

インターネットを利用したロボットサービスと RSiの取り組み2015

2015年5月17日
産業技術大学院大学

成田雅彦

本日の内容

- ◆ ロボットソフトウェアプラットフォームの動向を概観
- ◆ RSiの活動とRSNP
- ◆ RSNPにより実現されているロボットサービス/成果の紹介

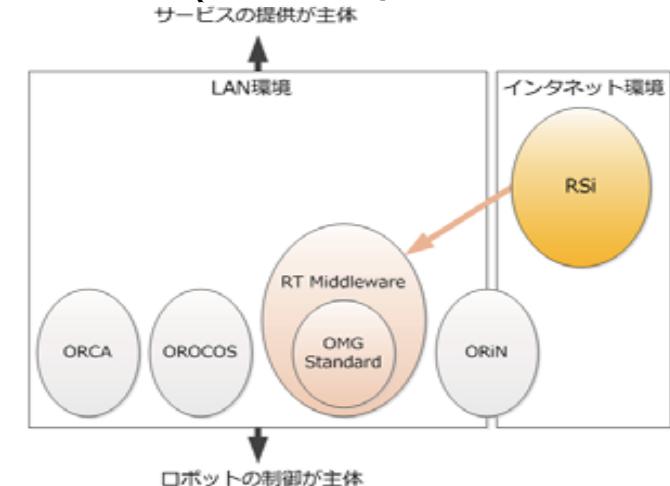
ロボット向けソフトウェア基盤の動向

◆ ロボットの共通プラットフォームの研究開発(2004~)

- RTミドルウェア(RT-Middleware: RTM)と知能化プロジェクト
 - ネットワークの視点では、ロボット間やロボット部品間を対象
- RSi (Robot Service Initiative)
 - インターネット経由でロボットサービスを利用・共有する基盤整備
 - 標準化。ネットワークや上位のサービス、アプリケーションを対象
- 標準：OMG Robotics DTF
 - Robotic Technology Component Specification(2007) ロボット部品間の仕様のフレームワーク
 - Robotic Interaction Service (RoIS) Framework (2010~)

◆ 米国の動向

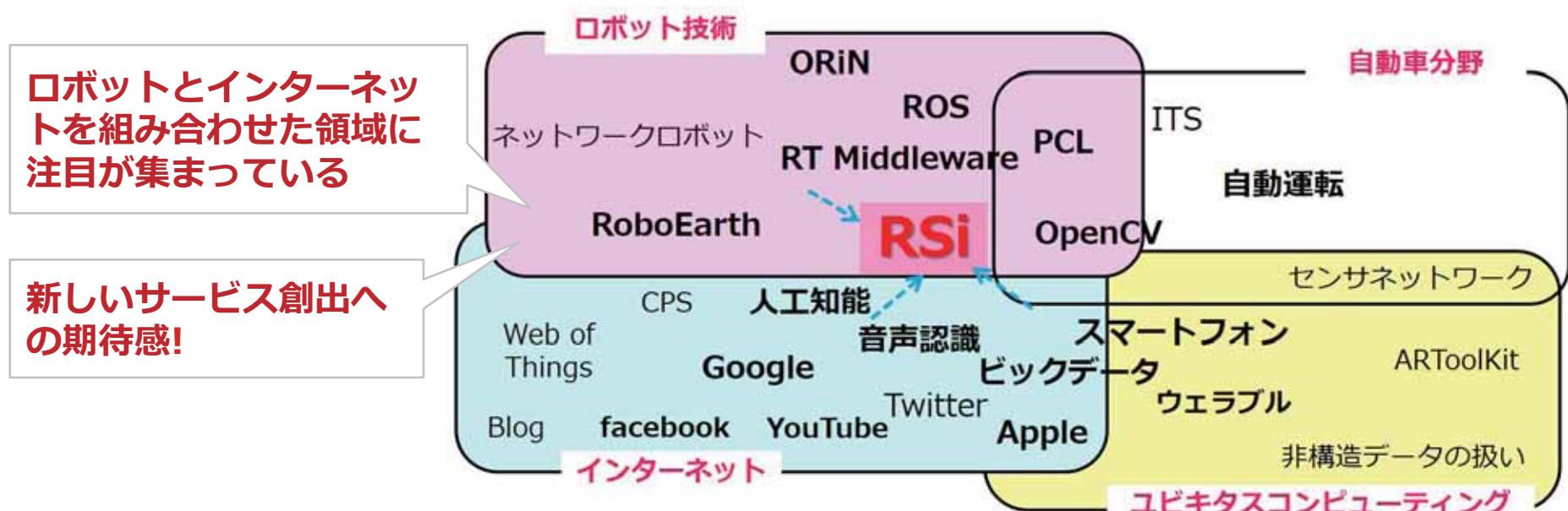
- ROS (OSRF) , PCLなど活発化
- 連携の促進：ROSとGoogle, ROSとIBM
- DARPAロボティクスチャレンジ／バーチャルロボティクスチャレンジ



ロボット向けソフトウェア基盤の動向

◆ ロボットサービス基盤と隣接分野

- | | |
|----------|---|
| ロボット分野 | -RSiによるインターネットを利用したロボットサービスとプロトコル(RSNP)の標準化
-Googleのクラウドシステムとの連携の試み、クラウドロボティクス |
| ネットワーク分野 | -大量データの蓄積、多種データを利用した多様なサービス
-Web of Things、Pachube、Cyber-Physical Systems (CPS)：物理世界とサイバー世界の融合 |
| 実世界データ | -ICタグやGPS、センサ、ロボットなどを通して収集したデータを利用したサービスに期待、人工知能/ビックデータ |



ネットワークサービスの展開

- ◆ センサーデバイス + クラウド (モノとITをつなぐ)
 - 実世界データを利用したネットワークベースのサービスが進行
 - **Cyber Physical System**: <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20101210/355115/>
 - **Internet of Things**: <http://www.iot2010.org/>
 - **Web of Things**: <http://www.webofthings.com/>

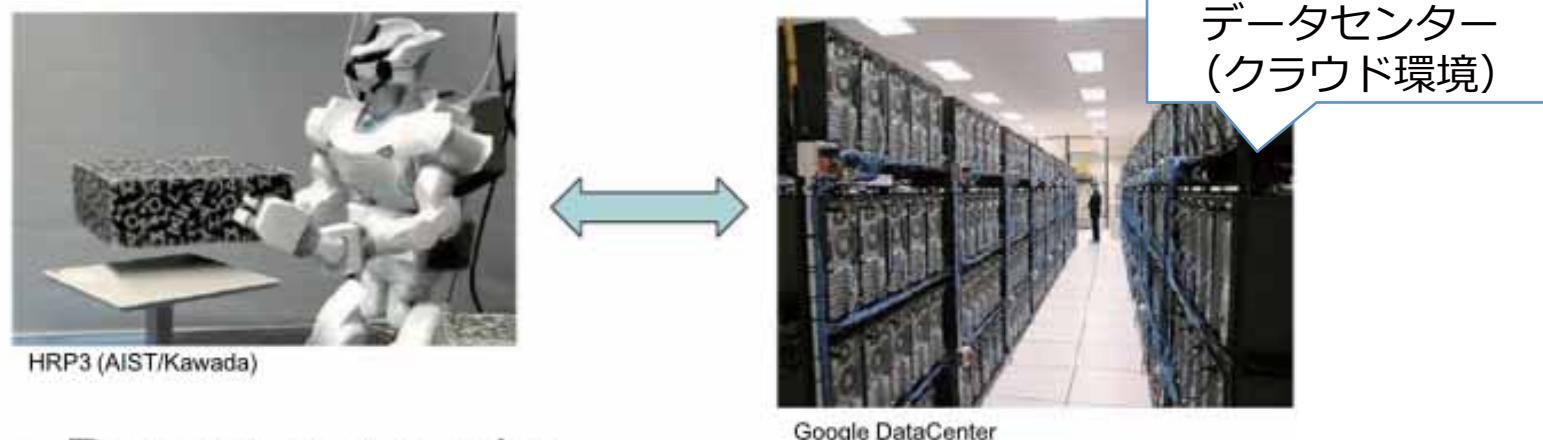


ネットワークサービスの展開

◆ ロボット+クラウド

- クラウドコンピューティングのロボットへの適用研究

- What's next: Cloud enabled humanoids?" [J. Kuffner, Humanoids 2010 Workshop, 2010.]

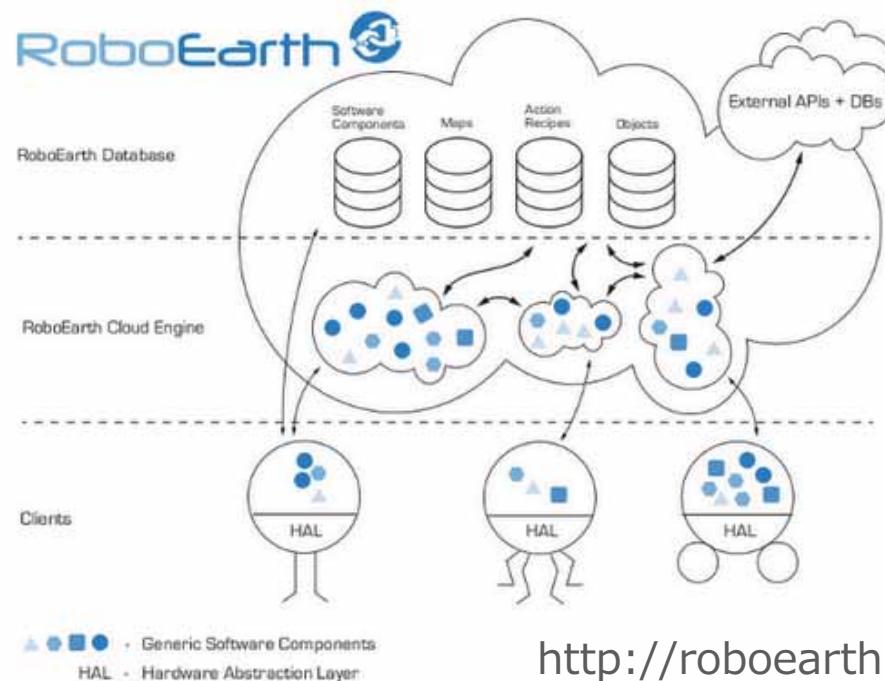


- Recent proposals:
"DAvinCi: A cloud computing framework for service robots" [Arumugam, et. Al. , ICRA 2010]
 - Hadoop cluster with ROS communication infrastructure
 - FastSLAM map/reduce

ネットワークサービスの展開

◆ ロボット+クラウド

- RoboEarthクラウドエンジン：ラピュタ
 - クラウドロボティクスのための、PaaS型のフレームワーク
 - ロボットのローカル環境では高負荷な複雑なタスク計算をクラウド側で実行。クローンベースモデルに基づいて構築。複数ロボットのクラウドへの相互接続
 - Rapyuta: The RoboEarth Cloud Engine [D. Hunziker, et. al. ICRA2013]



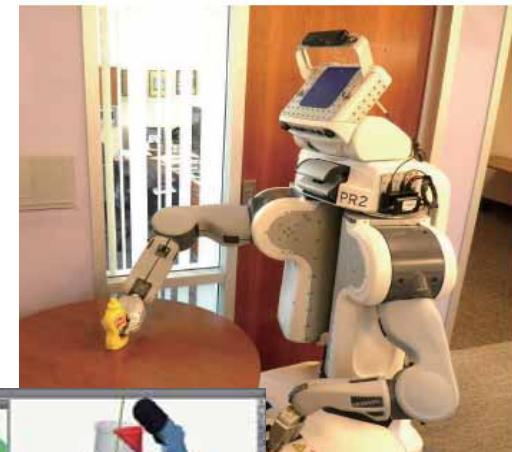
ネットワークサービスの展開

◆ ロボット+クラウド

- Googleの認識エンジンを利用したクラウドベースのロボット把持
 - Googleゴーグル（オブジェクト認識エンジン）をクラウドに搭載したロボットサービス
 - コロンビア大学のハンド開発のオープンソース“GraspIt! ”を利用

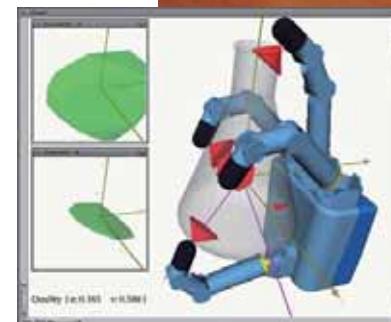
Offline
フェーズ

対象物体のラベルマッピングを認識エンジンによりクラウドに蓄積。同時にPCLとKinectを利用して、対象物体の3D-CADモデルの参照データ作成する。



Online
フェーズ

対象が検出されるとカメライメージをクラウドへ送付。あらかじめ蓄積したデータを参照する。同時に3Dセンサによる点群処理により、姿勢推定を行い、把持のモーションプランニングを実現。



出典：Cloud-Based Robot Grasping with the Google Object Recognition Engine [Ben Kehoe, et. al. ICRA2013]

ネットワークサービスの展開

◆ ロボット+ネットワーク

- モバイル・テレプレゼンス (Mobile Robotic Telepresence)
 - 遠隔操作を前提としたロボットシステム



Beam, Suitable Technologies社,
遠隔プレゼンスシステム



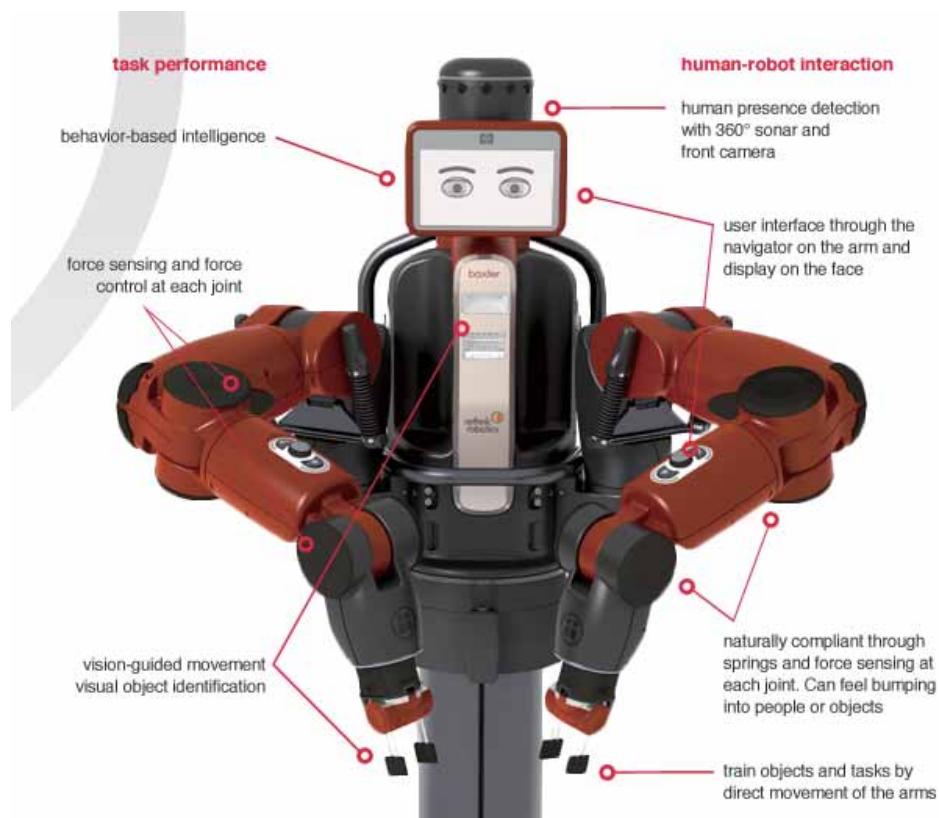
Mannequin, VECTOR社,
遠隔操作ロボット

◆ 流行語となつた「クラウド」「ビッグデータ」「IoT」

- ネットワーク環境を前提としたロボットサービスへの取組みは活発化
- ロボットも、デバイス端末の一つとしてプラットフォーム展開が模索されている

ロボットの低価格化・小型化

◆ BAXTER : RethinkRobotics社 R.Brooks氏が2012年10月に発表



- 非構造環境下における活動、人間のいる空間での稼働を主眼としたヒューマンスケールの**協働型ロボット**
- ソフトウェア基盤として**ROS**を使用
- **低価格**：価格は22,000米ドル (JPN176万円)
- **簡単なプログラミング**。タッチパネルにより（プログラミングに抛らず）ユーザ自身でロボットに作業を教えることができる
- 安いハード部品の組み合わせで構成（例：ギアは従来の1/5価格）
- 部品の75%をアメリカ国内で調達
- アカデミック版SDKリリース：ソフトウェアの多層化

Erico Guizzo "The Rise of the ROBOT WORKER" IEEE Spectrum 2012.10 pp28-35

ロボット要素技術のオープン化

◆ 要素技術の充実とオープン化

- 様々なロボット要素技術がオープン化されている
- 組み合わせて利用することにより、ロボットシステムを構築できる
- 統合に向けた動き
 - **PCL** : 大規模な3D点群処理, 物体や空間情報のライブラリ群
 - **OctMap** : ロボット移動のための3次元SLAM
 - **OpenCV** : コンピュータビジョンライブラリ (画像処理, 認識など)
 - **OpenNI** : Kinect, 深度センサー, 開発フレームワーク
 - **OpenRAVE** : アームとハンドの軌道計画, 逆運動学計算, シミュレーション
 - **MoveIt!** : 行動計画フレームワーク
 - **KnowRob** : 推論エンジン, タスク計画
 - **RTM/RTC** : RTミドルウェア, 知能化モジュール

ロボット要素技術の統合とビジネス化

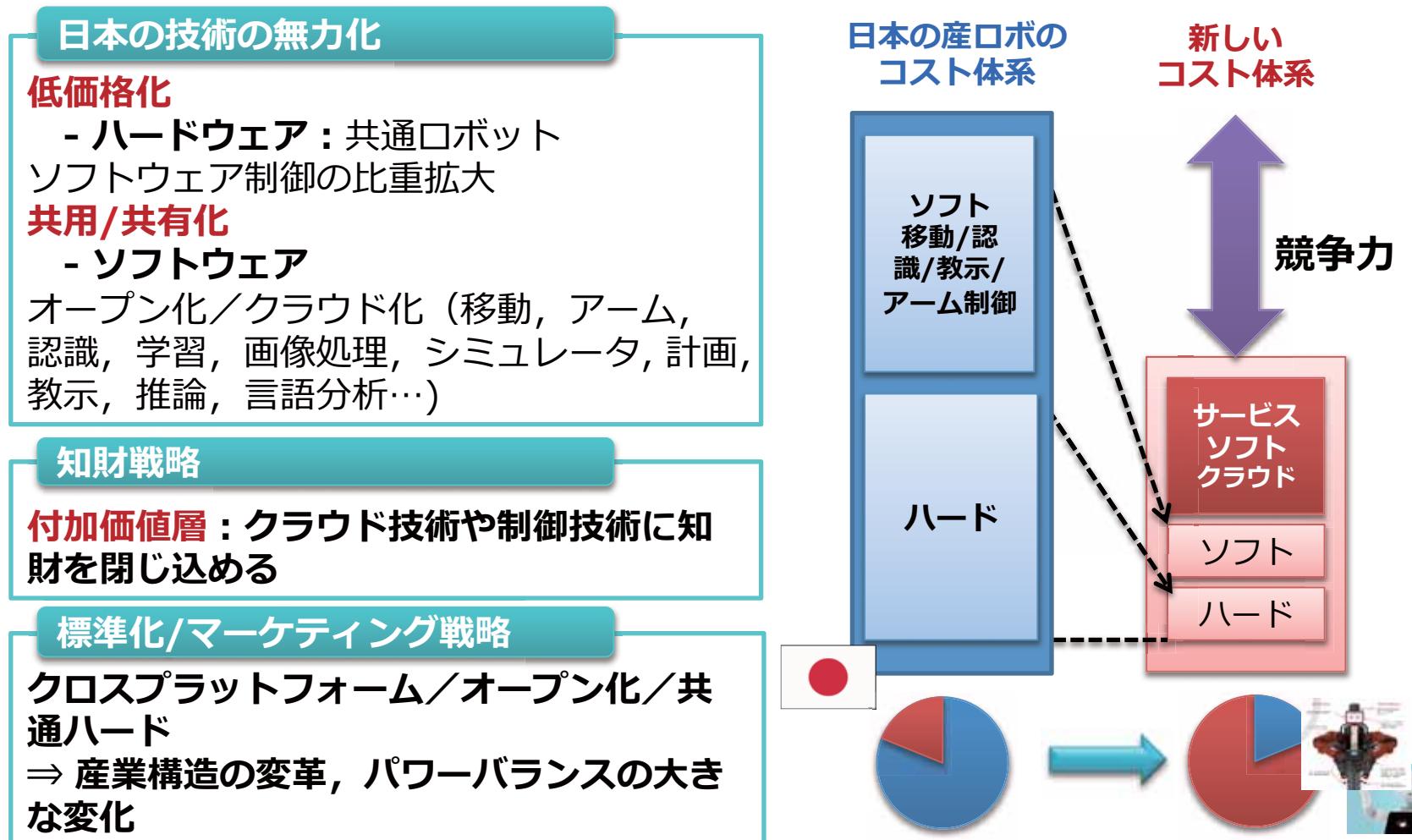
◆ ロボットビジネスの方向感

- ローエンドの汎用ロボットハードに、認識・汎用アーム制御等の高度なソフトウェアを搭載。このソフトウェアはWeb技術、クラウドコンピューティング技術を多用した、ロボットシステム



日本のロボット産業のリスク

◆ 欧米が総合的に取組みを開始。ロボット業界全体のビジネス構造が変化

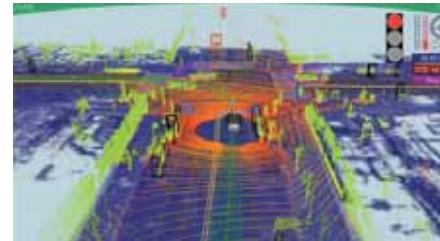


ロボット周辺のビジネス動向

◆ 一般消費者向け

- 自動運転車 (Google)

- ビデオカメラやレーダーなどのほか、ドライバーが運転する車によって集められた道路情報をもとに走行
- Googleが収集した地図データを参照して目的地に進む
- Embedded Linux Conference 2013 - KEYNOTE Google's Self Driving Cars
- 2013年2月20日発表



- パーソナルモビリティ = 一般高齢者向け or 新たな乗り物



- 歩行アシスト, ロボットスーツ (医療福祉分野機器)

ロボットへの新規参入

◆ ネット企業によるロボット企業の買収

- Google
 - ロボット研究開発部門へ多額の資金投入
(シャフトを含めた7社を買収)
 - 歩行ロボットのボストン・ダイナミックスを
買収：四脚BigDog やヒト型Atlas の開発元
(2013/12/14 NYTimes, IEEE発表)



Image: IEEE Specturm

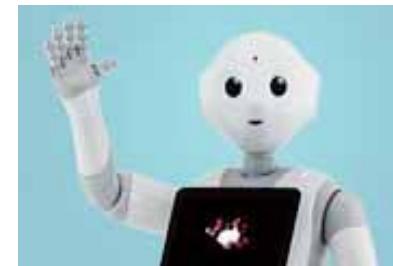
- Amazon
 - ドローン（無人航空機）による即日配送のデモ
(2013/12/2 IEEE Specturm発表)
 - Kiva Systems買収：物流センターでの商品ピック
アップ、梱包、発送のプロセスの効率化 (2012/3)



Image: NYTimesBits

◆ 新規参入

- Soft Bank
- Intel

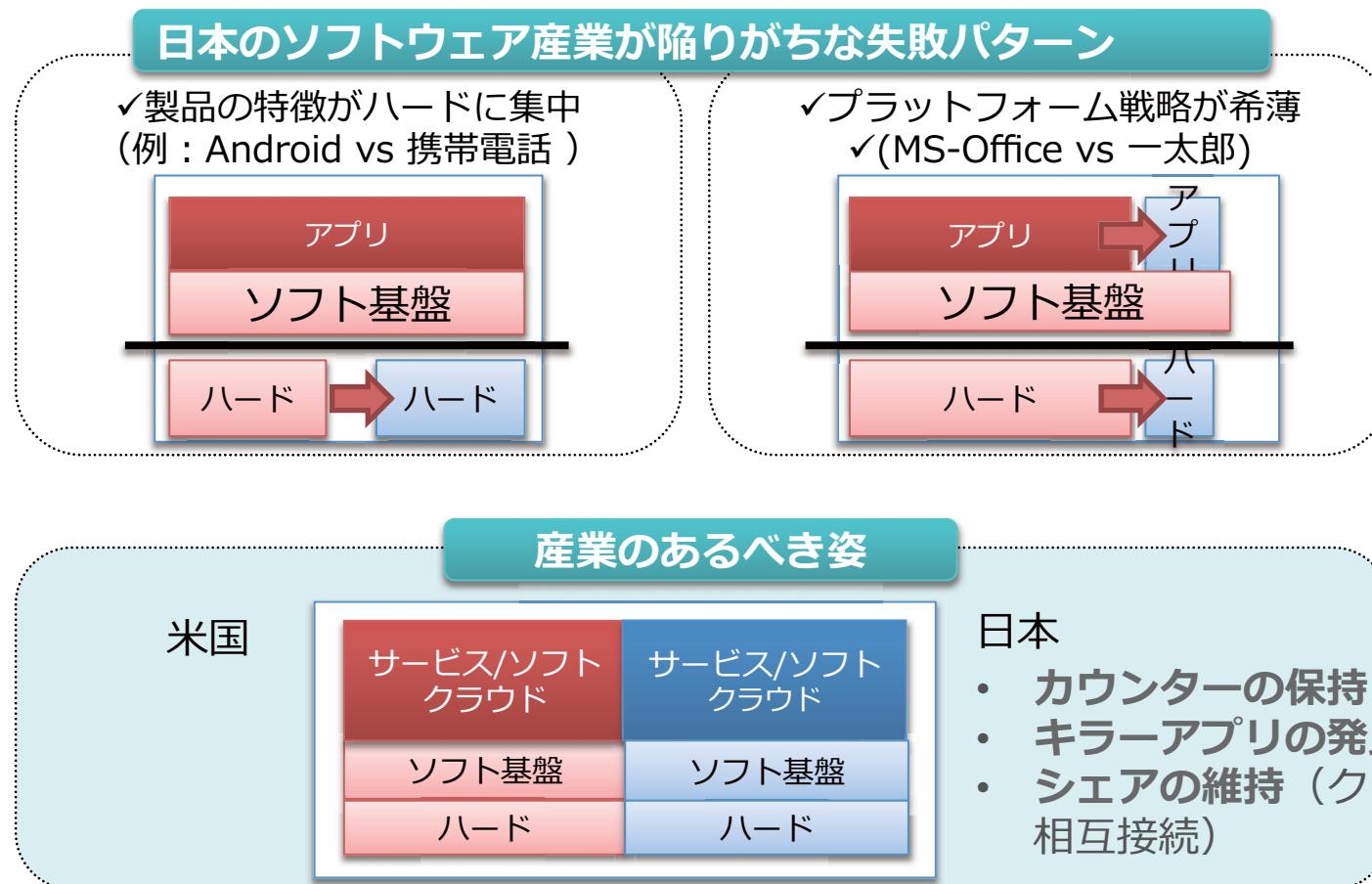


日本の動向：ロボット革命実現会議

- ◆ 2014年9月より始まり、2015年1月23日に第6回を開催
- ◆ ロボット革命イニシアティブ協議会を設置（2015.01.23）
 - ロボットイノベーションの拠点として、現場における革命実現のための产学研官を分厚く巻き込んだ推進母体とする
- ◆ ロボット新戦略を公表（2015.01.23）
 - 革命実現のための三本柱
 - 日本を世界のロボットイノベーション拠点とする（協議会の設置：ニーズとシーズのマッチング、ベストプラクティスの共有・普及、国際標準、セキュリティ、国際連携）
 - 世界一のロボット利活用社会のショーケース、ロボットのある日常の実現（ものづくり、サービス、介護・医療、インフラ・災害対応・建設、農林水産業・食品産業）
 - IoT（Internet of Things）時代のロボットで世界をリード（ITと融合し、ビッグデータ、ネットワーク、人工知能を使いこなせるロボットへ）
 - RSIも、プラットフォームに関する項目でとりあげられている

日本のロボット産業のリスク

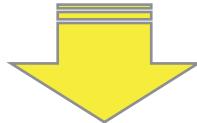
- ◆ 産業振興の観点では、インターネット／クラウドに対応していない部品、ロボットのみでは、プラットフォーム系企業に総採りされるリスク
→相互接続がきわめて大きな役割を果たす



ターゲットの変化

これまでのロボットビジネス

産業用ロボット中心の、単機能・特定市場向けのロボット



ターゲットの議論の活発化

- 歩行アシスト、ロボットスーツなどの単機能の福祉機具
- 自動運転車やパーソナルモビリティの社会実装の模索
- 製造業リショアリングの流れ

※比較的見えている市場



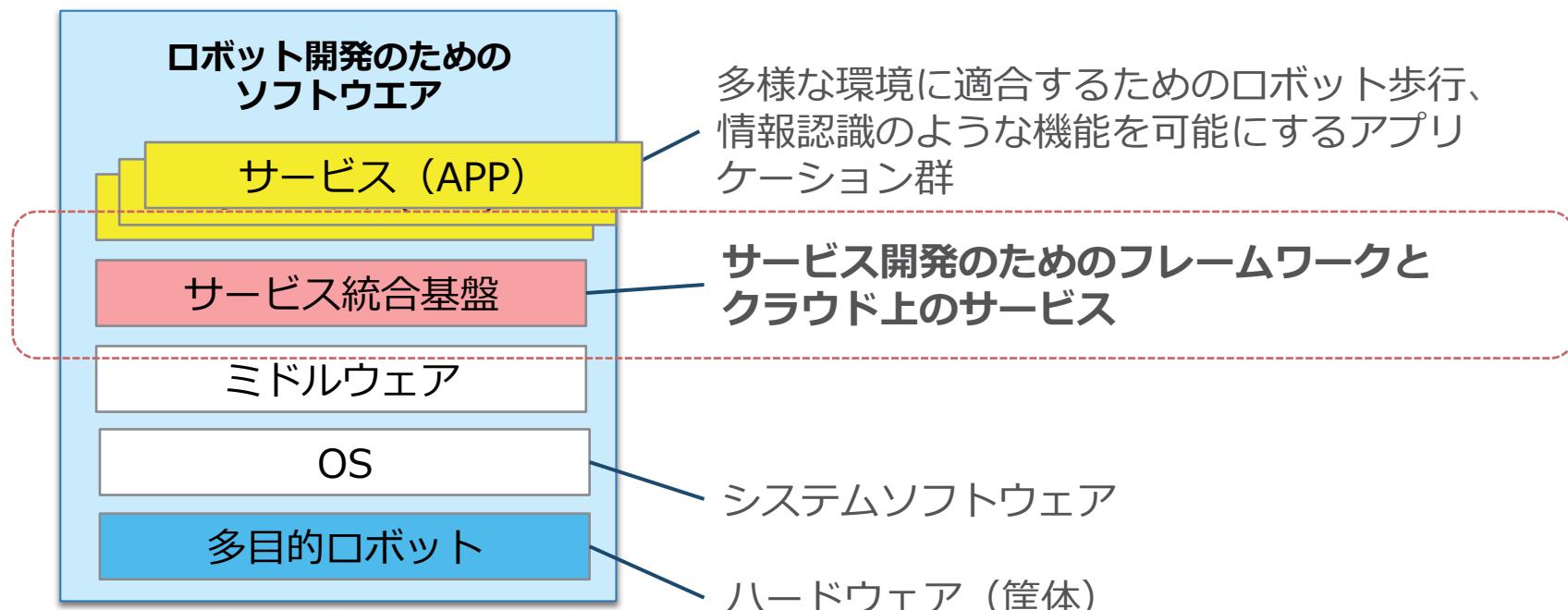
より多様な環境への適合

- マーケットが拡大し、多様な環境への適合への必然性
- 汎用ロボット
- 非構造データの活用

※まだ見えていない市場

ソフトウェアも重要なに

- ◆ 「汎用ハード+特定市場ソフト」のビジネスモデルを実現…
 - 容易に利用できる
 - ロボット技術からの容易性、IT技術からの容易性
- ◆ ITシステムとの連携が必要..
- ◆ ロボット製造業者と、製造業者とユーザの間を取り持つソリューション 提供者であるシステムインテグレーター から、サービスインテグレータ、SEという職種が必要になるのだろう
 - 効率的にサービスの多様化をすすめるための共通基盤、構造化



課題群

- ◆ 多様化ーシステムインテグレータ
- ◆ 情報機器／情報システムとの連携の重要性
- ◆ 非専門家一統合の難しさ
- ◆ ソフトウェアの難しさ、ネットワークの難しさ:技術, コスト
- ◆ 将来のビジネスの障害にならないように

展開

- ◆ ロボット本体を作る機械系企業 + ソフトサービスを開発するソフト系企業群／大学が牽引するモデル
 - 例：本日のデモ、Tロボットとインターネットサービスを連携（午前講習）



PC上のWebブラウザ T型とボットロボット

- ◆ ソフト系企業群→立ち上げ時に受注型のビジネスモデルを解消する仕組み

ここまでまとめ

- ◆ 情報機器／情報システムとの連携を見据えた、インターネットとの連携の方向性について考察した
 - 適用環境、要素技術とも、多様過ぎてハード屋だけではできない—ソフト／システムインテグレータ／統合プラットが必要性
 - ロボットは中小規模の組織で実現
- ◆ ソフトウェアのコストをどう吸収するか
 - 良いサービスあるいは、研究評価／普及のための仕組みの場をソフト企業が使う
 - ビッグデータの収集、分析など ⇒ データを無償で収集できるメリット
 - 顧客獲得
 - 政府／自治体等のイベントを場として利用する
- ◆ 将来のビジネスの障害にならないように
 - 相互接続性を重視しよう

RSiの活動とRSNP

RSiの組織

◆ 目標

- インターネットを活用した魅力あるロボットサービスを簡単かつ便利に利用できる社会
- ロボットサービスと**オープンな相互運用性**の実現
- オープンな仕様策定プロセス
 - 関連団体と協力し仕様 **RSNP: Robot Service Network Protocol**を策定と公開、実証実験、普及促進を行う

◆ 組織

- 2004年発足 (発起人: 三菱重工業, 富士通, 富士通研究所, SONY)
- ロボット産業, 情報処理, 教育など, 多分野の企業及び団体の参加

会員 (11団体)	三菱重工業, 富士通, 富士通研究所, 安川電機, 日本気象協会, セック, 日本電気通信システム, ライトウェア, はこだて未来大学, 産技大, 事務局: ロボット工業会
協力会員	産業技術総合研究所, 奈良先端大, 芝浦工業大学, 名城大学, 金沢工業大学, 中京大学, 首都大学東京, 大阪市立大学, 早稲田大学
小規模企業	エボルブアイティワークス株式会社, 株式会社インフォコーパス



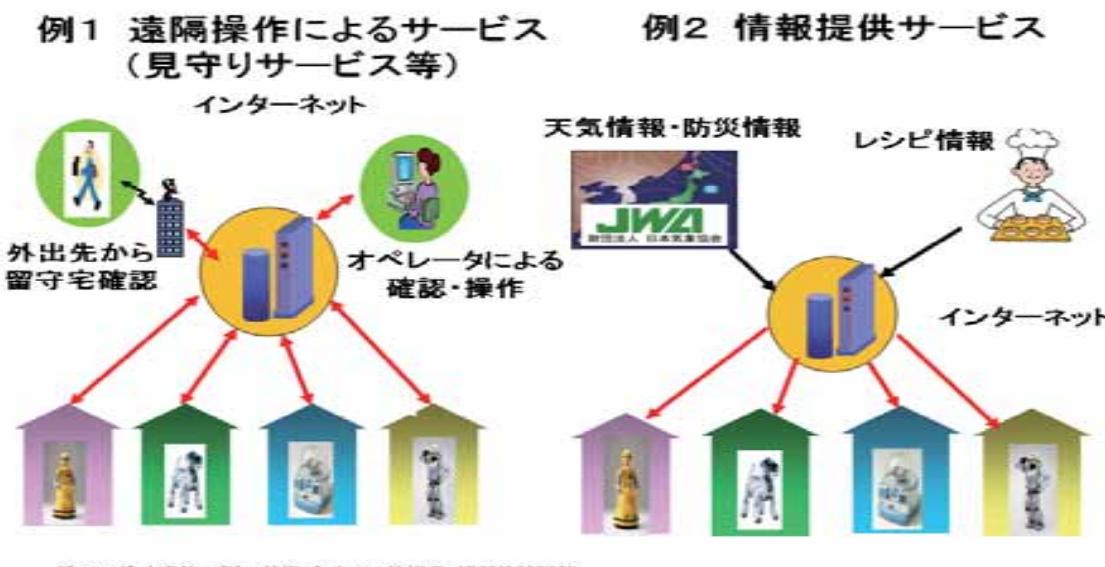
RSiのロボットサービス

◆ インターネットを活用したロボットサービスの利点

- 遠隔地サービス、人とロボットの協調
- 既存のインターネットのサービスとの連携
- 多数のロボットを少人数で制御、人件費コストの軽減
- クラウド環境の活用（機能追加、情報の共有、シミュレーション、高負荷機能）

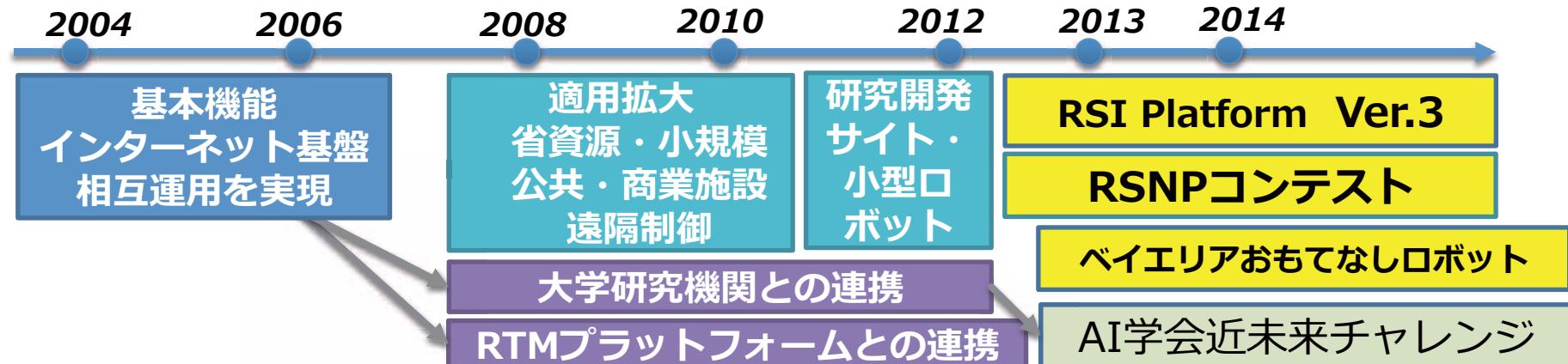
◆ ロボットとインターネットと連携したビジネスの創出

- 多分野からの参入障壁を下げ、各企業の持つ得意分野を連携する共通基盤を構築



RSiの活動

◆ 活動の概要



- RSNP仕様公開／ライブラリ適用
- ロボットサービス開発支援
 - ✓ 企業向け／大学研究用公開サービス
 - ✓ RSNP2.0準拠ライブラリを配布
 - ✓ ロボットサービス提供
 - ✓ ASEAN諸国と国際活動
- **RSi Platform Ver.3**
 - ✓ マイクロサービス（クラウド技術）
 - ✓ 音声通信・ストリーミング
 - ✓ 統合・知識の集積
- RSNPコンテスト開催
- 標準化活動（OMGにRTCSの情報提供、RoISへRSNPの仕様反映）



有効性の検証(1/2)

◆ JAPAN ROBOT WEEK

- RSiブースにてデモ
- 芝浦工科大学の遠隔ロボットシステム、はこだて未来大学に設置されたロボットを、RSNPサーバを通じて、ビッグサイトの会場から遠隔操作
- RSNPプラットフォームに音声通信を統合した、ロボット (smart pet) をデモ

◆ ベイエリアロボティクスフォーラム (2014/4 芝浦工科大学)

- 芝浦工大、首都大、海洋大、産技大、産総研、都技研
- デモ
 - 芝浦工大のロボット、公立はこだて未来大学のロボットを用いた見守りサービス
 - 産技大のRSNPに統合した音声通話サービス
- 参加者による音声通信の品質の評価



有効性の検証(2/2)

◆ 実証実験

- 通算で8団体の11種類のロボットと4社の情報プロバイダーが参加
- Webサービス基盤を適用・多種ロボットと多様なロボットサービスを相互接続を実証し、提案の有効性の検証

実証実験項目	実施日	場所(イベント)	参加者
共通サービス、動作プロファイル、動作パターンプロファイル、マルチメディアプロファイル、見守りサービス	2004/3/2 ～3/4	東京 (ROBODEX)	富士通、三菱重工、Sony
天気情報サービス	2005/2/18～3/6	東京、大阪、福岡	富士通、三菱重工、ビジネスデザイン研究所、東芝、Sony、日本気象協会、お天気.com
情報提供サービス (料理レシピ情報、タレント音声配信)	2006/3/16～3/19	大阪	富士通、三菱重工、ビジネスデザイン研究所、東芝、Sony、日本気象協会、お天気.com、松下、MVP
天気情報サービスとロボットサービスシステムの実用化 見守りサービス	2006/10/27～ 10/29	横浜 (ロボットワールド2006)	富士通、三菱重工、ビジネスデザイン研究所、東芝、Sony、日本気象協会
天気情報サービス、防災情報サービス	2007/7/11～7/13	東京 (ビジネスショウ)	富士通、三菱重工、ビジネスデザイン研究所、東芝、日本気象協会
見守りサービス、RTMとの連携による案内サービス、マルチメディアセンサプロファイル、天気情報サービス、防災情報サービス	2007/11/28～ 12/1	東京 (国際ロボット展2007)	富士通、三菱重工、日本気象協会、セック
コマンドプロファイル、リモート割込み、見守りサービス、天気情報サービス、防災情報サービス	2009/11/25～ 11/28	東京 (国際ロボット展2009)	富士通、三菱重工、日本気象協会、産業技術大学院大学
見守りサービス、マルチメディアセンサプロファイル、動作プロファイル、天気情報サービス、防災情報サービス、ロボットマップサービス、コンテスト情報サービス	2011/11/9～ 11/12	東京 (国際ロボット展2011)	富士通、三菱重工、日本気象協会、産業技術大学院大学、はこだて未来大学、芝浦工業大学



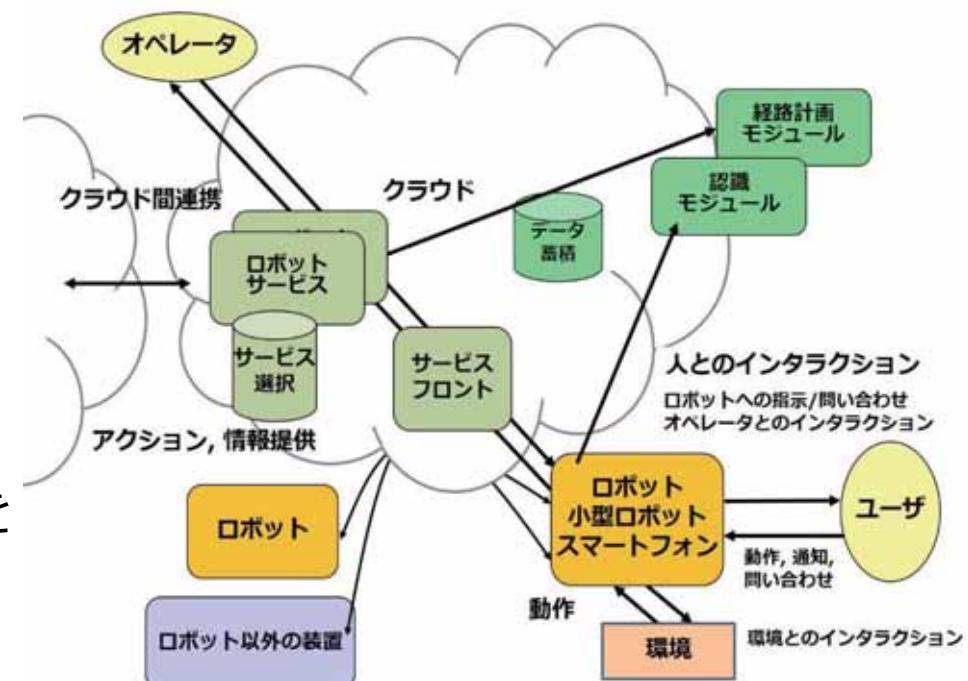
RSiのサービスモデル

◆ 基本要件

- 異なるベンダが独立して開発したロボット/サービスの間での**相互運用**を実現する（提供元や提供機能の異なるロボットと多様なロボットサービスを相互接続して利用できる）

◆ 適用範囲の拡大

- 様々な環境への対応
- 上位レイヤのサポート
- IT業界で普及した技術を採用
- ロボット技術の集約
- クラウド基盤への適用
- マイクロサービス
- RSNPの相互小型ロボット等を活用した研究開発の促進

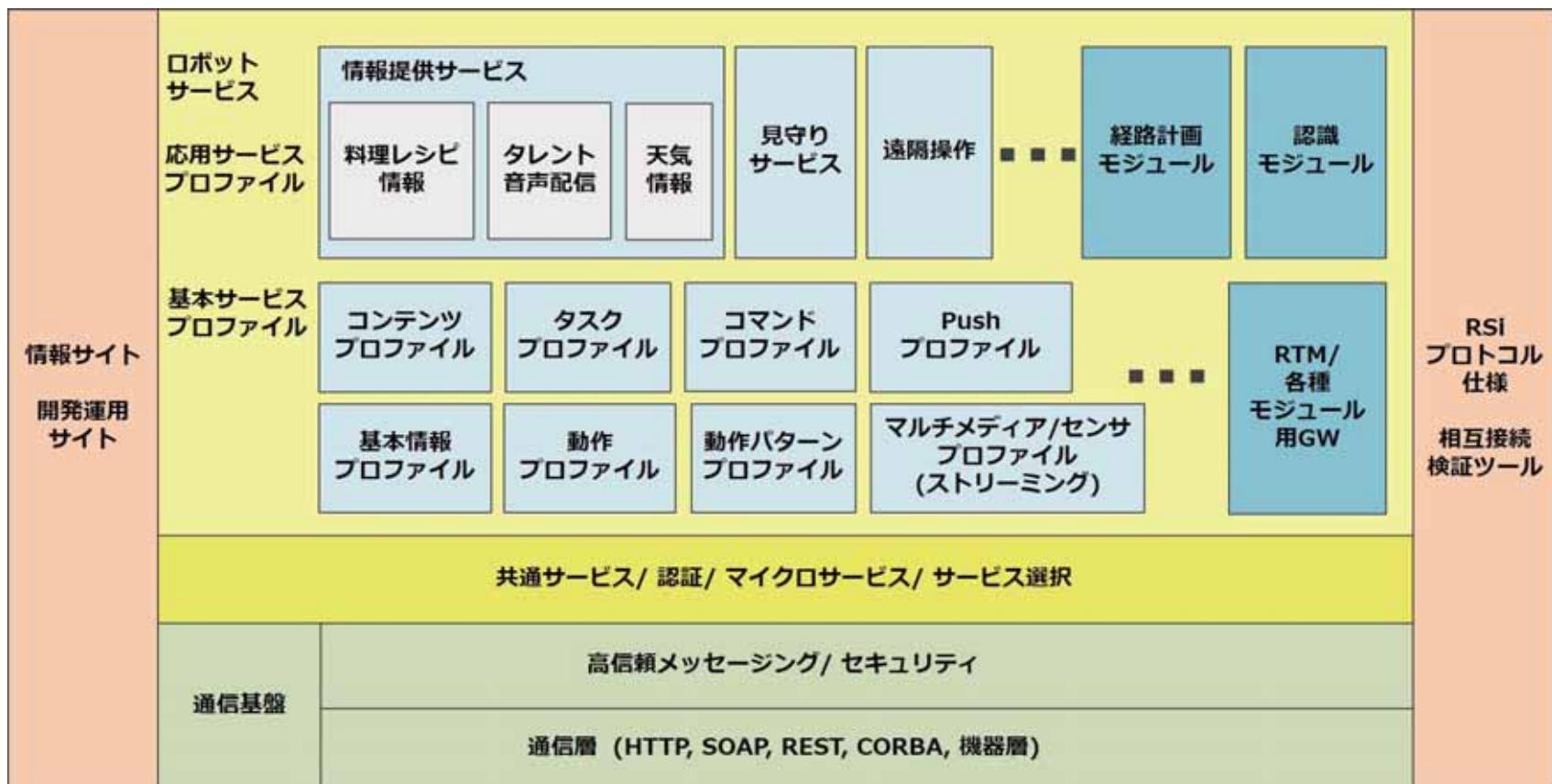


RSi Platform V3.0 system model

RSNP : ロボットサービスネットワークプロトコル

◆ RSNPのアーキテクチャ Version3

- **RSi共通サービス（通信層）** : 通信のための共通機能
- **プロファイル群** : ロボット機能の提供
 - 異なる実装間の曖昧性を排除し、相互接続を実現



RSi共通サービス（通信層）

◆ 通信プラットフォーム

- ロボットとロボットサービス間の通信プロトコルをWSDL(Web Service Description Language)で規定

```
<?xml version="1.0"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3c.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:bp="http://www.robotservices.org/schemas/V01/Information_
  profile"/>
  <xsd:complexType name="Ret_value">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="detail" nillable="true"
      type="xsd:string"/>
      <xsd:element name="error_no" type="xsd:long"/>
      <xsd:element name="message_id" type="xsd:long"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
  <xsd:complexType name="get_reply">
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="con_id" type="xsd:long"/>
      <xsd:element name="block" type="xsd:boolean"/>
      <xsd:element name="message_id" type="xsd:long"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
```

◆ 通信モデル

- Push/Pull型, 同期/非同期型
- ロボットサービス側からロボットへ情報を通知するロボット起点型のPush技術を採用
 - ファイアフォール内でのロボットへのデータ送信を実現

RSNPのプロファイル群

◆ 多様なプロファイル群

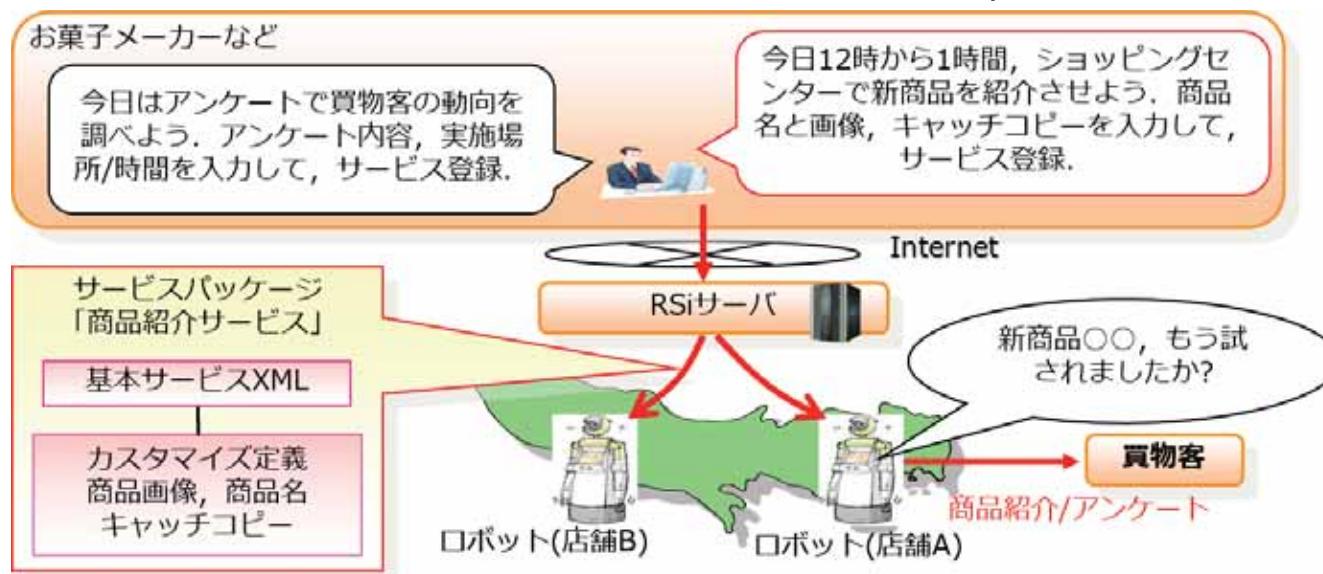
- 各社ロボットの機能を分析し設計
- ロボットとロボットサービスの共通機能をプロトコルレベルで規定

機能モジュール	メソッド	説明	機能モジュール	メソッド	説明
共通 サービス	<code>group_begin</code>	グループ開始	マルチメディア プロファイル	<code>get_camera_info</code>	カメラの情報を取得
	<code>group_end</code>	グループ終了		<code>sound_play</code>	サウンドの再生
	<code>group_invoke</code>	グループ処理の開始		<code>sound_rec_start</code>	録音の開始
	<code>set_value</code>	プロパティの設定		<code>sound_control</code>	マイク・スピーカーの制御
	<code>open</code>	カンバセーションの開始		<code>get_sound_info</code>	マイク・スピーカーの情報の取得
	<code>close</code>	カンバセーションの終了		<code>forward</code>	前進
	<code>get_reply</code>	非同期結果取り出し		<code>backward</code>	後退
基本情報 プロファイル	<code>get_info</code>	基本情報プロファイルの情報を取得する	動作 プロファイル	<code>right</code>	右カーブ
	<code>get_robo_info</code>	ロボット情報の取得		<code>left</code>	左カーブ
	<code>get_user_info</code>	ユーザ情報の取得		<code>spin_right</code>	右回転
	<code>get_access_info</code>	アクセス情報の取得		<code>spin_left</code>	左回転
	<code>get_environment_info</code>	環境情報を取得		<code>stop</code>	停止
	<code>get_ISP_info</code>	情報サービス提供者情報を取り得		<code>get_motion_info</code>	位置情報の取得
	<code>get_network_info</code>	ネットワーク情報を取得		<code>shake</code>	部位を振る
	<code>get_security_info</code>	セキュリティ情報を取得		<code>sensor</code>	センサー情報の取得
	<code>get_WSR_info</code>	高信頼性メッセージング機能の設定情報を取得	動作パターン プロファイル	<code>motion_by_pattern</code>	パターン動作
マルチメディア プロファイル	<code>set_info</code> 等	上記の <code>get_info</code> 等に対応した設定機能			
	<code>get_camera_image</code>	イメージの読み込み	天気情報 サービス	<code>get_weather_short</code>	短期予報情報を取得
	<code>video_rec_start</code>	ビデオの録画開始		<code>get_contents</code>	検索条件に合ったコンテンツを取得
	<code>video_rec_stop</code>	ビデオの録画終了		<code>get_requirement_term_list</code>	検索に用いる要素項目リストを取得
	<code>camera_control</code>	カメラの制御			

RSiロボットサービス例

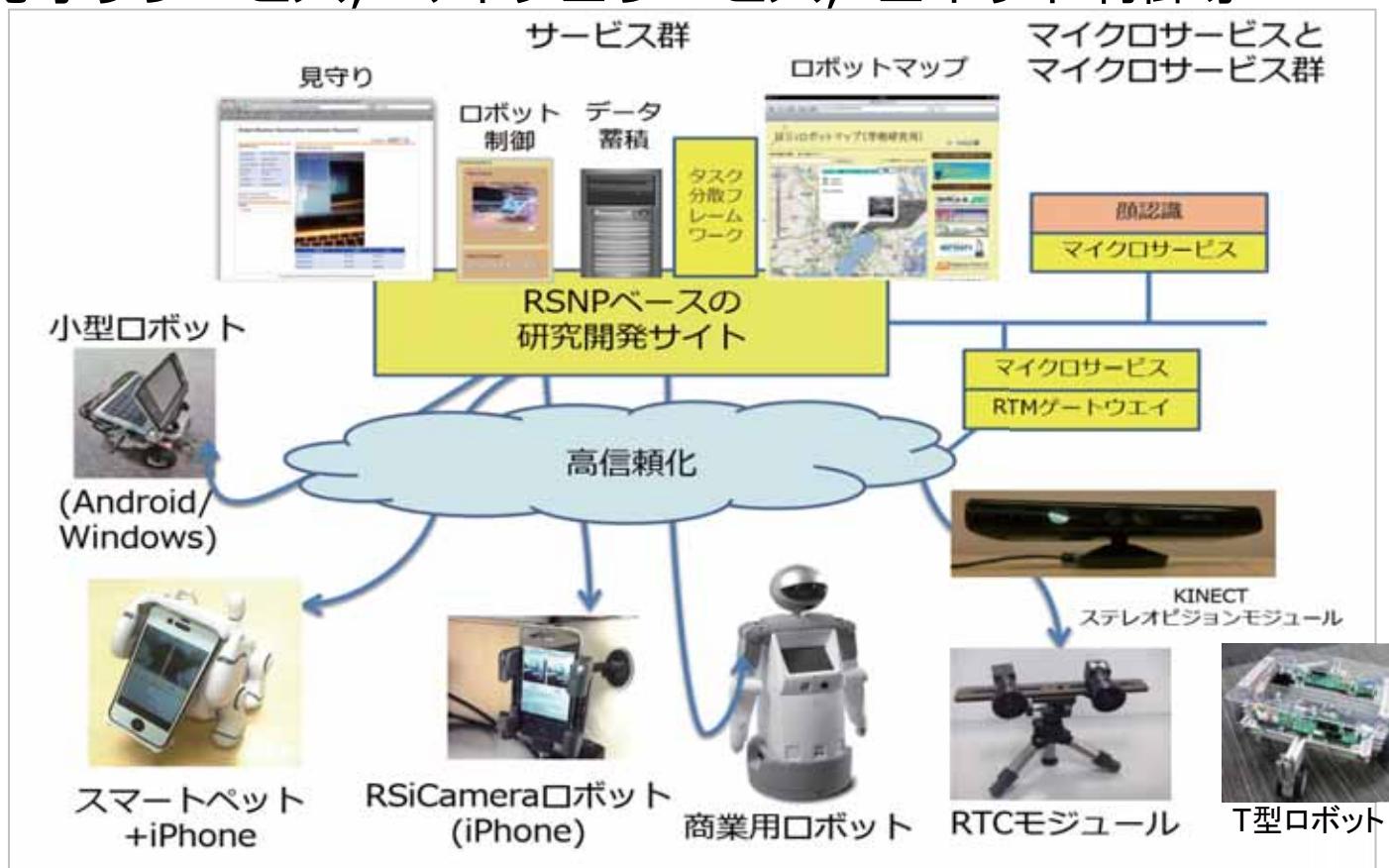
◆ 例1：ロボットサービスの提供と実行

- ロボットが状況に合わせた複合動作を行い、全体としてサービスを提供する（施設/展示案内、商品紹介、見回り、等）
 - タスクプロファイル
 - 商品宣伝、巡回、記念撮影等のサービスを、サービスパッケージとして定義（状況認識とそれに基づく動作や処理を含む、ひとまとめのサービス）
 - サービスのカスタマイズ・ダウンロード・予約・実行・スケジュール実行・イベント実行・状況の監視を行う
 - サービス例：ショッピングセンターでの利用、時間を分けて利用



インターネットで稼働中のロボットサービス

- ◆ 日本気象協会提供による天気情報サービスの定常運転（2006年～）
 - 天気情報サービス、防災情報サービス
- ◆ 学術研究用の開発/実行環境の常時運用を継続（2007年～）
 - 見守りサービス、マイクロサービス、ロボット制御等



インターネットベースの実運用・開発環境

◆ 実運用・開発環境をWeb公開

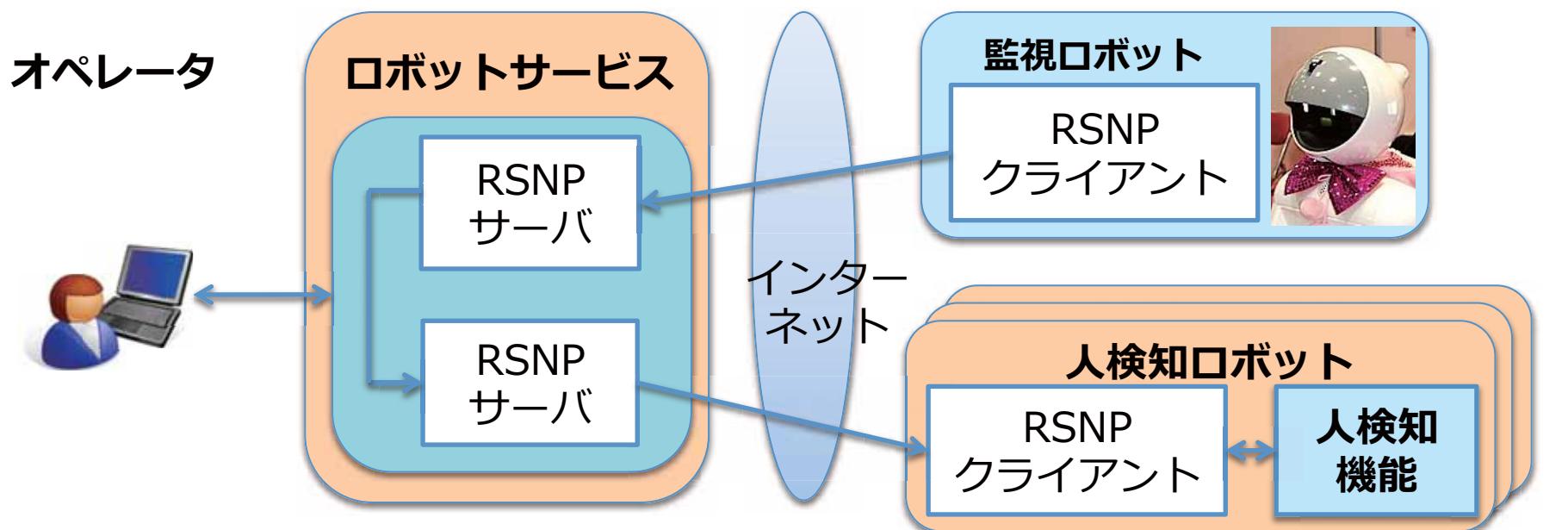
- 企業向け開発実行環境ポータルサイト「ロボットおでかけマップ」
 - <http://robot-rsi.on.arena.ne.jp/>
 - ロボコンマガジンと連携してコンテスト情報を提供（2010年）
- 学術研究用の開発/実行環境「RSiロボットマップ」
 - <http://rsi.aiit.ac.jp/RSiRobotMap/>
 - 国際対応、マイクロサービスの組み込み（2011年）



クラウド環境の活用

◆ マイクロサービス

- 開発者がインターネットの直結したサーバを触ることなく、機能モジュールを開発・評価できる
- サーバの立ち上げや設定／セキュリティの管理など、ITの深い知識や技術不要
- 機能単位に、サービスを個別のCPUで実行できるため、ロボットサービスを容易にスケーラブルに実現



RSiの仕様策定

◆ 仕様決定のプロセス

- 仕様策定ワーキンググループで策定
- RSiの全会員の承諾を得て成立
- 仕様策定対象は、一社のソフトウェアプラットフォームに利益が集中することのないように配慮し相互運用性のあるロボットサービスを実現する仕組み、即ち、プロトコルとしている

◆ 知財権

- 無償または合理的かつ非差別的な条件に基づき実施または使用を許諾されたもの
- 第三者も安心して利用可能

◆ 標準化

- OMGにRTCSへの情報提供、RoISへのRSNPの仕様反映などへ貢献

ここまでまとめ

- ◆ 広く利用できるロボットソフトウェアの要素技術、ロボット技術とインターネットの融合は、今後の世界のロボット情勢やコスト構造を、大きく変える可能性がある
- ◆ インターネット／クラウド、ソフトウェアとの連携が重要に
- ◆ ロボット業界団体「RSi」では、ロボットをインターネットでつなげることによる、新たなビジネスの創出を目指している。このRSiの最近の活動、及びロボットサービスプロトコル「RSNP」を紹介
- ◆ インターネットを活用したロボットサービスでは、遠隔地サービスや、既存のインターネットのサービスとの連携が容易になる
- ◆ ビジネス構造の変革はリスクもあるが、チャンスでもある

ロボットサービスプラットフォームへの 取り組みと展開

音声通信機能

シミュレーターとトレースサービス

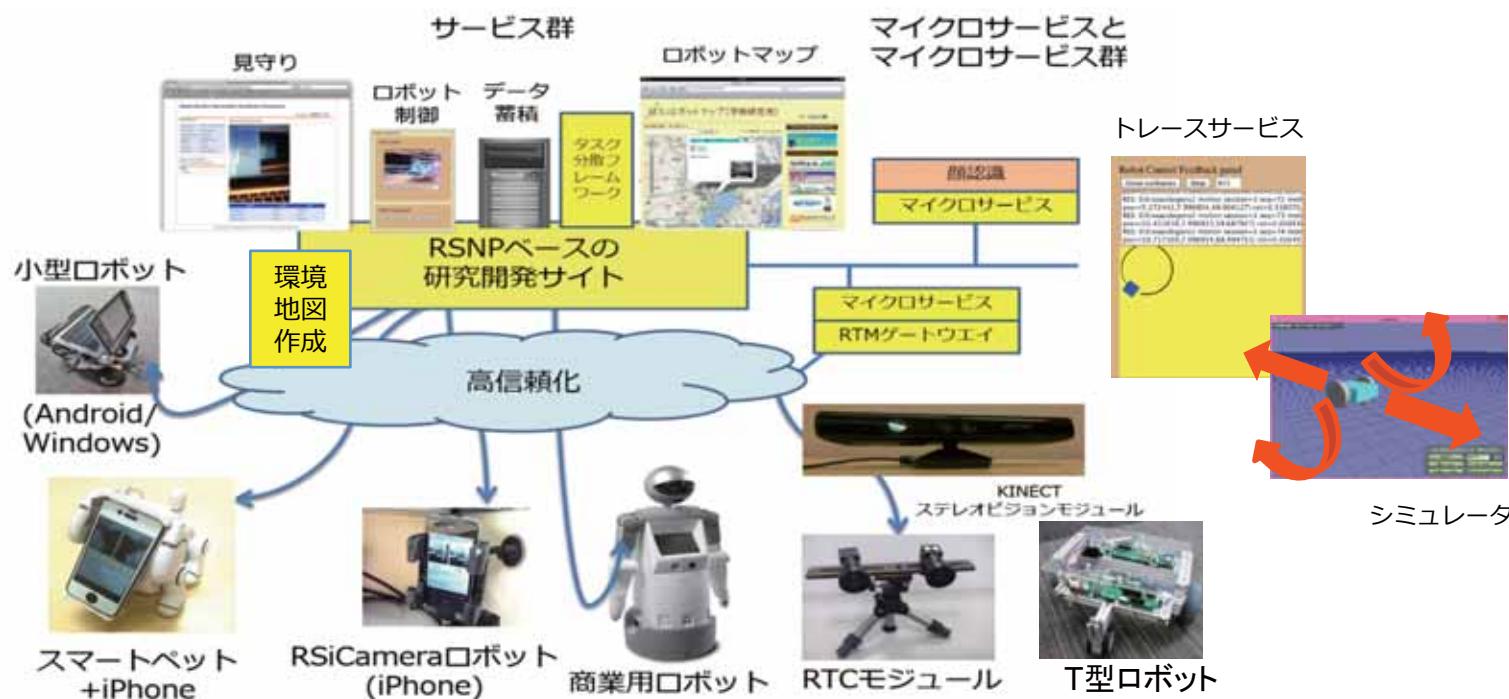
RTCモジュールとの連携

T型ロボットとの連携

IoT

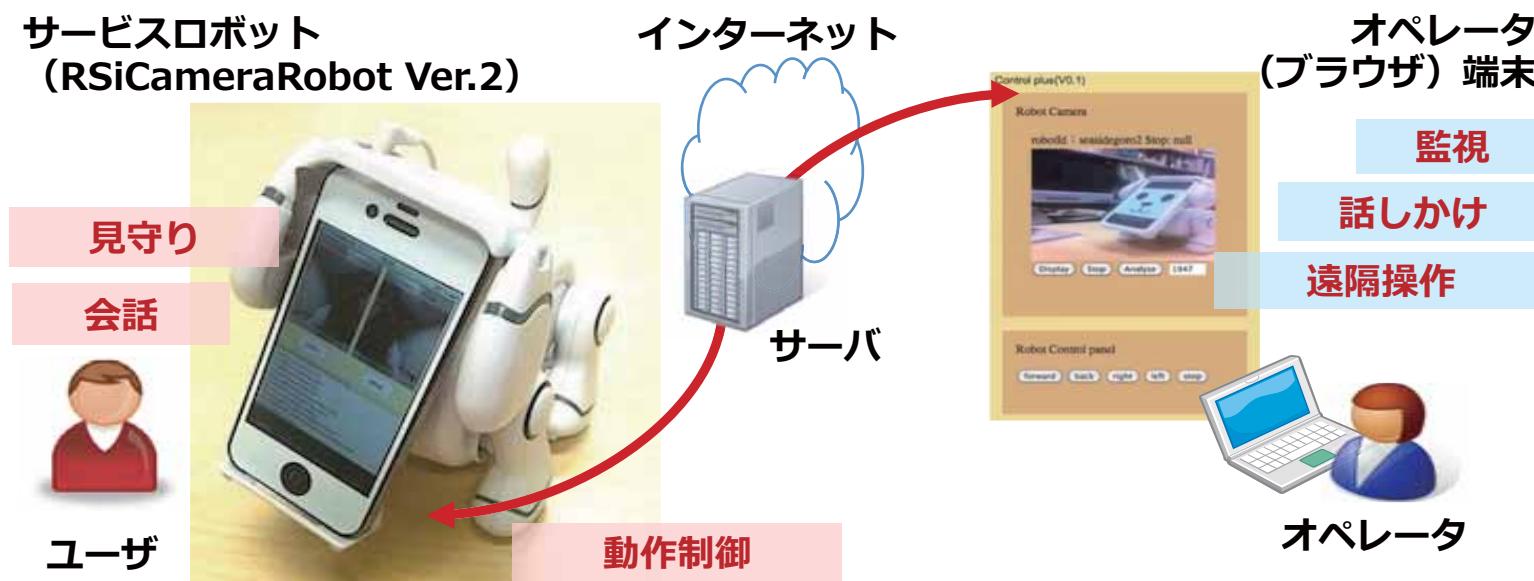
ロボットサービスプラットフォーム

- ◆ Ready To Go のインターネットベースのサービスプラットフォーム
- ◆ 非専門家をターゲットした機能群
 - サービスプラットフォームに音声サービスを統合
 - インストール, メンテナンス, サービスの持続性, セキュリティ
- ◆ 共通に使えるロボットサービス
 - トレースサービス, シミュレータ(産技大)



音声通信機能

- ◆ サービスロボットでは必須である音声通信機能を、RSNPを利用して実現
- ◆ ロボット用のネットワーク基盤と音声ネットワークを一本の経路で実現
- ◆ ITプラット環境・設備（ネットワーク、システム管理）の知識を極力削減
 - 技術者に音声の専門知識がなくとも設定・利用可能
 - インテグレートの負荷を軽減
 - 通信障害やセキュリティのトラブルシューティングを一本化



大澤秀也, 朝倉健介, 小原範子, 藤田尚宏, 佐藤健, 中川幸子, 成田雅彦, “RSNP拡張によるロボット制御と音声通信の統合のためのロボットサービスプラットフォーム”, 日本ロボット学会誌 Vol.33 No.2, 2015

ロボットシミュレータの米国政府調達要件

◆ ロボットシミュレータの米国政府調達要件

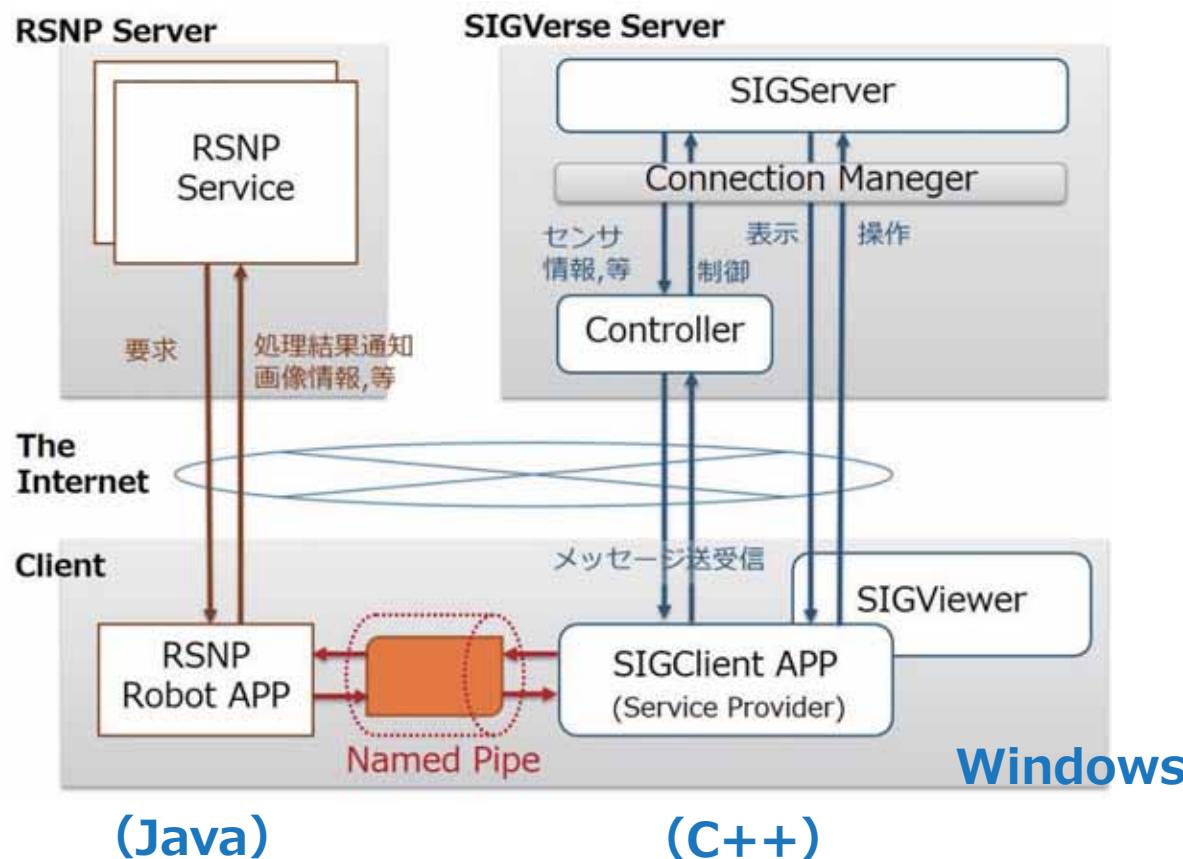
1. 3D環境モデル
2. 開発者が、ロボットの運動力学やセンサのモデルを取り入れることができる
3. シミュレータロボットに、物理ロボットに送信するのと同じコマンドをネットワーク経由で送信することができる。また、物理ロボットから受信するのと同様に、シミュレータロボットからデータを受信することができる
4. ロボットの動きをシミュレートするために、慣性、駆動、接触や環境ダイナミクスの物理学モデルを利用する
5. クラウド上で、GPUsと同様に、リアルタイムに実行する
6. DARPAは、最大100チームまで、クラウドコンピューティング資源を供給する

RSNPシミュレーション環境の実現

◆ RSNPからSIGVerse (国立情報学研究所)

OS機能である名前付きパイプ (Named Pipe) を利用

- メモリを共有し、クライアント端末上で、システム間の双方向通信 (read/write) を実現



NamedPipeによるシステム連携

◆ Named Pipeとは

- OSがサポートするプロセス間通信（連携）の機能
- 利用が簡単。通信路の名前は利用者が任意に指定でき、複数設定もできる。read/writeのインターフェース
 - OSの機能であり（Windows/UNIX(mac)/Linux），サービスそのものはOSが提供してあるため、アプリモデルに依存しない通信モデル。高速
 - Windowsライブラリは同期/非同期に対応
 - JNI（Java Native Interface）不要
- Java/C++で、single process/single threadで通信ができる
- PeekNamedPipe, pipe.length()で実現
- Python等への対応も実証済み

◆ データの長さの管理

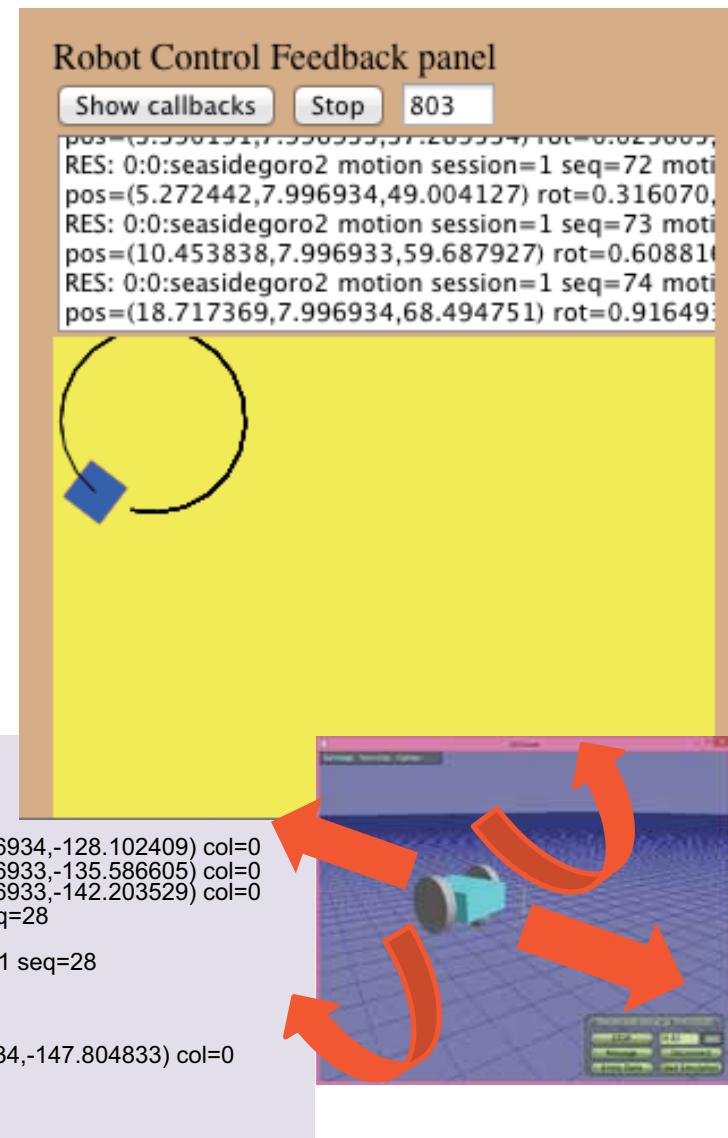
- Named pipeは、データに区切りがないので、書き込み、読み込みの際に、データの長さの管理が必要
- ➔ サイズを4バイト数指定として、残りはデータという単位で読み書きする



トレースサービス

- ◆ 移動ロボットの軌跡表示などの視覚情報を中心として、移動ロボットに関する情報を表示、操作等を行うRSNPサービス
- ◆ 移動ロボットの軌跡は、位置をプロットすることで表示
 - シミュレーターに接続してある場合は、シミュレーターからの位置情報に基づいてロボットの位置を表示する
 - 操作履歴と実行履歴を表示する
- ◆ シミュレーター固有の機能を使って、衝突、エラー等の回復処理も扱う事ができる

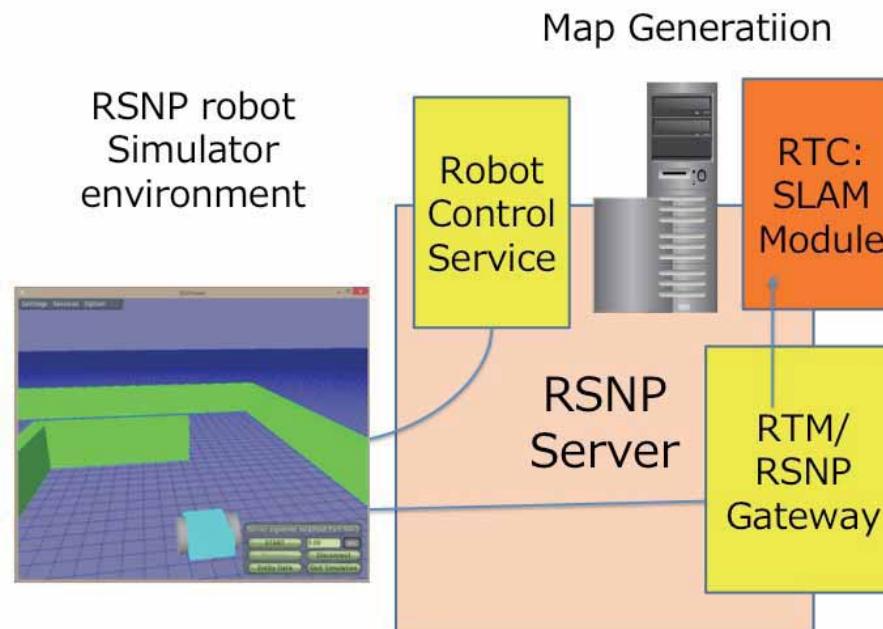
```
衝突のCMD: 1 27 forward 30
CMD: 1 28 forward 30
CMD: 1 29 forward 30
CMD: 1 30 forward 30
RES: 0:0:seasidegoro2 motion session=1 seq=25 motion session=1 seq=25 pos=(-28.676060,7.996934,-128.102409) col=0
RES: 0:0:seasidegoro2 motion session=1 seq=26 motion session=1 seq=26 pos=(-31.498944,7.996933,-135.586605) col=0
RES: 0:0:seasidegoro2 motion session=1 seq=27 motion session=1 seq=27 pos=(-33.934236,7.996933,-142.203529) col=0
衝突: RES: *** ERROR *** -1:100001:seasidegoro2 motion session=1 seq=28 motion session=1 seq=28
pos=(-35.517597,7.996934,-144.790853) col=1
先読廃棄: RES: *** ERROR *** -1:100001:seasidegoro2 motion session=1 seq=29 motion session=1 seq=28
pos=(-35.517597,7.996934,-144.790853) col=1
先読廃棄: RES: *** ERROR *** -1:100001:seasidegoro2 motion session=1 seq=30 null
セッション更新CMD: 2 1 forward 30
RES: 0:0:seasidegoro2 motion session=2 seq=1 motion session=2 seq=1 pos=(-37.515387,7.996934,-147.804833) col=0
CMD: 2 2 forward 30
再衝突: RES: *** ERROR *** -1:100001:seasidegoro2 motion session=2 seq=2 null
セッション更新CMD: 3 1 backward 30
```



RTCモジュールの利用

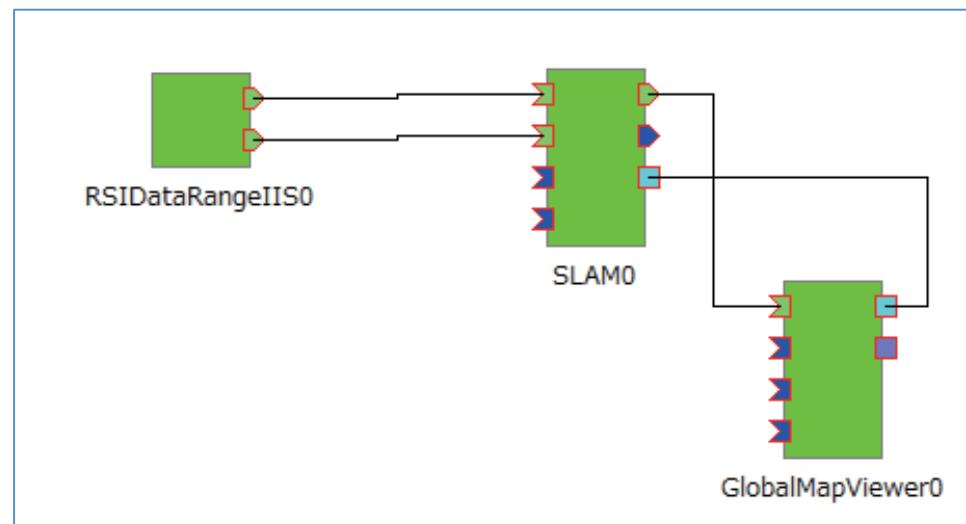
環境地図作成RTコンポーネント（SLAM）との連携

- ◆ RTミドルウェア(RTM)と知能化プロジェクトの成果モジュール (RTC) をRSNP環境で利用する
- ◆ 開発した汎用RTM/RSNP gatewayを利用：RTCBUILDERにてRTコンポーネントの設定を作成するだけで、gatewayを自動生成できる
- ◆ RSNPシミュレータに組み込むことにより、動作確認が容易
 - これを用いたアプリケーションの開発が促進される
- ◆ 例として、環境地図作成RTコンポーネント（SLAM）を、SIGverseと連携したRSNPシミュレータを用いて、試作・評価した



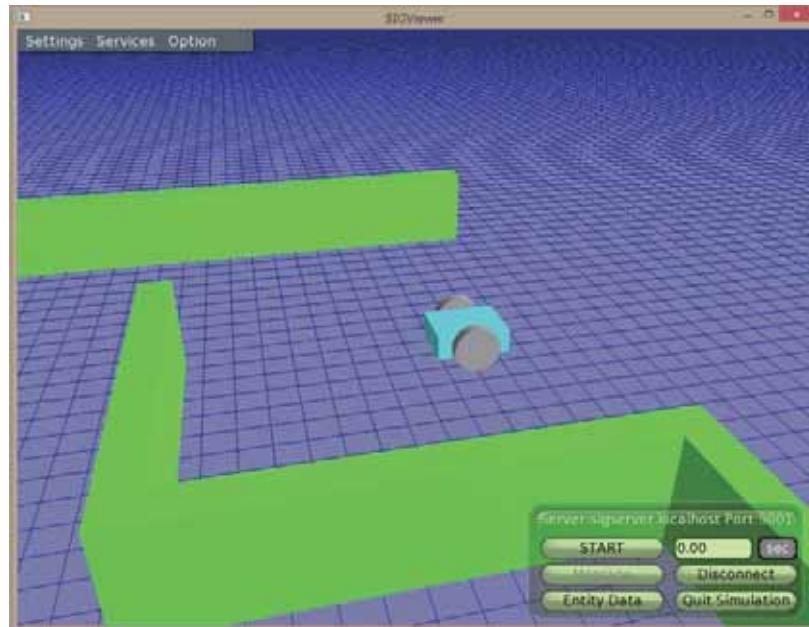
RTCモジュールの利用 環境地図作成RTコンポーネント（SLAM）との連携

- ◆ 利用了した環境地図作成RTコンポーネント
 - 大域地図作成RTC: 豊橋技術科学大学 行動知能システム学研究室

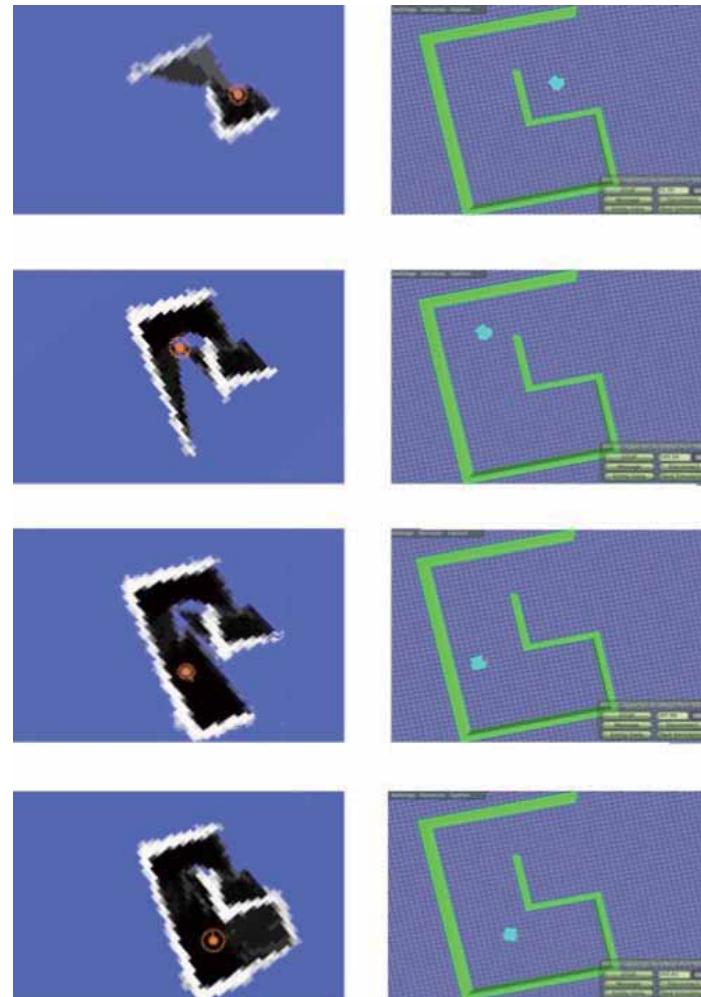


RTCモジュールの利用 環境地図作成RTコンポーネント（SLAM）との連携

◆ SLAMモジュールの統合のスクリーンショット



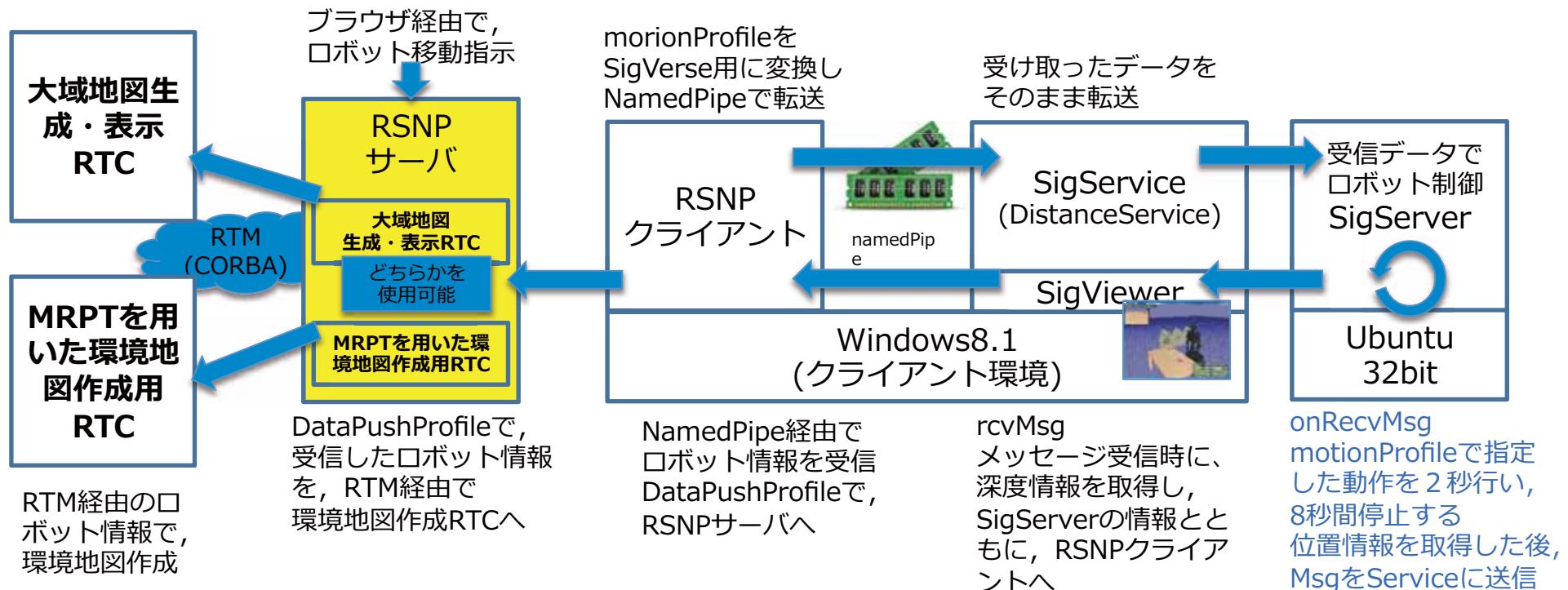
大域地図生成・表示RTCでの動作例



RTCモジュールの利用 環境地図作成RTコンポーネント（SLAM）との連携

◆ 検証実験

- 下記のような全体像を元に、SigServer上にロボット（Controller）の作成、SigViewer上にSigServiceを作成
- RSPNクライアントにNamedPipeを経由して、ロボットの位置情報、深度情報を送信するシミュレータロボット試作を行った



小型ロボットへの取組み

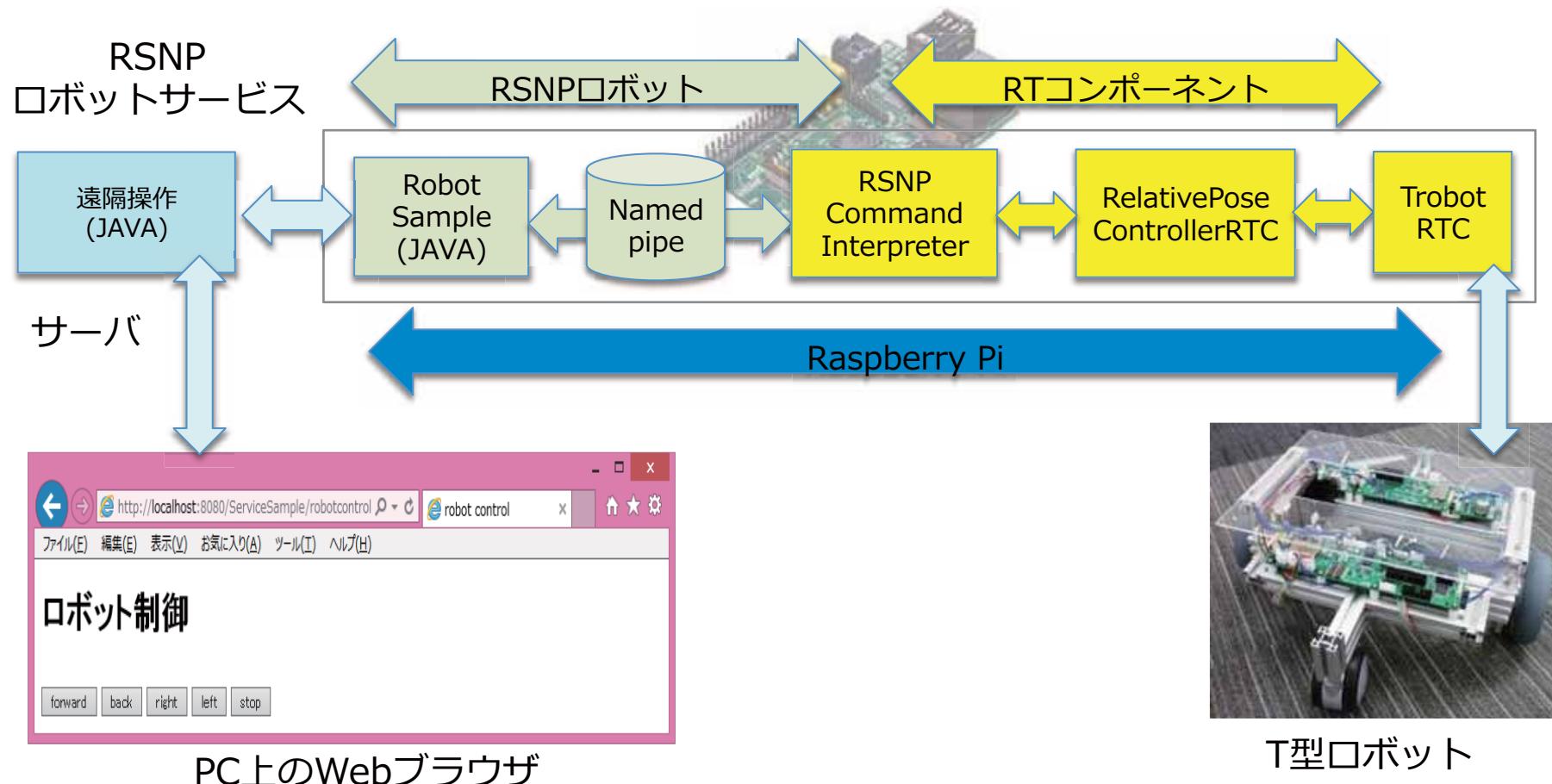
- ◆ 安価な小型ロボットの試作により、ロボットを持たない多様な分野の開発者の、ロボットサービス開発への容易な参加を促進

- RSiCameraRobot (iPhone) AppStoreに登録
- Rasberry Pi
- LEGO ROBO(WindowsPC, Android)
- レーザレンジファインダ
北陽電機社 URG-04-LX-U
- スマートペット(iPhone)
- ヴィストン ローバ(iPhone)
- ベビロイド
- Falcon
- 他、RSNP対応したロボット
Enon/ Wakamaru/ アプリアルファ
Ifbot/ AIBO/ キュリオ/ Maron/着せ替え案内ロボ
- ラズベリパイ
- T型ロボット



Raspberry Pi とT型ロボットとの連携

- ◆ Raspberry Piに、RSNPとRTCを搭載し、T型ロボットと連携
- ◆ RSNPサーバが提供する遠隔操作サービスへ接続
- ◆ T型ロボットの制御はRTM



IoTの実装例

◆ 百葉箱



屋外用電源ボックス

- プラスチック製のもの=業界標準！
- 取り付け方法ー金属ベルト（よくある）
- 虫がはいらないようにするには？（売っていそう）
- 鍵が必要

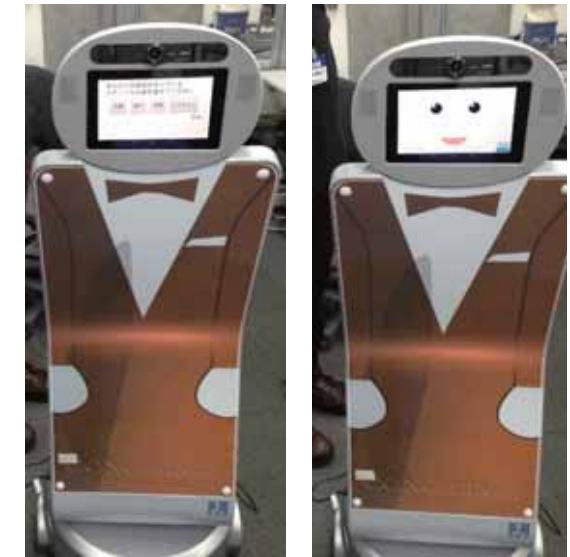
複数のロボットを使うアンケートシステム

ベイエリアおもてなしロボットフォーラム

着せ替え

- ◆ 複数のロボットを配備してデータを収集し、表示する
- ◆ ポイント→これでは情報屋は満足しないかも
 - 複数のロボット、(操作で) 視点を変えられる
 - データをまとめて、リアルタイム表示
 - 同時にアンケート収集の様子も表示
 - 会場の大ディスプレイ
 - 出し物をよくみると、今までのサービスロボットのデモとは大分違う

アンケートに入力。
システムの読み上げ



アンケートの集計結果
画像



視点を変える

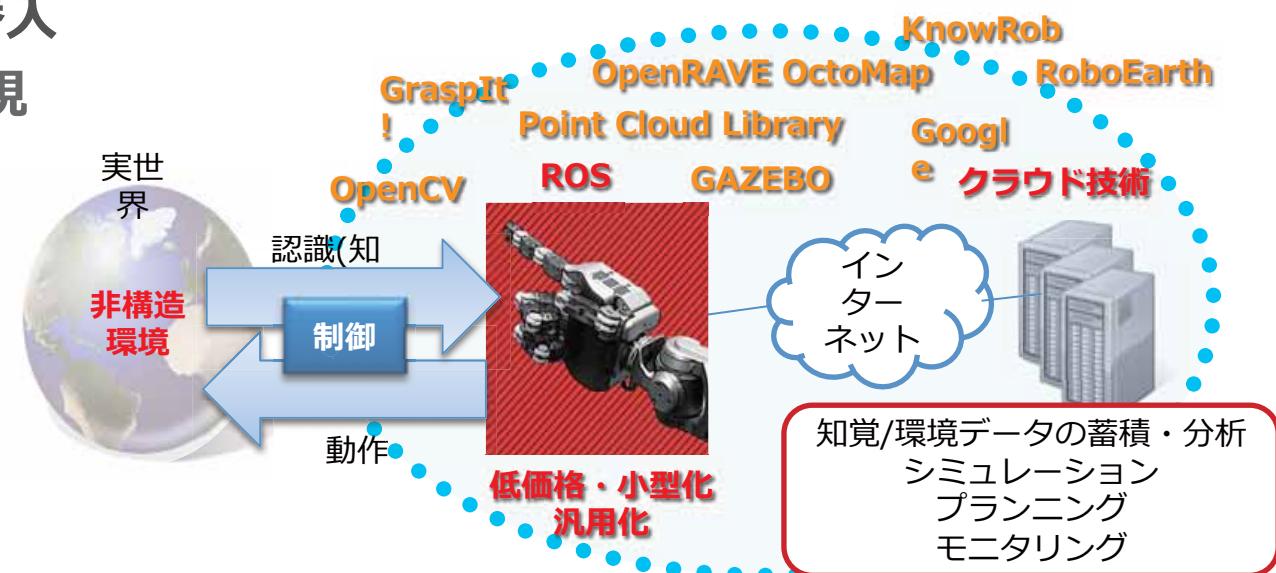
まとめ

- ◆ 低価格のロボットハード要素 → Tロボット連携
- ◆ 認識ディバイスの入手可能性
- ◆ RSIの活動
 - ソフトウェアコンポーネント→SLAM
 - インターネットサービス／クラウド／IOT：ネット越しのサービス
 - ソフトウェアプラットフォーム:RTM,RSNP

→中小規模でロボットの実現できる可能性

→新規プレーヤーが参入

→相互接続性を重視



参加のお誘い

◆ RSNPコンテスト 2015

- インターネットとロボットの融合は新しい分野。魅力あるロボットサービスの提供、知識／経験の集積、ロボット業界／ソフトウェア業界の相互発展、国際競争力の強化を目指す

2015年 第4回 RSNPコンテスト募集

主催 ロボットサービスイニシアチブ(RSi)

共催 日本ロボット学会、計測自動制御学会 SI部門、
ロボットビジネス推進協議会

協賛 (予定含む) NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) ,
APEN (Asia Professional Education Network),

後援 産業技術大学院大学、はこだて未来大学、芝浦工業大学

協力 日本ロボット学会、ネットワークを利用したロボットサービス研究専門委員会

Webサイト <http://robotservices.org/contest/2015/>



◆ 第33回ロボット学会学術講演会オルガナイズドセッション

- RSNPに限らず、モバイル・遠隔操作・各種ロボットサービス

RSiへの入会のお誘い

- ◆ ホームページ <http://robotservices.org>
- ◆ 正会員
- ◆ 協力会員

RSiへの入会を希望される方は、HPあるいは配布USBの「RSi会則と申込書」にある入会申込書に記入の上、FAXもしくは郵送にて、RSi事務局（〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館 FAX 03-3578-1404）までご送付ください。

どうもありがとうございました