防災力の強化をめざす防災学術連携体と日本学術会議　ワークショップ：
「火山災害にどう備えるか」

日本ロボット学会より

火山災害復旧の無人化施工：
建設機械の遠隔操作による応急的復旧工事

2016年8月28日（日）
東京大学本郷キャンパス

油田信一
芝浦工業大学　SIT総合研究所　特任教授

無人化施工技術の開発・適用の契機

雲仙普賢岳（火砕流）平成2年11月
http://www.qsr.mlit.go.jp/unzen/参照

雲仙普賢岳（土石流跡）　平成2年11月
http://www.qsr.mlit.go.jp/unzen/参照

地域の安全を早期に確保するためには警戒区域内での施工技術が望まれていた。建設省は平成５年度より導入された試験フィールド制度を利用した無人化施工を平成５年７月に一般公募した。

平成5年の水無川流域

雲仙・普賢岳噴火災害に伴う被害状況
死者４１名、行方不明者３名、負傷者１２名、建物被害２５１１戸、被害額２２９９億円
火砕流の発生回数９４３２回、土石流の発生回数６２回、総流出土砂量約７６０万ｍ３

雲仙普賢岳における無人化施工の適用

○平成6年1月～（試験フィールド制度）
警戒区域内の河道内堆積土砂の除石を実施

- 雲仙普賢岳における**無人化施工の活用拡大**

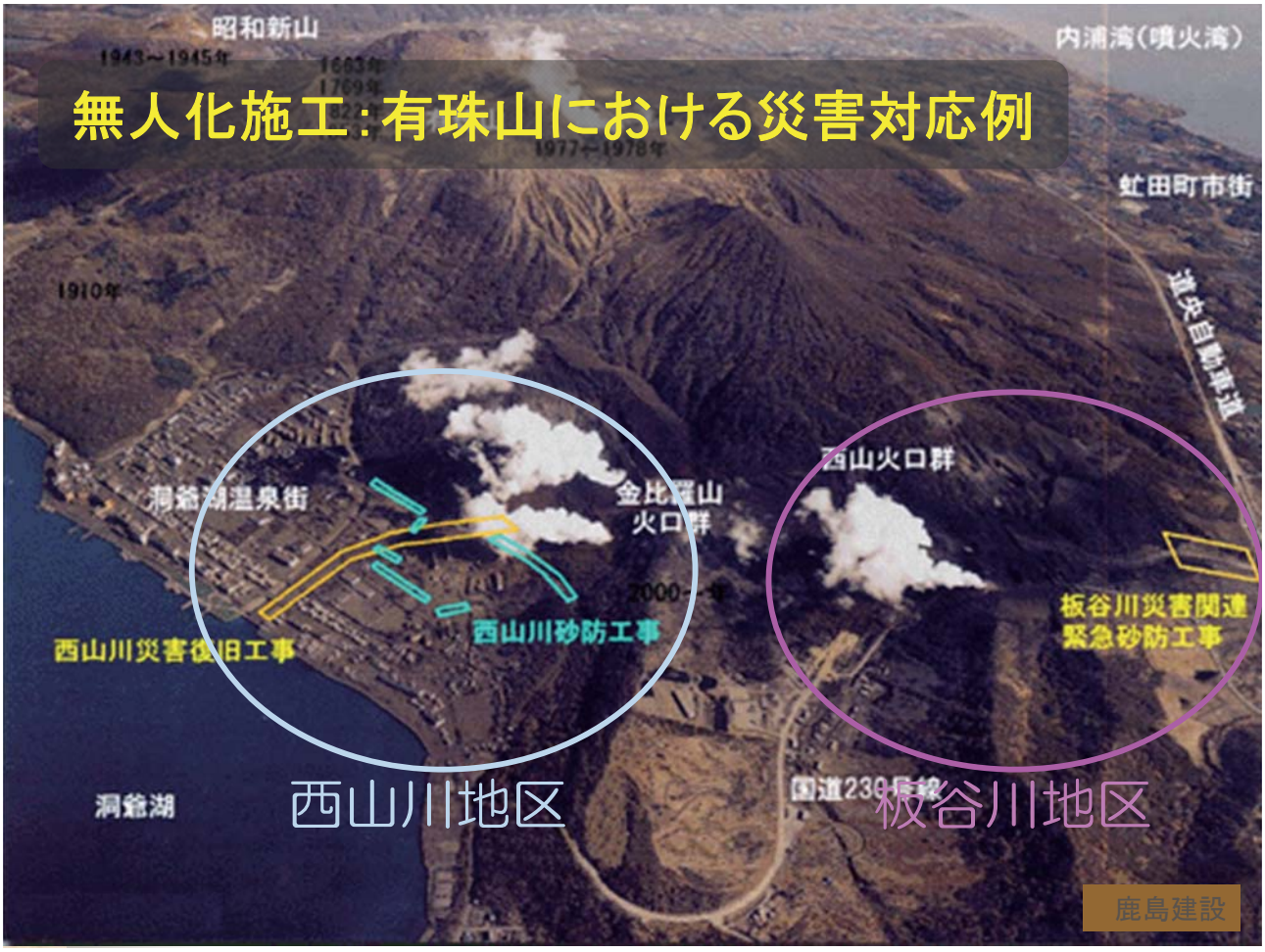
〇平成7年12月～(水無川1号砂防堰堤から)
警戒区域内の砂防施設構築に活用(RCC工法，INSEM工法)

遠隔操作建機による砂防堰堤の建設

除石作業

遠隔操作室

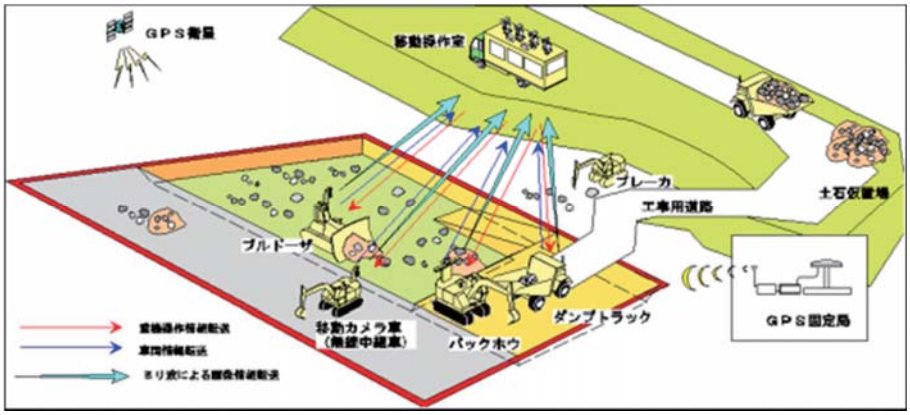
現在の水無川流域


無人化施工:有珠山における災害対応例
昭和新山
1943～1945年
内浦湾(噴火湾)
虻田町市街
1910年
洞爺湖温泉街
金比羅山
火口群
西山火口群
西山川災害復旧工事
西山川砂防工事
板谷川災害関連
緊急砂防工事
洞爺湖
西山川地区
板谷川地区
鹿島建設

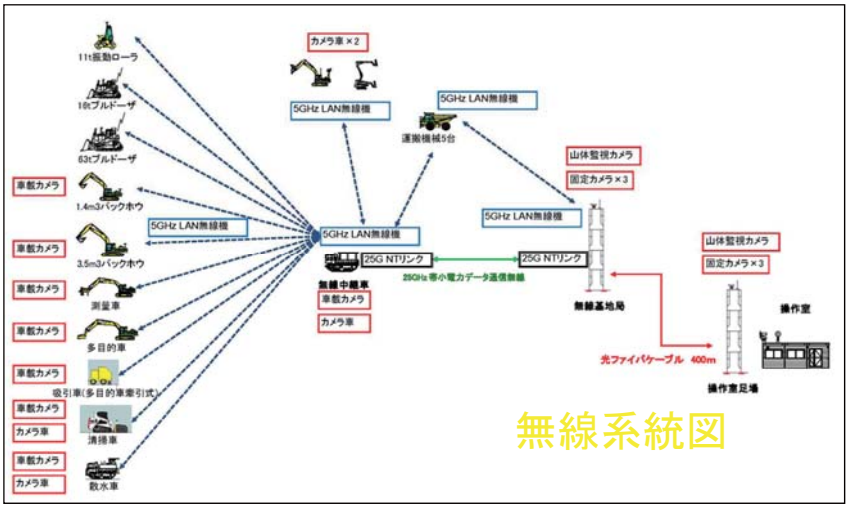
西山川地区
埋塞土除去
流出橋
(橋破砕)
鹿島建設

最近の無人化施工システムの例

5GHz無線LANやRTK－GPSの利用



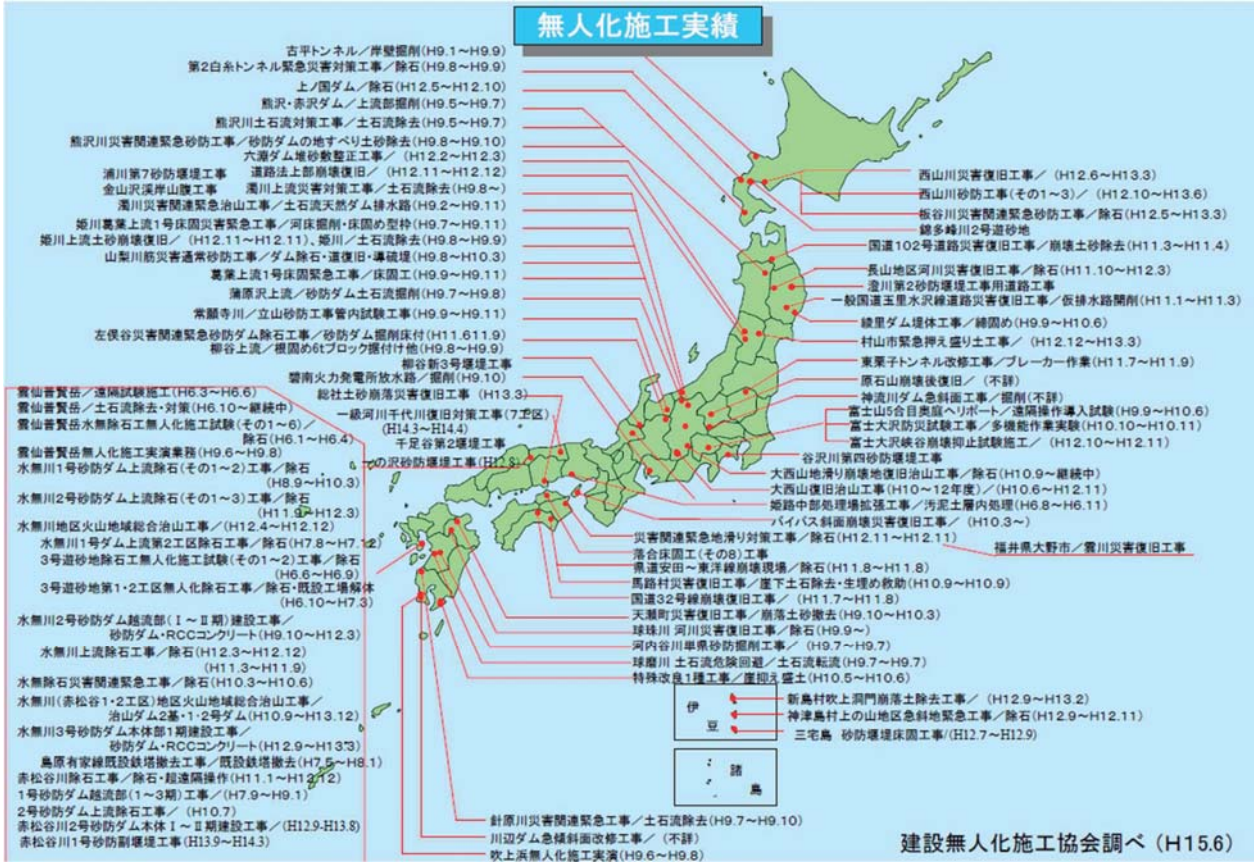
（建無協　HPより）



無線系統図

（熊谷組提供）

The UCS technology has been used in more than 150 sites in Japan



福島原発事故への適用(2011)

（東京電力提供）

遠隔操作重機（システム１）によるガレキ撤去　施工状況 (2011/04/06)

処理前

コンテナ１個分の処理後

ガレキ積み込み

コンテナふた

ガレキ積み込み作業（約２時間）

仮置き場定置作業

仮置き場状況（コンテナ周辺約 2.5mSv/h）

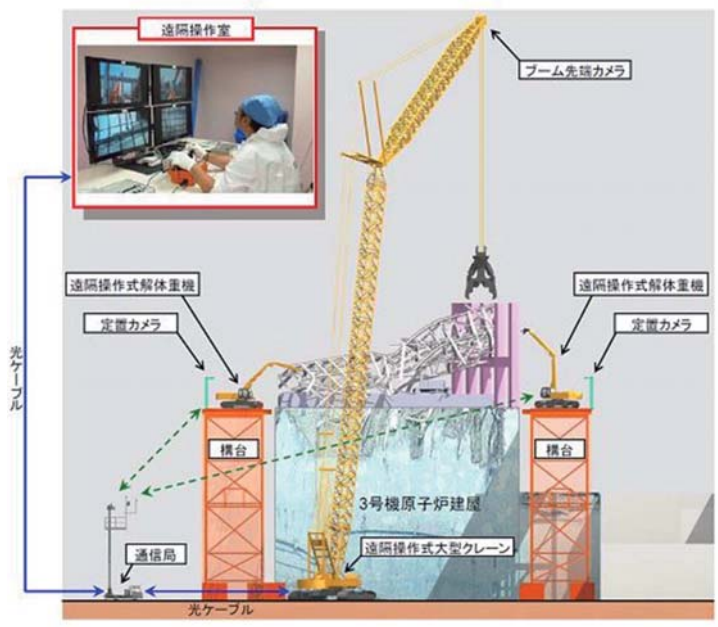
移送・仮置き場定置作業（約１時間）

積み込み時配置

定置時配置

福島原発事故への適用(2011)

遠隔自動化による構内のガレキ撤去の様子



3号機におけるガレキの撤去

地面でのガレキ撤去

東京電力 TEPCO

ロボット技術としてみた無人化施工の強み

- 実環境・実作業のための現実的な優れた技術
  - 使いながら進歩してきた
  - ロボット技術屋としては学ぶべき
- （結果として）イザというときに対応出来る体制がある。
  - アライブな状態の機械、その情報の共有化
  - 訓練されたオペレータ、運搬体制
  - （非常時用と言いながら）90年代以来、常に使われて来た
    - 我が国ではでは常に（非常時的な）自然災害があった
    - 国交省の工事発注。施工自体はビジネスとして成立

無人化施工：現在の課題

【技術的課題】

①工種・対応環境の拡大
②遠隔操作の効率向上　（現状では、搭乗操作に比し効率が1/2）
③無線等による工事制約

【解決の方向】

①工種の拡大
・開発者による技術開発の促進
・使いながら技術を開発・改良を進める体制を作る（助成制度）
・工事の設計等について、無人化施工や建設ロボット技術を考慮
・現存機器の遠隔操作化
・現存機器の、環境対応能力の増強：半水中環境への対処等
・新型土嚢を用いた高速築堤技術、泥濘化した軟弱地盤改良技術等について研究開発中

②　遠隔操作の効率向上
・　新しいマンマシンインタフェースの技術・ロボット技術の適用

③無線等による工事制約
・無線LAN等の採用により、解消の方向性が見えた
・遅れの少ない画像通信技術・帯域圧縮技術の開発
・（無線LANは、一般に開放された帯域であるため）工事専用の帯域確保
（帯域の確保のみでなく、通信機が製造され、市場に投入されること。）
・公共BBの技術開発やこれらの専用帯域の開放に期待

無人化施工：現在の課題（2）

【社会的課題】

④無人化技術の伝承

（技術の伝承については、発注者、受注者共通の問題である。）

⑤人材（管理者、オペレータ）の不足・高齢化

（無人化施工は、時に、緊急性・迅速性と確実な成果が求められるため、受注者はその要求に応じるべく、熟練したオペレータを重用せざるを得ない。
また、全国でも数少ないオペレータの経験差があることも否めない。）

⑥遠隔操作式機械の減少・老朽化

（この状態が続くと施工実績のある工種も、施工ができなくなる可能性）

【解決の方向】

④　無人化施工技術の伝承

- 一番の解決策は、無人化施工工事があり続けること（一定量の発注の維持）。

（仕事が無いと、機械も人も技術も維持されない。）

- 国と民間の役割や守備範囲の明確化と官民一体となった取組み。
- 「緊急時の無人化施工ガイドブック」の改定。

⑤　人材（管理者、オペレータ）の不足・高齢化

- 工事量や工事内容だけの問題ではなく、積極的な人材を育成は欠かせない。

⑥　遠隔操作式機械の減少・老朽化

- 無人化施工工事の一定量の発注。（前述）

（機械の更新をするためには、工事の計画性が見えてこないと非常に難しい。）

- 工事の規模や内容についての考慮。