

# 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

公立大学法人首都大学東京  
産業技術大学院大学産業技術研究科  
成田 雅彦

narita-masahiko@aiit.ac.jp  
2014年5月25日

# 本日の内容

- ◆ ロボットソフトウェア基盤の動向
- ◆ 最近のRSiの活動とRSNP
- ◆ RSNPプログラミングモデルと統合プラットフォームの開発
- ◆ まとめ

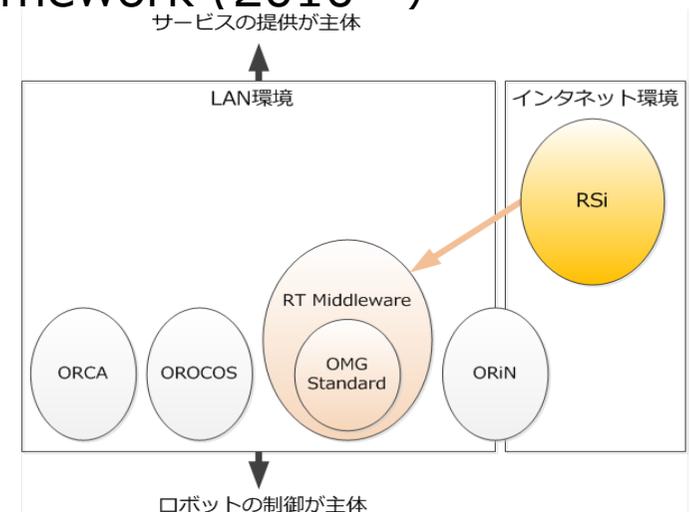
# ロボット向けソフトウェア基盤の動向

## ◆ 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)と智能化プロジェクト
  - 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～)

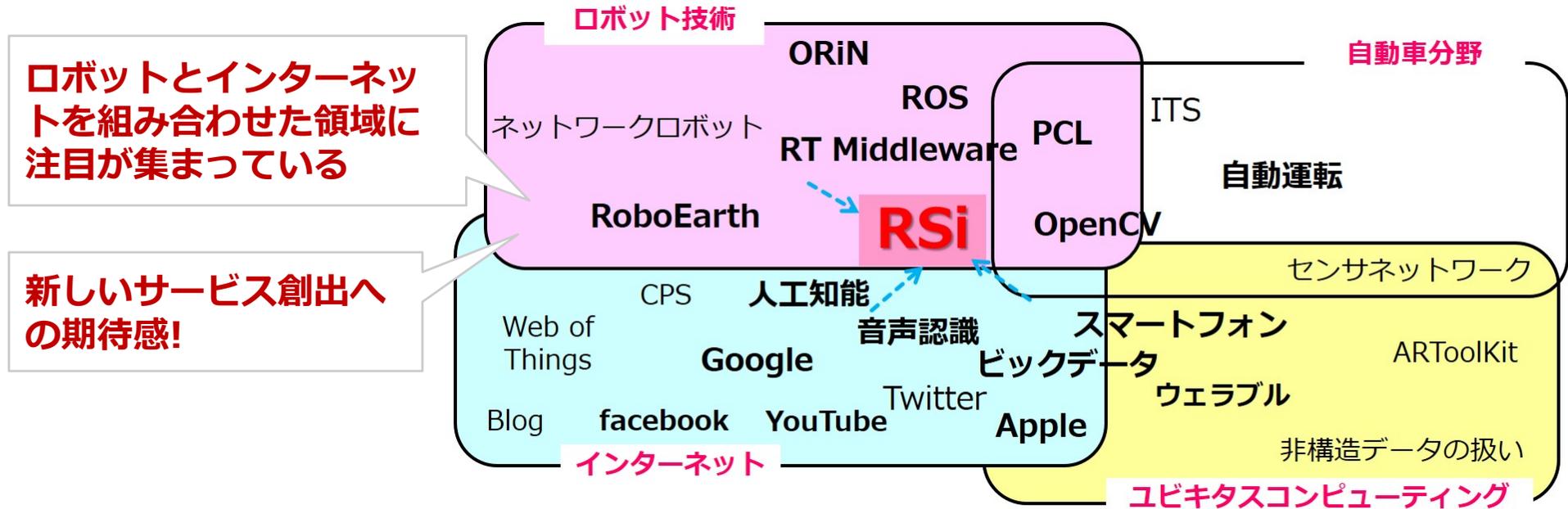
## ◆ 米国の動向

- ROS (OSRF) , PCLなど活発化
- 連携の促進 : ROSとGoogle, ROSとIBM



# 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

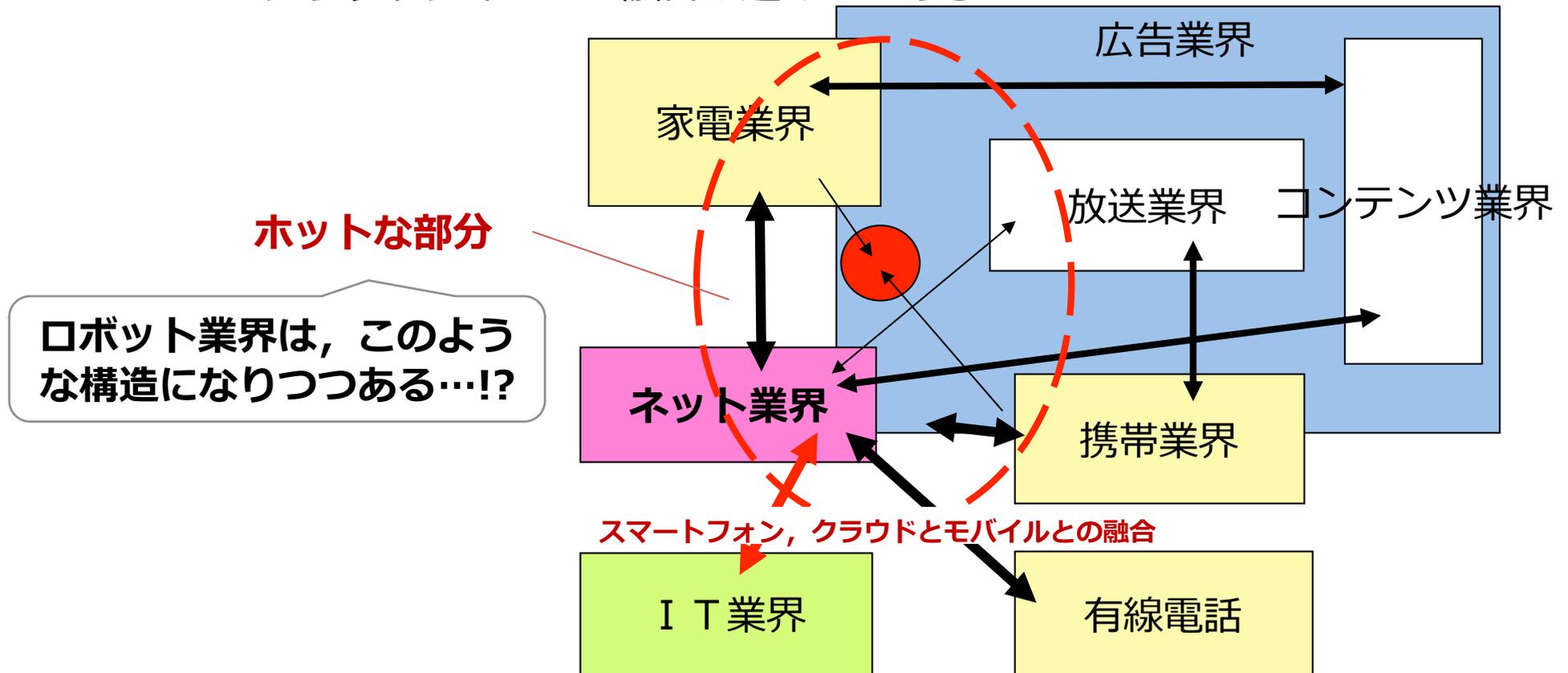
### 実世界データ

- 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

# ロボット周辺のビジネス動向

## ◆ 市場のプレイヤー

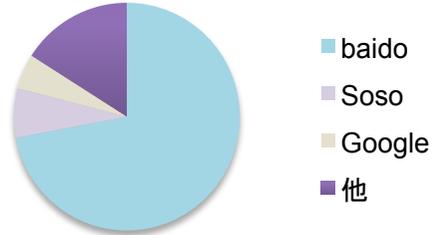
- テクノロジ開発が活発な分野：赤（点線）の部分
  - ビジネスモデルの競争が激しい
  - ネット業界のプラットフォームをキーにして序々にIT業界，携帯業界のプラットフォームの融合が進みつつある



# ネット業界と検索エンジンのシェア

中国 Mar.11

baido	72
Soso	7
Google	5
他	16



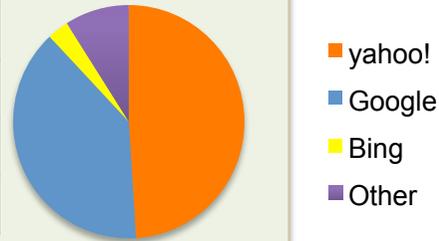
韓国

Naver	65
Daun	18
Nate	4
Other	13

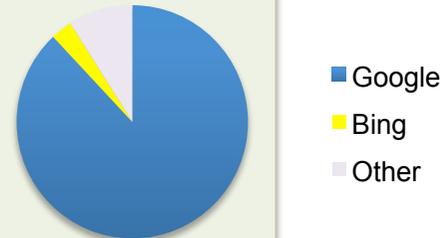


日本

yahoo!	49
Google	39
Bing	3
Other	9

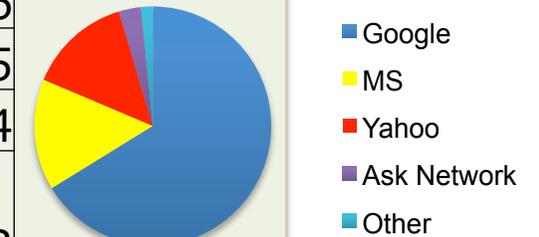


Google	88
Bing	3
Other	9

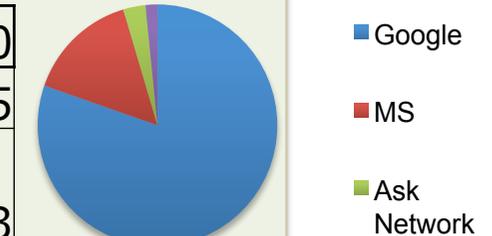


US Jan.12

Google	66
MS	15
Yahoo	14
Ask Network	3
Other	1.6



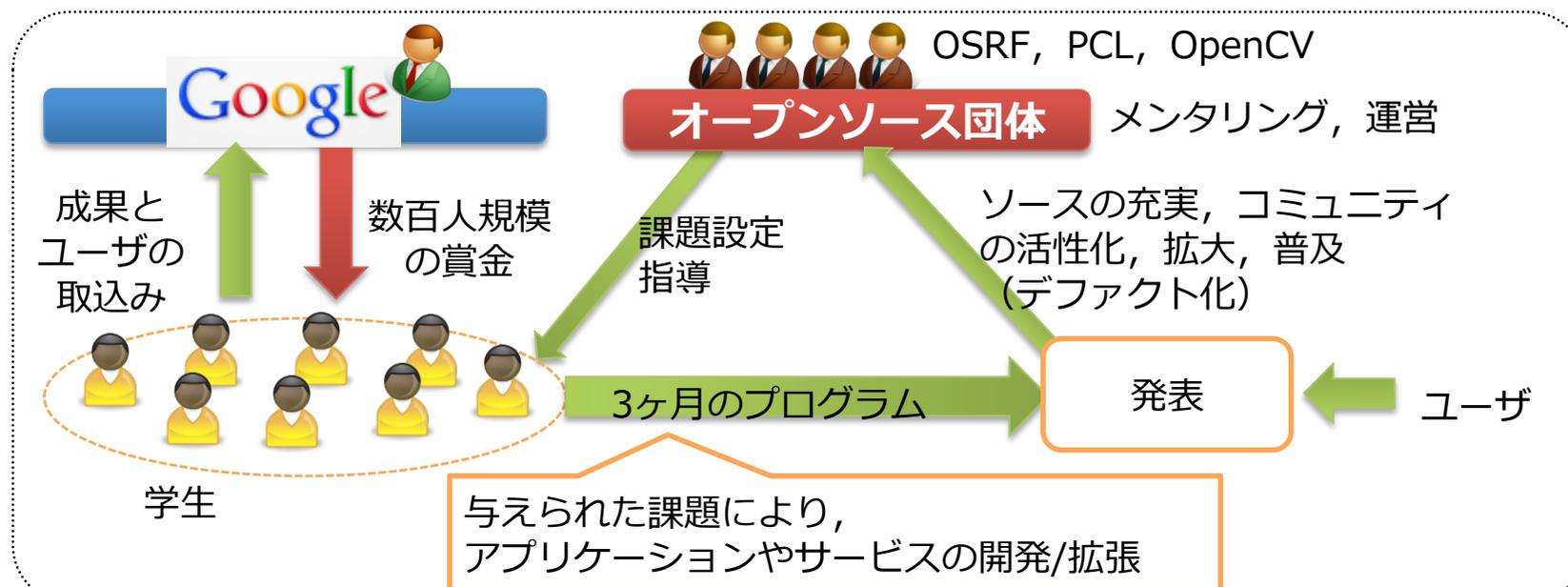
Google	80
MS	15
Ask Network	3
Other	1.6



# ネット企業とソフトウェアの普及モデル

## ◆ Google Summer of Code : 学生育成型 (GSoC方式)

- フリーソフトウェアやオープンソースの団体組織が参加
- **課題設定型** : 組織が課題を設定し, チャレンジ学生を募集
- 期間中に課題を達成した数百人の学生に賞金 (奨学金5,000米ドルを学生に提供、指導組織に学生1人あたり500米ドルを提供)
- **172団体/ 1060プロジェクト (2013年)** : ROS, PCL, OpenCV 等のロボット要素技術のオープンソース団体も参加
- **知識の集積** : ソース/サンプルの充実, プロトタイプ開発, コミュニティ活性, ユーザ獲得 (ロックイン), 成果の取込み, 場の形成, 人材育成



# ネット企業とソフトウェアの普及モデル

- ◆ 厚みのあるレイヤー（層）構造を築き、ソフトウェアプラットフォームを盛り上げている
- ◆ RSNPコンテスト, RTMコンテストに近いのかもしれない

# RSi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**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策定 (**RSNP: Robot Service Network Protocol**) 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, 東京女子大学 (予定)
小規模 企業	エボルブアイティワークス株式会社, 大宮技研



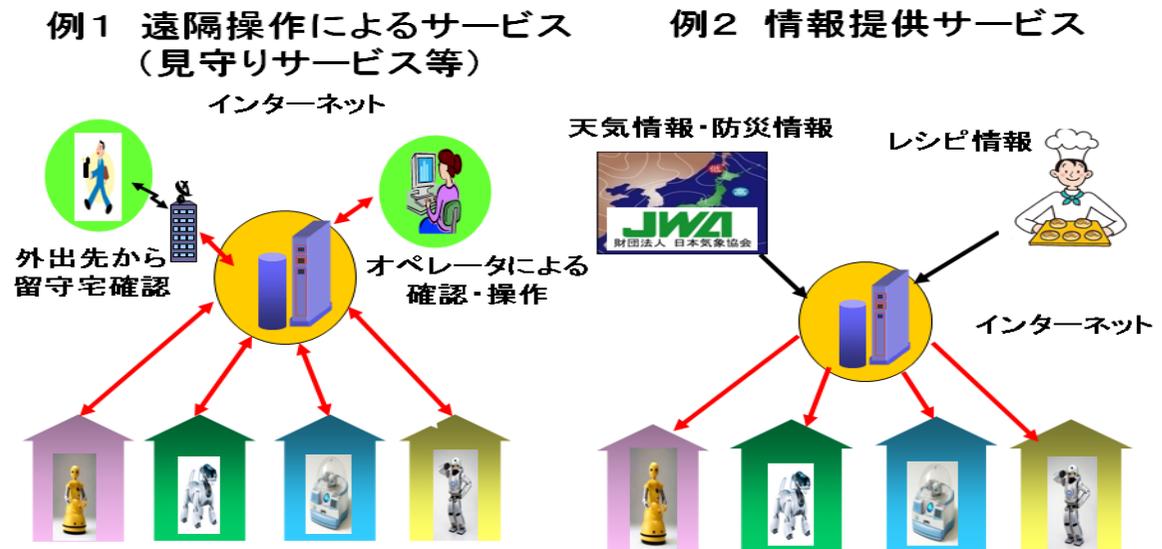
# RSiのロボットサービス

## ◆ 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

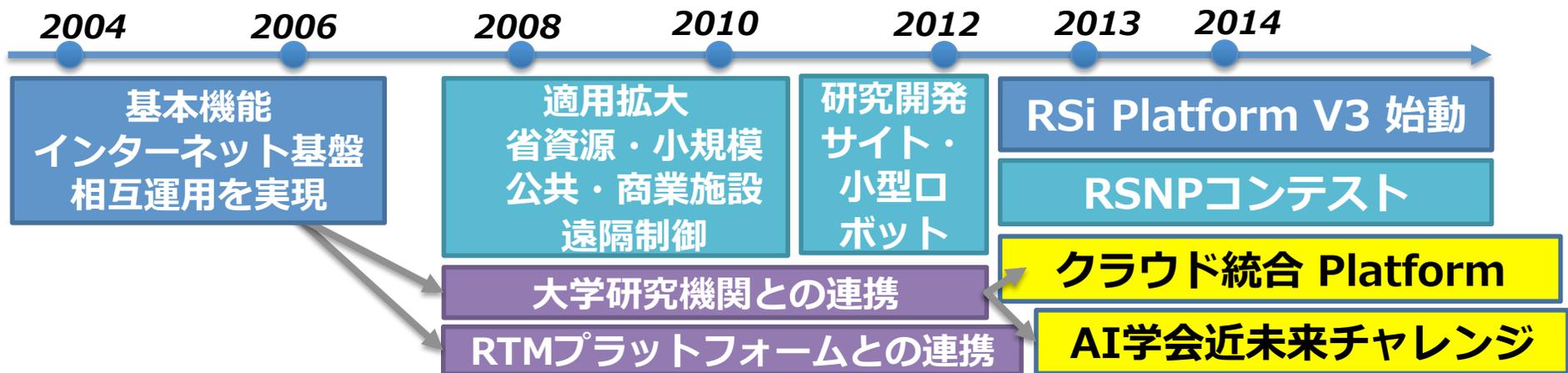
- 多分野からの参入障壁を下げ, 各企業の持つ得意分野を連携する共通基盤を構築



どのロボットを使っても, 共通プロトコル仕様で, 相互接続可能

# 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
- 国際ロボット展出展
- ベイエリアロボティクスフォーラム参加
- 標準化活動（OMGにRTCSの情報提供， RoISへRSNPの仕様反映）



# RSiの活動

## ◆ RSNPコンテスト (2013/09)

- インターネットとロボットの融合は新しい分野で、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

### 2013年 第2回 RSNPコンテスト概況

**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**      NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) ,  
            APEN (Asia Professional Education Network),  
            ロボコンマガジン, Interface, CodeZine

**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



# RSiの活動

## ◆ RSNPコンテスト（続き）

- 2013年開催結果の概況（応募15件）
- 受賞作品をサイト紹介 <http://robotsservices.org/contest/2013/award2013.html>

	受賞作品
最優秀賞 (RSi賞)	ロボットサーフィンサービスの提案 (芝工大)
優秀賞 (計測自動制御学会SI部門賞)	RSNPを利用したリアルタイム音声通信の実現 (産技大)
優秀賞 (ロボットビジネス推進協議会賞)	クラウド上の情報サービスを活用する訓練用機能を備えた防災情報サーバの構築 (未来大)
優秀賞 (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賞)	RSNP Server Containerの提案 (産技大)
奨励賞 (APEN賞)	RSNP Remote Control Service using a Robot Combining a Roomba with an Android Tablet (ブルネイ大学)
特別賞 (審査員特別賞)	教育現場でロボット活用を円滑にする教育用システムジメネス フェニックス (中京大)
特別賞 (審査員奨励賞)	RSNP通信を用いたネットワークロボットによる運動習慣形成のための英単語学習システム (中京大)

# RSiの活動

## ◆ 2013年 国際ロボット展（2013/11）

- 芝浦工業大学（お台場会場）、はこだて未来大学（函館）、産業技術大学院大学（品川）が、RSNPで相互接続
- コンテスト入賞者の発表
- 小規模団体/ベンチャー企業のPR



相互接続実験環境



ブース風景

# RSiの活動

- ◆ ベイエリアロボティクスフォーラム・キックオフシンポジウム  
～ コミュニティロボットとおもてなしの要素 ～ (2014/04/26)
  - 芝浦工業大学, 首都大学東京, 東京海洋大学, 産業技術大学院,  
産業技術総合研究所, 東京都立産業技術センター
  - 実証実験を実施



# RSiの活動

## ◆ 小型ロボット

- 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
- 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



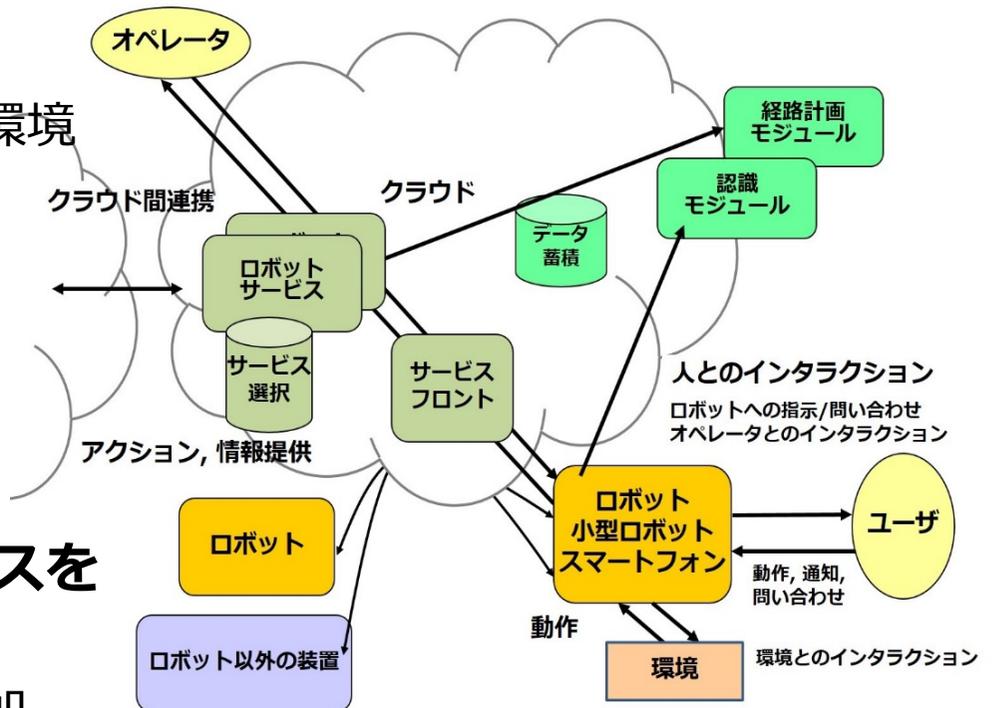
# RSiのサービスモデル

## ◆ 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**
  - ネットワーク監視が不十分な環境
  - 小資源ロボット環境
  - 他の基盤との連携
- **上位レイヤのサポート**
  - アプリケーション, サービス
  - 公共施設・商業施設
- **IT業界で普及したWebサービスを活用**
  - クラウド技術の適用（機能追加, 情報の共有, シミュレーション, 高負荷機能）



RSi Platform V3.0 system model

# RSiプラットフォーム

## ◆ Version3コンセプトを導入（2012～）

### – ロボット技術の集約

- 需要の高い分野への適用を容易にするオープン性の高いサービスアプリケーション例の充実
- ロボット特有の双方向通信を容易に扱え、情報処理分野と整合性の良いプログラミングモデルの提供
  - 開発者やSEのためのフレームワーク
- 知能モジュールなど国内に蓄積された豊富なRTMなどのリソースを活用するための仕組みの提供

### – クラウド基盤への適用

- マイクロサービス：RSNPの相互接続性を活かし、クラウド環境における集中を解消
- 「パブリッククラウド」と「プライベートクラウド」へ対応

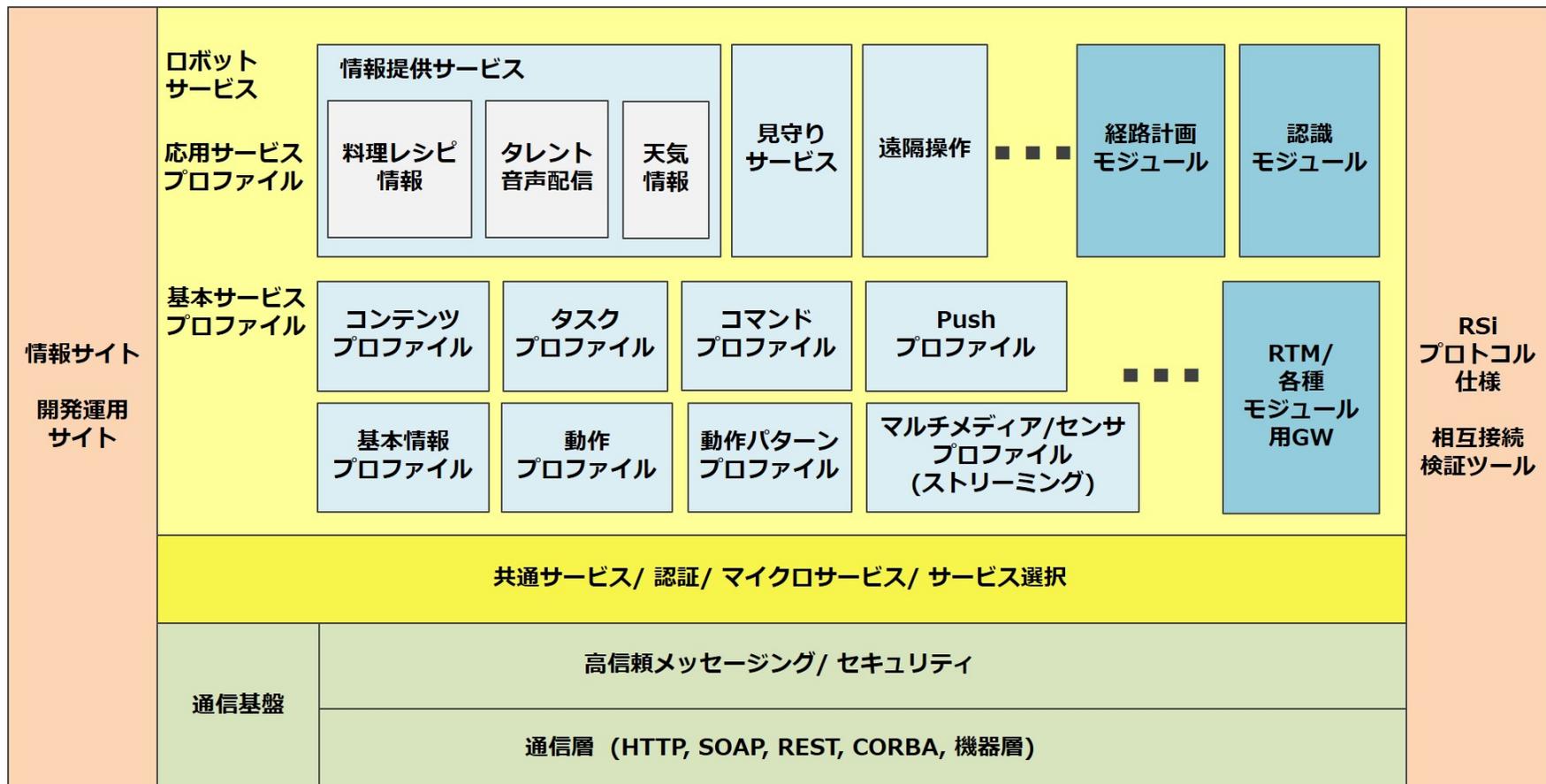
### – 小型ロボット等を活用した研究開発の促進

- 防災・復興環境等の不安定な通信状態への対応
  - ロボットサービスの高信頼通信
  - P2Pの仕組みの導入

# 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



# RSNPの共通サービス

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

# RSNPのプログラミングモデルと 統合プラットフォームの開発

## RSNPのプログラミングモデル 統合プラットフォームの開発

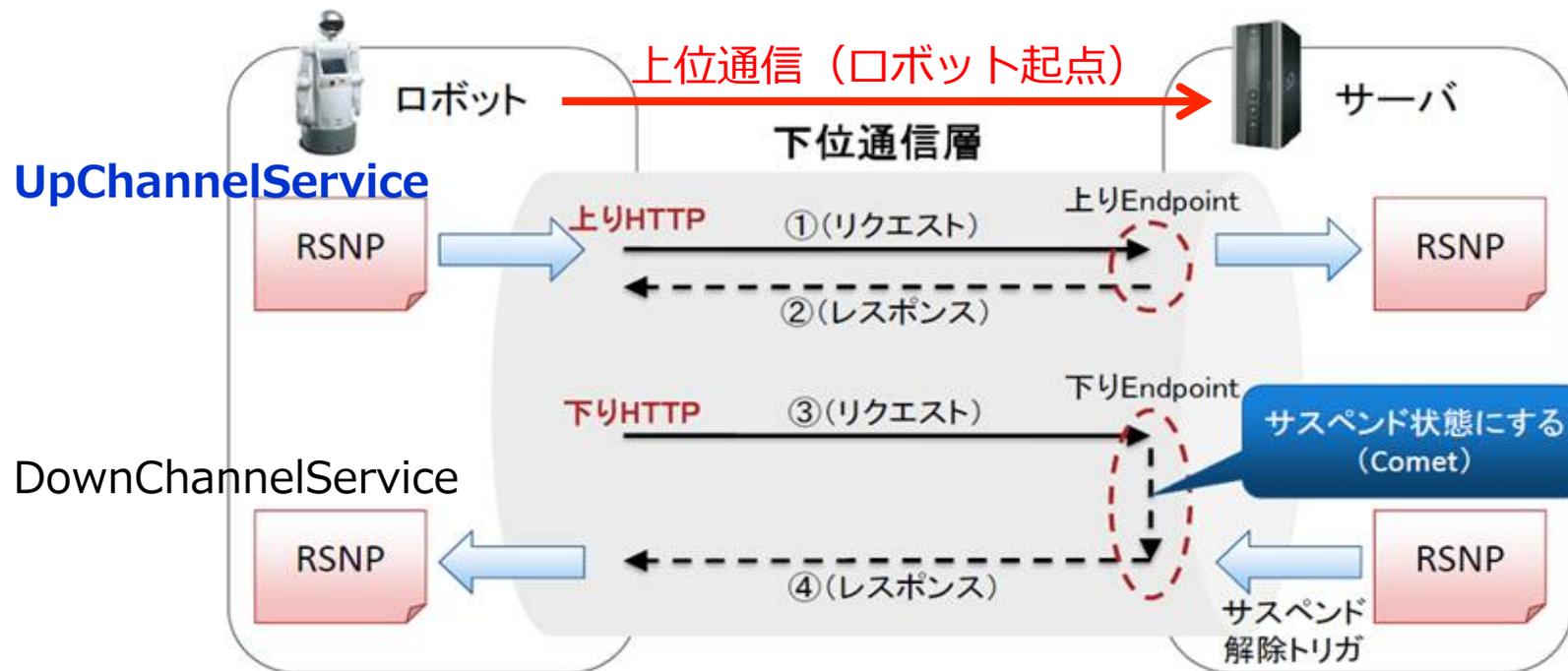
- 音声通信モジュールを統合
- RTミドルウェア智能化モジュール（RTC）との統合

## 実証実験報告

# RSNPのプログラミングモデル

## ◆ サーバ起点・ロボット起点の双方向通信を実現

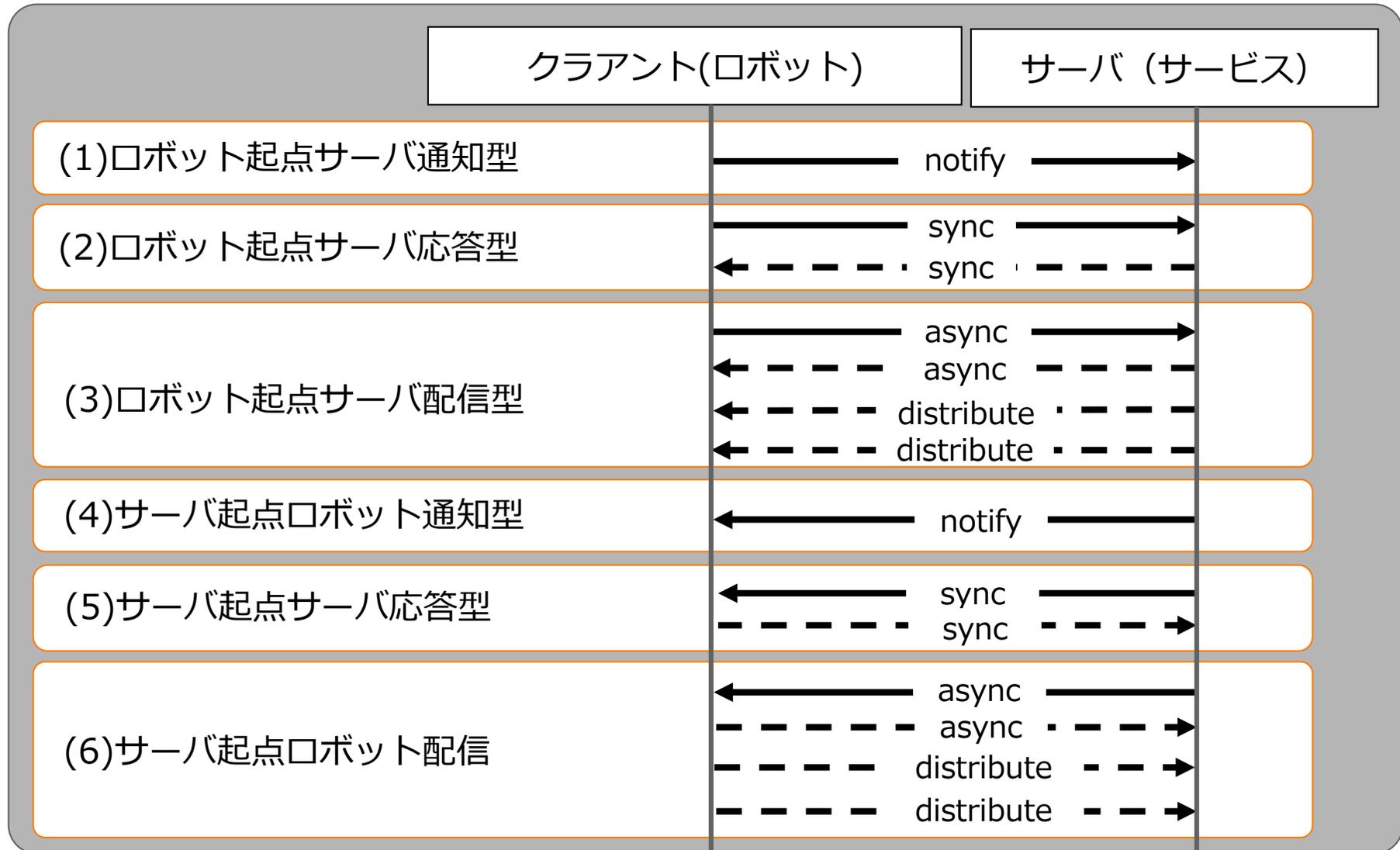
- 2経路のHTTP通信をそれぞれ上り方向・下り方向の通信に割当て
- 下り方向の通信をリアルタイムに行うため、Cometによる疑似Pushを使用



RSNPプログラミング解説, 電子情報通信学会誌, 2014.4-5月号連載

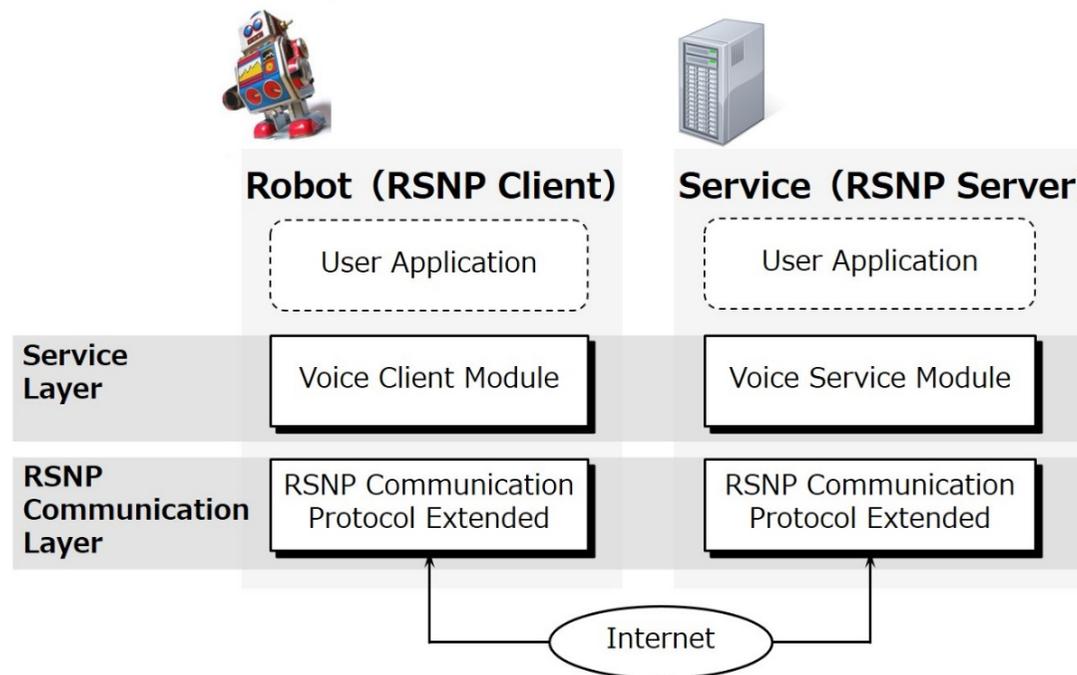
# RSNPのプログラミングモデル

## ◆ 通信パターン



# 音声通信の統合

- ◆ 音声メッセージ通信をロボット基盤へ統合し、インターネット環境で会話が可能なレベルの音声通信モジュールを開発
  - 従来2本の通信路で実現されていた、ロボット制御と音声通信を、1本の通信路（RSNP通信）で可能とする
  - RSNP の MultimediaプロファイルとContentsプロファイルを拡張
  - コールバック機構に加えて、キューイング機構を導入

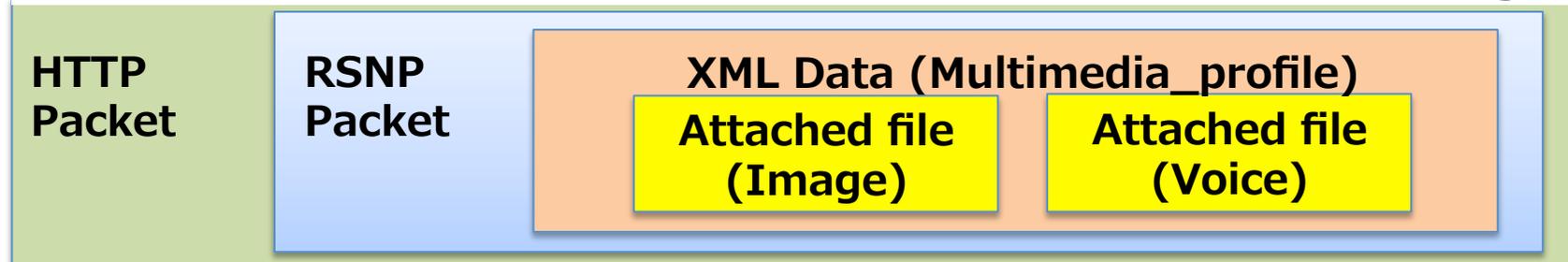


# 音声通信の統合

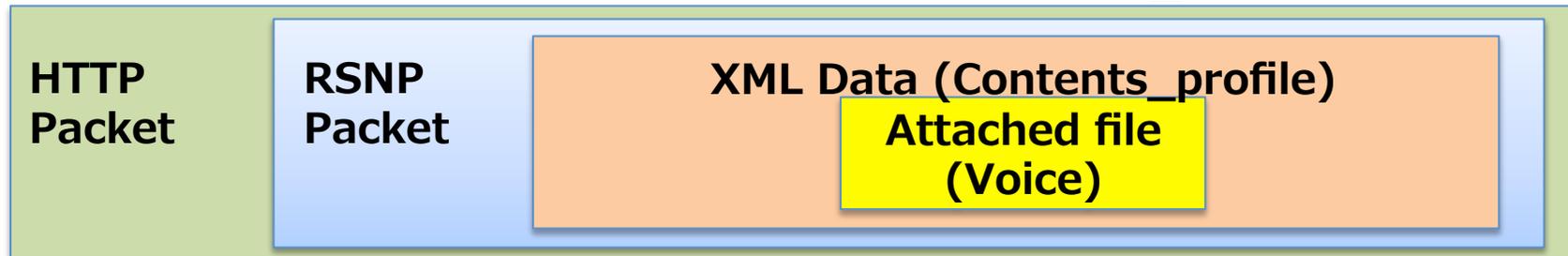
## ◆ プロファイルの拡張

- RSNPプロファイルのMultimediaプロファイルとContentsプロファイルを拡張

**上り通信** Multimediaプロファイルの拡張 (distribute\_camera\_images)



**下り通信** Contentsプロファイルの拡張 (distribute\_contents)



# 音声通信の統合

## ◆ 実装1：ロボットによる見守りサービス

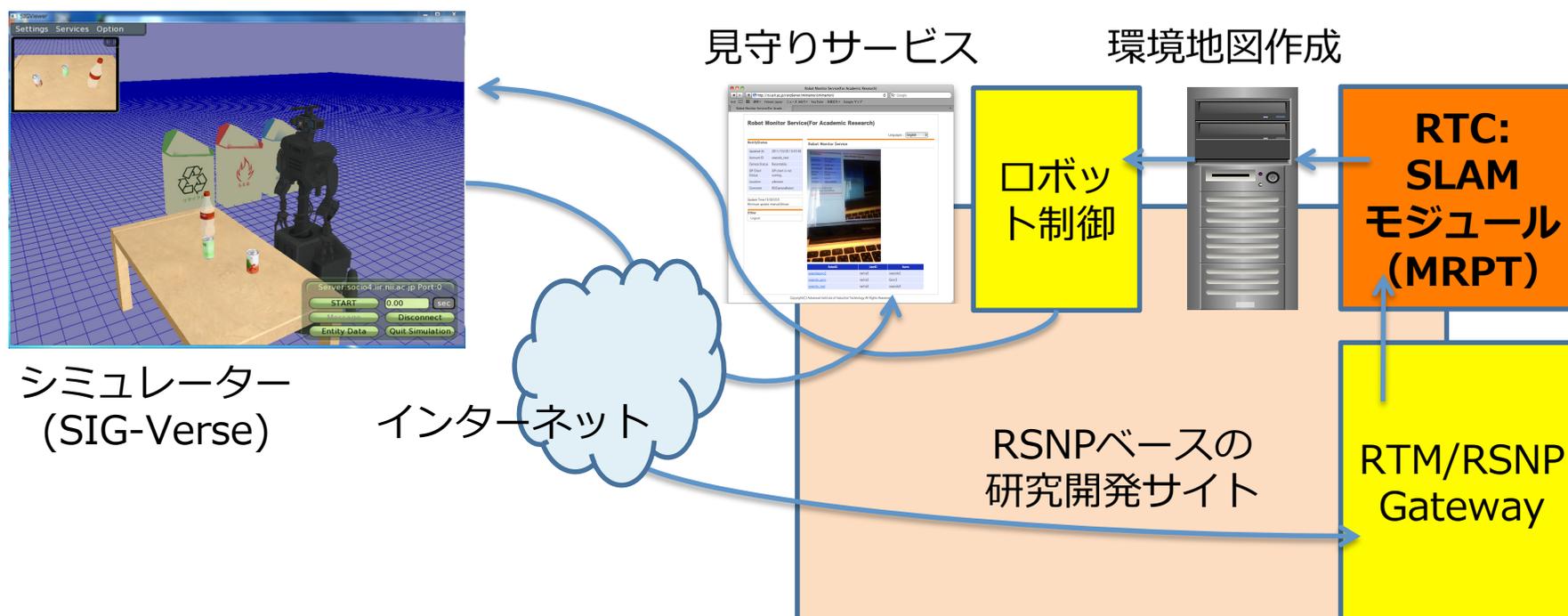
- ロボットサービスプラットフォームに音声通信を統合し、オペレータとサービス対象ユーザの双方向の会話を実現



# RTC/シミュレーターの統合

## ◆ 既存のロボットモジュールのWebコンテンツ化

- RTミドルウェア(RT-Middleware: RTM)と知能化プロジェクトの成果モジュール (RTC) をWebコンテンツ化
  - MRPT+環境地図作成RTコンポーネント (SLAM)
- 汎用RTM/RSNP gatewayを開発：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
- シミュレータを統合：社会的知能発生学シミュレータ



# 課題

## ◆ 統合において浮上した相互接続の課題

- インタフェースがAPI だけでなく、カスタマイズファイルによる設定を利用しており、クラウドの外部から設定できない場合がある
- 複数ユーザからの利用を対象にしていなかったため、複数ユーザからの接続が当然となるインターネット環境での展開が、困難となる場合がある
- GUI がブラウザベースで用意されていないなど、ネットワーク上のサービスとして利用する上で、相応しくない場合がある
- オープンソースとして提供されているモジュールの実機能レベルの満足度やチューニング手法は、ロボットの非専門家が、自身の研究でサービス部品に利用するには、機能や精度が不十分な場合がある

統合対象技術に不都合があった場合、統合対象技術の開発者/団体にアプローチし、共同で対応する体制をとり得るか？

# まとめ

- ◆ ネット企業のロボットへの取組みから，ソフトウェアの普及モデルについて概観
- ◆ 最近のRSiの活動，実証実験を報告，RSNPを紹介
- ◆ RSNPプログラミングモデルを説明
- ◆ RSNPプログラミングを拡張した，音声通信モジュール，シミュレーター統合への取組みを紹介

# 参加のお誘い

## ◆ RSNPコンテスト 2014

- インターネットとロボットの融合は新しい分野で、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

### 2014年 第3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**           NEDO (新エネルギー・産業技術総合開発機構) ,  
APEN (Asia Professional Education Network),  
ロボコンマガジン, Interface, CodeZine

**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/2014/>



## ◆ 第32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

どうもありがとうございました

---