

国土交通省  
同時発表

令和2年3月25日  
九州地方整備局  
企画部施工企画課

「遠隔操縦における作業効率向上に資する技術（無線通信技術、映像処理技術）」、  
「UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術」の  
試験結果等を公表します  
～新技術の活用に向けて～

国土交通省では、新技術活用システムの活用方式「テーマ設定型（技術公募）」※により、同一の評価項目や試験方法の下で比較可能な技術比較表を作成し、新技術の活用を促進することを目的に技術公募を行い、現場実証等を実施しました。

この度、「テーマ設定型（技術公募）」による実証結果等を 技術比較表として取りまとめましたので、公表します。

※「テーマ設定型（技術公募）」:

現場ニーズに基づき募集する技術テーマを設定し、民間等の優れた新技術を公募して実現場で活用・評価を行う方式

○「遠隔操縦における作業効率向上に資する技術（無線通信技術、映像処理技術）」  
技術比較表：別紙－1

○「UAV等を用いた砂防堰堤の自動巡回・画像取得技術」  
技術比較表：別紙－2

○試験結果等の掲載：（NETIS テーマ設定型の比較表 HP）  
<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubtheme/themesettings>

<問い合わせ>

① 試験結果等の公表について

国土交通省 九州地方整備局企画部施工企画課 課長 松岡(内 3451)、課長補佐 坂元(内 3453)  
TEL:092-471-6331 (代表) 092-476-3547 (直通) FAX:092-476-3483

② 新技術活用システム及びNETISについて

国土交通省大臣官房技術調査課 菊田 (内 22343)、福井 (内 22346)

TEL:03-5253-8111 (代表) 03-5253-8125 (直通) FAX:03-5253-1536

遠隔操縦における作業効率向上に資する技術(無線通信技術) 技術比較表

令和2(2020)年3月作成

技術名		適応遠隔制御技術(仮)		
開発者		日本電気株式会社		
NETIS番号		NETIS未登録		
技術概要		<p>・本技術は、通信の実行伝送量を予測し、伝送量に見合う安定した映像と制御が可能な技術である。</p> <p>・本技術の活用により、操作コマンドの到達遅延や映像配信の遅延を予測し、操作の行き過ぎの発生を抑制するとともに安定した映像を伝送することができる。</p> 		
必要な機器、装置、操作・映像の無線の周波数		車載カメラ×1台、映像送受信用PC×2台、無線装置×1セット コマンド送受信用PC×2台、モニタ×1台、2.4GHz帯無線LAN		
必要な能力、資格		資格は不要		
対象施設(対象とする作業)		遠隔操縦を必要とする作業		
性能評価項目	映像の解像度【A-1】	映像の解像度	送信側	1920×1080
			受信側	750×700
			【従来技術参考値】 解像度	640×480
			(当該技術の解像度) / (従来技術の解像度)	送信側 1920×1080 / 640×480 受信側 750×700 / 640×480
			性能評価(値が大きい方が高性能)	送信側 6.75 受信側 1.71
	映像の安定性【A-2】	伝送遅延時間	伝送遅延時間	328ms
			【従来技術参考値】 伝送遅延時間	358ms
			(当該技術の遅延時間) / (従来技術の遅延時間)	328ms / 358ms
			性能評価(値が小さい方が高性能)	0.92
	作業効率性【A-3】	一定規模当たり 施工時間	施工時間 (30m <sup>3</sup> 当たり施工時間)	25分33秒
			【従来技術参考値】 施工時間(30m <sup>3</sup> 当たり施工時間)	60分
			(当該技術の一定規模当たり施工 時間) / (従来技術の一定規模当 たり施工時間)	25分33秒 / 60分
性能評価(値が小さい方が高性能)			0.43	
総合所見		遠隔操縦の映像の解像度、映像の安定性、作業効率性は、従来技術より優れ、遠隔操縦における作業効率向上に資する技術と考えられる。		

参考値	機器の設置・ 解体時間	機器設置	設置時間	1時間40分程度
			【従来技術参考値】 設置時間	2時間程度
		機器解体	調整時間	45分程度
			【従来技術参考値】 調整時間	1時間程度
	経済性	機器費用	機器単価	研究開発段階の技術であるため、機器費用について社内調整中。
			設置費用	
			撤去費用	
			調整費用	

遠隔操縦における作業効率向上に資する技術(映像処理技術) 技術比較表

令和2(2020)年3月作成

技術名		2K映像リアルタイム無線伝送システム(仮)	臨場型遠隔映像システム (T-iROBO Remote Viewer)(仮)	全周囲立体モニターシステムと高画質カメラによる遠隔操作技術(仮)	360° 半球カメラを用いた無線でのリアルタイム高画質動画配信技術(仮)		
開発者		株式会社光電製作所	大成建設株式会社	株式会社フジタ	富士通コネクテッドテクノロジーズ株式会社		
NETIS番号		NETIS未登録	NETIS未登録	NETIS未登録	NETIS未登録		
技術概要		<p>・本技術は、高精細2K映像を低遅延で伝送できる映像無線伝送システムである。本技術の活用により、狭帯域伝送により同一エリア内で最大21対向同時使用が可能となり、更に最大比合成技術によるアンテナ分散配置受信により、複数台の建機が稼動する大規模な現場でも、安定的な映像無線伝送を提供することができる。</p> <p>・建機に搭載されているカメラの解像度は、1920×1080(FullHD)である。</p> 	<p>・本技術は、魚眼ステレオカメラとHMDを用いた奥行き感のある映像システムである。</p> <p>・本技術の活用により、ステレオカメラを採用することで左右のカメラの視差から奥行き感を把握することが可能となる。</p> <p>・また、カメラは通常のオペレーター目線の位置に設置することにより、このカメラのみで移動や建機作業を実施することができる。</p> <p>・建機に搭載されているカメラの解像度は、1920×1080(FullHD)である。</p> 	<p>・本技術は、全周囲ドーム型俯瞰映像とFHD車載カメラによる映像を低遅延で提供するシステムである。</p> <p>・本技術の活用により、俯瞰映像により自由な視点(建機上空疑似視点含む)からの映像を提供が可能となり、また、FHD耐振カメラにより最適な画角の高精細な映像を低遅延で伝送することができる。</p> <p>・建機に搭載されているカメラの解像度は、1920×1080(FullHD)である。</p> 	<p>・本技術は、360° 半球カメラにて、全方向映像を高画質でリアルタイム配信する技術である。本技術の活用により、周囲状況の把握と高精細画像による作業が可能となる。</p> <p>・また、カメラに映像配信装置が内蔵されているため、建機への設置・撤去が容易に行うことができる。</p> <p>・建機に搭載されているカメラの解像度は、2896×2896(4K相当)である。</p> 		
必要な機器、装置、映像の無線の周波数		車載カメラ×1台、無線装置×1セット モニター×1台、5.7GHz帯無線LAN	魚眼カメラ×2台、無線装置×2セット 映像合成用PC×1台、モニター×1台、5GHz帯無線LAN	魚眼カメラ×4台、車載カメラ×1台 映像合成器×1台、無線装置×3セット モニター×2台、5GHz帯無線LAN	車載カメラ×1台、無線装置×1セット タブレットPC×1台、モニター×1台、LTE及び2.4GHz帯無線LAN		
必要な能力、資格		第3級陸上特殊無線技士 無線局の申請が必要	資格は不要	資格は不要	資格は不要		
対象施設(対象とする作業)		遠隔操縦を必要とする作業	遠隔操縦を必要とする作業	遠隔操縦を必要とする作業	遠隔操縦を必要とする作業		
性能 評価 項目	遠隔操縦の 正確性【A-1】	遠隔操縦の正 確性	位置精度 (白線からの離隔距離)	15.3cm	20.4cm	11.2cm	34.2cm[LTE] 27.2cm[Wi-Fi 2.4Gz]
			【従来技術参考値】 位置精度	21.4cm	21.4cm	21.4cm	21.4cm
			(当該技術の出来形精度) / (従来技術の出来形精度)	15.3cm / 21.4cm	20.4cm / 21.4cm	11.2cm / 21.4cm	34.2cm / 21.4cm[LTE] 27.2cm / 21.4cm[Wi-Fi 2.4Gz]
			性能評価(値が小さい方が高性能)	0.72	0.95	0.52	1.60[LTE] 1.27[Wi-Fi 2.4Gz]
	作業効率性 【A-2】	一定規模当たり 施工時間	施工時間 (30m3当たり施工時間)	24分14秒	30分09秒	30分41秒	50分00秒[LTE] 41分16秒[Wi-Fi 2.4Gz]
			【従来技術参考値】 施工時間(30m3当たり施工時間)	60分	60分	60分	60分
			(当該技術の一定規模当たり施工時間) / (従来技術の一定規模当たり 施工時間)	24分14秒 / 60分	30分09秒 / 60分	30分41秒 / 60分	50分00秒 / 60分[LTE] 41分16秒 / 60分[Wi-Fi 2.4Gz]
			性能評価(値が小さい方が高性能)	0.40	0.50	0.51	0.83[LTE] 0.69[Wi-Fi 2.4Gz]
総合所見		遠隔操縦の正確性、作業効率性は、従来技術より優れ、遠隔操縦における作業効率向上に資する技術と考えられる。					
参考 値	機器の設置・ 解体時間	機器設置	設置時間	1時間程度	1時間程度	1時間40分程度	10分程度
			【従来技術参考値】 設置時間	2時間程度			
		調整時間	5分程度	15分程度	30分程度	10分程度	
		【従来技術参考値】 調整時間	1時間程度				
	機器解体	解体時間	20分程度	30分程度	1時間程度	5分程度	
		【従来技術参考値】 解体時間	1時間程度				
	経済性	機器費用	機器単価	研究開発段階の技術であるため、機器費用について社内調整中。	研究開発段階の技術であるため、機器費用について社内調整中。	研究開発段階の技術であるため、機器費用について社内調整中。	研究開発段階の技術であるため、機器費用について社内調整中。
			設置費用				
撤去費用							
調整費用							

■技術比較表

番号		1	2	3	4				
応募技術【副題】		GSProを利用した環境空撮 [DJIのドローンと、地上高ソフト（GSPro）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堤周辺の自動巡回・画像取得※1 [悪天候においても飛行可能なUAVの活用]	SABOオートパトロール※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 ジオリックジャパン	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	朝日航空株式会社				
対象物		砂防堤	砂防堤	砂防堤	砂防堤				
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GSProを組み合わせて撮影を行う。 GSProを使用することで、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、堤防付近や、堤防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±30cm以内に入念にすることが可能。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10m/secでの飛行実証あり） ・現場作業時の使用イメージ：IMU/GNSSによる遠隔自律航行、パイロット・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：厳しい気象条件での飛行、実証試験のクリア、国土交通省北海道開発局および全国各地庁整備局への納品実績。	本技術は、谷部の狭狭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、日本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	×	×	○ (実証あり)	×				
撮影機器	防塵機能	×	×	×	×				
	撮影機器	DJI社 Zenmuse X5S	PhaseOne社 iXU1000	SONY社 ILCE-7R	DJI社 F66310R				
	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 53.4x40.0mm	*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	SEL55F182 Sonnar T* FE 55mm F1.8 ZA	DJI純正				
	露出制御機能	絞リ値 8s~1/8000s シャッター速度 ISO感度	F/1.7-16 8s~1/8000s 静止画：100~25600	F/2.8-32 (55mm)、F/2.8-22 (80mm) 1/1,600s~ 静止画：50~6400	F/1.8-22 1/8000s~30s 静止画：100~12800				
撮影機器以外に 砂防堤境の変状を検出できる機器		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 <sup>※1</sup> ①情報収集能力 (取得した画像に基づき、砂防堤境の「変状箇所」や「堆積状況」が把握可能な画像を取得できる。) 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。) 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 <sup>※2</sup> 68% (21箇所/31箇所)	自動飛行 <sup>※2 ※3</sup> 68% (21箇所/31箇所)	手動飛行 <sup>※2</sup> 71% (22箇所/31箇所) <sup>※3</sup>	自動飛行 <sup>※2 ※4</sup> 74% (23箇所/31箇所)	手動飛行 <sup>※3</sup> 81% (25箇所/31箇所)	自動飛行 <sup>※3 ※4</sup> 81% (25箇所/31箇所)	手動飛行 <sup>※3</sup> 48% (15箇所/31箇所)	自動飛行 <sup>※3 ※4</sup> 42% (13箇所/31箇所)
		手動飛行 <sup>※2</sup> 76% (16箇所/21箇所)	自動飛行 <sup>※2 ※3</sup> 90% (19箇所/21箇所)	手動飛行 <sup>※2</sup> 86% (19箇所/22箇所)	自動飛行 <sup>※2 ※4</sup> 96% (22箇所/23箇所)	手動飛行 <sup>※3</sup> 96% (24箇所/25箇所)	自動飛行 <sup>※3 ※4</sup> 92% (23箇所/25箇所)	手動飛行 <sup>※3</sup> 73% (11箇所/15箇所)	自動飛行 <sup>※3 ※4</sup> 85% (11箇所/13箇所)
		手動飛行 <sup>※2</sup> 82% (14箇所/17箇所)	自動飛行 <sup>※2 ※3</sup> 82% (14箇所/17箇所)	手動飛行 <sup>※2</sup> 82% (14箇所/17箇所)	自動飛行 <sup>※2 ※4</sup> 82% (14箇所/17箇所)	手動飛行 <sup>※3</sup> 82% (14箇所/17箇所)	自動飛行 <sup>※3 ※4</sup> 82% (14箇所/17箇所)	手動飛行 <sup>※3</sup> 53% (9箇所/17箇所)	自動飛行 <sup>※3 ※4</sup> 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。) ○自動飛行による 画像取得	平面的な位置 ±0.25 m <sup>2</sup> に近い方が 高性能 面積：0.19m <sup>2</sup> ※4 ※6 (撮影ポイント合計30箇所 (10箇所×3回)の平均値)	面積：0.23m <sup>2</sup> ※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 <sup>2</sup> ※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 <sup>2</sup> ※5 ※6 (撮影ポイント合計30箇所 (10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（絞リ値 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） ・砂防堤境からの高さ15m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)） ※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 本試験では、マニュアルモードの露出制御機能を使用し、明るさを調整（絞リ値 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） ・砂防堤境からの高さ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)） ※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60m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申請のための、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、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） ・砂防堤境からの高さ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申請のための、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、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） ・砂防堤境からの高さ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。