

1. 基本事項

技術番号	TN010042-V0026		
技術名	自律飛行型ドローンを用いたトンネル構造物の点検技術		
技術バージョン	Ver1.0	作成:	2026年3月
開発者	KDDIスマートドローン株式会社		
連絡先等	TEL: 03-4485-1606	E-mail: smartdrone-suishin@kddi.com	KDDIスマートドローン株式会社 ソリューションビジネス推進1部 ドローン点検担当
現有台数・基地	Skydio X10:15台	基地	本社:東京都千代田区飯田橋3-10-10 ガーデンエアタワー KDDIスマートドローンアカデミー事業部:千葉県君津市広岡1000
技術概要	<p>自律飛行型ドローン(Skydio X10)を使用して、トンネル内において障害物を回避しながら、点検対象物もしくは点検箇所に近接し画像(静止画/動画)を取得する技術である。</p> <p>Skydio X10は、LEDライトを灯火することにより、十分な明るさを確保できない場所での飛行、点検が可能となる。また、機体は、IP55等級仕様でありトンネル内の埃・塵・水に対する影響に対応できる能力を有している。</p> <p>本技術は、平時のトンネル点検での活用のほかに、災害時における迅速な状況把握や立坑など人の立ち入りが困難な箇所の点検に活用することが可能である。</p>		
技術区分	対象部位	覆工の横断目地 覆工の水平打継ぎ目 覆工天端 その他覆工面 内装板 吸音板 天井板 照明 ケーブル類 警報表示板 標識 ジェットファン その他附属物 坑門	
	損傷の種類	ひび割れ うき はく離 鋼材腐食 漏水等による変状、ならびに附属物本体・取付部材等の破断	
	物理原理	技術が採用する 画像 技術が採用する 動画	

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> ・移動装置: 自律飛行型UAV ・計測装置: デジタルカメラ(装置前面: 静止画撮影用、動画撮影用、赤外線カメラ) ・データ収集・通信: SDカードおよびWifiあるいはVPNインターネットを利用した撮影データの転送 ・プロボ、および専用コントローラなど ・タブレット端末、および専用コントローラ、専用操作アプリケーション(撮影画像確認用) ・確認用モニター(移動装置付属のカメラ映像用) 	
移動装置	移動原理	<p>【飛行型】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・UAV機体上下にある計6個のレンズによる「Visual SLAM」技術を搭載しており、機体内部で3D処理を行って機体周囲の状況把握し、AIにより障害物を回避する。橋梁の床版下面のような非GPS下においても飛行が可能である。 ・本機体は、LTE通信に対応しており、LTE電波の届く範囲であれば伝送距離の制限は無い。LTE電波が届かない場合は、Wi-Fi無線による接続となり、LEDライト灯火の有無にかかわらず、最大伝送距離は約2km程度となる。(※電波干渉がない状況で、直線方向に飛行し途中障害物がない理想的環境での場合) 	
	外形寸法・重量	<ul style="list-style-type: none"> ・最大外形寸法 L789mm×W650mm×H144mm ・飛行時重量 2110g 	
	搭載可能容量(分離構造の場合)	搭載可能容量: 400g	
	動力	<ul style="list-style-type: none"> ・動力源: 電気式 ・電源供給: 移動装置のバッテリーより供給 ・定格容量: 18.55 V 8419 mAh 	
	連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・<全計測機器 共通> ・移動装置の充電式バッテリーを交換することで1日作業(7~8時間)が可能(1フライト最大40分) 	
計測装置	設置方法	移動装置と一体的な構造	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	センシングデバイス	カメラ	ナローカメラ SONY製 IMX686 センサーサイズ 1/1.7インチ 64MP ピクセル数 9248 x 6944 焦点距離 46mm ※35mm版換算
		パン・チルト機構	鉛直-110°~90°
		角度記録・制御機構 機能	角度記録あり、ジンバルにて鉛直方向の制御あり。
		測位機構	GPS、GLONASS、Visuial-SLAM、IMU、移動制限装置と併用
	耐久性	進入保護評価: IP55	
動力	移動装置のバッテリーより共有		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・<全計測機器 共通> ・移動装置の充電式バッテリーを交換することで1日作業(7~8時間)が可能(1フライト最大40分) 		
データ収集・通信装置	設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・移動装置と一体的な構造 ・移送装置のmicroSDスロットにSDカードを挿入する 	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	—	
	データ収集・記録機能	<ul style="list-style-type: none"> ・記録メディア(microSDカード)に保存 ・計測機器のデータ収集・通信装置から計測したデータを有線接続された送信機経由でタブレット端末あるいは、専用コントローラに伝送し、内部ストレージに保存、もしくはmicroSDカードを取り出し、パソコンなどの内部ストレージにコピーする。 	
	通信規格(データを伝送し保存する場合)	—	
	セキュリティ(データを伝送し保存する場合)	—	
	動力	移動装置のバッテリーより供給	
	データ収集・通信可能時間(データを伝送し保存する場合)	—	

3. 運動性能

項目	性能	性能(精度・信頼性)を確保するための条件
適用可能なトンネルの最小寸法	幅2.5m×高さ2.5m以上	・障害物等により、最小寸法よりも小さくなる場合は飛行不可。
適用可能なトンネルの最大寸法	制限なし	—

4. 計測性能

項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件																																																															
計測装置	撮影速度	性能確認シートの有無 ※	有																																																																
		【標準試験】 0.5m/s		ひび割れ等計測時は、静止状態で対象物に対して撮影																																																															
	計測精度	性能確認シートの有無 ※	有																																																																
		[計測精度1 通常のひび割れ] 【標準試験(実施年:2026年)】 ・最小ひび割れ幅:0.1mm ※トンネル内照明の有無によらず識別可能 ・計測精度:トンネル内照明あり 0.082mm/トンネル内照明なし 0.115mm ※現地にて、ひび割れパネルと同離隔で撮影したクラックスケールとの対比により、ひび割れ幅を算出 変状を自動検出するソフトウェア技術を併用する場合は、ソフトウェアの性能に依存する [計測精度2 覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れ] 【標準試験(実施年:2026年)】 ・覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れ識別可否 幅0.2mm:可 幅0.3mm:可 幅0.5mm:可 幅0.7mm:可 幅0.8mm:可 ※トンネル内照明の有無によらず識別可能 ・グレースケールシート上の黒色の直線が検出可能な輝度 直線の幅0.3mm:輝度50以上 直線の幅0.5mm:輝度50以上 直線の幅1.0mm:輝度50以上 ※トンネル内照明の有無によらず識別可能 [計測精度3 覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れ] 【標準試験(実施年:2026年)】 ・覆工表面が煤で埋まったひび割れの識別可否 幅0.1mm:可 幅0.4mm:可 幅0.7mm:可 ※トンネル内照明の有無によらず識別可能 [計測精度4 ひび割れ等のマーキング] 【標準試験(実施年:2026年)】 ・コンクリート面のマーキング識別可否 すべての色(白/黄色/ピンク)・幅(5mm/10mm)・向き(水平/垂直/斜め)に対して識別可能 ※トンネル内照明の有無によらず識別可能 ・グレースケールシート上のマーキングが識別可能な輝度 以下画像参照		【飛行速度】撮影時は静止状態で対象物に対して撮影 【被写体との距離】1.0m 【照度】 トンネル照明あり:107.8Lux(試験時計測) トンネル照明なし:0.0Lux(試験時計測)																																																															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">色</th> <th rowspan="3">幅[mm]</th> <th colspan="6">向き</th> </tr> <tr> <th colspan="2">水平</th> <th colspan="2">垂直</th> <th colspan="2">斜め</th> </tr> <tr> <th>照明あり</th> <th>照明なし</th> <th>照明あり</th> <th>照明なし</th> <th>照明あり</th> <th>照明なし</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">白</td> <td>5</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>240以下</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>230以下</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>240以下</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>230以下</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">黄色</td> <td>5</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ピンク</td> <td>5</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> <td>全輝度(250以下)</td> </tr> </tbody> </table>	色	幅[mm]	向き						水平		垂直		斜め		照明あり	照明なし	照明あり	照明なし	照明あり	照明なし	白	5	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	240以下	全輝度(250以下)	230以下	10	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	240以下	全輝度(250以下)	230以下	黄色	5	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	10	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	ピンク	5	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	10	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	
色	幅[mm]			向き																																																															
				水平		垂直		斜め																																																											
		照明あり	照明なし	照明あり	照明なし	照明あり	照明なし																																																												
白	5	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	240以下	全輝度(250以下)	230以下																																																												
	10	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	240以下	全輝度(250以下)	230以下																																																												
黄色	5	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)																																																												
	10	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)																																																												
ピンク	5	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)																																																												
	10	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)	全輝度(250以下)																																																												
長さ計測精度(長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※	有		【飛行速度】0.5m/s以下 【被写体との距離】2.0m 【照度】 トンネル照明あり:107.8Lux(試験時計測) トンネル照明なし:0.0Lux(試験時計測)																																																															
位置精度	性能確認シートの有無 ※	有		【飛行速度】0.5m/s以下 【被写体との距離】2.0m 【照度】 トンネル照明あり:107.8Lux(試験時計測) トンネル照明なし:0.0Lux(試験時計測)																																																															

色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有	
	【標準試験(実施年:2026年)】 (フルカラー) 識別可能 ※トンネル内照明の有無によらず識別可能 (モノクロ) すべての明るさで識別可能であり、輝度差ごとの区別可能 ※トンネル内照明の有無によらず識別可能		【飛行速度】撮影時は静止状態で対象物に対して撮影 【被写体との距離】1.0m 【照度】 トンネル照明あり:107.8Lux(試験時計測) トンネル照明なし:0.0Lux(試験時計測)

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		1. トンネルを動画または静止画撮影する。(手動) 2. 1. で撮影した損傷部の撮影データと事前に撮影をしておいたクラックスケール画像を比較し、測定を行う。		
ソフトウェア 情報	ソフトウェア名	—		
	検出可能な変状	ひび割れ / 漏水・遊離石灰 / うき・はく離 / そのほか目視でわかる損傷		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	手元のモニターで目視にて確認する。	
		ひびわれ幅および長さの計測方法	現場でひび割れを撮影するときに、事前に撮影したクラックスケール画像と同様の離隔で撮影を行うことで、画像サイズから寸法の計測を行う。	
		ひびわれ以外	手元のモニターで目視にて確認する。	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	—	
	取り扱い可能な画像データ	変状の描画方法	画像上にPCもしくはタブレットを用いて描画する。	
		ファイル形式	JPEG、MP4	
		ファイル容量	—	
		カラー／白黒画像	カラー	
画素分解能		ひびわれ幅0.2mmを検出するためには0.5mm/Pixel以下であることが必要。		
その他留意事項	ひびわれにチョークが重なっている場合は検出が困難な場合がある。			
出力ファイル形式	・静止画データ: JPEG ・動画データ: MP4			
調書作成支援の手順		—		
調書作成支援の適用条件		—		
調書作成支援に活用する 機器・ソフトウェア名		—		

6. 留意事項(その1)

項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	安全面への配慮	飛行中は、操縦者とは別に安全管理員を立てることで、第三者への配慮や構造物への接近に問題がないか監視を行う。	—
	無線等使用における混線等対策	—	—
	交通規制の要否	要	—
	交通規制の範囲	片側交互規制を基本とするが、トンネル条件により、第三者等に影響が及ぶおそれのある場合は、安全上は全面規制を推奨する。	ドローンの飛行状況により影響が及ぶおそれのある範囲には、第三者および車両等が立ち入らないこと
	現地への運搬方法	機材(UAV)は専用ケースに収納し、車両もしくは人力にて運搬	—
	トンネル延長の制約	なし	—
	車線数の制約	なし	—
	断面形状の制約	—	—
その他	UAVの飛行が可能な地域や場所であること。	<ul style="list-style-type: none"> ・風速5m/s以下(メーカー仕様の11m/s以下に対し、操作性や安全性を考慮) ・動作温度:-20℃~45℃ ・撮影対象が鋼材面や光沢のある塗装面の場合は不可 	

6. 留意事項(その2)

項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
調査技術者の技量	UAVの安全飛行について知識が必要であり、業務を実施するために必要な操縦技量の習得者	国土交通省の定める「無人航空機飛行マニュアル」に準ずる。
必要構成人員数	・現場責任者(安全管理員)1人、操縦者1人、補助員1人を基本とする。	—
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	・「無人航空機の飛行に係る許可・承認書」の「無人航空機を飛行させる者」の登録者	国土交通省の定める「無人航空機飛行マニュアル」に準ずる。
操作場所	・離着陸やバッテリーの交換、充電作業等を行うため、約2~3m四方の平坦な場所があること。 ・飛行中の機体が目視できる範囲	・離着陸ポイントの周辺3mに構造物が無いこと。 ・離陸地点から高度10m以上で飛行する場合は、GPSの補正が必要
計測作業日数	4,000m2/日程度	現場の環境要因によって変動いたします。
点検費用	【概算費用】 延長500m 1本計測の場合 ・合計 600,000円(外業、データ整理、機械経費等)	・交通費および諸経費は含まず。 ・トンネル規模や構造に応じ、別途見積もりが必要な場合あり。 ・照明や治具など、現場に特有な条件に対し必要な機材の準備について、別途見積もりが必要な場合あり。 ・内業における作成要求事項によっては、別途見積もりが必要な場合あり。 ・交通規制、ガードマンの費用は別途見積もり。
保険の有無、保障範囲、費用	対人・対物・対施設 損害賠償保険	—
時間帯(夜間作業の可否)	可	・夜間飛行(日没~日出)の場合は、機体に照明を取り付け飛行させる
計測時の走行速度条件	—	—
渋滞時の計測可否	—	—
設備等による死角条件	・ジェットファン、照明等の附属物背面は撮影不可	—
車両から覆工表面までの距離条件	—	—
トンネル内照明の消灯の必要性	—	—
可搬性(寸法・重量)	人力にて運搬可能	—
自動制御の有無	—	—
利用形態:リース等の入手性	・委託業務	【お問い合わせ先】 KDDIスマートドローン株式会社 インフラ点検担当 お問い合わせは、下記のWEBページから https://kddi.smartdrone.co.jp/contact-list/contact/
関係機関への手続きの必要性	要(警察への交通規制実施の届け出、航空局へのUAV飛行許可承認申請)	委託の場合、航空局への飛行許可承認申請は当社にて行う。
解析ソフトの有無と必要作業及び費用等	無	—
不具合時のサポート体制の有無及び条件	有	—
センシングデバイスの点検	・飛行前にメインカメラ、センサーカメラ(6個)に汚れがあれば、クリーニングクロスで清掃を行うこと ・飛行前に必ず機体の動作確認を行う。	—
その他	—	—

作業条件・運用条件

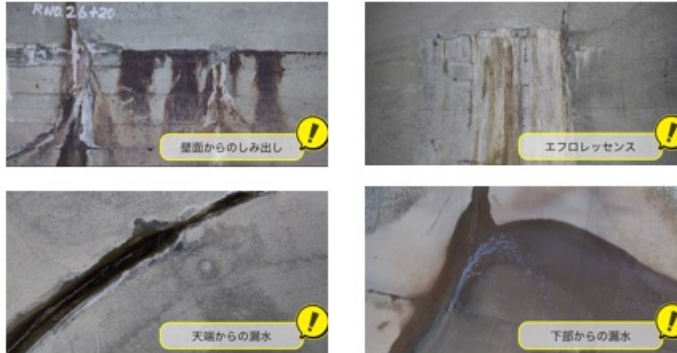
7. 図面

活用技術の概要



- LEDライト(アタッチメント)により、暗所での障害物回避を実現
- 光が全くない暗闇でも対象物の撮影が可能
- 漏水や噴水による耐水性が求められる環境においてもフライトが可能

損傷箇所撮影例



機体写真



機体名称	Skvadio X10
機体寸法	L789mm × W650mm × H144mm
機体重量	2,110 g
最大飛行時間	40分