



国交省政策課題勉強会
(2016.9.14 東京)

ロボットテクノロジーの現状と未来

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, 技術委員・参与
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, 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

日本のRT(世界における優位性)

- ロボット産業
 - 稼働台数: 約35万台(世界一位)(2006年, IFR統計より)
 - 出荷額: 約7,200億円/年(2007年)(2007年, JARA統計)
- 研究開発
 - 論文数, 研究者数(世界最高峰)
- 教育・人材育成
 - 日本発ロボット競技会(ロボコン, ロボカップ, ロボワン, ロボットグランプリなど)

ロボット産業の世界の状況

EUのロボット保有台数＞日本の保有台数

中国は2017年に産業用ロボット保有台数世界一に、日系メーカーのシェアは60%—中国メディア

配信日時：2015年2月10日(火) 18時38分

おススメ 3 Tweet

植毛治療で手術痕ほぼ残さない—torc-china.com
新しい植毛ロボットによって傷跡がほぼ残らない治療が可能と話題に



画像ID 454195

写真を大きなサイズで！



Asin by Yahoo! JAPAN

2015年2月6日、新浪によると、中国の産業用ロボット保有台数は2017年には世界一になるとみられている。

【その他の写真】

国際ロボット連盟（IFR）は5日、中国の産業用ロボット保有台数が17年には世界一になるとの見通しを発表した。産業用ロボットの貿易額は全世界で95億ドル（約1兆1300億円）に達した。関連ソフトウェアや機器、プロジェクトを加えると290億ドル（約3兆4500億円）という巨大市場だ。

韓国、来年は世界最多ロボット保有国？

2015年02月21日 11時34分
[C] 中央日報日本語版

46 シェア

0

ツイート

おすすりめ 6

韓国が世界最多ロボット保有国になるという見方が出ている。

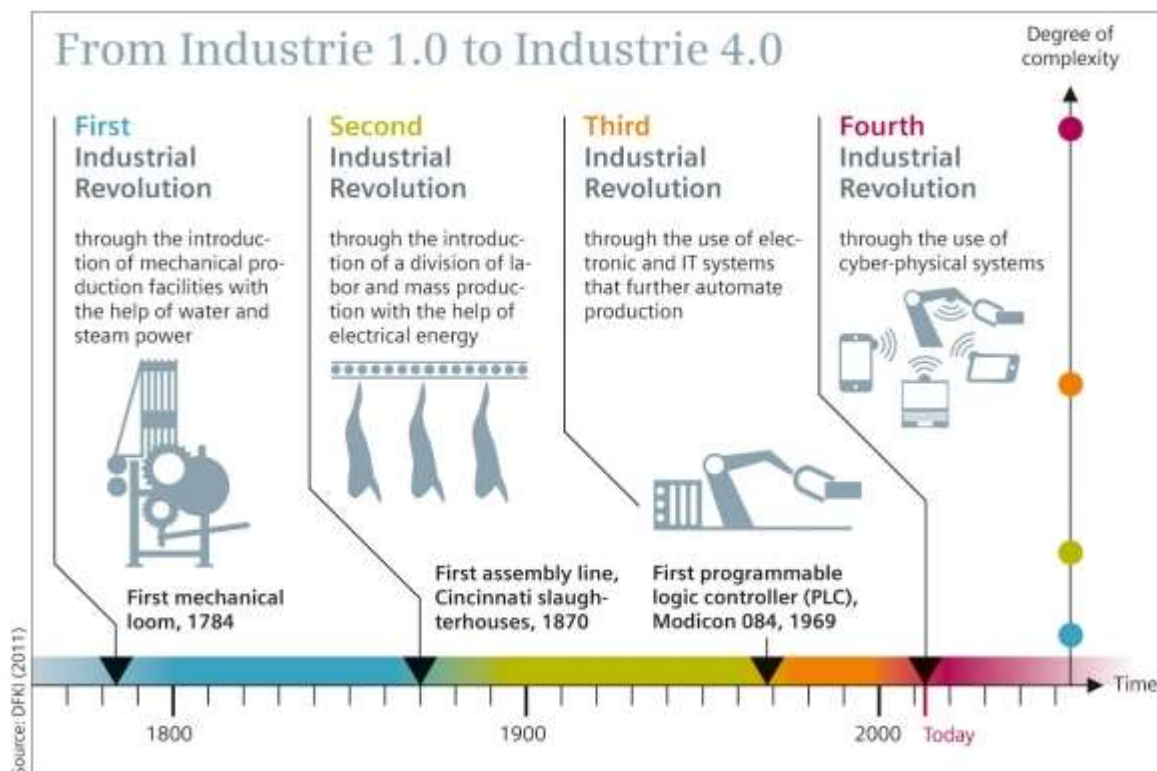
米国のIT・電機電子・エネルギー部門市場調査機関スパイアリサーチは、2016年までに韓国の産業用および非産業用ロボット保有台数が20万1700台に増えると予想した。

スパイアリサーチは、韓国は現在、産業用ロボット部門で日本・中国などに続いて4位だが、来年は順位が上がるという見方を示した。工場用・家庭用などすべての用途を合わせたロボット保有台数で韓国が最多になるということだ。

スパイアリサーチは、韓国政府が2018年までに63億ドルを投資し、ロボット産業を育成するという戦略を持っていると伝えた。韓国のロボット産業は2009年から5年間に2倍に成長し、現在600余りの専門企業が活動中で、ロボット産業の従事者は3万4000人。

世界のロボットの研究開発動向

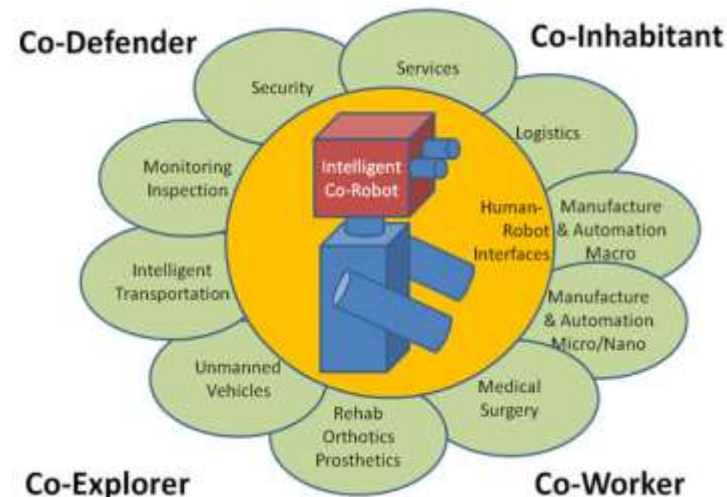
- EU
 - FP7, FP8, Horizon2020
 - EURON
 - EUROP
 - PPP
 - Industry 4.0



世界のロボットの研究開発動向

- 米国

- National Robot Initiative
 - Collaborative Robots
- NSF
 - International Collaboration
- DoD(国防総省)
 - Basic Research
- DARPA(国防高等研究計画局)
 - DARPA Robotics Challenge
- NIH
- Private sectors
 - Google, Amazon



世界のロボットの研究開発動向

- 韓国
 - Service Robot
- 中国
 - Industrial Robots
 - 863 Projects
 - 863 Projectの見直し
 - 研究レベルはまだ発展途上



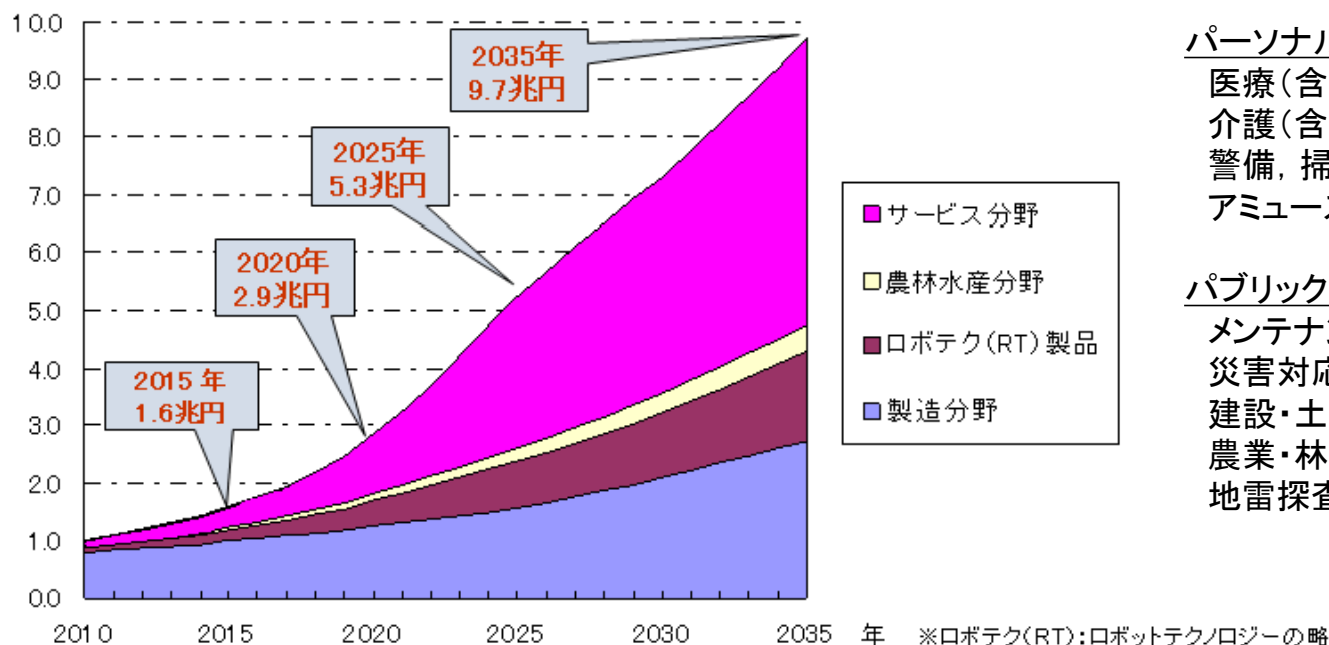
IROS 2015 Government Forum

<https://lecture2go.uni-hamburg.de/veranstaltungen/-/v/18338/>

<https://lecture2go.uni-hamburg.de/veranstaltungen/-/v/18339/>

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。

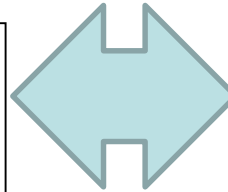
RT (Robot Technology)とは

- 「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知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	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。 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。

ロボット vs ロボット技術 (RT)

ロボット
作られた動く機械



ロボット技術
ソリューション技術
システム化技術(≠要素技術)
作業ニーズに応えるシステムを
設計・構築する技術

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(経産省)



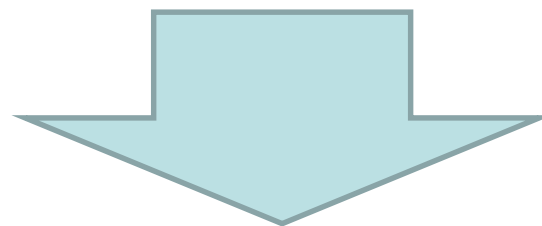
機械技術のインフラとしてのRT



RTの産業へのインパクト→大
日本の産業競争力・GDPに影響

RTの産業へのインパクト

極めて大きい



RTの弱体化

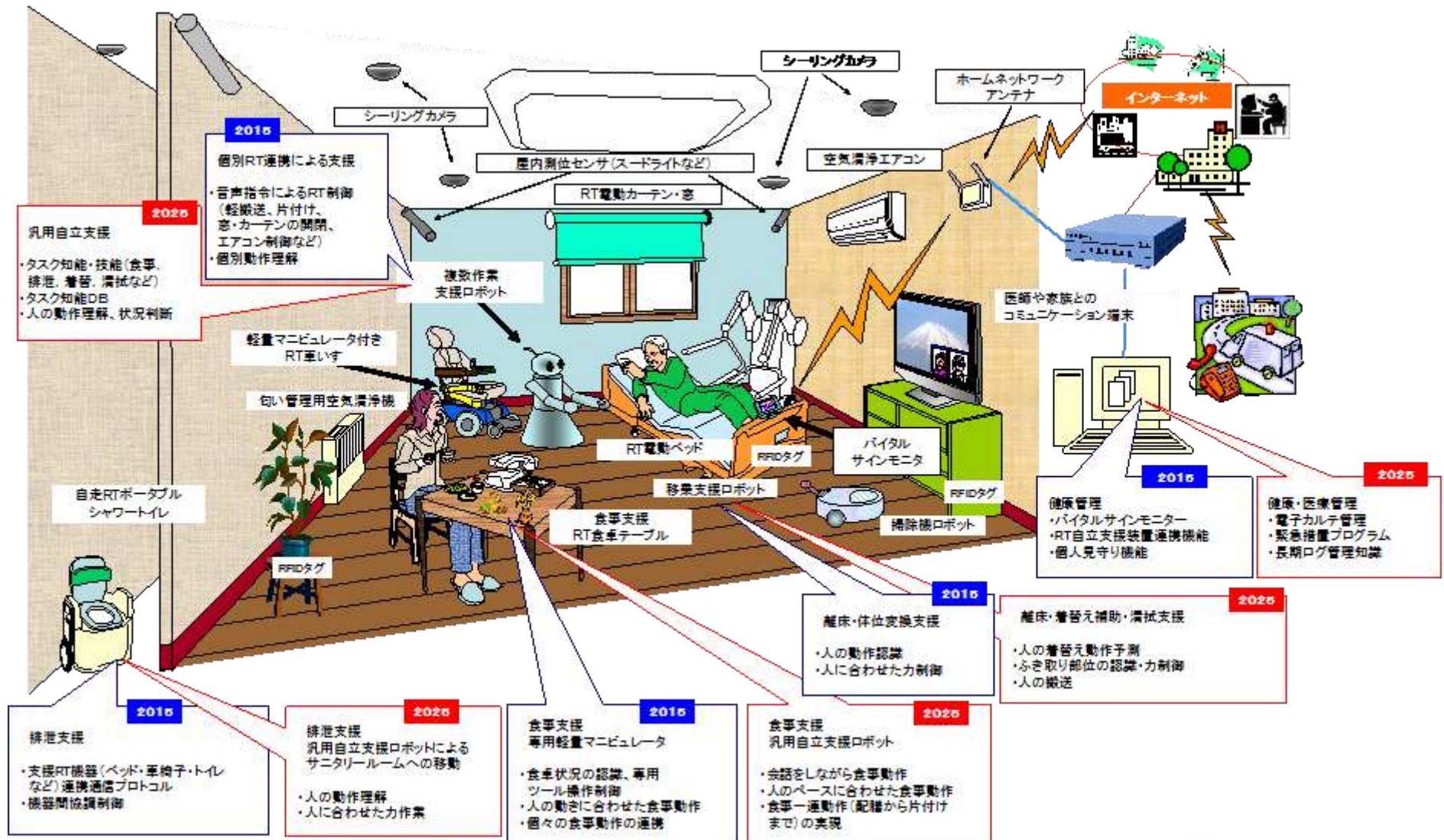


日本の産業競争力
・GDPに影響

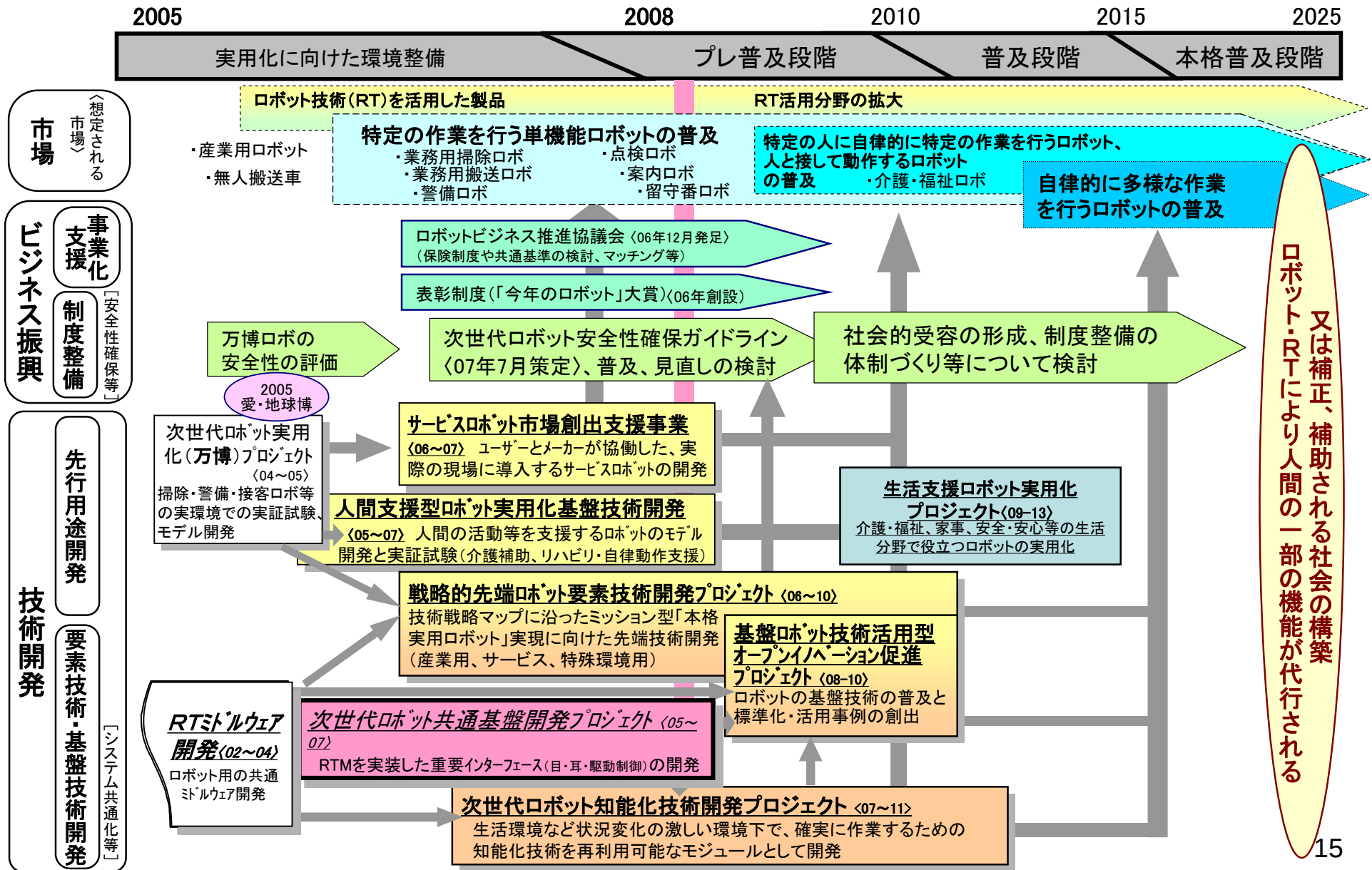
RT(Robot Technology)による 新産業創造



自立支援ロボット・環境



ロボット政策の全体像



建設施工におけるロボット技術の開発・普及

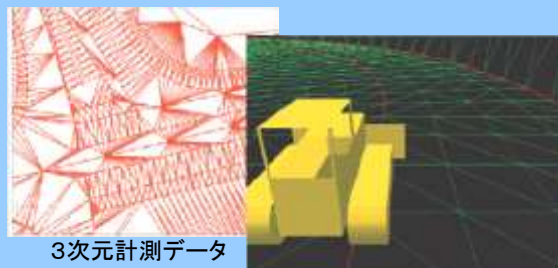
ロボット等によるIT施工システム

情報通信技術(IT)

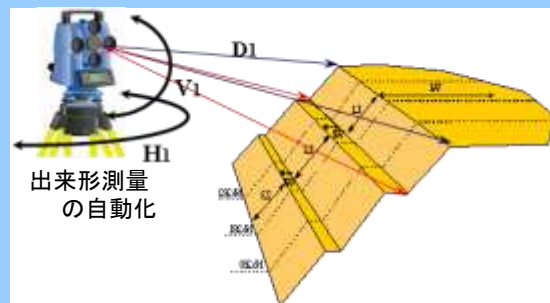
ロボット技術(RT)

土木施工技術への活用(IT施工)

3次元情報を用いた 施工管理技術

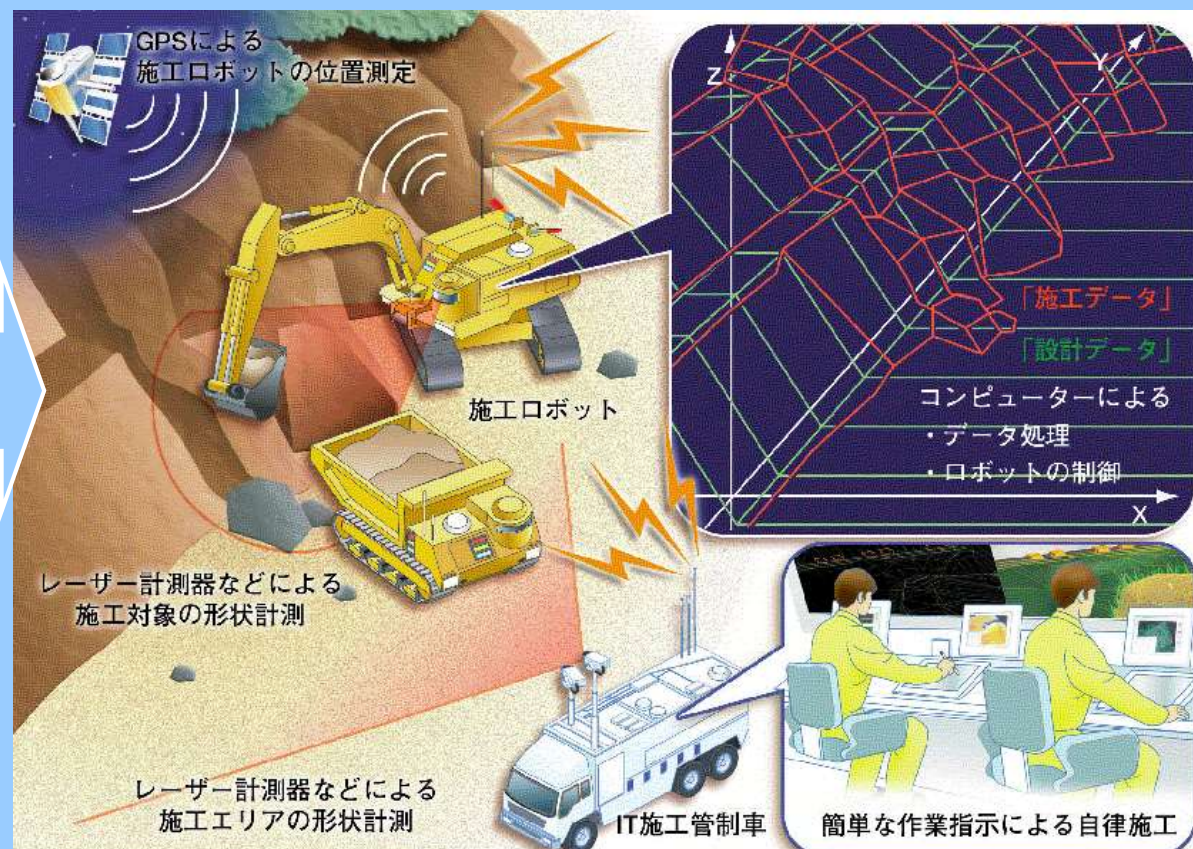


建設機械施工のための
3次元施工情報基盤



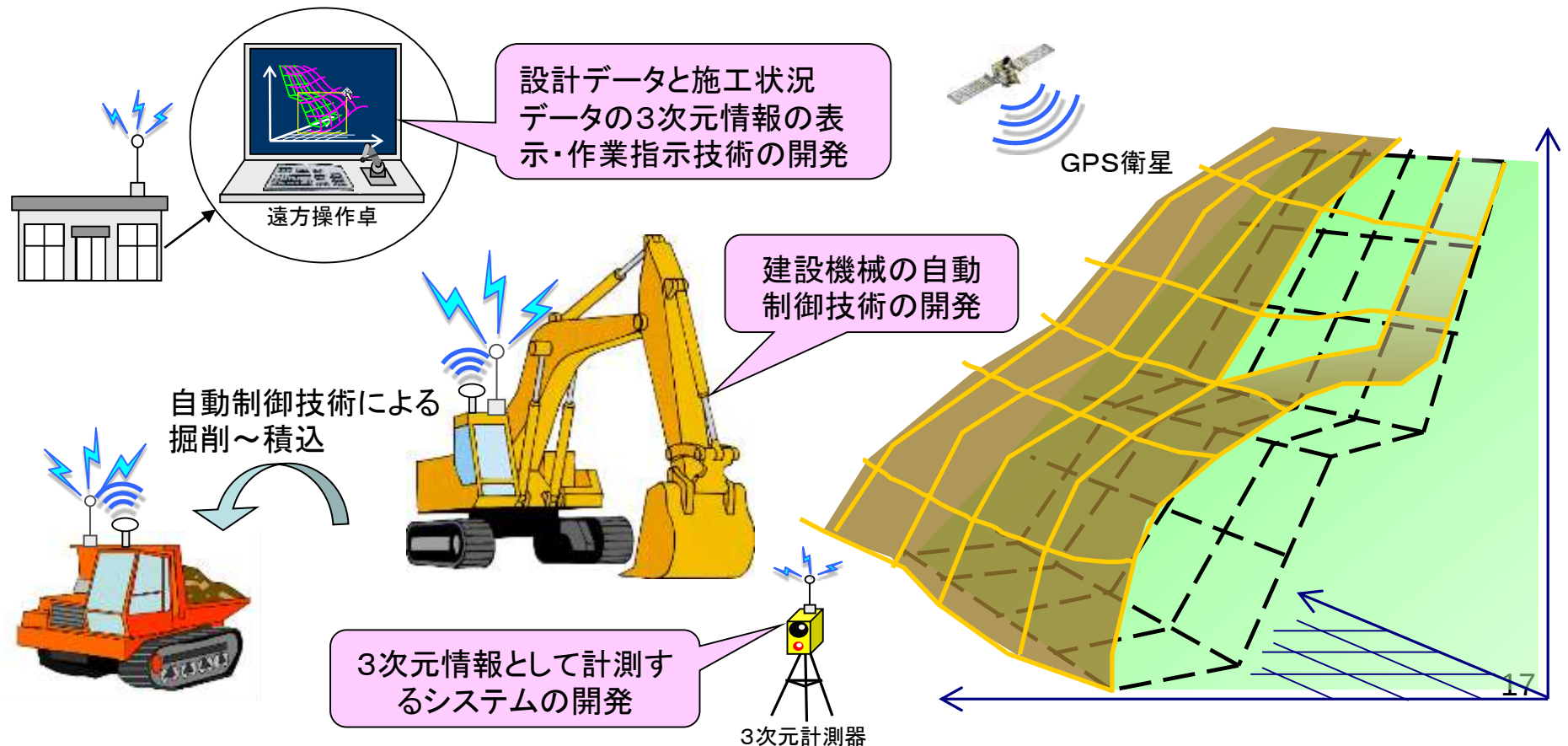
3次元情報による
出来形管理・監督検査の高度化

建設機械のIT施工技術



建設機械のIT施工技術検討

1. 基盤となる3つの技術の開発を行うもので
 - ・自律施工に必要な3次元情報として周囲環境を認識する技術
 - ・操作に必要な3次元情報を表示する技術
 - ・施工動作の自動化技術
2. 開発した基盤技術を統合し、IT施工システムのプロトタイプの開発



大大特 レスキューロボット等次世代防災基盤技術の開発

平成14～18年度 国際レスキューシステム研究機構 田所諭(東北大)

概観情報の収集

上空からの情報収集



- ・インテリジェントヘリ
(緊急情報収集
エアロボ)



- ・情報収集気球(定点観測用)

情報収集インフラ機器



- ・レスキュー
コミュニケータ
(家屋内分散
要救助者
センシング)

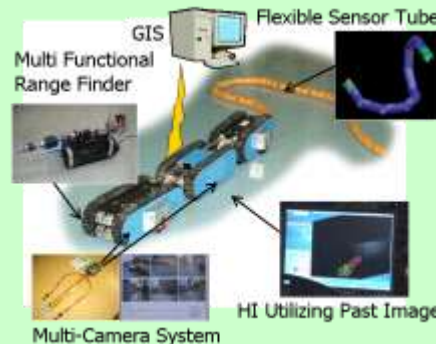
情報統合

共通プロトコル・データベース

- ・情報伝送形式の標準化(MISP)
- ・収集情報データベースDaRuMa
- ・遠隔地より情報加工・情報統合・判断

高度救助資機材

瓦礫内での情報収集



地下街・瓦礫上からの情報収集



- ・統合ヘビ型ロボット
- ・ヘビ型移動体機構(IRS蒼竜他)
- ・能動スコープカメラ
- ・レスキューツール(ジャッキ,
手動探査機, 3D棒カメなど)
- ・無線トリアージタグ, 救出済タグ
(救助ロジスティクス管理)

- ・統合地下街探査ロボット
- ・連結クローラ移動体機構
- ・投擲型システム(瓦礫高速踏破)
- ・操縦ヒューマンインタフェース
(過去画像鳥瞰システム,
3次元地図生成, 標準化など)
- ・UWB電磁波人体探査センサ
- ・アドホックネットワーク

実証試験・訓練・デモ



- ・東京消防庁立川訓練所
- ・山古志村
- ・JICA国際緊急援助隊訓練
- ・FEMA訓練所
- ・新潟中越地震
- ・倒壊家屋実験施設
- ・ボランティア消防部隊IRS-U

研究目的

特性

- ①背景：高齢化、女性の社会進出、労働力不足等大きな社会情勢の変化の中でロボットへの期待、利用ニーズが高まってきている。
- ②市場ニーズ：近い将来団塊の世代が一斉退出する製造業、サービス業、建設業等における労働力や家事労働をロボットに代替させたいという大きなニーズがある。
- ③技術ニーズ：上記市場ニーズを実現するためには、センシング技術や高速駆動技術等の更なる高度な技術開発が必要である。また、このような次世代ロボットに必要なかつ共通的な機能を実現するための要素技術開発をすることで、開発技術はロボット以外の製品（自動車、情報家電等）にも広く波及することが期待される。

研究内容

○研究開発課題

将来の市場ニーズ及び社会ニーズから導かれるミッションを、必要とされるロボットシステム及び要素技術を開発し、活用することにより達成する（ミッション）

- ・柔軟物を筐体内に取り付ける一連の作業を実現するロボットセル生産システムの開発
- ・会話やジェスチャー等による指示により、情報提供や物理空間作業を行い、また、複数の年齢層に対し適切なコミュニケーションを行うRT（ロボット技術）システムの開発
- ・複数の遠隔操縦型ロボットが、階段やドアのある建物内でオリエンテーリングを行い、決められたエリアを人間よりも速く、迅速に移動する被災建造物内移動RTの開発を含む7つのミッションを設定

○キーテクノロジー

- ・センシング技術、マニピュレーション技術、作業指示・教示技術
- ・コミュニケーション技術、空間構造化技術、自律移動技術、画像処理技術
- ・測位技術、通信技術、高速移動技術、耐環境性、安全技術等

○達成目標（技術水準）

技術戦略マップを踏まえ、将来ロボットに達成させたいチャレンジングな各ミッションを実現

技術戦略マップ上の位置付け

本事業で開発する技術は、技術戦略マップの2015年以降に位置付けられる

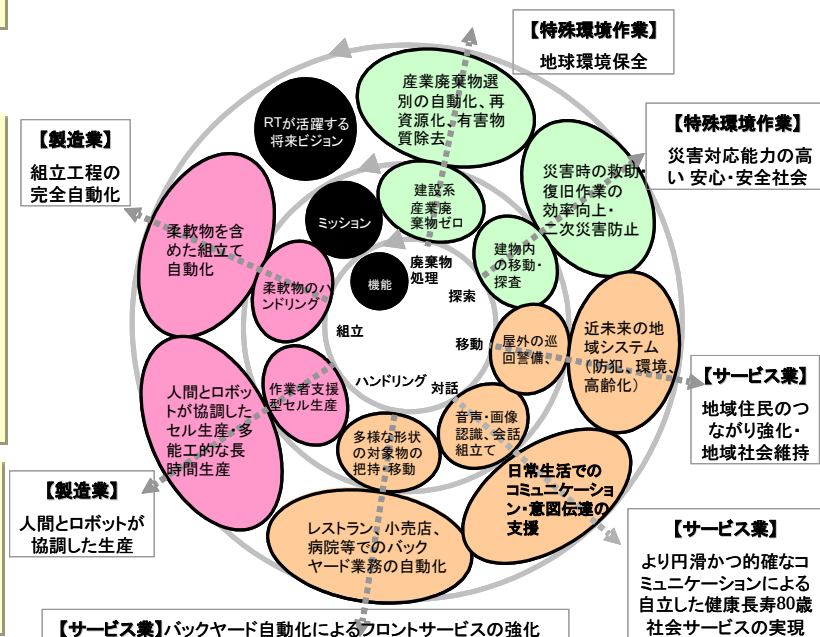
プロジェクトの規模

○事業費と研究開発期間

研究開発期間5年（平成18年度～平成22年度）

H19年度 10.0億円（事業費H18年度 11.0億円）

その他関連図表



■事業推進にあたっては、イノベーションを加速させるため、ステータジゲート制度を導入する。具体的には、プロジェクト実施期間を前半（3年間）と後半（2年間）に分け、前半最終年度（H20年第3四半期）に絞り込み評価を実施する。後半では、絞り込み評価で高く評価された研究開発に絞り、これらを継続して重点的に行う。

（評価基準については、評価軸及び評価項目案を策定した状況で、審査体制については今後検討。）

研究目的

特性

- ①背景：高齢化、女性の社会進出、労働力不足等大きな社会情勢の変化の中でロボットへの期待、利用ニーズが高まってきている。
- ②市場ニーズ：近い将来団塊の世代が一斉退出する製造業、サービス業、建設業等における労働力や家事労働をロボットに代替させたいという大きなニーズがある。
- ③技術ニーズ：上記市場ニーズを実現するためには、センシング技術や高速駆動技術等の更なる高度な技術開発が必要である。また、このような次世代ロボットに必要かつ共通的な機能を実現するための要素技術開発をすることで、開発技術はロボット以外の製品（自動車、情報家電等）にも広く波及することが期待される。

プロジェクトの規模

○事業費と研究開発期間

研究開発期間 5 年（平成 18 年度～平成 22 年度）

H20年度 8.0億円

その他関連図表(抜粋)

I 次世代産業用ロボット分野

①柔軟物も取扱える生産用ロボットシステム

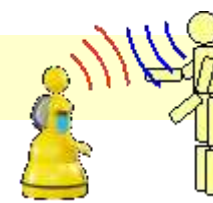
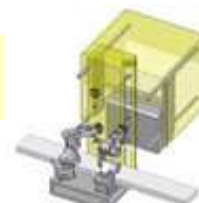


②人間・ロボット協調型セル生産組立システム



II サービスロボット分野

③片付け作業用マニピュレーション ④高齢者対応コミュニケーション



⑤ロボット搬送システム



III 特殊環境用ロボット分野

⑥被災建造物内移動RTシステム



⑦建設系産業廃棄物処理RTシステム



研究内容

○研究開発課題

将来の市場ニーズ及び社会ニーズから導かれるミッションを、必要とされるロボットシステム及び要素技術を開発し、活用することにより達成する（ミッション）

- ・柔軟物を筐体内に取り付け一連の作業を実現するロボットセル生産システムの開発
- ・会話やジェスチャー等による指示により、情報提供や物理空間作業を行い、また、複数の年齢層に対し適切なコミュニケーションを行うRT（ロボット技術）システムの開発
- ・複数の遠隔操縦型ロボットが、階段やドアのある建物内でオリエンテーリングを行い、決められたエリアを人間よりも速く、迅速に移動する被災建造物内移動RTの開発など、3分野における7つのミッションを設定

○キーテクノロジー

- ・センシング技術、マニピュレーション技術、作業指示・教示技術
- ・コミュニケーション技術、空間構造化技術、自律移動技術、画像処理技術
- ・測位技術、通信技術、高速移動技術、耐環境性、安全技術 等

○達成目標（技術水準）

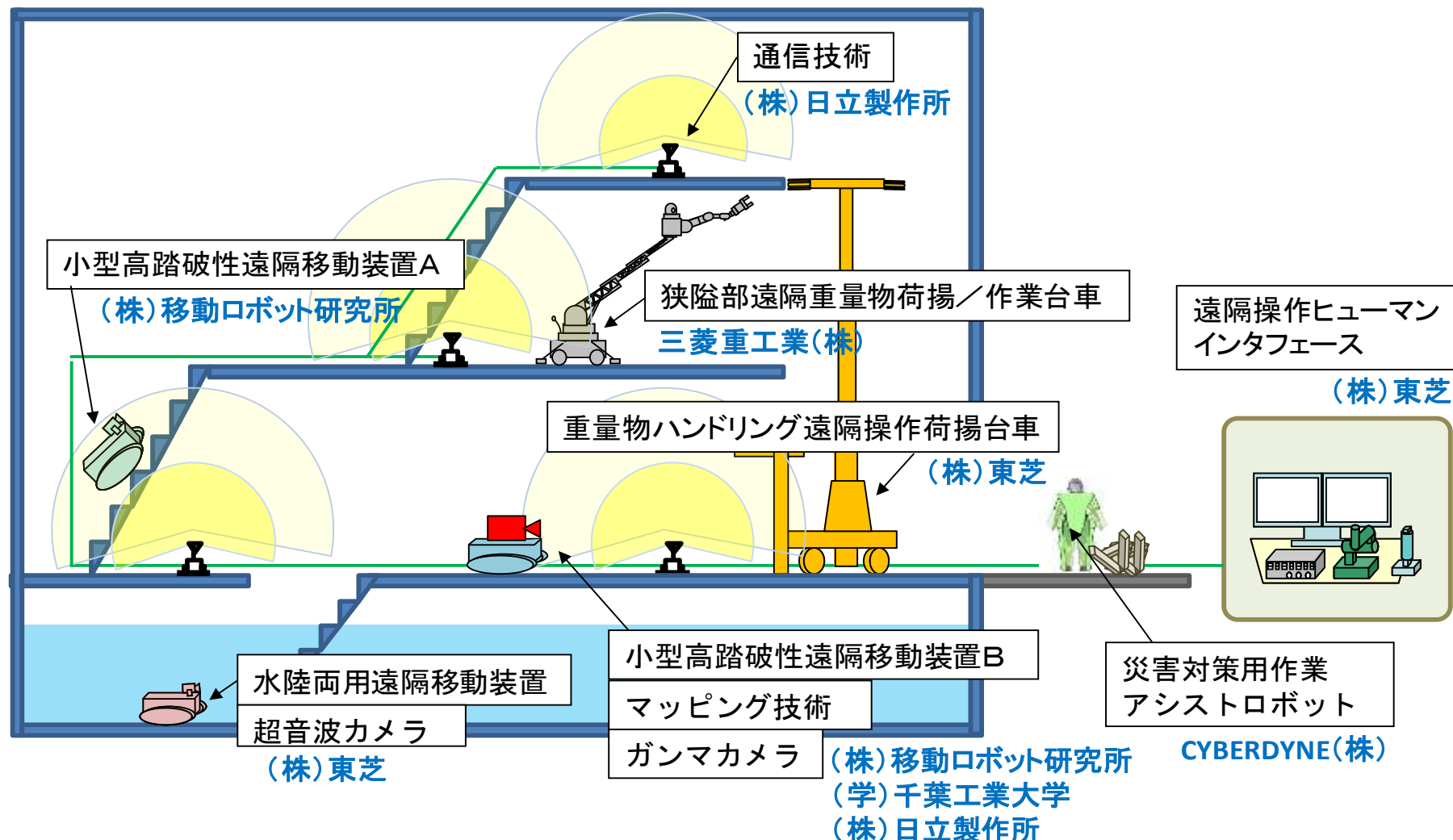
技術戦略マップを踏まえ、将来ロボットに達成させたいチャレンジングな各ミッションを実現

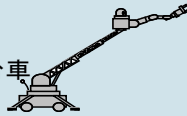
■事業推進にあたっては、イノベーションを加速させるため、「ステージゲート制度」を導入する。具体的には、プロジェクト実施期間を前半（3年間）と後半（2年間）に分け、前半最終年度（H20年第3四半期）に絞り込み評価を実施する。後半では、絞り込み評価で高く評価された研究開発に絞り、これらを継続して重点的に行う。

（評価基準については、評価軸及び評価項目案を策定した状況で、審査体制については今後検討。）

■ 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。



開発項目	実施者	概要
(1) 作業移動機構の開発		
小型高踏破性 遠隔移動装置	株式会社 移動ロボット研究所	過酷環境下でも使用可能な 狭隘空間先行調査型の小型移動装置や 重量計測機器搭載可能な移動装置 他 
通信技術	株式会社 日立製作所	過酷環境下で使用可能な 汎用性の高い通信技術 
遠隔操作ヒューマン インタフェース	株式会社東芝	汎用性の高い ヒューマンインタフェース 
狭隘部遠隔重量物 荷揚／作業台車	三菱重工業 株式会社	作業員の立ち入り困難な建屋内の 高所の作業が可能な荷揚／作業台車 
重量物ハンドリング 遠隔操作荷揚台車	株式会社東芝	建屋各階(最上30m)へ機器等の 搬入が可能なスーパーリフター 
(2) 計測・作業要素技術の開発		
ガンマカメラ	株式会社 日立製作所	小型高踏破性遠隔移動装置への搭載 により高線量下での計測が可能なカメラ 
汚染状況 マッピング技術	学校法人 千葉工業大学	周囲の構造物や環境等の情報を統合 して3次元表示するマッピング技術 他 
水陸両用移動装置	株式会社東芝	水中の構造物や水流の調査が可能な 水中調査センサとそれを搭載可能な 水陸両用の遠隔移動装置 
(3) 災害対策用作業アシストロボットの開発		
災害対策用作業 アシストロボット	CYBERDYNE 株式会社	過酷環境下で作業員の安全に配慮した有人 作業を可能にする作業アシストロボット 他 

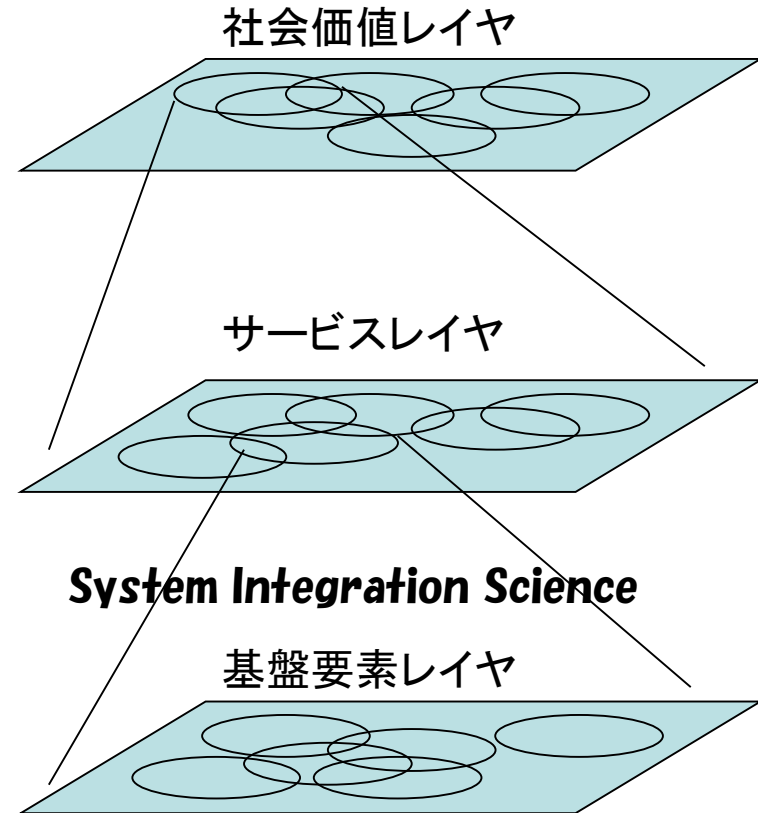
※イメージ図については説明の都合上、便宜的に作成したものであり、実物と異なる場合がございます。
成果物の詳細は次ページ以降をご覧ください。

科学技術振興機構研究開発戦略センター 俯瞰プロジェクトⅣロボティクス分科会 (2009.3)

- ・ 小菅 一弘 東北大学大学院工学研究科 教授
 - ・ 浅間 一 東京大学人工物工学研究センター 教授
 - ・ 石黒 浩 大阪大学大学院工学研究科 教授
 - ・ 鈴木 康一 岡山大学大学院自然科学研究科 教授
 - ・ 中内 靖 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 准教授
 - ・ 平井 慎一 立命館大学理工学部 教授
 - ・ 松田 信人 株式会社東芝研究開発センター 技監
 - ・ 水川 真 芝浦工業大学工学部電気工学科 教授
 - ・ 油田 信一 筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授
-
- ・ 石正 茂 JST研究開発戦略センター フェロー
 - ・ 嶋田 一義 JST研究開発戦略センター フェロー

ロボティクス分野の階層

- **社会価値**
- **サービス**
 - サービス
 - サービス促進技術
- **基盤要素**



社会価値レイヤ

- 個人レベルの価値 ★生活の質
- コミュニティレベルの価値 ★産業競争力
 - 家族レベルの価値
 - 企業レベルの価値
 - 自治体レベルの価値
 - 国レベルの価値
- 地球レベルの価値 ★地球規模問題の解決

社会価値レイヤの各項目に対応するサービス 生活の質（ユーザーによる整理）

- 医療
- セラピー
- 福祉
 - 介護
 - 排泄
 - 入浴
 - 食事
 - 意欲を維持させる
- 健康長寿
 - トレーニング
 - 認知障害予防
 - 健康モニタ
- 心身機能補完
 - 補装具（義手・義足）
 - 補聴器
 - 心身障害の緩和
 - 社会復帰支援・リハビリ
- 学習
- 育児
- 家事
 - 片付け
 - 炊事
 - 洗濯
 - 掃除
- 警備
- 移動
- ユニバーサルモビリティ
- ショッピング
- 趣味・娯楽
- スポーツ
 - コーチング
- 快適生活
- 見守り
- コミュニケーション

社会価値レイヤの各項目に対応するサービス 産業競争力（ユーザーによる整理）

- 政府サービス
 - 電気ガス水道業
 - サービス業
 - 公務
 - 消防(災害対策)
 - 警察
 - 防衛・レスキュー
- 農林水産業
- 鉱業
- 製造業
 - 化学プラント
- 建設業
 - 建築・土木
 - 解体
- 廃棄物処理
- 電気ガス水道業
 - 電力・水道・ガス
 - 原子力
- 卸売・小売業
- 金融業
- 不動産業
- 運輸・通信業
 - 交通・輸送
 - 郵便
 - 通信
 - 航空・宇宙
- サービス業
 - エンターテインメント
 - メンテナンス
 - 警備
- 医療福祉
 - 治療
 - 予防(健康・長寿)
- 教育
- 研究開発
 - ライフサイエンス・医学・原子物理・ナノテク・環境・ニューロエンジニアリング・バイオエンジニアリング

（GDP計算に使用されるデータから抽出）

社会価値レイヤの各項目に対応するサービス 地球規模問題解決（ユーザーによる整理）

- 環境モニタリング
- 資源探査・開発（人がいけないところ）
- 宇宙開発
- 深海・大深度地下
- テロ
- 感染症

ロボティクス分野の重要研究開発課題

赤字: 重要研究開発課題

社会的価値

地球規模問題の解決
(地球レベルの価値)

国際競争力の強化
(コミュニティレベルの価値)

生活の質の向上
(個人レベルの価値)

サービス

・環境モニタリング

- ・資源探査・開発(人がいけないところ)
- ・宇宙開発
- ・深海・大深度地下
- ・テロ
- ・感染症

・政府サービス ・農林水産業

- ・鉱業
- ・製造業
- ・建設業
- ・廃棄物処理

- ・電気ガス水道業
- ・卸売・小売業
- ・運輸・通信業
- ・サービス業
- ・医療
- ・教育
- ・研究開発

- ・医療
- ・セラピー
- ・日常生活支援
- ・健康長寿
- ・心身機能補完
- ・学習
- ・育児
- ・家事

- ・警備
- ・移動
- ・ユニバーサルモビリティ
- ・ショッピング
- ・趣味・娯楽
- ・スポーツ
- ・快適生活
- ・見守り
- ・コミュニケーション

Emerging Technology

- ・ **Cyborg (Cybanetic organism)**
- ・ **Stochasticity in Robotics**

- ・Performance evaluation and Benchmarking
- ・Mobiligence
- ・ **Ambient intelligence**
- ・自律分散ロボット
- ・テレオペレーション
- ・Robotic Emotion (artificial emotion)

- ・Software framework
- ・Social Concerns
- ・機能安全
- ・ナノマイクロロボティクス
- ・ヒューマンモデリング
- ・ウェアラブル技術
- ・サービスコンテンツデザイン

基盤

- ・ **Robot Systems Integration Science**
- ・ **Human Robot Interaction**
- ・ **Real-world Real-time Intelligence**
- ・ **Spatio-temporal System Design**
- ・ **Sensing and Machine Cognition**

- ・Robot Kinematics and Dynamics
- ・ **Manipulation Science**
- ・ **Mobility Science**
- ・Actuation Science
- ・Physics-based Control

Application-oriented Robotics
Fundamental Robotics

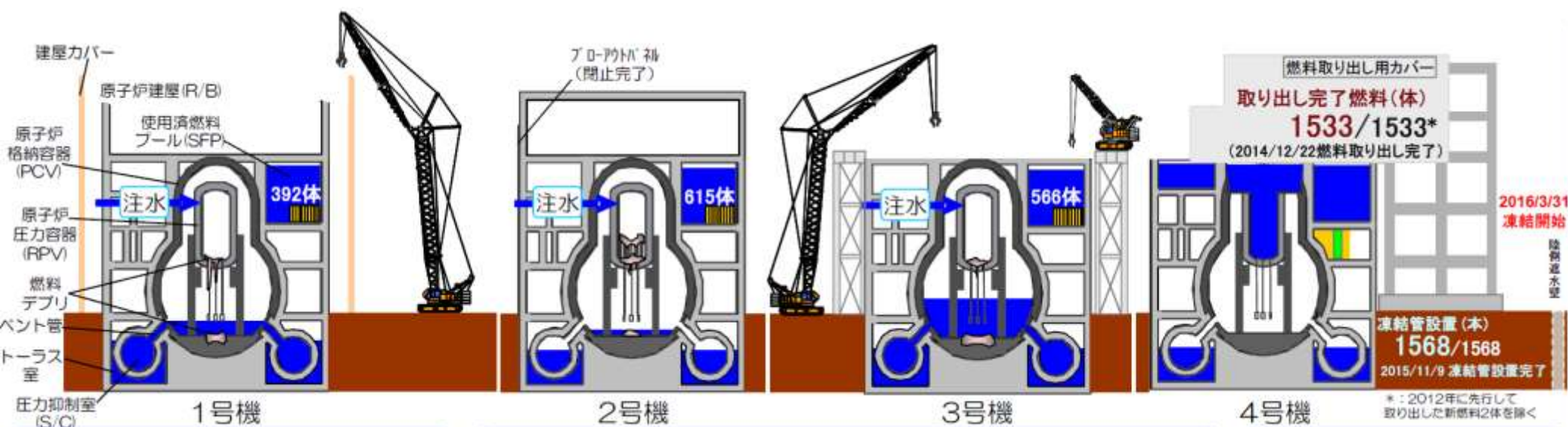
福島第一原子力発電所事故

- 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



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31回)資料

中長期ロードマップの概要



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

ROBOTADとは

ROBOTics Task force for Anti-Disaster
(ROBOTics - Temporary Active Duty)

<http://roboticstaskforce.wordpress.com/>

Anchorman: 中村仁彦

Chairman: 浅間 一

- 3月31日設立. ロボット技術に関する専門家・科学者集団
- 東日本大震災と福島原子力災害の対応・復旧・復興のためのロボット技術適用
- 主な活動内容(緊急性の高い活動)
 - 動作環境やミッションに応じた最適なロボット技術・ソリューションの提供
 - 現場での補強, 改造も含めた導入・運用における実働支援
 - そのための技術情報の発信
- これまでの実績
 - ロボット技術導入のための具体的技術的検討(耐放射線機能, 走破性, 通信, 等)
 - HPによる技術的情報や導入実績などの発信
 - リモートコントロール化PTへの協力
- 関連5学会・日本学術会議・産業界との連携
- 窓口: 国際レスキューシステム研究機構(IRS)

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
Packbot



米国iRobot社製
Warrior



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



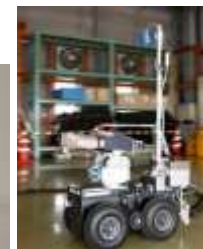
Quince 2



Quince 3



Survey Runner



JAEA-3



ROV



FRIGO-MA



床面除染装置



ASTACO-SORA



S/C上部調査装置



MEISTeR



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



投入支援装置



S/C水位測定調査ロボット



Sakura



Rosemary



水上ポート型ロボット



水中遊泳ロボット



床面走行ロボット



PCV内部調査装置

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



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）



積み込み時配置



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: $3.2 \times 1.6 \times 1.1\text{m}$ 、約 4m^3)

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)



精密工学専攻
Dept. of Precision Engineering

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

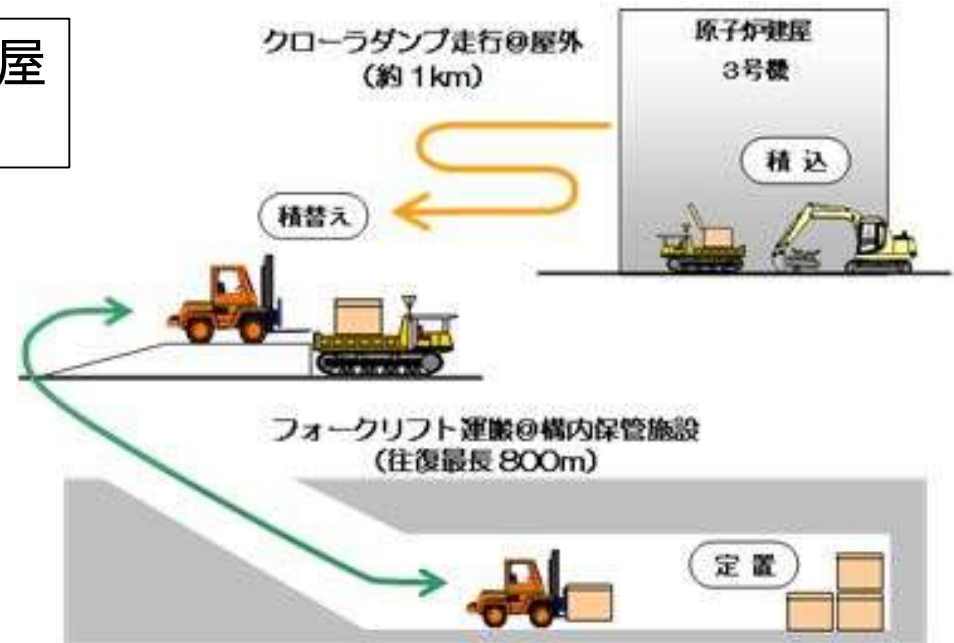
(鹿島建設)



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

保管場所

傾斜7%のスロープや切り返し部
を含む往復約800mの走路



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)

双腕ロボットでの復旧作業（東北石巻市での有人運転）



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



喫緊の課題

- 新たな技術開発(無限低環境・多様な作業への対応)
 - 特殊環境における移動・アクセス技術
 - 遠隔操作のための安定通信技術
 - 空間認知技術
 - 操作性向上のための自律化・知能化技術
 - 耐高放射性技術など
- 新たな機器開発
 - 内視鏡
 - 加工(切断)・マニピュレーション・ハンドリングデバイス(サンプリング・止水・汚染水処理・燃料デブリ取り出し)
 - 水環境での調査・作業デバイス

長期的に取り組むべき課題

- 英知の結集
 - 中小企業, ベンチャー企業の支援
 - 国際化
- 人材育成
- 評価の標準化
 - モックアップの活用
- 福島への復興への貢献
 - 福島浜通りに拠点の設置
 - 地元企業との連携

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

原子力ロボット関連プロジェクト

- これまで行われた原子力関連のプロジェクト
 - 原子力プラント点検ロボット(通産省)
 - 極限作業用ロボット(通産省)
 - 原子力基盤技術開発(科学技術庁)
 - JCO 対策原子力防災ロボット(通産省, 科学技術庁, 日本原子力研究所, 原子力安全技術センター, 原子力プラントメーカー)
- これまでのプロジェクトの成果が活用できなかった原因
 - 基盤技術や要素技術開発(プロトタイプ開発)までに留まる
 - 実用化のための支援策の欠如
 - 調達者不在(企業努力のみでは困難)
 - 開発に対するユーザの消極的関与

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



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



Quince



Survey Runner



ASTACO-SoRa



Kohga3



Hexa-rotor MAV



Anchorriver III



管内点検ロボット

なぜ、災害対応ロボットの社会実装が難しいか



米国iRobot社製
Packbot
(製品)

◆少ない需要(企業努力だけでは限界)

- 官需中心(消防, 防衛, 警察, 国交省など)
- 災害発生は低頻度

◆限定された支援策

- 研究開発への国の支援
- 実用化・事業化への国の支援



千葉工大・東北大等
Quince
(研究開発品)

米国では

◆ 軍事を中心とした研究開発 + 調達への投資

◆ 実証試験の場 + 機能評価の標準化

- Disaster City(テキサスA&M大学)
- NIST(米国国立標準技術研究所)での
災害対応ロボット機能評価標準化



無人化施工

◆ 危険作業での平時利用

◆ 新技術活用・実証試験の場



雲仙普賢岳爆発(1991)

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

産業競争力懇談会(COCN)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	交通物流ルネサンス (新ITS)		燃料電池自動車と 水素インフラ	EV・PHV充電インフラ	バイオ燃料(微細藻類)		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	
	環境の制約 (エネルギー)	バイオ燃料 (セルロース系)		次世代エネルギー システム(AES)	ヒートポンプ リチウムイオン電池	都市づくり・社会システム構築			都市交通システム 海外展開	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)		先進都市構造の構築	企業活動と生物多様性			エネルギー ネットワーク	
			環境修復技術				資源リサイクルと 希少金属の安定確保			空気浄化技術
			資源リサイクル(レアアース等)							
	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)		次世代医療システム	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 分離素子 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
			実質税負担率							
	人材		大学・大学院教育		子どもの理科離れ対策		実質税負担率(Ⅱ)			
				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	

災害対応ロボットの必要性: 自治体等の意見

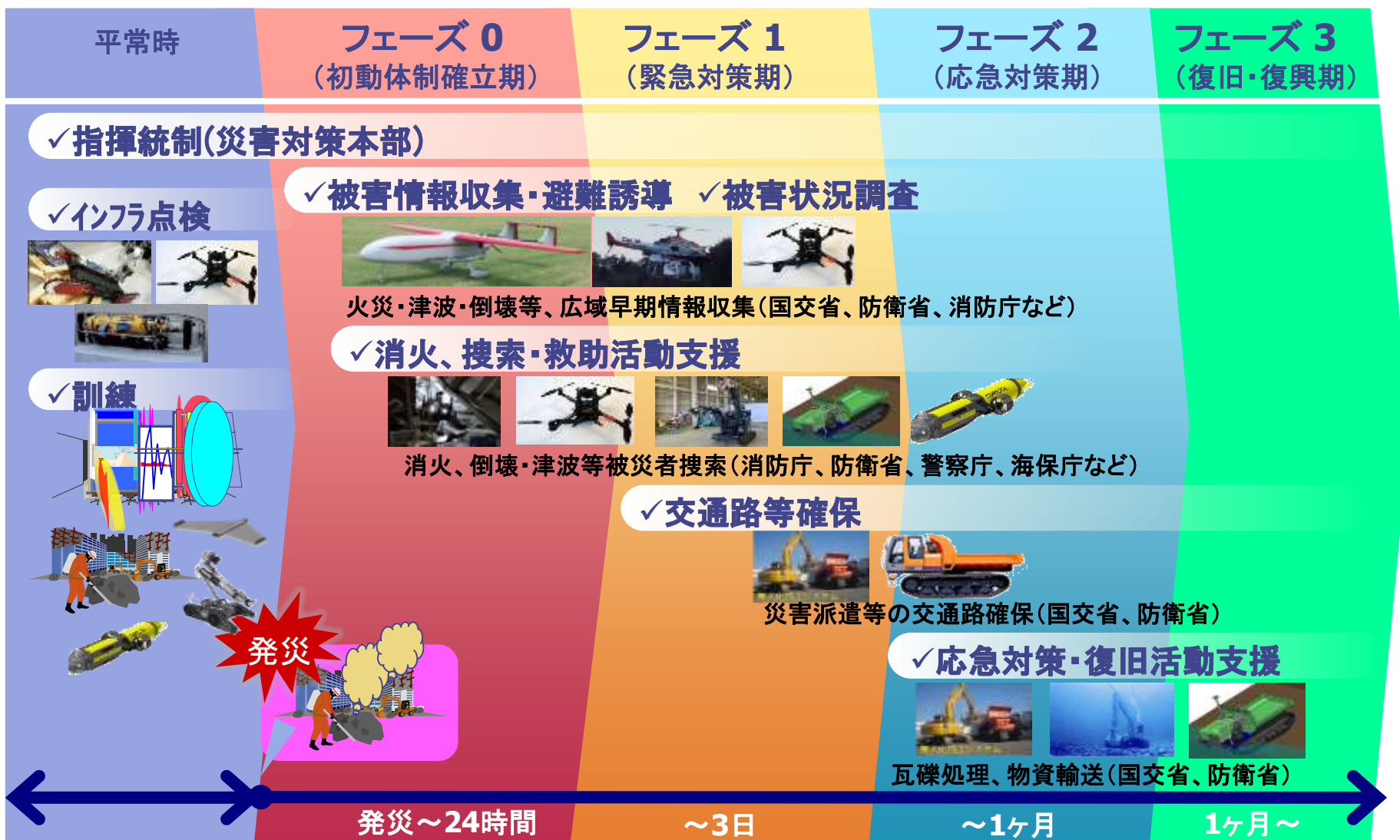
COCN

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	【使用目的】 (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) 【期待する能力】 (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	【使用目的】 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 【期待する能力】 (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	【使用目的】 津波発生後の海洋における調査・瓦礫除去・救助活動支援 【期待する能力】 (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	【使用目的】 津波からの災害弱者などの避難・誘導活動の支援 【期待する能力】 (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(COCN)

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 HNCE
- メンバー
 - 鹿島建設, 清水建設, 新日鐵, 東芝, 日立, HNCE, 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
 - 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(COCN)

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
 - 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
 - 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

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)』

COCN

遠隔現場へのアクセシビリティの向上

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

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, 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

競技会形式研究奨励

(F) ロボカップレスキュー等, 防災研究目的の競技会の運営および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競技会, 新たな競技カテゴリの創設

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, 引っかかりからない, 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・自律化

- ・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

無人化施工

水陸両用運搬車両

- ・水中走行クローラ信頼性，安全性
- ・水中地形計測，地盤認識，海底地質調査，安定性評価，転倒防止

緊急対策工事用無人化油圧ショベル

- ・ヒューマンインタフェース高度化による空間認識力向上
- ・車体の自律安定化制御

研究開発拠点，および，防災ロボットセンターの設置

- ・全国に複数の研究開発拠点を設置
＝大学・独法・国研の活用，国際的な協力
- ・試験フィールドを備えた防災ロボットセンターを設置
- ・フィールド試験に基づく性能評価と改良開発
- ・コンテスト形式のプロジェクトによる競争原理

国際標準化，規格策定

ロボットの性能評価法

- ・ロボット・ロボット部品の性能評価法の国際標準化
- ・調達基準の明確化
- ・市場の国際化
- ・開発目標の明確化
- ・他社製品との差別化
- ・国際的ショーケース

部品の可換性

- ・ロボット・ロボット部品（ハード・ソフト）の規格の国際標準化
- ・可換性・再利用性向上
- ・開発コスト低減
- ・開発速度加速
- ・製品原価低減

国際安全規格策定

- ・ロボット現場適用の際の安全規格
- ・安全性の向上
- ・ロボット適用範囲の拡大
- ・現場判断の迅速化
- ・市場の国際化

ロボット適用に必要な制度の整備

ロボット使用制度・環境整備・調達

- ・災害対策基本法に基づいたロボット使用制度の整備
- ・国交省・防衛省・消防庁・警察庁・海上保安庁等，政府機関が，積極的にロボット配備を検討
- ・老朽化インフラ・産業設備維持でのロボット積極的活用
- ・調達を進めやすくするための，最新技術情報，現場環境での実用性能評価情報の提供，カタログ化
- ・海外への技術・製品情報の相互流通，売り込み

防災ロボット事業環境と市場の整備

防災ロボット配備と適用のバリア低下

ロードマップ		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021-
基盤 技術 研究	遠隔現場アクセシビリティ向上	プロ ジェク ト 検 討	手法開 発	手法改 良	プロトタ イプ開 発	模擬現 場試験 改良	模擬現 場実証	現場実 証・ 試験配 備	製品検 討・ 開発	製品配 備
	無線通信・有線通信									
	遠隔状況認識・知能化・自律化									
高度 実用 化 研究	遠隔現場アクセシビリティ向上		プロトタ イプ開 発	模擬現 場試験 改良	現場実 証・ 試験配 備	製品検 討	製品開 発	製品配備		
	無線通信・有線通信									
	遠隔状況認識・知能化・自律化									
	防爆技術									
規格・法令整備		規格検討		標準化運動		規格策定		標準規格化		

[無人化施工技術]

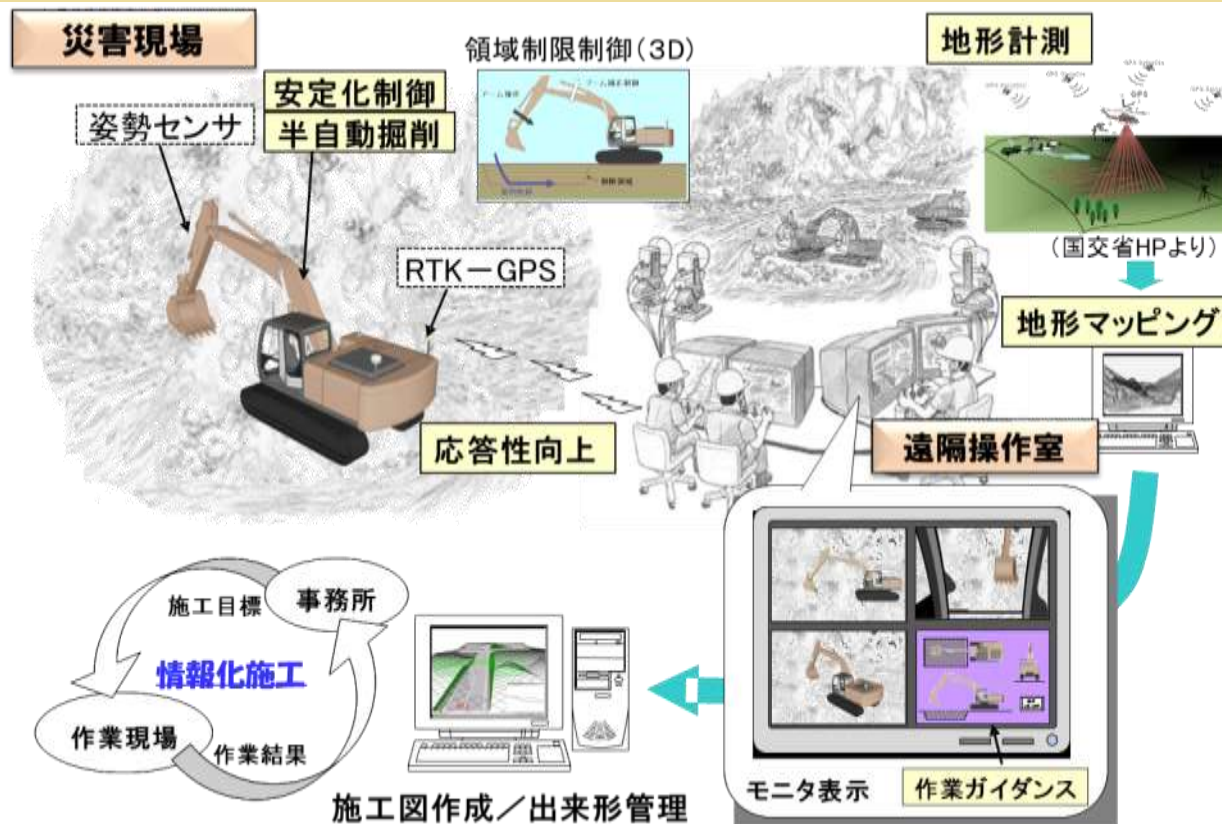
○2次災害発生の恐れがある災害現場で安全に緊急対策・復旧作業を行う技術

○遠隔操作仕様の建設機械と遠隔操作に必要な画像関連技術、信号伝送技術、これらをまとめてシステム化する技術、遠隔操作を行う操作者等々の総称

○様々な自然災害の復旧に対応するためには技術が不足

[提言]

想定される自然災害への対応の中で、無人化施工が必要な作業を明確化し、今後必要とされる無人化施工システムを実現するために取り組むべき新たな技術開発要素とその平時を含めた活用方法について提言する。



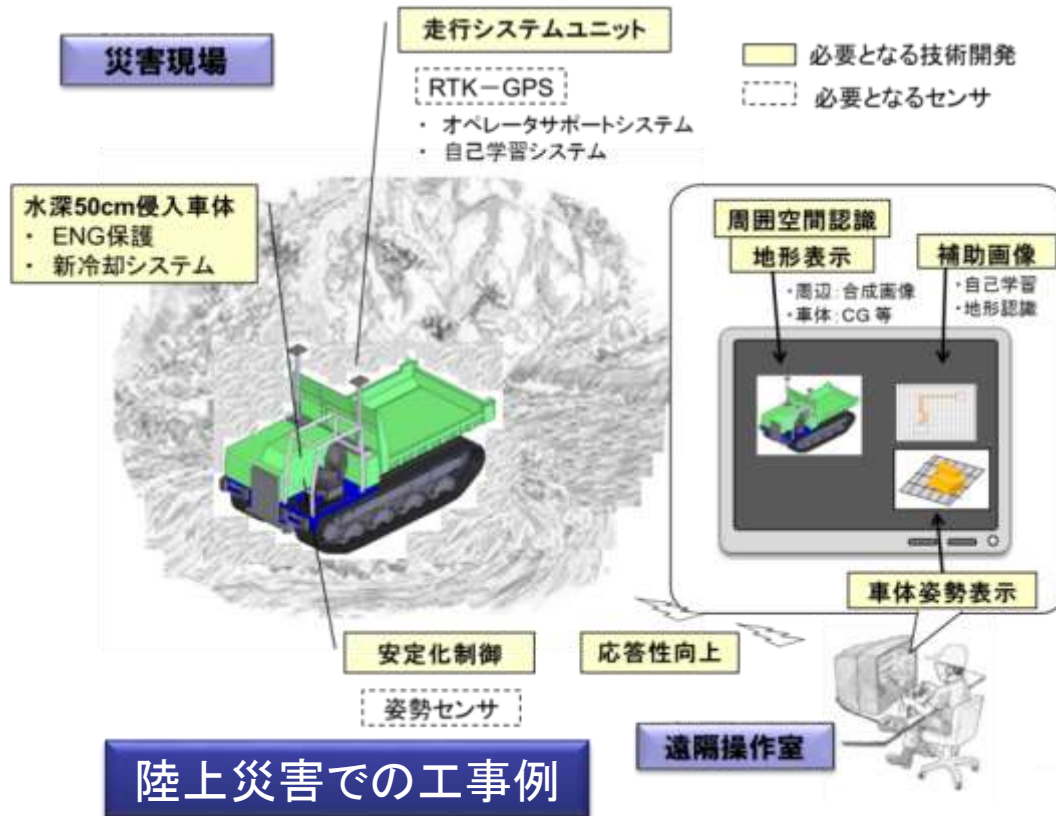
ショベル系建設機械

空間認知機能搭載

車載広角カメラによる周辺空間認識
位置・姿勢計測による車体姿勢
安定性評価と転倒防止制御

高度情報化施工機能搭載

地形計測・マッピングによる計画支援
半自動掘削等による正確な遠隔操作
高度な作業ガイダンス
作業後の出来形管理まで一元化



水陸両用運搬車両

空間と水中認知機能搭載

車載広角カメラによる周辺空間認識
超音波等による水中地形計測
位置・姿勢計測による車体姿勢
安定性評価と転倒防止制御

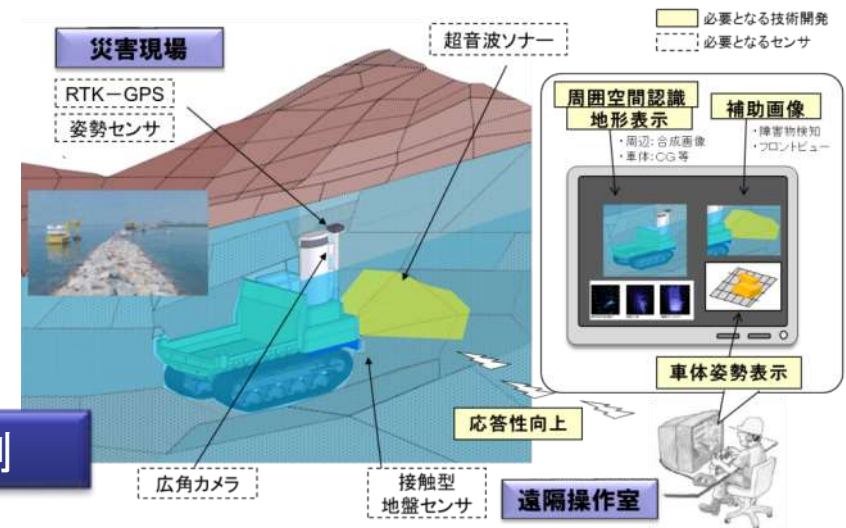
水中走行機能

水中走行用クローラ技術
水中での吸排気対策エンジン
水中安定走行用低重心機体
走行支援等の高度な作業ガイダンス

研究実現のための必要条件

- ① 基盤技術研究
- ② 高度実用化研究
- ③ 試験フィールド

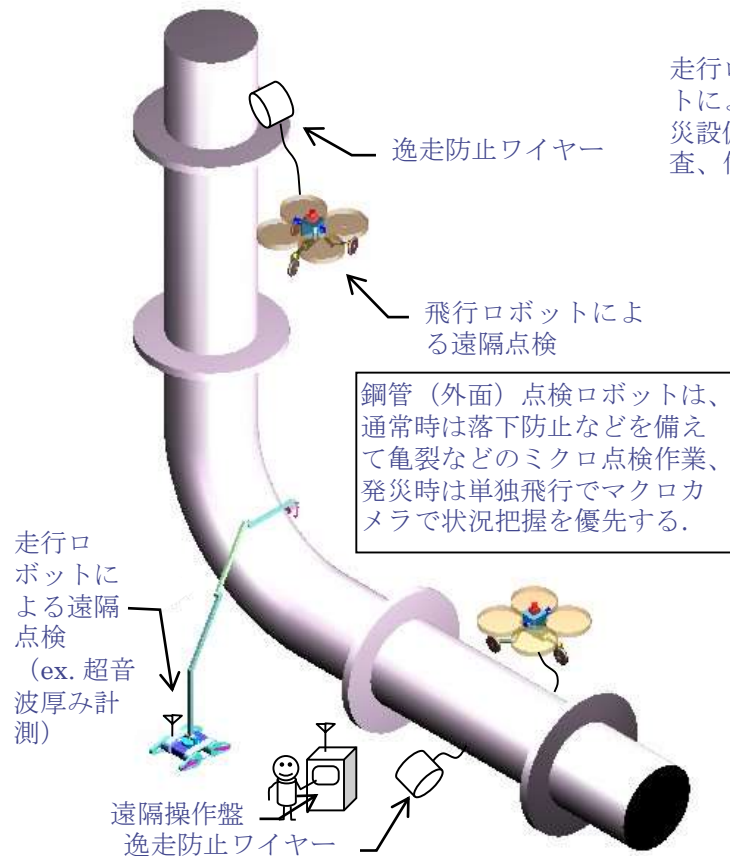
水中での工事例



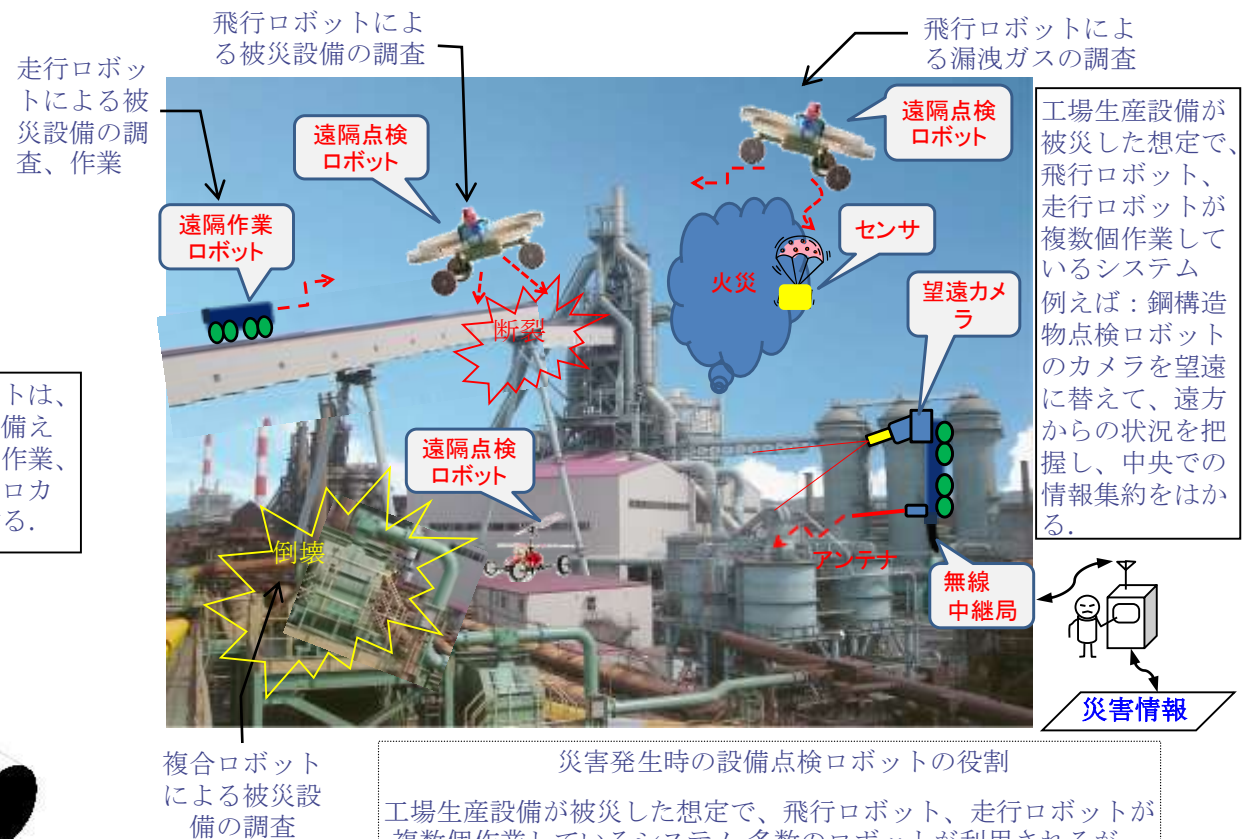
3. インフラ点検／メンテナンスロボット(WG3)

COCN

産業設備及び社会インフラの点検、メンテナンスの市場ニーズとロボット導入の可能性さらに、その災害対応への適用可能性について検討を実施。災害対応ロボットへの転用は十分可能であるが、さらに機能向上・コスト低減・信頼性の向上が必要。



通常生産時のインフラ点検ロボットの運用システム



災害発生時の設備点検ロボットの役割

工場生産設備が被災した想定で、飛行ロボット、走行ロボットが複数個作業しているシステム。多数のロボットが利用されるが、高所からの状況把握などの情報収集が主要な役割。

工場生産設備が被災した想定で、飛行ロボット、走行ロボットが複数個作業しているシステム
例えば：鋼構造物点検ロボットのカメラを望遠に替えて、遠方からの状況を把握し、中央での情報集約をはかる。

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

総科技

開発と使用の継続的循環

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
インターフェース仕様

文科省

経産省

制度設計

規制緩和

経産省

・特区など

規制強化

内閣府

・配備の義務化など

税制策定

財務省

・免税措置など

環境整備

総務省

・無線周波数の確保など

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



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

遠隔操作用安定通信技術

遠隔操作用空間認知技術

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

研究室



災害対応ロボット
研究開発拠点

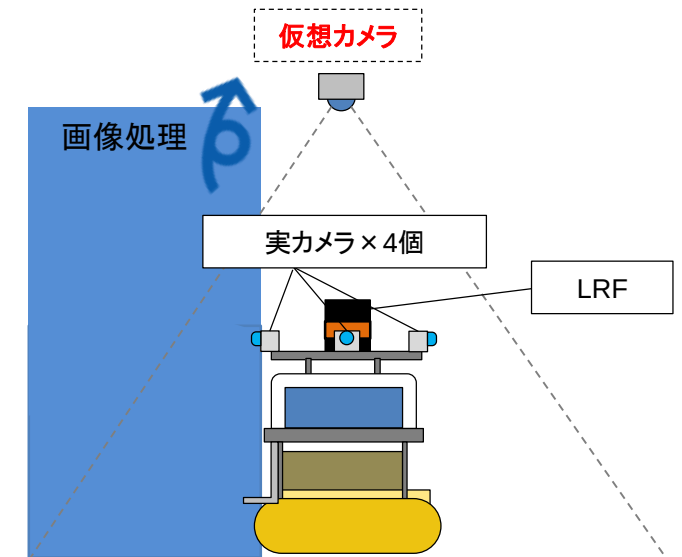


実証試験・オペ訓練
実証評価拠点

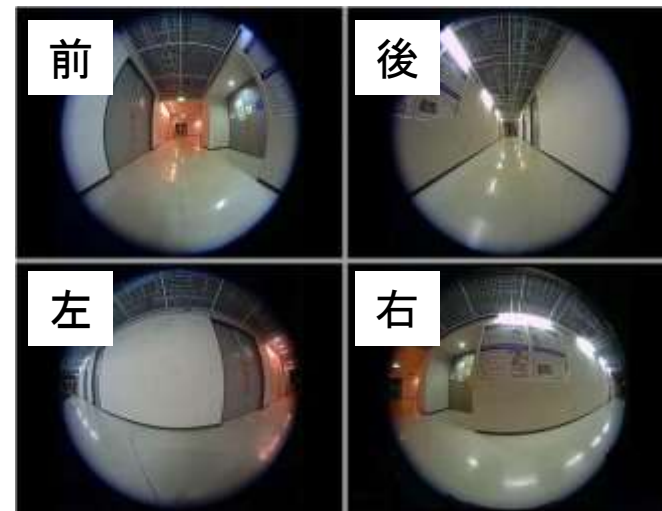


コンセプト

- 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

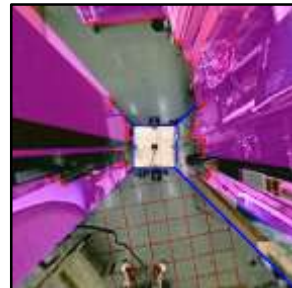
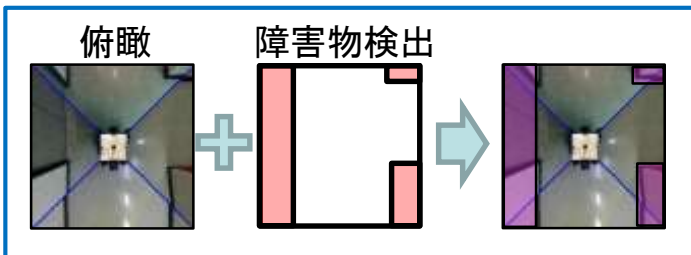
測域センサを加えた俯瞰映像

- カメラ＋**測域センサ**による災害対応向け俯

- 障害物重畳機能

障害物を俯瞰映像上で可視化

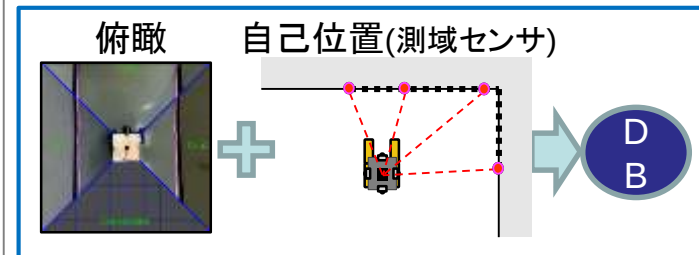
障害物を容易に把握可能



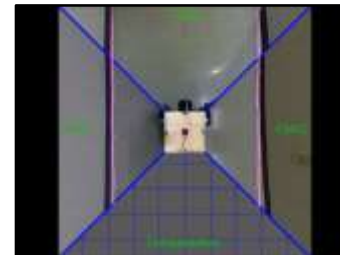
- 欠損補完機能

欠損部分を過去映像で補完

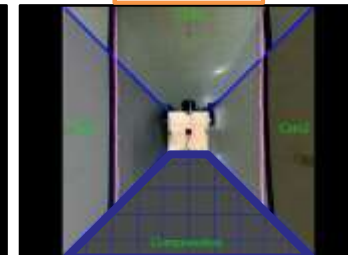
カメラ信号がない場合も対応可能



補完なし



補完あり



12

実験概要

■ 実験風景



■ 3パターンの映像提示



建設機械（バックホウ）の遠隔俯瞰映像提示 （前方映像＋俯瞰映像）



Disaster City

TEEX (Texas A&M Univ), Texas, USA



(三菱総研瀬川氏レポート)



専攻
ineering

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

産業競争力懇談会(COCN)

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

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

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, 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

事務局

コマツ, 製造科学技術センター

備えのためには 平時利用

1. 実証試験
2. 日ごろの訓練で利用
3. 現場導入
 - 災害復旧現場
 - 社会インフラや設備の点検・メンテナンス
 - 危険工事現場での活用

必要な対応策

- 平時利用の場の設置

- 災害対応ロボット技術センター
- 実証試験, 機能評価, ロボット競技会



- 運用のための継続的投資

- センター運用(産官学連携)のための費用支援
- 遠隔操作機器を用いた除染・復旧工事発注(国交省・環境庁)



- 緊急時も含めた司令塔機能の設置

- 災害対応ロボット利用推進本部(内閣府?)

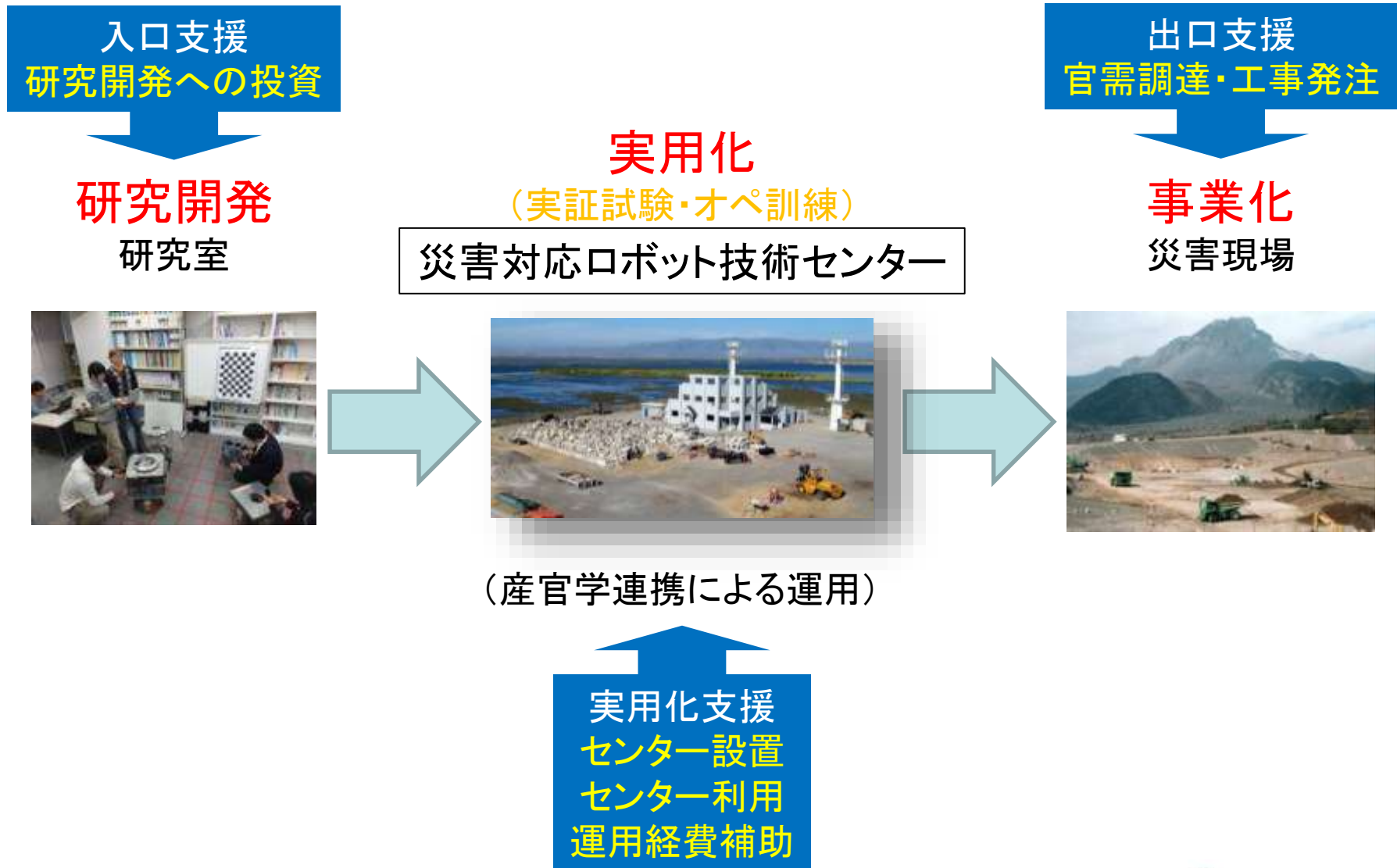


軍事ではなく災害対応・安全安心のための投資



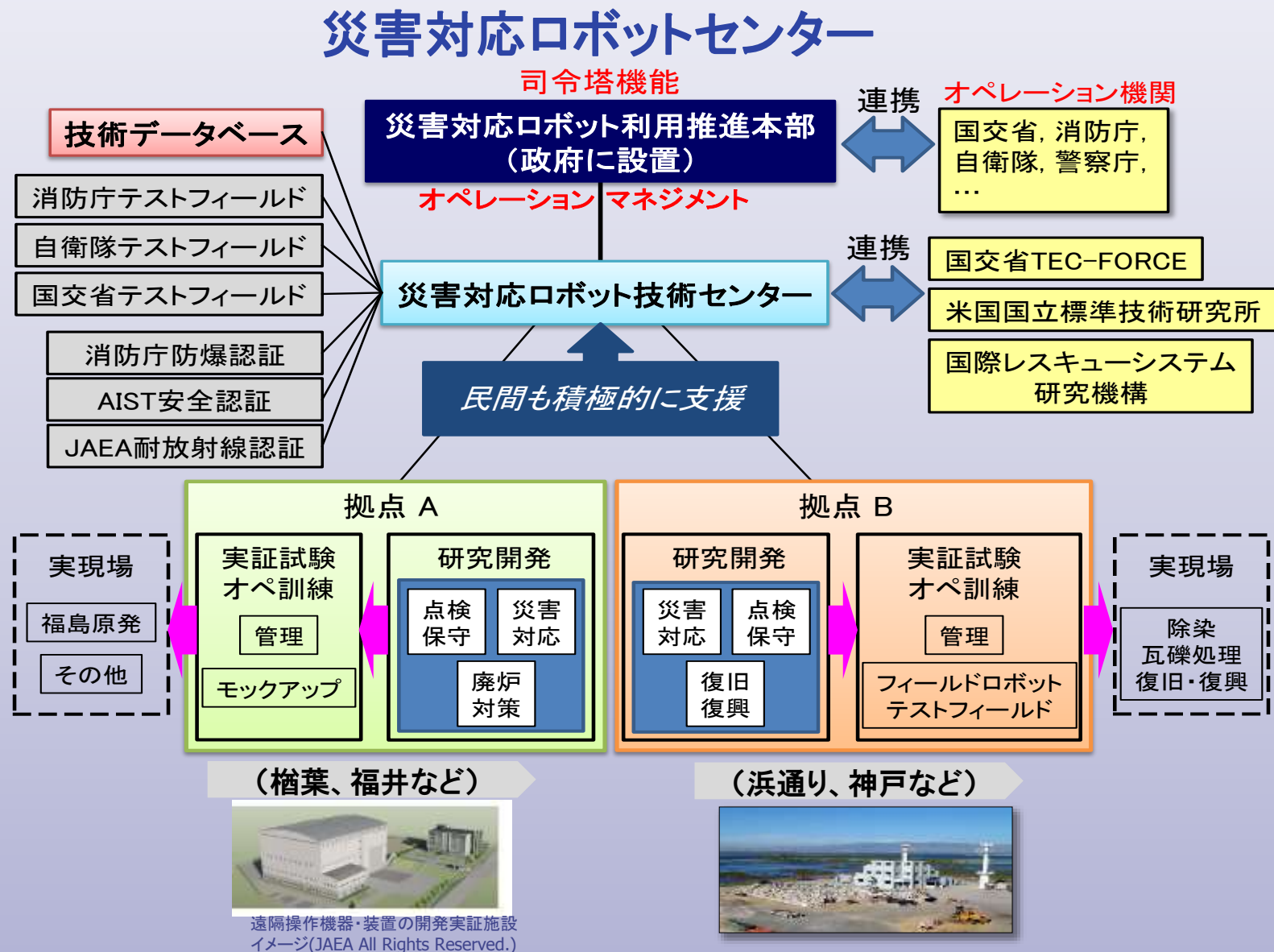
国土強靱化・産業競争力の強化

災害対応ロボットの社会実装の推進



災害対応ロボットセンターのコンセプト

COCN



ー モックアップ試験施設



＜概要規模＞

試験棟 : 幅60m × 奥行80m × 高さ40m

研究管理棟 : 幅35m × 奥行25m × 高さ20m



福島イノベーション・コースト構想の具体化（平成28年度予算案額 143.4億円（新規））

- イノベーション・コースト構想の実現に向けて、拠点の整備を推進するとともに、地域産業の復興に資する実用化開発等を支援し、プロジェクトの事業化と具体化を図る。

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（檜葉町）

- 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。
- 平成27年10月19日に開所式を実施（研究管理棟は完成）。平成28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。



（橋梁点検）



（火山災害調査）



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。



イメージ図

H29年度 25.5億円

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。



イメージ図

H29年度 36.5億円

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）

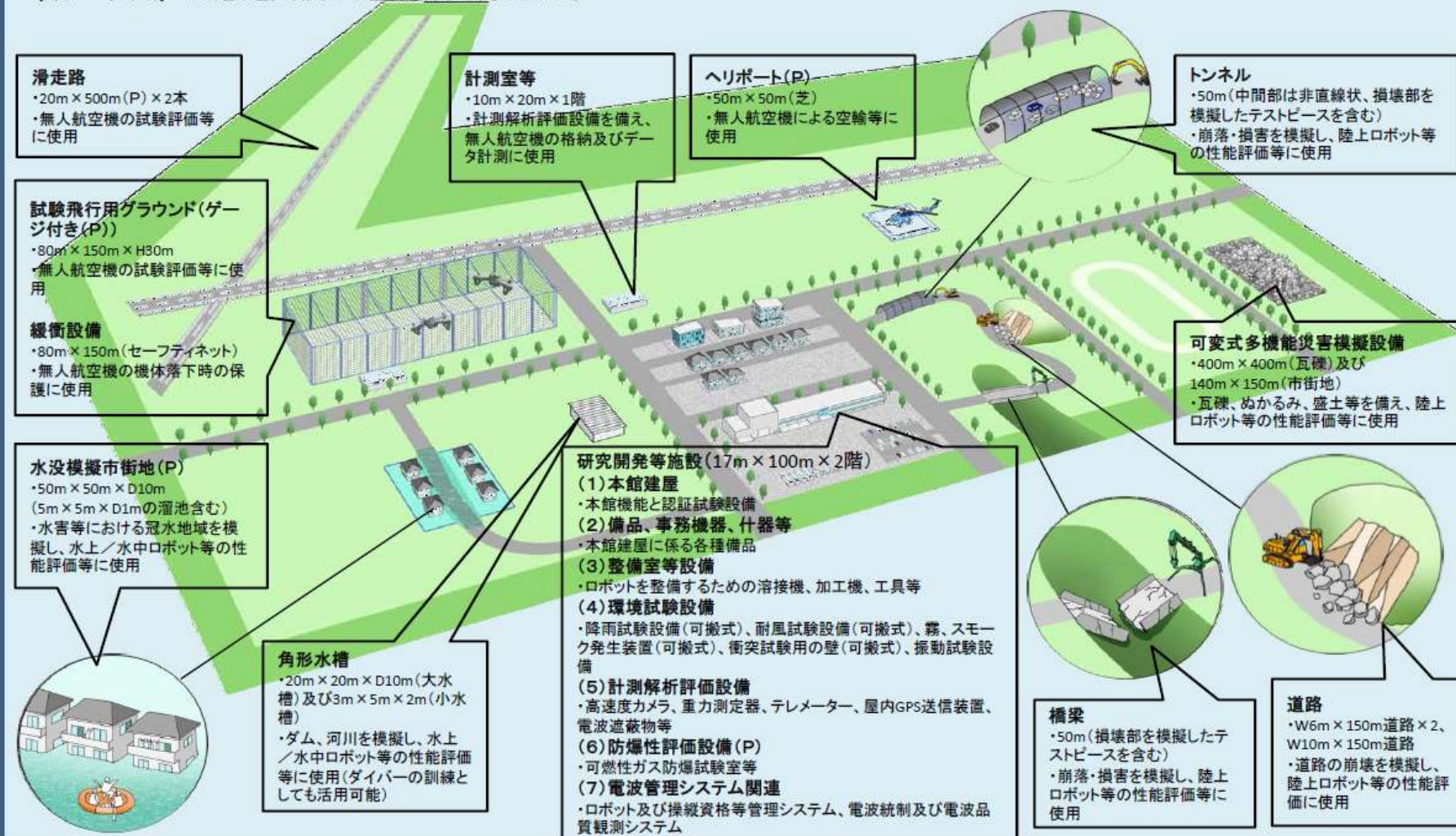
28年度：1.0億円

- 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。

（参考）ロボットテストフィールド及び研究開発等施設の整備イメージ（試案）

- ◆ 2. 及び 3. を踏まえた整備イメージは、以下の図の通り。
平成28年度及び29年度の2カ年にわたって整備することを想定。

（イメージ図）※想定面積は、全施設で約50ha。



産業競争力懇談会(COCN)

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

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

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(調整中), NICT(調整中)

事務局

コマツ, 製造科学技術センター

(1) 持続的運用のための施策(官)

ロボット配備の義務化を含む法制度の整備及び研究開発の予算措置

- 災害対応ロボットの現場での活用を可能にするためには**規制緩和**が必要である。また、災害の頻度は低く、災害対応ロボットは官需中心であることから、その社会普及のためには、**配備の義務化を含む法制度の整備**を行い、**国が積極的に市場を形成**するべきである。
- 災害対応ロボットの市場は限定的であり、機器の開発・維持コストを民間 だけで負担することは難しい。したがって、国がそれらの**必要な予算措置を継続的に講じる**べきである。
- 災害対応ロボット技術の実用化を推進・維持するためには、それを**長期間利用する現場を、国が意図的・積極的に設置・活用**するべきである。
- 持続的運用を可能にする担い手としての**中小企業やベンチャー企業などの支援、人材育成を強化**すべきである。

(2) 社会実装の遅滞要因排除:(産官学)

ロボットの安全確保のためのルール制定及び防爆性を含む認証と法制化

- 災害対応ロボットの**安全性を確保**するための**ルール制定・認証, 法制化**を行うべきである。
- 災害対応ロボットの**機能・性能の評価軸**を定め、その**標準化**を行うとともに、調達基準を明確化すべきである。
- 災害対応ロボットの**防爆**に関する検討を、技術と制度の両面から進めるべきである。

○社会実装の遅滞要因排除(例): 航空ロボットの安全性確保、水上・水中ロボットの運用の推進

- 無人航空機のクラス分け, 設計要求, 運航ルール, ライセンス等規定すべき項目を明確にして**無人航空機の認証のための安全基準, 認証制度の運用 体制等を航空当局と産業界が連携して整備**することが必要
- 水上・水中ロボットの社会実装のためには、**水上・水中ロボットの規格標準・認証制度の策定、運用ルールの制定、ロボット研究・実証フィールドの確保**が必要

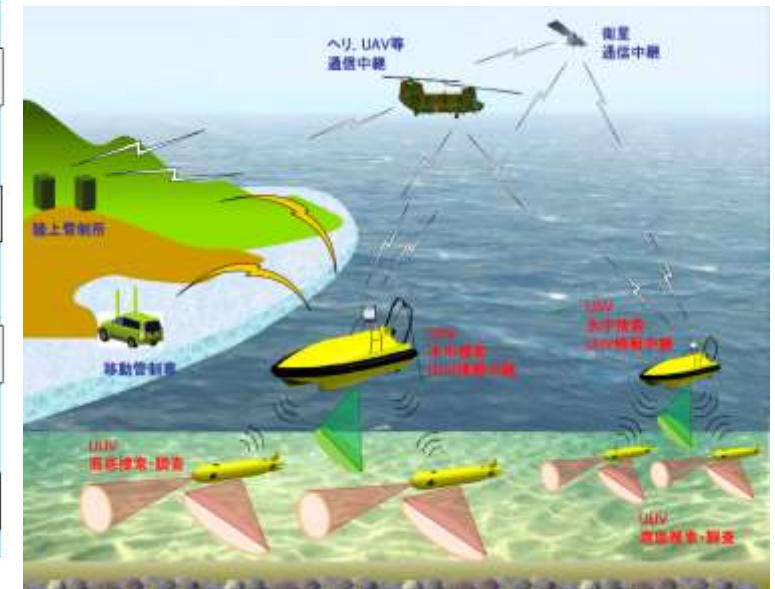
各国の無人航空機のクラス分けの比較

背景ハッチング: 各国の航空当局が管轄している範囲

	アメリカ (FAA連邦航空局)	
	25kg以下 small UAS	25kg超 UAS
	UK (CAA民間機安全航空局)	
	20kg以下 Small Unmanned Aircraft	20kg~150kg Light UAS
	オーストラリア (CASA民間航空局)	
	100g~150kg Small UAV	150kg以上 Large UAV
	100g未満 Micro UAV	
	日本 (航空法)	
	人が搭乗できない大きさ 模型飛行機	人が搭乗できる大きさ 無操縦者航空機

小 ← 機体規模 → 大

水上・水中ロボットの運用イメージ



(3) インフラ・無線通信の整備:(官)

ロボット専用周波数と帯域の確保, 災害時と同様な無線通信を常時利用可能な特区の確保, および無線機の開発支援.

- 「ロボット革命実現周波数帯の確保」: 映像がしっかり通る程度の帯域を確保して、民間での自由活用によりサービスロボット市場を活性化. また免許制または登録制にし, 平時は民間で広く活用し, 災害時には警察, 消防などに優先権を持たせる.
- 特区テストフィールドの設置: 試作・実用評価のループを回す必要がある災害対応ロボットの**実用化開発**, ならびにオペレーターの**育成・スキル維持**のための訓練には, **非常時と同様のロボットの取扱い**が必須であり, **平常時から制限のない利用**が可能な限定的な**特区の設置**が必要.
- 無線機の開発支援ならびに利用シーンの創出と提供: 無線機は特に初期 開発に費用がかかるため, 小数生産しか見込めない災害対応ロボットに関しては積極的な**開発支援**, ならびに**利用シーンの創出, 提供**を行うべきである.

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



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。



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。



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。



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。



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。



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。



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。



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。



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。



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)	セレンディピ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通・超正確に探索。大発見を偶然のものから必然のものに。	大発見を普遍に、偶然を必然にする新次元価値
 佐野 隼二 (東芝)	ユビキタス・パワーレーザによる安全・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・高出力でユビ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。先進医療に活用。	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)	無充電で長期駆使できる究極のエコ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機器の電力消費量を劇的に減らし、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
 山崎 昌之 (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、更に介護者負担を軽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。	遠隔機能の飛躍的拡張、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 隆雄 (小坂プレス工業)	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 (しらさき せいこう)	慶應義塾大学	オンデマンド即時経路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オのづくりを実現する人工細胞リアクタ

 田所 謙 (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に「話金入り」に競え上げる
 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	地震区分が唯一の選択核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 (イヤノン)	インバー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
 山崎 義徳 (NTTアータ研究開発研究所)	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 直久 (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

sama



THE UNIVERSITY OF TOKYO

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



総論－「ロボット革命」の背景と考え方－

- ◇ 現状は「ロボット大国」（産業用ロボットの年間出荷額、国内稼働台数ともに世界一）。
- ◇ 少子高齢化や老朽インフラ等、ロボットが期待される「課題先進国」。
- ◇ 欧米は、デジタル化・ネットワーク化を用いた新たな生産システムを成長の鍵として巻き返し。
他方、中国などの新興国もロボット投資を加速（年間導入台数で日中逆転）。



ロボットの徹底活用により、データ駆動型の時代も、世界をリード。

ロボット革命とは

- ① ロボットが劇的に変化（「自律化」、「情報端末化」、「ネットワーク化」）
自動車、家電、携帯電話や住居までもがロボット化
- ② 製造現場から日常生活まで、様々な場面でロボットを活用
- ③ 社会課題の解決や国際競争力の強化を通じて、ロボットが新たな付加価値を生み出す社会を実現

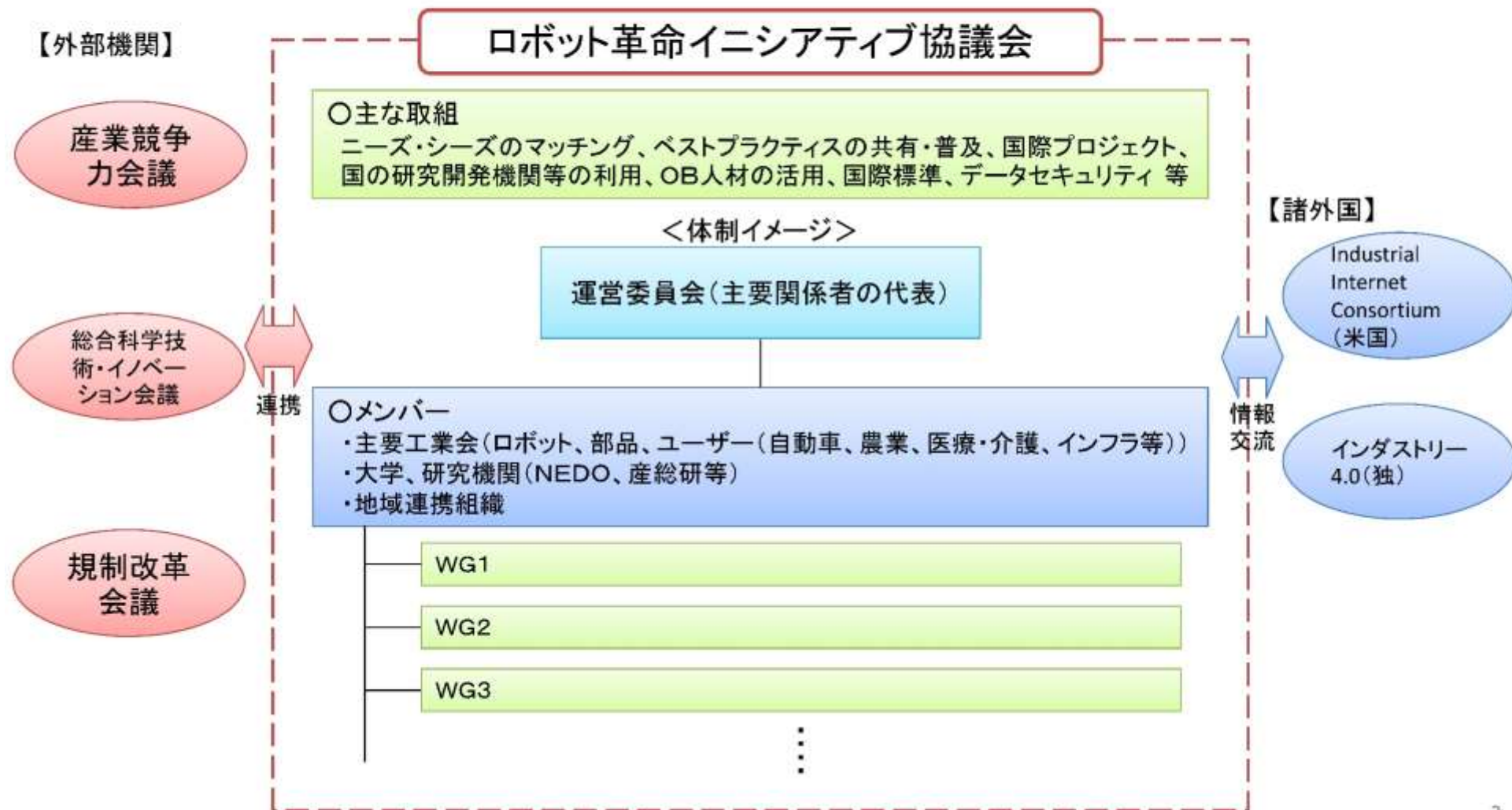
ロボット革命の
実現に向けて

革命実現のための三本柱

- ① 世界のロボットイノベーション拠点に
- ② 世界一のロボット利活用社会
（中小企業、農業、介護・医療、インフラ等）
- ③ IoT(Internet of Things)時代のロボットで世界をリード（ITと融合し、ビッグデータ、ネットワーク、人工知能を使いこなせるロボットへ）

アクションプランー分野横断的事項①「ロボット革命イニシアティブ協議会(Robot Revolution Initiative)」の創設ー

- ◇ ロボット革命実現会議の成果を踏まえ、現場における革命実現のための産学官を分厚く巻き込んだ推進母体を設置。産業競争力会議や総合科学技術・イノベーション会議等におけるAI、IoTの議論とも連携。



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を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

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



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

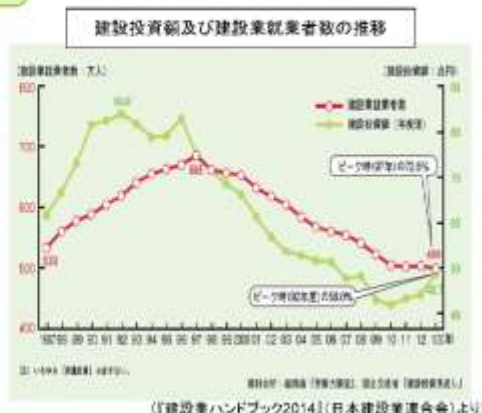
- ✓手術支援ロボット等の医療機器を普及
- ✓新医療機器の審査の迅速化

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

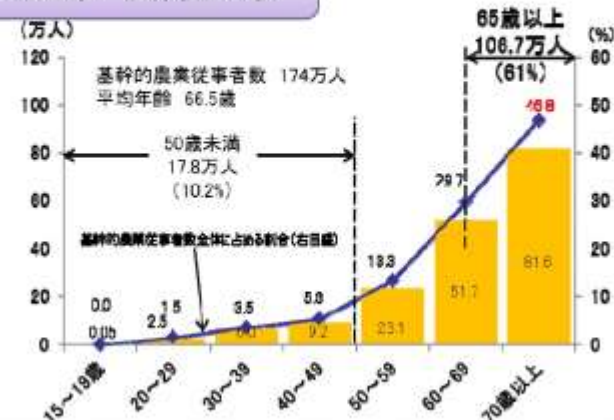
重点分野

- ✓ 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

ロボット革命イニシアティブ協議会

会長:岡村 正(日本機械工業連合会会長)

事務局:日本機械工業連合会

事業目的:

- ① ロボット・イノベーション及びロボット利活用推進に関する課題解決に資する関係者間のマッチング、ベストプラクティスの共有・普及の推進
- ② 国際標準化活動の推進に向けた情報共有、共通課題の整理及び対応策の企画・立案
- ③ 情報セキュリティの確保の方策の企画・立案
- ④ 国際プロジェクト等の企画・立案
- ⑤ 実証実験のための環境整備
- ⑥ 人材育成のための企画・立案
- ⑦ 関係機関との連携による研究開発、規制改革等の推進
- ⑧ 国際連携を含めた関連情報の収集・発信、普及・啓発事業の推進
- ⑨ その他

WG:

生産システム改革WG

ロボット利活用推進WG

ロボットイノベーションWG

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), エンジン・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)

1. 推進連絡会の概要

■ 目的

1. 2011～2014年プロジェクト活動を継承し、ロボット革命イニシアティブ協議会等、ロボットの社会実装推進に係る各種会議 等に参加し、**ロボットユーザの意見を集約したCOCN提言の反映**を図る。
2. 災害対応ロボットの社会実装を確実に推進するため、研究から実証、さらに**事業創出にいたるシナリオ構築と環境整備の推進**、並びにこれらの活動を担う**次世代の人材育成**を図る。

■ 体制

推進連絡会構成（産官学133名、メンバー56団体、オブザーバー18団体）

- **PL：浅間 一（東京大学）** ■ **実行委員：渡辺裕司（コマツ）**
- **サブPL：秋本 修（日立）、加藤 晋（産総研）**
- **WG1「制度(安全性等)・標準化」** 主査：田所 諭（東北大学）、副主査：大隅 久（中央大学）、幹事：神村明哉（産総研）、木村哲也（長岡技科大学）
- **WG2「ユースケースに基づく社会実装モデル」** 主査：油田信一（芝浦工業大学）
副主査：栗生暢雄（大林組）、高田亮平（新日鐵住金）、幹事：森下博之（先端建設技術センター）
- **WG3「インフラ・通信」** 主査：羽田靖史（工学院大学）
副主査：北原成郎（熊谷組）、幹事：細田 祐司（ロボット学会）
- **事務局：布谷貞夫、田淵俊宏（コマツ）**

2. 今年度の活動と成果

■ 今年度の活動

COCN推進連絡会として下記会議・委員会等に参加し、全体会議(4,8,12月)で状況報告するとともに、事務局が適時にWG、幹事会を召集して連絡会を運営。

- 復興庁関連：「イノベーション・コースト構想推進会議」
- 経産省関連：「ロボット革命イニシアティブ協議会」
- 国交省関連：「ドローン運用ルール検討会」
- 総務省関連：「ロボット用電波利用システム調査研究会」
- 経産省関連：「ロボットテストフィールド・共同利用施設活用検討委員会」
- NEDO関連：「インフラ維持管理UAV技術検討会」
- 内閣官房・国交省関連：「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」

■ 成 果

- 総務省：ロボット用電波（2.4GHz、5.7GHz等）の制度整備に着手
- 経産省：ロボットテストフィールド・研究開発拠点整備事業にH28年度着手
- 経産省・NEDO：各種ロボット性能評価手法の研究開発にH28年度着手
- 内閣官房：小型無人機に係る環境整備の検討に着手
- 経産省・国交省・内閣府：SIP、ImPACT、次世代社会インフラロボット等、研究開発及び現場検証等事業の継続推進

2-1. WG1「制度(安全性等)・標準化」

■今年度の活動と成果

主査:大隅 久、幹事:神村明哉

WG1として3回のミーティングを開催し、下記内容の情報・意見交換、およびドローン運用制度構築に向けたCOCN意見の取りまとめを行った。また全体会議(9月,12月)において国土交通省航空局課長・松本大樹様のご出席を賜り、改正航空法等について意見交換をさせていただいた。

- 第1回WG1ミーティング (7月28日) … ドローン運用制度整備の動向説明と意見交換
- 第2回WG1ミーティング (9月17日) … 航空法改正と省令案の概要解説、および
水上・水中ロボットの現状報告
- 第3回WG1ミーティング (2月3日) … ドローン認証・検定制度に対する意見取りまとめ

主な成果：

- 「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会(内閣官房)」、「ドローン運用ルール検討会(国交省)」に参加し、COCNからの意見・要望を提示
- 航空法改正と省令案に対するCOCNからの質問・要望等の取りまとめ
- ドローン認証・検定制度整備に関するCOCNからの意見・要望の取りまとめ
- 水上・水中ロボットの現状報告

■次年度の課題

小型無人機に係る機体性能認証・操縦資格制度の提案 (参考資料にイメージを掲載)

2-2. WG3「無線通信インフラ」

主査：羽田靖史、副主査：北原成郎、幹事：細田祐司

■ 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

■ 今年度の活動と成果

■ 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

■ 次年度の課題

- 総務省とのロボット用無線通信詳細仕様の調整
- **ロボット用無線通信管理運営体制の整備及び対応無線通信機器の確保**
- ドローン運用等における携帯電話機器の運用制限緩和の提言
- 「ロボット革命イニシアティブ協議会 WG2 環境整備Gr」との連携による推進

3. 各府省庁への提言事項

■ 経産省殿

- ①福島ロボットテストフィールドの整備・運用に向けて可能な技術支援を継続したいと思います。
(福島ロボットテストフィールドに付与するオンリーワンの特長、特権のシナリオ作成が肝要と考えます。)
- ②ロボット革命イニシアティブ協議会WG2環境整備グループに参加して、ロボット用電波や運営組織などの環境整備に関して継続提案しますので、ご指導をお願いいたします。

■ 総務省殿

ロボット用電波につきましては電波産業会の調査研究会で議論を深耕し、成果が見えてきました。本年度電波制度の改定の運びとなりますが、ドローンでの利用につき、十分な検討をお願いいたします。

■ 国交省殿

- ①航空安全企画課殿：ドローンの性能認証、オペレータの訓練・資格認定などに関する制度設計において、福島ロボットフィールドの活用を考慮いただくようお願いいたします。
- ②公共事業企画調整課殿：インフラ維持、災害対応用ロボットの実証評価の継続・発展と、福島ロボットテストフィールドの活用を同時に検討いただくようお願いいたします。

■ 内閣府 内閣官房殿

小型無人機の環境整備に向けた官民協議会に参加し、社会実装を目標とした環境整備について府省庁・産・学の連携した提案をさせていただきますのでご指導をお願いいたします。

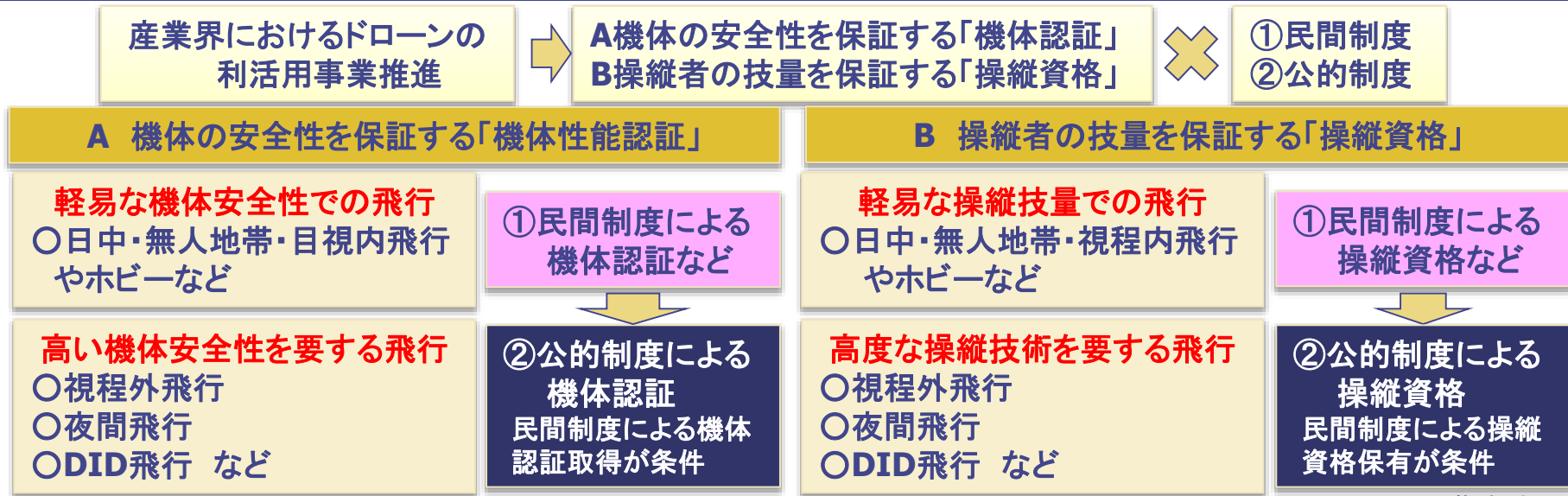
■ 全府省殿

災害対応、インフラ維持管理ロボットの社会実装、持続的運用を目指し活動を継続していきますので、関係府省庁殿からも引き続きご参加いただき、ご指導・ご鞭撻のほどをお願いいたします。

ドローン機体性能認証・操縦資格制度整備 の提案(イメージ)

COCN

付録:参考資料.2-1



DID:人口集中地区

A 機体性能認証制度の一例 (具体的な数値, 条件, 資格等はイメージとして提示したものであり, 具体的内容の決定には更なる議論が必要)

クラス (イメージ)	飛行可能な条件	用途	機体性能認証の内容
I (自転車レベル)	・ラジコン飛行場等 (第三者上空飛行無し)	ホビー、試験用途	・自主規格 (機体性能認証不要)
II (原付きレベル)	・無人地帯で日中、目視内 飛行に限定 (第三者上空飛行無し)	一般事業、農薬散布等	・機体の基本飛行検証 ・安全性・信頼性の検証 (JUAV等民間自主認証制度を想定)
III (自動車レベル) ※	・有人地帯での飛行 (第三者上空飛行有り) ・全日飛行 ・視程外飛行など	・一般事業用途 (指定公共機関、物流、 プラント、警備ほか) ・防災事業用途等 (消防、防衛、警察、 海保、報道機関等)	・目視外飛行等基本性能試験 (自律飛行試験等) ・耐久試験 (ロングラン試験) ・耐環境試験 (耐風、耐雨等) ・操作性試験 (長距離飛行、電波断時、夜間飛行等) ・補給整備性試験 (予防整備性、故障整備性等) ・安全性能試験 (緊急着陸、ハ・ラシュート降下、視認性等)

※クラスIIIの機体性能認証はロボットテストフィールドの活用を想定

ドローン機体性能認証・操縦資格制度整備 の提案(イメージ)

COCN

付録:参考資料.2-2

B 操縦者の操縦資格制度の一例

(具体的数値, 条件, 資格等はイメージとして提示したものであり, 具体的内容の決定には更なる議論が必要)

資格	飛行空域の条件	飛行方法の条件	技能検定機関	試験項目	摘要	受験資格
クラスD	所有地・管理地に限る	目視内飛行かつ日中に限る	民間団体等	なし(民間主催の講習を推奨)	ホビー、試験用途	不要
クラスC ※1	無人地帯に限る	目視内飛行かつ日中に限る	JUAV等	JUAV準拠 ・基本学科 ・基本技能	一般事業、農薬散布等	不要
クラスB ※2	限定解除 (当該資格保有が、DID飛行及び空港周辺飛行を許可する条件とする)	限定解除 (当該資格保有が、夜間飛行・視程外飛行・物件との規定距離を確保しない飛行等に関して承認する条件とする)	ロボットテストフィールドなど、国の定める試験方法に基づく試験が可能な機関(指定試験機関)において技能評価 (国は指定試験機関の評価に基づく申請に対し技能資格を付与するものとする)	試験規格B ・学科 (航空法、航法、無人機の機能、操作法、飛行原則、電波法、通信、運行手続き、視程外飛行・第三者上空飛行要領) ・実技 (視程外飛行、電波(ほか不測対処、ビル風等対処、少雨飛行、弱風飛行(地上風速5m/s)など)	一般事業用途 (指定公共機関、物流、プラント、警備ほか)	クラスCを保有して1年以上の業務経験を有するとともに30時間以上の飛行実績を有するものとする
クラスA ※2	限定解除 (当該資格保有が、DID飛行及び空港周辺飛行を許可する条件とする)	限定解除 (当該資格保有が、夜間飛行・視程外飛行・物件との規定距離を確保しない飛行等に関して承認する条件とする)	ロボットテストフィールドなど、国の定める試験方法に基づく試験が可能な機関(指定試験機関)において技能評価 (国は指定試験機関の評価に基づく申請に対し技能資格を付与するものとする)	試験規格A ・学科 (災害時の運用原則・飛行手続き、降雨強風環境下での操作方法など) ・実技 (長距離視程外飛行、電波(ほか不測対処、緊急着陸、ビル強風等対処、降雨・強風飛行、関係機関調整など)	防災事業用途 (消防、防衛、警察、海保、報道機関等) 当該資格の保有は、災害時等における「許可を必要とする空域、承認を要する飛行方法」規定の適用除外、あるいは他の機関の同様の許可承認の条件とするともにインストラクターとしての技能を認める	クラスBを保有して3年以上の業務経験を有するとともに100時間以上の飛行実績を有するものとする

※1 マニュアル飛行のみ、 ※2 自律飛行・マニュアル飛行対象

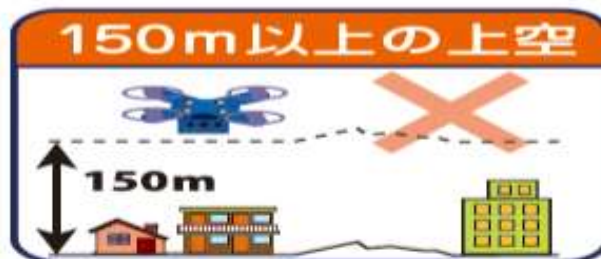
産官学111名、56団体、オブザーバー14団体（7月6日現在）

- 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RI Inc.
(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）

許可・承認は ①機体の安全性 ②操縦者の技量 ③運行管理体制 から総合的に判断

★飛行禁止空域

次の場所では、無人航空機の飛行は禁止されていますので、ご注意ください！飛行させたい場合には、国土交通大臣による許可が必要ですので、所定の手続きを行ってください。



★飛行の方法

無人航空機を飛行させる際には、次の方法に従って飛行させましょう！これらの方法によらずに飛行させたい場合には、国土交通大臣による承認が必要ですので、所定の手続きを行ってください。



小型無人機の利活用と技術開発のロードマップと 制度設計に関する論点整理(案)(概要)

- 昨年12月より、関係府省庁、メーカー、利用者等の団体をメンバーとする「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」において検討。
- 「小型無人機の利活用と技術開発のロードマップ」を取りまとめるとともに、安全確保に向けた制度設計の論点を整理、検討の方向性を提示。
- 今年夏に、安全確保に向けた制度設計の方針を取りまとめ。

小型無人機の利活用と技術開発の ロードマップ

- 小型無人機の将来的な利用形態(次の4段階のうちレベル3, 4)の本格化に向け、必要な技術開発や環境整備に関する事項を整理。
 - レベル1 (目視内・操縦飛行)
 - レベル2 (目視内)
 - レベル3 (離島・山間部等の無人地帯での目視外)
 - レベル4 (都市部等の有人地帯での目視外)
- 特に「早ければ3年以内(2018年内)に荷物配送を可能とする」ことを目指し、2020年代には都市を含む地域における荷物配送等も実現されるよう、航続時間や風雨等への耐性の向上、衝突回避機能、運航管理システムの構築等のための技術開発の支援等を行う。

安全確保に向けた制度設計に関する 論点整理と検討の方向性

- 制度設計に当たっての基本的考え方
 - ー 制度の柔軟性の確保、技術革新を促進する、安全性の総合判断(官民連携)、合理的な範囲での規制、国際的な調和に配慮
- 機体、操縦者、運航管理体制
 - ・ 目的(趣味、ビジネス)を問わない、リスクの程度に応じた制度設計が必要。
 - ・ 民間の能力、知見を活用することが必要
- 航空機・小型無人機相互間の安全確保
 - ・ 無人機側の回避ルール、小型無人機間の衝突回避ルールの策定が必要
 - ・ 空港等では、飛行制限の強化が必要
 - ・ 有人機、無人機の飛行情報を共有する仕組みの構築、システム化の検討が必要
- その他(保険の活用、プライバシー保護)

無人移動体画像伝送システム

- ドローンの遠隔操作や、ドローンからの画像・データ伝送には電波を利用。
 - 現在市販されているドローンは、無線局免許を必要としないWi-Fi機器等が用いられているものが多く、より高画質で長距離の画像伝送等、電波利用の高度化・多様化に関するニーズが高まっている。
 - 総務省では、ドローンを含むロボットの電波利用の高度化のため、昨年3月より、情報通信審議会において、使用可能周波数の拡大や最大空中線電力の増力等に向けた技術的検討を実施中。
- ➡ 今年度中に技術的条件をとりまとめ(答申)、夏までに所要の制度整備(無線設備規則の改正等)を実施

様々な分野におけるドローンの利活用と電波利用のイメージ



ドローンを含むロボットの電波利用の高度化

➡ 本年度内に情報通信審議会にて技術的条件をとりまとめ、夏までに制度整備

≪技術的条件とりまとめの方向性(検討中)≫

- 5GHz帯(5.7GHz帯)を、新たにドローンによる高品質な映像伝送等に使用可能とする
- その他、高品質な映像伝送等に利用可能な周波数(2.4GHz帯)や、ドローン操作に利用可能な周波数(73MHz帯等)を拡大※1
- 最大空中線電力を増力することにより、5km程度の長距離通信※2を可能とする

※1 その他、低速伝送用(200kbps程度)に169MHz帯を拡張予定

※2 現在市販されているドローンは、画像伝送の通信距離は 300m程度

ロボットテストフィールドにおける性能評価手法等の開発の進め方(案)

- N E D Oプロジェクト基本計画イメージ (「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」基本計画に当該項目を追加)

■ 項目：各種ロボットの性能評価手法等の開発

1. 研究開発の必要性

各種ロボットは適切な性能や安全性を備えることが必須。このため、ロボットによる市場創出に向けては、ロボットの性能を、見極め、保証する仕組み作りが必要。本事業では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。

2. 研究開発の具体的内容

対象ロボットは、「①無人航空機（ドローン）を活用した流通分野」、「②無人航空機（ドローン）及び水中ロボットを活用したインフラ点検分野」、「③無人航空機（ドローン）及び陸上ロボットを活用した災害対応分野」とし、分野毎にロボットによる各種試験を行い、その結果データを基に、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。

3. 達成目標

各種ロボットの運用に必要とされる性能や操縦技能等に関する評価基準やその検証手法を明らかにする。

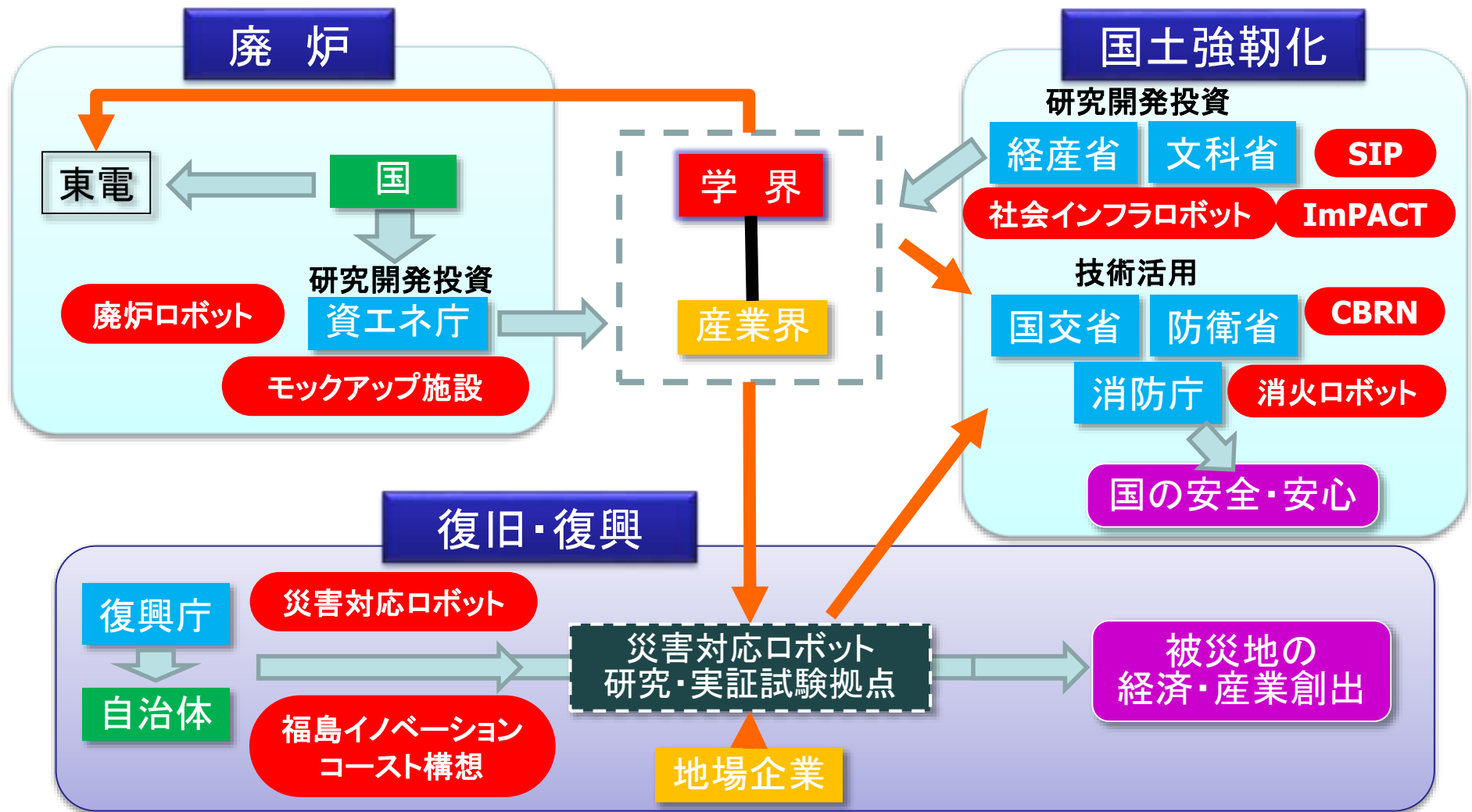
● 予算規模

約 2 億円

● 今後のスケジュール（予定）

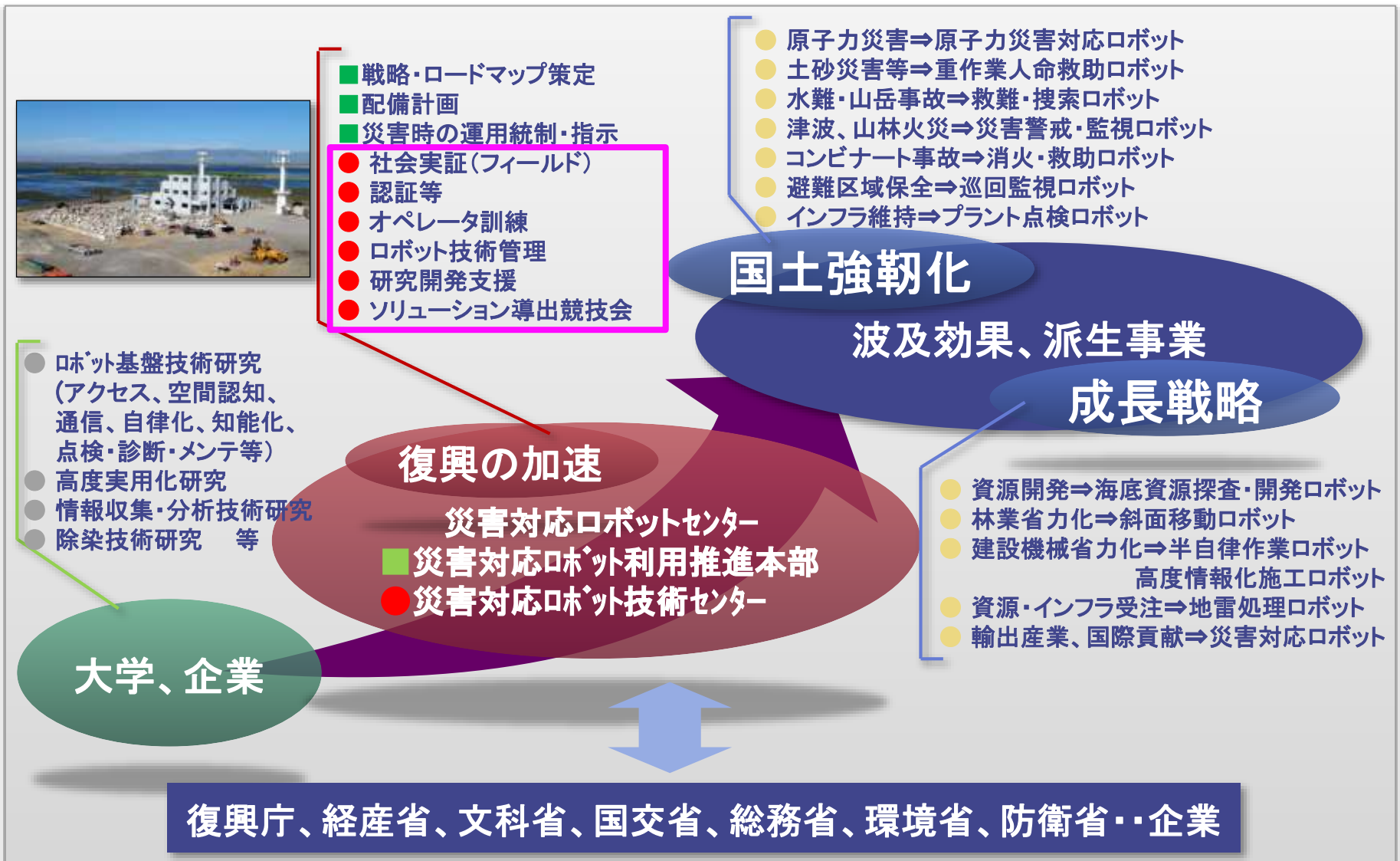
- | | |
|---------|--|
| ・ 3月上旬頃 | 事業委託先の公募予告開始、N E D O P O S T（プロジェクト基本計画案パブリックコメント）開始 |
| ・ 4月上旬頃 | 事業委託先の公募開始、NEDOプロジェクト基本計画公開 |
| ・ 5月上旬頃 | 公募締切 |
| ・ 6月下旬頃 | 採択決定、事業開始 |

東日本大震災後の活動総括



災害対応ロボットセンターによるイノベーションコンセプト

COCN



◆福島浜通り復興の加速でイノベーションを創出し国土強靱化・成長戦略へ展開