

ロボット革命実現会議(2014年11月17日)資料

災害ロボットが実現する 安全安心の革命と 破壊的イノベーション

田所 諭

東北大学

ImPACTタフ・ロボティクス・チャレンジ PM

災害ロボットはなぜ必要か

予防: 狭所の点検
緊急: 上空・瓦礫内で被災者発見
復旧: 土砂ダムの調査・工事

予防: 高所の点検
緊急: 原発建屋内の調査
復旧: 無人化施工

人間では不可能・限界

人間では危険

災害ロボットは減災の切り札

迅速性向上, コスト低減

予防: 足場不要・点検調査の自動マッピング
緊急: 広域自動調査
復旧: 足場不要・点検・調査

平時

発災

平時

防災・減災のサイクル

【災害予防】

【緊急対応】

【災害復旧】

補修・点検・
整備・教育・
想定訓練・
安全規格

消火・沈静化・
人命救助・医療・
緊急工事・交通・
避難・安否確認

復旧工事・修理・
ロジスティクス・
水食料・排泄・健康・
被災者ケア・避難所

頻発する災害と脅威

- ・地震・津波・風水害・土砂崩れ
- ・原子力災害・インフラ災害
- ・テロ・領海侵犯・ミサイル発射
- ・疫病・感染症

災害先進国ニッポンのリスク

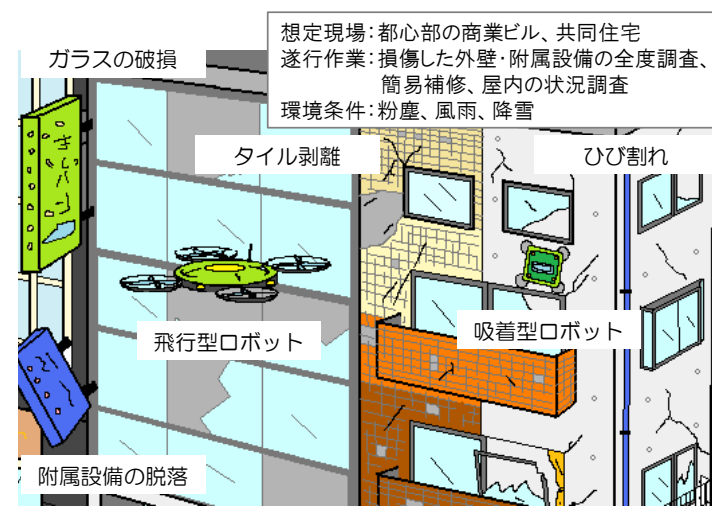
- ・都市の災害リスクが世界一高い
[ミュンヘン再保険, 2004]
- ・世界の災害死者の66%はアジア
[赤十字World Disasters Report, 2001-10]
- ・テロ先進国, 周辺国の脅威

国がやらなければ
誰もできない

- ・民間ではできない(市場原理なし)
- ・国民が税金を払っている理由
- ・安心安全にロボット技術を集中

災害ロボットの用途

ロボットの種類	形態	適用作業	災害緊急対応・復旧					災害予防			
			地震	水害・津波	土砂崩れ	火山	CBRN		原子力		
検査ロボット (視覚, 3D形状, ソナー, サーマグラフィ, 非破壊検査, 化学剤検知, 生物剤検知, 音, GPS, 通信, マッピング)	登壁	高所(橋梁, トンネル, ビル, プラント, 崖, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 管外壁(パイプライン, 煙突, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 作業管理 壁の向こう側の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 高所からの概観情報収集	○	○	○			○	○	○	
	管内・瓦礫内走行	管内(パイプライン, 上下水道, ガス, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 瓦礫内(倒壊建物, 土砂崩れ, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 狭隘部(構造物の隙間, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理	○	○	○				○	○	
	地上走行	建物内(ビル, 地下街, 工場, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 屋外(汚染地域, 火災, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理	○		○	○	○	○	○	○	
	水上	水上(海, 湖, 川, 氾濫地域, ダム, 他)からの状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理	○	○	○			○	○	○	
	水中・水陸両用	水中(海, 湖, 川, 氾濫地域, ダム, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 浅水の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理	○	○	○				○	○	
	固定翼機	上空からの概観情報収集, 要救助者検索, セキュリティ, 作業管理	○	○	○	○	○	○	○	○	
	回転翼機	上空からの概観情報収集, 要救助者検索, セキュリティ, 作業管理 高所(橋梁, トンネル, ビル, プラント, 崖, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 建物内(ビル, 地下街, 工場, 他)の状態・環境検査, サンプリング, 人命検索, 作業管理 軽量物運搬(火山, 危険箇所, 他)	○	○	○	○	○	○	○	○	
	気球・風	上空からの概観情報収集, 要救助者検索, セキュリティ, 作業管理 通信網確保	○	○	○	○	○	○	○	○	
	パワーアシスト	重量物運搬	○	○	○				○	○	
	電線	電線点検	○	○	○				○	○	
作業ロボット	土木工事	ロボットバックホウ ロボットブルドーザ ロボットダンプカー ロボットカメラ車 ロボット無線通信車 水中バックホウ 管路工事ロボット	○	○	○	○	○	○	○	○	
	建築工事	地上走行	○	○	○	○	○	○	○	○	
		登壁	危険建築物(ビル, 柱・壁, 他)の補強工事, 廃棄物分別, ハヅリ作業(アスベスト, 放射性物質, 他), 清掃(堆積物, 他), 他	○	○	○	○	○	○	○	○
		パワーアシスト	○	○	○	○	○	○	○	○	
	廃棄物分別処理	○	○	○	○	○	○	○	○		
	プラント工事	配管工事	○	○	○	○	○	○	○	○	
		地上走行	○	○	○	○	○	○	○	○	
		登壁	○	○	○	○	○	○	○	○	
		パワーアシスト	○	○	○	○	○	○	○	○	



被災・損傷ビルの調査点検



プラント・床下狭隘部の調査点検

屋外ロボット技術 = 破壊的イノベーションの原動力

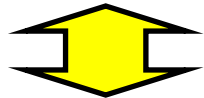
ロボット技術の世界的潮流

屋外フィールドロボット技術(欧米)

- ・作業しやすい環境整備は不要
- ・未知環境・想定外・極限環境
- ・軍事に支えられて発展
- ・未知技術・開拓途上

例: 飛行ロボット

- ・2012年より北海油田プラントの点検
→メンテコストを2桁下げる [英国]



産業用・屋内サービスロボ(日本)

- ・作業しやすく環境整備
- ・既知環境・想定内・優しい環境
- ・発展を支える原動力は民生用途
- ・連続的発展, コモディティー化
- ・群が一気に食い尽くす短期市場

問題指摘:

- ・産業用の作り方をした廃炉ロボットは,
想定外の事故では役立たず

屋外ロボット: 日本を選択

(A) 海外から買って済ませる

- ・防災だけならOKか?
- ・コモディティー化したもの, 部品はOKか?
- ・先端技術はダメ. 屋外の巨大市場を逃す.
日本が将来食っていくための飯のタネ
- ・改造・個別対応が必要な場合はダメ.
買い集めても災害の備えにならない.
原発事故ですぐ使えるロボットがなかった

(B) 国内で研究開発・事業化

- ・売れないものは研究開発できない(民間)
- ・軍事はやらない(日本の一流大学)
軍事に代わる駆動力が必要.
- ・試験しながら開発できる環境が不足
- ・裾野を拡げ, 底辺の底上げが必要

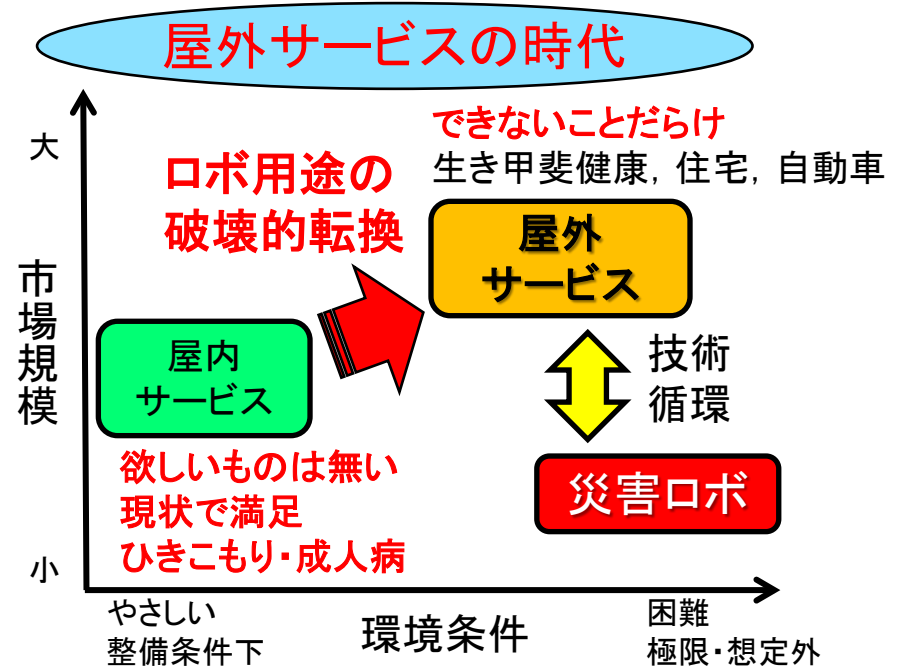
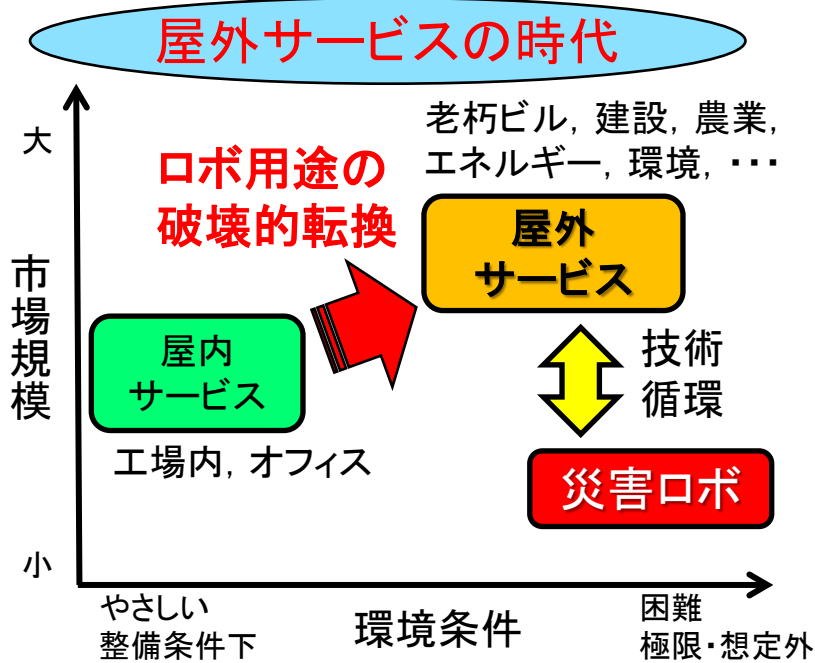
(C) 国際的協調で研究開発・事業化

- ・技術と市場には国境が無い
国際的な標準化は売るためにも必須

屋外にある未開拓の大市場

ビジネスニーズ

一般消費者ニーズ



- ・屋内の古い技術はコモディティー化が進行. 日本は早晚食えなくなるのが自明.
- ・屋外にはまだ未開拓のサービスがたくさんある.
それは何か? →各社の独自戦略, 拡がると儲からなくなる
(例)インフラ・エネルギー輸出は, メンテナンス・安全点検のコスト破壊が必須
- ・動脈硬化産業: 我が社は100億円のマーケットがない事業はやらない
→ C: 新しい魅力的な製品がない, iPhoneができない, ダイソンやルンバに負ける
B: 他社との差別化ができない, コモディティー化, 中国にかなわない

我が国が進めるべき施策の方向性

災害ロボットの経済循環・技術循環の整備

先端災害ロボットが屋外サービスの基盤技術を支える

- ・国の計画的調達で、経済原理では回らないロボット需要を作る
 - ・先端防災用途から一般民生用途への波及、技術循環を進める
 - ・災害ロボを平時活用し、フィールド試験を繰り返す
- 現場技術を鍛え、屋外ロボリテラシーを高め、
新しい屋外サービスのビジネス・インサイトを喚起する。

屋外サービスが先端災害ロボットの基盤技術を支える

- ・民生用途の開拓により、防災調達コストを劇的に低下させる

血液を循環させる



Disaster City, 2008

災害ソリューション実現のために、民間では不可能なことをやる

幸福な未来の礎

実用的な先端防災・屋外サービスソリューションが次々と生まれる肥沃な畑の醸成

- ・ユーザ・事業者・商品開発・研究の間の密なコミュニケーションの戦略的総合支援
- ユーザがソリューションシナリオ(ニーズ)を定める。開発側がシナリオの実現戦略を練る
先端技術に対するニーズマップ→キー技術の戦略的育成→事業の戦略的育成→市場化
- ### 技術という山の頂上(花・果実)と裾野(土壌)の両面の整備
- ・国が必要技術を定めて継続整備。民間の市場原理に任せない。欧米で軍事が果たす役割
 - ・山の頂上から裾野まで
- 奇異なものの発見基礎研究 + 制約条件を外して実用化を図るイノベーション研究
基礎がなければ実用はない、コモディティー化が一挙に進む
高い技術熟成度(TRL)で実用に近くても、市場原理で研究開発は進まない

我が国が遂行すべき4つのアクションアイテム

(1) 災害ロボットの経済循環のポンプを整備

災害ロボット配備10ヵ年計画を定め、ユーザニーズとそのソリューションシナリオのロードマップ(いつ何が必要)と、調達のための評価基準を、国際的協調の下で策定し、3年後から計画的な調達配備と輸出を開始する。

災害予防・緊急対応・復旧のユーザ=自衛隊, 消防, 警察, 海上保安庁, TEC-FORCE, 建設, エネルギープラント, 空港, 港湾, 他

(2) 災害ロボットの技術循環のポンプを整備

災害ロボット, および, 屋外サービスロボットのニーズマッチング, 実証試験, 評価, および, 教育訓練を, 模擬災害環境テストフィールドにより国際的に提供する。

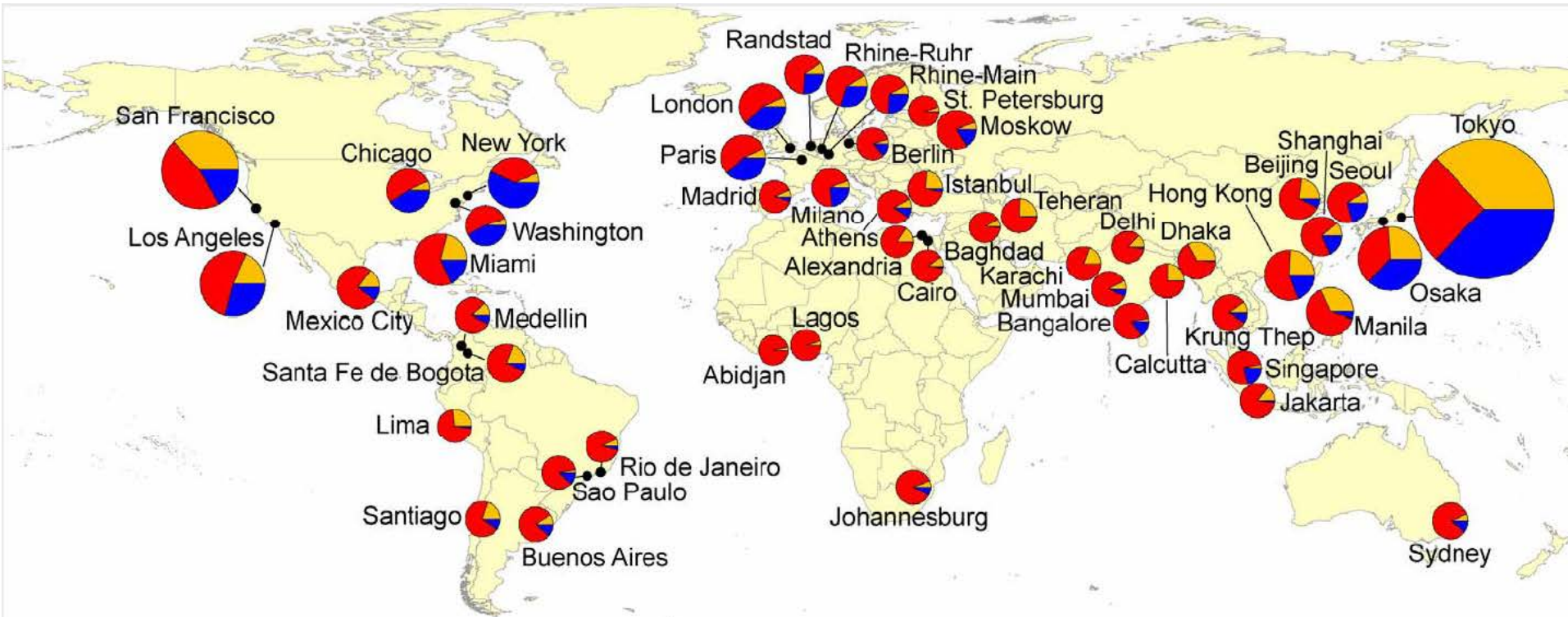
(3) 災害技術と平時技術のソリューションが生まれる肥沃な畑を醸成

災害ロボットの実際の問題を解くICT技術コンペ, 公開演習を, 大規模に開催。それにより, 多数の研究者や企業が, 災害の実態と解決すべき多様な課題を共有し, その解決に挑戦できる環境を整備する。

さらには, ロボット技術の現状と近未来予測を多くの国民に実感させ, 屋外ロボットリテラシーを向上させ, ビジネスインサイトの喚起を図ることによって, 新しい屋外サービスを創出する。

(4) 技術という「山の頂上(花・果実)」と「裾野(土壌)」の両面を整備

文科省科研費の中に災害ロボットを10年間の時限重点分野として位置付け, それを各省庁の実用化研究と, 各省庁の調達の予算措置と連動させ, ユーザニーズに基づいて山の頂上から裾野までを一気通貫させることによって, ソリューションシナリオの求解・実現と, 製品・事業化を, 両輪で回転させる。



 Risk Index
(Circle size corresponding to Risk Index Value)

[Munhen Re, Megacities-Megarisks, 2004]

Risk Index Components:

-  Hazard
-  Vulnerability
-  Exposure

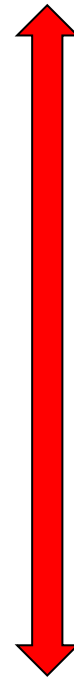
3つの要因 (Hazard, Vulnerability, Exposure) に関して、リスクを評価
円の大きさがリスクの大きさを表す

日本は世界一リスクの高い国
特に、東京・横浜地区は、世界でも飛び抜けてリスクが高い

参考資料：技術熟成度 (Technology Readiness Level; TRL)

【レベル】 定義 [NASA, 1995] に基づく

- 【9】 実機を配備してよく使われる
- 【8】 実機を災害現場で実証
- 【7】 試験機を災害現場でデモ
- 【6】 試験機を模擬現場でデモ
- 【5】 要素部品を模擬現場で実証
- 【4】 要素部品を研究室で実証
- 【3】 機能性能を解析と実験
- 【2】 技術コンセプトと適用法発明
- 【1】 科学技術の発見



現場実用レベル
高度実用化
試験開発レベル
基盤技術研究
基礎技術レベル
基礎研究
基礎科学レベル

山

裾野



裾野

山



<http://sozai.yutorilife.com/photo/fuji217.jpg>

高い山は人々に憧憬と希望をもたらす
裾野には草木が生え、美しい花が咲く

裾野のない高い山は崩れる