# ドローンを活用した農業水利施設管理の手引き











令和5年3月

全国土地改良事業団体連合会 みどり (全国水土里ネット)

# ドローンを活用した農業水利施設管理の手引き

目次	(頁)
1. はじめに	 1
1.1 本手引きの目的	 1
1.2 本手引きの対象範囲	 2
1.2.1 手引きの対象者 1.2.2 手引きの対象施設	 2 2
1.3 手引き利用に当たっての留意事項	 3
2. ドローン導入の検討から飛行準備までの流れ	 4
2.1 おおまかな流れ	 4
2.2 ドローン導入の検討	 5
2.2.1 ドローンで行う作業内容の検討 2.2.2 ドローンの機種選定(ドローンの種類と導入コスト)	 5 9
2.2.2 ドローンの機種選足(ドローンの種類と導入コスト) 2.2.3 補助金、交付金について(参考)	 13
2.3 ドローン飛行前の手続(法令等に基づく手続)	 14
2.3.1 機体登録及びリモートID 2.3.2 特定飛行の判定と飛行許可・承認申請等の手続	 14 15
3. ドローンを活用した農業水利施設の点検等の流れ	 21
3.1 大まかな流れ	 21
3.2 事前準備	 22
3.2.1 事前調査	 22
3.2.2 現地踏査 3.2.3 飛行計画の策定	 23 23
3.3 ドローンによる撮影	 27
3.3.1 飛行時に用意する機材	 27
3.3.2 機体の点検 3.3.3 現地状況の確認等	 28 29
3.3.4 チェックシートの記入(安全管理)	 29
3.3.5 飛行日誌の記録、携行、保管	 30
3.3.6 ドローンの維持管理について	 31

3.4 撮影後のデータ活用方法	 32
3.4.1 データの保管	 32
3.4.2 GISソフトを用いた高度な施設管理	 33
4. ドローン活用の実践(施設種類ごとの留意事項や事例)	 36
4.1 ダム	 36
4.1.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目	 36
4.1.2 ダムにおける実証地区での活用事例	 37
4.2 頭首工	 45
4.2.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目	 45
4.2.2 頭首工における実証地区での活用事例	 46
4.3 開水路	 51
4.3.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目	 51
4.3.2 開水路における実証地区での活用事例	 52
4.4 パイプライン	 57
4.4.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目	 5 <i>7</i> 57
4.4.2 パイプラインにおける実証地区での活用事例	 58
4.5 用排水機場	 60
4.5.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目	 60
4.5.2 用排水機場における実証地区での活用事例	 61
4.6 水路トンネル	 63
4.6.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目	 63
4.6.2 水路トンネルにおける実証地区での活用事例	 64
5. その他ドローンの活用事例(農業分野におけるドローンの活用)	 67
6. 資料	 68
6.1 参考資料	 68
6.2 関係法令集等	 71
7. 引用参考資料	 72

#### 1. はじめに

#### 1.1 本手引きの目的

農業水利施設の維持管理を担う土地改良区の職員等が減少する中にあって、施設 を適切に維持管理し、次世代に継承していくため、施設管理の効率化を図ることが 急務となっています。

このような中、「経済財政運営と改革の基本方針 2022(令和4年6月7日閣議決定)」では、インフラの老朽化が進展する中で、新技術やデータ利活用による効率化・高度化を図ることとされました。農業水利施設の管理に関しても、先端技術を実装することにより、効率化を推進していくことが一層重要となっています。

このため、本手引きでは、農業水利施設の日常管理にドローン等の新技術を活用 し、得られた画像データ等を地理情報システムに蓄積して、これらの情報を共有・ 利用する方法等の概要を紹介・説明することにより、施設管理の効率化・高度化を 図る取組を推進することを介図しているものです。

本手引きは、農業水利施設の調査・分析・診断を行う民間コンサルタント等の高度な専門技術者に向けたものではなく、施設の日常管理を行う土地改良区等の施設管理者に向けた内容とすることを想定して作成しています。

実証地区(北海道、岩手県、大分県)で得られた試行結果を踏まえ、ドローン等の新技術をめぐる最近の状況、ドローン等を施設管理に利用する場合のおおまかな流れなど、施設管理者がドローン等の新技術の導入を検討する際や活用する際に知っておいていただくことが望まれる基本的な事項を取りまとめています。

本手引きは、農林水産省の補助事業(令和2年度~4年度地理情報システム高度利用推進事業) (以下「本事業」という。) によって作成したものです。

## 1.2 本手引きの対象範囲

## 1.2.1 手引きの対象者

本手引きは、農業水利施設の日常管理を行う国、都道府県、市町村、土地改良区等の施設管理者の方々にご覧いただくことを想定しています。

#### 1.2.2 手引きの対象施設

本手引きの対象施設としては、基本的に、以下の農業水利施設を想定しています。

- ・ ダム(管理棟、堤体法面、洪水吐、ゲート等)
- ・ 頭首工(堰全体、ゲート、操作室等)
- ・ 開水路(水路本体、ゲート等)
- ・ パイプライン(水路橋等の露出配管部)
- 用排水機場(管理棟、貯水槽等)
- ・ 水路トンネル (覆工、周辺状況等)

これらの施設は本事業で行った実証調査(北海道、岩手県、大分県)(以下「実証調査」という。)で施設の点検等にドローン等の新技術を活用(試行)したものとなります。

# 1.3 手引き利用に当たっての留意事項

本手引きは、令和4年下半期現在の法令、データ、コスト等を基に作成しています。航空法等の法令・規則や、ドローン、カメラ等の機器及び周辺ソフト(写真処理ソフト SfM<sup>\*</sup>、GIS ソフト等)の能力・価格は、変化が激しいため、本手引きでは、記載する情報はあえて少なくし、参照元となる各機関のホームページサイトの URLを示している場合もあります。手引きの利用に当たっては、常に最新の情報を収集して対応するよう留意してください。

なお、無人で飛行させる航空機を指す言葉として、ドローン、無人航空機、UAV といった語が使われていますが、無人航空機と UAV (Unmanned Air Vehicle) は基本的に同義です。無人航空機のうち、航空法の規制対象は、「飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船であって構造上人が乗ることができないもののうち、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの」とされており、いわゆる回転翼を持ったドローン(マルチコプター)、ラジコン機、農薬散布用へリコプター等の機器が含まれます。農業水利施設の点検等に用いる無人航空機としては、いわゆるドローン(マルチコプター)が導入の候補になりやすいと考えられるため、本手引きでは、基本的に「ドローン」という語を用いることとします。

※ SfM:対象物についての複数の視点からの画像を基に3次元の形状を復元する技術 (Structure from Motion)の略称です。SfM によって、一連のオルソ画像や三次元点群データが自動的に簡単に得られるようになり、ドローンの利活用が広がりました。

#### 2. ドローン導入の検討から飛行準備までの流れ

#### 2.1 おおまかな流れ

ドローンを導入するに当たっては、まず、どの施設のどの点検等を行う際にドローンを利用するのか十分に検討し、さらにその目的、内容、頻度等に鑑みて、機体を購入するのか、リースで対応するのか、又は導入を見合わせるのかを検討することが重要です。

その上で、購入したドローンについて、機体やリモート ID の登録を行った上で、 特定飛行(後述)に該当するか否かの判定や、該当する場合の許可・承認申請など、 関係法令に基づく手続が必要となります。

ドローン導入の検討から飛行準備までの大まかな流れは、次のフロー図のとおりです。

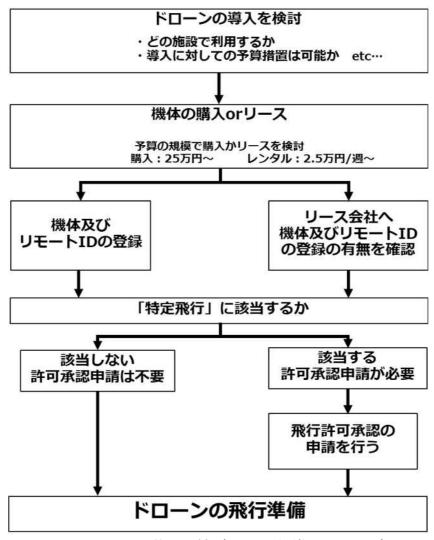


図1 ドローン導入の検討から飛行準備までの流れ

#### 2.2 ドローン導入の検討

#### 2.2.1 ドローンで行う作業内容の検討

# (1) ドローンの導入に際して

ドローンを導入すると、農業水利施設の点検等の一部を、職員に代わってドローンが実施することができるようになり、一般に、職員の安全性の向上や作業の省力化などのメリットが生まれると考えられます。例えば、職員の立ち入りが難しい箇所(急傾斜地、高所、水上など)において、又は災害発生時に、職員の安全を確保しつつ、施設の点検や広範囲の被災状況の確認等を行うことができるようになります。

一方で、ドローンの性能は近年大きく進歩しているものの、技術的な限界は存在しており、例えば、施設に生じた異状(ひび割れや変形等)については、カメラや位置情報システムの性能にもよりますが、ある程度の大きさがなければ有無等を判定できません。また、ドローンの飛行を行うに当たっては、飛行ルートの設定等の準備\*を行う必要があるほか、地域や内容によっては事前に国土交通大臣の許可・承認が必要になるなど、職員が目視等で自ら点検を行っていた場合には不要であった作業や手続も必要となります。このため、これまで職員が行っていた点検等を、必ずしも全て容易に代替できるものではありません。(※飛行ルートについては、一度ルート設定すれば、基本的には、次回以降に同じ点検等を行う場合は設定不要となると考えられます。)

すなわち、ドローンの導入に当たっては、それぞれの施設を管理する上で実施している又は今後実施が見込まれる点検等の作業内容や頻度を、常時及び災害発生時の対応も含めて洗い出し、その中のどの点検等の作業にどのようにドローンを活用するのか、また、どの作業は引き続き職員が目視等で行うのか、できる限り丁寧にシミュレートして、コストやドローン飛行前後の準備やデータ整理に要する労力に見合う導入効果があるか、検討しておくことが重要となります。



# (2) 施設の種類毎のドローン利用の適合性(目安)

実証調査(北海道、岩手県、大分県)で得られた試行結果等を踏まえ、施設の種類 や点検内容ごとにドローン利用の適合性を整理すると、その目安は、概ね表1のとお りです。

ドローンは、機種によって能力や価格が大きく異なります。表 1.は、現時点で一般的に農業水利施設の点検等に当たって導入の検討対象になると考えられるドローンの機種(表 2 ) のうち、低~中程度の能力を有する機種を用いる場合の点検項目の目安を示したものです。施設の形状、異状の程度(例:ひび割れや変形の大きさ)、立地等の現場条件により、ドローンの適合性は大きく異なりますので、表 1 及び表 2 のいずれも、あくまで目安となります。

表1 ドローンが活用できると考えられる点検項目(目視点検の代替)

対象施設	点検項目					
		ひび割れ等の劣化				
	堤体	漏水の有無				
		変形・歪み				
		ひび割れ等の劣化				
ダム	洪水吐	漏水の有無				
) ]		変形・歪み				
	構造物周辺	堤体周辺地形の変化				
	1年足100月22	貯水池周辺地形の変化				
	管理設備	管理棟等の状態変化				
	貯水池の堆砂状況					
		ひび割れ等の劣化				
	躯体	漏水の有無				
	215 kt	変形・歪み				
   頭首工		躯体の沈下				
<b>以</b> 日土		周縁コンクリートの劣化				
	構造物周辺	止水板の変形等				
		周辺地形の変化				
	管理設備	管理棟等の状態変化				

対象施設	点検項目		
		ひび割れ等の劣化	
	水路	ひび割れからの漏水の有無	
		変形・歪み	
幹線水路		構造物の沈下	
¥十孙水/八匹百	構造物周辺	周辺地形の変化	
	件足物问处	止水板の変形等	
	目地	目地の開きや段差	
		周縁コンクリートの劣化	
	管路	変形・歪み等の外観上の異常	
	E 応   (露出部のみ)	漏水	
  パイプライン	(路田中0707)	サイフォン部の異常	
N   D   D   D	附帯構造物	橋脚等のコンクリートの劣化	
		傾きの有無	
	構造物周辺	周辺地形の変化	
用水機場		壁面のひび割れ等	
	建屋	柱、梁、筋交いの亀裂等	
		変形・腐食	
		屋根のひび割れ等	

引用加工: 国際航業(株) 農研機構 UAV計測点検手法の手引き (案)

<sup>※</sup> 異状の程度(ひび割れや変形の大きさ)によっては、有無の判定等が難しい場合もあります。

# 表 2 ドローンの性能と価格での比較

性能						
低			中	高		
価格						
低			中		=  -	<u> </u>
機種名	Mavic2PRO	機種名	Phantom 4 RTK	Mavic2 Enterprise	機種名	MATRICE300 RTK
価格	25万円程度	価格	90万円程度	80万円程度	価格(積載カメラ代含)	150万円程度
最大飛行時間	31分	最大飛行時間	30分	31分	最大飛行時間	55分
最大飛行速度	21m/s	最大飛行速度	14m/s	14m/s	最大飛行速度	17m/s
測位精度	約1.5m単位	測位精度	約50cm単位	約50cm単位	測位精度	数cm単位
最大伝送距離	6km	最大伝送距離	7km	6km	最大伝送距離	8km
最大風圧抵抗	10m/s	最大風圧抵抗	10m/s	8m/s	最大風圧抵抗	15m/s
RTKの搭載	無	RTKの搭載	有	オプションで有	RTKの搭載	有
大きな異状や被災時の概略調査に活用できる性能		比較的細かな異状的な点検に活用で	を捉えることができ きる性能	、RTKにより効率	より詳細な異状を捉 高精度な三次元画像 活用できる性能	

- ※Mavic2及びphantom4 RTKは生産終了となっているため、Mavic3、Mavic3 Enterpriseが後継機種となります。
- ※飛行時間、速度、測位精度、伝送距離についてはテスト条件下(無風、無障害)での数値になります。
  - ※ 本表は、実証調査で使用した機種を例として記載したものであり、この他にもさまざまな機種が 販売されています。

# 性能が上がると様々な用途に 使用できる



大きな異状を捉えることができる。



比較的細かな異状も捉えることができる。



大きな異状から詳細な異状まで捉えることができる。 高精度な三次元画像モデルの作成にも活用できる。

性能が高くなると比例して価 格も上がってしまう

図2 ドローンの性能と価格イメージ

# (3) ドローンを利用した点検時の人員・時間の削減効果(参考)

実証調査の結果では、従来手法による点検(職員が目視で見回り)と、ドローンを利用した点検のそれぞれに要する人員及び時間は、表3のとおりとなりました。ドローンを利用することにより、特に施設の概況を把握するような場合には、点検に係る人員等の省力化を図ることが期待できます。ただし、点検に精度を要する場合、ドローンの適用には限界があります。

表 3 ドローンを利用した点検時の人員・時間の削減効果

施設名	従来	点検	UAV	点検	削洞	効果	効果	備考
作業内容	人員	時間	人員	時間	人員	時間	刈木	7111/5
平田頭首工 日常点検	2	0.8	3	0.4	1	-0.4	・現地調査については、時間・労力の軽減や危険回避に効果的である。 ・飛行範囲が小となる施設においては、機体監視者数を1人とすることも可能。	手動飛行
日出生ダム 日常点検	2	1.5	3	0.7	1	-0.8	・現地調査については、時間・労力の軽減や危険回避に効果的である。 ・飛行範囲が小となる施設においては、機体監視者数を1人とすることも可能。	手動飛行
古川揚水機場 日常点検	2	0.3	3	0.4	1	0.1	・現地調査については、時間・労力の軽減や危険回避に効果的である。 ・飛行範囲が小となる施設においては、機体監視者数を1人とすることも可能。	手動飛行
糸口線水路 日常点検	2	1.5	3	0.6	1	-0.9	・時間・労力の軽減が図られるが、機体監視者数を確保するため人員増となる。	自動飛行
幌向ダム 堤体変位量調査	5	0.3	2	0.04	-3	-0.26	・現地調査については、時間・労力の軽減が図られるが、測定値がmm単位の精度を有さないため、微細な変動を求める堤体変位量調査には適さない。従来手法や他の手法での運用が求められる。	自動飛行
幌向ダム 堆砂量調査	5	1.0	3	0.07	-2	-0.93	・現地調査については、時間・労力の軽減が大幅に図られるが、得られる標高値の精度が低いことから概略の傾向把握を行う場合を除き、定量把握には従来手法との併用が求められる。	自動飛行
左岸幹線用水路 日常点検	2	0.16	2	0.09	0	-0.07	・現地調査及び整理等で、時間・労力の軽減が大幅に図られる。 ・非技術系職員が撮影を行い、後日技術系職員が画像を確認し、変状を発見した場合は現地で 詳細な点検を行う体制を構築することができる。	自動飛行
葛丸ダム 日常点検	3	0.20	3	0.12	0	-0.08	・従来方法と比較して、所要時間が41.7%削減された。また、従来では離れた位置からの目視であった洪水吐内のコンクリート壁面の確認がドローンにより近い距離での確認することが可能となり、有効であった。	自動飛行
葛丸頭首工 日常点検	3	0.25	3	0.14	0	-0.11	・従来方法と比較して、所要時間が46.7%削減された。また、従来では目視できない箇所まで 点検が可能となり、有効であった。	自動飛行
水管橋 日常点検	3	0.75	3	0.12	0	-0.63	・従来方法と比較して、所要時間が84.4%と大幅に削減された。従来では、施設が高所にあるため、落下の危険性があるほか、橋脚部の点検が不可能であったがドローンを活用することで可能となり、有効であった。	自動飛行
第二渋民主幹線 用水路 日常点検	3	0.37	3	0.22	0	-0.15	・従来方法と比較して、所要時間が40.9%削減された。また、ズーム機能を持つドローンでの 点検は調査箇所に近づかず撮影できるほか、ドローンを下降させる必要がないため、樹木によ る電波障害の発生を最小限に抑えられることが可能となり、有効であった。	自動飛行

<sup>※「</sup>UAV 点検」欄の人員等については、飛行ルートの設定等の準備作業や、回収したデータの整理等の事後作業に要したものは含んでいません。

#### 2.2.2 ドローンの機種選定(ドローンの種類と導入コスト)

実証調査で使用したドローンの機種別の性能や機材コスト(実証調査時の価格)等は以下のとおりです。これらの機種は、現在、一般に流通している汎用タイプであり、交換部品の入手等のメンテナンスも比較的容易であることから、農業水利施設の管理のために導入する場合の検討対象となるものと想定されます。

# (1) 比較的経済的なドローン

手動飛行や、GPS を利用したルート設定による自動飛行を行い、写真又は動画を 撮影して点検等を行う場合に候補となる機種です。

導入費用は比較的廉価ですが、測位精度が低め(m 単位程度)です。施設の比較的大きな異状(例:ごみの堆積や溢水、比較的大きめなひび割れや変状)の有無を点検する場合や、被災状況の概略調査(例:被災の有無の判定)を行う場合などに用いることが主に想定されます。

機種名(商品名)	本体価格	周辺機器価格(予備バッテリー等)
Mavic 2 Pro	25 万円程度	10万円程度

#### 特徴

- ・ 測位に GPS を利用しているため、測位の精度が低め(1.5m 程度)。
- · 最大飛行時間:約30分
- ・ リースの場合: 2.5 万円/週~
- ※ 生産が終了し Mavic 3 が後継機となる(同価格程度)。
  - ※北海道幌向川地区、大分県駅館川地区の実証調査で使用しました。

#### (2) より高性能なドローン

手動飛行や、GNSS $^{*1}$ を利用したルート設定による自動飛行を行い、写真又は動画を撮影して点検等を行う場合に候補となる機種です。(1)の機種との違いは主に測位精度です。GNSS を利用した機種は  $50 \, \mathrm{cm}$  程度の測位精度を有しており、RTK モジュール $^{*2}$ を搭載させると、更に測位精度が向上します。

施設の異状(例:ひび割れや変形)などの点検も比較的容易にできるようになりますが、施設の異状が微細な場合は判定が困難であり、職員による目視を代替するには 一定の限界があります。 サーマルカメラ<sup>\*3</sup> を搭載しているモデルの場合、可視光では見ることができない 温度変化を捉えることができるため、漏水(漏水部は温度が低下する)の調査などに も利用できる可能性があります。

機種名(商品名)	本体価格	周辺機器価格
Phantom 4 RTK	80~90 万円程度	10~15 万円程度
Mavic 2 Enterprise Advanced		10、13/111生皮

#### 特徴

- ・ 測位に GNSS を利用しているため、測位精度が比較的高い(50 m程度)。さらに、RTK モジュールの搭載も可能であり、その場合、数 cm 程度の測位精度となる。このため、(1)の機種に比べ、位置調整の手間が軽減され、より効率的な点検等が可能(RTK を利用する場合には、別途、基準局の購入やネットワーク契約が必要)。
- · 最大飛行時間:約30分
- ・ リースの場合:4.3万円/週~
- Mavic 2 Enterprise Advanced の場合、光学ズームカメラやサーマルカメラの搭載モデルがある。
- ※ Phantom 4 RTK と Mavic2 Enterprise Advanced のいずれも、令和 4 年度に 生産が終了し、Mavic 3 Enterprise が後継機となる(同価格程度)。
- ※北海道幌向川地区、大分県駅館川地区の実証調査で使用しました。

機種名(商品名)	本体価格	周辺機器価格
SOTEN(蒼天)	150 万円程度	10万円程度

#### 特徴

- ・ 政府調達等を想定して官民共同で開発された国産ドローンであり、データの漏洩や機体の乗っ取りに対するセキュリティが高い。その他の性能は上記 Phantom 4RTK や Mavic 2 Enterprise Advanced と概ね同等と言われている。
- ・ 測位には GNSS を利用しており、測位精度は cm 単位(50cm 程度)。
- · 最大飛行時間:約25分
- ・ カメラをオプション(別売)で、サーマルカメラ、マルチスペクトルカメラ、光 学ズームカメラ(2.5 倍)などに変更可能。
- ・ リースの場合:36万円/月~

# (3) 飛行時間等の性能が比較的高く、三次元対応も可能なドローン

手動飛行や、GNSS を利用したルート設定による自動飛行を行い、写真又は動画を 撮影して点検等を行うものであることは(2)の機種と同じですが、飛行時間、耐風 性、伝送距離等の性能が優れており、測位精度も比較的高い機種となります。

また、カメラにレーザー距離計も搭載されているため、三次元画像モデルを作成するためのデータ取得も可能となります。

ただし、この機種に限った話ではありませんが、例えば山間部での利用などにおいて特に顕著ですが、カタログ性能と、実際に発揮できる性能とは異なる場合が多いことには留意する必要があります(カタログ性能どおりに機能を発揮できるのは、相当に好条件が整った場合と考えておく方が無難です。)。

機種名(商品名)	本体価格	周辺機器価格
MATRICE 300 RTK (本体)	100 万円(本体)	75 万円
Zenmuse H20(カメラ)	50 万円(カメラ)	(基準局を含む。)

#### 特徴

- ・測位には GNSS を利用しており、RTK モジュールも標準で搭載されていることから、数 cm 程度の測位程度を確保している。
- ・最大飛行時間:約55分
- ・風圧抵抗:15m/s
- ・別売り(参考価格 125 万円)で同力メラの機能にサーマルカメラが搭載されたものもあります。
- ・リースの場合:7万円程度/2泊3日
- ※岩手県の岩手山麓地区及び山王海地区の実証調査で使用しました。
- ※1 GNSS: 全球測位衛星システム (Global Navigation Satellite System) の略称です。GPS は アメリカの軍事衛星のみを使用していますが、GNSS は、それに加えて、GLONASS、 Galileo、準天頂衛星 (QZSS) などの衛星も使用した衛星測位システムの総称です。受信する 信号が増えることで、より正確な位置測位が可能となります。
- ※2 RTK:動的干渉測位(Real Time Kinematic)の略称です。地上に設置した基準局からの位置情報データによって、高い精度の測位を実現する技術で、GPSのみの測定では2メートル前後の誤差が生じますが、RTKを組み合わせることでセンチ単位の誤差となります。
- ※3 サーマルカメラ:絶対零度以上の物質は全て赤外線を放出しています。サーマルカメラは、 対象物から放射される赤外線エネルギーをカメラのレンズで結像することで、対象の温度を可 視化することができるものです。

# 【参考1】RTK を利用する場合に別途必要な機器等

上記(2)に示した Phantom 4 RTK 又は Mavic 2 Enterprise Advanced 等を利用する場合、RTK モジュールを搭載して測位精度を向上させることが可能です。この場合、別途、基準局の設置やネットワークへの加入が必要となりますが、その際に必要なシステムの一例は次のとおりです。

システム(基準局とネットワーク)の例

- ・ 基準局: DJI 社 D-RTK2(価格: 35万円程度)等
- ネットワーク: Softbank 社 ichimill、KDDI 社 ジェノバ 等

これらは、作業現場内に基準局を設けて高精度な測位を可能とするシステムであり、前者は位置情報から基準点を設けるものとなり、後者は国土地理院が設置した電子基準点を基に、仮想的な基準局を設けるものとなります。ネットワーク利用の際には携帯電話の電波を利用するため、別途通信料や使用料(年額 36,000 円(ichimill の場合)など)も発生します。

# 【参考2】三次元画像モデルを作る場合に別途必要な機器等

上記(3)に示した MATRICE 300 RTK 等のレーザー距離計でデータを取得した後、 職場で三次元画像モデルを作って、施設の状況をあらゆる角度(上下左右)からパソコン画面で確認できるようにする場合、必要となるシステムの一例は以下のとおりです。

システム(パソコン、ソフト)の例

- ・ 高性能パソコン:
  - CPU Intel Core i7 第6世代以降、メモリ32 GB以上、GPU NVIDIA GTX1050以上等のスペックが必要(価格:25~100万円)
- ・ SfM 画像処理ソフト:
  - Metashape、TerraMapper、Drone2MAP等のデジタル画像の写真測量 処理と三次元点群データの生成を行うソフト(価格:30~50万円)
- 点群データ処理ソフト: TREND POINT 等(価格: 100~300 万円)

#### 2.2.3 補助金、交付金について(参考)

ドローンの導入は、国の助成制度の対象となる場合があります。令和4年度現在、主に対象になると考えられる制度は下記のとおりです。いずれの制度についても、詳しい内容や条件は各省庁のホームページ等で確認してください。ドローンを導入することが決まったら、実際に対象となるか否か、関係機関に相談してみるとよいでしょう。

# (1) 農林水産省 基幹水利施設管理事業、水利施設管理強化事業

いずれも、農業水利施設の維持管理に対する補助金であり、条件を満たす場合、ドローンの導入費用が補助対象となります。

# (2) 経済産業省 IT 導入補助金 サービス等生産性向上 IT 導入支援事業

中小企業を対象とした IT ツール(SfM 画像処理ソフトや点群データ処理ソフト等の本体費用、クラウドサービス等)の導入・初期費用を支援する補助金となります。令和4年度の案内において、申請団体例として土地改良事業団体連合会が記載されています。

### (3) 厚生労働省 人材開発支援助成金

労働者のキャリア形成を効果的に促進するため、職務に関連した専門知識及び技能を修得させるための職業訓練を計画に沿って実施したり、教育訓練休暇制度を適用したりした事業主等に対して助成する制度です。ドローンの操作技術を学ぶスクール費用が対象となります。

#### 2.3 ドローン飛行前の手続(法令等に基づく手続)

#### 2.3.1 機体登録及びリモート ID

ドローンを飛行させるためには、まず、機体登録と、リモート ID の登録が必要となります。

ドローンは、元々、趣味の一環などとして楽しまれていましたが、平成 27 年 4 月 に首相官邸にドローンが墜落し、この事件をきっかけとして同年改正された航空法 で、無人航空機の飛行ルールが定められました。その後、再度、法改正が行われ、令 和 4 年 6 月から機体登録制度が創設されたものです。

#### 【参考1】機体登録制度

機体登録制度は、操縦者の氏名や住所を、所有する機体の情報と合わせて航空局へ登録し、自動車のナンバープレートと同様に機体を数字で管理する制度です。未登録の無人航空機の飛行は禁止されており、機体を識別するための登録記号を表示し、リモートID機能を備える必要があります。100g以上のすべての無人航空機が登録の対象となります。

#### 【参考2】リモート ID

無人航空機の登録義務化に伴い、機体への物理的な登録記号の表示に加え、識別情報を電波で遠隔発信するリモート ID 機能を機体に備えることが必要になりました。 ただし、次の飛行を行う場合は、リモート ID 機器の搭載が免除されます。

- ① 事前登録期間中:
  - 令和4年6月19日までに登録手続を行った無人航空機の場合
- ② 安全確保措置:
  - 飛行エリアを定め、安全措置を講じる旨の航空局へ届出を行った場合
- ③ 係留飛行:
  - 十分な強度の有する紐(長さ30m以内)などで係留して行う飛行の場合

#### 【参考3】ドローン情報基盤システム2.0(通称:DIPS2.0)

令和4年11月、国土交通省は、「ドローン情報システム2.0」(通称: DIPS2.0)をリリースしました。このシステムを利用することにより、一つのWebサイトでドローンに係る各種申請が行えるようになりました。

※国土交通省「ドローン情報基盤システム 2.0」

https://www.ossportal.dips.mlit.go.jp/portal/top/

その他、登録制度の詳細については、以下の URL をご確認ください。

※国土交通省「無人航空機登録ポータルサイト」

https://www.mlit.go.jp/koku/drone/

# 2.3.2 特定飛行の判定と飛行許可・承認申請等の手続

# (1) 特定飛行の判定(飛行に際しての基本的なルール)

ドローン等の無人航空機を飛行させる際には、航空法に基づき、以下ア〜ウのとおり基本的なルールが定められています。

このうち、アの飛行禁止空域において無人飛行機を飛行させようとする場合、又はイの⑤~⑩のルールによらずに無人航空機を飛行させようとする場合は、「特定飛行」と呼ばれ、安全確保のための措置をした上で、国土交通大臣の許可・承認を受ける必要があります。

#### ア.飛行の禁止空域

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 それが高い空域として、以下の空域で無人航空機を飛行させることは、原則として禁 止されています。

- ① 地表又は水面から 150m 以上の高さの空域
- ② 空港周辺の空域及びその他空港やヘリポート等

空港等の周辺の空域は、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、(進入表面等がない)飛行場周辺の、航空機の離陸 及び着陸の安全を確保するために必要なものとして国土交通大臣が告示で定める空域

# ③ 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

※ 緊急用務空域が指定された場合には、国土交通省HPや航空局の無人航空機Twitterで確認できます。

https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_tk10\_000003.html

#### ④ 人口集中地区の上空

令和2年の国勢調査の結果による人口集中地区の上空

※人口集中地区への該当の有無は、国土地理院HPで確認できます。

https://maps.gsi.go.jp/#9/34.909584/140.869446/&base=std&ls=std%7Cdid 2020%7Ckokuarea&blend=0&disp=111&lcd=kokuarea&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0 z0r0s0m0f1&d=m

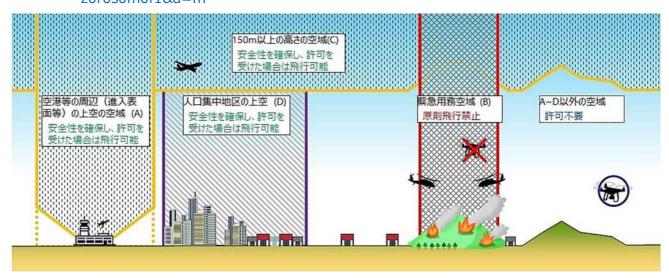


図3 ドローン等の飛行禁止区域

引用:国土交通省 航空局 「無人航空機の安全な飛行のためのガイドライン」

https://www.mlit.go.jp/common/001303818.pdf

#### イ.飛行の方法

飛行させる場所にかかわらず、ドローン等の無人航空機を飛行させる場合には、飛行方法について以下のルールを守ることが必要です。

- ① アルコール等を摂取した状態では飛行させないこと
- ② 飛行に必要な準備が整っていることを確認した後に飛行させること
- ③ 航空機や他の無人航空機と衝突しそうな場合には、地上に降下等させること
- ④ 不必要に騒音を発するなど他人に迷惑を及ぼすような方法で飛行させないこ と
- ⑤ 日中(日出から日没まで)に飛行させること
- ⑥ 目視(直接肉眼による)範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること(目視外飛行の例: FPV (First Person's View)、モニター監視)
- ⑦ 第三者又は第三者の建物、第三者の車両などの物件との間に距離(30m)を 保って飛行させること
- ⑧ 祭礼、縁日など多数の人が集まる催し場所の上空で飛行させないこと
- ⑨ 爆発物など危険物を輸送しないこと
- ⑩ 無人航空機から物を投下しないこと

#### ウ.その他

その他詳細なルールは国土交通省のHPで確認してください。

※国十交通省 航空局

https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_tk10\_000003.html

また、航空法以外でもドローンを飛行させる際に留意すべき法令(道路交通法や民法等)があります。特に他者の所有地<sup>※</sup>上空を飛行させる場合、民法上、所有権の侵害に該当するおそれがあるので、事前に通知又は了承を得ることが望まれます。

※ 他者の所有地のうち、線路上空は重大事故につながるおそれが高いので、事前に鉄道会社に相 談等をすることが望ましいです。また、公園等の上空での飛行は条例等で禁止されている場合が あります。

# ▲注意▲

農業水利施設での点検においては、特に、上記⑥「目視範囲内」と、⑦「第三者等との距離(30m以上)確保」のルールを満たさないことにより、特定飛行に該当することになる可能性が高いと思われます。頭首工点検時の護岸部の撮影など高低差によって目視ができない場合や、幹線水路の脇やダムの堤体上が道路となっているケースなどが考えられるからです。

#### (2) 特定飛行に係る飛行許可・承認申請及び飛行計画の登録

前項のルールによらない飛行を行う場合(すなわち、特定飛行を行う場合)には、 基本的に飛行許可・承認申請が必要となります。

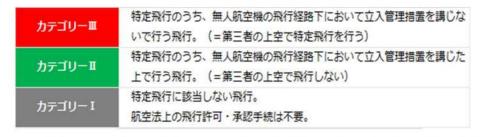
飛行許可・承認が下りるまでは一定の期間を要するため、飛行開始予定日の少なくとも 10 開庁日以上前(土日・祝日を除く)には申請書類を国土交通省へ提出することが必要です。不備等による修正も想定すると、飛行開始予定日から 3 ~ 4 週間程度、十分な余裕をもって申請する必要があります。

許可が下りたら、飛行前に必ず飛行計画を登録する必要があります。

これらの許可申請や登録を行わずに特定飛行を行った場合、航空法に基づく罰則の対象となります。

#### 【参考1】ドローンの飛行のカテゴリー

ドローンの飛行は、カテゴリー I からⅢまでの3段階に分類されます。どのカテゴ リーに分類されるかは、下記フロー図で判断されます。



※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します。 ※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。



図4.カテゴリーの概要、決定フロー図

引用:国土交通省 航空局 https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_fr10\_000042.html

※ カテゴリーの分類やフロー図は、ルールの改訂に伴い変更となる場合があるので、国土交通 省のホームページで最新の情報を確認してください。

# 【参考2】無人航空機操縦者技能証明制度(免許制度)

令和4年12月、無人航空機を飛行させるために必要な知識及び能力を有すること を証明する制度(技能証明)が創設されました。

現行の法令では有人地帯における目視外飛行(レベル4と称されます)に該当する 飛行以外は技能証明の取得は必須ではありませんが、技能証明を取得していると、飛 行許可・承認申請が不要となる場合があります。

※ 国土交通省航空局 HP https://www.mlit.go.jp/koku/license.html#anc01

# (3)ドローン保険

ドローンに関しては、自動車(自賠責保険)のように保険への加入は義務づけられていませんが、不測の事態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ります。このような事態に備え、保険に加入しておくことが推奨されています。年間に必要となる費用の例は、次の表のとおりです。

(参考) 保険加入費用の一例

- ・Mavic 2 PRO の場合:動産保険 1.7 万円/年、賠償責任保険 2.5 万円/年
- ・Phantom4 RTK の場合:動産保険 6.9 万円/年、賠償責任保険 2.5 万円/年金額や補償範囲などは保険会社によって異なるので、下記の URL 等でお調べください。
- ※ FLIGHTS 提供の無料オンライン講座受講者向け保険 https://drone-hoken.jp/
- ※ (一社) 日本ドローン協会 事業者会員用保険 https://alldrones.org/member-corporate/
- ※ DJI 無償付帯賠償責任保険 https://drone.aeroentry.jp/
- ※ 日本 UAS 産業振興協議会(JUIDA)

https://uas-japan.org/business/about-insurance/

# 3. ドローンを活用した農業水利施設の点検等の流れ

#### 3.1 大まかな流れ

前章では、ドローンの導入の検討から、飛行できるようにするまでの手続について の流れを説明しました。

本章では、ドローンを用いて施設管理(点検等)を行う際の流れについて説明します。具体的には、①事前準備 ②ドローンでの撮影 ③撮影した画像等の情報解析といった流れで作業を進めていくことになります。

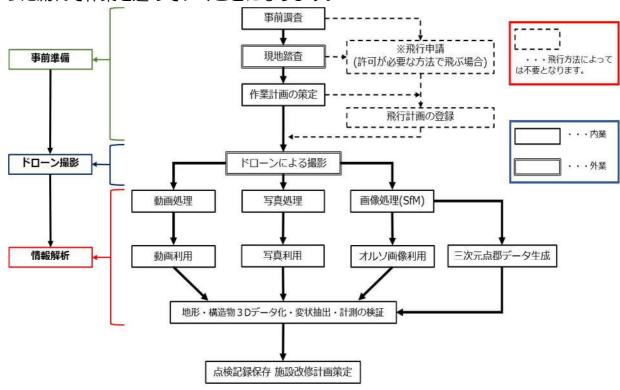


図5 ドローンによる施設管理作業フロー図

事前準備では、撮影する物や場所を具体的に決めるところから始め、現地踏査を行って、ドローンが安全に飛行でき、かつ適切な成果が得られるかを確認します。その後、どのようにドローンを飛行させるか具体的な計画を策定します。

次に、策定した飛行計画に基づき、ドローンでの撮影を実施します。

撮影が終わったら、撮影結果をパソコンに取り込み、必要に応じて、動画処理、写真処理、SfM による画像処理などの作業を実施して目的とする成果物を作成します。 そして、作成した成果物を点検結果としてデータベース化して保存し、更には成果物を基に施設改修の計画策定等に利用します。 なお、2.3.2 にて説明したとおり、「特定飛行」に該当する内容でドローンを飛行させる場合には、国土交通大臣の許可・承認を受けなければなりません。その他の場合は、許可・承認手続を経る必要はありませんが、特定飛行の場合に準じて事前準備を行うことが望まれます。

#### 3.2 事前準備

#### 3.2.1 事前調査

ドローンによって安全に適切な撮影成果が得られるよう、飛行に関する制約条件 や、飛行及び撮影に影響を与える障害物の有無等の情報を、周辺の地図等により収集 整理します。

2.3.2 でも説明しているとおり、飛行禁止区域が設けられているので、該当の有無を十分に確認する必要があります。

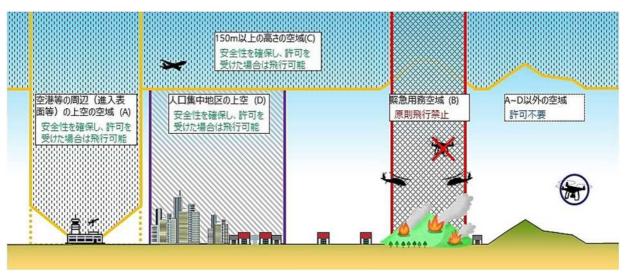


図3 ドローン等の飛行禁止区域

引用:国土交通省 航空局 「無人航空機の安全な飛行のためのガイドライン」

https://www.mlit.go.jp/common/001303818.pdf

# 3.2.2 現地踏査

実際に、現地において、飛行の支障となる障害物(例:樹木、送電線)の有無や目的に沿った条件で撮影できるかといった点の確認を行います。現地踏査で確認すべき点は例えば以下のとおりです。

- ① 飛行させる際に支障となりうる障害物の有無
- ② 目的とする成果物に沿った条件での撮影の可否
- ③ 離発着地点(公道からの離発着は道路使用許可申請が必要です。)
- ④ 強力な磁力の発生や電波を反射する施設(高圧電線等)の有無
- ⑤ 第三者の立ち入りの状況
- ⑥ 鳥類(特に猛禽類)の活動状況(自然環境調査(環境省)等の資料で把握することも考えられます。)

# ▲注意▲

実証調査においても、事前に現地踏査等を行って慎重を期していたにもかかわらず、ドローンが鳥(トビと思われる)との接触で墜落してしまった事案が発生しました。このようなことをできる限り回避するため、充分に現地を確認しておくことが重要です。

#### 3.2.3 飛行計画の策定

#### (1) 飛行計画の策定

事前調査や現地踏査で得られた情報を踏まえ、対象施設ごとの調査目的を明確にして、調査手法、機体、搭載するカメラ、対空標識等の地上基準点の設置箇所、測量方法、調査に求める精度(カメラの解像度や位置情報の精度など)、飛行時の作業体制等を整理します。

その上で、調査目的に適合した画像データが得られるよう、飛行コースや撮影高度 等の飛行計画の策定を行います。飛行計画の策定においては、以下の点に留意することが重要です。

① 飛行時間は日没前までとすること(夜間になると承認申請が必要となります。)

- ② 高低差が大きい現場では地表面から 150m 以上の空域とならないようにすること(150m 以上になると許可申請が必要となります。)
- ③ 飛行当日に周辺で祭事など人が多く集まるイベントがないか確認すること
- ④ 作業体制に不備がないか確認すること

# (2) 飛行時の作業体制

#### ア. 作業体制

ドローンを飛行させる際には、それぞれの職員が、担うべき役割を明確にして、 その役割に専従することが重要です。また、安全飛行のためには、周辺状況や気象 の確認、機体の操縦、機器状態の確認などの作業を同時並行で行う必要がありま す。下表の体制を参考にしてください。

表4 ドローン飛行時の実施体制

作業者	役 割
作業責任者	飛行可否の判断
(総括)	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、離着陸場所及び周囲への侵入を制止するた
	めの適切な対応をとる。
操縦者	常に機体、プロポモニターを監視しながら操縦を行う。機体監視者から
	常に状態の報告を受け、受けた内容を復唱する。
機体監視者	常に飛行中の機体を PC 及び目視により監視する。
	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。
※アングル確認者	アングル指定の撮影を行う場合、モニターによりアングルの確認を行
	い、操縦者にカメラ方向を指示する。
※見張員	やむをえず注意を要する施設周辺、見通しが悪い場所を飛行する場合
	は、UAV と障害物との距離、飛行状態を監視する見張員を配置する。

※を付した作業者については、必要に応じて配置する

出典:農業水利施設及び海岸保全施設のストックマネジメントのための

無人航空機 UAV の活用の手引き(案) (国際航業(株) 農研機構 秋田県立大学)

#### イ. 緊急時の連絡体制

緊急事態が発生した際には、必要に応じて直ちに警察署、消防署、その他必要な機関へ連絡するとともに、許可等を行った国土交通省航空局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まで報告することが必要<sup>※</sup>です。

緊急事態に備えて、あらかじめ、飛行させる場所を管轄する警察署、消防署等の連絡先を調べ、連絡先を記載した体制表を作成しておくと、滞りなく報告が行えます。

※ 緊急事態発生時の報告の詳細については、「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 国空無機第223052号 国土交通省航空局安全部長通知)を参照してください。 https://www.mlit.go.jp/koku/accident\_report.html

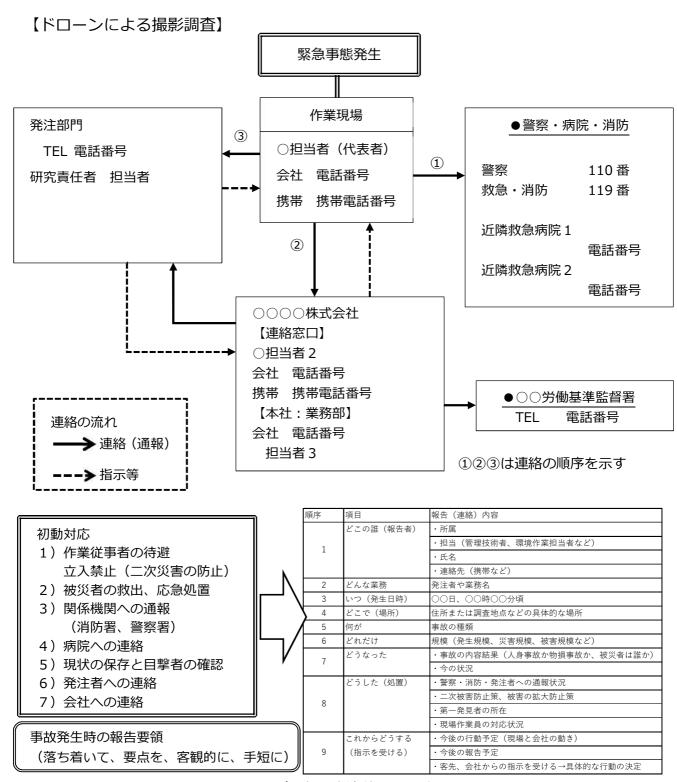


図6 緊急時の連絡体制図の例

出典:関東農政局 利根川水系土地改良調査管理事務所 農業農村整備における UAV 活用の手引き

# 3.3 ドローンによる撮影

飛行計画を策定したら、いよいよ飛行計画に基づいてドローンを実際に飛行させ、 施設の撮影(施設の点検等)を行うことになります。

# 3.3.1 飛行時に用意する機材

ドローンを飛行させる際には、通常、以下のような機材を用意します。

表 5 飛行時に用意する機材

	機材名	説明			
必須	ドローン本体				
	バッテリー				
	送信機(プロポ)				
	スマートフォンorタブレット	送信機に装着し、専用アプリをダウンロードして機体			
		やカメラの操作に必要となります。			
		(※導入するドローンによっては送信機にタッチ操作が			
		可能な画面が搭載されているものもあります。)			
	※飛行申請許可証の原本又はコ	飛行許可を得ていても現地で提示を求められた際に携			
	ピー	行していないと特定飛行を行う場合違法となります。			
	※飛行日誌	許可証と同様に携行をしていない場合違法となりま			
		す。			
あると便利な機材	予備プロペラ	損傷した場合の交換用			
	予備バッテリー	長時間、広範囲の作業に必要。			
	SDカード	広範囲、高画質な撮影を行う際の記録用に必要。			
	離発着マット	離発着地の粉じん飛散防止になります。			
	風速計	作業地点の風速確認に必要。			
		※風速5m/s以上の状態では飛行させない。			
	無線WiFi機器	山間部等の通信状況が不安定な場所での作業時に必要。			
より精度の高い	標定点	測量地点のデータを抽出する際の基準となります。			
画像撮影を行う場合	GNSS基準局	RTKモジュールが搭載された機種でm単位の精度で管			
西ではない。 こうかい	3.130至于月	理を行いたい場合に必要。			

<sup>※</sup>許可証及び飛行日誌については特定飛行を行う際では必須。

# 3.3.2 機体の点検

ドローンを安全に飛行させるためには、機体等の点検が重要となります。日頃から メンテナンスを適切に実施することに加え、飛行前と飛行後に以下の項目について確 認することが重要です。

# (1) 飛行前

- ・ 機体、プロペラ、ケーブル等の外観に損傷、歪み、脱落等の異常はないか。
- 各機器(バッテリー、プロペラ、ジンバル・カメラ等)は、確実に取り付けられているか。
- ・ 送信機と機体のバッテリーは、十分に充電されているか。
- デバイス(スマートフォンやタブレット)のOS、アプリ、機体、送信機、バッテリーのバージョンが最新か。

# (2) 飛行直前

- ・ LED の点灯は正常か。
- モーターを起動させ、異音はないか。
- ・ 周囲に電線や樹木等の安全飛行に障害を与える物がないか。ある場合には、十分な距離を保って飛行させることが可能か。
- ・ 第三者が周囲に居たり、立ち入ったりしていないか。第三者からは 30m 以上 の距離を保って飛行できるか。
- アプリを起動させた際にエラーが出ていないか。
- コンパスキャリブレーションに異常はないか。
- ・ 障害物検知システムは有効になっているか。又は異常はないか。

#### (3) 飛行中

- ・ 離陸時、着陸時共に姿勢は安定しているか。
- ホバリングや飛行は安定しているか。
- GNSS (GPS) の感度は安定しているか。
- 機体が障害物や第三者に近づいたり、鳥等が近づいたりしていないか。
- バッテリー残量は十分に帰還できる状態にあるか。

・ 気象や風量に変化はないか。

# (4) 飛行後

- 機体やプロペラに傷や破損、汚れの付着がないか。
- 機体やモーター、バッテリーに異常な発熱はないか。

#### 3.3.3 現地状況の確認等

# (1) 天候

飛行予定時間の天気予報を確認し、急激な天候の変化がないことを確認しておくことが重要です。飛行に適している天候は、晴れ又は曇りですが、光量が多すぎるとハレーションが起こり、少ないと撮影画像が暗くなります。

一般的なドローンは、降水時に飛行させると、雨水やごみがモーター等の機体内部 に入り込んでしまい、故障の原因となります。最悪の場合、墜落のおそれがあるの で、降雨時には飛行を取りやめてください。また、雷発生時にも速やかに飛行を取り 止めることが必要です。

## (2) 風速

ドローンには耐風性能が記載されています。しかし、耐風性能が高い機種の場合であっても、安全面を考慮すると地上風速 5 m/s 以上の場合は原則として飛行を中止することが望まれます。上空では地上よりも風速が強いことが多く、設定している飛行ルートから大きく離れてしまう可能性があります。また、急な突風の発生等の可能性は常にあるため、一時中断の判断を下せるよう、飛行時にも風速計を確認しておくことが重要です。

#### 3.3.4 チェックシートの記入(安全管理)

ドローンを安全に飛行させるため、飛行させる前の機体点検や現地状況の確認に際 しては、チェックシートを用いて、漏れがないようにする*こと*が重要です。

#### 3.3.5 飛行日誌の記録、携行、保管

ドローンの飛行・運用に当たっては、特定飛行の場合、飛行日誌の記録が義務付けられており、特定飛行に当たらない場合でも飛行日誌の記録が推奨されています。飛行日誌は、①飛行記録(操縦者や飛行時間等)、②日常点検記録(飛行前に行う点検)、③点検整備記録(メーカーや販売店等に持込で行う点検)の3点で構成されます。

注:飛行日誌の取扱については、「無人航空機の飛行日誌の取扱要領」(令和4年12月1日 国空無機第236963号 国土交通省航空局安全部 無人航空機安全課長通知)を参照してください。 https://www1.mlit.go.jp/koku/operation.html

飛行前チェックシート (点検機体名: )

点検日	点検者		交換部品等		
		点検項目		点検結果	
			機器の取付状態		
		機体全般	(ネジ、コネクタ、		
			ケーブル等)		
			外観		
		プロペラ	損傷		
			ゆがみ		
			外観		
		フレーム	損傷		
			ゆがみ		
		通信系統	機体と操縦装置の		
		地口水机	通信品質の健全性		
		推進系統	モーター又は発動機の		
		正進入制	健全性		
		電源系統	機体と操縦装置の		
		电冰水机	電源の健全性		
		自動制御系統	飛行制御装置の		
		그 표가 자기 다가 지하다	健全性		
			外観		
		操縦装置	スティックの健全性		
			スイッチの健全性		
(特記事I	頁)				

#### 飛行記録簿

年月日	飛行させる者 の氏名	飛行概要	飛行させた 無人航空機	離陸場所	離陸時刻	着陸場所	着陸時刻	飛行時間	総飛行時間	飛行の安全に影響の あった事項

図7 上:飛行前チェックリスト 下:飛行記録簿

#### 3.3.6 ドローンの維持管理について

ドローン精密機械のかたまりであり、日常的なメンテナンスが必要です。主な作業は、各箇所の動作確認、破損の有無等の点検や清掃となります。日常点検を行った際は記録を付け、保管しておくことが重要です(特定飛行を行う際は必須となります。)。

機体等に重大な破損(センサーモジュールが割れた、墜落により機体が大きく破損した等)が発見された場合や、飛行時間が20時間\*に達するたびに、メーカー等へ連絡し、点検修理の依頼を行うことになります。また、メーカー等による点検修理を行った際も日常点検と同様に記録を付け、保管することが重要です。

- ※ 20 時間毎のメーカー等業者による点検整備は特定飛行を行う際は必須事項となります。
- ※ 点検記録の取扱については、3.3.5 記載の「無人航空機の飛行日誌の取扱要領」及び下記 URL 各種「航空局基準マニュアル」を参照してください。

https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_fr10\_000042.html

# ⚠注意▲

令和3年に国土交通省へ報告された無人航空機による事故原因の大半は操作ミス又は判断ミスによるもので、次点はモーターの故障等の機器トラブルによるものでした。また、補助者との連携不足や通信障害、飛行計画段階での判断ミスによるものも原因として上げられていました。通信障害や天候の変化は偶発的なものと考えがちですが、適切な点検や準備を行っていれば防げた可能性もあります。このように、ドローンを安全に飛行させるためには、定期的なメンテナンスや操縦技術訓練が大切です。

# 3.4 撮影後のデータ活用方法

## 3.4.1 データの保管

撮影した画像データや三次元点群データ\*については、撮影場所と撮影日時を正確に保存することが大切です。そのことにより、点検対象施設に変状が見受けられた際の追加調査の場所特定などが容易となり、補修等の対応を早期に行うことができるようになります。また、データを蓄積していくことで、施設の経年変化が捉えやすくなります。主な活用方法は以下の表6のとおりとなります。

※ 三次元点群データ:三次元座標を持つ点の集合体のことで、ドローンによる写真測量やレーザースキャナ計測で得られた画像を SfM 画像処理ソフトでデータ処理することにより作成されます。

基礎データ   成果   活用方法     車写真			<b>たいこうかにからなった。</b>
(画質調整画像) 状況を検出する。 日射状況により暗い写真画像等は、明るさやコントラストを変えることで、検出できることがある。 オルソ画像 施設全体の概略の損傷状態を把握する。また、連続する損傷が存在する場合、その位置の特定、長さ(延長)、範囲等を計測する。 三次元点群データ 等高分布図 三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。 縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。 横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ	基礎データ	成果	活用方法
日射状況により暗い写真画像等は、明るさやコントラストを変えることで、検出できることがある。  オルソ画像 施設全体の概略の損傷状態を把握する。また、(位置情報保有) 連続する損傷が存在する場合、その位置の特定、長さ(延長)、範囲等を計測する。 三次元点群データ 等高分布図 三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分等高線図 け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。  縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。  横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ	画像	単写真	オリジナルの写真画像を拡大表示し、詳細な
コントラストを変えることで、検出できることがある。  オルソ画像		(画質調整画像)	状況を検出する。
とがある。  オルソ画像			日射状況により暗い写真画像等は、明るさや
オルソ画像 施設全体の概略の損傷状態を把握する。また、連続する損傷が存在する場合、その位置の特定、長さ(延長)、範囲等を計測する。 三次元点群データ 等高分布図 三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分等高線図 け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。 縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。 横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ			コントラストを変えることで、検出できるこ
(位置情報保有) 連続する損傷が存在する場合、その位置の特定、長さ(延長)、範囲等を計測する。 三次元点群データ 等高分布図 三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。 縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。 横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ			とがある。
定、長さ(延長)、範囲等を計測する。  三次元点群データ 等高分布図 三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。  縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。  横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ		オルソ画像	施設全体の概略の損傷状態を把握する。また、
三次元に群データ   等高分布図   三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。   縦断面図   天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。		(位置情報保有)	連続する損傷が存在する場合、その位置の特
等高線図 け表示することで、画像のコントラストの変化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。   縦断面図			定、長さ(延長)、範囲等を計測する。
化による高低差が検出しやすくなる。施設の面的な陥没、隆起や沈下を検出する。  縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。  横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ	三次元点群データ	等高分布図	三次元モデルの標高を一定の高さごとに色分
面的な陥没、隆起や沈下を検出する。  縦断面図  天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆  や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な 高さを計測する。  横断面図  三次元モデルから任意の断面図を作成するこ とで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ		等高線図	け表示することで、画像のコントラストの変
縦断面図 天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な高さを計測する。			化による高低差が検出しやすくなる。施設の
や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な 高さを計測する。 横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成するこ とで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ			面的な陥没、隆起や沈下を検出する。
高さを計測する。 横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ		縦断面図	天端の標高を連続で把握したり、施設の不隆
横断面図 三次元モデルから任意の断面図を作成することで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ			や目地の段差等を検出し、絶対的、相対的な
とで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ			高さを計測する。
		横断面図	三次元モデルから任意の断面図を作成するこ
			とで、不隆を検出し、絶対的、相対的な高さ
た計測する。			を計測する。

表6 成果品の活用例

出典:農林水産省「UAV を活用した機能診断調査マニュアル(案)」

※ オルソ画像:中心投影された写真画像は、写真の中心から外周に行くに従って、構造物に傾きや歪みが生じます。この歪みを修正し、平面図と同じく正射投影することをオルソ補正といい、この補正をかけた写真画像のことをオルソ画像といいます。



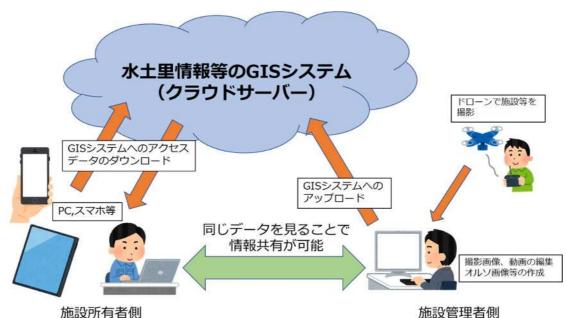


左: 単画像 右: オルソ画像 (共に大分県日出生ダム)

## 3.4.2 GIS ソフトを用いた高度な施設管理

## (1) GIS へのデータ蓄積

作成したオルソ画像や三次元画像モデルを水土里情報システム等のクラウド型 GIS ヘアップロードを行います。アップロードされたデータへは、クラウドを介してアクセスすることが可能となります。データ量が膨大であるために、今までは E メール等で送ることができなかった詳細なデータが、撮影者や作成者のパソコン以外でも閲覧可能となります。このことにより、例えば、大雨による土砂崩落などの災害発生時に、施設の所有者と管理者との間で、被災状況や被災範囲を同じデータで確認することができるようになるなど、情報共有が行いやすくなります。



施設所有者側 施設管理者側 図8 GIS システム(クラウドサーバー)の活用イメージ

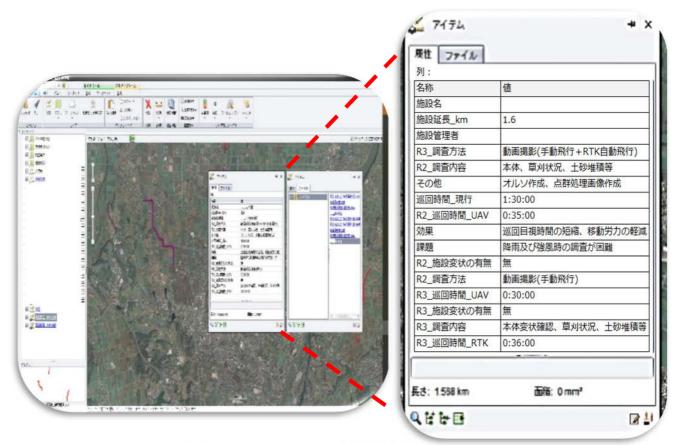


図9 GIS システム 登録情報のイメージ

(引用加工:大分県水土里情報システム)

## (2) 三次元画像モデルの管理について

三次元画像モデルは、撮影された画像から構築されるもので、従来は一定方向からしか確認できなかった施設の異状等を、パソコン上であらゆる角度から確認することが可能となります。また、構築された三次元画像モデルを用いると縦横断図の作成も可能であり、一定の精度を確保して作成したモデルは、距離や面積、容積などの計算にも活用できます。



図 10 山王海ダム 三次元画像モデルの例

引用:岩手県土地改良事業団体連合会 水土里情報システム公開版 https://arcg.is/1XTj5e



図 11 三次元画像モデルによる面積計算の様子 引用:同上

## 4. ドローン活用の実践(施設種類ごとの留意事項や事例)

農業水利施設の管理者は、日常管理(施設監視を含む)を通じて常に施設を良好な 状態に保つことを心がけるとともに、その際、運転記録、事故、点検、整備等の履歴 を適切に整理し、保存する必要があります。

次項から、ドローンを活用することができると考えられる点検項目を、農業水利施 設の種類ごとに紹介します。

## 4.1 ダム

## 4.1.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目

ダムの日常点検において、管理に当たる土地改良区等の職員は、主に、目視観察を 中心として特に重要な異状の有無を確認するための調査(1次調査)を行います。そ の際に、目視に代わりドローンを活用できると考えられる項目は表7のとおりです。

表 7 ダムでの日常管理におけるドローン活用項目

凡例:○活用可 △条件により活用可 - 不適

		変状の箇所と内容	異常の有無判別	備考
		①堤体の表面に「陥没」や「亀裂」、「はらみ出し」が生じている箇所がある。	0	
		②表面のリップラップ材、張石、積みブロックなどに損傷や抜け落ちた箇所がある。	0	
	堤体	③堤体の下流面で植生の変化がみられる(「シダ」や「フキ」類の繁茂)	^	植生の確認は可
		堤体と地山の境界部付近から湧水がみられる。		他土の産品のなり
		④堤体の下流面や小段の側溝部で水のしみ出しや湧水がみられる。	0	
7		⑤水路コンクリート表面のひび割れまたは継目(目地)から湧水がみられる。		
1	洪水吐	また、鉄筋がむき出しになっている箇所がある。	0	
ル		部材を貫通する規模のクラックが生じている。		
ダ		継目(目地)に大きな開き(幅1cm程度以上)がみられる。		
ے ک		⑥壁の天端のはらみだし、また水路内側へのたわみがみられる。	0	
		⑦水路の底版や側壁に骨材が露出する程度のすりへりや損傷がみられる。	Δ	落水時のみ可
	監査廊	⑧監査廊コンクリートのひび割れまたは継目から漏水がみられる箇所がある。	_	
	観測施設	⑨(前回調査以降)雨も降らないのに漏水量が最近になって急増した/漏水に濁りが生じてきた。	, –	
	•	⑩(前回調査以降)堤体内の間隙水圧計の計測値がこれまでと異なる値を示した。	_	
	観測計器	⑪(前回調査以降)表面変位計の計測値がこれまでと異なる値を示した。	_	
	貯水池内・	②貯水池周辺の斜面や周回道路で、崩落または連続した亀裂・湧水が発生している箇所がある。	. 0	
	堤体周辺部	⑬堤体に接近した法面で、法面工の損傷や連続した亀裂・湧水が発生している箇所がある。	0	

		変状の箇所と内容	異常の有無判別	備考
		①コンクリート表面のひび割れまたは継目(目地)から湧水がみられる。	0	
	堤 体	②コンクリート表面がくずれていたり、鉄筋がむき出しになっている箇所がある。		
ン	连 体	部材を貫通する規模のクラックが生じている。	0	
ク	洪水吐	継目(目地)に大きな開き(幅1㎝程度以上)がみられる。		
リ	洪八吐	③壁の天端のはらみだし、また水路内側へのたわみがみられる。	0	
I		④水路の床板に骨材が露出する程度のすりへりや損傷がみられる。	Δ	落水時のみ可
<b> </b>	観測施設	⑤(前回調査以降)雨も降らないのに漏水量が最近になって急増した/漏水に濁りが生じてきた。	_	
ダ		⑥(前回調査以降)堤体内の間隙水圧計の計測値がこれまでと異なる値を示した。	_	
厶	観測計器	⑦(前回調査以降)表面変位計の計測値がこれまでと異なる値を示した。	_	
	貯水池内・	⑧貯水池周辺の斜面や周回道路で、崩落または連続した亀裂・湧水が発生している箇所がある。	, 0	
	堤体周辺部	⑨堤体に接近した法面で、法面工の損傷や連続した亀裂・湧水が発生している箇所がある。	0	

※ 表7は、表2に記載した低~中程度の性能のドローンを使用する場合を主に想定して作成していますが、施設の異状(例:ひび割れや変形)の大きさなどによって、その有無の判別等が困難な場合もあります(以下、表8~12まで同じ)。

#### 4.1.2 ダムにおける実証地区での活用事例

## (1) 葛丸ダムにおける管理棟・洪水吐の日常点検(岩手県山王海地区)

#### ア事例の概要

- サーマルカメラを搭載したドローンで、自動ルート飛行をさせて、対象施設の異状(漏水等)の有無の点検に活用した。
- イ 点検箇所 法面、洪水吐、放水路、管理棟
- **ウ 使用機種** MATRICE300RTK (搭載カメラ: Zenmuse H20T)

## エ メリット

- ・ 従来との比較で作業時間が4割程度削減できた。
- ・ サーマルカメラにより、漏水の可能性がある箇所の特定が行いやすくなっ た。
- ・ 点検作業員の危険(転落、滑落等)を低減することできた。

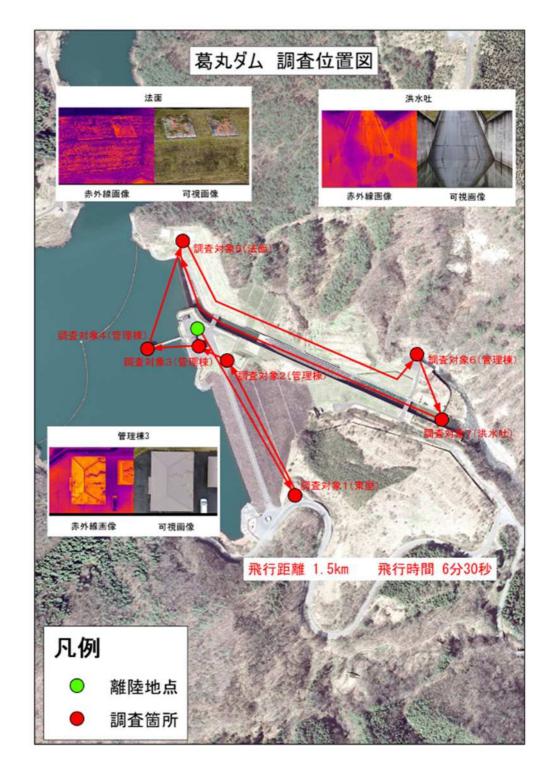
#### オ課題

- ・ ドローン等(赤外線カメラや解析ソフト)の導入に数百万円掛かるため、費 用面の負担が大きい。
- ・ 職員の飛行及び専用機器操作の技術習得にかなりの労力が必要とされる。



左: 葛丸ダム洪水吐 右: 葛丸ダム管理棟





上:ドローンの飛行ルート

下:使用ドローン

(MATRICE300RTK)



## (2) 香下ダムにおける堤体の日常調査 (大分県駅館川地区)

#### ア事例の概要

- ・ ズームカメラ(32 倍)及びサーマルカメラを搭載したドローンを、対象施設の 異状(漏水等)の有無の点検に活用した。
- イ 点検箇所 堤体、法面
- ウ 使用機種 Mavic2 Enterprise Advanced
- エ メリット
  - ・ 水のしみ出し部を撮影したところ、詳細な確認ができた。

## オ課題

・ ダムで年数回使用するだけでは導入時の費用に見合う省力化が見込めないこと から、今後、更にドローンを活用する方策を検討していく必要がある。





上: 香下ダム堤体からのしみ出し状況

下: 香下ダム堤体の状況

## (3) 幌向ダムにおける堤体の変位量、ダム湖の堆砂量の調査(北海道幌向川地区)

#### ア 事例の概要

- ・ ドローンを用いて上空から撮影した画像を活用して、堤体の変位量や堆砂量の 調査を試行した。
- イ 点検箇所 堤体、ダム湖底
- ウ 使用機種 Mavic2Pro、Phantom4RTK
- エ メリット
  - ・ 従来方法と比較すると作業時間が6割程削減できた。

#### 才 課題

・ 経年的な変化の傾向など、定性的・感覚的な情報は得られたが、現場条件等の 影響を受け、従来方法での測定値と比較すると誤差が大きいため、精度確保が 難しく定量的な変位量、堆砂量の把握は困難であった。

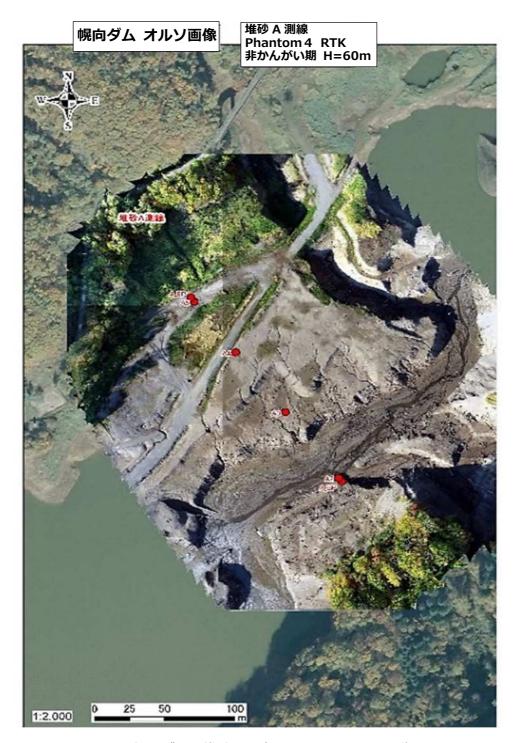




右:幌向ダム堤体

左:堤体変位量調査の際の飛行ルート

(自動飛行)



上:幌向ダム 堆砂量調査で得られたオルソ画像

下:使用したドローン

左: Mavic2PRO

右: Phontom4RTK





# (4) 山王海ダムにおける放流ゲートの水中ドローンによる点検 (岩手県山王海地区)

#### ア 事例の概要

・マルチビームソナーを搭載した水中ドローンで常時滞水している放流ゲート の点検に活用した。(※本手引きは、無人航空機であるドローンを対象とし て作成しているが、本事例は、実証調査で試行的に使用した水中ドローンに ついて参考に記載するものである。)

#### イ 点検箇所 放流ゲート

## ウ 使用機種 CHASING 社製 M2 PRO

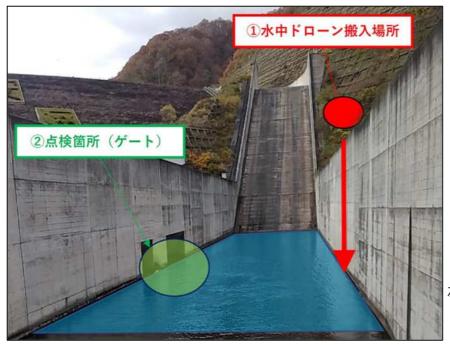
- ・ 最大稼働時間:4時間、最大潜航深度:150m、ケーブル長:200m(標準)
- ・ 使用ソナー: Blueprint Subsea 社製 OCULUS M750d(最大レンジ: 120/40m)
- ・ 参考価格 本体: 購入 50 万円~ レンタル 2 万円程度/日~ ソナー: 購入 400 万円~ レンタルなし

#### エ メリット

- ・ 従来方法の潜水士による点検となるが、効率性や労働災害の防止等の観点では有効であった。
- ・ ゲートや水抜き管等の状況目視点検であれば、水中ドローンによる確認が可能である。
- ・コンクリート構造物はひび割れの細部計測が必要となるため、水流や濁り等の問題により難しいことが予想されるが、事前の目視点検であれば活用できる。

## 才 課題

- ・ 空中ドローンとは操作難易度が違い、有線ケーブルの絡みつきを発生させない技術が必要である。また、濁度が高いと状況確認が困難となる。
- ソナーを含めて導入コストが数百万円と高価。





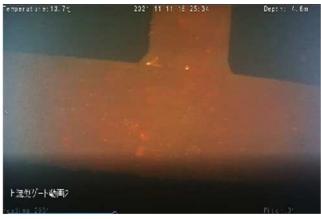
上:使用したドローン CHASING M2 PRO

左:点検箇所(放流ゲート)



上:水中ドローン航行の様子



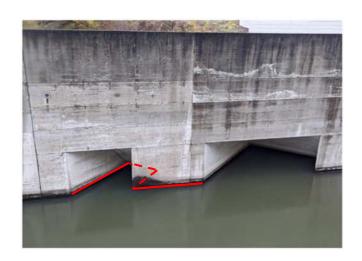


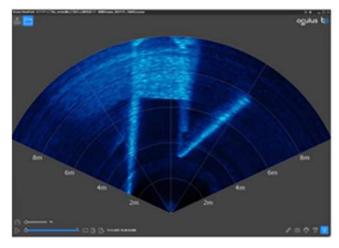


水中カメラからの撮影 上段左:ゲート上部 上段右:ゲート下部

中段左: 土砂等による水抜管の閉塞状況

開口箇所に土砂等により 閉塞してしまっている。





マルチビームソナーで見た調査箇所

左:地上から見た調査箇所 右:ソナー画面に映し出された調査箇所 (目視ができない水中のコンクリート構造物を視覚的に捉えた様子)

## 4.2 頭首工

## 4.2.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目

頭首工の日常点検において、管理にあたる土地改良区等の職員が主に行う点検項目
\*のうち、目視に代わりドローンを活用できると考えられる項目は表8のとおりで
す。(※農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工」(農林水産省)第2章 日常管理)

表8 頭首工での日常管理におけるドローン活用項目

凡例:○活用可 △条件により活用可 - 不適

工種	点検項目	点検内容	異常の有無判別	備考
	Ho >V/M	取水量(位)の低下	0	
水利用・ 水理	取水性	漏水	_	
	通水性	取水後の通水量(位)の低下	0	
	洪水流下性	洪水(流水)流下時の異常	0	
		傾斜・変形・歪み	Δ	床版は不可
	堰柱	コンクリートの欠損・剥落・ひび割れ	Δ	床版は不可
	床版	鉄筋露出	Δ	床版は不可
		その他異常	_	
		沈下・陥没	Δ	大きな変状のみ可
	導流壁	コンクリートの欠損・剥落・ひび割れ	0	
西辛工士士	固定堰	鉄筋露出	0	
頭首工本体		その他異常	_	
		コンクリートの欠損・剥落・ひび割れ	0	
	取入口	鉄筋露出	0	
		その他異常	_	
		護床ブロックの流出・移動	0	
	護床工	 下流河床の洗堀	Δ	流量が少ない時期は可
			_	
		コンクリートの欠損・剥落・ひび割れ	0	
	魚道  護岸	<u></u> 鉄筋露出	0	
			_	
		コンクリートの欠損・剥落・ひび割れ	0	
8/14414-0		その他異常	_	
附帯施設	管理橋	ー 橋桁・床版の損傷	0	
		その他異常	_	
		  雨漏り	_	
	操作室	 コンクリートの欠損・剥落・ひび割れ	Δ	外部の変状のみ可
		その他異常	_	
		  清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)	0	
	<i></i> ,,	外観の異常(塗膜損傷、劣化、発錆、損傷、変形)	0	
	扉体	異常な振動・音	_	
	扉体可動部		0	
	戸当たり	漏水	Δ	ゲートを閉じた時可
ゲート設備		その他異常	_	
. 50 110		外観の異常(盤面及び盤内機器変色等)	<del> </del>	
		計器類が正常に作動しない	_	
	電気機器	異常な振動・音	_	
	S	異常な過熱、異臭	<del> </del>	
		その他異常	<del> </del>	
その他	環境等	周辺住民からの苦情	<del> </del>	
・こりが出	垛况守	回位は以うの中国	_	

#### 4.2.2 頭首工における実証地区での活用事例

## (1) 葛丸頭首工における頭首工本体・附帯設備等の日常点検(岩手県山王海地区)

## ア 事例の概要

- ・ 高性能ズームカメラを搭載したドローンで、遠隔地から自動ルート飛行をさせ、対象施設の異状(ごみの堆積等)の有無の点検に活用した。
- **イ 点検箇所** 頭首工本体、護岸、ゲート、スクリーン
- **ウ 使用機種** MATRICE300RTK (搭載カメラ: Zenmuse H20T)

#### エ メリット

- ・ 従来との比較で作業時間が5割程度削減できた。
- ・20 倍ズームカメラにより高度を維持することができ、通信障害や障害物付近での撮影を回避することができた。
- ・ 点検作業員の危険(転落、滑落等)を低減することできた。
- ・ 頭首工の直近まで近づかなくとも撮影が可能となった。

## オ課題

- ・ 日常の維持管理において、頭首工の撮影場所周辺の樹木を定期的に伐採する 必要がある。特に葉が生い茂る時期には撮影に支障が生じる。
- ・ 山間部に近く、電波が届く範囲に限界があるため、通信障害により送信機からの通信範囲が 2 km弱となってしまう。





左:頭首工全景

右:水位標



遠隔地からのドローン自動飛行ルート

## (2) 平田頭首工・宇佐西部頭首工における頭首工本体・附帯設備等の日常点検 (大分県駅館川地区)

## ア 事例の概要

・ 令和 3 年度にマニュアル飛行、令和 4 年度に RTK 搭載ドローンによる自動ルート飛行で点検の省力化を検証した。

**イ 点検箇所** 頭首工本体、護岸、ゲート、スクリーン

**ウ 使用機種** 令和3年度: Mavic2 PRO

令和 4 年度: Mavic2 Enterprise(RTK 搭載)

## エ メリット

・ 従来との比較で作業時間が2割程度削減できた。

- ・ 流量が多い河川であり、目視で点検を行う際には職員の転落や法面の土砂流 失部での滑落の危険があったが、それらの危険を回避できた。
- ・ 令和3年度は全て手動で飛行、撮影を実施。令和4年度はRTKを用いて各撮 影箇所までを自動ルート飛行させ、撮影を手動で行ったことで操作の手間、 操縦者の負担が軽減された。

## オ課題

年に数回の使用では、導入時の費用に見合う省力化が見込めないことから、 今後、更にドローンを活用する方策を検討していく必要がある。





上:使用したドローン

左:令和3年度使用 Mavic2 PRO 右:令和4年度使用 Mavic2 Enterprise



上:平田頭首工固定堰 下:同頭首工ゲート部





上:宇佐西部頭首工全景 下:同頭首工ゲート部



## 4.3 開水路

## 4.3.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目

開水路の日常点検において、管理に当たる土地改良区等の職員が主に行う点検項目 \*のうち、目視に代わりドローンを活用できると考えられる項目は表9のとおりで

す。(※農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」(農林水産省)第2章 日常管理)

表 9 開水路での日常管理におけるドローン利用項目

凡例:○活用可 △条件により活用可 一不適

工種	点検項目	点検内容	異常の有無判別	備考
水利用・	通水性	所定の通水量が確保できない(安定しない)	0	
	<b>迪</b> 尔住	漏水	0	
		水位の異常上昇・溢水	0	
水理	水位の維持	水位の異常低下	0	
		水位が安定しない	0	
		水路本体の崩壊	0	
		鉄筋露出	Δ	落水時のみ可
	水路本体	側壁の傾斜、変形、沈下、蛇行	Δ	落水時のみ可
	分水槽	コンクリートの欠損・剥落	Δ	落水時のみ可
		目視で確認可能なひび割れ、変色、摩耗	Δ	落水時のみ可
		その他異常	_	
】 水路本体		目地の欠損、開き、ずれ、段差	Δ	落水時のみ可
小阳本冲	目地部	目地からの漏水又は漏水跡	Δ	落水時のみ可
		その他異常	_	
		地滑り、地盤の崩壊	0	
	周辺地盤	地盤のゆるみ	_	
		側壁外壁に土砂流亡の発生	0	
		施設周辺の改変状等	0	
		その他異常	_	
		清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)	0	
	     ゲート部	外観の異常(塗膜損傷、劣化、発錆、損傷、変形)	0	
		異常な振動・音	_	
	יום יו	片吊りの発生	0	
   付帯構造物		漏水	Δ	ゲートを閉じた時は可
竹市特足物		その他異常	_	
		清掃状態の不良(ごみ、流木、土砂の堆積等)	0	
	除塵機	外観の異常(劣化・発錆・損傷・変形・ボルトナットの緩み等)	0	
	(スクリーン)	異常な振動・音	_	
		その他異常	_	
その他	環境等	異臭、にごり	_	
COTIE	<b>水</b> 况守	周辺住民からの苦情	_	

## 4.3.2 開水路における実証地区での活用事例

## (1) 幹線用水路における水路本体の日常点検(北海道幌向川地区)

#### ア 事例の概要

・ 落水期に水路本体の異状の有無、かんがい期にサーマルカメラを搭載した 機体で漏水の点検に活用した。

イ 点検箇所 水路本体

ウ 使用機種 落水期: Mavic2 PRO

かんがい期: Mavic2 Enterprise Advanced

## エ メリット

・ 従来との比較で作業時間が5割程度削減できた。

- ・ 撮影した動画、画像は点検記録としてそのまま残すことができ、GIS と連携 することで経年記録としても残すことができる。
- ・ 災害時や人が立ち入りの条件が悪い箇所(足下が斜面、極度に狭いなど)でも 点検が可能になった。
- サーマルカメラにより漏水の疑いがある箇所の特定が容易になった。

## オ課題

- オート飛行のプログラム作成に当たり、機種によっては意図する画像を得る ために飛行経路(曲線部を含む。)を直線で設定する必要があり、作業時間が 掛かってしまう。
- ・ 高解像度の情報取得には低高度飛行が望ましいが、第三者等への接触リスク が増すため、飛行の安全性への配慮が一層必要となる。





左:落水期 水路壁面 右:かんがい期 漏水点検撮影画像







上段左:落水期の水路状況

上段右:かんがい期の水路状況

左:落水期ドローンによる点検状況

# (2) 広瀬幹線水路・八幡線水路・糸口線水路における水路本体の日常点検 (大分県駅館川地区)

#### ア 事例の概要

・ ドローンをマニュアル及び自動ルート飛行させ水路の異状(漏水等)の有無 の点検に活用した。

## イ 点検箇所 水路本体

**ウ 使用機種** マニュアル飛行: Phantom4

自動ルート飛行: Mavic2 Enterprise

## エ メリット

・ 従来との比較で作業時間が3割程度削減できた。

- ・ 撮影した動画、画像は点検記録としてそのまま残すことができ、GIS と連携 することで経年記録としても残すことができる。
- ・ 人の立ち入り条件が悪い箇所(足下が斜面、極度に狭いなど)でも点検が可能になった。
- ・ ドローンの操作は組織に属してから 1 年目の女性が行っており、老若男女問 わず、点検が可能になる。

## オ課題

・撮影場所周辺の環境(電球、電線、樹木等)によっては自動ルート飛行が難しくなり、マニュアル飛行となってしまい、その度にドローンを操縦者が追従する必要が出てきてしまう。





上:使用したドローン

左:自動ルート飛行 Mavic2 Enterprise 右:マニュアル飛行 Phantom 4

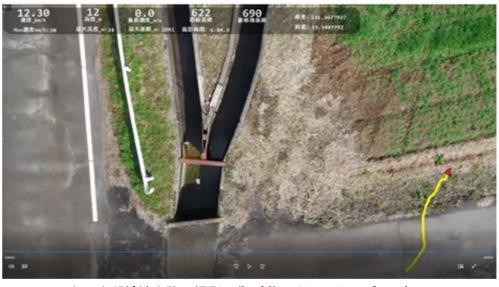






上段左:広瀬幹線水路(幅 0.7m) 上段右:八幡線水路(幅 1.0m)

左:糸口線水路(幅 1.5m)



上:広瀬幹線水路の撮影画像(動画よりのキャプチャ)

## (参考) 関川水系土地改良区での点検事例(冬季期間のみ)

#### ア 事例の概要

・ 冬季期間のみとなるが、ドローンをマニュアル飛行させ水路の異状(破損や ごみ等)の有無の点検に活用した。(※本事業の実証地区での事例ではない が、土地改良区独自でドローンを導入、活用している事例となります。)

#### イ 点検箇所 水路本体

ウ 使用機種 DJI 製 Mini2

最大飛行時間 18分 最大風圧抵抗 10.5m/s 参考価格 6万円~

## エ メリット

- ・ 従来方法では雪をかき分け、徒歩で用水路のパトロールを行っていたが、省 力化を図ることができた。
- ・ 点検員の水路への転落を防止することで安全性を図ることができた。

## オ課題

・ 実証地区で使用しているドローンと違い、衝突防止センサー類が搭載されて いないため、操作難易度が上がり、技術習得にかなりの労力が必要とされ る。

## 4.4 パイプライン

## 4.4.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目

パイプラインの日常点検において、管理に当たる土地改良区等の職員が主に行う点 検項目\*のうち、目視に代わりドローンを活用できると考えられる項目は表 10 のと おりです。(※農業水利施設の機能保全の手引き「パイプライン」(農林水産省)第2章 日常 管理)

表 10 パイプラインでの日常管理におけるドローン利用項目

凡例:○活用可 △条件により活用可 - 不適

通水性   流量の不足	工種	点検項目	点検内容	異常の有無判別	備考
水利用・水理         末端給水         未端用水量の不足         -		. スーレッサ	流量の不足	_	
末端給水   その他の異常   一		週/N注	その他の異常	_	
水管理   その他の異常   一   一   一   一   一   一   一   一   一	水利用・	士が学校ウット	末端用水量の不足	_	
水管理   その他の異常   一	水理	<b>小</b> 响和小	その他の異常	_	
### 2000   100		水管理	流量・圧力制御上支障が生じている	_	
<ul> <li>露出配管 外観上の異常(塗膜の剥げ落ち、腐食、錆等) ウザイフォン部の異常(河床低下、サイフォン露出) ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</li></ul>		小台垤	その他の異常	_	
世が			亀裂、変形	0	
地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡   (主宅、道路等の建造物の新設   では宅、道路等の建造物の新設   では宅、道路等の建造物の新設   ではまれての変化   ですまれての変を   ですまれての変を   ですまれている。		露出配管	外観上の異常(塗膜の剥げ落ち、腐食、錆等)	0	
管路本体			サイフォン部の異常(河床低下、サイフォン露出)	0	
地上部土地利用状況の変化   ○			地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡	0	
周辺状況   荷重条件の変更   一	管路本体		住宅、道路等の建造物の新設	0	
商事条件の変更 施設周辺の改変状等		周辺状況	地上部土地利用状況の変化	0	
その他異常			荷重条件の変更	_	
<ul> <li>正常に機能しない(全閉しない等) - 大規模なものは可操作性の低下 - 地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡 ○ 発請等の外面塗膜の変状 - 特体作動と開度計の指示の不整合 - 計器類の指示状況の異常、よごれ - その他の異常 - ヤ位の変動が激しく水槽から溢水 - 水位の変動が激しく水槽から溢水 - 水位の変動が激して変定せず水位制御が困難 - 水位の安定性の低下 - その他の異常 - マの他の異常 - マの他の異常な経音・振動 - マの他の異常 - マの神の神の異常 - マの他の異常 - マの他の異常 - マの他の異常 - マの他の異常 - マの他のの異常 - マの他の異常 - マの他の異常 - マの</li></ul>			施設周辺の改変状等	0	
バルブ類			その他異常	_	
操作性の低下		バルブ類	正常に機能しない(全閉しない等)	_	
大ルブ類   地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡   一   発請等の外面塗膜の変状   一			漏水	Δ	大規模なものは可
所帯設備   発錆等の外面塗膜の変状			操作性の低下	_	
P			地盤の陥没、崩壊、漏水痕跡	0	
附帯設備       計器類の指示状況の異常、よごれ       -         その他の異常       -         水位の変動が激しく水槽から溢水       -         水位が脈動して安定せず水位制御が困難       -         調圧水槽       水位の安定性の低下         その他の異常       -         異常な騒音・振動       -			発錆等の外面塗膜の変状	_	
計器類の指示状況の異常、よごれ	似世乳借		弁体作動と開度計の指示の不整合	_	
水位の変動が激しく水槽から溢水       -         水位が脈動して安定せず水位制御が困難       -         湖圧水槽       水位の安定性の低下         その他の異常       -         異常な騒音・振動       -	附牙冠州		計器類の指示状況の異常、よごれ	_	
分・配水槽、 湖圧水槽       水位が脈動して安定せず水位制御が困難       -         湖圧水槽       水位の安定性の低下       -         その他の異常       -         異常な騒音・振動       -			その他の異常	_	
調圧水槽     水位の安定性の低下     -       その他の異常     -       まではいる。     異常な騒音・振動     -			水位の変動が激しく水槽から溢水	_	
その他の異常       –         ま常な騒音・振動       –		分・配水槽、	水位が脈動して安定せず水位制御が困難	_	
スの他 環境等 異常な騒音・振動 -		調圧水槽	水位の安定性の低下	_	
その他   環境等			その他の異常	_	
での他 <sup>現現寺</sup> 周辺住民からの苦情 –	スの畑	I罒+辛~	異常な騒音・振動	_	
	ての他		周辺住民からの苦情	_	

#### 4.4.2 パイプラインにおける実証地区での活用事例

(1) 第二渋民主幹線用水路水管橋における露出配管、橋脚部の日常点検 (岩手県岩手山麓地区)

#### ア事例の概要

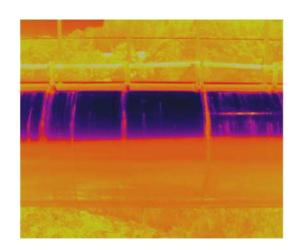
- サーマルカメラを搭載したドローンで、自動ルート飛行をさせて、対象施設の異状(漏水等)の有無の点検に活用した。
- イ 点検箇所 管路本体、継目部、橋脚部
- **ウ 使用機種** MATRICE300RTK (搭載カメラ: Zenmuse H20T)

## エ メリット

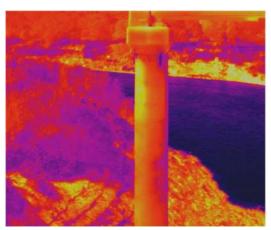
- ・ 従来方法との比較で作業時間が8割程度削減できた。
- サーマルカメラを併用しての撮影で、管路の腐食部分や橋脚部のコンクリートの劣化状況がより把握しやすくなった。(腐食部分は周囲より高温に写り、コンクリートの浮き等の劣化は低温に写る。)
- ・ 従来方法では管体上部の歩廊からの目視によるものであったため、ドローンを活用することで、管体下部や橋脚部等の普段確認が行えていない箇所の状況も確認することができた。
- ・ 点検作業員の危険(転落、滑落等)を低減することできた。

#### オ 課題

- ・ドローン等(赤外線カメラや解析ソフト)の導入に数百万円掛かるため、 費用面の負担が大きい。
- サーマルカメラでは光の反射部分も高温を示してしまうので、可視光との 比較による判別が必要となる。



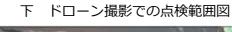


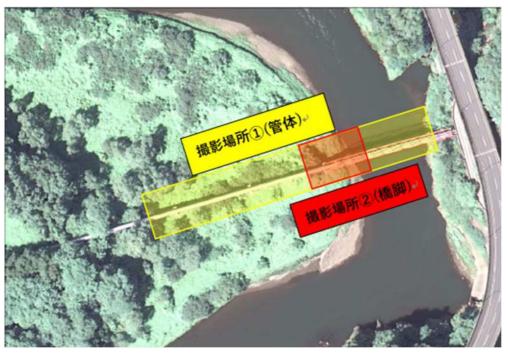




上 管路本体、橋脚部の撮影画像

左:サーマルカメラ画像 右:可視光カメラ画像





## 4.5 用排水機場

## 4.5.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目

ポンプ場の日常点検において、管理に当たる土地改良区等の職員が主に行う点検項目\*のうち、目視に代わりドローンを活用できると考えられる項目は表 11 のとおりです。(※農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場(ポンプ設備)」(農林水産省)第2章日常管理)

表 11 ポンプ場での日常管理におけるドローン利用項目

凡例:○活用可 △条件により活用可 - 不適

施設・設備名	性能確認項目	異常の有無判別	備考
	堆砂	Δ	落水時のみ可
導水路	漏水、ひび割れ	0	
	不同沈下	_	
吸込水槽	地盤の沈下	_	
リー・・・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	堆砂、水位	0	
吐山 U 小信 	漏水、ひび割れ	0	
	床面の沈下、傾斜	_	
	壁面のひび割れ	Δ	外部の変状のみ可
建屋	柱、梁、筋交いの亀裂	Δ	外部の変状のみ可
	変形、損傷、腐食	Δ	外部の変状のみ可
	屋根のひび割れ、反り	0	
附帯設備	変形、損傷、腐食	0	
(水門設備、除塵設	振動、異音	_	
備)	堆砂	Δ	落水時のみ可
取水口、沈砂池	欠損、ひび割れ	0	
吐出し樋門	堆砂	Δ	落水時のみ可
	振動、異音	_	
送水路	亀裂、破損	_	
	不同沈下	_	
	計器表示、作動状況	_	
ポンプ設備のうち	振動、異音	_	
監視設備、電気設備	絶縁状態	_	
	予備品保有状況	_	

#### 4.5.2 用排水機場における実証地区での活用事例

## (1) 古川揚水機場における日常点検(大分県駅館川地区)

#### ア 事例の概要

- ・ マニュアル及び自動ルート飛行による撮影を行い、対象施設の異状の有無 の点検に活用した。
- イ 点検箇所 建屋外部、貯水部壁、取水部
- ウ 使用機種 Mavic2 Enterprise

#### エ メリット

- ・ 従来との比較で作業時間が3割程度削減できた。
- ・ 施設全体を俯瞰視点で確認することができ、普段目視では確認できない箇 所(建屋屋根部等)の点検も可能となった。
- ・ 建屋屋根部や散水塔の内部確認の際に梯子等を使用する必要がなくなり、 点検作業員の危険(転落、滑落等)を低減することできた。

## オ課題

・ 対象となった揚水機場の規模を考えると、導入に要する費用面の負担が大きい。





上:古川揚水機場全景

下:同揚水機場貯水部





## 俯瞰視点からの撮影画像

上段:取水部

中段:建屋

下段:散水塔



## 4.6 水路トンネル

## 4.6.1 ドローンを活用できると考えられる点検項目

水路トンネルの日常点検において、管理に当たる土地改良区等の職員が主に行う点 検項目<sup>\*\*</sup>のうち、目視に代わりドローンを活用できると考えられる項目は表 12 のと おりです。(※農業水利施設の機能保全の手引き「水路トンネル」(農林水産省)第 2 章 日常 管理)

表 12 水路トンネルでの日常管理におけるドローン利用項目

凡例:○活用可 △条件により活用可 - 不適

工種	点検項目	点検内容	異常の有無判別	備考
		所定の通水量が確保できない	0	
		通水量が安定しない	×	
水利用・	通水性	漏水	0	
水理	<b>迪</b> 尔庄	トンネル内の異常堆砂※	Δ	落水時のみ可
		トンネル内の水生植物の繁茂※	Δ	落水時のみ可
		その他異常	_	
		水位の異常上昇	0	
	水位の維持	水位の異常低下	0	
	ソレーロ ロン小田 34	水位が安定しない	0	
		その他異常	_	
	覆工※	覆工の崩落・変形	Δ	落水時のみ可
		インバートの盤膨れ	Δ	落水時のみ可
		欠損・損傷、ひび割れ等の変状	Δ	落水時のみ可
		漏水痕跡	Δ	落水時のみ可
		その他異常	_	
トンネル本体	継目部※	欠損、ずれ、段差	Δ	落水時のみ可
トンイル本体		漏水痕跡	Δ	落水時のみ可
		コンクリートの欠損・崩落	Δ	落水時のみ可
		鉄筋露出	Δ	落水時のみ可
		その他異常	_	
		地滑り、地盤の陥没	0	
		トンネル上部、周辺の改変	0	
	周辺地盤	住宅、道路等の建造物の新設	0	
	问及地盘	地上部土地利用状況の変化	0	
		近接施工の有無	0	
		その他異常	0	
その他	環境等	異常な騒音・振動	_	
ての他		周辺住民からの苦情	_	

<sup>※</sup>トンネル始終点などで目視が可能な場合、落水後トンネル内への進入が可能な場合は記載する。

#### 4.6.2 水路トンネルにおける実証地区での活用事例

## (1) 南部第一ずい道における日常点検(岩手県岩手山麓地区)

#### ア 事例の概要

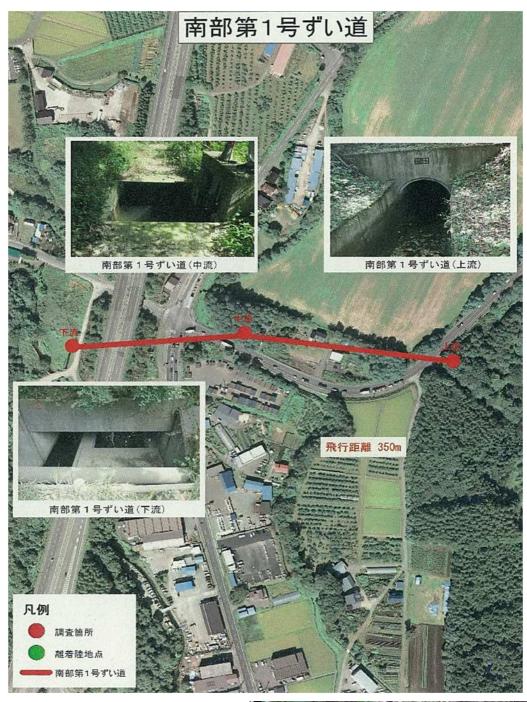
- ・狭小空間専用ドローンを用いて対象のずい道内部の異状の有無の点検に活用した。 た。
- イ 点検箇所 トンネル本体
- ウ 使用機種 Liberaware 社製 IBIS
  - ・ 最大飛行時間:8分 (距離換算にして100m程度)
  - ・ サイズ: 191\*179\*54 mm φ500以上の空間があれば点検が可能。
  - ・ 特殊性が高い機種のため、販売は行っておらず、業務委託又はリースのみとなる。 (参考)業務委託価格:80万円/日 リース価格:400万円/年

#### エ メリット

- 人が立ち入りづらい大きさのずい道において大幅な省力化が期待できる。
- ずい道内部の崩落や有毒ガスの発生等のおそれがあって人が立ち入れない場合でも点検が可能となる。

#### 才 課題

- ・ 使用機種は、狭小空間専用の機種となり、衝突防止センサー類が搭載されておらず、バッテリーも小型で飛行時間が短いため、操作難易度が非常に高い。
- ・ 使用する電波帯が、法令上、無線免許及び基地局の開局を要するものであることから、手続が別途必要となる。



- 上 ドローンの飛行ルート
- 右 使用したドローン Liberaware 社製 狭小空間専用ドローン IBIS

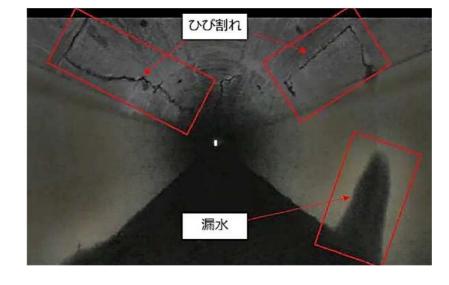




ずい道内部の点検状況 上:継目からの漏水状況

右:覆工のひび割れや漏水状況

下:コンクリートの劣化状況





## 5. その他ドローンの活用事例(農業分野におけるドローンの活用)

ここでは、農業分野において生育状況の把握や農薬散布、は種等の作業をドローン の活用で効率化、省力化を図っている事例をいくつか紹介します。

- ・令和4年度農業分野におけるドローンの活用状況https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/drone-18.pdf
- ・農研機構×バンダイナムコ研究所 ドローン・AI によるスマート植生評価法の開発 https://www.bandainamco-mirai.com/news\_20220616/
- 農研機構技報 (NARO Technical Report) No. 5
   <a href="https://www.naro.go.jp/publicity\_report/publication/files/naro\_technical\_re">https://www.naro.go.jp/publicity\_report/publication/files/naro\_technical\_re</a>
   port\_no5.pdf

## 6. 資料

#### 6.1 参考資料

## 【参考1】飛行チェックシート(サンプル)

	飛行前チェック チェック日	令和	年	F	1	В	財		分	
	チェック者	190			氏名		-0.5		-05	
	当日の天候	e n			10	tio.				
	強風等計	発令中7	ごはないか?	. [	発令中	ではない		発令中		
	機体の異常の有象	無(傷、ゆ	がみ、がた・	つき)						
	本体・プロ	グラ		無		」有				
	プロボ			無		□有				
	タブレット			無		」有				
	バッテリー残量									
\$	本体バッ	FI)—		+5)	(残量	%程度)		不十分		
答	プロボ			十分	(残量	%程度)		不十分		
沂	タブレット			133	(残量	%程度)		不十分		
等	機器の取付状況									
での	本体とバ	ソナリー		1	正常		L	異常		
7	プロボとタ	ブレット		I	工常		E	異常		
Í	本体とか	<b>4</b> 5		Ì	正常			異常		
y	フライトソフトの動	作状況								
5	フライトモ	-ドはPŦ	ードか?	Ī	PE-	K				
	バッテリー	残量の表	示は正常か	? [	丁芹常		Е	異常		
	カメラモー	ドは正常	かって	Ī	正常		E	異常		
	本体、プロボ、本	体パッテ	ノーの動作も	表況						
	アラーム首	の有無		Ī	無			有		
	各種のエ	ラーを示す	シグナルの有	無	無		T	有		
	フライトモ	ードはPモ	ードか	1	PE-	K				
	カメラの物	作は正常	か	Ì	正常		E	異常		
ī	現地の天候									
	目視の適	杏		Ť	適		Г	否		
雅	最大5m	1/5以	上ではないか	I	5 m/	′s未満		5 m/	s以上	Ė
Ť	離着陸ポイント					- Orientee			1,917	
뿗	地表面で	2 m四分	5、上空で1	0 m/	9方の空間	の有無	E	有	D	無
折	人または	勿体から.	30m以上0	離隔	の有無		1	有	Ш	f#t
でカ	風下への	飛行では	ないか		E	飛行ではな	U	口飛	行であ	3
F	周辺に障	害物(冒	3線·樹木)	の有無	ŧ		L	無	IJ.	有
I	150m以	内に電波	摩舌施設	(鉄塔	鉄道など	)の有無		fm	П	Ħ
'n	機器の取付状況			O-S-11-F						
>	本体とバ	ッテリー			- 1	正常		□ 異	常	
	プロバとタ	ブレット				」正常		□ 爽;	常	
	本体とカス	g man.			400	正常		口男	144	

(様式2) 2/2 フライトソフトの動作状況 □ PE-F フライトモードは Pモードか? GPSの受信の有無 □有 □ 異常 行場所でのチェッ カメラモードは正常か? 」正常 □ 異常 本体、プロボ、本体バッテリーの動作状況 アラーム音の有無 □有 □ 無 □ Pモ-ド 各種のエラーを示すシグナルの有無 □ 有 フライトモードはPモードか カメラの操作は正常か 正常 □ 異常 点検飛行(離陸から10m程度上空で30秒ホバリング)の状況 2 □有 挙動の不安定さの有無 □無 t-ター音・風切り音の異常の有無 **」**₩ 山有 その他ソフト・ハードの異常の有無 □ 有 (飛行後チェック) チェック日 令和 В 時 分 チェック者 氏名 服 機器の清掃 清掃済みか 口濟 事務所での ※モーター・ジンバル・プロポ等をエアーダスターで清掃、汚れは空拭き 機体の異常(傷、ゆがみ、がたつき)の有無 □ 有 □ 有 本体・ブロベラ プロボ □ 無 チェッ タブレット □無 匚 有 異常な発熱の有無 本体バッテリー 口無 | 有 2 □ 有 □ 有 送信機 □ m タブレット □ 無 飛行メモ(飛行時間を必ず記入すること) 操縦省名 離陸時刻 着陸時刻 パッテリーNo 離陸時刻 操縦者名 着陸時刻 パッテリーNo 部陸時刻 着陸時刻 パッテリーNっ 操縦者名 操縦省名 離陸時刻 着陸時刻 パッテリーNo 操縦者名 離陸時刻 着陸時刻 パッテリーNゥ 操縦者名 離陸時刻 着陸時刻 バッテリーNo 操縦者名 離陸時刻 着陸時刻 バッテリーNっ 着陸時刻 操縦者名 離陸時刻 パップリーNっ 離陸時刻 着陸時刻 操縦者名 バッテリーNっ 離陸時刻 着陸時刻 パッテリ No 操縱者名 着陸時刻 操縦者名 離陸時刻 バッテリーNo 操縦者名 離陸時刻 着陸時刻 バッテリーNo 操縦者名 離陸時刻 着陸時刻 パッテリ No 操縦者名 離砕時刻 着陸時刻

# 【参考2】特定飛行(人口密集地、30m 以内、目視外)での許可・承認包括申請例 (岩手県)

(様式1)

								令和4年7月5日
		無人	航空機の飛	行に関	する許可	·承認申請書	į.	
		□ 新規	1	更新	SE 1	②変更	* 2	
東京航空局長	殿							
		Ħ			2			
		从	CF	佳	Ph			ł
		並	びに法人の場	合は代表者	の氏名			ED
		G	連絡先)					I
航空法(昭和27年法律第	第231号)第132条9	第2項第2号の規定によ	る許可及び何	法第132条	の2第2項	第2号の規定によ	こる承認を受けた	いので、下記のとおり中請します。

飛行の目的		四 集務		番偏 □ 農林水産業 ■ 測量 インフラ点検・保守 □ 餐材管 再対応等			
	(\$1.500 A.100 A						
		□ その他					
<b>Ht</b> i	飛行の目時		和5年7月8日				
飛行の経路	(飛行の場所)	岩手県	200.00000000000000000000000000000000000				
TR4	<b>元の高度</b>	地表等からの高度	150m未満	海拔高度			
飛行禁止室城の飛行 (第 132条関係) 申請季項及び理由		交通大型が告示で定さ するために必要なもの 進入表面、転移表面	ている地域の上空 せる理由)	当該空港等及びその上空の空域に める空域 入表面、円迸表面着しくは外側が	おける航空交通の安全を増保 水平表面の上空の空域又は航空		
	飛行の方法(第132条の2 関係)	※素型のご至:飛行の口引きご同じ 人又は物件から30m以上の細端が存在できない飛行 (僕し場所上等の飛行 和時報行 内容 日本外来行 人名 大阪物の前途 特許に下 (第132条の2第1項第5号から第10号までに掲げる方法によらずに飛行させる理由) 日現外来行:飛行の目立と同じ 30m未満の記載の銀行: 第行の目的と同じ					
	の他の無人航空機を特定するた 必要な事項	「別添資料2 無人航空機の登録記号、装造者、名称、重量等」のとおり。					
無人航空機の機能	無人就空機の機能及び性能に関する事項 無人航空機の飛行経歴必びに無人航空機を飛行させるた めに必要な知道及び能力に関する事項		「様式2 無人航空機の機能・性能に関する基準適合強制書」のとおり。 「関係資料・無人肌空機の追加基準への適合性」のとおり。				
			を飛行させる著一覧」のとおり。 行させる者に関する飛行障歴・知 を飛行させる者の追加基準への造 域の講習団体の技能認証を受けく 飛行形態、無人航空機の種類が分割	合性」のとおり。 いる場合は、その写しを恋付(6	304名、損秘者の氏名、技能の		
	総の安全を確保するために必要 に関する事項	□ 上記以外の飛行マニ □ 航空局標準マニ	ルを使用する。 に掲載されている団体等が定める ユアル(別第)を使用する。 ユアルと同水準である。 ュアルと以下の内容が団等ではなり				
		【変更又は更新申請に関	する現に有効な許可等の情報】 、それぞれに係る現在又は過去の 付すること。	許可等の情報を記載すること。			
その他参	その他参考となる事項		の加入状況] 列人 列物) 作友海   火災保険株式会社 係族 ) ¥1,000,000,000	(対物) ¥1,000,000,000			
			定域を管轄する関係機関との調整 機関	经更(就定法第132条第1項第1	异に掲げる意味におけ		

## 【参考3】特定飛行(人口密集地、30m以内、目視外)での許可・承認書(大分県)

阪空運航第

#### 無人航空機の飛行に係る許可・承認書

殿

令和4年9月6日付をもって中請のあった無人航空機を飛行の禁止空域で飛行させること及び飛行の方法によらず飛行させることについては、航空法第132条第2項第2号及び第132条の2第2項第2号の規定により、下記の無人航空機を飛行させる者が下記のとおり飛行させることについて、申請書のとおり許可及び承認する。

記

許可及び承認事項: 航空法第132条第1項第2号

航空法第132条の2第1項第6号及び第7号

許可等の期間: 令和4年10月6日から令和5年3月31日

飛行の経路: 大分県(飛行マニュアルに基づき地上及び水上の人及び物件

の安全が確保された場所に限る)

登録記号等:別紙無人航空機一覧のとおり

無 人 航 空 機: 別紙 無人航空機一覧のとおり

無人航空機を飛行させる者:

#### 条 件:

- ・申請書に記載のあった飛行の方法、条件等及び申請書に添付された飛行マニュアルを遵守 して飛行させること。また、飛行の際の周囲の状況、天候等に応じて、必要な安全対策を 講じ、飛行の安全に万全を期すこと。
- ・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に影響を及ぼすような重要な 事情の変化があった場合は、許可等を取り消し、又は新たに条件を付すことがある。
- ・飛行実績の報告を求められた場合は、速やかに報告すること。
- ・令和4年6月20日からの無人航空機の登録義務化以前に許可・承認を受けた申請のうち、登録記号がない許可書等を所持している場合は、別途送付される登録記号等の通知を本許可書等と併せて飛行の際に携行すること。

令和4年10月5日

大阪航空局長

## 6.2 関係法令集等

- ・ドローン情報基盤システム: https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_ua\_dips.html
- ・無人航空機安全な飛行のためのガイドライン:https://www.mlit.go.jp/common/001303818.pdf
- ・ドローンの飛行ルール:

https://www.mlit.go.jp/koku/content/001465741.pdf

・飛行禁止空域、緊急用務空域の図解: https://www.mlit.go.jp/common/001406479.pdf

・無人航空機を屋外で飛行させるために必要な手続フロー:https://www.mlit.go.jp/common/001485447.pdf

・国土交通省 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール:

https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_tk10\_000003.html

## 7. 引用参考資料

- ・航空局基準マニュアル(国土交通省)https://www.mlit.go.jp/koku/koku\_fr10\_000042.html
- ・農業農村整備における UAV 活用の手引き (関東農政局)
  https://www.maff.go.jp/kanto/nouson/sekkei/kokuei/tonecho/challenge/02.html
- ・UAV 計測点検手法の手引き(案)-海岸保全施設及び農業水利施設-(国際航業株式会社 農業・食品産業技術総合研究機構) https://www.naro.go.jp/publicity\_report/press/laboratory/nire/143561.html
- 林道被災箇所におけるドローン測量の活用について(林野庁)
   https://www.rinya.maff.go.jp/tohoku/sidou/attach/pdf/R2\_happyoushuu-12.pdf
- ・地理情報システム高度利用推進事業委託業務報告書(北海道土地改良事業団体連合会)
- ・地理情報システム高度利用推進事業委託業務報告書(岩手県土地改良事業団体連合会)
- ・地理情報システム高度利用推進事業委託業務報告書(大分県土地改良事業団体連合会)
- ・農業水利施設の機能保全の手引き、ダム機能診断マニュアル

https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/kinouhozen.html