

# 「災害対応ロボットセンター設立構想」

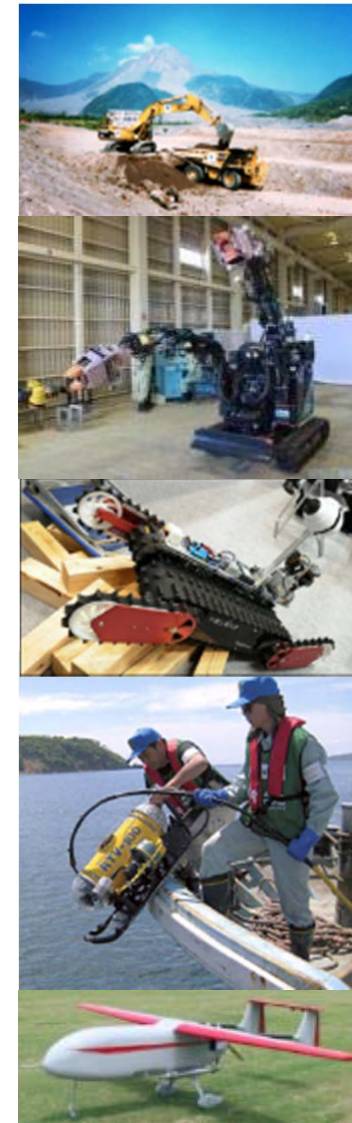
平成25年9月10日

プロジェクトリーダー  
東京大学工学研究科 教授 浅間 一



# 1. 災害対応ロボットとは・・・

- 無人化施工機械・作業用ロボット
  - ・瓦礫除去、道路啓開等を行う遠隔操作型の建設機械
  - ・雲仙普賢岳の災害復旧工事、福島第一原発での瓦礫除去等で活用
- 陸上探査・作業ロボット
  - ・福島原発建屋内の調査、インフラ等各種点検作業、人命救助支援
- 水中探査ロボット
  - ・東日本大震災の際に海洋における人命捜索で活用
- 無人飛行ロボット
  - ・空からの広域情報収集、近距離における詳細情報収集に活用

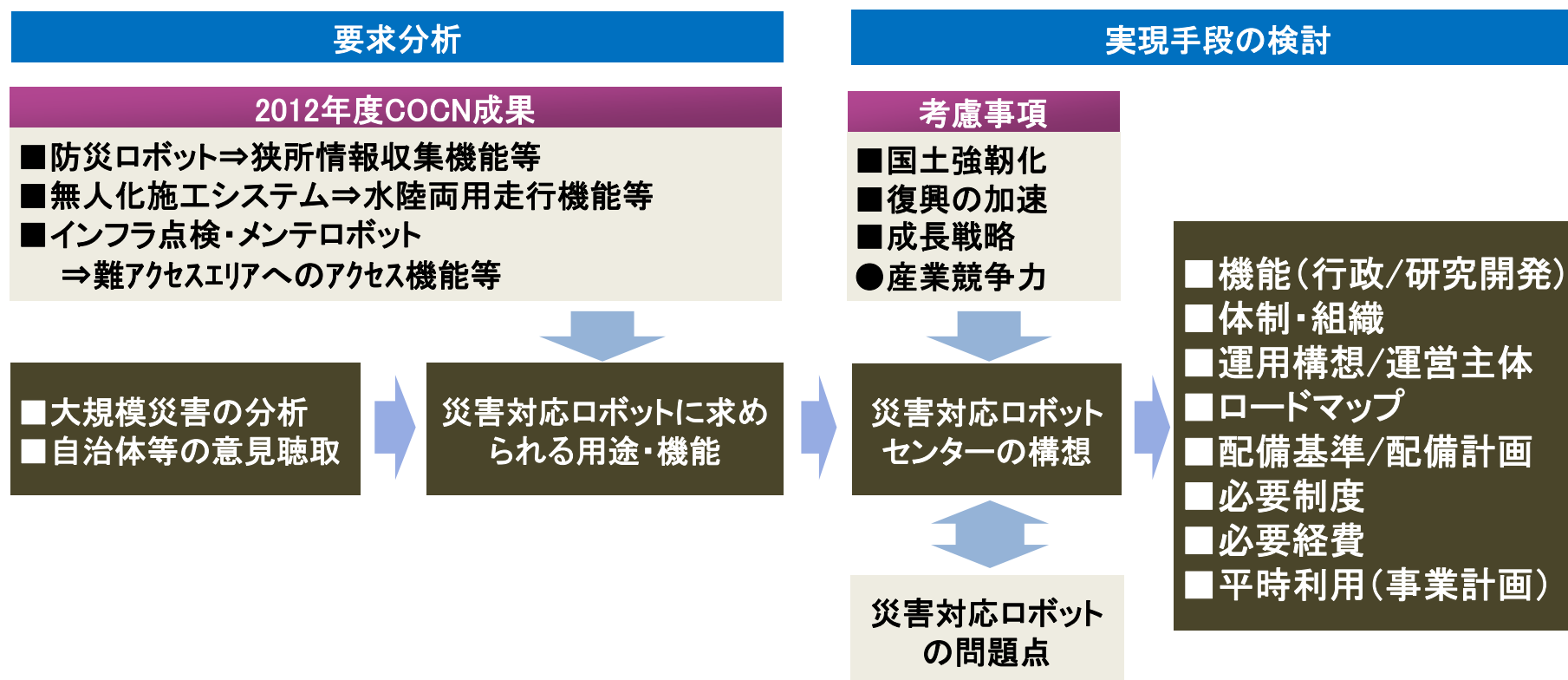


いつ・どこで・だれが  
なにかを・どのように



## 2. 検討の概要

政府方針・社会ニーズ	①国土強靱化	②復興の加速	③成長戦略
検討対象とする大規模災害	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 東日本大震災復興</li> <li>■ 東海・東南海・南海地震</li> <li>■ 人工災害の脅威(トンネル、橋梁、コンビナート等、社会インフラ老朽化)</li> <li>■ 首都直下地震</li> <li>■ 噴火・水害等大規模災害</li> </ul>		
災害対応ロボットの目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 災害対応ロボットの導入により大規模災害において1人でも多くの人命を守る</li> </ul>		



### 3. 大規模災害の分析

大規模災害 (発生年) 災害形態	死者・不明者 死亡原因 被害額	重要な災害対応活動 (発災からの 救命活動時間)	有効性が期待できる 災害対応ロボット例	将来類似災害
関東大震災 (1923年) 火災型震災	約105,000名 焼死 87.1%	搜索救助活動(数時間) 道路啓開活動(1~72h)	広域航空ロボット: 情報収集・避難誘導 中型陸上ロボット: 火災救助・消化支援 小型陸上ロボット: 屋内情報収集	首都直下型地震 (木造密集地域)
阪神淡路大震災 (1995年) 倒壊型震災	約6,400名 圧死 83.3% 焼死 12.8% 約9兆6000億円	搜索救助活動(1~72h) 広域消火活動(数時間) 道路啓開活動(1~72h)	広域航空ロボット: 情報収集・避難誘導 狭隘部移動ロボット: 倒壊家屋内搜索 小型陸上ロボット: 倒壊家屋内搜索 中型陸上ロボット: 救助作業支援	首都直下型地震
東日本大震災 (2011年) 津波型震災	約19,000名 溺死 92.4% 約16兆9000億円	情報収集活動(0.5~1h) 広域避難誘導(0.5h) 搜索・救助活動(1.0h) 機動支援活動(1~72h)	広域航空ロボット: 情報収集・避難誘導 狭域航空ロボット: 局所情報収集 大型陸上ロボット: 避難支援(輸送) 中型陸上ロボット: 瓦礫除去 小型陸上ロボット: 瓦礫内搜索 小型水中ロボット: 水中搜索 中型水中ロボット: 水中救助 大型水中ロボット: 水中瓦礫除去	東海・東南海・ 南海地震
雲仙普賢岳 (1991年) 火砕流型災害	52名 焼死(火砕流)100% 約2300億円(～H8)	警戒監視活動(事前)	広域航空ロボット: 監視・情報収集 大型陸上ロボット: 復旧活動支援	
長崎大水害 (1982年) 水害型災害	345名 土石流、崖崩 90% 約3000億円	情報収集活動(事前) 避難誘導活動(事前) 搜索救助活動(1~72h) 道路啓開活動(1~72h)	小型陸上ロボット: 倒壊家屋内搜索 中型陸上ロボット: 瓦礫・土砂除去 大型陸上ロボット: 復旧活動支援 小型水中ロボット: 水中搜索	ゲリラ豪雨等

## 4. 自治体等の意見聴取(福島県等)

ロボット区分	目的	必要な機能	運用すべき機関
陸上ロボット	制限区域内生態調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広域移動、家屋等の警戒監視</li> <li>・ 野生化した家畜の調査・捕獲</li> </ul>	警察、消防 自治体等
航空ロボット	災害現場情報収集	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広域の映像・位置情報伝送</li> <li>・ 津波被災者の海上捜索(赤外線)</li> <li>・ 夜間運用と情報収集</li> </ul>	自治体、 海保庁、消防、 警察等
水上ロボット	津波被災者の救助支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 津波被災者への自律接近と救助 信号発進</li> </ul>	海保庁等

### 【状況・意見等】

#### ●ロボットの研究開発・運用・認証設備の設立

- ・南相馬市では2～3ha分をフィールドとして提供する準備有り。ロボット運用のための安全性・信頼性試験、認証試験を実施し、国が認証する仕組みを作ってもらいたい(南相馬市)

#### ●被災現場の映像による情報収集

- ・土砂崩れ等の災害に対して対策本部で対応検討する際、現地の映像情報がないと状況を適切に把握できず必要な物資を現地に投入できない。防災ヘリ等は被災者の救助を優先して運用するため、早期情報収集能力に限界がある。(福島県)

#### ●原発制限区域内における生態や家屋等の状況把握

- ・制限区域内の野生化した家畜による車両との衝突あるいは家屋の損壊などが問題化している。家畜の現状調査と捕獲、放射線と健康状態の相関調査や制限区域内の家屋の巡回調査なども重要(福島県)

## 5. 自治体等の意見聴取(高知県)

### 災害対応ロボット(地震・津波)についてのニーズ

#### 【無人飛行ロボット】



##### 1 使用目的

- (1) 発災直後の広域被災状況の解明
- (2) 孤立地域等の細部被害状況の解明
- (3) 津波からの避難支援(局地の情報収集・伝達)

##### 2 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】



##### 1 使用目的

余震・火災・水没等危険な時期・場所での捜索・救助

##### 2 期待する能力

- (1) 生体反応の感知等捜索能力
- (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】



##### 1 使用目的

津波発生後の海洋における捜索・救助

##### 2 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】



##### 1 使用目的

津波からの避難住民の支援

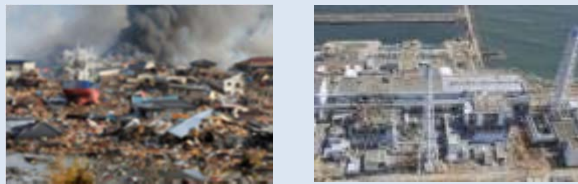
##### 2 期待する能力

- (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、  
(1)に基づく判断

# 6. 災害対応ロボットのニーズ(まとめ)

## 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

科学技術を駆使した備え, 予防

人が行うことが困難・不可能な作業・環境が多数存在 / 作業の効率化  
⇒ ロボットや遠隔操作機器の導入

### 現実の問題点

- 「ロボット技術」と「現場活用」のギャップが存在
- ギャップを埋めるための戦略・施策・体制の欠落

### 解決策: ニーズ駆動型開発, 運用 / 緊急時配備体制の整備

- ビジネスとして開発が進むような需要創出, 制度設計
- 実用化推進のための戦略的研究開発
- ロボットや機器の「作る」と「使う」を継続的に回すための組織・拠点
- 緊急時に迅速に配備可能にする体制
- 以上を, 省庁間連携, 産官学連携の元に具現化



Quince



Survey Runner



無人化施工システム



ASTACO-SoRa



Kohga3



Hexa-rotor MAV

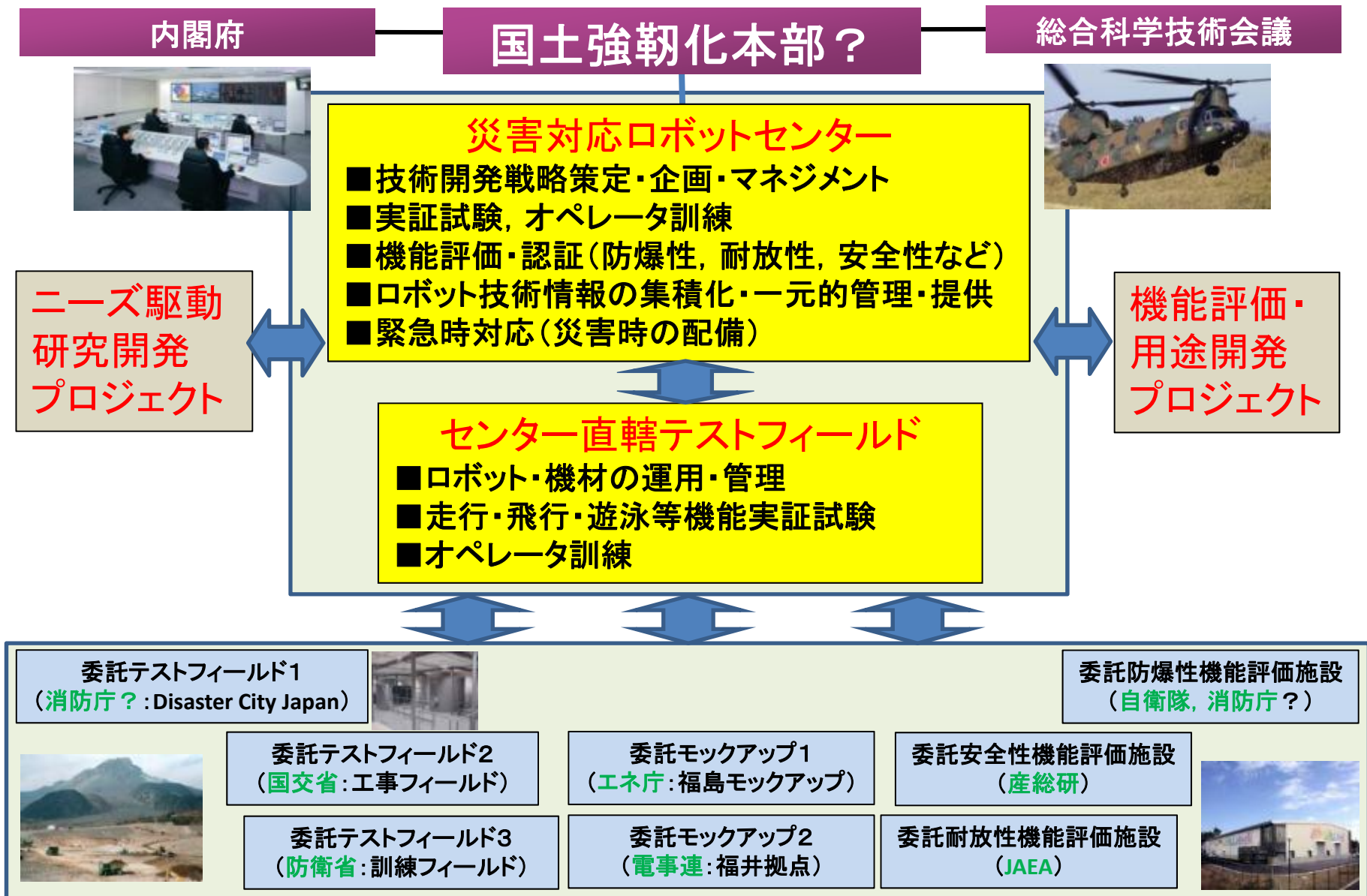


Anchoriver III



管内点検ロボット

# 7. 災害対応ロボットセンターと関連機関との連携





## 8. 災害対応ロボットセンターの必要性

- 1. 産業として育っていない**: 商品として売上げが期待薄で、ビジネスにならないと、見られている。企業や大学の研究室レベルで、技術開発が行われているが、商品化に向けた段階に至っているものは少ない。
  - ⇒ 国家予算を投入した技術開発の支援が必要
  - ⇒ 平時でも使う用途開発を平行し、ビジネスとして成り立つ技術を育成。
- 2. 開発が難しい**: 災害の現場で、どのような機能が必要か、詳細のスペックが決め難い。(様々な応用動作、想定外対応など考慮が必要)
  - ⇒ 「技術カタログ」を作成し、開発支援、および中長期ロードマップ作成
  - ⇒ 実証試験を含む認証のしくみ、標準化を作成
- 3. 運用のシステムが不十分**: 人命救助(消防)、インフラ復旧(国交省)、捜索(自衛隊)等の区分けがあり、使用機材はそれぞれ特定されていて、連携が不十分
  - ⇒ 府省庁を横断した運用のしくみを作成
  - ⇒ 認証システム、技術カタログを活用し、緊急時の機動性を向上させる
- 4. 産業競争力のベース技術育成**: 軍用技術をベースとする他国に負ける
  - ⇒ DARPA型開発を、災害対応、およびインフラ長寿命化対応を旗印に、日本で実現する。

## 9. 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, 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(交渉中), 三菱総研, 東大, 東北大, 芝浦工大, 京大, 早大, 産総研、製造科学技術センター
- オブザーバ: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, 先端建設技術センター, 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,
- 活動期間 :2013年6月~2014年3月

### 中間点での活動状況

#### 1. 各WG活動 (ロボットセンターの役割を具体的に提言準備)

WG1(運用、評価);災害別に、評価項目、実証試験項目を洗い出し中

WG2(技術);「技術カタログ」につき、ニーズ側とシーズ側の両視点から議論中

WG3(配備);テストフィールドの想定と、保有、保管形態などを検討中。現地調査実施中。

#### 2. Pjt 全体(PL, 各担当、事務局);府省庁への説明、意見徴収活動展開中

内閣府、経産省、防衛省、国交省、復興省

古屋大臣(8/5)

#### 今後の進め方

→ロボットセンターの必要性を理解頂き、政治主導型で、府省庁連携形態を創出を追求する。

(但しハコモノに拘らず)

(技術組合のような形態で立ち上げ、内閣府の統括下に配置する案なども検討)

---

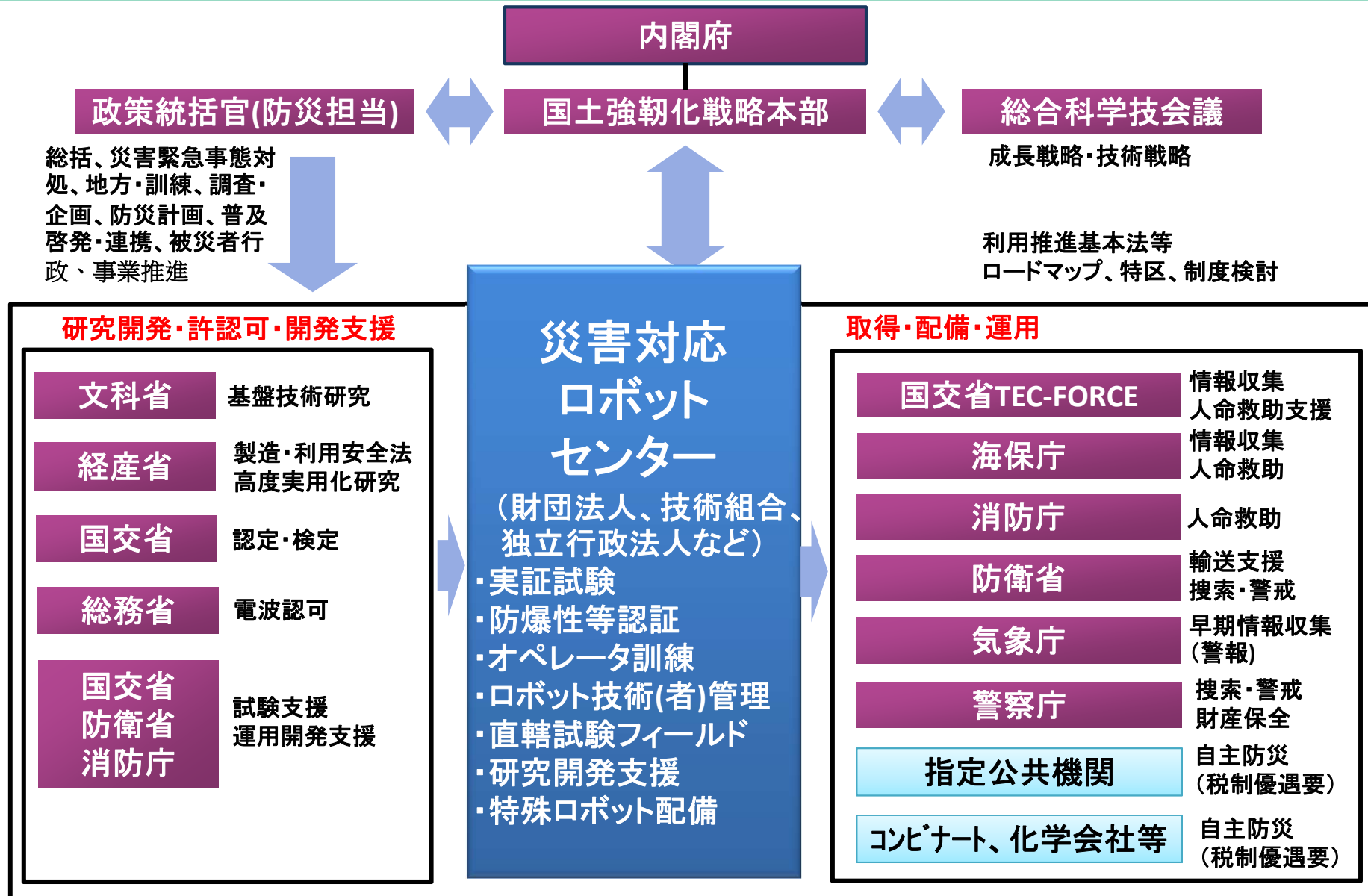
ご清聴有り難うございました。

以下参考資料と、20頁以降にCOCNの説明を  
添付します

## 10. 災害対応ロボットの目的と課題

- 東日本大震災での教訓(死者約16,000人、不明者約3,000人)
  - ・ 早期情報収集と避難誘導機能の不足
  - ・ 危険な災害状況下での人命救助・災害対応機能の不足
  - ・ 福島原発周辺立入り制限区域の復旧・復興遅延
- 災害対応ロボットの目的
  - ・ 将来の大規模災害に対して災害対応ロボットを全国配備することにより対策本部の意思決定と避難誘導に必要な早期情報収集、危険な状況下での人命救助・災害対応活動支援に貢献
  - ・ 福島立入り制限区域における瓦礫処理などに災害対応ロボットを適用し、復旧・復興の加速に貢献
  - ・ トンネル・橋梁・プラント等老朽化インフラの点検・補修に活用
- 災害対応ロボットの課題
  - ・ 災害発生時、迅速に配備し運用する仕組みが不十分
  - ・ 災害対応ロボットの有効性(安全性・信頼性・防爆性・作業性)などを評価・認証する制度が未整備

# 11. 体制案(一例)



## 12. 災害対応ロボットの運用

### ● 想定する災害対応ロボットの配備・運用

- ・国交省・消防庁・警察庁・防衛省などが、**事前に**災害対応ロボットの**整備**，**平時用途での活用**，**オペレータ訓練を実施**
- ・自衛隊等の輸送支援を得て，全国から被災地へ**機動的に集中配備**，国交省・消防庁・警察庁・防衛省・指定公共機関などが**人命救助・災害対応に弾力的に運用**

### ● 現地対策本部との連携

- ・現地対策本部の指示・要請に基づき他の防災機関とロボットの連携運用と情報収集ロボットで取得した**情報の共有**

### ● 想定する災害対応ロボットの例（災害時利用・平時利用）

**【早期情報収集】**広域・長時間飛行等の情報収集ロボット

**【人命救助支援】**瓦礫除去、道路啓開等の作業ロボット  
狭隘部・水中移動等の搜索ロボット

**【インフラ維持・管理】**トンネル、橋梁、プラント等の点検ロボット

災害対応ロボットの配備・運用により国土強靱化に貢献

# 13. 防災システム技術基盤としての災害対応ロボットセンター

## ● 災害対応ロボットセンターの位置づけ

- ・内閣府・防災担当の防災に関する計画に基づき、災害対応ロボットセンターを設置
- ・戦略策定、ロードマップ、配備計画は内閣府防災担当が実施

## ● 災害対応ロボットセンターの機能

**【実証試験】**開発ロボットの実用性を評価

福島での瓦礫処理、ホットスポット計測等も考慮

**【防爆性認証】**防爆性を評価・認証

**【オペレータ訓練】**安全・確実に操作できることを評価

**【ロボット・技術(者)管理】**想定外災害時の弾力的運用基盤

**【直轄試験フィールド】**走行、飛行、遊泳機能の検証、特区

**【訓練支援】**消防、自衛隊等のロボット操作訓練の支援

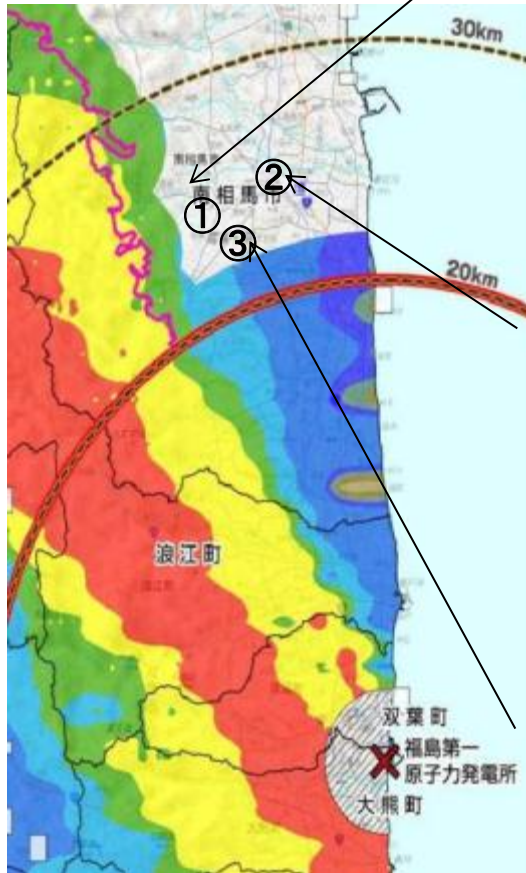
**【研究開発支援】**ニーズ駆動型、機能評価型研究開発の支援

ソリューション導出競技会の企画・立案、実施

災害対応ロボットセンターは防災技術によるイノベーションに貢献

# 14. 災害対応ロボットの平時利用例(福島復興への貢献)

## 【ロボットを活用した放射性物質による汚染状況調査】



①ため池の放射性物質濃度測定



H25.6.21採取結果

ため池の水(Bq/kg)		ため池の土(Bq/kg)	
Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137
ND	0.4	25,904	49,773

※土はため池周辺をスコップで採取

### 【自律型潜水ロボットによる効果】

- ・湖底の正確な測定が可能

②農地の空間線量測定



測定概要 (現状)	16地点/1ha(25mメッシュ)調査 各地点毎1m、50cm、1cm高さ
所要作業員	4.2haを1日4人で測定

### 【ラジコンヘリなどによる効果】

- ・少ない人員で作業が可能
- ・正確な位置情報、データ管理が容易

■問題点: 除染が終了した後も側溝に汚泥が堆積することから定期的に道路側溝の空間線量を測定する

③道路側溝の空間線量率測定



### 【自走ロボットによる効果】

- ・少ない人員で作業が可能
- ・正確な位置情報、データ管理が容易



# 15. 災害対応ロボット特区における受託事業

	航空無人機 UAV	陸上無人機 UGV	水中無人機 UUV
放射線調査	○ 空中放射線量率計測	○ 地面放射線量計測 汚染土壌のサンプリング	○ 水中放射線量計測 池・河川・河口部土壌のサンプリング
生態系調査	○ 動物の動態調査 植物育成状況(広域)	○ 植物採取 動物捕獲・運搬 生体調査(対放射線)	○ 魚介類等サンプル採取・運搬
エリア除染	—	○ 表土採取・運搬	○ 池・河川・河口部土壌採取・運搬
機材除染	—	○	—
作業環境構築	—	○ 道路、各種器材設置	—
財産保全 避難者への情報提供	○ 上空からの監視	○ 巡回監視	—
関連法規	航空法 電波法など	道交法 電波法など	船舶安全法 船舶法 電波法など

# 16. 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

## プロジェクト(文科省, 経産省、国交省)

### ■技術開発(基盤技術研究(10年), 高度実用化研究(5年))

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



# 17. 災害対応ロボットの事業展開



# 1. 『産業競争力懇談会』

Council On Competitiveness – Nippon (COCN)

■ 発足 : 2006年 6月

■ 目的 :

- ・ 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)

■ 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  
(39会員 : 産業界34社、4大学、1研究所)

## 2. 産業競争力懇談会の取組み

### 日本の産業競争力の強化に係る活動

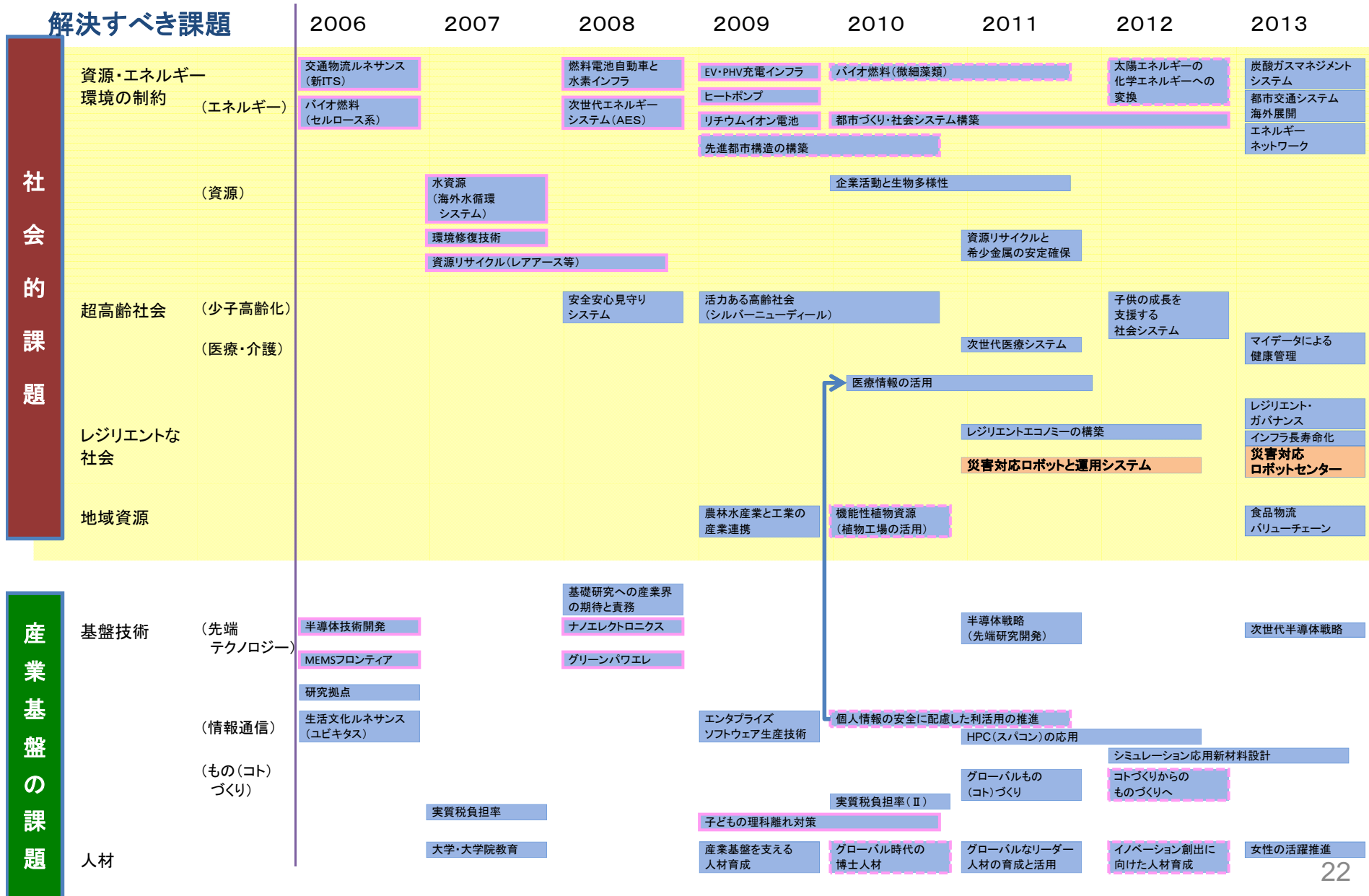
- ① イノベーションの実現に向けた **現代的課題の抽出**
- ② **分野融合**による「プロジェクト」又は「研究会」の  
組成と推進（非会員を含め日本の潜在力の体系化・組織化）
- ③ 国の施策への **提言**（規制緩和、重点分野の推進等）
- ④ **実行推進母体**の形成

### 3. 社会の課題解決と産業競争力強化の

### ために取り組んできたテーマ群

実現に向け具体的な推進母体が活動中のもの

推進母体検討中のもの



## 4. 産業競争力懇談会の運営の考え方

### (1) **分野融合**による社会イノベーションの実現

会員構成の多様さを活かし、各業界でのものづくりだけにとどまらず、業界を越えた分野融合によるイノベーションの実現を指向する。

### (2) **手弁当精神**と**主体性**をもった実行力

産業競争力上の諸課題の解決に意欲ある会員によってテーマを提案し、自主的にプロジェクトを推進。

提言内容を、自らが主体となって実現する実行力を重視。

### (3) 政府や関連する団体との**連携を重視**

関連府省（8府省+ $\alpha$ ）、総合科学技術会議有識者議員、経団連と意見交換を積み重ね、テーマの設定、政策の実現、成果の実効性に反映する。