



ロボット用ソフトウェア基盤：
RTミドルウェアの紹介

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/>



産業技術総合研究所(AIST)

経済産業省が所管する独立行政法人
 (旧工業技術院傘下の国研が統合)

- ・ ライフサイエンス
- ・ **情報通信・エレクトロニクス**
- ・ ナノ・材料・製造
- ・ 環境・エネルギー
- ・ 地質・海洋
- ・ 標準・計測

2012.04.01

常勤研究者： ~ 2,300
 - パーマネント： ~ 2,000
 - 任期付き： ~ 300
 管理部門スタッフ： ~ 700
 ビジター： ~ 5,000 (延べ人数)



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

知能システム研究部門 (ISRI)

Intelligent Systems Research Institute

IT、システムの知能化の基礎研究およびそれをベースとした情報システム、機械システム、ロボット・メカトロニクスシステムの知能化の研究を長年手がけてきた、旧電子技術総合研究所の知能ロボット研究グループ、旧機械技術研究所のロボット、システム工学研究グループの研究者を統合して構成された研究部門です。

ロボティクス、コンピュータビジョン、制御工学等を専門とする研究者によって構成されています。



2009年4月(第3期)
比留川博久部門長
8グループ, 約70人

常勤研究者 ~70

<http://unit.aist.go.jp/is/>

Outline

1. 背景 (技術戦略)
2. RTミドルウェア概要
3. 標準化活動
4. 関連プロジェクト紹介
5. まとめ



本日の狙い:
DAQミドルウェアのベースとなっているRTミドルウェアの概要を知り、コミュニティへの貢献を考えていただくきっかけとする。

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

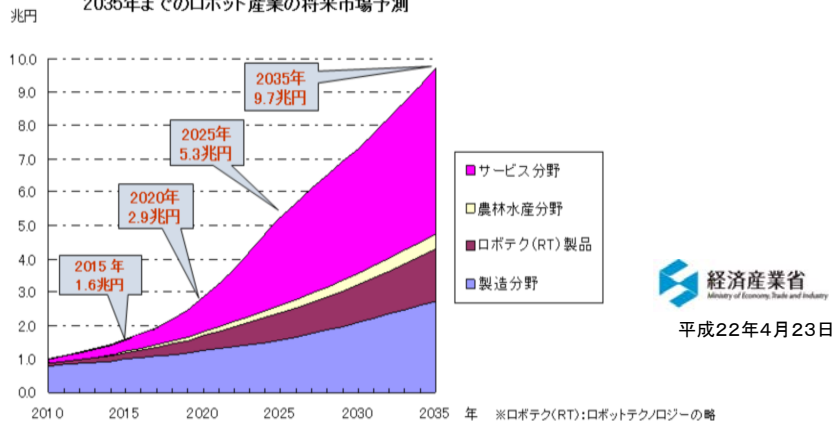
➡ ノウハウ化、競争力

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

少子高齢化社会の到来とロボット産業の将来

2035年までのロボット産業の将来市場予測



○少子高齢化社会の到来で潜在需要は大きい

(労働力人口6,770万人から470万人減、高齢者人口2,539万人から933万人増、2005年からの20年間)

○製造業、サービス業等の各分野のロボットごとに、類似製品の普及や価格に関するモデルを用いた検討結果、ロボット産業の将来市場は、2020年には2.9兆円、2035年には9.7兆円まで成長すると予測

技術戦略

21世紀におけるロボット社会創造のための技術戦略調査報告書、
 (社)日本機械工業連合会、(社)日本ロボット工業会 (2001)

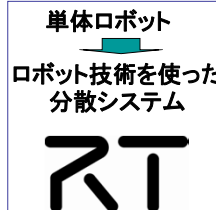
ロボットからRTへ、オーダーメイド型の
 ロボット産業への変革を提言



三浦宏文委員長



谷江和雄代表幹事



<http://www.jara.jp/publication/dl/rt.pdf>

RTミドルウェアプロジェクト

産業界の変革 (大量生産から多品種少量生産への構造変革)

ロボット産業の現状

大量生産向きロボット構築法

各社独自仕様によるハードウェアからソフトウェアまでの一括システム開発

- 設計に時間とコストがかかる
- 高い技術力のある少数メーカーのみ参入
- 研究成果の移転が困難

コスト競争の体質



21世紀のロボット産業

多品種少量生産向きロボット構築法

ロボット要素のモジュール化とその統合によるニーズ対応システム開発

- ロボット要素機器の新市場
- 各専門分野での分業体制
- インテグレート産業の創出

付加価値競争の体質

ブレークスルー技術

技術共有を促進する

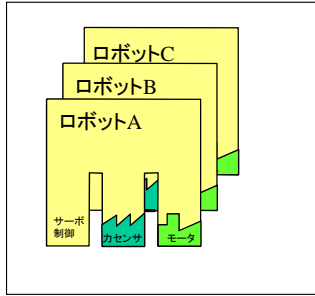
ロボット共通基盤技術の確立

- ロボット開発の活性化
- 産業競争力の強化

ロボット産業の産業構造変換

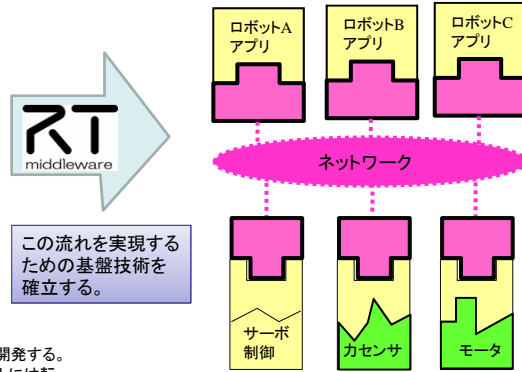
RTミドルウェアプロジェクト(2002-2004)

従来のロボット



- ・各ロボットは必要なロボットの要素を全部一体として開発する。
- ・各ロボットの要素の切れ目が明確でなく、他のロボットには転用ができない。
- ・1つのロボットを作るのにコストがかかる。
- ・新しいロボットの開発が難しい。

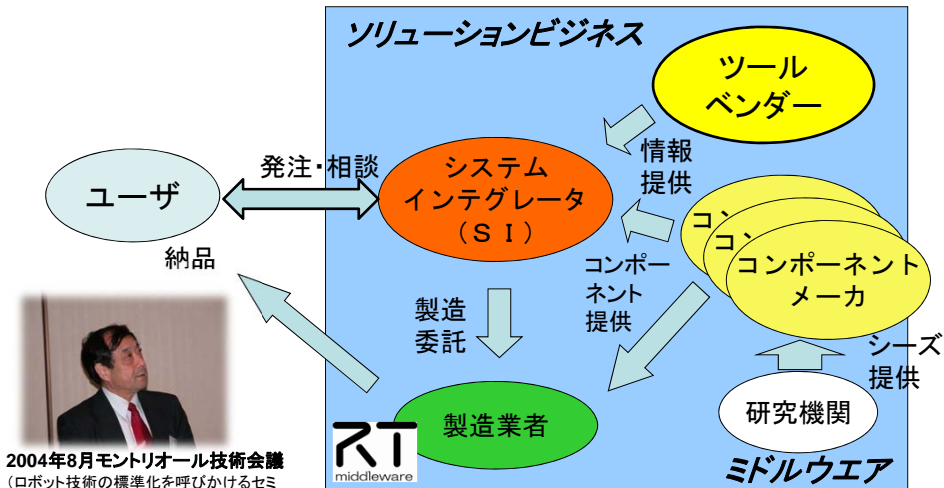
モジュール化に基づいたロボット



この流れを実現するための基盤技術を確立する。

- ・すでに供給されているモジュールを利用して新しいロボットを簡単に作ることができる。
- ・1つのロボットを作るためのコストが下がる。
- ・モジュールのみの供給ができる。
- ・ハードを持たないメーカーもロボット産業に参入できる。
- ・新しいロボットが容易に開発できる。

期待される未来のロボット産業のモデル



2004年8月モントリオール技術会議
 (ロボット技術の標準化を呼びかけるセミナーを企画し、基調講演する谷江和雄
 President of IEEE Robotics and Society)

ミドルウェア: SI、コンポーネントメーカー、製造業者間の
 交流を促進する情報基盤

ビジネスモデルの変化

現在:

- 各企業が独自のアーキテクチャを採用、ノウハウは社内であり、システムを商品として利益を出す

将来:

- モジュール化されたオープンアーキテクチャを採用、ノウハウを開発ツールまたはコンポーネントとして提供、システム設計者がこれらを利用して付加価値を高めて利益を出す

コンポーネントメーカー (独自の要素技術を持つ皆さん)

- 特許を持つハードウェア
- ソフトウェアライブラリ(バイナリ提供)



ノウハウが詰まった要素部品
を提供



繋ぐためのソフトウェアの変更が不要
共通部品化による数の確保
新技術導入の促進

システムインテグレータ(設計者)

- いかに顧客の要望を実現するか
- 得意分野の専門知識が重要



ノウハウが詰まったシステム設計図
を提供



部品のグループ化によるソフトウェアの共通化
ソフトウェア開発ツールの利用
システムの再利用やメンテナンスが容易

ツールベンダー(開発設計支援ツール)

- ソフトウェア開発効率向上の鍵
- 得意分野の専門知識が重要



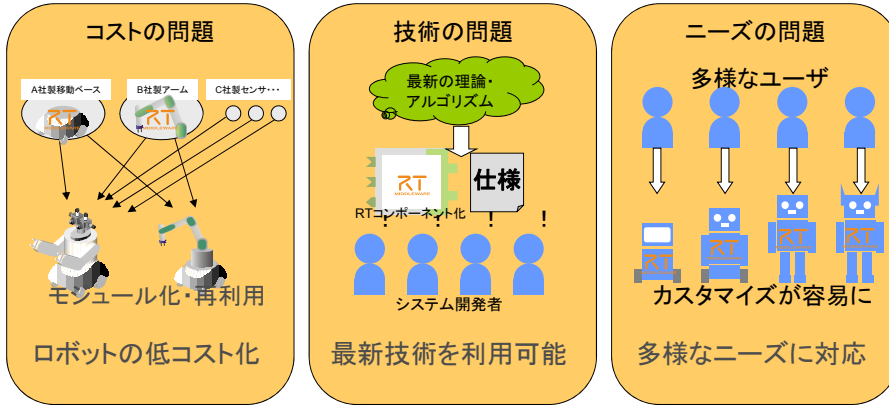
ノウハウが詰まった開発設計支援ツール
を提供



共通枠組み導入による支援ツール実現
応用分野毎に独自の支援ツール
知の統合のひとつの手段

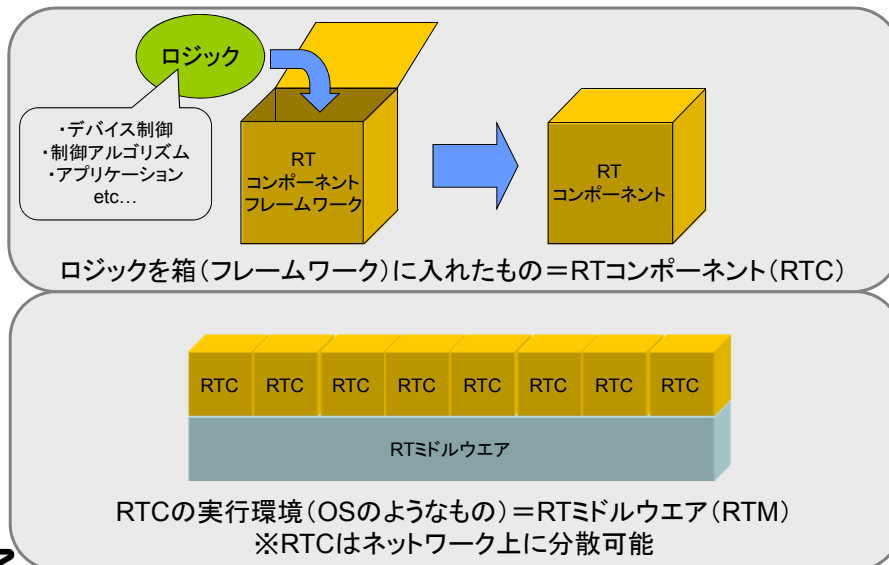
RTミドルウェアの目的

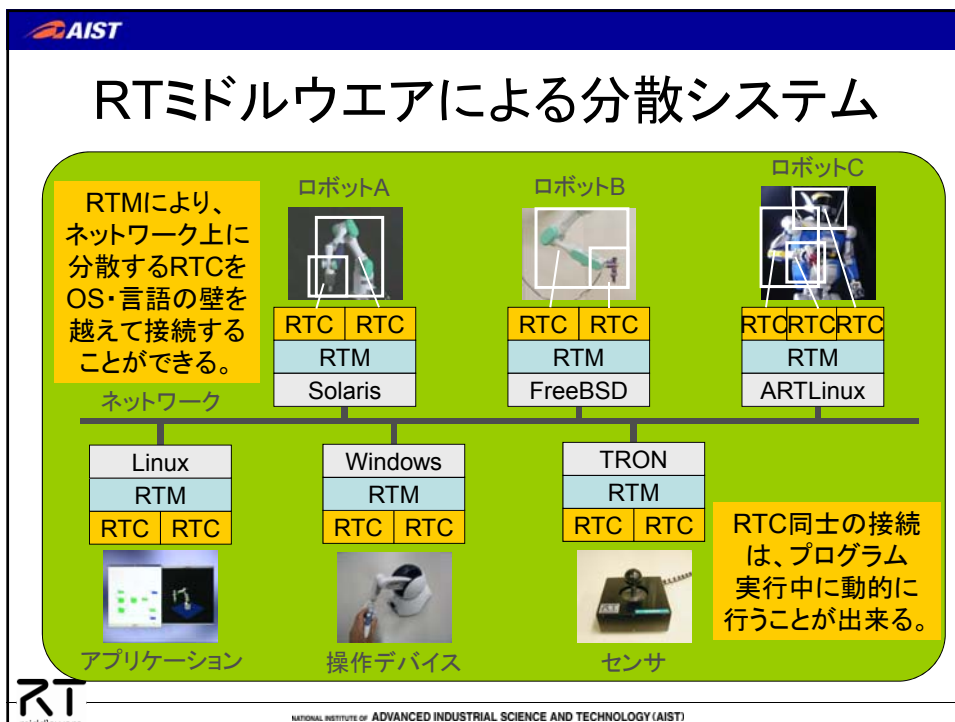
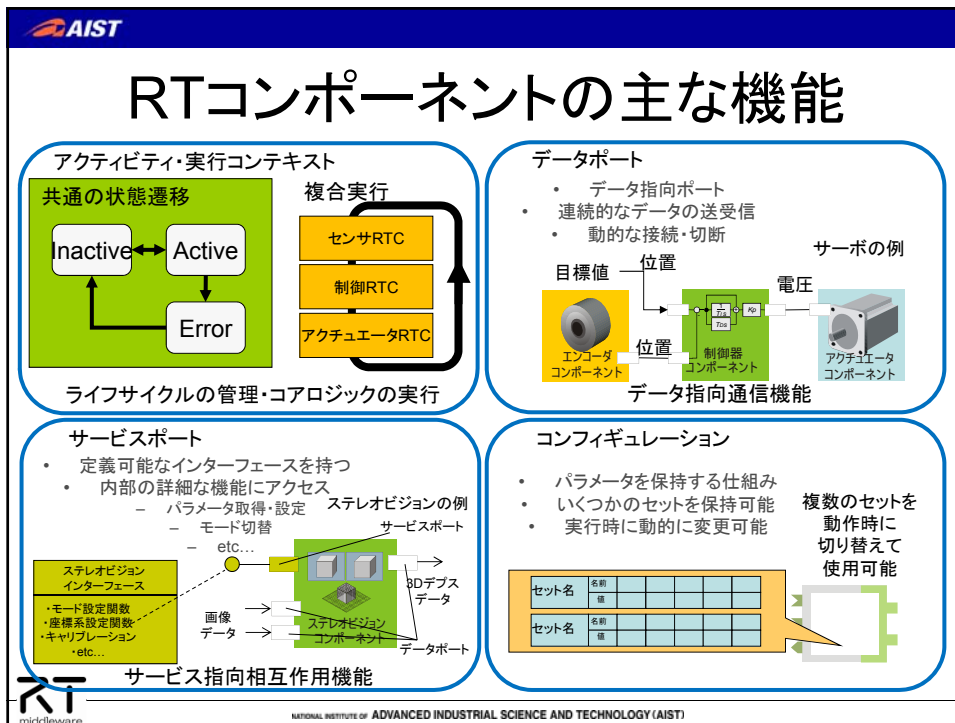
モジュール化による問題解決



ロボットシステムインテグレーションによるイノベーション

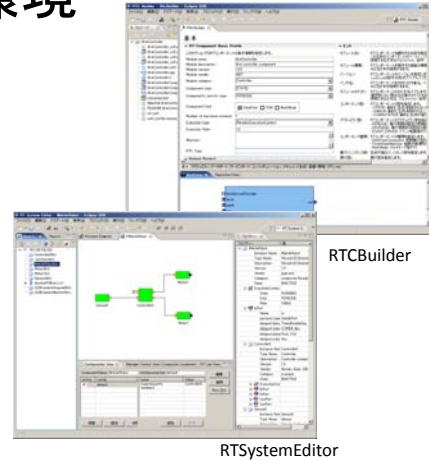
RTミドルウェアとRTコンポーネント





開発環境

- RTCBuilder (GUI版)
- rtc-template (コマンドライン版)
 - RTコンポーネントのテンプレートコードジェネレータ
 - GUI画面で必要事項を入力
 - C++, Python, Java, C#等のコードを自動生成
- RTSystemEditor (GUI版)
- RTShell (コマンドライン版)
 - ネットワーク上のすべてのコンポーネントの操作が可能
 - コンポーネントのON/OFF、パラメータの変更、状態監視
 - コンポーネント間の接続



RTCBuilder

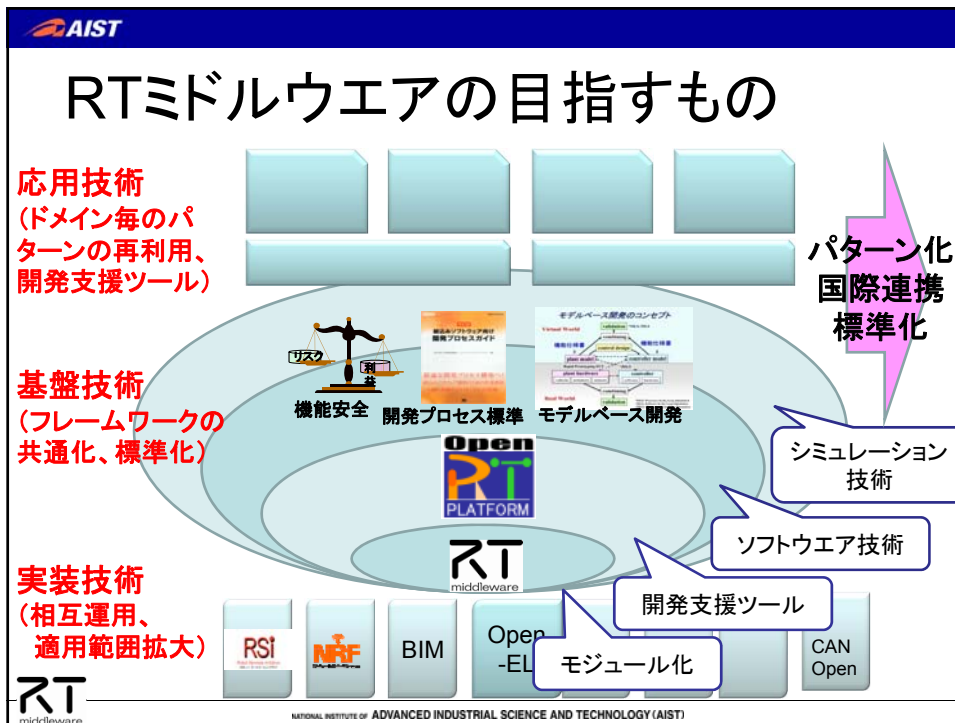
RTSystemEditor

RTC・RTM統合開発環境の整備

RTC設計・実装・デバッグ、RTMによるインテグレーション・デバッグまでを一貫して行うことができる統合開発環境をEclipse上に構築

OpenRTMの利点

- 共通コンポーネントフレームワークを提供
 - OMG標準
 - コールバックベースの枠組み、共通状態マシン、複合化に対応
 - 大部分のコード生成を自動化
- 多言語対応
 - C++, Java, Python, .NET (by SEC)
- 多様なOSへのネイティブ対応
 - FreeBSD, Linux, Mac OS X, Windows
 - 試験的:TOPPERS, T-Kernel, VxWorks
- ツールの提供
 - Eclipseベースのツール群 (RTCB, RTSE)
 - コマンドラインツール群 (rtchell)
- デュアルライセンス (LGPLと個別ライセンス)
 - RTCにはライセンスが及ばない(RTCのバイナリ供給が可能に)
 - 商用化、事業化、組込み用途には個別ライセンスで対応



AIST

標準化活動の開始

RTミドルウェアのコンセプト実現
ある程度の普及が不可欠(卵と鶏)
(RTコンポーネントの品揃え ⇄ 利用者の増加)
開発と並行して**標準化活動**(コンソーシアム標準)

OMG (Object Management Group)

Robotics Domain SIGの設立(2005.02)

- 水川真(芝浦工業大学)
- 神徳徹雄(産業技術総合研究所)

Robotics Domain TFへの移行(2005.12.)
日米韓の協力体制

2004年8月 Montreal会議
(次世代ロボットの標準化を呼びかけるフォーラムを開催したあとの打ち上げ)

2005年2月 Burlingame会議
(SIG設立祝いの巨大ステーキを楽しむ小泉さん、小菅先生、水川先生、谷江さん)

OMG
OBJECT MANAGEMENT GROUP

RT middleware

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY (AIST)

OMGの概要



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**



<http://www.omg.org/>

コンポーネントモデルの統一提案

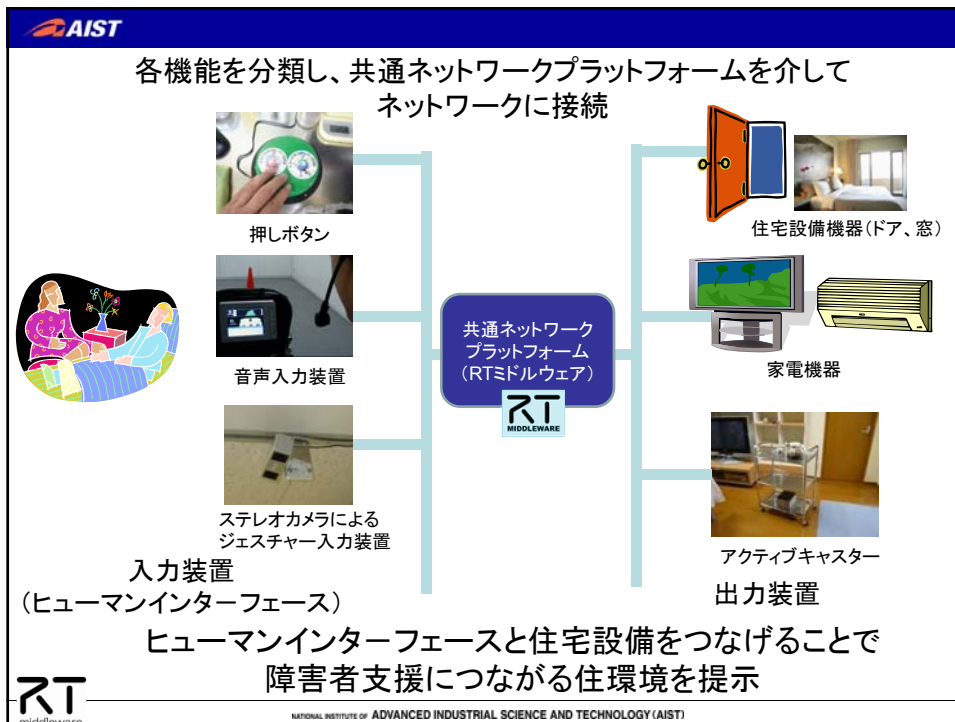
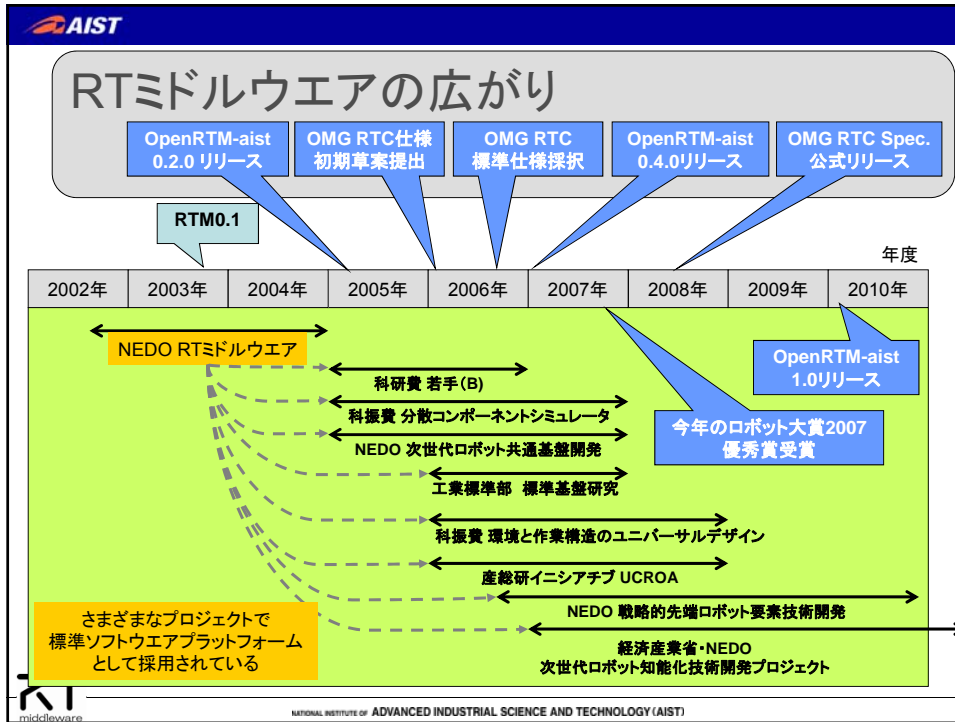
- 産総研提案
- Real-Time Innovation提案

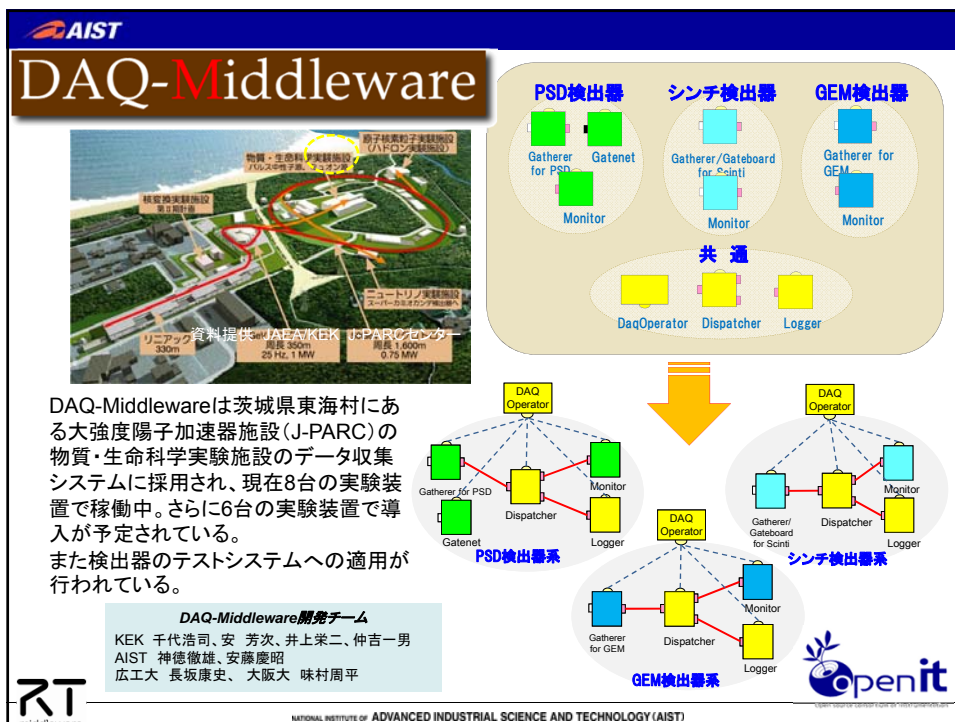
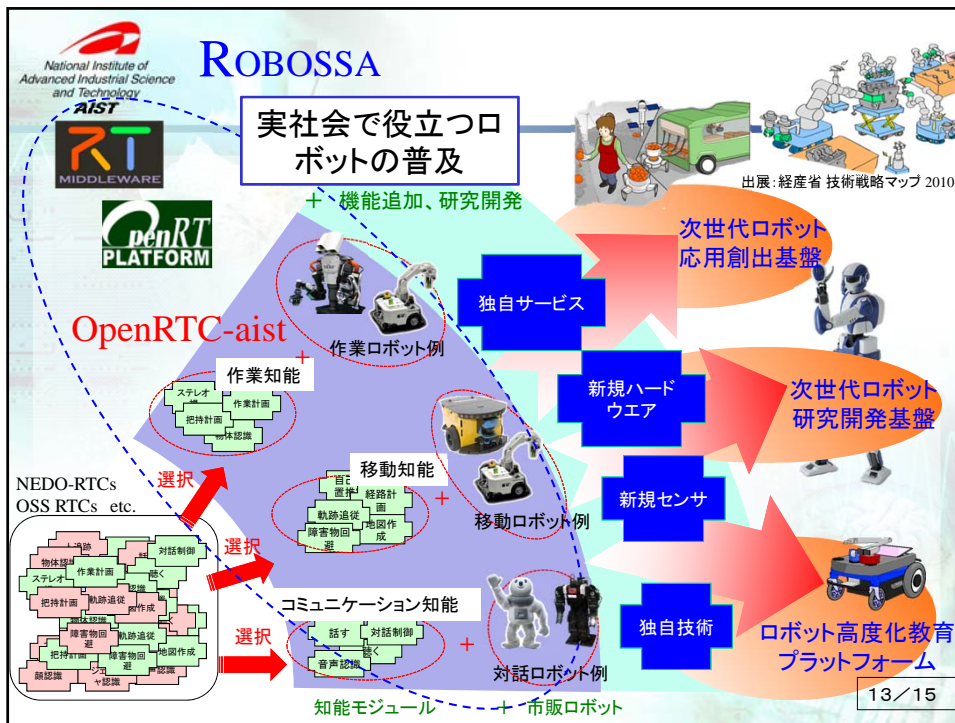
それぞれのコンポーネントモデルの融合を図った統一提案



2006年9月Anaheim技術会議
(Revised Submissionが採択された後、RTI社のHungとRickと一緒に乾杯)

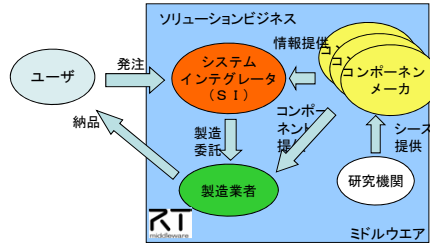






RTミドルウェアコンテスト(趣旨)

ロボット技術の共有と蓄積を目的として、ソフトウェアのモジュール化の推進



- 有益なコンポーネントやツールの充実を狙う
- これからのロボットソフトウェア開発者に不可欠なRTミドルウェアに精通する技術者の育成を期待

協賛(スポンサー)募集中!

コンテスト実施体制

共同開催



ロボットビジネス推進協議会

SICE

知能システム研究部門

ビジネスマッチング部会

SI部門

- ・ホームページ
- ・RTM技術サポート

- ・スポンサー募集
- ・事務局

- ・技術審査
- ・SI2009(会場、表彰式)

RTシステムインテグレーション部会

企画

7月: 実行委員会設立
共催依頼
7月末: 要領発表
8月: エントリー開始
9月: エントリー切
随時: 講習会開催
12月: SI2010でプレゼンテーションと表彰式

コンテスト実行委員会
ボランティア+JARA事務局

表彰委員会
SICEからの指名
スポンサーからの指名

個人スポンサーが直接投票

- ・SICE賞 (最優秀賞) 10万円
- ・SICE SI部門長 2万円
- ・協賛企業賞(奨励賞) 1万円
- ・協賛個人賞(奨励賞)

RTミドルウェアコンテストの特徴

特徴1: 投票システムとなる表彰

特徴2: スポンサーニーズの吸収

特徴3: 利用者の参加



特徴1: 投票システムとなる表彰

- 応募者数に対して奨励賞の数が比較的多い
- 全員に平等に奨励賞が贈られるのではない

奨励賞という投票システムの導入

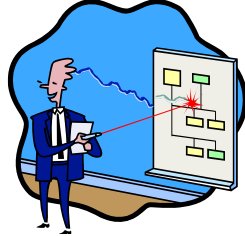


群を抜いた素晴らしい開発成果が選考される仕組み

参加者のインセンティブの向上

特徴: スポンサーニーズの吸収

研究発表



- ・ シーズ提供
- ・ プロトタイプ紹介

奨励賞



- ・ ニーズ開示
- ・ 開発課題 (審査基準)

双方向コミュニケーションの場を提供

特徴: 利用者の参加

ホームページ

提供者

- ・ ソースコード
- ・ マニュアル
- ・ ノウハウ

コメント

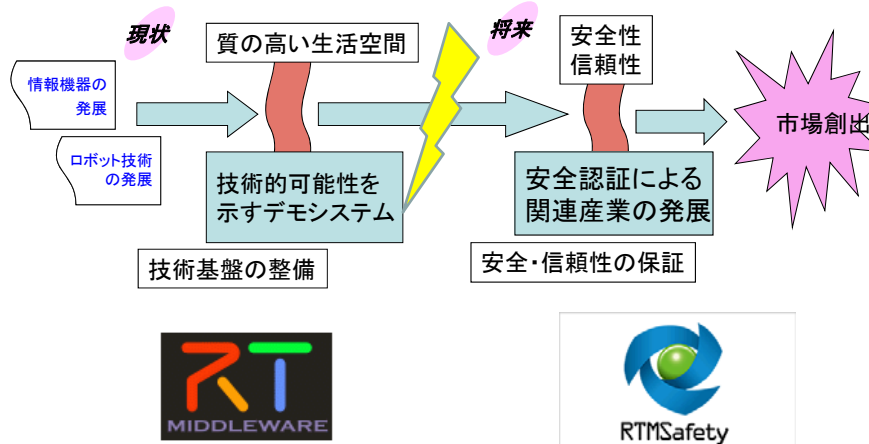
利用者

- ・ 問い合わせ
- ・ バグ報告
- ・ 機能追加要望
- ・ 感想



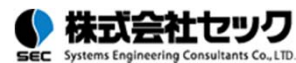
質の向上を目指したコミュニケーション

新しい取り組み



RTMSafety 機能安全対応RTミドルウェア

- 機能安全の国際規格IEC 61508認証取得 RTミドルウェア
- RTMSafety (RTMセーフティ)は、ロボットの安全関連系への実装を想定し、機能安全の国際規格であるIEC 61508の認証を取得した世界初のロボット用ミドルウェア。高い信頼性や安全性が要求されるロボットにおいて、開発コストの低減や、開発期間の短縮に貢献。
- QNX Neutrino RTOS Safe Kernel 1.0
TOPPERS / ASP 1.3.1
VxWork Cert Platform (対応予定)



<http://www.sec.co.jp/business/rtmsafety/>

書籍



- ・ はじめてのコンポーネント指向ロボットアプリケーション開発 ~RTミドルウェア超入門~
- ・ 長瀬 雅之、中本 啓之、池添 明宏 著



- ・ UMLとRTミドルウェアによるモデルベースロボットシステム開発
- ・ 水川 真、大原 賢一、坂本 武志 著

書籍



「使えるRTミドルウェア」特集号
日本ロボット学会論文誌 vol.28, no.5

再利用性の高いロボットシステムを
RTミドルウェアを用いてどう構築する
かという“方法論”に関する実践
的な特集号

http://www.openrtm.org/OpenRTM-aist/html/JRSJ2010_28_5.html

RTミドルウェアの広がり

ダウンロード数

2012年2月現在

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	合計
C++	4978	9136	12049	1851	253	28267
Python	728	1686	2387	566	55	5422
Java	643	1130	685	384	46	2888
Tool	3993	6306	3491	967	39	14796
All	10342	18258	18612	3768	393	51373

ユーザ数

タイプ	登録数
Webページユーザ	365 人
Webページアクセス	約 300 visit/day 約 1000 view/day
メーリングリスト	447 人
講習会	のべ 572 人
利用組織 (Google Map)	46 組織

プロジェクト登録数

タイプ	登録数
RTコンポーネント群	287
RTミドルウェア	14
ツール	19
仕様・文書	4
ハードウェア	28

OMG RTC規格実装 (11種類)

Name	Vendor	Feature
OpenRTM-aist	AIST	C++, Python, Java
OpenRTM.NET	SEC	.NET(C#,VB,C++/CLI, F#, etc..)
miniRTC, microRTC	SEC	CAN・ZigBee等を利用した組込用RTC実装
Dependable RTM	SEC/AIST	機能安全認証 (IEC61508) capableなRTM実装
RTC CANOpen	SIT, CiA	CANOpenのためのCiA (Can in automation) におけるRTC標準
PALRO	富士ソフト	小型ヒューマノイドのためのC++ PSM 実装
OPRoS	ETRI	韓国国家プロジェクトでの実装
GostaiRTC	GOSTAI, THALES	ロボット言語上で動作するC++ PSM実装

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

参考

- ・ [OpenRTM-aistのホームページ](http://www.openrtm.org/)
http://www.openrtm.org/
- ・ [OpenRT Platform フィシャルサイト](http://www.openrtp.jp/wiki/)
http://www.openrtp.jp/wiki/
- ・ 「使えるRTミドルウェア」特集号
日本ロボット学会論文誌 vol.28, no.5
- ・ [Robotics -DSIGの ホームページ](http://robotics.omg.org/)
http://robotics.omg.org/
- ・ [RTミドルウェアコンテストのホームページ](http://www.openrtm.org/rt/RTMcontest/)
http://www.openrtm.org/rt/RTMcontest/