

経済産業省
ロボット・新機械イノベーションプログラム

「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」
事後評価分科会資料

公開部

技術開発推進部
2012年6月22日

公開



- A. 事業概要
 - B. 事業の位置付け・必要性について
 - C. 研究開発のマネジメントについて(設定)
 - D. 研究開発のマネジメントについて(運営)
 - E. 研究開発成果について(全体概要)
 - F. 実用化の見通しについて(全体概要)
- } NEDO
- } PL
- G. 研究開発の詳細成果および
実用化の見通しについて(個別)
- } 実施者

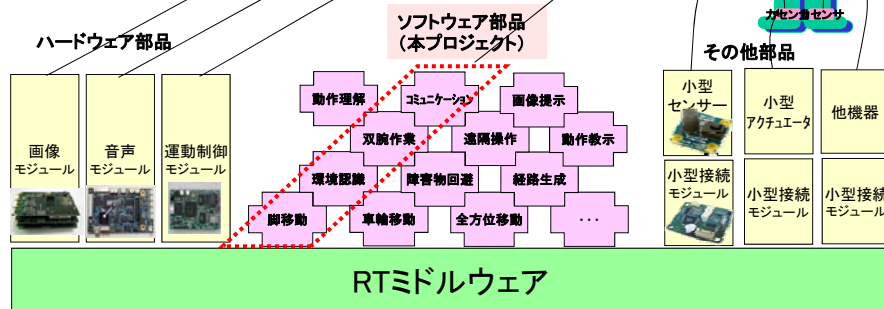
A. 事業概要

公開

事業概要

モジュール化に基づいたロボット構成法

- ・ロボットの機能部品を取り揃えること
- ・このプロジェクトではソフトウェア部品を開発する。



事業原簿 P.3

資料6 3/84

B. 事業の位置付け・必要性について

公開



資料6 4/84



国のプログラム、施策との関係

- 「科学技術基本計画」(2006年3月閣議決定)では、**ロボット・新機械技術は、特に重点的に研究開発を推進すべき分野**(重点推進4分野)の一つである情報通信分野や、推進分野であるものづくり技術分野、社会基盤分野に位置づけられている
- 「経済成長戦略大綱」(2006年7月財政・経済一体改革会議。2007年6月改訂版を経済財政諮問会議に報告)の中で、**ロボット技術は産学官連携による世界をリードする新産業群の一つ**として位置づけられ、次世代ロボットの市場の拡大に向けて、**サービスロボット市場の整備、ロボットの認識技術の開発等必要な取組を継続**することとしている。
- 「イノベーション25」(2007年6月閣議決定)では、**ロボット・新機械技術は、生涯健康な社会や多様な人生を送れる社会の実現に向けて、中長期的に取り組むべき課題**として・・・今後の研究開発の進展等によって、その成果を社会に適用していく上で取組みが必要であるとともに、**随時見直し**をし、その取組を**加速・拡充**していくことが必要とされている。

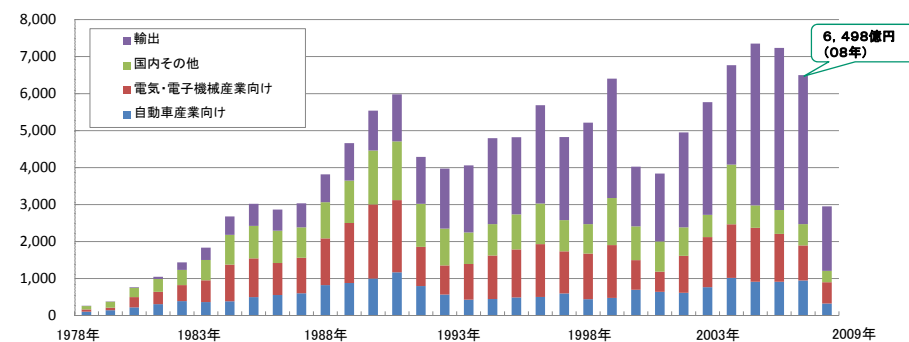


ロボット産業の現状

- 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)**

出荷額(億円)

ロボット出荷額の推移





ロボット産業の現状

産業ロボット以外の市場が未形成

新ロボット領域が起動しつつあるが原動力が不足。
単体ロボットによる市場開拓段階には至っていない。
⇒市場原理による実用化・産業化の発展は期待薄



NEDOが基盤的技術を開拓することにより
効率的な研究開発を推進



背景と目的

背景

- ・産業用ロボットは1990年代以降市場規模は穏やかな成長にとどまる。
- ・一方、ロボットセルなどの高度化した製造業、食事支援ロボット等で
次の成長段階に踏み出しつつあるが**芽はまだ小さい**。

市場ニーズ：

少子高齢化、国際競争の激化、大規模災害に対する不安等、大きな社会的課題に直面。我が国に蓄積された
基盤的なロボット技術（RT）を活用・高度化し、
これらの諸問題を解決。



上記の市場ニーズを実現するための技術課題：

⇒ **知能化技術**

- ・生活空間等の状況が変わりやすい環境下で、ロボットの稼働を可能とする**ロバスト性**
- ・ロボットの知能要素を**モジュール化し、蓄積・管理および統合化**を可能とする技術を開発。

B. 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



海外の技術開発動向

欧州 European Commission FP7 (Framework Programme 7)

新しい研究計画で、**ロボットを重点化**。

- ・Cognitive Systemsの枠組みで、**フレームワーク研究を強化**(FP7-ICT-3 Challenge 2)
- ・PHRIENDS (Physical Human-Robot Interaction: DepENDability and Safety)
人間と場を共有して協働することができる、“安全でかつ信頼性の高い”ロボットを開発することを目標とし、そのための**キー・コンポーネント**を開発する⁽¹⁾。
- ・ICT分野に**90億ユーロを投資**

韓国 Robot Promotion Project

(1):次世代ロボット分野における国内外技術動向調査動向調査報告書(2008),NEDO
(3):<http://www.worldtimes.co.jp/kansok/kan/seiji/090418-2.html>



実環境で動作検証を中心とした**実践的开发**を推進

- ・u-City (Ubiquitous City)
仁川経済特区に新設する**ロボット検証エリア**。ネットワークロボットを街中や家庭で実際に使用し、人間との相互作用の**実証試験**を行うことを計画。掃除ロボット、乗り物ロボット、シティ・マネージャー・ロボット、案内ロボット、運搬ロボットなど
- ・「第一次知能型ロボット基本計画」
2013年世界3大ロボット強国、2018年ロボット先導国家を目標。
今後5年間、ロボット研究開発などに**1兆ウォン**を投入⁽³⁾。

資料6 9/84

B. 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



海外の技術開発動向

米国

米国の製造業を復活に向けた、次世代ロボット開発投資

- ・Advanced Manufacturing Partnership
全米科学財団(NSF)、米航空宇宙局(NASA)、国立衛生研究所(NIH)、農務省が共同で、次世代ロボットの研究に対して**7,000万ドル(約60億円)**を助成する。これらの投資は、**人間のオペレーターと密接に働く次世代ロボットの開発を支援**。

DARPA「Robotics Challenge」

災害現場に於いて、以下の作業を行えるロボットの開発を競技会計式で実施する

- 1)業務用車を現場で運転する。2)下車し、がれきの上を移動する。
- 3)入り口をふさがれきを除去する。4)ドアを開けて建物の中に入る。
- 5)工場用ハシゴを上り、工場の通路を移動する。
- 6)道具を用いてコンクリート板を突破する。
- 7)漏れているパイプを発見し、近くのバルブを閉める。
- 8)冷却用ポンプのような部品を交換する

優勝者への賞金は**200万ドル**

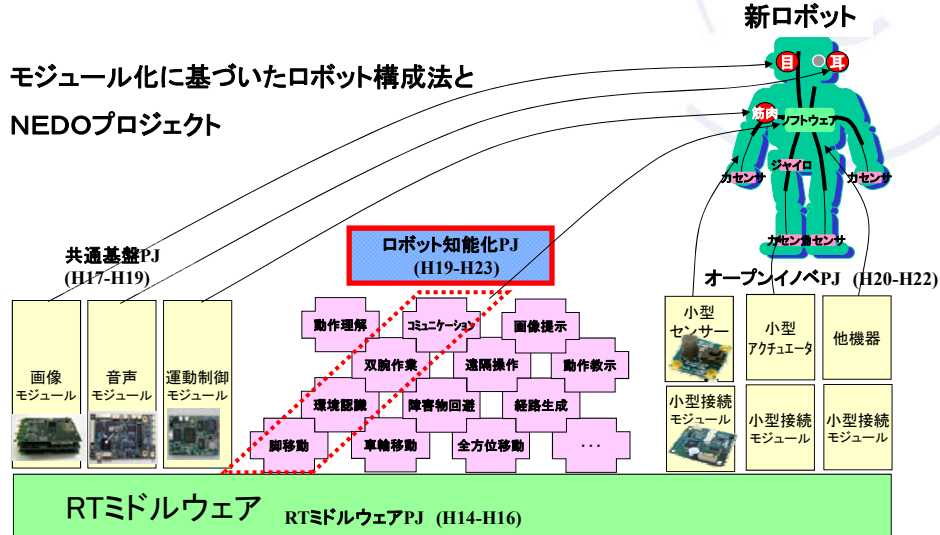


Open Source Robotics Foundation(OSRF)の設立

- ・DARPA「Robotics Challenge」で提供されるシミュレータ「GAZEBO」を受注。
- ・設立メンバーには、**Willow Garage**のBrian Gerkey氏、**iRobot社**の共同創業者のHelen Greiner氏
韓国のYujin Robotの幹部(Sam Park, executive vice president)らが名を連ねている

資料6 10/84

政策動向(経産省のモジュール化プロジェクト群の推移)



NEDOが関与することの意義(公的必要性)



○本事業はロボットの活用範囲を拡大するために必要な**基盤整備施策であり、公共性が高い**

○卵が先か、鶏が先か。**魅力的なモジュール群にするには数が必要**。
 知能モジュールが揃っていない現状では、魅力が少ない。
 単独でモジュール数を増加させる事業は**企業リスクが高い**

○本事業により、新規産業創出や産業活性化が期待でき、**産業政策的効果が高い**



NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業



費用対効果

H19～23年度における事業費用：**67.4億円**

期間全体で、8テーマ(4領域)16グループ(**47社**)が参加し、
様々なミッションに対応した知能モジュール群を開発

- ・再利用率を重視し、モジュール群を組み合わせで**低コスト・短期間でのロボット開発**を可能とする。
- ・開発したモジュール群を**オープンソース**として一般向けに**公開・提供**し、普及に努める

将来貢献

ロボット市場は現在、産業用が6千億円程度で、掃除用など生活支援用が数十億円から200億円程度。37年に両方合わせて6兆円超に成長予想。開発費が10%、そのうち知能モジュール貢献割合が10%とすると、**年間600億円に貢献**。20年間使われると**合計1兆円の波及効果**となる。



事業目的

1. 我が国に蓄積されたロボット技術を活用
2. ロボットの基盤的要素技術およびシステム開発をさらに推進

そのために、幅広いロボット**知能をモジュール群**として準備し、**基盤となる統合化技術**を提供することにより、RT基盤として活用可能にすること。

- A.製造分野をはじめとする一部の分野に限られている**ロボット適応分野を拡大**
- B.ロボット産業を我が国の**基幹産業のひとつに成長**させること

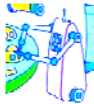
B. 事業の位置付け・必要性について (2) 事業目的の妥当性

公開



事業目的

4領域8つのテーマ(ロボット利用領域)で
基盤技術とモジュール群を開発



事業原簿 P.59

I. 基盤技術開発

- ①-1ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発
- ①-2ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発

II. 作業領域の知能モジュール群開発

- ② 作業知能(生産分野)の開発 (次世代産業用ロボット)
- ③ 作業知能(社会・生活分野)の開発 (介護やレストラン分野でのハンドリング)

III. 移動領域の知能モジュール群開発

- ④ 移動知能(サービス産業分野)の開発 (街やビル内の移動)
- ⑤ 高速移動知能(公共空間分野)の開発 (車両移動)
- ⑥ 移動知能(社会・生活分野)の開発 (搭乗用ロボット)

IV. コミュニケーション領域の知能モジュール群開発

- ⑦ コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発

公開



C. 研究開発のマネジメントについて
(設定)

資料6 16/84

C. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の妥当性

公開

研究開発目標 (PJ開始時の最終目標)

①ロボット知能ソフトウェアプラットフォームを開発して技術基盤を実現し、その上に6つ*1のロボット利用領域で高性能で組合せ使用容易な②モジュール型知能化技術を開発する。目標はロボット利用領域*2ごとに具体的に示す。その成果である知能モジュールを実行可能なソフトウェアモジュールの形で提供する。これらの技術をロボットシステムに組み込む等により③有効性を検証し、他者が利用(再利用)できる形で④可能な限り広範囲に提供する。

(*1:8つのうちモジュール開発担当は6つ。*2 基本計画では「ロボット分野」として記載)

基本計画
に反映

1998年度 (PJ前)

- ・事前検討委員会
- ・戦略技術マップ

②

社会分野での移動

生活分野での作業

...

コミュニケーション分野

①プラットフォーム

開発

事業原簿 P.58

C. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標

公開

具体的開発目標と根拠

設定目標分野	テーマ対応	研究開発目標	根拠
①ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発	基盤	1. プラットフォームの研究開発 <ul style="list-style-type: none"> ●以下②にて開発する知能モジュール群を統合 ●次世代ロボットシステムを事前にシミュレートし確実に実現できる 2. 有効性の検証及び改良 <ul style="list-style-type: none"> ●検証用知能モジュール群の研究開発 ●リファレンスハードウェアを研究開発 	基盤統合技術の確立 ⇒ モジュール普及 <ul style="list-style-type: none"> ● 知能モジュールを組合せ使用するための基盤となる体制を固める。すなわち、モジュール設計法を普及させるために、使いやすい環境を開発し提供する。 ● 開発ツールやシミュレータにより知能ロボットの開発を効率化 ● プラットフォーム自体の機能・性能を検証し、確実化
	作業	1. モジュール型知能化技術の開発 <ul style="list-style-type: none"> ●環境変化に対応可能なロバスト性 ●用途が広く、利用が容易 2. 他者に提供 <ul style="list-style-type: none"> ●1. の成果である知能モジュールを実行可能なソフトウェアモジュールの形で提供 ●提供は有償を含む。 	本プロジェクトの根幹 <ul style="list-style-type: none"> ● 高品位で汎用的なモジュールを取り揃える ⇒ モジュール設計法の普及 ● 普及のために以下が重要 <ul style="list-style-type: none"> ・機能・性能が充実し、汎用性があること ・再利用性があること
③有効性の検証	移動	1. ①及び②の技術の有効性検証 <ul style="list-style-type: none"> ● テーマごとに応用目標を決め、開発した知能モジュールをロボットシステムで組み込み試験し、実環境の使用に耐えることを検証する。 2. 可能な限り広範囲に提供 <ul style="list-style-type: none"> ● 成果であるソフトウェアモジュール ● 他者が利用(再利用)できる形にする。 	開発技術の普及のための支えとなる項目 <ul style="list-style-type: none"> ● 実使用に耐える機能性能を確認する ● 用途例を示すことで普及を促進すること
	コミュ		
	作業		

事業原簿 P.60

資料6 18/84

C. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標

公開



研究開発目標(最終目標)

1. ロボット知能ソフトウェアプラットフォーム

以下2. にて開発する知能モジュール群を統合し、次世代ロボットシステムを事前にシミュレートし確実に実現できるロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発を行うとともに、検証用知能モジュール群及びこれを搭載するリファレンスハードウェアを研究開発し、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの有効性の検証及び改良を行う。

2. モジュール型知能技術の開発

周辺環境が変化しても所期の仕事を行うことができるロバスト性に優れ、かつ汎用性のあるモジュール型知能化技術の開発を行って、その成果である知能モジュールを実行可能なソフトウェアモジュールの形で提供(有償を含む。)する。

3. 有効性の検証

上記1. 及び1. に関し、開発した知能モジュールをロボットシステムに組み込む等により、その有効性を検証するとともに、その成果であるソフトウェアモジュールを、他者が利用(再利用)できる形で可能な限り広範囲に提供(有償を含む。)する。

C. 研究開発マネジメントについて (1)研究開発目標の詳細

公開



4領域8テーマの項目ごとの詳細な研究開発目標

詳細は後述

研究開発項目(個別テーマ)	最終目標(H23)
①-1ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発	次世代ロボットシステムの応用ソフトウェアの開発が、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームを用いて効率よく実施できること。
①-2ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発	再利用できる知能モジュールを開発するために必要な開発手法、検証・蓄積方法等を確立し「知能モジュール・ライフサイクル」を構築する。
② 作業知能(生産分野)の開発	予定する知能モジュール群をすべて搭載したロボットシステムが、実際の作業環境あるいはそれを模した模擬環境において、6つ以上の作業対象物に対する3つ以上の作業指示を成功率80%以上で達成すること。
③ 作業知能(社会・生活分野)の開発	予定する知能モジュール群をすべて搭載したロボットシステムが、人の往来する実際の公共空間における移動作業を実行し、80%以上、所期の仕事を達成すること。
④ 移動知能(サービス産業分野)の開発	予定する知能モジュール群をすべて搭載したロボットシステムが、人の往来する実際の公共空間における移動作業を実行し、80%以上、所期の仕事を達成すること
⑤ 高速移動知能(公共空間分野)の開発	中間評価結果への対応として平成21年度で終了(後述)
⑥ 移動知能(社会・生活分野)の開発	予定する知能モジュール群をすべて搭載したモビリティ・ロボットシステムが、長期間(3ヶ月程度)の技術実証試験において安定的に動作すること
⑦ コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発	予定する知能モジュール群をすべて搭載したロボットシステムが、3種類以上の実用的なコミュニケーションのタスクを実行し、成功率70%以上のタスク達成率と、70%以上のユーザ満足度を得ること。

C. 研究開発マネジメントについて (2)研究開発計画

公開



NEDOの研究加速制度を活用
～中間評価への対応と実用化へ向けた取組強化～

研究開発項目	個別項目	
Webへの公開環境構築	OpenRTM、ツール群、および知能モジュール公開の前倒し	NEDO知能化プロジェクトRTコンポーネント集 http://http://www.openrtm.org/openrtm/ja/node/4599
双腕ロボットプラットフォームを用いた作業知能オープンソースの統合検証	高度作業知能モジュールの追加開発, 双腕ロボットを用いた作業知能の統合検証	  パレタイジング作業 アソート作業
実用化への取組	組込機器へのRTミドルウェアの実装	OpenRTM on T-KernelおよびRTC-CANopenの開発
	安全認証取得RTMの開発	 IEC61508 SIL3 Capableの認証を取得できるRTM
	RTMとROSの連携	 と  の相互運用

事業原簿 p.88

資料6 21/84

C. 研究開発マネジメントについて (2)研究開発計画

公開

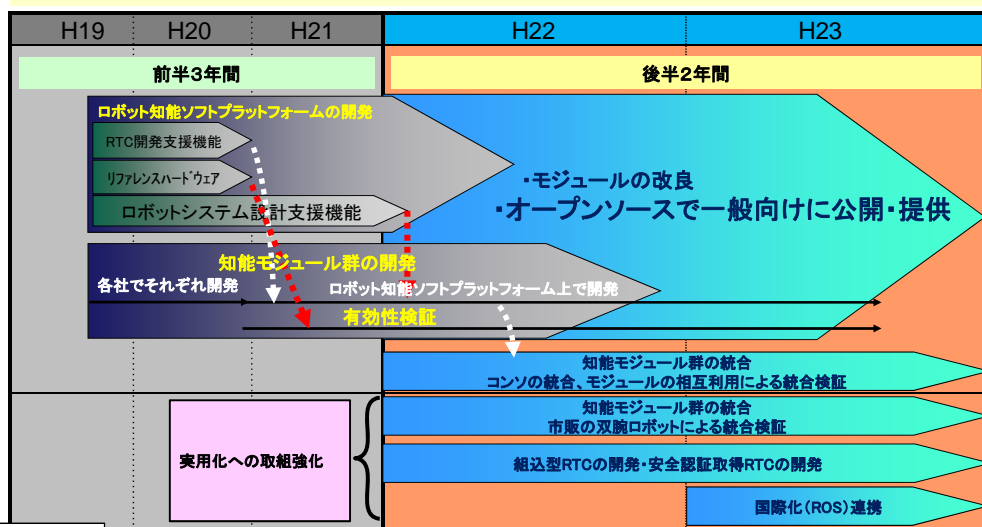


研究開発のスケジュール

事業費と研究開発期間

研究開発期間: 5年間(平成19年度～平成23年度)

予算実績: 平成19年度 19億円、平成20年度 15億円、平成21年度 13.5億円、平成22年度 10億円、平成23年度 9.8億円



事業原簿 P.79

資料6 22/84

C. 研究開発マネジメントについて (2)研究開発計画

公開



スケジュールと予算

	H19	H20	H21	H22	H23	合計	
①-1 ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発		→	→	→	→		
①-2 ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発		→	→	→	→		
② 作業知能(生産分野)の開発	→	→	→	→	→		
③ 作業知能(社会・生活分野)の開発	→	→	→	→	→		
④ 移動知能(サービス産業分野)の開発	→	→	→	→	→		
⑤ 高速移動知能(公共空間分野)の開発	→	→	→	→	→		
⑥ 移動知能(社会・生活分野)の開発	→	→	→	→	→		
⑦ コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発	→	→	→	→	→		
開発予算 (単位:百万円)	通常予算	1,900	1,500	1,350	910	978	6,638
	NEDO加速予算	0	0	0	100	0	100
	合計	1,900	1,500	1,350	1,100	978	6,738

事業原簿 p.79

資料6 23/84

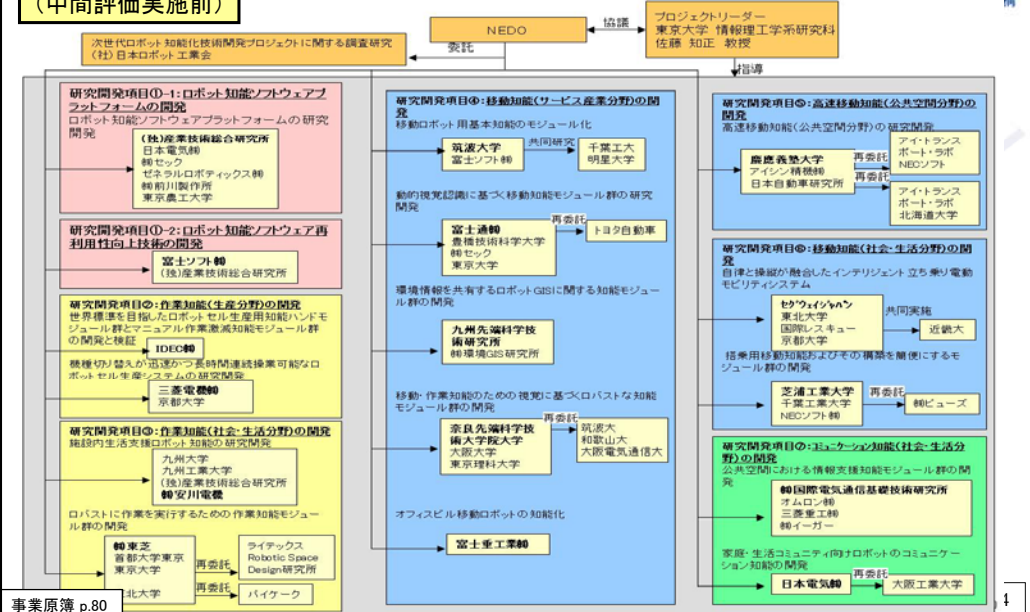
C. 研究開発マネジメントについて (3)事業体制

公開



実施体制
(中間評価実施前)

4領域8テーマで16事業体を採択



事業原簿 p.80

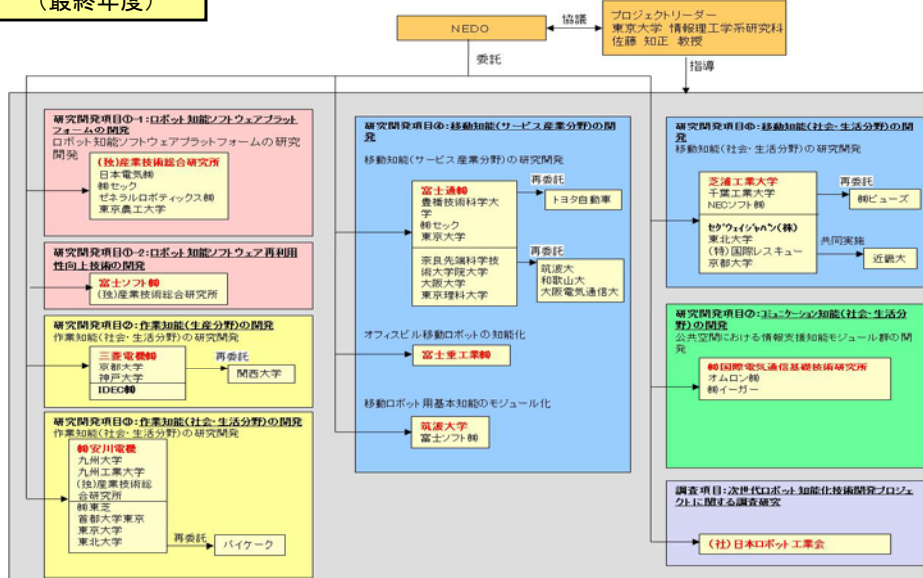
1

C. 研究開発マネジメントについて (3) 事業体制

公開

実施体制
(最終年度)

9事業体へ絞り込みを実施



C. 研究開発マネジメント (5) 情勢変化への対応等

公開

中間評価結果への対応

「概ね現行通り実施して良い」との評価であったが、実用化他に対して課題を指摘された。下記に、主な指摘事項を示す。

指摘事項(抜粋)	指摘事項を受けて計画の見直し実施	対応事項
1 ・RTコンポーネントの作成方法その使い方に関しては、 マニュアルか教科書を書いて啓蒙すべき	指摘事項を受けて計画の見直し実施	・マニュアルやカタログ等のドキュメント整備
2 ・プロジェクトが多岐に渡っているため、この中間審査を機に、 取捨選択を行うのも一つの方向性である		・実施体制の見直し ①類似の目標を持つコンソの統合 ②一部コンソの期間途中での終了
3 ・一部にプロジェクト全体の目的との つながりが希薄で孤立しているグループも見受けられる		・モジュールの相互利用による統合試験 ・再利用センターの対応 ①サービス仕様の作成 ②検証を行うためのロボットシステムの作成 ③動作試験およびモジュールの一般向け公開
4 ・実環境での使用に耐えられるか、ハードウェアとの相性を吸収できるような仕組みがあるのかどうか、といった視点から、客観的検証も必要 ・ 実使用に向けて、プラットフォームやモジュールの信頼性を高めていく努力も必要		・開発している各モジュールの提供方法(オープンソース/バイナリ)設定 ・オープンソースでの提供となっているモジュールの一般向け公開
5 個々のモジュールにおいても、再利用性を向上させるという観点での目標設定、評価を充実させることが望まれる		・機能安全の認証を受けることが可能な高信頼版RTミドルウェアの開発
6 目標とする成果の普及のためには、「 部品 」の 信頼性、安全性確保 が最大の課題とであり、この点に関する 具体的目標の設定 が望まれる		

C. 研究開発マネジメント (5) 情勢変化への対応等

公開

中間評価結果への対応



WTの設立

大学、企業に向けた啓蒙と開発したモジュールの再利用性強化、および信頼性、安全性確保に向けた取組を実施

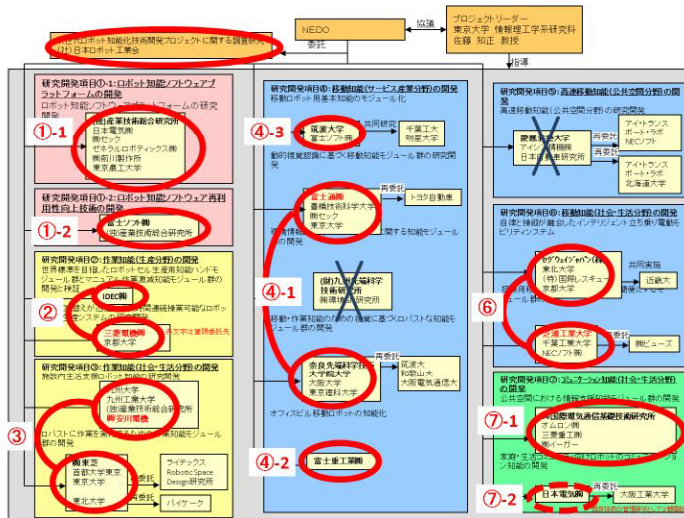
WT名	役割	中間評価コメント(抜粋)
プライマWT	ドキュメント整備	ソフトウェアのRTコンポーネント化のやり方とその使い方に関して、マニュアルか教科書を書いて啓蒙すべき
大学エバンジェリズムWT	大学に向けた啓蒙	モジュール化のやり方に関して、本プロジェクトに関与していないメーカーやユーザー、大学などから意見を聞いて議論したほうがよい
素人対応WT	普及に向けた啓蒙	
国際戦略WT	普及のための取組	
ソフトウェア手法WT(含品質管理)	信頼性・安全性確保	成果の普及のために、「部品」の信頼性、安全性確保を如何に目に見える形で担保するかが重要である
全数検証WT	再利用性強化	実使用に向けて、プラットフォームやモジュールの信頼性を高めていく努力も必要
オープンソフトウェア統合 & 再利用センタ統合強化WT	再利用性強化	

資料6 27/84

C. 研究開発マネジメント (5) 情勢変化への対応等

公開

実施体制の見直し



再利用性の強化による実用化への対応

1. 他のコンソとのつながりが薄い(独立している)事業を終了した
2. 統合検証を行うため、開発内容が近いコンソを統合した
3. 一部モジュールをオープンソースで提供することとした

資料6 28/84

C. 研究開発マネジメントについて (2)研究開発計画

公開



中間評価結果への対応

NEDOの研究加速制度を活用した実用化への取組強化

取組内容				
Webでの公開環境構築	OpenRTM、ツール群、および知能モジュールを公開した。			
双腕ロボットプラットフォームを用いた作業知能オープンソースの統合検証	高度作業知能モジュールの追加開発、双腕ロボットを用いた作業知能の統合検証を実施した。			
	<table border="1"> <tr> <td>パレタイジング作業</td> <td>事業内容部品のパレタイジングを実施した。</td> </tr> <tr> <td>アソート作業</td> <td>日用品等(文具、お菓子、etc、要はFA的でないもの)を対象物したアソート(分類、片付け、詰合わせ)を実施。</td> </tr> </table>	パレタイジング作業	事業内容部品のパレタイジングを実施した。	アソート作業
パレタイジング作業	事業内容部品のパレタイジングを実施した。			
アソート作業	日用品等(文具、お菓子、etc、要はFA的でないもの)を対象物したアソート(分類、片付け、詰合わせ)を実施。			
組込機器へのRTミドルウェアの実装	RTミドルウェアの普及を促進するため、CANOpen版・T-Kernel版等資源の少ない組込機器で動作するミドルウェアの開発を実施した。			
安全認証取得RTMの開発	IEC61508等の機能安全規格に基づいた開発プロセスを構築、支援するためのツール群の開発と機能安全規格に準じたRTミドルウェアの開発を実施した。			
RTMとROSの連携	次世代ロボット知能化技術の相互運用可能性を検証するため、ROSをターゲットとして相互運用プラットフォーム上で相互運用性を検証した。			

事業原簿 p.89

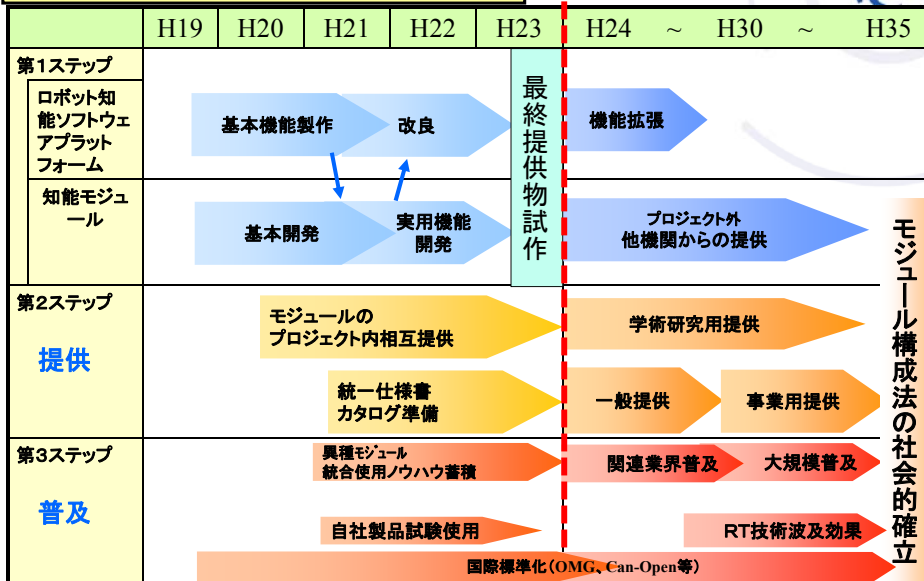
資料6 29/84

C. 研究開発マネジメント (5)情勢変化への対応等

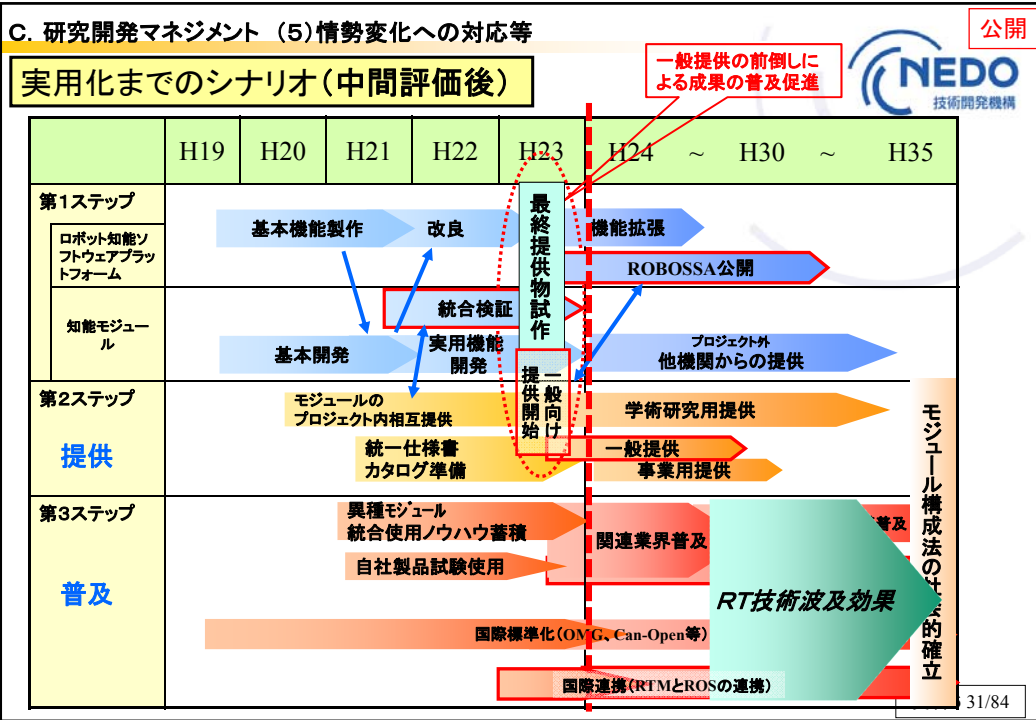
公開



実用化までのシナリオ(中間評価前)



資料6 30/84



公開


NEDO 技術開発機構

D. 研究開発のマネジメントについて (運営)

プロジェクトリーダー
東京大学教授 佐藤知正


資料6 32/84

D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理 公開




再利用性: プロジェクトのキー

・共通インターフェースを持つこと	サブWGを立ち上げ、共通のインターフェースを策定
・モジュールの統合性があること	統合検証デモを繰り返し実施して追求
・入れ替えが可能であること	<ul style="list-style-type: none"> ・活用を主体としたコンソを採択した ・コンソを統合し、相互にモジュールを利用し、統合検証を行うことで追求した ・策定した共通インターフェースを活用した
・素人にも利用が可能であること	<ul style="list-style-type: none"> ・オープンソースでの提供を行うこととした ・ドキュメント(マニュアル等)を作成した
・有効なモジュールであること	<ul style="list-style-type: none"> ・展示会などでのデモンストレーションや統合事例 ・ドキュメント(マニュアル等)を作成した
・体系性(完備性)があること	・システムの構築や検証デモを行うことにより体系性の確認を実施



<p>・モジュールの普及、情報発信</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・市販双腕ロボット(HiroNX)上でソフトウェアを構築 ・オープンソースで作成し、システム情報も開示した <ul style="list-style-type: none"> → 統合事例の提示 → 将来展開の基盤となる
------------------------------	---

D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理 公開



年度毎の研究開発マネージメント留意点

1年目の重点項目	<ul style="list-style-type: none"> ■何を成果とするかの明確化 ■知能ロボットの典型的使い方を可能とする"知能モジュール群とそれを可能とするライブラリー群"を成果とする ■迅速なプロジェクトの立ち上げ <p>モジュール応用を中心とした実施者を追加公募</p>
2年目の重点項目	<ul style="list-style-type: none"> ■知能ロボットの典型的使い方の明確化 ■SWG(サブワーキンググループ)の立ち上げとそれによる議論の深化 ■ソフトウェアの見える化 ■先行デモ、検証デモの実施(2年目の1月という早い段階での実施) ■再利用センター(秋葉原拠点)の準備
3年目の重点項目	<ul style="list-style-type: none"> ■再利用WG(秋葉原拠点)の立ち上げと充実 ■知能モジュールの集積と利用による再利用性向上 ■秋葉原拠点からのプロジェクトステアリング(毎週火曜日) ■秋葉原拠点での統合による知能モジュール再利用性の向上 ■レボトリ登録、その宣伝 システムコンサルタントへの展開 ■中間評価への対応、WTの立ち上げ ■コンソの再構成(統合および廃止)
4年目の重点項目	<ul style="list-style-type: none"> ■統合検証の推進と内容の確認 ■加速資金を活用した実用化の推進
5年目の重点項目	<ul style="list-style-type: none"> ■統合検証の推進 ■ROSとの連携による国際化への展開 ■安全認証取得モジュールの開発 ■PJ終了後の実用化と普及のための展開

資料6 34/84

D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理

公開



基本計画策定にあたって留意したこと

(重要ポイント)

- このプロジェクトは、
再活用可能な知能モジュール群を構築するプロジェクト

- それを保障するためのしかけ
 1. 利用しやすい共通プラットフォームの提示
 2. 全ての知能モジュール群の共通プラットフォームへの統合を推奨
 3. どのような知能モジュールを実現するのかを明記して提案してもらう
 4. その各知能モジュールについて
年度展開と検証法を提案してもらう
 5. 各知能モジュールについての第三者による、
使ってみての評価を導入する

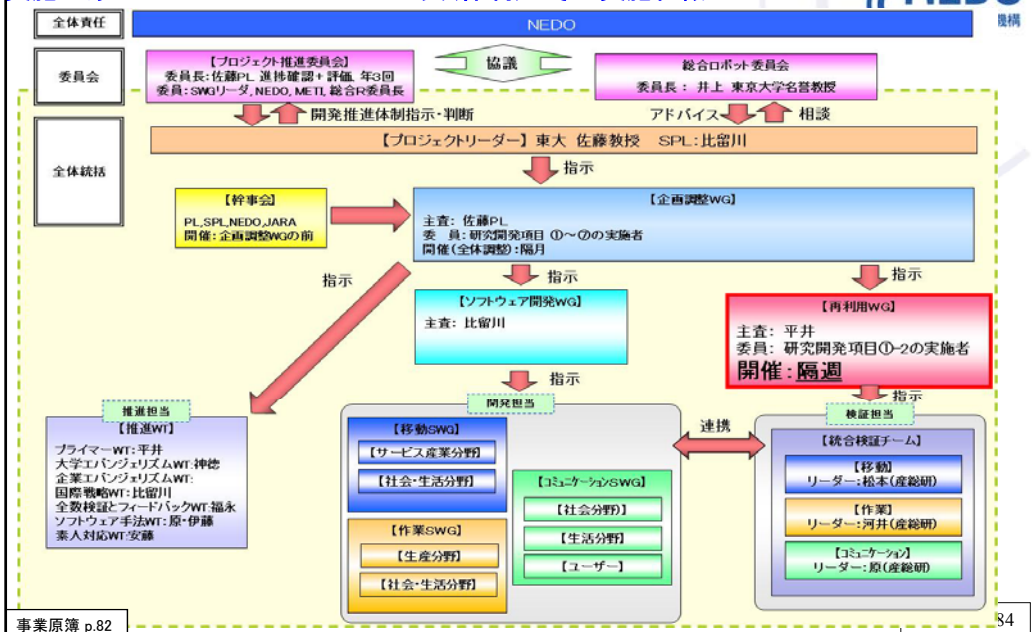
資料6 35/84

D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理

公開



実施にあたってのマネジメント上の工夫(体制)とその実施組織

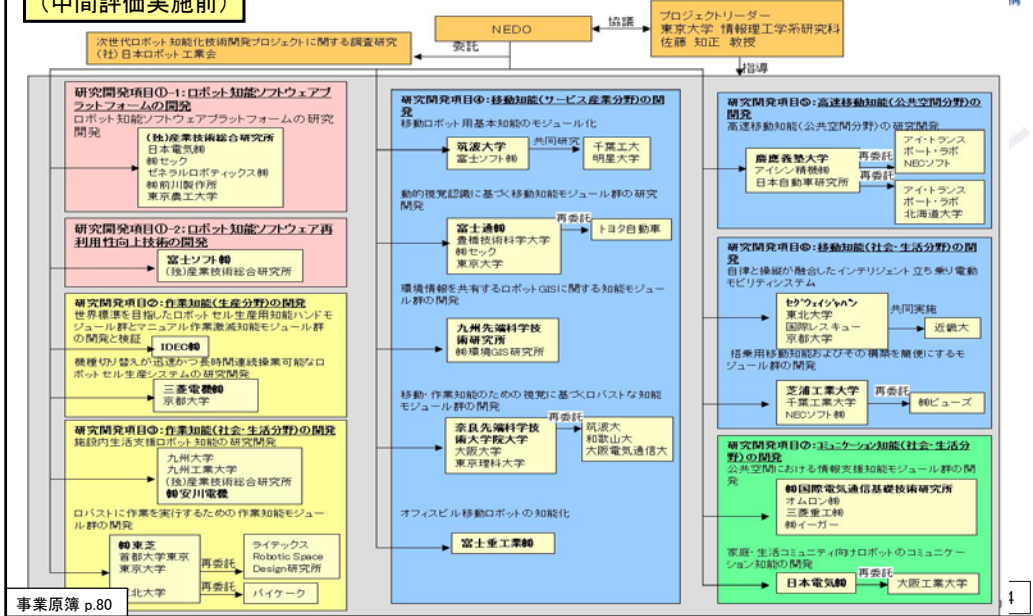


D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理

公開



実施体制 (中間評価実施前) 4領域8テーマで16事業体を採用

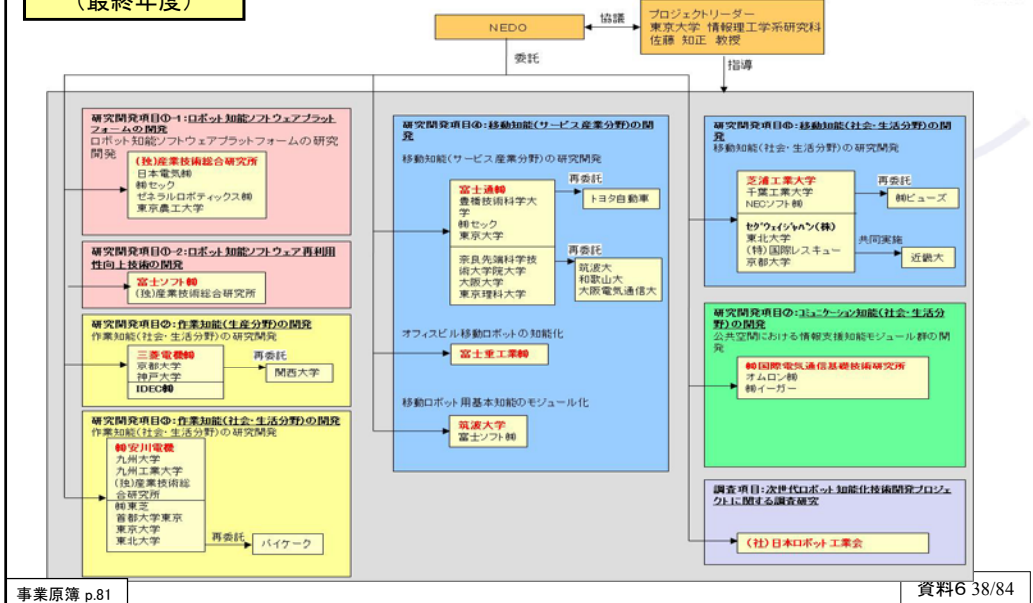


D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理

公開




実施体制 (最終年度) 9事業体へ絞り込みを実施



D. 研究開発マネジメントについて (5) 研究開発の運営管理手法

公開

 NEDO 技術開発機構


プロジェクトの運営手法

	項目	説明	回数(/年)
計画・運営	運営会議	PL,NEDO,有識者による運営方針会議	開催26回(隔週開催)
	企画調整WG(実施者全体会議)	PLが実施者の進捗を把握し、指導・伝達	開催12回(月1回)
確認・指示	進捗ヒアリング	委託先が発表。進捗を確認し指導する場	開催2回
	サイトビジット	委託先を訪問し進捗チェック	PJ期間中のべ8回(随時)
促進	先行発表・検証デモ	委託先のロボット動作による進捗確認。	1回

事業原簿 p.85
資料6 39/84

D. 研究開発マネジメントについて (6) 情勢変化への対応

公開

 NEDO 技術開発機構


情勢変化への対応① (柔軟な体制変更): 初年度

モジュール開発担当Gr

→

モジュール応用重点Gr

採択時、
知能モジュール開発者は採択できたが、
他社製モジュールの利用グループの応募がなかった。
異種モジュールの統合使用の確認や、他用途利用の確認ができない



他社モジュールを含め、モジュール応用を中心とした実施者を追加公募。

3社採択(2007年7月)
他者モジュールを率先して使用して検証と改良促進を行う

	グループ数		
研究種	開発中心	ベンチャー系(専門技術)	利用中心
基盤研究	2	-	-
MJ開発	9	2	追加 3

事業原簿 p.86



情勢変化への対応② (柔軟な体制変更): 2年目

他者モジュールの利用を主体的に先導する組織が不足

品質確認の問題。提供ルートの問題。一覧性、サポート、試用、提供契約の管理体制問題等

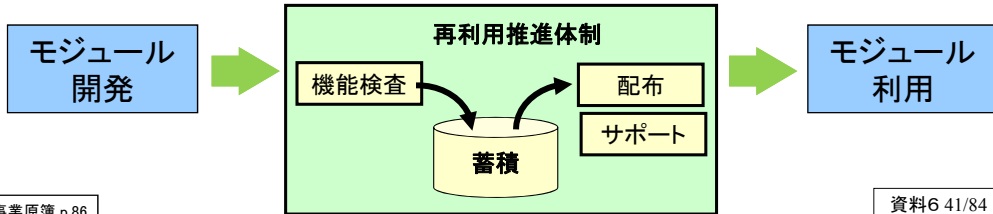


基本計画変更、研究開発項目の追加

再利用推進グループの追加 (H20)

MJ共通仕様書の作成、相互利用促進、モジュールの検品、蓄積・配布機能

再利用技術研究センターを開設 (H21年1月)



情勢変化への対応③ (オープンソース化)

知能化PJの特徴は、たくさんの人に使ってもらう「基盤」を開発するプロジェクトである



ソースコードの公開(オープンソース化)を推進

PJ後も各社保守管理が必要
→保守組織でも修正可能

利用障壁の低いロボット構成法
→普及が見込める

上級互換モジュール販売
→産業振興戦略



RTC再利用技術研究センター

開設:平成21年1月～平成24年2月
(秋葉原ダイビル13階)

目的:

- ・各社提供 **モジュールの検査と接続検証**
 - ・実ロボットによる機能・性能の第三者試験
→確認済印
- ・各社 **知能モジュールの混合使用実験**
 - ・異事業体によるモジュールの接続性検証
 - ・モジュール単位の交換性検証
 - ・実験促進による開発加速、改良加速



情勢変化への対応④ (状況に合わせた計画見直し):3年目

当初、研究体ごとの開発。知能モジュールの粒度、インタフェース等の統一性がない。
接続モデルがないため **再利用性・交換性が確保できない**

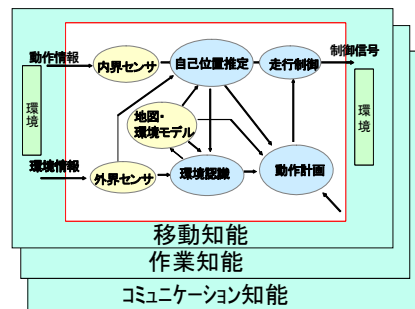


リファレンスモデルの設定

- ・サブWGごとに統一した知能モジュール接続モデル
- ・モジュールの設計規範となり再利用性が向上

リファレンスタスクの設定

- ・サブWGごとに統一した典型的な使用例。共通タスクで汎用性実証



E. 研究開発成果について（全体）

E. 研究開発成果について（1）目標の達成度

全体総括

各研究体が知能モジュールを開発し、実証タスク(ミッション)を想定した実証デモを用いて機能・性能の検証を実施。

開発した知能モジュールが活用され、普及することが重要。

→ **再利用性**

コンソ間でお互いのモジュールを活用し、統合的な検証を行う


コンソを統合し、統合検証を実施

達成度

全てのテーマで**目標達成**

E. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

公開

 技術開発機構


研究開発目標の達成状況

設定目標分野	テーマ対応	研究開発目標 最終目標(平成23年度)	成果	達成度
①ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発	基盤	1.研究開発 ●知能モジュール群を統合可能 ●ロボットシステムをシミュレート可能 2.有効性の検証及び改良 ●検証用知能モジュール群を開発 ●リファレンスハードウェアを開発	ハンドと車輪型移動機構をもつ リファレンスハードウェアを開発 し、移動、作業、コミュニケーションの各知能モジュールを統合した検証システムを開発した。また、 リファレンスハードウェアのシミュレーションモデルを作成 し、ハードウェアを用いることなく知能モジュールの動作を可能とした。	◎
	作業 移動 コミュ	1.モジュール型知能化技術の開発 ●環境変化に対応可能なロバスト性を有する ●用途が広く、利用が容易 ●他者に提供 ●成果(知能モジュール)を実行可能なソフトウェアモジュールの形で提供	全てのテーマで最終目標を達成した。	◎
③有効性の検証	基盤	1.①及び②の技術の有効性検証 ●テーマごとに応用目標を決め、ロボットシステムで試験し、実環境の使用に耐えることを検証する。 2.可能な限り広範囲に提供 ●ソフトウェアモジュールとして ●他者が利用(再利用)できる形	有効性検証として、要求仕様からトップダウンでの設計を行ない、システムに適合する知能モジュールを選出し、アプリケーションシステム例として「来訪者受付システム」の構築を実施した。その成果は一般公開し、 プロジェクトの内外問わず、利用(再利用)された。	◎
	作業			
	移動			
	コミュ			

事業原簿 P.92 ◎：大幅達成、○：達成、△：一部未達、×：未達 資料6 47/84

E. 研究開発成果について (1) 目標の達成度

公開

 技術開発機構

開発した知能モジュール

開発したモジュール数(当初目標:340)

H19	H20	H21	H22	H23	合計
48	136	120	16	42	362

開発した知能モジュールのリスト(一部)

コンソシアム代表機関	研究開発項目・研究開発テーマ名	基本計画の要求	開発するモジュール群(開発者)
14(国際電気通信基礎技術研究所)	⑦コミュニケーション知能(社会生活分野)	①環境・状況・対象認識	開発するモジュール群(開発者) 平成20年度までに開発したモジュールに☆印 そのうち提供可能モジュールに★印 無印は平成21年度予定モジュール 状況認識モジュール(ATR・イーガー) 人物追跡モジュール(ATR・イーガー) 音声認識モジュール(ATR・イーガー) 発話認識モジュール(ATR・イーガー)
		②対話支援知能	
研究開発項目	④	基本計画の要求	開発するモジュール群 平成20年度までに開発したモジュールに☆印、そのうち提供可能モジュールに★印、無印は平成21年度予定モジュール ★複数の作業対象物体の位置検出(ステレオ構内認識)モジュール(東芝、血やコップの検出が可能) ☆触覚による対象物の位置検出・認識モジュール(東芝、単純幾何形状認識シミュレータと実機デモ) ☆複数方向から見た作業対象物体の部分エッジ抽出モジュール(東芝、部分隠れに強い3D画像認識) 画像、触覚・力覚情報などの複数のセンサ情報を利用した認識モジュール(東芝、センサ融合でロバスト性up) ★作業対象物認識モジュール(東北大、特徴量ベースの画像による物体認識) ☆移動プロトタイプモジュール(東芝、目的地までの経路生成、生成経路に沿って動作させるための車輪回転制御) ☆アーム操作プロトタイプモジュール(東芝、各関節および手先位置の管理・座標変換処理、手先の目標位置姿勢を実現する)
		①作業対象物認識に関する知能モジュール群	

事業原簿 P.92

E. 研究開発成果について (2)研究 開発成果 (三菱電機) 公開

独自の自律学習アルゴリズムをコンポーネント化 (学術賞受賞)
タクトタイムを最大44%削減

習熟機能RTC

推定モデルを逐次更新

次の試行を実施

試行結果を観測

Tact time (ms)

Trials

Algorithm

Operator

ロボット自らが動作時間を習熟する例

・再利用性が高い モジュール接続例

高精度・高速・コンパクトな3D認識システムをコンポーネント化
13種以上の部品を、0.4秒で認識

部品ピッキング用物体認識RTC

データポート

データポート

サービスポート

サービスポート

XYZABC = 315.31 -714.13 -1.26
0.0 0.0 -60.00

ばら積み部品の把持点認識処理例

・商用性が高い モジュール接続例

資料6 49/84

E. 研究開発成果について (2)研究 開発成果 (三菱電機) 公開

関大

時変系メカの制御制御を実現する指令値整形アルゴリズムをコンポーネント化
静定時間1.61秒→0.92秒でタクト短縮

振動抑制RTC

水平2関節ロボットアーム

台形則加減速パターン入力応答(上)と整形後パターン入力応答(下)

・再利用性が高い

神大

物品把持時の過渡的な物理現象を解析するアルゴリズムをコンポーネント化 (学術賞受賞)
3本指, 4本指で3次元物体の把持現象を模擬

ハンドライブラリRTC

指と把持対象物の運動の軌跡のシミュレーション例

モジュール表示例

・再利用性が高い

京大

インタフェース設計理論から導出されたアルゴリズムによるGUIをコンポーネント化
教示作業時間を1/3以下に短縮

本モジュール

複合情報GUI RTC

モジュール表示例

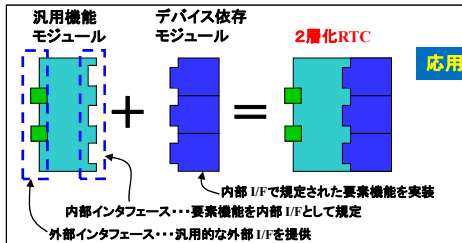
・商用性が高い

資料6 50/84

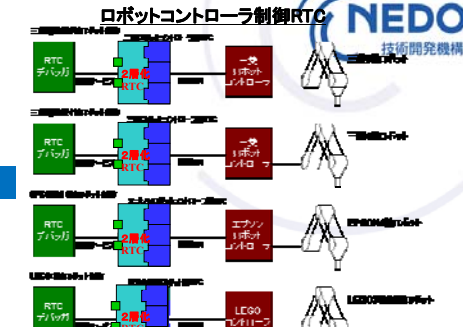
E. 研究開発成果について (2)研究開発成果 (IDEC)

公開

汎用機能モジュールと
デバイス依存モジュールを組合せた
2層化RTCによる再利用性・実装容易性の向上



応用具体例



実機にて検証

様々なメーカーの
マニピュレータに対応

利用者

ソフトウェアの変更無しに異なるメーカーのデバイスを切り替えて、システム構築可能

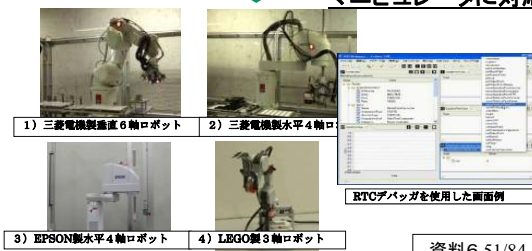
⇒ 再利用性の向上

RTC開発者

予め用意されている汎用機能モジュールの内部インタフェースに合わせて対象製品のデバイス依存モジュールを作成するだけで、目的のRTCを開発可能

⇒ 実装容易性の向上

・再利用性が高い

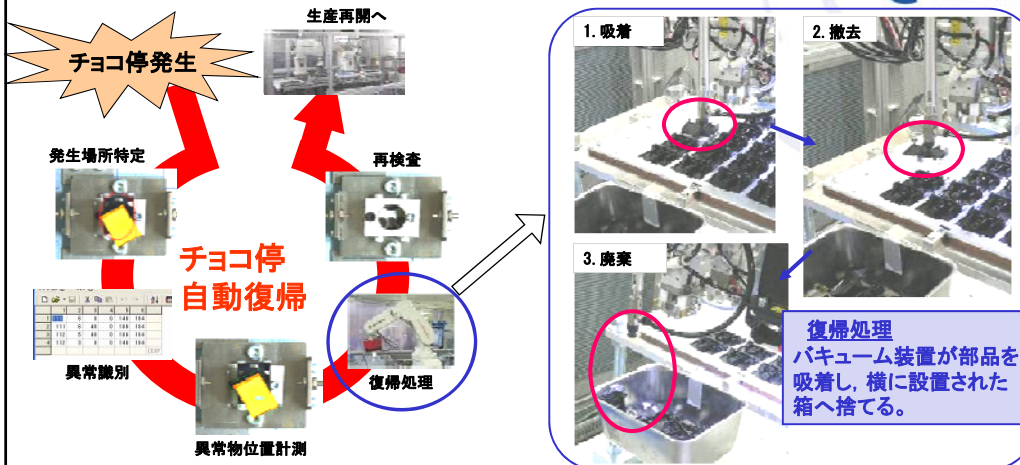


資料6 51/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果 (IDEC)

公開

チョコ停からの自動復帰知能モジュール群



- ・人の手を介すことなく、チョコ停からの自動復帰を実施した。
- ・チョコ停原因に合わせて、複数の復帰処理を定義可能とした。
- ・「発生場所特定」～「異常識別」では、事前学習していた画像と計測した画像の合致度で異常有無を判断しており、合致度の設定を変更することにより様々な環境やワークに対応できる仕組みを持たせた。
- ・自動復帰知能モジュール群が実現した

資料6 52/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果(安川・東芝コンソ)

公開



ロボットによる施設内での日用品搬送を実現するために必要な知能モジュール群を開発し、それらを施設を模擬した環境内で作業するロボットに統合することによって研究開発成果を検証する。



- ・ 知能モジュール化手法によるアプリケーション開発有効性の検証
- ・ 出来るだけ簡単な指示でロボットに作業させる知能化の実証



物の取り出し



床からの物の拾い上げ



人への物の手渡し

施設内での日用品搬送のイメージ

資料6 53/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果(安川・東芝コンソ)

公開



施設を模擬した環境での検証風景

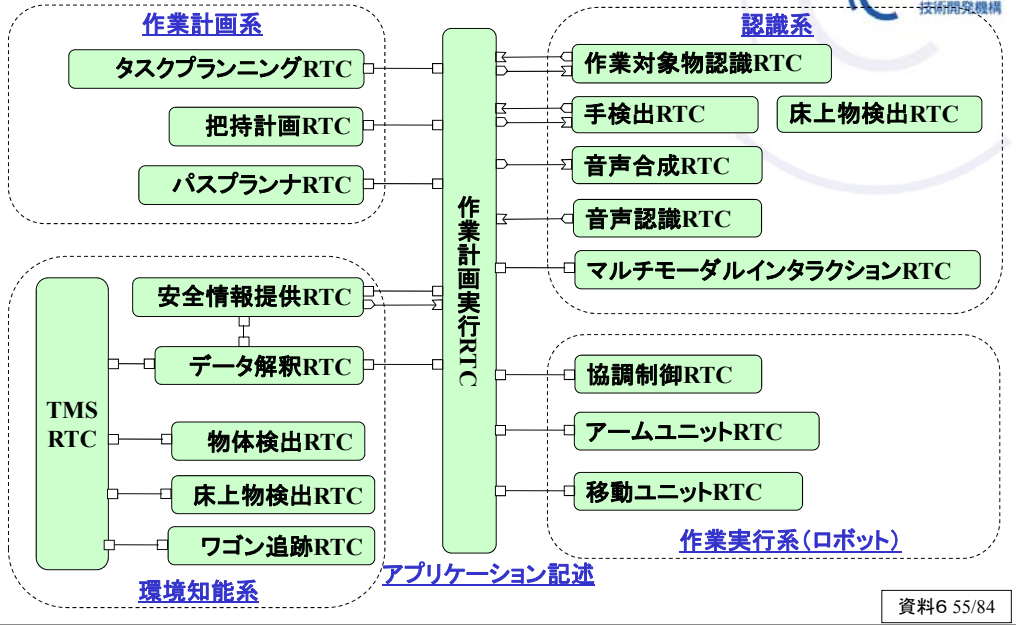


資料6 54/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果(安川・東芝コンソ)

公開

知能モジュールの接続構成(概略) 統合システムについて



資料6 55/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果 (東芝)

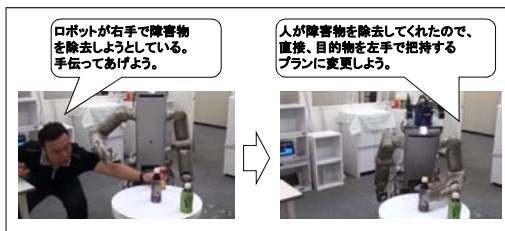
公開

タスクプランニングモジュールを使った統合検証デモ

①移動可能な障害物がある中での物体操作のためのプランニング



②人とロボットが協調した動的プランニング



★特徴(従来との差異)

	従来手法	本モジュール手法
デモ①	タスクプランニングではアームと障害物の干渉チェックは行ってこなかった	タスクプランニングでも周囲情報を使って、アームと障害物の干渉を大まかに考慮し、実行可能なプランを作成(左右の手の使い分け)
デモ②	人とのインタラクションを考慮しない物体移動計画	人と協調して物体移動計画を動的に修正、プラン修正後に不用となるアクションの実行を中断

資料6 56/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果 (東芝)

公開



タスクプランニングモジュール群

(知識状況管理モジュール+実時間プランニングモジュールで構成)

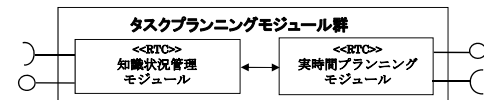
概要:

ヒューリスティクスをルールとして記述でき、準最小コストの作業計画を探索できる前向きHTN (Hierarchical Task Network)プランニングアルゴリズムを改良。作業環境の変化をセンサやデータベースから得られる情報で検出し、状況変化に応じて、インクリメンタルにプランを修正しながら実行する汎用的な「動的な前向きHTN (Hierarchical Task Network)プランニングエージェント(DynagentTM)」を開発した。

特徴:

- ◆ タスク分解のためのヒューリスティクスを記述できて実用的
- ◆ 複数の代替プラン群を継続的に保持・修正しながらの実行が可能
- ◆ 状況変化に応じ最小コストの代替プランに動的に切替え実行する
- ◆ プラン修正後に不要となったアクションの実行を中断する

インタフェース: OpenRTM-aist-1.0.0 (全てサービスポート)

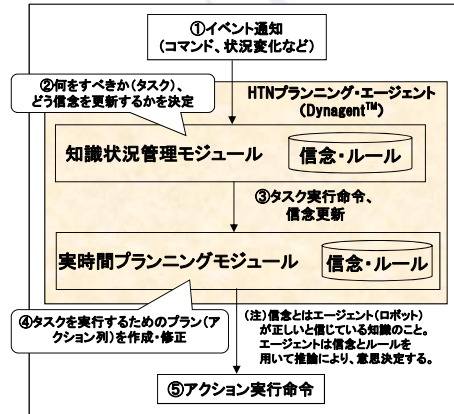


・知識状況管理モジュール
 入力: イベント通知
 出力: イベント監視命令

・実時間プランニングモジュール
 入力: アクション実行結果報告等
 出力: アクション実行命令等

プラットフォーム: Windows XP / Java (一般のPCで動作)

ライセンス(公開条件): 実行ファイルを無償で公開



プランニング処理の流れ

資料6 57/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果 (筑波大・富士ソフト)

公開



移動ロボット用基本知能モジュール化

概要:

移動ロボットのための地図生成、自律移動機能を実現するモジュール群

特徴:

- ◆ 地図生成(環境地図生成、経路地図生成)機能
 注: 走行範囲は人手で教示します。
- ◆ 自律移動(予め与えられた経路に従い目的地までの自律走行)機能
- ◆ 障害物回避機能
- ◆ 1km程度の屋外走行実績
- ◆ 核となるモジュールはC言語で開発し、移植性が高い

インタフェース:

(入力)経路指示(環境地図を参照し、人手で与える)

(入力)目的地

(出力)走行指示(並進、回転指示)

RTミドルウェアのバージョン: OpenRTM-aist-1.0.0

OS: Ubuntu 8.1.0

(GUIアプリケーションはQt4.5を利用)

ライセンス(公開条件):

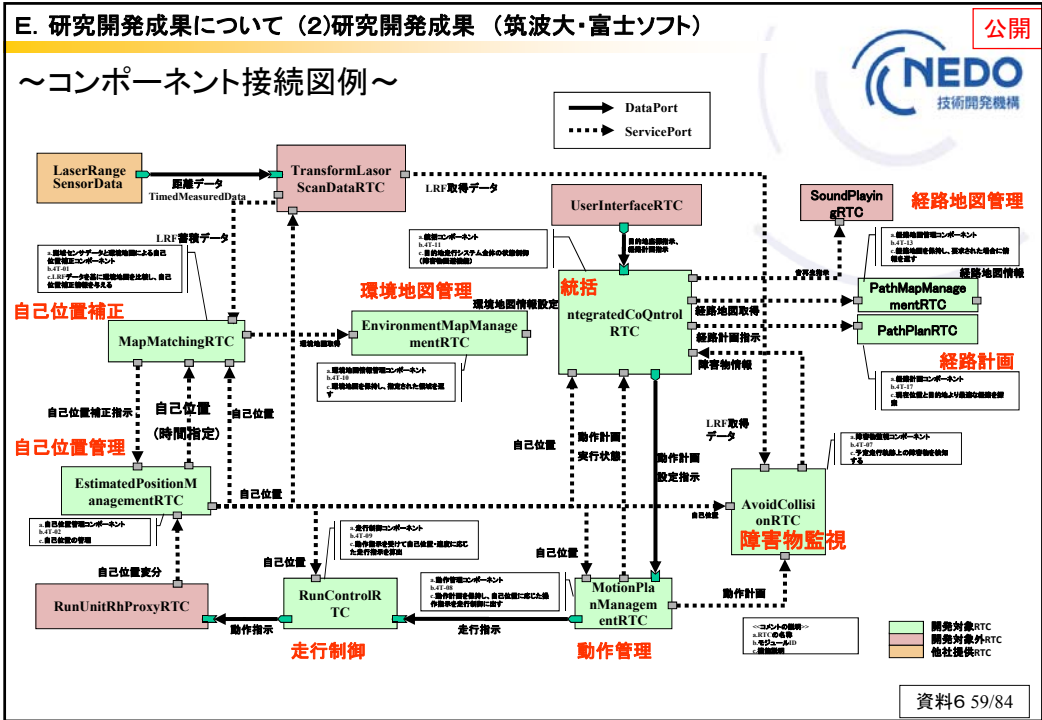
OSS(一部の版) GPLv3

バイナリ版 研究目的利用のみ



つくばチャレンジの実環境で動作確認実施

資料6 58/84



E. 研究開発成果について (2)研究開発成果 (筑波大・富士ソフト) 公開

モジュール群は以下の機能を実現します

1. 走行経路に沿って予め地図作成

※走行可能範囲を予め人手で操縦してセンサーで環境地図を作成します。

2. 環境地図補正・経路地図作成

※環境地図補正とは、センサーで写ったノイズや、ロボット走行時に変化する環境部分を削除するような編集機能です。(GUIアプリケーション)
経路地図は、ロボットが移動する経路とその付加情報(道幅指定、通過速度指定)です。

3. 目的地まで自律走行

人又は他システムより目的地が与えられると、最適な経路を求め自律走行いたします。(途中障害物等が走行範囲にある場合は回避します。)

コンポーネント一覧

項番	モジュール(コンポーネント)名	概要
1.	自己位置管理	自己位置の管理
2.	測域センサデータと環境地図による自己位置補正	予め用意した環境地図と外界センサの補正情報を基に自己位置補正情報を生成する
3.	環境地図管理	環境地図の管理を行う
4.	障害物監視	予定走行軌跡上の障害物の監視を行う
5.	経路地図管理	経路地図の管理を行う
6.	経路計画	経路探索による最適な経路を計画する
7.	動作管理	適切な地点での走行指示を発行する
8.	走行制御	走行指示を基に現在の状態で最適な走行制御を行う
9.	統括	システムの統合管理をおこなう

資料6 60/84

ステレオ画像処理ハードウェア(富士通)

■ ステレオマッチング、動き計測をLSIでハードウェア処理



ステレオマッチング

コーナー特徴抽出(2852点)
ステレオ探索範囲0~63画素
処理時間: 29 ms



動き計測

オプティカルフロー(4000点)
探索範囲:-8~+7画素
処理時間 19ms

ステレオ画像処理ハードウェア(富士通)

■ 小型・低消費電力・高性能なステレオ画像処理ハードウェアを開発。

富士通九州ネットワークテクノロジーズ(株)で**製品化して一般販売中**



製品名: ステレオビジョンモジュール

	ステレオビジョンモジュール	Core2Duo
動作周波数	LSI 200MHz CPU 666MHz	3.0GHz
消費電力	13W	75W
正規化相関	7575回(10.3)	735回(1.0)
性能/電力比	59.9	1

- ロボット全体の電力/規模を大きく増やさずに、実時間画像処理機能をロボットに搭載できる

■ 本ハードウェアをOpenRTM-aistで広く活用するための環境を提供

- 本ハードウェアを活用した画像処理機能を簡単に利用するためのRTC群を開発
 - ◆ 3次元計測、顔検出、運動障害物追跡等の画像処理RTC群(富士通)
 - ◆ 3次元運動分離認識モジュール(東京大学)
- 本ハードウェアを活用したRTCをユーザが独自開発する環境も用意
 - ◆ ハード機能を活用した画像処理ライブラリ、RTCのコンパイル方法を用意
- ライセンス: 自社製品(ステレオビジョンモジュール)購入者に提供

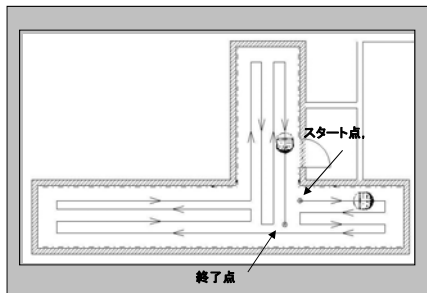
走行プログラム自動生成システム

概要

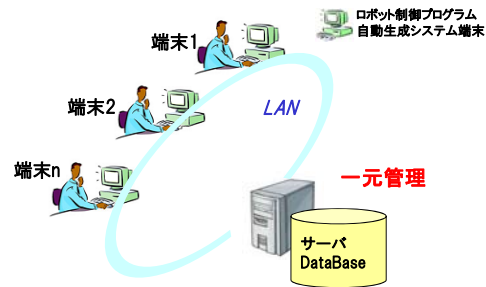
CADと連携し、建物の図面に経路地図を入力することで、モジュールを自動的に選択し、走行プログラムを自動生成

モジュール開発の意義

- ・オフィスビルでは、レイアウト変更がたびたび実施される。移動ロボットが対応できる。
- ・サービスロボットは、人的コストとの比較で導入が決定される。プログラム作成費用の削減に対応できる。



CAD上での走行経路入力画面



システム構成

資料6 63/84

強調できる点

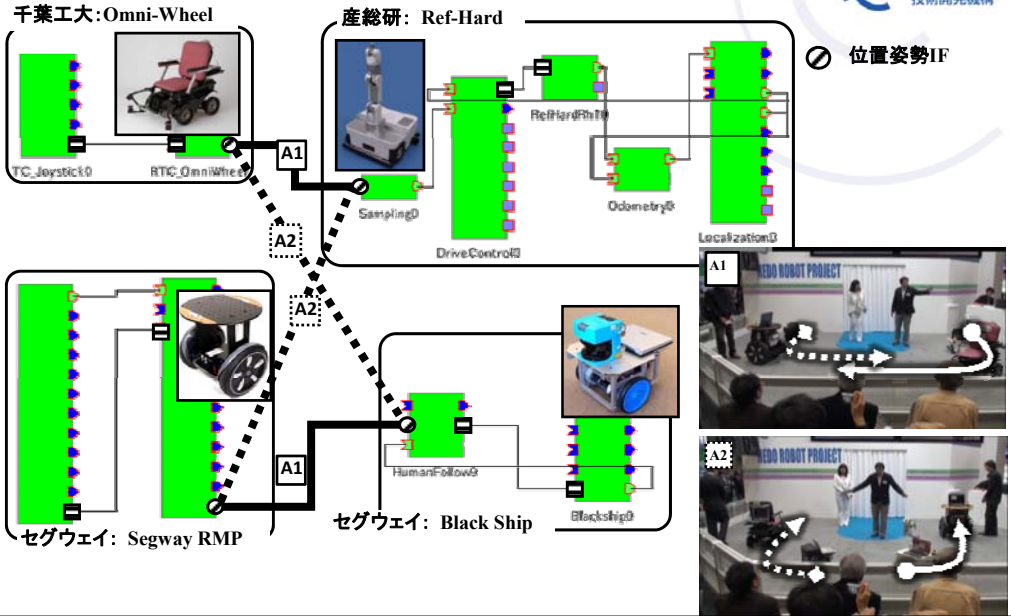
- ・ RTMの再利用性が向上
→ 新規開発ロボットプログラム開発時間 90%減
(農業用薬液注入口ロボットでの実績)
- ・ オフィスビルや空港等で、経路変更が発生しても容易に対応でき、更に人手の介在が最小限になるため、人為的ミスが減少
→ 品質、安全性の向上
- ・ プログラム知識の無い方でも作成可能
→ 中部研修センター(愛知県豊田市)への清掃ロボット導入時には、プログラマーではない方も作成
プログラム作成費用が、約1/3に減少
- ・ ユーザ側でも経路変更等が可能
- ・ サーバでの一元管理により、メーカ管理プログラムと現場のロボットに実装されているプログラムの差異がなくなる

資料6 64/84

E. 研究開発成果について (2)研究開発成果(芝浦工大・セグウェイコンソ)

公開

共同実証実験のモジュール構成: 追従対象ロボット切替



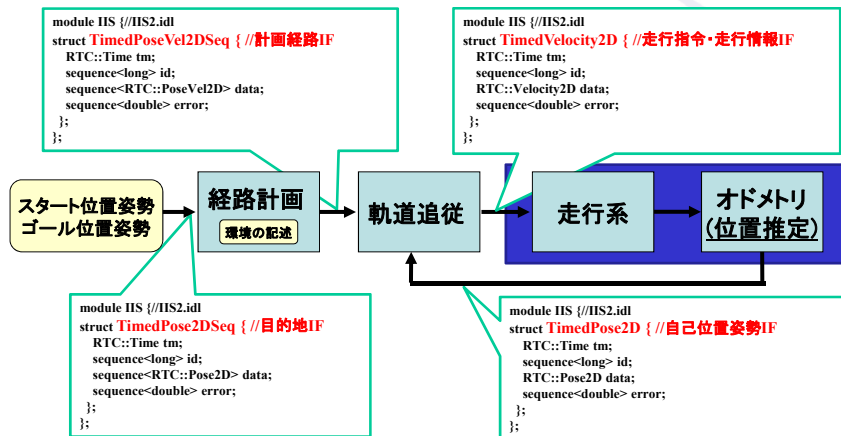
E. 研究開発成果について (2)研究開発成果(芝浦工大・セグウェイコンソ)

公開

「再利用性が高いモジュール(I/F)」
”移動ロボット共通インターフェース(I/F)”



概要: 移動知能モジュールの再利用性、交換性を実現するため、移動値のモジュール群の標準構成を定義し、モジュール間インターフェースの共通化を行った。また、複数の研究機関による共同実証実験による検証を通して共通インターフェースを改良、拡張した結果、移動知能モジュールの再利用性や交換性が向上したことを示した。





基本計画の最終目標

コミュニケーション知能の全てのモジュールを搭載したロボットシステムが、**3種類以上の実用的なタスク**((a-1)、(b)を含む)を実行し、**タスク達成率70%以上、ユーザ満足度70%以上**を実現する。

- (a-1) BGM や人の話し声が聞こえる、一般的な騒がしさのスーパー等の商業施設において、顧客からの商品に関する**質問の聞き取り**や**商品説明**を行う対話が可能であること。
- (b) タスク内での**対話内容と対話対象を組み合わせたバリエーションは、少なくとも200以上**とする。

次の2実証実験を行い、最終目標を達成

実用的なタスク
①商品説明
②売り場案内

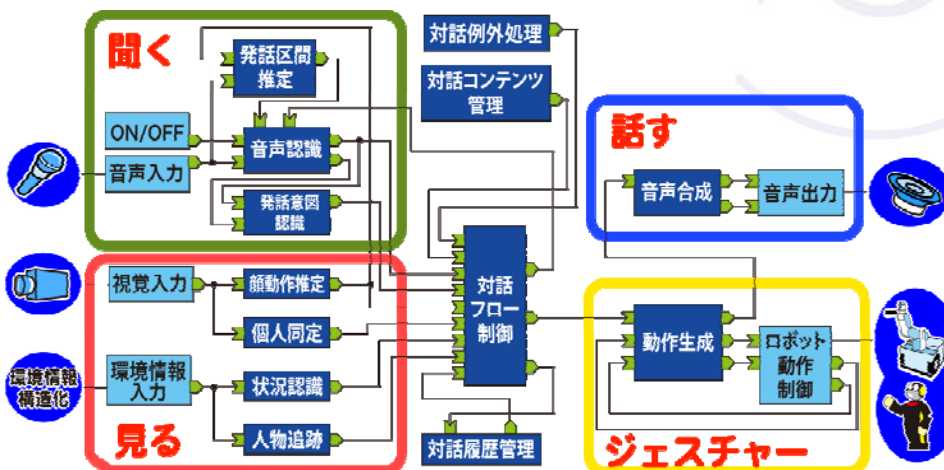
店舗内サービス実証実験1

実用的なタスク
②道案内
③商品案内

商業施設内サービス実証実験2



受付、商品説明、道案内を実現するために、**見る、聞く、話す、ジェスチャーに関するモジュールを開発**



E. 研究開発成果について (4) 知的財産権等の取得及び標準化の取組

公開



知的財産等(年度推移)

領域	特許 (出願)	研究発表 (論文誌、学会誌、口頭発表)		報道	
		国際研究発表	国内研究発表	新聞・雑誌	展示会
H19~21	50(0)	55	336	119	57
H22	13(7)	53	172	44	5
H23	5(0)	51	99	60	11
合計	68(7)	159	582	223	73
		766			

括弧内は国際特許(内数)

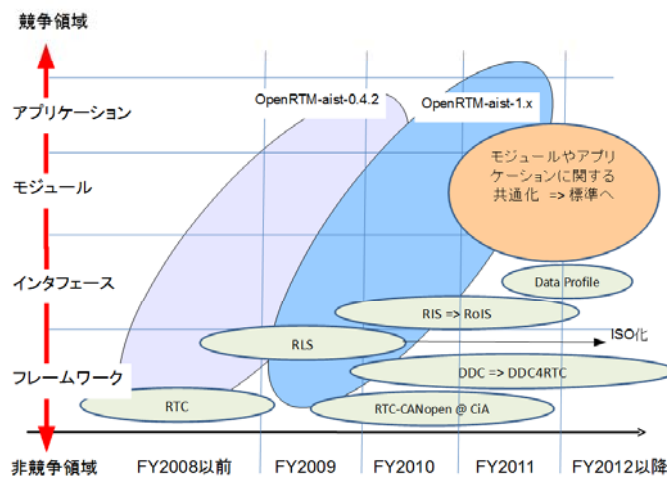
E. 研究開発成果について (4) 知的財産権等の取得及び標準化の取組

公開



標準化の取組、国際化戦略

標準化の進捗とロードマップ





標準化の取組、国際化戦略

OMG (Object Management Group) での活動

- 1) RTコンポーネントモデル
理事会正式承認(H19.12)
標準仕様書公開(H20.5)
- 2) RLS (Robotic Localization Service: ロボット用位置情報標準)
最終案承認 (H21.6)
現在はSO/TC 211(Geographic Information/Geomatics)での標準化活動を進めている
- 3) RoIS (Robotic Interaction Service: 人—ロボット相互作用サービスの枠組)
最終文書化委員会 (Finalization Task Force)を組織。最終報告書提出予定(平成24年6月)
今後RoIS 1.0として発行される見込み
- 4) DDC4RTC (Dynamic Deployment and Configuration for RTC: 動的デプロイメント(コンポーネントのノードへの配置)と、コンフィギュレーション(RTCの各種パラメータや接続の設定)を行うための標準規格)
標準仕様案を提出予定(平成24年6月)



標準化の取組、国際化戦略

CiA (CAN in Automation) での活動

- RTC-CANopenの標準仕様
Service Robot SIG(議長: 芝浦工大水川先生)を設立、標準仕様化策定作業を実施した。
- 1) CiA318: Implementation guideline -Mapping of RTC to CANopen-
RTC側から見たRTC-CANopenの要件を規定した仕様
 - 2) CiA460: Service robot controller profile -NMT master application and CANopen device proxies-
CANopenの側から見たRTC-CANopenの要件を規定した仕様
- DSP(Draft Standard Proposal)として、発行された(平成24年2月10日)



成果普及

国際ロボット展2011にて
・知能モジュールの統合検証の成果発表
・カタログ配布による普及への取組
を動作デモンストレーションを交えて実施した

日時：
平成21年11月9～12日
会場：
東京ビッグサイト

ブース来場者：10,000名以上



資料6 73/84



成果普及

国内外の学術講演会、学会で成果を発表した
(下記は発表を行った主な学会)

国内学会学術講演会

- ・日本ロボット学会
- ・ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH)
- ・計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会

国際学会

- ・IROS
IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems
- ・ICRA
IEEE International Conference on Robots and Automation

日本ロボット学会誌で特集号を発行(予定含む)

- ・「使えるRTミドルウェア」特集号
平成22年6月発行
- ・次世代ロボット知能化PJ特集号
平成25年1月発行予定

資料6 74/84

F. 実用化の見通しについて（全体）

個別の実用化の見通しは、
午後の詳細説明にて説明

資料6 75/84

F. 実用化の見通しについて （1）成果の実用化可能性

本プロジェクトにとっての実用化とは

第1ステップ

- ・実用的な**知能モジュールの多数の蓄積**
 - ・**十分な性能・機能、再利用性**を有するモジュールとして検査済であること
- ・モジュール開発を実現する**設計環境の開発**
 - ・**開発環境と試験環境**を作ること

第2ステップ

知能モジュールおよびモジュール構成法の**提供**

- ・提供のための仕組み（**蓄積・提供環境**）を作ること。
- ・カタログやマニュアルなどのドキュメントを整備し、提供すること。

第3ステップ

広く**普及**させること

- ・本プロジェクトの終了後も幅広い分野で成果が活用されること

本プロジェクトにとっての実用化とは

第1ステップ

- ・実用的な**知能モジュールの多数の蓄積**
 - ・**充分な性能・機能、再利用性**を有するモジュールとして検査済であること
- ・モジュール開発を実現する**設計環境の開発**
 - ・**開発環境と試験環境**を作ること



- 1) 開発した知能化モジュールの全検査を実施した(再利用コンソ)
- 2) RTコンポーネントビルダ、RTシステムエディタ、RTShellなどの開発と提供

5.1.1および5.1.2で別途報告

本プロジェクトにとっての実用化とは

第2ステップ

- 知能モジュールおよびモジュール構成法の**提供**
 - ・提供のための仕組み(**蓄積・提供環境**)を作ること。
 - ・カタログやマニュアルなどのドキュメントを整備し、提供すること。



- 1) 知能モジュールの蓄積・提供の仕組みとして、「再利用Webシステム」をH21年11月に開設した。
- 2) 一部の知能化モジュールについてドキュメントを作成した。

5.1.2および5.2.3で別途報告



本プロジェクトにとっての実用化とは

第3ステップ
広く普及させること

・本プロジェクトの終了後も幅広い分野で成果が活用されること



- 1) リファレンスハードウェアの販売 (前川製作所製: 2012年10月頃発売予定)
- 2) 組込機器へのRTミドルウェア開発
- 3) 安全認証RTMの販売開始 (5月8日(株)セックより発売開始)

2)および3)について
5.2.2および5.2.3で別途報告



産総研における保守対応について

OpenRTM-aist:

(URL: <http://openrtm.org/>)

- ・MLやWeb上に設置したフォーラム等でユーザからの質問等に対応を実施中
- ・バージョンアップや不具合の修正に関しては利用者コミュニティ等の協力で進めている

OpenRTC-aist:

(URL: <http://openrtc.org/>)

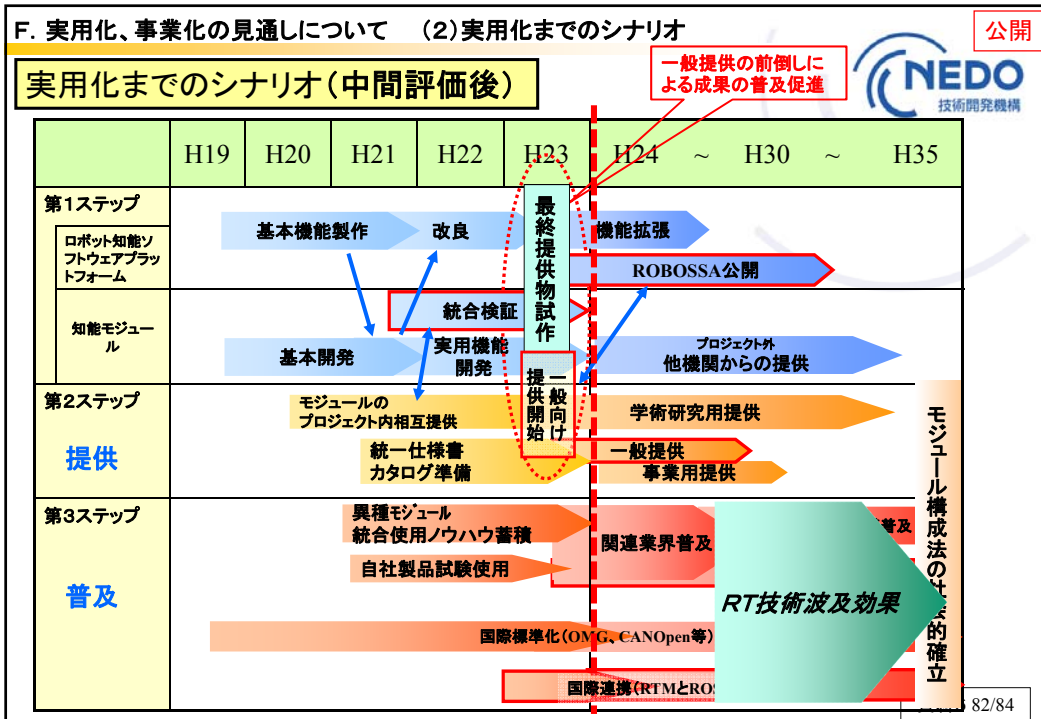
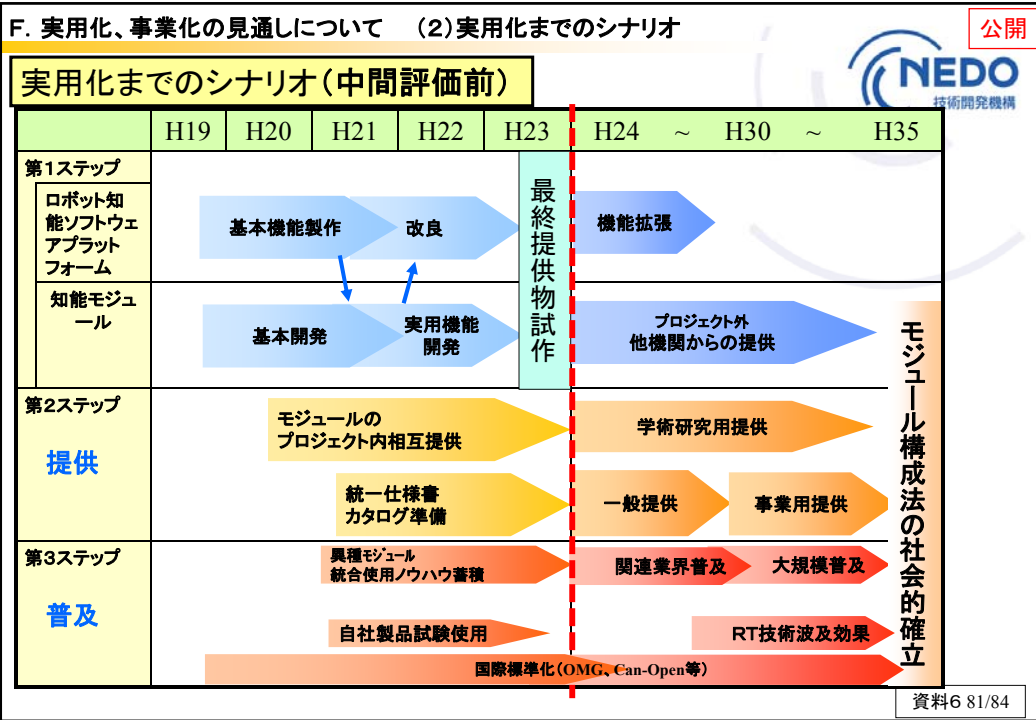
- ・OpenRTM-aistのバージョンアップ、OSのバージョンアップに対する対応を実施予定
- ・利用者コミュニティの形成やMLの準備を進めている



OpenRTM-aistのWebサイト



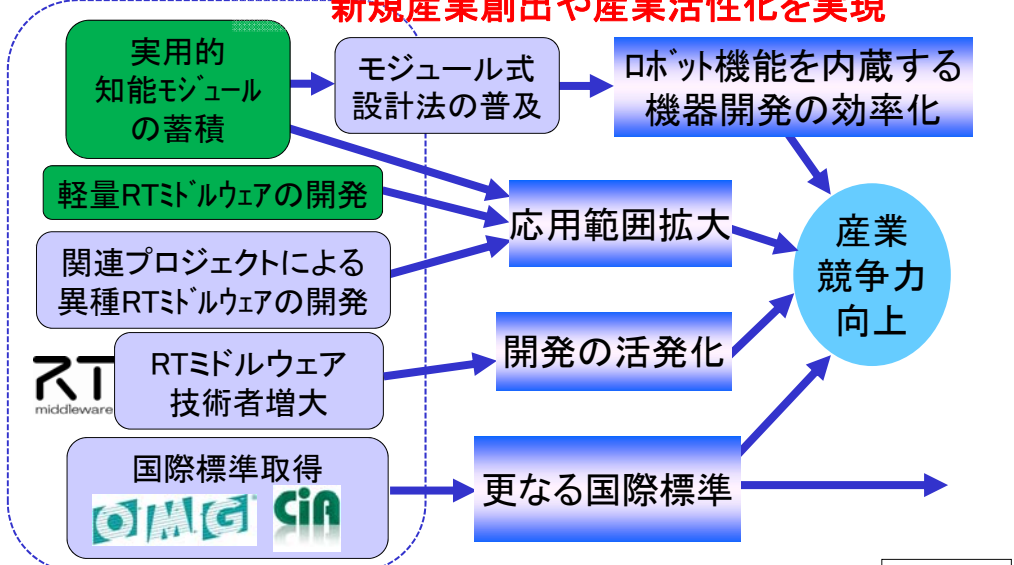
OpenRTC-aistのWebサイト



F. 実用化の見通しについて (3)波及効果

波及効果

次世代ロボット技術が広い製品分野に波及し、
新規産業創出や産業活性化を実現



公開



ご清聴ありがとうございました。

RTC再利用技術研究センターの成果について

開設期間:

平成21年1月～平成24年2月(秋葉原ダイビル13階)

成果:

- ・当初の目的は達成した。
検査モジュール数:346
→本プロジェクトで開発した全モジュールの検査を実施した
各社知能モジュールの混合使用実験
→異事業体によるモジュールの接続性検証やモジュール単位
の交換性検証を実施し、成果をWeb上で公開した

今後の予定について:

- ・再利用技術研究センターの役割を行う体制については実施者を含めて検討中。