

## 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」 中間評価分科会資料

### ープロジェクト概要説明ー

平成21年7月10日

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
機械システム技術開発部

## 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

3/35

## 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

### ○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

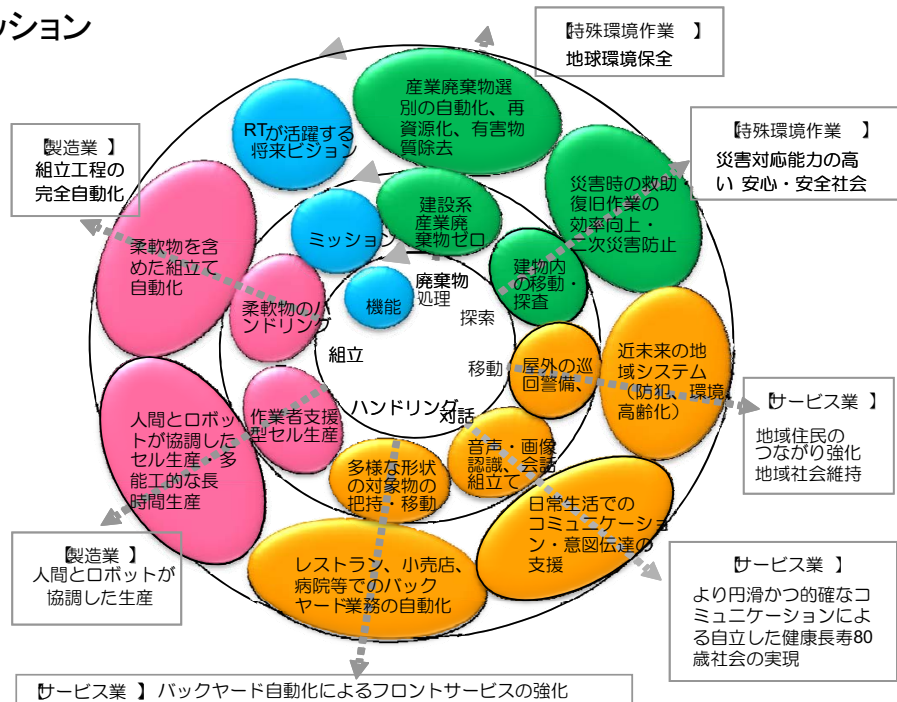
**ロボット政策研究会（2006年経済産業省）  
ロボット技術戦略マップ**

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

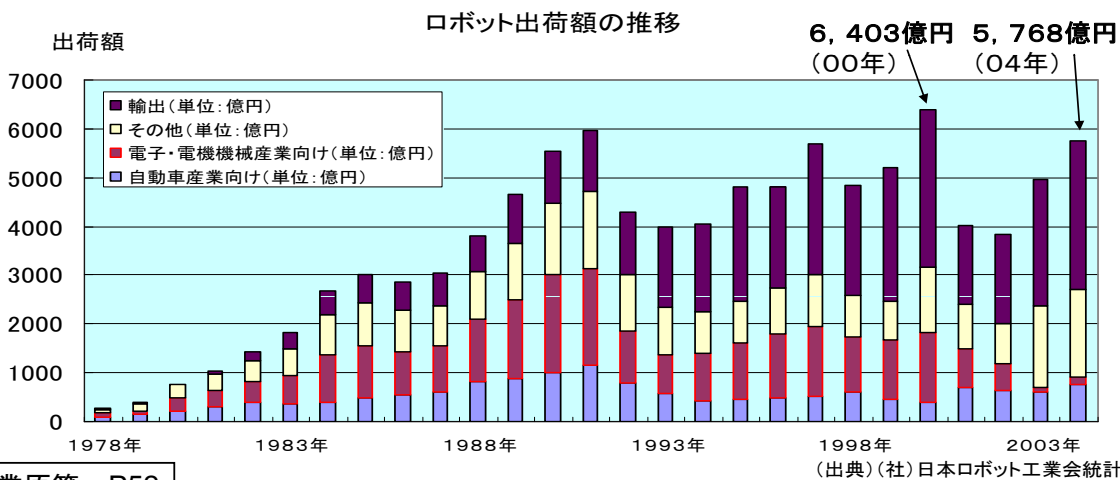
- ①片付け作業用マニピュレーションRTシステム
- ②高齢者対応コミュニケーションRTシステム
- ③ロボット搬送システム

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

## ○ロボット産業の現状

- 1978年より91年まで拡大発展
  - 「ロボット生産大国」へ、世界トップレベルの技術蓄積
  - 現在、日本の産業用ロボット稼働台数は約37万台（世界の約40%）
- 1992年以降は乱高下、2004年時点のロボット市場規模は約6000億円（2007年度約7600億円の見込み）
- その殆どが産業用ロボット（塗装、溶接、電子部品実装等）



事業原簿 P52

## ○ロボット産業の現状

### 既存の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

事業原簿 P50

## ○ロボット市場の拡大

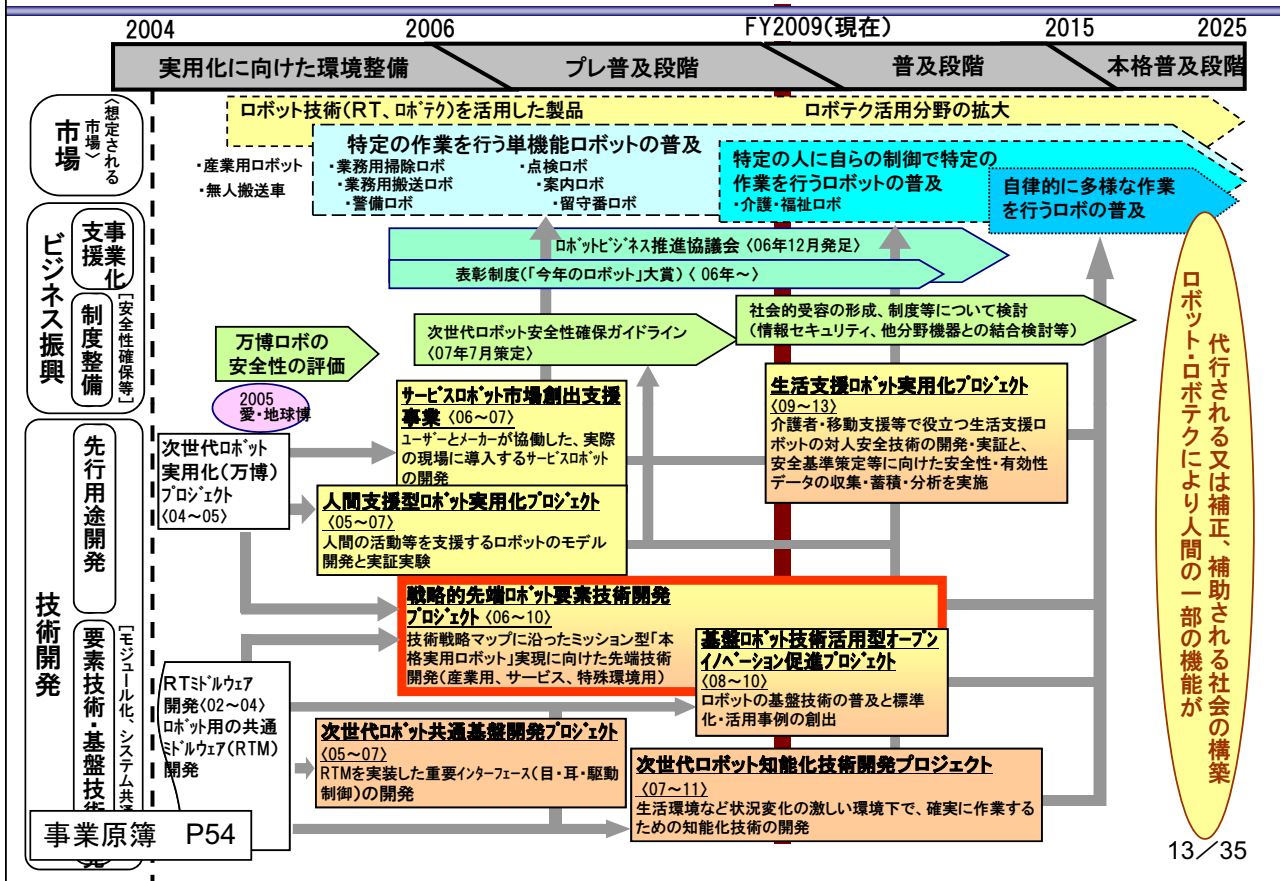
対象分野 次世代産業用ロボット分野  
サービスロボット分野  
特殊環境用ロボット分野



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

H18～20年度における事業費用：**27.4億円**



7テーマ（3分野）で18グループが参加  
18のプロトタイプシステムを開発

ユーザーニーズに基づいて  
事業化を見込んだプロトタイプシステム

3年間で**デモが行える18種類のプロトタイプシステムを開発**したことは大きな成果。  
各グループの売上げ予測の総計は270億円以上。

## Ⅱ. 研究開発 マネジメントについて

15/35

### ○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

各テーマの背景はSPLより説明



○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

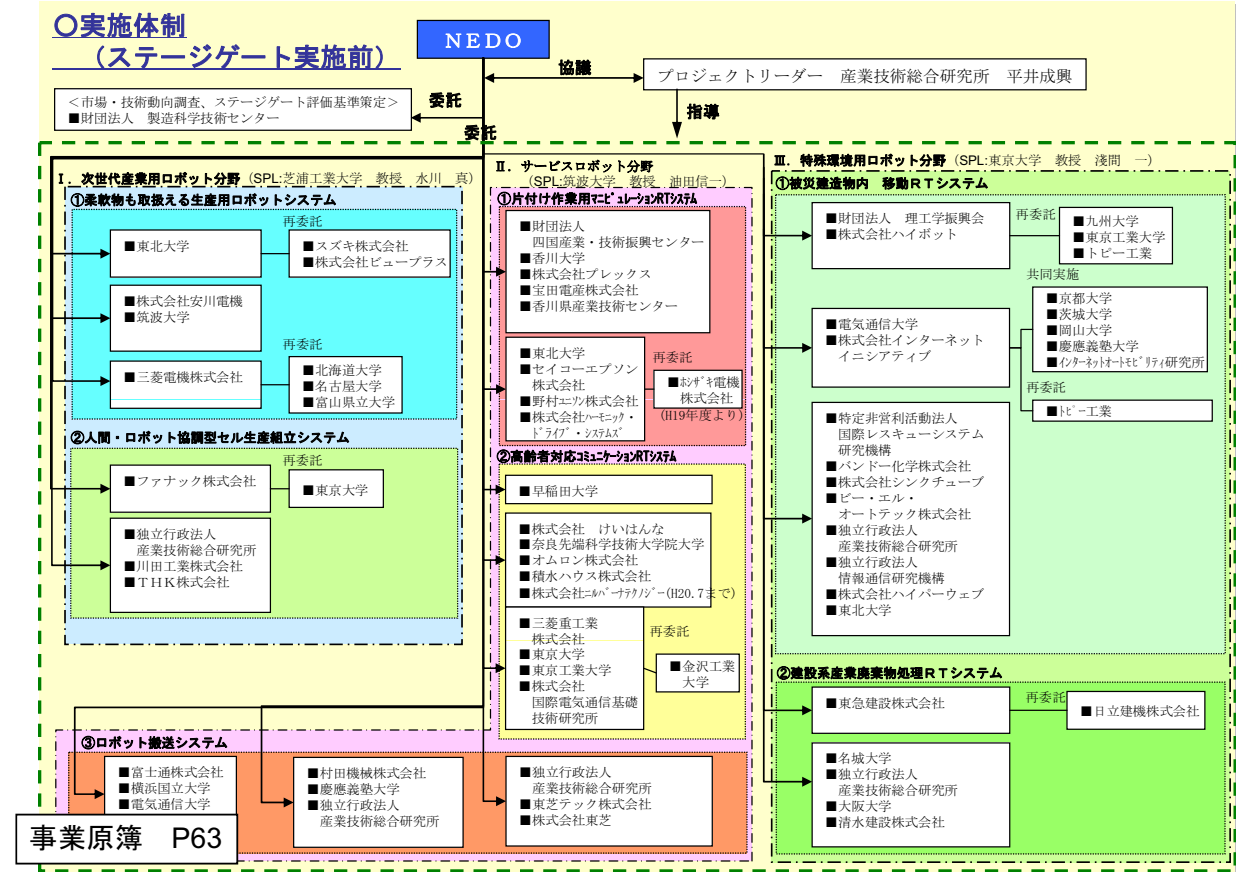
サービスロボット分野SPL  
筑波大学 油田 信一 教授

特殊環境用ロボット分野SPL  
東京大学 浅間 一 教授

事業原簿 P62～64

○実施体制

(ステージゲート実施前)



○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 **東北大学グループ**(片付け作業用マニピュレーションRTシステム：サービスロボット分野)  
⇒ **厨房機器メーカーのホシザキ電機**を再委託先として参画
- ② **富士通グループ**(ロボット搬送システム：サービスロボット分野)  
⇒ **オフィス機器メーカーの岡村製作所**を外部協力者として参画
- ③ **IRS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

○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：7.2億円（予定）

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

## 〇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”

## 〇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。

## ○評価委員構成（H20年度）

氏名	職位	所属
牟田 博光	委員長	学校法人東京工業大学
木嶋 豊	副委員長	株式会社テクノロジー・アライアンス・インベストメント
大築 康生	委員	財団法人新産業創造研究機構
中内 靖	委員	筑波大学 准教授
大隅 久	委員	学校法人中央大学 教授
石黒 周	委員	株式会社MOTソリューション
池田 博康	委員	独立行政法人労働安全衛生総合研究所
中井 潤	委員	三井リース事業株式会社
土井 裕幹	委員	福岡市経済振興局

## ○評価委員構成

□ロボット分野(技術)以外の専門家

**評価の専門家**

牟田委員長（日本評価学会副会長）

**事業・投資の専門家**

木嶋委員（株式会社テクノロジー・アライアンス・インベストメント）

石黒委員（MOTソリューション）

**ユーザー（地方自治体）**

土井委員（福岡市経済振興局）

など

## ○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

## ○ステージゲートについて

### 成果報告書

→技術的なまとめ。グループの開発責任者が記載

### 事業計画書

→事業化を担当する企業が記載。

大学の先生が作成したものでは説得力無し。



**事業化を重要視**  
**事業化に向けた本気度を評価する**

## 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ズを記載すること。 ・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	競合状況	・想定する顧客や市場における競合相手、競合技術の分析（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。

## 〇ステージゲートについて

### 事業計画書（書式一部抜粋）

各項目の根拠、考え方		
①	売価単価	（注）架空の数字を記載するのではなく、「真のユーザ」へのヒアリング（いつ、だれに行ったかも含め）を基に算出したことを具体的に記入してもらう。
②	販売数量	（注）①と同様 ・市場規模のシェアなどを使用する際は、具体的に記載してください
③	直接材料費	
④	直接労務費	・具体的には、何人の従事を想定し、平均労務費を算出したのかを記載してください
⑤	その他経費	・製造間接費 [設備償却費を含む] など
⑥	販売・管理費	
⑦	成果物原価率	
⑧	その他利益	

# ○ステージゲートについて

## 事業計画書（書式一部抜粋）

2. (2) 収支計画書

記載日: 平成20年 月 日

記載者:

課題名称:  
実施代表者:  
事業化責任者:

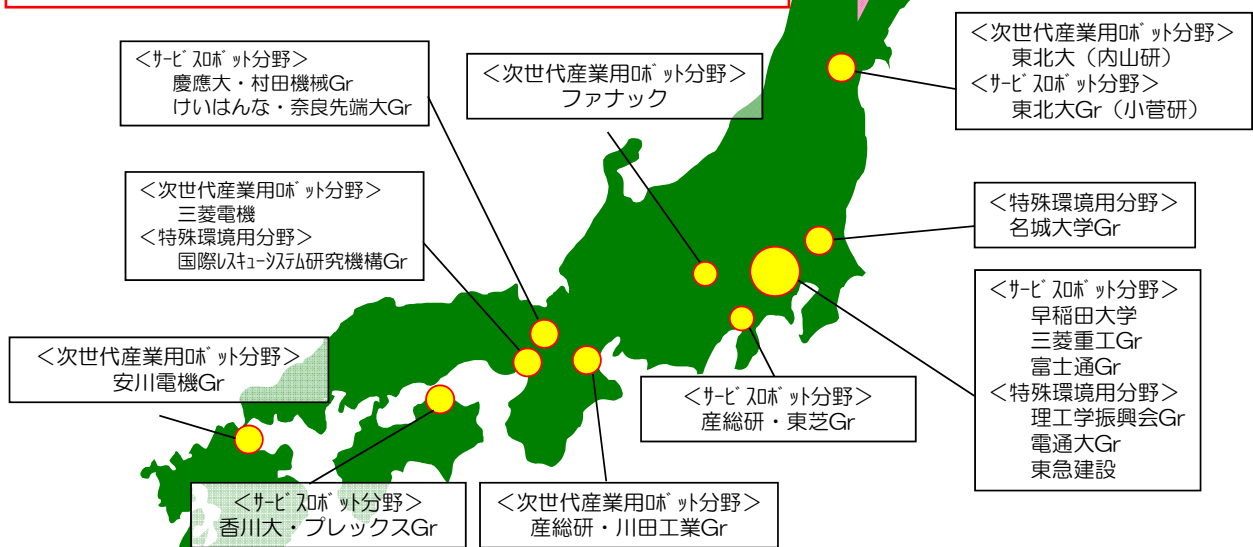
事業化開始からの経過年数		1年目	2年目	3年目						
平成年度										
西暦年度										
A. 売上高(百万円)										
	売価価格(円)									
	販売数量(台)									
B. 当期製造原価(百万円)										
	直接材料費									
	直接労務費									
	その他経費									
C. 販売・管理費(百万円)										
D. 営業利益(A-B-C: 百万円)										
E. 成果物原価率(%) *1										
F. 成果物営業利益(D×E: 百万円)										
G. その他利益(百万円) *2										
H. 総利益(F+G: 百万円)										
I. 利益累計(百万円)										

\*1: E. 成果物原価率=売上げ製品原価に占める成果物原価の割合を示したもので、  
すなわち、 成果物が製品全体の場合は100(%)  
成果物が部分品の場合は部分品原価/製品全体原価×100(%) となる。  
\*2: G. その他利益=特許などの知的所有権収入や技術の外販などによるその他利益を指すが、具体的な内容は本文中に説明すること。  
(注)・エクセルシートの計算結果と数値の整合性について再度確認してください。  
・不明な部分、記入できない部分は空欄でも結構です。  
・記入する事業化の年数は便宜上10年分の欄がありますが、事業化状況にあわせてプロジェクトごとに判断してください。

# ○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、国際イノ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デモンストラーションを実施



## ○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

## ○情勢変化の対応

### ステージゲート結果による再公募の実施

高齢者対応コミュニケーションRTシステム  
(サービスロボット分野) について

各要素技術の開発では、基本計画の目標を達成して  
いるものもあったが、技術レベルおよび事業化の期  
待度等からステージゲート評価ではステージゲート  
通過候補該当無し



**基本計画を見直すとともに再公募を実施**



## ○情勢変化の対応

**柔軟な体制変更①**

東北大学グループ（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）は個々の技術レベルは高いものの全体システムおよび事業化に向けたシナリオが不明確であった。



平成19年度よりユーザー企業として厨房機器メーカー「ホシザキ電機」を再委託先として追加。全体のシステム像、事業化への道筋が明確に。

## ○情勢変化の対応

**柔軟な体制変更②**

平成20年6月、奈良先端科学技術大学院大学グループ（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）において、システム統合・事業化を担当していた(株)ニルバーナテクノロジーが経営不振のため、PJ継続を断念



グループの研究実施体制の見直しを実施。事業化体制強化のため、協力を要請していた(株)ビジネスデザイン研究所が事業化の外部協力者として参画。グループの研究開発を継続することとした。

### ○情勢変化の対応

#### 最終目標の変更

ステージゲート評価において事業化計画についても厳正な評価を実施し、**具体的な事業化計画を策定**。これを受け、平成21～22年度に向けて、基本計画の**最終目標を具体化**。

さらに…

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**

## 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

○研究開発項目の目標と達成状況

全体総括

ステージゲートの絞込評価では最終目標の到達が見込めるプロトタイプシステムの構築、および実証デモを各グループが実施。



18のプロトタイプロボットシステムを開発

達成度

一部のテーマで未達成があるが、概ね目標達成

○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

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①柔軟物を迅速かつ高精度・高信頼度でハンドリングできるマニピュレーション技術の開発	最終目標として掲げる技術要素について、プロトタイプ機により最終目標に十分に到達する見込みを示すこと	ロボットシステムが、柔軟物(ワイヤーハーネス等)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、現場で容易にプログラムを組み替え可能なこと。	・プロトタイプシステムにおいて、異常検出、異常判別、自動復旧技術を組み合わせて、基板コネクタとIGBTコネクタの挿入作業において異常状態からの自動復旧をそれぞれ成功率99%と98%で実現。	○
②柔軟物を知的にハンドリングするためのセンサ利用技術(ビジョンシステム、力制御、力センサ)の開発			・投光部・カメラ一体型の小型3次元センサヘッドユニットを開発。	○
③短時間で簡便に作業を提示できる次世代教示機能の開発。			・実証システムの作業工程を対象にプログラム作成、シミュレータによる動作確認時間を評価し、従来の1/3の時間でプログラムが作成できることを確認。	○

○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

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①作業者とロボットとが協働できるための安全管理技術	最終目標として掲げる技術要素について、プロトタイプ機により最終目標に十分に到達する見込みを示すこと	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、に対する対応能力を示す。組立作業者をロボット技術が安全を確保しつつ、物理的・情報的に支援する有効性を実証すること。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロボットと作業者の動作エリアを安全柵や光カーテンなどの安全センサにて分離する多重系安全対策によるシステムを構築。</li> <li>・人と隣接した状態でも安全に作業が出来る低出力(80W以下)で、且つ脇を絞って肩幅から肘が飛び出さない肩幅空間制限リンクを持つコンパクトな状態ヒューマノイドを開発。</li> </ul>	○
②必要な時に必要な量の部品を整列して供給する作業支援技術			移動配膳協調ロボットにより、安定した走行性能、部品配膳・作業支援機能を実証。	○
③作業者が習熟しやすい作業情報提示技術			直感的に理解しやすいマルチメディアを用いた支援情報の設計と作業視野内に情報を提示する水平LCDディスプレイ作業台を開発。	○

事業原簿 P71

4/22

○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

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①多様な形状を有する対象物を、迅速・確実にハンドリングできるマニピュレーション技術の開発	最終目標として掲げる技術要素について、プロトタイプ機により最終目標に十分に到達する見込みを示すこと	多様な形状を有する対象物(20種類以上)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、所定の位置に収納する作業を実現する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・視覚とロボットを組み合わせ布1枚を把持し、布のコーナーを把持し、辺をを抽出する布ハンドリング技術を開発。</li> <li>・10種類以上の食器や食器洗浄用ラックをハンドリングするマニピュレーションスキルを開発。</li> </ul>	○
②対象物の位置姿勢を識別し、収納するための空間構造化技術			<ul style="list-style-type: none"> <li>・パターン光プロジェクト付加3次元視覚センサを開発。</li> <li>・10種類以上の食器を識別し、0.5秒以内に認識する技術を開発。</li> </ul>	○
③上記を実行するための、器用なハンドおよび軽量高剛性マニピュレータの開発			<ul style="list-style-type: none"> <li>・布端から布の一辺を把持する簡易版たぐり機能ハンドを開発。</li> <li>・ロバスト把持を実現するハンドを開発。</li> <li>・高出力・軽量7自由度マニピュレータを開発。</li> </ul>	○

事業原簿 P71

5/22

○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

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①さまざまな年齢層に適応した、会話を主体としたコミュニケーション技術	最終目標として掲げる技術要素について、プロトタイプ機により最終目標に十分に到達する見込みを示すこと	①バーバル(会話)やノンバーバル(ジェスチャー、指示具)コミュニケーションによる指示により、情報提供のみならず、RTならではの物理空間作業を行う。  ②複数の年齢層に対し、適切なコミュニケーションを実現する。また、人とのやりとりを重ねながら、適切なコミュニケーションモデルの選択、履歴の活用などが可能なものとする。	年齢対応音韻モデルによる音声認識性能の向上とロバストなハンズフリー音声対話システムを構築	○
②物理空間行動を伴うヒューマンロボットインタラクション技術			全身のジェスチャ認識手法と行動情報の遠隔転送手法の確立	△
③室内における、人、物、コトの関係を知識化する空間構造化技術			室内の対象物の3次元座標を取得できる「指示デバイス」、人物行動を認識するシステムとの連携インタフェースを開発。プロトタイプ機においては、人物の入室を検知し、自発的にサービスを開始するシステムを開発。	○
④指示に基づいて、簡単な作業を自律的に実行する技術			指示語(あれ、これ等)、色(「赤い」本等)、指差しを組み合わせた行動会話によって、空間内の対象物を特定する技術を開発	△

○研究開発項目の目標と達成状況

高齢者対応コミュニケーションRTシステムについて

各要素技術の開発では、基本計画の目標を達成しているものもあったが、技術レベルおよび事業化の期待度等からステージゲート評価ではステージゲート通過候補該当無しとなった。



**基本計画を見直すとともに再公募を実施**

(再公募による委託先：積水ハウス、千葉工業大学グループ)

○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

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①人や物、環境の状況を把握し、自律移動する技術	建物内の指定場所に設置された搬送箱を、ロボットが建物内を自律走行しながら指定された搬送先へ搬送する。(凹凸・段差1cm、エレベータでの昇降を含む環境下を人の歩行速度の半分程度で搬送)	人間や障害物が多く存在する可変環境において、屋内外をシームレスに移動でき、指定場所に設置された搬送物を、ロボットが自律走行しながら指定された搬送先へ安全且つ信頼性高く搬送する。 (凹凸・段差2cm、エレベータや扉・ドアを含む屋内及び屋外(事業所・施設等の敷地内における屋外空間)環境下を人の補高速と程度で搬送)	人並みの1/2の走行速度(0.7m/sec)で移動しながら、同速度で対向移動する障害物を安全に回避するアルゴリズムを開発	○
②人とロボットが共存する環境下での安全(事故防止)技術			・障害物検出情報と移動ロボットの受動性に基づく、軌道再計画アルゴリズムを検証 ・ロボットの最外円周部から接触時における力を検出する機構と力覚センサをロボットに搭載し、人との接触があった場合に停止、あるいは接触方向を避けるなどの処置を行うアルゴリズムを開発	○

○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

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①階段を含む建物内環境で、迅速に歩く人と同程度の平均速度で移動が可能なロボット	ドアは自動、または、押せば開く方式であり、照明が正常であるケースを想定し、提案者が最終目標として掲げる技術要素について、プロトタイプ機により最終目標に十分に到達する見込みを、研究期間中数回にわたって開催される実証試験にて示すことが求められる。	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。 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。	・高速不整地走破機構をもつ「Kenaf」を開発。特に、不整地において高い走破性を実現し、RoboCup 2007 Atlanta大会運動性能部門優勝、Disaster Cityの瓦礫の走破、などの実績を挙げた	○
②軽量簡易型遠隔操作ヒューマンインタフェース			・RoboCupやDisaster City、地下街等で実証試験を行い、開発した遠隔操作技術の有効性を実証	○
③遠隔操作用映像を含むセンシング情報をリアルタイムに安定して伝送できる、通信技術			・地下街の実証試験において、距離683mを遅れが小さく、複数台のロボットからの映像や3次元計測データを収集し、遠隔操縦が可能であることを実証 ・マルチホップ無線ネットワークに特有な遅延およびパケット消失に対応した、ロバストなロボット制御プロトコルおよびロバストな動画伝送機構を開発	○
④GIS(地理情報システム)技術			・仙台市地下街やDisaster Cityにてオフラインで3次元地図を構築	○



○研究開発項目の目標と達成状況

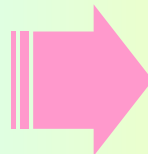
特殊環境用ロボット分野 建設系産業廃棄物処理RTシステム

研究項目	中間目標	最終目標	成果	達成度
①建物解体時に発生する廃棄物材質の判定手法	①建設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 ②建設解体時に発生する廃棄物を素材毎に分離できること	中間目標で開発した要素技術を適用したプロトタイプ・マニピュレータを開発し、建設解体時に発生する実際の廃棄物(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。	・近赤外線センサ、渦電流センサ、蛍光X線分析計と判定要素を統合したベイズ推定法を応用した廃棄物材質の判定手法を開発。	○
②解体・選別作業を効率よく、安全にかつ高信頼度で行う技術			・3次元形状を認識する対象物センサシステムを開発 ・廃棄物の種類性状の範囲を基に、把持力、分離方法、旋回速度等を明確にし、ハンドリング計画機能の最適性を検証	○
③解体現場で使用可能で、かつ、建設機械相当の耐環境性を持つ次世代マニピュレータの開発			・細かな把持や切断が可能な多機能ハンドと多腕マニピュレータを開発 ・市販ミニショベルをベースマシンとした水圧マニピュレータを開発	○
④現場作業員でも使用可能なヒューマンインタフェースの開発(複合操作、操作感覚、力制御、ビジュアルサーボ等)			・操作レバーとソフト開発を行い2本のレバーで多自由度多腕マニピュレータを一般の油圧ショベルオペレータが、同時に簡単に動かせるシステムを開発 ・多腕マニピュレータの干渉防止システムを開発	○

事業原簿 P75

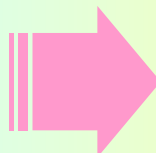
○成果の意義 (一部抜粋)

柔軟物も取扱える  
生産用ロボットシステム



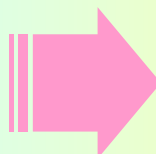
ロボットによる自動生産の  
**適用可能分野の拡大**

片付け作業用  
マニピュレーション  
RTシステム



リネンサプライ業界に**新  
たな製品分野**を形成

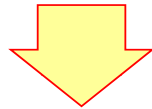
被災建造物内  
移動RTシステム



レスキュー活動における  
**ロボットの認知度の向上**

○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

	論文等誌上発表(査読有り) (論文誌、学会誌、国際会議)		特許 出願	報道 (新聞、雑誌等)
	国内	海外		
件数	33	159	99	77

○主要な国際会議での発表(上記表の件数に含む)

**ICRA** (IEEE International Conference on Robotics and Automation) : 8件  
**IROS** (IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems) : 13件



○成果普及について

**ステージゲート結果について  
記者説明会を実施**

日時：平成21年2月13日（金）  
場所：NEDO日比谷オフィス

**プレス関係出席者：30名**

■新聞掲載記事

- ・読売新聞2/14
- ・産経新聞2/14
- ・朝日新聞2/14
- ・日本経済新聞2/14
- ・フジサンケイビジネスアイ2/14
- ・日刊工業新聞2/16
- ・日経産業新聞2/16
- ・化学工業日報2/16

■Web掲載記事

- ・YOMIURI ONLINE
- ・Fuji Sankei Business i
- ・産経ニュース
- ・化学工業日報
- ・Tech-On!
- ・CNET Japan
- ・RobotWatch

ほか

ほか

事業原簿 P76

14/22



○成果普及について

日本ロボット学会誌にて特集号を発行予定  
(平成21年12月発行予定)

**⇒18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に出展予定**

事業原簿 P76

15/22

○成果普及について

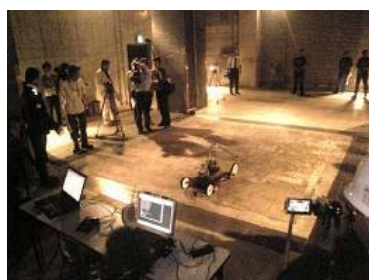
平成21～22年度の成果普及について

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)



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)

事業原簿 P76～77

16/22

○成果の実用化可能性について

最終目標の変更

ステージゲート評価において事業化計画についても  
厳正な評価を実施し、**具体的な事業化計画を策定**。  
これを受け、平成21～22年度に向けて、基本計画  
の**最終目標を具体化**。

さらに…

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**。

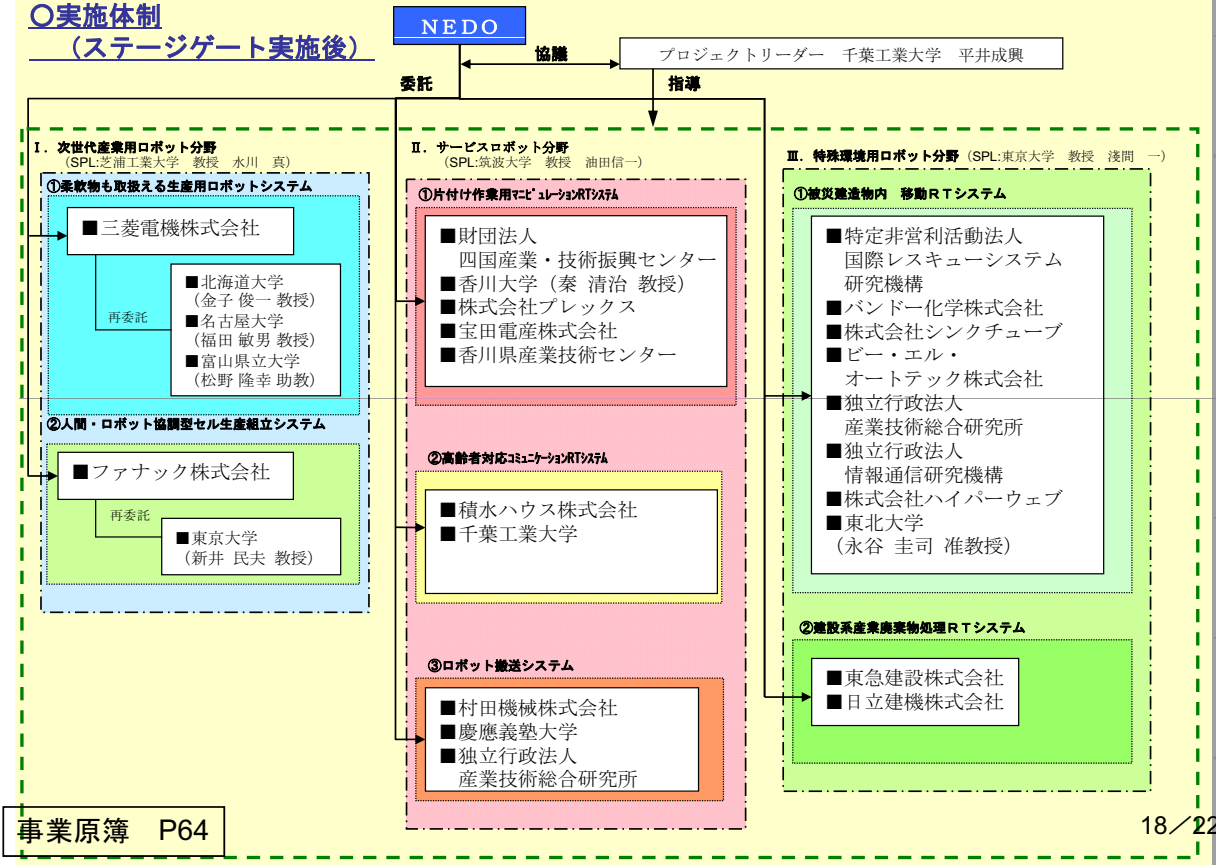


**製品として世に出すことを強くイメージ**

事業原簿 P77～82

17/22

○実施体制  
(ステージゲート実施後)



○成果の実用化可能性について

基本計画における最終目標 (変更後: 一部抜粋)

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。

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。

今後の課題とアプローチ

課題:

- ・作業時間の短縮、動作安定性の向上

アプローチ:

- ・要素技術の性能向上
- ・リカバリー対応エラーの拡充など

課題:

- ・部品ピッキングの性能強化
- ・ユーザビリティ強化

アプローチ:

- ・ビジョンソフトウェア、ハンドの改良
- ・GUI編集機能の評価 など

○成果の実用化可能性について

基本計画における最終目標（変更後：一部抜粋）

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。



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

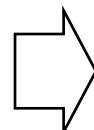
最終的にはプロジェクト終了後3年を目処にプロジェクトの成果を活用し、事業化を行う。



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。



事業原簿 P79～80

今後の課題とアプローチ

課題：

- ・作業時間の短縮、動作安定性の向上

アプローチ：

- ・要素技術の性能向上
- ・リカバリー対応エラーの拡充

- ・再公募により委託先が決定。最終目標達成に向けて研究開発を推進。

課題：

- ・エレベータによる階層間移動
- ・サービス運用形態の検討

アプローチ：

- ・複数の病院での実証試験およびヒアリングを実施

○成果の実用化可能性について

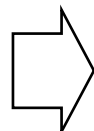
基本計画における最終目標（変更後：一部抜粋）

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。



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。



今後の課題とアプローチ

課題：

- ・耐環境性とUMRSの軽量化。

アプローチ：

- ・実用化に向けたスペックの洗い出し。
- ・消防等と連携した実証試験

課題：

- ・廃棄物判定の速度および精度の向上
- ・ヒューマンインタフェースの改良

アプローチ：

- ・画像による材質判定の強化
- ・実現場での作業性評価

事業原簿 P81～82

## ○事業化への見通し、波及効果

### ステージゲート評価における評価項目

- ・ステージゲート時点における達成状況
- ・技術的評価
- ・事業的(実用化)評価
- ・その他の評価

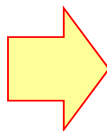
**4項目を考慮した  
総合評価**

なかでも

事業的(実用化)評価を重視

**⇒具体的な事業化計画を策定**

- ・ユーザーを巻き込んだ体制作り
- ・具体的な事業化計画



- ・非製造業でのロボット産業創出
- ・社会的インパクト大