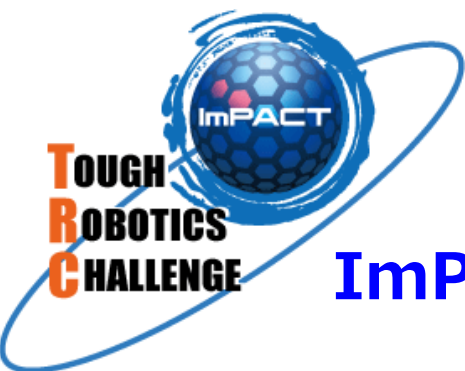




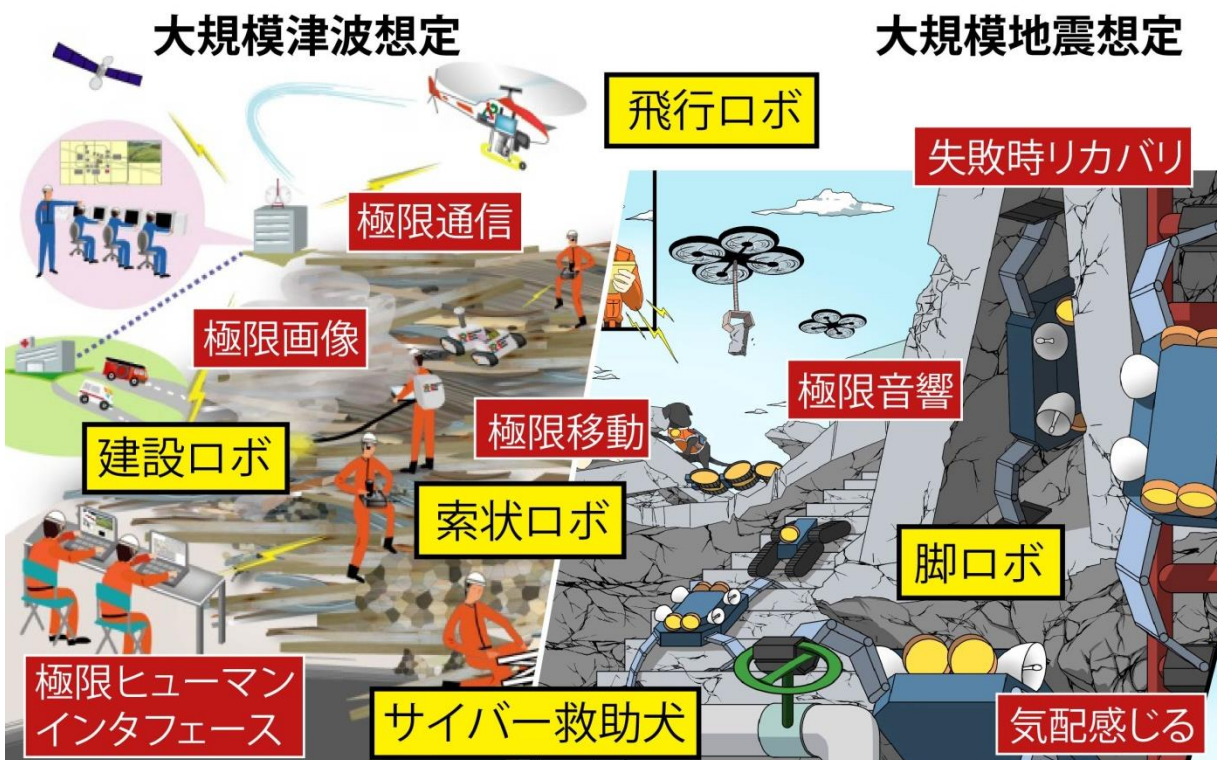
革新的研究開発推進プログラム

ImPACTタフ・ロボティクス・チャレンジ
(ImPACT-TRC)

フィールド評価会

2018年11月2日（金） 11:30-14:50
福島ロボットテストフィールド

- ・ 頻発する自然災害・人為災害。ロボットは情報収集・対策の切り札
 - 災害の予防・緊急対応・復旧，人命救助，人道貢献のために
 - 人間では不可能な作業，人間には危険な作業，作業の迅速化・効率化
- ・ 「タフで，へこたれない」ロボットの実現 ← ひ弱な優等生ロボット



タフでへこたれない ロボット技術

- ・ 厳しい環境条件でも，アクセスできる
- ・ 条件が悪くても，見える，聞こえる，感じることができる
- ・ 失敗しても，やり直すことができる
- ・ 災害環境条件に適合して能力を発揮

- COCN災害ロボットプロジェクト(産業界を中心とした課題調査と政策提言)
 - 2011: 原子力災害対応・廃炉ロボット (COCN: 産業競争力懇談会)
 - 2012: 一般災害対応・復旧・予防ロボット
 - 2013: 性能評価・技術データベース・災害対応ロボットセンター
(対象: 建造物、土木インフラ、水害・土砂崩れ、テロ・CBRN、原子力、プラント、水道・下水災害)
 - 検討メンバー: 鹿島建設, 清水建設, 新日鐵住金, IHI, 東芝, 日立製作所, 日立GEニュークリア・エナジー, 三菱重工, 三菱電機, 富士通, 小松製作所, 産業技術総合研究所, 東京大学, 早稲田大学, 大林組, 大成建設, 熊谷組, 竹中工務店, フジタ, 東急建設, 日立建機, モリタホールディングス, トピー工業, 双日エアロスペース, 新日本非破壊検査, 本田技術研究所, JX日鉱日石エネルギー, 千代田化工建設, 三菱総研, アスコ, NTT, 知能技術, アイコム, 製造科学技術センター, 先端建設技術センター, 日本原子力研究開発機構, 東北大学, 芝浦工業大学, 京都大学, 大阪大学, 長岡技術科学大学, 湘南工科大学, 日本ロボット学会, 日本ロボット工業会, NEDO, 経産省, 文科省, 国交省, 防衛省

産学官が協力し、災害ロボットのニーズと課題を集中的に調査



7種の災害における、種々の想定について
ロボットの必要性能、現状、技術課題、社会実装課題、展望、評価法
を整理、出口戦略を検討

- 2011-12に指摘した課題 → ◎ロードマップ化、社会実装
 - ドローンの社会実装に必要な制度化の課題◎
 - 災害ロボット用の無線周波数割当の課題◎
 - 性能評価標準試験法と試験フィールドの課題◎
 - 操縦インタフェース標準化の課題
 - プロトコル・データ形式標準化の課題
 - 電氣的・機械的インタフェース標準化の課題
 - ロボットの防爆化と新たな標準化の課題◎
 - その他各種国際標準化の課題◎
 - 部品データベース・技術カタログの課題◎
 - ユーザの計画的調達の課題
- これらの多くは、ImPACT開始のために、2014年にPMがCOCN災害ロボットプロジェクトのWG主査を退任した後、同メンバーによって引き続き積極的な活動
 - 各大臣への具体的な提言
 - 国によって制度化が推進され、あるいは、検討された
- タフ・ロボティクス・チャレンジ課題 → 同様にして検討、ロードマップ化

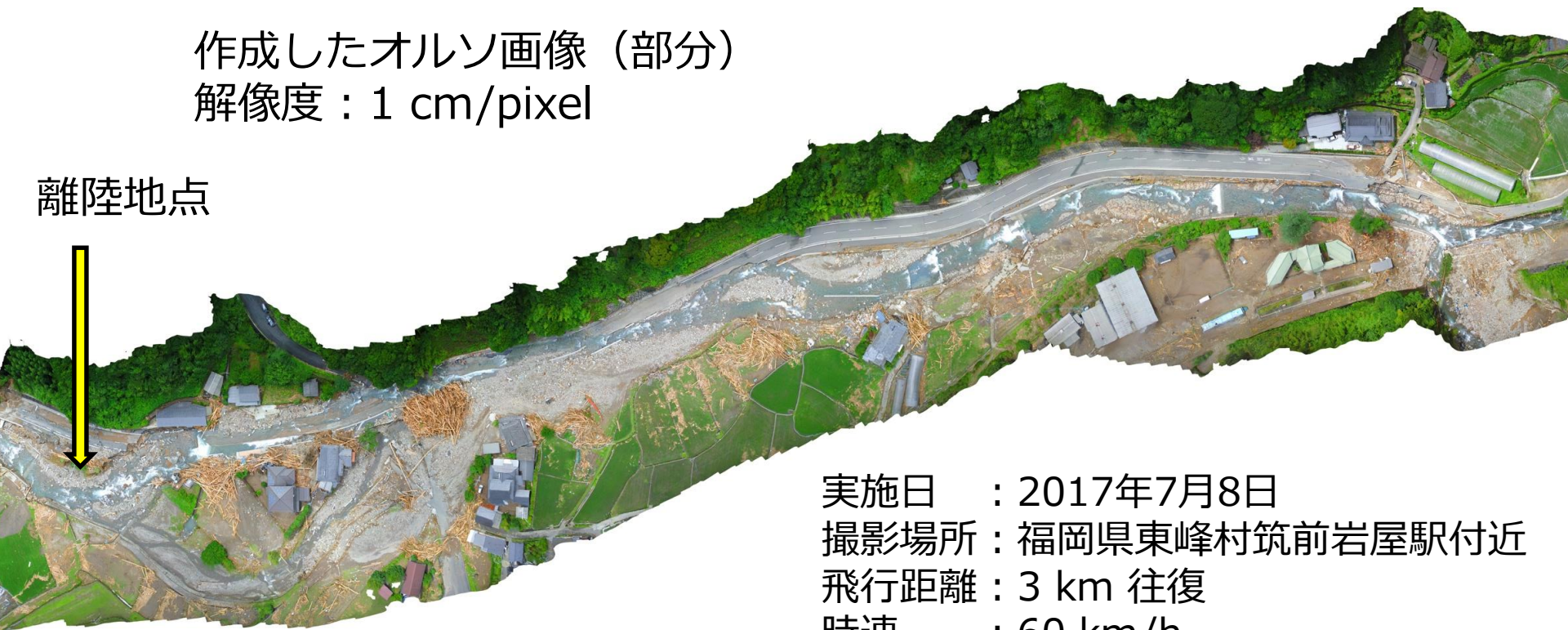
ロボ		主要な成果：ロボットシステム（太字） および 要素技術（細字）	
サイバー救助犬		- 犬の行動モニタリングと行動指示ができるサイバー救助犬スーツ（世界初） 非侵襲的に犬に作業を指示（世界初） - 軽量で疲れないスーツ（世界一） - 激しく動く映像から3次元運動とマップを推定（SLAM）（世界一）	- 心拍・加速度から、犬のやる気を精度高く推定（世界一） - 犬の運動と、何をしているかを推定（世界一） - 遠隔映像伝送、機械学習での遺留品発見 - 日本救助犬協会訓練に毎月参加。
索状ロボ	細径	- 瓦礫内の数cmの隙間を自走・浮上して進入し、内部を調査できるロボット（世界初） - ボディを浮上させ瓦礫内移動（世界初） - 飛行して火元消火できるロボット「ドラゴンファイヤーファイター」（世界初） - 騒音を除去して瓦礫内の音声聞き取り（世界初） - 音響で索状ロボの姿勢推定（世界初）	- 瓦礫内で触覚を感じながら遠隔操作（世界初） - 狭隘、急激姿勢変化、照明移動、超小型の条件下でカメラ映像から位置推定（SLAM）（世界一） - 空気圧による高速配管内移動 - 機械学習による瓦礫内物体の識別・発見 - フィールド試験により、機能を確認。
	太径	- 配管内外・ダクト・不整地・垂直梯子を移動できる索状ロボ（世界初） - 刃物や釘を含む種々の物体を位置決め不要で把持可能な柔軟ハンドOmni-Gripper（世界初） 火の中で種々の物体を把持可能な柔軟ハンドArmadillo Gripper（世界初）	- ボディ長さ1.7mに対して、1mの高さの段差を昇降可能な索状ロボ（世界一） - 配管内での位置推定とマッピング - ボディ接触分布を計測する接触・近接覚センサ - フィールド試験により、機能を確認。

ロボ	主要な成果：ロボットシステム（太字） および 要素技術（細字）	
脚 ロボ	・プラント内を移動し、遠隔自律で点検ができる脚型ロボット ・50kgの物体を無通電把持できる30cmサイズのロボットハンド（世界初） ・脚ロボットによる高トルク(100Nm)のバルブ開閉（世界有数） ・4足、2足、はらばい移動、垂直はしご昇降（世界有数）	・過去画像による遠隔操作のための仮想俯瞰映像支援 ・自己位置推定と周囲環境の3次元地図作成 ・周囲の音源定位情報マップ ・払い感覚による物体表面性能の推定 ・フィールド試験により、4脚機構の機能確認
飛行 ロボ	・悪環境での飛行と情報収集（世界有数） ・搭載マイクロフォンアレイによる地上音声聞き取り、位置推定（世界初） ・悪環境下のロボスト飛行（強風15m/s、降雨300mm/h、構造物隣接0.5m）（世界有数） ・プロペラ2枚停止でも飛行継続（世界有数） ・荷重2kg変化で高度変化50mm（世界有数）	・搭載ハンドによる物体把持、構造物へのつかまり ・飛行ロボの位置共有システム ・高精度3次元地図作成 ・多重解像度データベース ・風を計測するドップラーライダー ・災害適用によりロボの実用性を確認
建設 ロボ	・二重旋回機構による重作業と精密作業の両方が可能な双腕ロボット（世界一） ・双腕作業に必要な高出力・高精度制御を実現（世界有数） ・作業機にセンサを搭載しない力覚・触覚フィードバック遠隔操作（世界有数） ・低摺動摩擦油圧シリンダ（世界有数）	・高出力ハンド ・ドローンによる実俯瞰映像、および、複数カメラによる仮想俯瞰映像による支援 ・煙霧を透過する視覚 ・遠隔操作コクピット ・フィールド試験での機能確認

ソリューション	ユーザが求める不可能・困難点	何が可能になったか
犬の行動と状態をモニタし、行動を誘導できるサイバー救助犬スーツ	遠隔では犬の行動や状態が不明で、行動指示もできないため、救助犬が人の近傍でしか使えない。活動記録もとれず、使用効果が不明瞭。	救助犬が活動できる範囲が数kmに拡大し、遠隔地からの活用が可能になった。 （世界初） 人命救助
瓦礫内の数cmの隙間を自走・浮上して進入し、調査できるロボット	ギャップや段差での運動能力が不足で、調査範囲に限界があった。瓦礫内の位置が不明。要救助者の声が聞こえない。	飛躍的に調査範囲を拡大、見渡すことも可能に。瓦礫内の被災者の声を聞き、瓦礫内のマップ作成が可能になり、探索性能が大幅に向上。（世界初） 人命救助・緊急対応・災害予防
プラントの配管・ダクト・不整地・急階段・段差・狭所を移動できる索状ロボ	プラントでは運動能力が不足しているため、調査できる箇所が限定的で、省力化にならない。	プラントにおける重要点検箇所について、困難だったいくつかの箇所に移動可能になり、視認検査が可能に。（世界初） 災害予防・緊急対応
押しつけるだけで把持でき、押し作業や引っ掛け作業も可能なハンド	災害で求められる多様な形状の物体をハンドリングするには、それぞれに応じた動作戦略が求められ、制御が複雑なため、作業が遅い。	多種多様な物体を簡単にハンドリングでき、把持のための精密な位置決めが不要で、動作が速い。（世界初） 災害予防・緊急対応・人命救助
50kgの物体を無通電把持できる30cmサイズのロボットハンド	災害や産業施設で必要な小型で高出力のハンドが存在しない。把持力維持のために電力を使うため、熱の発生が大きな問題。	無通電で把持力の維持が可能となり、高温にならず、指1本あたり150Nの把持力を発生。（世界初） 災害予防・緊急対応・災害復旧

作成したオルソ画像（部分）
解像度：1 cm/pixel

離陸地点



実施日：2017年7月8日
撮影場所：福岡県東峰村筑前岩屋駅付近
飛行距離：3 km 往復
時速：60 km/h
飛行時間：7 min

<成果>

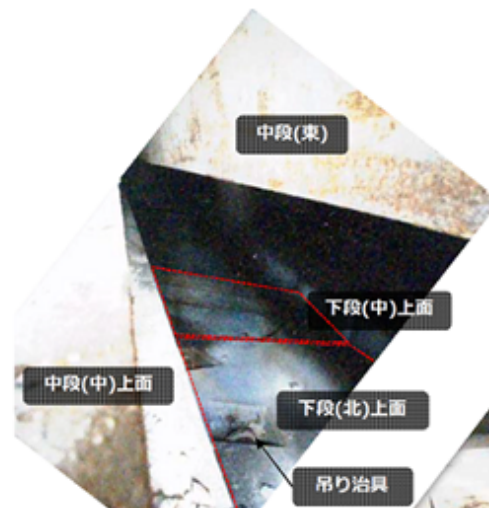
- 福岡県東峰村に入り，ドローンで上空から情報収集を行った。
- 総務省消防庁，内閣府，福岡県，防災科研，他に，データを提供した。
- データクオリティ，ドローン性能が，現地ニーズに十分なことがわかった。
- 配備の必要性とともに，種々の問題点が明らかになった。
（目視外，飛行位置共有，架線データ，支援機能，収集情報共有システム）

適用事例：能動スコープカメラによる 格納容器のウェルプラグ調査(2016.11-2017.2)

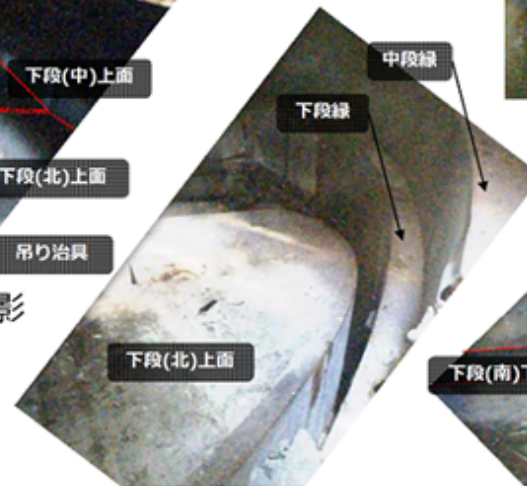
- 福島第一原発事故で位置がずれた1号機格納容器上のウェルプラグの状況調査
- 狭い場所のため、他の手段では調査が不可能だった
- 能動スコープカメラを用いた調査により内部状況を確認・撮影し、線量を調査



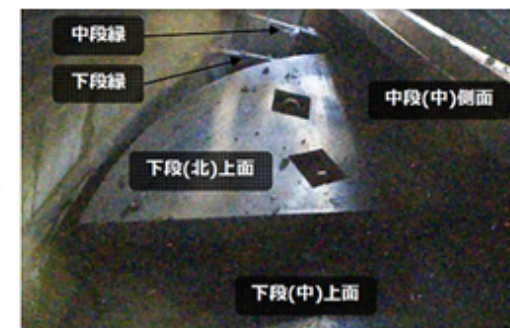
能動スコープカメラ全景
(写真提供：東京電力HD 様)



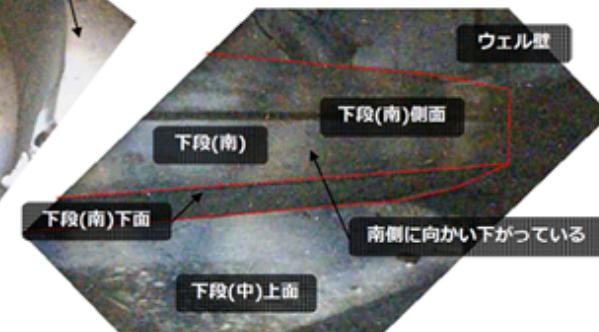
中段北側より撮影
(北⇒南)



中段北側より撮影
(北⇒東)



中段南側より撮影(南⇒北)



下段北側より撮影(北⇒南)

能動スコープカメラにより撮影されたウェルプラグの状況
(資料提供：東京電力HD 様)

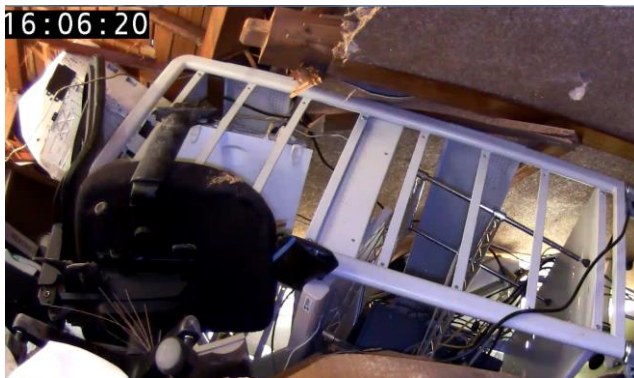
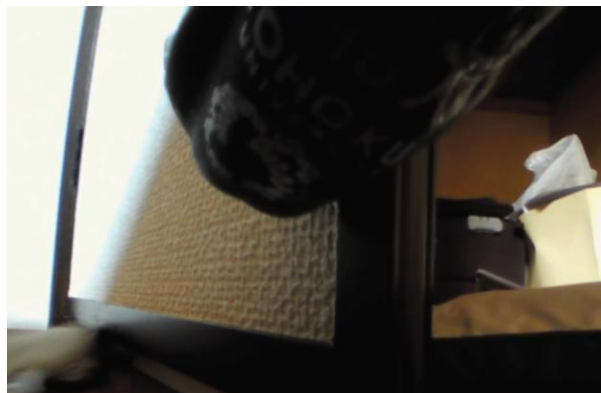
適用事例：西日本豪雨災害への適用 (2018.7.25-26)

1) 岡山市内の半田山の上空からの調査

がけ崩れにより民家2棟が全壊。がけ崩れの状況、さらにはがけ崩れが発生する可能性がある急斜面の状況を、飛行ロボットにより調査。(東北大 越村教授、他)

2) 全壊家屋からの貴重品の回収

がけ崩れで全壊となり、立ち入りが困難な住宅内にロボットを投入。住人の立会いの下、家屋内に残された貴重品を搜索、回収。(京都大 松野教授、岡山大 亀川講師、電通大 田中准教授、東北大 多田隈准教授、昆陽准教授、田所教授、他)



11:50～ サイバー救助犬

犬の行動や状態を遠隔モニタリングして救助活動支援
犬の搜索活動を遠隔から誘導

12:20～ 太索状ロボット

火の中の物体をつかめる柔軟ロボットハンド
垂直はしごの昇降、配管内の点検、マッピング

12:50～ 細索状ロボット

瓦礫内の搜索, 3Dマッピング

13:20～ 脚ロボット

プラント内の移動、軽作業
油圧の脚

13:50～ 建設ロボット

困難状況での移動と作業

14:20～ 飛行ロボット

災害状況確認、要救護者支援（南相馬市立総合病院連携）、物資救援

14:50～ 写真撮影