

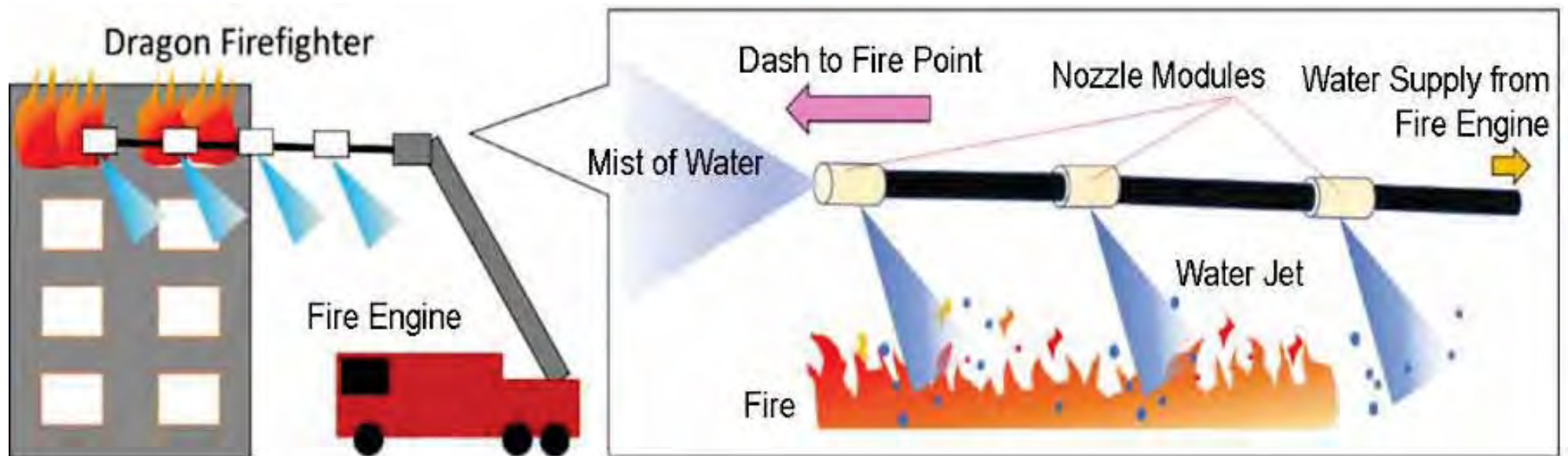


- Kobe Super-Eagle Hyper Rescue 14 fire fighters
- Questionnaires for usability for future deployment
 - Pros
 - High mobility for entering small gaps where pushing operation does not work
 - Higher mobility at obstacles
 - Communication with victims
 - Applicable to duct fires, oxygen-shortage accidents in manholes and ships
 - Cons
 - Higher mobility is desired
 - Autonomy is expected for easier operation
 - Dust by air jet affects victims
 - Insufficient situation awareness
 - Appropriate training program to learn the basic operation is necessary

Dragon Firefighter A Flying Robot Hose by Water Jets

Levitate and Fly by Jets of Water
Dash to Fire Points and Extinguish

[Konyo, Tadokoro, Tohoku U]



Conventional Problems

[ICRA 2018]

- Water does not reach the fire points from distance
- Hose cannot move after discharge

Our Solution

- Remote/autonomous motion control of the hose
- Reduce the risk of firefighters
- Rapid extinguishing with less water

Ex tingu ish ing Sm a ll Fire

4/27/2018 Tohoku U



[Konyo, Tadokoro, Tohoku U]

Thick Serpentine Robots



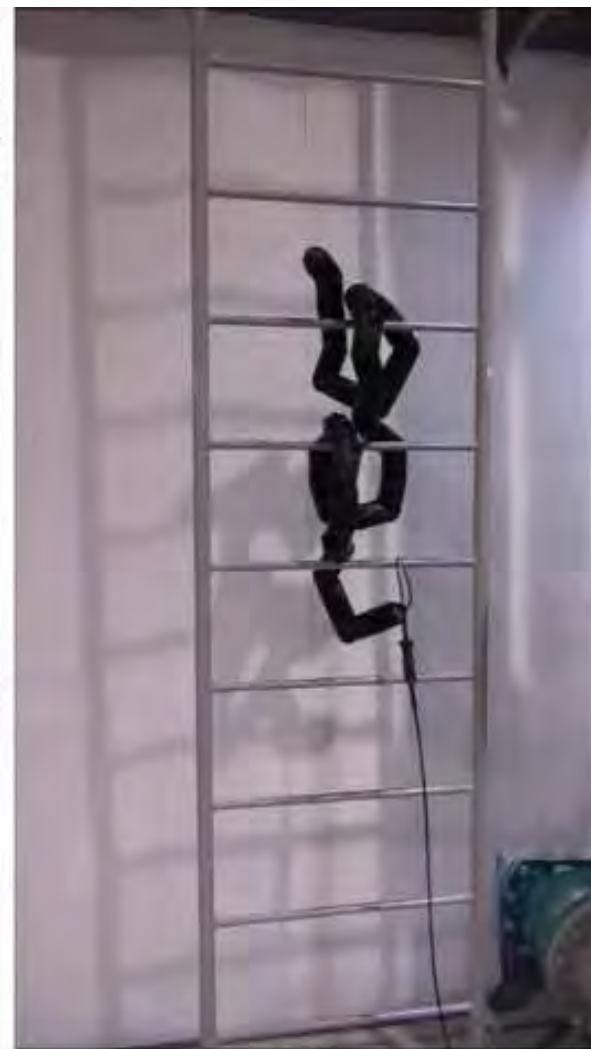
Inside of Pipe



Step Field



Outside of Pipe



Ladder

Thick Serpentine Robot

[Matsuno, Kyoto U
Tanaka, UEC]



Width 250mm



1 [m] high step

Both climb a high-obstacle and enter a narrow space



d=194mm pipe



Climbing pipes

Tough Jamming Soft Hand "Omni-Gripper"

[Tadakuma, Tohoku U]



Grip Sharp Objects





サイバー救助犬



Cyber-enhanced Rescue Canine (CRC)

New method for searching victims

[Ohno, Tohoku U]

by fusion of human, dog, and robot technologies

Dog (Excellent olfactive & mobility)

Human (Excellent judgment)



Robot technology :

Sensing, Recognition, Control

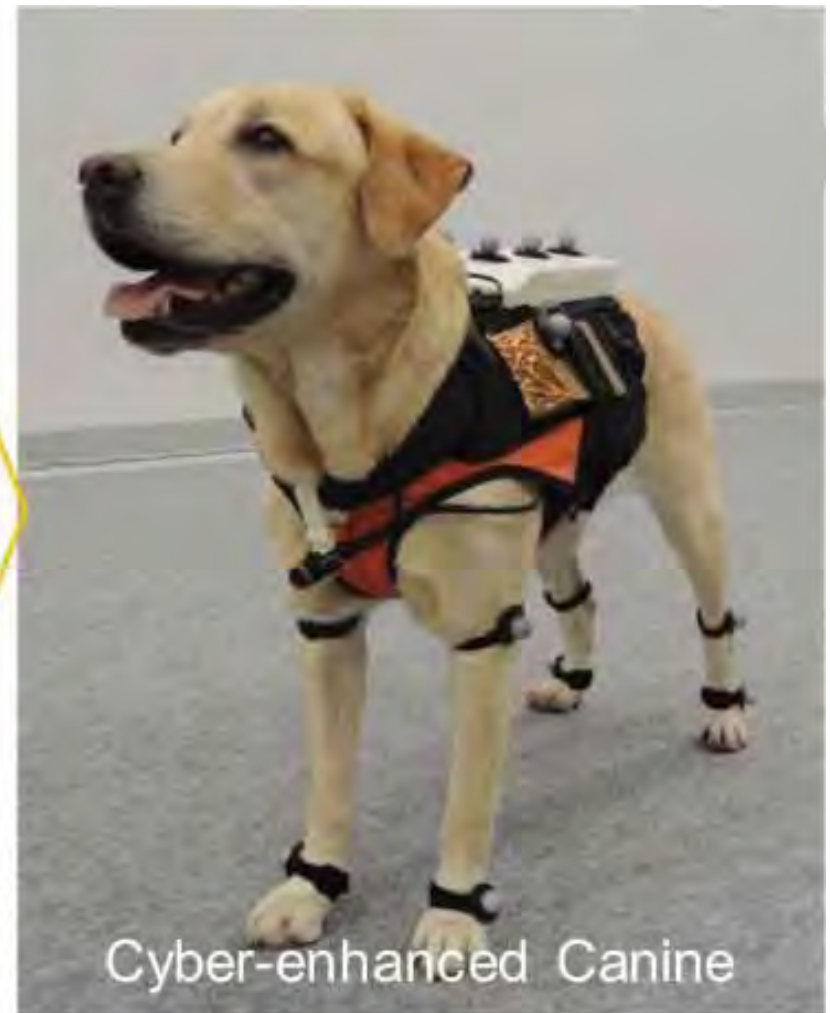


Search & rescue dog



Disaster response robots

Supplement to
ability of SAR
dogs with disaster
response robotics



Cyber-enhanced Canine

M a p p i n g o f m o t i o n a n d b e h a v i o r (r u n , w a l k , s n i f f , f o u n d v i c t i m)

[Ohno, Tohoku U; Dawn; Murphy, TAMU]





[Kikusui, Azabu U; Ikeda, NAIST; Ohno, Tohoku U]

Dog Navigation using Laser Beam s



[Kikusui, Azabu U; Ohno, Tohoku U]



World's Most Innovative Universities | 2017

« Top University Rankings

#39 Tohoku University Japan

Website: www.tohoku.ac.jp

Students: 17,349

Cyber Rescue Canine (Im PACT)

Tohoku U – JRDA – IRS – Azabu U – Shinshu U –
NAIST – Furuno – Dohn – Softbank



In 2016 Tohoku University developed the DIWATA-1 microsatellite in collaboration with Hokkaido University and the Philippines government – the first major achievement of that government's space development program. The university has also collaborated with semiconductor company Tokyo Electron on projects including superconducting 3-D memory storage devices. Another recent research innovation involves the creation of high-tech suits worn by search and rescue dogs, which transmit information about disaster sites and victims to handlers and rescue workers. In the years since Japan's 2011 earthquake, the university has played a key role in providing disaster science expertise and support to the region's reconstruction efforts, and its Institute for Disaster Reconstruction and Regeneration Research has received national attention for its work.

成果のまとめ

ロボ		主要な成果：ロボットシステム および 要素技術	
サイバー救助		・ の ・動モニタリングと ・動指 ができるサイバー救助 スーツ (世界初) ・ 6侵襲的に に作業を指 する 法 (世界初) ・ 軽量で疲れないスーツ (世界 十) ・ 激しく動く映像から 3次元運動とマップを推定 (SLAM) (世界 十)	・ 拍・加速度から、 のやる気を精度 しく推定 (世界 十) ・ の運動と、何をしているかを推定 (世界 十) ・ 遠隔映像伝送、機械学習での遺留品発 見 ・ 日本救助 協会訓練に毎 年参加 ・動計測は試験により実 用化に近づく
索状ロボ	細径	・ 礫内の数cm の隙間を 通過 ・浮上しながら進 行し、内部を調査 (世界初) ・ ボディを浮上させて移動能 力と搜索能 力を向上 (世界初) ・ 行う 消 火ホースロボ ドラゴンファイヤーファイター (世界初) ・ 騒 音を除去し 礫内の 声聞き取り (世界初)	・ 響で索状ロボの姿勢推定 (世界初) ・ 礫内で触覚により操作 支援 (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3D マップ作成と位置推定 (SLAM) (世界 十) ・ 空気圧による 遠速配管内移動 ・ 機械学習による 礫内物体の識別 ・ 発見 ・ 福島原発でプロトタイプ使 用
	太径	・ 配管内外・ダクト・不整地・垂直はしごを 通過 移動できる索状ロボ (世界初) ・ 様々な物体を精密位置決め無しに把持可能で、尖った物体でも持てる、柔軟ロボットハンド Omni-Gripper (世界初) ・ 土の中でも物体を把持できる、柔軟ロボットハンド (世界初)	・ ボディ 高さ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 十) ・ 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 ・ 超多 自由度を遠隔操作する 自律機能 ・ プラントや建築物での試験

ロボ	主要な成果：ロボットシステム および 要素技術	
脚 ロボ	・プラント内を移動し、遠隔 制御で点検ができるロボット ・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 トルク(100Nm)のバルブ開閉（世界有数） ・4 輪、2 輪、はらばい、 車輪移動、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 M 援 ・ 位置推定と周囲環境の3次元地図作成 ・周囲の 源定位情報マップ ・VRと仮想 速度による遠隔操作 M 援 ・フィールド評価試験により、プラント災害対応機能確認
・ ロボ	・悪環境での 情報収集（世界有数） ・搭載マルチマイクロフォンによる地上 声聞き取り、位置推定（世界初） ・悪環境下のロボバスター（強 15m /s、降 300mm /h、構造物隣接1m）（世界有数） ・プロペラ2枚停止でも 継続（世界有数） ・荷重2kg変化で 度変化50mm（世界有数）	・アームによる物体把持、運搬 ・ ロボの位置共有システム ・ 精度3次元地図作成 ・多重解像度データベース ・九州北部豪 災害における有視界外 制御、 精細映像撮影、2D オルソ画像の提供
建設 ロボ	・ x重旋回機構による重作業と精密作業の両 が可能な双腕ロボット（世界 初） ・双腕作業に必要な 出力・ 精度制御を実現（世界有数） ・ハンド先端にセンサを搭載しない 感覚・触覚フィードバックによる遠隔操作（世界有数） ・低摺動摩擦油圧シリンダ（世界有数）	・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遠隔操作 M 援 ・煙霧を透過する視覚 ・没 型遠隔操作コクピット ・腕で M えながら遠隔操作による移動 ・ 腕で M えながらもう 腕で遠隔作業

研究協 企業以外でも、数 社以上が成果を活 ・波及

ロボ	研究者	所属	活 企業	活 ・波及内容 (* COCN 災害ロボットPJ参加企業)
	野	東北 "	古野電気 ドーン	サイバー救助 スーツの製造を委託・事業化検討中 スマホH Iの製造委託・ 岳救助 ドローンとの連携（共同研究）
索状	昆陽	東北 "	モリタHD* 清 7建設* 三徳商事 * * * * * *	D ragon Fire fighterの本格開発を検討（共同研究） 能動スコープカメラプロトタイプを福島第 1原発内調査に使 触覚インタフェースの利 を検討（共同研究） 福島第 1原発廃炉に使 検討（共同研究） 速道路料 所設備定期メンテナンス活 の検討（試験検討） ビルメンテナンス検査への活 検討（試験検討）
索状	川・ 中	岡 電通 "	住友重機械 * * 多数 * * W R S	索状ロボのボイラー点検活 を検討（共同研究） 索状ロボの発電設備点検活 を検討（現場試験） 配管・ダクト内、天井裏、床下の点検作業を検討（現場試験） 製品化の相談 ロボットテストフィールドでの実証試験
索状	多 隈	東北 "	製作所* * * ベンチャー	福島第 1原発の格納容器内調査での利 検討（共同研究） 産業 とでの活 を検討（現場試験） ベンチャー設 準備中、官 ファンド東北 学ベンチャーパート ナーズ B IP投資採択
脚	・	早 "	JAXA* 多摩川精機 * *	宇宙ステーションきぼう搭載アームの設計協 会（JAXA 予算） 脚ロボのビルドインモータ技術での協 会を相談 脚の使 の検討
脚	中村	並 精密	* * * *	福島第 1原発内作業へのハンドの適 を検討（発注） ロボットハンドとしての使 検討

研究協 企業以外でも、数 社以上が成果を活 ・波及

口ボ	研究者	所属	活 企業	活 ・波及内容 (* COCN 災害ロボットPJ参加企業)
•	野波	ACSL	ACSL	開発技術を搭載，DJI等との明確な差別化，東証マザーズ上場
•	〃 =	広島 〃	モチユ，啓 S社 製作所，H IVEC	実 化アームの開発，操法・教育のメニュー化・商品販売を 指 す（共同研究）
•	三浦	N ICT	* * 電源開発 スカパー 東北通信局	無 f航空機運航管理システムへの拡張と実 化（共同研究） 中電 設備点検への実験評価（実証試験） ドローン位置情報共有技術の 型化（共同研究） ドローンの 位置把握に関する調査（実証試験）
•	鈴 =	早 〃	テラドローン	製品化・実 化に向けた協議
•	鈴 =	信州 〃	* *	インフラ点検ドローンの開発（共同研究）
建設	吉灘	阪 〃	ゼネコン * 鉄道 * * * * *	建設 事への適 の検討 架線 事への適 の検討 場内での重量物ハンドリング，組み て機への適 の検討 次世代遠隔操作ステーションへの適 （共同研究）
建設	永 f	東北 〃	研究所 * * * *	建設機械の遠隔操作にドローンの適 を評価（共同研究） 橋梁点検での有線給電ケーブルを使った位置計測の検討 ヘリパッド張 調整機構に関する技術提供と製品開発
建設	下	東京 〃	清 7建設	福島第 1原発の建設機械の遠隔操作に適 を検討（共同研究）
建設	中	東 u 〃	* * NEC	可視・遠 外線同軸カメラの防塵対策を活 煙環境模擬装置の活
建設	道	名城 〃	* *	不定形状の把持ハンドとして適 を検討

ロボ	研究者	所属	活 企業	活 ・波及内容 (* COCN 災害ロボットPJ参加企業)
油圧	鈴森	東 大	H-M uscle * * * *	出 産 低摩擦油圧コンポーネントのベンチャーH-M uscle設 業 油圧ロボの開発への応 (受注) 重量物運搬 歩 ・ロボットへの適 の検討
油圧	桜井	ブリジ ストン	* * * *	油圧 fl u筋の使 に関する問い合わせ 災害現場への適 に関する検討
油圧	神 子	岡 大	* *	冷媒の流量制御への使 の検討
画像	岡 f	東北 大	オープンソース	活 事例多数・問い合わせ多数
画像	崎	信州 大	IH I*	物体性状識別の %社製品への適 を検討 (共同研究)
響	奥乃・中 臺	早 大・ ホンダ	オープンソース * * * * * *	オープンソースHARKのパッケージとして公開・活 事例多数・ 問い合わせ多数 タブレット端末の 声認識フロントエンドに適 源探索ドローンの活 の検討
学習	多数	複数	多数	問い合わせ, 共同研究等多数
H I	佐藤	名 大	* *	点検作業に使 を検討
シミュ レータ	広	産総研	ベンチャー オープンソース JAEA 福島県 W R S	ベンチャー起業設 シミュレータのソフトウェアを公開・広く利 可能とした 楢葉遠隔技術開発センターへの導 , 福島ロボットテストフィールドへの導 , トンネル事故災害対応復旧チャレンジシミュレータとして活
フィー ルド評 価	村・ Sheh	岡技 科 大・ Curtin	W R S N IST	プラント災害予防チャレンジ, 災害対応標準性能評価チャレン ジの競技フィールド開発・情報収集制御システムへの適 災害ロボットの標準評価試験法の検討 (共同研究)

ロボット	災害出動・調査・訓練等の事例
• ロボット • PF-1, ACSL • ロボハンド, 広島 "	九州北部豪 災害 (2018年7 7 98 ') ドローンPF-1 (ACSL) が、3 km のエリアを 60 km /h で し、 解像度オルソ画像 (1 cm /pixel) を収集、消防庁、防災科学技術研究所、他に提供。 尾道市防災フェア公開訓練 (2018年10 14 ') 消防局, 衛隊との公開訓練で、海で溺れているよう救助者に浮き輪を搬送する実証試験デモを実施。 南相 市 病院 (2018年11 2 ') 病院からの情報把握, 対応指 を実施。 2016年台 10号被災地 地形と地盤構造の調査を実施。 2008年岩 宮城内陸地震被災地 断層の地形計測を実施。
細索状ロボット • 能動スコープカメラ、東北 "	福島第 原発事故 (2016年4 , 2016年12 2017年2) 能動スコープカメラプロトタイプが、福島原発1号機の 礫内狭隘箇所内部の映像を撮影し、燃料棒搬送機、ウェルプラグ等の状況の3D 把握に寄与。ウェルプラグ内の線量を測定。 熊本地震 (2016年4) 能動スコープカメラによる建物被害調査 ' '本豪 災害 (2018年7 25 26 ') 岡 市半 砂崩れ倒壊家屋調査
太索状ロボット • 太索状ロボ、京 ", 岡 ", 電通 " • Omni-Gripper, 東北 "	' '本豪 災害 (2018年7 25 26 ') Omni-Gripper, d輪型太索状ロボットが、倒壊家屋の貴重品を調査、回収。家屋内調査の実証試験を実施
サイバー救助 • サイバー救助 スーツ、東北 "	スタンバイ (多数) '本救助 協会と定期訓練を実施。イタリア国 岳救助隊の救助 で試験。 2017年より、救助 組織に貸し出され、実災害への適 のためにスタンバイ。 岳救助隊からの活 の要請あり。地 治体からの 獣被害調査への活 の要請あり。省庁の管轄する使役 に対して適 試験。

プロジェクトマネジメント

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,搜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
多様な物体を把持でき,尖った物体や熱い物体も把持可能な柔軟ロボットハンド	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,複雑な制御が必要.尖った物体を持てない.熱い物体を持てない.	尖った物体や,熱い物体を把持可能な,柔軟ロボットハンド.(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

ロボ	出 戦略	プログラム終了時の達成 標	達成	TRL 達成 / 標
サイ バー救 助	サイバー救助 スーツによる救助 能 能の 躍的拡 “と全世界の救助隊への配備	モニタリング・マッピング・作業指 定・情動推定の機能を持つサイバー救助 スーツの実現・日本救助 協会、イタリア 岳救助隊他の訓練使 とフィードバック・	100% 救助 組織 へ貸出	5-9 / 9
索状ロ ボット	礫、プラント配管等の狭隘部・ 組み組んだ場所での捜索・調査・点検の実 化	アクセスが困難な 礫内（倒壊家屋等）、プラント内（配管のジャングル等）、 災家屋内の移動と、状況の計測・伝送・認識・マッピングによる救助活動、点検作業 援、消 火の実現	100% プラット フォームを 福島第 1 原発に適	6-9 / 8
脚ロ ボット	被災プラント等の危険箇所 で調査・点検ができる脚ロ ボット技術の実 化	プラント内移動（梯 ・階段昇降等）と 破壊 検査（超 波探傷等）、修繕作業（ハンマード リルでのボア 2 開、バルブ開閉操作等）	100%	4-6 / 6
・ロ ボット	従来の ・ロボットをはる かにしのぐタフな ・ロ ボットによるサービス実現	悪環境下でのロボット ・（ 15m /s, 100mm /h, 構造物近傍30cm ）と状況の計測・ 伝送・認識・マッピングによる作業 援の実現	100% 九州北部豪 災害適	6-9 / 9
建設ロ ボット	災害・鉱 開発・都市 二 における遠隔 二腕双腕化に よる作業効率・安全性向上	従来の遠隔 二律建機が不可能な移動（ギャップ 越え、登坂など）と、双腕作業（ドアこじ開け など）による作業 援の実現	100%	6-8 / 8

達成をフィールド評価会で公開実演して せる
技術的・社会的・産業的な 6連続イノベーションの実現

社会実装へのマイルストーンの例 索状ロボット細径

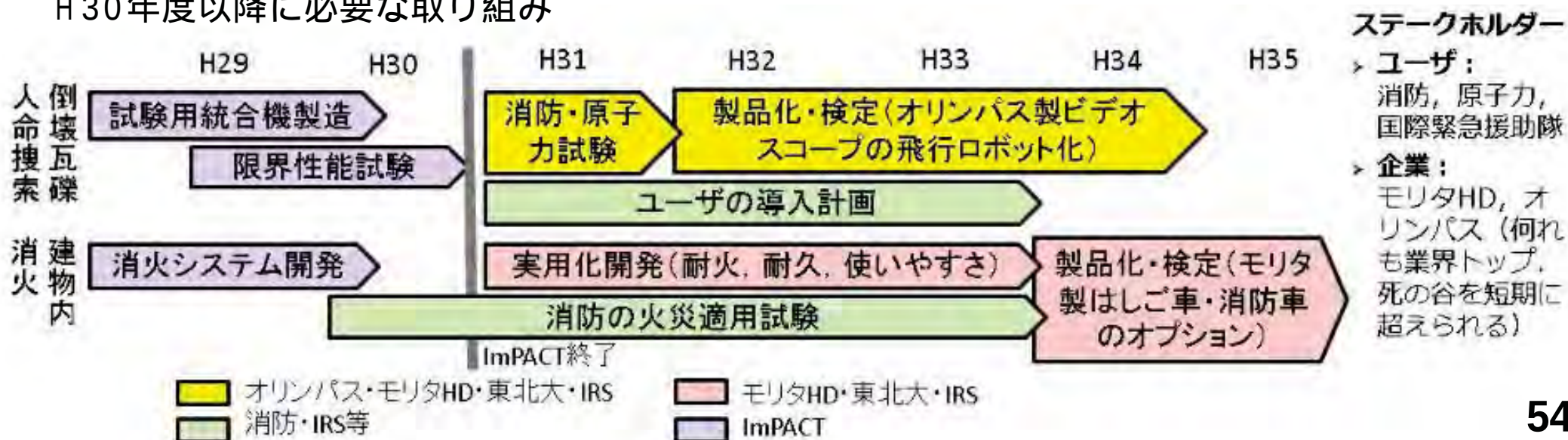
的・ニーズ

- 倒壊家屋奥深くの人命捜索（阪神淡路以降，“震災が世界中で発生”・人命・財の損失甚大）
- 建物内の火元へのアクセス・消火（“規模大災に打つ”がない・火元に直接放火する必要）
そのために必要なこと
- 索状体が空中に浮上してターゲットにアクセス（索状ロボ浮上の実現例はない・制御が困難）
- 瓦礫内部の調査・マッピング（実現を妨げる困難な条件：遠近撮影・急激な姿勢変化・照明が移動・直射日光と暗闇が共存・超小型・リアルタイム）
- オペレータが視ながら，聞きながら，触りながら遠隔操作（実現を妨げる困難な条件：騒音・振動・超小型・軽量・瓦礫内耐久性・全体ボディ制御）

ImPACT終了（H30年度末）時点での成果イメージ

- 浮上索状体に視覚・聴覚・触覚を統合し，移動能力と遠隔操作能力を飛躍的に向上
- 倒壊瓦礫人命捜索：瓦礫内の実用性能を確保（限界性能試験で改良）
- 建物内消火：窓から建物内に進入し，火元消火できることを実証

H30年度以降に必要な取り組み



➤ フィールド評価会

- 劇場型プロジェクトマネジメント

➤ 出 イメージと 標の共有による 的指向の研究開発

- プラットフォームロボット毎に， 的指向に，実現したい価値を共有
- 標を定めて，分科会の中での協 成と，システムインテグレーション
- フィールド評価会の結果を反映して， 標を定め直す

➤ 主性の尊重

- トップクラスの研究者にとっていい成果が出しやすい環境
- 細かい 段を指 せず， 的実現に貢献する技術を 主的に 決し，提案し，実現
- 研究者間での 主的な切磋琢磨，相互刺激，協 成

➤ 由な発想を促進するマネジメント

- 既存分野の枠にとどまらず， 主の専 門に限定せず， 的にかなう技術を提案

➤ 現場主義

- フィールド評価会，災害現場，企業の現場での試験を重視

➤ 重点的予算配分

- 戦略的研究開発資金，+ 予算増額により，戦略的，機動的に重点的に予算配分
- 優れた成果を選んで，次の段階に進めることが出来た

➤ フィールド評価会の実施

- 研究成果を，年2回，公開で，模擬現場でロボットを評価デモ（ ければ誰でもわかる）
- COCN 災害ロボットPJからの全 的バックアップ，毎回数百名の来場者
- 研究者，ユーザ，企業間の直接ディスカッションの機会，相談開始のきっかけ
- 技術カタログ作成，配布（調達のためのデータベース，国交省NETISを参考に）
- アンケート実施，分析（注 評価点，問題点など），フィードバック

➤ 研究者へのフィードバック

- 研究開発のマイルストーン
- ユーザの潜在ニーズ，潜在必要条件などの直接聴取
- 問題の本質や隠れた問題点に %主的に気付く機会 → ユーザに寄り添った成果の実現
- 企業現場での成果活 ，新たな事業の相談
- 確実に動作する， fから感 qされる成果を上げたい，競争的協調
- 研究者の未来への夢と，社会のベネフィット，との結合

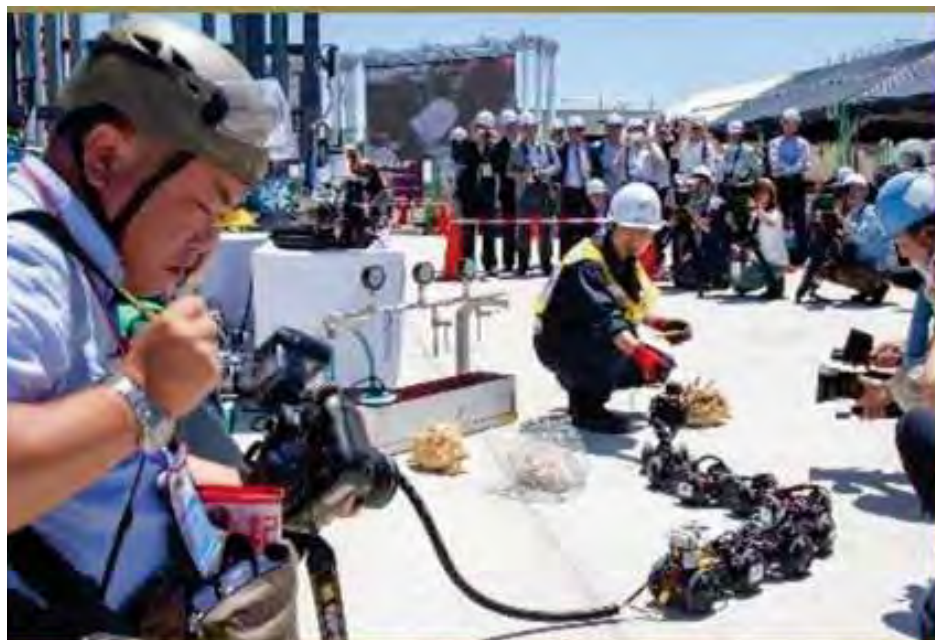
➤ 防災ユーザへのショーケース

- 最新の技術・研究成果を知る，どこに限界があるかを理解する
- 調達計画，技術活 計画（短期・ 期）が てられる

➤ 企業（メーカー，サービス事業）へのショーケース

- 成果の活 ，研究者への相談 → 企業内の技術課題の解決
- 企業独 %の事業創造との結合（新規事業，既存事業の差別化）→ 事業展開
- 新規事業へのビジネスインスピレーションの種を醸成 → 破壊的イノベーション

回	時期	規模	環境	技術的 標	社会的・産業的 標
1	2015 11	中規模	模擬環境	的イメージ共有，個別技術が機能することを せる，統合のための指針を得る	ユーザ評価・事業化 マッチング
2	2016 6			的イメージの明確化，プラットフォームへの統合を試みる	ユーザ評価・事業化 マッチング
3	2016 11			プラットフォームへの統合，機能を果たすことと現状の限界を せる	ユーザ評価・事業化 マッチング
4	2017 6			本格環境に向けた実証試験，問題点の洗い出し	ユーザ試験導 入（1件） 第1次事業化（3件）
5	2017 11			本格環境に向けた実証試験，問題点の洗い出し	
6	2018 6	大規模	本格環境	本格環境での実証試験，問題点の解決，実 化へのチャレンジ	ユーザ試験導 入（3件） 第2次事業化（7件）
7	2018 11			本格環境での実 性能を せる	





屋外評価メンバー

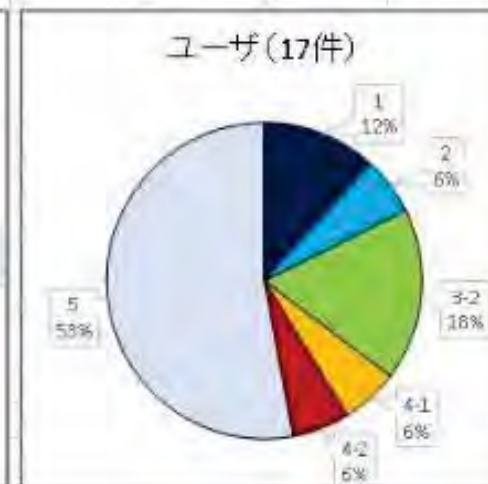
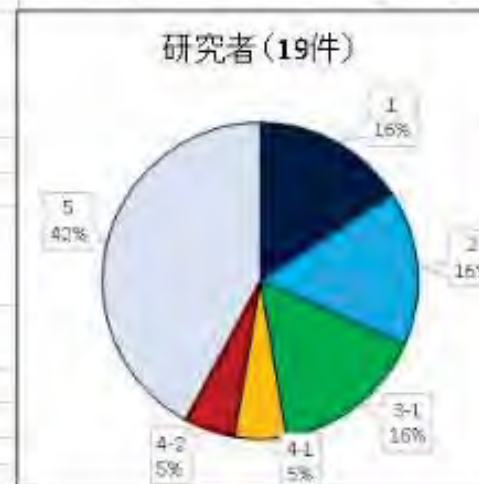


屋内評価メンバー

索状ロボット細径 2018年11 アンケート集計

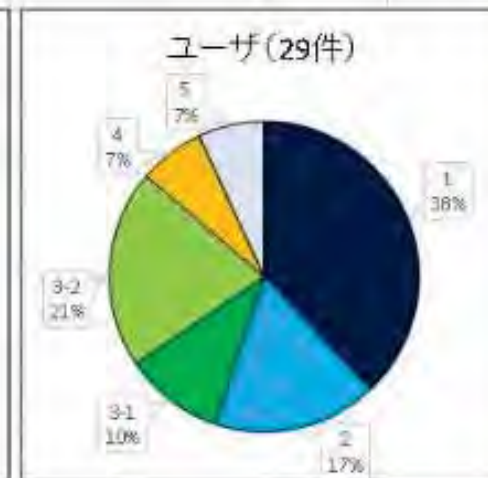
【課題】

No.	色	キーワード	件数	研究者	ユーザ
1	■	限定的探査能力	5	3	2
2	■	実用機の実用化	4	3	1
3-1	■	操作性の向上	3	3	0
3-2	■	スペックの明確化	3	0	3
4-1	■	更なる情報収集能力の向上	2	1	1
4-2	■	普及・実装のための方策	2	1	1
5	■	その他	17	8	9
		総件数	36	19	17



【評価】

No.	色	キーワード	件数	研究者	ユーザ
1	■	実用化の進展	14	3	11
2	■	実用機の完成	10	5	5
3-1	■	優れた研究内容	6	3	3
3-2	■	空気浮上による活動範囲の拡大	6	0	6
4	■	3Dマップ(VSLAM)機能	3	1	2
5	■	その他	9	7	2
		総件数	48	19	29



技術成果のアピール

● 研究成果を「技術カタログ」として取りまとめ、アピールを図る

- 技術カタログ：国交省新技術情報提供システムNET ISに準拠
- 6公開来場者に配布 → フィールド評価会毎に更新

■技術情報

技術の概要	■用途・対象：□大山 ■流水系 ■減圧弁車道 □その他（ ）
技術内容	■構造 ■材料 □通信 □制御 □駆動系 □駆動系 ■支援
技術の強み	□飛行 ■陸上移動 □水中移動 □その他（ ） □陸上無し
技術区分	■応用系（インテグレート） □部品（ハード） □要素技術 □研究技術
適用領域	防災、救急、災害時の救助、防災、防災
特許状況	□あり ■無し（有りの場合は詳細をその他詳細欄へ記載のこと）

■基本情報

名称	空中浮上型移動スコープカメラ 実用機
機能・性能の概要	このロボットは、災害現場、避難した建物やビルなどの狭小空間に侵入し、閉じ込められた人や救助要請者の位置などを検出するためのロボティクス・システムである。災害発生時により迅速に、災害現場へ進入し、救助要請者の位置を検出するためのロボットである。災害現場に進入し、救助要請者の位置を検出するためのロボットである。災害現場に進入し、救助要請者の位置を検出するためのロボットである。
写真（写真）	   ロボット本体 制御ボックス コントロール
サイズ	【ロボット本体】全長45mm×長さ31cm 【制御ボックス】L430×W400×H150mm 【コントロール】L360×W280×H120mm
重量	【ロボット本体】約8Kg 【制御ボックス】約5Kg 【コントロール】約3Kg
作成年月日	2018年9月28日 最終更新年月日 2018年10月9日
研究開発プロジェクト	「プロジェクト系」ImFACT オブ・ロボティクス・チャレンジ （委託先）東北大学 大学院情報科学研究科 計測・制御・多目標研究センター
問い合わせ先	（問い合わせ先）東北大学 大学院情報科学研究科 計測・制御・多目標研究センター （担当者）H野 隆 TEL: 022-258-5022 E-mail: staff@imfact.nitech.ac.jp

■その他詳細情報

（Technology Readiness Level (TRL)） TRLの定義： 実用ロボットシステムを統合化した試験機。実機 TRLの達成状況： [4] 実用ロボットシステムを統合化した試験機 説明（評価者等）： 実際の災害現場に適用するための試験機を構築するための研究開発が行われた。2018年11月の評価会においてロボットのシステム全体として評価を受けた試験機が完成した。	（製造）【必要な期間、製造費用、改造への対応等】 製造： 約3ヶ月（想定） 製造費用： 約1000万円（想定） 改造への対応： 応用機
（オペレータ）【操作方法、資格条件等】 操作方法： 操作説明 資格条件： 上記、操作説明を受けたもの	（通信）【通信方法、使用する通信インフラ等】 通信方法および通信インフラ： 有線接続（ロボット本体と制御ボックス間） 無線通信（制御ボックスとコントロール間）（無線伝送率100Mbps以上は必要）
（運用）【電源、操作方法、連続駆動時間、運搬方法、保管スペース、メンテナンス等】 電源： バッテリーまたはAC100V 操作方法： オペレータによる操作（または有線）通信機 連続駆動時間： 約15時間（バッテリー駆動の場合） 運搬方法： 専用ケースに収納して運搬 保管スペース： 1m四方、高さ1mの室内スペース メンテナンス等： 定期的に充電および充電状態の確認	（能力）【移動能力、計測能力、作業能力等】 移動能力： 速度70mm/s（平面移動の場合）、高さの向きを自在に変更可能 計測能力： 光センサーによる距離検出装置 カメラを用いた画像取得装置、画像処理装置による画像取得装置の設置 作業能力： 狭小空間における探検 カメラ、スピーカーを利用した被災者との会話
（品質）【安全性、信頼性、耐久性】 安全性： 軽量のロボット本体のため衝突に対する回避能力は比較的小さい 信頼性： 改造部分においてクラックの発生があり、改造部分によりクラックの発生が懸念されている 耐久性： ロボット本体、制御ボックスは1000時間の連続動作が可能（実機）	

- NP0 設立：2002年 会長：田所諭 事業規模：約2億円 / 2018年度
- 国プロの主要実績
 - 2002-2006 文科省 ‘都市 ‘震災軽減化特別PJ レスキューロボット等次世代防災基盤の開発 全体とりまとめ実施
 - 愛知万博 災害情報収集ロボット UMRSのデモンストレーション
 - 2006-2011 NEDO 先端戦略ロボット要素技術開発 Quinceの開発
 - 2014-2019 Im PACTタフ・ロボティクス・チャレンジ フィールド評価会の実施（ 森理事）
- ロボット適 の主要実績
 - 福島第 1原発事故 Quince 東京電 気社 感謝状受領
 - 建設現場倒壊事故（ 中国） 能動スコープカメラ
 - 歴史 図書館倒壊事故（ドイツ） 能動スコープカメラ ケルン市 感謝状受領
- 国際標準化の実績
 - NISTとの共同で災害対応ロボットの標準性能評価試験法開発，ASTM 標準化
- 贈賞の実績
 - 競基弘賞（若 手研究者の表彰，特別賞，IROS賞，SI賞，レスコン表彰，ロボカップジュニア表彰）
- 共同研究の主要実績（国プロ以外）
 - オリンパス 能動スコープカメラ製品化（ 株式会社ガイドチューブ）
 - 神戸市機械 工業会 ロボット開発 支援
- 教育研究の実績
 - ロボカップ世界 ‘会 2005年 9 ‘阪 ‘会，名古屋 ‘会
 - ジャパンオープン レスキューロボットリーグ実施 支援
 - ROS講習会，他，講演会実施
 - 神戸市ロボット 工作教室実施
- 産業振興の実績
 - 神戸市RT構想実施 支援
 - 神戸市ロボットアイデアソン 中 小企業振興

➤ f材育成

- Im PACT-TRC開始時より，分科会主査，シニア研究者に対してお願い：
「10年経って若 手の 〴〵がビッグになったときに，あのプロジェクトがあったから今の 〴〵があるのだ，と 言ってもらえるようにして欲しい．若 手のいい研究活動が 〴〵ち，将来のポジションにつながるようにして欲しい．」
- 若 手研究者が主体となって活躍できるように
- 若 手研究者の顔が 〴〵えるように，広く知られるように
- 出 発点重視・現場主義・実証主義のマインド，協 賛して総合成果を出すマインドを醸成

➤ ACSL（ 〴〵・ロボット）

- 研究開発主体として 〴〵社内リソースを 〴〵発的に投資
- 〴〵社ロボットに研究開発成果を搭載，要素技術試験に積極的に協 賛
- 九州北部豪 災害適 応， 〴〵い実績，消防庁による配備検討に貢献
- 東京証券取引所マザーズ上場（2018.12），時価総額400億円

➤ コマツ（建設ロボット）

- 数名の f員を4年間にわたって供出（数億円の投資）
- 実 に近い建設ロボットの実現，フィールド評価試験

➤ 三菱重 工業（脚ロボット）

- プロトタイプの開発に 〴〵主投資（合計1億円の投資）
- 設計，開発等に全 面的に協 賛

災害救助犬の行動をモニタリング・記録し、
救助活動を支援。犬の能力をフルに引き出す。

政府・自治体

海外の救助隊

警察・入国管理

他の救助犬団体

日本レスキュー協会

社会貢献・
人命救助実績

NPO

日本救助犬協会

定期訓練

人命救助技術高度化・普及

フィールド試験

大学発NPO

国際レスキュー
システム研究機構

コア技術

東北大学

研究・救助高度化

研究

麻布大学

動物学

大学

研究

信州大学

画像処理

奈良先端大学

研究 生体データ処理

古野電気

CSR → ペット事業？

製造業, GPS
製造・供給・事業化

ドーン

ソフトウェア, 地図
GIS 防災事業展開

ソフトバンク

通信業 CSR → IoT

クラウド

業態
役割
目的



(ImPACT-TRCフィールド評価試験, 2017)

- Warming of Sea Temperature
 - Hurricanes, typhoons, cyclones and tornadoes have become more frequent and stronger recently.
- Climate Change and Raise of Sea Level
 - Floods happen in larger area more frequently than ever.
- UN IPCC Report 2019
 - ✓ Sea level would be 1.1-m higher in 2100.
 - ✓ Huge disasters which have occurred once per 100 years would occur every year.
- The big environmental change will cause huge extreme disasters exceeding our past experience.
 - We have to change the assumptions to prepare for disasters.
- Science and technology would have power for the solution.

What Can Robotics Do?

Thank you for listening !!

YouTube Video

- ImPACT-TRC R&D Achievement (17 min)
https://youtu.be/lj3pQP_Dzsl



Book: <https://www.springer.com/gp/book/9783030053208>

