

# 平成27年度 次世代社会インフラ用ロボット（災害応急復旧）詳細版

| No.      | 技術名称                            | 応募者       | 共同開発者                                 | 採用技術<br>情報取得方法                  | 新規・<br>継続 |
|----------|---------------------------------|-----------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------|
| (実用検証技術) |                                 |           |                                       |                                 |           |
| 1        | 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    |                                       | 汎用重機+搭載型RT                      | 継         |
| 2        | 災害復旧用無線遠隔操縦ロボット                 | コーワテック(株) |                                       | 汎用重機+搭載型RT                      | 継         |
| 3        | 遠隔操縦ロボット(ロボQ II)                | (株)フジタ    | 東京大学大学院                               | 汎用重機+搭載型RT                      | 新         |
| 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)   |                                       | 遠隔操作重機<br>自律制御装置                | 新         |
| 5        | 俯瞰映像提示および高精細映像伝送システム            | (株)フジタ    |                                       | 高精細画像伝送装置                       | 継         |
| 6        | 低容量型デジタル高精細画像伝送システム             | (株)熊谷組    | 青木あすなろ建設(株)、(株)大本組、<br>西松建設(株)、(株)フジタ | 高精細画像伝送装置                       | 継         |
| (要素検証技術) |                                 |           |                                       |                                 |           |
| 7        | 3DMC災害復旧仕様システム                  | (株)トプコン   |                                       | 遠隔操作重機<br>自律制御装置<br>スキャニング+3DMC | 継         |

## 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：アスラテック 株式会社

#### [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載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。

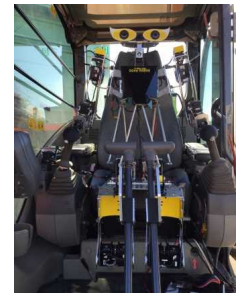
#### [前回からの改良点]

- 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。

#### [写真・イメージ]



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

## 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：

### [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、レバーワンタッチ把持)
  - 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

## 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

### [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。本技術はその中で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は有り操作が難しく、熟練が必要であったが、**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。

### [写真・イメージ]

施工状況写真

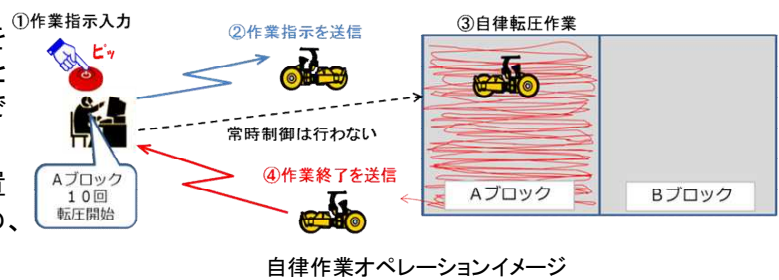


自律制御型振動ローラー



自律制御による転圧作業状況

システムイメージ



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:

## 自律制御型振動ローラーによる盛土等転圧作業

— 2

### [実施工による実証実験結果]

- ・約800m<sup>2</sup>の盛土作業に走行速度(1km/h)、無振動2回、有振動2回の施工条件で実施した結果精度±200mmであることを確認した。
- ・カメラの様な光学機器を使用していないため、照明なしの夜間において施工が可能であることを確認した。

### [従来方式との比較]

- ・1人で複数台の重機の操作が可能(常時は監視のみ)
- ・カメラ台数、通信容量の削減
- ・誰でも簡単操作
- ・夜間施工が可能



Before

昼間



After



Before

夜間



After

施工結果(上:昼間、下:夜間)



従来無人化施工



次世代無人化施工

## 自律制御型振動ローラーによる盛土等転圧作業

- 3

## [施工状況動画]



昼間



夜間

## 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

## [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合わせで、災害復旧工事等の早期対応が可能。
- ▶ 後付け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。

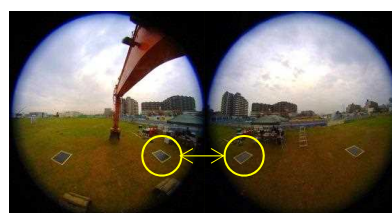
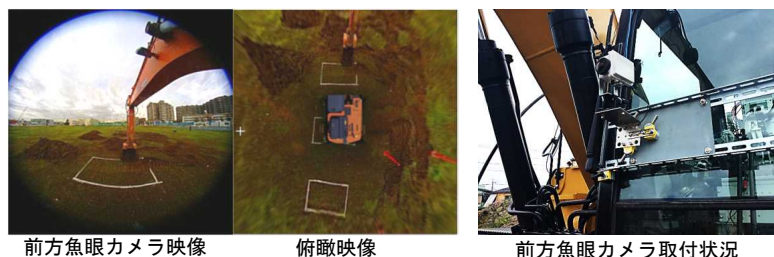
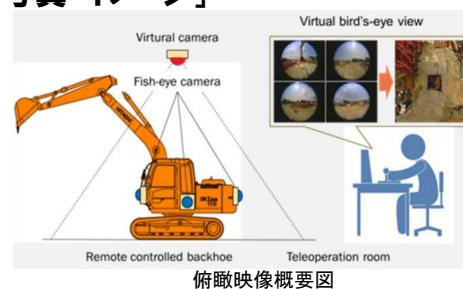
## [前回からの改良点]

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。

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

## [写真・イメージ]



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

## 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: 青木あすなろ建設(株)、(株)大本組、西松建設(株)、(株)フジタ、先端建設技術センター

### [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の**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。

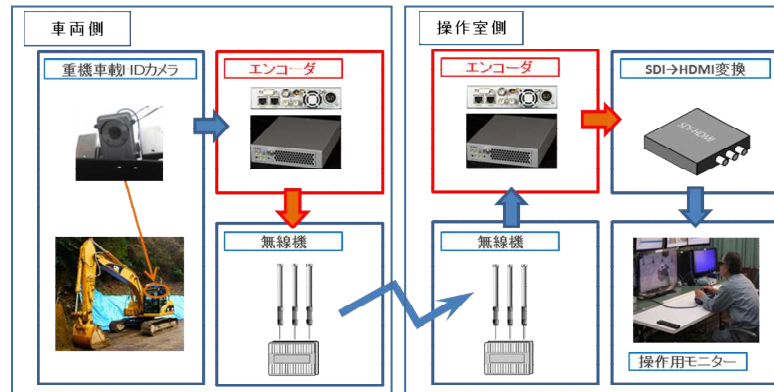
### [特徴]

- 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(30fps1,920×1,080)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。

### [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



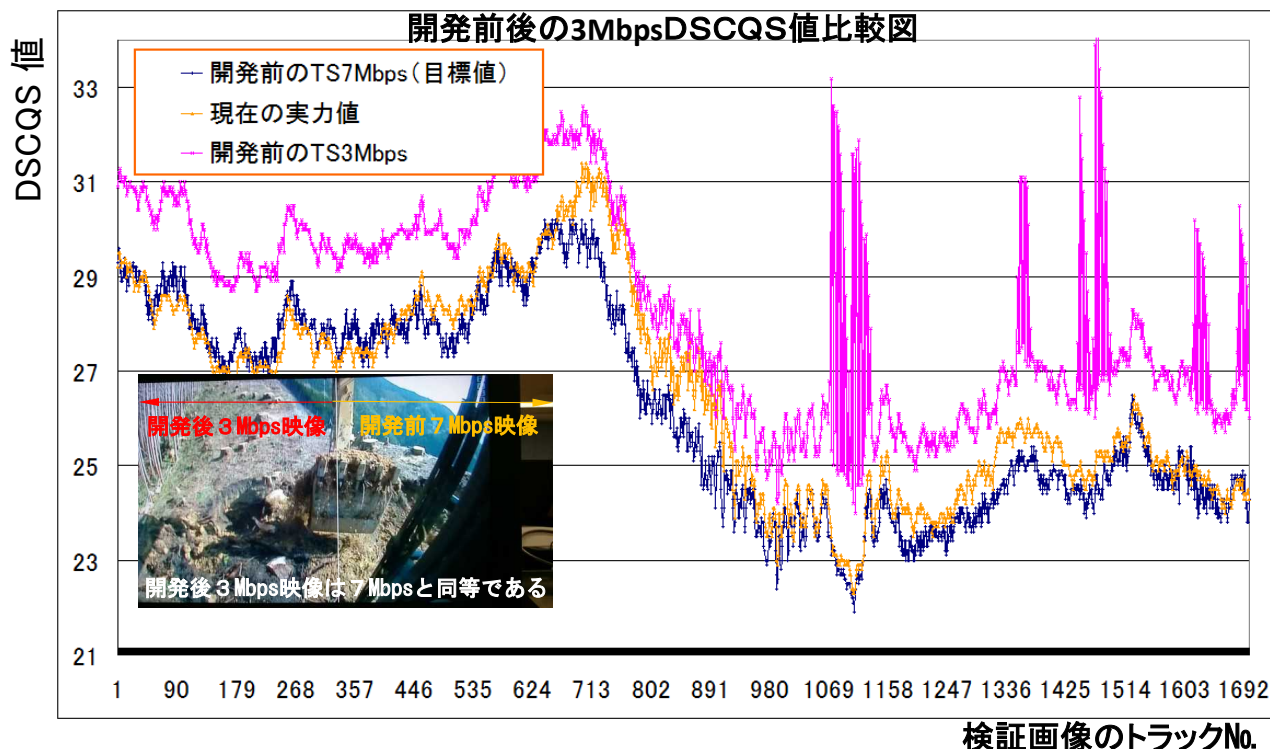
問い合わせ先: (株)熊谷組土木事業本部機材部 北原、坂西 Tel:03-3235-8627 Mail: info@ku.kumagaigumi.co.jp

## 低容量型デジタル高精細画像伝送システム

— 2

### 開発前の伝送量7Mbps画層クオリティを3Mbpsで実現 (DSCQS値により評価)

**DSCQS法**は二重刺激連続品質尺度法と呼ばれ、テレビジョン放送に関わるシステムや伝送路の品質評価に多く用いられる。基準映像と評価映像を比較して、両映像に対する評価を評価者が行う。評価尺度は0～100で基準映像と評価映像に対し、両映像の評価値の差を計算しこれを平均した値がDSCQS値である。**値が小さいほど品質が良く、値が大きいほど品質が悪い**ことを示す。今回はKWILL製画質評価装置VP21Hを使用。



# 低容量型デジタル高精細画像伝送システム

適用例 雲仙普賢岳赤松谷川11号床固工工事にて使用

SD画像とHD画像の表示量の違い



仕様

| 項目       | 項目詳細        | Encoder mode Spec  | Decoder mode Spec   |
|----------|-------------|--|---|
| 映像       | 入出力         | シリアルデジタルコンポネント<br>BNC端子×1をモード切替で使用<br>エンコーダモード (入力BNC端子×1)   | シリアルデジタルコンポネント<br>BNC端子×1をモード切替で使用<br>デコーダモード (出力BNC端子×1) |
|          | 符号化方式       | MPEG-4 AVC/H.264 (ISO/IEC 14496-10)  |   |
| 映像フォーマット | 1080i       | 1920×1080@59.94Hz, 1440×1080@59.94Hz<br>※ダウンコンバータ内蔵 (エンコードモード時) : 480i<br>※アップコンバータ内蔵 (デコードモード時) : 1080i |   |
|          | 720p        | 1280×720@59.94Hz<br>720×480@59.94Hz  |   |
|          | 480i (NTSC) |  |   |
| 音声       | 入出力         | SDIインヘッドオーディオ  | SDIインヘッドオーディオ   |
|          | 仕様          | Linear PCM : SMPTE302M (16bit/20bit/24bit)<br>MPEG-1 Audio layer II<br>MPEG-2 AAC (オプション)                |   |
| 制御       | 外部制御        | 100/1000BaseT (WEB制御)  |   |
|          | 入力信号        | GenLock対応 (デコーダモード時)   |   |
|          | 監視          | SNMPv2   |   |
|          | 機器制御        | RS232C (スルー)   | RS232C (スルー)  |
| その他      | 重量          | 1.08kg   |   |
|          | 入力電源        | DC12V (11-25V)、AC変換アダプタ添付  |   |
|          | 外形寸法        | 1U 1/3 (H:39mm W:146mm D:185mm)  |   |
|          | 温度条件        | 0~50°C (低温起動を除く/結露なきこと)  |   |
|          | 消費電力        | 35W  |   |

実験時の写真

次世代社会インフラ用ロボット現場検証状況

応急復旧部会の現場検証

日時 平成26年12月19日実施

場所 雲仙普賢岳赤松谷川試験場



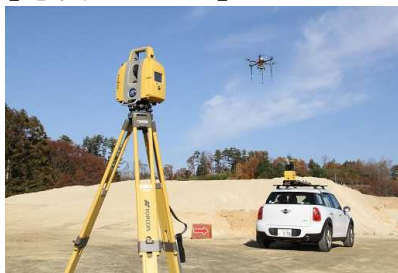
# 3DMC災害復旧仕様システム

～ 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:

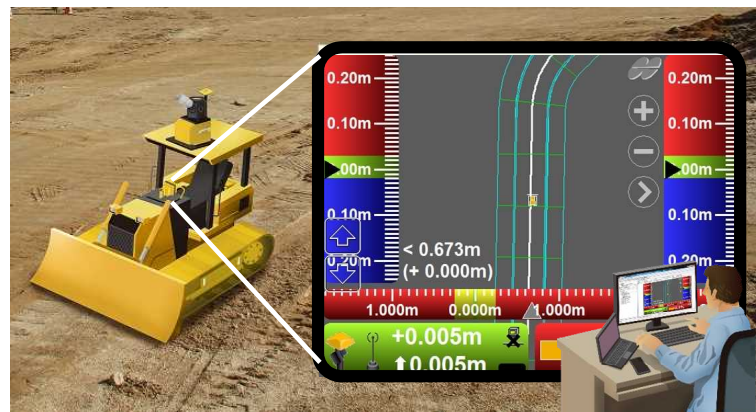
[写真・イメージ]



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

[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