UAVの自律飛行による
天然ダムの緊急調査及び
被災状況把握に関する手引き

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

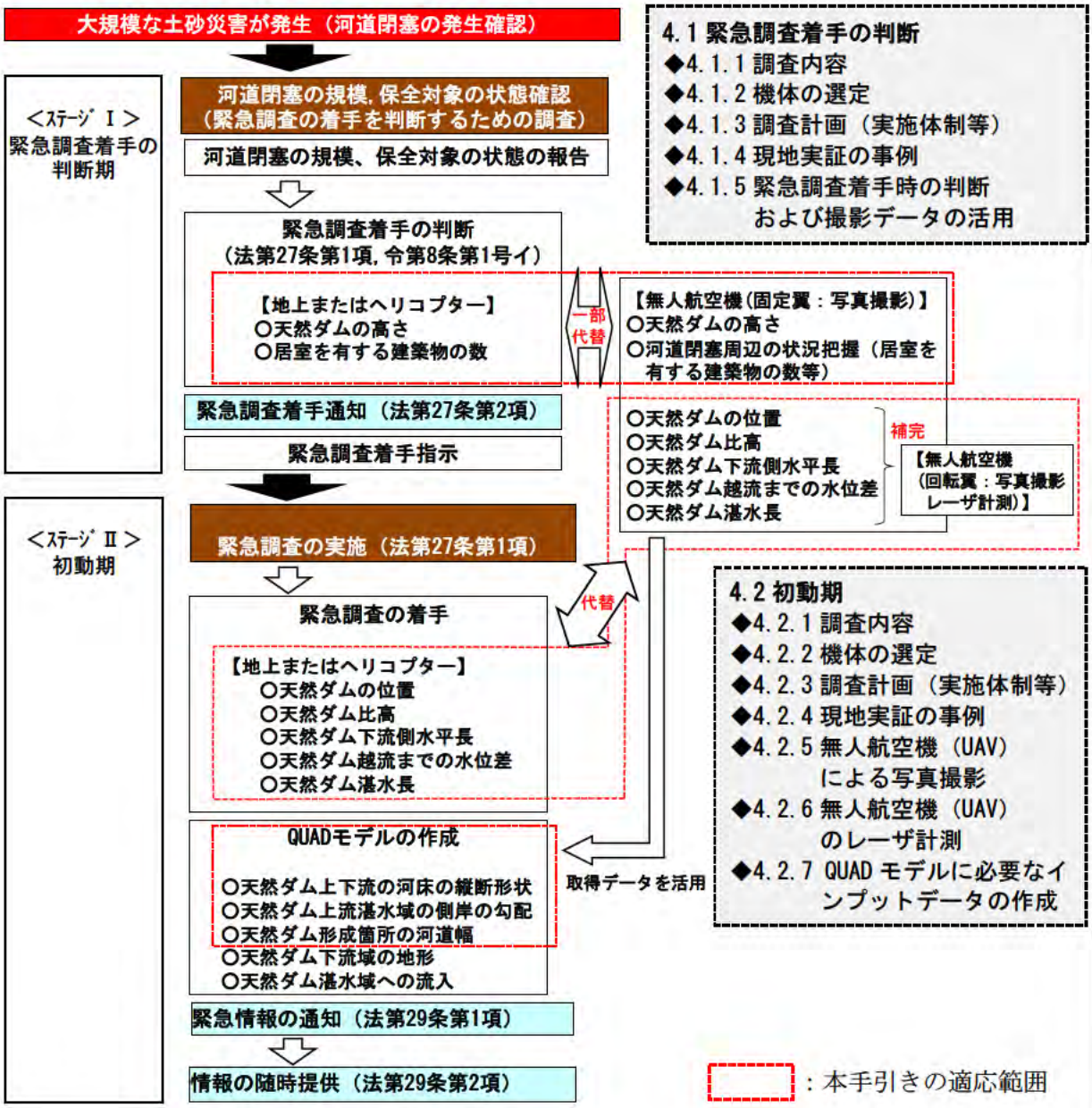
改訂履歴

手引き名称	年月	備考
UAVの自律飛行による 天然ダムの緊急調査及び 被災状況把握に関する手引き	令和2年3月	初版発行
UAVの自律飛行による 天然ダムの緊急調査及び 被災状況把握に関する手引き	令和3年7月	一部改訂 ※実証実験により得られた知見、法令の改正内容を反映 主な改訂項目 （本編） ・3.1 無人航空機を取り巻く関連法令による制約 ・3.1.5 航空法に対する許可・承認の申請手続き等 ・3.3.1 機体・操縦アプリケーションの種類 ・4.1.4 現地実証の事例 ・5.1.3 調査計画（実施体制等） （参考資料） ・UAVの自律飛行による調査事例 ・航空法の許可・承認の申請事例（目視外補助者なし飛行） ・無人航空機（UAV）一覧表
UAVの自律飛行による 天然ダムの緊急調査及び 被災状況把握に関する手引き	令和5年5月	一部改訂 ※実証実験により得られた知見、法令の改正内容を反映 主な改訂項目 ・手引き内容の要約を追加 （本編） ・2.1　無人航空機（UAV）活用の基本方針 ・2.2.1　ステージⅠ：緊急調査着手の判断 ・2.2.2　ステージⅡ：初動期 ・2.2.3　ステージⅢ：継続監視期 ・3.1.1　関連法令の種類 ・3.1.2　飛行の禁止空域 ・3.1.3　飛行の方法 ・3.1.4　飛行ルールの特例 ・3.1.5　飛行カテゴリーの決定 ・3.1.6　航空法に対する許可・承認の申請手続き等 ・3.1.7　飛行計画の通報（旧ドローン情報基盤システム（飛行情報共有機能）） ・3.1.8　飛行日誌 ・3.3.1　機体・操縦アプリケーションの種類 ・3.3.3　プロポとの通信強度（機体制御・画像転送） ・3.3.5　機体の登録 ・3.4　気象条件による制約 ・3.5.1　第三者上空の飛行の禁止等 ・3.5.2　無人航空機を使用する際の情報流出防止策 ・4.1.2　機体の選定 ・4.1.3　調査計画（実施体制等） ・4.1.5　緊急調査着手の判断および撮影データの活用 ・4.2　初動期 ・4.2.1　調査内容 ・4.2.2　機体の選定 ・4.2.3　調査計画（実施体制等） ・4.2.4　現地実証の事例 ・4.2.5　無人航空機（UAV）による写真撮影

		・4.2.6　無人航空機（UAV）のレーザ計測 ・4.2.7　QUAD モデルに必要なインプットデータの作成 ・5.1.3　調査計画（実施体制等） ・5.1.5　継続監視期における調査結果 ・6.3　保険への加入 ・6.5　事故・災害発生時の対応 ・6.6　第三者が立ち入った場合の措置 （参考資料） ・UAV の自律飛行による調査事例 ・UAV の手動操作による調査事例 ・航空法の許可・承認の申請事例３（回転翼 150m 以上） ・航空法の許可・承認の申請事例４（目視外補助者なし飛行：日本製） ・航空法の許可・承認の申請事例５（目視外補助者なし飛行：海外製） ・航空法の許可・承認の申請事例６（回転翼 150m 以上） ・航空法の許可・承認の申請事例７（目視外補助者あり飛行・人物から 30m 未満の飛行） ・無人航空機に係る事故／重大インシデントの報告書 ・災害対応マニュアル類の一覧 ・無人航空機（UAV）一覧表 ・目視外飛行で補助者を配置しない場合の申請書記載例（令和 4 年 12 月 4 日まで） ・目視外飛行で補助者を配置しない場合の申請書記載例（令和 4 年 12 月 5 日以降）

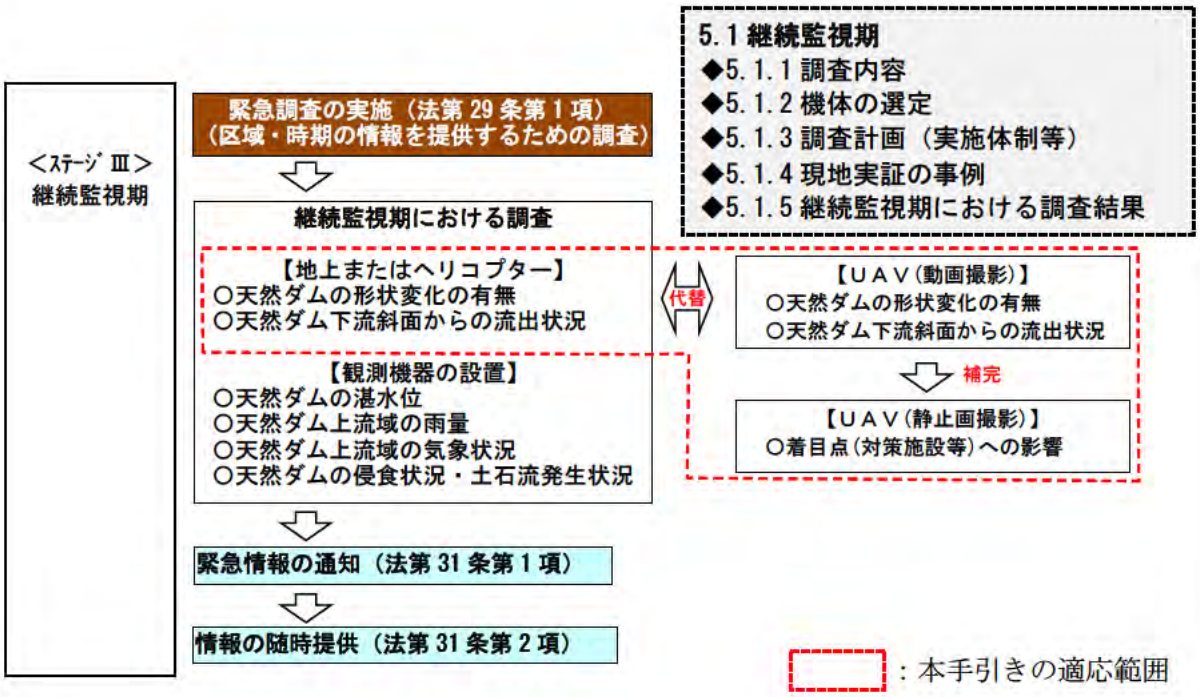
【本手引き：主な内容】　本手引きの各章の主な内容を以下に示す。

目　次	主な内容
1. はじめに	手引きの目的、適用範囲について記載。
2. 無人航空機（UAV）の活用方針	緊急調査時における課題と UAV を活用した対策案・調査シナリオを記載。
3. 無人航空機の制約条件	無人航空機を取り巻く関連法令や機体・気象条件等の制約を記載。
4. 天然ダムの緊急調査（着手の判断～初動期）	着手の判断～初動期の実施フローにおける UAV による代替手段または従来手法の補完手段を記載。



天然ダムの緊急調査（着手の判断～初動期）の実施フロー

目　次	主な内容
5. 天然ダムの緊急調査 （継続監視期）	継続監視期の実施フローにおける UAV による代替手段または従来手法の補完手段を記載。



天然ダムの緊急調査（継続監視期）の実施フロー

6. 安全管理	第三者や第三者の物件も含め、事故・災害の防止や発生時の対応について記載。
参考資料	調査事例や申請事例、各種様式等を巻末資料として整理。

目　　次

1. はじめに ····· 1-1
1.1　目的 ····· 1-1
1.2　適用範囲 ····· 1-3

2. 無人航空機（UAV）の活用方針 ····· 2-1
2.1　無人航空機（UAV）活用の基本方針 ····· 2-1
2.2　調査のシナリオ ····· 2-6
2.2.1　ステージⅠ：緊急調査着手の判断 ····· 2-6
2.2.2　ステージⅡ：初動期 ····· 2-7
2.2.3　ステージⅢ：継続監視期 ····· 2-12

3. 無人航空機（UAV）の制約条件 ····· 3-1
3.1　無人航空機を取り巻く関連法令による制約 ····· 3-1
3.1.1　関連法令の種類 ····· 3-1
3.1.2　飛行の禁止空域 ····· 3-5
3.1.3　飛行の方法 ····· 3-9
3.1.4　飛行ルールの特例 ····· 3-12
3.1.5　飛行カテゴリーの決定 ····· 3-20
3.1.6　航空法に対する許可・承認の申請手続き等 ····· 3-22
3.1.7　飛行計画の通報（旧ドローン情報基盤システム（飛行情報共有機能）） 3-27
3.1.8　飛行日誌 ····· 3-29
3.2　その他の制約（国有林,猛禽類等） ····· 3-31
3.2.1　国有林野周辺での調査について ····· 3-31
3.2.2　希少猛禽類の生息に配慮した留意点 ····· 3-33
3.3　機体の制約 ····· 3-34
3.3.1　機体・操縦アプリケーションの種類 ····· 3-34
3.3.2　GNSSの受信状況 ····· 3-36
3.3.3　プロポとの通信強度（機体制御・画像転送） ····· 3-37
3.3.4　バッテリー(飛行時間)による制約 ····· 3-40
3.3.5　機体の登録 ····· 3-41
3.4　気象条件による制約 ····· 3-42
3.5　その他 ····· 3-43
3.5.1　第三者上空の飛行の禁止等 ····· 3-43
3.5.2　無人航空機を使用する際の情報流出防止策 ····· 3-43

4. 天然ダムの緊急調査（着手の判断～初動期）…… 4-1
4.1 緊急調査着手の判断 …… 4-2
4.1.1 調査内容 …… 4-2
4.1.2 機体の選定 …… 4-4
4.1.3 調査計画（実施体制等）…… 4-5
4.1.4 現地実証の事例 …… 4-9
4.1.5 緊急調査着手の判断および撮影データの活用…… 4-13
4.2 初動期 …… 4-24
4.2.1 調査内容 …… 4-24
4.2.2 機体の選定 …… 4-28
4.2.3 調査計画（実施体制等）…… 4-29
4.2.4 現地実証の事例 …… 4-36
4.2.5 無人航空機（UAV）による写真撮影 …… 4-41
4.2.6 無人航空機（UAV）のレーザ計測 …… 4-44
4.2.7 QUADモデルに必要なインプットデータの作成…… 4-49

5. 天然ダムの緊急調査（継続監視期）…… 5-1
5.1 継続監視期 …… 5-1
5.1.1 調査内容 …… 5-2
5.1.2 機体の選定 …… 5-5
5.1.3 調査計画（実施体制等）…… 5-7
5.1.4 現地実証の事例 …… 5-24
5.1.5 継続監視期における調査結果 …… 5-26

6. 安全管理 …… 6-1
6.1 飛行前点検と現場状況に応じたフェールセーフの設定…… 6-1
6.2 飛行中の監視 …… 6-2
6.3 保険への加入 …… 6-3
6.4 害獣・害虫への対策 …… 6-4
6.5 事故・災害発生時の対応…… 6-5
6.6 第三者が立ち入った場合の措置…… 6-9

○参考資料

・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（赤谷地区）緊急調査（着手の判断）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（長殿地区）緊急調査（着手の判断）
・ＵＡＶの手動操作による調査事例（栗平地区）緊急調査（着手の判断）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（赤谷地区）緊急調査（初動期）
・ＵＡＶの手動操作による調査事例（長殿地区）緊急調査（初動期）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（栗平地区）緊急調査（初動期）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（赤谷地区）緊急調査（継続監視期）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（長殿地区）緊急調査（継続監視期）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（栗平地区）緊急調査（継続監視期）
・ＵＡＶの自律飛行による調査事例（熊野地区）緊急調査（継続監視期）
・航空法の許可・承認の申請事例１（固定翼 150m 以上）
・航空法の許可・承認の申請事例２（固定翼 150m 以上）
・航空法の許可・承認の申請事例３（回転翼 150m 以上）
・航空法の許可・承認の申請事例４（目視外補助者なし飛行）
・航空法の許可・承認の申請事例５（目視外補助者なし飛行）
・航空法の許可・承認の申請事例６（回転翼 150m 以上）
・航空法の許可・承認の申請事例７（目視外補助者あり飛行・人物から 30m 未満の飛行）
・入林届の申請様式等（近畿中国森林管理局）
・無人航空機に係る事故／重大インシデントの報告書
・災害対応マニュアル類の一覧
・無人航空機（UAV）一覧表
・目視外飛行で補助者を配置しない場合の申請書記載例（令和 4 年 12 月 4 日まで）
・目視外飛行で補助者を配置しない場合の申請書記載例（令和 4 年 12 月 5 日以降）

1. はじめに

1.1 目的

地震や豪雨により生じた大規模な河道閉塞（天然ダム）（以下、「河道閉塞（天然ダム）」を「天然ダム」とする。）は、天然ダム上流に溜まった水が越流することにより土石流（以下、「天然ダムを原因とする土石流」という。）を発生させ、天然ダム下流に甚大な被害を及ぼすことがある。

このような天然ダムを原因とする土石流による被害を軽減するためには、被害の生じるおそれのある範囲及び時期を速やかに推定することが重要となる。

本手引きは、「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」において、「Ⅰ.緊急調査着手の判断」、「Ⅱ.初動期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査」、「Ⅲ. 継続監視期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査」に対して、無人航空機（UAV）等を活用した調査の内容について、適用事例（現地実証）を踏まえて示したものであり、無人航空機（UAV）等を用いることで、従来手法（ヘリコプター調査または地上調査）の補完や代替え手段として利活用することを目的としている。

【解説】

平成 23 年 5 月 1 日に土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律（以下、「土砂災害防止法」）の一部を改正する法律（以下、「改正土砂災害防止法」）が施行された。同法の施行により、今後は、天然ダムの形成や火山の噴火に伴う降灰が確認され、要件を満たした場合には、緊急調査を行い、土砂災害緊急情報が発表されることとなった。

また、国土交通省砂防部砂防計画課、国土技術政策総合研究所砂防研究室、土木研究所土砂管理研究グループは、平成 23 年 4 月に「土砂災害防止法による緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」及び同（噴火による降灰等の堆積後の降水を発生原因とする土石流対策編）をとりまとめた。（以下、前者を「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」と呼ぶ）

「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」では、改正土砂災害防止法の趣旨に従い、天然ダムを原因とする土石流による被害が想定される土地の区域を国土交通省による調査によって示すための手法が示されている。天然ダムが形成される等土石流による被害が生じる急迫性が高まった状況においては、住民の避難行動に資するため、被害のおそれのある区域等の情報を速やかに提供する必要がある。そのため、情報として一定程度の精度を確保した上で、時間をかけずに結果を出すことを主眼とし、区域や時期等の情報を提供するために最低限実施すべき緊急調査の内容について整理されている。

本手引きは、「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」において、「Ⅰ.緊急調査着手の判断」、「Ⅱ.初動期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査」、「Ⅲ.継続監視期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査」に対して、無人航空機（UAV）等を用いることで、従来手法（ヘリコプター調査または地上調査）の補完や代替え手段として利活用できる内容等について、実証実験結果を踏まえてとりまとめたものである。

なお、適用事例（現地実証）とした天然ダムは、平成23年台風12号による紀伊半島大水害で発生した崩壊地（幅：300m～600m程度、長さ：600m～1,100m程度）や河道閉塞部（幅：200m～400m程度、長さ：400m～800m程度、高さ：20m～100m程度）の規模が大きく、その後の出水等で拡大崩壊や河道閉塞部の越流侵食等、天然ダムの状態は、逐次変化している。また、発災直後は天然ダムへの立ち入り等による二次災害の危険性も高いこと等から、無人航空機（UAV）の活用では、調査者の安全性を確保した上で、天然ダムを含む周辺領域（広域）に対して迅速かつ効率的な調査が求められる。

そこで、本手引きは、無人航空機（UAV）を活用した「自律飛行」による出水後の天然ダムの緊急調査及び被災状況把握に関する内容をとりまとめた。

【天然ダムの調査において「自律飛行」が必要または有効な理由】

- 発災直後：天然ダムおよび周辺を含む広範囲の調査は、目視外の自律飛行が必要。
- 初動期：天然ダム全体領域の状態把握や天然ダムのレーザ計測等の調査は、二次災害を想定し、安全な位置から飛行させる必要があり、目視外の自律飛行が必要。
- 継続監視期：出水等による崩壊地や河道閉塞部等の状態の変化を把握するためには、定点撮影や予め設定した飛行ルートでの繰り返し撮影等の自律飛行が有効。

なお、無人航空機（UAV）等の技術は、日進月歩であることから、今後、国産の産業用ドローンの活用等、本手引きを活用した調査を行いつつ、課題の改善を図り、その結果や意見等を反映して、手引きの内容を逐次更新していく必要がある。

ポイント

自律飛行とは、予め設定した飛行ルートに沿って機体を自動飛行させる方法である。また、UAVの自動飛行には、GNSS※による機体の位置制御が必要になるため、離着陸地点で十分なGNSS数（8機以上）を捕捉できれば、離着陸も含めた全自動航行も可能な場合がある。なお、GNSSの捕捉状況は、UAV操縦用（プロポ）画面より確認可能である。

※GNSS(Global Navigation Satellite System / 全球測位衛星システム)：米国のGPS、日本の準天頂衛星（QZSS)、ロシアのGLONASS、欧州連合のGalileo等の衛星測位システムの総称。

出典：国土交通省 国土地理院HP（https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi_aboutGNSS.html）

1.2 適用範囲

本手引きは、「河道閉塞による土砂災害」の緊急調査の流れにおいて、<ステージⅠ>緊急調査着手の判断から<ステージⅢ>継続監視期までの各種調査に対して、無人航空機（UAV）等を活用する場面に適用する。

【解説】

「河道閉塞による土砂災害」の緊急調査の流れ（フロー図）を以下に示す。ここでは、各ステージ（Ⅰ～Ⅳ）における各種調査と緊急調査事務手続きの関係を示している。

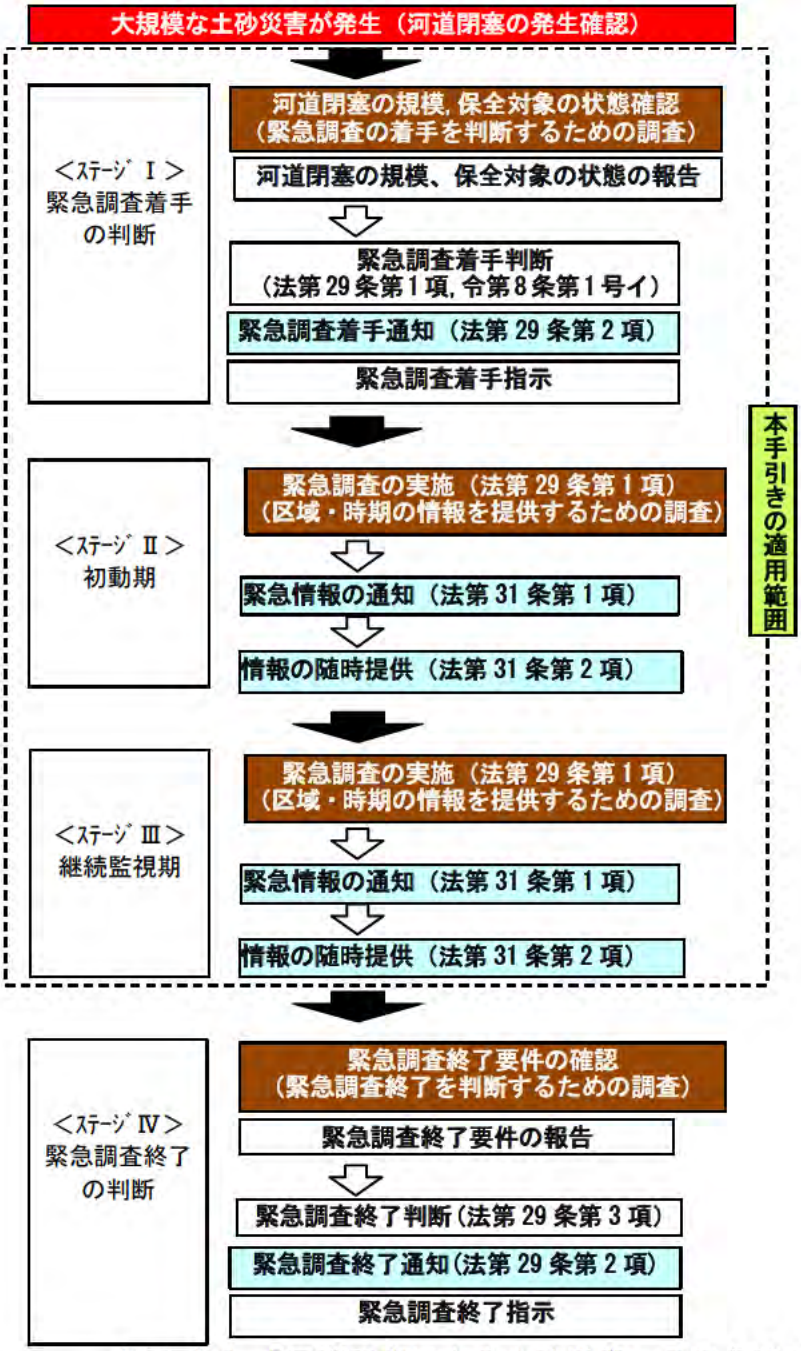


図 1.2-1 「河道閉塞による土砂災害」の緊急調査の流れ

2. 無人航空機（UAV）の活用方針

2.1 無人航空機（UAV）活用の基本方針

河道閉塞が発生した場合は、「土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」（以下、緊急調査の手引きと呼ぶ）に基づき、以下のステージ毎にこれまでの調査で課題となっている事項について、無人航空機（UAV）を活用して調査を実施する。

(1)緊急調査着手の判断

(2)初動期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査

(3)継続監視期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査

【解説】

(1) 緊急調査時における課題

平成 23 年台風 12 号の災害対応時の初動対応、災害対応訓練時のヒアリングやアンケート結果より、緊急調査時における課題を抽出した。

抽出した課題は、「土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」のステージ毎に分類し整理した。各ステージにおける課題は、以下のとおりである。

表 2.1-1 ステージ毎の調査内容と無人航空機に関連する課題

ステージ毎の調査内容	無人航空機に関連する課題
Ⅰ．緊急調査着手の判断 (1)堆積した土石等の高さ ⇒ おおむね 20m (2)区域内に居室を有する建築物の数 ⇒ おおむね 10 戸以上	➢ 防災ヘリ調査は、天候が不良の場合、調査が不可能なリスクがある。 ➢ 小規模な河口閉塞であった北股については、堆積した土石等の高さが 20m あるかどうかを確認するのに時間を要した。
Ⅱ．初動期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査 1. 区域･時期の情報を提供するための調査 (1)天然ﾀﾞﾑの位置 (2)天然ﾀﾞﾑ比高 (3)天然ﾀﾞﾑ下流側水平長 (4)天然ﾀﾞﾑ越流までの水位差 (5)天然ﾀﾞﾑ湛水長 2. 土砂災害緊急情報の提供	➢ 【ヘリ調査】越流開始点標高の計測については、レーザ測距計では精度に限界があった。また、揺れるヘリからの測量であるため当然誤差を含むものであるが、逆に水位計はセンチ単位の水位を計測することとなり、有効数字の検討が必要である。 ➢ 【ヘリ調査】現地は樹木や岩が点在する凹凸の激しい地形条件であるため、正確な河道閉塞の高さ計測は難しいと考えられる。越流を経験していなければ本当の越流開始点の検出は非常に困難である。
Ⅲ．継続監視期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査 1. 継続監視期に実施する区域・時期の情報を提供するための調査 (1)天然ﾀﾞﾑの形状変化の有無 (2)天然ﾀﾞﾑの湛水位 (3)天然ﾀﾞﾑ上流域の雨量 (4)天然ﾀﾞﾑ上流域の気象状況 (5)天然ﾀﾞﾑの侵食状況･土石流発生状況 (6)天然ﾀﾞﾑ下流斜面からの流出状況 2. 継続監視期における土砂災害緊急情報の通知	➢ 防災ヘリ調査は、天候が不良の場合、調査が不可能なリスクがある。

(2) 無人航空機（UAV）を活用した対策案と調査手法

緊急調査時の対応において抽出されたステージ毎の課題と無人航空機（UAV）を活用した対応策を以下に示す。

1) Ⅰ．緊急調査時の判断

緊急調査の手引きでは、地上、またはヘリコプターからレーザ距離計を用いて、天然ダムの高さを計測することとなっている。

無人航空機（UAV）を活用することで、ヘリコプターより低高度で、河道閉塞部を含むある程度の広範囲ついて、写真撮影（静止画）を実施し、作成したオルソ画像・３次元データから天然ダムの高さを把握する。

表 2.1-2 無人航空機（UAV）に関連する課題とその対応策（ステージⅠ）

無人航空機に関連する課題	無人航空機を活用した対応策
➢ 防災ヘリ調査は、天候が不良の場合、調査が不可能なリスクがある。	➢ 防災ヘリが出動できない場合には、無人航空機（UAV）を活用した調査を実施する。
➢ 小規模な河口閉塞であった北股については、堆積した土石等の高さが 20m あるかどうかを確認するのに時間を要した。	➢ 無人航空機（UAV）を活用して、調査結果を解析し、天然ダムの高さを算出する。

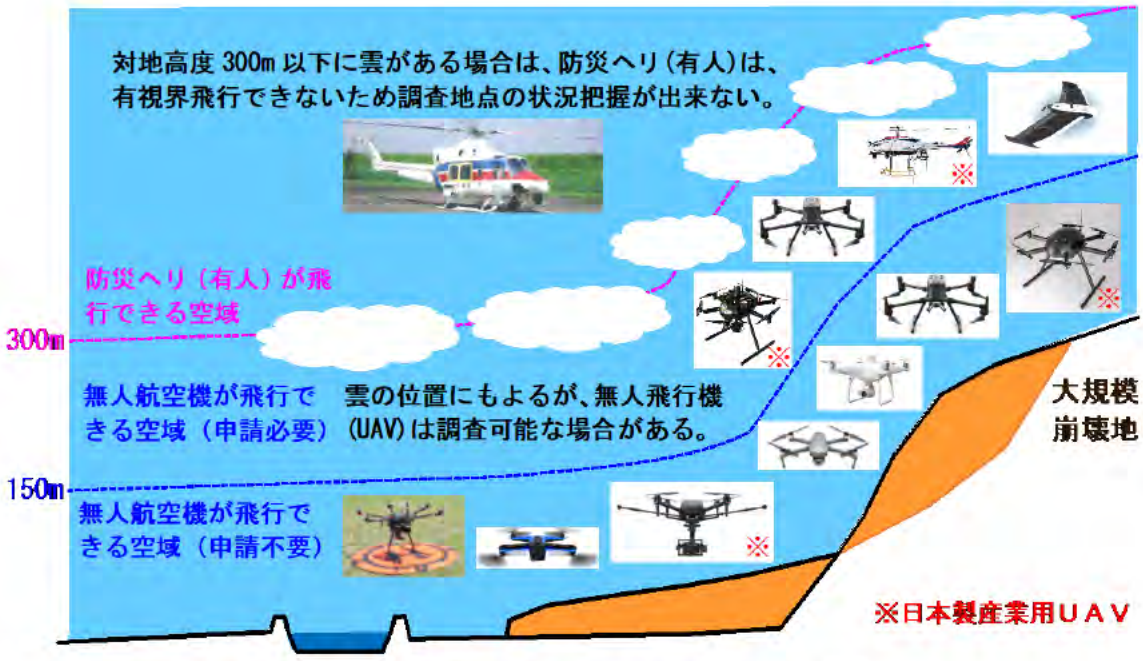


図 2.1-1 無人航空機（UAV）を活用する場面のイメージ

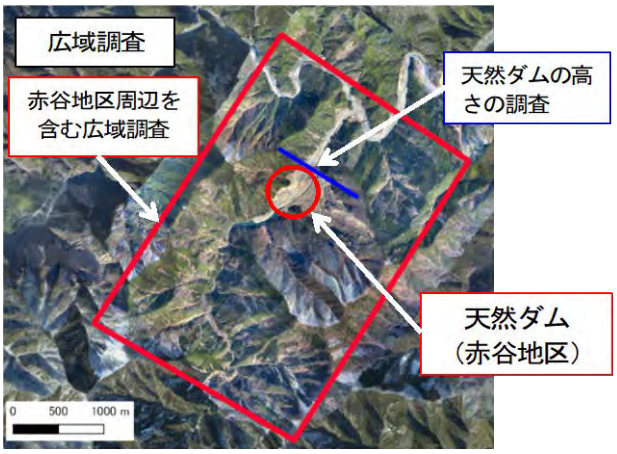


図 2.1-2 無人航空機（UAV）による広域調査の事例（赤谷地区）

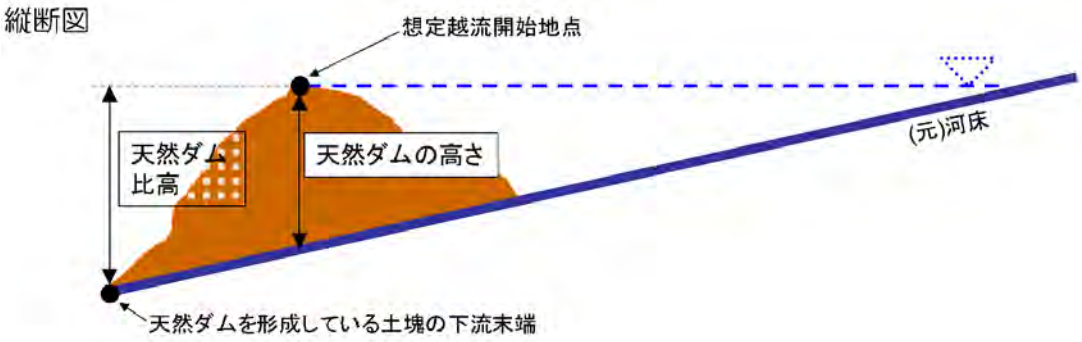


図 2.1-3 天然ダムの高さ計測イメージ

2) Ⅱ. 初動期

緊急調査の手引きでは、地上、またはヘリコプターからレーザ距離計を用いて、天然ダムの比高、位置、湛水長、天然ダム下流側水平長、天然ダム越流までの水位差を計測することとなっている。

緊急調査の着手が決定される場合は、より迅速な対応が必要となるため、緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）で作成したオルソ画像・3次元データを活用することで、天然ダムの位置、高さ、天然ダム下流側水平長、天然ダム湛水長、天然ダム越流までの水位差を把握する。

また、本手引きでは、初動期において、緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）の調査方法の補完として、天然ダム位置が把握できている場合における調査方法（写真撮影、レーザ計測）を整理する。

無人航空機（UAV）を活用することで、ヘリコプターより低高度で、斜面崩壊部や河道閉塞部を含む全体の写真撮影（静止画）を実施し、作成したオルソ画像・3次元データから天然ダムの位置、湛水長を把握する。また、天然ダム周辺のレーザ計測を行い、天然ダムの位置、比高、下流側水平長、水位差を把握する。

表 2.1-3 無人航空機（UAV）に関連する課題とその対応策（ステージⅡ）

無人航空機に関連する課題	無人航空機を活用した対応策
➢ 【ヘリ調査】越流開始点標高の計測については、レーザ測距計では精度に限界があった。 ➢ 揺れるヘリからの測量であるため当然誤差を含むものであるが、逆に水位計はセンチ単位の水位を計測することとなり、有効数字の検討が必要である。	➢ 無人航空機(UAV)を活用(写真撮影、レーザ計測)し、天然ダムの位置、高さ、天然ダム下流側水平長、天然ダム湛水長、天然ダム越流までの水位差を算出する。
➢ 【ヘリ調査】現地は樹木や岩が点在する凹凸の激しい地形条件であるため、正確な河道閉塞の高さ計測は難しいと考えられる。 ➢ 越流を経験していなければ本当の越流開始点の検出は非常に困難である。	

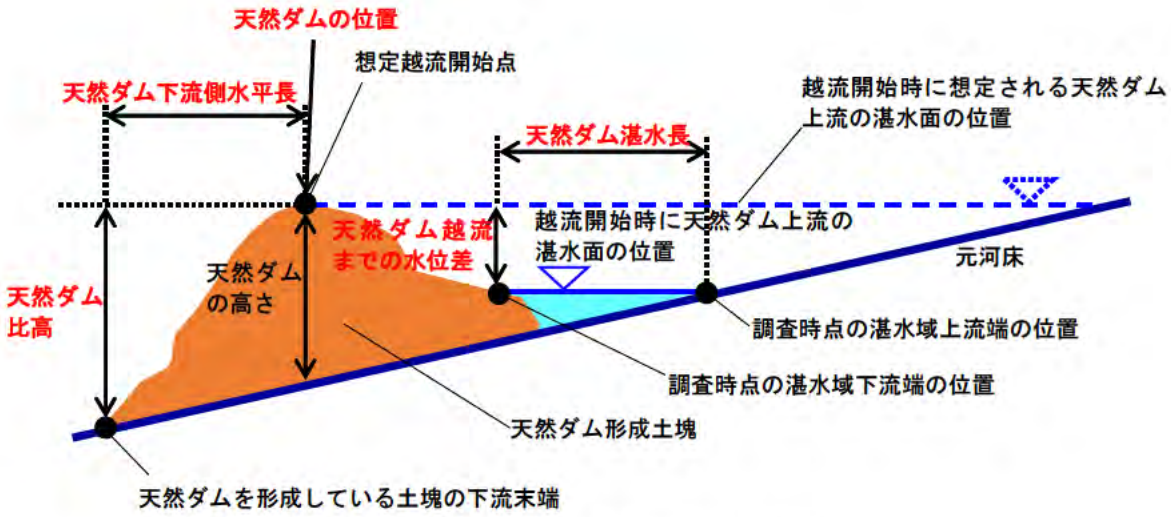


図 2.1-4 天然ダム調査項目の概念図

3) Ⅲ. 継続監視期

緊急調査の手引きでは、天然ダムの形状変化の有無、天然ダム下流斜面からの流出状況を地上、またはヘリコプターからのレーザ距離計を用いて行うこととなっている。

無人航空機（UAV）を活用することで、ヘリコプターより低高度で、斜面崩壊部や河道閉塞部を含む全体範囲ついて、写真撮影（動画）を実施し、形状変化の有無を確認する。次に、変状が確認された着目箇所においては、静止画撮影を実施し、オルソ画像・三次元データから変状の状態を把握する。

表 2.1-4 無人航空機（UAV）に関連する課題とその対応策（ステージⅢ）

無人航空機に関連する課題	無人航空機を活用した対応策
➢ 防災ヘリ調査は、天候が不良の場合、調査が不可能なリスクがある。	➢ 防災ヘリが出動できない場合には、無人航空機（UAV）を活用した調査を実施する。 ➢ 動画撮影等を基本として天然ダムの現状等を迅速に把握するための遠望監視調査を行う。 ➢ 動画撮影等を踏まえ、着目箇所を選定し、静止画撮影による近傍詳細調査を行う。

図 2.1-5 天然ダム監視範囲のイメージ（赤谷地区の事例）

2.2 調査のシナリオ

2.2.1 ステージⅠ：緊急調査着手の判断

防災ヘリ（有人）が飛行できない曇り等の条件下において、無人航空機（UAV）を活用して、天然ダムを含む周辺領域について現地状況を把握することを目的とする。

【解説】

(1) 調査内容

天然ダムを含む周辺領域について写真撮影を実施し、撮影したデータを解析し、オルソ画像を作成する。

(2) 適用条件

計測範囲は、崩壊斜面と河道閉塞部及びその下流域の状況を把握する必要があるため、広域となる。そのため、1 回の計測で広範囲を計測できる機体を選定する必要がある。

機体を選定する上での適用条件（目安）を以下に示す。

- 山間部は、離着陸場所が狭く限定的となる場合が想定されるため、離着陸に必要な距離が短いこと。
- 広域調査を効率的に実施するために、高高度からの静止画撮影ができること。
- 出水（台風、集中豪雨）後に迅速に調査に着手するためには、資機材の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできること。
- 気象条件に影響されにくいこと。また、飛行が安定していること。
- 静止画を撮影し、精度が高く、標定点が不要な PPK（後処理キネマティック）機能を有し、オルソ画像が作成できること。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のあるものが望ましい。
- 1 回の計測で広範囲を計測する場合は、撮影高度を高く設定する必要がある。撮影高度 150m 以上の場合は、航空法の規制により、事前に申請が必要となる。ただし、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要である。

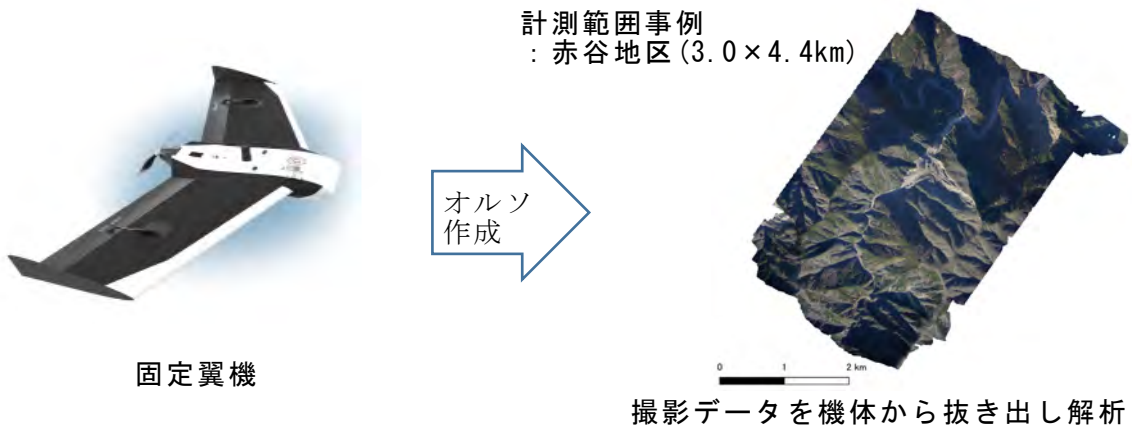


図 2.2.1-1 使用機器と作成するオルソ画像（赤谷地区の事例）

2.2.2 ステージⅡ：初動期

無人航空機(UAV)を活用して、土砂災害発生後、速やかに現地情報を把握する。また、天然ダム全体領域についての把握や緊急調査の判断(天然ダムの高さ 20m 以上の有無)、QUAD モデルのインプットデータとして必要な 3 点（頂部、底部、水面部）の座標を取得することを目的とする。

【解説】

(1) 天然ダム全体領域の把握

1) 調査内容

速やかに現地情報を把握するために、天然ダムの全体領域について写真撮影を実施する。また、撮影データの解析時間を短縮し、より迅速な初動調査を実施する。

2) 適用条件

計測範囲は、崩壊斜面と天然ダム全体領域であり、限定された範囲となる。

速やかな現地状況の把握のため、以下の適用条件（目安）に配慮して機体を選定する必要がある。

- 離着陸場所（出水後に入れる位置）から撮影範囲までの調査が実施できること。
- 出水（台風、集中豪雨）後に迅速に調査着手するためには、資機材の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできること。
- 気象条件に影響されにくいこと。また、飛行が安定していること。
- 静止画（オルソ画像）等による撮影画像（現場状況）を迅速に報告できること。
- 出水後の河道閉塞の現場内は、危険が伴うため、調査員の立ち入りが出来ないことから、通常の写真測量に必要な『標定点』設置・測量が困難となる。このため、『静止画』からＳｆＭ解析でオルソ画像を作成するためには、標定点が不要な PPK（後処理キネマティック）機能または RTK（リアルタイム・キネマティック）機能を有する機体が必要となる。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のあるものが望ましい。
- 撮影高度が、150m 以上の場合は、航空法の規制により、事前に申請が必要となる。ただし、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要である。

ポイント

PPK（後処理キネマティック）機能または RTK（リアルタイム・キネマティック）機能を有するドローンを選定すれば、単独測位より精度の高い自己位置推定が可能になり、撮影写真の位置情報の精度が向上するため、写真測量で必要とされている『標定点』設置作業が不要となる。また、無人航空機の飛行に関する安全性を大きく向上させることができる。ただし、PPK、RTK を導入する場合には、PPK ユニット等の付属装置や RTK 基準局用の GNSS 測量機等を別途準備する必要がある。

PPK(Post Processing Kinematic：後処理キネマティック)とは

・GNSS 測量で記録したデータと電子基準点の観測データを用いて、ソフトウェアの後解析により位置データの精度を向上、補正する方法。

・基準局の設置が不要で、上空が開けた GNSS 衛星の電波を受信できる場所でならどこでも測量することができる。

【PPK 方式による UAV 写真測量】

- UAV に搭載した GNSS ユニットにより写真撮影時の UAV の位置座標を各画像に記録する。
- 現地で取得したデータを電子基準局からの位置情報をもとに後処理補正をかける。
- 高精度な位置情報が取得できる。

CLAS(ｼｰﾗｽ/Centimeter Level Augmentation Service：ｾﾝﾁﾒｰﾀｰ級測位補強ｻｰﾋﾞｽ)とは

・日本版 GPS と呼ばれる「みちびき（準天頂衛星システム）」から送信される CLAS（補強信号）を使用した高精度測位補強サービスである。

・基準局の設置や通信回線（携帯回線）が不要で、山間部等の上空視界悪条件下においてもみちびき衛星の受信が可能であり、安定した測位が見込まれる。

【CLAS を利用した UAV 調査】

- UAV に「CLAS ユニット」を搭載することにより、高精度な位置情報が取得できる。
- みちびきからの CLAS 信号を受信できる環境下であれば、調査箇所および範囲に制約がない。

RTK（リアルタイムキネマティック）法とは

・位置の分かっている基準局と位置を求めようとする観測点で同時に GNSS 観測を行い、基準局で観測したデータを無線等を用いて観測点へリアルタイムに送信し、基準局の位置成果に基づき観測点の位置をリアルタイムに求めること。

・両点で位相の測定を行い、基準局で観測した位相データを観測点に送信する。観測点の GNSS 受信機では、受信データと基準局から送信されたデータをリアルタイムで解析することにより、観測点の位置を決定する。

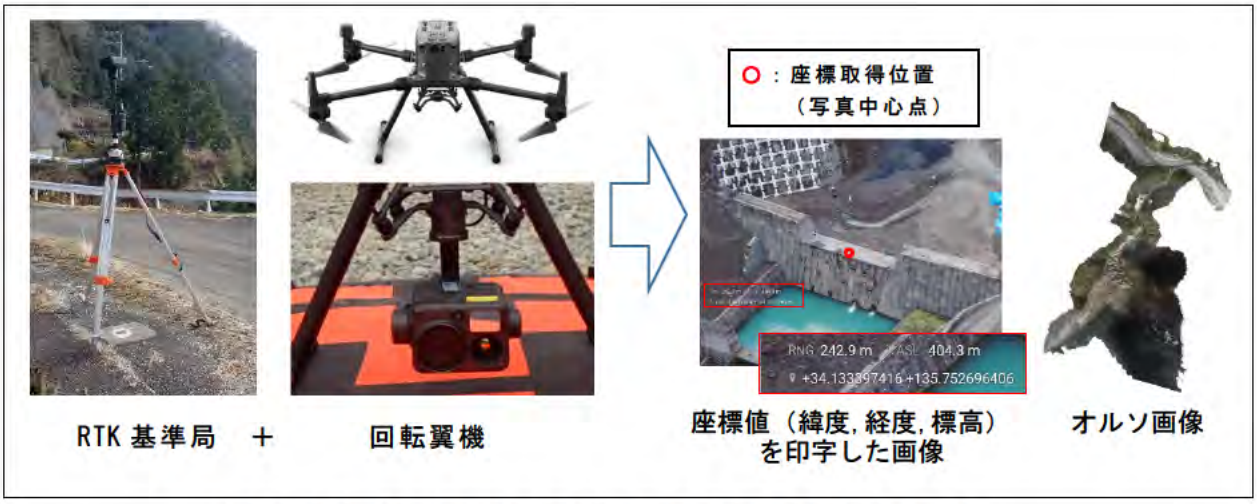


図 2.2.2-1 使用機器と得られる成果（長殿地区の事例）

図 2.2.2-2 使用機器と作成するオルソ画像（赤谷地区の事例）

(2) 天然ダムの計測

1) 調査内容

無人航空機（UAV）にレーザを搭載し、天然ダム周辺（湛水域を含む）のレーザ計測を行う。

2) 適用条件

計測範囲は、天然ダム周辺（湛水域を含む）であり、限定された範囲となる。
以下の適用条件（目安）に配慮して機体を選定する必要がある。

- 離着陸場所（出水後に入れる位置）から撮影範囲までの調査が実施できること。
- 出水（台風,集中豪雨）後に迅速に調査着手するためには、資機材の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできること。
- 無人航空機（UAV）にレーザが搭載できること。
- 気象条件に影響されにくいこと。また、飛行が安定していること。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のあるものが望ましい。
- 撮影高度が 150m 以上の場合は、航空法の規制により、事前に申請が必要となる。ただし、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要である。

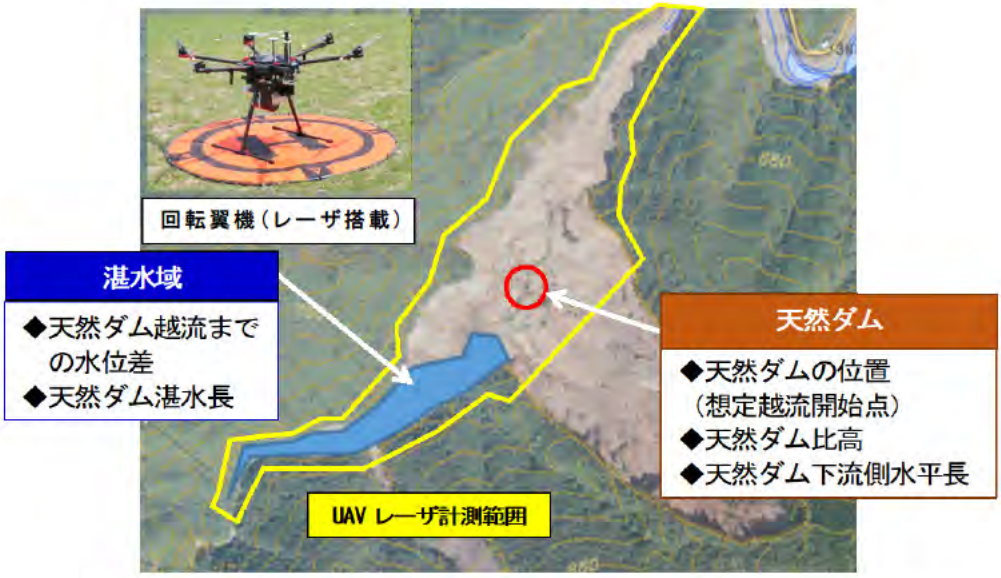


図 2.2.2-3 使用機器（赤谷地区の事例）と計測範囲（イメージ）

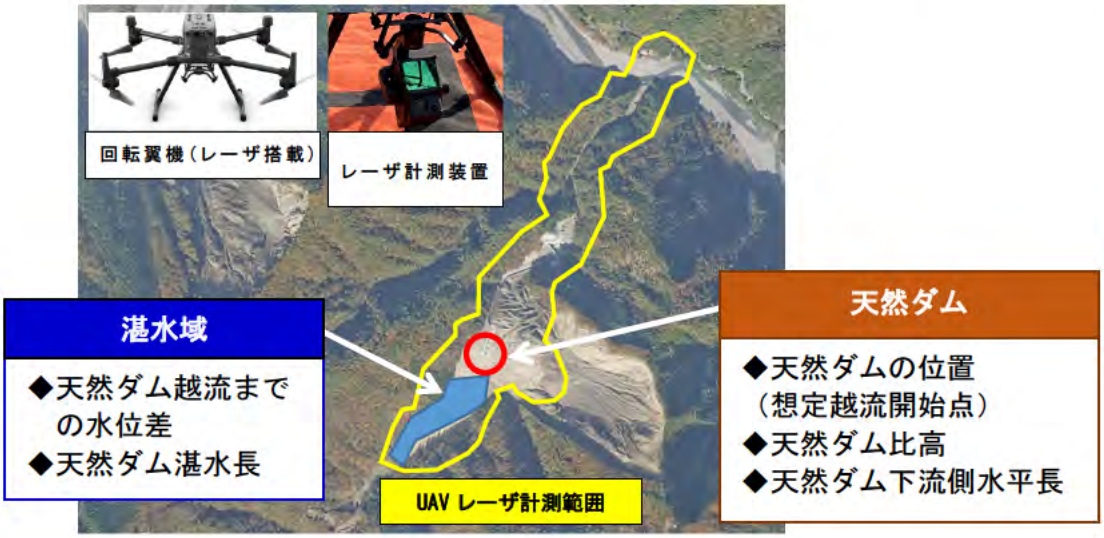


図 2.2.2-4 使用機器（長殿地区の事例）と計測範囲（イメージ）

図 2.2.2-5 使用機器（栗平地区の事例）と計測範囲（イメージ）

2.2.3 ステージⅢ：継続監視期

無人航空機（UAV）を活用して、天然ダムの形状変化の有無、天然ダム下流斜面からの流出状況や着目点（対策施設等）への影響を把握することを目的とする。

【解説】

(1) 天然ダムの形状変化の有無や天然ダム下流斜面からの流出状況の把握

1) 調査内容

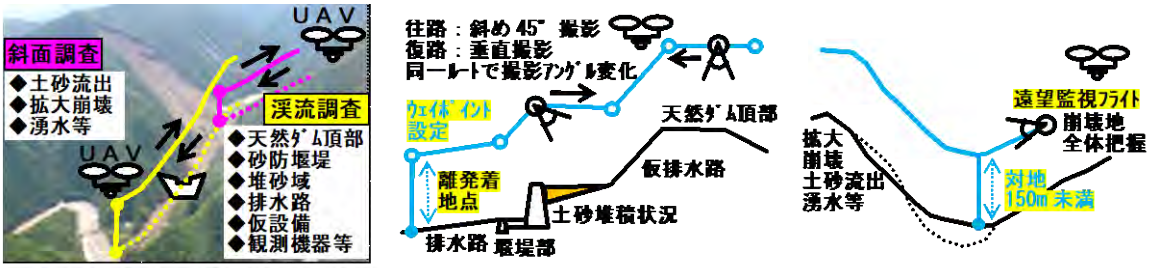
天然ダムの形状変化の有無や天然ダム下流斜面の状況の把握を目的としているが、天然ダムおよびその周辺（崩壊斜面等）は、出水によりどのような状況変化が起きているか分からないため、無人航空機（UAV）を活用して、動画撮影を基本とした遠望監視フライトにより地区全体の概略調査により、天然ダムの状況変化を把握する。

2) 適用条件

計測範囲は、崩壊斜面と天然ダム全体領域となる。

速やかな現地状況の把握のため、以下の適用条件（目安）に配慮して機体を選定する必要がある。

- 自律飛行（離着陸まで全自動航行）できる機能を有していること。
- 離着陸場所（出水後に入れる位置）～撮影範囲までの調査が実施できること。
- 出水（台風、集中豪雨）後に迅速に調査着手するためには、資機材の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできること。
- 撮影画像（動画）が綺麗で視認性が十分確保できること。
- 河道閉塞部や崩壊斜面等は、地形起伏が急峻であるため、複雑な飛行をすることも想定されるため、細かな飛行ルートの設定が容易にできること。
- 気象条件に影響されにくいこと。また、飛行が安定していること。
- 『動画』等による撮影画像（現場状況）を迅速に報告できること。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のあるものが望ましい。
- 撮影高度が、150m 以上の場合は、航空法の規制により、事前に申請が必要となる。ただし、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要である。



地区毎の UAV 調査視点（例）　渓流部：縦断_飛行計画（案）　斜面部：横断_飛行計画（案）

図 2.2.3-1 動画撮影による遠望監視フライトのイメージ（案）

(2) 着目点（対策施設等）への影響を把握

1) 調査内容

動画撮影を踏まえて、着目箇所を選定し、静止画撮影による近接詳細確認フライトにより着目点(対策施設等)での変状を把握する。

2) 適用条件

計測範囲は、天然ダム周辺であり、限定された範囲となる。機体の適用条件（目安）を以下に示す。

- 自律飛行（離着陸まで全自動航行）できる機能を有していること。
- 離着陸場所（出水後に入れる位置）～撮影範囲までの調査が実施できること。
- 出水（台風、集中豪雨）後に迅速に調査着手するために、資機材の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできること。
- 撮影画像（静止画）が綺麗で視認性が十分確保できること。
- 河道閉塞部や崩壊斜面等では、地形起伏が急峻で、複雑な飛行をすることも想定されるため、細かな飛行ルートの設定が容易にできること。
- 気象条件に影響されにくいこと。また、飛行が安定していること。
- 『静止画』による撮影画像（現場状況）を迅速に事務所に報告できること。
- 出水後の河道閉塞の現場内は危険が伴うため、調査員の立ち入りが出来ず、通常の写真測量に必要な『標定点』設置・測量が困難となる。『静止画』からＳｆＭ解析でオルソ画像を作成するためには、標定点が不要な PPK（後処理キネマティック）機能または RTK（リアルタイム・キネマティック）機能が必要となる。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のあるもので問題ない。
- 撮影高度が 150m 以上の場合は、航空法の規制により、事前に申請が必要となる。ただし、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要である。

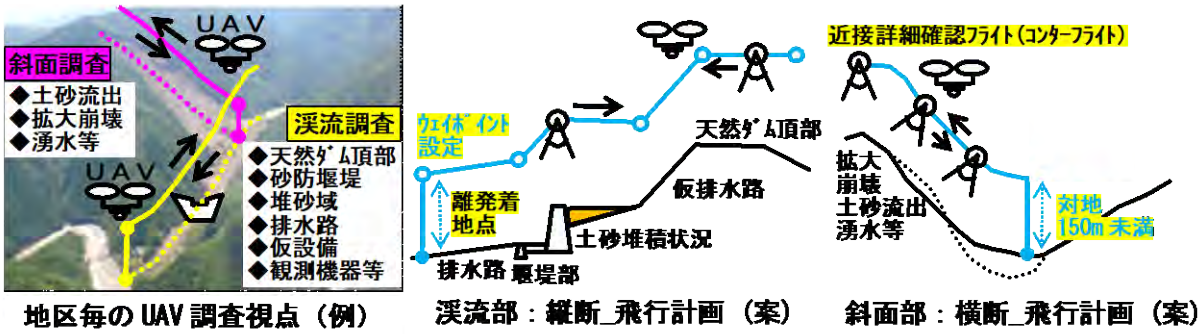


図 2.2.3-2 静止画撮影による近接詳細確認フライトのイメージ（案）

3. 無人航空機（UAV）の制約条件

大規模土砂災害において無人航空機（UAV）を活用する場合は、関連する法令や使用する機体等の制約条件を考慮する必要がある。

3.1 無人航空機を取り巻く関連法令による制約

3.1.1 関連法令の種類

無人航空機（UAV）を活用する場合には、関連法令（16 種類）による制約を受ける。大規模土砂災害において無人航空機（UAV）を活用する場合には、主に「航空法」、「道路法」、「道路交通法」、「民法」、「森林法」、「電波法」等に留意する必要がある。

【解説】

無人航空機（UAV）を活用する場合に関連する法令（16 種類）の種類と主な概要、事前手続き等を以下に示す。

図 3.1.1-1 UAV を取り巻く関連法令

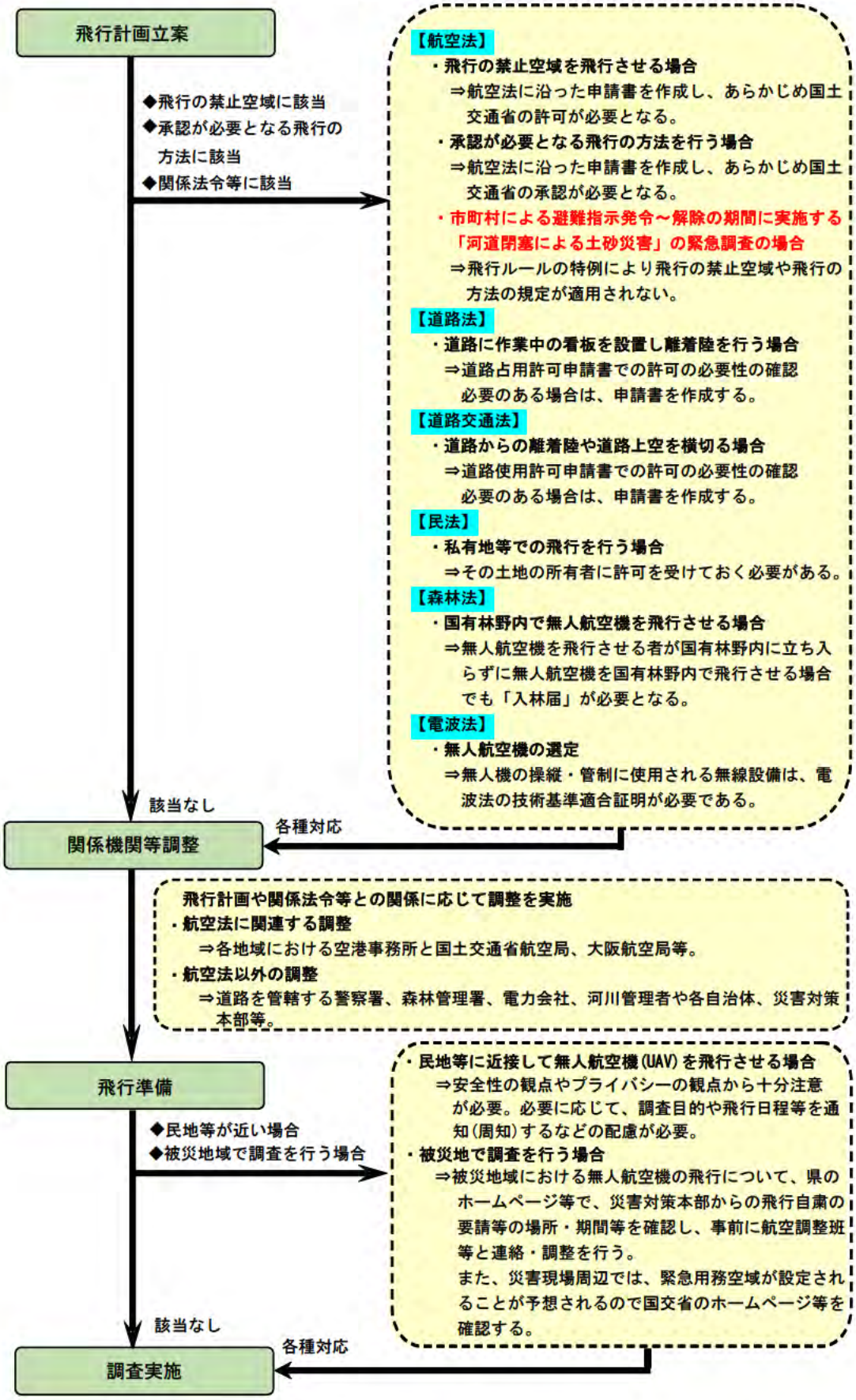


図 3.1.1-2 飛行計画立案から調査実施までの流れと関連法令への対応

表 3.1.1-1(1) 関連法令の概要と必要となる事前手続き等（1/2）

法律等	概要	事前手続き等	備考
航空法	UAV 飛行に関して飛行禁止空域や飛行方法等が定められており、事前の許可申請手続きが必要となる。 申請内容によっては、1 年間の飛行許可・承認を受けることができる。（年間申請） 「捜査･救助」の場合には、飛行ルールの特例もある。	必要 （10 開庁日前）	主な申請事項 ・飛行日時 ・飛行高度 ・禁止空域 ・飛行方法 （3.1.5 参照）
刑法	無断で私有地に侵入した場合、他人の物を壊した場合等、UAV 飛行においても刑法の対象となる事象が発生する可能性がある。	事前手続き 必要なし	
道路法	道路に作業中の看板などを設置し離着陸を行う場合、道路法第 32 条の道路の占用許可申請が必要となる。	必要 3 週間程度	管理者 HP 等より申請様式のダウンロード （参考：奈良県 HP（http://www.pref.nara.jp/23930.htm））
道路交通法	道路からの離着陸や道路上空を横切る場合には、道路使用許可申請書で許可を得る必要があるか確認する。 また、不要な場合も住民等からの通報に対応するため、事前に連絡しておくことが望ましい。	必要 （手続きの期間は管轄する警察署に確認）	警察署 HP 等より申請様式のダウンロード （参考：奈良県警察 HP（https://www.police.pref.nara.jp/0000000843.html））
迷惑防止条例	人が通常衣服をつけないでいるような場所を撮影した場合は、各都道府県の迷惑防止条例の罪に該当し、処罰される可能性がある。	事前手続き 必要なし	
民法	私有地等で UAV を飛行させる場合には、その土地の所有者（管理者）に許可を受けておく必要がある。 UAV の墜落等により、他者の物を壊した場合は、損害賠償責任が生じる。	個別交渉	UAV の離着陸地点が民地の場合に該当する。
外為法	日本及び世界の安全保障上の観点から個別輸出案件を管理する法律において、規制対象となる UAV に関する仕様が記載されている。	事前手続き 必要なし	
小型無人機等飛行禁止法	重要施設及びその周囲おおむね 300m の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行が禁止される。 なお、国又は地方公共団体の業務実施のために、防衛関係施設・空港の敷地内又は区域を除いた重要施設周辺地域の上空を飛行させる場合は、対象施設周辺地域を管轄する警察署を経由して都道府県公安委員会に通報書を提出する必要がある。	必要 （手続きの期間は管轄する警察署に確認）	山間地域では基本的に該当しない。
資源有効利用促進法	UAV で使用されているバッテリーを廃棄する際は、各自治体で定められた処理方法によって処分することが求められる。	事前手続き 必要なし	
個人情報の保護法	UAV 飛行により撮影した映像等が被撮影者のプライバシーを侵害する場合がある。	事前手続き 必要なし	
森林法	国有林野内に立ち入る場合には、入林届を森林管理署等に提出する必要がある。また、UAV を飛行させる者が国有林野内に立ち入らない場合でも、UAV を国有林野内で飛行させる場合は「入林届」が必要となる。	必要 （手続きの期間は管轄する森林管理署等に確認）	（3.2.1 参照）

表 3.1.1-1(2) 関連法令の概要と必要となる事前手続き等 (2/2)

法律等	概要	事前手続き等	備考
電波法	無人機の操縦・管制に使用される無線設備は電波法に従ったものでなければならない。	技適確認	技術基準適合証明を受けた機体を使用する。
	UAV を利用する際には、その操縦や、画像伝送のために、電波を発射する無線設備が広く利用されており、これらの無線設備を日本国内で使用する場合は、電波法令に基づき、無線局の免許を受け尚且つ無線従事者資格を取得る必要があります（微弱な無線局や一部の小電力無線局は除く）。	必要 第三級陸上特殊無線技士以上の資格の取得と無線局の開設	
	サービスエリアが広く、高速・大容量のデータ伝送が可能な LTE 対応端末を UAV に搭載し、画像・データ伝送等に利用する。	必要 実用化試験局による手続きまたは、携帯電話事業者のサービスを利用する	(3.3.3 参照)
廃棄物処理法	UAV は産業廃棄物に区分されるため、廃棄する場合は、各自治体で定められた処理方法によって処分することが求められる。	事前手続き必要なし	
海岸法	海岸上空を飛行させる場合、海岸管理者に対して「一時使用届」の提出の有無を確認し、必要に応じて「一時使用届」を提出する。	必要 (手続きの期間は管轄する海岸管理者に確認)	山間地域では基本的に該当しない。
河川法	河川上空を飛行させる場合、河川管理者に対して「一時使用届」の提出の有無を確認し、必要に応じて「一時使用届」を提出する。	必要 (手続きの期間は管轄する河川管理者に確認)	山間地域では基本的に該当しない。
港則法	港上空での UAV 飛行は港則法での作業行為に該当するのが通例であるため、港上空を飛行させる場合は、「許可申請書」を管轄する海上保安庁港長に提出する必要がある。	必要 (手続きの期間は管轄する海上保安庁に確認)	山間地域では基本的に該当しない。

3.1.2 飛行の禁止空域

航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通大臣（申請先は飛行エリアを管轄する地方航空局・空港事務所）の許可を受ける必要がある。また、各空港等の周辺に設定されている進入表面等の位置や、人口集中地区の範囲を記載した地図については、国土地理院の地理院地図より確認することができる。なお、無人航空機の飛行ルールについては、常に最新の情報に留意する必要がある。

【解説】

航空法では、飛行の禁止空域（航空法第百三十二条の八十五）を以下のように定めている。

（飛行の禁止空域）

第百三十二条の八十五　何人も、次に掲げる空域においては、技能証明を受けた者が機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合（立入管理措置（無人航空機の飛行経路下において無人航空機を飛行させる者及びこれを補助する者以外の者の立入りを管理する措置であつて国土交通省令で定めるものをいう。以下同じ。）を講ずることなく無人航空機を飛行させるときは、一等無人航空機操縦士の技能証明を受けた者が第一種機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合に限る。）でなければ、無人航空機を飛行させてはならない。

一　無人航空機の飛行により航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれがあるものとして国土交通省令で定める空域

二　前号に掲げる空域以外の空域であって、国土交通省令で定める人又は家屋の密集している地域の上空

２　何人も、前項第一号の空域又は同項第二号の空域（立入管理措置を講ずることなく無人航空機を飛行させる場合又は立入管理措置を講じた上で国土交通省令で定める総重量を超える無人航空機を飛行させる場合に限る。）においては、同項に規定する場合に該当し、かつ、国土交通大臣がその運航の管理が適切に行われるものと認めて許可した場合でなければ、無人航空機を飛行させてはならない。

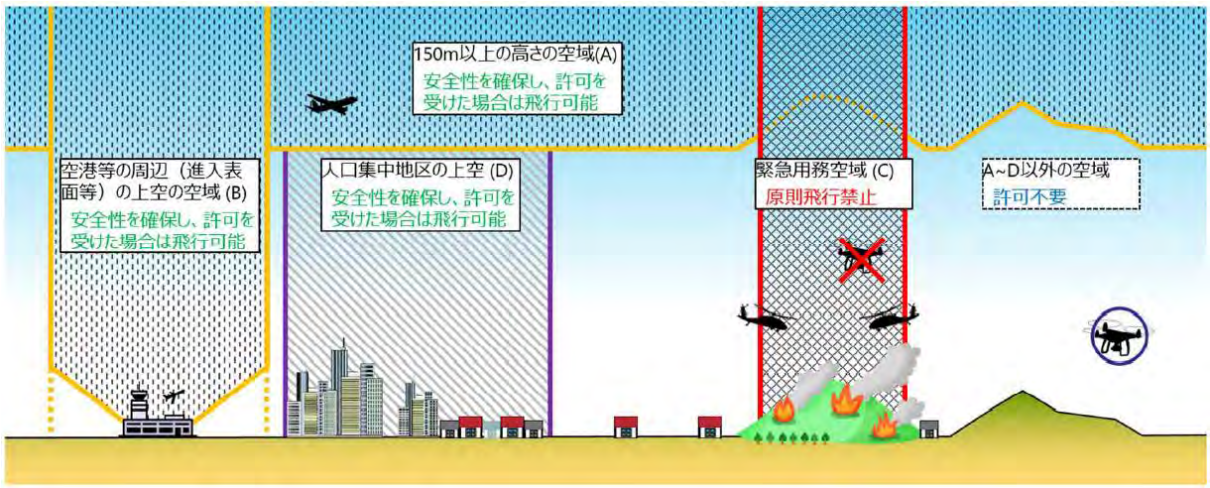
３　第一項に規定する場合において、立入管理措置を講じた上で同項第二号の空域において無人航空機（国土交通省令で定める総重量を超えるものを除く。）を飛行させる者は、航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を確保するために必要なものとして国土交通省令で定める措置を講じなければならない。

４　前三項の規定は、次の各号のいずれかに該当する場合には、適用しない。

一　係留することにより無人航空機の飛行の範囲を制限した上で行う飛行その他の航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を確保することができるものとして国土交通省令で定める方法による飛行を行う場合

二　前号に掲げるもののほか、国土交通大臣がその飛行により航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全が損なわれるおそれがないと認めて許可した場合

出典：「航空法 第百三十二条の八十五、令和 4 年 12 月 5 日施行」



出典：国土交通省ＨＰ「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」（令和 4 年 6 月 20 日）より抜粋（令和 5 年 1 月 6 日時点）

図 3.1.2-1 航空法により飛行の許可を受ける必要がある空域

図 3.1.2-1 の（A）～（D）の空域のように、有人の航空機に衝突するおそれや、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させることは、原則として禁止されている。これらの空域で無人航空機を飛行させようとする場合には、安全面の措置をした上で、国土交通大臣の許可を受ける必要がある（※屋内で飛行させる場合は不要）。なお、自身の私有地であっても、上記（A）～（D）の空域に該当する場合には、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。

また、上記（A）～（D）の空域での飛行を令和 4 年 12 月 5 日施行の改正航空法では特定飛行と定義された。

（A）地表又は水面から 150m 以上の高さの空域

下記（B）及び（C）の空域以外の空域並びに地上又は水上の物件から 30m以内の空域を除く

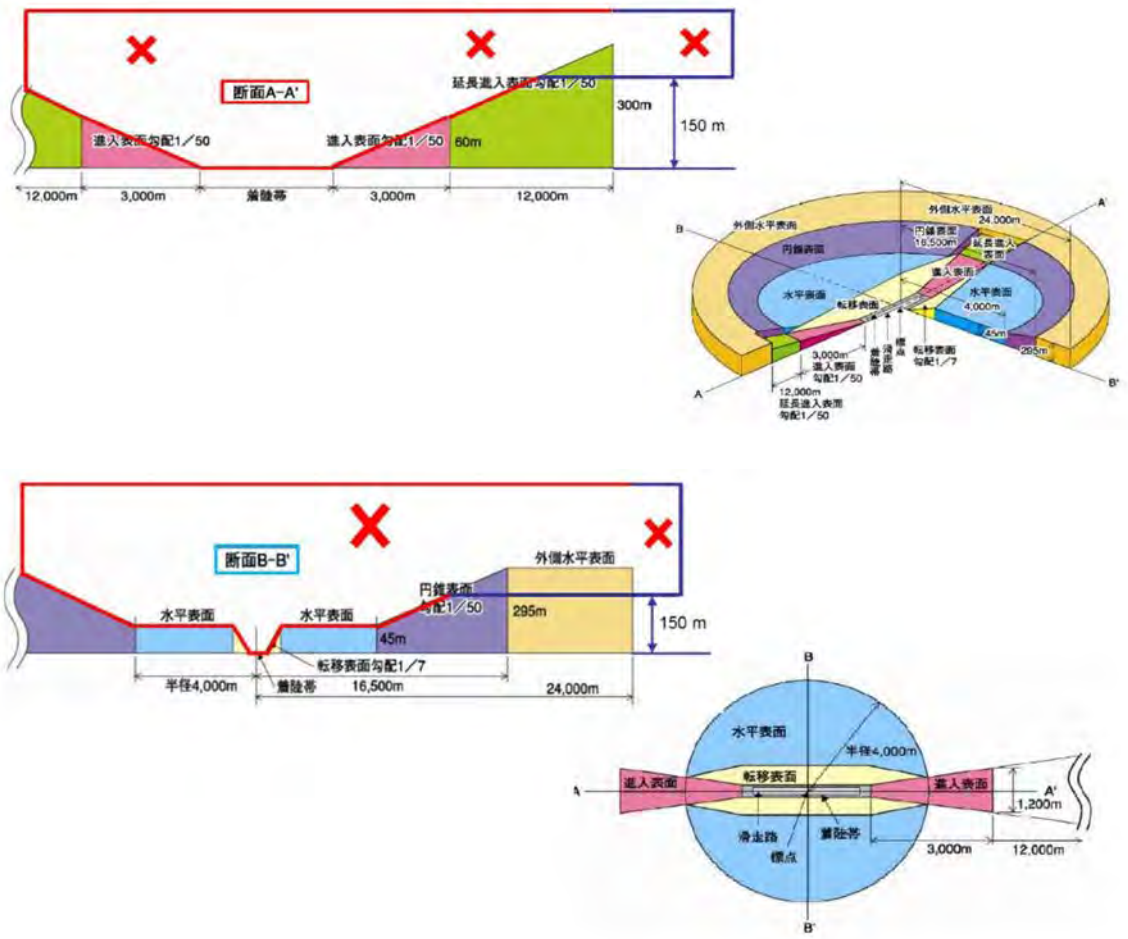
（B）空港周辺の空域

①新千歳空港、成田国際空港、東京国際空港、中部国際空港、大阪国際空港、関西国際空港、福岡空港、那覇空港

空港の周辺に設定されている進入表面、転移表面若しくは水平表面又は延長進入表面、円錐表面若しくは外側水平表面の上空の空域、進入表面若しくは転移表面の下の空域又は空港の敷地の上空の空域

②その他空港やヘリポート等

その他空港やヘリポート等の周辺に設定されている進入表面、転移表面若しくは水平表面又は延長進入表面、円錐表面若しくは外側水平表面の上空の空域



出典：国土交通省ＨＰ「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」（令和４年６月 20 日）より抜粋（令和５年１月６日時点）

図 3.1.2-2 無人航空機の飛行が禁止される空港等周辺の空域

（C）緊急用務空域

国土交通省、防衛省、警察庁、都道府県警察又は地方公共団体の消防機関その他の関係機関の使用する航空機のうち捜索、救助その他の緊急用務を行う航空機の飛行の安全を確保する必要があるものとして国土交通大臣が指定する空域（以下「緊急用務空域」という。）

※山火事等により緊急用務空域が指定された場合には、インターネットや航空局無人航空機 Twitter で確認できます。

(https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html)

(https://twitter.com/mlit_mujinki)

（D）人口集中地区（DID）の上空

令和 2 年の国勢調査の結果による人口集中地区の上空

出典：「地理院地図」

図 3.1.2-3 飛行禁止空域の例（空港等の周辺空域、DID 上空）

無人航空機の飛行ルールについては、常に最新の情報（国土交通省）に留意する必要がある。
(http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html)

3.1.3 飛行の方法

無人航空機（UAV）を飛行させる場合は、飛行の方法（航空法第百三十二条の八十六）に留意する必要がある。無人航空機（UAV）の飛行は、基本的には、日の出から日没までの間において、機体及び周囲の状況を目視により常時監視して、人や物件から安全な距離を保つこととしており、以下の飛行をさせる場合には、国土交通大臣の承認を受ける必要がある。

特に、大規模土砂災害の調査（緊急調査等）や砂防関係施設の点検で使用する場合には、目視外飛行、人または物件との離隔について注意が必要である。

【解説】

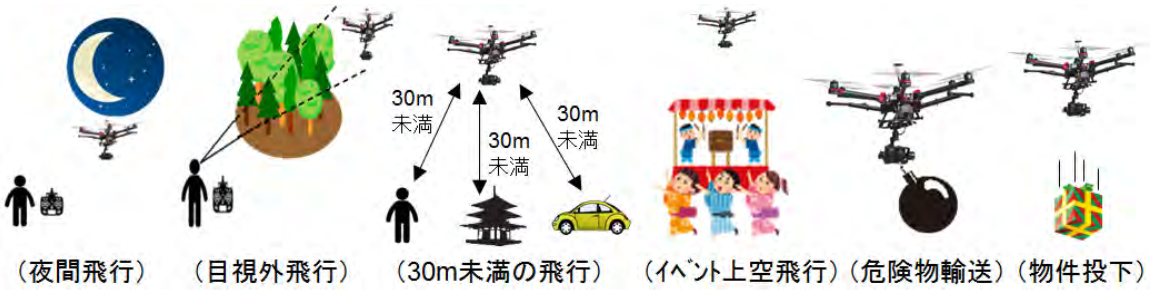
航空法では、飛行の方法（航空法第百三十二条の八十六）を以下のように定めている。大規模土砂災害の調査では、山間部等（渓流、山腹斜面等）において現地の立ち入りが危険な場合もあることから、目視外飛行を行う場面が多くなると想定される。

目視外飛行は、航空法では「承認」が必要となる飛行方法であり、必要な諸手続き（「3.1.5 航空法に対する許可・承認の申請手続き等」参照）を行う必要がある。また、災害時の被害状況調査において、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例（「3.1.4 飛行ルールの特例」参照）があることに留意されたい。

なお、航空法第百三十二条の八十六　第二項の各号によらない飛行は、令和 4 年 12 月 5 日施行の改正航空法で特定飛行と定義された。

＜遵守事項となる飛行の方法＞

＜承認が必要となる飛行の方法＞



出典：国土交通省ＨＰ「無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」（令和 4 年 6 月 20 日）より抜粋（令和 5 年 1 月 6 日時点）

図 3.1.3-1 遵守事項となる飛行の方法及び承認が必要となる飛行の方法（全 10 項目）

ポイント

「目視による常時監視」とは、飛行させる者が自分の目で見ることを指し、双眼鏡による監視や補助者による監視は含まない。なお、眼鏡やコンタクトによるものは「目視」に含まれるが、これらを常用している場合は、無人航空機を飛行させる際も必要に応じて使用すること。

（飛行の方法）

第百三十二条の八十六　無人航空機を飛行させる者は、次に掲げる方法によりこれを飛行させなければならない

一　アルコール又は薬物の影響により当該無人航空機の正常な飛行ができないおそれがある間において飛行させないこと。

二　国土交通省令で定めるところにより、当該無人航空機が飛行に支障がないことその他飛行に必要な準備が整っていることを確認した後において飛行させること。

三　航空機又は他の無人航空機との衝突を予防するため、無人航空機をその周囲の状況に応じ地上に降下させることその他の国土交通省令で定める方法により飛行させること。

四　飛行上の必要がないのに高調音を発し、又は急降下し、その他他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させないこと。

２　無人航空機を飛行させる者は、技能証明を受けた者が機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合（立入管理措置を講ずることなく無人航空機を飛行させるときは、一等無人航空機操縦士の技能証明を受けた者が第一種機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合に限る。）を除き、次に掲げる方法により、これを飛行させなければならない。

一　日出から日没までの間において飛行させること。

二　当該無人航空機及びその周囲の状況を目視により常時監視して飛行させること。

三　当該無人航空機と地上又は水上の人又は物件との間に国土交通省令で定める距離を保つて飛行させること。

四　祭礼、縁日、展示会その他の多数の者の集合する催しが行われている場所の上空以外の空域において飛行させること。

五　当該無人航空機により爆発性又は易燃性を有する物件その他人に危害を与え、又は他の物件を損傷するおそれがある物件で国土交通省令で定めるものを輸送しないこと。

六　地上又は水上の人又は物件に危害を与え、又は損傷を及ぼすおそれがないものとして国土交通省令で定める場合を除き、当該無人航空機から物件を投下しないこと。

３　前項に規定する場合において、同項各号に掲げる方法のいずれか（立入管理措置を講じた上で無人航空機（国土交通省令で定める総重量を超えるものを除く。）を飛行させる場合にあつては、同項第四号から第六号までに掲げる方法のいずれか）によらずに無人航空機を飛行させる者は、国土交通省令で定めるところにより、あらかじめ、その運航の管理が適切に行われることについて国土交通大臣の承認を受けて、その承認を受けたところに従い、これを飛行させなければならない。

４　第二項に規定する場合において、立入管理措置を講じた上で同項第一号から第三号までに掲げる方法のいずれかによらずに無人航空機（国土交通省令で定める総重量を超えるものを除く。）を飛行させる者は、航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を確保するために必要なものとして国土交通省令で定める措置を講じなければならない。

5　前三項の規定は、次の各号のいずれかに該当する場合には、適用しない。

一　係留することにより無人航空機の飛行の範囲を制限した上で行う飛行その他の航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を確保することができるものとして国土交通省令で定める方法による飛行を行う場合

二　前号に掲げるもののほか、国土交通省令で定めるところにより、あらかじめ、第二項各号に掲げる方法のいずれかによらずに無人航空機を飛行させることが航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を損なうおそれがないことについて国土交通大臣の承認を受けて、その承認を受けたところに従い、これを飛行させる場合

出典：「航空法第百三十二条の八十六、令和 4 年 12 月 5 日施行」

3.1.4 飛行ルールの特例

「河道閉塞による土砂災害」の緊急調査は、土砂災害の急迫した危険がある場合において避難に資する情報を提供すること等を目的の一つとしていることから、「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当すると考えられる。

このため、緊急調査着手時の判断、初動期、継続監視期の各ステージにおいて緊急調査のために無人航空機（UAV）を活用する場合には、飛行ルールの特例により、第百三十二条の八十五、第百三十二条の八十六（第一項を除く。）及び第百三十二条の八十七から第百三十二条の八十九までの規定が適用されない。

【解説】

航空法では、飛行ルールの特例（航空法第百三十二条の九十二）を以下のように定めている。

第百三十二条の九十二　第百三十二条の八十五、第百三十二条の八十六（第一項を除く。）及び第百三十二条の八十七から第百三十二条の八十九までの規定は、都道府県警察その他の国土交通省令で定める者が航空機の事故その他の事故に際し捜索、救助その他の緊急性があるものとして国土交通省令で定める目的のために行う無人航空機の飛行については、適用しない。

出典：「航空法第百三十二条の九十二、令和 4 年 12 月 5 日施行」

また、「無人航空機（ドローン、ラジコン等）の飛行に関するＱ＆Ａ（令和 4 年 9 月版）」（令和 5 年 1 月 6 日時点）には、次のように示されている。

Q15-1　飛行禁止空域や飛行の方法に関する航空法の規定が適用されない無人航空機の飛行とは、どのような飛行ですか。

A　国、地方公共団体又はこれらの依頼を受けた者が、事故・災害に際し、捜索、救助のために無人航空機を飛行させる場合には、航空法第 132 条（飛行の禁止空域）及び第 132 条の２の飛行の方法の規定が適用されません。

Q15-3　災害時の被害状況の調査は、「捜索・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当しますか。

A　人命や財産に急迫した危難のおそれがある場合における、人命の危機や財産の損傷を回避するための調査については「捜索・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当します。

一方、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」より、目的、緊急調査について、次のように示されている。

第一章　総則

（目的）

第一条　この法律は、土砂災害から国民の生命及び身体を保護するため、土砂災害が発生するおそれがある土地の区域を明らかにし、当該区域における警戒避難体制の整備を図るとともに、著しい土砂災害が発生するおそれがある土地の区域において一定の開発行為を制限し、建築物の構造の規制に関する所要の措置を定めるほか、土砂災害の急迫した危険がある場合において避難に資する情報を提供すること等により、土砂災害の防止のための対策の推進を図り、もって公共の福祉の確保に資することを目的とする。

（都道府県知事が行う緊急調査）
第二十八条　都道府県知事は、土石流、地滑り又は河道閉塞による湛水を発生原因とする重大な土砂災害の急迫した危険が予想されるものとして政令で定める状況があると認めるときは、基本指針に基づき、これらの自然現象を発生原因とする重大な土砂災害が想定される土地の区域及び時期を明らかにするため必要な調査（以下「緊急調査」という。）を行うものとする。ただし、次条第一項の規定により国土交通大臣が緊急調査を行う場合は、この限りでない。
２　都道府県知事は、緊急調査の結果、基本指針に基づき、前項の重大な土砂災害の危険がないと認めるとき、又はその危険が急迫したものでないと認めるときは、当該緊急調査を終了することができる。
（国土交通大臣が行う緊急調査）
第二十九条　国土交通大臣は、前条第一項の政令で定める状況があると認める場合であって、当該土砂災害の発生原因である自然現象が緊急調査を行うために特に高度な専門的知識及び技術を要するものとして政令で定めるものであるときは、基本指針に基づき、緊急調査を行うものとする。

また、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領（カテゴリーⅡ飛行）令和４年 11 月９日 最終改正（国空無機第 220729 号）」の p.2～p.3 には、飛行ルールの特例が適用されない緊急を要する場合の申請手続きについて、次のように示されている。

（前略）の規定にかかわらず、緊急を要するものについては、以下の区分により電話、電子メールなどで申請させることができる。なお、後日、申請書を所定の提出先に提出させるものとする。
また、緊急を要する場合の夜間等の執務時間外における申請については、管轄事務所に電話で連絡を入れさせること。当該申請については、その後、国土交通省安全部無人航空機安全課、地方航空局保安部運航課又は空港事務所の担当者が申請者宛てに電話等で連絡を行うことにより、必要な内容を聞き取った上で、許可等の可否を判断するものとする。
（ア）電話による申請
・「事故及び災害」が災害対策基本法（昭和36 年法律第223 号）第２条第１号の「災害」にあたる場合又はこれに類する場合で、かつ、緊急に支援活動をする必要がある場合
（イ）電子メール等による申請
・事故及び災害に際して緊急に支援活動をする必要がある場合
・事故及び災害の報道取材のため緊急を要する場合
・その他特に緊急を要する場合

【飛行ルールの特例の適用判断における事例】

平成 23 年紀伊半島災害における緊急調査の実施状況、避難指示の発令・解除等は、以下の通りである。河道閉塞の確認された場所の中から 4 地区（赤谷地区、長殿地区、栗平地区、熊野地区）を対象として、無人航空機（UAV）による現地実証を行った。その際、飛行ルールの特例に該当するかどうかについて判断した事例を以下に示す。

令和 5 年 2 月末現在、長殿地区は緊急調査が継続している。しかしながら、長殿地区は、避難指示が解除されていることから、平成 23 年紀伊半島災害における緊急調査の実施箇所において無人航空機（UAV）を活用する場合、令和 4 年度の現地実証においては、飛行ルールの特例は適用されないと判断し、必要な手続きを行った。

表 3.1.4-1 【事例】緊急調査の実施状況（令和 5 年 2 月末現在）

県名	流域名	河道閉塞の確認場所	備考（緊急調査、避難指示等）
奈良県	熊野川（十津川）流域	五條市大塔町赤谷	□H23.9.3～：避難指示発令 ◆H23.9.6～：緊急調査実施 □～H24.2.8：警戒区域解除（避難勧告に変更） ◆～R3.3.31：緊急調査（終了）
		十津川村長殿	□H23.9.3～：避難指示発令 ◆H23.9.6～：緊急調査実施 □～H24.2.8：警戒区域解除（避難指示も解除） ◆緊急調査（継続中）
		十津川村栗平	□避難指示の発令（無し） ◆H23.9.6～：緊急調査実施 ◆～R3.3.31：緊急調査（終了）
		野迫川村北股	◆H23.9.13～：緊急調査実施 □H23.9.16～：避難指示発令 □～H23.12.23：警戒区域解除（避難指示に変更） ◆～H31.3.28：緊急調査（終了）
和歌山県	日置川流域	田辺市熊野	◆H23.9.6～：緊急調査実施 □H23.9.8～：避難指示発令 □～H23.12.3：警戒区域解除（避難指示も解除） ◆～H31.3.28：緊急調査（終了）

また、飛行ルールの特例が適用された場合であっても、航空機の航行の安全や地上の人等の安全が損なわれないよう、必要な安全確保を自主的に行う必要がある。

安全確保の方法は、以下の「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（令和 4 年 11 月 28 日　最終改正）」に定められているので、参考とされたい。

◆航空情報の発行手続き

空港等周辺、緊急用務空域及び地上又は水上から 150m 以上の高さ（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号の空域）において無人航空機を飛行させる場合には、空港等の管理者又は空域を管轄する関係機関と調整した後、当該空域の場所を管轄する空港事務所に以下の情報を電話した上で電子メールなどにより通知すること。

当該通知に基づき航空局において航空情報の発行を行うとともに、空港等の管理者等において航行する航空機に対し安全上の必要な措置が行われる。

＜通知すべき情報＞

・飛行目的
・飛行範囲（所在地、緯度経度（世界測地系）による飛行範囲）
・最大飛行高度（地上高及び海抜高）
・飛行日時（終了時刻が未定の場合はその旨を連絡）
・機体数（同時に飛行させる無人航空機の最大機数）
・機体諸元（無人航空機の種類、重量等）
・飛行の主体者の連絡先
・飛行の依頼元（依頼に基づく場合）

なお、航空法第132 条の85 第 1 項第 1 号の空域以外で無人航空機を飛行させる場合には、空港事務所等への通知は不要である。

◆航空機の航行の安全確保

事故に際し捜索、救助の目的のため無人航空機を飛行させる状況においては、無人航空機を飛行させようとする空域に捜索、救助を目的とした航空機の飛行が想定される。このため、飛行空域の監視等を行い航空機の飛行を確認した場合には、当該航空機の航行の安全が阻害されないように無人航空機を飛行させること。例えば、飛行を確認した航空機が救助活動等を行っている場合には、その飛行の妨げとならないよう無人航空機の飛行を中止させ又は十分な距離を保ち飛行させること。

◆飛行マニュアル（参考）

航空法第132条の92の適用を受けた場合には、特例適用者の責任において、航空機並びに地上及び水上の人及び物件の安全を確保する必要があるため、あらかじめ航空局通達「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領（国空航第684 号、国空機第923 号、平成27 年制定）」を参考に、捜索、救助等の目的に応じた無人航空機の運用方法をマニュアルに定め、当該マニュアルに基づき、安全な飛行を行うことが望ましい。

なお、マニュアル作成にあたっては、参考とする航空局通達をそのまま適用することが困難な場合があることなどを十分に踏まえ、状況に応じた無人航空機を飛行させる際の実施体制等を規定することが期待される。

＜マニュアルの規定内容（例）＞

（１）総則

a　目的

b　適用の範囲

（２）無人航空機の点検・整備

a　機体の点検・整備の方法

b　機体の点検・整備の記録の作成方法

（３）無人航空機を飛行させる者の訓練

捜索・救助の目的に応じた技量等の確保の条件を規定する。

a　知識及び能力を習得するための訓練方法

b　能力を維持させるための方法

c　飛行記録（訓練も含む）の作成方法

d　無人航空機を飛行させる者が遵守しなければならない事項

（４）無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制

捜索・救助等の目的に応じた体制を規定する。

a　飛行前の安全確認の方法

b　無人航空機を飛行させる際の安全管理体制

c　「無人航空機の事故及び重大インシデントの報告要領（令和４年11　月４日　国空無機第223052　号）」に定める事態の非常時の対応及び連絡体制

◆大規模災害時の飛行調整（参考）

大規模災害が発生した場合には、捜索、救助を目的とした多数の航空機及び無人航空機が飛行することが想定される。航空機の航行の安全の確保及び無人航空機に起因する事故等の防止のため、これらの空域で無人航空機を飛行させる場合には、現地災害対策本部等を通じて無人航空機の飛行の方法（日時、飛行場所など）を調整することが望ましい。

出典：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（令和 4 年 11 月 28 日　最終改正）より一部抜粋

航空法に関連する許可・承認申請書の提出先は、以下に示す国土交通省、地方航空局及び空港事務所の連絡先等一覧を参照されたい。

出典：国土交通省ＨＰ(http://www.mlit.go.jp/common/001110211.pdf)令和 5 年 2 月現在

表 3.1.4-2 国土交通省、地方航空局及び空港事務所の連絡先等一覧

国土交通省、地方航空局及び空港事務所の連絡先等一覧

※許可・承認申請書の提出先は、以下をご参照下さい。

※無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領（平成27年11月17日制定 国空航第684号、国空機第922号）2-1（1）cにおける**緊急を要する場合の夜間等の執務時間外**における申請については、提出先官署右欄に記載のある連絡先にご連絡ください。

※航空法第132条の85第1項第2号及び同法第132条の86
・人又は家屋の密集している地域（DID地区）の上空を飛行させる場合
・次の飛行を行う場合（夜間飛行、目視外飛行、人又は物件から30m以上の距離が確保できない飛行、催し場所上空の飛行、危険物の輸送、物件投下）

※航空法第132条の85第1項第1号
・空港等の制限表面高さを超えて飛行させる場合
・地表または水面から150m以上の高さの空域を飛行させる場合

官 署	住所・連絡先	（適用条項）提出先の管轄区域	執務時間	執務時間外の連絡先
東京航空局	〒102-0074 東京都千代田区九段南1-1-15 九段第二合同庁舎 東京航空局 保安部 運航課 ☎:03-6685-8005 e-mail: cab-emujin-daihyo@mlit.go.jp	（航空法第132条の85第1項第2号及び同法第132条の86） ※東日本 北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、静岡県	平日 09:00～17:00	東京空港事務所
大阪航空局	〒540-8559 大阪府大阪市中央区大手前3-1-41 大手前合同庁舎 大阪航空局 保安部 運航課　（※R4.11.23移転） ☎:06-6937-2779（※R4.11.23変更） e-mail: cab-wmujin-daihyo@mlit.go.jp	（航空法第132条の85第1項第2号及び同法第132条の86） ※西日本 富山県、石川県、福井県、岐阜県、愛知県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県	平日 09:00～17:00	関西空港事務所
東京空港事務所 （24時間対応）	〒144-0041 東京都大田区羽田空港3-3-1　航空管制運航情報官 【平日・夜間・休日　共通】 ☎:050-3198-2865 e-mail: cab-hnd-kyoka@mlit.go.jp	（航空法第132条の85第1項第1号） ※東日本 北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、静岡県	24時間	
関西空港事務所 （24時間対応）	〒549-0011 大阪府泉南郡田尻町泉州空港中1　航空管制運航情報官 【平日9時～17時】 ☎:072-455-1330 e-mail: cab-kiyouhou@mlit.go.jp 【夜間・休日】 ☎:050-3198-2870 e-mail: cab-kixinfo@mlit.go.jp	（航空法第132条の85第1項第1号） ※西日本 富山県、石川県、福井県、岐阜県、愛知県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県	24時間	
国土交通省	〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3 航空局 安全部 無人航空機安全課 ☎:03-5253-8111(内線)48675,48681 e-mail: hqt-jcab.mujin@mlit.go.jp	（航空法第132条の85及び同法第132条の86） 公海上	平日 09:00～17:00	東京空港事務所若しくは関西空港事務所

【管理者との調整に関する事例】

平成 23 年紀伊半島水害により河道閉塞が発生した地区の中から、無人航空機（UAV）を用いて 4 地区（赤谷地区、長殿地区、栗平地区、熊野地区）を対象として行った現地実証では、下記の航空法に関連する管理者と連絡調整した。

表 3.1.4-3 航空法に関連する管理者一覧と調整の内容（事例）

<table>
<tr><th>管理者</th><th>調整内容</th></tr>
<tr><td>【飛行場所】：奈良県
◆関西空港事務所
連絡先：072-455-1330</td><td rowspan="2">各飛行場所で、高度 150m 以上の飛行（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号）を行う場合は、特例又は申請時に以下の手続きが必要である。
①進入管制区等を管轄している関係機関との調整が必要なため、該当関係機関を確認する。
②確認した関係機関との調整結果を、特例時は管理者に電話した上で電子メールなどにより通知し、申請時には所定の申請書に記載し提出する必要がある。また、飛行前日までに「【ドローン】飛行前日までの連絡」と題したメールで、許可番号・飛行予定日時・飛行場所・飛行高度・機体の数・最大離陸重量・連絡先を連絡する。
※なお、特例は、高度 150m 以上の飛行等（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号）の空域以外で無人航空機を飛行させる場合には、空港事務所等への通知は不要である。</td></tr>
<tr><td>その他の連絡先は、国土交通省 HP（国土交通省、地方航空局及び空港事務所の連絡先等一覧）を参照
http://www.mlit.go.jp/common/001110211.pdf（令和 5 年 2 月現在）</td></tr>
<tr><td>長殿地区：進入管制区
◆関西空港事務所
連絡先：072-455-1330</td><td rowspan="2">高度 150m 以上を飛行（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号）する場合、上記管理者に各飛行場所の空域を管轄している関係機関を確認し、その関係機関の管理者と他の航空機との調整を行う。
調整結果に対する取扱いは、上記②を参照。</td></tr>
<tr><td>栗平地区：東京管制部管轄空域
◆東京航空交通管制部
連絡先：042-992-1181</td></tr>
<tr><td rowspan="2">◆大阪航空局
（飛行を行う場所が富山県、岐阜県、愛知県以西の場合）
連絡先：06-6937-2779</td><td>許可・承認申請が必要な案件の中でも、目視外飛行で補助者なしのように難易度の高いものについては、事前の調整で安全を担保し、本申請により承認を得る。</td></tr>
<tr><td>高度 150m 以上の飛行（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号）以外の航空法に係る申請（DID の上空等）は、オンライン申請・郵送・手渡しとし、申請内容に不備があれば補正指示が出るので補正申請し許可・承認を得る。
※許可等の期間は原則として 3 ヶ月以内だが、継続的に無人航空機を飛行させることが明らかな場合には 1 年を限度として許可・承認を得ることが出来る。</td></tr>
</table>

また、各飛行場所（事例含む）の航空法上の制約と管理者の関係を整理したものを以下に示す。

表 3.1.4-4 各飛行場所の航空法上の制約と管理者一覧（事例）

飛行場所	住所	航空法上の制約（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号は特例時でも調整必要）	管理者	
			各飛行場所を管轄している空港事務所等	進入管制区等を管轄する関係機関（他の航空機との調整）
赤谷地区	奈良県五條市大塔町清水	高度 150m 以上の飛行等	関西空港事務所	関西空港事務所
長殿地区	奈良県十津川村大字長殿	高度 150m 以上の飛行等	関西空港事務所	関西空港事務所
栗平地区	奈良県十津川村大字内原	高度 150m 以上の飛行等	関西空港事務所	東京航空交通管制部
熊野地区	和歌山県田辺市熊野	高度 150m 以上の飛行等	関西空港事務所	東京航空交通管制部
無人地帯	－	目視外飛行　補助者なし	大阪航空局	無し
場所を問わず	－	高度 150m 以上の飛行等（航空法第 132 条の 85 第 1 項第 1 号）以外の航空法	大阪航空局	無し

その他（航空法以外）で管理者と調整が必要な内容を整理したものを以下に示す。

表 3.1.4-5 その他管理者一覧と調整の内容（事例）

管理者	調整内容
◆道路を管轄する警察署 ＜長殿地区の事例:参考＞ 五條警察署十津川警察庁舎 連絡先：0746-63-0110	道路からの離着陸や道路上空を横切る場合に、道路使用許可申請書で許可を得る必要があるか確認する。 また、不要な場合も住民等からの通報に対応するため、事前に連絡しておくことが望ましい。 連絡内容例：実施者、住所、担当者、連絡先、期間、時間
◆奈良森林管理事務所 連絡先：050-3160-6150	国有林野内で無人航空機を飛行させる場合や、立ち入らずに国有林野内で飛行させる場合にも、入林届を入林予定の国有林を管轄している森林管理署等に持込み、郵送、インターネット（E-mail）の何れかで提出する。
◆和歌山森林管理署 連絡先：050-3160-6120	
その他の提出先は、近畿中国森林管理局 H.P（入林届提出先一覧）を参照 https://www.rinya.maff.go.jp/kinki/apply/license/attach/pdf/nyuurintodoke-4.pdf	
関西電力送配電株式会社 （停電や電柱、電線等の電気設備に関する問い合わせ） 連絡先：0800-777-3081	架空線等の施設がある場合には、事前に離隔距離等を確認しておく。また、航空法上 30m 未満には近づかない。
河川管理者や各自治体	離着陸場所や飛行場所が官地であれば、その管理者に通知、届け出等の確認を行う。 また、必要に応じて飛行の情報等を自治会等を通じて地域住民に周知し、トラブルが起きないように配慮する。
災害対策本部	被災地域における無人航空機の飛行について、県のホームページ等で、災害対策本部が提示する飛行自粛の要請等の場所・期間等を確認し、事前に航空調整班等と連絡・調整を行う。

3.1.5 飛行カテゴリーの決定

無人航空機の飛行形態については、リスクに応じた下記 3 つのカテゴリー（リスクの高いものからカテゴリーⅢ、Ⅱ、Ⅰ）に分類され、該当するカテゴリーに応じて手続きの要否が異なる。

【解説】

飛行形態のカテゴリーの概要は以下に示す。

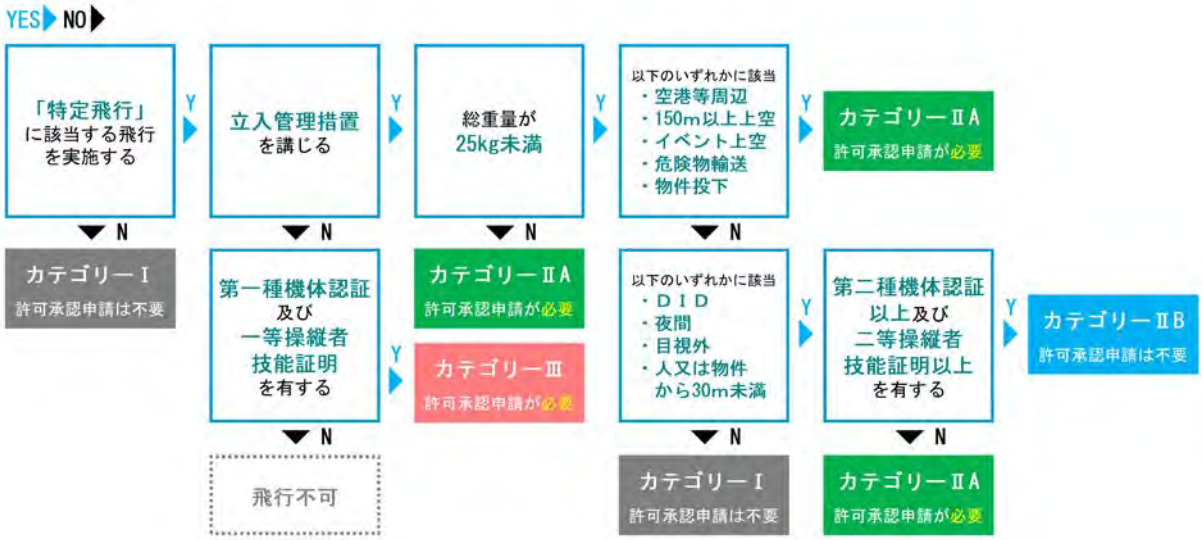
カテゴリーⅢ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置(※1)を講じないで行う飛行。（＝第三者の上空で特定飛行を行う）
カテゴリーⅡ(※2)	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。（＝第三者の上空を飛行しない）
カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。 航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。

※1 立入管理措置とは、無人航空機の飛行経路下において、第三者（無人航空機を飛行させる者及びこれを補助する者以外の者）の立入りを制限することを指す。

※2 機体認証及び操縦者技能証明の取得により、カテゴリーⅡ飛行のうち一部の飛行許可・承認手続が不要になる場合があります。

詳細は下記「飛行カテゴリー決定のフロー図」を参照。

(1) 飛行カテゴリー決定のフロー



(2) カテゴリーⅠ飛行

特定飛行に該当しないため、飛行許可・承認申請は不要である。

(3) カテゴリーⅡ飛行

特定飛行のうち空港等周辺、150m 以上の上空、催し場所上空、危険物輸送及び物件投下に係る飛行並びに最大離陸重量 25kg 以上の無人航空機の飛行（カテゴリーⅡA 飛行）については、立入管理措置を講じた上で、無人航空機操縦士の技能証明や機体認証の有無を問わず、個別に許可・承認を受ける必要がある。

また、特定飛行のうち上記の場合以外（DID 上空、夜間、目視外、人又は物件から 30m の距離を取らない飛行であって、飛行させる無人航空機の最大離陸重量が 25kg 未満の場合）については、立入管理措置を講じた上で、無人航空機操縦士の技能証明を受けた者が機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合、飛行マニュアルの作成等無人航空機の飛行の安全を確保するために必要な措置を講じることにより、許可・承認を不要とすることができる。（カテゴリーⅡB 飛行）

この飛行マニュアルは、無人航空機を飛行させる者が安全の確保に必要な事項を盛り込み、その内容や形式は、飛行の実態に即して作成し、これを遵守する必要がある。

これら以外の場合の飛行は、個別に許可・承認を受ける必要がある。（カテゴリーⅡA 飛行）

(4) カテゴリーⅢ飛行

レベル４飛行（有人地帯における補助者なし目視外飛行）を含むカテゴリーⅢ飛行は、一等無人航空機操縦士の技能証明を受けた者が第一種機体認証を受けた無人航空機を飛行させる場合であって、飛行の形態に応じたリスク評価結果に基づく飛行マニュアルの作成を含め、運航の管理が適切に行われていることを確認して許可・承認を受けた場合に限る。

3.1.6 航空法に対する許可・承認の申請手続き等

無人航空機（UAV）の飛行に関する航空法の許可・承認の申請手続きは、原則ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）で行われる。※補助者を配置しない目視外飛行の申請は書面でも可能。

【解説】

ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）の場合のシステムの利用開始から飛行許可または承認を受けるまでの主な流れは、以下の通りである。

出典：「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行許可・承認申請編」より抜粋

図 3.1.6-1 ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）による申請の主な流れ

「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行許可・承認申請編」より、新規申請手続きに必要な情報は、以下の通りである。

・無人航空機情報又は操縦者情報の登録・変更の場合

各種情報	項目	
無人航空機情報の登録・変更	※既に登録済の場合も自作機等は以下が必要 • 基準適合性に関する情報 • 機体の設計図又は写真（前横上） • 操縦装置名称 • 操縦者名 • 設計図又は写真 • 機体の運用限界に関する情報 • 取扱い説明書 • 飛行させる方法に関する情報	※試験飛行届出済機体の新規登録は以下も必要 • 試験飛行届出番号 • 製造者名 • 型式名又は名称 • 機体の種類 • 製造番号等 • 最大離陸重量
操縦者情報の登録・変更	• 氏名 • フリガナ • 電話番号 • メールアドレス ※操縦者の新規作成（技能証明なし）を行う場合、ＨＰ掲載団体技能認証情報の登録は任意です。	• 住所 • 操縦者の基準の適合性に関する情報 • これまでの飛行実績

・飛行許可・承認の新規申請の場合

各種情報	項目
申請者の情報	• 緊急連絡先（氏名／電話番号）
その他	• ドローン情報基盤システムのアカウント（例:ABC123456 英字3文字+数字6文字） • 飛行及び機体情報 • 使用するマニュアル情報 • 操縦者情報 • 保険等の情報

出典：「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行許可・承認申請編」より抜粋

必要な様式、記載方法、申請方法の詳細については、以下に示す国土交通省 HP を参照されたい。

また、申請は、飛行予定日の 10 開庁日前までに、申請書を提出する必要がある。また、包括申請（同一申請者が一定期間内に反復して飛行を行う、複数場所で飛行を行う場合）や代行申請（飛行の委託元が委託先の飛行をまとめて申請する場合）も可能である。

許可等の期間は原則 3 か月以内であるが、継続的であることが明らかな場合は１年を限度として可能である。

【申請に必要な様式、記載方法、申請方法について】

国土交通省

ホーム>政策・仕事>航空>航空安全>無人航空機の飛行許可・承認手続

（https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html）

なお、大規模土砂災害における緊急調査では、「目視外飛行」による調査を行う場合が多いと想定される。目視外飛行を行う場合の許可・承認申請等の申請期間、許可・承認期間、更新手続きの期間は、次の通りである。

表 3.1.6-1 「目視外飛行」に関する許可・承認に関する申請等の期間

項目	許可・承認されるまでの期間	許可・承認の期間	更新手続きの期間
補助者あり	申請書は、当該申請に係る飛行開始予定日の 10 開庁日前までに提出する。	申請内容に変更が無ければ 1 年間可能	期間の満了の日の 40 開庁日前から 10 開庁日前までに行う。
補助者なし	改正航空法施行前 申請書は、申請の前に、航空局との事前協議で内容を確認した後、当該申請に係る飛行開始予定日の 10 開庁日前までに提出する。 （実績：申請書案を提出し、承認されるまでの日数。申請実績の有る機体：40～73 日、申請実績の無い機体：78～79 日） 改正航空法施行後 補助者あり申請と同様の対応期間となると考えられる。	申請内容に変更が無ければ 1 年間可能	期間の満了の日の 40 開庁日前から 10 開庁日前までに行う。

また、国土交通大臣（国土交通省本省）、各地方航空局長及び各空港事務所長による許可・承認を受けた者は、国土交通省 HP の報告書の記載例を参照の上、許可・承認書に記載された条件に応じ、飛行実績を作成・管理する必要があったが、令和 4 年 12 月 5 日の改正航空法の施行後、飛行日誌の作成・管理に変更になった。

【目視外補助者なし飛行の承認事例】

大規模土砂災害における緊急調査では、「目視外飛行」による調査の必要な場面があり、それには二通りの申請方法がある。申請方法は、以下のとおりである。

① 補助者を配置した目視外飛行（「目視外飛行・補助者あり」）

「目視外飛行・補助あり」の申請は、原則オンラインで申請を行う。申請書作成にあたっては、国土交通省のホームページに申請書記載例も掲載されているので、それを参考に申請書の作成および申請を行う。

② 補助者を配置しない目視外飛行（「目視外飛行・補助者なし」）

「目視外飛行・補助なし」の申請は、オンライン申請は未対応であり、申請書の記載例もないため申請内容によっては、承認までに時間を要する場合がある（令和 4 年 12 月 5 日の改正航空法でオンラインも対応。ホームページに記載例も掲載された）。

※本手引きの参考資料に「目視外飛行で補助者を配置しない場合の申請書記載例」を添付。

本手引きでは、「目視外補助なし飛行」の承認が得られた事例を基に、申請書作成にあたっての留意点、承認後の手続きに関する留意点を参考事例として、とりまとめている。

なお、実際に承認された「無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書」について、巻末資料として添付したので以下の留意点と共に参照されたい。**※以降の事例は改正航空法施行前である。**

ポイント（留意点）

【承認申請書の手順】

①承認申請予定の機体、調査地区の飛行コース、電波状況等、申請に必要な要件を確認する。

②承認申請する機体毎に、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領（令和 3 年 12 月 9 日最終改正）」に従い申請書を作成する。

過去に承認を得られた申請書がある場合は、それを雛形として、ﾚﾍﾞﾙ3 の承認申請書を作成し、航空局に提出する。

【申請書作成における留意点】

承認申請書の作成および審査において、特に指摘の多かった項目、UAV 製造メーカーとの調整が必要となった項目には留意して作成する必要がある。

A：立入管理区画の算定

「飛行範囲の外周から**製造者等が保証した落下距離**（飛行の高度及び使用する機体に基づき、当該使用する機体が飛行する地点までの距離として算定されるものをいう。）の範囲内を立入管理区画（第三者の立ち入りを管理する区画をいう。以下同じ）とし、…」、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領 5-4(3)c)ｵ)」より一部抜粋

【提出事例の算定方法】

・立入管理区間の算定は、機体が即落下する場合を想定範囲内とする。

・その中で落下分散が最大となるケースを前提に算定する。

・即落下させられない場合は、算定から除外した。

B：初期故障期間を超える飛行実績

「想定される運用により、十分な飛行実績を有すること。なお、この実績は、**機体の初期故障期間を超えたもの**であること。…」、「 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領 5-4(1)d)ｶ)」より

【提出事例の算定方法】

・過去の事例より、初期故障期間を設定した。

・初期故障期間、初期故障率、初期信頼度を機器構成毎に整理した。

図 3.1.6-2 飛行レベルの区分

【参考事例での留意点】

＜申請書原本の送付等＞

・事前確認のための申請書（案）の提出から審査完了までは、メールで大阪航空局の担当者からの修正依頼等に対応し、審査が完了した段階で書面の申請書原本を郵送する。

・メールで送れない容量の場合は、「大容量ファイル転送機能」の案内を受けて対応する。

＜申請書作成等＞

・機体は、航空局の担当者から「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の要件を満足するのに、**産業用の機体**もしくは**過去に承認実績のある機体**が望ましいと助言を受け選定した。

・**申請書（様式 1）「無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制に関する事項」**：航空局標準マニュアルは最新版を使用すると共に、航空局ホームページ掲載の団体等が定めている飛行マニュアルやそれ以外の飛行マニュアルについても、航空局標準マニュアルの最新版の内容を反映させる。

・**申請書（様式 1）「その他参考となる事項」**：飛行場所の管理者等との調整結果を記載する。

・**申請書（別添資料 1　飛行の経路）**：立入管理区画、緊急着陸場所、離着陸場所、看板設置位置も必要に応じて記載する。設置する看板の見本は、別添資料 8 を参照されたい。なお、立入管理区画を設定する場合は、**航法精度誤差等に関する情報**について機体メーカーから情報を得る必要がある。

・**申請書（別添資料 2　無人航空機の製造者、名称、重量等）**：機体に追加する機器がある時はその取付け状況写真と重量を記載（最大搭載可能重量やバランス等の確認のため）する。

・**申請書（別添資料 4　無人航空機の追加基準への適合性　想定される運用により、十分な飛行実績を有すること。なお、この実績は、機体の初期故障期間を超えたものであること」**：**初期故障期間**は、機体メーカーから情報を得る必要がある。

＜承認申請後の対応等＞

・申請承認後、大阪航空局から無人航空機に関する飛行情報の提供先として「有人機団体連絡先（メール等）リスト」や「飛行内容通知書」が送られてくるため、飛行実施の前に、それぞれの期限内に通知する必要がある。また、飛行経路に関係する航空機関係者にも飛行予定の周知を行う。

・周知先は、国土交通省のホームページの「無人地帯での目視外補助者なし飛行を行う場合（レベル３飛行承認 事業者向け）」を参照。

https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000004.html（令和 4 年 2 月現在）

3.1.7 飛行計画の通報（旧ドローン情報基盤システム（飛行情報共有機能））

無人航空機の利活用拡大に伴う更なる安全確保のため、航空機・無人航空機や無人航空機同士の飛行情報の共有を行うオンラインサービス（「ドローン情報基盤システム（飛行情報共有機能）」）の運用が開始（令和元年７月２６日）された。

令和４年１２月５日に改正航空法が施行されたのに伴い、新たな「ドローン情報基盤システム 2.0」にその機能が組み込まれ、飛行の禁止空域での飛行や飛行の方法によらない飛行を行う場合は、事前に飛行経路に係る他の無人航空機の飛行予定の情報等の確認と、飛行予定の情報を入力の対応が必要である。

【解説】

航空法では、飛行計画（航空法第百三十二条の八十八）を以下のように定めている。

（飛行計画）

第百三十二条の八十八　無人航空機を飛行させる者は、特定飛行を行う場合には、あらかじめ、当該特定飛行の日時、経路その他国土交通省令で定める事項を記載した飛行計画を国土交通大臣に通報しなければならない。ただし、あらかじめ飛行計画を通報することが困難な場合として国土交通省令で定める場合には、特定飛行を開始した後でも、国土交通大臣に飛行計画を通報することができる。

２　国土交通大臣は、前項の規定により通報された飛行計画に従い無人航空機を飛行させることが航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を損なうおそれがあると認める場合には、無人航空機を飛行させる者に対して、特定飛行の日時又は経路の変更その他の必要な措置を講ずべきことを指示することができる。

３　第一項の規定により飛行計画を通報した無人航空機を飛行させる者は、前項に規定する国土交通大臣の指示に従うほか、飛行計画に従つて特定飛行を行わなければならない。ただし、航空機の航行の安全又は地上若しくは水上の人若しくは物件の安全を確保するためにやむを得ない場合は、この限りでない。

出典：「航空法第百三十二条の八十八、令和 4 年 12 月 5 日施行」

本機能は、無人航空機を飛行させるにあたり、航空機・他の無人航空機との接触回避を図ることを目的とし、本システムにおいて事前に飛行計画を登録し、重複する場合は事前に調整を図る。

航空法に基づく無人航空機の飛行に関する許可・申請を実施していない場合においても調査区域において別の機体が無人航空機の飛行に関する許可・申請を受けて作業する場合もあるため、事前に確認・登録することが推奨される。

本機能の利用開始から各種情報の管理、飛行計画の管理の全体の流れは、以下の通りである。

出典：「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行計画通報編」より抜粋

図 3.1.7-1 ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）による通知の主な流れ

「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行計画通報編」より、新規通報に必要な情報は、以下の通りである。

各種情報	項目
飛行許可承認申請に係る情報	・ 飛行許可番号 ・ 許可書発行日 ・ 許可の期間（開始/終了年月日） ・ カテゴリー区分情報
飛行に係る情報	・ 飛行計画名称 ・ 飛行日時（開始日時・終了日時） ・ 飛行日程（定期・複数日指定） ・ 飛行目的 ・ 飛行空域 ・ 飛行方法 ・ 立ち入り管理措置の有無 ・ 補助者配置の有無 ・ 補助者人数 ・ 係留飛行の有無 ・ 出発地 ・ 目的地 ・ 所要時間 ・ 飛行速度 ・ 飛行高度
その他	・ ドローン情報基盤システムのアカウント ・ 機体情報 ・ 操縦者情報 ・ 保険等の情報

出典：「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行計画通報編」より抜粋

詳細は、「ドローン情報基盤システム操作マニュアル 飛行計画通報編」（令和 4 年 12 月 5 日 登録）を参照されたい。

3.1.8 飛行日誌

令和 4 年 12 月 5 日の改正航空法の施行により従来の無人航空機（UAV）の点検・整備記録や無人航空機の飛行記録が飛行日誌となった。飛行日誌による飛行、点検及び整備状況の記録は、無人航空機（UAV）の飛行に係る不安全事象が発生した場合の原因特定、要因分析等に活用することができるなど、飛行の安全に資するものである。このため、飛行日誌の記載が義務付けられない場合（法第百三十二条の八十七に規定する特定飛行を行わない場合）であっても、本要領に沿って飛行日誌による記録を行うことが推奨される。

【解説】

航空法では、飛行日誌（航空法第百三十二条の八十九）を以下のように定めている。

（飛行日誌）

第百三十二条の八十九　無人航空機を飛行させる者は、特定飛行を行う場合には、飛行日誌を備えなければならない。

２　特定飛行を行う者は、無人航空機を航空の用に供し、又は整備し、若しくは改造した場合には、遅滞なく飛行日誌に国土交通省令で定める事項を記載しなければならない。

出典：「航空法第百三十二条の八十九、令和 4 年 12 月 5 日施行」

飛行日誌は飛行記録、日常点検記録及び点検整備記録で構成された記録である。

・飛行記録

操縦者が無人航空機（UAV）を飛行させた場合、その都度、飛行の実績について、表 3.1.8-1 又はこれに相当する様式の各項目に記載する必要がある。

表 3.1.8-1 飛行記録

（様式1）飛行記録

無人航空機の登録記号 REGISTRATION ID OF UAS	

無人航空機の飛行記録
JOURNEY LOG OF UAS　　（NR.　　）

飛行年月日 FLIGHT DATE	飛行させた者の氏名 NAME OF PILOT	飛行概要 NATURE OF FLIGHT	離陸場所 FROM	着陸場所 TO	離陸時刻 OFF TIME	着陸時刻 ON TIME	飛行時間 FLIGHT TIME	総飛行時間 TOTAL FLIGHT TIME	飛行の安全に影響のあった事項 MATTERS AFFECTED FLIGHT SAFETY

記事 REPORT	発生年月日 SQUAWK DATE	不具合事項 FLIGHT SQUAWK	処置年月日 ACTION DATE	処置その他 CORRECTIVE ACTION	確認者 CONFIRMER

出典：「無人航空機の飛行日誌の取扱要領」（令和 4 年 12 月 1 日 制定）より抜粋

・日常点検記録

操縦者が無人航空機（UAV）を飛行させる前に行う飛行前点検等の日常点検に係る結果について、表 3.1.8-2 又はこれに相当する様式の各項目に記載する必要がある。

表 3.1.8-2 日常点検記録

（様式２）日常点検記録

無人航空機の登録記号 REGISTRATION ID OF UAS	

無人航空機の日常点検記録
DAILY INSPECTION RECORD OF UAS

（NR.　　）

点検項目 INSPECTION ITEMS		結果 RESULT	備考 REMARKS
機体全般 UAS GENERAL	機器の取り付け状態（ネジ、コネクタ、ケーブル等）		
プロペラ PROPELLER(S)	外観、損傷、ゆがみ		
フレーム FLAME	外観、損傷、ゆがみ		
通信系統 COMMUNICATION SYSTEM	機体と操縦装置の通信品質の健全性		
推進系統 PROPULSION SYSTEM	モーター又は発動機の健全性		
電源系統 POWER SYSTEM	機体及び操縦装置の電源の健全性		
自動制御系統 AUTOMATIC CONTROL SYSTEM	飛行制御装置の健全性		
操縦装置 FLIGHT CONTROL SYSTEM	外観、スティックの健全性、スイッチの健全性		
バッテリー、燃料 BATTERY, FUEL	バッテリーの充電状況、残燃料表示機能の健全性		

特記事項 NOTES		
実施場所 PLACE	実施年月日 DATE	実施者 INSPECTOR

出典：「無人航空機の飛行日誌の取扱要領」（令和 4 年 12 月 1 日　制定）より抜粋

・点検整備記録

操縦者が無人航空機(UAV)を飛行させる前に行う飛行前点検等の日常点検に係る結果について、表 3.1.8-3 又はこれに相当する様式の各項目に記載する必要がある。

表 3.1.8-3 点検整備記録

（様式３）点検整備記録

無人航空機の登録記号 REGISTRATION ID OF UAS	

無人航空機の点検整備記録
INSPECTION AND MAINTENANCE RECORD OF UAS

（NR.　　）

実施年月日 DATE	総飛行時間※ TOTAL FLIGHT TIME	点検、修理、改造及び整備の内容 DETAIL	実施理由 REASON	実施場所 PLACE	実施者 ENGINEER	備考 REMARKS

※前回の機体認証を受検するにあたり実施した点検整備以降の総飛行時間を記入する。機体認証を受けていない無人航空機は、点検整備作業を実施した時点での総飛行時間を記入するものとする。

出典：「無人航空機の飛行日誌の取扱要領」（令和 4 年 12 月 1 日　制定）より抜粋

詳細は、「無人航空機の飛行日誌の取扱要領」（令和 4 年 12 月 1 日　制定）を参照のこと。

3.2 その他の制約（国有林、猛禽類等）

国有林野内や貴重種等の動植物が生息している区域において、無人航空機（UAV）を飛行させる場合には、注意が必要な場合がある。

【解説】

航空法の他に、無人航空機（UAV）を飛行させる区域が国有林野内である場合には、入林予定の国有林を管轄している森林管理署等へ入林届の提出が必要である。また、希少猛禽類等が生息している場合には、関係機関等への確認・調整が必要となる場合がある。

3.2.1 国有林野内での調査について

国有林野内で無人航空機を飛行させる場合は、入林届を森林管理署等に提出する必要がある。

【解説】

無人航空機を飛行させる区域において、国有林野内に立ち入る場合には、入林届（無人航空機を飛行させる場合の入林届）を森林管理署等に提出する必要がある。また、無人航空機を飛行させる者が国有林野内に立ち入らずに無人航空機を国有林野内で飛行させる場合も同様に「入林届」が必要となる。

次頁に、国有林野内で無人航空機を飛行させる場合の注意事項を記載する。また、巻末資料に、近畿中国森林管理局へ提出する申請書を添付する。

ポイント

無人航空機を飛行させる者が国有林野内に立ち入らずに無人航空機を国有林野内で飛行させる場合も「入林届」が必要となる。

○国有林野内で無人航空機を飛行させる場合の注意事項

国有林野内で無人航空機を飛行させる場合は、以下の事項に注意してください。

(1) 事前に、無人航空機の飛行目的、日時、経路、高度等を管轄森林管理署等に伝えてください。仮に、国有林内の事業実行や一般入林者に支障を及ぼすおそれがある場合は、飛行場所や日時等の変更をお願いさせていただきます。

(2) 無人航空機の飛行にあたっては、航空法、電波法等関係法令及び「無人飛行機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン」（国土交通省航空局）を遵守し、これに基づく必要な手続をとってください。例えば、地表等から150m以上の上空での飛行や目視の範囲外での飛行など、航空法に規定されるルールによらずに無人航空機を飛行させる場合は、安全面の措置を講じた上で、国土交通大臣による許可・承認を必ず受けてください。

(3) 事故防止に万全を期してください。特に、国有林職員から指示があった場合は、これに従ってください。

(4) 入林するときは、入林前に森林管理署又は森林事務所等に連絡してください。

(5) 第三者のいない上空で飛行させてください。

(6) 国有林の貸付地上空について、貸付地の管理者（借受者）が無人航空機の飛行ルールを定めている場合は、当該ルールを遵守して飛行させてください。

(7) 不必要な低空飛行、高調音を発する飛行、急降下など、人や物件等に迷惑を及ぼすような飛行は行わないでください。特に、一般入林者や他の国有林野事業の受託者等への危害又は迷惑となる行為は行わないでください。

(8) 希少な野生生物が生育・生息している地域では、営巣期間中は避けるなど、生育・生息に悪影響を及ぼさないように飛行させてください。特に、営巣箇所が見られた場合は、当該箇所及びその周辺での飛行は行わないでください。

(9) 無人航空機による事故を起こし、又は無人航空機を紛失した場合は、速やかに森林管理署又は森林事務所等に連絡してください。

(10) 無人航空機の回収は入林者の責任で行ってください。

出典：近畿中国森林管理局 H.P
(https://www.rinya.maff.go.jp/kinki/apply/license/n-drone.html)

図 3.2.1-1 無人航空機を飛行させる場合の注意事項

3.2.2 希少猛禽類の生息に配慮した留意点

無人航空機（UAV）の飛行区域において希少猛禽類等の生息が確認されている場合は、希少猛禽類等の生息に配慮した無人航空機（UAV）の運用に留意する。

【解説】

希少猛禽類等が生息する区域において、無人航空機（UAV）を飛行させる場合には、希少猛禽類等への影響を考慮した運用を行う必要がある。

希少猛禽類の生息に配慮した無人航空機（UAV）の運用に関する留意点を以下に示す。

表 3.2.2-1 希少猛禽類の生息に配慮した無人航空機（UAV）の運用の留意点

項目	留意点
対象種	砂防事業との関わりが深く、希少性の高いイヌワシ、クマタカ、オオタカを主な対象とする。
配慮区域	繁殖に影響を及ぼす可能性のある範囲に対して配慮を要する区域（配慮区域）を検討する。
配慮時期	繁殖に影響を及ぼす可能性のある営巣期（造巣～巣立ち）に配慮する。
接触防止	UAV と個体との接触事故を防止するための対策について検討する。

なお、無人航空機（UAV）を用いた猛禽類の調査に関しては、「新技術等を用いた猛禽類の調査手法に関する技術資料（国総研資料第 907 号）」を参照されたい。

(http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0907.htm)

3.3 機体の制約

無人航空機（UAV）を安全に航行させるためには、対象地区の地形・通信環境・障害物等の現場条件の把握を行うと共に、現場条件に一致した機体・操縦アプリケーションの選定が重要となる。ここでは、機体・操縦アプリケーションの種類、GNSS の受信状況、プロポとの通信状況、バッテリー等の機体の制約条件について示す。

3.3.1 機体・操縦アプリケーションの種類

一般的に無人航空機（UAV）の機体は、固定翼機、回転翼機（シングルロータ）、回転翼機（マルチロータ）の 3 種類に大別される。無人航空機（UAV）の種類と特徴に留意して、最適な機体を選定する必要がある。また、無人航空機（UAV）の操縦アプリケーションにも様々な種類があり、無人航空機（UAV）の専用アプリケーションや複数の機体に対応できる汎用的なアプリケーションがある。

【解説】

無人航空機（UAV）の機体と操縦アプリケーションの選定は、目的や利用場所の現場条件等を考慮して、最適なものを選定する必要がある。無人航空機（UAV）の主な種類と特徴、操縦アプリケーションを選定する際の留意点を以下に示す。

表 3.3.1-1 無人航空機（UAV）の主な種類と特徴（一覧表）

項目	固定翼機	回転翼機 （シングルロータ）	回転翼機 （マルチロータ）
無人航空機（UAV）の主な種類	【中型】 【小型】 	【大型】 	 【中型】 【小型】
飛行方法	自律飛行 （離着陸手動、全自動）	自律飛行（離着陸手動） （衛星通信制御も可能）	自律飛行 （全自動、離着陸手動）
離着陸場所の広さ	広い：胴体着陸 直線約 200m 程度 中：垂直離着陸 約 10m×10m 程度	中 （約 10m×10m 程度）	狭い 【中型】約 5m×5m 程度 【小型】約 2m×2m 程度
飛行高度	飛行高度一定 （一部ホバリング可能）	高度は自由に設定可能 （ホバリング可能）	同左
飛行速度	約 70～120km/h	約 30 km/h （最高速度 72 km/h）	約 20～40 km/h
飛行時間	【中型】約 4 時間程度 【小型】約 50 分程度	約 100 分程度	約 20～50 分程度
搭載重量	【中型】約 6kg 程度 【小型】指定ｶﾒﾗのみ	最大 35kg	【中型】約 2kg 程度 【小型】指定ｶﾒﾗのみ
搭載できるセンサー	【中型】カメラ（静止画）、放射線量計他 【小型】カメラ（静止画）	カメラ（静止画、動画）、赤外線カメラ、LP、物資運搬等	【中型】同左 【小型】カメラ（静止画、動画）、赤外線カメラ

無人航空機（UAV）を操縦するためのアプリケーションには、機体専用のものと、汎用的なものに大別される。

表 3.3.1-2 無人航空機（UAV）の操縦アプリケーションの留意点

項目	主な留意点
GNSS を利用した自律飛行	無人航空機（UAV）を自律飛行させる場合は、離着陸地点において、最低限必要となる衛星機数と対応可能な衛星の種類（GPS 等）を確認する必要がある。（衛星の捕捉数が少ないと自律飛行機能が使えない場合があることに留意）
操縦アプリケーションと OS の関係	操縦アプリケーションは、インストールする機器の OS（iOS、Android、Windows 等）に対応しているかを確認する。
自律飛行	離陸から着陸まで全て全自動で制御可能な機能を有しているかを確認する。 （一部手動操作が必要なアプリケーションもある）
高度制限（上限・下限）	航空法の高度制限以外に、機体もしくはアプリケーションに製造者側が独自に設定している高度制限の有無や限界高度を確認する。

なお、同じ機体、同じ飛行ルートであっても、操縦アプリケーションの機体制御方法の違いによってバッテリー消費量が異なるため、飛行時間が変わる場合がある。例えば、地形追従型の飛行（コンターフライト）が可能な操縦アプリケーションを使用した場合、機体と飛行ルートが同じでも、地形追従のための機体制御によりバッテリー消耗が早くなるため、飛行時間が短くなる。

天然ダムの規模が大きく、発災直後の初動期・継続監視期において、天然ダムからの越流や大規模な土砂移動現象等が発生した場合は、現場に近づくことが出来ないため、遠隔から無人航空機を操縦する必要がある。現在、最も遠隔から自律飛行させる技術は、「自律航行型無人ヘリコプター衛星通信システム」（栗平地区の事例）がある。

また、航空局への補助者を配置しない目視外飛行の申請については、参考資料に一部申請事例を添付している。

機体は、使用目的に合った仕様の既製品であれば比較的容易に入手（購入）が可能であり、部品調達等の維持管理もし易いと考えられる。一方、既製品が無い場合は、使用目的に合った機体を組み立てることになり、製作・調整に時間がかかるうえ、維持管理等も個別対応となる等に留意が必要である。

無人航空機には、様々な種類があり、機体性能等も日進月歩で技術向上していることから、常に最新の技術動向を把握して、適用現場に最適な機体や操縦アプリケーションを選定する必要がある。

3.3.2 GNSS の受信状況

無人航空機（UAV）の操縦は、加速度センサーやジャイロによる機体姿勢制御システム、GNSS による位置制御と自律飛行システム等のフライトコントローラーによるコンピュータ制御により、従来のラジコンなどと比較して簡単であり、安定的な飛行を実現している。特に、無人航空機（UAV）の飛行は、GNSS の電波受信状況に大きく影響されることに注意する。

【解説】

GNSS の受信不良の状態で飛行させた場合は、機体の安定飛行に対して、様々な障害や作業効率の悪化が懸念されることから、GNSS の受信状況には、十分注意する。

表 3.3.2-1 GNSS の受信状況が悪い場所で飛行させた場合の状況

起こりうる現象	特徴等
機体が安定しない	ホバリングができない、風の影響を受けやすくフラフラする。
自律飛行ができない	離着陸地点で衛星を 8 機以上捕捉できない場合は、自律飛行モードに設定できない場合がある。
撮影位置が特定できない	飛行の位置情報が不正確なため、撮影位置座標が不正確となり、オルソ画像等の画像処理等にも影響を与える。

特に山間地など周囲を山に囲われる谷部や四方を樹木で覆われた場所から離着陸を行う場合には、GNSS の受信状況が悪い場合がある。このような場所で無人航空機（UAV）を飛行させる場合には、離着陸は手動操作で行い、離着陸地点から上空の GNSS の受信状況が良い場所まで一旦飛行させ、その後、自律飛行に切り替える等の対応をする必要がある。その場合でも、機体によっては上昇できる高度に制限がかかることがあるので注意が必要である。

飛行前には、GNSS の受信状況を確認し、適切な位置、適切な方法で無人航空機（UAV）を飛行させる必要がある。

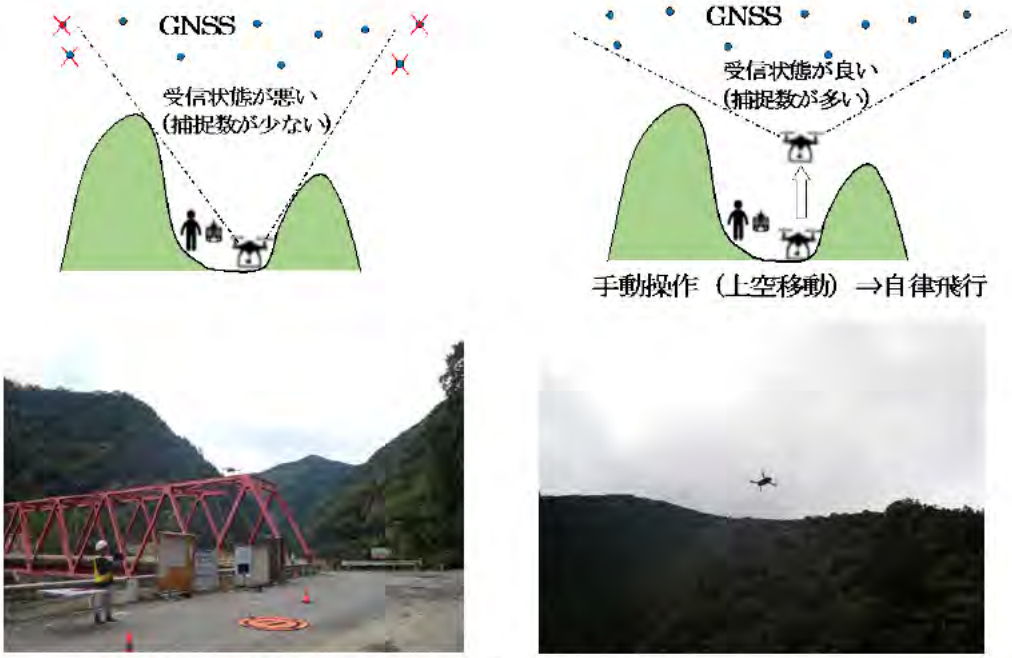


図 3.3.2-1 GNSS の受信状況の悪い場所と対処事例（赤谷地区）

3.3.3 プロポとの通信強度（機体制御・画像転送）

大規模土砂災害の緊急調査において無人航空機（UAV）を活用する場合には、起伏のある山地部（山陰、谷底等）において、目視外飛行を行うことが想定される。このため、無人航空機（UAV）の操縦者は、機体とプロポ（送受信機）との通信強度（通信状態）に十分注意する。

【解説】

大規模土砂災害の緊急調査では、土砂災害発生現場の周辺は二次災害の危険性が高い場合が多く、また、アクセスの困難性等から現場に近づくことが出来ない場合等も想定される。このため、無人航空機（UAV）の飛行は、目視外で行う場合が多いと想定される。

その際、操縦者は、プロポに転送される「機体制御情報」や「画像伝送情報」を手掛かりとして飛行させることとなる。飛行中にこれらの情報が途切れると、無人航空機（UAV）の位置がわからなくなり、最悪の場合、ロスト（機体を見失うこと）してしまう危険性がある。このため、機体とプロポとの通信強度（通信状態）については、十分に注意する。

機体とプロポの通信状態が悪くなる原因には、山陰や谷底等の地形や障害物による影響（直線見通しが出来ないと通信強度が低下）、機体とプロポの離隔距離（通信距離が長くなると通信強度が低下）、電波障害（携帯電話の基地局等）等がある。このため、飛行前には周辺状況を調査し、機体とプロポとの通信を考慮した飛行計画を立案する。

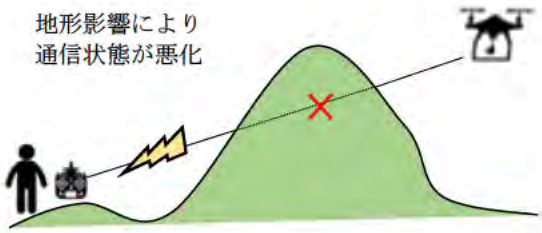


図 3.3.3-1 機体とプロポとの通信状態を悪化させる地形的要因（イメージ）

実際に飛行させる時には、機体とプロポの通信を確認するための予備飛行を実施し、機体とプロポとの通信強度（通信状態）を確認する。予備飛行により問題が無いことを確認した上で、自律飛行を行う。

飛行時には、機体とプロポとの通信強度（通信状態）をプロポ画面で確認しながら安全に飛行させる必要がある。

図 3.3.3-2 機体とプロポとの通信状態の確認事例（操縦アプリケーション）

飛行中に機体とプロポ（送受信機）との通信状態が悪くなった場合には、RTH（リターントゥーホーム機能）で離着陸地点まで帰還させるか、可能であれば機体の近くまで移動して通信の回復を待つ、映像の通信が回復する範囲まで UAV を離陸地点の方向へ操作する等の対応方法が考えられる。

RTH の設定において、ホームポジションまで最短距離で帰還する設定にしてしまうと、中間地点に構造物や山体がある場合には、無人航空機（UAV）が衝突してしまうことになる。このため、十分に高度を上げた後に実行する方法や、飛行してきたルートに辿って戻る方法等、適切に対応する必要がある。

機体とプロポ（送受信機）との通信強度（通信状態）に影響を与える、地形や離隔距離の問題を改善する通信システムの例を以下に示す。

LTE（Long Term Evolution）通信システムを利用した飛行計画の例

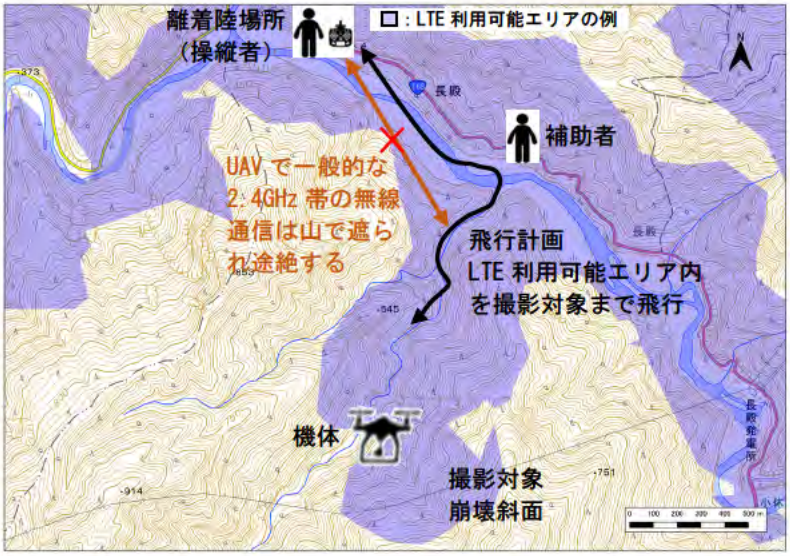


図 3.3.3-3 通信システム事例（長殿地区）

携帯電話の高速データ通信を活用することで、目視外飛行（目視による常時監視ができない状況での飛行）や自動運航による長距離飛行でも、シームレスな飛行が可能となる。

上記の飛行計画では操縦者から補助者までを目視外飛行（補助者あり）で、補助者から崩壊斜面までを目視外飛行（補助者なし）で航空局に申請し承認を得た。

留意事項

- LTE 対応端末を搭載できる機体を準備する。
- LTE を上空で利用するための申請手続きを事前に行う。申請手続きは、サービス提供会社の最新情報を確認すること。
- 現地では、通信強度（通信状態）を確認する。LTE 利用可能エリアであっても、谷地形や電波干渉、通信が混雑するところ等、平面的・高度的に通信が安定しない場合がある。また、同時に飛行ルート上の障害物等も手動操作で事前確認する。

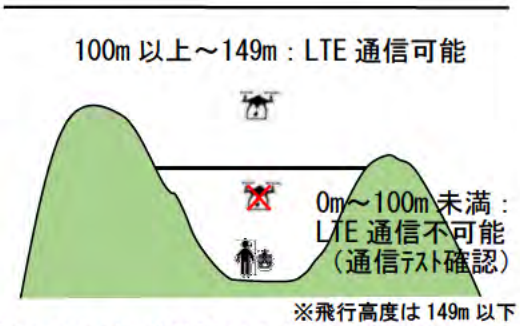


図 3.3.3-4 谷地形での LTE 通信強度確認例（長殿地区）

- 機体とプロポの通信が LTE 通信のみだと、通信速度の低下もしくは通信が中断した場合「機体制御情報」や「画像伝送情報」が同時に失われてしまうため、フェールセーフ機能（機体を離陸地点まで自動的に帰還させる等）の設定には十分に安全に配慮した準備・対応が必要である。

3.3.4 バッテリー（飛行時間）による制約

無人航空機（UAV）は、バッテリー駆動の機体が多く、その飛行時間は、固定翼機や回転翼機の機種やサイズ等によって異なるものの、最も利用頻度の多い回転翼機（マルチロータ）の場合、通常 20～30 分程度である。このため、1 回の飛行範囲・飛行ルートの設定、予備のバッテリーの準備等を適切に行う必要がある。また、バッテリーは、消耗品であり温度の影響を受けやすいことから、冬季の利用時（バッテリーの温度が下がることで飛行時間が短くなる）やバッテリー管理（過充電、過放電）に留意する。

【解説】

無人航空機（UAV）の飛行時間は、バッテリー性能の制約を強く受けている。飛行時間を長くする機体の開発も進んでいるが、機体を軽くするなどバッテリーの負荷を減らすことにより飛行時間を長くするものが多く、バッテリー自体の技術革新が課題となっている。

このような現状を踏まえ、無人航空機（UAV）の飛行計画では、1 回の飛行範囲や飛行ルートの設定において、最短ルートやバッテリーへの負荷低減のための急上昇や急旋回を行わないように留意する。また、全体の飛行範囲と 1 回当たりの飛行範囲を考慮して、予備バッテリーの準備等を適切に行う必要がある。

実際の無人航空機（UAV）の運用に際しては、気象条件（強風下での飛行）や温度条件（冬季のバッテリー性能の低下）等の現場環境の影響を受けることから、不測の事態に備え、バッテリー残量が約 20～30%程度の状況になったら、離着陸地点への帰還を開始する等、余裕を持った運用を行うことが望ましい。

無人航空機（UAV）のバッテリーは、エンジンタイプを除いて、リチウムイオン電池（ﾘﾁｳﾑｲｵﾝﾎﾟﾘﾏｰﾊﾞｯﾃﾘｰまたはリポとも呼ばれる）が使われている。リチウムイオン電池は、高容量、高出力、小型軽量であることが特徴であり、充電することで繰り返し使用できる二次電池である。

リチウムイオン電池を使用する際の留意点と保管方法を以下に示す。

【リチウムイオン電池を使用する際の留意点】

- 充電は、メーカが指定しているその電池専用充電器を用いることが一番安全である。
- 過放電は、リチウムイオン電池をひどく劣化させる。
- 利用時の落下や衝撃、突起物への衝突等で変形して内部短絡（一般的にはショートと呼ばれる）した場合は、発火する恐れがある。（変形等の外部損傷が見られない場合も要注意）
- 変形した電池は、直ちに使用を中止し、発火防止のために放電する必要がある。
- 冬期はバッテリーの温度が下がることで内部抵抗が大きくなり、電圧も下がるため、実際の飛行時間が短くなる。そのため、飛行時間を目安とするのではなく、常にバッテリー残量を確認して飛行を行うことが重要である。

【リチウムイオン電池の保管方法】

- 機体からリチウムイオン電池を取り外して保管する（過放電防止）。
- 公称電圧より低い充電状態で高温にならない場所で保管する。
- 電池間の距離を置く、耐火物で仕切るといった類焼対策を取って保管する。
- 保管後の電池の使用に際しては、電池の性能確認が必要である。
- 高温状態で充電電圧が高いほど、電池の劣化が進むため、高温にならない場所で、低充電状態で保管する。

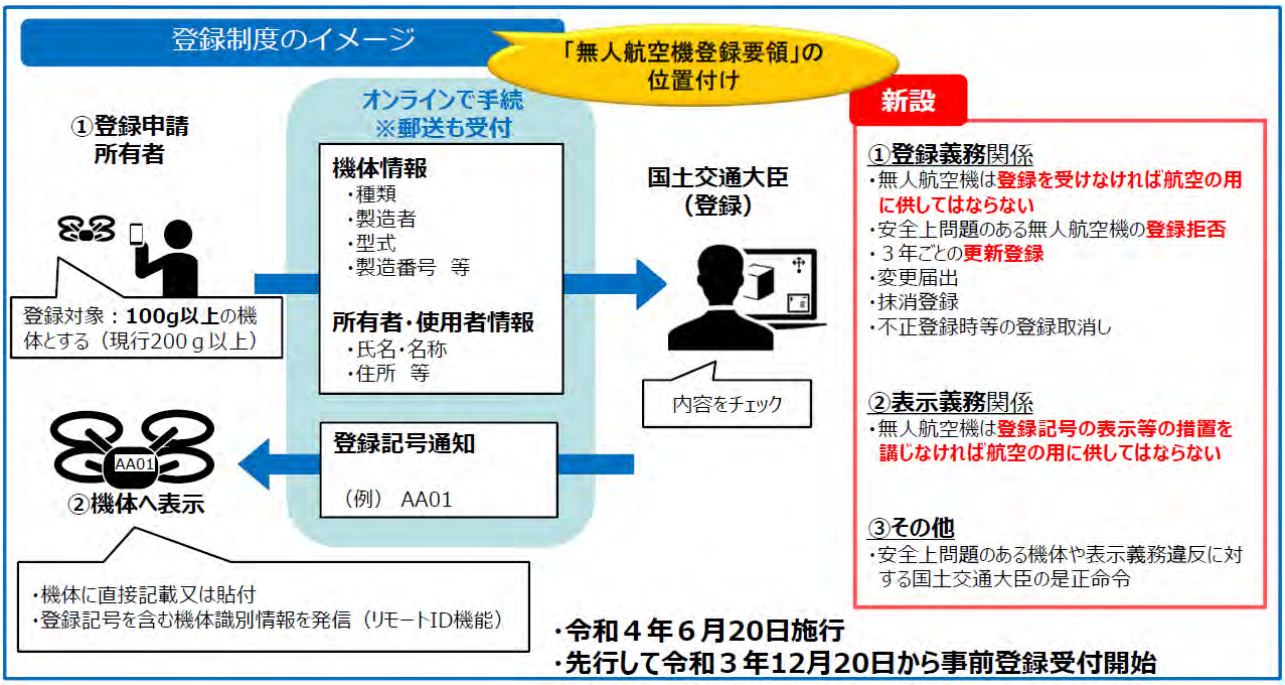
3.3.5 機体の登録

近年、無人航空機（ドローン・ラジコン機など）の利活用が急増している一方、事故や、無許可で飛行させる事案が頻発しており、このような状況を踏まえ、航空法改正に基づき登録制度が施行された。この法改正によって、2022 年 6 月 20 日以降、無人航空機の登録が義務化され、登録されていない無人航空機を飛行させることはできない。このため、登録されていない 100g 以上の無人航空機を使用する場合には航空局への登録が必要である。

【解説】

無人航空機の登録は、事故発生時などにおける所有者把握のため、事故の原因究明のため、安全上、問題のある機体の登録を拒否し、安全を確保するために行うものである。

無人航空機の登録は、無人航空機登録ポータルサイト（https://www.mlit.go.jp/koku/drone/）から行うことができる。登録制度のイメージは、以下のとおりである。



出典：無人航空機の登録制度の創設（https://www.mlit.go.jp/koku/content/001443264.pdf）

登録に際して、リモート ID 機能の搭載が義務付けられます。

※リモート ID 機能：リモート ID 機器から電波で機体の識別情報を発信することにより、飛行中であっても登録されている機体かされていない機体かを判別可能にする機能。

登録手続き完了後に発行される申請した機体の登録記号は、機体に表示しなければならない。

3.4 気象条件による制約

無人航空機（UAV）を飛行させる際は、使用する機体の性能と現場の気象条件（「風の影響」、「降雨の影響」等）を確認し、安全航行が可能かどうかを適切に判断する。

【解説】

無人航空機（UAV）は、気象条件となる「風の影響」と「降雨の影響」を考慮して、安全に飛行させる必要がある。現地では、風速計により地上風速を確認することが重要であるが、それに加え、地上と上空の風が異なることを踏まえ、実際の飛行により上空の風の影響（操縦時の安定性）を確認して、飛行する。特に、山間部の谷間等は、地形的な影響により強風になりやすいことに注意が必要である。また、降雨時においては、一旦作業を中断する等の降雨の影響を考慮する。

図 3.4-1 現場での地上風速の確認事例

無人航空機(UAV)の耐風性能は、使用する機体により異なるが耐風速性能は一般には約 5～15m/s 程度とされている。国土交通省航空局標準マニュアル①②（令和 4 年 12 月 5 日版）では、風速 5m/s 以上の状態では飛行させないとしているので、飛行の際には、参考とされたい。

- ①場所を特定した申請について適用（空港等周辺・150m 以上・DID・夜間・目視外・30m・催し・危険物・物件投下） https://www.mlit.go.jp/common/001521377.pdf
- ②場所を特定しない申請について適用（DID・夜間・目視外・30m・危険物・物件投下） https://www.mlit.go.jp/common/001521378.pdf

一般的な無人航空機（UAV）は、電子部品が水に濡れると、機能障害を起こすことから、雨天や霧が発生している際には、飛ばさない等の注意が必要である。特に、姿勢制御に用いるジャイロセンサーは水気が大敵であり、飛行は出来ても故障や落下等の危険性が高くなる。また、降雨時には、カメラのレンズに水滴が付着することで撮影画像が不鮮明になる等の課題もある。

しなしながら、大規模土砂災害の緊急調査では、厳しい気象条件（強風、降雨）であっても、調査を行うことが必要とされる場合もあり、現在、「全天候型の無人航空機（UAV）」の開発も進められており、使用する機体の性能を考慮して、安全航行が可能かどうかを適切に判断する必要がある。

ポイント

① 風が集まる切り通しや山間部の谷間等は、強風になりやすい。
② 風速計は参考で、飛行経路の風は経験と知識で予測しなければならない。
③ 強い風に向かって飛ぶと、電力消耗が激しくなる。

3.5 その他

3.5.1 第三者の上空の飛行の禁止等

民地等に近接して無人航空機（UAV）を飛行させる場合には、安全性の観点やプライバシーの観点から、十分な注意が必要である。また、必要に応じて、調査目的等の無人航空機（UAV）の飛行を行うこと等を通知（周知）するなど配慮する。なお、墜落時に民家に影響があると考えられる飛行ルートの設定は避け、民家直上の飛行は基本的に禁止する。

【解説】

天然ダムの緊急調査であっても、民地等に近接して無人航空機（UAV）を飛行させる場合は、近隣住民への配慮が必要である。特に、墜落時の民家への影響を考慮し、安全性の観点から安全な離隔を取った飛行ルートを設定する。また、プライバシーの観点から無人航空機（UAV）の飛行や撮影自体も問題になる場合があるため、チラシ配付等により事前に無人航空機（UAV）の飛行を通知するなどの配慮が必要である。

3.5.2 無人航空機を使用する際の情報流出防止策

国土交通省では、令和 2 年 9 月 14 日通達の「政府機関等における無人航空機の調達等に関する方針について」に基づき政府機関等は業務委託した民間企業等が使用する無人航空機について、取り扱う情報の機微性や業務の性質に応じて、情報流出防止策を講じることが定められている。

【解説】

特記仕様書に下記の情報流出防止対策について記載されている場合は、情報流出防止策の内容について協議する。

【特記仕様書】記載例（「行政情報流出防止対策の強化」等に追加）

（記載例）

第〇〇条　無人航空機を使用する際の情報流出防止策

1．本業務（工事）において、無人航空機を使用する場合には、以下に掲げるような情報流出防止策を講じること。ただし、本業務（工事）が、「政府機関等における無人航空機の調達等に関する方針について」（令和２年９月１４日、関係省庁申合せ）に示す重要業務に該当しないことが明らかであって、業務（工事）の性質に応じて当該策を講じることが困難な場合、調査職員（監督職員）と協議の上、可能な限りの策を講じた上で、当該策を講じないことができるものとする。

ア　インターネットへの接続については、ソフトウェアアップデート等に必要な最小限度とし、飛行中は接続しない。

イ　インターネットに接続する場合も、データが流出しないよう、撮影動画等のクラウドへの保存機能を停止する、機体内部や外部電磁的記録媒体に保存されている飛行記録データや撮影動画等を飛行終了後確実に消去する。

2．前項の情報流出防止策によって業務（工事）の実施等に支障が生じる恐れがある場合は、調査職員（監督職員）と協議すること。

4. 天然ダムの緊急調査（着手の判断～初動期）

無人航空機（UAV）を活用した天然ダムの緊急調査（緊急調査着手の判断～初動期）は、これまでの地上またはヘリコプターでの調査に対して、迅速性・安全性・調査精度の向上のための代替手段または従来手法の補完手段として実施する。

【解説】

天然ダムの緊急調査（着手の判断～初動期）における流れと地上またはヘリコプターでの調査と無人航空機（UAV）での調査の関係を以下に示す。

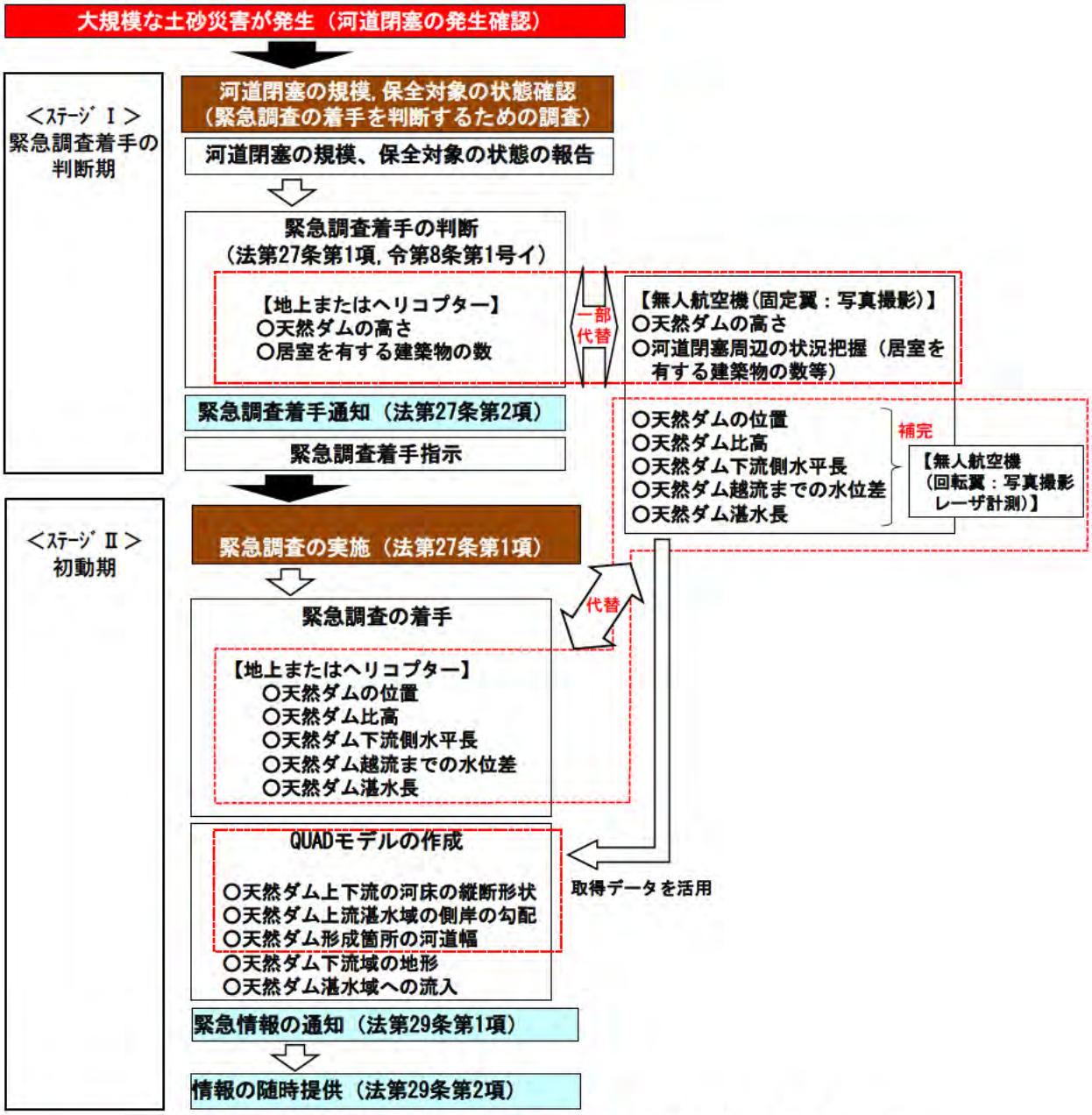


図 4-1 天然ダムの緊急調査（着手の判断～初動期）の実施フロー

：本手引きの適応範囲

4.1 緊急調査着手の判断

4.1.1 調査内容

緊急調査の着手は、土砂災害防止法施行令第 8 条第 1 号イに該当するか否かで判断する。土砂災害防止法施行令（第 8 条第 1 号抜粋）

イ　次の（1）及び（2）に該当する状況

（1）河道閉塞による湛水の発生によってたまる水の量が増水すると予想され、かつ、その増加により越流が開始することが予想される地点（（2）において、「越流開始地点」という。）において堆積した土石等の高さがおおむね２０メートル以上であること。

（2）河道閉塞による湛水が発生した河川のうち越流開始点より下流の部分に隣接する土地の区域（土石流が発生した場合において、地形の状況により明らかに土石流が到達しないと認められる土地の区域を除く。）に存する居室を有する建築物の数がおおむね１０以上であること。

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

【解説】

「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」では、堆積した土石等の高さ等を、地上またはヘリコプターからのレーザ距離計等により計測することとなっている。しかしながら、天候が不良の場合は、防災ヘリによる調査もできない場合がある。また、小規模な河道閉塞については、堆積した土石等の高さ（20m 以上）の確認に時間を要する場合がある。

本手引きは、防災ヘリによる調査が天候不良（曇り）のため実施できないような場合や防災ヘリの調査結果を補足したい場合等において、活用するものである。無人航空機（UAV）が飛行可能な条件であれば、ヘリコプターより低高度で、河道閉塞部を含むある程度の広範囲について、写真撮影（静止画）し、作成したオルソ画像・３次元データから天然ダムの高さ等を把握することができる。

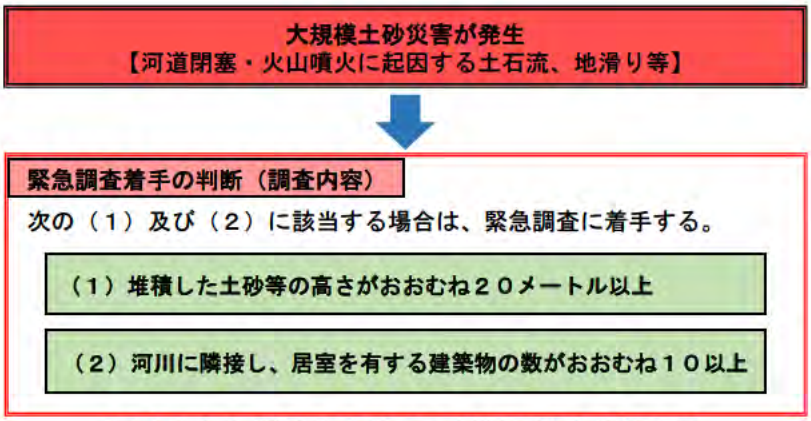


図 4.1.1-1 緊急調査着手の判断に関する概念図

次頁に、「天然ダムの高さ」「居室を有する建築物」の定義について記載する。

(1) 堆積した土石等の高さ

天然ダム（本手引きでは、「河道閉塞」を「天然ダム」と読み替えて記載する。）の高さは、越流開始点の標高と元河床の標高の差をいう。ただし、天然ダムが形成された時点で、元河床の標高を特定することが困難である場合は、越流開始点地点の標高と天然ダム下流端の標高との差によって求められる“天然ダムの比高”を調査し、これを持って「天然ダムの高さ」と見なすことを基本とする。

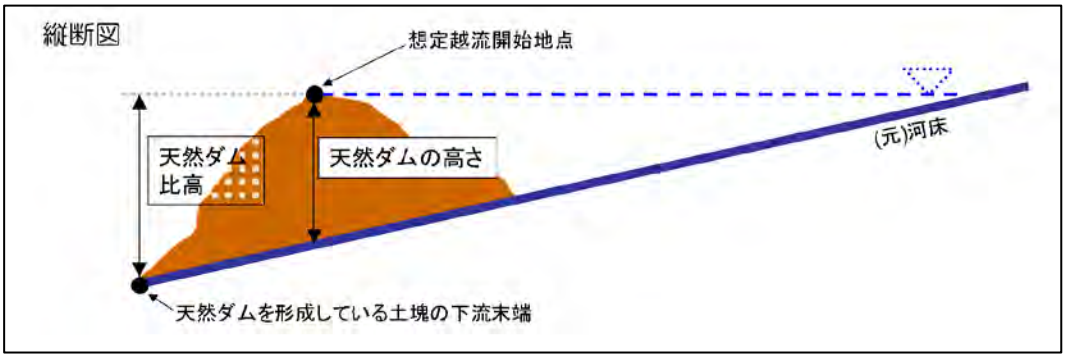


図 4.1.1-2 天然ダムの高さに関する概念図

なお、天然ダムの比高が２０メートルを超える場合であっても、天然ダムが縦断方向に長く、かつ、薄く堆積しており、比高を天然ダムの高さと見なすことが著しく不適切である場合は、周辺地形や地形図から元河床形状を推定し、天然ダムの高さを推定する。

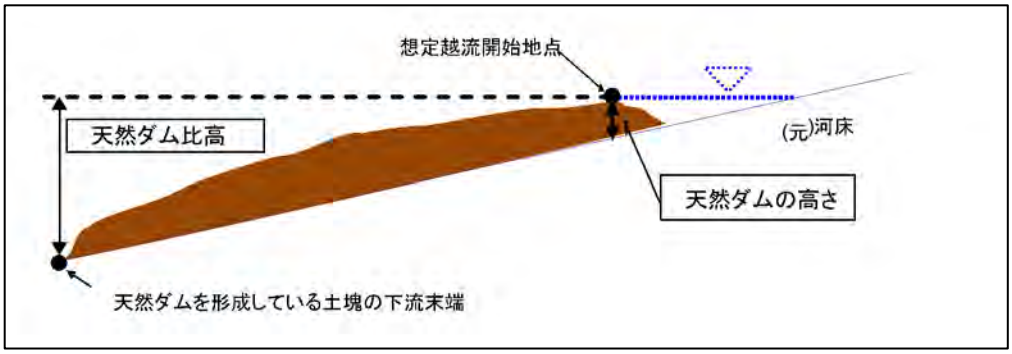


図 4.1.1-3 天然ダムの高さに関する概念図
（天然ダム比高を天然ダムの高さと見なすことが著しく不適当である場合）

(2) 河川に隣接し、居室を有する建築物の数

天然ダムより下流の河川に隣接する土地に存在する居室を有する建築物の数であるが、河床からの比高が十分にある、湖、治山ダム等に流れ込むなどの条件により、明らかに該当天然ダムを原因とする土石流が到達することが考えられない建築物は含まないものとする。

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

4.1.2 機体の選定

天然ダムの緊急調査着手の判断において、無人航空機（UAV）を活用する場合は、天然ダムおよびその周辺の現場条件を考慮して、無人航空機（UAV）の機体を適切に選定する。

【解説】

天然ダムの緊急調査着手の判断に用いる無人航空機（UAV）を選定する上での要件を以下に示す。また、巻末資料に無人航空機（UAV）の一覧表を示す。

【緊急調査着手の判断における無人航空機（UAV）の選定要件】

- ヘリコプターが飛行できない曇り等の条件下で、天然ダムの概略的な位置および天然ダム下流に位置する居室を有する建築物を把握するために、飛行時間が長く広域調査（写真撮影）が可能な機体。
- 広域調査を効率的に実施するために、高高度からの写真撮影が可能な機体。（山地の起伏や災害時の天然ダムの高さを考慮する。）
- 災害時には、無人航空機（UAV）の写真撮影（静止画）に必要な標定点を設置することが困難であるため、標定点が不要な PPK（後処理キネマティック）機能を有する機体。
- 災害時における無人航空機の離着陸場所が狭いため、コンパクトな離着陸が可能な機体。
- 災害後に迅速に調査着手するためには、無人航空機の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできる機体。
- 気象条件に影響されにくく、また、飛行が安定している機体。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のある機体。

図 4.1.2-1 機体の選定結果（長殿地区、赤谷地区の事例）

ポイント

①広範囲を計測する場合は、撮影高度を高く設定する必要がある。撮影高度が、150m 以上となる場合は、航空法により、事前申請が必要である。

②「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要となる。

4.1.3 調査計画（実施体制等）

防災ヘリによる調査が天候不良（曇り）のため実施できないような場合や防災ヘリの調査結果を補完したい場合等には、無人航空機（UAV）を活用し、天然ダムを含む周辺領域（広域）について現地状況を把握することを目的とする。調査計画については、離着陸地点の選定や飛行ルートの作成、撮影計画、実施体制の構築等が必要である。

【解説】

無人航空機（UAV）による写真撮影計画の流れ（緊急調査着手の判断）を以下に示す。調査計画においては、「計画準備」「飛行計画」「航空法に対する許可・承認」を行う必要がある。

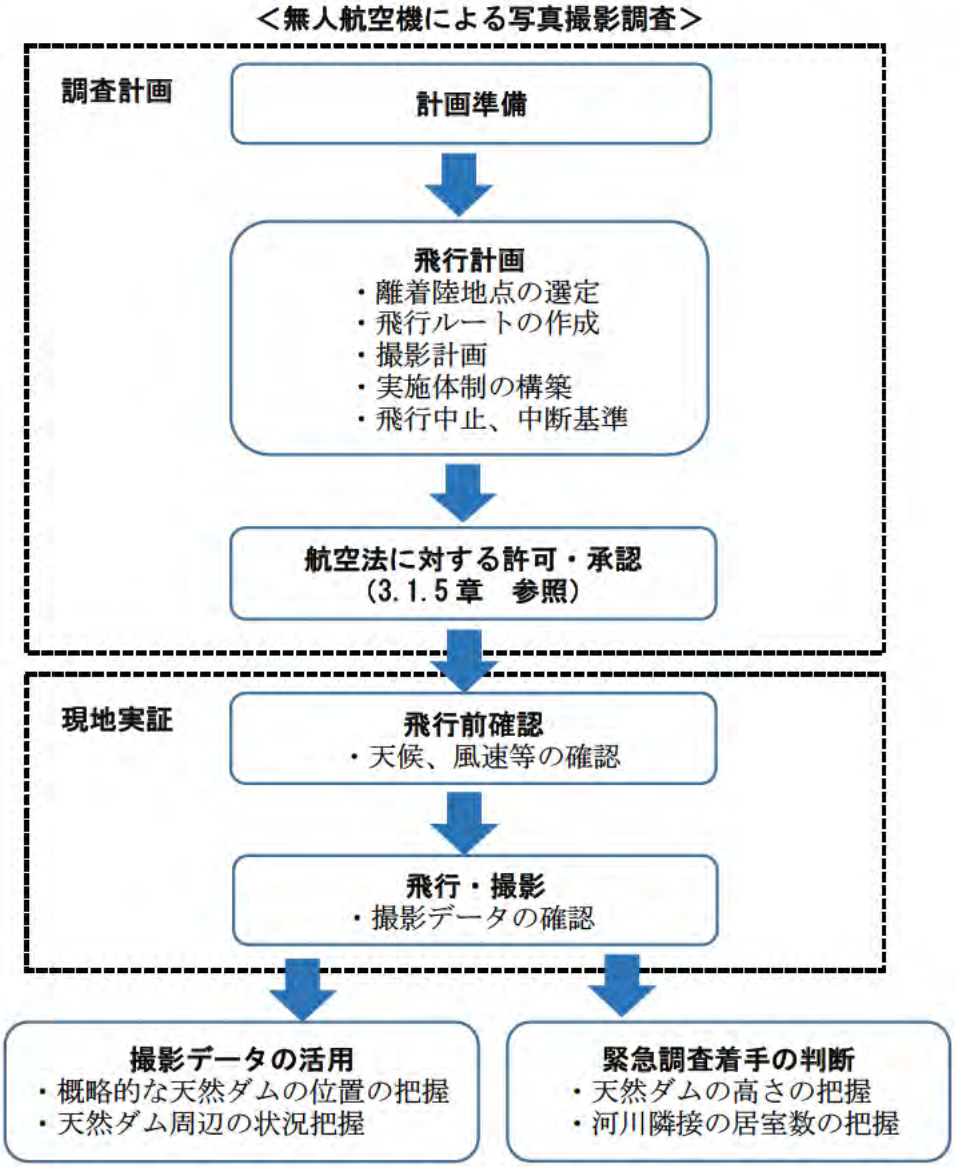


図 4.1.3-1 無人航空機（UAV）による写真撮影計画フロー図（緊急調査着手の判断）

(1) 計画準備

無人航空機（UAV）による調査を安全に実施するために、計画準備における情報収集と主な確認事項を以下に示す。

【計画準備における情報収集と主な確認事項】

- 概ねの調査範囲（規模）を確認し、利用可能な無人航空機（UAV）の候補（案）を選定する。
- 調査箇所周辺における飛行禁止空域や、調査箇所までのアクセスルート、立入可能範囲を確認する。
- 最新の航空写真等を活用し、支障物件（架空線、橋梁等の構造物等）等を確認する。

(2) 離着陸地点の選定

離着陸地点は、天然ダムの決壊等の二次災害の危険性を考慮して、出水後であっても人が安全に立ち入ることが可能で、かつ近隣住民等に対しても十分な安全を確保できる箇所とする。無人航空機（UAV）は、機体上昇時に風の影響を受けやすいため、離着陸地点と撮影範囲の高度差に注意する。また、着陸距離を長く必要とする固定翼機を使用する場合の離着陸地点は、選定した機体に応じて着陸距離が十分確保できる箇所（公園、グラウンド、河川敷等）とする。

図 4.1.3-2 固定翼機による離着陸地点（左：赤谷地区、右；長殿地区の事例）

ポイント

① **離着陸地点は、人が安全に立ち入ることが可能で、近隣住民等に対して十分な安全を確保できる箇所とする必要がある。**

② **胴体着陸（※機体に依存）の固定翼機では、着陸距離を十分に確保する必要がある。**

③ **垂直離着陸可能な固定翼機、回転翼機では、機体の大きさを考慮して、離着陸地点の広さを確保する必要がある。**

(3) 飛行ルートの作成

飛行ルートは、崩壊斜面地の周辺を含む全域を高高度から撮影できる範囲とする。設定した範囲内において、撮影計画、無人航空機の飛行時間等を考慮して設定する。また、飛行範囲内は、高度を一定に飛行させることになるため、撮影範囲内において山頂や障害物等の高さを考慮する。

また、大規模土砂災害後は、地形変化が大きいことが予想されるため、安全な飛行ルートの検討が必要となる。災害直後の地形データがなく、現状の地形情報が少ない場合は、安全に UAV を航行させるために、飛行範囲内の最大標高（山頂等）より十分な高さを確保したルートの設定が望ましい。

図 4.1.3-3 飛行ルートの例（赤谷地区の事例）

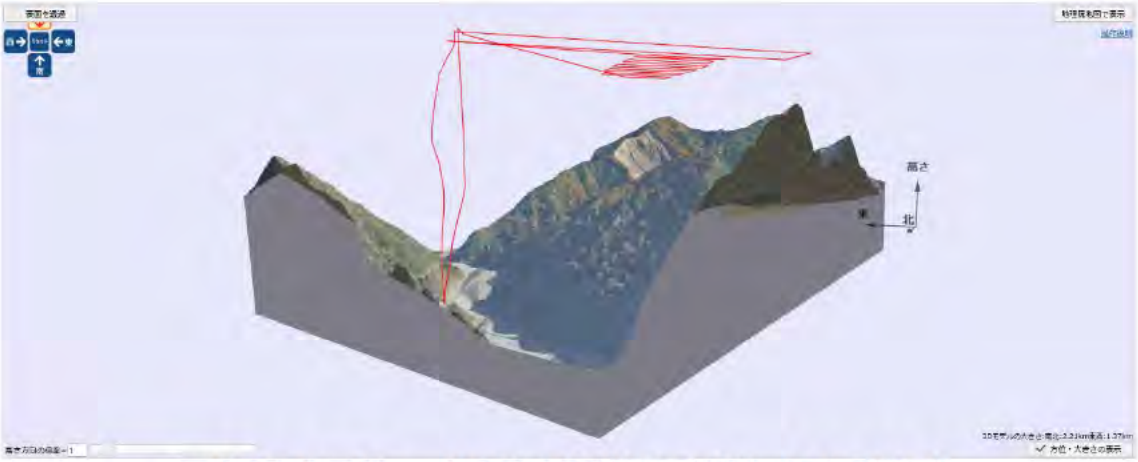


図 4.1.3-4 飛行ルートの例（長殿地区の事例）【３次元表示】

ポイント

① 飛行範囲内を設定した一定の高度で飛行するため、飛行範囲内の最大標高（山頂や障害物等）より十分な高さを確保したルートの設定が望ましい。

(4) 撮影計画

撮影計画は、飛行の進行方向の重複度（オーバーラップ率 80%）、隣接コースの空中写真との重複度（サイドラップ率 60%）を確保できるものとする。高度一定の飛行では、機体と地表面（地山）との距離が最も低くなる高さに対して重複度を確保する。

また、高高度から地上を撮影するため、搭載（あるいは一体型）するカメラの画素数は、約 2,000 万画素以上の解像度を有することが望ましい。

ポイント

① 高度一定の飛行では、機体と地表面（地山）との距離が最も短くなる位置において、重複度（オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 60%）を確保する。

② 高高度から写真を撮影するため、カメラは、画素数が多い高解像度（約 2,000 万画素以上推奨）が望ましい。

(5) 実施体制の構築

無人航空機（UAV）による調査実施体制は、最低 3 名以上とする。主な役割分担（案）は以下に示すとおりである。

表 4.1.3-1 調査実施体制と役割分担（案）

作業者	役割
作業責任者 （安全運航管理者）	➢ **調査可否の判断** ➢ 常に飛行中の**機体及び周辺環境、天候を監視**する。 ➢ 第三者に対して注意を払い、離着陸場所及び周辺への侵入を制止するための適切な対応をとる。
操縦者	➢ **飛行可否の判断** ➢ 常に機体、プロポモニターを監視する。 ➢ **自動航行時、計画と違う動きを確認した場合、手動操作に切り替え、安全に帰還させる。** ➢ 機体監視者から常に状況の報告を受け、受けた内容を復唱する。
補助者 （機体監視者）	➢ 常に飛行中の機体の姿勢及び周辺上空を**目視により監視**する（必要に応じて双眼鏡を使用）。 ➢ **目視外飛行となる場合は、航空法より補助者配置が必須である。**目視内飛行となる場合も災害直後等、現地状況に応じて、補助者の配置を検討する。 ➢ 操縦者から常に実際の飛行状態の報告を受け、受けた内容を復唱する。

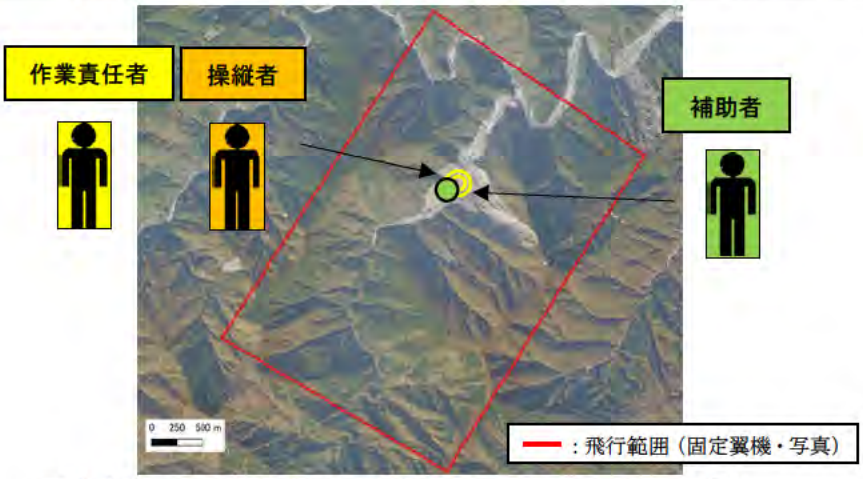


図 4.1.3-5 実施体制と役割分担（案）（赤谷地区の事例）

4.1.4 現地実証の事例

調査計画をもとに、飛行ルートの確認、担当者の配置、飛行前確認を行い、赤谷地区、長殿地区において無人航空機(UAV)の飛行実証を行った。

【解説】

調査計画をもとに現地実証を行った結果を事例として以下に示す。

(1) 飛行ルートの確認

離着陸場所において、固定翼機を操縦するプロポに計画した飛行ルートを読み込み、飛行計画の反映状況について確認した。

図 4.1.4-1(1) 飛行ルート確認状況（赤谷地区の事例）

図 4.1.4-1(2) 飛行ルート確認状況（長殿地区の事例）

(2) 実施体制（担当者配置）

計画した実施体制をもとに、現地基地局を設置し、操縦者、補助者等を配置した。

図 4.1.4-2(1) 実施体制（担当者の配置状況）（赤谷地区の事例）

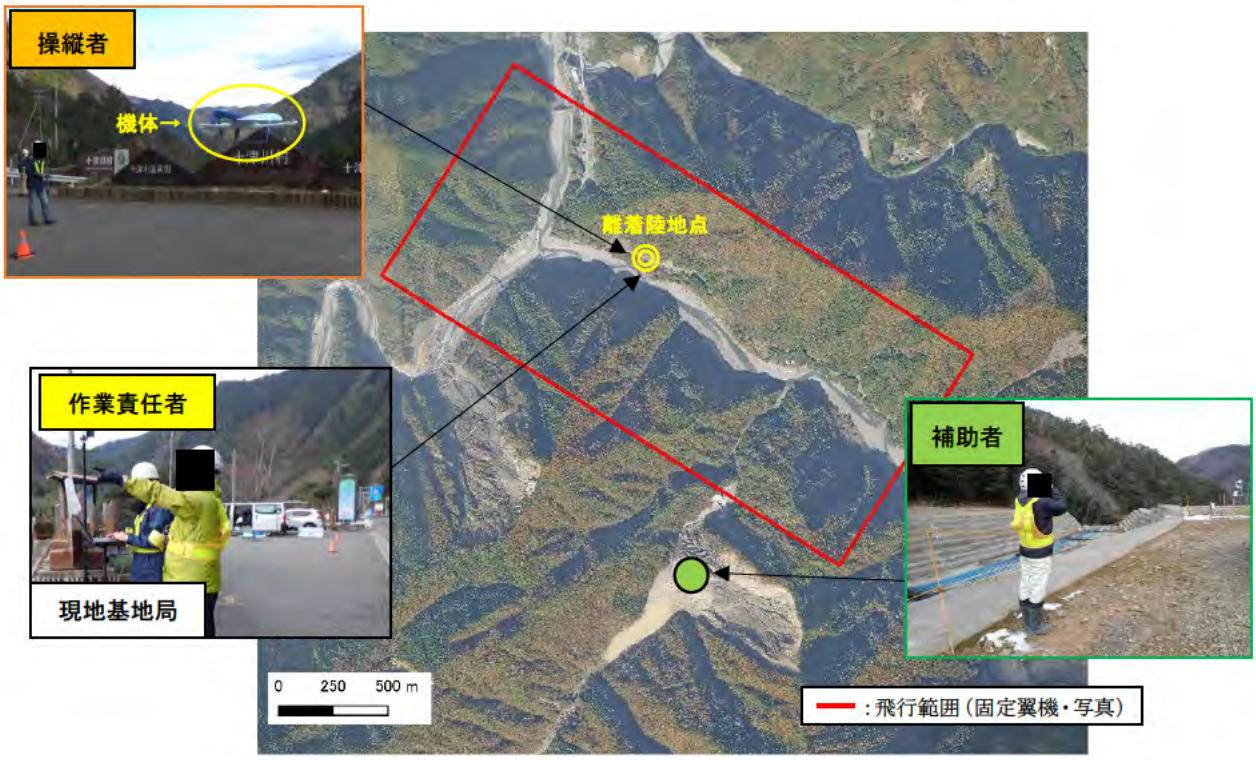


図 4.1.4-2(2) 実施体制（担当者の配置状況）（長殿地区の事例）

(3) 飛行前確認

現場の気象条件（天候、風速等）や周辺状況（離着陸場所の周辺に障害物がないか等）を把握し、安全に航行が可能であることを確認した。また、使用する無人航空機（固定翼機）を組み立てて、機材チェック等の事前確認を実施した。

図 4.1.4-3(1) 風速確認および機体確認状況（赤谷地区の事例）

図 4.1.4-3(2) 風速確認および機体確認状況（長殿地区の事例）

(4) 飛行実証

離着陸状況および飛行状況を以下に示す。

ポイント

①胴体着陸の固定翼機は、着陸時に周辺状況を十分に確認し着陸させる。
②胴体着陸により機体の背面が損傷するため、複数回飛行を実施する場合は、飛行毎に機体のメンテナンスを十分に行う必要がある。

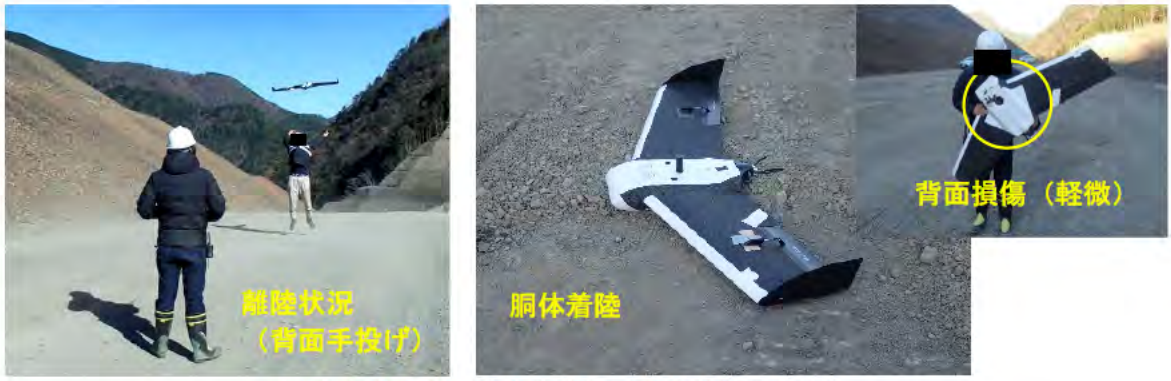


図 4.1.4-4(1) 離着陸状況（赤谷地区の事例）

図 4.1.4-4(2) 離着陸状況（長殿地区の事例）

図 4.1.4-5(1) 飛行状況（赤谷地区の事例）

図 4.1.4-5(2) 飛行状況（長殿地区の事例）

4.1.5 緊急調査着手の判断および撮影データの活用

無人航空機（UAV）による写真撮影結果を活用して、天然ダム周辺を含む広域状況の把握、および緊急調査着手の判断（①天然ダムの高さの把握、②天然ダム下流河川に隣接する居室の数の把握）の参考とする。

撮影データの活用としては、撮影写真からオルソ画像を作成すると共に、撮影写真そのものを地図上にサムネイル表示させることで、迅速に天然ダム周辺の状況を把握することができる。また、オルソ画像作成には、解析処理時間を要すことに留意する。

【解説】

無人航空機の写真撮影結果から、オルソ画像を作成すると共に、３次元点群データの作成を行う。オルソ画像からは、「斜面崩壊地の把握」「概略的な天然ダムの把握」「緊急調査着手の判断（②天然ダム下流河川に隣接する居室の数の把握）」についての結果が得られる。

また、３次元点群データからは、「緊急調査着手の判断（①天然ダムの高さ）」についての結果が得られる。なお、オルソ画像の作成には、一定の解析時間を要することから、天然ダム周辺の状況を迅速に把握するためには、撮影写真とその写真撮影位置に関するサムネイル情報表示が有効である。

なお、「緊急調査着手の判断（②天然ダム下流河川に隣接する居室の数の把握）」については、天然ダムより下流河川を連続的に無人航空機で写真撮影する必要があることから、撮影範囲の設定に留意する。

ポイント

①無人航空機の写真撮影結果から、オルソ画像、３次元点群データの作成を行う。

②オルソ画像から、概略的な天然ダム、天然ダム下流河川に隣接する居室の数（参考）を把握する。

③３次元点群データから、天然ダムの高さを把握する。

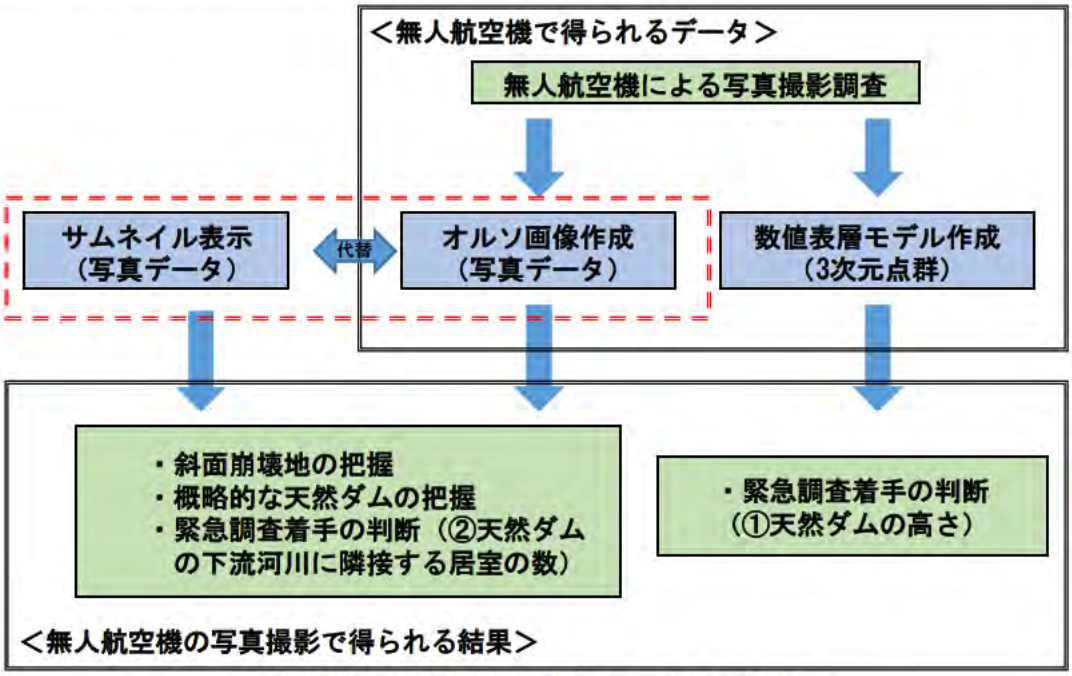


図 4.1.5-1 無人航空機を活用して得られる結果

(1) 概略的な天然ダムの把握および天然ダム下流河川に隣接する居室の数の把握

1) オルソ画像作成の場合

無人航空機（UAV）で写真撮影した画像を用いてオルソ画像を作成し、天然ダムの概略的な位置の把握および、緊急調査の着手を判断（②河川に隣接する居室の数の把握）する。以下に、作成したオルソ画像（赤谷地区の事例）を示す。

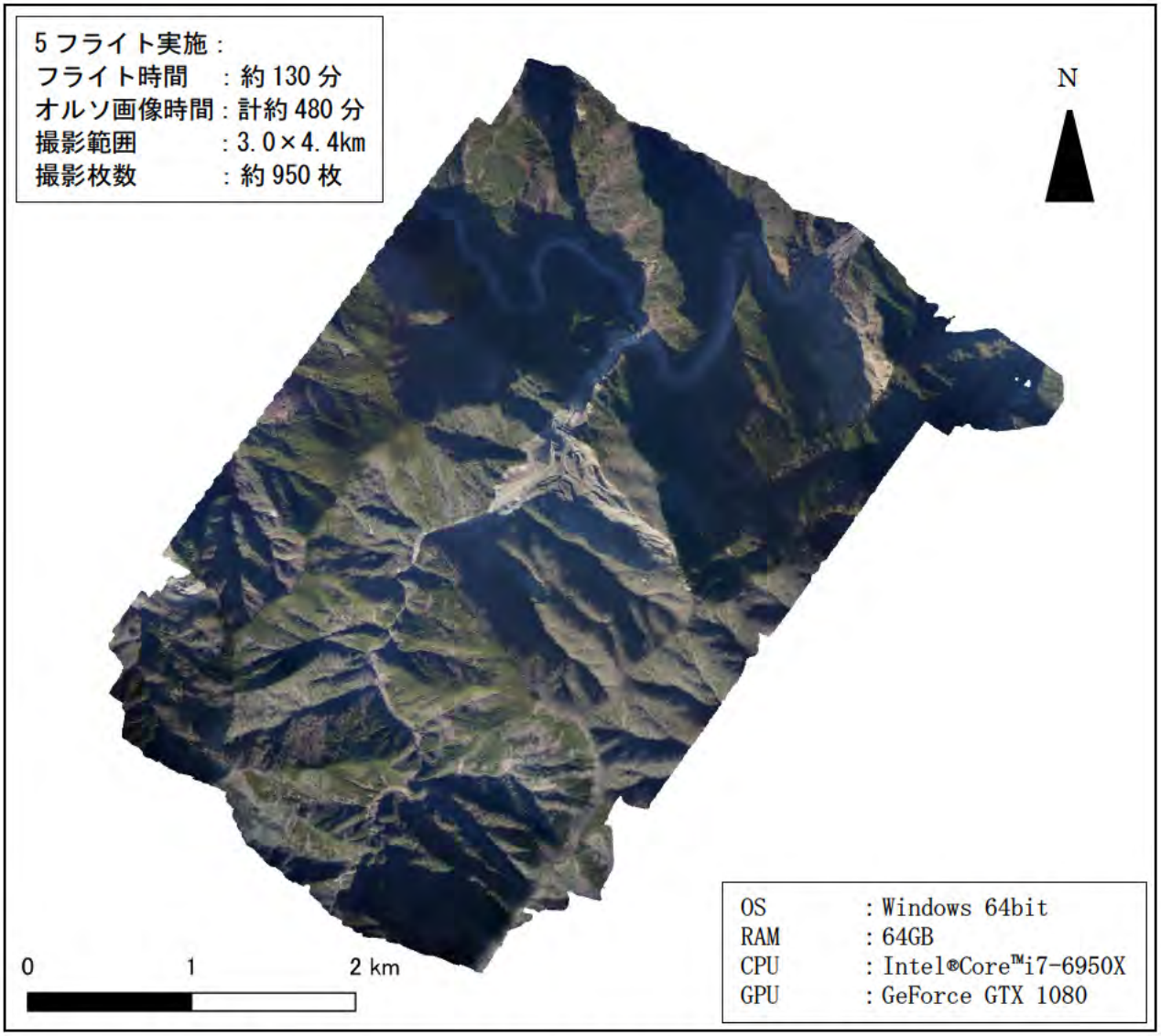


図 4.1.5-2 無人航空機（固定翼機）の写真撮影から作成したオルソ画像の事例

無人航空機（UAV）で写真撮影し、作成したオルソ画像から斜面崩壊地および天然ダムを把握することができる。また、天然ダム下流河川に隣接する構造物を把握することができる。

見るべきポイント

①斜面崩壊地とその周辺

②天然ダムの形成の有無

③天然ダムがある場合は、その下流河川に隣接する居室の数の把握

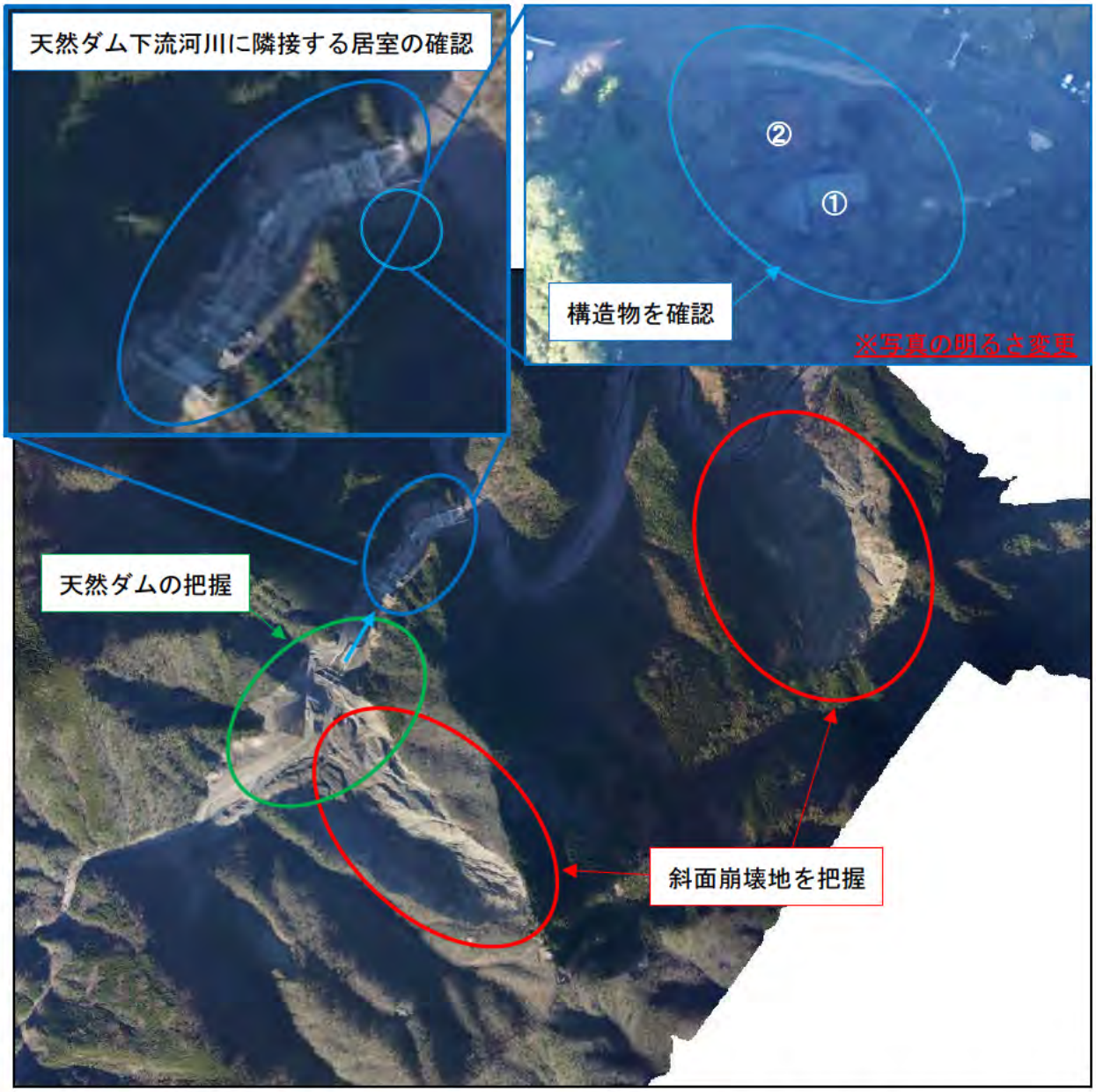


図 4.1.5-3 オルソ画像から斜面崩壊地および天然ダムの把握（赤谷地区の事例）

【参考】撮影データの活用（長殿地区）

無人航空機（UAV）で写真撮影した画像を用いてオルソ画像を作成し、オルソ画像から構造物を把握することができる。以下に、作成したオルソ画像、構造物の把握事例を示す。

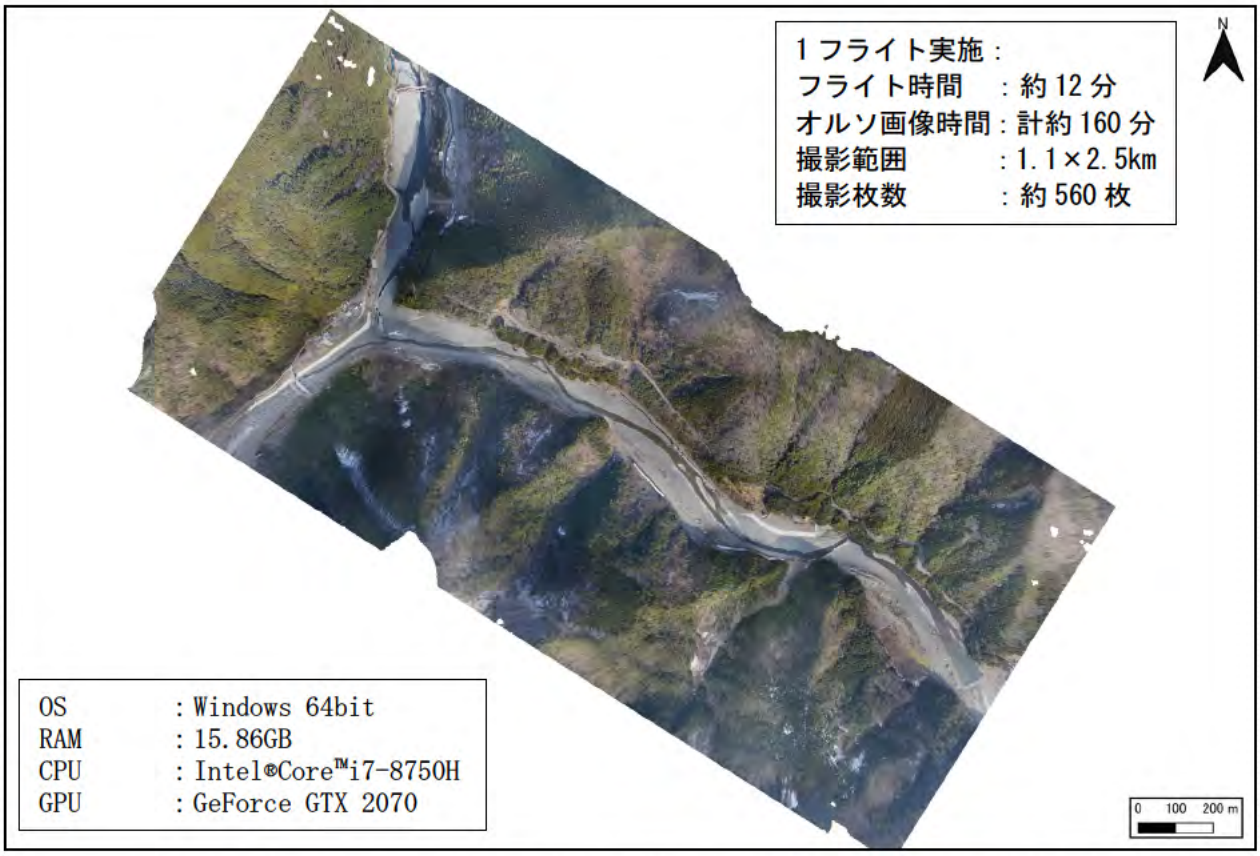


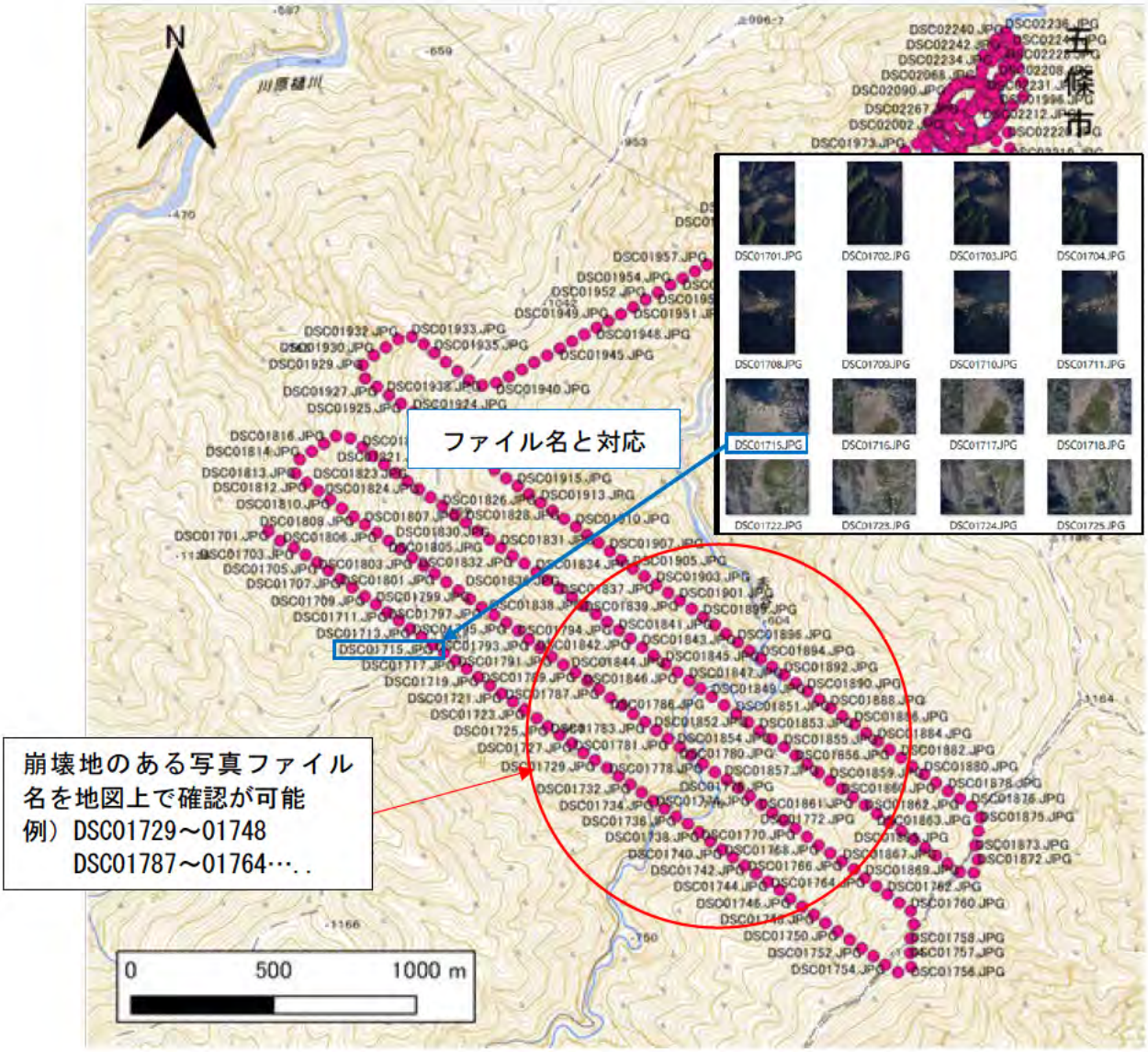
図 4.1.5-4 無人航空機（固定翼機）の写真撮影から作成したオルソ画像の事例

図 4.1.5-5 オルソ画像から構造物の把握

2）サムネイル表示

オルソ画像の作成には、一定の解析時間を要し、天然ダム周辺の状況をより迅速に把握するためには、撮影写真とその写真撮影位置に関するサムネイル情報表示が有効である。サムネイル表示から斜面崩壊地および天然ダムの位置の把握、緊急調査の着手の判断（②河川に隣接する居室の数の把握）について、以下に示す。

無人航空機（UAV）による撮影データ（画像）には、座標（緯度、経度）が記載されるため、ＧＩＳ上で地理院地図を背景図として、撮影写真の位置をポイントとしてプロットすることができる。また、プロットした点上に写真のファイル名を表示させることにより、撮影位置と撮影写真の関係を把握することができる。



出典：「地理院地図」

図 4.1.5-6 サムネイル表示の一例（赤谷地区の事例）

サムネイル表示させた写真ファイル名を検索した結果、斜面崩壊地および天然ダムの位置の把握が可能であった。また、緊急調査の着手の判断（②河川に隣接する居室の数の把握）についても同様に把握できた。

以上のことより、迅速性に配慮して撮影写真を有効に活用する。

ポイント

①サムネイル表示では、オルソ画像と同様に天然ダム等の把握（新規箇所）が可能である。

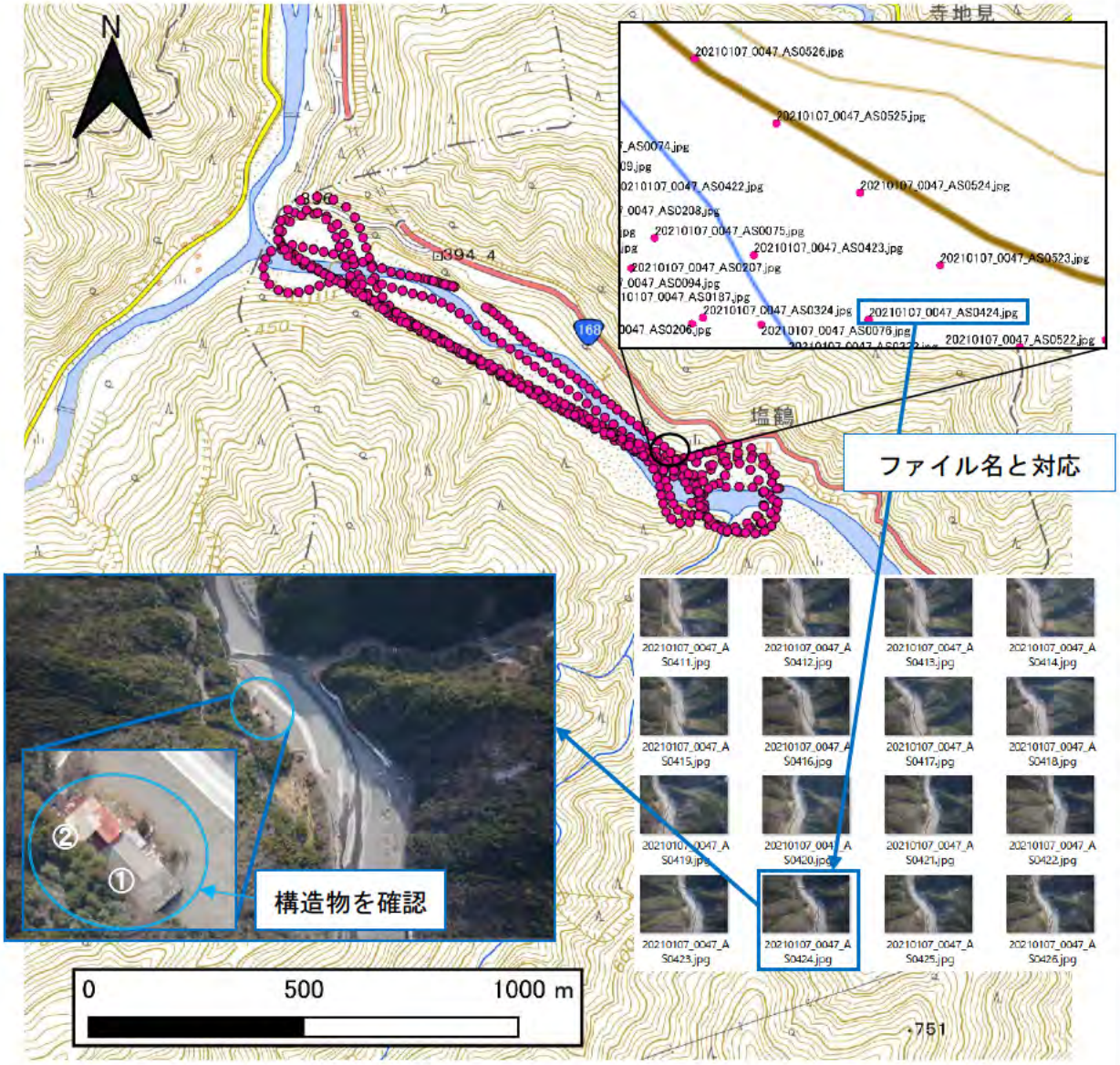
②サムネイル表示では、オルソ画像の作成と比較し、解析をしないため、迅速に災害状況を把握することが可能である。

図 4.1.5-7 サムネイル表示から写真検索結果の事例（斜面崩壊地および天然ダムの把握）

図 4.1.5-8 サムネイル表示から写真検索結果の事例（天然ダム下流河川に隣接する居室の確認）

【参考】撮影データの活用（長殿地区）

サムネイル表示から構造物の位置の把握、サムネイル表示させた写真ファイル名を検索した結果から構造物の把握ができた。以下に構造物の位置、構造物の把握事例を示す。



出典：「地理院地図」

図 4.1.5-9 サムネイル表示の一例、構造物の把握（長殿地区の事例）

(2) 天然ダムの高さの把握

無人航空機（UAV）で写真撮影した画像から、３次元点群データを作成し、あらかじめ把握した概略的な天然ダムの位置における天然ダムの高さの算出を行う。なお、写真撮影から作成した３次元点群データは、樹木の高さが加算された概略的な高さとなることに注意する。

作成した３次元点群データから、天然ダムの高さを把握した。現地実証では、赤谷地区において、樹木が繁茂した尾根部を仮想天然ダムと想定して計測を行った。

ポイント

① 写真撮影より作成した３次元点群データは、樹木の高さを含んだ表面の高さとなるため、誤差があることに注意する必要がある。（参考データ扱い）

② 縦断形状が明らかに台形である場合は、天然ダムの比高（越流開始点標高から天然ダム下流末端の標高との差）を天然ダムの高さと見なすことができる。

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4 P.3 参照」

図 4.1.5-10 仮想天然ダムの設定（赤谷地区の事例）

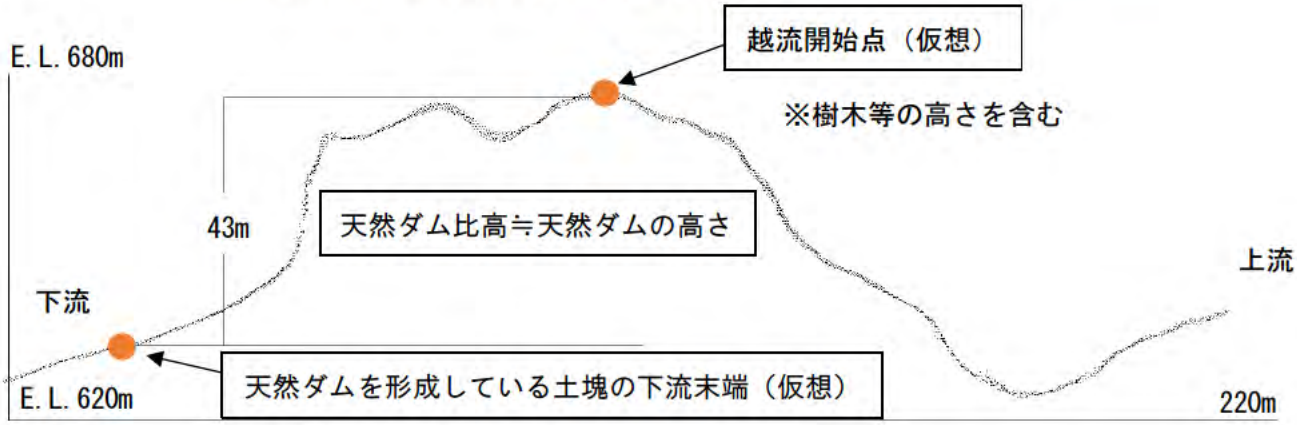


図 4.1.5-11 緊急調査着手の判断に必要な天然ダムの高さの算出結果の事例（箇所は想定）

【参考】写真撮影から作成した３次元点群データの精度確認（長殿地区）

無人航空機（UAV：回転翼機）で高高度から撮影した写真を用いて、3 次元点群データを作成し、LP データと差分解析を行った。単独測位による 3 次元点群データでは、道路等の不動点を利用した位置補正を実施した結果、崩壊斜面・河道部で差分量が 1m 程度となった。PPK による 3 次元点群データでは、崩壊斜面・河道において全体的に差分量は±0.5m 未満であった。以下に精度確認結果を示す。なお、PPK による補正データ取得は、撮影時刻から約 2 時間後であることに注意する。

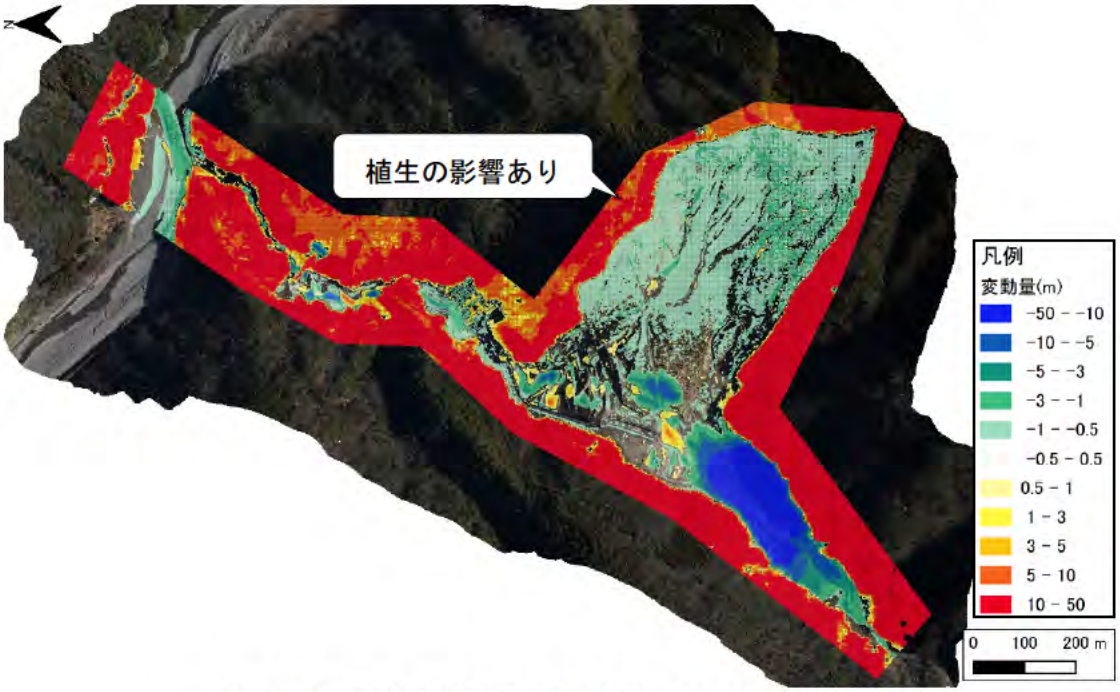


図 4.1.5-12 差分解析図（LP と撮影データ（単独測位））

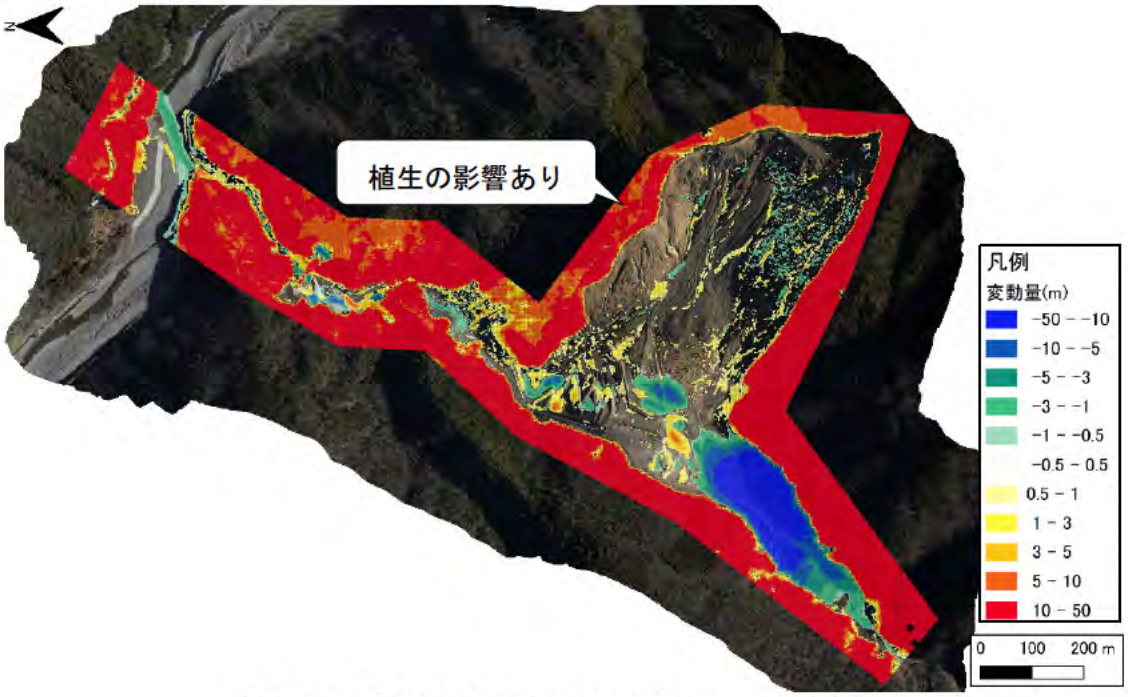


図 4.1.5-13 差分解析図（LP と撮影データ（PPK））

【参考】渓流外からの高高度飛行による渓流内調査（栗平地区）

河道閉塞形成直後においては、土砂流出により渓流内への調査員の立ち入りが困難な状況が想定される。そこで、渓流外から飛行を行い、河道閉塞部を含む渓流内調査を試行した。

調査は動画撮影を基本とし、撮影対象は崩壊地や河道閉塞部に加え河道沿いの撮影も行い、渓流内全体の概況把握を行った。また、ズームカメラによる静止画撮影も併用することで、詳細な把握も可能であることを確認した。

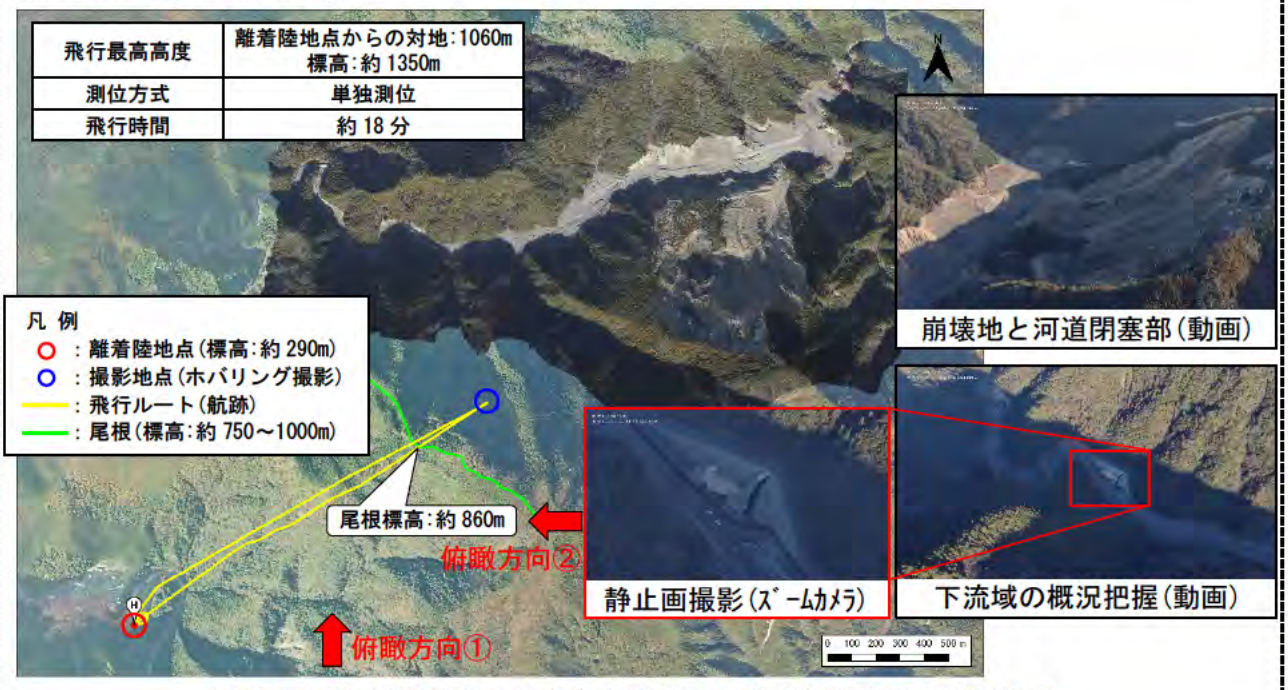


図 4.1.5-14 渓流外からの高高度飛行による渓流内調査（栗平地区）

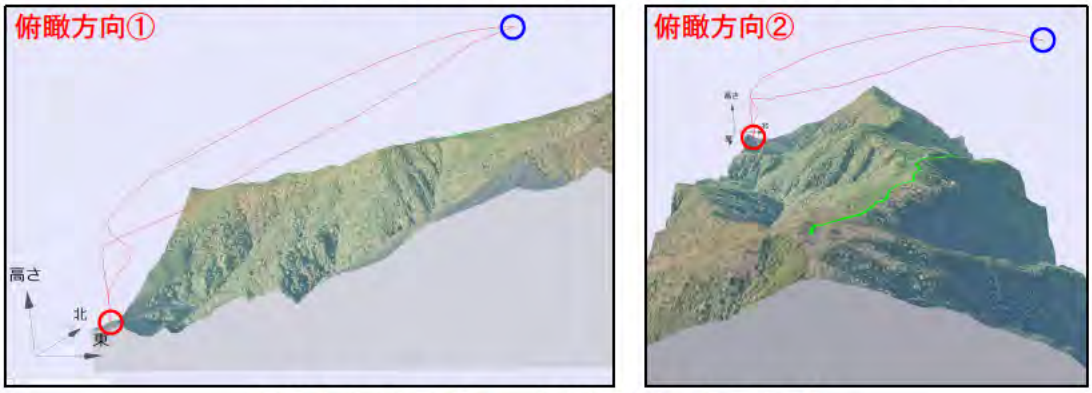


図 4.1.5-15 飛行ルート（航跡）【３次元表示】

ポイント

① 対地 150m 以上となる高高度飛行では、飛行許可申請が必要である。（特例時を除く）

② 高高度飛行では、地上風速の状況とは大きく異なる場合が想定されるため、実際の飛行時に上空の風速（操縦時の安定性）を確認し、作業の継続や中断等を適宜判断する。

③ 高高度飛行では上昇時にバッテリーを消耗するため、飛行中のバッテリー残量に十分注意する必要があり、離着陸地点と機体との距離や飛行高度等を考慮し、安全に着陸できるよう操縦者が適切に判断する。

(3) 3 次元データの利活用

緊急調査着手の判断期(ステージⅠ)において緊急調査の着手が決定した場合、無人航空機(UAV)で作成した 3 次元データは、初動期(ステージⅡ)における調査内容の把握に活用でき、より正確な QUAD モデルのインプットデータ取得となる可能性がある。

また、次のステップとなる初動期(ステージⅡ)において、無人航空機（UAV）を活用する際も最新の地形データ（航空レーザ測量や無人航空機（UAV）で作成した 3 次元データ）等を用いることで、より安全な飛行が可能となる。

特に、天然ダムの形成によりその周辺の地形は大きく変化しており、初期段階における無人航空機（UAV）で撮影したデータを用いて３次元データを作成することは、次ステップの基礎データ（現況地形データ）として有効である。

ポイント

① 緊急調査着手の判断期(ステージⅠ)で計測した写真撮影結果から作成した 3 次元データは、初動期(ステージⅡ)の緊急調査に活用できる。

② 無人航空機（UAV）の飛行計画は、国土地理院の地形データを活用する場合が多いが、天然ダムの発生（災害後）により、現況地形は大きく変化していることに注意が必要である。

③ 緊急調査着手の判断期(ステージⅠ)で計測した写真撮影結果から作成した 3 次元データは、初動期(ステージⅡ)の緊急調査で無人航空機（UAV）を飛行させる際に、最新の地形情報として活用できる。

4.2 初動期

4.2.1 調査内容

天然ダムが形成され、Ⅰ．緊急調査着手の判断において緊急調査の着手を決定した場合、天然ダムを原因とする土石流・湛水により被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する現地調査の初動期においては、以下の項目に関する調査を行うことを標準とする。

（1）天然ダムの位置
（2）天然ダム比高
（3）天然ダム下流側水平長
（4）天然ダム越流までの水位差
（5）天然ダム湛水長

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

【解説】

「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」に基づき、Ⅰ.緊急調査着手が決定した場合に、天然ダムを原因とする重大な土砂災害の危険区域および時期の想定に関する現地調査を実施する。天然ダムの位置および形状把握は、地上またはヘリコプターによるレーザ距離計及び GNSS 等を活用することとなっている。本手引きでは、無人航空機を用いることにより、地上またはヘリコプターによる計測が困難である際の代替手段や従来手段の補完として利活用できる内容等について記載している。

図 4.2.1-1 初動期に関する概念図

次頁に、「天然ダムの位置」「天然ダム比高」「天然ダム下流側水平長」「天然ダム越流までの水位差」「天然ダム湛水長」の定義について記載する。

天然ダムに関する現地調査全体の概念図を示す。

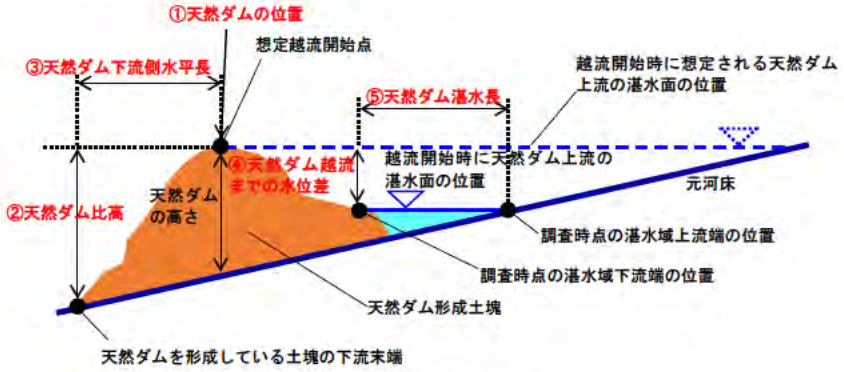


図 4.2.1-2 天然ダム調査の概念図

(1) 天然ダムの位置

天然ダムの位置は、天然ダムの想定越流開始地点の位置のことをいう。想定越流開始地点は、天然ダムの各横断面における最低標高のうち最も標高の高い地点とする。

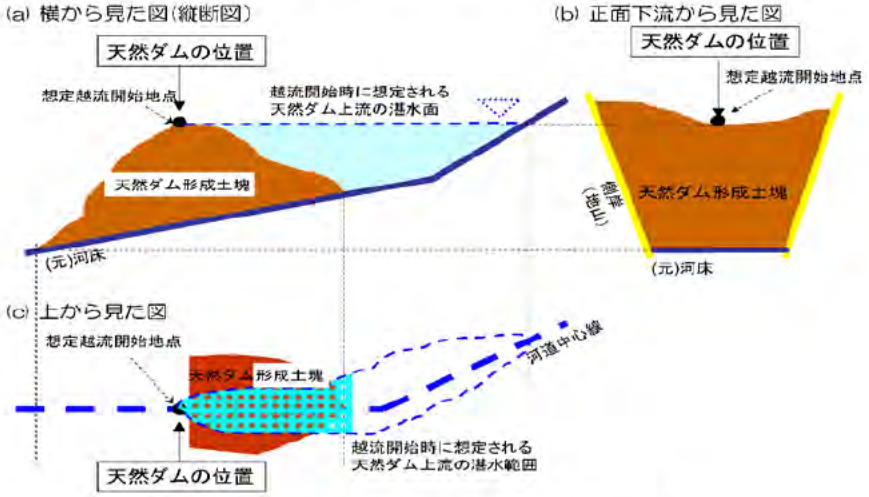


図 4.2.1-3 天然ダムの位置に関する概念図

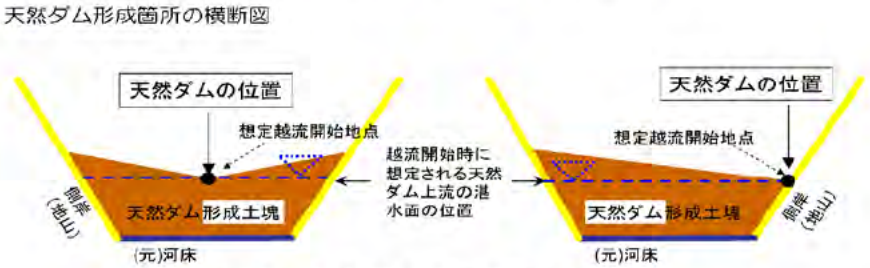


図 4.2.1-4 位置に関する概念図

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

(2) 天然ダム比高

天然ダム比高は、天然ダム想定越流開始地点の標高と天然ダムを形成している土塊の下流末端の標高との差のことをいう。なお、天然ダム高さは、天然ダムの想定越流開始地点の標高と、その鉛直下の元河床の標高との差のことをいい、天然ダム比高とは異なる。

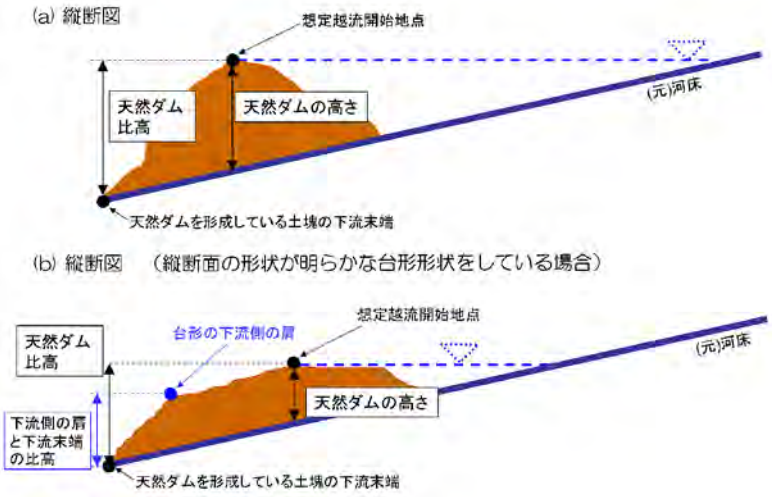


図 4.2.1-5 天然ダム比高に関する概念図

(3) 天然ダム下流側水平長

天然ダム下流水平長とは、縦断方向の天然ダム想定越流開始点と天然ダムを形成している土塊の下流端末までの越流水が流下する経路に沿った水平長のことをいう。

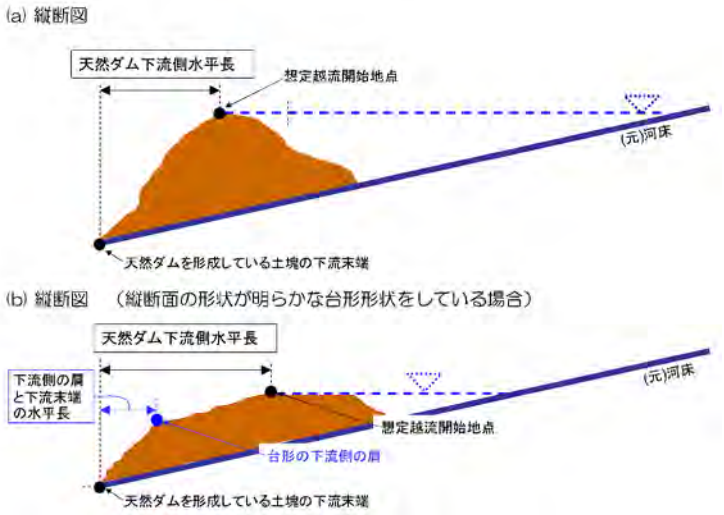


図 4.2.1-6 天然ダム下流側水平長に関する概念図

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

(4) 天然ダム越流までの水位差

天然ダム越流までの水位差とは、天然ダムの想定越流開始地点と調査時点の湛水域の水面（水際）の比高のことをいう。

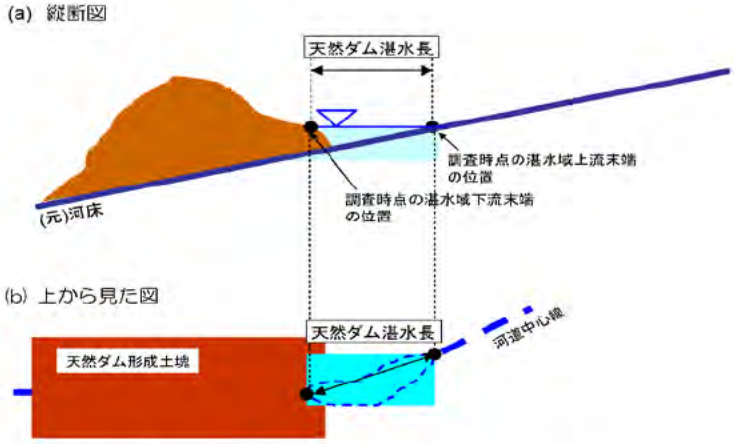


図 4.2.1-7 天然ダム湛水長の概念図

（出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）」H23.4）

初動期で把握すべき５項目について、緊急調査の着手が決定される場合は、より迅速な把握が必要となるため、緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）で計測した写真撮影結果から作成した３次元データより把握する。調査方法は「4.1 緊急調査着手の判断」を参照されたい。

また、本手引きでは、初動期において、緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）の調査方法の補完として、無人航空機（UAV：回転翼機）の写真撮影およびレーザ計測による調査方法について整理する。

写真撮影については、写真撮影結果から「⑤天然ダム湛水長」を主に把握する。また、レーザ距離計搭載型を使用すれば、取得した座標値から「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」「④天然ダム越流までの水位差」「⑤天然ダム湛水長」の把握が可能となる。

レーザ計測については、３次元点群を作成し、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」「④天然ダム越流までの水位差」を把握する。

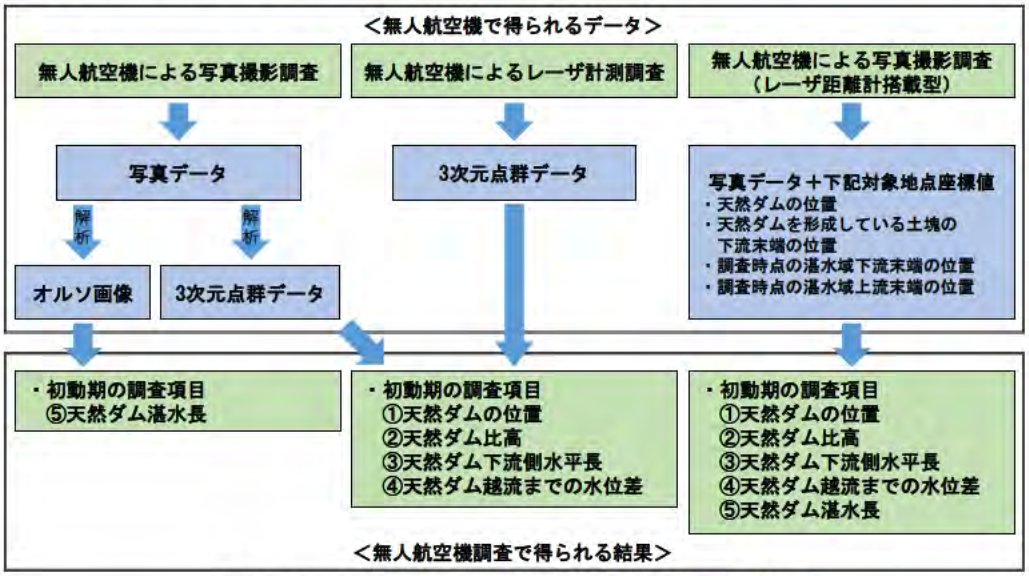


図 4.2.1-8 無人航空機を活用して得られる結果

4.2.2 機体の選定

天然ダムの緊急調査（初動期）の着手において、無人航空機（UAV）を活用する場合は、天然ダムの初動調査の現場条件を考慮して、無人航空機（UAV）の機体を適切に選定する。

【解説】

天然ダムの緊急調査の着手に用いる無人航空機（UAV）を選定する上での要件を以下に示す。また、巻末資料に無人航空機（UAV）の一覧表を示す。

【緊急調査の着手における無人航空機（UAV）の選定要件】

＜写真撮影・レーザ計測：共通＞

- 大規模土砂災害後に立ち入ることができる位置（離着陸場所）から撮影または計測する範囲までの調査が実施できる機体。
- 災害時における無人航空機の離着陸場所が狭いため、コンパクトな離着陸が可能な機体。
- 災害後に迅速に調査着手するためには、無人航空機の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできる機体。
- 気象条件に影響されにくく、また、飛行が安定している機体。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のある機体。
- 災害時には、無人航空機の写真撮影に必要な標定点を設置することが困難であるため、標定点が不要な RTK（リアルタイム・キネマティック）機能を有する機体。

＜写真撮影用＞

- 災害時には、無人航空機の写真撮影に必要な標定点を設置することが困難であるため、標定点が不要な RTK（リアルタイム・キネマティック）機能を有する機体。
- レーザ距離計を併設したカメラを搭載できる機体。
  機種によっては、レーザ距離計を併設したカメラを搭載できる機体もあり、対象地点をプロポ画面中央に合わせ撮影することで、その地点の座標計測ならびに座標値（緯度、経度、標高）を印字した画像を取得できる。

＜レーザ計測用＞

- レーザ計測により、３次元点群データを作成し、その結果から天然ダム比高等を算出するため、無人航空機にレーザが搭載できる機体。

図 4.2.2-1 選定した機体（回転翼機）（左・中央：赤谷地区、右：栗平地区の事例）

ポイント

① 調査範囲は、天然ダム及びその周辺が対象となる。無人航空機（UAV）は、写真撮影用とレーザ計測用の２種類を選定する必要がある。

② 「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、航空法による事前申請は不要となる。

4.2.3 調査計画（実施体制等）

土砂災害発生から速やかに現地情報を把握し、QUAD モデルのインプットデータとして必要な情報を取得することを目的とする。

調査計画については、離着陸地点の選定や飛行ルートの作成、撮影計画、実施体制の構築等が必要である。

【解説】

無人航空機（UAV）による写真撮影･レーザ計測計画の流れ（初動期）を以下に示す。調査計画においては、「計画準備」「飛行計画」「航空法に対する許可・承認」を行う必要がある。

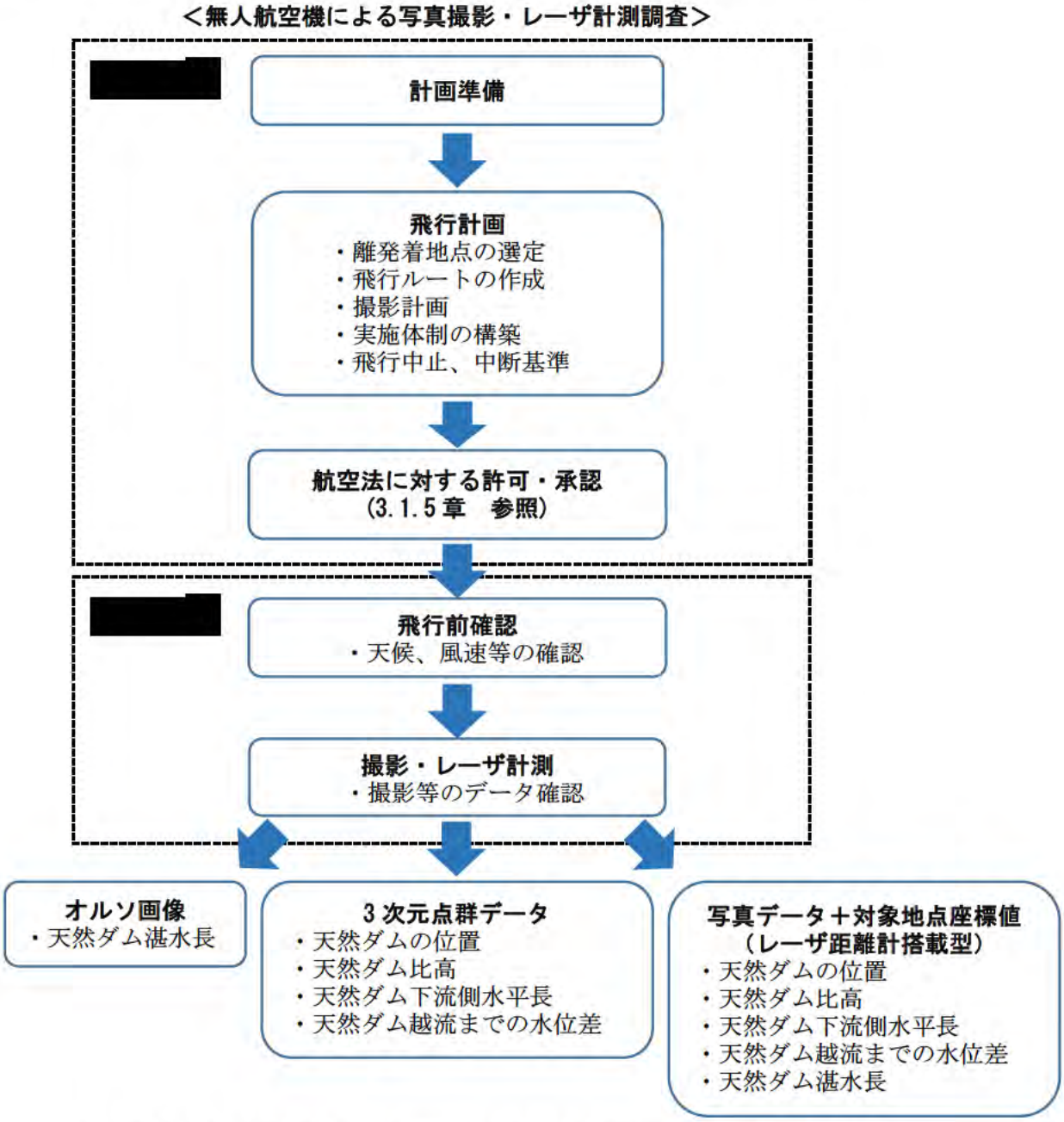


図 4.2.3-1 無人航空機（UAV）による写真撮影等の計画フロー図（初動期）

(1) 計画準備

無人航空機（UAV）による調査を安全に実施するために、計画準備における情報収集と主な確認事項を以下に示す。

【計画準備における情報収集と主な確認事項】

- 概ねの調査範囲（規模）を確認し、利用可能な無人航空機(UAV)の候補(案)を選定する。
- 調査箇所周辺における飛行禁止空域や、調査箇所までのアクセスルート、立入可能範囲を確認する。
- 最新の航空写真等を活用し、支障物件（架空線、橋梁等の構造物等）を確認する。

(2) 離着陸地点の選定

離着陸地点は、天然ダムの決壊等の二次災害の危険性を考慮して、出水後であっても人が安全に立ち入ることが可能で、かつ近隣住民等に対しても十分な安全を確保できる箇所とする。また、選定した離着陸地点によっては、樹木等の障害物があり、飛行の障害となる可能性がある。そのため、離着陸地点周辺を確認し、飛行させることが重要である。

離発着地点の必要ヤード（広さ）は、回転翼機の小型タイプ（写真撮影用）の場合（約 2.0×2.0m程度）、中型タイプ（レーザ計測用等）の場合（約 5.0×5.0m程度）、大型タイプ（レーザ計測用等）の場合（約 10.0×10.0m程度）等、機体の大きさを考慮する必要がある。

図 4.2.3-2 回転翼機による離着陸地点（左：赤谷地区、右：栗平地区の事例）

ポイント

① 人が安全に立ち入ることが可能で、近隣住民等に対して十分な安全を確保できる箇所とする。

② 離着陸地点周辺を確認し、飛行させる。

(3) 飛行ルートの作成

飛行ルートは、崩壊斜面地の周辺を含む全域を撮影できる範囲とする。設定した範囲内において、写真撮影やレーザ計測に掛かる所要時間と無人航空機の飛行可能時間等を考慮して設定する。

また、天然ダムの形成後は、地形変化が大きいことから、安全な飛行ルートの検討が必要となる。災害直後の地形データがなく、現状の地形情報が少ない場合は、安全に UAV 航行させるために、以下の方法を参考に飛行ルートを作成する。

- 樹木等の周辺の障害物から十分な距離が確保できるルートを設定
- 一度手動で航行し、安全なルートを確認した後に飛行ルートを設定（推奨）

また、緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）で計測した地形データを活用することで、災害直後の地形を反映することができ、より安全な飛行計画を立案することが可能となる。

図 4.2.3-3 (1) 飛行ルートの作成例（左：写真撮影、右：レーザ計測）（赤谷地区の事例）

図 4.2.3-3 (2) 飛行ルートの作成例（レーザ計測）（栗平地区の事例）

ポイント

① 天然ダム形成後は、地形が大きく変化していると予想されるため、安全な飛行ルートの設定が必要となる。

② 緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）で計測した 3 次元データを活用することで、より安全に飛行することが可能である。

(4) 撮影・計測計画

【写真撮影の場合】

撮影計画は、飛行の進行方向の重複度（オーバーラップ率 80%）、隣接コースの空中写真との重複度（サイドラップ率 60%）を確保できるものとする。高度一定の飛行では、機体と地表面（地山）との距離が最も低くなる高さに対して重複度を確保する。

また、詳細に天然ダム周辺状況を撮影するため、搭載（あるいは一体型）するカメラの画素数は、約 2,000 万画素以上の解像度を有することが望ましい。

ポイント

① **高度一定の飛行では、機体と地表面（地山）との距離が最も短くなる位置において、重複度（オーバーラップ率 80%、サイドラップ率 60%）を確保する。**

② **詳細に天然ダム周辺状況を撮影するため、カメラは、画素数が多い高解像度（約 2,000 万画素以上推奨）が望ましい。**

【写真撮影（レーザ距離計搭載型）の場合】

レーザ距離計搭載型の場合、対象地点をプロポ画面中央に合わせ撮影する必要があるため、目視内飛行（手動操作）となる。そのため、離着陸地点から目視が可能な範囲および高度での飛行を基本とし、機体とプロポとの通信強度（通信状態）についても、十分に注意する。

ポイント

① **河道閉塞発生直後の調査では、倒木等により天然ダムの位置（想定越流開始地点）や天然ダムを形成している土塊の下流末端の特定に時間を要することが想定されるため、飛行時間を十分に確保できる機体が望ましい。**

【レーザ計測の場合】

同一コース内のスキャン密度は、1㎡ あたり 100 点程度、隣接コースのレーザ点群との重複度（サイドラップ率 50%）を十分確保できる計画とする。回転翼機のレーザ計測は、入力した地形データの地表面を一定の比高（対地高度一定）で飛行する。国土地理院の地形データを活用する場合は、天然ダム周辺の地形状況が大きく変化している可能性があるため、十分な高さを確保する必要がある。

ポイント

① **スキャン密度は、1㎡ あたり 100 点程度、重複度（サイドラップ率 50%）を確保する。**

② **レーザ計測は、地表面と一定の比高で飛行するため、国土地理院の地形データを活用する場合は、十分な高さを確保する。**

(5) 実施体制の構築

無人航空機（UAV）による調査実施体制は、最低 3 名以上とする。主な役割分担は以下に示すとおりである。

表 4.2.3-1 調査実施体制と役割分担(案)

作業者	役割
作業責任者 （安全運航管理者）	➢ **調査可否の判断** ➢ 常に飛行中の**機体及び周辺環境、天候を監視**する。 ➢ 第三者に対して注意を払い、離着陸場所及び周辺への侵入を制止するための適切な対応をとる。
操縦者	➢ **飛行可否の判断** ➢ 常に機体、プロポモニターを監視する。 ➢ **自動航行時、計画と違う動きを確認した場合、手動操作に切り替え、安全に帰還させる。** ➢ 機体監視者から常に状況の報告を受け、受けた内容を復唱する。
補助者 （機体監視者）	➢ 常に飛行中の機体の姿勢及び周辺上空を**監視**する（必要に応じて双眼鏡を使用）。 ➢ **目視外飛行となる場合は、航空法より補助者配置が必須である。**目視内飛行となる場合も災害直後等、現地状況に応じて、補助者の配置を検討する。 ➢ 操縦者から常に実際の飛行状態の報告を受け、受けた内容を復唱する。

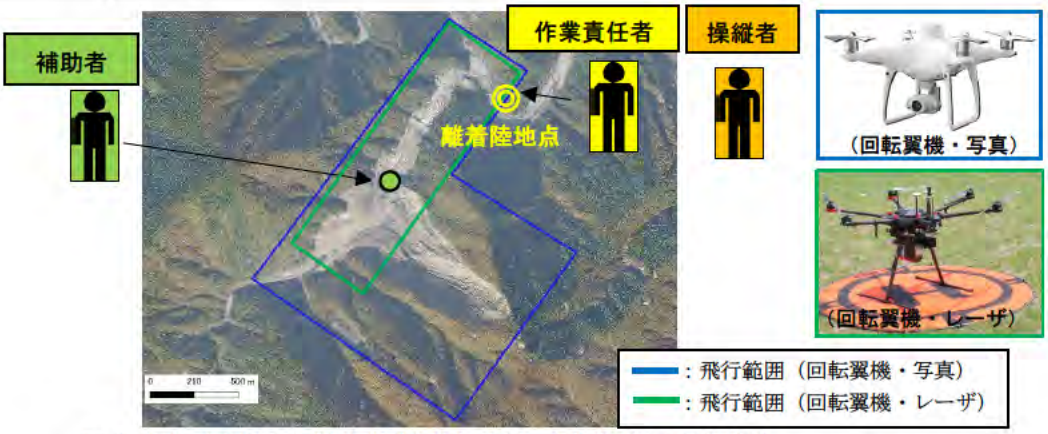


図 4.2.3-4 実施体制と役割分担(案)（赤谷地区の事例）

写真撮影（レーザ距離計搭載型）を使用した調査の主な役割分担は以下に示すとおりである。

表 4.2.3-2 調査実施体制と役割分担(案)

作業者	役割
作業責任者 （安全運航管理者）	➢ **調査可否の判断** ➢ 離着陸場所より全体の統括をする。 ➢ 操縦者の傍らでプロポモニターまたは外部モニターを確認し、**対象地点の指示および誘導**を行う。
操縦者	➢ **飛行可否の判断** ➢ 常に機体、プロポモニターを監視する。 ➢ 作業責任者の指示のもと、機体およびカメラを操縦する。 ➢ 機体監視者から常に状況の報告を受け、受けた内容を復唱する。
現場責任者	➢ **調査可否の判断** ➢ 常に飛行中の**機体及び周辺環境、天候を監視**する。 ➢ 第三者に対して注意を払い、離着陸場所及び周辺への侵入を制止するための適切な対応をとる。
補助者 （機体監視者）	➢ 常に飛行中の機体の姿勢及び周辺上空を**監視**する（必要に応じて双眼鏡を使用）。 ➢ 目視内飛行の場合も災害直後等、現地状況に応じて、補助者の配置を検討する。 ➢ 操縦者から常に実際の飛行状態の報告を受け、受けた内容を復唱する。

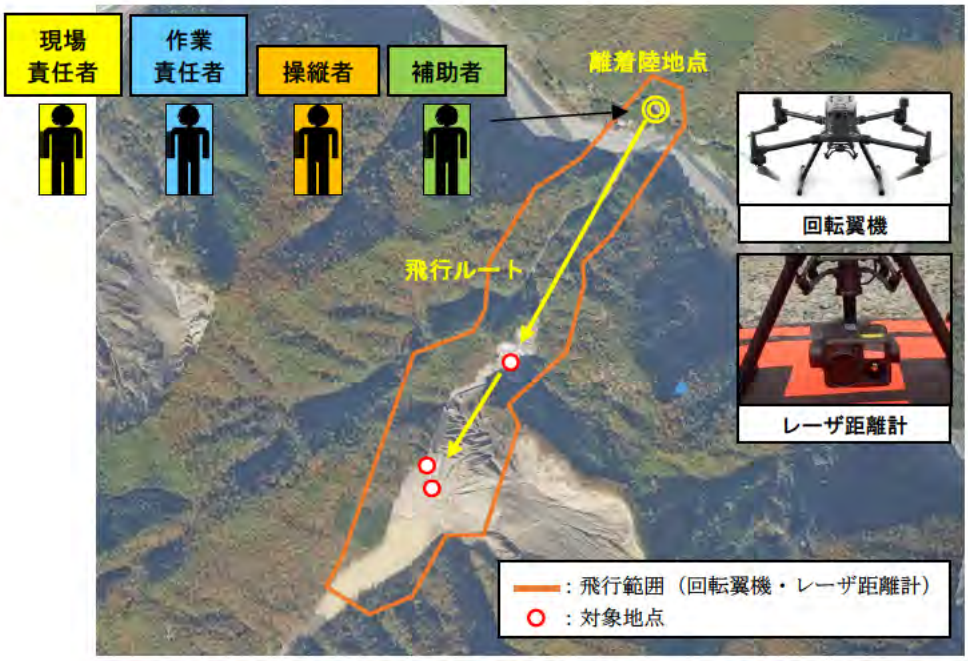


図 4.2.3-5 実施体制と役割分担(案)（長殿地区の事例）

また、調査範囲が広域で携帯の通信ができない場合は、衛星通信システム等を活用し、遠隔操作を実施することも有効である。その際の主な役割分担は以下に示すとおりである。

表 4.2.3-3 調査実施体制と役割分担(案)

作業者	役割
作業責任者 （安全運航管理者）	➢ **調査可否の判断** ➢ 基地局より全体の統括をする。
自動操縦者	➢ **飛行可否の判断** ➢ **基地局より衛星通信経由で操縦する。** ➢ 遠隔操縦者、機体監視者から常に状況の報告を受け、受けた内容を復唱する。
現場責任者	➢ **調査可否の判断** ➢ 常に飛行中の**機体及び周辺環境、天候を監視**する。 ➢ 第三者に対して注意を払い、離着陸場所及び周辺への侵入を制止するための適切な対応をとる。
遠隔操縦者	➢ **飛行可否の判断** ➢ **離着陸は手動操作で実施する。** ➢ 常に機体、プロポモニターを監視する。 ➢ **自動航行時、計画と違う動きを確認した場合、手動操作に切り替え、安全に帰還させる。** ➢ 自動操縦者、機体監視者から常に状況の報告を受け、受けた内容を復唱する。
補助者 （機体監視者）	➢ 常に飛行中の機体の姿勢及び周辺上空を**監視**する（必要に応じて双眼鏡を使用）。 ➢ **目視外飛行となる場合は、航空法より補助者配置が必須である。**目視内飛行となる場合も災害直後等、現地状況に応じて、補助者の配置を検討する。 ➢ 操縦者から常に実際の飛行状態の報告を受け、受けた内容を復唱する。

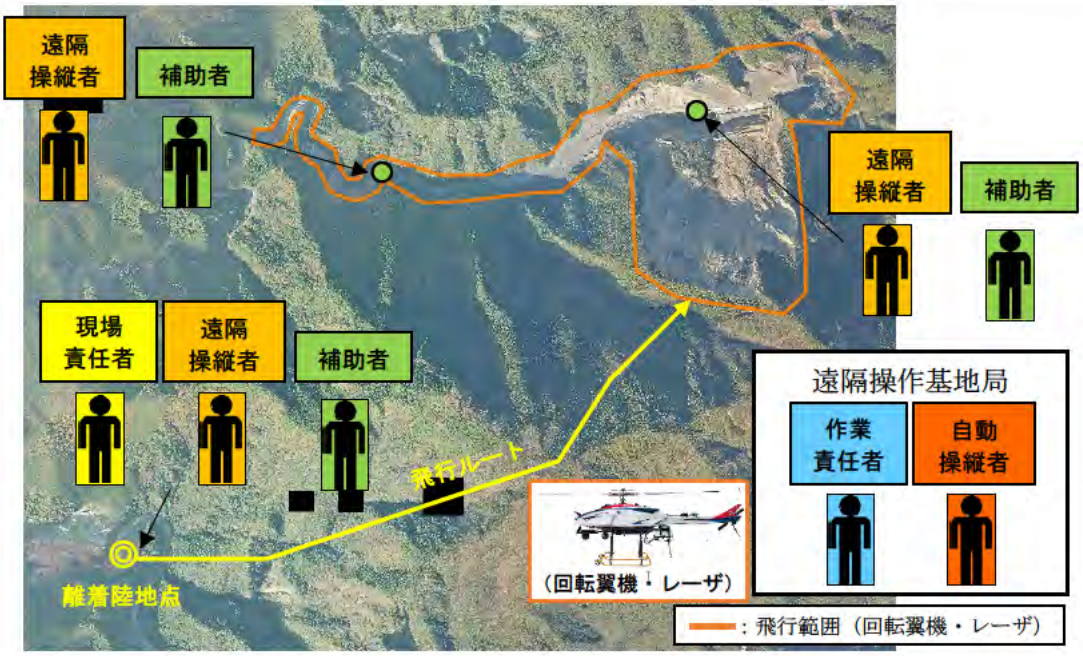


図 4.2.3-6 実施体制と役割分担(案)（栗平地区の事例）

4.2.4 現地実証の事例

調査計画をもとに、飛行ルートの確認、担当者配置、飛行前確認を行い、赤谷地区、栗平地区において無人航空機(UAV)の飛行実証を行った。

【解説】

調査計画をもとに現地実証を行った結果を事例として以下に示す。

(1) 飛行ルートの確認

離着陸場所において、回転翼機を操縦するプロポに計画した飛行ルートを読み込み、飛行計画の反映状況について確認を実施した。

図 4.2.4-1 (1) 飛行ルート確認状況（左：写真撮影、右：レーザ計測）（赤谷地区の事例）

図 4.2.4-1 (2) 飛行ルート確認状況（栗平地区の事例）

(2) 実施体制（担当者配置）

計画した実施体制をもとに、操縦者、補助者等を配置した。なお、写真撮影およびレーザ計測における実施体制は同じとした。

ポイント

離着陸地点周辺の地形によっては、無人航空機が目視外となる場合がある。そのため、操縦者は、無人航空機との通信状況を確認しながら、見通しの良い場所まで移動する必要がある場合がある。

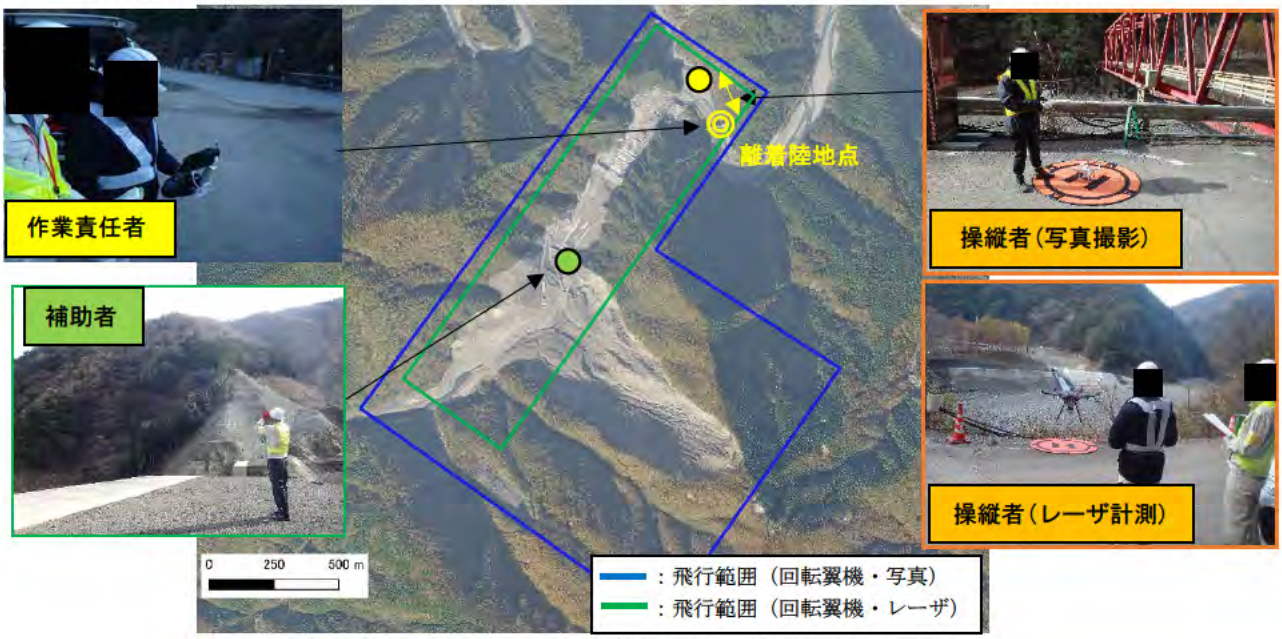


図 4.2.4-2 (1) 飛行ルート確認状況（赤谷地区の事例）

図 4.2.4-2 (2) 飛行ルート確認状況（長殿地区の事例）

図 4.2.4-2（3）飛行ルート確認状況（栗平地区の事例）

(3) 飛行前確認

現場の気象条件（天候、風速等）や周辺状況（離着陸場所の周辺に障害物がないか等）を把握し、安全に航行が可能であることを確認した。また、使用する無人航空機（回転翼機）を組み立てて、機材チェック等の事前確認を実施した。

図 4.2.4-3（1）風速確認および機体確認状況（赤谷地区の事例）

図 4.2.4-3（2）風速確認および機体確認状況（栗平地区の事例）

(4) 飛行実証

離着陸状況および飛行状況を以下に示す。

図 4.2.4-4 赤谷地区(写真撮影)の事例

図 4.2.4-5 赤谷地区(レーザ計測)の事例

図 4.2.4-6 長殿地区(写真撮影＋レーザ距離計)の事例

図 4.2.4-7 栗平地区(レーザ計測)の事例

図 4.2.4-8 遠隔操作基地局の状況（栗平地区の事例）

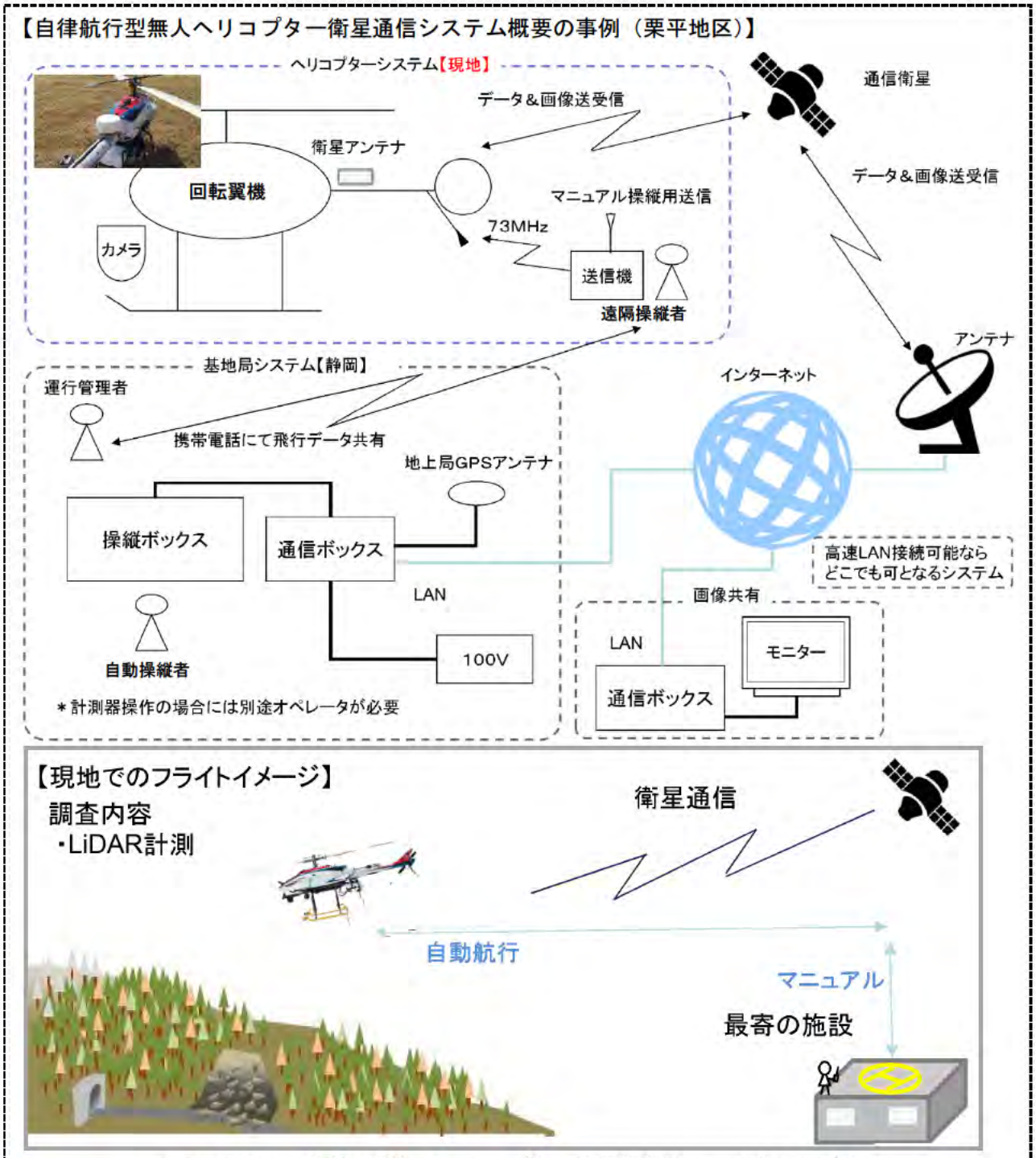


図 4.2.4-9 自律航行型無人ヘリコプター衛星通信システム概要（事例）

4.2.5 無人航空機(UAV)による写真撮影

無人航空機(UAV)の写真撮影結果を活用して、オルソ画像を作成し、「⑤天然ダム湛水長」の参考とする。

【解説】

無人航空機（UAV）の写真撮影画像を用いて、オルソ画像の作成を行う。オルソ画像から、以下に示す「⑤天然ダム湛水長」についての結果が得られる。湛水長の計測は、GIS 等のソフトを活用した。

ポイント

① 無人航空機（UAV）の写真撮影結果から、オルソ画像の作成を行う。

② オルソ画像から、天然ダム湛水長を GIS 等のソフトを活用して計測する。

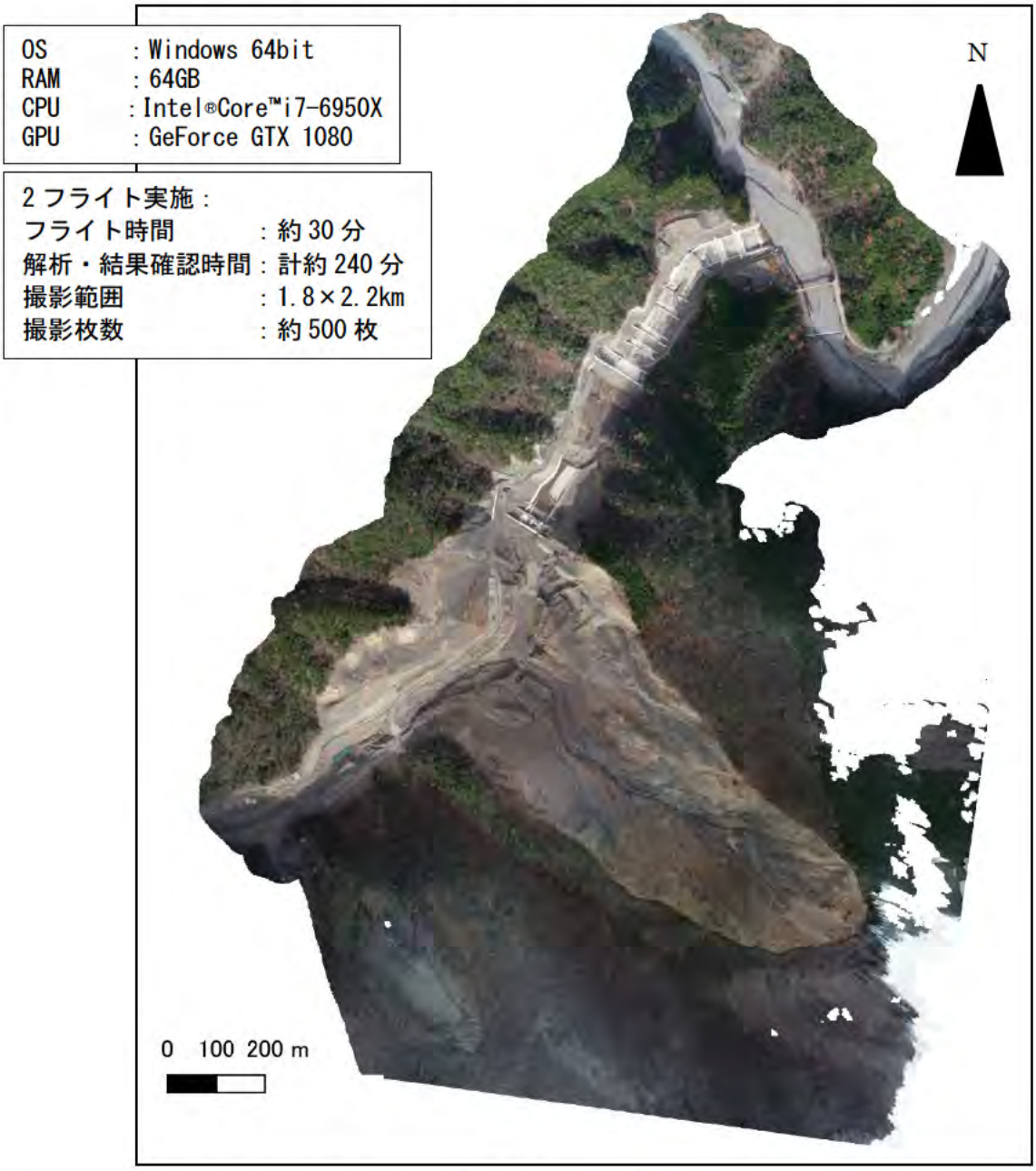


図 4.2.5-1 無人航空機（回転翼機）による写真撮影から作成したオルソ画像（赤谷地区の事例）

図 4.2.5-2 無人航空機（UAV）の写真撮影から作成したオルソ画像（赤谷地区の事例）

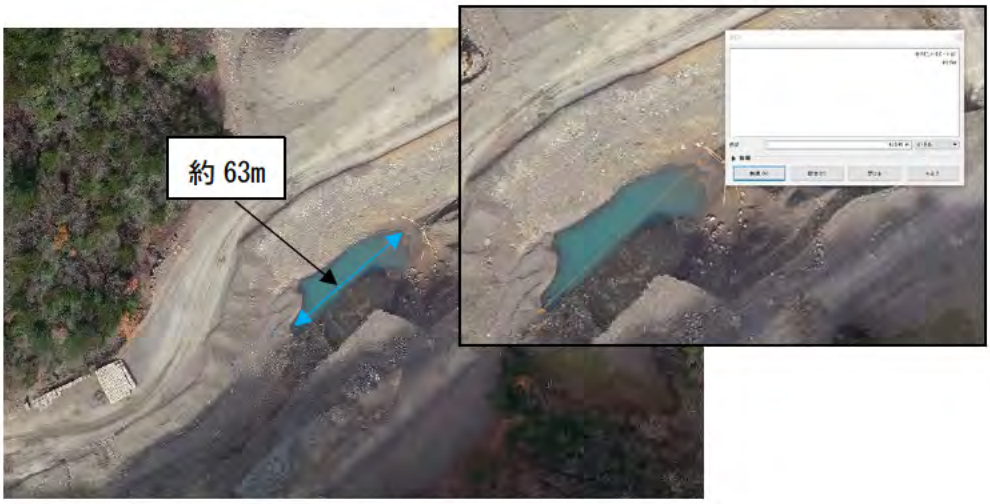


図 4.2.5-3 天然ダム湛水長の把握（赤谷地区の事例）

ポイント

作成したオルソ画像から天然ダム上流の湛水区域の長さは、GIS 等を活用して算出可能である。

レーザ距離計搭載型の無人航空機（UAV）を活用して、対象地点の座標値（緯度、経度、標高）を印字した画像を取得し、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」「④天然ダム越流までの水位差」「⑤天然ダム湛水長」の参考とする。

【解説】

レーザ距離計による座標計測ならびに座標値（緯度、経度、標高）を印字した画像から、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」「④天然ダム越水までの水位差」「⑤天然ダム湛水長」についての結果が得られる。

ポイント

① 座標値（緯度、経度、標高）を印字した画像の取得により、データの確認が迅速に行える。

② 比高や水平長等の延長については、2 点間距離により算出できる。

図 4. 2. 5-4 プロポ画面（対象地点確認状況）

図 4. 2. 5-5 土塊の下流末端の位置（想定）

図 4. 2. 5-6 天然ダムの位置（想定）

図 4. 2. 5-7 湛水域上流端標高（想定）

4.2.6 無人航空機(UAV)のレーザ計測

無人航空機(UAV)のレーザ計測結果を活用して、緊急調査（①天然ダムの位置、②天然ダム比高、③天然ダム下流側水平長、④天然ダム越水までの水位差）の参考とする。

【解説】

無人航空機（UAV）のレーザ計測結果から、３次元点群データを作成する。３次元点群データから、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」「④天然ダム越水までの水位差」についての結果が得られる。

(1) 天然ダムの位置、比高、下流側水平長の把握

無人航空機（UAV）のレーザ計測結果より作成した３次元点群データから、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」を把握する。

ポイント

① レーザ計測より作成した３次元点群は、樹木や倒木等を透過できるため、地上部を算出できる。

② ３次元点群データから、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」を計測することができる。

なお、本手引きでは以下の３つのケースを紹介する。

ケース１：飛行中の点群取得状況をリアルタイムに確認できる計測（長殿地区）

ケース２：災害直後を想定し、樹木が繁茂した尾根部を仮想天然ダムとした計測（赤谷地区）

ケース３：天然ダムの全体領域形状の把握を目的とした計測（栗平地区）

【ケース１】飛行中の点群取得状況をリアルタイムに確認できる計測（長殿地区）

無人航空機（回転翼機）のレーザ計測では、着陸後にデータを回収・解析し、計測結果を確認するものが一般的である。このケースでは、飛行中に取得している点群データをプロポ画面でリアルタイムに確認できるため、状況に応じて補測も可能である。また、現場内で解析することで、迅速に天然ダムの形状を把握することが可能である。飛行中のプロポ画面や現場内で解析した結果を以下に示す。なお、解析時間は約６分である。

図-4.2.6-1 プロポ画面（左：カメラ映像、右：点群データ取得状況）

【ケース１】のつづき

図 4.2.6-2 レーザ解析ソフトによる対象地点の特定状況　　図 4.2.6-3 対象地点座標一覧

表 4.2.6-1 対象地点の座標一覧表

手法	地点名	X(m)	Y(m)	Z(m)
レーザ計測した点群データより取得した座標(L1)	A	-22,808.083	-207,038.106	402.077
	B	-23,044.065	-207,323.121	499.694
	C	-23,041.800	-207,379.406	496.199

表 4.2.6-2 天然ダムの位置、比高、下流側水平長の計測値一覧表

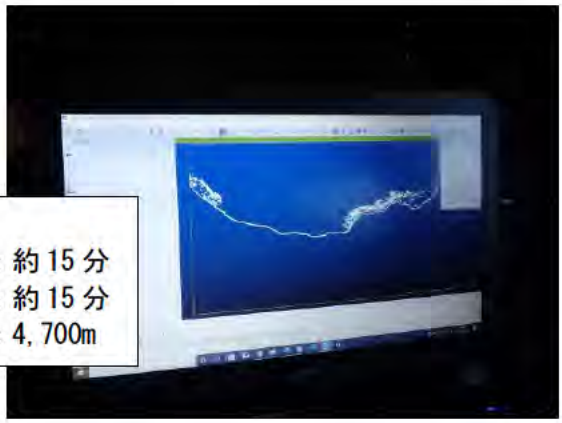
手法	①天然ダムの位置			②天然ダム比高	③天然ダム下流側水平長
	X(m)	Y(m)	Z(m)	【Z】B-A(m)	【XY】B-A(m)
L1	-22808.083	-207038.106	402.077	97.617	370.028

【ケース２】災害直後を想定し、樹木が繁茂した尾根部を仮想天然ダムとした計測（赤谷地区）

無人航空機（回転翼機）のレーザ計測結果を、現場内で解析することで、迅速に天然ダムの形状を把握することが可能である。現場内で解析した結果を以下に示す。なお、解析時間は約 15 分である。

図 4.2.6-4 仮想天然ダムの設定

【ケース２】のつづき



1 フライト実施：
フライト時間　　：約 15 分
解析・結果確認時間：約 15 分
撮影距離　　：4,700m

図-4.2.6-5 現場内で天然ダムの形状を把握

図 4.2.6-6 現場内で天然ダムの形状を把握（画面キャプチャー）

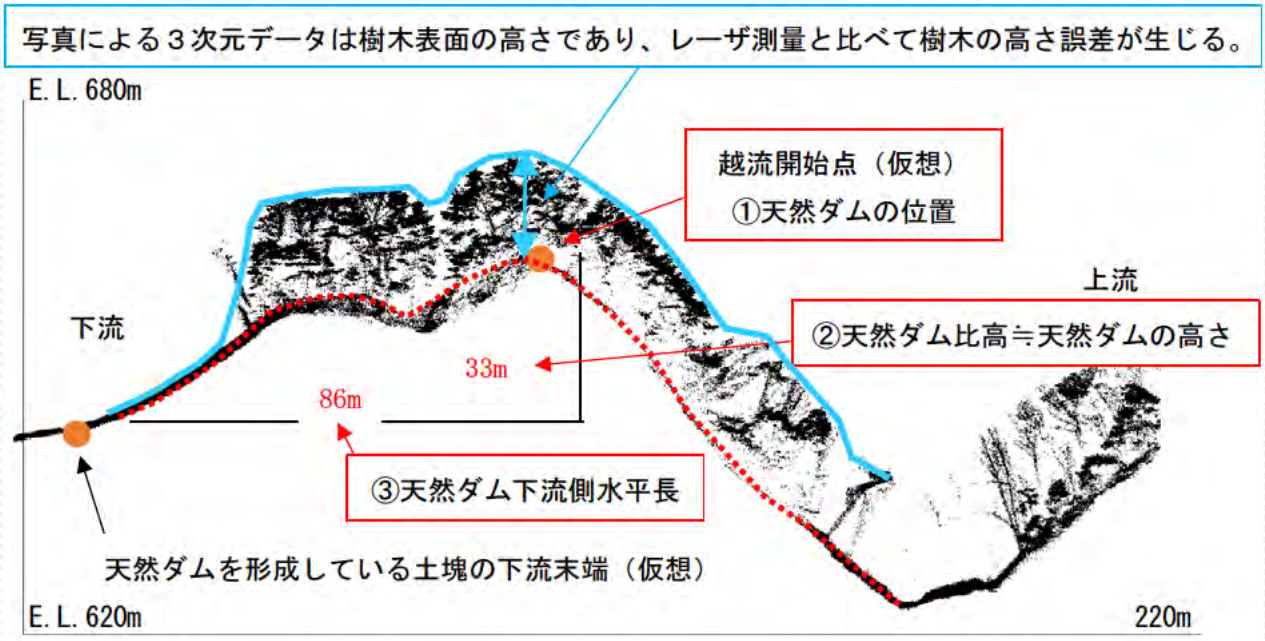


図 4.2.6-7 ３次元点群データより天然ダムの位置、比高、下流側水平長の把握

【ケース３】天然ダムの全体領域形状の把握を目的とした計測（栗平地区）

無人航空機（回転翼機）のレーザ計測結果を解析することで、天然ダムの形状を把握することが可能である。解析した結果を以下に示す。

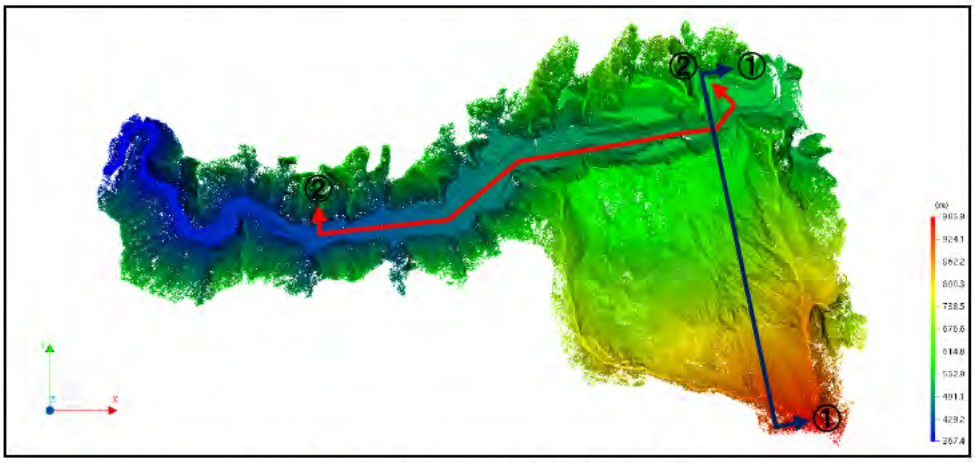
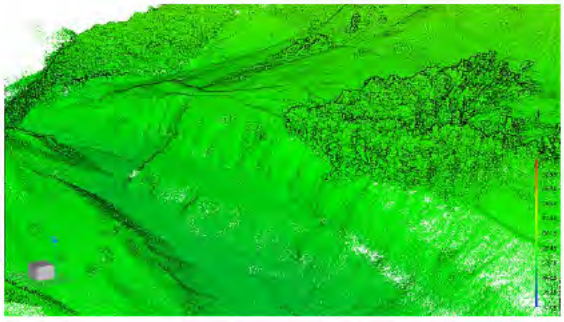
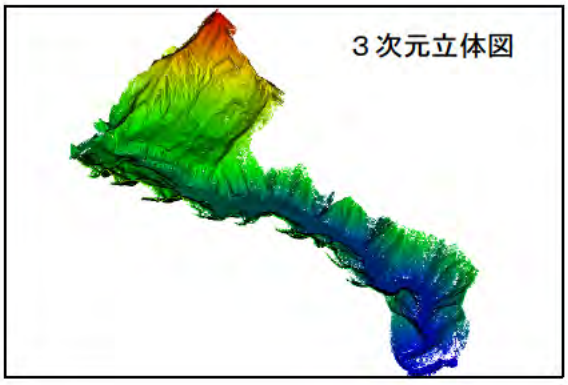
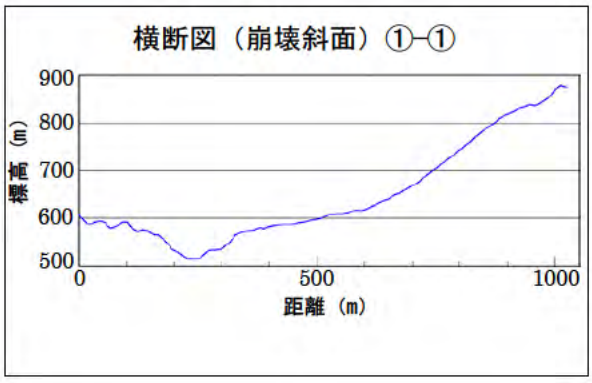


図 4.2.6-8 天然ダムの全体領域を把握







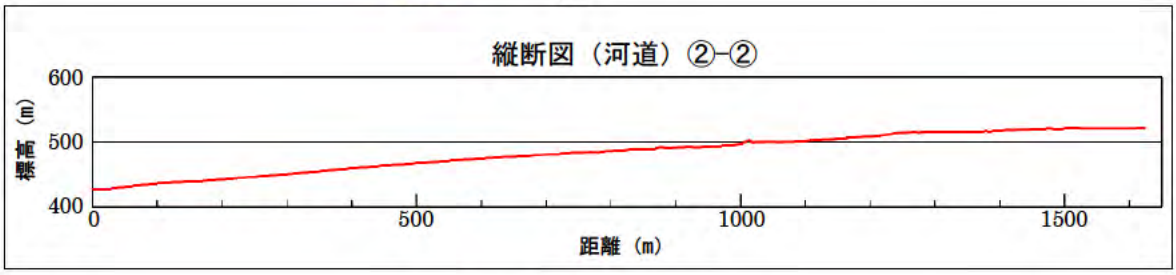


図 4.2.6-9 天然ダムの形状を把握

(2) 天然ダム越流までの水位差

無人航空機（UAV）のレーザ計測より作成した３次元点群データから、「④天然ダム越流までの水位差」を把握する。しかし、３次元点群データのみでは、湛水区間および位置の把握が困難であるため、4.2.5 で実施した無人航空機による写真撮影結果から作成したオルソ画像を参考とした。

ポイント

① レーザ計測より作成した３次元点群データでは、湛水区間および位置の把握が困難であるため、無人航空機の写真撮影結果から作成したオルソ画像を参考とすることが望ましい。

② ３次元点群データから、「④天然ダム越水までの水位差」が計測できる。

図 4.2.6-10 オルソ画像を参考に設定した縦断（ケース２の事例）

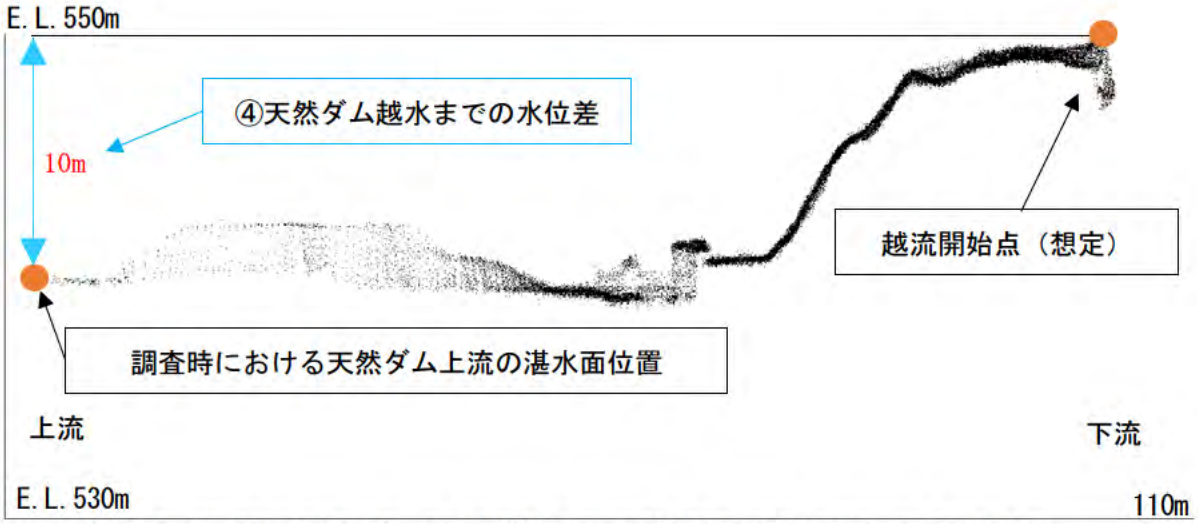


図 4.2.6-11 ３次元点群データより越水までの水位差の把握（ケース２の事例）

4.2.7 QUAD モデルに必要なインプットデータの作成

天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれのある区域の想定に関する解析は、数値解析の手法を用いて行うことを標準とする。

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

【解説】

(1) 無人航空機で計測したデータの活用

天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれのある区域は、数値解析（QUAD モデル：氾濫シミュレーション）の手法を用いて想定する。その際、モデルのインプットデータとして必要な天然ダムの形状等は、地上またはヘリコプターでの調査結果を用いることが標準となっている。

本手引きでは、地上またはヘリコプターの代替手段として、無人航空機により計測したデータを活用する方法について記載している。写真撮影により作成した 3 次元データは、樹木の高さを含んでいるため注意する必要がある。

以下に、QUAD モデルに必要なインプットデータを示す。

①天然ダムの位置
②天然ダム比高
③天然ダム下流側水平長

⇦ **4.1.5、4.2.5、4.2.6 で計測したデータを活用**

④天然ダム上下流の河床の縦断形状
⑤天然ダム上流湛水域の側岸の勾配
⑥天然ダム形成箇所の河道幅

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

上記の項目のうち、「④天然ダム上下流の河床の縦断形状」「⑤天然ダム上流湛水域の側岸の勾配」「⑥天然ダム形成箇所の河道幅」については、現地調査結果を活用し、2 万 5 千分の 1 地形図の元河床標高を読み取ることが基本となっている。現地調査結果は、無人航空機で計測した結果を活用することが可能である。以下に、必要とされる現地調査結果を示す。

①下流末端の位置の標高
②越流開始点の標高

⇦ **4.1.5、4.2.5、4.2.6 で計測したデータを活用**

(2) QUAD モデルに必要なインプットデータの定義

モデルの入力条件で必要な 6 項目のうち、「①天然ダムの位置」「②天然ダム比高」「③天然ダム下流側水平長」については、4.2.1 に記載しているため、以下に「④天然ダム上下流の河床の縦断形状」「⑤天然ダム上流湛水域の側岸の勾配」「⑥天然ダム形成箇所の河道幅」について、記載する。

1) ④天然ダム上下流の河床の縦断形状

天然ダム上下流の河道中心線沿いの河床の縦断形状に関する調査においては、①天然ダムを形成している土塊の下流末端、②天然ダムの位置、③想定最大湛水域上流端（天然ダムを越流する時点において形成されることが想定される湛水域）の 3 点について、それぞれ標高および天然ダム湛水域長を求めることを基本とする。

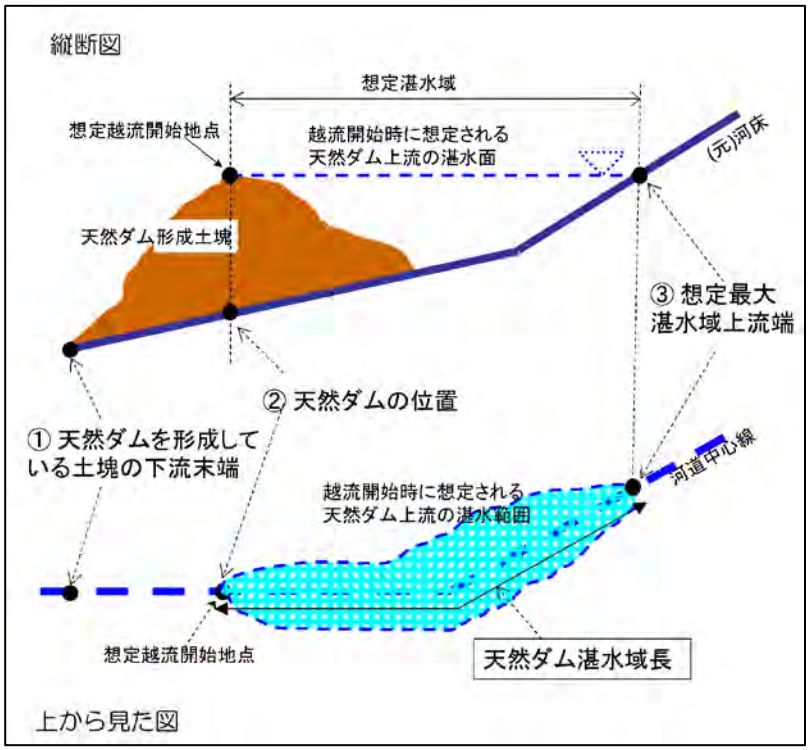


図 4.2.7-1 天然ダム上下流の河床の縦断形状の概念図

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

2) ⑤天然ダム上流湛水域の側岸の勾配

天然ダム上流湛水域の側岸の勾配とは、想定最大湛水域に係る側岸の河道と直行方向の平均斜面勾配のことをいい、想定湛水域の面積から推定することができる。

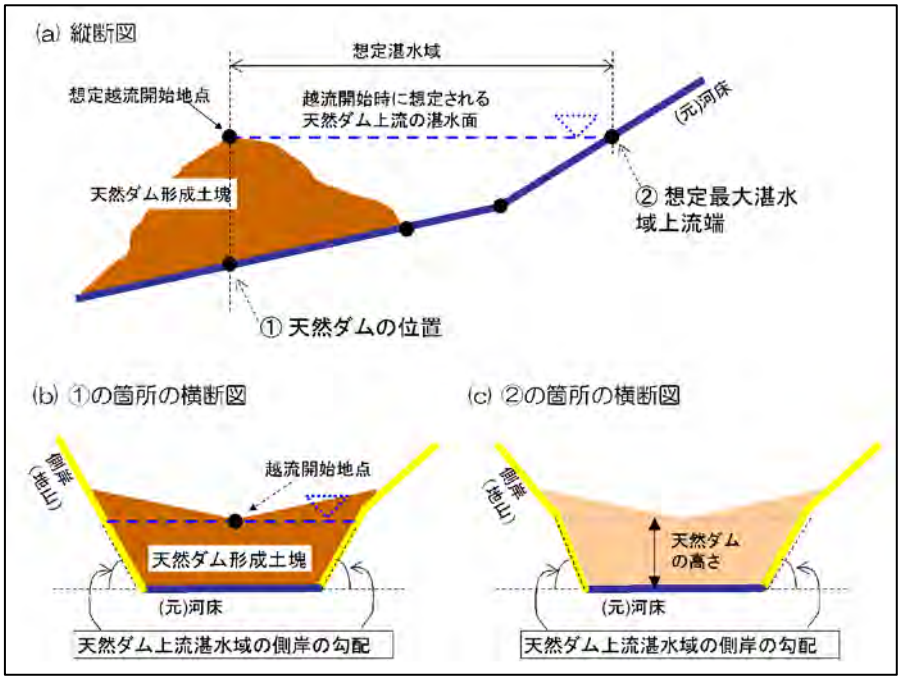


図 4.2.7-2 天然ダム上流湛水域の側岸の勾配の概念図

3) ⑥天然ダム形状箇所の河道幅

天然ダム形成箇所の河道幅とは、天然ダムの想定越流開始点における元河道の幅のことをいい、元河道幅を計測する。

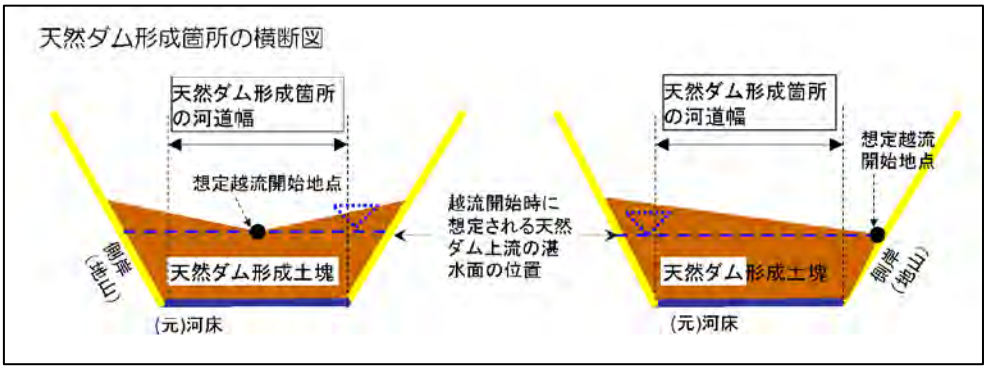


図 4.2.7-3 天然ダム形成箇所の河道幅の概念図

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

5. 天然ダムの緊急調査（継続監視期）

5.1 継続監視期

無人航空機（UAV）を活用した天然ダムの緊急調査（継続監視期）は、これまでの地上またはヘリコプターでの調査に対して、迅速性・安全性・調査精度の向上のための代替手段または従来手段の補完として実施する。

【解説】

天然ダムの緊急調査（継続監視期）における流れと地上またはヘリコプターでの調査と無人航空機（UAV）での調査の関係を以下に示す。なお、継続監視期は、無人航空機（UAV）の自律飛行により、定点撮影や同一ルート飛行等による撮影を行うことで、天然ダムの状態変化を迅速かつ安全に把握することが可能になると考えられる。

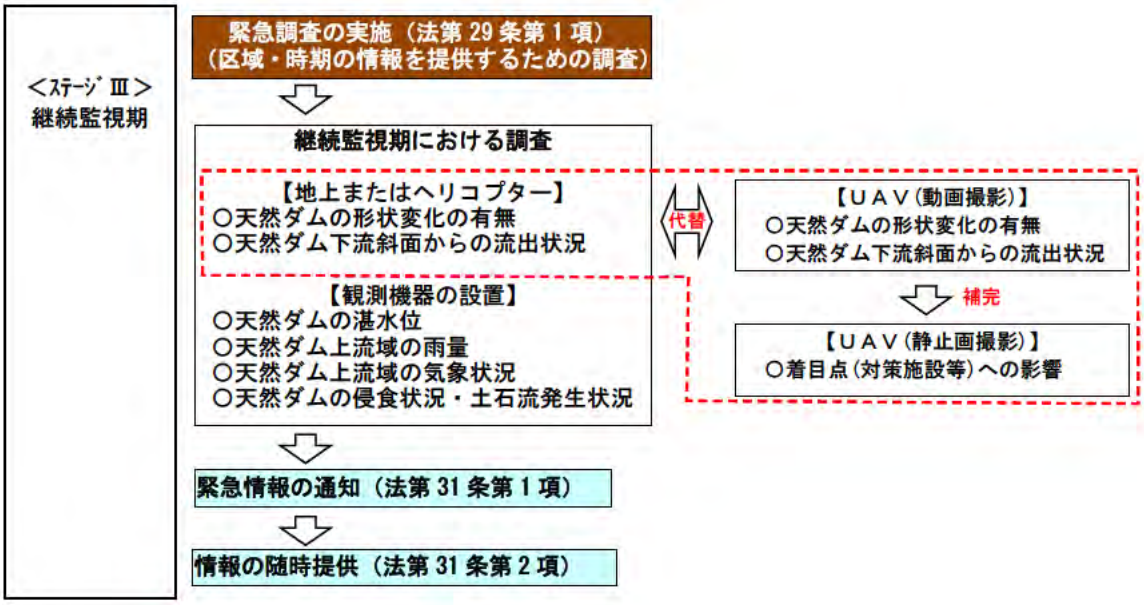


図 5.1-1 天然ダムの緊急調査（継続監視期）の実施フロー

：本手引きの適応範囲

5.1.1 調査内容

（１）継続的に実施する調査・情報収集

継続監視期において天然ダムを原因とする土石流・湛水により被害の生じるおそれのある区域および時期に関わる調査・情報収集は、以下の項目に対して定期的に行うことを標準とする。

（１）天然ダムの形状変化の有無
（２）天然ダムの湛水位
（３）天然ダム上流域の雨量
（４）天然ダム上流域の気象状況
（５）天然ダムの侵食状況・土石流発生状況
（６）天然ダム下流斜面からの流出状況

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

【解説】

継続監視期における区域および時期に関する調査の項目と内容は、以下の通りであり、「（１）天然ダムの形状変化の有無」、「（６）天然ダム下流斜面からの流出状況」の調査手法は、地上またはヘリコプターからの目視で定期的に監視し、調査することを基本とするとされている。

無人航空機（UAV）は、調査箇所に立入れない場合、ヘリコプターが飛ばせない場合等の代替手段や従来方法の補完として利活用できる。

表 5.1.1-1 継続的に実施する調査・情報収集

調査項目	定義	調査内容（基本事項）	備考
（１）天然ダムの形状変化の有無	天然ダムの形状とともに天然ダム周囲の地形の著しい変化の有無	地上またはヘリコプターからの目視で定期的に監視、調査する。	UAV 活用 ○
（２）天然ダムの湛水位	天然ダム上流の湛水域の水位	投下型観測ブイを用いるなど、天然ダム上流の湛水位を継続的に監視し、国土交通省地方整備局等で常時データを確認できるようにする。（1 時間以内／データ間隔）	×
（３）天然ダム上流域の雨量	天然ダム形成箇所より上流の集水域内の実績雨量	天然ダム上流域の時間雨量を時系列的に収集（複数の雨量計がある場合は全て）する。また、雨量計が無い場合は、雨量計を設置する。	×
（４）天然ダム上流域の気象状況	天然ダム形成箇所より上流域の数時間～24 時間先の気象状況	天然ダム上流域において、気象庁が発表する天気分布予報、降水短時間予報、あるいはこれらと同等の特別な気象情報を収集する。	×
（５）天然ダムの侵食状況・土石流発生状況	越流水による天然ダムの侵食状況および天然ダム直下流における土石流の発生状況	ビデオカメラ・崩壊検知センサー等を用いた天然ダム侵食状況の監視、振動センサー・水位計・ビデオカメラ等を用いた天然ダム直下流の土石流発生状況の監視を行う。	×
（６）天然ダム下流斜面からの流出状況	天然ダム下流斜面からの水の流出状況	地上またはヘリコプターからの目視で定期的に監視し、流出の有無、流出水の濁りの有無について調査する。	○

（２）継続監視期における土砂災害緊急情報の通知

継続監視期において、土砂災害緊急情報は、天然ダムを原因とする土石流・湛水による被害が生じるおそれのある土地の区域及び時期を、当該土地の区域に関係する市町村及び都道府県に直接通知するとともに、一般に対し周知するものである。

また、緊急情報の通知と併せて、緊急調査により得られた情報を随時提供するものとする。

出典：「緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編）H23.4」

【解説】

継続監視期における「緊急情報の通知」及び「情報の随時提供」は、以下の通りであり、無人航空機（UAV）を用いて、「天然ダムの形状変化の有無」、「天然ダム下流斜面からの流出状況」を随時確認し、情報の随時提供に関する資料として活用する。

表 5.1.1-2 緊急情報の通知（時期・内容）

通知時期	通知内容
➢ 天然ダムの形状が著しく変化したことにより、天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれのある区域が著しく変化した場合 ➢ 天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれが極めて高まった場合 ➢ 天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれが一時的に低下した場合	➢ 天然ダムを原因とする土石流・湛水により被害が生じるおそれのある区域は、地形図（縮尺1/25,000 等の地形図、電子国土を含む）等に解析によって特定した範囲を示して通知する。（様式-3） ➢ 天然ダムを原因とする土石流・湛水により被害が生じるおそれのある時期は、解析によって特定した時期を通知する。また、避難の生じるおそれが一時的に低下した場合も同様とする。

表 5.1.1-3 情報の随時提供（時期・内容）

提供時期	提供内容
➢ 天然ダムの形状が著しく変化したことにより、天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれのある区域が著しく変化した事を通知する場合	➢ **天然ダムの形状の変化に関する情報**を提供する。
➢ 天然ダムを原因とする土石流により被害の生じるおそれが極めて高まった事を通知する場合	➢ **極めて高まった事を確認できる情報**を提供する。
➢ その他	➢ 天然ダムの水位等、現地での観測情報を提供する。

緊急調査の随時情報の事例（ヘリによる調査）を以下に示す。無人航空機（UAV）は、ヘリコプターが飛ばせない場合等の代替手段や従来方法の補完として利活用できる。

平成２３年９月２２日

土砂災害防止法に基づく緊急調査の随時情報　１０

【奈良県五條市赤谷、奈良県十津川村長殿、奈良県十津川村栗平】

近畿地方整備局

本日（２２日）午前、奈良県五條市赤谷、奈良県十津川村長殿、奈良県十津川村栗平の河道閉塞状況についてヘリによる調査を実施しました。（調査者：国土交通省国土技術政策総合研究所　土砂災害研究官 吉川（よしかわ） 知弘（ともひろ））

天候は回復しましたが、依然として湛水池の水位は高く、赤谷では越流も確認されています。いずれも危険な状況が続いていますので、引き続き厳重な注意をお願いします。

【奈良県五條市赤谷 ヘリ調査メモ】

- 現場にヘリコプターで１０：４５頃到着。
- 湛水池から下流に向けて堆積土砂上を越流していることが確認された。
- 流れ出しは岩の間を縫っているように流れているが下流に向けて明確に流路が形成されている。流路幅は目視で３～４ｍ、深さは一番深いところで３ｍ程度。
- 崩壊地斜面の中央部から堆積土砂に向けて二次崩落しており、一部が湛水池に、一部は堆積土砂及びその下流に流出している。
- 堆積土砂下流部に存在していた湧水箇所は、新たな堆積土砂で埋没し流出は確認できなかった。
- 川原樋川の河道に浸食された土砂が一部堆積している。

図 5.1.1-1 緊急調査の随時情報の事例（ヘリによる調査）

ポイント

天然ダムの随時情報を提供するための無人航空機（UAV）の活用は、天然ダムの頂部や湛水池、天然ダムの下流斜面からの流出状況等に着目した調査とする。

5.1.2 機体の選定

天然ダムの緊急調査（継続監視期）において、無人航空機（UAV）を活用する場合は、天然ダムの継続監視の現場条件を考慮して、無人航空機（UAV）の機体を適切に選定する。

【解説】

天然ダムの継続監視に用いる無人航空機（UAV）を選定する上での要件を以下に示す。また、巻末資料に無人航空機（UAV）の一覧表を示す。

【継続監視期における無人航空機（UAV）の選定要件】

- ヘリコプターが飛行できない曇り等の条件下で、天然ダムの形状変化の有無、天然ダム下流斜面からの流出状況を把握するために、飛行時間が既往の天然ダムの規模（半径２～３ｋｍ圏内）程度に対応可能な機体。
- 自律飛行（離着陸まで全自動航行）可能な機体。
- 緊急調査を効率的に実施するために、地形等の変化を把握できる解像度を有する機体。
- 災害時には、無人航空機（UAV）の写真撮影（静止画）に必要な標定点を設置することが困難であるため、標定点が不要な PPK（後処理方式高精度測位システム）機能または RTK（リアルタイム・キネマティック）機能を有する機体。
- 災害後に迅速に調査着手するためには、無人航空機の準備・運搬・設置・撤去等が短時間でできる機体。
- 気象条件に影響されにくく、また、飛行が安定している機体。
- 必要な機能・性能を有する機体であれば、経済的で市販されている汎用性のある機体。
- 目視外補助者なし飛行を実施する場合は、承認実績を有する機体、または産業用機体。

※1：目視外補助者なし飛行の承認実績がある産業用機体、※2：産業用機体

図 5.1.2-1 継続監視期において選定した機体（回転翼機：マルチローター）の事例

目視外補助者なし飛行を実施するためには、承認実績を有する機体、または産業用機体を用いて、航空法に沿った申請書を作成し、あらかじめ国土交通省の承認を得る必要がある。本手引きでは、産業用機体は、測量、点検、物資輸送等、使用用途に特化した機体として整理した。

なお、天然ダムの規模が大きく、天然ダムからの越流や大規模な土砂移動現象等が発生した場合は、遠方から無人航空機を安全に航行させる必要がある。回転翼機（マルチロータ）では、飛行性能面において安全性の確保が困難な場合は、より遠隔から無人航空機を操縦できる機体を選定する必要がある。現在、最も遠隔から自律飛行させる技術は、「自律航行型無人ヘリコプター衛星通信システム」（栗平地区の事例）がある。

ポイント

「捜査・救助のために行う無人航空機の飛行」に該当する場合は、飛行ルールの特例により、事前申請は不要となる。

5.1.3 調査計画（実施体制等）

防災ヘリによる調査が天候不良（曇り）のため実施できないような場合や防災ヘリの調査結果を補足したい場合等には、無人航空機（UAV）を活用し、天然ダム周辺領域について現地状況を把握することを目的とする。調査計画については、離着陸地点の選定や飛行ルートの作成、撮影計画、実施体制の構築等が必要である。

【解説】

無人航空機（UAV）による写真撮影計画の流れ（継続監視）を以下に示す。調査計画においては、「計画準備」「飛行計画」「航空法に対する許可・承認」を行う必要がある。

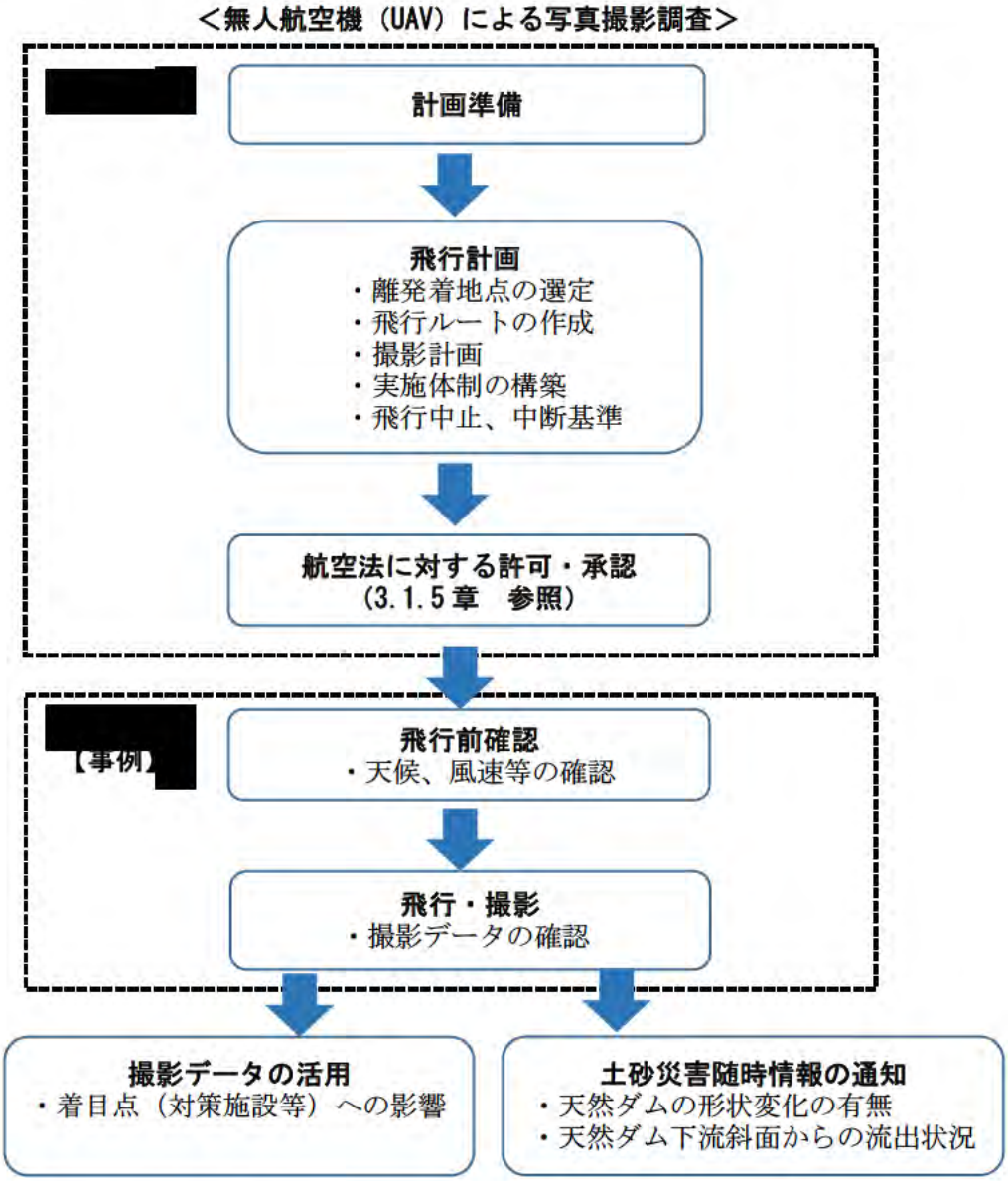


図 5.1.3-1 無人航空機（UAV）による写真撮影計画フロー（継続監視期）

【調査計画の事例】

無人航空機（UAV）を活用した天然ダムにおける継続監視期の調査は、平成 23 年紀伊半島大水害により河道閉塞が発生した地区の中から、以下の 4 地区（赤谷地区、長殿地区、栗平地区、熊野地区）を対象として現地実証を行った。

なお、現地実証は、継続監視期において迅速かつ効率的に調査を行う事を目的としていることから、自律飛行（目視外飛行）による調査とした。

出典：「地理院地図」

図 5.1.3-2 現地実証（位置図）（平成 23 年紀伊半島大水害の事例）

表 5.1.3-1 紀伊半島大水害における現地実証の事例（各地区の諸元一覧）

地区名	天然ダム写真	諸元
赤谷地区		●崩壊地諸元 幅：460m、長さ：1100m、高さ：600m、 勾配：37°、崩壊土砂量：9,354,000m^3 ●河道閉塞部の諸元 幅 250m、長さ 610m、高さ 67m、天端長 230m 河道閉塞土量：10,154,000m^3 （崩壊脚部の堆積土砂含む） 満水時湛水量：550 万 m^3
長殿地区		●崩壊地諸元 幅：340m、長さ：730m、高さ：400m 勾配：35°、崩壊土砂量：6,344,000m^3 ●河道閉塞部の諸元 幅 400m、長さ 400m、高さ 85m、天端長 70m 河道閉塞土量：6,649,000m^3 （崩壊脚部の堆積土砂含む） 満水時湛水量：270 万 m^3
栗平地区		●崩壊地諸元 幅：600m、長さ：960m、高さ：450m 勾配：33°、崩壊土砂量：25,133,000m^3 ●河道閉塞部の諸元 幅 350m、長さ 750m、高さ 100m、天端長 400m 河道閉塞土量：24,133,000m^3 （崩壊脚部の堆積土砂含む） 満水時湛水量：750 万 m^3
熊野地区		●崩壊地諸元 幅：440m、長さ：650m、高さ：250m 勾配：35°、崩壊土砂量：4,741,000m^3 ●河道閉塞部の諸元 幅 350m、長さ 600m、高さ 25m、天端長 200m 河道閉塞土量：4,027,000m^3 （崩壊脚部の堆積土砂含む） 満水時湛水量：110 万 m^3

(1) 計画準備

無人航空機（UAV）による調査を安全に実施するために、計画準備における情報収集と主な確認事項を以下に示す。

【計画準備における情報収集と主な確認事項】

- 概ねの調査範囲（規模）を確認し、利用可能な無人航空機（UAV）の候補（案）を選定する。
- 調査箇所周辺における飛行禁止空域や、調査箇所までのアクセスルート、立入可能範囲を確認する。
- 最新の航空写真等を活用し、支障物件（架空線、橋梁等の構造物等）等を確認する。

天然ダムは、その後の出水（台風、集中豪雨）等により、崩壊斜面部の再崩壊や天然ダムの越流等により、形状等が変化することが想定される。このため継続監視期は、定期的に無人航空機（UAV）による調査が有効である。そこで、「調査実施における留意点」や「着目点の設定」を考慮して計画準備を行う。以下、各地区における天然ダムの状況変化の事例を示す。

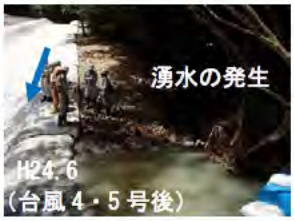
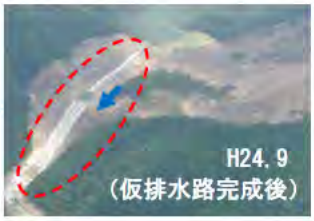
【調査実施における留意点】

- 避難指示(警戒区域)の発令期間における「天然ダムの形状変化の有無」、「天然ダム下流斜面からの流出状況」の監視は、特に迅速な対応が必要となる。
- 繰り返し土砂移動現象が発生している場合は、その傾向を把握する。

【着目点の設定】（ターゲットの明確化）

- 崩壊斜面部や観測機器の設置している箇所等、拡大崩壊や土砂移動が想定される箇所を確認する。
- 対策施設（仮排水路、砂防堰堤、渓流保全工等）の被害状況や効果を確認する。

表 5.1.3-2 各地区における状況変化の事例

地区	継続監視期		
―	避難指示発令（警戒区域の設定）→	避難指示解除（警戒区域の解除）	
	観測機器の設置 →		
	応急対策工事の開始 →		
赤谷地区			
長殿地区			
栗平地区			
熊野地区			

(2) 離着陸地点の選定

離着陸地点は、天然ダムの決壊等の二次災害の危険性を考慮して、出水後であっても人が安全に立ち入ることが可能で、かつ近隣住民等に対しても十分な安全を確保できる箇所とする。

また、離着陸地点は、無人航空機（UAV）を安全に飛行させるため、機体とプロポの通信状態を考慮し、山陰や谷底等の地形や障害物による影響が少なくなるように、直線見通しが確保できる箇所とする。なお、離着陸を含めた自律飛行（全自動飛行）を行う場合は、離着陸地点においても GNSS を十分に捕捉（8 機以上）する必要がある。また、全自動飛行による着陸時は、GNSS の受信状況より、着陸地点が離陸地点からずれることも考えられるため、離着陸地点は十分な広さがある箇所とする。

上記を踏まえて候補とした離着陸地点から天然ダムまでの距離、使用機体の飛行時間を考慮して、離着陸地点を選定する必要がある。

ポイント

① 二次災害の危険性が無く、立ち入り可能な地点から離着陸させる。
② 機体とプロポの通信強度が安定している場所とする。
③ 全自動飛行させる場合は、離着陸地点でも GNSS が十分捕捉（8 機以上）できる必要がある。
④ 離着陸地点は、GNSS 受信状況により位置ずれ等の可能性もあるため十分な広さが必要である。
⑤ 機体の飛行時間を考慮し、離着陸地点を選定する必要がある。

【天然ダムにおいて自律飛行を実施した離着陸地点の選定事例】

- 赤谷地区、熊野地区は、上記、5 つのポイント項目を満たす離着陸地点が選定できた。
- 長殿地区は、機体とプロポの直線見通しが確保できる地点に、プロポを持った補助者を配置し、プロポ 2 台による通信リレーを実施することで、上記、4 つのポイント項目を満たす離着陸地点が選定できた。なお、機体とプロポの直線見通しが確保できる地点は、四方を樹木で覆われ、上空に電線や携帯基地局等の障害物があったため、小型機体を使用し、自動離着陸は実施せず、手動操作で上空に機体を上げた後、自律飛行を行った。
- 栗平地区は、撮影範囲が広く、機体とプロポの通信距離、機体のバッテリー等を踏まえると、立ち入り可能な離着陸地点から全範囲を撮影するためには、機体の飛行時間は 24 分程度必要であった。中型機体を使用し、通信リレー、中継機による電波中継を行うことで、上記、4 つのポイント項目を満たす離着陸地点が選定できた。また、小型機体を使用した場合は、1 箇所の離着陸地点から全範囲の撮影は困難なため、離着陸地点を 2 箇所とした。

図 5.1.3-3 離着陸地点の周辺に障害物等がある場合の対応事例（長殿地区）

表 5.1.3-3(1) 天然ダムにおいて自律飛行を実施した離着陸地点の選定事例

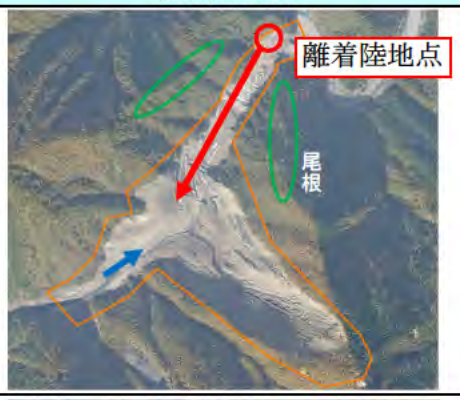
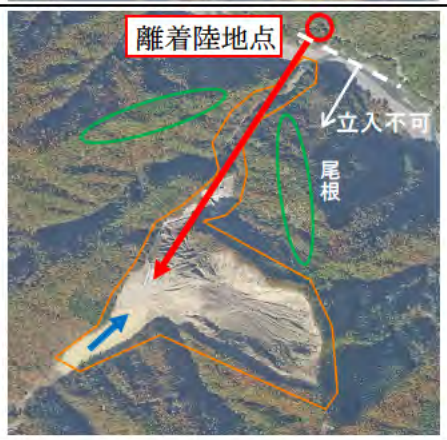
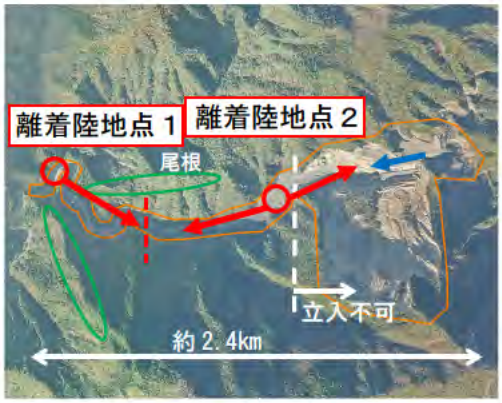
地区名	離着陸地点	現場状況
赤谷地区		**◆現場状況**(現地実証時期：R1.10～R3.3) ・撮影範囲内立入可能(第三者立入不可) **◆離着陸地点の選定** ①機体とプロポの通信強度：○ ②GNSS の受信状況：○ ③離着陸地点の広さ：○
長殿地区		**◆現場状況**(現地実証時期：R1.10～12) ・撮影範囲内立入不可(工事用道路流出) ・離着陸地点は、機体とプロポの直線見通しが確保できる地点を選定する。 **◆離着陸地点の選定** ①機体とプロポの通信強度：○ ②GNSS の受信状況：△(時間帯による) ③離着陸地点の広さ：×(狭い：上空に障害物あり) ⇒離着陸は、上空の障害物を回避するために手動操作とし、回避後、自律飛行を開始
		◆現場状況(現地実証時期：R2.10～R3.3) ・撮影範囲内立入不可(工事用道路流出) ・機体とプロポの直線見通しが確保できる地点に、プロポを持った補助者を配置し、通信リレーを行うことで、十分な広さを確保できる離着陸地点を選定する。 **◆離着陸地点の選定** ①機体とプロポの通信強度：○ ②GNSS の受信状況：△(時間帯による) ③離着陸地点の広さ：○

表 5.1.3-3(2) 天然ダムにおいて自律飛行を実施した離着陸地点の選定事例

地区名	離着陸地点	現場状況
栗平地区		◆**現場状況**(現地実証時期：R1.10～12) ・撮影範囲内(一部)立入不可 ・離着陸地点１は、渓流内（狭窄部）であり、機体とプロポの直線見通し距離が限定されるため、離着陸地点を 2 箇所選定する。(通信リレーを行う場合も飛行時間より、河道閉塞内に離着陸地点 2 を設定しないと全範囲は撮影出来なかった。) ◆**離着陸地点の選定** ①機体とプロポの通信強度：○ ②GNSS の受信状況：△(時間帯による) ③離着陸地点の広さ：○
		◆**現場状況**(現地実証時期：R2.10～R3.3) ・離着陸地点は、渓流内（狭窄部）であり、機体とプロポの直線見通し距離が限定されるため、通信リレー（Matrice300RTK)、中継機による電波中継（ASCL-PF2）を実施し、機体とプロポの通信距離を延長する。 ◆**離着陸地点の選定** ①機体とプロポの通信強度：○ ②GNSS の受信状況：△(時間帯による) ③離着陸地点の広さ：○
熊野地区		◆**現場状況**(現地実証時期：R1.10～R3.3) ・撮影範囲内立入可能(第三者立入不可) ◆**離着陸地点の選定** ①機体とプロポの通信強度：○ ②GNSS の受信状況：○ ③離着陸地点の広さ：○

(3) 飛行ルートの作成

飛行ルートは、崩壊斜面地の周辺を含む全域を撮影できる範囲とする。設定した範囲内において、撮影計画、UAV の飛行時間等を考慮して設定する。

また、天然ダムの形成後は、地形変化が大きいことから、安全な飛行ルートの検討が必要となる。災害直後の地形データがなく、現状の地形情報が少ない場合は、安全に UAV を航行させるために、以下の方法を参考に飛行ルートを作成する。

- 一度手動で航行し、安全なルートを確認した後に飛行ルートを設定
- 樹木等の周辺の障害物から十分な距離が確保できるルートを設定

また、無人航空機（UAV）の飛行ルートの作成は、天然ダム形成後に実施した各種調査結果より、最新の地形データ（航空レーザ計測,無人航空機（UAV）による写真測量・レーザ計測）を活用することで、災害後の地形を反映することができ、より安全な飛行計画を立案することが可能となる。

ポイント

① **天然ダム形成後は、地形が大きく変化していると予想されるため、安全な飛行ルートの設定が必要となる。**

② **緊急調査着手の判断期（ステージⅠ）や初動期（ステージⅡ）で計測した 3 次元データを活用することで、より安全に飛行することが可能である。**

次に、飛行ルートの作成では、撮影データの精度向上と効率的な飛行計画の立案が重要となる。そこで、無人航空機（UAV）の測位方式ならびに効率的な飛行ルートの設定方法について、試行結果による事例を以下に示す。

1）測位方式について

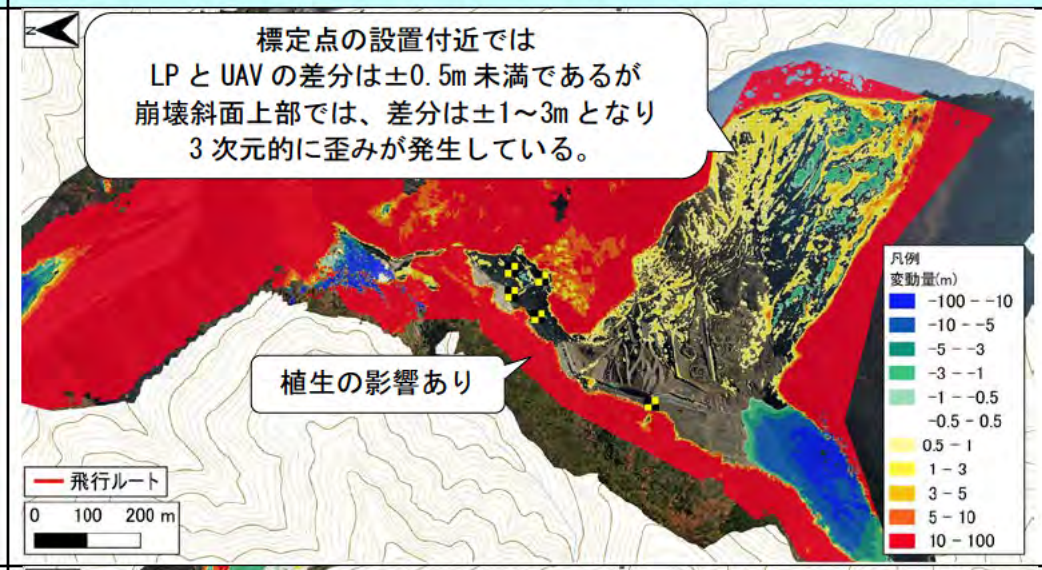
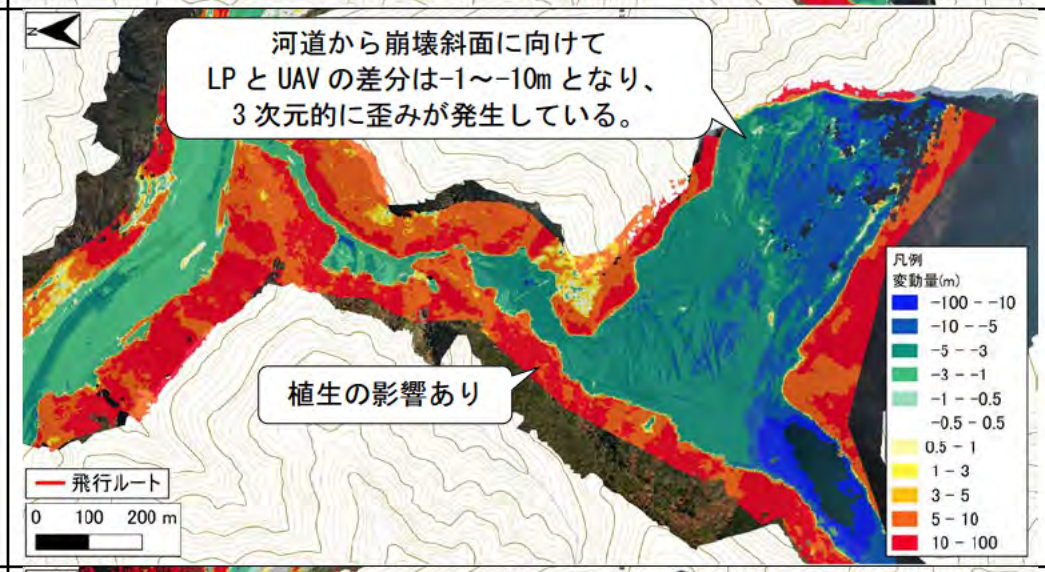
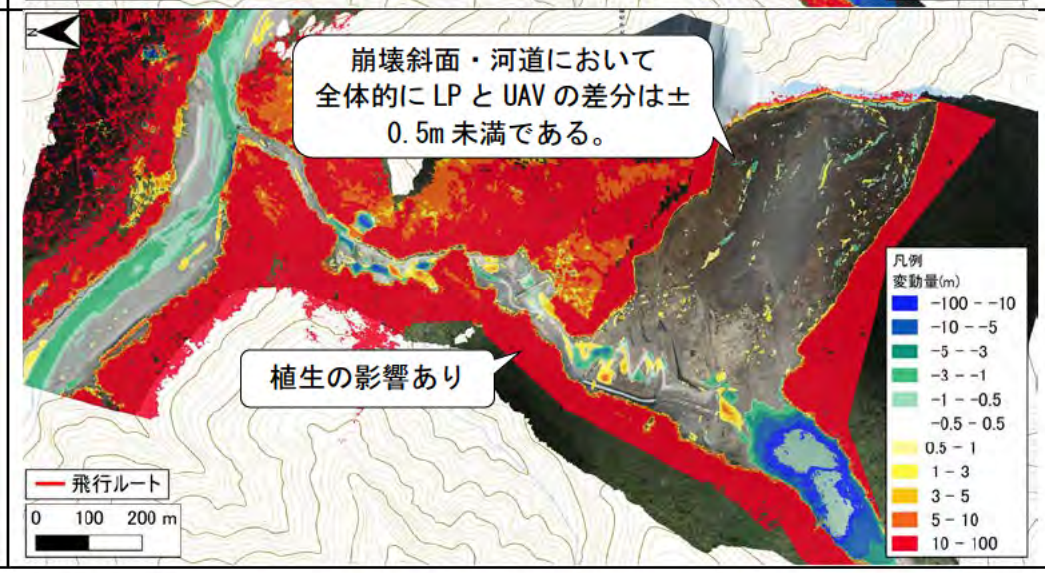
UAV の写真測量では、標定点の設置が必要であり、計測範囲を囲むように設置することや高度が大きく変わる地点に設置することが計測精度の確保に重要となる。しかしながら、大規模な崩壊地では、これらを満たした標定点の設置は困難であり、設置個所も限られる。

そこで、標定点の設置が不要となる PPK※(Post Processing Kinematic：後処理キネマティック)を用いて撮影を行い、3 次元点群データの精度確認を行った。データの精度は、地形的に大きな変化がないと考えられる同時期における LP データとの差分解析により確認を行った。飛行ルートは同様とし、それぞれの条件（「単独測位・標定点有」、「単独測位・標定点無」、「PPK・標定点無」）における精度確認結果は、以下に示す通りである。

図 5.1.3-4 飛行ルート図

※ PPK を UAV に搭載することで、単独測位より精度の高い自己位置推定が可能になり、撮影写真の位置精度が向上するため、標定点の設置が不要となる。

表 5.1.3-4 精度確認結果

測位方式	標定	UAV 撮影データと LP(R2) データの差分
単独測位	有	
	無	
PPK	無	

2) 効率的な飛行ルートの設定方法について

UAV の写真測量では、隣り合う写真の重複度が 3 次元点群データの作成可否および計測精度の確保が重要となり、真俯瞰撮影による方法が考えられる。しかしながら、大規模な崩壊地では、撮影範囲の高度差が大きく、撮影面積も広いことから、重複度を満たした真俯瞰撮影では、飛行時間および解析時間がかかる。

そこで、地区全体を真俯瞰撮影する飛行ルートと斜め撮影を含む飛行時間・撮影枚数を短縮した飛行ルートにおいて、撮影を行い、3 次元点群データの精度比較を行った。データの精度は、地形的に大きな変化がないと考えられる同時期における LP データとの差分解析、UAV により取得したデータの差分解析により確認を行った。

大規模な崩壊地では、前回撮影時と地形が大きく変化していることも考えられるため、安全な飛行ルートの設定が必要となる。斜め撮影を含む飛行ルートは、以下のように作成した。

- 河道部の撮影は、左右岸の山腹斜面における樹木の繁茂状況等を考慮し、河道の中央部を通る飛行ルートとした。
- 崩壊斜面部の撮影は、崩壊斜面側ではなく、未崩壊の対岸斜面側を飛行するルートとした。なお、同位置の写真が複数枚ある場合、3 次元点群データの精度が劣る可能性があるため、上昇時と下降時における飛行ルートは、位置をずらした。

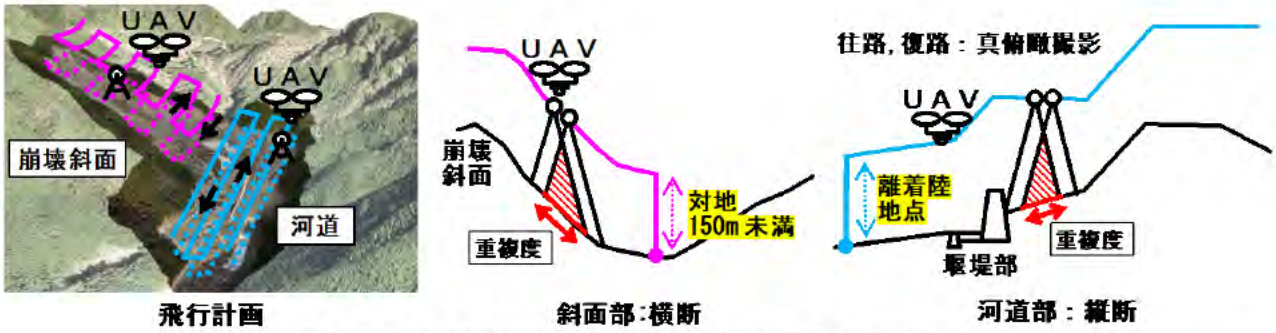


図 5.1.3-5 真俯瞰撮影における飛行計画イメージ

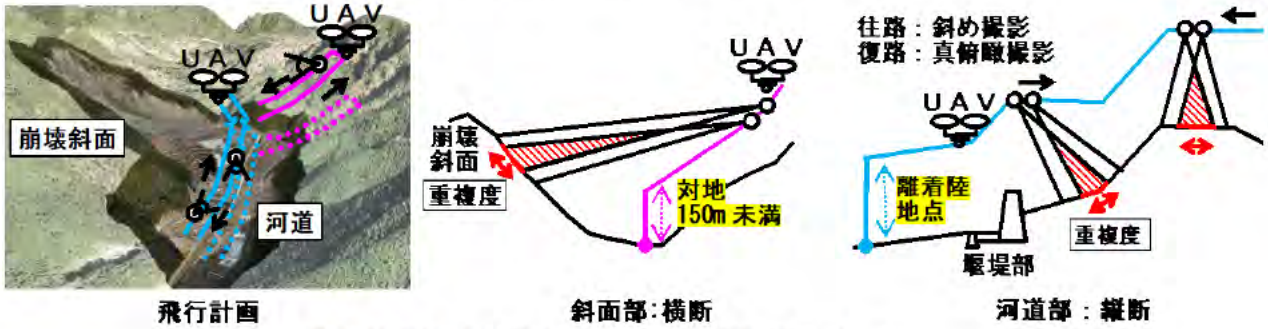
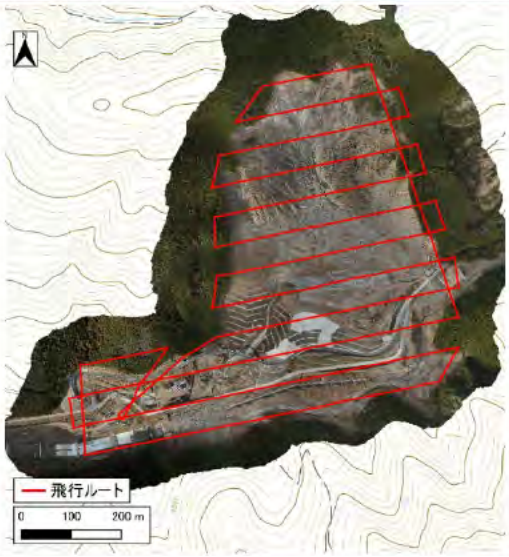
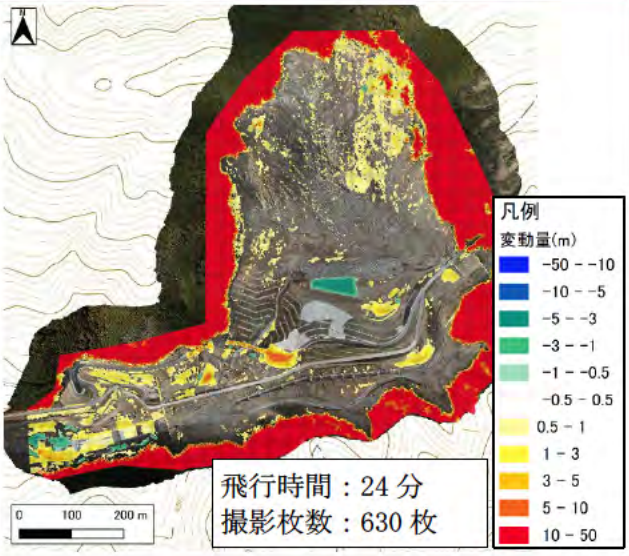
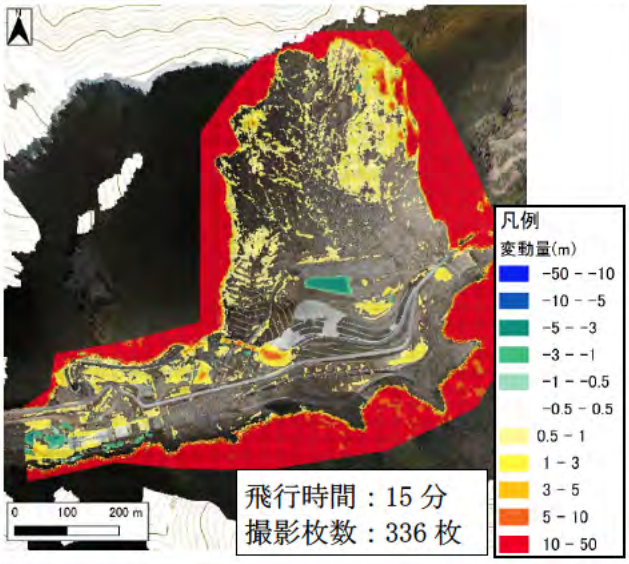


図 5.1.3-6 斜め撮影における飛行計画イメージ

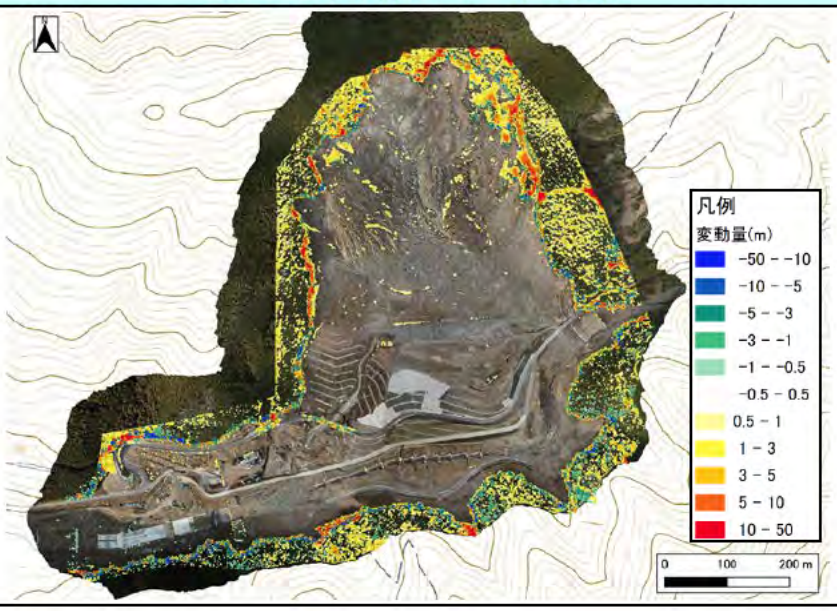
ポイント

① 飛行ルートの効率化を図るには、無人航空機（UAV）の測位方式とセットで考える必要があり、測位精度の向上が見込まれる PPK(後処理キネマティック)等を採用する。

表 5.1.3-5 精度確認結果

	飛行ルート	UAV 撮影データと LP(R2)データの差分
真俯瞰で撮影する飛行ルート		
斜め撮影を含む飛行ルート		

UAV により取得したデータの差分



【天然ダムにおいて自律飛行を実施した飛行ルート作成の事例】

- 河道部（天然ダム含む）の撮影は、左右岸の山腹斜面における樹木の繁茂状況等を考慮し、河道の中央部を通る飛行ルートとし、対地高度は 149m（航空法 150m未満）とした。
- 崩壊斜面部の撮影は、対地高度 149m（航空法 150m未満）と撮影画角（崩壊斜面の全体把握）を考慮し、崩壊斜面側ではなく、未崩壊の対岸斜面側を飛行するルートとした。

表 5.1.3-6(1) 天然ダムにおいて自律飛行を実施した飛行ルート作成の事例

地区名	離着陸地点	現場状況
赤谷地区		◆着目点 ・崩壊斜面(頭部、左側方崖) ・1 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ・2 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ◆飛行ルート ・目視外飛行となるため、補助者を配置する。
長殿地区		◆着目点 ・崩壊斜面(侵食谷、下流側のガリ侵食) ・天然ダムの頂部(越流侵食状況) ・仮排水路(効果、被災の有無) ・2 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ◆飛行ルート ・撮影範囲内立入不可なため、目視内飛行となるルートとする。
		◆着目点 ・崩壊斜面(侵食谷、下流側のガリ侵食) ・天然ダムの頂部(越流侵食状況) ・仮排水路(効果、被災の有無) ・2 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ◆飛行ルート ・撮影範囲内立入不可なため、通信リレー地点に配置した補助者から目視内となるルートとする。 ・プロポ 2 台を用いた通信リレーを実施する。

表 5.1.3-6(2) 天然ダムにおいて自律飛行を実施した飛行ルート作成の事例

地区名	離着陸地点	現場状況
栗平地区		◆着目点 ・崩壊斜面(下部、拡大崩壊) ・天然ダムの頂部(越流侵食状況) ・1 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ・1 号砂防堰堤上流・下流の土砂堆積状況 ◆飛行ルート ・飛行ルートを 2 分割し、2 箇所の離着陸地点から撮影を実施する。 ・目視外飛行となるため、補助者を配置する(ルート１)。
		◆着目点 ・崩壊斜面(下部、拡大崩壊) ・崩壊斜面直下の流路(越流侵食状況) ・1 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ・1 号砂防堰堤上流・下流の土砂堆積状況 ◆飛行ルート ・プロポ 2 台を用いた通信リレーを実施する。 ・目視外飛行となるため、補助者を配置する。
		◆着目点 ・崩壊斜面(下部、拡大崩壊) ・崩壊斜面直下の流路(越流侵食状況) ・1 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ・1 号砂防堰堤上流・下流の土砂堆積状況 ◆飛行ルート ・離着陸地点から 2 機体(撮影機、中継機)を飛行させ、河道閉塞内に立入らず、全範囲の撮影を実施する。(目視外補助者なし飛行)
熊野地区		◆着目点 ・崩壊斜面(頭部、土堰) ・排水路(効果、被災の有無) ・1 号砂防堰堤(効果、被災の有無) ◆飛行ルート ・目視外飛行となるため、補助者を配置する。

(4) 撮影計画

天然ダムおよびその周辺は、出水等によりどのような状況変化が起きているか分からないため、継続監視期における無人航空機（UAV）による撮影は、次の手順を参考とする。

- 動画撮影を基本とした「遠望監視フライト」により地区全体の概略調査を行い、天然ダムの状況変化を把握する。（手順１）
- 動画撮影を踏まえて、着目箇所を選定し、静止画撮影による「近接詳細確認フライト」により着目点(対策施設等)での変状を把握する。（手順２）

また、静止画撮影による写真データを活用してオルソ画像等を作成する場合は、撮影計画は、飛行の進行方向の重複度（オーバーラップ率 80%）、隣接コースの空中写真との重複度（サイドラップ率 60%）を確保できるものとする。

また、無人航空機（UAV）に搭載（あるいは一体型）するカメラの画素数は、約 2,000 万画素以上の解像度を有することが望ましい。

図 5.1.3-7 天然ダムの緊急調査（継続監視期）における無人航空機の撮影計画フロー

(5) 実施体制の構築

無人航空機（UAV）による調査実施体制は、最低 3 名以上とする。主な役割分担（案）は以下に示すとおりである。

表 5.1.3-7 調査実施体制と役割分担(案)

作業者	役割
作業責任者 （安全運航管理者）	➢ **調査可否の判断** ➢ 常に飛行中の**機体及び周辺環境、天候を監視**する。 ➢ 第三者に対して注意を払い、離着陸場所及び周辺への侵入を制止するための適切な対応をとる。
操縦者	➢ **飛行可否の判断** ➢ 常に機体、プロポモニターを監視する。 ➢ **自動航行時、計画と違う動きを確認した場合、手動操作に切り替え、安全に帰還させる。** ➢ 機体監視者から常に状況の報告を受け、受けた内容を復唱する。
補助者 （機体監視者）	➢ 常に飛行中の機体の姿勢及び周辺上空を**目視により監視**する（必要に応じて双眼鏡を使用）。 ➢ **目視外飛行となる場合は、航空法より補助者配置が必須である。**目視内飛行となる場合も災害直後等、現地状況に応じて、補助者の配置を検討する。 ➢ 操縦者から常に実際の飛行状態の報告を受け、受けた内容を復唱する。

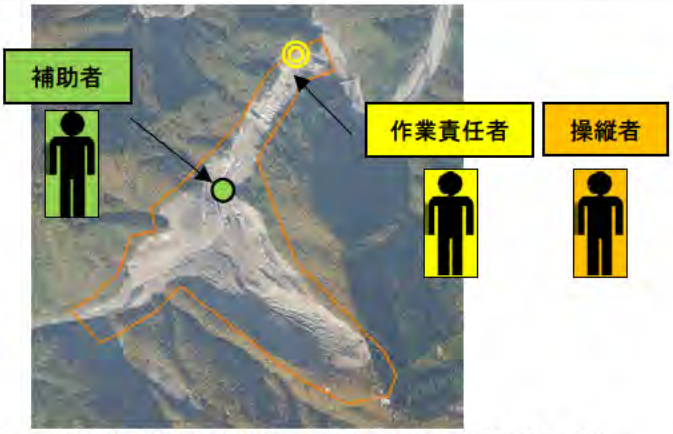


図 5.1.3-8 実施体制と役割分担（案）（赤谷地区の事例）

5.1.4 現地実証の事例

調査計画をもとに、飛行ルートの確認、担当者配置、飛行前確認を行い、天然ダムの４地区（赤谷地区、長殿地区、栗平地区、熊野地区）において無人航空機(UAV)を活用した自律飛行による現地実証を行った。

【解説】

調査計画をもとに現地実証を行った。結果を事例として以下に示す。各地区の現地実証結果の詳細は、参考資料を参照されたい。

(1) 飛行ルート確認

離着陸地点において、UAV を操縦するプロポに計画した飛行ルートを読み込み、飛行計画の反映状況について確認した。

図 5.1.4-1 飛行ルート確認状況（赤谷地区の事例）

(2) 実施体制

計画した実施体制をもとに、現地基地局を設置し、操縦者、補助者等を配置した。

図 5.1.4-2 実施体制（担当者の配置状況）（赤谷地区の事例）

(3) 飛行前確認

現場の気象条件（天候，風速等）や周辺状況（離着陸地点の周辺に障害物がないか等）を把握し、安全に航行が可能であることを確認した。また、使用する無人航空機（UAV）について、機材チェック等の事前確認を実施した。

図 5.1.4-3 風速確認および機体確認状況（赤谷地区の事例）

(4) 飛行実証

全自動航行における離着陸状況および飛行状況を以下に示す。

図 5.1.4-4 離着陸状況（赤谷地区の事例）

図 5.1.4-5 飛行状況（赤谷地区の事例）

5.1.5 継続監視期における調査結果

(1) 天然ダムの形状変化の有無および天然ダム下流斜面からの流出状況の把握

無人航空機（UAV）による遠望監視フライト(動画撮影)結果を活用して、「天然ダムの形状変化の有無」および「天然ダム下流斜面からの流出状況」を把握し、土砂災害随時情報を作成する基礎資料として利用する。なお、天然ダムの形状変化や天然ダム下流斜面からの流出状況の把握は、出水前・後における同一アングルの撮影データを用いた目視等の比較による。

【解説】

出水前・後における同一アングルの撮影データを用いて、天然ダムの形状変化や天然ダム下流斜面からの流出状況を目視で確認する。撮影した動画データから、砂防堰堤の被災状況や下流への流下状況、崩壊地の地形変化、湛水地の状況等を把握した事例を示す。また、赤谷地区における「土砂災害随時情報」を事例とし、無人航空機（UAV）による撮影データを活用したイメージ例を以下に示す。

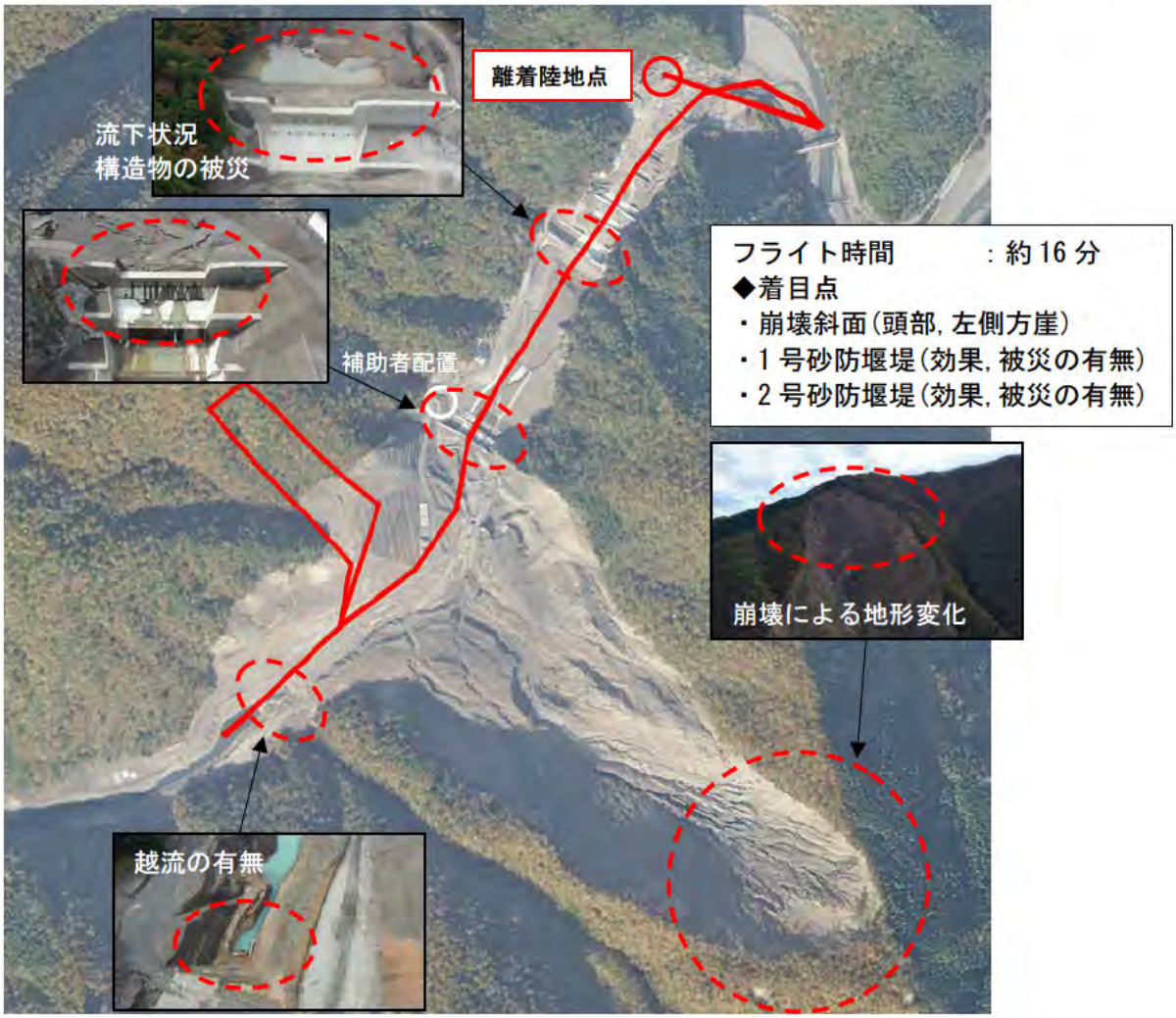


図 5.1.5-1 遠望監視フライト(動画撮影)による概略の変状把握（赤谷地区の事例）

令和○年○月○日

土砂災害防止法に基づく緊急調査の随時情報 ○

【○○県○○市○○】

○○地方整備局

本日(○日)午前、○○県○○市○○の河道閉塞状況についてＵＡＶによる調査を実施しました。(調査者:国土交通省○○(氏名)))

【○○県○○市○○ＵＡＶ調査メモ】
・現場へ車移動で９：００頃到着。
・崩壊斜面上に地形の変化は見受けられず、崩壊斜面からの下流域に到達するような土砂流出も見受けられない。
・調査時点で越流はしていない。
・本川への土砂流出はない。

図 5.1.5-2(1) 無人航空機（UAV）を活用した土砂災害随時情報のイメージ例

図 5.1.5-2 (2) 土砂災害随時情報に掲載する写真のイメージ（赤谷地区の事例）

図 5.1.5-2 (3) 土砂災害随時情報の例(赤谷地区)

図 5.1.5-2(4) 土砂災害随時情報の例(赤谷地区)

(2) 着目点（対策施設等）への影響を把握

無人航空機（UAV）による遠望監視フライト(動画撮影)の結果から、変状等が確認された着目点（対策施設等）を詳細に確認するために、近傍詳細確認フライト(静止画撮影)を実施する。次に、出水前・後における同一アングルの撮影データを用いて、目視等の比較により、着目点への影響等を詳細に把握する。

【解説】

着目点への影響を把握する方法は、定点撮影結果から単体写真を比較する方法と、オルソ画像を作成して天然ダムおよび周辺を含む全体像から天然ダム全体について比較する方法がある。

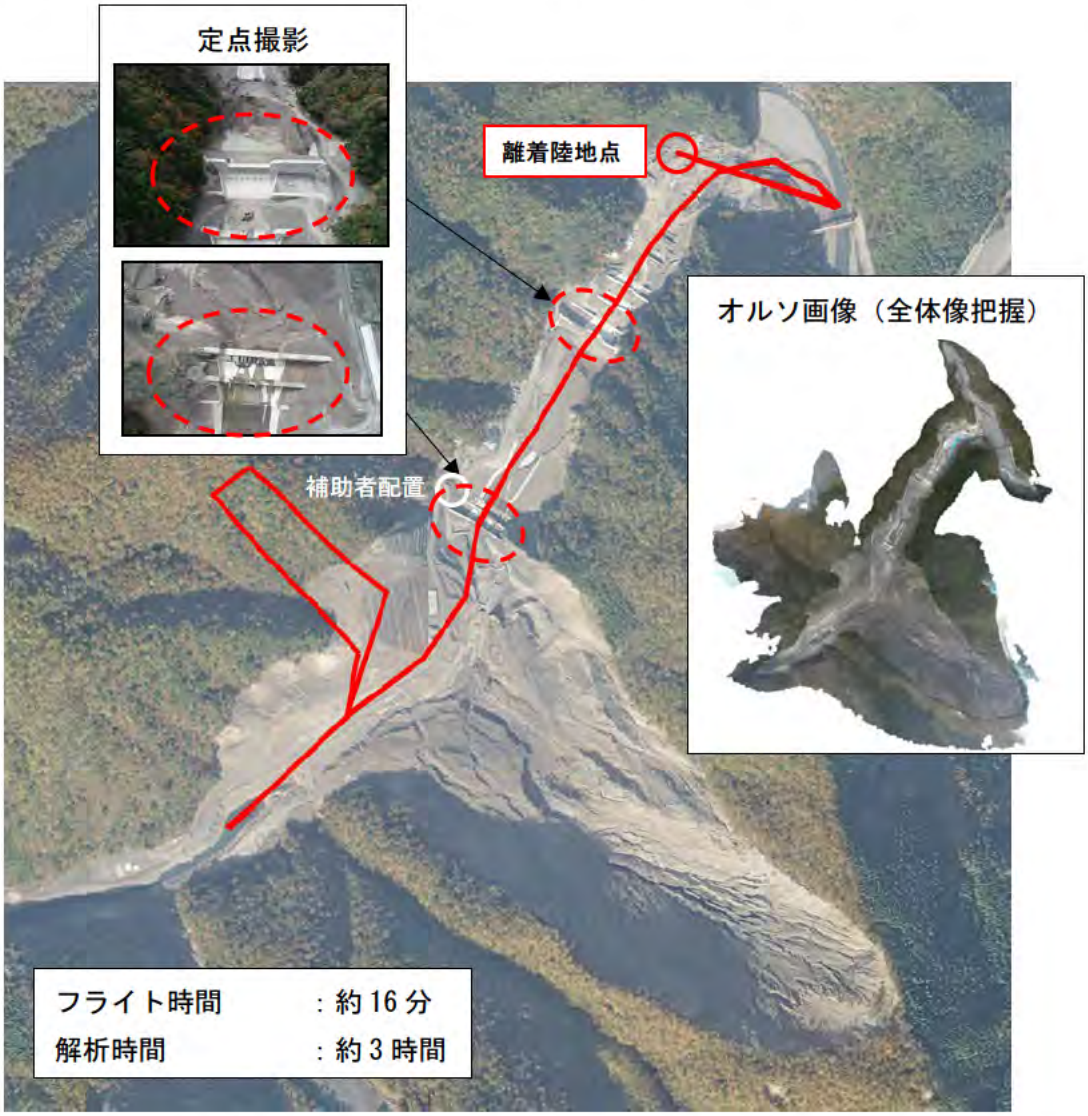


図 5.1.5-3 近傍詳細確認フライト(静止画撮影)による詳細な変状把握（赤谷地区の事例）

6. 安全管理

6.1 飛行前点検と現場状況に応じたフェールセーフの設定

飛行前には、無人航空機（UAV）の製造者の取扱説明書に基づいた点検（日常、作業前）やバッテリー等の確認を行う。また、飛行時には、異常事態が発生しても安全に機体を制御し帰還できるよう現場状況を反映させたフェールセーフを設定し、機体のロストや人的・物的破損等の事故を回避する。

【解説】

無人航空機（UAV）の飛行前には、プロペラの装着等機体の状況の確認、バッテリー残量の確認、モーターの動作、プロポなどの操縦機との接続状況の確認などの点検を行う。

また、無人航空機（UAV）のフェールセーフ機能の設定は、重要である。具体的には、以下の事象が発生した場合に、制御設定が働き、機体を安全側に制御するものである。ただし、帰還時の飛行高度や帰還してくる飛行ルート、障害物センサーの自動解除の有無、強制着陸など、機体やアプリケーションによって制御方法が異なることがあるため、事前によく理解しておく必要がある。

例えば、フェールセーフ機能を設定していた残量までバッテリーが低下したため自動帰還が働き、最短距離でホームポイントに移動したが、バッテリー残量が少なくなったため、着陸予定地点まで移動させずに、手動操作で障害物の無い場所に強制着陸させた事例もある。

表 6.1-1 フェールセーフ機能の一例

項　目	発生事象	機体の動作
自動帰還	バッテリー電圧の低下	➢ 設定された高度でホームポイントに最短距離で水平に移動し着陸 ➢ 帰還できないと判断したら、着陸できる余力があるうちに手動操作で障害物の無い場所に強制着陸
	プロポからの帰還	➢ 設定された高度でホームポイントに最短距離で水平に移動し着陸
安全航行	電波受信状況の悪化	➢ その場でホバリング(待機) ➢ 操縦者が可能な限り機体へ接近し、通信の回復を図る。 ➢ 設定された高度でホームポイントに最短距離で水平に移動し着陸
障害物回避	障害物検知	➢ 障害物を検知し衝突を避ける

6.2 飛行中の監視

無人航空機（UAV）の飛行中に異常や無人航空機（UAV）への危険を察知した場合には、速やかに帰還あるいは最寄りの安全な場所に着陸させる。

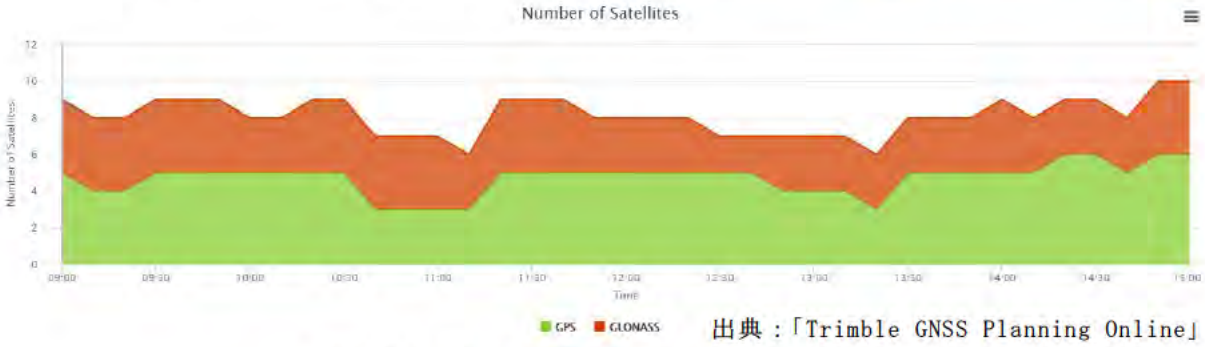
【解説】

無人航空機（UAV）の事故が想定される主な事象と留意点等を以下に示す。

表 6.2-1 無人航空機（UAV）の事故が想定される主な事象と留意点等

想定される事象	留意点等
天候の急変 （雨や雷、風等）	➢ インターネットの天気の情報サイトや実際の天候の変化を観察し、天候が急変しそうな兆候があれば、機体の帰還や着陸の判断をする必要がある。
他の無人航空機等の接近 （第三者、災害活動等）	➢ 地上のある一点から監視しているだけでは、飛行させている回転翼機との位置関係を正確に把握することは難しいことを認識し、「これぐらい離れていれば大丈夫」という認識ではなく、「もしかして見えている状況より実はもっと接近しているのではないか」という意識をしておき、帰還や着陸の判断をする必要がある。
鳥類の接近	
部品の落下及び破損	➢ 機体監視者と機体との距離によっては、目視では判断できないこともある。したがって、モニター上で通常と異なる挙動を、操縦者及び監視者の双方で見つけ出すことが重要となる。 ➢ プロポ及びＰＣモニター画面には、衛星数、飛行速度、高度、方位など多くの情報が表示され、逐次更新されていく中で、期待される値との相違を見極める必要がある。
機体の異常動作	
バッテリー容量の減少	
衛星の捕捉数※	➢ 衛星の捕捉数を地上モニターで常時監視し、自律航行できない数であれば、手動操縦で離陸し、上空で衛星を捕捉する。 ➢ 例えば、捕捉数が８機未満であったら離陸は手動で行い、上空で衛星を８機以上捕捉し自律航行を実行する。また、途中で衛星数が減少したら手動に切り替え帰還や着陸の判断をする必要がある。

※ 衛星の捕捉数は、予め予測することが可能なため、調査前に現地で今後の捕捉数の推移を確認することが望ましい。（例 https://www.terasat.co.jp/archives/377.html）



出典：「Trimble GNSS Planning Online」

図 6.2-1 捕捉衛星数の事前確認（事例）

6.3 保険への加入

安全に留意して無人航空機を飛行させても、不測の事態等により人の身体や財産に損害を与えてしまう可能性がある。このような事態に備え、保険に加入しておくことを推奨する。（出典：無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン、国土交通省航空局、令和 4 年 6 月 20 日）

【解説】

十分な安全管理を行って無人航空機（UAV）を飛行させていたとしても、飛んでいる以上は、不測の事態が発生した時に最悪の場合は墜落する。人や物件などに被害を与えるような事態では、その補償費用も莫大なものとなるため、保険の加入が推奨される。

無人航空機（UAV）の保険には、自動車保険と同じように下記の２種類があり、それぞれ、個人向けと法人向けの保険があるため、業務で使用する場合は加入時に注意が必要である。

表 6.3-1 無人航空機（UAV）の保険

保　険	内　　容
賠償責任保険	➢ 人や所有物、公共物を破損させてしまった際に適用される保険
機体保険	➢ 機体そのものにかける保険であり、事故で UAV や搭載したカメラが壊れてしまった場合に、適用される保険

また、無人航空機（UAV）の保険の特徴として、プライバシーを侵害して訴えられた時の訴訟費用や墜落した UAV のバッテリーが発火して火災が起きたときの二次被害への補償など、商品によって特徴があるので内容をよく確認する必要がある。

6.4 害獣・害虫への対策

山間部では、害獣や害虫に遭遇する危険があるため、必要に応じて事前に対策を行う。

【解説】

クマ、イノシシ、シカ等が生息する可能性がある場合は、鈴等、音の出るものを使用し、獣に存在を知らせる。また、残飯等餌になるものを現地に放置しない。

点検時には、生物（マムシ、ハチ類、その他昆虫類等）に十分に注意を払い、ヘルメット、安全靴、長靴、長袖の作業服等を使用する。有毒生物との接触があった場合は、ポイズンリムーバーですぐさま毒抜きを施し、患部を冷却した状態で病院へ行く。

湿気の多い場所ではヤマビルに噛まれる可能性があるので、塩やアルコール、ヤマビル忌避剤等を用意し対処する。

危険度の高い生物として、クマとダニが挙げられる。遭遇する危険性があると思われる箇所では、下記の情報を参考にする。

- 森林内等の作業におけるダニ刺咬予防対策【林野庁 HP へのリンク】
  https://www.rinya.maff.go.jp/j/routai/anzen/daniyoboutaisaku.html

＜ポイズンリムーバー＞

＜アルコール＞

- クマに関する各種情報・取組【環境省 HP へのリンク】
  https://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort12/effort12.html

6.5 事故・災害発生時の対応

無人航空機に関する事故や重大インシデント※の発生時には、状況に応じ救護や報告等、迅速・適切に対応する必要がある。

※無人航空機の事故及び重大インシデント：事故は無人航空機による人の死傷又は物件の損壊等、重大インシデントは飛行中航空機との衝突又は接触のおそれがあったと認めたとき等のことであり、詳細は、「無人航空機の事故及び重大インシデントの報告要領」（令和 4 年 11 月 4 日 制定）を参照のこと。

【解説】

航空法では、事故等の場合の措置（航空法第百三十二条の九十、九十一）を以下のように定めている。

（事故等の場合の措置）

第百三十二条の九十　次に掲げる無人航空機に関する事故が発生した場合には、当該無人航空機を飛行させる者は、直ちに当該無人航空機の飛行を中止し、負傷者を救護することその他の危険を防止するために必要な措置を講じなければならない。

一　無人航空機による人の死傷又は物件の損壊

二　航空機との衝突又は接触

三　その他国土交通省令で定める無人航空機に関する事故

２　前項各号に掲げる事故が発生した場合には、当該無人航空機を飛行させる者は、当該事故が発生した日時及び場所その他国土交通省令で定める事項を国土交通大臣に報告しなければならない。

第百三十二条の九十一　無人航空機を飛行させる者は、飛行中航空機との衝突又は接触のおそれがあつたと認めたときその他前条第一項各号に掲げる事故が発生するおそれがあると認められる国土交通省令で定める事態が発生したと認めたときは、国土交通省令で定めるところにより国土交通大臣にその旨を報告しなければならない。

出典：「航空法第百三十二条の九十、九十一、令和 4 年 12 月 5 日施行」

事故・災害発生時の対応のため、緊急時の連絡体制を事前に作成しておき、緊急時にはその対応フローに従う。

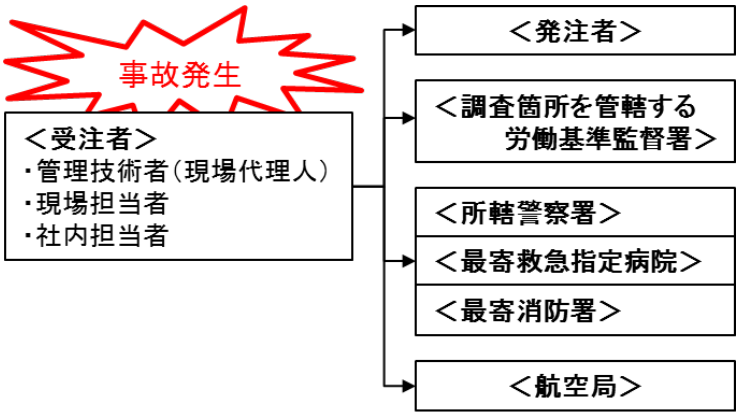


図 6.5-1 緊急時連絡体制の例

具体的な対応を以下に示す。

(1) 救命処置（被災者がいる場合）

先ず、被災者の救命措置を実施する。

a. 被災時点では元気でも、後日発症するケースがあり、病院への搬送を原則とするが、被災状況、事故内容から、病院への搬送の要否を判断する。

b. 搬送する場合は、必ず、付き添い人をつけ、被災状況等の情報連絡をさせる。

(2) 通報

直ちに発注者・労働署・警察・航空局へ通報する。

a. 被災の軽重に係わらず、事故発生後、直ちに、発注者へ通報する。

b. 被災者を病院へ搬送する必要がある事故の場合は、労働基準監督署・警察等関係機関へ通報する。

c. その他対応は、受注者の社内規定に従う。

d. 航空局等（国土交通大臣）への事故等の報告は、ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）における事故等報告機能（以下「報告システム」という。）を用いて電磁的に速やかに行うことを原則とするが、やむを得ない理由により報告システムによる報告ができない場合は、【無人航空機による事故等の報告先一覧】に記載の官署宛てに表 6.5-1、表 6.5-2 の様式により報告を行うことができる。ただし、この場合においても速やかに事故等の報告を行わなければならない。
夜間等の執務時間外における報告については、飛行を行った場所を管轄区域とする 24 時間運用されている空港事務所に連絡する。

無人航空機による事故等の報告先一覧は、下記の URL より確認ができる。

【無人航空機による事故等の報告先一覧】

https://www.mlit.go.jp/koku/content/001573519.pdf

表 6.5-1 無人航空機に係る事故／重大インシデントの報告書（様式）（1/2）

（様式）

無人航空機に係る事故／重大インシデントの報告書

ACCIDENT / SERIOUS INCIDENT REPORT OF UAS

年　月　日
Date:

国土交通大臣　殿
Minister of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

氏名
Name
住所
Address

（どちらかに✓のこと Check one of the followings.）

☐【事故】航空法第132条の90第２項及び同法施行規則第236条の85の規定に基づき、次のとおり報告します。
In accordance with the provisions of paragraph (2) of Article 132-90 of the Civil Aeronautics Law and Article 236-85 of the Civil Aeronautics Regulation, I submit an ACCIDENT REPORT OF UAS as follows:

☐【重大インシデント】航空法第132条の91及び同法施行規則第236条の87の規定に基づき、次のとおり報告します。
In accordance with the provisions of Article 132-91 of the Civil Aeronautics Law and Article 236-87 of the Civil Aeronautics Regulation, I submit a SERIOUS INCIDENT REPORT OF UAS as follows:

1. 無人航空機を飛行させた者（操縦者） Remote Pilot：
氏名 Name ＿＿＿＿ 技能証明書番号（※１） Pilot Certificate No. ＿＿＿＿
住所 Address ＿＿＿＿ 所属 Company ＿＿＿＿

2. 発生日時 Date and Time of the occurrence：
年 Year　月 Month　日 Day　時 Hour　分 Minute　JST（日本標準時）

3. 発生場所 Location of the occurrence：
＿＿＿＿（地図も添付のこと Attach map.）

4. 飛行の許可/承認（※１） Permit / Approval of the Flight：
許可/承認年月日 Permit / Approval Date　年　月　日 ＿＿＿＿ 許可/承認番号 Permit / Approval No. ＿＿＿＿

5. 無人航空機の情報 Identification of the UAS：
登録記号等 Registration ID etc. ＿＿＿＿ 機体認証書番号（※１） Airworthiness Cert. No. ＿＿＿＿
製造者 Manufacturer ＿＿＿＿ 型式 Type ＿＿＿＿
製造番号 Serial No. ＿＿＿＿ 機体の使用者 Operator of UAS ＿＿＿＿
その他 Other ＿＿＿＿

6. 出発地及び到着予定地 Departure Point and Planned Destination Point：
出発地 Departure Point ＿＿＿＿ 到着予定地 Planned Destination Point ＿＿＿＿

7. 当該飛行の目的及び概要 Purpose and Overview of the Flight：
＿＿＿＿

8. 事故/重大インシデント報告の概要 Summary of the ACCIDENT / SERIOUS INCIDENT：
＿＿＿＿

9. 人の死傷（軽傷を含む）/物件の損壊状況（※２） Details of the death or injury (including minor injury) of any person / the damage to any property：
＿＿＿＿（人の死傷状況がわかる医師による診断書、物件の損壊状況の写真があれば添付のこと）
Attach a medical certificate by a doctor and/or photos of the damage to the property, if available.

10. 機体の損壊状況 Details of the damage to UAS：
＿＿＿＿（機体の損壊状況の写真があれば添付のこと）
Attach photos of the damage to the UAS, if available.

11. その他参考事項（※３） Other references：
（死傷者のある場合にその者の氏名）
(Name of killed or injured person, if applicable)
＿＿＿＿

（※１）：該当する場合に記載する。 Fill in if applicable.
（※２）：別紙に詳細を記載する。 Fill in the details in Attachment.
（※３）：別紙に詳細を記載する。 Fill in the details in Attachment.

○提出先
本紙及び必要に応じ別紙を、飛行の許可/承認を受けた官署等、担当の航空局関係官署宛てに提出する。 Submit this Report and Attachment (as necessary) to the relevant government office in charge.

表 6.5-2 無人航空機に係る事故／重大インシデントの報告書（様式）（2/2）

（様式）

別紙
Attachment

【詳細 Details】

○ 「9. 人の死傷(軽傷を含む)/物件の損壊状況」について、物件の損壊がある場合にのみ以下の該当するものをチェック及び記載する。 Regarding 9., check and describe the following applicable items only when property is damaged.

9-1. 損壊した物件の種類（複数選択可） Type of damaged property (multiple selections possible)

□ 建造物（家屋、ビル、橋梁等） Facility(s) and building(s) (house(s), building(s), bridge(s), etc.),

□ 自動車 Automobile(s)、 □ 鉄道車両 Railroad vehicle(s)、 □ 船舶 Ship(s)、

□ その他（以下の欄に物件を記載する） Others (List the property(s) in the column below)

9-2. 損壊した物件の内部に人が居たか？ Was there a person(s) inside the damaged property?

□ はい（居た） YES □ いいえ（居なかった） NO

9-3. 物件の損壊の発生場所において立入管理措置が講じられていたか？ Was on-site limited-access measure(s) taken at the damaged property?

□ はい（講じられていた） YES □ いいえ（講じられていなかった） NO

9-4. 物件の損壊に伴い停電、通信障害、道路の閉鎖、公共交通機関・公共施設の休止等の影響が生じたか？
Did the damage to the property lead to power failure, communication failure, road closure, suspension of public transportation / public facilities, etc.?

□ はい（生じた） YES □ いいえ（生じなかった） NO

→「はい（生じた）」の場合、以下の欄にその内容を具体的に記載する
If "YES", specify the details in the column below.

9-5. 物件の損壊に伴い人（第三者）に危険が生じたか？ Was a person(s) (third party) endangered due to the damage to the property?

□ はい（生じた） YES □ いいえ（生じなかった） NO

→「はい（生じた）」の場合、以下の欄にその内容を具体的に記載する
If "YES", specify the details in the column below.

○ 「11. その他参考事項」について、無人航空機の制御不能状態又は発火が生じた場合（いずれも飛行中に限る）にのみ以下の該当するものをチェック及び記載する。
Regarding 11, check and describe the following applicable items only when the UAS was out of control or ignited during flight.

11-1. 制御不能状態又は発火（いずれも飛行中に限る）に伴い人（第三者以外の飛行させた者や関係者も含む）に危険が生じたか否か？ Was a person(s) (including the pilot(s) or a person(s) concerned other than a third party) in danger due to the uncontrolled or ignited UAS?

□ はい（生じた） YES □ いいえ（生じなかった） NO

→「はい（生じた）」の場合、以下の欄に危険が生じた人数及びその内容を具体的に記載する。
If "YES", specify the number of people exposed to danger and the details in the column below.

出典：「無人航空機の事故及び重大インシデントの報告要領」（令和 4 年 11 月 4 日制定）より抜粋

(3) 現場処置

作業を中断し、二次災害の発生を防ぐ

a. 災害発生後は、直ちに当該箇所での業務を中断し、二次災害が生じないような措置をとる。必要に応じ、類似作業個所での業務を中断する。

b. 業務の再開は、発注者・労基署・警察に判断を仰ぎ、その指示に従う。

なお、災害現場は、発注者からの業務再開の了承が得られるまでは「そのまま保存」するとともに、災害状況写真を撮る。

6.6 第三者が立ち入った場合の措置

特定飛行を行う場合、経路下への立ち入りを確認したときは、飛行の停止、経路の変更、着陸等の措置を講じる必要があります。

これらの措置は、経路下への立ち入りの恐れを確認したときにも求められます。

【解説】

航空法では、第三者が立入った場合の措置（航空法第百三十二条の八十七）を以下のように定めている。

（第三者が立入った場合の措置）

第百三十二条の八十七　無人航空機を飛行させる者は、第百三十二条の八十五第一項各号に掲げる空域における飛行又は前条第二項各号に掲げる方法のいずれかによらない飛行（以下「特定飛行」という。）を行う場合（立入管理措置を講ずることなく飛行を行う場合を除く。）において、当該特定飛行中の無人航空機の下に人の立入り又はそのおそれのあることを確認したときは、直ちに当該無人航空機の飛行を停止し、飛行経路の変更、航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全を損なうおそれがない場所への着陸その他の必要な措置を講じなければならない。

出典：「航空法第百三十二条の八十七、令和 4 年 12 月 5 日施行」

この度の改正航空法（令和 4 年 12 月 5 日施行）に伴い、DIPS2.0 において立入管理措置の選択で「補助者が不要」となる目視外飛行のオンライン申請が可能になった。

立入管理措置とは立入管理区画を明示し、無人航空機の飛行経路下に第三者の立入りを確実に制限することを指しており、「補助者の配置」を以下に代えることできる。

・塀やフェンス等の設置

・第三者の立入りを制限する旨の看板やコーン等を飛行範囲や周辺環境に応じて設置

本手引きにおける「補助者を配置しない目視外飛行」の具体例を以下に示す。

①立入管理措置を講じて、補助者を配置しない目視外飛行（例：赤谷、長殿、栗平地区）

→飛行経路下は発注者の管理する土地や施設であり、第三者の立入りを確実に制限できる場合

②立入管理措置を講じて、補助者を配置しない目視外飛行（例：熊野地区）

→飛行経路下に第三者の土地、家屋等が存在し、第三者の立入りを確実に制限できない場合 ≪第三者が立入った場合、飛行を中止しなければならない≫

これはレベル３飛行に該当するため、飛行場所を特定した個別申請が必要。