

# 人発見・対人追従

## 東京理科大学



### 概要:

レーザレンジファインダ(以下LRF)及び、ステレオカメラを用いて人の追従を行う。

### 特徴:

- ◆ 対人追従に関わるアルゴリズムをモジュールとして実装したものである。
- ◆ 各種モジュールは各種センサ・駆動機構と汎用性のあるインターフェイスを持つ事で接続性を持ち、さまざまなロボットへ対人追従機能を付加させることができる。

### インタフェース:

#### (アルゴリズムモジュール)

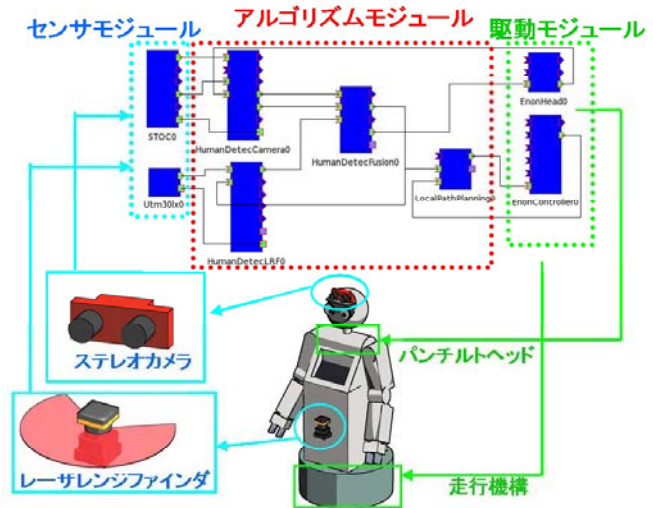
入力ポート:ステレオカメラ画像データ、ステレオカメラ距離データ、LRF距離データ、現在の雲台角度データ、現在のロボットの位置データ

出力ポート:ロボット目標移動速度、雲台目標角度

サービスポート:ステレオカメラパラメータ、LRFパラメータ(OpenRTM-aist-0.4.2)

### ライセンス(公開条件):

オープンソースライセンスを検討中



### 連絡先:

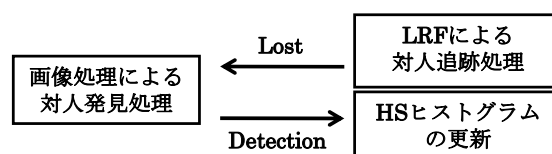
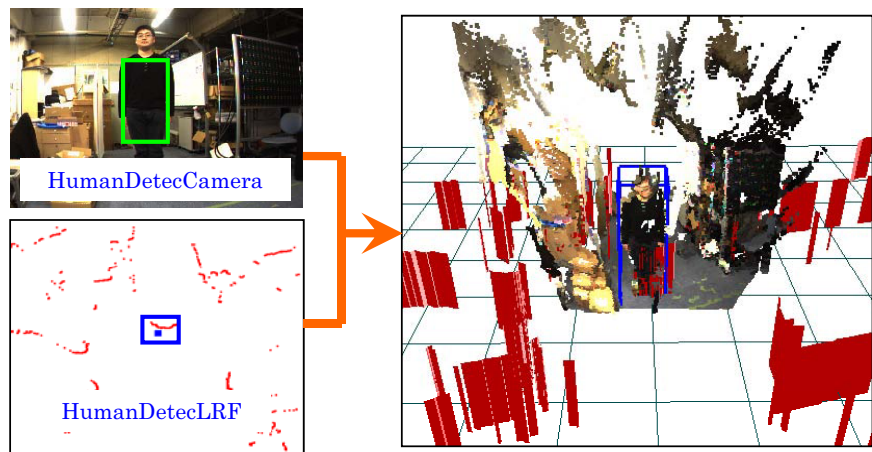
東京理科大学 理工学部 機械工学科 溝口研究室  
 電話: 04-7124-1501 内線3925, FAX(共用): 04-7123-9814  
 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641  
 email: hmlab<at>rs.noda.tus.ac.jp  
 URL: <http://www.rs.noda.tus.ac.jp/hmlab/>



対象位置特定モジュールは対人発見処理モジュール・対人追跡LRF処理モジュールからの情報をもとに対象人物の位置を特性するモジュールである。



対人発見モジュールは対象人物・カメラの位置の変化による大きさ・形状変化に対応する為、色情報を特徴量として用いている。  
 対人追跡LRFモジュールは、2次元断面形状の大きさと時系列情報を基に対象位置を求める。  
 画像処理は極端な環境変動に弱く計算コストが高いが、オクルージョン発生時に再発見する事で対象を再度捉える事ができる。  
 LRFに基づく追跡は、オクルージョンに脆弱であり、LRFの情報のみでは対象人物を発見することができないが、環境変動に極めて頑健である。  
 対象位置特定モジュールは両モジュールの情報を統合し、環境変動・オクルージョンに対し頑健に対象人物位置を特定する。



# 3軸加速度・角速度・角度計測

中村恭之(和歌山大学システム工学部)



## 概要:

3軸角度センサ(Microstrain社3DM-GX1)から、センサに内蔵のジャイロにより安定化された3軸加速度, 3軸角速度, 3軸角度を出力する汎用的なコンポーネント

## 特徴:

- ◆加速度, 角速度, 角度情報と同時にタイムスタンプも出力

## インタフェース:

◆出力: TimedDoubleSeq型(ロール, ピッチ, ヨー角, x方向加速度, y方向加速度, z方向加速度, x方向角速度, y方向角速度, z方向角速度, タイムスタンプ)



## 開発環境:

OS: Ubuntu Linux 8.04

RTミドルウェア: OpenRTM-aist-0.4.2-RELEASE

ライブラリ: m3dmgライブラリ(センサに付属)

## ライセンス(公開条件):

著作権は開発者にありますが、非商用利用であれば、自由にご活用ください。m3dmgライブラリは、Microstrain社の

## 連絡先:

国立大学法人 和歌山大学 システム工学部  
情報通信システム学科

中村 恭之

〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930

email: ntakayuk <at>sys.wakayama-u.ac.jp

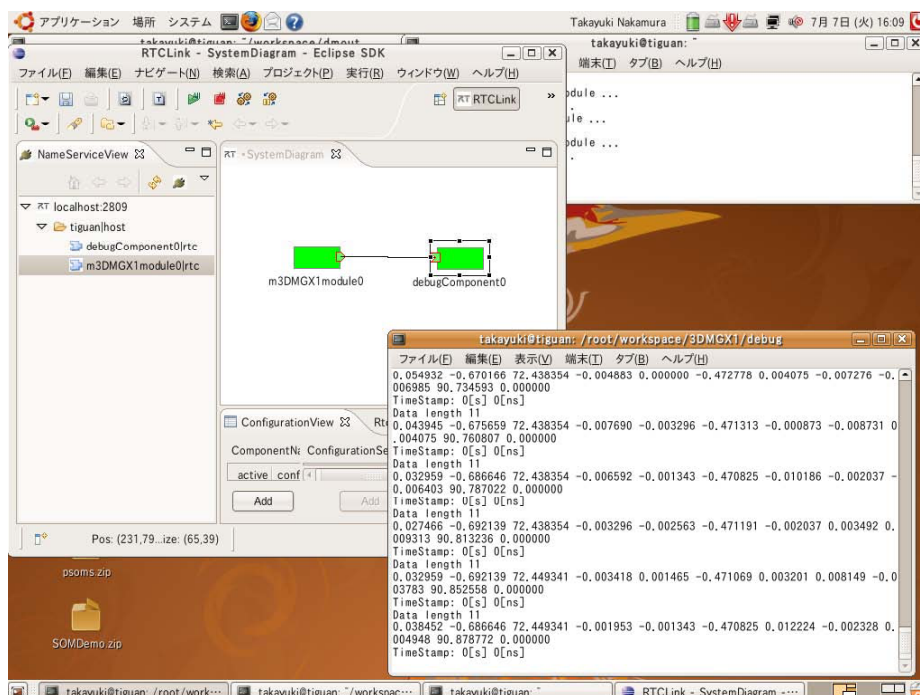
URL: <http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/~ntakayuk>



第1版 2009.07.16作成

## <実行例>

- この例では、当コンポーネントからの出力を確認するために、デバッグ用のコンポーネントと接続した。
- デバッグ用のコンポーネントで受信したデータを端末に表示している。



# VHFアルゴリズムに基づく局所経路計画

西野宏樹, 中村恭之(和歌山大学システム工学部)



## 概要:

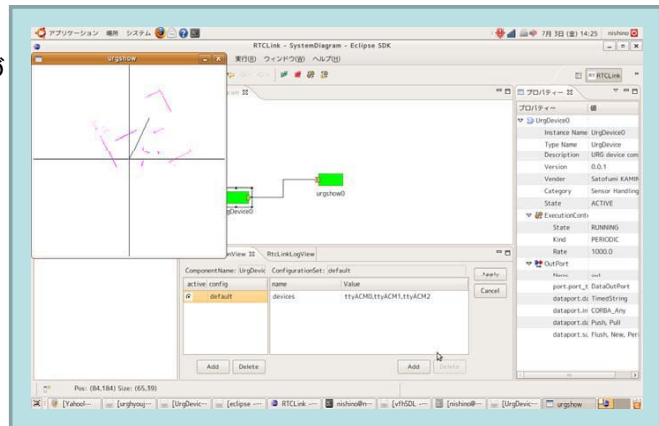
時々刻々と入力される距離センサ (UTM-30LX, URG04-LX)からの距離データを使用して, VFHアルゴリズムに基づいて, ロボットの進行方向を求める. ロボット周辺の距離データと進行方向をリアルタイムに表示する.

## 特徴:

- ◆VFHアルゴリズムに基づく計算
- ◆SDL, OpenGLを使用してリアルタイムに結果表示

## インターフェース:

- ◆入力: TimedString型(URGからの距離情報)
- ◆出力: TimedDouble型(ロボットの進行方向[deg.])



## 開発環境:

OS: Ubuntu Linux 8.10  
RTミドルウェア: OpenRTM-aist-0.4.2-RELEASE  
ライブラリ: SDL, OpenGL

## ライセンス(公開条件):

著作権は開発者にありますが、非商用利用であれば、自由にご活用ください。

## 連絡先:

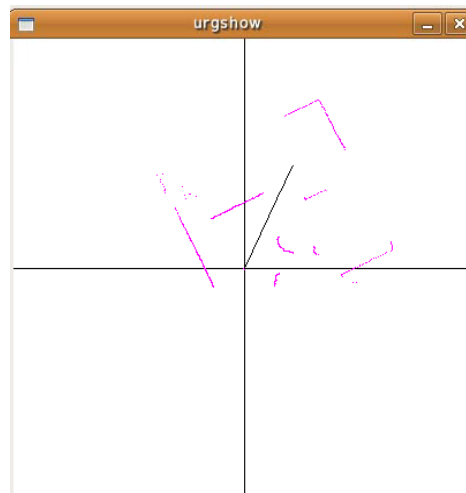
国立大学法人 和歌山大学 システム工学部  
情報通信システム学科  
中村 恭之  
〒640-8510 和歌山県和歌山市栄谷930  
email: ntakeyuk <at>sys.wakayama-u.ac.jp  
URL: <http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/~ntakeyuk>

第1版 2009.07.16作成



## <実行例>

- この図で縦軸, 横軸が交わる位置がロボット座標系の原点である.
- この原点から斜めに伸びる直線がこのコンポーネントにより求められたロボットの進行方向を表している.
- 赤い点群はロボット周辺の距離データを表している.
- この例では, URG-04LXを使用して, ロボットを中心として4×4mの範囲の距離データを表示している.



# 大域的経路計画



栗村正仁((株)Embedded Wings), 登尾啓史(大阪電気通信大学)

## 概要:

現在地から目的地への障害物経路経路を大域的に計画を行うRTCです。外界センサの情報を頼りに動きますので、未知環境でも機能します。外界センサの情報をグリッドマップに登録していくと、より効率的な経路が選択されるようになります。

## 特徴:

グリッドマップ(地図情報)および現在位置をもとに大域的な障害物回避経路を計画します。外界センサ情報をグリッドマップに登録することは、別のRTCが担当します。

## インターフェース:

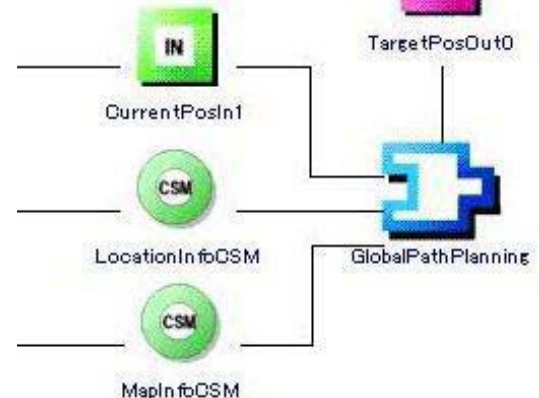
入力ポート:移動体の現在位置、目的位置を入力

出力ポート:移動体が次に移動する位置を出力

サービスポート:グリッドマップ、現在位置を入力  
(OpenRTM-aist-0.4.2, Windows)

## ライセンス(公開条件):

ソースコードの公開も含めてライセンスを検討中



## 連絡先:

〒575-0063

大阪府 四條畷市清滝1130-70

大阪電気通信大学四條畷キャンパス

学生ベンチャー(株)Embedded Wings 栗村正仁

e-mail:m\_kurimura<at>ewings.biz

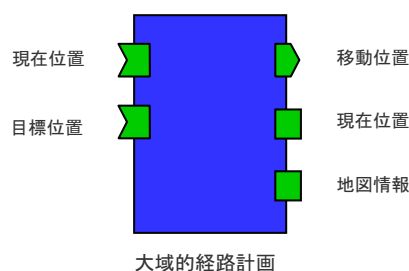
URL:http://ewings.biz/rtc/ (予定)

第 1版 2009.08予定



## RTCの概要

現在位置とグリッドマップを用いて大域的な経路を計画する。そして、移動体が次に移動する目標位置を出力する。



大域的経路計画

ポート名	入出力信号の意味	データ型
CurrentPosIn	現在位置	TimedOdometry
TargetPosIn	目標位置	TimedOdometry
TargetPosOut	移動位置	TimedOdometry
LocationInfo	現在位置	LocationInfo.idl
MapInfo	地図情報	MapInfo.idl

## TimedOdometry

double x;//位置情報(x座標)[m]

double y;//位置情報(y座標)[m]

(double theta;//姿勢[rad])

Time tm;

# 大域的経路計画マップ管理



栗村正仁((株)Embedded Wings), 登尾啓史(大阪電気通信大学)

## 概要:

大域的経路計画モジュールRTCが利用するグリッドマップの管理を行うために作られたRTCです。ここではあわせて、移動体に搭載された外界センサから得られた障害物情報を逐次的にグリッドマップに登録していきます。

## 特徴:

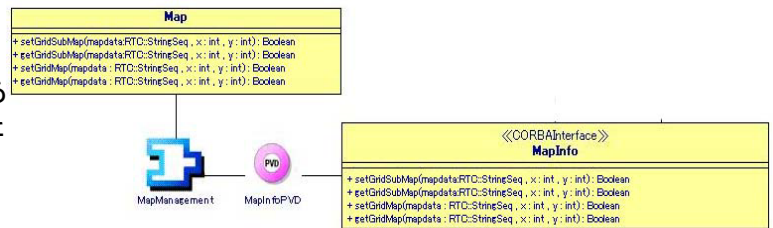
- ◆地図情報を効率的に管理します
- ◆グリッドの大きさを適宜選択することで、各種の誤差(外界センサ誤差、GPS自己位置認識誤差など)を吸収できます
- ◆外界センサからの空間情報を高速に登録できます。

## インタフェース:

サービスポート:グリッドマップ上のデータを外部とやりとりします。(OpenRTM-aist-0.4.2, Windows)

## ライセンス(公開条件):

ソースコードの公開も含めてライセンスを検討中



## 連絡先:

〒575-0063

大阪府 四條畷市清滝1130-70

大阪電気通信大学四條畷キャンパス

学生ベンチャー(株)Embedded Wings

栗村正仁

e-mail:m\_kurimura<at>ewings.biz

URL:http://ewings.biz/rtc/ (予定)

**第 1版 2009.08予定**



## RTCの概要

外部からグリッドマップの読み込み要求と書き込み要求に対応します。

メソッド名	意味
getGridMap	地図情報を受け取ります
setGridMap	地図情報を設定します
getGridSubMap	局所的な地図情報を受け取ります
setGridMap	局所的に地図情報を上書きします

## MapInfo.idl

getGridMap(mapdata:StringSeq):Boolean

setGridMap(mapdata:StringSeq):Boolean

getGridSubMap(  
mapdata:StringSeq,x:int,y:int):Boolean

setGridSubMap(  
mapdata:StringSeq,x:int,y:int):Boolean

# 移動物体の運動推定

## 升谷 保博(大阪電気通信大学)



### 概要:

2次元平面と見なせる環境において、複数の移動物体の位置情報を時刻毎に入力すると、カルマンフィルタを利用して、それぞれ物体の位置と速度の推定値を出力するコンポーネントです。

### 特徴:

- ◆「StRRT軌道計画に基づく速度指令」コンポーネントの前処理として利用することを想定。
- ◆現バージョンでは2次元等速直線運動モデルを利用。

### インタフェース:

入力ポート: 複数の移動物体の位置の観測値  
 出力ポート: 複数の移動物体の位置・速度の推定値  
 サービスポート: コンポーネントの開始・一時停止・終了  
 (OpenRTM-aist-0.4.2、Windows)

### ライセンス(公開条件):

ソースコードの公開も含めて検討中

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{x}}_i^{(-)} &= \mathbf{F}_{i-1}\hat{\mathbf{x}}_{i-1}^{(+)} + \mathbf{U}_{i-1} \\ \mathbf{P}_i^{(-)} &= \mathbf{F}_{i-1}\mathbf{P}_{i-1}^{(+)}\mathbf{F}_{i-1}^T + \mathbf{G}_{i-1}\mathbf{Q}_{i-1}^{(+)}\mathbf{G}_{i-1}^T \\ \mathbf{K}_i &= \mathbf{P}_i^{(-)}\mathbf{H}_i^T(\mathbf{H}_i\mathbf{P}_i^{(-)} + \mathbf{R}_i)^{-1} \\ \hat{\mathbf{x}}_i^{(+)} &= \hat{\mathbf{x}}_i^{(-)} + \mathbf{K}_i(\mathbf{y}_i - \mathbf{H}_i\hat{\mathbf{x}}_i^{(-)}) \\ \mathbf{P}_i^{(+)} &= \mathbf{P}_i^{(-)} - \mathbf{K}_i\mathbf{H}_i\mathbf{P}_i^{(-)}\end{aligned}$$

### 連絡先:

大阪電気通信大学  
 総合情報学部 メディアコンピュータシステム学科  
 升谷 保博  
 〒575-0063 大阪府四條畷市清滝1130-70  
 email: masutani <at> isc.osakac.ac.jp

URL: いまのところなし

**第0.1版 2009.11.30 予定**

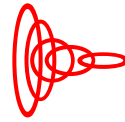


## 実装について

- 「StRRT軌道計画に基づく速度指令」コンポーネントの前処理として利用することを想定しています。
- 入力された移動物体の位置情報を観測値とし、等速直線運動をモデルとする離散時間カルマンフィルタによって、観測誤差とシステム誤差を考慮して、位置と速度を推定します。
- 任意の数の移動物体に対する推定ができます。
- 各移動物体にラベルが付いており前の時刻と対応が取れる場合と、ラベルがなく対応を推定しなければならない場合の両方に適用できます。



# StRRT軌道計画に基づく速度指令



大阪電気通信大学

升谷 保博(大阪電気通信大学)

## 概要:

閉じた二次元平面と見なせる環境において、移動ロボットの目標位置と、周囲を移動する複数の障害物の位置と速度を入力すると、StRRT(時空間RRT)によって軌道計画に行い、それに基づく速度指令を出力するコンポーネントです。

## 特徴:

- ◆時空間で経路を探索することにより、減速して障害物をやり過ごすような軌道も生成可能。
- ◆与えられた時間に応じて解を洗練。

## インタフェース:

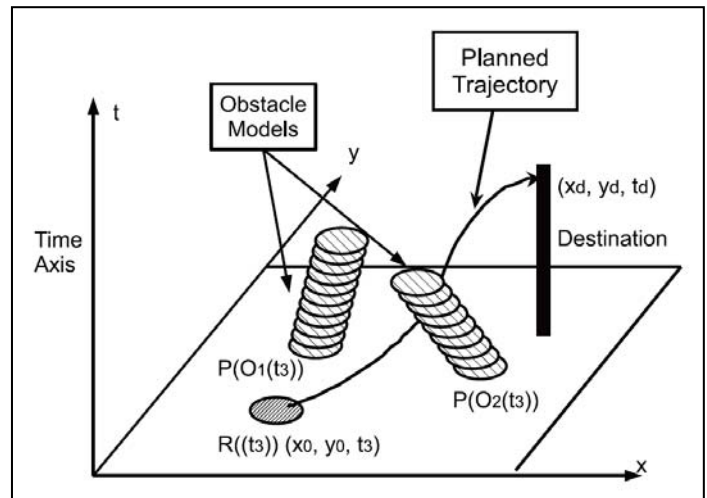
入力ポート: 自己位置・速度, 目標位置・速度, 複数の移動障害物の位置・速度

出力ポート: 速度指令

サービスポート: コンポーネントの開始・一時停止・終了 (OpenRTM-aist-0.4.2, Windows)

## ライセンス(公開条件):

ソースコードの公開も含めて検討中



## 連絡先:

大阪電気通信大学  
総合情報学部 メディアコンピュータシステム学科  
升谷 保博  
〒575-0063 大阪府四條畷市清滝1130-70  
email: masutani <at> isc.osakac.ac.jp

URL: いまのところなし

第0.1版 2009.11.30 予定



## StRRT(Spatiotemporal RRT)について

StRRTは、高速に空間を探索する確率的手法Rapidly-exploring Random Tree (RRT) を時空間に適用し、空間の軌道生成問題を時空間の経路探索問題に置き換えた手法です。これは、以下のような特徴を持っています。

- 探索が高速で、実時間で繰り返し軌道を生成できます。
- 確率的なアルゴリズムであるため、特定の状況下で必ず起きるような不具合が発生しにくいです。
- 時空間を探索するため、速度の方向だけでなく、加減速を含めた軌道計画が可能です。例えば、状況に応じて、減速して障害物が通過するのを待ったり、減速せずに迂回したりすることを自動的に選択します。

## 実装について

- StRRTで生成した軌道から、任意に設定した時刻における速度をロボットへの指令値として出力します。
- StRRTによって生成された軌道は最適性が保証されていませんが、設定された割り当て時間内で探索を繰り返し、できるだけ良い解を発見するようにしています。
- 新しい情報が入力される度に軌道生成を行っていますが、前回に生成したツリーを再利用できる場合は、それを使って探索効率を向上させています。



# ニッタ株式会社製力覚センサComp

渡部 努(筑波大学 相山研究室)



## 概要:

ニッタ株式会社製の力覚センサ「IFS-70M35A25-M50B」をRTミドルウェアで利用するためのコンポーネントである。力3成分、モーメント3成分の合計6成分のデータを取得することができる。

## 特徴:

- ◆力センサからの情報を簡単に取得可能
- ◆各成分の最大値・最小値の取得やオフセットの設定、センサ座標の変更など、拡張機能にも対応

## インタフェース:

データ出力ポート: 6軸データをActive状態の間常に出力。  
サービスポート: サービスポートからも6軸データの取得が可能。さらに様々な拡張機能の設定・利用もサービスポートから行う。

(OpenRTM-aist-0.4.1, ART-Linux 2.4.36)

## ライセンス(公開条件):

公開制約は特にありません。



## 連絡先:

筑波大学 大学院システム情報工学研究科  
知能機能システム専攻 相山研究室  
渡部 努  
〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1  
Email: watanabe <at> ms.esys.tsukuba.ac.jp

URL: <http://www.ms.esys.tsukuba.ac.jp/>

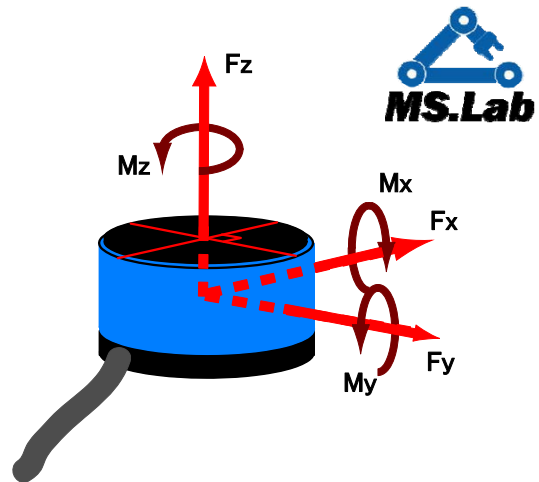
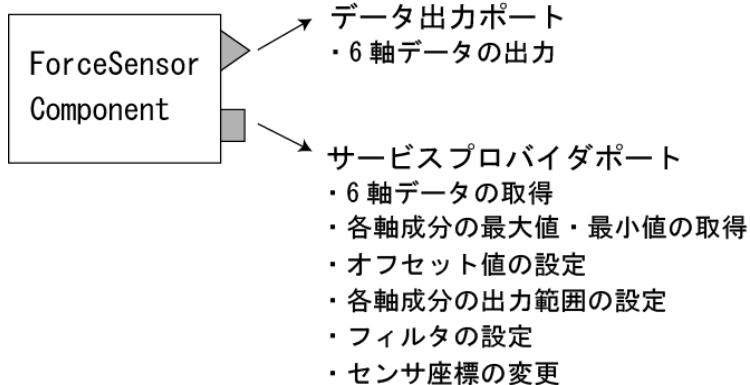
第1版 2009.07.07作成



ニッタ株式会社製力覚センサ「IFS-70M35A25-M50B」は各軸方向の力3成分、各軸周りのモーメント3成分を同時に、連続的に高い精度で検出できるセンサである[1]。

本コンポーネントは、ニッタ製力覚センサの機能を容易に利用できるようにしたものである。

情報の取得や各種設定などはデータポート・サービスポートから行う。インタフェースの機能は以下のようになっている。



本コンポーネントを他のRTコンポーネントと組み合わせることで、力の情報を必要とする作業に対して容易に対応できるようになる。例えば本研究室では、自身で力覚センサを持たないマニピュレータのコンポーネントと組み合わせることで、マニピュレータ手先の力制御を実現している。

## 参考文献:

[1]: ニッタ株式会社「ニッタ株式会社 [製品情報] -6軸力覚センサ-」,  
[http://www.nitta.co.jp/product/mechasen/sensor/6dof\\_top.html](http://www.nitta.co.jp/product/mechasen/sensor/6dof_top.html) (閲覧日: 2009/7/7)





# SimuLike

-コンポーネントのデータ接続性向上のための  
アダプタツール群-

渡部 努(筑波大学 相山研究室)



## 概要:

互いに異なるデータ型のデータポートを持つRTコンポーネントに対して、間を取り持つことでそれらの接続を実現するサンプルコンポーネント群。データの微積分を行ったり、データのファイルからの読み込み、ファイルへの書き出しなどを行う機能を持ったRTコンポーネントも含んでいる。

## 特徴:

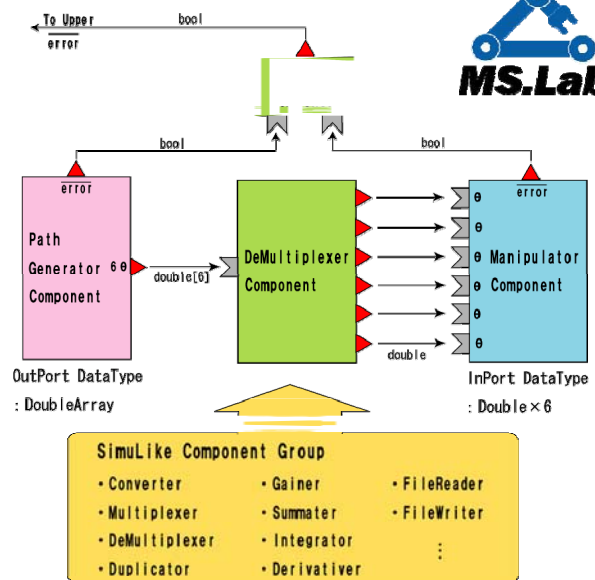
- ◆既存の様々なデータ型に対応
- ◆微積分も可能なRTコンポーネントが含まれているため、SimuLikeコンポーネント群のみでPID制御系を組むことも可能

## インタフェース:

入力ポート、出力ポート:用途に応じて自由にデータ型を定義できる。また、ポート数も変更できる。  
サービスポート:データポートの型定義等を行う。  
(OpenRTM-aist-0.4.1)

## ライセンス(公開条件):

自由に活用してください。機能を改良し、こちらへフィードバックして下さい結構です。



## 連絡先:

筑波大学 大学院システム情報工学研究科  
知能機能システム専攻 相山研究室  
渡部 努  
〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1  
Email: watanabe <at> ms.esys.tsukuba.ac.jp  
URL : http://www.ms.esys.tsukuba.ac.jp/

第1版 2008.12 作成

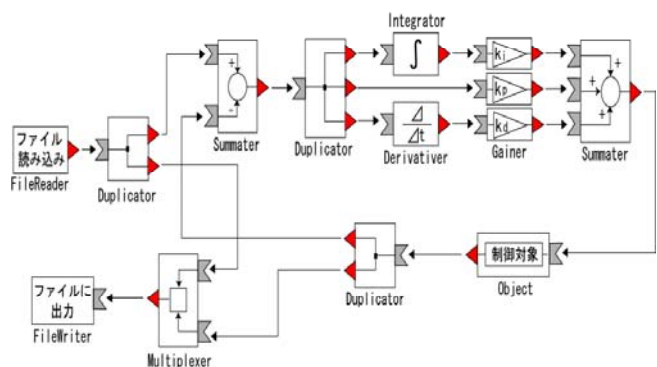


SimuLikeは、複数のRTコンポーネントからなる、RTコンポーネントの接続性向上のためのツール群です。

現在様々な場所で多様なRTコンポーネントが開発されていますが、データポートのデータ型や流れているデータの単位([m], [mm], [rad], [deg]等)は必ずしも統一されているとは言えません。しかし、これらが統一されていないがために、組み合わせたいRTコンポーネント同士が接続不可能である、といった事態は十分に考えられます。

このような事態を避けるため、以下のような16個のコンポーネント群を作成しました。

- Converterコンポーネント (データ型変換)
- Multiplexerコンポーネント (配列→複数の変数)
- DeMultiplexerコンポーネント (複数の変数→配列)
- Duplicatorコンポーネント (1つのデータを分岐)
- Selectorコンポーネント (データの選択)
- Gainerコンポーネント (データを定数倍)
- Summaterコンポーネント (複数のデータを加減算)
- Constantコンポーネント (定数を出力)
- Integratorコンポーネント (データを積分)
- Derivativerコンポーネント (データを微分)
- Limitterコンポーネント (データに上下限をつけ制限)
- ANDコンポーネント (bool型のAND演算)
- ORコンポーネント (bool型のOR演算)
- NOTコンポーネント (bool型のNOT演算)
- FileReaderコンポーネント (ファイルからデータ読み込み)
- FileWriterコンポーネント (ファイルにデータ書き込み)



いずれのコンポーネントも、単独で、または組み合わせて使うことで、RTコンポーネント間のデータ接続性の向上に役立てることができます。

また、微積分を行うコンポーネントや、ファイル入出力を行うコンポーネントも用意してあるので、これらを組み合わせることでPID制御系などの簡単な制御系の構築を行うこともできます。

## 開発環境:

Linux, C++版 OpenRTM-aist-0.4.1



# 磁気ガイドセンサ走行制御(群)



富士重工業株式会社

**概要:**

磁気ガイドセンサから、ロボットの位置と磁気テープとの偏差データを入力し、目標位置に誘導するための駆動輪速度を演算し出力する。

**特徴:**

- ◆高精度の走行を実現
- ◆富士重工業(株)のロボットで機能・性能の実証済
- ◆他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

**インターフェース:**

入力:磁気ガイドセンサからの偏差データを入力する。

出力:駆動輪の速度データを出力する。  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。



富士重工業内 実証試験



産総研「ビーゴ」にて 実証試験

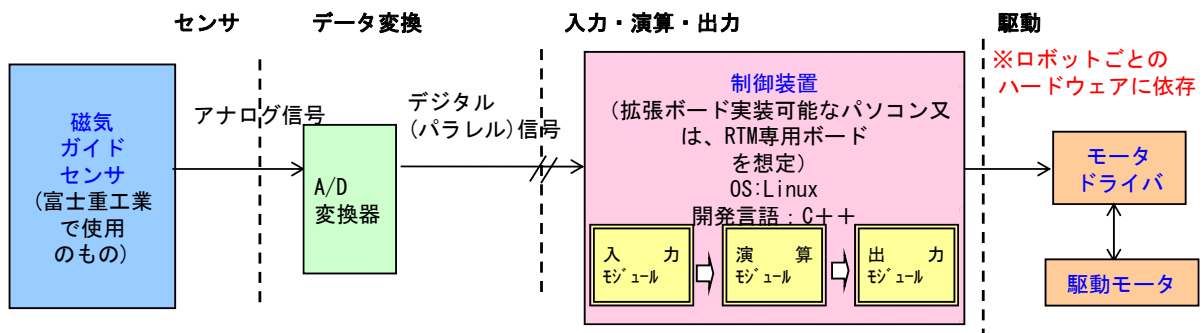
**連絡先:**

富士重工業株式会社  
戦略本部 クリーンロボット部  
青山 元  
〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
TEL:028-684-7813 FAX:028-684-7815  
E-mail:AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



**・構成図**



- 高い走行精度が要求される場所で有効  
(エレベータ乗降時、狭い廊下等)
- 確実な走行が可能

**・適用事例**



神田和泉町ビル 他9件



# ジャイロセンサ(直進制御)(群)



富士重工業株式会社

**概要:**

ジャイロセンサから、ロボットの角度データを入力し、目標とする方向に修正するように左右の駆動輪の速度を出力し直進進行制御を行う。

**特徴:**

- ◆インフラが少なく、低コストで導入可能
- ◆富士重工業(株)の清掃ロボットで機能・性能を実証済
- ◆他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

**インターフェース:**

入力: ジャイロセンサからの角度データを  
入力する(RS-232C)

出力: 駆動輪の速度データを出力する  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。

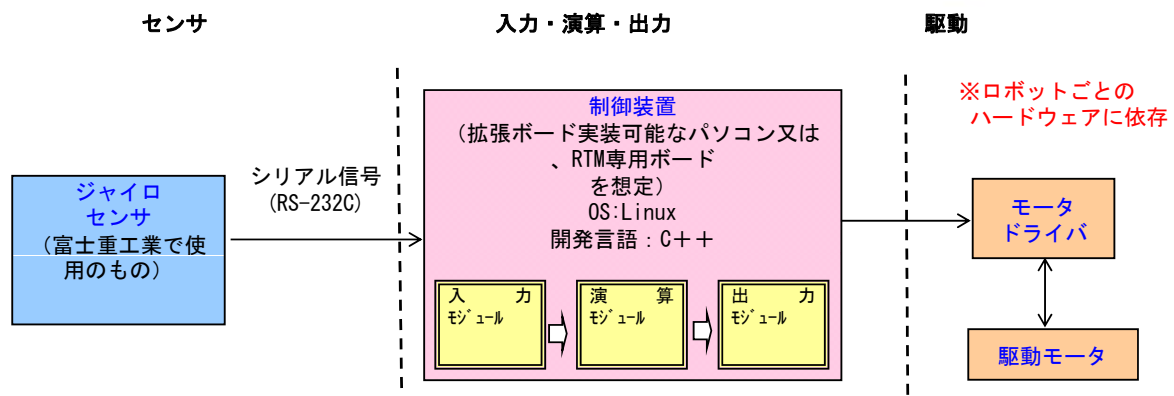


**連絡先:** 富士重工業株式会社  
戦略本部 クリーンロボット部  
青山 元  
〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
TEL: 028-684-7813 FAX: 028-684-7815  
E-mail: AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



## ・構成図



- 開放された広い場所を移動するのに有効  
(空港, ビルのロビー等)
- 高精度の直進走行が可能

## ・適用事例



JR東日本 白河研修センター

他9件



# 壁距離計測用超音波センサ走行制御(群)



富士重工業株式会社

**概要:**

超音波センサによる、ロボットと壁の距離を計測し、目標距離に誘導するための駆動輪速度を演算し出力する。

**特徴:**

- ◆富士重工業(株)の清掃ロボットで機能・性能の実証済
- ◆他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

**インタフェース:**

入力: 超音波センサからの距離データを入力する

出力: ロボットの速度データを出力する  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

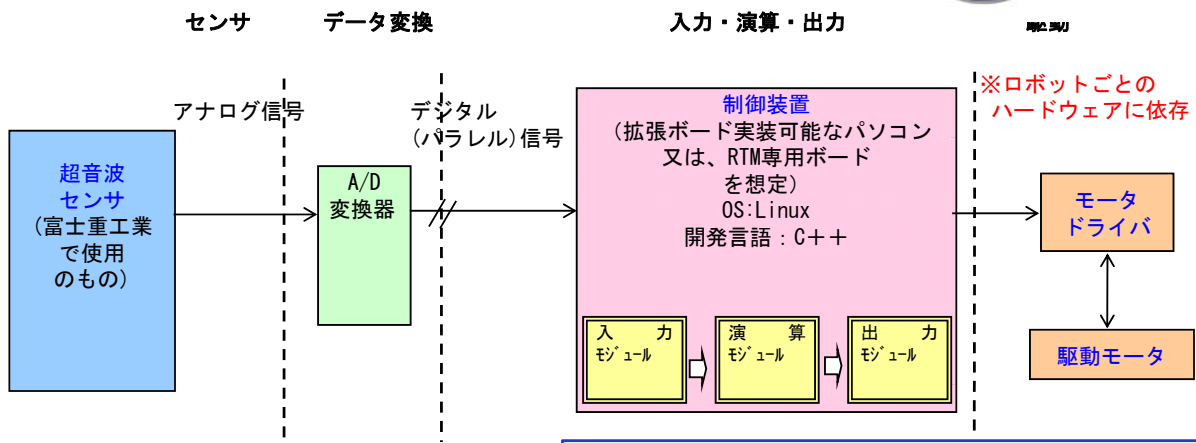
著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。

**連絡先:** 富士重工業株式会社  
 戦略本部 クリーンロボット部  
 青山 元  
 〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
 TEL: 028-684-7813 FAX: 028-684-7815  
 E-mail: AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



## ・構成図



- ・ インフラを必要としないため低コスト
- ・ 壁がある限り、長距離走行が可能

## ・適用事例



晴海トリトンスクエア 他8件



# 三角測量センサ走行制御(群)

富士重工業株式会社



**概要:**

三角測量センサから、ロボットの角度データと位置データを入力し、目標値に近づけるための駆動輪速度を演算し出力する。

**特徴:**

- ◆ 少ないインフラで走行可能
- ◆ 富士重工業(株)の清掃ロボットで機能・性能を実証済
- ◆ 他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

**インターフェース:**

入力: 三角測量からの角度データと位置データを入力する。(RS-232C)

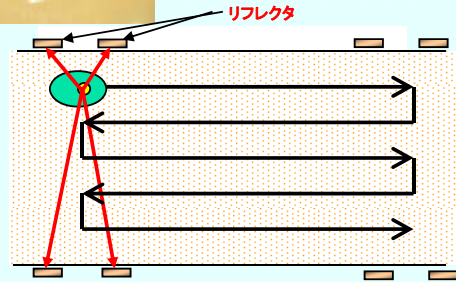
出力: 駆動輪の速度データを出力する。  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。



富士重工業の清掃ロボットで実証試験

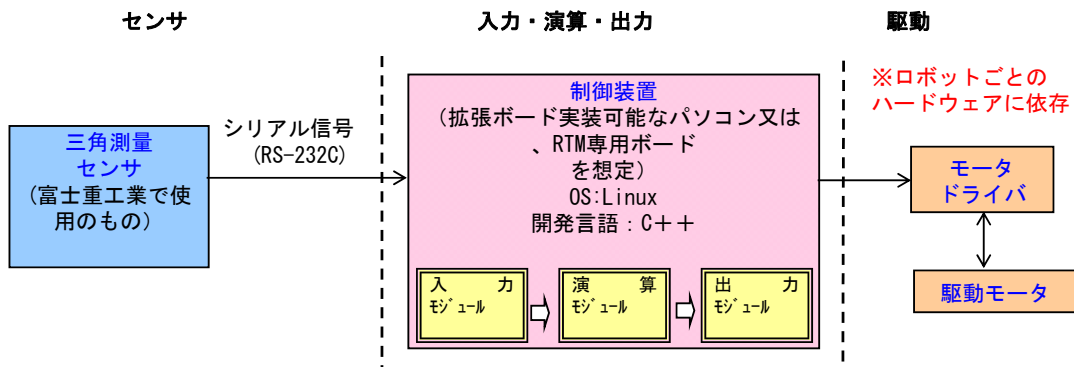


**連絡先:** 富士重工業株式会社  
 戦略本部 クリーンロボット部  
 青山 元  
 〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
 TEL: 028-684-7813 FAX: 028-684-7815  
 E-mail: AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



## ・構成図



- 壁にリフレクタ(反射板)を設置
- 床へのインフラが困難な場所で有効
- ジャイロのリセットも可能

## ・適用事例



枚方療育園

他2件



# 壁距離計測用レーザセンサ走行制御(群)



富士重工業株式会社

**概要:**

レーザセンサによりロボットと壁の距離を計測し、目標距離に誘導するための駆動輪速度を演算し出力する。

**特徴:**

- ◆高性能の走行を実現
- ◆富士重工業(株)のロボットで機能・性能の実証済
- ◆他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

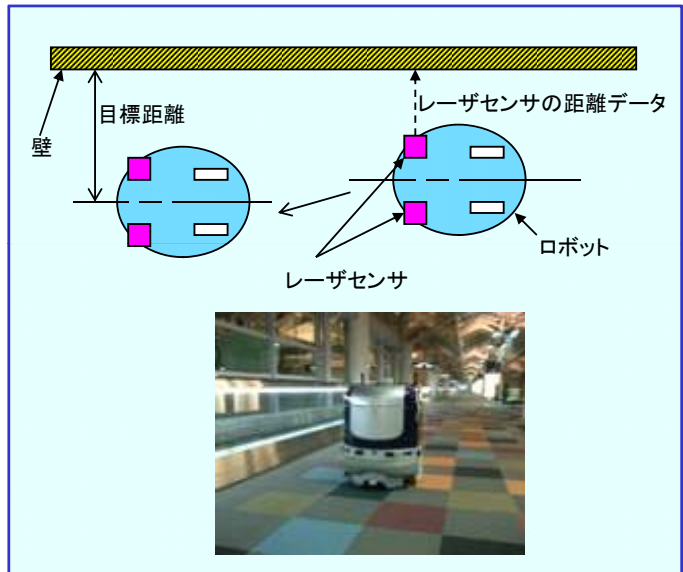
**インタフェース:**

入力:レーザセンサからの距離データを入力する

出力:駆動輪の速度データを出力する  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。

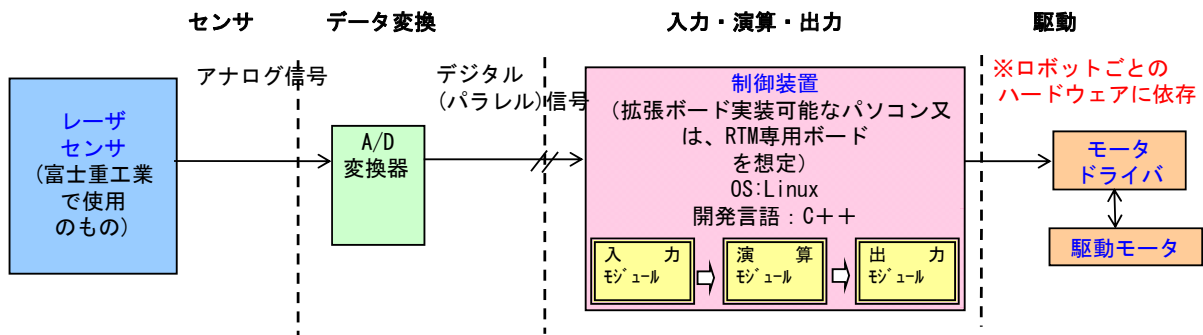


連絡先: 富士重工業株式会社  
戦略本部 クリーンロボット部  
青山 元  
〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
TEL:028-684-7813 FAX:028-684-7815  
E-mail:AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



**・構成図**



- インフラを必要としないため低コスト
- 壁がある限り長距離走行が可能
- 壁とロボットとの距離が長く、幅の広い廊下等で使用可能

**・適用事例**



中部国際空港



# 走行プログラム自動生成システム(第1フェーズ)



富士重工業株式会社

**概要:**

機能ごとに区分され独立性が確保された知能モジュールを対話式に選択すれば、走行プログラムを自動的に作成するシステム走行プログラム開発効率の向上が可能また、プログラム管理が容易となり、ソフトウェアの品質を確保できるシステム

**特徴:**

- ◆プログラム開発作業時間を焼く50%削除 (富士重工業 実績値)
- ◆導入先ごとのプログラム管理が可能
- ◆人の入力作業が省略されるため、人的ミスが減り管理が容易となり、安全性・信頼性・安全性が向上しソフトウェアの品質を確保

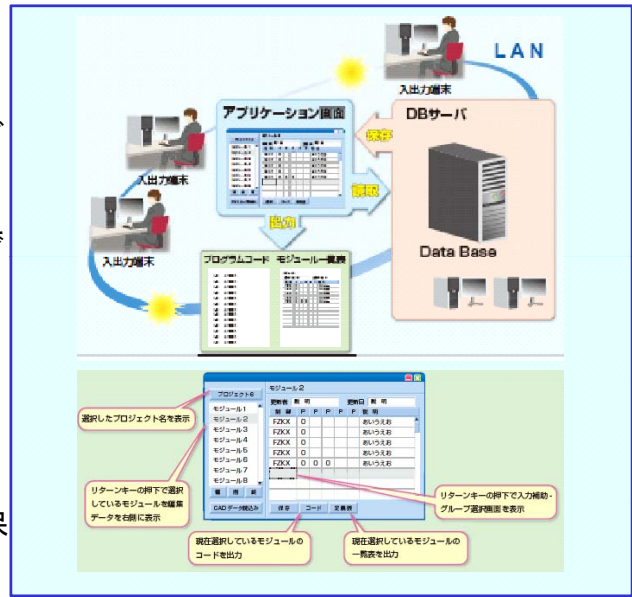
**インタフェース:**

入力:各知能モジュール  
モータ回転数データを入力する。(RS-232C)

出力:POM  
コマンドチャート(フローチャートに相当)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。



**連絡先:** 富士重工業株式会社  
戦略本部 クリーンロボット部  
青山 元  
〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
TEL:028-684-7813 FAX:028-684-7815  
E-mail:AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



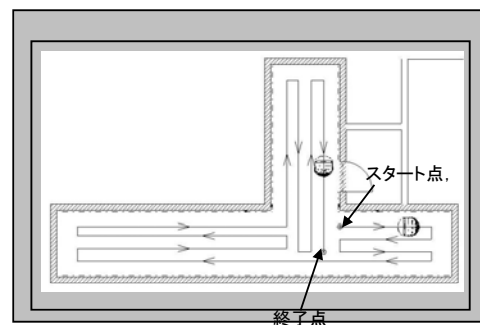
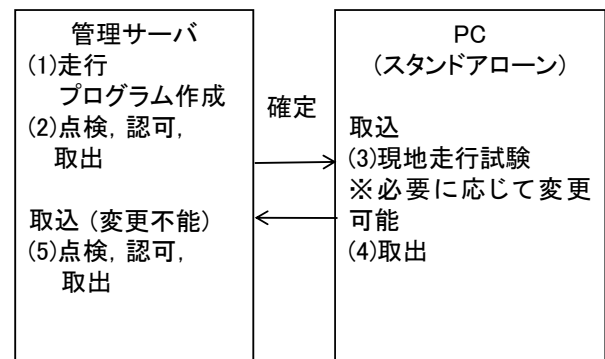
本システムは、知能モジュールを有効的に使用し知能モジュールの管理を行うシステムである。

オフィスビル移動ロボットは廊下における扉の追加等オフィスビルの環境の変化に柔軟に対応する必要がある。

そのため導入現場でのプログラム変更も多く発生する。しかしユーザへの保障の観点からプログラムの安全性、信頼性を確保しなければならない。

そこで本システムでは右図の様な管理システムを搭載しており、プログラムの一元管理を実現し、ソフトウェアの品質を確保している。

今後は、第2フェーズとしてCAD上で経路地図を入力することにより知能モジュールを自動的に選択するCAD連携機能を追加する



# ジャイロセンサ(旋回制御)(群)



富士重工業株式会社

**概要:**

ジャイロセンサから、ロボットの角度データを入力し、目標とする方向に修正するように左右の駆動輪の速度を出力し旋回制御を行う。

**特徴:**

- ◆カム曲線制御により、オーバーシュートを防止
- ◆富士重工業(株)の清掃ロボットで機能・性能を実証済
- ◆他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

**インタフェース:**

入力:ジャイロセンサからの角度データを入力する。(RS-232C)

出力:駆動輪の速度データを出力する。(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償により提供する。



富士重工業の清掃ロボット実証試験

産総研「ビーゴ」にて実証試験

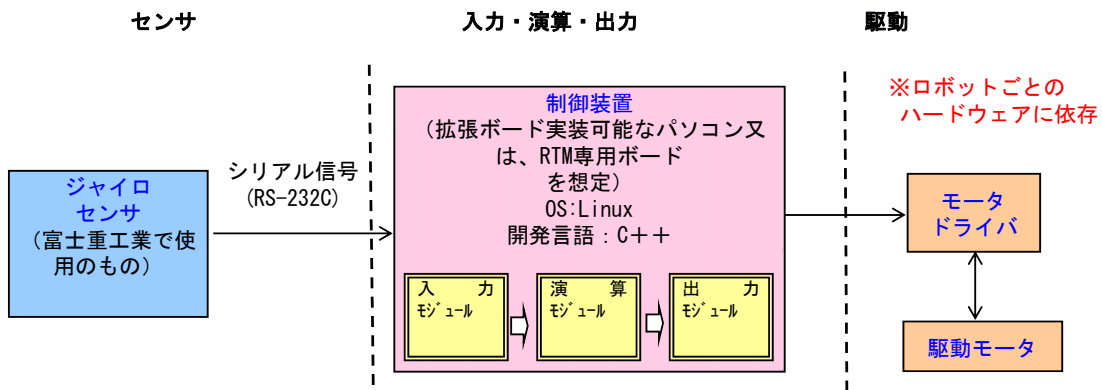


**連絡先:** 富士重工業株式会社  
 戦略本部 クリーンロボット部  
 青山 元  
 〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
 TEL: 028-684-7813 FAX: 028-684-7815  
 E-mail: AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



## ・構成図



- 開放された広い場所を移動するのに有効 (空港, ビルのロビー等)
- 高精度の直進走行が可能

## ・適用事例



六本木ヒルズ森ビル



他9件





# エレベータ自動乗降(群)

富士重工業株式会社



**概要:**

ロボット自身が現在どの階にいるかを認識し、  
人手を介することなくエレベータを呼び出して  
乗降し、自律的に各階の移動をする。

**特徴:**

- ◆作業をしない階がある場合や作業を再開する場合にも容易に対処可能
- ◆ロボットとの連動により、ロボットが主導権を持った運転が可能
- ◆建物運営管理者がエレベータ監視盤でロボットの状態や清掃作業の監視を行え、異常発生を検出できる

**インタフェース:**

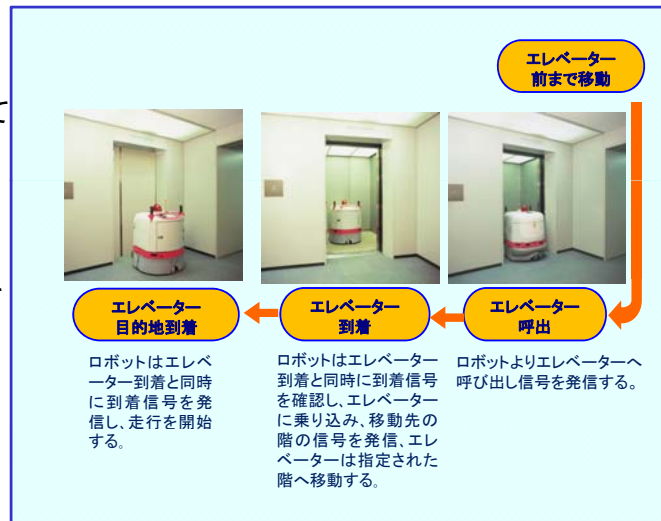
入力: デジタル信号

出力: デジタル信号

(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。



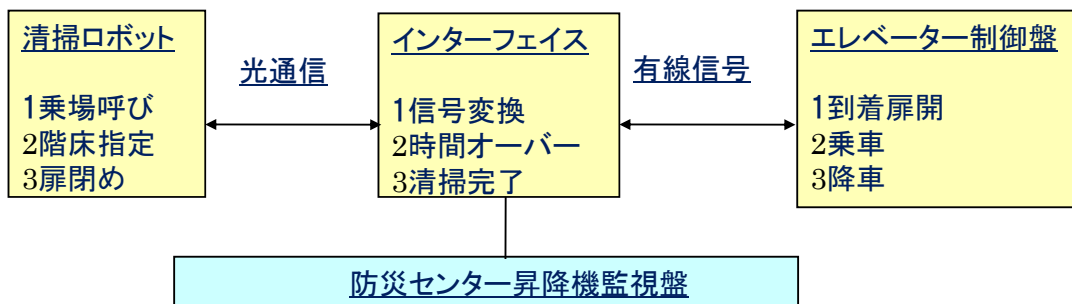
**連絡先:** 富士重工業株式会社  
戦略本部 クリーンロボット部  
青山 元

〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
TEL: 028-684-7813 FAX: 028-684-7815  
E-mail: AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



**・構成図**



- 東京都行政指導を求め、東京都庁建築指導課の審査を受けて合格
- ロボットビジネス協議会にて「サービスロボットの運用が可能なエレベータの検査運用方針」(人と同乗しない)に適合

**・適用事例**



晴海トリトンスクエア 他5件



# レーザ測距センサ走行制御(群)



富士重工業株式会社

**概要:**

レーザ測距センサより、人や障害物までの距離を計測し、ロボットを減速または停止させる。

**特徴:**

- ◆滑らかな減速、停止が可能
- ◆富士重工業(株)の清掃ロボットで、実環境での機能・性能を実証済
- ◆インタフェースを同一にすることで、他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

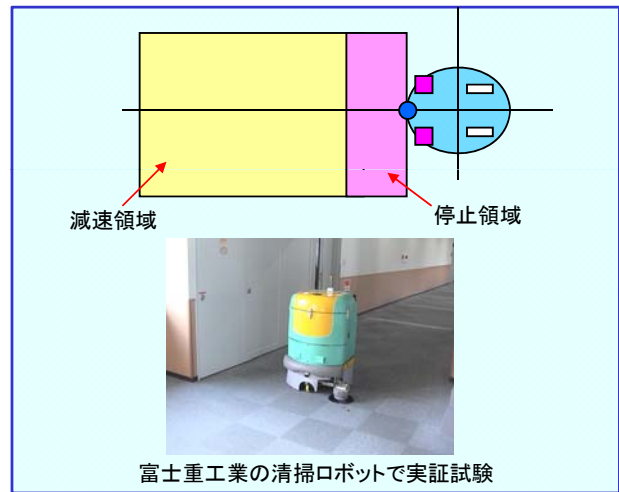
**インタフェース:**

入力: 人・障害物までの距離データを入力する。(デジタル信号)

出力: 駆動輪の速度データを出力する。  
(OpenRTM-aist-0.4.2, Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。

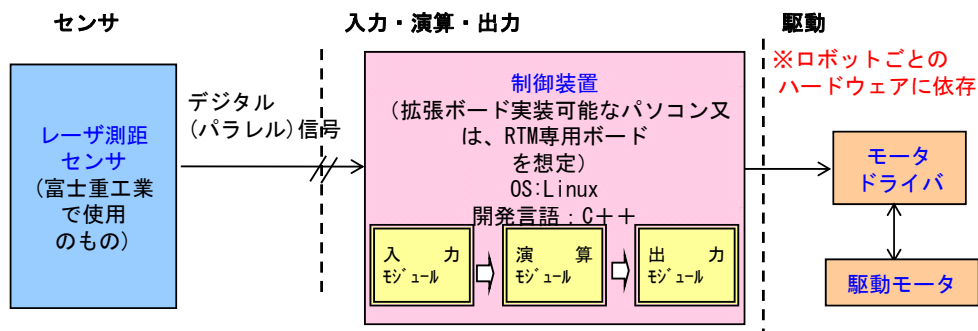


**連絡先:** 富士重工業株式会社  
 戦略本部 クリーンロボット部  
 青山 元  
 〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
 TEL: 028-684-7813 FAX: 028-684-7815  
 E-mail: AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



**・ 構成図**



- ・2m以内に人・障害物が接近した場合、減速する。
- ・30cm以内に人・障害物が接近した場合、停止する。
- ・障害物の色による影響を受けにくい。

**・ 適用事例**



神田和泉町ビル

他4件



# 画像センサ走行制御(群)

富士重工業株式会社



**概要:**

天井のラインをカメラで検出し、ライン中心とカメラ中心の偏差を入力する。ライン中心とカメラ中心が一致するよう、駆動輪速度を演算し、出力する。

**特徴:**

- ◆富士重工業(株)の搬送ロボットで機能・性能の実証済
- ◆他の差動操舵型移動ロボットにも適用可能

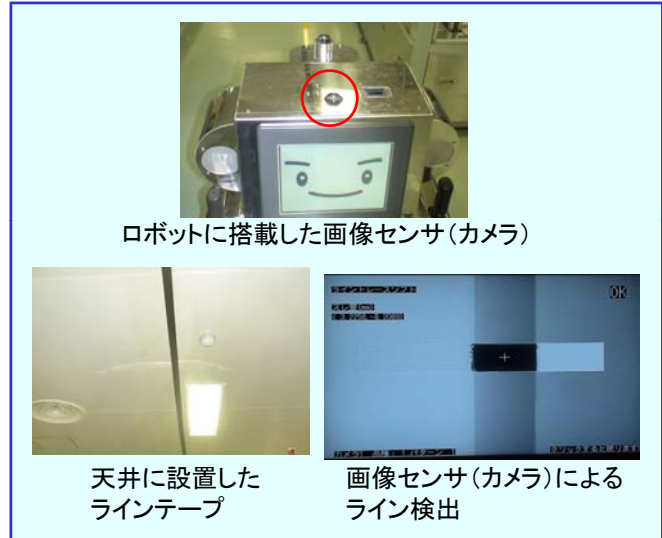
**インタフェース:**

入力:画像センサ(カメラ)からの偏差データを入力する。(デジタル信号)

出力:駆動輪の速度データを出力する。  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux)

**ライセンス(公開条件):**

著作権は富士重工業(株)が有する。  
有償による提供とする。



ロボットに搭載した画像センサ(カメラ)

天井に設置したラインテープ

画像センサ(カメラ)によるライン検出

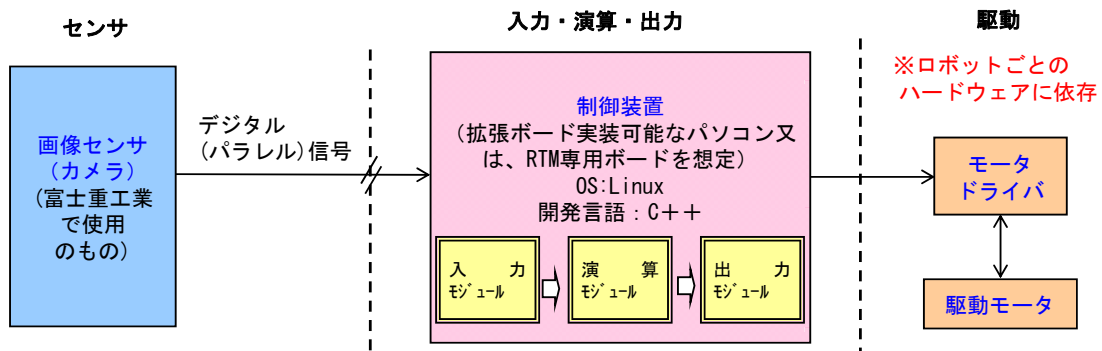
**連絡先:** 富士重工業株式会社  
戦略本部 クリーンロボット部  
青山 元

〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1-1-11  
TEL:028-684-7813 FAX:028-684-7815  
E-mail:AoyamaH@utu.subaru-fhi.co.jp

第 1版 2009.7.21作成



## ・構成図



- 床や壁にインフラが設置できない環境で有効
- 安価で設置容易なインフラによる直進走行が可能

## ・適用事例



株式会社ツムラ静岡工場包装工程に2台



# 時空間情報セルマッピング/セルアンマッピング

株式会社アイ・トランスポート・ラボ



## 概要:

複数の移動体が、それぞれの個体でグラフ表現されたベクトル地図の区間や経路に沿って生成した時空間情報を、他の個体と通信によって共有する際、個別の移動体が内部に保持するベクトル地図の差違に依存しないよう、情報をグローバルユニークなセルに空間コーディングして、「時空間情報データベース(DB)」に挿入する。また、時空間情報DBに格納されているセル情報から、情報を得たい区間の形状ベクトルを検索キーとして、該当場所の情報を効率的に取得する。

## 特徴:

- ◆高速移動知能・知識共有モジュール群と組み合わせて使用する。
- ◆セル情報の解像度は、任意に設定可能。

## インタフェース:

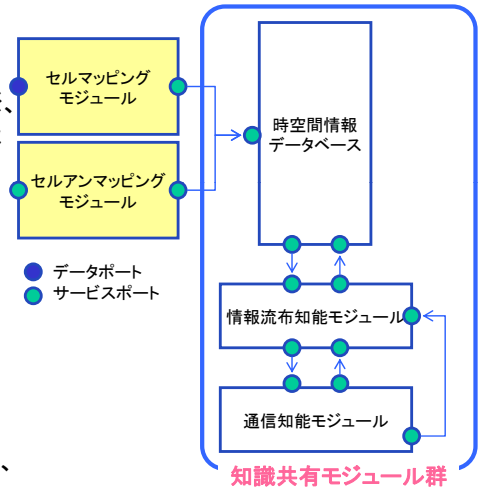
**入力ポート:** 区間形状ベクトル(緯度・経度)と、その場所に付与する時空間情報(バイナリ配列)を入力する。入力された結果は、セル情報に変換され、時空間情報DBに挿入される。

**サービスポート:** 情報を得たい区間形状ベクトルを検索キーとして、この箇所に該当するセル情報を時空間情報DBから取得する。

開発環境: OpenRTM-aist-0.4.2, Java(OSはLinuxまたはWindows)

## ライセンス(公開条件):

商用の場合は、有償にてバイナリコードの使用許諾ライセンスを提供。非商用の場合は、NDA締結の後、バイナリコードの使用許諾ライセンスを提供。



## 連絡先:

(株)アイ・トランスポート・ラボ  
 代表取締役 堀口 良太  
 〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-4

■お問い合わせはこちらまで!  
 itl-wwwadmin@i-transportlab.jp

URL: <http://www.i-transportlab.jp>

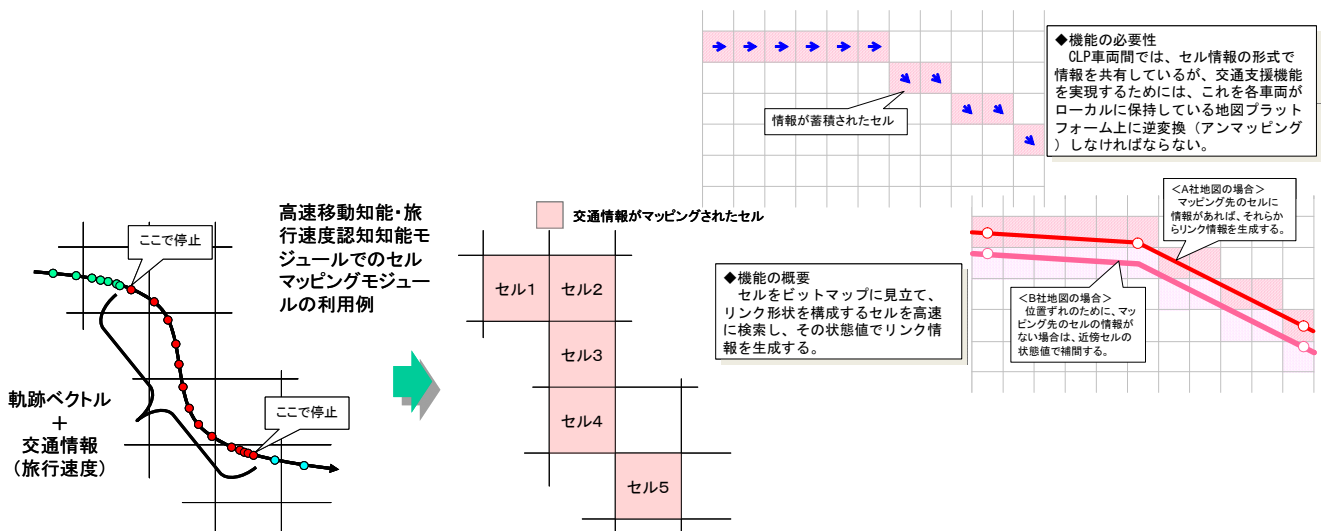


## 【セルマッピングモジュール】(下図左)

ベクトル地図のリンク(アーク)に対する情報を、グローバルユニークなセル(メッシュ地図に相当)情報に変換する。高速移動知能では、車両毎にベンダーや年式の異なるローカルな道路地図データベースを利用することを許容しているため、知識共有のためには、共通の空間コーディングで情報を交換する必要があるため、このモジュールを利用している。

## 【セルアンマッピングモジュール】(下図右)

セルにマッピングされた情報を、各車両のローカルな道路地図のリンク情報に復元する。リンク形状に対応するセルを高速に検索する処理に加え、その近傍セルの情報も検索し、位置ずれにロバストな情報の復元を可能にしている。



# 情報流布能モジュール(時空間DB含む)

慶應義塾大学

概要:

あるロボット内部にある時空間情報データベースに蓄えられた情報(地図情報)を、他のロボットへ伝えることができます。ロボットが移動している位置に応じて自動的に必要となる情報が選ばれ、それが優先的に伝えられます。

特徴:

- 位置ベースの様々な情報を蓄えることができる時空間情報データベースを持っています。
- 移動ロボットを想定しており、走行位置に応じて周りに伝える情報を時等的に優先度づけし、優先度の高い情報から送信します。
- 他のロボットから受け取った情報は自動的に時空間情報データベースに蓄えられます。

インターフェース:

入力データポート:

- 隣接ロボットへの送出データ(TimedOctetSeq型)
- 自ロボットの緯度経度(32bit Integer型×2)

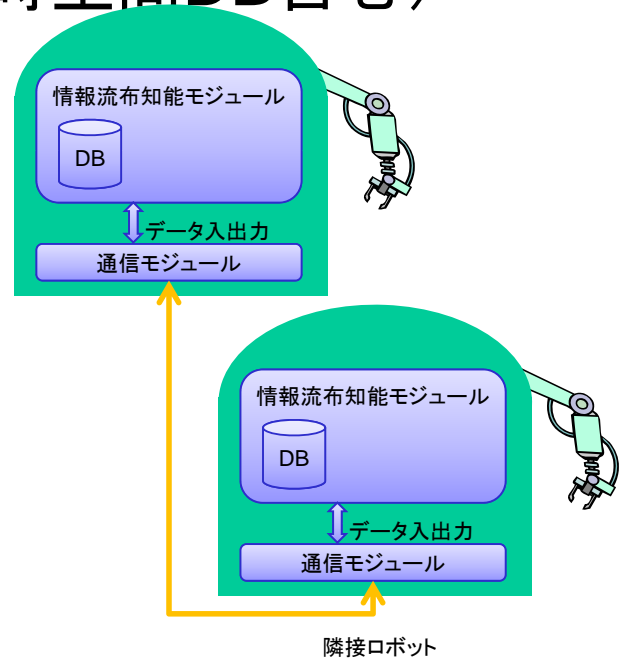
出力データポート:

- 隣接ロボットからの受信データ(TimedOctetSeq型)

開発環境: OpenRTM-aist-0.4.2, Java(Linux)

ライセンス(公開条件):

NDA締結の後、ソースコードを提供。



連絡先:

〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322

慶應義塾大学 環境情報学部 植原啓介

E-mail: clp[at]sfc.wide.ad.jp

URL: <http://www.sfc.wide.ad.jp/>

RT  
middleware

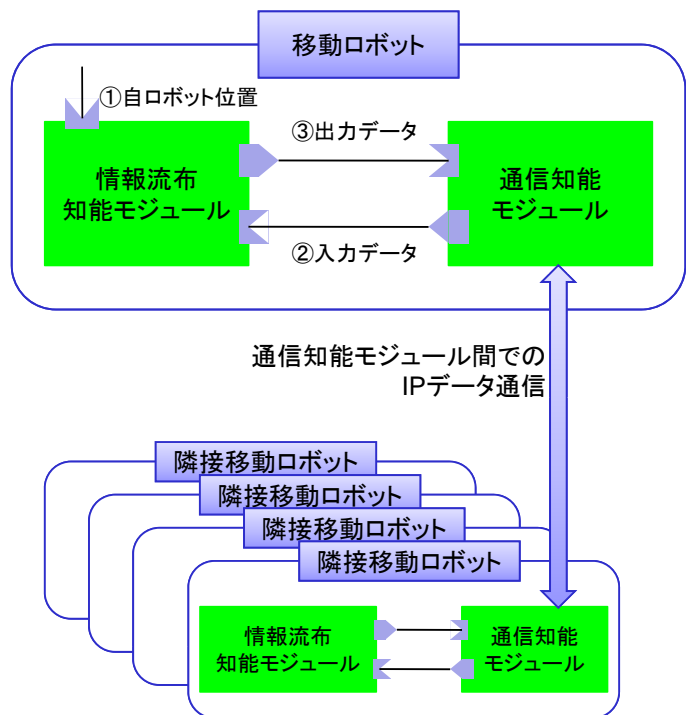
■情報流布能モジュールは以下のデータを入力出力データとして利用します。

- ①自ロボット位置(TimedLongSeq型)  
位置情報を緯度経度で入力します。緯度経度の順で並んだ整数配列です。
- ②入力データ(TimedOctetSeq型)  
ロボット間で交換されたデータが入力されます。
- ③出力データ(TimedOctetSeq型)  
ロボット間で交換したい任意のデータを設定します。

■情報流布能モジュールは、モジュール内に持つ時空間データベースに登録されている情報に、自ロボットの現在位置と登録されている情報に関する位置情報を比較して優先付けをし、優先順位の高い情報から送信していきます。

■送信する情報に優先付けをするアルゴリズムは複数のものが用意されています。

- エリア停留型
- エリア運搬型
- エリア非依存型(ランダム)



RT  
middleware

# 通信知能モジュール

## 慶應義塾大学

### 概要:

同モジュールを搭載している周辺の機体に一齐にメッセージを送信することができます。移動状況・混雑状況に応じて送信を制御して、送受信を頑健にします。

### 特徴:

- 任意のメッセージを無線を用いて一齐配布送信(ブロードキャスト)します。
- メッセージの送受信に以下の機能を付加します。
  - 前方誤り訂正情報の付加
  - メッセージの圧縮/展開・均一化
  - 送受信のタイミング調整

### インタフェース:

入力データポート:

- 隣接ロボット群への送出データ(TimedOctetSeq型)

出力データポート:

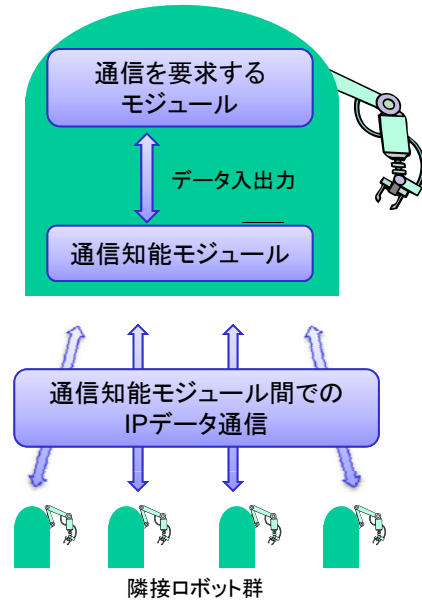
- 隣接ロボットからの受信データ(TimedOctetSeq型)

開発環境: OpenRTM-aist-0.4.2, Java (Linux)

### ライセンス(公開条件):

商用の場合は、有償にてバイナリコードの使用許諾ライセンスを提供。

非商用の場合は、NDA締結の後、バイナリコードの使用許諾ライセンスを提供。



連絡先:

〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322

慶應義塾大学 環境情報学部 植原啓介

E-mail: clp[at]sfc.wide.ad.jp

URL: <http://www.sfc.wide.ad.jp/>



■通信知能モジュールは以下のデータを入出力データとして利用します。

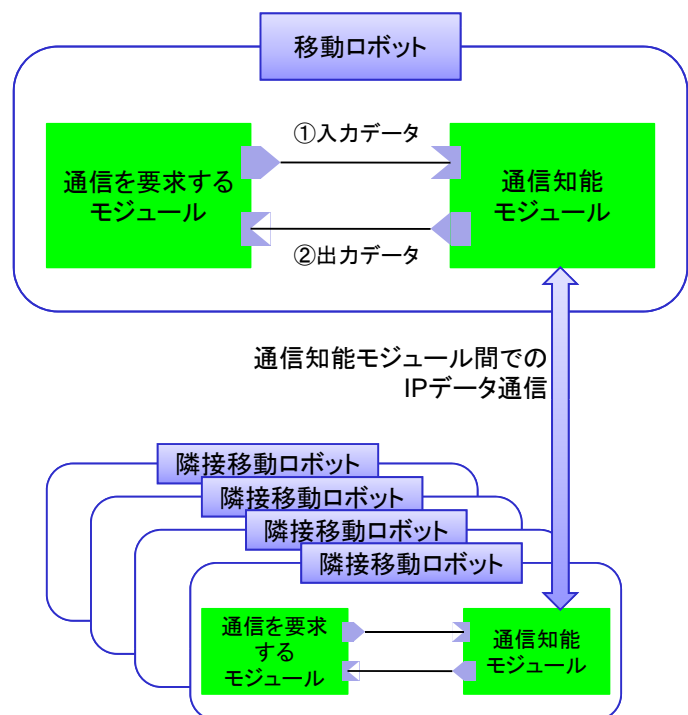
- ①入力データ(TimedOctetSeq型)  
ロボット間で交換したい任意のデータを設定します。
- ②出力データ(TimedOctetSeq型)  
ロボット間で交換されたデータが出力されます。

■通信知能モジュール内では入力データに対し以下の機能を付加してIPデータの一齐配布送信を行います。

- ◆ 前方誤り訂正情報の付加
- ◆ メッセージの圧縮/展開・均一化
- ◆ 送受信のタイミング調整

■隣接ロボットからのIPデータ受信を行った通信知能モジュールは、データの復号化を行った後にデータを出力します。

■各認知モジュールではIPデータ通信を意識することなく、通信知能モジュールへデータを設定するだけで隣接ロボットとのデータ通信が可能です。



# 車両情報取得モジュール

## アイシン精機株式会社



### 概要:

高速移動体に搭載されている各種センサから、移動体の運動状態を取得します

### 特徴:

- ◆各種センサから周期的・連続的に運動状態を取得
- ◆ノイズ等の異常値を排除
- ◆欠損情報を推定し、生成

### インタフェース:

サービスポート: 2つ

- ◆位置・移動情報を周期的に提供
- ◆エンジン稼働情報を周期的に提供

開発環境: OpenRTM-aist-0.4.2, Java(Linux)

### ライセンス(公開条件):

商用の場合は、有償にてバイナリコードの使用許諾ライセンスを提供。

非商用の場合は、NDA締結の後、バイナリコードの使用許諾ライセンスを提供。



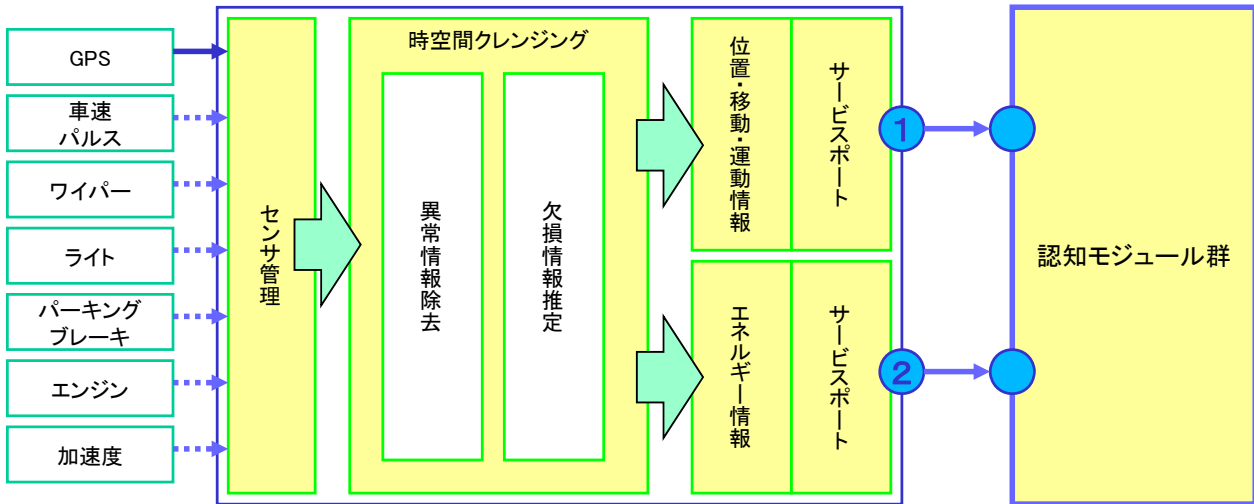
### 連絡先:

〒448-8650愛知県刈谷市朝日町2-1

アイシン精機株式会社

技術企画室 清水克正

URL: <http://www.aisin.co.jp/>



#### サービスポート①

- ・時刻(年月日時分秒等)
- ・位置(緯度経度)
- ・GPS状態
- ・進行方位
- ・移動速度
- ・ワイパ状態
- ・ライト状態
- ・パーキングブレーキ状態
- ・加速度(1秒平均・瞬時値)

#### サービスポート②

- ・移動速度
- ・エンジン回転数
- ・燃料消費量
- ・瞬間燃費
- ・挙動(加速中・減速中・定速)
- ・走行距離



# 基本台車制御用モジュール

セグウェイジャパン株式会社



## 概要:

移動ロボット台車をRT-Middlewareで動作させるためのインターフェイスモジュール。移動ロボット台車プラットフォームSegwayRMP, Blackship用モジュール

## 特徴:

- ◆ In-Out(速度指示等)が2つの台車で共通のため簡単に台車の交換が可能。
- ◆ 他グループの台車モジュールとも入出力インターフェイスとデータ形式を共通化作業中

## インターフェイス:

入力 指示速度  
指示角速度

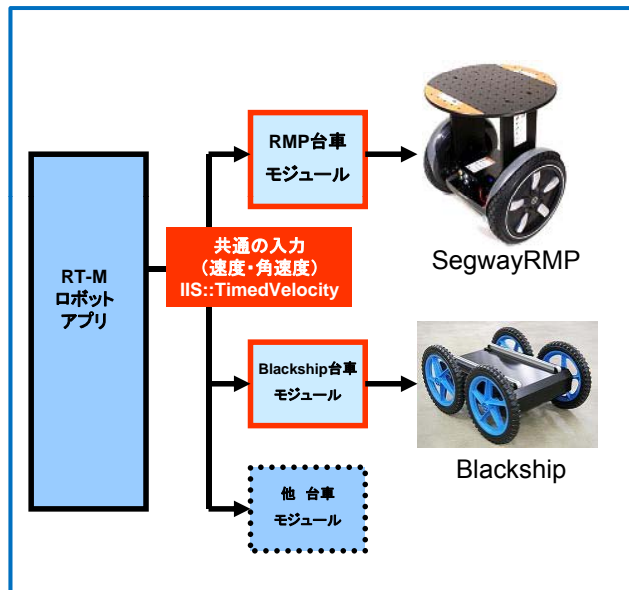
出力 内部オドメトリ

内部速度  
エンコーダ値、等

※SegwayRMPモジュールでの詳細は次ページ

(OpenRTM-aist-0.4.2, Linux, Windows)

ライセンス(公開条件): 検討中



## 連絡先:

セグウェイジャパン株式会社  
神奈川県横浜市中区海岸通4-24 創造空間 万国橋SOKO 303  
http://segway-japan.net

第 1 版 2009.07.02作成



# SegwayRMP台車制御モジュール 入出力ポート詳細

### -----入力-----

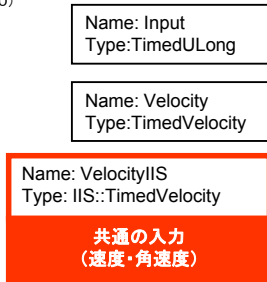
Input	入力(速度指示0等) ・接続なし、または0入力するとき 特に影響なし ・0以外するとき(1を推奨) 台車の停止(速度指示0)
Velocity	指示速度(m/sec, rad/sec)
<b>VelocityIIS</b>	<b>指示速度(m/sec, rad/sec)</b>

### -----出力-----

EncoderL	エンコーダカウンタ(右車輪)(台車固有値)
EncoderR	エンコーダカウンタ(左車輪)(台車固有値)
PitchAngle	ピッチ角度(度)
PitchRate	ピッチ変化(度/sec)
RollAngle	ロール角度(度)
RollRate	ロール変化(度/sec)
Battery	バッテリー残量
UiBattery	UIバッテリー残量
Odometry	モジュール内部オドメトリ(m, m, rad)
<b>VelocityIIS</b>	<b>台車速度(m/sec, rad/sec)</b>
<b>PositionIIS</b>	<b>モジュール内部位置情報(m, m, rad)</b>

### ----- configuration -----

str_port.std:string:FTDI	使用ポート(実機への接続)
wheelwidth:double	内部オドメトリ計算に用いられるホイールトレッド幅
wheelradiusL:double	内部オドメトリ計算に用いられるホイール半径
wheelradiusR:double	内部オドメトリ計算に用いられるホイール半径
wheelcount1rot:double	内部オドメトリ計算に用いられるタイヤ1回転で生ずるエンコーダカウンタ値
MaxV	上限速度(m/sec)
MaxW	上限角速度(rad/sec)





# 人・自動追尾機能モジュール群

セグウェイジャパン株式会社



## 概要:

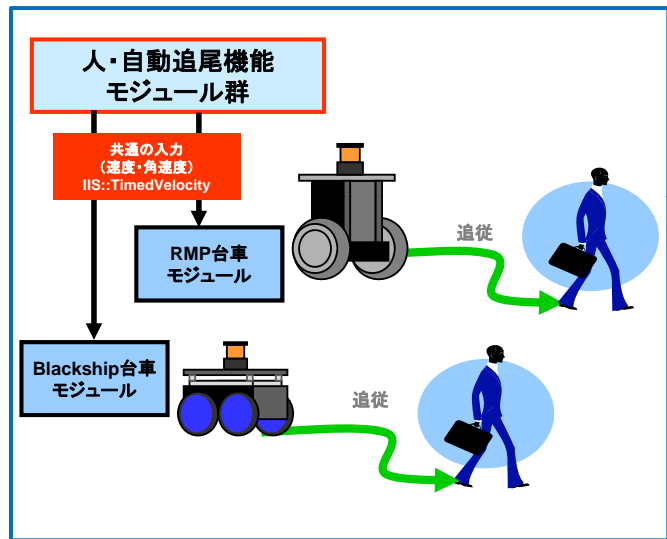
人の後をついていくロボットのためのコンポーネント。起動後、UIによりロボットの前に存在する人物の色情報を記憶し、その後ロボットがその色情報を元に記憶した人物の後をついていきます。

## 特徴:

- ◆台車モジュールに入力する指示速度形式が共通なので、台車モジュールの交換により異なる台車を利用可能(Blackship ↔ RMP)
- ◆ヒストグラムによる色情報のマッチングを行うため、明度変化に強い

## インタフェース:

次ページ参照



## 連絡先:

セグウェイジャパン株式会社  
 神奈川県横浜市中区海岸通4-24 創造空間 万国橋SOKO 303  
<http://segway-japan.net>

(OpenRTM-aist-0.4.2, Linux)

ライセンス(公開条件): 検討中

第 1 版 2009.07.02作成



## 人・自動追尾機能モジュール群

### (1) HumanRecog モジュール

-概要:

目標としている人の位置を、カメラ画像のヒストグラムマッチング結果とレーザーレンジ距離データから認識する

-入力ポート: カメラ画像・レーザーレンジ距離データ、UI入力

-出力ポート: 認識された人の相対位置座標

-Configuration: 入力カメラ画像の解像度

### (2) HumanDist モジュール

-概要:

入力された人の相対位置座標に対して追従するためのロボットの速度を計算する

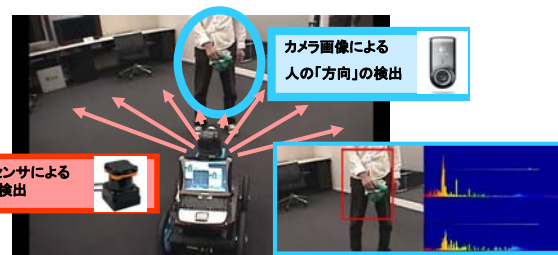
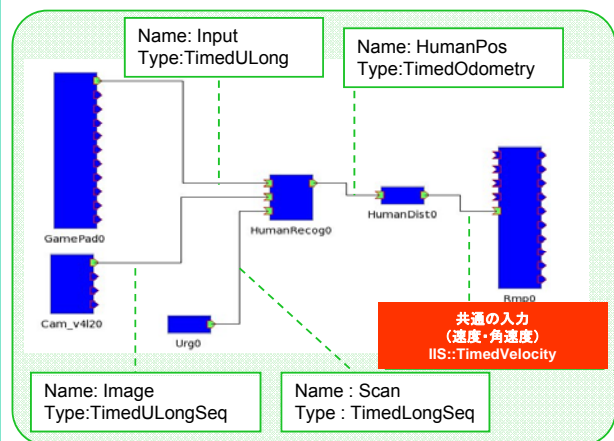
-入力ポート: 認識された人の相対位置座標

-出力ポート: 速度・角速度(並進・回転速度)

-Configuration: 人との距離、追従速度係数

### その他使用モジュール:

- (3)RMP, (4)Blackship (5)Top-URG, (6)GamePad, (7) Webカメラ



# センサデバイスIFモジュール群 (モジュール評価用)

セグウェイジャパン株式会社



## 概要:

人・追尾機能モジュール群や、その他モジュールの単体テストや機能テスト等で使用するセンサーデバイスのインターフェイスモジュール群

- Top-URGモジュール (Linux)
- Webカメラモジュール (Linux)
- GamePadモジュール (Linux / Windows)

## 特徴:

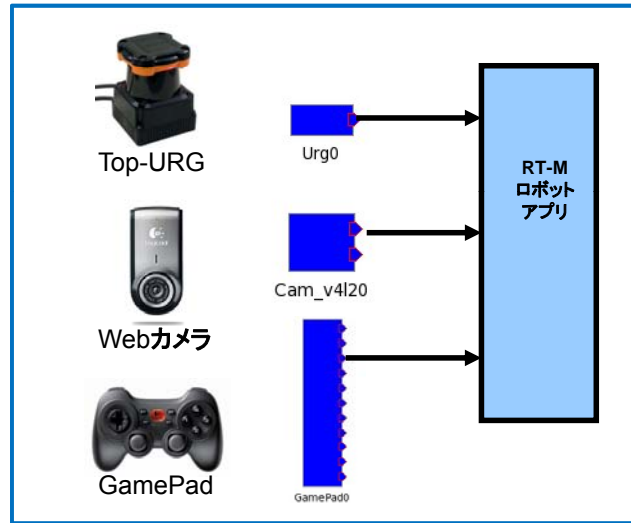
◆各センサデバイスからデータの取得と出力を行なう

## インターフェース:

- Top-URGモジュール出力 :レーザー距離データ
- Webカメラモジュール出力 :画像データ
- GamePadモジュール出力 :ゲームパッド入力  
(ボタン・アナログスティックデータ)

(OpenRTM-aist-0.4.2, Linux, Windows)

ライセンス (公開条件): 検討中



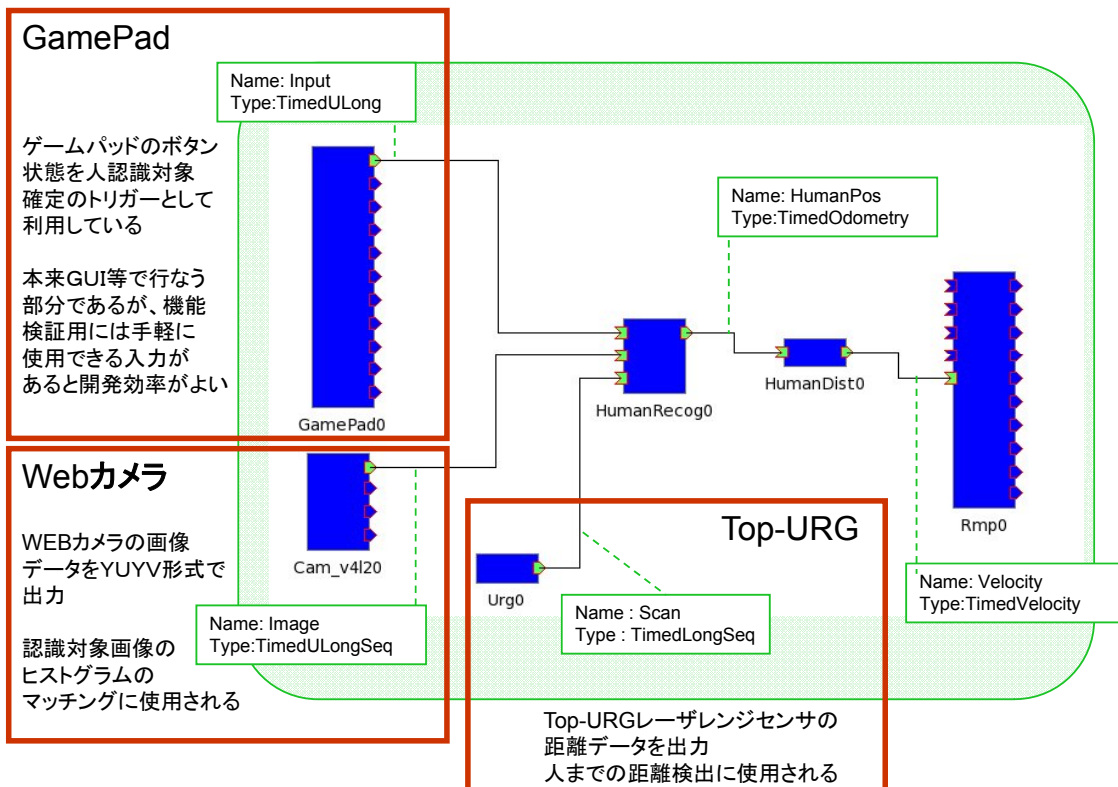
## 連絡先:

セグウェイジャパン株式会社  
 神奈川県横浜市中区海岸通4-24 創造空間 万国橋SOKO 303  
<http://segway-japan.net>



第 1 版 2009.07.02作成

## 人・自動追尾機能モジュール群でのセンサデバイスIFモジュールの使用例



# 自律移動コンポーネント群

東北大学 田所研究室



**概要:**

現在位置から目的地まで、経路地図上の最短経路を走行するよう制御するRTC群

**特徴:**

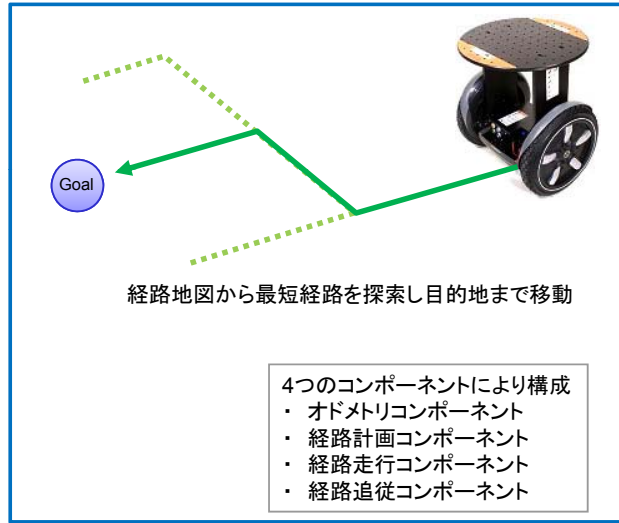
- ◆ シンプルな自律移動機能
- ◆ 障害物回避機能、自己位置認識機能を追加変更可能
- ◆ 領域制約モジュール群との連携により複数移動体の柔軟な操縦が可能

**インタフェース:**

次ページ参照

**ライセンス(公開条件):**

検討中



**連絡先:**

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-01

東北大学 情報科学研究科 田所研究室 竹内栄二郎

URL : <http://www.rm.is.tohoku.ac.jp/~project/intelliwiki/>



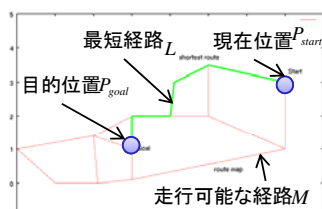
第 1版 2009.07.08作成

## 経路追従をベースにしたシンプルな自律移動制御系

位置推定や障害物回避、動作決定など、部分的にモジュールを追加・交換することで動作や機能の変更が可能

**経路計画コンポーネント**

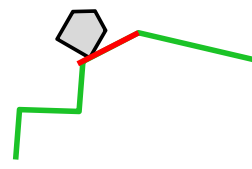
経路地図から、目的位置までの最短経路を出力



入力: 目標位置、現在位置  
出力: 目標経路列

**経路走行コンポーネント**

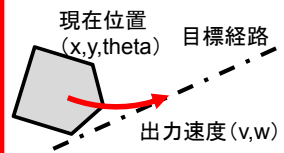
入力された経路列と現在位置から直線追従、回転などの動作を決定



入力: 目標経路列、現在位置  
出力: 目標経路

**経路追従コンポーネント**

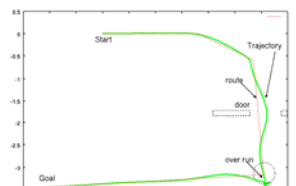
入力された経路に追従する車体速度  $(v,w)$  を出力  
直線追従、円弧追従、回転等様々な制御モード



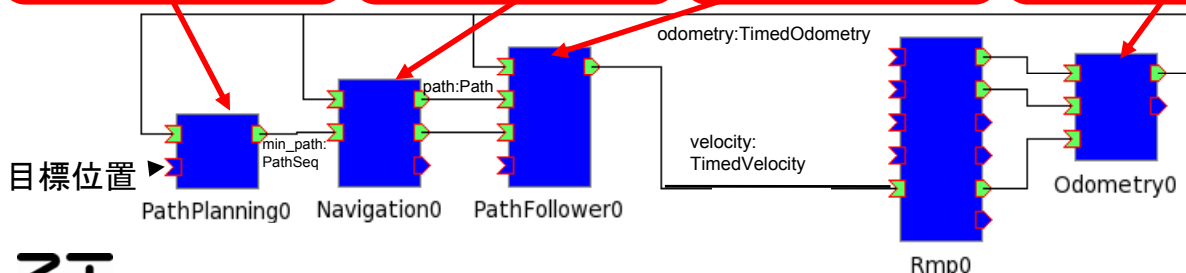
入力: 目標経路、現在位置  
出力: 目標車体速度

**オドメトリコンポーネント**

車輪回転量から位置を推定



入力: 左右車輪回転量  
出力: 現在位置



# 障害物検知・障害物回避コンポーネント群

東北大学 田所研究室



**概要:**

得られたセンサデータから障害物を回避するように、車体速度を変更。

**特徴:**

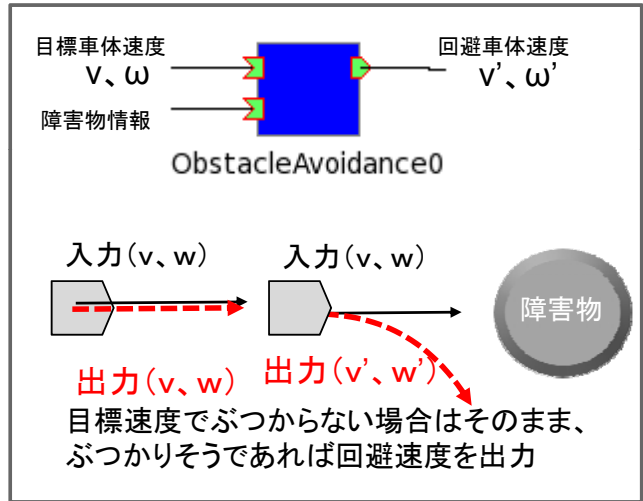
- ◆ 改良版Dynamic Window Approachによるスムーズな回避経路生成
- ◆ キネマティクスを考慮した厳密な衝突判定
- ◆ 障害物検知RTCの取り換えにより適用するセンサを取り換え可能。
- ◆ ロボットの車体速度の入出力間にはさむことで回避機能が追加可能。
- ◆ 高速かつ安定動作。

**インタフェース:**

次ページ参照

**ライセンス(公開条件):**

検討中。



**連絡先:**

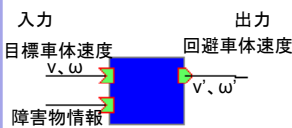
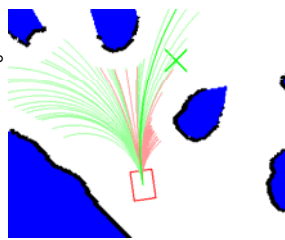
〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-01  
 東北大学 情報科学研究科 田所研究室 竹内栄二郎  
 URL: <http://www.rm.is.tohoku.ac.jp/~project/intelliwiki/>

第 1版 2009.07.08作成



## 障害物回避コンポーネント

- 現在速度から経路を予測し、速度・加速度を考慮した安全な経路を出力。
- 高速処理

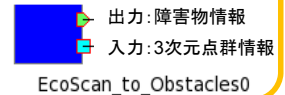
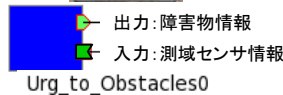


## 障害物検知コンポーネント

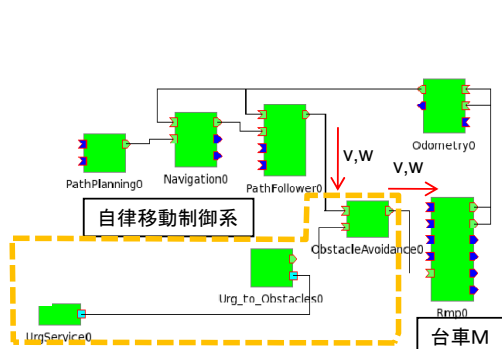
センサ情報を障害物情報を抽象化する。障害物検知モジュールの交換により障害物回避に適用するセンサの変更が可能

北陽電機 URGシリーズ

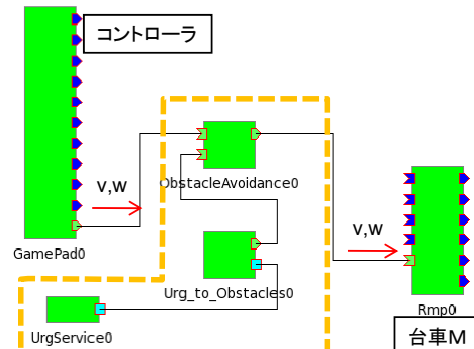
日本信号ECOSCAN



自律移動や操縦移動システムの車体速度指示部にはさむことで容易に障害物回避機能を追加可能



自律移動への適用例



操縦への適用例



# GPS情報処理モジュール

NPO法人 国際レスキューシステム研究機構, 近畿大学



## 概要:

固定局と移動局(モビリティロボット)を設置することで、RTK(Real Time Kinematic)測量により、モビリティロボットのGPS情報を蓄積・管理するモジュールです。

## 特徴:

RTK測量により、高精度な絶対座標データを取得し、リアルタイムにモビリティロボットの位置情報を蓄積・管理することができます。

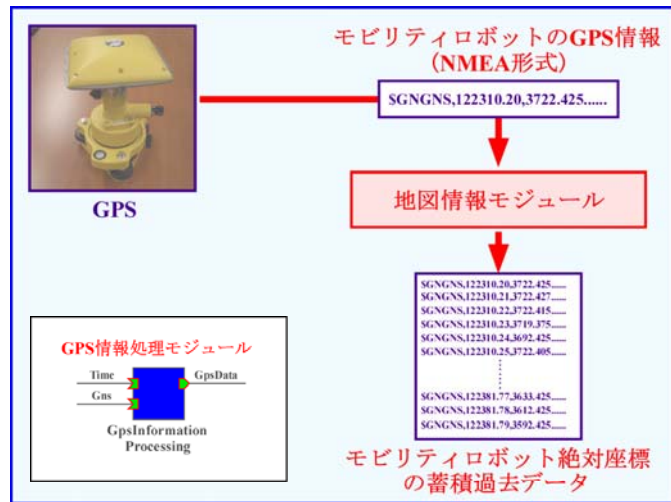
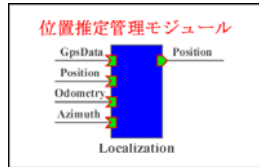
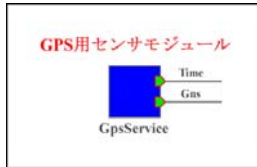
## インターフェイス:

入力:モビリティロボットのGPS情報 (NMEA形式)  
出力:モビリティロボット絶対座標の蓄積データ

## ライセンス(公開条件):

未定

## 関連モジュール:



## 連絡先:

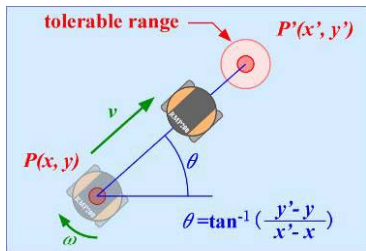
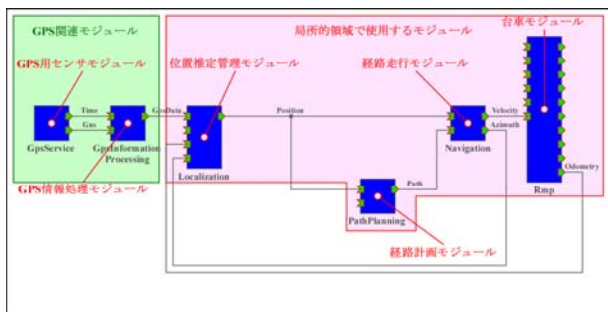
特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構 神戸ラボラトリー  
〒650-0047 神戸市中央区港島南町1-5-2 神戸キメックセンタービル2階  
開発責任者:前田 弘文  
Fax.:078-303-3631 URL :http://www.rescuesystem.org

第1版 2009.07.02作成



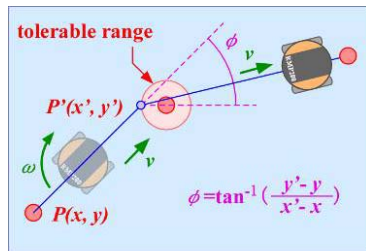
## ■ モジュールの実用例

### RTK-GPSを用いた仮想軌道走行



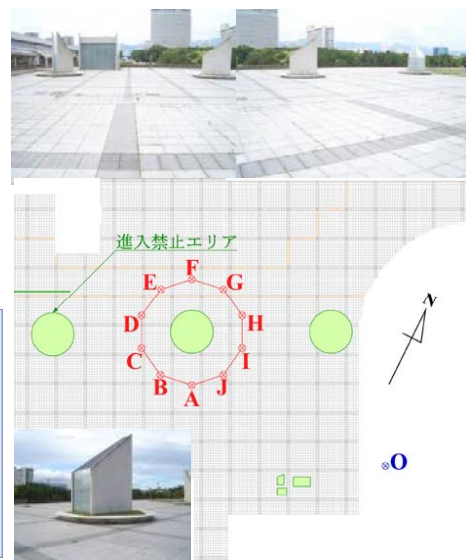
#### 目標点の角度算出

出発地点(実測値)と目標点(設定値)から算出  
オドメトリにより旋回・直進⇒許容範囲を持たせる  
誤差発生⇒方向補正で修正



#### 方向補正

出発地点(実測値)と目標点(実測値)から算出  
蓄積誤差を目標点追加毎に初期化  
誤差の減少



#### 仮想軌道



# 地図情報管理モジュール

NPO法人 国際レスキューシステム研究機構, 近畿大学



## 概要:

地図情報を基に、位置推定などで得られたモビリティロボットにとって危険な地帯の情報などを追加・管理するモジュールです。

## 特徴:

ハザード情報などを付加した地図情報を随時更新しつつ、所持することにより、モビリティロボットの安全な走行を実現することができます。

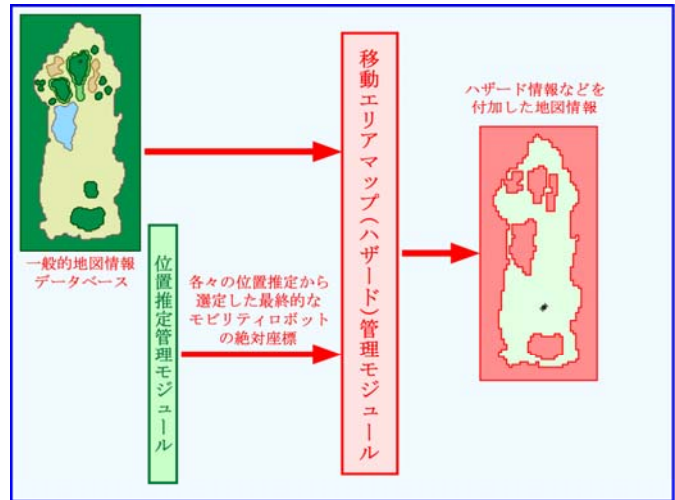
## インターフェイス:

入力: 一般的地図情報データベース(GoogleMapなど)  
モビリティロボットの絶対座標

出力: ハザード情報などを付加した地図情報

## ライセンス(公開条件):

未定



## 連絡先:

特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構 神戸ラボラトリー  
〒650-0047 神戸市中央区港島南町1-5-2 神戸キメックセンタービル2階  
開発責任者: 前田 弘文  
Fax: .078-303-3631 URL :http://www.rescuersystem.org

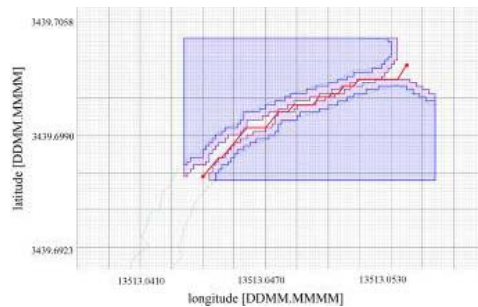
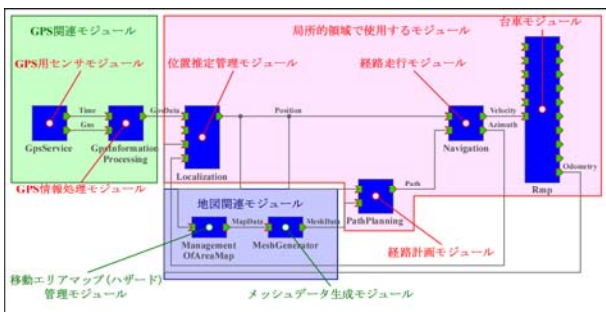


第1版 2009.07.02作成

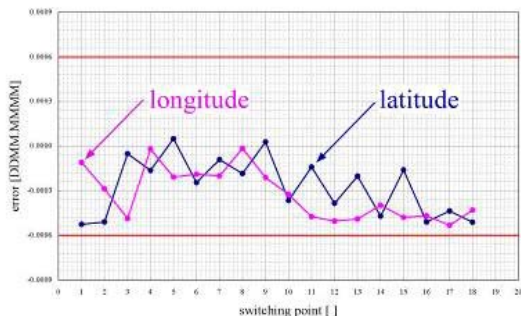


## ■ モジュールの実用例

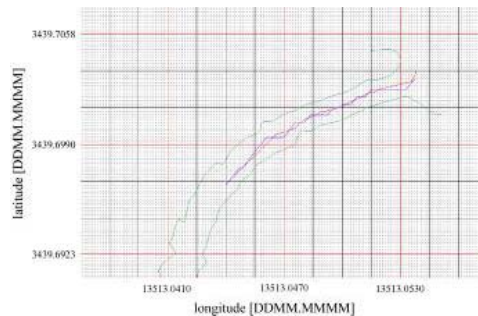
### グリッドマップに基づくハザード回避走行



ハザード地帯・経路



切り替えポイントとの誤差



GPSデータ





# フォーメーション制御コンポーネント群

京都大学 松野研究室

## 概要:

複数の移動体をフォーメーションを組ませながら集団で移動させるためのコンポーネント群です。本コンポーネント群を使用すると1台を操作するだけで複数の移動体を同時に移動させることが可能となります。

## 特徴:

- ◆ 移動体の台数変化に対して柔軟に対応が可能(ver.1.0では最大5台まで対応)
- ◆ 目標のフォーメーションの形状を変更可能。
- ◆ MapInterfaceを利用することでGUI上でメンバ決定や移動体の操作が可能

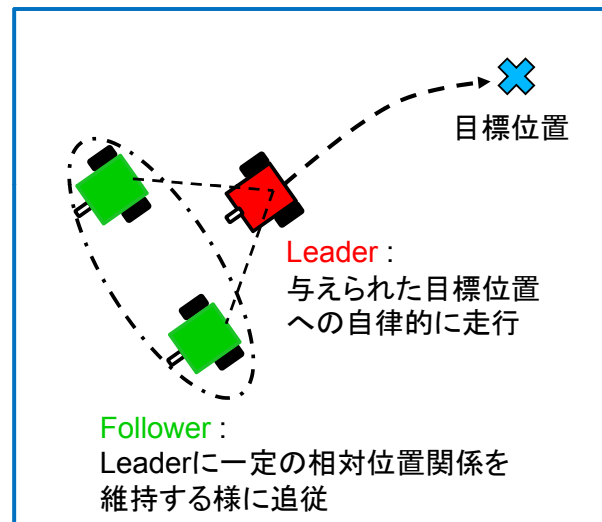
## インタフェース:

次ページ参照

OpenRTM-aist0.4.1(C++)にて作成

## ライセンス(公開条件):

検討中



## 連絡先:

京都大学工学研究科 松野研究室  
〒606-8501 京都市左京区吉田本町物理系校舎303号室  
[URL] <http://www.mechatronics.me.kyoto-u.ac.jp/matsuno/wiki/index.php>

第1版 2009.07.02作成



## フォーメーション制御コンポーネント群

### (1)FormationCenter

- 概要: 各移動体の目標位置を計算
- 入力ポート: 移動体の現在位置, Leaderの現在位置・速度
- 出力ポート: 各移動体の目標位置
- Configuration: 目標Formationの形状

### (2)FormationController

- 概要: 目標位置に追従する速度指令値を計算
- 入力ポート: 現在位置, 目標位置, Leaderの現在位置・速度
- 出力ポート: 速度指令値(並進,回転速度)
- Configuration: 移動体のID, 速度上限値

### (3)RobotMux

- 概要: 自己位置情報と測域センサデータを統合して出力
- 入力ポート: 現在位置と測域センサデータ
- 出力ポート: 現在位置と測域センサデータを統合したデータ
- Configuration: なし

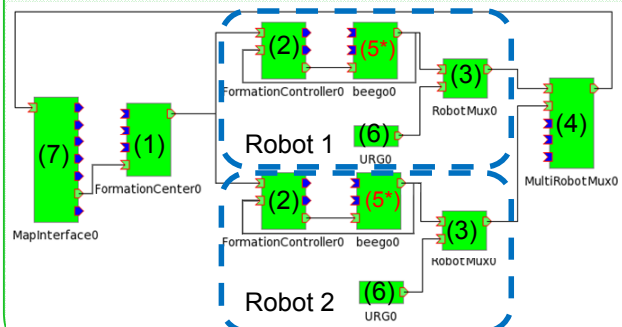
### (4)MultiRobotMux

- 概要: 複数移動体のデータを統合して出力
- 入力ポート: 各移動体の現在位置と測域センサの統合データ
- 出力ポート: 複数移動体の現在位置と測域センサデータを統合したデータ
- Configuration: なし

## その他使用モジュール:

- (5)RMP (beego), (6)Urg, (7)MapInterface
- \* beegoはRMPと同じ入力を持ったコンポーネントです。

## 移動体が2台の場合の構成例



・台数の増加は点線部を追加することで可能



beego(テクノクラフト)



SegwayRMP200

・ (5)を変えることで移動体を変更可能





# 領域制約に関するコンポーネント群

京都大学 松野研究室

## 概要:

MapInterfaceコンポーネントのGUIから設定された領域制約と各領域の速度制約に従うように速度の調整を行うためのコンポーネント群です。

## 特徴:

- ◆ 測域センサと同じ形式で立ち入り禁止領域を仮想的な障害物として表現することで通常の障害物回避モジュールなどで実際の障害物と同じ反応を起こすことが可能
- ◆ 仮想障害物を検知する範囲と距離を調整することが可能
- ◆ 進行方向に存在する領域の速度制約を満たすため事前に加・減速を実行

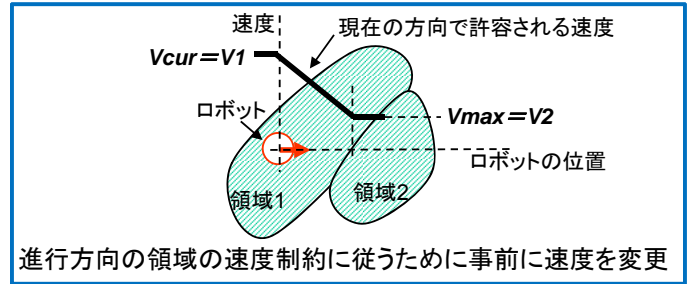
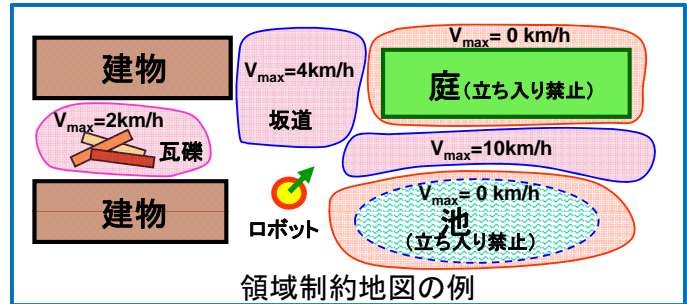
## インタフェース:

次ページ参照

OpenRTM-aist0.4.1(C++)にて作成

## ライセンス(公開条件):

検討中



## 連絡先:

京都大学工学研究科 松野研究室  
〒606-8501 京都市左京区吉田本町物理系校舎303号室  
[URL] <http://www.mechatronics.me.kyoto-u.ac.jp/matsuno/wiki/index.php>

第1版 2009.07.02作成



# 領域制約に関するコンポーネント群

## (1) VirtualObstacle

- 概要: 立ち入り禁止として設定された領域を障害物として測域センサの仮想的なスキャンデータを出力
- 入力: 制約領域情報(領域情報と各領域の最大速度), 現在位置
- 出力: 障害物との距離を示す仮想的なスキャンデータ
- Configuration: 設定済みのTopURG, ClassicURGのパラメータから選択可能, 他のセンサにも対応可能)

## (2) MotionAdvisor

- 概要: 現在の速度と進行方向に存在する領域制約を考慮し, 現在位置での出力可能な速度の上限値を出力
- 入力: 制約領域情報, 現在位置, 現在速度(並進, 回転速度)
- 出力: 現時点で許容される速度, 先の領域までの距離
- Configuration: ロボットの最大速度, 最大加速度, 最大角速度, 最大角加速度

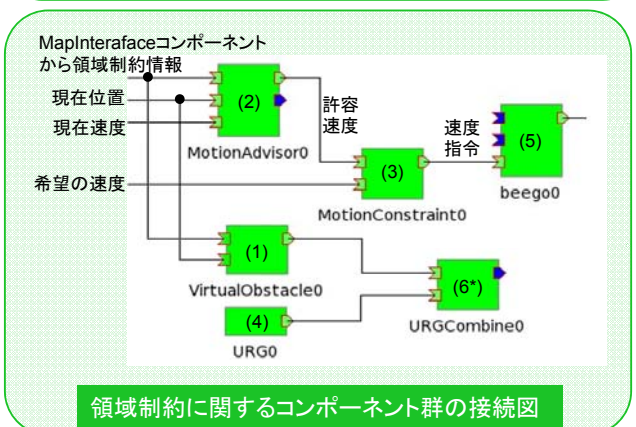
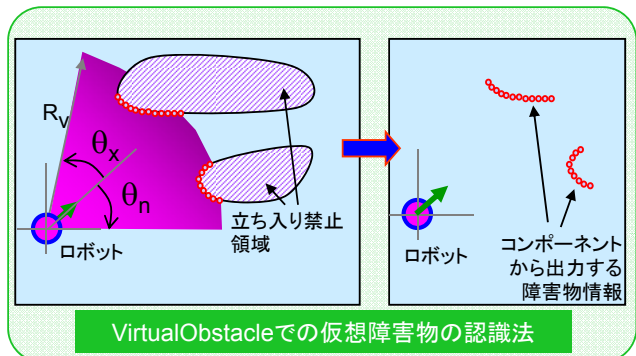
## (3) MotionConstraint

- 概要: 入力された速度指令値をMotionAdvisorから出力された現在位置での速度上限を満たすように変更し, 出力
- 入力: 現時点での速度設定, 許容される速度
- 出力: 速度指令値(並進, 回転速度)
- Configuration: ロボットの最大速度, 最大加速度, 最大角速度, 最大角加速度

## その他使用モジュール:

(4)URG, (5)beego, (6)URGCombine

\* URGCombineは測域センサデータと仮想的なスキャンデータを統合し出力するためのモジュールです。







# MapInterfaceコンポーネント (複数移動体操縦のためのGUI) 京都大学 松野研究室

## 概要:

複数の移動体を操縦するための汎用GUIです。ロボット周囲の環境地図上で操作を行います。本研究室で開発したフォーメーション制御コンポーネント群への指令や、領域制約コンポーネント群との連携により高度なロボット操縦が可能です。

## 特徴:

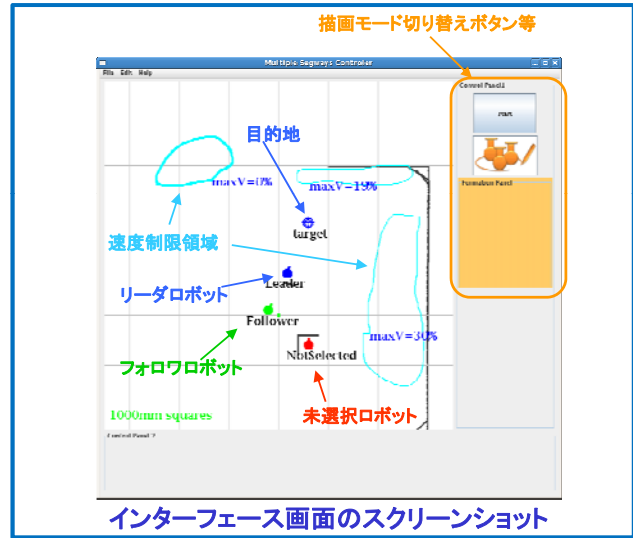
- ◆ 環境地図上での直感的な入力を実現
- ◆ タッチペンにより誰でも簡単に入力可能
- ◆ フォーメーション制御モジュール群との連携により複数移動体を容易に操縦可能
- ◆ 領域制約モジュール群との連携により複数移動体の柔軟な操縦が可能

## インタフェース:

次ページ参照  
OpenRTM-aist0.4.1(JAVA)にて作成

## ライセンス(公開条件):

検討中



## 連絡先:

京都大学工学研究科 松野研究室  
〒606-8501 京都市左京区吉田本町物理系校舎303号室  
[URL] <http://www.mechatronics.me.kyoto-u.ac.jp/matsuno/wiki/index.php>

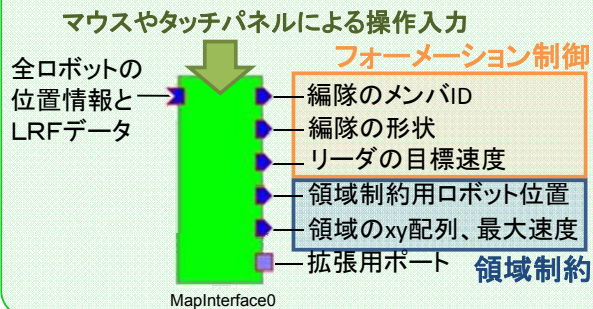
第1版 2009.07.02作成



### コンポーネントの概要

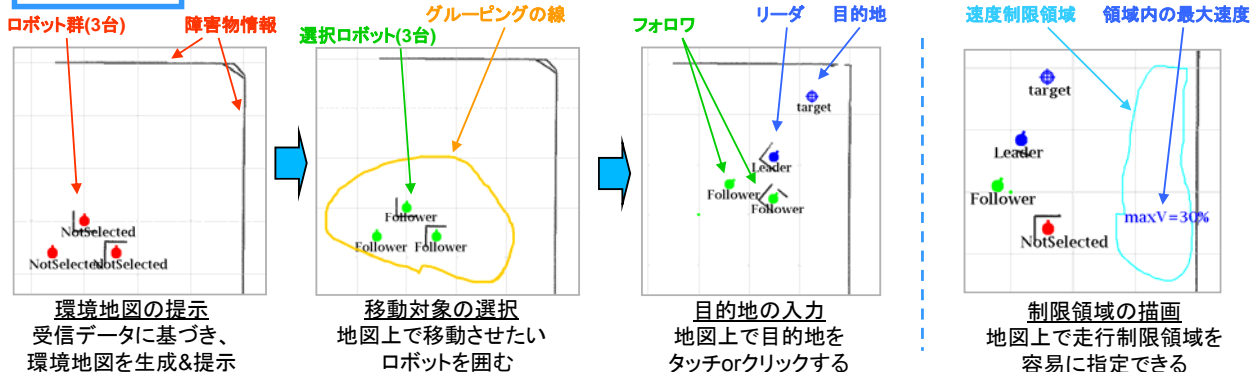
- 概要: フォーメーション制御モジュール群および領域制約モジュール群への指令を生成
  - 入力ポート: 全ロボットの位置とLRFのデータ
  - 出力ポート: フォーメーション制御への情報および領域制約走行への情報
  - Configuration: なし
- ※コンポーネントの接続図はフォーメーション制御モジュール群のページを参照のこと

### コンポーネントの詳細



### 使用例

タッチペンやマウスを使用し、提示されたロボット群周辺地図上にロボット群の目的地や走行制限領域をグラフィカルに入力することが可能



## iPhone通信コンポーネント

京都大学 松野研究室



## 概要:

Apple社製iPhone/iPodTouch上のアプリケーションからデータを送受信するためのコンポーネントです。現状では、受信部分のみ実装しています。サンプルとして、ゲームパッドのような機能を有するiPhone上アプリケーションを作成しており、移動ロボットの操縦を行うことが可能となっています。iPhone上のアプリケーションを変更することで、様々なタスクにおいてiPhoneと通信し、システムに反映させることが可能です。

## 特徴:

- ◆ iPhoneとの通信を実現
- ◆ 様々なタスクに適応可能
- ◆ iPhone上ゲームパッドアプリケーションによる容易なロボットの操縦

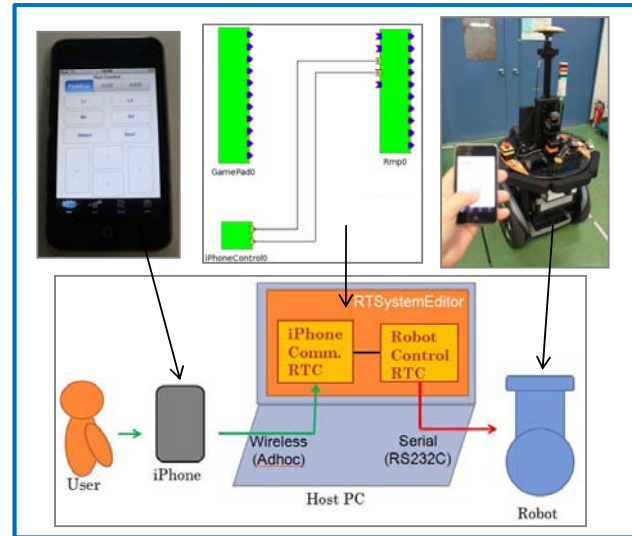
## インタフェース:

次ページ参照

OpenRTM-aist0.4.2(Java)にて作成

## ライセンス(公開条件):

検討中



## 連絡先:

京都大学工学研究科 松野研究室

〒606-8501 京都市左京区吉田本町物理系校舎303号室

[URL] <http://www.mechatronics.me.kyoto-u.ac.jp/>

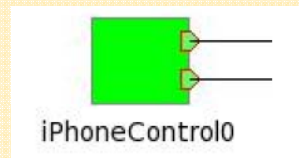
matsuno/wiki/index.php

第1版 2009.07.02作成

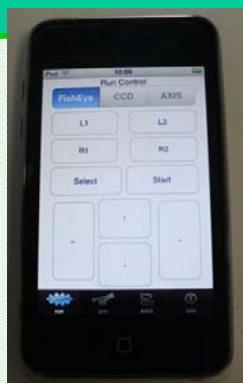


## コンポーネントの概要

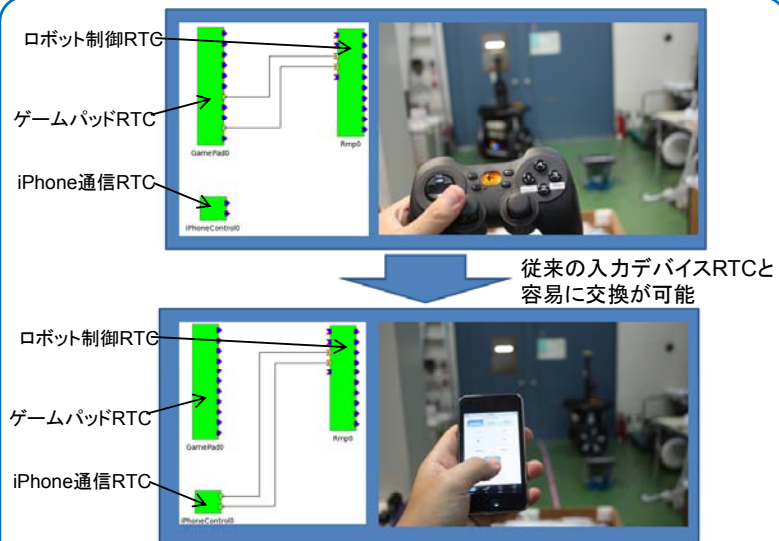
- 概要 :iPhoneとの通信を行い、受信データを解析・変換後RTシステムに出力する。ここではロボットへの指令を出力する。
- 入力ポート :なし
- 出力ポート : (TimedDouble) 移動ロボットの目標並進速度[m/s]  
(TimedDouble) 移動ロボットの目標回転速度[rad/s]
- Configuration : (int) iPhoneからデータを受け取る受信ポート番号



## iPhone上アプリケーション例



ゲームパッドと同等の機能を有するアプリケーションを作成。



組込みシステムバス上の分散制御ロボット用RT-Middleware

# RTC-CANopen

三浦俊宏 田中基雅 水川真 (芝浦工業大学)



**概要:**

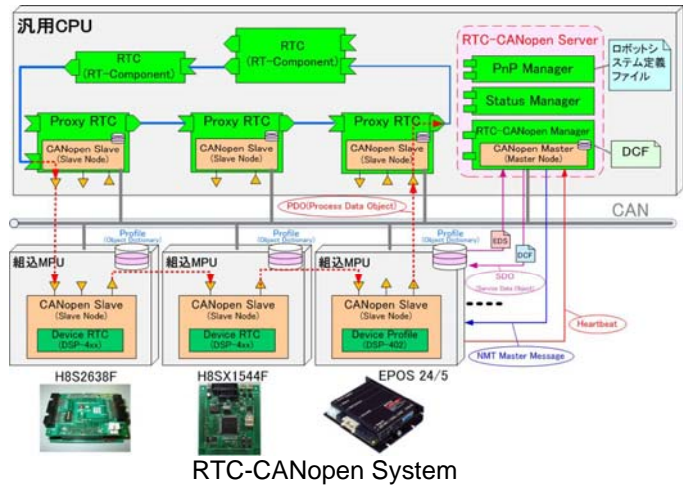
RTC-CANopenとは、安全バスシステムとして最も使用されているCANopenの特徴を取り入れた組込み向けのRT-Middlewareです。RTC-CANopenは、ネイティブバスであるCANを介して接続される各種デバイスと汎用PC上のEthernetで接続されるデバイスやアルゴリズムと相互に接続することが可能となっている他、PnP機能をサポートしており柔軟なロボットシステムの構築が可能となっております。

**特徴:**

- ◆CANopenを使用した安全バスシステム
- ◆PnP機能をサポート
- ◆組込み向けRT-Middleware
- ◆既存のCANopen製品が使用可能
- ◆ソフトウェア・ハードウェアの再利用性向上
- ◆データのリアルタイム性

**ライセンス(公開条件):**

CANopenのソースコードを除く知財権(システム構成法を含む)は芝浦工業大学 水川研究室にあります。非営利目的使用は自由です。



**連絡先:**

芝浦工業大学 水川研究室  
 水川 真  
 〒135-8548  
 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 研究棟11Q32  
 email: mizukawa <at> sic.shibaura-it.ac.jp  
 URL: <http://www.hri.ee.shibaura-it.ac.jp/index.html>



第1版 2008.10.20作成

**RTC-CANopenシステム構成**

RTC-CANopenのシステム構成は、組込MPU上で動作するDevice RTCとDevice RTCを管理・操作するためのProxy RTC、およびシステム全体を管理するアプリケーション(RTC-CANopen Server)の3つから構成されます。RTC-CANopen ServerおよびProxy RTCは汎用PC上で動作します。



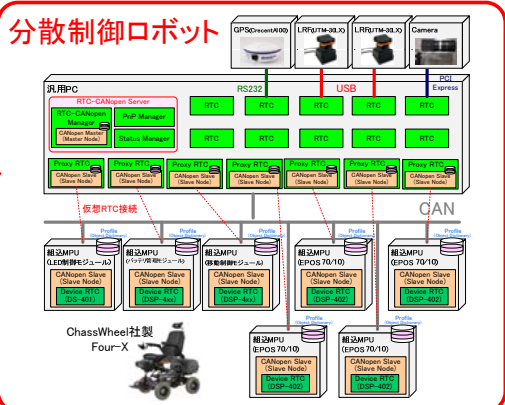
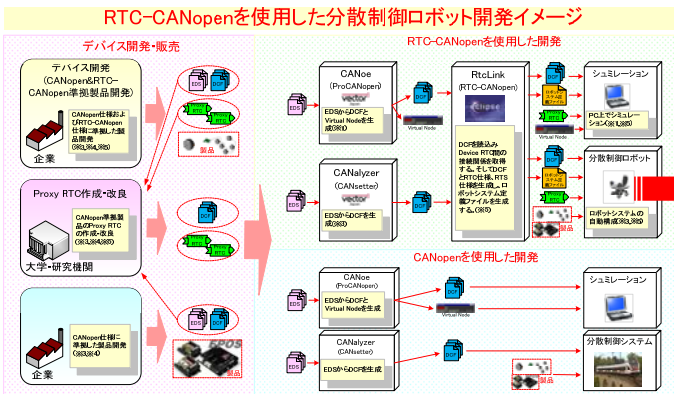
**分散制御ロボット開発方法**

分散制御ロボット開発者は、CANopenに準拠した製品を購入もしくは作成し、付属するEDSからDCFを作成します(データポートの接続関係を記述)。そして、接続関係が記述されたDCFをEclipseのツールで読み込みロボットシステム定義ファイルを生成します。以上で、PnP機能をサポートした分散制御ロボットが容易に開発出来ます。

**再利用性の向上**

RTC-CANopenでは、CANopenを利用したシステムとなっているため、ソフトウェアの再利用性が向上するだけでなく、ハードウェアの再利用性も格段に向上します。これによって、ロボット用に開発を行ったデバイスでもCANopen準拠製品として販売することが可能となります。

(CiA web site - CANopen Product Guide 2008 - : <http://www.can-cia.org/pg/canopen/>)



**参考文献:**

- 三浦俊宏, 田中基雅, 安藤吉伸, 水川真: 「CANopenを用いた分散制御ロボット用RT-Middlewareの研究開発」, 第26回日本ロボット学会学術講演会
- 田中基雅, 三浦俊宏, 安藤吉伸, 水川真: 「組込RT-Middlewareにおけるプラグアンドプレイシステム」, 第26回日本ロボット学会学術講演会
- 謝辞: 本研究の一部は、NEDO次世代ロボット知能化技術開発プロジェクトのもと、研究開発しています。



## DFIT(Dual Floor Image Tracking)

鷹栖 堯大 水川 真(芝浦工業大学 水川研究室)



## 概要:

屋外での自律移動を行うことを想定して路面画像を用いた自己位置推定コンポーネントを作成しました。

## 特徴:

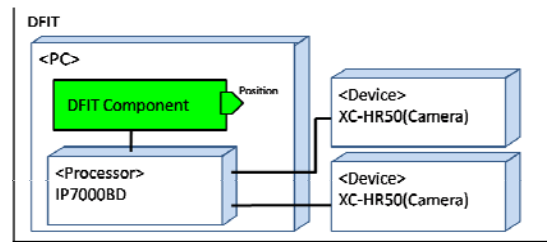
- ◆路面画像のオプティカルフローを観測
- ◆滑りの影響のない自己位置推定を実現
- ◆ロボットの機械的な要素への接続が不要

## インタフェース:

DFITコンポーネントは、現在の推定座標(x,y)と推定角度( $\theta$ )、タイムスタンプを出力します。(OpenRTM-aist-0.4.2)

## ライセンス(公開条件):

日立情報制御ソリューションズ社製のIP7000BDを制御するソースコード及びライブラリを除き、DFITコンポーネントの著作権は、芝浦工業大学水川研究室に帰属します。IP7000BDを制御するソースコード及びライブラリの著作権は、開発元の「日立情報制御ソリューションズ」にあります。



## DFITコンポーネント 出力ポート仕様

名称	データ型	説明
position_out	TimedDoubleSeq	DFIT出力データ
data		座標・角度
0	Double	X軸の座標を出力[mm]
1	Double	Y軸の座標を出力[mm]
2	Double	機体の角度を出力[deg]
tm		タイムスタンプ
nsec	Time	測定時間を出力[nsec]

## 連絡先:

芝浦工業大学 水川研究室

指導教員: 水川 真

作成者: 鷹栖 堯大

〒135-0043 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 研究棟11Q32

E-mail: shibaura.hri.goiken&lt;at&gt;gmail.com

URL: http://www.hri.ee.shibaura-it.ac.jp/



第2版 2009.07.01改訂

## DFITとは

ロボットの左右に装着した2台のカメラで路面画像のオプティカルフローを測定します。**ロボットの移動機構の構成を選ばない実装、滑りの影響を受けない測定が特徴です。**



## 屋外適用

## 影の差す路面:

増分符号相関処理によって、測定途中に影が差しても測定が**続行**できます。

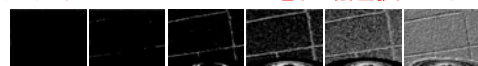
処理前



処理後

## 日光の差す路面:

0.25[ms]~8[ms]のシャッタースピードから、**適切なシャッタースピードを自動選択**します。



## 画像処理

**PCの負荷を軽減**するため、画像処理ボード「IP7000BD」で画像処理を行っております。

測定速度

静止時: 約20[ms]

移動時: 約60[ms]



## 開発環境・動作環境

- ・WindowsXP
- ・Microsoft Visual Studio 2008
- ・RT-Middleware(OpenRTM-aist-0.4.2)

[1]鷹栖堯大, 水川真, 安藤吉伸: 床画像処理オドメトリ方式DFIT(Dual Floor Image Tracking)のロバスト性向上手法とその検証(ロボティクス・メカトロニクス講演会'09)

[2]鶴岡康宏, 水川真, 安藤吉伸: 2カメラからの路面画像を用いた移動ロボットのデッドレコニング(2007年度精密工学会 春季大会予稿集)

[3]田原敏策, 水川真, 安藤吉伸: DFIT方式の提案とRTコンポーネント化(ロボティクス・メカトロニクス講演会'08)

[4]村瀬一朗, 金子俊一, 五十嵐悟: 増分符号相関法による画像照合, 精密学会誌 Vol.66, No.2 p.261-265(2000)

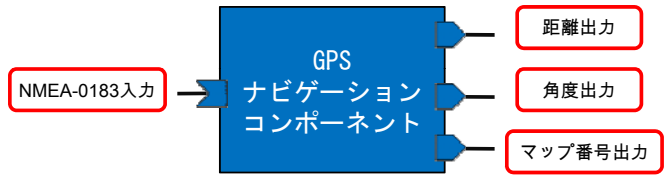


# GPSナビゲーションコンポーネント

佐藤大介 田中基雅 水川真(芝浦工業大学)

## 概要：

屋外ナビゲーションにおいてGPSは広く用いられている技術です。そこで、GPSを用いたナビゲーションをRTミドルウェアを用いてコンポーネント化しました(以下、GPSナビゲーションコンポーネント)。このコンポーネントによって、屋外ナビゲーションの容易な適用が可能となります。



## 特徴：

- ◆再利用率を重視したシステム構成
- ◆マップデータによる経路設定

## インターフェース：

GPSナビゲーションコンポーネントはGPSのデータフォーマットであるNEMA-0183規格のGGAセンテンスを入力とし、距離・旋回角度・現在のマップ番号をナビゲーション情報を出力します。また、経路上の中継点を設定したマップデータを既知のデータとして用います。

## ライセンス（公開条件）：

本コンポーネントの著作権はヒューマンロボットインタラクション研究室に帰属します。

GPSコンポーネント仕様

ポート種類	データ名称	データ型	備考
InPort	Data_in	TimedCharSeq	NMEA0183 情報を入力
OutPort	Distance_out	TimedDouble	距離出力, 単位[m]
OutPort	Degree_out	TimedDouble	旋回角度出力, 単位[degree]
OutPort	MapData_out	TimedShort	マップ番号出力

## 連絡先：

芝浦工業大学 水川研究室

指導教員：水川 真

作成者：佐藤大介

〒135-0043 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 研究棟11Q32

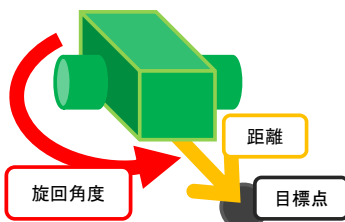
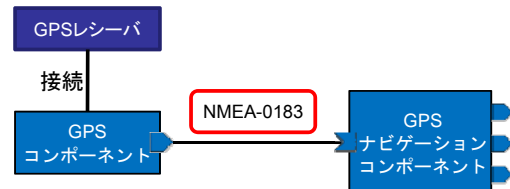
E-mail : shibaura.hri.goiken<at>gmail.com

URL : <http://www.hri.ee.shibaura-it.ac.jp/>



第2版 2009.07.01改訂

本コンポーネントでは、GPSレシーバとの接続機能とGPS情報からナビゲーションを行う機能を別々にコンポーネント化しています。GPSレシーバの接続方式に応じて接続するGPSコンポーネントを変更することで、ナビゲーションコンポーネントの再利用が可能になります。

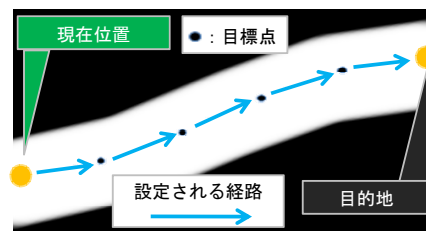


GPSナビゲーションコンポーネントは、

- 距離
- 旋回角度
- マップ番号

を出力します。これらの出力から必要な情報を選択してナビゲーションに利用できます。距離・角度は多くのロボットで利用可能な情報です。また、GPSに関する知識の無い開発者でも利用可能な値であり、広く本コンポーネントの適用が期待できます。

目標点の点列を経路上に設定してマップデータとします。目標点を順次切り替えてナビゲーションを行うことで最終的な目的地までのナビゲーション行うことができます。



## 開発環境：

Windows XP professional , Visual Studio 2005 (C++) , Open-RTM-aist 0.4.0

## 参考文献：

[1]RTミドルウェアプロジェクト (URL: <http://www.is.aist.go.jp/rt/>)

[2] OpenRTM-aist Official Web Site (URL: <http://www.is.aist.go.jp/rt/OpenRTM-aist/html/>)

[3]三浦俊宏 水川真：分散制御ロボットにおけるCANコンポーネント、第8回計測自動制御学会



# ”モータコアユニット”

清水正晴・大和秀彰（千葉工大）  
松尾龍磨・青島一郎・中村享大（ピューズ）



**PUES Corporation**

## 概要:

ブラシレスモータ、ハーモニックドライブ減速機、  
アブソリュートエンコーダ、モータドライバー体型ユニット

モータ制御系基本機能ライブラリを実装  
簡単なコマンドによりモータ制御、各種設定が可能

## 特徴:

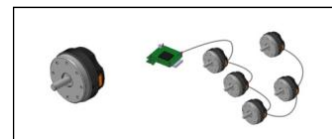
- ◆ 角度、速度、電流ベクトル制御
- ◆ 位置初期化不要
- ◆ CANバスによりデジチェーン接続が可能
- ◆ RTM標準対応、CANopen準拠を両立
- ◆ 本質安全・自己保全機能

## インタフェース:

運動生成・車輪移動モジュール(千葉工大)経由  
RTC-CANopen(芝浦工大)経由  
(OpenRTM-aist-0.4.2)

## ライセンス(公開条件):

PJ期間内は、実費負担の有償提供

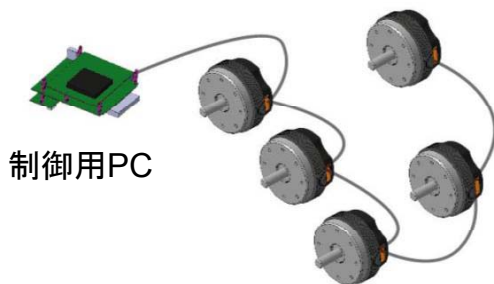


連絡先: 千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター(fuRo)  
〒275-0018 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学8号館8階  
URL: <http://www.furo.org>

第1版 2009.07.21作成



## ■ 制御用コントローラ(PC)とモータコアユニットの接続例



CAN2.0B  
デジチェーン接続



内蔵ドライバに搭載された  
電流センサ、温度センサにより、  
本質安全・自己保全機能を実現

## ■ スペック

項目	仕様	備考	
サイズ	□60[mm] <b>L65mm</b>	基板が2枚構成になる場合は、L寸が伸びる	
重量	<b>700[g]</b>		
連続トルク	<b>7[Nm]</b>		
最大トルク	11[Nm]		
最大回転数	15[rpm]		
電源電圧	コントローラ	5[V]~36[V]	インバータ(モータ)電源をコントローラ電源に利用可
	インバータ	~36[V]	モータ自体は140[V]で駆動可能
IF	物理層	CAN 2.0B 1[Mbps]	
	上位プロトコル	CANopen DSP402	

※機能要件の異なる  
モータコアユニットを拡充予定

赤字は暫定仕様



# ”障害物回避知能モジュール群”

林原靖男・清水正晴・戸田健吾(千葉工大)



## 概要:

移動ロボットが自律的に障害物を回避しつつ目標値まで到達するためのRTコンポーネント群。LRF等の各種センサデータを統合し、存在確立マップを生成。移動速度ベクトルを出力する。

## 特徴:

- ◆ 検出障害物グリッドマップ表示
- ◆ 障害物の存在確率をグリッドマップ表示
- ◆ OMG Robotic Localization 対応

## インターフェース:

入力ポート: 現在位置 TimedPosition  
 目標位置 TimedPosition  
 出力ポート: 移動速度ベクトル TimedVelocity



動作確認: [OpenRTM-aist-0.4.2](http://openrtm-aist.org)

## ライセンス(公開条件):

β版: PJ内に個別提供. リリース版: Webにて公開

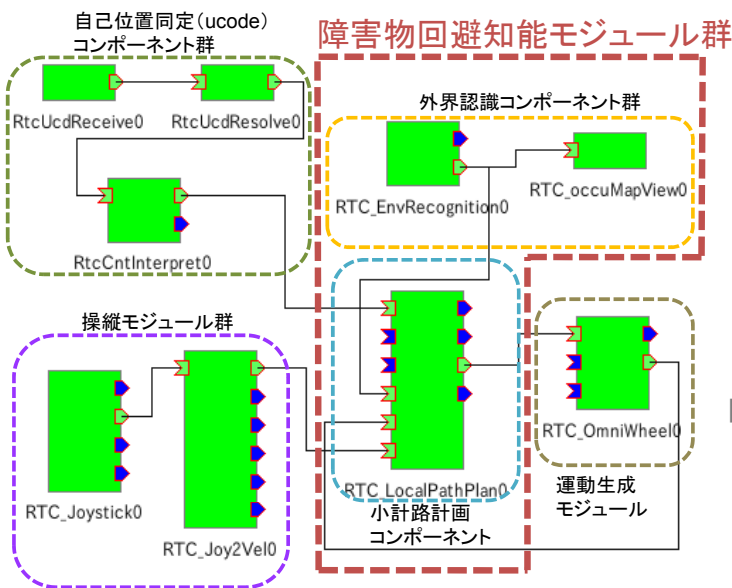
連絡先: 千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター(fuRo)  
 〒275-0018 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学8号館8階

URL: <http://www.furo.org>

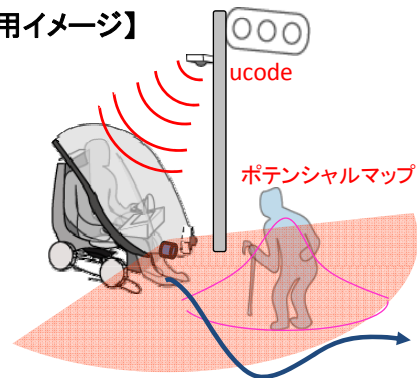
第1版 2009.07.21作成



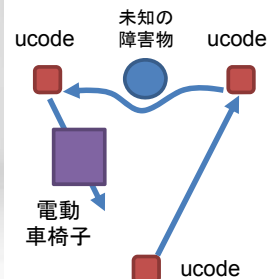
## ■ 障害物回避知能モジュール群接続例



## 【利用イメージ】



## ■ 障害物回避知能モジュール群適用例



全方位移動方式  
電動車椅子

目的地入力(ucode)による  
障害物回避自律走行

### 【小経路計画コンポーネント】

- ・自己位置同定コンポーネント群、あるいは操縦モジュール群からの排他的な目標位置入力
- ・外界認識コンポーネント群からの障害物情報入力
- ・運動生成モジュールからのオドメトリ情報入力
- ・障害物を避けながら目標地点へ到達するための速度ベクトルを出力

### 【外界認識コンポーネント】

- ・障害物位置情報を出力
- ・障害物相対位置のグリッドマップを表示



# ”電動車椅子コントローラ”

林原靖男・大和秀彰・清水正晴(千葉工大)



## 概要:

市販の電動車椅子の運動制御を行うRTコンポーネント。  
ステアリング方式の不整地移動用と  
全方位移動方式の整地用の2タイプを用意

## 特徴:

- ◆ vx, vy,  $\omega$ , id, err入力に対応
- ◆ 両移動方式の車椅子とも入力形式を共通化
- ◆ オドメトリ用エンコーダ出力x4輪  
(ステアリング式は操舵角も出力)
- ◆ OMG Robotic Localization 対応



ステアリング方式  
(不整地用)



全方位方式  
(整地用)

## インタフェース:

入力ポート: 目標速度 TimedVelocity  
出力ポート: エンコーダ出力 TimedPosition  
動作確認: [OpenRTM-aist-0.4.2](#)

## ライセンス(公開条件):

β版: PJ内に個別提供. リリース版: Webにて公開

連絡先: 千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター(fuRo)  
〒275-0018 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学8号館8階

URL: <http://www.furo.org>

第1版 2009.07.21作成

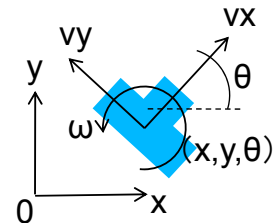


### 【TimedPosition】

tm: 時刻  
x: 位置x座標  
y: 位置y座標  
 $\omega$ : 車体角 $\theta$ (左周りを正とする)  
id: 識別id  
err: 誤差

### 【TimedVelocity】

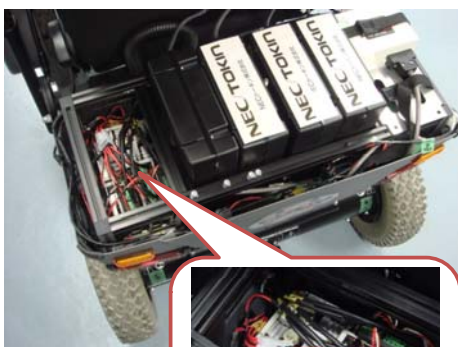
tm: 時刻  
vx: 進行方向速度  
vy: 進行方向に対し直角左向き  
 $\omega$ : 車体角速度(左周りを正とする)  
id: 識別id  
err: 誤差



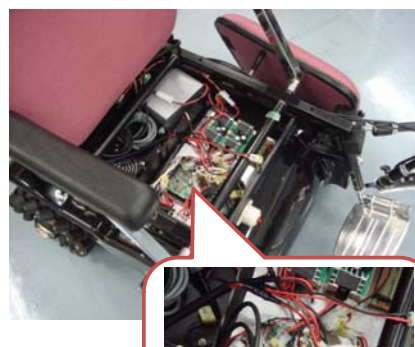
※ステアリング方式の電動車椅子は進行方向xに直交する方向の速度入力vyを無視

## ■ 電動車椅子駆動電装系

### 【ステアリング方式(不整地用)】



### 【全方位方式(整地用)】



電動車椅子はいずれも  
NEDO共通基盤開発プロジェクト  
運動制御モジュール(千葉工大)  
にて車輪駆動





# ”操縦モジュール群”

清水正晴(千葉工大)

furo 未来  
Future Robotics Technology Center

## 概要:

移動ロボット操縦用ジョイスティック。  
ハプティックデバイスタイプと  
軽量のワイヤレスタイプの2種

## 特徴:

- ◆ ハプティックデバイスタイプ: x, y 出力
- ◆ 無線軽量タイプ: x, y,  $\theta$  出力
- ◆ コントローラからの入力信号を  
対象ロボットの指令値へと変換



ハプティックデバイスタイプ



無線軽量タイプ

## インターフェース:

出力ポート: 目標位置/目標速度  
動作確認: OpenRTM-aist-0.4.2

## ライセンス(公開条件):

β版: PJ内に個別提供. リリース版: Webにて公開

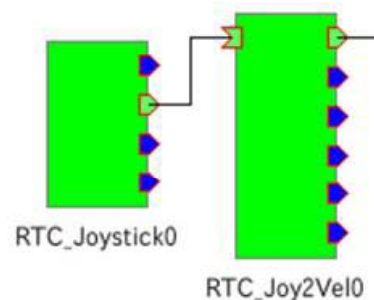
連絡先: 千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター(fuRo)  
〒275-0018 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学8号館8階  
URL: <http://www.furo.org>

第1版 2009.07.21作成

RT  
middleware

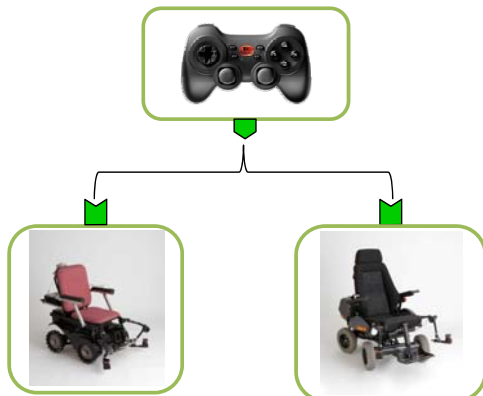
## ■コンポーネント構成

- ・ジョイスティックの値を出力するコンポーネントと  
出力された値をロボット指令値へと変換するコン  
ポーネントからなる。
- ・ロボット指令値へ変換するコンポーネントにより  
様々なタイプのロボットに対応可能。

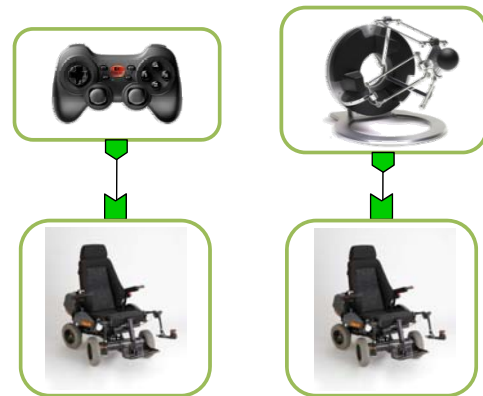


## ■コンポーネント接続例

①ジョイスティック単体で複数の  
ロボットをコントロール



②単一のロボットを異なる  
ジョイスティックでコントロール



RT  
middleware

# ”OpenRTM on T-Kernel”

高瀬弘勝・青木利憲(NECソフト)

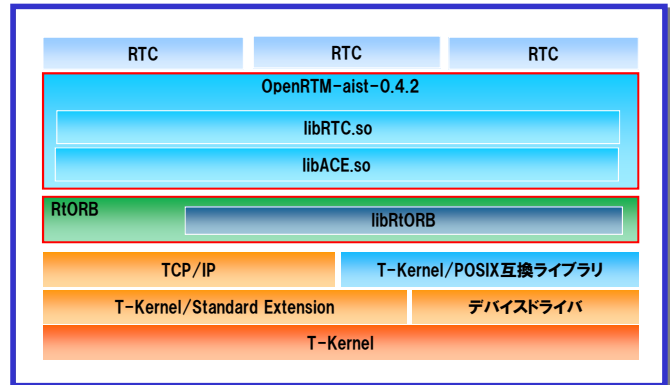
NECソフト

## 概要:

組み込み向けRTOS(リアルタイムOS)であるTRON(T-Kernel)向けのRTミドルウェアプラットフォーム。産総研殿と連携して、軽量CORBA実装であるRtORBをT-Kernelに対応。

## 特徴:

- ◆ T-Kernelが動作する組み込みデバイスにてRTミドルウェアプラットフォームをサポート
- ◆ OpenRTM-aist-0.4.2を移植し高い互換性
- ◆ WindowsやLinuxなど非RTOSで動作するRTCとT-Kernelで動作するRTCをネットワーク分散させたシステムを構築可能



## 動作環境:

T-Kernel

## ライセンス(公開条件):

β版:PJ内に個別提供、リリース版:有償提供(ターゲットHWへのサポート費、ライセンス費)

## 連絡先:

NECソフト・UBシステム事業部  
〒136-8627 東京都江東区新木場1-18-7 NECソフト本社ビル  
URL: <http://www.necsoft.com/>

第1版 2009.07.14作成

RT  
middleware

# ”ucodeモジュール(群)”

高瀬弘勝・青木利憲(NECソフト)

NECソフト

## 概要:

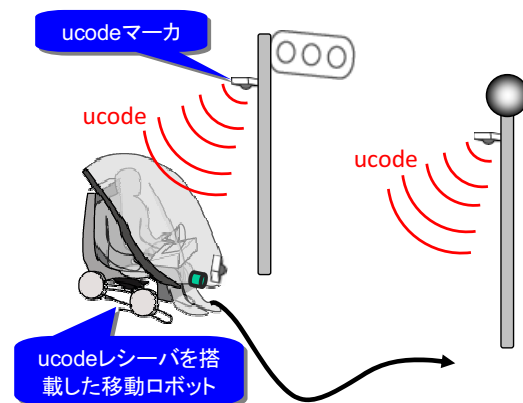
ucode環境インフラ情報を利用して自己位置を推定する機能を提供するモジュール群(環境自己位置同定モジュール群)。出力結果として推定結果の自己位置を取得できる。

## 特徴:

- ◆ 街灯や路面に設置されたマーカが発するucodeから現在の位置情報を推定
- ◆ マルチプラットフォーム対応(Linux、Windows、T-Kernelで動作)

## インタフェース:

出力ポート: レシーバで受け取ったucodeから推定した自己位置情報を出力する  
(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux、Windows、T-Kernel)



## ライセンス(公開条件):

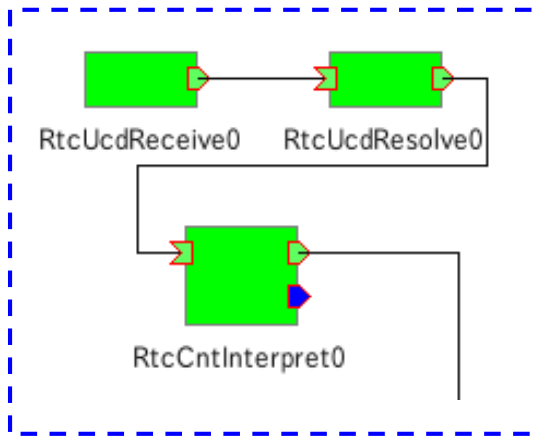
β版:PJ内に個別提供、リリース版:Webにて公開  
(マーカ類のHWは有償提供)

## 連絡先:

NECソフト・UBシステム事業部  
〒136-8627 東京都江東区新木場1-18-7 NECソフト本社ビル  
URL: <http://www.necsoft.com/>

第1版 2009.07.14作成

RT  
middleware



### ■コンポーネント構成

3コンポーネント構成となっている。

- RtcUcdReceive: ucodeレシーバから受け取ったucodeを出力する。  
 - 新規マーカ対応を容易にするためレシーバ向けインタフェースを汎用化。
- RtcUcdResolve: 入力されたucodeに対応したコンテンツ情報(位置情報含む)のありかを解決し、取得したコンテンツをすべて出力する。
- RtcCntInterpret: 入力されたコンテンツ情報を解釈して位置情報を出力する。

# 環境状況認識

宮下敬宏(ATR)、黒木一成(イーガー)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 概要:

ロボットの周囲にいる人の位置情報を出力するRTコンポーネント。

## 特徴:

◆環境情報構造化プラットフォーム<sup>\*1</sup>の一部である複数のレーザレンジファインダ(LRF)による人位置計測システムの出力をRTコンポーネント化

◆LRFによる人位置計測システムも製品として販売

## インターフェース:

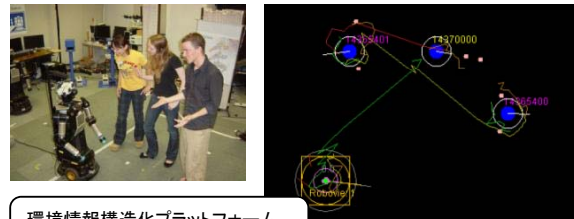
出力ポート: 人の位置情報

(計測時刻・仮ID・座標・検出人数)

TCP/IP ソケット接続: 人位置計測システムとの通信を行う  
(OpenRTM-aist-0.4.2, Linux (Fedora Core 6))

## ライセンス(公開条件):

次世代ロボット知能化プロジェクト内において、非商用利用に限り公開。公開条件詳細、プロジェクト外での利用、商用利用等については、右記までご連絡ください。



環境情報構造化プラットフォーム  
(複数のLRFで人の位置を計測)

RTC化されている様々なロボットで  
人々の位置を利用



## 連絡先:

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
知能ロボティクス研究所 次世代ロボット知能化プロジェクト担当  
〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台2-2-2  
e-mail: irc-contact <at> atr.jp

URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

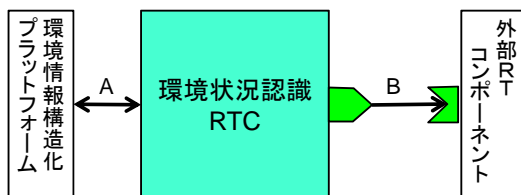
第1版 2009.07.21作成

<sup>\*1</sup> 環境情報構造化プラットフォームは、文部科学省 平成18年度科学技術振興調整費「科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進」の成果です。



## 環境状況認識RTCの接続:

◆各RTコンポーネントは以下のように接続して利用します。



◆環境情報構造化プラットフォームとは、同プラットフォーム用プロトコルで通信を行い(A)、その情報を外部コンポーネントにOutPortを介して出力(B)します。

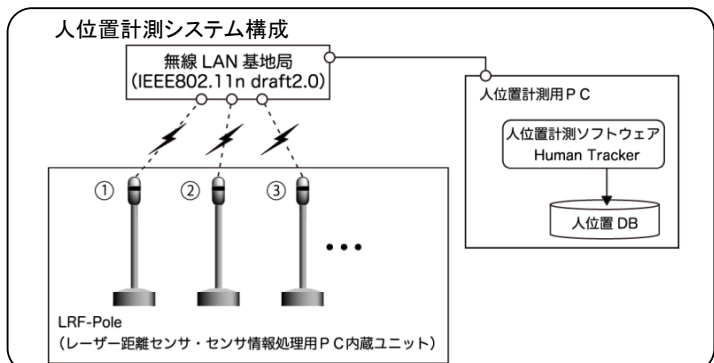
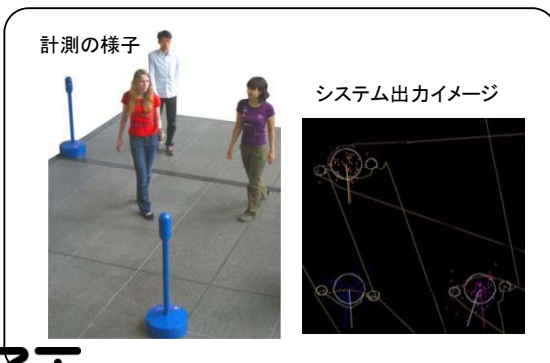
◆利用できる情報は、人の位置情報(計測時間(システム時間・UNIX時間)・仮ID・座標・人数)です。

◆「ロボットに近づいてくる」「ロボットから離れていく」などの行動情報抽出機能が今後実装される予定です。

## (参考)人位置計測システム(別売)の概要:

◆複数のレーザレンジファインダを人々を取り囲むように設置するだけで、広域(200m<sup>2</sup>程度)の人々の位置を高精度(誤差5cm以下)にリアルタイムで計測するシステムです。

◆本システムの詳細についても上記連絡先までお問い合わせください。



# 音声認識

## 石井カルロス寿憲(ATR)、黒木一成(イーガー)

### 概要:

発話音声を認識し、認識結果をテキストで出力するRTコンポーネント。

### 特徴:

- ◆ ATRが開発した音声認識ソフトウェア「ATRASR」を利用
- ◆ 複数(男女・子供)の音響モデルの利用により不特定話者でも高い認識性能
- ◆ 65dBAの雑音下で音声認識率75%を達成

### インタフェース:

入力ポート: 発話区間情報付き音声波形データ  
音声認識開始/停止  
音声認識一時停止

出力ポート: 発話内容(テキスト)  
サービスポート: 音声認識オプション設定  
(OpenRTM-aist-0.4.2, Linux(Fedora Core6))

### ライセンス(公開条件):

次世代ロボット知能化プロジェクト内において、非商用利用に限り公開。公開条件の詳細、プロジェクト外での利用、商用利用等については、右記までご連絡ください。



音声認識  
RTC

雑音環境下での  
ロボットの音声認識



### 連絡先:

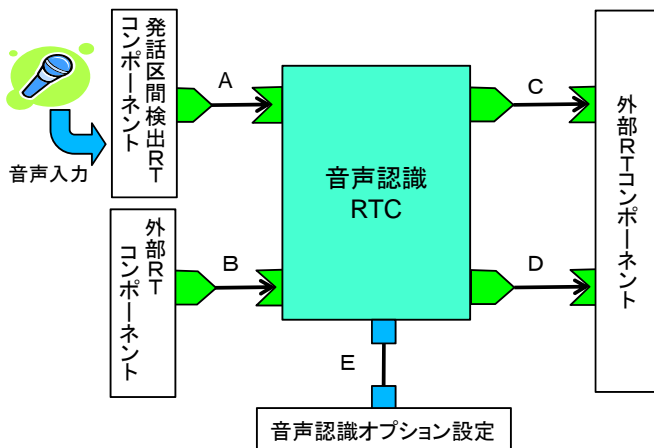
株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
知能ロボティクス研究所 次世代ロボット知能化プロジェクト担当  
〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台2-2-2  
e-mail: irc-contact <at> atr.jp

URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

第1版 2009.07.21作成

### 音声認識RTCの接続:

- ◆ 各RTコンポーネントは以下のように接続して利用します。



株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

- ◆ 発話区間検出RTCから出力される発話区間情報付き音声波形データ(XML)を入力(A)として、発話区間の切り出しと雑音抑圧処理を行った後に音声認識します。
- ◆ 音声認識の開始・終了・一時停止を別途入力(B)することも可能です。
- ◆ 音声認識結果は、XML形式で出力(C)されます。
- ◆ 音声認識処理の状態(認識中・一時停止中など)を出力(D)で確認できます。
- ◆ 音声認識のオプション設定はサービスポート(E)から行います。

- ◆ 発話区間検出コンポーネントとの組み合わせにより、雑音下(65dBA)において88.6%の音声認識性能を実現しています<sup>[1]</sup>。

- ◆ マイクロフォンアレイによる目的方向外からの雑音抑圧 (注: 音声認識RTCには未実装。対応予定。)

### (参考) ATR製音声認識ソフトウェア ATRASR (音声認識RTCコアロジック)

- ◆ 実際の雑音を数種類組み合わせで作成した特別な音響モデルと最新の音声認識アルゴリズムにより、雑音の多い実環境下での音声認識の頑健性を向上させました。

### 参考文献

- [1] 日浦 ほか、画像により検出した顔動作と音声入力を併用して発話区間を推定するコミュニケーション知能モジュール、日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会、2A2-C16、2009。

# 発話区間検出

宮内均(三菱重工)、石井カルロス寿憲(ATR)、  
 労世竝(オムロン)、黒木一成(イーガー)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
 株式会社イーガー  
 オムロン株式会社  
 三菱重工業株式会社

## 概要:

顔特徴点座標(口の開閉)と音声波形データから発話区間を検出し、発話区間情報付きの音声波形を出力するコンポーネント。

## 特徴:

- ◆ 顔特徴点座標を用いた発話区間検出により雑音下での音声認識性能向上
- ◆ 区間検出タイプの設定により様々な用途・環境に対応

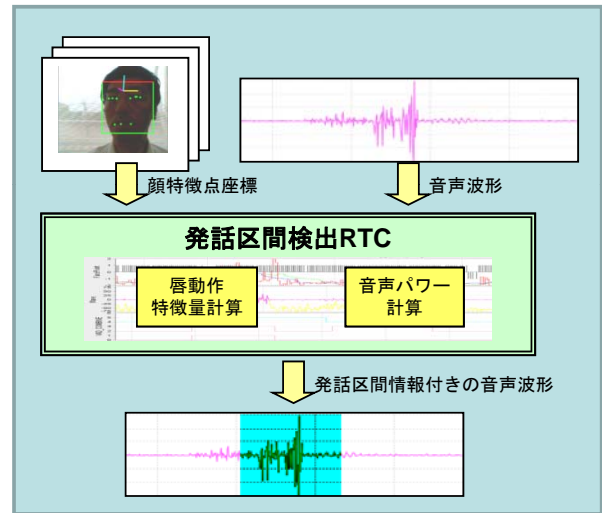
## インターフェース:

入力ポート: 顔特徴点座標  
 (顔動作推定RTCから出力される口の開閉情報)  
 音声波形データ  
 発話区間検出タイプ

出力ポート: 発話区間情報付き音声波形データ  
 (OpenRTM-aist-0.4.2, Linux および Windows XPに対応)

## ライセンス(公開条件):

次世代ロボット知能化プロジェクト内において、非商用利用に限り公開。公開条件詳細、プロジェクト外での利用、商用利用等については、右記までご連絡ください。



## 連絡先:

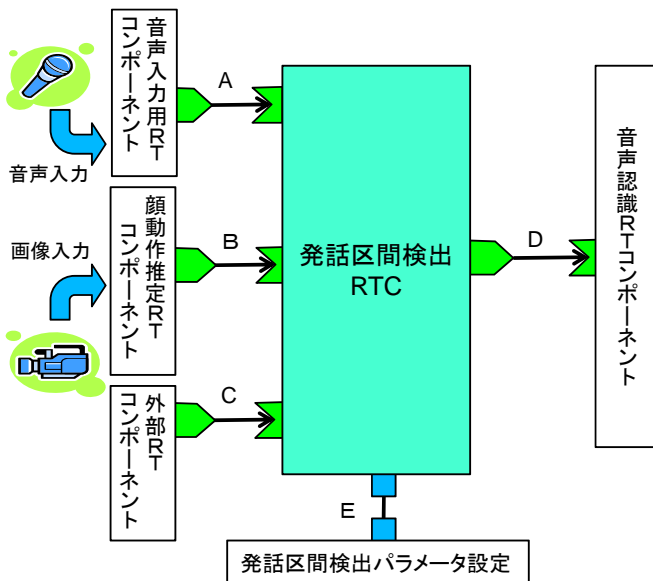
株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
 知能ロボティクス研究所 次世代ロボット知能化プロジェクト担当  
 〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台2-2-2  
 e-mail: irc-contact <at> atr.jp

URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

第1版 2009.07.21作成

## 発話区間検出RTCの接続:

- ◆ 各RTコンポーネントは以下のように接続して利用します。



株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
 株式会社イーガー  
 オムロン株式会社  
 三菱重工業株式会社

- ◆ 音声入力用RTCから出力される音声波形データ(XML形式)を入力(A)として、雑音抑圧処理等により音声データで発話区間を検出します。
- ◆ 顔動作推定RTCが出力する口の開閉情報を表す顔特徴点座標(XML形式)を入力(B)として、口の開閉情報に基づいて発話区間を検出します。
- ◆ 音声データに基づく発話区間と、口の開閉情報に基づく発話区間の論理積・論理和・どちらか一方のみ利用などの発話検出タイプを入力(C)します。
- ◆ 発話区間検出結果は、発話区間情報付き音声波形データ(XML)として出力(D)されます。
- ◆ 音声認識RTコンポーネントとの組み合わせにより、雑音下での音声認識率を飛躍的に向上させることができます。

## (参考) 発話区間検出RTCの検証試験結果

- ◆ 65dBA以上の雑音のもと(S/N比 平均約6dB)で音声認識を行った。従来の手法(音声のみで発話区間を検知)での認識率は4.4%であったが、新手法(口の動きを画像で認識して発話区間を検知)での認識率は88.6%となり、大幅な認識率の向上が見られた<sup>[1]</sup>。

### 参考文献

- [1] 日浦 ほか、画像により検出した顔動作と音声入力を併用して発話区間を推定するコミュニケーション知能モジュール、日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会、2A2-C16、2009。



# 音声合成

## 石井カルロス寿憲(ATR)、黒木一成(イーガー)

### 概要:

発話内容テキストから自動的に音声合成を行い、音声波形データを出力するRTコンポーネント。

### 特徴:

- ◆ ATRが開発した音声合成ソフトウェア「XIMERA」を利用
- ◆ 動作生成RTCとの組み合わせでロボットの動作と同期した発話を実現

### インタフェース:

入力ポート: 発話情報  
 発話開始/停止

出力ポート: 発話状態  
 発話終了  
 音声波形

サービスポート: 音声合成オプション設定  
 (OpenRTM-aist-0.4.2、Linux(Fedora Core6))

### ライセンス(公開条件):

次世代ロボット知能化プロジェクト内において、非商用利用に限り公開。公開条件の詳細、プロジェクト外での利用、商用利用等については、右記までご連絡ください。



### 連絡先:

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
 知能ロボティクス研究所 次世代ロボット知能化プロジェクト担当  
 〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台2-2-2  
 e-mail: irc-contact <at> atr.jp

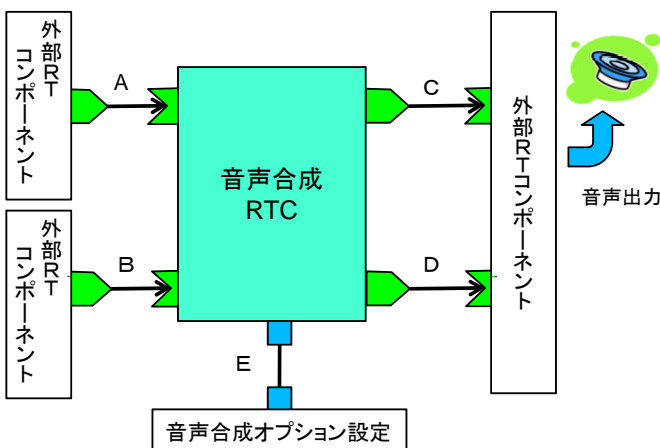
URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

第1版 2009.07.21作成



### 音声合成RTCの接続:

- ◆ 各RTコンポーネントは以下のように接続して利用します。



- ◆ 発話内容テキストデータ(XML形式)を入力(A)として、発話内容テキストに対応した音声合成します。
- ◆ 音声合成の開始・終了を別途入力(B)することも可能です。
- ◆ 合成した音声波形ファイルは、XML形式で出力(C)されます。
- ◆ 音声合成の状態(発話中・発話待機中など)を出力(D)で確認できます。
- ◆ 音声合成オプション設定は、サービスポート(E)から行います。
- ◆ 外部RTCとして、動作生成RTCを用いることにより動作と発話を同期させることができます。

### (参考) ATR製音声合成ソフトウェア XIMERA (音声合成RTCコアロジック)

- ◆ 大規模な音声コーパス、HMMを用いた韻律パラメータのモデル化および推定、知覚実験に基づく素片選択コスト関数の最適化により、自然な音声合成を実現しました。



# 顔動作推定

労世竝(オムロン), 黒木一成(イーガー)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 概要:

顔の3次元の向きを推定する機能と目や口の開閉状態を推定する機能を提供し、動画の中での顔の向きの変化から肯定、否定、かしげなど動作の意思を推定できるモジュール。

## 特徴:

- ◆低解像度の画像にも対応
- ◆幅広い照明環境にロバスト
- ◆個人非依存、事前登録不要
- ◆リアルタイム処理で組み込み機器にも実装できる

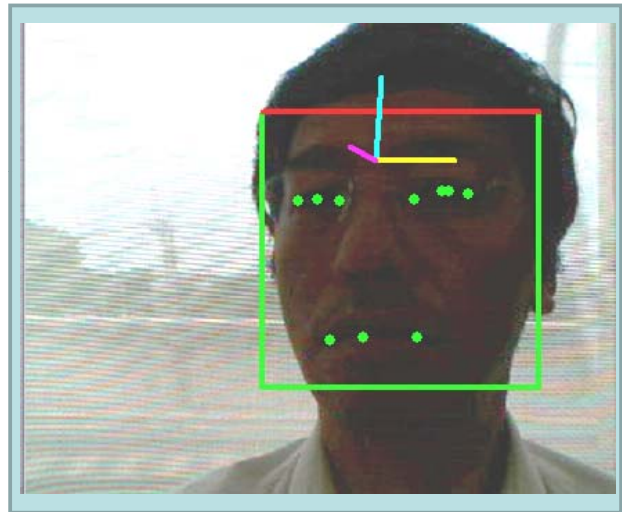
## インターフェース:

入力: キャプチャーボードからのビデオ映像

出力: 動作推定結果, 顔の向きの座標, 目と口の開閉状態 (OpenRTM-aist-0.4.2、Windows)

## ライセンス(公開条件):

知能化プロジェクト内でNDAを結んだ上で提供可能、オムロン株式会社のOKAO Visionライブラリを使用。



## 連絡先:

オムロン株式会社 技術本部 コアテクノロジーセンタ  
労世竝

Tel: 0774-74-2016, Fax: 0774-74-2004。

URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 顔動作推定モジュールの特徴

- デジカメや携帯電話にも搭載した世界トップの性能・速度を有する顔検出アルゴリズムを使用するため、顔の検出失敗が少なく、速度が速い
- 様々な照明環境及び角度で撮影した顔画像で学習することによって、環境変化にロバスト
- 廉価なWebカメラでも高精度に顔の3次元向きを検出できる

## 顔動作推定モジュールの応用先

- 口の開閉状態を検出する機能を活用することで、話者の特定と発話区間の検出に応用することができる
- 顔向きの変化を検出することで、人の肯定、否定、かしげの仕草を推定できる



# 個人同定モジュール

労世竈(オムロン)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 概要:

静止画から個人を同定する機能を提供する。現在は顔認識で個人同定を行っている。将来的には顔以外の情報例えば服装の色などの情報も取り入れて個人同定を行う機能を開発していく

## 特徴:

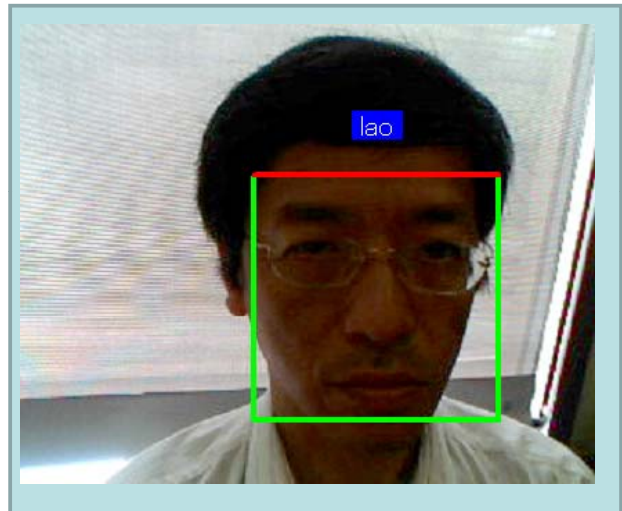
- ◆500人登録しても99%以上の認識率(照明と顔向き条件が良い場合)
- ◆低解像度の画像にも対応
- ◆40度程度の顔向き変化にも対応
- ◆リアルタイム処理で組み込み機器にも実装できる速度とメモリ使用量

## インターフェース:

入力: 静止画  
出力: 個人同定ID, 信頼度  
(OpenRTM-aist-0.4.2, Windows)

## ライセンス(公開条件):

知能化プロジェクト内でNDAを結んだ上で提供可能、オムロン株式会社のOKAO Visionライブラリを使用。



## 連絡先:

オムロン株式会社 技術本部 コアテクノロジーセンタ  
労世竈

Tel: 0774-74-2016, Fax: 0774-74-2004。

URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

第 1 版 2009.07.17作成

RT  
middleware

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 個人同定モジュールの特徴

- デジカメや携帯電話にも搭載した世界トップの性能・速度を有する顔検出アルゴリズムを使用するため、速度が速く、どんな環境でも顔の検出失敗が少なく
- 様々な照明環境及び角度で撮影した顔画像で学習することによって、環境変化にロバスト
- 廉価なWebカメラでも高精度に個人認証できる
- ロボットに搭載する場合、登録作業が不要で、自動で新しい人を登録できる

## 個人同定モジュールの応用先

- 商業施設で案内ロボットがすでに案内した人か新しい顧客かを見分けることができ、その対応履歴に応じた対応ができる

RT  
middleware

# ロボット動作生成

宮下敬宏(ATR)、黒木一成(イーガー)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 概要:

対話に必要な身振り・仕草を、ロボットの発話に同期させて出力するRTコンポーネント。

## 特徴:

- ◆ロボットの発話内容と共に、指差しなどのジェスチャを「動作指令スクリプト」で記述。
- ◆動作指令スクリプトに記述された動作をロボット制御RTコンポーネントに出力。ロボット非依存の動作を実現。
- ◆音声合成RTCを接続することで、動作に同期した発話を実現。

## インタフェース:

入力ポート: 動作指令スクリプト  
(動作制御用タグを含むテキスト)  
出力ポート: ロボット制御コマンド(ロボット制御RTC用)  
動作と同期した発話内容(音声合成RTC用)  
(OpenRTM-aist-0.4.2, Windows XP)

## ライセンス(公開条件):

次世代ロボット知能化プロジェクト内において、非商用利用に限り公開。公開条件の詳細、プロジェクト外での利用、商用利用等については、右記までご連絡ください。



動作指令スクリプトに応じた動作を動的に出力

動作指令スクリプト

```
<sentence><reference label="CM">こちら</reference>  
は、CMナウという雑誌です</sentence>
```



(アイドル/発話中/問いかけ中)などの自発的動作は、自動生成!

動作指令スクリプト

```
<sentence>何かご用<ask>ですか?</ask></sentence>
```

## 連絡先:

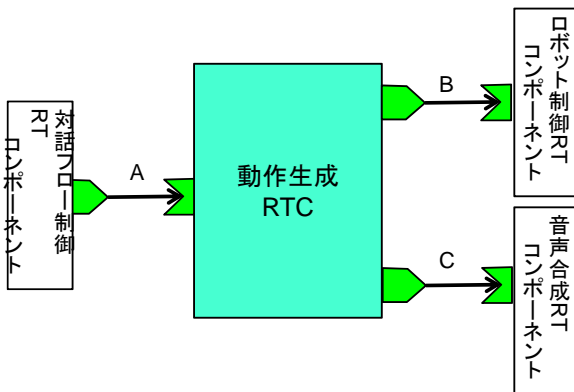
株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
知能ロボティクス研究所 次世代ロボット知能化プロジェクト担当  
〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台2-2-2  
e-mail: irc-contact <at> atr.jp  
URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

第1版 2009.07.21作成



## 動作生成RTCの接続:

- ◆各RTコンポーネントは以下のように接続して利用します。



株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

- ◆動作指令スクリプト(主に対話フロー制御RTCから送られてくる)を入力(A)として、スクリプト中の動作タグに基づいて発話内容と同期した動作を動的に生成し、ロボット制御コマンドとしてロボット制御RTCに出力(B)します。
- ◆動作指令スクリプトに含まれている発話内容は、動作と同期させて音声合成RTCに出力(C)します。
- ◆(アイドル/発話中/問いかけ中)などの記述により、記述した状態に適した自発的動作を自動生成します。

## (参考)ロボット制御RTコンポーネント:

- ◆ロボット制御RTコンポーネントは、動作生成RTCからのロボット制御コマンドを入力として、ロボット依存のコマンドに変換するコンポーネントです。
- ◆動作生成RTコンポーネントからロボットに依存する部分はロボット制御RTコンポーネントとして分離したため、様々なロボットで、動作生成RTコンポーネントと動作指令スクリプトを再利用可能になりました。

ロボット制御RTコンポーネント対応済みロボット(2009年8月現在)



# ロボット対話制御

宮下敬宏(ATR)、黒木一成(イーガー)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## 概要:

ロボットの機能・用途に応じて予め用意されたコンテンツを管理し、対話者の属性や状況に応じた対話コンテンツを選択・実行するRTコンポーネント。

## 特徴:

- ◆対話履歴やセンサ等から得られた対話者の属性や情報に応じて、対話の流れを切り替える機能
- ◆対話コンテンツを管理し、対話の流れをデザインするためのGUI

## インタフェース:

入力ポート: 音声認識RTCの出力結果  
環境状況認識RTCの出力結果  
顔動作推定RTCの出力結果

出力ポート: 動作指定スクリプト(ロボット動作生成RTC用)  
対話の流れに沿った音声認識の開始(音声認識RTC用)

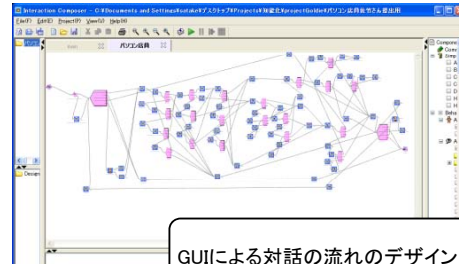
(OpenRTM-aist-0.4.2, Windows XP)

## ライセンス(公開条件):

次世代ロボット知能化プロジェクト内において、非商用利用に限り公開。公開条件の詳細、プロジェクト外での利用、商用利用等については、右記までご連絡ください。



対話者の属性や情報に応じて、対話の流れを切り替える



GUIによる対話の流れのデザイン

## 連絡先:

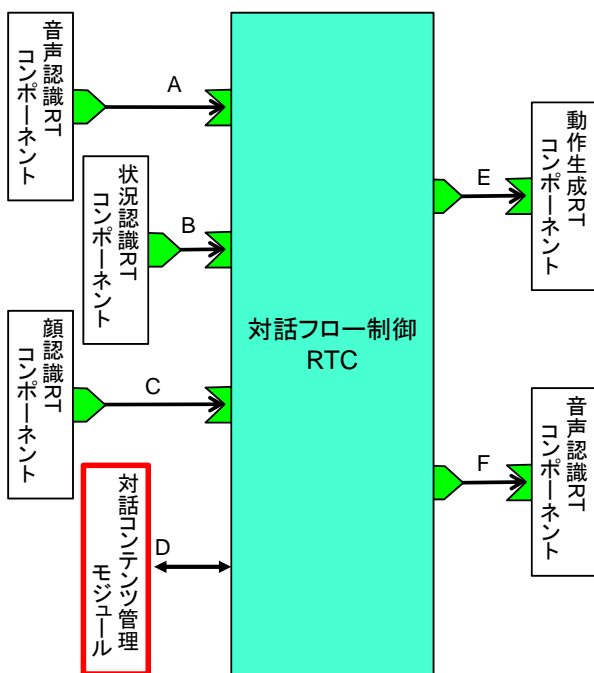
株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
知能ロボティクス研究所 次世代ロボット知能化プロジェクト担当  
〒619-0288 京都府相楽郡精華町光台2-2-2  
e-mail: irc-contact <at> atr.jp

URL: <http://www.irc.atr.jp/ptRTM/RTM-j.html>

第1版 2009.07.21作成

## 対話制御RTCの接続:

- ◆各RTコンポーネントは以下のように接続して利用します。



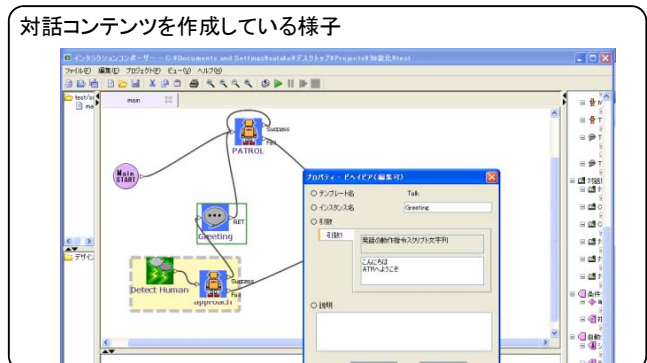
GUIで対話コンテンツの作成・管理が可能

株式会社国際電気通信基礎技術研究所  
株式会社イーガー  
オムロン株式会社  
三菱重工業株式会社

## (参考)対話コンテンツ管理モジュール:

- ◆対話コンテンツ管理モジュールでは、対話のフローを作成し、対話フロー制御RTCへ渡す機能を持ちます。
- ◆対話フローを設計するため、新たにコンテンツを作成することや、前もって作成したコンテンツを選択することが可能です。
- ◆対話フローの受け渡しは、TCP/IP経由、ファイルシステム経由で行います。

## 対話コンテンツを作成している様子



# ”音声認識コンポーネント群”

日本電気株式会社

荒川隆行 田中大介 岡部浩司(NEC)

**概要:**

語彙と文法を記述した音声認識辞書に従って対象者の音声を認識して結果を出力する機能を提供するコンポーネント。複数マイクからの信号を用いて入力音声信号中の雑音成分を抑圧する雑音抑圧機能も搭載する。

**特徴:**

- ◆ 複数の音声認識辞書を任意のタイミングで切り替えて適用可能
- ◆ 雑音抑圧機能として、2マイクノイズキャンセラを搭載。エコーキャンセラも搭載予定
- ◆ 子供、高齢者の音声認識性能を強化
- ◆ ワイドレンジ音声入力対応による発話距離に対する頑健性向上

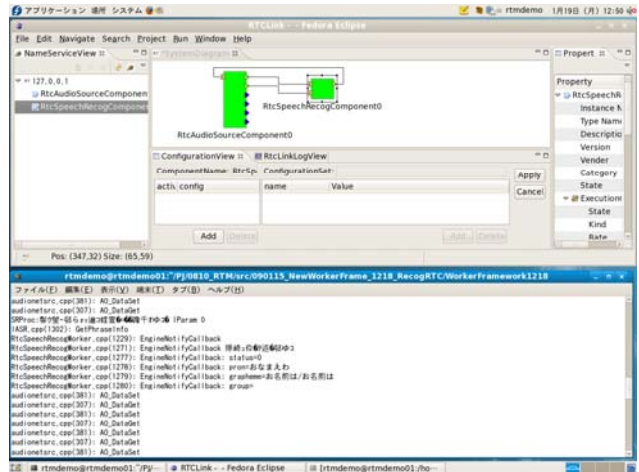
**インタフェース:**

入力ポート: 音声ストリーム(TimedOctedSeq型)、コマンド

出力ポート: 音声認識結果をイベントとして出力  
(PC版: OpenRTM-aist-0.4.2、Linux(Fedora8)、音声認識モジュールデバイス版: OpenRTM-aist-0.4.2、MobiLinux)

**ライセンス(公開条件):**

公開にあたっては、NECと機密保持契約の締結を条件とさせていただきます



連絡先: 〒211-8666 川崎市中原区下沼部1753  
NEC共通基盤ソフトウェア研究所  
山下 信行  
Tel:044-431-7572, Fax:044-431-7588

第 1 版 2009.07.21作成/予定



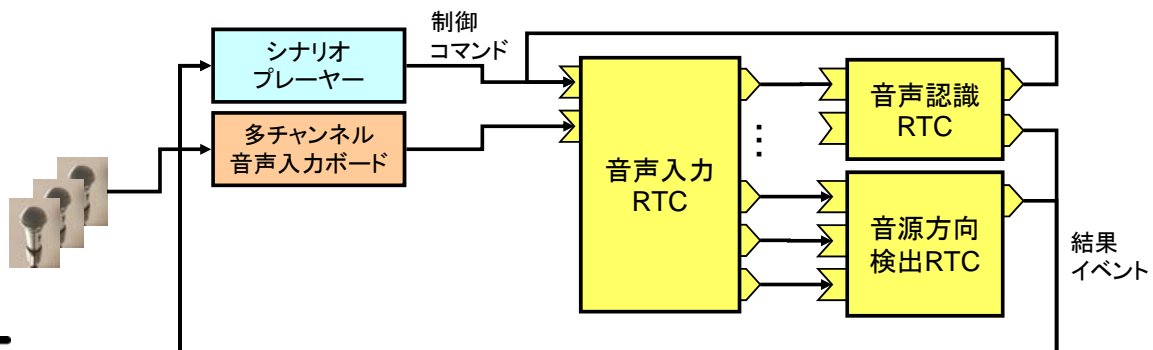
## 主要コンポーネント

**音声入力RTC**

- 多チャンネル音声データの同期配信機能
- 16bit/24bit音声入力ボードに対応(東京エレクトロンデバイスと共同開発)

**音声認識RTC**

- 高齢者対応音響モデルを搭載
- 2入力ノイズキャンセル機能を搭載
- 来年度成果予定
  - 高齢者と子供の音響モデル(本年度成果)を搭載
  - 24bit/16bit変換機能により、入力ゲインに対する頑健性と音響モデルの再利用性向上
  - ノイズキャンセル機能の別コンポーネント化による再利用性向上



# ”人物状況検知コンポーネント群”

日本電気株式会社

細井利憲 石寺永記(NEC)

## 概要:

各人物が装着するRFID情報を併用しながら、ロボット本体にビルトインしたカメラによって撮影した映像情報から、映っている人物の位置や動き、顔認証により誰であるかを検知、また顔向きを検知してコミュニケーション状況を把握する機能を提供するモジュール群。

## 特徴:

- ◆画像(顔/頭部/人体の動き)とRFIDという異なる情報を統合することでロバスト性を向上
- ◆方式単位でコンポーネント化を行い、再利用性の高いモジュール群を実現

## インタフェース:

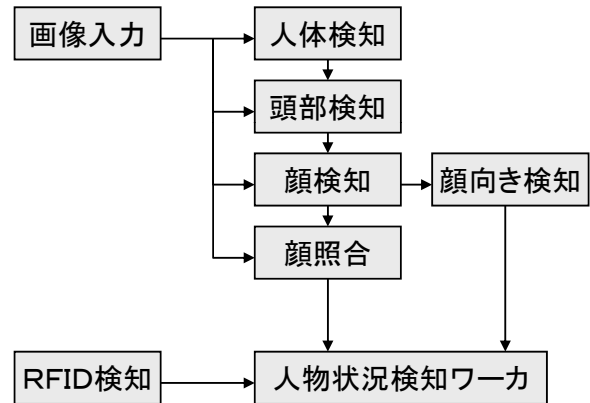
入力ポート: 画像ストリーム(TimedOctedSeq型)、コマンド

出力ポート: 人物状況の検出結果をイベントとして出力

(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux(Fedora8))

## ライセンス(公開条件):

公開にあたっては、NECと機密保持契約の締結を条件とさせていただきます



連絡先: 〒211-8666 川崎市中原区下沼部1753

NEC共通基盤ソフトウェア研究所

山下 信行

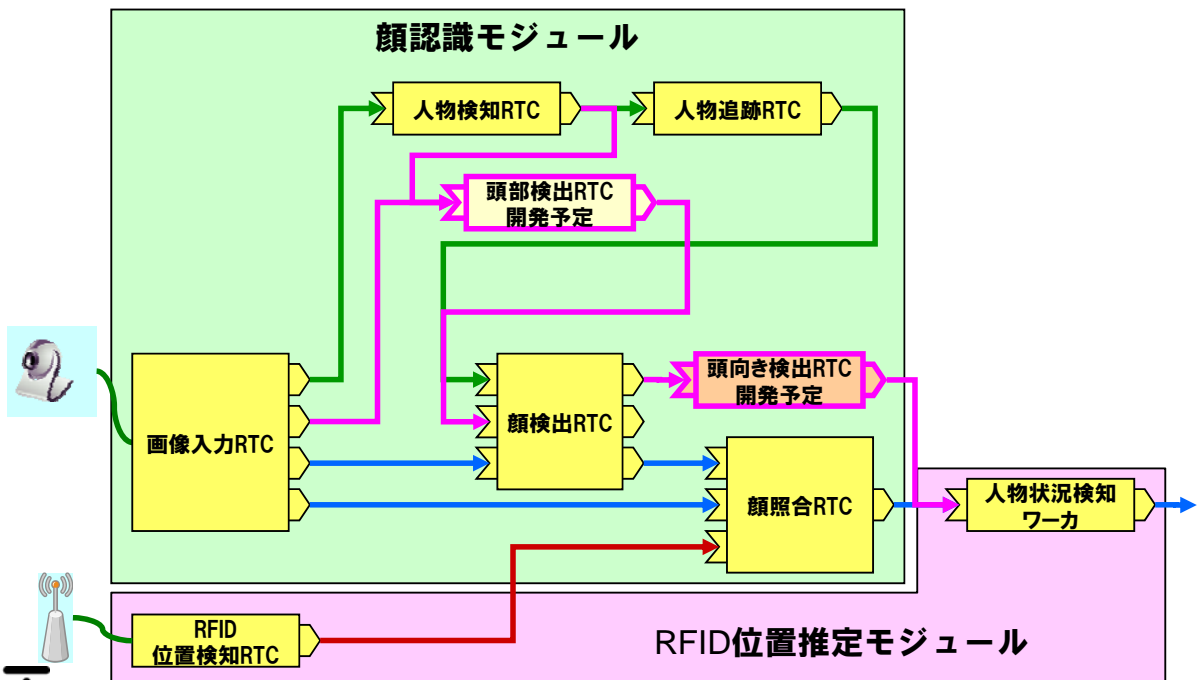
Tel:044-431-7572, Fax:044-431-7588



第 1 版 2009.07.21作成/予定

## 特徴

- 画像(顔/頭部/全身の動き)とRFIDという異なる情報を統合することでロバスト性を向上
- 方式単位でコンポーネント化を行い、再利用性の高いモジュール群を実現



# ”話者認識コンポーネント”

日本電気株式会社

船田純一(NEC)

## 概要:

複数ユーザがロボットの前にいる状況で、ユーザの発話ごとに話者が誰であるかを検出する機能を実現するコンポーネント。

## 特徴:

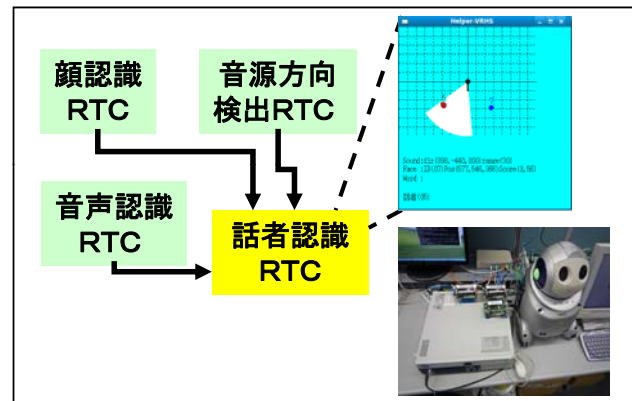
- ◆顔認識・音源方向検出・音声認識などのコンポーネントからの時系列情報を統合することで話者を認識
- ◆短期記憶機構により、話者位置が視野外に変化した場合などでも頑健に話者を認識

## インターフェース:

入力ポート: 顔認識・音源方向検出・音声認識・センサ位置・自己位置同定の各結果(TimedString型)、コマンド  
出力ポート: 話者認識結果をイベントとして出力(OpenRTM-aist-0.4.2、Linux(Fedora8))

## ライセンス(公開条件):

公開にあたっては、NECと機密保持契約の締結を条件とさせていただきます



連絡先: 〒211-8666 川崎市中原区下沼部1753

NEC共通基盤ソフトウェア研究所

山下 信行

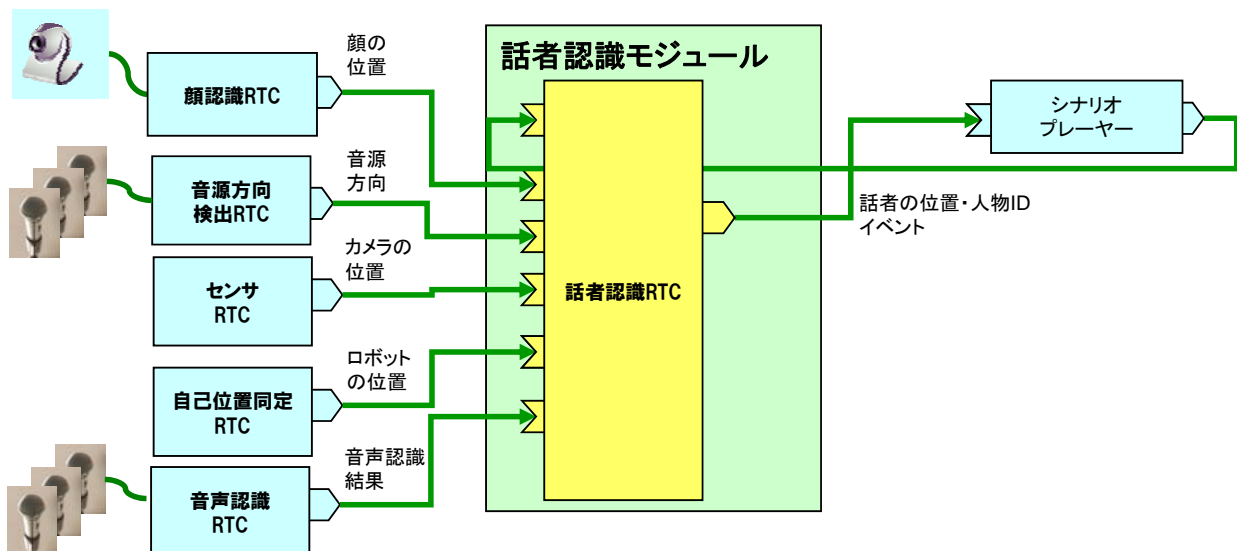
Tel:044-431-7572, Fax:044-431-7588



第 1 版 2009.07.21作成/予定

## 特徴

- 顔認識・音源方向検出RTCからの情報を統合し、発話中の話者の誰でロボットに対しどこにいるのかを推定
- カメラ位置やロボット自己位置により世界座標系での話者の位置を算出



# ”音声合成コンポーネント”

加藤正徳 近藤玲史(NEC)

日本電気株式会社

## 概要:

テキストを外部から与えて、それに従って合成音声を生産する機能を提供するモジュール。

## 特徴:

- ◆ 対話収録音声を元にした、ロボットに好適な発声が可能
- ◆ 声の高さ、発声速度、エフェクト機能、数字読みモードなどをコマンド制御可能
- ◆ コンパクトな音声認識モジュールデバイスで動作(音声認識モジュールデバイス版)
- ◆ 仕草合成RTCとの連携機能(PC版)

## インタフェース:

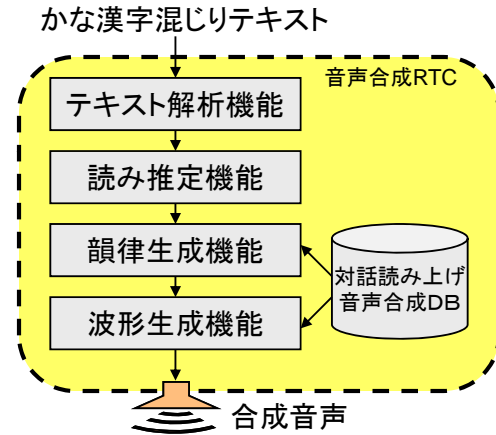
入力ポート: コマンド

出力ポート: スピーカーから合成音声を出力

(PC版: OpenRTM-aist-0.4.2、Linux(Fedora8)、音声認識モジュールデバイス版: OpenRTM-aist-0.4.2、MobiLinux)

## ライセンス(公開条件):

公開にあたっては、NECと機密保持契約の締結を条件とさせていただきます



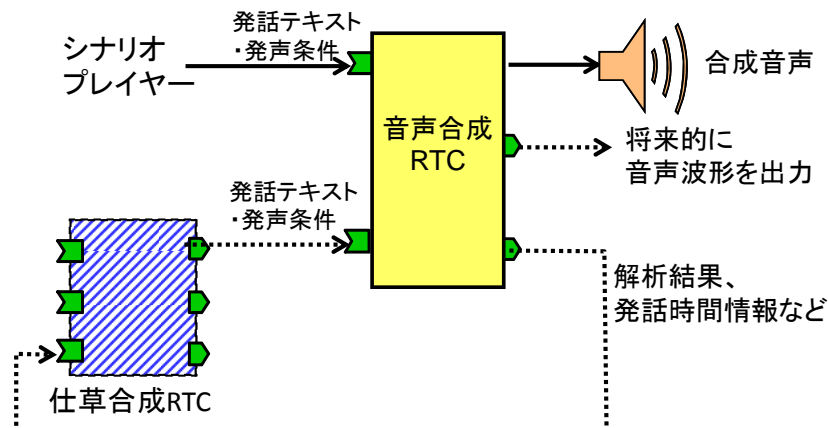
連絡先: 〒211-8666 川崎市中原区下沼部1753  
 NEC共通基盤ソフトウェア研究所  
 山下 信行  
 Tel:044-431-7572, Fax:044-431-7588

第 1 版 2009.07.21 作成/予定



## 特徴

- 音声合成モジュール(音声対話モジュール=SDM 対応)
  - 対話収録話者の音声データに対応し、搭載
- 音声合成モジュール(PC Linux 対応ソフトウェアモジュール)
  - 対話収録話者の音声データに対応し、さらに音質と韻律の再現性を向上
  - 仕草合成RTCとの連携に向けて、発話時間長情報などの機能を強化
- 対話発声の特徴分析・反映



# 行動理解知能モジュール群

大阪工業大学

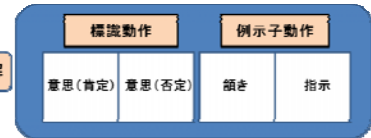
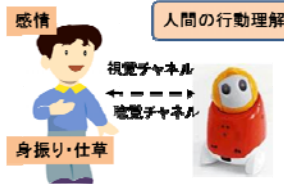
佐野睦夫 西口敏司 宮脇健三郎(大阪工業大学)

## 概要:

人とロボットのコミュニケーションにおいて、人の身振りや仕草の認識によって、人の指示や意図を理解する機能、人の表情または非言語の発声の認識により、人の感情を認識する機能を提供する行動理解知能モジュール群である。

## 特徴:

- ◆画像情報と音声情報の統合による感情認識の信頼性をアップ。
- ◆頷き動作の認識性能の向上
- ◆人間の身振り・仕草動作の学習による認識性能の強化
- ◆単眼視による身振り・仕草理解の実時間性能の向上



表情の変化を捉える

## インタフェース:

入力ポート:映像ストリーム(USBカメラインタフェース)と音声ストリーム

出力ポート:行動理解結果をイベントとして出力

## ライセンス(公開条件):

公開にあたっては、機密保持契約の締結を条件とさせていただきます。ご利用の際は、右記連絡先までご連絡ください。

## 連絡先:

大阪工業大学情報科学部情報メディア学科  
(大阪工業大学ヒューマンロボティクス研究開発センター)  
佐野 睦夫  
〒573-0196 大阪府枚方市北山1-79-1  
email: sano <at> is.oit.ac.jp

URL: <http://www.is.oit.ac.jp/projects/hrc.html>



## 身振り・仕草認識RTC

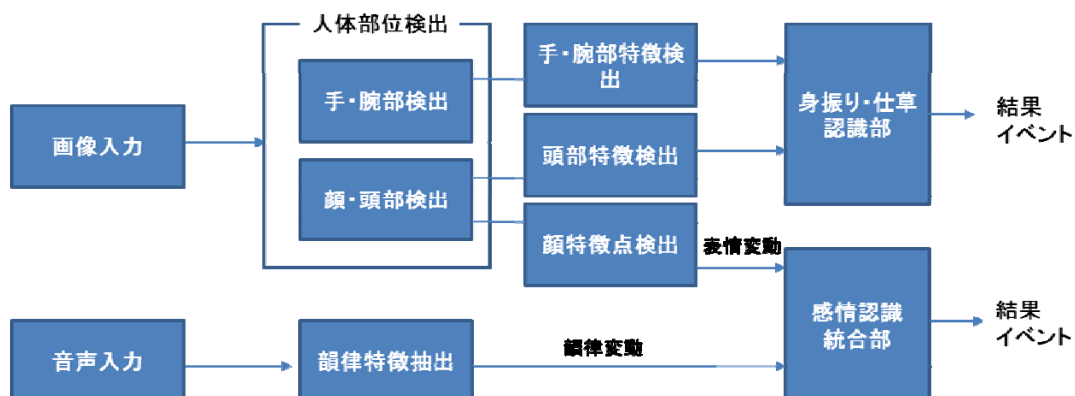
- 標識動作認識機能
  - 首振り動作からの肯定・否定の意思の認識機能
- 例示子動作認識機能
  - 頷き・指差しなどの拍子をとったり意味内容を補強する動作の認識機能

### ■映像ストリームからのリアルタイム・イベント認識

## 感情認識RTC

- 韻律情報の変化と顔映像の特徴点変化を融合した感情認識機能
- 時系列変動からの感情推定機能

### ■音声ストリームと映像ストリームからのリアルタイム・イベント認識





作成日

平成20年2月22日

1. 事業名称	次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト (21世紀ロボットチャレンジプログラム)
2. 推進部署名	機械システム技術開発部
3. 事業概要	<p>(1) 概要 今後、我が国が直面する少子高齢化、労働力不足といった諸課題を踏まえると、人間共存環境を含めた実環境で活動するロボットの需要はますます拡大が期待されている。</p> <p>しかしながら、現状ではロボットが実用化できる用途や使用条件は限定的であり、このような状況を打破するため、確実性を持った自律的な活動に必要な知能化技術の開発が求められる。本プロジェクトでは、これまで開発されてきた高性能センシング等の要素技術を十分に活用しつつ、知能化技術の研究開発を重点的に推進することで、より幅広い用途と人間共存環境での次世代ロボットの実用化に繋げるため、生活空間や多品種少量生産の製造現場など状況が変わりやすい環境下において、ロボットが確実性を持って自律的に活動するため、機能の高度化に必要な知能化技術を開発し、自律的な次世代ロボットの要素技術を確立する。</p> <p>(2) 事業規模：総事業費 79 億円 (平成20年度事業費 15 億円)</p> <p>(3) 事業期間：平成19年度<sup>*</sup>～23年度(5年間) <sup>*</sup>平成19年度は経済産業省で実施</p>
4. 評価の検討状況	<p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>我が国では、1980年代以降、自動車や電機・電子産業等のユーザ産業の成長や人手不足を背景に、産業用ロボットの本格的な導入が進んだ。現在、我が国は、国際的にもトップレベルのロボット技術を有するとともに、生産現場においても、全世界で稼働している産業用ロボットの約4割が日本で稼働している等、自他ともに認める「ロボット大国」といえる。ただし、1990年代以降、産業用ロボットの市場規模は緩やかな成長にとどまり、用途も特定の産業分野に限られていた。</p> <p>しかし、ロボットを巡る状況は、着実に変わりつつある。製造業においては、ロボット・セルのように、さらに高度化した産業用ロボットが生産現場に投入されつつある。</p> <p>また、サービス業の分野においても、2005年の愛知万博では、サービスロボットの実用化に向けた実証実験が行われるとともに、実際のビジネスにおいても、清掃ロボットや食事支援ロボット、災害復旧作業を行う遠隔操作型ロボット等の導入が進んでいる。このように、我が国のロボット産業・技術は、次の成長段階に踏みだし、まさに「第2の普及元年」の幕開けを迎えている。</p> <p>他方、我が国は、少子高齢化・人口減少、アジア諸国の台頭等を背景とした国際競争の激化や、地震や水害等大規模災害に対する不安といった社会的課題に直面している。</p> <p>これらの諸課題に対し、我が国に蓄積された基盤的なロボット技術(RT)を活用・高度化することにより、解決に取り組むことが期待されている。</p> <p>上記解決に求められる最重要な技術課題の一つは、「知能化技術」である。特に、生活空間等の状況が変わりやすい環境下においても、ロボットがロバスト性をもって稼働するためには、ロボットの環境・状況認識能力や自律的な判断能力及び作業の遂行能力の向上が必要である。また、当該技術の継続的な発展に向けて、ロボットの知能要素をモジュール化し、その蓄積・管理及び組み合わせ等を可能とすることが必要である。これにより、ロボットのみならず、それ以外の製品分野(自動車、家電、住宅・オフィスビル、航空機、船舶、各種産業機械等)にも広く波及することが期待される。</p>

## (2) 研究開発目標の妥当性

### <目標>

本プロジェクトは、「我が国に蓄積されたロボット技術を活用して、ロボットの基盤的要素技術及びシステム開発をさらに推進することにより、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し、ロボット産業を我が国における基幹産業の一つに成長させること」を目的とする。具体的には、次の3項目すべてを最終目標とし、次世代ロボットシステムに必要な基盤技術を確立する。

#### ①ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発

以下②にて開発するモジュールの蓄積管理フレームワークの構築及び当該モジュールの統合等により、次世代ロボットシステム的设计・開発を支援するシステムの開発を行う。

#### ②モジュール型知能化技術の開発

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②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に提供（有償を含む。）する。

上記目標を達成するために、次の7つの研究開発項目について、別添の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

また、開発したモジュールの有効性を検証するため、システムに組み込み実証試験を行うとともに、当該システムに必要な技術開発も併せて行う。

#### <基盤技術の開発>

研究開発項目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

研究開発項目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

#### <知能モジュール群の開発>

研究開発項目② 作業知能（生産分野）の開発

研究開発項目③ 作業知能（社会・生活分野）の開発

研究開発項目④ 移動知能（サービス産業分野）の開発

研究開発項目⑤ 高速移動知能（公共空間分野）の開発

研究開発項目⑥ 移動知能（社会・生活分野）の開発

研究開発項目⑦ コミュニケーション知能（社会・生活分野）の開発

### <妥当性>

ロボット技術の統合的な取り組みであり、ターゲットも幅広く考えられるところ、今後の次世代ロボットが必要とする機能やニーズ等を踏まえ、基本的な内容を絞り込んだことは、一定以上の評価ができると判断する。

具体的には、ニーズの高い作業（タスク）を設定し、必要な「知能」を絞り込むとともに要素技術を抽出し、効率的で実用的なモジュール型の知能システム化技術を開発・実証するため、高性能なモジュールと信頼性の高いプラットフォームの確立という両面からの研究開発アプローチは本研究開発を実現する上で必要かつ十分である。

さらに、実用的な知能モジュールを開発するための検証プロセスが重要であることから、研究開発項目①-2として「ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発」を追加したことは評価できる。ただし、成果の最大化を目指すために今後も有識者を交えた妥当性検討の必要がある。

### (3) 研究開発マネジメント

平成20年度より、NEDOが本研究開発を運営・管理するに当たっては、平成19年度の進捗状況を踏まえた研究開発内容・計画及び実施体制の妥当性について、外部有識者による審議を含めた評価を行った上で最適な研究開発体制を構築し、委託して実施する。

また、本研究開発は、NEDO技術開発機構が指名する研究開発責任者（プロジェクトリーダー）を選定し、プロジェクトリーダーと協議して研究管理を行う。具体的には、プロジェクト推進に係る委員会を年2～3回開催し、研究テーマ間の下に各研究体の責任者を置き、それぞれの研究テーマの達成目標を実現すべく効率的な研究開発を実施する連携、進捗状況を踏まえた予算配分・事業計画の策定を行う。

また、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義ならびに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を平成21年度、事後評価を平成24年度に実施し、中間評価結果を踏まえ、必要に応じその結果を後年度の研究開発に反映することとする。なお、平成23年度までの各年度末に上記委員会等で各研究開発内容を内部評価し、必要に応じ、プロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

### (4) 研究開発成果

生産分野、生活環境など、状況変化の激しい環境における様々な作業を確実に遂行するためのロボットの知能化技術を、管理や組み合わせ等が可能なモジュール群として開発することによりロボットの性能の飛躍的向上を図るとともに、RT（ロボット技術）としてロボット以外の分野（自動車・情報家電、住宅等）への広範な技術波及を促進し、RT産業を我が国基幹産業の一つに成長させることまでを期待。

### (5) 実用化・事業化の見通し

2015年以降に本研究開発成果を活用したロボット製品の実用化・事業化が見込まれる。

### (6) その他特記事項

平成19年度は、経済産業省で本プロジェクトを実施した。平成20年度からはNEDOが本プロジェクトを実施する。

## 5. 総合評価

本プロジェクトは、NEDOで実施するプロジェクトとして適切であると判断する。

また、NEDOの協力の下、経済産業省において適切なプロセスを経て選定した実施者は、NEDOプロジェクトの実施者として適切であると判断する。ただし、研究開発項目①-1において、(独)産業技術総合研究所から(社)日本ロボット工業会への再委託についてはNEDOから直接委託することとし、研究開発項目①-2については早期に公募を行い実施者の選定を行う必要があると判断する。

<基盤技術の開発>

## 研究開発項目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

### 【研究開発の具体的内容】

#### (1) ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発

RT コンポーネント化された知能モジュール群を統合し、次世代ロボットシステムのシミュレーション・動作生成・シナリオ生成・システム設計を行うことの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。具体的には以下のとおり。

##### ①RT コンポーネント開発支援機能

- (a) ロボットシステム、知能モジュール、ハードウェアの仕様の記述方式、作業シナリオの記述方式の設計を行い、他の研究開発項目の実施者に提供する。ロボットシステムの仕様記述は、ロボットの運動学・動力学パラメータ・センサの配置・アクチュエータの配置等ロボットシステムを構築するために必要な情報を含むものとする。なお、本仕様記述方式については、他の研究開発項目の実施者と協議の上決定する。
- (b) RT コンポーネントのコード作成、デバッグ、パッケージ化等の一連の作業をシームレスに行い、知能コンポーネント・部品コンポーネントを含むRT 部品コンポーネントを開発することができる RT コンポーネントビルダ、RT コンポーネントをデバッグできる RT コンポーネントデバッガ、及びRT コンポーネントで構成されるネットワークの設計・デバッグができる RT システムエディタの開発を行う。

##### ②応用ソフトウェア開発支援機能

タイムライン・イベントに対して、RT コンポーネント間の起動・停止・接続等、一連のシーケンスとして実行するシナリオの作成ができる作業シナリオ設計ツール、ロボットの移動・作業等の動作の作成ができる動作設計ツール、作成されたシナリオに対して、実時間制御を実行するソフトウェアの作成支援ができる実時間ソフトウェア設計ツール、及びマニピュレータ・車輪型移動ロボット・脚型移動ロボットを含む多様なロボットを対象として、運動学・動力学・視野画像のシミュレーション、距離センサ・加速度センサ・ジャイロ・力センサ・アクチュエータを含む RT 部品機能のシミュレーションが行えるシミュレータを開発する。

##### ③ロボットシステム設計支援機能

RT コンポーネントを組み合わせて、上記ロボットシステムの仕様記述を作成できるロボットシステム構築ツールを開発する。このため、上記の知能モジュール・ハードウェア仕様技術に基づいて、RT コンポーネントをコンテンツとする分散型データベースを管理する機能を開発する。

#### (2) ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの有効性検証

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。具体的には以下のとおり。

##### ①検証用知能モジュール群の開発

作業知能、移動知能、コミュニケーション知能それぞれ一つ以上含む知能モジュール群を研究開発し、RT コンポーネント化する。開発する知能モジュール群の内容については、作業知能、移動知能、コミュニケーション知能の公募内容を参考にして、応募者が提案するものとする。

##### ②リファレンスハードウェアの開発

開発する RT コンポーネントを搭載可能なリファレンスハードウェアの開発を行う。構成要素である RT コンポーネントはハードウェア的にもモジュール化され、RT コンポーネントの追加・削除が容易な構成とする。研究開発用として利用するため、低コストで製造可能であることを要件とする。

##### ③ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの検証

検証用知能モジュール群をリファレンスハードウェアシステムに RT コンポーネントとして搭載し、ロボットシステムのシミュレーション、動作生成、シナリオ生成を行うことによりロボット知能ソフトウェアプラットフォームの検証を行う。

### 【最終目標】

- ①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。

- ②本プロジェクトで開発される、作業知能モジュール、移動知能モジュール、コミュニケーション知能モジュールのすべてが、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームに組み込み可能となること。
- ③次世代ロボットシステムの設計を支援する機能が、ロボット知能ソフトウェアプラットフォーム上に実現すること。

#### 【中間目標】

本研究開発項目の成果は、本プロジェクトの他の研究開発に利用される必要があるため、以下の項目を中間目標とする。

##### ①RT コンポーネント開発支援機能

- (a)本プロジェクトで開発されるすべての知能モジュールの仕様が記述可能となること。
- (b) RT コンポーネントの実装に関する専門的知識を有しないユーザが、RT コンポーネントを効率良く開発・デバッグできる機能、RT システムを効率よく開発・デバッグできる機能が実現されること。
- (c)本目標の基本部分については第2年度に達成されること。

##### ②応用ソフトウェア開発支援機能

- (a) RT コンポーネント化された作業知能モジュール、移動知能モジュール、コミュニケーション知能モジュールをそれぞれ一つ以上含む知能モジュール群について、知能ロボットシステムの運動学・動力学・視野画像のシミュレーション、動作生成、シナリオ生成が統合的に実施できること。
- (b)本目標の基本部分については第2年度に達成されること。

##### ③ロボットシステム設計支援機能

- (a) RT コンポーネント化された知能コンポーネントと応用ソフトウェア開発支援機能を用いて、本プロジェクトで開発される検証用知能モジュール群を用いたロボットシステムが効率よく設計できるシステムを実現すること。
- (b)本目標の基本部分については、第3年度に達成されること。

##### ④リファレンスハードウェアの開発

- (a) RT コンポーネントの集合体で構成され、各 RT コンポーネントはハードウェア的にもモジュール化され、RT コンポーネントの追加・削除が容易であり、作業知能、移動知能、コミュニケーション知能の RT コンポーネントをそれぞれ一つ以上含むハードウェアを開発すること。
- (b)また、これらの知能の一部を含むシステムとしても構成可能であること。
- (c)低コストで製造可能であること。
- (d)本目標については、第2年度に達成されること。

##### ⑤ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの検証

- (a)リファレンスハードウェアシステム及び構成する RT コンポーネントの仕様が知能ロボット仕様技術方式で記述可能であり、リファレンスハードウェアシステムを構成する RT コンポーネントの開発が RT コンポーネント開発ツールを用いて行え、作業シナリオ、動作生成、実時間制御が応用ソフトウェア開発ツールを用いて行えること。
- (b)本目標については、第3年度に達成されること。

## 研究開発項目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

### 【研究開発の具体的内容】

知能モジュールを他者が利用（再利用）できる形で提供するためには、適切な仕様に基づいた開発と品質試験、モジュールの有効性検証、データの蓄積、知能モジュールの再利用、実用性評価及び知能モジュール開発へのフィードバックという「知能モジュール・ライフサイクル」の効果的・効率的な工程管理及品質管理が必要不可欠である。このため、本事業では、知能モジュール開発における最適な環境を構築する。

#### （1）ロボット知能モジュールの開発体制の整備

研究開発項目②から⑦の各研究体（以下「各研究体」という。）の知能モジュール開発工程において、高品質なソフトウェアを開発するための手法の確立、開発仕様等記述方式の統一化を行うとともに、知能モジュールの機能仕様書及び試験仕様書に基づいた品質試験、一元的な蓄積・管理及び提供を行うための体制を整備する。

#### （2）ロボット知能モジュールの再利用環境の構築

提供される知能モジュールを各研究体が相互に利用し、利用者による評価を各研究体の開発工程に反映させて知能モジュールの改良を促進する環境を構築する。

ロボット知能モジュールの試験、蓄積及び提供を行う。

### 【最終目標】

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。

### 【中間目標】

各研究体が提供する知能モジュールを高品質に開発する手法の確立を行い、それらの中間目標時点までに提供される知能モジュールについて、上記2.（1）に示すロボット知能モジュールの試験、蓄積及び提供を行う。

<知能モジュール群の開発>

研究開発項目②：作業知能（生産分野）の開発

**【研究開発の具体的内容】**

生産分野において想定される複雑作業の実現、生産設備立上時間の短縮、人手を介さない長期に亘る作業動作の安定化を実現するため、以下に示す汎用的な作業知能モジュールの開発及びその検証を行う。

なお、各知能モジュールの使用に当たっては、安全が確保されることを必須とする。

**(1) 作業知能モジュール群の開発**

**① 教示支援に関する知能モジュール群**

ロボット動作の教示作業において、その教示時間の短縮を実現する知能モジュール群。例えば、視覚制御のプログラミングが容易にできるようになる機能、複雑な部品の情報を容易に計算機に取り込める機能などにより、教示作業時間が短縮できること。

**② チョコ停対応に関する知能モジュール群**

チョコ停の事前回避を実現する機能、あるいは、チョコ停発生時に把持や運搬動作の補正等によりチョコ停状態から正常状態へ自動で復帰できる機能を実現する知能モジュール群。

**③ 認識に関する知能モジュール群**

上記①及び②の実現のため、作業対象物・周囲環境等の状態やロボットとの接触状態等をロボストにセンシングできる機能を実現するモジュール群。

**(2) 知能モジュール群の有効性検証**

ロボットシステムに、上記(1)で開発する知能モジュール群をすべて搭載し、その有効性を検証する。なお、実環境の実タスクでの検証が望ましいが、特段の支障がある場合には、模擬の検証システムを構築しても構わない。ただし、模擬システムでの検証は実態にあった環境下・作業で行うこと。また、当該ロボットシステムに必要とされる要素技術開発も併せて行うこととする。例えば、以下の技術開発が想定されるが、これを必要条件とするものではない。

- ① エンドエフェクタやティーチングボックス等のデバイス。
- ② 生産設備計画ツール等のシステム技術。
- ③ 環境側へのセンサ配置や知識の分散配置等を行う環境構造化手法等。

**【最終目標】**

上記**【研究開発の具体的内容】**(1)で開発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、以下の全事項を達成すること。

- ① 教示における作業時間が、知能モジュールを利用しない場合に比較して1/3以下に減少し、かつ、同一作業を繰り返すときのタクトタイムが初期状態に比べて短くなること。
- ② チョコ停を誘発する頻度が高い原因(規定外のワークの混入、位置ずらし等)を、人為的に検証システムに与えた時、チョコ停の事前回避、あるいは多少のタクトタイムの増加を伴いながらも自動復帰が実現すること。

**【中間目標】**

**① 教示支援に関する知能モジュール群**

教示作業時間が従来に比べ2/3以下に低減されること。

**② チョコ停対応に関する知能モジュール群**

エラー状態認識信号を擬似入力したとき、エラー状態から正常状態へ復帰すること。その際、形状(3種類以上)・材質(2種類以上)が異なる複数の作業対象物を用いて検証すること。

**③ 認識に関する知能モジュール群**

形状・材質が異なる10種類の作業対象物の位置・姿勢がそれぞれ5秒以下でロボストに認識できること。

## 研究開発項目③：作業知能（社会・生活分野）の開発

### 【研究開発の具体的内容】

本事業では、人間が日常生活において指示した作業を遂行するサービス産業分野及び生活支援分野で活躍が期待されるロボットに必要な作業知能モジュールの開発及びその検証を行う。具体的には以下のとおり。なお、当該モジュールは、サービス産業分野及び生活支援分野のみではなく、他分野の知能ロボットにも利用可能な汎用性を有することとする。

#### (1) 作業計画知能モジュール群の開発

##### ①作業計画に関する知能モジュール群

人から受けた指示をもとにロボットが遂行可能な作業計画を構築する機能を実現するモジュール群。作業計画を立てるために必要な情報が指示に含まれていない場合（例えば、作業対象物の置かれている場所等）は、作業対象物追跡・位置管理知能モジュール等を利用して情報を補完して計画すること。なお、指示や問い合わせは、音声認識・音声合成や持ち運びが容易な携帯端末装置の利用を推奨する。

##### ②作業対象物追跡・位置管理に関する知能モジュール群

人やロボットによる日常物の移動を監視し、対象物が置かれている位置を管理できる機能を実現するモジュール群。作業対象物を追跡する際に、環境認識センサにより得られた情報のみを利用することを推奨するが、作業対象物に電子タグ等を付加する環境構造化技術を利用してもよい。また、作業対象物の特定が困難な場合には人への問い合わせをしてもよい。

#### (2) 作業遂行知能モジュール群の開発

##### ①作業対象物認識に関する知能モジュール群

ロボットが日常物をマニピュレーションするために必要な情報（種類、位置、姿勢・状態等）を必要な精度で認識する機能を実現するモジュール群。作業対象物を認識する際に、環境認識センサにより得られた情報のみを利用することを推奨するが、作業対象物に電子タグ等を付加する環境構造化技術を利用してもよい。また、作業対象物の特定が困難な場合には人への問い合わせをしてもよい。

##### ②対人作業に関する知能モジュール群

- (i) 作業計画知能モジュールや作業対象物認識知能モジュールで得た情報に基づき、作業対象物を把持し指示された場所まで作業対象物をマニピュレーションする機能を実現するモジュール群。
- (ii) マニピュレーション中に新たな作業指示（中断、停止、変更など）が出た場合は、作業計画を変更して遂行できること。
- (iii) 作業対象物をマニピュレーションする場合に、その妨げとなるような物体（重なっている物や収納庫の扉等）があった場合、それを検知し回避する動作を行うこと。
- (iv) 作業対象物を人に手渡しする場合は、人の位置・姿勢等を計測して、人に手渡すこと。作業対象物をマニピュレーションする範囲が、ロボットのアームの動作範囲を超える場合は、ロボット本体を移動させる機構を利用することや、別のロボットと協調することにより作業を遂行すること。

#### (3) 知能モジュール群の有効性検証

施設や家庭等の実際の作業環境又はそれを模した環境において、上記（1）、（2）で開発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を用いて、その有効性を検証する。

### 【最終目標】

上記【研究開発の具体的内容】（1）、（2）で開発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。

なお、作業環境の条件は以下のとおり。

- a. 騒音レベル：40デシベル以上（生活支援分野）、60デシベル以上（サービス産業分野）
- b. 照明条件：家庭や施設で一般的に使用されている照明器具のみを光源とすること（ロボットに光源等を搭載する場合は、この限りではない）。なお、直射日光は入らないと仮定してもよい。



## 【中間目標】

### ①作業計画知能モジュール群の開発

#### (a) 作業計画に関する知能モジュール群

作業計画を立てる上で情報が不足している作業指示（例えば、作業対象物の置かれている場所情報が与えられていない）を3つ以上認識し、ロボットが遂行可能な具体的な作業計画を立てること。

#### (b) 作業対象物追跡・位置管理に関する知能モジュール群

作業対象物が置かれている位置を管理し、その場所（テーブル上、収納庫内等）を提示できること。また床のように広い場所の場合、500mm以下の精度で位置が提示できること。管理する作業対象物は6つ以上であること。

### ②作業遂行知能モジュール群の開発

#### (a) 作業対象物認識に関する知能モジュール群

距離が500mm離れた位置から広さ500mm×500mmの領域に置かれた6種類以上の形状が異なる作業対象物に対して、マニピュレーションに必要な情報（種類、位置・姿勢等）を認識し、提示できること。作業対象物が重なった状態で置かれている場合、一番上にある作業対象物の情報を提示できること。

#### (b) 対人作業に関する知能モジュール群

6種類以上の形状が異なる作業対象物に対して、下記のマニピュレーション機能を4つ以上実行できること。またそれらを組み合わせて、作業対象物の移動作業を行うこと。さらにマニピュレーション中に新たな作業指示（中断、停止、変更）が出た場合は、作業計画を変更し遂行できること。

- (イ-1) 開放的な場所（テーブル上など）や床に置かれた作業対象物を取り上げる。
- (イ-2) 開放的な場所（テーブル上など）に作業対象物を置く。
- (ロ-1) 人から作業対象物を受取る（人がロボットの動作に合わせる行為が無いこと）。
- (ロ-2) 人へ作業対象物を手渡す（人がロボットの動作に合わせる行為が無いこと）。
- (ハ-1) 閉鎖的な場所（扉が付いた収納庫など）から作業対象物を取り出す。
- (ハ-2) 閉鎖的な場所（扉が付いた収納庫など）へ作業対象物を収納する。
- (ニ-1) 籠などの中にバラ積みされた作業対象物を取り出す。
- (ニ-2) 籠などの中へ作業対象物を入れる。

## 研究開発項目④：移動知能（サービス産業分野）の開発

### 【研究開発の具体的内容】

人の往来や障害物が混在し複雑に変化する環境の中で、ロボット自身の位置を認識し、確実に目的地に到達するとともに、障害物や人に衝突することなく移動できる汎用的な移動知能モジュールの開発及びその検証を行う。具体的には以下のとおり。

#### (1) 移動環境認識知能モジュール群の開発

複雑かつ変化する環境の中でロボット自身の位置を認識する知能モジュール群を開発する。当該知能は少なくとも以下の2つのモジュール群から構成される。

##### ①自己位置認識に関する知能モジュール群

周囲環境のセンシング結果を手がかりに、記憶している地図等の環境記述上で自己位置を認識する機能を実現するモジュール群。

##### ②地図情報生成に関する知能モジュール群

新規環境での動作開始に至るまでの準備作業を簡便にし、物品の配置変化等にも速やかに対応するために、ロボットに搭載されたセンサ情報を用いて、移動に必要な地図等の環境記述を生成する機能を実現するモジュール群。(1)①の自己位置認識は、ここで生成した環境記述を用いて行う機能を実現すること。

#### (2) 人環境安全移動知能モジュール群の開発

人が往来する環境の中で、確実に目的地に到達するとともに、障害物や人に衝突することなく移動する知能モジュール群を開発する。当該知能は少なくとも以下の3つのモジュール群から構成される。

##### ①人・障害物認識に関する知能モジュール群

静止障害物の位置、ならびに人等の移動障害物の位置・動きを認識する機能を実現するモジュール群。

##### ②動的経路計画に関する知能モジュール群

(a) 現在地と目的地を結ぶ経路を求め、経路から外れたり一部経路が塞がれたりしても、補正又は再計画を自動的に行いながら、目的地に到達可能な機能を実現するモジュール群。

(b) 人等の移動障害物の動きを予測し、状況に応じて、安全に回避できる機能を実現するモジュール群。

##### ③安全移動制御に関する知能モジュール群

移動環境及びその状況に応じて、移動速度の制御を行いつつ、安全に移動可能な機能を実現するモジュール群。

#### (3) 知能モジュール群の有効性検証

ロボットシステムに、上記(1)、(2)で開発する知能モジュール群をすべて搭載し、その有効性を実環境の実タスクで検証する。また、当該ロボットシステムに必要な要素技術の開発も併せて行うこととする。例えば、以下の技術開発が想定されるが、これを必要条件とするものではない。

##### ①画像処理ハードウェア技術

開発する知能モジュールを移動ロボット上で実時間動作させるために必要な画像処理ハードウェア技術。

##### ②環境構造化技術

環境側に機器等を設置することで、移動のロバスト性を高める技術。ただし、建物のデザインに影響を与えないこと。施工が容易であり、インフラ設置コストが内界センサ（現場での調整・試験コストも含む）に比較して安価であること。

### 【最終目標】

上記【研究開発の具体的内容】(1)で開発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。

### 【中間目標】

#### ①移動環境認識知能モジュール群の開発

(a) 自己位置認識に関する知能モジュール群

実際の公共空間で必要となる狭隘な通路やオープンスペースを含む 10 種類以上の環境条件を設定し、安定に自己位置を同定できることを確認する。ただし、日光が差し込むガラス窓がある環境条件を含めること。

**(b) 地図情報生成に関する知能モジュール群**

上記(a)で設定した環境において、移動に必要な地図等の環境記述を生成できること。

**②人環境安全移動知能モジュール群の開発**

**(a) 人・障害物認識に関する知能モジュール群**

人が 0.5m/秒以下の速度で往来する実際の公共空間において、起こり得る人や障害物の状況を 10 ケース以上抽出し、全ケースにおいて、回避が必要な人・障害物を認識できること。

**(b) 経路計画に関する知能モジュール群**

(i) 人が往来する実際の公共空間において、10 組以上の現在地・目的地を指定し、安定に経路を生成できること。

(ii) 2 組以上の現在地・目的地について、経路の一部を塞いだ場合も、目的地に到達する別の経路を再計画できること。

(iii) 上記(2)①で抽出した人・障害物状況の全ケースについて、安全な回避経路を生成できること。

**(c) 安全移動制御に関する知能モジュール群**

人が往来する実際の公共空間において、路面の状況・周囲状況に応じ、スムーズな速度制御を可能とし、車体に大きな振動的運動を起こさないこと。

## 研究開発項目⑤：高速移動知能（公共空間分野）の開発

### 【研究開発の具体的内容】

公共空間における高速移動体が周囲状況を瞬時に認識し、複数の移動体間で情報を共有し、最適な判断・制御を可能とする汎用的かつロバストな高速移動知能モジュールの開発及びその検証を行う。具体的には以下のとおり。

#### (1) 高速移動知能モジュール群の開発

##### ①交通状況認知に関する知能モジュール群

センサから取得した情報や他の移動体から伝達される知識を含めて、交通状況等周囲の状況を高速移動（100km/時）中に確実に認知することが可能な機能を実現するモジュール群。他の移動体から入手した知識には、古いものや、移動体の性能の違いによる誤差を含んだものも含まれていることなどを適切に判断できること。また、認知した情報は知識として知識ベースに格納されること。

##### ②知識共有に関する知能モジュール群

知識ベースに格納された知識を、移動体同士の直接通信によって必要なときに共有できる機能を実現するモジュール群。ただし、新たな通信インフラの敷設を前提としないこと。

##### ③交通支援に関する知能モジュール群

信頼性が高い周囲状況に関する知識を操縦者に提示できる機能を実現するモジュール群。以下を要件とすること。

(a) 交通情報の生成、統合処理が可能なこと。

(b) 危険回避を支援できること。渋滞を回避し最適な経路の計画策定及び目的地までの移動時間と平均速度情報を生成可能なこと。

#### (2) 知能モジュール群の有効性検証

移動体に上記（1）で開発する知能モジュール群をすべて搭載し、実環境に近い環境下でその有効性を検証する。なお、検証する移動体に求められる最低要件は以下のとおり。

①安全性能：人間が危険と判断した場合に、移動体の行動を制限できること。

②移動効率向上：通信インフラが敷設されていない地域も含め、渋滞を回避する等効率的に移動が可能なこと。

③全天候性：屋外での利用を想定し、全天候性を確保すること。

④一般性：最低3種の周囲状況に関する知識（走行路に関する知識、周囲の移動体に関する知識、自然環境に関する知識等）を獲得可能であること。

⑤連続稼働時間：24時間連続動作が可能であること。

⑥規模性：半径150mのエリアに120台の移動体が集合しているのと同等の環境において、意図した周囲状況が認知可能であること。

⑦移動耐性：公共空間における高速移動速度（100km/時）において、知識伝達が可能であること。

⑧メディア非依存性：特定の通信メディアに依存したシステムではないこと。

### 【最終目標】

上記【研究開発の具体的内容】（1）で開発する知能モジュール群をすべて搭載した移動体が、以下の全事項を達成すること。ただし、移動体は【研究開発の具体的内容】（2）に示す最低要件を満たすこと。

①半径150mのエリアに120台以上の移動体が存在する条件下で、時刻や天候、季節、場所、移動速度に適応して周囲交通状況を認知し、操縦者に提示可能なこと。また、認知した情報を移動体間で交換することによって、安全性、円滑性、環境等に関する5種以上の知識を共有可能であること。

②移動体が事故等を認知してから5分以内に、1km以上離れた場所に伝達可能であること。

### 【中間目標】

#### ①交通状況認知に関する知能モジュール群

地図情報の利用とともに、移動体の走行に有益な3種以上の知識（走行路に関する知識、周囲の移動体に関する知識、自然環境に関する知識等）を獲得できること。周辺状況を認知する時、大きな誤差を含むセンサ情報は、自律的に削除する機能を有すること。

#### ②知識共有に関する知能モジュール群

特定の位置で発生した情報を移動体間で共有可能であること。ランダムに知識を配信した場合と比較して、リソース消費、知識伝達時間等において有意な性能向上が認められること。また、60km/時の移動速度においても知識伝達が可能であること。

#### ③交通支援に関する知能モジュール群

信頼性が高い周辺状況に関する知識を、その知識を欲している移動体の存在位置を予測しながら、当該移動体に提供可能であること。ランダムに知識を配信した場合と比較して、リソース消費、知識伝達時間等において有意な性能向上が認められること。また、60km/時の移動速度においても知識伝達が可能であること。

## 研究開発項目⑥：移動知能（社会・生活分野）の開発

### 【研究開発の具体的内容】

人を乗せて、操縦者の指令にしたがって安全かつ自在に移動する機能を実現する汎用的な操縦移動知能モジュール群、及び自律的な走行機能を実現する汎用的な自律移動知能モジュール群の開発並びにその検証を行う。具体的には以下のとおり。

#### (1) 操縦移動知能モジュール群の開発

##### ①安定走行に関する知能モジュール群

指令値に基づく駆動力制御に加え、走行加速度や外力、未知環境等に対して自動的に姿勢を安定化する機能等基本的な移動機能群を備えているモジュール群。

##### ②障害物回避に関する知能モジュール群

外界センサを利用した障害物（人を含む）検知機能、衝突リスク見積もり機能、回避行動生成機能等、外界との衝突を避けるための回避機能群を備えているモジュール群。

##### ③操縦者の意図推定・操縦支援に関する知能モジュール群

広範な利用者層に対してモビリティ・ロボットの使用を簡便にするため、習熟が不要な新しい操作インタフェースに必要な機能群を備えているモジュール群。

#### (2) 自律移動知能モジュール群の開発

##### ①自律走行に関する知能モジュール群

高精度自己位置推定、リアルタイム経路計画、操縦移動と自律移動の自然な融合機能等、操縦者不在時や操縦アシスト時を含めた自律・半自律走行に必要な機能群を備えているモジュール群。

##### ②自律帰還に関する知能モジュール群

環境地図情報や移動履歴情報等を活用し、あらかじめ指定した対象物が存在する場所に自律走行で帰還するために必要な機能群を備えているモジュール群

##### ③協調走行に関する知能モジュール群

モビリティ・ロボット間及びモビリティ・ロボットと使用者間の相対位置・方位検出機能に基づき、追従制御機能等の協調行動を行うために必要な機能群を備えているモジュール群。

#### (3) 知能モジュール群の有効性検証

モビリティ・ロボットシステムに、上記（1）、（2）で開発する知能モジュール群をすべて搭載し、その有効性を検証する。なお、検証するロボットシステムに求められる最低要件は以下のとおり。

(a) 小型軽量化：バッテリー、駆動ユニット、躯体を含めて携行利用も可能な重量、寸法とする。

(b) 走行性能：人間の速歩程度の速度（最大10km/時）、最小航続距離2km、安全で十分な回避、最大登坂性能10度。

(c) 操作インターフェース：年少者から高齢者まで簡便に利用できること。

### 【最終目標】

上記【研究開発の具体的内容】（1）、（2）で開発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。ただし、モビリティ・ロボットシステムは【研究開発の具体的内容】（3）に示す最低要件を満たすこと。

### 【中間目標】

#### ①操縦移動知能モジュール群の開発

##### (a) 安定走行に関する知能モジュール群

人間が押す程度の外力に対してロバストであり、最大10度の斜面上でも安定走行を可能とすること。

##### (b) 障害物回避に関する知能モジュール群

通常の歩行速度（4km/時）で接近する人を含む障害物を安全に回避できること。危険度に応じて使用者に警告を与えることができること。

**(c) 操縦者の意図推定・操縦支援に関する知能モジュール群**

年少者から高齢者まで簡便に利用できる操作インタフェースを実現すること。

**②自律移動知能モジュール群の開発**

**(a) 自律走行に関する知能モジュール群**

操縦者に違和感を与えない自律走行を可能とすること。

**(b) 自律帰還に関する知能モジュール群**

環境地図情報または移動履歴情報が利用可能な条件下において、あらかじめ指定した対象物が存在する場所への自律走行での帰還を可能とすること。

**(c) 協調走行に関する知能モジュール群**

モビリティ・ロボット間及びモビリティ・ロボットと利用者間の協調行動により、複数台のモビリティ・ロボットによる移動と利用者への追従を可能とすること。

## 研究開発項目⑦：コミュニケーション知能（社会・生活分野）の開発

### 【研究開発の具体的内容】

サービス産業分野及び生活支援分野において活用されるロボットが、ロバストなコミュニケーション能力を獲得するために必要な汎用性を有する知能モジュール群の開発及びその検証を行う。具体的には以下のとおり。

#### (1) 環境・状況・対象認識知能モジュール群の開発

##### ① 環境・状況認識に関する知能モジュール群

ロボット前方の範囲内の人物の状況（人数、向き、接近等の動き）を把握すること、及びロボットと対話する相手の人数や位置を把握することが可能な機能を実現するモジュール群。

#### (2) 対話支援知能モジュール群の開発

##### ① 音声認識に関する知能モジュール群

ロボットと対話しようとしている人の音声と周囲雑音を分離し、騒がしい環境であっても、子供や高齢者を含む対象者の音声を認識することが可能である機能を実現するモジュール群。

##### ② 音声合成に関する知能モジュール群

対話すべき内容が与えられたとき、周囲環境や子供や高齢者を含む対象者の属性に応じて、適切な話し方で、聞き取りやすい発話を行うことが可能とする機能を実現するモジュール群。

##### ③ 行動理解に関する知能モジュール群

以下の機能を実現するモジュール群。

- (a) 人の身振りや仕草の認識により、人の指示や意図を理解する機能。
- (b) 人の表情や非言語の発声の認識により、人の理解度や感情を認識する機能。
- (c) ロボットの形状や仕草により、人に適切に情報やロボットの状況を伝える機能。

#### (3) 対話制御知能モジュール群の開発

##### ① 対話コンテンツ管理に関する知能モジュール群

ロボットの機能・用途に応じて予め準備された多数の対話コンテンツを保持・管理し、対話者の属性や状況に応じて適切な対話コンテンツを選択することが可能な機能を実現するモジュール群。

##### ② 対話制御に関する知能モジュール群

以下の機能を実現するモジュール群。

- (a) 対話者の反応や状況に応じて対話の流れを切り替えながら、対話フローを制御し、対話タスク（ある目的を達成するための対話コンテンツの実行）を実現することが可能な機能。
- (b) 複数の人物が話しかけてきたときに複数の人物からの話しかけであることを検出し、少なくとも1人の人物との対話を継続できる機能。

#### (4) 対話管理等知能モジュール群の開発

##### ① 対話対象同定に関する知能モジュール群

顔認識等による人物同定機能や、対話しながら随時顔等を記憶することのできる人物登録機能を実現するモジュール群。

##### ② 対話履歴管理に関する知能モジュール群

対話対象人物毎の情報やコミュニケーションの履歴を蓄積・管理して、同じ内容を繰り返さない、興味のある話題を提供する等、履歴から得られた知識・情報を対話内容に反映することが可能な機能を実現するモジュール群。

#### (5) 知能モジュール群の有効性検証

ロボットシステムに上記（1）～（4）で開発する知能モジュール群をすべて搭載し、その有効性を実環境の実タスクで検証する。また、当該ロボットシステムに必要とされる要素技術の開発も併せて行うこととする。例えば、以下の技術開発が想定されるが、これを必要条件とするものではない。



### ①環境・状況・対象認識知能技術

- (a) 近傍の人物全員を追跡し、新しく人物が登場したこと、ある人物がいなくなったこと、一度対話した人物との対話の再開であること等が認識できる技術。
- (b) 環境を構造化することにより、ロボットが環境・状況・対象を認識することを助ける技術。
- (c) 対話中の人の顔、音声、体型その他の特徴から、年齢、属性を推定する技術。
- (d) 近傍に複数の人物がいる場合、人物の音声の方向、口の動き等から、ロボットに話しかけられている状況であること、及びその人物を特定する技術。

### ②対話支援知能技術

- (a) 音声認識において、多様な言い回し・表現や方言に対応する技術。
- (b) 音声認識において、ロボットが発話中や動作中であっても、対話者の音声を認識する技術。
- (c) 音声認識において、複数の対話者が同時に話しかけた場合でも、それを適切に選別ないしは同時に認識する技術。
- (e) 音声合成において、多様な音声を低コストで開発することを可能にする技術。
- (f) ロボットが、話す内容に応じて自動的に適切な仕草を生成することを可能にする技術。
- (g) 身振り、仕草を用いたコミュニケーション技術。

### ③対話制御知能技術

- (a) 周囲に、対話妨害者（タスクの遂行を阻害する子供等）がいる場合でもタスク遂行が可能な対話制御技術。
- (b) 複数の人物がロボットと対話しようとするときに、複数の人物と同時に対話を進めることのできる対話制御技術。
- (c) 対話履歴管理モジュールにおいて、内容の履歴だけではなく、対象者の発話の特徴（声の質、明瞭さ、方言）等を記憶して、認識の成功率を高める技術。
- (d) 予めコンテンツとして準備されたタスクだけではなく、言語・非言語のインタラクションを自動的に生成し実行する技術。
- (e) 対話内容がユーザに伝わっていないことを検出して表現手段と変更することや、ユーザの発話が認識できないときに、適切に聞きなおしたりすることのできる対話エラーリカバリ技術。
- (f) 外部のコンテンツ管理サーバと連携し、随時新しいコンテンツを獲得することにより、対話の内容を変化させ、ロボットへの興味を持続させる技術。

### 【最終目標】

上記【研究開発の具体的内容】(1)～(4)で開発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。

なお、実行するタスクには、(a-1)、(a-2)の少なくとも一つ及び(b)のタスクを含むこととする。

(a-1) サービス産業分野向けを対象とする研究開発の場合は、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。

(a-2) 生活支援分野向けを対象とする研究開発の場合、テレビのついた状態のリビングで高齢者と対話して、ビデオの制御や録画・再生をアシストすることができること。

(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。バリエーションとは、例えば、「テレビをつけて」「エアコンの温度を20度にして」等の指示の種類を指す。

### 【中間目標】

#### ① 環境・状況・対象認識知能モジュール群の開発

##### (a) 環境・状況認識に関する知能モジュール群

ロボットの前方5m以内の人物の配置が70%以上の精度で検出できること。

## ② 対話支援知能モジュール群の開発

### (a) 音声認識に関する知能モジュール群

BGM が聞こえるスーパーや、TV がついているリビング等の実用的な環境において、子供や高齢者を含む不特定話者の音声を70%以上の精度で認識できること。

### (b) 音声合成に関する知能モジュール群

子供や高齢者を含む不特定の相手とのコミュニケーションにおいて、70%以上の精度で内容が伝達できること。

### (c) 行動理解に関する知能モジュール群

「人の身振りや仕草の認識により、人の指示や意図を理解する技術」「人の表情や非言語の発声の認識により、人の理解度や感情を認識する技術」について、それぞれ少なくとも3種類の要素（例えば、3種類の身振り、3種類の表情等）の認識技術を開発し、実用的なロボットタスクの実証実験において、その効果を実証すること。また、「ロボットの形状や仕草により、人に適切に情報やロボットの状況を伝える技術」に関しては、仕草を伴うことの効果を、ユーザへのアンケートで実証すること。

## ③ 対話制御知能モジュール群の開発

### (a) 対話コンテンツ管理に関する知能モジュール群

200以上の対話コンテンツを格納でき、また状況に応じて対話コンテンツを選択する機能を有すること。

### (b) 対話制御に関する知能モジュール群

選択された対話コンテンツのフローを制御し、初心者ユーザに対して70%以上の成功率でタスクを達成できること。

## ④ 対話管理等知能モジュール群の開発

### (a) 対話対象同定に関する知能モジュール群

100人を対象に80%以上の精度で人物を同定できること。

### (b) 対話履歴管理に関する知能モジュール群

100人以上の対話履歴を管理し、その履歴から得られた情報を対話に反映する機能を有すること。

## 2. 分科会における説明資料

次ページより、プロジェクト推進・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

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」  
中間評価分科会資料

公開部

NEDO技術総合開発機構  
機械システム技術開発部  
2009年8月24日

午前

- 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

午後

- 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

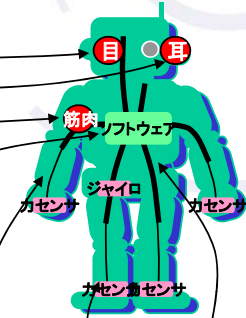
# A. 事業概要

## 事業概要

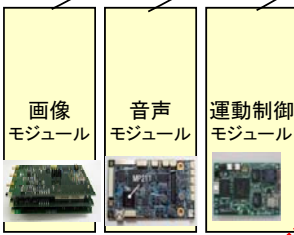
### モジュール化に基づいたロボット構成法

- ・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。

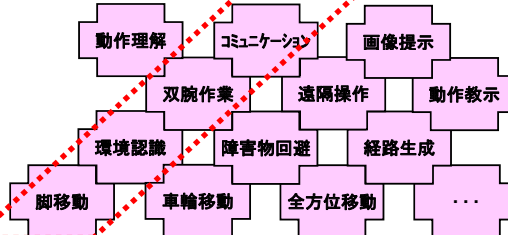
新ロボット



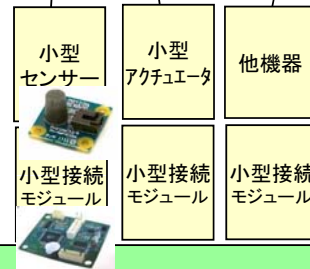
ハードウェア部品



ソフトウェア部品 (本プロジェクト)



その他部品



RTミドルウェア

# A. 事業概要

## 研究目的

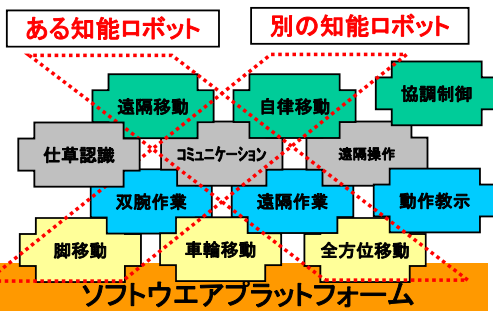
- 1)現状の問題点
  - ロボット開発をする個別機関が全てのソフトをいつもゼロから構築
  - 共通基盤として利用可能なロボット知能化ソフトウェアがない
- 2)本研究の目的
  - 再利用可能なモジュール型知能化ソフトウェアを開発
  - モジュールの蓄積管理を行うソフトウェアプラットフォームを開発
  - 知能モジュールの有効性評価によりロバスト性を実現
  - 再利用を促進し、ロボットソフトウェア開発を効率化

## 研究内容

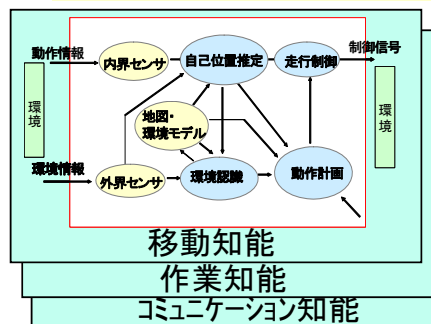
- ①ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発:  
上記①及び②の蓄積管理フレームワークの構築及び当該モジュールの統合等により、次世代ロボットシステムの設計・開発を支援するシステムの開発を行う。
  - ②モジュール型知能化技術の開発:  
周辺環境が変化しても所期の仕事を行うことができるロバスト性に優れ、かつ汎用性のあるモジュール型知能化技術の開発を行って、その成果である知能モジュールを実行可能なソフトウェアモジュールの形で提供する。
  - ③有効性の検証:  
上記①及び②に関し、開発した知能モジュールをロボットシステムに組み込む等により、その有効性を検証するとともに、その成果で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に提供する。
- 研究開発項目:  
 ・ロボット知能モジュールの開発 (作業知能(生産分野)、作業知能(社会・生活分野)、移動知能(サービス産業分野)、高速移動知能(公共空間分野)、移動知能(社会・生活分野)、コミュニケーション知能(社会・生活分野))  
 ・ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発

## プロジェクトの規模

事業費 平成21年度 13.5億円 (NEDO交付金)  
 ※平成19年度は経済産業省事業として実施  
 研開発期間 平成19~23年度 (5年間)



知能モジュールの組み合わせによるロボット構成の概念



ロボット知能の構成例



検証用ロボットによる有効性検証

## B. 事業の位置付け・必要性について

### 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

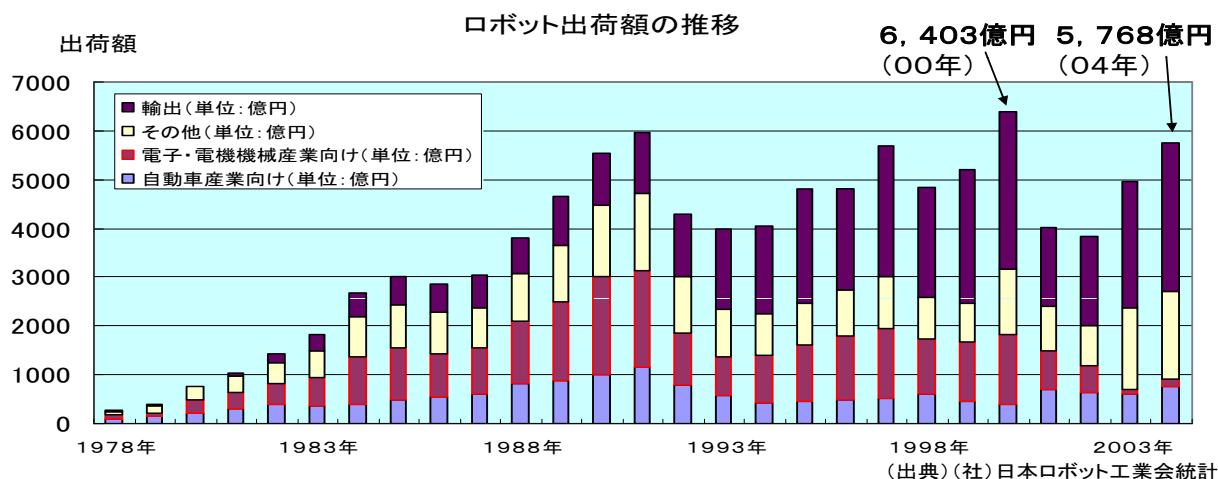
#### 国のプログラム、施策との関係

- 「**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

- 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）



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、ロボットの稼動を可能とする **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。



政策動向

ロボットの新しい構成法→**モジュール式構成法**

従来:**大量生産向き**ロボット構築法

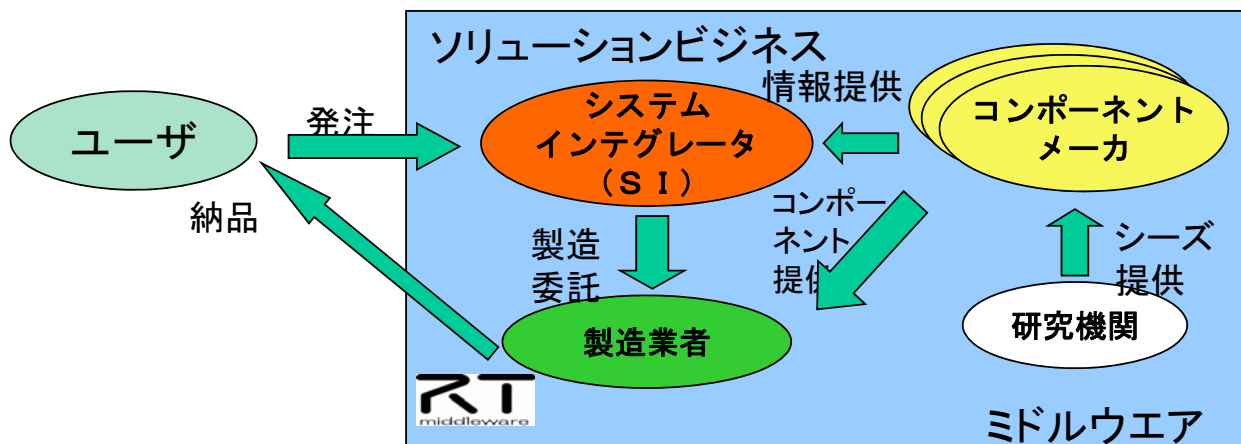
**ベンチャー、個別用途向き**ロボット構築法

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

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

コスト競争の体質

付加価値競争の体質



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)





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<sup>(1)</sup>。
- ・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>

U-City Robot Service Examples



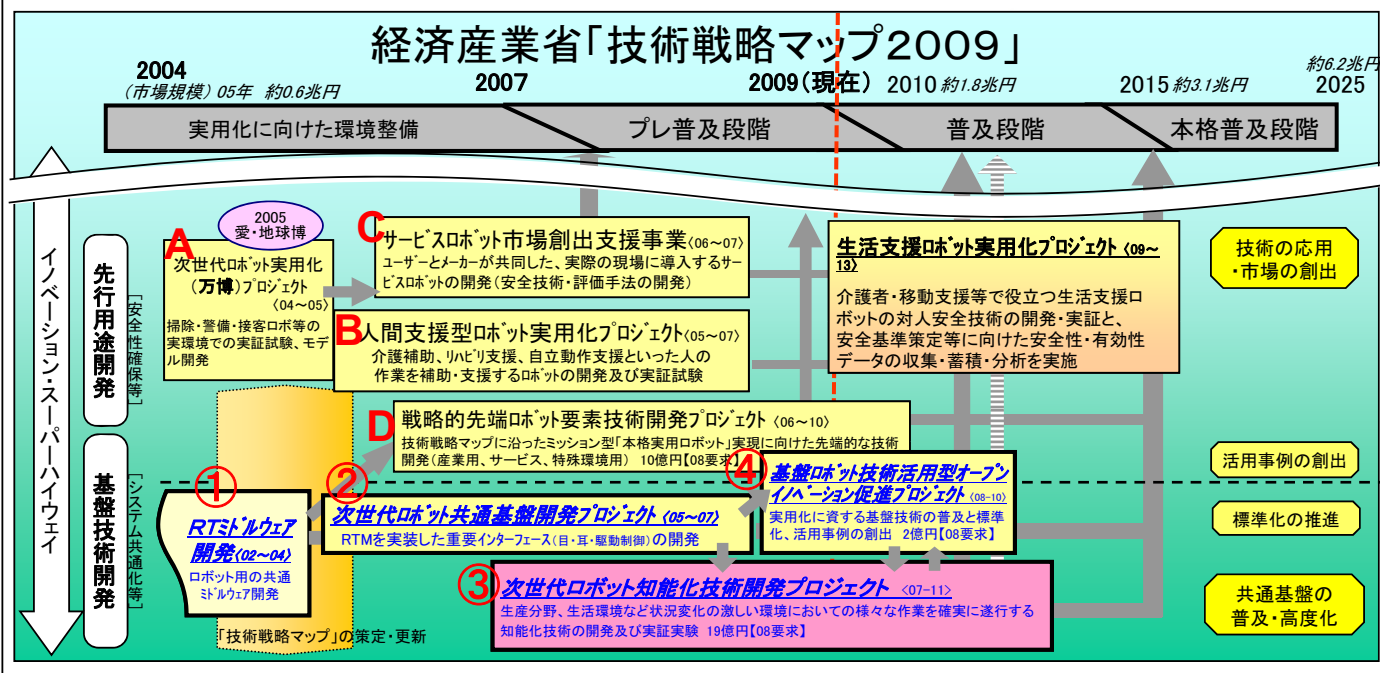
実環境で動作検証を中心とした**実践的開発**を推進

- ・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<sup>(3)</sup>。

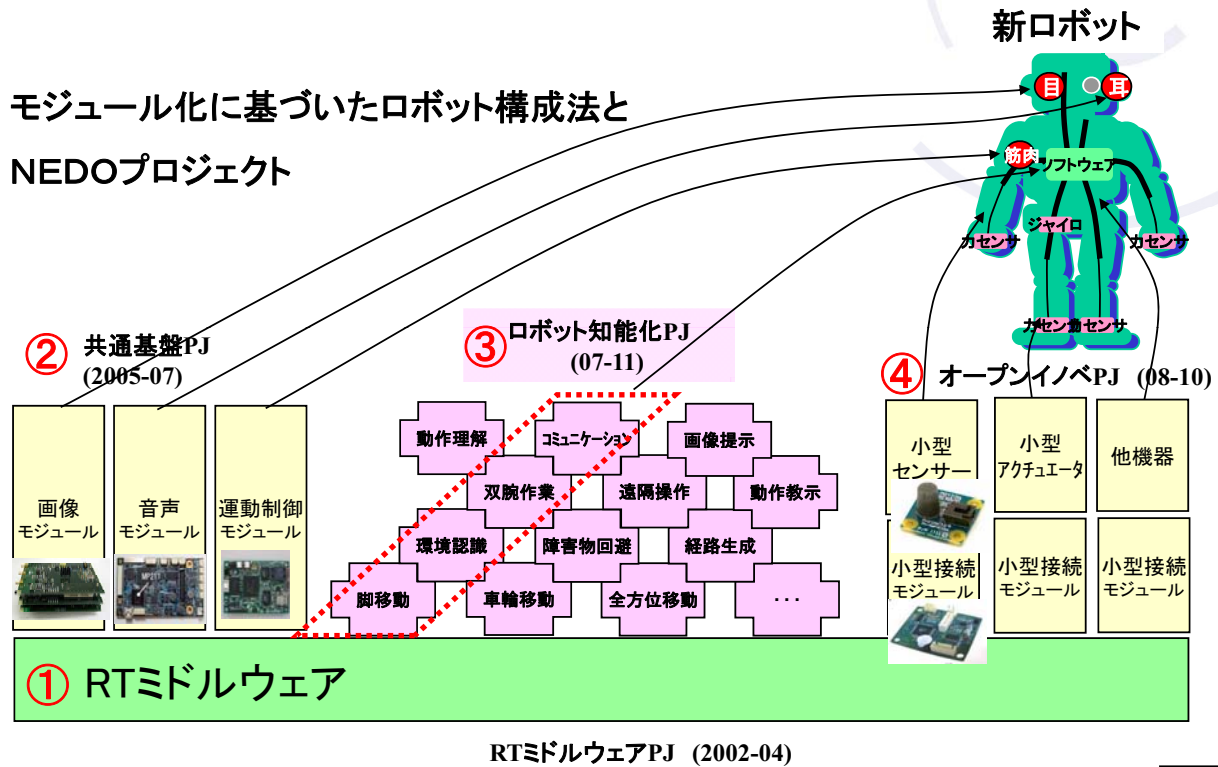
政策動向

経済産業省「ロボット・新機械イノベーションプログラム」

目標：  
ロボット技術・機械技術(基盤) + IT技術・知能化技術(先端的要素技術)  
⇒家庭、医療・福祉、災害対応など幅広く活躍する次世代ロボットや新機械技術の開発・実用化  
⇒生産性の向上と人間生活の質の向上、製造業の競争力の維持・強化



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

H19~21年度における事業費用：**47.5億円**

8テーマ（4領域）で16グループ（**47社**）が参加  
14種のミッションに対応した**知能モジュール群（初版）**を開発

実質2年間で

1. **効率的モジュール化を可能とする開発環境と**
2. **再利用性のある14セットの知能モジュール群の基本形を開発したことは成果として◎**

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

**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

この報告では4領域を以下の色分けして表示している



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)

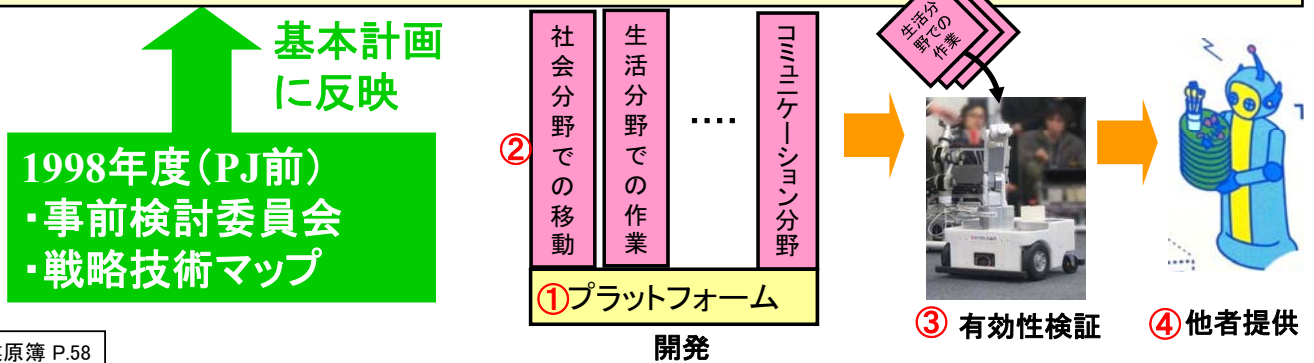
**IV. コミュニケーション領域の知能モジュール群開発**

- ⑦ コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発

**C. 研究開発のマネジメントについて  
 (設定)**

研究開発目標(2011年度最終目標)

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)



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 <b>ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発</b>	基盤	<b>1. プラットフォームの研究開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>以下②にて開発する知能モジュール群を統合</li> <li>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</li> </ul> <b>2. 有効性の検証及び改良</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>検証用知能モジュール群の研究開発</li> <li>リファレンスハードウェアを研究開発</li> </ul>	<b>基盤統合技術の確立 ⇒ モジュール普及</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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</li> <li>プラットフォーム自体の機能・性能を検証し、確実化</li> </ul>
② <b>モジュール型知能化技術の開発</b>	作業 移動 コミュ	<b>1. モジュール型知能化技術の開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>環境変化に対応可能なロバスト性</li> <li>用途が広く、利用が容易</li> </ul> <b>2. 他者に提供</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>提供は有償を含む。</li> </ul>	<b>本プロジェクトの根幹</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>普及のために以下が重要                     <ul style="list-style-type: none"> <li>機能・性能が充実し、汎用性があること</li> <li>再利用性があること</li> </ul> </li> </ul>
③ <b>有効性の検証</b>	基盤 作業 移動 コミュ	<b>1. ①及び②の技術の有効性検証</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>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込み試験し、実環境の使用に耐えることを検証する。</li> </ul> <b>2. 可能な限り広範囲に提供</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>成果であるソフトウェアモジュール</li> <li>他者が利用(再利用)できる形にする。</li> </ul>	<b>開発技術の普及のための支えとなる項目</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>実使用に耐える機能性能を確認する</li> <li>用途例を示すことで普及を促進すること</li> </ul>



研究開発目標(2009年度中間目標)

8テーマの共通目標

1. 最終目標に対して、必要な要素技術開発の**具体的な見通しを得る**。
2. **ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発**については、**モジュール型知能化技術を組み込むために必要な情報を提供するとともに、基本部分の開発を完了する**。
3. **モジュール型知能技術の開発**については、**各年度末にその性能の検証・評価を受けた後に、ソフトウェアモジュールの提供(有償を含む。)**を可能とし、プロジェクトの進展に資するものとする。さらに、**知能モジュールを利用するために専用のデバイスが必要になる場合は、デバイスも併せて提供する**。

定量的目標は個別研究開発項目ごとに定めている。cf P22



4領域8テーマの項目ごとの詳細な研究開発目標

研究開発項目(個別テーマ)	最終目標(H23)	中間目標(H21)
①-1 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。他、2種類の目標	RTコンポーネント開発支援機能に関し、専門的知識を有しないユーザが、RTコンポーネントを効率良く開発・デバッグできる機能、RTシステムを効率よく開発・デバッグできる機能が実現されること。他 13種類の目標
①-2 1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。	各研究体が提供する知能モジュールを高品質に開発する手法の確立を行い、それらの中間目標時点までに提供される知能モジュールについて、研究開発項目②から⑦の各研究体が開発するロボット知能モジュールの試験、蓄積及び提供を行う
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。なお、作業環境の条件(略)	作業計画に関する知能モジュール群に関し、作業計画を立てる上で情報が不足している作業指示を3つ以上認識し、ロボットが遂行可能な具体的な作業計画を立てること。他 3種類の目標
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。	自己位置認識に関する知能モジュール群に関し、実際の公共空間で必要となる狭隘な通路やオープンスペースを含む10種類以上の環境条件を設定し、安定に自己位置を同定できること。他、4種類の目標
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	自己位置認識に関し、実際の公共空間で必要となる狭隘な通路やオープンスペースを含む10種類以上の環境条件を設定し、安定に自己位置を同定できる。他、6種類の目標
⑤ 高速移動知能(公共空間分野)の開発	予定する知能モジュール群をすべて搭載した移動体について、半径150mのエリアに120台以上の移動体が存在する条件下で時刻や天候、季節、場所、移動速度に適應して周囲交通状況を知り、操縦者に提示可能なこと。他	交通状況認識に関し、地図情報の利用とともに、移動体の走行に有益な3種以上の知識(走行路に関する知識、周囲の移動体に関する知識、自然環境に関する知識等)を獲得できること。周辺状況を認知する時、大きな誤差を含むセンサ情報は、自律的に削除する機能を有すること。他 3種類の目標
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	安定走行に関する知能モジュール群に関し、人間が押す程度の外力に対してロバストであり、最大10度の斜面上でも安定走行を可能とすること。他 5種類の目標
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。実行するタスクについての詳細目標は略	環境・状況認識に関する知能モジュール群に関し、ロボットの前方5m以内の人物の配置が70%以上の精度で検出できること。他 7種類の目標

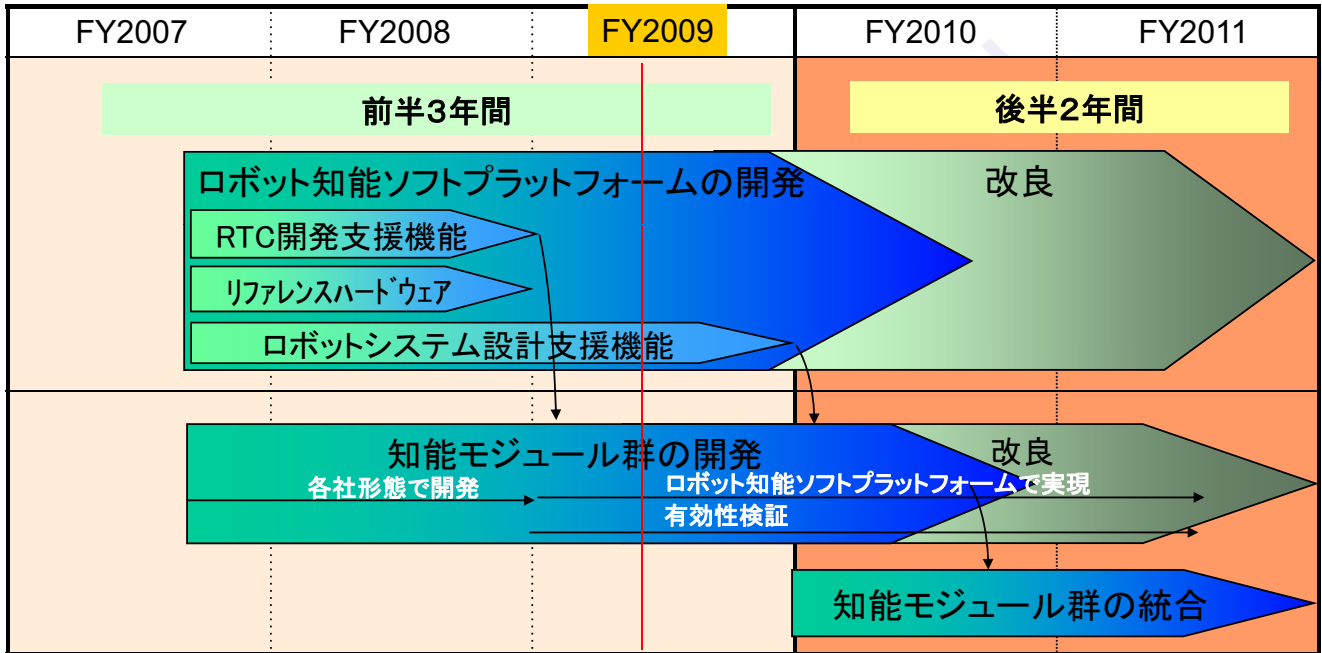


研究開発のスケジュール

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



スケジュールと予算

(単位:百万円)

	'07	'08	'09	'10	'11	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事業体)							
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 (1事業体)							
② 作業知能(生産分野)の開発 (2事業)							
③ 作業知能(社会・生活分野)の開発(2)							
④ 移動知能(サービス産業分野)の開発 (5事業体)							
⑤ 高速移動知能(公共空間分野)の開発 (1事業体)							
⑥ 移動知能(社会・生活分野)の開発 (2)							
⑦ コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発 (2事業体)							
開発予算	一般会計	1900	1500	1350	(1350)	(1350)	(7450)
	特別会計	0	0	0			0
	合計	1,900	1,500	1,350	(1350)	(1350)	(7450)

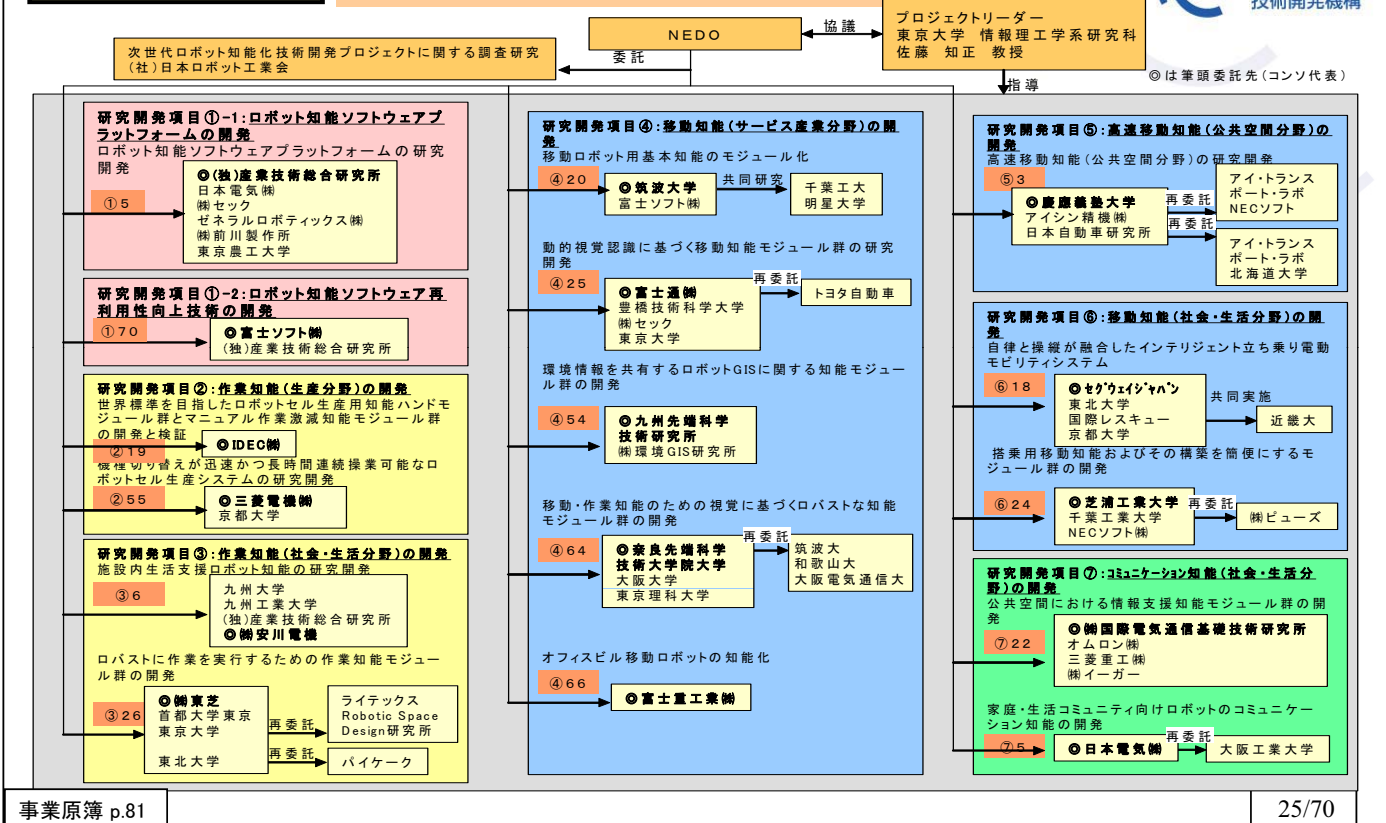
C. 研究開発マネジメントについて (3)事業体制

公開



実施体制

4領域8テーマで16事業体を採択



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

プロジェクトリーダー（PL）を中心に  
効率的開発と利用推進を念頭に構成した運営体制

PL 東京大学 佐藤知正 教授

企画調整WG

委員長 佐藤教授(東大)

プラットフォームSWG  
産総研 比留川部門長 — 2事業体

作業知能SWG  
三菱電機 田中副所長 — 4事業体

移動知能SWG  
芝浦工大 水川教授 — 3事業体

移動知能SWG2  
筑波大 油田教授 — 6事業体

コミュニケーション知能SWG  
NEC 高野部長 — 2事業体

再利用WG

委員長 平井副所長(千葉工大 fuRo)

各事業体

RTC再利用技術研究センター  
富士ソフト 福永部長



C. 研究開発マネジメントについて (3)事業体制

採択事業者は技術開発中心と  
応用検証中心に任務分け

公開

プロジェクトの実施体制 委託先構成

イノベーション機構

研究開発項目(個別テーマ)	技術開発期待 (提供を中心)	応用開発期待 (事業化能力)	応用検証期待 (利用を中心)	専門技術期待 (ベンチャー能力)
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	産総研Gr	-	-	-
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	富士ソフトGr	-	-	-
② 作業知能(生産分野)の開発	IDEC Gr	三菱電機Gr		IDEC・Gr
③ 作業知能(社会・生活分野)の開発	安川電機Gr (介護) 東芝Gr (レストラン)			-
④ 移動知能(サービス産業分野)の開発	筑波大学Gr	富士通Gr	奈良先大Gr 富士重工Gr	九州先端科学 技術研Gr
⑤ 高速移動知能(公共空間分野)の開発	慶応大Gr			-
⑥ 移動知能(社会・生活分野)の開発	芝浦工大Gr	セグウェイジャパンGr		-
⑦ コミュニケーション知能(社会・生活分野)の開発	ATRGr	日本電気Gr		-

C. 研究開発マネジメント (3)個別目標(概要)

基盤開発グループの個別目標

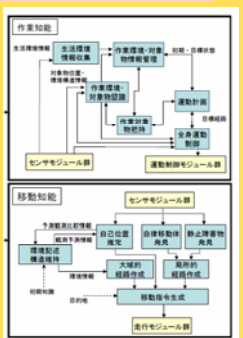
公開

①ロボット知能ソフトウェアプラットフォーム

開発環境整備



リファレンス知能



リファレンスロボット

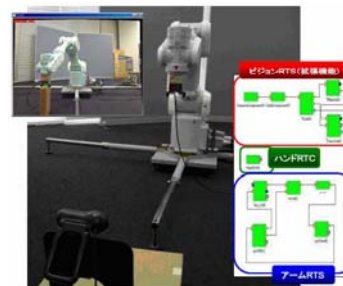


①ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術

再利用Webサイト



各社知能モジュールの検査・蓄積・配布



各社知能モジュールの統合実行の検証

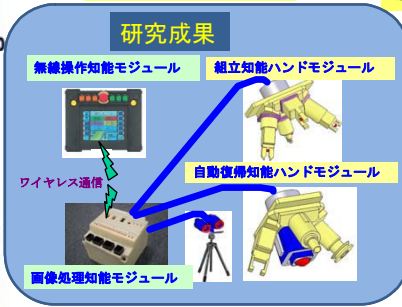
### C. 研究開発マネジメント (3)個別目標(概要)

### 応用を見据えたモジュールの開発 グループごとに「設定ゴール」の設定

#### ②三菱電機 ロボットセル



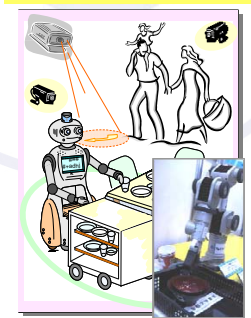
#### ②IDEC セル生産ハンド



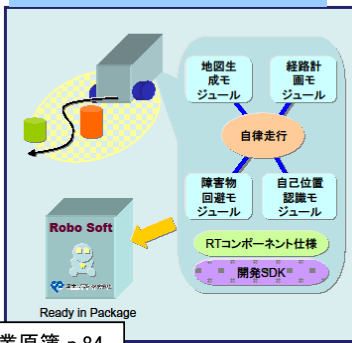
#### ③安川電機 施設内生活支援ロボット



#### ③東芝 テーブル片付作業



#### ④筑波大 移動ロボット用基本機能



事業原簿 p.84

#### ④富士通 商用施設 混雑環境移動ロボット



#### ④奈良先端大 移動作業ロボット 対人追従、指示物体の認識・把持



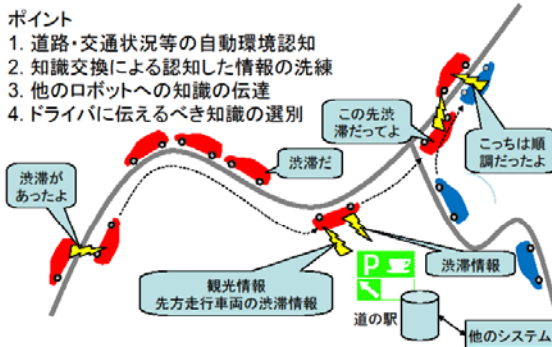
#### ④富士重工 清掃ロボット



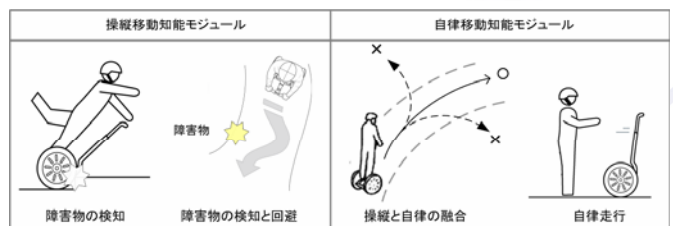
### C. 研究開発マネジメント (3)個別目標(概要)

### 応用を見据えたモジュールの開発 グループごとに「設定ゴール」の設定

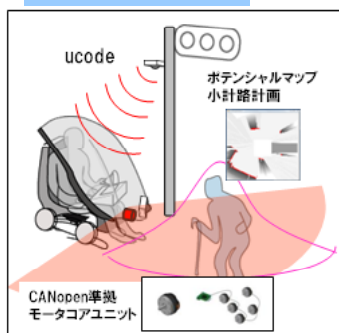
#### ⑤慶応大 道路・交通状況の群共有



#### ⑥セグウェイ 立乗りモビリティ



#### ⑥芝浦工大Gr 搭乗用移動知能



#### ⑥ATR ショッピングモールロボ



#### ⑥NEC 家庭・生活コミュニティ向けロボ



事業原簿 p.84

# 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

## 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

### 再利用性：プロジェクトのキー

再利用性とは

<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存ソフトウェアが、さまざまな状況で使い回しできる</li> <li>・実現したい機能を、既存のソフトウェアを利用することで実現できる</li> <li>・モジュールを追加していける</li> </ul>	モジュラリティ モジュールの完備性 モジュールの体系性 モジュールの有用性 モジュールの統合性
<ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ操作入力で別のロボットが動く</li> </ul>	モジュール入出力 の統一性
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアを入れ替えても動く</li> </ul>	モジュールの互換性

### 再利用性を確保するために実施したプロジェクトマネジメント

①	典型的使い方を決めた	←有用性の確保
②	リファレンスモデルとタスクを決めた (モジュールとその構成法)	←体系性の確保、 ←完備性の確保
③	ソフトウェアプラットフォーム上への統合を決めた	←統合性の確保
④	可能なものについては、 リファレンスハードウェア を選定した	←互換性の確保 ←統一性の確保
⑤	単位や表現系、入出力の統一	←統一性の確保

## 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"> <li>■ 何を成果とするかの明確化</li> </ul> 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
2年目の重点項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 知能ロボットの典型的使い方の明確化</li> <li style="padding-left: 20px;">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</li> <li>■ ソフトウェアの見える化</li> <li style="padding-left: 20px;">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)</li> <li style="padding-left: 20px;">再利用センター(秋葉原拠点)の準備</li> </ul>
3年目の重点項目 (本年度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 再利用WG(秋葉原拠点)の立ち上げと充実</li> <li>■ 知能モジュールの集積と利用による再利用性向上</li> <li>■ 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)</li> <li style="padding-left: 20px;">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</li> <li>■ レポジトリ登録、その宣伝 システムコンサルタントへの展開</li> </ul>

## 基本計画策定にあたって留意したこと(佐藤が主査であった)

### (重要ポイント)

- このプロジェクトは、  
再利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

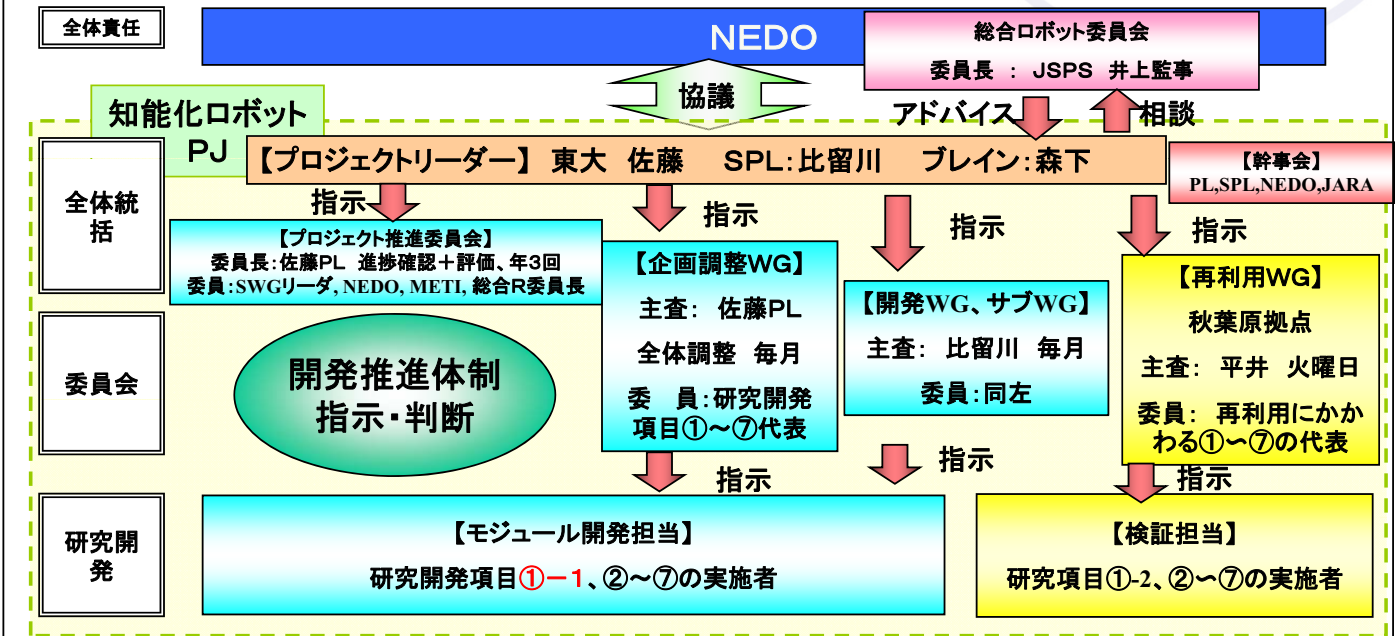
D. 研究開発マネジメントについて (4) 研究開発の運営管理

公開



実施にあたってのマネジメント上の工夫(一覧)とその実施組織

1. 追加公募の実施(利用グループの強化)
2. サブWGの発足とステアリング
3. リファレンスモデル、リファレンスタスクの設定
4. 先行発表・検証デモの実施
5. 再利用推進グループの追加とステアリング
6. 再利用技術研究センターの立ち上げとステアリング



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



プロジェクトの運営手法

	項目	説明	回数	状況
計画・運営	推進委員会	PL,NEDO,有識者による運営方針会議	開催1回(毎年)	
	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15回(毎月)	
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3回(半年毎)	
	進捗確認シート	3カ月毎の書類確認	確認4回(四半期毎)のべ248ページ	
	サイトビジット	委託先を訪問し進捗チェック	のべ6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。	開催1回	

プロジェクトの運営体制の工夫

サブWGを構成し、関連技術で連携開発

研究開発項目(個別テーマ)	サブWG名	WG主査	
①-1 知能ソフトウェアプラットフォーム		産総研 比留川部門長	発表1
①-2 知能ソフトウェア再利用性向上技術			発表2
② 作業知能(生産分野)の開発	作業サブWG	三菱電機 田中副所長	発表3
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	移動サブWG(1)(2)	芝浦工大 水川教授 筑波大学 油田教授	発表4
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	コミュニケーションサブWG	日本電気 高野部長	発表5

情勢変化への対応① (柔軟な体制変更)

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

情勢変化への対応② (柔軟な体制変更)

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

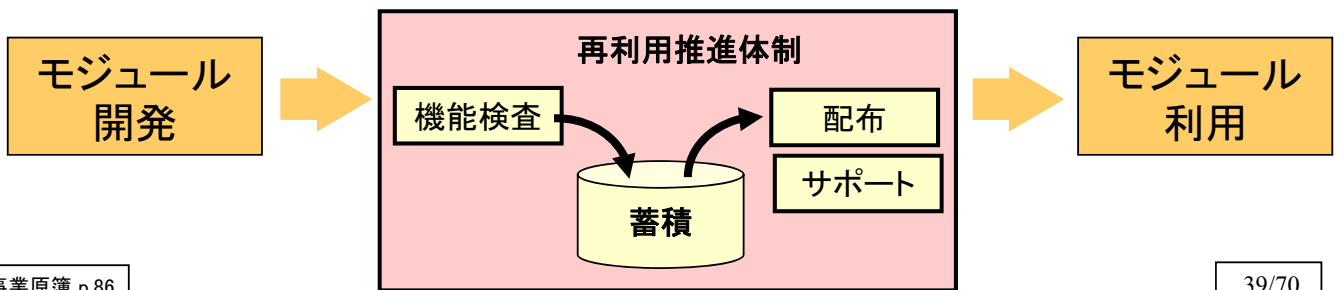


基本計画変更、研究開発項目の追加

再利用推進グループの追加 (2008)

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 (2009年1月) 次ページ



RTC再利用技術研究センター

開設: 2009年1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③ (状況に合わせた計画見直し)

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**

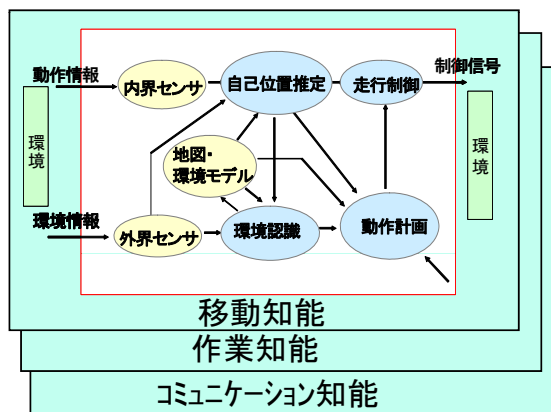


**リファレンスモデルの設定**

- 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



情勢変化への対応④ (成果の最大化を目指した予算再配分)

**成果評価と研究開発加速** 評価に応じて能動的に資源再配分

時期	対象	額(単位百万円)	目的	成果
平成20年4月	①-2	40.0	再利用推進グループの新設。 <b>状況対応</b>	知能モジュールの利用促進のための検査、蓄積体制を確立
平成20年4月	全実施者	前年予算額の50%配布。	成果が未評価のため、評価決定まで配布延期。	
平成20年10月	全実施者	評価に従い残額を配布	研究開発項目の重点化。 <b>予算再配分</b>	高い成果の研究体の開発促進。
平成20年11月	①-2	30.0	再利用技術研究センター開設。 <b>状況対応</b>	知能モジュール試験実証環境を整備した。
平成21年4月	全実施者	評価に従い予算配布	研究開発項目の重点化。 <b>予算再配分</b>	高い成果の研究体の開発促進。