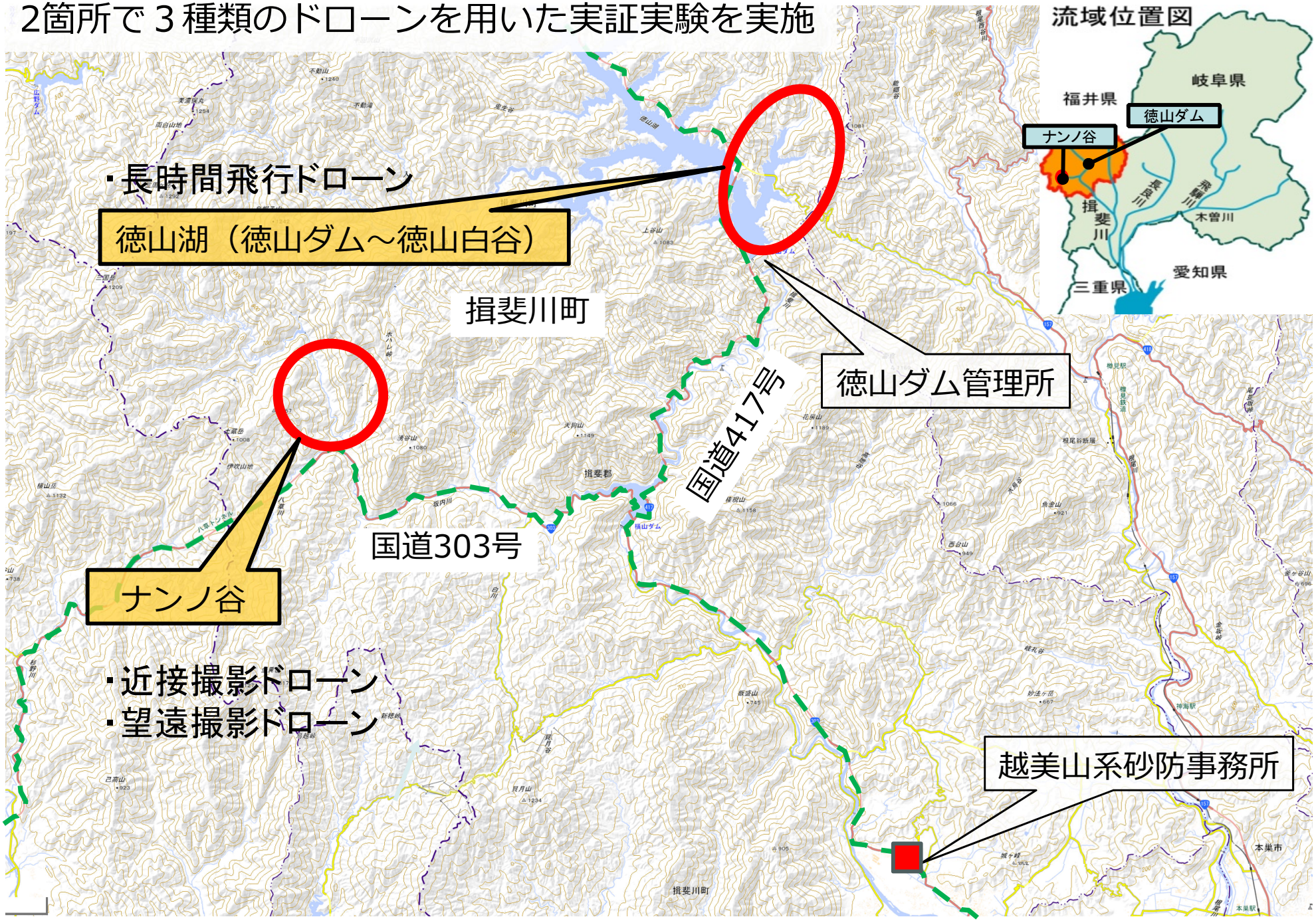
【望遠撮影ドローン】

・望遠撮影により目視と同等の撮影・点検

5. 長時間飛行ドローン等を活用した実証実験（実施場所）

国土交通省
越美山系砂防事務所

2箇所で３種類のドローンを用いた実証実験を実施

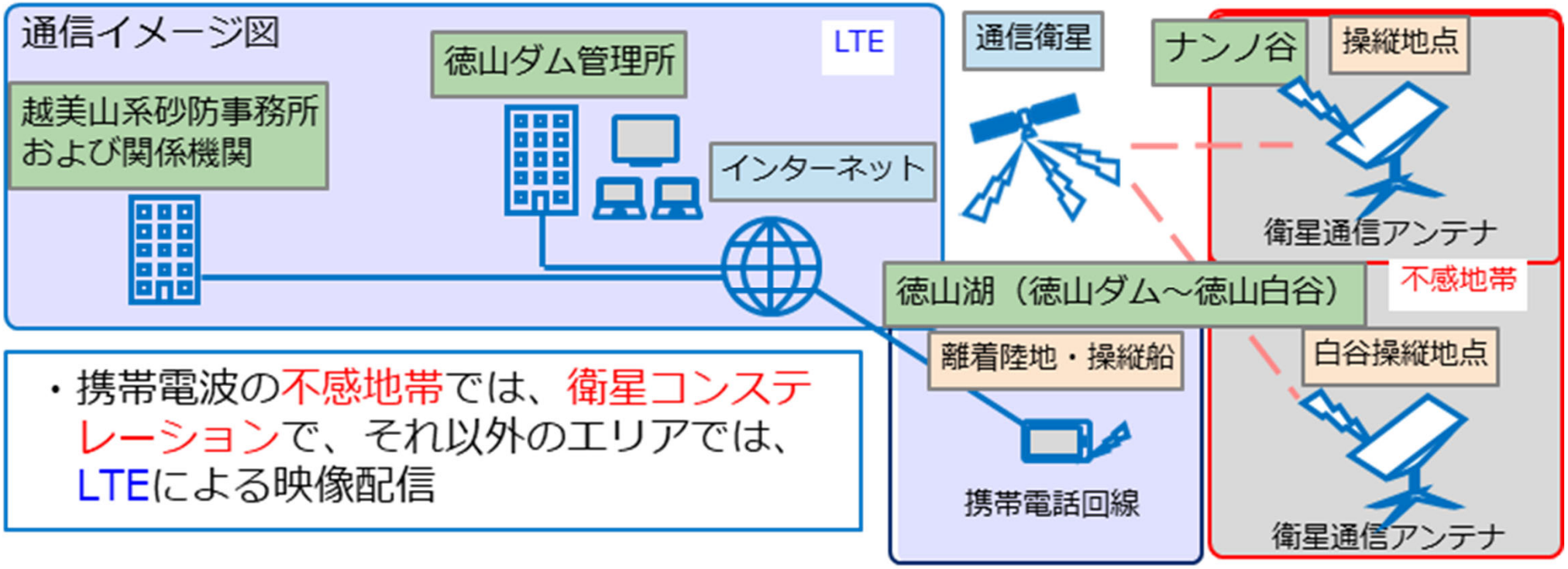


5. 長時間飛行ドローン等を活用した実証実験（衛星通信を活用）

携帯電話不感地帯では**衛星コンステレーション**※を活用して**映像をリアルタイムで配信**

・ナンノ谷から衛星コンステレーションを使用して中継
・徳山湖　徳山白谷から衛星コンステレーションを使用して中継

実証実験の映像配信　衛星通信の活用



・携帯電波の不感地帯では、衛星コンステレーションで、それ以外のエリアでは、LTEによる映像配信

※衛星コンステレーションの詳細は後ほどご説明します。

5．1長時間飛行ドローンによる点検の実験（目的・内容）

実験目的

砂防施設点検の作業効率化には、短期間で多くの施設点検が必要
↓
長時間飛行が可能な機体により施設を俯瞰的に確認

実験内容

■長時間飛行（約２時間）、自律・長距離飛行（往復10km以上）
目視外飛行（レベル３相当※）による点検

- 徳山ダム管理所から離陸し、湖上を約4km北上して徳山白谷に入る
- 徳山白谷では、渓流に沿って1km上流に整備された2基の砂防施設を撮影・点検
※レベル3相当：目視外飛行、補助者付

5．1長時間飛行ドローンによる点検の実験（機体）

使用する機体

主な特徴	国産機 ハイブリッド式（エクステンダーによるバッテリー常時給電） 国土交通省「長時間飛行ドローンの実証」において、レベル3程度までの飛行、3時間を超える長時間連続飛行を達成。
重量 最大積載可能重量	8.8kg （バッテリー、燃料含まず） 3kg （燃料除く）
機体寸法	900×900×450 mm
通信方法	無線およびLTE
最大飛行時間	最長3時間
カメラ	使用するカメラの仕様等 1/2.8インチCMOS、画素数4,656×3,496

5．1長時間飛行ドローンによる点検の実験（飛行ルート）

国土交通省
越美山系砂防事務所

飛行ルート選定理由

飛行ルートは、以下の条件を踏まえて選定

- 関係者以外立ち入り禁止区域にできること
  離発着：徳山ダム管理所
  飛行ルート：
  湖上、徳山ダム山林公有地化事業実施済の区域
- 汎用機では飛行困難な
  長時間・長距離飛行の航行ができること
  飛行時間：約2時間、飛行距離：往復10km
- 飛行ルート近傍に、建物、宅地、車や人の往来のある道路が無いこと
  橋梁近傍通過の際は、橋梁上空を避け陸側のトンネル上空を飛行
- 管理者の了承が得られたこと

飛行ルート・点検施設

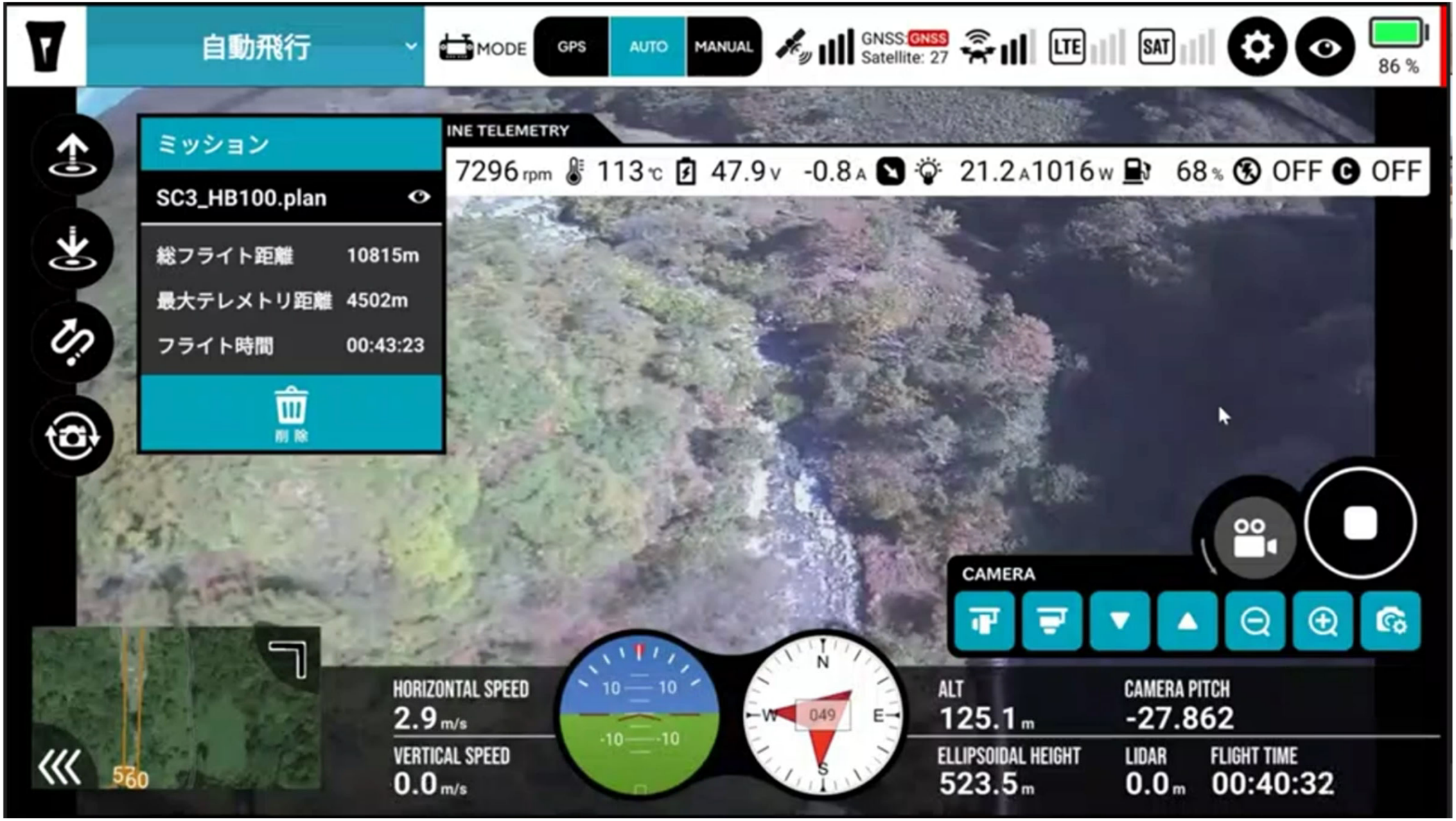
従来、巡視船により実施している徳山ダム貯水池巡視（水上）の一部（表層の崩壊等）をドローンにて実施

5．1長時間飛行ドローンによる点検の実験（関係法令）

関係する法令	必要な手続きおよび飛行条件等
航空法	カテゴリーⅡ飛行に該当 特定飛行（目視外、補助者あり）のため、航空局許可申請済 （2023.9.27 許可・承認） 条件：目視外飛行区間での補助者の配置。 第三者上空を飛行しない。
道路交通法	条件：人・車の往来のある道路上空を飛行しない
民法	条件：私有地上空を飛行しない
河川法 砂防法	岐阜県、水資源機構徳山ダム管理所に飛行計画等実施計画書提出済
その他の 法指定区域等	森林区域（保安林）岐阜県への申請済 飛行禁止区域（徳山ダム）ダム管理者へ申請済
その他考慮する法令等	電波法、小型無人機等飛行禁止法、県・市町村条例について確認済

5．1長時間飛行ドローンによる点検の実験（映像）

国土交通省
越美山系砂防事務所



近接撮影

実験目的

・砂防堰堤の摩耗、ひび割れ等の点検では、施設に近づいて確認することが必要
・施設との距離5m未満で近接撮影

実験内容

・操縦地点からナンノ谷第2砂防堰堤に向かう
・衝突回避センサーを5m未満に設定し、撮影
・施設の摩耗、ひび割れ等の有無を点検

5．2　近接撮影ドローンによる点検の実験（機体）

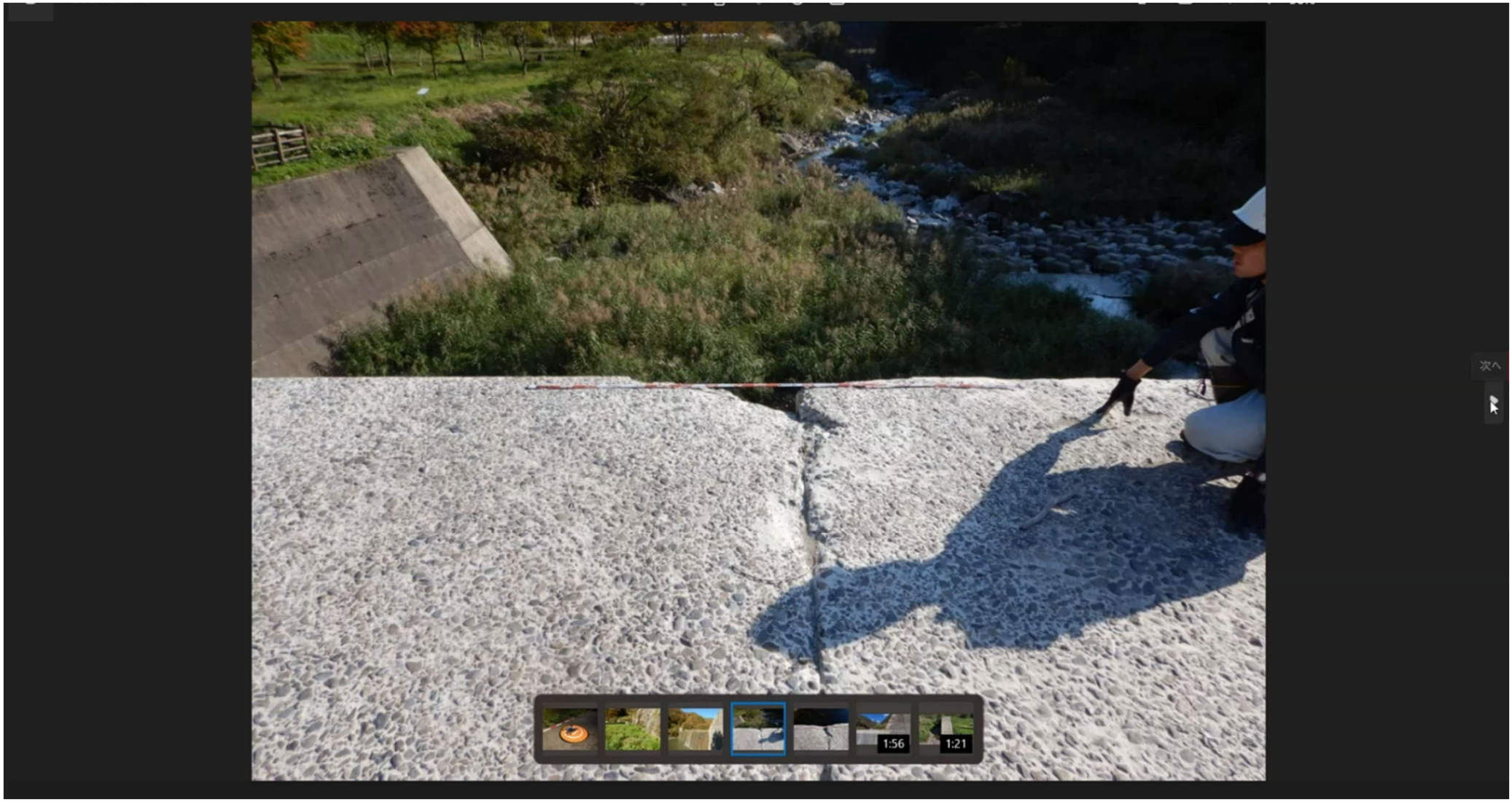
近接撮影

・Visual SLAM※搭載
・障害物回避センサー作動距離の設定による近接撮影
・機体真上の撮影が可能
・映像出力不可
※Visual SLAM：機体周囲のカメラにより周囲の地物をマッピングする機能。

近接撮影

ナンノ谷第1砂防堰堤
ナンノ谷砂防ダム3号
ナンノ谷第2砂防堰堤
③ナンノ谷第１砂防堰堤
操縦地点から600m上流
②ナンノ谷砂防ダム3号
操縦地点から350m上流
①ナンノ谷第２砂防堰堤
操縦地点
坂内川
700
600
近接撮影
施設①を対象に
5m未満で近接撮影
望遠撮影
施設①～③を対象に
望遠ズームで撮影

5．2　近接撮影ドローンによる点検の実験（映像）



望遠撮影

実験目的

・豪雨、地震直後の臨時点検では、アクセス路の寸断等により施設近傍まで近づけない

・数百m先の施設を撮影

実験内容

・操縦地点の上空100mでホバリング

・下記の施設を望遠ズームで撮影

①操縦地点：ナンノ谷第2砂防堰堤

②350m上流：ナンノ谷砂防ダム3号

③600m上流：ナンノ谷第1砂防堰堤

5．3　望遠撮影ドローンによる点検の実験（機体）

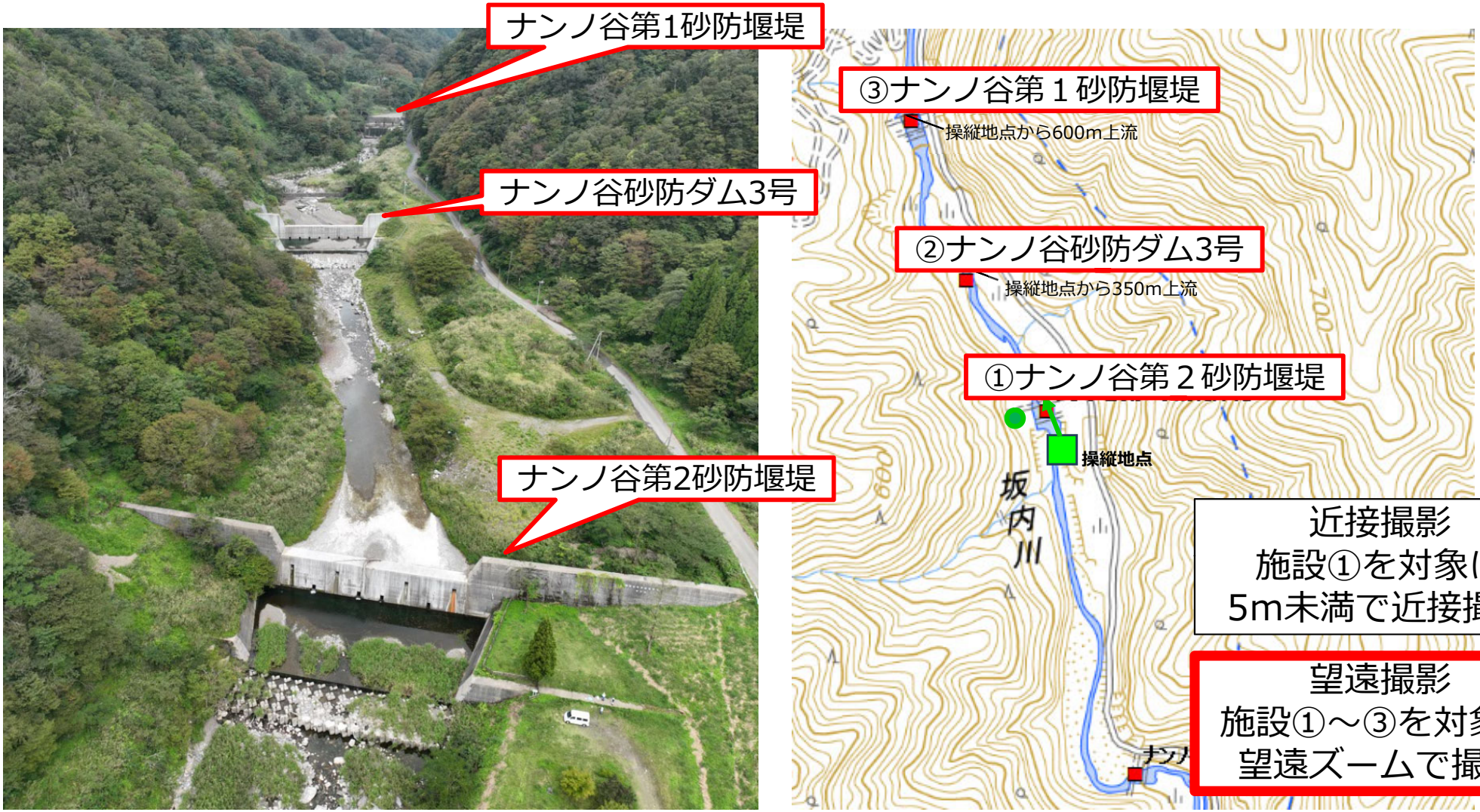
望遠撮影

・機体に交換型カメラ取り付け可
（実験では 光学20倍（デジタル100倍）ズームカメラ使用）

・飛行性能が高い
(耐風・防水性能、位置精度、飛行時間、積載可能重量)

5．3　望遠撮影ドローンによる点検の実験（飛行ルート）

望遠撮影

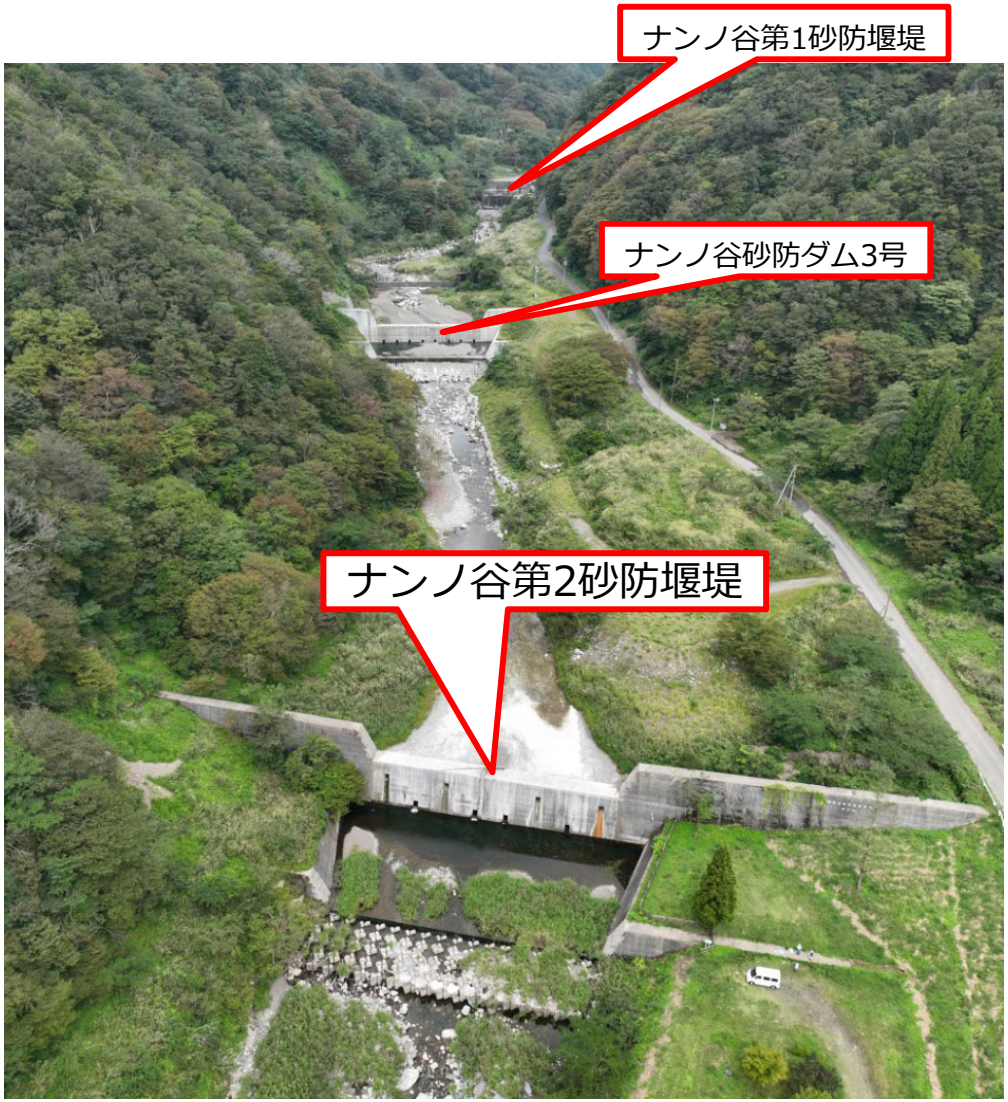


近接撮影
施設①を対象に
5m未満で近接撮影

望遠撮影
施設①～③を対象に
望遠ズームで撮影

5．3　望遠撮影ドローンによる点検の実験（映像）

国土交通省



5．4　実証実験で得られた知見

■長時間飛行ドローンによる点検
・約2時間の長時間飛行、往復10km以上の自律飛行・目視外飛行(ﾚﾍﾞﾙ3相　当 補助者付)を行い、施設の状況を俯瞰的に確認

■近接撮影ドローンによる点検
・施設に80cm接近し、目視と同等のレベルで摩耗、ひび割れを確認

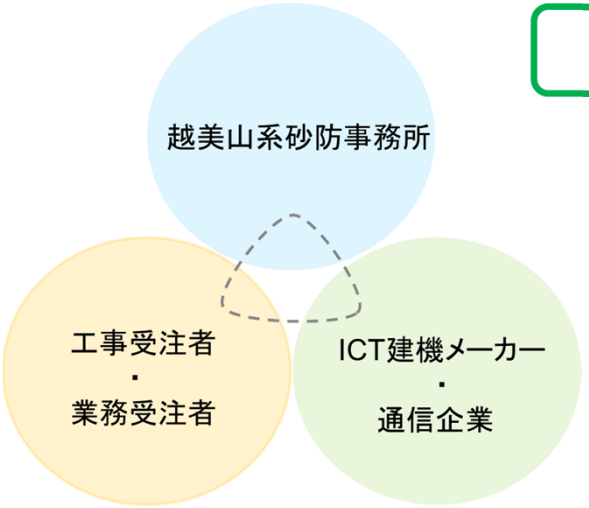
■望遠撮影ドローンによる点検
・数百m先から施設状況、堆砂状況を俯瞰的に確認

■撮影映像のリアルタイム配信
・携帯電話の不感地帯で衛星コンステレーションを活用し、リアルタイム配信

6. 山間部における通信環境の現状と課題

国土交通省

インフラ分野のDX推進のため、当事務所では工事・業務受注者との
「砂防 ICT 意見交換会」や ICT 建機メーカー，通信企業等と打ち合わせを実施



・関係者との連携

砂防ICT意見交換会

ICT建機メーカー・通信企業等との打ち合わせ

・越美山系砂防事務所インフラDX行動計画の策定

6. 山間部における通信環境の現状と課題

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

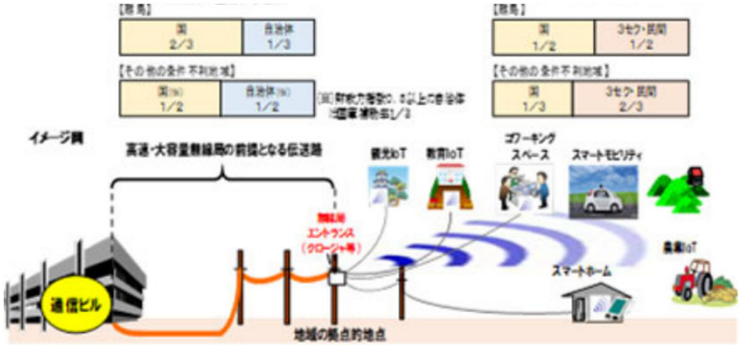
- 連絡や現場確認の時間やコストがかかる
- 緊急時の連絡が速やかにとれない
- IT技術が活用困難

コストが少なく、多くのデーターを送受信できるシステムが必要

通信環境の整備例

・光ファイバー敷設・通信基地局設置

大規模な工事が必要
導入コストが大きい



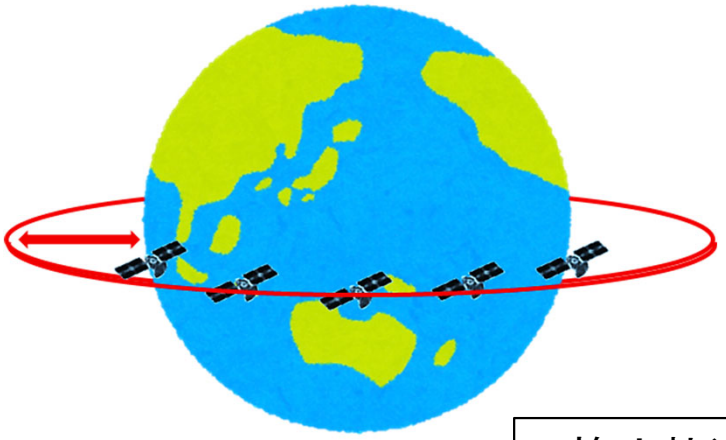
・静止軌道衛星通信サービス

比較的容易に導入可能
通信箇所が限られる
データ量少、遅延が生じる

7. 衛星コンステレーションの活用（静止衛星との比較）

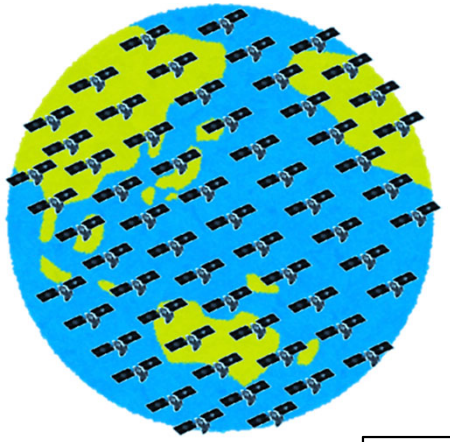
・人工衛星に使用される機器の小型軽量化や衛星打ち上げ費用の低廉化により
・小型工衛星の実用化が容易になっていることを受け
・中・低軌道に打ち上げた衛星を連携させて一体的に運用する
衛星コンステレーションが構築されている。

【静止衛星】



静止軌道
（約36,000km）

【衛星コンステレーション】



小型非静止衛星
（約550km）

・赤道約36,000km上空の静止軌道を
自転周期と同じ周期で周回
・衛星の通信容量が1基分となるため小さい
・静止軌道上への新規衛星の追加は
非常に困難

・静止軌道よりも地表に近い
上空約550kmの高度を周回
・衛星の通信容量が衛星の数分となり大きい
・赤道上空に限らないため、まだ軌道に余裕あり

7. 衛星コンステレーションの活用（特徴）

▶多数の衛星により静止軌道では困難な地域と通信が可能

緊急時・平時を問わず
陸上・海上・航空機上で、静止軌道では困難な地域と通信が可能

▶安価で簡易に場所を変更して利用が可能

通信機器は、受信機（アンテナ）・電源ユニット・ルーターで構成されており、安価で場所を変えて使用することが可能

▶通信速度が速い

静止衛星に比べて地表へと大きく近づくため伝送遅延が小さく
高速大容量通信など多様な通信サービスの提供が可能

8. 衛星ブロードバンドサービスを用いた通信環境の実証実験（概要）

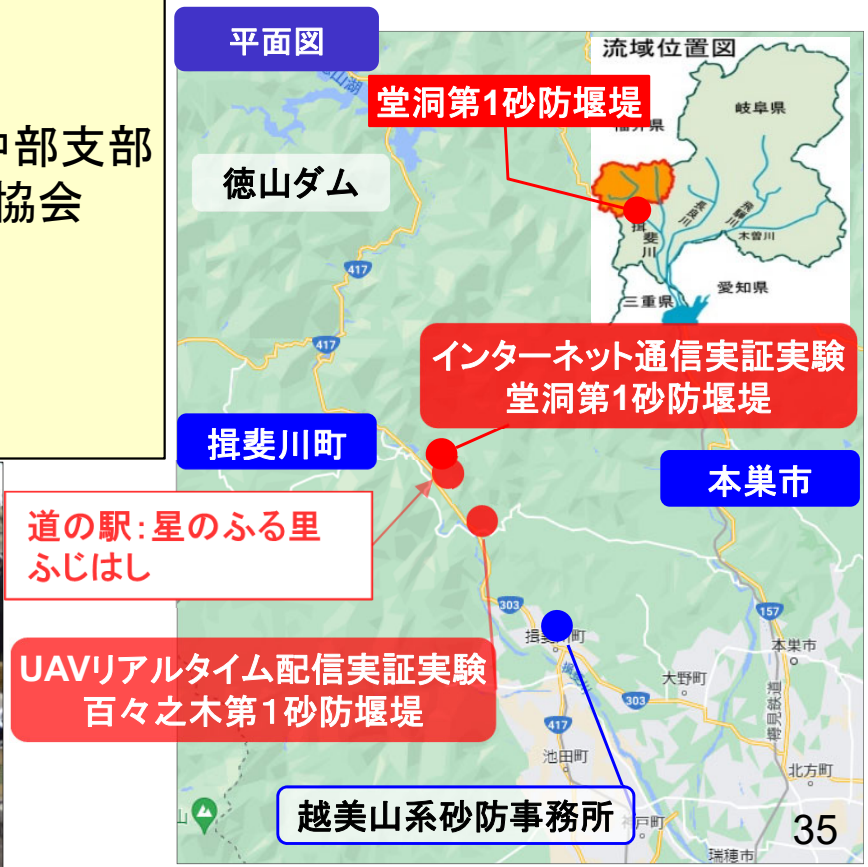
国土交通省
越美山系砂防事務所

衛星ブロードバンドサービスを用いて
通信環境構築の可能性について2つの実証実験を実施

①遠隔臨場実証実験
実験場所：堂洞第一砂防堰堤（モバイルデータ通信等の不安定な工事現場）

②ドローンリアルタイム配信実証実験
実験場所：百々之木谷第一砂防堰堤（モバイルデータ通信等の通信ができない工事現場）

【開催概要】
日時：令和5年3月13日（月）10:30～11:30
場所：道の駅：星のふる里ふじはし（岐阜県揖斐川町）
協力：岐阜県　揖斐川町　本巣市
（一社）岐阜県建設業協会（一社）日本建設機械施工協会中部支部
（一社）岐阜県建設コンサルタンツ協会　（一社）揖斐建設業協会
（一社）中部地域づくり協会（一社）岐阜県測量設計業協会
KDDI(株)（株）パスコ　砂防工事安全技術協議会他
現地視察者数：約70人
WEB視聴者　：約150人



8．1　遠隔臨場実証実験（目的・内容）

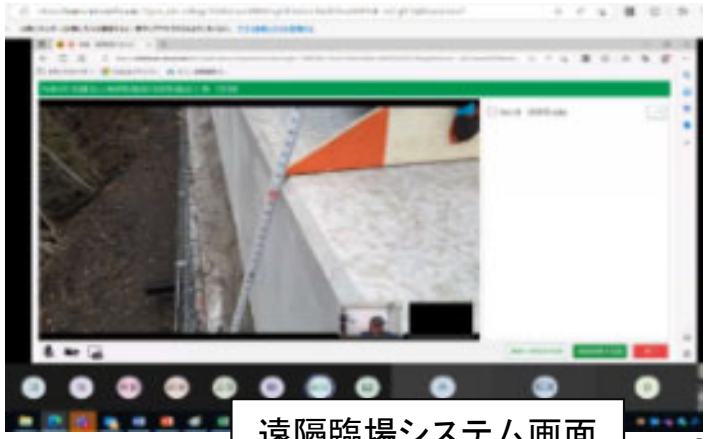
実験目的

- 衛星コンステレーションにより、山間部で容易に安定した遠隔臨場が可能となるか確認
- 衛星コンステレーションと既存のモバイルデータ通信を比較し、通信状況や建設現場における適用性、課題等を確認

実験内容

①工事現場と会場の間で、遠隔臨場による現場確認を行い、安定してスムーズにできるか等を確認
②接続方法は一般的な通信手段である携帯電話（モバイルデータ通信）によるものと衛星コンステレーションによるインターネット接続で実施し、その比較により有用性や課題を把握
③設置環境の制約など建設現場における適用性を評価

会場の様子


遠隔臨場システム画面

8. 2 ドローン リアルタイム配信実証実験（目的・内容）

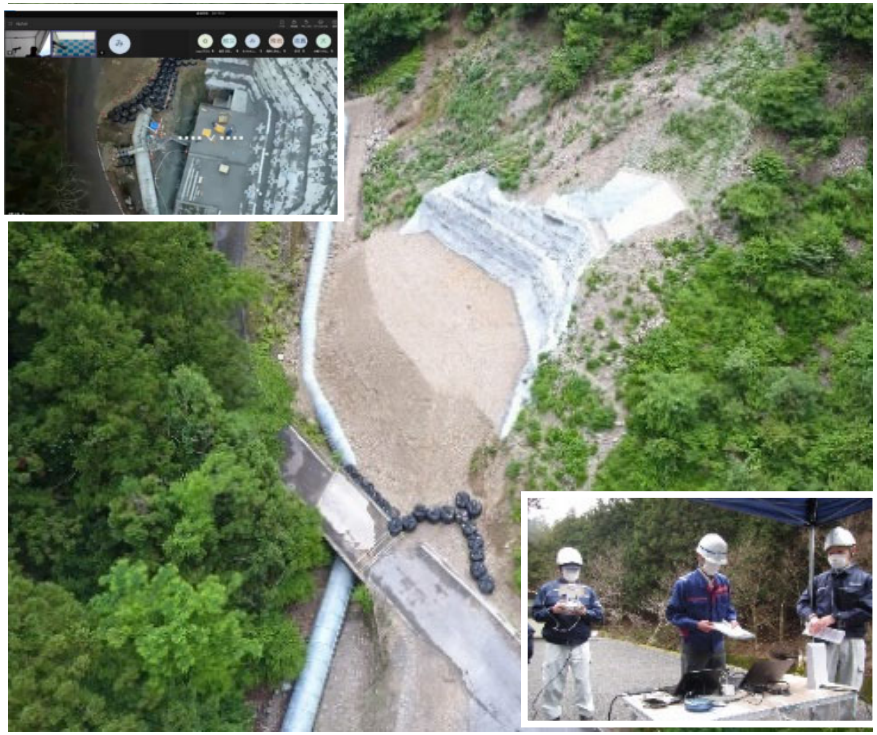
国土交通省
越美山系砂防事務所

実験目的

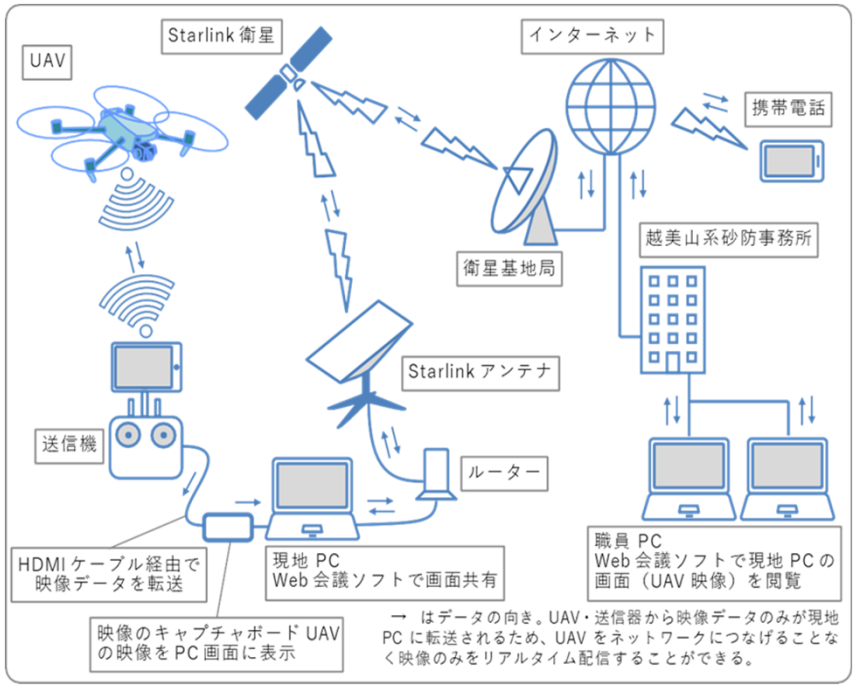
▸モバイルデータ通信のできない場所でもドローンのカメラ映像をWeb会議システムを通して事務所等にリアルタイム配信できるか確認

実験内容

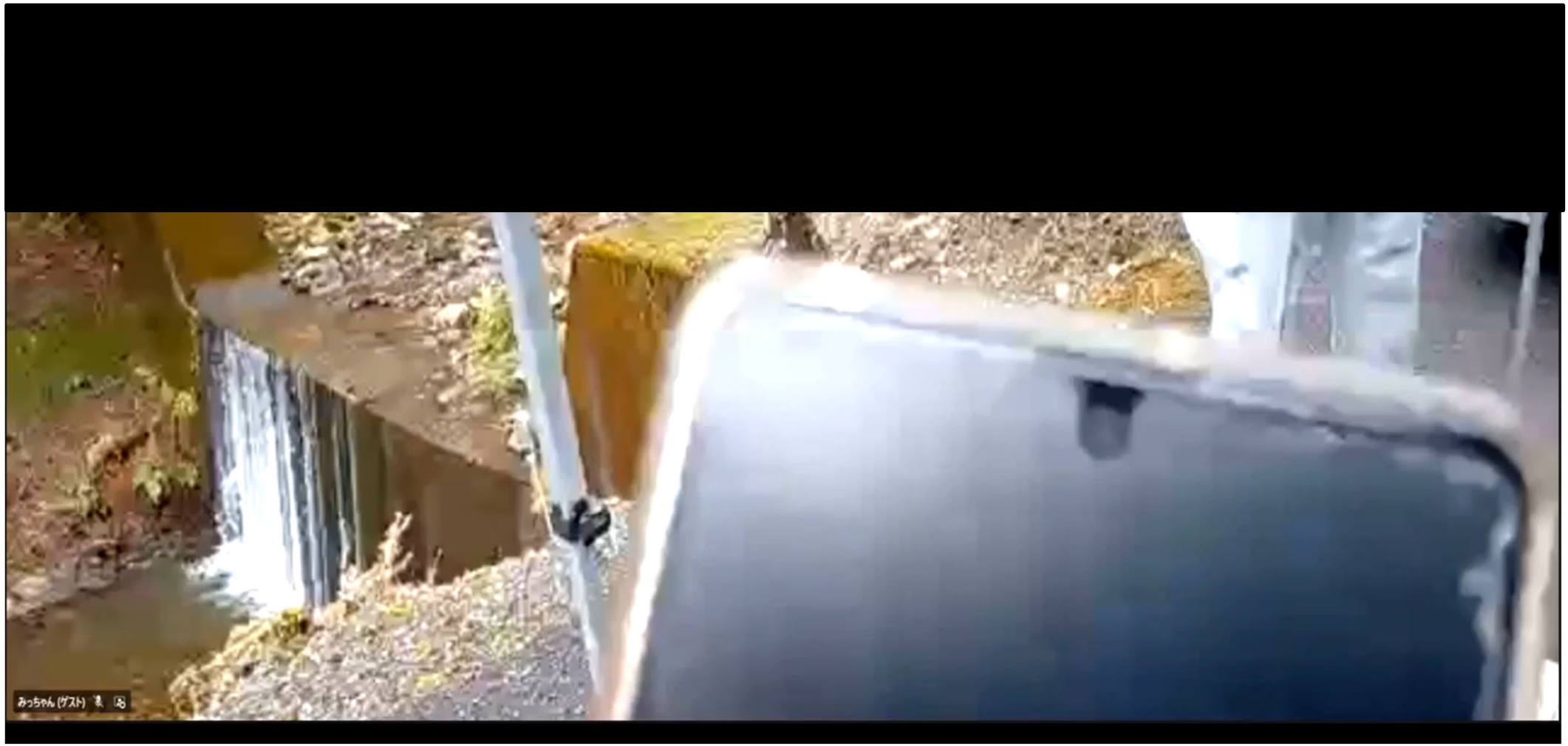
① 現地における通信状況（速度、連続的な通信等の通信品質）の確認
② ドローン搭載カメラからの映像をWeb会議システムを通して配信
③ 事務所等の遠隔地の岐阜県庁担当者からの示を受けドローン操縦



・接続イメージ



8．2 ドローン リアルタイム配信実証実験（映像）



遠隔地の岐阜県庁担当者の指示でUAVによる映像配信を実施

【映像】望遠撮影ドローン点検

8. 3 実証実験で得られた知見

実証実験により、通信ができなかった山間部でも
上空が開けた箇所に受信機（アンテナ）を設置すれば
衛星コンステレーションによるデータ通信ができることを確認

工事現場の通信環境整備

◇山間部の工事現場でも遠隔臨場による立ち会いが可能

- 現場へ行く必要がなくなることによる業務効率化
- 現場と事務所間の往来が減り、GX 推進にも寄与

◇平常時・緊急時の通信・連絡手段が確保可能

- 工事の安全性、生産性が向上

UAV等による現地確認

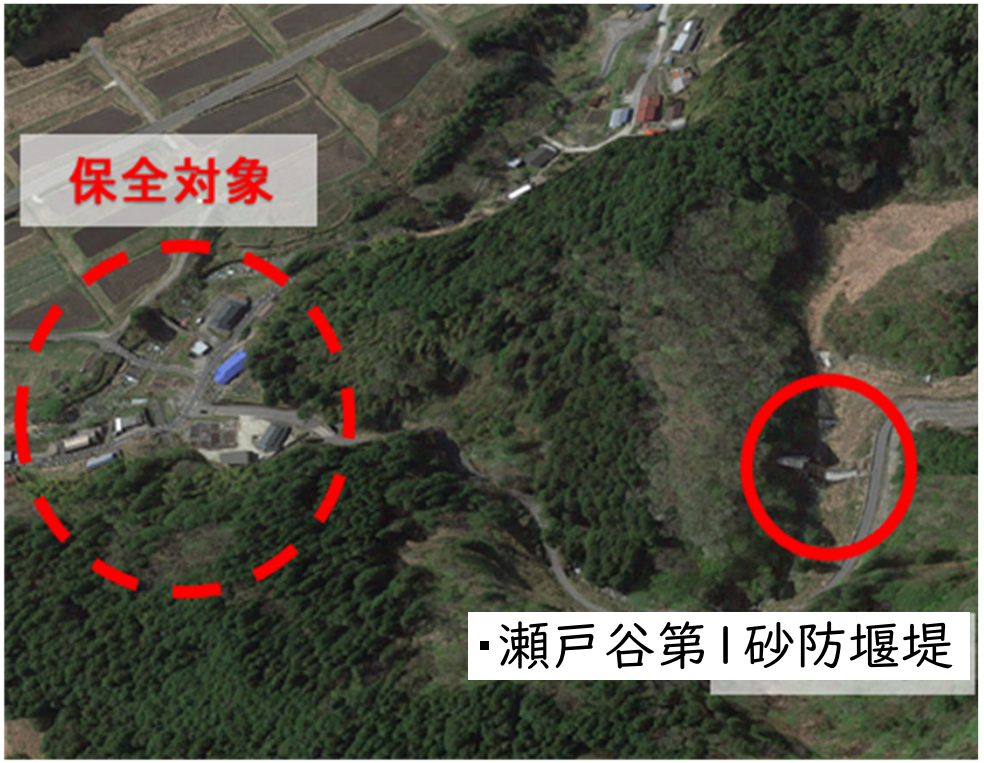
◇衛星コンステレーションとUAVやウェアラブルカメラをリンクさせることで、山間部でも遠隔地から指示し、リアルタイムで現地確認することが可能

- 平常時の点検業務の効率化
- 遠隔地でも迅速な状況把握が可能

8．4　衛星インターネットサービス実務への活用①緊急点検

国土交通省
越美山系砂防事務所

電波不感地帯の瀬戸谷第1砂防堰堤から緊急点検内容を
衛星コンステレーションを活用し
災害対策支部の事務所へリアルタイムで報告



瀬戸谷第1砂防堰堤
【施設諸元】
設備構造：透過型／鋼製
設備高：13m
設備長：39m

8．4　衛星インターネットサービス実務への活用①緊急点検

国土交通省
越美山系砂防事務所

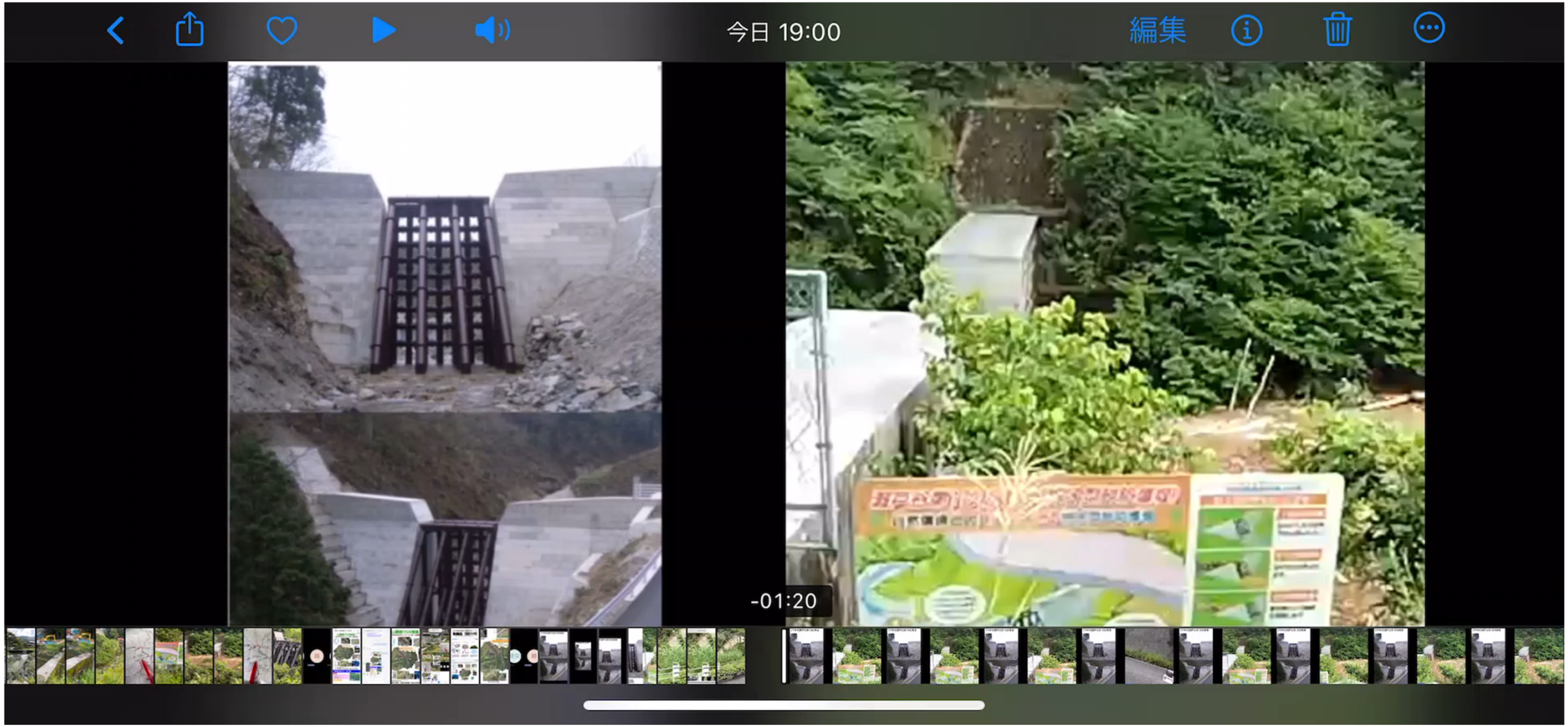
LTE不感地帯で緊急点検内容を災害対策支部へリアルタイムで報告

平常時

台風通過後

8．4　衛星インターネットサービス実務への活用①緊急点検

国土交通省



【動画】瀬戸谷第１砂防堰堤からの報告　の模様

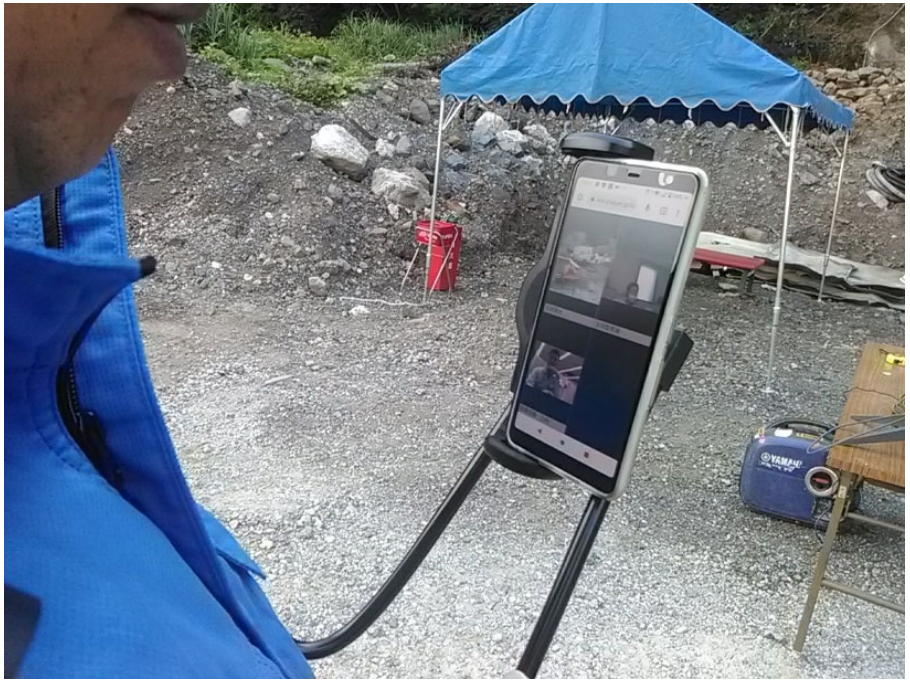
8．5　衛星インターネットサービス実務への活用②工事現場

国土交通省
越美山系砂防事務所

衛星コンステレーションを使用した工事受注者より

- 現場でインターネット通信による連絡が可能となり、
  本社や発注者と連絡できるようになり業務が効率化された。

- 現場にインターネット通信環境が整備されたことにより、
  急激な気象状況の変化を速やかに把握することが可能となった。



令和4年度　越美山系ナンノ谷砂防堰堤1号工事現場ほか
（株）久保田工務店

※実証実験後、事務所管内の通信環境のない工事現場のうち約7割の現場で導入済み

9. ドローン施設点検の今後の展望

越美山系砂防　ドローン施設点検の行動計画

これまで～令和５年度

・ドローンレベル3自律飛行による砂防施設点検ルート検討、基礎データ等の取得

令和６年度

・ドローンレベル3自律飛行による砂防施設点検の試行・検証
・携帯電話通信圏外箇所でのドローンレベル３飛行の試行・検証

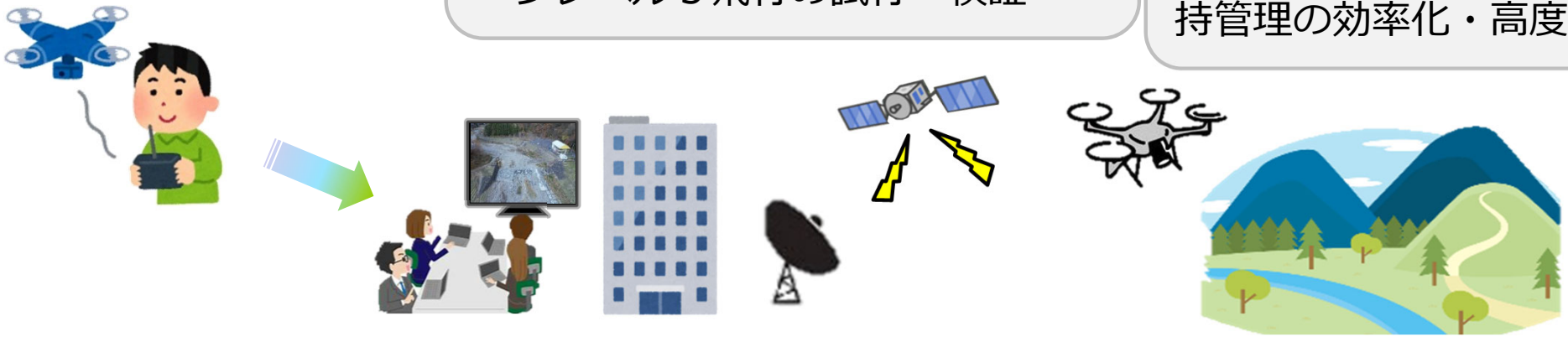
令和７～８年度

・ドローンレベル3自律飛行による砂防施設点検の試行・検証、実装
・携帯電話通信圏外箇所でのドローンレベル３飛行の試行・検証

目指す姿

・ドローン目視外自律飛行（レベル３飛行等）技術を活用により平時の砂防施設の維持管理の効率化・高度化

✓ドローンの活用により、施設点検を省力化かつ安全に実施
✓ドローンの機動力を活用し、広域災害への迅速な対応
✓ドローン取得データを活用し、施設維持・管理を効率化
✓衛星コンステレーション等によるドローン操縦によりレベル４（自動点検）を目標



9. ドローンによる砂防施設点検の今後の展望

将来の施設点検イメージ

Before

○人力による点検
・徒歩で急斜面を移動するため危険を伴う
・施設間の移動に時間を要する
・担い手不足

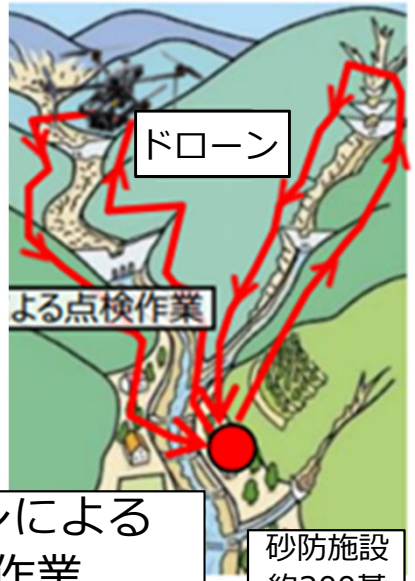
定期点検　約2か月

人力による点検作業

After

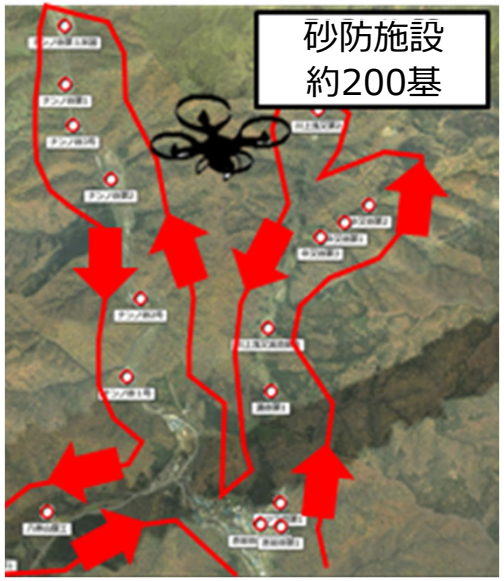
○ドローンによる点検
・アクセス時間・作業時間の短縮
・作業の安全性向上
・省人、省力化

定期点検
約１週間（目標）



ドローンによる
点検作業

砂防施設
約200基



（「国土交通省インフラDXアクションプラン（第2版）」概要版に加筆）

10. 今後のドローンの活用案　①砂防工事

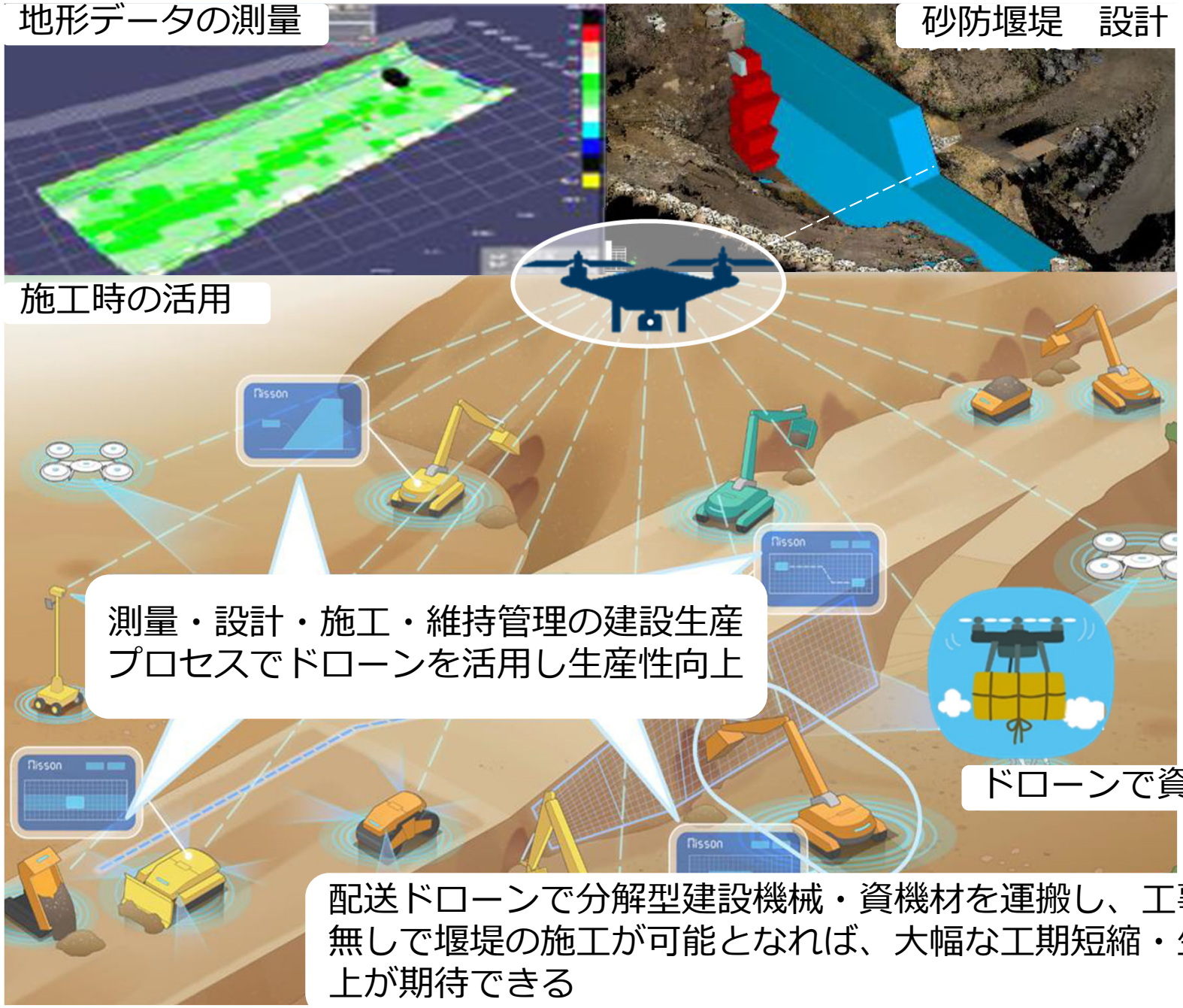
●砂防工事等における活用案

測量・設計・施工・維持管理の各段階でドローンを活用し
作業効率化、生産性向上を図る

○3次元点群データ取得
○3次元点群データによる施設設計
○地形データを上空から常時取得し、施工管理・工程管理
○遠隔監視、遠隔臨場
○配送ドローンで建設機械、資材を運搬し
　工事用道路無しで施工

10. 今後のドローンの活用案　①砂防工事

イメージ図



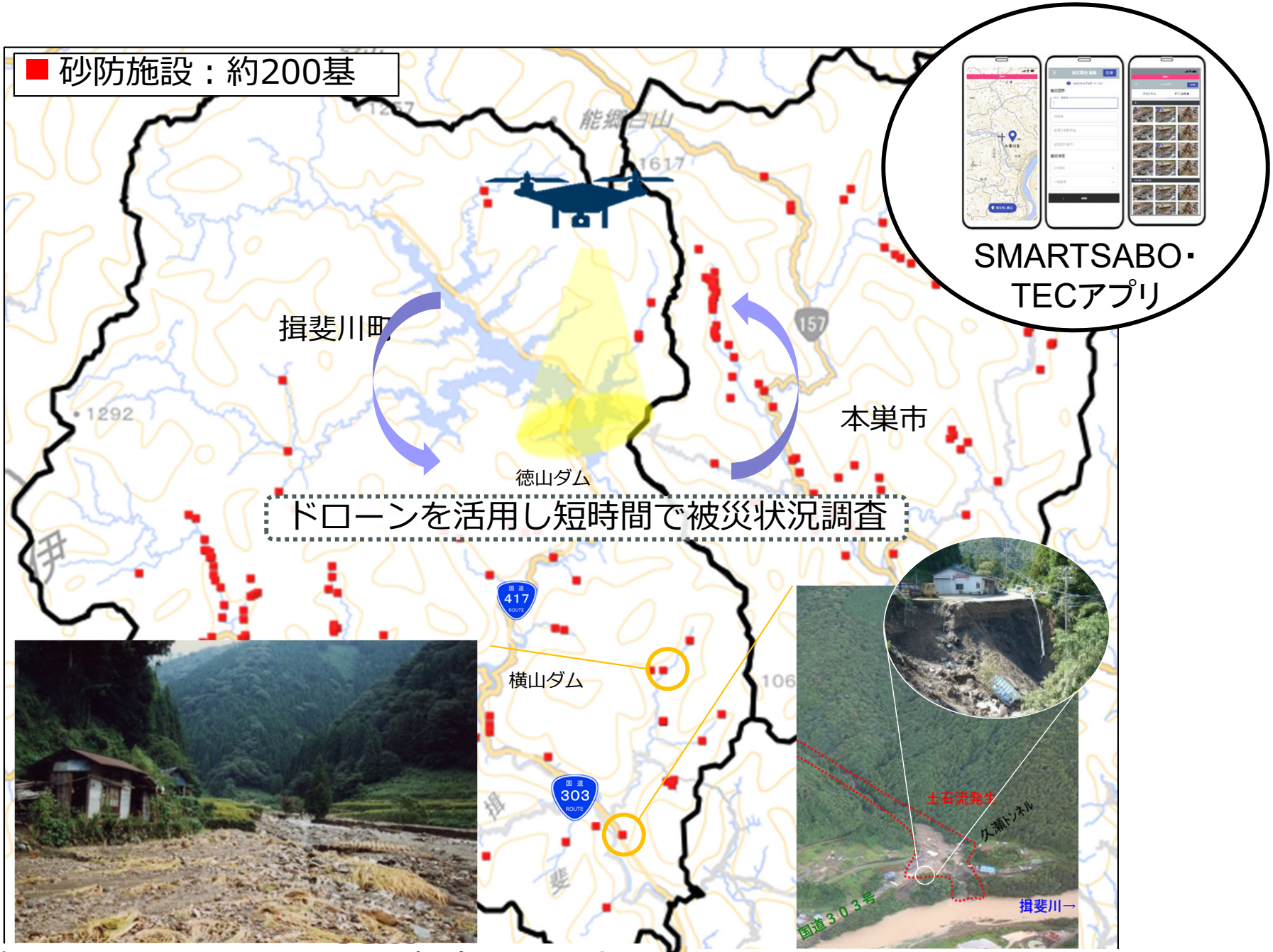
10. 今後のドローンに活用案　②災害時

●災害時における活用案

短期間で被災状況調査や臨時点検を実施し
被災地域の早期の復旧・復興

○豪雨・地震後の臨時点検や被災状況調査
○取得映像のリアルタイム配信
○情報連携アプリSMARTSABO・TECアプリを連携させ
　関係機関と情報共有
○3次元点群データから被災箇所の地形モデルを作成
○早期の復旧・復興

10．2今後のドローンの活用案　②災害時



高知川の支川で発生した土石流（平成元年）

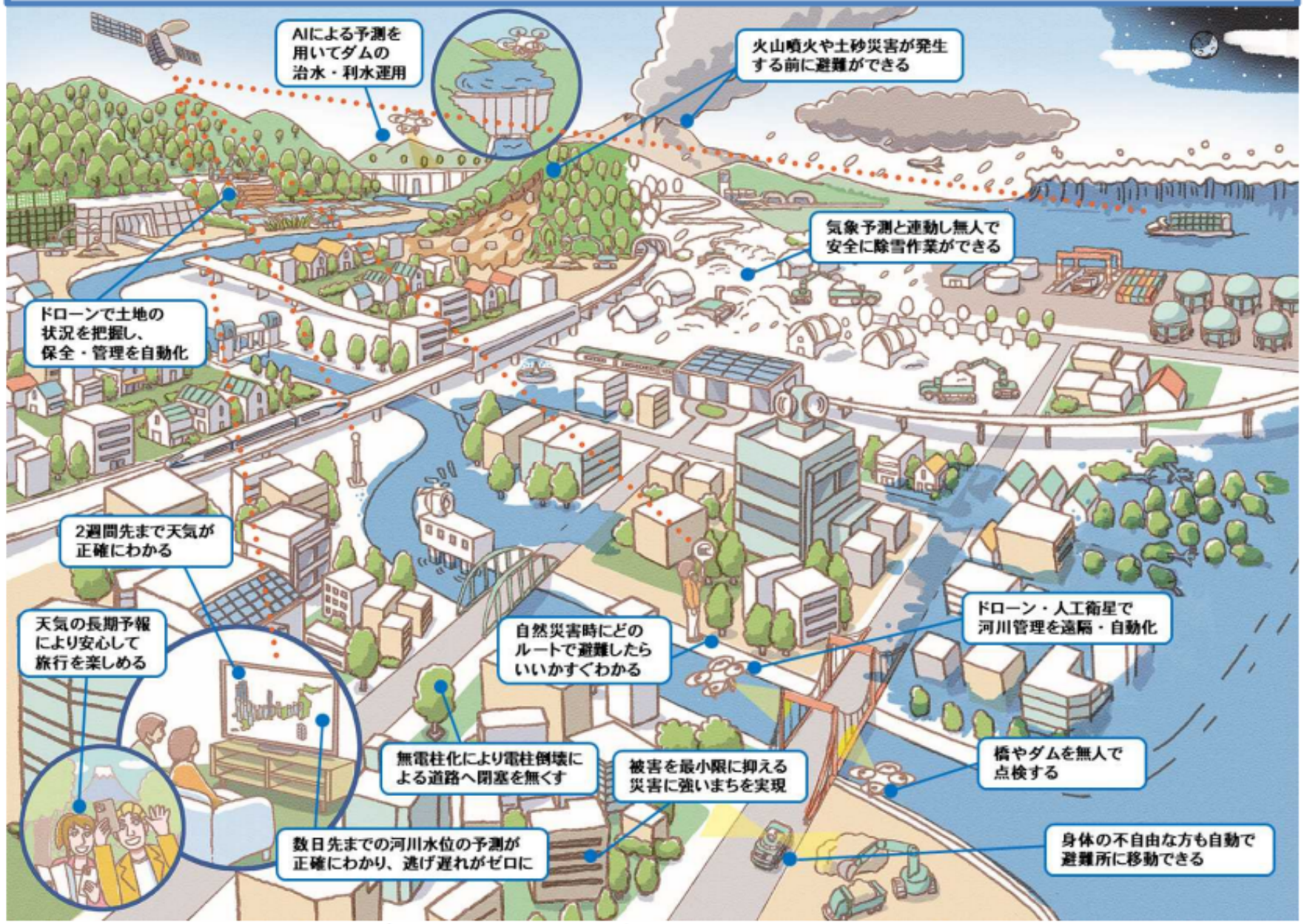
下谷で発生した土石流（平成２０年）

10. 今後のドローンの活用案　③砂防データベース

●砂防データベースによるデータ管理

○砂防関連施設の数は膨大であり完成年度が古い施設も多いため、
　データ化やデータベース化し効率化を図る
○現地調査の情報とデータベースを連動し効率化を図る

国土やインフラの保全・管理の自動化が進み、効率的な運営が行われる社会
気象予測の高精度化やインフラ・建物の強靭化が進み、自助・共助・公助により被害が最小化する社会



※20~30年先（おおむね2040~2050年頃）の将来を想定し、長期的な視点で実現を目指す将来の社会イメージとして作成

（「第5期 国土交通省 技術基本計画 」概要版から抜粋）