



復興庁 浜通り地域の国際教育研究拠点に関する有識者会議
(2019年10月18日)

福島ならではのロボティクス研究と そのビジネス展開について

東北大学
タフ・サイバーフィジカルAI
研究センター センター長

田所 諭



目的・機能をどう考えるか

- ✓ 国内外から結集する研究者等の人材育成・確保により、産学官連携を進め、魅力ある浜通りを創出
- ✓ 廃炉・ロボット・エネルギー・農林水産業の多分野による相乗効果、知の融合を図り、新産業創出
- ✓ 福島復興関係研究の集積・深化を図り、世界への情報発信・貢献を進める
- ✓ 定住人口の拡大（特に若い世代）を図る
- ✓ **日本全体が元気を出し、課題を解決。失われた20年を取り戻す成長戦略の、中心拠点**

**ロボット × 廃炉・復興・防災 × エネルギー × 農林水産業の
世界トップクラスの課題解決型共同研究拠点**

実現のための最重要ポイント

- 1) 国内外のトップ研究室がブランチを設置
 - ✓ トップが集まってくる魅力の設計
 - ✓ トップが来られない理由の解消
- 2) 世界的な研究開発成果が上がる
 - ✓ 成果が上がるメカニズムとマネジメントの戦略的設計
 - ✓ 成果が世界的に認知されるメカニズムの設計
- 3) 企業や投資家やイノベーターが日参し、投資
 - ✓ 研究開発がイノベーションを産むメカニズムの設計
 - ✓ 研究開発が事業に貢献するメカニズムの設計
- 4) 社会と産業の課題解決のイノベーション
 - ✓ 災害・安全安心・少子高齢化・競争力低下・SDGsを解決
- 5) 地域の持続的発展
 - ✓ 地域が最大限に関与し、復興と発展の原動力となる
 - ✓ 成長が持続する

いい成果を創るのは人間

誰もがうらやむ環境

産業のエンジンが回る

福島が世界を救う

地域が駆動する発展



ロボティクスによる課題解決

宇宙探査 資源掘削 工事現場 災害現場 自動運転 設備インフラ老朽化
 海中探査 SDGs **タフなロボティクスを活用した課題解決・新産業創出** スマートシティ 少子高齢化
 コスト低減 レジリエンス 救助 平常化 住む 暮らす 災害予防 産地追跡 農業法人化
 分散エネルギー 安定供給 安全 安定 被曝防止 風評被害防止 鳥獣対策 省人化 農業ICT
 環境調査 メンテナンス 点検 工事 除染 対策 調査 省農薬・肥料 精密農業

エネルギー

廃炉・復興・防災

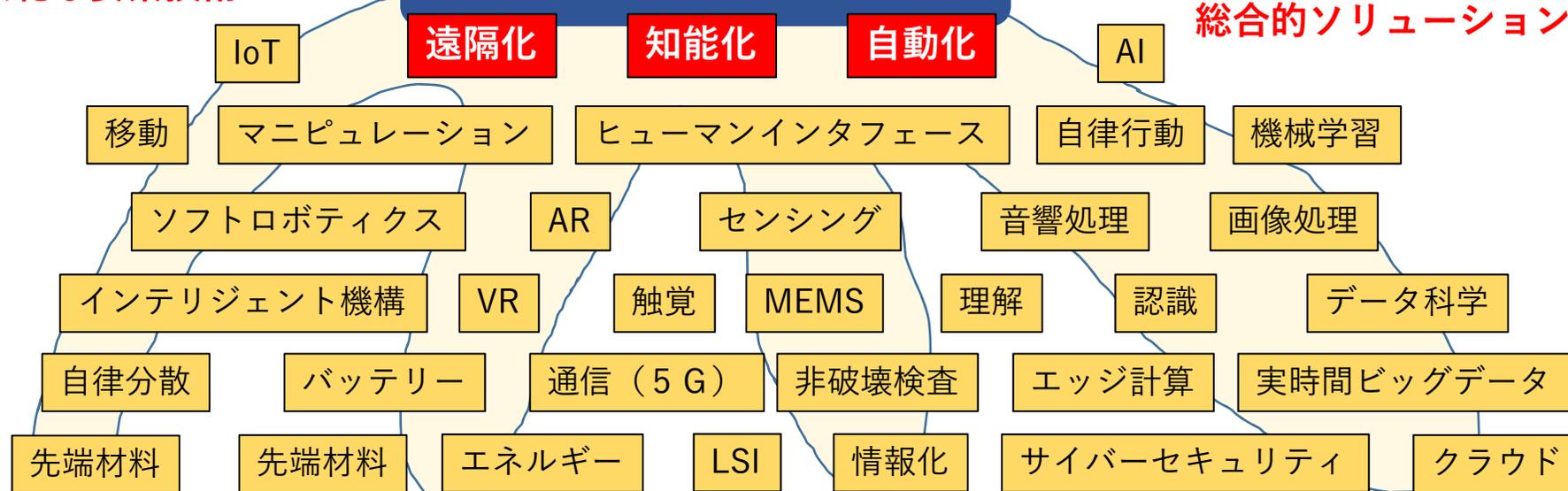
農林水産業

タフな作業・環境条件・人手では困難

ロボティクス

広範な要素技術

ユーザに対する
総合的ソリューション





課題解決ロボットPJ → 福島復興・新産業・世界貢献・持続的成長へ

福島課題の特徴

- 屋外自然空間 + 炉内閉鎖空間
- 放射能汚染，極限3K
- 多数の国民，広域，長期に及ぶ影響
- 課題解決の責務が国と東電に課せられている

福島課題の問題点

- 人間では不可能
- 人間には危険
- コスト過大
- 遅い
- 検証困難
- 人手不足

ロボティクスの効果

- 作業や情報収集の，自動化，遠隔化
- 情報化，ネットワーク化，見える化，知能化
- 作業や情報収集の，能力拡大，負担軽減，迅速化
- 作業や情報収集の，コスト低減，効率化

※ 作業：肉体作業から頭脳作業まで
 情報収集：センシングから分析・記録まで

		福島のかかえる問題点					
		不可能	危険	コスト大	遅い	検証困難	人手不足
ロボティクス効果	自動化・遠隔化	○	◎	○	○	○	○
	情報化，ネット化，見える化，知能化	○		○	○	◎	○
	能力拡大，負担軽減，迅速化	○		○	○		○
	コスト低減・効率化			○			○

COCN2011 WG1-2 プラント内調査・モニタリングロボットシステムの開発

1~3年
5年~

移動プラットフォーム

- 地上(含階段瓦礫)** ・建屋上階(階段45deg, 段差, 障害物, 狭隘)
- 壁面(RC, 鉄管)** ・建屋内外高所(高さ5m, 障害物, 錆)
- 空中** ・建屋内外高所(安全性, 配管迷路, 障害物)
- 配管内外** ・配管内外, 格納容器内外(狭隘, 屈曲, 遊泳)
- 水中** ・原子炉建屋地下, 岸壁(配管迷路, 障害物)

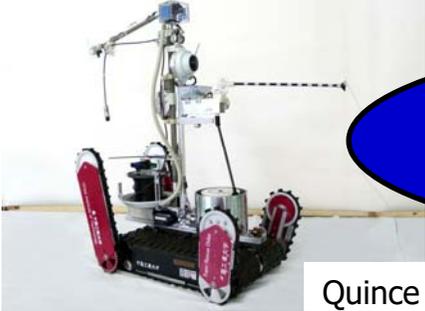
プラントすみずみまで『移動』

情報収集機能

センサ	軽作業	通信	遠隔操作
<ul style="list-style-type: none"> 各種要求事項のセンシング 地図データベース記録機能 リアルタイム伝送 3次元マッピング 3次元位置計測 	<ul style="list-style-type: none"> センサの移動・サンプリング センサの設置 軽ドア・ふた開閉 軽量物運搬 軽溶接 狭隘部での作業 	<ul style="list-style-type: none"> プラント内全域での安定した通信 大容量データ 短い通信遅れ 有線通信ケーブルハンドリング アドホック無線中継 	<ul style="list-style-type: none"> 高い操縦性 標準化された操縦卓 操縦訓練は短期 半自律機能による操縦支援 単純作業の自動化 高い没入感実現

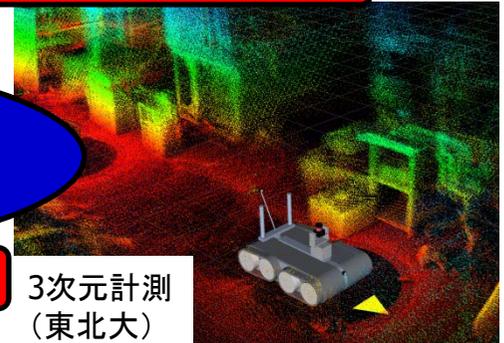
どこで何が起きているかを『見える化』

作業員の被爆低減・安全確保
調査結果に基づく廃炉までの工程計画の見直し
工程計画の安全確実な遂行



Quince

試験フィールドで実証試験を繰り返し、改良を行い、実用性能を高める



3次元計測 (東北大)

性能条件・環境条件

- 想定外の事故でも、一般プラントでも使用可能な汎用システム
- 通常点検において使用を義務づけ(操業中及び休止中)
- 極限環境: 高線量率(~100Sv/h), 高温(~100℃), 高湿度
- 狭隘部での移動, 旋回 ・迅速な移動
 - 地上: 高さ1.5m以下, 幅90cm; 配管内: 複数の直角エルボ
- 軽量・コンパクト(少数作業員で運用可能, 余震時の落下安全)
 - 地上: 40kg以下; 壁面, 空中: 5kg以下
- 狭いコンクリート迷路での安定した通信
- バッテリー: 4時間以上連続作業可能 ・動作準備は短時間
- 除染容易 ・防塵・防水, 簡易防暴

調査・モニタリングの要求

センシング	サンプリング	作業モニタ	異常点検
<ul style="list-style-type: none"> 映像確認, 音 静止画確認 3次元形状 線量率計測 ガンマ線源 温度画像 ガス濃度 温度・湿度 	<ul style="list-style-type: none"> 液体 ガス ダスト 粉体 固体 スミヤ式採取 土壌 植物 	<ul style="list-style-type: none"> 安全確認 作業環境監視 進捗監視 精度チェック 路面状況確認 音声対話支援 緊急事態支援 要救助者支援 	<ul style="list-style-type: none"> 漏洩, におい 水漏れ, 液体 火災, 火花, 爆発 亀裂, 隙間 減肉, 穴 塗料剥げ, 錆 構造損傷 ゆるみ, 脱落

COCN2011 WG1-3 プラント内遠隔危険作業ロボットシステムの開発

1~3年
5年~

汎用重作業移動プラットフォーム

地上移動台車

- ・段差乗り越え
- ・移動能力拡大
 - レール・リフター
 - 建機との共同 (持上, 吊下等)

マニピュレータ

- ・作業に応じた自由度
- ・マスタースレーブ or ジョイスティックでの遠隔操作
- ・着脱式ツールで各種作業
- ・必要に応じて双腕 or 複数台協調

通信

- ・プラント内全域での安定した通信
- ・大容量データ
- ・短い通信遅れ
- ・有線通信ケーブルハンドリング
- ・無線アドホック中継

遠隔操作

- ・高い操縦性
- ・標準化された操縦卓
- ・操縦訓練は短期
- ・半自律機能による操縦支援
- ・単純作業自動化

センサ

- ・作業モニタリング
- ・地図DB記録
- ・移動用映像, 音
- ・位置計測
- ・周囲安全確保
- ・線量率計測
- ・ロボット状態

作業員に代わって『移動』

除染による作業環境の安全化
作業代替による被爆低減・安全確保

試験フィールドで実証試験を繰り返し, 改良を行い, 実用性能を高める

共通性能条件・環境条件

- ・極限環境: 高線量率 (~100Sv/h), 高温 (~100°C), 高湿度
- ・狭隘部での移動, 旋回: 高さ1.5m以下, 幅90cm
- ・狭いコンクリート迷路での安定した通信
- ・バッテリー: 4時間以上連続作業可能
- ・動作準備セットアップ時間が短い
- ・除染容易
- ・防塵・防水, 簡易防爆

遠隔重作業ツール

除染

- ・作業員が入域できるように
- ・小型瓦礫の除去
- ・吸引による粉塵除去
- ・ジェット水洗浄回収による付着物除去
- ・コンクリート表面のハツリによる染みこんだ線源の除去

配管他工事

- ・汚染水フィルタ交換
- ・配管接続, 切断, 穴開け
- ・溶接, 水中溶接
- ・ボルト締緩
- ・フランジ開閉
- ・バルブ開閉
- ・チェーン切断
- ・汚染水漏れ処理
- ・リフター, レール設置

運搬

- ・重量物運搬・保持 (放射線遮蔽板, 配管工事資機材等)
- ・汚染物運搬 (汚染水フィルタなど)
- ・要救助者運搬

建機・ロボットメンテナンス

- ・機材の除染
- ・燃料給油
- ・エンジンスター
- ・故障時修理
- ・グリス給油脂
- ・刃の研削

配線

- ・電源・通信インフラ敷設

cf. 軽作業

- ・サンプリング
- ・センサの設置
- ・ドア・ふた開閉
- ・軽量物運搬
- ・軽溶接
- ・落下物回収

作業員に代わって『作業』

注意事項

- ・作業員の被爆が最大限減少するような作業計画を行う
- ・作業員よりはるかに低い効率でもロボットを使い, 改良を継続する
- ・ある程度以上の重作業は, 建機を地上移動台車として使用
- ・調査・モニタリングロボットと協力しての作業遂行
- ・想定外事故でも一般プラントでも使用可能な汎用システム
- ・通常点検において使用を義務づけ

COCN2012 防災ロボットの機能構成と、災害条件下での技術課題

災害条件下での操作・指令・教示・認識・判断(人間操作, 自律知能)

- ・直感的提示: マルチモーダル, 3D, 没入感, 空間把握, 疲労, 違和感
- ・人間の意図・意志の伝達・推定
- ・不足情報の能動的収集, 確認
- ・**自動・部分自動のための自律知能:** 作業教示, 学習, 記憶, 推定, 計画, 分散協調, 安定性, 信頼性
- ・人間要素: 操作人数, 分担協力

各種ロボットの持つ移動・静止性能の課題

- ・車輪・クローラロボ: 踏破限界, 段差, 不整地, 地盤
- ・多脚ロボ: 速度, 安定性, 効率, 車輪・クローラとの比較
- ・パワースーツ: 安全, 環境整合, 装着, 重機との比較
- ・**超小型軽量飛行: 安定性, 狭所, ペイロード, 飛行時間**
- ・**広域長時間飛行: 耐環境性, 安全性向上, 配備**
- ・潜水・水上: 水流・狭所, 位置決め, 係留索, 行方不明
- ・**登壁ロボ: 凹凸・障害物乗越, 安定性, 安全性**
- ・**狭所進入ロボ: 運動性能, 横転回避, 旋回半径**
- ・**合体ロボ: 性能の相互補完, 複雑化**

災害条件下での作業性能の課題

- ・センサ位置決め: 汎用, 速度, 小型
- ・ドア・ハッチ開閉: 汎用, 自由度
- ・障害物除去: 双腕作業, 安全, 力
- ・サンプリング: 除染, 格納, 小型
- ・補強作業: 汎用, 実用化
- ・除染作業: 除染ツール, 範囲
- ・マニピュレーション: 双腕, 干渉, 自由度, 可搬重量, 把持力

災害条件下での行動決定

- ・状況認識・解釈と予測
- ・移動・作業の戦略計画知能
- ・失敗時のリカバリ, 修正

システム化の課題

- ・機能と制約条件のトレードオフ
- ・他システムとの整合
- ・**システムマインドによる問題解決**

災害条件下でのセンシング・認識の課題

- ・画像(赤外, 放射線, 距離): 小型軽量, 精度, 汎用認識, 環境条件, 価格
- ・音声認識・定位: 雑音, 反響, 環境条件
- ・移動環境認識: 地面形状, 地盤安定性
- ・触力覚: 状況判断, 空間認識, 小型軽量
- ・オドメトリ: すべり, ドリフト
- ・自己位置推定: 環境条件, マップ, 精度
- ・能動センシング, 協調センシング
- ・データマイニング, ビッグデータ

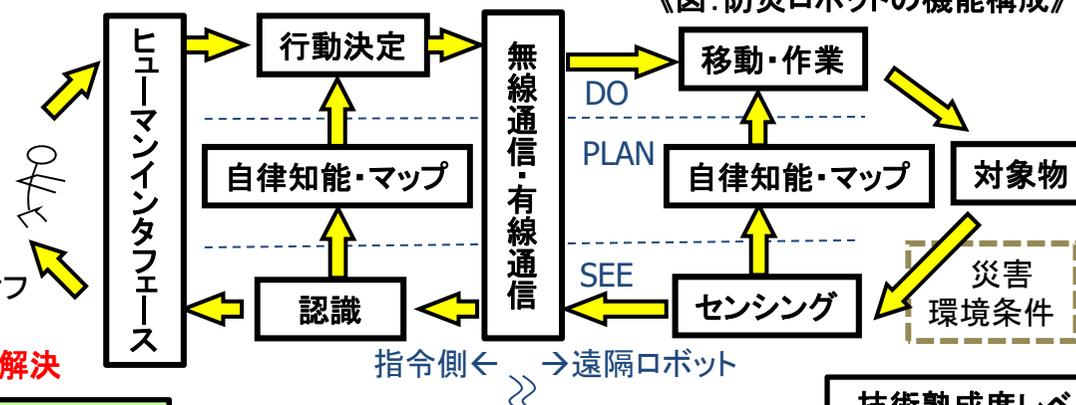
災害条件下での無線通信・有線通信

- ・伝送遅延, 伝送容量
- ・通信距離, 安定性, 障害復旧
- ・アドホックネットワーク(メッシュネット)
- ・**無線制約を緩和するロボ知能**
- ・有線通信ケーブル: 切断, 絡まり, 運動・作業影響, 引きずり負荷
- ・ケーブルハンドリング, ルーティング
- ・**ケーブル制約を緩和するロボ知能**

災害環境条件の課題

- ・サイズ・重量
- ・運搬, 設置時間
- ・必要付加機材
- ・稼働時間・エネルギー補給・メンテナンス
- ・信頼性, 耐久性, 耐熱, 耐水, 湿度, 耐環境
- ・**防爆, 現場悪影響防止**

《図: 防災ロボットの機能構成》



技術熟成度レベル(Tech. Readiness Level)

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

各課題に応じた研究

重点化判断基準: A) ロボット適用可能性・適用範囲拡大, B) ブレイクスルーの可能性, C) 日本の強み, D) 費用対効果, E) 市場拡大

COCN2012 防災ロボット：重点的に進めるべき 基盤技術研究 (F) ，高度実用化研究 (P) ，規格・法令整備(S)

(F: 5年, 文科省等, P: 3年, 経産省等, S: 5年, 担当省庁)

遠隔現場へのアクセシビリティの向上

超小型軽量飛行体による状況調査

- ・近年の著しい性能・安全性向上, ブレイクスルーの期待
- (P) 地上走行とのシステム化による, 飛行時間・ペイロード・センシング・作業モニタリング等の課題解決
- (F) 壁面吸着・係留など静止手段併用と知能化による, 強風・複雑障害物・位置精度・飛行時間の解決

登壁ロボによる状況調査と軽作業

- ・近年の性能向上, 適用可能性拡大
- (P) 登壁ロボットによる非破壊検査の適用範囲拡大. センサ・プローブ位置決め
- の軽量化, 汎用化, 調査結果情報化
- (F) 運動・センシング性能向上, 運動計画・シミュレーション・失敗推定・確率低減・リカバリ計画等のロボット知能によるアクセシビリティの向上

狭所探査ロボによる状況調査

- ・近年の著しい性能向上, ブレイクスルー期待, 日本技術の強み
- (P) クレーン等とのシステム化による, 災害適用可能範囲の拡大
- (F) 狭く複雑な場所での安定した運動実現のための, 駆動原理・制御・状態推定・走破戦略・リカバリ戦略等のロボット知能

コンテスト形式研究奨励

- (F) ロボカップレスキュー等, 防災研究目的のコンテストの運営・参加への国を挙げた支援
- (F) 東日本大震災等の災害を踏まえた新たなコンテスト, あるいは, 新たなカテゴリの創設

災害現場すみずみまで『移動』できる

無線通信・有線通信

- ・適用範囲の拡大, 日本で特に重要

無線(限界に近づく)

- (S) 防災ロボット用無線周波数割当
- (P) ロボット用メッシュネットワークの性能向上. 移動・複数・リアルタイム・通信遅延等の問題解決
- (F) 通信遅延・容量・距離・安定性等の問題を解決するロボット自律知能

有線(未開拓分野)

- (F) ケーブルの状態推定, シミュレーション, 制御, ルーティング計画, 引っかかり回避, リカバリ等の先端マニピュレーション技術
- (P) 遠隔ロボット用専用の, 運動を阻害しない, 引っかからない, 自走式等の, ケーブル+マニピュレーション機構

すみずみまで調査できる

狭所・高所・水中等人間が入れない場所や汚染・爆発・安全確認できない場所での状況調査・作業長期・広域モニタリングの自動化, 調査精度向上・情報化

**全国に複数の研究拠点設置＝大学・独法・国研の活用
防災ロボットセンター設置＝積極的な現場適用試験・標準化**

遠隔状況認識・知能化・自動化

- ・適用範囲の拡大, ブレイクスルー期待
- (P) 災害環境下でのセンサ・センサ情報処理・認識の高度化
- (P) 広域長時間飛行による状況把握
- (F) ヒューマンインタフェース・情報提示の課題解決
- (F) 状況認知知能の高度化
- (F) 能動センシング, 複数ロボット協調センシング, ネットワークセンシングの課題解決
- (F) 収集情報の統合解釈・認識・データマイニング・ビッグデータ・マッピング

現場悪影響の防止

防爆技術と規格

- ・多くの必要災害事例, 日本の製造業の強み
- (P) 小型軽量ロボット用の未知災害環境における防爆技術の確立と国際規格化
- (S) 現場適用を可能にする法令整備

災害の極限環境空間でも使える

災害環境条件

- ・緊急性, 危険性, 極限環境 (地震災害)
- ・瓦礫, 不整地, 壁, ギャップ, 段差
- ・狭所, 高所
- ・爆発, 火災 (津波, 風水害)
- ・水中, 水陸境界
- ・孤立家屋, 瓦礫
- ・広域漂流, 水没 (CBRNE・テロ)
- ・閉鎖空間
- ・危険物質汚染
- ・階段, 車両内 (原発事故)
- ・人間が入れない



課題解決ロボットPJ → 福島復興・新産業・世界貢献・持続的成長へ

自動化, 遠隔化

- 汚染された閉鎖空間, 高リスク地域, での調査, 工事
- 広域山林, 耕作地の除染
- 大規模情報収集

情報化, ネット化, 見える化, 知能化

- 収集情報のマッピング
- 作業工程管理
= 品質成果管理, 労働健康管理
- 農林水産現場管理
= 汚染測定公表 → 風評被害払拭

コスト低減, 効率化

- 自律化で, 一人が多数のロボ操作
- 作業を効率化するための, メカトロ, 情報, ヒューマンインタフェース技術

能力拡大, 負担軽減, 迅速化

- 汚染環境作業
- 広域での複雑な作業

福島の課題の困難な点 = タフな環境

- 放射能汚染の高リスク, 作業員の被曝低減が重要
- 整備されていない未知環境であり, 工場や建築現場とは異なって, 環境整備が困難
- 失敗や作業の仕切り直しは, 莫大なコスト要因
- 環境・作業条件が複雑
- 状況がダイナミックに変化し, 再現性がない
- 繰り返しによりビッグデータを収集できない
- そもそも, 情報の取得や整理が困難
- 何の情報があるかすら不明な場合も
- モデル分析による表層的整理と, 実世界の泥臭い問題との間に, ギャップが大きい
- 問題が多岐に亘り, かつ, 多数ある
- 解決のためには, 多数多様な人がそれぞれの得意を活かし, 協力して事にあたる必要がある

**困難な課題に取り組む
タフなロボティクスが
独自の価値を生む**



課題解決ロボットPJ → 福島復興・新産業・世界貢献・持続的成長へ

廃炉・復興・防災

- 廃炉のための遠隔技術
(内部調査, デブリ取りだし, 汚染物質処理, 除染)
- 原子力施設安全性向上
(点検作業遠隔化, 遠隔緊急対応)
- 森林啓開・除染 (調査, 除染)
- 災害調査・緊急対応・復旧

農林水産業

- 営農再開 (インフラ復旧, 調査, 除染, 安全実証)
- 林業再生 (調査, 除染, 安全証明)
- 漁業再生 (調査モニタリング, 除染, 安全証明)
- 精密・スマート農業
(施設農業, 収穫, 害虫駆除, 施肥自動化)
- 獣害対策 (モニタリング, 追い払い, 捕獲)
- 環境調査 (汚染, 生態, 植生など)

エネルギー

- 点検・メンテナンス
(遠隔化, 自動認識, 調査結果マッピング, 補修)
- 工事 (建設, 解体, 廃棄物処理)
- ロボット・移動体のための新エネルギー
(バッテリー, 分散エネルギー)

タフな技術による解決

- 廃炉を安全確実に
- 事故発生確率を1/1000に
- 安全で安心して住める地域に
- 災害に対するレジリエンス

- 農林水産業の生産再開
- 風評被害の払拭
- よりおいしく, より安全に
- 収量向上, コスト低減
- 野生生物による被害防止
- データ活用型農林水産業

- 信頼性向上
- 事故防止, 耐災害力向上
- 少子高齢化, 労働力不足解消
- コスト低減
- ロボット・移動体の産業基盤



課題解決ロボットPJ → 福島復興・新産業・世界貢献・持続的成長へ

廃炉・復興・防災

- 廃炉のための遠隔技術
(内部調査, デブリ取りだし, 汚染物質処理, 除染)
- 原子力施設安全性向上
(点検作業遠隔化, 遠隔緊急対応)
- 森林啓開・除染 (調査, 除染)
- 災害調査・緊急対応・復旧

農林水産業

- 営農再開 (インフラ復旧, 調査, 除染, 安全実証)
- 林業再生 (調査, 除染, 安全証明)
- 漁業再生 (調査モニタリング, 除染, 安全証明)
- 精密・スマート農業
(施設農業, 収穫, 害虫駆除, 施肥自動化)
- 獣害対策 (モニタリング, 追い払い, 捕獲)
- 環境調査 (汚染, 生態, 植生など)

エネルギー

- 点検・メンテナンス
(遠隔化, 自動認識, 調査結果マッピング, 補修)
- 工事 (建設, 解体, 廃棄物処理)
- ロボット・移動体のための新エネルギー
(バッテリー, 分散エネルギー)

タフ技術が効果を上げる ビジネス課題の例

- インフラ点検・メンテナンス
 - ✓ 橋梁, トンネル, 港湾
 - ✓ 道路, 鉄道
 - ✓ 上下水道管, ガス管
 - ✓ 電力線, 通信線
- 建築物点検・メンテナンス
 - ✓ 外壁点検
 - ✓ 水漏れ点検
 - ✓ 配管点検
- プラント点検・メンテナンス
 - ✓ エネルギープラント
 - ✓ 石油・ガスプラント
 - ✓ 化学・鉄鋼プラント
 - ✓ 太陽光・風力発電プラント
 - ✓ 大型産業設備

- × 人手不足でタイル法定点検を実施不能
- × 2023年には道路橋の40%が50歳以上
- × 高所点検中に落下事故
- ドローンで点検コストが2桁低下
- 狭所ロボットが配管本管を自動点検



1) 社会を見据えた研究

廃炉・復興・防災，農林水産業，
エネルギーの課題解決 = 国の資金で

- 福島復興，レジリエンス強化に貢献
- 政府や企業の具体的課題提示と，その共同解決

2) ビジネスを見据えた研究

企業との共同 = 民間資金で

- 企業からのビジネス課題を解決
- 企業と新商品，新サービスを企画
- 新規事業立上げ，ベンチャー設立
- 投資を生む

タフな技術による課題解決

3) 未来を創る研究

未来を見据えた独自創造研究 = 民間に技術を売って国の資金回収

- 破壊的イノベーションを起こすための種まき
- 社会や産業に対する将来の貢献を強く意識した先導的課題の設定



国の責務，民間ではできないこと

< 研究課題の例 >

- 短期ビジネスに乗らない社会事業
- すぐに儲からない事業
- 長期的視野に基づく息が長い研究
- 民間の力が不足している分野
- 制度整備が必要な分野
- 人材供給が必要な分野
- . . .

< 環境整備の例 >

- ビジネスが生まれるガレージ
- ビジネスインサイトが湧いてくる仕組み，環境
- ビジネスが拡大する圃場整備
- 投資家が集まる仕組み
- ビジネスの阻害要因の排除
- . . .

- ✓ ビジネスを実際に創り出し，成功に導いていくのは民間であって，国の組織ではない，武士の商法は成立しない
- ✓ 民間が自分で独自にやった方がいい課題は，国の重点投資対象ではない
- ✓ 国は，民間が存分に腕を振るえる場，民間が重点投資できる場，を整備して提供する役割



国の責務，民間ではできないこと

- 地球温暖化に伴い，地球規模での環境条件が変化し，想定しなければならぬ異常現象の種類と規模が大きく変化
 - ✓ 海水温上昇 → 台風の大規模化
 - ✓ 海面上昇 → 浸水地域拡大，浸水頻度増加
- 防災に対する従来の常識が通用しなくなっている
- 想定を変えないと，国民の生命を守れない
- 国民の生命を守ることは，国の最重要機能
 - ✓ 国民が税金を払っている理由
 - ✓ 国民の不安は，革命が起きる主要な原因
- 科学技術による課題の解決，軽減化
 - ✓ 福島での取り組みにふさわしい課題

支払保険金額

台風21号(2018) 1兆円

台風19号(2019) ?兆円

国連IPCC予測(2100)

- 水面1.1m上昇
- 100年に1回の浸水が毎年発生



課題解決ロボットPJ 福島復興・新産業・世界貢献・持続的成長へ

自動運転

- 1970年代からロボット分野で研究が活発に行われる
- 1977 筑波30km/h自律走行（日・機械研）
 - 1984 NAVLAB PJ（米・CMU）
 - 1987 EUREKA（独・Bundeswehr U Munchen）
 - 1995 NAVLAB 5 大陸横断（米・CMU, National Automated Highway）
 - . . .
 - 2004 DARPA Grand Challenge（米）
 - 2007 DARPA Urban Challenge（米）
 - 2008 無人ダンプトラック運行システム商用化（豪・コマツ）
 - 2012 屋外無人搬送車生産ライン化（日・トヨタ東日本, 東北大）
 - . . . 現在に至る

ドローン

- 1980年代からロボット分野で超小型VTOL研究が活発に行われる
- 1991 AUVERSI Intl. Aerial Robotics Competition（米）
 - . . . 現在に至る

各種メカトロ機器



2000年のサイバーフィジカルIoT

田所、北野、ロボカップレスキュー、共立出版、2000
Kitano, Tadokoro et al., AI Magazine, 22-1, 2001

