

■技術比較表

番号		1	2	3	4					
応募技術[副題]		GSPProを利用した堰堤空撮 [DJIのドローンと、地上局ソフト (GSPPro) を使った高精度の空撮]	PPK方式による高精度UAV写真測量技術	全天候型マルチコプターを用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得※1 [悪天候においても飛行可能なUAVの活用]	SABOオートバトロール※1 [3D障害物モデルを用いた自動航行支援技術]					
応募者[共同開発者]		株式会社 四門	株式会社 ジョーリングジャパン	大日本コンサルタント株式会社・株式会社フルテック共同	朝日航洋株式会社					
対象物		砂防堰堤	砂防堰堤	砂防堰堤	砂防堰堤					
従来の方法		定期点検・臨時点検：原則として徒歩、目視による把握	定期点検・臨時点検：原則として徒歩、目視による把握	定期点検・臨時点検：原則として徒歩、目視による把握	定期点検・臨時点検：原則として徒歩、目視による把握					
NETIS登録番号		今後申請予定	申請中	申請中	申請中					
技術概要		DJIのドローンInspire2及び、DJIが提供しているソフトウェアGSPProを組み合わせて撮影を行う。 GSPProを利用することで、モニター上で設定したルートを自動で飛行することが可能。また、飛行中の撮影も詳細に設定ができるため、堰堤付近や、堰堤本体についても希望通りに撮影することが可能。また、飛行ルートや撮影の設定は保存できるため、再現性が高く、後日同じ飛行を行うことで、以前との比較が容易になる。	本技術は、汎用的なUAVおよびカメラに取り付け可能な、高精度後処理測定システムである。本技術を用いることで、ドローンで撮影された画像の位置を絶対精度で±3cm以内に抑えることができる。また、取り付けられるカメラは一眼レフカメラやUAVのジンバルカメラなど多岐にわたり、飛行条件や点検目的に応じて機体やカメラを選択できるため、非常に応用性が高い技術である。	・技術の特徴：風速15m/sec以上の安定飛行能力、降雨時での防水性能、非圧縮画像取得。(風速18m/secでの飛行実績あり) ・現場作業時の使用イメージ：IMU/GNSSによる遠隔自律航行、AIドット・安全監視員・監督者3名による実施。 ・技術のアピールポイント：厳しい気象条件時の飛行、実証試験のクリア、国土交通省北海道開発局および全国地方整備局への納品実績。	本技術は、谷部の狭隘な地形に位置する砂防施設周辺でドローンの自動航行による点検を、より安全に実現するために、日々変化する飛行範囲内の障害物について予め精密な3Dモデルを作成し自動航行プランに反映するシステムである。本技術では実際の点検飛行に先立つ準備飛行で精密な現地3Dモデルを作成し自動航行プログラムへの反映をおこない、安全で最適な砂防施設周辺の自動航行を実現し、コスト削減と点検の迅速化を図る。					
UAV等機器 本体	使用機体	DJI社 Inspire2	DJI社 Matrice600 Pro	株式会社フルテック INSPECTOR α II	DJI社 Phantom4 Pro					
	写真									
UAV等機器 機能	GNSS測位システム	○	○	○	○					
	防水機能	×	×	○(実績あり)	×					
撮影機器	撮影機器	DJI社 Zenmuse X5S	PhaseOne社 iXU1000	SONY社 ILCE-7R	DJI社 FC6310R					
	撮影機器の種類	光学撮影カメラ	光学撮影カメラ	光学撮影カメラ	光学撮影カメラ					
	画素数	2,080万画素	1億画素	3,640万画素	約2,000万画素 (19.96Mpix)					
	センサー	CMOS 4/3in (17.3×13.0mm)	CMOS 53.4×40.0mm	"Exmor" CMOS 35.9×24.0mm	CMOS 1in (13.3×8.8mm)					
	レンズ	使用レンズ	DJI MFT 15mm / 1.7 ASPH	Schneider Kreuznach 55/80mm	SEL55F18Z Sonnar T* FE 55mm F1.8 ZA	DJI純正				
		焦点距離	15mm	55・80mm	55mm	9mm				
	露出制御機能	画像自動判定機能	×	×	×	×				
		機能の有無	○※1	○※1	○※2	○※2				
		絞り値	F/1.7-16	F/2.8-32 (55mm) / F/2.8-22 (80mm)	F/1.8-22	F/2.8-11				
		シャッター速度	8s~1/8000s	1/1,600s~	1/8000s~30s	1/8000s~1/250s				
ISO感度	静止画：100~25600	静止画：50~6400	静止画：100~25600	静止画：100~12800						
撮影機器以外に 砂防堰堤の変状を検出できる機器		なし	なし	なし	なし					
UAV等に追加設置する機器		なし	高精度位置測定システム KLAUPPK for M600	なし	なし					
UAV等操縦者の経験・能力(参考)		測量業務経験3年	総飛行時間：200時間(目視外、夜間飛行、自動航行等含む)	総飛行時間 1000時間以上 JUIDA 無人航空機操縦技能証明証 JUIDA 無人航空機安全運航管理者証明証	飛行時間：約40時間 資格：ERTS技能認定-基本飛行 / DJI CAMP - SPECIALIST					
試験実施状況										
検証結果	画像データの 取得性能 ¹⁾	①情報収集能力 (取得した画像に基づき、砂防施設の変状箇所や「堆砂状況」が把握可能な画像を取得できる。)	手動飛行※2 68% (21箇所/31箇所)	自動飛行※2 ※3 68% (21箇所/31箇所)	手動飛行※2 71% (22箇所/31箇所) ※3	自動飛行※2 ※4 74% (23箇所/31箇所)	手動飛行※3 81% (25箇所/31箇所)	自動飛行※3 ※4 81% (25箇所/31箇所)	手動飛行※3 48% (15箇所/31箇所)	自動飛行※3 ※4 42% (13箇所/31箇所)
		②正確性 (取得した画像に基づき、「変状レベル」を適切に評価できる性能を有する。)	手動飛行※2 76% (16箇所/21箇所)	自動飛行※2 ※3 90% (19箇所/21箇所)	手動飛行※2 86% (19箇所/22箇所)	自動飛行※2 ※4 96% (22箇所/23箇所)	手動飛行※3 96% (24箇所/25箇所)	自動飛行※3 ※4 92% (23箇所/25箇所)	手動飛行※3 73% (11箇所/15箇所)	自動飛行※3 ※4 85% (11箇所/13箇所)
		③経年変化把握能力 (取得した画像に基づき、経年変化による「変状の進行」が把握できる性能を有する。)	手動飛行※2 82% (14箇所/17箇所)	自動飛行※2 ※3 82% (14箇所/17箇所)	手動飛行※2 82% (14箇所/17箇所)	自動飛行※2 ※4 82% (14箇所/17箇所)	手動飛行※3 82% (14箇所/17箇所)	自動飛行※3 ※4 82% (14箇所/17箇所)	手動飛行※3 53% (9箇所/17箇所)	自動飛行※3 ※4 35% (6箇所/17箇所)
	飛行経路の 正確性 (UAV等が設定された経路を正確に飛行できる運動性能を有する。)	平面的な位置 ：0.25 m ² に近い方が 高性能	面積：0.19m ² ※3 ※4 (撮影ポイント合計30箇所 (10箇所×3回) の平均値)	面積：0.23m ² ※5 ※6 (撮影ポイント合計24箇所 (10箇所×2回、4箇所×1回) の平均値) ※7	面積：0.20m ² ※5 ※6 (撮影ポイント合計30箇所 (10箇所×3回) の平均値)	面積：0.18m ² ※5 ※6 (撮影ポイント合計30箇所 (10箇所×3回) の平均値)				
高度(絶対値) ：誤差が小さい方が 高性能	誤差：1.45m ※4 ※5 (撮影ポイント合計6箇所 (2箇所×3回) の平均値)	誤差：0.48m ※5 ※6 (撮影ポイント合計5箇所 (2箇所×2回、1箇所×1回) の平均値) ※8	誤差：1.66m ※5 ※6 (撮影ポイント合計6箇所 (2箇所×3回) の平均値)	誤差：1.74m ※5 ※6 (撮影ポイント合計6箇所 (2箇所×3回) の平均値)						
備考	※1 本試験では、自動制御モードの露出制御機能を使用し、画像ごとに明るさを自動調整 (絞り値 F/4~F/10、シャッター速度 1/240s~1/1000s、ISO感度 100で撮影) ※2 撮影した高さ (画像データの取得性能) ：砂防堰堤からの高さ15mから撮影 ※3 自動化の範囲 (画像データの取得性能) ・応募者が設定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影 ※4 撮影した高さ (飛行経路の正確性) ：撮影ポイントからの高さ10mから撮影 自動化の範囲 (飛行経路の正確性) ・第三者機関が指定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影	※1 本試験では、マニュアルモードの露出制御機能を使用して明るさを調整 (絞り値 F/8、シャッター速度 1/1000s、ISO感度 100で撮影) ※2 撮影した高さ (画像データの取得性能) ：砂防堰堤からの高さ60mから撮影 ※3 評価対象とする撮影箇所31箇所中、3箇所が未撮影 (3箇所を除いた場合：①情報収集能力79% (22箇所/28箇所)) 自動化の範囲 (画像データの取得性能) ・応募者が設定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影 ※4 撮影した高さ (飛行経路の正確性) ：撮影ポイントからの高さ60mから撮影 自動化の範囲 (飛行経路の正確性) ・第三者機関が指定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影 ※5 評価対象とする撮影ポイント合計30箇所 (10箇所×3回) の内、撮影できた箇所のみ評価を行った (6箇所が未撮影) ※6 評価対象とする撮影ポイント合計6箇所 (2箇所×3回) の内、計測できた箇所のみ評価を行った (1箇所が未計測)	※1 NETIS申請のため、技術名称が変更される可能性がある ※2 本試験では、露出制御機能 (シャッタースピード優先モード) を使用して、画像ごとに明るさを自動調整 ※3 撮影した高さ (画像データの取得性能) ：砂防堰堤からの高さ15mから20mで撮影 ※4 自動化の範囲 (画像データの取得性能) ・応募者が設定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影 ※5 撮影した高さ (飛行経路の正確性) ：撮影ポイントからの高さ10mから撮影 ※6 自動化の範囲 (飛行経路の正確性) ・第三者機関が指定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影	※1 NETIS申請のため、技術名称が変更される可能性がある ※2 本試験では、自動制御モードの露出制御機能を使用して、画像ごとに明るさを自動調整 ※3 撮影した高さ (画像データの取得性能) ：砂防堰堤からの高さ45mから撮影 ※4 自動化の範囲 (画像データの取得性能) ・応募者が設定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影 ※5 撮影した高さ (飛行経路の正確性) ：撮影ポイントからの高さ10mから撮影 ※6 自動化の範囲 (飛行経路の正確性) ・第三者機関が指定した経路の飛行：自動飛行 (離着陸は手動) ・画像取得：自動撮影						

1) 変状箇所の評価：取得画像に基づき第三者機関が評価した結果。変状箇所の評価に際して、Adobe Photoshop CC 2019を使用。