



先端建設技術セミナー
(2017.10.11 東京)

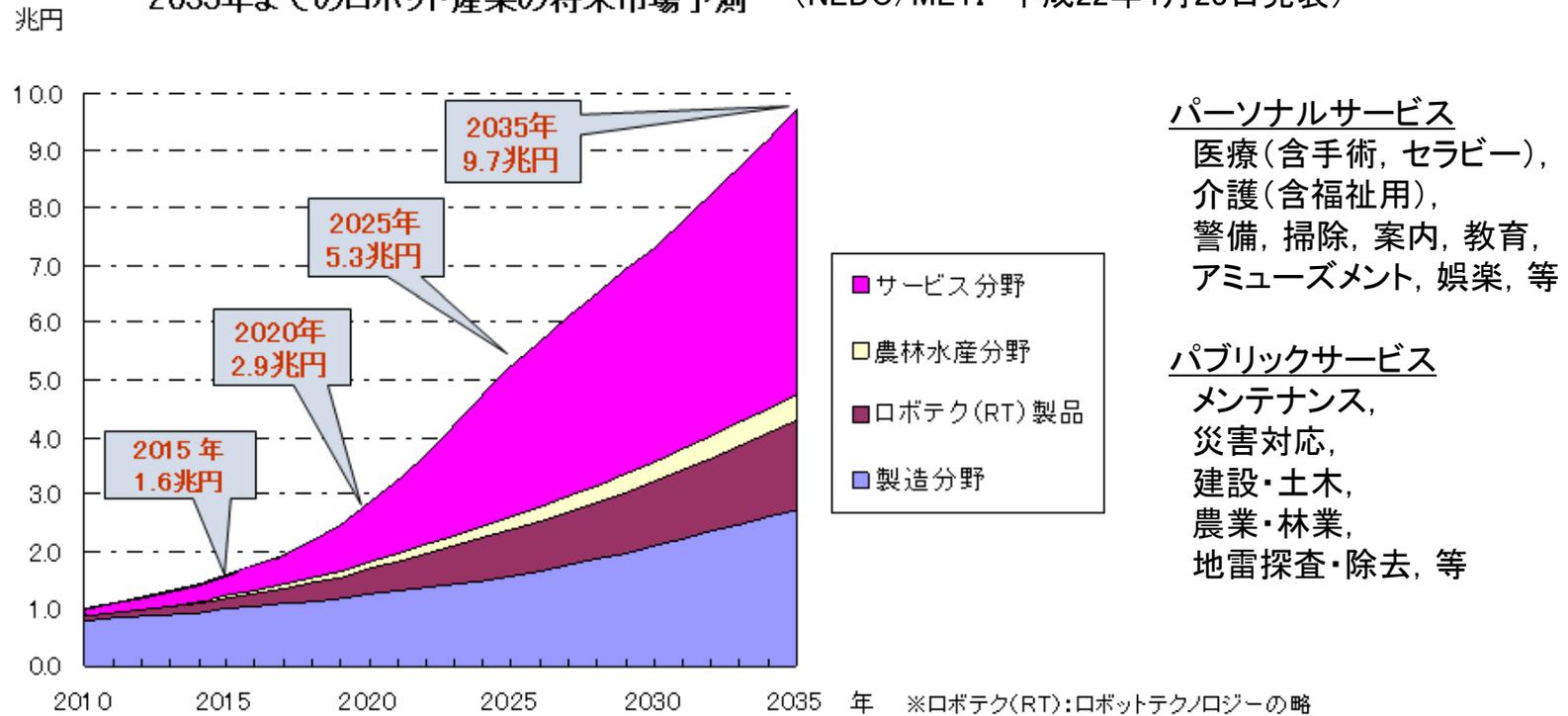
防災および災害対応のためのロボット技術

東京大学 大学院工学系研究科 精密工学専攻
浅間 一

原子力損害賠償・廃炉等支援機構, 燃料デブリ取り出し専門委員会委員, 研究開発連携会議委員
資源エネルギー庁・東京電力廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議委員
日本原子力研究開発機構(JAEA)モックアップ試験施設専門部会長
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構(IRID)技術委員
SIPインフラ維持管理・更新・マネジメント技術サブPD
復興庁イノベーション・コースト構想推進会議委員
産業競争力懇談会「災害対応ロボット推進連絡会」リーダー

2035年に向けたロボット産業の将来市場予測

2035年までのロボット産業の将来市場予測 (NEDO/METI 平成22年4月23日発表)



パーソナルサービス
 医療(含手術, セラビー),
 介護(含福祉用),
 警備, 掃除, 案内, 教育,
 アミューズメント, 娯楽, 等

パブリックサービス
 メンテナンス,
 災害対応,
 建設・土木,
 農業・林業,
 地雷探査・除去, 等

製造業を始めとした現在市場が形成されている分野の成長に加え、サービス分野を始めとした新たな分野へのロボットの普及により、2035年に9.7兆円まで市場拡大し得る。

RT (Robot Technology)とは

- 「センサ」、「知能・制御系」及び「駆動系」の3つの要素技術があるもの(ロボット政策研究会, 経済産業省)
- センサ, 知能・制御系, 駆動系の3つの技術要素を有する智能化した機械システム(ロボット大賞, 経済産業省)

ICT Information & Communication Technology	RT Robot Technology
情報世界(仮想世界)における情報処理・通信技術	物理世界(実世界)における検知・計測・認識・制御・動作・作業などの技術を含めた総合技術
情報処理デバイス, その周辺デバイス, 通信ネットワーク, ソフトウェアなどから構成される	<p>センサデバイスやそれによる検知・計測・認識ソフトウェア, アクチュエータなどのデバイスやその制御ソフトウェア, それらを統合した移動, 搬送, マニピュレーションシステムとその動作ソフトウェア(含ミドルウェア), それらのメカトロニクス要素技術・システム統合技術などを含む.</p> <p>実世界での物理的インタラクションが重要で, 実時間性や力・エネルギーなどダイナミクスを考慮する必要がある.</p>

機械技術のインフラとしてのRT



RTの産業へのインパクト→大

日本の産業競争力・GDPに影響

ロボット革命実現会議

OECD閣僚理事会安倍首相基調演説

- ロボットによる新たな産業革命
- 新しい成長戦略に盛り込む
- ロボット活用のショーケース



OECD閣僚理事会(2014年5月6日)

ロボット新戦略



アクションプランー分野横断的事項③ 標準化、実証フィールド整備等ー

- ◇ グローバル展開を見据えた**国際標準化**への取り組み、ロボットの開発・導入に資する**実証実験フィールドの整備**、ロボットの導入・活用を最前線で推進する**人材の育成**等を分野横断的かつ中長期的視点から取り組む。
- ◇ また、**2020年にロボットオリンピック(仮称)を開催**することに向けて、年内に実行委員会を発足し体制を整備。2018年には**プレ大会を実施**し、世界中の最先端ロボットを集結。

◆ 国際標準化への対応

→ 我が国のロボット技術の世界展開するために必須

- 互換性の確保(通信、インターフェース、OS等)
- 品質・安全の保証(安全性、認証取得)
- 必要な試験方法の確立(衝突試験、安定性試験等)

◆ ロボットオリンピック

→ ロボット導入・普及の契機として活用

- 5年間での研究開発の促進・加速と実証実験の場を提供
- **本年中に実行委員会を発足し体制を整備し、2016年までに具体的な開催形式等を決定**
- **2018年にプレ大会を開催**

◆ ロボット実証実験フィールドの整備

→ 研究開発・導入の加速に有効

- 設備自体の一定のニーズを確保した安定運用
- 事業化を後押しする具体的・制度的効果を明確化
- 将来にわたりイノベーションの拠点として存続可能に
- **福島県「福島浜通りロボット実証区域」(仮称)を設置**

◆ 人材育成

→ ソフトウェア人材、Sierがロボット普及の鍵

- 生産技術OB人材活用、OJTによる拡大(短期)
- 公共職業訓練活用
- 大学院等での分野融合的カリキュラム

◆ ロボット大賞

→ 優秀事例の評価による産業振興効果

- 先進事例・活用事例の広報、ベストプラクティス共有
- 表彰位の新設や受賞対象の拡充等

日本ロボット大賞2016



経済産業大臣賞
完全ティーチレス/ばら積みピッキング
MUJINコントローラ「Pick Worker」
[株式会社MUJIN]



総務大臣賞
Pepper
[ソフトバンクロボティクス株式会社]



文部科学大臣賞
モジュール分散協働型収穫支援ロボットシステム
(自走式イチゴ収穫ロボット)
[国立大学法人宇都宮大学(尾崎功一研究室)
アイ・イート株式会社]



厚生労働大臣賞
HAL医療用下肢タイプ
[CYBERDYNE株式会社]



農林水産大臣賞
ロボットトラクタの研究開発
[ヤンマー株式会社]



国土交通大臣賞
SPIDER(スパイダー)を用いた
高精度地形解析による災害調査技術
[ルーチェサーチ株式会社]

「今年のロボット」大賞2006 受賞ロボット

優秀賞 — 公共・フロンティアロボット部門

遠隔操縦用建設ロボット



国土交通省九州地方整備局九州技術事務所
株式会社フジタ

[➔ 詳細PDF](#) (824.9KB)

[➔ 動画](#)

本ロボットは平成18年6月沖縄県中城村で発生した大規模な土砂災害現場に導入され、二次災害の発生及び被害の拡大防止などに貢献した。自然災害復旧で活躍する既存の無線操縦専用機械は特殊であり、台数も少なく大型であるため、緊急時の機動性に課題があった。こうした課題を早急に打開することを目的として開発された本ロボットは、運搬が容易であり、現地にある汎用の建設機械に搭載することで無線操縦が可能。一刻を争う災害復旧への早期対応を実現した。

アクションプランー分野横断的事項④ ロボット関連規制改革の実行

- ◇ ロボットの活用を前提とした規制緩和及びルール整備の両面からバランスのとれた規制改革を推進。
- ◇ **ロボット革命イニシアティブ協議会を中心に随時、課題を整理**。政府の規制改革会議とも連携し、関連する諸制度を俯瞰した総合的な改革を実行。**ロボットバリアフリー社会**を構築。

◆ ロボットの利活用を支える新たな電波利用システムの整備(電波法)

(遠隔操作や無人駆動ロボットで使用する電波の取扱い(既存無線システムとの周波数共用ルール等、簡素な手続き))

→**2016年度までに要求条件の整理及び技術的検討を実施した上で、必要な措置を順次実施。**

◆ 新医療機器の承認審査迅速化(医薬品医療機器等法)

(患者の負担軽減等が期待される手術支援ロボット等、ロボット技術を活用した新医療機器の取扱い)

→承認審査の迅速化を図り、新医療機器については、**標準的な総審査期間(優先審査品目では10カ月)に処理できる割合を、2018年度に8割へ引き上げ。**

◆ 介護関係諸制度の見直し

(**現行3年に1度**となっている介護保険対象機器の追加手続きの弾力化(技術革新に対応できる要望受付・検討等))

→2015年より、**介護保険の給付対象に関する要望の随時受付**や**新たな対象機器の追加**を随時決定。

◆ 道路交通法・道路運送車両法

(搭乗型移動支援ロボットの公道走行)

→これまでの道路運送車両法に基づく基準緩和制度の活用に加え、**2014年中実施予定の「構造改革特区評価・調査委員会」の評価結果を踏まえて、2014年に創設された「企業実証特例制度」の活用も含め、搭乗型移動支援ロボットの取扱いについて検討していく。**

◆ 無人飛行型ロボットのためのルール作り(航空法等)

(災害現場等での利用に期待が高まる無人飛行型ロボット(UAV)の具体的な運用ルール)

→大型無人機について、国際民間航空機関(ICAO)で**2019年以降に想定されている国際基準改定に参画しつつ、併せて国内ルール化。**小型無人機に関して運用実態を把握し、関係法令等の整備を検討。

◆ 公共インフラの維持・保守関係法令

(ロボットの効果的・効率的な活用方法(目視等の人間を前提とした点検作業におけるロボット活用に関するルール))

→**2016年度までに各種ロボットの現場検証・試行、評価**を通じて、ロボットの有効活用方策を検討。その結果に基づきロボット活用を進める分野において、順次適用。

アクションプランー分野別事項① ものづくり／サービスー

ものづくり



大企業中心に導入、労働生産性は近年停滞

重点分野

- ✓ 部品組立て・食品加工等の労働集約的製造業を中心にロボット導入を推進
- ✓ ロボット化が遅れている準備工程等のロボット導入に挑戦するとともに、IT等の活用によりロボットそのものを高度化
- ✓ ユーザー・メーカー間を繋ぐシステムインテグレーターを育成
- ✓ ロボットの標準モジュール化(ハード/ソフト)や共通基盤(ロボットOS(=基本ソフト)等)を整備

2020年に目指すべき姿

- ◆ 組立プロセスのロボット化率向上: 大企業**25%**・中小企業**10%**
※2010年の自動車組立ロボット化率: 7% 出典: (一財)機械振興協会経済研究所
- ◆ 次世代のロボット活用ベストプラクティス: **30例**
- ◆ 相互運用可能なハードウェア: **1,000製品以上**
- ◆ システムインテグレーター事業に係る市場規模拡大(ロボット市場以上の伸び率で)

サービス

(労働生産性、米国=1) <サービス業の労働生産性水準の日米比較>



諸外国に比べ低い労働生産性の改善が必要

重点分野

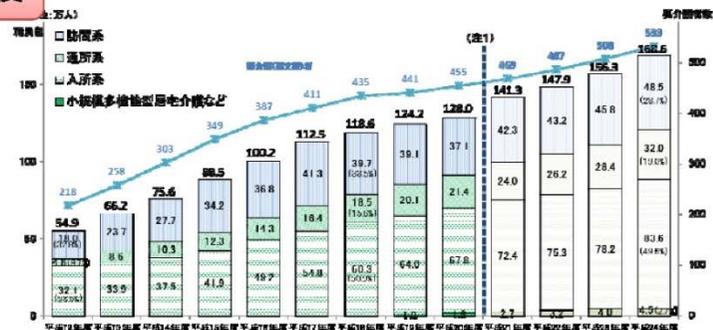
- ✓ 物流や卸・小売業、飲食・宿泊業等の裏方作業へのロボット導入を徹底的に推進
- ✓ ベストプラクティス事例の収集と全国への展開を通じて、地域経済を支えるサービス業の人手不足の解消、生産性向上を通じた賃金上昇の好循環を形成
- ✓ 次世代要素技術の開発等により接客の自動化も検討

2020年に目指すべき姿

- ◆ ピッキング、仕分け・検品に係るロボット普及率**約30%**
- ◆ 卸・小売業や飲食・宿泊業等における集配膳や清掃等の裏方作業を中心に、ベストプラクティスを収集(**100例程度**)

アクションプランー分野別事項② 介護・医療ー

介護



	平成12年度 (2000年度)	平成24年度 (2012年度) (推計値)	平成27年度 OHP18年度 (推計値)	平成37年度 (2025年度) (推計値)
介護職員	99万人	149万人	167~178万人 (164~172万人)	237~248万人 (218~229万人)

高齢化率の上昇、必要な介護職員の増加、7割腰痛

重点分野

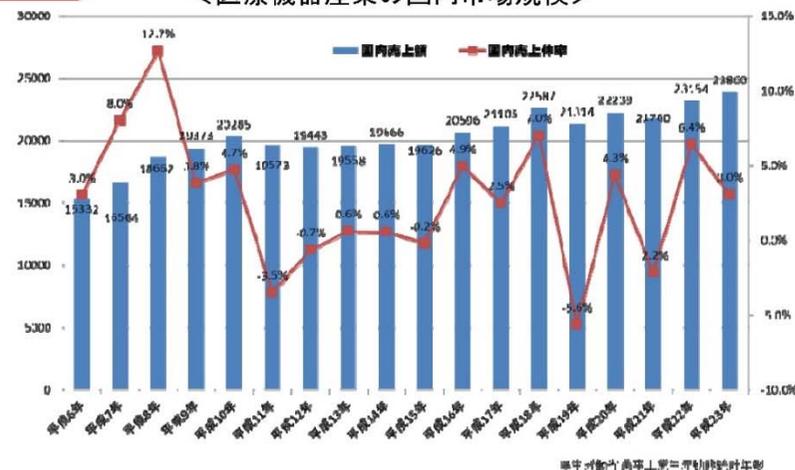
✓ ベッドからの移し替え支援、歩行支援、排泄支援、認知症の方の見守り、入浴支援の5分野について、開発・実用化・普及を後押し

2020年に目指すべき姿

- ◆ 介護ロボットの国内市場規模を**500億円**に拡大
- ◆ 移乗介助等に介護ロボットを用いることで、介護者が腰痛を引き起こすハイリスク機会を**ゼロ**にすることを目指す
- ◆ 最新のロボット技術を活用した新しい介護方法などの意識改革
 - 介護をする際に介護ロボットを利用したいとの意向(59.8%)を**80%**に引き上げ
 - 介護を受ける際に介護ロボットを利用して欲しいとの意向(65.1%)を**80%**に引き上げ

医療

＜医療機器産業の国内市場規模＞



売上高は増加しているものの、伸び率は増減あり

重点分野

- ✓ 手術支援ロボット等の医療機器を普及
- ✓ 新医療機器の審査の迅速化

2020年に目指すべき姿

- ◆ ロボット技術を活用した医療関連機器の実用化支援を平成27~31年度の5年間で**100件以上**

アクションプランー分野別事項③ インフラ・災害対応・建設／農林水産業・食品産業ー

インフラ・災害対応・建設



就業者数の減少・高齢化により、深刻な労働力不足に直面する可能性

重点分野

- ✓ 建設現場の省力化、作業の自動化により、中長期的な担い手不足に対応
- ✓ インフラの目視点検等にロボットを活用することで、技術者による維持管理を効率化・高度化
- ✓ 災害調査ロボットによる被災状況把握の迅速化、土砂災害現場等における無人化施工の施工効率向上

2020年に目指すべき姿

- ◆ 生産性向上や省力化に資する情報化施工技術の普及率 **3割**
- ◆ 国内の重要・老朽化インフラの**20%**はセンサー、ロボット、非破壊検査技術等の活用により点検・補修を高効率化
- ◆ 土砂崩落や火山等の過酷な災害現場においても有人施工と比べて遜色ない施工効率を実現

農林水産業・食品産業



高齢化が進行、深刻な労働力不足に直面する可能性

重点分野

- ✓ トラクター等農業機械にGPS自動走行システム等を活用することで作業の自動化を行い、作業能力の限界を打破し、これまでにない大規模・低コスト生産を実現
- ✓ アシストスーツや除草ロボット等を活用することで、人手に頼っている重労働を機械化・自動化
- ✓ 高度環境制御システム及び傷害果判別ロボット等の普及やビッグデータ解析により、省力・高品質生産を実現

2020年に目指すべき姿

- ◆ 2020年までに自動走行トラクターの現場実装を実現
- ◆ 農林水産業・食品産業分野において省力化などに貢献する新たなロボットを**20機種以上**導入

日本再興戦略2013

2020年目標

- 国内の重要インフラ・老朽インフラの**20%**でセンサー、ロボット、非破壊検査技術等の活用により点検・補修を高度化
- 点検・補修用センサー、ロボット等の世界市場の**3割**獲得

2030年目標

- 国内の重要インフラ・老朽インフラの**全て**でセンサー、ロボット、非破壊検査技術等を活用した高度で効率的な点検・補修を実施
- 老朽化に起因する重要インフラの**重大事故ゼロ**

福島第一原子力発電所の事故対応・廃止措置 および災害対応における ロボット技術の活用と今後の課題

福島第一原子力発電所事故

- 地震発生 (14:47)
- 電源停止
- 非常用ディーゼル発電機作動
- 原子炉停止 (SCRAM)
- 津波襲来
- 燃料タンクおよび発電機被災
- 全交流電源喪失(SBO: Situation of Black Out) (15:39)
- 原子炉および燃料貯蔵プールの冷却系異常
- 冷却水の減少
- メルトダウン
- 水素爆発(3月12日～15日)

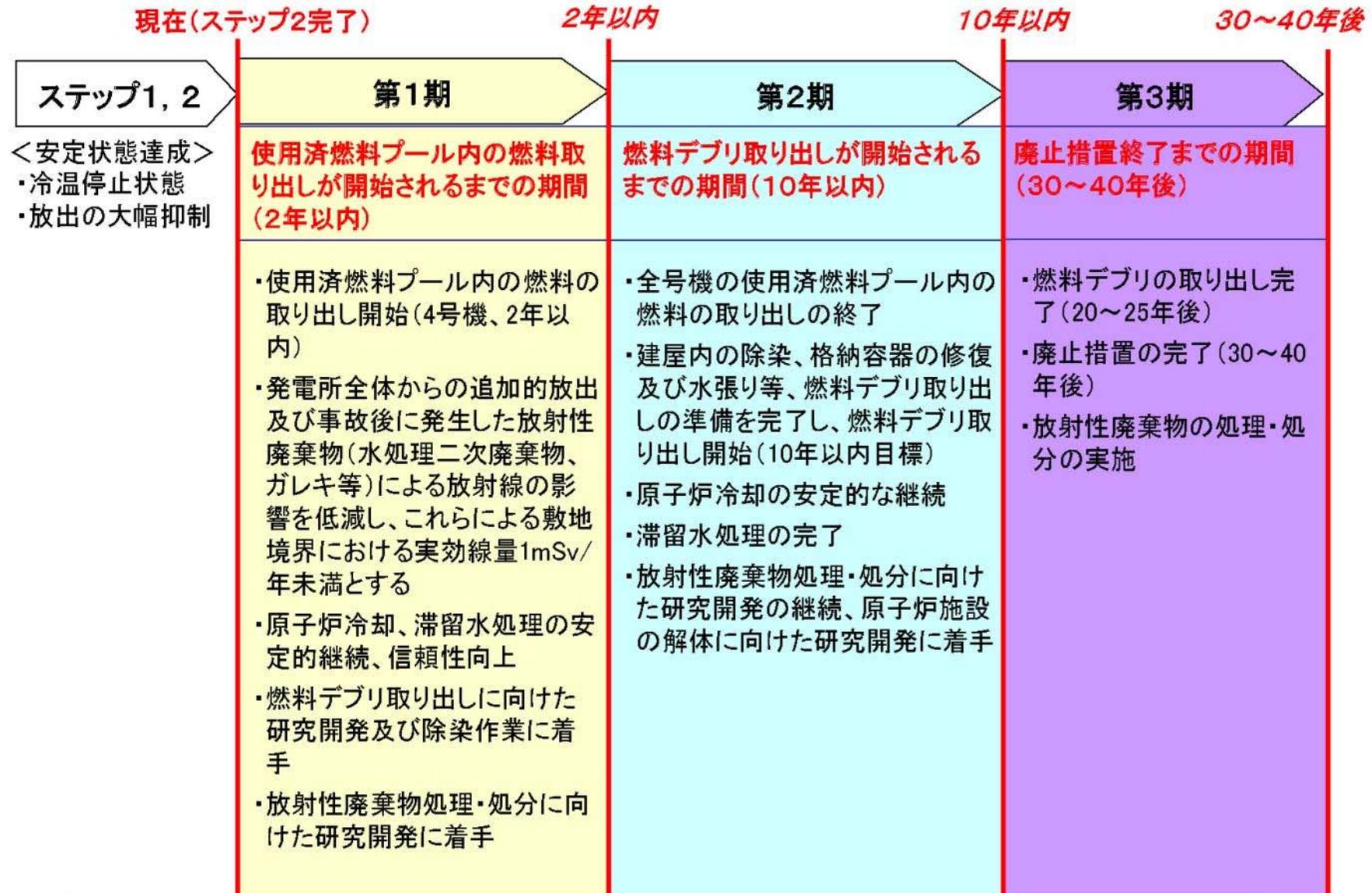
福島第一原子力発電所

震源地



By Janet Loehrke, USA TODAY

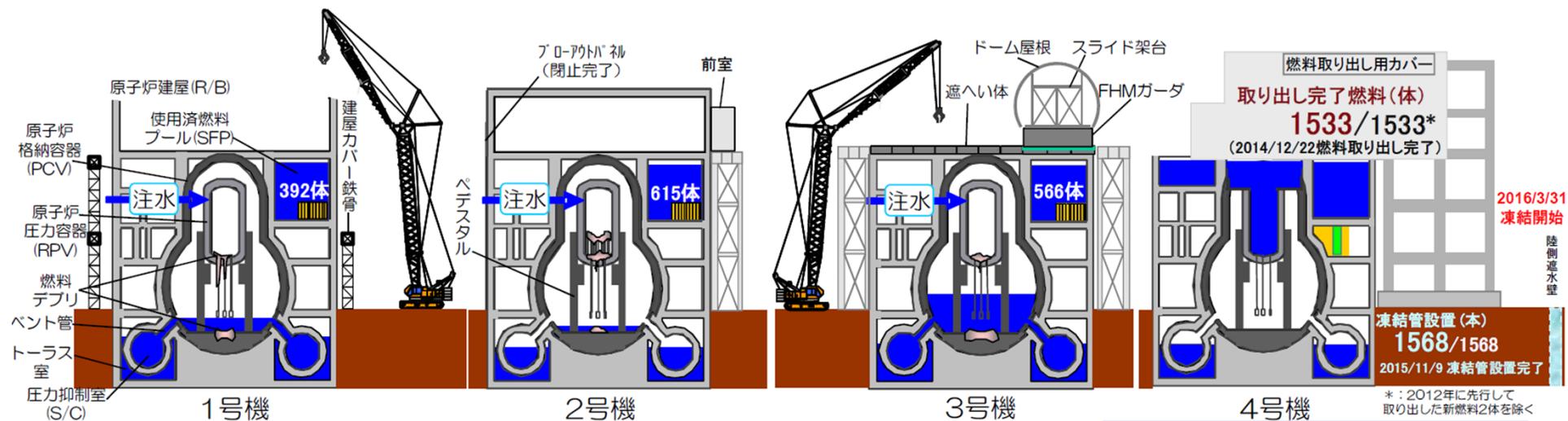
中長期ロードマップの概要



要員の計画的育成・配置、意欲向上策、作業安全確保に向けた取組(継続実施)



各原子炉の状況



廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第46回)資料

原子力発電所の事故対応・廃止措置における ロボットのニーズ

- ミッション
 - 冷却系の安定化
 - 封じ込め
 - 廃炉
 - 現場作業員の被曝の低減
- タスク
 - 瓦礫除去
 - サーベイマップの自動作成(放射線測定)
 - 建屋(原子炉建屋, タービン建屋)内調査(映像, 放射線量, 温度, 湿度, 酸素濃度, 等)
 - 計測機器などの設置, サンプル採取
 - 遮蔽, 除染
 - 機材の運搬
 - 配管・機器の設置

廃止措置における主な課題

- 燃料(デブリ)の取り出し
- 汚染水対策
- 止水
- 除染
- 調査

無人化施工機械の導入

2011年4月6日

- 瓦礫処理無人化施工開始
- 大成建設・鹿島建設・清水建設JV
- 使用機械 (4/6導入台数／総予定台数)
 - バックホウ(アイアンフォーク) (1台／2台)
 - バックホウ(ニブラ) (0台／1台)
 - クローラダンプ(11t) (1台／3台)
 - オペレータ車 (1台／2台)
 - カメラ車 (1台／9台)

(東京電力提供)



処理前



コンテナ1個分の処理後



作業位置
バックホウ1台
クローラダンプ1台

操作車
(鉛毛マット設置)

積み込み時配置



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)



コンテナ

バックホウ
(アイアンフォーク)

クローラダンプ



遠隔操作重機によるガレキ撤去作業

(撤去前)



(コンテナ: 3.2 × 1.6 × 1.1m、約4m³)

1号 原子炉建屋周辺

(撤去後)



(仮置の瓦礫収集コンテナ)

(東京電力提供)

Packbotの導入

2011年4月17, 18日

- 原子炉建屋内の放射線量・雰囲気温度・雰囲気湿度・酸素濃度の測定
- 使用機械
 - iRobot社製Packbot 2台
 - 寸法:長さ70×幅53×高さ(アーム格納時)18 [cm]
 - 重量:35[kg]
 - 機能:各種モニタリング(放射線量, 温度, 湿度, 酸素濃度), カメラ, マニピュレータ



パックポットによる
原子炉建屋の現場確認



Packbot

(東京電力提供)



Packbotが二重扉を開ける様子



二重扉出口付近



1号機原子炉建屋の現場確認



1号機原子炉建屋1階



2号機原子炉建屋1階

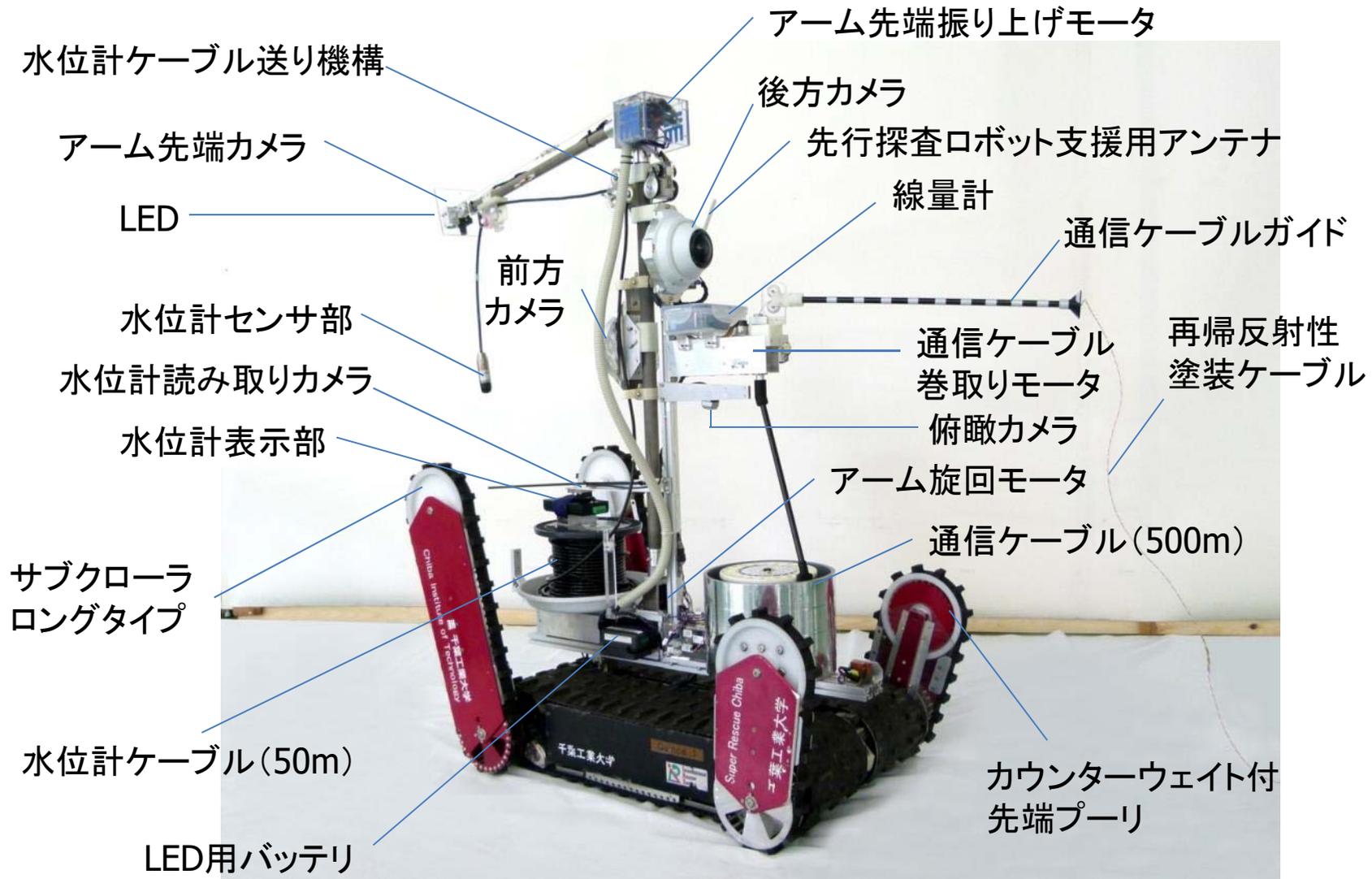


3号機原子炉建屋1階

Quinceによる サンプリング・水位計設置ミッション 2011年6月24日



水位計設置・汚染水採取のためのQuinceの構成



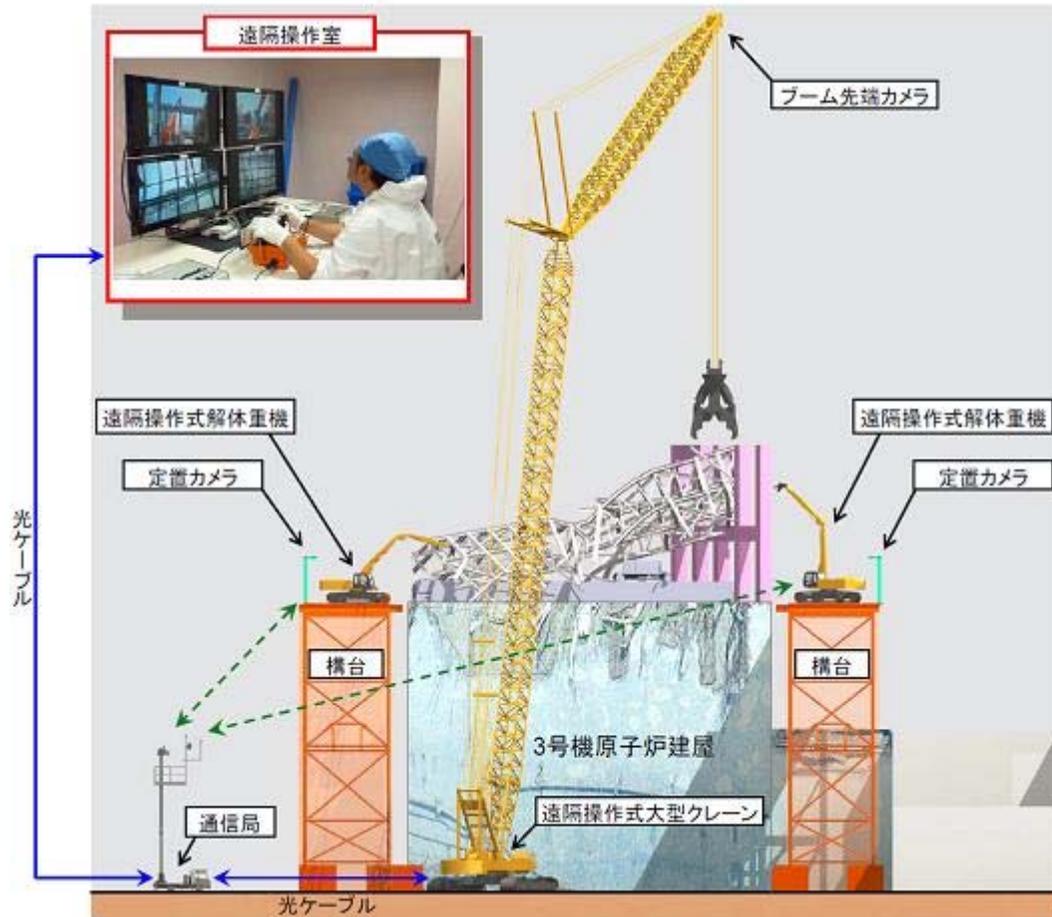
(千葉工大, 東北大, 国際レスキューシステム研究機構)

Quinceによる原子炉建屋内風景

2号機1階～5階(2011年10月20日) 東京電力提供



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

3号機瓦礫の自動搬送

2013年6月24日

高線量がれきの搬送作業を完全自動化

(鹿島建設)



原子炉建屋
解体現場

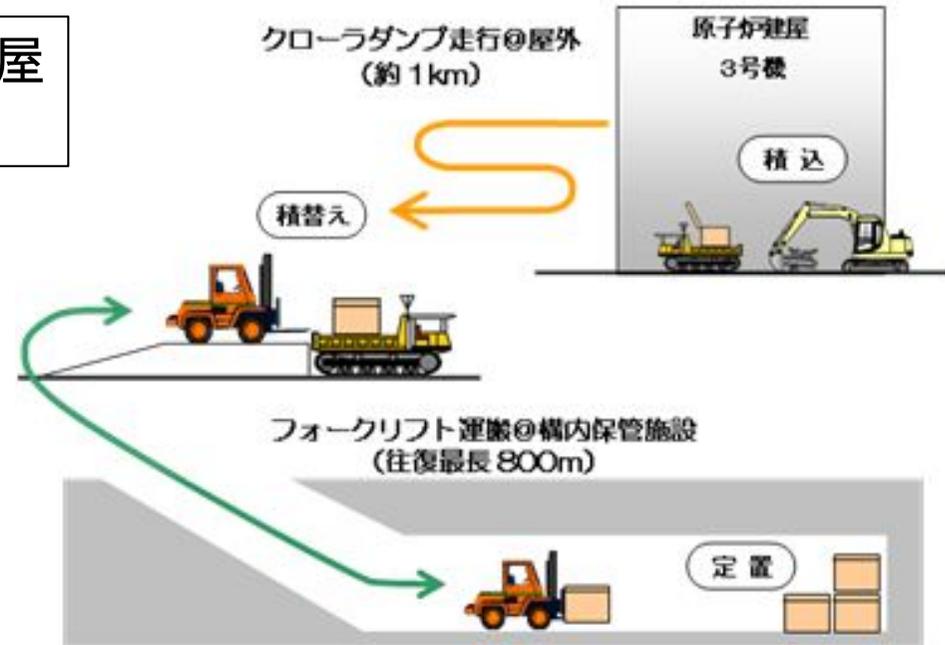


約1kmを
クローラダンプ
自動走行システムで
搬送

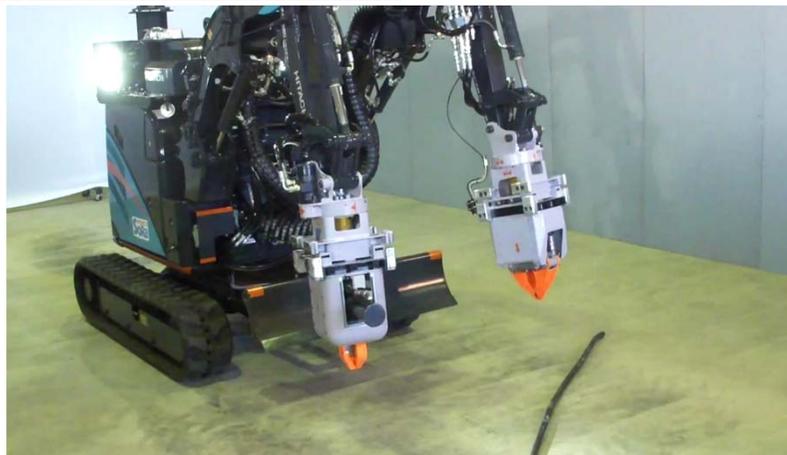
構内保管施設

傾斜7%のスロープや切り返し部
を含む往復約800mの走路

保管場所



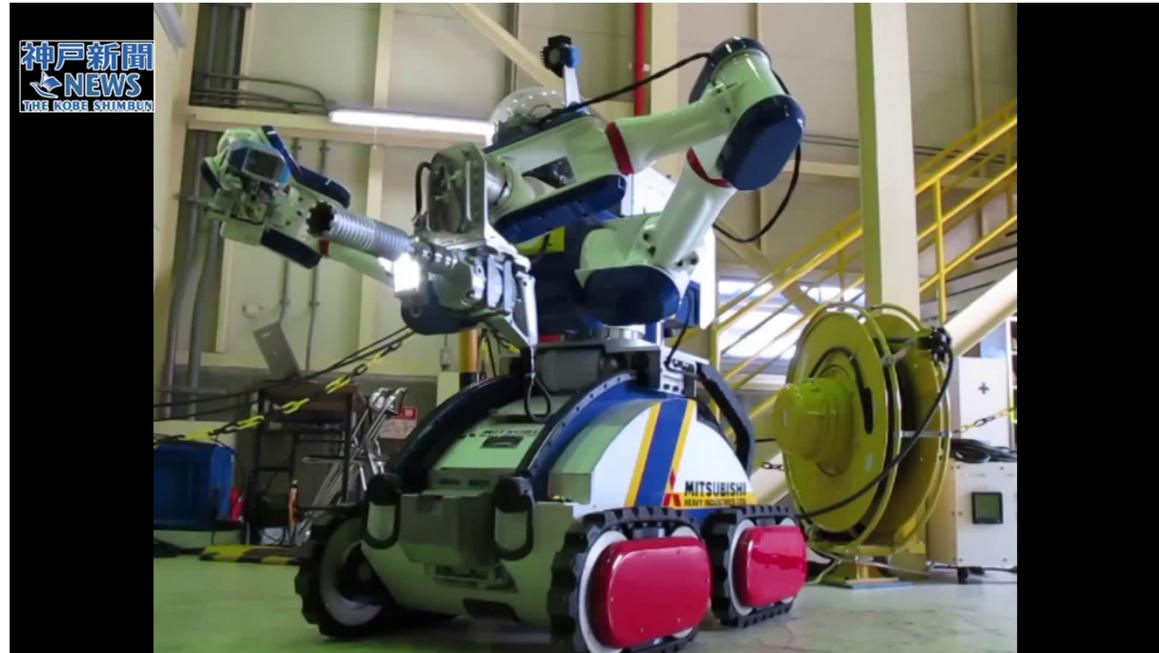
建屋内作業支援用双腕型小型重機ASTACO-SoRaによる 3号機原子炉建屋1階ガレキ等の障害物の撤去 日立エンジニアリング・アンド・サービス (2013年6月24日)



装置名	小型双腕重機型ロボット
重量	約2.5トン
外形寸法 (突起部除く)	幅：980～1,280mm(クローラー可変) 長さ：1,570mm 高さ：1,500mm(アーム込み最低)
駆動方式	ディーゼルエンジン 定格出力 11kW / min-1(15PS / 2,400 rpm)
燃料	軽油
燃料タンク容量	19.5リットル
駆動時間	約15時間(連続使用の場合)
吊上荷重	両腕約300kg/片腕約150kg
走行速度	約2.6km/h
操作方式	無線(非常時：有線)

保守・補修作業用遠隔作業ロボット

三菱重工業
MHI-MEISTeR



寸法(外形)	長さ: 1,250mm、幅: 700mm、高さ: 1,300mm
質量	440kg
移動方式	対地自動追従式独立4クローラー式
移動速度	2km/時
走行性能	傾斜40度、段差220mmまでの階段昇降、不整地走行、狭い場所の走行
通信	無線・有線の選択（無線時はバッテリーで2時間稼働）
ロボットアーム	7軸アームを2本搭載。1本あたりの可搬質量15kg

2号機原子炉建屋オペレーティングフロア フェンス撤去およびコアサンプル採取

(東京電力提供)

(2014年3月13日～14日)

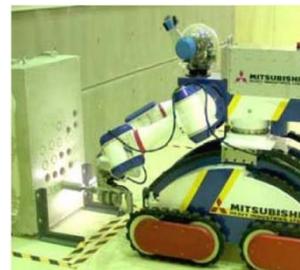
(2014年3月21日～22日)



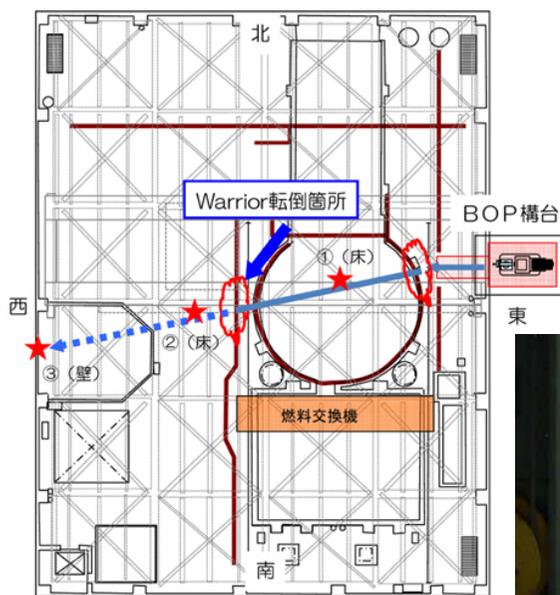
Warrior



Packbot



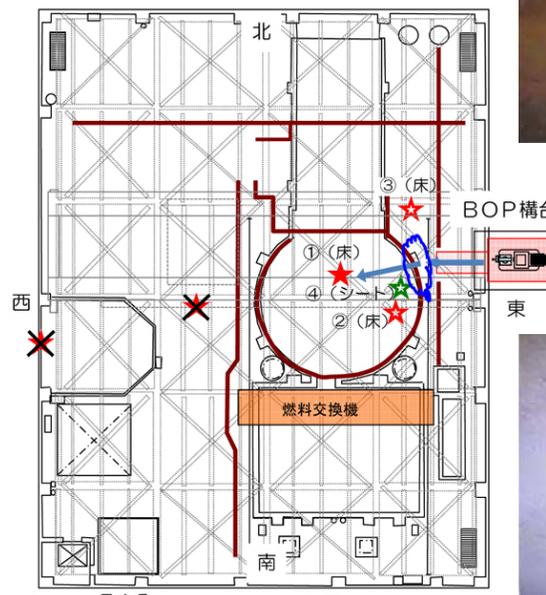
MEISTeR



- : フェンス
- : コアサンプル採取ロボット動線
- ★ : コアサンプル採取箇所(当初計画)
- : フェンス撤去予定箇所



Warriorのトラブル



- : フェンス
- : コアサンプル採取ロボット動線
- ★ : コアサンプル採取箇所(当初)
- ★ : コアサンプル採取箇所(見直し後)
- ★ : 養生シート採取箇所
- : フェンス撤去箇所



原子炉格納容器 (PCV) 内部調査

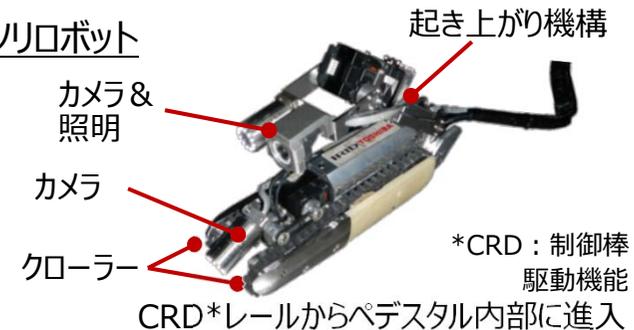
PCV内部調査ロボットの開発

- 約φ100mmのガイドパイプを通るスリム形状と、PCV内での安定した走行能力の両立
- 過酷環境（高放射線量、暗闇、蒸気雰囲気等）における運用と、「映像」「温度」「線量率」情報の収集

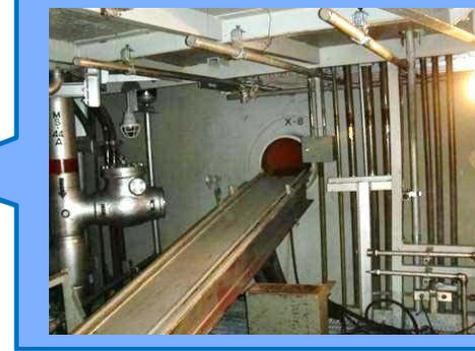
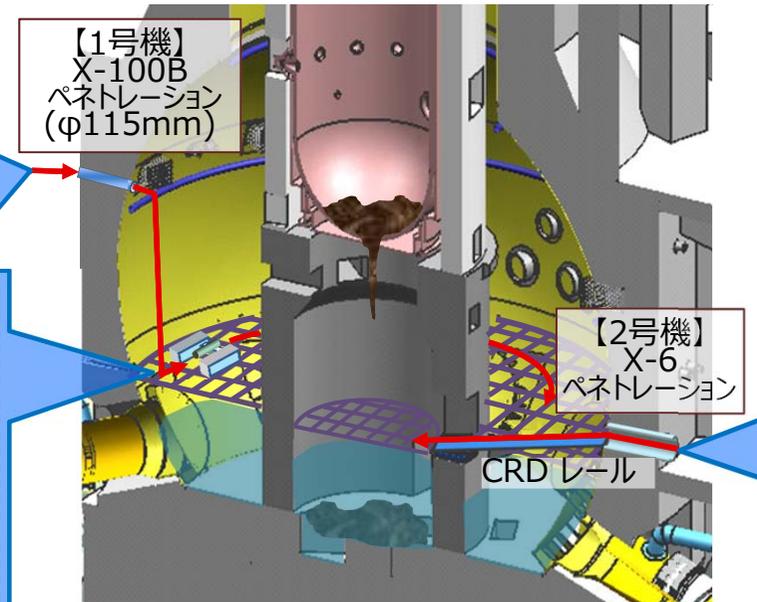
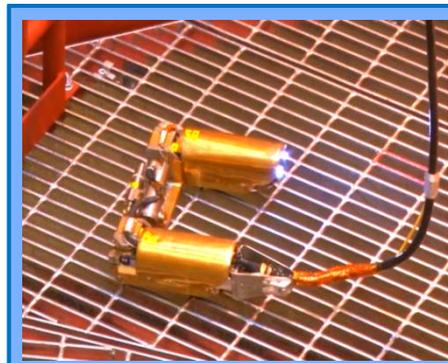
形状変化型ロボット



サソリロボット



φ115mmのペネトレーションからPCV内へ進入



形状変化型ロボットによるPCV内部調査

(日立GE, 東京電力)2015年4月12日～19日

目的: 1号機について, X-100Bペネより調査装置を投入し, 『PCV内の1階グレーチング上』の情報取得を目的とした調査を実施する。

→ : アクセスルート (反時計回りルート)
→ : アクセスルート (時計回りルート)

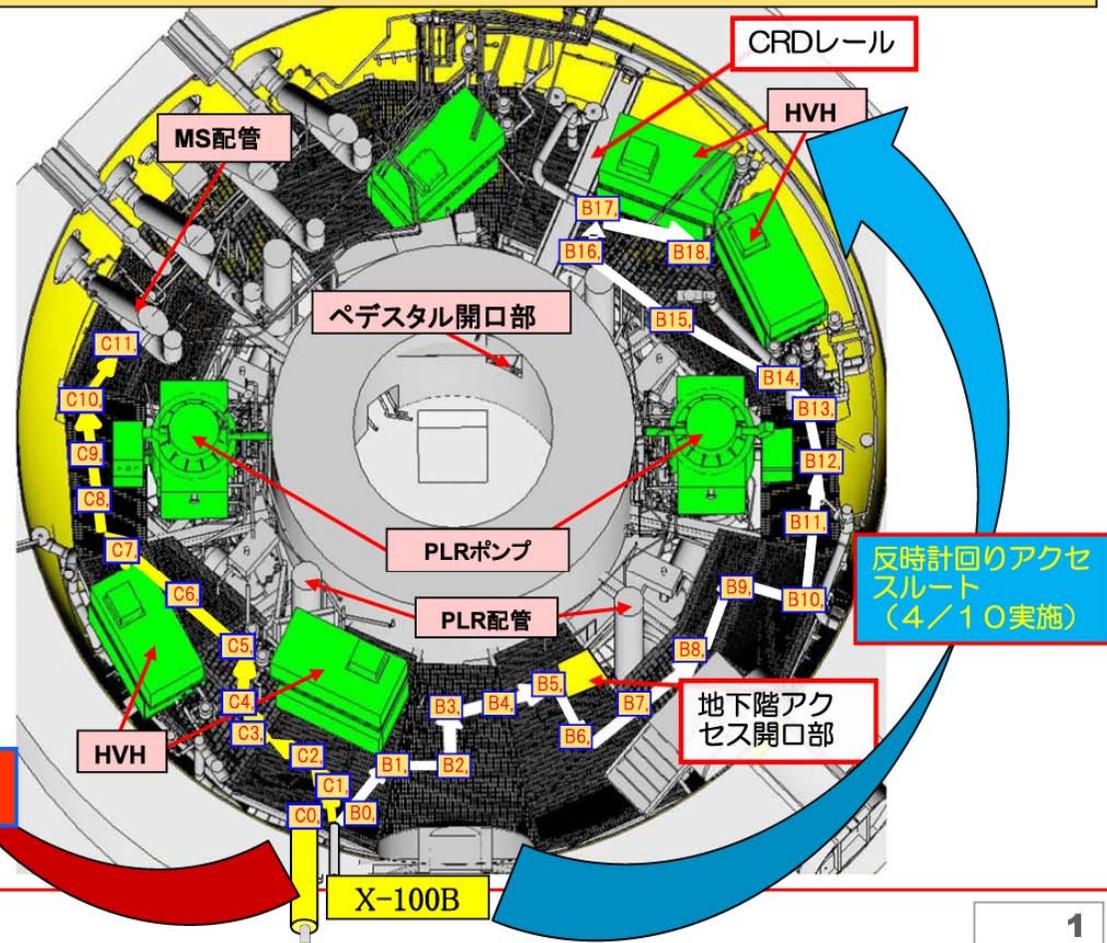
B0, ~ B18, 反時計回りルート
C0, ~ C11, 時計回りルート

アクセスポイント (計画)

調査装置



時計回りアクセスルート
(4/15開始)

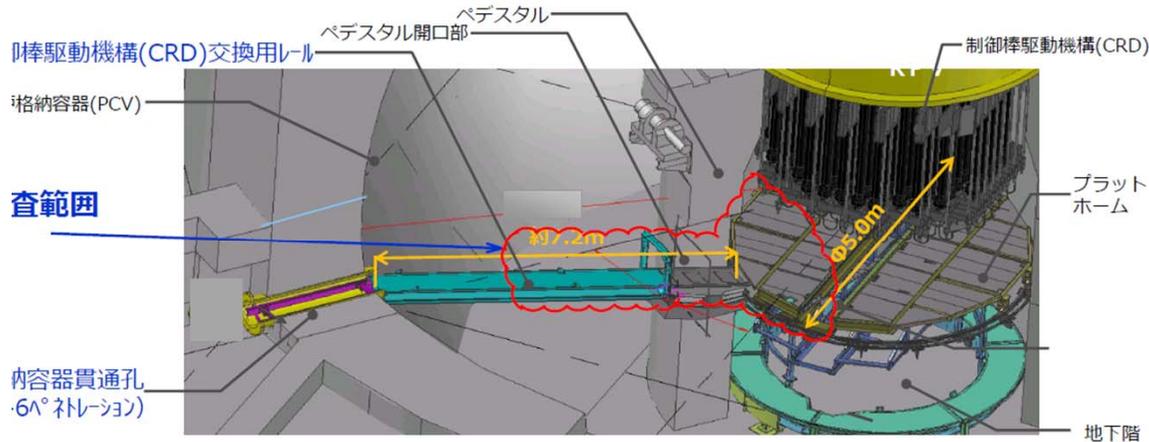


2号機原子炉格納容器内部調査

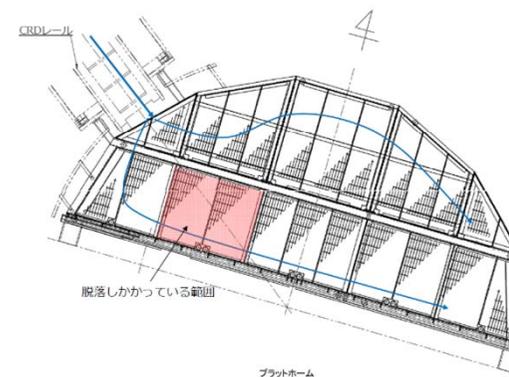
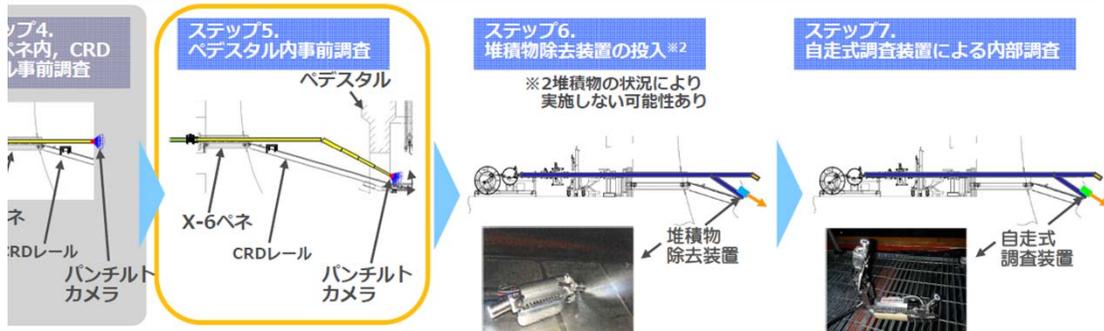
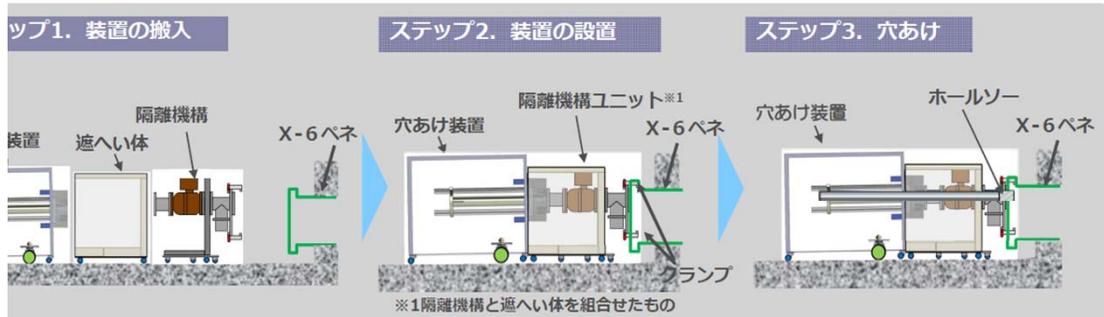
格納容器ペDESTAL内事前調査

(2017.2.2)

(IRID, TEPCO)



(参考) 2号機のペDESTAL内定検中写真

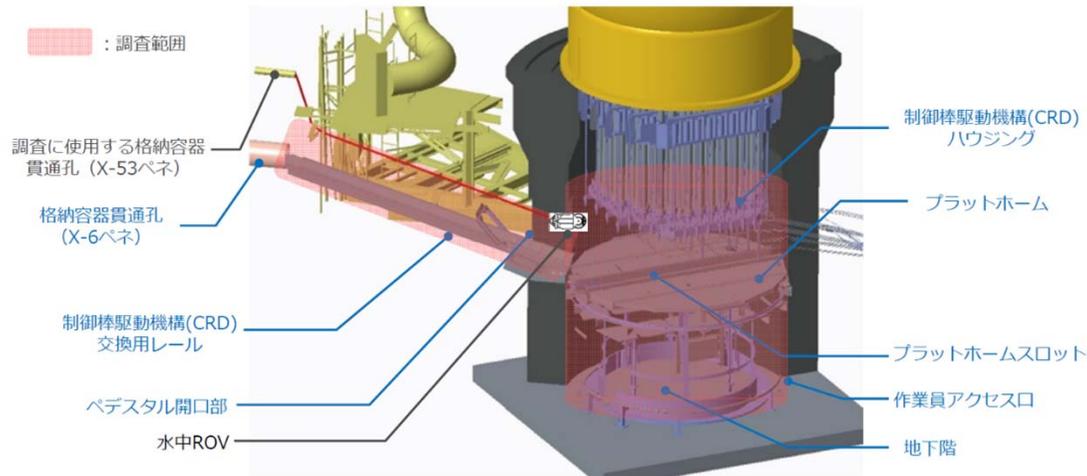


2号機原子炉格納容器内部調査

格納容器ペDESTAL内事前調査

(2017.7.19-22)

(IRID/東芝, TEPCO)



Mini Mola Mola



Mola Mola (Sunfish)



- 構造物
- 溶融物
- 堆積物

スマホロボットによる3号機機器ハッチ水漏れ調査

(2015年11月27日 東京電力)

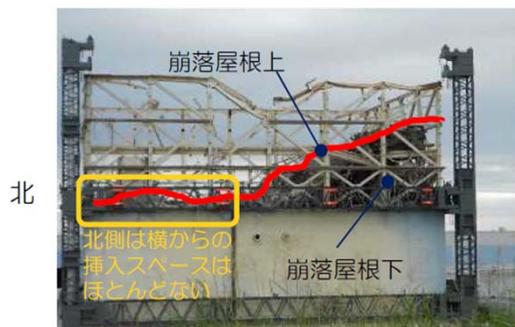


<https://www.youtube.com/watch?v=11jIirSNFrQ>

1号機原子炉建屋オペレーティングフロア調査

(2016年3月～5月)

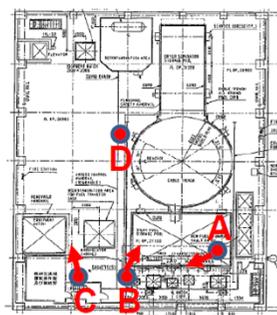
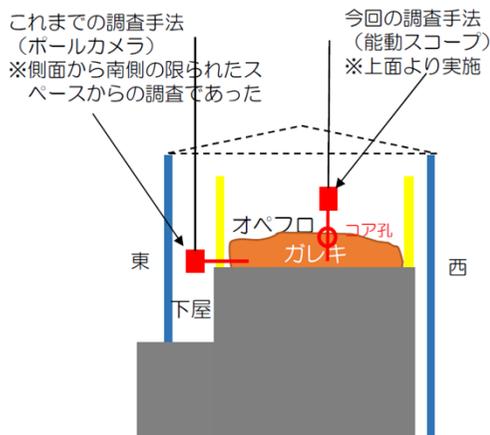
(東京電力)



建屋カバー建設中の状況写真(2011年)



カメラ & LED照明



能動スコープカメラ



A部 オペフロ南東上部ガレキ状況



B部 オペフロ南西上部ガレキ状況



C部 オペフロ南西下部ガレキ状況



D部 オペフロ北側コア抜き状況



D部 オペフロ北側コア抜き部(内部)

ガレキ状況先行調査結果

福島原発事故の緊急対応で活用された外国製RT



独Putzmeister社製
コンクリートポンプ車



米国Honeywell社製
T-HAWK



米国iRobot社製
Warrior



米国iRobot社製
Packbot



スウェーデン
Brokk社製
Brokk-90

スウェーデン
Brokk社製
Brokk-330



米国QinetiQ社製Talon



米国QinetiQ社製Bob Cat



米国Pentek社製Moose

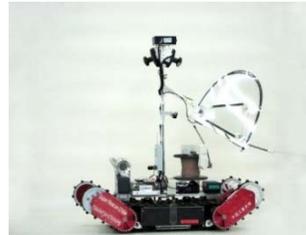
福島原発事故の廃炉措置で活用されている国産RT



無人化施工機械



Quince



Quince 2



Quince 3



Survey Runner



JAEA-3



ROV



FRIGO-MA



床面除染装置



ASTACO-SORA



4足歩行ロボット・小型走行車



高所調査用ロボット



S/C下部外面調査装置



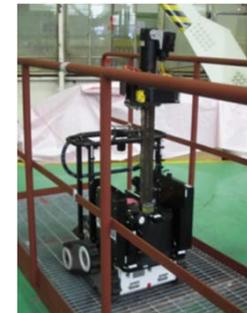
S/C水位測定
調査ロボット



投入支援装置



S/C水位測定
調査ロボット



S/C上部調査装置



MEISTeR



Sakura



Rosemary



水上ボート型
ロボット



水中遊泳
ロボット



床面走行
ロボット



形状変形



PCV内部調査装置

東日本大震災その他の災害対応・復旧における ロボットのニーズ

- 被災者探索・レスキュー
- プラント・設備の調査, 診断, 修復
- 水中探査
- 被災地のマッピング
- 重作業のパワーアシスト
- 被災者のメンタルケア

災害対応ロボット導入実績

体育館の天井崩落調査
Kohga3, 松野(京大)



水中探索
Anchor Diver III, 広瀬(東工大)



水中探索
遠隔操縦機ROV, 浦(東大)



計測結果(例)



被災地計測・モデル化
マッピング計測車・全方位カメラ,
池内(東大), 出口(東北大)



上空からの調査
Hexa-rotor MAV
野波(千葉大)



避難所メンタルケア
Paro
柴田(産総研)

復旧作業補助
スマートスーツ・ライト
田中(北大)



達成できたこと

- 調査, 計測
 - 環境線量, 線源, 3次元データ, 他
- 瓦礫除去
 - 敷地内, 建屋内, プール内
- 除染
 - 限定的

課題

- 失敗から学ぶ
 - 通信, 空間認知, 放射線による機能不良
- 共通基盤化
 - 専用機から共通基盤化へ
- 効率化
 - 高速化, 信頼性・安定性・頑健性の向上

回収不能となったロボット



⇕ 形状変形



ロボット技術への期待



- 災害現場で活用するのに十分な機能を有しているロボット(遠隔操作機器)は, ほとんど存在しなかった.
- 日本で開発されてきたロボット(遠隔操作機器)のほとんどは, 研究者が開発したプロトタイプであり, 製品ではなかった

ロボット技術の社会実装・普及
のための問題解決

災害対応ロボットのニーズ

東日本大震災・福島原発事故への対応

- 被災者探索・災害対応活動支援
- 福島原発の緊急対応・廃炉措置
- 除染を含む復旧・復興
- 今後の災害・原発事故に対する備え



自然災害や社会インフラ・設備事故への備え

- 自然災害(地震, 台風, 火山爆発, など)の脅威
 - M7クラス首都直下型地震発生確率: 50%(4年以内)
- 人工災害の脅威
 - 社会インフラ(トンネル, 道路, 橋梁, 等)の老朽化
 - コンビナートなどの設備事故の増大
 - コンビナート事故は10年で10倍に急増



Quince



Survey



ASTACO-SoRa

災害や事故の脅威が増大

人が行うことが困難・不可能・危険な作業・環境
作業の効率化

ロボットや遠隔操作機器の導入

科学技術を駆使した備え, 予防



Kohga3



Hexa-rotor MAV



Anchorriver III



管内点検ロボット

一般社団法人 産業競争力懇談会

Council On Competitiveness – Nippon (COCN)

■ 発足： 2006年 6月

■ 目的： 日本の産業競争力の強化に深い関心を持つ産業界の有志により、国の持続的発展の基盤となる産業競争力を高めるため、**科学技術政策**、**産業政策**などの諸施策や官民の役割分担を、**産官学協力**のもと合同検討により政策提言としてとりまとめ、関連機関への働きかけを行い、実現を図る活動を行う。

- ・ 産業競争力強化 *(国の持続的発展の基盤技術開発)*
- ・ 政策提言 *(科学技術政策、イノベーション政策)*
- ・ 実施具体化 *(実行組織創設、国家予算支援)*

■ 理事長：小林喜光（三菱ケミカルホールディングス 取締役会長）

■ 会員： 日本の産業競争力強化に深い関心を持つ産業界、大学、独法研究所の有志
会員： 36社（産業界）
特別会員： 4大学， 2研究所

災害対応ロボットの必要性：自治体等の意見

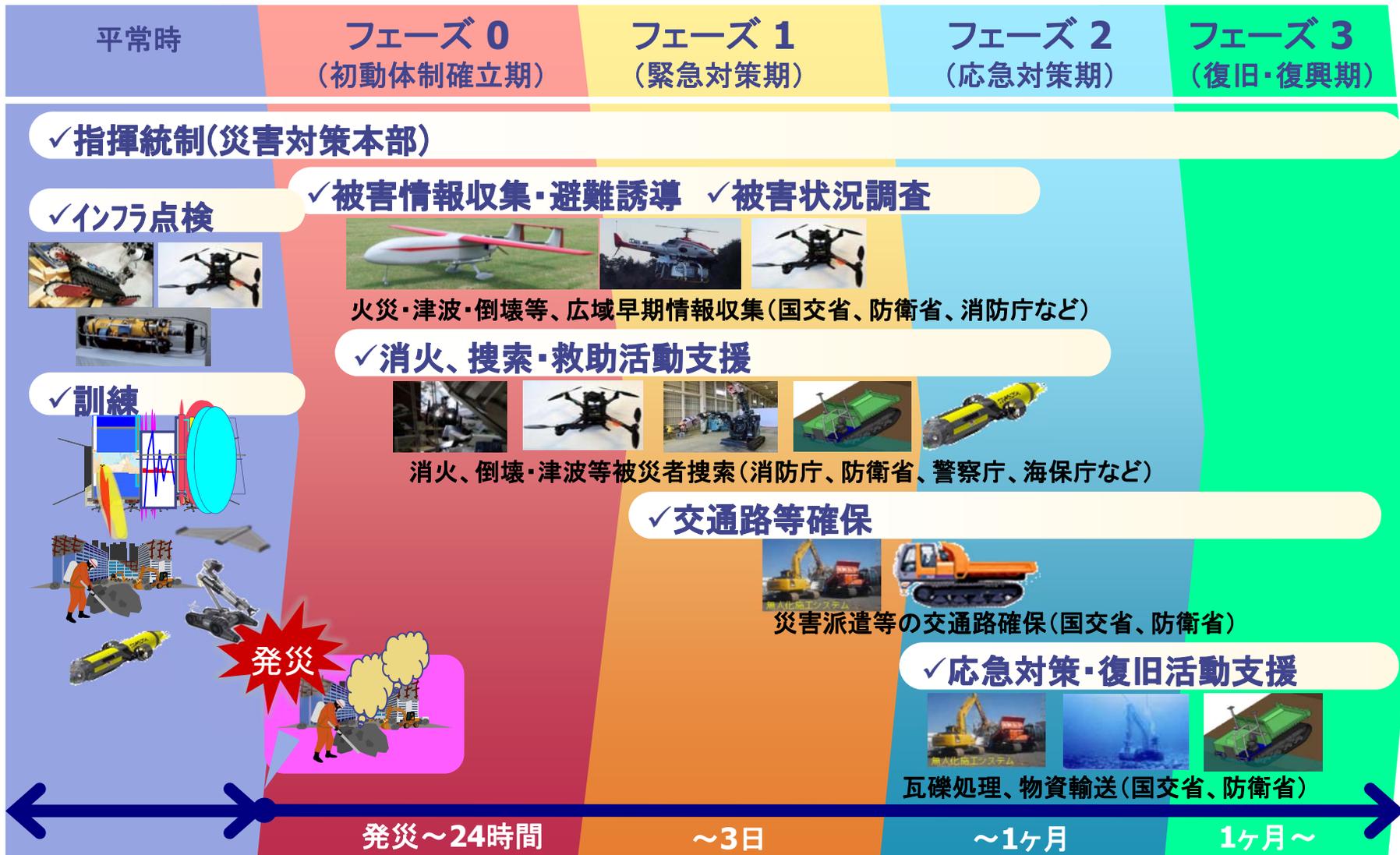
COCN

高知県、福島県の聴取結果

区分	使用目的・期待する能力	ロボットのイメージ
無人飛行 ロボット	<p>【使用目的】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 発災直後の広域被災状況の調査 (2) 孤立地域等の細部被害状況の調査 (3) 津波からの避難支援(局地の情報収集・伝達) <p>【期待する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 夜間、悪天候における情報収集 (2) 映像、位置、生体反応等の情報をリアルタイムに災害対策本部等へ伝送 (3) 津波からの避難に必要な情報・警報を住民に直接連絡 	  
陸上探査・ 作業ロボット	<p>【使用目的】</p> <p>余震・火災・水没等危険な時期・場所での調査・瓦礫除去・救助活動支援</p> <p>【期待する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 生体反応の感知等搜索能力 (2) 瓦礫、浸水、高温・火災等環境下での機動力 (3) 瓦礫等重量物の除去能力 	 
水中探査 ロボット	<p>【使用目的】</p> <p>津波発生後の海洋における調査・瓦礫除去・救助活動支援</p> <p>【期待する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 瓦礫、汚濁等劣悪環境下の海洋での探索能力 (2) 同上環境下における機動力、瓦礫除去能力 (3) 被災者等の救助能力 	  
津波避難支援 ロボット	<p>【使用目的】</p> <p>津波からの災害弱者などの避難・誘導活動の支援</p> <p>【期待する能力】</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 津波被害の予測・回避能力 (2) 避難住民を安全、迅速、努めて大量に輸送 (3) 居住地域、避難地域、避難経路の認識 	

災害対応ロボットの運用シーン例

COCN



◆災害現場での確実な機能発揮には運用機関と連携した運用研究、有効性評価と訓練が必要

産業競争力懇談会(COCON)

H23災害対応ロボットと運用システムのあり方プロジェクト

- プロジェクトリーダー 浅間 一 東京大学
- WG1(防災ロボット)主査 田所 諭 東北大学
- WG2(無人化施工システム)主査 鶴岡松生 鹿島建設
- WG3(原子炉解体システム)主査 齋藤荘蔵 HGNE
- メンバー(14社, 4研究機関, 3団体)
 - 鹿島建設, 清水建設, 新日鐵, 東芝, 日立, HGNE, 富士通, 三菱重工, 三菱電機, 熊谷組, コマツ, 大成建設, 日立建機, 安川電機, 京大, 早大, 東大, 産総研, ロボット学会, ロボット工業会, 情報通信技術委員会
- オブザーバー(5省庁/自治体, 2研究機関, 1団体)
 - 経済産業省, 文部科学省, 国土交通省, 総務省, 日本原子力研究開発機構, 土木技術研究所, NEDO
- 事務局
 - 製造科学技術センター

産業競争力懇談会(COCON)

H24災害対応ロボットと運用システムのあり方プロジェクト

- プロジェクトリーダー 浅間 一 東京大学
- WG1(防災ロボット) 主査:田所 諭 東北大学
- WG2(無人化施工システム) 主査:植木睦央 鹿島建設
- WG3(インフラ点検/メンテナンスロボット) 主査:大石直樹 新日鐵
- WG4(運用システム及び事業化) 主査:川妻伸二 JAEA
- メンバー(20社, 6研究機関, 3団体)
 - 鹿島建設, 清水建設, 新日鐵, 東芝, 日立, HGNE, 富士通, 三菱重工, 三菱電機, コマツ, 熊谷組, 大林組, 大成建設, 竹中工務店, 日立建機, 安川電機, 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, 京大, 早大, 東大, 産総研, JAEA, 土研, ロボット学会, ロボット工業会, 情報通信技術委員会
- オブザーバー(4省庁/自治体, 1団体)
 - 経済産業省, 文部科学省, 国土交通省, 総務省, NEDO
- 事務局
 - 製造科学技術センター

研究開発拠点・プロジェクト

- 基盤技術研究(10年プロジェクト)
- 高度実用化研究(5年プロジェクト)
- ソリューション導出・システム化技術開発(競技会)

文科省

経産省

文科省

総科技

戦略設計・策定

- 事業化推進
- 開発と使用の継続的循環

総科技

検証

評価



防災ロボットセンター

内閣府

- 実証試験, オペレータ訓練
 - テスト・運用フィールド, モックアップ
 - Disaster City Japan
 - 工事フィールド
 - 福島原発モデル, など
- 機能評価・認証(防爆性, 耐放性, 耐久性, 安全性など)
 - 評価センター
- ロボット技術情報の集積化・一元的管理・提供
- 緊急時対応(災害時の配備)



消防庁

国交省

自衛隊

エネ庁

電事連

産総研

国交省

自衛隊

標準化活動

- ロボットの機能評価
- インタフェース仕様

文科省

経産省

制度設計

- 規制緩和
 - 特区など
- 規制強化
 - 配備の義務化など
- 税制策定
 - 免税措置など
- 環境整備
 - 無線周波数の確保など

経産省

内閣府

財務省

総務省

活用

ニーズ

投入

平時の利用

- 社会インフラ・設備の点検・保守
- 危険工事

有事の利用

- 災害現場での災害対応
- 事故現場での事故対応



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

精密工学専攻
Dept. of Precision Engineering

研究開発拠点及び研究開発プロジェクト立ち上げ

国土強靱化・実用防災ロボット開発のための

研究開発拠点の設置と研究開発プロジェクトの立ち上げ

ニーズ駆動型プロジェクト

■ 技術開発: 基盤技術研究(10年), 高度実用化研究(5年), 運用実証型研究

特殊環境 **移動・アクセス技術**

遠隔操作 **安定通信技術**

遠隔操作 **空間認知技術**

操作性向上のための **自律化・知能化技術**

計測技術とそれに基づく **点検・診断・メンテ技術**

■ ソリューション導出競技会

システム化技術開発



防爆性の必要性

JR西日本福知山線脱線事故
2005年(平成17年)4月25日



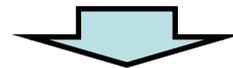
1階駐車場でガソリン漏れ

新潟県南魚沼市トンネル内爆発事故
2012年5月24日



トンネル内で可燃性天然ガスが発生

引火の恐れがある機器は導入できず

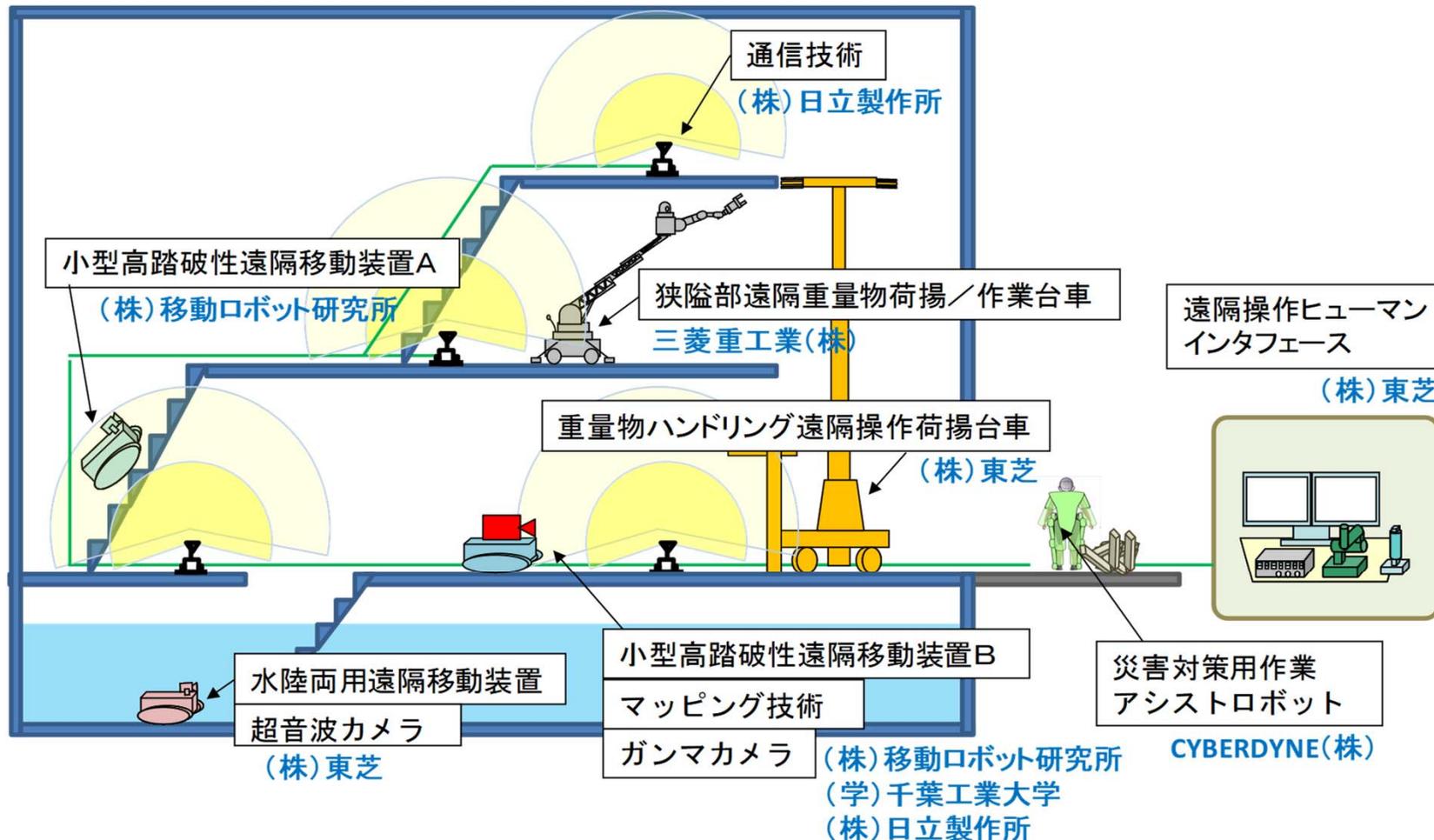


防爆性の機能評価
認定された機器の導入

災害対応無人化システム研究開発プロジェクト

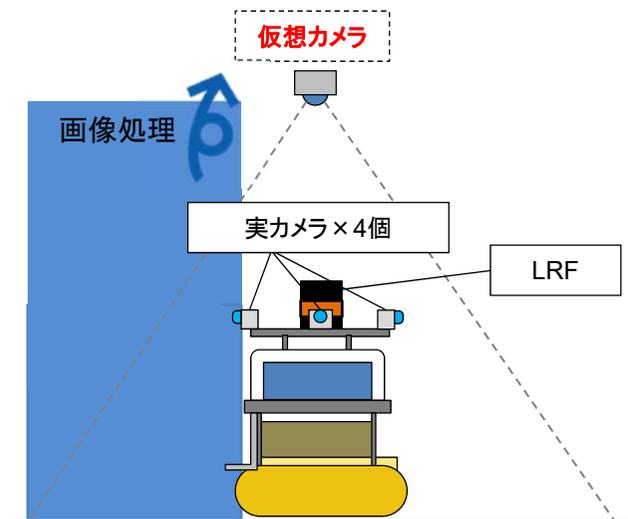
■ 実用イメージ

小型高踏破性遠隔移動装置、狭隘部遠隔重量物荷揚／作業台車、重量物ハンドリング遠隔操作荷揚台車、災害対策用作業アシストロボット等の各技術が、共通の通信技術、ヒューマンインタフェース等により連携し、先行調査、機材の搬入・設置、工事、有人作業等を行うことが可能。

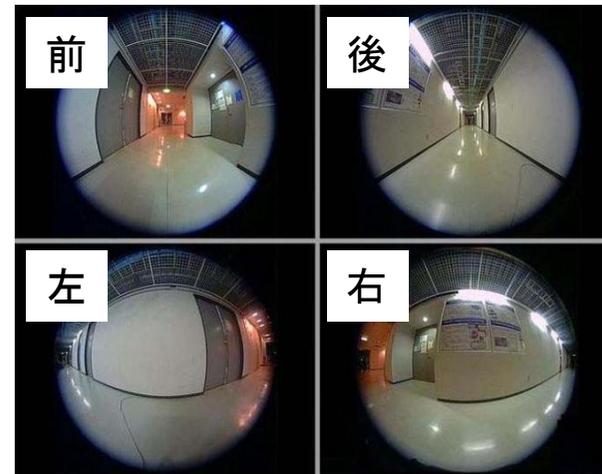


コンセプト

- 複数の魚眼カメラを画像処理して仮想カメラを生成
- LRF (測距センサ) を使用



俯瞰画像コンセプト



複数の魚眼カメラ(視野180°)

実装成果

(NEDO)災害対応無人化システム研究開発プロジェクト



狭い通路



俯瞰画像

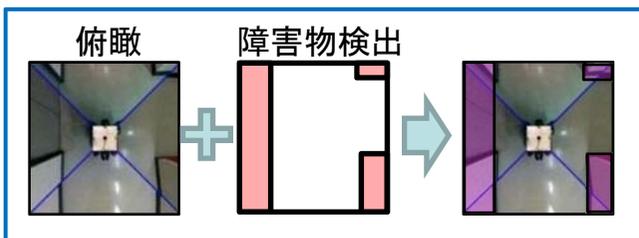
測域センサを加えた俯瞰映像

カメラ+ **測域センサ**による災害対応向け俯瞰映像

障害物重畳機能

障害物を俯瞰映像上で可視化

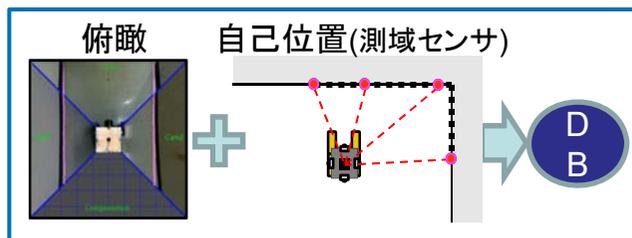
障害物を容易に把握可能



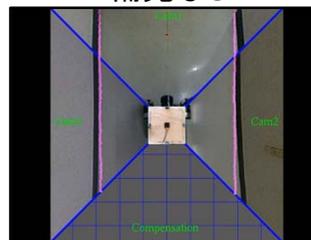
欠損補完機能

欠損部分を過去映像で補完

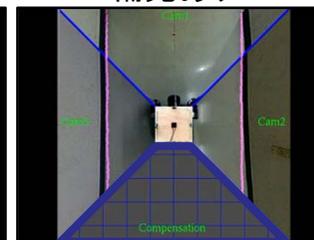
カメラ信号がない場合も対応可能



補完なし



補完あり

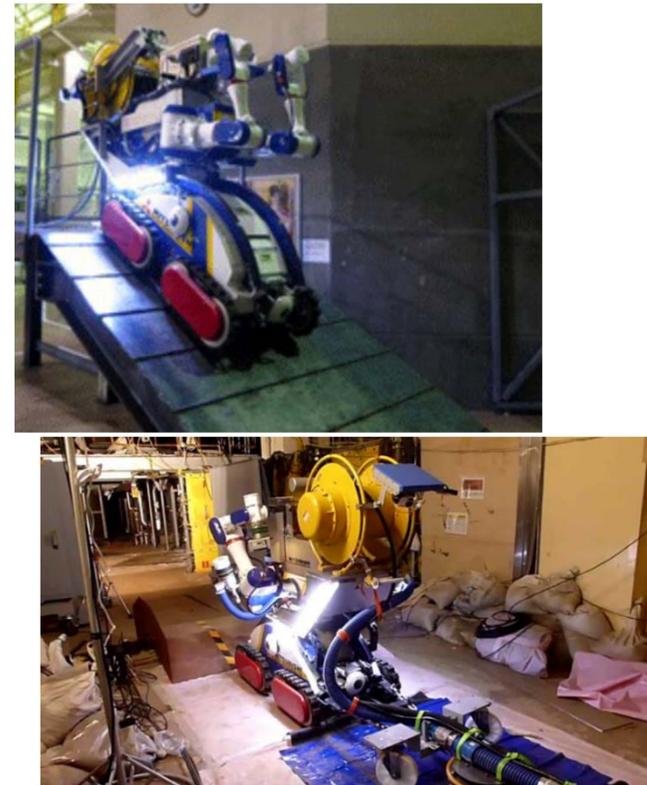


福島第一原子力発電所廃止措置のためのロボットへの応用

MHI Super Giraffe



MHI MEISTeR



無人化施工における俯瞰映像提示

■ 実験風景



■ 3パターンの映像提示



①前方映像＋俯瞰映像



②前方映像＋カメラ車映像



③前方映像のみ

身体意識

運動主体感

Sense of Agency (SoA)

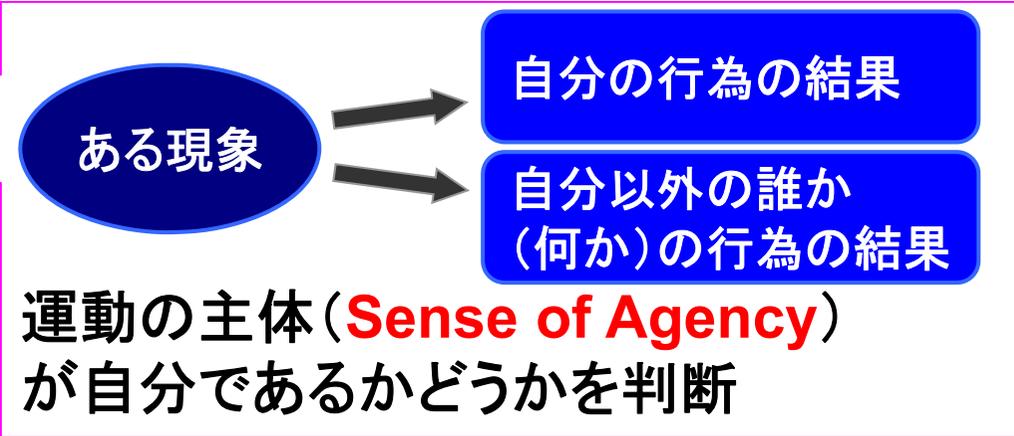
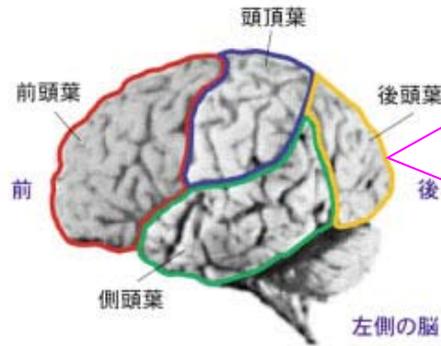
自己の身体運動の主体が自分であるという感覚

身体保有(保持)感

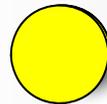
Sense of (Body) Ownership (SoO)

自己の身体が自分のものだという感覚

運動主体感とは



[Farrer 2002]

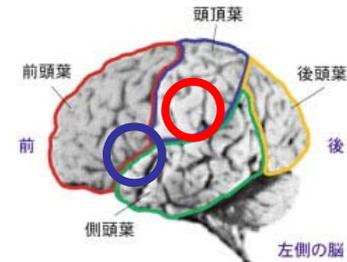


自分で制御



人の影響

両側島皮質前部



両側頭頂葉下部

運動主体感メカニズムを解明することは
使い易いヒューマンI/Fの設計に有用

統合失調症の過大帰属・過小帰属

統合失調症 (Schizophrenia)

- 脳をはじめとする神経系の病気。自他帰属性に異常が見られる。

[臨床上の症状]

■ **幻聴**・・・自分の声、内言を自分のものだと考えることができない

■ **妄想**・・・自分の思考を自分のものだと考えることができない

過小帰属

[実験上の異常]

■ 何か実験タスクを行わせた場合には外部影響に気づきづらい

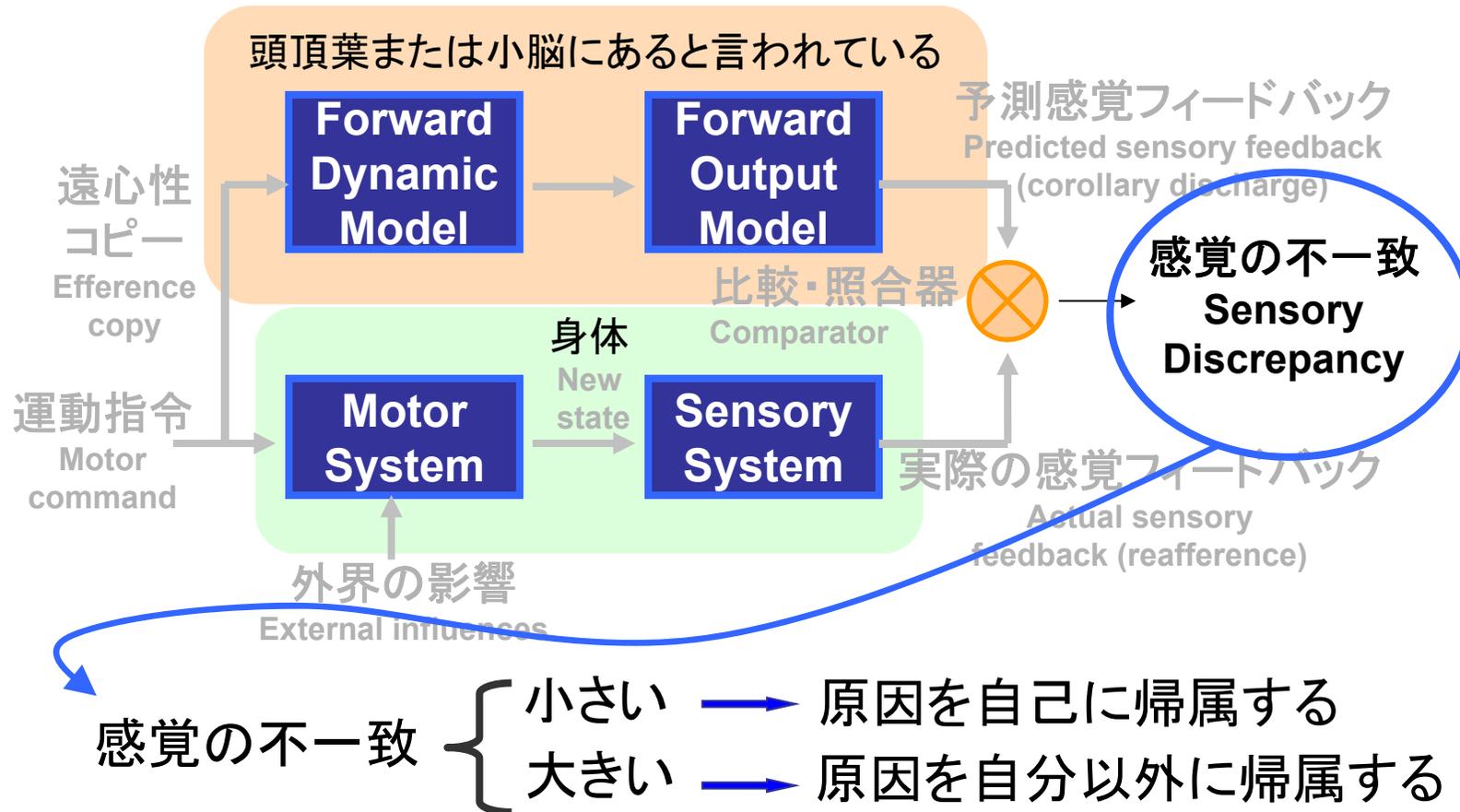


過大帰属

従来のフォワードモデルではこの帰属の仕方の違いを説明できない

運動主体感を説明する脳内モデル

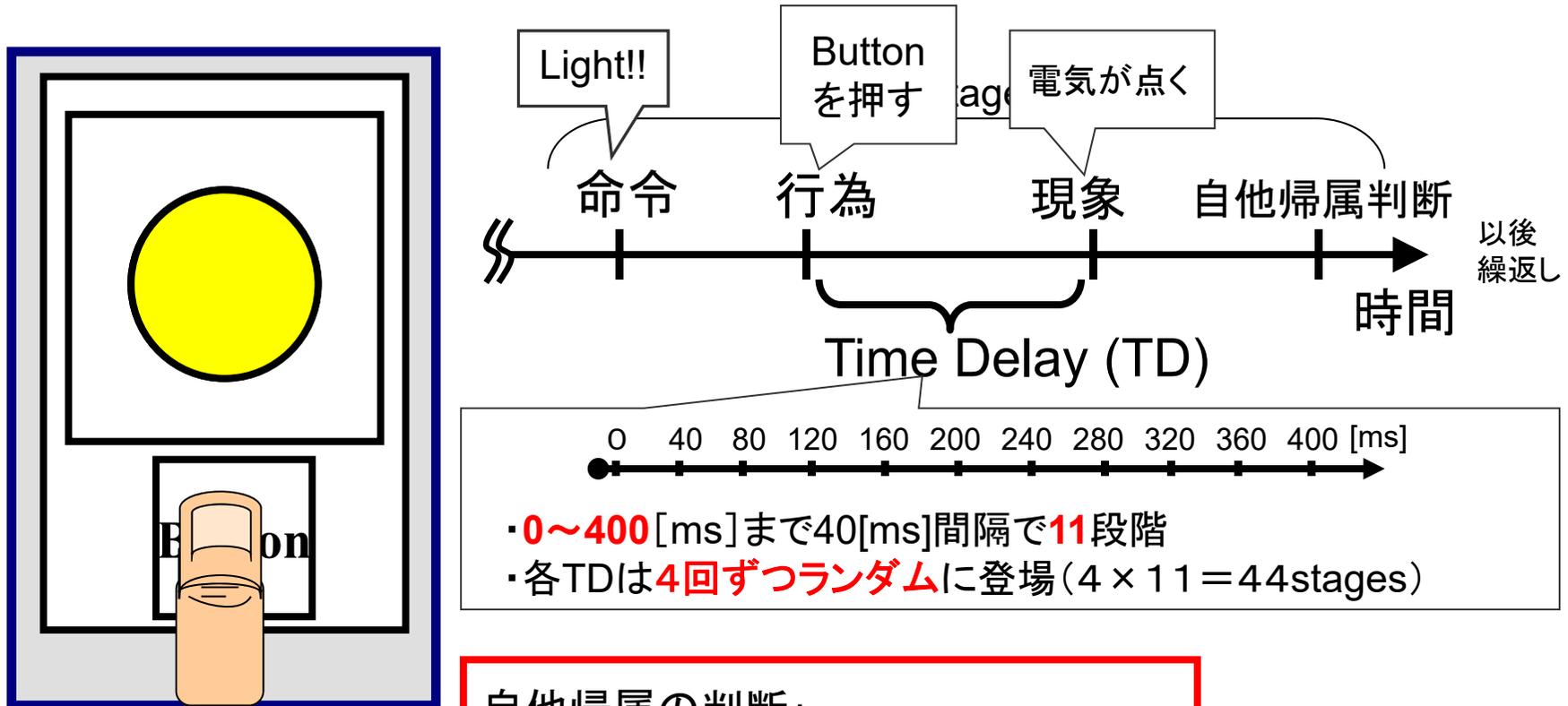
The forward model of motor control [Miall 1993]



非常に概念的なモデルであり検証が不十分

実験方法

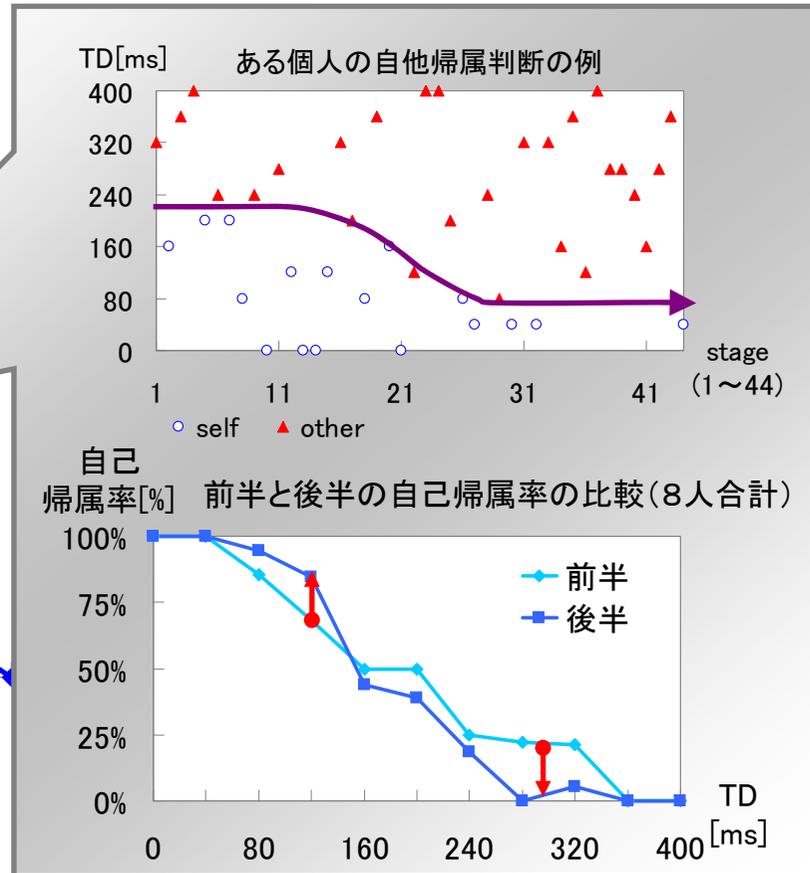
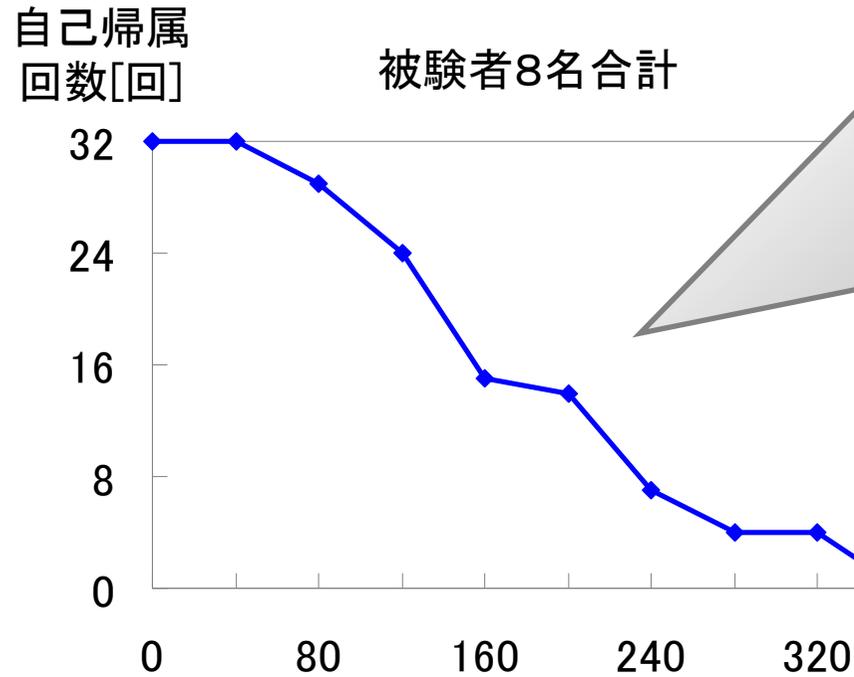
時間遅れと自他帰属性の関係を調べる実験



自他帰属の判断:

- 自分が光を点けたと感じたか
- 自分で光を点けた感覚がないか

実験結果



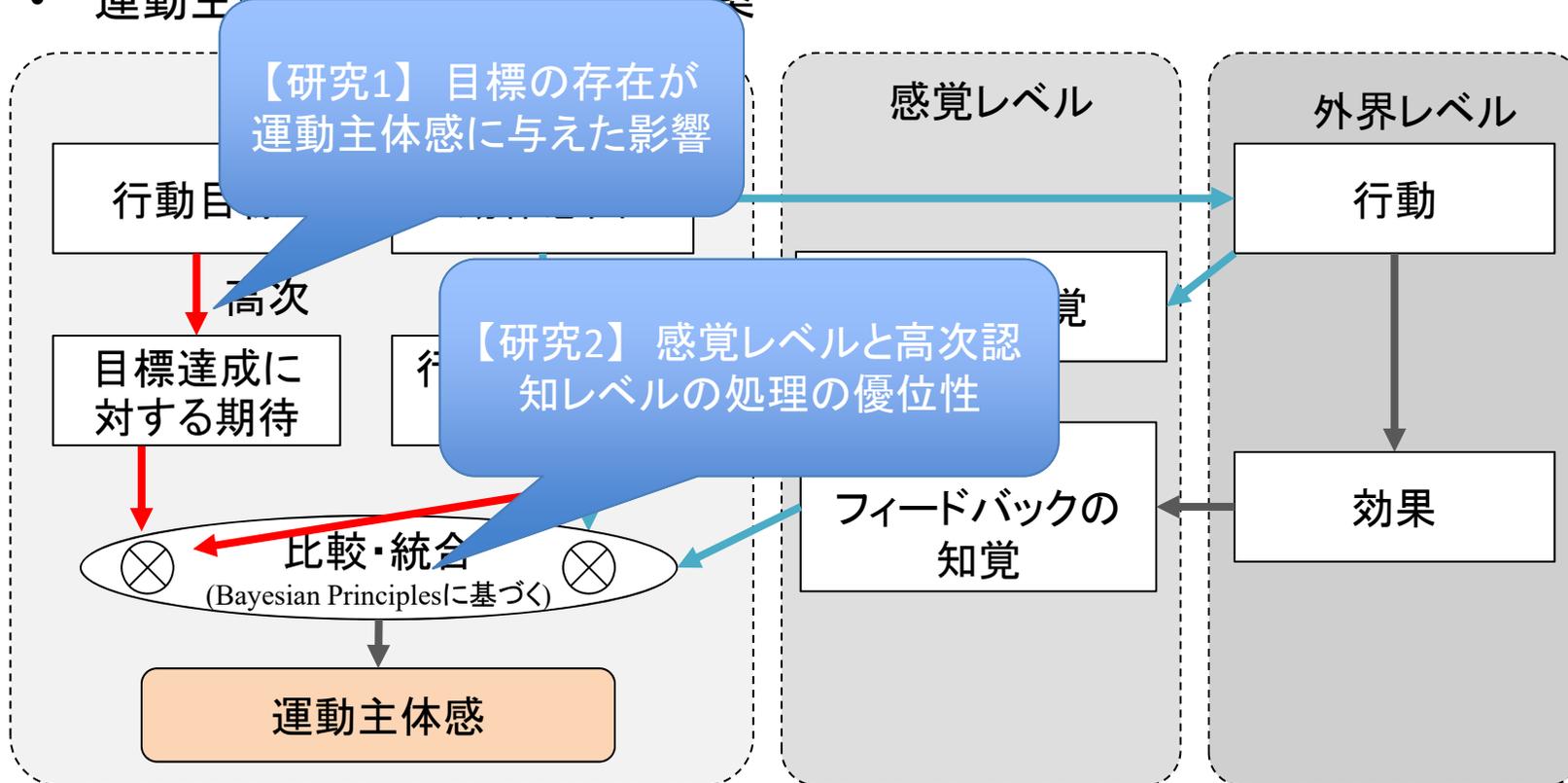
- ・TDが大きくなるほど自己帰属回数は下がる
- ・0から400[ms]の間でロジスティックな形(逆S字型)になる
- ・自他帰属判断基準はタスク進行に伴い変化し、**明確化**する

これまでの運動主体感 (SoA)・運動保持感 (SoO) に関する研究成果

- SoAの長期間実験による慣れの影響
 - ロジスティック回帰により, 時間経過とともにより判断基準がシャープになる
- SoAのマルチモーダルフィードバックの影響
 - 視覚+触覚のフィードバック
 - 視覚の優位性
 - 企図性
 - プライミング(先行刺激)によるSoAの向上
 - 視覚+聴覚のフィードバック
 - 聴覚刺激低次によるSoAの向上
 - リズム音: SoAの低下
- SoO(ラバーハンド錯覚)の客観的指標
 - 筋電による検出
 - 2点刺激の分別性

運動主体感の生起における高次認知プロセスの役割

- 運動主体感の生起モデルの提案

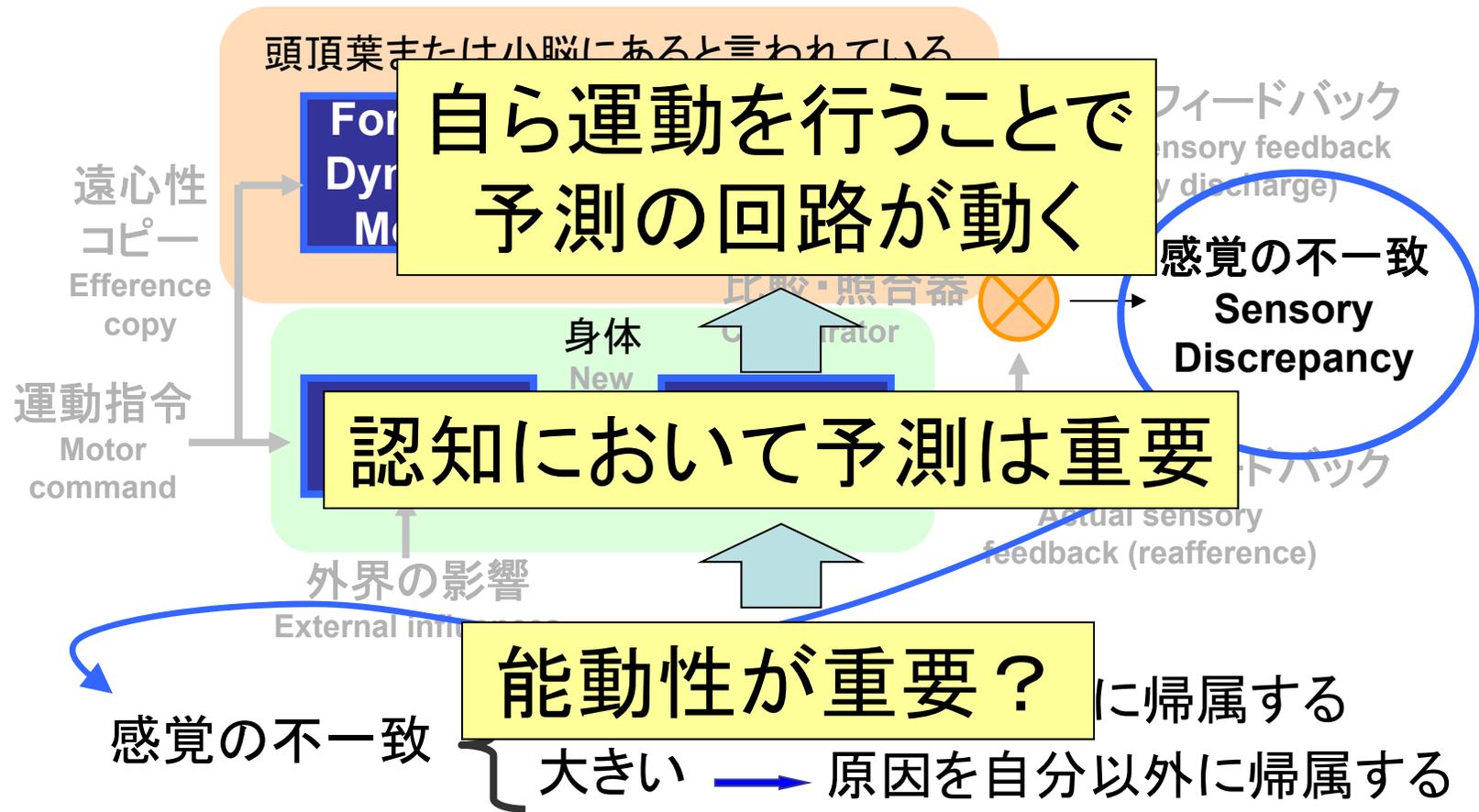


- 従来のComparator Modelによる感覚レベルの比較プロセス
- 高次認知レベルにおける比較プロセス(本研究)

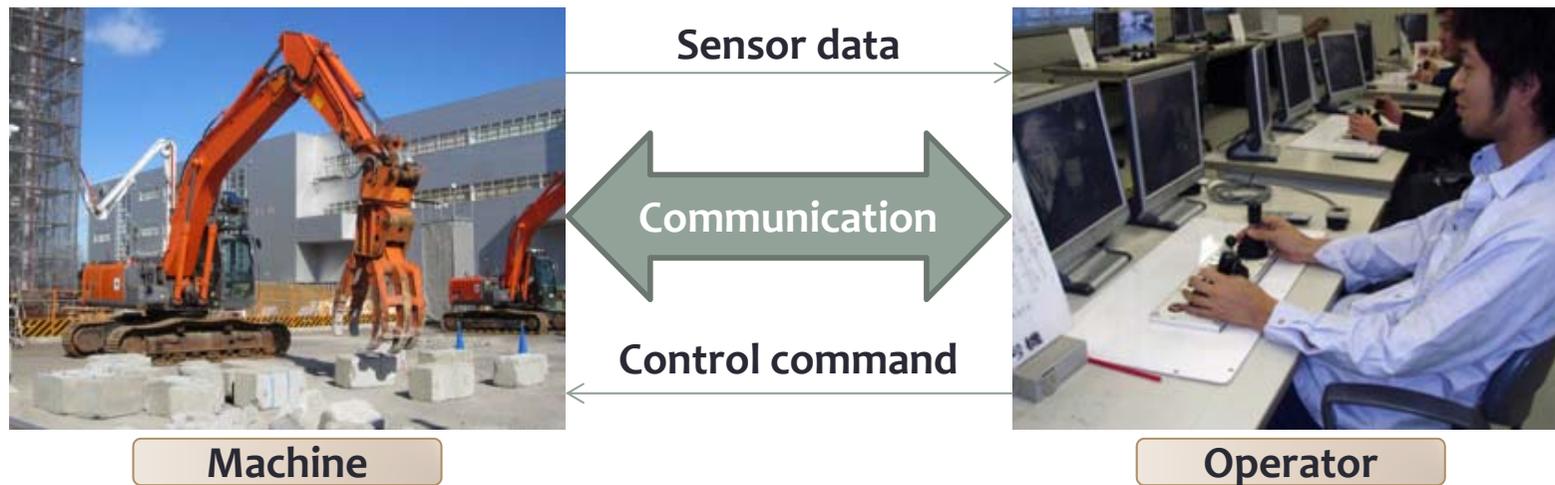
Wen Wen, Atsushi Yamashita, Hajime Asama: "The Influence of Goals on Sense Control", *Consciousness and Cognition*, Vol.37, pp.83-90 (2015).

運動主体感を説明する脳内モデル

The forward model of motor control [Miall 1993]



遠隔操作における時間遅れ



認知能力

- **in Passive Condition**
 - Cognition from Perception
 - Prediction only based on Perception

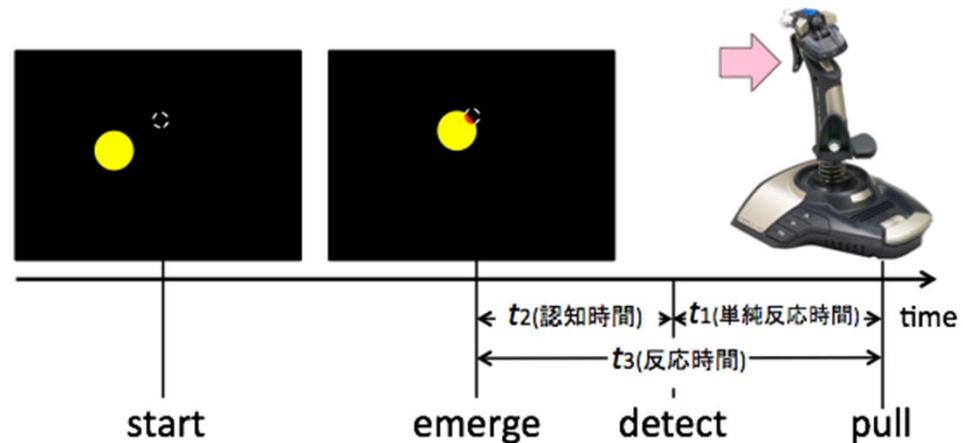
- **In Active Condition**
 - Cognition from Perception
 - Prediction based on not only Perception but also SoA Automatically Driven by Active Interaction



実験概要

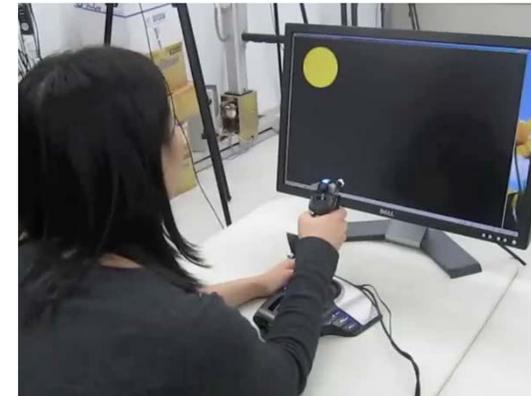


- 暗い環境内にあるターゲットを、サーチライトを用いて探索する、という視覚探索課題を行う
- ターゲットを発見したら即座にトリガを引き、ターゲット出現からトリガを引くまでの反応時間(t_3)を測定する
- 認知時間 (t_2)を認知能力の指標とする ($t_2 = t_3 - t_1$)

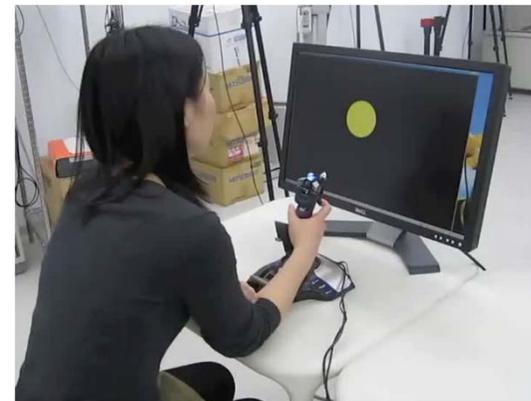


実験(能動性)

- 能動性と認知能力の関係を調べる
 - 能動性: 自分から外界へ主体的にはたらきかけ動作を行うこと
- 被験者
 - 健常な20代の男女21名 (男性:12名, 女性:9名)
- 実験設定
 - 能動的: 被験者がジョイスティックでサーチライトを動かす
 - 受動的: コンピュータが自動的にサーチライトを動かす
- 実験手順
 - ジョイスティックの操作に慣れるために練習時間をとる
 - 能動的20回, 受動的20回と条件を入れ替え, 合計80回で反応時間(t_3)を測定する



能動的



受動的

能動／受動条件における反応時間(時間遅れなし)

Active: Participants use the joystick to control the searchlight.

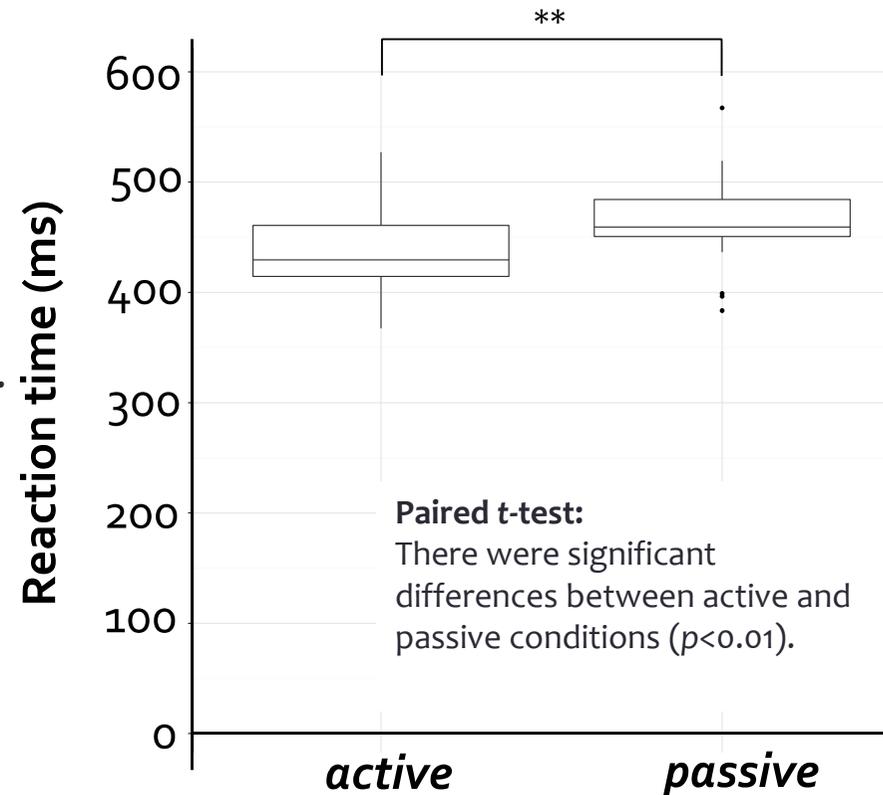
Passive: The searchlight moves automatically.

Participants:

21 volunteers (12 men, 9 women)

The experiment consists of 4 blocks
(2 active + 2 passive conditions)

In each block, 20 trials were conducted.



産業競争力懇談会(COCON)

H25災害対応ロボットセンター設立構想プロジェクト

プロジェクトリーダー	浅間 一(東京大学)
WG1(評価WG)	主査:田所 諭(東北大学)
WG2(技術WG)	主査:油田信一(芝浦工業大学)
WG3(配備WG)	主査:秋本 修(日立製作所)

メンバー(31社, 10研究機関, 2団体)

鹿島建設, 清水建設, IHI, 新日鐵住金, 東芝, 日立, HGNE, 富士通, 三菱重工, 三菱電機, コマツ, 熊谷組, 大林組, 大成建設, 竹中工務店, フジタ, 日立建機, トピー工業, モリタホールディングス, 双日エアロスペース, 三菱総研, ホンダ, 東急建設, 千代田化工建設, 新日本非破壊検査, JX日鉱日石エネルギー, アスコ, 積水化学工業, NTT, 知能技術, アイコム, 日本原子力研究開発機構, 東大, 東北大, 芝浦工大, 京大, 早大, 長岡技術科学大学, 湘南工科大学, 産総研, 先端建設技術センター, 製造科学技術センター

オブザーバー(8省庁/自治体, 1研究機関, 4団体)

経済産業省, 文部科学省, 国土交通省, 総務省, 内閣府, 防衛省, 南相馬市, 高知県, NEDO, 土研, ロボット学会, ロボット工業会, 情報通信技術委員会

事務局

コマツ, 製造科学技術センター

産業競争力懇談会(COCON)

H26災害対応ロボットの社会実装プロジェクト

プロジェクトリーダー: 浅間 一(東京大学)

サブリーダー: 秋本 修(日立製作所), 加藤 晋(産総研)

WG1(制度, 標準化検討WG)

主査: 田所 諭(東北大学), 副査: 大隅 久(中央大学), 幹事: 神村明哉(産総研)

WG2(持続的運用検討WG)

主査: 油田信一(芝浦工大), 副査: 高橋 弘(東北大学), 幹事: 森下博之(先端建設技術センター)

WG3(インフラ, 通信検討WG)

主査: 羽田靖史(工学院大学), 副査: 北原成郎(熊谷組), 幹事: 細田祐司(日本ロボット学会)

メンバー(31社, 10研究機関, 2団体)

鹿島建設, 清水建設, IHI, 新日鐵住金, 東芝, 日立, 日立GENE, 富士通, 三菱重工, 三菱電機, コマツ, 熊谷組, 大林組, 大成建設, 竹中工務店, 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, フジタ, ホンダ, 東急建設, 千代田化工建設, JX日鉱日石, 積水化学工業, アスコ, アイコム, 新日本非破壊検査, ヤンマー建機, 船山, 北酸, 富士重工業, NEC, JAEA, EVRI, 東大, 東北大, 芝浦工大, 大阪大, 早大, 工学院大, 中央大, 長岡技科大, 湘南工科大, 産総研, 先端建設技術センター, DSPリサーチ

オブザーバー(11省庁/自治体, 1社, 3研究機関, 3団体)

経済産業省, 文部科学省, 国土交通省, 総務省, 内閣府, 防衛省, 消防庁, 警察庁, 高知県, 福島県ハイテクプラザ, 南相馬市, NEDO, 土研, ロボット学会, ロボット工業会, NTT, JAXA, NICT

事務局

コマツ, 製造科学技術センター

産業競争力懇談会(COCCN)推進テーマの流れ

Council On Competitiveness – Nippon

実現に向け具体的な推進母体が活動中のもの
(上記のうちSIP対象テーマ)

解決すべき課題	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
社会的課題	資源・エネルギー 環境の制約 (エネルギー)	交通物流ルネサンス (新ITS) バイオ燃料 (セルロース系)		燃料電池自動車と 水素インフラ 次世代エネルギー システム(AES)	EV・PHV充電インフラ ヒートポンプ リチウムイオン電池 先進都市構造の構築	バイオ燃料(微細藻類) 都市づくり・社会システム構築		太陽エネルギーの 化学エネルギーへの 変換	炭酸ガスマネジメント システム 都市交通システム 海外展開 エネルギー ネットワーク	ゼロエミッション マイクログリッド
	(資源)		水資源 (海外水循環 システム) 環境修復技術 資源リサイクル(レアアース等)		企業活動と生物多様性					空気浄化技術
	超高齢社会 (少子高齢化) (医療・介護)		安全安心見守り システム	活力ある高齢社会 (シルバーニューディール)		子供の成長支援		マイデータによる健康管理		
	レジリエントな社会				医療情報の活用			レジリエント・ ガバナンス		
	地域資源					レジリエントエコノミーの構築		インフラ長寿命化		
	東京オリンピック パラリンピック			農林水産業と工業の 産業連携	機能性植物資源 (植物工場の活用)		災害対応ロボットと 運用システムのあり方	災害対応ロボット センター設立構想	災害対応ロボッ トの社会実装	
								食品バリューチェーン改革		五輪ショーケース
	産業基盤の課題	技術基盤 (先端テクノロジー)	半導体技術開発 MEMSフロンティア		基礎研究への産業界 の期待と責務 ナノエレクトロニクス グリーンパワエレ		半導体戦略 (先端研究開発)		次世代半導体戦略	革新的高機能 分離素材 3D地図基盤整備
(情報通信)		研究拠点 生活文化ルネサンス (ユビキタス)		エンタプライズ ソフトウェア生産技術	個人情報の安全に配慮した利活用の推進	HPC(スパコン)の応用	シミュレーション応用新材料設計		オープンデータ利活用	
(もの(コト)づくり)						グローバルもの (コト)づくり	コトづくりからの ものづくりへ		構工法の生産性向上	
人材			実質税負担率		子どもの理科離れ対策	実質税負担率(II)				
			大学・大学院教育	産業基盤を支える 人材育成	グローバル時代の 博士人材	グローバルなリーダー 人材の育成と活用	イノベーション創出に 向けた人材育成	女性の活躍推進		

提言と成果のポイント

研究開発

- プロジェクト
- 競技会

実証試験・オペレータ訓練

- 拠点整備
- 性能評価手法・標準化

制度

- 周波数

- 経産省／国交省次世代社会
インフラ用ロボット
- SIP(インフラ維持管理)
- ImPACT(タフロボティクスチャ
レンジ)
- WRS (World Robot Summit)
- JAEAモックアップ試験施設)
- 福島県ロボットテストフィールド
- NEDOロボット性能評価手法の
研究開発プロジェクト
- ロボット用無線通信帯域

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進体制

民間企業・研究機関等

機器の開発

【経産省中心】

インフラ・災害現場

現場での実証等

【国交省中心】

ロボットの開発～検証～評価までの一貫性のある推進体制をつくる

次世代社会インフラ用ロボットとして、「現場検証・評価」及び「開発支援」を行う5つの重点分野とその対象技術

I 維持管理

① 橋梁

- ・近接目視を代替・支援
- ・打音検査を代替・支援
- ・点検者の移動を支援



② トンネル

- ・近接目視を代替・支援
- ・打音検査を代替・支援
- ・点検者の移動を支援



③ 水中 (ダム、河川)

- ・近接目視を代替・支援
- ・堆積物の状況を把握



II 災害対応

④ 災害状況調査 (土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)

- ・現場被害状況を把握
- ・土砂等を計測する技術
- ・引火性ガス等の情報を取得
- ・トンネル崩落状態や規模を把握



⑤ 災害応急復旧 (土砂崩落、火山災害)

- ・土砂崩落等の応急復旧
- ・排水作業の応急対応する技術
- ・情報伝達する技術



「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」概要



研究開発の目的

・高度成長期以降に整備されたインフラは、今後20年で建設後50年以上経過する施設の割合が加速的に高くなる。適切な維持管理が行われないことにより、インフラの崩壊や機能不全が発生し、人命や社会に影響を及ぼす危険が高まっている。

・我が国のインフラの維持管理・更新に対する主な課題としては、維持管理・更新に対する財政問題と人材・技術不足が考えられる。

・本事業では、既存インフラの状態に応じて効果的かつ効率的な維持管理・更新等を図るため、的確にインフラの状態を把握できるモニタリングシステムの技術開発及び維持管理を行うロボット・非破壊検査装置の技術開発を行い、インフラの維持管理・更新等における財政問題及び人材・技術不足の解決に寄与する。

プロジェクト実施期間

- ①②③-2 平成26～30年度(5年間)
- ③-1 平成26～29年度(4年間)
- ④平成28～29年度(2年間)

成果適用のイメージ

① センシング技術

高精度検出部
(振動、変位等)

信号処理
無線通信

自立電源

② 画像を活用したイメージング技術

インフラモニタリングに最適なセンサ

研究開発の内容

- ①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発 (5年間)
インフラ構造物及びその構成部材の状態を常時・継続的・網羅的に把握するセンサシステム開発及びそのセンサシステムを用いたセンサネットワークシステムの構築と実証実験を行う。
- ②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発 (5年間)
完全自動により取得データからひび割れ等を判別できるデータ処理手法、撮影時の画像ボケや位置ずれを補正でき平面のみならず、奥行き(3D)もわかる画像解析手法を開発し、実証する。
- ③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発 (4年間(一部5年間))
インフラ構造物の中で、人間の立入りが困難な箇所へ移動し、インフラの維持管理に必要な情報を取得できるロボットの開発と実証実験を行う。また、これらのロボットに搭載可能な、小型の非破壊検査装置の開発と実証実験を行う。
- ④ロボット性能評価手法等の研究開発(2年間)
ロボットによる市場創出に向けて、各種ロボットに適切な性能や安全性を備えさせるために、ロボットの性能を、見極め、保証する仕組み作りを行う。ロボットの性能や操縦技術等に関する評価基準やその検証手法の確立のための研究開発を行う。

④ ロボットの性能評価手法

③ 小型化した移動用ロボットによる点検

橋梁点検

災害調査

水中点検

非破壊検査

③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発

インフラ点検・災害調査ロボット

橋梁点検用ロボット



真空吸着型
開発設計コンサルタント



飛行・懸架型
川田テクノジーズ



懸垂型
富士フィルム



磁力吸着型
熊谷組



飛行型
ルーチェサーチ



アーム型
シビル調査設計

水中心点検用ロボット



複合型
キュー・アイ



水上航行型
朝日航洋

非破壊検査装置



産業技術総合研究所

災害調査用ロボット

<土砂・火山災害>



飛行型
国際航業



移動・飛行型
日立製作所

<トンネル災害>



移動型(防爆)
三菱重工業

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の対象課題、PD、26年度配分額



革新的燃焼技術（配分額 20億円）

杉山雅則 トヨタ自動車 エンジン技術領域 領域長

最大熱効率50%の革新的燃焼技術（現在は40%程度）を世界トップクラスの内燃機関研究者の育成と持続的な産学連携体制の構築によって実現し、省エネ、CO₂削減に寄与。日本の自動車産業の競争力を維持・強化。



革新的構造材料（配分額 36.08億円）

岸 輝雄 東京大学名誉教授、物質・材料研究機構顧問

軽量で耐熱・耐環境性等に優れた画期的な材料の開発及び航空機等への実機適用を加速し、省エネ、CO₂削減に寄与。併せて、日本の部素材産業の競争力を維持・強化。



次世代海洋資源調査技術（配分額 61.6億円）

浦辺徹郎 東京大学名誉教授、国際資源開発研修センター顧問

レアメタル等を含む海底熱水鉱床やコバルトリッチクラストなど海洋資源を高効率に調査する技術を世界に先駆けて実現し、資源制約の克服に寄与。海洋資源調査産業を創出。



インフラ維持管理・更新・マネジメント技術（配分額 36億円）

藤野陽三 横浜国立大学 先端科学高等研究院 上席特別教授

インフラ高齢化による重大事故リスクの顕在化・維持費用の不足が懸念される中、予防保全による維持管理水準の向上を低コストで実現。併せて、継続的な維持管理市場の創造、海外展開を推進。



次世代農林水産業創造技術（配分額 36.2億円）

西尾 健 法政大学生命科学部 教授

農政改革と一体的に、革新的生産システム、新たな育種・植物保護、新機能開拓を実現し、新規就農者、農業・農村の所得の増大に寄与。併せて、生活の質の向上、関連産業の拡大、世界的食料問題に貢献。



次世代パワーエレクトロニクス（配分額 22億円）

大森達夫 三菱電機 開発本部 役員技監

SiC、GaN等の次世代材料を中心に、パワーエレクトロニクスの性能向上、用途と普及の拡大を図り、一層の省エネルギー化の推進と産業競争力の強化。



エネルギーキャリア(水素社会)（配分額 33.06億円）

村木 茂 東京ガス 取締役副会長

再生可能エネルギー等を起源とする電気・水素等により、クリーンかつ経済的でセキュリティレベルも高い社会を構築し、世界に向けて発信。



自動走行(自動運転)システム（配分額 25.35億円）

渡邊浩之 トヨタ自動車 顧問

自動走行(自動運転)も含む新たな交通システムを実現。事故や渋滞を抜本的に削減、移動の利便性を飛躍的に向上。



レジリエントな防災・減災機能の強化（配分額 25.7億円）

中島正愛 京都大学防災研究所 教授

大地震・津波、豪雨・竜巻等の自然災害に備え、官民挙げて災害情報をリアルタイムで共有する仕組みを構築、予防力の向上と対応力の強化を実現。



革新的設計生産技術（配分額 25.5億円）

佐々木直哉 日立製作所 研究開発グループ 技師長

地域の企業や個人のアイデアやノウハウを活かし、時間的・地理的制約を打破するような新たなものづくりを確立。地域の競争力を強化。



総合科学技術・イノベーション会議

Council for Science, Technology and Innovation

革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)

Impulsing Paradigm Change through disruptive Technologies

PM	プログラム名	概要	特徴
 伊藤 耕三 (東京大学)	超薄膜化・強靱化 「しなやかな タフポリマー」 の実現	従来の限界を超える薄膜化と強靱化を備えた「しなやかなタフポリマー」を実現。究極の安全性・省エネ自動車の実現など、材料から世の中を変える。	日本の強みを活かした世界に誇れる材料革新
 合田 圭介 (東京大学)	ゼレンディビティの計画的創出による新価値創造	1兆個以上の多種多様な細胞群から、圧倒的性能を有する稀少細胞を超高速・超正確に探索。大発見を偶然のものから必然のものに。	大発見を普通に、偶然を必然にする新次元価値
 佐野 隼二 (東芝)	コピキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現	レーザーとプラズマ技術を融合し、小型・高出力でコピキタスな光量子ビーム装置を実現。設備診断・セキュリティ、先進医療に应用。	超小型・低コスト化により応用範囲を飛躍的に拡大
 佐橋 政司 (東北大学)	無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現	電流を流さず、電圧のみで磁気メモリ素子を記録。IT機器の電力使用量を劇的に減らし、充電ストレスのないエコ社会を実現。	省エネ性能100倍電子立国日本の復活
 山海 嘉之 (筑波大学)	重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニックシステム	要介護者の自立度を高め、更に介護者負担を激減させる人とロボット等の融合複合支援技術を開発。接触・埋込み・非接触で脳神経系・身体・各種デバイスの一体化・生活支援インフラ化に挑戦。	残存機能の飛躍的拡張、人とロボットをつなぐ革新的生活支援技術の社会実装
 鈴木 隆領 (小島プレス工業)	超高機能構造タンパク質による素材産業革命	重さ当たりの強靱性が鋼鉄の340倍のクモの糸を超える超高機能構造タンパク質を自在に生産。生物機能を活用した素材産業革命。	生物機能再現への挑戦

氏名	所属	プログラム名
白坂 成功 (しらさか せいこう)	慶應義塾大学	オンデマンド即時観測を可能にする小型合成開口レーダ衛星システムによる安心の実現
野地 博行 (のじ ひろゆき)	東京大学	豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタ

PM	プログラム名	概要	特徴
 田所 諭 (東北大学)	タフ・ロボティクス・チャレンジ	未知で状況が刻一刻と変化する屋外の極限災害環境でも、タフでへこたれず、しっかり仕事をする遠隔自律ロボットを実現。	競争環境下でロボット技術を「筋金入り」に鍛え上げる
 藤田 玲子 (東芝)	核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化	地層処分が唯一の選択肢であった長寿命核分裂生成物の核反応経路を究明。生成物に含まれる白金族やレアメタル等を資源利用するエコ・システムに挑戦。	後世代の放射性廃棄物処分の負担を軽減
 宮田 令子 (名古屋大学)	進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム	昆虫等の優れた生物能力を超微細エレクトロニクスで実現。有害・危険リスクを迅速・簡便に検知し、安全・安心を実現できる社会を実現。	人間を上回る能力を社会に実装
 八木 隆行 (キヤノン)	イノベティブな可視化技術による新成長産業の創出	可視化できない生体や物体内部を、高度なレーザー・超音波技術で非侵襲・非破壊で三次元可視化。超早期診断や超精密検査・測定により、豊かで安全な生活を実現。	レーザーと超音波の融合によりリアルタイムに可視化
 山川 義徳 (NTTデータ経産研究所)	脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現	脳情報の可視化と制御によって、意識しただけで制御可能な機器開発、多言語入出力など、モノづくりやサービス革新の基盤構築。	「思考」の「見える化」がもたらす新たな社会
 山本 喜久 (国立情報学研究所/理化学研究所)	量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現	脳型情報処理を量子コンピュータに取り込んだ量子人工脳を開発。絶対に盗聴を許さない量子セキュアネットワークで結んだ高度情報社会の基盤確立。	スパコンでも処理できない大規模計算を実行する量子人工脳の開発

氏名	所属	プログラム名
原田 香奈子 (はらだ かなこ)	東京大学	バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命
原田 博司 (はらだ ひろし)	京都大学	超ビッグデータプラットフォームによる社会リスク撤廃のための革新的イノベーション

タフロボティクスチャレンジで開発されているロボットの例



イノベーション・コースト構想（復興庁）

- 福島県浜通り地域での新産業育成を図る「イノベーション・コースト構想」で復興を加速。
- 東日本大震災の経験を踏まえ、災害などに役立つロボット・ドローンを構想の柱に。

既に事業化が進んでいるものの例

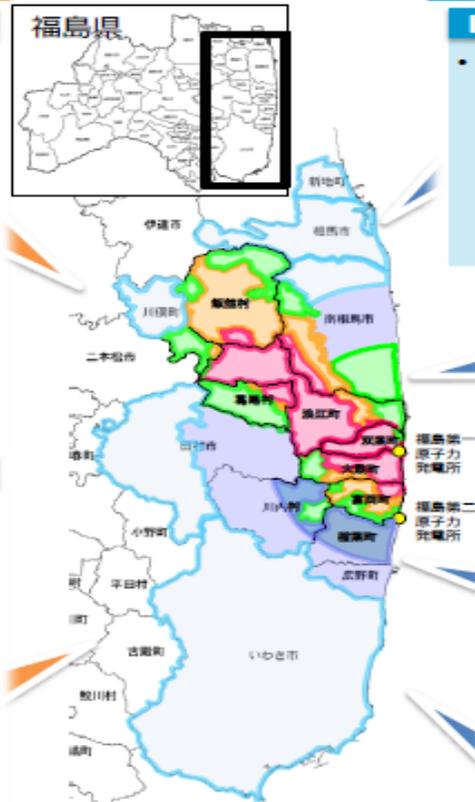
モックアップ試験施設（楢葉町）

- ・ 原子炉格納容器下部の漏えい箇所を調査・補修するロボット等の機器・装置の開発・実証試験等の実施を想定。
- ・ 本年10月19日に開所式を実施（研究管理棟は完成）。来年4月ごろに、試験棟を含めた本格運用開始（予定）。



福島浜通りロボット実証区域

- ・ 橋梁、トンネル及びダム・河川その他山野等を利用したロボット実証区域。
- ・ 12月22日時点で、14の開発事業者が31の実証試験を希望。2件の実証試験が行われ、その他については、市町村とマッチング中。



平成28年度の経産省の主な取組の方向性

ロボットテストフィールド 28年度：51.0億円

- ・ 福島浜通り地域において、福島県の重点産業であるロボット分野の地元中小企業や県外先進企業による産業集積を構築し、被災地の自立と地方創生のモデルを形成するため、ロボットテストフィールド及び研究開発施設等を整備する。



共同利用施設（ロボット技術開発等関連）

28年度：21.7億円

- ・ 福島県浜通り地域においてロボット分野等の先進的な共同利用施設の整備、設備等の導入等を行う。



地域復興実用化開発等促進事業

28年度：69.7億円

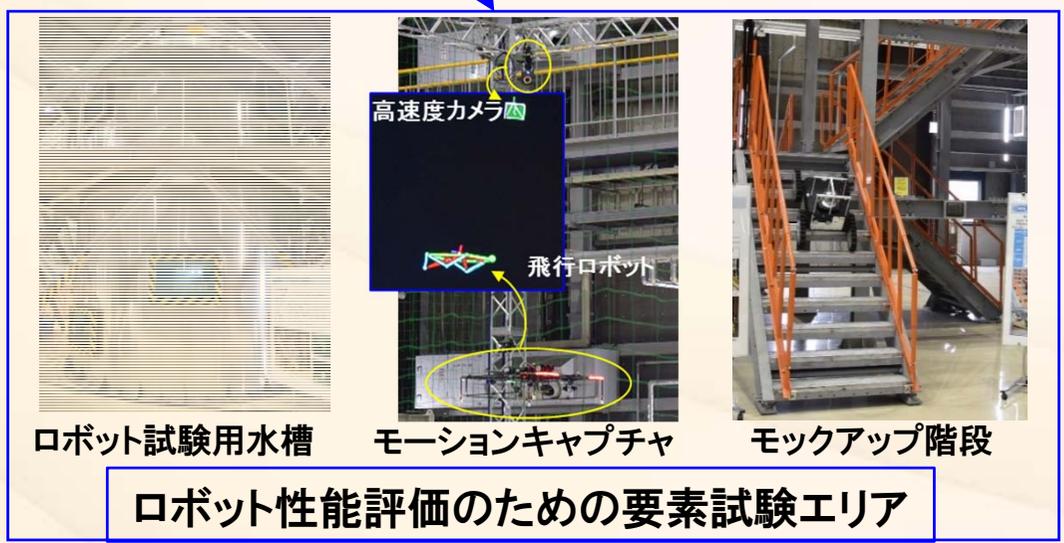
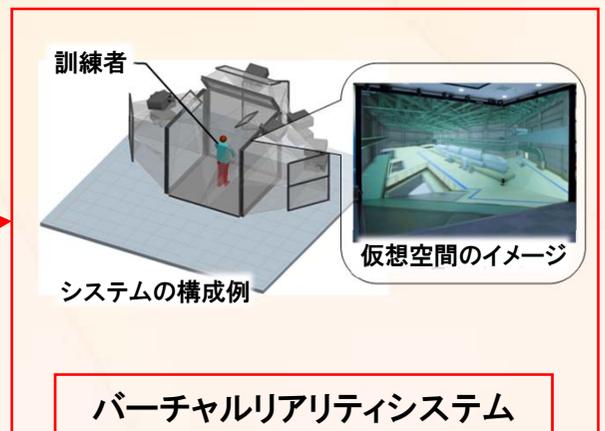
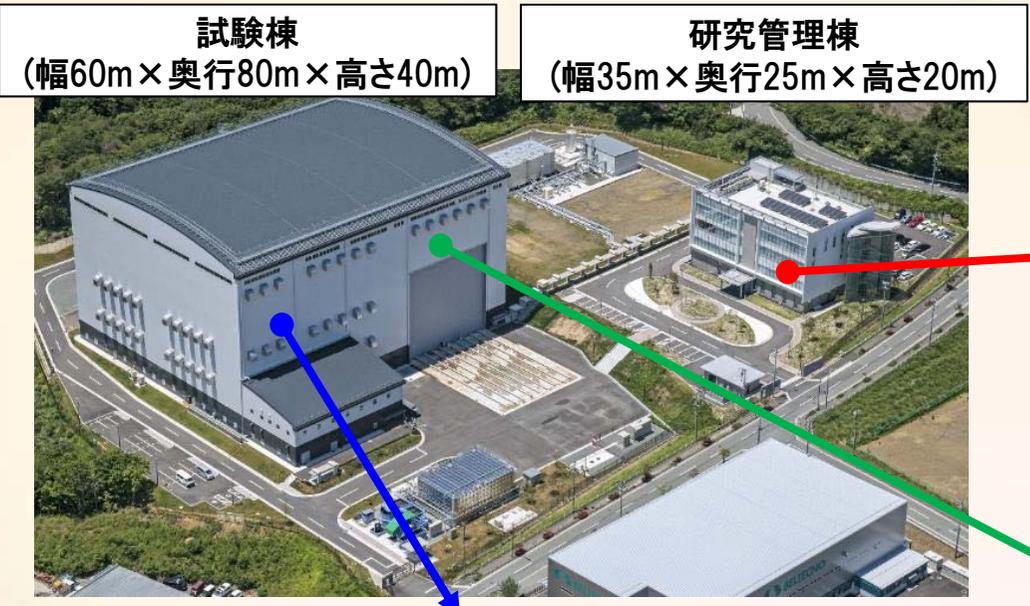
- ・ ロボット技術等イノベーション・コースト構想の重点分野について、地元企業との連携等による地域振興に資する実用化開発等の費用を補助する。

実現可能性調査（FS調査）

28年度：1.0億円

- ・ 今後プロジェクトの具体化を進めて行くに当たり必要な調査等を実施する。

日本原子力研究開発機構 楢葉遠隔技術開発センター(モックアップによる試験施設)



福島ロボットテストフィールド 平成30年度 順次開所予定

物流やインフラ点検、大規模災害などに対応する陸・海・空のロボットの大実証拠点として、福島県浜通り地域に「ロボットテストフィールド」が誕生します。



物流やインフラ点検、大規模災害などに対応
陸・海・空のロボット大実証拠点 in 福島県
国際産学官共同利用施設



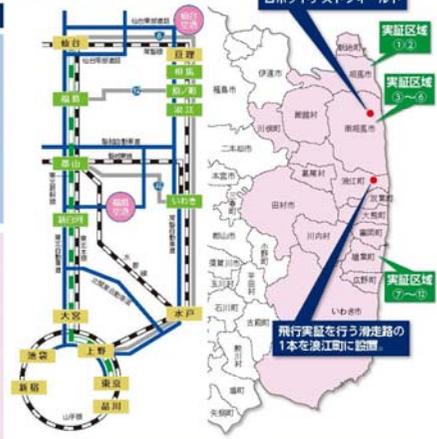
福島県 商工労働部 ロボット産業推進室
 〒960-8670 福島県福島市杉妻町2-16 TEL024-521-8058 E-mail:robot@pref.fukushima.lg.jp

ロボットテストフィールド・国際産学官共同利用施設とは…
 物流やインフラ点検、大規模災害などに対応する陸・海・空のロボットを対象として、ロボットの使用が想定される多様な環境を模擬できる大規模な実証フィールド。実証試験を支援する基本的な環境試験・計測・加工設備や、研究者を支援する長期間滞在設備を備える。

◆ロボットテストフィールドが備える主な機能

施設・設備名	主な機能
無人航空機エリア	・縦横ネット付飛行場や滑走路での基本飛行試験 ・落下試験 [1500×W20m] ・縦横ネット付飛行場 [150×80×H20m] ・落下試験塔 [680×W200m] ・ヘリポート [40×25m] ・連続飛行耐久試験施設 [10×10×H5m]
インフラ点検・災害対応エリア	・トンネル、橋梁、道路、市街地、住宅、ビル、プラントでの維持点検、障害物除去、啓蒙、捜索救助訓練 ・風雨、火災、発煙、ガス漏れ(防煙)、場所など多様な環境を模擬 ・土砂、泥濘、岩石、コンクリ、倒木、車両、電柱、亀裂、陥没など多様な障害を設置 ・電源、LAN回線、計測カメラ、スピーカー、照明車、クレーン車、整備室などの支援機器を設置
水中水上ロボットエリア	・屋内外の大型水槽での基本運動性能試験 ・水中構造物を水没させての維持点検試験 ・ダム、河川を想定した水流、濁度、明瞭を調整可能 ・水没市街地、水没車両の捜索救助訓練
開発基盤エリア	・基礎的な計測装置、耐環境試験装置、加工機 ・電波室、3軸同時振動試験、防塵試験など特殊計測装置 ・滞在専用の研究室、オフィス、TV会議室、宿泊施設、整備格納庫

◆交通アクセス



常磐自動車道 南相馬IC
東京から車で約180分!!

車	東北自動車道	福島西IC	国道12号線	南相馬
川口JCT	約170分		約90分	南相馬
三権IC			常磐自動車道	南相馬
			約180分	南相馬
仙台	東北自動車道	仙台南西IC	仙台東部IC	常磐自動車道
				約57分
鉄道	東北新幹線	仙台駅	常磐線	原ノ町駅
		約90分		約90分

【福島浜通りロボット実証区域】～福島でロボットの实証試験と操縦訓練が行えます～
 物流、災害対応、インフラ点検用ロボットに関する事業を行っている企業、大学、研究機関等に対して、福島浜通りの橋梁、トンネル、ダム、河川、山野等を、福島県が斡旋して、実証試験や操縦訓練の場として提供し、ロボットの実用化を支援します。



上記の施設以外で実証を行いたい場合も相談に応じます。

「インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト」概要



研究開発の目的

・高度成長期以降に整備されたインフラは、今後20年で建設後50年以上経過する施設の割合が加速的に高くなる。適切な維持管理が行われないことにより、インフラの崩壊や機能不全が発生し、人命や社会に影響を及ぼす危険が高まっている。

・我が国のインフラの維持管理・更新に対する主な課題としては、維持管理・更新に対する財政問題と人材・技術不足が考えられる。

・本事業では、既存インフラの状態に応じて効果的かつ効率的な維持管理・更新等を図るため、的確にインフラの状態を把握できるモニタリングシステムの技術開発及び維持管理を行うロボット・非破壊検査装置の技術開発を行い、インフラの維持管理・更新等における財政問題及び人材・技術不足の解決に寄与する。

プロジェクト実施期間

- ①②③-2 平成26～30年度(5年間)
- ③-1 平成26～29年度(4年間)
- ④平成28～29年度(2年間)

成果適用のイメージ

① センシング技術

高精度検出部
(振動、変位等)

信号処理
無線通信

自立電源

② 画像を活用したイメージング技術

インフラモニタリングに最適なセンサ

研究開発の内容

- ①インフラ状態モニタリング用センサシステム開発 (5年間)
インフラ構造物及びその構成部材の状態を常時・継続的・網羅的に把握するセンサシステム開発及びそのセンサシステムを用いたセンサネットワークシステムの構築と実証実験を行う。
- ②イメージング技術を用いたインフラ状態モニタリングシステム開発 (5年間)
完全自動により取得データからひび割れ等を判別できるデータ処理手法、撮影時の画像ボケや位置ずれを補正でき平面のみならず、奥行き(3D)もわかる画像解析手法を開発し、実証する。
- ③インフラ維持管理用ロボット技術・非破壊検査装置開発 (4年間(一部5年間))
インフラ構造物の中で、人間の立入りが困難な箇所へ移動し、インフラの維持管理に必要な情報を取得できるロボットの開発と実証実験を行う。また、これらのロボットに搭載可能な、小型の非破壊検査装置の開発と実証実験を行う。

④ロボット性能評価手法等の研究開発(2年間)
ロボットによる市場創出に向けて、各種ロボットに適切な性能や安全性を備えさせるために、ロボットの性能を、見極め、保証する仕組み作りを行う。ロボットの性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法の確立のための研究開発を行う。

④ ロボットの性能評価手法

③ 小型化した移動用ロボットによる点検

橋梁点検

災害調査

水中点検

非破壊検査

研究開発項目④

ロボット性能評価手法等の研究開発 研究開発のねらい



ロボットテストフィールドにおいては、**優先的に実施することが適切と考えられる3つの活用テーマの対象分野**ごとに、実証試験を通じて各種ロボットに求められる性能レベル等を把握し、最適な性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法の確立のための研究開発を行う。

対象分野	対象ロボット
①無人航空機を活用した物流分野	物流のための無人航空機
②無人航空機及び水中ロボットを活用したインフラ維持管理分野	橋梁・ダム・河川点検のための無人航空機または水中ロボット
③無人航空機及び陸上ロボットを活用した災害対応分野	火山・土砂・トンネル崩落等の災害調査のための無人航空機及び陸上ロボット

ユースケースごとに、既存のロボットによる各種試験を行った後、**結果データを基に求められる性能レベルを設定し、それを踏まえて開発されたロボットによる各種試験を実施**。さらにこのサイクルを繰り返すことで、最適な性能評価手法等を研究開発する。

41

大会名称



大会名称：
World Robot Summit (WRS)

競技大会：World Robot Challenge (WRC)

ものづくり分野：

World Robot Challenge (Industrial Robotics Category)

サービス分野：

World Robot Challenge (Service Robotics Category)

インフラ・災害対応分野：

World Robot Challenge (Disaster Robotics Category)

ジュニア競技：

World Robot Challenge (Junior Category)

展示会：World Robot Expo (WRE)

開催地・開催時期

- 2018年プレ大会については東京ビッグサイトで、2020年本大会については愛知県空港島大規模展示場で開催。
- 特別な施設（プラント、トンネル）が必要なインフラ・災害対応分野の一部の競技については、福島ロボットテストフィールドで実施。

2018年プレ大会

(World Robot Summit 2018)

開催地：

東京ビッグサイト（東ホール）

開催時期：

2018年10/17(水)～

10/21(日) の5日間

※Japan Robot Weekと同時開催

2020年本大会

(World Robot Summit 2020)

開催地：

愛知県空港島大規模展示場

開催時期：

2020年10月上旬の1週間程度

※ロボカップアジアパシフィック大会と同時開催を予定

うち、一部のインフラ・災害対応分野の競技

開催地：福島ロボットテストフィールド

開催時期：2020年8月中旬の3日間程度

競技種目

- 3分野で合計6種目+ジュニア競技で、7種目を実施予定。

分野	種目	本大会での実施場所	想定参加層	競技内容	評価方法
ものづくり	製品組立	愛知県大規模展示場	大学、研究機関、企業等のチーム	工業製品等の組立に必要な技術要素を含んだモデル製品を早く正確に組立	スピード、正確さ、コスト、省エネ性等
サービス	家庭内の各種作業支援			家庭における片付け(整理整頓、収納等)や留守番対応	課題達成状況、人の介在度合、省エネ性等
	店舗における各種業務支援			食品など複数種類の商品の品出し・入替、客や従業員とのインタラクション、トイレの清掃	課題達成状況、所要時間、作業の質(陳列の美しさ等)、省エネ性等
インフラ・災害対応	プラント災害予防	福島ロボットテストフィールド	大学、研究機関、企業等のチーム	十数種のインフラ点検項目に基づく点検メンテナンス(バルブ開閉、消耗品交換等)災害を想定した要救助者搜索	課題達成状況、作業の質、省エネ性等
	トンネル事故災害対応・復旧			トンネル災害を想定した情報収集、緊急対応(人命救助、車両排除等)	課題達成状況、作業の質、省エネ性等
	災害対応標準性能評価	愛知県大規模展示場		災害予防・対応で必要となる標準性能評価(移動能力、作業能力、センシング能力、情報収集能力、無線通信能力、遠隔操作性能、現場展開能力、耐久性)	各性能の課題達成状況、作業の質等
ジュニア	学校、家庭を想定した種目		上限19歳までのチーム	「学校」学校環境においてニーズのありそうなタスクとそれを実現するロボットを製作 「家庭」サービス分野と同様のタスクを設定しロボットを製作	革新性、効果、創造性、チームワーク等

※2020年の競技内容については、現時点での想定であり、技術の進歩や2018年のプレ大会での実施結果等も踏まえて、本大会の2年前を目途に確定。

(経産省提供)

H27年度COCN災害対応ロボット推進連絡会

COCN

推進体制:産官学87名, 48団体, オブザーバー15団体 (平成27年度)

■リーダー : 浅間 一(東京大学)

■顧問・COCN実行委員 : 渡辺裕司(小松製作所)

■サブリーダー : 秋本 修(日立製作所), 加藤 晋(産業技術総合研究所)

■WG1(制度, 標準化検討WG)

主査:田所 諭(東北大), 副査:大隅 久(中央大), 幹事:神村明哉(産総研), 木村哲也(長岡技科大)

■WG2(持続的運用検討WG)

主査:油田信一(芝浦工大), 幹事:森下博之(先端建設技術センター)

■WG3(インフラ・通信検討WG)

主査:羽田靖史(工学院大), 副査:北原成郎(熊谷組), 幹事:細田祐司(日本ロボット学会)

■メンバー:

鹿島建設(株), 清水建設(株), 新日鐵住金(株), (株)IHI, (株)IHIエアロスペース(株)東芝, (株)日立製作所, 富士通(株), JX日鉱日石エネルギー(株), 三菱重工業(株), 三菱電機(株), (株)小松製作所, (株)大林組, 大成建設(株), (株)熊谷組, (株)竹中工務店, (株)フジタ, 東急建設(株), 千代田化工建設(株), 日立建機(株), (株)本田技術研究所, 富士重工業(株), (株)モリタホールディングス, 双日エアロスペース(株), 新日本非破壊検査(株), エンジニア・ビジョンRI.Inc., アイコム(株), アイベックステクノロジー(株), 三菱電機特機システム(株), ヤンマー(株) 東京大学, 早稲田大学, 東北大学, 芝浦工業大学, 大阪大学, 長岡技術科学大学, 中央大学, 工学院大学, 湘南工科大学, (独)産業技術総合研究所, (一財)製造科学技術センター, (一財)先端建設技術センター, (独)日本原子力研究開発機構, (一社)日本ロボット学会, 日本電信電話(株), (株)コーワテック, 東京電力(株), 東京ガス(株), 海洋研究開発機構,

■オブザーバー

ロボット革命イニシアティブ協議会、経済産業省、文部科学省、国土交通省、防衛省、福島県、福島県ハイテクプラザ、南相馬市、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(独)宇宙航空研究開発機構、(一社)日本ロボット工業会、(一社)日本UAS産業振興協議会、日本原子力発電(株)、防衛大学校、(独)科学技術振興機構、土木研究所、

■事務局:布谷貞夫, 田淵俊宏(小松製作所)

無線通信インフラ

■ 目 的

- 災害対応ロボットの社会実装に向けた信頼性の高い無線通信帯域の確保

■ 2015年度の活動と成果

- 総務省：「情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会 ロボット作業班」及び（一社）電波産業会：「ロボット用電波利用システム調査研究会」におけるロボット用無線通信帯域の調整



- **ロボット用無線通信帯域（169MHz, 2.4GHz, 5.7GHz）の確保**

（H28年3月答申予定）

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou/robot/index.html

H28年度災害対応ロボット推進連絡会

COCN
Council on Competitiveness-Nippon

産官学111名、56団体、オブザーバー14団体（7月6日現在）

- リーダー：浅間 一(東京大学)
- COCN実行委員：神川 信久(小松製作所)
- 顧問：田所 諭(東北大学)
- サブリーダー：秋本 修(日立製作所)、加藤 晋(産業技術総合研究所)
- WG1（制度・標準化検討WG）
主査:大隅 久(中央大学)、副主査:木村哲也(長岡技術科学大学)、幹事:神村明哉(産業技術総合研究所)
- WG2（現場での活用を通じたロボットの社会実装のあり方検討WG）
主査:油田信一(芝浦工業大学)、副主査:栗生暢雄(大林組)、副主査:高田 亮平(新日鐵住金)、
幹事:増竜郎(先端建設技術センター)
- WG3（無線通信インフラ検討WG）
主査:羽田靖史(工学院大)、副主査:北原成郎(熊谷組)、副主査:五十嵐広希(長岡技術科学大学)、
幹事:細田祐司(日本ロボット学会)
- メンバー:
新日鐵住金(株)、三菱重工業(株)、三菱電機特機システム(株)、(株)IHI、(株)IHIエアロスペース、(株)日立製作所、
(株)日立産業制御ソリューションズ、(株)東芝、JXエネルギー(株)、(株)富士通研究所、鹿島建設(株)、清水建設(株)、
(株)大林組、大成建設(株)、成和リニューアルワークス(株)、(株)熊谷組、(株)竹中工務店、(株)竹中土木、
(株)フジタ、東急建設(株)、千代田化工建設(株)、(株)小松製作所、日立建機(株)、アイベックステクノロジー(株)、
(株)本田技術研究所、富士重工業(株)、(株)モリタホールディングス、新日本非破壊検査(株)、エンジニア・ビジョンRLInc.
(株)コーワテック、東京電力(株)、東京ガス(株)、ヤンマー(株)、全日本空輸(株)、ヤマハ発動機(株)、日本工営(株)、
横河電子機器(株)、ロボット革命イニシアティブ協議会、東京大学、東北大学、芝浦工業大学、中央大学、工学院大学、
長岡技術科学大学、大阪大学、早稲田大学、湘南工科大学、室蘭工業大学、(国)産業技術総合研究所、(国)海洋研究
開発機構、(国)海上・港湾・航空技術研究所、(国)情報通信研究機構、(国)日本原子力研究開発機構、
(一財)製造科学技術センター、(一財)先端建設技術センター、(一社)日本ロボット学会
- オブザーバー:
経済産業省、国土交通省、防衛省、福島県、福島県ハイテクプラザ、日本電信電話(株)、日本原子力発電(株)、
(国)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(国)日本原子力研究開発機構、(国)科学技術振興機構、
(一社)日本ロボット工業会、(一社)電波産業会、(国)土木研究所、(一社)産業競争力懇談会
- 事務局:田淵俊宏(小松製作所)

産官学135名、63団体、オブザーバー14団体（7月3日現在）

- リーダー：浅間 一(東京大学)
- COCNアドバイザー：高村 藤寿(小松製作所)
- 顧問：田所 諭(東北大学)
- サブリーダー：秋本 修(日立製作所)、加藤 晋(産業技術総合研究所)
- WG1（社会実装に向けた環境整備検討WG）
主査:大隅 久(中央大学)、副主査:木村 哲也(長岡技術科学大学)、副主査:吉田 弘(海洋開発研究機構)、
幹事:神村 明哉(産業技術総合研究所)
- WG2（雪害対策を例とした災害対応ロボットの利活用拡大検討WG）
主査:油田 信一(芝浦工業大学)、副主査:栗生 暢雄(大林組)、副主査:北原 成郎(熊谷組)、
幹事:増 竜郎(先端建設技術センター)
- WG3（産業プラントへの点検・災害対応ロボットの活用検討WG）
主査:有隅 仁(産業技術総合研究所)、副主査:大西 献(三菱重工業)、副主査:高田 亮平(新日鐵住金)、
幹事:宮越 一市(JXTGエネルギー)
- メンバー(46社, 13研究機関, 4団体):
(株)日立製作所、新日鐵住金(株)、三菱重工業(株)、JXTGエネルギー(株)、(株)大林組、(株)熊谷組、三菱ケミカル(株)、(株)小松製作所、
(株)SUBARU、ヤマハ発動機(株)、ヤンマー(株)、(株)IHI、(株)IHIエアロスペース、(株)日立産業制御ソリューションズ、鹿島建設(株)、
清水建設(株)、大成建設(株)、成和リニューアルワークス(株)、(株)竹中工務店、(株)竹中土木、東急建設(株)、千代田化工建設(株)、
(株)フジタ、日立建機(株)、アイベックステクノロジー(株)、(株)本田技術研究所、(株)モリタホールディングス、新日本非破壊検査(株)、
東京ガス(株)、エンジニア・ビジョンRI.Inc.、東京電力ホールディングス(株)、(株)東芝、(株)富士通研究所、横河電子機器(株)、
(株)日立国際電気、三菱電機特機システム(株)、日本工営(株)、鉦研工業(株)、(株)ネクスコ東日本イノベーション&コミュニケーションズ、
有人宇宙システム(株)、損害保険ジャパン日本興亜(株)、ハロワールド(株)、(株)テレパワー、U-STAR合同会社、コーワテック(株)、
(株)アルプス技研、東京大学、東北大学、芝浦工業大学、中央大学、工学院大学、長岡技術科学大学、大阪大学、湘南工科大学、
室蘭工業大学、(国)産業技術総合研究所、(国)海洋研究開発機構、(国)宇宙航空研究開発機構、(国)情報通信研究機構、
(一財)先端建設技術センター、(一財)製造科学技術センター、(一社)日本ロボット学会、(一社)日本航空宇宙工業会、
- オブザーバー(6機関, 1社, 1研究機関, 6団体):
経済産業省、国土交通省、総務省、防衛省、福島県、福島県ハイテクプラザ、日本原子力発電(株)、(国)科学技術振興機構、
(国)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(国)日本原子力研究開発機構、(一社)日本ロボット工業会、(一社)電波産業会、
ロボット革命イニシアティブ協議会、(一社)産業競争力懇談会
- 事務局:田淵 俊宏、花本 忠幸(小松製作所)

■全体

- 福島RTF
- 無線通信
- 性能評価・認証
- 保険

■WG1: 社会実装に向けた環境整備検討WG

- 水上／水中災害対応(フィールド)ロボットのための環境整備(制度設計)
- 小型無人航空機の安全利用に係る環境整備

■WG2: 雪害対策を例とした災害対応ロボットの利活用拡大検討WG

- 無人化施工技術の利活用の拡大
- 寒冷地災害(雪害対策など)を例とした災害対応ロボット技術の利活用

■WG3: 産業プラントへの点検・災害対応ロボットの活用検討WG

- プラント・施設(化学プラント／製鉄プラントなど)の防災(監視・点検・診断・保守)／事故対応
- 防爆ロボットの利活用
- 耐熱技術
- ロードマップの構築

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標

<p>1 貧困をなくそう</p> 	<p>2 気候をゼロに</p> 	<p>3 すべての人に健康と福祉を</p> 	<p>4 質の高い教育をみんなに</p> 	<p>5 ジェンダー平等を実現しよう</p> 	<p>6 安全な水とトイレを世界中に</p> 
<p>7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに</p> 	<p>8 働きがいも経済成長も</p> 	<p>9 産業と技術革新の基盤をつくろう</p> 	<p>10 人や国の不平等をなくそう</p> 	<p>11 住み続けられるまちづくりを</p> 	<p>12 つくる責任 つかう責任</p> 
<p>13 気候変動に具体的な対策を</p> 	<p>14 海の豊かさを守ろう</p> 	<p>15 陸の豊かさを守ろう</p> 	<p>16 平和と公正をすべての人に</p> 	<p>17 パートナシップで目標を達成しよう</p> 	<p>SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS</p> <p>2030年までに 世界が合意した 「持続可能な開発目標」です</p>

官民研究開発投資拡大プログラム

PRISM (Public/Private R&D Investment Strategic Expansion Program)

平成30年度に設定することを前提に準備を進める
ターゲット領域(3領域)

- 革新的サイバー空間「基盤技術」
 - AI/IoT/ビッグデータ
- 革新的フィジカル空間基盤技術
 - センサ/アクチュエータ/処理デバイス/ロボティクス
/光・量子
- 革新的建設・インフラ維持管理/革新的防災・減災技術

未来投資戦略2017

—Society 5.0 の実現に向けた改革—

(2017年6月閣議決定)

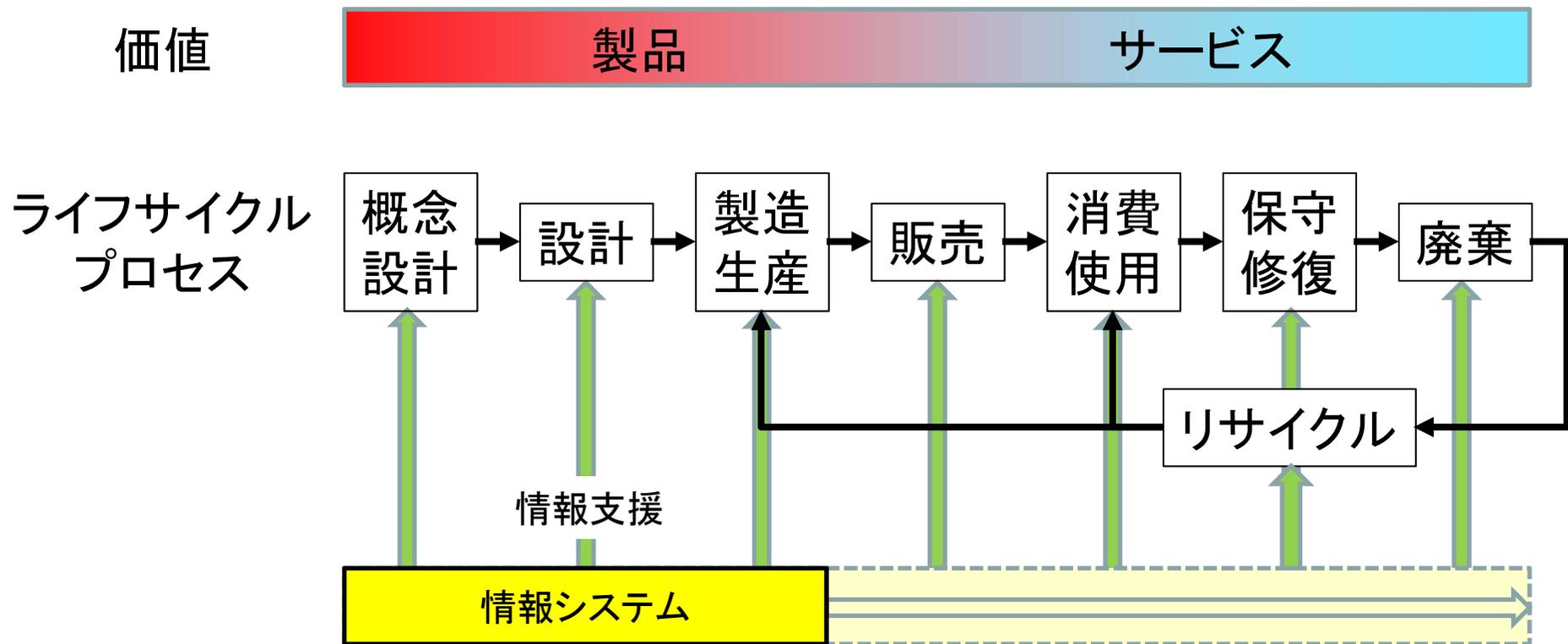
この長期停滞を打破し、中長期的な成長を実現していく鍵は、近年急激に起きている第4次産業革命 (IoT、ビッグデータ、人工知能(AI)、**ロボット**、シェアリングエコノミー等) のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることにより、様々な社会課題を解決する「Society 5.0」を実現することにある。

Connected Industry

つなぐ

- i-Construction (ICT化, 3D計測, GNSS, ドローン)
 - BIM
 - CIM
- Society 5.0
- Connected Industry
 - 製造から社会
 - 上流から下流まで
 - 共創
 - 競合他社との接続？

情報システムの時間軸拡大 人工物のライフサイクル



サービス化の考え方

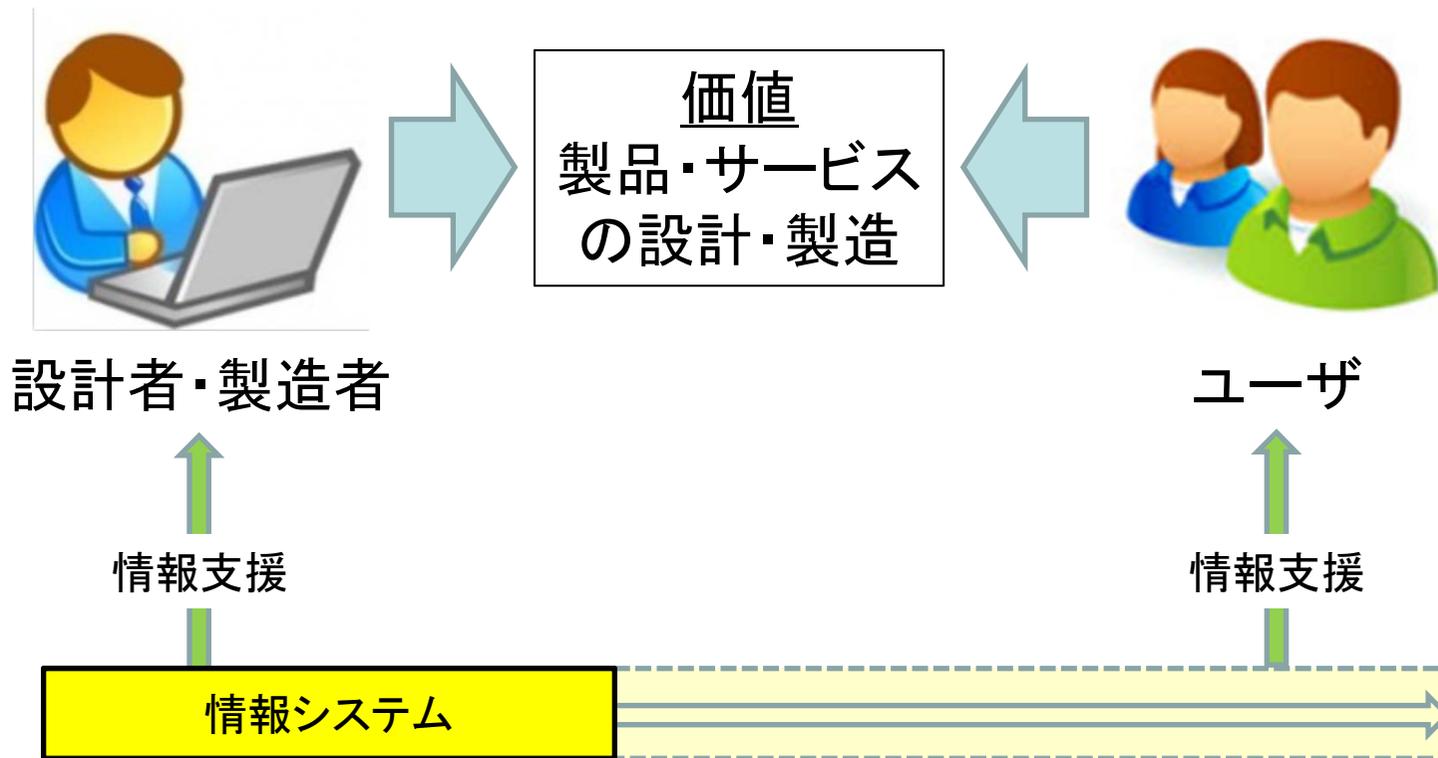
サービス・ドミナント・ロジック (SDL: Service Dominant Logic)

サービス・ドミナント・ロジックとは、「モノかサービスか」を区別する二分法から出発するのではなく、「モノもサービスも」包括的に捉え、企業がいかにかにして顧客と共に価値を創造できるかという「価値共創」の視点からマーケティングの論理を構築する考え方のこと。(マーケティングWiki)

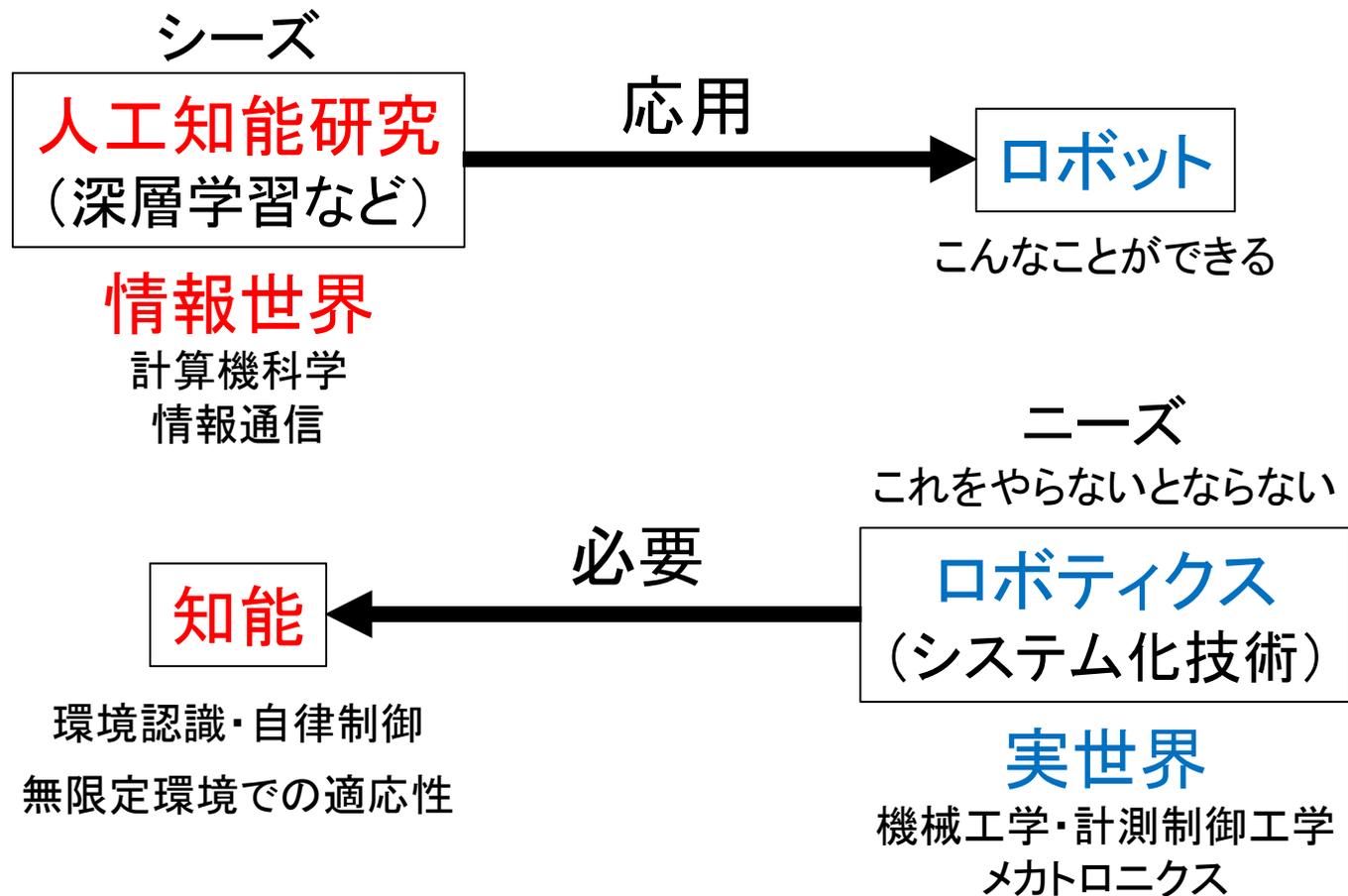
プロダクト・サービス・システム (PSS: Product Service System)

プロダクト・サービス・システムとは、持続可能な消費の実現に向けた手法のこと。従来の製造業で主流だった製品販売を中心とするビジネスモデルと違い、サービスと一体化して価値を提供する仕組みで、レンタル、リース、シェアリングなどがある。(緑のGoo)

情報システムの空間軸拡大 製造者とユーザの共創



人工知能とロボティクス研究のすれ違い



まとめ

(防災および災害対応のためのロボット技術の今後の課題)

- 技術
 - Systematicな取り組み
 - Situated awareness
 - 知能化
- 持続的発展
 - ビジネスとして成立(実用化のみではだめ)
 - 用途拡大
 - 多様なプレイヤーの参入
 - 戦略, 規制改革, 保険
- 持続的発展
- 人道的視点

ご清聴ありがとうございました