

# BBLセミナー プレゼンテーション 資料

2016年12月15日

「IoT・ロボット化された住環境および  
その標準化について」

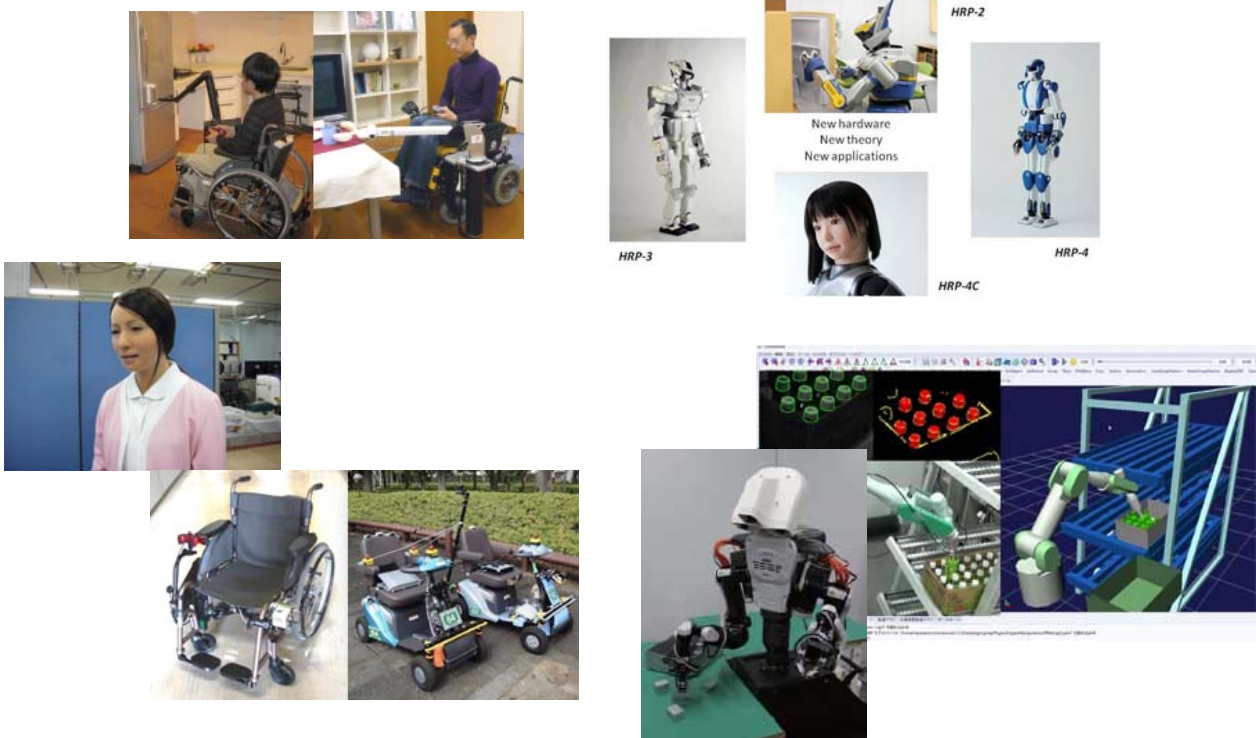
谷川 民生

IoT・ロボット化された住環境およびその標準化について

## Smart Living Space Using IoT/Robotics Technology, and Standardization

産業技術総合研究所 情報・人間工学領域  
研究戦略部 研究企画室  
室長 谷川 民生

## 産業技術総合研究所で開発されているロボット



# サービスロボット実現に向けた 研究の方向性



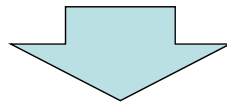
高いインテリジェント性を有することで、様々な環境に適用

人間生活環境をロボット用にカスタマイズすることでロボットの作業を環境から支援

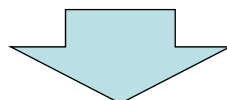
## ロボットのための環境構造化

# ロボットシステムのモジュール化

近年のロボット開発環境は、ロボットの各要素部品（RTパーツ）がモジュール化され、体内LANを構築することでシステム開発を容易にしている。

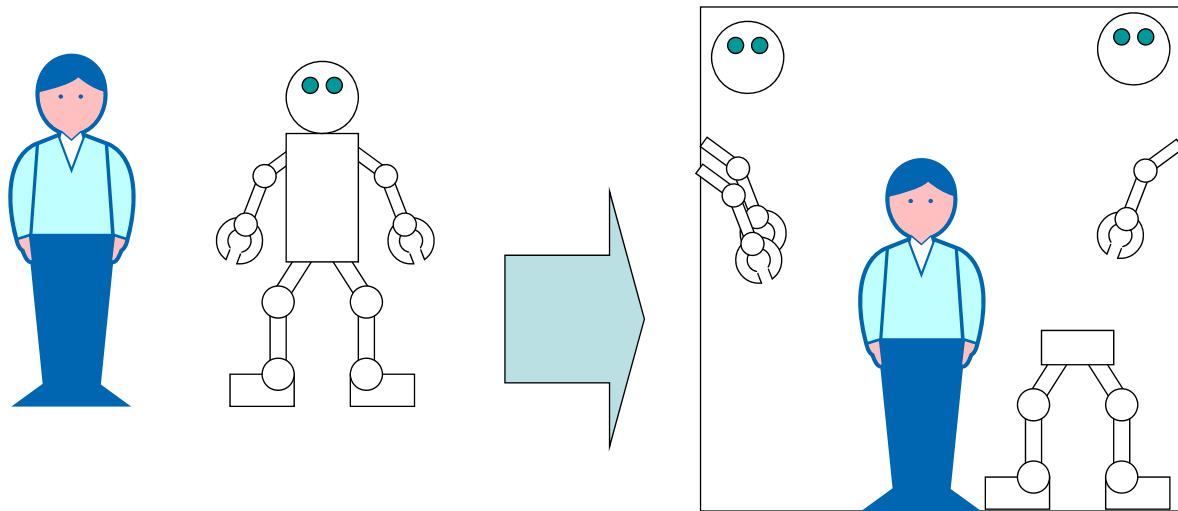


RTパーツ間の通信環境が良ければ、一体型のロボットである必要性が薄くなる。



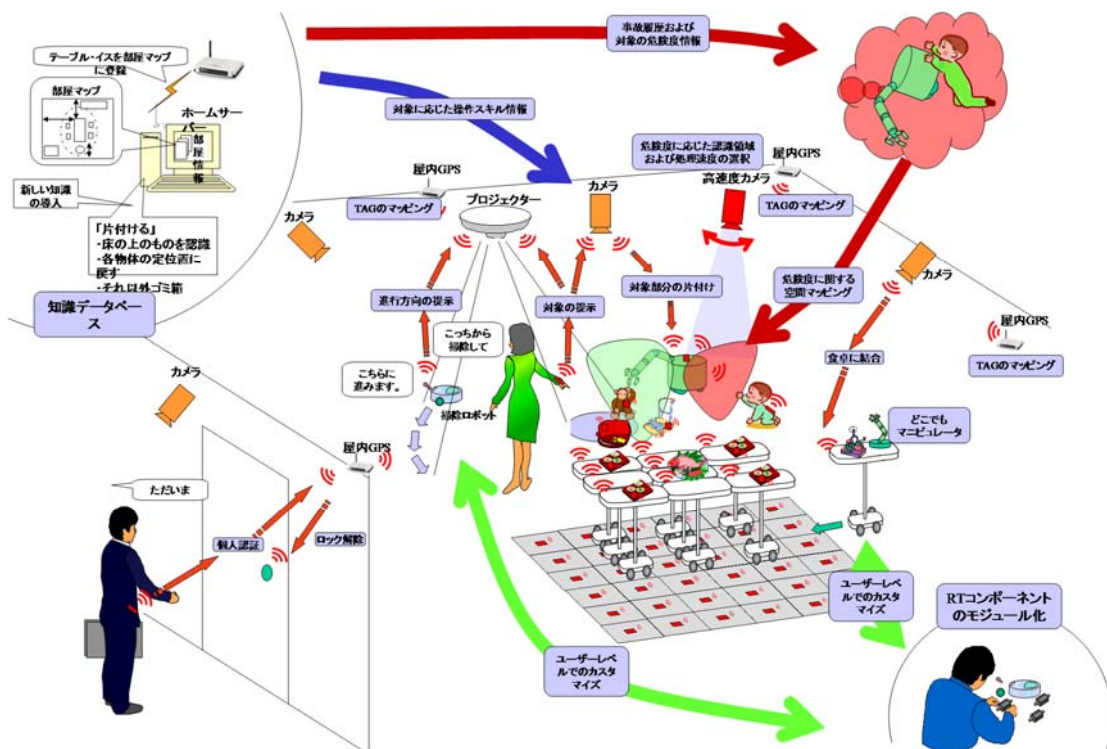
外部環境内（部屋、建物等）に各RTパーツを分散配置する  
ロボットシステム（ユビキタスロボティクス）も実現可能

# 環境のロボット化



各RTパーツ(ビジョン、センサ、マニピュレータ、知能等)を環境に分散することで環境をロボット化し、人にサービスをすることが可能。  
 加えて、サービスに応じて、適宜RTパーツを追加することが可能であり、多様なサービスを提供できる可能性が高い。

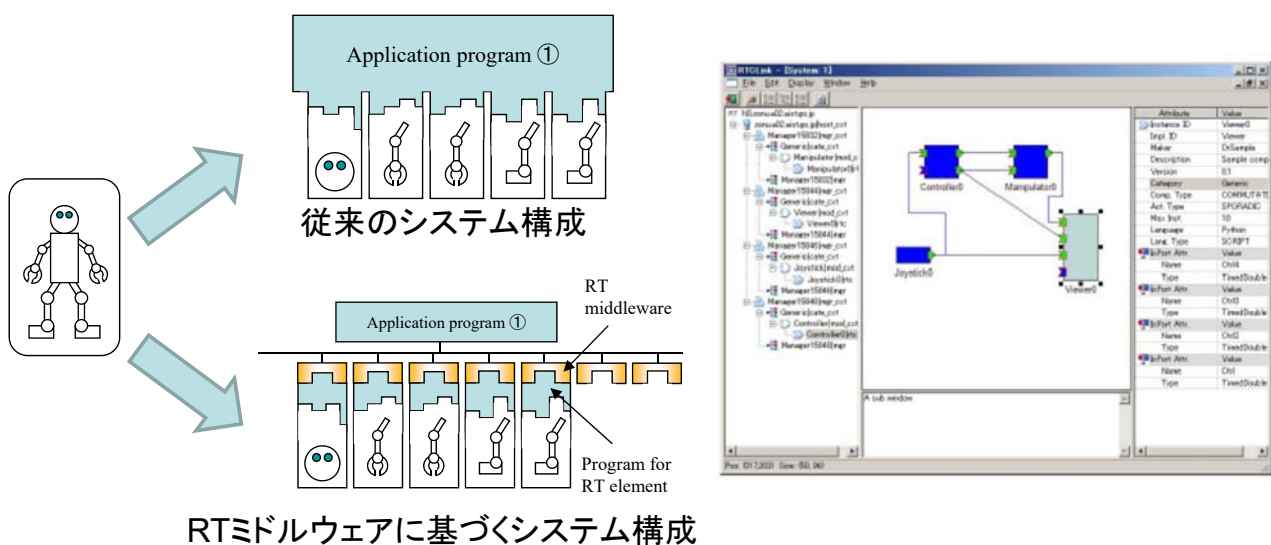
# ロボット化された住環境の概念図



# ロボット化された住環境に必要な要素

- システムのフレキシビリティ性
  - ライフスタイルの変化に対応する可変性の富んだシステム化技術
- システムの安定性
  - 一年中安定動作するシステムとは安定性の評価はどうか？
  - システムの見える化が重要
- 標準なネットワークプロトコルの必要性
  - 様々なメーカーの機器がネットワークを介して接続し合う
  - ネットワークの標準は？ ECHONET Lite？
  - 物理層は、Ethernet？ PLC？ Zigbee？

## 容易なシステム改変を可能とする RTミドルウェア



それぞれのRT要素は並列に接続されている。  
システム構成はソフトウェアレベルで変更可能。



# 1. 基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト概要

## 研究目的

背景、目的、必要性（政策的位置付け、市場ニーズ、技術ニーズ）

- ①背景：少子高齢化と人口減少により社会情勢が変化し、労働力不足、産業の国際競争力の激化等の諸課題に直面している。我が国製造業のものづくり力を維持・強化し、サービス業の労働生産性を向上させ、国民生活の質を高めるには、ロボット技術（RT）の活用が不可欠。
- ②市場ニーズ：少子高齢化対策、女性の社会進出支援等において、種々の事業分野で多様なニーズに応じられるRTシステム（RTを駆使して機能を実現するシステム）の実用化・事業化を促進することが必要。この対策としては、既存の各種部品をRTシステムで共通の接続方式、制御方式のもとで利用可能な形で提供（RTコンポーネント化）し、それをRT要素部品として広く提供することが重要。
- ③技術ニーズ：RTシステムを組み上げるには各種部品を集めて実装し、個々のシステムに合わせた制御ソフトを開発するという難しさ・煩雑さがあり、これがRT分野への新規参入の障壁となっている。生活環境やロボットに使われる既存の要素部品を容易にRTコンポーネント化し、各種のRT要素部品を広く提供することで、RTシステムの開発を容易にすることが不可欠。

## 研究内容

○研究開発課題（目的達成のための技術課題）

既存の要素部品をRTシステムに接続する際の物理的接続方式、制御方式の開発と、これらの方式を用いたRTシステムの構築及び同システムの有効性の検証。

○キーテクノロジー、ブレークスルーのポイント、オリジナリティ

共通通信インターフェース、RTモデルウェア、RTコンポーネント、RTシステム実証

○目標値（技術水準）とその条件および設定理由（根拠）

【開発目標】

- ①基盤通信モジュールおよび開発ツールの開発：既存のセンサ、モータなどの要素部品をネットワーク接続可能としRTコンポーネント化するものとして「基盤通信モジュール」および「開発ツール」を開発する。
- ②基盤通信モジュールを用いたRT要素部品の開発：研究開発項目①で開発された「基盤通信モジュール」と、既存のセンサ、モータなどの要素部品とを接続し、ネットワーク接続およびシステム化が可能な「RT要素部品」としてモジュール化する。
- ③RT要素部品群によるRTシステムの開発と実証：研究開発項目①および②で開発されたRT要素部品群を用いてRTシステムを開発し、その実証システムを家庭や職場を模した環境内に構築して有効性の検証を行う。

【設定根拠】

RTシステム開発の低コスト化・効率化に必要な技術である。RT適応分野の拡大、異業種を含む多様な企業・研究機関等の新規参入促進と、ロボット産業の裾野拡大が期待できる。

## プロジェクトの規模

○予算と研究開発期間

予算	平成20年度 0.95億円
研究開発期間	平成20～22年度（3年間）

## 技術戦略マップ上の位置付け

本プロジェクトで開発する技術は、技術戦略マップの2012年以降に位置付けられる。

## その他関連図表



低コスト、短工期でロボット開発を実現

# 3. 本プロジェクトの位置づけ

## 対応PJ

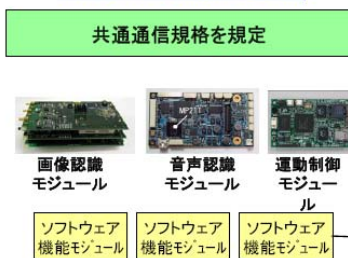
(A) RTモデルウェアPJ (2002-04)

(B) 共通基盤PJ (2005-07)

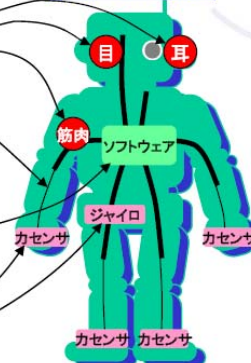
(C) ロボット知能化PJ (2007-11)

(D) オープンイノベPJ (2008-10)

## ロボットの機能要素



## ロボット用途



**基盤通信モジュール（開発対象）**

温度センサ（市販品等） + 照度センサ（市販品等） + 駆動部品等（市販品等）

**RT要素部品（開発対象）**

研究開発の内容  
種々の既存部品に「基盤通信モジュール」を組み合わせて、専用処理ソフトを組み込んで種々の「RT要素部品」と呼ぶモジュールを開発する。これを組み合わせてRTシステムを構築・実証する。

研究開発の狙い  
①市場拡大（生活空間や職場でのRT応用）  
②新規参入の促進（接続・制御方法の標準化、オープン化）  
③市場に存在する資産（部品）の有効活用（プラグ＆プレイ機能の実現）



生活環境や職場でのRT応用による市場の拡大

# 構築する住宅実証RTシステム

## 1. 光熱費低減を目的とした住宅内空調システム (エコロジー)

CO2削減1990年比で6%削減(京都議定書)

企業の削減は進む一方民生部門からの排出が増加

「住宅での生活の見直し」が重要

「住生活基本計画(全国計画)国土交通省」

**エコを意識した住宅の重要性**

## 2. インテリジェント・ウィンドウ(窓)システム (安心・安全)

高断熱性のためにペアガラスの使用が増加

窓の重量が増し、子供やお年寄りの開閉が困難、

挟まれる際のケガの危険性も増大

**窓の開閉アシストシステム**

**防犯上、窓の開閉制御のインテリジェント化も重要**

# 光熱費低減を目的とした住宅内空調システム

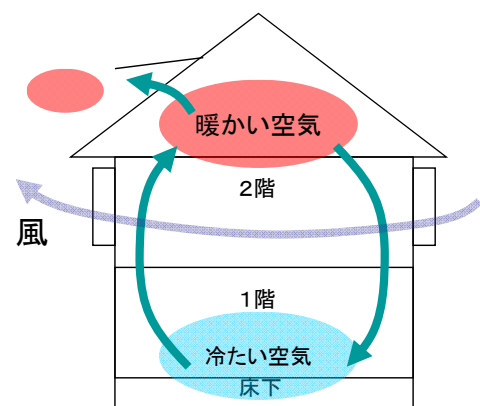
現状の住宅は高断熱を実現することで  
省エネ化を実現

- 付加断熱システム
- 高断熱ガラス
- 基礎外張り断熱



温度・湿度センサーネットワークによる多面的な計測値から、動的に窓の開閉および空調システムを制御することで、更なる光熱費低減を実現

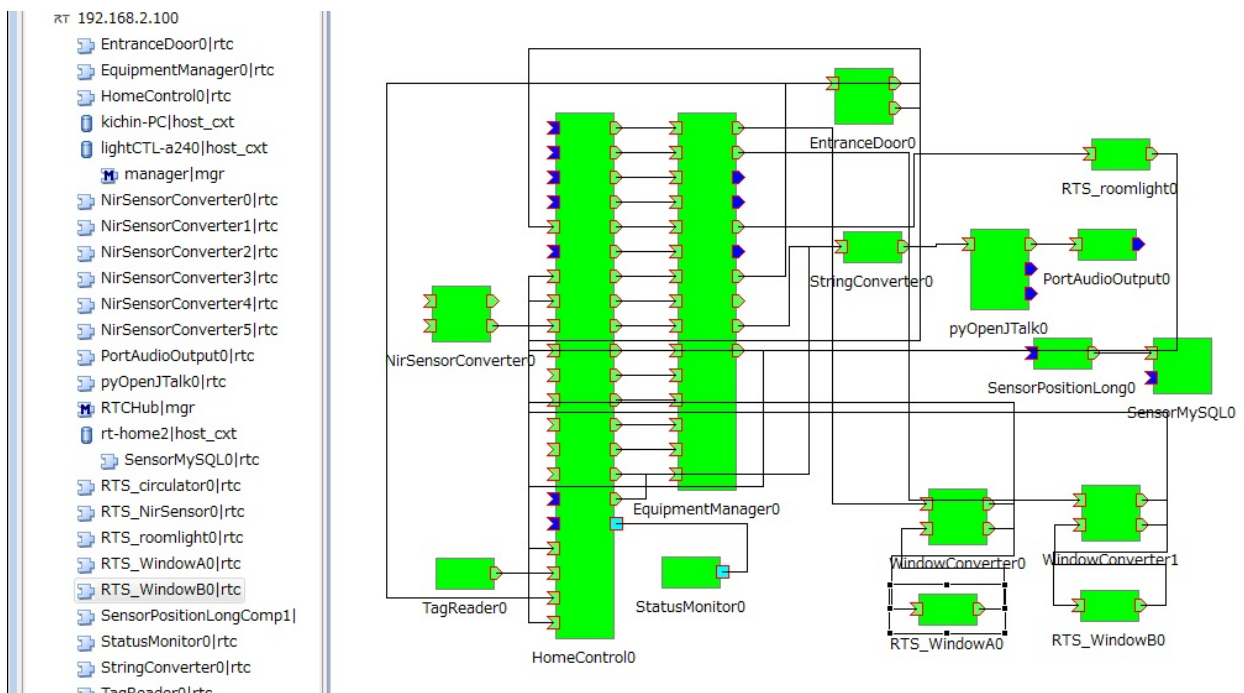
**エアコン使用を極力抑え、自然環境を有効に利用する快適な住宅空調システム**



# Experimental Living model for Ubiquitous Robotics



# 住宅モデルのRTコンポーネント群





## 住宅設備のネットワーク連携によるRTサービス



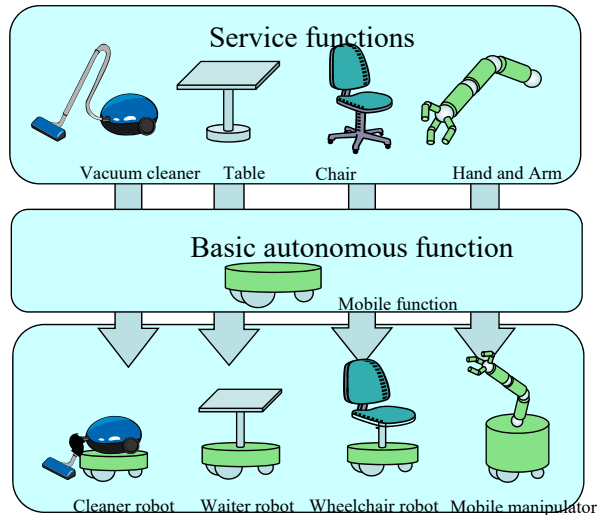
平成21年度障害者自立支援機器等研究開発プロジェクト  
障害者が自立して住みやすい住環境モデルの構築

フレキシビリティの高いシステム化技術を  
活かし、障がい者向けの住環境を提案

# 居住空間のサービスロボット アクティブキャスター

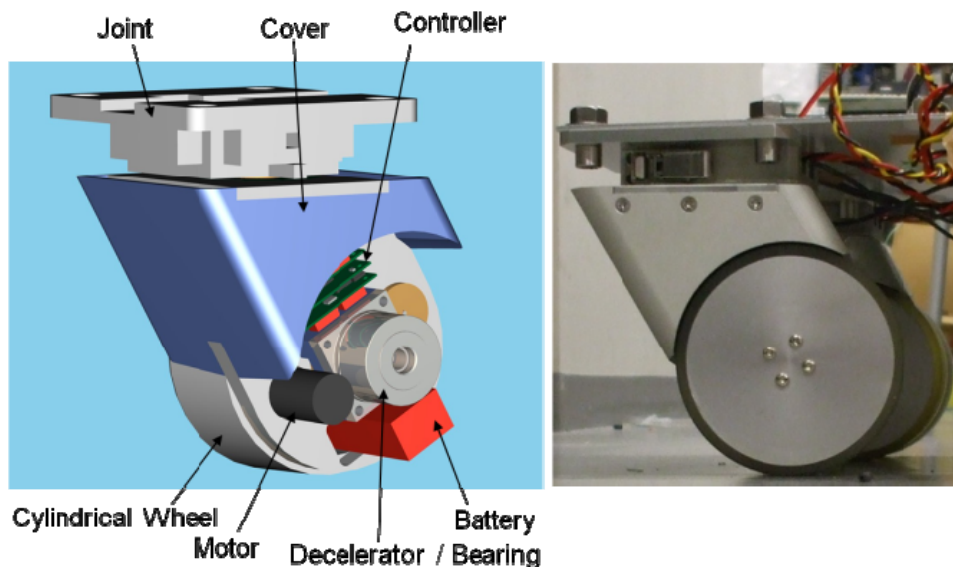
- 実用化されている代表的サービスロボット

掃除ロボット:ルンバ  
掃除ロボットの機能  
掃除機+自律移動機能

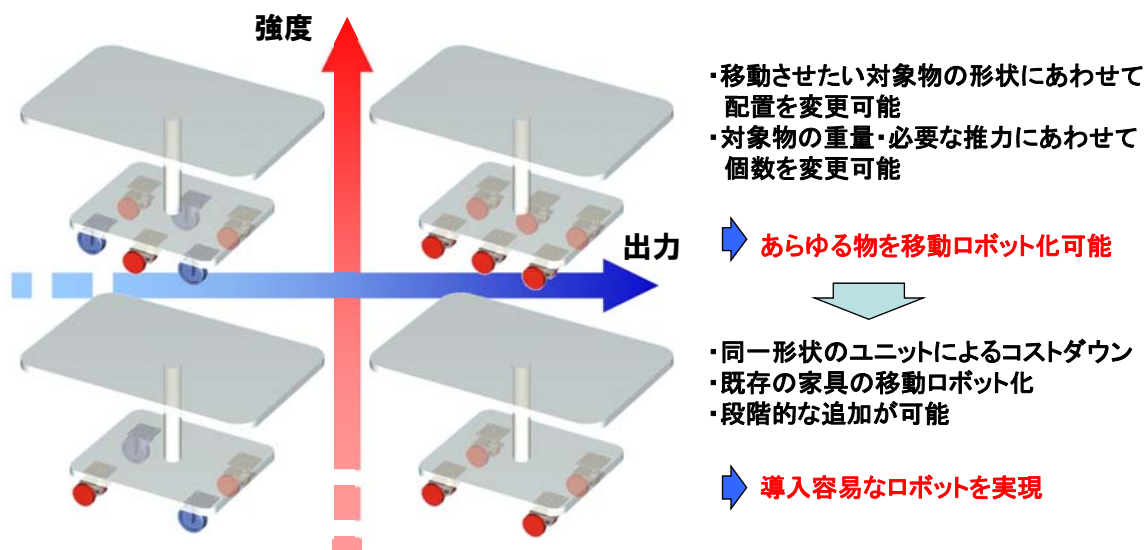


# アクティブキャスター

モーター2個、制御用マイコンが組み込まれ、自身の取り付け位置に応じて自律的に動作制御するキャスター型移動機構

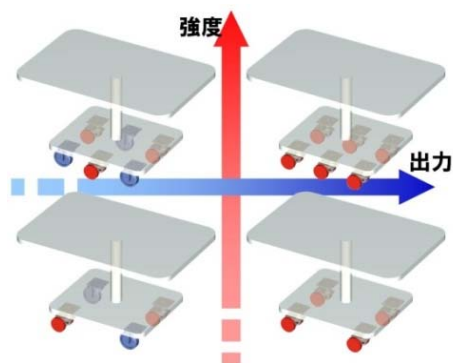


# アクティブキャスターの利点



# アクティブキャスター

モーター2個、制御用マイコンが組み込まれ、自身の取り付け位置に応じて自律的に動作制御するキャスター型移動機構



移動物の重量、必要なトルクに応じてフリーキャスター、アクティブキャスターを自由に使い分けできる。

# アクティブキャスターの取り付け



取り付け位置はアクティブキャスター自身が自動認識

## 肢体不自由者を支援する入力機器および出力機器

入力機器

出力機器



ステレオカメラによる  
ジェスチャー認識装置



音声入力装置

標準ネットワーク  
プロトコル  
(RTミドルウェア)



赤外線リモコン



アクティブキャスター

# プレス発表

平成22年5月27日NHKおはよう日本





## プロジェクトのその後

- 涼風制御システムという名で実用化
- しかし、当初目指したネットワークを介したシステムにはならなかった。(ネットワークを介さないスタンドアローンなシステム)
- 企業は自らの製品に対して責任分界点を明確にすることが必要
- ネットワークを介して、様々な機器が連結するスマートハウスは責任分界点が不明確



スマートハウスを実現するのは、責任分界点を明確にする仕組みが必要

## IoT社会における スマートハウスの位置づけ

技術開発から標準化へ

データ連係が進むには、各業界をつなぐビジネスモデルが必要だが...



データ駆動型社会の概念図 産業構造審議会商務流通情報分科会情報経済小委員会中間取りまとめ～CPSIによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革～

- IoT社会では、業界を超えたデータを相互に利活用する横串のビジネスモデルが必要。
- 民間企業単体で業界を横断する横串のビジネスモデルを構築するのは困難。
- 経産省原課も縦串で組織されていることから各業界を超える横断的な支援事業を行うことは難しい。

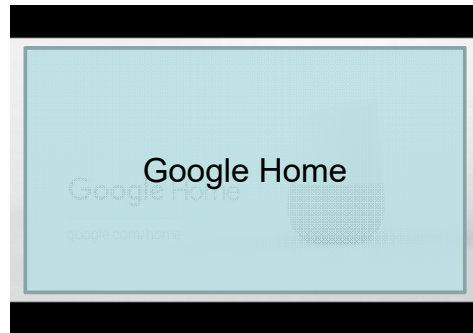
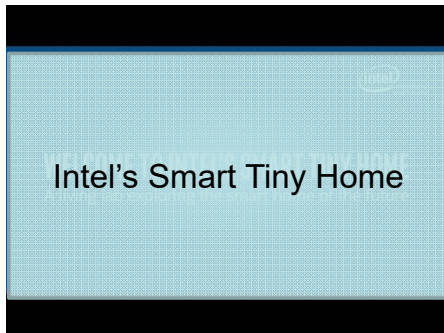
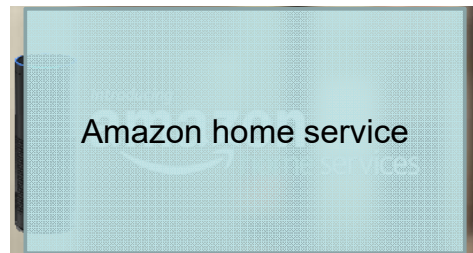
## 住環境はデータの宝庫



データ駆動型社会の概念図 産業構造審議会商務流通情報分科会情報経済小委員会中間取りまとめ～CPSIによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革～

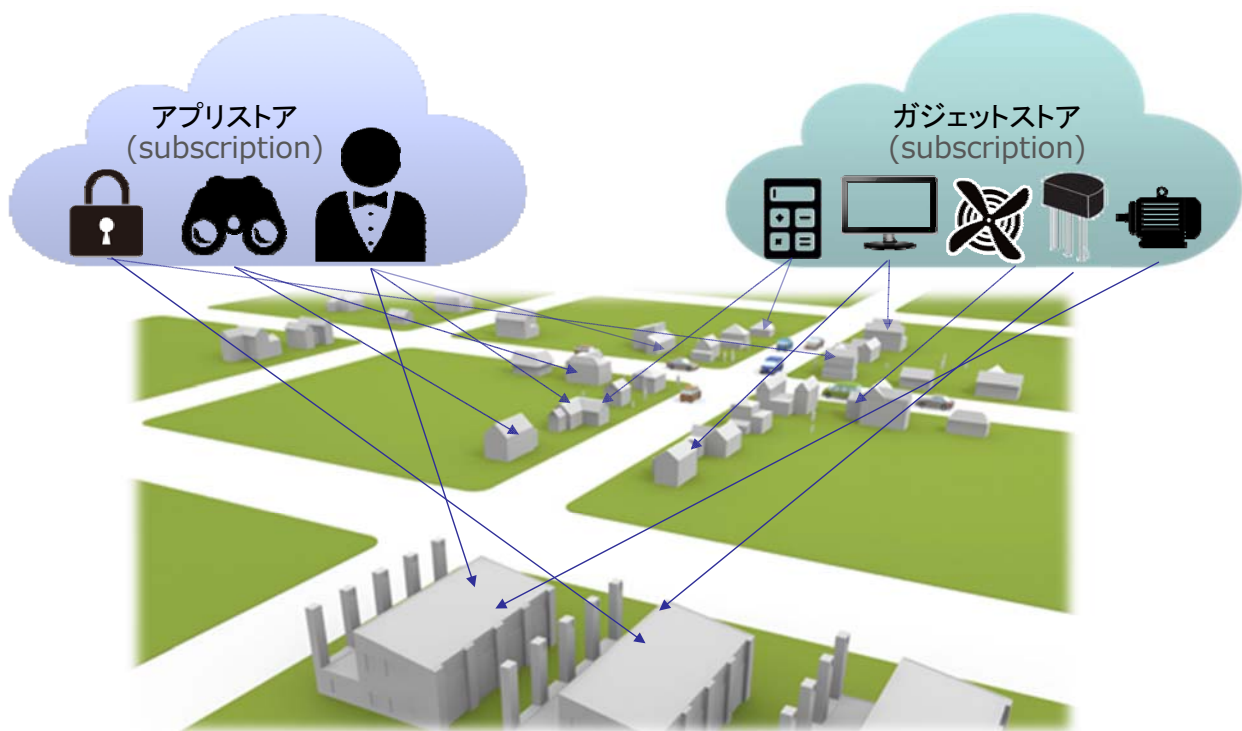
- 住宅から得られるデータは居住者の生活そのものであり、他の業界への利活用できるデータとして大きく期待。
- 横断的なIoTビジネスを広げるためには、住宅のスマート化を軸として、ビジネスモデルを構築すべき。

## 海外のIT企業が世界の住宅にアプローチ



海外の情報関連企業が次のターゲットとしてデータの集まる住宅にアプローチ

## スマートハウスは家がスマートフォン化





# 市場創出イメージ市場創出事例 Ver.ソフト

## ～ 多様なソフト、サービス、アプリのオープン市場 ～

ex.App Store,Android Store



# 市場創出イメージ市場創出事例 Ver.ハード

## ～ 多様なハードウェア、ガジェットのオープン市場 ～

ex.App Store,Android Store



住宅に組み込むハードウェア製品

## 参考：スマートフォンとIoTスマートハウスの比較

	iPhone	Android	IoTスマートハウス
OS	iOS	Android	
ソフトウェア市場	App Store	Android Market	
ソフトウェア認証	Apple	なし？	
ビジネスモデル	販売手数料	販売手数料	
他サービスとの連携	・他サービスからのデータの活用 (Service on Smartphone) ・他サービスへのデータ提供 (Data Out to Other Services)		
センサ	カメラ、マイク、3次元加速度		カメラ、マイク、温度センサ、etc
アクチュエータ	なし		モーター
情報提示器	ディスプレイ、スピーカー、LED、モーター		ディスプレイ、スピーカー、照明
初期設備導入	センサ、情報提示器はスマートフォンの基本要素として初めから組み込まれている		センサ、アクチュエータ、情報提示系を基本要素としてプリインストールソフトと一緒に提供する必要がある。

## スマートハウスの実現には、どのような標準が足りないのか。

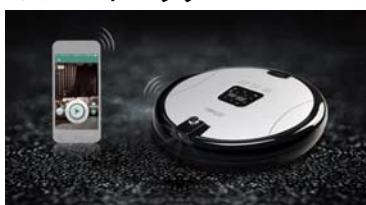
住宅(スマートハウス)のデバイス事例



スマートロック



スマート照明



スマート掃除機



コミュニケーションロボット

- 個々のデバイスに関する安全規格は存在。
- それぞれがネットワークを介し、連係動作する際、個々の安全規格のみでシステム全体の安全が担保できるか？



## 不安全の事例

- 空調システム
  - 温度センサの情報から、温度が低い場合は窓を閉めて暖房運転。若干暑くなると、窓を開けて外気を取り込み温度を下げる。それ以上に温度が上がると窓を閉めて冷房運転。
- 火災感知システム
  - 火災警報器は直に把握できるが、温度センサからの情報でより密な監視ができる。温度が高くなると火災の可能性があり、避難のために窓を開ける必要がある。

上記の2種類のユースケースとしての関係動作は、火災感知システムに対して動作プライオリティを高くするべきである。関係動作がそれぞれコンフリクトすると危険な状況が発生する可能性があり、ユースケース毎のプライオリティを規格化する必要がある。

## 住宅のスマートハウス化の課題

①通信プロトコルの多様化  
(wifi,Bluetooth,IR,など)

②スマートハウス化の  
受益者と負担者が見えない

③デバイス同士の責任分解  
点が不明確でリスクが高い

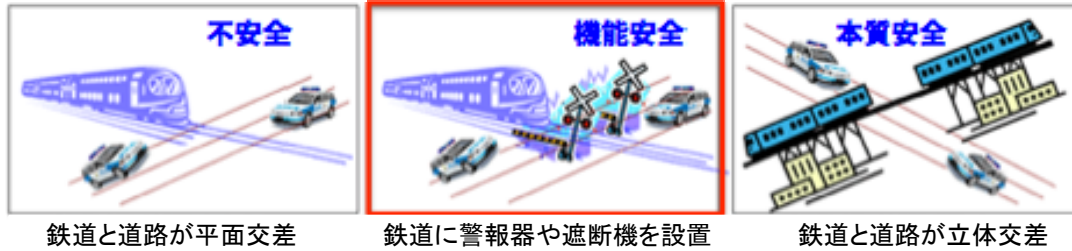
④スマートハウスの安全に  
関わるガイドラインがない

- 自動車と違い、住宅に住むのに資格は必要なし。
- 反面、居住者が機器の誤った操作をしても不思議はない環境。
- システムに、動作(アクチュエーション)が組み込まれると、リスクに対する責任問題が深刻化



# 機能安全の必要生

機能安全: 危害が発現しても、極力安全を確保するという概念



考え方の背景

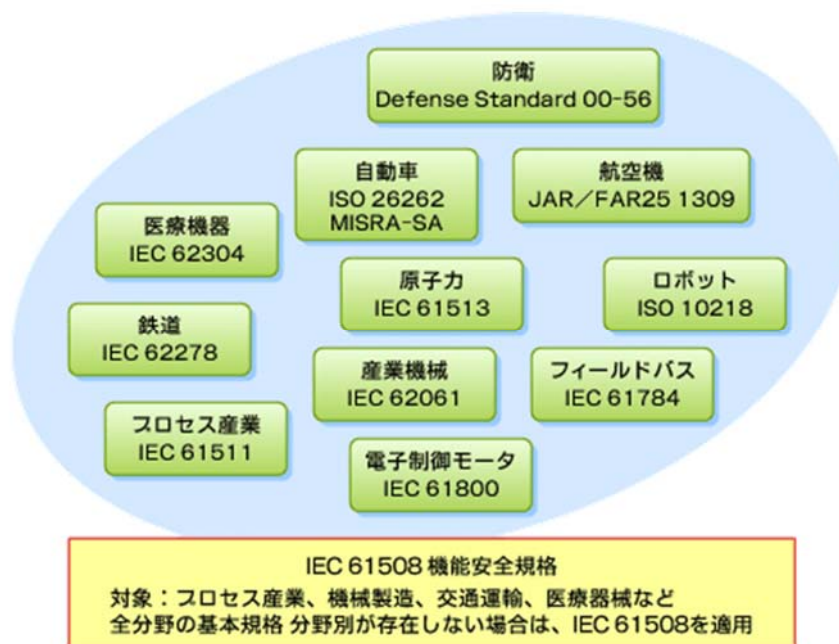
- 1.ものは壊れ、故障する。
- 2.また、完全なソフトウェアはありえない。(バグがある。)
- 3.ひとはミスをする。  
故障しても、エラーになっても人に危害を与えないようにしたい。

<転換>

- ・【品質向上】の発想から【機能安全】へ。
- ・【本質安全】危害事象、危害要因、原因をはじめから除去したものを作る
- ・【機能安全】「本質安全達成出来ない部分をカバー」  
危害が発現しても極力安全を確保するという概念

© 2010 Japan Certification Corporation 危害が発現しても、極力安全を確保するという概念。

# 機能安全規格の整備状況



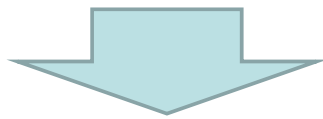
家については機能安全の専用規格がない。

IEC 61508に準拠した家に特化する機能安全規格が必要。

# 「IoT社会実現に向けた住宅設備連携における機能安全に関する国際標準」

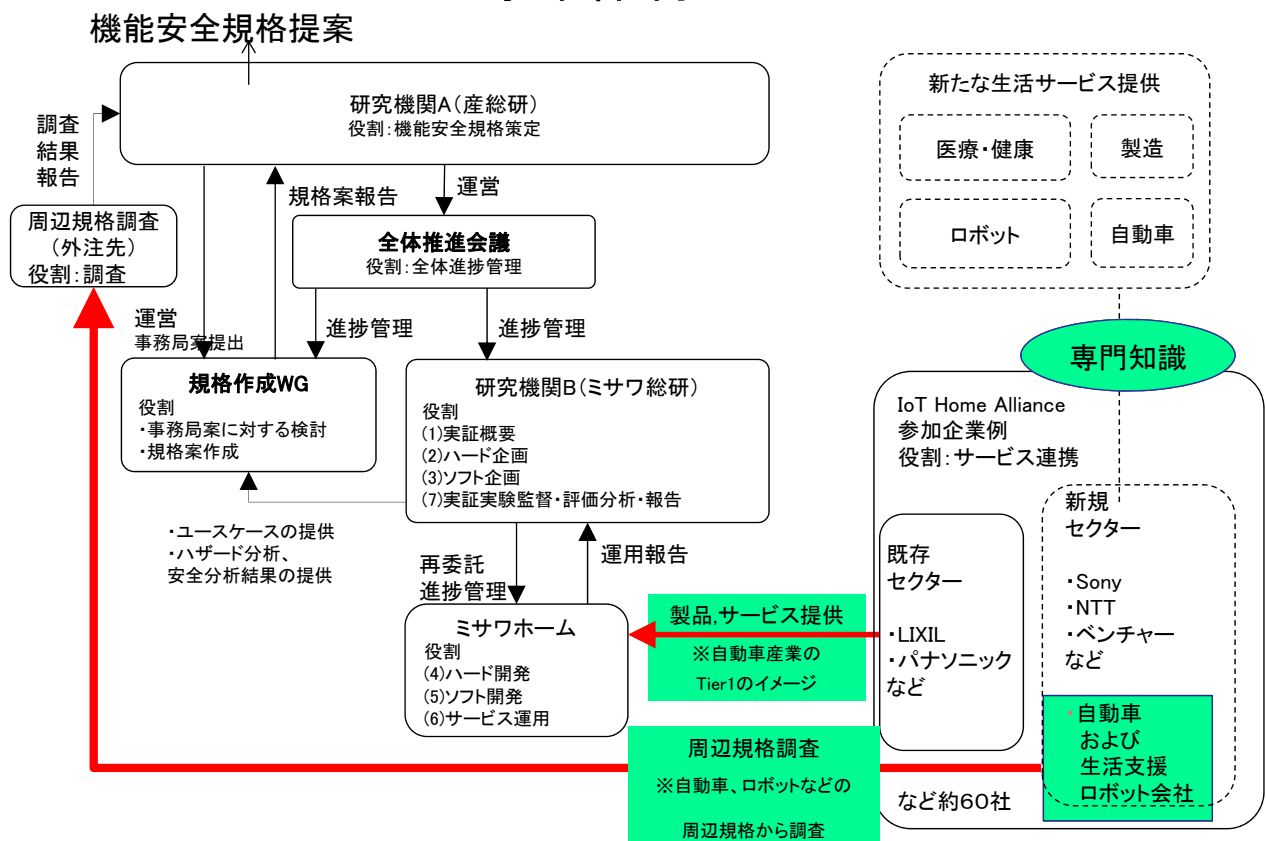
平成28年度 エネルギー使用合理化国際標準化推進事業  
 (省エネルギー等国際標準共同研究開発・普及基盤構築／省エネルギー等国際標準共同研究開発)  
 経済産業省 産業技術環境局 国際電気標準課

- 本事業は標準化の提案が目標。
- IoT社会の実現において生活データが集まるスマートハウスは重要な分野。
- 標準化はスマートハウスを普及させる上で不可欠。
- スマートハウスを軸とした社会サービスまで考えた横串のビジネスモデルを鑑み、標準を提案することが必要。
- 住宅、自動車、インフラ等の様々社会システムをつなぐユースケース(実例)の実証の中で、スマートハウス構築に向けた標準化の議論が必要。



社会システム実証実験と並行した標準化提案事業ではあるが、  
 実証をビジネスフェーズで進め、事業終了後に速やかにビジネス  
 に移行できるプラットフォーム構築を目指す。

## 事業体制



# 最後に

## 実装側からのアプローチ

死の谷とダーウィンの海

Crossing the Valley of Death only to Arrive  
in the Waters of the Darwinian Sea



"Unlocking the Future" (1998), L. Branscomb 議会証言 (2001), C. Wessner OECD 講演資料 より。

## 新しいビジネスは技術だけでは始まらない。

- 技術があっても仕組みがなければ社会実装まで進まない。
- 自動車は、元々ビジネスモデルがあったところに安くて品質の良い製品を提供できただけ。
- ロボットは新しいビジネスを生み出すかもしれないが、技術だけでは始まらない。
- 様々な技術を開発することは重要(だが)
- どんな社会を目指したいのか、バックキャストしながら必要な技術を選択することが必要