

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進

災害応急復旧技術の現場検証・評価の結果

～災害応急復旧に役立つ技術へ応募されたロボット技術
の現場検証・評価の結果をお知らせします～

平成28年3月30日

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会

災害応急復旧部会

災害応急復旧部会委員

部会長	建山 和由	立命館大学 教授
委員	浅間 一	東京大学 大学院工学研究科 教授
委員	永谷 圭司	東北大学 未来科学技術共同研究センター 准教授
委員	大須賀公一	大阪大学 大学院 教授
委員	舘岡 潤仁	(一社) 日本建設業連合会 インフラ再生委員会技術部会 幹事長
委員	岩見 吉輝	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室長
委員	渡部 秀之	国土交通省 水管理・国土保全局防災課 災害分析官
委員	伊藤 仁志	国土交通省 水管理・国土保全局砂防部保全課 保全調整官
委員	吉田 敏晴	国土交通省 道路局国道・防災課 道路防災対策室長
委員	水野 秀明	(国研) 土木研究所 土砂管理研究グループ 上席研究員
委員	藤野 健一	(国研) 土木研究所 技術推進本部 主席研究員
委員	岡本健太郎	経済産業省 製造産業局 産業機械課 課長補佐
委員	加藤 晋	(国研) 産業技術総合研究所 知能システム部門 グループ長
委員	石原 義光	(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・機械システム部 主幹
委員	天野 久徳	消防庁消防研究センター 特別上席研究官

(敬称略)

※ (国研) は、「国立研究開発法人」を示す。

●事務局（問い合わせ先）

国土交通省総合政策局公共事業企画調整課 企画専門官 新田，課長補佐 増，係長 中根
E-mail : robotech@mlit.go.jp
Tel : 03-5253-8286 (課内直通)

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に係る現場検証支援業務（受託者）：
先端建設技術センター・日本建設機械施工協会・橋梁調査会共同提案体
(災害応急復旧分野担当) 一般財団法人 先端建設技術センター 担当：吉田・荒瀬
Tel : 03-3942-3990 (代表)

目 次

1. 本取組について	1
2. 公募の概要	2
2-1 公募技術	2
2-2 公募期間	2
3. 公募の結果	2
3-1 応募数	2
3-2 現場検証数	2
3-3 現場検証技術概要	3
4. 過去事例とニーズ等に基づく場面分けとターゲットの設定	4
4-1 初動対応—目視（直接目視、車載カメラ映像併用）	4
4-2 応急または復興対応—映像	4
4-3 応急または復興対応—映像（走行作業）	5
4-4 応急または復興対応—排水作業	5
5. 現場検証実施状況	6
5-1 雲仙普賢岳	6
5-2 栗平地区	19
6. 評価結果	21
6-1 総論	21
6-2 評価方法について	23
6-3 現場検証・評価結果（対象技術毎）	26
7. 今後の展開（インフラ用ロボット情報一元化システム）	42
参考資料 現場検証技術概要	48

1. 本取組について

我が国の社会インフラを巡っては、これまで国民の安全・安心と活力を支えてきた多くの施設で進行する老朽化、また、年々リスクの高まる大規模地震や頻発する風水害等の災害、一方、社会情勢としての人口減少・少子高齢化の進行といった重要且つ喫緊の課題に対し、近年の ICT 等を活用し、効率的・効果的な対応を可能とする技術を開発し、導入することが求められている。

そこで、国土交通省及び経済産業省は、平成 25 年 7 月 16 日「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を共同設置し、現場ニーズと技術シーズとの擦り合わせ等の検討を経て、同年 12 月 25 日に「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野」を策定し、今後取り組むべき事項を提示した。そこでは、重点分野に係るロボットについて、平成 26 年度、平成 27 年度の全国の直轄現場等における現場検証及び評価を通じ、開発・改良を促進し、現場検証の結果を踏まえ、平成 28 年度から現場での活用を促進していくこととしている。

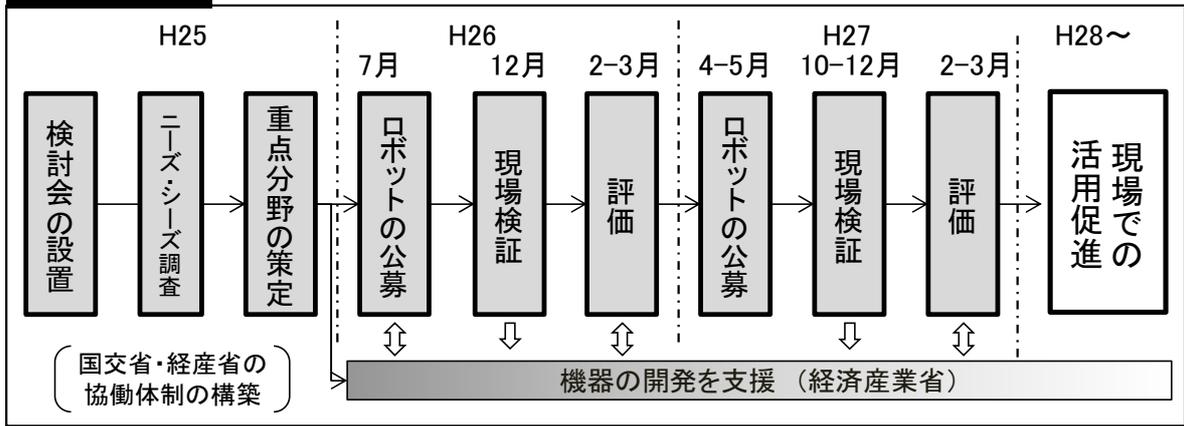
<p>【現状と課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・少子高齢化、人口減少による建設産業における労働力不足の懸念 ・インフラの老朽化に対応した効率的な維持管理及び更新 ・大規模災害への迅速な対応 <p>【取組み内容】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国交省と経産省が共同でロボット開発・導入が必要な「5つの重点分野」を策定し、これらに対応できるロボットを民間企業や大学等から公募し、直轄現場で検証・評価を行うことにより、開発・導入を促進
--

【5つの重点分野】

(平成 25 年 12 月 24 日 国交省・経産省策定)

<p>I 維持管理</p> <p>① 橋梁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近接目視を支援 ・打音検査を支援 ・点検者の移動を支援 <p>② トンネル</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近接目視を支援 ・打音検査を支援 ・点検者の移動を支援 <p>③ 水中(ダム、河川)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近接目視を代替・支援 ・堆積物の状況を把握 	<p>II 災害対応</p> <p>④ 災害状況調査 (土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現場被害状況を把握 ・土砂等を計測する技術 ・引火性ガス等の情報を取得 ・トンネル崩落状態や規模を把握 <p>⑤ 災害応急復旧 (土砂崩落、火山災害)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土砂崩落等の応急復旧 ・排水作業の応急対応する技術 ・情報伝達する技術
---	---

実施フロー



2. 公募の概要

2-1 公募技術

- [1] 土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等の応急復旧」ができる技術・システム
- [2] 土砂崩落による河道閉塞において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「排水作業の応急対応」ができる技術・システム
- [3] 土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達」により応急復旧ができる技術

2-2 公募期間 : 平成27年5月28日(木)～6月18日(木)

3. 公募の結果

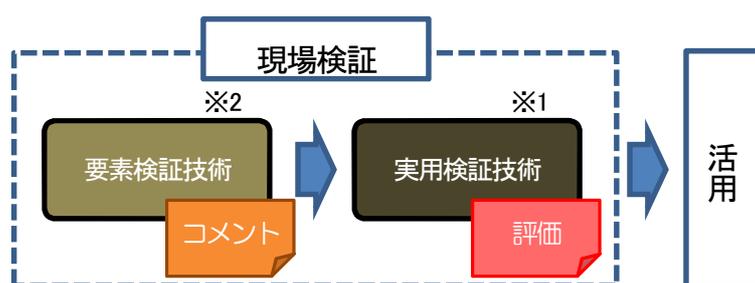
3-1 応募数

8技術 7者 (内、2技術の応募が1者)

3-2 現場検証数

現場検証

実用検証技術 ^{※1}	:	7技術	6者
要素検証技術 ^{※2}	:	1技術	1者



『現場検証』にかかる技術の分類について

※1 現段階で実現現場での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。現場検証の結果として、確認された技術・システムの精度、安全性、効率、信頼性などを踏まえた評価を、想定される適用範囲や期待される活用場面および現場での活用に向けた課題とともに示す。

※2 現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。または、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証がおこなえず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。現場検証の結果は、確認された範囲で技術・システムの有効性、実用の可能性に関するコメントとして示す。

3-3 現場検証技術概要

表 3.1 現場検証技術一覧表（平成27年度分）

No	技術名称 (名称)	応募者	共同開発者	応募形態		検証項目 ※3			ロボットを構成する要素技術等				検証場所	
				継続	新規	[1]	[2]	[3]	災害現場への アプローチ 手法	[1]、[2] :採用技術 [3] :情報取得方法	ロボットの特徴	[1]、[2] :実施作業 [3] :効果	雲仙 普賢岳	栗平
1	災害復旧用無線遠隔操縦ロボット	コーワテック(株)	-	○					遠隔操作重機	(採用技術) ・汎用重機 +搭載型RT	・運転席に装着 ・ゴム人工筋肉によるエア駆動 ・掘削・伐木・転石の撤去等の作業が出来る万能アタッチメントが使用可能 ・取付け時間は0.5時間	(実施作業) ・装置の取付、取外し ・掘削積込 ・走行 ・倒木転石等撤去	○	
2	遠隔操縦ロボット(ロボQII)	株フジタ	-	○	①				遠隔操作重機	(採用技術) ・汎用重機 +搭載型RT	・運転席を外して装着、但し搭載状態で有人作業が可能 ・エアシリンダによる駆動 ・取付け時間は3.0時間	(実施作業) ・装置の取付、取外し ・掘削積込 ・走行	○	
3	人型ロボットによる建設機械操縦システム(DOKA ROBO)	株富士建	アスラテック(株)	○		①			遠隔操作重機	(採用技術) ・汎用重機 +搭載型RT	・運転席に装着 ・サーボモータによる電動駆動 ・ヘッドマウントディスプレイ採用で3Dによる奥行き感有り ・アタッチメント作業が可能 ・取付け時間は2.0時間	(実施作業) ・装置の取付、取外し ・掘削積込 ・走行	○	
4	自律制御型振動ローラーによる盛土等転圧作業	大成建設(株)	-	○	①				自律走行重機	(採用技術) ・遠隔操作重機 ・自律制御装置	・自律運行により熟練オペが不要 ・高品質の確保が可能 ・GPSでなくTSで制御 ・カメラ車の削減が可能	(実施作業) ・転圧 ・走行 ・カントでの走行 ・障害物検知	○	
5	ハイブリッド・山辰サイフォン	株山辰組	-	○		①			-	(採用技術) ・サイフォン排水 ・水中ポンプ排水 ・運転切替えシステム	・揚程に応じて水中ポンプ排水とサイフォン排水の切替えが可能 ・サイフォン排水時は無電力 ・ホース両端部の開閉弁不要	(実施作業) ・排水(自動運転切替え) ・排水能力は4.7m ³ /min [水頭差10m]		○
6	俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム	株フジタ	東京大学大学院	○				①	遠隔操作重機	(情報取得方法) ・俯瞰映像伝送装置	・俯瞰映像提示システムにより重機直上からの映像で周辺状況の確認が可能 ・外部カメラ不要 ・走行時の安全性向上	(実施作業) ・走行 ・バケット先端位置合わせ ・型枠設置 ・白線内停止	○	
7	低容量型デジタル高精細画像伝送システム	株熊谷組	青木あすなる建設(株) 株大本組 西松建設(株) 株フジタ	○				①	-	(情報取得方法) ・高精細画像伝送装置	・従来のHD画像(15Mbps)に対して同じフレーム数(30fps)のHD画像を低容量(3Mbps)で伝送可能 ・遅延時間は70msec以下 ・従来のSD画像送信をHD画像送信に変更	(効果) ・無線の有効活用 ・オペの疲労軽減	○	
8	3DMC災害復旧仕様システム	株トブコン	-	○				②	自律走行重機	(採用技術) ・遠隔操作重機 ・自律制御装置 ・スキャニング+3DMC	・自律による走行技術 ・現況地形3Dモデル化技術 ・3Dモデルから重機搬入経路作成技術 ・3DMCによる遠隔走行技術	(実施作業) ・走行 ・現況地形の3Dモデル化	○	

※3 検証項目凡例

- [1] 土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等の応急復旧」ができる技術・システム
- [2] 土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「排水作業の応急対応」ができる技術・システム
- [3] 土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達」により応急復旧ができる技術

※4 ①: 「実用検証技術」・・・現段階で実現場での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

現場検証の結果として、確認された技術・システムの精度、安全性、効率、信頼性などを踏まえた評価を、想定される適用範囲や期待される活用場面および現場での活用に向けた課題とともに示す。

※5 ②: 「要素検証技術」・・・現時点では技術・システムの一部が開発段階にあり、本来の技術・システムとしてではなく、構成する一部の要素技術を用いたデータ収集や各要素の稼働状況などの確認を目的として現場検証を実施した技術。または、検証現場の使用上、構造上の制約等によりシステムとしての検証がおこなえず、データ収集や各要素の稼働状況等の確認を目的として現場検証を実施した技術。

現場検証の結果は、確認された範囲で技術・システムの有効性、実用の可能性に関するコメントとして示す。

4. 過去事例とニーズ等に基づく場面分けとターゲットの設定

過去事例とニーズ等について調査し、「発災後の対応（初動対応、応急または復興対応）」と「施工方式（目視（直接目視、車載カメラ映像併用）、映像、映像（走行作業）、排水作業）」という組み合わせで場面を整理し、場面毎にターゲットを設定し、現場検証内容を策定した。

4-1 初動対応-目視（直接目視、車載カメラ映像併用）

「初動対応-目視（直接目視、車載カメラ映像併用）」は、発災直後に車載カメラの映像を併用しながら、直接目視で遠隔操作型建設機械を操作して災害対応を行うものである。適用された災害は、土砂の崩落・崩壊であり、掘削、盛土、整地、法面整形の作業を行っていた。主にバックホウが使用されており、現地到着後から1週間程度実施していた。

以上より、「初動対応-目視（直接目視、車載カメラ映像併用）」における「搭載型」と「画像伝送」のターゲットを下記とした。

表 4.1 初動対応-目視（直接目視、車載カメラ映像併用）「搭載型」のターゲット

A	運搬性	1日で到着することが可能で、半日で初動対応作業が開始できること。
B	迅速性	航空機、普通自動車など、様々な方法での運搬が可能であること。
C	現場適用性	現行、旧型を問わず幅広く機種・規格・メーカーに搭載が可能であること。
D	施工性	専用型に比べて80%程度の施工能力を有すること。
E	信頼性	1週間の稼働が可能であること。

表 4.2 初動対応-目視（直接目視、車載カメラ映像併用）「画像伝送」のターゲット

A	運搬性	1日で到着することが可能で、半日で初動対応作業が開始できること。
B	迅速性	航空機、普通自動車など、様々な方法での運搬が可能であること。
C	現場適用性	現行、旧型を問わず幅広く機種・規格・メーカーに搭載が可能であること。
D	施工性	専用型に比べて80%程度の施工能力を有すること。
D	施工性	外部カメラがない状況で、円滑かつ速やかな移動ができること。
E	信頼性	1週間の稼働が可能であること。

4-2 応急または復興対応-映像

「応急または復興対応-映像」は、初動対応後に車載カメラや外部カメラの映像のみで遠隔操作型建設機械を操作して災害対応を行うものである。「初動対応-目視」と比較するとより精度の高い作業を行うことが多く、掘削、整地、法面整形、敷均し、二次製品設置などであった。使用する重機台数は、格段に増加する傾向もあり、遠隔操作距離も様々である。ほぼすべての事例で熟練したオペレータが対応しており、準備期間が与えられ対応開始までの時間が与えられる事例が多い。対応は長期に渡るため高い耐久性が求められた。

以上より、「応急または復興対応-映像」における「画像伝送（低容量高精細）」のターゲットを下記とした。

表 4.3 応急または復興対応-映像（画像伝送）のターゲット

C	現場適用性	複数の工区や多数の重機と映像を必要とする作業難易度の高い工事において、無線資源の有効活用がされること。
D	施工性	施工精度、施工効率が向上する。
E	信頼性・安全性	安定性（耐久性）を有すること。
F		

4-3 応急または復興対応-映像（走行作業）

「応急または復興対応-映像（走行作業）」は、初動対応後に車載カメラや外部カメラの映像のみで遠隔操作型建設機械を操作し、建設機械を走行させ災害対応作業を行うものである。より精度の高い作業を行うことが多く、整地、転圧などであった。ほぼ、すべての事例が、熟練したオペレータでの対応となっており、稼働開始まで、比較的、準備期間が与えられる事例が多い。対応は長期に渡るため高い耐久性が求められた。

以上より、「応急または復興対応-映像（走行作業）」におけるターゲットを下記とした。

表 4.4 応急または復興対応-映像（走行作業）のターゲット

C	現場適用性	従来の遠隔操作による施工と比較して同等以上の施工効率を有していること。
D E	施工性・信頼性	従来の遠隔操作による施工と同等以上の品質を確保することが可能であること。
F G	安全性・経済性	オペレータの省人化が図れること。
G	経済性	外部カメラの設置台数を減らすことができること。

4-4 応急または復興対応-排水作業

「応急または復興対応-排水作業」は、土砂崩落による河道閉塞において、初動対応後に崩落土砂の上流に湛水した河川水を下流に排水するための災害対応を行うものである。悪条件下でも、現地まで運搬・設置し、排水作業を行うことができることが求められていた。従来の水中ポンプ排水と比較し、容易に設置が可能で、低い運転コストが求められていた。対応は長期に渡るため高い耐久性が求められた。

以上より、「応急または復興対応-排水作業」におけるターゲットを下記とした。

表 4.5 応急または復興対応-排水作業のターゲット

A B	運搬性・迅速性	2日で運搬が可能で、2日で排水作業が開始できること。
C D	施工性・信頼性	従来の排水ポンプ技術と同等以上の排水能力を有していること。
F	メンテナンス性	維持管理が容易であり、運転コストが優れること。

5. 現場検証実施状況

現場検証は、雲仙普賢岳（長崎県）及び栗平地区（奈良県）で実施した。概要を以下に示す。

5-1 雲仙普賢岳

- (1) 検証期間：平成27年11月12日（木）～20日（金）
- (2) 検証場所：雲仙普賢岳 水無川2号砂防堰堤右岸および袖部付近
（長崎県南島原市深江町地先）
- (3) 対象とした公募技術と現場検証内容

【公募技術】

[1]掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬などの応急復旧

【実施内容】

・ロボットを運転席に搭載した遠隔操縦重機や自律走行重機を用いて掘削作業等を行い、作業効率や走行性等を検証

【公募技術】

[3]遠隔または自動による機械の制御に係る情報の伝達

【実施内容】

・俯瞰カメラを設置した遠隔操作重機や映像伝送装置を設置した遠隔操縦重機を用い、操作性や作業効率等を検証

【検証項目】

○バックホウによる検証

(a) 掘削・積込検証

(b) 走行検証

(c) 片切掘削検証

(d) バケット先端位置合わせ検証

(e) 型枠設置検証

(f) 敷き均し検証

(g) 白線内停止検証

(h) 装置取付取外し検証

(i) 安全装置の確認検証

○振動ローラによる検証

(j) 走行検証（走行作業：平面）

(k) 転圧検証

(l) 走行検証（走行作業：斜面）

(m) 障害物検知検証

※下線部の検証項目について「(4) 今年度の現場検証（抜粋）」に掲載する。

(4) 今年度の現場検証 (抜粋)

(a) 掘削・積込検証



【検証手順】

- 使用機械：バックホウ 0.8m³ 級×1 台 (対象機械)、クローラダンプ×2 台
- 検証概要
 - ①応募技術を搭載したバックホウにより、ヤードAで掘削しクローラダンプに積み込む。
 - ②クローラダンプは、ヤードBまで運搬し、荷卸しおよび仮置きする。
 - ③この作業を15分間繰り返した後、ヤードAの掘削土量、ヤードBの仮置き土量を計測し、15分間の作業による掘削土量を求める。
 - ④次に、バックホウをヤードBに移動させ、ヤードBに仮置きした土砂を再度、クローラダンプに積み込む。
 - ⑤クローラダンプは、ヤードAまで運搬し、荷卸しする。
 - ⑥この作業を15分間繰り返した後、ヤードBの掘削土量、ヤードAの仮置き土量を計測し、15分間の作業による掘削土量を求める。
 - ⑦以降、順次①～⑥の作業を繰り返す。



図 5.1 掘削積込検証概要図

(b) 走行検証

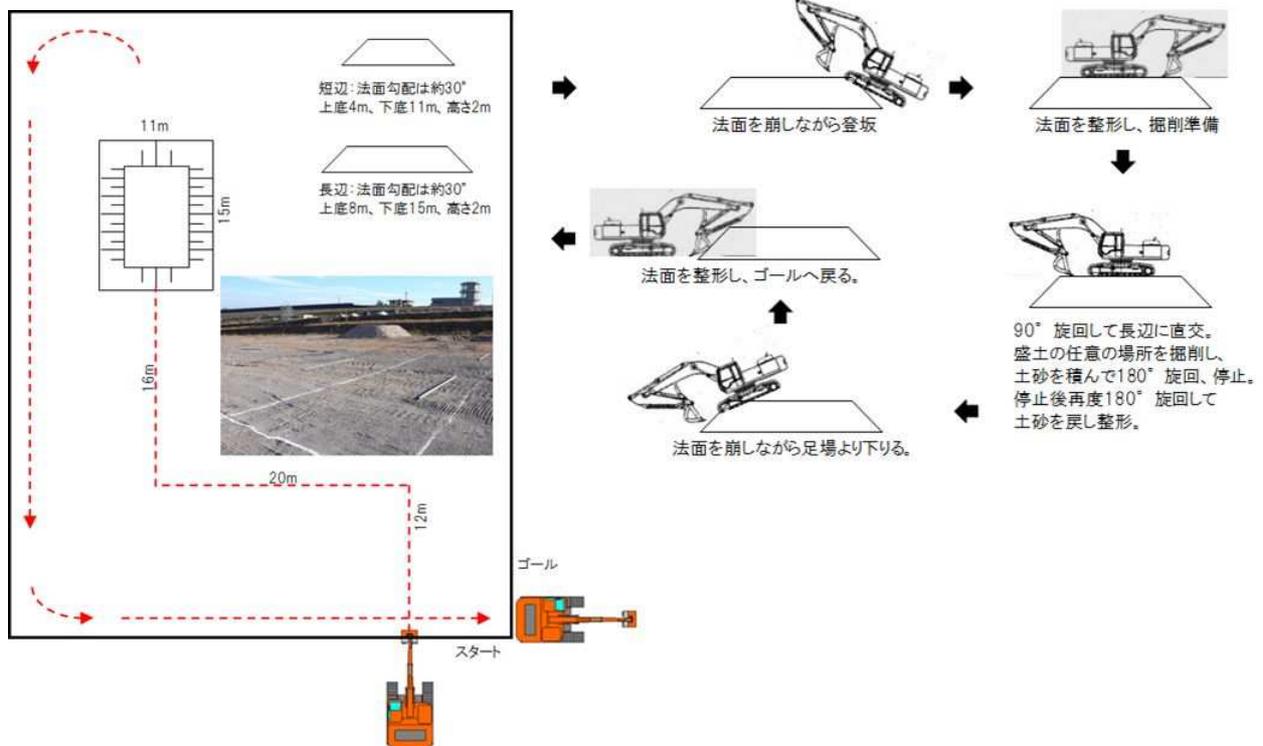




図 5.2 走行検証概要図

(k) 転圧検証



【検証手順】

- ・使用機械：11t 級振動ローラ×1 台（対象機械）
- ・検証概要
 - ① 1 レーンを 5 往復で 3 レーン走行し、1 レーンの走行は「無振動、有振動× 3 回、無振動」とする。
 - ② 転圧の実施回数は 1 回とする。走行延長は 20m、ラップ幅は 25cm とする。
 - ③ 転圧回数・転圧寸法・切り返し動作を検証する。
 - ④ 検証前に転圧・未転圧を確認するために、キャタ後をつけておく。

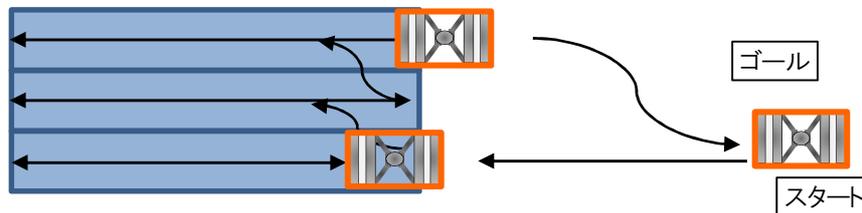


図 5.3 転圧検証概要図

(5) 検証状況

災害復旧用無線遠隔操縦ロボット	
応募者 (共同開発者)	コーワテック(株)
検証分野	[1] 掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等
対象分野	初動対応ー目視 (直接目視、車載カメラ映像併用)
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年11月11日(水), 12日(木)





遠隔操縦ロボット（ロボQⅡ）	
応募者 (共同開発者)	株フジタ
検証分野	[1] 掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等
対象分野	初動対応ー目視（直接目視、車載カメラ映像併用）
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年11月17日（火）、18日（水）



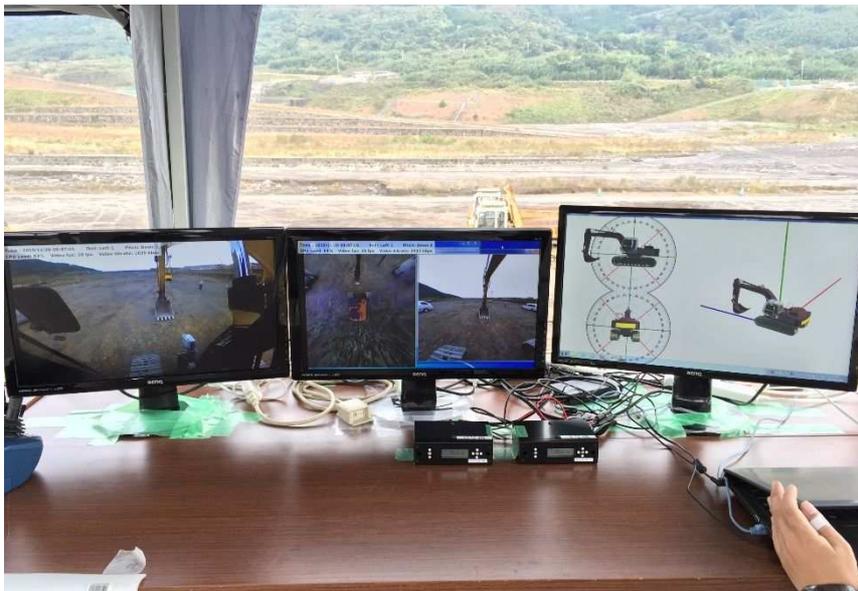
人型ロボットによる建設機械操縦システム(DOKA ROBO)	
応募者 (共同開発者)	(株)富士建 (アスラテック(株))
検証分野	[1] 掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等
対象分野	初動対応ー目視 (直接目視、車載カメラ映像併用)
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年11月13日(金), 16日(月)



自律制御型振動ローラによる盛土等転圧作業	
応募者 (共同開発者)	大成建設株
検証分野	[1] 掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等
対象分野	応急または復興対応ー映像（走行作業）
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年11月14日（土）



俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム	
応募者 (共同開発者)	(株)フジタ (東京大学大学院)
検証分野	[3] 遠隔または自動による機械等の制御にかかる情報の伝達
対象分野	初動対応—目視 (直接目視、車載カメラ映像併用)
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年11月18日 (水), 19日 (木)



低容量型デジタル高精細画像伝送システム	
応募者 (共同開発者)	(株)熊谷組 (青木あすなろ建設(株)、(株)大本組、西松建設(株)、(株)フジタ)
検証分野	[3] 遠隔または自動による機械等の制御にかかる情報の伝達
対象分野	応急または復興対応—映像
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年11月17日(火)
	
	

3 DMC 災害復旧仕様システム	
応募者 (共同開発者)	(株)トプコン
検証分野	[1] 掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等
対象分野	応急または復興対応ー自律走行
検証の位置付け	要素検証技術
検証日	平成27年11月11日(水)



5-2 栗平地区

- (1) 検証期間：平成27年12月8日（火）～10日（木）
- (2) 場所：栗平地区（奈良県吉野郡十津川村地先）
- (3) 対象とした公募技術と現場検証内容

【公募技術】

[2]排水作業の応急対応

【実施内容】

・揚程を変えて排水作業を行い、排水量やポンプ排水とサイフォン排水の切替え等を検証

【検証項目】

- 排水管の設置・撤去確認検証
- サイフォン排水の検証
 - (a) 排水量の確認検証
 - (b) 水中ポンプ排水からの切替え検証
- 水中ポンプ排水の検証
 - (c) 排水量の確認検証



排水作業 現場検証状況

(4) 検証状況

ハイブリッド・山辰サイフォン	
応募者 (共同開発者)	(株)山辰組
検証分野	[2] 排水作業の応急対応
対象分野	応急または復興対応ー排水作業
検証の位置付け	実用検証技術
検証日	平成27年12月8日(火)～10日(木)



排水切替え装置



6. 評価結果

6-1 総論

応急復旧に資するロボットは、土砂災害または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場において、

[1] 掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等の応急復旧

[2] 排水作業の応急対応

[3] 遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達

ができる技術・システムについて、長崎県南島原市の雲仙普賢岳（[1]、[3]）および奈良県吉野郡十津川村の栗平地区（[2]）において現場検証・評価を実施した。

今年度応募された技術のうち、実用検証技術は[1]掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等の応急復旧で4技術（継続2、新規2）、[2]排水作業の応急対応で1技術（継続0、新規1）、[3]遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達で2技術（継続2、新規0）であった。

今年度の現場検証では、ロボット活用の効果が期待される場面として、「発災後の対応（初動対応、応急または復興対応）」と「施工方式（目視（直接目視、車載カメラ映像併用）、映像、映像（走行作業）、排水作業）」という組み合わせで場面を整理し、場面毎にターゲットを設定して現場検証を実施した。

[1]掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等では、4技術中3技術が汎用重機の運転席に遠隔操作ロボットを搭載する技術で、1技術は遠隔操縦型の振動ローラ（RCD用）の自律走行により締固め作業を行う技術であった。

ロボットを搭載する3技術はいずれも汎用重機の運転室に遠隔操作ロボットを搭載するという開発コンセプトは共通であったが、技術的なアプローチ方法（ロボットの駆動方式等）はそれぞれ異なっていた。そのうち2技術は、バケット以外のアタッチメントを装着した重機の操作が可能であり、さらにそのなかの1技術は、回転作業等が可能な林業用アタッチメントを装着した重機の操作が可能であることが確認された。これらの技術により、これまで対応が不可能であった作業が可能となり、災害対応能力の拡充が期待できる。いずれの技術も運搬性、迅速性、現場適用性に優れているものの、一部開発中の技術や、現場検証中に映像が途切れる技術など、施工性、信頼性に課題が確認された。

自律走行による締固め技術は、施工性に優れ、技術として完成していることを確認した。災害対応における締固め作業の品質と施工能力の向上が期待できるほか、通常の工事においても、オペレータの削減・負担軽減や夜間作業の効率化が期待できる。

[2] 排水作業の応急対応は、水中ポンプ排水とサイフォン排水とを切替えて排水作業ができる1技術に関する検証実験を行い、技術的に完成していることを確認した。この技術を用いると、水中ポンプ排水にサイフォン効果が加わり、揚程によっては通常の水中ポンプ排水以上の排水量が確保できるため、現場条件（揚程、長期間の排水作業等）が適合する災害現場においては導入の効果を期待することができる。

[3] 遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達は、1技術が一般的な無人化施工で用いられる車載映像伝送システムと比べて低容量で鮮明な映像が伝送できる技術、もう1技術はカメラを使って重機の真上からの俯瞰映像を生成する技術であった。このうち前者の技術に関しては、運搬性、施工性に優れ、技術的に完成していることを確認した。この技術を用いると、低容量で鮮明な画像により、オペレータの疲労感の軽減や無線資源の有効活用が期待でき、また、無人化施工のみならず監視カメラ設備等（災害時および平時）への展開も期待することができる。

後者の俯瞰映像を生成する技術は、運搬性、迅速性、現場適用性、信頼性、安全性に優れていることを確認した。生成された俯瞰映像の質に課題が残るものの、発災直後の危険で狭隘な環境下において、固定カメラや移動カメラを使用せずに、遠隔操作で重機の進入が可能となることは有意義である。

今年度の現場検証においては、土砂崩落または火山災害における[1]掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等、[2]排水作業の応急対応、[3]遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達 ができる技術・システムのいずれにおいても、昨年度よりも技術の向上が見られ、実際の災害時において活用を推薦できる技術が複数あった。その一方で、昨年度および今年度の現場検証を通じて課題が明らかになった技術もあり、これらの課題解決に向けた研究開発がさらに促進されることを期待する。

活用を推薦する技術については、今後、施設管理者等による実機の配備や災害協定の締結などを通じて、災害への迅速な対応を図ることが重要である。また、これらの技術を災害現場のみならず通常の工事にも展開することにより、さらなる技術革新を促進するとともに、オペレータの削減・負担軽減や夜間作業の施工化など建設生産性の向上にも資するものと期待する。

災害応急復旧部会長 建山 和由

6-2 評価方法について

現場検証を行った対象技術毎の現場検証評価結果は6-3に示す。
以下に対象技術毎の現場検証評価の方法について記載する。

(1) 活用に向けた検証の位置付け（総合評価）

活用に向けた技術の位置付け（総合評価）は、以下のとおりとした。

①活用を推薦する

今回の検証において、公募要件の要求事項を満足し活用によって求める成果が取得できることが確認された技術（基本要件が全て「○」の技術）。

②課題が解決されれば活用を推薦する

今回の検証で、課題が明確となり、その課題が解決されれば要求事項を満足し、活用によって求める成果が取得できることが確認された技術（基本要件に「×」はないが「△」がある技術）。

③活用に向け今後の技術開発を期待する

今回の検証で、技術の状況が基本要件を満足するに至らず、活用に向け技術開発を期待する技術（基本要件に「×」がある技術）。

(2) 技術の有用度

①「活用を推薦する」と評価した技術には、その有用度に応じて、「★★★★」「★★」「★」を付与した。
★の数は、公募技術毎の評価項目（運搬性、迅速性、現場適用性、施工性、信頼性、安全性、メンテナンス性、経済性）を総合的に判断し、有用度の高いものから「★★★★」「★★」「★」とした。

- ★★★★ : 事務局が設定した要求事項に対して、非常に高い満足度を示し、活用により非常に高い効果を得られる技術
- ★★ : 事務局が設定した要求事項に対して、高い満足度を示し、活用により高い効果を得られる技術
- ★ : 事務局が設定した要求事項を満足し、活用により効果を得られる技術

②「課題が解決されれば活用を推薦する」と評価した技術にはその有用度に応じて「(★★★★)」「(★★)」「(★)」を付与した。

今回の検証で明確となった課題が解決されれば、★の数で示した有用度が発揮されることが期待できる技術である。

③「活用に向け今後の技術開発を期待する」と評価した技術には、「-」を付与する。

(3) 基本要件の判定

①基本要件の判定は技術特性の各評価項目から判定して以下のとおりとした。

- ：要件を満たす
- △：要件を満たすが課題が残る
- ×：不可

②各基本要件の判定根拠は以下の技術特性の評価項目からおこなった。

表 6.1 公募技術 [1] の『基本要件の評価』の判定根拠

公募技術 [1]	土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等の応急復旧」ができる技術・システム						
評価項目	運搬性	迅速性	現場 適用性	施工性	信頼性	安全性	経済性
基本要件	①	●	●				
	②			●	●		
	③				●		●
	④					●	
	⑤						●
	⑥						●

表 6.2 公募技術 [2] の『基本要件の評価』の判定根拠

公募技術 [2]	土砂崩落による河道閉塞において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「排水作業の応急対応」ができる技術・システム						
評価項目	運搬性	迅速性	施工性	信頼性	安全性	メンテ ナンス 性	経済性
基本要件	①	●	●				
	②			●			
	③			●		●	●
	④			●	●		
	⑤					●	
	⑥					●	

表 6.3 公募技術 [3] の『基本要件の評価』の判定根拠

公募技術 [3]	土砂崩落または火山災害において、人の立入りが困難若しくは人命に危険を及ぼす災害現場の「遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達」により応急復旧ができる技術						
評価項目	運搬性	迅速性	現場 適用性	施工性	信頼性	安全性	経済性
基本要件	①		●	●			
	②	●	●		●		●
	③					●	
	④					●	

(4) 技術特性の評価

①評価項目

各技術の特性は以下表の評価項目で評価した。

表 6.4 評価項目一覧表

評価項目 \ 場面	I	II	III	IV	評価内容
運搬性	●	●	●	●	運搬が容易である
迅速性	●	—	●	●	迅速に作業ができる
現場適用性	●	●	—	●	取付可能な建設機械の範囲が広い
施工性	●	●	●	●	施工能力を有する
信頼性	●	●	●	●	耐久性、(持続性)を有する
メンテナンス性	—	—	●	—	設備の保守が容易にできる
安全性	●	●	●	●	異常時の対応等
経済性	●	●	●	●	経済性を有する

- I 初動対応—目視 (直接目視、車載カメラ映像併用) 公募技術 [1、3]
 II 応急または復興対応—映像 (走行作業) 公募技術 [1]
 III 応急または復興対応—排水作業 公募技術 [2]
 IV 応急または復興対応—映像 公募技術 [3]

②各評価項目の評価

各評価項目の評価は、以下のとおりとした。

- ・比較対象は、従来技術または事務局で定めたターゲットとし、各項目での比較対象に対する優位の有無について評価した。
- ・評価は、委員の評価を考慮し、事務局が行った。
- ・評価にあたっては、各場面による評価項目の重要度 (重み) を考慮した。
- ・評価基準は以下のとおりとした。
 - ◎ : 優れている
 - : 比較対象と同等である
 - △ : 劣っている
 - × : 著しく劣っている

6-3 現場検証・評価結果（対象技術毎）

番号	技術名称	応募者	頁
1	災害復旧用無線遠隔操縦ロボット	コーワテック株式会社	27-28
2	遠隔操縦ロボット（ロボQⅡ）	株式会社フジタ	29-30
3	人型ロボットによる建設機械操縦システム（DOKA ROBO）	株式会社富士建	31-32
4	自律制御型振動ローラによる盛土等転圧作業	大成建設株式会社	33-34
5	ハイブリッド・山辰サイフォン	株式会社山辰組	35-36
6	俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム	株式会社フジタ	37-38
7	低容量デジタル高精細映像伝送システム	株式会社熊谷組	39-40
8	3DMC 災害復旧仕様システム	株式会社トプコン	41

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

現場検証 評価結果

実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

○技術名称	災害復旧用無線遠隔操縦ロボット (副題)空気圧駆動式ラバーアクチュエータによる汎用建機用遠隔操縦システム																			
○応募者	コーワテック株式会社																			
○共同開発者	なし																			
○技術概要 【自己申告】	<p>メーカーや機種を問わず、遠隔操縦ロボットを油圧ショベル運転席の座席に搭載し、短時間で汎用建機を無線遠隔操縦仕様にすることが可能なロボットシステム。</p> <p>ロボット遠隔操作無線の周波数帯は920MHzを、映像送信用無線の周波数帯は4.9GHzを採用。安全性に関しては非常停止機能のほかに建機の傾き検出機能付。</p> <p>林業用アタッチメント付き重機に対応し、土砂崩れで土砂に混在する倒木も同時に除去することができる。</p>	(外観・イメージ) 																		
○対象分野	初動対応—目視(直接目視、車載カメラ映像併用)																			
○技術構成	<table border="1"> <tr> <td>技術の特徴</td> <td>搭載型ロボットによる遠隔操作</td> <td>自社開発 重量:50kg エアにより、ゴム人工筋肉を稼働させて、レバーを操作する方式。座席上に搭載。</td> </tr> <tr> <td>操作方法</td> <td>可搬型リモコンで操作</td> <td></td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>操作用:920MHz(特定小電力)</td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>画像用:4.9GHz</td> </tr> <tr> <td>映像取得</td> <td>動画</td> <td>1,920×1,080dpi(ハイビジョン)</td> </tr> <tr> <td>作業可能な工種</td> <td colspan="2">掘削積込、倒木等撤去(アタッチメント使用)</td> </tr> </table>		技術の特徴	搭載型ロボットによる遠隔操作	自社開発 重量:50kg エアにより、ゴム人工筋肉を稼働させて、レバーを操作する方式。座席上に搭載。	操作方法	可搬型リモコンで操作		通信手段	無線	操作用:920MHz(特定小電力)	通信手段	無線	画像用:4.9GHz	映像取得	動画	1,920×1,080dpi(ハイビジョン)	作業可能な工種	掘削積込、倒木等撤去(アタッチメント使用)	
技術の特徴	搭載型ロボットによる遠隔操作	自社開発 重量:50kg エアにより、ゴム人工筋肉を稼働させて、レバーを操作する方式。座席上に搭載。																		
操作方法	可搬型リモコンで操作																			
通信手段	無線	操作用:920MHz(特定小電力)																		
通信手段	無線	画像用:4.9GHz																		
映像取得	動画	1,920×1,080dpi(ハイビジョン)																		
作業可能な工種	掘削積込、倒木等撤去(アタッチメント使用)																			
○問合せ先	コーワテック株式会社 開発部 豊田 晃央 TEL:0467-72-5081 E-mail:toyoda@kowatech.co.jp URL:http://www.kowatech.co.jp																			
●検証項目	[1] (詳細内容は、本書p.2に記載)																			
●検証場所	国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)																			
●検証内容	<p>検証項目は以下の3つを実施した。</p> <p>①装置取付取外検証②掘削積込検証③倒木等撤去検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・装置取付取外検証では、取付時間は最大で40分、取外時間は16分であった。 ・掘削積込検証では、映像伝送にトラブルが発生し、十分な検証ができなかった。 ・倒木等撤去検証では、『掘る、掴む、切る、回す』ことができる林業用アタッチメントを取付けた重機で、これらの作業ができることを確認した。 <p>【検証実施日】 平成27年11月11日(装置取付取外検証) 11月12日(現場検証) 11月20日(委員検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>																		

○技術名称	災害復旧用無線遠隔操縦ロボット
-------	-----------------

●評価結果	
-------	--

課題が解決されれば活用を推薦する	(★★)
-------------------------	-------------

期待される改良・開発事項(課題)	映像伝送システム(確実な映像伝送の確保)の改良・開発が望まれる。
------------------	----------------------------------

[基本要件]

基本要件	判定	判定根拠(技術特性)
基本要件① 土砂崩壊等により道がない、段差・障害物がある、軟弱地盤、冠水箇所等の条件下でも、現地まで資機材等の運搬ができる。	○	A・B
基本要件② 掘削、押土、盛土、土砂運搬等の応急復旧に係る作業の全てまたは一部が、技術・システムの単体もしくは組合せでできる。	△	C・D
基本要件③ 従来の無人化施工技術と比較して、施工性(単位時間あたりの作業量)、安全性等(機器の転落防止等)の性能が高く、経済性が妥当である。	△	D・G
基本要件④ 無線を利用して遠隔操作を行う場合には、信頼性の高い通信方式を採用すること等により、支障なく作業を行うことができること。	△	E
基本要件⑤ 災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	○	F
基本要件⑥ 公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	○	F

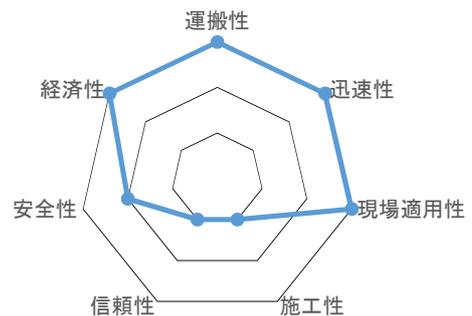
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可

[技術特性]

【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。

比較対象技術:遠隔操縦のために、あらかじめ無線装置、コントローラ、電磁弁等が取り付けられている建設機械(専用型)

番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	◎	ライトバン1台で運搬できることを確認。 1日以内に運搬できることを確認。
B	迅速性	◎	40分で取付け可能なことを確認。 ロボット搭載は作業員3名、人力のみでできることを確認。
C	現場適用性	◎	21機種の重機に搭載できる(自己申告)。 事務局が用意した規格の異なる2台の重機と、応募者が手配した1台の重機に搭載できることを確認。 林業用アタッチメントを装着した重機を操作して作業ができることを確認。
D	施工性	△	応募者の申告に対し実施できた検証項目は30%程度。 掘削能力は専用型の75%であり、要求性能を満たしていることを確認。 衝撃試験によるトラブルが発生しなかったことを確認。
E	信頼性	△	10日程度の稼働が可能(自己申告)。 遠隔操作で重機のエンジンの再起動ができたことを確認。 映像伝送システムにトラブル(無線の途絶)が発生。
F	安全性	○	ロボットの強制停止ができることを確認。 振動等により運転席に搭載したロボットの装着位置にずれがないことを確認。
G	経済性	◎	重機本体に取り付けた専用型の遠隔操作システムより安価であることを確認(価格については自己申告)。



判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可

総評	運搬性、迅速性、現場適用性、経済性に優れており、21機種の重機に搭載できることは汎用性が広く有意義である。また、林業用アタッチメントを装着した重機で『掘る、掴む、切る、回す』等の動作ができるため、土砂や倒木、転石等が堆積した防災直後の場面での活躍に期待ができる技術である。映像伝送システムによる確実な映像伝送に問題があり施工性、信頼性に課題がある。
----	--

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

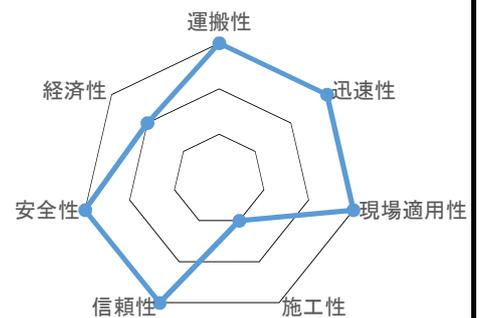
現場検証 評価結果

実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

○技術名称	遠隔操縦ロボット(ロボQⅡ) (副題)汎用の油圧ショベルに簡易に取付可能な遠隔操縦ロボット																			
○応募者	株式会社フジタ																			
○共同開発者	なし																			
○技術概要 【自己申告】	<p>本技術は、汎用の油圧ショベルに取付け可能な遠隔操縦ロボットで、分解して運搬できるため、災害発生後3日程度(無人専用重機を投入する準備期間)以内の、緊急的な初動の応急復旧作業に適したロボットである。</p> <p>さらに、従来の遠隔操縦ロボット(ロボQ)に対し、制御系と駆動系にフェールセーフ機能の拡張を基本とした改造を実施することで、過酷な災害復旧作業における安全性と信頼性を向上させた。</p>	<p>(外観・イメージ)</p> 																		
○対象分野	初動対応—目視(直接目視、車載カメラ映像併用)																			
○技術構成	<table border="1"> <tr> <td>技術の特徴</td> <td>搭載型ロボットによる遠隔操作</td> <td>自社開発 重量:180kg(12分割) 重機に搭載(外付け)したコンプレッサから送り出されるエアでレバーを操作する方式。 座席を取外して搭載。</td> </tr> <tr> <td>操作方法</td> <td>可搬型リモコンで操作</td> <td></td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>操作用:429MHz(特定小電力)</td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>画像伝送用:2.4GHz OFDM無線(事務局手配)</td> </tr> <tr> <td>映像取得</td> <td>動画</td> <td>事務局手配</td> </tr> <tr> <td>作業可能な工種</td> <td>掘削積込</td> <td></td> </tr> </table>		技術の特徴	搭載型ロボットによる遠隔操作	自社開発 重量:180kg(12分割) 重機に搭載(外付け)したコンプレッサから送り出されるエアでレバーを操作する方式。 座席を取外して搭載。	操作方法	可搬型リモコンで操作		通信手段	無線	操作用:429MHz(特定小電力)	通信手段	無線	画像伝送用:2.4GHz OFDM無線(事務局手配)	映像取得	動画	事務局手配	作業可能な工種	掘削積込	
技術の特徴	搭載型ロボットによる遠隔操作	自社開発 重量:180kg(12分割) 重機に搭載(外付け)したコンプレッサから送り出されるエアでレバーを操作する方式。 座席を取外して搭載。																		
操作方法	可搬型リモコンで操作																			
通信手段	無線	操作用:429MHz(特定小電力)																		
通信手段	無線	画像伝送用:2.4GHz OFDM無線(事務局手配)																		
映像取得	動画	事務局手配																		
作業可能な工種	掘削積込																			
○問合せ先	株式会社フジタ 建設本部土木エンジニアリングセンター機械部 三村 洋一 TEL:042-975-5035 E-mail:yimimura@fujita.co.jp URL:http://www.fujita.co.jp																			
●検証項目	[1] (詳細内容は、本書p.2に記載)																			
●検証場所	国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)																			
●検証内容	<p>検証項目は以下の3つを実施した。</p> <p>①装置取付取外検証②掘削積込検証③走行検証</p> <p>・装置取付取外検証では、取付時間は最大で129分、取外時間は94分であった。</p> <p>・ロボットを搭載(設置)した状態で、人がロボットに座って操作できることを確認した。</p> <p>・ロボットの非常停止機能と重機本体の非常停止機能を確認した。</p> <p>【検証実施日】 平成27年11月17日(装置取付取外検証) 11月18日(現場検証) 11月20日(委員検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>																		

○技術名称	遠隔操縦ロボット(ロボQⅡ)		
●評価結果	課題が解決されれば活用を推薦する (★★★)		
期待される改良・開発事項(課題)	画像伝送システムの搭載が望まれる。		
[基本要件]			
	基本要件	判定	判定根拠(技術特性)
基本要件①	土砂崩壊等により道がない、段差・障害物がある、軟弱地盤、冠水箇所等の条件下でも、現地まで資機材等の運搬ができる。	○	A・B
基本要件②	掘削、押土、盛土、土砂運搬等の応急復旧に係る作業の全てまたは一部が、技術・システムの単体もしくは組合せでできる。	△	C・D
基本要件③	従来の無人化施工技術と比較して、施工性(単位時間あたりの作業量)、安全性等(機器の転落防止等)の性能が高く、経済性が妥当である。	△	D・G
基本要件④	無線を利用して遠隔操作を行う場合には、信頼性の高い通信方式を採用すること等により、支障なく作業を行うことができること。	○	E
基本要件⑤	災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	○	F
基本要件⑥	公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	○	F
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可			
[技術特性]			
【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。			
比較対象技術:遠隔操縦のために、あらかじめ無線装置、コントローラ、電磁弁等が取り付けられている建設機械(専用型)			
番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	◎	4tトラックで運搬できることを確認。 1日以内に運搬できることを確認。
B	迅速性	◎	129分で取付け可能なことを確認。 ロボット搭載は作業員4名、人力のみでできることを確認。
C	現場適用性	◎	4機種の重機に搭載できる(自己申告)。 事務局が用意した規格の異なる2台の重機に搭載できることを確認。
D	施工性	△	応募者の申告に対し実施できた検証項目は100%。 掘削能力は専用型の80%、走行能力は専用型と同等であり、要求性能を満たしていることを確認(事務局が用意した画像伝送システムで検証)。 衝撃試験によるトラブルが発生しなかったことを確認。
E	信頼性	◎	1週間程度の稼働が可能(自己申告)。 遠隔操作で重機のエンジンの再起動ができたことを確認。
F	安全性	◎	ロボットと重機本体の強制停止ができることを確認。 振動等によるロボットの装着位置にずれがないことを確認。
G	経済性	○	重機本体に取り付けた専用型の遠隔操作システムと同等であることを確認(価格については自己申告)。
判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可			
総評	運搬性、迅速性、現場適用性、信頼性、安全性に優れている。また、ロボットを搭載した状態で、重機にオペレータが搭乗して操作することが可能な技術である。現場検証で想定した活用の場面では、画像伝送システムが搭載されていないことが課題となるが、掘削能力、走行能力は専用型と同等であり、発災直後の場面での活躍に期待ができる。		



次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

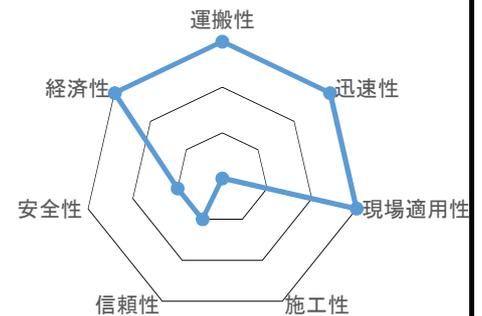
現場検証 評価結果

実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

○技術名称	人型ロボットによる建設機械操縦システム(DOKA ROBO) (副題)汎用建設機械を人型ロボットにより無線遠隔操縦可能とするシステム																			
○応募者	株式会社富士建																			
○共同開発者	アスラテック株式会社																			
○技術概要 【自己申告】	<p>電動アクチュエータを使用した人型操縦ロボットを汎用建設機械の運転席に搭乗させ無線操縦可能とするシステムである。</p> <p>操縦ロボット本体は小型軽量で重量は18kg程度と人が運搬設置可能なサイズであり、汎用建設機械を使用することで迅速な応急復旧作業が可能となる。</p> <p>頭部にはステレオカメラが搭載され操縦者に3D画像として伝送される。</p> <p>無線LANを使用し操作距離は200m程度であるが、中継局を増設することにより延長することが可能である。</p>	(外観・イメージ) 																		
○対象分野	初動対応—目視(直接目視、車載カメラ映像併用)																			
○技術構成	<table border="1"> <tr> <td>技術の特徴</td> <td>搭載型ロボットによる遠隔操作</td> <td>自社開発 重量:18kg 重機本体からロボットを稼働させるサーボモータの電源をとり、レバーを操作する方式。座席上に搭載。</td> </tr> <tr> <td>操作方法</td> <td>可搬型リモコンで操作</td> <td></td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>操作用:1.2GHz帯(特定小電力)</td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>画像伝送用:2.4GHz帯</td> </tr> <tr> <td>映像取得</td> <td>動画</td> <td>カメラ:Webカメラ 1,920×1,080 パツファロー</td> </tr> <tr> <td>作業可能な工種</td> <td>掘削積込、転石破碎</td> <td></td> </tr> </table>		技術の特徴	搭載型ロボットによる遠隔操作	自社開発 重量:18kg 重機本体からロボットを稼働させるサーボモータの電源をとり、レバーを操作する方式。座席上に搭載。	操作方法	可搬型リモコンで操作		通信手段	無線	操作用:1.2GHz帯(特定小電力)	通信手段	無線	画像伝送用:2.4GHz帯	映像取得	動画	カメラ:Webカメラ 1,920×1,080 パツファロー	作業可能な工種	掘削積込、転石破碎	
技術の特徴	搭載型ロボットによる遠隔操作	自社開発 重量:18kg 重機本体からロボットを稼働させるサーボモータの電源をとり、レバーを操作する方式。座席上に搭載。																		
操作方法	可搬型リモコンで操作																			
通信手段	無線	操作用:1.2GHz帯(特定小電力)																		
通信手段	無線	画像伝送用:2.4GHz帯																		
映像取得	動画	カメラ:Webカメラ 1,920×1,080 パツファロー																		
作業可能な工種	掘削積込、転石破碎																			
○問合せ先	株式会社富士建 技術部 角 和樹 TEL:0952-64-2331 E-mail:mits22@fujiken-co.jp URL:http://www.fjk-co.jp																			
●検証項目	[1] (詳細内容は、本書p.2に記載)																			
●検証場所	国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)																			
●検証内容	<p>検証項目は以下の3つを実施した。</p> <p>①装置取付取外検証②掘削積込検証③走行検証</p> <p>・装置取付取外検証では2台の機種に実施し、取付時間は平均で92分、取外時間は17分であった。</p> <p>・映像伝送にトラブルが発生し、掘削積込、走行の十分な検証ができなかった。</p> <p>・ロボットが一時制御不能となった。</p> <p>【検証実施日】 平成27年11月13日(装置取付取外検証) 11月16日(現場検証) 11月20日(委員検証)</p>	  <p>現場検証状況</p>																		

○技術名称	人型ロボットによる建設機械操縦システム(DOKA ROBO)		
●評価結果	活用に向け今後の技術開発を期待する		
期待される改良・開発事項(課題)	電気系統(サーボモータ)の信頼性向上、映像伝送システムによる確実な映像伝送、重機の操作レバーへのロボットの固定方法の改良が望まれる。		
[基本要件]			
	基本要件	判定	判定根拠(技術特性)
基本要件①	土砂崩壊等により道がない、段差・障害物がある、軟弱地盤、冠水箇所等の条件下でも、現地まで資機材等の運搬ができる。	○	A・B
基本要件②	掘削、押土、盛土、土砂運搬等の応急復旧に係る作業の全てまたは一部が、技術・システムの単体もしくは組合せでできる。	×	C・D
基本要件③	従来の無人化施工技術と比較して、施工性(単位時間あたりの作業量)、安全性等(機器の転落防止等)の性能が高く、経済性が妥当である。	×	D・G
基本要件④	無線を利用して遠隔操作を行う場合には、信頼性の高い通信方式を採用すること等により、支障なく作業を行うことができること。	△	E
基本要件⑤	災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	△	F
基本要件⑥	公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	△	F
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可			
[技術特性]			
【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。			
比較対象技術:遠隔操縦のために、あらかじめ無線装置、コントローラ、電磁弁等が取り付けられている建設機械(専用型)			
番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	◎	ライトバン2台で運搬できることを確認。 1日以内で運搬できることを確認。 ロボット本体は航空機で運搬できることを確認。
B	迅速性	◎	92分で取付けできることを確認。 ロボット搭載は作業員3名、人力のみでできることを確認。
C	現場適用性	◎	9機種の重機に搭載できる(自己申告)。 事務局が用意した規格が異なる2台の重機に搭載できることを確認。
D	施工性	×	応募者の申告に対し実施できた検証項目は20%程度。 掘削能力は専用型の46%、走行能力は専用型の54%であり、要求性能を満たしていないことを確認。
E	信頼性	△	4日程度の移動が可能(自己申告)。 遠隔操作で重機のエンジンの停止・再起動ができたことを確認。 ロボットのサーボモータにトラブル(破損)が発生。 映像伝送システムにトラブル(無線の途絶)が発生。
F	安全性	△	ロボットと重機本体の強制停止ができることを確認。 重機の操作レバーとロボットをつなぐ治具にトラブル(外れたことによる操作レバーの操作不能)が発生。 検証時の振動等によるロボット本体の装着位置にずれがないことを確認。
G	経済性	◎	重機本体に取り付けた専用型の遠隔操作システムより安価であることを確認(価格については自己申告)。
判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可			
総評	運搬性、迅速性、現場適用性、経済性に優れており、航空機での運搬が可能な技術である。また、ロボット稼働する動力は重機本体のバッテリーから電源を得ているため、ロボットの耐久性が向上すれば長時間の稼働が期待できる。電気系統(サーボモータ)の信頼性向上、映像伝送システムによる確実な映像伝送、重機の操作レバーへのロボットの固定方法に課題がある。		



次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

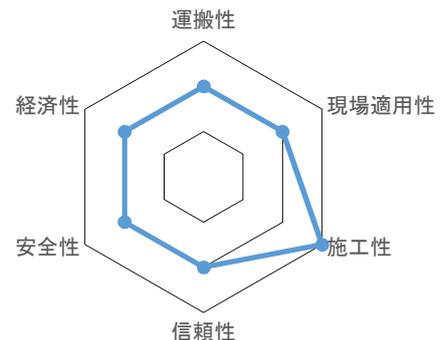
現場検証 評価結果

実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

○技術名称	自律制御型振動ローラーによる盛土等転圧作業 (副題)人間による操作不要の『自律制御型』次世代無人化施工技術										
○応募者	大成建設株式会社										
○共同開発者	なし										
○技術概要 【自己申告】	国土交通省建設技術研究開発助成制度を活用し、平成24年度から3か年で「次世代無人化施工システムの開発」と題し、現場の画像を見て常時操作する従来のラジコン型無人施工機械に対し、主要作業を人間の操作無しで行える自律型制御による無人化機械の開発を行った。 本技術は其中で11t級振動ローラーを使った自律転圧作業に関するものである。	(外観・イメージ) 									
○対象分野	応急または復興対応 - 自律走行										
○技術構成	<table border="1"> <tr> <td>技術の特徴</td> <td>自律走行ローラーによる転圧, 走行</td> <td>遠隔操作式振動ローラーに自律制御装置を搭載し、自動運転を行う</td> </tr> <tr> <td>操作方法</td> <td>自律制御システム</td> <td>トータルステーション(TS)で方向制御</td> </tr> <tr> <td>作業可能な工種</td> <td>転圧</td> <td></td> </tr> </table>		技術の特徴	自律走行ローラーによる転圧, 走行	遠隔操作式振動ローラーに自律制御装置を搭載し、自動運転を行う	操作方法	自律制御システム	トータルステーション(TS)で方向制御	作業可能な工種	転圧	
技術の特徴	自律走行ローラーによる転圧, 走行	遠隔操作式振動ローラーに自律制御装置を搭載し、自動運転を行う									
操作方法	自律制御システム	トータルステーション(TS)で方向制御									
作業可能な工種	転圧										
○問合せ先	大成建設株式会社 技術センター 土木技術開発部 片山 三郎 TEL: 045-814-7229 E-mail: ktysbr00@pub.taisei.co.jp URL: http://www.taisei.co.jp										
●検証項目	[1] (詳細内容は、本書p.2に記載)										
●検証場所	国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)										
●検証内容	<p>検証項目は以下の4つを実施した。</p> <p>①平坦部走行検証②施工性(転圧)検証③カント部走行検証④障害物検知検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全般的に施工能力は専用機と同等であった。 ・検証日は雨で走行試験としては不利な状況であったが、全検証項目が実施できた。 ・走行路の修正挙動は極めて速やかであった。 <p>【検証実施日】 平成27年11月14日(現場検証) 11月20日(委員検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>									

○技術名称	自律制御型振動ローラーによる盛土等転圧作業		
●評価結果	活用を推薦する ★★		
上記の適用範囲	応急または復興対応における締固め作業。		
留意事項	保有台数の少ない遠隔操作型の振動ローラ(RCD用)をベースマシンとしている。TSを利用した方向制御となるため、TSの据付位置に留意が必要。		
期待される改良・開発事項(課題)	一般土工用の振動ローラへの展開が望まれる。		
[基本要件]			
	基本要件	判定	判定根拠(技術特性)
基本要件①	土砂崩壊等により道がない、段差・障害物がある、軟弱地盤、冠水箇所等の条件下でも、現地まで資機材等の運搬ができる。	○	A
基本要件②	掘削、押土、盛土、土砂運搬等の応急復旧に係る作業の全てまたは一部が、技術・システムの単体もしくは組合せでできる。	○	C・D
基本要件③	従来の無人化施工技術と比較して、施工性(単位時間あたりの作業量)、安全性等(機器の転落防止等)の性能が高く、経済性が妥当である。	○	D・G
基本要件④	無線を利用して遠隔操作を行う場合には、信頼性の高い通信方式を採用すること等により、支障なく作業を行うことができること。	○	E
基本要件⑤	災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	○	F
基本要件⑥	公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	○	F
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可			
[技術特性]			
【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。			
比較対象技術:遠隔操縦のために、あらかじめ無線装置、コントローラ、電磁弁等が取り付けられている建設機械(専用型)			
番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	○	トレーラーにより運搬できることを確認。
C	現場適用性	○	斜路においても直進走行が可能であることを確認。走行精度は従来技術より高精度であることを確認。
D	施工性	◎	応募者の申告に対し実施できた検証項目は100%。施工能力は従来技術以上(134%)であり、要求性能を満たしていることを確認。
E	信頼性	○	遠隔操作で重機のエンジンの停止・再起動ができたことを確認。通信の途絶が発生しなかったことを確認。
F	安全性	○	重機の強制停止ができることを確認。障害物を検知し、自動停止できることを確認。
G	経済性	○	重機本体は従来技術(専用型)より高価となるが、専用型の運用に必要な外部カメラが不要となることから、経済的に同等と判断。
判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可			
総評	施工性に優れ、自律走行により締固め作業の品質(オペレータが搭乗した操作と同等)と施工能力の向上が期待できる。TSを利用した方向制御となるため、TSの据付位置に留意が必要である。災害対応のみならず平時においても通常の工事で活用することにより、オペレータの削減・負担軽減や、夜間作業の効率化が期待できる。		



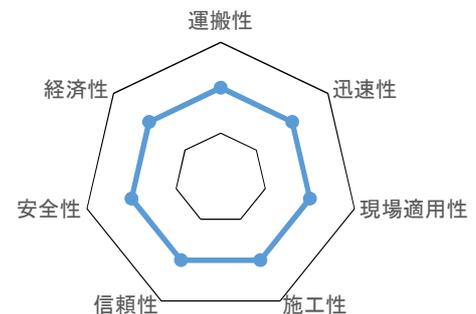
次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

現場検証 評価結果 実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

○技術名称	ハイブリッド・山辰サイフォン (副題)天然ダムの排水揚程7mを境に「水中ポンプ」と「サイフォン」を使い分ける排水装置																
○応募者	株式会社山辰組																
○共同開発者	なし																
○技術概要 【自己申告】	<p>○概要 天然ダムの排水揚程が7m以上は電気で「水中ポンプ」を稼働。揚程7m以下は自然エネルギーで「サイフォン排水」に切替えるハイブリッドな排水装置。</p> <p>○構造 Y字形に合流した、水中ポンプとサイフォンの2つの流れを切替えて下流へ排水する構造。</p> <p>○排水量 水頭差10mでφ200mm水中ポンプ排水量は通常4.0m³/min。⇒ φ200mmサイフォンは揚程7mで6.3m³/min～揚程3mで12.5m³/minと増大し、多条配管を増設するに匹敵する機能がある。</p>	<p>(外観・イメージ)</p>  <p>ポンプ排水⇄サイフォン排水 切替え装置</p>															
○対象分野	応急または復興対応ー排水作業																
○技術構成	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">技術の特徴</td> <td style="width: 30%;">ポンプ排水とサイフォン排水を手動で切替える排水装置</td> <td style="width: 50%;">切替えはポンプ排水の電源ON・OFFで行う(人力)が、排水の切替えは自動で行う。切替え装置までの排水系統は2つ必要。実揚程7mまではサイフォン排水、7～14mまではポンプ排水により連続した排水作業が可能。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">サイフォン起動方法</td> <td>水中ポンプ電源を切断することで起動</td> <td>出力11kW。揚程が7m以下であることを確認。</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">排水方法</td> <td>サクシオンホース</td> <td>φ200mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">水中ポンプ起動方法</td> <td>発電機を使用</td> <td>60kVA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">作業可能な工種</td> <td>排水作業</td> <td></td> </tr> </table>		技術の特徴	ポンプ排水とサイフォン排水を手動で切替える排水装置	切替えはポンプ排水の電源ON・OFFで行う(人力)が、排水の切替えは自動で行う。切替え装置までの排水系統は2つ必要。実揚程7mまではサイフォン排水、7～14mまではポンプ排水により連続した排水作業が可能。	サイフォン起動方法	水中ポンプ電源を切断することで起動	出力11kW。揚程が7m以下であることを確認。	排水方法	サクシオンホース	φ200mm	水中ポンプ起動方法	発電機を使用	60kVA	作業可能な工種	排水作業	
技術の特徴	ポンプ排水とサイフォン排水を手動で切替える排水装置	切替えはポンプ排水の電源ON・OFFで行う(人力)が、排水の切替えは自動で行う。切替え装置までの排水系統は2つ必要。実揚程7mまではサイフォン排水、7～14mまではポンプ排水により連続した排水作業が可能。															
サイフォン起動方法	水中ポンプ電源を切断することで起動	出力11kW。揚程が7m以下であることを確認。															
排水方法	サクシオンホース	φ200mm															
水中ポンプ起動方法	発電機を使用	60kVA															
作業可能な工種	排水作業																
○問合せ先	株式会社山辰組 馬淵 剛 TEL: 0585-32-0171 E-mail: t.mabuchi@yamatau.com URL: http://yamatau.com																
●検証項目	[2] (詳細内容は、本書p.2に記載)																
●検証場所	国土交通省 近畿地方整備局 紀伊山地砂防事務所 栗平地区(奈良県吉野郡十津川村)																
●検証内容	<p>検証項目は以下の3つを実施した。</p> <p>①ポンプ排水⇄サイフォン排水切替え検証②排水能力(流量)に係る検証(揚程別、流量の安定性)③サイフォン設置・撤去時間に係る検証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サイフォンへの切替えを確認した。 ・揚程毎に排水量を測定できた。流量は安定していたことを確認した。 ・サイフォン装置設置には運搬を入れて約4日、撤去には約2日を要した。 <p>【検証実施日】 平成27年12月8日～10日(現場検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>															

○技術名称	ハイブリッド・山辰サイフォン		
●評価結果	<p style="text-align: center;">現場条件が適合すれば活用を推薦する</p> <p style="text-align: right;">★</p>		
上記の適用範囲	現場条件(揚程、長期間の排水作業等)が適合する災害現場における排水作業。		
留意事項	水中ポンプの据付け、ホース設置には重機が必要。		
期待される改良・開発事項(課題)	水中ポンプ排水とサイフォン排水の切替えの自動化が望まれる。		
[基本要件]			
	基本要件	判定	判定根拠(技術特性)
基本要件①	土砂崩壊等により道がない、段差・障害物がある、軟弱地盤、冠水箇所等の条件下でも、現地まで移動・設置ができ、排水作業ができる。	○	A・B
基本要件②	既存のポンプによる排水作業を代替するもの、または、既存のポンプを用いて遠隔操作により排水作業を行うもの。	○	C
基本要件③	従来の遠隔操作式の排水ポンプ技術と比べて機能・性能等が優位で、経済性が妥当である。	○	C・F・G
基本要件④	既存のポンプと同等以上の排水能力(揚程、排水量)を有する。	○	C・D
基本要件⑤	災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	○	E
基本要件⑥	公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	○	E
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可			
[技術特性]			
【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。			
比較対象技術:水中ポンプによる排水			
番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	○	大型トラックで運搬できることを確認。 2日以内で運搬できることを確認。
B	迅速性	○	1.5日で資機材の現場搬入から設置完了までできることを確認。
C	施工性	○	応募者の申告に対し実施できた検証項目は100%。 水中ポンプ排水とサイフォン排水の切替えができたことを確認。 実揚程7mまでサイフォンで排水が可能であることを確認。 水中ポンプ排水にサイフォン効果加わり、揚程によっては通常の水ポンプ排水以上の排水量があることを確認。 遠隔操作による排水作業は、確認できなかった。
D	信頼性	○	連続で127日間の稼働が可能(自己申告)。 サクシオンホースに設置面(地形)への追従性があることを確認。
E	安全性	○	排水時に異常な振動等はなかった。 排水作業の緊急停止が可能であることを確認。
F	メンテナンス性	○	使用する水中ポンプが22kWから11kWへ低出力化されることによる軽量化、低燃費化を確認。
G	経済性	○	栗平地区の条件での試算によると、226日以上連続稼働により、使用する水中ポンプが22kWから11kWへ低出力化のメリットがある。(サイフォン効果を考慮するとさらなる期間短縮が期待。)
判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可			
総評	サイフォン効果による排水作業が可能なお、揚程によっては通常の水ポンプ排水以上の排水量が期待できる。現場条件(揚程、長期間の排水作業等)が適合する災害現場において効果が期待できる。		



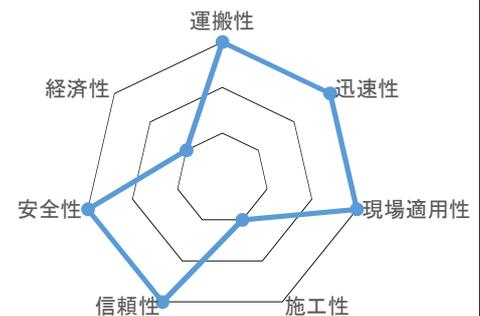
次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

現場検証 評価結果 実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

○技術名称	俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム (副題)建設機械等に後付け可能な俯瞰映像提示システム													
○応募者	株式会社フジタ													
○共同開発者	東京大学大学院													
○技術概要 【自己申告】	<p>本技術は、俯瞰映像提示システムとハイビジョン映像伝送システムで構成される。 俯瞰映像提示システムは、建設機械前後左右4方向に取付けた魚眼レンズカメラの映像を合成し、擬似的に建設機械を上から眺めた映像を生成し、映像伝送システムによりハイビジョン映像を遠隔操作者に提示するものである。 周囲の固定カメラが無い環境下においても狭隘部での走行や除石作業が可能になり、緊急対応の災害応急復旧工事に有効である。</p>	<p>(外観・イメージ)</p> 												
○対象分野	初動対応—目視(直接目視、車載カメラ映像併用)													
○技術構成	<table border="1"> <tr> <td>技術の特徴</td> <td>魚眼カメラを使用した俯瞰映像により重機の周辺状況を確認</td> <td>魚眼カメラは重機の4箇所に設置。</td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>画像:5GHz帯。</td> </tr> <tr> <td>映像取得</td> <td>動画</td> <td>レンズ:魚眼レンズ画角185°、カメラ:1,280×1,024</td> </tr> <tr> <td>作業可能な工種</td> <td colspan="2">作業位置までの走行</td> </tr> </table>		技術の特徴	魚眼カメラを使用した俯瞰映像により重機の周辺状況を確認	魚眼カメラは重機の4箇所に設置。	通信手段	無線	画像:5GHz帯。	映像取得	動画	レンズ:魚眼レンズ画角185°、カメラ:1,280×1,024	作業可能な工種	作業位置までの走行	
技術の特徴	魚眼カメラを使用した俯瞰映像により重機の周辺状況を確認	魚眼カメラは重機の4箇所に設置。												
通信手段	無線	画像:5GHz帯。												
映像取得	動画	レンズ:魚眼レンズ画角185°、カメラ:1,280×1,024												
作業可能な工種	作業位置までの走行													
○問合せ先	株式会社フジタ 技術センター先端システム開発部 小幡 克実 TEL:03-3796-2329 E-mail:obata@fujita.co.jp URL:http://www.fujita.co.jp													
●検証項目	[3] (詳細内容は、本書p.2に記載)													
●検証場所	国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)													
●検証内容	<p>検証項目は以下の4つを実施した。 ①走行検証②型枠設置検証③バケット先端位置合わせ検証④白線内停止検証 ・俯瞰映像に不鮮明な所があり、いずれの検証でも専用機の80%未満の施工能力しか発揮できなかった。 ・トラブルは発生しなかった。 ・バケット先端位置合わせ検証では、専用機より時間を要したが、位置合わせの精度は高いことが確認できた。 ・カメラの取付け、調整に2時間かかった。</p> <p>【検証実施日】 平成27年11月18日(装置取付) 11月19日(現場検証) 11月20日(委員検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>												

○技術名称	俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム		
●評価結果	課題が解決されれば活用を推薦する (★★)		
期待される改良・開発事項(課題)	俯瞰映像の質に課題があり、さらなる改良・開発が望まれる。		
[基本要件]			
	基本要件	判定	判定根拠(技術特性)
基本要件①	無人化施工等の遠隔操作または自動による機械等の制御において、必要な画像情報や操作情報等を伝達できる。	△	C・D
基本要件②	従来の無人化施工技術における情報伝達と比べて作業の適用範囲や作業性等が向上し、経済性が妥当である。	△	A・B・D・E・G
基本要件③	災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	○	F
基本要件④	公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	○	F
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可			
[技術特性]			
【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。			
比較対象技術:一般的な無人化施工で用いられる映像伝送システム			
番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	◎	ライトバンで運搬できることを確認。 1日以内で運搬できることを確認。
B	迅速性	◎	2時間で取付け可能なことを確認。 カメラ取付けは作業員3名、人力のみでできることを確認。
C	現場適用性	◎	4機種の重機に搭載できる(自己申告)。 事務局が用意した重機(専用型)に取付けできることを確認。
D	施工性	△	応募者の申告に対し実施できた検証項目は100%。 走行能力は専用型の57%であり、要求性能を満たしていないことを確認。 俯瞰映像に歪みがあり、重機周囲の状況把握が困難であることを確認した。
E	信頼性	◎	1週間の稼働が可能(自己申告)。 通信の途絶は発生しなかったことを確認。
F	安全性	◎	振動等による俯瞰カメラの装着位置にずれがないことを確認。
G	経済性	△	固定カメラ設置にかかる費用よりも高価であることを確認(価格については自己申告)。経済性は劣る。
判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可			
総評	運搬性、迅速性、現場適用性、信頼性、安全性に優れており、発災直後の危険で狭隘な環境下において、固定カメラや移動カメラを使用せずに、遠隔操作で重機の進入が可能となることは有意義である。俯瞰映像に歪みがあり、重機周囲の状況把握が困難であることから、映像の質に課題がある。固定カメラの設置費用に対して高価となり、経済性に課題がある。		

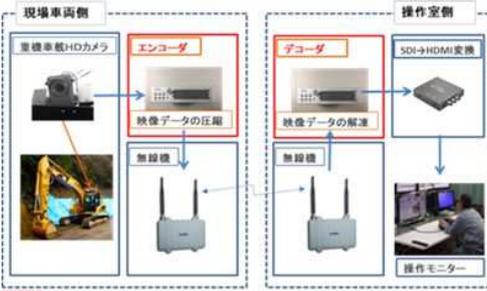


次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

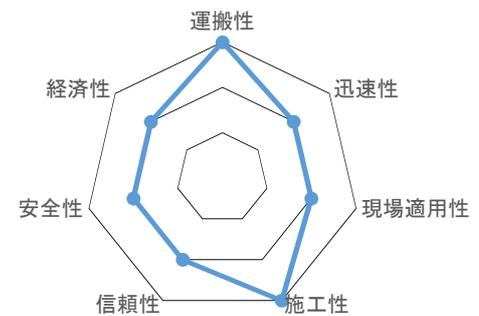
現場検証 評価結果

実用検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

<p>○技術名称</p>	<p>低容量型デジタル高精細画像伝送システム (副題) 伝送容量と伝送遅延を極力抑えたLAN方式によるフルハイビジョン画像伝送</p>													
<p>○応募者</p>	<p>株式会社熊谷組</p>													
<p>○共同開発者</p>	<p>青木あすなる建設(株)、(株)大本組、(株)熊谷組、西松建設(株)、(株)フジタ</p>													
<p>○技術概要 【自己申告】</p>	<p>本システムは、従来のアナログ伝送のSD画像動画(720×480)に対して、同じフレーム数30fpsのフルハイビジョン動画(1,920×1,080)を3.0Mbpsの低容量、低遅延(70msec以内)でデジタル伝送ができる。 これにより無線資源等の有効活用による施工性や運用性向上、無線装置等の台数削減や低廉化による経済性の向上、かつ画質向上から操作性や精度の向上が期待できる。 また通常のIP接続で無線LAN光ファイバー網に利用可能である。</p>	<p>(外観・イメージ)</p>  <p>開発した低遅延型デジタル高精細画像伝送システム</p>												
<p>○対象分野</p>	<p>応急または復興対応ー映像</p>													
<p>○技術構成</p>	<table border="1"> <tr> <td>技術の特徴</td> <td>高精細画像を低容量でデジタル伝送</td> <td>無線LANによるデジタル画像伝送 エンコーダ×1、デコーダ×1、カメラシステム他</td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>5GHz帯</td> </tr> <tr> <td>映像取得</td> <td>動画</td> <td>1,920×1,080(ハイビジョン)</td> </tr> <tr> <td>作業可能な工種</td> <td>掘削積込、敷均し等</td> <td></td> </tr> </table>		技術の特徴	高精細画像を低容量でデジタル伝送	無線LANによるデジタル画像伝送 エンコーダ×1、デコーダ×1、カメラシステム他	通信手段	無線	5GHz帯	映像取得	動画	1,920×1,080(ハイビジョン)	作業可能な工種	掘削積込、敷均し等	
技術の特徴	高精細画像を低容量でデジタル伝送	無線LANによるデジタル画像伝送 エンコーダ×1、デコーダ×1、カメラシステム他												
通信手段	無線	5GHz帯												
映像取得	動画	1,920×1,080(ハイビジョン)												
作業可能な工種	掘削積込、敷均し等													
<p>○問合せ先</p>	<p>株式会社熊谷組 土木事業本部 機材部 北原 成郎 TEL: 03-3235-8627 E-mail: skitahar@ku.kumagaigumi.co.jp URL: http://www.kumagaigumi.co.jp</p>													
<p>●検証項目</p>	<p>[3] (詳細内容は、本書p.2に記載)</p>													
<p>●検証場所</p>	<p>国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)</p>													
<p>●検証内容</p>	<p>検証項目は以下の4つを実施した。 ①敷き均し検証②型枠設置検証③バケット先端位置合わせ検証④走行検証 ・全般的に施工能力は専用機と同等であった。 ・オペレータの映像の評価はよかったが、見えすぎて慎重となる傾向が、検証時に生じた。</p> <p>【検証実施日】 平成27年11月17日(現場検証) 11月20日(委員検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>												

○技術名称	低容量型デジタル高精細画像伝送システム		
●評価結果	活用を推薦する		
上記の適用範囲	無人化施工全般。		★★
[基本要件]			
	基本要件	判定	判定根拠 (技術特性)
基本要件①	無人化施工等の遠隔操作または自動による機械等の制御において、必要な画像情報や操作情報等を伝達できる。	○	C・D
基本要件②	従来の無人化施工技術における情報伝達と比べて作業の適用範囲や作業性等が向上し、経済性が妥当である。	○	A・B・ D・E・G
基本要件③	災害被害の助長及び規模の拡大、あるいは、他の調査や作業等を行う者への二次災害の要因となるリスクが十分に小さい。	○	F
基本要件④	公募技術・システムの導入によって、他の調査や作業等への大きな阻害要因とならない。また、機器の故障等により他の調査や作業等を阻害するおそれが十分に小さい。	○	F
判定凡例 ○:要件を満たす △:要件を満たすが課題が残る ×:不可			
[技術特性]			
【基本要件】及び【公募技術に期待する項目】について、現場検証を通じて、下記の項目により示す。			
比較対象技術:一般的な無人化施工で用いられる車載映像伝送システム			
番号	評価項目	判定	コメント
A	運搬性	◎	人力で運搬できることを確認。
B	迅速性	○	半日以内で取付けできることを確認。 重機への取付けは作業員2名で容易にできることを確認。
C	現場適用性	○	映像を使用する無人化施工の全ての機種、規格、型式等に搭載可(自己申告)。 事務局が用意した重機(専用型)に取付けできることを確認。
D	施工性	◎	応募者の申告に対し実施できた検証項目は90%程度。 走行能力は専用型と同等であり、要求性能を満たしていることを確認。 従来技術と比べて映像は鮮明で、オペレータの疲労感が少ないことを確認。
E	信頼性	○	映像通信の途絶はなかったことを確認。
F	安全性	○	振動等による機器類の装着位置にずれがないことを確認。
G	経済性	○	従来技術とほぼ同等であることを確認(価格については自己申告)。
判定凡例 ◎:良好 ○:可 △:課題が残る ×:不可			
総評	運搬性、施工性に優れ、従来技術と比べて低容量で鮮明な映像が伝送できることから、オペレータの疲労感の軽減や無線資源の有効活用が期待できる。また、無人化施工のみならず監視カメラ設備等(災害時および平時)への展開も期待できる。		



次世代社会インフラ用ロボット開発・導入促進事業

現場検証 評価結果 要素検証

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会 災害応急復旧部会

<p>○技術名称</p>	<p>3DMC災害復旧仕様システム (副題)収集地形データを利用した重機走行の現場検証</p>													
<p>○応募者</p>	<p>株式会社トプコン</p>													
<p>○共同開発者</p>	<p>—</p>													
<p>○技術概要 【自己申告】</p>	<p>重機に災害現況地形および復旧地形を計測するためのマッピングシステム、重機リモートコントロールシステム、3DMCシステム、および計測・制御データ情報を自動伝達するためのシステムを取り付けることにより、災害現況計測から復旧施工および復旧出来形計測までの一連の作業工程を無人でおこなうことができる技術である。</p> <p>自律施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3 DMC施工 ● 現況面計測&出来形 	<p>(外観・イメージ)</p> <p>搬入/搬出自律走行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Waypoint経由 ● 現況面計測&送信 <p>事務所の管理内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 現況データ受信 ● 現況データモデル化 												
<p>○対象分野</p>	<p>応急または復興対応—映像</p>													
<p>○技術構成</p>	<table border="1"> <tr> <td>検証内容</td> <td colspan="2">事前に地上スキャナにて取得した現況地形と走行ルートとのデータと、重機に取付けたスキャナで走行しながら取得した現況地形と走行ルートのデータを比較して、重機に取付けたスキャナの精度を比較・評価する。</td> </tr> <tr> <td>操作方法</td> <td colspan="2">地上スキャナで作成された走行ルートを直接目視でなく、与えられた画面のみでラジコン操作。</td> </tr> <tr> <td>通信手段</td> <td>無線</td> <td>2.4GHz</td> </tr> <tr> <td>取得手段</td> <td colspan="2">スキャナ</td> </tr> </table>		検証内容	事前に地上スキャナにて取得した現況地形と走行ルートとのデータと、重機に取付けたスキャナで走行しながら取得した現況地形と走行ルートのデータを比較して、重機に取付けたスキャナの精度を比較・評価する。		操作方法	地上スキャナで作成された走行ルートを直接目視でなく、与えられた画面のみでラジコン操作。		通信手段	無線	2.4GHz	取得手段	スキャナ	
検証内容	事前に地上スキャナにて取得した現況地形と走行ルートとのデータと、重機に取付けたスキャナで走行しながら取得した現況地形と走行ルートのデータを比較して、重機に取付けたスキャナの精度を比較・評価する。													
操作方法	地上スキャナで作成された走行ルートを直接目視でなく、与えられた画面のみでラジコン操作。													
通信手段	無線	2.4GHz												
取得手段	スキャナ													
<p>○問合せ先</p>	<p>株式会社トプコン スマートインフラ・カンパニー グローバル事業企画部 小川 和博 TEL:03-3558-2573 E-mail:k.ogawa@topcon.co.jp URL:http://www.topcon.co.jp</p>													
<p>●検証項目</p>	<p>[1] (詳細内容は、本書p.2に記載)</p>													
<p>●検証場所</p>	<p>国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所 雲仙普賢岳(長崎県南島原市他)</p>													
<p>●検証内容 【自己申告】</p>	<p>検証項目は下記を実施した。 ①地上に設置したレーザスキャナで事前に取得した地形データによる走行ルートの設定。②重機に取付けたレーザスキャナで走行中に地形データを取得し、事前に取得した走行ルートと実際の走行位置との差異の確認・補正(手動)。</p> <p>【検証実施日】 平成27年11月11日(現場検証)</p>	 <p>現場検証状況</p>												
<p>コメント</p>	<p>重機に搭載したレーザスキャナで取得した地形データに基づき走行を行った結果、事前計測で設定した走行ルートと実際の走行位置との差(水平方向)は500mm以下との報告を受けた。今後、早期に自律化に向けた技術開発が進むことに期待する。</p>													

7. 今後の展開（インフラ用ロボット情報一元化システム）

政府の取組としてのS I P（戦略的イノベーション創造プログラム）の一環として、「インフラ用ロボット情報一元化システムの構築」を進めており、本現場検証・評価結果については、当該システムに組み入れて、様々な現場での有効活用や更なる技術開発を図ることとしている。

当該システムにおいては、ロボット技術に係る「技術情報、評価情報、配備情報等の関連情報」を、画像・動画、マップ、検索機能等を活用して情報発信を行う『ポータルサイト』を構築・充実するとともに、ロボット技術に係る「開発者、利用者、所有者、施設管理者、有識者等の各方面の関係者」による『各種コミュニティ』の形成を図り、ロボットの有効活用、効果的な開発を促進することとしている。

社会インフラ用ロボット情報一元化システムについて



「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」 の研究開発課題のひとつ

国土交通省直執行 (総合政策局公共事業企画調整課)

業務実施機関(平成26, 27年度)
一般財団法人 先端建設技術センター
株式会社 野村総合研究所

平成26～30年度の5カ年計画(現在2年目)

スケジュール(中間目標・最終目標)

<中間目標>

平成26年度

情報一元化システムの基本構想

(達成した事項)
システムの基本構想の検討、簡易システムの構築

平成27年度

情報一元化システムの基本設計

(達成すべき事項)
想定される実現性、有効性、持続可能性

平成28年度

情報一元化システム(ベータ版)

(達成すべき事項)
システム(ベータ版)の利便性、有効性、持続可能性

<最終目標>

平成30年度

情報一元化システムの運用開始

(達成すべき事項)
システム(完成版)の利便性、有効性、持続可能性

「社会インフラ用ロボット情報一元化システム」とは？

社会インフラの維持管理及び災害対応に役立つ
ロボット・ロボット技術に関連する情報を一元化

【コンテンツの例】

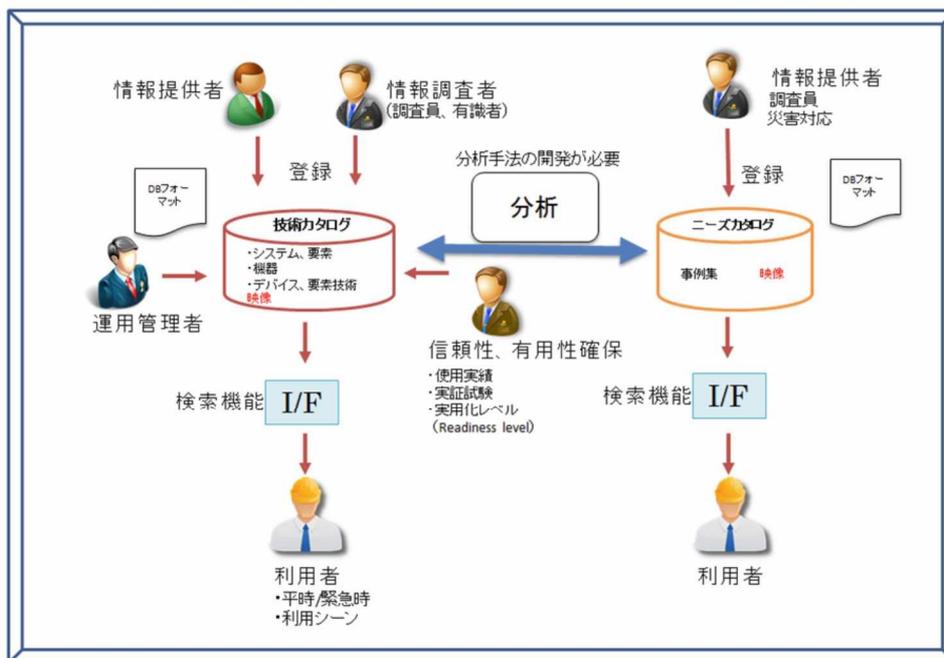
ロボットやロボット技術に関する技術情報
現場実証・評価・訓練に関する情報
ロボットの配備・保有状況
実際の災害事例 等



ロボットの利用者・開発者等が一元化した情報を
有効に活用できる仕組み

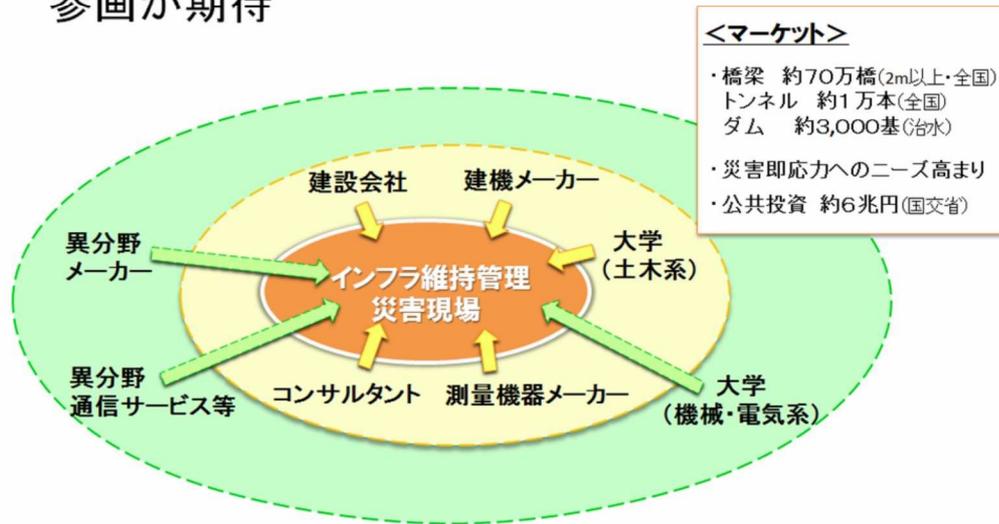
データベースの構築・運用にあたっての考え方

2013年度 産業競争力懇談会「災害対応ロボットセンター設立構想」より



幅広い分野の情報を一元化

- ロボットは異分野技術のインテグレーション
- 「社会インフラ用ロボット」に幅広いプレイヤーの参画が期待



プレイヤーの位置付け



幅広い利用場面を想定

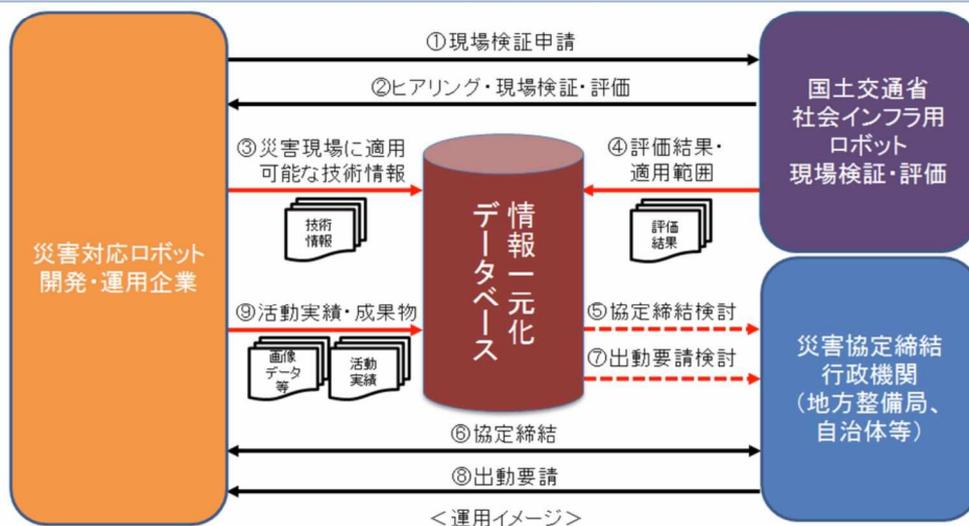
■ 想定される利用場面

	維持管理ロボット	災害対応ロボット
平時	技術開発 利用検討 平時利用	技術開発 利用検討
災害時	有事利用	有事利用

- 「潜在」ニーズをつかまえるというニーズも
→ ニーズとシーズの関連付け(アナライズ)

災害対応ロボット情報一元化システムの先行導入

- 災害対応ロボットの現場検証・評価から運用までの情報を一元化
- 類似技術の多さ、運用実績、実用性の観点からUAV(ドローン)の技術情報を整理
- 現場検証での評価結果や活動実績・成果物を参考に、関係行政機関が災害協定を締結
- 現場条件に適した災害対応ロボットの迅速な選定・出動要請を支援



簡易データベース(Ver.1)「現場検証技術DB」

<http://www.c-robotech.info/>

現場検証技術DB

主体	現場検証技術		評価数				
	技術	検証項目	①実用検証技術		②要素検証技術		
	技術	検証項目	技術	検証項目	技術	検証項目	数
橋梁維持管理委員会	17	33	17	12	25	38	5
トンネル維持管理委員会	8	12	8	2	2	6	10
水中維持管理委員会	14	15	14	6	6	8	9
災害調査委員会	19	22	19	13	13	13	8
応急復旧委員会	7	9	6	6	7	5	1

①実用検証技術
建設現場で実用での利用可能性があると判断される技術であり、実際の使用を想定した現場検証を実施した技術。

②要素検証技術
【橋梁維持管理委員会】

平成26年度 現場検証の「評価結果」について
[橋梁維持管理委員会](#)
[トンネル維持管理委員会](#)
[水中維持管理委員会](#)
[災害調査委員会](#)

簡易データベース(Ver.2)

社会インフラ用ロボット
情報一元化システム

検索欄と閉じるボタン

条件検索 / 地図検索

技術検証分野:

移動機種:

現場検証評価書: 有り 無し

災害協定: 有り 無し

航続時間:

ペイロード:

撮影方法: カメラ レーザースキャナ

撮影成果: 3Dモデル 高精細画像 高密度点群 動画

クリア / 検索

information

2016.01.19
 「社会インフラ用ロボット情報一元化システム意見交換会」開催のお知らせ
 2016年2月10日(水) 16:00から機械部同会館で開催します。是非、ご参加ください。
[詳細はこちら](#) [お申し込みはこちら](#)

参考資料

現場検証技術概要

番号	技術名称	応募者	頁
1	災害復旧用無線遠隔操縦ロボット	コーワテック株式会社	49
2	遠隔操縦ロボット（ロボQⅡ）	株式会社フジタ	49
3	人型ロボットによる建設機械操縦システム（DOKA ROBO）	株式会社富士建	50
4	自律制御型振動ローラによる盛土等転圧作業	大成建設株式会社	50
5	ハイブリッド・山辰サイフォン	株式会社山辰組	51
6	俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム	株式会社フジタ	51
7	低容量デジタル高精細映像伝送システム	株式会社熊谷組	52
8	3DMC 災害復旧仕様システム	株式会社トプコン	52

災害復旧用無線遠隔操縦ロボット

～空気圧駆動式ラバーアクチュエータによる汎用建機用遠隔操縦システム 応募者：コーワテック株式会社
共同開発者：なし

[概要]

当社が開発した遠隔操縦ロボットASAM(Active-robot system using Sustainable Artificial Muscle)は、油圧ショベルの運転席に座らせ固定するだけで、メーカーや機種を問わず短時間に災害応急復旧作業を始められる。このロボットを使用するとオペレータが運転席に搭乗した感覚で遠隔操作のマスター送信機から滑らかに油圧ショベルを操縦できるため危険な崩落事故現場等で、軟岩が堆積した土砂や河道を堰き止めている大きな転石あるいは、倒木などの除去作業を迅速に行える。

[写真・イメージ]



ロボット搭載状況



2014インフラ用ロボット実証試験状況

[特徴]

- 建機の種類やメーカーを問わず無線遠隔操縦が可能
- 振動衝撃がある環境下でも安定した遠隔操縦制御を実現
- 軽量化モデルでセッティングや取扱いが簡便
- ゴム人工筋肉拮抗駆動型パラレルリンク構造により省エネ・軽量化
- ハイブリッドフィードバック制御により柔軟性と位置決め精度向上
- 920MHzを使用した無線通信により他通信機器との混信防止
- オペレータの熟練度に合わせて遠隔無線通信時の制御感度を調整可能
- 各種アタッチメントに対応、林業機械用フェラバンチャの遠隔操縦化を実現

[前回からの改良点]

無線通信の安定性と耐振動衝撃性を改善、油圧ショベルオプションの林業機械用フェラバンチャの遠隔操作機能を追加した。



目視による遠隔操縦の状況

問い合わせ先：コーワテック株式会社東京本社（担当：豊田） Tel:03-6206-6161 Mail: toyoda@kowatech.co.jp

遠隔操縦ロボット(ロボQ II)

～汎用の油圧ショベルに簡易に取付け可能な遠隔操縦ロボット

応募者：株式会社フジタ
共同開発者：なし

[概要]

本技術は、汎用の油圧ショベルに取付け可能な遠隔操縦ロボットで、分解して運搬できるため、災害発生後3日程度(無人専用重機を投入する準備期間)以内の、緊急的な初動の応急復旧作業に適したロボットである。さらに、従来の遠隔操縦ロボット(ロボQ)に対し、制御系と駆動系にフェールセーフ機能の拡張を基本とした改造を実施することで、過酷な災害復旧作業における安全性と信頼性を向上させた。

[写真・イメージ]



ロボQ II 運転席搭載状況



ロボQ II 搭載油圧ショベル

[特徴]

- 複数の油圧ショベルモデルに搭載可能
- これまでのロボットより以下の点が向上
 - 組立性(ねじ固定部減少、レバーワンタッチ保持)
 - メンテナンス性(取付状態でメンテ可能、モニタ機能)
 - 安全性(制御系異常で非常停止)
- ロボットを搭載したまま搭乗運転へ短時間で切替可能



ロボQ II
遠隔操作



ロボット搭載のまま
搭乗可能

問い合わせ先：株式会社フジタ 建設本部土木エンジニアリングセンター機械部 三村 Tel:042-975-5035

Mail: ymimura@fujita.co.jp

人型ロボットによる建設機械操縦システム(DOKA ROBO)

～災害応急復旧の現場実証

応募者：株式会社 富士建
共同開発者：アストラテック 株式会社

[写真・イメージ]

[概要]

電動アクチュエータを使用した人型操縦ロボットを汎用建設機械の運転席に搭乗させ無線操縦可能とするシステムである。操縦ロボット本体は小型軽量で重量は18kg程度と人が運搬設置可能なサイズであり、汎用建設機械を使用することで迅速な応急復旧作業が可能となる。頭部にはステレオカメラが搭載され操縦者に3D画像として伝送される。無線LANを使用し操作距離は200m程度であるが、中継局を増設することにより延長することが可能である。

[特徴]

- 1、汎用建設機械(バックホウ)の運転席に設置することで遠隔操縦による掘削積込作業が可能。
- 2、小型軽量であるため1人での設置が可能。
- 3、実機本体の電源を使用するため長時間稼働が可能。
- 4、頭部のステレオカメラによりディスプレイの画像を見ながら操縦が可能。HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を使用すれば立体視が可能。

[前回からの改良点]

- 1、振動、衝撃を吸収可能な構造とした。
- 2、モーター数を減らし軽量化した。



掘削・積込作業状況



操縦ロボット



操縦装置



画像による操縦操作

問い合わせ先：株式会社 富士建

Tel: 0952-64-2331

Mail: mits22@fujiken-co.jp

自律制御型振動ローラーによる盛土等転圧作業

～自律制御による転圧作業の現場検証

応募者：大成建設株式会社 技術センター
土木技術開発部
共同開発者：なし

[写真・イメージ]

施工状況写真



自律制御型振動ローラー



自律制御による転圧作業状況

[概要]

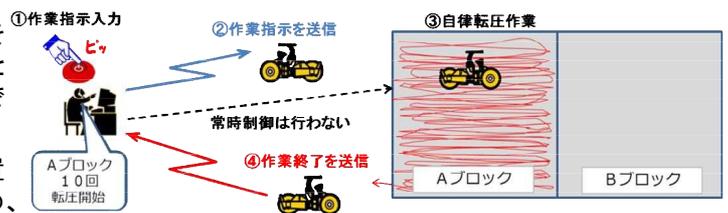
国土交通省建設技術研究開発助成制度を活用し、平成24年度から3か年で「次世代無人化施工システムの開発」と題し、現場の画像を見て常時操作する従来のラジコン型無人施工機械に対し、主要作業を人間の操作無しで行える自律型制御による無人化機械の開発を行った。本技術は其中で11t級振動ローラーを使った自律転圧作業に関するものである。

[特徴]

本技術は無人化施工の高度化技術として開発されたものであり、無人化施工が必要な酷所環境における盛土等の転圧作業を遠隔自動で実施できるため、従来の無人化施工と比較して以下の点に利点を示す。

- 従来の無人化施工では、常時現場映像を見ながら操縦桿を操作するものであり、振動ローラーの転圧作業は移動映像と逆向きに操作する場合が有り操作が難しく、熟練度が必要であったが、**作業開始命令だけの簡単操作**を可能にした。
- オペレーターの運転を支援するカメラ車等の機械類の設置は、運航状況を俯瞰するための1台のカメラ程度で済むため、**カメラ設備機器の削減**を実現した。
- カメラ車の削減により、現場全体の通信量が減り**通信環境を改善**した。

システムイメージ



自律作業オペレーションイメージ

問い合わせ先：大成建設株式会社技術センター土木技術開発部

Tel: 045-814-7229

Mail: ktysbr00@pub.taisei.co.jp

ハイブリッド・山辰サイフォン

～水中ポンプとサイフォンによるハイブリッド機能付き排水装置の検証

応募者：株式会社山辰組
共同開発者：なし

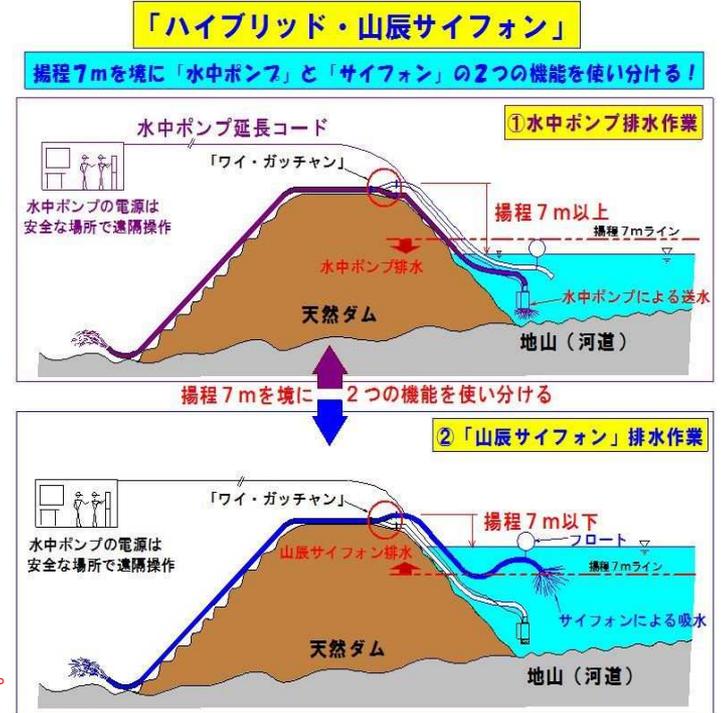
【概要】

○天然ダムの揚程に応じて、「水中ポンプ」と「サイフォン」の2つの流れをY字形の「ワイ・ガッチャン」で合流させ、それぞれの流れを揚程高に応じ適時切替える送水装置。切替は「ワイ・ガッチャン」を通る水流の力で切替弁を押し動かして排水機能を切り替える構造。
天然ダムの排水揚程が7m以上の場合には電気で「水中ポンプ」を稼働。揚程7m以下は「サイフォン」に切替えて排水するハイブリッドな装置。
○Φ200mm水中ポンプの排水量は通常4.0m³/min。Φ200mmサイフォンは現地の地形を考慮し、揚程7m以下であれば最適な水頭差とホース延長を検討することで、水中ポンプ機能と同等乃至は、それ以上の排水機能を活かす事ができる。必要により多条配管を敷設することも可能である。

【特徴】

- サイフォン排水装置の中で、上流側の「吸込口」と下流側の「吐出口」に開閉装置を備えてないのはハイブリッド・山辰サイフォンだけ(特許取得済)。水中ポンプで排水ホースの途中に設けた「ワイ・ガッチャン」を通して排水ホースの下流方向へ排水し、ホース内が満水状態流れるようになる。揚程が7m以上の場合にはそのまま水中ポンプで排水作業を続ける。揚程が7m以下の場合には、この水中ポンプ排水を停止させると、サイフォン排水に切替わるハイブリッドな排水装置。
- 水中ポンプとサイフォンの切替は安全な場所から水中ポンプの電源をON、OFFして切り替える。ON=水中ポンプ、OFF=サイフォン。
- サイフォン排水時は電気や燃料を全く消費しない。したがって、「排水コスト削減」、「地球温暖化防止」、「地球資源の枯渇防止」に貢献できる。

【写真・イメージ】



問い合わせ先：株式会社山辰組

Tel: 0585-32-0171

Mail: yamatatu@yamatatu.com

俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム

～建設機械等に後付け可能な俯瞰映像提示システム

応募者：株式会社フジタ
共同開発者：東京大学大学院工学系研究科山下研究室

【概要】

俯瞰映像提示システムは、建設機械前後左右4方向に取付けた魚眼レンズカメラの映像から、擬似的に建設機械を上から眺めた映像を生成し、映像伝送システムと無線LANシステムによりハイビジョン画質の映像を遠隔操作者に提示する。
災害発生後1週間以内の、まだ固定カメラ等の無人化設備が準備できていない状況で、目視による遠隔操作に本技術による映像情報を付加することにより、緊急除石や進入道路の造成等の工事を安全にかつ効率的に行うことができることを目指している。

【特徴】

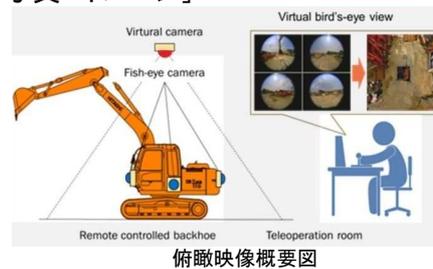
- 俯瞰映像提示システムと、遠隔操縦ロボットを搭載した油圧ショベルの組み合わせで、災害復旧工事等の早期対応が可能。
 - 後付可能なシステムとなっており、現地で油圧ショベルに2時間以内で設置できる。設置は以下の3ステップで完了。
 - ①4台の魚眼カメラを油圧ショベルに取り付け、方向調整
 - ②キャリブレーション用映像を撮影
 - ③キャリブレーション演算
- * 以後、リアルタイムで俯瞰映像が自動生成される。

【前回からの改良点】

建機の傾斜判定機能付加と画質改良により、操作性が向上。

問い合わせ先：株式会社フジタ 技術センター先端システム開発部 小幡克実

【写真・イメージ】



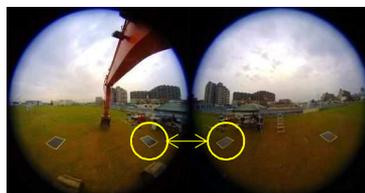
俯瞰映像概要図



前方魚眼カメラ映像

俯瞰映像

前方魚眼カメラ取付状況



キャリブレーション状況
90cm角のマーカを隣り合うカメラに同時に写り込むように撮影

Tel: 03-3796-2329

Mail: obata@fujita.co.jp

低容量型デジタル高精細画像伝送システム

～伝送容量と伝送遅延を極力抑えたLAN方式によるフルハイビジョン画像伝送

応募者：(株)熊谷組
共同開発者：青木あすなる建設(株)、(株)大本組、西松建設(株)、(株)フジタ

[概要]

今回開発した画像伝送システムを使用することにより、従来は遅延や伝送容量の問題で無人化施工等の遠隔操作等で使用することが難しかった**高精細動画**(1,920×1,080) 30fpsを**3.0Mbpsの低容量**、**70msec以下の低遅延**でデジタル伝送が可能になった。

[特徴]

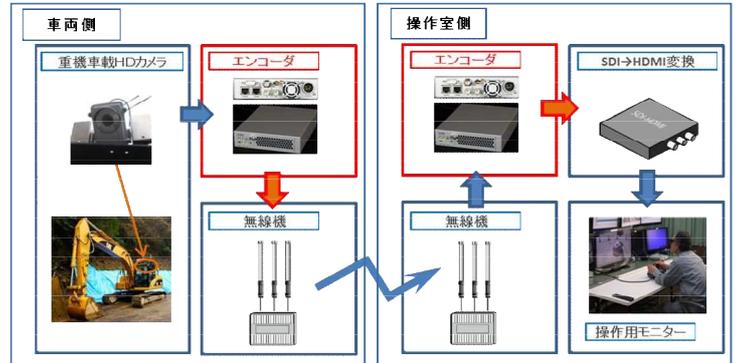
- ①従来はアナログ伝送のSD画像動画(720×480)を使用して作業していたが、**高精細動画(30fps,1,920×1,080)を3.0Mbpsの低容量かつ70msec以下の低遅延**でデジタル伝送可能となり作業で使用が可能となった。また**LAN方式**であるので光ファイバー等の**長距離伝送も可能**である。
- ②従来の無人化施工の情報伝達は、操作情報等と画像情報を**個別の無線等で伝達**していた。本システムは、LAN方式により情報の**一括伝送が可能**であるため、システム構築の**作業性が向上**する。また、**画質や画角等が向上**するため、**作業の適用範囲や作業性等が向上**する。併せて、無線装置等の**台数削減や低価格化により経済性が向上**する。

[前回からの改良点]

通常の10msec遅延伝送モードに加えて43msec遅延伝送モードを追加して圧縮方式を変更し画質の改善を図った。またハイパスフィルター調整機能を追加して視覚的調整機能が加わり見易さが向上した。

問い合わせ先：(株)熊谷組土木事業本部機材部 北原、坂西 Tel:03-3235-8627 Mail: info@ku.kumagaigumi.co.jp

[写真・イメージ]



今回開発した低遅延型デジタル高精細画像システム



開発した伝送装置本体IBEX HLD-300K

3DMC災害復旧仕様システム

～収集地形データを利用した重機走行の現場検証

応募者：株式会社トプコン
共同開発者：なし

[概要]

応急復旧現場に重機を搬入する際、その場所まで確実に搬入できることが重要である。

そこで、本技術は、

- (1)現況地形3Dモデル化技術
- (2)3Dモデルから重機搬入経路作成技術
- (3)3DMCによる遠隔走行技術を開発し、重機の自律走行による搬入の実現を目指している。

[特徴]

- ドローン、MMS、地上型スキャナの組み合わせにより、迅速に現況計測できる。
- 複数の計測機器からのデータを3Dモデル化し、重機の搬入経路作成に利用すること可能
- 重機に搭載された3DMCの制御情報を事務所に送信可能
- 事務所から制御情報を見ながら遠隔操作ガイド
- 重機に搭載されたMMSで現況計測(予定)

[前回からの改良点]

3DMCの情報を事務所でも確認できるようにした

[写真・イメージ]



現況計測と3Dモデル化



重機の搬入経路策定



搬入経路を見ながら遠隔操作による走行検証

問い合わせ先：(株)トプコン スマートインフラ・カンパニー グローバル事業企画部 担当：小川 和博 Tel:03-3558-2573 Mail: k.ogawa@topcon.co.jp
URL: http://www.topcon.co.jp