

測定器開発室セミナー 2007.02.21



生活支援ロボットの産業化に向けて ～RTミドルウェアとその標準化活動～

産業技術総合研究所
知能システム研究部門
神徳徹雄

<http://staff.aist.go.jp/t.kotoku/>

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



Outline:



- 自己紹介
- ロボット技術戦略
- RTミドルウェア
- 標準化活動
- (試用例の紹介)

ロボット技術動向と現在進行中のRTミドルウェアの試
みを紹介し、システム技術共有、ソフトウェア資産の蓄
積の試みにお誘いする

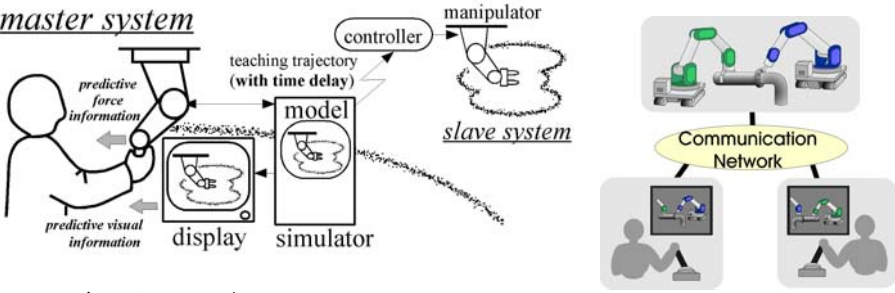
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



自己紹介

昭和63年 機械技術研究所に入所

遠隔操作技術 and VR技術



モデルベースバイラレラルテレオペレーション

DOS(i386) -> Transputer(T800)
-> VxWorks(PowerPC) -> Linux (P3,P4)

遠隔協調制御システム

<http://staff.aist.go.jp/t.kotoku/>



NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



技術背景

活発なロボット技術の研究開発

- 個々の技術課題の解決
- 事例紹介的で成果の共有が進んでいない

➡ **非効率な研究開発**

システム開発の効率化

- 各組織の独自のアーキテクチャによるモジュール化

➡ **ノウハウ化、競争力**

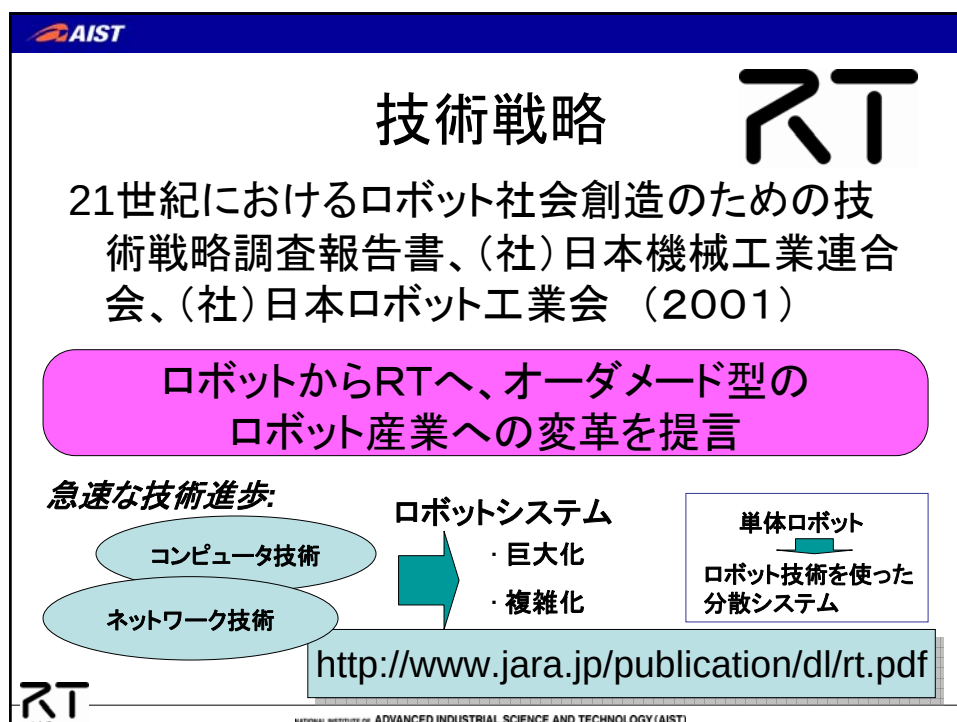
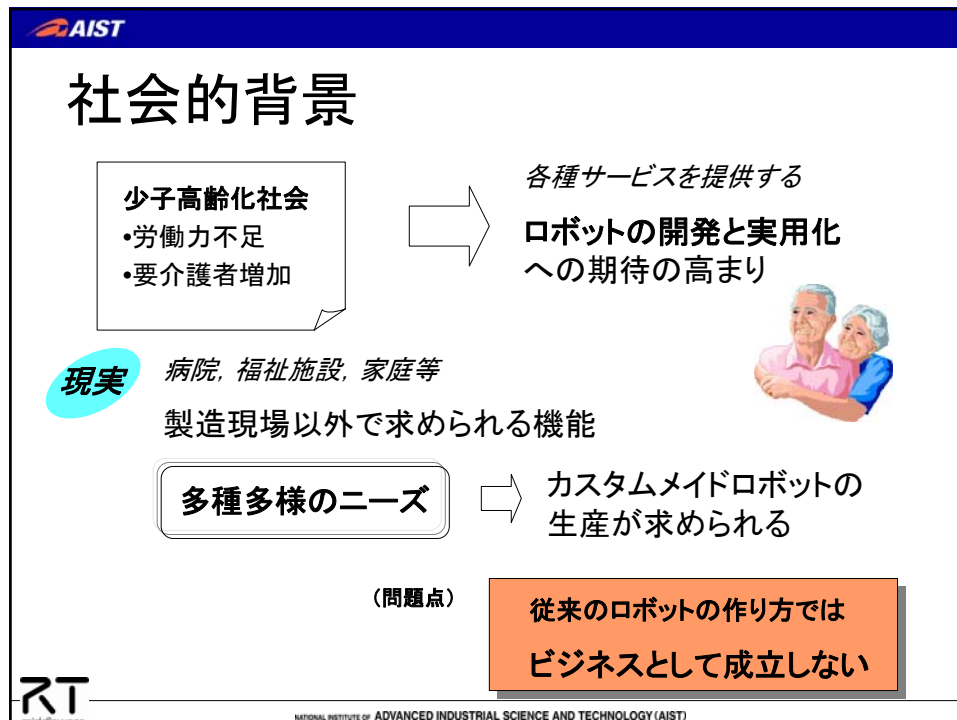
これから より複雑なRTシステムの開発

異なるベンダーのシステムが連携して動作

技術の蓄積の上に新しい技術を構築される仕組み
標準化されたシステムインテグレーション技術の確立



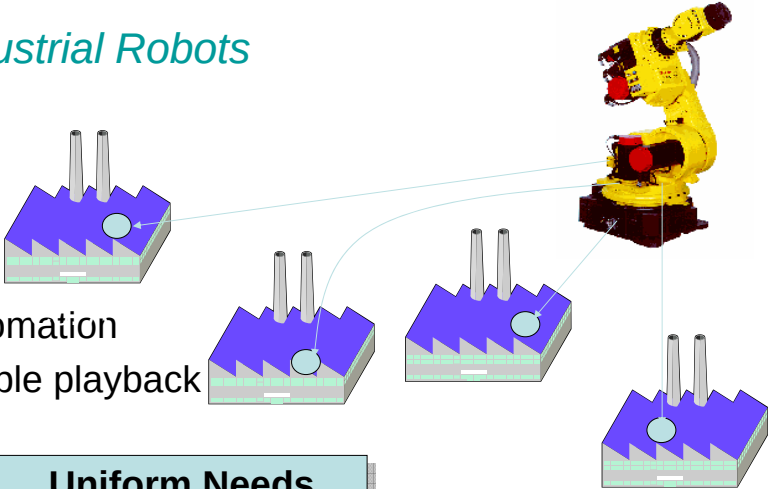
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)





Technology Strategy (JARA)

Industrial Robots



- Automation
- Simple playback

Uniform Needs



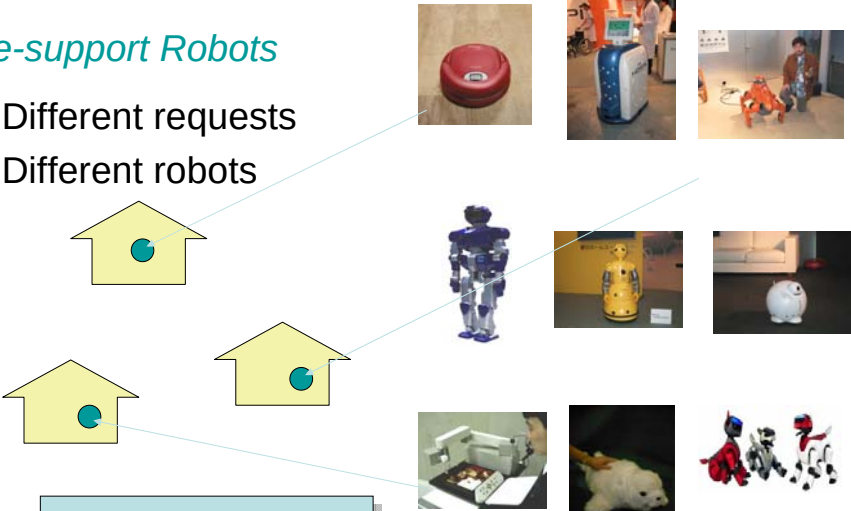
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



Technology Strategy (JARA)

Life-support Robots

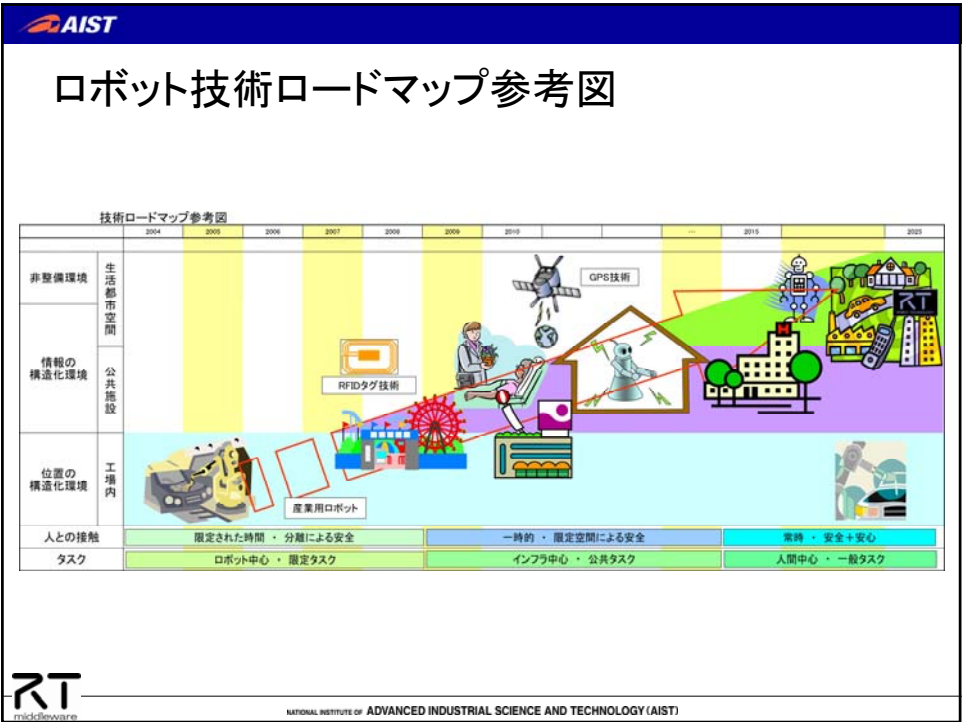
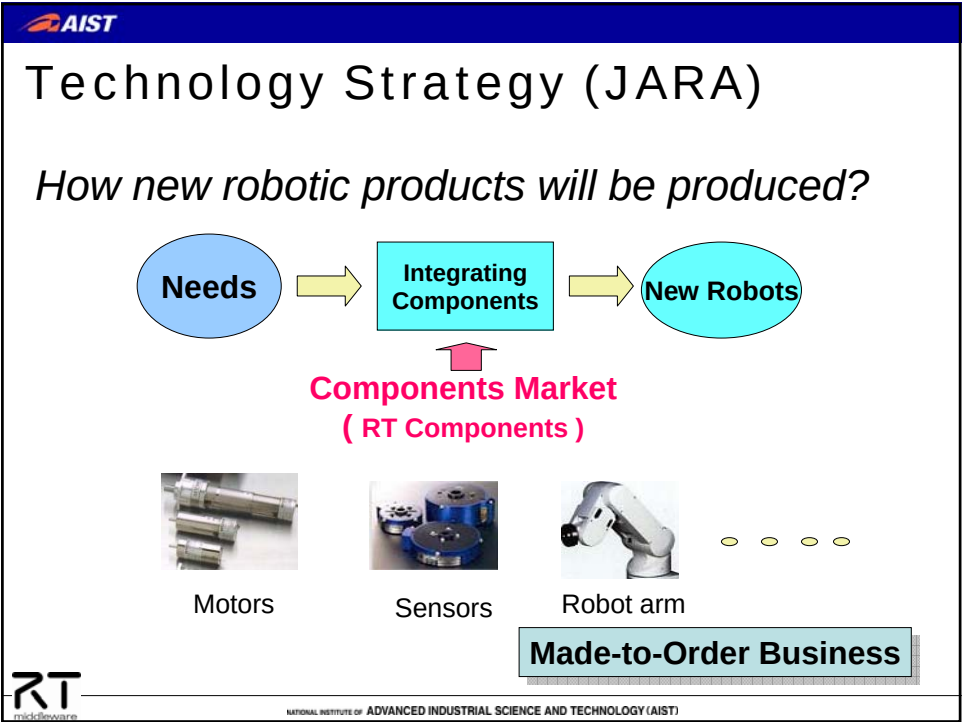
- Different requests
- Different robots

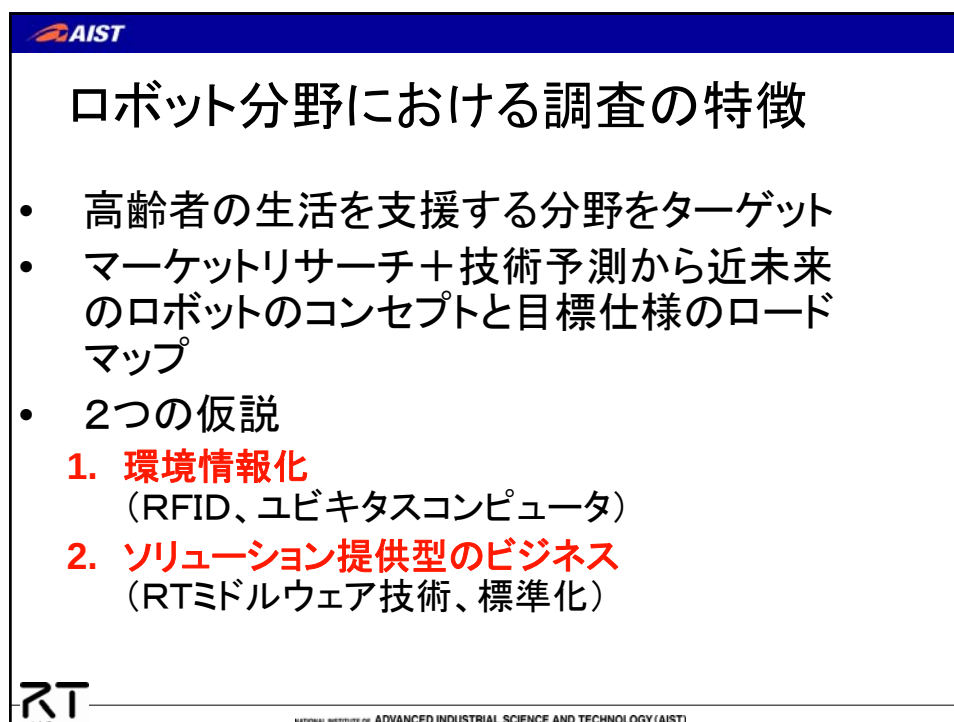
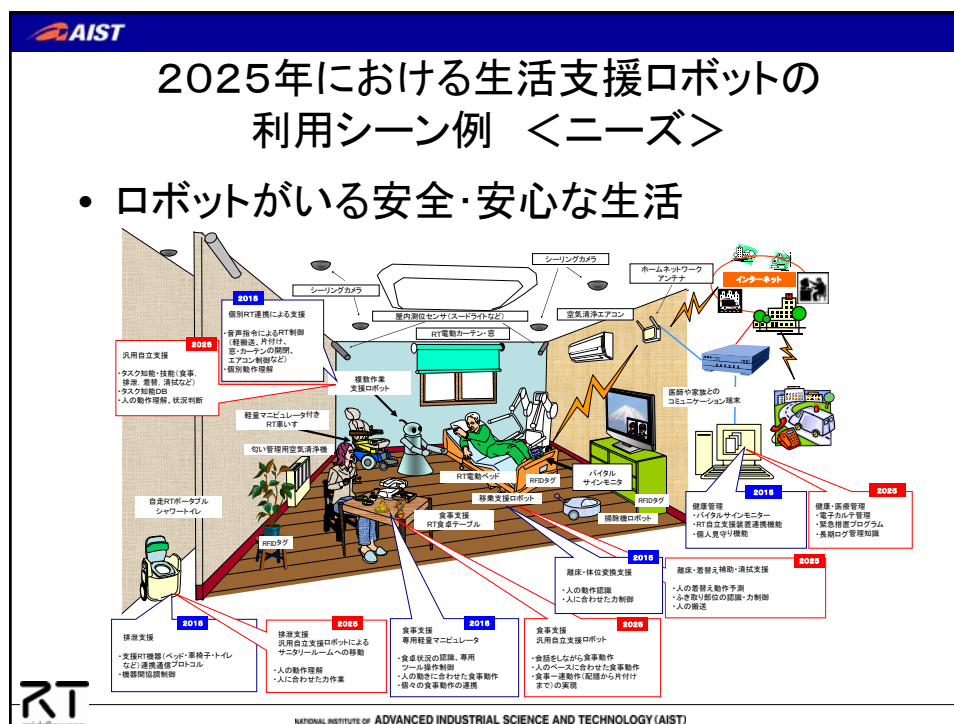


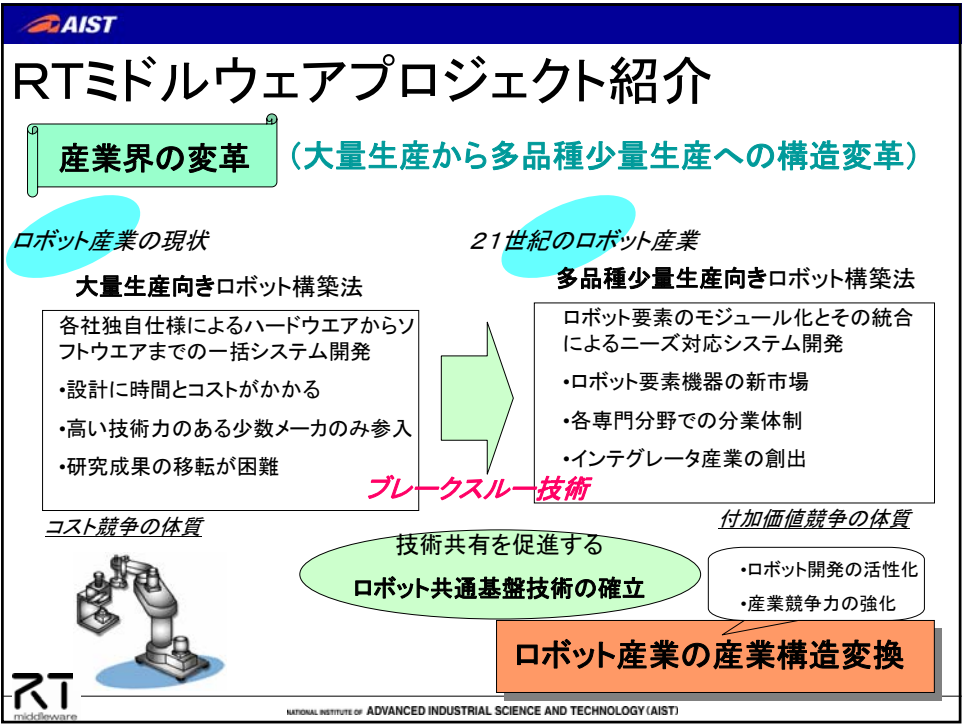
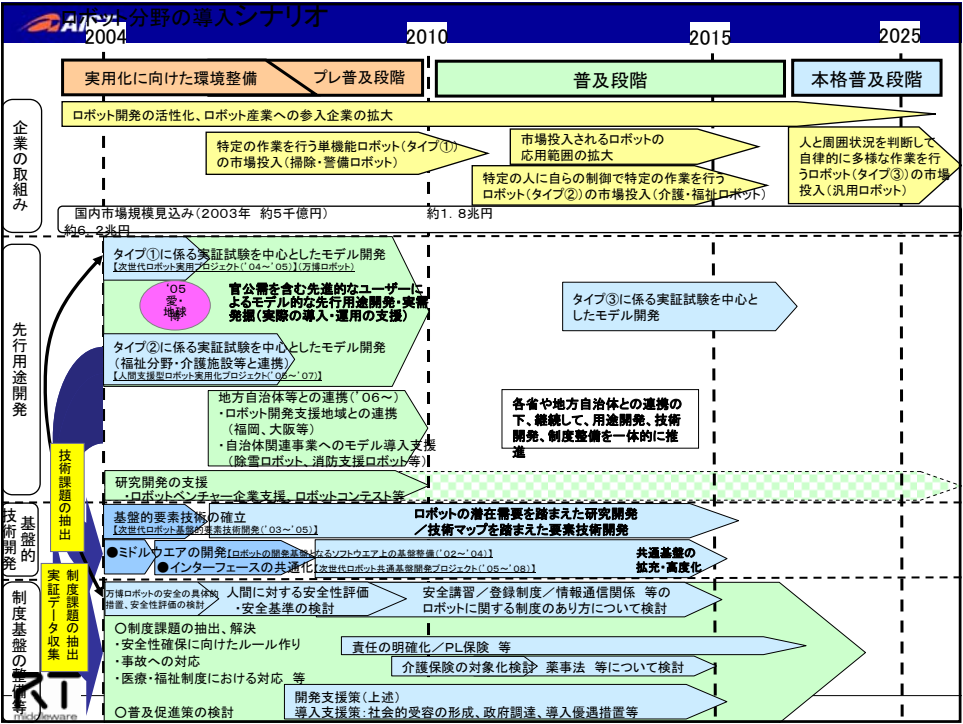
Various Needs

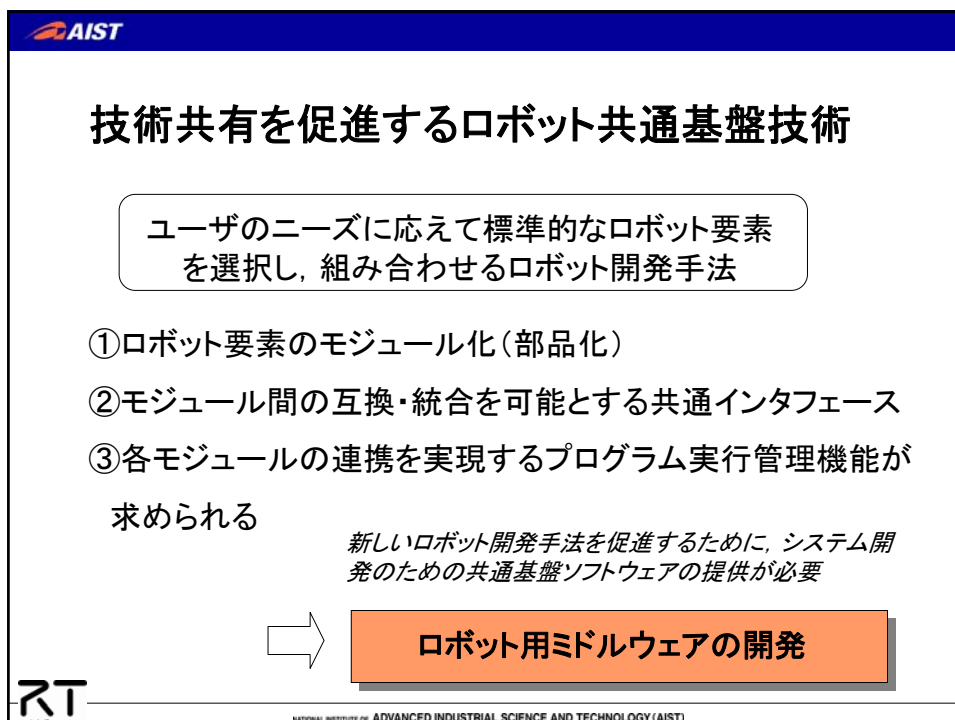
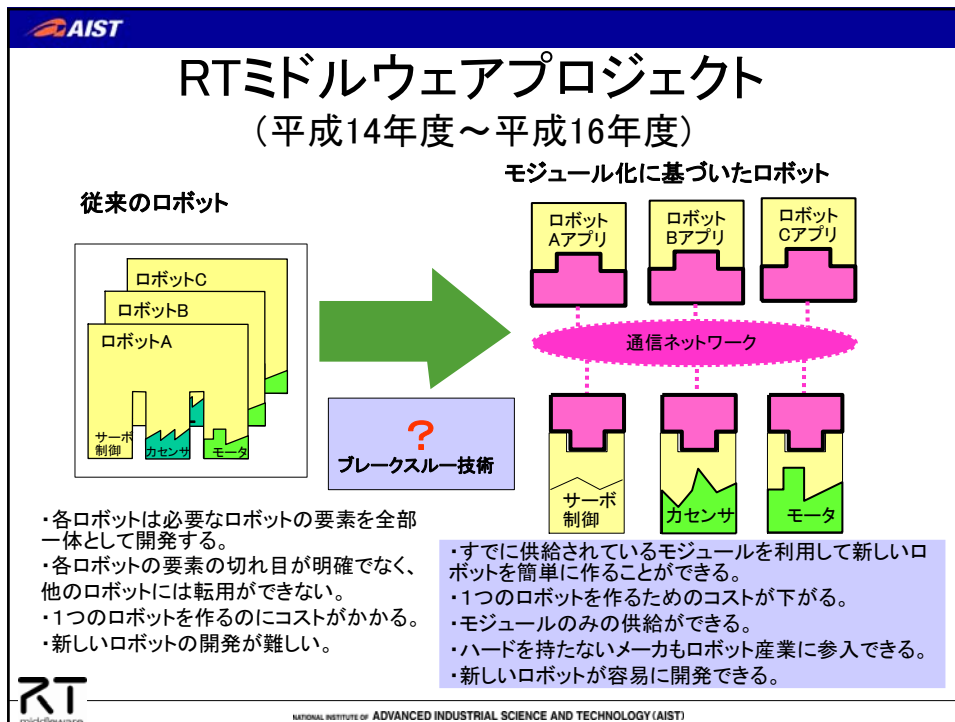


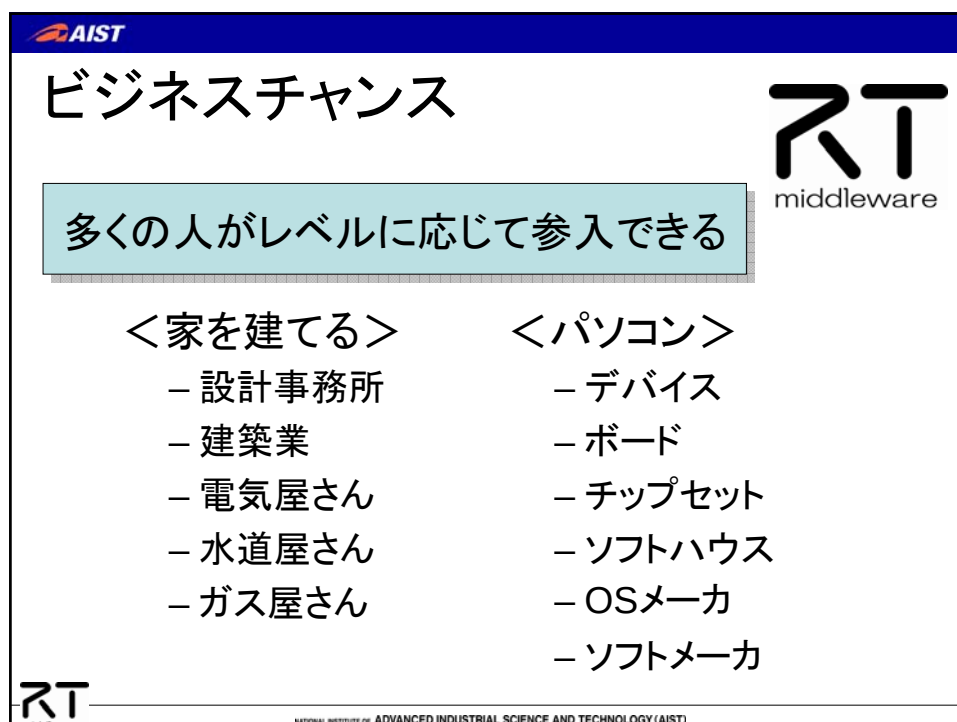
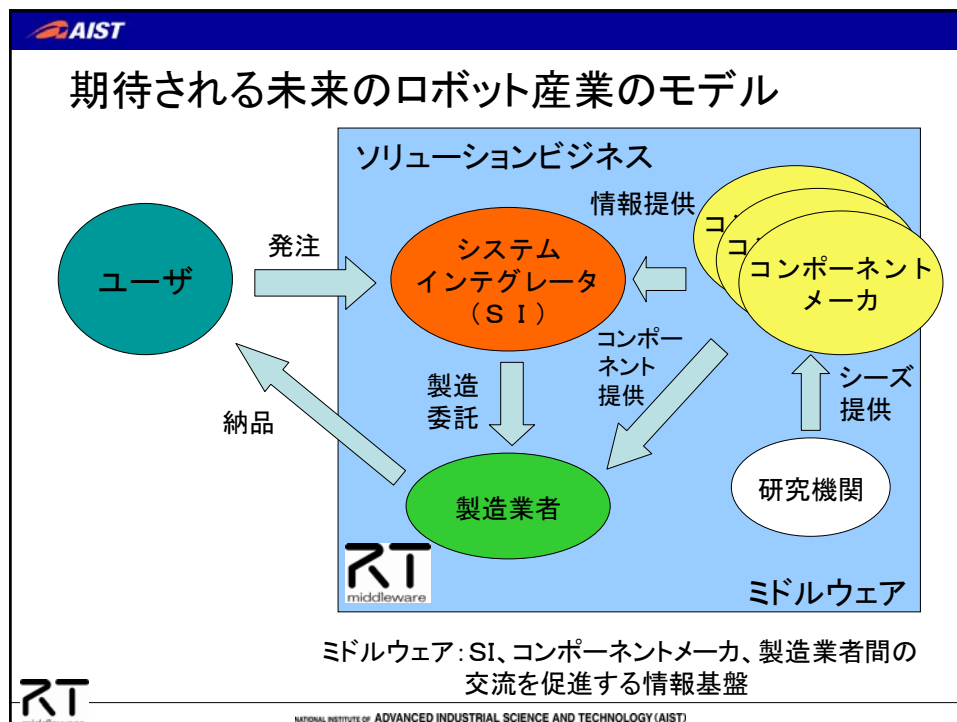
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)













RTミドルウェア普及によって

ユーザのニーズに応じたロボットシステムをインテグレータが容易に構築

RTスペースの導入



ユーザーとインテグレータがRTスペースの導入について打ち合わせ。



RTミドルウェアのRTスペース作成ツールを使用し、アプリケーションを作成。



作成したアプリケーションを、シミュレーションツールを使い動作確認。



ユーザー宅へのRT機器設置と、アプリケーションソフトのインストール。

RT機器の追加



最新のお掃除ロボットを購入。



お掃除ロボットの情報と、既設のRT機器と協調して動作させるためのアプリケーションソフトをインストール。



更新した機器情報とソフトを各RT機器へ送信。



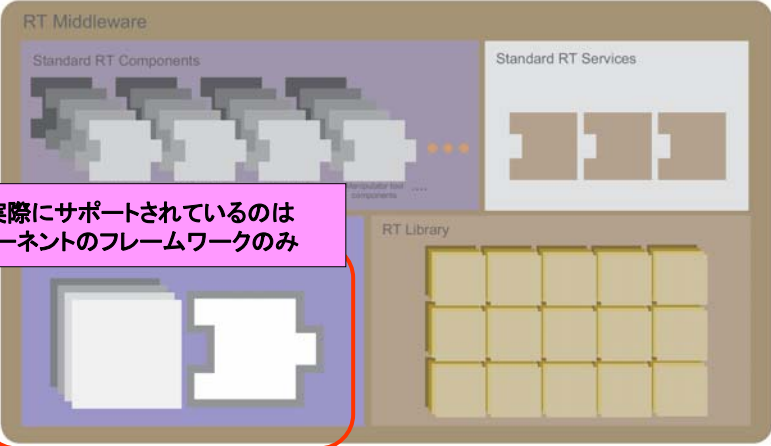
追加したお掃除ロボットと、既設のRT機器が連携して、新たな掃除機能を開始。

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



RTミドルウェアとは

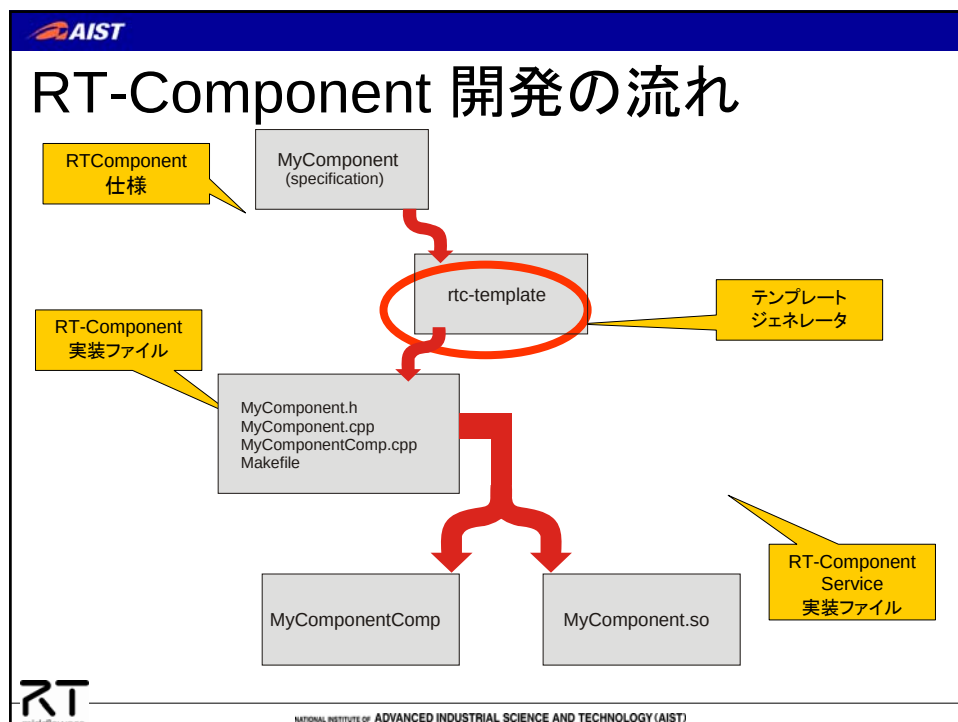
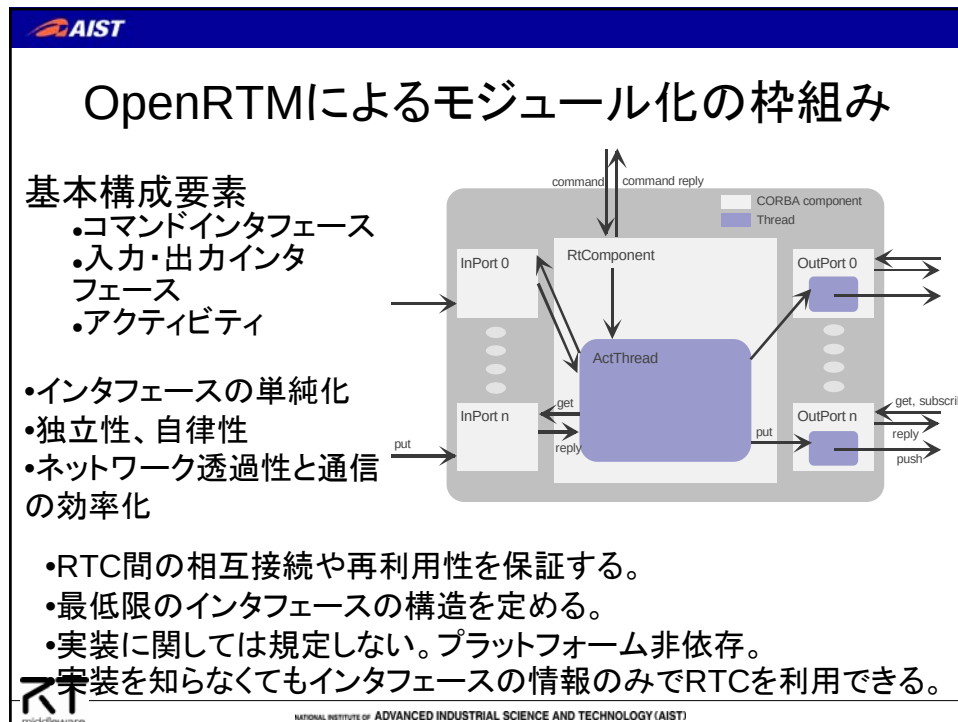
効率的なRTシステム開発支援環境



現在実際にサポートされているのはコンポーネントのフレームワークのみ

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

10



フレームワークの利点

- ・ コンポーネントモデルを定義することで、雛形プログラムの自動生成を行い、コンポーネント作成者を中身のプログラミングに集中させることができる
- ・ システムツールをいくつか用意し(GUI,スクリプト等)、システム作成者はこのツールを使って簡単にシステム設計ができる
- ・ コンポーネントを一旦作り上げると、どのノードで走るか、1つのプロセスとして走るかそれともいくつかのスレッドと組み合わせて走るか、どのインポートとアウトポートを繋ぐか、構成を自由にしかも動的に決めることができる

マニピュレータ制御システム



AIST

生活支援ロボットシステム(RTスペース)[松下電工]

ロボット機能を内蔵した生活支援ロボットシステムとしてのリビング・キッチン



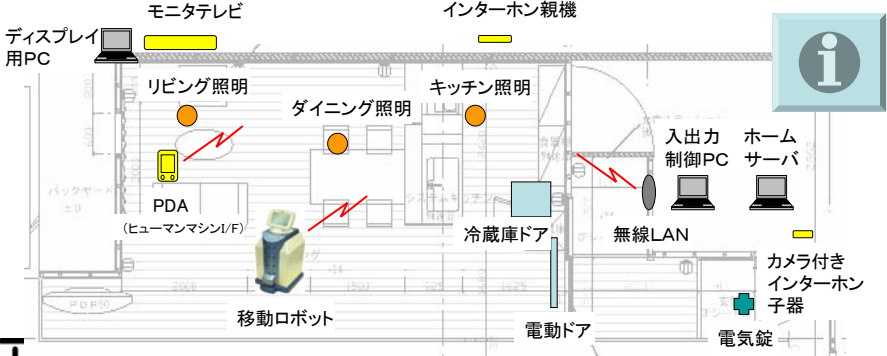
RT
micksoftware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

AIST

RTコンポーネントの配置 (松下電工)

1. 移動機能用: 音声出力機能付移動ロボット(音声および映像)
2. 視覚機能用
 - ・画像入力: 移動ロボット上のアクティブカメラ、インターホン子器のカメラ
 - ・画像出力: ディスプレイ用モニターテレビ
3. コミュニケーション用: PDA(音声認識, ディスプレイ上のメニュー選択)
4. 生活空間内の一般の機器
 - 照明(リビング、ダイニング、キッチン)、冷蔵庫ドア、電動ドア、玄関電気錠、インターホン



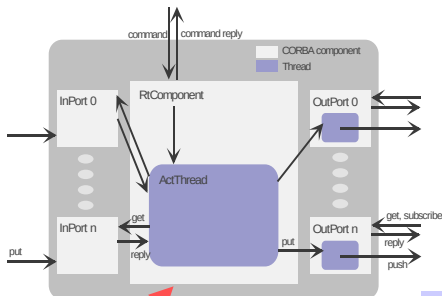
RT
micksoftware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



成果のポイント(1)





RTコンポーネントのフレームワーク

ロボットのモジュールの
共通仕様

共通仕様に基づく
RTコンポーネントおよび
アーム制御システムの作成

マニピュレータシステム



マニピュレータ(MHI PA10) + カセンサ



ヒューマノイドシステム



ヒューマノイド(HRP2 プロメテ)

調整スライダ



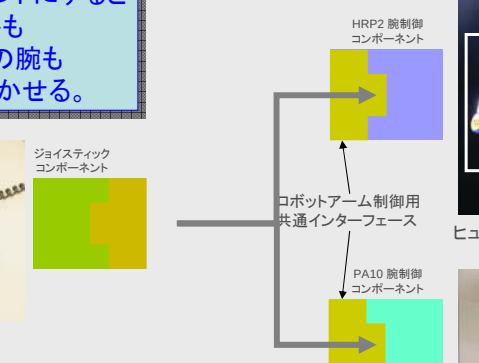
操作用ジョイスティック



成果のポイント(2)



RTコンポーネントにすると
産業用ロボットも
ヒューノイドの腕も
同じソフトで動かせる。





ヒューノイド (HRP2 プロメテ)



操縦用ジョイスティック

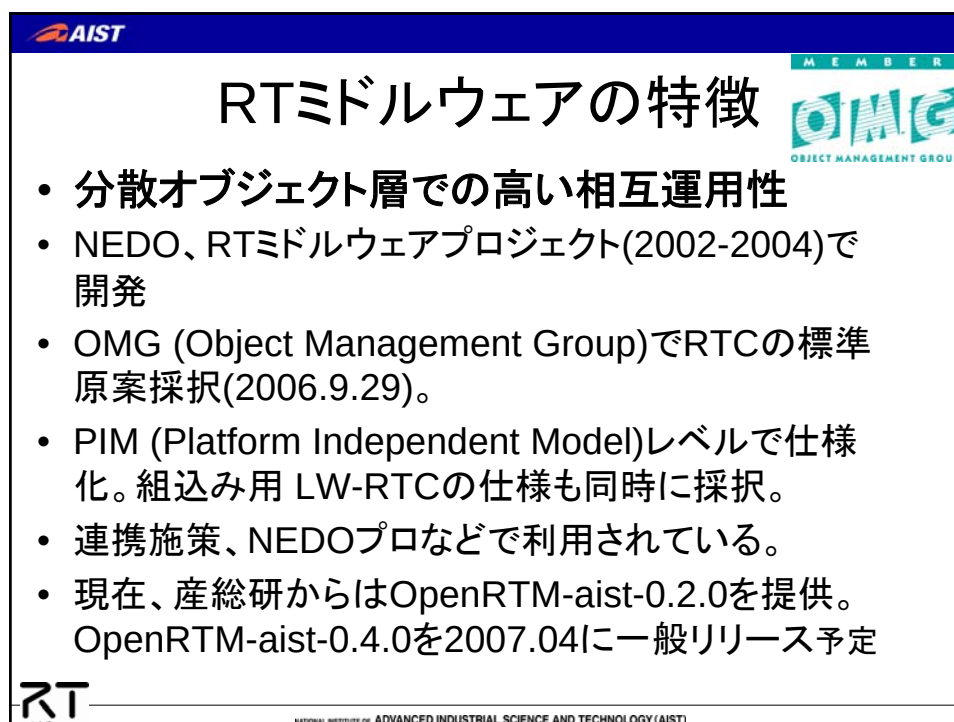
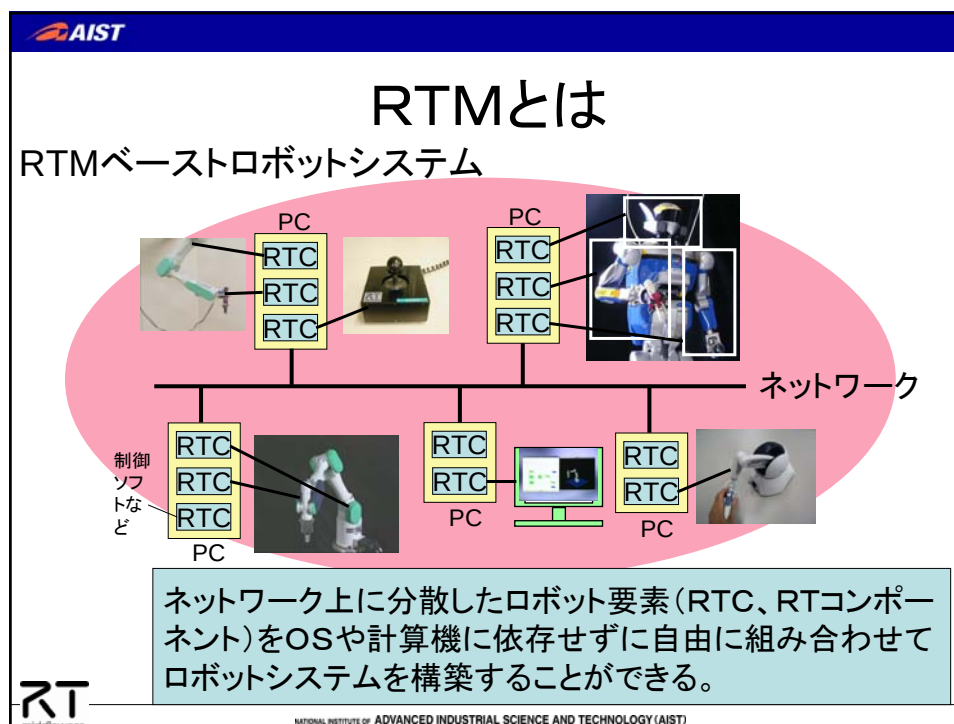


マニピュレータ (MHI PA10)

RTコンポーネントの相互利用が可能。
新しいロボットシステムの開発が容易になる。



NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)





OpenRTM-aist 試用版リリース

RTミドルウェアのコンセプトの実証

RTコンポーネントの共通仕様
それを実現する開発プログラム実装例の一つとして
OpenRTM-aist の開発

技術普及とフィードバックによる加速
評価用に一般リリース (2005.02.24)
[プロジェクトホームページでの協力者募集]

<http://www.is.aist.go.jp/rt/>

rtick@ware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



RTコンポーネント開発支援ツール (rtc-template)

テンプレートコードジェネレータ

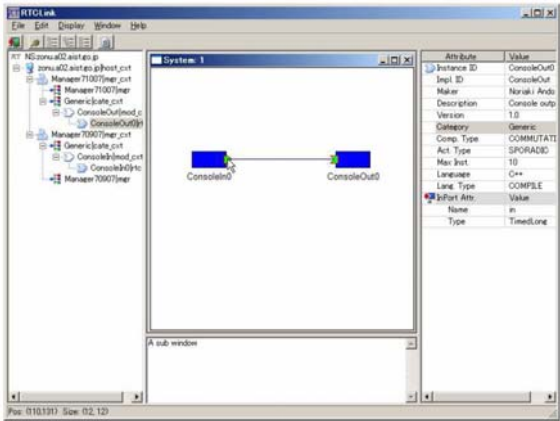
- 開発者の作業の省力化
 - おまじないのようなコードを自動生成
- 開発の流れ
 - コンポーネントの定義
 - コードジェネレータで雛形を自動作成
 - コンポーネントを実装
 - コンパイル

rtick@ware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



システム開発支援ツール (rtc-link)



- コンポーネントのアクティビティを監視、制御
- コンポーネント間の入出力ポートの接続関係を制御



NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

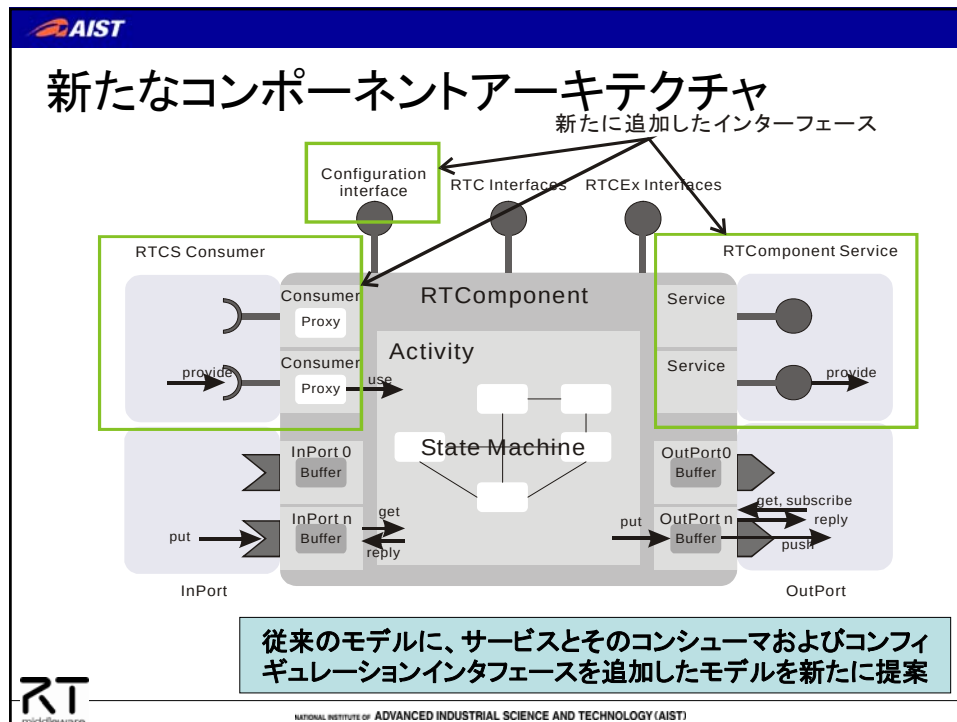


RTミドルウェアの開発経緯

- RTM-0.1.0
(コンセプトサンプル: プロジェクト内部検討用)
- OpenRTM-aist-0.2.0
(成果プロトタイプ(データフローのみ): **一般試用**)
- OpenRTM-aist-0.3.0
(プロトタイプ(コマンドインタフェース): **限定試用**)
- OpenRTM-aist-0.4.0
(成果プロトタイプ(コマンドインタフェース): **一般試用**)



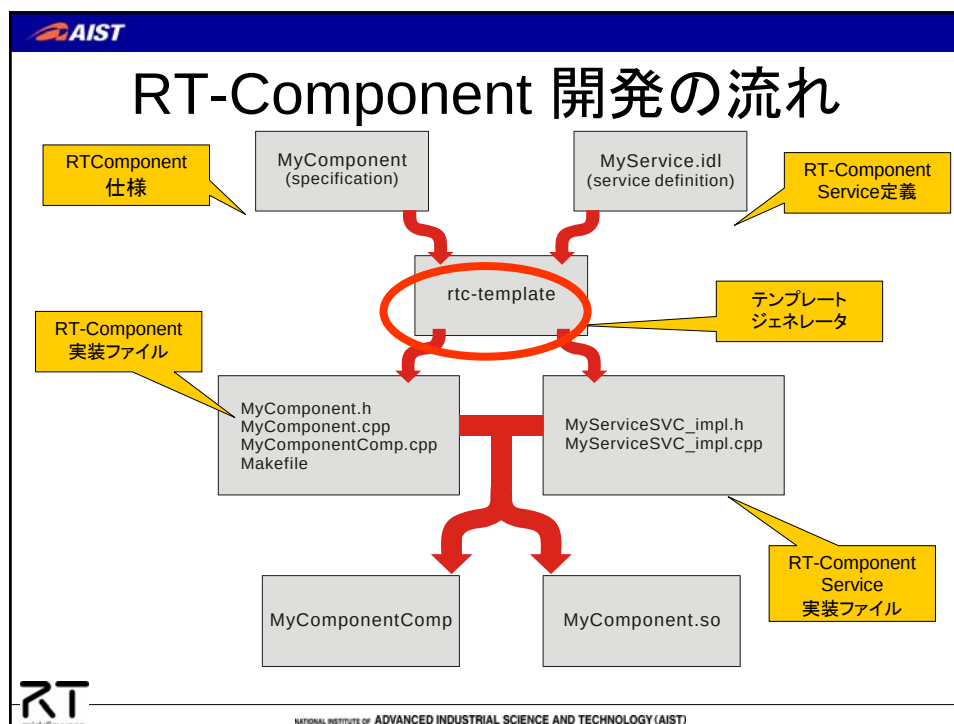
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



**RT-Component Service のための
新たなインターフェース**

```
interface RTComponent {
:
ServiceProfileList get_service_profiles ();
ServiceProfile get_service_profile (in string id);
RTCSservice get_service (in string id);
};
```

- ユーザが定義したオブジェクト/オペレーションをコンポーネントにもたせることができる。
- オペレーション経由でコンポーネント内部状態を変えることができる。
- 代表的なデバイス毎に共通のインターフェースを持たせる。＞標準化



提供できるRTミドルウェア

- RT技術のモジュール化のフレームワーク
 - RTコンポーネント
- RTコンポーネントをプログラムとして実現するための支援ツール
 - RTコンポーネントの作成支援
 - RTコンポーネントによるシステム作成支援
- RTコンポーネントのサンプルコード

OMGの標準仕様

産総研版の参照実装 (OpenRTM-aist)

RT
micksoftware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

AIST

フレームワークの利点

- ・ コンポーネントモデルを定義することで、雛形プログラムの自動生成を行い、コンポーネント作成者を中身のプログラミングに集中させることができる
- ・ システムツールをいくつか用意し(GUI,スクリプト等)、システム作成者はこのツールを使って簡単にシステム設計ができる
- ・ コンポーネントを一旦作り上げると、どのノードで走るか、1つのプロセスとして走るかそれともいくつかのスレッドと組み合わせて走るか、どのインポートとアウトポートを繋ぐか、構成を自由にしかも動的に決めることができる

ricksoftware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

AIST

RTコンポーネントの配置 (松下電工)

1. 移動機能用: 音声出力機能付移動ロボット(音声および映像)
2. 視覚機能用
 - ・ 画像入力: 移動ロボット上のアクティブカメラ、インターホン子器のカメラ
 - ・ 画像出力: ディスプレイ用モニターテレビ
3. コミュニケーション用: PDA(音声認識, ディスプレイ上のメニュー選択)
4. 生活空間内の一般の機器

照明(リビング、ダイニング、キッチン)、冷蔵庫ドア、電動ドア、玄関電気錠、インターホン

ricksoftware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



The slide features the AIST logo in the top left corner. The title '標準化活動' (Standardization Activities) is centered in a large, bold, black font. Below the title, the text 'RTミドルウェアのコンセプト実現' (Realization of RT middleware concept) is followed by 'ある程度の普及が不可欠(卵と鶏)' (Some degree of普及 is indispensable (chicken and egg)). This is followed by '(RTコンポーネントの品揃え ⇄ 利用者の増加)' (RT components availability ⇄ user increase). The next line is '開発と並行して標準化活動(コンソーシアム標準)' (Development and parallel standardization activities (consortium standard)). Below this is 'OMG (Object Management Group)'. Then, 'Robotics Domain SIGの設立(2005.02.04)' (Establishment of Robotics Domain SIG (2005.02.04)) is listed, followed by two bullet points: '– 水川真(芝浦工業大学)' (Masahiro Mizukawa (Shibaura Institute of Technology)) and '– 神徳徹雄(産業技術総合研究所)' (Tetsuo Kankudo (AIST)). Then, 'Robotics Domain TFへの移行(2005.12.)' (Transition to Robotics Domain TF (2005.12.)) is listed, followed by '日米韓の協力体制' (Cooperation system of Japan, USA, and Korea). In the bottom right corner, there is a logo for 'OMG MEMBER' and 'OBJECT MANAGEMENT GROUP'. In the bottom left corner, there is a logo for 'RT middleware' and the text 'NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)'.



OMGの概要

Object Management Group



OBJECT MANAGEMENT GROUP

- 国際的ソフトウェア技術標準化コンソーシアム
 - Distributed Object Middleware (**CORBA**)
 - Object Model Language (**UML**)
 - Model Driven Architecture (**MDA**)
- 各応用分野の標準化推進
(企業情報システム, 防衛システム, ファイナンス, ヘルスケア, ライフサイエンス研究, 製造, ソフトウェアベース通信, 宇宙, **ロボット**)
-> **Domain Technology Committee**





NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

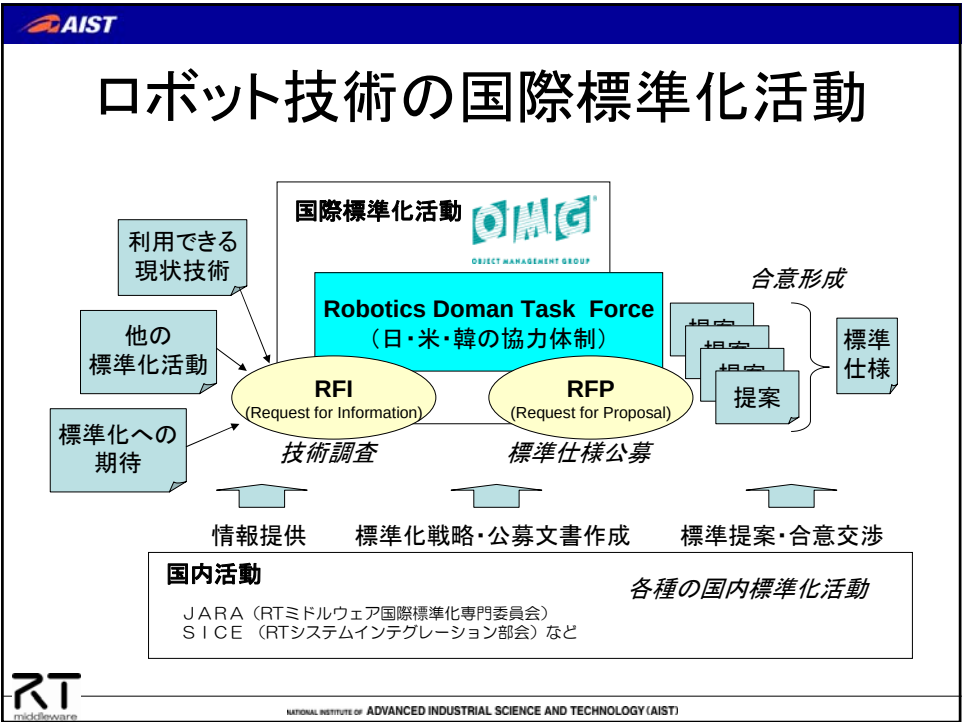
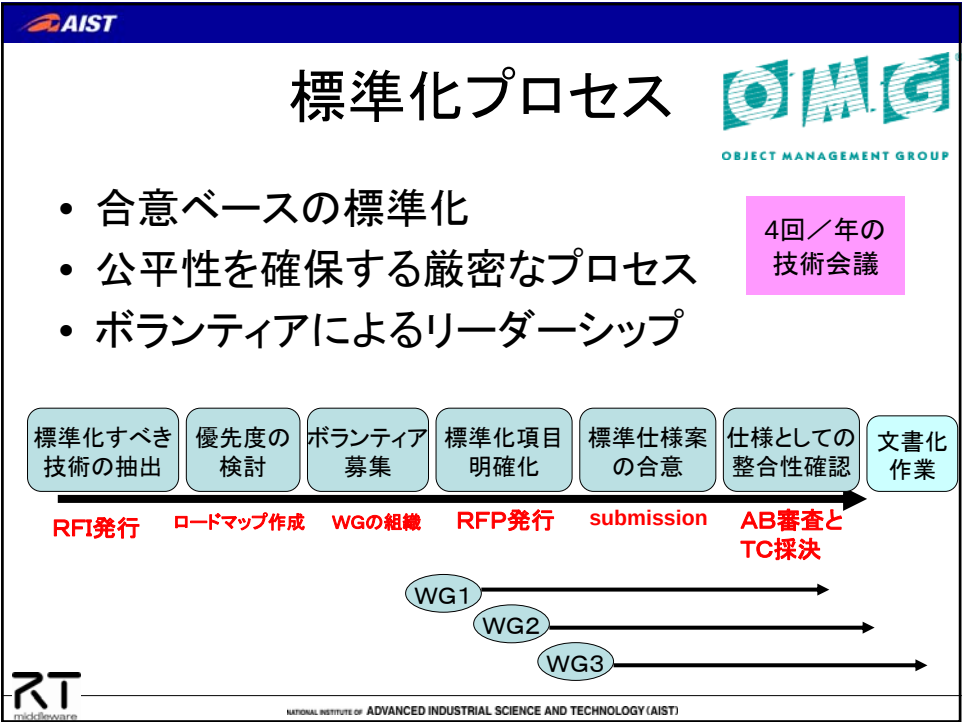


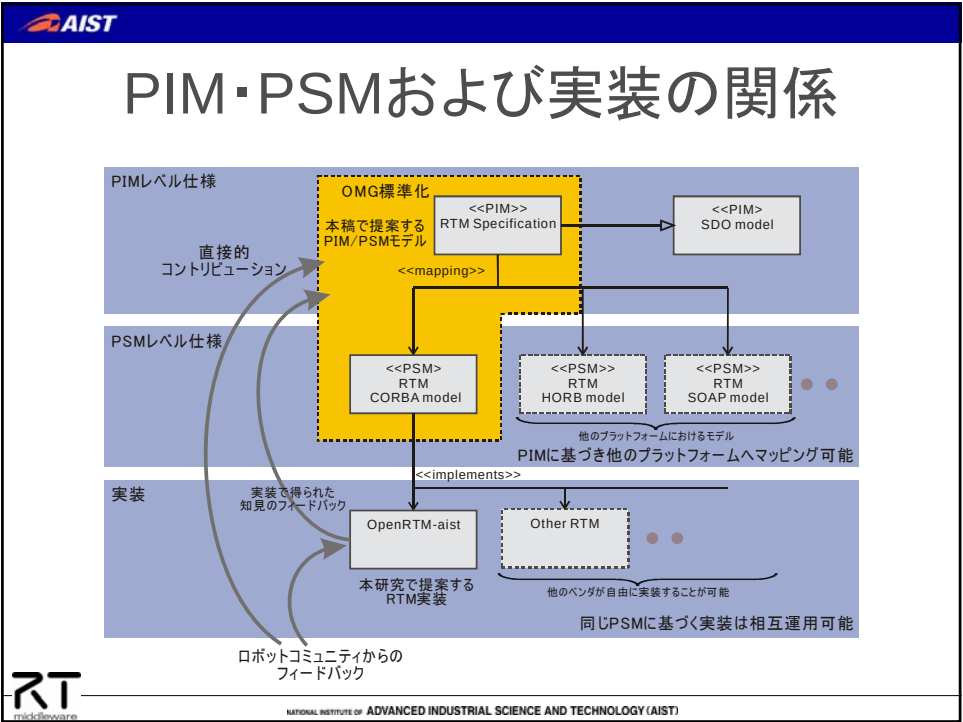
OMG標準化活動の特徴

- ビジネスをやりたいひとやる
 - 単に規格を決めて知らん顔ではない
- 仲間を募る
 - 競争ではない
- 合意ベース
 - 最大多数の幸福



NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)





RT middleware

RTミドルウェア応用例

OpenRTM-aist-0.2.0

RT middleware

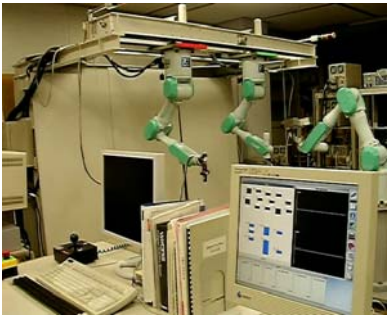
NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)




遠隔操作システムの適用(産総研)

- PA10、HRP2の腕の遠隔制御システム
 - PA10、HRP2、PHANToM、カセンサ、ジョイスティック等をコンポーネント化
 - 遠隔操作実験(つくば⇄秋葉原間)
 - 複数コンポーネントの同期リアルタイム制御

様々なコンポーネントの組み合わせにより多様なシステムを構築



秋葉原



マスターアーム

つくば



HRP2 アーム
MHI PA10 アーム

速度指令

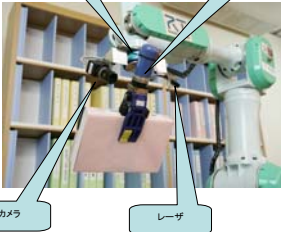
手首力センサ
力情報

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)




書籍片付けシステムへの適用 (産総研)

- 様々なRT要素の組み合わせ
 - 視覚、グリッパ、カセンサ、アーム、移動機構
 - システム構成の柔軟性
 - 開発の効率化



タグの埋め込まれた環境

タグ付書籍

床下タグ

データベース

タグリーダ付書棚

タグとロボットのインタフェース

タグリーダ付ラック

位置検出用タグリーダ

RTミドルウェア

移動ロボット

視覚センサ (レーザ、カメラ)

グリッパ

力覚センサ

アーム

移動機構 (車輪)

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

移動ロボットへの適用 (IHIの例)

- IHI 稲村ら (SI2005)
 - OpenRTM上にJAUS (Joint Architecture for Unmanned Systems: 米国国防総省推進の標準仕様) を適用
 - JAUSコンポーネント=RTコンポーネント
 - JAUSメッセージ → InPort/OutPortメッセージ

RTC上にアプリケーション毎の任意のフレームワークを構築することができる。

移動ロボットドライバ部分を新たに作成するだけで、同様なシステムを構築できる

OMG document robotics/06-02-19 より

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

[illegible]

AIST

RT
MIDDLEWARE

DAQシステムへの適用(KEKの例)

- 高エネ研(KEK:高エネルギー加速器研究機構 安ら)と産総研の共同研究
 - DAQ(データ収集)システムへの適用
 - 多数のデータ収集機器の統合および運用
 - 大量のデータ収集+イベントビルド
 - 柔軟性のあるモニタリングシステム

DAQモジュールモデル化・インテグレーションプラットフォームとしてのRTM

XML ツール : XERCES

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

AIST

RT
MIDDLEWARE

音声認識システムへの適用(産総研)

- NEDO次世代基盤技術プロジェクト
 - コンポーネント化された音声認識システム
 - フリーの高性能音声認識ソフトウェアJulian Julius をコンポーネント化
 - 音声データ入出力
 - 認識結果入出力(テキスト&XML)
 - コマンド変換コンポーネント(コマンドXML)

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

CANシステムへの適用(産総研)

- NEDO次世代基盤技術プロジェクト
 - 通信路にCANを利用
 - プロキシコンポーネントにより、CORBA上のRTCと協調運用可能

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

RTComponent-Lite(産総研)

- マイコン機器 (small/ μ RTUnit) をRTMで統合
 - プロキシコンポーネントと独自プロトコルで通信 (RTC-L)
 - マイコン上のプログラムはRTCのモデルを継承
 - Activity, InPort, OutPort
 - 同じ仕様からRTCとRTC-Lのコードを生成
 - コードジェネレータ: rtc-template

モジュール化の本質: コンポーネントモデル
プロトコルの変更、異種プロトコルブリッジ作成により相互運用も容易

Component's specification

name	activity
MyComp	MyComp

RT-component source code

```
MyComp::rtc_init_entry()
MyComp::rtc_active_do()
MyComp::rtc_ready_do()
MyComp::rtc_error_do()
```

RT-component source code

```
def rtc_init_entry()
def rtc_active_do()
def rtc_ready_do()
def rtc_error_do()
```

RT-component source code

```
rtc_init_entry()
rtc_active_do()
rtc_ready_do()
rtc_error_do()
```

RT-component source code

```
rtc_init_entry()
rtc_active_do()
rtc_ready_do()
rtc_error_do()
```

移動プラットフォームへの適用
 μ RTUnit

産総研空間機能グループ

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



これからのロボット開発

ソフトウェアのモジュール化が現実になることで...

- 既存のモジュールを組み合わせて設計
- 既存のシステム設計をテンプレートとして活用
- システムのカスタマイズが容易
- 開発したシステムのメンテナンス性も高まる
- ロボットを作ることよりも、ロボット技術を利用したサービス開発に研究開発資源を集中
- 研究成果は論文だけでなく、モジュール化して提供する。(技術移転も容易であり、技術の比較検討も容易)

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



これからのロボット開発

ソフトウェアのモジュール化が現実になることで...

ロボットを作ることよりも、**ロボット技術を利用した異分野融合によるサービス開発**に研究開発資源を集中

- 生活支援・介護のシステム化
- 農林水産分野のシステム化
- 実験系研究のシステム化
- 医療分野のシステム化
- 交通・物流分野のシステム化
- セキュリティ・防衛分野のシステム化 など

社会の中の諸課題をRT技術を導入して
システム化して効率を高めることで解決を目指す

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



産総研 知能システム研究部門

オープンハウス2006

2006年11月15日(水)



- **OpenRTM-aist-0.4.0** (説明) [産総研]
- **RTミドルウェアの国際標準化状況** (説明) [産総研]
- **遠隔操作システム**(デモ) [産総研]
- **Java版OpenRTM**(デモ) [情報技術研究部門]
- **RTC-Link on Eclipse** (デモ) [テクノロジーアート]
- **3次元視覚コンポーネント**(デモ) [アプライドビジョンシステム]
- **音声認識コンポーネント**(デモ) [数理システム]
- **組込み向けRTM** (デモ) [セック]
- **OpenRTM.NET** (デモ) [セック]
- **DAQシステム** (ポスター) [KEK]
- **RTC-CAN**(ポスター) [芝浦工業大学]

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)



お願い

ロボット技術共有への試み

- OMGでの標準化活動への参加
- 共同研究(ツール開発)
- 共同研究(コンポーネント提供)
- OpenRTM-aistの試用
- OMG報告会への参加
- 情報交換他 何でも!





NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

参考

- [RTミドルウェアプロジェクトのホームページ](http://www.is.aist.go.jp/rt/)
<http://www.is.aist.go.jp/rt/>
- [OMG Robotics –DTFの ホームページ](http://robotics.omg.org/)
<http://robotics.omg.org/>
- [OMG のホームページ](http://www.omg.org/)
<http://www.omg.org/>