

## ロボット・新機械イノベーションプログラム

「戦略的先端ロボット  
要素技術開発プロジェクト」  
事後評価分科会資料

## ープロジェクト概要説明ー

平成23年10月28日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
技術開発推進部

## 目次

I. 事業の位置付け・必要性について	}	NEDO
II. 研究開発マネジメントについて		
III. 研究開発成果および 実用化事業化について（全体）	}	PL
研究開発成果および 実用化事業化について（個別成果）		
	}	実施者

# I. 事業の位置付け ・ 必要性について

3/71

I. 事業の位置付け・必要性について (1) NEDOの事業としての妥当性

公開

## ○背景と目的

### 背景

高齢化、女性の社会進出、労働力不足等、大きな社会情勢変化の中、ロボットへの期待、利用ニーズが高まってきている。

### 市場ニーズ：

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

上記の市場ニーズを実現するために

- ・ 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
- ・ 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

## ○背景と目的

目的 将来の市場ニーズ、社会ニーズから導かれる「**ミッション**」をロボットシステム及び要素技術で達成し、ニーズを満たす。



ミッションとは…

**達成すべき作業内容。テーマごとに設定。**

ミッション達成が目的だが、プロジェクトが目指す「真の意義・期待される効果」は開発されたロボットシステムで**市場ニーズ、社会ニーズを満たす**こと。



**様々な分野における実現場への導入**

## ○背景と目的

設定したミッションは

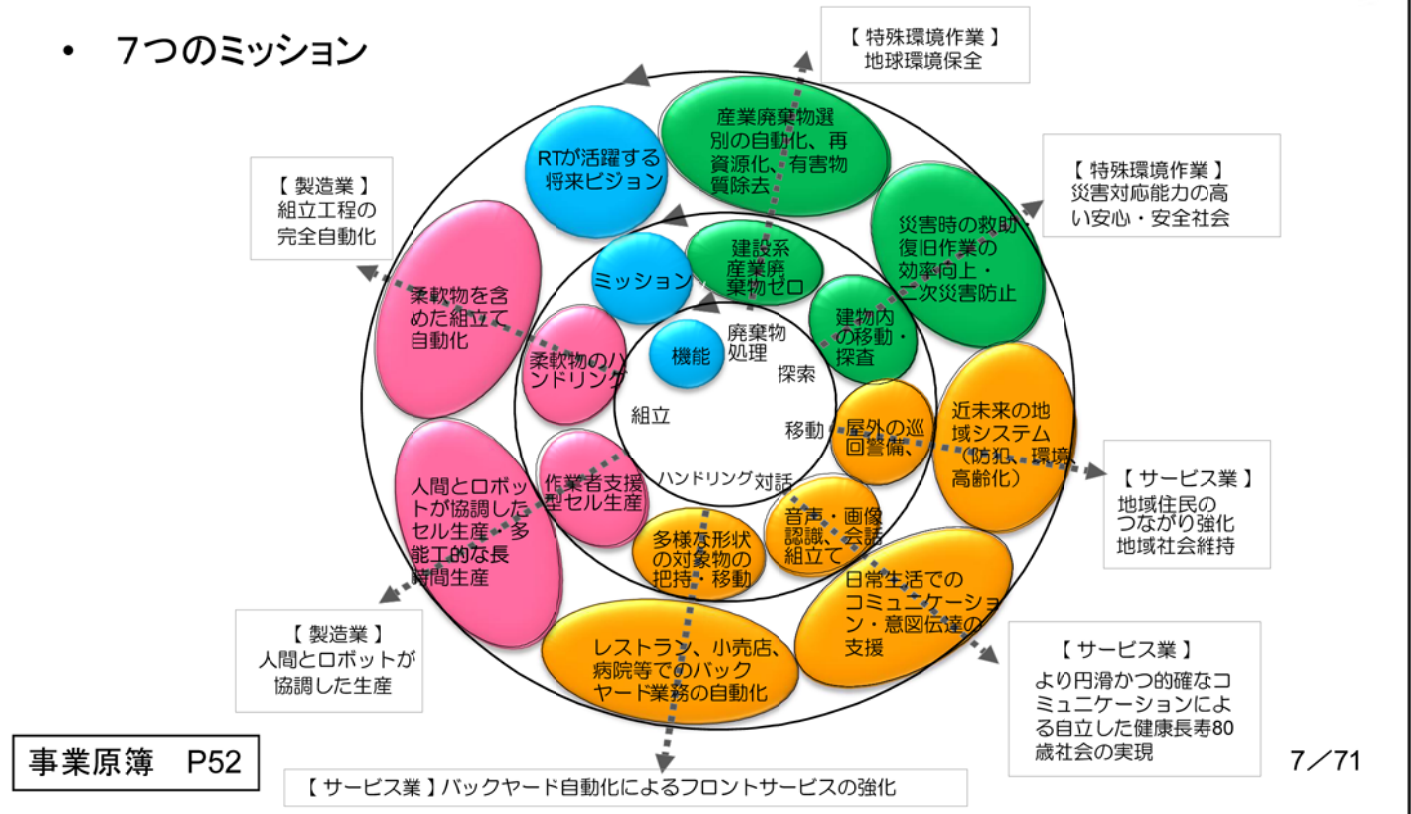
**ロボット政策研究会（2006年経済産業省）  
ロボット技術戦略マップ**

にて幅広いユーザーアンケート及び有識者による検討から設定。

## ○背景と目的

- 2015年頃に想定される市場ニーズ及び社会ニーズから導かれる7つのミッションを達成するために必要なロボットシステム及び要素技術を開発

### ・ 7つのミッション



## ○背景と目的

### 3分野に設定したミッション7つのテーマ

#### 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

- ①片付け作業用マニピュレーションRTシステム
- ②高齢者対応コミュニケーションRTシステム
- ③ロボット搬送システム

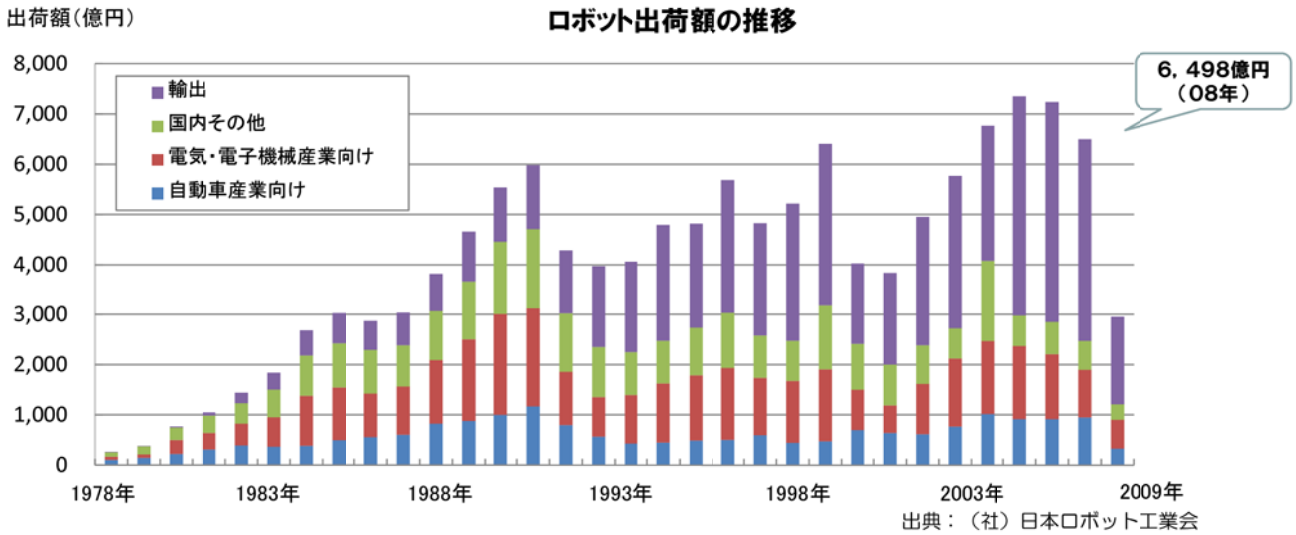
#### III. 特殊環境用ロボット分野

- ①被災建造物内移動RTシステム
- ②建設系産業廃棄物処理RTシステム



〇ロボット産業の現状

- ・ 全世界における稼働台数は年々増加
- ・ 日本の2008年のロボット出荷額は約6,498億円
- ・ そのほとんどが産業用ロボット(塗装・溶接・電子部品実装等)
- ・ 国内の産業用ロボットの稼働台数は全世界の34%に相当(2008年)



〇ロボット産業の現状

産業ロボット以外の市場が未形成

先行指標が存在しないため、民間企業の経営判断が困難

⇒市場原理による実用化・産業化の発展は期待薄



NEDOが研究開発対象分野を設定することにより  
効率的な研究開発を推進

## ○ロボット市場の拡大

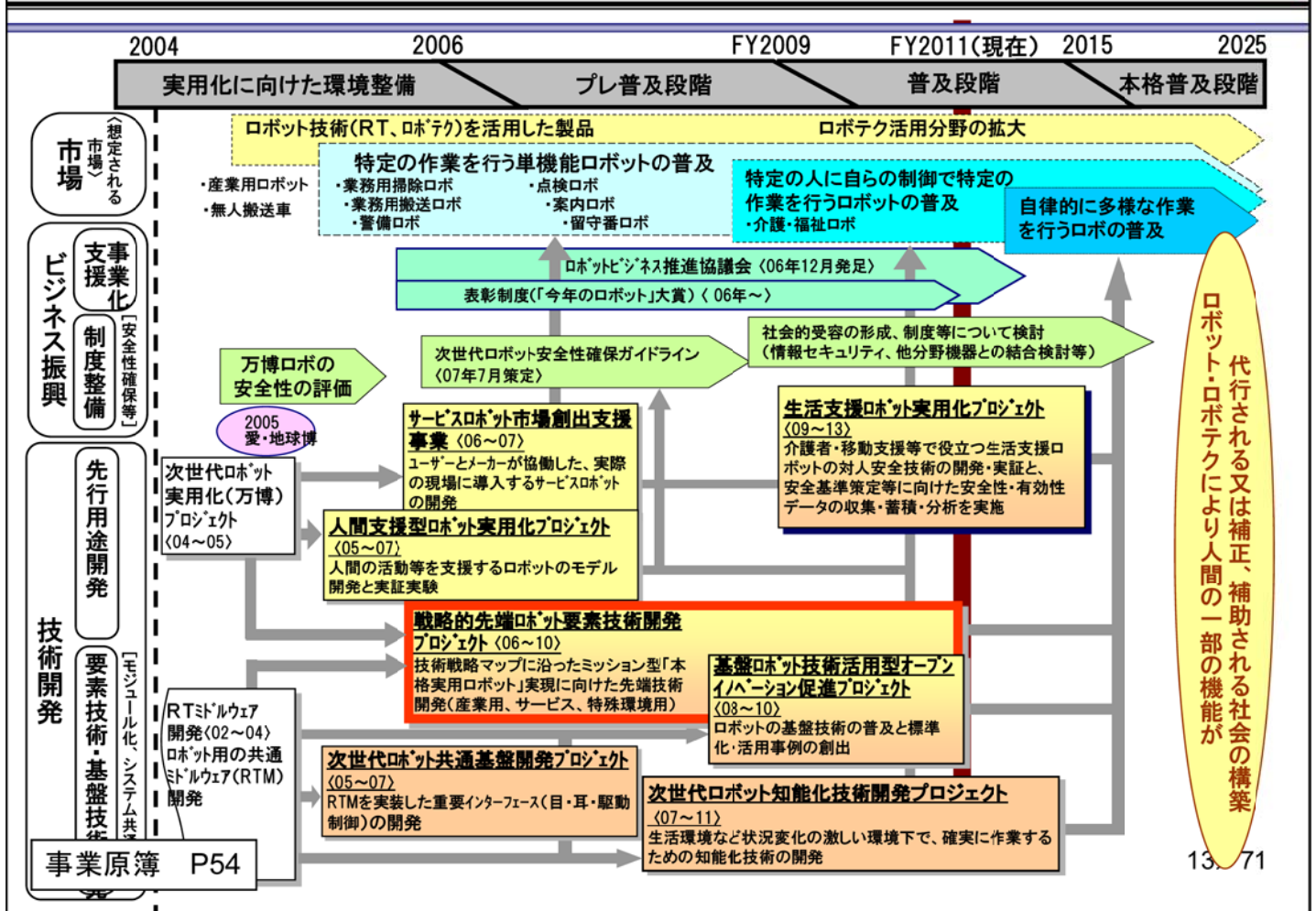
対象分野 次世代産業用ロボット分野  
サービスロボット分野  
特殊環境用ロボット分野



ロボットの適用範囲の拡大により  
新規市場、新産業の創出

## ○国のプログラム、施策との関係

- 「平成16年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」(平成15年度6月総合科学技術会議)において、ロボット技術は、重点4分野の情報通信の中で人間と共存するロボットとして**強化すべき研究開発課題**として位置付けられた。
- 「新産業創造戦略」(平成16年5月、経済産業省)の中で、ロボットが**目指すべき7つの産業分野の1つ**として位置付けられている。
- 「21世紀ロボットチャレンジプログラム(平成20年4月からは「ロボット・新機械イノベーションプログラム」として継続)」では、**家庭、医療・福祉**や災害救助などの分野にロボットの適用範囲を広げ、**新規市場・新産業創出とともに、2015年頃に自律的に多様な作業を行うロボットの実用化**を目指している。



○費用対効果

H18~22年度における事業費用：**39.5億円**

H18年度7テーマ（3分野）で18グループが参加  
中間評価時までには18のプロトタイプシステムを開発

- ・ステージゲートにより後半2年は7グループへ絞り込み、選択と集中を実施。
- ・基本計画の最終目標の中で**プロジェクト終了後の事業化年度を明記**。

**製品として世に出すことを強くイメージ**

## ○費用対効果

## ステージゲート通過者の事業費用(テーマ別)

分野	テーマ	予算
次世代産業用ロボット	柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム	約2.6億
	人間・ロボット協調型セル生産組立ロボットシステム	約2.5億
サービスロボット	片付け作業用マニピュレーションRTシステム	約2.1億
	高齢者対応コミュニケーションRTシステム	約1.3億
	搬送ロボットシステム	約2.5億
特殊環境用ロボット	被災建造物内移動RTシステム	約5.5億
	建設系産業廃棄物処理RTシステム	約3.3億

事業原簿 P50～51

15/71

## II. 研究開発 マネジメントについて

## ○研究開発の内容

3分野に設定したミッション7つのテーマ  
＝研究開発項目

### 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

- ①片付け作業用マニピュレーションRTシステム
- ②高齢者対応コミュニケーションRTシステム
- ③ロボット搬送システム

### III. 特殊環境用ロボット分野

- ①被災建造物内移動RTシステム
- ②建設系産業廃棄物処理RTシステム

## ○背景と目的

### ミッション指向型プロジェクトについて

製品として世に出すことを強くイメージしたPJのため

事業性、現場に導入されるための工夫なども  
重要な開発項目となる



「個別の技術の新規性を目指した研究」よりも、「既存の技術でも実用性、現場への適合性のために行われた技術開発」が重要



## ○プロジェクト予算とスケジュール

### 事業費と研究開発期間

研究開発期間：5年間（平成18年度～平成22年度）

予算実績：平成18年度 10.5億円、平成19年度 9.4億円、平成20年度 7.6億円

平成21年度予算：7.2億円、平成22年度予算：4.7億円

FY2006	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010
ステージⅠ（要素技術開発）			ステージⅡ（実用化開発）	
3分野7テーマ：18グループ			3分野7テーマ：7グループ (1テーマ/1グループ)	

ステージゲート評価

### ■ ステージゲート評価の採用

- ・研究開発に競争原理を取り入れることにより開発を促進。
- ・予算等資源の「選択と集中」により成果最大化を目指す。

### ■ ステージゲート評価基準

- ・3年度目（平成20年度）の第3四半期に実施し、技術成果、実証（デモ）、事業化シナリオなどの評価軸により決定
- ・優れたテーマはさらに2年間開発を継続

事業原簿 P62,65

19/71

## ○ステージゲートについて

「プロトタイプロボット開発」ではなく「役に立つロボット開発」を目指し、ミッション指向の研究開発を実施。

ロボット政策研究会（H16FY 経済産業省設置）の提言を踏まえ米国DARPA（国防総省高等研究計画局）方式のミッション設定競争的プロジェクト（※）を提案。

（※）従来の「要素技術開発の後にシステム統合してロボット開発」ではなく、「課題解決のためのミッションを設定し競争的にロボット開発」とするもの。

### 米国におけるミッション設定競争的プロジェクト例

- ✓アメリカ航空宇宙局NASA、国防総省高等研究計画局DARPA
- ✓研究開発において実ミッションの遂行に繋がる具体的かつ野心的な開発スペックを明示し、複数の開発者により競争的に開発を実施
- ✓当該プロジェクトが参考としたのは“DARPA Grand Challenge Program”

事業原簿 P65

20/71



## ○ステージゲートについて

事務局（(財)製造科学技術センター）が組織する外部有識者による評価委員会  
⇒ 技術・安全・事業の有識者およびユーザを評価委員として選定

### ステージゲート評価における3つの柱

#### ①成果報告書（事業化計画含む）

⇒3年間の成果まとめと事業化計画についての報告書。

#### ②現地実査

⇒開発したプロトタイプロボットシステムのデモンストレーション。

#### ③プレゼンテーション

⇒最終説明。これまでのまとめ。

## ○ステージゲートについて

### ○ステージゲート成果報告書

<評価項目>

- ・ステージゲート時点における達成状況  
基本計画との整合性、計画の進捗状況、実証システムの完成度
- ・技術的評価  
統合システムの機能や要素技術の優位性、新規性  
安全性、有用性、汎用性、再現性、ロバスト性 など

### ○事業計画書

<評価項目>

- ・事業的（実用化）評価について  
顧客の想定、事業化（実用化）計画の妥当性  
事業化体制の構築  
競争優位性  
市場の拡大、創出 など

# 〇ステージゲートについて

## 事業計画書（書式一部抜粋）

収支計画策定に関する根拠	
① 想定顧客・市場	・介護市場やホームユースなどという一般的表現ではなく、きちんとセグメンテーションすること。
② 潜在的なニーズ	・具体的な「真のユーザ（投資決定権を持つ人）」を想定し、かつヒアリングして記入すること。または、実証実験などを通じて得られた潜在ニーズやウオントを記載すること。 ・顧客サイドのベネフィットを定量的に記入する。（想定する顧客の現在の作業タスクやビジネスプロセスに対し、どの程度コストダウン効果や利益の拡大効果があるか、などを生産性の向上やビジネス形態そのものを変えてしまうなど、定量比較することにより根拠を示す）
③ 市場規模と根拠	・上記①、②をもとにターゲットとする想定市場（潜在市場）とその根拠を記載する。 ・RTシステムを投入する既存市場の規模、動向（傾向）とRTシステムを投入することによる市場規模の拡大などの対比を定量的に記入する。
④ 競争状況	・想定する顧客や市場における競争相手、競争技術の分析（ロボットシステムだけではなく、人手によるサービスや他の手段も含める。また、サプライヤーや顧客に対する交渉力も含む）
⑤ 製品・サービスの提供体制	・製品やサービスの提供を行うとして、研究開発から製造、サービス提供者および運用・保守（メンテナンス、サポート等）などその全体の体制とビジネス主体、チャネルの関係を記載する。
⑥ 価格、コスト	・提供される製品／サービスに顧客が支払う価格（レンタルやリースの場合も含め）とその妥当性、それに対応する製品／サービスのコストを記載する。 ・コストに関しては、イニシャルコストだけではなく、設備工事や保守費用なども含めたランニングコストについても記載する。
⑦ コスト構造分析、損益分岐分析	・上記⑥に関連し、コスト構造を分析し、売り上げに対する損益分岐分析を記載する。
⑧ 売上、利益計画	・上記⑥、⑦をベースに売上計画と利益計画を立て収益計画を記入するので、その年度ごとの大まかな根拠を記載する。
⑨ 想定リスク	・事業を行うにあたって、想定されるリスクを記載する。

# 〇ステージゲート現地実査について

実施期間：H20 10/22～12/3（延べ14日間）  
 実施場所：18箇所（18グループ）  
 参加者：PL, SPL, 評価委員等（延べ約280人）

3分野7テーマ：7グループ  
 （1テーマ/1グループ）  
 に絞り込み



理工振Gr、国際レスキューGr(特殊環境分野)に於いては、夜間の渋谷駅、三宮駅地下街といった公共空間で実証フィールドワークを実施

## ○ステージゲート現地実査について

プロトタイプシステムは実験室の一角ではなく  
**可能な限り実環境に近い**ところでデモを実施。

被災建造物内移動RTシステムでは

**渋谷駅(東京)、三宮地下街(神戸)**等にて実証デモ  
を深夜に実施。

単なる技術開発ではなく、  
**実社会で「使えるRTシステム」**を目指す

## ○実施体制

**プロジェクトリーダー(PL)を中心に各分野にサブプロジェクト  
リーダー(SPL)を配置し、各実施者に密接な指導を実施。**

**⇒ 競争と同時に実施者を育てる**

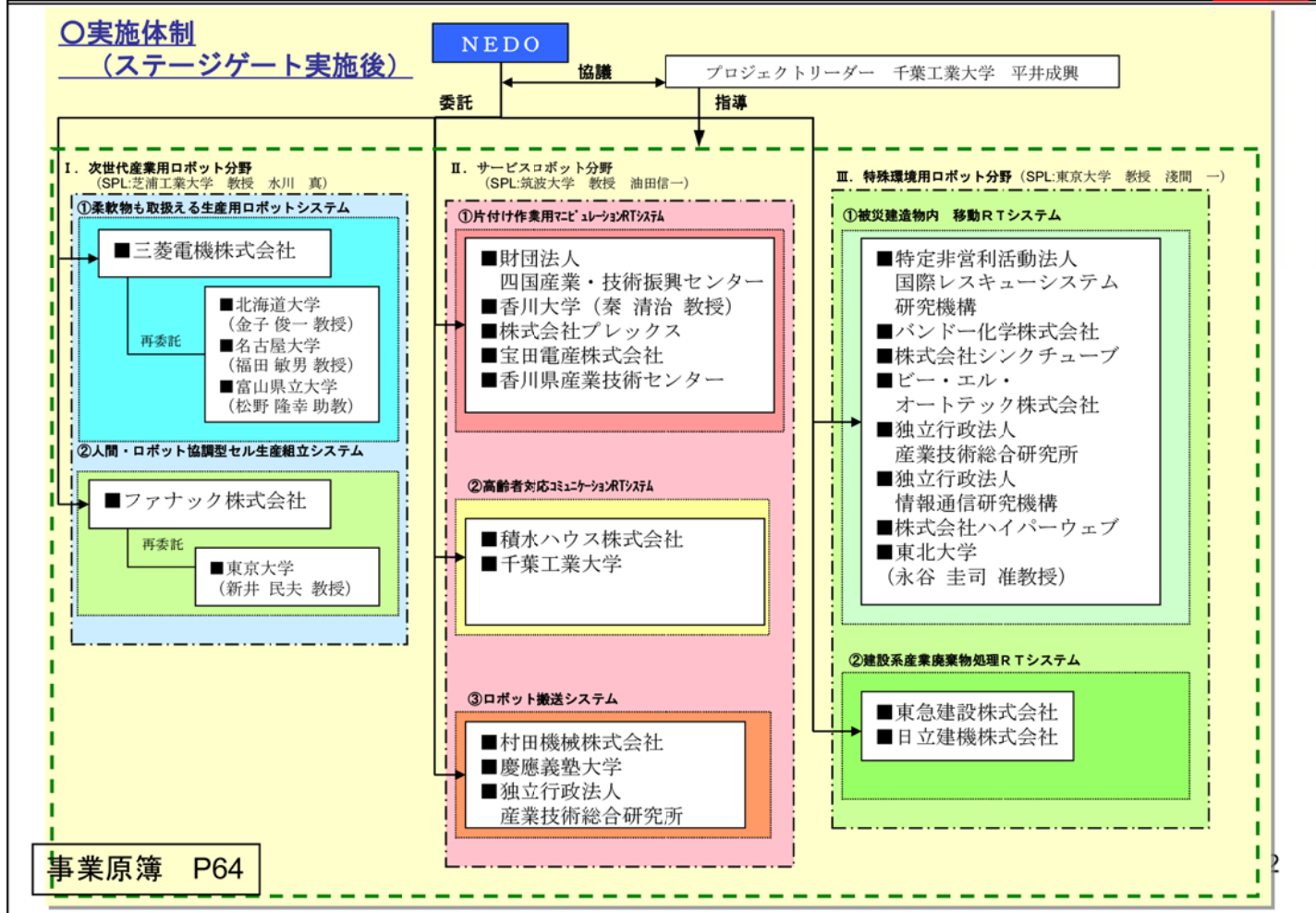
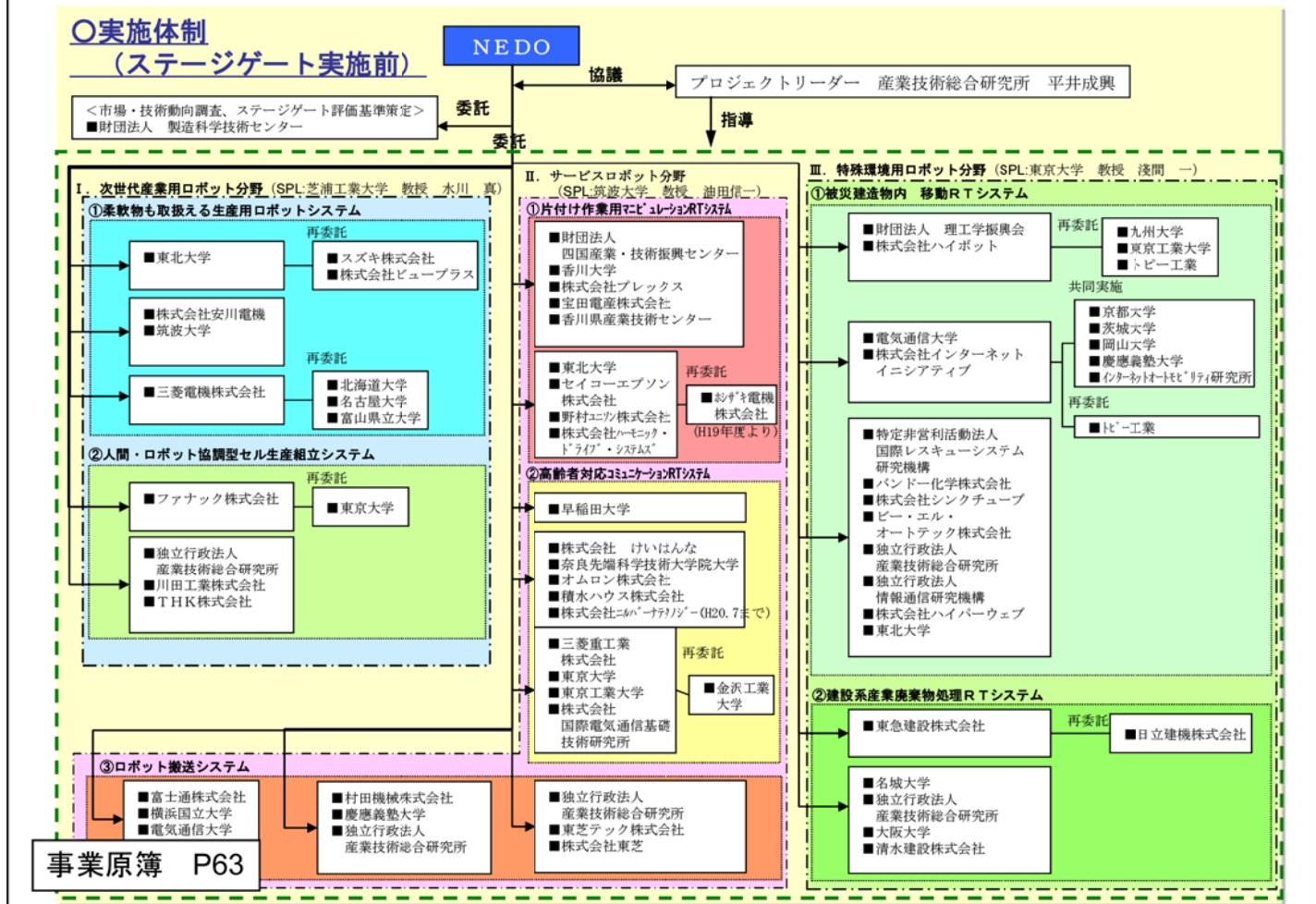
プロジェクトリーダー  
千葉工業大学 平井 成興 副所長

次世代産業用ロボット分野SPL  
芝浦工業大学 水川 真 教授

サービスロボット分野SPL  
筑波大学 油田 信一 教授

特殊環境用ロボット分野SPL  
東京大学 浅間 一 教授





○実施体制

**真のユーザーを取り組んだ開発体制**

開発体制には開発メンバーだけでなく、**実際に使用する、またはお金を出して購入する「真のユーザー」**を巻き込んだ研究開発体制づくりを指導。

<実施例>

- ①村田機械グループ(病院内搬送システム:サービスロボット分野)  
⇒京都第2赤十字病院で実証試験実施
- ②東急建設グループ(:特殊環境用ロボット分野)  
⇒実際の解体工事現場で実証試験実施
- ③IRSグループ(被災建造物内移動RTシステム:特殊環境用ロボット分野)  
⇒**現場で働くレスキュー隊員(IRS-U)**を外部協力者として参画

中間評価結果への対応

「概ね現行通り実施して良い。」との評価。  
下記は、主な指摘事項に対する対応。

	指摘	対応
1	実用化・事業化を強調するために、達成目標が実用化できる範囲に設定されたテーマも散見され、今後ブレークスルーとなる革新的な技術への取り組みを更に強化することを期待する	実用化を意識した指導を実施し、その中で世界最高水準の革新的な技術も多数開発している。これまで人でしか出来なかった作業の自動化技術や、瓦礫環境での走破性の高いロボットの開発等について、 <b>実証実験を実施しながら実用化を意識するような指導・助言</b> を実施した。
2	今後どのようなキー技術に対してブレークスルーが必要かの議論を行い、次のプロジェクトへの方向性を提言する等の運営が必要である。	ロボット技術戦略マップの改訂に着手し、マップに沿った新たな方向性について、ロボット関連プロジェクト全体における課題を整理して、次のプロジェクトへの方向性を提言した。
3	ステージゲート方式による競争原理の導入は、目的をより良く達成するための積極的な取り組みの1つであり、高く評価できる。高齢者対応RTシステム分野では、全ての研究グループがステージゲートを不通過となり、再公募で新しいグループが後半2年間で実用化・事業化を目指すことになった。これは大きな決断を要するマネジメントのステップであり、目標達成に向けて最大限の検討を行う必要がある。	高齢者対応RTシステム分野では実用化の最終目標を達成するために適切なマネジメントを実施したものの、技術レベルおよび事業化の期待度等から、全ての研究グループをステージゲート不通過とした。ステージゲート後に基本計画の変更を行い、事業化の可能性を踏まえて、開発技術項目を「音声認識を用いたコミュニケーション技術」に絞った上、最終目標を達成できる提案を、外部有識者による採択委員会にて新たに採択した。2年間の開発期間の中で、最終目標までの道程を明確にするための的確な指導・助言を行った。さらにPL、SPLを含めた推進委員会で指導を行った。

## ○推進委員会について

## ・現地実査の実施

- 進捗状況の確認および助言の実施(年2回実施)
- 開発担当者他に、販売推進担当者を同席させ、**実用化計画**の確認を実施

## ・実用化計画

- 導入先ユーザ(ターゲット)を見据えているか。  
計画が具体的なものかを確認



実用化(事業化)に向けた**本気度を確認**する

進捗度に応じて、PJ留保分を利用して増額を行った

## 推進委員会委員構成(H21~22年度)

氏名	職位	所属
平井 成興	委員長	千葉工業大学 (本プロジェクトPL)
石黒 周	副委員長	株式会社MOTソリューション
水川 真	委員	芝浦工業大学 教授 (次世代産業用ロボット分野SPL)
油田 信一	委員	筑波大学 教授 (サービスロボット分野SPL)
浅間 一	委員	学校法人東京大学 教授 (特殊環境用ロボット分野SPL)
徳納 孝昭	委員	株式会社損害保険ジャパン
池田 博康	委員	独立行政法人労働安全衛生総合研究所



## Ⅲ. 研究開発成果および 実用化、事業化の見通しについて

プロジェクトリーダー  
千葉工業大学 平井 成興

### Ⅲ. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

#### ○研究開発項目の目標と達成状況

##### 全体総括

プロトタイプシステムを用いて各グループが真のユーザを想定(一部は実際の現場に持ち込み)し、実証試験を実施した。

##### 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

- ①片付け作業用マニピュレーションRTシステム
- ②高齢者対応コミュニケーションRTシステム
- ③ロボット搬送システム

##### III. 特殊環境用ロボット分野

- ①被災建造物内移動RTシステム
- ②建設系産業廃棄物処理RTシステム

**実証試験の結果を基に、実用化に向けた改良を実施**

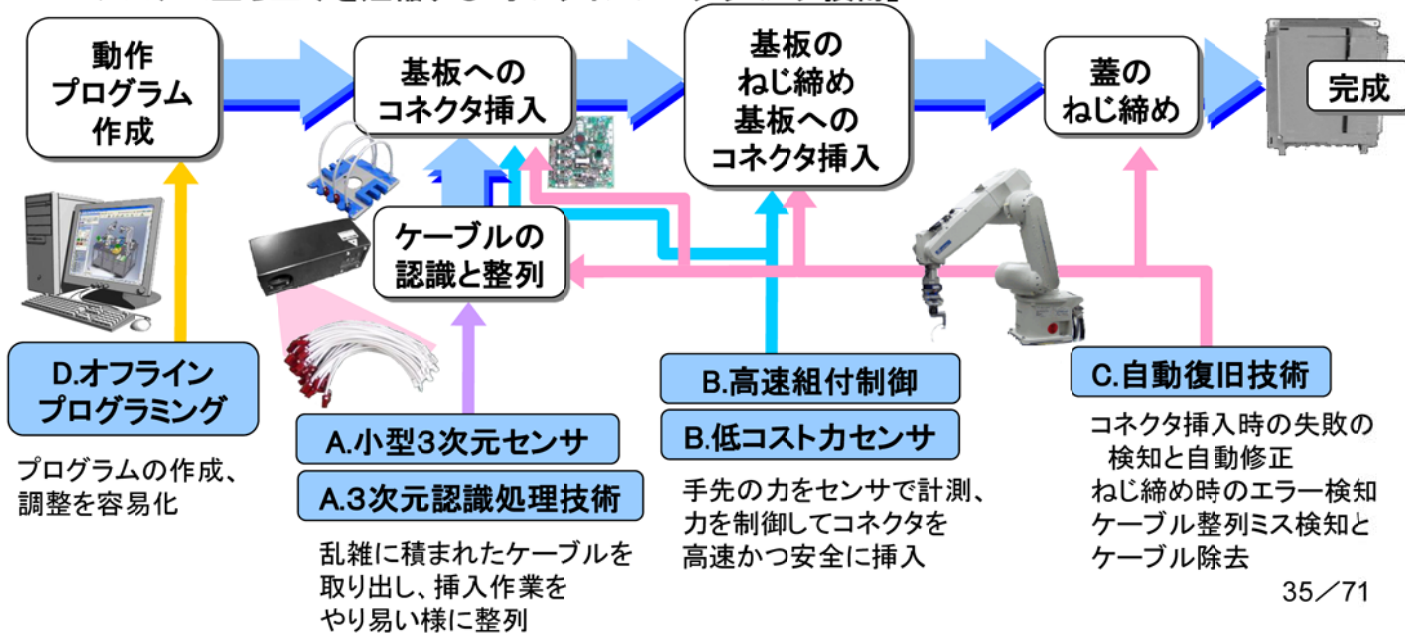
##### 達成度

全てのテーマで目標を達成した

## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野： 柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム

- A. ロボットの目となる「3次元センシング技術」
- B. ロボットの手先の感覚となる「組立制御技術」
- C. 組立時の失敗を自動的に修正する「自動復旧技術」
- D. システム立ち上げを短縮する「オフラインプログラミング技術」



## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野： 柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム

最終目標	達成度
<p>ロボットシステムが、柔軟物(コネクタ付ケーブル等)を筐体内に取り付ける一連の作業を実現する。柔軟物の種類が変更された場合には、代表的な部品や設計情報などが登録されているデータベースなどを活用して、立ち上げ、調整時間が従来の1/3以下で品種追加、動作可能なこと。</p> <p>具体的には、コネクタ付ケーブルは柔らかく曲がる長いひも状のもので、両端に多ピンのコネクタが着いている。組み付け対象は、箱の内側の電気部品や基板にコネクタが2つ以上ついている。</p> <p>①供給部からコネクタ付ケーブルを取り出し、 ②コネクタ付ケーブル両端末のコネクタを電気部品や基板側のコネクタに挿入し、 ③代表的な作業エラーが発生した場合には、自動的に復旧し、作業を継続する。 以上の動作を人と同等以上の生産量で実現する。</p>	◎

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野： 柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム

達成目標	成果	達成度
<b>3次元センシング技術</b> ・サイズ約300cc、通常カメラの4倍のダイナミックレンジを実現するカメラ投光部一体型の小型三次元センサヘッドユニットの開発 ・コネクタエッジの位置誤差±1mm、認識処理時間1.5秒以内のコネクタ位置姿勢認識アルゴリズムの開発 ・位置精度±2mm、処理時間2秒／視点以下のモーションステレオ計測による3次元位置計測手法の実現	・ヘッドサイズ300cc (ヘッド分離型)およびダイナミックレンジ従来比400%向上の実現 ・計測時間1秒以下、距離比分解能 0.1%以下、コネクタ位置誤差±1mm、認識時間 1.5秒達成 ・計測時間2秒／視点以下、ワイヤハーネス計測精度±2mm達成	○
<b>組み付け制御技術</b> ・コネクタ挿入作業を人の1倍以内の時間で実現する力制御方式の開発 ・分解能0.2%直線性1%以下、コスト従来の1/3以下の力覚センサの開発	・人の1倍の時間で挿入作業を実現 ・分解能 0.2%、直線性1.1%、コスト 従来の1/3以下を達成	○
<b>柔軟物組み付け作業オフラインプログラミング技術</b> ・典型的な作業動作のロボットプログラム生成機能と頻度の高い作業に対するオフラインガイダンス機能を有するプログラム生成システムの開発	・プログラミング、調整工数の従来比 1／5を達成	○

◎：目標以上の成果  
 ○：目標達成  
 △：目標概ね達成。

事業原簿 P72

37/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野： 柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム

達成目標	成果	達成度
<b>作業エラーからの自動復旧技術</b> ・ミッション実行時に想定される作業エラーからの自動復旧率80%の自動復旧方式の開発	・多品種コネクタで80%以上の自動復旧率を確認 ・ねじ締めエラー状態認識成功率95%を達成	○
<b>FA機器組立実証システムの仕様検討・設計・試作</b> ・開発技術を統合し、ケーブル取り出し、コネクタ組み付け、基板、カバー組み付け作業を実現する実証システム開発	・要素技術を統合し人の作業時間と同等の作業時間、安定した自動復旧を確認した	○

◎：目標以上の成果  
 ○：目標達成  
 △：目標概ね達成。

事業原簿 P72

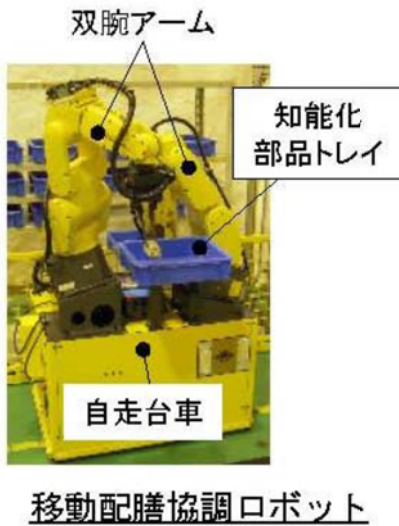
38/71



## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野: 人間・ロボット協調型セル生産組立ロボットシステム

### 1. 作業支援技術



### 2. 作業情報提示技術



### 3. 安全管理技術



39/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野  
人間・ロボット協調型セル生産組立ロボットシステム

最終目標	達成度
<p>開発したシステムで作業者が組立を行い、(a)作業手順の改善、(b)機種切り替え、(c)生産量の変動、に対しての対応能力を示す。組立作業者をロボット技術が安全を確保しつつ、物理的・情動的に支援する有効性を実証すること。特に(A)生産性、(B)機種切り替え時間については、既存セル生産システムに比較して以下の性能を実現する。</p> <p>生産性: 作業者とロボットを合わせた時間単価をベースとした生産性において既存セル(人間中心セル)から2割向上。</p> <p>機種切り替え時間: 既存セル生産システムの1/2。</p> <p>最終的にはプロジェクト終了後2年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。</p>	◎

◎: 目標以上の成果  
○: 目標達成  
△: 目標概ね達成。

## ○研究開発項目の目標と達成状況

次世代産業用ロボット分野： 人間・ロボット協調型セル生産組立ロボットシステム

達成目標	成果	達成度
① 安全管理技術 作業者とロボットの安全な協働	低重心本質安全設計・安全センサでのロボット移動時の安全確保	◎
	多重系機能安全による作業者協調時の安全対策の確立	
	リスクアセスメント(171項目の危険源の同定・リスク低減)	
② 作業支援技術 必要な時に必要な量の部品を整理して供給	移動配膳協調ロボットの開発、部品配膳・作業支援機能の実証	◎
	9種バラ積み部品のピンピッキングの実証	
	知能化部品トレイによる品種・熟練度に応じた作業支援の切替え	
③ 作業情報提示技術 作業者が習熟しやすい作業情報の提示	作業者位置姿勢測定システムの開発、作業者の身体8部位の位置情報の取得、実用レベルでの位置精度・検出速度の実現	◎
	心的負担測定系の開発、情報支援・ロボットとの協調作業時の心的負担の評価、設計基準・安全基準の導出	
	作業教示支援システムの開発、作業初心者に伝達すべき作業注目を作業成績との相関から抽出する方法論を確立	
	作業情報支援システム(ソフトウェア・ハードウェア)の開発、作業モデル編集ソフトウェアによる作業手順変更の容易化	

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P73

41/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

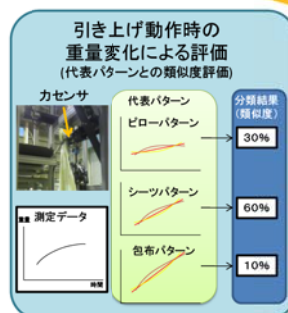
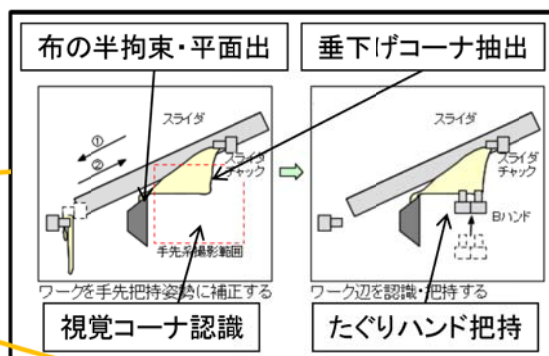
サービスロボット分野： 片付け作業用マニピュレーションRTシステム



定型洗濯物投入ロボットシステム



洗濯前分類システム



たぐりハンド

42/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

### サービスロボット分野 片付け作業用マニピュレーションRTシステム

最終目標	達成度
<p>多様な形状を有する対象物を識別し、人と同等程度の速度で確実に把持し、周囲環境を認識し、所定の位置に分類・格納する作業を実現する。</p> <p>具体的には、業務用洗濯ラインにおいて、乱雑に置かれた洗濯物を識別し、分類して洗濯ラインに投入したり、乾燥が終わった洗濯物を仕上げラインに投入するトータルシステムを実現する。</p> <p>実際のビジネスで取り扱うアイテムとそれを扱う人手作業の速さから、分類数や格納サイズ、処理速度についての目標値は以下の通りとする。</p> <p>・ベッドアイテム洗濯前・分類投入実証機： ベッドアイテム(シーツ、枕カバー、浴衣)の洗濯前・分類投入作業場の自動化を想定し、洗濯物の形状、重量、色等の違いから2千枚/h以上の速さで4種類以上に分類する。</p> <p>・バスルームアイテム仕上げ前・分類投入実証機： バスルームアイテム(バス、フェースタオル、バスマット)の仕上げ前の投入作業場の自動化を想定し、一枚ごとに展開し、種別判定して、折り畳み仕上げ機に投入する。</p> <p>実証試験では10種類以上のアイテムをサイズや色・模様を設定・識別して仕上げ機から排出する際に、自動選別・スタックする。折り畳み仕上げ機と組み合わせて8百枚/h以上の速さでピックアップからスタッキングまでの処理を行う。</p> <p>最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。</p>	○

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P74

43/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

### サービスロボット分野： 片付け作業用マニピュレーションRTシステム

達成目標	成果	達成度
柔軟な布形状の計測と端点検出可能な視覚技術	対象物の位置姿勢を識別するための3次元視覚センサを開発した。ハンドタオル、フェイスタオルの種類及び表裏判別を成功率97.96%で実現した。	◎
広い動作範囲を持ち力制御が可能なロボットハンドリング技術	第7軸斜めハンドや辺把持用ロングストロークたぐりハンドを実現した。	○
洗濯物の把持、整形を行うための補助システムの整備	力センサと視覚センサの総合種別判別による混流柔軟物分類システムを開発した。	○
実用化に必要な性能(1時間当たり800枚)の実現	1時間当たり400枚を実現した。 ※高速化、効率化により1時間当たり800枚を実現できる見込みを得た。	△

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P74

44/71



## ○研究開発項目の目標と達成状況

サービスロボット分野： 高齢者対応コミュニケーションRTシステム



45/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

サービスロボット分野  
 高齢者対応コミュニケーションRTシステム

最終目標	達成度
RTシステムを用いて高齢者の声を認識し、コミュニケーションをとりながら、情報提供、情報伝達、体調確認、行動把握などの高齢者向けのサービスを提供する。 最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。	◎

◎：目標以上の成果  
 ○：目標達成  
 △：目標概ね達成。

## ○研究開発項目の目標と達成状況

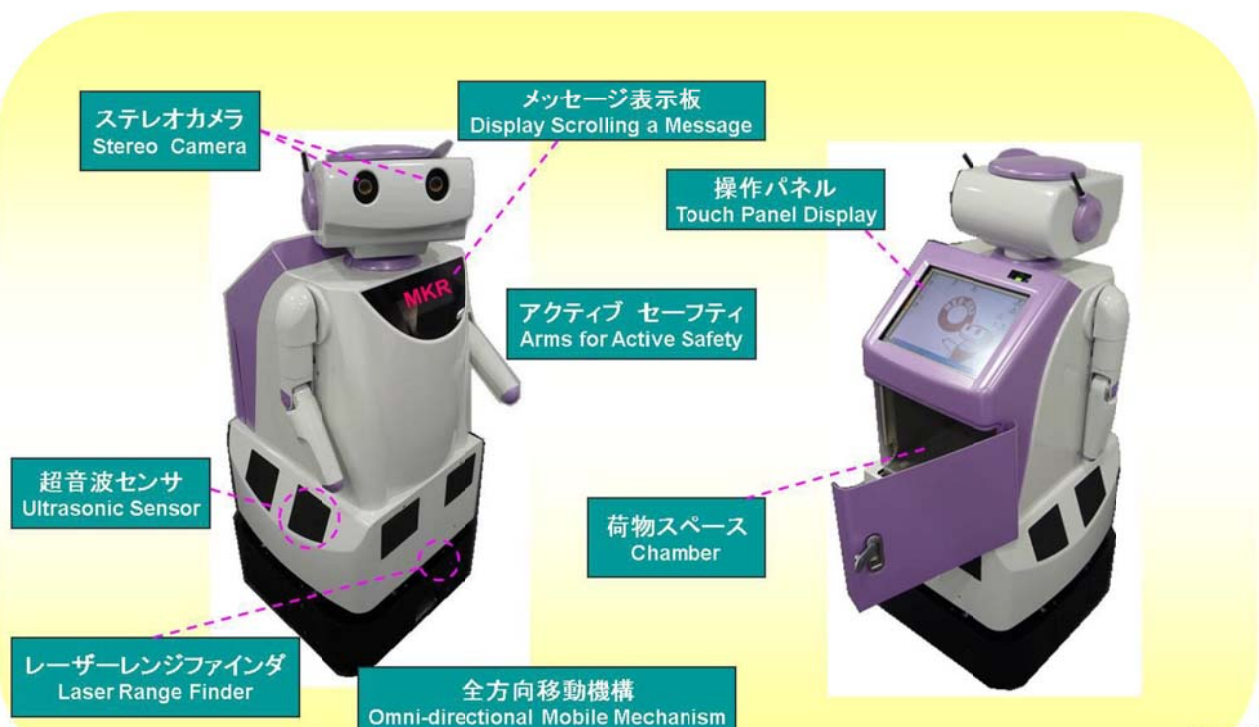
サービスロボット分野： 高齢者対応コミュニケーションRTシステム

達成目標	成果	達成度
会話主体のコミュニケーション技術の確立	『音声コミュニケーション』『自動問診アプリケーション』を開発し、実証試験を実施した。	○
高齢者も対応できるヒューマンロボットインタラクションの開発	『RTマスコット』『タッチパネル』『バイタルセンシングウェア』による在宅健康管理・支援システムにより、高齢者が1ヶ月間使い続けられる』プロトタイプシステムを開発した。	○

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

## ○研究開発項目の目標と達成状況

サービスロボット分野： 搬送ロボットシステム



○研究開発項目の目標と達成状況

サービスロボット分野 搬送ロボットシステム

最終目標	達成度
<p>人間や障害物が多く存在する可変環境において、屋内を周囲の状況に応じた速度で移動でき、指定場所での搬送物の受け取り、受け渡しを円滑に行うユーザーインターフェースを備え、ロボットが自律走行しながら指定された搬送先へ安全かつ信頼性高く搬送する。</p> <p>本システムの有効性を確認するために、2ヶ所以上の病院で実証試験を行う。 (凹凸・段差1cm、隙間3cmに対応。エレベータを利用した上下移動を含む屋内環境下を人の歩行速度程度で搬送)</p> <p>最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。</p>	◎

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P76

49/71

○研究開発項目の目標と達成状況

サービスロボット分野： 搬送ロボットシステム

達成目標	成果	達成度
全方向移動可能な自律搬送ロボットの安定・安全移動機構の技術開発	全方向へ移動可能とする機構技術の開発 ・凹凸・段差1cm、隙間3cmに対応	◎
	エレベータへの乗り降り可能機構技術の開発	◎
	搬送物を安全に搬送する技術の開発	◎

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P76

50/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

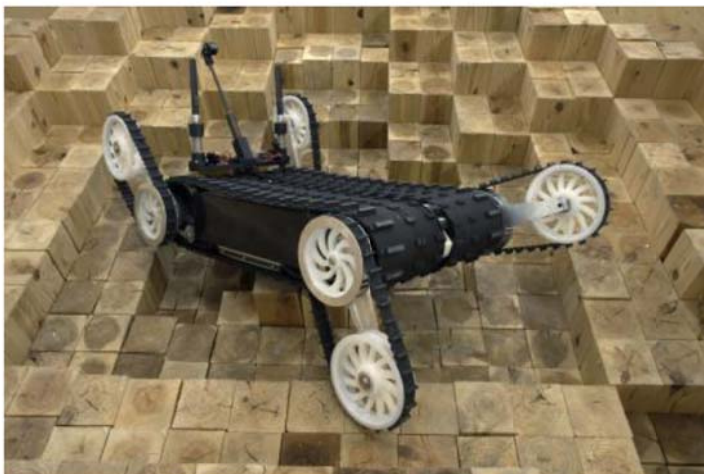
サービスロボット分野：搬送ロボットシステム

達成目標	成果	達成度
自律搬送ロボットのための高度な安全性を確保したRT分散情報処理システムの開発	RT分散処理技術の研究開発	○
	自動環境地図生成技術の開発	○
	自己位置同定技術の開発	○
	障害物回避技術の開発	○
	転倒防止技術の開発	○
	安全・異常検知技術の開発	○
	安全性・耐故障性技術の開発	○

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

## ○研究開発項目の目標と達成状況

特殊環境用ロボット分野：被災建造物内移動RTシステム





## ○研究開発項目の目標と達成状況

### 特殊環境用ロボット分野 被災建造物内移動RTシステム

最終目標	達成度
<p>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。場面としては、地下鉄駅、地下街、空港、高層ビル(オフィス、大規模店舗、劇場)で、非常に混雑しておらず、通常の営業時間としては比較的散らかった程度に障害物が散在し、人間が歩行している状況で、ドア(施錠していない丸型またはレバー型ノブ付きドア)を通り抜け、照明条件がミッション遂行まで不明であるケースを想定する。既存インフラの使用を前提とせず、必要な環境は自分で構築する。建物のGISマップをもとにして、決められた地点とそこに至るまでの映像情報等を迅速に取得できることを実証する。</p> <p>また、訓練所・地下街・建物内などで3回以上の実証試験を行い、最終的にはプロジェクト終了後1年以内に受注生産が可能な体制を構築する。</p>	◎

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P77

53/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

### 特殊環境用ロボット分野：被災建造物内移動RTシステム

達成目標	成果	達成度
閉鎖災害空間における移動技術の開発	<p>下記の開発を行った</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速移動が可能で、瓦礫環境での走破性が高く、階段途中での旋回すら可能な、重量30kg以下の小型軽量ロボット: Quince(クインス), Kenaf(ケナフ)</li> <li>・ドア開けが可能で、階段等がある屋内環境で探索可能な、重量30kg以下の小型軽量作業用ロボット: UMRS(ユーエムアルエス)</li> <li>・知能やヒューマンインタフェースの共同開発を行いやすいアーキテクチャ</li> <li>・耐衝撃性・高効率の伝動変速機構: 平ベルトアクチュエータ</li> <li>・机上訓練のためのダイナミクスシミュレータ</li> </ul>	◎
遠隔操作のための知能とヒューマンインタフェース	<ul style="list-style-type: none"> <li>・瓦礫を注意深く迅速に移動するに適したマニュアル遠隔操縦インタフェース</li> <li>・オペレータの操縦を楽にするための不整地半自律走破技術を開発した</li> <li>・複雑な場所の状況確認のための、3D環境計測・地図構築を実現した。</li> <li>・半自律行動を実現するための、高精度3Dオドメトリの開発</li> <li>・Disaster City, 兵庫県広域防災センター, E-defense木造倒壊建物, 神戸市地下街さんちか, 仙台市地下鉄, RoboCupRescue他で有効性を検証した</li> <li>・ロボカップ世界大会2007 Atlanta, 2009 Graz運動性能部門で世界優勝</li> </ul>	◎

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P77

54/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

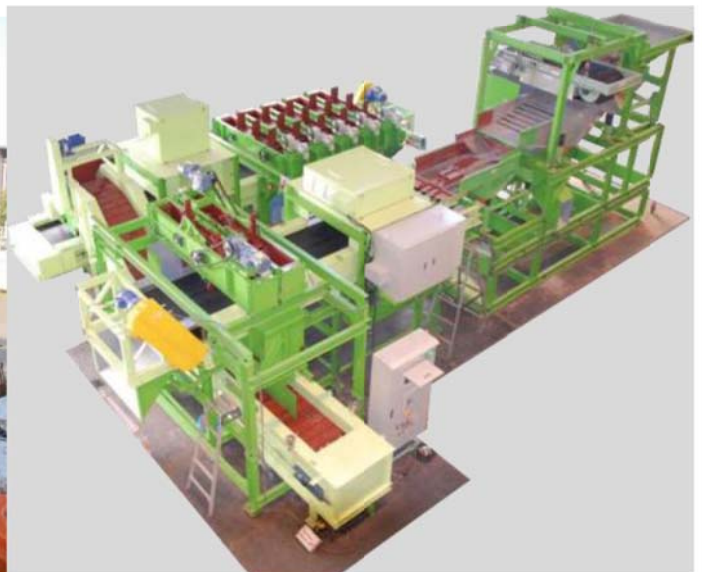
特殊環境用ロボット分野： 被災建造物内移動RTシステム

達成目標	成果	達成度
遠隔操作複数映像の地下街等における700m通信技術	地下街実証試験, 消防訓練塔実験, 等により, 683mを, ほとんど遅れなしにカバーできることを実証した。	○
地下街等での測位とGISマッピング	・情報のマッピングができることを実証した。 ・データベース上の3次元データに対してSLAMを行い, データの位置情報を修正し, 3次元地図を構築し, 登録できることを実証した。	◎

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

## ○研究開発項目の目標と達成状況

特殊環境用ロボット分野： 建設系産業廃棄物処理RTシステム





## ○研究開発項目の目標と達成状況

特殊環境用ロボット分野 建設系産業廃棄物処理RTシステム

最終目標	達成度
<p>「中間目標で開発した要素技術を適用したプロトタイプ・マニピュレータ等を開発し、建物解体時に発生する実際の廃棄物(主として中間目標で対象とした材質)を選別判定し、廃棄物を移送できること。」</p> <p>具体的には、マニピュレータにより複合廃棄物の分離作業を行い、5種類以上の材質を選別し、選別の精度(素材ごとの抽出率)は60%以上とする。開発にあたっては実際の現場において実証実験を2回以上実施する。</p> <p>最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。</p>	◎

事業原簿 P79

57/71

## ○研究開発項目の目標と達成状況

特殊環境用ロボット分野: 建設系産業廃棄物処理RTシステム

達成目標	成果	達成度
建物解体時に発生する廃棄物のうち、異なる5種類以上の材質を選別判定できること。	建物解体時に発生する実際の廃棄物5品目(コンクリート塊、鉄くず、アルミくず、木材、廃プラスチック)を画像処理により廃棄物の材質判定が可能なシステムを搭載した廃棄物選別システムを開発した。選別の精度(素材ごとの抽出率)は60%以上を達成。また、画像処理による廃棄物材質判定システムは、次世代マニピュレータにもアルゴリズムを搭載した。	○
建物解体時に発生する廃棄物を素材毎に分離できること	試作機を解体現場へ試験導入(実証実験)し、その結果を受け細かな、把持分離作業及び切断作業が可能な、多機能ハンドの改良設計製作。多自由度、多腕マニピュレータ本体の改良設計製作を実施。マニピュレータによる廃棄物の分離実験を実施し、目標機能を確認した。	○

◎：目標以上の成果  
○：目標達成  
△：目標概ね達成。

事業原簿 P79

58/71

## ○成果の意義（一部抜粋）

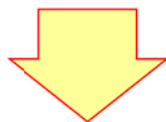
柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム	ほとんどの製品中にケーブル配線が含まれる電機電子分野では、これまで製品組立作業は人の手で行うしかなかった。本開発でのロボットによる組立作業の実現は、 <b>戦記電子分野における生産力向上、品質安定に向けた一つの解</b> になる。
人間・ロボット協調型セル生産組立ロボットシステム	<b>従来よりも高効率、高信頼性の生産システムの構築に寄与する技術</b> であり、市場への大きな波及効果が期待される。
片付け作業用マニピュレーションRTシステム	高度作業を低価格で行うサービス業に入ることは、これまでロボットが入っていた溶接や塗装、組立等の <b>既存ロボット応用分野以外への開拓</b> につながる。
高齢者対応コミュニケーションRTシステム	健康支援高齢者コミュニケーションRTシステムは、もともと関連産業が多岐に <b>わたり波及効果の大きい住宅産業と、医療・健康産業とを結びつけるインターフェース</b> であると言え、サービスロボットとしては非常に大きな波及効果が期待される。
搬送ロボットシステム	オフィスや施設等の人との併存環境下において、自由に動き回れるロボットを実現する自律移動技術が構築されることにより、 <b>様々な場所へのサービスロボット導入が期待される。</b>
被災建造物内移動RTシステム	証試験やデモンストレーションを精力的に行った結果、消防・警察・自治体・FEMA等のユーザの中に、ロボットの活用に関する認知が高まり、理解が深まり、 <b>ロボットの活用法を積極的に考えていこうという気運が高まってきた</b>
建設系産業廃棄物処理RTシステム	建物解体現場だけでなく産業廃棄物中間処理場や最終処分場等などの <b>廃棄物処理関連作業はもとより、激甚災害時の救助や復興などへの波及効果も期待できる。</b>

事業原簿 i-1-1-26,i-2-1-57（公開版）、  
ii-1-1-26,ii-2-1-21,ii-3-1-53,  
iii-1-1-54,ii-2-1-22

59/71

## ○成果の意義

開発対象は製造業のみならず、非製造業まで範囲を拡げた3分野(7テーマ)



- ・ 市場の拡大
  - ・ 新たな技術領域の開拓
- } **に貢献**

**センサ、通信技術、マニピュレータなど  
個別の要素技術の事業化も期待**

○論文発表・特許取得・成果普及について

	研究発表 (論文誌、学会誌、口頭発表)		特許 出願	報道 (新聞、雑誌等)
	国内	海外		
件数	254	346	224	166

○主要な国際会議での発表

ICRA (IEEE International Conference on Robotics and Automation)  
 IROS (IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems)  
 IECON (IEEE Industrial Electronics Society )

○成果普及について

**国際ロボット展にて  
デモンストレーションを実施**

日時：平成21年11月25～28日  
 場所：東京ビッグサイト

**ブース来場者：10,000名以上**

■新聞掲載記事

- ・読売新聞
- ・産経新聞
- ・朝日新聞
- ・日本経済新聞
- ・フジサンケイビジネスアイ
- ・日刊工業新聞
- ・日経産業新聞
- ・化学工業日報

ほか

■Web掲載記事

- ・YOMIURI ONLINE
- ・Fuji Sankei Business i
- ・産経ニュース
- ・Tech-On!
- ・CNET Japan

ほか

## ○成果普及について

JRM誌にて特集号を発行予定  
(平成23年12月発行予定)

⇒7テーマ全てについて紹介予定

展示会への出展

⇒国際ロボット展2009に出展

## ○成果普及について

### 平成21～22年度の成果普及について

実証試験の実施

公開デモンストレーションやユーザーの現場での  
実証試験を積極的に実施

⇒基本計画で目標とする実施回数を設定

(ロボット搬送システム、被災建造物内移動RTシステム、建設系産業廃棄物処理RTシステム)



例：平成21年5月に被災建造物内移動RTシステムの公開デモを実施  
(国際レスキューシステム研究機構グループ)



## 基本計画における最終目標

## I. 次世代産業用ロボット分野

## ① 柔軟物も取り扱える生産用ロボットシステム

- ・柔軟物(コネクタ付ケーブル等)を筐体内に取り付ける一連の作業を実現する。
- ・代表的な部品や設計情報などが登録されているデータベースなどを活用して、立ち上げ、調整時間が従来の1/3以下で品種追加、動作可能。

最終的にはプロジェクト終了後2年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。

- ・目標達成
- ・事業化の道筋は明確

## 最終目標の達成可能性

カセンサを利用した組立制御技術による挿入作業

3次元ビジョンセンサによるケーブルの認識と整列

挿入位置ずれエラーの自動修正とねじ締めエラーの検知

FA制御機器の組立による技術検証

## 基本計画における最終目標

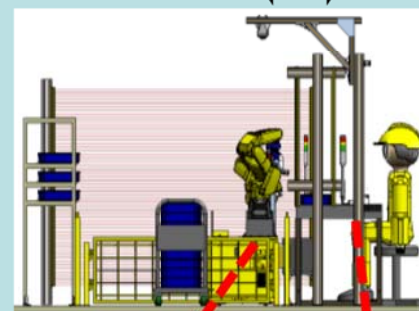
## I. 次世代産業用ロボット分野

## ② 人間・ロボット協調型セル生産組立システム

- ・生産性: 作業者とロボットを合わせた時間単価をベースとした生産性において既存セル(人間中心セル)から2割向上
  - ・機種切り替え時間: 既存セル生産システムの1/2
- 最終的にはプロジェクト終了後2年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。

- ・目標達成
- ・事業化の道筋は明確

移動配膳協調ロボット ← 協調 → 作業者



基本計画における最終目標

II. サービスロボット分野

① 片付け作業用マニピュレーションRTシステム

- ・乱雑に置かれた洗濯物を識別し、分類して洗濯ラインに投入したり、乾燥が終わった洗濯物を仕上げラインに投入する。
- ・ベッドアイテムを2000枚/hで4種類以上に分類
- ・折り畳み仕上げ機と組み合わせて800枚/h以上の速さでピックアップからスタッキングまでの処理を実施。

最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。



定型洗濯物投入ロボットシステム



洗濯前分類システム

- ・目標達成の目処を付けた
- ・事業化機関の製品開発の中で成果活用



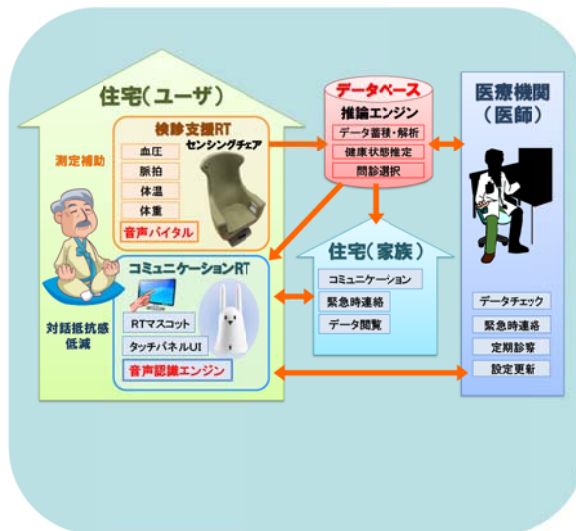
基本計画における最終目標

II. サービスロボット分野

② 高齢者対応コミュニケーションRTシステム

- ・RTシステムを用いて高齢者の声を認識し、コミュニケーションをとりながら、情報提供、情報伝達、体調確認、行動把握などの高齢者向けのサービスを提供

最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。



- ・目標達成
- ・事業化の道筋は明確



## 基本計画における最終目標

## II. サービスロボット分野

## ③ 搬送ロボットシステム

- ・周囲環境に応じた速度で移動
- ・凹凸・段差1cm、隙間3cmに対応。エレベータを利用した上下移動を含む屋内環境下を人の歩行速度程度で搬送。

最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。



▲京都第二赤十字病院



▲大阪大学歯学部附属病院

- ・目標達成
- ・事業化の道筋は明確



## 基本計画における最終目標

## III. 特殊環境用ロボット分野

## ① 被災建造物内移動RTシステム

- ・複数の遠隔操縦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。
- ・訓練所、地下街等で3回以上の実証試験の実施。

最終的にはプロジェクト終了後1年以内に受注生産が可能な体制の構築を行う。



- ・目標達成
- ・実用化の達成





基本計画における最終目標

Ⅲ. 特殊環境用ロボット分野

② 建設系産業廃棄物処理RTシステム

- ・マニピュレータにより 複合廃棄物の分離作業を実施
- ・5種類以上の材質を選別し、選別の精度(素材ごとの抽出率)は60%以上。
- ・実際の現場において実証実験を2回以上実施する。  
最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。



最終目標の達成可能性



次世代マニピュレータ



廃棄物選別システム



- ・目標達成
- ・事業化の道筋は明確